

La stimulation cérébrale profonde, l'équilibre, la marche et les troubles cognitifs légers chez les personnes atteintes de la maladie de Parkinson

Par
Mélissa Foucault
Cindy Gagnon
Soanie Labelle
Andréanne Laurin-Fournier

Travail présenté à :
Mme Dorothy Bathélemy, pht, Ph.D., Mme Elise Lafleur Prud'homme, pht
et M. François Dubé, pht.

Dans le cadre du cours PHT-6123
Projet d'intégration

Le mardi 31 mai 2016

Programme de physiothérapie
École de réadaptation
Université de Montréal

Titre du travail :

La stimulation cérébrale profonde, l'équilibre, la marche et les troubles cognitifs légers chez les personnes atteintes de la maladie de Parkinson

Auteurs :

Foucault M¹, Gagnon C¹, Labelle S¹, Laurin-Fournier A¹, Lafleur Prud'homme E², Barthélemy D¹⁻³, Dubé F¹.

¹Programme de physiothérapie, École de réadaptation, Université de Montréal;

²Centre Hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM) Notre-Dame;

³Centre de Recherche Interdisciplinaire en Réadaptation (CRIR).

Abrégé :

Introduction : Chez les personnes atteintes de la maladie de Parkinson (PAMP), l'équilibre et la marche sont affectés par les signes cardinaux de cette pathologie. On peut également retrouver chez cette clientèle des troubles cognitifs légers (TCL). En complément du traitement pharmacologique, la stimulation cérébrale profonde (SCP) peut être envisagée, mais son impact sur la marche, l'équilibre et les TCL fait l'objet de résultats contradictoires dans la littérature.

Objectif : Décrire la SCP, l'équilibre, la marche et les TCL chez les PAMP.

Méthodologie : Recension des écrits : consultation des bases de données MEDline et Embase.

Résultats : Les effets à long terme de la SCP chez les PAMP sont peu connus et celle-ci ne semble pas améliorer la marche et l'équilibre. Pourtant, plusieurs PAMP présentent une instabilité posturale marquée. Son évaluation, notamment avec le Mini-BESTest possédant de bonnes qualités métrologiques, est donc primordiale. Ensuite, plusieurs tests sont pertinents pour évaluer divers aspects de la marche et le traitement optimal comprendrait médication, SCP et entraînement avec indices externes. Finalement, les TCL détériorent la marche et une PAMP sur quatre en est atteinte : ils doivent donc être considérés lors de l'évaluation. Leur impact sur l'équilibre ne semble pas documenté.

Conclusion : Les PAMP présentent plusieurs atteintes notamment au niveau de l'équilibre et de la marche qui doivent être évaluées et traitées adéquatement. Certaines d'entre elles souffrent de TCL qui peuvent influencer leur prise en charge. La SCP est un traitement prometteur, mais les connaissances sur son efficacité nécessitent d'être approfondies.

Mots-clés :

Stimulation cérébrale profonde, maladie de Parkinson, marche, équilibre, troubles cognitifs légers.

Table des matières

Liste des figures.....	i
Liste des tableaux.....	ii
Liste des abréviations.....	iii
Remerciements.....	iv
1. Introduction.....	1
1.1 Épidémiologie et étiologie de la maladie de Parkinson.....	1
1.2 Pathophysiologie de la maladie de Parkinson.....	1
1.3 Symptômes moteurs et non-moteurs de la maladie de Parkinson.....	2
1.4 Traitements de la maladie de Parkinson.....	2
2. La stimulation cérébrale profonde (par Soanie Labelle).....	6
2.1 Historique.....	6
2.2 Description de la stimulation cérébrale profonde chez les PAMP.....	7
2.3 Hypothèses de mécanisme d'action.....	8
2.4 Description de la chirurgie.....	11
2.5 Critères de sélection pour la chirurgie.....	13
2.6 Effets positifs de la SCP du noyau sous-thalamique.....	15
2.7 Effets négatifs de la SCP du noyau sous-thalamique.....	17
2.8 Effets controversés de la SCP du noyau sous-thalamique.....	17
2.9 Durée des effets de la SCP du noyau sous-thalamique.....	17
2.10 Effets positifs de la SCP du globus pallidus interne.....	18
2.11 Effets négatifs de la SCP du globus pallidus interne.....	19
2.12 Effets controversés de la SCP du globus pallidus interne.....	19
2.13 Durée des effets de la SCP du globus pallidus interne.....	19
2.14 SCP du noyau sous-thalamique vs SCP du globus pallidus interne.....	19
2.15 Autres sites de stimulation.....	20

2.16 Conclusion.....	21
3. Les déficits d'équilibre : description et évaluation (par Cindy Gagnon)	23
3.1 Contrôle postural	23
3.2 Effets de la stimulation cérébrale profonde sur l'équilibre	27
3.3 Équilibre et double tâche motrice.....	28
3.4 Évaluations traditionnelles de l'équilibre	29
3.5 Évaluations novatrices de l'équilibre	34
3.6 Conclusion.....	37
4. Les troubles de la marche : évaluation et traitement (par Mélissa Foucault).....	38
4.1 Caractéristiques de la marche chez les PAMP	38
4.2 Tests de marche validés pour le Parkinson	40
4.3 Traitements traditionnels.....	45
4.4 Traitements novateurs	48
4.5 Effet d'une double-tâche sur la marche.....	51
4.6 Conclusion.....	52
5. Les troubles cognitifs légers (par Andréanne Laurin-Fournier)	53
5.1 Les domaines cognitifs	53
5.2 Les troubles cognitifs légers	54
5.3 L'impact des troubles cognitifs légers sur la fonction	60
5.4 L'impact d'une double-tâche cognitive sur la fonction	62
5.5 L'impact de la stimulation cérébrale profonde sur la cognition et la DTC	65
5.6 Conclusion.....	67
6. Conclusion	68
7. Références.....	71
ANNEXES.....	80
Annexe A : Voie indirecte et directe des noyaux gris centraux chez un sujet sain.....	81
Annexe B : Voie indirecte et directe des noyaux gris centraux chez les PAMP	82

Annexe C : Critères diagnostiques des troubles cognitifs légers chez les PAMP	83
Annexe D : Résultats préliminaires du projet au CHUM Notre-Dame (abrégé)	84
Annexe E : Résultats préliminaires du projet au CHUM Notre-Dame (affiche)	85
Annexe F : Guide d'utilisation du GAITRite®	87

Liste des figures

Figure 1 : Illustration de la stimulation cérébrale profonde.....	7
Figure 2 : Localisation du NST, du GPi, de la zona incerta et du NPP au niveau du cerveau.....	8
Figure 3 : Effet de la SCP sur le trajet du potentiel d'action au sein d'un axone.....	9
Figure 4 : Installation du iPad	35
Figure 5 : Classification des troubles cognitifs légers	55
Figure 6 : Proportion des TCL relative aux domaines cognitifs atteints.....	56

Liste des tableaux

Tableau 1 : Cotation suggérée pour le Pull test et le Push and release test	31
---	----

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
AVC	Accident vasculaire cérébral
BESTest	Balance Evaluation Systems Test
BS	Base de support
CCI	Coefficient de corrélation intraclasse
CHUM	Centre hospitalier de l'Université de Montréal
CM	Centre de masse
DGI	Dynamic Gait Index
DTC	Double-tâche cognitive
DTM	Double-tâche motrice
FAB	Fullerton Advanced Balance
FAP	Functional Ambulation Performance
FGA	Functional Gait Assessment
FOGQ	Freezing of Gait Questionnaire
GPi	Globus pallidus interne
H&Y	Hoehn et Yahr
MDS-UPDRS	Modified Disorder Society sponsored Unified Parkinson Disease Rating Scale
ML	Médio-latéral
MP	Maladie de Parkinson
M-PAS	Modified Parkinson Activity Scale
NPP	Noyau pédonculo-pontin
NST	Noyau sous-thalamiques
PAMP	Personnes atteintes de la maladie de Parkinson
PDQ	Parkinson's Disease Questionnaire
RPG	Rééducation posturale globale
SCP	Stimulation cérébrale profonde
TCC	Traumatisme crânio-cérébral
TCL	Troubles cognitifs légers
TUG	Timed Up and Go
UPDRS	Unified Parkinson Disease Rating Scale
UTM-AB	Unité des troubles du mouvement André Barbeau
Vim	Noyau ventral intermédiaire du thalamus
6MWT	Six Minutes Walk Test
10MWT	Ten Meters Walk Test

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier nos directeurs de travail dirigé Dorothy Barthélemy, Elise Lafleur Prud'homme et François Dubé pour leur disponibilité, leur encadrement et leurs commentaires constructifs. Nous voulons également souligner plus particulièrement l'implication d'Elise Lafleur Prud'homme qui, par ses connaissances et son expertise clinique, nous a transmis sa passion pour la clientèle atteinte de la maladie de Parkinson. C'est également grâce à son projet de recherche au CHUM Notre-Dame que ce travail a vu le jour.

Merci aussi à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin au projet de recherche au CHUM Notre-Dame, notamment Guillaume Elgeili, statisticien, Dr Michel Panisset et Dr Nicolas Jodoin, neurologues spécialisés en troubles du mouvement à l'Unité des troubles du mouvement André Barbeau du CHUM Notre-Dame ainsi que tous les sujets ayant participé à cette étude.

1. Introduction

1.1 Épidémiologie et étiologie de la maladie de Parkinson

Parmi les maladies neurodégénératives, la maladie de Parkinson est la deuxième après la maladie d'Alzheimer dont l'incidence est la plus importante (8). Elle survient en moyenne vers l'âge de soixante ans et affecte d'ailleurs 1 % de la population ayant franchi cet âge (8, 9). Toutefois, elle peut aussi survenir avant quarante ans dans 10% des cas (10). Au Canada, environ 100 000 individus en sont présentement atteints et ce nombre augmentera avec le vieillissement de la population (8). L'étiologie de cette maladie demeure inconnue dans la plupart des cas, mais quelques facteurs de risque dont la présence d'antécédents familiaux de maladie de Parkinson, l'exposition aux pesticides ainsi que les traumatismes crâniens ont été identifiés (9). À l'opposé, le tabagisme et la consommation élevée de caféine auraient quant à eux un effet protecteur (9).

1.2 Pathophysiologie de la maladie de Parkinson

La pathophysiologie associée à la maladie de Parkinson serait une dégénérescence des neurones dopaminergiques retrouvés dans la pars compacta de la substance noire, occasionnant un déséquilibre au niveau des circuits neuronaux des noyaux gris centraux (11). Ces noyaux comprennent le striatum (putamen et noyau caudé), le globus pallidus (GP), le noyau sous-thalamique et la substance noire (11). Ceux-ci interviennent conjointement dans les fonctions motrices via deux voies, soient la voie directe et la voie indirecte (voir Annexe A)(11). La voie directe, dont le rôle est la facilitation de l'initiation des mouvements volontaires, est constituée de la projection du striatum vers le globus pallidus interne (GPi) et la substance noire pars reticulata (11). La voie indirecte renforce quant à elle la suppression des mouvements inappropriés par la projection indirecte du striatum sur le GPi (11). La substance noire pars compacta, par ses afférences (inhibitrices ou facilitatrices) sur le striatum, vient augmenter la réactivité de la voie directe et diminuer la réactivité de la voie indirecte (11). Chez les sujets sains, ces deux voies ont des actions synergiques afin d'assurer la production de mouvements fluides (11). Chez les personnes atteintes de la maladie de Parkinson (PAMP), la dégénérescence des neurones dopaminergiques de la substance noire pars compacta entraîne une augmentation de l'influence de la voie indirecte (inhibition) et une diminution de l'influence

de la voie directe (désinhibition) (voir Annexe B)(11). Il en résulte donc la production de mouvements hypokinétiques observables chez les PAMP (11).

1.3 Symptômes moteurs et non-moteurs de la maladie de Parkinson

Le tremblement, la rigidité, l'akinésie et l'instabilité posturale sont les signes cardinaux de la maladie de Parkinson (8). Ces symptômes moteurs peuvent affecter la marche et l'équilibre. Au début de la maladie, ceux-ci se présentent de façon asymétrique, affectant davantage un hémicorps (12). À ce stade, il est également possible d'observer des signes non-moteurs, comprenant entre autres la dépression (dans 50% des cas), les troubles cognitifs, les troubles de sommeil, l'atteinte de l'odorat et la constipation (8). Avec l'avancement de la maladie, la démence, l'incontinence urinaire, les dysfonctions sexuelles, l'apathie (dans 50% des cas), l'anxiété (dans 40% des cas), la fatigue, l'hypotension orthostatique, l'hypersialorrhée, la dysphagie, la dysarthrie, les troubles visuels et les troubles pulmonaires peuvent se développer (8).

1.4 Traitements de la maladie de Parkinson

1.4.1 Traitements pharmacologiques

Le traitement médical de la maladie de Parkinson devrait être débuté dès la confirmation du diagnostic dans le but de «protéger» les neurones dopaminergiques et d'obtenir les meilleurs résultats possibles auprès de la PAMP (13, 14). Plus précisément, le choix de l'agent pharmacologique dépendra de l'âge de la personne, de sa capacité à continuer ses activités ainsi que du type, de la gravité et de la localisation des symptômes spécifiques à la maladie de Parkinson observés chez elle (9, 14). Seul le traitement pharmacologique des symptômes moteurs sera abordé ici.

Tout d'abord, l'administration d'un inhibiteur de la monoamine oxydase de type B (**IMAO-B**), telles la sélégiline ou la rasagiline, peut être tentée avant l'introduction de la Levodopa chez les PAMP souffrant de symptômes moteurs légers (9). Ce médicament a pour effet d'augmenter les niveaux plasmatiques de dopamine au niveau du système nerveux central en y ralentissant sa dégradation (13, 14). Toutefois, si les symptômes moteurs sont plus sévères et limitent de ce fait la fonction de l'individu atteint, le traitement à l'aide de la Levodopa, une molécule précurseur de la dopamine, doit être introduit (9). En effet, la **Levodopa**, en combinaison avec un inhibiteur de la dopa-décarboxylase périphérique

(IDDP) telle la **carbidopa** (Sinemet), demeure le médicament le plus efficace dans la prise en charge des symptômes moteurs parkinsoniens (13). La bensérazide (Prolopa) et les inhibiteurs de la catéchol-o-méthyltransférase (**ICOMT**) tel l'entacapone peuvent aussi être co-administrés avec la Levodopa afin d'en réduire la dégradation au niveau périphérique et d'en augmenter la disponibilité au niveau central (9, 14).

Toutefois, les PAMP traitées avec la Levodopa présentent un risque plus élevé de développer des complications motrices à long terme telles des fluctuations et dyskinésies secondaires à la perte d'efficacité du médicament (9, 13, 14). Bien que la rasagiline et l'entacapone puissent atténuer cette perte d'efficacité, l'utilisation d'**agonistes dopaminergiques** (bromocriptine (Parlodel), pramipexole (Mirapex), ropinirole (ReQuip)), soient de médicaments se liant directement aux récepteurs dopaminergiques et étant moins à risque d'occasionner des complications motrices, peut être favorisée dans certains cas (9, 14). Ils sont par exemple utilisés chez les PAMP âgées de moins de soixante ans au moment du diagnostic qui présentent un risque plus élevé de développer des complications motrices et chez qui ils ont démontré une certaine efficacité (9). Malheureusement, les agonistes dopaminergiques peuvent occasionner des effets secondaires généraux, comprenant l'œdème des membres inférieurs et les troubles de contrôle des impulsions, et des effets secondaires spécifiques à l'augmentation de dose, comprenant dans ce cas-ci des nausées, des étourdissements, de la somnolence et des hallucinations (14). Pour ces raisons, ils sont peu utilisés chez les PAMP dont l'âge est supérieur à soixante-dix ans (8, 9, 14).

Dans le but de réduire les fluctuations des niveaux plasmatiques de Levodopa associées à sa prise orale, une méthode d'administration alternative a été développée il y a quelques années et a été récemment introduite au Canada : il s'agit de l'administration directe d'un gel de Levodopa-carbidopa au niveau du duodénum de l'intestin (**GLCI** ou **Duodopa**) (15). L'administration se fait à l'aide d'une pompe reliée à un cathéter intestinal dont le contrôle revient à la personne traitée selon la posologie prescrite (9). Une diminution significative de la durée des périodes de non-efficacité de la médication (période off) et des dyskinésies de même qu'une amélioration de la marche et de la qualité de vie lui seraient associées (15).

Finalement, les β -bloqueurs pourraient aussi améliorer la fonction motrice et les tremblements posturaux qu'il est atypique, mais possible de retrouver chez certaines

PAMP. La clozapine (antipsychotique) pourrait améliorer les tremblements résistant aux autres médicaments alors que le trihexyphenidyle et la benztropine (anticholinergiques) peuvent être utilisés chez les jeunes PAMP présentant des tremblements prononcés (9, 14).

1.4.2 Traitements chirurgicaux

Il existe trois interventions chirurgicales pour contrôler la maladie de Parkinson, soient les thalamotomies, les pallidotomies et la stimulation cérébrale profonde (SCP) (14).

Tout d'abord, les thalamotomies consistent en une lésion au niveau du noyau ventral intermédiaire du thalamus (Vim) situé en controlatéral des symptômes (15). En effet, dans la plupart des cas, la lésion s'effectue unilatéralement en raison des dysfonctions exécutives produites par les lésions bilatérales (15). Les thalamotomies améliorent les tremblements, la rigidité, la marche, l'autonomie dans les activités quotidiennes et la sensation de bien-être (14, 15).

Ensuite, les pallidotomies qui consistent en une lésion du GPi permettent de réduire les fluctuations motrices, les tremblements et les dyskinésies controlatéralement à la lésion (14, 15). Tout comme les thalamotomies, les pallidotomies sont rarement effectuées bilatéralement puisque plusieurs effets négatifs (dysarthrie, dysphagie et troubles cognitifs) sont associés aux lésions bilatérales (15). Ces deux types d'interventions ne procurent donc pas un contrôle efficient des symptômes de la maladie de Parkinson et c'est pour cette raison que la SCP est le traitement chirurgical le plus populaire depuis 1990 (14, 16).

La SCP consiste en l'implantation d'une ou plusieurs électrodes au niveau du cerveau (17). Elle permet d'améliorer les symptômes associés à une prise de médication prolongée et c'est pourquoi elle est de plus en plus utilisée en complémentarité avec la Levodopa (15). Toutefois, suite à l'implantation de la SCP, la marche, l'équilibre et la communication sont parfois détériorés (14, 15). De plus, certains patients présentent des troubles cognitifs, de la dépression, de la manie, de l'anxiété et des idées suicidaires en post-chirurgie (14, 15).

Par conséquent, un projet de recherche a été entrepris par une équipe de l'Unité des troubles du mouvement André Barbeau (UTM-AB) du CHUM Notre-Dame dans le but de

mieux comprendre l'impact de la SCP sur la marche et l'équilibre chez les PAMP. En plus de participer à ce projet, les auteurs du présent travail dirigé ont également effectué une recension des écrits afin de se renseigner non seulement sur la SCP, les troubles d'équilibre et de la marche, mais également sur les troubles cognitifs légers associés aux PAMP. Les articles consultés à cette fin sont issus d'une recherche non exhaustive effectuée sur les bases de données MEDline et Embase. Finalement, un guide d'utilisation du GAITRite a été élaboré pour assister les cliniciens du CHUM Notre-Dame à quantifier les paramètres spatiotemporels de la marche à l'aide de cet appareil dans un contexte clinique ou de recherche.

2. La stimulation cérébrale profonde (par Soanie Labelle)

Comme mentionné dans l'introduction, la stimulation cérébrale profonde (SCP) est un traitement chirurgical utilisé en complémentarité avec la médication pour contrôler la maladie de Parkinson (MP). Elle permet de diminuer les fluctuations motrices ainsi que les dyskinésies causées par le traitement médical (6). Dans ce chapitre, la description et le fonctionnement, les hypothèses de mécanismes d'action, les critères de sélection, les bienfaits, les effets controversés et les effets négatifs de la SCP chez les personnes atteintes de la maladie de Parkinson (PAMP) seront abordés.

2.1 Historique

Les courants électriques étaient utilisés comme méthode de traitement bien avant l'arrivée de la SCP. En effet, les Égyptiens utilisaient des anguilles génératrices de décharges électriques pour traiter la douleur (18). Toutefois, ce n'est que dans les années 1900, que les premières techniques de neurochirurgie ont été créées par Victor Horsley un neurochirurgien et Robert Clarke un mathématicien (16, 17). En 1909, Horsley a également découvert qu'une lésion (ablation) dans le cortex sensorimoteur pouvait diminuer la sévérité des tremblements (16). À la suite de cette découverte, les chirurgies ablatives soient les thalamotomies et les pallidotomies sont devenues très populaires pour le traitement des problèmes moteurs comme ceux retrouvés dans la maladie de Parkinson (6). Cependant, l'arrivée de la Levodopa en 1969 a causé une diminution de popularité de celles-ci. La multiplication des nombreux effets secondaires reliés à la prise de médication prolongée et les découvertes dans le domaine de la neurochirurgie ont toutefois mené à l'émergence de la stimulation cérébrale profonde (6, 19). Alim Benabid, un neurochirurgien de Grenoble, a démontré en 1987 que la stimulation à haute fréquence permettait d'obtenir les mêmes effets qu'une lésion et qu'elle éliminait les tremblements (20). La SCP est donc devenue une méthode de traitement efficace et reconnue dans les années 1990. Elle est depuis la technique chirurgicale la plus utilisée pour contrôler la maladie de Parkinson puisqu'elle peut être ajustée au fil du temps en fonction de la progression de la maladie et qu'elle peut s'effectuer bilatéralement (21). De plus, elle a, en partie, des effets réversibles puisque l'électrode crée qu'une petite lésion (21). Les premiers sites de stimulations de la SCP ayant été utilisés dans le traitement de la maladie de Parkinson sont le pallidum et le noyau sous-thalamique étant donné leurs rôles dans la pathophysiologie de la maladie de Parkinson (6).

2.2 Description de la stimulation cérébrale profonde chez les PAMP

La stimulation cérébrale profonde chez les PAMP consiste en l'application de stimulations à haute fréquence (>100Hz) au niveau du cerveau (22). Une ou plusieurs électrodes d'environ 1,5 mm de longueur et possédant quatre surfaces de contacts sont implantées au niveau des structures profondes du cerveau (17, 23). Les électrodes sont reliées à un ou deux appareils stimulateurs par l'entremise de fils métalliques souples qui passent sous le cuir chevelu et le cou du patient (1, 24).

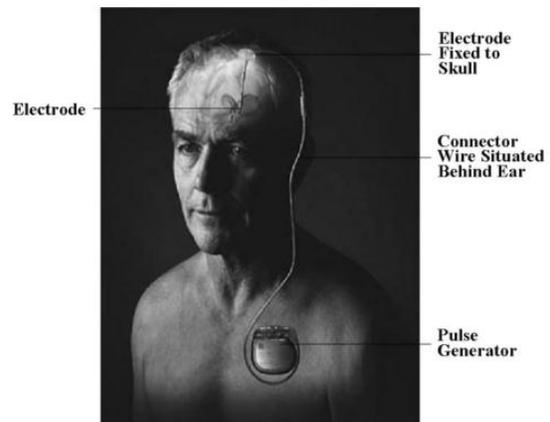


Figure 1 : Illustration de la stimulation cérébrale profonde (1)

Ces stimulateurs alimentés par piles sont implantés sous la clavicule au-dessus des fascias des pectoraux ou au niveau de l'abdomen du patient et ce sont ceux-ci qui émettent les impulsions électriques (17, 25). Il existe deux types de stimulateurs soient le Kinetra et le Soletra (1). Selon le type de stimulateur, une ou deux électrodes seront reliées à celui-ci. En effet, le kinetra a la capacité de stimuler deux électrodes alors que le Soletra ne peut qu'activer une électrode (1). Ainsi, le temps de chirurgie avec le Kinetra peut être réduit lorsque la SCP doit être implantée bilatéralement (1). La SCP peut donc s'effectuer bilatéralement ou unilatéralement en fonction des symptômes du patient. Le paramétrage du stimulateur s'effectue à l'aide d'une manette externe et peut varier d'une électrode à l'autre lorsque la SCP est effectuée bilatéralement (24). Le site de stimulation choisi et le type de stimulateur diffèrent pour chaque patient puisqu'ils dépendent des symptômes de celui-ci (25). La durée de vie des piles du stimulateur est généralement de 5 ans pour la SCP du noyau sous-thalamique (22). L'implantation est effectuée par un neurochirurgien et le suivi ainsi que le paramétrage de la SCP sont réalisés par un neurologue spécialisé dans les troubles du mouvement ainsi que le neurochirurgien (26).

2.2.1 Description des sites de stimulation

Les sites de stimulation utilisés chez les PAMP sont : le noyau sous-thalamique (NST), le globus pallidus interne (GPi), le noyau ventral intermédiaire du thalamus (Vim), le noyau pédonculopontin (NPP) et le zona incerta (voir figure 2). Le NST fait partie des ganglions de la base et il est le site le plus utilisé pour la stimulation cérébrale profonde chez les

PAMP ainsi qu'au CHUM Notre-Dame et au centre de santé universitaire de McGill (15, 25, 27). Le deuxième lieu le plus utilisé est le GPi qui constitue un ganglion de la base également (15, 25, 27). Le Vim, le NPP et le zona incerta sont très peu utilisés et ils font plutôt état de recherche (27). Ils sont situés respectivement dans le thalamus, dans la région ventro-latérale du tegmentum pontique et dans le sous-thalamus (28, 29).

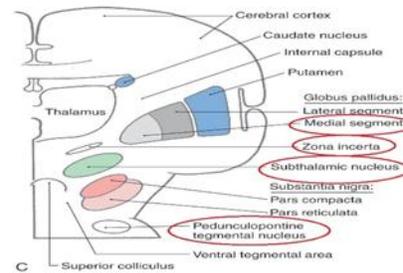


Figure 2 : Localisation du NST, du GPi, du zona incerta et du NPP au niveau du cerveau (4)

2.3 Hypothèses de mécanisme d'action

Les mécanismes d'action exacts de la SCP sont encore inconnus (6). En effet, les impacts de ce traitement au niveau du cerveau sont controversés et divergents, mais ceux-ci seraient secondaires à la stimulation et non à la création d'une lésion (30). Toutefois, les répercussions de la SCP dépendraient du site de stimulation, du stade de la maladie ainsi que de la fréquence de stimulation utilisée (1, 6, 31). La latence des effets serait également différente pour chacun des symptômes traités et elle divergerait en fonction du site de stimulation choisi (31). Les effets à court terme de la stimulation s'expliqueraient par une modulation électrophysiologique et des neurotransmetteurs alors que les effets à long terme seraient plutôt causés par la plasticité ainsi que la neurogénèse (6). Même si les mécanismes d'actions exacts ne sont pas connus, quatre principales hypothèses semblent émerger de la littérature. Elles seront abordées brièvement ci-après.

2.3.1 Diminution des décharges neuronales au site de stimulation

Un des mécanismes d'action impliquerait un blocage au niveau de la transmission du message nerveux dans les structures stimulées (30). En effet, lorsque la SCP active un axone, le potentiel d'action ainsi créé voyage dans la direction orthodromique vers la synapse et antidromique vers le soma soit le corps cellulaire du neurone (voir figure 3) (6).

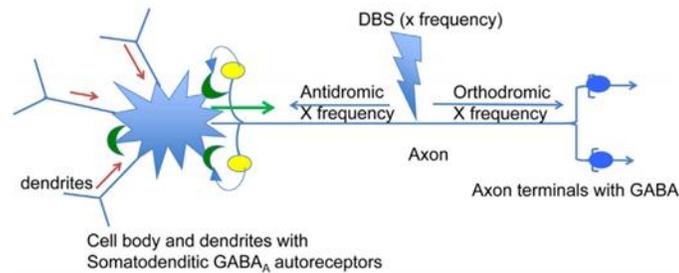


Figure 3 : Effet de la SCP sur le trajet du potentiel d'action au sein d'un axone (6)

Le potentiel d'action antidromique conserve le neurone en période réfractaire, ce qui empêche le neurone d'être stimulé par des influx provenant d'autres réseaux neuronaux et limite le nombre de potentiels d'action émis par ce dernier (6, 25). L'activité pathologique ne peut donc plus se propager dans les structures situées en aval du neurone ayant été stimulé (6). Ainsi, il y a une désynchronisation de l'activité pathologique. De plus, la SCP entraînerait un bloc de dépolarisation qui amènerait également une diminution des décharges neuronales dans la région stimulée (6). Ce bloc serait provoqué par une augmentation des courants potassiques et une diminution de l'activité des canaux potassiques à voltage dépendant (6, 18). Le bloc pourrait également être secondaire à l'activation des circuits inhibiteurs afférents et à une inhibition des terminaisons présynaptiques excitatrices (6). La diminution des décharges neuronales au site de stimulation pourrait aussi s'expliquer par une déplétion d'énergie neuronale et un échec de l'activité synaptique secondaire à une augmentation de demande en réponse à des salves de stimuli répétées (6). Ainsi, la SCP permettrait une inhibition neuronale dans les structures stimulées et par le fait même, un blocage de l'activité pathologique (6, 31).

2.3.2 Désynchronisation neuronale

La SCP désynchroniserait les oscillations anormales présentes au niveau du cerveau chez les PAMP (6, 18, 30). Les oscillations neuronales permettent aux structures corticales et sous-corticales du cerveau d'interagir entre elles et lorsque celles-ci sont désorganisées, il s'en suit des troubles neurologiques (6). Dans la maladie de Parkinson, les oscillations beta et gamma sont respectivement augmentées et diminuées au niveau des ganglions de la base (6). L'entropie soit la désorganisation au niveau des ganglions de la base s'en trouve donc augmentée et en normalisant ces oscillations, la SCP permet de rétablir le bon fonctionnement des noyaux gris centraux (6, 19). Toutefois, plusieurs études

rapportent que la SCP n'induirait pas directement une désynchronisation des oscillations beta (6, 30). Ainsi, les effets de la SCP sur ce type d'oscillations ne sont pas bien connus.

2.3.3 Modulation de la plasticité corticale

La SCP aurait également des effets au niveau des structures impliquées lors de l'exécution d'une tâche motrice (6). Elle renverserait les effets de la maladie de Parkinson qui empêchent les PAMP de choisir la voie cérébrale appropriée pour effectuer une tâche motrice en induisant une normalisation des circuits corticaux ainsi qu'en modulant la plasticité du cortex moteur (6). En effet, la SCP augmenterait l'activation du circuit striato-mésial-fronto-moteur et elle inhiberait la voie accessoire thalamocorticale (6). De plus, la SCP du noyau sous-thalamique (NST) accroîtrait l'activation du cervelet, du cortex prémoteur et du gyrus parahippocampique lors de l'apprentissage d'une tâche motrice (6). Il y aurait aussi une diminution de l'activation au niveau de la voie motrice et du cortex orbitofrontal avec la SCP (6). Tous ces changements au niveau de l'activité des réseaux neuronaux sont corrélés avec l'apprentissage moteur et ils permettent de démontrer qu'il y aurait une modulation qui s'effectue à l'aide de la SCP (6). L'apprentissage d'une séquence motrice serait ainsi facilité par la SCP (6).

2.3.4 Modulation de la transmission synaptique

Finalement, la SCP aurait un effet au niveau de la production et le relâchement des neurotransmetteurs. D'une part, elle permettrait d'activer les fibres nerveuses nigrostriatal et pallidonigral, ce qui augmenterait le relâchement de la dopamine (6). Toutefois, la SCP du NST augmenterait seulement la concentration de dopamine extracellulaire et non pas le nombre de cellules dopaminergiques (6). Les études ayant explicité ce mécanisme d'action ont été réalisées chez des animaux et aucune étude sur des sujets humains atteints de la maladie de Parkinson n'a prouvé l'existence de ce mécanisme (6). D'autre part, il y aurait un accroissement de la libération d'ATP et une plus grande concentration de GABA dans les ganglions de la base, en réponse à la stimulation (6, 18). En effet, la stimulation du GPi induirait une amplification de la libération de ce neurotransmetteur en facilitant les récepteurs somatodendritiques GABAA, ce qui augmenterait l'activité des neurones gabaergiques (6). Bref, la SCP réduirait la libération du glutamate, ce qui causerait une diminution de l'activité inhibitrice des circuits thalamocorticaux et améliorerait les symptômes hypokinétiques étant donné que les neurones du GPi seraient moins

excités (6, 18). Cette diminution pourrait ralentir le processus neurodégénératif qui touche le système nigral dopaminergique et ainsi, induire un effet de neuroprotection (30). Toutefois, cet effet n'a pas été démontré chez des sujets humains (30). La SCP du NST aurait également des effets au niveau de la libération de la sérotonine (6). Le relâchement de ce neurotransmetteur serait diminué puisque l'activité du noyau raphé serait moins grande avec la SCP (6). La SCP interagirait donc autant au niveau de l'excitation que l'inhibition en raison de cette modulation qu'elle effectuerait sur le relâchement des neurotransmetteurs (6).

2.3.5 Autres hypothèses de mécanismes d'action

Plusieurs autres hypothèses de mécanisme d'action ont été présentées dans la littérature. En effet, il y aurait une augmentation de la concentration des ions K⁺ suite à la SCP (6, 18). De plus, la stimulation engendrerait potentiellement une genèse synaptique et une neurogenèse (6). Toutefois, d'autres études sur ces phénomènes seront nécessaires puisque les résultats présentés dans la littérature sont divergents (6).

2.4 Description de la chirurgie

L'implantation d'une ou des électrodes s'effectue la plupart du temps sous anesthésie locale (1, 30). En effet, ce type d'anesthésie permet au neurochirurgien de tester l'efficacité de la stimulation sur les différents symptômes et ainsi, de déterminer la localisation de l'électrode la plus efficiente puisque le patient peut fournir toutes les rétroactions nécessaires (1, 30). Toutefois, il arrive que la chirurgie s'effectue sous anesthésie générale soit lorsque le patient possède plus de douleur, de stress ou des dystonies sévères (1, 30). De plus, la médication agissant sur les symptômes parkinsoniens et les tremblements est cessée dans la soirée précédant la chirurgie afin que les tremblements soient maximaux et que le patient soit en période OFF lors de la chirurgie (1). Ainsi, les effets bénéfiques de la stimulation peuvent être évalués de façon optimale. Ensuite, une fois l'électrode implantée, le stimulateur ou les stimulateurs peuvent être insérés sous la clavicule au cours de la même journée ou dans les jours suivants la première intervention, et ce, sous anesthésie générale (1, 30).

2.4.1 Paramétrage du stimulateur

Le paramétrage du stimulateur s'effectue dans la semaine suivant l'implantation de celui-ci ou quelques semaines plus tard, et ce, par le neurochirurgien ou un neurologue à l'aide d'une manette externe (22, 30). La fréquence, l'amplitude, la polarité des électrodes et la longueur d'impulsion sont les paramètres pouvant être modifiés par la manette externe (22). Dans la plupart des cas, la fréquence de départ du stimulateur est de 130 Hz avec une longueur d'impulsion de 60 μ s (22, 30). La stimulation peut être monopolaire (électrode avec une polarité négative et stimulateur avec une polarité positive) ou bipolaire (différence de polarité entre les quatre points de contact de l'électrode), mais la stimulation monopolaire est souvent favorisée puisqu'elle requiert une moins grande intensité pour obtenir les mêmes effets cliniques (1, 22). L'intensité (voltage) est normalement programmée à 1,0 V au départ et elle est ensuite augmentée graduellement (bonds de 0,2 V à 0,5 V) afin d'éviter l'apparition de dyskinésies tardives et de comportement d'impulsivité (1, 22, 30). Plusieurs sessions de paramétrage sont habituellement nécessaires pour obtenir des effets optimaux (1). En outre, la médication dopaminergique doit également être ajustée tout au long du paramétrage étant donné que la SCP améliore les symptômes parkinsoniens (22).

2.4.2 Complications de la SCP

2.4.2.1 Complications reliées à la chirurgie

La chirurgie est généralement bien tolérée par les PAMP et les complications associées à celle-ci sont acceptables considérant le niveau de complexité de cette dernière (18). Les infections représentent la complication la plus fréquemment rencontrée avec un taux d'incidence maximal de 15,2 % (18). Celles-ci sont souvent présentes au site d'implantation du stimulateur et se manifestent dans les trois mois suivants la chirurgie (30). La chirurgie peut également causer des érosions cutanées en superficie du site du stimulateur ainsi que des fractures (18, 21, 30). De plus, dans 5% des cas, l'électrode de la SCP se déplace de son lieu d'implantation (18, 21). Certaines PAMP possèdent également un inconfort dans la région sous-claviculaire et en latéral du cou en raison du stimulateur ainsi que des fils métalliques situés sous la peau (30). Aussi, les cicatrices causées par la chirurgie sont visibles étant donné la localisation du stimulateur (30). L'hémorragie intracrâniale, l'épilepsie, la bradycardie, l'hypotension, la thrombose

veineuse profonde, la pneumonie d'aspiration et l'embolie pulmonaire sont d'autres complications possibles en post-chirurgie (15, 17, 18). En outre, le risque de mourir à la suite de la chirurgie varie de 0% à 4,4% et celui-ci peut facilement être limité par une bonne sélection des PAMP (32). La mort découle souvent de complications secondaires à la chirurgie ou des comorbidités des PAMP et non de l'intervention elle-même (32).

2.4.2.2 Complications reliées à la stimulation

Les PAMP vont fréquemment présenter des complications liées à stimulation, mais celles-ci sont souvent associées à un placement sous-optimal de l'électrode au niveau du cerveau et elles sont généralement résolues par l'ajustement des paramètres de stimulation (30). Les effets négatifs pouvant découler de la stimulation sont : la dysphagie, les paresthésies, les contractions motrices, les déviations des yeux, les nausées, les étourdissements, les dyskinésies, les pertes d'équilibre, l'apraxie et la vision trouble (30). Les dyskinésies peuvent toutefois être réduites en diminuant l'intensité (voltage) de la stimulation et en réduisant la dose de médication dopaminergique (30). De plus, 3% des PAMP ont des problèmes neurologiques permanents induits par la stimulation (30). Bref, plusieurs autres effets négatifs peuvent être causés par la stimulation en fonction du site choisi et ceux-ci seront abordés dans les sections 2.7 et 2.11.

2.5 Critères de sélection pour la chirurgie

Tout d'abord, la sélection des PAMP devrait toujours s'effectuer par une équipe multidisciplinaire composée d'un neurochirurgien, d'un neurologue spécialisé dans les troubles du mouvement et d'un neuropsychologue afin que l'évaluation de ces dernières soit complète (1, 33). De plus, il est également recommandé qu'un physiothérapeute, un ergothérapeute, un travailleur social et un orthophoniste soient impliqués dans le processus de sélection (33). D'ailleurs cette méthode est utilisée au CHUM Notre-Dame.

Ensuite, certains critères de sélection existent afin d'assurer la sécurité de l'intervention et de maximiser les résultats obtenus avec la SCP. Toutefois, le processus de sélection est toujours personnalisé en fonction du niveau d'activité fonctionnelle du patient, de ses objectifs et des symptômes de celui-ci (34). Il est important de savoir qu'une PAMP ayant déjà subi une chirurgie pour contrôler la maladie (thalamotomies, pallidotomies et SCP) peut avoir une seconde intervention si elle ne présente pas de contre-indication à celle-ci.

Cependant, les techniques utilisées et le temps de chirurgie peuvent être plus longs et plus complexes (1).

En somme, aucune valeur seuil d'âge limite n'a été encore définie, mais les PAMP âgées de plus de 70 ans auraient plus de risque de développer des troubles cognitifs après l'implantation du stimulateur (34, 35). De plus, aucun critère de sélection portant sur la durée et la sévérité de la maladie existe à ce jour (34). Toutefois, lorsque la SCP est effectuée après une durée d'environ sept ans et demi après le diagnostic de la MP ou trois ans après le développement des complications motrices induites par la Levodopa, les résultats seraient favorables (34). Par ailleurs, les effets de la SCP s'observeraient seulement à court terme lorsque la chirurgie est réalisée dans les cinq premières années suivant le diagnostic (34). Voici les critères d'inclusion et d'exclusion pour l'implantation de la SCP.

2.5.1 Critères d'inclusion

Les PAMP doivent d'abord présenter des difficultés dans la réalisation des activités de la vie quotidienne, et ce, malgré une prise de médication optimale pour être candidats à la chirurgie (1). En effet, les PAMP doivent obligatoirement avoir essayé de contrôler la maladie avec la plus haute dose tolérée de Levodopa et d'agonistes dopaminergiques avant d'être considérées pour la chirurgie (34). Les PAMP doivent également avoir une bonne santé physique et posséder un long potentiel de survie après la chirurgie (1). De plus, elles doivent détenir les capacités mentales ainsi que physiques requises pour fournir les rétroactions nécessaires pendant la chirurgie et elles doivent être en mesure de bien comprendre les risques associés à celle-ci (1). En outre, les PAMP sélectionnées doivent avoir un support émotionnel adéquat en pré et post opératoire (1).

2.5.2 Critères d'exclusion

Les PAMP répondant très peu à la Levodopa et ayant des symptômes significatifs en présence de médication antiparkinsonienne sont exclues (1). Les PAMP ayant des déficits cognitifs importants ou de la démence, des maladies systémiques non contrôlées (cardiaque, rénal, hépatique, pulmonaire ou cancer) et des atteintes psychiatriques (anxiété, troubles de l'humeur et dépression) qui peuvent être augmentées par l'implantation du stimulateur ne sont également pas candidates à la chirurgie (1, 30, 34). De plus, les PAMP possédant un pacemaker ne peuvent pas avoir la SCP puisque le

courant généré par le pacemaker pourrait interférer avec celui de la stimulation (30). Les PAMP présentant une atrophie cérébrale marquée et ayant des changements importants au niveau de la substance blanche ne peuvent également pas subir la chirurgie puisqu'elles ont plus de risque de développer une hémorragie (1, 34). Finalement, les PAMP possédant des syndromes parkinsoniens atypiques ne sont pas considérées (1).

2.5.3 Critères prédictifs

La réponse à la Levodopa en pré opératoire est considérée comme étant le seul facteur prédictif permettant de déterminer l'impact de la SCP chez les PAMP (21, 34). Ainsi, elles doivent obtenir une amélioration d'au moins 30% entre le score obtenu avec médication et sans médication sur l'échelle UPDRS III, pour subir la chirurgie (34). De plus, les PAMP ayant la maladie depuis peu de temps, qui sont jeunes et qui répondent bien à la médication, ont généralement de bons résultats avec la SCP (1). Par contre, les PAMP possédant des attentes démesurées envers la chirurgie (ex: guérison de la maladie de Parkinson) et ne répondant pas bien à la médication risquent d'avoir de moins bons résultats avec la stimulation (1).

2.6 Effets positifs de la SCP du noyau sous-thalamique

2.6.1 Symptômes moteurs

Tout d'abord, la SCP du NST permettrait une réduction significative des symptômes cardinaux de la maladie de Parkinson (27). En effet, des diminutions oscillant entre 28% et 52% pour le score obtenu dans la section 3 de l'échelle UPDRS ont été observées dans différentes études (6, 21, 27). Les tremblements et la rigidité seraient également améliorés à long terme (27). L'akinésie serait réduite de 50 à 60% à court terme avec la SCP du NST, mais les effets sur ce symptôme diminueraient à long terme (27). Il est difficile de déterminer si les effets de la SCP sur l'akinésie sont réellement diminués à long terme ou si cela est simplement dû à la progression de la maladie. Ensuite, au cours de la première année post-chirurgie, une amélioration au niveau de l'équilibre ainsi que de la marche serait observée et le blocage à la marche présent en période OFF serait diminué (27). De plus, les patients ayant ce type de chirurgie communiqueraient plus facilement puisqu'ils articuleraient davantage et la tonalité serait normalisée, mais ces effets seraient présents seulement à court terme (27). En outre, la SCP du NST est celle qui offre la plus grande réduction de Levodopa (entre 23% et 49%), ce qui permet de diminuer les

dyskinésies de 55,9 % et les fluctuations motrices associées à la prise de médication (27, 35, 36). Ces effets sur la médication seraient maintenus à long terme (27). La SCP du NST peut également diminuer directement les dyskinésies lorsque les surfaces de contact supérieures de l'électrode sont localisées dans le diencephale (27).

2.6.2 Symptômes non-moteurs

L'anxiété serait diminuée suite à l'implantation de la SCP du NST(14). Le temps de sommeil et la qualité de ce dernier seraient également augmentés étant donné que les dyskinésies nocturnes ainsi que le syndrome des jambes sans repos seraient atténués avec la stimulation du NST (1, 14). Celle-ci permettrait également de diminuer l'asthénie, l'irritabilité et les sueurs excessives (1). De plus, la SCP du NST réduirait les incontinences urinaires qui sont souvent associées avec la maladie de Parkinson en modulant le cortex cingulaire antérieur ainsi que le cortex frontal latéral impliqués dans le contrôle de la vessie (14, 25). Cependant, seulement quelques études ont été réalisées sur le sujet et il est difficile de conclure à un effet réel (14). La stimulation du NST aurait également des effets au niveau de la vidange gastrique, ce qui diminuerait l'incontinence et les douleurs abdominales souvent présentes chez les PAMP (14, 25). Aussi, les hommes auraient une satisfaction sexuelle plus grande suite à la chirurgie (14). Finalement, la stimulation du NST abaisserait la douleur présente chez les PAMP (14, 26). En effet, une étude évaluant la douleur une semaine avant l'implantation et douze mois post-chirurgie chez 58 patients a démontré que la SCP du NST réduisait significativement les composantes sensorielles et émotives de la douleur (26). Les auteurs ont également rapporté une réduction des quantités de benzodiazépine prescrites avec la SCP (26).

Tous les effets positifs de la SCP du NST observés sur les symptômes moteurs et non moteurs permettent une amélioration dans l'accomplissement des activités quotidiennes de la vie (AVQ) (23, 24). Une étude de Sobstyl et coll. (2014), évaluant la qualité de vie deux ans post-chirurgie chez seize patients, a démontré que les AVQ, la mobilité, la sensation de bien-être et la cognition étaient améliorées deux ans post-chirurgie (24). Ainsi, les patients ayant une SCP du NST ont une amélioration au niveau de leur qualité de vie, et ce, jusqu'à deux ans post-implantation (14, 24). Un progrès de 13% à 24% serait également observé sur le Parkinson's Disease Questionnaire-39 (PDQ-39), un questionnaire à 39 items permettant d'évaluer la qualité de vie chez les PAMP (14). Toutefois, la qualité de vie semblerait diminuer trois ans post-chirurgie, mais il est difficile

de conclure à une réelle diminution puisque très peu d'études ont évalué la qualité de vie à long terme (14). Il est possible de supposer que cette diminution serait secondaire à la progression de la maladie.

2.7 Effets négatifs de la SCP du noyau sous-thalamique

La plupart des effets négatifs s'observeraient à long terme. En effet, la SCP du NST appliquée à long terme détériorerait la marche (21, 27). Une méta-analyse étudiant les effets à long terme de la SCP sur les symptômes moteurs a démontré que l'instabilité posturale et les difficultés à la marche étaient rapidement augmentées suite à l'implantation de la SCP du NST (21, 27, 37). Une détérioration modérée du blocage à la marche serait également observée de trois à cinq ans post-chirurgie (38). Les PAMP démontreraient plus d'impulsivité et ils auraient moins d'inhibition (27). De plus, 70% des PAMP auraient plus de difficulté à parler trois ans après la chirurgie et certains présenteraient des hallucinations ainsi que de la confusion en post opératoire (21, 27). Toutefois, la confusion et les hallucinations seraient secondaires à la diminution de médication et non à la stimulation du NST (27). En outre, 4 à 15 % des PAMP présenteraient de l'euphorie, des hypomanies et de la dépression dans les trois premiers mois post-implantation (1, 18, 27). Ces effets négatifs s'expliqueraient par la stimulation des régions corticales impliquées dans le contrôle émotionnel par la SCP du territoire antéro-médian du NST (1, 18, 27). Des gains de poids et de l'apraxie de l'ouverture des paupières seraient également observés (21, 27).

2.8 Effets controversés de la SCP du noyau sous-thalamique

Les effets de la SCP du NST sur l'équilibre et la marche sont contradictoires (29). Ils seront abordés plus en détail dans les sections 3 et 4 ci-après. De plus, très peu d'études ont évalué l'impact de la SCP du NST sur les doubles tâches motrices ainsi que cognitives. Ces aspects seront également discutés dans les sections 3 et 5 de ce travail.

2.9 Durée des effets de la SCP du noyau sous-thalamique

Les effets bénéfiques de la stimulation du NST seraient conservés jusqu'à 5 ans post-chirurgie (35). Toutefois, il est encore difficile de démontrer si ce phénomène s'explique par une diminution de l'efficacité de la SCP ou par la progression de la maladie (35).

2.10 Effets positifs de la SCP du globus pallidus interne

Les effets positifs produits par la SCP du GPi dépendent directement de l'emplacement de l'électrode sur le noyau (1). En effet, lorsque la région ventrale est stimulée, les dyskinésies induites par la Levodopa sont réduites et la rigidité améliorée (1, 10). Toutefois, les effets bénéfiques de la Levodopa sur les bradykinésies et la marche sont bloqués par la stimulation de cette région (1, 10). Quant à elle, la stimulation de la région dorsale du GPi permet d'améliorer la bradykinésie et la rigidité, mais induit des dyskinésies (1, 10). L'emplacement optimal de l'électrode serait donc au centre du GPi puisque ceci permettrait de diminuer les symptômes parkinsoniens et de réduire directement les dyskinésies (1). Les différents effets positifs de la SCP sur les symptômes moteurs et non-moteurs sont présentés ci-après.

2.10.1 Symptômes moteurs

Tout d'abord, le tremblement au repos et les dyskinésies seraient réduits jusqu'à six ans post-chirurgie avec la SCP du GPi (14). En effet, tel que mentionné plus haut, la stimulation de la région ventrale de ce noyau aurait un effet direct sur les dyskinésies (1, 14). Le score obtenu sur l'échelle UPDRS III serait également amélioré de 35% six ans post-implantation (14). De plus, dans la première année suivant la chirurgie, les troubles et le blocage à la marche qui répondaient bien à la médication avant la chirurgie, seraient diminués (28). Par contre, ces effets seraient détériorés à long terme (14, 28). La stimulation du GPi aurait très peu d'effet sur la bradykinésie, mais améliorerait grandement l'akinésie ainsi que la rigidité, et ce, même à long terme (14). La stimulation des régions ventro-médiales du GPi contrôlerait davantage l'akinésie et la rigidité que les zones plus dorsales de ce même noyau (14). Finalement, la stimulation du GPi permettrait une faible diminution (19%) de la quantité de Levodopa prise par les PAMP, et ce, à court et long terme (27).

2.10.2 Symptômes non-moteurs

La SCP du GPi effectuée bilatéralement entraînerait moins de déficits cognitifs et causerait moins d'hallucinations ainsi que de psychoses que la SCP du NST(27). L'anxiété et la douleur seraient également diminuées après la chirurgie (27). De plus, comme pour la SCP du NST, le temps de sommeil ainsi que la qualité de ce dernier seraient augmentés, et ce, à court et long terme (27). En outre, la qualité de vie serait améliorée

avec la SCP du GPi, mais elle serait diminuée à long terme soit environ trois ans post-chirurgie (18, 27). Ceci pourrait potentiellement s'expliquer par la progression de la maladie.

2.11 Effets négatifs de la SCP du globus pallidus interne

À long terme, le dosage de Levodopa serait augmenté avec la SCP du GPi et le langage serait détérioré (27, 39). En effet, il y aurait un déclin de la fluidité verbale post-chirurgie (27). De plus, comme mentionné plus haut, les effets positifs sur la marche seraient détériorés à long terme puisque certains PAMP développeraient un blocage à la marche quatre ans post-implantation (38). Ce blocage serait attribuable à une position ventrale de l'électrode au sein du GPi et à des intensités de stimulation trop élevées (38). Ainsi, ces effets négatifs pourraient être réduits en diminuant l'intensité de la stimulation (38). En outre, des problèmes de comportement seraient également présents en post-chirurgie et un léger gain de poids serait observé, mais celui-ci serait beaucoup moins important que celui provoqué par la SCP du NST (22, 27).

2.12 Effets controversés de la SCP du globus pallidus interne

Tout comme pour la SCP du NST, les effets de la SCP du GPi sur l'équilibre, la marche, la double-tâche motrice et la double-tâche cognitive sont contradictoires (38). Ses sujets seront abordés dans les sections 3, 4 et 5 de ce travail. De plus, il est difficile de déterminer les effets de la SCP du GPi à court et long terme puisque la quantité d'information présente dans la littérature sur ce type de stimulation est beaucoup moindre que celle disponible sur la SCP du NST.

2.13 Durée des effets de la SCP du globus pallidus interne

Les résultats obtenus à long terme pour la SCP du GPi sont variables, mais une perte progressive des effets positifs s'observerait trois à cinq ans post-chirurgie (21).

2.14 SCP du noyau sous-thalamique vs SCP du globus pallidus interne

Tout d'abord, aucune ligne directrice permettant de déterminer quel site de stimulation devrait être préférentiellement utilisé pour contrôler la maladie de Parkinson n'a été mise en place et il est encore impossible de déterminer quel site stimulation procure les meilleurs effets (21). Les SCP du NST et du GPi démontrent les mêmes effets instantanés

sur les symptômes moteurs comme les tremblements et la rigidité (1, 21). En effet, à douze mois post-chirurgie, il n'y aurait pas de différence sur le score moteur de l'échelle UPDRS entre les deux types de stimulations (1, 18). Toutefois, la stimulation du NST permettrait une plus grande réduction de Levodopa et de meilleurs résultats comportementaux (18, 33, 39). Quant à elle, la SCP du GPi procurerait une plus grande amélioration des dyskinésies (89% vs 62%) et elle entraînerait moins de complications post-chirurgie (6, 18, 21, 33). De plus, la qualité de vie serait davantage augmentée avec la stimulation du GPi et l'amélioration des symptômes de dépression serait également plus grande avec ce type de stimulation (6, 18, 39). En effet, la SCP du NST stimulerait davantage les régions cérébrales avoisinantes étant donné la plus petite taille du NST, ce qui causerait plus d'effets secondaires psychiatriques (6). Aussi, la SCP du GPi aurait moins d'effets négatifs sur la fluidité verbale et les fonctions cognitives (6, 33). Les effets de la stimulation du GPi sur la marche sont très peu documentés, mais celle-ci aurait plus d'effet sur les troubles de la marche que la SCP du NST (27).

Ensuite, l'âge serait un facteur important dans le processus décisionnel concernant le choix du site de stimulation (27). En effet, la SCP du GPi serait davantage employée chez les PAMP plus âgées qui présentent des déficits cognitifs légers puisque le processus de paramétrage serait moins complexe qu'avec la SCP du NST (27). Par ailleurs, la SCP du NST serait utilisée principalement chez les PAMP plus jeunes qui présentent un long potentiel de survie après la chirurgie puisque les effets à long terme de ce type de stimulation sont plus documentés que ceux de la SCP du GPi (27).

En somme, la SCP du GPi devrait préférentiellement être utilisée pour contrôler les symptômes non-moteurs alors que la SCP du NST devrait être employée pour diminuer les doses de Levodopa (6, 39).

2.15 Autres sites de stimulation

Trois autres sites de stimulation peuvent être utilisés chez le PAMP: le noyau pédonculopontin (NPP), le noyau ventral intermédiaire du thalamus (Vim) et le zona incerta. Toutefois, ceux-ci sont très peu utilisés puisqu'ils font encore état de recherche et qu'il y a très peu de documentation présente sur le sujet. Ainsi, les principaux effets de la stimulation de ces différents sites seront seulement abordés brièvement ci-après.

Tout d'abord, la SCP à basse fréquence du le noyau pédonculopontin (NPP), permettrait une amélioration de la marche, du blocage à la marche et de la stabilité posturale (30, 38). Toutefois, la SCP du NPP ne pourrait pas reproduire les mêmes effets positifs que la SCP du NST sur les symptômes cardinaux de la maladie de Parkinson (30). Certaines études auraient démontré que la combinaison des SCP du NPP et du NST permettrait d'obtenir des effets positifs supplémentaires sur la marche, l'équilibre et les activités quotidiennes de la vie (30, 35). Cependant, les résultats obtenus dans la littérature sont controversés à ce sujet et d'autres études devront être réalisées (30, 35).

Ensuite, la SCP du noyau ventral intermédiaire du thalamus (Vim) aurait des effets positifs à long terme sur les tremblements et elle serait associée à un taux moins élevé de troubles cognitifs (21, 27). Cependant, les signes axiaux de la maladie de Parkinson seraient aggravés à long terme et il y aurait une perte progressive des bienfaits obtenus dans les activités quotidiennes de la vie avec ce type de stimulation (21). Ainsi, la stimulation du Vim devrait être principalement utilisée chez les PAMP présentant des tremblements unilatéraux (21).

Finalement, la SCP du zona incerta aurait des effets positifs plus importants que la SCP du NST sur les symptômes cardinaux de la MP (27, 35). Cependant, ce site de stimulation est plutôt utilisé en recherche et très peu d'informations sont présentes dans la littérature à son sujet (40).

2.16 Conclusion

Pour conclure, la SCP fait encore état de recherche malgré qu'elle soit le traitement chirurgical le plus utilisé à ce jour pour contrôler la MP. En effet, les mécanismes d'action associés à celle-ci sont encore inconnus et les effets produits par les différents sites de stimulation sur la marche, l'équilibre et les doubles-tâches cognitives ainsi que motrices sont contradictoires. De plus, étant donné la variabilité des atteintes pouvant être présentes dans la MP, il est difficile de déterminer quel site de stimulation procure les meilleurs effets sur les symptômes de la MP. Le type de stimulation, le noyau stimulé, le paramétrage et les effets positifs ainsi que négatifs engendrés par la SCP diffèrent donc pour chaque PAMP en raison de cette grande variabilité. Il est donc important de comprendre que toutes les interventions réalisées seront individualisées pour chacun. Finalement, certaines grandes lignes directrices concernant le processus de sélection, le

choix du site de stimulation et les effets produits par les différents types de SCP sont présentes dans la littérature. Cependant, d'autres recherches seront nécessaires sur la SCP du NPP, du Vim ainsi que du zona incerta et sur les effets pouvant être produits à long terme par l'implantation d'un stimulateur chez les PAMP. En outre, la SCP est en émergence et pourrait prendre de plus en plus de place dans le traitement de la MP dans le futur.

3. Les déficits d'équilibre : description et évaluation (par Cindy Gagnon)

Cette partie vise à clarifier les déficits de l'équilibre chez les personnes atteintes de la maladie de Parkinson (PAMP), notamment en abordant leur contrôle postural. Puis, elle abordera les effets de la stimulation cérébrale profonde (SCP) sur l'équilibre. Ensuite, elle contiendra les conséquences des doubles tâches motrices sur celui-ci. Finalement, elle terminera avec les évaluations de l'équilibre couramment utilisées avec cette clientèle ainsi que les nouvelles évaluations proposées dans la littérature.

3.1 Contrôle postural

Comme mentionné précédemment, la maladie de Parkinson est caractérisée par quatre symptômes cardinaux : les tremblements, la rigidité, l'akinésie, ainsi que les troubles de la posture. Il n'est donc pas étonnant d'aborder l'instabilité posturale avec cette clientèle. En effet, les PAMP ont généralement une posture voutée dont le cou, les coudes, les genoux ainsi que le tronc sont fléchis (41, 42). Cette posture typique pourrait être associée à la rigidité et apparaît davantage dans les derniers stades de la maladie (41, 42). Selon certaines hypothèses, elle pourrait être la conséquence d'une hyperactivité des muscles fléchisseurs ou encore, une stratégie compensatoire afin de faciliter l'initiation à la marche puisque cette posture voutée amène le centre de masse vers l'avant de la base de support (43). Malgré cela, la posture ne serait pas la cause principale des instabilités observées chez les PAMP selon Jacobs et coll. (2004) qui ont mené une étude dans laquelle des sujets contrôles adoptaient la même posture que les PAMP (43). Le groupe contrôle a démontré une diminution de la stabilité, mesurée par le déplacement du centre de masse et du centre de pression, inférieure à la diminution de stabilité des PAMP. En bref, la posture voutée diminuerait effectivement la stabilité posturale, mais d'autres facteurs de la maladie, non identifiés dans l'étude, l'affecteraient de façon plus importante (43). En outre, ce quatrième symptôme constitue le critère de différenciation entre un stade II et un stade III sur l'échelle Hoehn et Yahr (H&Y), ce qui confirme son importance dans la vie des PAMP (41).

L'échelle de H&Y est une échelle largement utilisée avec cette clientèle. Elle décrit les dysfonctions motrices chez les PAMP (44). Elle est simple et facile à utiliser puisqu'elle ne comprend que cinq niveaux. De plus, la fidélité inter-évaluateurs varie de modérée à significative (44). Cependant, les autres qualités métrologiques de cet instrument sont difficiles à évaluer compte tenu du fait qu'il s'agit d'une échelle catégorielle et qu'elle est la

mesure étalon de l'évaluation générale des PAMP, c'est-à-dire que les autres mesures lui sont comparées, et non l'inverse (44). En bref, cette échelle constitue la base de l'évaluation de la PAMP, cependant, d'autres évaluations sont nécessaires afin d'approfondir la sévérité de la maladie chez les PAMP (44).

Par ailleurs, il faut savoir que l'équilibre est un terme générique qui décrit l'état de l'humain qui maîtrise sa posture et ses mouvements afin de ne pas tomber (45). L'instabilité posturale est, quant à elle, le trouble de l'équilibre qui compromet le changement de posture, par exemple se tenir debout ou marcher (45). Lorsque l'on parle de contrôle postural, les paramètres les plus détaillés dans la littérature sont : la position debout statique, les réactions posturales automatiques, les réactions anticipatoires, ainsi que le rôle des informations somatosensorielles (45). Ces quatre sujets seront discutés ci-dessous.

3.1.1 La position debout statique

La position debout statique amène, chez le sujet sain, un léger balancement naturel afin de conserver le centre de masse dans la base de support (46). Chez la PAMP en stade avancé, l'amplitude de ce balancement serait augmentée de façon significative comparativement au sujet sain (45). Cette oscillation, sa direction ainsi que son intensité sont controversées dans la littérature, cependant, plusieurs études s'accordent sur certaines anomalies au sujet du balancement médio-latéral (ML) (45, 46). Celui-ci serait en effet caractéristique de la PAMP et serait corrélé avec le degré de sévérité de la maladie, tel qu'évalué par l'échelle H&Y ainsi que par la section motrice du Unified Parkinson Disease Rating Scale (UPDRS) (47, 48). L'UPDRS sera détaillée dans la section 3.4 ci-après. De plus, le déplacement du centre de pression en ML lorsque la personne est en position debout statique sur deux plateformes de force serait présent chez certaines PAMP au stade précoce de la maladie, avant même que l'instabilité posturale ne soit détectée cliniquement à l'aide de la section motrice de l'UPDRS (48). Cela devrait donc avoir un impact sur la pratique en physiothérapie puisqu'il serait utile de faire de la prévention chez ces patients. Finalement, la médication pourrait être un facteur de risque d'augmentation du balancement ML et donc, de risque de chutes (46). L'étude de Nantel et coll. (2012) a comparé les effets de la médication ainsi que de la SCP sur la stabilité posturale chez les PAMP mesurée à l'aide de l'UPDRS ainsi que de plateformes de force (48). Dans cette étude, la SCP au niveau du noyau sous-thalamique (NST) a démontré une normalisation du balancement ML chez les PAMP dont l'oscillation était augmentée par

la médication (48). En ce qui a trait au balancement antéro-postérieur, celui-ci semble plus affecté par le stade de la maladie (48).

La perception de la verticalité semble également être atteinte chez les PAMP. Celle-ci peut être évaluée subjectivement dans le noir à l'aide d'un bâton lumineux. C'est d'ailleurs ce qui a été fait dans l'étude de Pereira et coll. (2014) alors que les PAMP étaient comparées à un groupe contrôle. Les PAMP étaient ensuite divisées en trois sous-groupes, selon leur niveau d'instabilité posturale, évalué à l'aide du Pull-test (décrit dans la section 3.4). Les résultats de l'étude appuient l'hypothèse que les PAMP aient une perception de la verticalité erronée qui peut être corrélée avec le degré de sévérité de la maladie ainsi qu'avec le degré d'instabilité posturale puisque les patients ayant une instabilité plus sévère, ou un stade de maladie plus avancé, avaient également un plus grand décalage dans leur vision subjective de la verticale (49).

3.1.2 Réactions posturales automatiques

Les réactions posturales automatiques sont les réactions provoquées lors de perturbations externes de la posture (translation, inclinaison, changement de la base de support, etc.) (45, 50). Il existe trois réactions prépondérantes chez l'humain : la stratégie de chevilles, de hanche et du pas (50). Pour les perturbations de petites amplitudes sur une surface ferme, il est normal d'utiliser davantage une stratégie de chevilles, celle-ci consiste à ne produire qu'un mouvement au niveau des chevilles permettant de conserver le centre de masse (CM) dans la base de support (BS) (50). L'activation musculaire se produit alors de distal à proximal (50). Pour les perturbations sur une surface étroite, molle ou encore lors de grandes perturbations, la stratégie de hanche est celle qui est privilégiée. L'activation musculaire se fait alors de proximal à distal, débutant par un mouvement au niveau des hanches afin de conserver le CM dans la BS (50). Finalement, pour les grandes perturbations, la stratégie du pas semble plus adéquate (46). Celle-ci permet de changer la BS en effectuant un pas (avant, arrière ou latéral) en fonction du CM afin d'éviter une chute (50).

Pour une raison encore inconnue, la PAMP n'utilise pas tout à fait ces mêmes stratégies. En effet, selon une étude pilote de Nallegowda et coll. (2004) comparant trente PAMP à trente sujets contrôles à l'aide de la posturographie dynamique lors d'un test d'organisation sensorielle sous médication et sans médication, une diminution de la force concentrique au niveau des hanches, des chevilles et du tronc a été observée dans les deux phases de

médication. Cette diminution de force pourrait, selon eux, expliquer la posture voutée des PAMP ainsi que la stratégie de hanche anormale observée dans l'étude (51). Ces faiblesses, notamment celles aux chevilles, amenaient les PAMP de l'étude à utiliser davantage la stratégie de hanche, plutôt que la stratégie de cheville lors de petites perturbations (51). D'un autre côté, la stratégie du pas serait plus lente et plus petite que le sujet sain, ce qui force les PAMP à faire plusieurs petits pas afin de retrouver leur équilibre et donc, les met plus à risque de chutes (46). Finalement, les PAMP n'ont pas seulement de la difficulté à choisir la bonne stratégie face à une perturbation, ils ont également de la difficulté à mesurer le degré de réaction nécessaire à la perturbation (45, 46). Ainsi, ils se mettent, encore une fois, à risque de chutes.

3.1.3 Réactions posturales anticipatoires

Les réactions posturales anticipatoires sont normalement présentes en association avec les mouvements volontaires afin de préparer le corps à cette perturbation. Dans les stades précoces de la maladie, les réactions anticipatoires semblent exagérées alors que lors de stades avancés, elles semblent réduites (45). En effet, Bleuse et coll. (2008) ont démontré chez des patients en stade H&Y II et III que leurs réactions anticipatoires antéro-postérieures aux mouvements d'un bras étaient de plus faible intensité par rapport au sujet sain, ce qui, selon eux, pourrait correspondre à une protection contre le déséquilibre que pourrait causer une réaction anticipatoire plus grande (52). Dans un autre ordre d'idée, Hall et coll. (2013) ont également étudié les réactions anticipatoires chez les PAMP afin de les comparer sous médication et sans médication. Les sujets étaient debout, sur une plateforme de force, avec différents appuis selon les tests, et devaient effectuer de façon répétitive la flexion de hanche unilatérale afin d'atteindre une cible avec leur genou, puis redescendre et recommencer. Ils ont pu démontrer que la répétition de ce mouvement chez les patients sous médication, ne permettait pas le raffinement des réactions posturales anticipatoires alors que sans médication, il était possible d'observer une amélioration d'un essai à l'autre, tout comme chez le sujet sain (53). Cette observation a contribué à l'hypothèse selon laquelle certains symptômes sont détériorés avec la médication (53).

3.1.4 Informations somatosensorielles

Le système somatosensoriel permet de percevoir les perturbations afin de mieux y répondre. Celui-ci se divise en trois sous-systèmes : visuel, vestibulaire et proprioceptif. Lorsque l'un de

ceux-ci est atteint, le corps peut mettre en place un moyen de substitution via un autre de ces trois systèmes, jusqu'à un certain degré, à la suite duquel il ne lui est plus possible de compenser (54). Il pourrait alors devenir la cause d'instabilité posturale, c'est pourquoi plusieurs études s'y sont attardées chez la PAMP. Le système proprioceptif est celui qui a démontré le plus de déficits chez cette clientèle (46, 55). En effet, lors de l'isolation de ce système en fermant les yeux sur une plateforme de force programmée afin de faire un test d'organisation sensorielle, les patients démontraient une plus grande difficulté à conserver leur équilibre (45, 51). De plus, lors de l'évaluation de la stabilité posturale avec les yeux fermés, les PAMP produisaient moins d'oscillations sur une surface molle comparativement à la surface ferme. Cela appuie l'hypothèse que le système proprioceptif pourrait être atteint, alors que le système vestibulaire semble intact (56). En effet, ce dernier système ne serait pas affecté par la maladie et donc, ne serait pas une cause d'instabilité posturale (45, 51, 56). Le système visuel, quant à lui, semble être surutilisé (56-58). En effet, lorsque ce système est effacé, par exemple en fermant les yeux, les patients en stade II ou III sur l'échelle de H&Y avaient beaucoup de difficulté à conserver leur équilibre, alors que lors des situations l'incluant, aucun déficit significatif ne semblait présent (51, 58, 59). Outre ces problèmes au niveau des systèmes somatosensoriels, cette clientèle aurait de la difficulté à changer la proportion d'utilisation des systèmes lors de différentes situations (par exemple passer d'un terrain mou à un terrain ferme demande une adaptation du système proprioceptif) (46, 51). Cela peut devenir problématique dans la vie de tous les jours. En somme, le système proprioceptif est celui qui est le plus atteint, il faut donc aider ces patients à trouver un moyen de palier à cet aspect, notamment lorsque le système visuel est compromis puisqu'il compense beaucoup pour ce déficit et pourrait ultimement être la cause de chutes.

3.2 Effets de la stimulation cérébrale profonde sur l'équilibre

La littérature reconnaît les effets positifs de la stimulation cérébrale profonde (SCP) sur les symptômes moteurs des PAMP (38). Les symptômes axiaux tels que la marche, le blocage à la marche et l'équilibre, se situent pour l'instant dans une zone grise, c'est-à-dire que les études se contredisent au sujet de l'effet de ce traitement sur ces symptômes (38).

Comme mentionné dans le chapitre 2, la SCP au niveau du NST est celle qui est la plus utilisée chez les PAMP, et donc celle qui a fait l'objet du plus grand nombre de recherches.

Des contradictions entre les études sont, malgré tout, présentes. En effet, en ce qui a trait aux oscillations posturales, certaines études mentionnent une diminution de celles-ci sous la stimulation du NST (60) alors que d'autres rapportent leur augmentation (61, 62). Ceci pourrait donc confirmer la variabilité interindividuelle des effets de la SCP, un sujet qui devrait être approfondi (63).

Dans un autre ordre d'idée, la SCP du NST est généralement utilisée en combinaison avec la médication. Lorsque l'équilibre est évalué à l'aide de la section motrice de l'UPDRS, il est possible d'observer une amélioration plus grande lorsque le stimulateur est en fonction versus hors fonction sans médication depuis plus de 12h. De plus, cette amélioration est plus grande lorsque les PAMP sont sous médication avec le SCP en fonction versus juste la médication ou juste le stimulateur (64). Bref, la combinaison médication-SCP semble efficace à diminuer l'instabilité posturale chez les PAMP, et leurs effets semblent synergiques chez certaines d'entre elles (61, 65).

Finalement, malgré le fait que la SCP du NST soit présentement la cible la plus utilisée pour le traitement des symptômes Levodopa sensibles, le globus pallidus interne (GPi) est une autre cible qui a fait l'objet de quelques recherches. Celui-ci a également démontré une amélioration de l'équilibre lorsque la SCP était en fonction versus hors fonction, évalué via l'UPDRS (64). Une amélioration des réactions posturales anticipatoires, c'est-à-dire un meilleur transfert du centre de pression lorsque la SCP était en fonction versus hors fonction, a également été observée dans l'étude de Potter-Nerger et coll. (2013) (66). De plus, ce noyau semble améliorer la confiance en l'équilibre chez les PAMP testées, contrairement à la SCP du NST qui ne démontrait aucun changement entre la période en fonction et hors fonction (64). Cet élément pourrait être important dans le choix du noyau lorsque le patient présente plusieurs chutes associées à sa maladie puisque la confiance en son équilibre est l'un des facteurs de risque de chute chez les PAMP (67).

3.3 Équilibre et double tâche motrice

Les doubles tâches motrices sont courantes dans les activités de la vie quotidienne ainsi que dans la vie domestique. Considérant les troubles d'équilibre déjà présents chez les PAMP, l'impact des doubles tâches pourrait être critique, jusqu'à provoquer des chutes. Le balancement postural serait d'ailleurs amplifié lors de double tâche motrice, ce qui accroîtrait l'instabilité de ces personnes (68). Marchese et coll. (2003) ont, en effet, démontré qu'une

séquence d'opposition des doigts chez les PAMP lors de la position statique augmentait la surface couverte par le centre de pression secondaire au balancement postural de façon statistiquement significative par rapport aux sujets contrôles (68). En outre, sous médication, ces doubles tâches provoquaient une diminution de la flexibilité du contrôle postural selon les tâches exécutées (69). Dans l'étude de Lima-Pardini et coll. (2012), les PAMP devaient maintenir un rouleau au centre d'un plateau qu'ils tenaient à deux mains alors qu'ils étaient debout sur une plateforme qui pouvait reculer (69). Il a été démontré que les patients ne modifiaient pas leurs réactions posturales entre les différentes tâches motrices, soit le mouvement de la plateforme et le changement d'orientation du cylindre, contrairement aux sujets contrôles (69). Il serait donc plausible de croire que les PAMP déploient davantage de ressources neuronales afin de réaliser la tâche plutôt qu'à garder leur équilibre (69).

3.4 Évaluations traditionnelles de l'équilibre

Considérant tous les problèmes d'équilibre détaillés ci-dessus, il devient primordial d'en faire l'évaluation et le suivi avec nos patients. La littérature regorge de tests et il est parfois difficile de s'y retrouver. Voici donc un résumé des évaluations traditionnelles les plus courantes, ainsi que celles qui sont novatrices.

3.4.1 Section motrice UPDRS/MDS-UPDRS

Une grande majorité des PAMP suivis par leur neurologue ou leur physiothérapeute sont évaluées à l'aide du Movement Disorder Society sponsored Unified Parkinson Disease Rating Scale Revision (MDS-UPDRS), une version améliorée du Unified Parkinson Disease Rating Scale (UPDRS) de 1980 (70). Comme le MDS-UPDRS est la version recommandée par la MDS, uniquement celle-ci sera abordée dans cette section.

Cette échelle a été développée dans le but de faire une évaluation générale et détaillée des différentes incapacités et des déficiences présentes chez les PAMP et afin de suivre la progression des patients, puisqu'à ce jour aucun biomarqueur de la maladie n'a pu être identifié (71). Elle est donc la mesure étalon pour l'évaluation motrice complète de cette clientèle (72).

DESCRIPTION. Le MDS-UPDRS comprend quatre parties : Partie 1 : les expériences non motrices de la vie quotidienne ; Partie 2 : les expériences motrices de la vie quotidienne ; Partie 3 : l'examen moteur ; Partie 4 : les complications motrices de la maladie ou de la

thérapie (dystonie, fluctuations motrices, etc.) (70). En ce qui concerne le pointage, plus il est élevé, plus l'atteinte est importante chez la PAMP.

QUALITÉS MÉTROLOGIQUES. Le pointage moyen chez les PAMP tous stades H&Y confondus pour les premières, deuxièmes, troisièmes et quatrièmes parties sont respectivement de 11,5 (± 7), 16,0(± 10), 36,8($\pm 18,4$) et 4,0($\pm 4,2$), pour un pointage total moyen de 68,4($\pm 32,8$) (73). Afin de valider l'utilisation de cette version, la validité de critère concomitante avec l'UPDRS original a été évaluée par Goetz et coll. (2008). Ils ont obtenu des valeurs de coefficient de Pearson (r) variant entre 0,76 et 0,96 pour chacune des parties ainsi qu'un $r=0,96$ pour le pointage total (73). Ces valeurs confirment donc la validité du MDS-UPDRS, soit qu'il mesure les mêmes critères que l'UPDRS. Peu d'études ont été réalisées sur la validation de la section motrice du MDS-UPDRS, cependant, celle de l'UPDRS a, quant à elle, été analysée. Celle-ci est valide et fiable pour l'évaluation globale des fonctions motrices, cependant elle peut parfois être utilisée à tort dans le but de statuer sur l'équilibre des patients (72, 74). En effet, elle n'est pas suffisante afin d'évaluer l'instabilité posturale (72). D'autres évaluations, détaillées ci-dessous, seraient plus appropriées.

3.4.2 Pull Test

Le Pull-test, est le seul test qui évalue les réponses posturales dans l'examen moteur du MDS-UPDRS. Il est également parfois utilisé par les cliniciens dans le but d'évaluer rapidement les réactions d'équilibre des PAMP. En bref, ce test évalue l'habileté du patient à se rattraper lorsqu'il est tiré vers l'arrière. Certaines études ont cependant démontré que les évaluateurs commettaient plusieurs erreurs lors de son utilisation. Par exemple, dans l'étude menée par Munhoz et coll. (2004) 77% des thérapeutes tiraient trop faiblement et 36% ne donnaient pas l'espace nécessaire aux patients afin de se rattraper en réponse à la perturbation (75). C'est pourquoi la standardisation de ce test est primordiale afin d'obtenir des résultats cliniquement significatifs.

Par conséquent, la procédure ayant, à ce jour, démontré les meilleures qualités métrologiques est celle recommandée par Visser et coll. (2003) (76). Celle-ci consiste à expliquer le test au patient, se placer derrière lui (suffisamment loin pour observer les réactions, mais assez près afin de le rattraper (75)) et tirer sur ses épaules de façon ferme, soudaine et rapide, sans avertissement préalable. Ce test ne devrait être réalisé qu'une seule fois (3). La cotation utilisée afin d'obtenir de bonnes qualités métrologiques est celle

suggérée par l'UPDRS (Tableau1) (3). Toutefois, ces qualités varient selon l'état du patient, soit lorsqu'il est sous médication ou non. Lorsqu'il est sous médication, la sensibilité et la spécificité à distinguer les chuteurs des non-chuteurs sont respectivement de 69,4 % et 82,6 % (LR+=3,98 et LR-=0,37) (3). Lorsqu'il n'est pas sous médication, les qualités augmentent. En effet, la sensibilité reste la même, mais la spécificité augmente à 97,8 % (LR+=31,54 , LR-=0,31) (3). En bref, il serait plus adéquat d'évaluer l'équilibre du patient avec le Pull-test lorsqu'il n'est pas sous médication.

Tableau 1 : Cotation suggérée pour le *Pull test* et le *Push and release test*, tiré de *Push and release test predicts better Parkinson fallers and nonfallers than the Pull Test: Comparison in OFF and ON medication states* (3)

Score	Push and release test	Pull test
0	Recovers independently with 1 step of normal length and width	Normal, may take 2 steps to recover
1	Two to three small steps backward, but recovers independently	Takes 3 or more steps, but recovers unaided
2	Four and more steps backward, but recovers independently	Retropulsion, needs to be assisted to prevent fall
3	Retropulsion, needs to be assisted to prevent fall	Very unstable, tends to lose balance spontaneously
4	Falls without attempting a step or unable to stand without assistance	Unable to stand without assistance

Une autre étude a également comparé le traditionnel Pull-test au nouveau Push and release test. La cotation suggérée est détaillée dans le tableau 1. Cette façon de procéder, comparée au Pull-test décrit ci-dessus, a démontré des qualités métrologiques semblables lorsque le patient n'est pas sous médication et de meilleures qualités lorsque le patient est sous son influence. En effet, la sensibilité à détecter les chuteurs des non-chuteurs passe à 75 % et la spécificité à 97,8 % (LR+=34,09 et LR-=0,25) sous médication (3). Ces données métrologiques pourraient modifier les pratiques en clinique, puisque le Push and release test pourrait être ajouté à l'évaluation des PAMP lorsqu'elles sont sous médication. Le Pull test, quant à lui, fait partie du MDS-UPDRS, il doit donc être standardisé afin d'obtenir des résultats valides.

3.4.3 Functional reach test

DESCRIPTION. Le functional reach test est un test qui sert à évaluer la capacité d'un sujet à apporter son centre de masse en antérieur jusqu'à la limite de sa base de sustentation (77). Le test s'effectue debout à 90° d'un mur (sans le toucher) sur lequel a été apposée une règle à la hauteur de l'acromion du patient. Le sujet doit alors lever à l'horizontale son bras dominant dont le poing est fermé, la mesure ainsi obtenue est notée, puis il doit déplacer son poing le plus loin possible vers l'avant en suivant la règle sans perdre l'équilibre. La mesure est de nouveau prise vis-à-vis le 3^e métacarpien (77). Le score utilisé est la différence entre

la mesure finale et la mesure de départ. Le test peut être pratiqué puis répété trois fois, la moyenne est ensuite utilisée afin de comparer la mesure à la normale (77). Dans la population générale, un score entre 15 et 25 cm correspond à un risque faible de chute, entre 10 et 15 cm à un risque modéré, soit deux fois plus à risque de chutes que la normale, et un score <10 cm correspond à un risque élevé, soit quatre fois plus à risque de chutes (77).

QUALITÉS MÉTROLOGIQUES. Selon une étude réalisée par Behrman et coll. (2002) chez 43 PAMP, un score inférieur à 25,4 cm indiquerait un risque de chutes (78). Ce seuil critique permet d'avoir une sensibilité de 30% avec une spécificité de 92% (LR+= 3,75 et LR-=8,75) (78). Lorsque cette mesure de référence est augmentée à 30,1 cm, la sensibilité passe à 44% et la spécificité à 77% (LR+=1,91 et LR-=0,72) (78). Ces qualités sont loin d'être acceptables afin d'identifier les chuteurs des non-chuteurs, c'est pourquoi la combinaison de plusieurs tests est suggérée (78). En ce qui a trait au changement minimal détectable, il serait de 9 cm et les fidélités inter-évaluateurs ainsi qu'intra-évaluateur seraient adéquates (ICC=0.64, ICC=0.74). Finalement, ce test a une validité de critère prédictive de chutes adéquate (AUC=0.80) (79). En bref, les qualités métrologiques de l'instrument sont acceptables pour les PAMP, c'est pourquoi il serait pertinent de combiner ce test à d'autres plus sensibles.

3.4.4 Berg Balance Scale

DESCRIPTION. L'échelle de Berg est une échelle à 14 items qui sert à évaluer l'équilibre statique ainsi que le risque de chutes chez l'adulte. Elle évalue notamment plusieurs activités statiques et dynamiques de difficultés variées (80). Chaque item répond à une cotation sur quatre points, selon le niveau de réussite de l'activité. Les points sont ensuite additionnés afin d'obtenir une note sur 56. L'administration de ce test peut prendre jusqu'à 20 minutes et nécessite un crayon, un chronomètre, une chaise, une règle, des chaussures ainsi qu'une marche (Step) (77). Il a également été validé chez plusieurs clientèles, dont la clientèle accidentée vasculaire cérébrale, traumatisée crânienne, sclérose en plaques, Parkinson et bien d'autres (80).

QUALITÉS MÉTROLOGIQUES. Une étude de Leddy et coll. (2011) a démontré un effet plafond chez les PAMP en stade précoce de la maladie, soit en moyenne au stade 2,45 sur l'échelle de H&Y (81). En effet, cette étude n'a pas réussi à démontrer une différence entre les chuteurs et les non-chuteurs. De plus, 43%, soit 34 PAMP sur 80 ont obtenu un score

supérieur ou égal à 52/56, et donc, selon Steffen and Seney (2008), qui affirment que le changement minimal détectable doit être de 5 points, il serait impossible de voir une amélioration de leur condition avec ce test (81, 82). Malgré cet inconvénient, lorsque le test est utilisé chez cette clientèle, il a démontré une excellente fidélité test-retest (ICC=0,94) et inter-évaluateurs (ICC=0,95) (81, 82), cela demeure peu utile avec cette clientèle puisqu'il ne peut détecter les chuteurs (81).

3.4.5 BESTest/ Mini-BESTest/ Brief BESTest

Le Balance Evaluation Systems Test (BESTest) a été développé dans le but de répondre aux six systèmes d'équilibre prédominants, soit : les contraintes biomécaniques, les limites de stabilité/verticalité, les ajustements posturaux anticipatoires, les réponses posturales, l'orientation sensorielle et la stabilité à la marche (83). C'est ainsi que 36 items ont été associés à ces catégories afin d'évaluer l'équilibre dans son ensemble. Ce test a alors démontré pouvoir prédire les chuteurs ainsi que les chutes à 6 mois (83). De plus, il a une excellente fidélité test-retest (ICC=0.88, 95%IC (0.72, 0.95)) ainsi qu'une excellente fidélité inter-évaluateurs (ICC=0,96 95%IC (0.89, 0.99)) (84). Finalement, avec un seuil critique de 69% il permet d'avoir une sensibilité de 0,84 et une spécificité de 0,76 à détecter les chuteurs (LR+= 3,5 , LR-=0,21) (84). Malgré ses bonnes qualités métrologiques, son utilisation en clinique était difficile puisque l'administration de ce test pouvait prendre jusqu'à 40 minutes avec les PAMP de façon modérée et encore plus de temps avec les PAMP de façon sévère (83). En outre, l'équipement (bloc de «styrofoam», une table, un poids de 5lb...) demandé afin d'administrer le test pouvait ne pas être disponible pour les cliniciens (83).

Suite à quelques analyses psychométriques, une version allégée du BESTest a été développée : le Mini-BESTest. Celui-ci ne comprend que 4 des 6 catégories d'équilibre évaluées par le BESTest (les ajustements posturaux anticipatoires, les réponses posturales, l'orientation sensorielle et la stabilité à la marche), soit 14 épreuves, ce qui en diminue la durée d'administration à 10-15 minutes seulement (83). Malgré ce nombre restreint d'épreuves, les qualités métrologiques demeurent semblables au test d'origine. Lorsqu'un seuil critique de 20/32 (63%) est utilisé, il obtient une sensibilité et une spécificité de 0,88 et 0,78 à détecter les chuteurs (LR+= 4, LR-=0,15) (84). Le vrai pointage se calcule cependant sur 28, et non sur 32 puisque lors des épreuves gauche-droite, seul le plus faible pointage est conservé, cette étude doit donc seulement tenir de comparateur (85). De plus, sa fidélité

test-retest et inter-évaluateurs demeurent élevées (ICC=0.92, 95% IC (0.82, 0.96) et ICC=0,91, 95% IC (0.75, 0.97)) (84). Parmi les autres qualités métrologiques évaluées à ce jour, l'erreur-type de la mesure est de 2 points et le changement minimal détectable est de 5,52 points (86).

Certains utilisateurs trouvaient cependant que le Mini-BESTest devrait contenir des évaluations sur les six catégories de l'équilibre préalablement établies, c'est pourquoi le Brief-BESTest a été développé. Celui-ci ne comprend que six items, soit un par sous-section du BESTest original. Il ne prend alors qu'une dizaine de minutes à administrer (83). Malgré l'élimination de 30 items par rapport au test d'origine, le Brief-BESTest est hautement corrélé avec le BESTest ($r=0.94$) et avec le Mini-BESTest ($r=0.95$) (83). De plus, lorsqu'un seuil critique de $\leq 11/24$ est utilisé, il obtient une sensibilité et une spécificité à identifier le risque de chutes chez les PAMP de 0.76 et 0.84 (LR+= 4,75 , LR-=0,29) (83). Ce test étant relativement récent et encore peu connu, très peu d'études ont été effectuées à ce jour, et encore moins avec les PAMP, cependant les qualités nommées ci-haut s'approchent des qualités du BESTest ainsi que du Mini-BESTest.

En conclusion, le Mini-BESTest serait présentement le meilleur choix parmi les trois évaluations nommées ci-dessus puisqu'il présente de bonnes qualités métrologiques avec les PAMP et que sa durée d'administration est raisonnable. Le Brief-BESTest pourrait également être intéressant, cependant, le manque d'études à son sujet, notamment avec les PAMP, fait en sorte qu'il est préférable d'attendre encore quelques années avant de l'utiliser de façon systématique.

3.5 Évaluations novatrices de l'équilibre

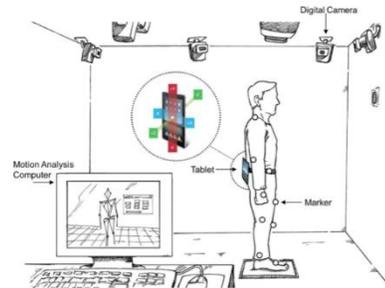
Bien que la majorité des évaluations nommées ci-dessus aient de bonnes qualités métrologiques en clinique, les mesures étalons de l'équilibre utilisées en laboratoire sont davantage quantitatives. En effet, les plateformes de force sont privilégiées dans les laboratoires, mais peu accessibles en cliniques. Voilà pourquoi certaines évaluations novatrices ont vu le jour, utilisant les technologies actuelles dans le but de statuer sur l'équilibre des patients, notamment les PAMP.

3.5.1 iPad®

Ozinga et coll. (2015) ont récemment fait une étude concernant l'utilisation des technologies mobiles, notamment les tablettes, dans l'évaluation de l'équilibre chez les PAMP (2). Leur objectif était de rendre accessible les mesures quantitatives du mouvement du tronc aux cliniciens en comparant les résultats obtenus à l'aide de l'application gyroscope et accéléromètre sur une tablette (iPad 3.0) aux résultats obtenus sur une plateforme de force (AMTI OR6-6)

ainsi que par un système de capture de mouvement. La tablette était installée le plus près possible de la deuxième vertèbre sacrée (figure 4) puis les sujets devaient effectuer six différents tests d'équilibre. La corrélation entre la tablette et le système de capture de mouvement évaluée à l'aide des coefficients de Pearson pour le balancement médio-latéral variait de 0,71 à 0,99, pour le balancement antéro-postérieur de 0,66 à 0,99 et pour la rotation du tronc de 0,90 à 0,99. Ces résultats indiquent une forte corrélation pour tous ces paramètres (2). De plus, ils corrôlaient tous de façon significative les uns avec les autres (2).

Figure 4 : Installation du iPad, tiré de Objective assessment of postural stability in Parkinson's disease using mobile technology (2)



D'un autre côté, les auteurs ont également étudié si cette technologie pouvait différencier les sujets contrôles et les patients. Les résultats obtenus démontrent que la tablette pouvait détecter cette différence avec la même sensibilité que le système de capture de mouvement (2).

En bref, cette technologie a réussi à démontrer sa pertinence dans l'évaluation de l'équilibre des PAMP. Elle peut être utilisée en clinique, est portable, abordable et facile à utiliser, il ne serait donc pas étonnant de voir davantage de littératures à ce sujet dans les prochaines années.

3.5.2 Nintendo Wii® Balance Board

Holmes et coll. (2015) ont également évalué la pertinence des technologies d'aujourd'hui dans l'évaluation de l'équilibre chez les PAMP (87). Ils ont cependant décidé de comparer la plateforme de force utilisée en laboratoire à la Nintendo Wii® balance board. Leur évaluation comprenait quatre situations d'équilibre différentes sur chacune des plateformes. Les

coefficients de corrélations intra-classes obtenus à l'aide des moyennes de chacune de ces situations variaient entre 0,92 et 0,98 (87). Ces coefficients nous indiquent qu'il y a au moins 92% d'accord entre les deux instruments, ce qui est plutôt élevé, cependant, d'autres résultats seraient intéressants afin de statuer sur la validité de cet instrument à détecter les chuteurs des non-chuteurs. Malgré tout, cet instrument pourrait être pertinent en clinique puisqu'il est moins dispendieux et plus accessible, il faudrait cependant qu'un logiciel comme celui utilisé dans l'étude soit commercialisé.

3.5.3 Fullerton Advanced Balance

Mis à part les technologies, un autre instrument d'évaluation de l'équilibre semble prometteur dans la littérature. En effet, le Fullerton Advanced Balance Scale (FAB) a récemment été étudié chez les PAMP.

DESCRIPTION. Ce test a été créé dans le but d'évaluer l'équilibre statique et dynamique des personnes âgées actives (88, 89). Il comprend 10 évaluations, chacune cotée sur une échelle variant entre 0 et 4, pour un pointage total de 40 (88, 89). Il est également rapide à administrer, soit 10 à 12 minutes. Parmi ses autres particularités le différenciant de ses homologues, l'échelle FAB incorpore une double tâche durant la marche, élément de la vie de tous les jours manquant dans le Berg (89).

QUALITÉS MÉTROLOGIQUES. La fidélité test-retest ainsi qu'inter-évaluateurs chez les PAMP sont très bonnes. En effet, elles sont respectivement de $ICC=0,99$ ($IC\ 95\%= 0,99-1,0$) et de $ICC=0,99$ ($IC\ 95\%= 0,96-0,99$). De plus, sa validité de critère concomitante lorsque comparé à la mesure étalon de l'équilibre, soit le Berg, est de $r=0,93$ et sa validité de critère convergente avec le Mini-BESTest est de $r=0,87$ (89). Cela indique que l'échelle FAB évalue sensiblement le même construit, soit l'équilibre, que le Berg et le Mini-BESTest, deux évaluations validées chez les PAMP. En outre, sa validité de construit convergente avec le pointage total de l'UPDRS et la section III de l'UPDRS est de $r=-0,54$ et $r=-0,41$ (89). Ces résultats sont plus élevés que la corrélation entre l'UPDRS et le Mini-BESTest ou le Berg. Finalement, l'effet plafond observé lors du Berg, n'est que minimalement présent lors du FAB. En effet, seulement 2 patients sur les 85 évalués ont obtenu le pointage maximal contrairement à 15 pour le Berg (89). Ces informations sont encourageantes en faveur du FAB pour l'évaluation des PAMP. D'autres études à ce sujet pourraient en faire une

évaluation incontournable dans le futur, notamment pour sa durée d'administration et son effet plafond minimal.

3.6 Conclusion

Pour conclure cette section, il est important de retenir que les PAMP présentent de nombreux problèmes d'équilibre qui évoluent avec leur maladie et peuvent accentuer le risque de chutes. Il est donc primordial d'en faire l'évaluation et le suivi, notamment en physiothérapie. Cette revue de littérature non exhaustive conclut donc, tout comme les lignes directrices européennes que, le Berg est peu utile avec cette clientèle compte tenu de son effet plafond important et que le mini-BESTest est une alternative intéressante, notamment par son temps d'administration mais aussi par ses bonnes qualités métrologiques (90). Les autres outils nommés ci-haut pourraient également vous être forts utiles avec cette clientèle. Les lignes directrices européennes recommandent, entre autre, le Push and Release test préférablement au Pull test, notamment utilisé dans le MDS-UPDRS III, pour sa sécurité avec les PAMP plus vulnérables (90). Les évaluations de l'équilibre quantitatives présentement en développement et sous analyses pourraient être une alternative fort intéressante afin d'objectiver la progression de la maladie de Parkinson. Les premiers résultats semblent prometteurs, cependant d'autres études sont nécessaires avant de pouvoir les intégrer à notre pratique. Dans un autre ordre d'idée, bien que l'équilibre soit atteint, il est également important d'aborder les problèmes associés à la marche, la section suivante vous renseignera à ce sujet.

4. Les troubles de la marche : évaluation et traitement (par Mélissa Foucault)

Comme nous venons de le voir, l'équilibre est un élément particulièrement altéré chez les personnes atteintes de la maladie de Parkinson (PAMP). Une autre composante qui y est étroitement liée est l'atteinte de la marche. Dans cette section, nous verrons tout d'abord les caractéristiques de la marche retrouvées chez les PAMP selon le stade de la maladie. Il sera ensuite question des tests de marche validés pour cette clientèle, ainsi que des traitements traditionnels et novateurs pouvant contribuer à l'amélioration de celle-ci. Nous terminerons en discutant des effets de l'entraînement avec double tâche motrice sur la marche.

4.1 Caractéristiques de la marche chez les PAMP

4.1.1 La festination et le blocage à la marche

Tel que discuté dans l'introduction de ce travail, les signes cardinaux du Parkinson sont le tremblement, la rigidité, l'akinésie, ainsi que les troubles posturaux. Ceux-ci, associés aux nombreux autres signes et symptômes possibles chez cette clientèle, entraînent un patron de marche très caractéristique à ce type de patient. Un premier élément fréquemment observé est la festination, qui constitue une série de petits pas rapides effectués afin de conserver le centre de gravité dans la base de support lorsque celui-ci est déporté vers l'avant (91). En effet, la présence de bradykinésie entraîne une diminution de la longueur des pas effectués en guise de réaction d'équilibre (91). Ainsi, la vitesse de ceux-ci doit être augmentée afin de compenser cette anomalie et éviter de chuter (91). Ensuite, le blocage à la marche, communément appelé «*freezing*», est aussi une caractéristique importante de leur patron de déambulation (92). Celui-ci représente une incapacité temporaire à effectuer le mouvement souhaité et est souvent décrit par les PAMP comme une sensation de pieds collés au sol (92) (93). Il se produit entre autres lors de l'initiation du premier pas, mais aussi lors d'un changement de direction, lors de l'enjambement d'un obstacle, lorsque le patient se déplace dans un endroit avec plusieurs distractions, etc. (94) (93). Il est également possible d'observer le blocage sans qu'il n'y ait de raison évidente (95). On estime que près de 50% des chutes chez les PAMP se produisent à l'initiation ou à l'arrêt de la marche en raison de ce blocage, ce qui rend rapidement la marche non sécuritaire (94). Ces deux caractéristiques importantes au niveau du patron de marche chez les PAMP sont plutôt présentes dans les stades avancés de la maladie (92).

4.1.2 La marche en phase précoce de la maladie

En début de maladie de Parkinson, soit au stade I ou II sur l'échelle de Hoehn & Yahr, on peut remarquer un début de bradykinésie, se manifestant notamment par une diminution de la vitesse de marche ainsi que de la longueur et hauteur des pas, alors que la cadence reste normalement inchangée (93) (96). Ensuite, la rigidité peut apporter une diminution du balancement des bras et de la rotation du tronc, donnant l'impression d'une marche moins fluide et plus figée (95). Ces éléments sont majoritairement asymétriques et peuvent même être unilatéraux, particulièrement au stade précoce (55). Il est également possible de remarquer des épisodes de blocage occasionnels qui, si présents, ne sont que très brefs (92). Ils sont alors surtout présents chez les PAMP qui n'ont pas encore été exposés à la médication antiparkinsonnienne (92).

4.1.3 La marche en phase avancée de la maladie

À la phase avancée (stades IV et V) les symptômes observés au stade précoce seront nécessairement accentués. La longueur des pas diminuera en moyenne de 75 cm et la cadence sera réduite de plus ou moins 25%, ce qui diminuera forcément la vitesse de marche (97). De plus, un manque de dissociation des ceintures et une diminution asymétrique du balancement des bras peuvent être présents, ce qui diminue la mobilité du tronc lors de la déambulation (95). Une augmentation de la durée de la phase de double appui est également observée, pouvant s'élever à 25% du cycle de marche, contrairement à 11% chez les sujets normaux (98). Il faut noter que ces observations, qui étaient asymétriques au stade précoce, tendent à devenir plus symétriques avec l'avancement de la maladie. De plus, les épisodes de blocage se produiront de plus en plus souvent et dureront plus longtemps (92). La festination sera également remarquée aux stades plus avancés (91). À cela s'ajoutera une grande variabilité dans les paramètres spatio-temporels de la marche, amenant un patron de déambulation plutôt hétérogène et imprévisible (55). Les patients auront aussi plus de difficulté à effectuer une autre tâche cognitive ou motrice en marchant (comme compter à rebours, entretenir une discussion ou encore transporter un objet), et celle-ci altérera encore plus les éléments mentionnés précédemment (99). Au stade V, le patient aura besoin d'aide physique pour se déplacer, et il est même possible que le patient soit confiné au fauteuil roulant si la marche est non sécuritaire et non fonctionnelle (100).

4.2 Tests de marche validés pour le Parkinson

Considérant tous les changements qui surviennent au niveau de la marche chez les PAMP, il devient très pertinent de qualifier et quantifier ces troubles afin de mieux les corriger et de suivre l'évolution de la personne par la suite. Une multitude de tests et d'échelles de mesure ont été construits afin d'évaluer la marche, mais seulement quelques-uns sont validés pour les PAMP. Dans cette section, nous décrivons ceux qui sont les plus appropriés pour les PAMP selon les lignes directrices européennes rédigées par Keus et coll. (2014) (90).

4.2.1 Timed Up and Go

DESCRIPTION. Le Timed Up and Go (TUG) a été créé à partir du Get Up And Go (GUG), qui présentait un manque de lignes directrices quant à la façon de quantifier les troubles observés lors du test (101). Il a donc été modifié afin de pouvoir standardiser l'interprétation des résultats et d'obtenir une meilleure fidélité (101). Il s'agit un test servant à évaluer la mobilité, l'équilibre, la marche et le risque de chute chez une grande variété de clientèle âgée, dont les PAMP (102). Ce test est très avantageux en clinique, puisque moins de cinq minutes sont habituellement requises pour son administration et l'équipement nécessaire est très simple, soit un chronomètre et une chaise de format standard avec appui-bras (102).

QUALITÉS MÉTROLOGIQUES. Ce test a été validé pour une multitude de clientèles, dont les PAMP (102). Il serait prédictif de chutes chez ceux-ci si le temps nécessaire au patient pour effectuer le parcours est supérieur à 11,5 secondes (sensibilité = 66%, spécificité = 62%) (102). Cette modalité d'évaluation présente une excellente fidélité inter-évaluateur (CCI = 0,99) et intra-évaluateur (CCI = 0,98) et les études effectuées à son sujet s'entendent pour dire que le TUG présente une fidélité test-retest adéquate (CCI = 0,85) à excellente (CCI = 0,80) (102). Cette évaluation ne présente qu'un faible effet plancher pour les patients âgés en général (29,3%) et il a également été démontré qu'il présente une corrélation significative avec le Berg Balance Scale ($r = -0,47$, $p=0,04$) pour une clientèle atteinte de Parkinson (102). L'utilisation du TUG comme outil d'évaluation de la marche chez ces patients est grandement recommandée pour les stades 1 à 3 sur l'échelle de Hoehn & Yahr, mais est déconseillée pour les stades 4 et 5 pour des raisons de sécurité (102).

4.2.2 Modified Parkinson Activity Scale

DESCRIPTION. Le Modified Parkinson Activity Scale (M-PAS) a été créé à partir du Parkinson Activity Scale (PAS) pour éviter l'effet plafond retrouvé dans ce dernier et pour obtenir une façon plus standardisée de quantifier les éléments évalués (103). Le M-PAS permet notamment de nous informer sur la mobilité fonctionnelle, l'autonomie au cours de certaines activités de la vie quotidienne, la force des membres inférieurs et supérieurs, ainsi que sur la qualité de la marche chez les PAMP (104). Environ dix à quinze minutes sont habituellement requises pour son administration (104).

QUALITÉS MÉTROLOGIQUES. Comme mentionné plus tôt, le M-PAS ne présente pas d'effet plafond contrairement au PAS (103). La moyenne des scores obtenus à ce test ne diffère pas de façon statistiquement significative entre un évaluateur expert et un non-expert ($p=0,28$) et le changement minimal détectable entre les différents évaluateurs a été évalué à 7,2 points (103). Il existe également une bonne corrélation entre le score obtenu au M-PAS et celui obtenu au UPDRS-III (partie motrice du test) ($r=0,64$), qui constitue l'outil étalon pour l'évaluation de cette clientèle (104).

4.2.3 Dynamic Gait Index

DESCRIPTION. Le Dynamic Gait Index (DGI) est un outil conçu pour évaluer la marche, l'équilibre et le risque de chute chez plusieurs clientèles (105), dont les patients ayant des troubles vestibulaires, la sclérose en plaques ou le Parkinson (106). Ce test comprend huit items, dont sept où le patient doit marcher à vitesse normale et effectuer une tâche spécifique qui diffère pour chaque épreuve (105). Tout au long de ce test, le patient est autorisé à utiliser son aide technique habituel. Le temps nécessaire à son administration est d'environ dix minutes, mais cela peut varier en fonction des capacités du patient (106).

QUALITÉS MÉTROLOGIQUES. Cet outil d'évaluation a été validé pour plusieurs clientèles, incluant les PAMP (106). Pour ceux-ci, le changement minimal détectable a été évalué à 2,9 points ou 13,3% (106). Le DGI est un prédicteur de chutes adéquat si le score obtenu est de moins de 19 points (sensibilité = 64%, spécificité = 85%) et sa fidélité test-retest est excellente (CCI = 0,84) (106). Il ne présente aucun effet plancher, mais implique un léger effet plafond (106). Toujours pour cette même clientèle, il a été démontré que le score obtenu à ce test a une excellente corrélation avec une histoire de chutes ($r = 0,643$, $p<0,01$) et sa

validité de critère-concomitante avec le UPDRS-III est adéquate ($r = -0,567$, $p < 0,001$) (106). La sensibilité et spécificité globales du DGI seraient respectivement de 68% et 71% (106).

4.2.4 Functional Gait Assessment

DESCRIPTION. Le Functional Gait Assessment (FGA) a été développé à partir du Dynamic Gait Index (DGI) afin d'obtenir une meilleure fidélité et diminuer l'effet plafond observé dans ce test (107). Son objectif est d'évaluer la stabilité posturale au cours de certaines épreuves fonctionnelles de marche (107). Il comprend dix items, dont sept sont également présents dans le DGI. Une période de cinq à dix minutes devrait être allouée pour la passation de cette évaluation (107).

QUALITÉS MÉTROLOGIQUES. Ce test a été validé de façon générale pour une clientèle gériatrique, mais également pour les patients ayant subi un accident vasculaire cérébral (AVC), ayant des troubles vestibulaires, pour les blessés médullaires, ainsi que pour les PAMP (107). Pour ces derniers, cette modalité d'évaluation présente une excellente fidélité test-retest (IC 95% = 0,80-0,96) et une excellente fidélité inter-évaluateurs (IC 95% = 0,84-0,98) (107). Il est également un prédicteur de chutes adéquat chez ceux-ci si le score obtenu est de 15/30 ou moins (chutes à six mois : IC 95% = 0,62-0,90, sensibilité = 64%, spécificité = 81% et chutes à douze mois : IC 95% = 0,50-0,83, sensibilité = 46%, spécificité = 81%) (107). L'utilisation du FGA comme outil d'évaluation de la marche chez cette clientèle est tout à fait recommandée pour les stades 1 à 4 sur l'échelle de Hoehn & Yahr, mais est déconseillée pour le stade 5, probablement pour des raisons de sécurité (107). Puisque le FGA a été créé à partir du DGI afin d'avoir un test ayant de meilleurs qualités métrologiques et ainsi obtenir des résultats plus exacts, l'utilisation du FGA est probablement privilégiée en clinique.

4.2.5 Six Minutes Walk Test

DESCRIPTION. Le Six Minutes Walk Test (6MWT) a été développé dans le but d'évaluer la capacité aérobie chez une grande variété de patients, incluant notamment la clientèle gériatrique, les accidentés vasculaires cérébraux, les blessés médullaires, ainsi que les PAMP (108). En effet, il s'agit d'un test d'endurance sous-maximale où le patient doit effectuer la plus grande distance possible en marchant à vitesse rapide dans un intervalle de temps de six minutes (108). Tout au long du test, l'évaluateur doit donner uniquement des

instructions et des encouragements standardisés pour éviter d'influencer la vitesse de marche du patient (108). Pour pouvoir effectuer le test, ce dernier doit être capable de marcher sans l'assistance physique d'un intervenant. Par contre, l'utilisation de son aide technique habituelle est allouée si elle demeure la même pour chaque réévaluation effectuée par la suite (109).

QUALITÉS MÉTROLOGIQUES. Cet outil d'évaluation présente une excellente fidélité test-retest (CCI = 0,95-0,96) (108) et le changement minimal détectable est de 82 mètres pour les PAMP (109). Outre cela, peu d'informations sur les qualités métrologiques sont disponibles pour ces patients. Toutefois, pour une clientèle âgée en général, le 6MWT a également une validité de construit convergente adéquate avec le Chair Stands Test ($r = 0,67$), le Standing Balance Test ($r = 0,52$), ainsi que le Gait Speed Test ($r = -0,73$) (108) et le changement minimal cliniquement important est de 50 mètres pour cette même clientèle (109). Pour les patients atteints de la maladie d'Alzheimer, le test présente une excellente fidélité inter évaluateurs (CCI = 0,97 – 0,99) et intra évaluateurs (CCI = 0,76 – 0,90) (109). L'utilisation de ce test est fortement recommandée pour les stades I à IV de la maladie de Parkinson, mais est déconseillée pour le stade V puisque les patients ont habituellement trop d'incapacités à ce moment pour pouvoir marcher en toute sécurité et sans l'aide d'un thérapeute (109).

4.2.6 Ten Meters Walk Test

DESCRIPTION. Le Ten Meters Walk Test (10MWT) est un outil d'évaluation permettant de déterminer la vitesse de marche d'un patient sur courte distance en mètres par seconde (m/s). En effet, ce dernier doit se déplacer sur une distance de dix mètres à vitesse confortable ou rapide, incluant deux mètres pour accélérer et deux mètres pour la décélération de la marche qui ne sont pas chronométrés (110). Le test doit être effectué à trois reprises et c'est la moyenne de ces trois essais qui sera comparée à chaque réévaluation (110). L'utilisation d'une aide technique est allouée lors de la passation du 10MWT, mais celle-ci doit alors être conservée pour chaque nouvelle mesure prise au cours du suivi afin d'obtenir des résultats plus standardisés et plus comparables entre eux (111). De plus, pour pouvoir effectuer cette évaluation, le patient doit être en mesure de se déplacer sans l'aide physique d'un thérapeute et donc d'être autonome à la marche avec ou sans aide technique. Ce test est également avantageux en clinique puisque normalement, moins de cinq minutes sont nécessaires à son administration et le matériel requis est assez simple.

QUALITÉS MÉTROLOGIQUES. Le 10MWT a été validé pour plusieurs clientèles, dont les patients ayant subi un TCC, un AVC, un traumatisme à la moelle épinière, ou encore ceux touchés par la maladie d'Alzheimer ou la maladie de Parkinson (111). Pour ces derniers, le changement minimal détectable à vitesse confortable est de 0,18 m/s et de 0,25 m/s à vitesse rapide (111). La fidélité test-retest est également excellente et ce, autant à vitesse confortable (CCI = 0,96) qu'à vitesse rapide (CCI = 0,97) (111). Outre celles-ci, peu d'informations sont disponibles au sujet des PAMP. Finalement, l'utilisation du 10MWT est tout à fait recommandée pour les stades I à III de la maladie de Parkinson, mais est plutôt déconseillée pour les stades IV et V, où les patients ont plusieurs atteintes au niveau de la déambulation, ce qui peut nuire à leur sécurité (111). Il existe également d'autres tests servant à mesurer la vitesse de marche avec des distances différentes, mais celui-ci est le plus fréquemment utilisé pour les PAMP.

4.2.7 Freezing of Gait Questionnaire

DESCRIPTION. Le Freezing of Gait Questionnaire (FOGQ) est un outil d'évaluation permettant de décrire subjectivement la sévérité, la fréquence/durée et les impacts du blocage à la marche qui, comme mentionné plus tôt, est un élément très caractéristique du patron de déambulation des patients atteints de la maladie de Parkinson (112). En excluant le UPDRS-III, qui ne contient d'ailleurs que deux éléments concernant le blocage, le FOGQ est le plus complet et le seul test fidèle et valide pour quantifier ce phénomène (113). Le test doit être rempli lorsque le patient est en phase «ON» médication et chaque item (à l'exception du troisième) doit être répondu en se basant sur les symptômes observés dans la dernière semaine. L'interprétation des résultats peut être effectuée par un physiothérapeute ou un ergothérapeute (112). Normalement, cinq à 10 minutes sont nécessaires à son administration et seuls un crayon ainsi qu'une copie du questionnaire sont requis (112).

QUALITÉS MÉTROLOGIQUES. Évidemment, ce test a été principalement validé pour une clientèle atteinte de la maladie de Parkinson. Celui-ci présente une excellente fidélité test-retest ($r=0,84$), ainsi qu'une validité de critère-concomitante adéquate avec le UPDRS-III ($r=0,40$ et $p=0,01$) et bonne avec le Parkinson's Disease Questionnaire (PDQ-39) ($r=0,57$ et $p<0,01$) (112). Ensuite, la troisième question du FOGQ est plus sensible (sensibilité = 85,9%) à la détection du blocage chez les patients que le UPDRS-III (sensibilité = 44,1%) (112). Toutefois, le FOGQ aurait un léger effet plancher et plafond, soit inférieur ou égal à 5,4% et

une étude a mentionné que celui-ci pourrait les sous-estimer (112). De plus, l'inclusion de questions d'ordre général à propos de la marche diminuerait la spécificité du test (112). Enfin, l'utilisation de ce questionnaire est tout à fait recommandée pour les stades II à IV de la maladie de Parkinson, mais n'est pas conseillée pour le stade V (112).

4.2.8 Pertinence du GAITRite® pour quantifier la marche chez les PAMP

Puisque l'évaluation subjective des différents paramètres spatio-temporels de la marche présente plus souvent une fidélité et une validité pauvre à modérée lorsque effectuée par un thérapeute (114), il devient tout à fait pertinent de vouloir quantifier ces éléments de façon objective. À cet effet, l'appareil GAITRite® est un tapis de marche portable muni d'une grande quantité de capteurs sensibles à la pression et qui permet d'obtenir une analyse détaillée et précise d'une multitude de variables au sujet de la marche (115). En effet, il permet d'obtenir, parmi plusieurs autres informations, un score exprimé en pourcentage qui se nomme le Functional Ambulation Performance (FAP) (98). Ce résultat est un moyen simple de quantifier de façon globale les différentes données et permet ainsi de comparer plus facilement les patients entre eux (98). Nelson et Coll. (2002) ont entrepris une recherche afin de déterminer la validité de cet outil chez les PAMP en stade précoce en comparant les scores FAP obtenus chez ceux-ci et ceux d'un groupe de sujets sains d'âges comparables (98). Il s'est avéré que la différence des scores FAP étaient significativement inférieurs dans le groupe des PAMP en comparaison avec le groupe contrôle lors de la marche à vitesse confortable (98). L'appareil a également pu détecter une différence statistiquement significative entre les deux groupes pour plusieurs autres éléments, comme la longueur des pas et la durée de la phase de double-appui (98). Ils ont donc conclu que le GAITRite® constitue un bon outil de mesure afin d'objectiver les paramètres spatio-temporels de la marche chez les PAMP en stade précoce de la maladie (98).

4.3 Traitements traditionnels

4.3.1 Stimuli externes

Dans la littérature, les différentes études ainsi que les lignes directrices canadiennes et européennes s'entendent pour dire que les indices externes peuvent considérablement améliorer certains paramètres de marche chez les personnes atteintes de la maladie de Parkinson (95) (116) (117) (118) (119) (120). Les ganglions de la base, qui agissent entre

autres comme stimuli internes régissant le rythme de marche habituel, ne fonctionnent plus normalement chez cette clientèle (119). Ainsi, les PAMP auraient la capacité, malgré cette dysfonction, de reproduire un patron de marche près de la normale avec l'aide de stimuli externes pour compenser leur difficulté à recruter leur système de contrôle locomoteur (117) (120).

4.3.1.1 Indices visuels

Plusieurs types d'indices visuels ont été étudiés, dont la visualisation mentale (120), ainsi que les lignes transverses et les différents schémas sur le sol (réels ou virtuels) (95). Griffin et coll. (2011) ont effectué une étude chez 26 PAMP afin de déterminer les bénéfices fonctionnels apportés par ces indices visuels réels et virtuels avec et sans l'influence de la médication antiparkinsonienne (95). Selon les résultats qu'ils ont obtenus, les lignes transverses réelles apposées au sol seraient les plus efficaces (95). Celles-ci permettraient en effet une augmentation significative de la longueur des pas, de la vitesse de marche et une plus grande facilité à initier la marche (95). De plus, cela pourrait expliquer pourquoi certains PAMP ont moins de difficulté avec la montée et la descente des escaliers ; chaque marche agirait comme un indice visuel (95).

Une autre étude a été menée par Lee et coll. (2012) afin de déterminer les effets des indices visuels et auditifs chez quinze PAMP ayant des épisodes de blocages à la marche en comparaison avec dix PAMP n'ayant pas de blocage, tous se situant dans les stades I à III sur l'échelle de Hoehn & Yahr (116). Ces deux groupes étaient également comparés avec dix autres patients âgés en bonne santé (116). Ils ont découvert que les stimuli visuels (lignes transverses au sol) ont permis une amélioration significative dans les paramètres de marche chez les PAMP avec blocage, notamment au niveau de la vitesse de marche, la longueur des pas et la cadence (116). Ils ont également observé une diminution du nombre de pas effectués au total et du nombre d'épisodes de blocage (116).

4.3.1.2 Indices auditifs

Les indices auditifs peuvent aussi s'intégrer de différentes façon dans l'entraînement des PAMP, comme sous forme de signaux rythmiques (un métronome par exemple), ou encore via un rythme intégré dans une chanson ou un extrait musical (95) (121). Ces stimuli permettent une amélioration de la vitesse de marche, une augmentation de la longueur des

pas et une diminution du nombre d'épisodes de blocage (121). Plus spécifiquement, en réglant la fréquence des indices auditifs de 10 à 20% plus élevée que la cadence de marche naturelle du patient, il y aurait un impact immédiat sur ces paramètres de marche (122). Toutefois, chez les patients présentant des épisodes de blocage à la marche, il serait préférable de plutôt diminuer de 10% la fréquence des stimuli auditifs par rapport à leur cadence normale afin d'obtenir des résultats positifs (122). D'ailleurs, dans l'étude menée par Lee et Coll (2012) mentionnée plus tôt, pour le groupe de PAMP ayant du blocage à la marche, seuls les indices auditifs ont pu améliorer de façon significative leur patron de déambulation (116). De plus, les bénéfices engendrés sur ces mêmes paramètres de marche suite à un programme d'entraînement impliquant des indices auditifs peuvent être conservés pour quelques mois (121).

Une étude clinique randomisée effectuée par Morris et coll. (2009) a démontré qu'un programme d'entraînement en hôpital impliquant l'usage de ces indices externes, à raison de deux sessions de 45 minutes par jour pendant deux semaines, a des effets bénéfiques sur la vitesse de marche et l'équilibre, mais que les gains ne duraient que quelques semaines (120).

De façon générale, les indices visuels et/ou auditifs diminueraient également la variabilité dans les paramètres de marche, ce qui s'avère être un point très positif puisque l'hétérogénéité serait grandement associée aux épisodes de blocage et aux chutes chez les PAMP (95). Toutefois, bien que ceux-ci soient fréquemment utilisés en physiothérapie pour les interventions avec cette clientèle, les effets obtenus perdurent généralement à court-terme seulement (120). De plus, il n'y a pas une modalité en particulier qui a été démontrée efficace pour l'ensemble de ces personnes (95) (121). En effet, l'efficacité des différents stimuli peut changer selon les variations individuelles, d'où l'importance de sélectionner la modalité en fonction des préférences et des besoins du patient pour obtenir un entraînement le plus efficient possible.

4.3.2 Entraînement sur tapis roulant

Il a été prouvé que la perte d'endurance cardiovasculaire chez les PAMP mène à un déclin au niveau de leur autonomie fonctionnelle (120). Ainsi, l'entraînement cardiovasculaire sur tapis roulant s'avère être une intervention tout à fait pertinente pour cette clientèle, particulièrement aux stades précoces de la maladie (120). Cet appareil lui-même pourrait

également agir à titre d'indice externe chez les PAMP, mais les mécanismes menant à l'amélioration de leurs paramètres de marche sont controversés dans la littérature (rétroaction visuelle vs proprioceptive) (119). Une revue systématique Cochrane effectuée par Mehrholz et coll. (2012) a démontré qu'une telle intervention améliore significativement la vitesse de marche, la longueur des pas, ainsi que la distance de marche chez les PAMP en stade léger à modéré (I à III sur l'échelle de Hoehn and Yahr) (119). Ils ont également vérifié l'aspect sécuritaire du tapis roulant, qui s'est avéré tout à fait adéquat si les patients ont la capacité physique et cognitive de se servir d'un tel appareil (119). Son utilisation en stade avancé de la maladie est donc déconseillée, considérant les troubles cognitifs qui sont souvent présents (119). Concernant les paramètres d'entraînement, les auteurs ont mentionné qu'en raison de la grande hétérogénéité de ceux-ci entre les différentes études recensées, il est difficile de statuer sur ceux qui seraient les plus optimaux pour ces patients et de plus amples recherches seraient nécessaires à cette fin (119). Toutefois, Morris et Coll. (2010) recommandent une fréquence d'au moins trois entraînements de type aérobique par semaine pendant quatre mois afin d'augmenter la capacité cardiovasculaire (120).

4.4 Traitements novateurs

4.4.1 Rééducation posturale globale

La rééducation posturale globale (RPG) est une approche de traitement basée sur la reconnaissance de deux chaînes musculaires dans le corps, soient une antérieure et une postérieure, qui implique un étirement global des muscles antigravitaires qui sont fréquemment des sites de contractures (123). Ce type de traitement a été démontré efficace chez une multitude de clientèles, mais les évidences chez les PAMP semblaient plutôt restreintes. Par conséquent, Vitale et coll. (2012) ont effectué une étude afin d'évaluer l'impact de la RPG sur les paramètres de marche et les symptômes moteurs chez dix PAMP en comparaison avec un groupe contrôle qui ne bénéficiait d'aucune intervention (123). Le traitement offert au premier groupe consistait en un programme de RPG de quatre semaines à raison de trois sessions par semaine de 40 minutes (123). Les résultats obtenus suite à cette étude sont très prometteurs, puisque la RPG a permis une amélioration significative notamment au niveau de la vitesse de marche et de la cadence, et le score à l'UPDRS-III a diminué de façon significative suite aux séances (123). De plus, les bénéfices obtenus ont

persisté pendant quatre à huit semaines suivant la fin des interventions et ce, pour tous les sujets (123).

4.4.2 Wii-Fit®

La Wii-Fit® est un système de jeu vidéo sur télévision destiné à l'entraînement pour des gens de tout âge. Elle comprend une plateforme munie de capteurs qui recensent les changements du centre de masse de la personne pour les afficher à l'écran. Elle constitue un outil valide pour évaluer l'équilibre dans la population générale et représente une avenue prometteuse pour l'entraînement chez les PAMP (124). En effet, cette technologie est facilement accessible, portable, et, puisqu'elle s'utilise à la maison, elle peut s'avérer moins coûteuse qu'une série de traitements en physiothérapie (124). Mhatre et Coll. (2013) ont effectué une étude afin de déterminer l'effet d'un programme d'exercices avec la Wii-Fit sur la marche et l'équilibre chez dix PAMP en stade II ou III (124). Celui-ci consistait en un entraînement avec trois jeux différents (ski, jeu de billes, et labyrinthe) à raison de trois sessions de trente minutes par semaine pendant huit semaines (124). Suite à cet entraînement, ils ont entre autres observé une amélioration statistiquement et cliniquement significative au score du Dynamic Gait Index et au test de Berg (124). Par conséquent, ces facteurs ont le potentiel de diminuer la fréquence des chutes chez cette clientèle, diminuant ainsi les coûts liés aux blessures et aux séjours d'hospitalisation qui y sont associés (124). Ce système a également été démontré sécuritaire et nécessitant une supervision minimale chez les PAMP (124). De plus, l'entraînement sous forme de jeu permet une intervention amusante et motivante pour le patient, ce qui constitue un avantage non négligeable considérant le fait que près de 50% des PAMP présentent des épisodes de dépression (124). Ils ont donc conclu qu'un programme d'exercices sur la Wii-Fit constitue un outil intéressant et prometteur dans la réadaptation de la marche et de l'équilibre chez les PAMP (124).

4.4.3 Stimulation cérébrale profonde

Comme mentionné plus tôt, les ganglions de la base sont une structure du cerveau particulièrement atteinte chez les PAMP. Ceux-ci comprennent entre autres le globus pallidus interne (GPI) et les noyaux sous-thalamiques (NST), qui sont les principaux sites visés lors de l'implantation de la stimulation cérébrale profonde (SCP) (94). Il a été démontré que les ganglions de la base constituent un rôle essentiel dans le contrôle neuronal de la marche (94). L'efficacité de la stimulation cérébrale profonde de ces noyaux est controversée dans la

littérature, mais certaines tendances ont toutefois été observées à travers les études effectuées (94).

Tout d'abord, la stimulation du globus pallidus interne permettrait une réduction des fluctuations motrices engendrées par la prise de médication antiparkinsonienne puisqu'elle permet une diminution de la dose de médication prescrite (94). Ensuite, les effets sur le blocage à la marche, s'il répond bien à la médication (lévodopa-sensible), peuvent se faire ressentir de un à quatre ans suite à l'implantation du stimulateur selon la personne (94). Toutefois, les effets observés sur les troubles à la marche dans les premières années suivant la chirurgie ont tendance à s'atténuer dans le temps en raison de l'évolution de la maladie (94). Effectivement, les études s'entendent pour dire que la combinaison initiale entre la stimulation cérébrale profonde et la médication antiparkinsonienne est nettement supérieure aux effets observés avec la médication seule (94). Par contre, après en moyenne trois à quatre ans post-implantation du stimulateur, il n'est pas rare que les bénéfices obtenus ne dépassent plus de façon significative ceux qui étaient présents en préopératoire avec la médication seule (94). Enfin, si les troubles à la marche présents avant la chirurgie d'implantation du stimulateur ne sont pas améliorés avec la prise de médication antiparkinsonienne (lévodopa-résistants), ils ne le seront probablement pas en présence de SCP non plus (94). Cette intervention ne sera donc pas priorisée dans une telle situation (94).

Quant à eux, les noyaux sous-thalamiques restent aujourd'hui le site de prédilection en ce qui concerne la stimulation cérébrale profonde pour le traitement des symptômes moteurs lévodopa-sensibles (94). En général, les effets de la médication antiparkinsonienne et de la SCP des NST sur les troubles à la marche sont très comparables (94) (125). Effectivement, la différence de la longueur des pas et de la vitesse de marche sous Lévodopa et sous stimulation des NST seules a été établie comme non statistiquement significative dans plusieurs études (94) (125). Par contre, la combinaison des deux types de traitement aurait un effet additif (94). Selon une revue de littérature effectuée par Hamani et coll. (2005), la stimulation de cette zone, associée à la médication, procurerait une amélioration des troubles à la marche s'élevant à 64% un an suivant la chirurgie (94). Une autre étude a également observé une diminution considérable et durable du blocage à la marche, celui-ci étant environ 50% moins fréquent qu'en préopératoire après cinq ans (94). Toutefois, le même principe que pour la stimulation du GPI a été noté pour les NST; le taux de réponse à la médication

antiparkinsonienne en préopératoire est directement corrélé avec la diminution de ces mêmes symptômes post-chirurgie (94). Ainsi, il est très peu probable que les symptômes lévodopa-résistants, qui sont souvent caractéristiques des stades plus avancés de la maladie, soient améliorés par la SCP des NST (94). La chirurgie d'implantation est donc contre-indiquée dans cette situation (94). De plus, l'impact de la stimulation des NST a également tendance à diminuer après quelques années avec la progression de la maladie de Parkinson (94).

De nouveaux sites de stimulation sont également à l'étude afin d'obtenir potentiellement de meilleurs résultats au niveau des troubles de la marche (94). Parmi ceux-ci, le noyau pédonculopontin (NPP), qui est une structure située au niveau du tronc cérébral, aurait des connexions avec les ganglions de la base, d'où son effet potentiel sur la marche une fois sous stimulation cérébrale (94). Les recherches effectuées à ce sujet sont encore principalement sur modèles animaux, mais l'implantation d'un stimulateur à cet endroit a été déclarée comme étant faisable et sécuritaire (94).

4.5 Effet d'une double-tâche sur la marche

Chez les gens en santé vivant en communauté, la marche implique une multitude de distractions, d'obstacles et d'interactions complexes. Afin de permettre toutes ces distractions en simultané et tout en restant sécuritaire, la marche doit être un automatisme, ce qui permettra à un sujet sain de capter et gérer toutes ces informations sans difficulté (99). Une double-tâche est présente lorsque la personne doit, par exemple, entretenir une discussion (cognitive) ou encore transporter un objet (motrice) et ce, tout en marchant normalement (99). Lorsqu'un patient est atteint de la maladie de Parkinson, sa capacité de marcher tout en effectuant une double-tâche, qu'elle soit cognitive ou motrice, altère son patron de marche et son équilibre, ce qui devient non sécuritaire et augmente le risque de chutes (126). En effet, il est entre autres possible de noter une marche plus lente et des pas plus courts (99). Les études portant sur la rééducation de la déambulation avec une double-tâche sont limitées, mais certaines ont démontré qu'un tel entraînement est pertinent pour les PAMP en stade léger à modéré et pourrait permettre une amélioration de la vitesse de marche ainsi qu'une diminution de la variabilité des pas (126) (120). En effet, une étude effectuée par Canning et Coll. (2008) a permis de découvrir que trois séances de marche de trente minutes en situation de double-tâche motrice ou cognitive pourraient mener à de tels résultats pouvant

être maintenus pour environ trois semaines (120). Toutefois, en raison de l'aspect non sécuritaire de la marche en situation de double-tâche chez les PAMP, ceux-ci devraient plutôt éviter de s'exposer à de telles conditions dans leur vie de tous les jours, particulièrement s'ils sont en stade plus avancé de la maladie (120). En effet, puisque la planification motrice est un élément particulièrement difficile chez ceux-ci, il est plutôt indiqué de se concentrer sur une seule tâche à la fois et même de la décortiquer en plusieurs étapes afin que celle-ci soit plus facile à réaliser (120).

4.6 Conclusion

Pour terminer cette section, il est important de retenir que la marche chez les personnes atteintes de la maladie de Parkinson est un élément fortement affecté par cette pathologie. En effet, une multitude de problèmes tels que la diminution de la vitesse de marche et de la longueur des pas peuvent être retrouvés dès les premiers stades et s'en retrouvent inévitablement détériorés avec l'avancement de la maladie. D'autres symptômes plus incapacitants comme le blocage et la festination apparaissent également lors des stades plus avancés, contribuant notamment au risque de chutes élevé retrouvé chez cette clientèle. À l'aide d'une évaluation appropriée faite par un(e) physiothérapeute, il est possible d'objectiver ces troubles. Effectivement, que ce soit pour évaluer l'endurance cardiovasculaire ou encore la mobilité fonctionnelle, plusieurs excellents outils de mesure ont été développés et ensuite validés chez les PAMP. Parmi ceux-ci, le Timed Up And Go (TUG), le Modified Parkinson Activity Scale (M-PAS), ainsi que le Six Minutes Walk Test (6MWT) sont ceux qui présentent les meilleures qualités métrologiques et sont d'ailleurs recommandés par les lignes directrices européennes. Suite à une évaluation pertinente et adaptée à cette clientèle, il est possible d'établir un plan de traitement personnalisé qui permettra d'optimiser leur autonomie aux déplacements et de ralentir l'impact de la progression inévitable de cette maladie sur la marche. À cet effet, le meilleur traitement à ce jour comprend une combinaison entre la prise de médication antiparkinsonienne et la stimulation cérébrale profonde. Toutefois, puisque leurs effets ont tendance à s'estomper à travers les années, il est important d'y inclure un programme d'entraînement adéquat impliquant l'utilisation de stimuli externes. Lors de la prise en charge d'une PAMP, il est également primordial de considérer l'influence que la présence d'une atteinte cognitive pourrait avoir sur la marche et l'équilibre. C'est d'ailleurs ce qui sera abordé dans la prochaine section de ce travail.

5. Les troubles cognitifs légers (par Andréanne Laurin-Fournier)

Bien que la maladie de Parkinson soit caractérisée par des signes cardinaux moteurs, une détérioration progressive de la cognition peut également être observée chez certains individus souffrant de cette maladie. Les troubles cognitifs légers (TCL) associés à la maladie de Parkinson (MP) de même que les situations de double-tâche cognitive (DTC) évaluées chez cette population seront donc abordés ici afin d'exposer un portrait des connaissances actuelles sur ces sujets. Finalement, un bref aperçu de l'impact de la stimulation cérébrale profonde (SCP) du noyau sous-thalamique (NST) sur la cognition et les situations de DTC complètera ce cinquième chapitre.

5.1 Les domaines cognitifs

Afin de bien comprendre les TCL associés à la MP, il est important de prendre connaissance des domaines de la cognition qui seront évoqués dans le cadre des différentes sections de ce chapitre. Ainsi, six domaines cognitifs sont décrits dans la cinquième et plus récente édition du *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM) publiée en 2013. Ces derniers sont énumérés dans la liste ci-dessous et accompagnés d'une courte définition (127) :

1. L'attention complexe : regroupe l'attention soutenue, l'attention divisée, l'attention sélective et la vitesse de traitement de l'information.
2. Les fonctions exécutives : regroupent la planification, la prise de décision, la mémoire de travail, la réponse aux rétroactions/la correction des erreurs, le contournement des habitudes/l'inhibition et la flexibilité mentale.
3. Le langage : regroupe les langages expressif et réceptif.
4. La mémoire et l'apprentissage : regroupent la mémoire immédiate, la mémoire à court terme, la mémoire à long terme et l'apprentissage implicite.
5. Les fonctions motrices-perceptuelles : regroupent les habiletés visuo-perceptuelles, visuo-motrices et visuo-constructives, les praxies et les gnosies.
6. La cognition sociale : regroupe la reconnaissance des émotions et la théorie de l'esprit. La théorie de l'esprit expose l'habileté d'un individu à éliciter l'état mental d'un autre individu, soient ses pensées, ses désirs et ses intentions.

Toutefois, l'attention, les fonctions exécutives, le langage, la mémoire et les fonctions visuo-spatiales (ou motrices-perceptuelles) demeurent les cinq domaines de la cognition

les plus fréquemment évalués dans le cadre des études recensées au sein du présent chapitre. Le sixième domaine cognitif, soit la cognition sociale, est en fait un ajout à la quatrième édition du DSM (128), ce qui explique possiblement l'absence de son évaluation dans le cadre des études publiées avant l'année 2013.

5.2 Les troubles cognitifs légers

5.2.1 Définition des troubles cognitifs légers

À la base, le terme «troubles cognitifs légers» a été élaboré pour la clientèle atteinte de la maladie d'Alzheimer (129, 130). En effet, les TCL réfèrent au stade de cette maladie précédent la démence au cours duquel l'atteinte cognitive s'installe progressivement (131). Ce stade est caractérisé par une atteinte cognitive à la fois subjective, soit rapportée par l'individu ou par ses proches, et objective, soit mise en évidence par une évaluation de la fonction cognitive à l'aide de tests neuropsychologiques (129, 131). Toutefois, le déficit cognitif peut ne pas encore se répercuter sur le fonctionnement de l'individu à cette étape (131). Globalement, le terme «troubles cognitifs légers» ne peut être utilisé que chez les individus pour lesquels l'étiologie suspectée du déclin cognitif serait de nature neurodégénérative (7).

Malheureusement, il n'y pas encore de consensus quant à la définition qu'il serait le plus approprié d'attribuer aux TCL se manifestant spécifiquement chez les personnes atteintes de la maladie de Parkinson (PAMP) et se différenciant du stade précoce de la maladie d'Alzheimer (130, 131). Cependant, plusieurs études rapportent qu'il doit y avoir une réduction de la cognition relevée minimalement dans un test neuropsychologique ou dans un domaine cognitif afin que ce trouble soit diagnostiqué chez un individu (131). À l'inverse, peu d'études ont choisi de considérer le signalement de problèmes cognitifs fait par l'individu lui-même ou par ses proches à cause du manque de validité dont cette alternative pourrait souffrir (131). Ce manque de considération peut toutefois fausser le diagnostic d'un individu puisque l'administration de tests neuropsychologiques ne prend pas en considération l'état cognitif prémorbide de l'individu qui pourrait être supérieur ou inférieur à la moyenne populationnelle ayant servi à en établir les scores normatifs (131). Pour cette raison, il est recommandé de les administrer précocement afin d'établir des scores de référence propres à chaque individu (132, 133).

5.2.2 Classification des troubles cognitifs légers

Pour ce qui est de la classification des TCL, ces derniers sont subdivisés premièrement en deux phénotypes distincts selon qu'il y ait présence (amnésique) ou absence (non-amnésique) de troubles de la mémoire chez l'individu évalué (5, 7). Deuxièmement, dans le cas de TCL amnésiques, ils sont plus précisément décrits comme n'affectant qu'un seul domaine (simple domaine) lorsque seule la mémoire est atteinte ou comme affectant plusieurs domaines (multiples domaines) lorsqu'un ou plusieurs des quatre autres domaines cognitifs sont déficients (5, 7).

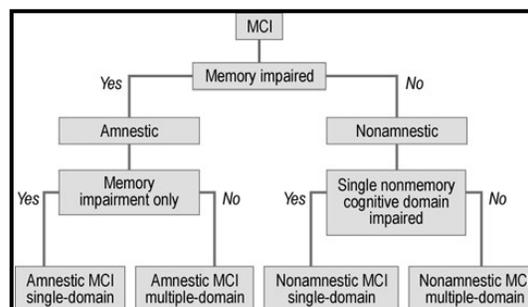


Figure 5 : Classification des TCL (7)

D'ailleurs, le même principe de classification s'applique aux TCL non-amnésiques qui sont eux aussi décrits comme n'affectant qu'un seul domaine cognitif (simple domaine) ou comme affectant plusieurs domaines cognitifs (multiples domaines) excluant celui de la mémoire dans les deux cas (5, 7). Cette classification est illustrée à la figure 5 ci-contre.

5.2.3 Critères diagnostiques des troubles cognitifs légers

Pour ce qui est des personnes atteintes de la MP, certains critères diagnostiques ont été avancés par un groupe de travail de la *Movement Disorder Society* en ce qui a trait aux troubles cognitifs légers qui peuvent leur être associés (132). D'ailleurs, ces critères ont été construits de manière à être applicables en clinique et en recherche à tous les membres de cette population, les PAMP pouvant se distinguer entre autres par leur ethnicité ou par leur niveau d'éducation (132). Ces critères se retrouvent dans le tableau de l'annexe C (132).

En résumé, ce tableau recense les critères d'inclusion et d'exclusion (points I et II) permettant de distinguer les troubles cognitifs légers de la démence associés à la maladie de Parkinson et d'exclure toutes les autres atteintes susceptibles de les occasionner. De plus, deux niveaux d'évaluation (point III) y sont proposés selon le degré de certitude du diagnostic désiré par l'évaluateur (132). Finalement, le processus de classification en sous-types selon que les TCL n'atteignent qu'un seul ou plusieurs domaines cognitifs y est également démontré au point IV.

5.2.4 Épidémiologie des TCL chez les PAMP

Comme mentionné ci-haut, la définition et les critères diagnostiques caractérisant les TCL chez les PAMP ne font pas encore consensus au sein de la communauté scientifique (7, 130, 131). Ainsi, cette hétérogénéité peut être tenue partiellement responsable de la variabilité des données épidémiologiques récoltées sur ce sujet dans le cadre de différentes études présentées ci-dessous.

5.2.4.1 Fréquence globale et spécifique aux phénotypes cognitifs

Dans l'étude de Caviness et coll. (2007), 18 (21%) des 86 participants atteints de la maladie de Parkinson ont été diagnostiqués comme souffrant de troubles cognitifs légers (5). Les participants de cette étude devaient dans un premier temps exécuter une batterie de tests neuropsychologiques couvrant l'évaluation des cinq domaines cognitifs décrits ci-haut. Le diagnostic de TCL était ensuite établi lorsque le participant présentait un score inférieur à 1,5 fois l'écart-type de la valeur normative ajustée pour l'âge à l'exécution de la majorité des tests neuropsychologiques évaluant un même domaine cognitif (5). Parmi ces 18 participants, 12 (67%) étaient catégorisés comme n'étant affectés que dans un simple domaine cognitif, les fonctions exécutives étant les plus fréquemment touchées, et 6 (33%) dans de multiples domaines cognitifs (5). Plus précisément, leur répartition selon le domaine cognitif atteint est illustrée dans la figure 6 ci-contre (5).

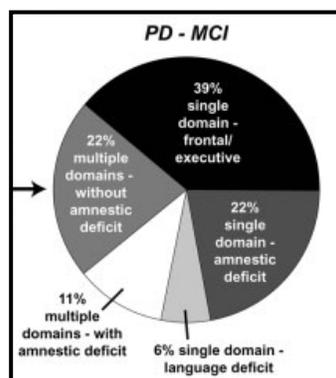


Figure 6 : Proportion des TCL relative aux domaines cognitifs atteints (5)

Dans une analyse multicentrique de 2010 regroupant 1,346 participants atteints de la MP sans démence, 347 d'entre eux, soit 25,8% [95% IC 23,5-28,2%], ont été classés comme étant atteints de troubles cognitifs légers (134). La proportion de participants atteints variait entre les centres, la plus faible (18,9% [95% IC 14,0-24,9%]) étant retrouvée chez une cohorte incidente (anciennement diagnostiquée) de participants sans médication vivant en communauté et la plus élevée (39,4% [95% IC 28,9-51,1%]) étant plutôt observée chez une cohorte prévalente (nouvellement diagnostiquée) de participants en stade avancé de la maladie de Parkinson (134). Le diagnostic de TCL était attribué aux participants dont la différence entre le score Z mesuré et le score Z attendu, soit celui obtenu auprès des sujets contrôles, était inférieure à -1,5 dans au moins un des trois

domaines cognitifs (134). La raison pour laquelle les chercheurs ont fait l'évaluation de trois plutôt que de cinq domaines cognitifs n'est pas explicitée dans l'article. Toutefois, il est mentionné que l'attention et les fonctions exécutives ont été rassemblées sous un seul domaine cognitif puisque certains tests neuropsychologiques utilisés comprenaient l'évaluation de processus cognitifs se rapportant à ces deux domaines cognitifs (134). Ainsi, les trois domaines cognitifs évalués dans cette étude étaient respectivement 1) la mémoire (verbale et visuelle), 2) l'attention et les fonctions exécutives ainsi que 3) les fonctions visuo-spatiales. Les participants n'ont pas tous été évalués au niveau des trois domaines, mais ils ont été minimalement évalués dans deux des trois domaines (134). En somme, 11,3% [95% IC 9,7-13,1%] et 1,3% [95% IC 0,9-2,1%] des participants étaient classés comme ayant des TCL non-amnésiques n'affectant respectivement qu'un seul ou plusieurs domaines, alors que 8,9% [95% IC 7,0-9,9%] et 4,8% [95% IC 3,8-6,1%] étaient plutôt établis comme ayant des TCL amnésiques n'affectant respectivement qu'un seul ou plusieurs domaines (134). Le domaine cognitif le plus fréquemment touché était la mémoire (13,3% [95% IC 11,6-15,3%]), suivi des fonctions visuo-spatiales (11,0% [95% IC 9,4-13,0%]) et de l'attention et des fonctions exécutives (10,1% [95% IC 8,6-11,9%]) (134). Cependant, comme les intervalles de confiance associés à ces dernières fréquences se chevauchent tous les uns par rapport aux autres, l'écart qui les sépare n'est pas statistiquement significatif.

Dans l'étude de Poletti et coll. (2012) comparant la prévalence des troubles cognitifs légers ajustée pour l'âge entre 121 participants nouvellement diagnostiqués de la MP et 100 participants contrôles en santé, une atteinte a été décelée chez respectivement 18 (14,8%) et 7 (7,0%) sujets (135). Parmi les PAMP, les TCL étaient classés comme non-amnésiques n'affectant qu'un seul ou plusieurs domaines cognitifs chez 5 et 6 participants respectivement, alors qu'ils étaient plutôt classés comme amnésiques n'affectant qu'un seul ou plusieurs domaines chez 2 et 5 participants respectivement (135). Chez les 7 participants contrôles en santé, les TCL étaient plutôt classés comme non-amnésiques et amnésiques chez 2 et 5 participants respectivement, l'atteinte étant au niveau d'un seul domaine dans les deux cas (135). Le diagnostic de TCL était établi lorsqu'un participant présentait minimalement deux scores inférieurs à 1,5 fois l'écart-type à l'évaluation d'un même domaine ou un score inférieur à 1,5 fois l'écart-type à l'évaluation de deux domaines cognitifs minimalement (135). Cette prévalence de 14,8% obtenue auprès des PAMP nouvellement diagnostiquées est légèrement inférieure à celle évoquée dans

l'article de Jellinger et coll. (2013) dans lequel il est exposé qu'elle oscillerait plutôt entre 20 et 30% au moment du diagnostic (7).

En accord avec la majorité des études préalablement citées et pour conclure cette sous-section, la recension effectuée par Litvan et coll. (2011) a permis d'établir qu'en moyenne 26,7% [18,9-38,2%] des PAMP sans démence seraient atteintes de TCL et que parmi celles-ci, l'atteinte au niveau d'un simple domaine cognitif se manifesterait davantage que celle au niveau de multiples domaines cognitifs (133). De plus, l'atteinte non-amnésique se manifesterait davantage que l'amnésique lorsque celle-ci ne s'étend qu'à un seul domaine dans les deux cas (133).

5.2.4.2 Fréquence spécifique aux phénotypes moteurs

Dans l'étude précédemment citée de Poletti et coll. (2012), des scores relatifs à la rigidité, aux symptômes axiaux, à la bradykinésie et aux tremblements ont été calculés chez les participants atteints de la maladie de Parkinson à l'aide des composantes II et III de l'échelle UPDRS (135). Selon les scores obtenus, les PAMP ont été réparties au sein de différents sous-groupes pour permettre la comparaison de la prévalence des TCL entre les phénotypes moteurs dominants (135). La classification dans un phénotype était établie par le ratio du score obtenu à l'évaluation des tremblements par rapport au score total obtenu à l'évaluation de la rigidité, de la bradykinésie et des symptômes axiaux chez les participants atteints de la MP. L'atteinte motrice de ces derniers était catégorisée comme «tremblements dominants» lorsque le ratio calculé était supérieur ou égal à 1,5 (39,7%), comme «instabilité posturale et troubles de la marche dominants» lorsque le ratio était inférieur ou égal à 1,0 (46,3%) et comme «non-déterminée» lorsque la valeur du ratio se situait entre 1,0 et 1,5 (14,0%) (135).

En somme, les PAMP avec atteinte motrice «instabilité posturale et troubles de la marche dominants» présentaient une fréquence plus élevée de troubles cognitifs légers (23,2%) comparativement à ceux avec atteinte motrice «tremblements dominants» (6,3%) (135). De plus, les PAMP souffrant de troubles cognitifs légers présentaient un score relatif à la bradykinésie plus élevé que ceux non atteints cognitivement ($p < 0,001$) (135). À cet effet, les auteurs ont suggéré que le développement de TCL en stade précoce de la MP serait probablement relié au degré d'atteinte nigrostriatale pouvant être cliniquement mesuré par l'évaluation de la bradykinésie.

Les résultats de l'étude de Sollinger et coll. (2010) allaient également en ce sens : les 38 PAMP ayant reçu le diagnostic de TCL présentaient des scores relatifs à l'instabilité posturale et aux troubles de la marche significativement plus élevés que les PAMP cognitivement saines à l'évaluation de la composante III modifiée de l'échelle UPDRS présentée au chapitre 3 (136).

5.2.4.3 Caractéristiques associées aux TCL

Dans l'analyse multicentrique de Aarsland et coll. (2010), les auteurs ont également relevé les caractéristiques des participants afin de déterminer si certaines d'entre elles étaient corrélées avec le développement des TCL (134). Leurs analyses ont permis d'établir que l'âge avancé, que ce soit à l'inclusion dans l'étude ou à l'apparition de la maladie, la durée et le stade de la maladie, la sévérité des symptômes moteurs, la présence de dépression et l'utilisation proportionnellement inférieure d'agonistes dopaminergiques étaient significativement associés à la présence de TCL (134). Pour ce qui est de la présence de dépression, les auteurs croient qu'elle n'exercerait qu'une faible influence sur l'occurrence des TCL chez les PAMP puisque seulement un très petit nombre de participants en étaient atteints dans les deux groupes (134).

Cependant, dans l'article de Jellinger et coll. (2013), les auteurs rapportent plutôt que les TCL sont souvent associés à la dépression et que cette dernière pourrait accélérer le déclin des fonctions cognitives (7). Il semble donc y avoir une controverse au sujet de l'impact de la dépression sur les fonctions cognitives qui devrait être approfondie dans le cadre d'éventuelles recherches. Dans le même ordre d'idées, les symptômes dépressifs précèderaient les symptômes moteurs chez la majorité des PAMP et, par leur impact sur l'attention et la concentration, pourraient biaiser les résultats aux tests neuropsychologiques (129). À cet effet, d'autres facteurs tels les symptômes moteurs parkinsoniens, l'anxiété, la fatigue, la somnolence, la période d'efficacité de la médication dopaminergique («on» versus «off») et la prise de médication anticholinergique ou pouvant affecter la cognition devraient également être considérés lors de l'administration de ces tests (132, 133).

La recension effectuée en 2011 par un groupe de travail sur la cognition chez les PAMP a quant à elle mis en évidence les caractéristiques suivantes comme étant associées avec les TCL retrouvés chez cette population : l'âge avancé, la présence d'hallucinations, le sexe masculin, l'augmentation de la symétrie des symptômes parkinsoniens, les troubles

de la parole et de la déglutition, les troubles gastro-entéraux et urologiques, la sévérité des symptômes moteurs, la présence de dépression, le comportement compulsif au jeu et le mouvement oculaire rapide lors du sommeil (130).

5.2.4.4 Prévalence de l'évolution vers la démence

Parmi l'ensemble PAMP, il est estimé que 30 à 40% d'entre eux vont éventuellement développer une forme de démence (5). Toutefois, deux études prospectives faisant un suivi de cohorte à long terme ont trouvé que cette valeur s'élèverait plutôt à 80% (131). Cette évolution surviendrait approximativement à l'âge de 70 ans, peu importe l'âge de début de la maladie (7). Les PAMP présentant des TCL sont plus à risque de voir leur condition évoluer vers la démence, et ce, plus rapidement comparativement à ceux dont la fonction cognitive est préservée (7, 134).

Dans une étude longitudinale de Janvin et coll. (2006), le suivi de 72 PAMP non démentes a été effectué et comparé à celui de 38 participants sains (133). Parmi les 29 PAMP ayant reçu le diagnostic de TCL à l'inclusion, le diagnostic de 18 d'entre elles (62,0%) avait évolué vers la démence quatre années plus tard (133). Ce résultat contraste avec l'évolution observée chez les 30 PAMP déclarées non cognitivement atteintes à l'inclusion parmi lesquelles seulement 6 (20,0%) ont été diagnostiquées démentes quatre années après l'inclusion (133). Il semble donc y avoir eu une perte au suivi de 13 des 72 PAMP ($72-30-29=13$), bien que cela ne soit pas explicité dans l'article. Les auteurs avaient alors conclu que les TCL chez les PAMP étaient un facteur de risque pour le développement de la démence (133). Plus précisément, les résultats de plusieurs études de cohortes prévalentes (nouvellement diagnostiquées) laisseraient supposer que les TCL non-amnésiques n'affectant qu'un seul domaine prédiraient l'évolution vers la démence (132). Quant aux phénotypes moteurs, ceux sans tremblements sembleraient être associés au développement de la démence (131).

5.3 L'impact des troubles cognitifs légers sur la fonction

Comme mentionné ci-haut, les troubles cognitifs légers semblent être plus fréquents chez les individus souffrant de la maladie de Parkinson dont la dominance de l'atteinte motrice serait au niveau de l'instabilité posturale et des troubles de la marche (135). Ainsi, les TCL pourraient avoir un impact sur ces deux aspects chez les PAMP. Toutefois, seul l'impact

sur la marche sera abordé ici puisque l'impact spécifique à l'équilibre ne semble pas être décrit dans la littérature.

5.3.1 Impact sur la marche

La marche est reconnue comme étant une activité sollicitant à la fois les fonctions exécutives et l'attention, deux domaines cognitifs possiblement atteints chez les PAMP (137). À cet effet, une détérioration des fonctions exécutives serait associée au blocage à la marche observé chez cette population (137). Quant à l'impact des TCL au niveau des paramètres spatiotemporels de la marche et de leur variabilité, l'étude réalisée par Amboni et coll. (2012) a permis d'en dresser un portrait auprès de 19 participants atteints de la MP ayant reçu le diagnostic de TCL (MP-TCL+) comparativement à 24 n'ayant pas reçu ce diagnostic (MP-TCL-). L'ensemble des 43 participants était également comparé à 20 participants sains (PS) (137). La passation de trois épreuves de marche différentes (normale, avec double-tâche motrice et avec double-tâche cognitive) sans administration de médication antiparkinsonienne a permis d'obtenir les résultats suivants (137) :

- Phase d'oscillation plus courte à toutes les épreuves chez les MP-TCL+ versus uniquement à l'épreuve avec double-tâche cognitive chez les MP-TCL- lorsque ces deux groupes étaient comparés aux PS ;
- Ratio de la durée de simple appui par rapport à la durée de double appui plus bas à toutes les épreuves chez les MP-TCL+ versus normal chez les MP-TCL- lorsque ces deux groupes étaient comparés aux PS ;
- Variabilité de la longueur de pas augmentée à toutes les épreuves chez les MP-TCL+ lorsque comparés aux MP-TCL- et aux PS.

De plus, les chercheurs de cette étude ont également observé que le facteur de stabilité à la marche prenant en considération la longueur de pas, le ratio de la durée de simple par rapport à la durée de double appui, la variabilité de la longueur de pas et la durée de la phase d'oscillation était fortement corrélé avec les fonctions visuo-spatiales, confirmant ainsi la participation de ce domaine cognitif au processus de la marche (137).

Dans l'étude de Stegemöeller et coll. (2014), les paramètres spatiotemporels de la marche de 35 PAMP sous administration de médication antiparkinsonienne cette fois-ci ont été mis en corrélation avec trois facteurs cognitifs comprenant 1-la vitesse de traitement de l'information, 2-la mémoire de travail et 3-l'ensemble des fonctions exécutives et de

l'attention (138). Lors des 10 essais consacrés à la marche à vitesse confortable sans double-tâche, une baisse de la vitesse de traitement de l'information était associée avec une longueur de pas plus courte et une vitesse de marche plus lente alors qu'une baisse des fonctions exécutives et de l'attention était plutôt associée à une augmentation de la variabilité de la longueur de pas (138). Ainsi, aucune association n'a été démontrée entre les paramètres spatiotemporels de la marche et la mémoire de travail, ce qui pourrait être expliqué selon les auteurs par l'influence positive de la médication antiparkinsonienne dopaminergique à ce niveau (138).

5.4 L'impact d'une double-tâche cognitive sur la fonction

La marche et le maintien de l'équilibre consistent en deux tâches qu'un individu peut réaliser de façon isolée (simple-tâche) ou de façon simultanée à une autre tâche (double-tâche). Cette deuxième tâche peut être de nature motrice ou encore de nature cognitive. Les doubles-tâches cognitives (DTC) seront principalement abordées ici. Un exemple de tâche cognitive est l'exécution d'une série de soustractions par l'individu testé telle que réalisée dans le Mini-BESTest présenté au chapitre 3. L'évaluation de l'individu se fait en comparant sa performance aux deux tâches réalisées de façon isolée à sa performance aux deux mêmes tâches réalisées de façon simultanée cette fois-ci. La réalisation d'une double-tâche crée une compétition entre les deux tâches quant à l'obtention des ressources attentionnelles nécessaires pour les effectuer, ce qui conduit inévitablement à la priorisation inconsciente de l'une de ces deux tâches par l'individu (139). Comme les PAMP surutilisent leurs ressources attentionnelles pour améliorer leur équilibre et leur performance à la marche afin de compenser pour l'atteinte des noyaux gris centraux, elles deviennent d'autant plus vulnérables à la réduction de leur performance en situation de double-tâche (140).

À la suite de leur recension des écrits, Bloem et coll. (2006) en sont venus à la conclusion qu'à la fois la marche et l'équilibre chez les PAMP étaient détériorés par l'ajout d'une double-tâche de façon proportionnelle au degré de complexité de cette tâche (140). Cette détérioration découlerait possiblement du fait que les PAMP prioriseraient la tâche ajoutée ou ne prioriseraient au contraire aucune tâche particulière, augmentant ainsi leur risque de chutes (140).

5.4.1 Impact sur la marche

Dans l'étude de Yogev et coll. (2005), les paramètres spatiotemporels de la marche de 30 PAMP sous administration de médication antiparkinsonienne étaient comparés à ceux de 28 participants sains du même âge lors de l'exécution successive de trois DTC se différenciant par leur niveau de complexité (écoute simple, écoute complexe et tâche mathématique) (141). Une diminution de la vitesse de marche et une augmentation de la durée du pas similaires ont été observées dans les deux groupes lors des 3 DTC (141). Toutefois, la durée de la phase d'oscillation était significativement plus diminuée chez le groupe de PAMP comparativement au groupe de participants sains lors de 3 DTC ($p=0,001$) (141). La variabilité de la durée du pas et de la durée de la phase d'oscillation était augmentée de façon significative chez le groupe de PAMP lors de l'exécution de la tâche mathématique et lors de l'exécution des tâches mathématique et d'écoute complexe respectivement (141). À l'opposé, la variabilité de la marche chez le groupe de participants sains n'était pas affectée par l'exécution d'aucune DTC (141). Ceci peut s'expliquer par l'association significative entre la variabilité de la marche et les résultats significativement plus faibles du groupe de PAMP aux tests de fonctions exécutives réalisés dans le cadre de cette étude (141).

Dans l'étude d'O'Shea et coll. (2002), l'objectif était de comparer l'effet sur la marche d'une double-tâche cognitive (compte à rebours par bonds de 3) comparativement à l'effet d'une double-tâche motrice (DTM) (transfert de pièces de monnaie d'une poche de pantalon à l'autre à l'aide du membre supérieur dominant) (142). Ainsi, les paramètres spatiotemporels de la marche de 15 PAMP sous administration de médication antiparkinsonienne étaient comparés à ceux de 15 participants sains, tous appariés pour l'âge, le sexe et la taille (142). Aucune différence n'a été trouvée entre les deux double-tâches chez les deux groupes pour l'ensemble des mesures de résultats, soient la longueur de pas, la vitesse de marche, la cadence et la durée de double-appui (142).

En somme, les résultats de ces deux études supportent le modèle attentionnel de la capacité de division. Selon ce modèle, la réalisation de deux tâches nécessitant le recrutement de l'attention entraîne inévitablement une baisse de performance au niveau d'une ou des deux tâches lorsque la capacité maximale de division de l'attention est dépassée, et ce, peu importe la nature de ces tâches (141, 142).

Dans l'étude de Stegemöeller et coll. (2014) citée plus haut, les paramètres spatiotemporels de la marche des PAMP ont également été évalués dans le cadre de 5 essais consacrés à la marche confortable en situation de DTC qui consistait à compter à rebours par bonds de 3 (138). En comparaison aux 10 essais effectués sans DTC, l'ensemble des PAMP présentaient une diminution de la vitesse de marche, une diminution de la longueur de pas et une augmentation de la durée de double-appui (138). Plus spécifiquement, une baisse de la vitesse de traitement de l'information était significativement associée avec une longueur de pas plus courte en situation de DTC (138). Au contraire, l'altération des fonctions exécutives et de l'attention ainsi que de la mémoire de travail n'affecterait pas la marche en situation de DTC selon les résultats de l'étude (138).

Dans une recension effectuée par Amboni et coll. (2013), les auteurs ont relaté quelques informations au sujet de l'impact d'une double-tâche cognitive sur la marche chez quelques populations souffrant de troubles cognitifs. Plus spécifiquement, les PAMP présenteraient une plus grande asymétrie, une diminution de la coordination bilatérale et une augmentation de la variabilité à la marche en situation de DTC (139). De plus, la priorisation semblerait être inadéquate chez les PAMP souffrant de TCL puisqu'elles prioriseraient la tâche cognitive au détriment de la marche (139). En effet, l'inverse serait plutôt observé chez les PAMP cognitivement saines et les sujets en bonne santé (139). De façon plus spécifique, l'altération des fonctions exécutives chez les PAMP semblerait être associée, bien que faiblement, à une diminution de la vitesse de marche en situation de DTC (139).

5.4.2 Impact sur l'équilibre

Dans l'étude de Morris et coll. (2000), l'équilibre debout statique de trois différents groupes de participants était évalué, soient deux groupes de 15 PAMP sous administration de médication antiparkinsonienne se distinguant par la présence ou non d'une histoire de chutes dans la dernière année et un groupe de 15 participants sains (143). L'évaluation comprenait les trois parties suivantes effectuées sans et avec l'ajout d'une DTC : 1- maintien de cinq différents positionnements des pieds (pieds séparés latéralement de 10 cm, joints, séparés d'une distance de pas, en tandem et en unipodal), 2- imposition de deux types de perturbation interne (lever du bras et dépôt du pied sur une marche de façon répétée) et 3- imposition d'un type de perturbation externe (Pull test présenté au

chapitre 3) (143). Une détérioration de l'équilibre a pu être observée chez les trois groupes lors de l'ajout d'une DTC lors des deux premières parties de l'évaluation (143). Toutefois, seules les épreuves suivantes ont permis de mettre en évidence une détérioration significative associée à l'ajout d'une DTC : maintien du positionnement des pieds en tandem droit et lever du bras gauche à titre de perturbation interne chez le groupe de PAMP avec histoire de chutes ($p=0,008$) et dépôt du pied droit et du pied gauche sur une marche à titre de perturbation interne chez le groupe de PAMP sans histoire de chutes (143). Ainsi, selon les résultats de l'étude, l'ajout d'une DTC n'aurait pas d'influence sur l'équilibre lors de l'épreuve avec imposition d'une perturbation externe (143).

Dans l'étude de Marchese et coll. (2003), l'analyse posturographique de l'équilibre debout statique a été réalisée à l'aide d'une plateforme de forces chez 24 PAMP sous administration de médication antiparkinsonienne appariées pour l'âge et le sexe à 20 participants sains (68). Les conditions d'évaluation étaient les suivantes : huit essais étaient réalisés avec les yeux ouverts (YO)(4 essais) ou fermés (YF)(4 essais) en situation de double-tâche cognitive (compte à rebours par bonds de 3) (1 essai) ou motrice (opposition du pouce aux autres doigts de la main) (1 essai) et sans double-tâche (2 essais) (68). L'aire moyenne de la surface parcourue par le centre de masse lors des oscillations posturales a augmenté de façon significative chez le groupe de PAMP comparativement au groupe contrôle lors de l'ajout d'une DTC avec les deux conditions visuelles (YO $p=0.0009$, YF $p=0.017$) et lors de l'ajout d'une DTM avec les YF seulement ($p=0.046$)(68). De plus, une différence significative a été mesurée à ce niveau selon la nature de la double-tâche chez les PAMP ($p=0.023$) (68). Ainsi, l'équilibre statique debout des PAMP semblerait être plus affecté par l'ajout d'une double-tâche de nature cognitive qui était d'ailleurs rapportée par les participants comme étant plus difficile à réaliser que la double-tâche motrice (68). De plus, l'impact de l'ajout d'une double-tâche sur l'équilibre chez le groupe de PAMP semblerait être plus important lorsque ces derniers auraient les yeux ouverts. Cette différence s'expliquerait selon les auteurs par l'effet plancher associé à la condition visuelle «yeux fermés» chez les PAMP qui empêcherait de détecter une détérioration de l'équilibre lors de l'augmentation de la difficulté de la tâche (68).

5.5 L'impact de la stimulation cérébrale profonde sur la cognition et la DTC

Tel que mentionné au chapitre 2, la SCP du NST est utilisée principalement dans le traitement des dyskinésies associées à la prise prolongée de médication

antiparkinsonienne. Toutefois, un bref aperçu de son influence sur la cognition et sur les situations de DTC chez les PAMP sera plutôt abordé ici.

5.5.1 Impact sur la cognition

Dans l'étude de Seri-Fainshtat et coll. (2013), l'impact de la SCP bilatérale du noyau sous-thalamique sur les fonctions cognitives a été évalué auprès de 28 PAMP sous l'influence de la médication antiparkinsonienne à l'aide de tests neuropsychologiques en moyenne deux ans après la chirurgie (144). Les résultats ont démontré auprès de l'échantillon que la SCP du NST améliorerait significativement l'attention ($p=0,03$) et non significativement les fonctions exécutives ($p=0,19$) sans avoir d'effets sur la mémoire ($p=0,65$) (144).

Dans l'étude exploratoire de Williams et coll. (2011), l'évolution des fonctions cognitives de 19 PAMP sous SCP bilatérale du NST et sous médication antiparkinsonienne deux ans après la chirurgie a été comparée à l'aide de tests neuropsychologiques spécifiques à celle de 18 PAMP sous médication antiparkinsonienne seulement (145). Une détérioration significative a été relevée auprès du groupe expérimental à deux tests évaluant respectivement la mémoire non verbale ($p=0,03$) et la vitesse de traitement de l'information orale ($p=0,03$) et à deux tests évaluant le langage ($p=0,01$ et $0,04$), alors qu'une tendance a été relevée à un test évaluant les fonctions exécutives ($p=0,07$) (145). De plus, une tendance à la détérioration de la cognition (diagnostic de TCL ou de démence deux ans post-chirurgie) a été observée chez le groupe expérimental comparativement au groupe contrôle (145). Toutefois, une limitation de cette étude demeure la présence de différences statistiquement significatives entre les deux groupes au niveau de quelques variables démographiques et médicales. Bien que les chercheurs aient effectué des corrections statistiques pour pallier à cette faiblesse, ces différences pourraient potentiellement avoir biaisé les résultats. À l'inverse, une force de cette étude, qui est également attribuable à celle de Seri-Fainshtat et coll. (2013), est l'utilisation de tests neuropsychologiques spécifiques pour mesurer les fonctions cognitives. En effet, selon Williams et coll. (2011), l'utilisation de simples tests de dépistage serait insuffisante pour détecter une détérioration des fonctions cognitives par la SCP du NST chez les PAMP et serait à l'origine des données contradictoires de la littérature au sujet de cet effet délétère (145).

5.5.2 Impact sur la double-tâche cognitive

Dans la même étude préalablement citée de Seri-Fainshtat et coll. (2013), l'impact de la SCP bilatérale du NST sur la marche lors de deux situations de DTC (compter à rebours par bonds de 3 et énumérer le plus grand nombre de mots possible débutant par la même lettre) a également été évalué sous et sans médication antiparkinsonienne (144). Aucune différence statistiquement significative n'a été trouvée entre les différentes conditions d'évaluation pour l'ensemble des paramètres spatiotemporels de la marche étudiés dans le cadre des deux situations de DTC (144). Pour ce qui est de la performance (nombre de soustractions ou de mots) et du nombre d'erreurs aux deux tâches cognitives exécutées pendant la marche, la seule amélioration significative ($p=0,036$) a été observée pour la performance au compte à rebours avec la SCP en fonction sous l'influence de la médication antiparkinsonienne (144). Ainsi, bien que la SCP combinée à la médication semble avoir une influence positive sur certains domaines de la cognition en situation de simple tâche, cette amélioration semble être insuffisante pour être transposée en situation de double-tâche.

5.6 Conclusion

En somme, les troubles cognitifs légers affectent environ une PAMP sur quatre. La classification des TCL répartit ces derniers en deux phénotypes, soient les TCL amnésiques et non-amnésiques, comprenant deux sous-types, soient ceux n'affectant qu'un seul ou plusieurs domaines de la cognition. Chez les PAMP, les TCL non-amnésiques n'affectant qu'un seul domaine cognitif sont les plus fréquemment observés (133, 134). En lien avec les signes et symptômes moteurs de la MP, les PAMP dont la prédominance de l'atteinte est au niveau de l'instabilité posturale et des troubles de la marche présentent une fréquence plus élevée de TCL (135, 136). À cet effet, l'influence des TCL sur la marche, et non pas sur l'équilibre, commence à faire l'objet d'études dont les résultats ont démontré jusqu'à présent une détérioration de certains paramètres associés à leur présence (137, 138). L'impact d'une double-tâche cognitive (DTC) sur la marche et l'équilibre est quant à lui mieux documenté chez la population générale de PAMP et détériorait ces deux fonctions (140). Finalement, l'influence de la SCP du NST sur les fonctions cognitives fait l'objet de résultats contradictoires dans la littérature, et comme pour l'influence des TCL sur l'ensemble de la fonction, devra faire l'objet de nouvelles études pour mieux en cerner les implications.

6. Conclusion

À l'Unité des troubles du mouvement André Barbeau (UTM-AB) du CHUM Notre-Dame, certaines personnes atteintes de la maladie de Parkinson (PAMP) ont rapporté avoir ressenti une détérioration de leur marche et de leur équilibre à la suite de la chirurgie d'implantation du stimulateur cérébral profond. Cette problématique est à l'origine du projet de recherche entrepris à l'UTM-AB du CHUM Notre-Dame et de ce travail dirigé qui comprenait plusieurs objectifs communs. Premièrement, la stimulation cérébrale profonde (SCP), les troubles d'équilibre et de la marche, de même que les troubles cognitifs légers associés à la maladie de Parkinson ont donc fait l'objet de cette recension des écrits. Les faits saillants de cette dernière sont décrits ci-dessous sous forme de résumé. Deuxièmement, nous avons participé à la collecte de données du projet de recherche entrepris à l'UTM-AB du CHUM Notre-Dame dont le but était de mieux comprendre l'impact de la SCP sur la marche et l'équilibre chez les PAMP. Les résultats préliminaires pertinents pour ce travail sont présentés en annexe D sous forme d'abrégé et en annexe E sous forme d'affiche scientifique. Troisièmement, le guide d'utilisation de l'appareil GAITRite® a été réalisé et sera disponible prochainement pour les cliniciens du CHUM Notre-Dame. Il est d'ailleurs possible de le consulter en annexe F de ce travail.

D'une part, les personnes atteintes de la maladie de Parkinson présentent une multitude de symptômes moteurs. En effet, elles ont des déficits de contrôle postural, qui affectent différentes sphères de leur équilibre. Par exemple, elles présentent un balancement médio-latéral anormal en position debout statique, une perception de la verticalité erronée, des difficultés à choisir les bonnes réactions, tant posturales qu'automatiques et une diminution de l'apport proprioceptif compensée par l'apport visuel. La SCP du noyau sous-thalamique (NST) fait l'objet de résultats contradictoires à ce sujet et d'autres recherches sont présentement nécessaires afin de statuer sur l'effet de ce traitement, tant à court terme qu'à long terme. L'évaluation de l'équilibre est donc primordiale avec cette clientèle. L'échelle de Berg n'est cependant pas l'évaluation à privilégier avec cette clientèle secondaire à son effet plafond trop important. Le Mini-BESTest devient alors une ressource de choix considérant ses bonnes qualités métrologiques et son temps d'administration.

D'autre part, les PAMP présentent également des troubles à la marche, notamment au niveau de la vitesse et de la longueur des pas. Ces incapacités sont d'ailleurs accentuées

lors d'une situation où le patient doit effectuer une deuxième tâche tout en marchant. La maladie de Parkinson étant une pathologie dégénérative, les altérations de leur patron de déambulation ne font que s'amplifier avec la progression de la maladie. Toutefois, avec une évaluation adéquate à l'aide de tests standardisés et validés pour cette clientèle, il est possible de qualifier et quantifier ces troubles. Cela permettra ensuite de déterminer un plan de traitement approprié et personnalisé qui contribuera à retarder l'aggravation des symptômes et à optimiser la fonction du patient. À cette fin, le meilleur traitement à ce jour pour la majorité des PAMP comprend une combinaison de la médication antiparkinsonienne et de la stimulation cérébrale profonde. Il est toutefois important de noter que les effets de ces interventions sur les paramètres de la marche sont parfois limités et ont tendance à s'estomper dans le temps (121). Ainsi, l'ajout d'un programme d'entraînement adéquat en combinaison avec l'utilisation de stimuli externes auditifs ou visuels peut s'avérer un complément intéressant pour permettre une optimisation de la fonction chez les PAMP (121).

En plus des symptômes moteurs, les PAMP peuvent également présenter des symptômes non-moteurs telle une altération progressive de la cognition qualifiée de troubles cognitifs légers (TCL). Celle-ci se produit approximativement auprès du quart des PAMP et serait plus fréquemment observée chez celles ayant l'instabilité posturale et les troubles de la marche comme atteintes prédominantes (133, 135, 136). Il est donc important de prendre cet aspect en considération lors de l'évaluation et du traitement de cette clientèle en physiothérapie. En effet, plusieurs études démontrent une influence négative des TCL sur la marche alors que celle sur l'équilibre ne semble pas documentée. De plus, sans que les fonctions cognitives des PAMP ne soient altérées, les situations de double-tâche cognitive (DTC) semblent tout de même amener une certaine détérioration de leur marche et de leur équilibre. À cet effet, la SCP du NST semble de prime abord n'avoir aucune influence sur la performance en situation de DTC alors que son impact sur les fonctions cognitives fait état de résultats contradictoires.

Ensuite, comme mentionné ci-haut, les résultats présentés dans la littérature sur les effets de la stimulation cérébrale profonde sur l'équilibre, la marche et les fonctions cognitives chez les PAMP sont contradictoires. En effet, bien qu'elle soit utilisée en complémentarité avec la médication depuis 1990 pour contrôler la MP, elle est en émergence et elle fait toujours état de recherche. De plus, les mécanismes d'action exacts de celle-ci sont encore inconnus, mais certaines hypothèses de mécanisme d'action ont été émises. Les

effets à court terme s'expliqueraient par une modulation électrophysiologique et des neurotransmetteurs alors qu'à long terme ils seraient causés par la plasticité ainsi que la neurogénèse (6). L'implantation de la SCP n'est également pas sans risque, mais plusieurs complications peuvent être évitées par le processus de sélection des PAMP effectué en pré opératoire. Les deux sites de stimulation les plus fréquemment utilisés pour contrôler la maladie de Parkinson sont le noyau sous-thalamique (NST) et le globus pallidus interne (GPi). La SCP de ces deux noyaux permet une bonne amélioration des symptômes moteurs présents dans la MP, mais celle-ci ne devrait pas être utilisée dans le but d'améliorer la marche. En outre, les effets à long terme de la SCP chez les PAMP sont très peu documentés et les nouveaux sites de stimulations tels que le zona incerta, le noyau ventral intermédiaire du thalamus et le noyau pédonculo-pontin font encore état de recherche. Ainsi, d'autres études sur le sujet seront nécessaires pour mieux comprendre l'efficacité et les effets de la SCP sur la MP.

En définitive, ce travail, y compris le guide d'utilisation du GAITRite[®], pourrait être utilisé comme référence par les cliniciens s'intéressant ou travaillant avec les PAMP. Toutefois, cette recension n'est pas exhaustive et la qualité des articles consultés n'a pas été évaluée. Ainsi, une revue systématique à ce sujet serait souhaitable afin d'obtenir un meilleur niveau d'évidences. De plus, les résultats présentés en annexes D et E n'étant que préliminaires, il faudra patienter jusqu'à la fin de l'étude afin d'obtenir les conclusions finales de ce projet au sujet de l'impact de la SCP du NST sur la marche et l'équilibre. Toutefois, ces résultats sont encourageants puisque la SCP du NST semble avoir un effet positif significatif sur l'équilibre et sur certains paramètres spatio-temporels de la marche à vitesse rapide en moyenne deux ans après la chirurgie.

7. Références

Partie 1 : Introduction

1. Kern DS, Kumar R. Deep brain stimulation. *Neurolog.* 2007;13(5):237-52.
2. Ozinga SJ, Machado AG, Miller Koop M, Rosenfeldt AB, Alberts JL. Objective assessment of postural stability in Parkinson's disease using mobile technology. *Mov Disord.* 2015;30(9):1214-21.
3. Valkovic P, Brozova H, Botzel K, Ruzicka E, Benetin J. Push-and-release test predicts Parkinson fallers and nonfallers better than the pull test: comparison in OFF and ON medication states. *Mov Disord.* 2008;23(10):1453-7.
4. Ma TP. Chapter 26: The Basal Nuclei: Wordpress; [updated 2015-06-13; cited 2016 2016-01-31]. Available from: <http://clinicalgate.com/the-basal-nuclei/>.
5. Caviness JN, Driver-dunckley E, Connor DJ, Sabbagh MN, Hentz JG, Noble B, et al. Defining mild cognitive impairment in Parkinson's disease. *Movement Disorders.* 2007;22(9):1272-7.
6. Udupa K, Chen R. The mechanisms of action of deep brain stimulation and ideas for the future development. *Prog Neurobiol.* 2015;133:27-49.
7. Jellinger K. Mild cognitive impairment in Parkinson disease: heterogenous mechanisms. *Translational Neuroscience, Neurology and Preclinical Neurological Studies, Psychiatry and Preclinical Psychiatric Studies.* 2013;120(1):157-67.
8. Campana P, Pilon M. Maladies neurodégénératives - Syndromes parkinsoniens. Notes du cours PHT-2316, Université de Montréal, 2014.
9. Connolly BS, Lang AE. Pharmacological treatment of Parkinson disease: a review. *JAMA.* 2014;311(16):1670-83.
10. Goodman CC, Fuller SK. *Pathology : Implications for the Physical Therapist.* 4 ed: Saunders; 2014. 1800 p.
11. Purves D, Augustine GJ, Fitzpatrick D, Hall WC. *Neurosciences: De Boeck supérieur;* 2015.
12. Kehagia AA, Barker RA, Robbins TW. Neuropsychological and clinical heterogeneity of cognitive impairment and dementia in patients with Parkinson's disease. *The Lancet Neurology.* 2010;9(12):1200-13.
13. Pedrosa DJ, Timmermann L. Review: Management of Parkinson's disease. *Neuropsychiatric Disease and Treatment.* 2013;9:321-40.
14. Grimes D, Gordon J, Snelgrove B, Lim-Carter I, Fon E, Martin W, et al. Lignes directrices canadiennes sur la maladie de Parkinson. *Canadian Journal of Neurological Sciences.* 2012;39(4):S1-S30.
15. Tarazi FI, Sahli ZT, Wolny M, Mousa SA. Emerging therapies for Parkinson's disease: from bench to bedside. *Pharmacol Ther.* 2014;144(2):123-33.

Partie 2 : La stimulation cérébrale profonde (par Soanie Labelle)

16. Mattis P, Gopin C, Mirra K. Neuropsychological Considerations for Parkinson's Disease Patients Being Considered for Surgical Intervention with Deep Brain Stimulation. In: Ravdin

- LD, Katzen HL, editors. Handbook on the Neuropsychology of Aging and Dementia. Clinical Handbooks in Neuropsychology: Springer New York; 2013. p. 363-83.
17. Khan FR, Henderson JM. Deep brain stimulation surgical techniques. *Handb.* 2013;116:27-37.
 18. Martinez-Ramirez D, Hu W, Bona AR, Okun MS, Shukla AW. Update on deep brain stimulation in Parkinson's disease. *Translational Neurodegeneration.* 2015;4(1).
 19. DeLong M, Wichmann T. Deep brain stimulation for movement and other neurologic disorders. *Ann N Y Acad Sci.* 2012;1265:1-8.
 20. Pollak P, Burkhard P, Vingerhoets F. [Deep brain stimulation: past, present time and future]. *Rev Med Suisse.* 2015;11(472):958-61.
 21. Grimes D GJ, Snelgrove B, Lim-Carter I, Fon E, Martin W, et al. Lignes directrices canadiennes sur la maladie de Parkinson. *Canadian Journal of Neurological Sciences.* 2012;39(4):S1-S30.
 22. Castrioto A, Volkmann J, Krack P. Postoperative management of deep brain stimulation in Parkinson's disease. *Handb Clin Neurol.* 2013;116:129-46.
 23. Miocinovic S, Somayajula S, Chitnis S, Vitek JL. History, applications, and mechanisms of deep brain stimulation. *JAMA Neurol.* 2013;70(2):163-71.
 24. Deep brain stimulation for movement disorders: Medtronic; 2015 [cited 2015 2015-11-21]. Available from: <http://professional.medtronic.com/pt/neuro/dbs-md/prod/index.htm#.VICGIXYvfIU>.
 25. Dale Purves GJA, David Fitzpatrick, William C. Hall, Anthony-Samuel Lamantia, James O. McNamara, Leonard E. White. *Neurosciences.* 4 ed 2011. 917 p.
 26. l'Unité des troubles du mouvements André Barbeau, Élise Lafleur-Prud'Homme 2015.
 27. Deuschl G, Paschen S, Witt K. Clinical outcome of deep brain stimulation for Parkinson's disease. *Handb Clin Neurol.* 2013;116:107-28.
 28. Wikipédia tfe. Zona incerta 2015 [updated 25-10-2015]. Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/Zona_incerta.
 29. Wikipédia tfe. Noyau péduculopontin. 2015.
 30. Benabid AL, Chabardes S, Mitrofanis J, Pollak P. Deep brain stimulation of the subthalamic nucleus for the treatment of Parkinson's disease. *Lancet neurol.* 2009;8(1):67-81.
 31. Agnesi F, Johnson MD, Vitek JL. Deep brain stimulation: how does it work? *Handb.* 2013;116:39-54.
 32. Pandey S, Sarma N. Deep brain stimulation: current status. *Neurol India.* 2015;63(1):9-18.
 33. Okun MS, Foote KD. Parkinson's disease DBS: what, when, who and why? The time has come to tailor DBS targets. *Expert review of neurotherapeutics.* 2010;10(12):1847-57.
 34. Pollak P. Deep brain stimulation for Parkinson's disease - patient selection. *Handb Clin Neurol.* 2013;116:97-105.
 35. Volkmann J. Update on surgery for Parkinson's disease. *Current Opinion in Internal Medicine.* 2007;6(5):511-5.
 36. Sobstyl M, Zabek M, Gorecki W, Mossakowski Z. Quality of life in advanced Parkinson's disease after bilateral subthalamic stimulation: 2 years follow-up study. *Clin Neurol Neurosurg.* 2014;124:161-5.
 37. St. George RJ, Nutt JG, Burchiel KJ, Horak FB. A meta-regression of the long-term effects of deep brain stimulation on balance and gait in PD. *Neurology.* 2010;75(14):1292-9.

38. Ferraye MU, Debu B, Pollak P. [Deep brain stimulation and gait disorders in Parkinson disease]. *Rev Neurol (Paris)*. 2010;166(2):178-87.
39. Liu Y, Li W, Tan C, Liu X, Wang X, Gui Y, et al. Meta-analysis comparing deep brain stimulation of the globus pallidus and subthalamic nucleus to treat advanced Parkinson disease. *J Neurosurg*. 2014;121(3):709-18.
40. Schuepbach WM, Rau J, Knudsen K, Volkmann J, Krack P, Timmermann L, et al. Neurostimulation for Parkinson's disease with early motor complications. *N Engl J Med*. 2013;368(7):610-22.

Partie 3 : Les déficits d'équilibre : description et évaluation (par Cindy Gagnon)

41. Keus S MM, Graziano M, et al. . European Physiotherapy Guideline for Parkinson's Disease. Netherlands: ParkinsonNet; 2014.
42. Benatru I, Vaugoyeau M, Azulay JP. Postural disorders in Parkinson's disease. *Neurophysiol Clin*. 2008;38(6):459-65.
43. Jacobs JV, Dimitrova DM, Nutt JG, Horak FB. Can stooped posture explain multidirectional postural instability in patients with Parkinson's disease? *Exp Brain Res*. 2005;166(1):78-88.
44. Goetz CG, Poewe W, Rascol O, Sampaio C, Stebbins GT, Counsell C, et al. Movement Disorder Society Task Force report on the Hoehn and Yahr staging scale: Status and recommendations The Movement Disorder Society Task Force on rating scales for Parkinson's disease. *Mov Disord*. 2004;19(9):1020-8.
45. Kim SD, Allen NE, Canning CG, Fung VS. Postural instability in patients with Parkinson's disease. *Epidemiology, pathophysiology and management. CNS Drugs*. 2013;27(2):97-112.
46. Schoneburg B, Mancini M, Horak F, Nutt JG. Framework for understanding balance dysfunction in Parkinson's disease. *Mov Disord*. 2013;28(11):1474-82.
47. Błaszczyk JW, Orawiec R, Duda-Klodowska D, Opala G. Assessment of postural instability in patients with Parkinson's disease. *Exp Brain Res*. 2007;183(1):107-14.
48. Nantel J, McDonald JC, Bronte-Stewart H. Effect of medication and STN-DBS on postural control in subjects with Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord*. 2012;18(3):285-9.
49. Pereira CB, Kanashiro AK, Maia FM, Barbosa ER. Correlation of impaired subjective visual vertical and postural instability in Parkinson's disease. *J Neurol Sci*. 2014;346(1-2):60-5.
50. Leimkuehler PE. Automatic Postural Responses Washington [cited 2016 6 janvier]. Available from: http://www.oandp.org/olc/lessons/html/SSC_10/section_07.asp?frmCourseSectionId=ACCAA1B7-285D-4735-875D-2AEEF6CA9D6A.
51. Nallegowda M, Singh U, Handa G, Khanna M, Wadhwa S, Yadav SL, et al. Role of sensory input and muscle strength in maintenance of balance, gait, and posture in Parkinson's disease: a pilot study. *Am J Phys Med Rehabil*. 2004;83(12):898-908.
52. Bleuse S, Cassim F, Blatt JL, Labyt E, Bourriez JL, Derambure P, et al. Anticipatory postural adjustments associated with arm movement in Parkinson's disease: a biomechanical analysis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2008;79(8):881-7.

53. Hall LM, Brauer SG, Horak F, Hodges PW. The effect of Parkinson's disease and levodopa on adaptation of anticipatory postural adjustments. *Neuroscience*. 2013;250:483-92.
54. Lacour M. Dysfonctionnements système vestibulaire: compensation et reéducation. Boeck Gd, editor 2006. 174 p.
55. Boonstra TA, van der Kooij H, Munneke M, Bloem BR. Gait disorders and balance disturbances in Parkinson's disease: clinical update and pathophysiology. *Curr Opin Neurol*. 2008;21(4):461-71.
56. Konczak J, Corcos DM, Horak F, Poizner H, Shapiro M, Tuite P, et al. Proprioception and motor control in Parkinson's disease. *Journal of motor behavior*. 2009;41(6):543-52.
57. Vaugoyeau M, Viel S, Assaiante C, Amblard B, Azulay JP. Impaired vertical postural control and proprioceptive integration deficits in Parkinson's disease. *Neuroscience*. 2007;146(2):852-63.
58. Panyakaew P, Anan C, Bhidayasiri R. Visual deprivation elicits subclinical postural inflexibilities in early Parkinson's disease. *J Neurol Sci*. 2014;349(1-2):214-9.
59. Vaugoyeau M, Azulay JP. Role of sensory information in the control of postural orientation in Parkinson's disease. *J Neurol Sci*. 2010;289(1-2):66-8.
60. Rocchi L, Chiari L, Horak F. Effects of deep brain stimulation and levodopa on postural sway in Parkinson's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*. 2002;73(3):267-74.
61. Colnat-Coulbois S, Gauchard G, Maillard L, Barroche G, Vespignani H, Auque J, et al. Bilateral subthalamic nucleus stimulation improves balance control in Parkinson's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*. 2005;76(6):780-7.
62. Maurer C, Mergner T, Xie J, Faist M, Pollak P, Lücking CH. Effect of chronic bilateral subthalamic nucleus (STN) stimulation on postural control in Parkinson's disease. *Brain*. 2003;126(5):1146-63.
63. Visser JE, Allum JHJ, Carpenter MG, Esselink RA, Speelman JD, Borm GF, et al. Subthalamic nucleus stimulation and levodopa-resistant postural instability in Parkinson's disease. *J Neurol*. 2008;255(2):205-10.
64. St George RJ, Carlson-Kuhta P, Nutt JG, Hogarth P, Burchiel KJ, Horak FB. The effect of deep brain stimulation randomized by site on balance in Parkinson's disease. *Mov Disord*. 2014;29(7):949-53.
65. Bejjani B, Gervais D, Arnulf I, Papadopoulos S, Demeret S, Bonnet A, et al. Axial parkinsonian symptoms can be improved: the role of levodopa and bilateral subthalamic stimulation. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*. 2000;68(5):595-600.
66. Potter-Nerger M, Volkmann J. Deep brain stimulation for gait and postural symptoms in Parkinson's disease. *Mov Disord*. 2013;28(11):1609-15.
67. Mak MY, Pang MC. Balance confidence and functional mobility are independently associated with falls in people with Parkinson's disease. *J Neurol*. 2009;256(5):742-9.
68. Marchese R, Bove M, Abbruzzese G. Effect of cognitive and motor tasks on postural stability in Parkinson's disease: a posturographic study. *Mov Disord*. 2003;18(6):652-8.
69. de Lima-Pardini AC, Papegaaij S, Cohen RG, Teixeira LA, Smith BA, Horak FB. The interaction of postural and voluntary strategies for stability in Parkinson's disease. *J Neurophysiol*. 2012;108(5):1244-52.
70. Rehab Measures: Movement Disorder Society sponsored Unified Parkinson's Disease Rating Scale Revision [updated 08/01/2014;29/02/2016]. Available from: <http://www.rehabmeasures.org/Lists/RehabMeasures/PrintView.aspx?ID=1134>.

71. Charles D, Tolleson C, Davis TL, Gill CE, Molinari AL, Bliton MJ, et al. Pilot study assessing the feasibility of applying bilateral subthalamic nucleus deep brain stimulation in very early stage Parkinson's disease: study design and rationale. *Journal of Parkinsons Disease Print*. 2012;2(3):215-23.
72. Jenkins ME, Johnson AM, Holmes JD, Stephenson FF, Spaulding SJ. Predictive validity of the UPDRS postural stability score and the Functional Reach Test, when compared with ecologically valid reaching tasks. *Parkinsonism Relat Disord*. 2010;16(6):409-11.
73. Goetz CG, Tilley BC, Shaftman SR, Stebbins GT, Fahn S, Martinez-Martin P, et al. Movement Disorder Society-sponsored revision of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (MDS-UPDRS): Scale presentation and clinimetric testing results. *Mov Disord*. 2008;23(15):2129-70.
74. Stebbins GT, Goetz CG. Factor structure of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale: Motor Examination section. *Mov Disord*. 1998;13(4):633-6.
75. Munhoz RP, Li JY, Kurtinez M, Piboolnurak P, Constantino A, Fahn S, et al. Evaluation of the pull test technique in assessing postural instability in Parkinson's disease. *Neurology*. 2004;62(1):125-7.
76. Visser M, Marinus J, Bloem BR, Kijes H, van den Berg BM, van Hilten JJ. Clinical tests for the evaluation of postural instability in patients with parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003;84(11):1669-74.
77. Pilon M. Évaluer la personne âgée par les professionnels de la physiothérapie. *CSSS de Bordeaux-Cartierville-St-Laurent*2012. 139 p.
78. Behrman AL, Light KE, Flynn SM, Thigpen MT. Is the functional reach test useful for identifying falls risk among individuals with Parkinson's disease? *Arch Phys Med Rehabil*. 2002;83(4):538-42.
79. Rehab Measures: Functional Reach Test / Modified Functional Reach Test [updated 04/12/2013; cited 2016 14/01]. Available from: <http://www.rehabmeasures.org/Lists/RehabMeasures/PrintView.aspx?ID=950>.
80. Rehab Measures: Berg Balance Scale [updated 19/06/2013/03/2016]. Available from: <http://www.rehabmeasures.org/Lists/RehabMeasures/PrintView.aspx?ID=888>.
81. Leddy AL, Crouner BE, Earhart GM. Functional gait assessment and balance evaluation system test: reliability, validity, sensitivity, and specificity for identifying individuals with Parkinson disease who fall. *Phys Ther*. 2011;91(1):102-13.
82. Steffen T, Seney M. Test-retest reliability and minimal detectable change on balance and ambulation tests, the 36-item short-form health survey, and the unified Parkinson disease rating scale in people with parkinsonism.[Erratum appears in *Phys Ther*. 2010 Mar;90(3):462]. *Phys Ther*. 2008;88(6):733-46.
83. Duncan RP, Leddy AL, Cavanaugh JT, Dibble LE, Ellis TD, Ford MP, et al. Comparative utility of the BESTest, mini-BESTest, and brief-BESTest for predicting falls in individuals with Parkinson disease: a cohort study. *Phys Ther*. 2013;93(4):542-50.
84. Leddy AL, Crouner BE, Earhart GM. Utility of the Mini-BESTest, BESTest, and BESTest sections for balance assessments in individuals with Parkinson disease. *J Neurol Phys Ther*. 2011;35(2):90-7.
85. King L, Horak F. On the Mini-BESTest: Scoring and the Reporting of Total Scores. *Phys Ther*. 2013;93(4):571-5.

86. Kegelmeyer D, Ellis T, Esposito A, Gallagher R, Harro CC, Hoder J, et al. Measurement Characteristics and Clinical Utility of the Mini BESTest in Individuals With Parkinson Disease. *Arch Phys Med Rehabil.* 2015;96(7):1367-8.
87. Holmes JD, Jenkins ME, Johnson AM, Hunt MA, Clark RA. Validity of the Nintendo Wii balance board for the assessment of standing balance in Parkinson's disease. *Clin Rehabil.* 2013;27(4):361-6.
88. Rehab Measures: Fullerton Advanced Balance Scale [updated 16/11/201203/03/2016]. Available from: <http://www.rehabmeasures.org/Lists/RehabMeasures/PrintView.aspx?ID=1056>.
89. Schlenstedt C, Brombacher S, Hartwigsen G, Weisser B, Moller B, Deuschl G. Comparing the Fullerton Advanced Balance Scale with the Mini-BESTest and Berg Balance Scale to assess postural control in patients with Parkinson disease. *Arch Phys Med Rehabil.* 2015;96(2):218-25.
90. Keus S, Munneke M, Graziano M, et al. European Physiotherapy Guideline for Parkinson's Disease. Netherlands: ParkinsonNet; 2014.

Partie 4 : Les troubles de la marche : évaluation et traitement (par Mélissa Foucault)

91. Giladi N, Shabtai H, Rozenberg E, Shabtai E. Gait Festination in Parkinson's Disease. *Parkinsonism Relat Disord.* 2000:135-8.
92. Heremans E, Nieuwboer A, Vercruyse S. Freezing of gait in Parkinson's disease: where are we now? *Curr Neurol Neurosci Rep.* 2013;13(6):350.
93. Grubli D KC, Welter ML, Lau B, Hirsch EC, Vidailhet M, et al. . Normal and pathological gait : what we learn from Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2012;83(10):979-85.
94. Ferraye MU, Debu B, Pollak P. [Deep brain stimulation and gait disorders in Parkinson disease]. *Rev Neurol (Paris).* 2010;166(2):178-87.
95. Griffin HJ, Greenlaw R, Limousin P, Bhatia K, Quinn NP, Jahanshahi M. The effect of real and virtual visual cues on walking in Parkinson's disease. *J Neurol.* 258(6):991-1000.
96. St George RJ, Nutt JG, Burchiel KJ, Horak FB. A meta-regression of the long-term effects of deep brain stimulation on balance and gait in PD. *Neurology* 75. 2010:1292-9.
97. Franchignoni F,VELOZO CA, QUTUBUDDIN AA, CIFU DX, CARNE W. Use of the Berg Balance Scale in rehabilitation evaluation of patients with Parkinson's disease [2] (multiple letters). *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2005;86(11):2225-6.
98. Nelson AJ Z, D., Brody, S., Doran, C., Pulver, L., Rooz, G., ... & Rothman, J. The validity of the gaitrite and the functional ambulation performance scoring system in the analysis of Parkinson gait. *NeuroRehabilitation.* 2001;72(3):255-62.
99. Seri-Fainshtat E, Israel Z, Weiss A, Hausdorff JM. Impact of sub-thalamic nucleus deep brain stimulation on dual tasking gait in Parkinson's disease. *J Neuroengineering Rehabil.* 2013.
100. Keus S. Evidence-based guidelines for physiotherapy in Parkinson's Disease. Melbourne (AUS): ParkinsonNet; 2012.
101. Morris S, Morris ME, Ianssek R. Reliability of measurements obtained with the Timed "Up & Go" test in people with Parkinson disease. *Phys Ther.* 81(2):810-8.
102. Rehab Measures : Timed Up and Go 2010. Available from: <http://www.rehabmeasures.org/Lists/RehabMeasures/DispForm.aspx?ID=903>.

103. Keus SH, Nieuwboer A, Bloem BR, Borm GF, Munneke M. Clinimetric analyses of the Modified Parkinson Activity Scale. *Parkinsonism Relat Disord.* 2009;15(4):263-9.
104. Rehab Measures : Modified Parkinson Activity Scale 2009. Available from: <http://www.rehabmeasures.org/Lists/RehabMeasures/DispForm.aspx?ID=1135>.
105. Lowe R. Dynamic Gait index: Physiopedia. Available from: http://www.physio-pedia.com/Dynamic_Gait_Index_-_Outcome_Measure.
106. Rehab Measures : Dynamic Gait Index 2013. Available from: <http://www.rehabmeasures.org/Lists/RehabMeasures/PrintView.aspx?ID=898>.
107. Rehab Measures : Functional Gait Assessment 2010. Available from: <http://www.rehabmeasures.org/Lists/RehabMeasures/DispForm.aspx?ID=893>.
108. Greenan S. Six Minute Walk Test/6 Minute Walk Test: Physiopedia. Available from: http://www.physio-pedia.com/Six_Minute_Walk_Test_/6_Minute_Walk_Test.
109. Rehab Measures : 6 Minutes Walk Test 2013. Available from: <http://www.rehabmeasures.org/Lists/RehabMeasures/PrintView.aspx?ID=895>.
110. Greenan S. 10 Meter Walk Test: Physiopedia. Available from: http://www.physio-pedia.com/10_Metre_Walk_Test.
111. Rehab Measures : 10 Meters Walk Test 2014. Available from: <http://www.rehabmeasures.org/Lists/RehabMeasures/PrintView.aspx?ID=901>.
112. Rehab Measures : Freezing of Gait Questionnaire. 2012.
113. Giladia N. SE, Biranb S., Talc J., Korczynna AD. Construction of freezing of gait questionnaire for patients with Parkinsonism. *Parkinsonism and Related Disorders* 6. 2000:165-70.
114. Van Uden CJ, Besser MP. Test-retest reliability of temporal and spatial gait characteristics measured with an instrumented walkway system (GAITRite®) 2004. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC420245/>.
115. Bredin J, Bruno M, Jannin I, Flambart JP. Utilisation du tapis de marche GAITRite® dans l'évaluation du traitement de la marche de l'adulte hémiplegique. *Sci Sports.* 2013;28(1):46-9.
116. Lee SJ, Yoo JY, Ryu JS, Park HK, Chung SJ. The effects of visual and auditory cues on freezing of gait in patients with Parkinson disease. *Am J Phys Med Rehabil.* 2012;91(1):2-11.
117. Schlick C, Struppler A, Boetzel K, Plate A, Ilmberger J. Dynamic visual cueing in combination with treadmill training for gait rehabilitation in Parkinson disease. *Am J Phys Med Rehabil.* 2012;91(1):75-9.
118. Luessi F, Mueller LK, Breimhorst M, Vogt T. Influence of visual cues on gait in Parkinson's disease during treadmill walking at multiple velocities. *J Neurol Sci.* 314(1-2):78-82.
119. Earhart GM, Williams AJ. Treadmill training for individuals with Parkinson disease. *Phys Ther.* 92(7):893-7.
120. Morris ME, Martin CL, Schenkman ML. Striding Out With Parkinson Disease : Evidence-Based Physical Therapy for Gait Disorders. American Physical Therapy Association. 2010;90(2):280-8.
121. Bella SD, Benoit CE, Farrugia N, Schwartze M, Kotz SA. Effects of musically cued gait training in Parkinson's disease: beyond a motor benefit. *Ann N Y Acad Sci.* 1337:77-85.
122. Ledger S, Galvin R, Lynch D, Stokes EK. A randomised controlled trial evaluating the effect of an individual auditory cueing device on freezing and gait speed in people with Parkinson's disease. *BMC Neurology.* 8:46.

123. Vitale C, Agosti V, Avella D, Santangelo G, Amboni M, Rucco R, et al. Effect of Global Postural Rehabilitation program on spatiotemporal gait parameters of parkinsonian patients: a three-dimensional motion analysis study. *Neurol Sci.* 2012;33(6):1337-43.
124. Mhatre PV, Vilares I, Stibb SM, Albert MV, Pickering L, Marciniak CM, et al. Wii Fit balance board playing improves balance and gait in Parkinson disease. *PM R.* 2013;5(9):769-77.
125. McNeely ME, Earhart GM. Medication and subthalamic nucleus deep brain stimulation similarly improve balance and complex gait in Parkinson disease. *Parkinsonism Relat Disord.* 2013;19(1):86-91.
126. Yogev-Seligmann G, Giladi N, Brozgol M, Hausdorff JM. A training program to improve gait while dual tasking in patients with Parkinson's disease: a pilot study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93(1):176-81.

Partie 5 : Les troubles cognitifs légers (par Andréanne Laurin-Fournier)

127. Diagnostic and statistical manual of mental disorders : DSM-5: Arlington, VA : American Psychiatric Association; 2013 [05/01/2015]. Fifth edition..[Section II: Diagnostic Criteria and Codes - Neurocognitive disorders - Neurocognitive Domains]. Available from: <http://dsm.psychiatryonline.org/doi/book/10.1176/appi.books.9780890425596>.
128. Sachdev PS, Blacker D, Blazer DG, Ganguli M, Jeste DV, Paulsen JS, et al. Classifying neurocognitive disorders: the DSM-5 approach. *Nat Rev Neurol.* 2014;10(11):634-42.
129. Korczyn AD. Mild cognitive impairment in Parkinson's disease. *Journal of Neural Transmission.* 2013;120(4):517-21.
130. Barone P, Aarsland D, Burn D, Emre M, Kulisevsky J, Weintraub D. Cognitive impairment in nondemented Parkinson's disease. *Hoboken2011.* p. 2483-95.
131. Aarsland D, Bronnick K, Fladby T. Mild cognitive impairment in Parkinson's disease. *Current Neurology and Neuroscience Reports.* 2011;11(4):371-8.
132. Litvan I, Goldman JG, Troster AI, Schmand BA, Weintraub D, Petersen RC, et al. Diagnostic criteria for mild cognitive impairment in Parkinson's disease: Movement Disorder Society Task Force guidelines. *Movement Disorders.* 2012;27(3):349-56.
133. Litvan I, Aarsland D, Adler CH, Goldman JG, Kulisevsky J, Mollenhauer B, et al. MDS task force on mild cognitive impairment in Parkinson's disease: Critical review of PD-MCI. *Hoboken2011.* p. 1814-24.
134. Aarsland D, Bronnick K, Williams-Gray C, Weintraub D, Marder K, Kulisevsky J, et al. Mild cognitive impairment in Parkinson disease: a multicenter pooled analysis. *Neurology.* 2010;75(12):1062.
135. Poletti M, Frosini D, Pagni C, Baldacci F, Nicoletti V, Tognoni G, et al. Mild cognitive impairment and cognitive-motor relationships in newly diagnosed drug-naïve patients with Parkinson's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry.* 2012;83(6):601-6.
136. Sollinger AB, Goldstein FC, Lah JJ, Levey AI, Factor SA. Mild cognitive impairment in Parkinson's disease: Subtypes and motor characteristics. *Parkinsonism and Related Disorders.* 2010;16(3):177-80.
137. Amboni M, Barone P, Ippariello L, Lista I, Tranfaglia R, Fasano A, et al. Gait patterns in Parkinsonian patients with or without mild cognitive impairment. *Movement Disorders.* 2012;27(12):1536-43.

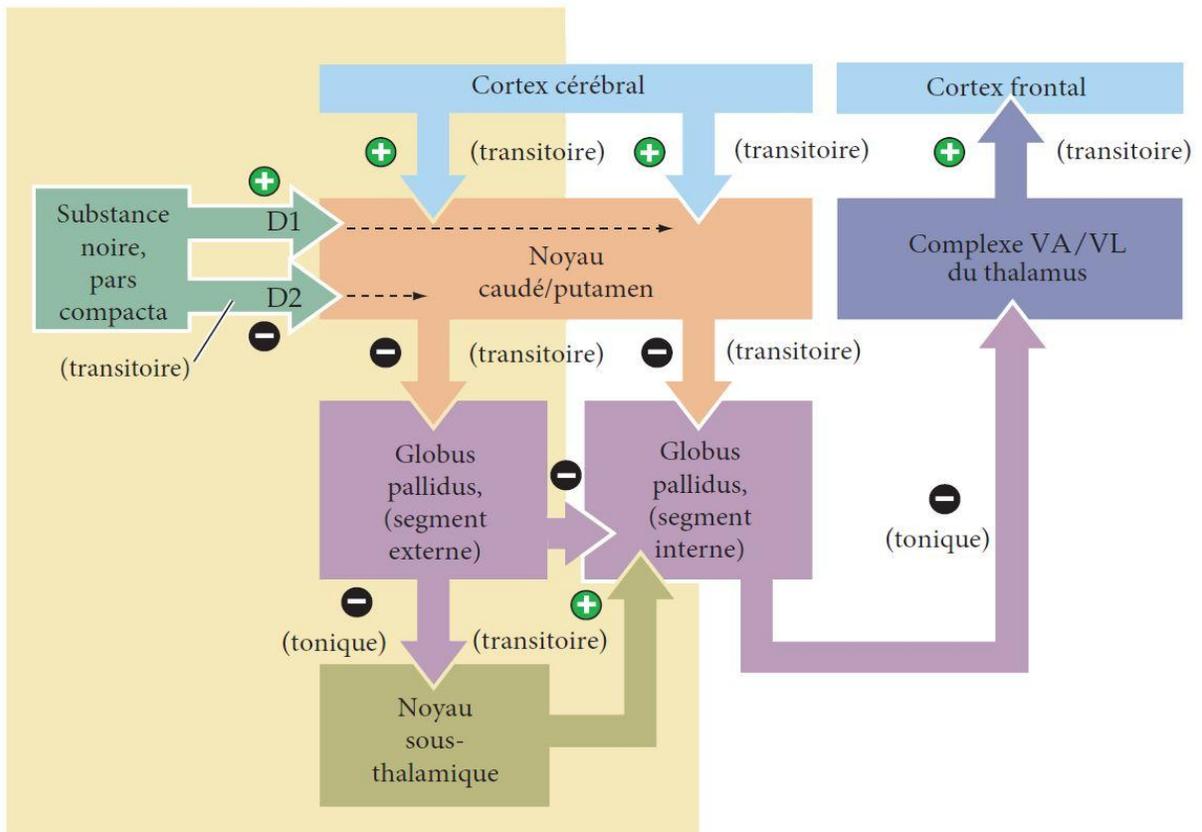
138. Stegemoller EL, Wilson JP, Hazamy A, Shelley MC, Okun MS, Altmann LJ, et al. Associations between cognitive and gait performance during single- and dual-task walking in people with Parkinson disease. *Physical Therapy*. 2014;94(6):757-66.
139. Amboni M, Barone P, Hausdorff JM. Cognitive contributions to gait and falls: evidence and implications. *Movement Disorders*. 2013;28(11):1520-33.
140. Bloem BR, Grimbergen YA, van Dijk JG, Munneke M. The "posture second" strategy: a review of wrong priorities in Parkinson's disease. *J Neurol Sci*. 2006;248(1-2):196-204.
141. Yogev G, Giladi N, Peretz C, Springer S, Simon ES, Hausdorff JM. Dual tasking, gait rhythmicity, and Parkinson's disease: which aspects of gait are attention demanding? *European Journal of Neuroscience*. 2005;22(5):1248-56.
142. O'Shea S, Morris ME, Ianssek R. Dual task interference during gait in people with Parkinson disease: effects of motor versus cognitive secondary tasks. *Physical Therapy*. 2002;82(9):888-97.
143. Morris M, Ianssek R, Smithson F, Huxham F. Postural instability in Parkinson's disease: a comparison with and without a concurrent task. *Gait Posture*. 2000;12(3):205-16.
144. Seri-Fainshtat E, Israel Z, Weiss A, Hausdorff JM. Impact of sub-thalamic nucleus deep brain stimulation on dual tasking gait in Parkinson's disease. *Journal of Neuroengineering & Rehabilitation*. 2013;10:38.
145. Williams AE, Arzola GM, Strutt AM, Simpson R, Jankovic J, York MK. Cognitive outcome and reliable change indices two years following bilateral subthalamic nucleus deep brain stimulation. *Parkinsonism and Related Disorders*. 2011;17(5):321-7.

ANNEXES

Annexe A

Annexe A : Voie indirecte et directe des noyaux gris centraux chez un sujet sain (11)

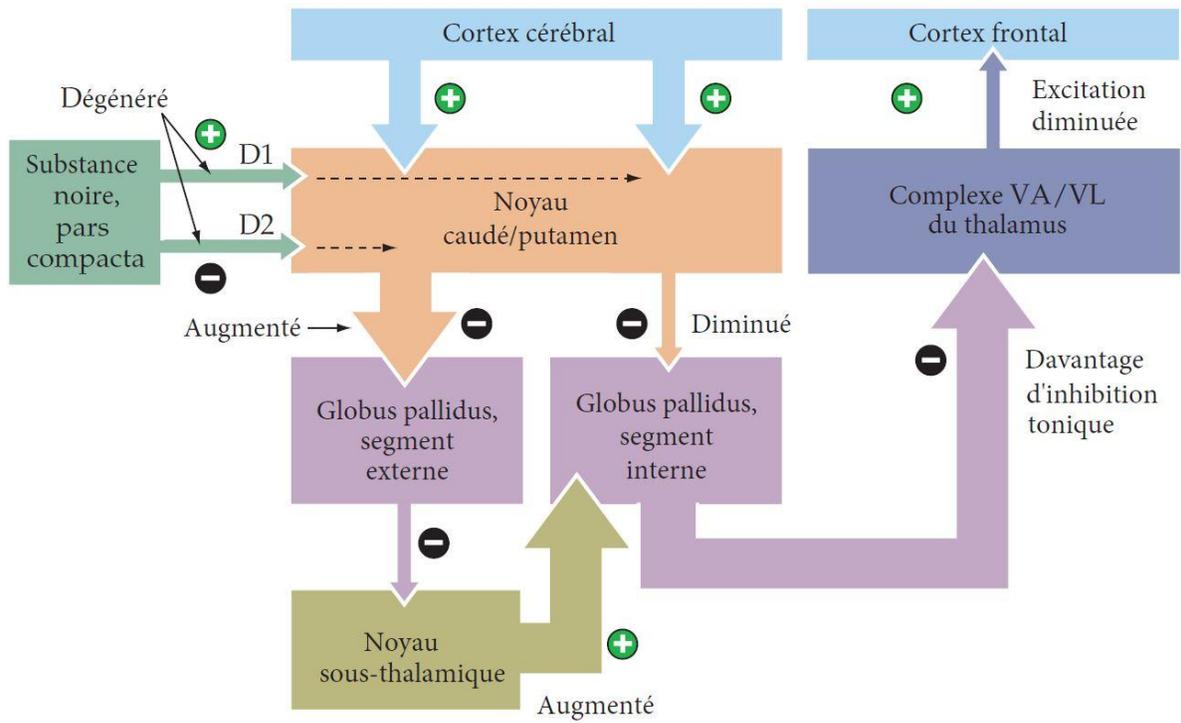
(B) Voies indirecte et directe



Annexe B

Annexe B : Voie indirecte et directe des noyaux gris centraux chez les PAMP (11)

(A) Maladie de Parkinson (hypokinétique)



Annexe C

Annexe C : Critères diagnostiques des troubles cognitifs légers chez les PAMP (132)

I. Critères d'inclusion
<ul style="list-style-type: none">• Diagnostic de la maladie de Parkinson selon les critères du UKPD Brain Bank• Déclin graduel, dans le contexte de la maladie de Parkinson, des habilités cognitives rapporté par le patient ou par l'un de ses proches, ou observé par un clinicien• Déficits cognitifs relevés aux tests neuropsychologiques formels ou sur une échelle des habilités cognitives globales (détails à la section III)• Déficits cognitifs non suffisants pour interférer significativement avec l'indépendance fonctionnelle, malgré la présence possible de difficultés subtiles aux tâches fonctionnelles complexes
II. Critères d'exclusion
<ul style="list-style-type: none">• Diagnostic de démence de Parkinson selon les critères proposés par la MDS Task Force• Troubles cognitifs expliqués par une autre atteinte primaire (délirium, accident vasculaire cérébral, dépression majeure, anormalités métaboliques, effets secondaires de la médication, traumatisme crânien)• Présence d'autres comorbidités associées à la maladie de Parkinson (trouble moteur, anxiété sévère, dépression, somnolence excessive pendant le jour, psychose) qui, selon l'opinion d'un clinicien, influencent significativement l'évaluation de la cognition
III. Lignes directrices spécifiques aux TCL retrouvés chez les PAMP
<u>Niveau I : évaluation abrégée</u>
<ul style="list-style-type: none">• Trouble relevé par une échelle des habilités cognitives globales validée pour la clientèle MP <i>ou</i>• Trouble relevé par au moins deux tests lors de l'administration d'une batterie limitée de tests neuropsychologiques (batterie comprenant moins de deux tests pour chacun des cinq domaines cognitifs, ou batterie n'évaluant pas les cinq domaines cognitifs)
<u>Niveau II : évaluation exhaustive</u>
<ul style="list-style-type: none">• Évaluation neuropsychologique incluant l'administration de deux tests pour chacun des cinq domaines cognitifs• Trouble relevé par au moins deux tests neuropsychologiques, représenté par deux tests positifs dans un seul domaine cognitif ou par un test positif dans deux différents domaines cognitifs• Trouble relevé aux tests neuropsychologiques peut être démontré par :<ul style="list-style-type: none">○ Performance approximativement inférieure à la norme appropriée de 1 ou 2 écart-types○ Déclin significatif démontré par une série de tests cognitifs○ Déclin significatif relativement au niveau prémorbide estimé
IV. Classification en sous-types pour les TCL chez les PAMP (optionnelle, nécessite deux tests pour chacun des cinq domaines cognitifs)
<ul style="list-style-type: none">• TCL chez les individus atteints de la MP n'affectant qu'un seul domaine cognitif : anormalités des résultats de deux tests pour un même domaine cognitif, les autres domaines étant intacts• TCL chez les individus atteints de la MP affectant plusieurs domaines cognitifs : anormalités des résultats d'au moins un test pour deux domaines cognitifs ou plus

Annexe D

Annexe D : Résultats préliminaires du projet au CHUM Notre-Dame (abrégé)

Titre :

Impact de la stimulation cérébrale profonde sur la marche et l'équilibre chez les personnes atteintes de la maladie de Parkinson : résultats préliminaires

Auteurs :

Foucault M¹, Gagnon C¹, Labelle S¹, Laurin-Fournier A¹, Lafleur Prud'homme E² & Barthélemy D.³

¹Programme de physiothérapie, École de réadaptation, Université de Montréal;

²Centre Hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM) Notre-Dame;

³Centre de Recherche Interdisciplinaire en Réadaptation (CRIR).

Abrégé :

Introduction : Le tremblement, la rigidité, l'akinésie et les troubles de la posture sont les signes cardinaux retrouvés chez les personnes atteintes de la maladie de Parkinson (PAMP). Ces symptômes moteurs peuvent affecter la marche et l'équilibre. Un complément au traitement pharmacologique est la stimulation cérébrale profonde (SCP) du noyau sous-thalamique (NST) dont l'impact sur la marche et l'équilibre fait l'objet de résultats contradictoires dans la littérature.

Objectif : Mieux comprendre l'effet de la SCP du NST sur la marche et l'équilibre en l'absence de médication antiparkinsonienne chez les PAMP.

Méthodologie : Une physiothérapeute a réalisé l'évaluation des paramètres spatio-temporels de la marche à vitesse confortable, rapide et avec une double-tâche cognitive à l'aide du GAITRite. L'équilibre a été évalué à l'aide du Mini-BESTest et la motricité globale à l'aide du MDS-UPDRS III. L'évaluation a été effectuée aléatoirement avec la SCP du NST en fonction et hors fonction chez huit PAMP n'étant pas sous l'influence de leur médication antiparkinsonienne.

Résultats : Des différences statistiquement significatives ont été observées en faveur de la SCP en fonction pour la cadence et la vitesse lors de l'épreuve de marche à vitesse rapide ainsi que pour l'équilibre debout et la motricité globale. Une tendance a été observée en faveur de la SCP en fonction pour la vitesse lors de l'épreuve de marche en double-tâche cognitive.

Conclusion : La SCP du NST a un effet positif sur l'équilibre, la motricité globale et sur certains aspects de la marche chez les PAMP.

Mots-clés :

Stimulation cérébrale profonde, Parkinson, marche, équilibre.

Annexe E

Annexe E : Résultats préliminaires du projet au CHUM Notre-Dame (affiche)

Impact de la stimulation cérébrale profonde sur la marche et l'équilibre chez les personnes atteintes de la maladie de Parkinson : résultats préliminaires



Foucault M¹, Gagnon C¹, Labelle S¹, Laurin-Fournier A¹, Lafleur Prud'Homme E², Pht. et Barthélémy D³, PhD.
¹Programme de physiothérapie, École de réadaptation, Université de Montréal. ²CHUM Notre-Dame. ³CRR.



Introduction

- La maladie de Parkinson affecte 1% de la population de 60 ans et plus et touche 1,5 fois plus d'hommes que de femmes.¹
- Le tremblement, la rigidité, l'altération et les troubles de la posture sont les signes cardinaux retrouvés chez les personnes atteintes de la maladie de Parkinson (MSP). Ces symptômes moteurs entraînent une détérioration de la qualité de vie.
- Un complément au traitement pharmacologique est la stimulation cérébrale profonde (SCP) du noyau sous-thalamique (NST).



Figure 1 : Illustration du noyau sous-thalamique (NST) et du noyau subthalamique (STN).

• L'impact de la SCP du NST sur la marche et l'équilibre fait l'objet de résultats contradictoires dans la littérature.

• Plus précisément, l'impact de la SCP du NST sur la marche en situation de double-tâche cognitives est peu étudié.²

Objectifs

- Mieux comprendre l'effet de la SCP du NST sur la marche en l'absence de médication antiparkinsonienne chez les PSP.
- Mieux comprendre l'effet de la SCP du NST sur l'équilibre en l'absence de médication antiparkinsonienne chez les PSP.

Population à l'étude

- Critères d'inclusion :**
- Être atteint de la maladie de Parkinson idiopathique
 - Être traité par SCP bilatérale des NST depuis au moins 12 mois
 - Avoir complété le protocole d'évaluation pré et post opératoire de la SCP du NST, en place depuis 2011, au CHUM Notre-Dame
 - Être capable de marcher au moins dix mètres sans aide technique
- Critères d'exclusion :**
- Être atteint de troubles neurocognitifs majeurs
 - Être atteint de dépression majeure non traitée

Méthodologie

- Une physiothérapeute de l'unité des troubles du mouvement André-Blaisseau (UTM-AB) du CHUM Notre-Dame a réalisé les évaluations avec l'aide d'étudiants à la maîtrise en physiothérapie de l'Université de Montréal.
- Mesure de l'équilibre :
 - Mesure spatio-temporelle de la marche à vitesse confortable, rapide et lors d'une double-tâche cognitive (en comptant à rebours par bords de trot à partir de 100)
 - Mesure de la stabilité posturale du Mini-BESTest
 - Mesure à l'aide du GAITrite
- Les sujets ont cessé leur médication antiparkinsonienne au moins dix heures avant l'évaluation.
- L'évaluation dure une heure et a été répétée deux fois, soit une fois avec la SCP du NST en fonction et une fois hors fonction, de repos de 45 minutes séparant les deux périodes d'évaluation.
- L'ordre des évaluations (SCP en fonction ou hors fonction) a été réalisé de façon aléatoire.

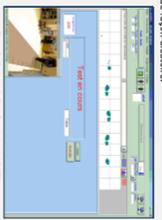


Figure 2 : Exemple de l'écran du logiciel de mesure de la marche.

Résultats préliminaires

Tableau 1 : Caractéristiques des sujets (n=8 PAMP¹)

Caractéristiques	Moyenne ± écart-type (ET)
Âge (années)	64,38 ± 7,48
Durée de la maladie (années)	12,13 ± 3,68
Temps écoulé depuis la chirurgie (mois)	24,13 ± 8,94

¹Hommes n=3; Femmes n=5

²Un test paramétrique de t pour données appariées a été utilisé afin de comparer l'échec à lui-même.

Résultats préliminaires (suite)

Tableau 2 : Comparaison des différentes évaluations entre la SCP hors fonction et en fonction

Évaluations	Variables	SCP hors fonction		SCP en fonction		Statistique t	p ²
		Moyenne ± ET	ET	Moyenne ± ET	ET		
Vitesse confortable	Cadence (pas/mètre)	101,53 ± 20,75	102,75 ± 16,34	0,54	0,60		
	Vitesse (cm/seconde)	88,40 ± 38,39	92,38 ± 32,25	0,78	0,46		
	FAV (%)	81,00 ± 17,40	86,50 ± 15,69	1,35	0,17		
	Vitesse globale	120,51 ± 22,48	129,38 ± 17,24	3,20	0,015		
Cadence (pas/mètre)	Vitesse (cm/seconde)	119,94 ± 48,80	139,08 ± 42,28	4,02	0,0050		
	FAV (%)	81,88 ± 14,18	84,00 ± 11,35	0,57	0,59		
Boucle-tête courbée	Cadence (pas/mètre)	88,30 ± 29,02	99,50 ± 26,99	1,81	0,11		
	Vitesse (cm/seconde)	79,81 ± 36,64	90,35 ± 49,65	2,00	0,086		
FAV (%)	Total Mini-BESTest	73,50 ± 17,90	77,13 ± 18,81	1,23	0,26		
	Total MDS-UPDRS III	16,25 ± 6,80	18,38 ± 7,03	2,69	0,031		
Motricité globale	Total MDS-UPDRS III	46,67 ± 15,18	34,83 ± 14,93	-6,16	0,0020		

Légende :

- ¹Différence significative à p<0,05
- ²t = statistique de test de t pour données appariées
- FAV = Functional Ambulation Profile

Interprétation des résultats

- Pour la marche**, une différence statistiquement significative a été observée en faveur de la SCP en fonction comparativement à la SCP hors fonction seulement pour la cadence et la vitesse lors de l'épreuve de marche à vitesse rapide (Tableau 2). Cela suggère que l'impact de la SCP sur observables seulement lors de la marche en fonction (Tableau 2).
- Une tendance a été observée pour la vitesse lors de l'épreuve de double-tâche cognitive en faveur de la SCP en fonction (Tableau 2).
- Pour l'équilibre et la motricité globale**, une différence statistiquement significative a été observée en faveur de la SCP en fonction comparativement à la SCP hors fonction (Tableau 2); ce qui suggère que la SCP aurait un effet positif sur ces paramètres.

Discussion

- Limites de l'étude :**
- La faible taille de l'échantillon pourrait avoir eu une influence négative sur la puissance statistique.
 - L'évaluateur était non aveugle à l'état de la SCP.
 - L'échantillon était non représentatif de la population puisqu'il y avait plus de femmes que d'hommes.
- Forces de l'étude :**
- Les patients n'étaient pas sous l'effet de la médication
 - La GAITrite a été utilisé comme outil de mesure des paramètres spatio-temporels de la marche.
 - L'ordre des évaluations (SCP en fonction ou hors fonction) a été réalisé de façon aléatoire.
 - Ces résultats préliminaires devraient être validés avec les résultats mieux obtenus auprès d'un plus grand échantillon.

Conclusion

Les résultats préliminaires obtenus sont encourageants pour la suite de l'étude puisque plusieurs d'entre eux sont déjà significatifs malgré la faible taille de l'échantillon. En effet, deux ans après la chirurgie, la SCP améliore certains aspects de la marche chez les PSP. Ces observations contribuent à lever l'incertitude de l'impact de la SCP du NST sur les différentes variables sur lesquelles porte cette étude.

Remerciements

Merci à Guillaume Elie, étudiant; Dr. Michel Pansset et Dr. Nicolas Jodan, neurologues spécialisés en troubles du mouvement à l'UTM-AB du CHUM Notre-Dame; François Dubé, PhD, M.Sc. ainsi qu'à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à cette étude.

Références

¹ Conroy BS, Lang AE. Pharmacological treatment of Parkinson disease: a review. *JAMA*. 2014;311(16):179-383.

² Purves D, Augustine GJ, Fitzpatrick D, Hall WC. *Neuroscience*. De Boeck supérieur; 2015.

³ Serrano-García E, Jagan Z, Weiss A, Hasselhoff JM. Impact of subthalamic nucleus deep brain stimulation on gait in Parkinson's disease. *Journal of Neuroengineering & Rehabilitation*. 2013;15(10):38.



Annexe F : Guide d'utilisation du GAITRite®

GUIDE D'UTILISATION DU GAITRITE

élaboré par

Mélissa Foucault, Cindy Gagnon,

Soanie Labelle et Andréanne Laurin-Fournier

Avec la collaboration d'Elise Lafleur Prud'homme

Dans le cadre du cours PHT-6123

Projet d'intégration

Programme de physiothérapie

École de Réadaptation

Faculté de Médecine

Avril 2016

TABLE DES MATIERES

"

A. Créer un nouveau patient	4
B. Créer une nouvelle marche	7
C. Exporter les données vers Excel	11
D. Fonctions avancées	13
i. Analyser la marche avec un algorithme spécifique (aide technique, poids léger)	13
ii. Analyser la marche manuellement	15
iii. Supprimer un test	18"

"

2"

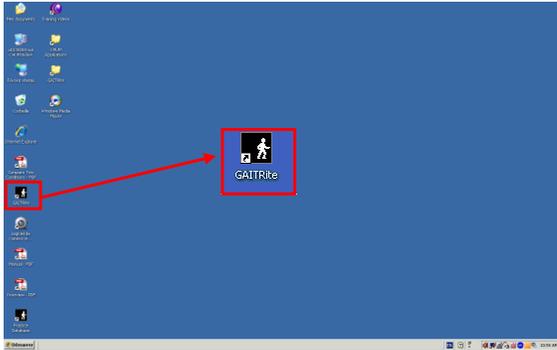
INTRODUCTION

Dans le cadre de notre projet d'intégration sur l'impact de la stimulation cérébrale profonde sur la marche, l'équilibre et les troubles cognitifs légers chez les personnes atteintes de la maladie de Parkinson, le GAITRite a été utilisé pour mesurer les paramètres spatio-temporels de la marche. Comme son utilisation peut parfois être laborieuse, un guide à ce sujet nous a semblé être un outil indispensable pour les cliniciens et stagiaires en physiothérapie désirant faire l'usage de cet appareil. Voici donc le guide d'utilisation comprenant plusieurs captures d'écran et commentaires qui vous accompagnera dans la passation des différentes étapes de base de ce logiciel et vous permettra d'en bénéficier pleinement. Bonne lecture !

"

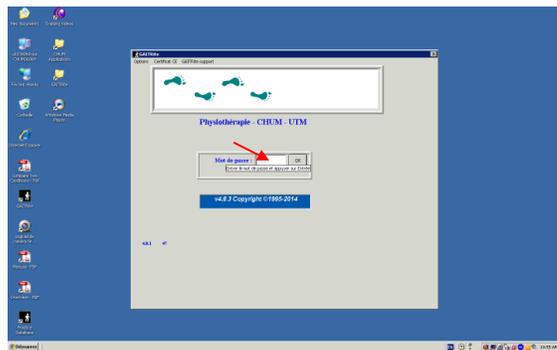
3"

A. CRÉER UN NOUVEAU PATIENT



1%Double%cliquez%sur%l%icône%du%GAI TRite%pour%ouvrir%le%logiciel.%"

"



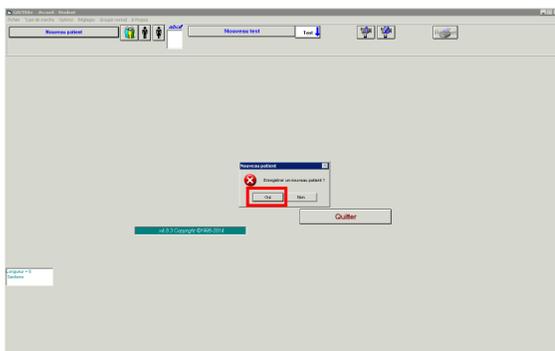
2%Il%n%y%a%pas%de%mot%de%pass%à%entrer,%simplement%triple%cliquez%dans%l%espace%réservé%à%cet%effet.%"

Toutefois,%pour%plus%d'options,%entrez%votre%propre%mot%de%pass%."



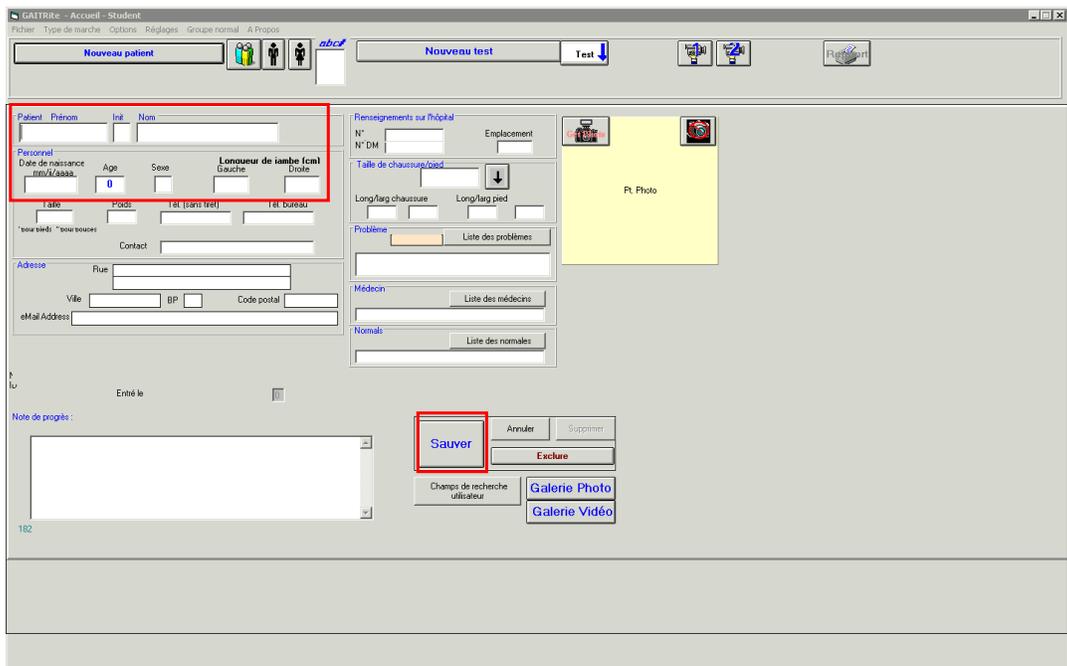
3%Lorsque%vous%arrivez%dans%le%logiciel%GAI TRite,%créez%un%nouveau%patient%en%appuyant%sur%l%icône%Nouvel%patient.%Vous%pouvez%également%retracer%un%ancien%patient%en%cliquant%sur%l%icône%représentant%un%homme%ou%une%femme%ou%les%deux.%"

4"



4) Cliquez sur "Oui" pour confirmer l'enregistrement du nouveau patient.

5)



''

5% Remplir les champs encadrés : "Nom, Prénom, Date de naissance, Longueur des membres inférieurs*."

6% Une fois les champs remplis, cliquez sur "Sauver" pour sauvegarder la fiche du patient."

7% La fenêtre de test s'ouvrira ensuite automatiquement."

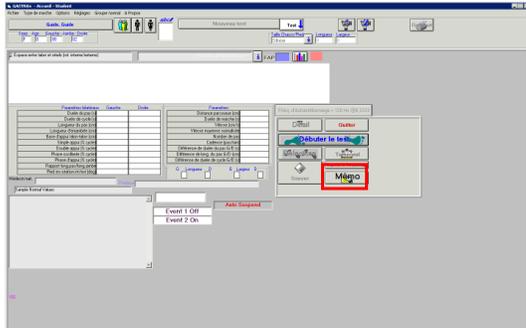
* Correspond à la distance mesurée à l'aide d'un ruban à mesurer entre le grand trochanter et le sol en passant par la malléole externe. ATTENTION, il n'est pas possible d'entrer de décimales au niveau de ce champ."

''

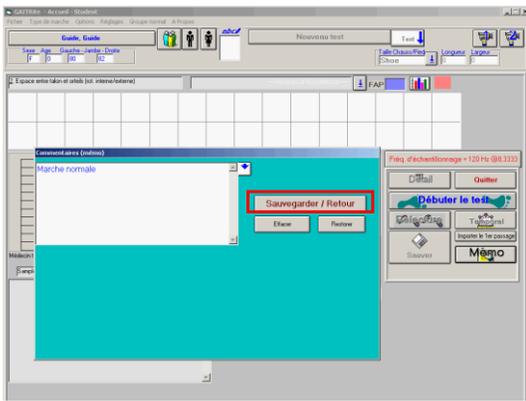
''

6''

B. CRÉER UNE NOUVELLE MARCHÉ

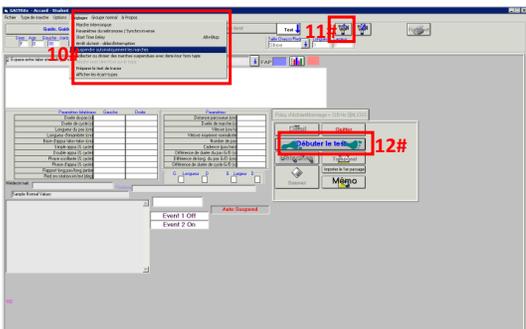


8% Cliquez sur "Mémoriser" afin de spécifier le type de marche effectuée par le patient ou d'inscrire tout autre commentaire pertinent. "



9% Entrez le mémo et cliquez sur "Sauvegarder / Retour."

* Consulter la section D si le patient utilise une aide technique. "

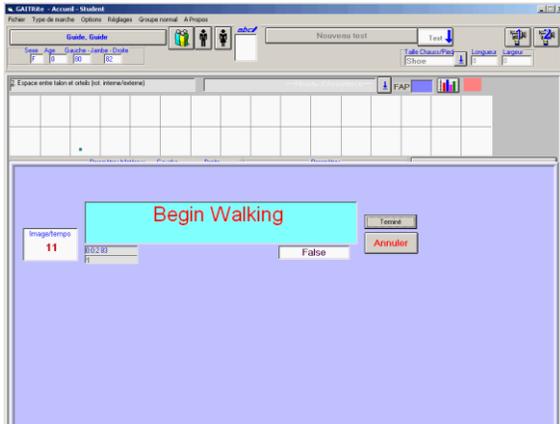


10% Cliquez sur "Réglages" puis sur "Suspendre" automatiquement les marches afin que le patient puisse faire quelques allers-retours sans arrêter la marche. "

11% Si vous désirez filmer la marche de votre patient, il est également possible de le faire en cliquant sur l'icône Caméra. L'image captée par la caméra devrait apparaître dans le coin inférieur gauche de l'écran. "

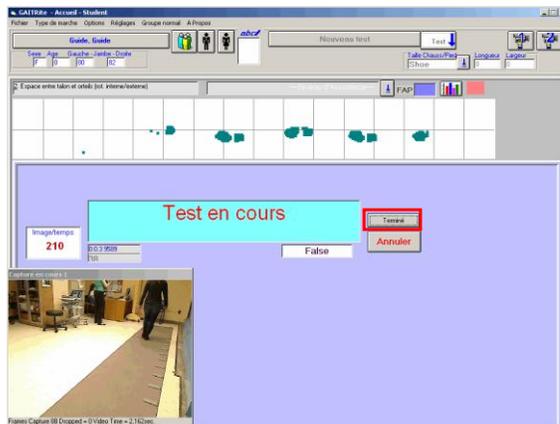
12% Débutez la marche en cliquant sur "Débuter le test."

7"

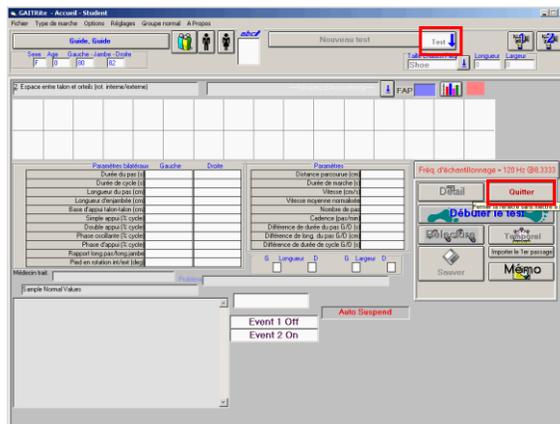


13% Attendre que l'énoncé "Begin walking" apparaisse à l'écran avant que le patient ne débute la marche.

ATTENTION: Il est important d'attendre entre les aller-retours et de s'assurer que le patient sorte du tapis avant chaque aller.

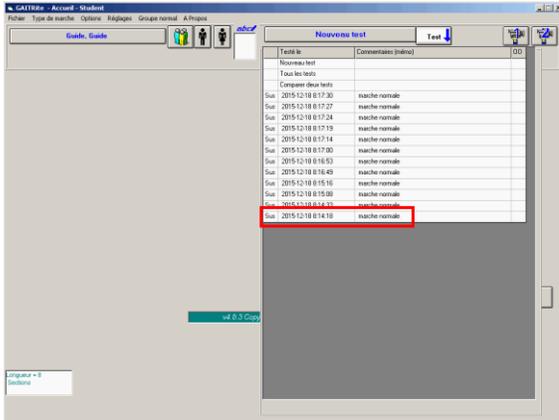


14% Quand la marche est terminée, cliquez sur "Terminé."



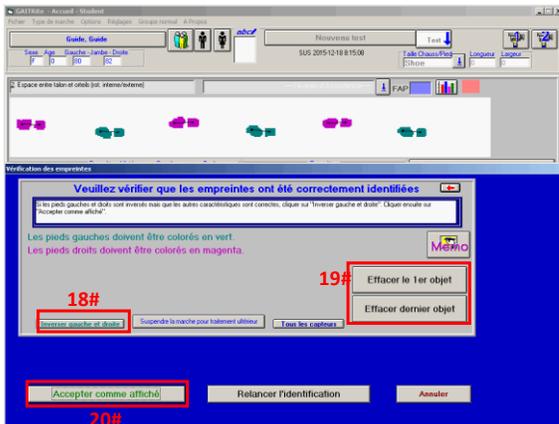
15% Si vous avez d'autres marches à effectuer, recommencez les étapes 8 à 14.

16% Cliquez ensuite sur "Quitter" puis sur "Test" afin de récupérer vos marches.



17% Cliquez sur la 'marche' que vous désirez analyser à gauche de laquelle les lettres 'SUS' indiquent que cette dernière est présentement suspendue."

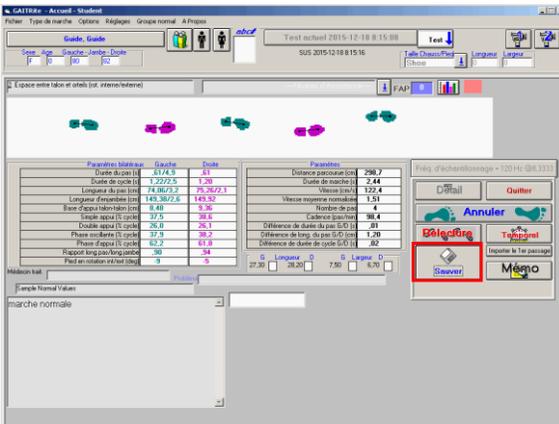
Consultez la section 'Si l'appareil ne réussit pas à analyser la marche.' Autrement, poursuivez avec les étapes ci-dessous."



18% Assurez-vous que les pas sont bien identifiés (gauche/droite)."

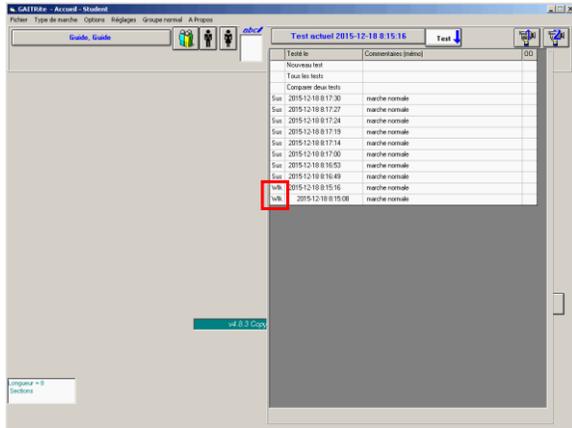
19% Effacez les pas incomplets selon le premier ou le dernier objet."

20% Cliquez sur 'Accepter comme affiché' lorsque les modifications sont terminées."



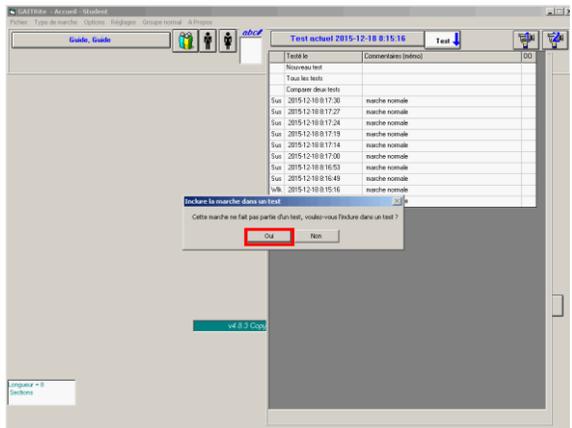
21% Cliquez sur 'Sauver' pour sauvegarder les modifications."

9"

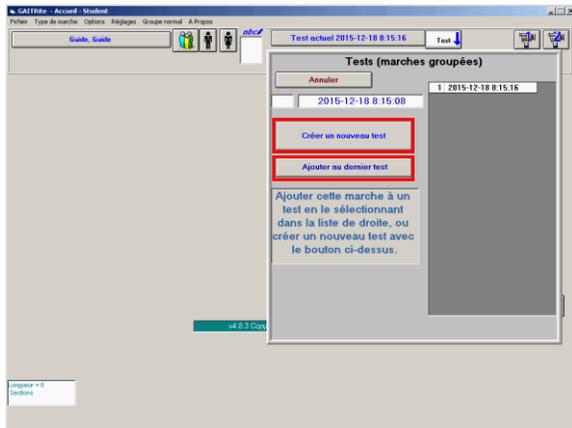


22% Lorsque la 'marche' est modifiée, les lettres 'Wk' (walk/marche) remplacent les lettres 'Sus' dans la liste des marches."

23% Pour combiner plusieurs marches en un test, double-cliquez sur une première marche."



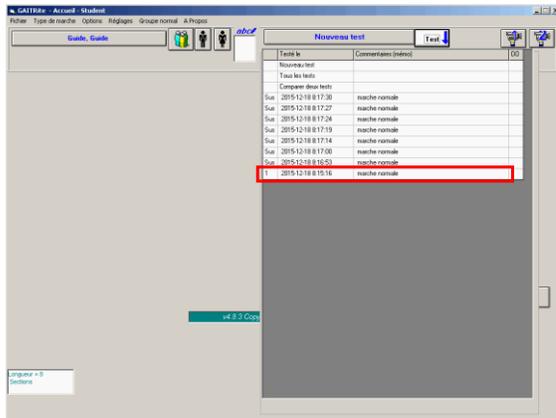
24% Cliquez sur 'Oui' pour débiter la combinaison de marches."



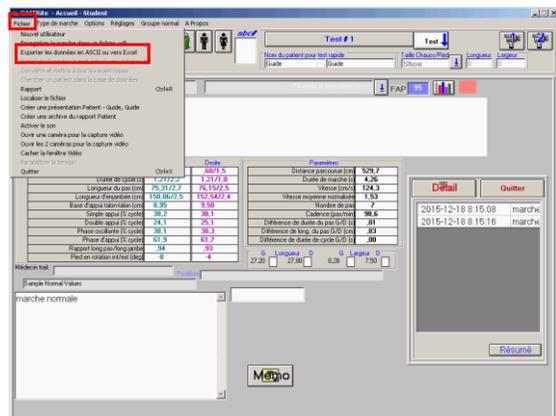
25% Cliquez sur 'Créer un nouveau test' s'il s'agit de la première marche de la combinaison ou sur 'Ajouter au dernier test' s'il s'agit de la deuxième marche de la combinaison en sélectionnant la combinaison appropriée."

26% Lorsque les marches sont combinées en un test, le chiffre du test en question remplace les lettres 'Wk' dans la liste des tests."

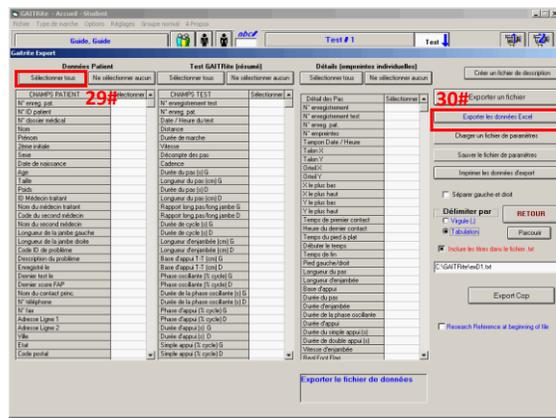
C. EXPORTER LES DONNÉES VERS EXCEL



27% fin d'exporter les données dans un fichier Excel, sélectionnez le test désiré."

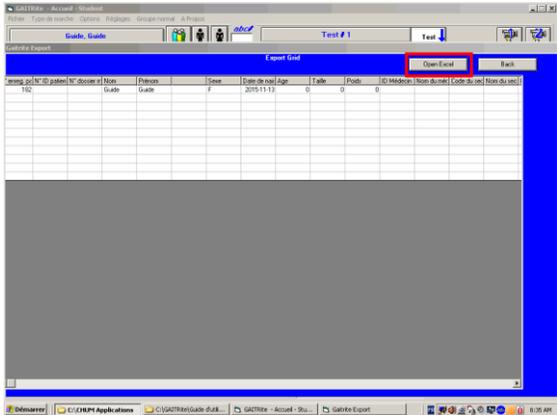


28% Cliquez ensuite sur 'Fichier' puis sur 'Exporter les données en ASCII ou vers Excel.'

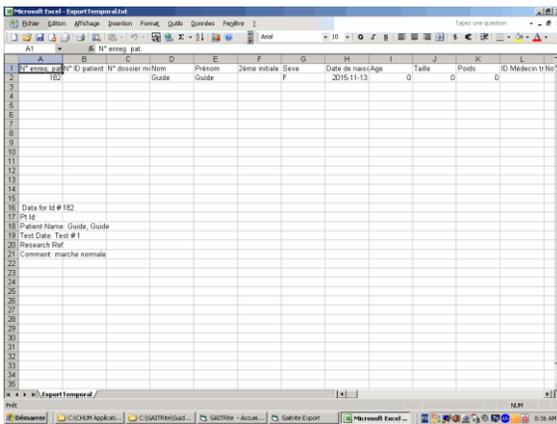


29% faites la sélection des items que vous désirez exporter (il est également possible de sélectionner tous).'

30% Cliquez ensuite sur 'Exporter les données Excel.'



31 Cliquez sur 'Open Excel.'

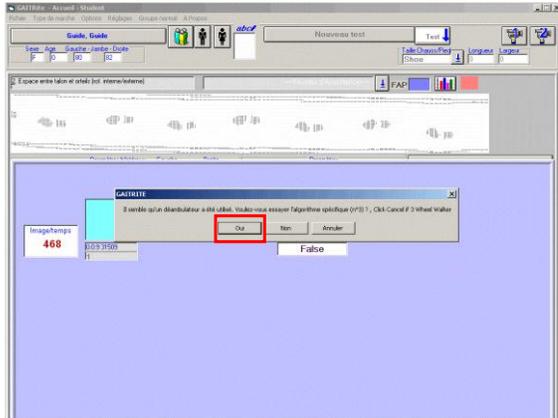


32 Vous obtenez alors le fichier suivant que vous pouvez enregistrer dans vos dossiers."

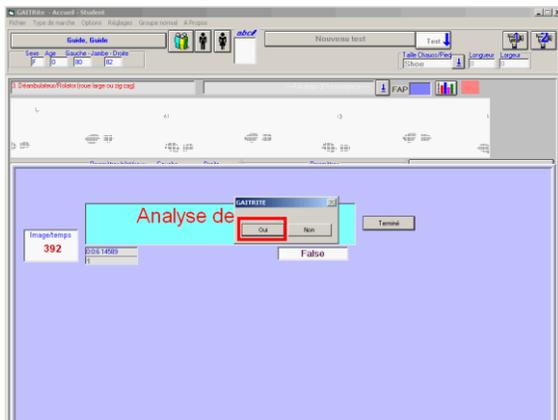
12"

D. FONCTIONS AVANCÉES

i. Analyser la marche avec un algorithme spécifique (aide technique, poids léger)



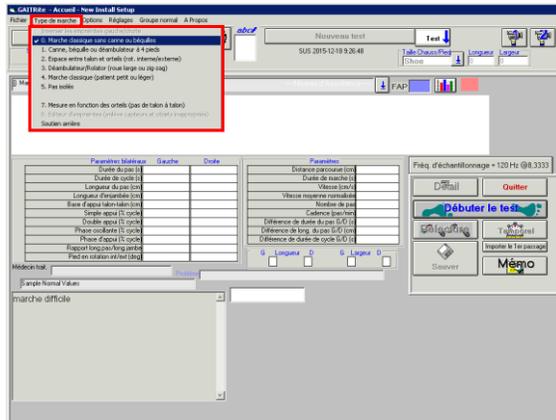
33% lorsqu'une aide technique est utilisée ou que l'utilisateur présente un poids léger, le logiciel peut le détecter automatiquement et vous proposer un algorithme d'analyse spécifique. Cliquez sur 'Oui.' "



34% Cliquez une seconde fois sur 'Oui': les traces de l'aide technique s'effaceront alors automatiquement si l'algorithme que vous avez préalablement sélectionné était celui spécifique aux aides techniques."

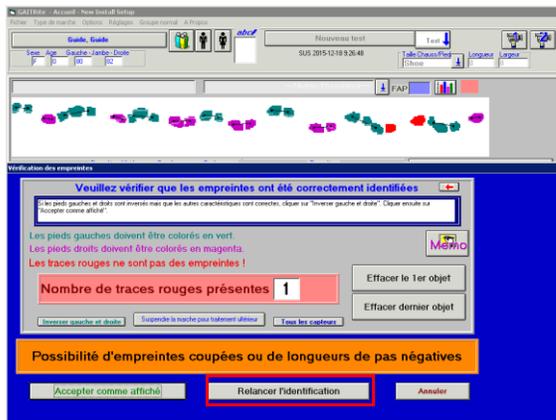
Si le logiciel ne détecte pas automatiquement l'utilisation d'une aide technique ou la présence d'un poids léger et qu'il est en conséquence incapable d'analyser la marche, il est possible de changer manuellement l'algorithme d'analyse selon les deux procédures présentées à la page suivante."

Procédure 1 :

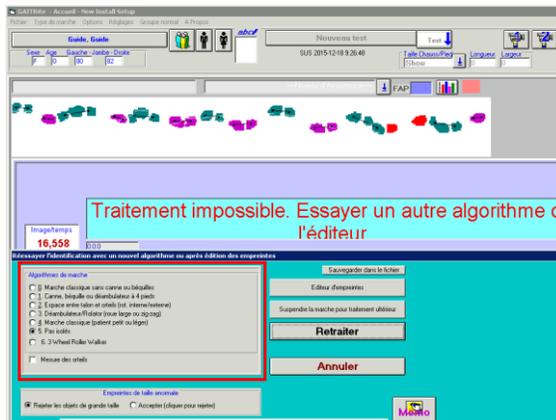


35% Avant de 'débuter' la 'marche,' sélectionnez l' 'algorithme' d'analyse approprié sous l'onglet 'Type de marche.'"

Procédure 2 :

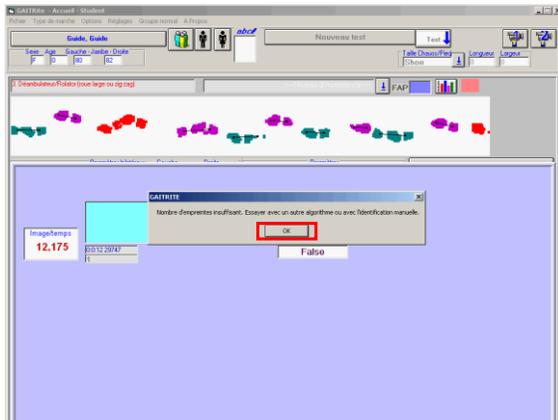


36% Cliquez sur 'Relancer l'identification' lorsque le logiciel est incapable d'analyser la 'marche.'"

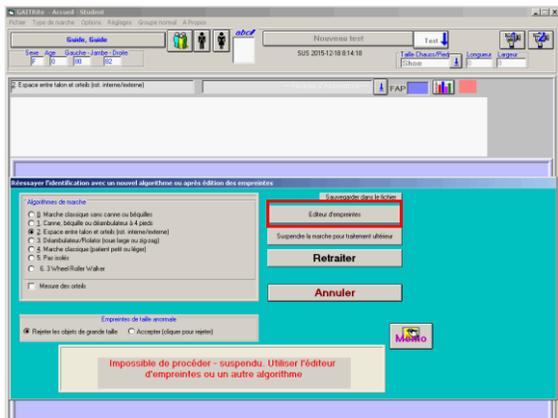


37% sélectionnez l' 'algorithme' approprié dans l'encadré 'Algorithmes de marche.'

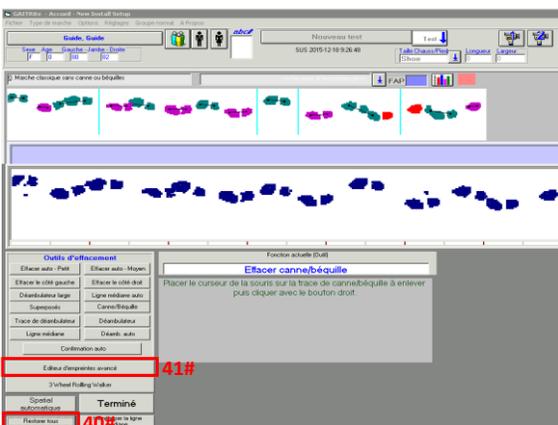
ii. Analyser la marche manuellement



38% i'le logiciel 'he 'peut 'analyser ' automatiquement 'la 'marche, 'la 'fenêtre ' suivante 's' 'affiche. 'Vous 'devrez 'cliquer 'sur ' OK 'pour 'accéder 'à 'l' 'analyse 'manuelle. '"

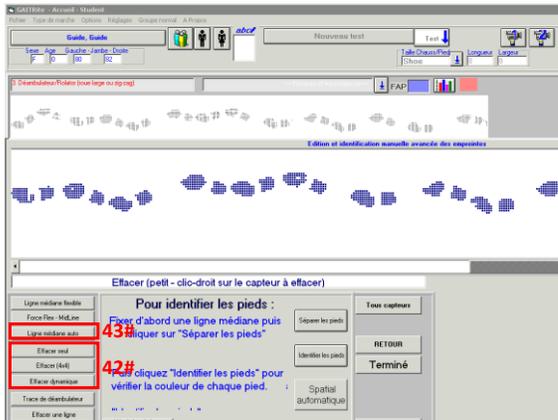


39% électionnez 'Éditeur d'empreintes 'afin ' d' 'avoir 'accès 'aux 'fonctions 'de 'modification ' du 'test. '"



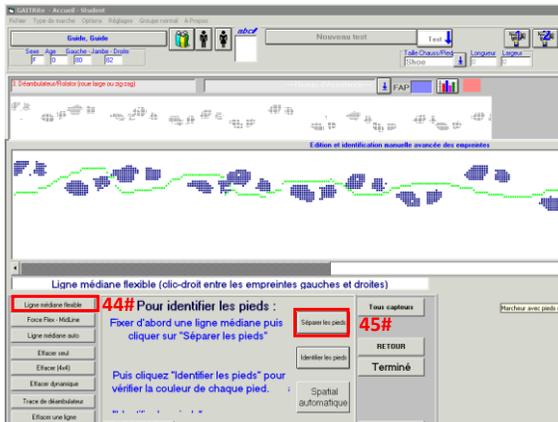
40% cliquez 'd' 'abord 'sur 'Restaurer tout 'pour ' vous 'assurer 'que 'le 'logiciel 'n' 'ait 'pas 'effacé ' d' 'empreintes 'lors 'de 'l' 'analyse 'automatique. '

41% cliquez 'ensuite 'sur 'Éditeur d'empreintes ' avancé. '"



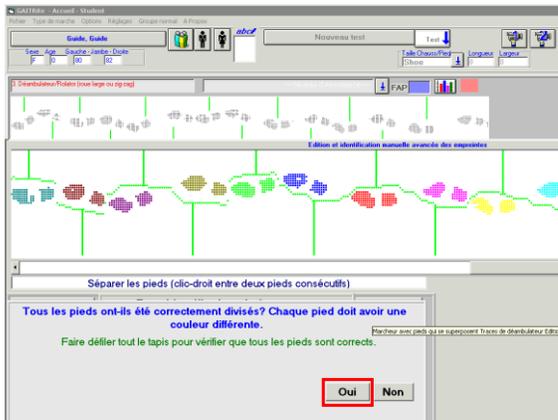
42# Vous pouvez Effacer seul, Effacer 4x4 ou Effacer dynamique selon l'étendue des éléments à supprimer (ex: canne, déambulateur, point superflu, pas incomplet...) en cliquant sur les éléments en question à l'aide du bouton de droite de la souris.

43# Cliquez sur Ligne médiane automatique afin de séparer les pas gauches et droits.

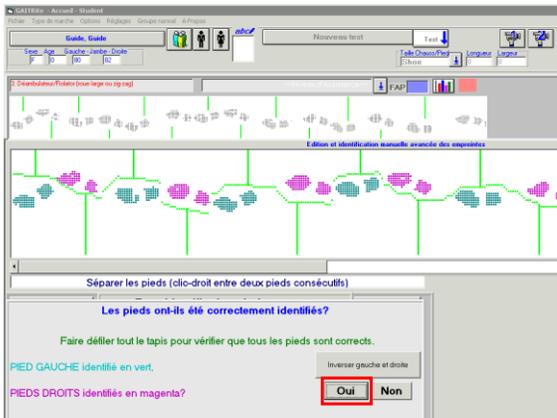


44# Si la ligne médiane obtenue est inadéquate ou n'apparaît pas à l'écran, cliquez sur Ligne médiane flexible (il est toutefois préférable de réinitialiser préalablement la ligne médiane). Cette option vous permet de la tracer vous-mêmes en cliquant sur le bouton de droite de la souris entre les empreintes.

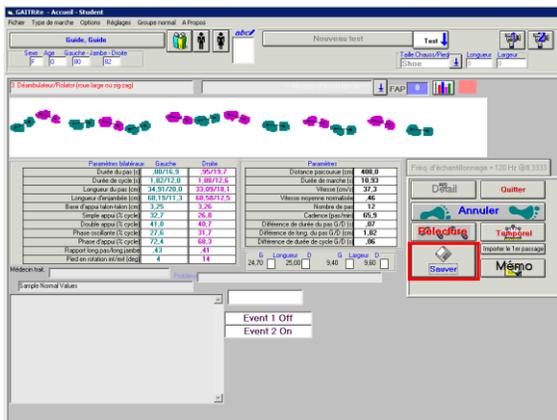
45# Cliquez sur Séparer les pieds puis, si la séparation est adéquate (ligne verte entre chaque pas), cliquez sur Identifier les pieds. Si la séparation est inadéquate, ajustez-la manuellement avec le bouton de droite de la souris.



46# Cliquez sur Oui si tous les pas sont identifiés d'une couleur différente.



47% Cliquez sur 'Oui' si 'les pas sont' correctement identifiés ('gauche', 'droite').
Sinon, cliquez sur 'Inverser gauche' et 'droite', puis sur 'Oui.' "

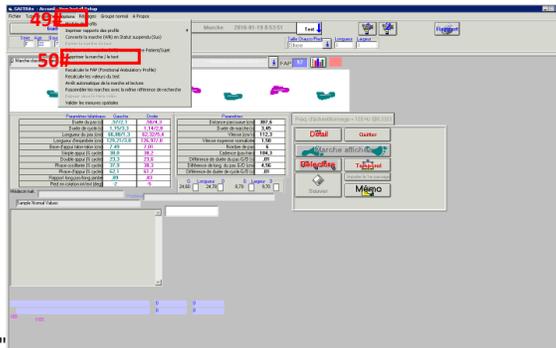


48% Cliquez sur 'Sauver' et poursuivez avec l'étape 22."

iii. Supprimer un test

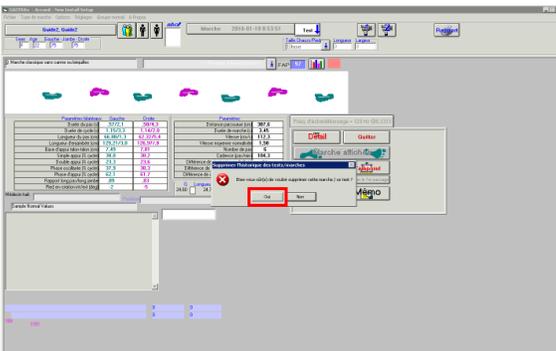
ATTENTION

Pour avoir accès à plus de fonctionnalités (telle la suppression d'un test) vous devez ouvrir votre session à l'aide de votre propre mot de passe GAITrite plutôt que de cliquer dans la boîte réservée à cet effet.

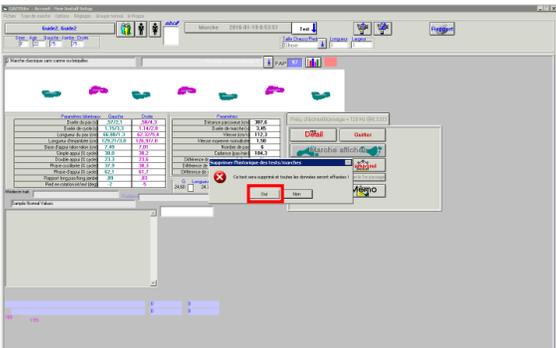


49% Afin de supprimer un test, ouvrez le test et cliquez sur l'onglet 'Options.'

50% Cliquez sur 'Supprimer la marche/le test.'



51% Cliquez sur 'Oui.'



52% Cliquez sur 'Oui.'

18"