

Université de Mons
Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation



Production de la parole dans la maladie de Parkinson

Aspects phonétiques, répercussions communicationnelles
et perspectives de prise en charge

Virginie Roland

Thèse défendue le 6 juillet 2019 pour l'obtention du diplôme de docteur
en Sciences Psychologiques et de l'Éducation

Jury

Prof. Laura Abou Haidar, Université Grenoble Alpes

Prof. Guy Cheron, Université de Mons, Université Libre de Bruxelles

Prof. Bernard Harmegnies (Directeur), Université de Mons

Prof. Fabrice Hirsch, Université Paul-Valéry Montpellier 3

Prof. Willy Lahaye, Université de Mons

Remerciements

Parce qu'un parcours de recherche doctorale ne peut s'effectuer seule, il arrive un temps où il convient de remercier ceux qui, de près ou de loin, ont participé à la réalisation de cette folle aventure semée de réflexions, de doutes, de rires et de pleurs, mais surtout de plaisir de rencontrer, de mieux comprendre, d'apprendre et de découvrir. Après le stress de la rédaction de cette thèse de doctorat, vient donc le stress de l'écriture des remerciements (presque identique diront certains) dans un style rédactionnel certes très différent du reste de ce travail mais empreint de tant de souvenirs.

Mes premiers remerciements s'adressent tout naturellement au Professeur Bernard Harmegnies, directeur de cette thèse. Merci pour tout ce que vous avez pu apporter à ce doctorat (et à sa doctorante... !). Merci pour vos relectures, vos réflexions, votre feeling inné (et franchement enviable), votre écoute, votre bienveillance. Sans votre soutien sans faille, cette thèse n'aurait pas eu la même saveur. Merci pour vos encouragements tout au long de ces années, encore plus dans les moments de doute et de déprime. Merci aussi pour les nombreux rires partagés. Maintenant place à la resocialisation !

Je remercie très chaleureusement les membres de mon comité d'accompagnement, les Professeurs Willy Lahaye, Stephan Hendrick, Myriam Piccaluga, Kathy Huet et Véronique Delvaux. Merci à chacun d'entre vous pour l'accompagnement, les conseils, encouragements, questions et remarques qui m'ont permis d'avancer au cours de ces dernières années.

Mes remerciements vont également à la Professeure Marie-Claire Haelewyck qui fut la première personne à m'avoir ouvert les portes de la recherche au sortir de mon Master.

Je tiens également à remercier très sincèrement les Professeurs Guy Cheron, Willy Lahaye, Laura Abou Haidar et Fabrice Hirsch d'avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse.

Merci encore au super club des 4 pour tout le temps consacré aux relectures, parfois même en vacances à l'étranger ! Merci pour tous vos commentaires, vos suggestions, vos réflexions qui m'ont permis d'avancer en allant plus loin dans ma propre réflexion. Merci pour tout ce temps dégagé ces derniers mois et l'organisation qui a dû en découler.

Parce que c'est également grâce à une superbe équipe que ce travail a pu aboutir, j'exprime toute ma gratitude aux supers collègues en or du labo : Sophie VM. et Sophie F., la grande et la petite Sophie pour les intimes - Soso et Soph pour ma part – pour tous les encouragements et pour votre soutien. Merci aussi d'avoir géré comme des pros ces derniers mois. Sans vous, ça n'aurait pas été possible ! Mon super Alain, merci pour ta bienveillance, ta présence et tes encouragements. Un super tout grand merci pour l'illustration de cette thèse que j'adore ! Un très grand merci à Charlotte, pour ta bonne humeur quotidienne et ton dynamisme. Grand grand merci pour toute l'aide apportée dans la segmentation des enregistrements. Tout grand merci également à Clémence et à Marina pour le soutien et les encouragements ainsi qu'à George, pour ton aide sur certains enregistrements pas toujours simples à analyser. Force et courage à Marie et Yizhi, partenaires dans la galère, c'est votre tour maintenant les gars, courage !

Merci aux supers copains de la cuisine – Dimitri, Mélanie, Isabelle, Karim, Aurélie, Madisson, et tous ceux avec qui on rigole bien, pour les encouragements, les rires, les potins et tout ce qui s'en suit. Grosse pensée également à tous ceux présents depuis le début ou rencontrés au cours de cette aventure de thèse, et tout particulièrement à Morgane – ma super Mormoufle – pour tout leur soutien, leurs encouragements et leurs pensées positives.

Je tiens également à remercier Mickaël Saulx et Pauline Véga qui, dans le cadre de leur mémoire respectif, ont contribué au recueil de données présentées dans les études 3 et 4, ainsi que Emilie Baise et Sandra Invernizzi qui ont respectivement contribué au dépouillement des données de la première cohorte de l'étude 3 et à la segmentation de données de l'étude 4 dans le cadre de bourses d'initiation à la recherche.

Je remercie très chaleureusement toutes les personnes ayant participé à cette recherche doctorale. Merci à l'Association Parkinson et aux personnes extrêmement dévouées qui font vivre les différentes antennes du pays. Merci pour l'accueil chaleureux qui m'a toujours été témoigné. Merci au Docteur Piette et à tout le personnel paramédical de la Convention Interdisciplinaire du Parkinson de l'Hôpital André Vésale pour l'accueil et le temps accordé. Un merci tout particulier à Charlotte Decrock, logopède au sein du service, pour le

temps consacré et pour les nombreuses fois où elle m'a très gentiment laissé son bureau pour pouvoir être dans un endroit calme. Et surtout, un très grand MERCI à toutes les personnes vivant au quotidien avec cette maladie si particulière qu'est la maladie de Parkinson d'avoir accepté de me consacrer de leur temps pour m'aider à mieux comprendre les répercussions de la maladie dans leur vie quotidienne.

Je remercie mes proches, tout particulièrement mes parents. Papa, maman, je vous entends encore me dire, dès le début de mes années en Psycho : « et après, tu fais un doctorat ». Bon et bien, comme on dit, il faut toujours écouter ses parents. Merci à tous les deux, pour avoir toujours cru en moi, pour m'avoir toujours soutenue. MERCI pour tout tout tout. Une tendre pensée également à mes grands-parents, avec qui j'aurais aimé pouvoir passer plus de temps.

Enfin, parce que je lui dois tout... MERCI à Samuel. Merci pour ta présence à mes côtés depuis ces nombreuses années, et en particulier pour ta bienveillance et ton indulgence à mon égard ces derniers mois. Rien n'aurait été possible sans toi. Merci pour ta précieuse aide, tes relectures, tes encouragements. Merci de m'avoir toujours soutenue, remonté le moral et motivée. Merci d'avoir géré tant de choses ces derniers mois (tout serait même beaucoup plus honnête), d'avoir passé tant de soirées à m'attendre et de ne pas m'avoir spoilé les épisodes de la dernière saison de GoT (si si c'est important à souligner !). Merci également de m'avoir appris que, oui, il est tout à fait possible de se lever avant 6h sans en mourir pour autant (bon, les réveils ne sont pas faciles tous les jours mais on s'y fait, j'admets). Bref, merci pour tout ce que tu as pu faire ou dire tout au long de cette drôle d'aventure qu'a été la thèse. Je n'aurai jamais assez de place, assez de temps, assez de mots, pour te remercier comme il se doit. Merci mille fois pour tout ! A tous nos futurs projets, à nous !

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| Partie 1 – Etat de la question | 1 |
| Chapitre 1 Maladie de Parkinson : généralités | 3 |
| 1.1 Epidémiologie | 4 |
| 1.2 Etiologie | 4 |
| 1.3 Physiopathologie | 5 |
| 1.3.1 Stades de Braak | 7 |
| 1.4 Symptômes de la maladie | 8 |
| 1.4.1 Diagnostic | 8 |
| 1.4.2 Symptômes moteurs | 11 |
| 1.4.3 Symptômes non-moteurs | 12 |
| 1.5 Traitements | 16 |
| 1.5.1 Traitements pharmacologiques | 16 |
| 1.5.2 Traitements chirurgicaux | 18 |
| Chapitre 2 Production de la parole : bases théoriques | 21 |
| 2.1 Théories et modèles en production de parole | 22 |
| 2.1.1 Production de la parole dans les modèles de production du langage | 23 |
| 2.1.2 Directions into Velocities of Articulators (modèle DIVA) de Guenther | 24 |
| 2.1.3 Théorie quantique de Stevens | 26 |
| 2.1.4 Théorie de la variabilité adaptative de Lindblom | 27 |
| 2.2 Production de la parole : bases cérébrales | 29 |
| 2.3 Production de la parole : réalisation motrice | 30 |
| 2.4 Production de la parole : production acoustique | 33 |
| 2.5 Modifications de la production de la parole | 34 |
| 2.5.1 Avancée en âge | 34 |
| 2.5.2 Clear Speech | 35 |
| Chapitre 3 Atteinte motrice de la parole : la dysarthrie dans la maladie de Parkinson | 37 |
| 3.1 Dysarthrie | 37 |

| | | |
|--|---|-----|
| 3.1.1 | Classification..... | 38 |
| 3.1.2 | Dysarthrie hypokinétique..... | 44 |
| 3.2 | Conséquences acoustiques de l'atteinte de la parole dans la dysarthrie hypokinétique..... | 46 |
| 3.2.1 | Altération de la phonation..... | 46 |
| 3.2.2 | Altération d'éléments suprasegmentaux de la parole | 48 |
| 3.2.3 | Altération de l'articulation..... | 49 |
| 3.3 | Evaluation et traitements des troubles dysarthriques dans la MP..... | 56 |
| 3.3.1 | Traitements pharmacologiques | 57 |
| 3.3.2 | Traitements chirurgicaux | 60 |
| 3.3.3 | Prise en charge logopédique | 61 |
| Chapitre 4 Répercussions psycho-fonctionnelles de la dysarthrie dans la maladie de Parkinson | | |
| 69 | | |
| 4.1 | Répercussions fonctionnelles de la dysarthrie hypokinétique | 71 |
| 4.1.1 | Interactions avec autrui | 73 |
| 4.1.2 | Autres symptômes interférant dans les troubles communicationnels..... | 74 |
| 4.1.3 | Facteurs personnels..... | 75 |
| 4.2 | Intelligibilité..... | 77 |
| 4.3 | Outils d'évaluation des répercussions fonctionnelles de la dysarthrie hypokinétique dans la vie quotidienne des personnes atteintes de la MP..... | 77 |
| Partie 2 – Problématiques | | |
| 83 | | |
| Chapitre 5 Problématiques..... | | |
| 85 | | |
| 5.1 | Présentation des études | 89 |
| 5.1.1 | Première étude..... | 89 |
| 5.1.2 | Deuxième étude..... | 89 |
| 5.1.3 | Troisième étude..... | 89 |
| 5.1.4 | Quatrième étude | 90 |
| 5.2 | Considérations éthiques | 90 |
| 5.3 | Participants..... | 91 |
| 5.4 | Conditions de recueil | 91 |
| Partie 3 – Résultats | | |
| 95 | | |
| Chapitre 6 Etude 1 – Etude exploratoire de la dysarthrie hypokinétique dans la maladie de Parkinson | | |
| 97 | | |
| 6.1 | Introduction | 97 |
| 6.2 | Description des participants | 97 |
| 6.3 | Description du protocole..... | 99 |
| 6.3.1 | Données auto-rapportées..... | 100 |
| 6.3.2 | Production de parole | 102 |

| | | |
|---|---|------------|
| 6.4 | Hypothèses | 103 |
| 6.5 | Analyses | 103 |
| 6.5.1 | Analyses acoustiques | 103 |
| 6.5.2 | Analyses statistiques | 106 |
| 6.6 | Résultats | 106 |
| 6.7 | Données auto-rapportées..... | 107 |
| 6.7.1 | Parkinson's Disease Questionnaire..... | 107 |
| 6.7.2 | Voice Handicap Index..... | 108 |
| 6.7.3 | Mesure des habitudes de vie | 109 |
| 6.7.4 | Analyses croisées | 111 |
| 6.8 | Données acoustiques..... | 115 |
| 6.8.1 | Espace vocalique..... | 115 |
| 6.8.2 | Localisation des logatomes dans le plan F1/F2 | 118 |
| 6.8.3 | Amplitude du mouvement considéré dans le plan F1/F2 | 122 |
| 6.8.4 | Analyses des durées | 124 |
| 6.9 | Discussion des résultats | 127 |
| | | |
| Chapitre 7 Etude 2 - Etude des propriétés acoustiques des voyelles et de la dynamique de parole dans la maladie de Parkinson | | 133 |
| 7.1 | Introduction | 133 |
| 7.2 | Description des locuteurs..... | 133 |
| 7.3 | Description du protocole..... | 136 |
| 7.4 | Hypothèses | 138 |
| 7.5 | Analyses | 139 |
| 7.5.1 | Analyses acoustiques | 139 |
| 7.5.2 | Analyses statistiques | 143 |
| 7.6 | Résultats | 143 |
| 7.6.1 | Espace vocalique..... | 143 |
| 7.6.2 | Analyses des valeurs des métriques acoustiques en fonction de facteurs individuels des participants atteints de la MP | 151 |
| 7.6.3 | Identification de phénomènes infracliniques | 158 |
| 7.6.4 | Amplitude du mouvement considéré dans le plan F1/F2 | 161 |
| 7.6.5 | Dispersion des logatomes dans le plan F1/F2..... | 173 |
| 7.6.5.1 | Phénomènes de nature infra-clinique..... | 175 |
| 7.6.6 | Analyse des durées..... | 176 |
| 7.7 | Discussion des résultats | 180 |
| 7.7.1 | Dispersion de l'espace vocalique..... | 181 |
| 7.7.2 | Amplitude du mouvement considéré dans le plan F1/F2 | 182 |
| 7.7.3 | Localisation dans le plan F1/F2 | 183 |
| 7.7.4 | Sévérité de la dysarthrie hypokinétique..... | 183 |
| 7.7.5 | Phénomènes de nature infra-clinique..... | 184 |

| | | |
|--------------------|---|------------|
| Chapitre 8 | Etude 3 – Etude des aspects relatifs à la vie quotidienne de personnes atteintes de la maladie de Parkinson..... | 185 |
| 8.1 | Introduction | 185 |
| 8.2 | Description des participants | 186 |
| 8.3 | Description du protocole..... | 187 |
| 8.3.1 | Première cohorte | 188 |
| 8.3.2 | Deuxième cohorte | 190 |
| 8.4 | Hypothèses | 191 |
| 8.5 | Résultats | 191 |
| 8.5.1 | Inventaire de dépression de Beck | 191 |
| 8.5.2 | Montréal Cognitive Assessment | 192 |
| 8.5.3 | Echelle d'activités instrumentales de la vie courante de Lawton ... | 193 |
| 8.5.4 | Parkinson's Disease Questionnaire..... | 194 |
| 8.5.5 | Voice Handicap Index..... | 202 |
| 8.5.6 | Echelles visuelles analogiques..... | 208 |
| 8.5.7 | Voice Handicap Index adapté à un tiers | 211 |
| 8.6 | Discussions des résultats..... | 214 |
| Chapitre 9 | Etude 4 – Application d'un programme de rééducation intensive | 219 |
| 9.1 | Introduction | 219 |
| 9.2 | LSVT BIG..... | 220 |
| 9.3 | Description des participants | 221 |
| 9.4 | Description du protocole..... | 222 |
| 9.5 | Hypothèses | 225 |
| 9.6 | Analyses | 226 |
| 9.6.1 | Analyses acoustiques | 226 |
| 9.6.2 | Analyses statistiques | 226 |
| 9.7 | Résultats | 227 |
| 9.7.1 | Données relatives à l'examen moteur des membres | 227 |
| 9.7.2 | Données auto-rapportées – Parkinson's Disease Questionnaire..... | 230 |
| 9.7.3 | Données acoustiques..... | 231 |
| 9.8 | Discussions des résultats..... | 239 |
| Partie 4 : | Conclusions | 243 |
| Chapitre 10 | Discussion générale | 245 |
| 10.1 | Rappel de la problématique..... | 245 |
| 10.2 | Synthèse de nos résultats..... | 246 |
| 10.2.1 | Approche acoustico-articulatoire de la production de la parole | 246 |
| 10.2.2 | Potentiel informatif des caractéristiques individuelles | 249 |
| 10.2.3 | Impact fonctionnel de la dysarthrie hypokinétique dans la vie quotidienne des personnes | 251 |

| | | |
|--|--|------------|
| 10.2.4 | Prise en charge et rééducation..... | 252 |
| 10.3 | Implications transversales | 254 |
| 10.3.1 | Sensibilité des métriques à l'étude..... | 254 |
| 10.3.2 | Aspects infracliniques de la MP | 255 |
| 10.4 | Limites et perspectives | 256 |
| Références bibliographiques | | 261 |
| Annexes | | 297 |

Liste des illustrations (figures)

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Représentation du circuit des voies cortico-sous-corticales motrices chez le sujet sain et chez le sujet atteint de la MP (Miocinovic, Somayajula, Chitnis, & Vitek, 2013, p. E4). | 6 |
| Figure 2 : symptômes cliniques et évolution dans le temps de la MP (Kalia & Lang, 2015, p.898). | 15 |
| Figure 5 : Modèle DIVA (Tourville & Guenther, 2011, p.955). | 25 |
| Figure 3 : théorie quantique de Stevens (d'après Steven, 1989, cité par Stevens & Hanson 2010, p.429). | 26 |
| Figure 4 : interaction locuteur-auditeur telle qu'évoquée dans la théorie de Lindblom (Schwartz, 1990, p. 469) | 28 |
| Figure 6 : représentation schématique des interactions existantes entre les régions corticales sensorielles et les régions motrices lors de la production de parole (Grabski & Sato, 2016, p. 91). | 29 |
| Figure 7 : Coupe sagittale médiane de la face et du cou (Kamina, 2009, p.309). | 31 |
| Figure 8 : représentation des clusters de classification des dysarthries proposés par Darley et al. en 1969 (d'après Auzou & Rolland-Monnoury, 2006). | 40 |
| Figure 9 : répartition des clusters impliqués dans la dysarthrie hypokinétique – maladie de Parkinson (Darley <i>et al.</i> , 1969, p.487). | 45 |
| Figure 10 : coordonnées des points correspondants aux valeurs formantiques des phonèmes /a, i, u/. | 52 |
| Figure 11 : représentation de l'organisation du système vocalique (en vert : distances intra-catégorielles ; en rouge : distances inter-catégorielles) (Huet & Harmegnies, 2000). | 54 |
| Figure 12 : exemple d'un système vocalique plus (gauche) ou moins (droite) organisé, une augmentation de l'indice Phi étant indicatrice d'une meilleure organisation du système vocalique. | 55 |
| Figure 13 : interactions entre les composantes de la CIF (Organisation Mondiale de la Santé, 2001, p. 19). | 70 |

| | |
|--|-----|
| Figure 14 : symptômes altérant la production de parole (1 ^{ère} image – haut) et facteurs influençant négativement la communication (2 ^{ème} image – bas) de personnes atteintes de la MP (Schalling <i>et al.</i> , 2017, pp. 135-136). | 76 |
| Figure 15 : protocole (étude 1). | 99 |
| Figure 16 : représentation spectrographique de la réalisation d'un logatome de type /aja/. | 105 |
| Figure 17 : représentation d'un logatome de type /aja/ considéré dans un plan F1/F2. | 105 |
| Figure 18 : Profils des scores obtenus aux dimensions du PDQ-39 en fonction des personnes percevant des altérations vocales légères (bleu), modérées (orange) ou sévères (gris) (score au VHI). | 112 |
| Figure 19 : Profils des scores obtenus aux dimensions du PDQ-39 pour les participants percevant des altérations légères (gauche) et modérées (droite) après complétion du VHI | 113 |
| Figure 20 : Profils des scores obtenus aux dimensions du PDQ-39 pour les participants percevant des altérations sévères après complétion du VHI. | 114 |
| Figure 21 : dispersion des voyelles /a, i, u/ sur le plan F1/F2 pour tous les participants du groupe MP (gauche) et du groupe témoin (droite). | 115 |
| Figure 22 : distribution des aires des triangles vocaliques (tVSA) en fonction du groupe d'appartenance des locuteurs | 116 |
| Figure 23 : distribution des aires des triangles vocaliques (kHz ²) en fonction du groupe d'appartenance des locuteurs, sans prise en compte des productions du sujet MP7 | 117 |
| Figure 24 : Schématisation dans le plan F1/F2 des distances euclidiennes (représentées par les doubles flèches) calculées entre la production des phonèmes inclus dans les logatomes (en rouge) et les monophthongues correspondantes (en vert). | 118 |
| Figure 25 : distance euclidienne (Hz) à la référence – départ-V1 – en fonction du groupe (gauche) et en fonction de la voyelle considérée dans chaque groupe (droite). | 119 |
| Figure 26 : distance euclidienne (Hz) à la référence – arrivée-V2 – en fonction du groupe (gauche) et en fonction de la voyelle considérée dans chaque groupe (droite). | 120 |
| Figure 27 : distance euclidienne (Hz) à la référence – point d'extremum-cible du glide – en fonction du groupe d'appartenance des locuteurs. | 121 |
| Figure 28 : distance « aller » (gauche) et « retour » (droite) pour V1 = V2 et pour V1 ≠ V2 dans le groupe MP et le groupe témoin. | 122 |
| Figure 29 : distance « aller » (Hz) des deux groupes selon les logatomes produits. | 123 |
| Figure 30 : distance « retour » (Hz) des deux groupes selon les logatomes produits. | 123 |

| | |
|---|-----|
| Figure 31 : durées normalisées du point de départ (V1) au point d'extremum du glide (image du haut) et du point d'extremum du glide au point d'arrivée (V2) (image du bas)..... | 125 |
| Figure 32 : TMP pour la production des phonèmes /a, i, u/ en fonction du groupe de locuteur..... | 126 |
| Figure 33 : répartition des locuteurs atteints de la MP en fonction de l'âge (étude 2). | 134 |
| Figure 34 : répartition des locuteurs en fonction des stades de la MP (étude 2). | 136 |
| Figure 35 : Annotations réalisées dans PRAAT en vue de l'extraction des valeurs F1/F2..... | 140 |
| Figure 36 : Annotations dans PRAAT préalables aux différents calculs à l'étude (extrait à partir des productions d'un locuteur atteint de la MP)..... | 142 |
| Figure 37 : dispersion des voyelles en isolation dans le plan F1/F2 (Hz) pour le groupe MP (gauche) et témoin (droite)..... | 143 |
| Figure 38 : distribution des aires des triangles vocaliques (en Hz ²) en fonction du groupe d'appartenance. | 144 |
| Figure 39 : dispersion des aires des triangles vocaliques (en Hz ²) issues de la 1 ^{ère} production des phonèmes /a, i, u/. | 145 |
| Figure 40 : distribution des valeurs de centralisation (métrique VAI) selon le groupe de sujets..... | 146 |
| Figure 41 : distribution des valeurs de l'indice Phi en fonction du groupe de sujets..... | 147 |
| Figure 42 : Exploitation de l'espace acoustique par un locuteur du gr. MP (S27) et par un locuteur du gr. témoin (S90). | 148 |
| Figure 43 : dispersion inter-catégorielle au sein des deux groupes de participants. | 149 |
| Figure 44 : dispersion intra-catégorielle au sein des deux groupes de participants. | 150 |
| Figure 45 : valeurs moyennes et écart-types de la dispersion intra-catégorielle en fonction du groupe de locuteurs, exception faite des locuteurs MP36 et MP61. | 151 |
| Figure 46 : distribution des valeurs de l'indice Phi en fonction de l'âge de diagnostic. | 152 |
| Figure 47 : distribution des valeurs du CM intra-catégoriel (image du haut) et inter-catégoriel (image du bas) en fonction de l'âge au moment du diagnostic. | 153 |
| Figure 48 : distribution des aires des triangles vocaliques selon la sévérité de la dysarthrie..... | 155 |
| Figure 49 : dispersion des voyelles en isolation /a, i, u/ produites par le locuteur MP47..... | 156 |
| Figure 50 : distribution des valeurs moyennes de la métrique VAI en fonction du degré de sévérité de la dysarthrie..... | 157 |

| | |
|---|-----|
| Figure 51 : distribution des valeurs moyennes de la métrique CMinter en fonction du degré de sévérité de la dysarthrie. | 158 |
| Figure 52 : dispersion des voyelles en isolation /a, i, u/ produites par les locuteurs du groupe MP (absence de dysarthrie) et les locuteurs du groupe témoin. | 159 |
| Figure 53 : distribution des valeurs de l'indice Phi en fonction des groupes MP (participants non dysarthriques) et témoin..... | 160 |
| Figure 54 : dispersion intra-catégorielle en fonction des groupes MP (participants non dysarthriques) et témoin..... | 160 |
| Figure 55 : distance « aller » (image du haut) et « retour » (image du bas) pour les deux groupes en fonction de la structure du logatome ($V1 = V2$ ou $V1 \neq V2$) | 162 |
| Figure 56 : distance « aller » au sein des deux groupes selon les logatomes produits, comportant les mêmes voyelles initiales et finales (image du haut) et des voyelles initiales et finales différentes (image du bas)..... | 164 |
| Figure 57 : distance « retour » au sein des deux groupes selon les logatomes produits, comportant des voyelles initiale et finale identiques (image du haut) ou différentes (image du bas)..... | 166 |
| Figure 58 : distance « aller » en fonction de la sévérité de la dysarthrie lors de la production des logatomes où $V1 = V2$ (image du haut) et où $V1 \neq V2$ (image du bas)..... | 168 |
| Figure 59 : distance « retour » en fonction de la sévérité de la dysarthrie lors de la production des logatomes où $V1 = V2$ (image du haut) et où $V1 \neq V2$ (image du bas)..... | 169 |
| Figure 60 : valeurs des pentes de F2 « aller » issues des logatomes incluant le glide /w/, en fonction des groupes de locuteurs..... | 170 |
| Figure 61 : valeurs des pentes de F2 « aller » issues des logatomes incluant le glide /j/, en fonction des groupes de locuteurs..... | 171 |
| Figure 62 : distance « aller » pour les locuteurs du groupe MP ne présentant pas de dysarthrie (gauche) et pour les locuteurs du groupe témoin (droite)..... | 172 |
| Figure 63 : distance « retour » pour les locuteurs du groupe MP ne présentant pas de dysarthrie (gauche) et les locuteurs du groupe témoin (droite). | 172 |
| Figure 64 : dispersion dans le plan F1/F2 (distance euclidienne à la référence – départ V1) en fonction du groupe de locuteurs..... | 174 |
| Figure 65 : distance euclidienne à la référence – cible du glide pour chaque groupe de locuteurs selon la monophthongue correspondante. | 175 |
| Figure 66 : distance euclidienne à la référence – cible du glide pour chaque groupe de locuteurs (MP sans dysarthrie et témoins) selon la monophthongue correspondante. | 176 |
| Figure 67 : durée totale de production de logatomes en fonction du stade de la MP catégorisé en trois sous-groupes. | 177 |
| Figure 68 : durée totale de production de logatomes en fonction du degré de sévérité de la dysarthrie. | 178 |

| | |
|--|-----|
| Figure 69 : durée relative à l'extremum (% normalisé par rapport à la durée totale du logatome) en fonction des locuteurs des groupes MP et témoin. | 179 |
| Figure 70 : TMP (en secondes) en fonction du groupe de locuteurs selon la voyelle produite..... | 180 |
| Figure 71 : répartition des participants de la cohorte 1 en fonction du stade de la MP (Hoehn & Yahr, 1967). | 186 |
| Figure 72 : protocole (étude 3). | 188 |
| Figure 73 : degré de sévérité de la dépression (Beck, Steer, & Brown, 1996). | 189 |
| Figure 74 : scores obtenus au BECK en fonction du stade de la MP (regroupé en trois catégories : stades légers (1), stades modérés (2), stades avancés (3)).. | 192 |
| Figure 75 : distribution des scores à l'IADL de Lawton. | 193 |
| Figure 76 : moyenne au PDQ-39 en fonction de l'atteinte cognitive évaluée à partir du MoCA. | 196 |
| Figure 77 : scores au PDQ-39 (total) en fonction des stades de la MP (classés en trois catégories). | 197 |
| Figure 78 : scores aux sous-composantes du PDQ-39 en fonction des stades de la MP (classés en trois catégories). | 198 |
| Figure 79 : distribution des scores totaux au PDQ-39 en fonction de la sévérité de la dysarthrie. | 199 |
| Figure 80 : distribution des scores au domaine de GP en fonction de la sévérité de la dysarthrie. | 200 |
| Figure 81 : distribution des scores au domaine de communication en fonction de la sévérité de la dysarthrie..... | 201 |
| Figure 82 : scores au VHI (total) en fonction du stade de la MP (regroupés en trois catégories : 1 = léger, 2 = modéré, 3 = avancé)..... | 204 |
| Figure 83 : scores au VHI (domaine fonctionnel) en fonction des stades de la MP (regroupés en trois catégories : 1 = léger, 2 = modéré, 3 = avancé)..... | 205 |
| Figure 84 : scores au VHI (total) en fonction du degré de sévérité de la dysarthrie (0 = absence ; 1 = léger ; 2 = modéré ; 3 = sévère). | 206 |
| Figure 85 : scores au VHI (domaine fonctionnel) en fonction du degré de sévérité de la dysarthrie (0 = absence ; 1 = léger ; 2 = modéré ; 3 = sévère) | 207 |
| Figure 86 : distribution des scores à l'EVA concernant la parole (image du haut) et concernant la communication (image du bas) en fonction du degré de sévérité de la dysarthrie. | 210 |
| Figure 87 : scores au VHI complété par un proche en fonction des stades de la MP..... | 212 |
| Figure 88 : score total (gauche) et au domaine fonctionnel (droite) du VHI complété par un proche en fonction du stade de la MP catégorisé en trois groupes (1 = léger ; 2 = modéré ; 3 = avancé)..... | 213 |
| Figure 89 : scores au VHI complété par un tiers en fonction du degré de sévérité de la dysarthrie. | 214 |

| | |
|---|-----|
| Figure 90 : protocole LSVT BIG tel que proposé aux participants de l'étude 4. | 223 |
| Figure 91 : dispersion des voyelles /a, i, u/ en fonction de la séance de rééducation (1 ^{ère} , 4 ^{ème} , 13 ^{ème} ou 16 ^{ème} séance) dans le plan F1/F2. | 232 |
| Figure 92 : distribution des aires des triangles vocaliques en fonction de la séance de rééducation. | 233 |
| Figure 93 : progression de l'aire des triangles vocaliques en fonction des séances de rééducation selon chaque participant. | 234 |
| Figure 94 : distance « aller » en fonction de la séance de rééducation. | 236 |
| Figure 95 : durée de production totale des logatomes en fonction de la séance de rééducation. | 238 |
| Figure 96 : durée relative à l'extremum en fonction de la séance de rééducation. | 239 |

Liste des illustrations (tableaux)

| | |
|---|-----|
| Tableau 1 : Stades de progression de la MP (d'après Braak <i>et al.</i> , 2003, p. 201). | 7 |
| Tableau 2 : bases neuromusculaires pour les clusters de dysfonctionnement (Darley <i>et al.</i> , 1969, pp.477-478)..... | 42 |
| Tableau 3 : caractéristiques d'études évaluant les effets de la prise de L-Dopa dans la MP..... | 68 |
| Tableau 4 : description des locuteurs atteints de la MP (étude 1)..... | 98 |
| Tableau 5 : Critères d'inclusion et d'exclusion (étude 1). | 98 |
| Tableau 6 : degré de sévérité associés aux scores des composantes et au score total du VHI. | 100 |
| Tableau 7 : échelle de cotation des items de la MHAVIE 4.0 | 101 |
| Tableau 8 : scores obtenus au PDQ-39 (domaines et total) par les participants MP..... | 107 |
| Tableau 9 : caractéristiques des 4 participants pour lesquels l'âge de diagnostic semble jouer un rôle sur la perception de la QDV. | 108 |
| Tableau 10 : scores obtenus au VHI (domaines et total) par les participants MP..... | 109 |
| Tableau 11 : scores normalisés aux domaines de la MHAVIE 4.0..... | 110 |
| Tableau 12 : valeurs des aires des triangles vocaliques pour les locuteurs du groupe MP (gauche) et pour les locuteurs du groupe témoin (droite)..... | 116 |
| Tableau 13 : TMP (moyenne et écart-type) pour la production des phonèmes /a, i, u/ en fonction du groupe de locuteur | 126 |
| Tableau 14 : description des locuteurs atteints de la MP (étude 2)..... | 135 |
| Tableau 15 : liste des logatomes de structure V ₁ GIV ₂ à l'étude. | 137 |
| Tableau 16 : critères d'inclusion et d'exclusion de la cohorte 1 et la cohorte 2. | 187 |
| Tableau 17 : Récapitulatif des scores au PDQ-39 (total et sous-dimensions) selon l'attitude dépressive (BECK). | 194 |
| Tableau 18 : Récapitulatif des scores au PDQ-39 (total et sous-dimensions) selon l'atteinte cognitive (MoCA). | 195 |
| Tableau 19 : informations sur les participants avec un score au VHI total évoquant un handicap sévère. | 202 |

| | |
|--|-----|
| Tableau 20 : informations sur les participants avec un score au VHI total évoquant un handicap modéré. | 203 |
| Tableau 21 : corrélations (rho de spearman) et degré de significativité entre scores au VHI et au PDQ-39..... | 208 |
| Tableau 22 : corrélations (rho de spearman) entre scores au VHI et scores aux EVA | 209 |
| Tableau 23 : corrélations (rho de spearman) entre scores au VHI et scores au VHI adapté et complété par un tiers | 211 |
| Tableau 24 : description des locuteurs atteints de la MP (étude 4)..... | 221 |
| Tableau 25 : critères d'inclusion et d'exclusion (étude 4) | 222 |
| Tableau 26 : déroulement des séances en fonction de l'avancée de la rééducation. | 224 |
| Tableau 27 : scores obtenus suite à la passation de l'UPDRS-III en pré- et post-rééducation à la LSVT BIG. | 227 |
| Tableau 28 : temps (en secondes) aux tâches du TUG et du TUG cognitif lors du pré-test et du post-test. | 228 |
| Tableau 29 : scores (en centimètres) au FRT et au LRT en fonction du pré-test et du post-test. | 230 |

Liste des abréviations

ASHA : American Speech-Language-Hearing Association
BDI-II : Inventaire de dépression de Beck
CDSR : bases de données Cochrane
CIF : Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé
CM : carré moyen
dB : décibel
DIP : Dysarthria Impact Profile
DIVA : directions into velocities of articulators
ECR : essai randomisé contrôlé
EVA : échelle visuelle analogique
F₀ : fréquence fondamentale
F1-F2-Fn : formants – 1^{er} formant, 2^{ème} formant, n^{ième} formant
GPe : globus pallidus externe
GPi : globus pallidus interne
H&H : hyper- & hypo-speech theory (Lindblom, 1990)
HRQL : health related quality of life
Hz : hertz
L-Dopa : Lévodopa
LSVT : Lee Silverman Voice Treatment
MCI : déficience cognitive légère (mild cognitive impairment)
MDS : Movement Disorder Society
MDVP : Multi-Dimensional Voice Program
MHAVIE : mesures des habitudes de vie
MoCA : Montreal Cognitive Assessment
MP : maladie de Parkinson
MPTP : 1-méthyl-4-phényl-1,2,4,6-tétrahydropyridine
NST : noyau subthalamique
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
PDQ-39 : Parkinson's disease questionnaire – 39
Phi : métrique d'organisation du système vocalique

PRO : Patient-Reported Outcomes

QDV : qualité de vie

SCP : stimulation cérébrale profonde

SNC : système nerveux central

TMP : temps maximum de phonation

tVSA : aire du triangle vocalique

UKPDSBB : United Kingdom Parkinson's disease Society Brain Bank

UPDRS : Unified Parkinson's disease rating scale

VAI : vowel articulation index

VHI : voice handicap index

Introduction

Ce document représente l’accomplissement d’un long travail de recherche doctorale, initialement entrepris dans le cadre d’un projet d’Action de Recherche Concertée, le projet ParolPathos. Ce travail doctoral a été réalisé afin d’apporter une contribution aux recherches actuellement menées dans les domaines de la psychologie et de la phonétique clinique.

Notre recherche se centre sur la maladie de Parkinson (MP) et sur les troubles de la parole qui peuvent apparaître chez les personnes atteintes par la maladie. Nous avons souhaité adopter une vision plus englobante de ce symptôme en œuvrant à une meilleure compréhension des répercussions de la maladie dans la vie quotidienne des personnes et en tâchant de mettre nos résultats en relation avec des caractéristiques propres aux personnes rencontrées.

Dans ce contexte, une question s’est alors imposée à nous, celle du potentiel informatif du signal de parole, tant sous l’angle de la production motrice de la parole que sous son angle fonctionnel, par-delà un message porteur de sens qu’il achemine vers un interlocuteur. Cela nous amène à nous centrer sur des aspects fins, microscopiques, relatifs au domaine des recherches en phonétique tout en élargissant notre étude au plan communicationnel, et plus largement aux aspects relatifs à la qualité de vie des individus atteints de la MP.

Contexte général

La MP est une maladie idiopathique très répandue puisque, atteignant 2% de la population âgée de 65 ans et plus, elle s’avère être la deuxième en ordre de prévalence, d’un point de vue épidémiologique, après la maladie d’Alzheimer (Lee & Gilbert, 2016; Mills-Joseph, Krishna, Deogaonkar, & Rezai, 2018; Reich & Savitt, 2019). Si les causes profondes de son apparition demeurent encore largement incomprises, on sait aujourd’hui que la MP se caractérise par une dégradation progressive de la *substantia nigra*. Ceci a pour conséquence une diminution graduelle de la production de dopamine et, ipso facto, l’apparition de difficultés dans la gestion des mouvements (apparition de tremblements de repos, lenteur motrice, rigidité musculaire, etc.) A l’heure actuelle, l’observation clinique – réalisée le plus fréquemment par un neurologue

et sollicitant la contribution de l'entourage du patient – demeure la voie d'entrée principale dans la recherche de signes susceptibles de confirmer le diagnostic de la MP (Hurwitz, 2017; Kalia & Lang, 2015). Celui-ci, outre les constats d'observation directe, peut s'enrichir de tests de la réaction à la dopamine de synthèse, voire de scintigraphie cérébrale (DAT Scan) susceptible d'objectiver la perte dopaminergique.

Les répercussions de la MP touchent quantité d'aspects de la vie de la personne concernée : le contrôle des membres, l'équilibre, la déglutition, etc. A l'heure actuelle, diverses prises en charge peuvent être proposées aux personnes atteintes par la MP (Fox, Ebersbach, Ramig, & Sapir, 2012). Toutefois, même en présence d'une prise en charge médicale optimale (pharmacologique ou chirurgicale par exemple), les déficits ne peuvent pas tous être maîtrisés, voire atténués de manière significative chez la grande majorité des personnes atteintes par la maladie, ce qui peut dès lors avoir des retentissements considérables sur leur qualité de vie (Miller, Noble, Jones, Allcock, & Burn, 2008; Miller, Noble, Jones, & Burn, 2006).

Au nombre des conséquences de la MP figurent, de surcroît, diverses difficultés liées aux contrôle des mouvements (et/ou de la stabilité) que nécessite la gestion des articulateurs supralaryngés. La maîtrise de ces gestes d'une grande précision est rendue difficile par la MP, et les sons de parole peuvent être déformés par rapport à l'attente normative. Ceci peut avoir pour conséquences d'une part, chez la personne atteinte par la maladie, une souffrance subjective devant les efforts nécessaires pour poser des actes apparaissant comme anodins dans leur réalisation (quoique majeurs dans leurs effets sociaux), et d'autre part, chez son interlocuteur, une difficulté relationnelle due à la baisse d'intelligibilité de l'émetteur. Dans la sphère du langage, la MP a donc des effets délétères qui, certes originés dans la corporéité, la transcendent pour atteindre la sphère psychique d'un individu qui, en difficulté physique, doit affronter les possibles conséquences notamment en termes d'image de soi d'un déficit avéré de son potentiel communicatif.

Les troubles de la parole dans la MP – dont les plus saillants sont dénommés *dysarthrie hypokinétique* – ont depuis longtemps été étudiés. Toutefois, certains de leurs aspects restent peu détaillés, voire passés sous silence par la littérature.

Certes, il est communément accepté que les troubles dysarthriques vont entraîner une imprécision marquée des consonnes chez les locuteurs atteints de la MP (Darley, Aronson, & Brown, 1969; Logemann & Fisher, 1981). Même si elle a été évoquée plus tardivement, la production des voyelles tend également

à être altérée (Kent & Kim, 2003; Mollaei, Shiller, Baum, & Gracco, 2016; Skodda, Visser, & Schlegel, 2011). Ces phénomènes sont liés à une réduction de la force et de l'amplitude du mouvement articulaire (Ackermann & Ziegler, 1991; Duffy, 2012). Néanmoins, peu de travaux se sont concentrés sur la dynamique intra-segmentale du timbre imputable au contrôle des résonateurs (Goberman, Coelho, & Robb, 2002) alors que son étude est tout à fait adaptée aux troubles associés à la MP. Moins encore se sont intéressés à la production de phonèmes requérant la réalisation de mouvements articulaires intra-segmentaux très rapides et étroitement contrôlés.

Il est cependant patent que les effets majeurs de la MP concernent le contrôle du mouvement. Or, les recherches menées dans le domaine de la production motrice de la parole, telles qu'évoquées supra, d'une part, se basent fréquemment sur l'analyse de phénomènes statiques : la production d'une voyelle tenue par exemple et, d'autre part, recourent à des procédures d'analyse quantitative ayant pour conséquence de gommer les variabilités intra-individu et intra-production.

C'est un raisonnement de ce type qui a fondé la démarche du Laboratoire de phonétique montois dans son étude princeps relative aux conséquences acoustiques d'altérations du contrôle moteur dans la MP lors de la production de sons de parole à timbre dynamique (Couvreur, Bruyninckx, & Harmegnies, 1999). Cette même réflexion nous a amenée à approfondir l'examen de ces phénomènes à travers la réalisation d'une étude exploratoire auprès d'un nombre restreint de personnes atteintes de la MP (Roland *et al.*, 2016). Les démarches de recherche qui font le cœur de cette thèse constituent une suite élargie et systématisée de ces travaux pionniers.

L'originalité de la démarche de fond étant établie, il nous faut insister sur une particularité du champ auquel se circonscrivent nos travaux : celle de la langue. Si, comme nous l'avons indiqué, les travaux participant de préoccupations pour les caractéristiques de la parole de personnes atteintes de la MP sont anciens et assez nombreux, force est de constater que fort peu se centrent sur des participants ayant une langue maternelle autre que l'anglais. Le français, en particulier, fait ici figure de parent pauvre. Afin de contribuer à combler cette lacune de la littérature, c'est auprès de participants s'exprimant usuellement en français (leur langue maternelle) que nous recueillerons les observations de nos études.

Au contraire de l'anglais, le français ne comporte, dans son inventaire phonologique, aucune diphtongue. C'est donc ailleurs qu'il faudra aller chercher des éléments dont la réalisation provoque des vocoïdes à timbre variable. Seule

est utilisable ici la classe des « semi-consonnes »¹ (parfois dénommées aussi « semi-voyelles ») et que, vu cette imprécision terminologique, nous préférons dénommer en utilisant le terme anglais « glide »², qui indique exactement ce qui fait l'objet de notre intérêt pour cette classe d'objets phoniques. Nous retiendrons les deux sons de parole communs à tous les dialectes du français, à savoir /j/ et /w/. Leur intérêt pour notre questionnement provient du fait que, pour la réalisation de ces phonèmes, il y a lieu de produire un son à qualité vocalique dont le timbre approche soit celui de [u] (cas de /w/) soit celui de [i] (cas de /j/), juste après une voyelle ayant un autre timbre et/ou juste avant une autre voyelle, mais sans solution de continuité, et en faisant évoluer (« glisser » : *to glide*) le timbre tout au long de la production.

En outre, peu de recherches associent ce domaine d'étude aux répercussions que les altérations de parole engendrent dans la vie quotidienne des personnes atteintes de la MP. Or, comme le soulignent Miller et collaborateurs (2006), une des finalités des recherches concerne, plus que de savoir si la personne est parfaitement intelligible, l'identification des changements de perception qu'elle aura d'elle-même et de sa vie quotidienne suite aux troubles dysarthriques. Nous nous questionnons dès lors sur les retentissements de la dysarthrie sur le plan communicationnel.

Afin de répondre à ces interrogations, nous avons développé une recherche en trois axes :

- Le premier axe de notre recherche a pour ligne directrice les répercussions de la MP, et plus particulièrement des troubles de la parole en découlant, sur la production motrice de la parole. De fait, il est admis que les troubles de la parole sont fréquents dans la MP et qu'ils touchent jusqu'à 90 % des personnes (Hartelius & Svensson, 1994; Logemann, Fisher, Boshes, & Blonsky, 1978; Majdinasab, Karkheiran, Soltani, Moradi, & Shahidi, 2016; Miller, Noble, Jones, Allcock, & Burn, 2008; Pawlukowska, Szylińska, Kotłęga, Rotter, & Nowacki, 2018; Sapir, 2014; Sapir, Ramig, & Fox, 2008). Ce premier axe nous permettra d'obtenir des éléments de compréhension de la production de parole pathologique, plus particulièrement en ce qui concerne les monophthongues /a, i, u/ tant en production statique que dynamique ainsi que les glides. En effet, ce premier axe nous permettra également d'interroger

¹ Ces unités ont une fonction phonologique de consonne mais une qualité phonétique de voyelle

² "(...)a very brief phonetic vowel which functions in some language as a phonological consonant(...)", in Trask, R.L., A dictionary of phonetics and phonology, Routledge, London, New York, 1996, 157

l'amplitude des transitions formantiques lors de la production de logatomes en vue d'inférer nos résultats à la dynamique des mouvements articulaires.

Notre premier objectif est donc de mener une étude dynamique de la production de la parole, d'une part en étudiant des phénomènes eux-mêmes dynamiques – les glides, d'autre part, à partir d'une appréhension dynamique de phénomènes statiques – les monophthongues.

- Le deuxième axe nous permet de nous interroger sur les répercussions des symptômes de la MP, dont le déficit communicationnel, sur la qualité de vie des personnes atteintes de la MP. Plus spécifiquement, nous tenterons de comprendre en quoi les altérations décelées influencent les activités de la vie quotidienne des participants. Nous nous questionnerons également sur l'influence de la dysarthrie vis-à-vis des interactions sociales et des activités de la vie quotidienne, celles-ci étant, selon Fox et Ramig (1997) ou Karlsen (2000) réduites chez les personnes atteintes de la MP.

Notre deuxième objectif sera d'investiguer ces aspects en tenant également compte de caractéristiques individuelles des individus afin de tâcher de mettre en exergue des indicateurs permettant une compréhension plus fine des phénomènes en jeu.

- Le troisième axe de notre recherche porte quant à lui sur les effets d'une rééducation intensive sur la production de la parole ainsi que sur la perception de la qualité de vie des personnes atteintes de la MP. Comme nous le verrons dans la suite de ce travail, force est de constater que, même si elles existent et peuvent se décliner sous différentes formes en fonction des besoins des personnes (Miller, Deane, Jones, Noble, & Gibb, 2011; Sackley *et al.*, 2018), les prises en charge logopédiques sont peu investies par les personnes atteintes de la MP (Hartelius & Svensson, 1994; Kalf *et al.*, 2011; Mutch, Strudwick, Roy, & Downie, 1986; Schulz & Grant, 2000; Sunwoo *et al.*, 2014). Pourtant, lorsqu'elles sont interrogées, les personnes identifient des plaintes, voire des insatisfactions quant à la manière dont elles communiquent (Johnson & Pring, 1990; Miller *et al.*, 2011).

Les troubles moteurs étant au cœur de la MP, notre troisième objectif est d'identifier les possibles bénéfices d'une prise en charge visant les membres du corps sur la production motrice de la parole, nous questionnant dès lors sur un possible transfert des améliorations motrices

globales sur des aspects moteurs demandant un contrôle fin des articulateurs supralaryngés.

Plan de la thèse

La thèse se compose, outre cette introduction, de quatre parties distinctes.

La partie 1 consiste en un état de l'art et se décline en quatre chapitres.

- *Le chapitre 1* permet de présenter la MP. Outre les aspects étiologiques et physiopathologiques, ce chapitre nous permet de mettre en évidence les difficultés existantes à l'heure actuelle afin de poser le diagnostic de la maladie de Parkinson, seul un diagnostic clinique pouvant être établi. Ce chapitre nous permet en outre d'introduire les signes relatifs à la maladie, qu'ils soient d'ordre moteur ou non-moteur, en mettant notamment l'accent sur la révision des critères de diagnostic apparue ces dernières années. Les avancées de la recherche, qu'elles soient relatives au domaine médical, par l'identification de l' α -synucléine par exemple ou au domaine psycho-comportemental, avec l'identification de signes de la maladie telle que la dépression, ont permis la reconnaissance d'une phase prodromique de la maladie, pouvant débuter jusqu'à 20 ans avant le diagnostic, ce qui pose bien entendu la question d'indicateurs permettant une prise en charge précoce des symptômes, voire un diagnostic précoce de la maladie.
- *Le chapitre 2* nous permet de développer les aspects relatifs à la production de la parole. Nous y présentons les grands courants théoriques en production de la parole ainsi que leur intérêt dans la compréhension des troubles inhérents à la MP.
- *Le chapitre 3* porte sur une description de la dysarthrie hypokinétique, trouble de l'exécution motrice de la parole pouvant apparaître dans la MP. Nous y abordons les composantes de la parole atteintes dans le cas d'une dysarthrie hypokinétique, en nous intéressant tout particulièrement aux altérations articulatoires. Ce chapitre nous permet également de mettre en exergue différentes métriques acoustiques existantes. L'exploration du système vocalique à partir de ces métriques qui nous apparaissent comme complémentaires nous semble pertinente et originale afin de quantifier les variations observées dans la parole dysarthrique.

- La *chapitre 4* aborde quant à lui les répercussions des troubles dysarthriques dans les activités de la vie quotidienne des personnes atteintes de la MP, ce qui nous permet d'envisager la parole sous son angle fonctionnel en adoptant un regard global sur les retentissements liés à la qualité de vie des individus.

La partie 2, composée d'un seul chapitre (*chapitre 5*), porte sur notre contexte de recherche. Nous y exposons également notre méthodologie générale, les démarches liées à nos différentes études ainsi que les conditions de recrutement des participants et les conditions d'enregistrement.

La partie 3 présente les différentes études menées dans le cadre de cette recherche doctorale ainsi que leurs résultats. Elle se compose de quatre chapitres, chacun permettant d'exposer une étude spécifique.

- L'étude 1 (*chapitre 6*) a été menée dans un cadre largement exploratoire. Elle nous a permis une première investigation, tant sur les aspects acoustiques de la production de parole, et plus particulièrement la dynamique acoustique de la parole, que sur les répercussions fonctionnelles de la maladie. Elle nous a également permis de poser les jalons méthodologiques des études qui ont suivi.
- L'étude 2 (*chapitre 7*), menée à la suite des résultats de notre première étude, porte sur un recueil de données à plus large échelle afin de venir affiner nos observations. Notre analyse nous ayant permis d'identifier des phénomènes de nature infraclinique, nous avons tenté de confirmer les éléments mis au jour, notamment en enrichissant notre recueil de données et en affinant nos techniques d'analyses, tant à partir des métriques acoustiques évoquées précédemment qu'à partir de la mise en relation des résultats avec des caractéristiques individuelles des participants.
- L'étude 3 (*chapitre 8*) se centre quant à elle sur les aspects relatifs à la perception des participants quant à leur vie quotidienne. En nous basant sur le vécu des personnes, nous avons tenté de mieux comprendre les répercussions fonctionnelles de la maladie, et plus particulièrement de la dysarthrie hypokinétique. Cette étude se découpe en deux parties : une première où nous avons interrogé des personnes atteintes de la MP et une seconde où nous avons interrogé des personnes atteintes de la MP ainsi que leurs proches (conjoint et/ou aidant proche). Nous avons également mis en perspective les résultats avec des caractéristiques individuelles des sujets afin d'avoir une vision globale des situations vécues.

- L'étude 4 (*chapitre 9*) s'est voulue être la mise en pratique d'une technique particulière développée dans la MP, la Lee Silverman Voice Treatment (LSVT). Comme nous le verrons dans la suite de ce document, cette technique globale se décline en deux rééducations : la LSVT LOUD d'une part, visant une rééducation intensive de la parole et la LSVT BIG d'autre part, centrée sur une rééducation intensive également, mais sous l'angle de la motricité globale. L'objectif est ici de voir si une rééducation ne visant pas directement la parole mais bien la motricité globale (LSVT BIG) peut avoir un retentissement positif sur la production de la parole.

Enfin, la partie 4 (discussion générale – *chapitre 10*) nous permet de discuter de manière plus transversale de nos résultats, en recontextualisant chacun de ceux-ci en fonction de nos trois axes de recherche. Cette partie nous permettra également d'entrevoir les apports, implications tout comme les limites de nos investigations. In fine, grâce à nos résultats, nous dresserons plusieurs hypothèses que de prochaines études permettraient de vérifier.

Partie 1 – Etat de la question

Chapitre 1 Maladie de Parkinson : généralités

Décrite pour la première fois en 1817 par le médecin généraliste anglais James Parkinson, la maladie de Parkinson (MP) – initialement dénommée *shaking palsy* – (Parkinson, 1817) est une maladie idiopathique chronique caractérisée par une dégénérescence d'un noyau de la substance noire qui agit sur les noyaux du striatum de la base du cerveau, le noyau caudé et le putamen. La MP est alors décrite par Parkinson comme étant :

« involuntary tremulous motion, with lessened muscular power, in parts not in action and even when supported; with a propensity to bend the trunk forwards, and to pass from a walking to a running pace: the senses and intellects being uninjured » (p.223).

Dans sa première description, Parkinson (1817) met l'accent sur le fait que cette pathologie entraîne une atteinte motrice involontaire, sans atteinte des capacités intellectuelles de la personne en souffrant. Depuis, de nombreuses études ont contribué à une meilleure compréhension de la symptomatologie de la maladie, mettant en exergue la diversité des troubles, qu'ils soient d'ordre moteur, psychologique ou cognitif.

Dans ce premier chapitre, nous proposerons une revue des principales données étiologiques, symptomatologiques et thérapeutiques à la lumière des connaissances actuelles de la maladie. Nous axerons également nos propos sur les avancées proposées par l'*International Parkinson and Movement Disorder Society* (MDS) en termes de critères de diagnostic de la MP.

1.1 Épidémiologie

La MP est la deuxième maladie neurodégénérative la plus répandue après la maladie d'Alzheimer (Lee & Gilbert, 2016; Mills-Joseph *et al.*, 2018; Reich & Savitt, 2019). Même si l'avancée en âge n'est pas la cause première de la maladie et que celle-ci débute moins fréquemment avant 50 ans (Korell & Tanner, 2013), l'avancée en âge en reste un des principaux facteurs de risque (Darweesh *et al.*, 2016). Dans leur récente étude épidémiologique, Lee et Gilbert (2016) estime la prévalence de la MP dans les pays industrialisés à 0.3% dans la population générale. Cette prévalence augmente chez les personnes âgées de plus de 60 ans à 1% et atteint les 3 % chez les personnes âgées de 80 ans et plus. Malgré les difficultés liées à l'estimation de la prévalence d'une maladie, ces données restent par ailleurs similaires à celles signalées quelques années auparavant par Pringsheim et ses collaborateurs dans leur méta-analyse basée sur des données mondiales (Pringsheim, Jette, Frolkis, & Steeves, 2014), faisant état d'une prévalence croissante dans la MP avec l'âge, avec un pic entre 70 et 79 ans, cette prévalence continuant à croître après 80 ans.

1.2 Étiologie

La cause du déclenchement de la maladie reste encore inconnue à ce jour, la majorité des cas étant sporadiques et multifactoriels (Ozsancak & Auzou, 2005). De nombreuses recherches tentent toutefois d'identifier les origines de la maladie et les facteurs de prédiction de celle-ci. Plusieurs hypothèses sont ainsi évoquées, les plus connues étant les causes génétiques et environnementales (Fujioka & Wszolek, 2012; Kalia & Lang, 2015; Nelson & Racette, 2013).

Concernant les causes génétiques, un historique familial faisant état de plusieurs cas de MP rendrait les personnes plus à risque de développer cette maladie. De fait, la présence de gènes responsables ou prédisposants au sein d'une même famille semble être une des composantes majeures des étiologies génétiques potentielles de cette maladie. Une prédominance des formes de transmission autosomique récessive existerait, sans omettre toutefois les formes de transmission autosomique dominante (Ozsancak & Auzou, 2005). Des modifications génétiques identifiées seraient également présentes chez un nombre plus important de personnes diagnostiquées avant 50 ans (Korell & Tanner, 2013).

Les facteurs de risque environnementaux expliqueraient quant à eux une part limitée des cas de MP. Certains pesticides spécifiques, solvants ou métaux

pourraient ainsi expliquer l'apparition de la MP. La substance identifiée la plus connue est le MPTP (1-méthyl-4-phenyl-1,2,4,6-tetrahydropyridine), notamment suite à la découverte d'un syndrome de Parkinson irréversible chez des usagers toxicomanes après des injections par voie intraveineuse du produit chimique. Une association de la MP avec l'agriculture a aussi largement été documentée, à l'instar de la découverte du syndrome de Parkinson induit par la MPTP, notamment de par la présence d'un grand nombre de pesticides utilisés dans l'agriculture et de leur similarité avec la toxine MPTP (Lo & Tanner, 2014).

A l'heure actuelle, aucune de ces causes ne semble pouvoir à elle seule expliquer totalement l'apparition de la maladie (Darweesh *et al.*, 2016), celle-ci restant le plus fréquemment idiopathique (MPI). Le plus souvent, les cas sont multifactoriels, associant une interaction entre des facteurs génétiques et environnementaux.

A l'inverse, il semblerait que l'exposition à certains facteurs démontre une association inverse, soulignant un plus faible risque de développer la maladie de Parkinson, comme, à titre illustratif le tabagisme ou la consommation de caféine à dose modérée (Korell & Tanner, 2013; Lo & Tanner, 2014).

1.3 Physiopathologie

La MP se caractérise par la mort précoce des neurones dopaminergiques de la substance noire pars compacta. Les modèles en boucles cortico-sous-corticales les plus connus afin de comprendre la MP concernent les réseaux modulés par la dopamine. Dans la MP, l'impact de la boucle motrice tel que présenté en figure 1 est actuellement le plus détaillé.

De fait, la figure 1 représente l'impact de la MP sur la boucle motrice (modèles en boucles cortico-sous-corticales) où trois voies motrices peuvent être identifiées : la voie directe (voie qui favorise le mouvement : putamen D1 – GPi/SNr – thalamus), la voie indirecte (voie qui bloque le mouvement : putamen D2 – GPe – GPi – thalamus) et la voie hyperdirecte (qui stoppe le mouvement : STN – GPi/SNr – thalamus) (Miocinovic, Somayajula, Chitnis, & Vitek, 2013).

De manière brève, dans la MP, la perte dopaminergique nigrostriatale entraîne une augmentation de l'inhibition thalamique, modifiant la capacité à produire efficacement des mouvements. Ainsi, de par le manque de dopamine, la MP se caractérise par une augmentation de l'activité de la voie indirecte

(voie qui bloque les mouvements) et une diminution de l'activité de la voie directe (voie qui favorise les mouvements), ce qui impacte négativement le contrôle du mouvement en favorisant le rôle de la voie hyperdirecte (voie qui stoppe les mouvements)³.

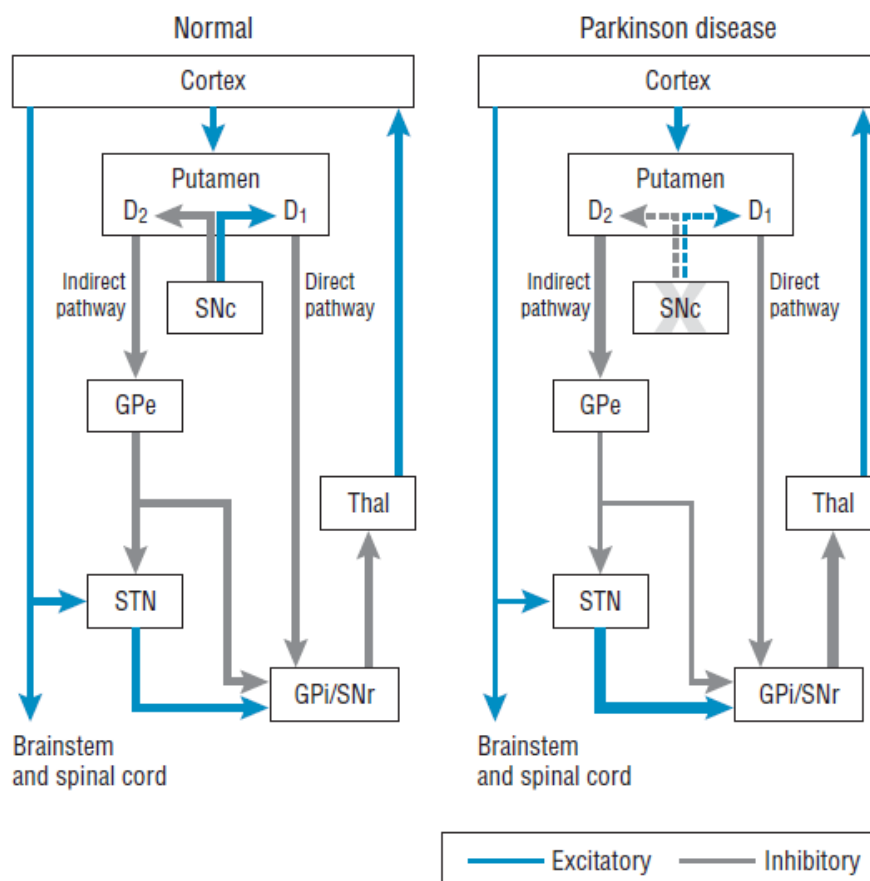


Figure 1 : Représentation du circuit des voies cortico-sous-corticales motrices chez le sujet sain et chez le sujet atteint de la MP (Miocinovic, Somayajula, Chitnis, & Vitek, 2013, p. E4).

Légende : D1 – D2 : récepteurs postsynaptiques de la dopamine ; GPe (globus pallidus externe) ; SNc (pars compacta de la substance noire) ; STN (noyau sous-thalamique - NST) ; GPI (globus pallidus interne) ; SNr (pars reticula de la substance noire) ; Thal (thalamus). L'épaisseur des flèches est évocatrice de la force des connexions.

Ces représentations permettent d'expliquer et de comprendre une large part de la symptomatologie propre à la MP. Toutefois, la MP entraîne également

³ Pour une compréhension plus approfondie du rôle des voies directe, indirecte et hyperdirecte chez le sujet atteint de la MP, nous renvoyons le lecteur aux recherches de Miocinovic, Somayajula, Chitnis, & Vitek, 2013 ; Reich & Savitt, 2019 ; Stayte & Vissel, 2014.

des atteintes neuronales autres que celles touchant les structures sous-corticales. Ces atteintes expliquent la variété de symptômes dans la MP, avec la présence, d'une part, de signes moteurs et, d'autre part, de signes non-moteurs (végétatifs, psychologiques et cognitifs).

1.3.1 Stades de Braak

En 2003, Braak et collaborateurs ont mené des études post-mortem sur trois groupes de sujets : un groupe dont les personnes étaient porteuses d'un diagnostic de la MP (N = 41) ainsi que deux groupes de personnes ne présentant aucune référence à des symptômes pouvant être associés à la MP (respectivement, N = 69 et N = 58). Le troisième groupe a été mis en place à des fins de comparaison avec le premier groupe de sujets dits sains.

L'étude des cerveaux des patients et notamment l'étude des lésions associées à la MP a permis de classer les personnes atteintes de la MP en six stades d'évolution correspondant à la propagation des Corps de Lewy (tableau 1). Ces étapes partent du système nerveux périphérique et affectent progressivement le système nerveux central.

| | |
|---------|--|
| Stade 1 | Lésions dans les neurones moteurs dorsaux IX/X et/ou dans la zone réticulée intermédiaire |
| Stade 2 | Lésions identifiées au stade 1, couplées à des lésions du noyau caudal du raphé, du noyau réticulaire gigantocellulaire et du complexe coeruleus-subcoeruleus |
| Stade 3 | Lésions identifiées au stade 2, accompagnées de lésions du mésencéphale (en particulier la substance noire <i>pars compacta</i>) |
| Stade 4 | Lésions identifiées au stade 3, associées à des lésions du prosencéphale. L'atteinte corticale est limitée au mésocortex temporal et à l'allocortex, sans atteinte du néocortex |
| Stade 5 | Lésions identifiées au stade 4 ainsi que des lésions des aires associatives sensorielles du néocortex et du cortex préfrontal |
| Stade 6 | Lésions identifiées en stade 5 associées à des lésions des aires d'association sensorielle du néocortex et des aires prémotrices, ainsi que parfois de légères modifications des aires primaires sensorielles et du cortex moteur primaire |

Tableau 1 : Stades de progression de la MP (d'après Braak *et al.*, 2003, p. 201).

Ainsi, grâce aux travaux de Braak et collaborateurs (2003), il est aujourd'hui reconnu que la MP présente une physiopathologie diffuse touchant les voies motrices ainsi que d'autres voies impliquant des atteintes non-motrices. En effet, la progression temporelle et spatiale mise en évidence dans son modèle semble expliquer l'évolution clinique de la MP (Kalia & Lang, 2015).

1.4 Symptômes de la maladie

La MP comporte un large spectre de troubles moteurs ainsi que des troubles non-moteurs amenant à son diagnostic. A l'heure actuelle, ce diagnostic repose essentiellement sur les signes cliniques pouvant être identifiés par un expert clinicien, le plus souvent un neurologue. De nombreux outils – évaluant les signes moteurs, non-moteurs, la qualité de vie, etc. – existent afin de guider la conduite de l'examen clinique. L'outil le plus fréquemment utilisé à l'heure actuelle, tant dans la pratique clinique que dans les recherches, est l'Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS) (Goetz *et al.*, 2008). Cet outil, dont une révision a été proposée en 2001 par la MDS (Goetz *et al.*, 2007), permet de quantifier la progression de la maladie à travers 4 sous-sections : partie I - étal mental, comportemental et thymique (expériences non motrices de la vie quotidienne), partie II – aspects moteurs des expériences de la vie quotidienne, partie III - examen moteur et partie IV - complications liées au traitement. Deux échelles complètent l'outil, une échelle permettant l'évaluation des stades de la maladie (Hoehn & Yahr, 1967) ainsi que l'échelle d'activités de la vie quotidienne de Schwab et England (Defebvre, 2018).

1.4.1 Diagnostic

A l'heure actuelle, le diagnostic de la maladie reste difficile à établir avec une certitude absolue. Effectivement, nous sommes face à une maladie complexe, présentant probablement plusieurs étiologies possibles. Qui plus est, les situations cliniques de la maladie sont très hétérogènes, rendant encore très complexe, à l'heure actuelle, l'établissement d'un diagnostic univoque du vivant de la personne atteinte de la MP (Postuma *et al.*, 2015). Selon Postuma *et al.* (2015), le diagnostic est confirmé post-mortem dans 75 à 95 % des cas, deux facteurs entrant alors en compte : la précision du diagnostic (durée de la maladie, âge au moment de l'apparition des symptômes ou encore état des connaissances dans la compréhension de la maladie au moment du diagnostic) et les erreurs de diagnostics (faux positif) attribuées à l'incapacité à reconnaître une autre pathologie proche (telle que la paralysie supranucléaire progressive). Toutefois, d'aucuns soulignent le caractère sous-optimal de cette précision avoisinant, selon une méta-analyse portant sur 11 études, les 80 % de précision (Adler *et al.*, 2014; Rizzo *et al.*, 2016). Le gold standard pour le diagnostic de la MP reste la présence d'une dégénérescence de la substance noire pars compacta et d'une pathologie de Lewy – corps de Lewy et neurites de Lewy, agrégats anormaux de la protéine α -synucléine – lors de l'examen post-mortem (Kalia & Lang, 2015).

Actuellement, l'expertise clinique du spécialiste est donc la seule technique diagnostique de référence pré-mortem. Le diagnostic clinique repose ainsi sur la présence de caractéristiques motrices de la maladie ainsi que sur l'absence de signes d'exclusion. Pour s'assister dans son diagnostic clinique, le neurologue dispose de plusieurs techniques et/ou outils et peut s'appuyer sur les critères établis par la UK Parkinson's Disease Society Brain Bank (UKPDSBB).

A l'heure actuelle, des études sont encore en cours afin d'identifier des biomarqueurs permettant d'établir avec certitude le diagnostic de la MP du vivant de la personne. Différentes techniques sont dès lors utilisées dans la pratique clinique afin d'établir un diagnostic le plus certain possible. Une première technique consiste à administrer une première dose de Lévodopa⁴ à la personne chez qui une MP est suspectée et à réaliser avant et après la prise médicamenteuse un examen moteur afin d'attester d'une réponse positive à la prise de dopamine. Même s'ils ne sont pas systématiques voire ne font pas toujours consensus, des examens d'imagerie (principalement IRM et scintigraphie cérébrale au Dat Scan) peuvent être également pratiqués afin de confirmer un diagnostic de la MP, ceux-ci permettant d'observer les lésions du tronc cérébral et d'étudier la réduction des terminaisons nerveuses des neurones dopaminergiques afin d'exclure ou d'étayer des diagnostics différentiels (Kalia & Lang, 2015).

L'évaluation neuropathologique reste un critère de référence pour le diagnostic de la MP, celui-ci étant fréquemment établi lors de l'identification d'une perte neuronale modérée à sévère dans la pars compacta de la substance noire ainsi qu'en l'absence de preuve pathologique d'une autre maladie. Ce diagnostic se précise en deux grandes catégories de critères (Kalia & Lang, 2015; Malek *et al.*, 2017; Postuma *et al.*, 2015) :

- la présence de caractéristiques à valence positive (plaidant en faveur d'un diagnostic de la MP) ou négative (plaidant en défaveur un diagnostic de la MP) ;
- la pondération donnée aux signaux, notamment s'agissant des caractéristiques négatives, tous n'ayant pas la même importance dans le diagnostic : des signaux d'exclusion absolue excluant toute possibilité de conclure au diagnostic de la MP et des signaux d'alarme - « drapeaux rouges » - considérés comme des signes potentiels d'une autre pathologie et devant de ce fait être contrebalancés par des critères de soutien au diagnostic.

⁴ Nous aborderons les aspects relatifs aux traitements dans la suite de ce chapitre, au point 1.5.1

Au vu des importants progrès réalisés dans la compréhension de la maladie au cours des dernières décennies, notamment avec l'identification de l' α -synucléine, les avancées génétiques et l'identification de signes prodromiques de la maladie, la MDS a estimé que ces progrès nécessitaient une remise en question de la définition originelle de la maladie (Berg *et al.*, 2014; Postuma *et al.*, 2016). Une classification en fonction de l'évolution de la MP permet ainsi de dégager deux grandes étapes (Berg *et al.*, 2015) :

- une MP prodromique (ou pré-motrice), signifiant la présence de troubles non-moteurs (voire de troubles moteurs mais de faible intensité) ;
- une MP clinique, avec la présence de symptômes moteurs cardinaux.

Une troisième étape, la phase préclinique, peut également précéder les deux premières. Il s'agit d'une phase où un processus neurodégénératif est présent mais où il reste asymptomatique.

Cette évolution clinique peut être mise en parallèle avec les stades d'évolution de la maladie de Braak (Braak *et al.*, 2003), l'apparition des symptômes pré-moteurs correspondant aux stades 1 et 2, le stade 3 correspondant aux caractéristiques motrices de la maladie suite aux déficits en dopamine. Les stades 4 à 6 évoqués par Braak peuvent quant à eux être associés à des avancées tardives de la MP, notamment en ce qui concerne les symptômes non-moteurs de la maladie (Kalia & Lang, 2015).

Malgré ces révisions, les caractéristiques de la MP restent très hétérogènes, ce qui conduit la classification des stades de Hoehn et Yahr telle qu'utilisée depuis plusieurs décennies à être la taxonomie la plus répandue dans la pratique clinique à l'heure actuelle. Les stades d'évolution se classent de la manière suivante (Hoehn & Yahr, 1967) :

stade 0 : stade asymptomatique ; stade 1 : atteinte motrice unilatérale, retentissement fonctionnel minime ; stade 1,5 : atteinte motrice majoritairement unilatérale avec apparition de signes d'emprise axiale ; stade 2 : atteinte motrice bilatérale sans perte d'équilibre ; stade 2,5 : accentuation de l'atteinte bilatérale ; stade 3 : atteinte légère à modérée sans perte d'équilibre ; stade 4 : atteinte légère à modérée avec perte d'équilibre ; stade 5 : perte sévère d'autonomie rendant les déplacements pénibles ou personne alitée.

Malek et ses collaborateurs (2017) ont par ailleurs appliqué les nouvelles propositions de pondération des symptômes tels que proposés par la MDS sur une vaste cohorte de 2000 cas de MP recrutée dans une précédente étude (Malek *et al.*, 2015). Leur révision à la lumière de ces nouveaux critères permet la

validation de 1835 cas de MP (91.7% de la cohorte), montrant une non-correspondance aux critères pour 8.3 % des cas. Ces 165 cas résultaient presque exclusivement de la présence de critères d'exclusion absolus tels qu'évoqués par la MDS (Malek *et al.*, 2017).

1.4.2 Symptômes moteurs

La révision des critères de diagnostic a entraîné d'importantes remises en question de la définition des symptômes caractéristiques de la MP. Toutefois, même si d'autres symptômes sont maintenant pris en considération très tôt dans la maladie, les symptômes moteurs restent la caractéristique principale de la maladie. Le processus diagnostique se déroule en deux étapes (Postuma *et al.*, 2015; Sapir, 2014) :

- l'identification de symptômes propres au parkinsonisme : une bradykinésie associée à un tremblement de repos, à une rigidité ou au deux, ces symptômes représentant les manifestations cardinales de la MP ;
- l'imputabilité de ces critères à la MP, au regard de la présence des caractéristiques positives et négatives et de leur pondération comme énoncé supra.

Malgré une vaste symptomatologie motrice, les symptômes cités supra sont présents chez un grand nombre de cas et sont décrits sous le terme de triade parkinsonienne. La bradykinésie se définit comme une lenteur dans l'exécution du mouvement, associée à une diminution de la vitesse ou de l'amplitude de celui-ci. Ce symptôme est présent dans les membres mais apparaît également dans l'exécution d'actions nécessitant une motricité fine, telle l'écriture ou la production de la parole. La rigidité se caractérise par des mouvements passifs, lents, résistants lors d'une manipulation par une tierce personne, des principales articulations, et cela lorsque les membres sont détendus. Enfin, les tremblements de repos correspondent à des tremblements de 4 à 6 Hz dans le membre en situation de repos, disparaissant lors de l'initiation du mouvement. Ceux-ci sont distinguables de tremblements d'action associés à d'autres pathologies, tels que présents dans le tremblement essentiel de manière presque exclusive. Notons toutefois que certains auteurs estiment fréquents les tremblements essentiels chez les personnes atteintes de la MP, voire même difficilement discernables, tout au moins en début de maladie (Thenganatt & Jankovic, 2016; Thenganatt & Louis, 2012). Une quatrième caractéristique est également souvent évoquée, l'instabilité posturale, incluse dans la catégorie des signes axiaux. De fait, celle-ci toucherait 50% des personnes atteintes de la MP dans les 5 années suivant le diagnostic. Toutefois, les réflexions menées sur les critères cliniques par la MDS a amené à repenser ce critère et à ne plus le considérer comme une caractéristique essentielle de la MP, sa présence précoce

pouvant suggérer un diagnostic alternatif (DeMaagd & Philip, 2015; Malek *et al.*, 2017; Postuma *et al.*, 2015; Sapir, 2014).

Au vu de l'hétérogénéité des signes moteurs présents dans la MP, deux sous-types de la maladie sont parfois évoqués, même s'ils ne font pas consensus : la MP à dominance tremblante (prédominance des tremblements au repos) et la MP à dominance non tremblante (prédominance de symptômes akinéto-rigides et d'une instabilité posturale). Enfin, un sous-type supplémentaire est évoqué, présentant un phénotype mixte ou indéterminé (présence de symptômes moteurs de gravité similaire) (Kalia & Lang, 2015).

1.4.3 Symptômes non-moteurs

Depuis les premières descriptions de la maladie de Parkinson, le diagnostic clinique se centrait principalement sur une triade syndromique motrice, les symptômes non-moteurs n'étant que peu pris en compte dans la phase de diagnostic. Cela se reflète par conséquent parfaitement dans l'évaluation des stades de la maladie à partir de la classification établie par Hoehn et Yahr (1967) où l'atteinte motrice occupe une place prédominante. Suite aux travaux de Braak sur les stades d'évolution de la MP (Braak *et al.*, 2003) et à la révision des critères réalisée par la MDS, les troubles non-moteurs ont dorénavant une toute nouvelle place dans le diagnostic de la MP en ce sens qu'ils peuvent se manifester à tout stade de la MP, même précocement (Chaudhuri, Odin, Antonini, & Martinez-Martin, 2011). Chaudhuri *et al.* (2011) vont même jusqu'à suggérer que la combinaison de ces symptômes puisse permettre d'identifier des personnes à risque de développer la MP.

L'apparition de troubles non-moteurs précédant l'installation des symptômes moteurs est maintenant largement admise et reconnue. Il est également admis que ces symptômes contribuent à l'altération de la qualité de vie des personnes concernées (Kalia & Lang, 2015). Cette phase pré-symptomatique apparaîtrait dans les cinq à vingt années précédant les premiers signes moteurs, ce qui peut, par ailleurs, permettre d'expliquer l'importante perte neuronale de la substance noire détectée à l'apparition des signes moteurs (de 30% de perte dopaminergique à 80 % selon les études considérées) (Greffard *et al.*, 2006; Kalia & Lang, 2015; Mantri, Morley, & Siderowf, 2018; O'Neill & Siemers, 2002; Sapir, 2014).

Outre les symptômes végétatifs et sensoriels que nous n'aborderons pas ici (à titre illustratif, citons notamment une fréquente anosmie ou des troubles du sommeil), les principaux troubles non-moteurs peuvent se classer en deux grandes catégories : les symptômes psycho-comportementaux (principalement

des troubles de l'humeur et des troubles dits psychiatriques) et les atteintes cognitives.

- Symptômes psycho-comportementaux

Dans une étude de la MDS dirigée par le groupe de travail d'évaluation comportementale de la MP, Ardouin et ses collaborateurs (2009) isolent deux grandes catégories de symptômes comportementaux : les symptômes dits hyperdopaminergiques et les symptômes dits hypodopaminergiques.

Les premiers résultent d'effets imputables à la prise de traitements dopaminergiques. Les plus connus et documentés sont les troubles impulsifs et compulsifs (e.g., achats compulsifs et jeu pathologique), apparaissant comme une complication iatrogène consécutive au traitement de substitution dopaminergique (Broen, Narayen, Kuijf, Dissanayaka, & Leentjens, 2016; Zhang *et al.*, 2014). Des idées délirantes ainsi que les hallucinations, le plus souvent visuelles, peuvent également apparaître. Toutefois, les conséquences à cette prise médicamenteuse ne comportent pas que des aspects délétères pour les personnes. Des comportements de type créatif ou une hyperactivité comportementale variée (bricolage, rangement, etc.) peuvent ainsi s'installer sans que les conséquences qui en découlent n'en soient désastreuses ou vécues négativement. Ainsi, un certain nombre de personnes atteintes de la MP soulignent la motivation et le plaisir procurés dans ces activités, même s'il demeure évident qu'une adaptation de la posologie doit tout de même être envisagée. La diminution ou l'arrêt de la prise de ces médicaments entraînent une amélioration des symptômes.

Les symptômes hypodopaminergiques sont quant à eux des symptômes où une prise dopaminergique va nuire à certains facteurs psychologiques ou comportementaux. L'apparition de fluctuations motrices consécutives à la prise de médicaments, un sous-dosage ou une absence de prise dopaminergique peuvent entraîner l'apparition de ces symptômes hypodopaminergiques (Ardouin *et al.*, 2009) Les symptômes psycho-comportementaux de cette catégorie les plus fréquemment rencontrés sont des troubles de l'humeur, telles que la dépression, l'apathie ou encore l'anxiété (Berganzo *et al.*, 2016; Broen *et al.*, 2016; Kaji & Hirata, 2011).

- Symptômes cognitifs

Considéré à l'origine comme intact (Parkinson, 1817), l'évaluation de l'intellect fait maintenant partie intégrante du bilan symptomatologique de la MP afin d'identifier la présence possible d'un ralentissement des processus co-

gnitifs. Le terme bradyphrénie, introduit par Naville (1922) sera employé pour désigner ce ralentissement cognitif, par analogie au symptôme de bradykinésie.

L'identification du rôle de l' α -synucléine, couplée à l'arrivée de nouvelles techniques d'immunomarquages, a permis de grandes avancées dans la compréhension de la physiopathologie de la MP (Ardouin *et al.*, 2009). La MP est ainsi maintenant définie comme une synucléinopathie, et ce même s'il existe des formes rares sans dépôt de synucléine ainsi que des formes à dépôt tardif. Ce dépôt est par ailleurs le principal arbitre final de diagnostic (Postuma *et al.*, 2015)⁵. Le modèle des stades de Braak (2003, 2004) décrit cette évolution des stades pré-moteurs, aux stades moteurs pour finalement arriver aux stades de la cognition, suggérant un processus relativement linéaire au fil de la maladie.

Aussi, même si elle a longtemps été considérée d'apparition tardive, une déficience cognitive légère – *mild cognitive impairment* (MCI) – peut apparaître très tôt dans la maladie, voire avant même le diagnostic (Yarnall *et al.*, 2014). Cette MCI se définit comme un déclin cognitif anormal au vu de l'âge de la personne, tout en lui permettant l'accomplissement d'activités fonctionnelles normales (Litvan *et al.*, 2011).

L'atteinte cognitive semble de ce fait être un symptôme non-moteur fréquent à la MP (Lawson *et al.*, 2016; Litvan *et al.*, 2011; Smith & Caplan, 2018), avec un risque accru de démence au cours de l'évolution de la maladie (Hely, Reid, Adena, Halliday, & Morris, 2008; Kalia & Lang, 2015; Litvan *et al.*, 2011). Auparavant considérée comme un critère d'exclusion de la MP, la démence n'est plus catégorisée, depuis les révisions proposées par la MDS, comme un signal d'exclusion absolue de la maladie, et ce même lorsqu'il s'agit d'un des premiers symptômes présentés (Postuma *et al.*, 2016, 2015).

Dans une étude longitudinale portant sur 20 années, Hely et ses collaborateurs (Hely *et al.*, 2008) ont évalué l'apparition de démence chez 136 personnes atteintes de la MP. Au bout des 20 années, seuls 30 sujets étaient toujours vivants et 25 de ceux-ci avaient développé une démence (83%). Qui plus est, 75% des sujets décédés au cours de l'étude avaient également développé une démence avant leur décès.

⁵ Pour une compréhension plus fine du rôle des dépôts d' α -synucléine dans l'installation progressive des troubles cognitifs, nous renvoyons le lecteur aux études post-mortem menées par Braak et ses collaborateurs sur les stades d'évolution de la MP (Braak *et al.*, 2003).

Au cours de la maladie, la grande majorité des personnes atteintes de la MP présenteront des symptômes non-moteurs concomitants aux symptômes moteurs, entraînant un accroissement du handicap fonctionnel et une atteinte sévère de la qualité de vie des personnes atteintes de la MP, voire de leur entourage élargi (Berganzo *et al.*, 2016; Broen *et al.*, 2016; Chaudhuri *et al.*, 2011; Kalia & Lang, 2015; Lawson *et al.*, 2014; Martinez-Martin, Rodriguez-Blazquez, Kurtis, & Chaudhuri, 2011). Un des difficultés principales de ces troubles est leur non-réponse aux traitements habituellement proposés dans le cas de la MP. Nous aborderons plus largement ces répercussions dans la suite de ce travail.

La figure 2 permet de schématiser l'apparition des différents symptômes présents dans la MP en fonction de l'avancée de la maladie et ce, dès la phase prodromique jusqu'à des phases avancées de la MP où s'associent des symptômes moteurs, non-moteurs ainsi que des complications tardives. Nous constatons ainsi que la phase de diagnostic de la maladie peut effectivement être précédée d'une phase prodromique, principalement caractérisée par des symptômes non-moteurs. A partir de la phase de diagnostic de la MP, de nouveaux troubles non-moteurs apparaissent, parallèlement à l'apparition des signes moteurs. Les complications tardives contribuent également à la symptomatologie de la MP.

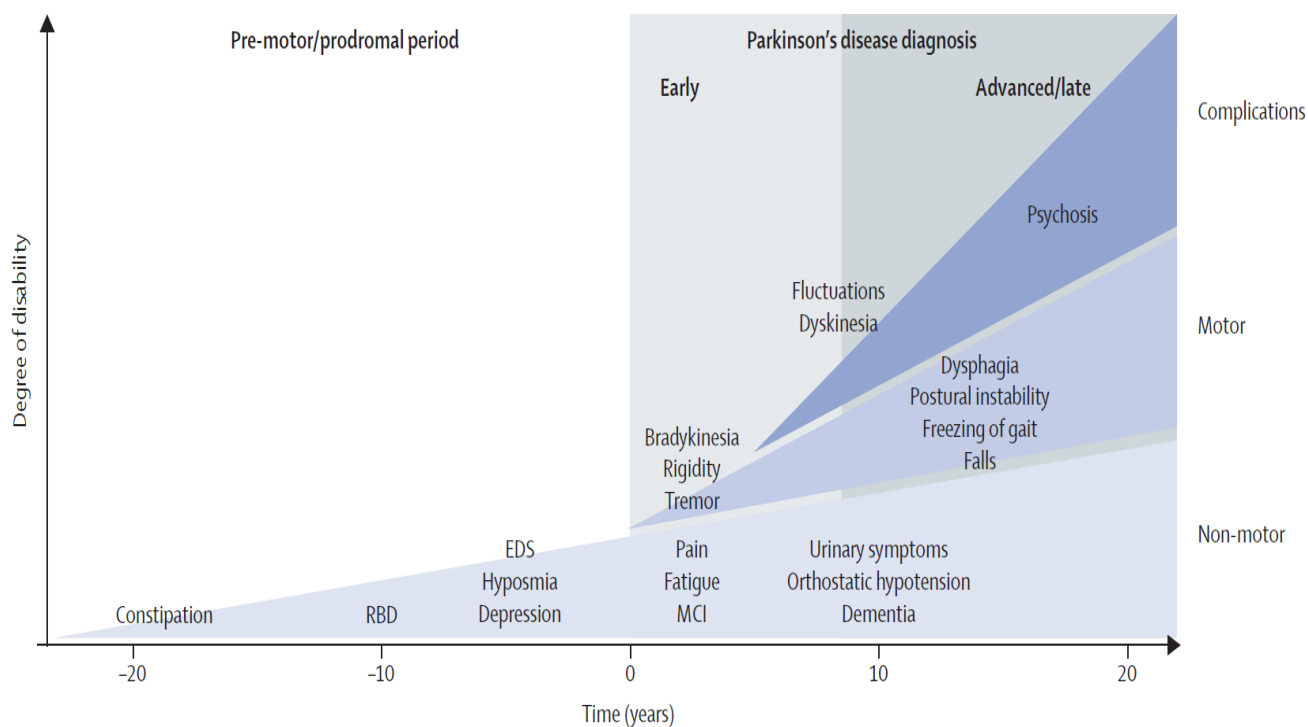


Figure 2 : symptômes cliniques et évolution dans le temps de la MP (Kalia & Lang, 2015, p.898).

Légende : RBD : trouble du comportement en sommeil paradoxal ; EDS : somnolence diurne excessive ; MCI : déficience cognitive légère.

1.5 Traitements

Deux grands types de traitement sont proposés aux personnes souffrant de la MP : les traitements pharmacologiques et les traitements chirurgicaux. D'autres prises en charge à visée rééducative existent également. Nous les aborderons dans les prochains chapitres.

Ici, nous nous centrerons principalement sur les traitements visant une amélioration de la symptomatologie motrice de la maladie.

1.5.1 Traitements pharmacologiques

Une des premières prises en charge proposée dans le cadre de la MP est la prescription d'un traitement médicamenteux afin de contrer les effets délétères de la perte dopaminergique dans les structures sous-corticales. Les traitements pharmacologiques visent ainsi exclusivement l'augmentation du taux de dopamine dans ces structures sous-corticales. Ceux-ci agissent via trois grands mécanismes d'actions (Reich & Savitt, 2019):

- l'administration du précurseur dopaminergique, la lévodopa (L-Dopa) ;
- la stimulation des récepteurs dopaminergiques par des agonistes de la dopamine comme par exemple l'apomorphine ;
- l'administration d'inhibiteurs à la dégradation de la dopamine dans le système nerveux central (SNC) et périphérique.

L'avènement de traitements à la L-Dopa est apparu dans la fin des années 60 et est toujours actuellement la forme de traitement la plus répandue (Ho, Bradshaw, & Iansek, 2008). L'introduction de ce type de traitement doit débiter lorsque les symptômes de la MP commencent à affecter de manière significative les activités quotidiennes de la personne. Le traitement le plus fréquent, et qui apparaît comme étant le plus efficace – le gold standard – en début de maladie, est l'administration de la L-Dopa (Fahn & Poewe, 2015; Reich & Savitt, 2019).

Une étude électrophysiologique récente (Zach, Dirkx, Pasma, Bloem, & Helmich, 2017) a porté sur 42 personnes atteintes de la MP depuis 4 ans en moyenne. Tous les participants à cette étude ont été évalués dans les mêmes conditions : à jeun, plus de 12 heures après l'administration du dernier médicament à base de dopamine (pour l'évaluation sans traitement, dit en phase « off »). Pour l'évaluation sous traitement dopaminergique (phase « on »), tous les participants ont reçu une dose de 250mg de L-Dopa. Les résultats montrent une amélioration significative une heure après la prise de L-Dopa des mesures de sévérité des symptômes moteurs, en particulier concernant les tremblements

au repos, la bradykinésie et la rigidité. Toutefois, l'intensité moyenne des tremblements au repos a augmenté pour 6 sujets sous L-Dopa lors d'une évaluation au repos et pour 8 sujets sous L-Dopa lors d'une évaluation pendant une activité cognitive (compter à rebours par pas de 3 ou 7 aussi vite que possible), suggérant un effet lié à la diminution de la rigidité (Zach *et al.*, 2017). Zach *et al.* (2017) ont également interrogé la corrélation entre les évaluations du clinicien et celles des participants, identifiant un accord plus important lors de l'évaluation des tremblements ($r^2 = 0.44$, $p < .001$) que lors de celle des symptômes de bradykinésie et de rigidité ($r^2 = 0.18$, $p < .001$). Leurs résultats montrent également un accord plus élevé lors de l'évaluation durant la réalisation d'une activité cognitive suggérant, selon Zach *et al.* (2017), que l'administration de L-Dopa serait plus bénéfique dans un contexte calme que stressant.

A contrario, l'efficacité de l'administration de L-Dopa semble se modifier avec la progression de la maladie, se caractérisant par des fluctuations cliniques motrices et non-motrices plus importantes ainsi que par la présence/l'apparition de dyskinésies (mouvements involontaires et non coordonnés). Ces complications à la dopathérapie se traduisent par l'apparition de réponses de courte durée à la L-Dopa (fluctuations on/off) et peuvent être traitées, dans un grand nombre de situations, avec des ajustements médicamenteux (modification des doses, fréquence de prise médicamenteuse plus élevée pour contrer la courte durée des effets, etc.) (Ahlskog, 2007). Il s'agit de complications apparaissant fréquemment après environ 5 à 10 années de traitements médicamenteux. (Ahlskog, 2007; Hickey & Stacy, 2016; Kalia & Lang, 2015; Mills-Joseph *et al.*, 2018).

Lorsque les fluctuations motrices et les dyskinésies commencent à s'intensifier, deux autres techniques peuvent être envisagées : la pompe à Duodopa et la pompe à apomorphine. La première consiste à utiliser la L-Dopa sous forme de gel en infusion continue par sonde de gastrostomie per-endoscopique. Cette technique, utilisée lorsqu'une réponse positive à la dopathérapie est toujours présente, permet une absorption rapide et efficace de la L-Dopa au niveau de l'intestin et peut être contrôlée au moyen de la pompe. La stimulation cérébrale dopaminergique qui en découle permet de diminuer les fluctuations de la réponse à la dopathérapie, ce qui permet de maintenir une mobilité plus stable dans le temps. La seconde technique, l'usage de la pompe à apomorphine, s'effectue par voie sous-cutanée et permet de délivrer de l'apomorphine sur une durée de 12 heures ou 24 heures. Elle est fréquemment utilisée lors de la survenue abrupte d'une phase off sévère (Defebvre & Moreau, 2017; Nyholm, 2012).

Qui plus est, comme nous avons pu le souligner supra, les traitements dopaminergiques peuvent également avoir des effets comportementaux à valence positive ou négative, ce qui amène le neurologue à repenser le traitement fourni à un patient MP, non plus uniquement en termes d'améliorations motrices mais de façon bien plus englobante afin de tenir compte tant des symptômes hyper- qu'hypodopaminergiques (Ardouin *et al.*, 2009).

1.5.2 Traitements chirurgicaux

Les traitements chirurgicaux sont proposés aux sujets présentant des fluctuations motrices secondaires aux traitements pharmacologiques, principalement dans le cas d'apparition de fluctuations cliniques et de dyskinésies (Ahlskog, 2007), voire dans les cas de complications tardives de la dopathérapie (Ferreira *et al.*, 2013). La thérapie la plus préconisée est la stimulation des structures profondes du cerveau, nommée stimulation cérébrale profonde (SCP). Trois cibles existent : le NST, le GPi ainsi que le noyau ventro-intermédiaire du thalamus. Les deux premières cibles sont les plus fréquentes et permettent un meilleur contrôle des tremblements dans le cas du NST et de la dyskinésie pour le GPi. La troisième cible concerne quant à elle les personnes avec une présentation dominante de tremblements mais reste moins pratiquée que la SCP visant le NST (Reich & Savitt, 2019).

Généralement, la SCP était recommandée auprès des personnes atteintes de la MP à des stades avancés, ou lorsque ceux-ci ne bénéficiaient plus des effets positifs des traitements pharmacologiques (Mills-Joseph *et al.*, 2018). Traditionnellement, cette intervention chirurgicale est réalisée après une dizaine d'années de maladie, lorsque les activités de la vie quotidienne et la qualité de vie sont déjà altérées (Schuepbach *et al.*, 2013). Fort des bénéfices issus de la SCP auprès de populations à des stades avancés de la maladie, le groupe d'étude EARLYSTIM a mené une recherche similaire auprès de participants à des stades précoces de la MP, émettant l'hypothèse que la SCP améliore la qualité de vie à des stades précoces de la MP, les personnes répondant mieux aux traitements dopaminergiques et à la neurostimulation (Schuepbach *et al.*, 2013). Schuepbach et ses collaborateurs (2013) ont ainsi recruté des personnes âgées entre 18 et 60 ans, atteintes de la MP depuis 4 ans ou plus et présentant un stade de la MP inférieur à 3 sur l'échelle de Hoehn et Yahr (1967). Les participants devaient, entre autres, présenter des améliorations motrices lors de la prise de médicaments dopaminergiques et des fluctuations cliniques et/ou dyskinésies depuis au maximum 3 ans. Sur 251 sujets éligibles et inscrits entre 2006 et 2009 dans des centres hospitaliers universitaires en France et en Allemagne, 116 participants implantés et répondant toujours de manière positive

aux traitements médicamenteux, âgés en moyenne de 52 ans et 110 participants atteints de la MP et recevant uniquement un traitement médicamenteux ont été inclus dans l'étude. 25 participants ont été exclus de l'étude à posteriori pour différentes raisons tels qu'une absence de fluctuations motrices ou de dyskinésies, une exposition au traitement jugée insuffisante ou pour cause de décès. Des améliorations significatives sont apparues dans les domaines relatifs à la qualité de vie, évaluée par une échelle d'auto-évaluation subjective (Parkinson's Disease Questionnaire⁶). Les bénéfices moteurs déjà présents sous traitements médicamenteux ont été maintenus, avec une amélioration significative de la mobilité des personnes sous SCP.

Des effets bénéfiques découlant d'une SCP ont également été observés dans le cas de symptômes non-moteurs (Dafsari *et al.*, 2016; Jung *et al.*, 2015). Une étude menée sur une cohorte de 60 personnes atteintes de la MP, évalués six mois après l'opération par SCP par des échelles d'évaluation subjective incluant des données auto-rapportées, a permis d'identifier des améliorations significatives en ce qui concerne les symptômes non-moteurs, particulièrement en ce qui concerne des symptômes végétatifs (e.g., fatigue, somnolence) et psycho-comportementaux (e.g., hallucinations). Ces bénéfices étaient concomitants à des améliorations sur le plan moteur (Dafsari *et al.*, 2016). Une récente étude incluant des personnes dont la SCP avait été réalisée au moins trois années plus tôt a également montré des améliorations significatives de la symptomatologie motrice. Des bénéfices ont qui plus est été relevés en ce qui concerne les symptômes non-moteurs, particulièrement l'anxiété et la fatigue (Fabbri *et al.*, 2017).

Toutefois, même si cette neuro-chirurgie permet une amélioration des signes moteurs de la maladie, les bénéfices ne vont pas au-delà d'un meilleur contrôle des symptômes préopératoires, la SCP n'empêchant pas l'évolution neurodégénérative progressive de la MP. Qui plus est, actuellement, seules les personnes atteintes d'une MP idiopathique semblent répondre favorablement à une SCP, des participants présentant des troubles parkinsoniens (e.g., paralysie supranucléaire) et ayant subi une SCP n'ayant pas montré d'évolution favorable de leurs symptômes après la chirurgie (Mills-Joseph *et al.*, 2018).

⁶ Cette échelle d'évaluation sera présentée au chapitre 4 du présent document.

En résumé, la maladie de Parkinson, décrite pour la première fois en 1817, est une maladie chronique, c'est-à-dire une maladie persistante qui détériore la vie quotidienne des personnes qui en sont atteintes, sans pour autant engager leur pronostic vital. Il s'agit d'une pathologie neurodégénérative qui, à l'heure actuelle, reste incurable. Elle apparaît à la suite d'une dégénérescence d'un noyau de la substance noire, entraînant une perte dopaminergique dans les structures sous-corticales.

Malgré l'identification de facteurs de risque – principalement des facteurs d'ordre génétique ou environnemental – l'étiologie de la maladie n'est pas clairement établie, la meilleure hypothèse étant une interaction entre ces facteurs génétiques et environnementaux, reflétant la multifactorialité de la MP. Certains facteurs de protection se dégagent également des études portant sur des sujets pré- et post-mortem.

Les principales atteintes sont de deux ordres : motrices et non motrices. D'autres symptômes sont toutefois présents dans la maladie, tels que les troubles végétatifs et sensoriels. Suite aux avancées issues de la recherche et de la pratique clinique, les nouveaux critères de diagnostic établis par la MDS permettent une meilleure compréhension et prise en compte de la symptomatologie parkinsonienne.

En d'autres termes, la MP peut être considérée comme une maladie neurodégénérative dont l'évolution commence très certainement plusieurs années avant la pose du diagnostic et implique un grand nombre de zones neuroanatomiques.

Les principaux traitements proposés visent quant à eux une amélioration de la symptomatologie motrice de la MP afin de permettre aux personnes atteintes un maintien de leurs activités de la vie quotidienne. Ils sont de deux types : pharmacologiques et chirurgicaux. En ce qui concerne la L-Dopa, son avènement dans la fin des années 60 a marqué une nouvelle ère dans le traitement de la MP. A ce jour, la L-Dopa reste la forme d'intervention la plus répandue auprès de cette population.

Chapitre 2 Production de la parole : bases théoriques

L'activité linguistique fonctionne sans se connaître (Jakobson, 1976). Son objet d'étude est le langage en tant que moyen d'expression et de communication. De fait, la communication fait partie des fonctions les plus importantes permettant de définir un être humain en tant qu'individu à part entière (Smith & Caplan, 2018).

La parole est une activité intentionnelle faisant partie de nos principaux modes de communication. Activité réalisée sans effort apparent (Ferrand, 2002; Guenther, 1994), elle peut être vue comme un système de communication complexe, tant au niveau sensori-moteur que cognitif, permettant à un locuteur de délivrer un message à un auditeur, à partir d'un signal acoustique de fréquence et d'amplitude variables en fonction de la position des articulateurs.

Plusieurs débats ont eu lieu au cours des dernières décennies concernant la place de l'activité motrice dans le fonctionnement de la production de la parole (Bilodeau-Mercure *et al.*, 2015; Perrier & Schwartz, 2016; Redford, 2015). Comme l'évoquent ces auteurs, pour certains, il s'agit d'une commande motrice réalisant des constrictionnements spécifiques du tractus vocal, ces mouvements se traduisant par une suite de sons produits. Pour d'autres, il s'agit d'un ensemble de fonctionnalités pouvant être décrites acoustiquement, permettant de transformer des mouvements articulatoires en des mouvements audibles. D'aucuns ont longtemps mis en évidence le rôle d'une commande motrice émanant du système nerveux central (SNC) dans la configuration particulière du tractus vocal, supposant une description unidirectionnelle du SNC vers les structures périphériques de production de parole. Toutefois, cette hypothèse est aujourd'hui fortement réfutée, notamment grâce aux travaux en neurophysiologie auprès de sujets capables de s'adapter spontanément malgré des altérations au niveau des articulateurs. Des principes dynamiques sous-tendant des interactions entre le SNC et les systèmes périphériques semblent dès lors plus adéquats (Perrier & Schwartz, 2016; Redford, 2015). Il existe d'ailleurs, à l'heure actuelle, un consensus sur le fait que la parole est produite à partir

d'actions issues d'un réseau interactionnel distribué de structures et voies cortico-sous-corticales (Mcneil, Ballard, Duffy, & Wambaugh, 2017; Tourville & Guenther, 2011).

Afin de comprendre la manière dont se réalise la production de la parole, nous nous centrerons tout d'abord sur certains modèles généraux qui abordent les aspects de la production de la parole. Nous évoquerons ensuite les bases cérébrales inhérentes à cette production motrice. Nous aborderons ensuite les aspects moteurs de la production de parole. Nous nous centrerons finalement sur le résultat acoustique de cette production motrice de parole, ces aspects étant au cœur de la suite de notre travail.

2.1 Théories et modèles en production de parole

Comme nous le savons, la communication verbale s'établit suite à l'émission, par un locuteur, d'un son de parole qui est interprété par un auditeur. Pour produire un message, le locuteur doit planifier son énoncé sous forme d'un enchaînement de segments formant des mots organisés en phrases. De nombreux modèles ont été développés afin de comprendre la manière dont se réalise cette production. Pour notre part, nous nous centrerons particulièrement sur une des dernières étapes de la production. En effet, la représentation linguistique d'un énoncé initie dès lors une commande des muscles responsables de la respiration, de la phonation et de l'articulation (Stevens & Hanson, 2010).

La production de parole a fait l'objet de nombreuses théorisations en vue de la compréhension des mécanismes en jeu, tant dans l'étude de la parole dite normale que pathologique. Toutefois, à l'heure actuelle, aucune de ces théories ne fait consensus. Nous aborderons dans la suite de nos propos plusieurs modèles qui font sens selon nous avec la suite de notre travail. Nous aborderons ainsi plusieurs types de théories et modèles de production du langage et de la parole : les modèles psycholinguistiques et neurobiologiques de la production du langage et de la parole, les modèles de production de la parole supposant l'existence d'une cible acoustique ainsi que ceux évoquant une cible articulaire.

2.1.1 Production de la parole dans les modèles de production du langage

Nombreux sont les modèles de production du langage abordant différentes étapes à la production motrice de la parole là où d'autres privilégieront principalement des mécanismes langagiers supposés de haut niveau. Pour notre part, nous faisons le choix de nous centrer en premier lieu sur la théorie de Levelt et collaborateurs (1999).

Dans leur théorie, Levelt, Roelofs et Meyer (1999) identifient cinq étapes à la production de la parole :

- la préparation conceptuelle où une activation d'un concept lexical se réalise dès que la production d'un mot est intentionnelle ;
- la sélection lexicale avec la sélection d'un lemme dans son lexique mental ;
- l'encodage morphologique et phonologique ainsi que la syllabation où nous passons aux étapes phonologique et d'articulation. C'est à partir de cette étape que les gestes articulatoires pertinents pour la production d'un mot se préparent ;
- l'encodage phonétique où les patrons gestuels appris s'activent et permettent aux gestes articulatoires d'être prêts à être exécutés ;
- l'articulation où les gestes articulatoires sont effectués.

A partir de ce modèle, nous constatons que la dernière étape, qui va nous intéresser tout au long de ce travail, est la phase ultime du modèle où la production motrice de la parole se réalise (Levelt, Roelofs, & Meyer, 1999), où toute la planification de la parole a été déjà réalisée et où il ne reste plus qu'à produire cette exécution motrice.

Même si dans ce modèle, l'articulation est considérée comme une étape ne permettant que de réaliser tout ce qui a été planifié grâce aux étapes antérieures, le modèle de Levelt *et al.* (1999) nous apparaît très intéressant à évoquer en ce sens qu'il introduit le rôle du feedback lorsqu'une erreur est décelée dans la chaîne de production de la parole. C'est ce que Levelt (1983) a également appelé le monitoring. Ainsi, le locuteur est capable d'auto-corriger ses productions en fonction du retour obtenu en trois temps : il peut d'abord contrôler sa propre parole et l'interrompre lorsqu'il rencontre un problème ; il peut produire des hésitations et des pauses, particulièrement des pauses pleines, permettant de réguler la correction. Enfin, vient l'étape de la correction en elle-

même. Ces étapes suggèrent que l'auto-contrôle se développe particulièrement à partir de la compréhension de sa propre parole, qu'elle soit intérieure ou extérieure et permet l'apparition de ce qu'on pourrait dénommer des stratégies compensatoires (Levelt, 1983).

2.1.2 Directions into Velocities of Articulators (modèle DIVA) de Guenther

Comme nous l'avons remarqué supra, plusieurs étapes langagières précèdent la production effective de la parole. Ce que ne met que peut en évidence le modèle de Levelt, ce sont les régions cérébrales impliquées dans la production motrice de la parole et leurs étroites interactions avec les articulateurs.

Le modèle DIVA développé par Guenther (1994) est plus qu'un modèle de production de la parole en ce sens qu'il tente également d'apporter un regard sur les théories d'acquisition de la parole en plaçant le babillage au cœur de ce modèle. C'est en effet à partir du système d'acquisition de la parole du jeune enfant, compris comme un cycle d'actions-perceptions, qu'il justifie les ajustements nécessaires à la production de la parole (Guenther, 1994).

Le modèle DIVA est énoncé en tant que réseau neuronal adaptatif décrivant les interactions sensori-motrices impliquées dans le contrôle de l'articulation de la parole (Guenther, 1994; Tourville & Guenther, 2011). Dans sa forme actuelle (Fig. 5), ce modèle tient compte et explique un certain nombre de phénomènes liés au contrôle moteur (configuration variable des articulateurs pour produire une même cible acoustique), au contexte et à sa variabilité, à la coarticulation (régressive et progressive) ou encore au rapport entre la vitesse et l'ampleur du mouvement articulaire (Tourville & Guenther, 2011).

Comme nous pouvons le percevoir à partir de la figure 5, le modèle DIVA se compose de deux sous-systèmes, un sous-système de contrôle anticipé (*feedforward*) et un sous-système de rétroaction (*feedback*). Ces deux sous-systèmes peuvent être mis en parallèle avec le système de monitoring et les stratégies compensatoires évoqués par Levelt (1983).

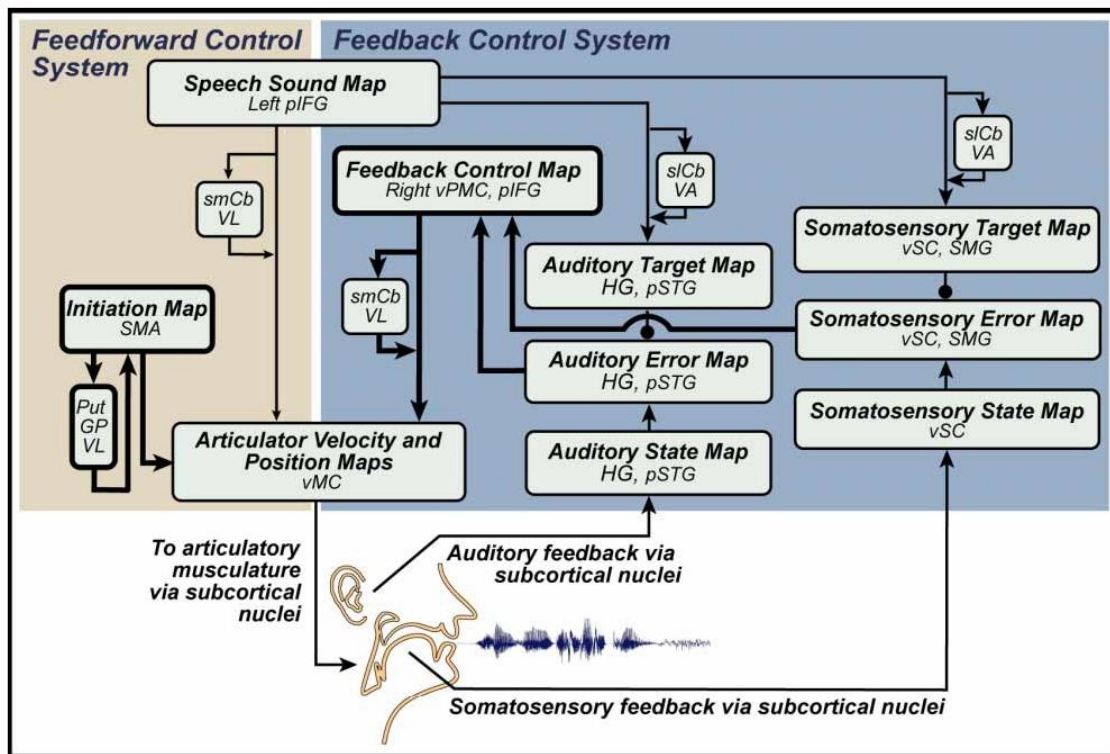


Figure 3 : Modèle DIVA (Tourville & Guenther, 2011, p.955).

Légende : les blocs présents dans le modèle correspondent à un ensemble de neurones formant une représentation neuronale nommée carte de sons de parole. Ces cartes désignent la transformation (représentée par des flèches) d'une représentation neuronale à une autre. Les correspondances entre ces différentes représentations neuronales sont apprises à partir des signaux de rétroactions tactiles, proprioceptifs et auditifs fournis par les mouvements aléatoires des articulateurs.

Le premier sous-système se compose de deux parties. La production de parole y débute par l'activation de la carte de sons de parole (*speech sound map*) dans le cortex prémoteur gauche, chaque son de parole fréquemment rencontré dans l'environnement étant représenté par une cellule unique dans la carte. Cette cellule est projetée vers les cellules de la carte de la vitesse des articulateurs (*articulator velocity and position maps*) située dans le cortex moteur primaire. Ces projections représentent l'ensemble des commandes motrices ou des gestes articulatoires du ou des sons en question. Le second sous-système intègre quant à lui les projections vers des cartes à cibles auditives et somatosensorielles des aires auditives primaires et des régions pariétales. De telles projections sont généralement décrites comme représentant un modèle prospectif du mouvement. Les retours réalisés sont ensuite comparés à la copie d'efférence (copie des conséquences sensorielles attendue d'une commande motrice), ce qui permettra l'identification de la distance entre la production qui devait être réalisée de celle qui a été effectivement produite. C'est en ce sens

que le modèle DIVA est dit auto-organisateur étant donné que tous les paramètres du modèle sont appris via un cycle d'action-perception, ce mécanisme jouant un rôle important dans le contrôle moteur des mouvements permettant la production de la parole (Tourville & Guenther, 2011).

Ce modèle suggère donc l'existence d'un contrôle de haut niveau permettant la planification et la production de la parole à partir des mouvements des articulateurs grâce à un feedback auditif et somatosensoriel.

2.1.3 Théorie quantique de Stevens

Dans sa théorie quantique, Stevens (1972) se centre sur la notion de cible acoustique. Il préconise une vision différente de celles auparavant considérées. Contrairement aux hypothèses de modélisation du conduit vocal en tant que système dans lequel les paramètres d'entrée et de sortie varient en permanence, Stevens évoque la possibilité d'un mouvement plus ou moins continu des paramètres d'entrée, c'est-à-dire de la position et des mouvements des articulateurs, contrairement aux paramètres de sortie jugés relativement insensibles aux modifications des paramètres articulatoires jusqu'à un certain point pour ensuite pouvoir être sensibles à des modifications relativement rapides, comme en témoigne la figure 3 (Stevens & Hanson, 2010).

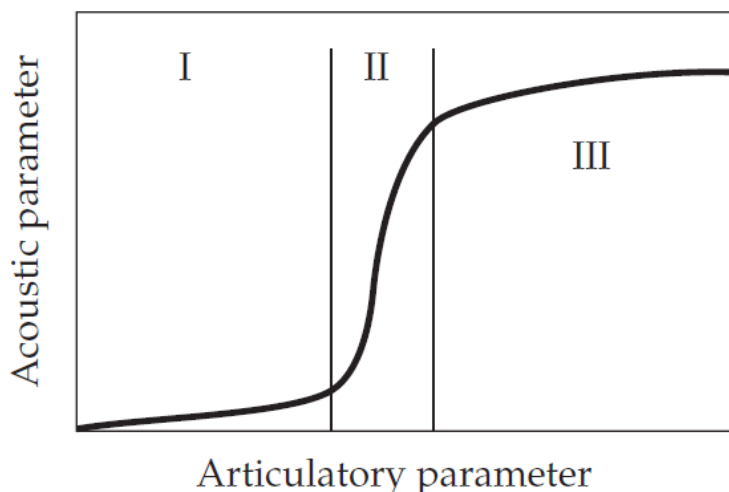


Figure 4 : théorie quantique de Stevens (d'après Steven, 1989, cité par Stevens & Hanson 2010, p.429).

Dans sa théorie, Stevens met en évidence un principe de non-linéarité entre une dimension articulatoire et ses conséquences acoustiques, les attributs acoustiques et articulatoires étant de nature quantique. Cette hypothétique relation acoustico-articulatoire peut être comprise à partir de la figure 3 où trois parties sont représentées. La première région (I) montre une insensibilité du

paramètre acoustique malgré d'importantes modifications des paramètres articulatoires. Toutefois, à partir d'un certain point, le paramètre acoustique devient sujet à de grandes et rapides modifications (région II) avant d'à nouveau se stabiliser et redevenir presque insensible aux modifications des paramètres articulatoires (région III).

En prévision à ce que nous aborderons dans la suite de ce travail, nous pouvons dès à présent nous questionner sur le rôle de cette relation acoustico-articulatoire en fonction des sons de parole produits et de leurs traits distinctifs nécessitant une plus ou moins grande liberté articulatoire afin d'atteindre une cible acoustique. En effet, considérer la production de parole telle qu'évoquée par Stevens dans sa théorie quantique permet de tenir compte du caractère de non linéarité entre les variations articulatoires et les répercussions acoustiques. Nous y reviendrons plus tard mais cela permet également de comprendre que la production de certains phonèmes permet une plus grande variabilité des configurations articulatoires tandis que d'autres vont nécessiter des contraintes articulatoires plus importantes pour atteindre une cible acoustique précise.

2.1.4 Théorie de la variabilité adaptative de Lindblom

Dans son modèle d'*hyper- & hypo-speech* (H&H), Lindblom (1990) met en évidence l'existence d'une possible variation intra- et inter-locuteurs et évoque deux observations de base concernant la production de parole :

- le contrôle moteur est conçu et organisé de manière prospective (*hyper-speech*) ;
- lorsque les contraintes de production diminuent, un principe d'économie articulatoire peut se mettre en place (*hypo-speech*).

Ces observations permettent de comprendre que, sans contrainte, le système moteur du locuteur tend à adopter un comportement à faible coût (*hypo*) tandis que lorsque la situation le nécessite, un comportement compensatoire peut se mettre en place (*hyper*). Ces phases d'*hypo-* et d'*hyper-*articulation peuvent varier en fonction de la situation de communication. Ainsi, à titre illustratif, un locuteur aura tendance à naturellement augmenter la clarté de la parole (*clear speech*) dans un milieu bruyant. La figure 4 représente de manière adéquate cette interaction naissant entre le locuteur et l'auditeur.

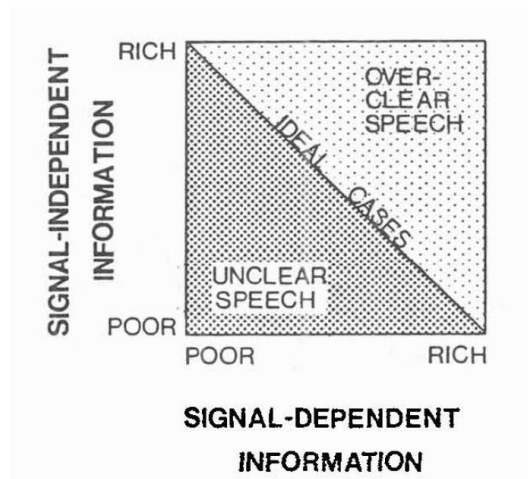


Figure 5 : interaction locuteur-auditeur telle qu'évoquée dans la théorie de Lindblom (Schwartz, 1990, p. 469)

Le modèle H&H de Lindblom permet de décrire la production de la parole sur un continuum sur lequel l'hypo-articulation (ou discours conversationnel ne nécessitant pas d'effort de la part du locuteur) se situe à une extrémité et l'hyper-articulation (c'est-à-dire la production d'une parole claire et précise) représente l'autre extrémité du continuum, un ajustement acoustique constant s'effectuant en fonction de la situation de communication (Lam & Tjaden, 2016).

Les éléments évoqués semblent intéressants à prendre en compte auprès de personnes atteintes de la MP au vu des altérations apparaissant lors de la production de la parole. En effet, comme nous le verrons dans le prochain chapitre, la MP entraîne, entre autres, une perturbation de la production de la parole nommée dysarthrie hypokinétique, caractérisée par un phénomène d'hypo-articulation. Dans ce cas, il ne s'agit plus d'une hypo-articulation découlant d'une stratégie d'économie mais bien d'une altération induite par la symptomatologie de la MP. Il peut dès lors être pertinent de s'interroger sur les processus de production de la parole ainsi que sur les possibles stratégies compensatrices permettant d'éclairer les prises en charge thérapeutiques.

2.2 Production de la parole : bases cérébrales

La production de sons de parole, obtenus par la réalisation de mouvements du tractus vocal et ayant une visée communicative, nécessite le contrôle de la phonation, de la respiration et de l'articulation.

Une boucle de préparation et une boucle d'exécution motrice permettrait la production de parole selon Grabski et Sato (2016) (Fig. 6). La première - composée du gyrus frontal inférieur et du cortex prémoteur, de l'insula, de l'aire motrice supplémentaire et du cervelet supérieur - est en charge des processus d'initiation et de coordination motrice. La boucle d'exécution motrice se compose quant à elle du cortex moteur primaire orofacial, du thalamus, du putamen et du noyau caudé ainsi que du cervelet inférieur. Enfin, un système permettant un ensemble fonctionnel de correction et régulation pourrait également apparaître, incluant le cortex somatosensoriel, le lobule pariétal inférieur, voire le gyrus temporal supérieur.

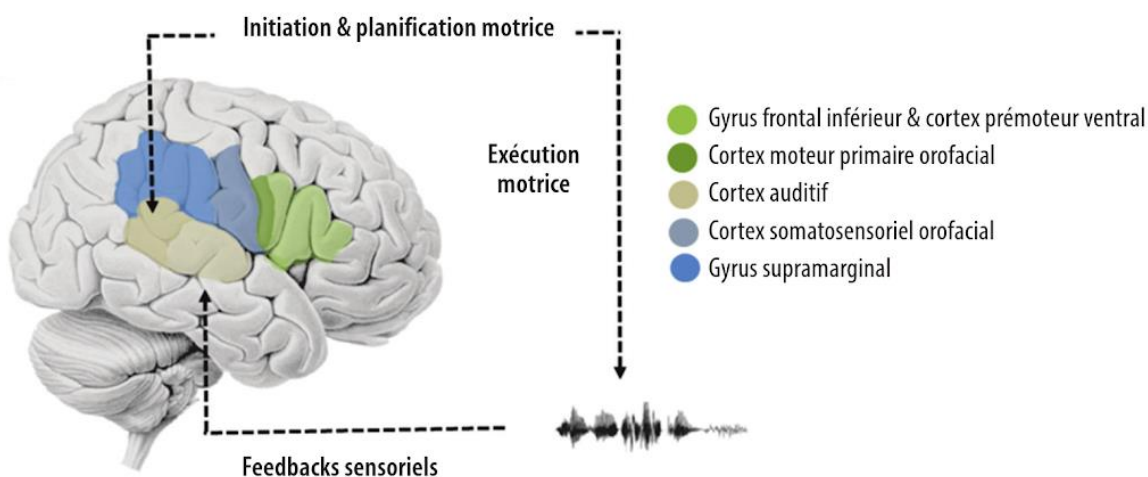


Figure 6 : représentation schématique des interactions existantes entre les régions corticales sensorielles et les régions motrices lors de la production de parole (Grabski & Sato, 2016, p. 91).

Comme exposé ci-avant, il est communément accepté aujourd'hui que la parole est le produit d'actions développées au sein d'un réseau interactionnel distribué de structures corticales et sous-corticales. Il a ainsi été démontré qu'une modulation des réponses du cortex auditif est présente lors de la production de la parole en fonction des réponses neuronales découlant de la perception auditive de ces productions (Grabski & Sato, 2016; Mcneil *et al.*, 2017; Tourville & Guenther, 2011).

2.3 Production de la parole : réalisation motrice

Le système périphérique de production motrice de la parole est complexe en ce sens qu'il se compose d'un ensemble de structures osseuses et cartilagineuses qui, par connexion et coordination, permettent la production de sons de parole. Toutefois, il est à noter qu'il n'existe pas d'appareil phonatoire à proprement parler, la fonction première des organes permettant la phonation ayant été détournée par l'homme au cours du temps afin de produire des sons différenciés les uns des autres. Ainsi, l'émergence de la faculté de la parole, voire plus largement du langage chez l'homme tient sans doute plus à l'accroissement de ses capacités cognitives qu'au développement de son tractus vocal. De fait, le contrôle moteur de la production de parole est une des tâches les plus complexes auquel l'être humain doit se confronter (Guenther, 1994). Ses différents organes et structures, reliés par le tronc cérébral au SNC sont composés de la mandibule (mâchoire), du palais, de l'os hyoïde, de la langue, des lèvres, du voile du palais (velum) et du conduit nasal, du pharynx, du larynx et de l'épiglotte (Fig. 7). Tous ont un rôle important dans le processus de production de la parole mais c'est la langue qui y occupe un rôle central en tant qu'articulateur dans la production des sons de parole. Ainsi, une des premières études tentant de proposer une représentation articulatoire des voyelles est celle de Robinson en 1617 où, en capturant la position de la langue lors de la production des voyelles, il proposa une classification en fonction de la position antéro-postérieure de la langue (Vilain, Berthommier, & Boë, 2015).

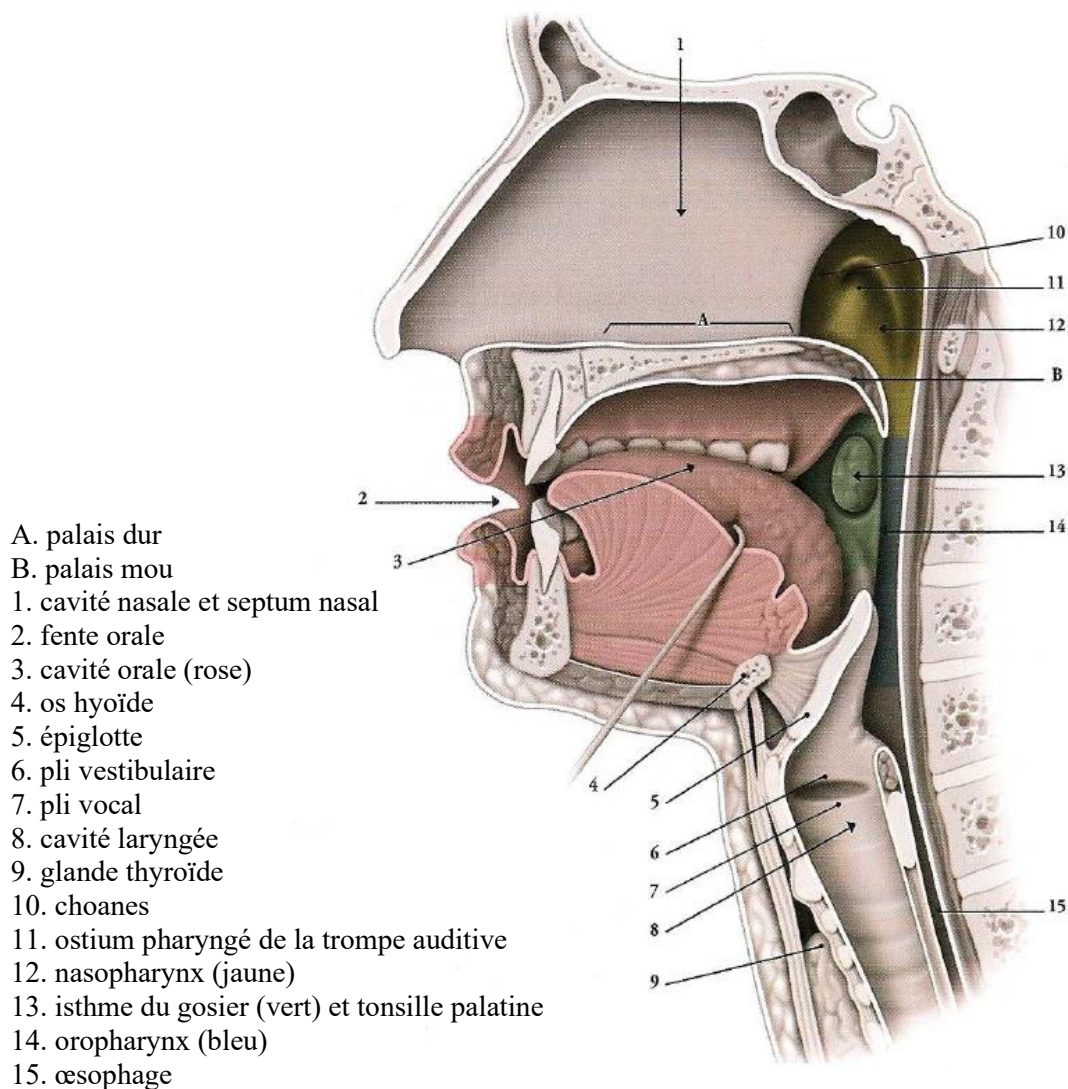


Figure 7 : Coupe sagittale médiane de la face et du cou (Kamina, 2009, p.309).

La production de la parole est ainsi une activité motrice mettant en jeu les notions d'automatisation et d'organisation des plans moteurs (Pinto, Ghio, Teston, & Viallet, 2010). Pour rappel, l'organisation complexe de cette production est contrôlée par le SNC et plus particulièrement par les noyaux gris centraux (Grabski & Sato, 2016; Pinto, 2007), interagissant et opérant des ajustements grâce aux informations issues du système périphérique. Ainsi, la parole est générée suite à la réalisation de deux étapes essentielles que sont la planification (boucle de préparation) et l'exécution (boucle d'exécution motrice). C'est lors de cette seconde étape que la réalisation motrice s'exécute.

La coordination de plusieurs composants sensori-moteurs est nécessaire afin de permettre à la personne de produire une parole fluide. Trois processus

sont principalement impliqués dans la production de parole : la respiration, la phonation et l'articulation. La parole est ainsi principalement produite à partir d'organes appartenant aux appareils respiratoire et digestif.

Nous retiendrons qu'afin de produire des sons de langage, il faut en effet une source d'énergie (la soufflerie subglottique), composée des muscles du thorax et de l'abdomen, du diaphragme, des poumons et de la trachée et un obstacle au courant d'air ainsi constitué soit par les plis vocaux pour les sons pourvus de voix (l'expiration de l'air des poumons passe à travers la trachée pour atteindre le larynx où se situent les plis vocaux) – c'est la source vocale, soit par le rétrécissement du conduit vocal ou son occlusion par les mouvements articulatoires – c'est la source de bruit. Enfin, les cavités supraglottiques (représentant le filtre), c'est-à-dire les cavités nasales, buccale et pharyngale, font office de résonateurs en transformant le flux aérique en parole (Bilodeau-Mercure *et al.*, 2015; Kent & Kim, 2008). Ceci décrit la théorie source-filtre de la production de la parole.

La phonation est une des étapes dans la production de parole, permettant la transformation du flux aérique en un bourdonnement découlant des vibrations des cordes vocales. La voix est un son périodique complexe produit par le larynx, ce qui permet d'identifier les propriétés acoustiques qui la caractérisent, à savoir la durée, la fréquence du fondamental, l'intensité physique, le timbre et les aspects stationnaire et dynamique :

- la fréquence est le nombre de périodes durant une seconde, c'est-à-dire le nombre d'oscillations par unité de temps. Le Hertz en est l'unité de mesure, un Hertz (Hz) correspondant à un cycle/seconde. L'attribut perceptuel associé est la hauteur : les sons graves pour les basses fréquences et les sons aigus pour les hautes fréquences. Les sons périodiques complexes, comme les sons de parole, sont caractérisés par une fréquence fondamentale (fréquence de vibration des cordes vocales, notée F_0) et des harmoniques qui sont des multiples entiers du fondamental. La F_0 dépend, entre autres, des propriétés physiques des cordes vocales (longueur, épaisseur, rigidité) et varie également en fonction de l'âge et du sexe du locuteur (Titze, 2011) ;
- l'intensité est l'appréhension sensorielle des variations d'amplitude du mouvement vibratoire. Elle se traduit physiquement en pression ou puissance sonore avec comme unité de mesure le Watt/cm². Il s'agit de l'intensité absolue, c'est-à-dire de la quantité d'énergie transmise par seconde à travers une surface d'un centimètre carré. La gamme des variations acceptables va de 10^{-16} Watt/cm² à 10^{-2} Watt/cm². Dans un souci

de maniabilité des données, le décibel (dB), qui est une unité logarithmique, lui est préféré. On parle alors d'unité relative d'intensité, variant de 0 dB (seuil d'audibilité) à 140 dB (seuil de la douleur) ;

- enfin, le timbre, autrement dit la forme de l'onde sonore, est ce qui permet de distinguer les ondes périodiques complexes. Sur le plan perceptuel, plus la composition spectrale est riche en hautes fréquences, plus le timbre du son est clair et, inversement, plus celle-ci est riche en basses fréquences, plus le timbre du son est sombre.

2.4 Production de la parole : production acoustique

Les signaux acoustiques constituent le moyen par lequel la parole est véhiculée (Guenther, 1994). L'acoustique de la parole peut être en grande partie décrite et comprise à partir de la théorie source-filtre de la production de la parole décrite ci-avant. Ce modèle explique la transformation de la source laryngée par les effets de filtrage du tractus vocal. Les effets de ce filtrage permettent le transfert reliant l'énergie de la source à l'énergie acoustique rayonnée aux lèvres. La parole est dès lors l'expression acoustico-motrice du langage, l'anatomie et la physiologie musculaires ayant évolué dans le but de produire des mouvements intentionnels, propres à la production de parole (Netsell, 1982). Ce contrôle moteur des plus complexes est d'ailleurs unique en ce sens qu'il constitue l'étape ultime du traitement neuronal de la parole (Behroozmand *et al.*, 2015; Houde & Nagarajan, 2016).

De ces mécanismes résultent des sons de parole produits dans l'intention de communiquer avec autrui. Ces phénomènes sonores peuvent être classés en deux grandes catégories, les vocoïdes et les contoïdes (Pike, 1947).

Les vocoïdes sont des sons vocaliques résultant d'un passage libre du flux laryngé dans le canal vocal, c'est-à-dire d'un passage sans qu'un bruit de frottement n'apparaisse puisqu'il n'y a ni fermeture ni rétrécissement suffisant du canal vocal. Des phonèmes tels que /a, i, u/ sont ainsi produits. Les contoïdes résultent quant à elles d'une entrave au passage de l'air. Cette entrave peut être une fermeture complète, auquel cas nous parlerons d'occlusion ou une fermeture partielle, évoquant un rétrécissement du canal vocal et produisant un bruit de friction. Des phonèmes tels que /p, t, k/ illustrent le phénomène d'occlusion tandis que les phonèmes tels que /f, s, ʃ/ sont des exemples de constriction. Plusieurs critères de classement des vocoïdes et des contoïdes peuvent être énoncés. Les plus pertinents pour les vocoïdes sont le point d'articulation (antérieures – postérieures), l'aperture (fermées – ouvertes), la nasalisation (orales

– nasales) et la labialisation (écartées – arrondies). Pour les contoïdes, il s’agit du mode articuloire (occlusives – constrictives – mi-occlusives), le lieu d’articulation (labiales, dentales, alvéolaires, palatales, vélares, uvulaires, pharyngales) combinée avec l’organe d’articulation, la nasalisation (orales – nasales) et le voisement (voisées – non-voisées).

D’autres phénomènes sonores, appelés glides, peuvent également apparaître. Des phonèmes tels que /j/ ou /w/ en sont des exemples en langue française⁷. Dans ces cas, il s’agit de combinaison des phénomènes précédents, des sons à type acoustique hybride, rappelant d’un point de vue articuloire les sons [i] et [u] mais avec un bruit de friction analogue aux consonnes constrictives. Nous y reviendrons dans la suite de ce travail.

En ce qui concerne la représentation de l’espace vocalique, la notion de résonance acoustique est fortement liée à celle de formants. Cela repose notamment sur la proposition de Willis, dès 1830, de proposer une modélisation du conduit vocal comme un tube avec une fréquence naturelle, celle-ci étant directement déterminée par la longueur du tube. C’est toutefois quelques décennies plus tard, dans les années 1890, qu’apparaît le terme formant, proposé alors par Hermann afin de décrire les fréquences de résonance du tractus vocal. Ainsi, dès la fin du XIX^{ème} siècle est née la préoccupation visant à développer des dispositifs permettant de mesurer avec précision la valeur des formants (Vilain *et al.*, 2015).

2.5 Modifications de la production de la parole

En plus de la possible variabilité inhérente à la production de la parole, cette production peut être modifiée, voire perturbée pour diverses raisons, sans que la personne ne présente pour autant une perturbation pathologique précise. Nous pouvons évoquer deux grands types de perturbations : celles qui sont développementales, en nous focalisant sur l’avancée en âge et celles qui sont induites par la situation, en nous appuyant notamment sur le modèle H&H évoqué supra (Lindblom, 1990).

2.5.1 Avancée en âge

L’avancée en âge, et le vieillissement dit normal, s’accompagnent de changements sur le plan de la production motrice de la parole. Ainsi, il a été

⁷ En français, il existe trois glides : /w/, /j/ et /ɥ/. Toutefois, dans la suite de ce travail, nous retiendrons principalement les glides /w/ et /j/, les glides /w/ et /ɥ/ ayant une grande propension à être confondus.

démonstré que les personnes adultes âgées commettent un nombre plus conséquent d'erreurs articulatoires et présentent une durée d'articulation plus élevée que des personnes adultes jeunes (Deschamps, Courson, & Tremblay, 2016). La précision des mouvements articulatoires nécessaires à la production de la parole semble ainsi diminuer avec l'avancée en âge, particulièrement lors de l'exécution de séquences complexes (Bilodeau-Mercure *et al.*, 2015). Dans leur étude, Bilodeau-Mercure *et al.* (2015) ont ainsi demandé aux participants de produire des séquences simples et complexes de syllabes sans signification (non-mots), ce qui suggère que le déclin observé ne serait pas uniquement dû à une diminution de l'efficacité des processus linguistiques, tel que l'accès lexical par exemple, mais pourrait également découler de changements physiologiques de la sphère oro-faciale. Une autre hypothèse plausible serait que cette diminution de la précision des mouvements articulatoires pourrait être due à une diminution de la planification neuronale et du contrôle des mouvements lors de la production de la parole. Ainsi, malgré des résultats similaires lors d'une tâche de répétition de mots entre un groupe de participants adultes jeunes et un groupe de participants adultes plus âgés, Tremblay, Dick et Small (2013) avaient quant à eux effectivement identifié une diminution de la planification neuronale dans le groupe de participants adultes âgés comparativement à leurs homologues plus jeunes. Ces études suggèrent dès lors que les changements neurobiologiques associés à l'avancée en âge peuvent entraîner des changements sur le plan de la production de la parole (Deschamps *et al.*, 2016).

2.5.2 Clear Speech

Comme évoqué supra, il peut être nécessaire, en fonction de la situation de communication, d'ajuster sa production de parole afin de s'exprimer avec le plus de clarté et de précision possible (*clear speech*) afin de rendre son discours intelligible (Lindblom, 1990). C'est notamment le cas lorsqu'une conversation s'effectue dans un milieu bruyant. Des caractéristiques de l'interlocuteur peuvent également rendre cette stratégie nécessaire (à titre illustratif, une perte auditive) (Lam & Tjaden, 2016).

La production d'un « *clear speech* » a montré des résultats significatifs tant d'un point de vue segmental que suprasegmental. Ainsi, il ressort de certaines études récentes qu'une meilleure exploitation de l'espace vocalique, l'étendue de l'aire vocalique étant supérieure ou encore qu'une amélioration de la durée et de la précision des consonnes soient remarquées comparativement à un discours de conversation naturel. Au niveau suprasegmental, une augmentation de l'intensité sonore ainsi qu'une réduction du débit de parole accompagnée d'une augmentation de la durée et de la fréquence des pauses sont également identi-

fiées (par exemple : Ferguson & Kewley-Port, 2007; Lam & Tjaden, 2016; Whitfield & Goberman, 2017).

En résumé, la parole est reconnue comme un acte intentionnel mis en place dans un but communicationnel. Alors que cet acte semble être exécuté sans difficulté apparente, il s'agit d'une des réalisations motrices les plus complexes que l'être humain réalise, nécessitant des interactions continues entre le SNC et les systèmes périphériques.

La production de parole peut être observée sous deux angles : celui de sa réalisation motrice et celui de sa production acoustique. D'un point de vue moteur, de nombreux organes sont sollicités lors de la production de parole. Trois processus sont ainsi essentiels à l'émission d'une parole fluide : la respiration, la phonation et l'articulation. D'un point de vue acoustique, la production de la parole peut notamment être expliquée par la théorie source-filtre : la transformation de la source laryngée s'effectue par les effets de filtrage du tractus vocal, ces effets permettant le transfert reliant l'énergie de la source à l'énergie acoustique rayonnée aux lèvres. De ces mécanismes résultent deux grandes catégories de sons de parole : les vocoïdes et les contoïdes.

Dans ce chapitre, nous avons également abordé quatre théories et modèles de la production du langage et de la parole. Nous sommes bien entendu consciente de l'existence d'un grand nombre d'autres modèles permettant de mettre en exergue les mécanismes à l'origine de la production du langage et de la parole. Toutefois, nous avons pris le parti de nous centrer sur quatre modèles nous apparaissant pertinents pour la suite de nos recherches en lien avec la MP. De fait, comme nous le verrons dans le prochain chapitre, la dysarthrie présente dans la MP est la conséquence de dysfonctionnements moteurs. Il nous a dès lors semblé sensé de ne pas entrer dans les détails de modèles impliquant des mécanismes langagiers de haut niveau qui ne seront pas à l'étude dans la suite de notre recherche mais de privilégier une approche motrice de la production de la parole.

Chapitre 3 Atteinte motrice de la parole : la dysarthrie dans la maladie de Parkinson

Dès les premiers essais de définition de la MP, l'altération de la parole fut évoquée. Ainsi, dans ses descriptions de cas cliniques, Parkinson (1817) soulignait les perturbations apparaissant dans le discours des personnes interrogées.

Même s'ils ont souvent été considérés comme des troubles secondaires, voire d'apparition tardive, les troubles de la parole font partie de la symptomatologie de la MP. Ainsi, il apparaît que 70 à 90 % des personnes atteintes de la MP présentent ou développeront des troubles de la parole au cours de leur vie (Hartelius & Svensson, 1994; Logemann, Fisher, Boshes, & Blonsky, 1978; Majdinasab, Karkheiran, Soltani, Moradi, & Shahidi, 2016; Miller, Noble, Jones, Allcock, & Burn, 2008; Pawlukowska, Szylińska, Kotłęga, Rotter, & Nowacki, 2018; Sapir, 2014; Sapir, Ramig, & Fox, 2008). Ces troubles découlent principalement d'atteintes de l'exécution motrice de la parole, causés par les altérations motrices évoquées supra affectant tous les sous-systèmes de la parole, c'est-à-dire le système respiratoire, phonatoire et articulatoire.

3.1 Dysarthrie

La dysarthrie est le terme générique utilisé pour désigner un ensemble de troubles de la parole liés à des perturbations des commandes neuromusculaires des organes mis en jeu dans la production de la parole (Netsell, 1982) dont l'origine est une lésion du système nerveux central ou périphérique. Il s'agit donc d'un trouble de la parole d'origine neurologique qui se manifeste par une déficience motrice (Darley *et al.*, 1969). Notons que la dysarthrie est à différencier de l'apraxie de la parole, les dysarthries étant les conséquences de dysfonctionnements moteurs touchant la parole mais également la motricité des membres. Il s'agit également de troubles constants et donc prévisibles. Les personnes atteintes d'apraxie de la parole ne présentent pas nécessairement des

troubles moteurs touchant les membres et présentent une grande variabilité dans leurs productions articulatoires (Pinto & Rolland-Monnoury, 2016).

Duffy (2012) propose une définition de la dysarthrie :

« *Dysarthria is a collective name for a group of neurologic speech disorders that reflect abnormalities in the strength, speed, range, steadiness, tone, or accuracy of movements required for the breathing, phonatory, resonatory, articulatory, or prosodic aspects of speech production. The responsible neuro-pathophysiologic disturbances of control or execution are due to one or more sensorimotor abnormalities, which most often include weakness, spasticity, incoordination, involuntary movements, or excessive, reduced or variable muscle tone* » (p.4).

Dès les travaux de Darley, un effort a été réalisé afin de ne pas dissocier les troubles supralaryngés des troubles laryngés, faisant coexister dans la définition de la dysarthrie des troubles articulatoires, respiratoires, phonatoires, de résonance ainsi que des troubles prosodiques (Pinto *et al.*, 2010). De fait, la complexité des troubles dysarthriques réside dans leur potentialité à affecter toutes les composantes de la production de la parole (Kent, Weismer, Kent, Vorperian, & Duffy, 1999).

Les dysarthries sont caractéristiques de certains symptômes associés aux grandes familles d'affections neurologiques ayant une influence plus ou moins grande sur la production de la parole. Ce faisant, il est primordial de garder à l'esprit que la dysarthrie est un signe faisant partie d'un tableau clinique plus large relevant d'une symptomatologie globale découlant d'une pathologie dite du mouvement (Pinto *et al.*, 2010).

3.1.1 Classification

Même si elle n'a pas toujours fait consensus – notamment à cause d'une quasi-absence de reproductibilité (Pinto *et al.*, 2010), la classification proposée par Darley *et al.* (1969) à la suite des travaux de la Mayo Clinic est la plus généralement retenue, et ce encore à l'heure actuelle. Cette classification repose sur une évaluation perceptive d'anomalies regroupées en fonction des symptômes de différents groupes pathologiques. De fait, la méthodologie à la base de cette classification s'est fondée sur l'analyse perceptive de trois juges identifiant les atteintes dysarthriques à partir d'une grille composée de 38 paramètres perceptifs regroupés en 7 catégories (intensité, hauteur, qualité de la voix, respiration, prosodie, articulation et intelligibilité) avec une cotation reposant sur une échelle en 7 points (la note de 7 caractérisant une altération sévère). Cette analyse a permis d'identifier six types de dysarthries signalées

dans des pathologies d'origine neurologique. Duffy complète cette classification par l'ajout de deux types supplémentaires de dysarthrie, amenant à une classification en 8 catégories (Duffy, 2012) : dysarthrie hyperkinétique (grande amplitude des mouvements articulatoires) et dysarthrie hypokinétique (faible amplitude des mouvements articulatoires), dans le cas d'atteinte et/ou de lésions au niveau des noyaux gris centraux ; dysarthrie flasque lors d'une atteinte des motoneurones inférieurs (faible tonicité, hypotonie ou paralysie) ; dysarthrie UUMN (unilatéral upon motor neuron) lors d'une atteinte unilatérale des motoneurones supérieurs ; dysarthrie spastique ; dysarthrie ataxique, entraînant un défaut de coordination des mouvements volontaires ; dysarthrie mixte, lors d'atteintes multiples ; dysarthrie à étiologie indéterminée.

Toutefois, malgré ces catégories établies, une importante variabilité peut apparaître au sein de chaque type de dysarthrie, ce qui peut rendre malaisé une analyse précise fondée sur des critères de type pathologique (Ozsancak, 2007). Darley et ses collaborateurs (1969) proposent d'ailleurs une représentation en clusters des différents types de dysarthrie, avec quatre pôles pouvant être altérés : l'articulation, la prosodie, la phonation ainsi que la résonance. Ainsi, ils ajoutent la résonance aux trois composantes habituelles afin de tenir compte de la résonance orale-nasale, tout en précisant que ce pôle est à considérer avec celui d'incompétence phonatoire. Ces pôles sont ensuite eux-mêmes subdivisés en critères perceptifs, comme en atteste le tableau proposé par Darley *et al.* (tableau 2) et la schématisation (Fig. 8) de Auzou et Rolland-Monnoury (2006).

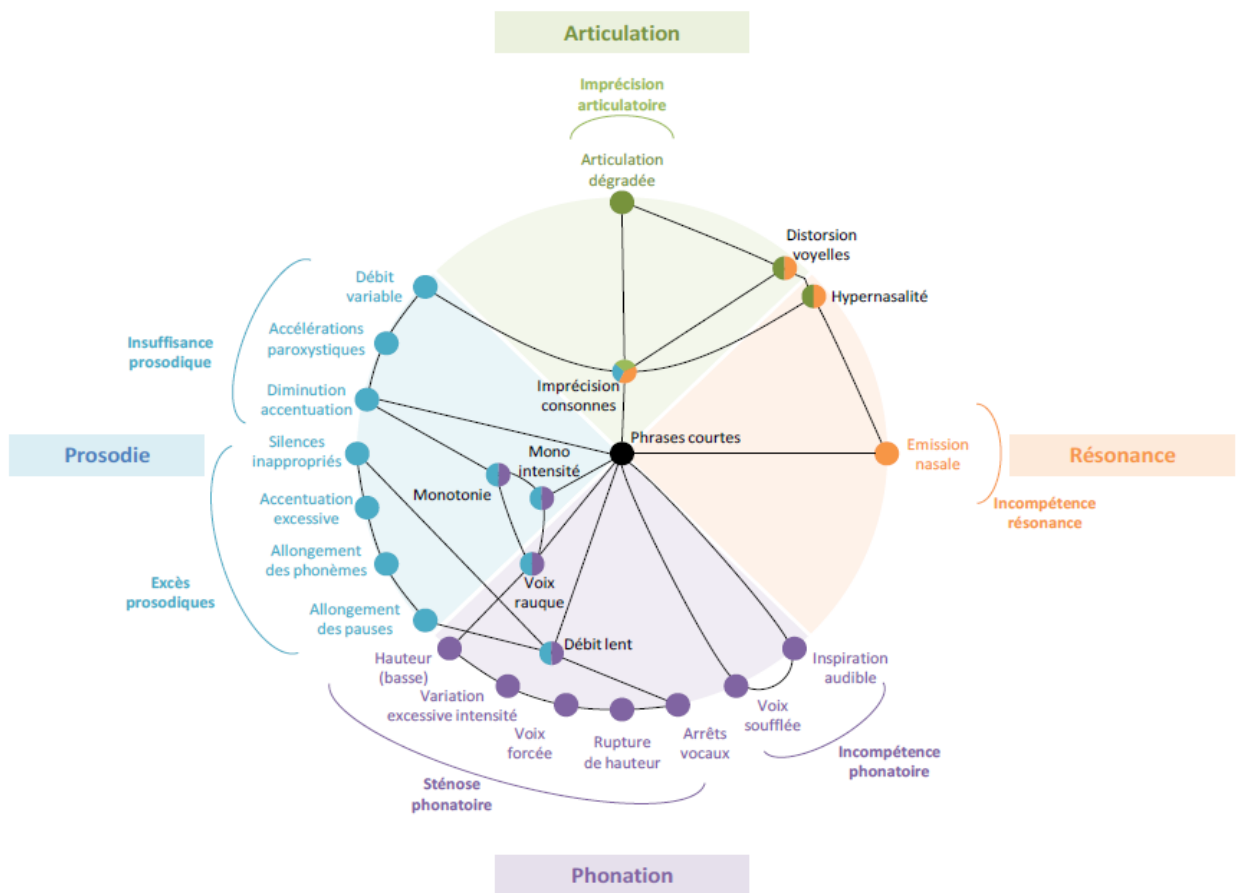


Figure 8 : représentation des clusters de classification des dysarthries proposés par Darley et al. en 1969 (d'après Auzou & Rolland-Monnoury, 2006)

Légende : les couleurs représentent chacune un pôle en particulier, les cercles bicolores représentent quant à eux une combinaison de paramètres identifiés comme altérés.

| Neurologic group | Cluster Components | Chief Defects of Movement and Tone | Neurologic Defects | Disease System* | | | | | | | |
|---|---|--|---|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| | | | | CLR | CHO | DTN | PBP | ALS | BUL | PKN | |
| Cluster 1 Articulatory Inaccuracy | Imprecise cons. Irreg. Artic. Break-down. Vowels Distorted | Inaccurate direction of movement Irregular rhythm of repetitive movements | Ataxia or involuntary movements | ++ | ± | ++ | | | | | |
| Cluster 2 Prosodic Excess | Slow rate Excess/eq. Stress Phonemes prolong. Intervals prolong. Inapprop. Silences | Slow individual movements Slow repetitive movements | Ataxia, involuntary movements or spasticity | ++ | ++ | ++ | ± | ++ | | | |
| Cluster 3 Prosodic Insufficiency | Monopitch Monoloudness Reduced stress Phrases short | Reduced range of individual and repetitive movements | Dystonia, spasticity or rigidity | | + | + | ++ | ++ | | | ++ |
| Extension (cluster 3) | Variable rate Short rushes Imprecise cons. | Repetitive movements very fast with very limited range | Rigidity | | | | | | | | ++ |
| Cluster 4 Articulatory-Resonatory Incompetence | Imprecise cons. Vowels distorted Hypernasality | Reduced force of movements when associated with reduced range | Spastic paresis | | + | | ++ | ++ | | | |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|-----------------------------|---|---|----|----|----|----|---|
| Cluster 5 Phonatory Stenosis | Low pitch Harsh Voice Strained-strangled Pitch Breaks Voice stappages Slow rate Phrases short Excess loud var. | Hypertonus biases toward adductors Sustained or spas- modic in occurence | Dystonia or spas- ticity | | + | ++ | ++ | + | | |
| Cluster 6 Phonatory Incompe- tence | Breathy voice Audible insp. Phrases short | Weakness of movements | Flaccid weakness | | | | | ++ | ++ | ± |
| Cluster 7 Resonato- ry Incom- petence | Hypernasality Nasal emission Imprecise cons. Phrases short | Weakness of movements | Flaccid weakness | | | | | ++ | ++ | |
| Cluster 8 Phonatory- Prosodic Insuffi- ciency | Monopitch Monoloudness Harsh voice | hypotonia | Ataxia or flaccidi- ty | + | | | | | + | |

* Symbols : ++ = strongly present ; + = present ; ± = present but fragmentary

Tableau 2 : bases neuromusculaires pour les clusters de dysfonctionnement (Darley *et al.*, 1969, pp.477-478).

Légende : CLR = ataxie cérébelleuse ; CHO = chorée ; DTN = dystonie ; PBP = paralysie pseudo-bulbaire ; ALS = sclérose latérale amyotrophique ; BUL = paralysie bulbaire progressive ; PKN = parkinson.

La figure 8 permet d'observer toutes les atteintes inhérentes aux différents types de dysarthrie. Comme dit supra, les quatre pôles sont subdivisés en clusters. Le premier pôle, celui de l'articulation, concerne le cluster d'imprécision articulatoire (cluster 1). Celui-ci se compose de l'imprécision des consonnes, d'une dégradation de l'articulation et de distorsion des voyelles. Le tableau 2 nous permet d'identifier les pathologies ou les troubles d'origine neurologique concernés : l'ataxie cérébelleuse, les dystonies et les chorées.

Le deuxième pôle concerne la prosodie et se compose de deux clusters (clusters 2 et 3). D'abord, la classification fait référence aux excès prosodiques en identifiant des silences inappropriés, des accentuations excessives, des allongements de phonèmes ainsi qu'un allongement des pauses. Le tableau 2 nous permet d'identifier une apparition chez les personnes présentant une ataxie cérébelleuse, une chorée, une dystonie, une paralysie pseudo-bulbaire ou une sclérose latérale amyotrophique. Le second cluster concerne l'insuffisance prosodique et permet d'identifier une monotonie de hauteur et d'intensité, une production de phrases courtes ainsi qu'une diminution de l'accentuation. Plusieurs pathologies/troubles semblent présenter ces symptômes : MP, dystonie, paralysie pseudo-bulbaire, sclérose latérale amyotrophique et chorées. Notons également que dans le tableau 2, nous pouvons constater la présence d'un champ d'« *extension* » propre à l'insuffisance prosodique. Celui-ci concerne exclusivement la MP dans laquelle nous pouvons retrouver, en plus des paramètres cités ci-avant, un débit variable, des accélérations brèves et une imprécision des consonnes.

Le troisième pôle est celui de la phonation, composée de deux clusters, la sténose phonatoire (cluster 5) et l'incompétence phonatoire (cluster 6). La sténose phonatoire nous permet d'identifier des phrases courtes, des arrêts vocaux, une rupture de hauteur, une voix forcée, une variation excessive de l'intensité, un débit lent, une voix rauque ou encore une monotonie de hauteur et d'intensité, caractéristiques de pathologies et troubles tels que les dystonies, les chorées, la paralysie pseudo-bulbaire et la sclérose latérale amyotrophique. L'incompétence phonatoire fait quant à elle référence à une voix soufflée, une inspiration audible et, à nouveau, des phrases courtes, apparaissent particulièrement dans la sclérose latérale amyotrophique et la paralysie bulbaire.

Enfin, le quatrième pôle concerne l'incompétence résonnentielle (cluster 7), avec des fuites nasales, une hypernasalité, une distorsion des voyelles, des phrases courtes ainsi qu'une imprécision des consonnes, se retrouvant dans les paralysies pseudo-bulbaires ainsi que dans la sclérose latérale amyotrophique.

Si nous nous rapportons au tableau 2, nous constatons que Darley *et al.* (1969) ont également défini deux clusters supplémentaires, celui combinant l'incompétence tant articulatoire que résonnante (cluster 4) et celui combinant l'insuffisance phonatoire et prosodique (cluster 8). Auzou & Rolland-Monnoury (2006) ont quant à eux représenté ces combinaisons par des cercles bicolores, identifiant pour le cluster 4 l'hypernasalité, l'imprécision des consonnes et la distorsion des voyelles, concernant les chorées, les paralysies pseudo-bulbaires et la sclérose latérale amyotrophique. Pour le cluster 8, ce sont la monotonie de hauteur et d'intensité ainsi que la raucité de la voix et le débit lent qui sont identifiés, concernant uniquement les paralysies bulbaires.

Ces descriptions nous permettent de mieux comprendre les implications des différents paramètres en fonction des pathologies d'origine neurologique. Nous constatons également les recouvrements entre plusieurs types de dysarthrie. Enfin, force est de constater que dans leur classification, seules l'insuffisance prosodique et l'incompétence phonatoire semblent caractériser la dysarthrie hypokinétique présente dans la MP. Or, nous verrons dans la suite de ce chapitre que d'autres aspects propres à la production de la parole peuvent être impactés dans la dysarthrie hypokinétique.

3.1.2 Dysarthrie hypokinétique

Pour rappel, la MP se caractérise par un dysfonctionnement du système nerveux central, caractérisé par une perte dopaminergique nigrostriatale. Cette perte dopaminergique entraîne un dysfonctionnement chronique des noyaux gris centraux. Or, les noyaux gris centraux ont un rôle primordial dans le contrôle de l'exécution motrice, dont celle de la parole puisque la production de celle-ci dépend de la réalisation de gestes articulatoires contrôlés par le SNC (Pinto *et al.*, 2010).

Dès 1969, Darley *et al.* tentent, à travers leur proposition de classification étiologique des dysarthries d'origine neurologique, de fournir une description précise de la dysarthrie présente dans la MP. Analysant la production de la parole dans la MP en y incluant l'articulation, la phonation et la résonance ainsi que la prosodie, ils identifient l'atteinte principale d'un cluster, celui de la prosodie, caractérisée par une insuffisance prosodique due à la réduction des mouvements articulatoires (Fig. 9). Des éléments sont également issus des autres clusters, telles que des élocutions brèves, un débit de parole où la variabilité semble incontrôlée et une imprécision articulatoire, marquée principalement lors de la production de consonnes. Ces altérations résultent des mouvements répétitifs rapides mais de faibles amplitudes, caractéristiques de la MP. Des silences inappropriés ou encore une voix soufflée et rauque viennent com-

pléter le tableau dysarthrique qui, en raison de la réduction de l'amplitude du mouvement dans la MP, est dit hypokinétique (Darley *et al.*, 1969).

Pour rappel, afin de construire la répartition des clusters dans la dysarthrie hypokinétique, Darley *et al.* ont demandé à des juges d'évaluer des enregistrements de patients atteints de la MP à partir de trente-huit paramètres. Ceux-ci ont été cotés sur une échelle allant de 1 (normal) à 7 (perturbation maximale). En tout, ce sont dix dimensions considérées comme les plus déviantes qui sont identifiées à partir de la figure 9 : la monotonie de hauteur (4.64), la réduction de l'accentuation (*stress*, 4.46), la monotonie d'intensité (4.26), l'imprécision articulatoire (des consonnes principalement) (3.59), les pauses inappropriées (2.40), les accélérations brèves (2.22), la raucité de la voix (2.08), la voie soufflée (*breathy voice*) (2.04), la hauteur (1.76) et le débit (1.74).

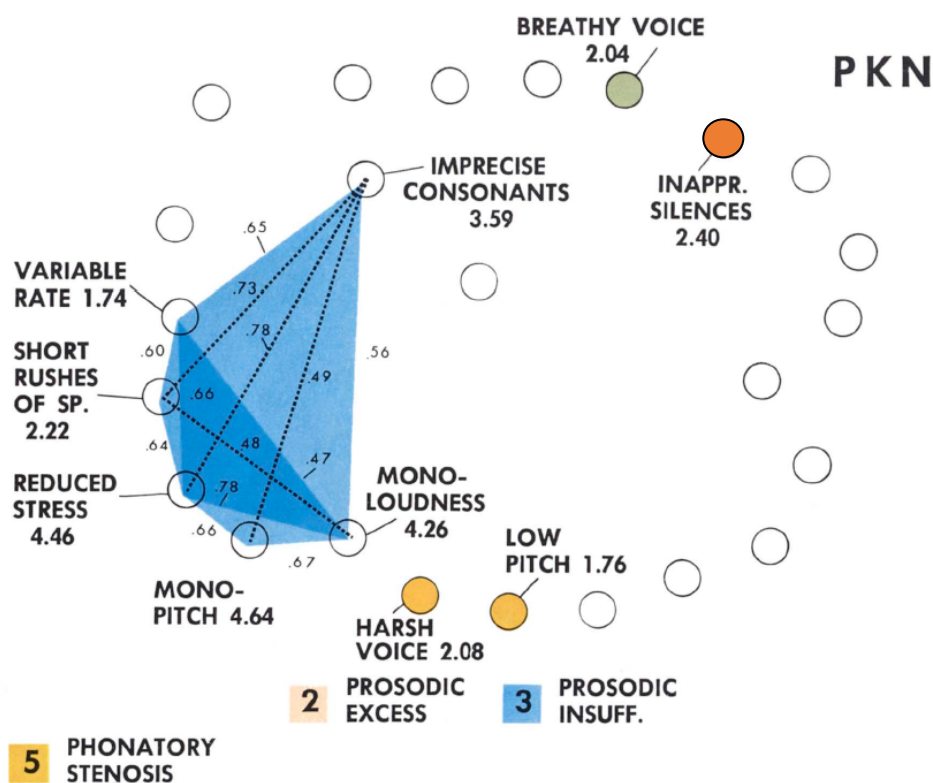


Figure 9 : répartition des clusters impliqués dans la dysarthrie hypokinétique – maladie de Parkinson (Darley *et al.*, 1969, p.487)⁸.

Légende : en bleu sont représentées les atteintes du cluster prosodique, caractérisé par une insuffisance prosodique, en jaune la sténose phonatoire, en vert la voix dite soufflée et en orange les excès prosodiques.

⁸ La figure 9 représente une schématisation similaire à celle proposée en figure 8, cela étant qu'ici il s'agit uniquement des paramètres altérés dans la MP.

Dès la fin des années 70, Logemann et ses collaborateurs soulignaient la précision des symptômes décrits par Darley *et al.* (1969) mais regrettaient le fait que la description de ceux-ci sous-tendait une uniformité des symptômes inhérents à la dysarthrie hypokinétique (Logemann *et al.*, 1978). Depuis, il est reconnu que la dysarthrie est un déficit encore plus complexe que ce qui avait été évoqué par Darley et ses collaborateurs, impliquant l'association d'autres paramètres tels que l'imprécision des voyelles par exemple (Sapir, 2014).

3.2 Conséquences acoustiques de l'atteinte de la parole dans la dysarthrie hypokinétique

Comme évoqué supra, des répercussions dysarthriques peuvent apparaître à tous les niveaux de production de la parole et entraîner des conséquences sur plusieurs composantes acoustiques et perceptuelles. Dans la dysarthrie hypokinétique, les composantes altérées sont la phonation – qualité vocale, hauteur, intensité, la prosodie – variation de hauteur et d'intensité, variation du débit, les troubles phonatoires et prosodiques pouvant être associés aux troubles laryngés et l'articulation – amplitude, précision articulatoire, contrastes et coarticulation, associée aux troubles supralaryngés. Ces atteintes motrices de la production de la parole engendrent dès lors des modifications acoustiques caractéristiques de la MP. Tout en présentant les atteintes phonatoires et prosodiques, nous nous attarderons particulièrement sur les atteintes articulatoires puisque ce sont celles-ci dont il sera question tout au long de ce travail.

3.2.1 Altération de la phonation

Dans la MP, la phonation est une des composantes acoustiques les plus touchées. La voix dans la MP est ainsi décrite comme soufflée, rauque et de faible intensité, lui valant fréquemment le terme de dysphonie parkinsonienne. Une réflexion est toutefois menée depuis un certain nombre d'années sur la terminologie la plus précise pour décrire ces troubles dans la MP, la dysphonie faisant référence à des troubles pneumophonatoires d'origines diverses et ne permettant pas de tenir compte à la fois des troubles articulatoires et phonatoires liés à la MP (Pinto *et al.*, 2010). Dans la suite de notre travail, nous privilégierons le terme dysarthrie afin d'indiquer tant les troubles phonatoires qu'articulatoires présents dans la MP.

Logemann *et al.* (1978), dans une recherche à grande échelle (N = 200) visant à étudier la fréquence et la cooccurrence des dysfonctionnements du tractus vocal, ont mis en évidence que 89% des participants à l'étude présentaient des troubles phonatoires, les troubles les plus fréquents étant l'essoufflement,

les tremblements ou encore l'enrouement. Cette recherche est une étude pionnière dans l'évaluation des troubles dans la MP, mettant en évidence la progression de la dysarthrie dans la MP (Ho, Iannsek, Marigliani, Bradshaw, & Gates, 1998).

À la suite de ces travaux, Ho *et al.* (1998) ont également mené une étude à grande échelle (N=200) afin d'évaluer les déficits vocaux, d'articulation et de fluence dans la MP. Pour ce faire, ils ont classé les participants en fonction des altérations qu'ils présentaient – voix, articulation, fluence, contrairement à Logemann *et al.* (1978) qui s'étaient uniquement basés sur la présence ou l'absence de déficits. Il en ressort que sur les 200 sujets atteints de la MP, 18% présentent une atteinte globale légère, 34% une atteinte globale modérée, 18.5% une atteinte globale sévère, 3.5% présentent une atteinte globale profonde et 26% ne présentent pas d'atteinte globale. À partir de ces résultats, ils ont mis en évidence que la sévérité des anomalies est variable mais que la dysphonie est d'autant plus présente que l'atteinte globale de la production de parole est légère. Ainsi, 94.4% des participants avec une atteinte globale légère présente de la dysphonie, 71.9% en présentent dans le groupe de participants avec une atteinte globale modérée, 46% pour ceux avec une atteinte globale sévère et 14.3% dans le groupe présentant une atteinte globale très profonde (Ho *et al.*, 1998).

À l'heure actuelle, les évaluations perceptuelles telles que réalisées par Logemann *et al.* (1978) ou Ho *et al.* (1998) sont de plus en plus complétées par des analyses acoustiques. L'usage fréquent du logiciel MDVP (Multi-Dimensional Voice Program), logiciel d'analyse vocale semi-automatique fortement utilisé pour le calcul d'indices acoustiques, en atteste. L'avantage de cet outil est de proposer des données normatives pour un grand nombre de sujets (enfants, sujets âgés, dysarthries, etc.) (Kent & Kim, 2003). Holmes et ses collaborateurs (2000) l'ont utilisé afin d'étudier les caractéristiques acoustiques de la voix de 60 sujets atteints de la MP (30 participants à un stade précoce – sujets sans fluctuations motrices, avec une durée de maladie de maximum 5 ans – et 30 participants à un stade avancé de la MP – sujets recevant tous un traitement médicamenteux, présentant la MP depuis au moins 6 ans) comparativement à celle de 30 sujets témoins sans pathologie (Holmes, Oates, Phyland, & Hughes, 2000). Leurs résultats suggèrent des niveaux d'intensité moyenne réduits chez les sujets atteints de la MP comparativement au groupe contrôle, et ce dès les stades précoces de la maladie. L'étendue vocale serait également réduite chez les participants atteints de la MP. Chez les sujets à des stades avancés de la maladie, la F_0 des hommes atteints de la MP était quant à elle supérieure à celle des hommes du groupe contrôle.

Notons que l'utilisation du paramètre de F_0 engendre des questionnements et des résultats contradictoires, les variations de la F_0 en fonction de ses caractéristiques et propriétés physiques étant complexes à estimer de manière fiable (Titze, 2011). Ainsi, selon Darley, la production de parole des personnes atteintes de la MP est généralement perçue comme plus basse (donc plus grave) tandis que Goberman et ses collaborateurs (2002) avaient quant à eux mis en évidence une F_0 plus élevée chez les sujets atteints de la MP ($N=9$), comparativement à un groupe de sujets sains ($N=8$), lors d'une tâche de lecture à voix haute et d'une production de voyelle tenue. Toutefois, ces différences n'étaient identifiées que chez les sujets masculins (Goberman *et al.*, 2002). Duffy (2012) corrobore d'ailleurs les propos de Titze (2011) en soulignant le caractère moins systématique de ce paramètre acoustique, notamment dans le cas de la dysarthrie hypokinétique. Les différences observées entre les données acoustiques et perceptuelles pourraient s'expliquer, selon Duffy (2012), par d'autres composantes intervenant lors de la production de la parole.

La réduction de l'intensité vocale, inférieure de 2 à 5 dB comparativement à des sujets de même âge, est une autre caractéristique fréquemment rapportée chez les personnes atteintes de la MP (Dykstra, Adams, & Jog, 2015; Fox & Ramig, 1997; Ho, Bradshaw, Ianssek, & Alfredson, 1999; Logemann *et al.*, 1978; Mahler, Ramig, & Fox, 2015), l'intensité ayant tendance à diminuer en cours d'énoncé pour arriver à une voix chuchotée. A contrario, dans le cas d'une consigne explicite leur demandant de parler à plus forte intensité, les personnes atteintes de la MP sont capables de retrouver une intensité proche de la norme, même si celle-ci reste toujours inférieure à celle des sujets sans pathologie. Ces observations peuvent suggérer que les processus de perception de leur propre voix sont altérés mais que ce n'est pas le cas de leur capacité à réguler leur puissance sonore en fonction de requêtes explicites (Ho *et al.*, 1999). Cette diminution de l'amplitude du mouvement vibratoire présente, selon Ho et ses collaborateurs (1999), une ressemblance très marquée avec la réduction de l'amplitude des mouvements automatiques également présente chez les personnes atteintes de la MP, celles-ci étant également capables d'accroître l'amplitude de leur mouvement en fonction d'une consigne explicite.

3.2.2 Altération d'éléments suprasegmentaux de la parole

En tant que discipline des sciences du langage, la prosodie peut être définie comme le champ d'étude d'un ensemble de phénomènes regroupant des caractéristiques telles que l'intonation, l'accent, le tempo et les pauses ou le rythme. Ces phénomènes constituent les éléments prosodiques – ou éléments suprasegmentaux – de la parole permettant de véhiculer un message linguistique et

paralinguistique (Di Cristo, 2013; D'imperio, Dittinger, & Besson, 2016; Kent & Kim, 2008; Skodda, Rinsche, & Schlegel, 2009; Wells & Whiteside, 2008).

Vu sous l'angle d'une composante du langage, la prosodie peut être perçue comme un dispositif de haut niveau du point de vue cognitif. Son rôle permet la supervision de paramètres particuliers, dénommés paramètres prosodiques : fréquence fondamentale, intensité et durée (Di Cristo, 2013).

Etant donné les altérations évoquées supra, les éléments suprasegmentaux de la parole peuvent être considérés comme particulièrement touchés dans la MP. Selon Darley *et al.* (1969), il s'agit du paramètre acoustique le plus touché dans la maladie, la parole se manifestant par une insuffisance prosodique pouvant être nommée dysprosodie (voir figure 9 et tableau 2 de ce chapitre). De fait, les dimensions identifiées comme altérées (monotonie de hauteur et d'intensité, réduction de l'accentuation, accélérations brèves, pauses inappropriées et variabilité incontrôlée du débit) ont placé les altérations suprasegmentales comme une des caractéristiques principalement identifiables d'un point de vue perceptuel de la dysarthrie hypokinétique (Darley *et al.*, 1969; Pinto *et al.*, 2010).

Les variations de la F_0 , telles qu'évoquées précédemment, jouent un rôle dans l'insuffisance prosodique. Ainsi, la variabilité de F_0 apparaît significativement plus réduite chez les sujets atteints de la MP que chez des sujets contrôles, la monotonie de hauteur résultant de la réduction de la dynamique fréquentielle et de la gamme tonale modifiant ainsi la prosodie en réduisant les contrastes accentuels entre des points-cibles (Pinto, Chan, Guimarães, Rothe-Neves, & Sadat, 2017). Une monotonie d'intensité est fréquemment évoquée. Enfin, la durée des segments consonnes/voyelles est plus courte chez les sujets atteints de la MP comparativement à des sujets contrôles. Le débit de parole varie également, avec la présence de pauses inappropriées – comme des pauses intra-mots, découlant notamment des effets de la rigidité accrue et de l'hypokinésie sur le système de production de la parole (Schulz & Grant, 2000; Skodda *et al.*, 2009).

3.2.3 Altération de l'articulation

Enfin, les troubles de l'articulation peuvent également apparaître dans la MP. Logemann *et al.* (1978) ont ainsi identifié ces troubles articulatoires (lingual, labial ou les deux) chez 45% des personnes atteintes de la MP (pour rappel, $N = 200$), à la suite d'une évaluation perceptuelle réalisée par deux juges (accords intra- et inter-juges évalués à 100%).

Deux grandes catégories de sons de parole font l'objet d'évaluations acoustiques de l'articulation, les voyelles et les consonnes. Les anomalies articulaires les plus fréquemment relevées concernent les consonnes occlusives, pouvant être perçues comme des fricatives (Logemann & Fisher, 1981) ainsi que les consonnes fricatives et affriquées. La dysarthrie entraîne en effet une plus grande perturbation des consonnes nécessitant une grande constriction du tractus vocal lors de leur production (Logemann *et al.*, 1978).

A partir de la sélection de 25 sujets représentatifs de leur échantillon, Logemann *et al.* (1978) ont tenté de dresser un tableau des erreurs en fonction du lieu d'articulation. Il ressort que ce sont les consonnes occlusives vélares qui sont le plus altérées (phonèmes /k, g/), suivies par les consonnes fricatives alvéolaires /s, z/. Il s'agit d'une étude pionnière en la matière en ce qui concerne l'évaluation des consonnes, découlant et confirmant en partie les travaux de Darley *et al.* (1969). De fait, Darley *et al.* (1969) soulignaient déjà, dans leur classification des dysarthries et plus particulièrement de la dysarthrie hypokinétique (Fig. 9), une imprécision lors de la production des consonnes. Un bruit de friction dû à un faible passage d'air en lieu de l'occlusion attendue, dénommé spirantisation, serait ainsi présent (Kent & Rosenbek, 1982). Ackermann et Ziegler (1991) ont d'ailleurs émis l'hypothèse que les personnes atteintes de la MP réduisent l'amplitude de leurs mouvements articulaires afin de préserver le tempo de parole, ce qui conduit à un phénomène d'hypoarticulation. Ce phénomène apparaît probablement en raison de la réduction de l'amplitude et de la force du mouvement articulaire. La réalisation de mouvements hypokinétiques pourrait ainsi venir compenser la bradykinésie présente dans la MP.

Même si elle reste moins évoquée dans les premières définitions, la production des voyelles tend elle aussi à être altérée. Les voyelles sont principalement formées par les mouvements de plusieurs organes (langue, lèvres, mâchoire), ces mouvements modifiant les cavités de résonance (cavités buccale, nasale, pharyngale) et amplifiant dès lors certaines bandes de fréquence du spectre de la voix (Skodda *et al.*, 2011). Leur étude est ainsi réalisée depuis longtemps dans l'examen de la production de parole, les voyelles se distinguant les unes des autres au travers de patterns de résonance, appelés formants, dépendant de la configuration du conduit vocal lors de la production de sons de parole. Ces formants correspondent à des zones fréquentielles renforcées dans le signal sonore, chaque formant (premier formant = F1, deuxième formant = F2, troisième formant = F3, ..., n^{ième} formant = Fn) correspondant à la n^{ième} fréquence de résonance amplifiée par la position des articulateurs. L'intérêt des formants est double en ce sens qu'ils permettent de distinguer les voyelles d'un point de vue acoustique et qu'ils renseignent sur la configuration des articula-

teurs. De fait, il est admis que la valeur du premier formant (F1) renseigne sur le degré d'aperture tandis que la valeur du deuxième formant (F2) transmet quant à elle des informations sur le lieu d'articulation. La valeur du troisième formant (F3) peut également être employée pour obtenir des informations sur l'arrondissement des lèvres. Qui plus est, le passage d'un phonème à un autre entraîne une modification des zones fréquentielles, nommée transition formantique (Ghio, 2007). Ainsi, étant donné que, suite aux modifications de la configuration du tractus vocal, les valeurs formantiques ne sont pas constantes d'un phonème à un autre, ces transitions formantiques représentent le passage de la cible articulatoire d'un premier son vers le suivant.

La représentation sonographique peut être reportée, à partir des valeurs de F1 et de F2, dans un plan à deux dimensions représentant l'espace acoustique. L'étude des fréquences formantiques (exprimées en Hz) fait ainsi partie des mesures acoustiques les plus fréquentes dans la MP, comme auprès de nombreuses autres populations de locuteurs, celle-ci permettant d'inférer des interprétations articulatoires à partir de données acoustiques (Kent & Vorperian, 2018).

A partir de là, différentes métriques dérivées des mesures F1 et F2 peuvent être calculées afin d'explorer l'espace vocalique (étendue, exploitation, organisation). Ces métriques permettent d'identifier plusieurs variations de cet espace, notamment la réduction ou l'augmentation de l'espace vocalique global, une dispersion – réduite ou accrue – des réalisations au sein d'une même catégorie de voyelles ou encore un chevauchement dans les réalisations de voyelles appartenant à des catégories différentes (Audibert & Fougerson, 2012). Il semblerait d'ailleurs que certaines métriques acoustiques des voyelles puissent être utiles pour la détection de la dysarthrie (Lansford & Liss, 2014).

La métrique la plus fréquemment calculée à partir des distances euclidiennes entre les coordonnées des tracés du 1^{er} et du 2^{ème} formant est l'aire de l'espace vocalique (*vowel space area* – VSA), calculée comme étant l'aire d'un polygone – généralement un triangle (tVSA). Cette aire (exprimée en (k)Hz²) reflète les positions extrêmes de la production des voyelles – dans le cas du tVSA, les voyelles périphériques /a, i, u/ (Kent & Kim, 2003; Kent & Vorperian, 2018; Roy, Nissen, Dromey, & Sapir, 2009) et s'obtient à partir de la formule suivante :

$$tVSA = |0.5 * [(F2u + F2i) \times (F1u - F1i) - (F2a + F2u) \times (F1u - F1a) - (F2a + F2i) \times (F1a - F1i)]|$$

L'aire du triangle vocalique s'obtient donc en se rapportant aux points coordonnés correspondants aux valeurs formantiques des voyelles produites dans le plan F1/F2 (Fig. 10).

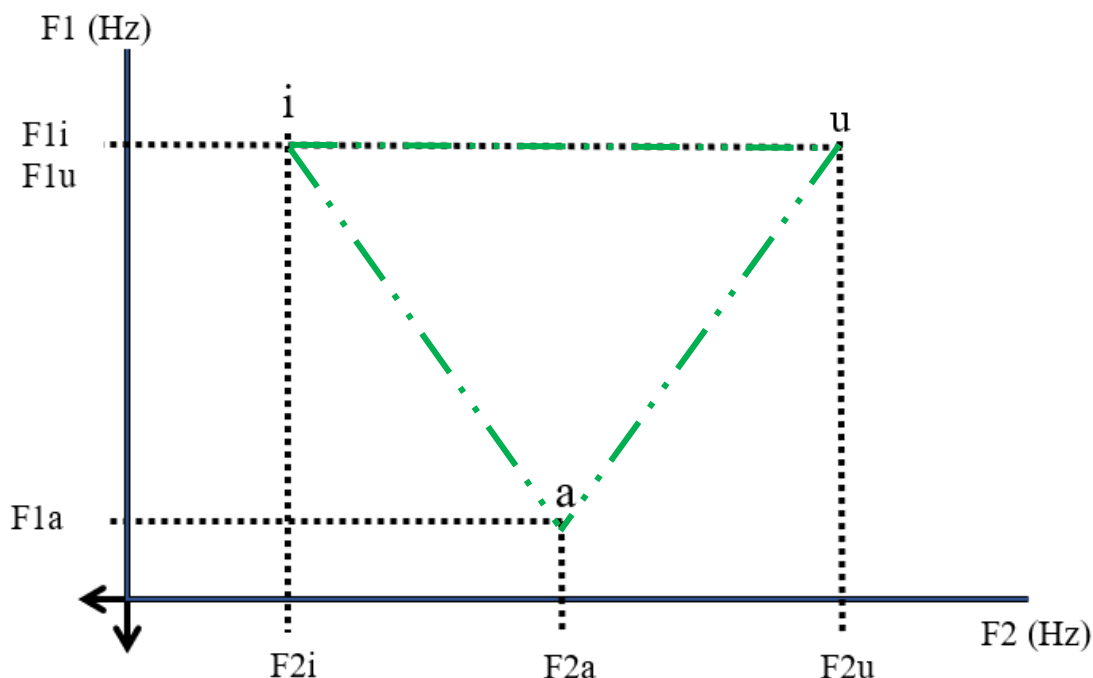


Figure 10 : coordonnées des points correspondants aux valeurs formantiques des phonèmes /a, i, u/.

Dans la MP, les mouvements limités des articulateurs, dont découle le phénomène d'hypoarticulation (Ackermann & Ziegler, 1991), entraînent fréquemment une production inadéquate des voyelles suite à la restriction de la production formantique. La production de parole est dès lors souvent caractérisée par une centralisation des voyelles, conduisant à une réduction de l'espace vocalique (Kent & Kim, 2003; Mollaei *et al.*, 2016; Roy *et al.*, 2009; Sapir, Spielman, Ramig, Story, & Fox, 2007; Skodda, Grönheit, & Schlegel, 2012; Skodda *et al.*, 2011). Une réduction de l'espace vocalique contribue à l'altération des contrastes phonétiques lors de la production de parole du sujet MP. Dès lors, la précision articulatoire ainsi que la distance acoustique entre les phonèmes se trouvent réduites. Toutefois, de nombreux auteurs soulignent une faible sensibilité de la métrique VSA, découlant de la grande variabilité inter-individuelle des personnes présentant une dysarthrie (Knowles *et al.*, 2018; Martel-Sauvageau, Roy, Cantin, *et al.*, 2015; Roy *et al.*, 2009; Skodda *et al.*, 2011).

D'autres mesures existent pour quantifier l'organisation globale des voyelles à partir des valeurs de F1 et de F2. La métrique *Vowel Articulation*

Index (indice d'articulation des voyelles - VAI) a notamment été développée pour compléter les recherches sur l'altération des voyelles, en particulier dans la MP où le calcul de la métrique tVSA peut être insensible aux formes légères à modérées de dysarthrie (Neel, 2008; Skodda *et al.*, 2011). Cette métrique a également été construite de telle sorte qu'elle puisse minimiser les effets de variabilité entre les locuteurs et ainsi maximiser la sensibilité à la centralisation des formants (Roy *et al.*, 2009). Cette métrique se calcule à partir de la formule suivante :

$$VAI = (F2i + F1a) / (F1i + F1u + F2u + F2a)$$

Afin de calculer cette métrique, ce sont les formants des voyelles supposés décroître avec la centralisation qui sont placés au numérateur tandis que les formants des voyelles censés s'accroître avec la centralisation sont placés au dénominateur. Ainsi, plus la valeur obtenue est petite, plus la centralisation des voyelles est importante, et inversement. Au vu du phénomène de centralisation des formants découlant de la réduction de l'amplitude des mouvements articulaires, la valeur obtenue au numérateur est susceptible, dans la cas de la dysarthrie hypokinétique, de diminuer tandis que la valeur obtenue au dénominateur risque quant à elle d'augmenter, entraînant une valeur de VAI réduite chez les personnes atteintes de la MP (Skodda *et al.*, 2011). Dans leur étude portant sur 68 personnes atteintes de la MP (âge moyen : 65.8 ans, tous sous traitement médicamenteux et en état « on » durant l'évaluation) et 32 personnes sans pathologie (âge moyen : 66.2 ans), Skodda *et al.* (2011) ont montré le potentiel informatif du VAI, jugé comme supérieur à celui du VSA, dans la détection de changements subtils dans la production des voyelles.

Ces deux métriques, permettant de recueillir de l'information sur l'étendue vocalique ainsi que sur le phénomène de centralisation, pourront nous être très utiles dans la suite de ce travail en ce sens qu'elles permettent de mieux comprendre l'exploitation du système vocalique, notamment auprès de personnes atteintes de la MP. Toutefois, ces métriques ne nous renseignent pas sur tous les aspects ayant un rôle dans l'organisation du système vocalique, notamment sur les possibles distorsions intra-catégorielles. Huet et Harmegnies (2000) propose dès lors une contribution à la quantification de l'organisation du système vocalique à travers le calcul de la métrique Phi ainsi que des métriques la constituant, le carré moyen intra-catégoriel (CMintra) et le carré moyen inter-catégoriel (CMinter). L'indice Phi permet ainsi d'étudier le rapport entre la variabilité à l'intérieur du système vocalique global et la variabilité au sein de chaque catégorie de voyelle.

$$\text{Phi} = \text{Carré Moyen inter-catégoriel} / \text{Carré Moyen intra-catégoriel}$$

Il permet de ce fait de porter un regard dynamique sur des phénomènes statiques. L'objectif est de quantifier, par analogie à la statistique F de Fisher-Snedecor, le rapport de la variabilité inter-catégorielle à la variabilité intra-catégorielle (Fig. 11).

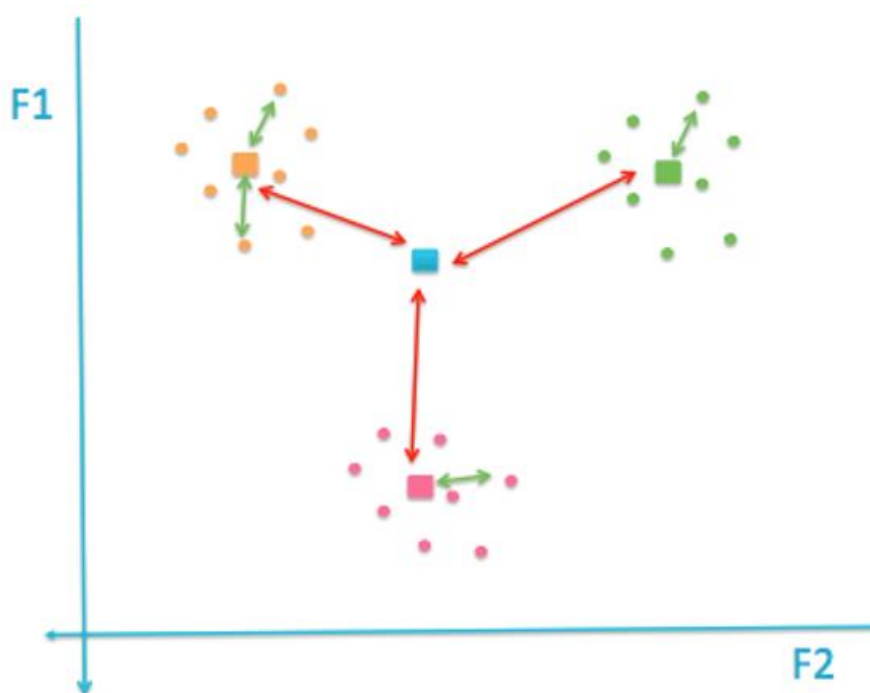


Figure 11 : représentation de l'organisation du système vocalique (en vert : distances intra-catégorielles ; en rouge : distances inter-catégorielles) (Huet & Harmegnies, 2000).

Pour ce faire, les calculs des carrés moyens inter- et intra-catégoriels sont réalisés. Le CM inter-catégoriel se définit par la somme des carrés des écarts entre le centroïde de chaque catégorie de voyelle et le centre de l'espace vocalique, pondérée par le nombre de voyelles dans les différentes catégories et normalisée par le nombre de catégories moins 1. Le CM intra-catégoriel se définit quant à lui par la somme des carrés des écarts entre les exemplaires de voyelles et le centre de gravité de la catégorie correspondante, normalisée par le nombre de voyelles considérées moins le nombre de catégories (Audibert & Fougeron, 2012; Huet & Harmegnies, 2000)

Cet indice est très pertinent en ce sens qu'il permet une quantification globale de l'organisation du système vocalique (Fig. 12), en y incluant un nombre non-limité de catégories vocaliques.

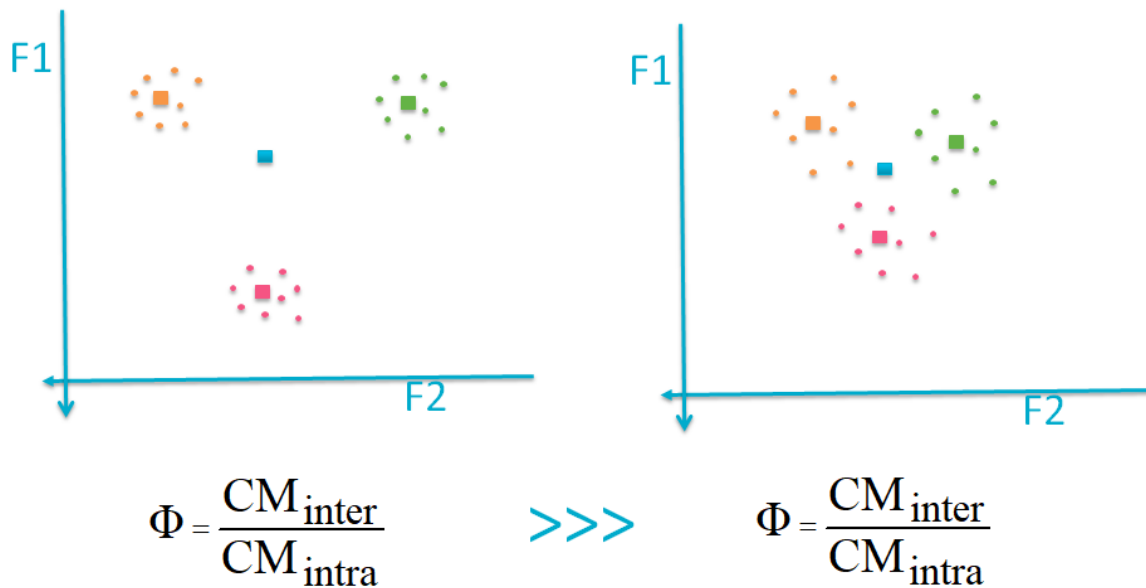


Figure 12 : exemple d'un système vocalique plus (gauche) ou moins (droite) organisé, une augmentation de l'indice Phi étant indicatrice d'une meilleure organisation du système vocalique.

A notre connaissance, seule la recherche menée par Audibert et Fougeron (2012) sur les distorsions de l'espace vocalique a tenté d'appliquer l'indice Phi à l'étude de la parole dysarthrique, dans le cadre d'une étude inter-dysarthries. Il en ressort une centralisation du système, identifiée par la métrique CMinter ainsi qu'une variabilité entre les exemplaires d'une même voyelle produite (mesurée par la métrique CMintra).

Par analogie à la diminution de la vitesse d'exécution des mouvements et de ce fait, à l'augmentation de leur durée (Torres, Heilman, & Poizner, 2011), les mesures cinématiques et acoustiques permettent d'identifier que les mouvements/gestes articulatoires des personnes atteintes de la MP se trouvent réduits dans leur vitesse d'exécution, tant d'un point de vue lingual que labial (Skodda *et al.*, 2011; Whitfield & Goberman, 2014). Ainsi plusieurs recherches se sont penchées sur l'étude de la dynamique formantique, le plus fréquemment à travers l'étude de la pente de F2. Cette pente (*F2 slope*), par la mesure des changements de valeurs formantiques sur une durée spécifique, permet notamment l'étude de la vitesse moyenne des mouvements linguaux (Kim, Weismer, Kent, & Duffy, 2009; Knowles *et al.*, 2018; Martel-Sauvageau & Tjaden, 2017). L'étude de la pente de F2 permettrait, par une mesure acoustique, une interprétation articulatoire relativement simple à partir de noyaux vocaux nécessitant, lors de leur production, des modifications importantes de la configuration du tractus vocal (Kim *et al.*, 2009).

Ces métriques (tVSA, VAI, Phi, CMinter et CMintra, pente de F2) nous apparaissent complémentaires en ce sens qu'elles permettent d'étudier l'exploitation de l'espace vocalique sous différents angles (étendue, centralisation, capacité à produire des exemplaires similaires en intra-catégorie) et avec différents regards (statiques et dynamiques). Ces regards sur l'espace vocalique, rarement mis en parallèle dans les études portant sur les troubles de la production motrice de la parole, nous semblent pertinent à combiner afin de mieux comprendre les variations et les altérations apparaissant dans la dysarthrie hypokinétique.

3.3 Evaluation et traitements des troubles dysarthriques dans la MP

Longtemps, la dysarthrie hypokinétique a été évaluée perceptuellement, sur base de l'expertise du clinicien (Sanabria *et al.*, 2001). Pour ce faire, il peut se baser sur l'échelle d'évaluation UPDRS qui permet de quantifier la progression de la maladie, et plus particulièrement sur l'exploitation de l'item « speech » de cette échelle décrivant la dysarthrie en cinq stades de sévérité croissante : 0 (parole normale), 1 (légère baisse de l'intonation et du volume), 2 (parole monotone, nettement perturbée mais compréhensible), 3 (perturbation marquée de la parole, difficilement compréhensible), 4 (parole inintelligible) (Goetz *et al.*, 2008; Pinto *et al.*, 2010).

A l'heure actuelle, les informations disponibles quant à la dysarthrie hypokinétique ainsi qu'à l'ensemble de la symptomatologie entourant la production de parole est basée tant sur des données perceptuelles, acoustiques, (neuro)physiologiques que de neuroimagerie. Le plus fréquemment, la dysarthrie est soit évaluée en milieu hospitalier à partir de méthodes cliniques, soit au moyen d'analyses acoustiques et expérimentales. Les choix posés en matière d'évaluation dépendent des questions que se posent le clinicien et/ou le chercheur. L'évaluation perceptuelle est appréciée en évaluation clinique en ce sens qu'elle permet un coût réduit d'un point de vue instrumental. Elle permet également une évaluation étroitement liée aux expériences de la vie quotidienne du participant (Dromey, Jang, & Hollis, 2013). Toutefois, ces techniques peuvent se heurter aux limites en matière de perception humaine, d'où l'importance de développer, depuis plusieurs décennies, des moyens instrumentaux d'évaluation de la parole, pouvant dès lors compléter et objectiver les évaluations perceptuelles (Kent *et al.*, 1999). Dans le cas des analyses acoustiques, l'objectif est de quantifier les différences de parole entre des personnes atteintes de la MP et des locuteurs sains afin de comprendre l'impact du dys-

fonctionnement neurologique sur la production de la parole (Pinto *et al.*, 2017; Sanabria *et al.*, 2001), avec pour avantage une mesure non-invasive et peu coûteuse de nombreux paramètres de la production de la parole, permettant une inférence sur la fonction articulatoire (Dromey *et al.*, 2013; Whitfield & Gorman, 2014).

Identifier les caractéristiques et la gravité des troubles reste complexe étant donné la grande variabilité interindividuelle. Les situations où la parole est produite jouent un rôle crucial. Ainsi, d'importantes difficultés de production de la parole peuvent apparaître lors d'un discours spontané avec une tierce personne alors que ces mêmes difficultés vont s'amenuiser lors d'une prise de parole où la clarté du discours va être recherchée (*clear speech*), ou lors d'une lecture à voix haute. Les situations hors contexte communicationnel peuvent également complexifier la production, notamment lors de la répétition rapide de syllabes puisqu'elles placent les locuteurs dans une situation d'effort particulier (rapidité des productions) et peu fréquent (hors contexte communicationnel) de la production de parole. La valence émotionnelle d'une situation de communication ou des symptômes non-moteurs tels que la présence d'une dépression ou une altération des fonctions cognitives peuvent également affecter la symptomatologie de la parole (Sapir, 2014).

Une autre complication intervient dans la reconnaissance des troubles dysarthriques comme étant des symptômes précoces ou tardifs de la MP. Ainsi, Sapir (2014), en s'appuyant sur le modèle de Braak et ses collaborateurs proposant une progression de la MP en six stades neuropathologiques (Braak *et al.*, 2003, voir Chapitre 1, § 1.3.1), note que les altérations de la voix et de la parole pourraient être parmi les premières manifestations de la maladie mais que celles-ci sont trop subtiles pour être détectées, en raison notamment d'ajustements compensatoires, conscients ou non.

3.3.1 Traitements pharmacologiques

La complexité à identifier de manière précise les causes de la dysarthrie hypokinétique rend malaisée la mise en place d'un traitement unique. En effet, la MP a durant de longues années été attribuée aux atteintes des ganglions de la base, particulièrement aux déficits dopaminergiques et à la rigidité musculaire en découlant (Ho *et al.*, 2008; Sapir, 2014). Toutefois, la révision des critères de diagnostic de la MP et l'identification de symptômes précoces de la maladie (Berg *et al.*, 2015, 2014; Malek *et al.*, 2017; Postuma *et al.*, 2016, 2015) a permis la reconnaissance de troubles divers précédant la triade parkinsonienne, dont des altérations subtiles de la parole, pouvant être attribuées à des neuro-modulateurs non-dopaminergiques. Ces constats interrogent la portée des déficits en dopamine dans le cas de la dysarthrie hypokinétique et, de ce fait, le

choix des traitements les plus appropriés. Pour rappel, le traitement le plus fréquent reste la prise de L-Dopa (Ho *et al.*, 2008).

Depuis longtemps, les effets de l'administration de L-Dopa sur les troubles du contrôle moteur sont documentés en termes de bénéfices et d'effets délétères. Les effets sur les troubles de la parole ont été quant à eux moins documentés (Ho *et al.*, 2008) et les études parues ces dernières années ne présentent pas nécessairement des résultats convergents. Ainsi, certaines recherches identifient un effet positif de l'administration d'un traitement dopaminergique, allant dans le sens d'une dysarthrie découlant de déficits en dopamine là où d'autres mettent en évidence des résultats divergents où de telles améliorations n'apparaissent pas suite aux traitements usuels. Ce second groupe laisse suggérer que la physiopathologie sous-jacente pourrait dès lors impliquer d'autres systèmes neuronaux n'ayant pas pour neurotransmetteur la dopamine (Sapir, 2014).

Dans une étude menée par Holmes *et al.* (2000) auprès de 60 participants atteints de la MP sous traitement médicamenteux (à l'exception de 12 sujets à des stades très précoces de la MP) et 30 sujets contrôles, les hommes atteints de la MP à des stades avancés présentent une F_0 plus élevée que les sujets contrôles tandis que seules les femmes à des stades avancés de la maladie présentent une variabilité de la F_0 supérieure à celle des sujets contrôles. Sanabria et ses collaborateurs (2001) montrent quant à eux des résultats significativement supérieurs chez tous leurs participants sous traitement ($N = 20$), en comparaison à leur état off, tant pour les paramètres d'intensité que de F_0 . Les participants avec prise de L-Dopa présentent également une meilleure structuration de l'énergie harmonique (Sanabria *et al.*, 2001). A contrario, Ho et ses collaborateurs (2008) ne montrent aucune différence significative entre les sujets évalués sous et sans traitement dopaminergique. Toutefois, même lorsque les résultats sont en faveur de l'une ou l'autre considération, des nuances sont à apporter, chacun n'étudiant pas les mêmes paramètres acoustiques. Ainsi, lors d'une étude menée auprès de 51 personnes atteintes de la MP sous et hors traitement à la L-Dopa (on/off), Cushnie-Sparrow et ses collaborateurs (2018) n'ont identifié aucune différence significative dans leurs mesures acoustiques entre les deux situations (on/off). A contrario, lorsqu'ils ont divisé leur groupe en deux groupes distincts en fonction de la gravité de l'atteinte de leur voix et de leur parole – évaluée par des juges considérés comme fortement familiarisés avec l'évaluation de la voix, ils ont constaté des différences significatives entre la période on et off dans le groupe où les altérations étaient les plus sérieuses, tant pour les paramètres évaluant l'intensité que la F_0 . Cela suggère que la réponse à la L-Dopa pourrait augmenter avec la gravité croissante des symptômes (Cushnie-Sparrow *et al.*, 2018).

Sapir (2014) suggère une perspective similaire en se basant sur le modèle de Braak *et al.* (2003). L'hypothèse la plus plausible serait, selon lui, que la dysarthrie hypokinétique ne soit pas provoquée, dans les premières phases de la maladie, par un déficit en dopamine, ce qui la rendrait dès lors non sensible aux traitements à base dopaminergique. Les pertes dopaminergiques progressant avec l'avancée de la maladie pourraient ensuite affecter conjointement les fonctions des membres et de la parole mais la compensation en dopamine induite par les traitements pharmacologiques serait utilisée prioritairement par le système distal, en défaveur du système axial.

Skodda *et al.* (2010) ont quant à eux évalué 23 participants atteints de la MP présentant une dysarthrie hypokinétique légère à modérée (en fonction du score obtenu à l'item parole de l'UPDRS), comparativement à 24 sujets contrôles. En ce qui concerne les effets de la L-Dopa, aucune des variables de parole à l'étude n'a montré d'amélioration significative entre l'état off et on. 5 participants ont toutefois présenté une légère augmentation lors du calcul de la métrique VAI après l'administration de la L-Dopa, ce qui suggère une amélioration face au phénomène de centralisation observé dans la MP. Ces résultats, en contradiction selon les auteurs avec les résultats positifs d'études neurophysiologiques des articulateurs de la parole, suggèrent qu'une amélioration de la performance motrice des organes liés à l'articulation suite à une prise médicamenteuse n'induit pas avec certitude une amélioration de la performance globale de parole (Skodda, Visser, & Schlegel, 2010). Cette étude menée par Skodda *et al.* (2010) est, à notre connaissance, la seule à l'heure actuelle à avoir tenté d'identifier les effets de la L-Dopa sur les performances globales de la parole au travers de paramètres acoustiques mesurant l'atteinte articulaire.

Il est toutefois important d'avoir connaissance des différences méthodologiques entourant ces études. Afin de faciliter la lecture, un tableau récapitulatif des études abordées dans ce point a été élaboré (tableau 3, pp. 67-68). Celui-ci ne dresse en aucun cas une liste exhaustive des études portant sur les effets de la L-Dopa sur la dysarthrie hypokinétique⁹ mais permet de porter un regard sur des études menées tant au début des années 2000 que plus récemment. Il permet ainsi des comparaisons et une prise en compte de la variabilité des contextes d'étude (tant sur les participants aux études, que sur les tâches proposées et les analyses effectuées). Il permet également de constater que même si les études identifiées traitent principalement des effets de la L-Dopa sur le sys-

⁹ Pour un état de l'art récent des effets de la L-Dopa sur la qualité vocale des personnes atteintes de la MP, nous renvoyons le lecteur à la revue de la littérature réalisée par Lechien et collaborateurs (Lechien *et al.*, 2018), à laquelle nous avons contribué dans le recensement et la sélection des études publiées entre janvier 1960 et juin 2017.

tème phonatoire, ces effets ne sont pas évalués dans des contextes similaires, notamment en ce qui concerne les dosages en L-Dopa (soit des études où il y a une harmonisation du dosage pour tous les participants mais avec dès lors un dosage qui ne correspond pas à leur traitement quotidien, soit des études avec un respect du traitement réel du participant mais avec des différences inter-individuelles importantes). Ces différences méthodologiques nous amènent également à considérer avec prudence les résultats expérimentaux parfois divergents.

3.3.2 Traitements chirurgicaux

Pour rappel, la SCP est une procédure chirurgicale proposée aux personnes atteintes de la MP, le plus fréquemment lorsqu'elles ne peuvent pas être traitées de manière efficace par les traitements pharmacologiques ou lorsqu'elles présentent des complications tardives à la dopathérapie. Elle a longtemps été considérée comme une alternative dans les stades avancés de la MP, même si à l'heure actuelle, ses bénéfices sont également reconnus à des stades plus précoces de la maladie (Mansouri *et al.*, 2018; Perestelo-Pérez *et al.*, 2014).

Outre les nombreuses études portant sur les symptômes cardinaux de la maladie, les effets de la SCP sur la dysarthrie hypokinétique ont eux aussi été particulièrement documentés. Toutefois, les résultats issus des recherches ne font pas consensus, identifiant tant des améliorations au niveau de la phonation (intensité, temps maximal de phonation) ou de l'articulation (amélioration de la force et de la vitesse articulatoire) qu'une absence d'effets, voire une altération de la qualité de la voix (Dromey & Bjarnason, 2011; Knowles *et al.*, 2018; Martel-Sauvageau & Tjaden, 2017; Pinto, Gentil, Fraix, Benabid, & Pollak, 2003; Pinto *et al.*, 2005; Tripoliti *et al.*, 2011; Yilmaz *et al.*, 2018).

Dromey et Bjarnason (2011), malgré leur faible échantillon ($N = 9$) et la grande variabilité des résultats au sein de celui-ci, suggèrent que la SCP peut avoir des effets différents chez un même individu et ainsi entraîner des améliorations des performances dans un sous-système de parole et des altérations dans un autre. Yilmaz *et al.* (2018) suggèrent eux aussi que les divergences apparaissant au sein de la littérature scientifique peuvent découler de nombreux facteurs, incluant des facteurs propres aux participants (âge, sexe, gravité de la maladie et/ou de la dysarthrie) comme aux méthodes d'évaluation et/ou de stimulation. Ainsi, il est plausible selon ces auteurs que la phonation puisse être améliorée chez certains participants suite à la SCP tandis que l'articulation se trouve altérée, ou inversement, rendant complexe la présentation d'effets globaux de la SCP sur la production de parole.

Dans une étude récente, Martel-Sauvageau et Tjaden (2017) examinent l'impact de la SCP sur la production de parole dans la MP (N = 8) en se concentrant sur deux métriques de transitions formantiques – l'équation du locus pour les séquences consonne-voyelle, permettant d'étudier la coarticulation et les pentes de F2 dans le cas des glides, caractérisant notamment la vitesse articulatoire – ainsi que sur l'association de ces métriques (équation du locus et pentes de F2) et l'intelligibilité de la parole. Leurs résultats concernant l'intelligibilité corroborent ceux de Dromey et Bjarnason (2011), aucune tendance claire n'ayant été obtenue auprès des sujets entre les évaluations on/off-stimulations, suggérant des variations en fonction des caractéristiques de parole du participant. Les pentes de F2 lors de la production de glides ont quant à elles permis de distinguer les sujets atteints de la MP de sujets sans pathologie et apparaissent comme un bon prédicteur de l'intelligibilité.

Dans leur étude, Knowles *et al.* (2018) ont étudié l'influence de la configuration des paramètres acoustiques dans la SCP, notamment sur le calcul de la métrique VAI ainsi que sur la pente de F2 dans le diphtongue /ai/ du mot anglais « buy ». Il en ressort qu'une basse fréquence de stimulation entraîne une augmentation de la valeur du VAI et diminue donc la tendance à la centralisation des voyelles présente dans la MP (différence estimée : 0.048, $p = .017$). Un effet d'interaction significatif est également apparu entre la fréquence de stimulation et le sexe, mettant en évidence que les femmes avec une SCP de faible ou moyenne fréquence avaient un VAI plus élevé, et donc une moins grande centralisation des voyelles. Aucune différence significative n'a en revanche été mise en évidence en ce qui concerne la pente de F2 en fonction du voltage de la SCP.

3.3.3 Prise en charge logopédique

Au vu de la symptomatologie engendrée par la dysarthrie hypokinétique, une prise en charge et une rééducation logopédique peuvent être jugées utiles. Pour rappel, 70 à 90% des personnes atteintes de la MP présentent ou présenteront des altérations dans la production de la parole au cours de leur maladie. Aussi, malgré les traitements médicamenteux et/ou chirurgicaux, les effets sur la dysarthrie apparaissent discutables. Malgré ces constats, peu de personnes atteintes de la MP entament un traitement logopédique, même si les statistiques disponibles tendent à montrer une augmentation des prises en charge logopédique au cours des dernières décennies, allant de 3% à 31% de personnes atteintes de la MP ayant entamé un suivi auprès d'un spécialiste (Hartelius & Svensson, 1994; Kalf *et al.*, 2011; Mutch, Strudwick, Roy, & Downie, 1986; Schulz & Grant, 2000; Sunwoo *et al.*, 2014), alors qu'une majorité des personnes interrogées se déclarent insatisfaites de la manière dont elles communi-

quent (Johnson & Pring, 1990; Miller *et al.*, 2011). Les prises en charge traditionnelles peuvent pourtant être très diversifiées et s'adapter aux besoins et objectifs de chacun en travaillant, par exemple, la respiration, la phonation, l'articulation ou encore les stratégies de recherche de mots (Miller *et al.*, 2011; Sackley *et al.*, 2018).

Actuellement, une seule prise en charge est particulièrement reconnue pour ses effets bénéfiques sur la dysarthrie hypokinétique, le programme Lee Silverman Voice Treatment (LSVT) (Herd *et al.*, 2012b; Martel-Sauvageau, Roy, Langlois, & Macoir, 2015). Toutefois, les bases de données Cochrane (*Cochrane Database of Systematic Reviews* - CDSR), au travers de deux états de l'art où des comparaisons ont été effectuées entre les différentes techniques de logopédie existantes dans la prise en charge de la MP – dont la LSVT, estiment que, même si des résultats significatifs ressortent des études publiées, le faible effectif généralement retrouvé dans ces essais n'apporte pas les preuves suffisantes permettant de soutenir l'efficacité d'une forme de rééducation logopédique par rapport à une autre dans le traitement de la dysarthrie hypokinétique présente dans la MP (Herd *et al.*, 2012a, 2012b).

L'émergence et le succès de la LSVT découlent néanmoins des limites parfois identifiées à la suite de rééducations traditionnelles où, dans les recherches menées entre les années 50 et 80, des bénéfices certains à court terme étaient mis en évidence mais un rapide retour à l'état antérieur apparaissait sur le long terme (Goberman *et al.*, 2002; Mahler *et al.*, 2015; Martel-Sauvageau, Roy, Langlois, *et al.*, 2015; Schulz & Grant, 2000). C'est ainsi qu'en 1988, des chercheurs ont développé un programme de rééducation thérapeutique conçu pour améliorer la physiologie de la voix et de la parole, le programme LSVT LOUD, destiné aux personnes atteintes de la MP et visant spécifiquement l'augmentation de l'intensité sonore et son contrôle (Ramig *et al.*, 2001), celle-ci pouvant être réduite à cause de la diminution de l'amplitude du mouvement (hypokinésie), de la bradykinésie et de la capacité réduite à maintenir l'amplitude du mouvement. Il s'agit d'une rééducation intensive (réalisée par une personne ayant suivi une formation certificative) se déroulant sur quatre semaines, à raison de quatre séances d'une heure par semaine où le leitmotiv est de « parler fort ». S'ajoute à ces séances des activités quotidiennes et des exercices personnalisés supplémentaires afin de proposer une rééducation en relation directe avec les objectifs personnels et les activités journalières de la personne (Mahler *et al.*, 2015). Plus récemment, les auteurs du programme de LSVT LOUD ont développé un programme de rééducation similaire au premier mais en se centrant sur les performances motrices globales des membres, la LSVT BIG (Fox *et al.*, 2012). Dans cette seconde rééducation intensive, ce n'est donc plus la production de la parole mais l'amplitude des mouvements du

corps qui est travaillée afin de permettre la réalisation de mouvements plus précis, amples et rapides.

Mahler, Ramig et Fox (2015) ont réalisé une revue de la littérature en recensant 23 études ayant étudié les effets de la LSVT LOUD entre 1994 et 2014¹⁰. Une première étude a permis la comparaison de deux rééducations visant l'amélioration du niveau de production sonore, réalisées toutes deux de manière intensive : la LSVT d'une part, une rééducation basée sur l'amélioration de la respiration d'autre part (Ramig *et al.*, 2001). L'évaluation des bénéfices a été réalisée immédiatement après les rééducations ainsi que 6 mois, 12 mois et 24 mois après le début de la prise en charge. La LSVT se révèle plus efficace que la rééducation basée sur la fonction respiratoire. Une autre étude, menée par Ramig, Sapir, Fox et Countryman (2001), a permis la comparaison de trois groupes : deux groupes de sujets atteints de la MP, dont un a suivi la LSVT tandis que l'autre non et un groupe de sujets contrôles. Les résultats, immédiatement à la fin de la rééducation et 6 mois post-LSVT montrent des améliorations significatives pour les personnes ayant suivi la rééducation par rapport aux groupes sans aucune prise en charge. Enfin, plusieurs auteurs ont évalué les effets post-rééducation sur le fonctionnement laryngé par laryngo-stroboscopie (Smith, Ramig, & Dromey, 1995). L'effort phonatoire réalisé durant la rééducation par l'administration des séances du programme LSVT semble entraîner une adduction saine des cordes vocales sans entraîner un hyperfonctionnement laryngé. Ces résultats sont d'ailleurs corroborés par plusieurs autres études (Baumgartner, Sapir, & Ramig, 2001 ; Countryman, Hicks, Ramig, & Smith, 1997 ; Huber & Darling, 2011 ; Tjaden & Wilding, 2004). Seule une étude, menée par de Swart, Willemse, Maassen, & Horstink (2003), met en évidence des effets délétères des efforts laryngés excessifs par suite de la réalisation de séances de la LSVT LOUD.

Au vu du caractère intensif de la rééducation (pour rappel, quatre séances d'une heure par semaine sont effectuées durant quatre semaines), des chercheurs ont étudié la possibilité d'informatiser la rééducation. Ces études montrent des résultats similaires à ceux obtenus lors d'une rééducation en présentiel, même si les auteurs insistent sur l'importance de réaliser une évaluation initiale en présentiel (Constantinescu *et al.*, 2011 ; Halpem *et al.*, 2012 ; Howell, Tripoliti, & Pring, 2009 ; Theodoros, Hill, & Russell, 2016 ; Theodoros & Ramig, 2011).

¹⁰ Nous reprenons ici les aspects saillants issus de cette revue de la littérature, les auteurs directement cités dans ce § ne se retrouvent dès lors pas en bibliographie. Pour une présentation détaillée, nous renvoyons le lecteur aux références complètes présentes dans l'article original (Mahler, Ramig, & Fox, 2015).

Aussi, il convient de nuancer les résultats en ayant conscience qu'il ne s'agit pas nécessairement d'une rééducation qui peut convenir à chacun. Ainsi, suite aux résultats et recommandations découlant des bases de données Cochrane (CDSR), le groupe de travail *PD COMM Pilot Collaborative Group* (Sackley *et al.*, 2018) a mené un essai randomisé contrôlé (ECR) portant sur les bénéfices des rééducations logopédiques dans trois groupes : un groupe de sujets atteints de la MP suivant la LSVT, un groupe de sujets atteints de la MP suivant une rééducation logopédique traditionnelle et un groupe de sujets ne bénéficiant d'aucune intervention rééducative. Sackley *et al.* (2018) y soulignent les importantes difficultés liées au recrutement de leurs participants. Initialement, 2223 personnes atteintes de la MP ont été contactées pour participer à l'étude, au travers de douze centres prenant en charge des patients atteints de la MP. La période de recrutement s'est étalée sur 23 mois, les principales difficultés étant l'absence de problème d'élocution (66%), la présence concomitante d'une démence (8%) et le refus de consentement (7%), ce dernier étant principalement refusé en raison de l'intensité de la rééducation LSVT. Qui plus est, sur les participants finalement recrutés (N = 89), 8 participants faisant partie du groupe LSVT ont quitté le protocole avant ou en début de réalisation, notamment à cause de cette démarche de rééducation intensive. Cela met en évidence que le caractère particulièrement intensif d'une prise en charge, qu'il s'agisse de la LSVT ou d'une autre rééducation, ne peut pas convenir à toutes les personnes entamant une prise en charge logopédique, même si les résultats de celle-ci semblent bénéfiques (Brady, Kelly, Godwin, Enderby, & Campbell, 2016; Sackley *et al.*, 2018).

D'autres études ont toutefois été menées afin de déterminer l'étendue des possibilités qu'offre la LSVT LOUD. Ainsi, afin de tester l'hypothèse selon laquelle le fait de parler à une intensité élevée peut entraîner des bénéfices sur l'articulation des personnes atteintes de la MP, Sapir et ses collaborateurs (Sapir *et al.*, 2007) ont recruté trois groupes de sujets : deux groupes de participants atteints de la MP (N = 29) et un groupe de sujets sans pathologie faisant office de groupe contrôle (N = 14). Les personnes atteintes de la MP avaient toutes été diagnostiquées par un neurologue et suivaient un traitement médicamenteux (maintenu durant l'étude) mais aucune rééducation logopédique. Elles ont été subdivisées en deux groupes : un groupe de sujets suivant la rééducation LSVT (N = 14) et un groupe sans prise en charge logopédique¹¹ (N = 15). 26 sujets atteints de la MP présentaient une dysarthrie jugée légère à modérée et 3, une dysarthrie jugée sévère. Les participants ont tous prononcé à trois reprises trois phrases avant (3 jours consécutifs) et après

¹¹ Ces sujets ont toutefois bénéficié des séances de LSVT après la récolte de données nécessaires à l'étude.

l'expérimentation (2 jours consécutifs), permettant l'extraction et l'évaluation acoustique (valeurs F1 et F2, rapport F2/F1, ratio d'étendue F2i/F2u, tVSA) et perceptuelle des voyelles /a, i, u/ (qualité de la production évaluée par 6 juges dont 2 experts). Aucune différence significative n'apparaissait entre les données recueillies sur les trois journées avant l'expérimentation ni entre les données recueillies sur les deux journées suivant l'expérimentation, démontrant une stabilité des données extraites permettant leur rassemblement en pré- et en post-test. Leurs résultats montrent que les personnes ayant reçu la rééducation présentent des modifications significatives de l'amplitude articulatoire (amélioration des valeurs de F2u ainsi que du rapport F2i/F2u). Ces changements tendent à se rapprocher des valeurs obtenues dans le groupe contrôle – groupe dans lequel les données sont restées stables dans le temps – suggérant une amélioration des fonctions articulatoires liée à la rééducation (et non pas à la familiarité aux phrases lors du post-test). Dans une étude récente, Martel-Sauvageau et ses collaborateurs (2015) ont noté des résultats similaires auprès de 9 personnes atteintes de la MP et ayant suivi une rééducation à partir de la LSVT LOUD. Les participants présentent notamment une augmentation significative du tVSA (+22 852 Hz²) (Martel-Sauvageau, Roy, Langlois, *et al.*, 2015).

Ces résultats suggèrent dès lors que la LSVT LOUD pourrait être un moyen efficace permettant d'améliorer plusieurs aspects de la production de la parole chez les personnes atteintes de la MP, supposant dès lors qu'axer une rééducation sur la phonation peut par ailleurs entraîner des modifications articulatoires bénéfiques pour le sujet atteint de la MP de par l'interdépendance des sous-systèmes laryngé, d'articulation et de respiration (Martel-Sauvageau, Roy, Langlois, *et al.*, 2015; Roy *et al.*, 2009).

En résumé, outre les symptômes cardinaux de la MP – tremblements de repos, rigidité et bradykinésie, les troubles de la parole sont fréquemment évoqués dans la MP et concerneraient 70 à 90% des personnes au cours de l'évolution de la maladie. Les atteintes peuvent toucher les trois processus impliqués dans la production de la parole (respiration, phonation, articulation) à des degrés divers. L'ensemble de ces troubles est repris sous le terme de dysarthrie hypokinétique. Selon Logemann et ses collaborateurs, les troubles de la phonation seraient prédominants, suivis notamment par les troubles de l'articulation. Dans leur étude, seuls 11% des participants ne présentaient aucune altération. Ces manifestations motrices de la parole ont des répercussions acoustiques, telle qu'une monotonie de hauteur et d'intensité, une variabilité de débit non-contrôlée, une altération de la qualité de la voix – voix rauque et soufflée – ou encore une imprécision articulatoire, touchant principalement la production de consonnes occlusives, fricatives et affriquées mais altérant également la production des voyelles. L'étude de ces dernières est principalement réalisée à partir de mesures formantiques projetées dans un plan à deux dimensions représentant l'espace vocalique, les formants correspondant à des zones fréquentielles renforcées dans le signal sonore en fonction de la position des articulateurs.

Plusieurs métriques peuvent être calculées afin d'étudier la configuration de l'espace vocalique, chacune ayant pour but d'identifier des altérations de la parole par rapport à une parole dite « saine ». Toutes celles évoquées dans ce chapitre ne sont pas spécifiques à la MP. Toutefois, nous pensons que leur complémentarité peut entraîner une meilleure compréhension de la parole dysarthrique.

Enfin, les traitements proposés dans la MP en vue de réduire les symptômes moteurs de la maladie, en particulier les traitements médicamenteux et chirurgicaux, peuvent également impacter, de manière positive ou délétère la production de la parole. Aussi, de nombreuses recherches portent sur les prises en charge logopédiques à proposer aux personnes atteintes de la MP. A ce titre, une rééducation se distingue par les effets qu'elle procurerait sur le long terme, la LSVT LOUD, qui est un programme de rééducation intensive basée sur la phonation. Toutefois, à l'heure actuelle et malgré des résultats encourageants, nous ne pouvons pas dire avec certitude que cette rééducation apporte plus de bénéfices qu'une prise en charge traditionnelle.

| Auteurs | Année | Participants | Info | Traitement | Tâches | Eval/analyses | Résultats |
|------------------------|-------|---|--|---|--|---|--|
| Holmes <i>et al.</i> | 2000 | Gr1:30MP stades précoces Gr2:30MP st. avancés Gr3:30 Ctrl | Gr1 : 15H-15F âge : 68.4y durée : 2.4y Gr2 : 15H-15F âge : 74.5y durée : 6y Gr3 : 15H-15F âge : 71y | L-Dopa (sauf pour 12 sujets du Gr1) | /a/ soutenu (4s) Monologue (1min) /a/ ou /i/ chanté | F ₀ moy variabilité F ₀ intensité moy jitter (%) shimmer HNR | Gr2>Gr3 (H uniquement) Gr2>Gr3 (F uniquement) NS NS Gr1/Gr3 Gr1 > Gr2 (p=.058) Gr2 > Gr3 (p=.008) NS NS |
| Sanabria <i>et al.</i> | 2001 | Gr1:20 MP Gr2:10 Ctrl | Gr1 :10H-10F âge :63.5±10.36y stade :2.38±0.45 durée :7±3.72y âge diag :56.5±10.36y | L-Dopa | /a/ soutenu (min 2s), on (1h après prise 200 mg L-Dopa) et off (plus de méd depuis 12h) | jitter ¹² soft Phona- tion Index (SPI) ¹³ shimmer ¹⁴ | On > Off (p<.033) On >Off (p<.015) → meilleure struct harmonique On > Off (p<.018) |
| Goberman <i>et al.</i> | 2002 | Gr1 : 9 MP Gr2 : 8 Ctrl | Gr1 : 6H-3F âge : 69y durée : 11.4y Gr2 : 5H-3H | L-Dopa | /a/ soutenu /a, i, u, æ/ TMP ¹⁵ Lecture (2x) Monologue (3 à 5 min) état on et off | F ₀ moy (voy TMP) F ₀ moy (lecture) Variabilité F ₀ (voy TMP) Intensité /a/ | Gr1 (off) >Gr2 (p<.05) Gr1 (off) >Gr2 (p<.05) Gr1 (off) >Gr2 (p<.05) Gr1 (off) >Gr2 (p<.05) |
| Ho <i>et al.</i> | 2008 | 9 MP | 8H-1F durée : 8.3y | L-Dopa(125 à 440 mg selon participants) | phonation soutenue ; comptage ; monologue ; 3 cond ; on/off | intensité moy intensité décroissance Durée | NS on/off ; tdc (p = .07) NS effet on/off ; tdc (p = .06) NS on/off |

¹² Mesure de perturbation à court terme de la F₀

¹³ Rapport moyen entre l'énergie harmonique des basses fréquences et celui des hautes fréquences. Indice bas: trouble à l'adduction des CV

¹⁴ Mesure de perturbation à court terme de l'intensité

¹⁵ Temps maximum de phonation

| | | | | | | | |
|-----------------------|------|---|---|---|---|--|---|
| Skodda et al. | 2010 | Gr1 :23 MP Gr2 :24Ctrl | Gr1 : 9H-14F âge : 63.9y durée : 2.41y stade (H&Y) : 2.41 Gr2 : 12H-12F âge : 66.67y | L-Dopa (sauf pour 10 sujets nouvellement diagnostiqués) | monologue (30s) lecture on (stable pour tous au moins depuis 3 semaines)/off (12h sans méd) | F ₀ moy (lecture) Débit Ratio pauses (%) Ratio pauses mots pluri-syll (%) VAI ¹⁶ | Gr2>Gr1 (on/off) (p<.01) NS Gr1 on/off NS Gr1,2 . NS Gr1 on/off Gr2>Gr1 (on/off) (p<.01) NS Gr1 on/off NS Gr1,2 NS Gr1 on/off Gr2>Gr1 (on/off) (p<.01) (F uniquement) NS Gr1 on/off |
| Cushnie-Sparrow et al | 2018 | Gr1 :26 MP Gr2 :25 MP Gr3 :11Ctrl | Gr1 (faible qual voix perçue) : 24H-2F âge :67.4±7.8y durée :9.39±4.4y UPDRS on :19 ; off :32 Gr2 (bonne qual voix perçue) : 15H-10F âge :67.12±6.7y durée :9.04±4.05 UPDRS on :14 ; off :28 | Gr1 : L-Dopa durée :7.5±4.15y Gr2 : L-Dopa durée :7.5±3.7y | /a/ soutenu UPDRS-III Pdt état on (1h après prise 300mg L-Dopa) et off (plus de méd depuis 12h) | jitter (%) shimmer (%) abs shimmer HNR AVQI ¹⁷ EVA ¹⁸ | NS on/off, Ctrl>Off (p=.003) Gr1>Gr2 (p=.023) NS on/off, Ctrl>Off (p=.014) Gr1>Gr2 (p=.004) NS on/off, Ctrl>Off (p=.011) Gr1>Gr2 (p=.004) NS on/off, NS ctrl/off Gr1>Gr2 (p=.004) NS on/off, NS ctrl/off Gr1>Gr2 (p=.009) NSon/off tdc Ctrl>Off (p=.062) |

Tableau 3 : caractéristiques d'études évaluant les effets de la prise de L-Dopa dans la MP.

¹⁶ Vowel articulation index

¹⁷ Acoustic voice quality index

¹⁸ Échelle visuelle analogique, juges expert, évalué de qualité médiocre à bonne qualité vocale

Chapitre 4 Répercussions psycho-fonctionnelles de la dysarthrie dans la maladie de Parkinson

L'acte communicatif joue un rôle primordial sur la qualité de vie (QDV). Or, les changements liés à l'avancée en âge – qu'elle soit dite normale ou pathologique – et les modifications dans la production de la parole qu'elle engendre, ne sont pas encore bien compris (Bilodeau-Mercure *et al.*, 2015).

De fait, comme nous venons de le constater, les études portant sur les dysarthries, et plus particulièrement sur les caractéristiques physiologiques de la production de parole dans la dysarthrie hypokinétique, sont nombreuses mais exposent parfois des résultats divergents. Le chapitre précédent nous a ainsi permis de mettre en évidence des modifications acoustiques et perceptuelles de la parole dans la MP et de percevoir les divergences possibles tant en matière de paradigmes expérimentaux que de résultats. Les perceptions que les personnes atteintes de la MP ont de ces changements sont moins étudiées, ce qui fait que les données empiriques portant sur ces changements et leur impact fonctionnel – tant en termes de QDV que de stratégies compensatrices et/ou d'adaptation – demeurent moins nombreuses, même si elles tendent à se développer ces dernières années (Miller *et al.*, 2008, 2006; Schalling, Johansson, & Hartelius, 2017; Yorkston, Baylor, & Britton, 2017).

Sur le plan clinique, il ressort de plusieurs études que, malgré ces altérations, peu de personnes atteintes de la MP sont prises en charge précisément pour leurs symptômes dysarthriques (Kalf *et al.*, 2011; Mutch *et al.*, 1986; Schalling *et al.*, 2017; Schulz & Grant, 2000; Sunwoo *et al.*, 2014). Or, selon Miller *et al.* (2006), des changements sur le plan de la communication peuvent être présents chez les personnes atteintes de la MP, ceux-ci résultant, entre autres, des troubles de la voix et/ou de la parole. Pour rappel, ces troubles risquent de toucher 70 à 90 % des sujets au cours de la MP. L'une des contribu-

tions majeures de la Classification Internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF) est d'encourager les cliniciens, à travers une approche globale de l'évaluation et de la prise en charge des personnes, à se concentrer tant sur les effets directs des maladies que sur l'impact que les symptômes peuvent avoir sur les activités quotidiennes des personnes ainsi que sur la fonction sociale des symptômes (Dykstra *et al.*, 2015; Walshe, Peach, & Miller, 2009). En effet, la CIF définit trois niveaux d'atteinte : les fonctions et structures corporelles, les activités et la participation (Fig. 13). Comme le démontre la figure 13, ces trois composantes sont en interaction avec les problèmes de santé pouvant apparaître chez une personne ainsi qu'avec les facteurs personnels et propres à l'environnement de la personne concernée.

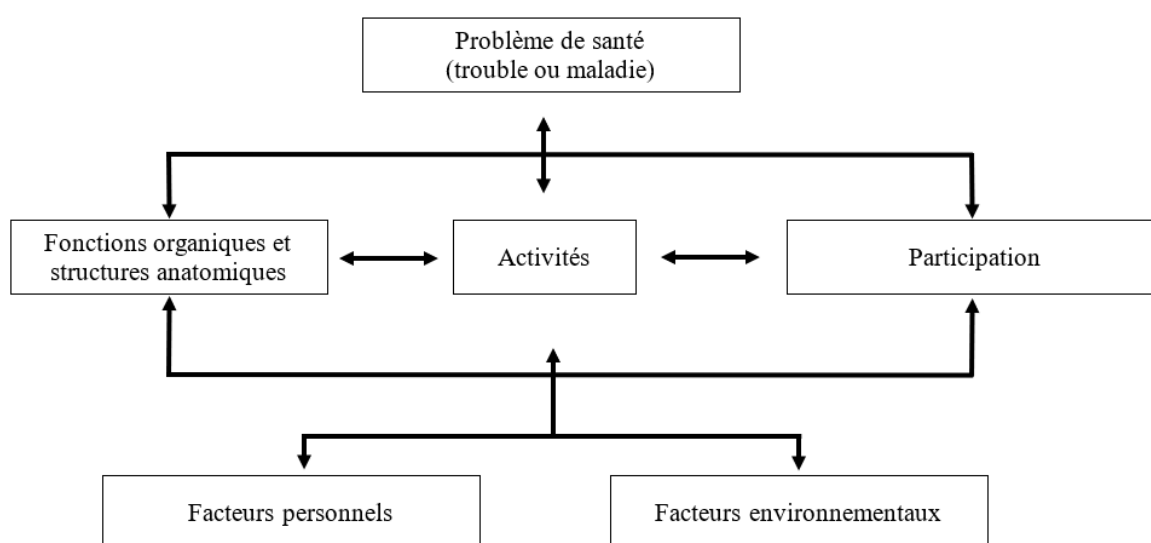


Figure 13 : interactions entre les composantes de la CIF (Organisation Mondiale de la Santé, 2001, p. 19).

Ces trois aspects (symptômes de la maladie, impact sur la vie quotidienne et fonction sociale des symptômes) sont, de fait, interreliés. Dès lors, il nous apparaît que cette orientation prise par la CIF peut permettre de maximiser les effets des interventions auprès des personnes en offrant une vision plus globale des suivis proposés. Qui plus est, comme cela a pu être mis en évidence à partir des réflexions menées lors de la révision des critères de diagnostic de la MP – avec la reconnaissance de symptômes antérieurs aux symptômes cardinaux de la maladie, nombreuses sont les personnes qui présentent ou présenteront des troubles de la parole au cours de l'évolution de la maladie. Il nous semble dès lors sensé de s'interroger sur les répercussions que peut avoir la dysarthrie sur la vie quotidienne de la personne en considérant ainsi la parole sous son angle fonctionnel.

Malgré cela, la compréhension des répercussions de la dysarthrie hypokinétique dans la MP peut être rendue complexe, notamment de par les différences entre les données subjectives, auto-rapportées et/ou hétéro-rapportées et les déficits objectifs identifiés (Smith & Caplan, 2018). De fait, comme le soulignent Schalling, Johansson et Hartelius (2017), les mesures rapportées par d'autres personnes que celles directement concernées peuvent se révéler moins fiables que les informations auto-rapportées. Toutefois, les données auto-rapportées doivent également être étudiées avec précaution et il convient dès lors, pour une compréhension globale, de coupler des données issues d'évaluations auto-rapportées à des données hétéro-rapportées et/ou à des données issues d'évaluations objectives.

4.1 Répercussions fonctionnelles de la dysarthrie hypokinétique

Pour rappel, la dysarthrie hypokinétique peut avoir différents retentissements sur le fonctionnement de la production de parole (voir Chapitre 3). Ainsi, dès 1994, Hartelius et Svensson ont mené une étude de grande envergure auprès de personnes atteintes de la MP (N = 230 ; 85% de personnes âgées de 60 ans ou plus) et de la sclérose en plaques afin d'identifier la fréquence, le type et la sévérité des troubles de la production de parole. En ce qui concerne les personnes atteintes de la MP, il ressort que 29% des sujets présentent effectivement des troubles de la parole, fluctuant en cours de journée ou d'une journée à l'autre dans 67% des cas. Les personnes atteintes de la MP évoquent également la présence d'une intensité faible, une monotonie de hauteur ou encore des blocages (*freezing vocal*) (Jimenez-Jimenez *et al.*, 1997; Miller *et al.*, 2006). La diminution de l'intensité sonore et les répercussions qu'elle peut avoir sont fréquemment citées (Fox & Ramig, 1997; Smith & Caplan, 2018).

L'American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) invite les cliniciens à évaluer les altérations motrices de la parole conformément aux composantes et aux principes fondamentaux décrits par l'OMS dans le cadre de la CIF (Organisation Mondiale de la Santé, 2001), notamment en ce qui concerne les structures/fonctions corporelles, les activités/la participation et les facteurs contextuels (American Speech-Language-Hearing Association, 2004). C'est donc à nouveau une vision globale des altérations motrices de la parole qui est recherchée afin de permettre à tout un chacun d'échanger avec autrui sur des connaissances, des idées, etc. Comprendre cette dimension participative permet de mieux discerner la manière dont une personne peut prendre part à différents contextes sociaux (Dykstra *et al.*, 2015).

Les déficits dans la MP sont complexes car ils peuvent découler tant des fonctions motrices de la parole que de fonctions cognitives (Ash *et al.*, 2017; Smith & Caplan, 2018) et, selon Smith et Caplan (2018), il est encore difficile, actuellement, de distinguer les difficultés découlant d'altérations du contrôle moteur de la parole et de modifications du tractus vocal de celles à base cognitive ou linguistique. De fait, communiquer en ayant des difficultés de production de la parole est un processus nécessitant non seulement des efforts physiques mais également des ressources cognitives et émotionnelles importantes (Yorkston *et al.*, 2017).

Dès lors, des suites des troubles dysarthriques présents, les personnes (familiales ou non) avec qui se créent une interaction peuvent fréquemment demander à la personne atteinte de la MP de parler à une intensité plus forte, conscientisant ainsi la personne à la détérioration de la qualité de sa voix alors qu'elle a l'impression de fournir le même effort qu'auparavant. Cela peut se révéler embarrassant ou frustrant pour la personne atteinte de la MP, vis-à-vis d'elle-même comme vis-à-vis de son interlocuteur (Hartelius, Elmberg, Holm, Lövberg, & Nikolaidis, 2008; Miller *et al.*, 2006). D'ailleurs, des personnes interrogées se jugeaient moins motivées pour participer à une conversation ou moins en confiance vis-à-vis d'une prise de parole, suggérant un impact émotionnel négatif de la dysarthrie sur les capacités de communication globales (Fox & Ramig, 1997).

Afin de mieux cerner les perceptions des personnes atteintes de la MP, Miller *et al.* (2006) ont mis au point des entretiens semi-structurés visant à explorer l'apparition des changements au niveau de la parole, l'impact perçu ainsi que les stratégies mises en place au quotidien pour gérer ces modifications. Les entretiens ont été réalisés auprès de 37 participants atteints de la MP. En réponse aux changements de parole, ce ne sont pas les modifications apparues qui sont mises en évidence par les participants (e.g., diminution de l'intensité de parole, difficulté à produire certains sons de parole) mais plutôt l'impact de ces changements sur la capacité à communiquer (avoir des interactions et des conversations avec autrui) et les répercussions que cela a sur la perception qu'ils ont d'eux-mêmes (notamment la perception d'un sentiment d'incompréhension).

Lorsqu'elles sont interrogées, près de la moitié des personnes estiment avoir des difficultés à se faire comprendre lorsqu'elles parlent. Toutefois, comme nous l'avons vu précédemment, les rééducations logopédiques restent peu suivies. Certaines personnes atteintes de la MP évoquent des exercices répétitifs, ennuyeux et dénués de pertinence car, même s'ils permettent de travailler des aspects altérés par la dysarthrie hypokinétique, ils n'abordent pas

certains aspects sociaux inhérents à la communication (Yorkston *et al.*, 2017). En effet, Pinto *et al.* (2010) évoquaient déjà la difficulté que peuvent ressentir les personnes atteintes de la maladie à se faire comprendre par autrui, notamment dans un environnement bruyant et parfois même par des personnes familiales, ce qui rejoint les constats d'Hartelius et Svensson (1994). D'autres personnes atteintes de la MP interrogées par rapport à l'absence d'un suivi logopédique expliquent que les difficultés qu'elles rencontrent ne sont pas vécues comme suffisamment handicapantes au quotidien que pour ajouter des séances de rééducation supplémentaires aux prises en charge qu'elles reçoivent déjà quotidiennement. A contrario, des personnes atteintes de la MP évoquent l'absence de suivi suite à l'avis de professionnels estimant qu'une prise en charge n'était pas encore nécessaire au vu des altérations présentes (Miller *et al.*, 2006).

4.1.1 Interactions avec autrui

Toutes ces perturbations peuvent entraver les expériences de communication quotidiennes de la personne (Smith & Caplan, 2018). Les difficultés vécues peuvent alors être ressenties par certaines personnes comme un véritable handicap, pouvant aller d'une appréhension à un retrait des interactions sociales et, dès lors, progressivement conduire à l'isolement social de la personne atteinte de la MP (Karlsen, 2000; Miller *et al.*, 2006). De fait, l'imprécision articulaire, la détérioration de la parole ou encore la variabilité incontrôlée du débit conduisent les personnes à réduire de manière volontaire leur communication orale. Plusieurs raisons sont évoquées. Il peut notamment s'agir d'une lassitude consécutive aux efforts d'application et de concentration afin de produire une parole la plus précise et intelligible possible (confer. la notion de *clear speech* évoquée par Lindblom).

Le regard porté par autrui peut également avoir un impact sur le désir de communiquer et le sentiment de confiance en soi, avec d'une part, un sentiment de soutien lorsque l'interlocuteur est prêt à accepter les difficultés que la personne rencontre pour s'exprimer et fait preuve d'empathie et de patience et, d'autre part, un sentiment négatif lié à l'incompréhension de l'interlocuteur ou à sa méconnaissance face à la maladie (Miller *et al.*, 2006). Dans leur étude, Miller et ses collaborateurs (2008) ainsi que Dykstra *et al.* (2015) incluent ainsi les partenaires des personnes atteintes de la MP afin de confronter les perceptions de chacun. La concordance entre les témoignages (Dykstra *et al.*, 2015; Miller *et al.*, 2008) permet de suggérer que la vision « avant la maladie » n'est pas édulcorée par les participants ou, au contraire, que tous deux partagent une vision plus optimiste et positive du passé (Miller *et al.*, 2008). Toutefois, pour ce qui est de l'évaluation actuelle, les perceptions diffèrent entre les

personnes atteintes de la MP et leurs partenaires, suggérant que les partenaires n'ont pas pleine conscience de la répercussion des changements dans la vie quotidienne de la personne ou que la personne atteinte de la MP perçoit plus intensément les répercussions des troubles dans sa vie quotidienne. En effet, il ressort de l'étude de Miller *et al.* (2008) une forte perception négative vis-à-vis des situations de communication lorsque l'on compare la situation actuelle à celle antérieure à la maladie, et ce quels que soient les facteurs connexes, tels que la durée de la maladie, l'état cognitif ou la gravité des symptômes.

4.1.2 Autres symptômes interférant dans les troubles communicationnels

Une difficulté d'acceptation du caractère parfois invalidant des troubles dysarthriques peut également être explicative de la réduction des activités communicationnelles. Toutefois, la dysarthrie n'est pas le seul symptôme pouvant être mis en cause, les difficultés de motricité globale (mobilité dans les déplacements, préhension, etc.) ayant également des répercussions sur la vie sociale des individus (Pace, 2005). Qui plus est, d'autres aspects propres à la symptomatologie de la MP peuvent être évoqués, particulièrement en ce qui concerne les symptômes non-moteurs de la maladie (symptômes cognitifs et psycho-comportementaux). Ainsi, des difficultés conversationnelles suscitées par une capacité d'attention réduite ou une difficulté à formuler des idées peuvent rendre difficile l'interaction et entraîner un retrait de la personne atteinte de la MP (Miller *et al.*, 2006).

Plus récemment, Smith et Caplan (2018) ont étudié l'impact des symptômes moteurs et des atteintes cognitives sur la parole et le langage afin de mieux cerner les troubles de la communication pouvant apparaître dans la MP, en partant du constat que, malgré la prévalence des altérations cognitives dans la MP, la relation entre déficit cognitif et troubles de la parole et de la communication restait peu investiguée, comparativement aux études portant sur la relation entre parole et fonction motrice.

De nombreuses personnes atteintes de la MP soulignent la perception d'un impact négatif de la maladie sur leur communication, indépendamment de l'âge et du sexe et ce, quelle que soit la durée de la maladie, voire même le degré d'intelligibilité de la parole (Miller *et al.*, 2008). A contrario, une diminution de la gravité perçue des altérations de parole semble associée à une participation communicationnelle plus élevée (McAuliffe, Baylor, & Yorkston, 2017). Les changements perçus les plus marqués comparativement à la situation antérieure à la maladie semblent également corrélés avec le niveau de dépression ainsi qu'avec les résultats à l'UPDRS, partie II (Miller *et al.*, 2008). D'autres variables rentrent également en compte, telles que les difficultés émo-

tionnelles ou encore les troubles cognitifs (McAuliffe *et al.*, 2017), ce qui suggère que les répercussions sur la QDV sont le résultat global de la symptomatologie de la MP.

4.1.3 Facteurs personnels

Une récente enquête menée auprès de 188 personnes atteintes de la MP indique que les trois symptômes les plus dérangeants au quotidien pour les personnes interrogées sont la fatigue (88 personnes), les troubles de la parole et leur aggravation (83 personnes) ainsi que la diminution de la marche (74 personnes). L'aggravation des troubles de la parole se retrouve également chez 44% des personnes dont la maladie dure depuis six à dix ans (N = 80) (Schalling *et al.*, 2017). A partir de ces résultats, Schalling et ses collaborateurs (2017) ont interrogé les participants ayant déclaré avoir des problèmes d'élocution (N = 163) concernant les symptômes altérant leur production de parole ainsi que la manière dont la MP affectait leur communication, à partir d'une liste, reprenant 20 symptômes, créée en se basant sur leurs expériences cliniques (Fig. 14).

Le principal symptôme évoqué est la faiblesse vocale (71% des répondants). Cette hypophonie, mise en exergue dans la MP, peut d'ailleurs être une des sources entravant des situations communicationnelles très variées, telle que la prise de parole lors de réunions de groupe ou dans des lieux fréquentés (Dykstra *et al.*, 2015). Sur les 163 répondants, 43.5% des personnes estiment que leurs difficultés les mettent parfois dans l'embarras, contre 5 % estimant que ces difficultés les exposent toujours à de l'embarras. Plusieurs facteurs sont évoqués comme ayant une influence négative, principalement le fait de parler dans un environnement bruyant, parler lors de situations stressantes ou lors de situations entraînant des variations de l'état émotionnel ainsi que le fait de devoir prendre la parole dans un groupe. Ainsi, près de 40% des personnes interrogées estiment que ce qui est le plus incommode au quotidien est le fait de ne plus pouvoir participer socialement comme ils le faisaient auparavant (Schalling *et al.*, 2017). Lorsqu'ils évoquent les stratégies mises en place, la réponse la plus fréquente consiste en une adaptation de la façon de parler. Une autre stratégie presque aussi fréquemment évoquée est le fait de restreindre et d'éviter les situations jugées difficiles ainsi que de limiter les conversations (Miller *et al.*, 2008; Schalling *et al.*, 2017). Ces constats peuvent être mis en relation avec la H&H de Lindblom (1990) qui y souligne la nécessité de s'ajuster à la situation communicationnelle. Il semblerait que lors de situations nécessitant d'adopter une *hyper-speech*, les personnes atteintes de la MP ont des difficultés à mettre en place des stratégies compensatoires efficaces.

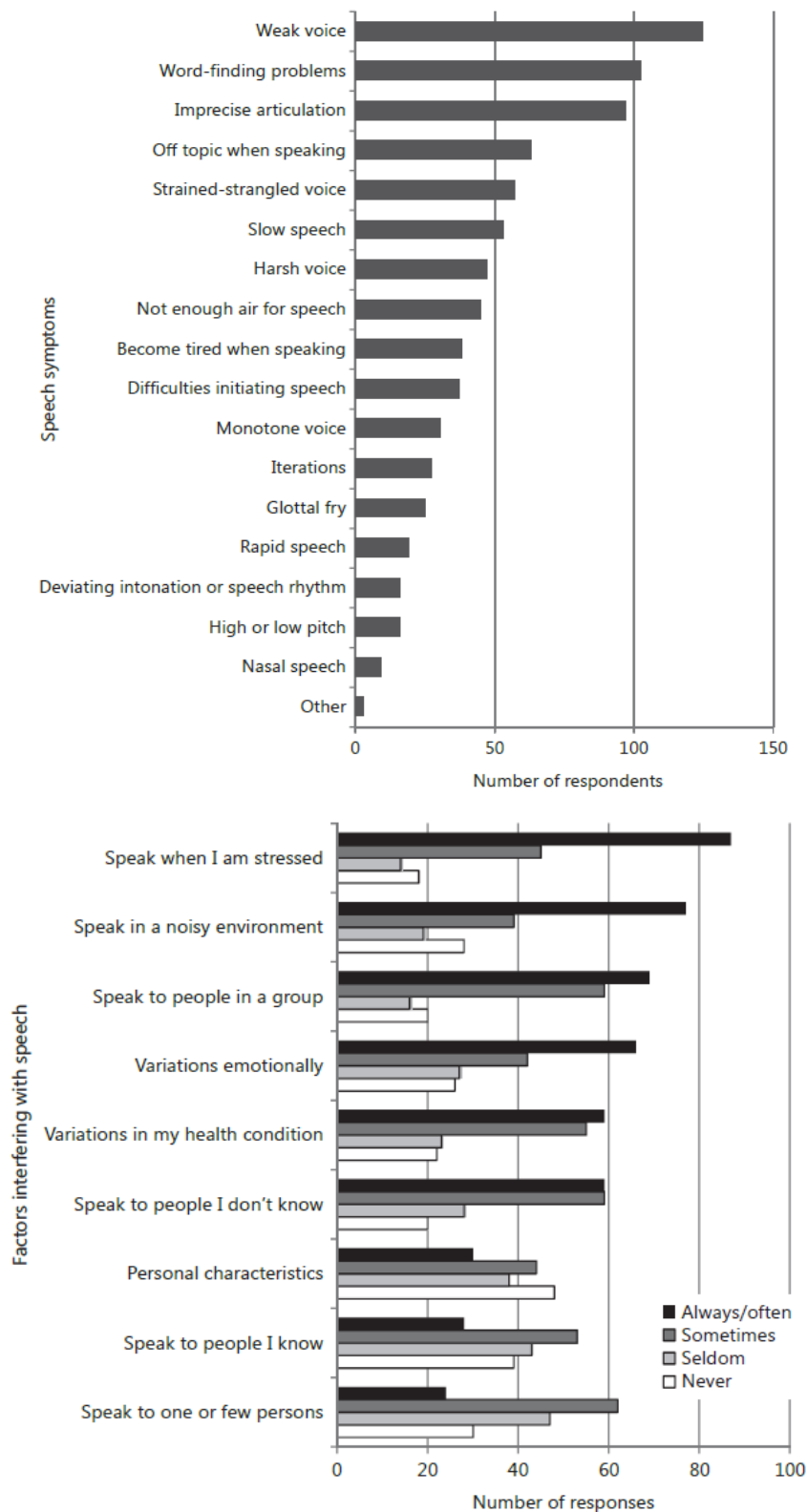


Figure 14 : symptômes altérant la production de parole (1^{ère} image – haut) et facteurs influençant négativement la communication (2^{ème} image – bas) de personnes atteintes de la MP (Schalling *et al.*, 2017, pp. 135-136).

Comme nous l'avons indiqué supra, les relations entre données objectives et subjectives semblent complexes à identifier, suggérant que la perception qu'a l'individu de sa communication a une influence parfois supérieure aux résultats de mesures objectives d'analyse de la parole, de la voix ou plus globalement de l'intelligibilité (Dykstra *et al.*, 2015; McAuliffe *et al.*, 2017).

4.2 Intelligibilité

Les aspects évoqués ci-avant, ainsi que les altérations évoquées au chapitre 3, sont des éléments importants pour l'intelligibilité de la parole, c'est-à-dire pour le degré avec lequel les productions de parole d'un locuteur sont comprises par un interlocuteur.

Plusieurs définitions de la notion d'intelligibilité coexistent, celles-ci se distinguant selon les processus cognitifs censés être en jeu (reconnaissance, identification ou compréhension d'unités linguistiques) ainsi qu'en fonction de la nature de ces unités (phonèmes, syllabes, phrases) (Fontan, 2012). Aussi, tant les caractéristiques du locuteur et du destinataire que le message lui-même entrent en jeu. Qui plus est, une difficulté réside dans la distinction entre ce concept d'intelligibilité et celui de compréhensibilité, concepts se recouvrant toutefois partiellement (Woisard, Espesser, Ghio, & Duez, 2013). Pour notre part, en nous basant sur les apports de la CIF, nous adoptons la définition de l'intelligibilité sous l'angle de la compréhensibilité du message véhiculé par le signal de parole produit par un locuteur à destination d'un interlocuteur. Plus qu'un taux d'intelligibilité, c'est dans l'interaction avec autrui qu'il nous semble que la conceptualisation de la CIF prend tout son sens, avec la prise en compte des possibles limitations dans les activités ainsi que les restrictions de participation.

4.3 Outils d'évaluation des répercussions fonctionnelles de la dysarthrie hypokinétique dans la vie quotidienne des personnes atteintes de la MP

Qu'il s'agisse de dysarthrie hypokinétique ou d'une autre problématique, de nombreux outils d'évaluation existent. Deux grandes catégories se distinguent : les outils dits génériques et ceux dits spécifiques. Les outils génériques sont des outils pouvant être utilisés auprès de différentes populations, ceux-ci n'étant pas spécifiques à une pathologie ou à un groupe d'individus. A contrario, les outils spécifiques sont des outils adaptés à une population particulière,

présentant des caractéristiques spécifiques (à une pathologie, à un symptôme, à un groupe, etc.).

Dans la catégorie des outils génériques, un des outils les plus couramment utilisés dans l'évaluation de la qualité de vie des personnes atteintes de troubles de production de la voix et/ou de la parole – considéré comme le *gold standard* (Guimaraes, Cardoso, Pinto, & Ferreira, 2017; Martel-Sauvageau, Roy, Langlois, *et al.*, 2015) – est le Voice Handicap Index (VHI) (Jacobson *et al.*, 1997). Traduit et validé en langue française (Woisard, Bodin, & Puech, 2004), le VHI est un outil d'auto-évaluation composé de 30 items permettant d'évaluer l'impact vocal perçu dans les domaines fonctionnel, physique et émotionnel. Dans la MP, il est fréquemment utilisé afin d'évaluer la perception de la dysphonie auprès des personnes atteintes de la maladie. Une récente étude (Guimaraes *et al.*, 2017) suggère que le VHI est un outil approprié permettant de différencier les personnes atteintes de la MP de celles sans pathologie. Il s'agit donc de données déclarées par la personne interrogée (*Patient-Reported Outcomes* – PRO) (Donovan, Kendall, Young, & Rosenbek, 2008; Reeve *et al.*, 2007), ce type de protocoles étant très utilisé depuis plusieurs années maintenant (Cardoso *et al.*, 2018). Ces données sont très utiles en ce sens qu'elles permettent d'une part d'identifier certains effets de traitement et/ou rééducation qui ne peuvent être perçus que par la personne elle-même et, d'autre part, car elles permettent également de confronter les effets liés à des évaluations objectives/standards à ceux perçus par la personne elle-même (Arpinelli & Bamfi, 2006; Donovan *et al.*, 2008; Willke, Burke, & Erickson, 2004).

Dans la continuité des apports de la CIF et pour remédier aux limites évaluatives de la dysarthrie sur les activités de la vie quotidienne, Walshe (2002) a développé, dans le cadre d'un projet évaluant l'impact psychosocial des dysarthries acquises, un outil d'auto-évaluation spécifique à la dysarthrie, le Dysarthria Impact Profile (DIP) à partir d'un recueil de données auprès de 31 personnes souffrant de dysarthrie acquise (entre autres, MP, sclérose en plaques, ataxie de Friedrich ou encore traumatisme crânien) ainsi que de leurs partenaires (Walshe, 2002; Walshe *et al.*, 2009). Une traduction préliminaire en langue française de cet outil, rédigé dans sa version d'origine en anglais pour une population anglophone, a été réalisée avec la participation de Walshe et testée auprès de 10 participants atteints de la MP, montrant une forte corrélation entre cet outil et le VHI (Letanneux, Walshe, Viallet, & Pinto, 2013).

En se basant également sur les modèles de la CIF, notamment en prenant en compte les domaines de déficience et de participation, un questionnaire d'enquête sur l'efficacité de la communication a été testé auprès d'une popula-

tion atteinte de la MP (Donovan *et al.*, 2008). Donovan *et al.* (2008) suggère qu'une mesure de l'efficacité de la communication permettrait d'étendre les recherches menées sur les traitements de la dysarthrie à des mesures liées au domaine de la participation, au sens de la CIF. Toutefois, même si des résultats significatifs mettent en évidence la capacité de l'outil à discriminer les personnes atteintes de la MP de sujets contrôles, les résultats obtenus par les personnes sans pathologie laissent suggérer que d'autres facteurs, personnels et environnementaux, affectent également la communication, même chez des participants ne présentant aucun trouble.

D'autres outils, spécifiques à la MP mais pas aux symptômes dysarthriques, peuvent également apporter des éléments pertinents dans l'étude des répercussions de l'altération de la production de parole. Nous avons notamment évoqué supra l'UPDRS qui comprend, dans sa section III, une question portant sur la parole/l'élocution. Cet item permet de spécifier le degré de sévérité de la dysarthrie. Le Parkinson's Disease Questionnaire (PDQ-39) (Jenkinson, Fitzpatrick, Peto, Greenhall, & Hyman, 1997) est quant à lui un questionnaire de qualité de vie spécifique à la MP. Il se compose de 39 items, répartis en huit dimensions : mobilité, activités de la vie quotidienne, bien-être affectif, gêne psychologique, soutien social, troubles cognitifs, communication et inconfort physique. Ces deux outils permettent une évaluation globale de la situation de la personne atteinte de la MP et peuvent dès lors, lorsqu'ils sont couplés avec d'autres outils d'évaluation, resituer l'inconfort communicationnel au sein de la situation globale de la personne.

Enfin, de nombreux autres outils, très fréquemment complémentaires, voire dérivés du VHI, ont été développés ces dernières années. A titre d'exemple, nous citerons notamment le Speech Handicap Index (Rinkel, Leeuw, van Reij, Aaronson, & Leemans, 2008), l'Articulation Handicap Index (Keilmann, Konerding, Oberherr, & Nawka, 2016) ou encore l'Acoustic Voice Quality Index dans sa version française (Pommée, Maryn, Finck, & Morsomme, 2018). Toutefois, comme nous pouvons le constater dans les termes choisis pour désigner ces outils, les auteurs mettent en exergue des nuances claires sur ce qu'ils souhaitent évaluer : la parole (speech handicap index), la voix (voice handicap index) ou la qualité vocale (acoustic voice quality index). Ces distinctions ne sont en effet pas dénuées de sens du point de vue de la recherche. Pour notre part, lorsque nous évoquons l'ensemble de ces outils, et plus particulièrement la prédominance du VHI, nous considérons la voix sous l'angle de la sortie au niveau du larynx. Nous pensons également que la prépondérance accordée au VHI dans les différentes études que nous avons évoquées découle du fait que pour les participants rencontrés, la distinction entre ces notions n'est pas la même que celle des auteurs, puisque pour les personnes interrogées, il s'agit

plutôt de fournir des informations quant à la manière dont ils parlent, sans distinction précise entre la voix, la qualité vocale et la parole. Cela expliquerait les fortes corrélations identifiées entre les évaluations menées à parti d'outils tels que le DIP et le VHI (Letanneux et al., 2013).

Toutefois, au vu des répercussions que peuvent entraîner les difficultés de production de parole chez la personne atteinte de la MP, il convient de réfléchir à l'évaluation de celles-ci. Comme nous avons pu le constater à travers ce point relatif aux outils d'évaluation, nombreuses sont les possibilités offertes au chercheur et/ou au clinicien souhaitant appréhender les répercussions psychosociales des altérations de parole. Cette diversité ne rend pour autant pas aisée la tâche de l'investigateur. Deux grands aspects peuvent être pris en compte pour une évaluation perceptuelle globale :

- la perception propre à la personne directement concernée par les altérations de parole ;
- la perception qu'ont les proches de la personne et/ou les praticiens vis-à-vis de l'efficacité de ses capacités communicationnelles.

Ces deux regards sont très utiles en ce sens qu'ils permettent de déterminer s'il existe des différences de perceptions entre les personnes entrant fréquemment en interaction, ce qui peut permettre d'ajuster, le cas échéant, les stratégies d'adaptation mises en place (Dykstra *et al.*, 2015).

Malheureusement, à l'heure actuelle, la relation entre les mesures acoustiques et les répercussions fonctionnelles est peu comprise, ce qui justifie peut-être la raison pour laquelle de nombreuses équipes tentent de développer des outils permettant le recueil de données auto-rapportées afin de compléter les analyses objectives existantes.

En résumé, nous savons aujourd'hui que l'acte communicatif joue un rôle primordial sur la qualité de vie et que, dès lors, des troubles de la parole et de la communication peuvent avoir des répercussions importantes dans la vie d'une personne. Toutefois, peu d'études existent sur les prises en charge de ces répercussions et sur la manière dont celles-ci sont perçues par les personnes atteintes de la MP.

Il semble par ailleurs possible de hiérarchiser des situations de communication, allant de ce qui apparaît être une situation simple, permettant une éco-

nomie de parole à des situations plus complexes, nécessitant des stratégies d'adaptation et de compensation que des personnes atteintes de la MP ne sont pas nécessairement en mesure de fournir (à titre illustratif, parler à quelqu'un qui est éloigné et/ou dans un milieu bruyant semble moins bien vécu par les personnes atteintes de la MP). Ces changements peuvent entraîner diverses conséquences, allant de l'appréhension face à une situation de communication à l'évitement de certaines interactions et, in fine, à un retrait social de la personne atteinte de la MP.

Qui plus est, bien qu'un certain nombre d'études portent sur les symptômes de la parole et, plus largement, de la communication chez des personnes atteintes de la MP, seul un faible nombre incluent des données auto-rapportées. Or, nous savons que les évaluations hétéro-rapportées ne permettent pas nécessairement une compréhension fine de la situation de la personne. Aussi, il nous paraît important de souligner que, même si de nombreux outils existent, ceux-ci sont à l'origine créés dans le cas d'études en langue anglaise. Nous nous interrogeons dès lors sur les différences inter-linguistiques et/ou interculturelles pouvant exister, ce qui peut entraver l'évaluation fine de la situation de la personne. Qui plus est, il convient de souligner que d'importantes différences méthodologiques subsistent et que toutes les études citées ne prennent pas nécessairement en compte les mêmes aspects propres à la vie quotidienne des personnes atteintes de la MP, ce qui influe dès lors grandement sur la portée des résultats.

Enfin, peu de concordances semblent apparaître entre résultats acoustiques, objectifs et évaluation perceptive, ce qui suggère que les restrictions participatives survenant à la suite des difficultés de communication ne peuvent pas nécessairement être prédites à partir de la seule gravité des troubles. Nous constatons dès lors que les changements évoqués le sont particulièrement en termes d'effets sur la communication ainsi que sur les rôles et les relations existants avec autrui. Les résultats des différentes études abordées nous amènent également à identifier comme déterminant le rôle de l'entourage des personnes atteintes de la MP, avec des effets positifs ou délétères sur les situations de communication en fonction de leurs réactions et de leurs perceptions de la situation. Qui plus est, cela nous amène à considérer avec plus d'attention le rôle de facteurs personnels tels que les ressentis émotionnels, l'expression symptomatique d'allure dépressive ou encore les répercussions d'atteintes cognitives lors de diverses situations de la vie quotidienne.

Partie 2 – Problématiques

Chapitre 5 Problématiques

Comme nous l'avons évoqué dès l'introduction, notre recherche est partie d'un questionnement, celui du potentiel informatif du signal de parole produit par des locuteurs s'exprimant dans des situations de handicap comportant une dimension pathologique. Face à la diversité de troubles, nous avons fait choix d'axer nos recherches sur la MP. En effet, comme nous l'avons vu dans nos précédents chapitres, la MP est une maladie neurodégénérative présentant une large symptomatologie, au sein de laquelle se situent les troubles dysarthriques. Cette dysarthrie, dite hypokinétique dans la MP, a longtemps été considérée comme d'apparition tardive, en particulier en ce qui concerne ses répercussions sur l'intelligibilité de la parole, et plus largement sur la communication. Toutefois, cette considération d'une apparition tardive n'a pas toujours fait consensus et est, aujourd'hui, en partie réfutée. De fait, les réflexions menées sur l'évolution de la maladie (voir Braak *et al.*, 2003) ainsi que celles menées par la MDS suggèrent que les troubles de la parole pourraient faire partie des premières manifestations de la MP (Sapir, 2014).

Dans le cadre de notre recherche doctorale, nous avons décidé de nous centrer plus particulièrement sur les atteintes de la dysarthrie hypokinétique au niveau supraglottique, avec un intérêt particulier pour le contrôle des gestes articulatoires supralaryngés. De fait, la parole est un phénomène fluide, nécessitant des changements articulatoires rapides. La dynamique de la parole pose de grands défis d'un point de vue analytique, ce qui explique pourquoi les mesures réalisées dans une grande majorité d'études portent sur des portions déterminées de manière stricte, censées représenter les cibles visées et/ou des portions de signal stables (Kent & Vorperian, 2018).

A partir d'une approche acoustique, notre objectif est d'observer la dynamique du mouvement et la production de voyelles stables ainsi que les altérations qui apparaissent dans la MP avec, comme hypothèse générale, que les personnes atteintes de la MP présentent des changements dans leur dynamique de mouvement articulatoire par rapport à des personnes sans pathologie ou maladie pouvant affecter la production de parole. Un de nos objectifs est égale-

ment de mettre au jour des mesures acoustiques sensibles aux altérations de parole présentes dans la MP, à différentes périodes de la maladie ainsi qu'en fonction de divers critères personnels. En effet, puisque la dysarthrie peut apparaître de manière précoce dans la maladie, il nous semble opportun de tenter d'identifier des éléments permettant son identification, dans des perspectives de prise en charge précoce, voire de diagnostic précoce de la maladie.

Afin d'étudier la dynamique articulatoire, nous allons nous centrer sur les glides étant donné qu'il s'agit de phonèmes qui, sur le plan phonétique, peuvent être considérés comme des vocoïdes dynamiques. Ce choix est donc effectué en raison de leur nature même puisque ce sont, en langue française, les rares phonèmes à nécessiter des mouvements continus des articulateurs supra-laryngés (Couvreur *et al.*, 1999). Qui plus est, les analyses sonagraphiques réalisées à partir de productions de logatomes de structure voyelle-glide-voyelle mettent en évidence la présence d'une structure formantique continue caractérisée par trois étapes : en premier lieu, un segment stable, correspondant à la première voyelle ; en deuxième lieu, des variations formantiques s'orientant vers la structure du glide puis de nouvelles variations formantiques vers la structure de la seconde voyelle ; en troisième lieu, un segment stable réapparaît, segment correspondant à la valeur finale de la seconde voyelle. Plus précisément, c'est la potentielle informativité des glides qui nous intéresse, en partant d'une réflexion à caractère hypothétique : puisque les glides se caractérisent par une évolution continue de leur timbre durant leur production et puisque cette variation acoustique continue est le résultat direct de la variabilité de la géométrie des cavités résonnantes supraglottiques, l'analyse de la dynamique acoustique doit très directement renseigner sur les mouvements des articulateurs. De fait, comme le souligne Ghio (2007), la forme des transitions formantiques est un indicateur pertinent des configurations articulatoires.

Afin d'étudier cette dynamique articulatoire, plusieurs chercheurs se sont intéressés, entre autres, au calcul de pentes de F2. Les segments de parole les plus fréquemment étudiés incluent des diphtongues et des productions de syllabes consonne-voyelle (Kim *et al.*, 2009; Lansford & Liss, 2014; Martel-Sauvageau & Tjaden, 2017). La production de diphtongues dans une perspective d'étude de la dynamique articulatoire est très pertinente en ce sens qu'il s'agit d'un phénomène dont le timbre varie en cours d'émission, consécutivement à la variation dans la position des articulateurs. Toutefois, ce type de son n'existe pas en langue française. Dès lors, puisque la MP a pour conséquences des altérations importantes du contrôle des mouvements des articulateurs, nous avons choisi d'étudier par l'intermédiaire des glides le contrôle moteur chez les locuteurs atteints de la MP. Plus précisément, ce sont sur les glides /j/ et /w/

que se porte notre intérêt. Il s'agit de sons au timbre évolutif dont la cible est, respectivement, le /i/ et le /u/.

Peu d'études se sont intéressées à la production des glides. Certaines suggèrent que ceux-ci sont relativement bien préservés dans la MP, contrairement à la production des consonnes qui est altérée (Logemann & Fisher, 1981). Dans leurs résultats, Gabbert-Downs, Garst, Dewey, et Katz (2007) mettent quant à eux en évidence que, bien qu'ils maintiennent une variation proche de la norme dans la durée des syllabes, les personnes atteintes de la MP de leur étude (n=9) n'arrivent pas à maintenir une synchronisation proportionnelle lors de la transition formantique du glide vers la voyelle. Selon ces auteurs, il existe plusieurs pistes explicatives plausibles pour expliquer cette difficulté lors de la transition formantique, dont notamment la distinction en ce qui concerne les lieux d'articulation du glide et de la voyelle considérée, ce qui pourrait expliquer les difficultés de contrôle du mouvement articulaire lors de la production de ces séquences. Peu d'études sont néanmoins réalisées chez les personnes atteintes de la MP et encore moins le sont en langue française, ce qui motive dès lors notre intérêt pour ce type d'analyse. De fait, à notre connaissance, seule l'étude menée par Martel-Sauvageau et Tjaden (2017) a porté sur l'étude des glides chez des locuteurs atteints de la MP, en contexte francophone (québécois).

En outre, notre intérêt est motivé par la portée d'une meilleure compréhension de la production de la parole et des répercussions que peuvent avoir les troubles de la parole telle que la dysarthrie hypokinétique dans la vie quotidienne des personnes. Ainsi, c'est également une approche de la parole sous son angle fonctionnel que nous explorons. Selon Donovan (2008), il est complexe de tester l'hypothèse selon laquelle les effets d'un traitement clinique se traduisent par une participation réussie dans la vie quotidienne dans le domaine des troubles moteurs de la parole car il n'existe pas de mesures psychométriques fiables de la communication dans le cadre d'une participation sociale. Afin de mieux cerner les répercussions fonctionnelles de la MP et des troubles de la parole pouvant en découler, nous questionnerons les relations entre plusieurs indicateurs propres à la personne atteinte de la MP et à son histoire médicale. Plus précisément, ce sont les perceptions des personnes atteintes de la MP qui nous animeront, perceptions dans les domaines relatifs à la QDV et à la réalisation des activités de la vie quotidienne (à titre illustratif, le retentissement de la MP sur les interactions sociales ou la sphère communicationnelle). Nous nous interrogerons également sur les possibles liens entre des facteurs psychologiques (e.g., dépression) ou cognitifs (MCI) et les domaines relatifs à la vie quotidienne. Comme nous l'avons évoqué supra (voir Chapitre 4), les relations avec l'entourage peuvent se complexifier avec la maladie. Nous nous

interrogerons donc au sujet de la vision qu'ont les proches de personnes atteintes de la MP des difficultés liées à la dysarthrie hypokinétique dans les actes de la vie quotidienne afin de pouvoir comparer les différents points de vue existants.

Enfin, la littérature nous a permis de mettre en évidence un manque crucial d'engagement dans des prises en charge logopédique, même lorsque des plaintes sont directement formulées par les personnes elles-mêmes (voir Chapitre 3, § 3.3.3). Nous nous questionnons dès lors sur les raisons de cette absence de suivi, en émettant l'hypothèse que le nombre de prises en charge connexes est peut-être si important qu'il en devient plus difficilement concevable d'y ajouter une prise en charge logopédique, afin de favoriser les suivis concernant les symptômes cardinaux de la MP. Partant de cette hypothèse, nous nous sommes interrogée sur les bienfaits potentiels d'une rééducation intensive des mouvements du corps tant au niveau de la production de parole qu'au niveau des perceptions des individus. En effet, la dysarthrie hypokinétique étant un trouble de l'exécution motrice de la parole et les mouvements hypokinétiques en résultant pouvant venir compenser la bradykinésie présente dans la MP, il nous apparaît sensé de nous questionner sur le potentiel d'un travail de rééducation de mouvements macroscopiques sur la réalisation de mouvements microscopiques comme ceux nécessaires à la production de la parole.

Dès lors, trois axes de recherche structurent ce travail doctoral. Le premier permet d'investiguer les effets de cette maladie neurodégénérative sur la production de la parole. Il s'agit d'explorer des aspects microscopiques dans une perspective de compréhension de la production de la parole pathologique. Le deuxième axe aborde les répercussions de ces atteintes sur la qualité de vie des personnes concernées dans une perspective fonctionnelle s'impliquant dans les développements en orthopédagogie clinique. Enfin, notre troisième axe de travail se centre sur les effets d'une rééducation fonctionnelle intensive sur les capacités de production de la parole et sur la perception de la QDV des individus, ce qui nous amène à considérer des aspects macroscopiques dans une perspective de prise en charge.

5.1 Présentation des études

Nos questionnements ont été développés au travers de quatre études spécifiques, présentées dans le présent document au sein des chapitres 6, 7, 8 et 9.

5.1.1 Première étude

Notre première étude arbore une démarche exploratoire, tant sur les aspects acoustiques de la production de parole, et plus particulièrement la dynamique acoustique de la parole, que sur les répercussions fonctionnelles de la maladie. Comme évoqué supra, étant donné notre visée exploratoire et méthodologique, cette étude a été réalisée avec comme objectif d'avoir un premier regard sur les modifications pouvant apparaître lors de la production de la parole dans la MP. Dans une visée clinique, il nous a semblé également primordial d'interroger les perceptions des participants concernant les répercussions de la MP sur la réalisation d'habitudes de vie, et donc, plus largement, sur leur QDV.

5.1.2 Deuxième étude

Suite aux résultats consécutifs à notre première étude, un recueil de données à plus large échelle a été mené afin de venir affiner nos observations. Ainsi, nous avons pu recueillir des informations relatives à la production de la parole de 63 locuteurs atteints de la MP et de 35 locuteurs témoins. Partant d'un objectif général lors de notre première étude – l'identification de modifications dans la dynamique motrice de la parole, nos hypothèses se sont ici précisées en vue d'une confirmation de nos premiers résultats. En effet, nos précédentes analyses nous ayant permis d'identifier des phénomènes de nature infraclinique, nous avons tenté de confirmer les éléments mis au jour, notamment en enrichissant notre réflexion méthodologique, et de ce fait, notre protocole de recherche et d'analyse. Notre protocole a été augmenté tant dans le nombre de productions par participant que dans la diversité des productions émises, ce qui nous a permis la réalisation d'analyses inter- et intra-groupes. Ces dernières nous ont qui plus est permis d'explorer l'influence de facteurs individuels, tels que l'incidence de l'âge auquel le diagnostic a été rendu, le caractère évolutif de la maladie ou encore la sévérité des troubles dysarthriques.

5.1.3 Troisième étude

Notre troisième étude s'est, comme la deuxième, construite afin d'affiner nos premiers constats sur les aspects relatifs à la perception des participants quant à leur vie quotidienne. Nous avons tenté de mieux comprendre les répercussions fonctionnelles de la maladie, et plus particulièrement de la dysarthrie hypokinétique. En effet, lors de notre première étude, nous nous interrogeons sur les perceptions relatives à la QDV des personnes atteintes de la MP. Mal-

gré notre faible échantillon, certains éléments caractéristiques de l'histoire personnelle et médicale des personnes rencontrées nous sont apparus comme des indicateurs pertinents dans la compréhension des répercussions de la MP. Dès lors, notre troisième étude a pour but d'affiner nos observations, notamment en ce qui concerne l'influence de facteurs individuels dans les perceptions relatives à la QDV des participants. Pour ce faire, l'étude s'est réalisée en deux temps : nous avons interrogé, d'une part, des personnes atteintes de la MP et, d'autre part, nous avons recueilli des informations auprès de personnes atteintes de la MP ainsi que leurs proches (conjoint et/ou aidant proche).

5.1.4 Quatrième étude

Enfin, notre quatrième étude s'est voulue être la mise en pratique d'une technique particulière développée dans la MP, la LSVT (voir chapitre 3, §3.3.3) non pas dans sa forme première de LSVT LOUD, mais sous l'angle de la motricité du corps à partir de la LSVT BIG. L'objectif est ici de voir si une rééducation ne visant pas directement la parole mais bien la motricité corporelle peut avoir un retentissement positif sur la production de la parole. Le caractère original de cette étude résulte de plusieurs constats, notamment celui de la primauté accordée aux rééducations de motricité globale (kinésithérapie, ergothérapie, etc.) et, a contrario, de la rareté des prises en charge logopédique. Qui plus est, cette étude nous permet de rejoindre les intérêts communs à nos précédentes études, en tenant compte tant d'aspects physiologiques que perceptuels.

5.2 Considérations éthiques

Tous les participants aux différentes études présentées dans la suite de ce document ont été informés de l'objet de notre étude par une lettre d'information. La signature d'un consentement éclairé, dans lequel l'autorisation d'enregistrement figurait, a également été demandée.

Qui plus est, les études 2 et 3 ont été soumises à une évaluation concertée entre les comités d'éthique du CHU-Charleroi et de Erasme-ULB pour émettre l'avis unique concernant notre expérimentation. Un avis favorable nous a été délivré en date du 15 décembre 2015 (P2015/527 / B406201526528). Une police d'assurance couvrant la responsabilité civile a également été souscrite au nom de l'Université de Mons dans le cadre d'une couverture des expérimentations cliniques sans acte positif (questionnaires psychologiques).

5.3 Participants

L'ensemble de notre recherche a nécessité le recrutement de deux groupes de personnes : d'une part, des personnes atteintes de la MP et dont le diagnostic avait été posé par un neurologue¹⁹ et d'autre part, des personnes sans pathologie ou antécédents médicaux pouvant avoir un impact sur la production de la parole afin d'avoir un rôle de groupe témoin²⁰.

Au total, ce sont 121 personnes atteintes de la MP (études 1, 2, 3 et 4), 45 participants témoins (études 1 et 2) et 40 proches de personnes atteintes de la MP (étude 3) qui ont participé aux différentes études que nous avons présentées supra. Tous les participants atteints de la MP rencontrés étaient sous traitement, que ce soit un traitement pharmacologique et/ou chirurgical. Aucune des données recueillies ne l'a été dans une condition off.

5.4 Conditions de recueil

Nous avons tenté, durant la réalisation des quatre études, de favoriser des conditions de passation les plus optimales possibles.

Ainsi, l'étude 1 et l'étude 4 se sont toutes deux réalisées au domicile des participants, favorisant un contexte de recueil dans des conditions de validité écologique renforcée. Les différents recrutements de ces deux études se sont faits au travers de collaborations avec plusieurs antennes de l'Association Parkinson (ASBL) en Belgique, ce qui nous a permis d'entrer en contact avec des participants volontaires. Les conditions d'enregistrement et de complétion de questionnaires ont toutefois pu placer les participants dans des situations d'efforts en ce sens qu'ils se sentaient observés d'une manière tout à fait différente de ce qui se passe plus fréquemment lors de réunions de l'Association

¹⁹ En ce qui concerne les participants des études 2 et 3, le diagnostic a été posé selon les critères de l'UKPDSBB. Les participants des études 1 et 4 ont tous également été diagnostiqués par un neurologue. Toutefois, nos conditions de recueil d'informations anamnestiques ne nous permettent pas d'affirmer avec certitude que ces diagnostics sont également basés sur les critères de l'UKPDSBB.

²⁰ Une importante réflexion a été menée sur la terminologie apportée au groupe de personnes ne présentant pas de pathologie ou d'antécédents médicaux. L'appellation « groupe témoin » nous semble la plus proche de ce que nous avons souhaité mettre en place lors du recueil de nos données. En effet, nous n'avons pas cherché à constituer un groupe contrôle identique en tout point mis à part la MP (effectif, âge, caractéristiques personnelles, etc.), cet appariement nous semblant complexe à réaliser auprès des participants rencontrés. C'est donc l'appellation « témoin » que nous privilégierons dans le corps du texte de ce manuscrit.

Parkinson. Cela a pu amener certains participants, notamment lors de la partie concernant l'enregistrement de la production de parole, à nous livrer le maximum de ce qu'ils pouvaient produire en se surveillant.

Le recueil des données exploitées dans les études 2 et 3 a quant à lui eu lieu à l'Hôpital André Vésale (C.H.U. de Charleroi) dans le cadre de la Convention Interdisciplinaire du Parkinson – convention Parkinson (CIP). Ce projet vise à répondre, par le biais d'une approche individualisée, globale et interdisciplinaire, à la demande et aux besoins de prise en charge hospitalière des personnes atteintes de la MP. La CIP implique une équipe interdisciplinaire (neurologue, infirmier neurologique spécialisé, kinésithérapeutes, logopèdes, psychologues, ergothérapeutes, assistant social, diététicien) dont le travail s'oriente autour de quatre axes (C.H.U. de Charleroi, s.d.) :

- bilans diagnostiques et thérapeutiques en Hôpital de Jour ;
- revalidation externe en centre de jour ;
- revalidation interne (hospitalisation) ;
- fonction de liaison permettant le soutien du patient.

Nos rencontres avec les participants ont eu lieu, pour la très grande majorité, durant des journées de bilans diagnostiques et thérapeutiques. Ce recueil, même s'il a eu lieu dans un milieu dit moins écologique (contexte hospitalier), nous a permis l'accès à de nombreuses informations concernant l'histoire de la maladie (premiers symptômes, diagnostic) ainsi que l'accès aux différents bilans et évaluations réalisés, nous permettant dès lors d'éviter de multiplier les tâches de recueil de données. Le contexte du bilan nous permet également de supposer que la participation des personnes rencontrées a pu être facilitée par la similarité des tâches proposées, celles-ci s'inscrivant dans un ensemble d'autres évaluations réalisées avant et après notre rencontre.

Ce contexte, même s'il présente des avantages indéniables, notamment du fait de l'inclusion de notre intervention dans les différentes évaluations en cours, a pu impliquer une certaine fatigue dans le chef des participants. Ainsi, pour des raisons logistiques et afin de garantir une certaine homogénéité dans le recueil des données, notre intervention a toujours pris place après le bilan réalisé avec le neurologue, au moment du bilan logopédique.

Notons également qu'en ce qui concerne le protocole de production de parole, il ne nous a pas été possible, dans le cadre de ce travail doctoral, de récolter des données articulatoires, même s'il va de soi que celles-ci auraient pu

nous fournir des informations très pertinentes pour une meilleure compréhension de la dynamique du mouvement articulatoire. La principale raison de cette absence demeure dans l'impossibilité, pour les participants atteints de la MP que nous avons rencontrés, de se déplacer de manière aisée jusqu'à notre service. Nous avons dès lors concentré nos efforts sur des analyses acoustiques, tout en cherchant à développer autant que faire se peut une démarche acoustico-articulatoire en tentant d'inférer des interprétations articulatoires à partir de données acoustiques, comme l'ont suggéré par Kent *et al.* (1999), Kim *et al.* (2009) et, plus récemment, par Kent et Vorperian (2018).

Partie 3 – Résultats

Chapitre 6 Etude 1 – Etude exploratoire de la dysarthrie hypokinétique dans la maladie de Parkinson

6.1 Introduction

La présente étude a été menée en collaboration avec plusieurs antennes de l'Association Parkinson de Belgique dont étaient membres les participants atteints de la MP ayant pris part à notre recherche.

Cette étude a constitué notre première approche de la problématique. Notre positionnement y revêt un caractère essentiellement exploratoire et méthodologique appelé à éclairer les démarches ultérieurement adoptées dans le cadre du développement de nos travaux doctoraux. Elle se centre donc sur un groupe restreint de personnes atteintes de la MP, contrasté avec un groupe de sujets sans pathologie.

6.2 Description des participants

Deux groupes de locuteurs ont participé à cette étude. Le premier est composé de neuf participants, tous atteints de la MP (gr. 1 - MP) à des stades variés sur l'échelle de Hoehn et Yahr (stade 1.5 à stade 4) (tableau 4). Il s'agit de six hommes et de trois femmes, dont l'âge varie entre 52 et 77 ans ($m = 65$ ans) et dont la maladie a été diagnostiquée depuis 3 à 19 années ($m = 9$ ans). Tous les participants étaient sous traitement dopaminergique au moment du recueil de données (dernière prise médicamenteuse remontant au moins à une heure). Un des participants a également subi une SCP cinq années avant la présente étude (MP1). Seul ce participant suit également une prise en charge logopédique au moment de notre investigation. Tous les locuteurs étaient francophones et venaient principalement de la région du Brabant Wallon (Belgique).

| <i>Locuteur</i> | <i>Sexe</i> | <i>Age</i> | <i>Stade MP</i> | <i>Durée MP</i> |
|-----------------|-------------|------------|-----------------|-----------------|
| MP1 | H | 68 | 4 | 15 |
| MP2 | F | 59 | 3 | 6 |
| MP3 | H | 64 | 1.5 | 9 |
| MP4 | H | 63 | 1.5 | 5 |
| MP5 | H | 68 | 3 | 9 |
| MP6 | F | 65 | 2.5 | 3 |
| MP7 | F | 52 | 3 | 6 |
| MP8 | H | 71 | 2.5 | 10 |
| MP9 | H | 77 | 4 | 19 |

Tableau 4 : description des locuteurs atteints de la MP (étude 1).

Il convient de signaler que les participants atteints de la MP ne manifestaient que peu de plaintes concernant leur production de parole et aucun ne faisait état de plainte au niveau articulatoire.

Le second groupe (gr. 2 - témoin) est composé de dix participants (5 hommes et 5 femmes) ne présentant pas d'antécédents médicaux pouvant avoir une influence sur la production de parole.

Le tableau 5 reprend l'ensemble des critères ayant servi au recrutement de nos participants.

| Critères concernant l'ensemble des participants (MP et témoins) | |
|--|---|
| Critères concernant les locuteurs du gr.1 - MP | |
| Critères d'inclusion | Critères d'exclusion |
| Maladie de Parkinson idiopathique | Troubles de la vision et/ou de l'audition non appareillés |
| Langue maternelle française Être capable de comprendre le document d'information/signer le formulaire de consentement éclairé | Pathologies susceptibles d'affecter la production de parole (autre que MPI) |
| Être prêt à fournir des informations à caractère médical (e.g., stade de la maladie, médication) | |

Tableau 5 : Critères d'inclusion et d'exclusion (étude 1).

6.3 Description du protocole

À la suite d'une présentation de l'étude, tous les participants ont été amenés à remplir un formulaire de consentement éclairé stipulant leur accord quant au recueil et à l'enregistrement, au traitement et à l'analyse de leurs données.

A partir du protocole établi (Fig. 15), nous avons recueilli, d'une part, des données de type macroscopique, à partir de questionnaires permettant le recueil de données auto-rapportées et, d'autre part, des données de type microscopique, à partir de l'enregistrement des productions de parole des locuteurs.

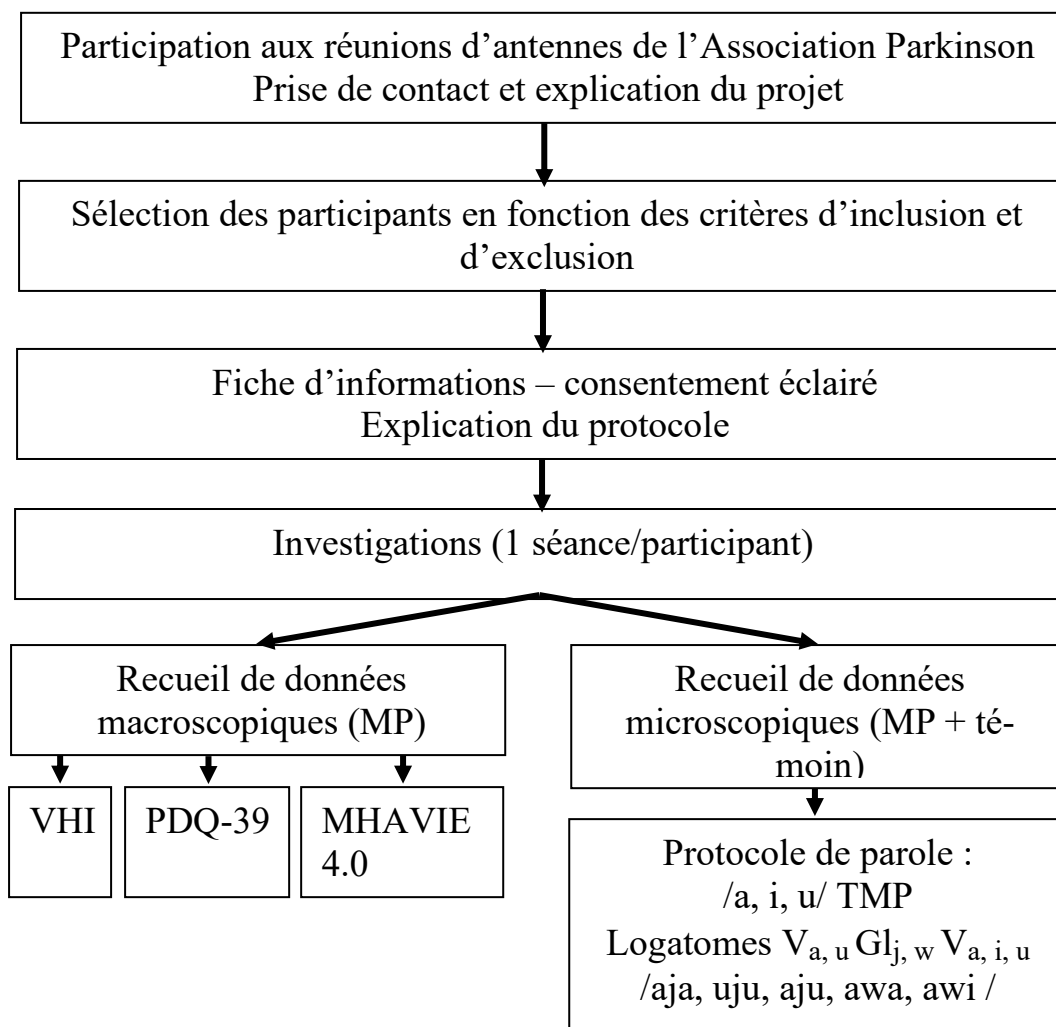


Figure 15 : protocole (étude 1).

6.3.1 Données auto-rapportées

Les personnes atteintes de la MP ont été invitées à remplir trois questionnaires permettant le recueil de données auto-rapportées. Ces questionnaires ont été proposés dans le but de recueillir de l'information sur la perception des personnes quant à leur maladie et à ses répercussions sur leur vie quotidienne.

Le premier outil est le VHI (Jacobson *et al.*, 1997). Pour rappel, ce questionnaire fait partie des outils les plus fréquemment utilisés lors de l'évaluation de la QDV de personnes atteintes de dysarthrie puisqu'il vise l'évaluation des répercussions de la dysphonie. D'un temps de complétion relativement court, cet outil, validé en langue française, permet de questionner la personne sur trois dimensions particulières que sont les domaines fonctionnel, physique et émotionnel. Plus le score obtenu est élevé, plus les altérations sont perçues comme handicapantes pour la personne interrogée (tableau 6).

| <i>Composante</i> | <i>Handicap léger</i> | <i>Handicap modéré</i> | <i>Handicap sévère</i> |
|-------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Fonctionnelle | 10-12 | 13-18 | 19-40 |
| Emotionnelle | 15-18 | 19-22 | 23-40 |
| Physique | 8-13 | 14-20 | 21-40 |
| Total | 33-44 | 45-61 | 62-120 |

Tableau 6 : degré de sévérité associés aux scores des composantes et au score total du VHI.

Le deuxième, le PDQ-39 (Jenkinson *et al.*, 1997), est un outil d'évaluation de la QDV spécifique aux personnes atteintes de la MP composé, comme son nom l'indique, de 39 items répartis en 8 dimensions (mobilité, activités de la vie quotidienne, bien-être affectif, gêne psychologique, soutien social, troubles cognitifs, communication et inconfort physique). Les personnes sont invitées à se prononcer sur base d'une échelle de Likert allant de jamais à toujours. Les scores obtenus sont ensuite pondérés en fonction du nombre d'items par dimension. Plus le score obtenu est élevé, moins la qualité de vie est évaluée comme étant satisfaisante : de 0 à 25% - QDV très satisfaisante, de 26 à 50% - QDV satisfaisante ; de 51 à 75% - QDV insatisfaisante ; de 76 à 100% - QDV très insatisfaisante.

Enfin, le troisième questionnaire permettant le recueil de données auto-rapportées concerne la participation globale des individus. Nous avons utilisé la Mesure des Habitudes de Vie (MHAVIE 4.0) (Fougeyrollas & Noreau,

2014) qui est une version détaillée destinée aux adolescents, adultes et aînés. Le but est de recueillir des informations émanant directement de la personne vis-à-vis de la réalisation d'habitudes de vie. Douze dimensions y sont investiguées au travers de 96 items (à titre illustratif, citons les dimensions concernant la communication, les relations interpersonnelles, les loisirs tout comme la nutrition ou encore l'habitation). Le principal avantage de cet outil est qu'il peut être utilisé auprès d'un public très large de personnes présentant des incapacités, les causes et le degré de sévérité n'étant pas une condition d'utilisation. Aussi, l'outil tient compte tant de la réalisation, des aides, de la difficulté que de la satisfaction de la personne. Cela permet dès lors de relativiser certaines difficultés au regard de la satisfaction perçue par la personne elle-même. Selon le niveau de réalisation (tableau 7), un score de perturbation peut être obtenu.

| Score | Niveau de difficulté | Type d'aide |
|-------|--------------------------|--|
| 9 | Sans difficulté | Sans aide |
| 8 | Sans difficulté | Avec aide technique (ou aménagement) |
| 7 | Avec difficulté | Sans aide |
| 6 | Avec difficulté | Avec aide technique (ou aménagement) |
| 5 | Sans difficulté | Avec aide humaine |
| 4 | Sans difficulté | Avec aide technique (ou aménagement) et aide humaine |
| 3 | Avec difficulté | Avec aide humaine |
| 2 | Avec difficulté | Avec aide technique (ou aménagement) et aide humaine |
| 1 | Réalisé par substitution | |
| 0 | Non réalisé | |
| N/A | Ne s'applique pas | |

Tableau 7 : échelle de cotation des items de la MHAVIE 4.0

Un résultat normalisé est ensuite calculé afin de déterminer le niveau de réalisation :

$$(\Sigma \text{ résultats} * 10) / (\text{nombre d'habitudes de vie applicables} * 9)$$

Trois niveaux de perturbations peuvent être identifiés : perturbations sévères (score inférieur ou égal à 3), perturbations modérées (score compris entre 4 et 7), peu de perturbations ou absence de perturbations (score supérieur ou égal à 8). Dès lors, plus le score obtenu à la MHAVIE est élevé, plus la participation sociale est perçue comme optimale par la personne.

Comme nous venons de le constater, ces trois outils permettent le recueil de données auto-rapportées de deux catégories : le VHI et la MHAVIE 4.0 sont des outils génériques tandis que le PDQ-39 est quant à lui un outil spécifique à la MP.

Les personnes étaient invitées à remplir d'elles-mêmes les questionnaires. Une aide a toutefois été fournie à certaines personnes le désirant, celle-ci consistant uniquement à lire les items et/ou à cocher les choix effectués.

6.3.2 Production de parole

Cette partie du protocole a consisté en un enregistrement des productions de parole qui se voulait bref et non invasif. Les participants ont tous été enregistrés en une seule passation à l'aide d'un enregistreur portatif ZOOM H5. Tous les sujets ont été enregistrés dans une pièce calme, à domicile. Les sons de parole recueillis sont le résultat de demandes de production dans un contexte non-communicationnel à partir de versions écrites des productions à réaliser présentées sur un écran d'ordinateur portable placé face aux participants, l'utilisation d'un support informatique nous permettant d'ajuster la taille de l'écriture aux besoins des participants.

Diverses épreuves ont été proposées à la personne. Afin d'étudier la dynamique acoustique, les épreuves retenues pour ces premières analyses concernent la tenue des voyelles orales /a, i, u/ puisqu'il s'agit des voyelles cardinales les plus fréquentes dans la grande majorité des langues et que celles-ci permettent d'explorer l'espace vocalique maximal d'un locuteur ainsi que la production de glides /j/ et /w/ associées à ces voyelles /a, i, u/. Plus précisément, nous avons demandé à chaque locuteur de produire les logatomes de structure V_1GIV_2 /aja/ ; /aju/ ; /uju/ ; /awi/ ; /awa/.

Ceci nous permet de tester l'aptitude au contrôle des mouvements fins des articulateurs oraux, de calculer le temps maximal de phonation (TMP) lors de voyelles tenues et de comparer les données des personnes du groupe 1 - MP à celles de personnes du groupe 2 - témoin.

6.4 Hypothèses

Pour rappel, cette première étude revêt un caractère purement exploratoire. Au travers de celle-ci, nous tenterons d'étudier, voire de mettre en relation des aspects propres au traitement de la parole d'une part et à la QDV d'autre part.

L'étude des vocoïdes nous semble revêtir un grand intérêt auprès des personnes atteintes de la MP. Plus encore, comparer des productions dites statiques à des productions dynamiques, notamment par la production de logatomes incluant des glides, nous semble pertinent afin de développer une approche acoustico-articulatoire, la production de phonèmes dynamiques nécessitant la réalisation de gestes dynamiques précis. Notre hypothèse est que les personnes atteintes de la MP présentent des modifications dans leur dynamique de production des glides, mise en évidence par une diminution de l'amplitude des transitions formantiques comparativement à des sujets exempts de pathologie ou d'antécédents pouvant avoir un impact sur la production de la parole.

Aussi, de nombreux chercheurs ont mis en évidence les répercussions que pouvait avoir la MP, et plus particulièrement la dysarthrie hypokinétique, sur les activités de vie quotidienne des personnes (voir Chapitre 4). Nous nous interrogeons dès lors sur les perceptions des individus vis-à-vis des répercussions que cette maladie engendre sur la QDV globale ainsi que sur la QDV spécifiquement liée à la dysarthrie hypokinétique avec, comme hypothèse, que les personnes atteintes de la MP présentent des altérations significatives de ces domaines. Nous nous questionnons également quant aux possibles relations existantes entre des domaines spécifiques à la QDV générale et ceux impactés par la dysarthrie (e.g., possible relation entre l'impact des troubles cognitifs perçus et les interactions sociales).

6.5 Analyses

A partir des données et des échantillons de parole recueillis, nous effectuons des analyses acoustiques au moyen du logiciel PRAAT ainsi que des analyses statistiques à partir du logiciel statistique SPSS (IBM SPSS Statistics 25).

6.5.1 Analyses acoustiques

Les analyses acoustiques ont consisté en l'extraction des valeurs de 1^{er} et de 2^{ème} formant ainsi que des mesures de durée pour toutes les productions recueillies dans chacun des deux groupes. Nous avons extrait manuellement ces

mesures au moyen du tracking formantique ainsi qu'à partir de l'examen spectrographique fournis par le logiciel PRAAT. Nous avons ensuite effectué – en accord avec un phonéticien chevronné non impliqué dans la première phase de prise de mesures – des vérifications et si nécessaire, des corrections.

- Voyelles tenues

La production des voyelles tenues permet la mesure du temps maximum de phonation – TMP, l'objectif étant de produire le plus longtemps possible la voyelle – traditionnellement un /a/ - après une inspiration. Une durée d'environ 20 secondes est généralement attendue pour une personne sans pathologie. Des différences dans la durée peuvent être considérées selon qu'il s'agit de la production d'un homme ou d'une femme. Pour une femme, la durée de phonation maximale se situe entre 15 et 25 secondes et chez l'homme, celle-ci est de 25 à 35 secondes. Des seuils pathologiques sont également établis lorsque le TMP est inférieur à 10 secondes chez la femme et à 15 secondes chez l'homme (Hirano, 1989).

Les valeurs formantiques F1 et F2 ont quant à elles été extraites au milieu de la tenue de chaque voyelle, au centre d'une structure formantique stable. Ces mesures ont ensuite été considérées comme un objet dans un plan F1/F2 où les valeurs de F2 sont placées en abscisse et celles de F1 en ordonnée, permettant une inférence sur la configuration du tractus vocal. Cette représentation permet d'apprécier l'étendue du champ vocalique, raffinée par le calcul des tVSA.

- Logatomes de structure V_1GIV_2

Les logatomes produits par chaque participant ont permis le recueil d'informations variées en vue de caractériser la dynamique acoustique de production de la parole. Comme ce fut le cas des voyelles tenues, les valeurs formantiques F1 et F2 ont été extraites. Au vu de la structure des logatomes, ces valeurs ont été extraites à trois endroits de la production : à l'entame du logatome (F1 et F2 de la voyelle 1 - départ), au centre du glide (F1 et F2 du glide - extremum²¹) et au terme de la production (F1 et F2 de la voyelle 2 – arrivée). Le centre du glide a été déterminé comme étant le point d'extremum des traces formantiques apparaissant sur le tracé spectrographique (Fig. 16).

²¹ Le terme extremum est ici utilisé pour faire référence au moment d'inversion de la pente, qui peut être maximum ou minimum selon le glide considéré.

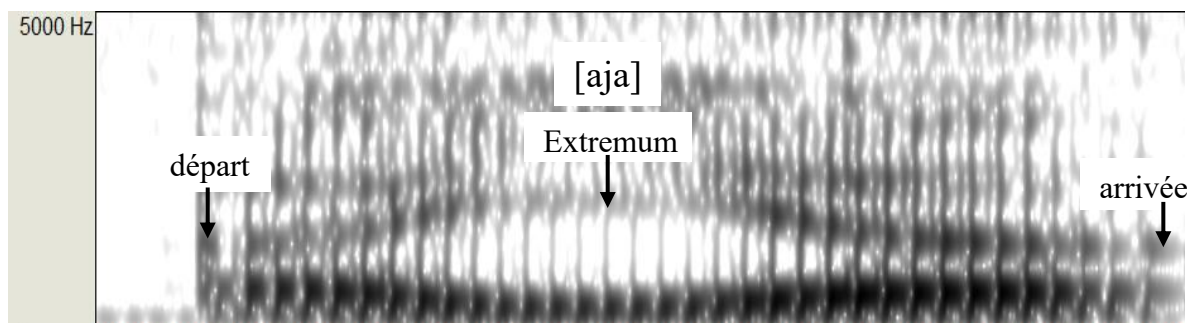


Figure 16 : représentation spectrographique de la réalisation d'un logatome de type /aja/.

Ces mesures ont ensuite été considérées comme objet du plan F1/F2 (Fig. 17). Les tracés curvilinéaires apparaissant sur la figure représentent l'illustration de la variation constante du timbre en cours de production, déterminée par ce que nous nommerons la distance « aller » - de la V1 du logatome au centre du glide – et la distance « retour » - du centre du glide à la V2 du logatome.

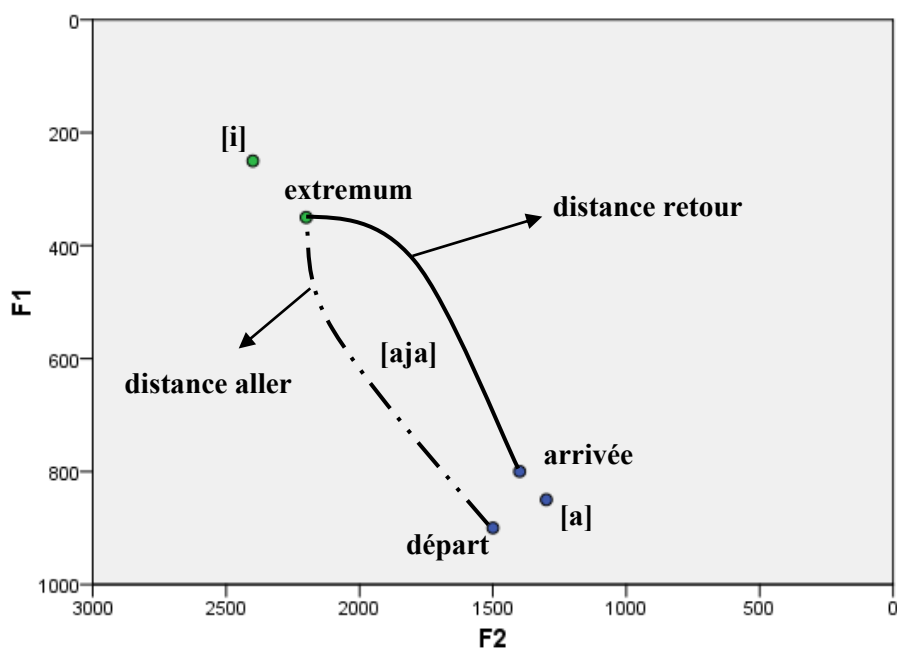


Figure 17 : représentation d'un logatome de type /aja/ considéré dans un plan F1/F2.

L'extraction de ces valeurs nous a permis le calcul de diverses distances euclidiennes entre deux points a et b dans le plan F1/F2 à partir de la formule suivante :

$$\text{Distance (a, b)} = \sqrt{[(F2a - F2b)^2 + (F1a - F1b)^2]}$$

Celles que nous présenterons ici sont de deux ordres :

- des distances euclidiennes nous informant sur l'amplitude des transitions formantiques au sein du logatome, à partir des distances « aller » et « retour » ;
- des distances euclidiennes nous informant sur la localisation des phonèmes inclus dans un logatome de structure V_1GIV_2 dans le plan F1/F2 par rapport à ceux produits isolément lors de la tenue des voyelles – dénommées par la suite distances à la voyelle de référence (à titre illustratif, distance euclidienne entre le /a/ lors de la production du logatome /aja/ et le /a/ produit de manière isolée et tenue.

Enfin, pour chaque logatome, nous avons mesuré les durées totales de production ainsi que le temps nécessaire pour atteindre le point d'extremum, c'est-à-dire le temps écoulé entre le départ de la production du logatome et le point d'extremum.

6.5.2 Analyses statistiques

Des analyses statistiques ont été menées sur l'ensemble des mesures et données recueillies découlant de notre protocole. Lorsque les conditions d'application le permettaient, des analyses paramétriques ont été réalisées (principalement des analyses de variances simples et à critères croisés – ANOVA). Dans le cas contraire, nous avons mené des analyses non-paramétriques (principalement U de Mann-Whitney et Kruskal-Wallis). Seuls les résultats présentant une probabilité de moins de 5% d'avoir été obtenus en fonction du hasard ont été retenus comme significatifs ($p < 0.05$). Des corrélations (rho de Spearman) ont également été réalisées, en particulier dans l'analyse des données issues des auto-évaluations.

6.6 Résultats

Pour rappel, seuls les locuteurs présentant une MP ont participé à la complétion des questionnaires permettant le recueil de données auto-rapportées. A contrario, l'ensemble des participants (gr. 1 – MP et gr. 2 – témoin) ont produit les différents sons de parole inclus dans le protocole.

6.7 Données auto-rapportées

6.7.1 Parkinson's Disease Questionnaire

Suite à la passation du questionnaire de qualité de vie spécifique à la MP auquel nous avons eu recours (Jenkinson *et al.*, 1997), nous avons calculé les scores pondérés afin d'obtenir, pour chaque dimension évaluée, un pourcentage de l'altération perçue par les répondants.

| | <i>MOB</i> | <i>AVQ</i> | <i>BEA</i> | <i>GP</i> | <i>SSOC</i> | <i>TC</i> | <i>COM</i> | <i>IP</i> | <i>Total</i> |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MP1 | 72,50 | 66,67 | 37,50 | 37,50 | 66,67 | 68,75 | 66,67 | 50,00 | 59,61 |
| MP2 | 77,50 | 83,30 | 75,00 | 25,00 | 8,30 | 25,00 | 16,67 | 83,33 | 58,97 |
| MP3 | 47,50 | 66,67 | 58,33 | 68,75 | 33,30 | 62,50 | 50,00 | 50,00 | 55,13 |
| MP4 | 22,50 | 37,50 | 16,67 | 18,75 | ,00 | 56,25 | 33,30 | 83,30 | 30,77 |
| MP5 | 35,00 | 54,17 | 41,67 | 56,15 | ,00 | 68,75 | 50,00 | 58,33 | 44,87 |
| MP6 | 52,50 | 50,00 | 25,00 | 18,75 | ,00 | 50,00 | 41,67 | 58,33 | 39,74 |
| MP7 | 67,50 | 58,33 | 62,50 | 31,25 | 50,00 | 62,50 | 66,67 | 66,67 | 59,62 |
| MP8 | 32,50 | 58,33 | 29,17 | 6,25 | 50,00 | 56,25 | 50,00 | 75,00 | 37,18 |
| MP9 | 70,00 | 50,00 | 16,67 | ,00 | 33,30 | 62,50 | 25,00 | 16,67 | 44,87 |
| Total | 53.06 | 58.33 | 40.28 | 29.16 | 26.84 | 56.94 | 44.44 | 60.18 | 47.86 |

Tableau 8 : scores obtenus au PDQ-39 (domaines et total) par les participants MP.

Légende : MOB = mobilité ; AVQ = activités de la vie quotidienne ; BEA = bien-être affectif ; GP = gêne psychologique ; SSOC = soutien social ; TC = troubles cognitifs ; COM = communication ; IP = inconfort physique. Couleurs : vert = QDV perçue comme très satisfaisante ; jaune = QDV perçue comme satisfaisante ; orange = QDV perçue comme insatisfaisante ; rouge = QDV perçue comme très insatisfaisante.

Comme nous pouvons le constater (tableau 8), les participants perçoivent leur QDV globale comme satisfaisante (5 participants) à insatisfaisante (4 participants). Ce sont les domaines concernant la mobilité, les activités de la vie quotidienne, les troubles cognitifs et l'inconfort physique qui sont identifiés comme étant les plus insatisfaisants. A titre illustratif, 5 des 9 participants estiment avoir une qualité de vie insatisfaisante et 1 participant une qualité de vie très insatisfaisante lorsqu'ils prennent en compte leurs activités quotidiennes.

A contrario, ce sont les domaines relevant de la gêne psychologique et du soutien social qui sont perçus comme étant les moins perturbés par la maladie.

Si nous nous interrogeons sur les caractéristiques des participants, nous constatons que les personnes indiquant une QDV insatisfaisante sont diagnostiquées depuis 6 à 15 ans. Toutefois, des participants comme le sujet MP9, qui présente un diagnostic de maladie remontant à 19 années, considère quant à lui sa QDV comme globalement satisfaisante. Il en va de même en ce qui concerne les stades d'évaluation de la MP. Trois des participants estimant présenter une QDV insatisfaisante (MP1, MP2 et MP7) sont à des stades plus avancés de la maladie (stade 3 et 4 sur l'échelle de Hoehn et Yahr). Toutefois, le participant MP9 qui, pour rappel, estime présenter une QDV satisfaisante, est évalué comme étant au stade 4 de la MP. La durée de maladie ou le stade d'évaluation ne semblent donc pas à mettre directement en relation avec la perception globale de la QDV de nos 9 participants.

A contrario, nous constatons que c'est chez ces quatre participants (MP1, MP2, MP3 et MP7) que la MP a été diagnostiqué le plus tôt (respectivement à 53 ans, 53 ans, 55 ans et 46 ans), ce qui peut nous amener à nous interroger sur le rôle de l'âge au moment du diagnostic.

| <i>Locuteur</i> | <i>Sexe</i> | <i>Age</i> | <i>Stade MP</i> | <i>Durée MP</i> |
|-----------------|-------------|------------|-----------------|-----------------|
| MP1 | H | 68 | 4 | 15 |
| MP2 | F | 59 | 3 | 6 |
| MP3 | H | 64 | 1.5 | 9 |
| MP7 | F | 52 | 3 | 6 |

Tableau 9 : caractéristiques des 4 participants pour lesquels l'âge de diagnostic semble jouer un rôle sur la perception de la QDV.

6.7.2 Voice Handicap Index

La complétion du deuxième questionnaire, le VHI, met en évidence les domaines dans lesquels les personnes perçoivent des altérations de leur QDV en lien avec des problèmes de voix (tableau 10). À la suite de la passation, trois profils apparaissent. Nous constatons que deux participants (MP3 et MP7) perçoivent des altérations sévères dans tous les domaines investigués par l'outil. Les participants MP1 et MP5 perçoivent quant à eux des altérations sévères dans au moins deux domaines et une altération modérée dans le troisième domaine investigué (respectivement, le domaine émotionnel et le domaine physique). Ces quatre participants présentent un score total témoignant d'altérations perçues comme sévèrement handicapantes. Deux participants (MP2 et MP8) présentent des altérations perçues comme globalement modérées, les domaines fonctionnels et physiques étant ceux considérés comme les

plus handicapants au quotidien. Enfin, trois participants (MP4, MP6 et MP9) estiment avoir une qualité de vie légèrement handicapante.

| | <i>VHI_e</i> | <i>VHI_f</i> | <i>VHI_p</i> | <i>VHI total</i> |
|-------|--------------|--------------|--------------|------------------|
| MP1 | 22 | 30 | 25 | 77 |
| MP2 | 15 | 13 | 18 | 46 |
| MP3 | 23 | 25 | 26 | 74 |
| MP4 | 8 | 14 | 12 | 34 |
| MP5 | 26 | 23 | 16 | 65 |
| MP6 | 11 | 12 | 12 | 35 |
| MP7 | 23 | 23 | 24 | 70 |
| MP8 | 13 | 20 | 18 | 51 |
| MP9 | 13 | 14 | 12 | 39 |
| Total | 17.11 | 19.33 | 18.11 | 54.56 |

Tableau 10 : scores obtenus au VHI (domaines et total) par les participants MP.

Légende : VHI_e = domaine émotionnel ; VHI_f = domaine fonctionnel ; VHI_p = domaine physique. Couleurs : vert = pas de handicap perçu ; jaune = handicap perçu comme léger ; orange = handicap perçu comme modéré ; rouge = handicap perçu comme sévère

Ces résultats nous amènent à constater que le domaine fonctionnel est le domaine dans lequel les répercussions sont perçues comme étant les plus handicapantes, cinq participants évaluant ce domaine comme sévèrement altéré, trois participants comme étant modérément altéré et un seul participant comme légèrement altéré. Les autres domaines tout comme le score total sont quant à eux perçus comme légèrement handicapants.

6.7.3 Mesure des habitudes de vie

La cotation de la MHAVIE permet d'obtenir un score normalisé de réalisation d'habitudes de vie par participant ainsi qu'un sous-score pour chacun des domaines de vie investigués (tableau 11).

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | Total |
|-----|---|---|----|---|----|---|---|----|---|----|----|----|----|-------|
| MP1 | 5 | 5 | 4 | 6 | 8 | 7 | 4 | 6 | 7 | 5 | | | 2 | 5 |
| MP2 | 3 | 6 | 3 | 2 | 4 | 4 | 1 | 5 | 6 | 1 | | 4 | 2 | 3 |
| MP3 | 7 | 7 | 10 | 7 | 10 | 8 | 6 | 8 | 5 | 3 | 8 | 9 | 6 | 7 |
| MP4 | 7 | 9 | 9 | 6 | 7 | 9 | 5 | 10 | 7 | 6 | | 3 | 6 | 7 |
| MP5 | 6 | 8 | 8 | 5 | 8 | 8 | 3 | 8 | 4 | 2 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| MP6 | 6 | 7 | 7 | 9 | 8 | 9 | 4 | 6 | 6 | 3 | | 1 | 2 | 6 |
| MP7 | 4 | 5 | 3 | 7 | 7 | 5 | 2 | 7 | 6 | 1 | | | 2 | 4 |
| MP8 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 6 | 1 | 6 | 6 | 1 | | 2 | 2 | 4 |
| MP9 | 6 | 6 | 6 | 5 | 4 | 9 | 8 | 10 | 8 | 4 | | 8 | 3 | 6 |

Tableau 11 : scores normalisés aux domaines de la MHAVIE 4.0.

Légende : 1 : communication ; 2 : déplacements ; 3 : nutrition ; 4 : condition physique et bien-être psychologique ; 5 : soins personnels et de santé ; 6 : habitation ; 7 : responsabilités ; 8 : relations interpersonnelles ; 9 : vie associative et spirituelle ; 10 : éducation ; 11 : travail ; 12 : loisirs. Couleurs : rouge = perturbations sévères ; jaune : perturbations modérées ; vert : peu ou absence de perturbations. Cases vides : non applicable.

Seul le participant MP2 présente une altération sévère de ses habitudes de vie, avec des altérations perçues sévèrement dans 6 domaines dont la communication, la condition physique et le bien-être psychologique, et les loisirs. Les autres participants présentent une altération modérée de leurs habitudes de vie. A contrario, des altérations sévères apparaissent dans au moins un des domaines investigués pour chaque participant. Le domaine où le plus de perturbations sont recensées est celui des loisirs, 7 participants estimant y voir des perturbations sévères.

Il est toutefois important de noter que la satisfaction n'est pas prise en compte dans les notes attribuées par item alors que son rôle est essentiel dans l'évaluation de la participation sociale. De fait, il est tout à fait possible de ne pas réaliser une habitude de vie ou d'avoir besoin d'une aide technique ou humaine sans en ressentir pour autant une insatisfaction.

6.7.4 Analyses croisées

Au vu des résultats précédents, nous avons décidé de croiser les informations recueillies à partir des questionnaires de données auto-rapportées.

Un rapide examen descriptif des résultats au VHI et au PDQ-39 nous amène à plusieurs constatations. Trois participants percevant une altération sévère de leur QDV au VHI estiment également présenter une QDV insatisfaisante (MP1, MP3 et MP7). A contrario, les quatre participants ne constatant pas d'altération dans le domaine émotionnel investigué au VHI (MP4, MP6, MP8 et MP9) sont également ceux qui estiment maintenir une QDV globale satisfaisante. Les résultats à la MHAVIE apparaissent quant à eux beaucoup plus homogènes. Nous remarquons toutefois que le participant MP2, qui est le seul à percevoir une altération sévère dans la réalisation de ses habitudes de vie, est également un des participants qui perçoit des altérations amenant à une QDV globale jugée comme insatisfaisante et à un handicap modéré perçu au VHI.

Globalement, nous avons constaté des corrélations positives fortes entre le score total au VHI et celui au PDQ-39 ($\rho = 0.728$, $p = 0.026$). Plusieurs domaines de qualité de vie abordés par le PDQ-39 sont également corrélés positivement au score total au VHI : les activités de la vie quotidienne ($\rho = 0.709$, $p = 0.032$), la gêne psychologique ($\rho = 0.728$, $p = 0.026$), le soutien social ($\rho = 0.693$, $p = 0.039$), les troubles cognitifs ($\rho = 0.675$, $p = 0.046$) et la communication ($\rho = 0.783$, $p = 0.013$).

Nous nous sommes inspirée des trois profils se dessinant à partir du VHI – les sujets percevant un handicap global léger (MP4, MP6 et MP9), un handicap modéré (MP2 et MP8) et un handicap sévère (MP1, MP3, MP5 et MP7) – afin de voir si des tendances se dégagent des analyses (Fig. 18).



Figure 18 : Profils des scores obtenus aux dimensions du PDQ-39 en fonction des personnes percevant des altérations vocales légères (bleu), modérées (orange) ou sévères (gris) (score au VHI).

Cette schématisation nous permet de voir apparaître des profils différents en fonction de la perception des altérations évaluée par le VHI. A titre illustratif, nous remarquons que les quatre participants déclarant une atteinte sévère au VHI sont également ceux témoignant d'altérations importantes de la QDV dans les domaines de la communication, des troubles cognitifs et de la gêne psychologique. Afin d'observer avec plus de finesse ces profils, nous avons réalisé une schématisation des profils des scores obtenus aux dimensions au PDQ-39 pour chacun des degrés de satisfaction au VHI (Fig. 19 et 20)

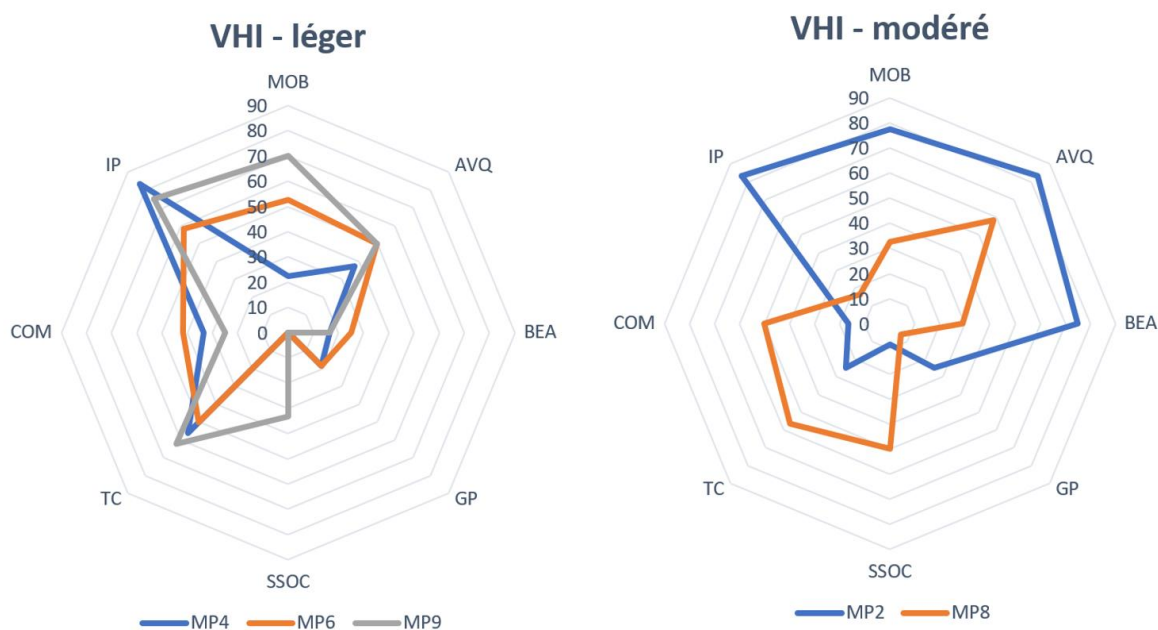


Figure 19 : Profils des scores obtenus aux dimensions du PDQ-39 pour les participants percevant des altérations légères (gauche) et modérées (droite) après complétion du VHI

Pour les trois participants pour qui le score au VHI suggère un degré d'altération léger, nous remarquons que ce sont les domaines concernant l'inconfort physique et les troubles cognitifs qui sont signalés comme les moins insatisfaisants. Les deux participants obtenant un score modéré au VHI présentent quant à eux des profils assez distincts : le participant MP2 témoigne d'insatisfactions dans les domaines de la mobilité, de l'inconfort physique, des activités quotidiennes et du bien-être affectif tandis que le participants MP8 présente quant à lui des altérations plus légères dans les domaines de la communication, des troubles cognitifs et du soutien social.

Finalement, nous avons questionné les profils de nos quatre participants déclarant des altérations sévères au VHI (Fig. 20).

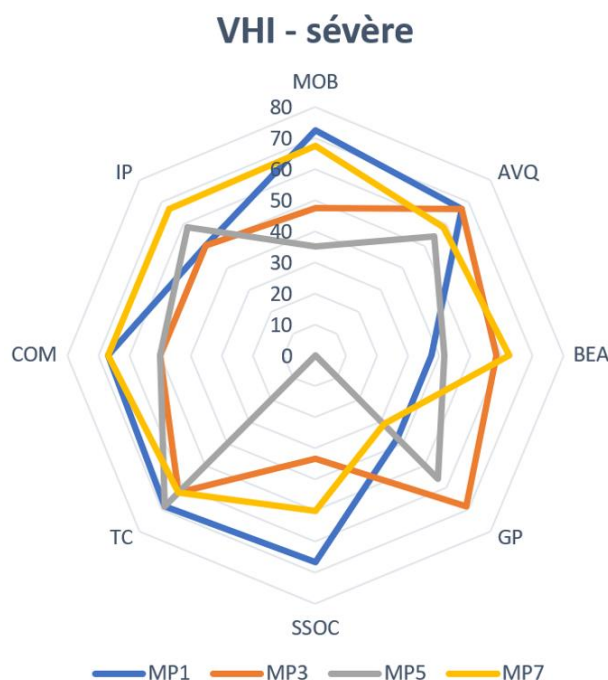


Figure 20 : Profils des scores obtenus aux dimensions du PDQ-39 pour les participants percevant des altérations sévères après complétion du VHI.

Les profils de ces quatre participants présentent des similarités, notamment en ce qui concerne les domaines des troubles cognitifs et des activités quotidiennes. Nous constatons ici un élargissement de la schématisation des profils, comparativement aux cinq autres participants.

Ces résultats nous permettent également de mettre en évidence que des indicateurs tels que le stade ou la durée de la MP ne sont pas systématiquement associés à des altérations plus ou moins sévères d'un point de vue subjectif. Ainsi, nous pouvons évoquer le profil du participant MP9 qui, même s'il est atteint de la MP depuis 19 années et qu'il est actuellement au stade 4 de la maladie, présente une QDV jugée comme satisfaisante, voire très satisfaisante dans certains domaines (e.g., gêne psychologique, communication, bien-être affectif) et des altérations perçues comme légères au VHI. A contrario, le participant MP1, présentant un tableau clinique qui pourrait sembler similairement proche (diagnostic de la MP remontant à 15 ans et évaluation au stade 4 de la maladie) présente des altérations perçues plus négativement, tant d'un point de vue de la QDV globale que de l'évaluation plus spécifique de la voix. Cela met donc en évidence une non-réciprocité entre le stade de la maladie et la perception des altérations ressenties suite à la complétion du VHI.

6.8 Données acoustiques

6.8.1 Espace vocalique

L'analyse des voyelles tenues produites de manière isolée nous a permis d'observer l'étendue du champ vocalique des participants des deux groupes (Fig. 21). Un bref examen descriptif fait apparaître une variation intra-catégorielle réduite chez les participants du groupe témoin, ce qui suggère une cohésion inter-sujets plus importante dans ce groupe, comparativement au groupe de participants atteints de la MP. De fait, l'espace vocalique apparaît comme notamment plus variable au sein du groupe 1 - MP.

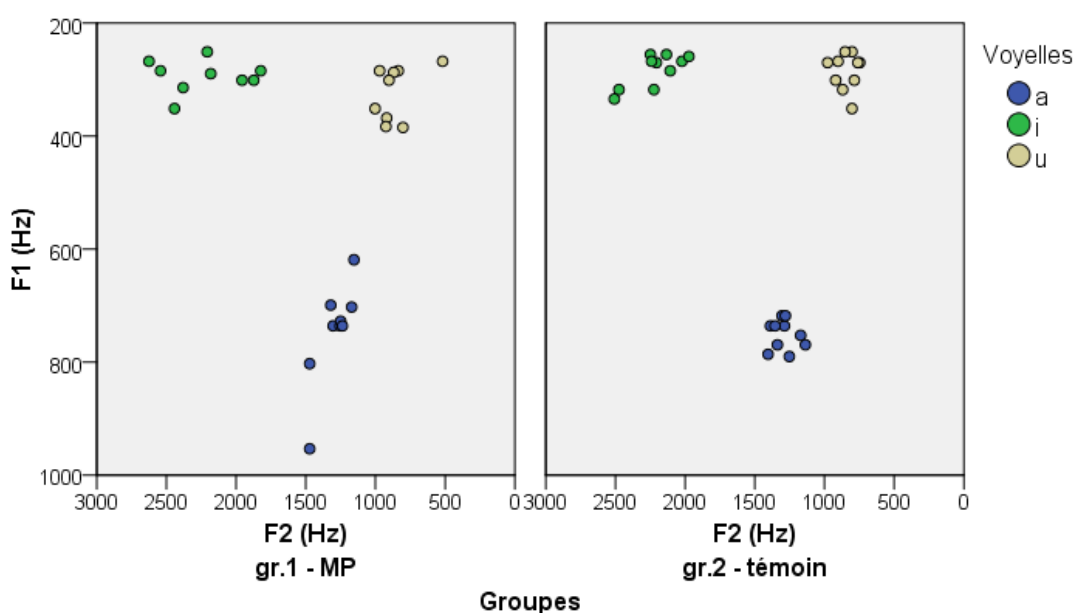


Figure 21 : dispersion des voyelles /a, i, u/ sur le plan F1/F2 pour tous les participants du groupe MP (gauche) et du groupe témoin (droite).

Afin d'affiner nos observations, le calcul de tVSA (exprimé en kHz^2), qui permet de mesurer l'aire du triangle vocalique dans l'espace F1/F2, a été réalisé pour chaque locuteur (voir Chapitre 3, § 3.2.3 pour la formule utilisée). Comme nous le constatons à partir de la figure 21, les valeurs des tVSA sont légèrement moindres dans le groupe de participants MP que dans celui du groupe témoin (Fig. 22).

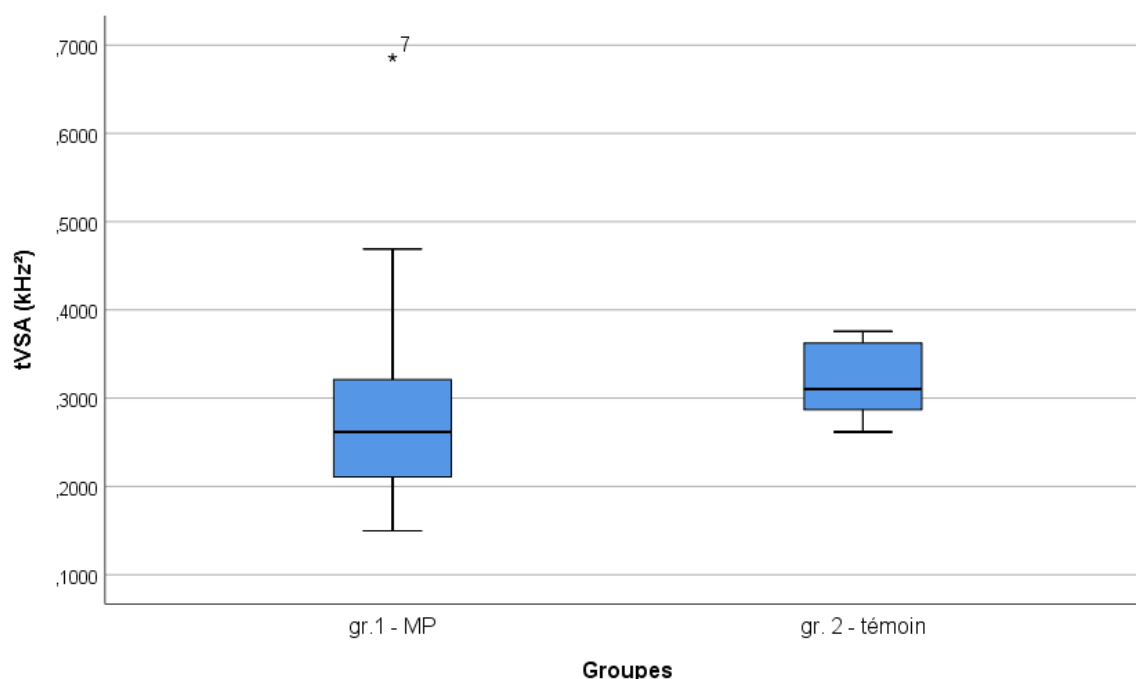


Figure 22 : distribution des aires des triangles vocaliques (tVSA) en fonction du groupe d'appartenance des locuteurs

De fait, la moyenne relevée dans le groupe 1 (MP) est de 0,3072 kHz² (0,1496 kHz² - 0,6857 kHz²) tandis que celle du groupe 2 (témoin) avoisine les 0,3199 kHz² (0,2618 kHz² - 0,3758 kHz²). Ceci suggère donc une légère réduction de l'espace vocalique chez les personnes atteintes de la MP. Qui plus est, les valeurs relevées apparaissent plus dispersées chez les locuteurs du premier groupe. Dans la majorité des cas, les aires des triangles vocaliques sont inférieures dans le groupe 1. Toutefois, certains locuteurs témoignent de valeurs voisines, voire de valeurs nettement supérieures aux locuteurs du groupe 2 (tableau 12).

| Locuteurs | tVSA gr.1 – MP (kHz ²) |
|-----------|------------------------------------|
| MP1 | 0,3212 |
| MP2 | 0,4690 |
| MP3 | 0,2216 |
| MP4 | 0,2700 |
| MP5 | 0,1751 |
| MP6 | 0,2617 |
| MP7 | 0,6857 |
| MP8 | 0,2109 |
| MP9 | 0,1496 |

| Locuteurs | tVSA gr.2 – témoin (kHz ²) |
|-----------|--|
| témoin 1 | 0,3644 |
| témoin 2 | 0,2773 |
| témoin 3 | 0,2971 |
| témoin 4 | 0,2870 |
| témoin 5 | 0,3624 |
| témoin 6 | 0,2618 |
| témoin 7 | 0,2920 |
| témoin 8 | 0,3236 |
| témoin 9 | 0,3574 |
| témoin 10 | 0,3758 |

Tableau 12 : valeurs des aires des triangles vocaliques pour les locuteurs du groupe MP (gauche) et pour les locuteurs du groupe témoin (droite).

Les légères différences de moyenne ne sont pas significatives. Toutefois, il est indéniable que le locuteur MP7 présente un espace vocalique largement supérieur à la moyenne des deux groupes, ce qui amène une surestimation de la moyenne au sein du groupe 1. Dès lors, en ne prenant pas en considération la valeur de tVSA de ce locuteur, la moyenne relevée dans le groupe 1 est de 0.2599 kHz² (0.1496 kHz² - 0.4690 kHz²) (Fig. 23). Dans ce cas précis, les différences de moyenne observées entre les deux groupes apparaissent comme étant significatives ($U = 64$, $p = 0.034$).

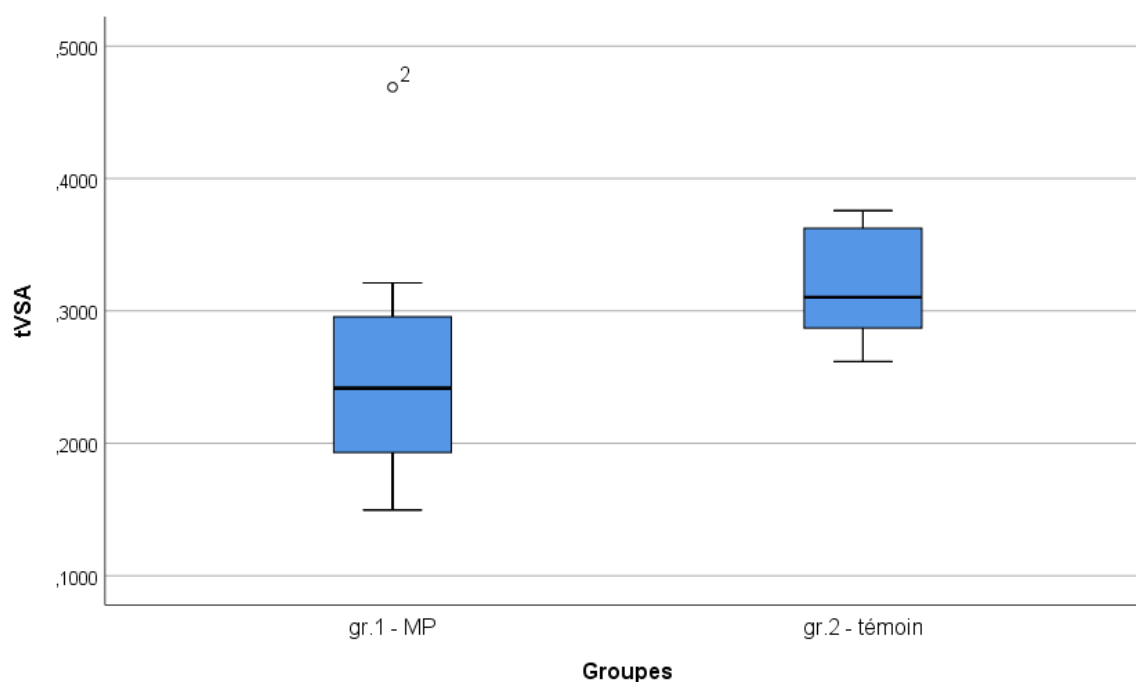


Figure 23 : distribution des aires des triangles vocaliques (kHz²) en fonction du groupe d'appartenance des locuteurs, sans prise en compte des productions du sujet MP7

La valeur obtenue par le participant MP7 suggère une disparité assez importante en ce qui concerne les capacités d'exploitation de cet espace en fonction des sujets atteints de la MP. En nous référant aux caractéristiques de ce sujet (tableau 4), nous constatons qu'il s'agit d'une femme de 52 ans dont le diagnostic de la MP a été posé 6 années avant le recueil de données et dont le stade de la maladie est évalué à l'échelle de Hoehn et Yahr à 3, ce qui ne nous informe pas sur des particularités de la MP diamétralement différentes des autres participants, si ce n'est l'âge de cette personne (52 ans, personne la plus jeune de notre échantillon) ainsi que de l'âge au moment du diagnostic (46 ans). Nous avons toutefois conservé les données de ce sujet car il nous semble essentiel, dans une étude exploratoire de ce type, de pouvoir considérer chaque sujet avec ses particularités, d'autant plus qu'ici, l'exploitation de l'espace vocalique par le sujet MP7 peut suggérer une possible stratégie compensatrice des troubles articulatoires, du fait d'une hyper-articulation par exemple.

6.8.2 Localisation des logatomes dans le plan F1/F2

Avant de nous interroger sur la dynamique acoustique au sein des logatomes, nous avons questionné la proximité existante entre les phonèmes initiaux, centraux et finaux de chaque logatomes et les monophthongues correspondantes en production isolée. Pour ce faire, nous avons procédé aux calculs de distances euclidiennes tel que présenté dans le point 6.5.1 de ce chapitre. La figure 24 schématise ces calculs.

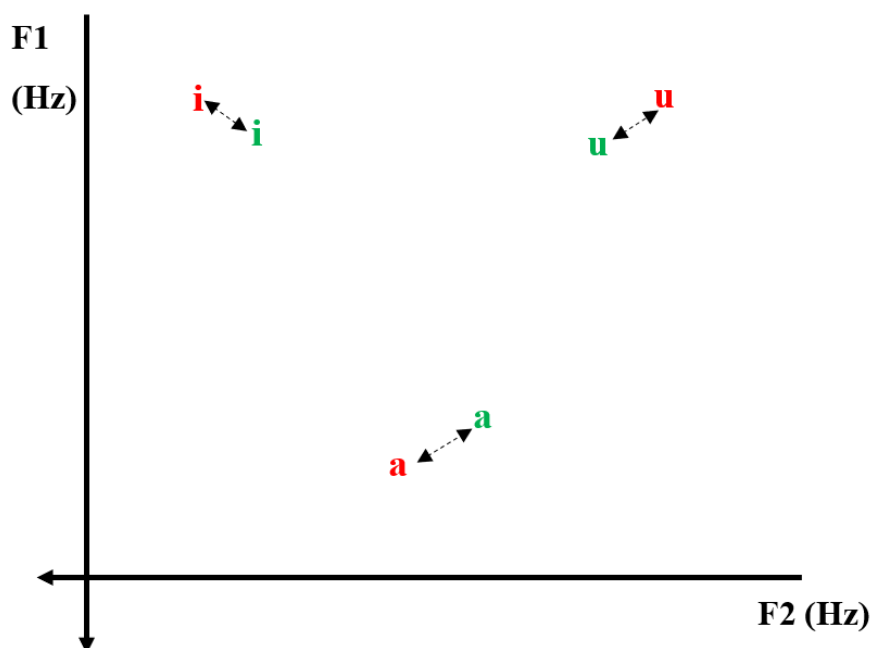


Figure 24 : Schématisation dans le plan F1/F2 des distances euclidiennes (représentées par les doubles flèches) calculées entre la production des phonèmes inclus dans les logatomes (en rouge) et les monophthongues correspondantes (en vert).

Pour rappel, les logatomes à l'étude sont /aja, awa, uju, aju, awi/. Tout d'abord, nous avons pris en considération la distance entre la V1 de chaque logatome et la voyelle de référence correspondante (à partir du calcul de la distance euclidienne entre le départ et V1 correspondant) (Fig. 25).

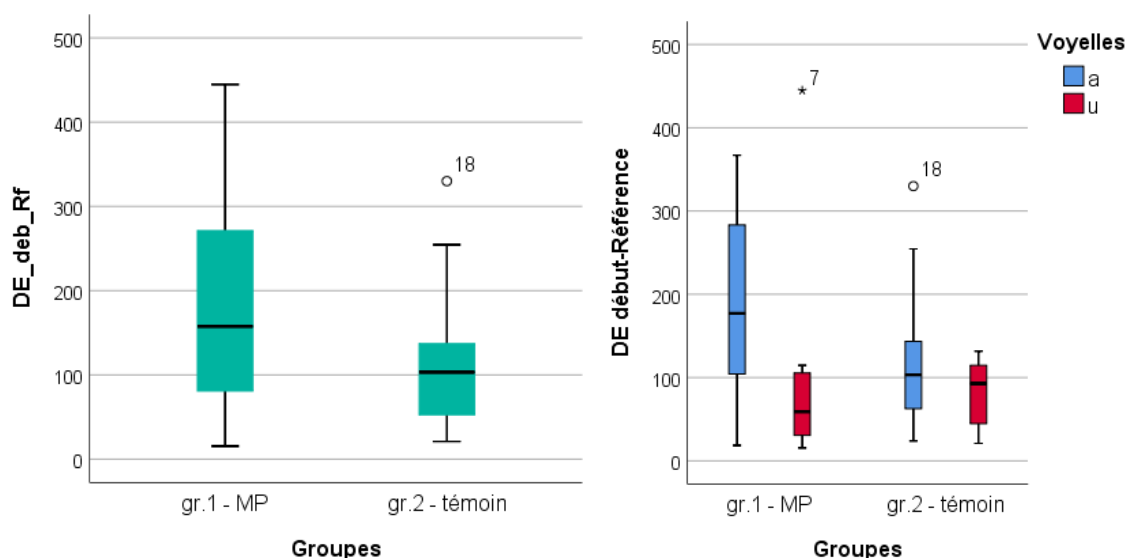


Figure 25 : distance euclidienne (Hz) à la référence – départ-V1 – en fonction du groupe (gauche) et en fonction de la voyelle considérée dans chaque groupe (droite).

L'examen descriptif (figure de gauche) ainsi que l'analyse statistique nous montrent que l'éloignement du point correspondant à la monophthongue de référence est significativement plus grand dans le groupe MP que dans le groupe témoin (différence moyenne entre les deux groupes d'environ 65 Hz ; $U = 750$, $p = 0.005$). La figure de droite nous permet de constater que cet éloignement est particulièrement marqué lors de la production du phonème /a/ (différence moyenne entre les deux groupes d'environ 80 Hz ; $U = 392$, $p = 0.002$). En ce qui concerne la production du phonème /u/ dans le logatome /uju/, seul le participant MP7 s'éloigne très fortement de la monophthongue correspondante (distance à la référence de 445 Hz).

Nous avons ensuite procédé de manière similaire pour le calcul de la distance entre la V2 de chaque logatome et la voyelle de référence correspondante (arrivée – V2) (Fig. 26).

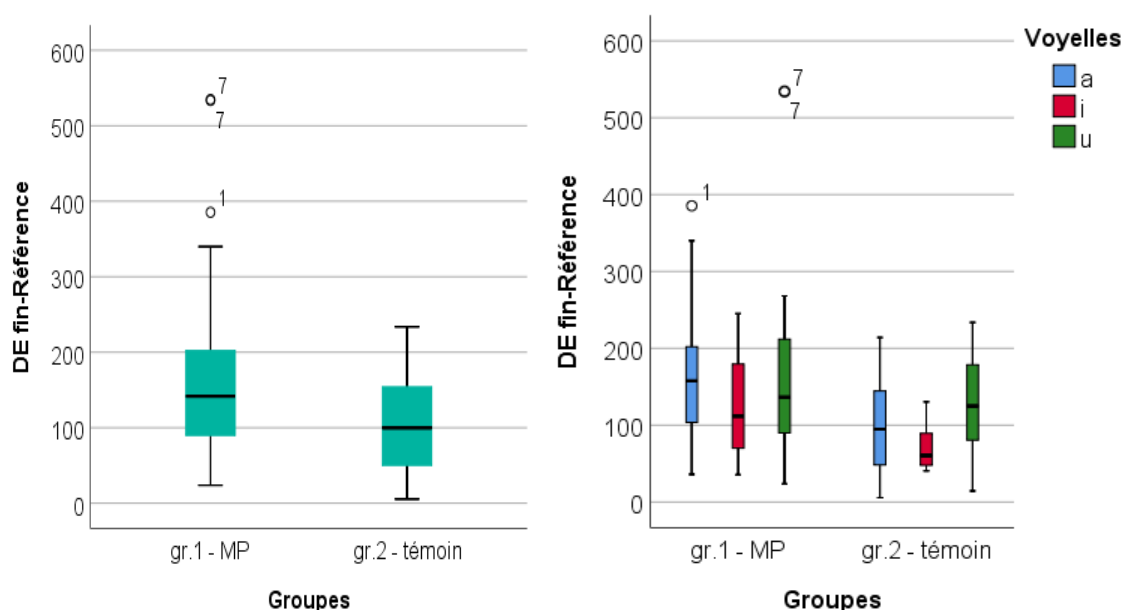


Figure 26 : distance euclidienne (Hz) à la référence – arrivée-V2 – en fonction du groupe (gauche) et en fonction de la voyelle considérée dans chaque groupe (droite)

Cette analyse montre également un éloignement du point correspondant à la monophthongue significativement plus grand dans le groupe de participants atteints de la MP ($U = 798$, $p = 0.015$). Nous constatons à nouveau que le participant MP7 s'éloigne nettement des monophthongues correspondantes, particulièrement de la cible /u/.

L'examen de ces données montre que l'éloignement est systématiquement plus grand, tant pour V1 que pour V2, dans les logatomes produits par les personnes du groupe 1 (MP). Ces résultats suggèrent qu'il pourrait s'agir d'une stratégie de facilitation mise en place par les personnes atteintes de la MP en vue de produire, en début comme en fin de production, des timbres plus influencés par la cible articulatoire du glide que par la voyelle initiale ou finale du logatome, permettant ainsi l'exécution d'un mouvement de moindre ampleur que ce que ne demanderait la réalisation des cibles initiales et finales.

Dès lors, cette hypothèse pose la question de la résistance du timbre-cible du glide (Fig. 27).

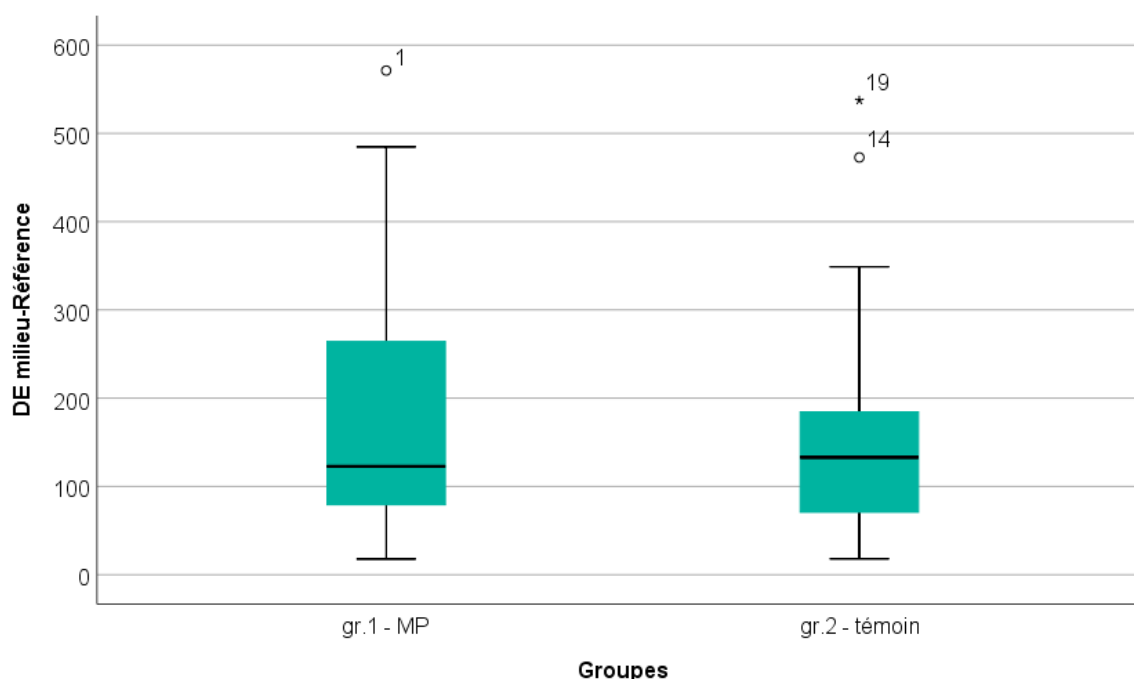


Figure 27 : distance euclidienne (Hz) à la référence – point d’extremum-cible du glide – en fonction du groupe d’appartenance des locuteurs.

Afin d’y apporter une réponse, nous avons étudié la distance euclidienne entre la section centrale du glide (point d’extremum, voir figures 16-17) et la cible acoustique considérée, matérialisée par la voyelle tenue correspondante (/i/ pour /j/ et /u/ pour /w/). L’examen descriptif (Fig. 27) et l’analyse statistique montrent qu’il n’y a pas, dans ce cas précis, de différence significative entre les deux groupes de locuteurs. L’éloignement de la cible acoustique n’est dès lors pas plus grand chez les personnes atteintes de la MP, contrairement à ce qui est observé en parties initiale et finale du logatome, préservant ainsi l’identité du glide. Nous constatons également que l’éloignement ici considéré (de l’ordre de 100 Hz) est similaire à celui observé dans les positions initiale et finale du groupe témoin. L’hypothèse suggérée précédemment semble donc se confirmer, les modifications pouvant s’interpréter comme des stratégies permettant, du fait de la diminution de l’ampleur du mouvement articulaire, l’atteinte de la cible de la partie du logatome la plus complexe à exécuter, c’est-à-dire la cible du glide. Nous pouvons également envisager ces résultats en fonction du principe de non-linéarité entre une dimension articulaire et ses conséquences acoustiques. En effet, ici, les voyelles initiales et finales présentent un degré de liberté plus important que les cibles acoustiques des glides, cela suggérant que les premières permettent une plus grande variabilité des gestes articulaires là où les seconds vont nécessiter des contraintes articulaires plus importantes.

6.8.3 Amplitude du mouvement considéré dans le plan F1/F2

A partir des précédents constats, il semble judicieux de questionner l'amplitude des transitions formantiques au sein des logatomes afin d'examiner la dynamique acoustique. Pour ce faire, nous avons analysé la distance euclidienne entre les logatomes se composant de voyelles initiales et finales identiques (/aja, uju, awa/) et ceux dont la voyelle initiale et finale diffèrent (/awi, aju/) (Fig. 28).

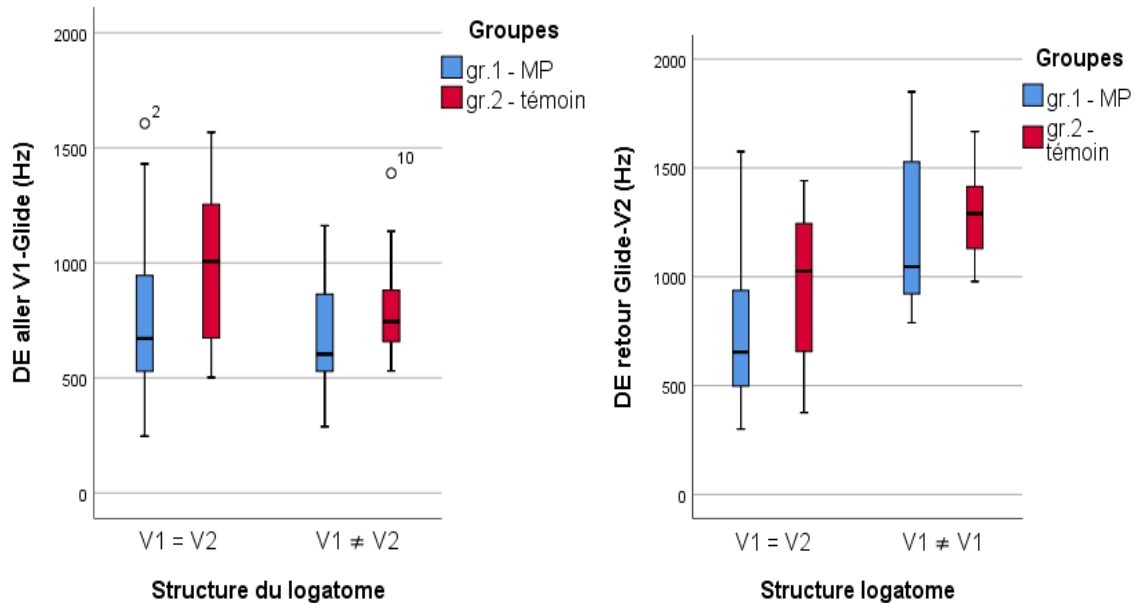


Figure 28 : distance « aller » (gauche) et « retour » (droite) pour $V1 = V2$ et pour $V1 \neq V2$ dans le groupe MP et le groupe témoin.

L'examen descriptif de la figure 28 montre que la distance parcourue par les participants du groupe MP est significativement réduite comparativement à celle des participants du groupe témoin, tant pour la distance « aller » ($F(1,93) = 8.629, p = 0.004$) que « retour » ($F(1,93) = 6.268, p = 0.014$).

Nous avons ensuite analysé la distance euclidienne, logatome par logatome, entre le point de départ de la production et le point d'extrémum d'une part (distance « aller ») (Fig. 29), puis, d'autre part, la distance entre ce même point d'extrémum et le point d'arrivée de la production (distance « retour ») (Fig. 30) tant dans le groupe des personnes atteintes de la MP que dans le groupe témoin.

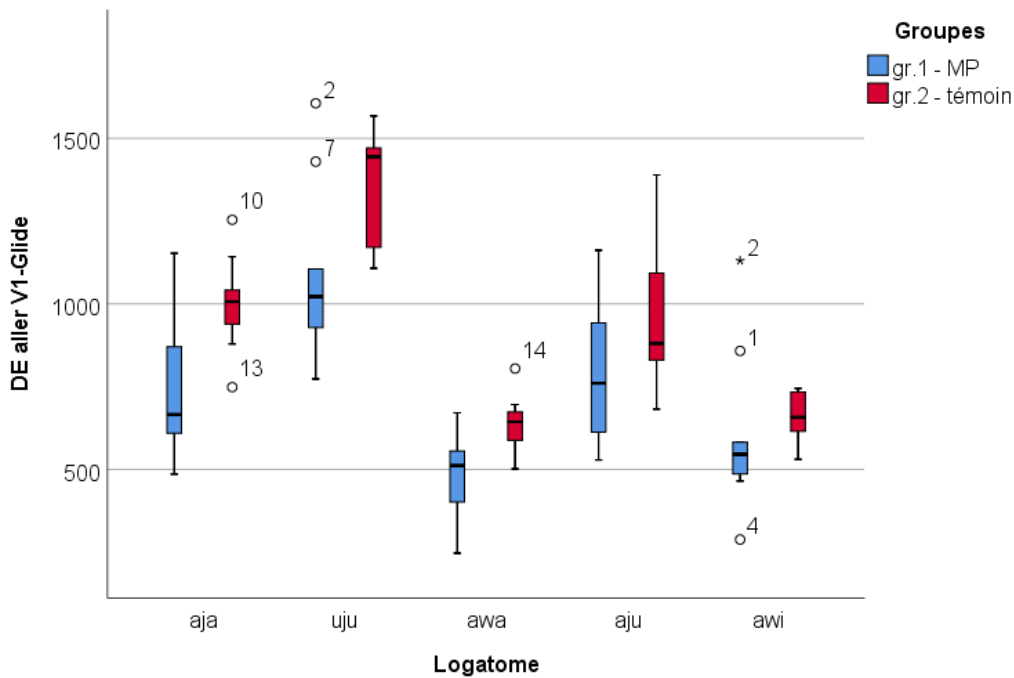


Figure 29 : distance « aller » (Hz) des deux groupes selon les logatomes produits

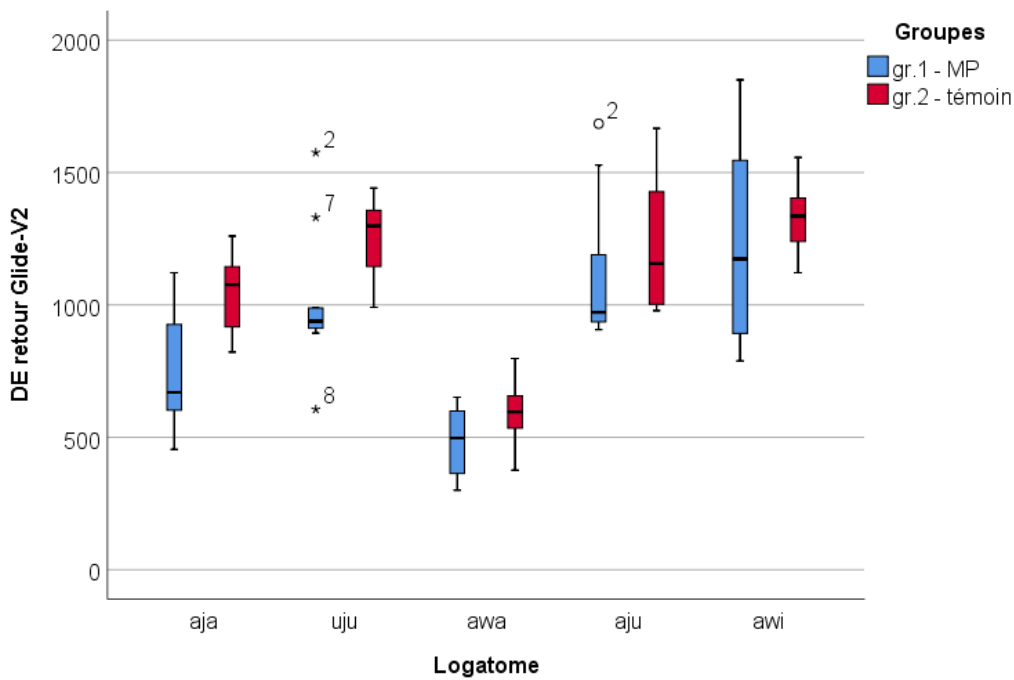


Figure 30 : distance « retour » (Hz) des deux groupes selon les logatomes produits

En ce qui concerne la distance « aller » (Fig. 29), les différences entre les deux groupes apparaissent comme particulièrement marquées pour la production des logatomes /aja/ (distance euclidienne moyenne parcourue pour atteindre la cible du glide de 727.488 Hz pour le groupe MP contre 1000.321 Hz pour le groupe témoin) et /uju/ (distance euclidienne moyenne parcourue pour atteindre la cible du glide de 1088.773 Hz pour le groupe MP contre 1357.803

Hz pour le groupe témoin). Ici, il apparaît que c'est lorsque la cible du glide présente un second formant haut (F2 de la cible acoustique /i/) et que les logatomes comportent une voyelle initiale et finale similaires que la différence entre les deux groupes est la plus marquée. Pour la distance « retour » (Fig. 30), c'est une fois encore les logatomes /aja/ et /uju/ qui sont caractérisés par des distances de moindre ampleur dans le groupe MP comparativement au groupe témoin : la distance moyenne parcourue est de 724.374 Hz pour le groupe 1 contre une moyenne de 1055.788 Hz pour le groupe 2 lors de la production de /aja/ et de 1016.390 Hz contre 1244.145 Hz lors de la production de /uju/. Nous constatons également une grande variabilité lors de la production de /awi/, logatome caractérisé par une structure où les voyelles initiale et finale sont différentes, pour les sujets atteints de la MP, comparativement aux sujets témoins ($\sigma = 383.372$ Hz pour le groupe 1 – $\sigma = 132.985$ pour le groupe 2).

6.8.4 Analyses des durées

- Durée de production des logatomes

Etant donné les différences apparues en termes de distances parcourues lors de la réalisation des logatomes, et donc dans la dynamique du mouvement, nous avons comparé la durée de production des logatomes ainsi que la durée nécessaire pour la production allant du départ (V1) au point d'extremum du glide et du point d'extremum au point d'arrivée (Fig. 31). En ce qui concerne la durée totale de production des logatomes, aucune différence significative n'apparaît entre les deux groupes, les locuteurs du groupe MP prenant un temps similaire aux locuteurs du groupe témoin pour produire les logatomes. Toutefois, lorsque nous questionnons la durée de production du logatome du point de départ (V1) au point d'extremum et la durée de ce même point d'extremum au point d'arrivée (V2), des différences significatives apparaissent entre les deux groupes ($F(1,85) = 9.726$; $p = 0.002$). Ainsi, la durée apparaît comme significativement plus courte lors du passage du point de départ au point d'extremum chez les locuteurs du groupe 1 (MP) et, dès lors, plus longue entre le point d'extremum et le point d'arrivée du logatome.

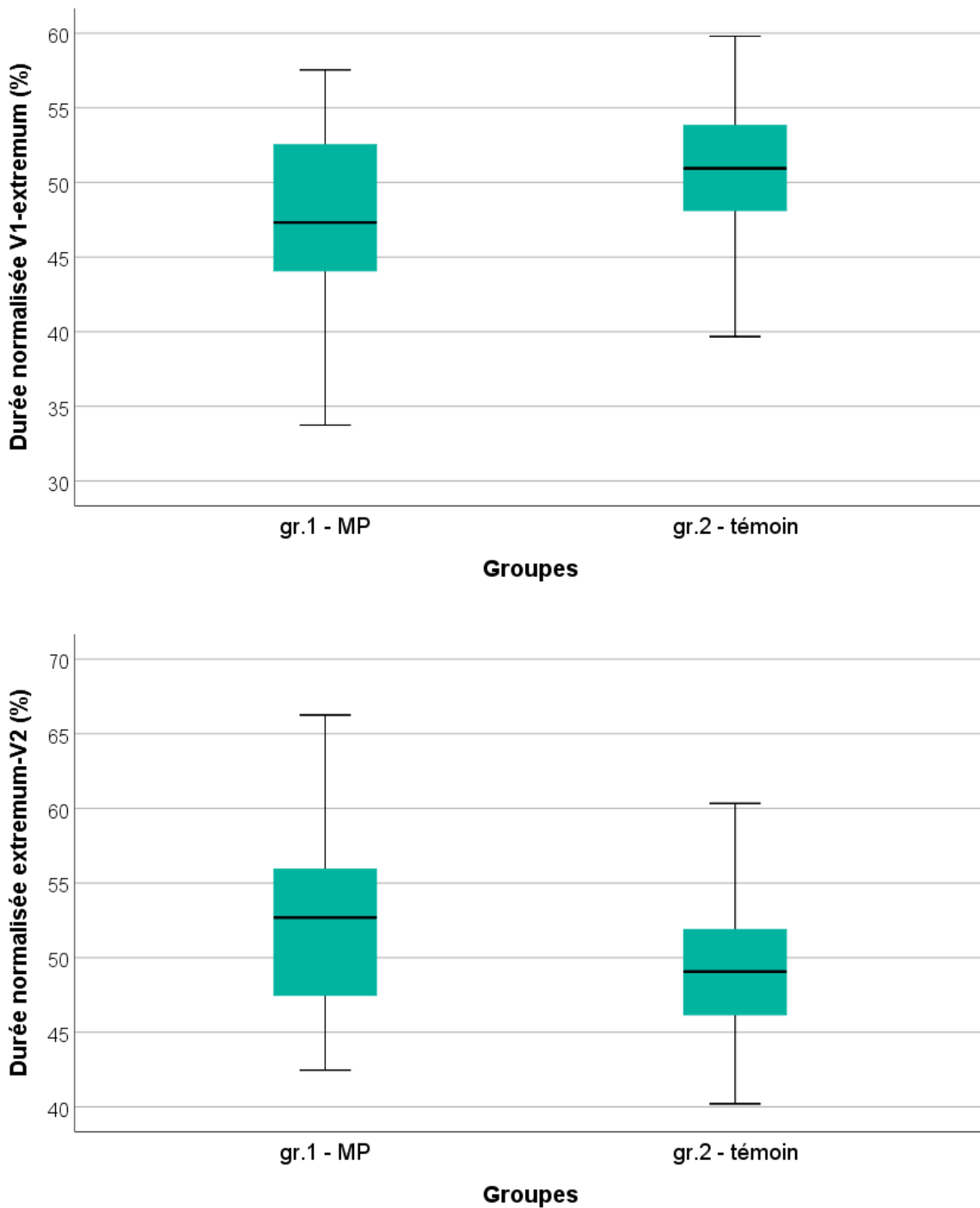


Figure 31 : durées normalisées du point de départ (V1) au point d'extrémum du glide (image du haut) et du point d'extrémum du glide au point d'arrivée (V2) (image du bas).

Ces observations suggèrent que les locuteurs atteints de la MP atteignent plus rapidement la cible acoustique visée lors de la production de logatomes mais qu'ils allongent la seconde partie de la production, permettant de maintenir une durée de production similaire à celle observée dans le groupe témoin.

- Temps maximum de phonation

Nous avons également observé les TMP de chaque groupe de locuteurs en fonction des phonèmes /a, i, u/ produits de manière soutenue. Comme nous pouvons le constater à partir des scores moyens (tableau 13), les TMP sont similaires au sein des deux groupes. Il n'y a d'ailleurs pas de différences significatives entre les temps de phonation moyens des deux groupes, et ce quelque soit le phonème produit. Nous notons toutefois une variabilité beaucoup plus marquée dans le groupe de locuteurs atteints de la MP (tableau 13 et Fig. 32).

| TMP (secondes) | [a] | | [i] | | [u] | |
|-------------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|
| | m | σ | m | σ | m | σ |
| Groupe 1 - MP | 13.745 | 6.929 | 14.42 | 5.627 | 15.595 | 8.164 |
| Groupe 2 - témoin | 14.621 | 2.576 | 15.733 | 3.96 | 15.342 | 4.389 |

Tableau 13 : TMP (moyenne et écart-type) pour la production des phonèmes /a, i, u/ en fonction du groupe de locuteur

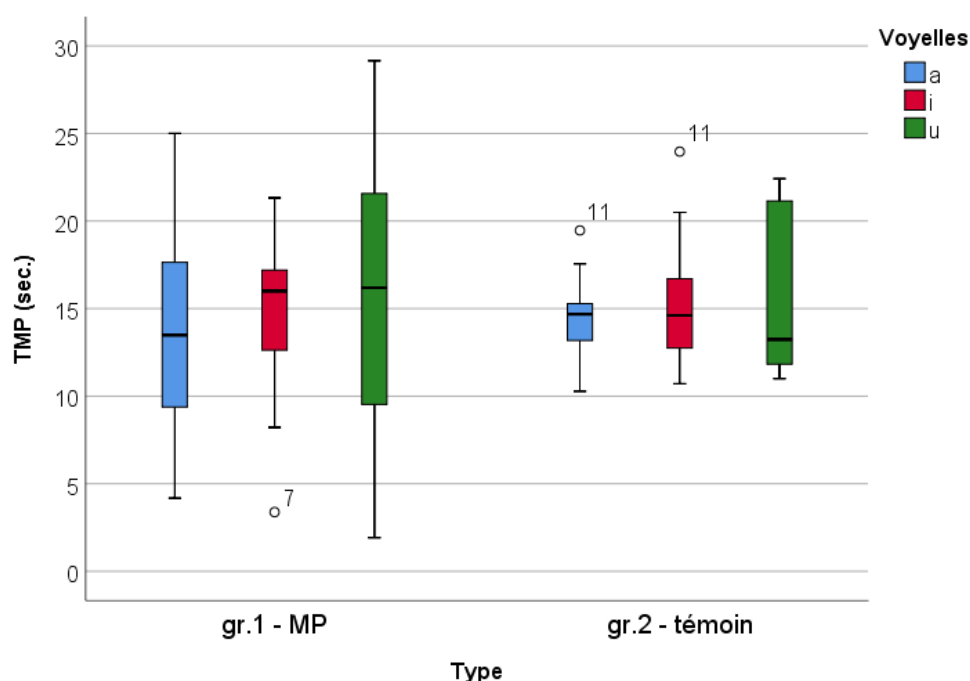


Figure 32 : TMP pour la production des phonèmes /a, i, u/ en fonction du groupe de locuteur

Nous constatons toutefois que les TMP sont relativement faibles dans les deux groupes, notamment en comparaison aux seuils pathologiques évoqués par Hirano (1989).

6.9 Discussion des résultats

Dans le cadre de cette étude, nous avons ainsi travaillé avec neuf personnes présentant la maladie de Parkinson. Cela nous a permis de rencontrer des personnes aux profils différents, aux âges différents et avec des vécus tout à fait personnels. Nous avons pu réaliser, grâce à cette première approche, une meilleure description des aspects relatifs à la QDV et à la participation sociale ainsi qu'à l'analyse acoustique de la production de la parole.

En effet, à travers cette première étude, nous avons étudié d'une part les aspects relatifs à la QDV des personnes atteintes de la MP, en nous interrogeant sur les différents domaines concernés par la MP. D'autre part, nous avons mené une étude acoustique sur la production de voyelles stables et la production de glides par des locuteurs atteints de la MP et des locuteurs témoins. Notre objectif était avant tout d'ordre exploratoire et méthodologique.

Les questionnaires de données auto-rapportées nous ont permis de recueillir des informations relatant les perceptions des participants quant à leur QDV globale et spécifique à des situations de communication. Nous avons dès lors pu constater certains recoupements entre les domaines de QDV globale et spécifique. Nous avons notamment identifié trois profils à partir de l'auto-évaluation du VHI – répercussions légères, modérées et sévères – et nous avons constaté, chez les personnes signalant des altérations sévères (4 participants), que de nombreux domaines de QDV étaient eux aussi impactés. Toutefois, nous n'avons pas reconnu ces résultats comme étant identifiables à des facteurs personnels tels que le stade de la maladie ou la durée de celle-ci.

Pour rappel, un seul de nos participants a entamé une prise en charge logopédique, le locuteur MP1. Ce participant déclare par ailleurs une altération de sa QDV globale (PDQ-39) ainsi que des perturbations sévères au VHI. Les autres participants ne suivent quant à eux aucune prise en charge logopédique alors que plusieurs d'entre eux se déclarent insatisfaits lors de la complétion des questionnaires de QDV. Ces constats sont cohérents avec la littérature, où il apparaît que peu de personnes atteintes de la MP entament une prise en charge logopédique, même lorsqu'elles se déclarent insatisfaites (Hartelius & Svensson, 1994; Johnson & Pring, 1990; Miller *et al.*, 2011; Sunwoo *et al.*, 2014)

Afin d'affiner la compréhension de la production de parole, nous avons confronté nos observations à celle d'un groupe témoin composé de dix personnes, ce qui nous a permis d'enrichir nos analyses en comparant les données du groupe MP à celles du groupe témoin et d'observer des éléments très précis.

En ce qui concerne la production de voyelles en isolation, les résultats ont montré une tendance globale à la réduction du champ acoustico-articulatoire chez les participants atteints de la MP, mais aussi une variabilité accrue de ce dernier en fonction des individus MP. Ainsi, pour reprendre l'illustration réalisée à partir des productions du locuteur MP7, nous constatons que la réduction de l'espace vocalique, telle que démontrée dans la MP, n'est parfois pas présente et qu'une surexploitation de cet espace reste possible. Cela nous ramène d'ailleurs à la théorie de Lindblom (1980) concernant les stratégies d'hyperarticulation (*clear speech*). Nous constatons toutefois que ce participant met en évidence à partir des données auto-rapportées, particulièrement par ses réponses au VHI et au PDQ-39, des altérations perçues comme significativement handicapantes. S'il s'agit effectivement d'une stratégie d'hyperarticulation, nous pouvons dès lors nous demander si les répercussions de celle-ci peuvent être mises en relation avec les données auto-rapportées. Pour rappel, le sujet MP7 est également le plus jeune participant de notre groupe et celui chez qui la MP a été diagnostiquée le plus précocement (46 ans).

Au vu du profil de nos participants, nous nous questionnons sur le possible manque de sensibilité du calcul des aires des triangles vocaliques. En effet, Neel (2008) ainsi que Skodda *et al.* (2011) mettent en évidence que le calcul de cette métrique peut être insensible aux formes légères à modérées de dysarthrie. Or, pour rappel, les participants à notre étude sont très faiblement atteints sur le plan articulatoire et ils n'émettent pas de plainte à cet égard. Qui plus est, la métrique ici à l'étude, le tVSA, ne permet pas de mettre en évidence la variabilité intra- ou inter-vocalique. Or, plusieurs causes peuvent entraîner une modification de l'exploitation du système vocalique. Nous pensons dès lors qu'il sera nécessaire, pour les études à venir, de prendre en considération d'autres métriques afin d'accroître nos stratégies d'observation et de permettre la détection de changements subtils dans la production des voyelles.

De plus, nous avons constaté, sur base de la comparaison des variations de timbre au sein des logatomes de structure V_1GIV_2 , que les mouvements réalisés lors la production des logatomes incluant des glides sont de moins grande amplitude pour les sujets atteints de la MP que pour les sujets du groupe témoin : les sections initiales et finales des logatomes ressemblent moins, dans le groupe 1 (MP), aux voyelles du système que ce n'est le cas pour les sujets du groupe 2. Nous avons cependant observé que la similarité entre la zone médiane du glide et la voyelle cible correspondante ne varie guère en fonction du groupe. Il apparaît donc que si le locuteur atteint de la MP déploie une stratégie hypoarticulatoire, il le fait en préservant plus le centre du glide que ses extrémités, ce qui pourrait relever d'une stratégie d'exploitation de l'espace vocalique très pertinente à étudier. Ce constat sera à affiner, notamment au

travers de l'exploitation d'une liste plus exhaustive de logatomes, permettant une combinaison maximum des différents phonèmes à l'étude. En effet, dans l'étude actuelle, quatre des cinq logatomes exploités incluaient le phonème /a/ en position initiale. Or, nous avons également mis en évidence que c'est ce même phonème qui présente le plus grand éloignement à la cible produite isolément. Accroître le nombre de combinaisons nous permettra donc d'affiner nos résultats.

Par ailleurs, nos constats se font jour à partir d'une production de chaque phonème et/ou logatome. Afin de tenir compte de la possible variabilité intra-individuelle, et plus encore, de la variabilité intra-catégorielle, nos prochains recueils devront nous permettre d'accroître le nombre de productions d'un même phénomène par sujet.

Nous considérons notre démarche comme originale en ce sens que peu de recherches sont menées sur les glides, et encore moins le sont chez des locuteurs francophones (à notre connaissance, seule l'étude menée par Martel-Sauvageau et Tjaden (2017) a également concerné l'étude des glides en langue française – québécoise). Aussi, notre intérêt ne peut que s'être renforcé puisque cette recherche nous a permis d'identifier des modifications qui ne sont pas clairement perçues à l'audition. Nous ne sommes donc pas confrontée à ce à quoi nous aurions pu nous attendre, mais à un niveau autre, face à des signes qui semblent infracliniques. La taille de notre échantillon reste toutefois modeste, ce qui nous amène à éviter d'émettre des conclusions ou des généralisations trop hâtives. Une première perspective est dès lors d'accroître le nombre de personnes rencontrées afin d'enrichir nos observations et nos données.

A côté de cet aspect quantitatif, un développement qualitatif devrait par ailleurs être considéré. Vu les spécificités –déjà soulignées– quelque peu réductrices de notre échantillon, un élargissement à un éventail plus large de tableaux cliniques serait sans aucun doute éminemment désirable. De fait, lors de notre étude, les personnes atteintes de la MP que nous avons rencontrées gardaient toutes une certaine autonomie dans leur vie quotidienne et avaient la possibilité d'accomplir un large éventail d'habitudes de vie. Elles identifiaient toutefois des altérations, légères à sévères en fonction des participants, dans les domaines relatifs à la QDV. Cela nous a permis de recueillir des informations quant à un public qui est parfois moins pris en compte dans les recherches scientifiques. Toutefois, pouvoir comparer nos données avec celles de personnes aux tableaux cliniques variés serait pertinent en termes d'apports informationnels, tant sur les aspects propres à la vie quotidienne que sur les troubles de la parole.

Avoir accès à des informations concernant l'histoire médicale de la maladie des personnes pourrait nous apporter des éléments d'informations essentiels associant à la fois des données médicales et thérapeutiques. Dans le cadre de cette recherche, nous avons rencontré les personnes atteintes de la MP chez elles, à la suite de rencontres au sein des antennes de l'Association Parkinson. Dès lors, nous n'avons pas eu accès à certaines informations qui auraient été pertinentes par rapport à notre problématique. A titre illustratif, nous aurions pu avoir des informations précises quant aux évaluations objectives et/ou subjectives qui auraient pu avoir déjà été réalisées par la personne.

Nous pensons également que certaines réflexions sont à mener quant aux outils psychométriques utilisés. Ainsi, nous pensons que l'outil de participation sociale, la MHAVIE, est un outil très riche d'informations. Vis-à-vis de personnes dont la vie quotidienne est encore peu altérée par la maladie, il peut servir à identifier des facteurs de risque, des éléments faisant office d'obstacles et de facilitateurs ainsi qu'à envisager des programmes de prévention. Toutefois, un outil plus court pourrait peut-être permettre une meilleure évaluation. En effet, cet outil est apparu comme long et fastidieux à remplir pour de nombreuses personnes. Nous considérons dès lors qu'il serait pertinent de revoir son utilisation et de nous orienter soit vers un autre outil, soit vers une version abrégée de celui-ci. Nous pensons également qu'il faudra statuer sur l'intérêt de prendre en compte certains facteurs individuels pouvant avoir une influence plus ou moins importante sur les résultats, tel que le niveau d'estime de soi ou l'état thymique par exemple.

In fine, cette étude nous a permis de poser les jalons d'une réflexion méthodologique tant sur les méthodes appropriées pour traiter les sons de parole que sur la nécessité d'avoir recours à un panel varié d'outils d'analyses des productions sonores et d'outils permettant le recueil de données auto- et hétéro-rapportées. Même si de nombreuses contributions ont déjà été publiées dans le domaine des répercussions de la dysarthrie dans la MP, la poursuite de travaux du type de ceux présentés ici nous paraît judicieuse pour plusieurs raisons : d'une part l'originalité de l'approche acoustico-articulatoire que nous tentons de développer, d'autre part, le caractère encore passablement obscur de certains des aspects de la maladie, et en particulier de son étiologie ainsi que de ses manifestations précoces, enfin, l'enjeu de santé publique constitué par une maladie neurodégénérative qui est la deuxième en importance, du point de vue épidémiologique, après la maladie d'Alzheimer. Qui plus est, il importe de noter que ces observations statistiquement significatives se sont fait jour au départ de productions émises par des participants assez faiblement atteints sur le plan de l'articulation et qui ne formulent en tout cas pas de plainte à ce sujet. Par ailleurs, nous n'avons pas détecté de particularités à l'écoute des voyelles

et des logatomes produits. Les experts exposés à ces enregistrements n'en ont pas détecté non plus. Notre analyse suggère donc l'observation de phénomènes de nature infraclinique. Elle permet, par ailleurs d'en offrir une évaluation quantitative, ce qui pourrait être intéressant en perspective du développement d'outils de dépistage précoce, voire de techniques d'accompagnement de la ré-éducation logopédique.

Chapitre 7 Etude 2 - Etude des propriétés acoustiques des voyelles et de la dynamique de parole dans la maladie de Parkinson

7.1 Introduction

Forte de nos constats sur le potentiel informatif des glides dans la compréhension du contrôle des mouvements articulatoires lors de la production de parole, suggérant des phénomènes de nature infraclinique, nous avons mené une nouvelle collecte de données à plus large échelle. Celle-ci a notamment pour but d'affiner, voire de confirmer, nos premiers résultats, tout en les enrichissant d'informations issues de l'histoire médicale des participants. Notre première étude nous a en effet permis de poser les premiers jalons d'une réflexion méthodologique, que nous tentons d'enrichir dans la suite de nos recherches. Dès lors, au cours de cette deuxième étude, nous nous concentrerons plus particulièrement sur la question de la stabilité des voyelles lors d'une production isolée, sur la préservation de la cible acoustique lors d'une production de logatome de structure $V_1GI V_2$ ainsi que sur la dynamique de production de parole dans ces mêmes logatomes.

7.2 Description des locuteurs

Dans le cadre de cette étude, le recrutement des participants atteints de la MP s'est effectué en collaboration avec l'Hôpital André Vésale (C.H.U. de Charleroi) dans le cadre de la Convention Interdisciplinaire du Parkinson (CIP).

La participation de 98 locuteurs, répartis en deux groupes, a été sollicitée. Le premier groupe se compose de 63 participants (36 hommes et 27 femmes) atteints de la MP (gr. MP), âgés entre 38 et 85 ans au moment du recueil de données ($m = 70$ ans) (tableau 14). La moitié de notre échantillon a 70 ans et plus (médiane = 72 ans) (Fig. 33).

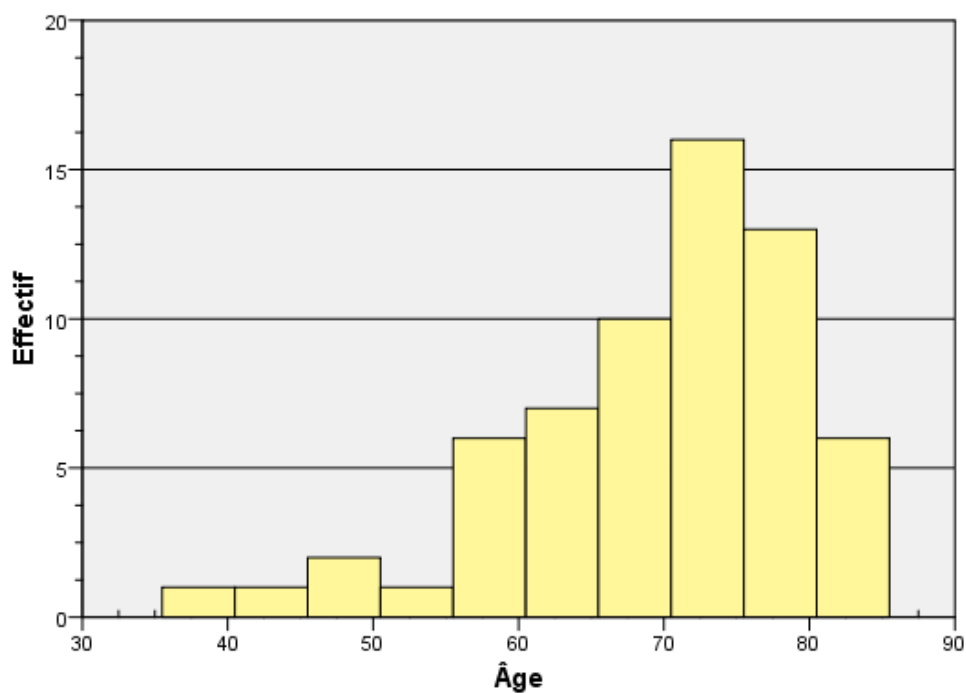


Figure 33 : répartition des locuteurs atteints de la MP en fonction de l'âge (étude 2).

| Code | Sexe | Âge | Durée MP | Stade MP | UPDRS I | UPDRS II | UPDRS III | UPDRS IV | Code | Sexe | Âge | Durée MP | Stade MP | UPDRS I | UPDRS II | UPDRS III | UPDRS IV |
|------|------|-----|-------------|-------------|------------|-------------|--------------|-------------|------|------|-----|-------------|-------------|------------|-------------|--------------|-------------|
| 1 | F | 67 | 10 | 1.5 | 2 | 8 | 6 | 0 | 33 | H | 65 | 5 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| 2 | H | 79 | 13 | 2.5 | 2 | 10 | 15 | 0 | 34 | H | 73 | 4 | 3 | 3 | 11 | 19 | 0 |
| 3 | H | 65 | 24 | 3 | 6 | 17 | 4 | 5 | 35 | H | 73 | 11 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 |
| 4 | H | 79 | 7 | 3 | 1 | 14 | 15 | 0 | 36 | H | 77 | 6 | 3 | 2 | 10 | 15 | 0 |
| 5 | H | 74 | 2 | 4 | 1 | 21 | 45 | 0 | 37 | H | 72 | 5 | 3 | 2 | 11 | 10 | 0 |
| 6 | F | 73 | 7 | 4 | 4 | 19 | 20 | 0 | 38 | F | 60 | 11 | 3 | 2 | 12 | 16 | 3 |
| 7 | H | 83 | 6 | 3 | 2 | 6 | 10 | 0 | 39 | F | 70 | 8 | 2 | 1 | 2 | 5 | 2 |
| 8 | F | 85 | 7 | 3 | 6 | 16 | 16 | 0 | 40 | H | 75 | 4 | 4 | 10 | 28 | 27 | 2 |
| 9 | H | 70 | 7 | 2 | 4 | 8 | 12 | 0 | 41 | H | 72 | 4 | 3 | 2 | 8 | 18 | 0 |
| 10 | F | 38 | 9 | 1.5 | 1 | 3 | 5 | 0 | 42 | H | 66 | 7 | 2 | 3 | 6 | 12 | 12 |
| 11 | H | 70 | 6 | 0 | 1 | 5 | 3 | 0 | 43 | F | 76 | 15 | 4 | 9 | 30 | 35 | 3 |
| 12 | F | 84 | 1 | 2.5 | 4 | 7 | 11 | 0 | 44 | F | 49 | 7 | 2 | 1 | 4 | 5 | 0 |
| 13 | F | 75 | 2 | 2.5 | 1 | 5 | 7 | 0 | 45 | F | 57 | 6 | 1.5 | 0 | 3 | 2 | 0 |
| 14 | H | 62 | 11 | 2.5 | 1 | 7 | 10 | 0 | 46 | F | 68 | 2 | 1.5 | 2 | 5 | 4 | 0 |
| 15 | H | 60 | 15 | 1.5 | 0 | 8 | 9 | 5 | 47 | F | 69 | 18 | 5 | 1 | 32 | 48 | 0 |
| 16 | H | 63 | 8 | 2 | 2 | 8 | 6 | 1 | 48 | H | 67 | 6 | 4 | 0 | 12 | 14 | 0 |
| 17 | F | 78 | 9 | 4 | 6 | 19 | 16 | 0 | 49 | F | 66 | 2 | 2 | 1 | 3 | 8 | 0 |
| 18 | F | 71 | 10 | 4 | 6 | 33 | 26 | 0 | 50 | F | 74 | 19 | 3 | 3 | 13 | 13 | 3 |
| 19 | F | 64 | 9 | 1.5 | 1 | 13 | 7 | 0 | 51 | H | 83 | 6 | 4 | 3 | 25 | 41 | 2 |
| 20 | F | 59 | 4 | 2.5 | 3 | 7 | 12 | 0 | 52 | F | 58 | 4 | 3 | 3 | 9 | 18 | 0 |
| 21 | H | 65 | 7 | 2.5 | 3 | 8 | 15 | 2 | 53 | H | 79 | 1 | 1.5 | 0 | 7 | 5 | 0 |
| 22 | H | 52 | 3 | 2 | 5 | 3 | 16 | 0 | 54 | H | 79 | 3 | 2 | 0 | 1 | 16 | 0 |
| 23 | F | 78 | 3 | 2.5 | 2 | 17 | 13 | 0 | 55 | F | 77 | 2 | 2.5 | 2 | 4 | 14 | 0 |
| 24 | H | 72 | 3 | 1.5 | 3 | 7 | 8 | 0 | 56 | H | 75 | 7 | 2 | 0 | 4 | 9 | 0 |
| 25 | H | 72 | 3 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 57 | F | 74 | 2 | 2.5 | 3 | 11 | 13 | 0 |
| 26 | H | 57 | 6 | 3 | 1 | 14 | 35 | 3 | 58 | H | 44 | 5 | 2 | 2 | 6 | 6 | 0 |
| 27 | H | 64 | 6 | 2.5 | 3 | 20 | 14 | 0 | 59 | F | 84 | 5 | 1.5 | 2 | 10 | 8 | 0 |
| 28 | F | 78 | 8 | 2.5 | 2 | 9 | 16 | 0 | 60 | H | 73 | 6 | 3 | 0 | 6 | 33 | 0 |
| 29 | F | 80 | 9 | 3 | 4 | 11 | 20 | 0 | 61 | F | 77 | 2 | 3 | 3 | 8 | 16 | 0 |
| 30 | H | 70 | 2 | 1.5 | 1 | 2 | 11 | 0 | 62 | H | 50 | 4 | 1 | 1 | 8 | 2 | 0 |
| 31 | H | 76 | 12 | 1.5 | 1 | 7 | 7 | 0 | 63 | H | 82 | 25 | 4 | 12 | 21 | 43 | 4 |
| 32 | H | 72 | 6 | 1.5 | 2 | 1 | 7 | 0 | | | | | | | | | |

Tableau 14 : description des locuteurs atteints de la MP (étude 2).

Le diagnostic de la maladie a été posé au minimum un an avant le recrutement jusqu'à une durée de maladie de 25 ans, la durée moyenne de la MP étant de 7 ans. Les participants présentent un éventail complet de l'ensemble des stades de la maladie tel que proposé par Hoehn et Yahr (1967) avec un effectif majoritairement présents des stades 1.5 à 4 de la maladie (N = 59 sur 63 participants) (Fig. 34).

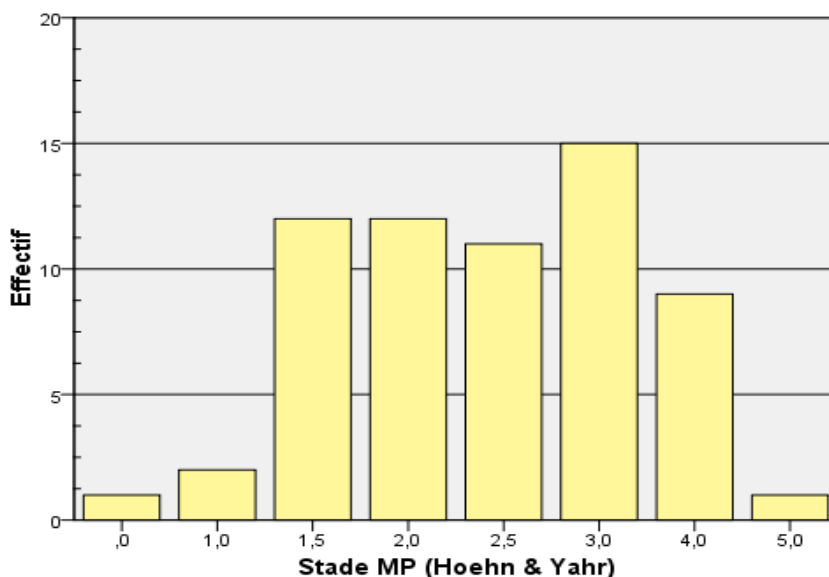


Figure 34 : répartition des locuteurs en fonction des stades de la MP (étude 2).

Le second groupe se compose quant à lui de 35 participants, 19 hommes et 16 femmes, âgés entre 41 et 84 ans ($m = 66$ ans), ne présentant pas de pathologies ni d'antécédents médicaux pouvant altérer la production de la parole (gr. témoin).

7.3 Description du protocole

Cette seconde collecte avait notamment pour but d'accroître le nombre de productions par sujet ainsi que de rendre plus exhaustive la liste des productions émises. Les participants ayant été recrutés en structure hospitalière, une demande au Comité d'Ethique Erasme-ULB, habilité à rendre l'avis unique, a été introduite et a reçu un avis favorable (voir Chapitre 5, point 5.2). Après avoir été informés de l'étude en cours et avoir signé un formulaire de consentement éclairé stipulant l'enregistrement des productions orales, les participants ont été amenés à réaliser différentes tâches de production de parole dont :

- la production isolée des phonèmes /a, i, u/ (5 répétitions) ;
- la production soutenue de ces mêmes phonèmes (1 répétition) ;
- la production de logatomes de structure $V_{a,i,u}Gl_{j,w}V_{a,i,u}$ (5 répétitions par logatome).

Dans cette étude, nous avons proposé à chaque participant de produire de manière isolée et brève les phonèmes /a, i, u/. De fait, dans notre première étude, nous avons opté pour la seule production de voyelles tenues. Toutefois, au vu des possibles difficultés pour les locuteurs atteints de la MP à réaliser ce type de production, nous avons procédé à la production de voyelles brèves afin d'étudier plus aisément l'exploitation de l'espace acoustique. Ces productions nous permettront également d'étudier les phonèmes inclus dans les logatomes par rapport aux monophthongues correspondantes, produits dans une situation similaire en matière de durée.

Afin de proposer un ensemble exhaustif de combinaisons V_1GlV_2 , nous avons également diversifié les productions de logatomes. Nous avons ainsi associé chacun des phonèmes /a, i, u/, en position initiale (V_1) et finale (V_2), aux glides /j, w/, seule exception faite de l'association des phonèmes correspondants à la cible du glide ([i] pour /j/ et [u] pour /w/). Nous avons obtenu une liste de huit logatomes (tableau 15), permettant d'accroître les comparaisons entre les logatomes possédant un phonème identique en voyelles initiale et finale (e.g., /awa/) de ceux possédant un phonème différent selon la voyelle initiale ou finale (e.g., /awi/). Cela nous permet également d'obtenir quatre logatomes incluant le glide /j/ et quatre logatomes incluant le glide /w/.

| | V_2 | /a/ | /i/ | /u/ |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| V_1 | | | | |
| | /a/ | /aja/ | | /aju/ |
| | | /awa/ | /awi/ | |
| | /i/ | /iwa/ | /iwi/ | |
| | /u/ | /uja/ | | /uju/ |

Tableau 15 : liste des logatomes de structure V_1GlV_2 à l'étude.

Ces tâches de production nous permettent de tester l'aptitude au contrôle des mouvements fins des articulateurs supralaryngés oraux, de calculer le temps maximal de phonation (TMP) lors de voyelles tenues et de comparer les données des personnes du groupe MP à celles de personnes du groupe témoin.

Chaque participant (gr. MP et gr. témoin) a ainsi réalisé quinze productions de voyelles en isolation, trois productions de voyelles tenues, quarante productions de logatomes de structure V_1GIV_2 , ce qui nous permet, au total, l'étude de 5684 productions de parole statique et dynamique. Ces productions de parole ont toutes été enregistrées en une seule passation par sujet, à l'aide d'un enregistreur portatif ZOOM H5. Tous les participants atteints de la MP ont été enregistrés dans une pièce calme au sein de l'hôpital. Les sons de parole recueillis sont le résultat de demandes de production à partir de versions écrites des productions à réaliser présentées sur un écran d'ordinateur portable placé face aux participants, l'utilisation d'un support informatique nous permettant d'ajuster la taille de l'écriture aux besoins des participants. Tous les participants ayant été enregistrés dans la même pièce, la même disposition du matériel de présentation et d'enregistrement a été instaurée.

7.4 Hypothèses

Dans cette étude, conformément aux constats résultant de la recherche exploratoire menée en étude 1 (voir Chapitre 6), notre objectif est d'explorer la dynamique des articulateurs supralaryngés, à travers l'étude acoustique de la production des voyelles en isolation et dans un contexte dynamique incluant des glides. Cette étude porte dès lors sur la production de ces sons de parole afin d'étudier la dynamique du mouvement articulaire, notre hypothèse portant continûment sur le fait que les personnes atteintes de la MP présentent une dynamique acoustique différente de celle de personnes sans pathologies pouvant affecter la production de la parole. Disposant d'une quantité d'informations plus riche sur nos locuteurs, nous posons également comme hypothèse que certains indicateurs de la MP – âge lors du diagnostic de la MP, durée de la MP, degré de sévérité de la dysarthrie, stade d'évolution de la MP – peuvent permettre de dégager des pistes explicatives des altérations apparaissant lors de la production de parole. A partir de nos précédents résultats, nous tenterons de vérifier les hypothèses suivantes :

- l'aire des triangles vocaliques est réduite chez les locuteurs atteints de la MP, comparativement à celles de locuteurs témoins. Cette réduction est

entraînée par une centralisation lors de la production des phonèmes /a, i, u/, témoignant d'une exploitation restreinte du système vocalique ;

- la production de logatomes de structure V_1GIV_2 se réalise en préservant un timbre pour le centre du glide proche de celui de la cible acoustique, au détriment du timbre des phonèmes aux extrémités du logatome (V_1-V_2). La précision articulatoire se réaliserait dès lors de manière sélective, certaines cibles étant préservées au détriment des autres ;
- l'amplitude du mouvement articulatoire est réduite chez les locuteurs atteints de la MP tant lors de la transition de la V_1 au glide que lors de la transition du glide à la V_2 afin de préserver le tempo de parole, suggérant un phénomène d'undershoot ;
- l'amplitude du mouvement articulatoire étant réduite afin de préserver le tempo de parole, la durée de production de logatomes est sensiblement la même chez des locuteurs atteints de la MP que chez des locuteurs témoins ;
- des altérations dans la production de voyelles stables et de logatomes apparaissent chez des locuteurs ne présentant pas ou peu de troubles dysarthriques, confirmant l'identification de phénomènes de nature infraclinique.

7.5 Analyses

7.5.1 Analyses acoustiques

Les échantillons de parole recueillis auprès de chaque participant ont été analysés à l'aide du logiciel PRAAT. Nous détaillons ici les segmentations, extractions et analyses réalisées pour les voyelles produites isolément, les voyelles tenues et pour les logatomes produits.

- Voyelles produites isolément

Les valeurs formantiques F1 et F2 ont été extraites manuellement au moyen du tracking formantique et de l'examen spectrographique fournis par le logiciel PRAAT. Ces valeurs ont été extraites au centre de la production afin de recueillir des valeurs dans un segment présentant une structure formantique relativement stable. Deux niveaux d'annotations ont été réalisés : le 1^{er} concerne le phonème produit, délimité par deux frontières signalant le début et la

fin de la production ; le second concerne le lieu d'extraction des valeurs formantiques (Fig. 35).

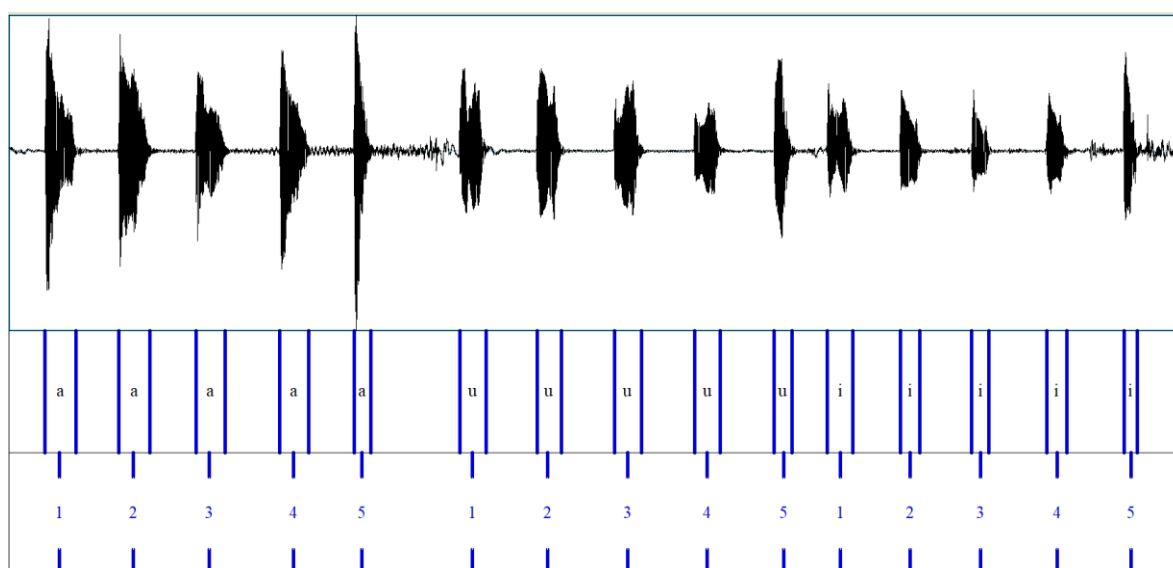


Figure 35 : Annotations réalisées dans PRAAT en vue de l'extraction des valeurs F1/F2.

Afin d'apprécier l'étendue de l'espace vocalique et de suggérer des hypothèses quant à la possible configuration du tractus vocal, nous avons considéré ces mesures comme un objet dans le plan F1/F2. L'extraction de ces valeurs formantiques nous a permis de calculer différentes métriques acoustiques témoignant de l'exploitation du champ vocalique : tVSA, VAI ainsi que l'indice Phi et les deux métriques le composant, le CMinter et le CMintra²². Ces métriques nous semblent complémentaires grâce aux informations qu'elles délivrent (étendue vocalique, centralisation, variabilité intra- et inter-catégorielle). Nous avons dès lors opté pour une diversification des indices afin d'apprécier l'étendue de l'espace vocalique tout en prenant en compte le possible manque de sensibilité évoqué par Neel (2008) ainsi que par Skodda et al. (2011) en ce qui concerne l'exploitation de l'aire du triangle vocalique auprès de locuteurs faiblement atteints sur le plan articuloire. En outre, nous avons constaté dans notre étude 1 que l'importante variabilité entre les locuteurs du groupe atteints de la MP atténuait les différences observées en comparaison au groupe témoin. Nous espérons ainsi maximiser la sensibilité à la centralisation des formants pouvant apparaître dans la MP par l'exploitation d'autres métriques, tel qu'évoqué par Roy et al. (2009). Enfin, la multiplicité de ces métriques pourra nous permettre de mieux cerner les variations dans l'exploitation du système vocalique : diminution de l'espace acoustique, instabilité articuloire suggérée par une variabilité intra-catégorielle importante, diminution des contrastes vo-

²² Nous renvoyons le lecteur aux pages 51-56 du présent document pour la présentation de ces métriques acoustiques.

caliques découlant d'une centralisation des cibles et/ou d'une distance inter-catégorielle moindre (Audibert & Fougeron, 2012).

- Voyelles tenues

L'exploitation des productions de voyelles tenues permet la mesure du TMP dans les deux groupes de locuteurs, en tenant compte du positionnement du tractus vocal, les voyelles périphériques /a, i, u/ étant produites.

- Logatomes de structure V_1GIV_2

Comme ce fut le cas dans l'étude 1, les valeurs formantiques des 1^{er} et 2^{ème} formants ont été extraites à trois endroits de la production : à l'entame du logatome, au centre du glide (déterminé comme étant le point d'extremum des traces formantiques apparaissant) et au terme du logatome. Ces mesures ont ensuite été considérées comme objets du plan F1/F2 et ont permis le calcul de distances euclidiennes illustrant la variation constante du timbre en cours de production : distance « aller » de V_1 au centre du glide et distance « retour » du centre du glide à V_2 ²³.

L'extraction et le calcul de distances euclidiennes nous permettent d'obtenir des informations quant à l'amplitude du mouvement au sein du logatome ainsi que des informations concernant la distance séparant les phonèmes produits inclus dans un logatome de structure V_1GIV_2 et les monophongues correspondantes.

Le calcul des distances euclidiennes « aller » et « retour » permettant de questionner la dynamique du mouvement à partir de trois points cibles, nous avons affiné nos observations en réalisant une étude de la trajectoire de F2 durant la production de glides. Afin de réaliser ces différents calculs, un travail de segmentation dans PRAAT a eu lieu en amont (Fig. 36). Six niveaux d'annotations (tiers) ont été établis : le premier en fonction du logatome produit et le deuxième selon le moment de production (répétitions). Le troisième nous permet d'avoir un regard sur les différents phonèmes constituant le logatome considéré, même s'il convient de noter que les frontières indiquées restent supposées étant donné le phénomène de transition formantique. Le quatrième niveau indique quant à lui le moment et l'endroit où les valeurs formantiques ont été extraites. Enfin, les deux derniers niveaux d'annotation concernent, d'une part, la durée totale de production du logatome et, d'autre part, la durée d'émission du début du logatome (V_1) à la cible du glide.

²³ Nous renvoyons le lecteur aux pages 104-106 du présent document pour le détail des analyses réalisées en étude 1 et 2.

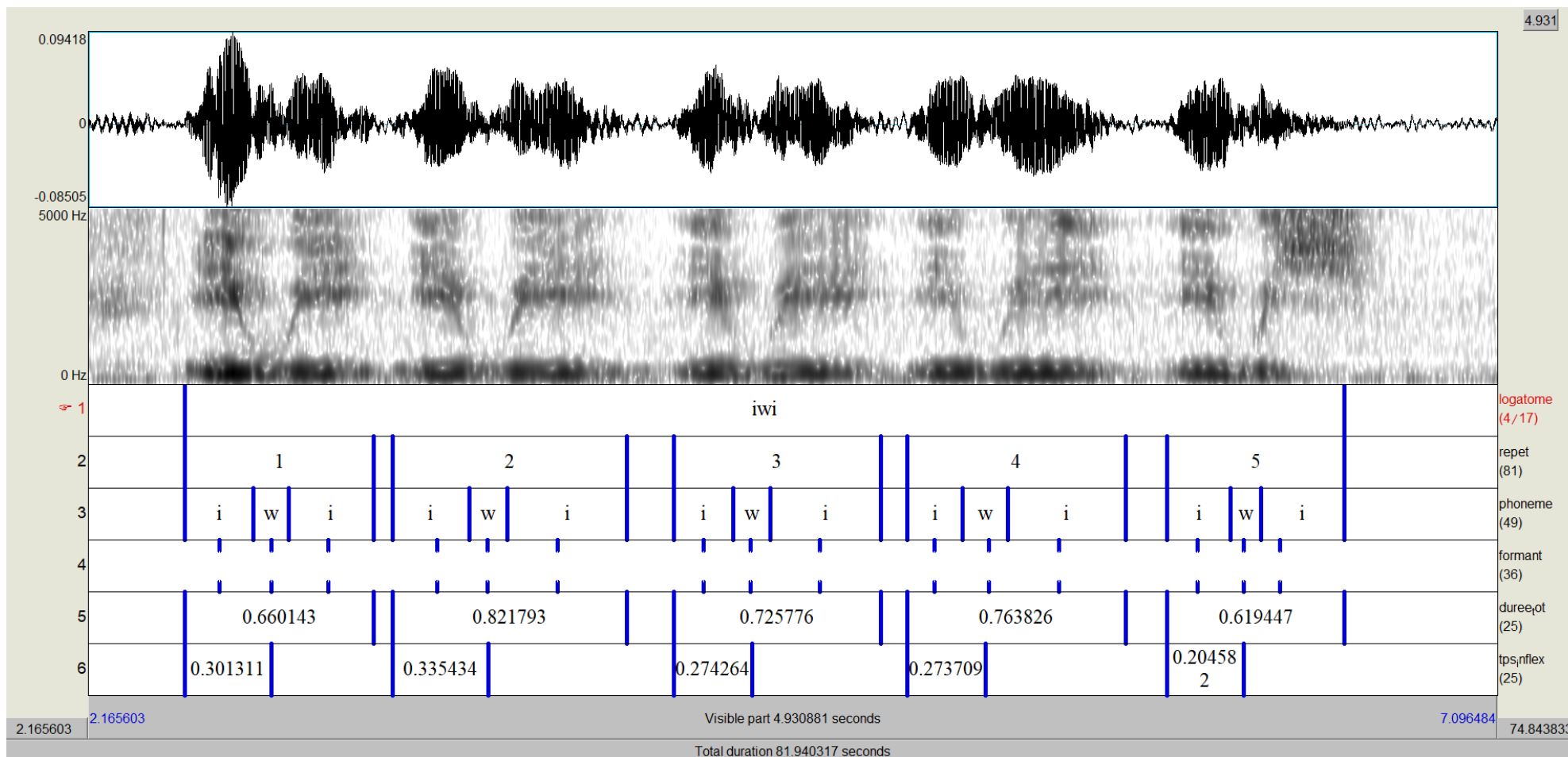


Figure 36 : Annotations dans PRAAT préalables aux différents calculs à l'étude (extrait à partir des productions d'un locuteur atteint de la MP).

Ces deux derniers niveaux d'annotations sont utilisés afin de nous permettre de vérifier l'hypothèse selon laquelle une réduction de l'amplitude des mouvements articulatoires apparaît en vue de préserver le tempo de parole.

7.5.2 Analyses statistiques

Des analyses statistiques ont été réalisées sur l'ensemble des mesures recueillies à partir du logiciel SPSS (IBM SPSS Statistics 25). En fonction des conditions d'application, nous réaliserons des analyses paramétriques (ANOVA) et non-paramétriques (U de Mann-Whitney et Kruskal-Wallis). Nous fournirons également d'éventuelles indications plus précises concernant les effets d'interaction apparaissant entre nos variables à l'étude à partir d'ANOVA à critères croisés.

7.6 Résultats

7.6.1 Espace vocalique

Nous avons tout d'abord questionné l'exploitation du champ vocalique des sujets en condition de production de monophthongues. Un premier examen descriptif suggère une réduction sensible de la dispersion inter-catégorielle chez les sujets atteints de la MP, la dispersion formantique apparaissant comme plus centralisée dans le groupe MP que dans le groupe témoin (Fig. 37)

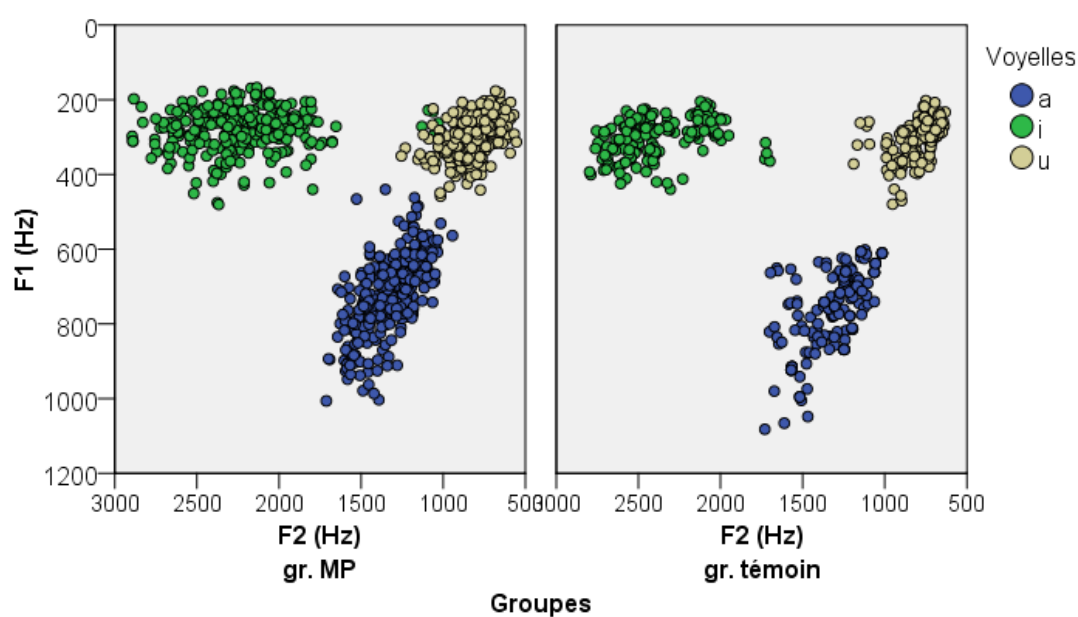


Figure 37 : dispersion des voyelles en isolation dans le plan F1/F2 (Hz) pour le groupe MP (gauche) et témoin (droite).

La production du phonème /a/ semble la plus concernée par cette centralisation, avec des valeurs F1 plus basses pour certains participants, suggérant une moindre ouverture de la mâchoire inférieure.

Le calcul de la surface des triangles vocaliques, sujet par sujet, permet de raffiner cette observation (Fig. 38). Les valeurs de surface apparaissent comme plus importantes dans le groupe témoin ($m = 363679 \text{ Hz}^2$) que dans le groupe MP ($m = 306501 \text{ Hz}^2$), ce qui est confirmé statistiquement ($U = 1400$; $p = 0.027$).

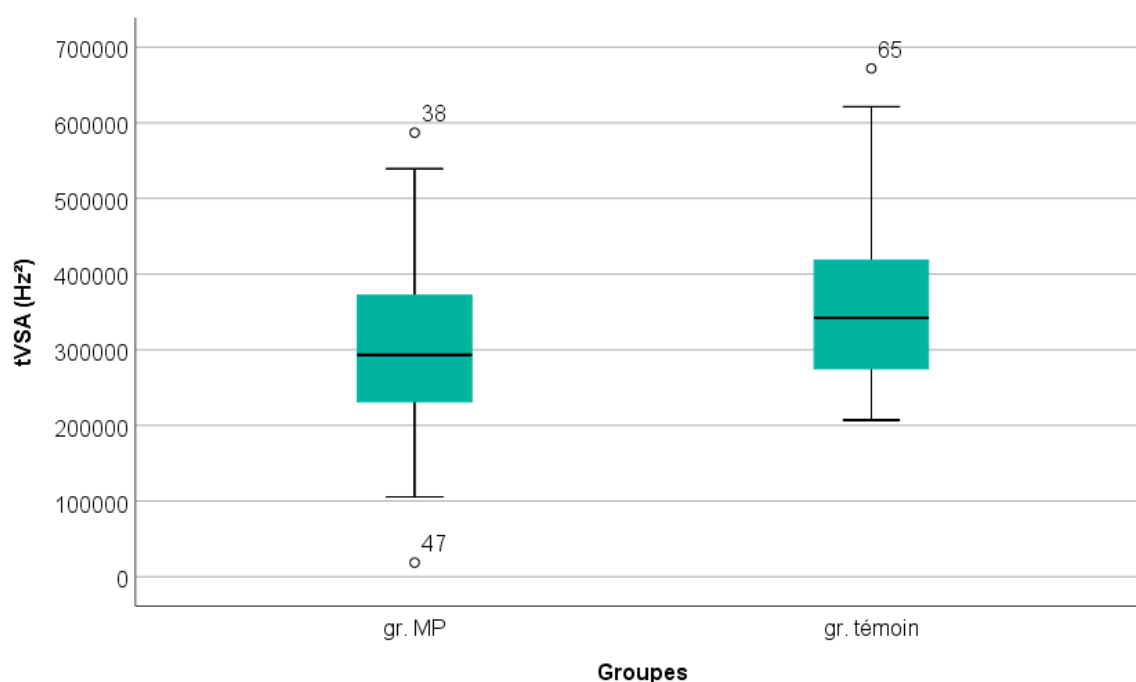


Figure 38 : distribution des aires des triangles vocaliques (en Hz^2) en fonction du groupe d'appartenance.

Ceci traduit donc une réduction de l'exploitation de l'espace vocalique chez les locuteurs atteints de la MP, suggérant une possible réduction de l'espace articuloire.

Cinq répétitions ont été produites par les participants. En les étudiant séparément, nous avons constaté que, contrairement aux autres productions, la première production des phonèmes /a, i, u/ présente des caractéristiques similaires dans les deux groupes. Ainsi, la surface des triangles vocaliques calculée pour les premières productions de chaque sujet ne permet pas de mettre en évidence des différences significatives entre les deux groupes (Fig. 39). Nous remarquons également une variabilité plus marquée dans le groupe MP. Les quatre autres répétitions sont quant à elles significativement différentes entre

les deux groupes (respectivement, $U = 1391$, $p = 0.032$; $U = 1368$, $p = 0.049$; $U = 1458$, $p = 0.008$; $U = 1485$, $p = 0.005$).

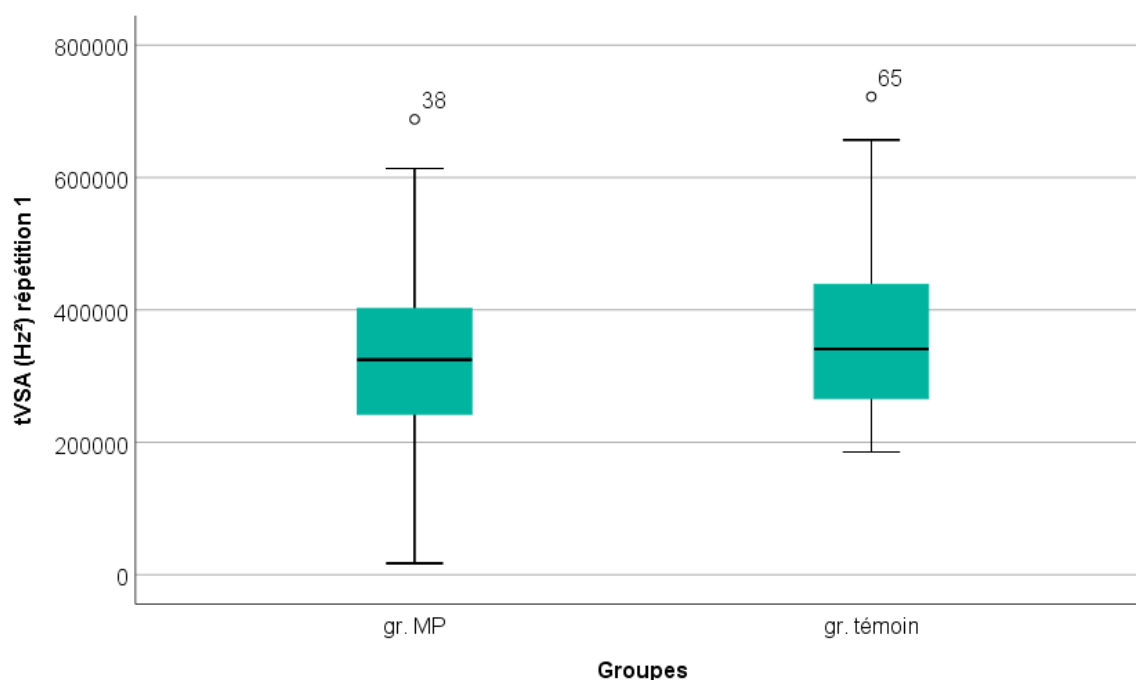


Figure 39 : dispersion des aires des triangles vocaliques (en Hz^2) issues de la 1^{ère} production des phonèmes /a, i, u/.

La première production des locuteurs atteints de la MP se différencie donc moins de celle du groupe témoin. Ce constat est très intéressant, notamment par rapport aux résultats issus de l'étude 1. Pour rappel, la variabilité inter-sujet présente dans cette première étude ne permettait pas de mettre en évidence des différences significatives entre nos deux groupes de participants lors de l'étude des aires des triangles vocaliques. Or, dans cette étude, seule une production par sujet avait été exploitée. Suite à nos nouveaux résultats, nous pouvons donc émettre des hypothèses inattendues : nous pouvons suggérer qu'un effort est réalisé en début de production afin de maintenir une production satisfaisante, le maintien de cet effort se dégradant au fil des productions ou qu'un effet de fatigue apparaît à la suite du maintien des articulateurs dans des positions particulières, entraînant une imprécision plus marquée des productions au cours des répétitions, traduit par une centralisation des cibles vocaliques.

Afin d'apprécier plus finement les variations apparaissant dans l'espace vocalique et de tester les hypothèses énoncées, la métrique de centralisation VAI a été utilisée. Pour rappel, celle-ci permet de mettre en évidence un phénomène de centralisation. Plus la valeur obtenue est petite, plus la centralisa-

tion des voyelles est importante. Les valeurs obtenues, résumées à la figure 40, témoignent d'une centralisation significativement plus marquée chez les locuteurs atteints de la MP ($U = 1519$, $p = 0.001$).

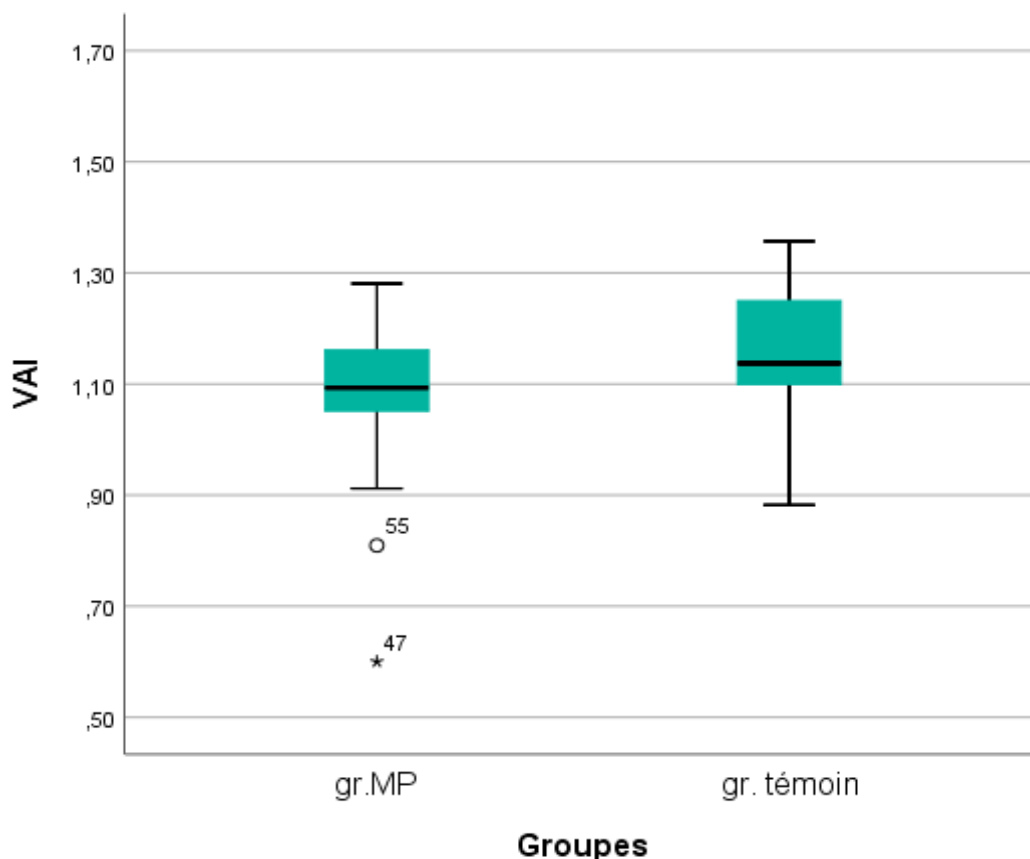


Figure 40 : distribution des valeurs de centralisation (métrique VAI) selon le groupe de sujets.

Ceci suggère donc une possible réduction des contrastes vocaliques suite à une centralisation plus marquée des productions en ce qui concerne les locuteurs atteints de la MP.

Nous pouvons également identifier qu'un de nos participants, le locuteur MP47, présente des indices de centralisation très marqués ($VAI = 0.60$)²⁴. Il s'agit d'une femme, âgée de 69 ans et atteinte de la MP depuis 18 années (diagnostic à 51 ans). Cette locutrice est au stade 5 de la MP selon la classification de Hoehn et Yahr. C'est également la participante la plus sévèrement atteinte

²⁴ Nous avons mené les mêmes analyses statistiques en neutralisant les données de ce locuteur afin de vérifier les différences entre nos deux groupes de participants. Les différences observées entre les locuteurs atteints de la MP et les locuteurs témoins apparaissent comme significatives ($U = 638$, $p = 0.001$).

sur le plan de la dysarthrie hypokinétique si nous nous basons sur les scores obtenus à l’item « parole » de l’UPDRS III. Ceci pourrait suggérer un accroissement de la centralisation au cours de l’évolution de la MP.

Pour donner suite aux constats et aux hypothèses découlant des valeurs des métriques précédentes, nous avons exploité la métrique Phi ainsi que les deux métriques permettant son calcul, le CMintra et le CMinter. Pour rappel, l’indice Phi permet d’étudier le degré d’organisation du système vocalique à partir du rapport entre la dispersion entre les catégories des voyelles par rapport au centre de l’espace vocalique (dispersion inter-catégorielle) et la dispersion au sein d’une même catégorie de voyelle (dispersion intra-catégorielle). Plus la valeur de l’indice est élevée, plus le système vocalique apparaît comme organisé (Huet & Harmegnies, 2000).

Un bref examen descriptif permet de constater les différences marquées entre nos deux groupes de locuteurs. De fait, les locuteurs du groupe MP se caractérisent par un indice Phi significativement plus faible ($m = 150$) que les locuteurs du groupe témoin ($m = 1477$) ($U = 1960$, $p < 0.001$). La figure 41 illustre parfaitement ces différences de moyenne entre les deux groupes.

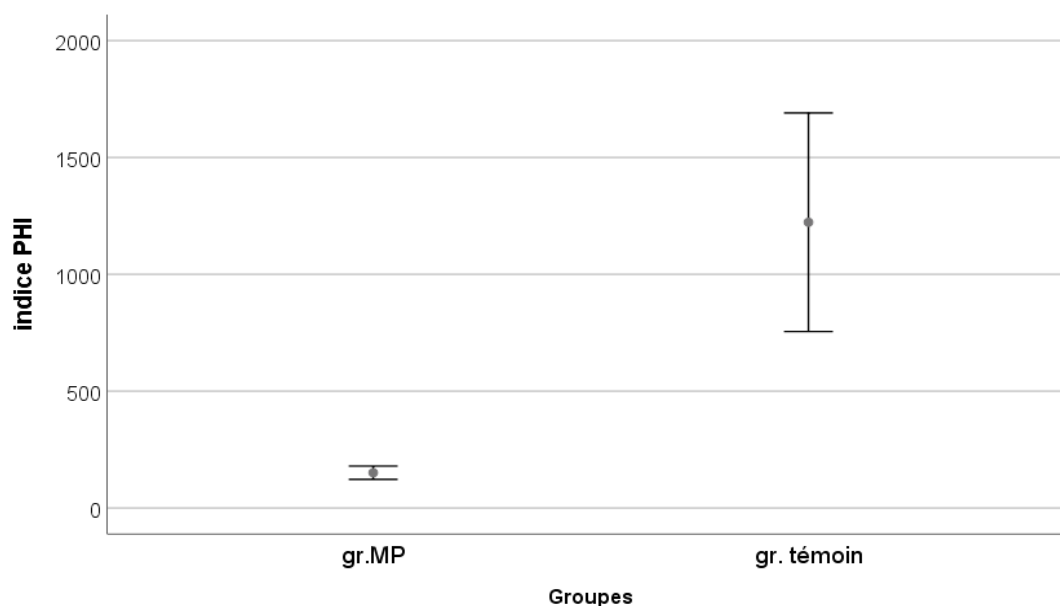


Figure 41 : distribution des valeurs de l’indice Phi en fonction du groupe de sujets.

Ces résultats attestent des différences d'organisation du système vocalique en fonction du groupe de sujets considérés. Ainsi, ces valeurs témoignent d'un degré d'organisation beaucoup plus faible chez les locuteurs atteints de la MP. A titre illustratif, la figure 42 présente la dispersion dans l'espace acoustique des productions d'un participant atteint de la MP – celui se caractérisant par la valeur d'indice Phi la plus basse (Phi = 43) – et d'un participant du groupe témoin – celui se caractérisant par une valeur d'indice Phi la plus haute (Phi = 5689)

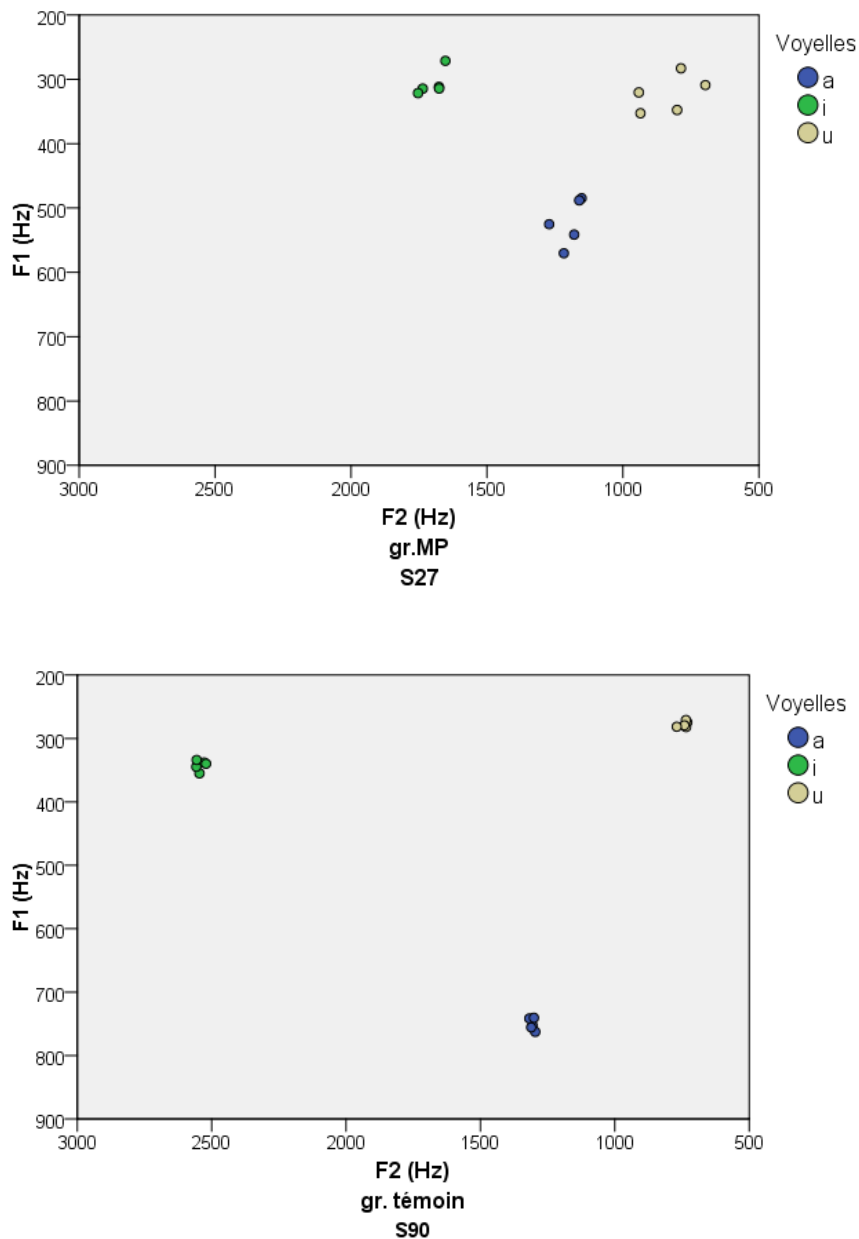


Figure 42 : Exploitation de l'espace acoustique par un locuteur du gr. MP (S27) et par un locuteur du gr. témoin (S90).

Comme nous pouvons le remarquer, une forte centralisation formantique apparaît chez le locuteur atteint de la MP, entraînant une différenciation inter-catégorielle plus faible que chez le locuteur du groupe témoin ($CMinter\ m = 3\ 017\ 007$). Les valeurs inter-catégorielles sont en effet plus importantes au sein du groupe témoin ($CMinter\ m = 3\ 716\ 301$; $U = 1511$, $p = 0.001$), témoignant d'une meilleure exploitation de l'espace vocalique (Fig. 43).

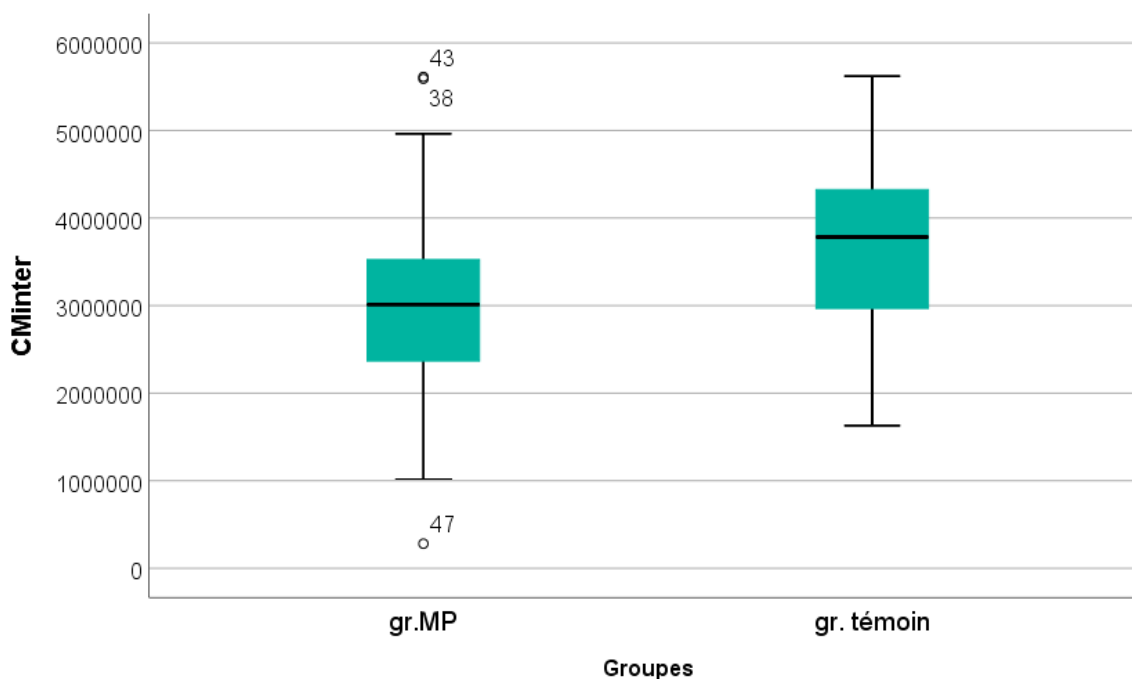


Figure 43 : dispersion inter-catégorielle au sein des deux groupes de participants.

Nous constatons à nouveau que le locuteur MP47 présente une valeur extrême, plus basse que le reste du groupe MP, suggérant une centralisation formantique relativement importante. Pour rappel, il s'agit de la participante évoquée précédemment comme présentant un phénomène de centralisation très marqué au regard des valeurs obtenues à la métrique VAI.

De même, la dispersion intra-catégorielle est beaucoup plus importante chez les locuteurs atteints de la MP ($U = 278$, $p < 0.001$) que chez les locuteurs du groupe témoin (respectivement, $CMintra\ m = 31125$ et $CMintra\ m = 8751$). Cela laisse apparaître une difficulté à produire de manière identique une même monophongue, ce qui peut suggérer une instabilité articulatoire (Fig. 44).

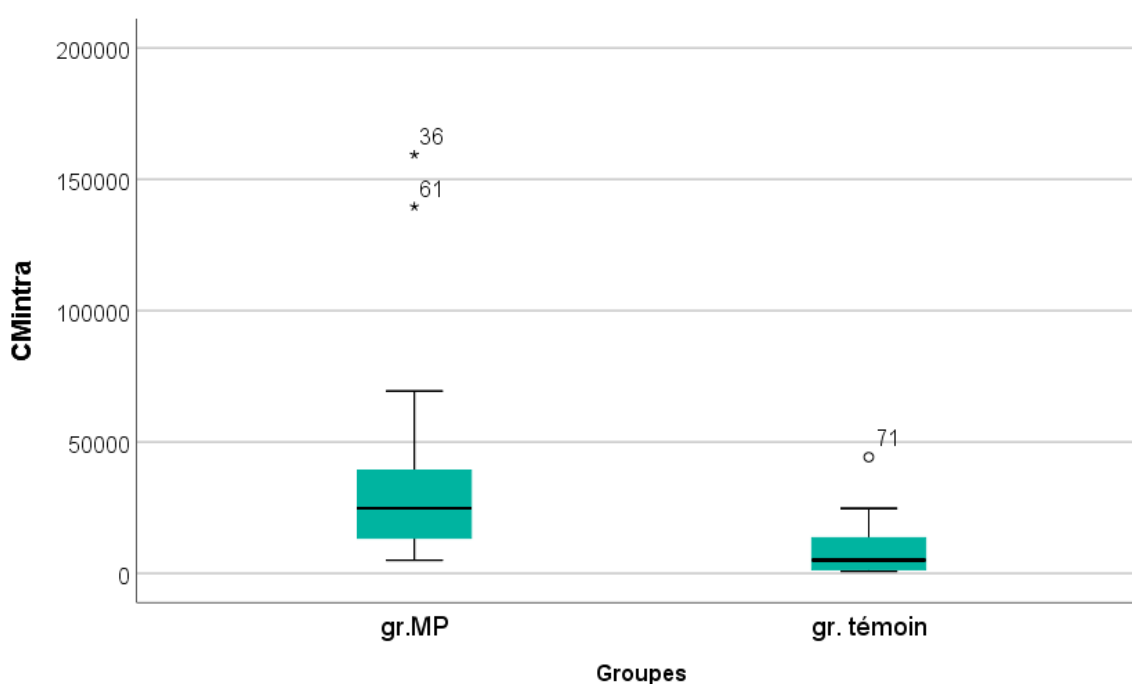


Figure 44 : dispersion intra-catégorielle au sein des deux groupes de participants.

Comme l'illustre la figure 44, deux locuteurs du groupe MP présentent une valeur de CMintra particulièrement importante, suggérant une difficulté accrue de maintien du timbre lors de la production d'une même monophthongue. Il s'agit des participants MP36 et MP61. Le locuteur MP36 est un homme de 77 ans, dont le diagnostic de la MP a été posé il y a 6 années (âge au moment du diagnostic = 71 ans) et dont l'évaluation de la maladie le situe au stade 3 à l'échelle de Hoehn et Yahr, qui peut être considéré comme un stade modéré de la maladie. La locutrice 61 est quant à elle une femme qui a également 77 ans, diagnostiquée pour la MP à l'âge de 75 ans (diagnostic remontant à deux années) et dont l'évaluation de la MP la situe elle aussi au stade 3 de la maladie.

Par ailleurs, nous confirmons à nouveau les différences significatives entre nos deux groupes de locuteurs, avec une valeur intra-catégorielle plus importante chez les locuteurs atteints de la MP, même lorsque nous ne tenons pas compte des valeurs extrêmes de ces deux participants ($U = 278$, $p < .001$), comme en témoigne la figure 45 permettant d'observer les moyennes et écart-types de nos deux groupes.

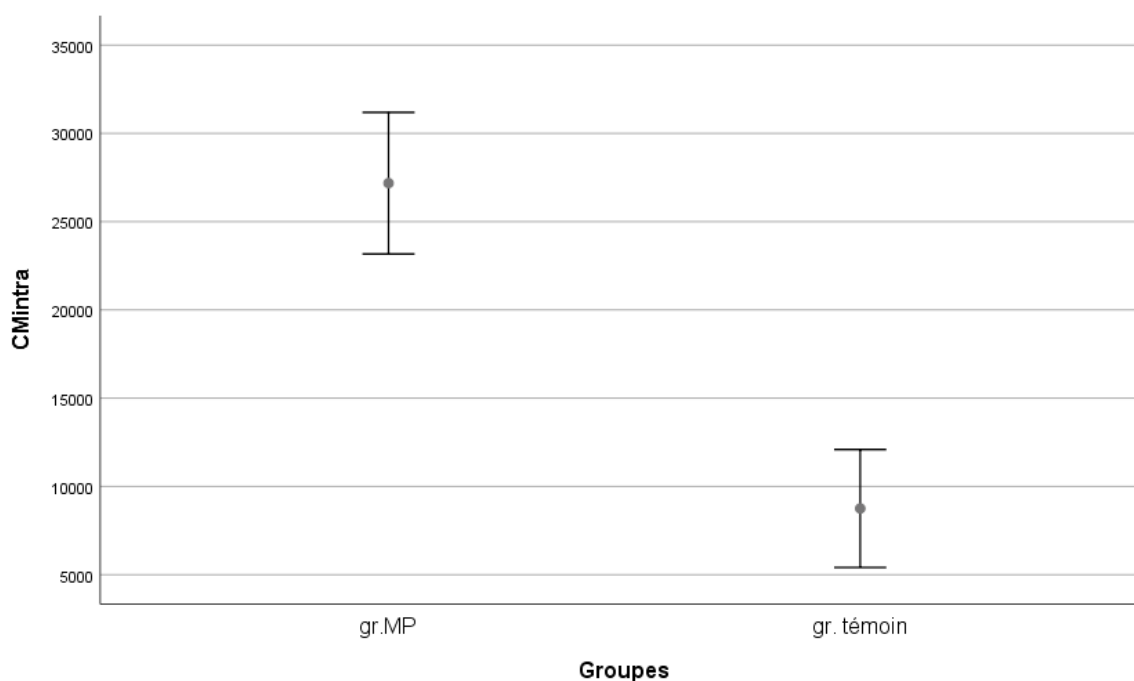


Figure 45 : valeurs moyennes et écart-types de la dispersion intra-catégorielle en fonction du groupe de locuteurs, exception faite des locuteurs MP36 et MP61.

7.6.2 Analyses des valeurs des métriques acoustiques en fonction de facteurs individuels des participants atteints de la MP

Pour donner suite à des constats préliminaires découlant de l'étude 1, nous nous sommes interrogée sur le lien possible entre les mesures acoustiques réalisées et certaines caractéristiques personnelles de nos participants atteints de la MP. De fait, nous disposons de plusieurs indicateurs personnels concernant nos locuteurs du groupe MP : âge actuel et lors du diagnostic de la maladie, durée de la MP, stade d'évolution de la maladie ou encore degré de sévérité de la dysarthrie.

Nous nous sommes en premier lieu interrogée sur l'âge au moment du diagnostic. Pour ce faire, nous avons regroupé les locuteurs atteints de la MP en trois catégories : ceux dont la MP a été diagnostiquée avant 55 ans (groupe au diagnostic « précoce » - moyenne d'âge au moment du diagnostic = 48 ans ; moyenne d'âge actuelle = 58 ans), ceux chez qui elle a été diagnostiquée entre 55 et 70 ans (moyenne d'âge au moment du diagnostic = 64 ans ; moyenne d'âge actuelle = 71 ans) et ceux chez qui elle a été diagnostiquée après 70 ans (groupe au diagnostic « tardif », moyenne d'âge au moment du diagnostic = 74 ans ; moyenne d'âge actuelle = 79 ans). Ces trois catégories nous paraissent intéressante en ce sens qu'elles placent les participants à des périodes de vie pouvant être tout à fait différentes.

Comme en témoigne la figure 46, des différences apparaissent entre ces trois catégories de sujets lors du calcul de l'indice Phi ($H(2) = 6.411$, $p = 0.041$).

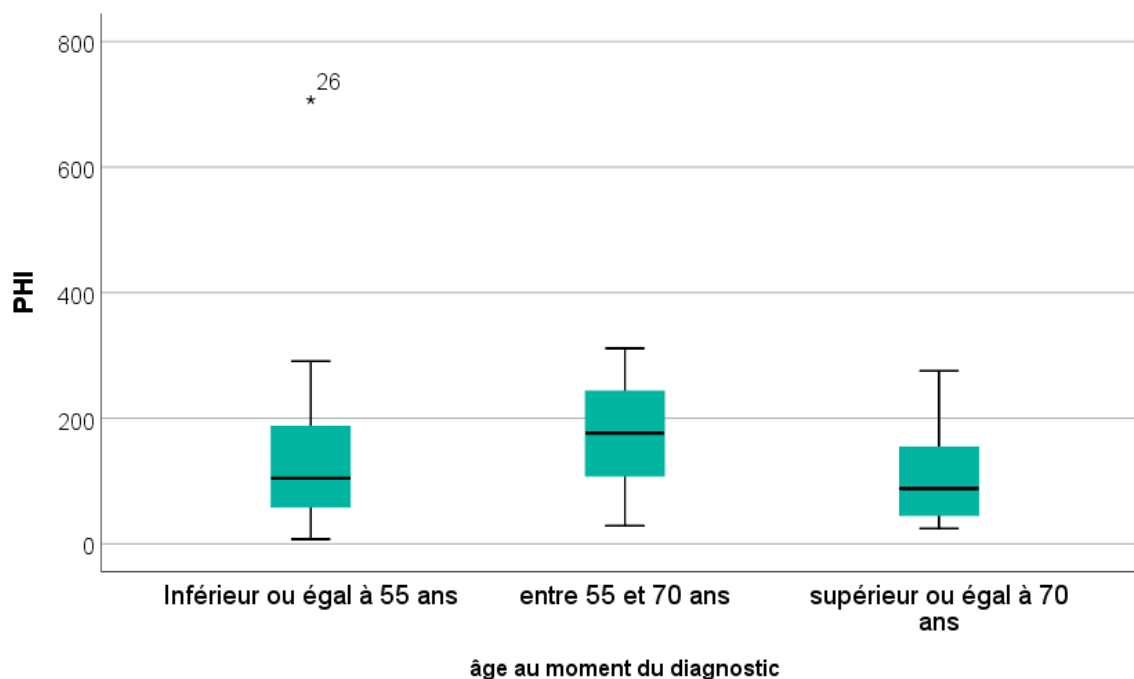


Figure 46 : distribution des valeurs de l'indice Phi en fonction de l'âge de diagnostic.

Même si les valeurs moyennes de la métrique calculée restent proches, nous pouvons constater que c'est tant dans la catégorie que nous avons assimilée à un diagnostic précoce que celle assimilée à un diagnostic tardif que la valeur de l'indice Phi apparaît comme la plus basse, ce qui signifie que ce sont dans ces deux catégories que le système vocalique est le moins bien organisé. Cette valeur est d'autant plus basse dans la catégorie d'un diagnostic plus tardif ($m = 112$). Nous pouvons dès lors nous interroger sur l'effet de l'âge auquel la MP est diagnostiquée en suggérant qu'un diagnostic précoce ou tardif exerce un rôle particulier.

Des différences d'organisation du système vocalique apparaissant, nous avons cherché à savoir si les différences étaient plus marquées dans les distances intra- ou inter-catégorielles (Fig. 47).

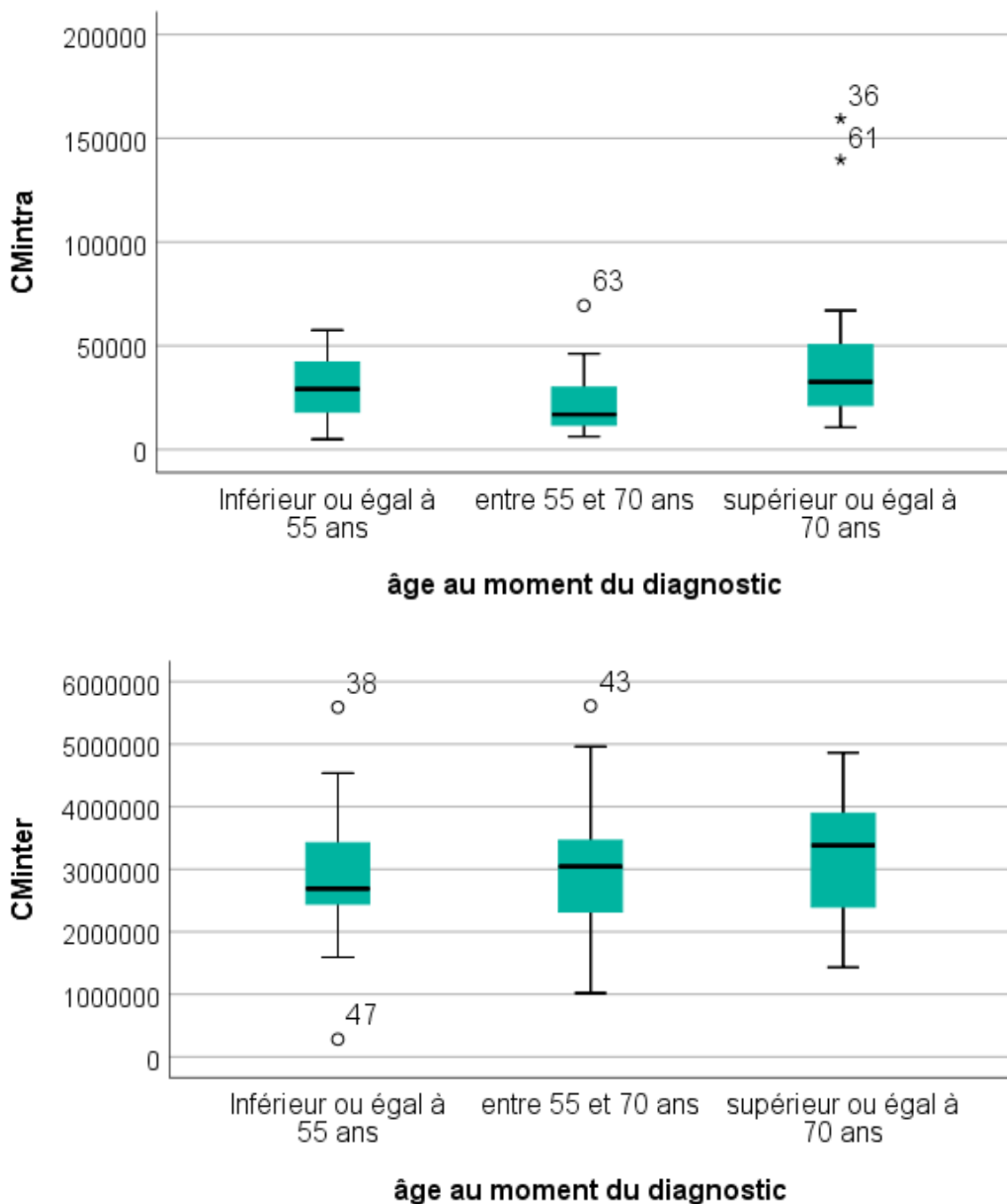


Figure 47 : distribution des valeurs du CM intra-catégoriel (image du haut) et inter-catégoriel (image du bas) en fonction de l'âge au moment du diagnostic

Des différences significatives entre ces trois catégories apparaissent uniquement lors des comparaisons intra-catégorielles, où l'organisation est meilleure pour les locuteurs du groupe où le diagnostic a été posé entre 55 et 70 ans. Les locuteurs des deux autres groupes présentent donc une certaine instabilité lors de la production d'un même phonème. Deux locuteurs du groupe au diagnostic plus tardif présentent par ailleurs une distance intra-catégorielle très

importante par rapport aux autres participants. Il s'agit des deux locuteurs présentés précédemment, le locuteur MP36 et la locutrice MP61, tous deux âgés de 77 ans et évalués comme étant au stade 3 de la MP.

Concernant les autres métriques calculées (tVSA, VAI), aucune ne met en évidence des différences significatives entre nos trois groupes de participants atteints de la MP.

Constatant que les participants évoqués précédemment étaient à des stades modérés (MP36 et MP61) ou avancés (MP47) de la maladie, nous nous sommes naturellement interrogée sur le lien entre l'exploitation de l'espace vocalique et l'évolution de la maladie, en émettant l'hypothèse que le caractère évolutif de la MP pouvait entraîner une progression des difficultés motrices lors de la production de la parole. Nos participants présentant un panel complet des stades de la MP, nous avons opéré des regroupements en trois catégories : les stades légers (stades 0 à 2, $N = 27$), les stades modérés (stades 2.5 à 3, $N = 25$) et les stades avancés (stades 4 à 5, $N = 10$). Contrairement à ce que nous venons d'énoncer, nos analyses ne démontrent aucune différence significative en ce qui concerne les différentes métriques à l'étude (tVSA, VAI, Phi, CMintra et CMinter). Il apparaît donc que l'exploitation de l'espace vocalique ne semble pas influencée par les stades de la MP, ce qui suggère que l'aggravation des symptômes moteurs caractéristiques de la MP n'influence pas directement la production motrice de la parole. Aucune différence n'apparaît non plus lorsque nous prenons en considération des facteurs tels que l'âge au moment du testing ou la durée de la MP.

Enfin, nous nous sommes questionnée sur le lien entre nos mesures acoustiques et le degré de sévérité de la dysarthrie²⁵. La sévérité estimée de la dysarthrie hypokinétique, évaluée à partir de l'UPDRSS III (partie motrice - item parole), permet de classer nos participants en quatre groupes : sujets non considérés comme dysarthriques, sujets présentant une dysarthrie légère, sujets présentant une dysarthrie modérée, sujets présentant une dysarthrie sévère. Cette catégorisation nous permet d'identifier des différences significatives entre les aires des triangles vocaliques ($H(3) = 12.527$, $p = 0.006$), l'aire des triangles vocaliques étant la plus faible au sein du groupe de participants présentant une dysarthrie sévère. La figure 48 illustre ces différences.

²⁵ Nous reviendrons, dans notre discussion générale, sur une réflexion quant à la manière d'évaluer la sévérité de la dysarthrie.

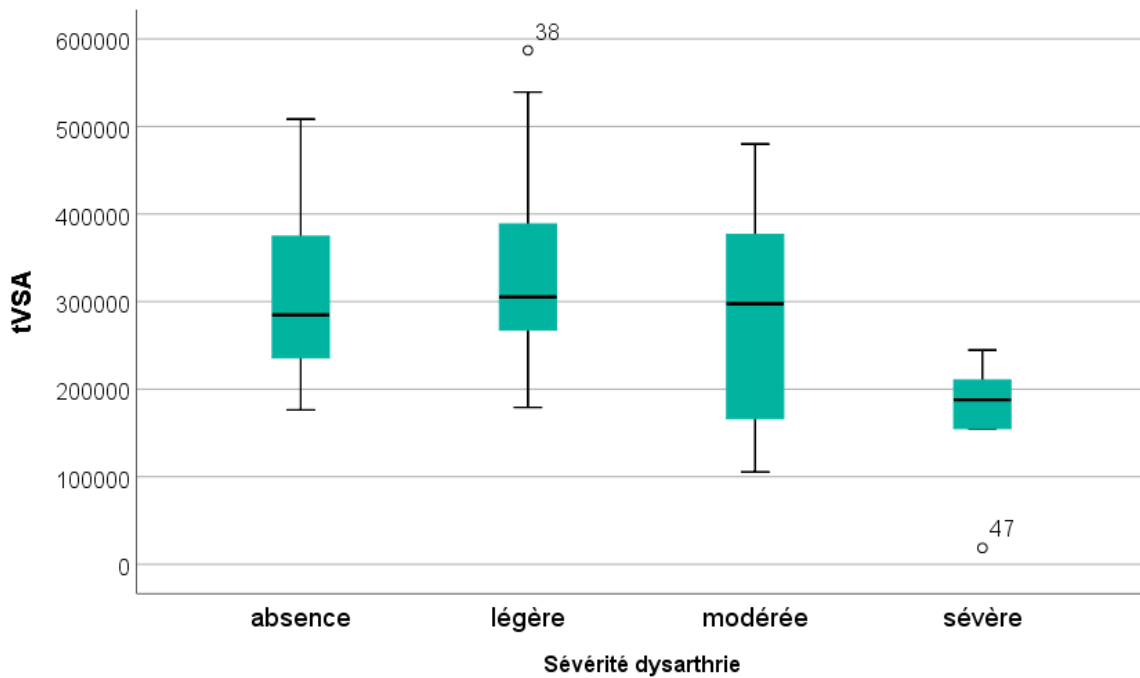


Figure 48 : distribution des aires des triangles vocaliques selon la sévérité de la dysarthrie.

En effet, nous constatons une réduction de l'aire du tVSA dans le dernier groupe de locuteurs atteints d'une dysarthrie sévère ($m = 186163 \text{ Hz}^2$). Le participant MP47, déjà présenté supra, présente une aire de tVSA particulièrement réduite, qui s'explique par des productions très altérées, comme le démontre la figure 49.

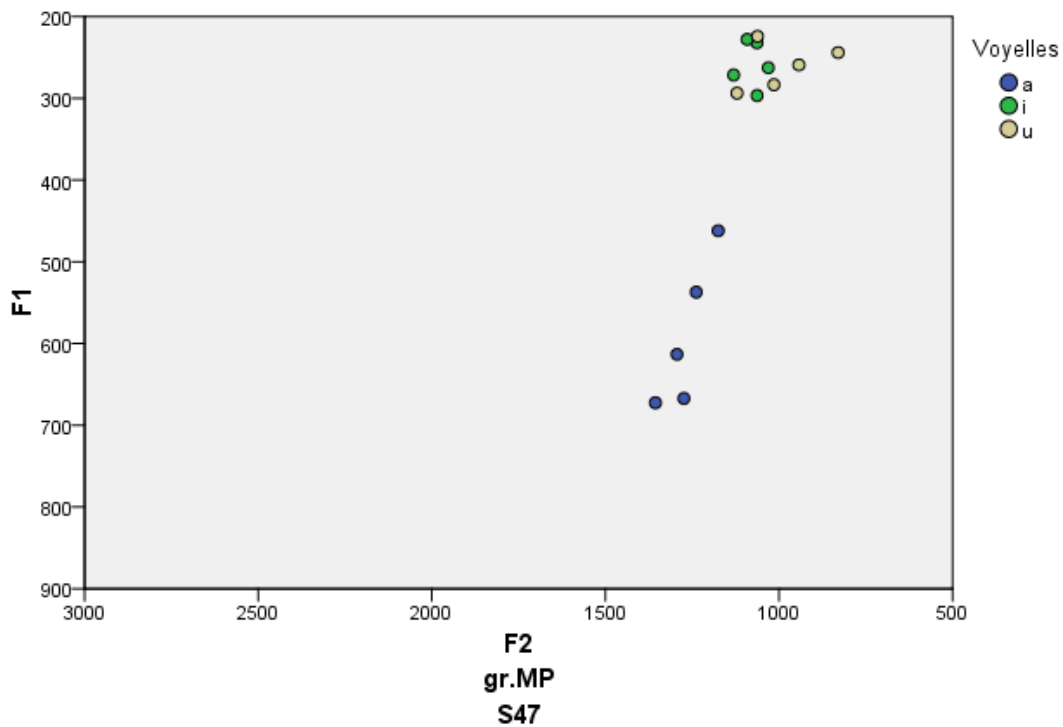


Figure 49 : dispersion des voyelles en isolation /a, i, u/ produites par le locuteur MP47.

Le participant MP47 présente une forte centralisation formantique, déjà relevée à partir du calcul des métriques VAI et CMinter. En observant ses productions de parole, nous constatons une absence de contraste entre les phonèmes /i/ et /u/, constat très distinct perceptivement. Cette indifférenciation entre les deux phonèmes suggère une possible instabilité au niveau du lieu d'articulation. Les productions du phonème /a/ sont elles aussi éloignées les unes des autres en ce qui concerne le 1^{er} formant, suggérant une instabilité concernant l'aperture, avec une possible fermeture des mâchoires au cours des répétitions.

Le degré de sévérité de la dysarthrie nous permet également d'identifier des différences significatives en ce qui concerne le calcul de la métrique de centralisation VAI ($H(3) = 14.636$, $p = 0.002$). Nos analyses mettent en évidence une valeur moyenne de VAI plus faible à mesure que la dysarthrie s'aggrave (Fig. 50).

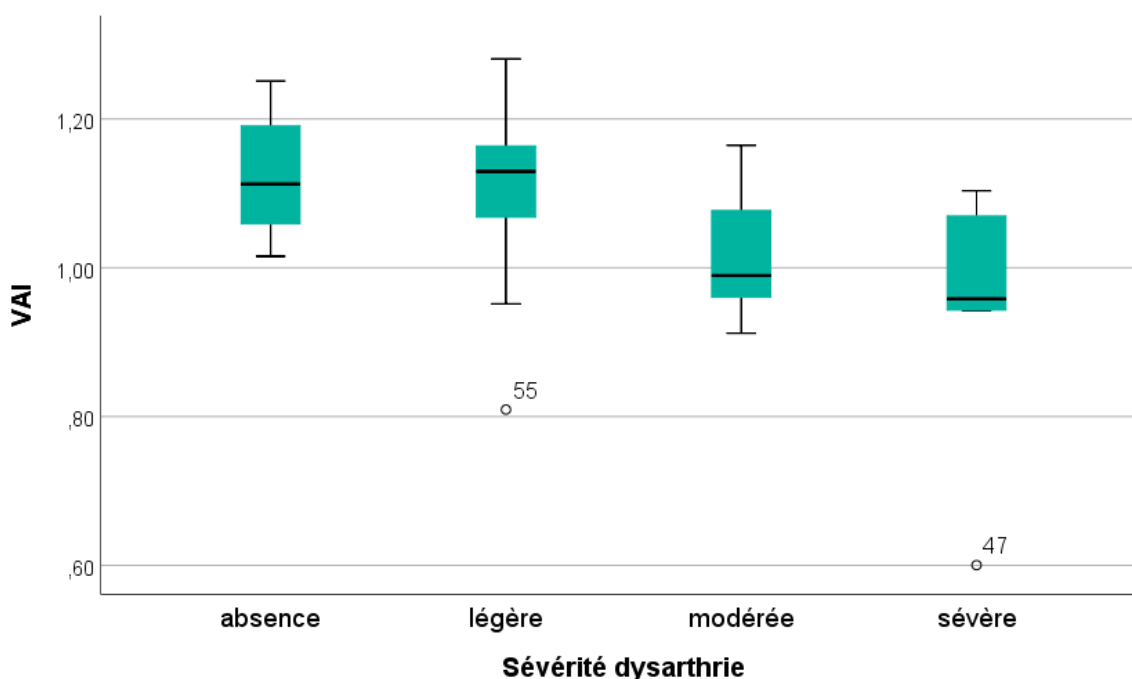


Figure 50 : distribution des valeurs moyennes de la métrique VAI en fonction du degré de sévérité de la dysarthrie.

Au vu des résultats à cette métrique de centralisation, nous pouvons suggérer un accroissement du phénomène de centralisation formantique au cours de l'évolution de la dysarthrie hypokinétique, ce qui souligne une moindre exploitation de l'espace vocalique pour les participants présentant des troubles à des degrés de sévérité plus importants. Nous notons toutefois que le participant MP47 se différencie particulièrement des autres locuteurs, même de ceux présentant une dysarthrie sévère. Toutefois, les différences restent significatives entre les différents groupes de participants pour la métrique VAI, même en ne tenant pas compte des valeurs extrêmes du participant MP47 ($H(3) = 12.342$, $p = 0.006$)

Les résultats à cette métrique de centralisation sont en cohérence avec ceux obtenus lors du calcul de l'indice Phi, une différence significative apparaissant uniquement lors du calcul du CM inter-catégoriel ($H(3) = 13.609$, $p = 0.003$). Ces différences mettent en évidence un amoindrissement de la distance inter-catégorielle relatif à l'aggravation de la dysarthrie, comme en témoigne la figure 51.

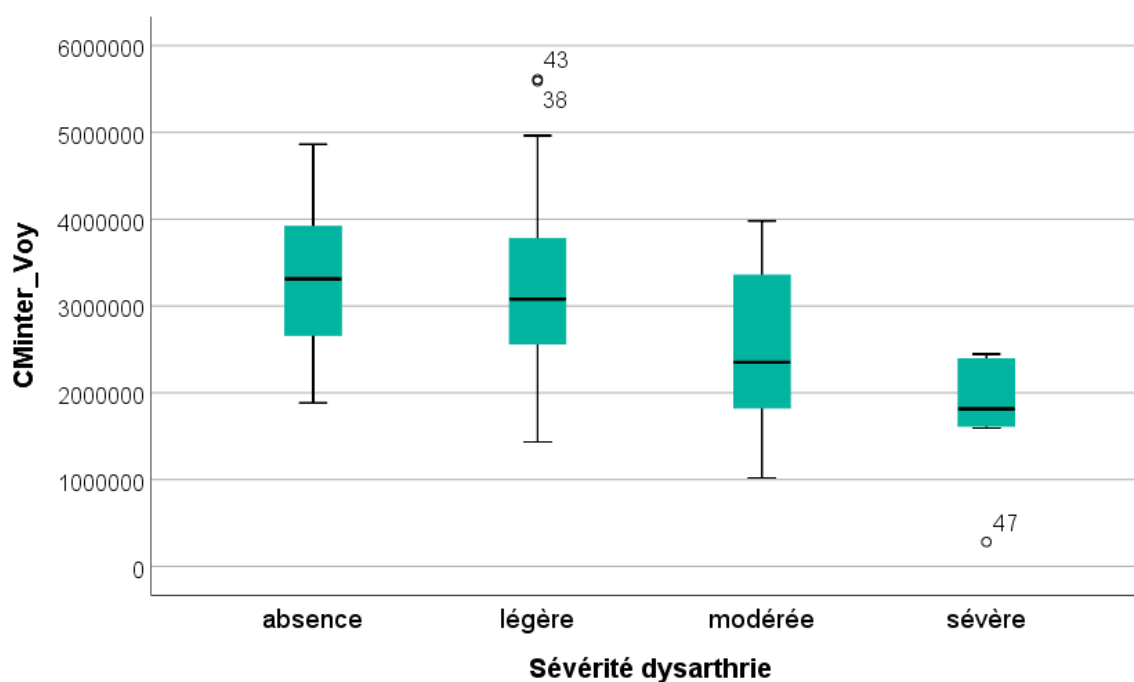


Figure 51 : distribution des valeurs moyennes de la métrique CMinter en fonction du degré de sévérité de la dysarthrie.

Nous avons également recherché un lien entre les mesures acoustiques et d'autres informations à notre disposition (durée de la maladie, complications tardives de la dopathérapie, SCP). Les analyses réalisées n'ont toutefois pas mis au jour des différences entre nos participants en fonction de ces facteurs personnels.

7.6.3 Identification de phénomènes infracliniques

Lors de notre première étude, nous avons mis au jour des phénomènes de nature infraclinique, les constats se faisant à partir de productions de parole recueillies auprès de locuteurs ne présentant que peu ou pas d'atteinte articulaire. Ce faisant, nous avons souhaité interroger le caractère potentiellement informatif des productions recueillies dans cette deuxième étude auprès de nos participants ne présentant pas de troubles dysarthriques. Pour ce faire, nous avons comparé leurs productions de voyelles en situation isolée et stable avec celles de notre groupe témoin (Fig. 52).

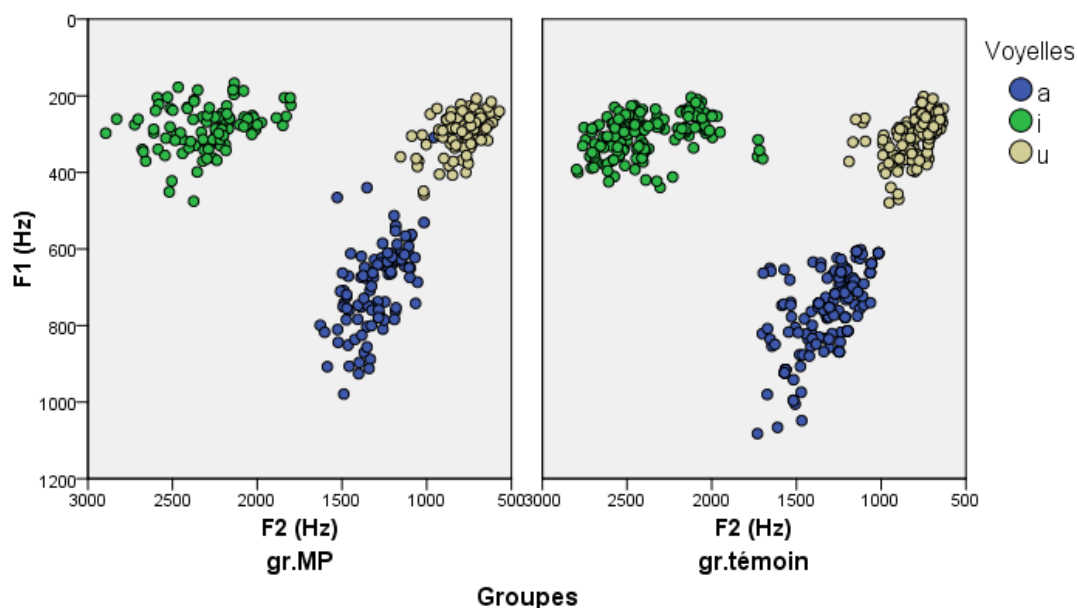


Figure 52 : dispersion des voyelles en isolation /a, i, u/ produites par les locuteurs du groupe MP (absence de dysarthrie) et les locuteurs du groupe témoin.

Un bref examen descriptif permet à nouveau de constater une centralisation plus marquée chez les locuteurs atteints de la MP, en particulier lors de la production du phonème /a/. Notre hypothèse d'une moins grande ouverture de la mâchoire inférieure semble donc également acceptable auprès de locuteurs non atteints sur le plan arthrique.

Le calcul des différentes métriques à l'étude nous permet d'identifier des différences significatives dans le degré d'organisation du système vocalique - indice Phi ($U = 639$, $p < 0.001$) (Fig. 53), en particulier en ce qui concerne la dispersion intra-catégorielle ($U = 86$, $p < 0.001$) (Fig. 54).

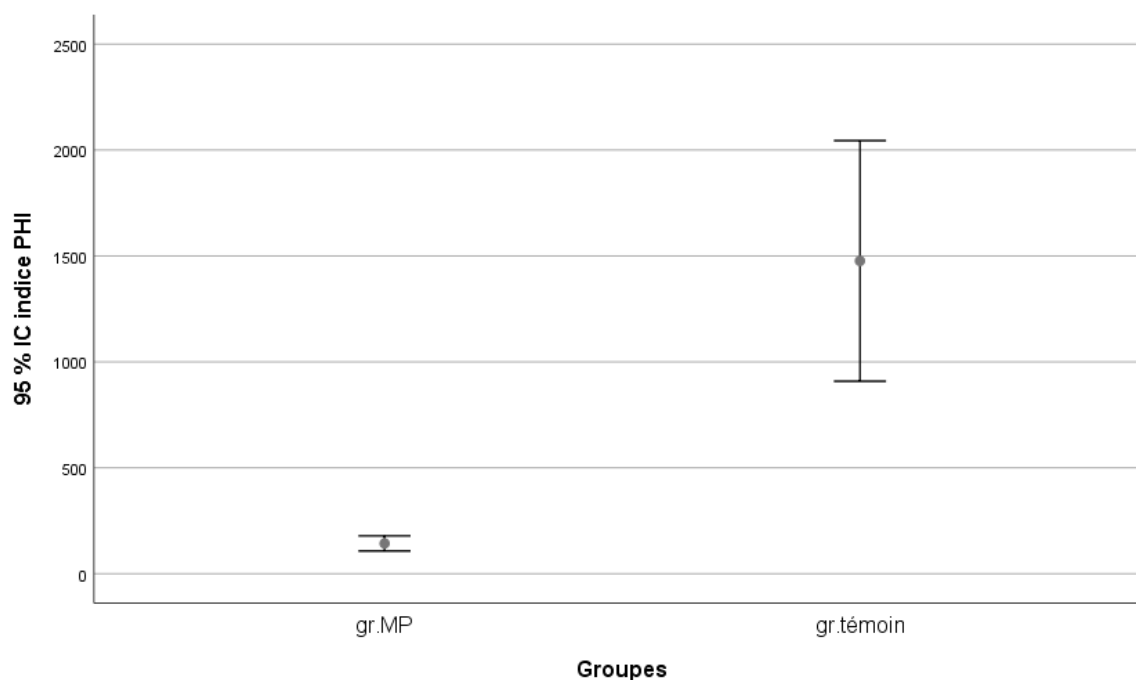


Figure 53 : distribution des valeurs de l'indice Phi en fonction des groupes MP (participants non dysarthriques) et témoin.

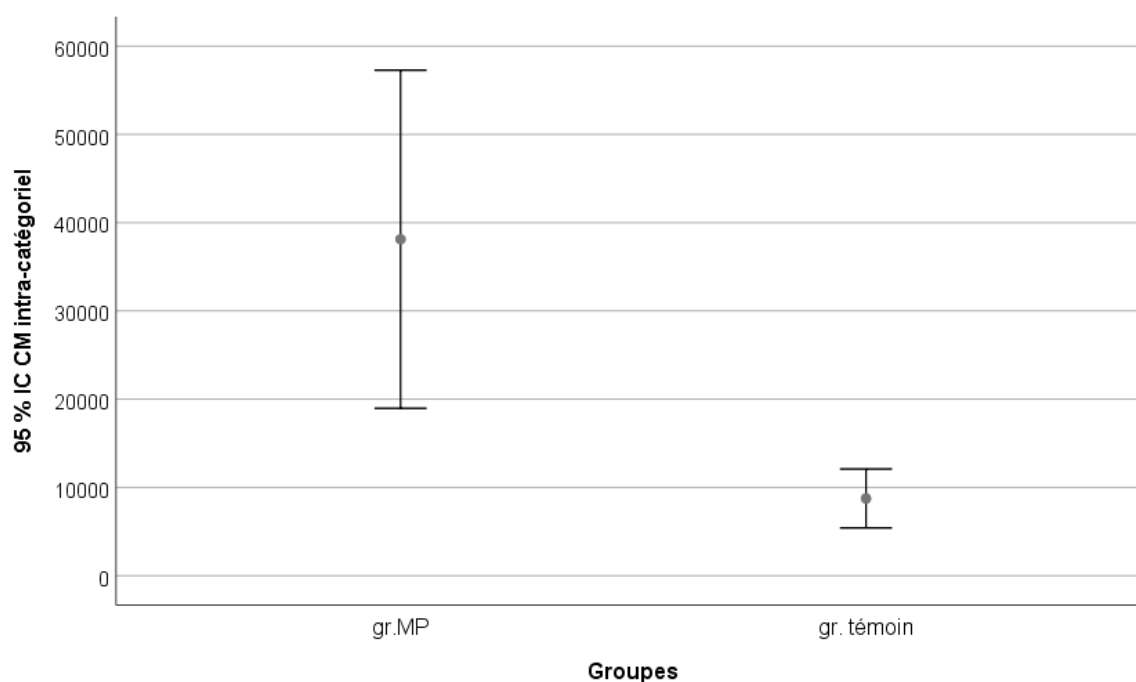


Figure 54 : dispersion intra-catégorielle en fonction des groupes MP (participants non dysarthriques) et témoin.

Nous pouvons ainsi remarquer que le système vocalique apparaît comme moins bien organisé chez les locuteurs atteints de la MP, la distance intra-catégorielle étant plus importante dans ce groupe. Nous constatons également

que cette distance intra-catégorielle est plus variable chez les participants atteints de la MP ne présentant pas de dysarthrie.

Les autres métriques ne mettent pas en évidence de différences significatives entre nos deux groupes de locuteurs, ce qui nous amène à considérer l'indice Phi comme potentiellement sensible auprès de locuteurs qui ne sont pas considérés comme atteints sur le plan articulatoire.

7.6.4 Amplitude du mouvement considéré dans le plan F1/F2

Dans cette étude, nous avons examiné la dynamique acoustique à partir de la production de logatomes incluant des glides. Pour ce faire, nous avons procédé de deux manières : la première correspond à ce que nous avons réalisé en étude 1 (voir Chapitre 6, point 6.8.3), c'est-à-dire en analysant les distances euclidiennes entre le début du logatome (départ V_1) et le centre du glide (point d'extremum) d'une part, entre ce centre et la fin du logatome (arrivée V_2) d'autre part. Cela nous a permis la comparaison de distances « aller » et « retour ». La deuxième technique utilisée concerne l'étude des pentes de F2.

7.6.4.1 Distances euclidiennes

Afin d'étudier l'amplitude du mouvement dans les logatomes de structure V_1GIV_2 , nous avons examiné les distances « aller » et « retour » en fonction du groupe de participant (MP – témoin), en fonction des voyelles initiale et finale de chaque logatome (voyelles identiques – voyelles différentes) ainsi qu'en fonction des logatomes composés des mêmes cibles acoustiques en distance « aller » (à titre illustratif, /aja/ - /aju/ ou /awa/ - /awi/) et « retour » (à titre illustratif, /aju/ - /uju/ ou /aja/ - /uja/).

Nos analyses mettent en évidence des différences significatives entre nos deux groupes de participants lors du passage de la première voyelle du logatome à la cible du glide ($U = 86.288$, $p < 0.001$) ainsi que lors de la transition de la cible du glide à la cible de la seconde voyelle ($U = 86.214$, $p < 0.001$), témoignant de mouvements articulatoires de plus faible amplitude chez les locuteurs du groupe MP.

Suite à notre première étude, les logatomes produits ont été choisis afin de répondre à plusieurs critères (voir description du protocole dans ce même chapitre). La liste finale nous permet d'obtenir un équilibre entre les logatomes se composant de voyelles initiales et finales similaires (/iwi/, /awa/, /aja/, /uju/) et ceux se composant d'une voyelle initiale différente de la voyelle finale (/iwa/, /awi/, /aju/, /uja/).

La figure 55 illustre les différences entre nos deux groupes en fonction de la similitude ou de la différence entre V_1 et V_2 .

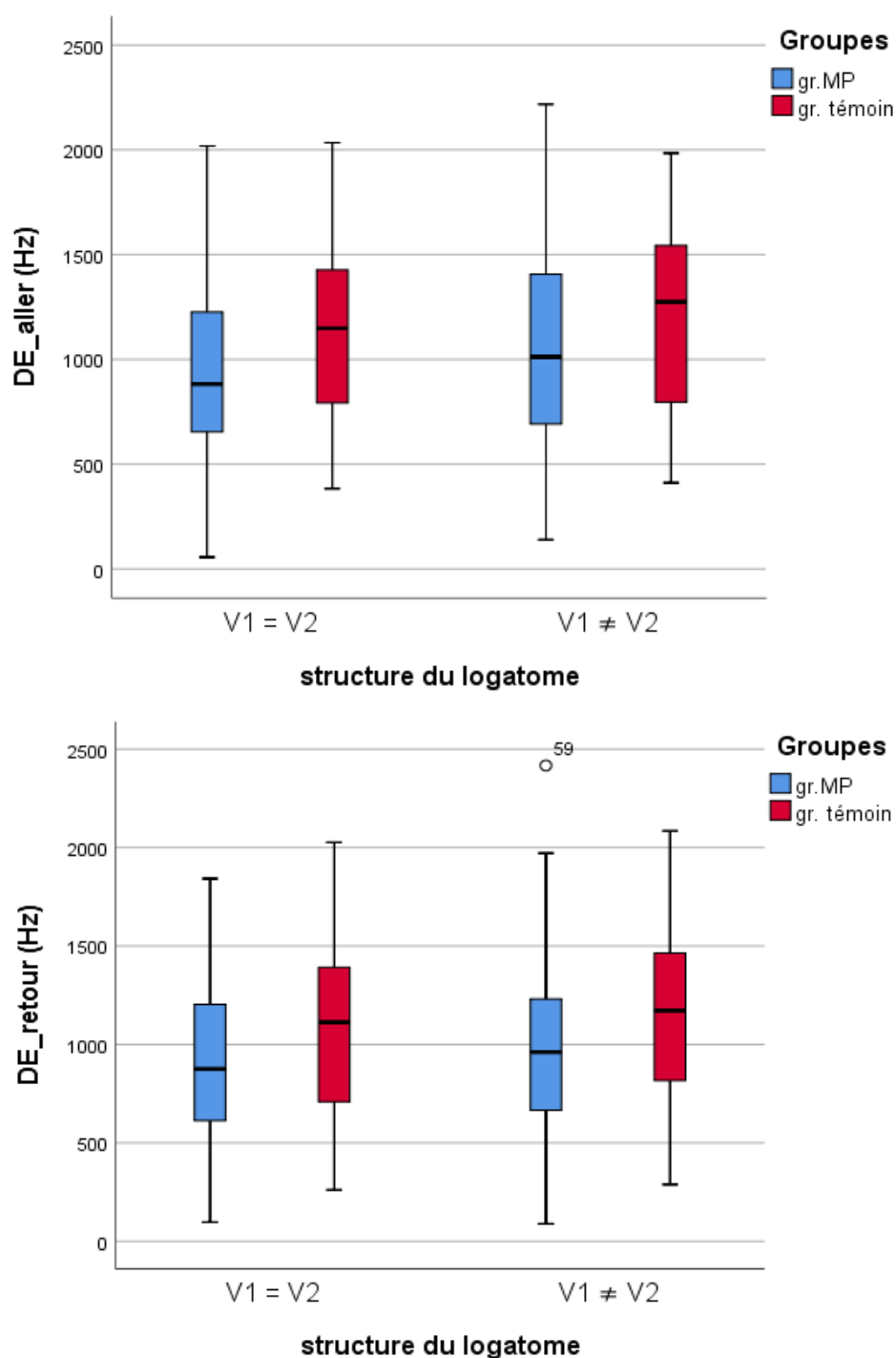


Figure 55 : distance « aller » (image du haut) et « retour » (image du bas) pour les deux groupes en fonction de la structure du logatome ($V_1 = V_2$ ou $V_1 \neq V_2$)

Nous remarquons, tant dans le groupe MP que dans le groupe témoin, une variabilité assez marquée. Toutefois, des différences apparaissent entre les deux groupes de locuteurs, les distances parcourues par les locuteurs du groupe MP étant plus faibles que celles du groupe témoin, tant en distance « aller » ($U = 21.3252$, $p = 0.001$) que « retour » ($U = 21.574$, $p < 0.001$).

Des différences significatives en fonction des voyelles initiales et finales ($V1 = V2$ ou $V1 \neq V2$) apparaissent également en distance « aller » ($U = 35.742$, $p = 0.023$) comme en distance « retour » ($U = 35.323$, $p = 0.029$), et ce uniquement pour le groupe de locuteurs atteints de la MP. En effet, aucune différence significative en fonction de la similitude ou de la différence entre $V1$ et $V2$ n'apparaît en ce qui concerne l'amplitude des transitions formantiques chez les locuteurs du groupe témoin.

Au vu de ces différences, l'examen logatome par logatome des distances parcourues, entre le point de départ de la production et le point d'extrémum d'une part (distance « aller ») (Fig. 56), puis, d'autre part, entre ce même point d'extrémum et le point d'arrivée de la production (distance « retour ») (Fig. 57) nous apparaît comme pertinent afin d'observer les possibles différences en fonction des cibles à atteindre. Afin de faciliter la lecture des graphiques, nous présentons d'abord les logatomes se composant des mêmes voyelles initiale et finale, puis ceux où $V1$ et $V2$ diffèrent.

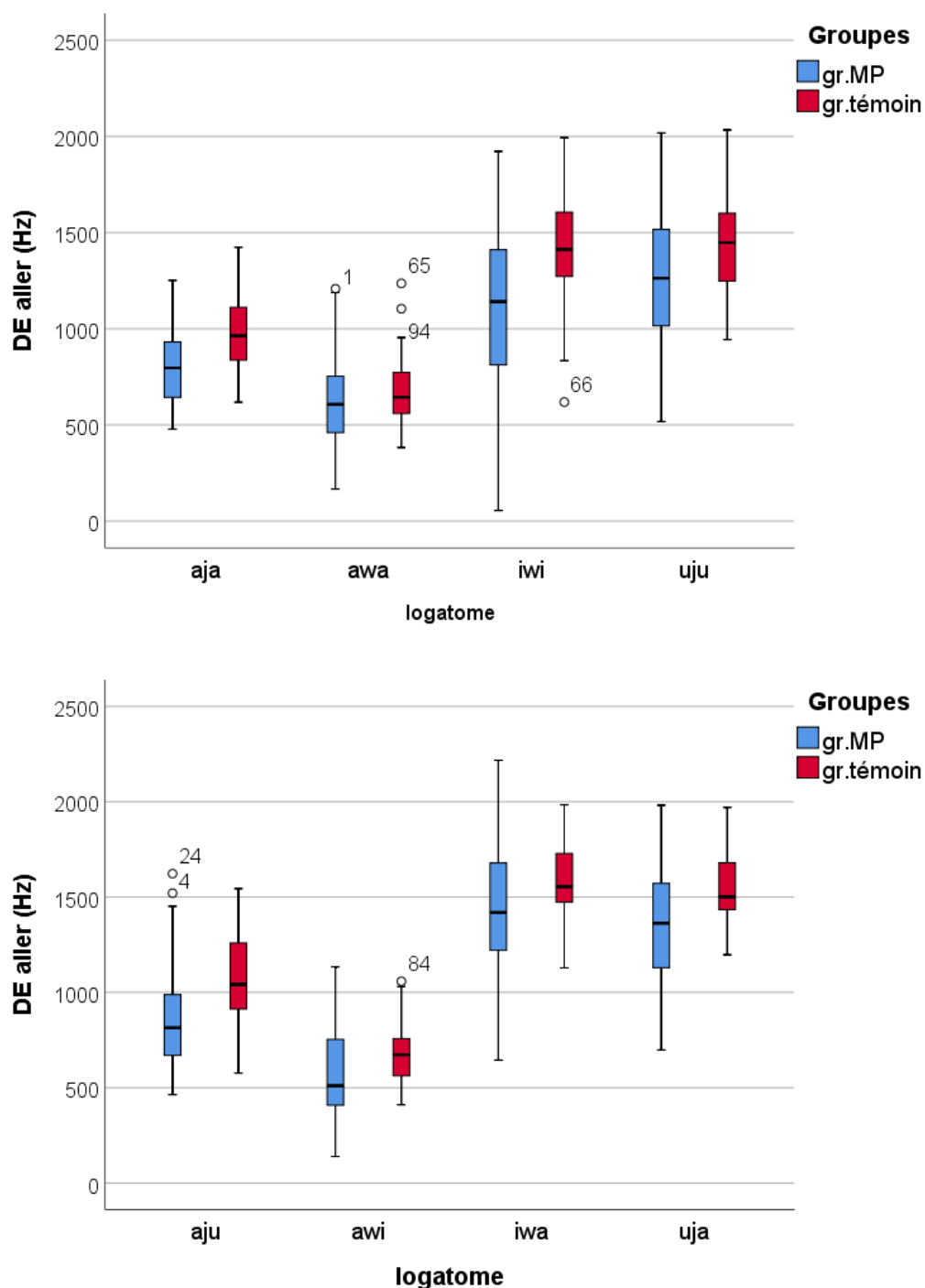


Figure 56 : distance « aller » au sein des deux groupes selon les logatomes produits, comportant les mêmes voyelles initiales et finales (image du haut) et des voyelles initiales et finales différentes (image du bas).

En ce qui concerne la distance « aller » lors de la production de logatomes où V1 et V2 est le même phonème (Fig. 56, image du haut), nous constatons une moindre amplitude pour la production de chaque logatome, celle-ci étant toutefois moins marquée en ce qui concerne la production du logatome /awa/.

La production des logatomes /aja, uju, iwi/ suggère des mouvements articulatoires de moindre amplitude chez les locuteurs du groupe atteint de la MP. Une variabilité accrue est constatée pour la production du logatome /iwi/ ainsi que pour celle du logatome /uju/ chez les locuteurs du groupe MP, ce qui suggère une variabilité plus importante lors de l'association des cibles /i/ et /u/ qui se différencient principalement en fonction du lieu d'articulation (antérieur – postérieur).

L'amplitude du mouvement des logatomes se composant d'une voyelle initiale et finale distinctes est également moindre chez les locuteurs atteints de la MP comparativement à ceux du groupe témoin (Fig. 56, image du bas). Une grande variabilité est identifiée lors de la production du logatome /iwa/, soulignant une fois encore une variabilité accrue lors du passage du phonème /i/ à la cible /u/.

La figure 57 présente quant à elle les distances euclidiennes du point d'extremum au point d'arrivée, pour les logatomes se composant de voyelles initiales et finales identiques (figure du haut) et ceux se composant de voyelles initiales et finales distinctes (figure du bas).

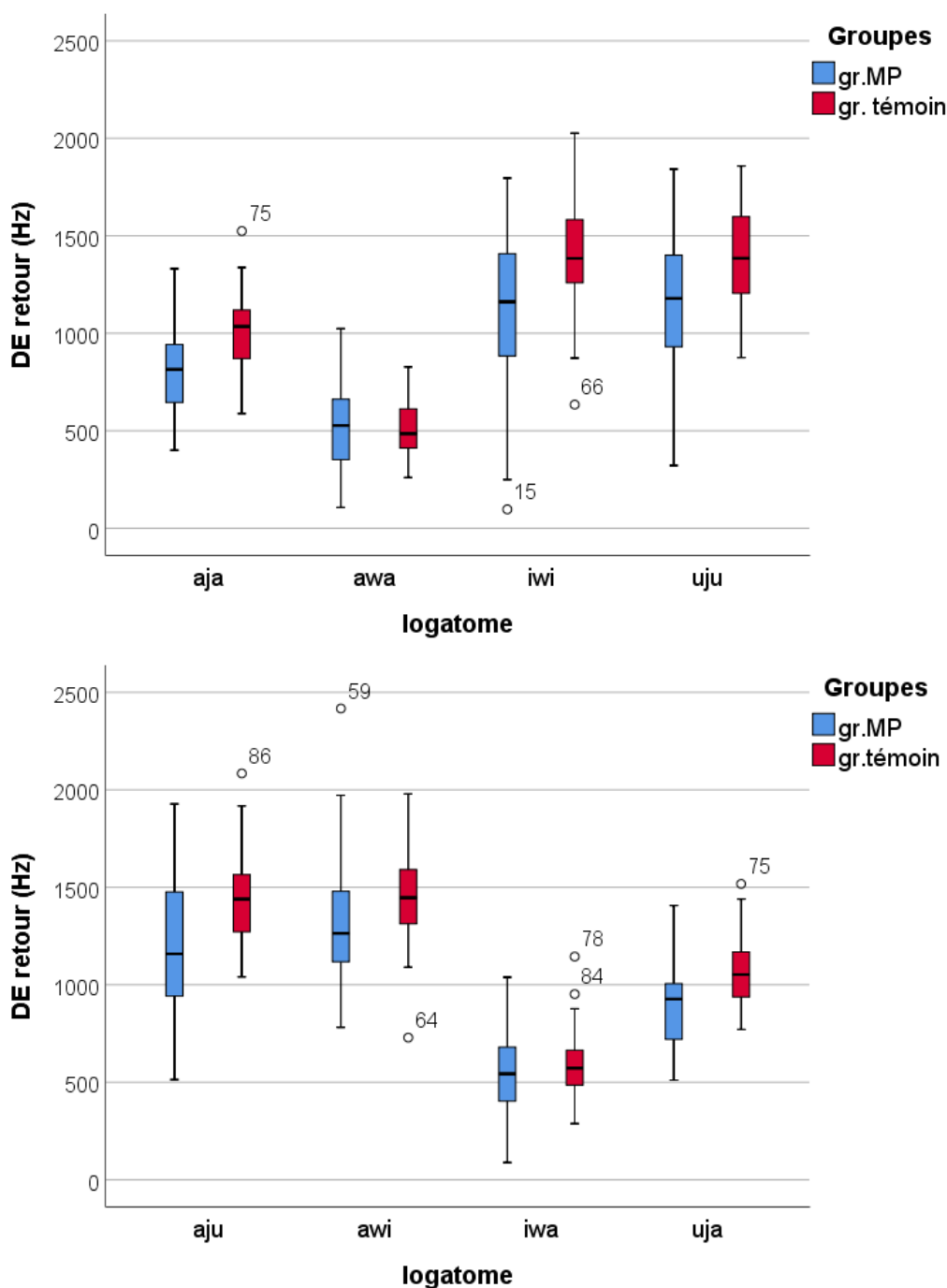


Figure 57 : distance « retour » au sein des deux groupes selon les logatomes produits, comportant des voyelles initiale et finale identiques (image du haut) ou différentes (image du bas)

Une moindre amplitude des transitions formantiques peut être remarquée chez les participants du groupe MP, tant pour les logatomes composés de voyelles identiques en début et fin de logatomes que de voyelles différentes. En ce qui concerne les logatomes où V_1 et V_2 sont identiques, nous constatons

à nouveau que peu de différences apparaissent entre les deux groupes lors de la production de /awa/. Une variabilité accrue en ce qui concerne les locuteurs du groupe MP est derechef constatée au sein des logatomes /uju/ et /iwi/. Des différences entre les deux groupes apparaissent également pour les quatre logatomes présentant une V_1 et une V_2 distinctes l'une de l'autre. La variabilité semble plus stable dans ce groupe de logatomes, même si elle apparait comme légèrement plus importante lors de la production de /aju/ et donc lors du passage de la cible du /i/ vers le /u/.

Suggérant une possible difficulté concernant la modification du lieu d'articulation, nous avons questionné l'influence de la sévérité de la dysarthrie sur la réalisation de mouvements articulatoires dynamiques et y avons constaté des différences significatives en fonction des quatre catégories de sévérité de la dysarthrie, tant pour la distance « aller » ($H(3) = 29,08$, $p < 0.001$) que pour la distance « retour » ($H(3) = 31,718$, $p < 0.001$).

Afin d'illustrer ces différences, nous avons considéré séparément les logatomes où V_1 et V_2 sont identiques (Fig. 58, image du haut) et ceux où elles sont différentes (Fig. 58, image du bas), en premier lieu pour la distance « aller ».

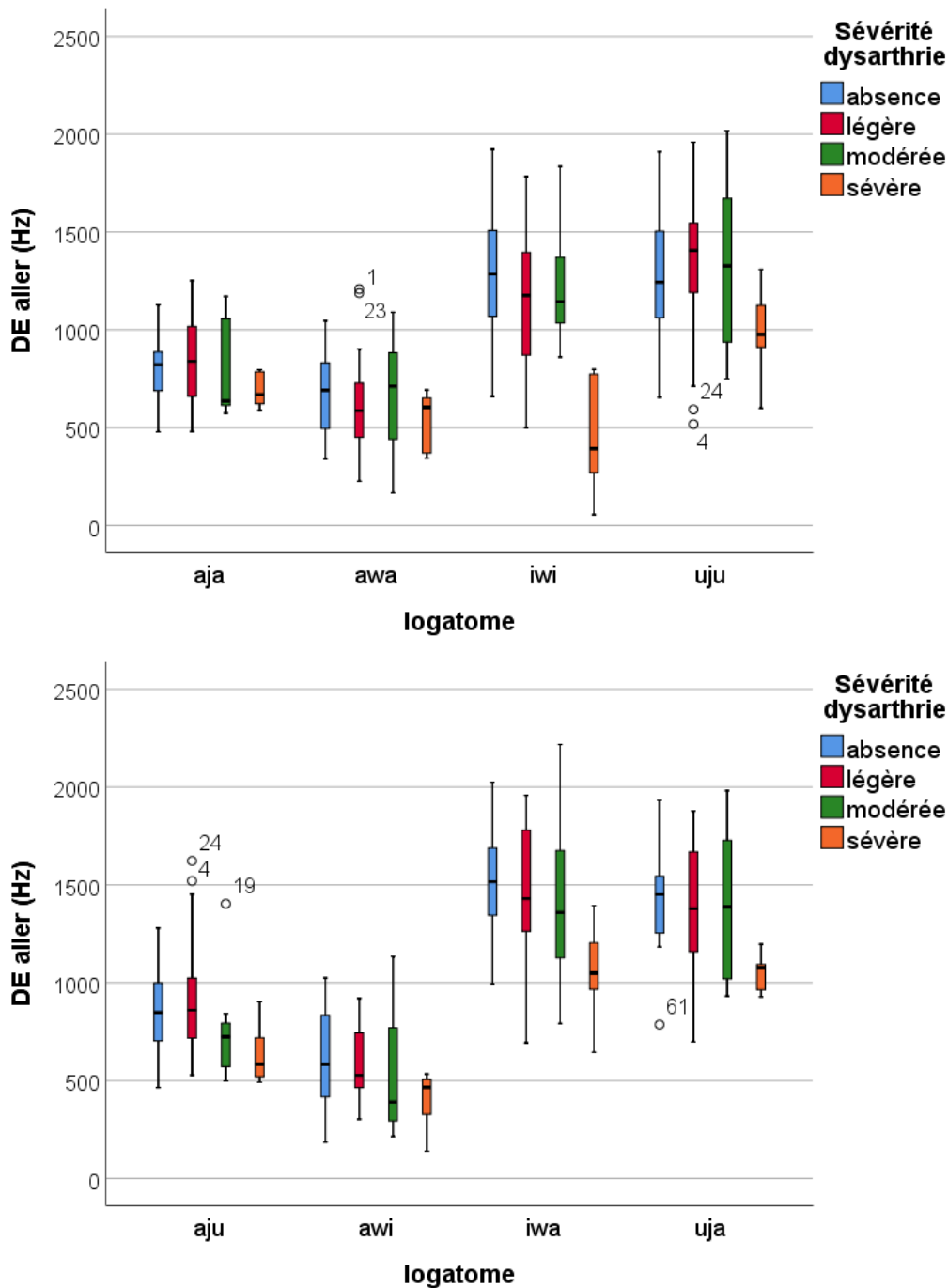


Figure 58 : distance « aller » en fonction de la sévérité de la dysarthrie lors de la production des logatomes où $V1 = V2$ (image du haut) et où $V1 \neq V2$ (image du bas).

Ces représentations nous permettent d'identifier les logatomes pour lesquels les différences entre les groupes de locuteurs sont les plus importantes : /iwi/ dont la distance moyenne varie de 1278 à 1165 Hz (groupes absence de dysarthrie, dysarthrie légère et modérée) pour chuter à 465 Hz (groupe « dysarthrie sévère) ($H(3) = 17,809$, $p < 0.001$) ; /iwa/ ($H(3) = 12,901$, $p = 0.005$) ; /uja/ ($H(3) = 11,496$, $p = 0.009$).

Des différences en fonction de la sévérité de la dysarthrie sont également constatées en ce qui concerne l'amplitude du mouvement du point d'extrémum à la seconde voyelle du logatome, en particulier lors de la production de /iwi/ ($H(3) = 17,701$, $p = 0.001$) ; /aju/ ($H(3) = 10,195$, $p = 0.017$) ; /uja/ ($H(3) = 12,335$, $p = 0.006$) ; /uju/ ($H(3) = 8.21$, $p = 0.042$), /awi/ ($H(3) = 10.728$, $p = 0.013$).

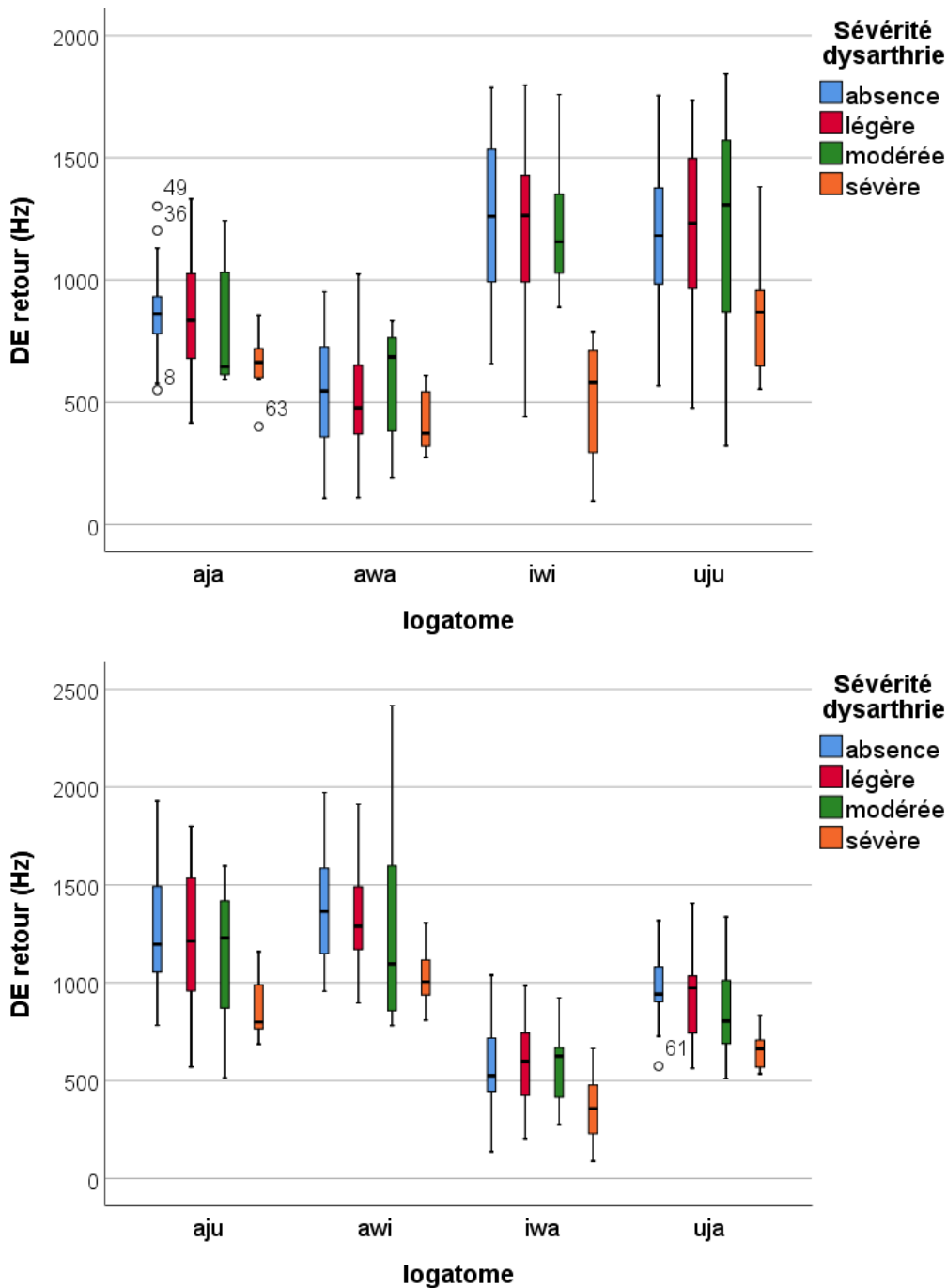


Figure 59 : distance « retour » en fonction de la sévérité de la dysarthrie lors de la production des logatomes où V1 = V2 (image du haut) et où V1 ≠ V2 (image du bas)

Ces observations nous permettent de constater qu'un grand nombre de différences dans l'amplitude du mouvement semble concerner le passage des phonèmes /i/ ou /u/ vers les glides /w/ ou /j/ et inversement, soutenant de ce fait notre hypothèse d'une difficulté de modification rapide du lieu d'articulation chez les locuteurs atteints de la MP. En outre, cette difficulté semble s'intensifier avec la progression de l'atteinte dysarthrique.

7.6.4.2 Pentas formantiques

Le calcul des pentes de F2 a été réalisé afin de raffiner nos observations concernant la dynamique des gestes articulatoires. Nous les avons calculées à partir des trois endroits où ont été extraites les valeurs formantiques : à l'entame de la production (V_1), au centre du glide et en fin de production (V_2). Cela nous a permis d'obtenir une première pente formantique concernant le passage de V_1 au glide ainsi qu'une seconde permettant le passage du glide à V_2 .

Afin de procéder à des comparaisons entre nos deux groupes de locuteurs, nous avons tout d'abord sélectionné les logatomes incluant le glide /w/. Nous constatons des différences significatives entre nos deux groupes lors du calcul de la pente « aller » ($U = 3058$, $p < 0.001$), la pente de F2 étant moindre chez les locuteurs du groupe MP (Fig. 60).

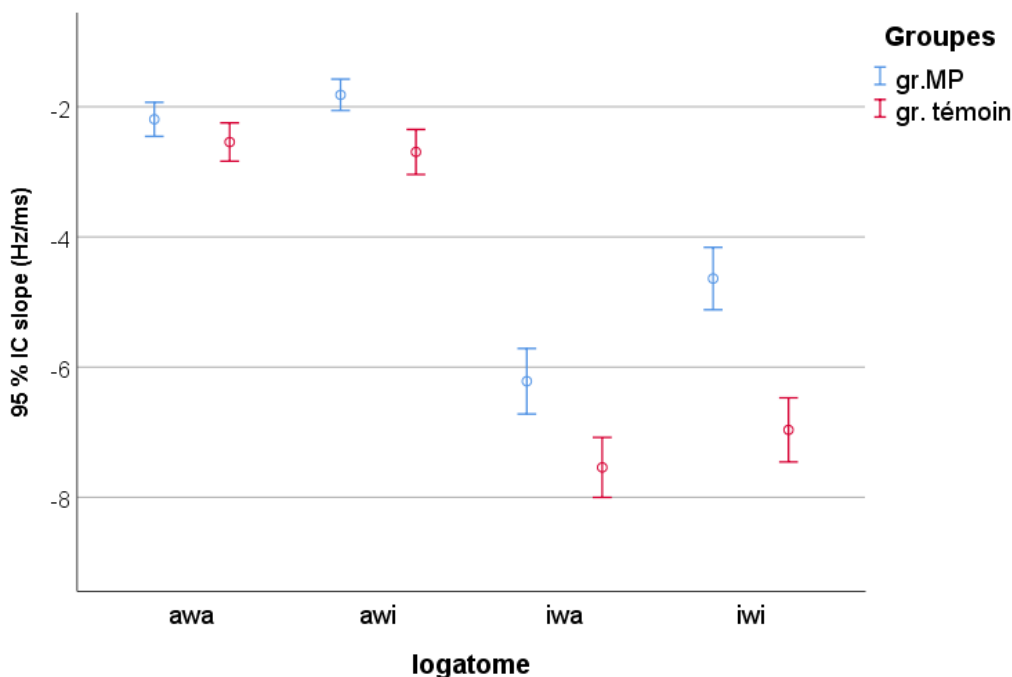


Figure 60 : valeurs des pentes de F2 « aller » issues des logatomes incluant le glide /w/, en fonction des groupes de locuteurs.

Notons qu'ici, la pente est négative étant donné que nous avons pris en considération le glide /w/ qui entraîne une transition formantique descendante, qu'il soit associé au phonème /a/ ou /i/.

Des constats similaires apparaissent concernant les pentes de F2 des logatomes incluant le glide /j/ ($U = 6982$, $p < 0.001$), la pente étant réduite chez les locuteurs atteints de la MP (Fig. 61). Notons qu'ici la pente est positive étant donné que nous sommes face à une transition formantique montante.

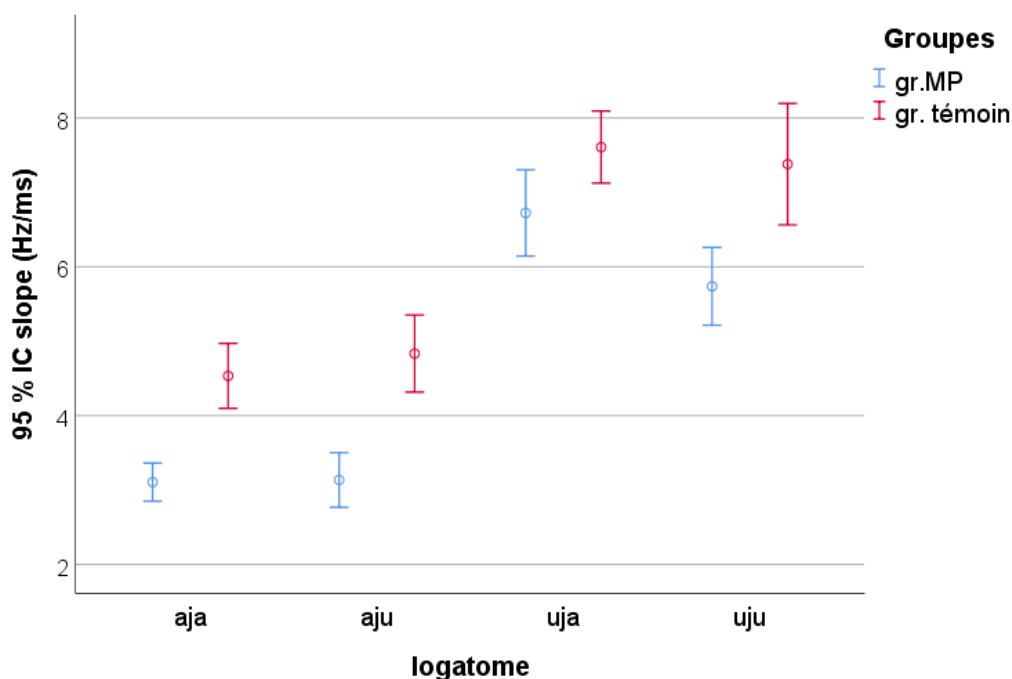


Figure 61 : valeurs des pentes de F2 « aller » issues des logatomes incluant le glide /j/, en fonction des groupes de locuteurs.

Les mêmes constats apparaissent lors du calcul de la pente F2 concernant la deuxième partie du logatome (du glide à V_2) et ce, tant pour le glide /w/ ($U = 6117$, $p < 0.001$) que le glide /j/ ($U = 1241$, $p < 0.001$).

7.6.4.3 Phénomènes de nature infraclinique

Comme pour la production des voyelles stables et en isolation, nous nous sommes interrogée sur le caractère potentiellement infraclinique de nos observations. Pour ce faire, nous avons comparé les productions des locuteurs atteints de la MP considérés comme non dysarthriques à celles des locuteurs du groupe témoin.

En ce qui concerne l'amplitude des mouvements articulatoires, nos analyses nous permettent de constater que les distances « aller » (Fig. 62) et

« retour » (Fig. 63) sont réduites chez les locuteurs atteints de la MP (respectivement, $U = 25.932$, $p = 0.006$ et $U = 25.814$, $p = 0.008$).

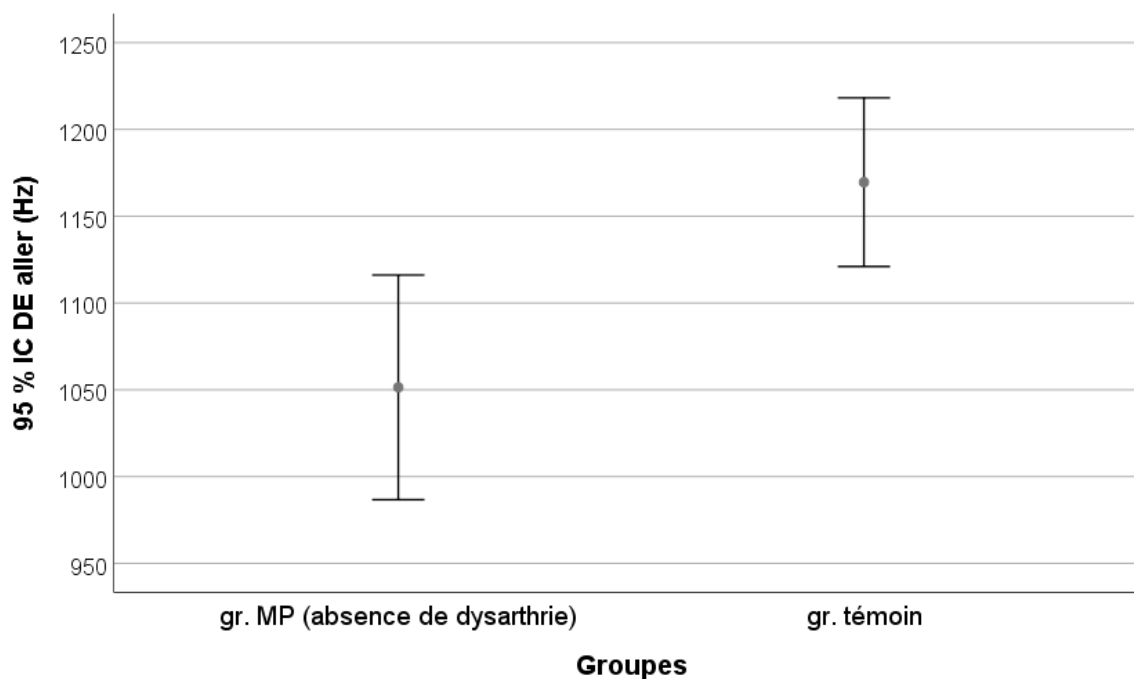


Figure 62 : distance « aller » pour les locuteurs du groupe MP ne présentant pas de dysarthrie (gauche) et pour les locuteurs du groupe témoin (droite).

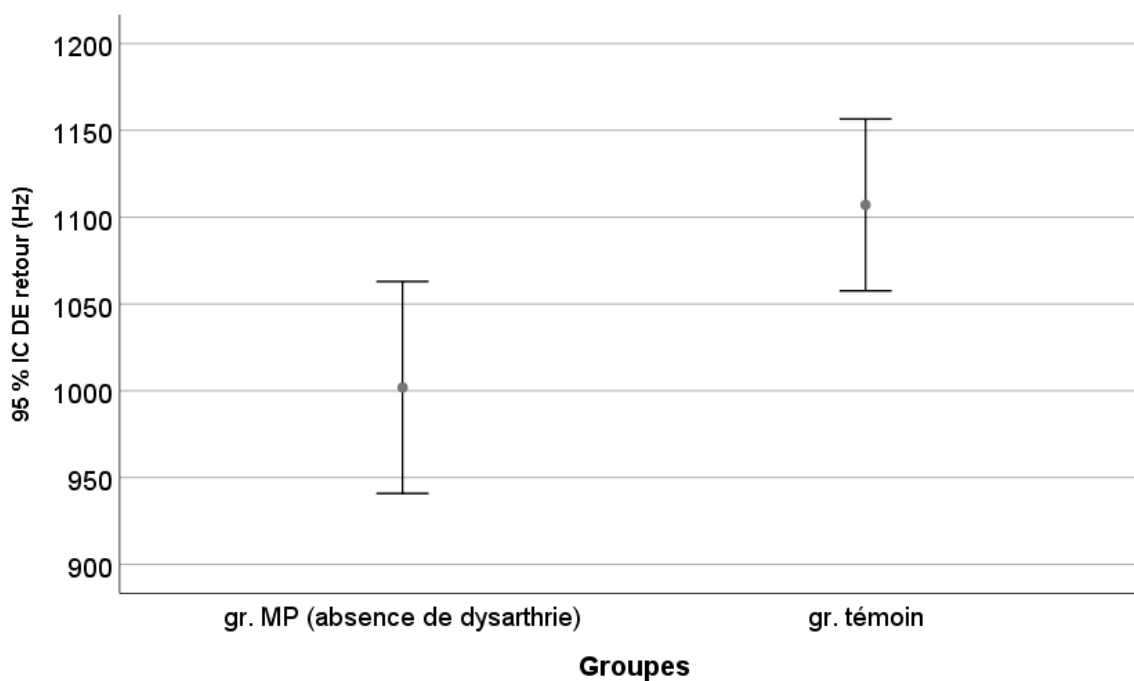


Figure 63 : distance « retour » pour les locuteurs du groupe MP ne présentant pas de dysarthrie (gauche) et les locuteurs du groupe témoin (droite).

Nos analyses mettent également en évidence des différences significatives, tant pour les logatomes incluant le glide /w/ que le glide /j/ et ce, pour les pentes formantiques marquant le passage de V_1 au glide (respectivement, $U = 1297$, $p = 0.001$ et $U = 3037$, $p < 0.001$) que celles allant du glide à V_2 (respectivement, $U = 2674$, $p < 0.001$ et $U = 3092$, $p < 0.001$).

Nous constatons dès lors que tant les distances euclidiennes « aller » et « retour » que les pentes de F2 sont toujours moindres chez les locuteurs atteints de la MP comparativement aux productions des locuteurs du groupe témoin, et ce même lorsque les participants du groupe MP ne présentent pas de troubles considérés comme dysarthriques.

7.6.5 Dispersion des logatomes dans le plan F1/F2

À la suite de ces observations concernant l'exploitation du système vocalique et l'amplitude du mouvement, nous nous sommes interrogée sur la proximité entre les monophthongues produites de manière stable et isolée et les phonèmes composant les logatomes en début (V_1), milieu (glide) et fin de production (V_2). En effet, la diminution de l'amplitude articuloire des mouvements peut avoir plusieurs causes qu'il convient d'explorer (par exemple, préservation du timbre du glide au détriment des voyelles initiales et finales, comme nous l'avons constaté au cours de l'étude 1). Pour ce faire, nous avons procédé en calculant les distances euclidiennes entre les phonèmes inclus dans les logatomes et les monophthongues correspondantes.

En premier lieu, nous avons considéré la distance séparant la V_1 de chaque logatome produit et la voyelle de référence correspondante. La comparaison entre les productions des locuteurs du groupe MP et du groupe témoin ne permet pas de mettre en évidence des différences significatives entre les deux groupes (Fig. 64), ce qui suggère une préservation du timbre de la voyelle initiale.

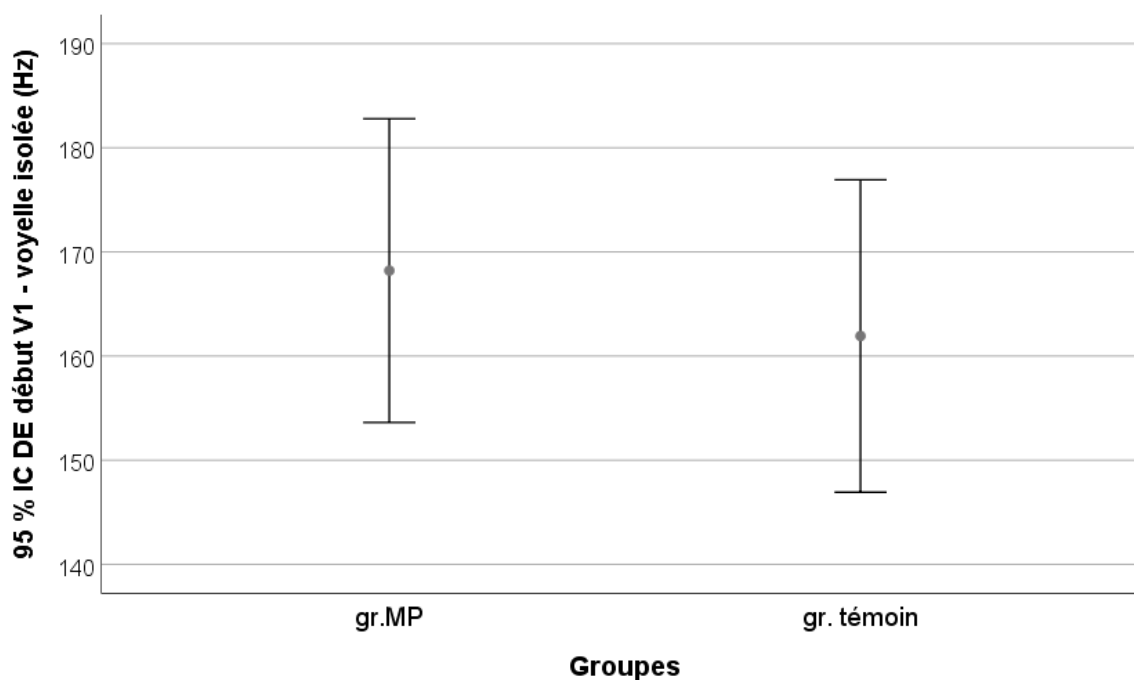


Figure 64 : dispersion dans le plan F1/F2 (distance euclidienne à la référence – départ V1) en fonction du groupe de locuteurs.

Le même constat apparaît lorsque nous questionnons la distance entre la section finale des logatomes et les monophthongues correspondantes.

A contrario, notre analyse montre que l'éloignement du point correspondant à la monophthongue est significativement plus grand pour la cible du glide dans les logatomes produits par les participants atteints de la MP ($U = 61.769$, $p = 0.004$) (Fig. 65).

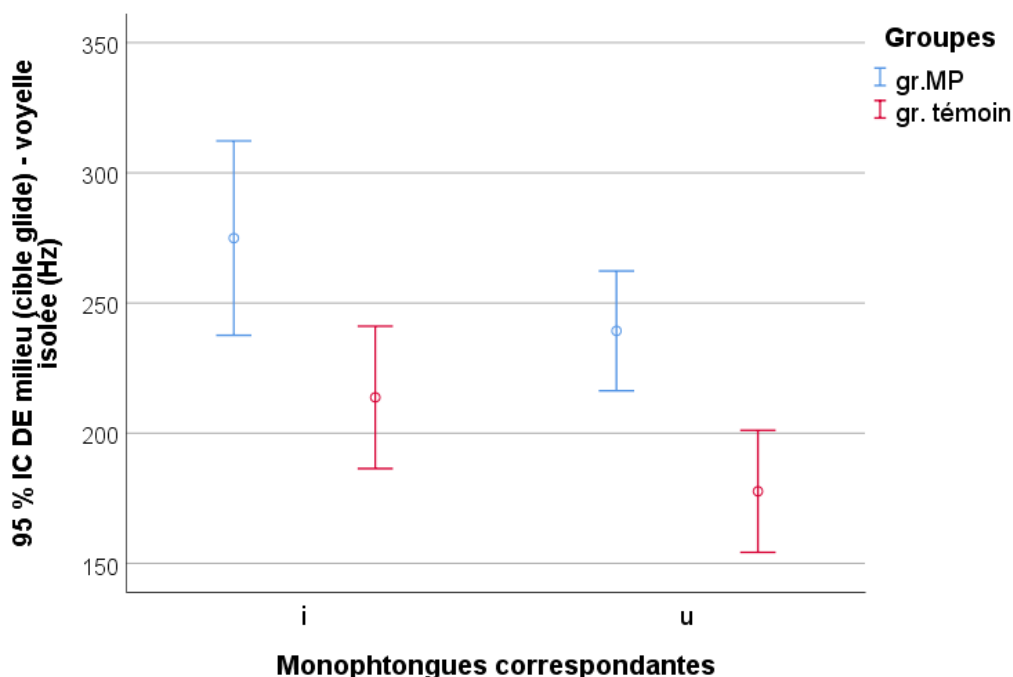


Figure 65 : distance euclidienne à la référence – cible du glide pour chaque groupe de locuteurs selon la monophthongue correspondante.

Ce résultat suggère que les locuteurs atteints de la MP produisent des timbres plus influencés par la voyelle initiale ou finale du logatome que par la cible du glide (Fig. 64-65). C'est ici un résultat qui suggère une stratégie tout à fait différente de celle évoquée en étude 1 où les timbres produits par les locuteurs étaient plus influencés par la cible articulaire du glide que par la voyelle initiale ou finale du logatome.

Notons que nous n'avons pas identifié ici de caractéristiques individuelles permettant de mettre au jour des différences entre les locuteurs atteints de la MP.

7.6.5.1 Phénomènes de nature infraclinique

A nouveau, nous nous sommes interrogée sur les différences apparaissant entre les productions des locuteurs atteints de la MP considérés comme non dysarthriques et celles de notre groupe témoin. Les analyses menées révèlent des différences significatives uniquement pour l'éloignement du point correspondant à la monophthongue ciblée par le glide ($U = 23.533$, $p = 0.003$) (Fig. 66), là où les timbres des voyelles initiales et finales restent préservés. Cela met en évidence que nos constats précédents sont déjà présents chez des locuteurs non atteints sur le plan arthrique, comparativement à des locuteurs témoins.

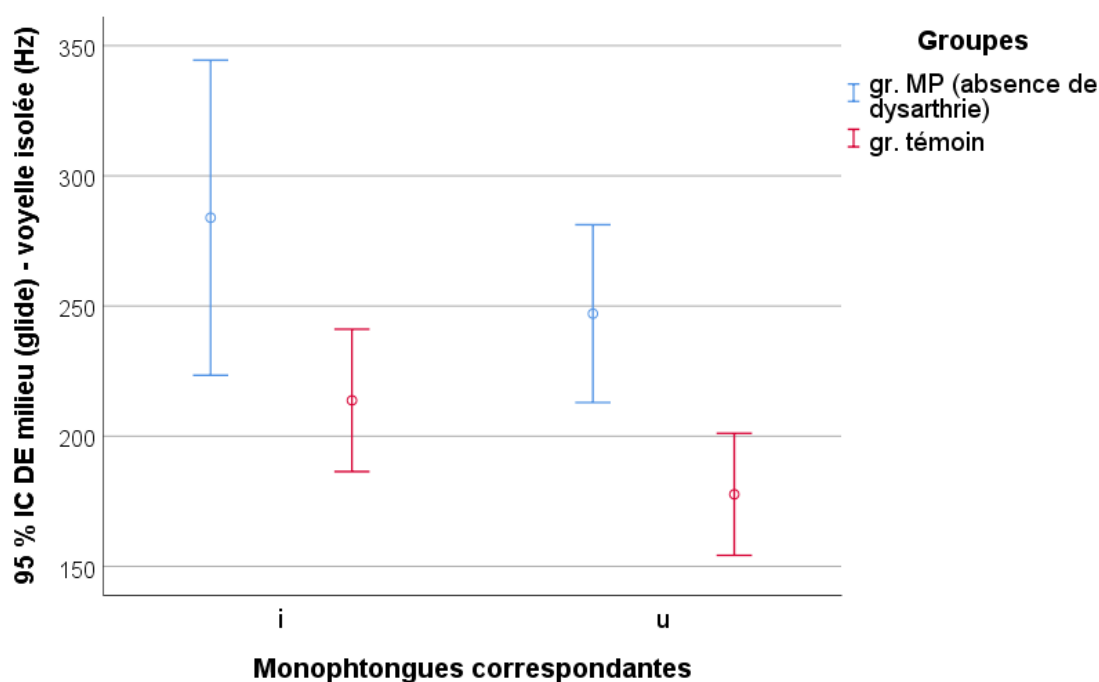


Figure 66 : distance euclidienne à la référence – cible du glide pour chaque groupe de locuteurs (MP sans dysarthrie et témoins) selon la monophthongue correspondante.

7.6.6 Analyse des durées

Au vu des différences en termes d'amplitude du mouvement lors de la production de parole, nous nous interrogeons sur la durée totale de ces productions ainsi que sur celle nécessaire à la production de la distance « aller » et « retour ». Ce second questionnement est notamment motivé par la recherche de possibles stratégies visant à atteindre plus aisément la cible attendue (à titre illustratif, allonger la durée de la première voyelle).

7.6.6.1 Durée totale de production des logatomes

Nous avons en premier lieu questionné la durée totale des productions en fonction des groupes de locuteurs. Nous avons ainsi pu constater que les locuteurs du groupe MP produisent des logatomes de durée légèrement supérieure à celle du groupe témoin (respectivement, $m = 546$ ms et $m = 421$ ms) ($U = 648.383$, $p < 0,001$). Etant donné cette différence, nous nous sommes interrogée sur les différences potentiellement existantes au sein même du groupe MP. Nous avons de cette manière identifié, entre autres, deux variables mettant en évidence des différences entre locuteurs : les stades d'évolution de la MP ($H(2) = 7.407$, $p = 0.025$) et le degré de sévérité de la dysarthrie ($H(3) = 202.079$, $p < 0.001$).

Afin de rendre plus aisée la comparaison entre les stades de la MP, nous avons catégorisé ceux-ci en trois entités : les stades légers (0 à 2), les stades modérées (2.5 à 3) et les stades avancés (4 à 5) de la maladie (Fig. 67), cela n'altérant en rien les différences observées entre nos différents sujets ($H(2) = 7.407, p = 0.025$).

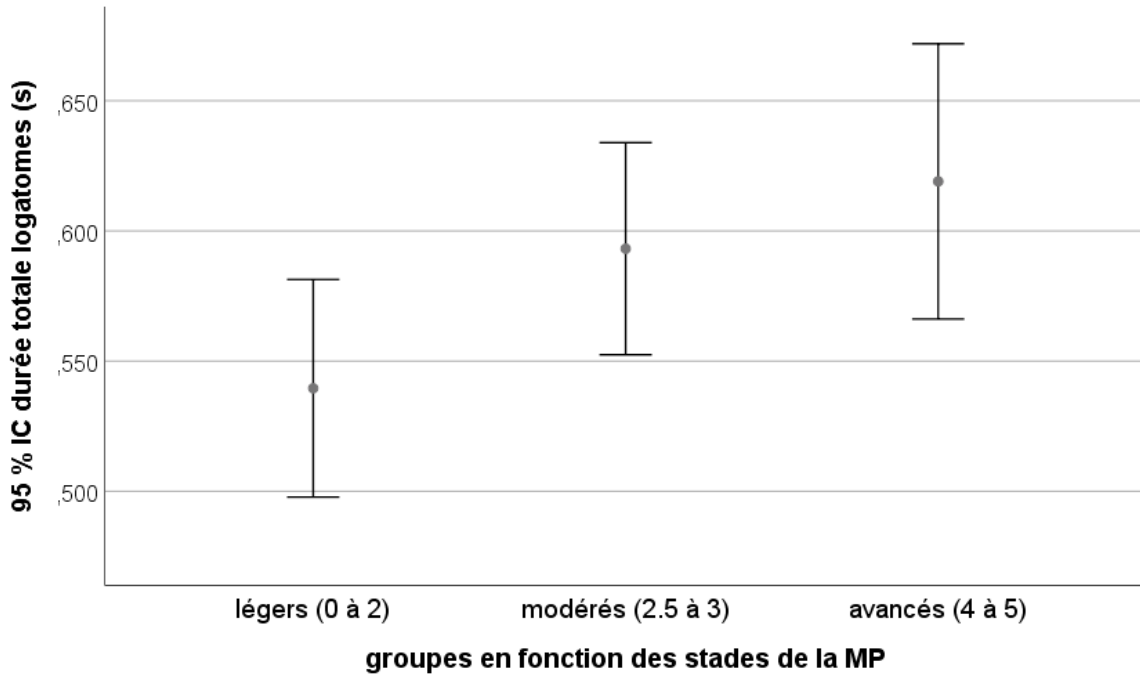


Figure 67 : durée totale de production de logatomes en fonction du stade de la MP catégorisé en trois sous-groupes.

Nous constatons que plus les locuteurs sont évalués à un stade avancé de la MP, plus la durée de production de logatomes a tendance à augmenter, ce qui peut suggérer des ralentissements dans l'accomplissement de gestes articulatoires rapides.

Des résultats similaires sont observés en ce qui concerne la sévérité de la dysarthrie (Fig. 68).

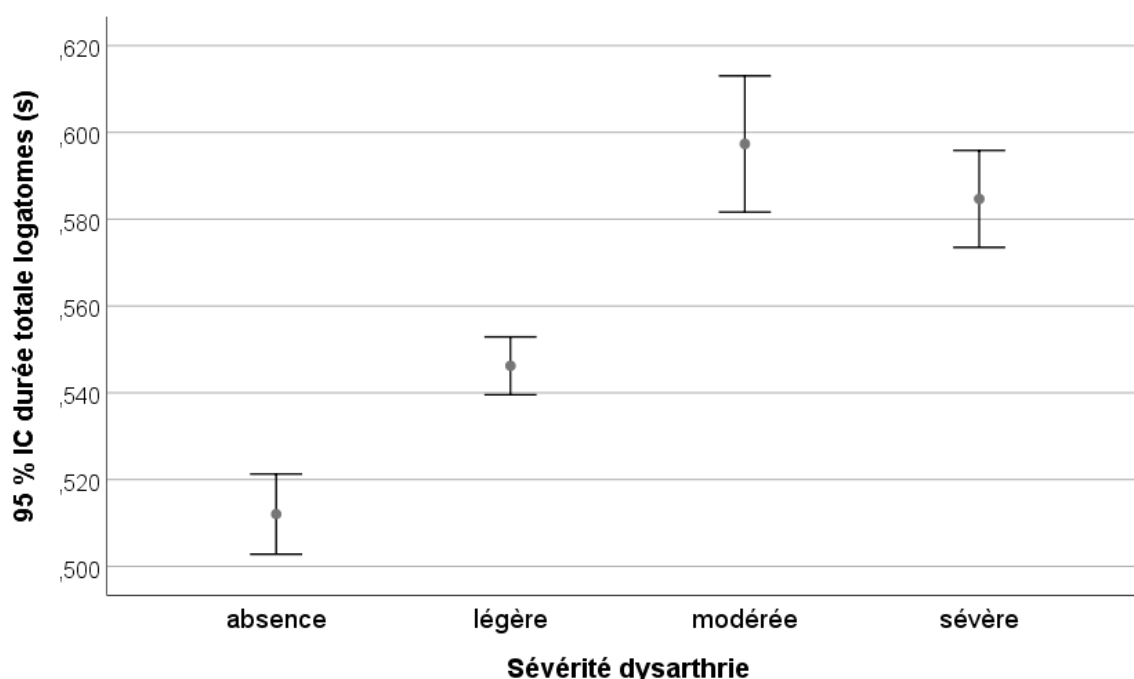


Figure 68 : durée totale de production de logatomes en fonction du degré de sévérité de la dysarthrie.

Ce sont les locuteurs atteints à des degrés de sévérité plus avancés de la dysarthrie (dysarthrie hypokinétique modérée à sévère) qui présentent des durées de production plus importantes. Cela vient renforcer notre hypothèse de ralentissement dans l'exécution motrice des gestes articulatoires rapides et précis.

7.6.6.2 Durée du temps relatif à l'extremum du glide

Afin de comparer les durées entre le début de la production des logatomes (V1) et le point de culmination du glide (extremum) de nos groupes de locuteurs, nous avons eu recours à une normalisation des durées. Pour ce faire, nous avons reporté la durée de ce temps entre le début du logatome et l'extremum du glide sur la durée totale du logatome et multiplié le résultat par cent afin d'obtenir un pourcentage. La comparaison entre les deux groupes de locuteurs fait apparaître des différences significatives ($U = 114.545$, $p < 0.001$), les locuteurs du groupe MP atteignant plus rapidement le point d'extremum lors de la production de logatomes (Fig. 69).

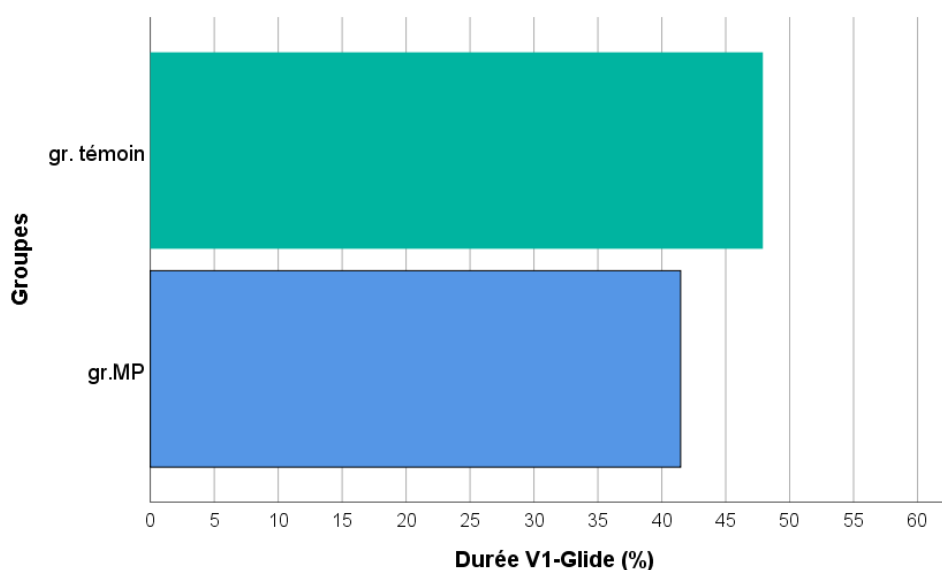


Figure 69 : durée relative à l'extremum (% normalisé par rapport à la durée totale du logotome) en fonction des locuteurs des groupes MP et témoin.

La figure 69 permet de mettre en évidence que les locuteurs du groupe témoin atteignent le point d'extremum à environ 48 % de la durée de production là où les locuteurs atteints de la MP l'atteignent à 41% de la durée de production totale. La durée totale de production étant plus longue pour le groupe MP, c'est donc durant la deuxième partie de la production (de l'extremum à V2) que la durée de production s'allonge pour les locuteurs atteints de la MP.

7.6.6.3 Temps maximum de phonation

Nous avons finalement étudié le TMP des locuteurs des deux groupes lors de la production soutenue des phonèmes /a, i, u/. Comme le démontre la figure 70, les TMP du groupe de locuteurs atteints de la MP ($m = 12.37$ s) sont légèrement inférieurs à ceux des locuteurs du groupe témoin ($m = 16.31$ s) ($U = 13.432$, $p < 0.001$). Toutefois, une importante variabilité peut être constatée au sein des deux groupes, le TMP présentant des valeurs extrêmes allant de 1.107 secondes à 40.391 secondes pour le groupe MP et de 6.59 à 45.789 secondes pour le groupe témoin.

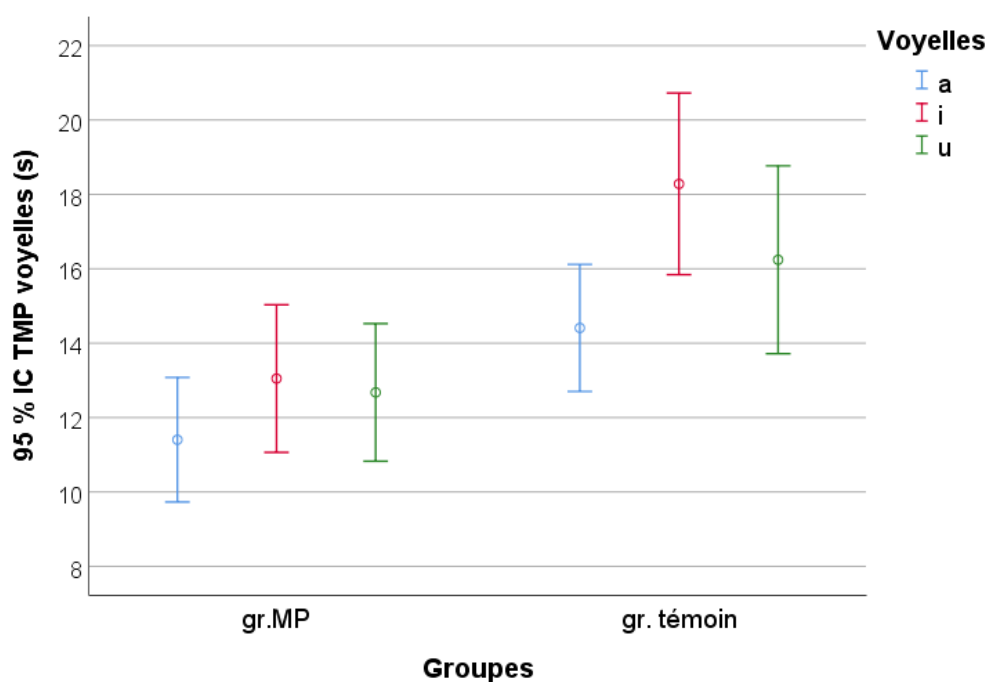


Figure 70 : TMP (en secondes) en fonction du groupe de locuteurs selon la voyelle produite.

7.7 Discussion des résultats

Cette étude a été motivée par les constats résultant de l'étude 1. Pour rappel, cette étude, partie d'un questionnement sur la potentielle informativité des glides pour une meilleure compréhension du contrôle des gestes articulatoires chez les personnes atteintes de la MP, nous a permis de mettre à jour des phénomènes de nature infraclinique à partir de productions de parole émises par des participants faiblement atteints sur le plan articulatoire.

Tenant compte de nos précédentes réflexions méthodologiques, cette deuxième étude a eu pour but d'accroître la collecte d'informations auprès d'un panel plus important de personnes atteintes de la MP. Outre le recrutement d'un nombre plus conséquent de participants, nous avons également veillé à accroître le nombre de productions par locuteur afin de tenir compte de la possible variabilité intra-individuelle, ce qui nous permet de porter le nombre de productions par participant à 58 productions incluant des voyelles stables, des voyelles tenues et des logatomes de structure V_1GIV_2 . Cet accroissement nous a également amenée à diversifier les métriques considérées afin de détecter avec plus de finesse des changements subtils dans la production des voyelles. Enfin, nous avons également rendu la liste des logatomes exhaustive en proposant le maximum de combinaisons en voyelle initiale et finale, sans jamais toutefois associer ces voyelles aux cibles acoustiques des glides /j, w/. Cela nous a

ainsi permis de proposer une comparaison plus affinée des logatomes en équilibrant le nombre de logatomes incluant le glide /j/ ou /w/ (4 logatomes chacun). Cette procédure nous a également permis d'équilibrer le nombre de logatomes où la première et la seconde voyelle sont identiques et ceux où les voyelles sont différentes à l'entame et à la fin du logatome.

Ainsi, à l'issue de cette deuxième étude, et suite aux hypothèses posées supra, nous nous questionnons à différents niveaux : que peut-on finalement dire de l'exploitation de l'espace vocalique par les participants atteints de la MP et les locuteurs du groupe témoin ? Comment caractériser l'amplitude du mouvement considéré dans le plan F1/F2 ? Des différences apparaissent-elles entre nos deux groupes de locuteurs ? Si oui, quelles sont-elles ? Comment les caractériser ? Certains facteurs personnels peuvent-ils être utiles à la compréhension des observations ? Afin d'y répondre, nous allons à présent synthétiser les principaux résultats de cette étude.

7.7.1 Dispersion de l'espace vocalique

L'étude de l'exploitation de l'espace vocalique suggère une réduction de celui-ci chez les locuteurs atteints de la MP, l'étendue des surfaces exploitées par ces derniers étant statistiquement plus faible que celle des locuteurs témoin. Profitant de l'accroissement du nombre de productions par locuteur, nous avons constaté que les différences se font jour à partir des comparaisons de la deuxième à la cinquième répétition des monophthongues. Cela nous amène à nous questionner sur les raisons de ces différences. Nous évoquions précédemment un possible effort pour maintenir une production satisfaisante, avec une dégradation de ce maintien au cours des répétitions. Cela pourrait être rapproché des stratégies d'hyper-articulation évoquées par Lindblom (1990), stratégies devant permettre la production d'une parole claire et précise. En effet, Lam et Tjaden (2016) évoque à ce sujet un ajustement acoustique constant en fonction de la situation de communication. Etant donné la situation d'enregistrement réalisée dans le cadre de cette étude, les participants ont pu tenter d'ajuster leurs productions afin de les rendre les plus précises possibles. Dès lors, les différences apparaissant entre les autres répétitions pourraient traduire une difficulté à maintenir sur un terme plus long les articulateurs dans des positions bien précises, entraînant ainsi une imprécision et une réduction de l'espace articulatoire. Cela correspondrait également à une situation de retour à l'état initial de leurs capacités, un phénomène d'hypoarticulation étant présent dans la dysarthrie hypokinétique

Afin d'affiner ces observations, nous avons manipulé plusieurs métriques acoustiques nous fournissant des informations tant sur le maintien de la précision lors de productions stables (indice Phi, et plus particulièrement le

CMintra) que sur un possible phénomène de centralisation des cibles vocaliques (VAI, CMinter). L'utilisation de ces métriques nous permet d'établir deux constats : les productions des locuteurs atteints de la MP sont plus dispersées d'un point de vue intra-catégorielle et elles présentent également une forte centralisation. La dispersion intra-catégorielle suggère une instabilité des productions d'une même monophthongue, suggérant une difficulté à maintenir les articulateurs dans une position précise. Cette instabilité est renforcée par une centralisation des productions, entraînant une réduction des distances inter-catégorielles. Cette centralisation pourrait suggérer une diminution des contrastes vocaliques, renforcée par l'instabilité des productions.

Disposant d'informations à caractère individuel pour les locuteurs du groupe MP, nous avons pu nous interroger sur le lien entre ces aspects et les productions recueillies. Nous avons ainsi constaté que des différences dans l'organisation du système vocalique apparaissent en fonction de l'âge auquel la MP a été diagnostiquée, une moins bonne organisation étant remarquée dans les groupes où le diagnostic a été posé tôt ou tardivement. Cela peut suggérer plusieurs hypothèses, notamment le fait qu'un diagnostic plus précoce entraîne également une maladie de plus longue durée. Un diagnostic plus tardif entraîne quant à lui des symptômes consécutifs à la MP mais également des altérations liées à l'avancée en âge de la personne. Or, nous avons vu précédemment que l'avancée en âge entraînait des modifications dans la production motrice de la parole.

Les effets liés à la sévérité de la dysarthrie ont eux aussi été questionnés, permettant de constater des différences entre nos groupes de participants, ce qui suggère que les métriques à l'étude permettent de mettre en évidence des différences en fonction du degré d'altération de la dysarthrie.

7.7.2 Amplitude du mouvement considéré dans le plan F1/F2

Nos analyses, sur base de la comparaison des variations de timbre, nous ont permis de constater que les mouvements réalisés lors de la production des logatomes sont de moins grande amplitude pour les participants du groupe MP comparativement aux productions du groupe témoin, et ce quel que soit le glide considéré ou la similitude/différence entre les voyelles initiales et finales composant le logatome.

Nous y avons constaté une variabilité plus marquée chez les locuteurs atteints de la MP lors de la production de logatomes incluant le passage des voyelles /i, u/ aux cibles des glides /w, j/ ainsi que de ces cibles aux voyelles /i, u/. Ceci nous amène à nous questionner sur la possible difficulté qu'induisent les transitions permettant le passage d'une cible à l'autre. En effet, il s'agit ici

de phonèmes nécessitant des transitions rapides et importantes de la géométrie des cavités supraglottiques. Ces constats nous amènent à suggérer que la réduction de l'amplitude du mouvement peut résulter d'une difficulté à modifier rapidement la configuration des articulateurs supralaryngés. Cette hypothèse nous apparaît renforcée par le fait que ces difficultés s'intensifient avec la progression de l'atteinte dysarthrique, suggérant une aggravation de la réduction des gestes articulatoires.

7.7.3 Localisation dans le plan F1/F2

Contrairement à l'étude 1 où nous avons émis l'hypothèse d'une stratégie hypoarticulatoire de la part des locuteurs atteints de la MP en préservant le centre du glide plutôt que ses extrémités, nos analyses nous amènent à de nouvelles considérations. En effet, il apparaît que l'éloignement du point correspondant à la monophthongue est plus grand pour la cible du glide qu'il ne l'est pour les voyelles initiales et finales des logatomes. Plus qu'une stratégie hypoarticulatoire, nous nous questionnons ici sur la possible influence des constats réalisés en ce qui concerne l'amplitude du mouvement. En effet, nos analyses nous amenant à suggérer des difficultés concernant la modification du lieu d'articulation, notre hypothèse est que la cible des glides se distancie des voyelles correspondantes suite aux difficultés rencontrées par les locuteurs atteints de la MP pour réaliser une modification rapide du positionnement des articulateurs.

7.7.4 Sévérité de la dysarthrie hypokinétique

Dans cette étude, nous avons pris en considération le degré de sévérité de la dysarthrie. Cet indicateur personnel nous a permis une meilleure compréhension de nos résultats. Ainsi, nous avons constaté une influence du degré de sévérité de la dysarthrie tant sur l'exploitation de l'espace vocalique que dans la production des logatomes de structure V_1GlV_2 avec, notamment, une influence sur l'amplitude du mouvement articulatoire. Ainsi, en plus d'avoir pu identifier que plus la dysarthrie est sévère, plus l'amplitude du mouvement se restreint lors de la production de logatomes incluant des glides, nous avons constaté l'apparition de différences en fonction du logatome produit. Cela nous a amené à nous interroger sur des difficultés concernant la modification du lieu d'articulation, les données mettant en évidence des difficultés plus importantes lors du passage des monophthongues /i, u/ à la cible des glides /w, j/ ainsi que lors du passage des glides /j, w/ aux monophthongues /u, i/. Ces résultats suggèrent la présence d'une difficulté de modification rapide du lieu d'articulation, et dès lors possiblement des gestes articulatoires, chez les locuteurs atteints de la MP. Cela est notamment cohérent avec les résultats de Kim *et al.* (2009) qui ont identifié des pentes formantiques nettement inférieures chez des locuteurs

atteints de la MP lors de la production de diphtongues nécessitant des modifications rapides et importantes de la géométrie du tractus vocal. Martel-Sauvageau et Tjaden (2017) évoquent également une sensibilité particulière à la dysarthrie des éléments phonétiques nécessitant des modifications relativement rapides et importantes du tractus vocal. Réaliser des gestes articulatoires précis est une des étapes essentielles à la production de la parole, cela rendant les productions émises intelligibles à un interlocuteur. Dès lors, nous pouvons nous questionner sur les répercussions des difficultés constatées sur l'intelligibilité de la parole de locuteurs atteints de la MP.

7.7.5 Phénomènes de nature infraclinique

Pour rappel, lors de notre première étude, nos résultats s'étaient fait jour à partir de productions de parole recueillies auprès de locuteurs peu ou pas atteints sur le plan articulatoire. Dans cette deuxième étude, les participants atteints de la MP présentaient différents degrés de dysarthrie. Pour certains, une absence de dysarthrie était constatée. Nous nous sommes dès lors interrogée sur les potentielles différences entre les productions orales de ce groupe de locuteurs atteints de la MP et celles des locuteurs du groupe témoin. Nos résultats vont dans le sens des constats faits lors de notre première étude. En effet, les analyses effectuées nous permettent d'identifier des différences déjà présentes entre nos deux groupes de locuteurs, tant en ce qui concerne l'exploitation du système vocalique que la production de mouvements articulatoires dynamiques, ce qui nous suggère l'identification de phénomènes de nature infraclinique. Etant donné le nombre de personnes qui connaîtront au cours de leur maladie des troubles dysarthriques, identifier précocement ce symptôme nous semble revêtir un caractère crucial en vue d'une prise en charge précoce.

Chapitre 8 Etude 3 – Etude des aspects relatifs à la vie quotidienne de personnes atteintes de la maladie de Parkinson

8.1 Introduction

Forte de nos précédents constats, nous nous interrogeons ici sur les répercussions fonctionnelles de la MP, et plus particulièrement de la dysarthrie hypokinétique. En effet, nous avons vu précédemment (voir Chapitre 4) que les études portant sur les changements personnels – impactant notamment la QDV – induits par les troubles dysarthriques ont reçu moins d’attention que les recherches portant sur les répercussions acoustiques ou perceptuelles. Qui plus est, les travaux existants présentent des paradigmes expérimentaux différents, menés auprès d’un nombre relativement restreint de personnes atteintes de la MP. Enfin, il apparaît que la distinction entre des facteurs propres à la parole ou au langage n’est pas nécessairement réalisée, et que ces symptômes sont généralement inclus dans une symptomatologie plus large en termes de vie quotidienne. Notre objectif dans cette étude est dès lors de déterminer si des éléments propres aux troubles moteurs de parole entraînent des répercussions fonctionnelles perçues par les personnes atteintes de la MP.

A la suite de notre première étude, nous avons souligné l’importance d’une réflexion à caractère méthodologique afin de recueillir des données auto- et hétéro-rapportées sur des aspects propres à la QDV des personnes. L’étude décrite dans ce chapitre ayant été réalisée avec la participation de personnes prenant part au CIP, nous avons eu l’opportunité d’accéder à un nombre important d’informations concernant tant l’histoire de la maladie que les divers bilans réalisés.

Dès lors, nos choix méthodologiques se sont centrés sur deux types d’outils : ceux permettant le recueil d’informations en lien avec la QDV glo-

bale et les répercussions de la dysarthrie et ceux permettant d'obtenir des indicateurs quant à certains symptômes présents dans la MP et pouvant avoir une influence sur la vie quotidienne des participants. En ce sens, nous faisons notamment référence aux symptômes non-moteurs de la maladie, et plus particulièrement à des facteurs individuels tels que l'état cognitif ou thymique des participants.

8.2 Description des participants

Deux cohortes ont participé à cette étude. La première cohorte est composée de quarante participants atteints de la MP (23 hommes et 17 femmes) dont l'âge varie entre 44 et 85 ans au moment du recueil de données ($m = 71$ ans) et dont le diagnostic a été posé depuis 1 à 24 années ($m = 7$ ans). Un éventail complet des stades de la maladie est représenté au sein de l'échantillon, avec une majorité de participants ($N = 31$) aux stades 1.5 à 3 de la maladie (Fig. 71).

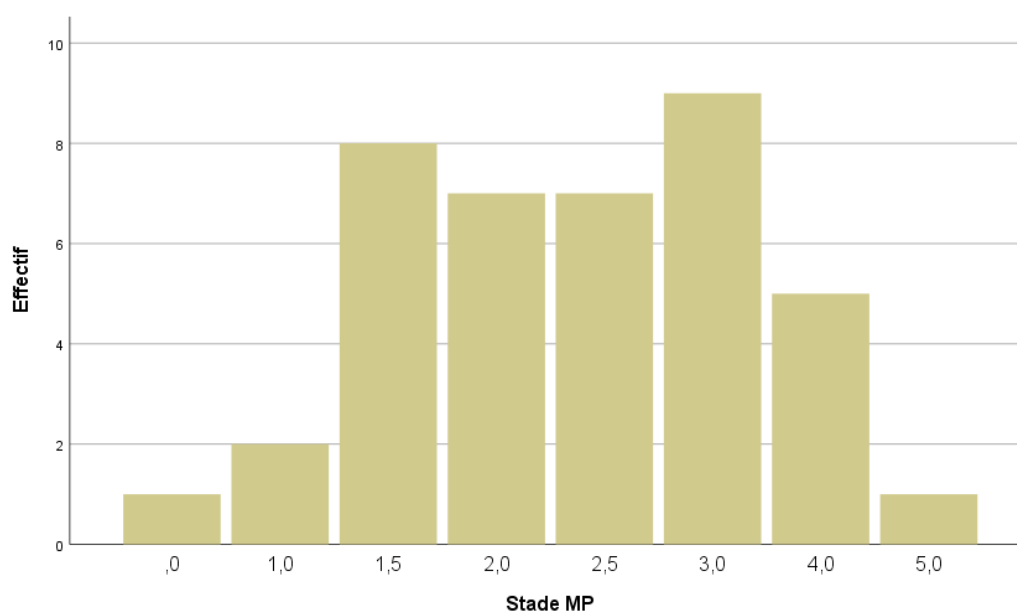


Figure 71 : répartition des participants de la cohorte 1 en fonction du stade de la MP (Hoehn & Yahr, 1967).

La seconde cohorte est elle aussi composée de quarante personnes atteintes de la MP (19 hommes et 21 femmes) âgées de 49 à 86 ans ($m = 71$ ans) et dont la durée de la maladie varie de 2 à 28 années ($m = 8$ ans). Les stades 1.5 à 5 de la MP sont représentés au sein de l'échantillon. Quarante proches – le plus fréquemment les conjoints – ont également participé à cette étude.

Le tableau 16 reprend les critères d'inclusion et d'exclusion des deux cohortes.

| Critères concernant l'ensemble des participants (cohortes 1 et 2) | |
|--|---|
| Critères concernant les participants de la cohorte 2 | |
| Critères d'inclusion | Critères d'exclusion |
| Maladie de Parkinson idiopathique (critères de la UKPDSBB) | Troubles de la vision et/ou de l'audition non appareillés |
| Langue maternelle française Être capable de comprendre le document d'information/signer le formulaire de consentement éclairé | Pathologies susceptibles d'affecter la production de parole (autre que MPI) |
| Être prêt à fournir des informations à caractère médical (e.g., stade de la maladie, médication) | |
| Accepter la participation d'un proche (conjoint, famille, ami, aidant ou toute autre personne en contact avec le participant) | |

Tableau 16 : critères d'inclusion et d'exclusion de la cohorte 1 et la cohorte 2.

8.3 Description du protocole

Comme ce fut le cas dans l'étude 2, les participants des deux cohortes ont été recrutés, sur base volontaire, dans le cadre de la Convention Interdisciplinaire du Parkinson, au sein de l'Hôpital André Vésale (C.H.U. de Charleroi).

A partir du protocole établi (Fig. 72), nous avons investigué plusieurs dimensions psycho-comportementales, fonctionnelles et cognitives à partir de questionnaires permettant le recueil de données auto- et hétéro-rapportées. Les données concernant l'histoire médicale de la MP (symptômes et contexte du diagnostic, durée de la MP, stade, médication, complications, etc.) ont égale-

ment été collectées à partir des informations disponibles dans les dossiers médicaux des participants²⁶.

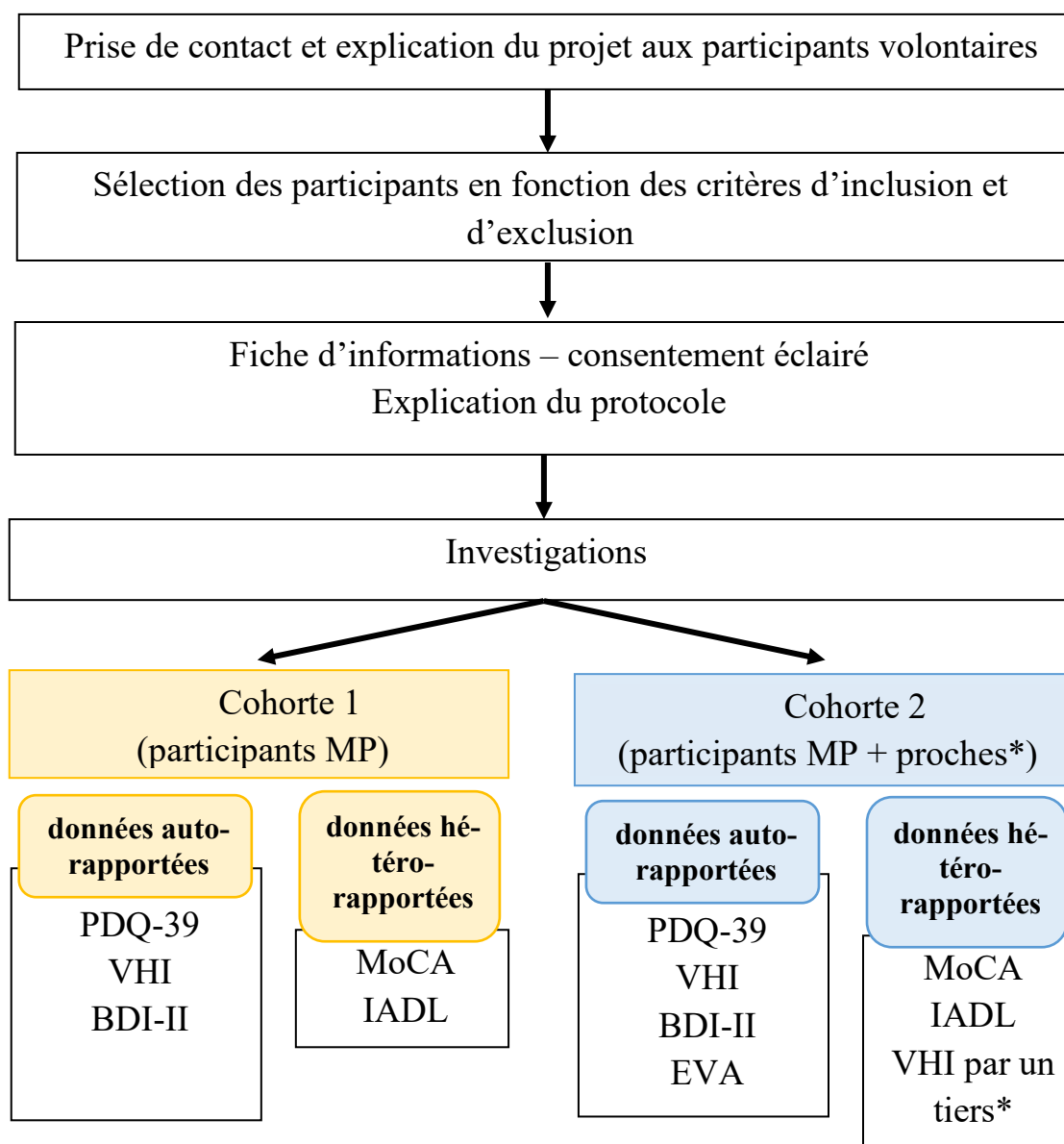


Figure 72 : protocole (étude 3).

8.3.1 Première cohorte

Un ensemble de données auto-rapportées a été recueilli auprès de ce premier groupe de participants. Les deux premiers outils d'évaluation, le VHI et le PDQ-39, ont été décrits précédemment (voir Chapitre 6, point 6.3.1). Pour rap-

²⁶ Un accord de consultation de ces dossiers, clairement stipulé dans la demande d'avis au Comité d'Ethique, était à nouveau demandé oralement à chaque participant et dûment signalé dans le document d'informations fournis avant le recueil de données. Seules des informations utiles à l'étude ont été consultées.

pel, le VHI permet d'apprécier la perception de la QDV des sujets quant aux altérations de leur communication tandis que le PDQ-39 permet l'évaluation de la qualité de vie perçue par les participants dans différents domaines de vie (e.g. interactions sociales).

Conjointement à ces deux outils, les participants ont été invités à remplir trois questionnaires supplémentaires :

- l'inventaire de dépression de Beck (BDI-II) (Beck, Steer, & Brown, 1996) : soumettre ce questionnaire permet de questionner la piste d'une possible expression symptomatique d'allure dépressive auprès de nos participants. Le BDI-II permet, au travers de 21 items, d'offrir une estimation du degré de sévérité de dépression (Fig. 73) ;

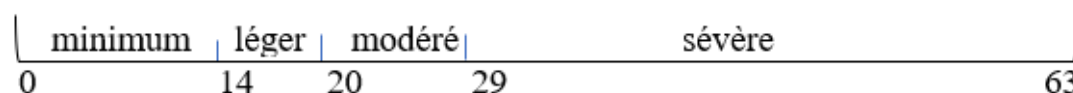


Figure 73 : degré de sévérité de la dépression (Beck, Steer, & Brown, 1996).

- l'échelle d'activités instrumentales de la vie courante (IADL) de Lawton (Lawton & Brody, 1969) : cette échelle permet d'évaluer le niveau de dépendance dans les activités de la vie quotidienne, en reflétant le fonctionnement physique, mental et social des individus. Composé de 9 items scorés sur une échelle à 4 niveaux, elle permet l'obtention d'un score allant d'un niveau d'autonomie élevé (score faible) à un niveau de forte dépendance (score élevé) ;
- le Montreal Cognitive Assessment (MoCA) de Nasreddine *et al.* (2005) : ce questionnaire permet le dépistage de troubles cognitifs légers (MCI) pour lesquels une évaluation à partir du Mini-Mental State Examination (MMSE) pourrait manquer de sensibilité (Nasreddine *et al.*, 2005). Se voulant rapide d'utilisation (environ 10 minutes), sensible et facile à administrer, le MoCA couvre 8 domaines cognitifs spécifiques que sont la mémoire à court terme (rappel immédiat et retardé), les capacités visuospatiales (dessin de l'horloge, copie d'un cube en trois dimensions), plusieurs aspects des fonctions exécutives (abstraction, alternance de tâche, écoute phonémique), l'attention, la concentration, la mémoire de travail, le langage (dénomination d'image, répétition de phrases syntaxiquement complexes, tâche de fluence) et l'orientation (lieu et heure). Sa cotation permet d'identifier quatre niveaux cognitifs : normal (27-30), atteinte cognitive légère (18-26), atteinte cognitive modérée (10-17), atteinte cognitive sévère (< 10).

Ces trois outils ont pour vocation de nous fournir des informations complémentaires sur des facteurs individuels (MoCA – BECK) ainsi que sur la réalisation courante d'activités de la vie quotidienne (IADL) afin de pouvoir mettre en relation ces informations avec les perceptions des participants en ce qui concerne les répercussions de la MP et de la dysarthrie hypokinétique sur leur QDV.

8.3.2 Deuxième cohorte

Dans un second temps, nous avons interrogé 40 participants et 40 proches (conjoint ou toute autre personne faisant partie de la sphère sociale de la personne). Comme précédemment, le PDQ-39, le VHI, le BDI-II, le MoCA et l'IADL ont été administrés aux participants atteints de la MP. En plus de ces questionnaires, deux échelles visuelles analogiques (EVA) leur ont été proposées :

- EVA_{voix} : la face visible aux participants proposait, à chaque extrémité, une des deux affirmations, « je n'ai pas de problèmes de parole » et « j'ai de sévères problèmes de parole ». Le verso de l'échelle était quant à lui gradué, reflétant un score allant de 0 à 100 ;
- EVA_{com} : la face visible comportait à chacune de ses extrémités les affirmations « je n'ai pas de problèmes de communication causés par ma parole » et « j'ai de sévères problèmes de communication causés par ma parole ». Le verso était lui aussi gradué afin de déterminer un score d'altération pouvant varier de 0 à 100.

Ces deux échelles ont pour objectif de nous informer sur la perception des individus quant à leurs problèmes de parole et/ou de communication afin de pouvoir mettre ces données en relation avec leurs perceptions dans leurs activités de la vie courante.

Aussi, afin de recueillir les perceptions des proches quant aux altérations vécues par les personnes atteintes de la MP et leurs répercussions, ceux-ci ont été invités à compléter une adaptation du VHI. Celle-ci leur a permis de donner leur représentation des altérations apparaissant chez la personne atteinte de la MP. A titre illustratif, l'item « on m'entend difficilement dans un milieu bruyant » est ainsi devenu « j'entends difficilement mon proche dans un milieu bruyant ». L'objectif ici est de combiner les perceptions de la personne atteinte de la MP et d'une personne de son entourage proche afin d'observer si les situations de vie sont vécues et/ou perçues de manière similaire ou non.

8.4 Hypothèses

Dans notre première étude (voir Chapitre 6), nous avons remarqué que certains éléments et informations propres aux personnes atteintes de la MP fournissaient des pistes de réflexion quant à l'influence de la MP sur leur vie quotidienne. Dans cette troisième étude, nous souhaitons dès lors questionner le rôle de ces indicateurs, en posant l'hypothèse que des éléments propres à l'histoire médicale de la MP peuvent permettre d'identifier des profils particuliers auprès des personnes atteintes de la MP. Toutefois, selon Donovan (2008), il reste complexe de tester l'hypothèse selon laquelle les effets d'un traitement clinique/médical se traduisent par une participation réussie dans la vie quotidienne dans le domaine des troubles moteurs de la parole car il n'existe pas de mesures psychométriques fiables de la communication dans le cadre d'une participation sociétale. Dès lors, nous optons pour une vision plus globale des situations, afin de tenir compte tant d'éléments thérapeutiques (traitements, prises en charge, etc.) que d'indicateurs personnels (état thyroïdienne, cognitif, etc.). C'est pour cette raison que nous émettons également l'hypothèse que les informations issues de l'histoire médicale des participants ne sont pas suffisantes à elles seules afin de comprendre les répercussions fonctionnelles de la dysarthrie mais qu'il est utile de prendre en compte des aspects personnels afin de garantir une meilleure compréhension des situations.

8.5 Résultats

Pour rappel, même si les participants des deux groupes ont répondu à des protocoles distincts, plusieurs outils ont été utilisés auprès de l'ensemble des participants. Dès lors, dans un premier temps, nous présentons les résultats communs à chacune des cohortes (IADL, PDQ-39, VHI). Ces résultats seront mis en perspective avec les données recueillies à partir du BECK et du MoCA. Dans un second temps, nous proposons d'approfondir les résultats aux outils propres à chacune des deux cohortes. Enfin, nous terminerons par une synthèse des résultats découlant des données recueillies auprès de l'ensemble des participants.

8.5.1 Inventaire de dépression de Beck

Dans cette étude, il nous a semblé opportun de prendre en compte la possible expression symptomatique d'une attitude dépressive chez nos participants. En effet, comme nous l'avons présenté précédemment (confer. Chapitre 1), les troubles de l'humeur, telle la dépression, font partie de la symptomato-

logie non-motrice de la MP, ceux-ci pouvant même être des signes précurseurs de la maladie.

Au sein de nos deux cohortes, seuls sept participants présentent une attitude dépressive légère. Nous constatons toutefois un effet du stade de la MP sur l'état dépressif ($H(2) = 21.604, p < 0.001$). La figure 74 nous permet d'apprécier ces différences, en mettant en évidence une croissance du score en fonction du stade d'évolution de la MP.

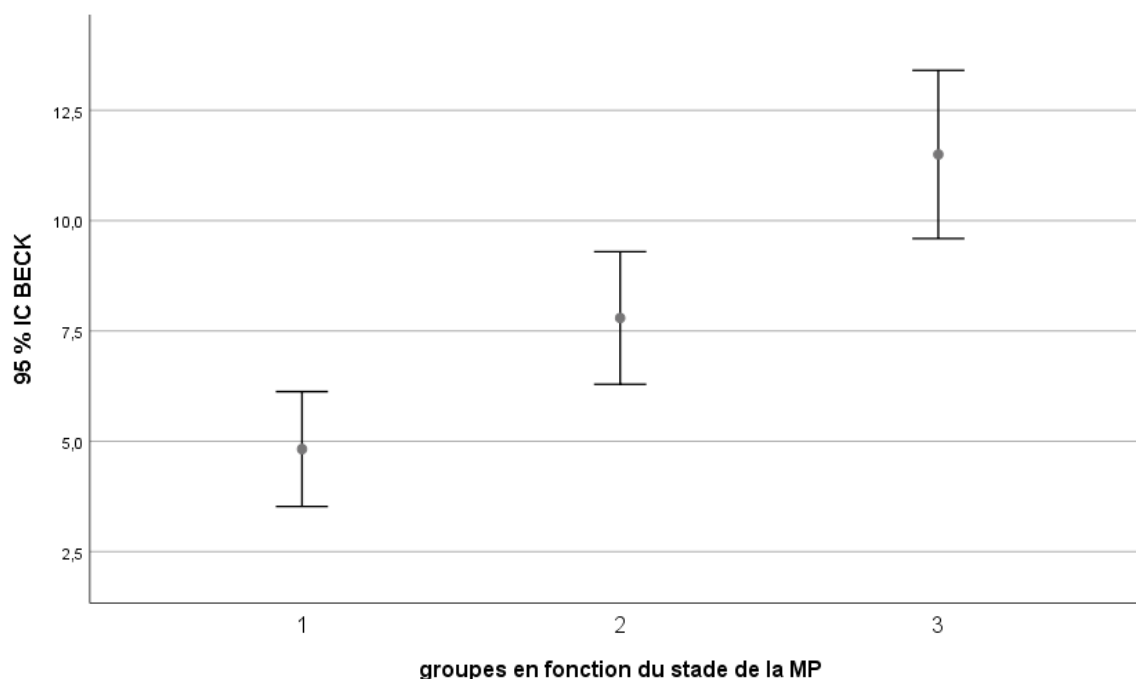


Figure 74 : scores obtenus au BECK en fonction du stade de la MP (regroupé en trois catégories : stades légers (1), stades modérés (2), stades avancés (3)).

Nous pouvons ainsi constater que, même si la presque totalité de nos participants ne présentent pas une symptomatique dépressive, les scores obtenus à la passation de l'échelle BECK ont tout de même tendance à augmenter au fur et à mesure de l'évolution de la maladie.

8.5.2 Montreal Cognitive Assessment

Autre symptôme non-moteur dans la MP, l'atteinte cognitive peut apparaître précocement dans la MP (Yarnall *et al.*, 2014). De nombreux auteurs ont évoqué les possibles répercussions fonctionnelles et l'atteinte de la QDV pour les personnes atteintes de la MP qui développent un trouble non-moteur de ce type (entre autres, Berganzo *et al.*, 2016 ; Lawson *et al.*, 2014).

La passation du MoCA auprès de nos deux cohortes nous permet d'identifier trois groupes au sein de participants : ceux ne présentant pas d'atteinte cognitive (scores entre 27 et 30), ceux avec une atteinte cognitive légère (scores entre 18 et 26) et ceux avec une atteinte cognitive modérée (scores entre 10 et 17). L'évolution de la maladie, caractérisée par les stades de la MP regroupés en trois catégories (stades légers, modérés et avancés), met en évidence des différences de moyenne entre les participants ($H(2) = 7.660$, $p = 0.022$), les altérations cognitives ayant tendance à augmenter au cours de la maladie. A contrario, la durée de la MP ne semble pas influencer sur les capacités cognitives de nos participants.

8.5.3 Echelle d'activités instrumentales de la vie courante de Lawton

Cette échelle permet d'évaluer le niveau de dépendance dans les activités de la vie quotidienne des participants (Fig. 75).

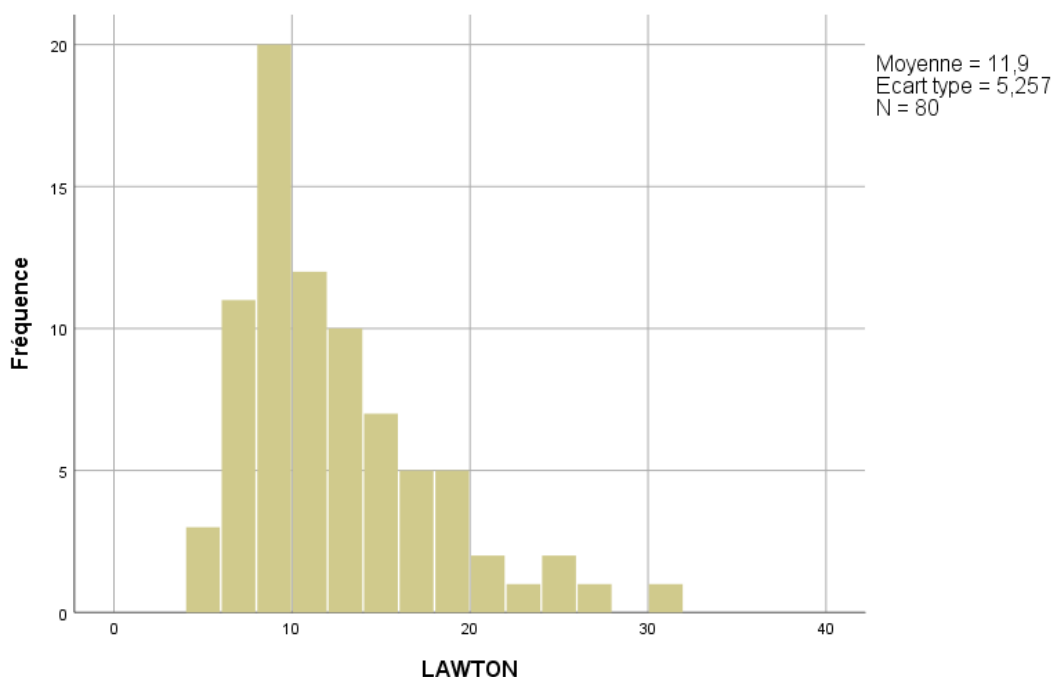


Figure 75 : distribution des scores à l'IADL de Lawton.

La figure 75 permet de constater que les participants à cette étude semblent présenter un bon niveau d'autonomie moyen ($m = 11.9$). En effet, pour rappel, plus le score est faible, plus le niveau d'autonomie est considéré comme élevé (Lawton & Brody, 1969). La complétion de cet outil nous permet toutefois d'identifier des différences de moyenne entre les participants en fonction du stade de la MP ainsi qu'en fonction des regroupements en trois catégories de stades ($H(2) = 13.689$, $p = 0.001$). Ainsi, nous constatons une augmentation du score moyen en fonction du stade d'évolution de la maladie : de 8.72 pour les

stades légers, témoignant d'une préservation de l'autonomie dans les activités de la vie quotidienne, nous obtenons un score moyen de 19 dans le groupe de participants à des stades avancés de la maladie, avec un score maximum de 30 pour un des participants, témoignant dès lors d'une diminution de l'autonomie dans la réalisation des activités quotidiennes.

8.5.4 Parkinson's Disease Questionnaire

Nous avons utilisé le PDQ-39 afin de permettre le recueil d'informations sur la QDV globale des personnes atteintes de la MP. Pour rappel, dans notre première étude, nous nous étions interrogée sur différents indicateurs à notre disposition et avons identifié la possible influence de l'âge des participants au moment du diagnostic, constatant que les participants avec une QDV jugée insatisfaisante étaient ceux pour qui le diagnostic avait été posé tôt. Nos participants étant plus nombreux et leurs profils étant plus diversifiés dans cette étude, nous nous réinterrogeons sur l'ensemble des indicateurs à notre disposition.

Nous constatons que les participants des deux cohortes estiment avoir une QDV perçue comme globalement très satisfaisante à satisfaisante (score moyen = 19). Toutefois, 38 participants estiment avoir une QDV altérée dans au moins un des domaines investigués. Aussi, si nous observons les résultats en fonction de nos deux précédents outils, nous constatons que les scores obtenus (total et sous-dimensions) varient selon la présence ou non d'une attitude dépressive (tableau 17)

| | PDQ total | MOB | AVQ | BEA | GP | SSOC | TC | COM | IP |
|---|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Pas d'attitude dépressive (N = 73) | 17.9 | 17.82 | 20.45 | 21.41 | 9.34 | 7.34 | 23.62 | 12.47 | 28.21 |
| Attitude dépressive légère (N = 7) | 34.71 | 45.43 | 45 | 37.57 | 38.14 | 13.86 | 29.29 | 40.29 | 24.71 |

Tableau 17 : Récapitulatif des scores au PDQ-39 (total et sous-dimensions) selon l'attitude dépressive (BECK).

Légende : MOB = mobilité, AVQ = activités de la vie quotidienne, BEA = bien-être affectif, GP = gêne psychologique, SOUTIEN = soutien social, TC = troubles cognitifs, COMM = communication, IP = inconfort physique.

Bien entendu, les différences d'effectif entre ces deux sous-groupes ne permettent pas d'affirmer avec certitude une augmentation des altérations per-

çues en fonction de l'attitude dépressive. Toutefois, nous constatons tout de même une légère augmentation des scores moyens chez les personnes présentant une attitude dépressive légère, tant globalement que dans les différents domaines investigués (exception faite de l'inconfort physique).

Ces mêmes scores varient également en fonction du degré d'atteinte cognitive (tableau 18).

| | PDQ total | MOB | AVQ | BEA | GP | SSOC | TC | COM | IP |
|---|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Pas d'atteinte cognitive (N = 61) | 17.48 | 17.33 | 18.89 | 20.34 | 11.10 | 7.56 | 21.79 | 14.02 | 27.67 |
| Atteinte cognitive légère (N = 17) | 22.82 | 22.82 | 29.76 | 32.47 | 10.18 | 8.24 | 30.18 | 14.84 | 29.12 |
| Atteinte cognitive modérée (N = 2) | 48 | 87 | 75 | 16.50 | 49.50 | 16.00 | 43.50 | 41.50 | 24.50 |

Tableau 18 : Récapitulatif des scores au PDQ-39 (total et sous-dimensions) selon l'atteinte cognitive (MoCA).

Légende : MOB = mobilité, AVQ = activités de la vie quotidienne, BEA = bien-être affectif, GP = gêne psychologique, SOUTIEN = soutien social, TC = troubles cognitifs, COMM = communication, IP = inconfort physique.

A nouveau, il convient de rester prudent face à ces résultats au vu des différences d'effectifs. Toutefois, il reste intéressant de constater que les scores moyens tendent à augmenter conjointement au degré de sévérité de l'atteinte cognitive (Fig. 76). Cela suggère que les personnes présentant une atteinte cognitive modérée évaluent plus négativement que les autres participants les répercussions de la MP sur leur QDV.

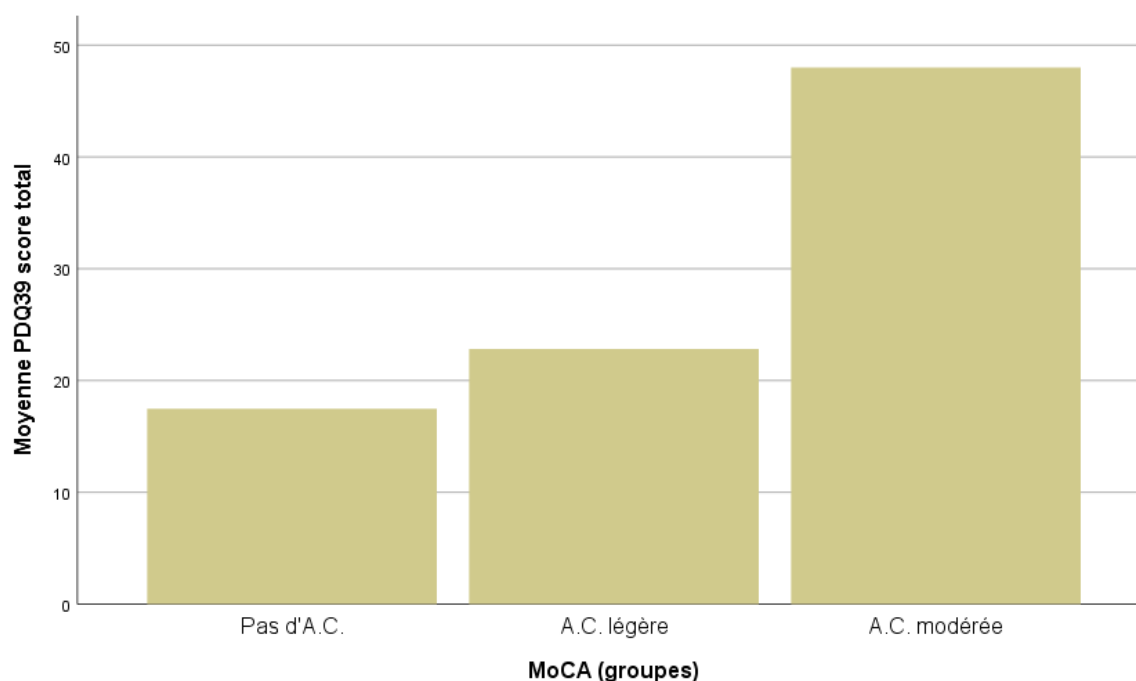


Figure 76 : moyenne au PDQ-39 en fonction de l'atteinte cognitive évaluée à partir du MoCA.

Des autres indicateurs personnels disponibles, seules l'évolution de la MP, caractérisée par les stades d'évaluation de Hoehn et Yahr et la sévérité de la dysarthrie, évaluée à partir de l'UPDRS III, permettent d'observer des différences entre nos participants.

Nous avons ainsi constaté que les participants ayant répondu au PDQ-39 perçoivent différemment les altérations liées à leur QDV globale, notamment en fonction de l'évolution de la maladie ($F(7,72) = 11.981, p < 0.001$). Afin d'en faciliter la visualisation, nous avons à nouveau regroupé nos participants en trois catégories : les participants à des stades légers (0-2), modérés (2.5-3) et avancés (4-5) de la maladie (Fig. 77).

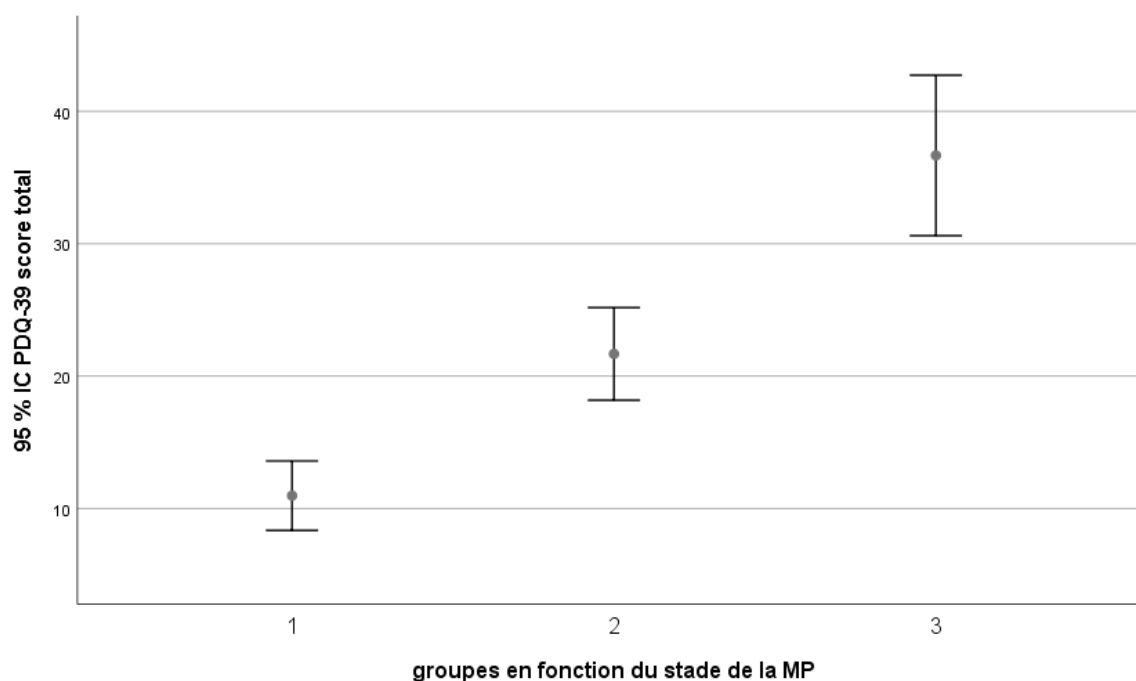


Figure 77 : scores au PDQ-39 (total) en fonction des stades de la MP (classés en trois catégories).

Nous pouvons dès lors remarquer que les participants perçoivent des altérations plus importantes de leur QDV en fonction de l'avancée de leur maladie. Toutefois, les scores obtenus laissent apparaître une préservation de la QDV globale pour la majorité des participants. Cela suggère donc que, même si globalement la QDV des participants reste préservée, de légères altérations apparaissent au cours de l'évolution de la MP.

Afin d'identifier les domaines concernés, nous avons à nouveau regroupé les participants en fonction de ces trois groupes de stades de la MP (Fig. 78). C'est principalement au niveau des activités de la vie quotidienne et de la mobilité que les personnes interrogées estiment avoir une qualité de vie peu satisfaisante. A contrario, nous remarquons que, quel que soit le stade de la maladie, le soutien social reste globalement perçu comme très satisfaisant. C'est par ailleurs le seul domaine avec l'inconfort physique pour lesquels nous n'obtenons pas de différences significatives en fonction du stade de la MP.

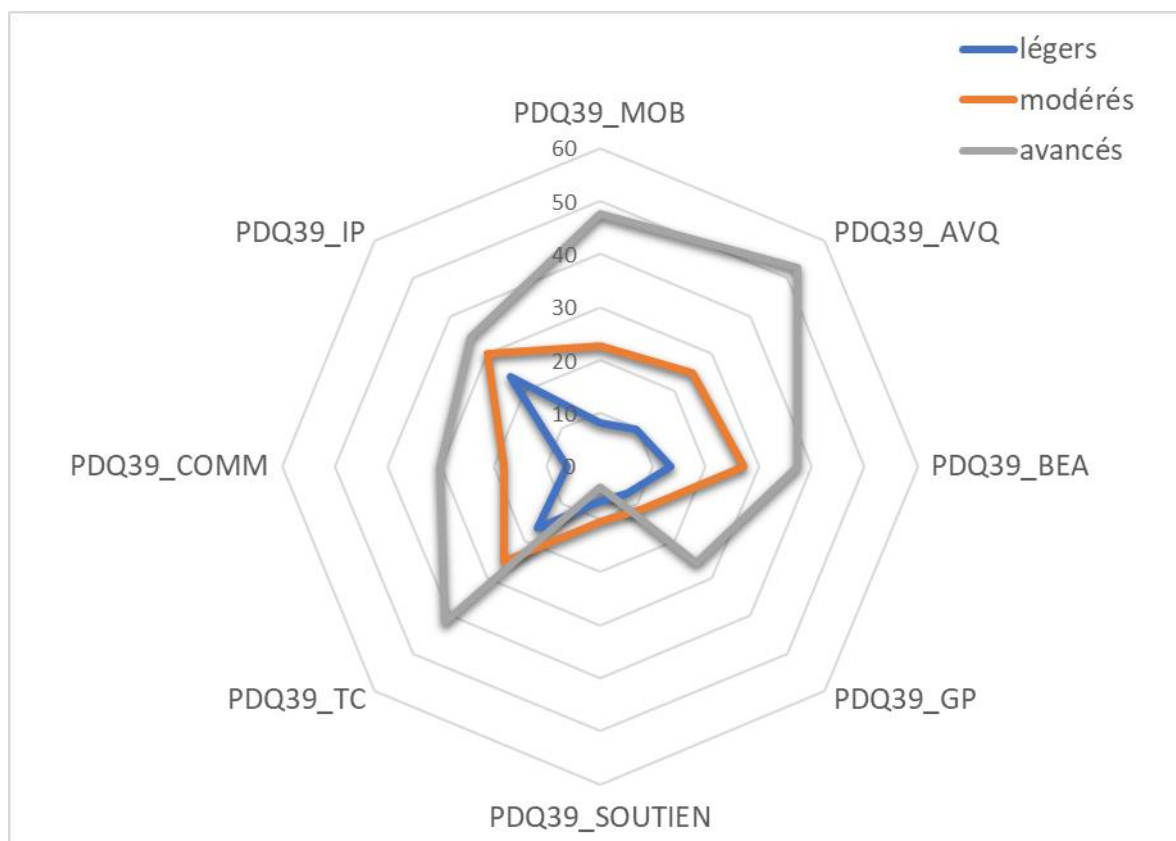


Figure 78 : scores aux sous-composantes du PDQ-39 en fonction des stades de la MP (classés en trois catégories).

Légende : MOB = mobilité, AVQ = activités de la vie quotidienne, BEA = bien-être affectif, GP = gêne psychologique, SOUTIEN = soutien social, TC = troubles cognitifs, COMM = communication, IP = inconfort physique.

En ce qui concerne la sévérité de la dysarthrie (Fig. 79), nous avons identifié des différences significatives entre les 4 groupes de participants (pour rappel, 0 = sujets non considérés comme dysarthriques, 1 = sujets présentant une dysarthrie légère, 2 = sujets présentant une dysarthrie modérée, 3 = sujets présentant une dysarthrie sévère) sur le score de qualité de vie perçue globalement ($F(3,76) = 4.941, p = 0.003$).

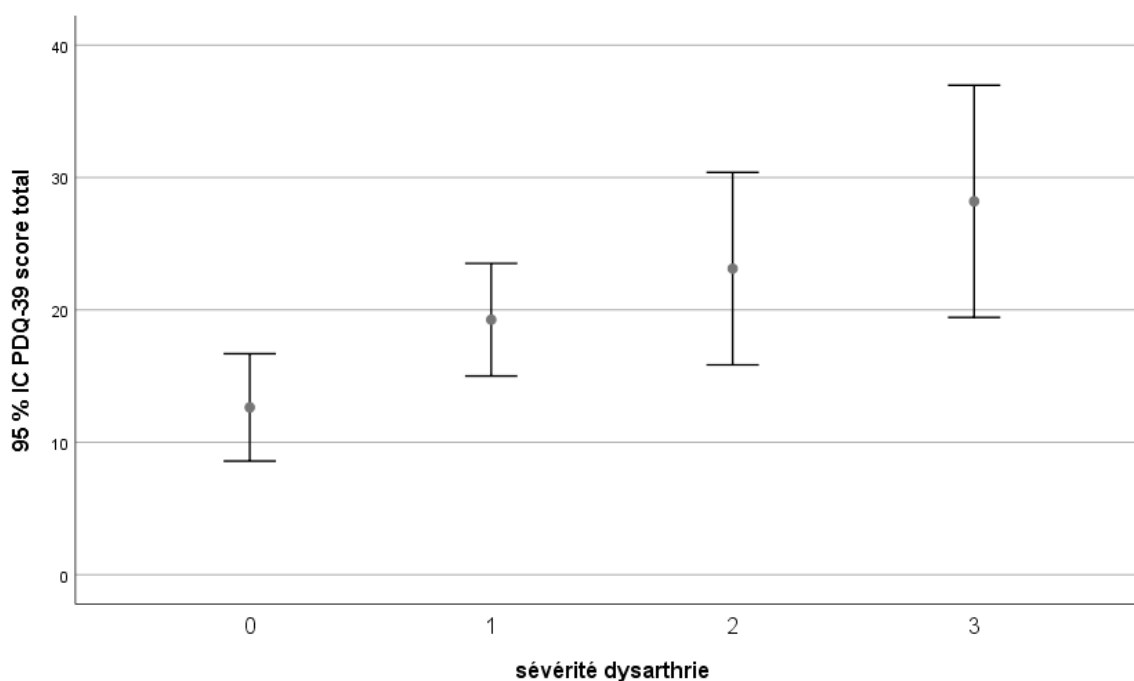


Figure 79 : distribution des scores totaux au PDQ-39 en fonction de la sévérité de la dysarthrie.

Nous pouvons remarquer que plus la dysarthrie est sévère, plus la QDV globale est perçue comme altérée (même si, pour rappel, les scores de nos participants sont ici représentatifs d'une QDV globalement préservée). Cela renforce notre hypothèse selon laquelle, même si la QDV globale semble préservée, des atteintes plus subtiles de la QDV sont déjà présentes et ont tendance à croître. Ici, nous pouvons qui plus est compléter cette hypothèse en mettant en évidence le rôle de la dysarthrie et donc du possible lien entre QDV globale et altérations de la production de parole.

Seuls deux domaines investigués dans le PDQ-39 permettent de mettre en évidence des différences entre nos participants en ce qui concerne la sévérité de la dysarthrie : la gêne psychologique ($H(3) = 11,048$, $p = 0,011$) et la communication ($H(3) = 8,709$, $p = 0,033$). Le fait que ce soit ces deux domaines qui permettent d'identifier des différences entre les personnes atteintes de la MP fait toutefois sens étant donné les répercussions fonctionnelles possibles de la dysarthrie. Les figures 80 et 81 illustrent ces résultats.

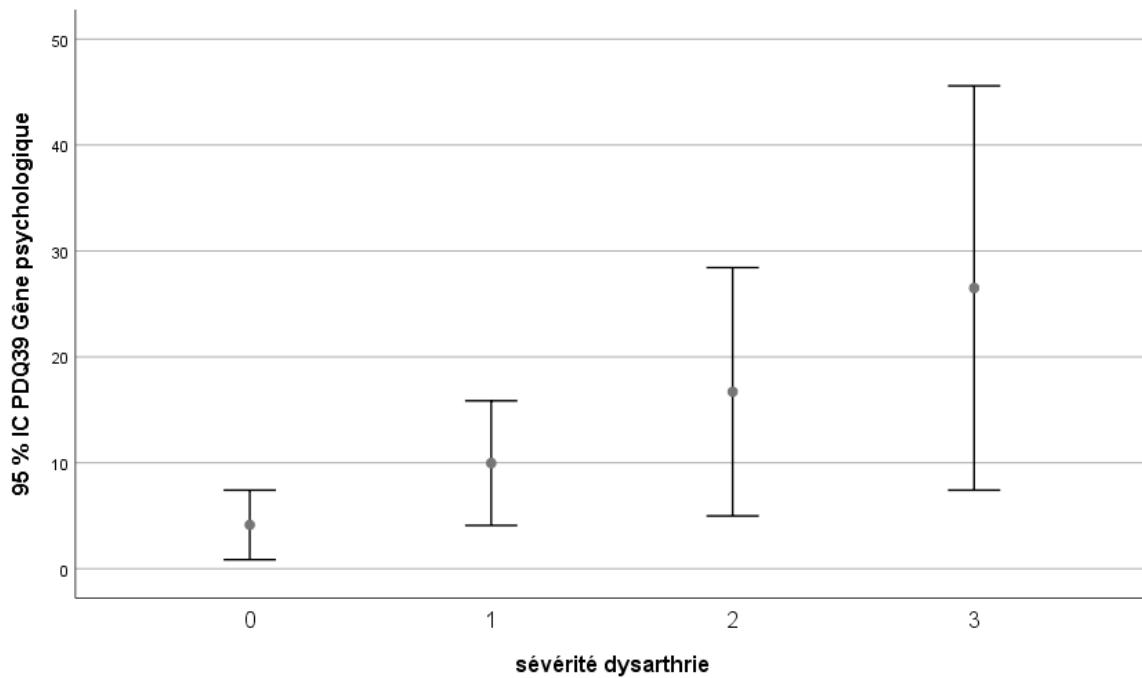


Figure 80 : distribution des scores au domaine de GP en fonction de la sévérité de la dysarthrie.

La gêne psychologique perçue augmente de manière croissante au cours de l'évolution de la sévérité de la dysarthrie, ce qui témoigne des répercussions des troubles de l'exécution motrice de la parole sur le bien-être psychologique des personnes atteintes de la MP. Le score moyen varie en effet considérablement en fonction des divers degrés de dysarthrie (respectivement, $m(0) = 4.14$, $m(1) = 9.97$, $m(2) = 16.71$, $m(3) = 26.50$). Les scores maxima varient eux aussi, passant de 25 pour le groupe ne présentant pas de dysarthrie à 93 pour le groupe présentant une dysarthrie sévère. Notons également la variabilité plus importante concernant les personnes présentant une dysarthrie modérée à sévère, ce qui suggère que, malgré les altérations importantes de production de la parole, certains participants estiment maintenir une QDV très satisfaisante dans ce domaine.

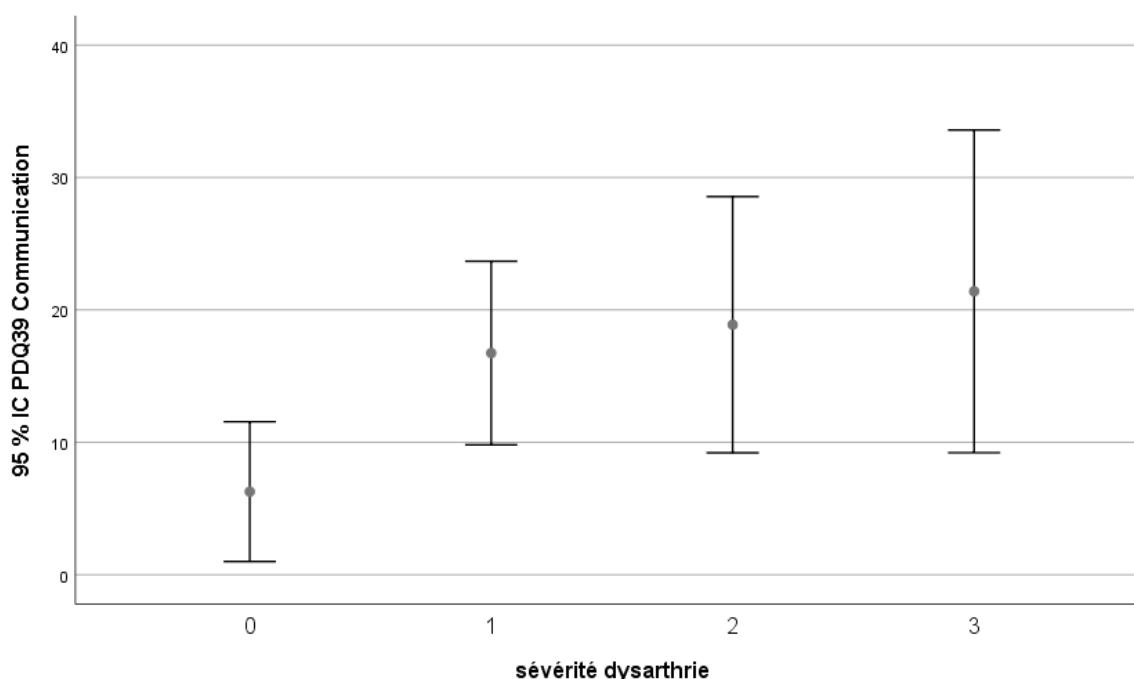


Figure 81 : distribution des scores au domaine de communication en fonction de la sévérité de la dysarthrie

La perception graduelle d'une QDV altérée identifiée dans le domaine de gêne psychologique est moins marquée en ce qui concerne la dimension relative à la communication (Fig. 81). Toutefois, nous constatons également un accroissement du score moyen entre les différents sous-groupes, avec un score moyen de 6 pour les personnes sans dysarthrie à 21 pour celles présentant une dysarthrie sévère. Nous constatons que les participants présentant une dysarthrie légère à sévère perçoivent de manière relativement proche les altérations concernant la communication. Ce constat n'est pas sans intérêt en ce sens qu'il suggère que des altérations de la communication peuvent apparaître dès les premiers signes d'une dysarthrie hypokinétique.

Si nous mettons en relation ces résultats avec ceux obtenus dans le domaine de la gêne psychologique, nous pouvons suggérer que, alors que les altérations de la communication consécutives à la dysarthrie semblent rapidement être identifiées par les participants, c'est à un degré de sévérité plus avancé que ces altérations de la production de la parole ne viennent gêner psychologiquement les personnes atteintes de la MP.

8.5.5 Voice Handicap Index

Le VHI reste un outil très utilisé dans les recherches évaluant la dysarthrie dans la MP, celui-ci permettant de recueillir les perceptions des individus tant sur les aspects fonctionnels, physiques qu'émotionnels. De ce fait, nous l'avons proposé aux participants des deux cohortes. Pour rappel, trois degrés de sévérité sont associés à chacune des dimensions ainsi qu'au score total obtenu par les participants (voir Chapitre 6, point 6.3.1).

Les résultats au VHI nous permettent d'identifier six participants percevant des répercussions sévèrement handicapantes (tableau 19), treize estimant ressentir des répercussions modérément handicapantes (tableau 20) et dix suggérant des altérations globalement légères.

| Sujet | sexe | année naissance | année diagnostic | durée MP | stade MP | sévérité dysarthrie | VHI TOT | VHI PHYS | VHI FONCT | VHI EMOT |
|-------|------|-----------------|------------------|----------|----------|---------------------|---------|----------|-----------|----------|
| 4 | H | 1942 | 2014 | 2 | 4 | 3 | 66 | 34 | 19 | 13 |
| 11 | H | 1954 | 2005 | 11 | 2,5 | 3 | 71 | 21 | 28 | 22 |
| 14 | F | 1945 | 2006 | 10 | 4 | 1 | 82 | 31 | 25 | 26 |
| 19 | F | 1938 | 2008 | 8 | 2,5 | 1 | 73 | 29 | 21 | 23 |
| 31 | F | 1947 | 1998 | 18 | 5 | 3 | 83 | 33 | 23 | 27 |
| 63 | H | 1942 | 2014 | 4 | 4 | 3 | 72 | 31 | 25 | 16 |

Tableau 19 : informations sur les participants avec un score au VHI total évoquant un handicap sévère.

Comme nous pouvons le constater à partir du tableau 19, les six personnes s'évaluant comme sévèrement concernées par les altérations évaluées à partir du VHI considèrent également être sévèrement handicapées dans les situations concernant les domaines physiques et fonctionnels. Du point de vue du domaine émotionnel, seuls trois participants considèrent présenter des altérations sévères. Nous remarquons également que quatre participants présentent un degré de sévérité avancé de dysarthrie et que tous présentent un stade modéré à avancé de la MP. Nous constatons également que deux participants évalués comme ayant une dysarthrie hypokinétique légère estiment toutefois vivre des répercussions comme étant sévèrement handicapantes, ce qui suggère bien que la seule évaluation objective de la dysarthrie ne permet pas nécessairement de refléter le vécu des personnes atteintes de la MP.

| Sujet | sexe | année nais- sance | année dia- gnostic | du- rée MP | stade MP | sévérité dysar- thrie | VHI TOT | VHI PHYS | VHI FONCT | VHI EMOT |
|-------|------|-------------------------|--------------------------|------------------|-------------|-----------------------------|------------|-------------|--------------|-------------|
| 6 | H | 1933 | 2010 | 6 | 3 | 0 | 45 | 23 | 12 | 10 |
| 8 | H | 1946 | 2009 | 7 | 2 | 1 | 50 | 19 | 12 | 19 |
| 12 | H | 1953 | 2008 | 8 | 2 | 0 | 51 | 17 | 16 | 18 |
| 16 | F | 1938 | 2013 | 3 | 2.5 | 1 | 57 | 18 | 18 | 21 |
| 26 | F | 1946 | 2008 | 8 | 2 | 1 | 49 | 18 | 19 | 12 |
| 28 | F | 1940 | 2001 | 15 | 4 | 1 | 58 | 22 | 16 | 20 |
| 40 | H | 1966 | 2012 | 4 | 1 | 1 | 51 | 18 | 17 | 16 |
| 41 | H | 1957 | 2014 | 4 | 1.5 | 3 | 51 | 23 | 15 | 13 |
| 50 | H | 1949 | 2002 | 16 | 3 | 3 | 58 | 15 | 14 | 29 |
| 56 | H | 1954 | 2002 | 16 | 3 | 3 | 51 | 17 | 19 | 15 |
| 61 | F | 1949 | 2016 | 2 | 3 | 3 | 50 | 13 | 22 | 15 |
| 67 | H | 1959 | 1990 | 28 | 3 | 2 | 49 | 20 | 24 | 5 |
| 73 | H | 1966 | 2012 | 6 | 2 | 3 | 49 | 12 | 20 | 17 |

Tableau 20 : informations sur les participants avec un score au VHI total évoquant un handicap modéré.

A partir du tableau 20, représentant les scores des participants obtenant un résultat « modéré » au VHI total, nous constatons à nouveau que ce sont les domaines physique et fonctionnel qui sont perçus comme étant les plus altérés par les personnes vivant avec la MP. A titre illustratif, citons quelques items concernant ces deux domaines :

- domaine physique : « je fais beaucoup d'efforts pour parler » ; « la clarté est imprévisible » ; « je suis à court de souffle quand je parle » ;
- domaine fonctionnel : « on me comprend difficilement dans un milieu bruyant » ; « je téléphone moins souvent que je le voudrais » ; « je parle moins souvent avec mes voisins, mes amis, ma famille à cause de ma voix ».

Afin d'affiner nos observations, nous avons étudié l'influence de plusieurs indicateurs sur les perceptions des participants. Les analyses réalisées nous ont permis d'identifier deux indicateurs utiles à la compréhension des résultats : le stade de la MP et la sévérité de la dysarthrie.

Lorsque nous nous concentrons sur les stades de la MP (représentés ici par les regroupements en stades légers, modérés et avancés), nous constatons des différences significatives entre les participants au VHI total ($H(2) = 10,858$, $p = 0.004$) ainsi qu'à chacune des dimensions investiguées par l'outil (domaine physique : $H(2) = 9,023$, $p = 0.011$; domaine fonctionnel : $H(2) = 10,516$, $p =$

0.005 ; domaine émotionnel : $H(2) = 8,903$, $p = 0.012$). La figure 82 illustre ces résultats pour le score total au VHI.

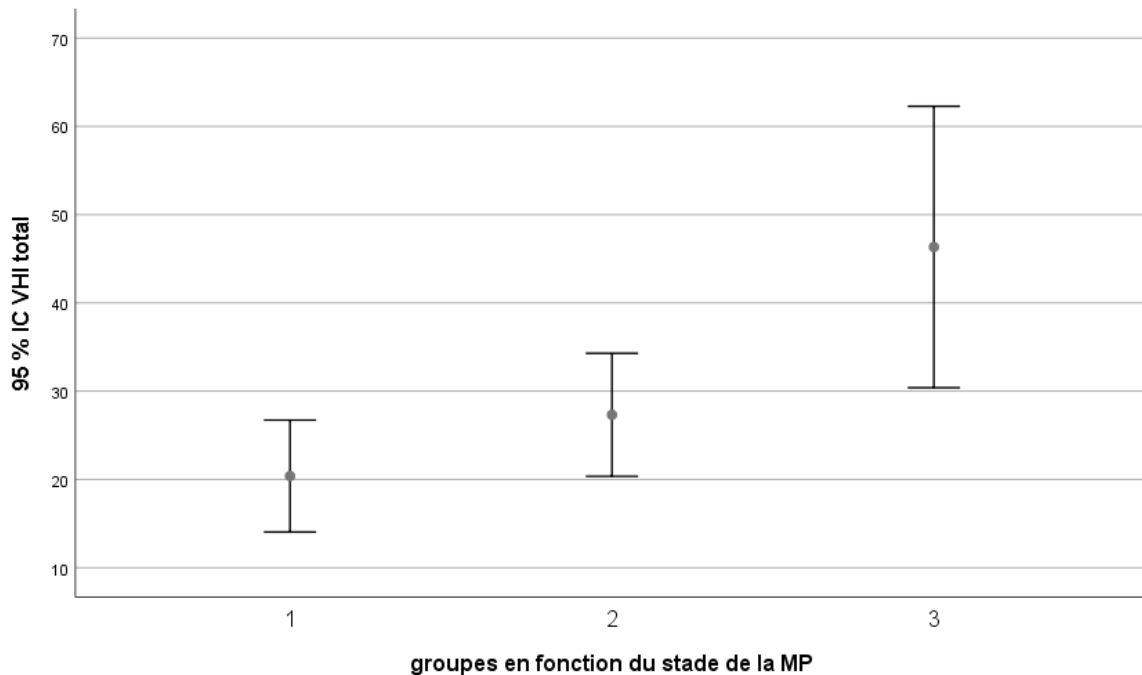


Figure 82 : scores au VHI (total) en fonction du stade de la MP (regroupés en trois catégories : 1 = léger, 2 = modéré, 3 = avancé).

Nous remarquons que le score moyen total au VHI, représentant les perceptions des altérations vocales des personnes atteintes de la MP, augmente au fur et à mesure de l'évolution de la MP (m gr.1 = 20 ; m gr.2 = 27 ; m gr.3 = 46). Les mêmes constatations sont faites pour les domaines investigués à partir de l'outil, comme en témoigne la figure 83 en ce qui concerne le domaine fonctionnel. Nous constatons toutefois que la variabilité est légèrement plus importante dans le groupe de participants se trouvant à des stades avancés de la maladie (stades 4 et 5).

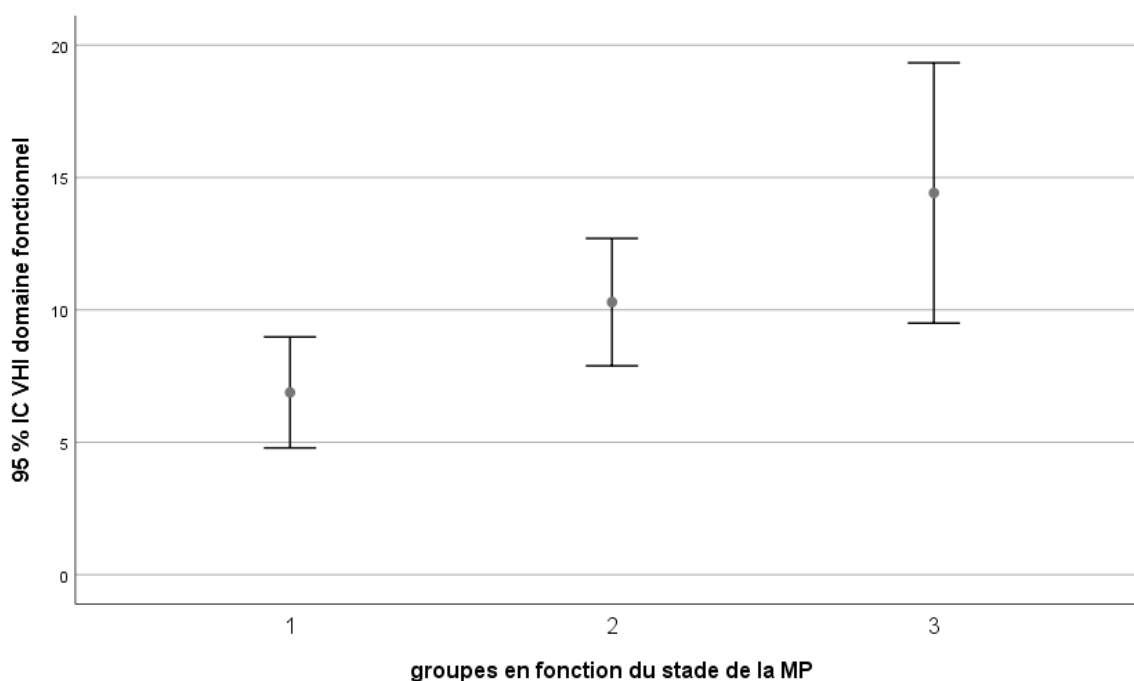


Figure 83 : scores au VHI (domaine fonctionnel) en fonction des stades de la MP (regroupés en trois catégories : 1 = léger, 2 = modéré, 3 = avancé).

Le deuxième indicateur permettant d'identifier des différences entre les participants est le degré de sévérité de la dysarthrie. Le VHI étant un outil très fréquemment utilisé auprès des personnes atteintes de la MP mais pour lequel peu d'informations sont toutefois disponibles quant à sa capacité à mettre en évidence des différences au sein de cette population (Guimaraes *et al.*, 2017), ce constat ne manque pas d'intérêt. Nous pouvons en effet remarquer que lorsque la dysarthrie est évaluée comme sévère, le score total au VHI ($m = 57$) augmente fortement comparativement aux autres degrés de sévérité ($H(3) = 34,742$, $p < 0.001$) (Fig. 84). Nous constatons également que les participants étant considérés comme non-dysarthriques sont ceux qui estiment présenter le moins de situations vécues comme handicapantes ($m = 10$). Une proximité des résultats est quant à elle remarquée pour les autres participants (sévérité légère : $m = 27$; sévérité modérée : $m = 31$).

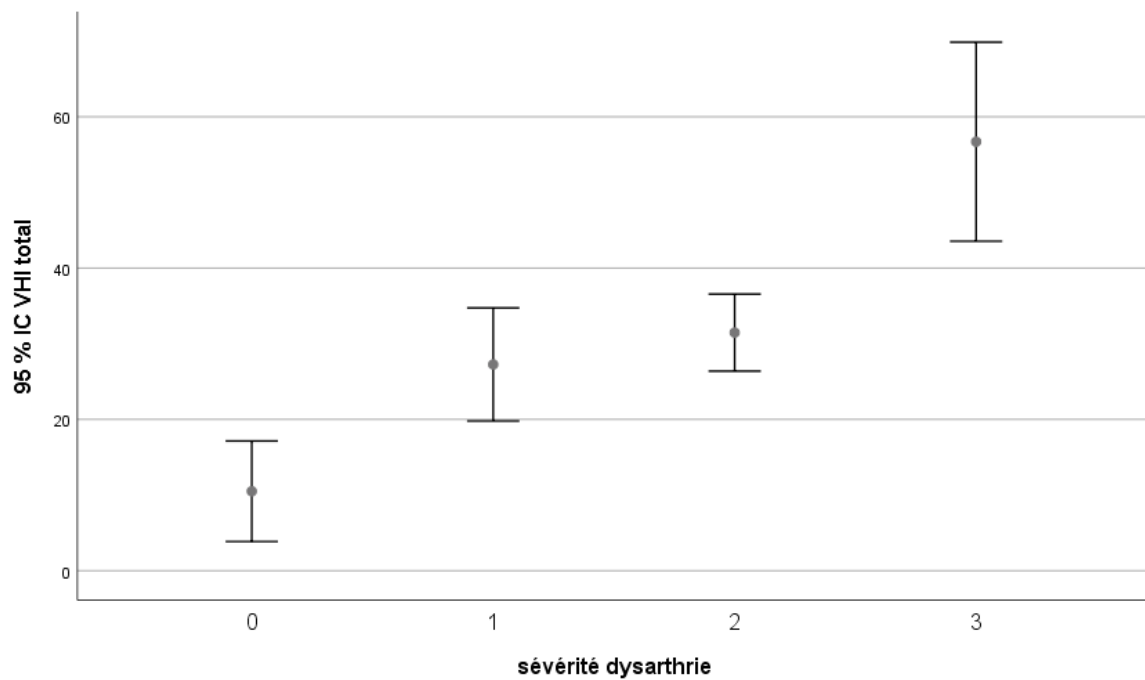


Figure 84 : scores au VHI (total) en fonction du degré de sévérité de la dysarthrie (0 = absence ; 1 = léger ; 2 = modéré ; 3 = sévère).

Cette différence entre les scores des participants en fonction du degré de sévérité de la dysarthrie apparaît également au sein des trois composantes de l'outil (dimension physique : $H(3) = 31,724$, $p < 0,001$; dimension fonctionnelle : $H(3) = 29,481$, $p < 0,001$; dimension émotionnelle : $H(3) = 28,981$, $p < 0,001$) (Fig. 85, illustration concernant la dimension fonctionnelle du VHI).

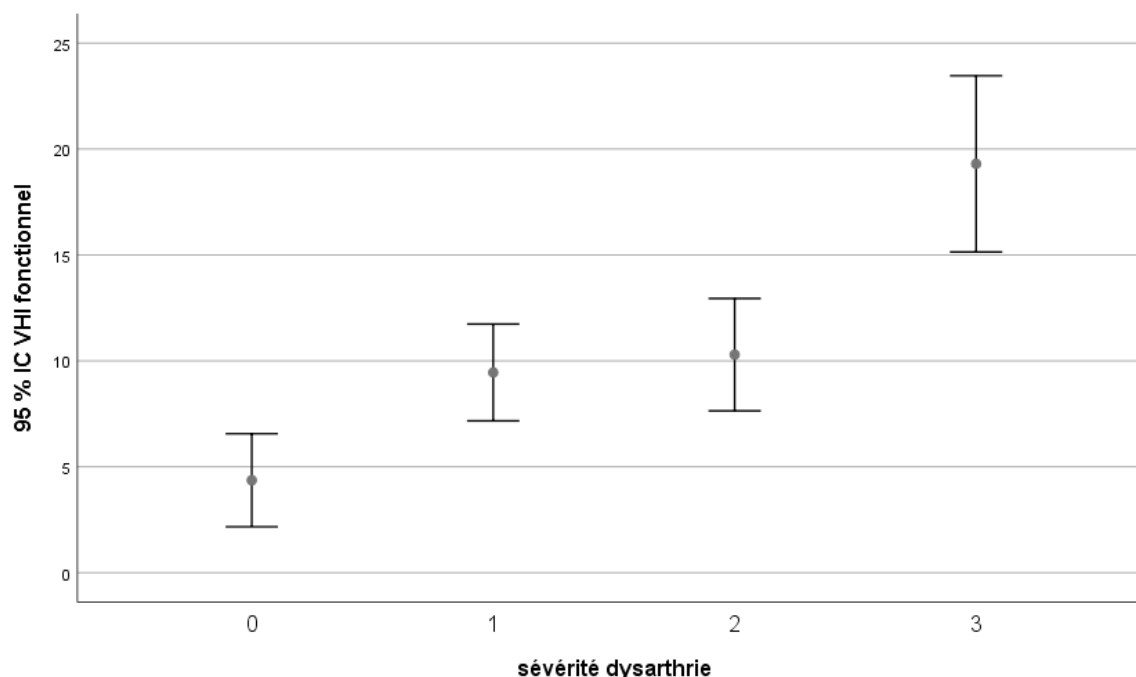


Figure 85 : scores au VHI (domaine fonctionnel) en fonction du degré de sévérité de la dysarthrie (0 = absence ; 1 = léger ; 2 = modéré ; 3 = sévère)

Cela nous amène à considérer qu'une atteinte plus sévère de la dysarthrie entraîne effectivement des répercussions dans plusieurs domaines de vie de la personne où elle est amenée à être en interaction avec autrui. Nous constatons également que, même si ces altérations sont perçues comme plus handicapantes à des degrés de sévérité avancés, les personnes présentant une dysarthrie légère à modérée peuvent également avoir des perceptions similaires. Cela n'est pas sans rappeler les scores obtenus dans le domaine relatif à la communication investigué à partir du PDQ-39, ce qui souligne l'importance de croiser les données issues des évaluations réalisées afin d'affiner notre compréhension des perceptions des participants.

Le stade de la MP et la sévérité de la dysarthrie nous ont permis de mettre en évidence l'influence d'indicateurs dits objectifs sur les perceptions des participants. Toutefois, comme le soulignent Dykstra *et al.* (2015) ou encore McAuliffe *et al.* (2017), les relations entre données objectives et subjectives restent complexes à identifier. Afin d'affiner nos observations, nous avons dès lors mis en relation les résultats obtenus aux deux outils d'auto-évaluation que sont le PDQ-39 et le VHI afin d'observer de possibles corrélations entre les domaines investigués. Le tableau 21 reprend les corrélations existantes entre ces deux outils.

| | PDQ total | MOB | AVQ | BEA | GP | SSOC | TC | COMM | IP |
|-------------|------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|--------------|----------------|-----------------|---------------|
| VHI_total | .469** < .001 | .227* .042 | .350** .001 | .308** .005 | .319** .004 | .140 .215 | .301* .007 | .405** <.001 | .260* .020 |
| Physique | .425** <.001 | .192 .088 | .275* .013 | .331* .003 | .193 .086 | .146 .197 | .300** .007 | .401** <.001 | .272* .015 |
| Emotionnel | .426** <.001 | .236* .035 | .353** .001 | .230* .040 | .375** .001 | .122 .279 | .289** .009 | .364** .001 | .220 .050 |
| Fonctionnel | .436** <.001 | .164 .147 | .352** .001 | .292** .009 | .313** .005 | .101 .373 | .242* .030 | .348** .002 | .252* .024 |

Tableau 21 : corrélations (rho de spearman) et degré de significativité entre scores au VHI et au PDQ-39.

Légende : MOB = mobilité, AVQ = activités de la vie quotidienne, BEA = bien-être affectif, GP = gêne psychologique, SSOC = soutien social, TC = troubles cognitifs, COMM = communication, IP = inconfort physique.

*** corrélation significative au niveau .01 (bilatéral) ; * corrélation significative au niveau de .05 (bilatéral).*

Comme illustré au tableau 21, de nombreuses corrélations apparaissent entre les scores au VHI et au PDQ-39. Toutefois, celles-ci restent relativement faibles au regard de la proportion de variance commune aux deux outils, ce qui ne nous permet pas d'identifier de relations particulières entre les domaines investigués par les deux outils.

8.5.6 Echelles visuelles analogiques

Les participants de la seconde cohorte ont également été invités à se positionner par rapport à deux questions posées, sur leur parole d'une part, sur leur communication d'autre part.

Une forte corrélation est obtenue entre les scores de ces deux EVA ($\rho = .781$, $p < 0.001$), suggérant une relation forte pour les participants entre leurs troubles de parole et ceux impactant leur communication. De fortes corrélations apparaissent également entre ces deux EVA et les scores au VHI (tableau 22).

| | VHI total | VHI physique | VHI fonctionnel | VHI émotionnel |
|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| EVA parole | .787** <.001 | .683** <.001 | .695** <.001 | .773** <.001 |
| EVA communication | .760** <.001 | .630** <.001 | .695** <.001 | *.712** <.001 |

Tableau 22 : corrélations (rho de spearman) entre scores au VHI et scores aux EVA

Légende : ** corrélation significative au niveau .01 (bilatéral) ; * corrélation significative au niveau de .05 (bilatéral)

Le degré de sévérité de la dysarthrie a également une influence sur le résultats à ces deux EVA (parole : $H(3) = 20.771$, $p < 0.001$; communication : $H(3) = 18.777$, $p < 0.001$). Ainsi, nous remarquons que, tant pour l'évaluation de la parole que de la communication, plus l'atteinte dysarthrique est importante, plus les aspects évalués visuellement sont considérés comme altérés (Fig. 86).

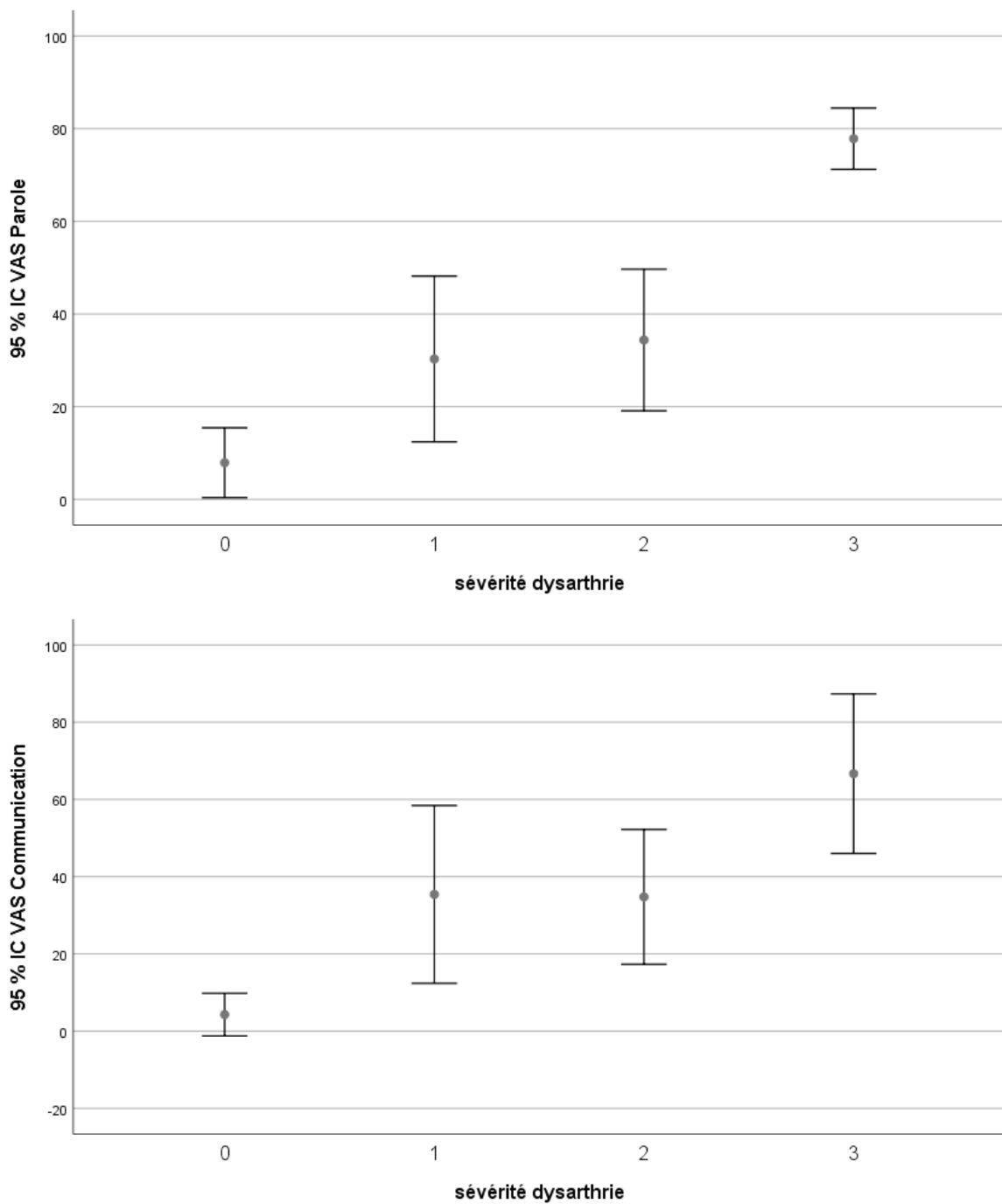


Figure 86 : distribution des scores à l'EVA concernant la parole (image du haut) et concernant la communication (image du bas) en fonction du degré de sévérité de la dysarthrie.

Cela suggère qu'au plus l'atteinte dysarthrique est considérée comme sévère, au plus les participants atteints de la MP estiment avoir de sévères problèmes de parole et de communication.

A contrario, aucune différence n'est relevée entre les participants en fonction du stade d'évolution de la MP.

8.5.7 Voice Handicap Index adapté à un tiers

Nous avons ici confronté la perception des personnes atteintes de la MP à celle d'un de leurs proches. Pour ce faire, nous avons, d'une part, interrogé la relation existant entre la perception de chacun et, d'autre part, nous avons regardé le comportement des proches en fonction des critères caractéristiques de la MP, plus particulièrement le stade de la MP et le degré de sévérité de la dysarthrie.

Pour rappel, seuls les proches (N = 40) des participants de la cohorte 2 ont complété cet outil. Les scores totaux ainsi que les domaines investigués par les deux outils se sont avérés corrélés entre eux (tableau 23).

| | VHI total | VHI physique | VHI fonctionnel | VHI émotionnel |
|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| VHI/tiers total | .607** <.001 | .498** .001 | .610** <.001 | .484** .002 |
| VHI/tiers physique | .680** <.001 | .636** <.001 | .653** <.001 | .547** <.001 |
| VHI/tiers fonctionnel | .498** .001 | .385* .014 | .507** .001 | .377* .017 |
| VHI/tiers émotionnel | .600* <.001 | .495** .001 | .613** <.001 | .484** .002 |

Tableau 23 : corrélations (rho de spearman) entre scores au VHI et scores au VHI adapté et complété par un tiers

Légende : ** *corrélation significative au niveau .01 (bilatéral)* ; * *corrélation significative au niveau de .05 (bilatéral)*

Comme nous pouvons le constater, la perception globale de la personne atteinte de la MP et celle du proche ayant participé présentent des similitudes ($\rho = .607$, $p < 0.001$). En outre, des corrélations significatives apparaissent entre les scores totaux ainsi qu'entre les domaines investigués par les deux outils. Dès lors, contrairement à Miller *et al.* (2008) qui ont mis en évidence des divergences de perception entre les personnes atteintes de la MP et leurs partenaires, les proches ayant répondu au questionnaire proposé semblent relativement en accord avec ce qui est perçu par la personne atteinte de la MP.

En ce qui concerne les indicateurs objectifs, seuls le domaine fonctionnel et le score total au VHI complété par un tiers (Fig. 87) semblent être influencés

par les stades de la MP (respectivement $H(2) = 6.063$, $p = .033$ et $H(2) = 6.235$, $p = .044$).

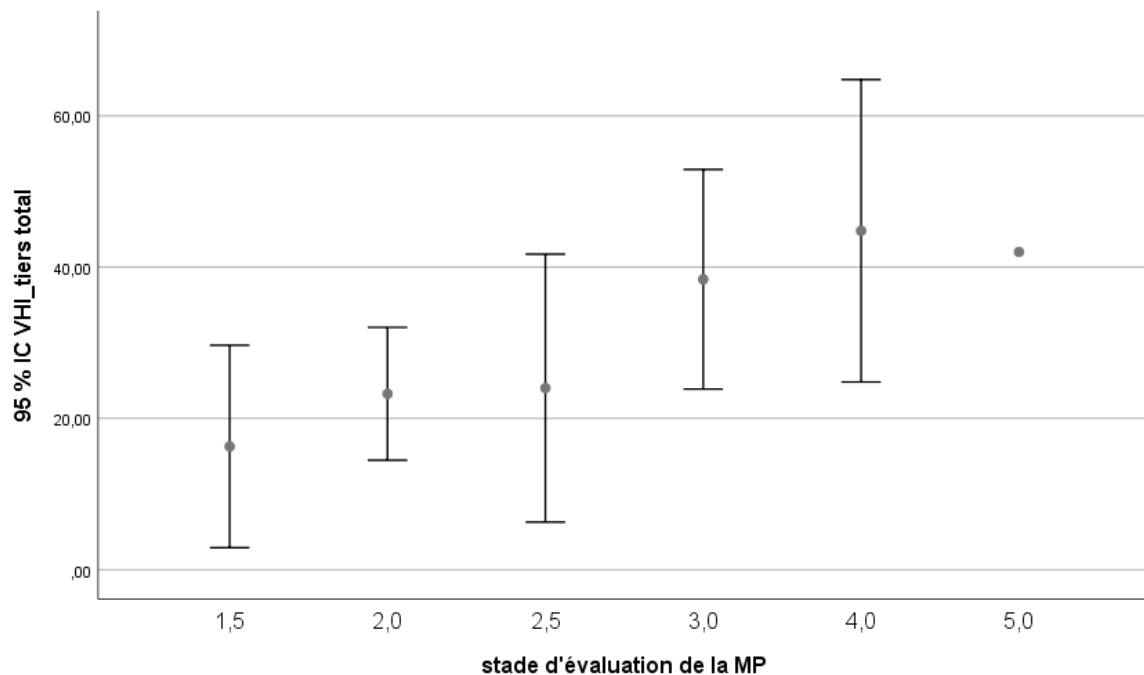


Figure 87 : scores au VHI complété par un proche en fonction des stades de la MP.

Les scores au VHI complété par un proche de la personne atteinte de la MP ont tendance à augmenter au fur et à mesure de l'évolution de la maladie, suggérant que les proches de personnes à des stades plus avancés perçoivent des altérations plus importantes et plus handicapantes dans la vie quotidienne de la personne. Comme nous pouvons le constater, seul un participant est au stade 5 de la MP. Afin de visualiser plus facilement ces différences, nous avons classé, comme précédemment, les stades de la MP en trois catégories : légers (stades 0 à 2), modérés (stades 2.5 à 3) et avancés (stades 4 à 5) (Fig. 88).

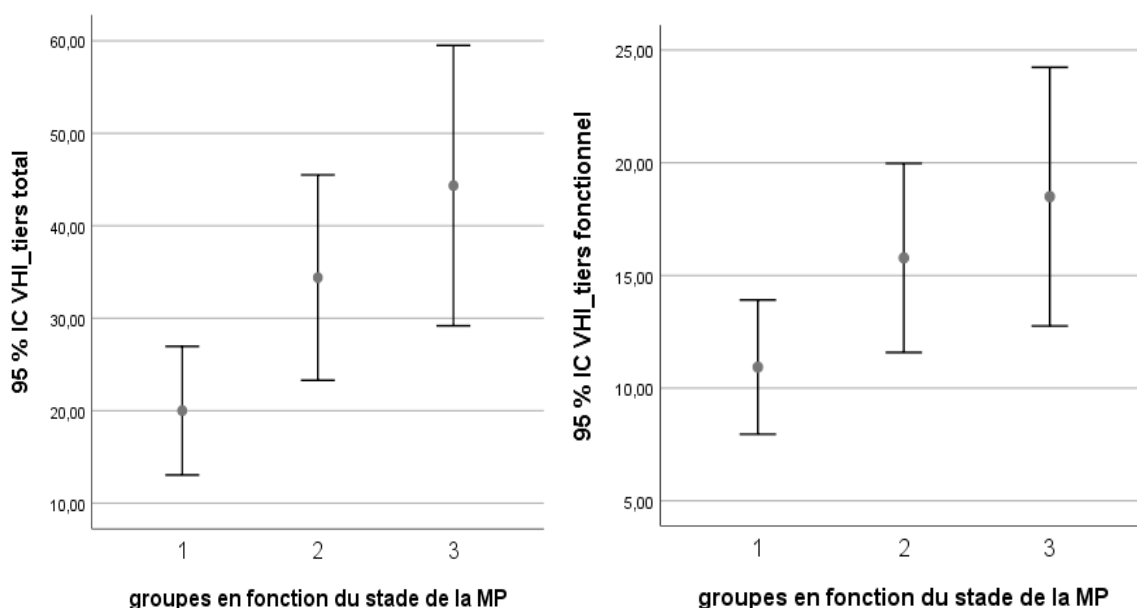


Figure 88 : score total (gauche) et au domaine fonctionnel (droite) du VHI complété par un proche en fonction du stade de la MP catégorisé en trois groupes (1 = léger ; 2 = modéré ; 3 = avancé).

Comme le démontrent les deux graphiques présentés en figure 88, les perceptions des proches ont tendance à augmenter lorsque la maladie avance également. Si nous nous basons sur les seuils évoqués pour le VHI dans son usage classique, les proches des participants aux stades avancés de la MP considèrent les altérations de leurs proches comme étant légèrement à modérément handicapantes dans la vie quotidienne. D'un point de vue fonctionnel, celles-ci sont même perçues par les proches comme étant modérément à sévèrement handicapantes. Cela est relativement proche des déclarations faites par les participants atteints de la MP (voir Fig. 82 et 83).

Des résultats similaires à ceux des participants atteints de la MP (voir Fig. 84 et 85) sont également obtenus lorsqu'on observe les perceptions des proches en fonction du degré de sévérité de la dysarthrie (Fig. 89).

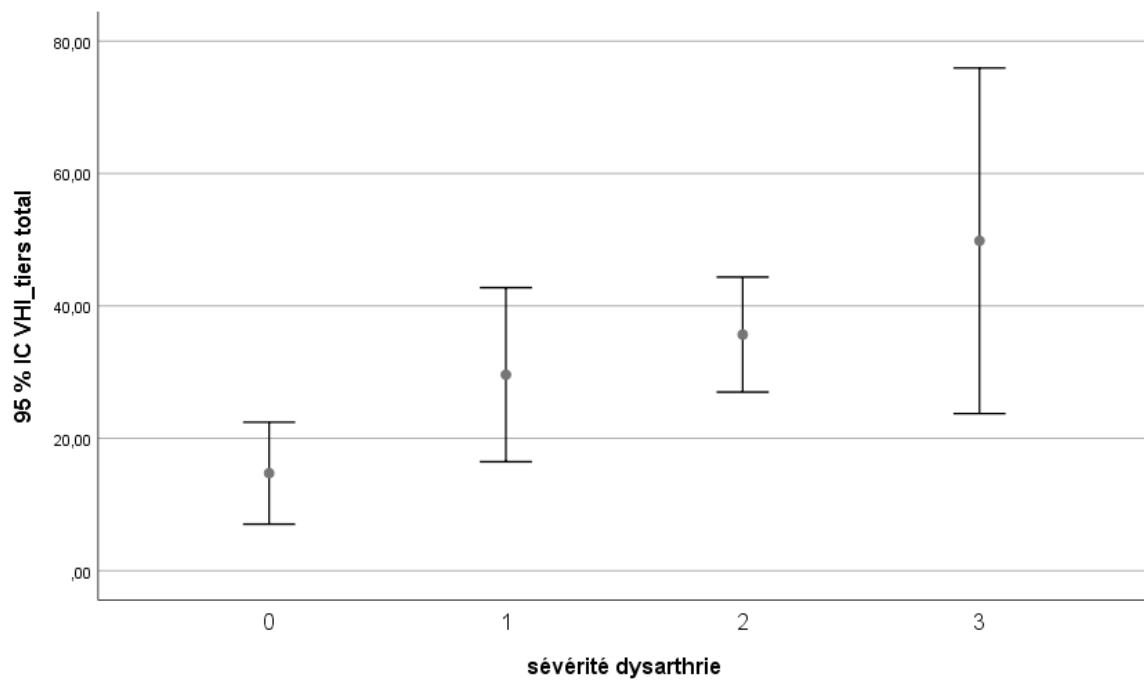


Figure 89 : scores au VHI complété par un tiers en fonction du degré de sévérité de la dysarthrie.

Nous constatons à nouveau que, plus le degré de sévérité de la dysarthrie est important, plus le score au VHI complété par un proche met en évidence des altérations perçues comme plus sévèrement handicapantes. Les perceptions des proches interrogés apparaissent comme particulièrement en accord avec celles des personnes atteintes de la MP en ce qui concerne l'évaluation des troubles vocaux.

8.6 Discussions des résultats

La présente recherche avait pour objectif d'étudier l'impact de la MP, et plus particulièrement de la dysarthrie hypokinétique sur la QDV des personnes atteintes de la MP. Dans cette étude, nous souhaitions aller au-delà des changements acoustiques engendrés par la dysarthrie et tenter de comprendre l'impact de ces altérations sur la vie de la personne atteinte de la MP ainsi que de son entourage. Notre hypothèse était que des facteurs individuels pouvaient contribuer à l'émergence de possibles répercussions fonctionnelles. Aussi, il nous a semblé opportun de questionner d'autres personnes que celles directement concernées par la maladie, plusieurs auteurs (notamment Schalling *et al.*, 2017; Smith & Caplan, 2018) évoquant des disparités entre les données auto- et hétéro-rapportées.

Afin de mener à bien cette étude, nous avons recruté quatre-vingts personnes atteintes de la MP ayant pris part à la CIP de l'hôpital André Vésale, répartis en deux cohortes. Lors du recrutement de la seconde cohorte, quarante personnes proches des participants atteints de la MP ont été invités à prendre part à l'étude. Tous les participants atteints de la MP ont été invités à répondre à des questionnaires de données auto-rapportées. La participation de leurs proches a quant à elle permis le recueil de données hétéro-rapportées. Enfin, des données hétéro-rapportées par le personnel prenant part à la CIP ainsi que des informations issues des bilans réalisés ont également été recueillies.

Sur base des réflexions menées dans l'étude 1, notre méthodologie a été modifiée. Outre l'accroissement du nombre de participants, nos réflexions se sont portées sur les outils permettant le recueil de données. Ainsi, lors de la première étude, la MHAVIE 4.0 avait été utilisée. Malgré la richesse et la finesse des informations recueillies (réalisation des activités, niveau de difficulté, type d'aides, niveau de satisfaction), la compréhension et la complétion de cet outil s'étaient révélées complexes pour plusieurs personnes. Or, pour rappel, les participants ayant pris part à notre première étude gardaient tous une certaine autonomie dans l'accomplissement d'activités de la vie quotidienne. Il nous est dès lors apparu comme primordial d'orienter nos choix méthodologiques vers des outils permettant le recueil d'informations pertinentes sans pour autant mettre en difficultés les répondants. C'est pour cela qu'a été incluse l'échelle d'activités instrumentales de la vie courante (IADL) de Lawton (Lawton & Brody, 1969). Ce choix s'est effectué pour trois raisons. Tout d'abord, l'outil permet d'investiguer neuf catégories d'activités de la vie courante. Ensuite, celui-ci permet de multiplier les sources d'informations (personne directement concernée mais également sa famille et/ou ses proches). Enfin, cet outil est déjà utilisé au sein de la CIP, ce qui nous permet de recueillir de l'information sans pour autant multiplier les outils proposés aux participants.

Avoir accès à des facteurs individuels nous paraissait également pertinent, ceux-ci pouvant avoir une influence considérable sur les résultats. C'est pour cette raison que nous avons complété notre recueil de données d'informations sur l'état cognitif et dépressif des personnes atteintes de la MP.

Ainsi, l'accroissement du nombre de participants et les données recueillies en découlant nous ont permis d'identifier principalement deux indicateurs personnels mettant à jour des différences entre nos participants : les stades de la MP (Hoehn & Yahr, 1967) ainsi que le degré de sévérité de la dysarthrie hypokinétique (évalué à partir de l'UPDRS III).

En ce qui concerne les stades d'évolution de la MP, nous avons constaté des différences de moyenne suite à la complétion du PDQ-39, même si les scores moyens mettent en évidence une préservation de la QDV. Notons toutefois que près de la moitié des participants estiment que leur QDV est altérée dans au moins un des domaines investigués par l'outil.

En ce qui concerne le PDQ-39, nous avons également constaté l'influence du degré de sévérité de la dysarthrie. Ainsi, les résultats suggèrent un impact précoce des altérations sur les situations de communication, les participants présentant une légère atteinte dysarthrique percevant des altérations similaires à celles de participants aux atteintes plus avancées. A contrario, la gêne psychologique semble plus tardive, se faisant jour chez des participants présentant une dysarthrie sévère. Cela suggère que la confrontation à des situations jugées stigmatisantes et au regard des autres apparaît plus tardivement, ce qui peut potentiellement être lié à la prise en charge mise en place.

Les résultats au VHI laissent supposer des constats similaires étant donné que seuls 29 participants évoquent des altérations légères à sévères. Nous constatons une influence du stade de la MP, tant globalement que sur les domaines investigués (physique, fonctionnel, émotionnel), mettant en évidence un accroissement des altérations au cours de l'évolution de la MP. Ici encore, cette progression malgré des scores relativement faibles semblent témoigner de la présence de signes infracliniques. L'identification de ceux-ci est très intéressante en perspective du développement de prises en charge et d'accompagnement précoce de la rééducation logopédique.

Notons toutefois que ces différences découlant de la complétion du VHI en fonction du stade de la MP semblent en contradiction avec d'autres études, notamment celle menée récemment par Guimaraes *et al.* (2017). En effet, dans leur récente étude psychométrique du VHI, Guimaraes et collaborateurs n'avaient pas identifié d'influence de l'évolution de la MP sur les dimensions investiguées par le VHI. Toutefois, nous émettons comme hypothèse que nos résultats diffèrent des leurs en ce sens que les sujets ayant participé à leur étude se situaient majoritairement à des stades légers de la MP (stades 0 à 2). Nous avons en effet constaté une forte croissance des scores au VHI, et de ce fait une augmentation des perceptions d'altérations considérées comme handicapantes, dans les stades modérés à avancés de la MP.

Le degré de sévérité de la dysarthrie semble également influencer les résultats de nos participants au VHI, mettant en évidence des relations étroites entre données objectives et subjectives en ce qui concerne la production de parole et les situations de vie quotidienne s'y référant. Une proximité des résultats des participants présentant une dysarthrie légère à modérée laisse suggérer que c'est à un degré d'atteinte avancé que les répercussions de la dysarthrie sont

les plus handicapantes dans la vie quotidienne des participants. Ces résultats nous amènent également à nous questionner sur les perceptions des proches de personnes atteintes de la MP, interlocuteurs privilégiés des participants. Pour ce faire, nous leur avons soumis une version adaptée du VHI, permettant le recueil de données hétéro-rapportées comparables à celles des participants atteints de la MP. Cette utilisation quelque peu détournée de l'outil nous a permis de mettre en évidence des perceptions semblables entre les participants et leurs proches, tant en fonction de l'avancée de la MP que du degré de sévérité de la dysarthrie. Cela n'est pas nécessairement en accord avec les propos de Miller *et al.* (2008) qui ont mis en évidence des divergences de perceptions entre personnes atteintes de la MP et proches interrogés. Toutefois, ici encore, nous nous interrogeons sur l'éventuel effet de la prise en charge proposée aux participants.

De fait, ces différents résultats se font jour à partir de scores indiquant une QDV globalement préservée, même si nous avons constaté une légère augmentation des scores moyens en fonction du degré d'atteinte cognitive ainsi que de l'attitude dépressive. Cela nous amène à nous interroger sur une des caractéristiques de notre recrutement, à savoir que tous les participants adhèrent au projet de la CIP. Pour rappel, à travers cette convention, c'est une approche individualisée, globale et pluridisciplinaire qui est recherchée. Ainsi, nous nous demandons si le fait que les participants aient été recrutés au sein de ce projet, qui se veut fournir une prise en charge structurée aux personnes atteintes de la MP, a pu avoir une influence sur nos résultats. Nous émettons notamment l'hypothèse d'une influence de l'accompagnement proposé, par des professionnels spécialisés dans la MP. Cela peut peut-être permettre aux personnes qui prennent part à ce projet de mieux vivre le quotidien grâce à la (re-)connaissance de la MP par le personnel. Le fonctionnement de ce projet permet également le maintien de certaines interactions entre personnes atteintes de la MP, au travers d'activités de groupe menées dans divers domaines (logopédie, psychologie, etc.) ainsi que par les échanges se créant au sein même du service.

Toutefois, évoquons le fait que, même si une préservation globale de la QDV demeure, des différences apparaissent, selon les outils considérés, en fonction du stade d'évolution de la maladie et/ou du degré de sévérité de la dysarthrie. Cela suggère qu'une dégradation d'aspects relatifs à la QDV apparaît dans la MP, même si, à l'heure actuelle, cela n'altère pas considérablement la vie quotidienne des participants. Cette hypothèse évoquant des signes infracliniques n'est pas sans intérêt, notamment dans une perspective de prise en charge précoce de la MP afin de garantir le plus longtemps possible une QDV satisfaisante pour les personnes atteintes de la MP.

Chapitre 9 Etude 4 – Application d'un programme de rééducation intensive

9.1 Introduction

Conformément aux axes développés dans cette recherche doctorale, notre quatrième étude a pour objet l'évaluation des effets d'une rééducation intensive visant la motricité globale sur les capacités motrices des individus ainsi que sur leurs capacités de production motrice de la parole et sur leurs perceptions relatives la QDV.

Pour ce faire, nous sommes partie de deux constats évoqués précédemment (voir Chapitre 3, point 3.3.3) :

- peu de personnes atteintes de la MP entament une prise en charge logopédique (Hartelius & Svensson, 1994; Kalf *et al.*, 2011; Mutch, Strudwick, Roy, & Downie, 1986; Schulz & Grant, 2000; Sunwoo *et al.*, 2014), même lorsqu'elles se déclarent insatisfaites de leur manière de communiquer avec autrui (Johnson & Pring, 1990; Miller *et al.*, 2011) ;
- une rééducation intensive, de type LSVT LOUD, paraît engendrer des effets bénéfiques concernant les symptômes de la dysarthrie hypokinétique (Herd *et al.*, 2012b; Martel-Sauvageau, Roy, Langlois, *et al.*, 2015).

Toutefois, nous avons également tenu compte de deux autres points évoqués dans la littérature :

- le caractère intensif de la démarche peut être un frein à sa réalisation (Sackley *et al.*, 2018) ;
- plusieurs personnes évoquent des exercices logopédiques jugés répétitifs, dénués de pertinence et ennuyeux (Yorkston *et al.*, 2017).

Dès lors, nous avons voulu initier une activité de rééducation pouvant faire sens auprès des participants tout en tenant compte des points évoqués ci-avant. Une collaboration avec la Haute Ecole Provinciale de Hainaut (HEPH) – Conдорcet a permis la concrétisation de notre démarche. De fait, forts de leur expérience avec la LSVT LOUD qui a pour objectif de se centrer sur le système moteur de la parole, les concepteurs ont voulu étendre leur démarche en proposant une rééducation LSVT de type BIG, celle-ci ayant pour but d'agir sur le système moteur des membres du corps entier (Fox, Ebersbach, Ramig, & Sapiro, 2012) par la réalisation de mouvements de grande amplitude. Etudiant la dynamique du mouvement articuloire dans la MP, il nous a semblé opportun de nous interroger sur les bienfaits d'une rééducation visant le système moteur global sur des aspects microscopiques tels que les mouvements articuloires.

Cette étude nous permet d'allier les différents axes que nous avons souhaité mettre en exergue dans cette recherche, combinant les aspects relatifs à la phonétique et à la QDV tout en proposant une rééducation centrée sur les symptômes moteurs de la MP. Cette dernière étude nous amène dès lors à considérer des aspects microscopiques et macroscopiques dans une perspective thérapeutique.

9.2 LSVT BIG

La LSVT BIG vise un travail de l'amplitude du mouvement des membres afin de réduire les symptômes de bradykinésie. Le travail réalisé s'oriente moins sur la vitesse de réalisation des mouvements en ce sens qu'un entraînement à des mouvements plus rapides n'induit pas pour autant une amélioration de l'amplitude ou de la précision. Il a même été démontré que l'exécution de mouvements rapides peut engendrer une réalisation hypokinétique de ceux-ci. A contrario, un entraînement à la réalisation de mouvements de plus grande amplitude peut permettre une augmentation de la vitesse d'exécution, voire de la précision avec laquelle les mouvements sont réalisés (Ebersbach *et al.*, 2015; Fox *et al.*, 2012; Morris, Iansek, Matyas, & Summers, 1994; Olson, Lockhart, & Lieberman, 2019). L'objectif de la LSVT BIG est ainsi d'améliorer la tendance à la réduction de l'amplitude des mouvements en vue de maintenir une vitesse adéquate. Cela n'est pas sans nous rappeler l'hypothèse évoquée par Ackermann et collaborateurs (1991) évoquant une réduction de l'amplitude des mouvements articuloires en vue de maintenir le tempo de parole. Là où dans la LSVT LOUD, le leitmotiv est de « parler fort », dans le LSVT BIG, le travail est uniquement axé sur l'amplitude des mouve-

ments en vue de réaliser de « grands mouvements » (Fox *et al.*, 2012; McDonnell *et al.*, 2018).

9.3 Description des participants

Quatorze participants, tous atteints de la MP, ont débuté cette étude. Toutefois, seul neuf participants (3 hommes et 6 femmes) seront repris dans la présentation de cette étude, cinq participants ayant refusé d'être enregistrés.

Les neuf participants (tableau 24), dont l'âge moyen est de 74 ans (min : 65 ans, max : 85 ans, ± 6 ans), étaient tous sous traitement au moment de la réalisation du protocole et des enregistrements (Prolopa). Un participant était sous DUODOPA (administration continue de L-Dopa par sonde). Le moment du diagnostic remonte à trois à treize années ($m = 8$ ans).

| <i>Participants</i> | <i>Sexe</i> | <i>Age</i> | <i>Stade MP</i> | <i>Durée MP</i> |
|---------------------|-------------|------------|-----------------|-----------------|
| MP1 | H | 78 | 2 | 10 |
| MP2 | H | 79 | 3 | 13 |
| MP3 | F | 68 | 1 | 3 |
| MP4 | F | 73 | 4 | 7 |
| MP5 | F | 65 | 2 | 10 |
| MP6 | F | 85 | 3 | 7 |
| MP7 | F | 71 | 4 | 10 |
| MP8 | H | 76 | 2 | 12 |
| MP9 | F | 68 | 1 | 3 |

Tableau 24 : description des locuteurs atteints de la MP (étude 4).

Il convient de signaler qu'aucun des participants ne suivait une rééducation logopédique au moment de l'étude et que sept d'entre eux étaient pris en charge dans le cadre d'une rééducation kinésithérapique (seuls les participants MP1 et MP9 n'ont pas de suivi de ce type).

Le tableau 25 reprend les critères ayant servi au recrutement des participants.

| Critères d'inclusion | Critères d'exclusion |
|--|--|
| Maladie de Parkinson idiopathique | Participants ne sachant pas marcher ou se lever sans aide humaine |
| Langue maternelle française Être capable de comprendre le document d'information/signer le formulaire de consentement éclairé | Participants présentant des troubles contre-indiquant la réalisation des exercices (troubles orthopédiques, cardiaques ou respiratoires) |
| Être prêt à fournir des informations à caractère médical (e.g., stade de la maladie, médication) | |

Tableau 25 : critères d'inclusion et d'exclusion (étude 4)

9.4 Description du protocole

C'est donc à partir d'une collaboration avec la section kinésithérapie de la HEPH que s'est mise en place la rééducation intensive LSVT BIG²⁷.

Comme pour la LSVT LOUD, la LSVT BIG s'inscrit dans une démarche de rééducation intensive en se composant de quatre séances d'exercices par semaine – 1 heure par séance – durant quatre semaines. Ce qui implique donc un total de 16 séances de rééducation. Ces séances se composent de trois types d'activités (Fox *et al.*, 2012) :

- des exercices quotidiens : des mouvements maximums soutenus (à titre illustratif, des exercices de maintien d'un grand étirement de gauche à droite), des mouvements répétitifs (à titre illustratif, réaliser de grandes enjambées en avant, en arrière ou sur le côté), des mouvements à composante fonctionnelle où le participant identifie cinq exercices qu'il veut travailler en conformité avec ses activités quotidiennes (à titre illustratif, passer de la position assise à debout) ;

²⁷ P. Véga a, dans le cadre de son mémoire de Master en Kinésithérapie, mis en place la rééducation LSVT BIG après formation et évaluation par le groupe de travail LSVT Global Inc. Workshop.

- des tâches hiérarchisées : réalisées à partir des exercices quotidiens, ces tâches visent à complexifier les exercices en augmentant la durée des tâches, leur amplitude ou la complexité de la situation de réalisation (e.g., bruit ambiant, situation de double tâche) ;
- des techniques de réalisation : améliorer la qualité des mouvements par imitation du praticien afin de former à une gestuelle de bonne qualité qui n'entraîne pas de douleurs. L'objectif ici est de montrer des techniques au participant afin de ne pas le solliciter sur un plan cognitif trop complexe (instructions et/ou explications fortement détaillées) ;
- activités type devoirs : réaliser des missions quotidiennes ou effectuer des grands mouvements dans des situations de la vie quotidienne. L'objectif est de permettre un transfert des activités de rééducation en situation de vie quotidienne.

La figure 90 schématise ce protocole tel qu'il a été proposé aux participants de notre étude. En plus des activités physiques propres à la LSVT BIG, deux périodes d'enregistrement ont eu lieu durant chaque séance, en début puis en fin de séance. Durant ces enregistrements, il a été demandé aux participants de produire les voyelles orales périphériques du français /a, i, u/ de manière isolée et stable (3 répétitions par phonème) puis de manière soutenue (1 répétition). Les logatomes de structure VGIV ont également été produits à trois reprises (voir tableau 15, p. 137, pour une description détaillée des logatomes produits). Ces logatomes permettent l'association des phonèmes /a, i, u/ et des glides /w, j/, exception faite de l'association entre un glide et sa cible acoustique correspondante ([i] pour /j/ ; [u] pour /w/).

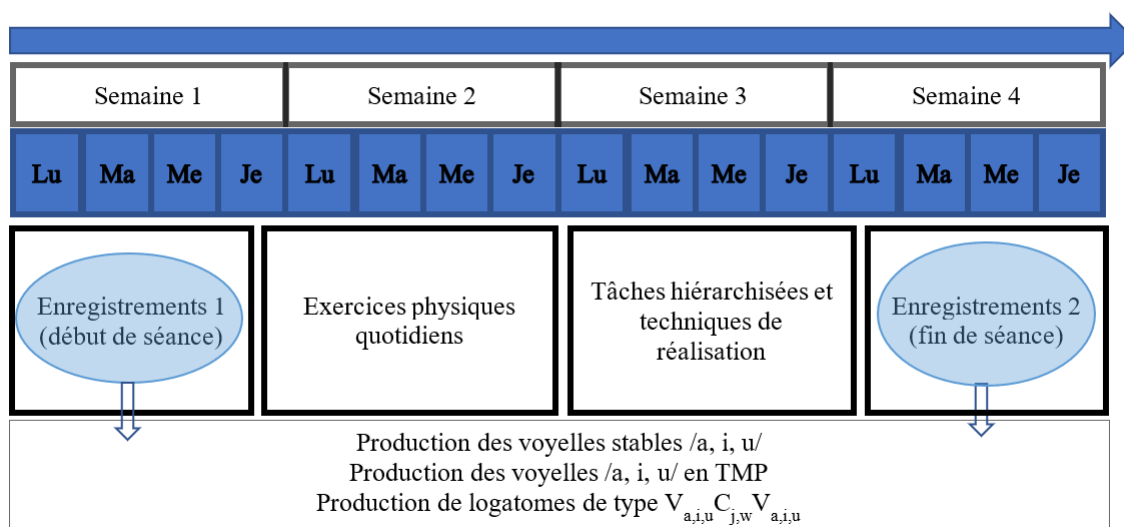


Figure 90 : protocole LSVT BIG tel que proposé aux participants de l'étude 4.

Afin de suivre la progression des exercices de rééducation et de donner une place plus importante aux tâches hiérarchisées, le déroulement des séances évolue en fonction des semaines (tableau 26).

| | <i>Exercices physiques quotidiens</i> | <i>Tâches hiérarchisées</i> |
|-----------|---------------------------------------|-----------------------------|
| Semaine 1 | 45 minutes | 15 minutes |
| Semaine 2 | 40 minutes | 20 minutes |
| Semaine 3 | 35 minutes | 25 minutes |
| Semaine 4 | 30 minutes | 30 minutes |

Tableau 26 : déroulement des séances en fonction de l'avancée de la rééducation.

Comme nous pouvons le constater à partir du tableau 26, l'objectif est de conférer un temps de plus en plus long aux tâches hiérarchisées afin de permettre un meilleur transfert des acquis vers les activités de la vie quotidienne.

Afin d'évaluer les effets de la rééducation sur les capacités de motricité globale ainsi que sur les aspects relatifs à la QDV, des évaluations pré- et post-rééducation ont été proposées aux participants (une évaluation de la motricité globale, deux évaluations concernant le risque de chutes, deux évaluations concernant l'équilibre, une évaluation concernant la QDV) :

- UPDRS-III : pour rappel, l'UPDRS est un outil permettant de quantifier la progression de la MP à travers 4 sous-sections. Les items y sont principalement cotés de 0 à 4 (0 = normal, 1 = minime, 2 = léger, 3 = modéré, 4 = sévère). L'UPDRS-III concerne la section propre à l'examen moteur de la personne atteinte de la MP et comporte 18 items. (Goetz *et al.*, 2008) ;
- Time up and go (TUG - avec et sans tâche cognitive) : conçu à l'origine pour évaluer le risque de chute, il s'agit d'un test clinique dynamique de locomotion et d'équilibre qui consiste à mesurer le temps nécessaire à un transfert de la position assise à debout, à un demi-tour et à la réalisation d'une marche sur six mètres. L'ajout d'une tâche cognitive (compter à rebours par pas de trois) place le participant dans une situation de double tâche. Non spécifique à la MP, il s'agit toutefois d'une évaluation fréquemment utilisée auprès de ce public, notamment dans les recherches concernant l'application de la LSVT BIG (Ebersbach *et al.*, 2015; McDonnell *et al.*, 2018) ;

- Functional Reach Test (FRT) : contrairement au TUG, le FRT permet l'évaluation du contrôle de l'équilibre en position statique, ce test évaluant la stabilité antéro-postérieure lors d'une inclinaison antérieure du tronc (mesurée en centimètres) ;
- Lateral Reach Test (LRT) : similaire au FRT, ce test évalue la stabilité médio-latérale à partir d'une inclinaison latérale du tronc (mesurée en centimètres) ;
- PDQ-39 : déjà évoqué dans les précédentes études (voir Chapitre 6, point 6.3.1 pour une description détaillée), cet outil permet d'obtenir une évaluation de la QDV telle que perçue par les personnes atteintes de la MP dans divers domaines tels que la mobilité, l'inconfort physique, ou les activités de la vie quotidienne.

9.5 Hypothèses

Au cours de cette étude, nous avons voulu tester l'hypothèse selon laquelle une rééducation intensive de la motricité des membres peut avoir une influence sur la production motrice de la parole et plus particulièrement sur la dynamique des mouvements articulatoires. Pour ce faire, le programme LSVT BIG a été employé, celui-ci permettant un travail de l'amplitude des mouvements des membres du corps entier. L'objectif était également de tester l'effet de cette rééducation sur les aptitudes motrices des participants ainsi que d'évaluer les possibles améliorations liées à la QDV.

Nous nous sommes notamment appuyée sur les réflexions menées par Ho et collaborateurs (1999), évoquant une similitude très marquée entre la diminution de l'amplitude du mouvement vibratoire et la réduction de l'amplitude des mouvements présente chez les sujets atteints de la MP. De fait, selon ces auteurs, de nombreux points communs existent entre le contrôle nécessaire à la production motrice de la parole chez les sujets atteints de la MP et le contrôle moteur des membres du corps. Ces mouvements sont des habiletés motrices complexes de haut niveau, exécutées automatiquement et faisant largement appel aux mécanismes fronto-striataux.

Nous savons également que le travail de la posture peut avoir une influence sur les mouvements articulatoires de la langue, des lèvres ou encore de la mâchoire (Traser, Burdumy, Richter, Vicari, & Echternach, 2013; Vorperian *et al.*, 2015). Travailler, entre autres, l'équilibre à partir de la stabilité antéro-postérieure et médio-latérale nous semble dès lors pertinent afin d'étudier

l'impact de ces activités sur les caractéristiques articulatoires de la production de parole.

9.6 Analyses

A partir des données recueillies en pré- et post-rééducation ainsi que des échantillons de parole enregistrés, nous réalisons des analyses acoustiques au moyen du logiciel PRAAT ainsi que des analyses statistiques à partir du logiciel statistique SPSS (IBM SPSS Statistics 25). Le choix des analyses statistiques repose sur les conditions d'application de ces dites analyses.

9.6.1 Analyses acoustiques

Comme lors de nos précédentes études (voir études 1 et 2), nous avons procédé à l'analyse acoustique des phonèmes produits de manière stable et des logatomes de structure V_1GIV_2 . Ces analyses ont porté sur les enregistrements de parole obtenus lors des première, quatrième, treizième et seizième séances. Ce choix s'est opéré afin de pouvoir comparer les enregistrements en début et en fin de rééducation au programme LSVT BIG. De fait, la première et la treizième séances nous permettent de comparer les productions recueillies lors de la première séance tant durant la première que la dernière semaine de rééducation tout en plaçant les participants dans des situations de recueil similaires et en évitant ainsi un possible effet de fatigue induit par les exercices. Il en est de même pour la quatrième et la seizième séances qui nous permettent de comparer les productions des participants lors de la 4^{ème} séance du début (1^{ère} semaine) et de la fin de la rééducation (4^{ème} semaine).

9.6.2 Analyses statistiques

Les analyses réalisées à partir du logiciel SPSS nous permettent de comparer les productions orales des participants en fonction des séances déterminées (S1 – S4 – S13 – S16). Les autres données recueillies, concernant la motricité globale et la QDV, seront analysées par comparaison des résultats obtenus en pré- et post-rééducation.

9.7 Résultats

9.7.1 Données relatives à l'examen moteur des membres

9.7.1.1 UPDRS-III

Suite à la passation, en début et en fin de rééducation à la LSVT BIG, de la section III de l'UPDRS, nous avons comparé les scores obtenus par les participants en calculant le gain relatif entre le pré- et le post-test (évoqué en pourcent) (tableau 27).

| <i>Participants</i> | <i>UPDRSS III – pré-test</i> | <i>UPDRS III – post-test</i> | <i>Gain relatif (%)</i> |
|---------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| MP1 | 26 | 24 | - 4 |
| MP2 | 15 | 13 | - 3.5 |
| MP3 | 12 | 12 | 0 |
| MP4 | 33 | 29 | - 10 |
| MP5 | 20 | 20 | 0 |
| MP6 | 26 | 24 | - 4 |
| MP7 | 30 | 23 | - 16.5 |
| MP8 | 30 | 29 | - 2.5 |
| MP9 | 6 | 6 | 0 |

Tableau 27 : scores obtenus suite à la passation de l'UPDRS-III en pré- et post-rééducation à la LSVT BIG.

Un rapide examen du tableau 27 nous permet de constater que les scores à l'UPDRS III ont diminué pour certains de nos participants, notamment pour le participant MP4 (- 10 %) et pour le participant MP7 (- 16.5 %). A contrario, d'autres personnes atteintes de la MP n'ont pas présenté de différences entre les deux testings. C'est notamment le cas des participant MP3, MP5 et MP9.

Les améliorations observées portent uniquement sur certains items : le tapotement des doigts, le mouvement des mains, le lever d'une chaise, la posture et la démarche.

Afin de comparer le score obtenu en pré- et post-test, nous avons procédé à un test de Wilcoxon pour données appariées. Les analyses témoignent de différences significatives entre les deux sous-ensembles de scores, ceux en post-test étant, en moyenne, plus faibles que ceux en pré-test ($Z = 0$, $p = 0.026$). Ces résultats suggèrent donc une amélioration significative des capacités motrices

évaluées par l'UPDRS III, même si celle-ci reste relativement faible (diminution moyenne = - 4.5 %).

Après une analyse des facteurs personnels des participants (âge, stade et durée de la MP), nous n'identifions pas de particularités susceptibles d'expliquer la présence ou non d'une diminution des scores obtenus. Nous remarquons toutefois que les deux participants présentant des scores plus faibles en post-test (MP4 et MP7) avaient, en pré-test, des scores relativement élevés (score supérieur ou égal à 30). Ce sont également les deux participants se situant à un stade avancé de la MP selon l'échelle de Hoehn et Yahr (stade 4).

9.7.1.2 Time Up and Go et Time Up and Go cognitif

Le temps nécessaire pour se lever d'une chaise, parcourir une distance de six mètres et faire un demi-tour a été calculé avant la mise en place de la rééducation à la LSVT BIG ainsi qu'à la fin de celle-ci (TUG pré- et post-test). Ces mêmes activités ont été effectuées en y ajoutant une tâche cognitive consistant à effectuer un comptage à rebours (TUG cogn pré- et post-test). Le tableau 28 indique les temps moyens par sujets lors de ces deux activités ainsi que les gains absolus (en secondes).

| | <i>TUG pré-test</i> | <i>TUG post-test</i> | <i>Gain absolu (s)</i> | <i>TUG cogn pré-test</i> | <i>TUG cogn post-test</i> | <i>Gain absolu (s)</i> |
|-----|-------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| MP1 | 10.51 | 10.13 | -0.38 | 14.15 | 12.55 | -1.6 |
| MP2 | 11.60 | 11.06 | -0.54 | 14.54 | 13.67 | -0.87 |
| MP3 | 14.28 | 13.78 | -0.50 | 22.10 | 19.36 | -2.74 |
| MP4 | 30.79 | 17.60 | -13.19 | 34.00 | 19.60 | -14.4 |
| MP5 | 13.33 | 13.00 | -0.33 | 20.06 | 16.52 | -3.54 |
| MP6 | 19.58 | 17.65 | -1.93 | 26.90 | 16.53 | -10.37 |
| MP7 | 33.18 | 20.20 | -12.98 | 45.65 | 25.20 | -20.45 |
| MP8 | 12.65 | 12.40 | -0.25 | 13.45 | 13.20 | -0.25 |
| MP9 | 8.90 | 7.80 | -1.10 | 9.53 | 8.65 | -0.88 |

Tableau 28 : temps (en secondes) aux tâches du TUG et du TUG cognitif lors du pré-test et du post-test.

Un bref examen descriptif nous permet de constater que le temps mis à réaliser les tâches du TUG et du TUG cognitif est toujours plus faible en post-test qu'en pré-test. Cela signifie que le temps moyen pour effectuer les activités

demandées est réduit en fin de rééducation à la LSVT BIG. C'est particulièrement le cas pour les participants MP4 et MP7 qui, pour rappel, étaient les participants pour lesquels une amélioration marquée de l'UPDRS III avait été notée. A nouveau, ce sont donc les participants aux stades les plus avancés de la MP qui semblent le plus bénéficier de la rééducation mise en place. Nous remarquons toutefois que ces deux participants présentaient un temps moyen plus élevé que les autres participants en pré-test, tant pour le TUG que le TUG cognitif. La participante MP6 présente également une diminution marquée lors de la tâche TUG cognitif. Il s'agit d'une femme âgée de 85 ans et présentant un stade 3 de la maladie à l'échelle de Hoehn et Yahr. Etant donné le caractère intensif de la rééducation, cela nous amène à penser qu'une mise en mouvement plus fréquente pour ces participants permet de diminuer le temps nécessaire à la réalisation des activités proposées.

Les analyses statistiques réalisées mettent en évidence des résultats significatifs tant pour le TUG ($Z = 5$, $p = 0.038$) que pour le TUG cognitif ($Z = 1$, $p = 0.011$), soulignant une diminution significative du temps moyen lors du post-test et donc une amélioration des mouvements produits de manière dynamique.

Nous constatons toutefois que le temps mis à la réalisation des tâches est toujours plus important lors du TUG avec tâche cognitive que sans tâche cognitive, ce qui souligne l'effet de la situation de double tâche à laquelle le participant est soumis.

9.7.1.3 Functional Reach Test et Lateral Reach Test

En ce qui concerne les résultats obtenus au FRT et au LRT, nous présentons les données de chaque participant (exprimées en centimètres) à ces deux évaluations de manière concomitante (tableau 29) étant donné qu'elles permettent toutes deux d'évaluer l'équilibre des personnes, par un travail de la stabilité antéro-postérieure (FRT) et médio-latérale (LRT). Nous avons également calculé le gain absolu obtenu (en centimètres) entre les phases de pré- et post-test.

| | <i>FRT pré-test</i> | <i>FRT post-test</i> | <i>Gain absolu (cm)</i> | <i>LRT pré-test</i> | <i>LRT post-test</i> | <i>Gain absolu (cm)</i> |
|-----|---------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|
| MP1 | 29.45 | 36.90 | + 7.45 | 20.30 | 18.90 | - 1.40 |
| MP2 | 35.40 | 33.50 | - 1.90 | 18.00 | 17.50 | - 0.50 |
| MP3 | 31.30 | 24.00 | - 7.30 | 21.90 | 21.26 | - 0.64 |
| MP4 | 19.34 | 23.75 | + 4.41 | 10.50 | 15.55 | + 5.05 |
| MP5 | 17.80 | 23.90 | + 6.10 | 14.10 | 13.60 | - 0.50 |
| MP6 | 15.50 | 18.20 | + 2.70 | 11.00 | 10.50 | - 0.50 |
| MP7 | 22.10 | 25.80 | + 3.70 | 14.40 | 15.40 | + 1.00 |
| MP8 | 22.20 | 24.20 | + 2.00 | 18.60 | 17.20 | - 1.40 |
| MP9 | 27.30 | 23.40 | - 3.90 | 12.40 | 17.50 | + 5.10 |

Tableau 29 : scores (en centimètres) au FRT et au LRT en fonction du pré-test et du post-test.

A partir du tableau 29, nous constatons des résultats différents – soit une amélioration de la stabilité soit une détérioration de celle-ci, tant en fonction des participants qu'en fonction de l'évaluation réalisée. Les analyses statistiques abondent en ce sens, aucune différence significative n'étant obtenue entre le pré-test et le post-test, que ce soit en ce qui concerne le FRT ou le LRT. Pour certains participants, la rééducation à la LSVT BIG semble donc bénéfique (à titre illustratif, le sujet MP1 gagne plus de 7 cm en stabilité antéro-postérieure) tandis que d'autres participants laissent entrevoir des effets délétères (à titre illustratif, le sujet MP3 qui perd plus de 7 cm en stabilité antéro-postérieure), ce qui peut suggérer une possible fatigue physique en position statique.

9.7.2 Données auto-rapportées – Parkinson's Disease Questionnaire

Les données perceptives obtenues à partir de la complétion du questionnaire PDQ-39 ont été recueillies en début (avant la première séance) et en fin (après la seizième séance) de rééducation.

Les analyses statistiques réalisées sur les deux séries de mesures appariées ne mettent pas en évidence de différences significatives chez les participants, sauf pour les domaines relatifs au bien-être affectif ($Z = 0$, $p = 0.012$) et à la

gêne psychologique ($Z = 0$, $p = 0.026$) où une diminution des altérations est perçue après la rééducation.

Même si aucune différence n'apparaît en ce qui concerne les autres domaines investigués, l'amélioration de ces deux aspects nous apparaît tout à fait intéressante du point de vue de la QDV des participants.

9.7.3 Données acoustiques

Pour rappel, les prochaines analyses concernent les données recueillies lors des séances une et quatre (première semaine de rééducation) ainsi que lors des séances treize et seize (quatrième semaine de rééducation). Nous nous sommes centrée sur les enregistrements réalisés en fin de séance.

9.7.3.1 Espace vocalique

L'analyse des voyelles produites isolément lors de la première, de la quatrième, de la treizième et de la seizième séance nous permet d'observer l'étendue de l'espace vocalique des participants à différents moments de la rééducation à la LSVT BIG (Fig. 91).

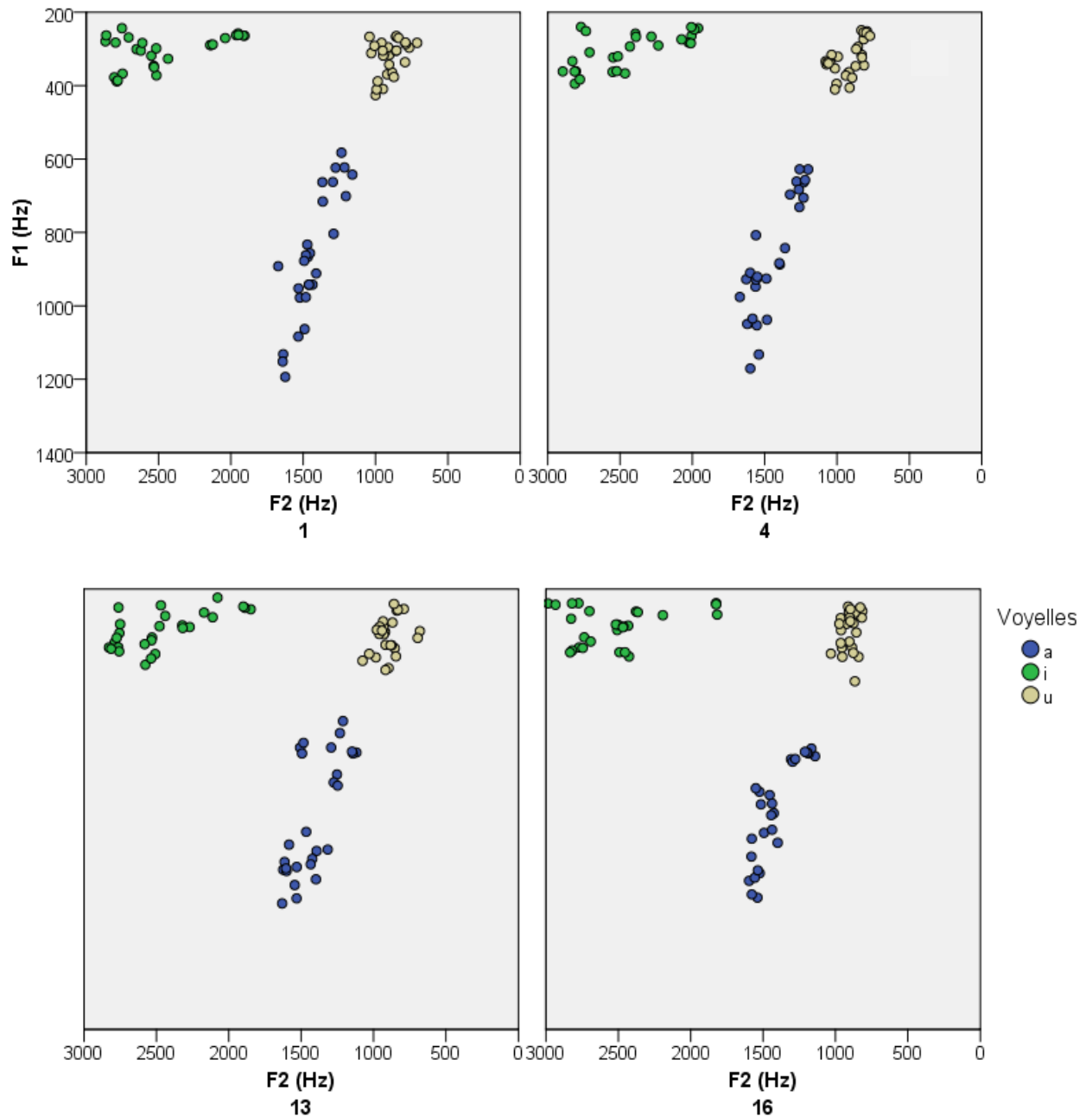


Figure 91 : dispersion des voyelles /a, i, u/ en fonction de la séance de rééducation (1^{ère}, 4^{ème}, 13^{ème} ou 16^{ème} séance) dans le plan F1/F2.

Un bref examen descriptif fait apparaître une variation intra-catégorielle particulièrement marquée en séance 1, notamment lors de la production du phonème /a/. Cette variation semble moindre au fur et à mesure des séances, en particulier lors de la séance 16.

Afin d'affiner nos observations, nous avons procédé au calcul de l'aire des triangles vocaliques (tVSA, exprimée en Hz²). Comme nous pouvons le cons-

tater à partir de la figure 92, les valeurs moyennes obtenues restent proches et ce en dépit des séances de rééducation.

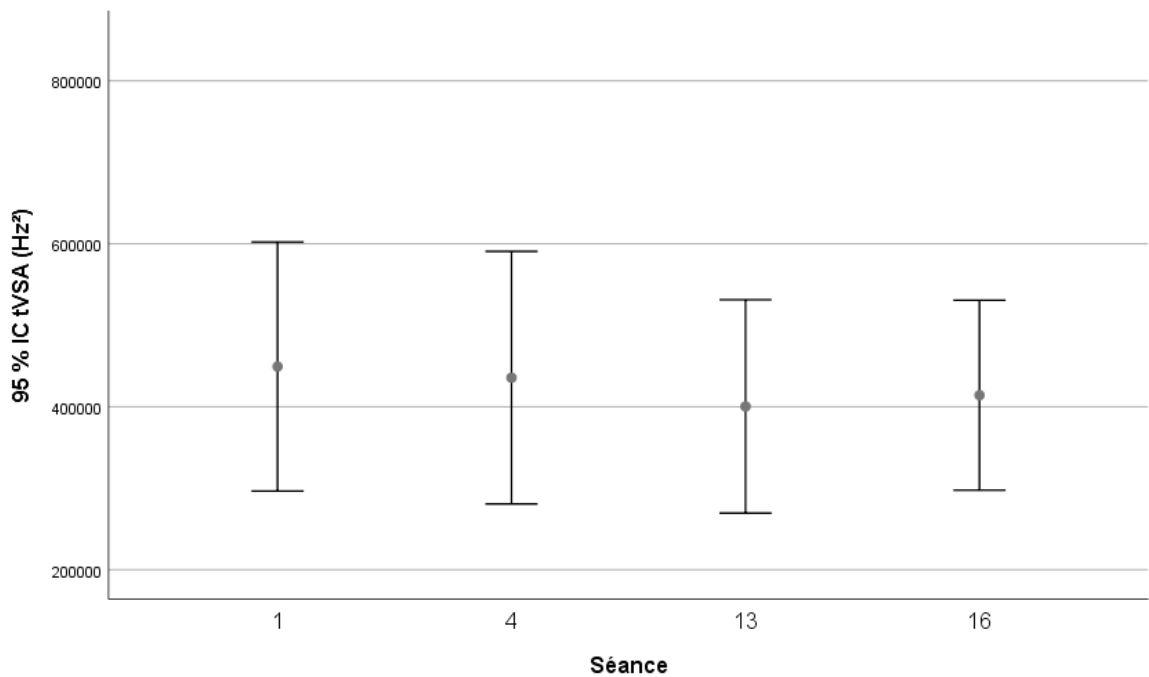


Figure 92 : distribution des aires des triangles vocaliques en fonction de la séance de rééducation.

A priori, la rééducation à la LSVT BIG ne semble pas démontrer d'effets sur l'exploitation de l'espace vocalique. Cette hypothèse est par ailleurs confirmée par l'absence de résultats significatifs entre les différentes séances à l'étude.

Afin de mieux comprendre les possibles effets de la rééducation, nous avons considéré les résultats sujet par sujet (Fig. 93).

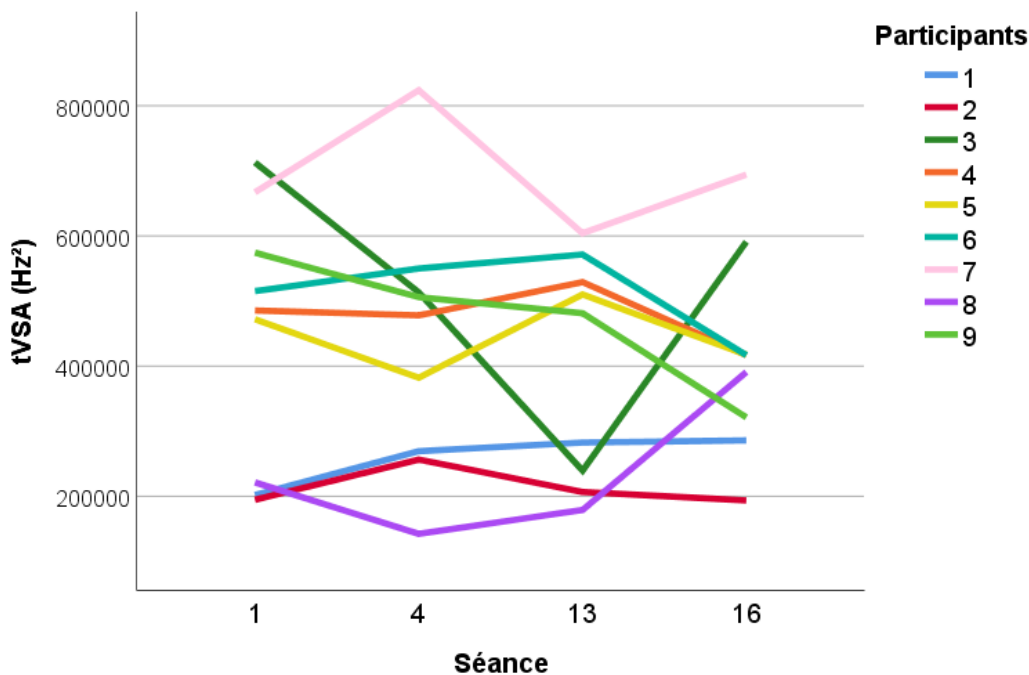


Figure 93 : progression de l'aire des triangles vocaliques en fonction des séances de rééducation selon chaque participant.

A partir de cette figure, nous pouvons constater que les effets de la LSVT BIG sont tout à fait différents en fonction des participants :

- MP1 : nous constatons une légère amélioration de l'exploitation de l'espace vocalique entre la première et la quatrième séance, puis la valeur de tVSA se stabilise lors des treizième et seizième séances ;
- MP2 : ce participant montre également une amélioration de l'exploitation de l'espace vocalique lors de la quatrième séance, puis revient à des valeurs proches de celles obtenues en début de rééducation lors des séances treize et seize ;
- MP3 : le participant MP3 présente des résultats lors de la séance 1 supposant une grande exploitation du champ vocalique. Toutefois, lors des séances quatre et treize, sa valeur moyenne de tVSA diminue fortement pour réaugmenter lors de la séance seize, tout en restant inférieure à la première séance. Nous nous interrogeons dans ce cas sur la possibilité d'une surexploitation de l'espace vocalique de par les caractéristiques de ces deux séances (séances initiale et finale de la rééducation) ;
- MP4 et MP5 : nous considérons les résultats de ces deux participants ensemble car ils montrent certaines ressemblances. Ainsi, nous constatons une valeur de l'aire du triangle vocalique qui a tendance à baisser en

séances quatre et seize contrairement à la séance treize. Cela peut suggérer un possible effet de fatigue, les deux séances concernées étant celles se déroulant en fin de semaine, après quatre journées de rééducation intensive ;

- MP6 : ce participant présente de légères augmentations de l'aire du triangle vocalique lors des séances quatre et treize mais obtient toutefois une valeur moindre en séance seize, suggérant une plus faible exploitation de l'espace vocalique qu'en début de rééducation ;
- MP7 : le participant MP7 présente un profil opposé à celui des participants MP4 et MP5. Ainsi, son score, et de ce fait la possible exploitation de son étendue vocalique, est meilleur lors des séances quatre et seize que lors de la première et de la treizième séance. Le travail quotidien et intensif semble donc positif pour ce participant, avec un retour à un état proche de celui initial lors de la première séance de la semaine quatre ;
- MP8 : après une légère baisse en séance quatre, suggérant une possible fatigue subséquente à cette première semaine de rééducation intensive, le participant MP8 obtient des valeurs d'aire du triangle vocalique en augmentation tant en séance treize qu'en séance seize, supposant un effet bénéfique de la LSVT BIG sur ses capacités d'exploitation du champ vocalique ;
- MP9 : le sujet MP9 est celui pour lequel la LSVT BIG semble la plus délétère. En effet, l'aire du triangle vocalique calculée baisse au fur et à mesure de l'avancée des séances. Cela permet de suggérer plusieurs hypothèses, notamment celle d'un effet de fatigue ou d'un effet de lassitude face au caractère intensif de la rééducation.

Dès lors, même si nos données ne permettent pas de mettre en évidence des résultats significatifs, cette analyse individuelle nous permet de constater des effets divers en fonction des participants, ce qui nous a permis de mettre en évidence des pistes explicatives. Etudier sujet par sujet la progression de l'aire du triangle vocalique nous est ici apparue pertinent en ce sens que cette étude nous permet de constater la grande variabilité inter-individuelle. Les pistes soulevées nous semblent suggérer des hypothèses de compréhension des phénomènes apparaissant face à une rééducation intensive du type de la LSVT BIG, hypothèses qu'il conviendrait de tester face à un effectif plus important.

9.7.3.2 Amplitude du mouvement considéré dans le plan F1/F2

Nous avons examiné la dynamique acoustique à partir de la production de logatomes incluant des glides. Pour ce faire, nous avons procédé aux calculs de distances euclidiennes entre le début du logatome (départ V1) et le centre du glide (point d'extremum) d'une part, entre ce centre et la fin du logatome (arrivée V2) d'autre part. C'est ce que nous appelons respectivement la distance « aller » et la distance « retour » (voir Chapitre 6, point 6.5.1 pour une description approfondie du calcul de ces distances).

Nos analyses mettent en évidence des différences significatives en ce qui concerne la distance « aller » en fonction des séances de rééducation ($\chi^2 = 11.617$, $p = 0.009$), la distance parcourue diminuant lors de la quatrième séance (environ 100 Hz), pour ensuite se stabiliser lors des séances treize et seize, comme en témoigne la figure 94.

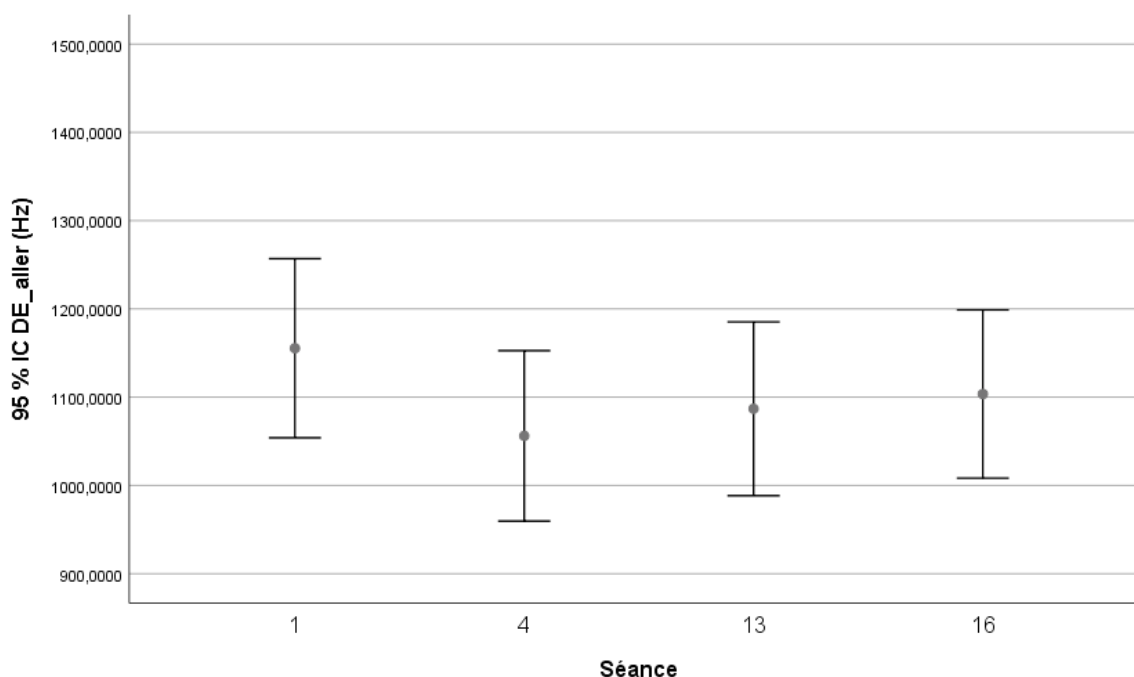


Figure 94 : distance « aller » en fonction de la séance de rééducation.

Contrairement aux distances « aller », nous n'identifions pas de différences significatives entre les distances « retour » obtenues en fonction des séances de rééducation.

9.7.3.3 Dispersion des logatomes dans le plan F1/F2

A la suite de ces observations concernant l'exploitation du système vocalique ainsi qu'aux faibles modifications apparaissant dans l'amplitude des transitions formantiques, nous nous sommes interrogée sur la proximité existante entre les phonèmes composant les logatomes et les monophthongues produites de manière stable et isolée. Pour ce faire, nous avons à nouveau procédé aux calculs de distances euclidiennes séparant les phonèmes inclus dans les logatomes des monophthongues correspondantes.

La comparaison entre les productions recueillies lors des quatre séances considérées ne permet pas de mettre en évidence des différences significatives entre les productions isolées et celles incluses dans les logatomes. Cela suggère que, quel que soit le moment de rééducation considérée, l'éloignement d'avec la monophthongue correspondante reste stable. La rééducation intensive ne semble pas influencer les timbres produits par les participants, ni dans une valence positive (accroissement de la proximité entre les productions isolées et dynamiques), ni dans une valence négative (éloignement entre les productions isolées et dynamiques).

9.7.3.4 Analyse des durées

Malgré nos précédents résultats ne suggérant que peu de modifications dans la dynamique de production des logatomes incluant des glides, nous nous sommes interrogée sur la durée totale des productions lors de l'émission de logatomes de structure V_1GIV_2 ainsi que sur celles nécessaires à la production de la distance « aller » et « retour ».

- Durée totale de production de logatomes

Lorsque nous étudions la durée totale de production des logatomes en fonction de séances de rééducation, nous constatons des différences significatives ($\chi^2 = 16.833$, $p = 0.001$). Ces différences sont en faveur d'une diminution du temps de production au cours des séances de rééducation (Fig. 95).

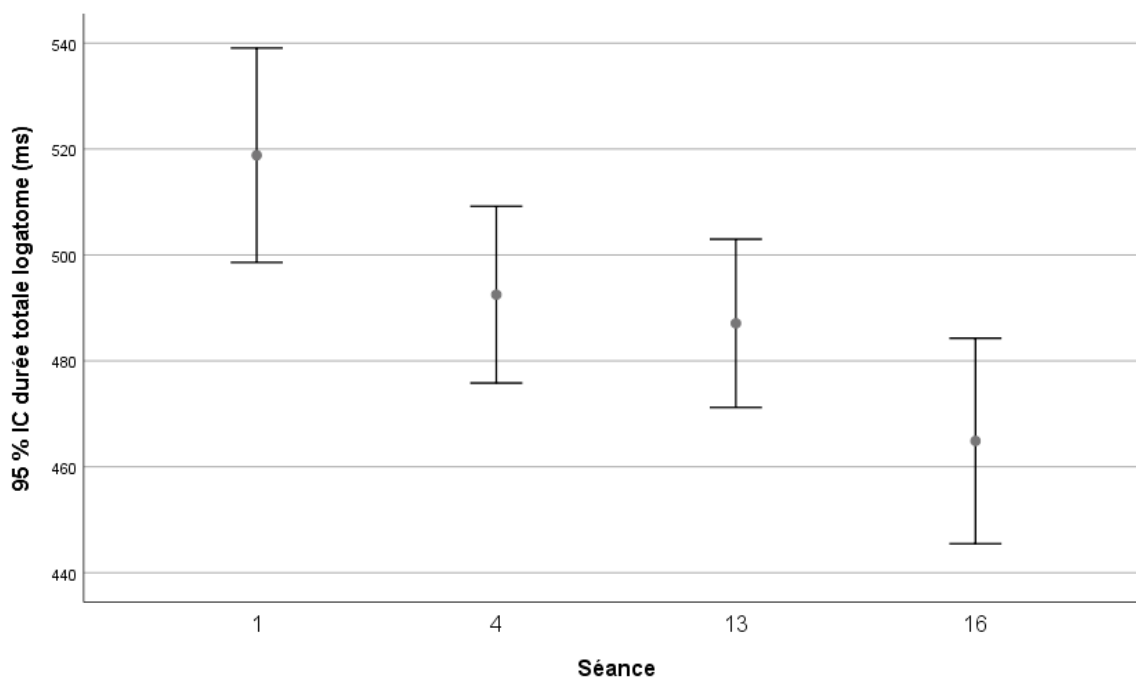


Figure 95 : durée de production totale des logatomes en fonction de la séance de rééducation.

Pour rappel, lors de notre deuxième étude, nous avons constaté que les locuteurs atteints de la MP produisaient des logatomes de durée légèrement supérieure à celle des locuteurs du groupe témoin (respectivement, $m = 546$ ms et $m = 421$ ms). La diminution ici observée souligne donc une amélioration dans la durée de production de parole, ce qui peut suggérer une possible amélioration du débit de parole à partir d'une rééducation intensive de type LSVT.

- Durée de production V1-glide et glide-V2

Suite à ces constats, nous avons comparé la durée de production entre le début du logatome (V1) et le point de culmination du glide (extremum) en fonction des séances considérées. Les analyses réalisées mettent en évidence des différences significatives ($\chi^2 = 130.717$, $p < 0.001$), la durée moyenne pour atteindre le point d'extremum ayant tendance à diminuer au cours de la rééducation (Fig. 96). Notons toutefois, même si elle semble systématique, que cette diminution reste toutefois faible entre la première et la seizième séance.

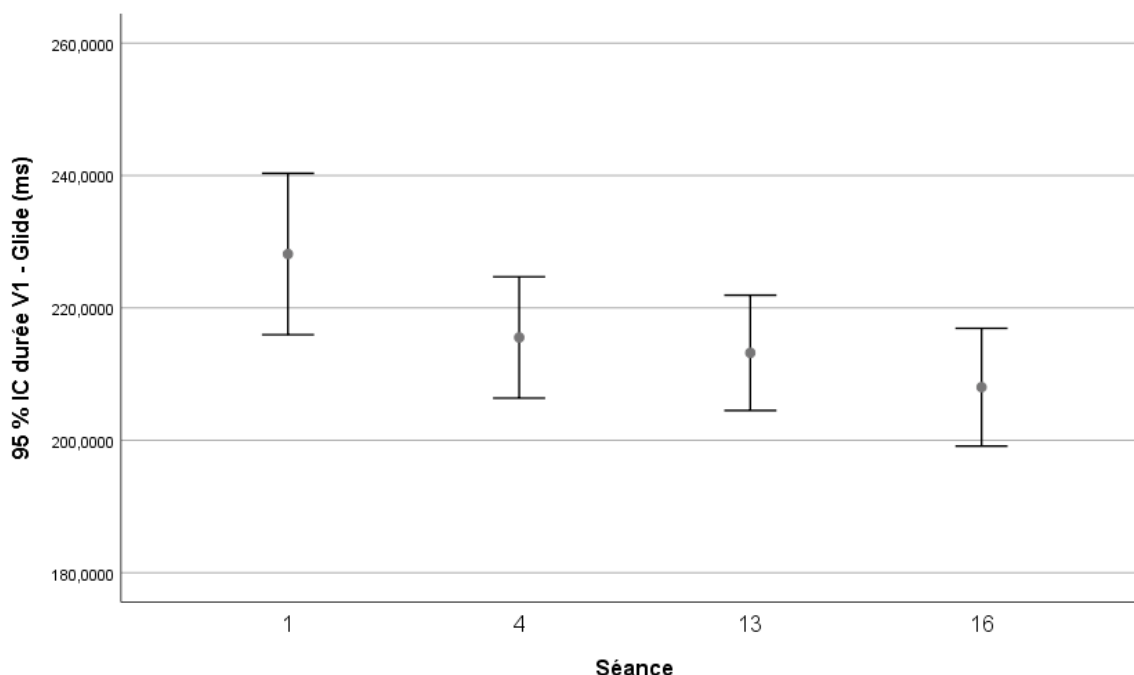


Figure 96 : durée relative à l'extremum en fonction de la séance de rééducation

Cette réduction dans la durée relative à l'extremum peut notamment être mise en parallèle avec la diminution constatée lors du calcul des distances euclidiennes, en particulier celle de la distance « aller ».

9.8 Discussions des résultats

Dans le cadre de cette quatrième et dernière étude, nous avons voulu mettre en œuvre une rééducation intensive axée sur la motricité globale des membres dans une perspective originale d'étude de la production motrice de la parole. En effet, l'objectif était bien entendu d'évaluer l'effet de cette rééducation sur les capacités de motricité globale des participants. Toutefois, nous avons également interrogé l'effet de ce type de rééducation sur la motricité fine nécessaire à la production de la parole. En outre, l'impact possible sur les activités de la vie quotidienne a également été questionné afin d'avoir une vision globale des répercussions d'une telle rééducation.

C'est la rééducation LSVT BIG qui a été choisie, et ce pour plusieurs raisons. Tout d'abord parce que la méthode LSVT se décline en deux rééducations, la LOUD et la BIG. La LSVT LOUD vise une rééducation logopédique des troubles dans la MP. Il aurait été sensé de l'utiliser auprès de nos participants. Toutefois, les recherches et la pratique clinique montrent que peu de personnes atteintes de la MP s'impliquent dans des prises en charge et rééducation en logopédie, même lorsqu'elles estiment présenter des troubles impactant

leur vie quotidienne. Nous avons en effet constaté, dans cette étude, qu'aucun participant n'était impliqué dans une prise en charge de ce type. A contrario, les activités visant une amélioration de la motricité globale sont plus fréquentes (kinésithérapie, ergothérapie, gymnastique douce, marche nordique, etc.).

C'est ainsi que le choix de la LSVT BIG s'est imposé à nous, celle-ci visant l'amélioration de la stabilité lors de la réalisation de mouvements statiques ainsi que de l'amplitude des mouvements des membres. Pour ce faire, neuf personnes atteintes de la MP ont suivi seize séances de rééducation intensive à la LSVT BIG, accompagnée d'évaluations avant la rééducation et après celle-ci. Afin d'observer les effets sur la production motrice de la parole, des enregistrements ont été effectués lors des différentes séances. Dans cette étude, nous avons particulièrement ciblé les enregistrements des séances 1 et 4 – première et dernière séances de la première semaine de rééducation – ainsi que les séances 13 et 16 (première et dernière séances de la quatrième semaine de rééducation).

De nombreuses données ont pu être recueillies, donnant lieu à divers résultats. En ce qui concerne l'objectif premier de cette rééducation, c'est-à-dire l'amélioration de la motricité globale des personnes atteintes de la MP, nous avons constaté des résultats différents en fonction des évaluations réalisées. Tout d'abord, les scores obtenus à l'UPDRS III, destiné à l'examen moteur de la MP, permettent de mettre en évidence des différences significatives en faveur de la LSVT BIG, les scores étant plus bas lors de l'évaluation post-rééducation. Toutefois, même si certains participants présentent des améliorations importantes, la diminution moyenne du score est de 4.5%. L'évaluation par le TUG et le TUG cognitif permettent également de constater des améliorations significatives suite à la mise en œuvre de la rééducation. Ainsi, le temps nécessaire à la réalisation de certaines activités motrices est significativement réduit en post-test, suggérant une amélioration de la mise en mouvement des personnes atteintes de la MP. Pour certains participants à des stades avancés de la maladie, l'amélioration est d'ailleurs très marquée, permettant de réduire de 30 à 40% le temps nécessaire à la réalisation des activités. Enfin, les participants ont également été évalués sur leur capacité à maintenir des positions plus statiques, mettant en jeu la stabilité. L'étude de cet aspect moteur met en évidence des résultats divergents, certains participants se caractérisant par une amélioration de leurs capacités tandis que d'autres les voient s'amenuiser. Cela suggère plusieurs questionnements : est-ce que les améliorations sont consécutives au caractère intensif de la méthode ainsi qu'à la mise en mouvement de personnes qui sont peut-être moins mobiles dans leur vie quotidienne ou, à contrario, est-ce qu'un effet de fatigue permet d'expliquer les effets délétères

constatés ? A l'heure actuelle, nos résultats ne nous permettent pas de répondre avec certitude à ces questionnements étant donné que nous n'avons pas identifié de facteurs personnels permettant d'explicitier nos constats. Notons toutefois que les améliorations apparues dans la réalisation de mouvements dynamiques sont accrues chez les deux participants à un stade avancé de la maladie, ce qui peut suggérer que le caractère intensif de la méthode peut aider à la mise en mouvement de personnes chez qui l'atteinte motrice est sévère.

En ce qui concerne les aspects propres à la production de la parole, nous nous sommes centrée tant sur des productions statiques que dynamiques. Lors de l'étude de la production isolée et stable des voyelles périphériques /a, i, u/, nous observons une légère tendance à la centralisation au cours des séances de rééducation, en particulier en ce qui concerne le phonème /a/. Cette centralisation s'accompagne également d'une diminution de la variabilité intracatégorielle. Toutefois, les analyses statistiques réalisées ne mettent pas en évidence de modifications particulières sur l'exploitation du système vocalique suite à la rééducation. Nous nous sommes toutefois interrogée sur les répercussions individuelles des séances de rééducation. Cela nous a permis de constater des effets différents selon les participants et donc de suggérer différentes hypothèses, notamment celle d'une possible amélioration en début de rééducation, consécutive à la mise en place du travail intensif, avec une stabilisation des améliorations en cours de rééducation ou un retour à la situation initiale. De possibles effets de fatigue semblent également envisageables, certains participants présentant des résultats moindres lors des séances situées en fin de semaine. Un participant présente également de moins bons résultats au fur et à mesure de la rééducation. Le caractère intensif des séances pourrait ainsi avoir un effet délétère pour certains participants, suite à des effets de fatigue, voire de lassitude. A contrario, d'autres montrent des améliorations lors des séances situées en fin de semaine, ce qui suggère que c'est l'aspect intensif, répétitif des exercices qui permet l'apparition et le maintien des effets. L'étude de l'amplitude des mouvements articulatoires nous permet d'identifier une amélioration lors de ce que nous avons appelé la distance « aller », c'est-à-dire la première partie de la production des logatomes. Cette amélioration de l'amplitude est particulièrement marquée en début de rééducation, puis se stabilise au cours des semaines de rééducation. Cette amélioration semble parallèle à celle concernant la durée de production des logatomes. En effet, tant la durée totale que celle concernant le début de production du logatome (de V_1 au glide) sont réduites à la fin de la rééducation.

Ainsi, cette étude nous amène à nous questionner sur les bienfaits d'une rééducation intensive telle que la LSVT BIG. En effet, là où certains aspects s'améliorent, d'autres amènent à plus de précaution puisque nous constatons

des effets qui semblent délétères pour certains participants, et ce tant dans les aspects concernant la motricité globale des membres que la motricité nécessaire à la production de la parole.

Plusieurs recherches ont été menées sur l'influence de la posture du corps et de l'effort physique sur la production de la parole, et ce auprès de populations diverses (par exemple, Fauth, Duchemin, Vaxelaire, & Sock, 2018; Kitamura *et al.*, 2005; Traser *et al.*, 2013; Vorperian *et al.*, 2015). Vorperian *et al.* (2015) ont ainsi mis en évidence des modifications de plusieurs paramètres acoustiques en fonction de la position du corps. Fauth *et al.* (2018) ont quant à eux tenté de comprendre l'impact d'un effort physique sur la production de parole en tâche de lecture. Ils ont constaté, entre autres, que ni la vitesse d'élocution ni la vitesse d'articulation n'étaient modifiées après la réalisation d'un effort physique. Toutefois, aucune de ces études n'aborde la question d'une activité pratiquée de manière intensive ni n'évalue les effets sur l'amplitude du mouvement articulaire, ce qui nous amène à penser que de nouvelles études pourraient être menées afin d'enrichir nos premières observations, notamment en variant les activités proposées aux participants ainsi que le caractère intensif ou non de la rééducation.

Partie 4 : Conclusions

Chapitre 10 Discussion générale

10.1 Rappel de la problématique

Dans cette recherche doctorale, nous avons pris pour point de départ le potentiel informatif de la production de la parole dans la MP, tant sur des aspects microscopiques tels que la dynamique de mouvement articulatoire que sur des aspects macroscopiques en considérant la parole sous son angle fonctionnel. Ce second aspect nous est apparu essentiel en ce sens que la dysarthrie hypokinétique est un symptôme particulièrement présent dans la MP, de nombreux auteurs estimant que 70 à 90 % des personnes atteintes de la maladie ont ou développeront des troubles dysarthriques en cours de maladie (Hartelius & Svensson, 1994; Logemann, Fisher, Boshes, & Blonsky, 1978; Majdinasab, Karkheiran, Soltani, Moradi, & Shahidi, 2016; Miller, Noble, Jones, Allcock, & Burn, 2008; Pawlukowska, Szylińska, Kotłęga, Rotter, & Nowacki, 2018; Sapir, 2014; Sapir, Ramig, & Fox, 2008), ce qui peut avoir de multiples répercussions sur la vie quotidienne des personnes et plus largement sur leur QDV, la parole étant un des aspects prépondérants de la communication (Atkinson-Clement, Sadat, & Pinto, 2015; Lena Hartelius *et al.*, 2008; Miller *et al.*, 2006).

Dans ce contexte, nous avons voulu répondre à une préoccupation qui nous semble actuelle, celle de la compréhension des troubles dysarthriques dans la MP, et plus encore des répercussions fonctionnelles en découlant. Nous espérons ainsi fournir des pistes de prise en charge précoce, voire de diagnostic précoce de la maladie, à une période où de nombreuses réflexions sont menées sur la présence de troubles pré-indiquant un futur diagnostic de la maladie.

Trois axes de recherche ont structuré notre travail et ont vu naître des études nous permettant d'approcher au mieux une compréhension fine de la MP, et plus particulièrement de la dysarthrie hypokinétique. Le premier nous a permis d'investiguer les effets de cette maladie neurodégénérative qu'est la MP sur la production motrice de la parole. Notre intérêt s'est porté sur l'exploration de phénomènes statiques et dynamiques dans une perspective de

compréhension de la production de la parole pathologique. Notre deuxième axe a été réfléchi en vue d'approcher et de comprendre les répercussions de ces atteintes sur la QDV des personnes concernées dans une perspective fonctionnelle. Enfin, nous avons tenté d'explorer de manière originale un troisième et dernier axe de travail portant sur les perspectives de prise en charge. Afin d'y arriver, nous nous sommes centrée sur la mise en pratique d'une rééducation fonctionnelle intensive visant la motricité globale des membres et nous avons questionné ses possibles effets sur les capacités de production de parole et sur la perception de la QDV des individus, ce qui nous amène à combiner nos deux précédentes approches dans une visée thérapeutique.

Nous proposons ci-dessous une synthèse décrivant les résultats obtenus, en les discutant au regard de ce que nous dit la littérature scientifique ainsi que de leur incidence tant sur le plan clinique que fondamental.

10.2 Synthèse de nos résultats

10.2.1 Approche acoustico-articulatoire de la production de la parole

Nos études 1 et 2 nous ont permis de réaliser une étude acoustique de la production de voyelles stables et de logatomes incluant des phonèmes dynamiques tels que les glides. Un de nos objectifs était de tenter de réaliser des inférences articulatoires à partir de nos données acoustiques dans une perspective acoustico-articulatoire, tel que cela a pu être suggéré par Kent *et al.* (1999), Kim *et al.* (2009) ou encore Kent et Vorperian (2018). En effet, déjà dans sa théorie de la non-linéarité, Stevens (1972), puis plus tard, Stevens et Hanson (2010) mettaient en évidence le rôle de cette relation acoustico-articulatoire en fonction des sons de parole produits et de leurs traits distinctifs, certains sons de parole se caractérisant par une insensibilité du paramètre acoustique malgré d'importantes modifications des paramètres articulatoires alors que d'autres sont sujets à de rapides modifications de la cible acoustique en fonction de la configuration articulatoire. C'est en ce sens que nous avons décidé de comparer des productions dites statiques des voyelles orales périphériques du français à des productions dites dynamiques.

Notre première étude, à visée exploratoire, nous a permis de poser les jalons méthodologiques de notre recherche. A partir de comparaisons des productions recueillies auprès de locuteurs atteints de la MP et de locuteurs témoins, l'étude acoustique des voyelles produites en isolation ne nous a pas permis de mettre en évidence des différences significatives entre nos deux

groupes en ce qui concerne l'exploitation du système vocalique. Nous avons toutefois pu constater une variabilité intra-sujets plus importante dans le groupe des participants atteints de la MP, notamment lors de la production du phonème /a/. Cette absence de différences significatives ne nous a toutefois pas laissé démunie d'hypothèses. En ce qui concerne le phonème /a/, nous constatons que c'est lors de sa production que les plus grandes disparités sont observées, d'une part avec le groupe témoin, d'autre part entre les locuteurs du groupe MP. Cela peut notamment s'expliquer par le fait que le phonème /a/ permet un plus grand nombre de degrés de liberté pour sa production, contrairement à d'autres phonèmes nécessitant une plus grande précision acoustique pour être perçu correctement.

Toujours par rapport à ce constat d'exploitation du système vocalique similaire dans nos deux groupes, il convient de rappeler que nos observations se sont fait jour à partir des productions de locuteurs MP faiblement atteints sur le plan articulatoire, hors situation communicationnelle et lors d'un enregistrement sonore. Même si le recueil s'est effectué dans un contexte relativement écologique – au domicile des participants – cela nous amène à suggérer que nos constats sont effectués dans une situation où les participants sont amenés à réaliser le maximum de leur potentialité, à l'instar de l'hypothèse d'hyperarticulation évoquée par Lindblom (1990) dans des situations communicationnelles nécessitant un comportement compensatoire.

En ce qui concerne la dynamique articulatoire, nous avons constaté que l'amplitude des trajectoires formantiques est réduite chez les participants du groupe MP alors que la durée de production des logatomes reste similaire dans les deux groupes. Cela vient renforcer l'hypothèse d'Ackermann et Ziegler (1991) évoquant une réduction de l'amplitude du mouvement articulatoire en vue de préserver le tempo de parole. Nos résultats nous permettent également d'identifier que cette réduction est principalement liée aux cibles vocaliques des voyelles initiales et finales. Nous avons en effet constaté une préservation du timbre de la cible acoustique des glides par rapport à la monophthongue correspondante alors que les sections initiales et finales sont moins proches, dans le groupe de locuteurs atteints de la MP, des voyelles du système vocalique. Or, nous aurions suggéré l'inverse, la réalisation acoustique des glides nécessitant une précision importante des gestes articulatoires.

Comme évoqué supra, ces constats ont été identifiés auprès d'un nombre restreint de locuteurs non dysarthriques, pour qui les altérations n'étaient pas perceptibles à notre audition, suggérant dès lors des phénomènes de nature infraclinique pouvant s'avérer très utiles dans une perspective de prise en charge précoce des troubles dysarthriques.

L'étude 2 nous a permis d'approfondir nos observations et de répondre aux hypothèses de recherche découlant de notre première étude. Ainsi, en ce qui concerne l'étendue vocalique, nous avons voulu tester l'hypothèse selon laquelle une réduction de l'espace vocalique apparaît chez les locuteurs atteints de la MP comparativement à des locuteurs sains, cela n'ayant pourtant pas été observé dans notre première étude. Suite à l'analyse des productions de parole d'un effectif plus élevé de personnes du groupe MP, nous avons pu mettre au jour des réductions significatives de l'exploitation du système vocalique chez ces mêmes locuteurs par rapport aux productions d'un groupe témoin, tel qu'évoqué par de nombreux auteurs (citons par exemple, Kent & Kim, 2003; Mollaei, Shiller, Baum, & Gracco, 2016; Roy *et al.*, 2009; Sapir, Spielman, Ramig, Story, & Fox, 2007; Skodda, Grönheit, & Schlegel, 2012; Skodda *et al.*, 2011). Contrairement à l'étude 1, nous avons récolté plus de productions, les participants ayant produit à cinq reprises chacune des voyelles /a, i, u/. Cela nous a amené à constater que, même si en moyenne l'étendue vocalique est réduite chez les locuteurs atteints de la MP, elle l'est particulièrement en cours de répétitions. Ainsi, si nous ne conservons que la première production de nos locuteurs atteints de la MP et que nous la comparons à celle du groupe témoin, nous n'identifions pas de différences significatives entre les deux groupes, ce qui équivaut au constat découlant de l'étude 1. Cela vient donc renforcer notre hypothèse d'une réalisation au maximum de ce qu'ils peuvent produire lors de la première répétition. Cet effort – supposé d'hyperarticulation – se transforme par un amenuisement de l'étendue vocalique au cours des productions. Cela suggère un phénomène d'undershoot, comme cela peut être le cas dans une dysarthrie hypokinétique, lors d'une production de parole sans reprise de souffle. Enfin, l'étude de plusieurs métriques acoustiques permettant de caractériser l'espace vocalique nous a permis de constater, outre la réduction de l'étendue vocalique, une forte centralisation formantique, suggérant un amenuisement des contrastes vocaliques. Certains locuteurs semblent plus concernés que d'autres par ces altérations, ce qui nous amène à nous interroger sur les caractéristiques individuelles en jeu dans la production de la parole (voir point 10.2.2).

En ce qui concerne l'amplitude des trajectoires formantiques, tant les calculs réalisés lors de l'étude 1 et 2 que ceux introduits dans cette deuxième étude (calcul des pentes de F2) nous permettent de constater une diminution de l'amplitude des trajectoires formantiques chez les locuteurs atteints de la MP, ce qui peut suggérer une réduction du mouvement articulaire chez ces participants comparativement aux participants témoins. Nous constatons également des différences en fonction des logatomes à produire, les trajectoires étant réduites notamment lors de la transition des cibles /i, u/. Une hypothèse peut ve-

nir des dimensions du mouvement articulatoire lors des transitions de /a/ vers /i, u/ ou de /i, u/ vers /u, i/ : la production du phonème /a/ nécessite un mouvement d'ouverture/fermeture du cycle mandibulaire, acquis tôt lors de l'apprentissage du langage chez l'enfant et ne nécessitant qu'une ouverture de la mâchoire tandis que les phonèmes /i, u/ nécessitent un contrôle plus fin des mouvements de la langue. Ce contrôle plus fin semble ainsi être plus complexe à réaliser et à maintenir chez les personnes atteintes de la MP.

Enfin, nous nous sommes à nouveau interrogée sur la préservation du timbre entre les phonèmes constituant les logatomes et les monophthongues correspondantes puisque, si l'amplitude du mouvement apparaît réduite, plusieurs éléments peuvent être en cause. Contrairement à l'étude 1, nous n'avons pas constaté une préservation de la cible acoustique du glide. C'est au contraire cette partie du segment qui se différencie significativement de la monophthongue correspondante chez les locuteurs du groupe MP, mettant en évidence une préservation des sections initiales et finales du logatome. Il apparaît donc que les locuteurs du groupe MP mettent en place des stratégies différentes de celles observées en étude 1. Rappelons toutefois que dans cette deuxième étude, nous avons augmenté le nombre de combinaisons à l'origine de nos logatomes, ce qui nous permet d'obtenir un équilibre tant en ce qui concerne les glides (4 logatomes incluant un /w/ et quatre incluant un /j/) qu'une diversification des phonèmes en position initiale ou finale. L'augmentation de notre effectif nous a également permis de collecter des données auprès de participants présentant des profils plus diversifiés (e.g., stade de la maladie, durée de la MP, sévérité de la dysarthrie) que lors du recueil réalisé en étude 1.

10.2.2 Potentiel informatif des caractéristiques individuelles

Suite aux résultats obtenus en études 1 et 2, nous nous sommes demandée en quoi la motricité de la parole peut-elle être influencée par des caractéristiques individuelles propres à nos participants. Disposant de plusieurs éléments d'informations entourant l'histoire de la maladie, nous avons tout d'abord constaté que l'âge d'apparition de la maladie entraînait des résultats différents, en particulier sur l'exploitation de l'étendue vocalique. Ainsi, il apparaît que l'exploitation et l'organisation du système vocalique sont particulièrement altérées chez les locuteurs pour qui la maladie a été découverte plus précocement ou plus tardivement. Cela amène plusieurs questionnements, notamment en ce qui concerne les effets liés à l'avancée en âge ainsi que sur le rôle de l'âge de diagnostic sur la production motrice de la parole. En effet, comme nous l'avions vu précédemment, le vieillissement dit normal s'accompagne de changement sur le plan de la production motrice de la parole, notamment par une augmentation du nombre d'erreurs articulatoires (Deschamps *et al.*, 2016).

Les résultats ici obtenus pourraient donc être la conséquence d'une dysarthrie associée aux effets de l'avancée en âge. Nous pouvons également nous interroger sur les effets des traitements pharmacologiques. En effet, les recherches sur les effets de l'administration d'un traitement dopaminergique mettent en évidence des résultats divergents, démontrant soit des améliorations, le plus fréquemment auprès de participants ne présentant pas encore de fluctuations motrices (e.g., Cahill *et al.*, 1998; Sanabria *et al.*, 2001), soit des détériorations (e.g., Goberman & Blomgren, 2003), soit aucun effet (e.g., Ho *et al.*, 2008; Poluha, Teulings, & Brookshire, 1998), qu'il soit positif ou délétère, de l'administration de L-Dopa sur la production de la parole chez des participants atteints de la MP. Dans notre étude, tous les participants ont été enregistrés sous médication, il ne nous est dès lors pas possible d'exclure ni d'affirmer un potentiel effet du traitement. Nous nous sommes également interrogée sur la durée de la maladie, sans y trouver d'effet significatif sur nos résultats. Nous constatons toutefois que la durée de la maladie est plus longue chez les locuteurs ayant été diagnostiqués tôt (durée moyenne : 9,5 ans). Or, comme nous l'avons vu dans la partie théorique, l'avancée dans la MP peut entraîner diverses fluctuations. Aussi, sur nos 63 participants, sept avaient subi une SCP. Six d'entre eux font partie de ce groupe, ce qui peut nous amener à nous interroger sur les éventuels effets de la SCP sur la production motrice de la parole.

Toujours en ce qui concerne l'exploitation du système vocalique, nous nous sommes interrogée sur l'effet de la sévérité de la dysarthrie. Comme nous pourrions nous y attendre, la dégradation de l'étendue et de l'organisation du système vocalique s'amplifie en fonction du degré de sévérité de la dysarthrie. Nous constatons notamment que c'est vis-à-vis de la dispersion intercatégorielle que les altérations sont les plus marquées, entraînant une centralisation des phonèmes produits par les locuteurs atteints de la MP.

En ce qui concerne la dynamique acoustique, des constats similaires apparaissent, particulièrement en fonction du degré de sévérité de la dysarthrie, l'amplitude des trajectoires formantiques étant réduite au fur et à mesure de la progression des troubles dysarthriques. Cela nous amène à nous poser des questions concernant la réduction de l'intelligibilité des personnes atteintes de dysarthrie à des degrés avancés. Plus encore, cela nous questionne quant au rôle fonctionnel de ces difficultés chez la personne ainsi qu'auprès de son entourage, ces altérations pouvant avoir un impact sur les différentes activités de la vie quotidienne des personnes, notamment celles nécessitant des interactions avec autrui. De fait, comme Miller *et al.* (2006) le soulignent de manière tout à fait pertinente, la question essentielle en matière d'interactions, voire plus spécifiquement de communication, ne concerne pas nécessairement le fait de savoir si la personne est parfaitement intelligible ou non mais d'identifier quels

sont les changements dans sa perception d'elle-même et dans sa vie quotidienne qui découlent de ses changements de parole.

10.2.3 Impact fonctionnel de la dysarthrie hypokinétique dans la vie quotidienne des personnes

Afin de considérer la parole sous son angle fonctionnel, nous nous sommes dès lors demandée comment celle-ci affecte la vie quotidienne des personnes atteintes de la MP. Nous nous sommes basée, comme de nombreux auteurs (e.g., Dykstra *et al.*, 2015; Walshe *et al.*, 2009), sur la Classification Internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF), celle-ci permettant une approche globale de la personne en se centrant sur trois aspects essentiels que sont les symptômes de la maladie, leur impact sur la vie quotidienne et leur fonction sociale.

Notre première étude nous a permis de poser les premiers jalons de notre réflexion concernant le vécu et les perceptions des personnes atteintes de la MP. En effet, nous avons pu identifier des relations entre des aspects relatifs à la QDV globale des personnes – à partir du PDQ-39, questionnaire de QDV spécifique à la MP – et les perceptions découlant de la dysarthrie – à partir de la complétion du VHI. Cela nous a permis d'entrevoir des profils en fonction de la perception des atteintes. Toutefois, le faible effectif constituant cette étude ne nous a pas permis d'avancer des éléments de réponse précis. La troisième étude menée dans le cadre de cette thèse nous a quant à elle permis d'augmenter notre effectif – quatre-vingts participants atteints de la MP – mais également de prendre en considération les perceptions de membres de l'entourage des personnes atteintes de la MP (quarante participants). Nous avons également enrichi notre protocole afin de tenir compte tant des perceptions des participants que de celles de leurs proches sur les changements perçus dans la vie quotidienne, qu'ils découlent de leur parole ou plus largement de leur QDV. Enfin, nous avons cherché à identifier le rôle de certaines caractéristiques individuelles vis-à-vis des perceptions recueillies.

Les différents résultats obtenus mettent en évidence une préservation majoritaire de la QDV globale et spécifique aux changements découlant de la parole. Toutefois, si nous nous interrogeons sur les caractéristiques propres aux individus, nous constatons que des altérations surviennent au fur et à mesure de l'évolution de la maladie, les scores obtenus montrant un affaiblissement de la QDV et du score au VHI en fonction des stades de la MP. Comme dit précédemment, nous pouvons considérer ces résultats comme différents de ceux évoqués dans la littérature où une absence d'effet des stades de la maladie est relevée concernant les scores propres à la QDV, notamment à partir d'une évaluation par le VHI (Guimaraes *et al.*, 2017). Toutefois, nous pensons que ceux-

ci ne sont peut-être pas si strictement opposés. En effet, nous constatons nous aussi une préservation relativement marquée de la QDV chez nos participants, même si celle-ci tend à s'amenuiser en fonction de l'avancée de la maladie. Dès lors, l'identification de ces légères altérations en fonction du degré d'atteinte de la maladie – évaluée à partir de l'échelle de Hoehn et Yahr – suggère selon nous l'apparition de signes infracliniques de la maladie.

Des constats similaires apparaissent en ce qui concerne le degré de sévérité de la dysarthrie. Ainsi, les participants présentant une légère atteinte dysarthrique soulignent déjà la perception d'altérations de leur QDV (PDQ-39), notamment en ce qui concerne les situations de communication.

Enfin, nous avons constaté une forte similitude entre les perceptions des participants atteints de la MP et celles de leurs proches. Au contraire de Miller *et al.* (2008) qui mettent en évidence des divergences entre les perceptions des deux groupes de participants, le regard porté par les proches sur la maladie et ses répercussions sur la QDV – globale et spécifique à la dysarthrie – coïncident avec les perceptions des personnes directement touchée par la MP. Nous pensons toutefois que cette similarité reste fonction de la relation entre les deux acteurs considérés. De ce fait, la dynamique relationnelle nous semble entrer très fortement en compte ici. Qui plus est, nous pensons que les facteurs environnementaux jouent eux aussi un rôle – tel qu'évoqué dans la CIF (Organisation Mondiale de la Santé, 2001). En effet, nos participants ont tous été rencontrés dans un cadre précis et identique, celui de la CIP qui offre une prise en charge pluridisciplinaire aux personnes atteintes de la MP ainsi qu'à leurs proches.

Ces résultats nous permettent de mettre en évidence le résultat global de la symptomatologie de la MP sur la QDV. Il nous semble en effet essentiel de prendre en compte l'interaction des troubles communicationnels avec les autres sphères impactées par la maladie afin d'étudier l'influence globale de la MP sur la QDV.

10.2.4 Prise en charge et rééducation

Dans la littérature, comme dans la réalité de terrain telle que constaté auprès de nos participants, il convient de noter que les personnes atteintes de la MP sont peu prise en charge d'un point de vue logopédique (Hartelius & Svensson, 1994; Kalf *et al.*, 2011; Mutch, Strudwick, Roy, & Downie, 1986; Schulz & Grant, 2000; Sunwoo *et al.*, 2014). Plusieurs raisons sont évoquées dans la littérature, notamment la difficulté à identifier une rééducation dont les effets persistent dans le temps (Ramig *et al.*, 2001; Sackley *et al.*, 2018) ou l'adéquation entre les exercices proposés et les attentes et intérêts des per-

sonnes (Sackley *et al.*, 2018; Yorkston *et al.*, 2017). Pourtant, la diversification des rééducations traditionnelles devrait permettre de s'adapter aux besoins et objectifs de chacun (Miller *et al.*, 2011; Sackley *et al.*, 2018). Toutefois, au vu de ces constats, nous nous sommes interrogée sur l'existence d'autres stratégies rééducatives afin de permettre de maintenir voire d'améliorer la production motrice de la parole. C'est dans ce cadre que nous avons envisagé de tester les effets d'une rééducation intensive telle que la LSVT BIG – dont l'objectif est de travailler à une amélioration des mouvements des membres – sur la production motrice de la parole. Notre intérêt pour cette rééducation se base notamment sur les récentes recherches scientifiques soulignant l'intérêt de la réalisation d'exercices pour améliorer les performances motrices, voire ralentir la progression des symptômes moteurs de la MP (Fox *et al.*, 2012).

Outre des effets bénéfiques constatés sur les symptômes moteurs (UPDRS III, TUG et TUG cognitif), nous avons constaté des effets variables en fonction des participants en ce qui concerne l'analyse de la production de la parole. Ainsi, nous avons mené une analyse individuelle en ce qui concerne l'étendue de l'espace vocalique (tVSA), ce qui nous a permis de constater que, pour certains participants, des améliorations étaient détectées en début de rééducation, conduisant ensuite à une stabilisation des bénéfices. Certains montrent également des améliorations plus marquées lors des séances situées en fin de semaine (séances 4 et 16), nous permettant de suggérer que c'est l'aspect intensif et répétitif de la rééducation qui permet de constater ces effets. A contrario, des effets délétères semblent apparaître chez d'autres participants, soit au fur et à mesure de la rééducation, soit en cours de semaine. Nous pouvons dès lors nous interroger sur un possible effet de lassitude, voire de fatigue face à l'intensivité de la rééducation. Ces différences nous amènent à considérer l'importance d'adapter, tel que l'évoque Sackley *et al.* (2018), les prises en charge proposées en fonction des attentes mais également des possibilités des participants.

Même si certaines améliorations semblent se dessiner suite au suivi de la rééducation intensive à la LSVT BIG, nous devons constater que les améliorations concernant la motricité globale n'impactent pas directement le contrôle fin des articulateurs supralaryngés. Cela rejoint par ailleurs un constat que nous avons réalisé en étude 2 où nous avons mis en exergue le fait que l'aggravation des symptômes moteurs caractéristiques de la MP ne semblait pas influencer la production motrice de la parole.

10.3 Implications transversales

10.3.1 Sensibilité des métriques à l'étude

Dans la deuxième étude que nous avons menée, nous avons étudié l'exploitation de l'espace vocalique des locuteurs à la lueur de plusieurs métriques acoustiques. Cette démarche, originale en ce sens que nous n'avons pas identifié d'autres études combinant plusieurs métriques acoustiques auprès d'un groupe de participants atteints de la MP et présentant différents degrés de dysarthrie hypokinétique, nous a permis d'observer les distorsions de l'espace vocalique en tenant compte de différents aspects (étendue, variabilité intra- et inter-catégorielle, centralisation). Qui plus est, certains auteurs (Neel, 2008; Skodda *et al.*, 2011) ont évoqué le manque de sensibilité de la métrique tVSA chez des locuteurs présentant la MP et faiblement atteints sur le plan articulatoire. Nous nous sommes dès lors également intéressée à l'apport de chaque métrique par rapport aux autres.

Outre l'absence d'études combinant ces différents regards, il nous est apparu pertinent d'associer aux métriques fréquemment utilisées dans les recherches menées auprès de personnes atteintes de la MP, telles que les métriques tVSA ou VAI, une métrique telle que Phi puisqu'il s'agit d'un indice permettant d'étudier des phénomènes statiques – en l'occurrence des monophongues – d'une manière dynamique, ce que ne nous permettent pas les autres indices. Or, nous savons que les difficultés dans la MP, et plus spécifiquement dans la production motrice de la parole dans la MP, touchent la dynamique des mouvements. Une métrique comme l'aire du triangle vocalique, très utilisée car porteuse d'informations sur l'étendue vocalique dans le plan F1/F2, nous apparaît comme présentant une limite à la compréhension de phénomènes dynamiques en ce sens qu'elle permet principalement d'observer des phénomènes périphériques, extrêmes avec un positionnement statique.

Tout d'abord, si nous considérons les apports de chacune des métriques à l'étude – pour rappel, tVSA, VAI, Phi, CMinter, CMintra – en fonction de l'ensemble de nos participants, nous constatons que l'exploitation de l'espace vocalique est bien différente en fonction du groupe de locuteurs (MP et témoin). Les locuteurs atteints de la MP présentent une réduction de l'étendue vocalique (tVSA), une centralisation formantique (VAI), et par conséquent une diminution de la variabilité inter-catégorielle (CMinter). Les exemplaires d'une même catégorie apparaissent également comme différents les uns des autres chez les locuteurs atteints de la MP (CMintra), en particulier au cours des répétitions. Enfin, au vu de ces distorsions, l'utilisation de l'indice Phi

nous confirme que l'organisation du système vocalique est beaucoup plus altérée chez les locuteurs atteints de la MP.

En ce qui concerne la sévérité de la dysarthrie, nous constatons des différences en fonction du degré de sévérité pour l'étendue vocalique ainsi que pour la centralisation formantique (VAI et CMinter). Il apparaît que la dispersion intra-catégorielle (CMintra) et l'organisation générale de l'espace vocalique (Phi) ne permettent pas de mettre en exergue des différences en fonction de l'atteinte dysarthrique des participants.

Enfin, si nous nous intéressons à la sensibilité des métriques à l'étude en fonction d'une autre caractéristique individuelle des participants, l'âge de diagnostic de la maladie, nous constatons que seule la métrique Phi et les deux métriques la composant (CMinter et CMintra) permettent d'identifier des différences chez nos locuteurs atteints de la MP en fonction de l'âge auquel le diagnostic a été posé. Il semble donc que ces métriques soient plus sensibles que les autres (VAI, tVSA) aux différences apparaissant en fonction de ce critère d'âge.

Ces résultats nous confortent dans la complémentarité des métriques à l'étude. Nous pensons qu'il est crucial de combiner ces différents regards si nous souhaitons obtenir une vision globale et réelle de l'espace vocalique et des multiples dimensions altérées et/ou préservées suite à la dysarthrie hypokinétique. De fait, à partir de cette expérimentation, il ressort que le regard sur des phénomènes dynamiques et le regard dynamique sur des phénomènes statiques permettent de mettre en lumière des informations très riches et pertinentes dans la compréhension de la production motrice de la parole dans la MP.

10.3.2 Aspects infracliniques de la MP

Dès notre première étude, menée auprès de locuteurs atteints de la MP et faiblement touchés sur le plan articulatoire, nos analyses se montraient aptes à révéler des phénomènes de nature infraclinique. Toutefois, au vu de notre effectif restreint et de la faible quantité de productions recueillies, il était pertinent d'approfondir nos observations. Ainsi, dans notre deuxième étude, les participants présentaient différents degrés de sévérité de dysarthrie (légère, modérée et sévère). Une partie de ce groupe était évalué comme exempt de dysarthrie hypokinétique. De ce fait, il nous a semblé opportun de comparer les résultats de ce dernier sous-groupe (participants atteints de la MP et non dysarthriques) avec ceux du groupe témoin. Comme vu précédemment, ces analyses ont révélé des différences significatives entre nos deux groupes de participants, tant sur des données statiques (exploitation de l'espace vocalique) que sur des

données dynamiques (production de logatomes incluant des glides). Ces résultats viennent donc confirmer ceux de notre première étude, affirmant le caractère infraclinique des phénomènes mis au jour.

A notre connaissance, aucune étude n'avait été menée en ce sens auprès de participants atteints de la MP mais non atteints sur le plan arthrique. Outre l'apport de ces constats d'un point de vue de la recherche en phonétique, nous considérons ces données comme particulièrement pertinentes en perspective du développement d'outils de dépistage précoce de la dysarthrie, voire de techniques d'accompagnement de la rééducation logopédique.

Notre étude 3 nous a également permis de révéler des phénomènes que nous pensons être de nature infraclinique. De fait, face à des résultats évoquant majoritairement une préservation de la QDV (PDQ-39 et VHI), nous avons décelé une altération des domaines évalués en fonction de la progression de la maladie (évaluée à partir des stades de Hoehn et Yahr) et en fonction du degré de sévérité de la dysarthrie. Cela laisse suggérer que, même si les scores obtenus témoignent d'une préservation de la QDV, de légères altérations s'identifient en fonction de l'évolution de la maladie, ce que nous considérons comme pertinent en vue d'un accompagnement précoce, voire en vue de développer des stratégies compensatrices afin de préserver la réalisation positive des domaines relatifs à la QDV des participants.

10.4 Limites et perspectives

Ce travail s'inscrivant dans un processus de recherche doctorale, certaines limites peuvent être identifiées et dégager, de ce fait, de nouvelles perspectives de recherche.

Tout d'abord, il convient de resituer les contextes dans lequel nos données ont été recueillies : l'Association Parkinson (études 1 et 4), avec un recueil au domicile des participants et le CIP (études 2 et 3), avec un recueil en milieu hospitalier. Il est évident que chaque lieu présente des avantages, que ce soit en termes de milieu écologique (domicile) ou d'accès à un ensemble conséquent d'informations médicales (hôpital). Nous pensons qu'il serait pertinent de varier les contextes de recueil de données, notamment en ce qui concerne les données subjectives. De fait, pouvoir recueillir ce type de données dans un milieu propice aux échanges permettrait d'enrichir les éléments de compréhension de la situation des participants. Nous pourrions également envisager d'enrichir notre recueil de données qualitatives en ayant recours à un outil spécifique à la dysarthrie hypokinétique, tel que le DIP par exemple dont une tra-

duction française a été proposée récemment (Letanneux *et al.*, 2013). Cette traduction ayant été réalisée auprès d'un nombre restreint de participants atteints de la MP (N = 10), il conviendrait toutefois de mener une réflexion plus large sur l'évaluation du degré de sévérité de la dysarthrie. En effet, les pratiques à cet égard peuvent varier. Dans le cadre de notre recherche, nous avons utilisé, comme dans de nombreuses autres recherches, le score attribué à l'item parole de l'UPDRS III. Toutefois, l'évaluation de la dysarthrie à partir d'un seul item peut poser question²⁸. D'autres, tel que Letanneux *et al.* (2013) par exemple, se basent sur les résultats découlant des données auto-rapportées au DIP. Nous pouvons à cet effet nous interroger sur la précision de ce score au vu du caractère subjectif de l'évaluation, le score obtenu reflétant plutôt un score de perception – score tout à fait pertinent en soi mais qui ne détermine pas pour autant le réel degré de sévérité de la dysarthrie. Enfin, certaines évaluations du degré de sévérité de la dysarthrie sont réalisées par des professionnels – des logopèdes par exemple – à partir de productions de parole diverses (par exemple, de la parole spontanée dans le cadre d'une conversation). Ce dernier moyen d'évaluation, couplé à une évaluation normée telle que celle découlant de l'UPDRS, nous semble pertinente à envisager pour de futures études portant sur la dysarthrie.

Aussi, toujours en lien avec cette réflexion quant à la dysarthrie hypokinétique et aux troubles communicationnels qui peuvent en découler, nous pensons qu'il serait tout à fait pertinent d'essayer de comprendre quelle est la part spécifique du déficit communicationnel induit par la MP sur la QDV par rapport aux autres sphères touchées par la maladie. Cette perspective nous permettrait dès lors de mieux identifier les répercussions fonctionnelles de la dysarthrie sur la vie quotidienne des personnes atteintes de la MP et de comprendre quel est son rôle vis-à-vis des interactions et de la participation sociale des individus.

Une réflexion quant aux différentes tâches permettant le recueil des productions de parole est également utile. Dans nos différentes études (études 1, 2 et 4), nous avons eu recours à des productions hors contexte communicationnel, le recours aux phrases porteuses ayant été écarté en vue d'éviter le biais d'hypoarticulation susceptible de survenir dans la MP lorsque le sujet est amené à réaliser des productions longues (Martel-Sauvageau, Roy, Cantin, *et al.*, 2015). À l'avenir, il sera intéressant d'investiguer également ces productions qui, en l'occurrence, sont disponibles pour les sujets évalués dans les études 2 et 3. Cela nous permettrait effectivement de tester l'intensification de ce phé-

²⁸ Notons toutefois que, dans le cadre de nos données, cette évaluation été enrichie des bilans logopédiques réalisés dans le cadre du bilan général du CIP

nomène d'undershoot, tel qu'il a déjà été observé lors des répétitions de phonèmes produits isolément au cours notre deuxième étude.

Confortée quant au potentiel informatif de l'étude des glides et à la pertinence de métriques permettant de poser un regard dynamique à un niveau macroscopique, il nous semble que leurs études dans d'autres situations de production auraient tout son sens (à titre illustratif, à partir d'une description d'image dans laquelle plusieurs éléments permettraient la production de mots incluant des glides).

Ce phénomène d'undershoot observé nous amène également à penser que les participants ont tenté de réaliser, en première production, le maximum de ce qu'ils peuvent encore produire quand ils se surveillent. Cela suggère que les observations réalisées sont probablement beaucoup moins déviantes que celles que nous observerions en condition naturelle de production de parole, ce qui renforce également notre premier intérêt de recourir à une variété de situations de recueil plus ou moins écologiques. Ce constat est également à mettre en perspective avec l'identification de phénomènes infracliniques de la maladie.

Toujours en lien avec ces constats, il convient de rappeler que toutes nos données ont été recueillies en phase on. Il pourrait être pertinent de collecter des données auprès de personnes dans des conditions contrastantes, par exemple auprès d'une personne en situation de sevrage dopaminergique (avant qu'elle prenne sa médication puis après que celle-ci fasse effet) afin d'obtenir une évaluation en variant les situations « on/off ». Même si cela s'éloigne d'un contexte dit écologique – les personnes atteintes de la MP n'étant en phase off qu'en fin de dose dite « précoce » ou lors de bilans médicaux particuliers, ce type de données pourrait nous permettre des analyses et des comparaisons plus approfondies, notamment si nous tenons compte du fait que les effets des traitements pharmacologiques sont évalués de manière divergente en fonction des études (Cahill *et al.*, 1998; Goberman & Blomgren, 2003; Ho *et al.*, 2008; Poluha *et al.*, 1998; Sanabria *et al.*, 2001). Aussi, recueillir des données auprès de participants pour qui le diagnostic vient d'être posé (MP « natifs ») avant et après leur première prise médicamenteuse de L-Dopa pourrait également nous fournir des informations très pertinentes. Ce type de recueil de données pourrait, entre autres, nous permettre d'observer des altérations très précocement dans la maladie, voire de développer de nouveaux indicateurs venant enrichir le diagnostic clinique de la maladie.

Références bibliographiques

- Ackermann, H., & Ziegler, W. (1991). Articulatory deficits in parkinsonian dysarthria: an acoustic analysis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, *54*(12), 1093-1098. <https://doi.org/10.1136/jnnp.54.12.1093>
- Adler, C. H., Beach, T. G., Hentz, J. G., Shill, H. A., Caviness, J. N., Driver-Dunckley, E., ... Dugger, B. N. (2014). Low clinical diagnostic accuracy of early vs advanced Parkinson disease: Clinicopathologic study. *Neurology*, *83*(5), 406-412. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000000641>
- Ahlskog, J. E. (2007). Dopamine and Parkinson disease. *Neurology*, *69*, 1701-1711. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000296942.14309.4a>
- American Speech-Language-Hearing Association. (2004). Preferred practice patterns for the profession of speech-language pathology [Preferred Practice Patterns]. Consulté à l'adresse www.asha.org/policy
- Ardouin, C., Chéreau, I., Llorca, P.-M., Lhommée, E., Durif, F., Pollak, P., & Krack, P. (2009). Évaluation des troubles comportementaux hyper- et hypodopaminergiques dans la maladie de Parkinson. *Revue Neurologique*, *165*(11), 845-856. <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2009.06.003>

- Arpinelli, F., & Bamfi, F. (2006). The FDA guidance for industry on PROs: the point of view of a pharmaceutical company. *Health and Quality of Life Outcomes*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/1477-7525-4-85>
- Ash, S., Jester, C., York, C., Kofman, O. L., Langey, R., Halpin, A., ... Grossman, M. (2017). Longitudinal decline in speech production in Parkinson's disease spectrum disorders. *Brain and Language*, 171, 42-51. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2017.05.001>
- Atkinson-Clement, C., Sadat, J., & Pinto, S. (2015). Behavioral treatments for speech in Parkinson's disease: meta-analyses and review of the literature. *Neurodegenerative Disease Management*, 5(3), 233-248. <https://doi.org/10.2217/nmt.15.16>
- Audibert, N., & Fougeron, C. (2012). Distorsions de l'espace vocalique : quelles mesures? Application à la dysarthrie. *Actes de la conférence conjointe JEP-TALN-RECITAL 2012, 1*, 217-224. Grenoble.
- Auzou, P., & Rolland-Monnoury, V. (2006). *Batterie d'Evaluation Clinique de la Dysarthrie*. Isbergues, France: Ortho-Edition.
- Behroozmand, R., Shebek, R., Hansen, D. R., Oya, H., Robin, D. A., Howard, M. A., & Greenlee, J. D. W. (2015). Sensory-motor networks involved in speech production and motor control: An fMRI study. *NeuroImage*, 109, 418-428. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.01.040>
- Berg, D., Postuma, R. B., Adler, C. H., Bloem, B. R., Chan, P., Dubois, B., ... Deuschl, G. (2015). MDS research criteria for prodromal Parkinson's di-

- sease: MDS Criteria for Prodromal PD. *Movement Disorders*, 30(12), 1600-1611. <https://doi.org/10.1002/mds.26431>
- Berg, D., Postuma, R. B., Bloem, B., Chan, P., Dubois, B., Gasser, T., ... Deuschl, G. (2014). Time to redefine PD? Introductory statement of the MDS Task Force on the definition of Parkinson's disease: Time to Redefine PD. *Movement Disorders*, 29(4), 454-462. <https://doi.org/10.1002/mds.25844>
- Berganzo, K., Tijero, B., González-Eizaguirre, A., Somme, J., Lezcano, E., Gabi-londo, I., ... Gómez-Esteban, J. C. (2016). Motor and non-motor symptoms of Parkinson's disease and their impact on quality of life and on different clinical subgroups. *Neurología (English Edition)*, 31(9), 585-591. <https://doi.org/10.1016/j.nrleng.2014.10.016>
- Bilodeau-Mercure, M., Kirouac, V., Langlois, N., Ouellet, C., Gasse, I., & Trem-blay, P. (2015). Movement sequencing in normal aging: speech, oro-facial, and finger movements. *AGE*, 37(78), 1-13. <https://doi.org/10.1007/s11357-015-9813-x>
- Braak, H., Tredici, K. D., Rüb, U., de Vos, R. A. I., Jansen Steur, E. N. H., & Braak, E. (2003). Staging of brain pathology related to sporadic Parkinson's disease. *Neurobiology of Aging*, 24(2), 197-211. [https://doi.org/10.1016/S0197-4580\(02\)00065-9](https://doi.org/10.1016/S0197-4580(02)00065-9)

- Brady, M. C., Kelly, H., Godwin, J., Enderby, P., & Campbell, P. (2016). Speech and language therapy for aphasia following stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 6. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000425.pub4>
- Broen, M. P. G., Narayen, N. E., Kuijf, M. L., Dissanayaka, N. N. W., & Leentjens, A. F. G. (2016). Prevalence of anxiety in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis: Prevalence of Anxiety in PD. *Movement Disorders*, 31(8), 1125-1133. <https://doi.org/10.1002/mds.26643>
- Cahill, L. M., Murdoch, B. E., Theodoros, D. G., Triggs, E. J., Charles, B. G., & Yao, A. A. (1998). Effect of Oral Levodopa Treatment on Articulatory Function in Parkinson's Disease: Preliminary Results. *Motor Control*, 2(2), 161-172. <https://doi.org/10.1123/mcj.2.2.161>
- Cardoso, R., Guimarães, I., Santos, H., Loureiro, R., Domingos, J., Abreu, D., ... Ferreira, J. J. (2018). Psychosocial impact of Parkinson's disease-associated dysarthria: Cross-cultural adaptation and validation of the Dysarthria Impact Profile into European Portuguese: EP: DIP validation for PD. *Geriatrics & Gerontology International*, 18(5), 767-774. <https://doi.org/10.1111/ggi.13255>
- Chaudhuri, K. R., Odin, P., Antonini, A., & Martinez-Martin, P. (2011). Parkinson's disease: The non-motor issues. *Parkinsonism & Related Disorders*, 17(10), 717-723. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2011.02.018>

C.H.U. de Charleroi. (s.d.). *Convention de Parkinson - Communiqué de presse.*

Consulté à l'adresse

<http://www.isppc.be/sites/default/files/documents/parkinsonpresse.pdf>

Couvreur, N., Bruyninckx, M., & Harmegnies, B. (1999). Effects of parkinsonian symptoms on voiced palatals. *Proceedings of 14th International Congress of Phonetic Sciences, 1*, 831-834. San Francisco.

Cushnie-Sparrow, D., Adams, S., Abeyesekera, A., Pieterman, M., Gilmore, G., & Jog, M. (2018). Voice quality severity and responsiveness to levodopa in Parkinson's disease. *Journal of Communication Disorders, 76*, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2018.07.003>

Dafsari, H. S., Reddy, P., Herchenbach, C., Wawro, S., Petry-Schmelzer, J. N., Visser-Vandewalle, V., ... Timmermann, L. (2016). Beneficial Effects of Bilateral Subthalamic Stimulation on Non-Motor Symptoms in Parkinson's Disease. *Brain Stimulation, 9*(1), 78-85. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2015.08.005>

Darley, F. L., Aronson, A. E., & Brown, J. R. (1969). Clusters of Deviant Speech Dimensions in the Dysarthrias. *Journal of Speech and Hearing Research, 12*(3), 462-496. <https://doi.org/10.1044/jshr.1203.462>

Darweesh, S. K. L., Verlinden, V. J. A., Adams, H. H. H., Uitterlinden, A. G., Hofman, A., Stricker, B. H., ... Ikram, M. A. (2016). Genetic risk of Parkinson's disease in the general population. *Parkinsonism & Related Disorders, 29*, 54-59. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2016.05.030>

- Defebvre, L. (2018). L'échelle MDS-UPDRS. *Pratique Neurologique - FMC*, 9(3), 192-194. <https://doi.org/10.1016/j.praneu.2018.07.002>
- Defebvre, Luc, & Moreau, C. (2017). Traitements médical et chirurgical de la maladie de Parkinson. *La Presse Médicale*, 46(2), 218-224. <https://doi.org/10.1016/j.lpm.2017.01.018>
- DeMaagd, G., & Philip, A. (2015). Parkinson's Disease and Its Management. Part 1 : Disease entity, risk factors, pathophysiology, clinical presentation, and diagnosis. *P & T: A Peer-Reviewed Journal for Formulary Management*, 40(8), 504-532.
- Deschamps, I., Courson, M., & Tremblay, P. (2016). Vieillissement du cerveau et ses impacts sur la parole et le langage. In *Traité de neurolinguistique. Du cerveau au langage* (De Boeck supérieur, p. 229-247). Louvain-la-Neuve: S. Pinto & M. Sato (Eds).
- Di Cristo, A. (2013). *La prosodie de la parole* (De Boeck). Bruxelles.
- D'imperio, M., Dittinger, E., & Besson, M. (2016). In *Traité de neurolinguistique. Du cerveau au langage* (De Boeck Supérieur, p. 133-145). Louvain-la-Neuve: S. Pinto & M. Sato (Eds).
- Donovan, N. J., Kendall, D. L., Young, M. E., & Rosenbek, J. C. (2008). The Communicative Effectiveness Survey: Preliminary Evidence of Construct Validity. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 17(4), 335-347. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2008/07-0010\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2008/07-0010))

- Dromey, C., & Bjarnason, S. (2011). A Preliminary Report on Disordered Speech with Deep Brain Stimulation in Individuals with Parkinson's Disease. *Parkinson's Disease, 2011*, 1-11. <https://doi.org/10.4061/2011/796205>
- Dromey, C., Jang, G.-O., & Hollis, K. (2013). Assessing correlations between lingual movements and formants. *Speech Communication, 55*(2), 315-328. <https://doi.org/10.1016/j.specom.2012.09.001>
- Duffy, J. R. (2012). *Motor speech disorders : substrates, differential diagnosis and management* (3^e éd.). St Louis: Mosby.
- Dykstra, A. D., Adams, S. G., & Jog, M. (2015). Examining the relationship between speech intensity and self-rated communicative effectiveness in individuals with Parkinson's disease and hypophonia. *Journal of Communication Disorders, 56*, 103-112. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2015.06.012>
- Ebersbach, G., Grust, U., Ebersbach, A., Wegner, B., Gandor, F., & Kühn, A. A. (2015). Amplitude-oriented exercise in Parkinson's disease: a randomized study comparing LSVT-BIG and a short training protocol. *Journal of Neural Transmission, 122*(2), 253-256. <https://doi.org/10.1007/s00702-014-1245-8>
- Fabbri, M., Coelho, M., Guedes, L. C., Rosa, M. M., Abreu, D., Gonçalves, N., ... Ferreira, J. J. (2017). Acute response of non-motor symptoms to subthalamic deep brain stimulation in Parkinson's disease. *Parkinsonism & Related Disorders, 41*, 113-117. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2017.05.003>

- Fahn, S., & Poewe, W. (2015). Levodopa: 50 years of a revolutionary drug for Parkinson disease: 50 years of levodopa. *Movement Disorders*, *30*(1), 1-3.
<https://doi.org/10.1002/mds.26122>
- Fauth, C., Duchemin, A., Vaxelaire, B., & Sock, R. (2018). Perturbation de l'organisation temporelle de la parole suite à un effort physique. *XXXIIIe Journées d'Études sur la Parole*, 240-248.
<https://doi.org/10.21437/JEP.2018-28>
- Ferguson, S. H., & Kewley-Port, D. (2007). Talker Differences in Clear and Conversational Speech: Acoustic Characteristics of Vowels. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *50*(5), 1241-1255.
[https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2007/087\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2007/087))
- Ferrand, L. (2002). Les modèles de la production de la parole. In *Production du langage. Traité des Sciences Cognitives* (M. Fayol, p. 27-44). Paris: Hermès.
- Ferreira, J. J., Katzenschlager, R., Bloem, B. R., Bonuccelli, U., Burn, D., Deuschl, G., ... Oertel, W. H. (2013). Summary of the recommendations of the EFNS/MDS-ES review on therapeutic management of Parkinson's disease. *European Journal of Neurology*, *20*(1), 5-15.
<https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2012.03866.x>
- Fontan, L. (2012). *De la mesure de l'intelligibilité à l'évaluation de la compréhension de la parole pathologique en situation de communication*. Université Toulouse le Mirail, Toulouse.

- Fougeyrollas, P., & Noreau, L. (2014). *La mesure des habitudes de vie (MHAVIE 4.0). Version pour adolescents, adultes et aînés*. Québec: RIPPH.
- Fox, C., Ebersbach, G., Ramig, L., & Sapis, S. (2012). LSVT LOUD and LSVT BIG: Behavioral Treatment Programs for Speech and Body Movement in Parkinson Disease. *Parkinson's Disease*, 2012, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2012/391946>
- Fox, C. M., & Ramig, L. O. (1997). Vocal Sound Pressure Level and Self-Perception of Speech and Voice in Men and Women With Idiopathic Parkinson Disease. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 6(2), 85-94. <https://doi.org/10.1044/1058-0360.0602.85>
- Fujioka, S., & Wszolek, Z. K. (2012). Update on Genetics of Parkinsonism. *Neurodegenerative Diseases*, 10(1-4), 257-260. <https://doi.org/10.1159/000334285>
- Ghio, A. (2007). L'évaluation acoustique. In *Les dysarthries* (P. Auzou, V. Roland-Monnoury, S. Pinto, C. Özsancak, p. 236-247). Marseille: Solal.
- Goberman, A., Coelho, C., & Robb, M. (2002). Phonatory characteristics of Parkinsonian speech before and after morning medication: the ON and OFF states. *Journal of Communication Disorders*, 35(3), 217-239. [https://doi.org/10.1016/S0021-9924\(01\)00072-7](https://doi.org/10.1016/S0021-9924(01)00072-7)
- Goberman, A. M., & Blomgren, M. (2003). Parkinsonian speech disfluencies: effects of l-dopa-related fluctuations. *Journal of Fluency Disorders*, 28(1), 55-70. [https://doi.org/10.1016/S0094-730X\(03\)00005-6](https://doi.org/10.1016/S0094-730X(03)00005-6)

- Goetz, C. G., Fahn, S., Martinez-Martin, P., Poewe, W., Sampaio, C., Stebbins, G. T., ... LaPelle, N. (2007). Movement Disorder Society-sponsored revision of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (MDS-UPDRS): Process, format, and clinimetric testing plan. *Movement Disorders*, 22(1), 41-47. <https://doi.org/10.1002/mds.21198>
- Goetz, C. G., Tilley, B. C., Shaftman, S. R., Stebbins, G. T., Fahn, S., Martinez-Martin, P., ... for the Movement Disorder Society UPDRS Revision Task Force. (2008). Movement Disorder Society-sponsored revision of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (MDS-UPDRS): Scale presentation and clinimetric testing results. *Movement Disorders*, 23(15), 2129-2170. <https://doi.org/10.1002/mds.22340>
- Grabski, K., & Sato, M. (2016). Percevoir, agir, communiquer : la nature sensorimotrice de la parole. In *Traité de neurolinguistique. Du cerveau au langage* (De Boeck Supérieur, p. 83-95). Louvain-la-Neuve: S. Pinto & M. Sato (Eds).
- Greffard, S., Verny, M., Bonnet, A.-M., Beinis, J.-Y., Gallinari, C., Meaume, S., ... Duyckaerts, C. (2006). Motor Score of the Unified Parkinson Disease Rating Scale as a Good Predictor of Lewy Body-Associated Neuronal Loss in the Substantia Nigra. *Archives of Neurology*, 63(4), 584. <https://doi.org/10.1001/archneur.63.4.584>

- Guenther, F. H. (1994). A neural network model of speech acquisition and motor equivalent speech production. *Biological Cybernetics*, 72(1), 43-53. <https://doi.org/10.1007/BF00206237>
- Guimaraes, I., Cardoso, R., Pinto, S., & Ferreira, J. J. (2017). The Psychometric Properties of the Voice Handicap Index in People With Parkinson's Disease. *Journal of Voice*, 31(2), 258.e13-258.e18. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.05.017>
- Hartelius, L., & Svensson, P. (1994). Speech and swallowing symptoms associated with Parkinson's Disease and Multiple Sclerosis: A survey. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 46, 9-17.
- Hartelius, Lena, Elmberg, M., Holm, R., Lövberg, A.-S., & Nikolaidis, S. (2008). Living with Dysarthria: Evaluation of a Self-Report Questionnaire. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 60(1), 11-19. <https://doi.org/10.1159/000111799>
- Hely, M. A., Reid, W. G. J., Adena, M. A., Halliday, G. M., & Morris, J. G. L. (2008). The Sydney multicenter study of Parkinson's disease: The inevitability of dementia at 20 years: Twenty Year Sydney Parkinson's Study. *Movement Disorders*, 23(6), 837-844. <https://doi.org/10.1002/mds.21956>
- Herd, C., Tomlinson, C., Deane, K., Brady, M., Smith, C., Sackley, C., & Clarke, C. (2012a). Speech and language therapy versus placebo or no intervention for speech problems in Parkinson's disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 43. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002814>

- Herd, C., Tomlinson, C., Deane, K., Brady, M., Smith, C., Sackley, C., & Clarke, C. E. (2012b). Comparison of speech and language therapy techniques for speech problems in Parkinson's disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 72. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002812>
- Hickey, P., & Stacy, M. (2016). Deep Brain Stimulation: A Paradigm Shifting Approach to Treat Parkinson's Disease. *Frontiers in Neuroscience*, 10, 1-11. <https://doi.org/10.3389/fnins.2016.00173>
- Hirano, M. (1989). Objective evaluation of the human voice: clinical aspects. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 41, 89-144.
- Ho, A. K., Bradshaw, J. L., & Iannsek, R. (2008). For better or worse: The effect of levodopa on speech in Parkinson's disease. *Movement Disorders*, 23(4), 574-580. <https://doi.org/10.1002/mds.21899>
- Ho, A. K., Bradshaw, J. L., Iannsek, R., & Alfredson, R. (1999). *Speech volume regulation in Parkinson's disease: effects of implicit cues and explicit instructions*. 1453-1460.
- Ho, A. K., Iannsek, R., Marigliani, C., Bradshaw, J. L., & Gates, S. (1998). Speech Impairment in a Large Sample of Patients with Parkinson's Disease. *Behavioural Neurology*, 11(3), 131-137. <https://doi.org/10.1155/1999/327643>
- Hoehn, M. M., & Yahr, M. D. (1967). Parkinsonism: onset, progression, and mortality. *Neurology*, 17(5), 427-442. <https://doi.org/10.1212/WNL.17.5.427>
- Holmes, R. J., Oates, J. M., Phyland, D. J., & Hughes, A. J. (2000). Voice characteristics in the progression of Parkinson's disease. *International Journal of*

- Language & Communication Disorders*, 35(3), 407-418.
<https://doi.org/10.1080/136828200410654>
- Houde, J. F., & Nagarajan, S. S. (2016). Speech Motor Control from a Modern Control Theory Perspective. In *Neurobiology of Language* (p. 221-238).
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407794-2.00019-5>
- Huet, K., & Harmegnies, B. (2000). Contribution à la quantification du degré d'organisation des systèmes vocaliques. *XXIIIèmes Journées d'Etude sur la Parole*, 1, 225-228. Aussois.
- Hurwitz, B. (2017). Parkinson's disease: what's in the name. *The Lancet*, 389(10084), 2098-2099. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31409-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31409-5)
- Jacobson, B. H., Johnson, A., Grywalski, C., Silbergleit, A., Jacobson, G., Benninger, M. S., & Newman, C. W. (1997). The Voice Handicap Index (VHI): Development and Validation. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 6(3), 66-70. <https://doi.org/10.1044/1058-0360.0603.66>
- Jakobson, R. (1976). *Six leçons sur le son et le sens* (Les Editions de minuit).
- Jenkinson, C., Fitzpatrick, R., Peto, V., Greenhall, R., & Hyman, N. (1997). The Parkinson's Disease Questionnaire (PDQ-39): development and validation of a Parkinson's disease summary index score. *Age and Ageing*, 26(5), 353-357. <https://doi.org/10.1093/ageing/26.5.353>
- Jimenez-Jimenez, F. J., Gamboa, J., Nieto, A., Guerrero, J., Orti-Pareja, M., Molina, J. A., ... Cobeta, I. (1997). Acoustic voice analysis in untreated patients

- with Parkinson's disease. *Parkinsonism & Related Disorders*, 3(2), 111-116. [https://doi.org/10.1016/S1353-8020\(97\)00007-2](https://doi.org/10.1016/S1353-8020(97)00007-2)
- Johnson, J. A., & Pring, T. R. (1990). Speech therapy and Parkinson's disease: A review and further data. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 25(2), 183-194. <https://doi.org/10.3109/13682829009011973>
- Jung, Y. J., Kim, H.-J., Jeon, B. S., Park, H., Lee, W.-W., & Paek, S. H. (2015). An 8-Year Follow-up on the Effect of Subthalamic Nucleus Deep Brain Stimulation on Pain in Parkinson Disease. *JAMA Neurology*, 72(5), 504. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2015.8>
- Kaji, Y., & Hirata, K. (2011). Apathy and Anhedonia in Parkinson's Disease. *ISRN Neurology*, 2011, 1-9. <https://doi.org/10.5402/2011/219427>
- Kalf, H., de Swart, B., Bonnier-Baars, M., Kanters, J., Hofman, M., Kocken, J., ... Munneke, M. (2011). *Guidelines for speech-language therapy in parkinson's disease*. Nijmegen(The Netherlands)/Miami(USA): National Parkinson Foundation.
- Kalia, L. V., & Lang, A. E. (2015). Parkinson's disease. *The Lancet*, 386(9996), 896-912. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)61393-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61393-3)
- Kamina, P. (2009). *Anatomie clinique Tome 2 Tête - Cou - Dos* (3^e éd.). Paris: Maloine.

- Karlsen, K. H. (2000). Health related quality of life in Parkinson's disease: a prospective longitudinal study. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 69(5), 584-589. <https://doi.org/10.1136/jnnp.69.5.584>
- Keilmann, A., Konerding, U., Oberherr, C., & Nawka, T. (2016). Articulation handicap index: an instrument for quantifying psychosocial consequences of impaired articulation. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 273(12), 4493-4500. <https://doi.org/10.1007/s00405-016-4143-x>
- Kent, R. D., & Kim, Y. (2008). Acoustic Analysis of Speech. In M. J. Ball, M. R. Perkins, N. Mller, & S. Howard (Éd.), *The Handbook of Clinical Linguistics* (p. 360-380). <https://doi.org/10.1002/9781444301007.ch22>
- Kent, R. D., & Kim, Y. -J. (2003). Toward an acoustic typology of motor speech disorders. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 17(6), 427-445. <https://doi.org/10.1080/0269920031000086248>
- Kent, R. D., & Rosenbek, J. C. (1982). Prosodic disturbance and neurologic lesion. *Brain and Language*, 15(2), 259-291. [https://doi.org/10.1016/0093-934X\(82\)90060-8](https://doi.org/10.1016/0093-934X(82)90060-8)
- Kent, R. D., & Vorperian, H. K. (2018). Static measurements of vowel formant frequencies and bandwidths: A review. *Journal of Communication Disorders*, 74, 74-97. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2018.05.004>
- Kent, R. D., Weismer, G., Kent, J. F., Vorperian, H. K., & Duffy, J. R. (1999). ACOUSTIC STUDIES OF DYSARTHIC SPEECH: METHODS,

- PROGRESS, AND POTENTIAL. *Journal of Communicative Disorders*, 32, 141-186.
- Kim, Y., Weismer, G., Kent, R. D., & Duffy, J. R. (2009). Statistical Models of F2 Slope in Relation to Severity of Dysarthria. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 61(6), 329-335. <https://doi.org/10.1159/000252849>
- Kitamura, T., Takemoto, H., Honda, K., Shimada, Y., Fujimoto, I., Syakudo, Y., ... Senda, M. (2005). Difference in vocal tract shape between upright and supine postures: Observations by an open-type MRI scanner. *Acoustical Science and Technology*, 26(5), 465-468. <https://doi.org/10.1250/ast.26.465>
- Knowles, T., Adams, S., Abeyesekera, A., Mancinelli, C., Gilmore, G., & Jog, M. (2018). Deep Brain Stimulation of the Subthalamic Nucleus Parameter Optimization for Vowel Acoustics and Speech Intelligibility in Parkinson's Disease. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 61(3), 510-524. https://doi.org/10.1044/2017_JSLHR-S-17-0157
- Korell, M., & Tanner, C. M. (2013). Epidemiology of Parkinson's Disease: An overview. In R. F. Pfeiffer, Z. K. Wszolek, & M. Ebadi, *Parkinson's Disease* (2^e éd.). Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- Lam, J., & Tjaden, K. (2016). Clear Speech Variants: An Acoustic Study in Parkinson's Disease. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 59(4), 631-646. https://doi.org/10.1044/2015_JSLHR-S-15-0216
- Lansford, K. L., & Liss, J. M. (2014). Vowel Acoustics in Dysarthria: Speech Disorder Diagnosis and Classification. *Journal of Speech, Language, and*

- Hearing Research*, 57(1), 57-67. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2013/12-0262\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2013/12-0262))
- Lawson, R. A., Yarnall, A. J., Duncan, G. W., Breen, D. P., Khoo, T. K., Williams-Gray, C. H., ... Burn, D. J. (2016). Cognitive decline and quality of life in incident Parkinson's disease: The role of attention. *Parkinsonism & Related Disorders*, 27, 47-53. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2016.04.009>
- Lawson, R. A., Yarnall, A. J., Duncan, G. W., Khoo, T. K., Breen, D. P., Barker, R. A., ... Burn, D. J. (2014). Severity of mild cognitive impairment in early Parkinson's disease contributes to poorer quality of life. *Parkinsonism & Related Disorders*, 20(10), 1071-1075. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2014.07.004>
- Lawton, M. P., & Brody, E. M. (1969). Assessment of Older People: Self-Maintaining and Instrumental Activities of Daily Living. *Gerontologist*, 9(3), 179-186.
- Lechien, J. R., Blecic, S., Huet, K., Delvaux, V., Piccaluga, M., Roland, V., ... Saussez, S. (2018). Voice quality outcomes of idiopathic Parkinson's disease medical treatment: A systematic review. *Clinical Otolaryngology*, 43(3), 882-903. <https://doi.org/10.1111/coa.13082>
- Lee, A., & Gilbert, R. M. (2016). Epidemiology of Parkinson Disease. *Neurologic Clinics*, 34(4), 955-965. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2016.06.012>

- Letanneux, A., Walshe, M., Viallet, F., & Pinto, S. (2013). The Dysarthria Impact Profile: A Preliminary French Experience with Parkinson's Disease. *Parkinson's Disease, 2013*, 1-6. <https://doi.org/10.1155/2013/403680>
- Levelt, W. (1983). Monitoring and self-repair in speech. *Cognition, 14*(1), 41-104. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(83\)90026-4](https://doi.org/10.1016/0010-0277(83)90026-4)
- Levelt, W., Roelofs, A., & Meyer, A. S. (1999). A theory of lexical access in speech production. *BEHAVIORAL AND BRAIN SCIENCES, 76*.
- Lindblom, B. (1990). Explaining Phonetic Variation: A Sketch of the H&H Theory. In W. J. Hardcastle & A. Marchal (Éd.), *Speech Production and Speech Modelling* (p. 403-439). https://doi.org/10.1007/978-94-009-2037-8_16
- Litvan, I., Aarsland, D., Adler, C. H., Goldman, J. G., Kulisevsky, J., Mollenhauer, B., ... Weintraub, D. (2011). MDS task force on mild cognitive impairment in Parkinson's disease: Critical review of PD-MCI. *Movement Disorders, 26*(10), 1814-1824. <https://doi.org/10.1002/mds.23823>
- Lo, R. Y., & Tanner, C. M. (2014). Parkinson's Disease; Epidemiology. In *Encyclopedia of the Neurological Sciences* (p. 833-839). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385157-4.00605-9>
- Logemann, J. A., & Fisher, H. B. (1981). Vocal Tract Control in Parkinson's Disease. *Journal of Speech and Hearing Disorders, 46*(4), 348-352. <https://doi.org/10.1044/jshd.4604.348>

- Logemann, J. A., Fisher, H. B., Boshes, B., & Blonsky, E. R. (1978). Frequency and Cooccurrence of Vocal Tract Dysfunctions in the Speech of a Large Sample of Parkinson Patients. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 43(1), 47-57. <https://doi.org/10.1044/jshd.4301.47>
- Mahler, L. A., Ramig, L. O., & Fox, C. (2015). Evidence-based treatment of voice and speech disorders in Parkinson disease: *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, 23(3), 209-215. <https://doi.org/10.1097/MOO.0000000000000151>
- Majdinasab, F., Karkheiran, S., Soltani, M., Moradi, N., & Shahidi, G. (2016). Relationship Between Voice and Motor Disabilities of Parkinson's Disease. *Journal of Voice*, 30(6), 768.e17-768.e22. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.10.022>
- Malek, N., Lawton, M. A., Grosset, K. A., Bajaj, N., Barker, R. A., Ben-Shlomo, Y., ... Grosset, D. G. (2017). Utility of the new Movement Disorder Society clinical diagnostic criteria for Parkinson's disease applied retrospectively in a large cohort study of recent onset cases. *Parkinsonism & Related Disorders*, 40, 40-46. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2017.04.006>
- Malek, N., Swallow, D. M. A., Grosset, K. A., Lawton, M. A., Marrinan, S. L., Lehn, A. C., ... Grosset, D. G. (2015). Tracking Parkinson's: Study Design and Baseline Patient Data. *Journal of Parkinson's Disease*, 5(4), 947-959. <https://doi.org/10.3233/JPD-150662>

- Mansouri, A., Taslimi, S., Badhiwala, J. H., Witiw, C. D., Nassiri, F., Odekerken, V. J. J., ... Lozano, A. M. (2018). Deep brain stimulation for Parkinson's disease: meta-analysis of results of randomized trials at varying lengths of follow-up. *Journal of Neurosurgery*, 1199-1213. <https://doi.org/10.3171/2016.11.JNS16715>
- Mantri, S., Morley, J. F., & Siderowf, A. D. (2018). The importance of preclinical diagnostics in Parkinson disease. *Parkinsonism & Related Disorders*. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2018.09.011>
- Martel-Sauvageau, V., Roy, J.-P., Cantin, L., Prud'Homme, M., Langlois, M., & Macoir, J. (2015). Articulatory Changes in Vowel Production following STN DBS and Levodopa Intake in Parkinson's Disease. *Parkinson's Disease*, 2015, 1-7. <https://doi.org/10.1155/2015/382320>
- Martel-Sauvageau, V., Roy, J.-P., Langlois, M., & Macoir, J. (2015). Impact of the LSVT on vowel articulation and coarticulation in Parkinson's disease. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 29(6), 424-440. <https://doi.org/10.3109/02699206.2015.1012301>
- Martel-Sauvageau, V., & Tjaden, K. (2017). Vocalic transitions as markers of speech acoustic changes with STN-DBS in Parkinson's Disease. *Journal of Communication Disorders*, 70, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2017.10.001>
- Martinez-Martin, P., Rodriguez-Blazquez, C., Kurtis, M. M., & Chaudhuri, K. R. (2011). The impact of non-motor symptoms on health-related quality of

- life of patients with Parkinson's disease. *Movement Disorders*, 26(3), 399-406. <https://doi.org/10.1002/mds.23462>
- McAuliffe, M. J., Baylor, C. R., & Yorkston, K. M. (2017). Variables associated with communicative participation in Parkinson's disease and its relationship to measures of health-related quality-of-life. *International Journal of Speech-Language Pathology*, 19(4), 407-417. <https://doi.org/10.1080/17549507.2016.1193900>
- McDonnell, M. N., Rischbieth, B., Schammer, T. T., Seaforth, C., Shaw, A. J., & Phillips, A. C. (2018). Lee Silverman Voice Treatment (LSVT)-BIG to improve motor function in people with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 32(5), 607-618. <https://doi.org/10.1177/0269215517734385>
- Mcneil, M. R., Ballard, K. J., Duffy, J. R., & Wambaugh, J. (2017). Apraxia of Speech Theory, Assessment, Differential Diagnosis, and Treatment: Past, Present, and Future. In *Speech Motor Control in Normal and Disordered Speech: Future Developments in Theory and Methodology* (ASHA Press, p. 195-221). Rockville, MD: P. van Lieshout, B. Maassen, H. Terband.
- Miller, N., Deane, K. H. O., Jones, D., Noble, E., & Gibb, C. (2011). National survey of speech and language therapy provision for people with Parkinson's disease in the United Kingdom: therapists' practices. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 100824014249025. <https://doi.org/10.3109/13682822.2010.484849>

- Miller, N., Noble, E., Jones, D., Allcock, L., & Burn, D. J. (2008). How do I sound to me? Perceived changes in communication in Parkinson's disease. *Clinical Rehabilitation*, 22(1), 14-22. <https://doi.org/10.1177/0269215507079096>
- Miller, N., Noble, E., Jones, D., & Burn, D. (2006). Life with communication changes in Parkinson's disease. *Age and Ageing*, 35(3), 235-239. <https://doi.org/10.1093/ageing/afj053>
- Mills-Joseph, R., Krishna, V., Deogaonkar, M., & Rezai, A. R. (2018). Deep Brain Stimulation in Parkinson's Disease. In *Neuromodulation* (p. 911-917). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805353-9.00074-7>
- Miocinovic, S., Somayajula, S., Chitnis, S., & Vitek, J. L. (2013). History, Applications, and Mechanisms of Deep Brain Stimulation. *JAMA Neurology*, 70(2), 163. <https://doi.org/10.1001/2013.jamaneurol.45>
- Mollaei, F., Shiller, D. M., Baum, S. R., & Gracco, V. L. (2016). Sensorimotor control of vocal pitch and formant frequencies in Parkinson's disease. *Brain Research*, 1646, 269-277. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2016.06.013>
- Morris, M. E., Iansek, R., Matyas, T. A., & Summers, J. J. (1994). The pathogenesis of gait hypokinesia in Parkinson's disease. *Brain*, 117(5), 1169-1181. <https://doi.org/10.1093/brain/117.5.1169>

- Mutch, W. J., Strudwick, A., Roy, S. K., & Downie, A. W. (1986). Parkinson's disease: disability, review, and management. *BMJ*, *293*(6548), 675-677. <https://doi.org/10.1136/bmj.293.6548.675>
- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bäckström, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., ... Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A Brief Screening Tool For Mild Cognitive Impairment: MOCA: A BRIEF SCREENING TOOL FOR MCI. *Journal of the American Geriatrics Society*, *53*(4), 695-699. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x>
- Naville, F. (1922). Etudes sur les complications et les séquelles mentales de l'encéphalite épidémique : la bradyphénie. *Encephal*, *17*, 369-375.
- Neel, A. T. (2008). Vowel Space Characteristics and Vowel Identification Accuracy. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *51*(3), 574-585. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2008/041\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2008/041))
- Nelson, G., & Racette, B. A. (2013). Environmental risk factors. In R. Phawa & K. E. Lyons, *Handbook of Parkinson's Disease* (5^e éd.). Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- Netsell, R. (1982). SPEECH MOTOR CONTROL AND SELECTED NEUROLOGIC DISORDERS. In *Speech Motor Control* (p. 247-261). <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-028892-5.50024-4>

- Nyholm, D. (2012). Duodopa® treatment for advanced Parkinson's disease: A review of efficacy and safety. *Parkinsonism & Related Disorders*, 18(8), 916-929. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2012.06.022>
- Olson, M., Lockhart, T. E., & Lieberman, A. (2019). Motor Learning Deficits in Parkinson's Disease (PD) and Their Effect on Training Response in Gait and Balance: A Narrative Review. *Frontiers in Neurology*, 10, 62. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00062>
- O'Neill, M. J., & Siemers, E. R. (2002). Pharmacological approaches to disease-modifying therapies in Parkinson's disease. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 2(6), 819-834. <https://doi.org/10.1586/14737175.2.6.819>
- Organisation Mondiale de la Santé (Éd.). (2001). *Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé: CIF*. Genève.
- Ozsancak, C., & Auzou, P. (2005). *Les troubles de la parole et de la déglutition dans la maladie de Parkinson*. Marseille: Solal.
- Pace, C. (2005). Évaluation du handicap communicationnel dans la maladie de Parkinson : développement et prévalidation d'une échelle d'auto-évaluation des troubles communicationnels. *Rééducation orthophonique*, 4(224), 81-89.
- Parkinson, J. (1817). *An essay on the Shaking Palsy*. Consulté à l'adresse <https://archive.org/details/essayonshakingpa00parkuoft>
- Pawlukowska, W., Szylińska, A., Kotłęga, D., Rotter, I., & Nowacki, P. (2018). Differences between Subjective and Objective Assessment of Speech Defi-

- ciency in Parkinson Disease. *Journal of Voice*, 32(6), 715-722.
<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.08.018>
- Perestelo-Pérez, L., Rivero-Santana, A., Pérez-Ramos, J., Serrano-Pérez, P., Pannetta, J., & Hilarion, P. (2014). Deep brain stimulation in Parkinson's disease: meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Neurology*, 261(11), 2051-2060. <https://doi.org/10.1007/s00415-014-7254-6>
- Perrier, P., & Schwartz, J.-L. (2016). De la bouche à l'oreille : éléments d'anatomie et de physiologie fonctionnelles des systèmes auditifs et articulatoires. In *Traité de neurolinguistique. Du cerveau au langage* (De Boeck Supérieur, p. fr). Louvain-la-Neuve: S. Pinto & M. Sato (Eds).
- Pike, K. (1947). *Phonemics* (University of Michigan Press).
- Pinto. (2007). De l'élaboration à la production de parole. In *Les dysarthries* (P. Auzou, V. Rolland-Monnoury, S. Pinto, C. Özsancak, p. 1-12). Marseille: Solal.
- Pinto, S., Chan, A., Guimarães, I., Rothe-Neves, R., & Sadat, J. (2017). A cross-linguistic perspective to the study of dysarthria in Parkinson's disease. *Journal of Phonetics*, 64, 156-167.
<https://doi.org/10.1016/j.wocn.2017.01.009>
- Pinto, S., Gentil, M., Fraix, V., Benabid, A.-L., & Pollak, P. (2003). Bilateral subthalamic stimulation effects on oral force control in Parkinson's disease. *Journal of Neurology*, 250(2), 179-187. <https://doi.org/10.1007/s00415-003-0966-7>

- Pinto, S., Gentil, M., Krack, P., Sauleau, P., Fraix, V., Benabid, A.-L., & Pollak, P. (2005). Changes induced by levodopa and subthalamic nucleus stimulation on parkinsonian speech. *Movement Disorders*, *20*(11), 1507-1515. <https://doi.org/10.1002/mds.20601>
- Pinto, S., Ghio, A., Teston, B., & Viallet, F. (2010). La dysarthrie au cours de la maladie de Parkinson. Histoire naturelle de ses composantes : dysphonie, dysprosodie et dysarthrie. *Revue Neurologique*, *166*(10), 800-810. <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2010.07.005>
- Pinto, S., & Rolland-Monnoury, V. (2016). Troubles moteurs de la parole : apraxie de la parole et dysarthries. In *Traité de neurolinguistique. Du cerveau au langage* (De Boeck Supérieur, p. 279-294). Louvain-la-Neuve: S. Pinto & M. Sato (Eds).
- Poluha, P. C., Teulings, H.-L., & Brookshire, R. H. (1998). Handwriting and speech changes across the levodopa cycle in Parkinson's disease. *Acta Psychologica*, *14*.
- Pommée, T., Maryn, Y., Finck, C., & Morsomme, D. (2018). The Acoustic Voice Quality Index, Version 03.01, in French and the Voice Handicap Index. *Journal of Voice*. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.11.017>
- Postuma, R. B., Berg, D., Adler, C. H., Bloem, B. R., Chan, P., Deuschl, G., ... Stern, M. (2016). The new definition and diagnostic criteria of Parkinson's disease. *The Lancet Neurology*, *15*(6), 546-548. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(16\)00116-2](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(16)00116-2)

- Postuma, R. B., Berg, D., Stern, M., Poewe, W., Olanow, C. W., Oertel, W., ... Deuschl, G. (2015). MDS clinical diagnostic criteria for Parkinson's disease: MDS-PD Clinical Diagnostic Criteria. *Movement Disorders*, 30(12), 1591-1601. <https://doi.org/10.1002/mds.26424>
- Pringsheim, T., Jette, N., Frolkis, A., & Steeves, T. D. L. (2014). The prevalence of Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis: PD PREVALENCE. *Movement Disorders*, 29(13), 1583-1590. <https://doi.org/10.1002/mds.25945>
- Ramig, L. O., Sapir, S., Countryman, S., Pawlas, A. A., O'Brien, C., Hoehn, M., & Thompson, L. L. (2001). Intensive voice treatment (LSVT®) for patients with Parkinson's disease: a 2 year follow up. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 71, 493-498.
- Redford, M. A. (2015). *The Handbook of speech production* (Wiley Blackwell). Oxford.
- Reeve, B. B., Hays, R. D., Bjorner, J. B., Cook, K. F., Crane, P. K., Teresi, J. A., ... Cella, D. (2007). Psychometric Evaluation and Calibration of Health-Related Quality of Life Item Banks: Plans for the Patient-Reported Outcomes Measurement Information System (PROMIS). *Medical Care*, 45(Suppl 1), S22-S31. <https://doi.org/10.1097/01.mlr.0000250483.85507.04>

- Reich, S. G., & Savitt, J. M. (2019). Parkinson's Disease. *Medical Clinics of North America*, *103*(2), 337-350. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2018.10.014>
- Rinkel, R. N., Leeuw, I. M. V., van Reij, E. J., Aaronson, N. K., & Leemans, C. R. (2008). Speech Handicap Index in patients with oral and pharyngeal cancer: Better understanding of patients' complaints. *Head & Neck*, *30*(7), 868-874. <https://doi.org/10.1002/hed.20795>
- Rizzo, G., Copetti, M., Arcuti, S., Martino, D., Fontana, A., & Logroscino, G. (2016). Accuracy of clinical diagnosis of Parkinson disease: A systematic review and meta-analysis. *Neurology*, *86*(6), 566-576. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000002350>
- Roland, V., Delvaux, V., Huet, K., Piccaluga, M., Haelewyck, M. C., & Harmegnies, B. (2016). Dynamique phonétique et contrôle moteur dans la maladie de Parkinson : analyse du contrôle de la production des glides. *Actes de la conférence conjointe JEP-TALN-RECITAL 2016, 1*, 211-219. Paris.
- Roy, N., Nissen, S. L., Dromey, C., & Sapir, S. (2009). Articulatory changes in muscle tension dysphonia: Evidence of vowel space expansion following manual circumlaryngeal therapy. *Journal of Communication Disorders*, *42*(2), 124-135. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2008.10.001>
- Sackley, C. M., Smith, C. H., Rick, C. E., Brady, M. C., Ives, N., Patel, S., ... on behalf of the PD COMM Pilot Collaborative Group. (2018). Lee Silverman Voice Treatment versus standard speech and language therapy versus con-

- trol in Parkinson's disease: a pilot randomised controlled trial (PD COMM pilot). *Pilot and Feasibility Studies*, 4(30), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s40814-017-0222-z>
- Sanabria, J., Ruiz, P. G., Gutierrez, R., Marquez, F., Escobar, P., Gentil, M., & Cenjor, C. (2001). The Effect of Levodopa on Vocal Function in Parkinson's Disease: *Clinical Neuropharmacology*, 24(2), 99-102. <https://doi.org/10.1097/00002826-200103000-00006>
- Sapir, S. (2014). Multiple Factors Are Involved in the Dysarthria Associated With Parkinson's Disease: A Review With Implications for Clinical Practice and Research. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 57(4), 1330-1343. https://doi.org/10.1044/2014_JSLHR-S-13-0039
- Sapir, S., Ramig, L., & Fox, C. (2008). Speech and swallowing disorders in Parkinson disease: *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, 16(3), 205-210. <https://doi.org/10.1097/MOO.0b013e3282febd3a>
- Sapir, S., Spielman, J. L., Ramig, L. O., Story, B. H., & Fox, C. (2007). Effects of Intensive Voice Treatment (the Lee Silverman Voice Treatment [LSVT]) on Vowel Articulation in Dysarthric Individuals With Idiopathic Parkinson Disease: Acoustic and Perceptual Findings. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50(4), 899-912. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2007/064\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2007/064))

- Schalling, E., Johansson, K., & Hartelius, L. (2017). Speech and Communication Changes Reported by People with Parkinson's Disease. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 69(3), 131-141. <https://doi.org/10.1159/000479927>
- Schuepbach, W. M. M., Rau, J., Knudsen, K., Volkmann, J., Krack, P., Timmermann, L., ... Deuschl, G. (2013). Neurostimulation for Parkinson's Disease with Early Motor Complications. *New England Journal of Medicine*, 368(7), 610-622. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1205158>
- Schulz, G. M., & Grant, M. K. (2000). EFFECTS OF SPEECH THERAPY AND PHARMACOLOGIC AND SURGICAL TREATMENTS ON VOICE AND SPEECH IN PARKINSON'S DISEASE: A REVIEW OF THE LITERATURE. *Journal of Communication Disorders*, 33, 59-88.
- Schwartz, J.-L. (1990). Perception de la parole : invariance et variabilité. *Le Journal de Physique Colloques*, 51(C2), 461-470. <https://doi.org/10.1051/jphyscol:19902109>
- Skodda, S., Grönheit, W., & Schlegel, U. (2012). Impairment of Vowel Articulation as a Possible Marker of Disease Progression in Parkinson's Disease. *PLoS ONE*, 7(2), e32132. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032132>
- Skodda, S., Rinsche, H., & Schlegel, U. (2009). Progression of dysprosody in Parkinson's disease over time-A longitudinal study. *Movement Disorders*, 24(5), 716-722. <https://doi.org/10.1002/mds.22430>

- Skodda, S., Visser, W., & Schlegel, U. (2010). Short- and long-term dopaminergic effects on dysarthria in early Parkinson's disease. *Journal of Neural Transmission, 117*(2), 197-205. <https://doi.org/10.1007/s00702-009-0351-5>
- Skodda, S., Visser, W., & Schlegel, U. (2011). Vowel Articulation in Parkinson's Disease. *Journal of Voice, 25*(4), 467-472. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2010.01.009>
- Smith, K. M., & Caplan, D. N. (2018). Communication impairment in Parkinson's disease: Impact of motor and cognitive symptoms on speech and language. *Brain and Language, 185*, 38-46. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2018.08.002>
- Stevens, K. N., & Hanson, H. M. (2010). Articulatory-acoustic relations as the basis of distinctive contrasts. In *Blackwell Handbooks in Linguistics. The handbook of phonetic sciences* (2nd ed, p. 424-453). Chichester, West Sussex, U.K. Malden, Ma: Wiley-Blackwell.
- Sunwoo, M. K., Hong, J. Y., Lee, J. E., Lee, H. S., Lee, P. H., & Sohn, Y. H. (2014). Depression and voice handicap in Parkinson disease. *Journal of the Neurological Sciences, 346*(1-2), 112-115. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2014.08.003>
- Thenganatt, M. A., & Jankovic, J. (2016). The relationship between essential tremor and Parkinson's disease. *Parkinsonism & Related Disorders, 22*, S162-S165. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2015.09.032>

- Thenganatt, M. A., & Louis, E. D. (2012). Distinguishing essential tremor from Parkinson's disease: bedside tests and laboratory evaluations. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 12(6), 687-696. <https://doi.org/10.1586/ern.12.49>
- Theodoros, D. G., Hill, A. J., & Russell, T. G. (2016). Clinical and Quality of Life Outcomes of Speech Treatment for Parkinson's Disease Delivered to the Home Via Telerehabilitation: A Noninferiority Randomized Controlled Trial. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 25(2), 214-232. https://doi.org/10.1044/2015_AJSLP-15-0005
- Titze, I. R. (Éd.). (2011). Vocal Fold Mass Is Not A Useful Quantity for Describing F0 in Vocalization. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 54(2), 520-522. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2010/09-0284\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2010/09-0284))
- Torres, E. B., Heilman, K. M., & Poizner, H. (2011). Impaired Endogenously Evoked Automated Reaching in Parkinson's Disease. *Journal of Neuroscience*, 31(49), 17848-17863. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1150-11.2011>
- Tourville, J. A., & Guenther, F. H. (2011). The DIVA model: A neural theory of speech acquisition and production. *Language and Cognitive Processes*, 26(7), 952-981. <https://doi.org/10.1080/01690960903498424>
- Traser, L., Burdumy, M., Richter, B., Vicari, M., & Echterhach, M. (2013). The Effect of Supine and Upright Position on Vocal Tract Configurations Du-

- ring Singing—A Comparative Study in Professional Tenors. *Journal of Voice*, 27(2), 141-148. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2012.11.002>
- Tripoliti, E., Zrinzo, L., Martinez-Torres, I., Frost, E., Pinto, S., Foltynie, T., ... Limousin, P. (2011). Effects of subthalamic stimulation on speech of consecutive patients with Parkinson disease. *Neurology*, 76(1), 80-86. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e318203e7d0>
- Vilain, C., Berthommier, F., & Boë, L.-J. (2015). A brief history of articulatory-acoustic vowel representation. *First International Workshop on the History of Speech Communication Research*, 148-159. Dresden.
- Vorperian, H. K., Kurtzweil, S. L., Fourakis, M., Kent, R. D., Tillman, K. K., & Austin, D. (2015). Effect of body position on vocal tract acoustics: Acoustic pharyngometry and vowel formants. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 138(2), 833-845. <https://doi.org/10.1121/1.4926563>
- Walshe, M. (2002). *You have no idea. You have no idea what it is like...not to be able to talk : exploring the impact and experience of acquired neurological dysarthria from the speaker's perspective*. Trinity College Dublin, Dublin.
- Walshe, M., Peach, R. K., & Miller, N. (2009). Dysarthria Impact Profile: development of a scale to measure psychosocial effects. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 44(5), 693-715. <https://doi.org/10.1080/13682820802317536>

- Wells, B., & Whiteside, S. (2008). Prosodic Impairments. In M. J. Ball, M. R. Perkins, N. Mller, & S. Howard (Éd.), *The Handbook of Clinical Linguistics* (p. 549-567). <https://doi.org/10.1002/9781444301007.ch34>
- Whitfield, J. A., & Goberman, A. M. (2014). Articulatory–acoustic vowel space: Application to clear speech in individuals with Parkinson’s disease. *Journal of Communication Disorders*, 51, 19-28. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2014.06.005>
- Whitfield, J. A., & Goberman, A. M. (2017). Articulatory-acoustic vowel space: Associations between acoustic and perceptual measures of clear speech. *International Journal of Speech-Language Pathology*, 19(2), 184-194. <https://doi.org/10.1080/17549507.2016.1193897>
- Willke, R. J., Burke, L. B., & Erickson, P. (2004). Measuring treatment impact: a review of patient-reported outcomes and other efficacy endpoints in approved product labels. *Controlled Clinical Trials*, 25(6), 535-552. <https://doi.org/10.1016/j.cct.2004.09.003>
- Woisard, V., Bodin, S., & Puech, M. (2004). The Voice Handicap Index: Impact of the translation in French on the validation. *Revue de laryngologie - otologie - rhinologie*, 125(5), 307-312.
- Woisard, V., Espesser, R., Ghio, A., & Duez, D. (2013). De l’intelligibilité à la compréhensibilité de la parole, quelles mesures en pratique clinique. *Revue de laryngologie - otologie - rhinologie*, 134(1), 27-33.

- Yarnall, A. J., Breen, D. P., Duncan, G. W., Khoo, T. K., Coleman, S. Y., Firbank, M. J., ... On behalf of the ICICLE-PD Study Group. (2014). Characterizing mild cognitive impairment in incident Parkinson disease: The ICICLE-PD Study. *Neurology*, 82(4), 308-316. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000000066>
- Yilmaz, A., Sarac, E. T., Aydinli, F. E., Yildizgoren, M. T., Okuyucu, E. E., & Serarslan, Y. (2018). Investigating the effect of STN-DBS stimulation and different frequency settings on the acoustic-articulatory features of vowels. *Neurological Sciences*, 39(10), 1683-1689. <https://doi.org/10.1007/s10072-018-3479-y>
- Yorkston, K., Baylor, C., & Britton, D. (2017). Speech Versus Speaking: The Experiences of People With Parkinson's Disease and Implications for Intervention. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 26(2S), 561-568. https://doi.org/10.1044/2017_AJSLP-16-0087
- Zach, H., Dirkx, M., Pasman, J. W., Bloem, B. R., & Helmich, R. C. (2017). The patient's perspective: The effect of levodopa on Parkinson symptoms. *Parkinsonism & Related Disorders*, 35, 48-54. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2016.11.015>
- Zhang, G., Zhang, Z., Liu, L., Yang, J., Huang, J., Xiong, N., & Wang, T. (2014). Impulsive and Compulsive Behaviors in Parkinson's Disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2014.00318>

Annexes