

MEMOIRE

En vue de l'obtention du
Certificat de Capacité d'Orthophoniste
présenté par

Anaëlle CORRE

soutenu publiquement en juin 2019

Etude de la perception de la prosodie dans la maladie de Parkinson

et symptômes moteurs de la maladie

MEMOIRE dirigé par

Anahita BASIRAT, Maître de conférences, Département d'Orthophonie, Faculté de Médecine,
Université de Lille

Caroline MOREAU, Neurologue et MCU-PH, CHU et Faculté de médecine H. Warembourg,
Lille

Lille – 2019

Remerciements

Je tiens à remercier Madame Basirat pour ses conseils et sa disponibilité. Je remercie également le Docteur Moreau qui nous a aidés pour le recrutement de notre population d'étude.

Un grand merci à toutes les personnes ayant accepté de participer à notre étude.

Je remercie également mes maîtres de stage, ma famille, mes amis, et particulièrement Morgane, qui m'ont accompagnée tout au long de ce projet.

Résumé :

La prosodie joue un rôle primordial dans la compréhension orale. En effet, les éléments supra-segmentaux de la parole, comme l'intensité, la hauteur et le rythme, enrichissent les informations apportées par les mots. Dans la dysarthrie hypokinétique, caractéristique de la maladie de Parkinson, on retrouve une difficulté à moduler ces différents paramètres prosodiques lors de la production de la parole. L'objectif de ce projet est d'étudier le versant perceptif des variations de hauteur qui permettent de distinguer les différents types de phrases. Pour ce faire, nous avons créé une tâche de jugement prosodique dans laquelle le sujet doit reconnaître si le stimulus proposé est énoncé sous forme d'interrogation ou d'affirmation. Nous avons comparé les performances de cinq patients parkinsoniens et de cinq sujets contrôles. Le nombre limité de sujets ne nous permet pas de démontrer une différence significative entre les deux groupes. Ce projet sera prolongé afin d'objectiver ou non l'impact de la maladie de Parkinson sur la perception de la prosodie. Notre étude a permis la validation des stimuli pour la suite de ce projet. L'apport de la présence d'un trouble perceptif pourrait permettre d'améliorer les protocoles de prise en soin et d'évaluation orthophonique, basés actuellement sur les troubles de production.

Mots-clés :

Perception de la parole, prosodie, maladie de Parkinson, dysarthrie.

Abstract :

Prosody plays an essential role in oral comprehension. Indeed, supra-segmental speech elements, such as intensity, pitch and rhythm, enrich the information contained in words. In hypokinetic dysarthria, typical in Parkinson's disease, there is a difficulty in modulating these different prosodic parameters during speech production. The aim of this project is to study the perception of pitch variations which make it possible to distinguish different types of sentences. In order to achieve this, we have created a prosodic judgment task in which the subject has to recognize whether the proposed stimulus is a question or a statement. We compared the performance of five Parkinson's patients with five control subjects. The limited number of subjects does not allow us to demonstrate a significant difference between the two groups. This project will be extended to assess whether Parkinson's disease affects the perception of prosody or not. Our study validated the stimuli for the future. The contribution of the presence of a perceptual disorder could help to improve the protocols of speech therapy and assessment, which is currently based on production disorders.

Keywords :

Perception of speech, prosody, Parkinson's disease, dysarthria.

Table des matières

Introduction.....	1
Contexte théorique, buts et hypothèses.....	2
1. La maladie de Parkinson.....	2
2. La dysarthrie parkinsonienne.....	3
3. La prosodie.....	5
4. Traitement cérébral de la prosodie.....	6
5. Problématique : buts et hypothèse.....	8
Méthode.....	10
1. Population.....	10
2. Matériel.....	12
3. Procédure.....	13
4. Analyse des données.....	14
Résultats.....	16
Discussion.....	19
Conclusion.....	23
Bibliographie.....	24
Liste des annexes.....	27
Annexe 1 : Lettre d’information.....	27
Annexe 2 : Lettre de consentement.....	27
Annexe 3 : Caractéristiques des participants de l’étude.....	27

Introduction

La maladie de Parkinson est la deuxième maladie neuro-dégénérative la plus fréquente après la maladie d'Alzheimer. Elle est causée par une dégénérescence lente et progressive des neurones dopaminergiques au sein de la substance noire présente dans le tronc cérébral. La maladie de Parkinson se traduit par une triade de symptômes moteurs qui sont une akinésie, des tremblements au repos et une rigidité musculaire. Des signes non-moteurs s'ajoutent à ces symptômes.

On estime que 90% des patients avec la maladie de Parkinson présentent des troubles de la communication (Duffy, 2013). Parmi les troubles linguistiques, le principal qui altère la communication est la dysarthrie hypokinétique qui se caractérise par un déficit prosodique, phonatoire et articulatoire. Les patients atteints de la maladie de Parkinson présentent une parole monotone, une baisse de l'intensité, une accélération du débit, la présence de pauses inappropriées dans leur discours et une imprécision articulatoire (Teston & Viallet, 2005).

La dysarthrie parkinsonienne a souvent été expliquée par des troubles moteurs globaux notamment la rigidité musculaire (Goberman & Coelho, 2002). Néanmoins, de nombreuses études se penchent sur d'autres facteurs explicatifs. L'un d'eux est l'hypothèse d'un déficit perceptif qui engendrerait des troubles en production. Certaines études font état d'une particularité du sujet parkinsonien dans sa production ainsi que dans sa perception de la prosodie par rapport aux sujets sains (Pell, 1996). C'est pourquoi nous avons entrepris d'étudier la perception de la prosodie linguistique chez des personnes atteintes de la maladie de Parkinson.

L'objectif de notre étude est d'observer un éventuel déclin dans le traitement de la prosodie chez les patients atteints de la maladie de Parkinson. De plus, nous étudierons l'impact de l'évolution de la maladie sur la perception de la prosodie.

Dans une première partie théorique, nous présenterons le contexte de la maladie de Parkinson ainsi que ses manifestations cliniques, et plus particulièrement les troubles de la parole. Ensuite nous aborderons les différents aspects de la prosodie chez le sujet sain. Puis, nous nous intéresserons à la perception de la prosodie. Dans la seconde partie méthodologique, nous décrirons la mise en place de notre protocole ainsi que son déroulement. Nous exposerons ensuite les résultats de nos passations expérimentales. Nous terminerons par une discussion critiquant la méthode et les résultats afin de valider ou non l'hypothèse émise.

Contexte théorique, buts et hypothèse

1. La maladie de Parkinson

La maladie de Parkinson figure au second rang des affections neuro-dégénératives après la maladie d'Alzheimer. D'après le rapport de l'Inserm, la prévalence de la maladie serait de 100 000 à 120 000 personnes touchées en France et de 8 000 nouveaux cas par an (Inserm, 2015). Ces chiffres sont à nuancer étant donné que le diagnostic se confirme après plusieurs années d'évolution de la maladie et qu'il n'existe aucun examen paraclinique de référence. Néanmoins les techniques d'imagerie médicale se développent afin d'améliorer la fiabilité du diagnostic. En effet, le DaTSCAN¹ aide au diagnostic différentiel. La maladie débute en moyenne vers les âges de 55 à 65 ans avec un sex ratio de 1,5 (Defebvre & Vérin, 2015).

La maladie de Parkinson est une maladie idiopathique ce qui signifie qu'en l'état actuel des recherches, sa cause exacte demeure inconnue. Les hypothèses scientifiques iraient en faveur d'une origine multifactorielle combinant des facteurs génétiques et environnementaux. (dont l'exposition au mercure, au plomb, au manganèse et aux pesticides organochlorés). Seuls quinze pour cent des malades auraient des antécédents familiaux, cette fréquence augmente fortement chez les sujets jeunes (Elbaz, 2008).

La maladie de Parkinson résulte d'une lésion neuronale du système dopaminergique au sein de la substance noire (ou locus niger) due à une accumulation anormale des protéines alpha-synucléines. La substance noire fait partie des noyaux gris centraux, autrement dit des ganglions de la base qui sont un système sous-cortical en lien avec le cortex. C'est cette substance noire qui est le chef d'orchestre des mouvements et qui va décider ou non de l'utilité du mouvement en régulant cela grâce à la production et la libération de dopamine dans les zones cérébrales concernées. La voie nigro-striée projette des axones de la substance noire au striatum qui est une des régions impliquées dans le contrôle du mouvement. La dégénérescence de cette substance noire dans la maladie de Parkinson entraîne différents tableaux cliniques caractérisés par une triade de symptômes moteurs (Defebvre & Vérin, 2015).

¹Le DaTSCAN (ou scintigraphie cérébrale) désigne une technique d'imagerie cérébrale fonctionnelle qui étudie le système dopaminergique. Il est indiqué pour aider au diagnostic différentiel entre les tremblements essentiels et les syndromes parkinsoniens.

Les critères diagnostiques de la maladie de Parkinson regroupent les signes cardinaux suivants :

- Une akinésie définie par un retard à l'initiation du mouvement avec une bradykinésie (diminution de la vitesse) et une hypokinésie (diminution de l'amplitude)
- Des tremblements au repos débutant classiquement au niveau distal d'un membre supérieur
- Une rigidité dite plastique avec un raidissement des muscles (hypertonie)

En plus de cette triade parkinsonienne, s'ajoutent une asymétrie des symptômes, une réponse positive à la L-Dopa et une absence de signes atypiques ou d'une autre étiologie. Le tableau clinique peut également présenter fréquemment des troubles de la marche, une instabilité posturale, une micrographie et une dysarthrie (Haute Autorité de Santé, 2016).

Bien que la maladie de Parkinson soit essentiellement définie par des troubles moteurs cette dernière associe également des symptômes non moteurs. D'ailleurs de nombreuses recherches établissent que la maladie peut débuter par une phase prémotrice. Nous relevons en majorité : des douleurs, des troubles du sommeil paradoxal, des troubles du comportement, des troubles digestifs, des troubles tensionnels ainsi que des troubles vésico-sphinctériens (Bonnet & Czernecki, 2013). Des troubles cognitifs apparaissent plus tardivement et sont le signe d'un déclin dans l'évolution de la maladie. Ces troubles témoignent d'un élargissement des lésions neuronales (Braak, Rüb, & Del Tredici, 2006).

2. La dysarthrie parkinsonienne

La maladie de Parkinson impacte la voix et la parole. En effet, les symptômes moteurs de la maladie s'expriment également au niveau de la sphère ORL et engendrent un trouble de la réalisation motrice de la parole. Les différents étages de la production de la parole sont concernés : la phonation, la respiration, la résonance et l'articulation. Dans la classification de Darley, Aronson et Brown (1969), on parle de dysarthrie hypokinétique. Cette dysarthrie se caractérise par des troubles phonatoires (hypophonie et altération du timbre), des troubles prosodiques (monotonie, trouble du débit et du rythme) et des troubles articulatoires (imprécision articulatoire).

Cependant, certaines études examinent d'autres facteurs explicatifs de la dysarthrie dont l'hypothèse d'un déficit perceptif. Les résultats de l'étude de De Keyser et al. (2016) sur la relation entre la perception et la production dans la maladie de Parkinson montrent un déficit de la perception

de l'intensité, dû à un mauvais contrôle automatique chez les patients parkinsoniens, qui influence la production du discours. En effet, cette étude met en évidence une intensité vocale significativement plus basse lors du discours spontané chez les patients parkinsoniens alors que l'intensité vocale est la même chez les patients parkinsoniens et les sujets contrôles lors de la lecture à voix haute.

Ces troubles de parole participent à la diminution de l'intelligibilité dont se plaignent fréquemment les patients, ce qui peut être à l'origine d'un isolement social.

D'après la description de la Mayo Clinic, la dysarthrie hypokinétique est principalement sous-tendue par des traits déviants de la prosodie (Darley et al., 1969). En effet, on relève une monotonie de la hauteur, une diminution de l'intensité, une réduction d'accentuation, des pauses inappropriées et des accélérations brèves. La dysprosodie des patients parkinsoniens pourrait s'expliquer par différents dysfonctionnements laryngiens :

- Une déficience des actions neuromotrices de la musculature laryngienne et de leur contrôle
- Une instabilité du vibreur laryngien
- Des difficultés de coordination pneumo-phonique (Teston & Viallet, 2005)

La méthode de référence dans la rééducation orthophonique de la dysarthrie hypokinétique est la Lee Silverman Voice Treatment, LSVT® (Ramig et al., 2001). Cette méthode se base sur les hypothèses d'une diminution de l'amplitude vocale, de la modification de la sensation musculaire et d'un trouble de la perception sensorielle. En effet, le patient ayant une voix faible ne la perçoit pas comme telle. Le fait de stimuler l'auto-perception de l'amplitude vocale permet une augmentation de l'amplitude en production et ainsi de recréer un cercle vertueux. Ce principe repose sur un feed-back des productions du sujet afin de pouvoir se calibrer à partir de repères objectifs pour ensuite rendre l'effort de moins en moins conscient. La rééducation se concentre sur la puissance vocale, la notion de « Parler fort ». En travaillant ce paramètre acoustique il est démontré que la hauteur, le timbre et l'articulation bénéficient également d'une amélioration. La LSVT repose sur cinq principes : se focaliser sur la voix, fournir un effort intense, suivre un programme intensif, quantifier les performances et améliorer la perceptivité sensorielle de l'effort. Cette méthode approuvée scientifiquement prend donc en compte l'aspect perceptif et montre des effets bénéfiques à court et moyen terme.

3. La prosodie

La prosodie est l'étude de l'ensemble des phénomènes suprasegmentaux du discours (Mounin, 1974). Dans la langue française la prosodie se définit par :

- L'accentuation qui est soit inhérente à la langue, soit expressive pour mettre en évidence un élément ou une émotion. Elle se caractérise principalement par la durée du son ou de la syllabe mais aussi par sa hauteur et son intensité.
- Le rythme qui est créé par les phénomènes d'accentuation et par les pauses.
- L'intonation qui correspond à l'enchaînement des variations de hauteur dans la voix au sein d'une phrase ou d'un énoncé.
- Le débit qui correspond à la vitesse d'élocution. En moyenne, le débit de parole est de 180 mots par minute.

Les traits suprasegmentaux varient en fonction de différents paramètres acoustiques : la hauteur (fréquence), l'intensité (amplitude) et la durée du son. (Maingueneau, Chiss, & Filliolet, 2007). Ces différentes caractéristiques sont indissociables du discours et transmettent des informations complémentaires à la chaîne parlée. Il faut distinguer la prosodie émotionnelle et la prosodie linguistique.

La prosodie émotionnelle véhicule des informations affectives à partir des indices fréquentiels plus élevés lors d'émotions fortes. La prosodie émotionnelle permet d'identifier les émotions comme la peur, la joie, la colère, la tristesse, la neutralité et parfois le dégoût et la surprise. Les patients parkinsoniens auraient des difficultés de décodage de la prosodie émotionnelle (Albuquerque et al., 2016).

Concernant la prosodie linguistique, elle est à l'origine de diverses fonctions qui permettent de structurer le discours. Tout d'abord, le focus permet de mettre en valeur un trait pertinent dans une phrase. Ensuite la prosodie rythmique qui permet de segmenter le signal de la parole à partir de pauses et donc de lever des ambiguïtés. (ex : « le papa dit » vs « le pape a dit. »). Enfin la prosodie d'intonation, qui permet de faire la différence entre les différents types de phrases (Christophe et al., 2004). C'est celle-ci qui sera étudiée dans notre expérience, et plus particulièrement les phrases interrogatives et affirmatives. Une intonation descendante, qui correspond à la déclinaison de la fréquence fondamentale, est le signe d'une phrase déclarative alors qu'une intonation montante aura plutôt tendance à signaler une phrase interrogative (Fuchs, Petrone, Rochet-Capellan, Reichel, &

Koenig, 2015). L'impératif a un contour intonatif moins saillant, c'est pourquoi il est moins utilisé dans les expériences d'analyse de traitement de la prosodie (Raithel & Hielscher-Fastabend, 2004).

De plus la prosodie, transmet des informations sur l'identité de la personne, son sexe et son âge. De nombreuses recherches étudient les capacités linguistiques en fonction de l'âge mais peu d'études existent sur les capacités suprasegmentales au cours du vieillissement.

Certaines études montrent qu'il existe une variation de traitement entre la prosodie émotionnelle et la prosodie linguistique chez le sujet âgé alors qu'il n'en existe pas chez le sujet jeune (Raithel & Hielscher-Fastabend, 2004). Chez le sujet âgé, on observe une réorganisation des réseaux neuronaux lors du traitement de stimuli paralinguistiques vocaux comparativement à la population jeune. En effet, les personnes âgées sollicitent des réseaux surnuméraires permettant d'assurer le maintien de performances adéquates (Bélizaire, 2014).

4. Traitement cérébral de la prosodie

Les résultats de nombreuses études ne concordent pas sur la localisation hémisphérique des zones cérébrales impliquées dans le traitement de la prosodie. La prosodie émotionnelle et linguistique dépendent de processus subcorticaux complexes.

La latéralisation de la prosodie émotionnelle a souvent été admise dans l'hémisphère droit (Raithel & Hielscher-Fastabend, 2004). Le débat se situe davantage au niveau de la prosodie linguistique qui ne serait pas latéralisée dans un hémisphère particulier (Kreitewolf, Friederici, & von Kriegstein, 2014). D'après l'étude de Kreitewolf et al., cette latéralisation dépend de la tâche contrôle : lorsque qu'une tâche de jugement prosodique est comparée à une tâche phonologique, l'hémisphère droit s'active lors du traitement de la prosodie. Alors qu'en comparaison à une tâche de reconnaissance de voix c'est l'hémisphère gauche qui s'active.

Une étude menée récemment montre que les informations prosodiques sont traitées via un réseau neuronal dans l'hémisphère droit, entre les aires temporales supérieures et le gyrus frontal inférieur. Les auteurs apportent également la preuve que le cortex prémoteur droit, et plus particulièrement la représentation somatotopique du larynx sont impliqués dans des tâches de perception de la prosodie (Sammler, Grosbras, Anwander, Bestelmeyer, & Belin, 2015).

Dans le traitement de la parole un système miroir a été mis en évidence. En effet, la perception d'un signal acoustique d'une personne, active nos représentations articulatoires (Galantucci, Fowler, & Turvey, 2006). Sammler et al. (2015) démontrent l'existence d'une même architecture pour la prosodie avec une voie ventrale et une voie dorsale à droite ainsi qu'une boucle sensori-motrice. Les circuits moteurs et auditifs entrent également en jeu.

Pour prouver le rôle moteur dans la perception de la prosodie, Sammler et al. utilisent la Stimulation Magnétique Transcrânienne (TMS) en inhibant le cortex prémoteur de l'hémisphère droit lors de tâches de jugement de la prosodie. La TMS est une technique de stimulation non invasive et indolore qui module l'activité neuronale à partir d'une bobine générant un champ magnétique. L'application de ce champ se fait pendant une durée brève sur le scalp pour ensuite atteindre le cortex cérébral et générer un courant électrique (Lefaucheur et al., 2011). Sammler et al. comparent les résultats de la stimulation à droite avec une stimulation à gauche et une condition sham (placebo). En conclusion, ils retrouvent des performances réduites après l'inhibition du cortex prémoteur droit en comparaison à l'hémisphère gauche ainsi que par rapport à la condition sham. De plus, il n'existe pas de différence de performance pour la tâche phonologique. Ils émettent l'hypothèse d'une simulation du geste laryngé pour affiner la perception. Dans ce cas, la production influence la perception de la prosodie et inversement.

La TMS pourrait permettre par la suite d'observer un lien sensorimoteur lors de la perception de la prosodie dans la maladie de Parkinson et de comprendre comment les lésions neuronales à l'origine la maladie affectent la perception de la prosodie. De plus, cela affinerait l'architecture des réseaux neuronaux impliqués dans le traitement de la prosodie décrits par l'équipe de Sammler, et plus précisément le rôle du cortex prémoteur.

Dans leur étude, Aziz Zadeh et al. (2010) retrouvent également l'activation du cortex prémoteur lors de tâches de jugement prosodique et de production. De plus, le gyrus frontal inférieur et le cortex prémoteur étant connectés aux aires auditives, nous intégrons notre propre production et activons donc le traitement de la perception.

Leitman et al. (2016) mettent également en évidence deux voies de traitement avec une voie ventrale (gyrus temporal supérieur et gyrus temporal moyen) qui extrait et intègre les caractéristiques acoustiques (essentiellement utilisé pour la prosodie émotionnelle) et la voie dorsale responsable de l'articulation motrice prosodique et de la planification de la parole (les gyrus frontaux inférieurs

triangularis et opicularis) pour des traits prosodiques moins saillants et des émotions ambiguës. Ils émettent l'hypothèse d'une connexion avec l'aire motrice supplémentaire. De plus, ils indiquent une contribution du système limbique en plus du système cortical. En effet, l'insula aurait un rôle de traitement affectif et moteur et l'amygdale aurait un rôle d'extraction et d'évaluation de la signification sémantique des données auditives.

Cette implication du système limbique pourrait expliquer le déficit sensorimoteur de la perception et de la production de la prosodie des patients parkinsoniens. Effectivement, l'insula et l'amygdale sont connectés aux ganglions de la base qui sont la zone cérébrale lésionnelle de la maladie.

La maladie de Parkinson comporte également un déficit du traitement de l'information sensorielle, et particulièrement des informations d'origine proprioceptive (Kent, 2000). Un déficit de la perception auditive influence donc la production du discours. Le discours hypokinétique retrouvé chez les patients parkinsoniens pourrait être expliqué par une mauvaise perception de l'intensité due à un déficit de contrôle automatique (De Keyser et al., 2016). Cela explique la réduction du volume vocal en dépit de la perception par ces mêmes patients d'un volume normal.

Le lien entre la production et la perception de la prosodie est affirmé. Cependant la nature de ce lien reste encore peu connue même si les études vont dans le sens d'un grand réseau neuronal spécialisé dans le traitement de la prosodie.

5. Problématique : buts et hypothèse

Notre étude permettra dans un premier temps d'étudier une éventuelle différence de la perception de la prosodie, et plus particulièrement de la hauteur, entre les sujets parkinsoniens et les sujets sains. Nous évaluerons également l'impact de l'évolution de la maladie. L'objectif à long terme est de faire un lien entre les lésions neuronales à l'origine de la maladie de Parkinson et le déficit perceptif.

Nous avons ainsi pour objectif de créer et valider des stimuli pour une future étude. Cette dernière utilisera la stimulation magnétique transcrânienne afin d'affiner les structures impliquées dans la perception de la prosodie, notamment le rôle du cortex pré-moteur.

Pour répondre aux objectifs cités ci-dessus, nous formulons l'hypothèse suivante :

Il existe une différence de performance dans la tâche de jugement prosodique entre les patients parkinsoniens et les sujets contrôles. Les courbes psychophysiques seraient différentes entre les deux groupes : le groupe contrôle distinguerait mieux les variations de hauteur dans les énoncés.

Méthode

Dans cette partie nous décrirons la méthode utilisée lors de notre protocole expérimental ainsi que pour notre analyse de données.

1. Population

La population était composée de deux groupes : un groupe expérimental constitué de sujets présentant la maladie de Parkinson (MP) et un second groupe correspondant aux sujets contrôles appariés en sexe, âge et niveau d'étude (C).

Les critères d'exclusion communs aux deux groupes sont les suivants :

- Des troubles auditifs
- Des troubles gnosiques
- Des troubles cognitifs évalués par le test de dépistage de la MOCA
- Des troubles psychologiques ou psychiatriques
- Une stimulation cérébrale profonde
- Addiction ou antécédent de consommation abusive de drogue ou alcool
- Prise de médicaments psychoactifs
- Antécédent de traumatismes crâniens ou de maladies cérébro-vasculaires dans les cinq ans

Les critères d'exclusion spécifiques au groupe contrôle sont les suivants :

- Des troubles du langage ou de la parole
- Une pathologie neurologique

Les critères d'inclusion communs aux deux groupes sont les suivants :

- Leur langue maternelle doit être le française
- Leur vision doit être normale ou corrigée

Les troubles de la parole sont peu dopaminergiques ce qui signifie qu'ils répondent peu aux traitements anti-parkinsoniens (de type Levodopa, Modopar, Pompe Apokinon). Les patients traités étaient donc en phase ON DRUG lors de la passation (Atkinson-Clement, Eusebio, & Pinto, 2015).

Nous avons créé un questionnaire afin de vérifier ces critères d'inclusion et d'exclusion au préalable de l'étude. Les données cliniques relevées par le questionnaire et le dossier médical (année du diagnostic, traitement...) ont été anonymisées à partir d'un code attribué à chaque participant.

Nous avons présenté un dossier exposant notre étude au comité d'éthique, qui nous a donné par la suite un accord favorable.

Les patients étaient recrutés au sein du service de neurologie A du Centre Hospitalier Régional Universitaire de Lille par le Dr Moreau, durant ses consultations. Les sujets contrôles sont appariés en âge, en sexe ainsi qu'en niveau d'étude avec les sujets présentant une maladie de Parkinson.

Les résultats d'un des sujets présentant la maladie de Parkinson ont été exclus de l'étude en raison d'un trouble cognitif mis en évidence par le test de la MOCA. De plus, nous avons également exclu les résultats de deux sujets contrôles en raison d'une surdité modérée. De ce fait, nous avons décidé de comparer les deux groupes présentés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques de la population incluse pour l'étude

	SEXE N	Age (année)			Niveau étude (année après le CP)		
		Moyenne	Ecart type	Min - Max	Moyenne	Ecart type	Min-Max
MP N=5	3 femmes						
	2 hommes	66,2	7,22	58-76	11	2,45	8-14
C N=5	2 femmes						
	3 hommes	67	7,38	58-75	11	1,73	8-12

Les caractéristiques de chaque participant sont présentes dans l'annexe 3.

Afin de vérifier l'appariement nous avons effectué un test de Student. Les patients et les contrôles n'étaient pas significativement différent en âge, score Moca et niveau d'étude (respectivement $p=0.87$, $p=0.61$ et $p=1$). Le seuil auditif des patients n'est pas significativement différent des contrôles ($p=0.94$, oreille gauche et $p=0.76$, oreille droite).

2. Matériel

En vue de la passation d'expériences, nous avons créé le matériel nécessaire à l'étude. Il s'agit de stimuli pour la tâche de catégorisation. Le paradigme utilisé est celui de Sammler et al. (2015). Le sujet devait reconnaître si le stimulus proposé était énoncé sous forme d'une interrogation ou d'une affirmation. Le stimulus choisi était le prénom Ben. Nous avons utilisé un mot monosyllabique pour diminuer l'implication du réseau langagier autre que celui en lien avec la prosodie. Les stimuli ont été enregistrés par deux hommes et deux femmes au sein de l'Université. Les volontaires devaient énoncer cinq fois de suite le prénom sous forme de déclaration puis sous forme de question. Seuls les stimuli d'un des hommes ont pu être validés pour la tâche.

Ensuite nous avons sélectionné et extrait les meilleurs stimuli à partir du logiciel Praat en fonction de la courbe de hauteur : ascendante pour les interrogations et descendante pour les affirmations. Le logiciel Praat nous a permis d'extraire les informations supra-segmentales de la parole enregistrée. Cela nous a permis de contrôler l'intensité, la durée et la fréquence des stimuli. Nous avons relevé la hauteur minimum, moyenne et maximum sur la syllabe . La durée des stimuli est équivalente ainsi que le temps entre le début du stimulus et le début du son.

La fréquence fondamentale des stimuli a ensuite été modulée à partir de la méthode « morphing audio ». La modulation a été réalisée à partir de l'outil Prosody Morph (ProMo) qui est une bibliothèque pour manipuler la hauteur de manière algorithmique. Nous avons alors obtenu un continuum de onze stimuli entre l'interrogation et l'affirmation. Il existe donc différents degrés de morphing de prosodie d'intonation. Le premier stimulus correspondait à la prosodie 100 % affirmation puis le second 90 % affirmation et 10 % interrogation ... jusqu'à atteindre le onzième stimulus qui correspondait à 100 % interrogation. Chaque degré d'ambiguïté correspondait à une condition avec la condition 0 pour le stimulus 100 % affirmation , la condition 0,1 pour le stimulus 90 % affirmation , 10 % interrogation et ainsi de suite.

Certaines échelles ont été administrées aux patients afin de vérifier les critères d'inclusion et d'exclusion :

- L'échelle Movement Disorder Society-sponsored revision of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (MDS-UPDRS) pour évaluer la progression de la maladie de Parkinson et l'efficacité du traitement (C.Goetz et al., 2008). Elle comporte quatre sections : expériences non motrices de la vie quotidienne, expériences motrices de la vie quotidienne, examen

moteur et complications motrices. L'analyse de cette échelle permettra par la suite d'exposer ou non un lien entre les symptômes moteurs et les capacités perceptives de la parole.

- Le Montréal Cognitive Assessment (Nasreddine et al., 2005) pour évaluer les compétences cognitives. Le score maximal de ce test est de trente points, le score doit être supérieur ou égal à 23 pour l'inclusion.
- L'échelle de latéralité manuelle d'Edinburgh Handedness Inventor (Oldfield 1971) afin de contrôler l'effet de préférence de latéralité.
- Le questionnaire d'inclusion que nous avons créé.

3. Procédure

Au préalable de notre passation, le Dr Moreau administrait le test MOCA et l'échelle MDS-UPDRS aux patients parkinsoniens. A l'arrivée du participant dans la salle d'expérimentation, nous nous présentions ainsi que l'équipement utilisé pour effectuer l'expérience. Ensuite, nous invitons le participant à lire et signer la lettre d'information (annexe 1) expliquant les conditions et le déroulé de l'étude. Les participants signaient également un formulaire de consentement (annexe 2). Ils conservaient un exemplaire de chacun de ces documents signés par l'expérimentateur. Il leur était possible à tout moment de quitter l'étude avant la fin. Après cette présentation, nous proposons au participant de répondre au questionnaire d'inclusion et à l'échelle de latéralité. Un code d'anonymisation était alors attribué dans le cas où le participant était en adéquation avec les critères d'inclusion et d'exclusion. Nous administrions le test MOCA pour les sujets contrôles.

Dans un second temps les participants réalisaient le test de catégorisation sur ordinateur avec un casque audio. Chaque condition était présentée 30 fois aux participants, ce qui fait un total de 330 stimuli (11 types de stimuli multipliés par 30).

Enfin un test d'audiométrie tonale était réalisé afin de tester les seuils d'audition.

Nous avons prévu un temps d'échange pour terminer notre protocole. Le temps de passation total était d'une heure avec des pauses éventuelles.

4. Analyse des données

Pour notre expérience nous avons calculé la performance des participants à catégoriser les stimuli en question et en affirmation. Les probabilités de réponse « question » et « affirmation » ont été calculées pour chaque condition.

Nous avons ensuite estimé les performances en ajustant une fonction de répartition logistique à ces probabilités. Cet ajustement a été fait à partir du logiciel R avec une fonction logistique sigmoïdale, en forme de S comme la figure 1.

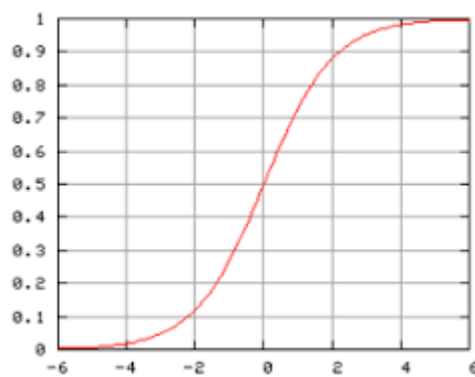


Figure 1 : Fonction sigmoïde logistique standard

Cette fonction est utilisée pour les croissances non linéaires à croissance rapide, ce qui correspond à nos dispersions de points trouvées sur le fichier Excel. Le paramètre 1 (p1) de la fonction représente le seuil de probabilité à 50 %. La pente de distribution représente la performance. Une pente raide signifie que le participant catégorise les stimuli, au contraire une pente plate signifie que le participant ne catégorise pas les stimuli. Le paramètre 2 (p2) de la fonction logistique reflète l'inclinaison de la pente, plus p2 est élevé plus la pente est raide.

Pour répondre à notre hypothèse, et définir si la perception de la prosodie entre sujets parkinsoniens et sujets contrôles était significativement différente, nous avons comparé la moyenne des paramètres 1 et des paramètres 2 des deux groupes à partir d'un test de Student.

Nous avons également procédé à des calculs de corrélations linéaires de Pearson entre p2 et le nombre d'années d'évolution de la maladie de Parkinson à partir de biostaTGV.

L'échelle MDS-UPDRS était utilisée afin de faire le lien avec les symptômes moteurs de la maladie et la perception de la prosodie. Nous avons analysé uniquement les items de la partie examen moteur (partie 3) de l'échelle. Cette partie comprend 34 items notés de 0 à 4, avec 0 pour l'absence de trouble. Une seule échelle a pu être récupérée notre analyse sera donc uniquement qualitative.

Résultats

La figure ci-dessous représente les courbes de la fonction logistique de la probabilité de répondre « question » en fonction des conditions pour chaque participant (Figure 2).

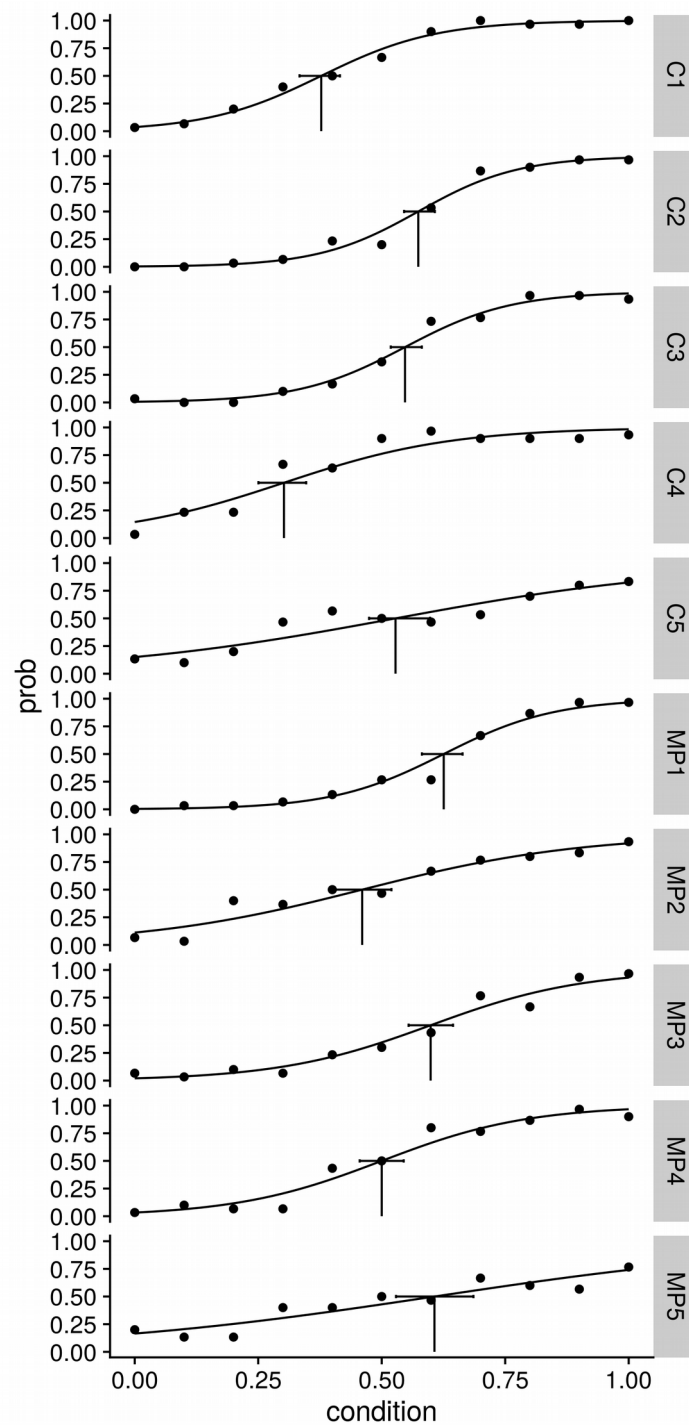


Figure 2: La probabilité de réponse « question » pour chaque condition

Le sujet atteint de la maladie de Parkinson, MP4, présentait une courbe exactement à l'inverse de la courbe attendue. Nous avons donc estimé que ce sujet avait inversé les réponses « question » et « affirmation » présentes sur l'écran d'ordinateur. Aucune raison n'a été déterminée, mis à part un éventuel trouble visuel. Nous avons donc pris la décision d'inclure ce sujet en inversant également les résultats.

Les figures 3 représentent les paramètres de la fonction logistique utilisée. Le paramètre 2 reflète l'inclinaison de la pente et le paramètre 1 représente le seuil de probabilité à 50 % .

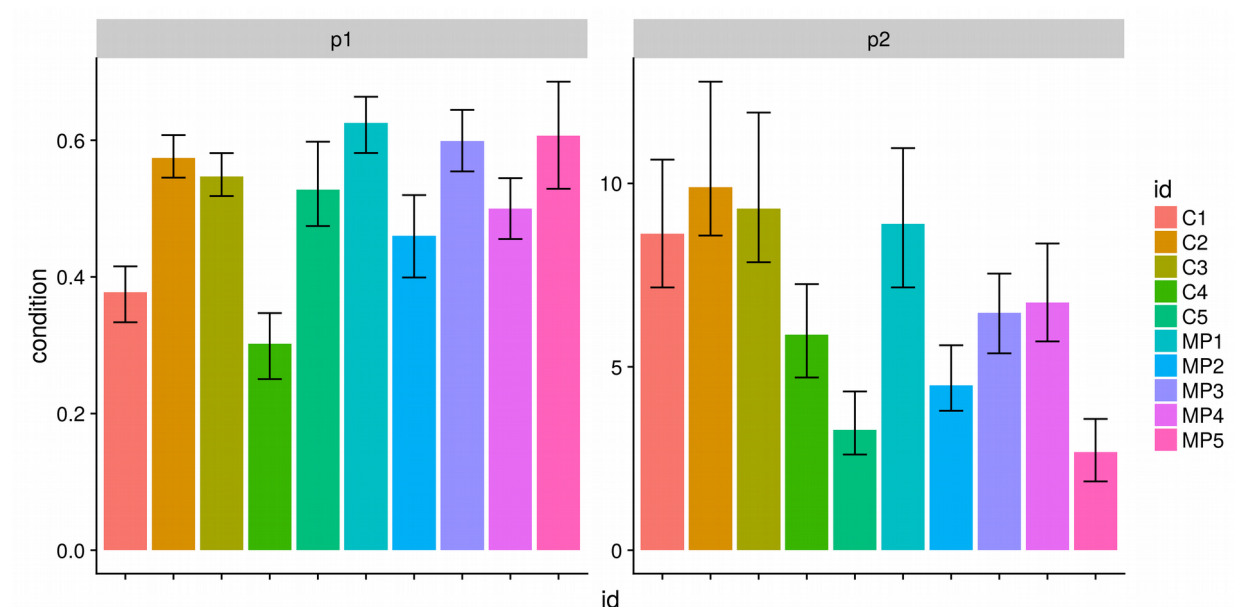


Figure 3 : paramètres 1 et 2 de la fonction logistique pour les contrôles (C) et les patients (MP)

Le tableau 2 présente les moyennes et écarts-types des deux paramètres pour chaque groupe ainsi que le p concernant la comparaison entre les deux groupes .

Tableau 2 : Comparaison des paramètres entre le groupe patients (MP) et le groupe contrôle (C)

	Moyenne $p1$	Ecart type $p1$	Test de student $p1$	Moyenne $p2$	Ecart type $p2$	Test de student $p2$
Groupe MP $N=5$	0,56	0,07	$p=0.18$	5,86	2,37	$p=0.37$
Groupe C $N=5$	0,47	0,12		7,40	2,77	

Il n'existe aucune différence significative entre les deux groupes pour les données du paramètre 1 et du paramètre 2.

La figure 4 représente la corrélation entre le paramètre 2 et la durée de la maladie.

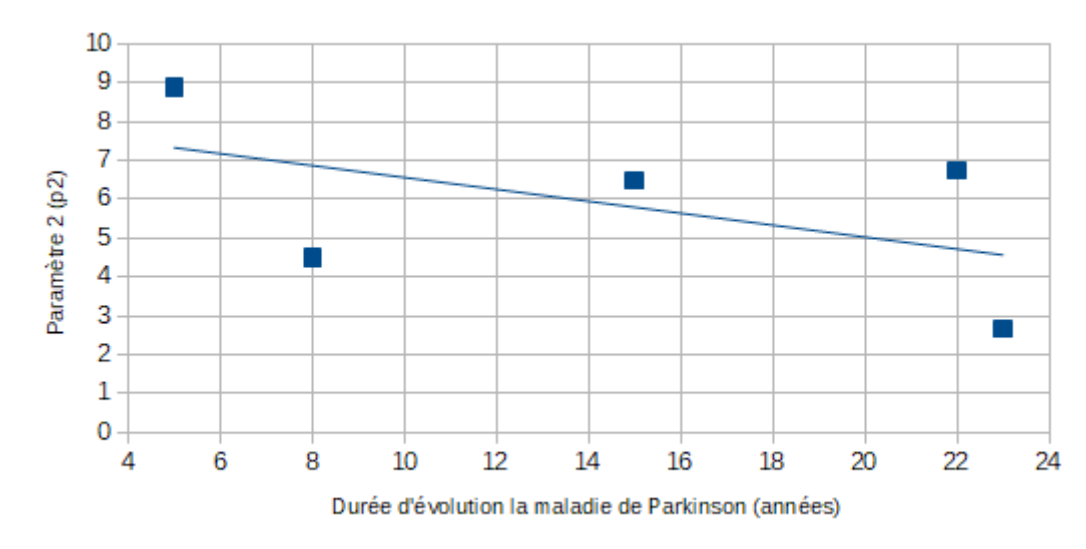


Figure 4 : Paramètre 2 en fonction de l'évolution de la maladie

Nous ne relevons pas de corrélation forte entre le paramètre 2 et la durée d'évolution de la maladie (coefficient de corrélation=-0.52, $p=0.36$).

Concernant, le lien avec les symptômes moteurs, nous relevons un score total de neuf à la partie examen moteur de la MDS-UPDRS du patient MP4. Nous n'avons pas pu récupérer les scores des autres patients. Le patient MP4 présente une rigidité minimale lors des différentes manœuvres d'activation du cou et des quatre membres ainsi qu'une altération du tapotement des orteils (sept points). De plus, le patient rapporte une altération minimale de la marche et de la posture (deux points). Les autres items, dont la parole et l'expression faciale sont normaux (zéro point). Son paramètre 1 de notre expérience est de 0,5 ce qui montre une bonne catégorisation. Cependant, la durée d'évolution de la maladie de Parkinson pour ce patient est de 22 ans.

Discussion

L'objectif de notre étude était d'analyser la perception de la prosodie linguistique dans la maladie de Parkinson. Pour cela nous avons créé puis administré une tâche de jugement prosodique à des sujets présentant la maladie de Parkinson et à des sujets contrôles. Notre hypothèse était la présence d'un déficit de perception lié à la maladie de Parkinson.

La prosodie linguistique donne des informations complémentaires à la chaîne parlée, notamment la prosodie d'intonation qui est le sujet de ce projet. Cette dernière permet de distinguer les différents types de phrases, ici interrogatives ou déclaratives, et donc d'interpréter différemment un même énoncé. Un déficit perceptif de cette intonation pourrait amener à des difficultés de compréhension lors d'échange communicationnel. De plus, un déficit de perception engendre un mauvais feed-back auditif pouvant alors altérer la production de la parole. Ainsi, la personne ne peut pas ajuster sa propre prosodie et peut alors présenter une voix monotone sans indice prosodique. Nous retrouvons cela pour l'intensité. En effet, la personne atteinte de la maladie de Parkinson perçoit parler à une intensité normale alors que son volume vocal a diminué (Pinto, Ghio, Teston, & Viallet, 2010). C'est pourquoi l'analyse de la perception de la prosodie a toute sa place dans l'étude de la parole. Or, peu d'études explorent ce domaine dans le cadre de la maladie de Parkinson présentant pourtant un trouble de production de la parole avec une dysprosodie au premier plan.

La tendance de nos résultats laisse supposer une différence de traitement de la perception d'intonation (déclaratif ou interrogatif) entre les sujets sains et les sujets atteints de la maladie de Parkinson. La prolongation des passations permettra de confirmer ou d'infirmer cette tendance. La confirmation de cette tendance induirait que les patients présentent un feedback auditif de la fréquence altéré comme le suggéraient De Keyser et al. (2016) concernant l'amplitude vocale. De même, si nous déterminons par la suite un écart significatif entre le groupe contrôle et le groupe de patients parkinsoniens cela semblerait en adéquation avec les études sur la prosodie émotionnelle qui montrent une altération de la perception auditive des émotions chez les patients parkinsoniens (Goutte & Ergis, 2011). Les prosodies émotionnelle et linguistique sont liées car toutes les deux demandent une analyse des éléments suprasegmentaux (Bänziger et al., 2001). De plus, Troche et al. (2012) sont parvenus à montrer que la reconnaissance des variations d'éléments prosodiques telles que l'amplitude et la fréquence au sein de la parole, était plus difficile pour les patients parkinsoniens que pour les sujets contrôles ce qui irait en faveur de notre hypothèse.

Concernant l'impact de l'évolution de la maladie sur la perception prosodique le peu de participants actuels ne permet pas de montrer une différence significative. Néanmoins, nous pouvons noter que les sujets avec une durée d'évolution de la maladie plus courte ont tendance à mieux catégoriser les stimuli. De plus, les symptômes moteurs sont dépendants de l'évolution de la maladie (Bonnet, 2001) et pourraient être également mis en lien avec la perception de la prosodie. Si cette hypothèse se confirme, la prise en compte du traitement parkinsonien, heure et dosage, semble importante compte tenu des effets bénéfiques du traitement sur les symptômes moteurs.

Nous retrouvons l'hypothèse d'un déficit de perception sensorielle kinesthésique dans certaines études sur les symptômes moteurs de la maladie de Parkinson. En effet, les patients parkinsoniens ont davantage de difficultés à percevoir l'ampleur des mouvements (Jobst, Melnick, Byl, Dowling, & Aminoff, 1997). Les difficultés de mouvements des patients pourraient alors être expliquées, en partie, par une diminution de la proprioception. Tout comme le déficit de la perception de l'amplitude vocale qui a un rôle dans le caractère hypophonique de la voix (De Keyser et al., 2016). La perception semble jouer un rôle dans les symptômes de la maladie de Parkinson et doit donc être prise en compte.

Le nombre de sujets étant encore limité, les analyses statistiques réalisées ne permettent pas de valider l'hypothèse. Une trentaine de sujets par groupe serait nécessaire afin de pouvoir analyser statistiquement les résultats. Ainsi les résultats pourraient être généralisés à l'ensemble de la population afin d'objectiver un déficit perceptif de la prosodie d'intonation chez les sujets présentant la maladie de Parkinson. Le peu de sujets recrutés s'explique par le travail fait au préalable. En effet, nous avons créé les stimuli pour la tâche de catégorisation à partir du logiciel Praat. De plus, nous avons mis en place le protocole expérimental et avons présenté notre dossier au Comité d'éthique. Nous nous sommes également formées à la passation d'une audiométrie. Mesurer le seuil d'audition était nécessaire dans cette étude car l'audition entre en jeu dans la perception de la parole. Par la suite, les passations étaient dépendantes des patients se rendant en consultation et qui devaient répondre à nos critères d'inclusion. Nous avons contacté d'autres neurologues du service afin d'augmenter nos chances d'inclure des patients correspondant à nos critères d'inclusion.

Nous n'avons pas pu mesurer un effet de vieillesse dans la perception prosodique en comparant des sujets jeunes et des sujets âgés sains. Au vu de la littérature, il serait intéressant d'étudier cet aspect (Raithel & Hielscher-Fastabend, 2004).

Cette expérience sera prolongée dans le cadre de futurs mémoires d'orthophonie.

Cette étude a permis dans un premier temps de vérifier les stimuli avant de procéder à une étude plus coûteuse faisant intervenir la Stimulation Magnétique Transcrânienne (TMS). Pour cela, la même tâche de catégorisation sera administrée deux fois. Entre les deux passations, la TMS sera localisée sur les zones de production et de perception de la prosodie afin de comparer les résultats avant et après la TMS. Ces résultats seront également comparés avec ceux de la condition sham (placebo). Ainsi, Sammler et al. (2015), ont pu mettre en évidence l'activation de région motrice lors de la perception de la prosodie en inhibant le cortex prémoteur droit par TMS.

La maladie de Parkinson induit des troubles moteurs et non moteurs. La majorité des traitements anti-parkinsoniens agissent sur les troubles moteurs et principalement sur les tremblements, la lenteur et la rigidité. Grâce aux traitements pharmacologiques et neurochirurgicaux certains symptômes moteurs peuvent être correctement pris en charge en début de maladie. Néanmoins, les troubles de la parole répondent de manière variable aux principales thérapeutiques. Les différentes études ne s'accordent pas sur les effets des traitements sur la parole. Concernant les troubles de la parole dans la maladie de Parkinson, seule la rééducation orthophonique semble être efficace.

La Lévodopa (précurseur de la dopamine) est le traitement de référence pour la symptomatologie motrice (Goberman & Blomgren, 2003). Cependant, ce traitement pharmacologique aurait des effets positifs sur la dysarthrie uniquement en début de maladie, avant la phase des fluctuations motrices. Depuis les années 80, la Stimulation Cérébrale Profonde (implantation d'électrodes de stimulation dans une structure précise du cerveau) permet de réduire la symptomatologie motrice. Néanmoins, son bénéfice sur les troubles de la parole dépend de sa localisation. En France, la cible de référence reste le noyau sous-thalamique. Or, la stimulation de cette région accentue variablement les troubles de la parole surtout lorsque la dysarthrie est sévère (Pinto, Ghio, Teston & Viallet, 2010).

Actuellement, l'HAS préconise un suivi précoce en orthophonie afin de maintenir une qualité de voix optimale et de limiter l'aggravation des symptômes. L'efficacité du traitement Lee Silverman Voice Treatment, LSVT® (Ramig et al., 2001) a été approuvée dans le cadre de la maladie de Parkinson pour la rééducation de la dysarthrie (Sapir, Spielman, Ramig, Story, & Fox, 2007). Cette

approche, validée scientifiquement, prend en considération la présence d'un déficit perceptif de l'amplitude vocale en apportant un feedback au patient sur sa production.

Il est reconnu que la maladie de Parkinson induit des troubles de production de la prosodie. Cette dernière est donc évaluée à partir de batteries tests spécifiques à la dysarthrie, comme la Batterie d'Evaluation Clinique de la Dysarthrie (Auzou et Rolland-Monnoury, 2006). Cette batterie permet une analyse perceptivo-motrice afin de décrire les différents aspects de la dysarthrie. Néanmoins, il n'existe aucune batterie qui permette d'évaluer le versant perceptif de la prosodie. Or, il semble important de prendre en compte la perception du patient lors de la rééducation orthophonique. En effet, une rééducation de la production avec une perception altérée serait limitée si l'origine des difficultés se situe au niveau perceptif. En tant que clinicien, il semble important de ne pas seulement se fier aux symptômes visibles mais également de comprendre leur étiologie afin d'y remédier.

Conclusion

Notre étude portait sur la perception de la prosodie dans le cadre de la maladie de Parkinson. Nous avons créé des stimuli en modulant leur fréquence afin d'obtenir différents niveaux de morphing entre une intonation interrogative (hauteur ascendante) et une intonation déclarative (hauteur descendante). Nous avons alors obtenu un continuum de onze conditions comprenant les conditions 100 % « affirmation » et 100 % « question ». Pour chaque condition 30 stimuli étaient proposés. Le jugement de ces deux types de phrases a permis d'évaluer la perception prosodique de l'intonation qui est un des paramètres de la prosodie linguistique.

Afin d'objectiver l'impact de la maladie de Parkinson sur cette perception nous avons comparé un groupe de sujets présentant la maladie de Parkinson et un groupe de sujets sains appariés en âge, sexe et niveau d'étude. Il était alors demandé aux participants de catégoriser en fonction de leur perception, l'intonation des différents stimuli proposés. A partir des données récoltées, nous avons déterminé pour chaque participant le taux de réponse « question » pour toutes les conditions. Puis, nous avons regroupé les résultats par groupe afin d'analyser ou non une différence. Nous avons également cherché une corrélation entre la perception et l'évolution de la maladie.

Nos résultats ne permettent pas de conclure à une différence significative de perception entre les deux groupes. Il faudrait pouvoir inclure davantage de sujets dans notre étude afin d'objectiver et de généraliser nos résultats pour conclure à un déficit perceptif chez les patients parkinsoniens. Ce projet aura permis la création et la validation des stimuli pour la suite de l'étude. En effet, ce mémoire est la première partie d'une étude plus large sur la perception de la prosodie dans la maladie de Parkinson. Nos résultats ont également permis l'ouverture de nouvelles pistes de recherche, comme l'effet du traitement, l'effet de la vieillesse, voire à plus long terme, la création d'outils orthophoniques spécifiques à la perception de la prosodie.

L'étude de la perception de la prosodie chez les personnes atteintes de la maladie de Parkinson permettrait de mieux comprendre les liens entre la production et la perception de la prosodie linguistique et ainsi de mieux appréhender les mécanismes sous-jacents à l'origine de la dysarthrie hypokinétique. Prouver l'existence d'un déficit de perception de l'intonation pourrait permettre de créer des protocoles de rééducation et d'évaluation prenant en compte la perception du patient.

Bibliographie

- Albuquerque, L., Martins, M., Coelho, M., Guedes, L., Ferreira, J. J., Rosa, M., & Martins, I. P. (2016). Advanced Parkinson disease patients have impairment in prosody processing. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 38(2), 208-216.
- Atkinson-Clement, C., Eusebio, A., & Pinto, S. (2015). *Trouble de la parole dans la maladie de Parkinson : effets des traitements médicamenteux, de la stimulation cérébrale profonde et de la rééducation*. 6.
- Auzou, P., Rolland-Monnoury, 2006. Batterie d'Evaluation Clinique de la Dysarthrie. Isbergues : Ortho-edition.
- Aziz-Zadeh, L., Sheng, T., & Gheytanchi, A. (2010). Common Premotor Regions for the Perception and Production of Prosody and Correlations with Empathy and Prosodic Ability. *PLOS ONE*, 5(1), e8759.
- Bänziger, T., Grandjean, D., Bernard, P. J., Klasmeyer, G., & Scherer, K. R. (2001). Prosodie de l'émotion : étude de l'encodage et du décodage. *Cahiers de linguistique française*, 23, 11-37.
- Belin, P., Fecteau, S., & Bédard, C. (2004). Thinking the voice : neural correlates of voice perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(3), 129-135.
- Bélizaire, G. (2014). Traitement vocal et vieillissement normal : apports comportementaux et neurofonctionnels.
- Bonnet, A.-M. (2001). Symptômes de la maladie de Parkinson. *Gerontologie et société*, 24 / n° 97(2), 129-138.
- Bonnet, A. M., & Czernecki, V. (2013). Les symptômes non moteurs dans la maladie de Parkinson : cognition et comportement. *Gériatrie et Psychologie Neuropsychiatrie du Vieillissement*, 11(3), 295-304.
- Braak, H., Rüb, U., & Del Tredici, K. (2006). Cognitive decline correlates with neuropathological stage in Parkinson's disease. *Journal of the Neurological Sciences*, 248(1), 255-258.
- Christophe, A., Peperkamp, S., Pallier, C., Block, E., & Mehler, J. (2004). Phonological phrase boundaries constrain lexical access I. Adult data. *Journal of Memory and Language*, 51(4), 523-547.
- Clark, JP, Adams, SG, Dykstra, AD, Moodie, S. et Jog, M. (2014). Perception de la sonie et contrôle de l'intensité de la parole dans la maladie de Parkinson. *Journal of Communication Disorders*, 51, 1-12.
- Darley, F. L., Aronson, A. E., & Brown, J. R. (1969). Differential Diagnostic Patterns of Dysarthria. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 12(2), 246-269.

- De Keyser, K., Santens, P., Bockstael, A., Botteldooren, D., Talsma, D., De Vos, S., ... De Letter, M. (2016). The Relationship Between Speech Production and Speech Perception Deficits in Parkinson's Disease. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research : JSLHR*, 59(5), 915-931.
- Defebvre, L., & Vérin, M. (2015). *La maladie de Parkinson*. Elsevier Masson.
- Dictionnaire de la linguistique. Sous la dir., (intr.) de Georges Mounin.* (1993). PUF XXXVII.
- Duffy, J. R. (2013). *Motor Speech Disorders : Substrates, Differential Diagnosis, and Management*. Elsevier Health Sciences.
- Elbaz, A. (2018). Facteurs de risque et protecteurs dans la maladie de Parkinson. *Revue Neurologique*, 174, S189.
- Fuchs, S., Petrone, C., Rochet-Capellan, A., Reichel, U. D., & Koenig, L. L. (2015). Assessing respiratory contributions to f0 declination in German across varying speech tasks and respiratory demands. *Journal of Phonetics*, 35-45.
- Goberman, A. M., & Blomgren, M. (2003). Parkinsonian speech disfluencies : effects of l-dopa-related fluctuations. *Journal of Fluency Disorders*, 28(1), 55-70.
- Goberman, A. M., & Coelho, C. (2002). Acoustic analysis of Parkinsonian speech I : Speech characteristics and L-Dopa therapy. *NeuroRehabilitation*, 17(3), 237-246.
- Goetz, CG, Tilley, CB, Shaftman, SR, Stebbins, GT, Fahn, S., Martinez-Martin, P., ... et Dubois, B. (2008). Révision parrainée par la Movement Disorder Society de l'échelle d'évaluation unifiée de la maladie de Parkinson (MDS-UPDRS) : présentation de l'échelle et résultats des tests clinimétriques. *Troubles du mouvement : journal officiel de la Movement Disorder Society*, 23 (15), 2129-2170.
- Goutte, V., & Ergis, A.-M. (2011). Traitement des émotions dans les pathologies neurodégénératives : une revue de la littérature. *Revue de neuropsychologie, Volume 3(3)*, 161-175.
- Haute Autorité de Santé. (2016). Guide du parcours de soin : maladie de Parkinson.
- Inserm. (2015). Maladie de Parkinson.
- Jobst, E. E., Melnick, M. E., Byl, N. N., Dowling, G. A., & Aminoff, M. J. (1997). Sensory Perception in Parkinson Disease. *Archives of Neurology*, 54(4), 450-454.
- Kent, R. D. et al. (2000). Research on speech motor control and its disorders : A review and prospective. *Journal of Communication Disorders*, 5(33), 391-428.
- Kreitewolf, J., Friederici, A. D., & von Kriegstein, K. (2014). Hemispheric lateralization of linguistic prosody recognition in comparison to speech and speaker recognition. *NeuroImage*, 102, 332-344.
- Lacheret-Dujour, A., & Beaugendre, F. (1999). *La prosodie du français*. CNRS.

- Lefaucheur, J.-P., André-Obadia, N., Poulet, E., Devanne, H., Haffen, E., Londero, A., Garcia-Larrea, L. (2011). Recommandations françaises sur l'utilisation de la stimulation magnétique transcrânienne répétitive (rTMS) : règles de sécurité et indications thérapeutiques. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 41(5-6), 221-295.
- Leitman, D. I., Edgar, C., Berman, J., Gamez, K., Fruhholz, S., & Roberts, T. P. L. (2016). Amygdala and insula contributions to dorsal-ventral pathway integration in the prosodic neural network.
- Maingueneau, D., Chiss, J.-L., & Filliolet, J. (2007). *Introduction à la linguistique française*. Hachette Éducation.
- Mounin, G. (Ed.). (1974). *Dictionnaire de la linguistique*. Presses universitaires de France.
- Nasreddine, ZS, Phillips, NA, V. Bédirian, S. Charbonneau, V. Whitehead, I. Collin, ... et H. Chertkow (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA : *a brief screening tool for mild cognitive impairment*. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53 (4), 695-699.
- Pell, M. D. (1996). On the Receptive Prosodic Loss in Parkinson's Disease. *Cortex*, 32(4), 693-704.
- Pell, M. D., & Leonard, C. L. (2003). Processing emotional tone from speech in Parkinson's disease : A role for the basal ganglia. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 3(4), 275-288.
- Pinto, S., & Ghio, A. (2008). Troubles du contrôle moteur de la parole : contribution de l'étude des dysarthries et dysphonies à la compréhension de la parole normale, Abstract. *Revue française de linguistique appliquée*, XIII(2), 45-57.
- 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), p800-810.
- Ramig, LO, S. Sapir, Countryman, S., Pawlas, AA, C. O'BRIEN, M. Hoehn et LL Thompson (2001). Traitement vocal intensif (LSVT®) chez les patients atteints de la maladie de Parkinson: Un suivi de 2 ans. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 71 (4), 493-498.
- Raithel, V., & Hielscher-Fastabend, M. (2004). Emotional and Linguistic Perception of Prosody. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 56(1), 7-13.
- Sammler, D., Grosbras, M.-H., Anwander, A., Bestelmeyer, P. E. G., & Belin, P. (2015). Dorsal and Ventral Pathways for Prosody. *Current Biology*, 25(23), 3079-3085.
- 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.
- Teston, B., & Viallet, F. (2005). La dysprosodie parkinsonienne. In O. C (Éd.), *Les troubles de la parole et de la déglutition dans la maladie de Parkinson* (p. 161-193). Solal.
- Troche, J., Troche, M. S., Berkowitz, R., Grossman, M., & Reilly, J. (2012). Tone Discrimination as a Window Into Acoustic Perceptual Deficits in Parkinson's Disease. *American journal of speech-language pathology / American Speech-Language- Hearing Association*, 21(3), 258-263.

Liste des annexes

Annexe 1 : Lettre d'information

Annexe 2 : Lettre de consentement

Annexe 3 : Caractéristiques des participants de l'étude