

MEMOIRE

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

**Camille RANJANORO TAM
Manon REBENA**

soutenu publiquement en juin 2016 :

L'intégration audiovisuelle de la parole chez les patients atteints de la maladie de Parkinson

MEMOIRE dirigé par :

Anahita BASIRAT, maître de conférences, Université Droit et Santé, Lille
Caroline MOREAU, neurologue, Neurologie A, CHR Roger Salengro

A tous les patients que nous avons pu rencontrer, et qui nous ont donné une belle leçon de vie. A nos familles et amis, pour leur aide et leur soutien.

Remerciements

Ce mémoire est le fruit d'un long travail, et n'aurait pas vu le jour sans toutes les personnes qui y ont participé. Ainsi nous tenons sincèrement à remercier :

- Mme Anahita BASIRAT et le Dr Caroline MOREAU pour nous avoir encadrées pendant cette année, et pour les précieux conseils qu'elles nous ont apportées afin de façonner au mieux ce travail ;
- Les patients et les témoins qui ont participé avec beaucoup d'enthousiasme à notre étude, sans lesquels nous n'aurions pas pu obtenir autant d'informations ;
- Tout le personnel du service de neurologie A du CHRU Roger Salengro de Lille, pour leur accueil et leur implication dans le recrutement des patients, et surtout l'orthophoniste du service qui nous a prises sous son aile ;
- Nos maîtres de stage pour l'aide qu'elles nous ont apportée grâce à leur expérience clinique auprès des patients parkinsoniens, et pour nous avoir proposé leurs patients pour l'expérimentation ;
- Nos parents, parents, amis et partenaires de vie, pour nous avoir aidées à recruter des sujets contrôles, et surtout pour leur soutien et leurs encouragements quotidiens ;

Un jour, Edgar Morin a dit : « Le tout est plus que la somme des parties ». Ainsi nous avons été honorées et fières que ce mémoire symbolise ce petit point de croix, inclus dans une plus vaste tapisserie que représente la recherche.

Résumé :

La parole est audiovisuelle : les informations visuelles viennent s'ajouter aux informations auditives pour nous permettre de mieux percevoir le message. Dans la maladie de Parkinson, les mécanismes permettant d'intégrer les signaux auditifs et visuels (notamment le système moteur et la perception du temps) semblent défectueux. Un protocole a donc été élaboré dans le but d'explorer l'intégration de la parole et la perception de la synchronie entre les informations auditives et visuelles chez les personnes atteintes de la maladie de Parkinson. Nous avons choisi d'utiliser l'effet McGurk comme outil d'investigation. Deux tâches ont été proposées à 21 patients et 22 contrôles : une tâche d'identification comprenant des stimuli bimodaux concurrentiels asynchrones ainsi qu'une tâche de jugement de simultanéité contenant les mêmes stimuli. Nos résultats suggèrent que les parkinsoniens ne perçoivent pas la synchronie des éléments de la parole de la même manière que les sujets sains. Cependant, cette différence temporelle ne semble pas gêner leur perception et leur compréhension du message puisque leur intégration audiovisuelle apparaît comme identique à celle des sujets contrôles.

Mots-clés :

Parole audiovisuelle – Intégration – Maladie de Parkinson – Perception de la parole – Perception du temps

Abstract :

Speech is audiovisual: visual informations are added to auditory informations in order to sense the message. In Parkinson's disease, mechanisms that allow to integrate auditory and visual cues (especially the motor system and the time perception) seem to be deficit. A protocol has been elaborated to explore speech integration and synchrony perception between auditory and visual informations, among people with Parkinson's disease. We chose to use the McGurk effect as an investigative tool. Two tasks have been proposed to 21 patients and 22 controls : an identification task including asynchronous competitive bimodal stimuli and a simultaneity judgment task with the same stimuli. Our results suggest that Parkinson people suffer from a lack of perception of the synchrony of speech elements. However, this deficit of temporal link does not seem to impede their message perception and comprehension, because their audiovisual integration appears to be identical to that of healthy subjects.

Keywords :

Audiovisual speech – Integration – Parkinson's disease – Speech perception – Time perception

Table des matières

Introduction	1
Contexte théorique, buts et hypothèses	3
1. La perception de la parole	4
1.1. Une perception audiovisuelle	4
1.1.1. Le rôle du système visuel.....	4
1.1.2. L'effet McGurk : témoin de l'intégration audiovisuelle	6
1.2. Les conditions d'intégration audiovisuelle de la parole.....	7
1.2.1. La congruence temporelle.....	7
1.2.2. La congruence phonétique.....	8
1.2.3. Les facteurs attentionnels	9
1.3. Les théories de perception de la parole.....	10
1.3.1. La Théorie Motrice de la Perception de la Parole.....	10
1.3.2. La Théorie du Réalisme Direct de la parole	10
1.3.3. The « General Approach »	12
1.3.4. La Théorie de Perception à Logique Floue	12
1.3.5. Le modèle de Skipper et al. (2007)	12
1.3.6. La Perception pour le Contrôle de l'Action	13
1.3.7. Le modèle à deux voies de Hickok et Poeppel (2012)	13
2. La maladie de Parkinson	14
2.1. Rappels sur la maladie de Parkinson	14
2.1.1. Définition	14
2.1.2. Epidémiologie.....	14
2.1.3. Etiologie	15
2.1.4. Diagnostic	15
2.1.5. Stratégies thérapeutiques	16
2.2. Une défaillance principalement motrice.....	17
2.2.1. Les signes moteurs	17
2.2.2. Les signes associés dits « non moteurs ».....	18
2.3. La dysarthrie dans la maladie de Parkinson.....	18
2.3.1. Définition	18
2.3.2. Prise en charge et méthode Lee Silverman	19
3. La maladie de Parkinson et la perception de la parole	21
3.1. La perception du temps dans la maladie de Parkinson	21
3.2. La perception de la parole dans la maladie de Parkinson	24
4. Buts et hypothèses	25
Sujets, matériel et méthode	27
1. Les participants	28
2. La mise en place de l'expérimentation.....	32
3. Les stimuli.....	32
4. La procédure	33
4.1. La tâche d'identification	34
4.2. La tâche de jugement de simultanéité	35
5. Analyse	35
Résultats	37
1. La tâche d'identification	38
2. La tâche de jugement de simultanéité	44

Discussion	46
1. Rappel des principaux résultats.....	47
2. Discussion et validation des hypothèses	47
3. Les difficultés rencontrées	52
4. Intérêts orthophoniques	53
Conclusion	55
Bibliographie	57
Liste des annexes	64
Annexe n°1 : Critères diagnostiques de la MDS-PD Criteria.	65
Annexe n°2 : Lettre d'information au participant.....	65
Annexe n°3 : Formulaire de consentement.	65
Annexe n°4 : Test de latéralité manuelle.....	65
Annexe n°5 : Questionnaire au participant.	65

Introduction

Jusqu'à récemment, la perception de la parole était considérée comme le résultat d'une perception auditive uniquement. Pourtant, dans de nombreuses situations de la vie quotidienne, il est facile de constater que ce n'est pas le cas : par exemple chacun a déjà pu ressentir la gêne occasionnée par un film mal doublé. Le système auditif n'est pas donc le seul à intervenir pour nous permettre de percevoir la parole. De nombreuses études ont montré ces dernières années que les informations visuelles de la parole jouaient également un rôle. Selon des mécanismes d'intégration complexes, les données auditives et visuelles se combinent pour nous aider à interpréter correctement le message langagier.

Les avis divergent quant au fonctionnement de cette intégration audiovisuelle. Cependant, de nombreux auteurs s'accordent sur la place prépondérante occupée par le système moteur.

Pourtant, très peu d'études se sont intéressées à la qualité de cette intégration dans les maladies neurodégénératives et dans les maladies touchant spécifiquement le système moteur tel que la maladie de Parkinson. La maladie de Parkinson est une maladie neurodégénérative principalement due à une carence en dopamine qui a de nombreuses conséquences. Les personnes atteintes de cette maladie souffrent de difficultés essentiellement motrices, dont une dysarthrie affectant leur production de la parole.

L'objectif de notre étude sera de déterminer si les patients parkinsoniens éprouvent des difficultés à intégrer la parole et si leur intégration diffère de celle des sujets sains.

Tout d'abord, dans la partie théorique, nous présenterons les caractéristiques de la parole et de sa perception. Nous parlerons également de l'influence prépondérante du système moteur dans cette intégration ainsi que des différentes données connues aujourd'hui sur la maladie de Parkinson notamment concernant la perception du temps et de la parole. Puis, dans la partie méthodologique, nous expliquerons la mise en place de notre protocole et son déroulement. Nous présenterons ensuite les résultats obtenus aux différentes tâches. Pour terminer, nous discuterons des principaux résultats et de la validation de nos hypothèses.

Contexte théorique, buts et hypothèses

1. La perception de la parole

1.1. Une perception audiovisuelle

1.1.1. Le rôle du système visuel

Le système visuel a longtemps été considéré comme un système compensatoire ou alternatif à l'audition dans la perception de la parole. De nombreuses études ont effectivement montré que dans des conditions de communication dégradées comme le bruit, les indices visuels aidaient à mieux percevoir la parole (Benoit et al., 1994, MacDonald et McGurk, 1978).

Mais la vision n'est pas seulement primordiale lorsque le signal auditif est de mauvaise qualité ou lors d'une déficience auditive. Reisberger et al. (1987) cités par Colin et Radeau (2003) expliquent que les informations visuelles aident également l'auditeur à décoder un message de bonne qualité mais difficile à comprendre sémantiquement, syntaxiquement ou prononcé par un locuteur étranger.

De plus, Mills (1987) cité par Colin et Radeau (2003), démontre que les phonèmes acquis rapidement par les enfants voyants de par leur articulation bien visible, sont produits plus tardivement par les enfants aveugles. La vision joue donc un rôle dans le développement du langage de l'enfant sans pathologie visuelle et ne pourrait être uniquement « compensatoire » de l'audition.

L'association des informations visuelles et des informations auditives améliore donc sensiblement la perception et parfois la compréhension du message, quelle que soit la qualité du signal acoustique. Il existerait même une complémentarité naturelle entre les signaux auditifs et les signaux visuels pour les consonnes et également pour les voyelles.

Les consonnes se distinguent entre elles par leur lieu d'articulation et par leur mode d'articulation. Le mode est identifié par la modalité auditive (notamment le voisement et la nasalité) tandis que le lieu (notamment la bilabialité) est plutôt perçu par la modalité visuelle (Binnie et al., 1974, cités par Mc Donald et al., 1978). Les indices fournis par les deux modalités sont récupérés, puis combinés et le percept correspondant le mieux à ces différents indices est choisi (McDonald et al., 1978, Robert-Ribes et al., 1998). Les informations apportées par chaque modalité se complètent. Il en va de même pour les voyelles. Celles-ci se différencient par le degré

d'aperture, l'arrondissement des lèvres nécessaire et le caractère antérieur ou postérieur de leur production. Benoit et al. (1994) utilisent les trois voyelles extrêmes du français ([a] : voyelle la plus ouverte, [i] : voyelle la plus fermée et la plus antérieure et [y] : voyelle la plus fermée et la plus postérieure). Ils proposent à des participants de reconnaître des syllabes de type voyelle/consonne/voyelle/consonne/voyelle (VCVCV) dans des conditions de plus en plus dégradées (le rapport signal sur bruit passant progressivement de 0 à -24dB). Deux modalités sont proposées : auditive et audiovisuelle. Les auteurs déterminent d'abord le moment auquel le bruit devient trop important pour que les informations soient comprises (-18dB en modalité auditive et plus de -24dB en modalité audiovisuelle, l'expérience n'allant pas plus loin que ce rapport). Puis ils cherchent à connaître les voyelles les mieux détectées dans les deux modalités. En modalité auditive et lorsque la perception est encore possible, le [a] est mieux perçu que le [i], lui-même mieux perçu que le [y]. La modalité audiovisuelle, quant à elle, est ici considérée par les auteurs comme une modalité « visuelle » puisque les participants avouent avoir très mal entendu et s'être appuyés sur ce qu'ils voyaient. Dans ce cas, le [y] est mieux perçu que le [i], lui-même mieux perçu que le [a]. L'audition et la vision sont donc complémentaires pour la bonne perception des consonnes, mais également celle des voyelles.

Selon Vatikiotis et al. (1998), la zone inférieure du visage n'est pas la seule à fournir des informations visuelles. Ils utilisent le système de l'eye-tracking et proposent à des sujets anglais et japonais des monologues présentés de façon audiovisuelle dans des situations bruyantes et variables. Ils constatent que les participants effectuent de nombreuses saccades oculaires entre les yeux et la bouche mais regardent majoritairement les yeux du locuteur (45 à 70 % du temps), selon le niveau sonore du bruit environnant. Lorsque le bruit de fond devient trop important, les sujets fixent davantage leur regard sur les lèvres.

La perception de la parole est donc clairement audiovisuelle : les signaux auditifs et visuels se combinent pour nous permettre d'obtenir toutes les informations nécessaires à une bonne réception du message.

1.1.2. L'effet McGurk : témoin de l'intégration audiovisuelle

L'effet McGurk démontre empiriquement l'association de l'audition et de la vision lors de la perception de la parole. Cet effet a été mis en évidence par Macdonald et Mc Gurk (1978), lors d'une expérience. Elle consistait à présenter à des sujets un signal visuel et un signal auditif contradictoires, en même temps. Les signaux choisis étaient des syllabes consonne-voyelle doublées (« baba », « gaga »). L'une des syllabes doublées était présentée par le canal visuel (petit « film » montrant les mouvements articulatoires correspondant à chaque syllabe), l'autre l'était par le canal auditif (message sonore). Les résultats ont montré l'existence de deux phénomènes. D'une part, un phénomène de fusion : lorsque le participant entend « ba » et voit le mouvement articulatoire correspondant à « ga », il perçoit « da ». Les deux syllabes se sont combinées pour n'en former qu'une seule, différente. D'autre part, un phénomène de combinaison : lorsqu'un mouvement articulatoire correspondant à « ba » est présenté au même moment qu'un signal auditif « ga », le sujet perçoit « bga » ou plus rarement « gba ». Plusieurs hypothèses ont été formulées quant à cette perception d'un « bga ». La première stipule que « bga » est perçu lorsque l'information visuelle apparaît avant l'information auditive. De ce fait, le participant perçoit d'abord le lieu d'articulation puis le mode. La suivante expose une autre théorie partant du principe de la configuration articulatoire. En effet, « b » et « bg » sont plus semblables au niveau de leur articulation que « b » et « gb », la perception de « gb » est donc moins fréquente (Massaro et al., 1996).

Outre la fusion et la combinaison, le participant peut entendre ce qu'il voit, sa perception est alors dominée par le signal visuel. Ce phénomène est appelé « la capture visuelle ». Il sera « plus fréquent lorsque les sons émis sont à un point d'articulation antérieure », le « b » par exemple le provoquera plus facilement (Deggouj, 2005). La capture auditive est également possible. La perception du sujet est alors dominée par ce qu'il entend et la vision ne joue aucun rôle (l'effet McGurk est absent). Elle serait d'autant plus importante que l'ambiguïté visuelle augmente : si le mouvement articulatoire présenté visuellement correspond à une consonne postérieure (et donc invisible), la capture auditive sera plus fréquente.

D'après différentes études reprises par Colin et al. (2003), l'effet McGurk ne se produit pas uniquement dans le contexte consonne-voyelle. Il peut aussi être présent

lors de la présentation de mots ou de phrases avec une parole naturelle ou avec une parole synthétique.

Cet effet McGurk, témoin de l'association entre les signaux auditifs et visuels lors de la perception de la parole, constituera l'outil d'investigation de notre protocole.

1.2. Les conditions d'intégration audiovisuelle de la parole

Plusieurs conditions permettraient à l'intégration audiovisuelle d'être de qualité (pour une revue, voir Colin et al., 2003). Nous discuterons particulièrement de certains facteurs intéressants pour notre étude : la congruence temporelle, la congruence phonétique ainsi que les facteurs attentionnels.

1.2.1. La congruence temporelle

D'abord, pour que l'intégration audiovisuelle soit maximale, un des facteurs nécessaires est celui de la congruence temporelle entre les signaux auditifs et visuels. Schwartz et al. (2004) ont mené une étude qui proposait à ses participants d'identifier des stimuli auditifs seuls puis des stimuli audiovisuels, dans le bruit. Les résultats ont démontré que le pourcentage d'identification était meilleur lorsque les stimuli étaient audiovisuels. Pour savoir si cette amélioration résultait uniquement de la lecture labiale, une deuxième expérimentation a été effectuée. L'information visuelle a été remplacée par un geste labial fixe (toujours le même), lui-même ensuite ajouté à différents stimuli auditifs. Ces nouveaux stimuli audiovisuels étaient présentés aux participants qui devaient les identifier. Les résultats ont suggéré que le gain audiovisuel était le même lorsque le stimulus visuel était fixe et n'apportait pas d'information supplémentaire et lorsqu'il correspondait au stimulus auditif. La congruence temporelle serait donc plus importante que les informations phonétiques apportées par la lecture labiale et représenterait un facteur clé dans l'intégration multimodale de la parole.

Certains auteurs ont cependant nuancé ces données en suggérant que l'intégration pouvait supporter une légère asynchronie. Massaro et al. (1996) proposent une expérience d'identification de syllabes audiovisuelles (naturelles et synthétiques) incohérentes à 28 sujets. Les syllabes auditives et visuelles sont décalées l'une de l'autre de -533ms à + 533ms. Les résultats suggèrent que

l'intégration audiovisuelle peut se produire jusqu'à un décalage de 500 ms entre les différentes informations mais qu'elle n'est pas présente à tous les décalages proposés : elle s'interrompt. Munhall et al. (1996) précisent que l'effet McGurk s'affaiblit dès lors que le stimulus auditif devance le stimulus visuel de 60 ms et dès lors que le stimulus auditif est retardé de 240 ms. Cette donnée avait déjà été évoquée par Dixon et Spitz (1980) : le signal auditif doit être décalé du signal visuel de plus de 250 ms pour que les sujets remarquent une discordance entre les deux types d'information. Van Wassenhove et al. (2007) confirment que la perception de la parole audiovisuelle est tolérante à une certaine asynchronie : les sujets sont capables d'opérer une fusion de -34 ms (le signal auditif intervient avant le signal visuel) à +173 ms (le signal visuel intervenant le premier). Le profil de la fusion est donc asymétrique, celle-ci fonctionne davantage lorsque le signal visuel précède le signal auditif. La fenêtre temporelle d'intégration audiovisuelle serait d'environ 200 ms.

Cependant, des auteurs ont démontré que l'amplitude de cette fenêtre temporelle d'intégration pouvait être réduite, notamment dans certaines pathologies comme la schizophrénie (Martin et al., 2013) ou les troubles du spectre autistique (Gepner et al., 2002).

La structuration temporelle des événements joue donc un rôle dans l'intégration audiovisuelle et doit être préservée pour permettre au sujet de supporter la désynchronisation. Une mauvaise structuration temporelle peut donc éventuellement provoquer des complications pour comprendre le déroulement des événements ou de la parole.

1.2.2. La congruence phonétique

Comme nous l'avons expliqué précédemment (paragraphe 1.1.1 : le rôle des informations visuelles), il existe une certaine complémentarité entre les données apportées par la vision et celles fournies par l'audition. Cette complémentarité rend l'intégration audiovisuelle plus facile en permettant au sujet de recevoir toutes les informations nécessaires à une bonne perception du message.

1.2.3. Les facteurs attentionnels

Certaines études suggèrent également l'influence de facteurs attentionnels. En effet, Summerfield et Mc Grath (1984) proposent l'expérience McGurk à des sujets prévenus des effets attendus. Les résultats montrent que ces participants sont beaucoup moins sensibles à l'information visuelle et intègrent moins. Pour les auteurs, cette conclusion résulterait de l'influence de l'attention. Alsius et al. (2005) ont également proposé une expérience modulée dans le but de produire une illusion McGurk : un visage féminin était présenté à l'écran. Les participants avaient pour consigne de répéter les propos de la locutrice, présentés sous trois conditions différentes (audiovisuel, auditif seul ou visuel seul). La première moitié des participants devait réaliser cette épreuve simplement. Des distracteurs auditif et visuel avaient été ajoutés pour l'autre moitié des participants, afin d'évaluer l'influence de l'attention dans l'intégration audiovisuelle. Ainsi, dans la première partie de l'expérience, un dessin apparaissait à l'écran ; il superposait le visage de la locutrice (il s'agissait donc d'un distracteur visuel). Dans la seconde, un son superposait le mot énoncé (cela constituait un distracteur auditif). Les résultats ont révélé que lorsque les participants focalisaient leur attention sur une tâche visuelle ou auditive difficile, le pourcentage de fusions en condition audiovisuelle était significativement réduit : l'effet McGurk disparaissait. Une autre étude s'est également intéressé à l'attention et a cherché à définir le rôle de l'attention visuelle dans l'intégration audiovisuelle. Ainsi, Tippana et al. (2003) proposent une expérience à 17 sujets en utilisant le paradigme McGurk. Des stimuli unimodaux (3 visuels et 3 auditifs) et des stimuli bimodaux (3 stimuli congruents et 6 stimuli incongruents) sont présentés aux participants, selon deux conditions. Dans la première, les conditions n'étaient pas particulières, les sujets devaient simplement écrire ce qu'ils avaient perçu ; dans la seconde, les mêmes stimuli étaient présentés mais un distracteur était introduit lors de la présentation des stimuli visuels et audiovisuels. Il s'agissait d'une feuille transparente qui parcourait l'écran lentement, et qui se positionnait au niveau des lèvres du locuteur au moment de l'énonciation, sans pour autant les cacher. Les résultats obtenus ont démontré que l'effet McGurk était moindre lors de la deuxième condition. Cette étude suggère donc que les ressources attentionnelles sont nécessaires pour intégrer la parole audiovisuelle. L'attention pourrait donc jouer un rôle dans l'intégration audiovisuelle de la parole.

1.3. Les théories de perception de la parole

Au fil des années, différentes théories ont tenté d'expliquer le fonctionnement de la perception de la parole. La découverte des neurones miroirs ainsi que les nouvelles techniques d'imagerie comme l'IRM fonctionnelle ont apporté de nombreuses informations et ont suggéré une forte implication du système moteur dans l'intégration audiovisuelle. Nous nous proposons donc de faire l'inventaire chronologique des quelques théories de perception de la parole les plus probantes, en lien avec les nouveautés apportées par les avancées technologiques.

1.3.1. La Théorie Motrice de la Perception de la Parole

Au début des années 50, Liberman (1957) *cité par* Colin et al. (2003) propose la Théorie Motrice de la Perception de la Parole. Pour lui, l'auditeur, lorsqu'il écoute, récupère les commandes articulatoires qu'il devrait lui-même utiliser pour produire ce signal acoustique. Cette conception implique donc un lien important entre la perception de la parole et sa production. Liberman et Mattingly (1985), dans leur conception révisée de la Théorie Motrice de la Perception de la Parole, postulent même l'existence d'un module phonétique spécifique et inné, qui s'occuperait du traitement de la parole. C'est ce module qui permettrait la récupération des commandes motrices lors de la perception et ainsi la récupération des « intentions phonétiques » du locuteur. Ces dernières lui permettraient d'accéder à la catégorisation phonétique. Lors d'un conflit audiovisuel, les deux types d'informations sont transformés en gestes articulatoires et forment un nouveau percept. Pour les auteurs, ce percept différent n'est pas le résultat d'une intégration audiovisuelle (les informations auditives et visuelles étant intégrées les unes aux autres, elles ne peuvent être distinguées) mais d'une intégration phonétique.

1.3.2. La Théorie du Réalisme Direct de la parole

Fowler (1986), dans sa Théorie du Réalisme Direct de la parole, reprend les principes de la Théorie motrice de la parole à quelques différences près. En effet, pour lui, il n'existerait pas de module inné et spécifique. De plus, les gestes articulatoires

seraient récupérés par le locuteur de façon directe, il s'agirait des gestes du conduit vocal, qui seraient la base de la structuration phonologique.

Ces deux dernières théories « motrices » sont controversées mais pourtant soutenues par de plus récentes découvertes neurophysiologiques concernant l'existence d'un lien entre la perception et la production. Rizzolatti (1988) *cité par* Schwartz (2011) découvre l'existence d'une catégorie spécifique de cellules nerveuses grâce à une étude utilisant la microstimulation intracorticale, et l'enregistrement de l'activité neuronale des cellules. L'auteur cherche à étudier l'activité des neurones situés dans l'aire prémotrice F5 chez les singes lors de certaines actions. Il constate une décharge électrique de certains neurones dans le cortex prémoteur ventral lors de l'exécution d'une action et également lors de l'observation de l'exécution de cette action. Ces neurones, qui s'activent de la même façon lors de l'exécution et de la perception d'une action sont appelés « neurones miroirs » et mettent en évidence la présence d'un lien entre la production et la perception.

D'autres études, qui concernent la parole et le langage, sont aussi en faveur d'une perception « motrice ». Porter et Lubker (1980) par exemple, *cités par* Schwartz (2010) rapportent un temps si court entre la perception d'un mot et sa répétition que les auteurs en déduisent que la sélection des gestes adéquats s'effectue pendant la perception elle-même.

Fadiga et al. (2002) enregistrent les potentiels évoqués moteurs des muscles de la langue et constatent, à l'écoute de mots comprenant une forte implication de la langue, une augmentation de l'amplitude de réponse de ces muscles. Le système moteur serait donc impliqué dans le système perceptif. Wilson et Iacoboni (2006) mènent une étude utilisant l'IRM fonctionnelle, dans laquelle il est demandé aux participants d'écouter des phonèmes (de leur langue maternelle et de langues étrangères). Ils observent une implication des aires auditives supérieures (aires temporales) qui transforment la parole acoustique en code phonétique, ainsi qu'une implication des aires motrices de la parole (cortex prémoteur et cortex moteur primaire qui coïncident avec les aires motrices de la bouche). Pendant la perception de la parole, les aires qui s'occupent de la planification et de l'exécution des gestes sont donc activées en même temps que les aires qui supervisent la proprioception.

1.3.3. The « General Approach »

D'après cette théorie, la perception de la parole est possible grâce aux processus auditifs généraux et au cerveau qui décode le message intégré dans le signal acoustique, indépendamment de l'articulation. Les individus seraient capables d'utiliser les indices acoustiques perçus, même lorsqu'ils sont imparfaits (Miller et al., 1976 cités par Diehl et al. 2004), il n'existerait ni module inné, ni intervention du système moteur. The « General Approach » est considérée, comme son nom l'indique, comme une « approche » plutôt qu'un modèle, étant donné qu'elle ne se définit que par opposition aux principes de la Théorie Motrice de la Perception de la Parole.

1.3.4. La Théorie de Perception à Logique Floue

Massaro et al. (1996) proposent, pour expliquer la perception de la parole, un modèle intégratif appelé « Fuzzy Logical Model of Perception ». Dans ce modèle, chaque source est évaluée, indépendamment l'une de l'autre, par rapport aux prototypes présents en mémoire. Grâce à ces prototypes, chaque source peut fournir différentes possibilités de percept et les degrés de probabilité de chacune. Les différentes sources sont ensuite intégrées les unes aux autres, et l'alternative possédant le plus haut degré de probabilité est choisie : le percept est identifié.

1.3.5. Le modèle de Skipper et al. (2007)

Pour ces auteurs, le traitement ne serait pas effectué par une zone en particulier mais par de multiples aires cérébrales en contact. Il commencerait dans les aires auditives et visuelles. Les informations apportées par les deux sources constitueraient un ensemble d'hypothèses sur les phonèmes produits. Ces hypothèses seraient ensuite transmises aux aires temporales supérieures postérieures puis transformées en « intentions motrices » dans l'aire de Broca. Cette dernière générerait des commandes motrices destinées au cortex moteur primaire et au cortex prémoteur. Ces commandes permettraient de prédire les conséquences auditives et somato-sensorielles qui se produiraient si elles étaient effectivement réalisées.

1.3.6. La Perception pour le Contrôle de l'Action

Les théories purement auditives ou purement motrices ne sont pas suffisantes pour expliquer le déroulement complexe de la perception et de la production de la parole. : comment faire lorsqu'un geste articulatoire correspond à plusieurs sons et vice versa ? L'équipe de Schwartz propose une théorie alternative. Pour Schwartz et al. (2010), la perception n'est la conséquence ni du son, ni du geste articulatoire mais le résultat d'une combinaison des systèmes moteurs et perceptifs. Selon eux, le fonctionnement perceptif fonctionne en deux temps. Le signal est d'abord extrait puis il est catégorisé en fonction de prototypes définis. Ces prototypes seraient le résultat d'une organisation spécifique, commune entre les représentations perceptuelles (dans le cortex temporal) et les représentations motrices (dans le pôle pariéto-frontal). Les systèmes moteur et perceptif auraient donc un rôle dans l'identification du phonème puisqu'ils participent ensemble à l'analyse auditive et visuelle.

1.3.7. Le modèle à deux voies de Hickok et Poeppel (2012)

Ce modèle reprend de façon plus rigoureuse la General Approach citée précédemment. Pour Hickok et al. (2012), les informations auditives doivent être traitées de deux façons différentes par le cerveau. D'une part, les sons doivent être associés à des représentations sémantiques et conceptuelles pour que le message puisse être compris. D'autre part, les signaux acoustiques doivent être associés au système moteur de la parole pour que les sons puissent être reproduits. Il existerait donc deux voies de traitement différentes : la voie ventrale, qui impliquerait les structures du lobe temporal et permettrait la compréhension du message et la voie dorsale, qui impliquerait les régions temporales et frontales et permettrait de traduire les signaux acoustiques en représentations articulatoires.

De nombreuses études ont été proposées pour expliquer la perception de la parole. La plupart d'entre elles semblent se baser sur l'existence d'un lien fort entre la perception et la production. Cette mise en lumière nous pousse à formuler différents questionnements : lors d'un déficit du système moteur, la production de la parole est fréquemment perturbée, est-ce également le cas pour sa perception ? Les prototypes définis en commun par les systèmes moteurs et perceptifs sont-ils différents ?

2. La maladie de Parkinson

2.1. Rappels sur la maladie de Parkinson

2.1.1. Définition

Dans « An Essay on the Shaking Palsy » (1817), James Parkinson avait introduit la notion de « paralysie agitante » pour qualifier la maladie de Parkinson. Ainsi il l'expliquait comme suit : « mouvement trémulant involontaire, associé à une diminution de la force musculaire, survenant dans les parties du corps au repos et même soutenues, avec une propension à courber le tronc en avant et à passer de la marche au pas de course, les sens et l'intellect restant intacts » (Parkinson, 2002 *cité par* Khalil, 1996, p. 215).

Aujourd'hui, la maladie de Parkinson se définit comme une affection neurodégénérative chronique. Elle résulte d'une perte progressive des neurones dopaminergiques de la substance noire (Defebvre, 2005). La dégénérescence de ces neurones entraîne un dysfonctionnement des noyaux gris centraux (ou ganglions de la base), alors appauvris en dopamine. Ces ganglions jouent un rôle important dans le contrôle de l'exécution des schèmes moteurs appris (plus particulièrement dans la planification et la programmation de l'action) (Viallet et Teston, 2007 ; Viallet, 2015). Le déficit dopaminergique et le dysfonctionnement des noyaux gris centraux qui en découle provoquent donc une défaillance du contrôle « implicite » des plans moteurs appris.

2.1.2. Epidémiologie

La maladie de Parkinson est la deuxième affection neurodégénérative la plus fréquente après la maladie d'Alzheimer. Elle débute le plus souvent entre 58 et 62 ans mais peut apparaître avant 40 ans dans 10 % des cas (maladie de Parkinson précoce). L'apparition de la maladie avant l'âge de 20 ans est très rare, on parle dans ce cas d'une forme génétique (Defebvre, 2007). La prévalence était estimée en 2005 à 827 sur 100 000 habitants, soit environ 150 000 malades (Moreau et Defebvre, 2015). Elle augmente avec l'âge. Les hommes semblent plus fréquemment touchés, avec un sexe ratio supérieur à 1 (Defebvre, 2005).

2.1.3. Etiologie

L'origine de la maladie de Parkinson reste encore peu connue, mais différentes possibilités ont été évoquées :

- Des facteurs environnementaux comme l'exposition à des produits chimiques, tels que les insecticides et les pesticides (Priyadarshi et al., 2001). Ces facteurs constituent une source d'explication possible. Cependant, Moreau et al. (2015) soulignent qu'il est probable dans ce cas « qu'il existe une susceptibilité individuelle génétique, à ces toxiques ».
- Des facteurs génétiques, car des antécédents familiaux sont relevés dans 15% à 20 % des cas. Certaines études (Satake et al., 2009 ; Simon-Sanchez et al., 2009) ont effectivement mis en évidence des facteurs de risques héréditaires dus à des mutations chromosomiques ou géniques.
- Une origine multifactorielle, dans la majorité des cas, combinant facteurs environnementaux et génétiques (Defebvre, 2005).

2.1.4. Diagnostic

Le diagnostic de la maladie de Parkinson est principalement clinique. Dans la littérature, nous retenons les nouveaux critères diagnostiques de Postuma et al. (2015) : the Movement Disorder Society Clinical Diagnostic Criteria for Parkinson's Disease (MDS-PD Criteria).

Le MDS-PD Criteria est un outil essentiellement destiné à la recherche qui met en évidence deux points essentiels dans le cheminement du diagnostic de cette maladie :

- Premièrement, il est nécessaire de présenter un syndrome parkinsonien, c'est-à-dire de souffrir de trois signes cardinaux présentés comme suit : une bradykinésie (qui définit la lenteur du mouvement) accompagnée soit d'une rigidité, soit de tremblements de repos, soit les deux. Ces manifestations motrices doivent être clairement identifiées, sans hésitation.

- Deuxièmement, une fois que la présence d'un syndrome parkinsonien a été établie, il faut définir si le patient présente une maladie de Parkinson. Le diagnostic clinique de cette maladie nécessite de ne présenter aucun critère d'exclusion ; de remplir au moins deux critères d'inclusion en faveur du diagnostic, et de ne pas présenter de signaux d'alerte, qui pourraient attester d'une autre pathologie.

Les différents points du diagnostic, proposés par la MDS-PD Criteria sont repris en annexe n°1.

2.1.5. Stratégies thérapeutiques

Il n'existe malheureusement aucun traitement curatif ou entièrement neuro-protecteur de la maladie de Parkinson. Seuls des traitements symptomatiques existent, ils visent à pallier le déficit en dopamine et à restaurer la transmission dopaminergique (Defebvre, 2005). Effectivement, les traitements dopaminergiques administrés aux patients ne soignent pas directement la maladie, mais réduisent l'importance des symptômes. Ils peuvent malheureusement provoquer des fluctuations motrices ou des dyskinésies, qui sont des mouvements anormaux involontaires et incontrôlés pouvant apparaître au repos. Elles parasitent essentiellement les mouvements volontaires.

Des traitements chirurgicaux comme les techniques lésionnelles et la stimulation cérébrale profonde peuvent également être proposées. Cette dernière permet de diminuer l'ampleur des tremblements et les complications motrices secondaires aux traitements dopaminergiques. Le choix des patients pouvant en bénéficier est basé sur de nombreux critères. La technique est aujourd'hui destinée principalement à des patients jeunes (moins de 70 ans) en activité, ou à des patients présentant des fluctuations motrices importantes qui limitent leurs activités dans la vie quotidienne (Fraix, 2015).

Parallèlement aux traitements symptomatiques, des thérapies compensatoires sont proposées aux patients atteints de la maladie de Parkinson. Ainsi, ces sujets peuvent bénéficier de diverses prises en charge :

- En orthophonie notamment pour la parole et la déglutition. L'approche pourra être classique, avec un travail sur les caractéristiques de la parole, sur la

respiration... ou utiliser la méthode LSVT (Lee Silverman Voice Treatment) dont nous parlerons plus tard, pour pallier les difficultés engendrées par la dysarthrie. Les séances auront également pour but de favoriser la communication du patient avec son entourage.

- En kinésithérapie pour l'activité physique : l'entraînement cardiaque, le renforcement musculaire, la marche...
- En ergothérapie pour une meilleure adaptation de l'environnement au patient.

2.2. Une défaillance principalement motrice

Bien que la maladie de Parkinson n'affecte pas uniquement la motricité, cette dernière est particulièrement touchée dans cette pathologie. Outre les signes moteurs, d'autres signes associés peuvent apparaître.

2.2.1. Les signes moteurs

La littérature ainsi que la communauté scientifique s'accordent sur trois principaux symptômes moteurs, qui représentent les signes initiaux de la maladie : on parle alors de « triade parkinsonienne » (Defebvre, 2005). Ces symptômes sont présents à des degrés variables et n'affectent pas tous les patients :

- **Les tremblements de repos**

Ils représentent le signe initial dans 70% des cas (Moreau et al., 2015 ; Defebvre, 2005) : ces tremblements se manifestent de manière asymétrique et touchent plus particulièrement les membres supérieurs. Ils augmentent généralement avec les émotions et/ou l'effort intellectuel, et tendent à diminuer lors des mouvements volontaires.

- **L'akinésie**

Elle se définit comme la difficulté d'initiation à la réalisation du mouvement ; elle s'accompagne souvent d'une bradykinésie (lenteur du mouvement). Le patient souffrant de ce symptôme perd souvent le ballant des bras lors de la marche. Il éprouve

également une gêne dans la réalisation de gestes répétitifs (se raser par exemple) et une lenteur dans leur exécution (Defebvre, 2005).

- **La rigidité des membres (ou hypertonie)**

Elle se caractérise par une résistance à la mobilisation passive d'une articulation, exécutée par l'examineur lors de l'examen clinique (Postuma et al., 2015).

En phase avancée de la maladie, on y rajoute un quatrième signe : l'instabilité posturale et les troubles de la marche (Defebvre, 2005).

2.2.2. Les signes associés dits « non moteurs »

L'association d'autres signes est possible. Ils peuvent apparaître au stade initial ou au cours de l'évolution de la maladie. Il s'agit notamment de troubles neurovégétatifs (hypersialorrhée, troubles digestifs, troubles vasomoteurs...), de troubles sensitifs (crampes, engourdissement, picotements...), de troubles du sommeil et de la vigilance, de troubles cognitifs (mémoire, attention, fonctions exécutives, traitement des informations visuospatiales) ainsi que de troubles psychiques (dépression, anxiété) (Defebvre, 2005 ; Moreau et al., 2015).

2.3. La dysarthrie dans la maladie de Parkinson

La parole a pour objectif l'expression de la pensée. Elle comporte d'une part le langage (défini comme l'idée du concept à exprimer) et d'autre part les mécanismes moteurs permettant la production orale des différents phonèmes. Ces mécanismes moteurs sont malheureusement défectueux chez les patients atteints de la maladie de Parkinson et provoquent des difficultés communicationnelles qui entraînent une majoration de leur handicap.

2.3.1. Définition

La dysarthrie se caractérise par la présence de troubles liés à un mauvais fonctionnement des groupes musculaires responsables de la production de la parole.

Elle se caractérise également par une réduction des mouvements articulatoires ainsi qu'une diminution de la richesse prosodique de la parole (Viallet et Teston, 2007). De ce fait, cette dysarthrie entraîne une diminution plus ou moins importante de l'intelligibilité du locuteur.

Selon la classification de Darley et al. (1975), la plus utilisée dans la pratique clinique, la dysarthrie dans la maladie de Parkinson est qualifiée d'« hypokinétique » et touche environ 80% des malades (Moreau et al., 2015). Elle se décline sous trois axes principaux (Viallet et Teston, 2007) :

- **La dysprosodie**

Elle se traduit par une monotonie de l'intensité, une diminution de l'accentuation ainsi que par la présence de pauses inappropriées et de palilalies. Elle représente un marqueur spécifique des troubles de la parole chez le patient parkinsonien ;

- **La dysphonie**

Selon Viallet et Teston (2007), elle « correspond aux anomalies de fonctionnement du vibrateur laryngé concernant la hauteur (le fondamental étant soit élevé, soit abaissé), l'intensité (souvent réduite) et le timbre (qui se veut soufflé, généralement accompagné d'une impression de tremblement vocal) ».

- **Les troubles articulatoires**

Ils se manifestent essentiellement lors de la production de consonnes occlusives, ayant alors l'apparence de constrictives. Robert et Spezza (2005) cités par Viallet et Teston (2007) l'expliquent par la conséquence d'une fermeture insuffisante du conduit vocal. On note également chez les patients une diminution des mouvements labiaux, donnant l'impression qu'ils « avalent » les syllabes et les phonèmes.

2.3.2. Prise en charge et méthode Lee Silverman

En dehors de toute approche traditionnelle (travail du souffle, de la respiration, de l'articulation, exercices de relaxation, ...) dans la prise en charge de la dysarthrie parkinsonienne, il existe une autre méthode qui a fait ses preuves au début du XXIème siècle : la méthode Lee Silverman (LSVT LOUD), créée par Ramig en 1987 (Ramig et al. 2001).

Il s'agit d'une méthode de rééducation intensive, utilisée à raison de quatre fois par semaine pendant un mois, s'appuyant sur un concept : « parler fort ». Cinq principes fondamentaux l'encadrent : l'augmentation de l'intensité (qui représente la cible unique de la méthode), la production d'un effort important, l'intensité de la rééducation, le recalibrage de sa voix (afin d'améliorer sa perception sensorielle) et la quantification des résultats (pour permettre un comparatif tout au long de la rééducation).

3. La maladie de Parkinson et la perception de la parole

La dysarthrie parkinsonienne atteste d'un déficit de la production de la parole chez les patients parkinsoniens. Qu'en est-il de leur perception de la parole ?

La production et la perception de la parole s'articulent autour d'un axe primordial : le temps. Effectivement, la parole comporte des éléments (phonèmes, syllabes, mots, phrases, silences) de durées, de fréquences et d'intensités variables, qui les caractérisent et leur donnent du sens (Duez, 2005). Ces divers éléments et leurs caractéristiques ne semblent pas préservés dans la dysarthrie parkinsonienne : pauses nombreuses et inappropriées, diminution de l'intensité du discours, monotonie, débit variable ou encore accélérations brèves (Viallet et Teston, 2007). Un déficit au niveau temporel pourrait être responsable, au moins en partie, de ces difficultés. Dans le cas d'un lien fort entre production et perception comme nous l'avons évoqué, les caractéristiques pourraient également être altérées au niveau de la perception. Il paraît donc primordial d'essayer de comprendre le fonctionnement des mécanismes de perception du temps et de la parole chez les patients atteints de la maladie de Parkinson.

3.1. La perception du temps dans la maladie de Parkinson

Afin de déterminer les structures impliquées dans les processus temporels, Ferrandez et al. (2003) ont mené une étude, utilisant l'IRM fonctionnelle, dans laquelle ils comparent la discrimination de la durée à la discrimination de l'intensité de stimuli visuels. Trois tâches ont été proposées à 11 sujets. Dans la première (tâche de durée), les participants devaient déterminer si la durée d'allumage d'un voyant vert était égale à une durée-standard préalablement présentée (en appuyant sur le bouton droit), ou différente (en appuyant sur le bouton gauche). Dans la seconde (tâche d'intensité), ils devaient juger si l'intensité du voyant était égale à une intensité-standard préalablement présentée (bouton droit) ou différente (bouton gauche). Enfin, dans la dernière tâche (contrôle), les sujets devaient appuyer au hasard sur une des deux touches, à chaque fois que le voyant vert s'éteignait. Les résultats obtenus suggèrent que différentes structures cérébrales (telles que l'aire motrice supplémentaire, le

cortex préfrontal ventrolatéral, le cortex pariétal inférieur, les ganglions de la base, etc.) participent aux mécanismes temporels. Nous ne les détaillerons pas tous ici puisque cela ne représente pas l'objectif de notre étude. En revanche, nous nous intéresserons particulièrement aux ganglions de la base, qui dysfonctionnent dans la maladie de Parkinson (comme évoqué dans le chapitre précédent).

Certaines études affirment que la quantité de dopamine dans les ganglions de la base module les capacités d'estimation du temps. D'après Lake et al. (2013) cités par Gu et al. (2014), ces modulations dopaminergiques amèneraient à une distorsion systématique des réponses au niveau du temps : par l'intermédiaire des ganglions de la base, les traitements agonistes permettraient une augmentation de la vitesse de traitement des informations, alors que les antagonistes en provoqueraient la réduction. L'étude de Lustig et Meck (2005) expriment la même idée en constatant une mauvaise discrimination de la durée après administration d'un antagoniste dopaminergique.

Considérant le rôle de la dopamine dans les capacités d'estimation du temps via les ganglions de la base, et en sachant que les patients parkinsoniens souffrent d'un déficit dopaminergique, il est légitime de penser qu'ils pourraient éprouver des difficultés d'ordre temporel.

Afin d'approfondir cette hypothèse, de nombreuses études ont été menées depuis le milieu du XX^{ème} siècle à ce sujet. Les études s'intéressant aux processus temporels se sont surtout tournées vers certains mécanismes : l'estimation de la durée, la discrimination temporelle et le jugement d'ordre temporel. Une étude de Diedrichsen et al. (2003) demande aux patients parkinsoniens de taper du doigt aux pulsations d'un métronome. Le métronome est en marche, puis s'arrête pour que le participant puisse recevoir un feedback sur ses productions (notamment sur la durée de l'intervalle cible et la durée de l'intervalle effectué réellement). Plusieurs essais sont proposés. Les résultats montrent que les patients parkinsoniens ne sont pas synchrones et ont tendance à taper avant le son. De plus, lorsque le métronome redémarre, ils ne sont pas capables de se corriger. Les auteurs proposent deux explications. Premièrement, leur « horloge interne » pourrait fonctionner plus rapidement que le rythme proposé par le métronome. Ils taperaient donc avant le son et n'arriveraient pas à se corriger. Deuxièmement, les patients pourraient percevoir leur tapement de doigt comme étant apparu plus tard qu'il ne l'a été en réalité. Les différents types d'information ne seraient pas intégrés correctement.

Le déficit de discrimination temporelle est constaté par Artieda et al. (1992) chez les patients parkinsoniens dans trois modalités sensorielles : auditive, visuelle et somesthésique en mesurant l'intervalle minimum de temps requis entre deux stimuli pour qu'ils soient perçus comme séparés. Les patients parkinsoniens ont besoin d'un intervalle de temps plus important pour percevoir le décalage entre deux stimuli. L'auteur précise que le déficit augmente avec la sévérité de la maladie et qu'il est amélioré par l'administration de Levodopa. Cependant, si les réponses sont plus appropriées après l'administration, les résultats n'atteignent tout de même pas des valeurs normales. Riesen et Schnider (2001) confirment également cette difficulté en proposant deux tâches aux patients : une tâche de discrimination de stimuli visuels brefs (de 200 ms à 2 secondes) et une tâche d'estimation verbale de stimuli plus longs (de 12 secondes à 48 secondes). Les résultats suggèrent une difficulté de discrimination des stimuli brefs mais une estimation verbale de stimuli longs corrects. Les auteurs expliquent ce phénomène en utilisant les processus attentionnels. En effet, pour eux, la difficulté des patients ne se situeraient pas uniquement au niveau du temps mais aussi au niveau des processus employés : la tâche de discrimination des stimuli courts fait appel à un traitement rapide de séries de stimuli, et donc à la mémoire de travail et/ou à l'attention divisée (chutés chez le patient parkinsonien) alors que le traitement des stimuli longs nécessite la mémoire à long terme qui, elle, est préservée dans la maladie.

Les événements, comme la parole, se déroulent dans un ordre précis. Tout changement dans cette succession induirait des difficultés de compréhension de ce qui nous entoure et du message que l'on nous envoie. Cette capacité à appréhender correctement la succession des éléments dans le temps est donc primordiale dans la vie de tous les jours. D'après une étude de Da Silva et al. (2015), elle serait déficitaire d'une part chez les personnes âgées sans pathologie neurologique et d'autre part chez les patients atteints de la maladie de Parkinson. Dans cette étude évaluant les jugements d'ordre temporel, il est demandé aux participants de regarder un écran où apparaissent deux carrés, présentés à un intervalle de 0 à 167 ms l'un de l'autre. Ils doivent ensuite désigner le carré qui est apparu le premier à l'écran. Les résultats suggèrent que les personnes âgées et les patients parkinsoniens ont des difficultés à détecter l'ordre des événements. Pour les auteurs, ce déficit serait dû aux carences en dopamine retrouvées chez les deux populations.

3.2. La perception de la parole dans la maladie de Parkinson

Scott et al. (1984) avaient supposé un déficit spécifique de l'expression et de la réception de la prosodie chez ces individus. Depuis, d'autres études ont vu le jour afin d'approfondir cette hypothèse.

Fox et Ramig (1997) ont mené une expérience auprès de personnes atteintes de la maladie de Parkinson, lesquelles devaient autoévaluer leur voix, leur parole ainsi que leur communication. Les résultats ont démontré que ces patients présentaient un déficit de la perception de l'intensité de leur propre parole. Afin de savoir si ces difficultés se limitaient à leur parole ou se généralisaient à la perception de la parole d'autrui, Kwan et Whitehill (2011) ont passé en revue différentes études. Celles-ci ont mis en évidence un déficit de la perception de la parole chez les patients parkinsoniens, mais elles s'intéressent plutôt à la dimension émotionnelle.

Cette étude rejoint celle de Breitenstein et al. (2001), qui ont étudié les origines du déficit de la perception de la prosodie émotionnelle chez ces patients. Leur expérience a conclu à l'atteinte de deux facteurs essentiels à la classification des émotions : la mémoire de travail, faisant partie d'un déficit cognitif plus global, et le traitement des paramètres acoustiques de la parole (hauteur, intensité, durée, vitesse). Cette hypothèse d'un traitement acoustique des éléments de la parole altéré est également soutenue par Troche et al. (2012) : les patients parkinsoniens ont plus de difficultés que les sujets contrôles lorsqu'il s'agit de discriminer des sons en se basant sur leur amplitude et leur fréquence. Autrement dit, les patients souffrant de la maladie de Parkinson n'utilisent pas les signaux acoustiques à bon escient, ce qui compromet leur perception notamment émotionnelle.

Puisque les patients parkinsoniens estiment difficilement les intervalles de temps et traitent difficilement les paramètres acoustiques de la parole, Gräber et al. (2002) se sont demandés s'ils étaient capables de catégoriser des paires minimales ne différant que par leur durée. Ces auteurs utilisent le mot « Boten » et manipulent la durée d'occlusion du phonème [t] (de 110 ms à 20 ms). Ils demandent ensuite aux sujets de décider si le mot proposé ressemble à « Boten » ou à « Boden ». Sur les 10 patients, 7 sujets catégorisent les mots de la même façon que les sujets contrôles. Cependant, 3 patients perçoivent uniquement Boden. Pour les auteurs, ce résultat

suggère que les difficultés d'estimation du temps rencontrées chez les patients parkinsoniens peuvent compromettre leur perception des sons de la parole.

L'expérience de Malapani et al. (1994) montre que les patients parkinsoniens en état off¹ éprouvent également des difficultés à prendre en compte les stimuli bimodaux concurrentiels. En effet, lorsqu'un stimulus auditif et un stimulus visuel identiques sont présentés simultanément, les résultats sont les mêmes que ceux des patients en état on² et que ceux des sujets contrôles. Cependant lorsque ces deux stimuli sont différents mais présentés au même moment, les patients en état off ne réussissent pas à les discriminer.

La maladie de Parkinson semble donc engendrer des difficultés concernant la discrimination temporelle et les jugements temporels, la reconnaissance et l'utilisation de la prosodie, le traitement acoustique des éléments de la parole, et la prise en compte de stimuli bimodaux concurrentiels. Devant ces conclusions, nous sommes amenées à nous demander : qu'en sera-t-il de la perception de syllabes présentées dans des modalités concurrentielles et avec un décalage audiovisuel ?

4. Buts et hypothèses

Nous avons donc vu plus haut que le système moteur était fortement impliqué dans l'intégration audiovisuelle de la parole. Or, ce système moteur est défaillant chez le patient parkinsonien. De plus, l'une des conditions nécessaires à cette intégration audiovisuelle de la parole concernerait les capacités de structuration temporelle. Même si la question n'a été que très peu étudiée, il semblerait que les malades parkinsoniens aient des difficultés à estimer le temps. Nous pouvons donc postuler que, dans le cas d'un déficit moteur/perceptif, l'intégration audio-visuelle est perturbée. Le processus de catégorisation phonétique semble se mettre en place après l'intégration, il pourrait donc lui aussi être touché.

La question principale que nous nous posons est donc la suivante : les éléments nécessaires à une bonne intégration audiovisuelle étant dégradés chez les patients

¹ Etat off : sans traitement dopaminergique donc sans effet régulateur

² Etat on : sous traitement dopaminergique

parkinsoniens, perçoivent-ils les informations auditives et visuelles de la parole de la même façon que les sujets sains ?

Nous nous proposons dans le cadre de ce mémoire de réaliser une étude expérimentale comparant les performances de ces patients à celles de sujets sains.

Sujets, matériel et méthode

1. Les participants

Quarante-trois personnes ont participé à notre étude. Aucune d'elles ne présentait de troubles auditifs importants (3 seulement se plaignaient d'acouphènes et 8 autres évoquaient une presbycusie naissante, non corrigée), ni de troubles visuels non corrigés (elles portaient toutes des lunettes et estimaient avoir une vision correcte). Elles étaient toutes de langue maternelle française et 2 d'entre elles étaient bilingues (français/arabe et français/anglais). Les autres participants ne parlaient pas d'autres langues ou à un niveau très faible (quelques mots).

Les participants étaient séparés en deux groupes : le groupe contrôle et le groupe patient.

Le groupe patient était composé de 21 personnes : 9 femmes et 11 hommes avec une moyenne d'âge de 62,2 ans (écart-type de 6,7 ans). Vingt patients étaient droitiers, un seul était gaucher (tableau I). Nos critères d'inclusion pour ce groupe étaient les suivants :

- Ne pas présenter de troubles cognitifs majeurs
- Ne pas présenter de troubles moteurs majeurs
- Ne pas présenter de troubles visuels majeurs
- Ne pas présenter de troubles auditifs majeurs
- Avoir reçu le diagnostic de maladie de Parkinson

Ces patients étaient tous en état « on » lors de l'expérimentation. Dix-huit d'entre eux ont été recrutés au CHR dans le service de neurologie A ou en consultation de neurologie. Les trois autres participants de ce groupe étaient des patients accueillis lors de nos stages. Les patients recrutés dans le service de neurologie étaient présents pour l'une des deux raisons suivantes : ils étaient sur le point (ou venaient) de bénéficier d'une stimulation cérébrale profonde (6 patients) ou avaient besoin d'un réajustement de leur traitement (13 patients).

Le groupe contrôle était plus ou moins apparié en âge et en sexe. Il était composé de 22 personnes : 11 hommes et 11 femmes avec une moyenne d'âge de 59,9 ans (écart-type de 5,7 ans). Sur ces 22 participants, 17 étaient droitiers, 4 gauchers et 1 ambidextre (tableau II). Ces personnes ont été recrutées dans notre entourage ou sur

nos lieux de stage en région Nord et en Ile-de-France. Huit d'entre elles ont effectué la passation au CHR de Lille. Les critères d'inclusion étaient les suivants :

- Etre âgé de plus de 50 ans
- Ne pas présenter de maladies neurologiques ou de démences
- Ne pas présenter de troubles sensoriels majeurs (auditifs ou visuels)

Ces 43 personnes ont consenti à participer à notre étude en signant deux documents : une lettre d'information expliquant l'objectif de notre mémoire et un formulaire de consentement. Deux autres feuillets ont également été remplis : un test de latéralité manuelle et un questionnaire sur leur état de santé. Ces fichiers sont repris en annexe, respectivement annexes n°2, 3, 4 et 5.

Pour effectuer notre expérimentation, nous n'avons pas mis de CPP³ en place.

³ Aucun de nos sujets n'a été convoqué : nous les avons rencontrés dans le cadre de suivi ou de consultation. Certes, il aurait été préférable d'établir un CPP mais cela s'est avéré impossible dans le délai imparti. Cependant, nous avons également pris soin de respecter les règles éthiques du département d'Orthophonie (formulaire de consentement et lettre d'information).

PATIENTS								
Âge	DD	Sexe	Vue	Audition	Langue(s)	Lat.	Lieu de passation	Trait. Chir.
65	1999	F	C.	/	Français	D	CHR	SCP
82	1990	F	C.	Non C.	Français	D	CHR	/
58	2007	H	C.	/	Français	D	CHR	/
64	1999	H	C.	/	Français	D	CHR	/
58	1995	H	C.	/	Français	D	CHR	/
64	2005	F	C.	Acouphènes	Français	D	CHR	/
66	2004	H	C.	/	Français	D	Hors CHR	/
57	2006	F	C.	/	Français Arabe	D	CHR	/
58	1999	F	C.	/	Français	D	CHR	/
64	2013	H	C.	/	Français	D	CHR	/
53	1990	F	C.	/	Français	D	CHR	2 SCP
58	2007	F	C.	/	Français	D	CHR	SCP
55	2008	F	C.	/	Français	D	CHR	SCP
67	NR	H	C.	Acouphènes	Français	D	CHR	/
69	2009	H	C.	/	Français	D	Hors CHR	/
67	2003	F	C.	/	Français	D	CHR	/
63	2011	H	C.	/	Français	D	CHR	/
62	NR	H	C.	Non C.	Français	D	Hors CHR	/
52	NR	H	C.	/	Français	G	CHR	SCP
61	NR	H	C.	/	Français	D	CHR	SCP
60	NR	H	C.	/	Français	D	CHR	/
m=62		12H 9F	21C.	2 Non C.	1 sujet bilingue	20D 1G	3 Hors CHR	6 SCP

Tableau I : Présentation des patients. « DD » = « date de diagnostic » ; « C. » = « corrigée » ; « Non C. » = « non corrigée » ; « Lat. » = « latéralité » ; « SCP » = « Stimulation cérébrale profonde » ; « NR » = « non renseigné », « F » = « femme », « H » = « homme », « D » = « droite », « G » = « gauche », « A » = « ambidextre » ; « Trait. Chir. » = traitements chirurgicaux

TEMOINS						
Âge	Sexe	Vue	Audition	Langue(s)	Lat.	Lieu de passation
69	F	C.	/	Français	D	CHR
68	H	C.	Non C.	Français	D	CHR
52	F	C.	/	Français	D	Hors CHR
53	H	C.	/	Français	D	Hors CHR
57	F	C.	/	Français	D	Hors CHR
56	H	C.	Non C.	Français	A	Hors CHR
60	F	C.	Non C.	Français	D	CHR
61	H	C.	Non C.	Français	D	Hors CHR
63	F	C.	/	Français	D	Hors CHR
61	F	C.	/	Français	D	Hors CHR
56	F	C.	/	Français	D	CHR
58	H	C.	/	Français	G	CHR
55	F	C.	/	Français	G	CHR
51	F	C.	/	Français	G	CHR
59	H	C.	Non C.	Français	G	Hors CHR
68	F	C.	/	Français	D	Hors CHR
52	H	C.	Non C.	Français	D	CHR
65	H	C.	Acouphènes	Français	D	Hors CHR
60	H	C.	/	Français	D	Hors CHR
70	H	C.	/	Français	D	Hors CHR
61	F	C.	/	Français Anglais	D	Hors CHR
63	H	C.	/	Français	D	Hors CHR
m=59,9	11H 11F	21 C.	6 Non C.	1 sujet bilingue	17D 4G/1A	14 Hors CHR

Tableau II. Présentation des sujets témoins. « C. » = « corrigée » ; « Non C. » = « non corrigée » ; « Lat. » = « latéralité » ; « SCP » = « Stimulation cérébrale profonde » ; « NR » = « non renseigné », « F » = « femme », « H » = « homme », « D » = « droite », « G » = « gauche », « A » = « ambidextre »

2. La mise en place de l'expérimentation

Les expérimentations ont été effectuées dans une pièce calme en utilisant un ordinateur Intelcore™i3 (Ubuntu). Les stimuli étaient présentés sur un écran de 13 pouces et les participants se trouvaient à une distance confortable de l'écran (environ 40cm). Pour éviter toute situation de bruit gênante pour l'expérience, nous avons demandé aux participants de porter un casque (Sennheiser HD 280 PRO) qui leur délivrait les stimuli auditifs, à un niveau convenable.

3. Les stimuli

Les stimuli auditifs et visuels ont été enregistrés par une seule personne : un homme, de langue maternelle française, parlant distinctivement sans exagération. Sur les enregistrements originaux, cette personne prononçait « ba », « da » et « ga ». Chaque syllabe durait 1 seconde. Le logiciel Adobe Premiere a été utilisé pour leur création.

Ces stimuli ont ensuite été retravaillés : chaque vidéo a été doublée d'une syllabe auditive différente. Pour fabriquer les stimuli destinés à tester la fusion (l'effet McGurk), la vidéo de prononciation de la syllabe « ga » a été ajoutée la syllabe auditive « ba ». Pour les stimuli destinés à tester la combinaison, la vidéo de la syllabe « ba » a été ajoutée à la syllabe auditive « ga ». Enfin, pour tester la perception des participants, les syllabes « ba », « da » et « ga » ont été présentées de façon cohérente selon 3 modalités : auditive uniquement, visuelle uniquement et audiovisuelle.

Les asynchronies audiovisuelles ont été obtenues en décalant la portion auditive de -600 ms à 600 ms pour obtenir 13 décalages audiovisuels différents (-600 ms, -480 ms, -360 ms, -240 ms, -120 ms, -80 ms, 0 ms, +80 ms, +120 ms, +240 ms, +360 ms, +480 ms, +600 ms). Ainsi, sur nos graphiques, ces décalages sont respectivement représentés par les données allant de -15 à 15.

4. La procédure

Notre expérimentation était composée de deux tâches. La première était une tâche d'identification. Elle avait plusieurs intérêts. Elle nous permettait tout d'abord de savoir si le participant éprouvait des difficultés importantes à percevoir les stimuli originaux qui auraient pu biaiser notre étude. Plus important encore, cette tâche permettait de connaître les capacités de fusion et de combinaison des patients et des contrôles à différents décalages afin de pouvoir les analyser et les comparer. La deuxième demandait aux participants de juger du caractère simultané ou non de deux stimuli : un auditif et un visuel. Cette tâche avait pour objectif de comparer les performances d'estimation du temps des patients et des contrôles. Les deux tâches étaient toujours présentées dans le même ordre : la tâche d'identification puis la tâche de jugement de simultanéité. Néanmoins, dans la tâche d'identification, l'épreuve de fusion pouvait apparaître soit avant, soit après celle de la combinaison. Pour ne pas souffrir d'un effet de liste qui biaiserait l'étude, les réponses possibles à chaque stimulus étaient toujours présentées dans un ordre différent. Quatre positions étaient possibles : BADAGA, BABGAGA, Synch-NonSynch (position 1) ; BADAGA, BABGAGA, NonSynch-Synch (position 2) ; GABGABA, GADABA, Synch-NonsSynch (position 3) ; GADABA, GABGABA, NonSynch-Synch (position 4). La durée totale de l'expérimentation était d'environ 20 minutes (5 minutes par tâche ainsi qu'une dizaine de minutes de discussion avec le patient avant ou après les épreuves).

Une fois que le participant était installé, nous lui donnions les grandes lignes de notre expérimentation sans entrer dans les détails pour ne pas influencer ses réponses. S'il était d'accord pour participer, nous lui demandions de signer la lettre d'information ainsi que le formulaire de consentement. Ensuite, nous lui posions quelques questions concernant son état de santé, ce qui nous permettait également de discuter avec lui pour le mettre à l'aise. Puis nous effectuions un test de latéralité manuelle à l'aide du Edinburgh Handedness Inventory (Oldfield, 1971) : le participant devait répondre aux items en précisant la main qu'il utilisait le plus souvent pour une tâche donnée.

Enfin, nous lui expliquions les consignes de la première épreuve. En cas de questions de la part du participant, nous essayions de répondre simplement sans donner trop de précisions.

4.1. La tâche d'identification

Pour s'assurer de la bonne compréhension des consignes, 3 stimuli étaient présentés à titre d'exemple au début de la première tâche. Il s'agissait des syllabes « ba », « da » et « ga » présentées de façon congruente au niveau audiovisuel et au niveau du temps.

Les stimuli étaient présentés en deux blocs de façon aléatoire aux participants (soit le bloc fusion apparaissait le premier, soit le bloc combinaison était présenté d'abord) :

- Le bloc fusion comportait les stimuli destinés à tester la fusion ainsi que les stimuli originaux. Ils étaient présentés trois fois chacun pour un total de 66 présentations (9 stimuli originaux x 3 présentations + 13 stimuli pour la fusion x 3 = 66 présentations).

- Le bloc combinaison comportait les stimuli destinés à tester la combinaison uniquement. Ils étaient également présentés trois fois chacun pour un total de 39 présentations (13 stimuli x 3 = 39 présentations).

Lors de cette tâche, 105 items étaient donc proposés dans un ordre aléatoire au participant, pour une durée d'environ 5 minutes.

Sur la table étaient disposées des étiquettes « ba », « da » et « ga » (pour la fusion), et « ba », « ga », « bga » (pour la combinaison). Il était demandé au patient de prendre en compte « ce qu'il voyait et ce qu'il entendait », et de montrer la syllabe appropriée à ce qu'il avait perçu parmi le choix forcé. Bien que le test soit informatisé, nous avons jugé préférable de demander aux participants de pointer une étiquette plutôt que d'appuyer sur la touche correspondante sur le clavier. En effet, il était d'une part difficile pour certains patients atteints de dyskinésies d'appuyer sur les touches (assez petites) et d'autre part, nous ne voulions pas ajouter à cette tâche de perception, une autre charge cognitive (chercher la touche correspondante à la perception sur l'écran, la trouver sur le clavier et cela sans se tromper car il n'est pas possible de corriger). C'était donc l'expérimentateur qui utilisait le clavier pour enregistrer la réponse du participant, qu'il soit patient ou contrôlé, dans le but de garder les mêmes modalités de passation.

A la fin de cette première épreuve, nous effectuions une pause de cinq minutes, puis nous expliquions l'épreuve suivante. Nous consacrons souvent un petit temps à la fin de l'expérience si la personne désirait discuter de notre étude.

4.2. La tâche de jugement de simultanéité

Pour cette tâche, nous avons utilisé les stimuli du bloc fusion ainsi que les stimuli du bloc combinaison. Les stimuli originaux ont été enlevés. Chaque stimulus a également été présenté 3 fois pour un total de 78 présentations (13 stimuli du bloc fusion x 3 présentations + 13 stimuli du bloc combinaison x 3 présentations). Cette tâche durait environ 5 minutes.

Selon le même principe que lors de la première tâche, le patient devait pointer l'étiquette « synchrone » ou « non synchrone » selon ce qu'il avait perçu en ne tenant compte que de la simultanéité ou non des stimuli auditifs et visuels. Cette fois encore, c'était l'expérimentateur qui utilisait le clavier pour enregistrer les réponses. Le participant était installé dans les mêmes conditions.

5. Analyse

Les résultats de chaque participant ont été classés et insérés dans des tableaux récapitulatifs. Ces tableaux nous ont permis de réaliser des pourcentages en nous appuyant sur différentes variables : ainsi nous avons pu obtenir des taux par participant, par décalage et par tâche. Nous allons expliquer ici, plus précisément, les calculs effectués grâce aux résultats de la tâche d'identification puis aux résultats de la tâche de jugement de simultanéité.

Nous nous sommes tout d'abord intéressées aux résultats de la tâche d'identification. Pour obtenir nos résultats statistiques, nous avons utilisé le site : <http://marne.u707.jussieu.fr/biostatgv> et appliqué le test t-student. Nous avons calculé les pourcentages de fusions et de combinaisons de chaque participant, puis de chaque groupe. Nous avons fixé le seuil de significativité à 5%.

Nous avons d'abord cherché à savoir si les taux de fusions et de combinaisons étaient les mêmes dans les deux groupes. Notre échantillon était composé de 21 personnes dans le premier groupe et de 22 personnes dans le deuxième groupe.

Certains sujets n'ayant pas fusionné ou pas combiné, nous ne connaissions pas les pourcentages moyens de fusions et de combinaisons des deux groupes. Dans les deux calculs suivants, nous n'avons donc tenu compte que des sujets ayant fusionné ou combiné au moins une fois. En ce concerne les taux de fusions moyens, l'échantillon était composé de 14 personnes dans le premier groupe et 15 personnes dans le deuxième groupe. Pour les taux de combinaisons moyens, l'échantillon était composé de 8 personnes dans le groupe 1 et 15 personnes dans le groupe 2.

Pour les résultats à la tâche de jugement de simultanéité, nous nous sommes intéressées aux pourcentages de réponses « synchrone ». Pour cela, nous avons recueilli les réponses « synchrone » de chaque participant, à chaque décalage. Nous avons transformé ces réponses en pourcentages et avons ainsi obtenu le pourcentage de réponses « synchrone » pour chaque participant, chaque décalage et enfin, pour chaque groupe. Le test ANOVA a ensuite été appliqué.

Résultats

Après analyse de nos données, nous avons pu observer des différences individuelles entre les participants : le nombre de fusions et de combinaisons diffère d'un participant à un autre. Il convient de noter que tous ne fusionnent et ne combinent pas. Le nombre de participants qui fusionnent est presque similaire dans les deux groupes : 14 patients sur 21 expriment un phénomène de fusion, contre 15 contrôles sur 22. Cependant, nous relevons une différence assez nette sur le phénomène de combinaison : les patients sont presque deux fois moins nombreux à combiner par rapport aux contrôles (8 pour les premiers contre 15 pour les seconds). Enfin, notons que le nombre de contrôles qui fusionnent est le même que celui qui combine, soit 15 sujets pour chaque phénomène.

1. La tâche d'identification

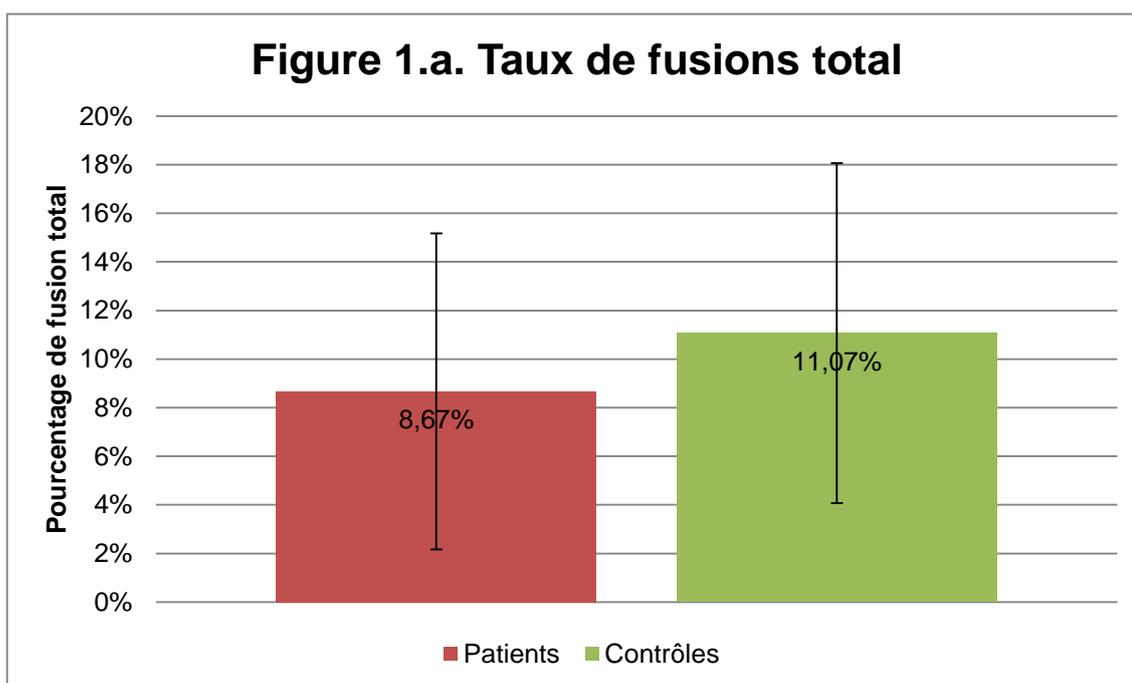


Figure 1.a. Taux de fusions total. Cette figure représente les pourcentages de fusions effectuées par les patients (8,67%) et les contrôles (11,07%) lors de la tâche d'identification (tâche 1), tous décalages audiovisuels confondus. Les traits verticaux représentent les écart-types du premier groupe (14) et du second (13). Les réponses de tous les participants ont été prises en compte. Aucune différence significative n'est relevée entre les deux groupes ($p=0,62$).

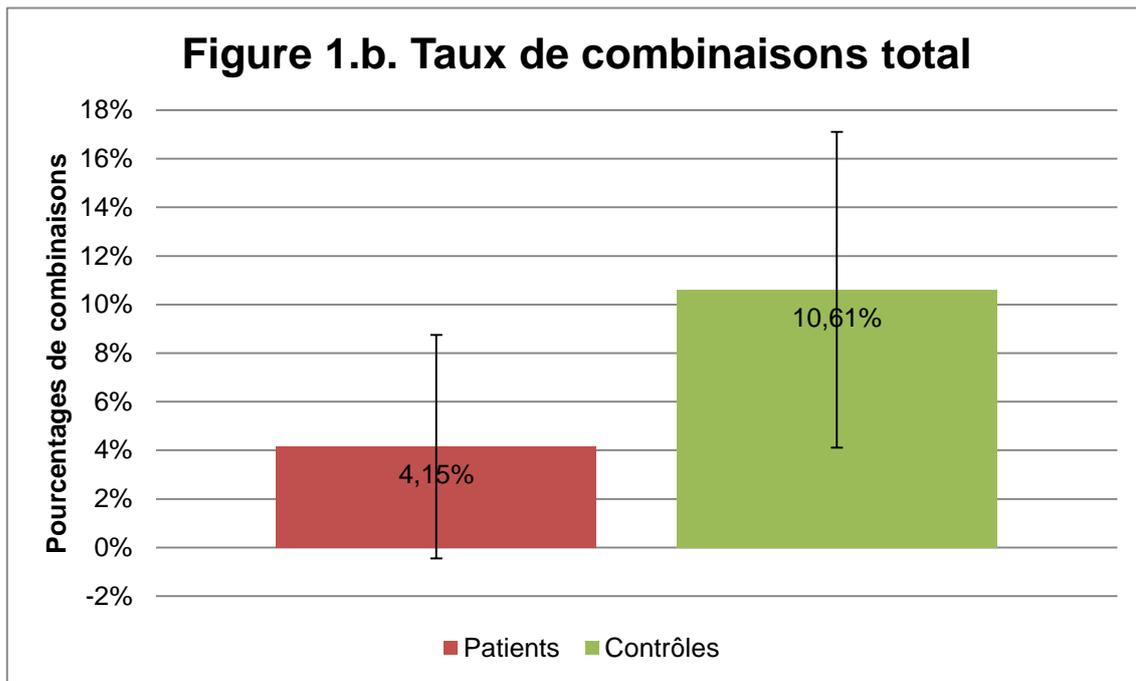


Figure 1.b. Taux de combinaisons total. Cette figure représente les pourcentages de combinaisons effectuées par les patients (4,15%) et les contrôles (10,61%) lors de la tâche d'identification (tâche 1) tous décalages confondus. Les traits verticaux représentent les écart-types du premier groupe (9,3) et du second (13). Les réponses de tous les participants ont été prises en compte et aucune différence significative n'a été relevée entre les deux populations ($p=0,07$).

À l'issue de l'expérience, nous avons analysé l'intégration audiovisuelle à travers la tâche d'identification (tâche 1). Ainsi, nous avons calculé les taux de fusions afin de confirmer ou d'infirmer d'éventuelles différences entre les deux groupes expérimentaux.

Nous avons d'abord calculé le pourcentage total de fusions (figure 1.a) et de combinaisons (figure 1.b) chez tous les participants, qu'importe le degré de synchronisation. Ainsi le taux de fusions total chez les 21 patients (en rouge) est de 8,67% (écart-type de 14) tandis que celui des 22 contrôles (en vert) représente 11,07% (écart-type de 13). Les différences entre les deux groupes ne sont pas significatives (test de student, $t=-0,50$, $p=0,62$) : le phénomène de fusion apparaît de la même façon dans les deux groupes.

Au niveau des combinaisons, nous obtenons un taux total de 4,15% chez les patients (écart-type de 9,3), contre 10,60% chez les contrôles (écart-type de 13). Ici encore, le test t-student ne met pas en évidence de différence significative entre les deux groupes expérimentaux (test de student, $t=-1,86$, $p=0,07$).

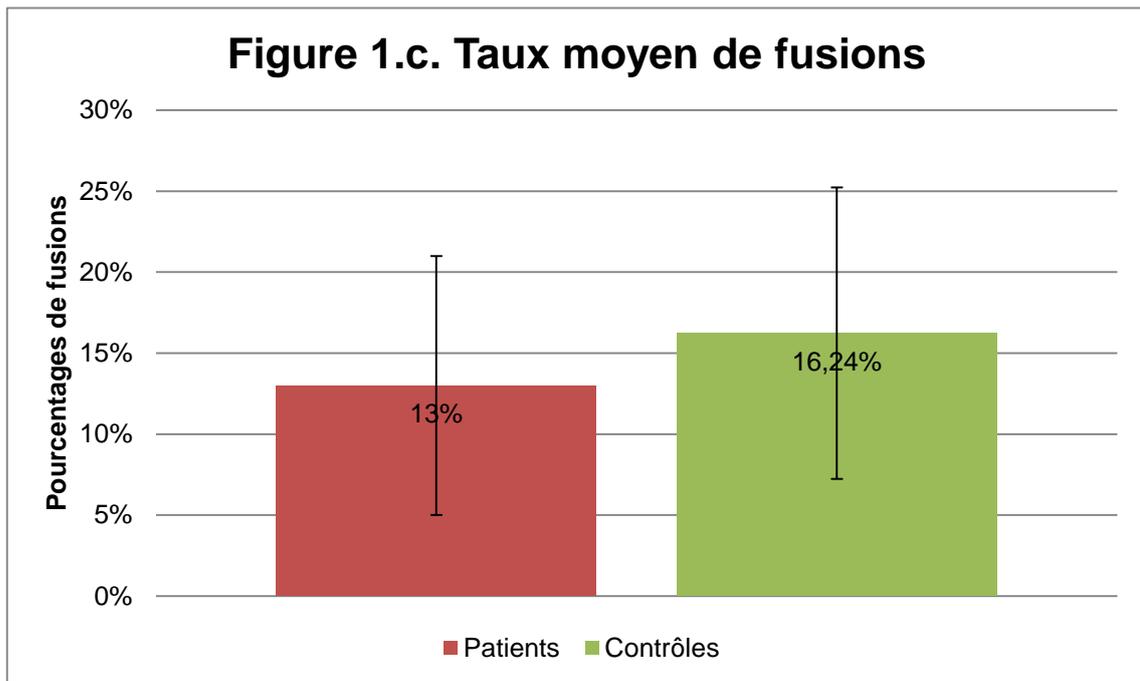


Figure 1.c. Taux moyen de fusions. Cette figure représente le pourcentage moyen de fusions chez les patients (13%) et les contrôles (16,24%), en ne prenant en compte que les participants ayant fusionné lors de la tâche d'identification (tâche 1). Les traits verticaux représentent les écart-types du premier groupe (16) et du second (18). Aucune différence significative entre les deux groupes n'est relevée ($p=0,62$).

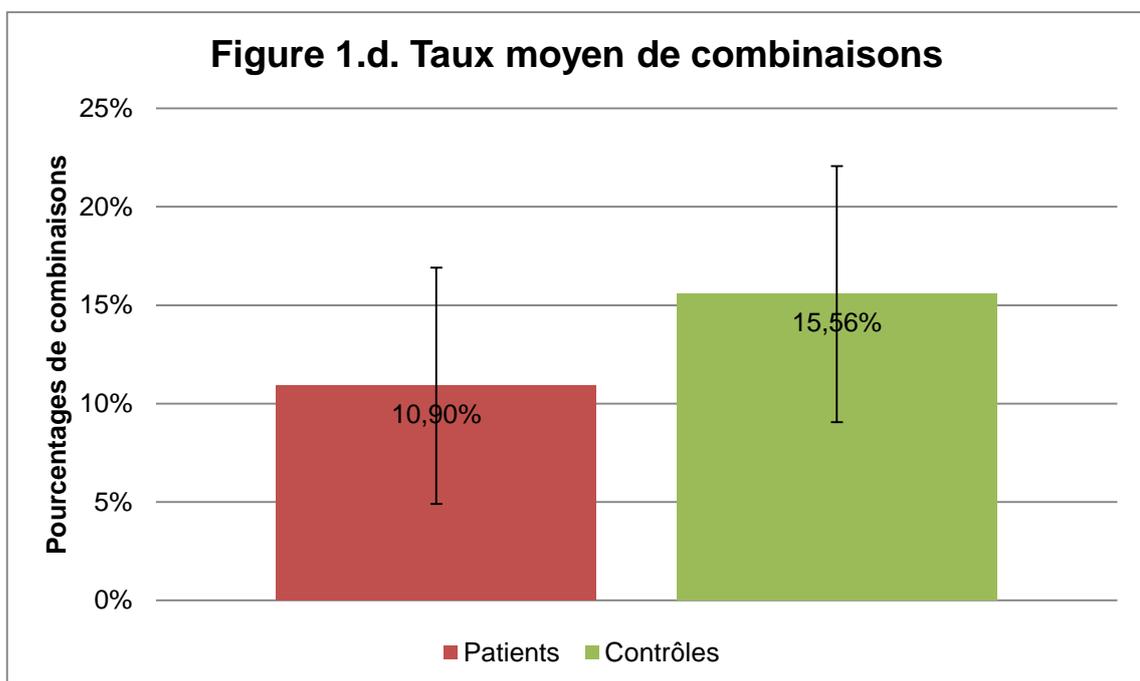


Figure 1.d. Taux moyen de combinaisons. Cette figure représente le pourcentage moyen de combinaisons chez les patients (10,9%) et les contrôles (15,56%). Elle ne prend en compte que les participants ayant combiné lors de la tâche d'identification (tâche 1). Les traits verticaux représentent les écart-types du premier groupe (12) et du second (13). Aucune différence significative n'est relevée ($p=0,44$).

Comme nous l'avons expliqué plus haut, tous les participants ne fusionnent et ne combinent pas. Pour des résultats plus fiables, nous avons donc calculé les pourcentages « moyens » de fusions et de combinaisons. Ces calculs ont été effectués en ne tenant compte que des participants ayant fusionné et/ou combiné au moins une fois au cours de l'expérience (soit pour la fusion, 14 patients et 15 contrôles et pour la combinaison, 8 patients et 15 contrôles). Il s'agit donc des taux de fusions présentés par les patients et contrôles qui fusionnent (figure 1.c) et des taux de combinaison des patients et contrôles qui combinent (figure 1.d). Dans ce cadre, le pourcentage de fusions des patients est de 13% (écart-type de 16) et celui des contrôles est de 16,24% (écart-type de 18). Le pourcentage des combinaisons des patients est de 10,9% (écart-type de 12) et celui des contrôles de 15,56 % (écart-type de 13). Après analyse statistique, nous ne retrouvons, cette fois encore, aucune différence significative entre les deux populations ni pour la fusion (test de student, $t=-0,50$, $p=0,62$), ni pour la combinaison (test de student, $t=-0,8$, $p=0,44$).

Malgré l'absence de différence significative entre les patients et les contrôles, nous souhaitons analyser un peu plus en détails les résultats des participants. Ainsi nous voulions savoir si le type de présentation des stimuli jouait un rôle dans leurs réponses.

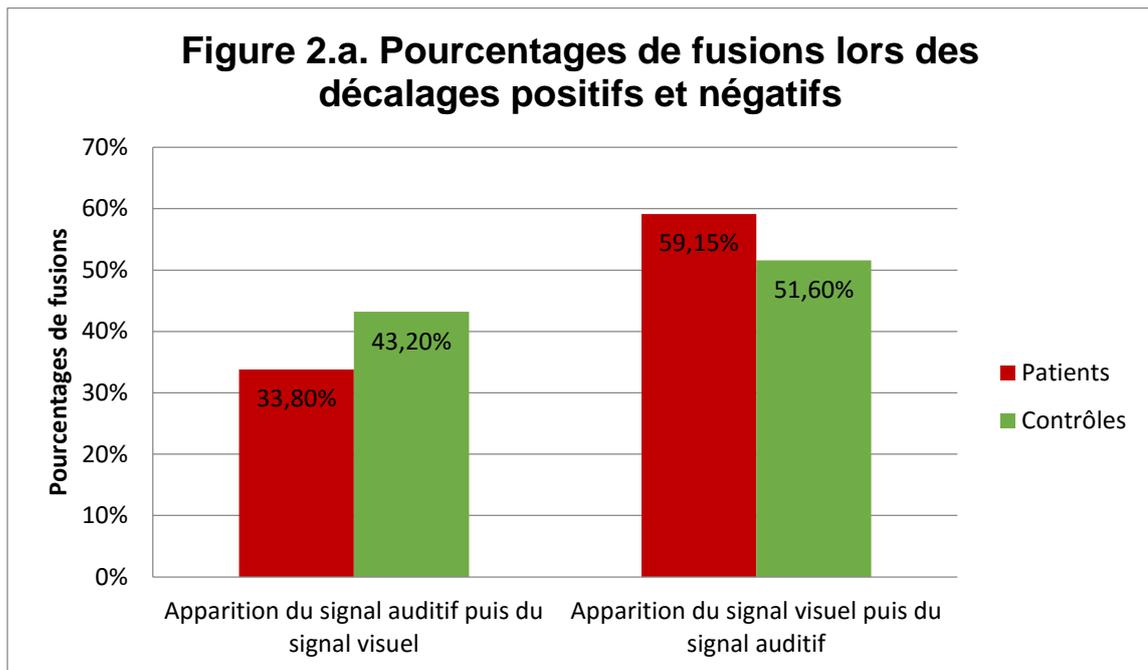


Figure 2.a. Pourcentages de fusions lors des décalages positifs et négatifs. Cette figure représente les pourcentages de fusions en fonction du type de présentation : lorsque le signal auditif apparaît avant le signal visuel (33,80% chez les patients contre 43,20% chez les contrôles), et inversement (59,15% chez les patients contre 51,60% chez les contrôles). Les réponses de tous les participants ont été prises en compte.

Ce graphique permet de constater le type de présentation sur lequel les participants étaient plus susceptibles de fusionner : lors des décalages positifs (information visuelle puis information auditive) ou négatifs (information auditive puis visuelle).

De manière générale, les participants avaient plus tendance à fusionner lorsque le signal visuel apparaissait en premier, soit 57,15% pour les patients et 51,60% pour les contrôles. Nous constatons que le taux de fusion est légèrement plus élevé dans le premier groupe que dans le second lors de ce type de présentation.

Concernant les décalages négatifs, bien que les taux soient assez inférieurs à ceux des décalages positifs, la tendance est inversée : les contrôles fusionnent plus que les patients, correspondant à des taux respectifs de 43,20% et de 33,80%.

Même si ces données n'ont pas été analysées statistiquement, nous remarquons que les patients semblent fusionner davantage lorsque l'information visuelle apparaît la première. La population contrôle, quant à elle, fusionne de la même façon lors des décalages positifs et négatifs avec néanmoins une légère préférence pour les cas où l'information visuelle apparaît avant l'information auditive.

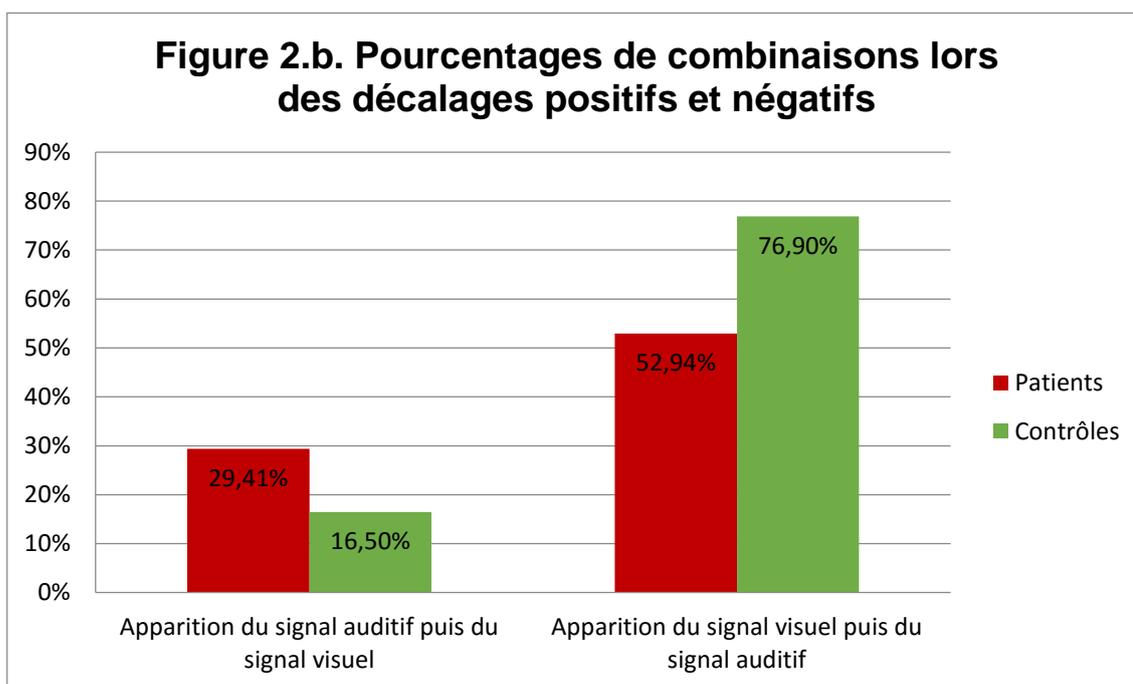


Figure 2.b. Pourcentages de combinaisons lors des décalages positifs et négatifs. Ce graphique représente les pourcentages de combinaisons en fonction du type de présentation : lorsque le signal auditif apparaît avant le signal visuel (29,41% chez les patients contre 16,50% chez les contrôles), et inversement (52,94% chez les patients contre 76,90% chez les contrôles).

L'objectif de ce graphique est le même que celui du précédent, mais celui-ci concerne le phénomène de combinaison. Nous constatons, chez tous les participants, davantage de combinaisons lorsque le signal visuel apparaît en premier. Notons cependant une différence entre les participants : 52,94% de combinaisons chez les patients contre 76,90% chez les contrôles.

Lorsque l'information auditive est présentée la première, les patients semblent fusionner davantage par rapport aux contrôles : 29,41% de combinaisons chez les premiers contre 16,50% chez les seconds. Nous remarquons presque deux fois plus de combinaisons chez les patients et presque cinq fois plus de combinaisons chez les contrôles lorsque les décalages sont positifs que lorsqu'ils sont négatifs. Toutefois, il n'est pas possible de tirer de conclusions fermes sans statistiques précises.

2. La tâche de jugement de simultanéité

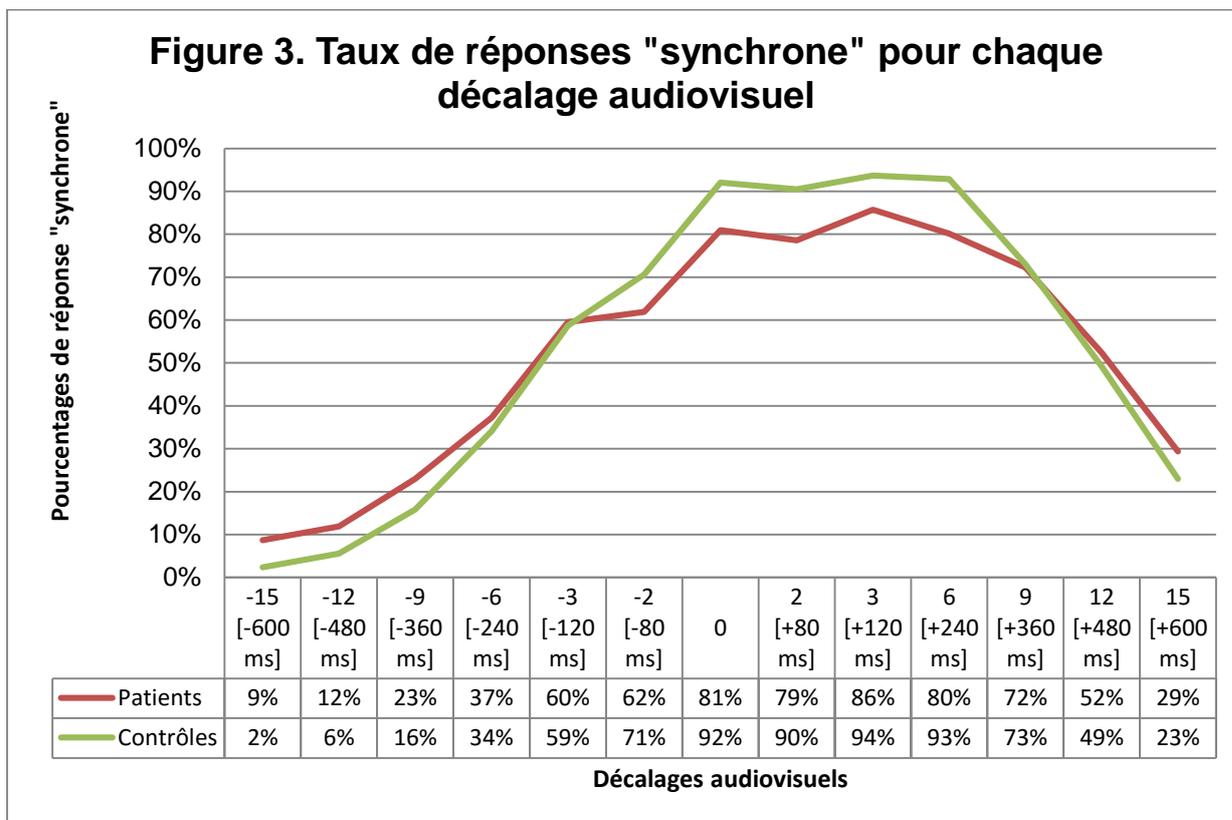


Figure 3. Taux de réponses « synchrone » pour chaque décalage audiovisuel. Cette figure représente les pourcentages de réponses « synchrone » chez les patients et chez les contrôles, à chacun des décalages audiovisuels, lors de la tâche de jugement de simultanéité. A « 0 », les stimuli auditif et visuel sont présentés simultanément. Les décalages négatifs correspondent à une apparition du signal auditif puis du signal visuel et inversement pour les décalages positifs. A « +2 » et à « -2 », les signaux sont décalés l'un de l'autre de 80 ms. 40 ms sont ensuite ajoutées à chaque décalage. L'importance des décalages a un impact sur la perception des informations comme simultanées chez les deux groupes ($p=0,0001$), Les patients considèrent les informations présentées entre les décalages « -2 » et « 6 » comme moins synchrones que la population contrôle ($p<0,05$).

Sur cette figure représentant les pourcentages de réponses « synchrone » chez les patients et chez les contrôles, nous observons que la tendance est la même dans les deux groupes : les taux maximaux des réponses « synchrone » se situent entre 0 et 6. La différence de taux est légère sur ces décalages, soit des taux allant de 11,76% à 12,57% pour les patients, contre des taux légèrement plus élevés pour les contrôles, oscillant entre 12,7% et 13,5%.

Pour effectuer les analyses statistiques, le test ANOVA a été utilisé avec les variables suivantes : population et décalage. Comme on pouvait s'y attendre, l'effet du décalage est significatif chez les deux populations ($p<0,0001$) : plus les décalages sont importants et moins les réponses sont « synchrone ».

Sur notre figure, nous remarquons que les réponses « synchrones » sont plus nombreuses autour de 0 que lors des décalages plus importants (+12 ou +15). De plus, comme nous l'expliquions plus haut, il existerait une différence de traitement concernant la perception de durées courtes et la perception de durées longues (Riesen et Schneider, 2001). Nous nous sommes donc particulièrement intéressées aux réponses se situant entre les décalages -2 et +6. L'analyse de cette fenêtre uniquement suggère deux choses. D'une part, nous notons un effet significatif des décalages ($p < 0,001$) comme sur la courbe globale : l'importance des décalages entre les stimuli auditifs et visuels a un impact sur le nombre de réponses « synchrones » des deux populations. D'autre part, on note également une différence significative entre les populations ($p < 0,05$) : pour les faibles décalages (-2, 0, 2, 3, 6), les patients ont tendance à juger les stimuli auditifs et visuels moins synchrones que les contrôles.

Discussion

1. Rappel des principaux résultats

Notre expérimentation avait pour objectif de vérifier les capacités d'intégration audiovisuelles des patients présentant la maladie de Parkinson. Nos questions principales étaient les suivantes : les personnes atteintes de la maladie de Parkinson intègrent-elles la parole de la même manière que les personnes saines ?

Nous pouvons noter que l'effet McGurk, témoin de l'intégration audiovisuelle, semble être présent chez les patients comme chez les contrôles : en effet, nous ne retrouvons pas de différence significative entre les résultats des deux populations. Cependant, les analyses effectuées sur nos données suggèrent que les patients ne perçoivent pas la synchronie entre la modalité auditive et la modalité visuelle de la même manière que les contrôles lorsqu'il s'agit de décalages audiovisuels faibles.

Nous nous proposons donc à présent d'essayer d'expliquer ces deux phénomènes en analysant nos résultats de façon plus rigoureuse.

2. Discussion et validation des hypothèses

Nos hypothèses principales reposaient sur plusieurs constatations tirées de diverses études scientifiques. D'une part, comme nous l'avons expliqué dans la partie théorique, il existerait un lien fort en production et perception de la parole. Nous pensions donc que la présence de difficultés motrices au niveau de la parole (dysarthrie) chez les patients parkinsoniens pouvait également indiquer la présence d'une perception de la parole déficitaire. D'autre part, nous avons noté chez les patients parkinsoniens un déficit de traitement temporel, affectant les mécanismes d'estimation du temps, de discrimination temporelle et de jugement d'ordre temporel. Nous voulions donc vérifier si l'intégration audiovisuelle était la même dans les deux populations et si la façon de percevoir le temps avait une influence sur l'intégration des informations audiovisuelles : si deux stimuli sont considérés par le participant comme non synchrones et donc sans aucun lien temporel, sont-ils correctement intégrés ?

Nos résultats suggèrent que les personnes atteintes de la maladie de Parkinson intègrent la parole de la même façon que les personnes saines. Les données montrent

cependant que lors de la perception audiovisuelle, la perception des liens entre les informations auditives et visuelles n'est pas totalement identique à celle du sujet sain, puisque les patients considèrent les informations audiovisuelles comme beaucoup moins synchrones que les contrôles lors des décalages faibles.

Il est primordial de commencer cette discussion par un point sur les mécanismes temporels, qui constituent une variable très présente dans notre expérimentation. Nous constatons que malgré la désynchronisation des informations auditives et visuelles, les participants fusionnent et combinent. Nous nous attendions à ce résultat concernant les contrôles puisque leurs mécanismes de perception fonctionnent correctement. Cependant, nous obtenons le même résultat concernant les patients : la désynchronisation n'a aucun effet négatif sur leur intégration audiovisuelle. Pourtant, l'existence d'un déficit au niveau de la perception du temps chez les patients parkinsoniens laissait penser qu'une différence de fusions et de combinaisons lors des désynchronisations s'observerait. Cette donnée est donc plus surprenante mais peut s'expliquer : la perception de la parole audiovisuelle étant tolérante à l'asynchronie d'un décalage de -34 ms à +173 ms (Van Wassenhove et al., 2007), cette différence de perception ne les empêche peut-être en rien de fusionner et de combiner. Le déficit temporel ne gêne donc pas la perception de la parole.

Ce constat n'est pas en accord avec l'étude présentée par Gräber et al. (2002). Ces auteurs présentaient aux patients le mot « Boten » en manipulant uniquement la durée d'occlusion du phonème [t] et leur demandaient si ce mot ressemblait plutôt à « Boten » ou à « Boden ». Certains patients obtenaient des résultats différents de ceux des contrôles. Ces données poussaient les auteurs à conclure que le déficit au niveau de l'estimation du temps des patients compromettait leur perception de la parole. Cette étude est cependant assez différente de la nôtre. Tout d'abord, elle se base sur la manipulation d'une caractéristique acoustique uniquement. Or, comme nous l'avons vu auparavant, les paramètres acoustiques des éléments de la parole sont difficilement traités par les parkinsoniens (Breitenstein et al., 2001 ; Troche et al., 2012). Ensuite, les informations ne sont pas proposées visuellement, seul le canal auditif est utilisé et il n'existe pas de conflit entre les différentes modalités, contrairement aux stimuli proposés dans notre étude. Enfin, l'étude de Gräber et al. (2002) comme la nôtre demande aux patients d'effectuer un choix de réponses parmi différentes propositions. Cependant, les propositions de notre protocole sont assez différentes les unes des autres (« b », « d », « g ») et ne permettent pas de juger des capacités fines de

catégorisation phonétique des patients. Notons également que le choix des réponses dans notre étude était de 3 contrairement à celui proposé par l'équipe de Gräber (2 réponses possibles), ce qui réduit la part de hasard dans les réponses des participants.

Les patients présentent effectivement une intégration similaire à celle des sujets sains. Cependant, nous nous devons de préciser que les patients choisis pour notre étude étaient sous médication (en état on). Cette variable pourrait nous permettre d'expliquer la différence entre nos résultats et ceux de l'étude de Malapani et al. (1994). Cette dernière proposait des stimuli bimodaux concurrentiels à des patients en état on et en état off : les patients en état off ne réussissaient pas à discriminer ces stimuli, contrairement aux patients sous médication. Nous obtenons donc un point commun avec les résultats de cette étude, puisque nos patients sous médication étaient presque aussi performants que les sujets sains. En revanche, nous relevons une différence primordiale entre cette étude et la nôtre, elle concerne la présentation des stimuli : l'étude de Malapani et al. (1994) présentait les stimuli bimodaux simultanément et sans aucun décalage entre les informations auditives et visuelles.

Si l'intégration audiovisuelle des patients semble similaire à celle des contrôles, il n'en va pas de même pour la perception de la synchronie des stimuli auditifs et visuels. En effet, nous pouvions nous attendre à ce que tous les participants perçoivent les stimuli auditifs et visuels comme synchrones lorsque les décalages entre les deux informations étaient faibles. Pourtant, d'après les résultats obtenus à la tâche de jugement de simultanéité, les stimuli présentés à un décalage assez léger (- 80 ms, 0 ms, + 80 ms, + 120 ms, + 240 ms) sont moins considérés comme synchrones par les patients que par les contrôles.

La tâche de jugement de simultanéité nous apporte effectivement de nouvelles informations. Nos données suggèrent que pour les laps de temps longs, les performances sont les mêmes pour les patients et pour les contrôles. Ce n'est pas le cas pour les durées brèves (-80 ms, 0ms, +80 ms, +120 ms, +240 ms). Lors de ces décalages, les patients ont significativement tendance à juger les stimuli « non synchrones », contrairement aux contrôles. L'étude de Riesen et Schneider (2001), concernant la perception du temps, retrouve des résultats similaires aux nôtres. Les auteurs proposaient deux tâches. La première était une tâche non verbale qui cherchait à évaluer les capacités de discrimination des stimuli courts. Deux rectangles blancs étaient présentés sur l'écran. L'un des rectangles devenait gris, puis le second le devenait à son tour. Ils redevenaient ensuite blancs l'un après l'autre. Il était

demandé aux sujets de spécifier quel rectangle a été gris le plus longtemps. La seconde tâche proposée était également non verbale et visait à étudier le traitement des stimuli longs. Les sujets devaient estimer verbalement la durée des différents intervalles tout en pressant la barre d'espace toutes les secondes pour garder le même rythme. Les auteurs relèvent des difficultés de traitement pour discriminer les stimuli visuels courts (de 200ms à 2 secondes) mais aucune difficulté pour estimer verbalement la durée de stimuli plus longs (12 à 48 secondes). Ils expliquent ces résultats par une différence au niveau cognitif. En effet, pour les stimuli brefs, les patients doivent traiter simultanément une série de stimuli, ce qui leur pose problème puisqu'ils présentent un déficit de mémoire et d'attention divisée. Par contre, le traitement de stimuli plus longs fait appel à la mémoire à long terme, préservée dans la maladie. Cette étude suggère donc l'existence de mécanismes de traitement différents selon la durée du stimulus. Cependant, les deux tâches utilisées étaient différentes : une tâche de discrimination pour les stimuli courts et une tâche d'estimation pour les stimuli longs.

Pour éclaircir ces données, nous pouvons citer également l'étude d'Artieda et al. (1992), qui retrouvait des résultats opposés aux nôtres au sujet de la discrimination. En effet, dans cette étude, les auteurs présentaient aux patients des paires de stimuli visuels, auditifs ou kinesthésiques. L'intervalle entre les deux stimuli était au départ assez faible, puis il augmentait. Les patients avaient pour consigne de signaler l'instant où ils percevaient deux stimuli au lieu d'un. Les résultats suggèrent que les patients ont besoin de plus de temps que les contrôles avant de se rendre compte de la présence de deux stimuli. La différence avec notre étude porte surtout sur le type de stimuli : les stimuli proposés par Artieda et al. (1992) étaient unimodaux, contrairement aux nôtres. La bimodalité pose probablement problème aux patients comme l'explique l'expérience de Malapani et al. (1994) dont nous avons discuté auparavant.

Dans notre étude, nous ne nous sommes pas directement intéressées aux facteurs attentionnels, pourtant, ils pourraient être fortement impliqués dans les résultats obtenus.

Nous expliquions plus haut que les patients fusionnent de la même façon que les contrôles. Pourtant, lorsqu'il leur est demandé de juger de la simultanéité d'un stimulus, ils éprouvent plus de difficultés. Si l'explication ne se situe pas à un niveau temporel, il est possible d'envisager qu'elle se trouve au niveau des facteurs

attentionnels. En effet, lorsque les patients réalisent la tâche d'identification, le traitement des facteurs temporels est automatique (ils n'ont pas pour consigne de se focaliser sur le temps). A contrario, lors de la tâche de jugement de simultanéité, les patients doivent se focaliser sur la succession des événements : leurs ressources attentionnelles sont donc dévouées à cette tâche de perception de durée.

En utilisant le concept du SAS⁴, nous pourrions tenter d'expliquer ces résultats. De manière générale, le SAS se définit comme étant un mécanisme des fonctions exécutives, intervenant dans le contrôle attentionnel. Il permet notamment d'élaborer des stratégies lors d'activités nouvelles ou complexes, de les moduler, de planifier des actions et d'inhiber les réponses inappropriées (Eustache et Desgranges, 2003). Andrès et al. (2000) avaient déjà expliqué ce mécanisme comme étant celui qui contrôle toutes nos actions. Nous posséderions un nombre de ressources attentionnelles limité, que ce système nous permettrait d'allouer aux différentes tâches que nous rencontrons. Bouquet et al (2003) vont même jusqu'à suggérer que ces ressources sont moins nombreuses chez les patients parkinsoniens. Cet argument est d'ailleurs repris dans l'étude de Dujardin et al. (2013) : les auteurs avancent que le déficit attentionnel rencontré chez ces patients serait en réalité un déficit du SAS dans cette population. Dans le cas de notre étude, nous pourrions donc imaginer que les patients souffrent d'un déficit au niveau de l'attention focalisée, qui ne leur permet pas de se concentrer sur une tâche pendant une période assez longue.

Nous souhaitons également reporter une observation, concernant cette fois la population contrôle. En effet, nous constatons que les sujets sains fusionnent et combinent assez peu (respectivement 11,07% et 10,6%), certains ne le font même jamais. Cette donnée n'est pas en accord avec les résultats obtenus par Martin et al. (2013). Leur étude était assez similaire à la nôtre : une tâche d'identification ainsi qu'une tâche de jugement de simultanéité étaient proposées à des sujets sains et à des sujets présentant une schizophrénie. Ils souhaitaient également utiliser l'effet McGurk pour évaluer le taux d'intégration audiovisuelle de leurs participants et présentaient les mêmes stimuli audiovisuels décalés que ceux utilisés dans notre étude (de -440 ms à + 440ms). Ces auteurs retrouvent un taux de fusion d'environ 40% et un taux de combinaison d'environ 60 % chez la population saine. Les différences obtenues peuvent être le résultat du nombre de stimuli utilisés (moins

⁴ SAS : Supervisory Attentional System (Système Attentionnel de Supervision)

nombreux dans notre étude), d'un problème dans la réalisation des stimuli, ou encore d'une consigne présentée différemment.

3. Les difficultés rencontrées

Le recrutement de patients présentant une maladie neurodégénérative est assez complexe. En effet, nous souhaitions avoir une population de patients assez homogène mais la maladie de Parkinson est tellement variable d'une personne atteinte à une autre que cela était impossible. De plus, nous n'avions que peu de temps et peu de patients disponibles. Certains de nos patients étaient donc au début de la maladie et étaient présents pour commencer leur traitement dopaminergique, d'autres pouvaient bénéficier d'une stimulation neurologique, et d'autres encore avaient de multiples problèmes de santé et avaient besoin de réactualiser leur traitement. Nos différents patients ne se situaient donc pas au même-stade de la maladie.

Lorsque nous recrutons nos patients au CHR, nous avons accès à leur dossier médical. Nous relevions toutes les informations qui nous paraissaient importantes pour notre protocole, surtout les données concernant leur état cognitif. En effet, nous avons décidé d'exclure les patients atteints de démences ou de dépressions trop importantes. Cependant, il faut noter que leur état cognitif n'avait pas toujours été évalué cliniquement. Nous avons donc tenté d'exclure ces patients mais nous ne pouvons être certaines de la présence ou non de ce critère. Ces démences ou dépressions pouvaient ne pas avoir été décelées ou notées dans le dossier.

Par ailleurs, le recrutement ayant été principalement réalisé dans le service de neurologie du CHR de Lille, où les patients étaient hospitalisés, nous n'avons pas pu proposer notre expérience aux patients en état off. Ces derniers étaient absolument tous sous médication lors de la passation du protocole.

Enfin, la présence d'un ou plusieurs biais lors de la réalisation de nos expérimentations n'est pas à exclure. Effectivement, nous avons essayé de mettre en place les mêmes conditions de passation pour tous les participants mais, dans un souci technique, cela n'a malheureusement pas pu être parfaitement réalisable. Nous voulions également éviter le facteur fatigue lors de la passation, en limitant le nombre de stimuli proposés : ceux-ci n'étaient peut-être pas assez nombreux pour obtenir des résultats plus fiables.

4. Intérêts orthophoniques

Notre étude apporte diverses informations sur la perception de la parole. D'abord, la perception de la parole des personnes atteintes de la maladie de Parkinson semble similaire à celle des sujets sains, comme l'attestent les résultats à la tâche d'identification. Néanmoins, leur perception du lien entre les deux modalités est différente : les résultats à la tâche de jugement de simultanéité en témoignent.

Ensuite, il convient de noter que notre étude apporte des informations importantes sur la façon dont les patients parkinsoniens perçoivent la parole. Les études effectuées précédemment sur le sujet se concentraient surtout sur des stimuli non verbaux et ne présentaient pas de stimuli auditif et visuel désynchronisés. Les études d'Artieda et al. (1992), de Diedrichsen et al. (2003) et de Lange et al. (2007) par exemple, n'utilisaient ni stimuli audiovisuels ni parole. L'étude de Gräber et al. (2002) ne présentait pas non plus de stimuli audiovisuels, même si elle utilisait la parole. Autrement dit, l'étude que nous présentons aujourd'hui est assez novatrice.

D'une part, elle utilise à la fois les stimuli audiovisuels désynchronisés et la parole, ce qui n'a jamais été fait auparavant. Cela nous permet de constater qu'effectivement, les patients parkinsoniens traitent différemment la synchronie entre les stimuli auditifs et visuels lorsqu'ils sont faiblement décalés les uns des autres. Les pourcentages de fusion et de combinaison sont assez faibles mais comme nous l'avons noté chez la population contrôle, cette faible intégration ne gêne en rien la perception du message. Le déficit de lien temporel entre les informations ne compromet donc pas leur perception et leur compréhension de la parole.

D'autre part, elle s'intéresse purement à la perception de la parole, contrairement à la majorité des études concernant la maladie de Parkinson, qui se focalisaient essentiellement sur le déficit de production de la parole ou sur les difficultés de perception des émotions.

Les résultats obtenus lors notre expérimentation pourraient pousser à élaborer de nouvelles études, qui approfondiraient la recherche sur la perception de la parole des patients parkinsoniens. Elles pourraient permettre, dans un futur plus ou moins proche, de développer de nouvelles approches notamment rééducatives. Le domaine de l'orthophonie serait alors entièrement concerné, puisque les résultats des recherches permettraient de mieux cerner les difficultés des patients parkinsoniens,

de proposer des prises en charge plus adaptées et d'améliorer leurs capacités de communication au quotidien.

Conclusion

La parole est audiovisuelle. Les informations visuelles se combinent aux informations auditives afin de ne former qu'une seule unité. Cette intégration entre les signaux auditifs et visuels est nécessaire à une bonne perception et à une bonne compréhension de la parole.

La présente étude visait à déterminer les capacités d'intégration audiovisuelle de la parole des patients atteints de la maladie de Parkinson, en les comparant à celles des sujets sains. Nous nous demandions si ces patients intégraient la parole de la même manière que les contrôles. Afin d'évaluer les capacités d'intégration des participants de notre mémoire, nous avons utilisé le paradigme de l'effet McGurk. Celui-ci atteste de deux phénomènes possibles lors de l'intégration audiovisuelle de la parole : la fusion et la combinaison.

Les résultats de notre étude suggèrent que les deux populations intègrent la parole de façon similaire, puisqu'elles effectuent des fusions et des combinaisons dans la tâche d'identification. Cependant, une différence significative entre patients et contrôles est relevée dans la tâche de jugement de simultanéité : effectivement, les patients rencontrent davantage de difficultés à estimer une synchronie entre les informations auditive et visuelle lorsque le décalage entre elles était subtil.

Les éléments utilisés pour réaliser notre étude, notamment les stimuli audiovisuels désynchronisés et la parole, rendent notre mémoire novateur dans le domaine : ces composantes n'ont jamais été sélectionnées dans les études précédentes.

Ainsi, les données obtenues à l'issue de cette étude se veulent encourageantes. En effet, les résultats révèlent que malgré une difficulté d'estimation de la synchronie entre différentes informations, l'intégration audiovisuelle de la parole des patients parkinsoniens est similaire à celle des sujets sains. Leur perception des informations auditives et visuelles serait donc plutôt préservée.

Pour conclure, nous tenons à préciser que nous avons tout mis en œuvre pour répondre à notre hypothèse de départ, et avons essayé de réaliser cette étude dans les meilleures conditions possibles. Nous avons, par ailleurs et avant tout, privilégié le respect de toutes les personnes qui ont consenti à participer à cette expérimentation. A travers ce mémoire, leur investissement contribue à l'élargissement des champs de recherche concernant la maladie de Parkinson. Ce travail offre de nouveaux horizons pour comprendre la maladie et éventuellement améliorer la prise en charge des personnes qui en souffrent.

Bibliographie

- ALSIUS, A., NAVARRA, J., CAMPBELL, R., & SOTO-FARACO, S. (2005). Audiovisual Integration of Speech Falters under High Attention Demands. *Current Biology*, pp. 839-843.
- ANDRES, P., & VAN DER LINDEN, M. (2000). Age-related differences in supervisory attentional system functions. *The Journal of Gerontology*, 55, pp. 373-380.
- ARTIEDA, J., PASTOR, M., LACRUZ, F., & OBESO, J. (1992). Temporal discrimination is abnormal in Parkinson's disease. *Brain*, 115, pp. 199-210.
- BENOIT, C., MOHAMADI, T., & KANDEL, S. (1994). Effects of Phonetic Context on audio-visual intelligibility of French. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 37, pp. 1195-1203.
- BINNIE, C., MONTGOMERY, A., & JACKSON, P. (1974). Auditory and visual contributions to the perception of consonants. *Journal of Speech and Hearing Research*, pp. 619-630.
- BOUQUET, C., BONNAUD, V., & GIL, R. (2003). Investigation of supervisory attentional system functions in patients with Parkinson's disease using the Hayling task. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25.
- BREITENSTEIN, C., VAN LANCKER, D., DAUM, I., & WATERS, C. H. (2001). Impaired Perception of Vocal Emotions in Parkinson's Disease : Influence of Speech Time Processing and Executive Functioning. *Brain and Cognition*, pp. 277-314.
- COLIN, C., & RADEAU, M. (2003). Les illusions McGurk dans la parole : 25 ans de recherches. *L'année psychologique*, 103(3), pp. 497-542.
- DA SILVA, C., MORGERO, K., MANZINI-MOTA, A., PIEMONTE, M., & BALDO, M. (2015). Aging and Parkinson's disease as functional models of temporal order perception. *Neuropsychologia*, 78, pp. 1-9.
- DARLEY, F., ARONSON, A., & BROWN, J. (1975). Motor Speech Disorders. *W.B. Saunders and Co.*
- DEFEBVRE, L. (2005). « La maladie de Parkinson » In Ozsancak C., & Auzou P., *Les troubles de la parole et de la déglutition dans la maladie de Parkinson*, Solal (pp. 9-30)
- DEFEBVRE, L., & VERIN, M. (2007). *La maladie de Parkinson*, 2ème édition. Elsevier Masson.
- DEGGOUJ, N. (2005). L'intégration audio-visuelle. *Connaissances surdités*. 11, pp. 6-8.

- DIEDRICHSEN, J., IVRY, R. B., & PRESSING, J. (2003). « Cerebellar and basal ganglia contributions to interval timing » In Meck WH., *Functional and Neural Mechanisms of Interval Timing*. CRC Press. pp. 457-482
- DIEHL, R., LOTTO, A., & HOLT, L. (2004). Speech Perception. *Annual Review of Psychology*, pp. 149-179.
- DIXON, & SPITZ. (1980). The Detection of Auditory Visual Desynchrony. *Perception*, 9, pp. 719 - 721.
- DUEZ, D. (2005). « Organisation temporelle de la parole et dysarthrie parkinsonienne » In Özsancaç C., & Auzou P., *Les troubles de la parole et de la déglutition dans la maladie de Parkinson*. Solal. pp. 195-213.
- DUJARDIN, K., TARD, C., DUHAMEL, A., DELVAL, A., MOREAU, C., DEVOS, D., & DEFEBVRE, L. (2013). The pattern of attentional deficits in Parkinson's disease. *Parkinsonism Related Disorders*, 19, pp. 300-305.
- EUSTACHE, F., & DESGRANGES, B. (2003). « Concepts et modèles en neuropsychologie de la mémoire : entre théorie et pratique clinique » In Meulemans T., Desgranges B., Adam S., & Eustache F., *Evaluation et prise en charge des troubles mnésiques*. Marseille : Solal. pp. 13-49
- FADIGA, L., CRAIGHERO, L., BUCCINO, G., & RIZZOLATTI, G. (2002). Speech listening specifically modulates the excitability of tongue muscles : a TMS study. *European Journal of Neuroscience*, 15, pp. 399-402.
- FERRANDEZ, A., HUGUEVILLE, L., LEHERICY, S., POLINE, J., MARSALUT, C., & POUTHAS, V. (2003). Basal ganglia and supplementary motor area subtend duration perception : an fMRI study. *Neuroimage*, pp. 1532-1544.
- FOWLER, C. (1986). An event approach to the study of speech perception from a direct-realist perspective. *Journal of phonetics*, 14, pp. 3-28.
- 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*, pp. 85-94.
- FRAIX, V. (2007). « Traitement chirurgical » In Defebvre L., & Vérin M., *La maladie de Parkinson 2ème édition*. pp. 162-176.
- GEPNER, B., MASSION, J., TARDIF, C., GORGY, O., LIVET, M.-O., DENIS, D., . . . et al. (2002). L'autisme : une pathologie du codage temporel? *Travaux Interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage d'Aix en Provence (TIPA)*, 21, pp. 177-218.

- GRÄBER, S., HERTRICH, I., DAUM, I., SPIEKER, S., & ACKERMANN, H. (2002). Speech perception deficits in Parkinson's disease : underestimation of time intervals compromises identification of durational phonetic contrasts. *Brain and Language*, pp. 65-74.
- GU, B.-m., JURKOWSKI, A., MALAPANI, C., & MECK, W. (2014). « Bayesian models of interval timing and the migration of temporal memories as a function of Parkinson's disease and dopamine-related error processing » In Vatakis A., & Allman M., *Time distortions in mind : temporal processing in clinical population*. Boston : Brill Academic Publishers. pp. 281-328
- HICKOK, G. (2012). The cortical organization of speech processing: Feedback control and predictive coding the context of a dual-stream model. *Journal of Communication Disorders*, pp. 393-402.
- KHALIL, R. (1996). Histoire de la maladie de Parkinson. *Histoire des sciences médicales*, XXX(2), pp. 215-220.
- KWAN, L. C., & WHITEHILL, T. L. (2011). Perception of Speech by Individuals with Parkinson's Disease : A Review. *Hindawi Access to Research*.
- LAKE, J., & MECK, W. (2013). Differential effects of amphetamine and haloperidol on temporal reproduction: dopaminergic regulation of attention and clock speed. *Neuropsychologia*, 51, pp. 284-292.
- LIBERMAN, A. (1957). Some results of research on speech perception. *Journal of Experimental Psychology*, 54, pp. 358-368.
- LIBERMAN, A., & MATTINGLY, I. (1985). The motor theory of speech perception revised. *Cognition*, 21, pp. 1-36.
- LUSTIG, C., & MECK, W. (2005). Chronic treatment with haloperidol induces deficits in working memory and feedback effects of interval timing. *Brain Cognition*, pp. 9-16.
- MAC DONALD, & MC GURK. (1978). Visual influences on speech perception processus. *Perception and Psychophysics*, 24, pp. 253-257.
- MALAPANI, C., PILLON, B., DUBOIS, B., & AGID, Y. (1994). Impaired simultaneous cognitive task performance in Parkinson's disease : a dopamine related dysfunction. *Neurology*, pp. 319-326.
- MARTIN, B., GIERSCH, A., HURON, C., & VAN WASSENHOVE, V. (2013). Temporal event structure and timing in schizophrenia : Preserved binding in a longer "now". *Neuropsychologia*, 51, pp. 358-371.

- MASSARO, D., COHEN, M., & SMEELE, P. (1996, Septembre). Perception of asynchronous and conflicting visual and auditory speech. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 100(3), pp. 1777-1786.
- MILLER, J., WIER, C., PASTORE, R., KELLY, W., & DOOLING, R. (1976). Discrimination and labeling of noise-buzz sequences with varying noise-lead times : an example of categorical perception. *J. Acoust. Soc. Am.*, pp. 410-417.
- MILLS, A. E. (1987). « The development of phonology in the blind child » In Dodd B., & Campbell R., *Hearing by Eye : the Psychology of Lip-Reading* Londres: Erlbaum. (pp. 145-161).
- MOREAU, C., & DEFEBVRE, L. (2015). Maladie de Parkinson. *La revue du praticien*, pp. 1-8.
- MUNHALL, K., GRIBBLE, P., SACCO, L., & WARD, M. (1996). Temporal constraints on the McGurk effect. *Perception and Psychophysics*, 58(3), pp. 351-362.
- OLDFIELD, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness : The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, pp. 97-113.
- PARKINSON, J. (2002). An Essay on the Shaking Palsy. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, pp. 223-236.
- PORTER, & LUBKER. (1980). Rapid reproduction of Vowel - Vowel sequences evidence for a fast and direct acoustic - Motoric linkage in speech. *Journal of speech, Language and Hearing Research*, 23, pp. 593-602.
- 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. *Movement Disorders*.
- PRIYADARSHI, A., KHUDER, S. A., SCHAUB, E. A., & PRIYADARSHI, S. S. (2001). Environmental Risk Factors and Parkinson's Disease : A Metaanalysis. *Environmental Research*, pp. 122-127.
- RAMIG, L., SAPIR, S., COUNTRYMAN, S., PAWLAS, A., O'BRIEN, C., HOEHN, M., & THOMPSON, L. (2001). Intensive voice treatment (LSVT®) for patients with Parkinson's disease: a 2 year follow up. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, pp 493-498.
- REISBERGER, D., MCLEAN, J., & GOLDFIELD, A. (1987). « Easy to hear but hard to understand : a lip-reading advantage with intact auditory stimuli » In Dodd B., & Campbell R., *Hearing by Eye : The Psychology of Lip-Reading*, pp. 97-113.

- RIESEN, J., & SCHNIDER, A. (2001). Time estimation in Parkinson's disease : normal long duration estimation despite impaired short duration discrimination. *Journal of Neurology*, 248, pp. 27-35.
- RIZZOLATTI, G., CAMARDA, R., FOGASSI, L., GENTILUCCI, M., LUPPINO, G., & MATELLI, M. (1988). Functional organization of inferior area 6 in the macaque monkey. II. Area F5 and the control of distal movements. *Experimental Brain Research*, 71, pp. 491-507.
- ROBERT, D., & SPEZZA, C. (2005). « La dysphonie parkinsonienne et les troubles articulatoires dans la dysarthrie parkinsonienne » In Ozsancak C. & Auzou P. *Les troubles de la parole et de la déglutition dans la maladie de Parkinson*, Solal, pp. 131-159.
- ROBERT-RIBES, J., SCHWARTZ, J., LALLOUACHE, T., & ESCUDIER, P. (1998, Juin). Complementarity and synergy in bimodal speech: auditory, visual, and audio-visual identification of French oral vowels in noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*(6), pp. 3677-3689.
- SATAKE, W., NAKABAYASHI, Y., MIZUTA, I., HIROTA, Y., ITO, C., KUBO, M., . . . TODA, T. (2009). Genome-wide association study identifies common variants at four loci as genetic risk factors for Parkinson's disease. *Nature Genetics*. pp1303-1307
- SCHWARTZ, J., SATO, M., & FADIGA, L. (2011). Le langage commun de la perception et de l'action dans la communication parlée : une perspective neurocognitive. *Open Archives Initiatives*.
- SCHWARTZ, J.-L., BASIRAT, A., MENARD, L., & SATO M. (2010). The Perception-for-Action-Control Theory (PACT) : a perceptuo-motor theory of speech perception. *Journal of Neurolinguistics*, pp. 1-19.
- SCHWARTZ, J.-L., BERTHOMMIER, F., & SAVARIAUX, C. (2004). Seeing to hear better : evidence for early audio-visual interaction in speech identification. *Cognition*(93), pp. 69-78.
- SCOTT, S., CAIRD, F., & WILLIAMS, B. (1984). Evidence for an apparent sensory speech disorder in Parkinson's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 840-843.
- SIMON-SANCHEZ, J., SCHULTE, C., BRAS, J., SHARMA, M., GIBBS, J., BERG, D., . . . GASSER, T. (2009). Genom-wide association study reveals genetic risk underlying Parkinson's disease. *Nature Genetics*.pp 1308-1312.
- SKIPPER, J., VAN WASSENHOVE, V., NUSBAUM, H., & SMALL, S. (2007). Hearing lips and seeing voices : How cortical areas supporting speech production mediate audiovisual speech perception. *Cerebral Cortex*(17), p. 2386 2399.

- SUMMERFIELD, Q., & MC GRATH, M. (1984). Detection and resolution of audiovisual incompatibility in the perception of vowels. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36, pp. 51-74.
- TIIPPANA, K., ANDERSEN, T. S., & SAMS, M. (2003). Visual attention modulates audiovisual speech perception. *European Journal of Cognitive Psychology*, pp. 457-472.
- TROCHE, J., TROCHE, M., 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*, 21, pp. 258-263.
- VAN WASSENHOVE, V., GRANT, K., & POEPEL, D. (2007). Temporal window of integration in auditory-visual speech perception. *Neuropsychologia*, 45, pp. 598-607.
- VATIKIOTIS, E., EIGSTI, A., YANO, S., & MUNHALL, K. (1998). Eye movement of perceivers during audiovisual speech perception. *Perception & Psychophysics*, pp. 926-940.
- VIALLET, F. (2007). « Physiopathologie : organisation des ganglions de la base » In Defebvre L., & Vérin M., *La maladie de Parkinson*, 2ème édition. pp. 45-54.
- VIALLET, F., & TESTON, B. (2007). « La dysarthrie dans la maladie de Parkinson » In Auzou P. *Les Dysarthries*, Solal. pp. 169-174.
- WILSON, S., & IACOBONI, M. (2006). Neural responses to non-native phonemes varying in producibility : evidence for the sensorimotor nature of speech perception. *Neuroimage*, 33, pp. 316-326.

Liste des annexes

Liste des annexes :

Annexe n°1 : Critères diagnostiques de la MDS-PD Criteria.

Annexe n°2 : Lettre d'information au participant.

Annexe n°3 : Formulaire de consentement.

Annexe n°4 : Test de latéralité manuelle.

Annexe n°5 : Questionnaire au participant.