

DEPARTEMENT ORTHOPHONIE
FACULTE DE MEDECINE
Pôle Formation
59045 LILLE CEDEX
Tél : 03 20 62 76 18
departement-orthophonie@univ-lille.fr



 **Université
de Lille**

 **ufr35**
faculté
de médecine

MEMOIRE

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

Joséphine Lacroix

soutenu publiquement en juin 2022

Influence du rythme perceptif dans la production de la parole chez les patients atteints de la maladie de Parkinson

MEMOIRE dirigé par

Anahita BASIRAT, Maître de conférences, Université de Lille, Lille

Pr Caroline MOREAU, Neurologue, Neurologie A., CHR Roger Salengro, Lille

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu mes directrices de mémoire, Mme Moreau pour son implication dans ce projet, et Mme Basirat pour sa disponibilité, sa grande aide et ses précieux et nombreux conseils. Merci également à Leonardo Contreras Roa pour le temps qu'il a pris pour nous donner toutes ces explications, à M. Ott pour l'installation des logiciels, à M. Defèvre pour son aide dans le recrutement de participants et à tous les participants ayant accepté de nous aider dans notre projet en nous accordant un peu de leur temps. Un grand merci à mes maîtres de stage de cette année Inès, Clémence et Jennifer ainsi qu'à leurs collègues pour leur aide dans le recrutement de participants, leurs conseils et leur temps. Bien sûr, je remercie Romane pour son aide et sa rigueur dans ce projet.

Un grand merci également à mes amis qui, eux aussi, m'ont soutenue pendant les moments difficiles ou quand je ne voyais plus la fin de ces études. Merci à Laulau (vive Carna), Loulou (vive Céline) et Thev (vive le couscous), présentes depuis les premiers jours « chez les grand(e)s » et qui ne sont jamais parties malgré mon caractère. Merci à Khoya pour cette rencontre fortuite et ces moments qui remontent le moral, à Loréna pour sa présence joyeuse et ses conseils et à Orianne pour être une super filleule (c'est bientôt ton tour !). Merci à mes amis de (très) longue date également qui chacun à leur manière me soutiennent quand j'en ai besoin : Edi et ses intermèdes musicaux, Émilie & Geoffrey qui m'accueillent toujours à bras ouverts, Faust qui m'entraîne dans ses pauses sportives, Ley qui trouve toujours les mots, Marg et sa constante joie de vivre & Nico et ses conseils en voiture, Marion, présente malgré les kilomètres, Nico & Adri et les soirées « bonne humeur » en leur compagnie, Sarouche qui pressent quand ça ne va pas, Solenne & Chloé pour les moments partagés depuis bientôt deux décennies, Vale qui accoure sitôt que l'on a besoin d'elle, Vincent qui a toujours « la réf », Yasmine à qui je peux et pourrai toujours tout dire.

Je remercie évidemment et immensément ma famille, surtout mes parents Bridget & JM et mes frères (Bro & Bro-Sis) de m'avoir épaulée et ce, en toutes circonstances. Je sais que vous avez toujours été présents et que j'ai beaucoup de chance de vous avoir.

Résumé :

La perception rythmique et la production de la parole sont étroitement liées. Dans la dysarthrie hypokinétique, la parole est touchée notamment dans sa composante prosodique. Par ailleurs, le traitement du rythme semble déficitaire dans son ensemble dans la maladie de Parkinson. Ici nous proposons un paradigme d'amorçage rythmique en français à des participants tout-venant et des participants atteints de la maladie de Parkinson. La tâche proposée était une tâche de lecture qui suivait l'écoute d'une amorce rythmique régulière congruente ou une amorce rythmique irrégulière non-congruente ou un silence. Nous avons examiné la production des groupes accentuels en étudiant les paramètres acoustiques. Nous n'avons pas observé de différence entre les conditions et les groupes en ce qui concerne la production des groupes accentuels. Les limites et les perspectives de cette étude préliminaire sont présentées. Si des résultats probants sont observés par la suite en incluant plus de participants, cela pourrait entraîner l'émergence de nouvelles pistes thérapeutiques en orthophonie et améliorer ainsi le traitement des patients atteints de la maladie de Parkinson.

Mots clefs :

Amorçage rythmique – maladie de Parkinson – production de la parole – prosodie

Abstract :

Rhythm perception and speech production are closely related. In hypokinetic dysarthria, speech is impaired especially in its prosodic component. Furthermore, rhythm treatment seems to be impaired in its entirety in Parkinson disease. Moreover, rhythmic priming listening seems to influence speech production but there is no study on this topic involving a large cohort in French. Here we propose a rhythmic priming paradigm in French to general participants and participants with Parkinson disease. The proposed task was a reading task that followed the listening of a regular congruent rhythmic priming or an irregular noncongruent rhythmic priming or a silence. The prominences (prosodic groups) produced by the study participants were analyzed. Unfortunately, results are not conclusive. If these results are not consistent with those of previously published studies in literature, these shall not be considered as significant due to the limited number of participants in this study. The replication of a similar experimental paradigm as well as further research in that field will enable to obtain reliable results. Subsequently, this could lead to the emergence of new therapeutic approaches in speech and language therapy and thus improving treatment of patients with Parkinson disease.

Keywords :

Rhythmic priming – Parkinson disease – speech production – prosody

Table des matières

Introduction	5
Contexte théorique, buts et hypothèses	5
1. La prosodie du français.....	6
1.1. Le rythme	6
1.2. Les groupes prosodiques	7
2. La maladie de Parkinson et la dysarthrie hypokinétique.....	10
3. Effet bénéfique du rythme sur le traitement langagier	13
4. Interventions rythmiques	14
5. Hypothèses sur les processus impliqués.....	15
6. Buts et hypothèses	17
Méthodologie.....	17
1. Participants	17
2. Matériel langagier	18
3. Matériel d’amorçage	18
4. Présentation des stimuli et collecte des données.....	19
5. Déroulement de la passation	20
6. Analyse des proéminences	21
7. Résultats	22
Discussion.....	23
Conclusion.....	25
Bibliographie	27
Liste des annexes	36

Introduction

Le rythme est une composante commune à la musique et à la parole. Dans ces deux domaines, il induit des attentes quant aux événements à venir (battements forts par exemple). Puisqu'il est soumis à des règles lexicales, sémantiques et syntaxiques, le rythme en parole est moins régulier qu'en musique. Néanmoins, il reste prévisible dans une certaine mesure.

La maladie de Parkinson (MP) est une des maladies neuro-évolutives les plus fréquentes en France. Le taux de prévalence de cette maladie connaît d'ailleurs une croissance rapide. Son traitement constitue un enjeu de santé publique et l'optimisation de la prise en charge des patients atteints de cette maladie participe à l'amélioration de leur qualité de vie. La dysarthrie hypokinétique est typique de la MP. Elle se caractérise par une monotonie, des troubles de l'accentuation et des troubles de la hauteur, une mono-intensité, des troubles du rythme avec des pauses allongées et des accélérations paroxystiques et un débit variable. Les consonnes sont imprécises (Darley et al., 1969b).

Dans le cadre de la MP, des études concernant le rythme suggèrent que les patients souffrent d'un déficit global du traitement du rythme. Ainsi des études basées sur le rythme menées dans le cadre de la MP portaient sur la marche (par exemple McIntosh et al., 1997; Willems et al., 2006). Les résultats étaient encourageants. Des études concernant le rythme de la parole en MP ont ensuite vu le jour (par exemple Kotz & Gunter, 2015; Späth et al., 2016; Thaut et al., 2001). Là encore, les résultats de ces études étaient prometteurs.

En effet, les résultats des études s'intéressant au rythme suggèrent que pour le traitement du rythme musical et le traitement du rythme de la parole les mécanismes neuraux soient communs. Ainsi, le traitement auditif, la synchronisation des oscillations neurales à des stimuli rythmiques externes et le couplage sensorimoteur seraient des mécanismes neuraux communs au traitement du rythme musical et à celui de la parole.

Il n'existe pas à notre connaissance d'étude portant sur l'effet de l'amorçage rythmique sur le versant productif dans le cadre de la MP en langue française. Ce mémoire vise donc à examiner un potentiel effet de l'amorçage auditif rythmique sur la production de la parole dans la MP. Si l'effet facilitateur du rythme perceptif sur la production de la parole des patients atteints de MP avec dysarthrie hypokinétique était démontré au travers de ce mémoire et de futures études en langue française, cela pourrait permettre l'émergence de nouvelles perspectives de prise en charge de la dysprosodie chez les patients atteints de cette pathologie.

Dans ce mémoire, nous expliquons premièrement les principes prosodiques de la langue française et définissons le rythme. Ensuite nous exposons les caractéristiques de la dysarthrie hypokinétique et référençons quelques études montrant un effet du rythme dans la MP. Puis nous développons les principales théories actuelles concernant les processus neuronaux impliqués dans le traitement du rythme. Enfin, nous détaillons le paradigme utilisé dans le cadre de cette étude, présentons et discutons les résultats avant d'énoncer certaines limites liées à l'étude et de présenter des perspectives.

Contexte théorique, buts et hypothèses

1. La prosodie du français

Plusieurs définitions de la prosodie co-existent. Dans notre projet, nous nous baserons sur la définition (Di Cristo, 2004) considérant que la prosodie structure la parole en français au niveau supra-lexical (tempo, pauses, accent, rythme, intonation...) grâce à une production physiologique (activités des organes phonatoires). Les caractéristiques acoustiques de la parole (durée des éléments, fréquence fondamentale...) découlent de la manière dont les organes phonatoires sont utilisés. Enfin le récepteur du message perçoit des informations auditives (mélodie, timbre, durée...) qu'il utilise pour interpréter le message reçu.

1.1. Le rythme

La prosodie peut se diviser en trois sous-systèmes : l'ordre de structuration métrique, l'ordre de structuration tonale et l'ordre de structuration temporelle (Di Cristo, 2004). Ces trois sous-systèmes permettent de structurer les unités lexicales au niveau de la prosodie lexicale (respectivement l'accentuation lexicale, les oppositions de tons et les oppositions de quantités) ou les unités plus larges au niveau de la prosodie post-lexicale (respectivement la gestion du rythme, la gestion de l'intonation et la gestion des pauses linguistiques, des effets d'allongement et des changements de tempo). Dans le cadre du présent mémoire, nous nous intéresserons plus particulièrement à la prosodie post-lexicale.

Les paramètres physiques caractérisant la prosodie sont la fréquence fondamentale F0, la durée et l'intensité. Ces paramètres en parole sont, entre autres, influencés par le lexique, la sémantico-pragmatique, ainsi que par les caractéristiques émotionnelles de l'émetteur du message. Les paramètres prosodiques sont indépendants les uns des autres, de manière relative puisque les trois sous-systèmes présentés précédemment interagissent entre eux (par exemple, ils s'associent pour remplir une fonction grammaticale) (Di Cristo, 2004). Ainsi, dans le domaine de la prosodie post-lexicale, les paramètres de fréquence fondamentale, d'intensité et de durée sont tous trois associés à la production et à la perception du rythme. Celui-ci pourra être marqué par de plus grandes amplitudes en termes d'intensité et de fréquence fondamentale et par la variation de la durée des syllabes ou des pauses. Les indices acoustiques (*i.e.* paramètres physiques) mentionnés ci-dessus ainsi que le timbre (*i.e.* qualité de la voix ou de l'instrument) et leur structuration temporelle permettent la mise en place de processus bottom-up dans la perception du rythme auditif (Fiveash et al., 2021). Des mécanismes de plus haut niveau sont ensuite à l'œuvre pour prédire les éléments à venir (sur le versant réceptif) ou les mettre en forme (sur le versant productif).

La notion de syllabe est primordiale dans notre acception de rythme. Cette notion est complexe – certains auteurs nient jusqu'à l'existence de l'entité syllabique. De nombreux chercheurs se basent sur l'échelle de sonorité (décrite pour la première fois par Sievers, 1881) pour l'expliquer. En effet, chaque phonème est lié de manière inhérente à une force et une sonorité. Si tous les phonéticiens ne s'accordent pas quant à l'exactitude de chaque niveau de cette échelle, certaines notions sont assez communément admises. De cette manière, nous représentons la sonorité de chaque classe de phonèmes du français de manière croissante. L'échelle de sonorité classe les phonèmes des moins sonores (moins forts) aux plus sonores (plus forts) dans l'ordre suivant : occlusives – fricatives – nasales – liquides – semi-voyelles – voyelles.

En s'appuyant sur cette échelle, Meynadier (2001) explique qu'en français, la syllabe est une unité dont le sommet est une voyelle éventuellement entouré d'autres phonèmes. La syllabe

peut donc comporter un ou plusieurs phonème(s). Si la syllabe respecte la loi de sonorité, les phonèmes alentours seront de sonorité croissante avant le pic vocalique, puis décroissante après ce pic (par exemple, la syllabe /pʁɛ̃s/ respecte bien cette échelle, puisqu'elle commence par l'occlusive /p/ qui est suivie de la liquide /ʁ/ puis de la voyelle /ɛ̃/ et finit par la fricative /s/ – notons que d'un point de vue phonologique, le phonème /ʁ/ se rapproche plus d'une liquide que d'une fricative).

Certains auteurs comme Content et al. (2001) proposent que la syllabe n'est pas ce qui signale le début d'un mot mais l'attaque syllabique qu'ils nomment « l'onset syllabique » (qui coïncide souvent avec le début du mot). L'attaque syllabique renvoie à la conception de structure interne de la syllabe. Cette dernière serait composée de son attaque et de sa rime, elle-même divisée entre le noyau et la coda de la syllabe. Le noyau correspond au sommet de la syllabe. Il est donc nécessairement composé d'une voyelle, éventuellement accompagné d'une semi-voyelle. L'attaque correspond aux phonèmes consonantiques précédant le noyau, la coda correspond aux phonèmes consonantiques suivant le noyau. La syllabe ne respectera pas toujours strictement la loi de sonorité. Cependant, nous ne détaillerons pas davantage la notion de syllabe car cela dépasse le cadre de ce mémoire.

Revenons au rythme en tant que tel. Le rythme est « une séquence d'événements auditifs, dont les points de départ sont séparés par un intervalle de temps » (Cameron & Grahn, 2016, p. 358). Ces auteurs ajoutent la distinction avec le « beat », que l'on peut traduire en français par la pulsation, le battement ou la fréquence, qui lui est régulier et saillant et que l'on perçoit dans le rythme. Le rythme en parole est l'alternance temporelle des syllabes fortes et des syllabes faibles ou « l'organisation temporelle des proéminences qui participent de la structuration prosodique des énoncés » (Astésano, 2001, p. 9).

Le rythme en musique est à différencier du mètre et le rythme en parole est à différencier de la métrique. Ce sont deux termes qui renvoient à des notions plus abstraites. Le mètre est un terme qui se rapporte à la musique et qui se définit, toujours selon Cameron & Grahn (2016, p. 358), par « l'organisation hiérarchique des battements en battements forts et faibles ». De la même manière, la métrique serait « le squelette » du rythme. La métrique représenterait un ensemble de caractéristiques abstraites, contraignantes, sur lesquelles la rythmicité d'une langue se fonde. Bien que le rythme puisse s'acquitter de certaines contraintes qu'imposerait la métrique sous-jacente, pour répondre à des besoins fonctionnels, la métrique et le rythme restent donc fondamentalement liés.

La notion d'eurythmie est importante pour notre projet. Celle-ci permet d'expliquer qu'en parole spontanée, le locuteur évite les battements forts consécutifs (« collisions accentuelles ») et les suites longues de battements faibles (Di Cristo, 2003). Si les battements forts sont espacés par un nombre régulier de battements faibles dans une suite de syllabes, nous pouvons parler de grille métrique eurythmique (Hayes, 1984) – la grille métrique étant une manière de représenter les groupes intonatifs d'un énoncé.

1.2. Les groupes prosodiques

Selon certains auteurs, la métrique du français peut être définie au regard de deux principes et un paramètre uniquement. Les principes de « bipolarisation accentuelle » et de « projection accentuelle » (Di Cristo, 2003) impliquent que les groupes intonatifs (GI) du français peuvent recevoir deux accents (les accents primaire ou final et secondaire ou initial respectivement portés par la dernière syllabe et la première syllabe d'un GI) et qu'ils se manifestent dans la chaîne parlée sous différentes formes, assumant diverses fonctions. Le

paramètre dont il est question est le paramètre de « limite droite » : en langue française, la limite des GI est à droite et délimitée par l'accent final, projeté sur la dernière syllabe du GI. Prenons l'exemple du GI de trois syllabes « il fait chaud ». Selon le principe de bipolarisation accentuelle, l'accent primaire est projeté sur la dernière syllabe donc sur le mot « chaud ». Selon le principe de projection accentuelle, la forme de cet accent pourra indiquer une question (« Il fait chaud ? »), une exclamation (« Il fait chaud ! »), marquer des affects du locuteur (joie qu'il fasse chaud, lassitude d'une chaleur trop élevée...) etc. Le paramètre de tête à droite du français permettra la délimitation du GI si ce groupe est suivi d'un autre GI (par exemple, dans la phrase « Il fait chaud aujourd'hui ! », le GI « Il fait chaud » est suivi du GI « aujourd'hui »).

La gestion des ambiguïtés syntaxiques et la perception des consonnes dans la langue sont permises grâce à la structure temporelle de l'énoncé émis par le locuteur (Schirmer, 2004). De cette manière, la prosodie donne des informations sur la structure syntaxique de la phrase (Schirmer, 2004) et la perception de GI qui en découle permet dans de nombreux cas de lever des ambiguïtés syntaxiques (Mertens, 2008).

La prosodie a un rôle facilitateur dans la compréhension du message oral car elle segmente le flot de parole continu en groupes prosodiques. Ces groupes prosodiques sont basés sur l'organisation temporelle du message et c'est là qu'intervient particulièrement la notion de rythme : les groupes prosodiques instaurent le rythme de l'énonciation du message. La perception du rythme semble intervenir très tôt dans le développement de l'enfant (voir par exemple Nazzi et al., 1998) et permet de percevoir de nombreuses subtilités du message oral. En fait, le rythme dans la parole a une importance telle que des études ont été menées pour classer les langues dans des groupes rythmiques différents les unes des autres (voir par exemple Ramus, 1999) en fonction de leur rythmicité (langues accentuelles, langues moriques, langues syllabées) (mais voir également Arvaniti, 2012 pour une critique).

De cette organisation temporelle est tiré un ensemble de notions dites de premier ordre (Di Cristo, 2003), notamment les notions de régularité, d'accentuation, de battement, de groupement. Il est ainsi permis à l'auditeur de segmenter le message oral, de dégager le rythme sous-jacent de l'énoncé.

La segmentation en groupes prosodiques se fait par un processus subtil : le locuteur modifie un des paramètres perceptibles (fondamental, intensité, durée ou timbre de voix). Cela suffit à ce que l'allocutaire perçoive un groupement dans le flux de parole. Un énoncé qui peut illustrer ce phénomène est la suivante : « allons manger grand-mère ». Selon les paramètres perçus par l'allocutaire, le flux de parole pourra être découpé après « manger » (pour créer deux groupes : le groupe « allons manger » suivi du groupe « grand-mère ») ou après « grand-mère » (créant un unique GI « allons manger grand-mère »). Nous verrons plus loin que le découpage du flux de parole peut lever l'incertitude entre deux phrases syntaxiquement ambiguës.

L'accent final ou primaire et l'accent initial ou secondaire sont les deux accents possibles du français. Toutefois, seul l'accent final porte le rythme de l'énoncé (Astésano et al., 2004). Il permet la délimitation de syntagmes phonologiques (ou groupes intonatifs). L'alternance des battements forts et faibles permet la création du rythme prosodique. Ces battements correspondent en fait aux syllabes accentuées (syllabes fortes) ou non accentuées (syllabes faibles).

En français, l'accentuation se perçoit grâce à la sensation de variation d'intensité mise sur la syllabe forte, à la perception de l'allongement (dans la durée) de cette syllabe et à une variation de la mélodie entendue (influencée par le paramètre physique F0). La mélodie de l'énoncé permettrait, au niveau de la prosodie post-lexicale, la distinction d'une part des aspects

intonatifs de la parole (variation de fréquence et d'amplitude fréquentielle en elles-mêmes) et d'autre part des aspects rythmiques (variation de fréquence d'un point de vue temporel, c'est-à-dire la durée de ces variations de hauteur) (Di Cristo & Hirst, 1993). C'est en ce sens que l'accentuation joue un rôle majeur dans la prosodie : elle constitue le « point d'ancrage entre la chaîne syllabique et les contours mélodiques » et permet l'interprétation de la mélodie d'un point de vue communicatif (Mertens, 2008, p. 93).

L'accentuation est indispensable à la compréhension de la notion de prosodie. Nous avons vu que la métrique prescrit un patron au rythme dont celui-ci peut se détacher au besoin, pour exercer diverses fonctions. Les deux types d'accents du français prennent des formes différentes : certains patrons mélodiques ne sont pas réalisables sous l'accent initial et la place de la pause diffère (Mertens, 2008).

L'accent final marque la fin d'un GI. Le GI sera une suite de syllabes dont la dernière est pleine (c'est-à-dire dont le sommet est une voyelle ne pouvant chuter, autrement dit une voyelle autre qu'un schwa) et porte un accent final (Mertens, 2008). À partir des GI présents dans un énoncé, il est possible de déterminer les relations qu'ils exercent entre eux, mais surtout la fonction communicative supportée par leurs contours mélodiques. En ce qui concerne les contours mélodiques des groupes intonatifs, ils varient en fonction de nombreux facteurs (phonèmes présents, nombre de syllabes du groupe, présence d'accent secondaire...) sur lesquels nous ne reviendrons pas en détail.

L'élément important à retenir est le rôle primordial de l'accent final. Il est d'ailleurs notable que les énoncés d'une seule syllabe portent l'accent final (c'est-à-dire que la seule syllabe de l'énoncé sera une syllabe accentuée). Si l'on se rapporte au principe d'eurythmicité (Di Cristo, 2003 ; Hayes, 1984) les suites de syllabes régulières dont la dernière sera accentuée représenteront des suites « parfaites », facilement interprétables.

Dans ces suites eurythmiques co-existent deux parties, la suite de syllabes non accentuées et la syllabe accentuée qui représente une partie à elle seule. Le GI est alors organisé en fonction de sa structure interne (Mertens, 2008). C'est en fait l'intonation et la limite des groupes intonatifs ainsi perçus qui permettent à l'allocutaire de lever certaines ambiguïtés syntaxiques de l'énoncé. Reprenons l'exemple cité plus haut de la phrase « allons manger grand-mère ». D'un point de vue purement linguistique, il pourrait exister une ambiguïté syntaxique ici, levée par la segmentation perçue par l'allocutaire. En effet, la segmentation en deux groupes (que l'on pourrait transcrire par « allons manger, grand-mère ») indique une invitation proposée à l'allocutaire désigné sous le nom de « grand-mère » de passer à table, tandis que le découpage en un seul GI (que l'on pourrait retranscrire par « allons manger grand-mère ») indiquerait plutôt une invitation à un allocutaire non identifié au cannibalisme.

Si une phrase comporte plusieurs groupes, ils sont alors organisés de manière hiérarchique en fonction de l'amplitude de hauteur du groupe. Généralement, plus le pic de hauteur est haut, plus la frontière est forte. Dans le cas d'un groupement terminé par une frontière faible suivi d'un groupement terminé par une frontière forte, ces deux groupements de plus petite taille, appelés groupes accentuels (GA) se rassemblent en un groupe de plus grande taille : le GI (Mertens, 2008). Notons que ces regroupements de plus petite taille respectent eux aussi le paramètre du français « tête à droite ». De cela découle le fait que si c'est la première frontière qui est plus forte que la suivante, alors les deux regroupements sont seulement juxtaposés. Si deux groupes de même force se suivent le principe de juxtaposition s'applique également (que ce soient deux GA ou deux GI). Mais si un GA a (ou plusieurs GA juxtaposés) ont) une frontière à droite plus faible que la suivante, alors ces groupes se rassemblent en un

GI. Certains auteurs¹ ajoutent un niveau intermédiaire à ces deux types de groupe prosodiques nommé groupe intermédiaire. Dans le cadre de ce mémoire, nous ne détaillerons pas ces derniers.

Reprenons succinctement les informations présentées au cours de cette première partie. L'unité du rythme en français communément admise est la syllabe. Le rythme est réalisé sur des bases métriques contraignantes mais non strictes en ce sens que le rythme peut se dégager au besoin de certaines de ces contraintes. Chaque syllabe correspond à un battement : un battement fort si la syllabe est accentuée (syllabe forte) ou un battement faible si la syllabe n'est pas accentuée (syllabe faible ou atone). Une suite eurythmique est composée de quatre battements : les trois premiers correspondent à des syllabes faibles et le dernier à une syllabe forte. Les groupes intonatifs sont utiles, entre autres, dans la résolution des ambiguïtés syntaxiques. Ils sont discernés grâce à la perception du battement fort, marquant la limite droite du groupe phonologique et correspondant à l'accent primaire de cette chaîne syllabique, puis interprétés en fonction de leurs contours mélodiques.

2. La maladie de Parkinson et la dysarthrie hypokinétique

Les troubles neurologiques sont la principale cause d'invalidité dans le monde actuellement et parmi ces troubles, la maladie de Parkinson (MP) est la celle qui connaît la croissance la plus rapide en termes de prévalence et d'invalidité notamment (Feigin et al., 2017). La MP est une pathologie neuro-évolutive, résultant notamment d'un dysfonctionnement dopaminergique dans la région nigro-striatale (substance noire). Les causes de cette maladie sont encore méconnues mais l'exposition aux pesticides est un facteur de risques avéré. L'akinésie associée à la rigidité et/ou aux troubles de la marche et/ou aux tremblements de repos sont les principaux symptômes moteurs de cette pathologie. En ce qui concerne le domaine de la parole, la dysarthrie hypokinétique est caractéristique de la MP (Viallet & Teston, 2007). Si les traitements antiparkinsoniens sont efficaces contre les symptômes de la triade parkinsonienne (au moins en début de maladie), certaines caractéristiques perceptives de la parole dans la maladie de Parkinson se détériorent à la fin du cycle de médication de L-dopa (Goberman & Coelho, 2002). Nous détaillons les caractéristiques de la dysarthrie hypokinétique ci-après.

La classification proposée par Darley et al. (1969a, 1969b) est actuellement la classification des dysarthries la plus utilisée. Elle propose une analyse perceptive des six types de dysarthries existantes selon les auteurs (cette liste fut complétée de deux autres types de dysarthries par Duffy, 2005). Pour cette analyse, Darley et al. ont recruté sept groupes de patients (chaque groupe correspondant à une pathologie) et ont déterminé à partir de ces groupes les critères de parole correspondant à chacune des pathologies sur la base de textes lus par ces patients. Les critères étaient divisés en « clusters », c'est-à-dire en regroupements de critères. Ces regroupements de critères pouvaient se retrouver entièrement, partiellement ou aucunement pour chaque pathologie. Les critères étaient attribués ou non à la parole des patients de chaque groupe en fonction de la cotation attribuée par trois juges (pour une analyse de la méthode utilisée par Darley et al., voir Auzou, 2007).

¹ Pour une définition du syntagme intermédiaire, voir Delais-Roussarie et al. (2020)

Le groupe de patients dont la pathologie était « parkinsonisme » est le groupe qui nous intéresse puisque c'est le groupe qui rassemble les patients atteints de dysarthrie hypokinétique. Nous supposons que dans ce groupe, certains étaient atteints de la MP, bien que les groupes aient été assez peu détaillés dans cette étude. Il convient de rester prudent quant à l'interprétation de la dysarthrie dans le cadre de la MP. D'une part, les traitements antiparkinsoniens influencent grandement la sévérité de la dysarthrie dans le cadre de cette pathologie notamment au stade précoce où la dysprosodie est très sévère (Viallet & Teston, 2007). D'autre part l'intelligibilité des patients atteints de la MP semble bien plus touchée en parole spontanée qu'en parole lue (Kempler & Van Lancker, 2002). Néanmoins, bien que la méthodologie de la classification de Darley et al. soit critiquée par de nombreux auteurs, nous nous baserons sur celle-ci pour notre projet puisque elle reste très utilisée en pratique clinique (Kent et al., 2000) notamment en ce qui concerne la dysarthrie hypokinétique (Viallet & Teston, 2007).

Les noyaux gris centraux ou ganglions de la base regroupent plusieurs composantes : le noyau caudé, le putamen, le noyau sous-thalamique et la substance noire. Une atteinte de ce centre peut engendrer une dysarthrie hypokinétique. La cause principale de la dysarthrie hypokinétique est la MP, mais elle peut également se retrouver associée à d'autres pathologies (par exemple, d'autres syndromes parkinsoniens comme la paralysie supranucléaire progressive, l'atrophie multisystématisée ou la dégénérescence cortico-basale). Dans la classification de Darley et al., les pathologies regroupées sous le groupe « parkinsonisme » ne sont pas clairement définies (Auzou, 2007). Néanmoins, pour les raisons expliquées précédemment et pour les besoins de ce mémoire, nous nous baserons sur cette classification pour détailler la dysarthrie hypokinétique dans le cadre de la MP.

Dans la MP, des troubles de la voix, de la parole (articulatoires) et de la prosodie sont rapportés. Tous ont un impact sur l'intelligibilité du patient. Les troubles de la voix concernent la hauteur, l'intensité et le timbre, tandis que les troubles articulatoires concernent l'imprécision des consonnes et plus particulièrement les occlusives, réalisées et perçues comme des fricatives, une possible rhinolalie et une « dédifférenciation » des sons vocaliques (pour une revue des dysphonies et des troubles articulatoires parkinsoniens, voir Viallet & Teston, 2007). Nous revenons sur la dysprosodie dans la MP plus en détails ci-après.

Selon Darley et al. (1969a, 1969b), l'insuffisance prosodique dans la dysarthrie hypokinétique est caractérisée par une monotonie, une diminution de l'accentuation, des troubles de l'intensité (« mono-intensité »), des troubles de la durée des pauses (« silences inappropriés »), des accélérations paroxystiques, un débit variable, ainsi que des troubles de la hauteur. Ils incluent également « l'imprécision des consonnes » dans le regroupement « insuffisance prosodique ». La dysprosodie fait d'ailleurs partie des difficultés les plus marquées dans la MP (Viallet & Teston, 2007). Outre la perte du caractère naturel de la parole que cela peut engendrer, ces troubles retentissent d'un point de vue fonctionnel sur l'intelligibilité des patients atteints de la MP.

Il est notable que le seul regroupement complet de signes déviants dans la dysarthrie hypokinétique est celui de l'insuffisance prosodique (Darley et al., 1969b). Dans les autres types de dysarthrie caractérisés par ce regroupement, seuls les critères de monotonie (présent dans toutes les dysarthries), de diminution de l'accentuation et/ou de mono-intensité sont présents. Ce n'est pas le cas dans la dysarthrie hypokinétique puisque le regroupement d'insuffisance prosodique est présent dans sa forme étendue. Nous trouvons associés aux critères déviants habituels d'autres critères moins souvent représentés : le critère d'imprécision des consonnes

(présent dans toutes les dysarthries mais rattaché à un autre cluster), le critère de débit variable et le critère d'accélération paroxystiques (ce dernier étant caractéristique de la dysarthrie hypokinétique). Les autres critères de la dysarthrie hypokinétique sont les silences inappropriés (c'est-à-dire qu'ils ne sont pas pertinents au niveau de la segmentation syntaxique du message), la voix rauque (présente dans toutes les dysarthries), une voix soufflée en continu et des anomalies de hauteur (défaut de variations de la hauteur et hauteur anormalement basse). En revanche, nous ne retrouvons pas dans la dysarthrie hypokinétique le critère de phrases courtes qui peut parfois être rattaché au regroupement « insuffisance prosodique » dans la classification de Darley et al. (1969a, 1969b)

Parmi ces critères, nous en notons plusieurs reliés directement à des anomalies rythmiques qui sont la variabilité du débit avec des accélérations paroxystiques caractéristiques de la MP et des silences inappropriés. Or ces altérations rythmiques, de surcroît associées à une réduction de l'accentuation prosodique, réduisent considérablement l'intelligibilité du message (Liss et al., 1998). L'auditeur du message ne pouvant pas s'appuyer sur les aspects phonétiquement pertinents du message (cf. imprécision des consonnes), la compréhension du discours serait compromise.

Nous avons vu dans la première partie de ce mémoire que les composantes de la prosodie sont liées. D'ailleurs la méthode LSVT[®] (Lee Silverman Voice Treatment), qui consiste à améliorer l'intensité de la parole en incitant le patient à « parler fort », améliore de manière secondaire le paramètre prosodique de modulation de hauteur (Ramig & Fox, 2007). Néanmoins, bien qu'il ait été démontré que cette méthode est efficace pour toutes les sévérités de dysarthries parkinsoniennes, certains praticiens ont observé une moindre efficacité de cette technique de rééducation sur l'intelligibilité chez les patients avec des troubles du rythme sévères (ou des palilalies) si la dysarthrie est sévère (Rolland-Monnoury & Özsancak, 2007). En ce sens, il semble encore une fois opportun de trouver des pistes de remédiation dans le domaine du rythme chez ces patients.

La MP se caractérise par un dysfonctionnement dopaminergique de la substance noire. Les noyaux gris centraux qui contiennent cette substance noire sont essentiels pour l'exécution des gestes moteurs appris – dont la parole (Viallet & Teston, 2007). Ils distribuent les informations des aires (pré-)frontale et temporale (*i. e.* aire d'une grande partie du traitement auditif) vers l'aire motrice supplémentaire (AMS) et peuvent inhiber des mouvements inadaptés. Les noyaux gris centraux auraient également un rôle dans la perception du rythme (Grahn & Brett, 2007).

Certains auteurs proposent qu'un mécanisme interne, « l'horloge interne », influence la production et la perception du rythme (par exemple Di Cristo, 2003). D'autres auteurs supposent plutôt que le stimulus utilisé pour marquer le rythme et la tâche proposée au sujet ont un rôle dans la synchronisation du rythme (Kohlers & Brewster, 1985). Un métronome auditif paraît plus à même de contrôler le rythme chez les patients dysarthriques que les stimuli visuels (Pilon et al., 1998). Di Cristo en 2003 proposait que « l'actualisation physique d'un schème métrique particulier peut servir de point d'ancrage à la création d'une attente susceptible de favoriser une rythmicité subjective subséquente [et que] la non-confirmation de l'attente peut alors engendrer l'amorçage d'une nouvelle stratégie d'attente donnant naissance de ce fait à l'initialisation d'un nouveau motif rythmique » (paragraphe 15). De plus, il se pourrait que les rythmes de la parole produits par un locuteur et perçus par lui-même renforcent les schémas temporels de la parole. Le rythme pourrait permettre d'élaborer un cadre temporel pour coordonner des informations sensorielles et motrices : c'est ainsi que le rythme perceptif

permettrait de réguler le contrôle du mouvement de la parole (Kent et al., 2000). Cette théorie semble se vérifier dans les études actuelles sur l'influence de l'amorçage rythmique sur la parole.

3. Effet bénéfique du rythme sur le traitement langagier

Des recherches portant sur l'influence du rythme et plus précisément sur l'effet d'un amorçage rythmique sur différents systèmes ont vu le jour ces dernières années. L'amorçage rythmique auditif est une méthode consistant à écouter un rythme régulier ou non (notes ou plus généralement une musique ou une phrase) avant la production d'une tâche cible (jugement de grammaticalité, lecture de phrases...). Il existe d'autres types d'amorçages rythmiques (par exemple taper un rythme avec les doigts). Concernant la parole et le langage, l'effet d'amorçage rythmique a également été étudié dans le cadre d'autres pathologies. Chez des patients atteints d'apraxie de la parole et des patients aphasiques avec troubles d'encodage phonologique, un effet facilitateur de la régularité métrique des phrases servant d'amorçage rythmique a pu être observé en langue allemande (Aichert et al., 2019). Schön & Tillmann (2015) proposent que l'appariement rythmique puisse améliorer la production phonologique dans le cadre de surdité pré-linguistique chez des enfants et que l'amorçage rythmique facilite la lecture chez des enfants avec des troubles spécifiques du langage oral et troubles spécifiques du langage écrit. Une thérapie basée sur le rythme pourrait également bénéficier à d'autres prises en charge, par exemple dans le cadre du bégaiement ou de l'autisme (Fujii & Wan, 2014).

L'effet d'un indiçage rythmique sur la marche chez des participants sains et chez des patients atteints de la MP a par exemple déjà pu être mis en avant (Willems et al., 2006). Dans le cadre de la MP, une étude de Kotz & Gunter (2015) a permis de mettre en évidence l'impact d'un rythme prédictible sur le traitement d'informations linguistiques de haut niveau (jugement d'incongruïtés sémantiques ou syntaxiques par analyse des EEG durant l'écoute passive de phrases après amorce musicale – marche vs. valse). Selon les auteurs, l'écoute de la marche (métriquement prévisible et reproduisant la métrique de la langue allemande) permettrait, *in fine*, une facilitation du traitement des informations linguistiques de la parole.

Des études portant plus particulièrement sur l'effet d'un amorçage rythmique sur le traitement de la parole dans le cadre de la MP ont également été réalisées durant ces dernières années. Dans ces études, les amorçages rythmiques sont souvent présentés sous forme de phrases (matériel langagier métriquement régulier ou irrégulier (Späth et al., 2016)), de battements de métronome (reproduisant le battement de chaque syllabe ou suivant les propriétés métriques des phrases (Thaut et al., 2001)) ou battements de métronome réguliers vs. irréguliers (Falk et al., 2017) ou de tonalités sonores (régulières ou irrégulières, paradigme de Zhang & Zhang (2019)).

Dans les études proposant des situations de congruence vs. incongruence entre l'amorçage rythmique et la phrase cible (par exemple Späth et al., 2016), l'effet d'amorçage rythmique n'était observé que dans les conditions congruentes (c'est-à-dire quand les amorces rythmiques reproduisaient la métrique de la phrase cible). Les résultats de ces études montrent un effet de l'amorçage rythmique, notamment dans les conditions régulières (pour les analyses comportementales (Späth et al., 2016) ou pour les analyses des EEG (Falk et al., 2017; Kotz & Gunter, 2015; Zhang & Zhang, 2019)). Ces résultats sont observés chez des patients atteints de MP (Kotz & Gunter, 2015; Späth et al., 2016) ou chez des participants sains (Falk et al., 2017; Zhang & Zhang, 2019).

Il n'y a aujourd'hui pas de consensus quant aux mécanismes précis de ces phénomènes. Certains auteurs proposent qu'il y ait au moins deux compétences rythmiques distinctes, l'une d'elle incluant l'aptitude à battre un rythme et l'autre incluant l'habilité à séquencer/mémoriser un rythme (Tierney & Kraus, 2015). Il est intéressant de noter que la proposition faite par ces auteurs distingue la compétence de battre en rythme et celle de séquencer ou mémoriser un rythme, compétences concernant respectivement la production et la perception d'un rythme. Les principaux cadres théoriques ayant vu le jour jusqu'à présent sont détaillés dans la partie suivante.

Pendant longtemps, les études sur la dysarthrie hypokinétique dans le cadre de la MP n'ont porté que sur le versant perceptif de la parole ; à notre connaissance, ce n'est que récemment que l'effet de l'amorçage rythmique sur la production de la parole a été étudié. Frota et al. (2021) se sont demandé si les difficultés des patients avec MP à utiliser les informations prosodiques dans leur fonction communicative était inhérente à la maladie (difficultés imputables à la maladie en elle-même) ou si ces troubles étaient dus à la difficulté de réalisation phonétique (difficultés secondaires aux troubles arthriques induits par cette dysarthrie). Les auteurs ont donc analysé les productions de participants sains *vs.* atteints de la MP. Les auteurs ont conclu de leurs résultats que les difficultés à utiliser les contours prosodiques ne sont pas seulement dus aux difficultés de réalisation phonétique mais sont bien imputables à la MP.

Il n'existe pas à notre connaissance d'étude sur l'effet de l'amorçage rythmique sur la production de la parole en langue française dans le cadre de la dysarthrie hypokinétique chez les patients atteints de la MP. Pour ce mémoire, nous utilisons un paradigme proche de celui de l'étude de Zhang & Zhang (2019). Nous nous intéresserons à la production de la parole lors d'une tâche de lecture de phrase à la suite de l'écoute d'une amorce rythmique.

4. Interventions rythmiques

En se basant sur les standards musicaux occidentaux, on peut dégager de nombreuses similitudes entre la musique et la parole. Fiveash et al. (2021) les énumèrent : le signal acoustique, le traitement sensoriel de ce signal acoustique et des traitements cognitifs parallèles (en lien avec la prédiction et la structure hiérarchique). En musique, le rythme présente des patrons très réguliers et récurrents ce qui permet une très haute prédictibilité rythmique. Un processus biologique impliquerait la synchronisation des oscillations neuronales avec les événements externes (Jones, 2016). En parole, les patrons sont moins réguliers puisqu'ils doivent répondre à des contraintes linguistiques. On peut constater que la musique comme la parole ont des signaux périodiques ou quasi-périodiques (Fiveash et al., 2021).

Des études ont prouvé qu'à l'écoute d'un rythme les zones cérébrales motrices s'activaient. Par exemple Grahn & Brett (2007) ont montré que les ganglions de la base (affectés par la maladie de Parkinson) et l'AMS (impliquée dans la planification des mouvements complexes – dont la parole – et dans la coordination des mouvements nécessitant les mains) étaient activés à l'écoute de rythmes. L'activation de ces zones était plus forte pour les rythmes réguliers. Ces auteurs ont conclu que les ganglions de la base et la zone motrice supplémentaire jouent un rôle dans la perception du rythme, en plus de jouer un rôle dans la production motrice.

Les caractéristiques communes entre parole et musique (notamment leurs caractéristiques rythmiques) et le fait que certaines zones cérébrales communes soient activées à l'écoute de celles-ci sont à la base du postulat de nombreux auteurs. Ces postulats suggèrent donc que des

processus neuraux similaires traitent le rythme de la parole et celui de la musique. Les principaux cadres théoriques découlant de ces postulats sont expliqués dans la section suivante.

5. Hypothèses sur les processus impliqués

De nombreux auteurs ont proposé des théories pour expliquer la relation d'une part entre rythme musical et rythme de la parole et d'autre part la relation entre rythme et mouvement.

Une des premières hypothèses est la DAT (Dynamic Attending Theory) (Jones, 1976 pour une première mention de cette théorie ; Jones, 2016 pour une version étendue de ce cadre théorique). Cette théorie centrée sur la perception rythmique propose que les oscillations cérébrales produites à l'écoute d'un rythme se synchronisent avec ce rythme externe. Ainsi, les oscillations internes s'accorderaient avec les oscillations externes du rythme entendu. Cette synchronisation induit des attentes quant aux événements à venir : l'auditeur s'attend à un événement saillant à des moments particuliers – quand il y a un battement fort. C'est pourquoi un rythme régulier induirait de plus fortes prédictions : l'auditeur perçoit la périodicité et s'attend à un événement saillant à un moment fortement attendu.

La théorie OPERA (Overlap, Precision, Emotion, Repetition, Attention) (Patel, 2011 pour la première version de cette théorie ; Patel, 2014 pour une version étendue de cette théorie) part du principe que le traitement de certains paramètres acoustiques partagés par les domaines de la musique et de la parole nécessite une plus grande précision dans le domaine de la musique. Ainsi, un entraînement musical permettrait « d'aiguiser » les capacités cérébrales nécessaires à la musique dont certaines sont communes à la parole. C'est pourquoi un entraînement musical serait secondairement bénéfique au domaine de la parole. Ces bénéfices ne seraient présents que si cinq conditions sont remplies : « Overlap » (recouvrement) : les régions cérébrales concernées doivent être impliquées dans le traitement de la musique ; « Précision » : le traitement de la musique nécessite une plus grande précision que le traitement de la parole ; « Émotion » : la musique doit engendrer une émotion positive ; « Répétition » : l'entraînement des composantes en jeu doit être répété plusieurs fois ; « Attention » : l'attention doit être ciblée sur l'activité.

La théorie PATH (Precise Auditory Timing Hypothesis) (Tierney & Kraus, 2014) est dérivée de la théorie OPERA. Elle propose que la synchronisation auditive précise réponde en fait aux cinq conditions nécessaires citées dans l'hypothèse OPERA. La synchronisation auditive permettrait de discriminer les phonèmes de la langue de manière plus précise car les indices temporels (*i. e.* la durée de réalisation des phonèmes) serait mieux perçus. L'exemple cité par les auteurs porte sur la distinction entre une occlusive sourde et sonore : la durée de voisement de l'occlusive sonore implique un *voice onset time* plus important que pour son homologue sourde. Les auteurs prédisent subséquentement que les capacités phonologiques seront d'autant améliorées si le sujet pratique une activité musicale centrée justement sur la synchronisation rythmique (les auteurs prennent ici l'exemple des batteurs). Selon les auteurs, cette théorie explique donc pourquoi un entraînement à une activité musicale pourrait améliorer la perception des phonèmes (donc les capacités langagières orales) et pourquoi cela implique secondairement un bénéfice dans le langage écrit.

La TSF (Temporal Sampling Framework for developmental dyslexia) (Goswami, 2011) est une adaptation de la MTMR (Multi-Time Resolution Processing) (Poeppel et al., 2008) à la syllabe. La théorie TSF propose que les déficits en dyslexie, ancien terme pour désigner un trouble spécifique du langage écrit ou TSLE, sont dus à un défaut de *phase locking* (que l'on

pourrait traduire par « verrouillage de phase ») de certaines ondes cérébrales qui auraient un rôle dans l'intégration temporelle de la syllabe. Ce déficit entraînerait en définitive un mauvais encodage perceptif du phonème (les phonèmes seraient codés différemment par un sujet avec dyslexie que par un sujet tout-venant).

La double hypothèse SEP (Sound Envelope Processing et Synchronization and Entrainment to a Pulse) (Fujii & Wan, 2014) postule que la perception mais également la production de rythmes (ainsi que le couplage sensorimoteur) dans la parole et dans la musique impliquent des zones neuronales communes. Cela expliquerait pourquoi l'utilisation de matériel rythmique pourrait être bénéfique à la prise en charge des troubles de la parole. Une des notions principales de cette hypothèse (le traitement de l'enveloppe du son) est adaptée de la théorie des réseaux cérébraux communs à la musique et à la parole du cadre théorique OPERA. La deuxième notion importante de ce cadre théorique est que les réseaux cérébraux communs à la musique et la parole sont impliqués dans la perception des rythmes mais aussi la production de rythmes et dans le couplage sensorimoteur. Par conséquent la perception mais aussi la production de la parole et de la musique auraient des bases neuronales communes.

Il existe également des théories plutôt centrées autour d'un point de vue sensorimoteur. La théorie ASAP (Action Simulation for Auditory Prediction) (Patel & Iversen, 2014) postule par exemple le fait que les régions cérébrales de planification motrice et les régions auditives communiquent de manière précise sur le plan temporel même en l'absence de mouvement réel. Les régions motrices (dont le cortex prémoteur, l'AMS dont il est question chez Grahn & Brett (2007) et le putamen situé dans les noyaux gris centraux) recevraient des informations du cortex auditif. Ces informations reçues seraient utilisées pour planifier un mouvement au sein du cortex moteur (même en l'absence de mouvement réel, c'est-à-dire même en simulant seulement un mouvement) puis les informations de planification de mouvement seraient renvoyées au cortex auditif. Ainsi la simple simulation d'un mouvement rythmiquement régulier aiderait à prédire les battements forts ultérieurs.

Le cadre proposé par Fiveash et al. (2021) propose un cadre théorique qui reprend les grandes idées de toutes ces hypothèses. L'idée du cadre théorique PRISM (Processing Rhythm In Speech and Music) repose sur trois mécanismes principaux repris des cadres présentés *supra* : le traitement auditif précis, la synchronisation des oscillations internes aux stimuli rythmiques externes et le couplage sensori-moteur. Selon elles, le traitement auditif précis serait utile à la détection de changements temporels très subtils et permettrait la détection auditive précise ; la synchronisation aux stimuli rythmiques externes permettrait à l'auditeur d'anticiper les battements forts à venir ; le couplage sensorimoteur permettrait de faire le lien entre les zones cérébrales liées à la production et celles liées à la perception. Ces trois mécanismes seraient donc communs à l'écoute de la musique et de la parole : le stimulus acoustique serait traité auditivement de manière précise et entraînerait une synchronisation des oscillations neurales aux stimuli externes perçus ainsi que le couplage sensorimoteur, ce dernier faisant à son tour le lien entre la perception et la production (musicale ou de la parole).

Les cadres présentés supportent donc l'idée que la musique et la parole sont traitées en grande partie par des mécanismes cérébraux communs. Le lien entre la perception et la production de la parole résiderait dans le fait que les zones motrices sont activées pendant le traitement auditif de rythme même en l'absence de mouvement réel. Ainsi, les effets de l'amorçage rythmique observés dans le cadre de nombreux handicaps ou pathologies (Aichert et al., 2019; Schön & Tillmann, 2015) pourraient être expliqués par les cadres théoriques qui

proposent des explications quant au lien étroit entre la perception et la production de la musique et de la parole.

6. Buts et hypothèses

Notre projet a pour but d'évaluer la parole des patients atteints de la MP et de la comparer avec la parole de sujets tout-venant et de déterminer si une amorce auditive rythmique affecte la parole chez ces sujets. Nous nous intéressons plus particulièrement au rythme de la parole qui est affecté dans la dysarthrie hypokinétique et notamment aux groupements prosodiques qui découlent de la rythmicité de la parole chez les sujets évalués.

Nous faisons plusieurs hypothèses :

1) Nous prédisons que pour la condition sans amorce, les résultats du groupe MP différeront des résultats du groupe contrôle conformément aux résultats de l'étude de Frota et al. (2021).

2) En ce qui concerne la condition avec amorce régulière congruente et en accord avec les résultats obtenus par Thaut et al. (2001), nous attendons une facilitation chez le groupe MP (si la sévérité des troubles est assez marquée). Le cas échéant, les groupes prosodiques produits se rapprocheront plus des groupes attendus que pour la condition sans amorce. Découlant de cela, nous nous attendons à ce que les résultats pour cette condition pour le groupe MP se rapprochent des résultats du groupe contrôle contrairement à la condition sans amorce.

3) Au regard des résultats obtenus par Falk et al. (2017) indiquant une synchronisation neurale pour la condition d'amorçage régulier et non pour la condition d'amorçage irrégulier, nous pouvons nous attendre à une absence d'effet pour la condition avec une amorce non-congruente irrégulière.

4) Nous nous attendons les temps d'initialisation soient plus courts dans le cadre d'amorces congruentes pour le groupe contrôle conformément aux résultats obtenus par Zhang & Zhang (2019) et pour le groupe MP conformément aux résultats obtenus par Späth et al. (2016).

Le présent mémoire s'intéressera à l'analyse des proéminences (groupes prosodiques). Pour l'analyse du délai d'initialisation, voir Riegler (2022).

Méthodologie

1. Participants

Six participants atteints de la MP de 55 à 83 ans (moyenne 68,83 ; écart-type 9,04) ont participé. Le diagnostic de maladie de Parkinson était confirmé depuis 5 à 15 ans. Sept participants sains de 57 à 81 ans (moyenne 72,28 ; écart-type 9,25) ont également participé. Le recrutement des participants du groupe MP était effectué auprès de patients atteints de MP avec dysarthrie hypokinétique à l'Hôpital Roger Salengro. Les participants étaient de langue maternelle française sauf un participant qui était bilingue et dont le français n'était pas sa première langue (voir l'annexe). Ils avaient une vision normale ou corrigée. Les caractéristiques détaillées de chaque participant ainsi que les épreuves sont présentés dans les annexes 1 et 2. Les épreuves proposées étaient les suivantes : la MoCA (Montreal Cognitive Assessment, Nasreddine et al., 2005), le Score Perceptif (SP) issu de la BECD (Batterie d'évaluation clinique de la dysarthrie, Auzou & Rolland-Monnoury, 2019), la version française du GDS (EDG,

Échelle de dépression gériatrique, Bourque et al. (1990), adapté du GDS, Geriatric Depression Scale (Yesavage et al., 1982)), un questionnaire de musicalité et une audiométrie. Pour le groupe MP, un questionnaire sur le diagnostic et le traitement du participant ainsi que la partie III de l'UPDRS (Unified Parkinson's Disease Rating Scale, Fahn & Elton, 1987) étaient également collectés.

Un consentement écrit et éclairé était remis à tous les participants de l'étude et signé avant le début de la passation.

2. Matériel langagier

Le matériel langagier était composé de 45 phrases créées spécifiquement pour cette étude. Elles étaient constituées de quatre GA de trois syllabes chacune. Pour la création des phrases, nous avons contrôlé en premier lieu la structure métrique (quatre GA de trois syllabes, formant en définitive un GI de douze syllabes). Nous avons également pris en compte les critères suivants : absence de phrase passive ou complexe, absence de verbe modal, éviter la présence de trop nombreux schwas pouvant chuter naturellement en parole spontanée (pouvant par conséquent faire varier la structure métrique de la phrase), absence de mot monosyllabique pouvant être accentué indépendamment de sa place au sein du GA (ex. « bien », « beau »...). Les phrases ont ensuite été réparties en trois blocs de phrases. Les phrases issues de chaque bloc étaient appariées les unes aux autres (la première phrase du bloc A appariée avec la phrase 1 du bloc B et la phrase 1 du bloc C) selon les critères suivants dans la mesure du possible : longueur des mots (mots mono-, bi- ou trisyllabiques), structure syntaxique (pronom personnel sujet, temps du verbe), lexique employé pour le sujet de la phrase (item manufacturé vs. item biologique ; et pour les items biologiques : catégorie sémantique ex. « animaux »). L'utilisation de Lexique 3 (New et al., 2005) a permis de vérifier le paramètre de fréquence lexicale pour nos trois blocs de phrases dans leur entièreté. A ces 45 phrases cibles ont été ajoutées 9 phrases distractives conjuguées à l'impératif, issues du corpus réduit de 180 de Fharvard (Aubanel et al., 2020), dans le but d'éviter un phénomène d'habituation à une structure métrique ou syntaxique au moment de la passation. Ce corpus est composé de phrases comprenant des mots-clefs mono- et di-syllabiques. Les neuf phrases sélectionnées ont été réparties dans chaque bloc, à l'instar des phrases-cibles. Chaque bloc comportait alors trois phrases distractives en plus des quinze phrases-cibles.

3. Matériel d'amorçage

Nous utilisons un paradigme d'amorçage rythmique (voir par exemple Falk et al., 2017). Une amorce auditive rythmique de trois sons de percussions répétés à quatre reprises était proposée pour chaque essai. Il y avait par conséquent douze sons par amorce pour chaque essai. L'intensité sonore était réglée individuellement pour tous les participants de manière à ce que celle-ci soit confortable pour chacun d'entre eux. Les amorces rythmiques ont été réalisées à partir du logiciel Hydrogen (Cominu, 2021) et exportées au format .wav, à un taux d'échantillonnage de 41000Hz. Nous proposons un motif rythmique régulier et trois motifs rythmiques irréguliers. Le motif rythmique régulier (noté REG) a été créé en se basant sur la structure rythmique des phrases cibles et permettait d'obtenir une condition congruente entre les phrases cibles et l'amorce rythmique : les sons représentaient les battements de la phrase cible et correspondaient donc à deux battements faibles suivis d'un battement fort, le tout répété quatre fois : xxX xxX xxX xxX. Les notes correspondant aux battements faibles duraient 150

ms et les notes correspondant aux battements forts duraient 300 ms (voir Figure 1). Nous avons choisi d'utiliser trois motifs rythmiques irréguliers différents pour majorer l'effet de l'irrégularité du rythme lors de l'expérience. Les trois motifs rythmiques irréguliers (noté IRR1, IRR2, IRR3) étaient des suites irrégulières de douze sons composées des mêmes deux notes que celles utilisées pour l'amorce régulière (même intensité, même hauteur, même timbre et même durée) réparties aléatoirement (voir Figure 2 pour un exemple d'amorce irrégulière utilisée).

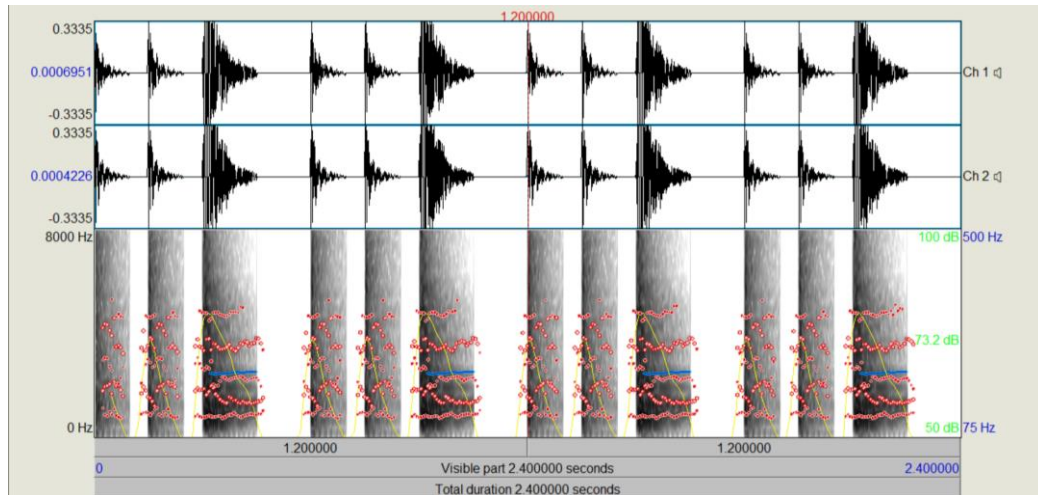


Figure 1 Signal acoustique, spectrogramme, courbe mélodique, formants et courbe d'intensité de l'amorce régulière utilisée

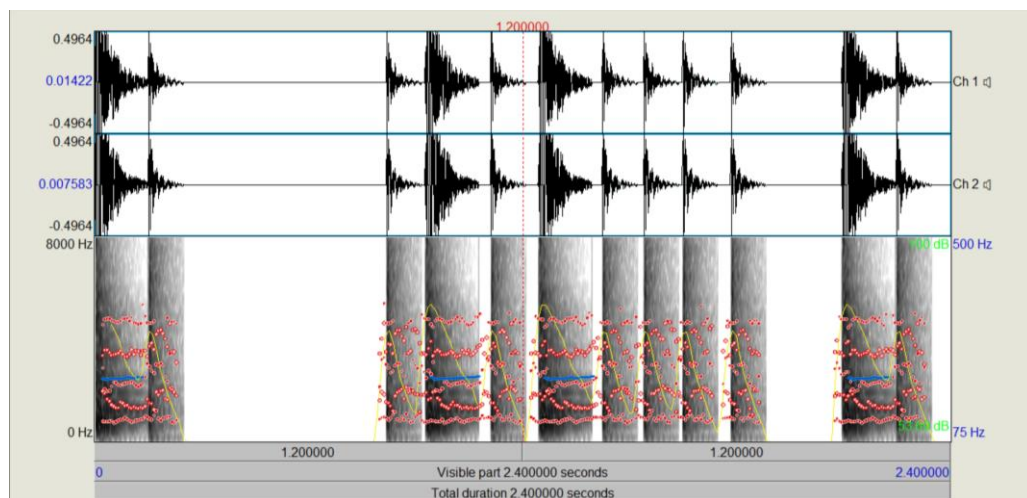


Figure 2 Signal acoustique, spectrogramme, courbe mélodique, formants et courbe d'intensité d'une des amorces irrégulières utilisées

4. Présentation des stimuli et collecte des données

Lors de chacune des passations, chaque bloc de phrases était amorcé par une des trois conditions d'amorçage (régulière congruente, irrégulière non-congruente, absente). Ainsi pour la première condition, les cibles du bloc A étaient amorcées par l'amorce régulière ; les cibles du bloc B étaient amorcées par les trois amorces irrégulières ; les cibles du bloc C n'étaient pas amorcées par un rythme (silence). En ce qui concerne les phrases distrayantes, celles du bloc A étaient amorcées par la même amorce rythmique régulière que les phrases-cibles du bloc, celles du bloc B étaient amorcées par l'une des trois amorces rythmiques irrégulières choisie de manière aléatoire et celles du bloc C étaient précédées par un silence de même durée que pour les autres essais de ce bloc. Au sujet des trois amorces irrégulières, elles ont donc été utilisées

six fois chacune pour amorcer les phrases-cibles et les phrases distractives pour chaque passation. La durée totale de chaque motif (régulier et irréguliers) était 2,4 secondes.

Durant l'essai, chaque bloc était présenté en entier (cibles et distracteurs) avant de passer au bloc suivant. Cette disposition a été choisie pour noter une éventuelle majoration de l'effet à mesure d'une habitude au rythme perçu.

Pour chaque participant, l'ordre de présentation des phrases au sein de chaque bloc était aléatoire. De plus, selon la condition, le rythme ou le silence qui amorçait chaque bloc changeait. De cette façon, il y avait donc six conditions de présentation différentes.

Pendant l'expérience, le participant équipé d'un microphone serre-tête était positionné devant un écran. Pour chaque essai, le participant voyait un plus (+) au centre de l'écran, lui indiquant qu'il s'apprêtait à entendre l'amorçage rythmique ou le silence selon la condition. Puis l'amorce ou le silence, selon la condition du bloc présenté, était joué. La croix disparaissait ensuite puis la phrase-cible (ou la phrase distractive selon l'essai) était ensuite affichée et le participant était invité à la lire à voix haute. Les productions étaient recueillies à l'aide d'un microphone serre-tête statique cardioïde SHURE SM35 placé à treize millimètres de la bouche du participant et d'une carte son MOTU M2 (logiciel MOTU Performer Lite). Le participant appuyait lui-même sur une touche pour passer à l'essai suivant après avoir lu la phrase cible ; le cas échéant, la cible disparaissait après quinze secondes sans réponse de la part du participant pour laisser place à l'essai suivant.

5. Déroulement de la passation

Chaque passation était individuelle et durait environ 45 minutes en comptant l'explication du déroulement de la passation, la récolte du consentement signé, le remplissage des tests et questionnaires, la passation de l'expérience et le retour sur l'expérience. Elle se déroulait entièrement dans une pièce calme (au CHRU de Lille ou au domicile du participant). Avant l'expérience, l'investigatrice récoltait la lettre d'information et le formulaire de consentement signé par le participant. Le questionnaire sur le diagnostic et le traitement du participant ainsi que la partie III de l'UPDRS (Fahn & Elton, 1987) étaient remplis par le ou la neurologue du participant (sauf en cas d'impossibilité).

La MoCA (Nasreddine et al., 2005) était ensuite administrée par l'investigatrice.

L'expérience se déroulait après la passation de la MoCA (Nasreddine et al., 2005). Celle-ci consistait en une succession de trois blocs de dix-huit essais. La répartition condition/participant était aléatoire. La condition IRREG/REG/SIL : le participant entendait le bloc avec l'amorce rythmique irrégulière, puis le bloc avec l'amorce rythmique régulière, puis le bloc sans amorce rythmique la condition IRREG/SIL/REG : le participant entendait le bloc avec l'amorce rythmique irrégulière, puis le bloc sans amorce rythmique, puis le bloc avec l'amorce rythmique régulière la condition SIL/REG/IRREG : le participant entendait le bloc sans amorce rythmique, puis le bloc avec l'amorce rythmique régulière, puis le bloc avec l'amorce rythmique irrégulière.

Un questionnaire sur les activités liées à la musique et au rythme (pratique d'un instrument de musique, apprentissage du solfège, pratique du chant, pratique de la danse) était rempli par le participant après la passation de l'expérience. De même, l'EDG (Bourque et al., 1990) était également remplie par chaque participant.

L'audition était mesurée par un audiogramme et la parole de chaque participant était évaluée grâce au module SP issu de la Grille Perceptive de la BECD (Auzou & Rolland-Monnoury, 2019). Ce module permet d'évaluer la sévérité de la dysarthrie.

Après la passation, le participant était remercié pour sa participation.

6. Analyse des proéminences

Les productions recueillies au moyen du microphone étaient enregistrées au format .wav et étaient ensuite annotées en réalisant un découpage phonémique et syllabique en utilisant l'alphabet SAMPA via le logiciel Praat (Boersma & Weenink, 2018). Les groupes accentuels produits ont été analysés sur la base des groupes prosodiques cibles annotés grâce à différents tiers dans Praat (Boersma & Weenink, 2018) à l'aide de ProsoBox (Goldman & Simon-Hustinx, 2020). Il y avait quatre différents tiers annotés : production réalisée retranscrite orthographiquement ; production réalisée retranscrite phonétiquement mot par mot avec production cible ; production réalisée retranscrite phonétiquement phonème par phonème ; production réalisée retranscrite phonétiquement syllabe par syllabe. La transcription orthographique a d'abord été tapée manuellement. La transcription phonémique a ensuite été créée automatiquement et alignée sur la transcription orthographique des productions grâce à WebMAUS Basic (Kisler et al., 2017) puis le découpage syllabique a été généré grâce à Pho2Syll (Reichel & Kisler, 2014). Les productions des participants ont été analysées par rapport au découpage en groupes prosodiques cibles, c'est-à-dire les groupes attendus d'un point de vue sémantique et syntaxique. Le nombre de syllabes attendues par GA était trois. Nous avons analysé la dernière syllabe de chacun des groupes produits (voir Figure 3 pour un exemple d'essai annoté). Les GA produits comportant une erreur de lecture, un ajout une syllabe (souvent, ajout d'un schwa facultatif) ou erreur de co-articulation – en somme, les GA comportant plus de trois syllabes ou moins de trois syllabes – ont dû être exclus de notre analyse.

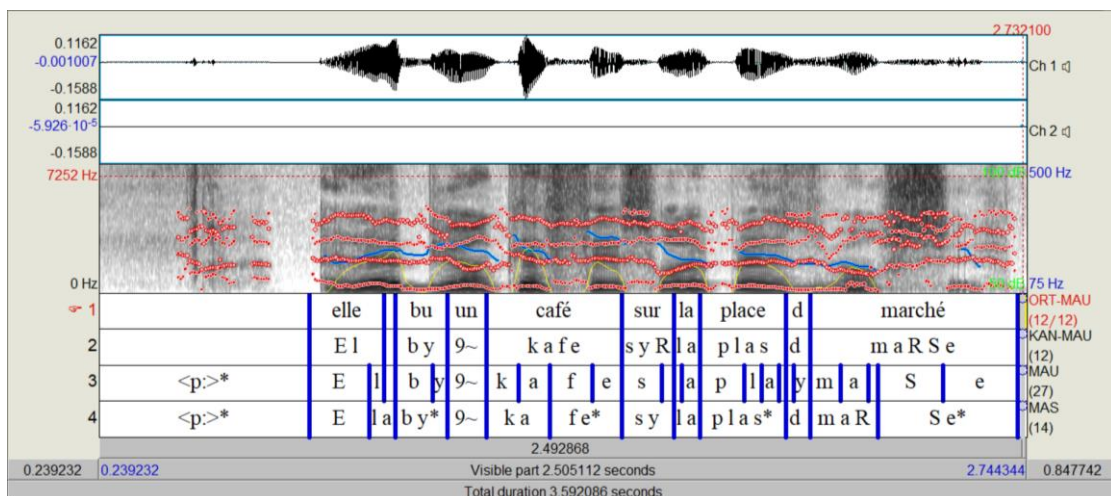


Figure 3 Signal acoustique, spectrogramme, courbe mélodique, formants et courbe d'intensité associés à la production d'un des essais

Les paramètres utilisés par ProsoBox (Goldman & Simon-Hustinx, 2020) pour déterminer le caractère proéminent d'une syllabe sont les suivants :

- La durée de la syllabe (totale) : la durée de la syllabe totale a été préférée plutôt que la durée du noyau car cette dernière dépend du voisement de l'attaque et coda du reste de la syllabe.

- f0 max sur le noyau : elle est notée en semi-ton (ST).

Ces deux premières données sont calculées puis mises en relation avec les deux syllabes précédentes et la syllabe suivante. Grâce au calcul de ces deux premiers paramètres, le logiciel

produit deux résultats : les durées relatives exprimées en pourcentages et les mesures de différences relatives de f_0 en ST. Si une syllabe qui devait être utilisée pour mesurer ces variables est séparée de la syllabe adjacente de 250ms ou plus, alors la syllabe en question n'est pas utilisée pour ces calculs (voir Simon et al. (2008) pour plus d'explications). En plus de ces deux paramètres, d'autres sont utilisés par ProsoBox :

- Les montées mélodiques ou mouvements mélodiques intrasyllabiques qui correspondent aux montées de la fréquence fondamentale stylisée du noyau syllabique. Si le mouvement mélodique est plat ou descendant, alors cette mesure sera considérée comme nulle.

- La pause subséquente qui est la pause qui suit la syllabe.

Grâce à ces quatre paramètres, le logiciel décide automatiquement si la syllabe obtenue est proéminente ou non. Chaque paramètre cité est considéré comme autonome : si un des paramètres remplit le critère qui permet de considérer une syllabe comme proéminente, alors la syllabe en elle-même sera considérée comme proéminente. Le logiciel indique, le cas échéant, en raison de quel(s) paramètre(s) la syllabe est proéminente. Notons que notre analyse repose sur une représentation binaire de la proéminence (une syllabe étant proéminente ou non) ; Goldman et al. (2012) considèrent que la proéminence peut être graduelle (voir leur article pour une explication plus détaillée).

Les groupes prosodiques des productions des sujets du groupe MP ont été analysés au regard des groupes prosodiques des sujets du groupe de participants sains. Le but était de comparer les productions des participants sains (groupe contrôle) et de voir s'il y avait une différence significative avec les productions du groupe MP au niveau des groupes prosodiques effectivement produits en fonction de la condition.

Ensuite, la proportion du nombre de groupes produits à la place attendue a été calculée pour chaque condition pour chaque participant.

7. Résultats

La figure 4 présente les résultats de l'étude. La médiane de la proportion du nombre de syllabes proéminentes produites à la place attendue était de 55 % et 54 % pour le groupe contrôle et le groupe MP, respectivement. Le test des rangs signés de Wilcoxon n'indique aucune différence significative entre les groupes ($p = 0.84$). Concernant les conditions, les différences n'étaient pas significatives, non plus (REG vs. SIL, $p = 0.12$, REG vs. IRREG, $p = 1$, SIL vs. IRREG, $p = 0.15$).

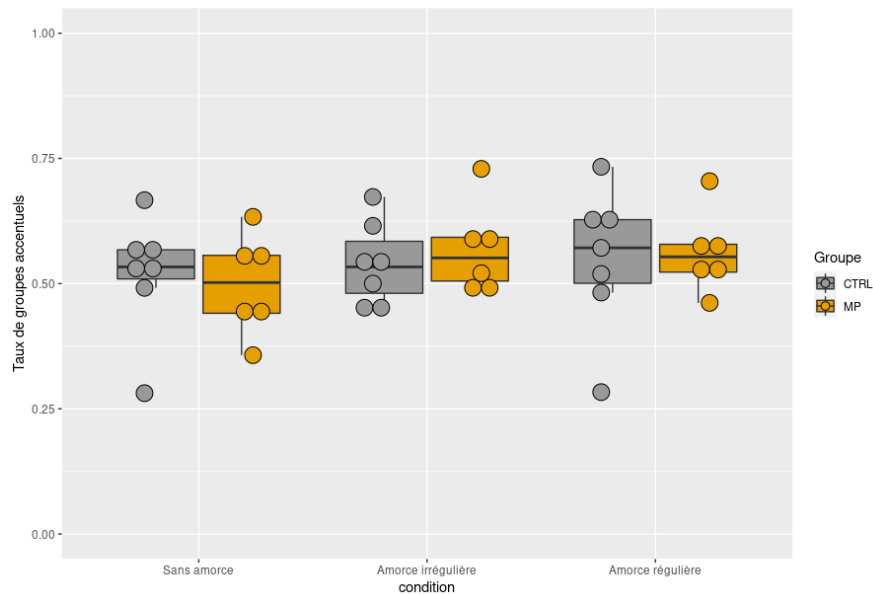


Figure 4 Taux de GA réalisés à la place attendue en fonction de la condition d'amorçage pour le groupe contrôle et le groupe MP

Il semble intéressant de noter qu'en isolant les résultats de la participante S10 qui avait un score SP élevé, nous notons une différence plus marquée entre les résultats pour les conditions régulière (70,45 %) et irrégulière (67,86 %) comparativement à la condition neutre (56,25 %).

Discussion

L'objectif de notre étude était de déterminer s'il existait un effet de l'amorçage rythmique sur la production des groupes prosodiques chez les patients atteints de la MP. Pour cela, nous avons réalisé des analyses acoustiques sur la production des participants en se basant sur quatre variables (durée de la syllabe, f0 max du noyau, mouvement mélodique intrasyllabique et pause subséquente) pour déterminer automatiquement si une syllabe est proéminente ou ne l'est pas (Goldman et al., 2012) et ainsi étudier la production des groupes accentuels. Il est à noter que cette approche de la « dysprosodie » basée sur les théories phonologiques de la prosodie est peu utilisée dans la littérature (voir par exemple Frota et al., 2021).

Notre principal résultat est une absence de différence significative entre les deux groupes. Cela entre d'ailleurs en contradiction avec les résultats obtenus par Späth et al. (2016) en allemand. Leur étude proposait des amorces rythmiques sous forme de phrases régulières (trochées) et irrégulières (iambes). Ces phrases amorçaient d'autres phrases dont la structure métrique concordait ou différait de la structure de l'amorce. Il y avait donc quatre conditions : amorce régulière et phrase-cible régulière, amorce régulière et phrase-cible irrégulière, amorce irrégulière et phrase-cible irrégulière, amorce irrégulière et phrase-cible régulière. Les paires créées étaient présentées deux fois. La première fois, les deux phrases étaient présentées à l'écrit et produites par un locuteur qui servait de modèle. La deuxième présentation suivait immédiatement la première : le locuteur modèle prononçait uniquement l'amorce mais les deux phrases (amorce et cible) étaient écrites. La tâche pour le participant consistait à répéter (et lire) la phrase-cible. L'analyse portait donc sur la synchronisation au rythme d'un locuteur modèle. Leurs résultats indiquaient que l'amorce rythmique régulière avait une incidence positive sur la tâche proposée et l'effet obtenu était plus marqué que pour la condition d'amorçage irrégulier.

Il est notable que notre participante avec le SP le plus élevé (S10) est la participante qui montre la différence de performance la plus marquée entre la condition silencieuse et les deux autres conditions. Ce dernier point peut être mis en relation avec les résultats de l'étude de Thaut et al. (2001). Leur protocole proposait deux sessions aux participants. Pendant la première, les participants suivaient un entraînement rythmique (taper, compter, lire au même rythme que les battements d'un métronome régulier). Pendant la deuxième session, les participants s'entraînaient à lire des phrases sur le rythme d'un métronome puis effectuaient la tâche expérimentale. Celle-ci consistait à lire les phrases-cible, d'abord sans indiçage rythmique. Puis la même phrase était présentée, cette fois-ci décomposée en syllabes puis relue avec l'indiçage rythmique. Deux conditions d'indiçage rythmique étaient proposées : soit une pulsation par syllabe, soit des battements selon la structure métrique de la phrase-cible. Ces conditions étaient assignées aléatoirement à chaque participant mais les auteurs n'ont pas relevé de différences significatives entre ces deux conditions. En revanche, ils ont observé un bénéfice important chez les patients avec une dysarthrie sévère et une (quasi-)absence de bénéfice chez les patients avec une dysarthrie légère. Les auteurs ont donc déduit que les techniques apportant un cadre métrique contraignant telles qu'un indiçage rythmique apportaient un bénéfice pour les patients avec une MP et une dysarthrie sévère.

Le fait que les résultats de cette participante n'indiquent pas de différence entre les conditions d'amorçage régulier et irrégulier (ici encore en contradiction avec les résultats de Späth et al. (2016)) pourrait peut-être être imputable à une concentration accrue lors de la condition d'amorçage irrégulier.

Une des pistes intéressante serait d'inclure deux groupes de patients, avec et sans dysarthrie sévère. Dans l'étude de Thaut et al. (2001), le protocole incluait un indiçage rythmique, c'est-à-dire que le rythme était écouté par le participant alors qu'il lisait la phrase-cible. Le protocole que nous proposons diffère en ce point puisque l'amorçage rythmique consiste à écouter le rythme avant la production de la cible. Néanmoins, les effets induits par l'amorçage rythmique pourraient être plus marqués dans un groupe de patients avec une MP et une dysarthrie hypokinétique sévère (comme le suggèrent les résultats de notre participante S10).

Nous avons proposé une tâche de lecture. Lowit et al. (2018) ont relevé des difficultés rythmiques moindres en lecture qu'en parole spontanée. S'il paraît difficile de proposer une tâche de parole spontanée puisqu'elle constitue une tâche difficile à analyser dans un protocole expérimental tel que celui proposé ici, il serait envisageable de proposer une tâche de parole semi-induite, en s'inspirant par exemple de la tâche proposée par Aichert et al. (2019) de manière à limiter l'impact du biais intrinsèque à cette tâche. Dans leur étude, les auteurs ont créé un protocole dont la tâche était une tâche de complétion de phrases. Les amorces rythmiques étaient des phrases dont la structure métrique était soit régulière, soit irrégulière. La cible était un mot de deux syllabes. Le rythme de ce mot était régulier par rapport au début de la phrase, ou irrégulier par rapport au début de la phrase. Bien que la forme de la tâche reste expérimentale, les auteurs disent ainsi avoir tenté de simuler une interaction entre deux locuteurs. Cette situation plus naturelle que la lecture de phrases pourrait mettre en évidence des effets plus marqués.

Une épreuve de discrimination de rythmes était envisagée au début de la création du matériel (tâche de reconnaissance de deux rythmes pareils/pas pareils sur le même modèle que la tâche de discrimination ELDP (Épreuve Lilloise de Discrimination Phonologique) (Macchi et al., 2013)). Mais la passation aurait été trop longue. Les sujets participant bénévolement à

notre étude, il ne nous semblait pas judicieux de proposer un nombre de tâches trop important. Nous avons donc privilégié les épreuves choisies en définitive et n'avons pas proposé d'épreuve de discrimination rythmique. Cependant, en raison cette absence de dépistage, nous ne pouvons exclure des difficultés à percevoir le rythme chez un ou plusieurs participants induisant par conséquent l'absence d'effet observé ici.

Notre échantillon est limité. C'est pourquoi il n'est pas possible de considérer nos résultats comme représentatifs. En effet, les performances des participants pourraient être liées à des caractéristiques individuelles plutôt qu'à une absence d'effet de l'amorçage rythmique. La réplication de ce protocole expérimental dans le cadre d'une étude incluant une cohorte plus grande permettrait d'obtenir des résultats significatifs. Ainsi, il serait possible de montrer l'effet de l'amorçage rythmique sur la production de la parole dans le cadre de la MP.

À l'analyse des variables prises en compte dans notre projet (groupes accentuels) et du délai d'initialisation (analysé par Riegler (2022)) pourraient s'ajouter les variables assez classiquement utilisées issues des travaux de Liss et al. (2009) et de Lowit et al. (2018). Ces variables sont basées sur la durée des phonèmes : écart-type des intervalles vocaliques ΔV , écart-type des intervalles consonantiques ΔC , pourcentage de la durée de l'énoncé %V, écart-type des intervalles vocaliques divisé par la moyenne de la durée vocalique (x100) VarcoV, écart-type des intervalles consonantiques divisé par la moyenne de la durée consonantique (x100) VarcoC, écart-type des intervalles vocaliques + consonantiques divisé par la moyenne de la durée vocalique + consonantique (x100) VarcoVC, indice normalisé de variabilité par paires pour les voyelles nPVI-V, indice normalisé de variabilité par paires pour les consonnes rPVI-C, indice brut de variabilité par paires pour les intervalles vocaliques + consonantiques rPVI-VC, indice normalisé de variabilité par paires pour les intervalles vocaliques + consonantiques nPVI-VC, taux d'articulation. L'analyse de ces variables couplée à l'analyse des variables que nous avons utilisées permettraient une analyse plus fine des productions.

Notons également qu'une analyse telle que celle réalisable grâce au système ToBI permettrait d'annoter de manière directe les accents produits. Ce système a été utilisé dans l'article de Frota et al. (2021) pour créer un matériel langagier avec des modèles prosodiques précis. Ainsi, les phrases créées avaient des contours nucléaires spécifiques de manière à porter une intention pragmatique précise. La tâche qu'ils proposaient était une tâche de lecture de phrases selon un contexte présenté préalablement (par exemple, le contexte était d'appeler quelqu'un ; la phrase-cible était un nom qu'il fallait lire comme si c'était celui d'une personne que le participant appelait). Ils ont pu mettre en évidence que les patients atteints de la MP parviennent moins bien à transmettre une intention (d'un point de vue de la pragmatique du langage) au travers de la prosodie par rapport aux participants sains.

La version française du système ToBI (Delais-Roussarie et al., 2015) permet de coder les contours nucléaires des phrases et les mouvements intonatifs obligatoires (par exemple pour l'accent primaire) ou facultatifs (par exemple pour les accents secondaires). Dans le cadre de notre étude et en lien avec les résultats obtenus par Frota et al. (2021), l'utilisation de ce système permettrait là aussi une analyse plus fine des caractéristiques prosodiques des productions des participants.

Conclusion

Ce mémoire avait pour objectif d'examiner l'effet de l'amorçage rythmique sur la production de la parole chez les patients atteints de MP. À notre connaissance, aucune étude

ayant pour objectif de déterminer l'effet de l'amorçage rythmique sur la production de la parole dans la MP n'a encore été menée en langue française. Nous avons créé un paradigme expérimental d'amorçage rythmique adapté à la langue française. Une tâche de lecture de phrases a été proposée pour trois conditions d'amorçage rythmique : une condition d'amorçage rythmique régulier (congruent avec la structure rythmique de la phrase cible), une condition d'amorçage rythmique irrégulier (non congruent avec la phrase cible) et une condition sans amorçage. Ce paradigme a été testé auprès de participants contrôle et atteints de MP et s'appuie sur des paradigmes déjà utilisés dans des études précédentes.

Nous avons analysé les groupes prosodiques produits à l'aide de Prosobox (Goldman & Simon-Hustinx, 2020) : le matériel langagier proposait des phrases de quatre GA dont les syllabes portant un accent primaire ont été analysées. Cet aspect est assez peu souvent analysé dans les études de ce genre. Classiquement, les variables utilisées concernent plutôt la fréquence fondamentale, les variations de fréquences fondamentales, la vitesse d'élocution et les temps de pause. Par exemple Skodda et al., 2009 et Skodda & Schlegel, 2008 ont utilisé ces variables. Les résultats montrent quelques différences entre le groupe contrôle et le groupe MP dans les deux études mais la plupart des mesures faites avec ces variables ne montrent pas de différences significatives. Pour cette raison, l'utilisation de variables différentes de celles-ci – par exemples, les variables que nous avons utilisées – est pertinente.

Les résultats de notre étude ne sont pas concluants. Néanmoins, les résultats pour la participante du groupe MP avec un score perceptif très élevé montre la pertinence de la reprise d'un paradigme proche de celui proposé dans notre étude. De cette manière, l'effet de l'amorçage rythmique sur la production de la parole dans la MP en langue française pourrait être mieux compris.

L'amorçage rythmique semble être une piste prometteuse pour la rééducation langagière dans le cadre de nombreuses pathologies et handicaps (Schön & Tillmann, 2015). Dans le cadre de la MP, certains kinésithérapeutes utilisent déjà cette méthode pour la rééducation des troubles de la marche. Nous n'avons pas connaissance d'étude concernant cette méthode dans la rééducation de la marche en clinique, mais certaines études ont montré l'efficacité d'un amorçage rythmique dans des protocoles expérimentaux (voir par exemple McIntosh et al., 1997).

Nos recherches se concentraient sur l'effet de l'amorçage rythmique sur la production de la parole mais l'amorçage rythmique semble aussi améliorer, sur le versant réceptif, le traitement des informations syntaxiques et sémantiques (Kotz & Gunter, 2015). Ainsi, l'amorçage rythmique semble améliorer différents domaines langagiers sur les deux versants : l'utilisation du rythme pourrait permettre d'améliorer la prise en charge langagière des patients atteints de la MP. Il serait intéressant de voir si l'amorçage rythmique est bénéfique uniquement pendant ou immédiatement après l'écoute de l'amorce rythmique ou si un entraînement rythmique peut induire des effets se maintenant dans le temps.

La LSVT[®] reste à ce jour la méthode de référence dans le traitement de la voix dans la MP. Cette technique, reposant exclusivement sur le traitement de l'intensité vocale, améliore secondairement le paramètre de modulation de la hauteur (Ramig & Fox, 2007). La LSVT[®] améliore donc les paramètres prosodiques d'intensité vocale et de modulation de la hauteur mais n'influe pas sur le paramètre de rythme, également touché dans la dysarthrie hypokinétique. Ainsi, si l'effet bénéfique de l'amorçage rythmique était démontré, de nouvelles perspectives de traitements de la parole dans le cadre de la dysarthrie hypokinétique pourraient voir le jour et permettraient donc d'améliorer la qualité de vie des patients atteints de la MP.

Bibliographie

- Aichert, I., Lehner, K., Falk, S., Späth, M., & Ziegler, W. (2019). Do Patients With Neurogenic Speech Sound Impairments Benefit From Auditory Priming With a Regular Metrical Pattern? *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 62(8S), 3104-3118. https://doi.org/10.1044/2019_JSLHR-S-CSMC7-18-0172
- Arvaniti, A. (2012). The usefulness of metrics in the quantification of speech rhythm. *Journal of Phonetics*, 40(3), 351-373. <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2012.02.003>
- Astésano, C. (2001). *Rythme et accentuation en français. Invariance et variabilité stylistique*. (1^{re} éd.). L'harmattan.
- Astésano, C., Magne, C., Yagoubi, R. E., & Besson, M. (2004). Influence du rythme sur le traitement sémantique en français : Approches comportementale et électrophysiologique. *Journées d'études sur la Parole*.
- Aubanel, V., Bayard, C., Strauß, A., & Schwartz, J.-L. (2020). The Fharvard corpus : A phonemically-balanced French sentence resource for audiology and intelligibility research. *Speech Communication*, 124, 68-74.
- Auzou, P. (2007). Définition et classifications des dysarthries. In P. Auzou, V. Rolland-Monnoury, S. Pinto, & C. Özsancak, *Les dysarthries* (1^{re} éd., p. 306-323). De Boeck Solal.
- Auzou, P., & Rolland-Monnoury, V. (2019). *BECD: batterie d'évaluation clinique de la dysarthrie*. Ortho édition.
- Boersma, P., & Weenink, D. (2018). *Praat : Doing phonetics by computer* (6.0.37) [Computer software].
- Bourque, P., Blanchard, L., & Vézina, J. (1990). Étude psychométrique de l'Échelle de dépression gériatrique. *Canadian journal on aging*, 9(4), 348-355. <https://doi.org/10.1017/S0714980800007467>

- Cameron, D. J., & Grahn, J. A. (2016). Neuroscientific investigations of musical rhythm. In S. Hallam, I. Cross, & M. Thaut (Éds.), *The Oxford Handbook of Music Psychology* (2nd Ed.). Oxford University Press.
- Cominu, A. (2021). *Hydrogen* (1.1.1) [Computer software]. Hydrogen-music.
<http://hydrogen-music.org/>
- Content, A., Kearns, R. K., & Frauenfelder, U. H. (2001). Boundaries versus Onsets in Syllabic Segmentation. *Journal of Memory and Language*, 45(2), 177-199.
<https://doi.org/10.1006/jmla.2000.2775>
- Darley, F. L., Aronson, A. E., & Brown, J. R. (1969a). Differential Diagnostic Patterns of Dysarthria. *Journal of Speech and Hearing Research*, 12(2), 246-269.
<https://doi.org/10.1044/jshr.1202.246>
- Darley, F. L., Aronson, A. E., & Brown, J. R. (1969b). Clusters of Deviant Speech Dimensions in the Dysarthrias. *Journal of Speech and Hearing Research*, 12(3), 462-496. <https://doi.org/10.1044/jshr.1203.462>
- Delais-Roussarie, E., Post, B., & Yoo, H.-Y. (2020). Unités prosodiques et grammaire intonative du français : Vers une nouvelle approche. In C. Benzitoun, C. Braud, L. Hubert, D. Langlois, S. Ouni, S. Pogodalla, & S. Schneider (Éds.), *6e conférence conjointe Journée d'Etudes sur la Parole (JEP, 33e édition)* (Vol. 1, p. 145-143). ATALA. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02798529/document>
- Di Cristo, A. (2003). De la métrique et du rythme de la parole ordinaire : L'exemple du français. *Semen [En ligne]*, 16. <https://doi.org/10.4000/semen.2944>
- Di Cristo, A. (2004). La prosodie au carrefour de la phonétique, de la phonologie et de l'articulation formes-fonctions. *Travaux Interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage d'Aix-en-Provence (TIPA)*, 23, 67-211.
- Di Cristo, A., & Hirst, D. (1993). Rythme syllabique, rythme mélodique et représentation hiérarchique de la prosodie du français. *Travaux de l'Institut de Phonétique d'Aix*, 15, 1-9.

- Duffy, J. R. (2005). *Motor speech disorders : Substrates, differential diagnosis, and management* (2^e éd.). Elsevier Mosby.
- Fahn, S., & Elton, R. L. (1987). UPDRS Development Committee. The Unified Parkinson's Disease Rating Scale. In S. Fahn, C. D. Marsden, D. B. Calne, & M. Goldstein, *Recent Developments in Parkinson's Disease* (2^eme). Macmillan Healthcare Information.
- Falk, S., Lanzilotti, C., & Schön, D. (2017). Tuning Neural Phase Entrainment to Speech. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 29(8), 1378-1389.
https://doi.org/10.1162/jocn_a_01136
- Feigin, V. L., Abajobir, A. A., Abate, K. H., Abd-Allah, F., Abdulle, A. M., Abera, S. F., Abyu, G. Y., Ahmed, M. B., Aichour, A. N., Aichour, I., Aichour, M. T. E., Akinyemi, R. O., Alabed, S., Al-Raddadi, R., Alvis-Guzman, N., Amare, A. T., Ansari, H., Anwari, P., Ärnlöv, J., ... Vos, T. (2017). Global, regional, and national burden of neurological disorders during 1990–2015 : A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *The Lancet Neurology*, 16(11), 877-897.
[https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(17\)30299-5](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(17)30299-5)
- Fiveash, A., Bedoin, N., Gordon, R. L., & Tillmann, B. (2021). Processing rhythm in speech and music : Shared mechanisms and implications for developmental speech and language disorders. *Neuropsychology*, 35(8), 771-791.
<https://doi.org/10.1037/neu0000766>
- Frota, S., Cruz, M., Cardoso, R., Guimarães, I., Ferreira, J., Pinto, S., & Vigário, M. (2021). (Dys)Prosody in Parkinson's Disease : Effects of Medication and Disease Duration on Intonation and Prosodic Phrasing. *Brain Sciences*, 11(8), 1100.
<https://doi.org/10.3390/brainsci11081100>
- Fujii, S., & Wan, C. Y. (2014). The Role of Rhythm in Speech and Language Rehabilitation : The SEP Hypothesis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 1-15.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00777>

- Goberman, A. M., & Coelho, C. (2002). Acoustic analysis of Parkinsonian speech II: L-Dopa related fluctuations and methodological issues. *NeuroRehabilitation*, 17(3), 247-254.
- Goldman, J.-P., Avanzi, M., Auchlin, A., & Simon, A.-C. (2012). *A continuous prominence score based on acoustic features*. INTERSPEECH 2012, 13th Annual Conference of the International Speech Communication Association.
- Goldman, J.-P., & Simon-Hustinx, A. C. (2020). *ProsoBox, a praat plugin for analysing prosody*. 5.
- Goswami, U. (2011). A temporal sampling framework for developmental dyslexia. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(1), 3-10. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.10.001>
- Grahn, J. A., & Brett, M. (2007). Rhythm and Beat Perception in Motor Areas of the Brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(5), 893-906.
<https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.5.893>
- Hayes, B. (1984). The phonology of rhythm in English. *Linguistic Inquiry*, 15(1), 33-74.
- Jones, M. R. (1976). Time, Our Lost Dimension : Toward a New Theory of Perception, Attention, and Memory. *American Review*, 83(5), 323-355.
- Jones, M. R. (2016). Musical time. In S. Hallam, I. Cross, & M. Thaut (Éds.), *The Oxford handbook of Music Psychology* (2è éd.). Oxford University Press.
- Kempler, D., & Van Lancker, D. (2002). Effect of Speech Task on Intelligibility in Dysarthria : A Case Study of Parkinson's Disease. *Brain and Language*, 80(3), 449-464. <https://doi.org/10.1006/brln.2001.2602>
- Kent, R. D., Kent, J. F., Weismer, G., & Duffy, J. R. (2000). What dysarthrias can tell us about the neural control of speech. *Journal of Phonetics*, 28(3), 273-302.
<https://doi.org/10.1006/jpho.2000.0122>
- Kisler, T., Reichel, U., & Schiel, F. (2017). Multilingual processing of speech via web services. *Computer Speech & Language*, 45, 326-347.
- Kohlers, P. A., & Brewster, J. M. (1985). Rhythms and responses. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11(2), 150-167.

- Kotz, S. A., & Gunter, T. C. (2015). Can rhythmic auditory cuing remediate language-related deficits in Parkinson's disease? : Rhythmic auditory cuing and language. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1337(1), 62-68. <https://doi.org/10.1111/nyas.12657>
- Lévêque, N., Laganaro, M., Fougeron, C., Delvaux, V., Pernon, M., Borel, S., & Catalano, S. (2016). MonPaGe : Un protocole informatisé d'évaluation de la parole pathologique en langue française. *Revue Neurologique*, 172, A162-A163. <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2016.01.386>
- Liss, J. M., Spitzer, S., Caviness, J. N., Adler, C., & Edwards, B. (1998). Syllabic strength and lexical boundary decisions in the perception of hypokinetic dysarthric speech. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 104(4), 2457-2466. <https://doi.org/10.1121/1.423753>
- Liss, J. M., White, L., Mattys, S. L., Lansford, K., Lotto, A. J., Spitzer, S. M., & Caviness, J. N. (2009). *Quantifying speech rhythm abnormalities in the dysarthrias*.
- Lowit, A., Marchetti, A., Corson, S., & Kuschmann, A. (2018). Rhythmic performance in hypokinetic dysarthria : Relationship between reading, spontaneous speech and diadochokinetic tasks. *Journal of Communication Disorders*, 72, 26.
- Macchi, L., Vansteene, C., Timmermans, N., & Boidein, F. (2013). Epreuve Lilloise de Discrimination Phonologique (ELDP) : Présentation et illustration par deux études de cas cliniques. *Les Cahiers de l'ASELF*, 10(3), 3-22.
- McIntosh, G. C., Brown, S. H., Rice, R. R., & Thaut, M. H. (1997). Rhythmic auditory-motor facilitation of gait patterns in patients with Parkinson's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 62(1), 22-26. <https://doi.org/10.1136/jnnp.62.1.22>
- Mertens, P. (2008). Syntaxe, prosodie et structure informationnelle : Une approche prédictive pour l'analyse de l'intonation dans le discours. *Travaux de linguistique*, 56(1), 97-124. <https://doi.org/10.3917/tl.056.0097>
- Meynadier, Y. (2001). *La syllabe phonétique et phonologique : Une introduction* (p. 91-148).

- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., Cummings, J. L. et C., & H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA : a brief screening tool for mild cognitive impairment. *J Am Geriatr Soc*, 53(4), 695-699.
- Nazzi, T., Bertocini, J., & Mehler, J. (1998). Language discrimination by newborns : Toward an understanding of the role of rhythm. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24(3), 756-766. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.24.3.756>
- New, B., Pallier, C., & Ferrand, L. (2005). Manuel de Lexique 3. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36(3), 516-524.
- Patel, A. D. (2011). Why would Musical Training Benefit the Neural Encoding of Speech? The OPERA Hypothesis. *Frontiers in Psychology*, 2. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00142>
- Patel, A. D. (2014). Can nonlinguistic musical training change the way the brain processes speech? The expanded OPERA hypothesis. *Hearing Research*, 308, 98-108. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2013.08.011>
- Patel, A. D., & Iversen, J. R. (2014). The evolutionary neuroscience of musical beat perception : The Action Simulation for Auditory Prediction (ASAP) hypothesis. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2014.00057>
- Pilon, M. A., McIntosh, K. W., & Thaut, M. H. (1998). Auditory vs visual speech timing cues as external rate control to enhance verbal intelligibility in mixed spastic ataxic dysarthric speakers : A pilot study. *Brain Injury*, 12(9), 793-803. <https://doi.org/10.1080/026990598122188>
- Poeppl, D., Idsardi, W. J., & van Wassenhove, V. (2008). Speech perception at the interface of neurobiology and linguistics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1493), 1071-1086. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2160>
- Ramig, L., & Fox, C. M. (2007). Lee Silverman Voice Treatment. In *Les dysarthries* (1re éd., p. 652-663). De Boeck Solal.

- Ramus, F. (1999). La discrimination des langues par la prosodie : Modélisation linguistique et études comportementales. *De la caractérisation à l'identification des langues*, 131-140. http://www.ddl.ish-lyon.cnrs.fr/fulltext/pellegrino/Pellegrino_2001_IAL.pdf
- Reichel, U. D., & Kisler, T. (2014). Language-independent grapheme-phoneme conversion and word stress assignment as a web service. In R. Hoffman (Éd.), *Elektronische Sprachverarbeitung. Studentexte zur Sprachkommunikation* (Vol. 71, p. 42-49). Dresden : TUDpress.
- Riegler, R. (2022). *Effet de l'amorçage rythmique sur la production de la parole dans le cadre de la dysarthrie parkinsonienne* [Mémoire de master, Université de Lille]. En préparation
- Rolland-Monnoury, V., & Özsancaç, C. (2007). La prise en charge de la dyarthrie dans la maladie de Parkinson. In *Les dysarthries* (1re éd., p. 675-683). De Boeck Solal.
- Schirmer, A. (2004). Timing speech : A review of lesion and neuroimaging findings. *Cognitive Brain Research*, 21(2), 269-287.
<https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2004.04.003>
- Schön, D., & Tillmann, B. (2015). Short- and long-term rhythmic interventions : Perspectives for language rehabilitation: Rhythmic interventions for language rehabilitation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1337(1), 32-39.
<https://doi.org/10.1111/nyas.12635>
- Sievers, E. (1881). *Grunzüge der Phonetik* (1^{re} éd.). Breitkopf u. Härtl.
- Simon, A. C., Avanzi, M., & Goldman, J.-P. (2008). La détection des proéminences syllabiques. Un aller-retour entre l'annotation manuelle et le traitement automatique. *Congrès Mondial de Linguistique Française 2008*, 151.
<https://doi.org/10.1051/cmlf08256>
- Skodda, S., Rinsche, H., & Schlegel, U. (2009). Progression of dysprosody in Parkinson's disease over time-A longitudinal study. *Movement Disorders*, 24(5), 716-722.
<https://doi.org/10.1002/mds.22430>

- Skodda, S., & Schlegel, U. (2008). Speech rate and rhythm in Parkinson's disease. *Movement Disorders*, 23(7), 985-992. <https://doi.org/10.1002/mds.21996>
- Späth, M., Aichert, I., Ceballos-Baumann, A. O., Wagner-Sonntag, E., Miller, N., & Ziegler, W. (2016). Entraining with another person's speech rhythm : Evidence from healthy speakers and individuals with Parkinson's disease. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 30(1), 68-85. <https://doi.org/10.3109/02699206.2015.1115129>
- Thaut, M. H., McIntosh, K. W., McIntosh, G. C., & Hoemberg, V. (2001). *Auditory rhythmicity enhances movement and speech motor control in patients with Parkinson's disease*. 163-172.
- Tierney, A., & Kraus, N. (2014). Auditory-motor entrainment and phonological skills : Precise auditory timing hypothesis (PATH). *Frontiers in Human Neuroscience*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00949>
- Tierney, A., & Kraus, N. (2015). Evidence for Multiple Rhythmic Skills. *PLOS ONE*, 10(9), 1-14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136645>
- Viallet, F., & Teston, B. (2007). La dysarthrie dans la maladie de Parkinson. In *Les dysarthries* (1^{re} éd., p. 375-382). De Boeck Solal.
- Willems, A. M., Nieuwboer, A., Chavret, F., Desloovere, K., Dom, R., Rochester, L., Jones, D., Kwakkel, G., & Van Wegen, E. (2006). The use of rhythmic auditory cues to influence gait in patients with Parkinson's disease, the differential effect for freezers and non-freezers, an explorative study. *Disability and Rehabilitation*, 28(11), 721-728. <https://doi.org/10.1080/09638280500386569>
- Yesavage, J. A., Brink, T. L., Rose, T. L., Lum, O., Huang, V., Adey, M., & Leirer, V. O. (1982). Development and validation of a geriatric depression screening scale : A preliminary report. *Journal of Psychiatric Research*, 17(1), 37-49. [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(82\)90033-4](https://doi.org/10.1016/0022-3956(82)90033-4)
- Zhang, N., & Zhang, Q. (2019). Rhythmic pattern facilitates speech production : An ERP study. *Scientific Reports*, 9(1), 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49375-8>

Liste des annexes

Annexe 1 : Données des participants

Annexe 2 : Données des audiogrammes par participants

Annexe 3 : Lettre d'information

Annexe 4 : Lettre de consentement