

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



MEMOIRE

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

Azénor JACQ

soutenu publiquement en septembre 2024

Influence de l'écoute de rythmes auditifs sur la production de la parole dans la maladie de Parkinson.

MEMOIRE dirigé par

Anahita BASIRAT, Maître de conférence, Université de Lille, Lille

Lille – 2024

Remerciements

Je tiens à remercier madame Basirat pour son implication et son accompagnement dans ce travail. Merci à Jules Fumel pour ses précieux conseils et pour son accompagnement dans la partie expérimentale du mémoire. Je remercie également le professeur Devos et le professeur Moreau pour leur accueil au sein du service de neurologie du CHU. Un grand merci aux participants, qui ont fait preuve de patience et ont permis à nos mémoires de voir le jour. Je remercie également mes camarades de mémoires pour le parcours partagé et pour leur soutien inestimable. Merci à Carla pour notre collaboration dans ce projet et pour les moments partagés durant ces deux années. Un grand merci également à Sarah et Clémence pour tous nos échanges et pour être les belles personnes que vous êtes.

Je remercie mes maîtres de stage qui m'ont permis de découvrir différents types de pratiques professionnelles. Merci pour vos conseils précieux et pour tous les moments forts vécus en stage. Merci à Julie, Juliane, Kelly et Chloé pour leur confiance, pour m'avoir permis de découvrir des rééducations enthousiasmantes et de me projeter dans la vie professionnelle avec un peu plus de confiance.

Merci à mes camarades de promotion qui m'ont accompagnée durant ces cinq années d'études. Merci également à celles qui ont pris d'autres chemins. Merci à Mathilde pour la richesse qu'a représentée à mes yeux l'année partagée. Merci aux Frites, merci à Angéline d'être aussi super, merci pour tes mises à jour de cours sans faille et pour avoir représenté la Bretagne durant ces cinq années. Merci Astrid pour la leçon de détermination et pour notre belle rencontre. Merci Andjelai et toutes les belles personnes dont j'ai croisé la route. Merci Roxane d'être aussi solaire, merci pour tes traits d'esprits et pour le parcours partagé depuis la prépa.

Je remercie également mes amis qui ont rendu ces cinq années plus belles. Merci à mes parents pour m'avoir toujours soutenu durant ce long parcours. Merci Little, car tout ça aurait été moins rock & roll. Merci Paquito pour ta présence et ton amour.

Merci Erwann, car tu étais là depuis le début.

Résumé :

Les troubles prosodiques sont fréquemment rencontrés dans le cadre de la maladie de Parkinson (MP). Cependant, ils sont peu abordés dans les rééducations orthophoniques en raison du manque d'outils adaptés. Des études ont suggéré que les interventions rythmiques pourraient améliorer les capacités liées à la parole et au langage, offrant ainsi une perspective prometteuse pour la rééducation en orthophonie. En effet, la musique et la parole partagent des mécanismes neuronaux communs pour le traitement rythmique et la synchronisation sensorimotrice. Ce mémoire examine les effets de stimuli auditifs rythmiques sur la production de la parole chez des patients atteints de MP. Un protocole expérimental a été mis en place, impliquant l'écoute d'une amorce rythmique suivie de la lecture de phrases. Trois conditions ont été comparées : une amorce rythmique régulière congruente, une amorce irrégulière non congruente et une condition sans amorce. Les analyses ont porté sur la structure prosodique des phrases produites. Les résultats, descriptifs en raison du faible nombre de participants, suggèrent que le type d'amorçage rythmique n'a pas d'effet sur la production de proéminences prosodiques. Pour une analyse plus approfondie, il serait nécessaire d'inclure un plus grand nombre de participants et de prendre en compte d'autres variables telles que le degré de sévérité de la dysarthrie et le score de musicalité.

Mots-clés :

Amorçage rythmique – maladie de Parkinson – dysprosodie – proéminences

Abstract :

Prosodic disorders are frequently encountered in Parkinson's disease (PD). However, they are seldom addressed in speech and language therapy due to the lack of suitable tools. Studies have suggested that rhythmic interventions could improve speech and language abilities, offering a promising perspective for speech therapy rehabilitation. Indeed, music and speech share common neural mechanisms for rhythmic processing and sensorimotor synchronization. This dissertation examines the effects of rhythmic auditory stimuli on speech production in PD patients. An experimental protocol was set up, involving listening to a rhythmic cue followed by the reading of sentences. Three conditions were compared: congruent regular rhythmic priming, non-congruent irregular priming and no priming. The prosodic structure of the sentences produced was analyzed. The results, descriptive due to the small number of participants, suggest that the type of rhythmic priming has no effect on the production of prosodic prominences. For a more in-depth analysis, it would be necessary to include a larger number of participants and to take into account other variables such as the degree of severity of dysarthria and the musicality score.

Keywords :

Rhythmic priming - Parkinson's disease - dysprosody - prominences

Table des matières

Table des matières.....	4
Introduction.....	5
Contexte théorique, buts et hypothèses.....	6
1. La prosodie du français.....	6
1.1. L'accentuation.....	6
1.2. Le rythme.....	8
2. Altération de la prosodie dans la maladie de Parkinson.....	9
2.1. Maladie de Parkinson.....	9
2.2. Dysarthrie hypokinétique et dysprosodie.....	9
3. Mécanismes moteurs impliqués dans le contrôle de la parole.....	11
3.1. Programmation motrice de la parole : modèles DIVA et GODIVA.....	11
3.2. Contrôle moteur de la parole : rôle des ganglions de la base et du cervelet.....	14
4. Mécanismes communs à la musique et à la parole.....	15
5. Interventions cliniques basées sur le rythme.....	16
6. Buts et hypothèses.....	18
Méthode.....	18
1. Population.....	18
2. Matériel.....	19
2.1. Matériel d'amorçage rythmique.....	19
2.2. Matériel langagier.....	20
3. Protocole expérimental.....	20
4. Recueil de données.....	21
Résultats.....	23
Discussion.....	28
1. Discussion des résultats.....	28
2. Limites de notre étude.....	29
3. Implications pour les recherches futures.....	30
Conclusion.....	31
Bibliographie.....	32
Liste des annexes.....	38
Annexe n°1 : Lettre d'information.....	38
Annexe n°2 : Formulaire de consentement.....	38
Annexe n°1 : Lettre d'information.....	39
Annexe n°2 : Formulaire de consentement.....	40

Introduction

La prosodie joue un rôle central dans la communication verbale, en facilitant la compréhension et l'interprétation des messages tout en transmettant des émotions et des attitudes. Elle est composée de divers éléments acoustiques tels que l'accentuation, l'intonation et le rythme, qui structurent et segmentent le discours (Di Cristo, 2004). Cependant, ces caractéristiques prosodiques sont souvent altérées chez les patients souffrant de pathologies neurodégénératives, comme la maladie de Parkinson (MP), entraînant des perturbations significatives de la communication.

La MP est l'affection neurodégénérative la plus courante après la maladie d'Alzheimer (Santé Publique France, 2023). Elle se caractérise par une dégénérescence des neurones dopaminergiques de la substance noire, conduisant à des troubles moteurs et non-moteurs variés, dont la dysarthrie hypokinétique. Ce trouble de la parole se manifeste par une diminution de la modulation de la hauteur et de l'intensité, des pauses inappropriées, et une variabilité du débit (Darley et al., 1969). Ces altérations réduisent l'intelligibilité de la parole, affectant les capacités de communication des patients et impactant leur qualité de vie (Miller et al., 2006).

Les recherches sur la remédiation des troubles moteurs et langagiers en vue d'améliorer la qualité de vie des patients atteints de MP constituent un enjeu majeur de santé publique. Dans ce contexte, des études récentes ont exploré l'influence des stimuli rythmiques sur la production de la parole chez ces patients. La musique et la parole partagent des mécanismes neuronaux communs, notamment en ce qui concerne le traitement rythmique et la synchronisation sensorimotrice (Fiveash et al., 2021). L'amorçage rythmique, utilisant des stimuli verbaux ou non verbaux, est une technique qui expose les participants à un stimulus auditif rythmique avant la réalisation d'une tâche cible. Cette méthode a montré des résultats prometteurs dans l'amélioration de la production de la parole chez les patients atteints de MP (Aichert et al., 2021 ; Späth et al., 2022) et dans divers contextes pathologiques (Aichert et al., 2019). Cependant, les études explorant spécifiquement l'effet de l'amorçage rythmique sur la production de la parole chez les patients atteints de MP francophones restent encore peu nombreuses.

L'objectif de ce mémoire est d'évaluer l'impact de l'amorçage rythmique sur la production de la parole chez les patients atteints de la MP, en comparant les effets des amorces régulières, irrégulières et de l'absence d'amorces sur les proéminences prosodiques des phrases produites. Nous faisons l'hypothèse que l'écoute d'un rythme régulier et congruent améliorera la structure prosodique et la fluidité de la parole par rapport à une amorce irrégulière ou à une condition de silence.

Pour cela, nous commençons par définir les caractéristiques prosodiques du français, en nous concentrant sur l'accentuation et le rythme. Ensuite, après avoir défini la MP, nous examinons les altérations spécifiques de la prosodie chez les patients atteints de cette maladie. Nous abordons ensuite les données théoriques relatives à la programmation motrice de la parole, aux régions cérébrales impliquées dans la parole et les mécanismes communs au traitement du rythme musical et langagier. De plus, nous passons en revue les interventions basées sur le rythme et leurs effets sur la parole. Nous présentons ensuite nos objectifs et hypothèses de recherche, suivis d'une description détaillée de notre méthodologie. Enfin, nous procédons à l'analyse et à la discussion des résultats de notre étude.

Cette recherche vise à contribuer à une meilleure compréhension des mécanismes sous-jacents aux altérations prosodiques dans la MP et à ouvrir de nouvelles perspectives thérapeutiques pour améliorer la communication et la qualité de vie des patients atteints de la MP. Nous soulignons ainsi l'importance des stratégies de réhabilitation ciblées et basées sur les stimuli auditifs rythmiques.

Contexte théorique, buts et hypothèses

1. La prosodie du français

La prosodie désigne un ensemble de caractéristiques acoustiques de la parole, englobant les traits suprasegmentaux tels que les accents, l'intonation, le rythme, le débit de parole et les pauses (Di Cristo, 2013). L'information suprasegmentale, portée par la prosodie, contraste avec l'information segmentale qui concerne les phonèmes – les éléments sonores de base formant les mots et portant l'information sémantique – et inclut tout ce qui ne concerne pas directement les segments phonétiques tels que les consonnes et les voyelles (Teston & Viallet, 2005). Les variations de la prosodie reposent sur des paramètres phonétiques tels que la fréquence fondamentale (f_0), l'intensité et la durée. Ces caractéristiques sont le produit de la physiologie des organes phonateurs et varient selon les normes linguistiques d'une langue donnée et selon l'état émotionnel du locuteur.

La prosodie joue un rôle clé dans la communication verbale en assurant plusieurs fonctions essentielles. Elle permet la segmentation et la structuration de la chaîne parlée, facilitant ainsi la mise en perspective de l'information, la délimitation et l'intégration des unités linguistiques pour donner du sens au message (Di Cristo, 2004). Elle assigne également des proéminences, mettant en valeur certains éléments de l'énoncé par l'accentuation (Chafe, 2003). De plus, la prosodie exprime les émotions et les attitudes du locuteur, enrichissant ainsi la dimension expressive et interactive du discours (Wagner & Watson, 2010). Au-delà de ces fonctions principales, la prosodie peut indiquer la modalité de l'énoncé, révéler les origines géographiques ou sociales du locuteur, et apporter une dimension esthétique par l'usage mélodique de la parole (Godement-Berline, 2018).

Dans le cadre de ce mémoire, nous nous concentrons sur les paramètres phonologiques suivants : l'accentuation, qui correspond à la proéminence de certaines syllabes dans la parole, et le rythme, qui correspond à l'organisation des syllabes accentuées.

1.1. L'accentuation

L'accentuation est un paramètre prosodique permettant la mise en exergue d'une syllabe donnée au sein d'un énoncé. Phonétiquement, elle se manifeste par une augmentation de la durée et de la fréquence fondamentale de la syllabe accentuée (Di Cristo, 2004). Cette accentuation crée une alternance perceptible de battements forts et faibles dans le signal de parole, définissant ainsi le rythme linguistique et facilitant l'organisation du matériel verbal (Di Cristo, 2013). La mise en relief de certaines syllabes par rapport à d'autres se fait par une relation de proéminence entre deux éléments.

Selon Teston & Viallet (2005) la proéminence se manifeste par l'accentuation de certains segments au sein d'une phrase, ce qui peut se traduire par une intensité accrue, une variation mélodique ou un allongement de la durée. Plusieurs types d'accents, tels que l'accent d'insistance ou de focalisation, contribuent à cette proéminence, attirant l'attention sur des éléments spécifiques du discours et clarifiant ainsi le sens global de l'énoncé.

En français, l'accentuation se fait au niveau de la phrase accentuelle, et non au niveau des mots individuels. Par conséquent, elle n'a pas de fonction distinctive pour différencier les mots, car sa place est fixe et dépend de la position du mot dans la phrase. Cette caractéristique confère à l'accent une fonction post-lexicale, intervenant après la formation des mots (Jun & Fougeron, 2000). Cette fonction post-lexicale contraste avec la fonction lexicale de l'accentuation en anglais, où l'accent joue un rôle distinctif au niveau des mots individuels. De plus, en français, l'unité accentuable, c'est-à-dire celle qui peut recevoir l'accent, est la syllabe. Cependant, l'unité accentuelle, qui correspond à l'ensemble des syllabes portant l'accent, varie selon les langues (Di Cristo, 2013). Le rôle de l'accentuation en français est de structurer la parole en groupes rythmiques, facilitant ainsi la compréhension et la perception des unités linguistiques et de leur hiérarchie dans le discours.

La langue française possède deux types d'accents : l'accent primaire et l'accent secondaire. Un groupe accentuel comprend obligatoirement un accent primaire, ou « accent final », qui est placé à la frontière droite du groupe accentuel et porte sur la dernière syllabe pleine du dernier mot du groupe. L'accent secondaire, ou « accent initial », est quant à lui facultatif et se trouve en début de phrase, à la frontière gauche du groupe accentuel. L'accentuation finale primaire est cruciale pour la délimitation des groupes rythmiques et joue un rôle démarcatif important (Di Cristo, 2013).

Selon Delais-Roussarie et al. (2015), une hiérarchie prosodique comprenant trois niveaux principaux caractérise le français : la phrase accentuelle (PA), la phrase intonative (PI) et la phrase intermédiaire (ip). Ces niveaux jouent des rôles distincts et complémentaires dans la structuration de l'intonation et de l'accentuation des phrases en français. La phrase accentuelle (PA) est l'unité prosodique de base en français. Elle regroupe un ensemble de mots étroitement liés syntaxiquement, et se caractérise par un accent de hauteur final marquant son bord droit. Un ton limite bas optionnel peut également être présent, ainsi qu'un accent de début de phrase facultatif à son bord gauche. Par exemple, dans "La petite maison", la séquence est prononcée comme une seule PA avec un léger accent de hauteur à la fin du mot "maison". Au-dessus de la PA se trouve la phrase intonative (PI). La PI peut être composée d'une ou plusieurs PA (Astésano & Bertrand, 2016), et se manifeste par un allongement avant la frontière finale, accompagné de tons de frontière spécifiques. Toujours selon Delais-Roussarie et al. (2015), la PI correspond généralement à une phrase complète et marque souvent des pauses ou des fins de phrases. Par exemple, "La petite maison est jolie" forme une seule PI, avec un allongement et un ton de frontière à la fin de "jolie". Enfin, la phrase intermédiaire (ip) se situe entre la PA et la PI dans la hiérarchie prosodique. Bien que moins discutée, l'ip joue un rôle crucial dans la désambiguïsation et la structuration prosodique des phrases. Elle partage des caractéristiques similaires avec la PI, mais la force de rupture prosodique est moins prononcée. L'ip aide également à signaler les phrases disloquées et à gérer les jonctions syntaxiques complexes. Par exemple, dans "La petite maison, que tu as vue hier, est jolie", la pause après "maison" marque une frontière d'ip, facilitant la compréhension de la dislocation en séparant clairement le sujet mis en avant du reste de la phrase. Cela permet de clarifier les relations syntaxiques et de structurer l'information.

La prosodie, avec l'accentuation et l'intonation, est essentielle à la structuration et à la compréhension de la parole en français. L'accentuation met en évidence certaines syllabes et structure les groupes rythmiques, facilitant ainsi la perception des unités linguistiques. Dans la prochaine section, nous examinons le rythme et comment l'organisation temporelle des syllabes accentuées contribue à la fluidité et à la cohérence du discours.

1.2. Le rythme

Le rythme dans le domaine de la parole fait référence à un mouvement cadencé, périodique et ordonné dans le temps, caractérisé par sa régularité (Teston & Viallet, 2005). Il implique une organisation temporelle du discours, marquée par une alternance régulière d'accents et de syllabes. Il s'agit d'un phénomène dynamique qui implique des battements forts (syllabes accentuées) et des battements faibles (syllabes non accentuées) (Di Cristo, 2013). La périodicité et la structure rythmique sont des caractéristiques essentielles de la langue, permettant de structurer les énoncés de manière compréhensible et fluide.

D'après Di Cristo (2013), la notion d'eurythmie est particulièrement importante dans l'étude du rythme en parole car elle vise à maintenir un équilibre rythmique dans la parole. L'eurythmie se réfère à la tendance naturelle de la langue à éviter les "collisions accentuelles" ainsi que les "laps". Les collisions accentuelles surviennent lorsque deux syllabes accentuées se suivent, ce qui peut rendre la parole saccadée et difficile à comprendre. À l'inverse, les laps se produisent lorsqu'il y a une suite longue de syllabes non accentuées, ce qui peut donner une impression de monotonie. Selon le principe d'eurythmicité, une séquence de syllabes régulières est considérée comme « parfaite » et facilement interprétable lorsqu'elle se termine par une syllabe accentuée. L'eurythmie se manifeste par la régularité, l'alternance et l'isochronie dans le discours. L'alternance implique l'évitement de deux syllabes accentuées consécutives et une répartition équilibrée des syllabes non accentuées. L'isochronie, quant à elle, correspond à la durée identique des syllabes ou à la régularité de la présence des accents, conférant un caractère régulier à la parole.

Une autre façon d'évaluer le rythme de la parole, consiste à utiliser des mesures qui sont appelées « métriques du rythme ». Ces mesures sont basées sur les durées des intervalles vocaliques et consonantiques (Ramus et al., 1999). Elles incluent la proportion de voyelles de l'énoncé (%V), qui représente la proportion de l'énoncé composée d'intervalles vocaliques, l'écart-type de la durée des intervalles vocaliques (ΔV), qui mesure la variabilité des durées des intervalles vocaliques, et l'écart-type de la durée des intervalles consonantiques (ΔC), qui mesure la variabilité des durées des intervalles consonantiques. La proportion de l'énoncé composée d'intervalles vocaliques (%V) est une mesure clé, car elle s'est avérée particulièrement sensible à la détection des perturbations rythmiques, notamment chez les participants atteints de MP (Lowit et al., 2018). De plus, les coefficients de variation des intervalles vocaliques (VarcoV) et consonantiques (VarcoC) quantifient la variation relative des durées des intervalles vocaliques et consonantiques, respectivement. L'indice normalisé de variabilité par paire pour les intervalles vocaliques (nPVI-V) mesure la variabilité entre les durées des intervalles vocaliques successifs, et le taux d'articulation mesure la vitesse de la parole en termes de nombre de syllabes prononcées par unité de temps.

2. Altération de la prosodie dans la maladie de Parkinson

2.1. Maladie de Parkinson

La MP est une maladie neurodégénérative lentement évolutive. Il s'agit de la deuxième maladie neurodégénérative la plus fréquente après la maladie d'Alzheimer (Santé Publique France, 2023). Elle touche environ 6,1 millions de personnes dans le monde (Dorsey et al., 2018) et environ 167 000 personnes en France, avec environ 25 000 nouveaux cas par an (Inserm, 2022). La maladie affecte principalement les personnes de plus de 60 ans, et sa prévalence augmente avec l'âge (Santé Publique France, 2023). L'étiologie de la MP demeure inconnue, bien que des facteurs génétiques et environnementaux, comme l'exposition aux pesticides, aient été identifiés comme des facteurs de risque (Santé Publique France, 2023). La dégénérescence parkinsonienne entraîne une diminution de la production de dopamine, ce qui perturbe le fonctionnement des ganglions de la base et provoque les symptômes caractéristiques de la maladie.

Parmi ces symptômes, on retrouve la « triade parkinsonienne », composée de la bradykinésie (lenteur d'exécution des mouvements), de la rigidité musculaire, et des tremblements de repos (Defebvre, 2017). La pose du diagnostic repose sur la présence d'une bradykinésie associée à au moins un des deux autres symptômes moteurs cités précédemment. Les troubles moteurs incluent également des symptômes axiaux comme les troubles de la marche et de l'équilibre, la dysarthrie (trouble de l'exécution motrice de la parole), et les troubles de la déglutition (De Guire Ouellet et al., 2012). La dysarthrie hypokinétique, spécifiquement associée à MP, se caractérise par une dysphonie (baisse de l'intensité vocale, voix tremblante), une dysprosodie (monotonie de la hauteur, pauses inappropriées), et des troubles articulatoires (Viallet & Teston, 2007).

En plus des symptômes moteurs, la MP peut également se manifester par des symptômes non moteurs tels que des troubles cognitifs, des perturbations neuropsychiatriques, des troubles du sommeil, une dysautonomie, et des troubles digestifs (Bonnet et al., 2012). Ces manifestations peuvent survenir à différents stades de la maladie, aggravant la qualité de vie des patients.

Il existe des traitements efficaces, notamment les anti-parkinsoniens, qui permettent de contrôler les symptômes moteurs des patients. Cependant, à long terme, ces traitements pourraient avoir pour effet secondaire d'accentuer les troubles arthritiques des patients (Viallet & Teston, 2007).

Compte tenu des chiffres de prévalence, des divers symptômes et des répercussions significatives sur la vie quotidienne, le traitement et la prise en charge de la MP constituent un enjeu majeur de santé publique.

2.2. Dysarthrie hypokinétique et dysprosodie

Au cours de l'évolution de la maladie, les patients atteints de MP peuvent développer des troubles de la parole appelés dysarthrie. La dysarthrie est un trouble de l'exécution motrice de la parole causé par des lésions du système nerveux central et/ou périphérique (Darley et al., 1969). Elle affecte la respiration, la phonation, la résonance, l'articulation et la prosodie (Auzou,

2007). Dans le cadre de la MP, la dysarthrie est qualifiée d'hypokinétique en raison du syndrome akinétique-rigide induit par l'atteinte des ganglions de la base, qui réduit la motricité articuloire et la modulation prosodique de la parole (Darley et al., 1975). La dysarthrie hypokinétique est observée chez environ 80 % des patients atteints de MP (Moreau & Defebvre, 2015).

La classification des dysarthries proposée par Darley et al. (1969a, 1969b) reste la plus utilisée pour diagnostiquer les différents types de dysarthries, y compris la dysarthrie hypokinétique. Cette classification repose sur une analyse perceptive de la parole, identifiant dix critères déviants caractéristiques de la dysarthrie hypokinétique : monotonie de la hauteur, réduction de l'accentuation, monotonie de l'intensité, imprécision des consonnes, pauses inappropriées, accélérations brèves, raucité de la voix, voix « soufflée », hauteur moyenne et débit variables (Darley et al., 1969). Les altérations prosodiques incluent une diminution de la modulation de la hauteur et de l'intensité, une modification de la durée et du rythme de la parole, une réduction de l'accentuation, et une variabilité du débit avec des pauses inappropriées et des accélérations paroxystiques (Teston & Viallet, 2005).

Les troubles de la parole s'aggravent au fur et à mesure de la progression de la maladie, pouvant mener à une disparition des points d'accentuation, une réduction de l'intensité vocale et une dégradation de la prononciation des consonnes, rendant la diction de plus en plus inaudible et inintelligible (Viallet & Teston, 2007). Ainsi, les troubles prosodiques affectant la capacité à transmettre des significations linguistiques et émotionnelles, réduisent l'intelligibilité et contribuent à l'isolement social des patients (Miller et al., 2006). Le handicap communicationnel qui en résulte se répercute sur les activités de la vie quotidienne des patients atteints de MP et peut contribuer à l'apparition d'un syndrome dépressif ou d'un déclin cognitif (Miller et al., 2006).

Bien que les traitements antiparkinsoniens puissent être efficaces au stade précoce de la maladie pour les symptômes de la triade parkinsonienne, ils sont inutiles face au déficit perceptif observé en fin de cycle de L-Dopa (Goberman & Coelho, 2002). En fait, ces traitements peuvent même aggraver la sévérité des caractéristiques dysprosodiques de cette dysarthrie. Dans ce contexte, la méthode LSVT® (Lee Silverman Voice Treatment), une approche thérapeutique intensive et spécifique conçue pour améliorer les fonctions vocales et de parole chez les patients atteints de MP a montré une certaine efficacité pour augmenter l'intensité de la voix et améliorer la modulation de hauteur chez ces patients (Ramig & Fox, 2007). Cependant, elle serait moins efficace pour les patients présentant des troubles sévères du rythme et ayant une dysathrie sévère (Rolland-Monnoury & Özsancak, 2007), soulignant l'importance de rechercher des stratégies de remédiation spécifiques pour les propriétés rythmiques.

Ainsi, la compréhension des mécanismes sous-jacents à la dysprosodie dans la MP est cruciale pour développer des interventions thérapeutiques efficaces. Les altérations prosodiques et rythmiques sont des composantes majeures de la dysarthrie hypokinétique, nécessitant une attention particulière dans les traitements pour améliorer la qualité de vie des patients.

3. Mécanismes moteurs impliqués dans le contrôle de la parole

La production de la parole repose sur une coordination complexe entre divers mécanismes moteurs et sensoriels qui sont régulés par des boucles de contrôle au sein du cerveau. Ces mécanismes sont représentés par les modèles théoriques DIVA (Directions Into Velocities of Articulators ; Guenther et al., 2006) et GODIVA (Gradient Order Directions Into Velocities of Articulators ; Bohland et al., 2010), qui offrent une explication détaillée des processus neuronaux et cognitifs impliqués dans la programmation motrice de la parole.

3.1. Programmation motrice de la parole : modèles DIVA et GODIVA

Le modèle DIVA (Figure 1) développé par Guenther (1995), offre une compréhension computationnelle des mécanismes neuronaux sous-jacents au contrôle moteur de la parole. Il décrit comment notre cerveau apprend et exécute les programmes moteurs nécessaires pour parler. Ce modèle développé dans l'étude de Miller & Guenther (2021) se compose de trois niveaux de contrôle : le contrôleur « feedforward », le contrôleur à « rétroaction auditive », et le contrôleur à « rétroaction somatosensorielle ». Chacun de ces contrôleurs joue un rôle distinct dans l'apprentissage et la production de la parole. Le contrôleur feedforward repose sur l'anticipation, tandis que les contrôleurs à rétroaction auditive et somatosensorielle reposent sur la notion de feedback sensoriel.

Dans le modèle DIVA, les notions de feedback et d'anticipation jouent des rôles complémentaires dans le contrôle de la parole. Le feedback, faisant référence aux mécanismes de rétroaction, implique l'utilisation d'informations sensorielles pour ajuster et corriger les mouvements articulatoires en temps réel. Il comprend deux mécanismes de rétroaction principaux : la rétroaction auditive et la rétroaction somatosensorielle qui seront détaillés par la suite. Les mécanismes de feedback sont essentiels pendant le développement de la parole pour apprendre à produire des sons précis. L'anticipation, ou contrôle feedforward, repose sur des programmes moteurs préalablement appris pour initier et exécuter les mouvements nécessaires à la production de la parole. Ce système prédictif permet une production fluide et rapide de la parole sans attendre les informations sensorielles en temps réel. Ainsi, tandis que l'anticipation assure une exécution efficace des sons familiers, le feedback permet des ajustements en cours de route pour corriger les erreurs et s'adapter aux variations. Les trois niveaux de contrôle sont décrits ci-dessous.

Le contrôleur feedforward est responsable de l'initiation et de l'exécution des programmes moteurs de la parole appris, utilisant des commandes motrices bien coordonnées pour produire des séquences de phonèmes fréquentes. Il comprend la « carte des sons de la parole » ainsi que la « carte d'initiation ». La carte des sons de la parole est située dans le cortex prémoteur ventral gauche, ainsi que dans les régions voisines du gyrus précentral ventral et du gyrus frontal inférieur postérieur. Elle sert plusieurs fonctions importantes. Tout d'abord, elle stocke des programmes moteurs appris, détaillant les commandes motrices spatio-temporelles pour la production des syllabes de la langue maternelle et des autres séquences de phonèmes fréquemment produites. Par exemple, pour un locuteur français, elle mémorise les mouvements nécessaires pour produire les sons "ba", "ta" ou "ma", permettant une articulation fluide et

précise. Elle est également activée pour générer les commandes motrices nécessaires à la production des phonèmes en cours. Par exemple, lorsqu'on dit "parapluie", elle génère les mouvements articulatoires pour chaque phonème /p/, /a/, /ʁ/, /a/, /p/, /l/, /ɥ/, /i/, tout en coordonnant les mouvements des organes articulatoires pour enchaîner les syllabes /pa/, /ʁa/, /plɥi/, de manière fluide et synchronisée. En stockant ces programmes bien appris, elle permet une parole efficace et réduit la charge cognitive. Elle assure également la résilience du système en ajustant les mouvements pour compenser les variations et perturbations potentielles grâce aux programmes moteurs bien établis et stockés. La carte d'initiation, quant à elle, est localisée dans l'aire motrice supplémentaire (AMS) et est responsable de l'initiation du programme moteur correct au bon moment.

Le contrôleur à rétroaction auditive ajuste les mouvements articulatoires en fonction des sons perçus. Il est crucial pendant le développement de la parole pour affiner la production des sons. Chez l'adulte, son rôle est réduit, servant de mécanisme de vérification pour corriger les erreurs mineures.

Enfin, le contrôleur à rétroaction somatosensorielle utilise les sensations des muscles et des articulations pour détecter et corriger les erreurs, essentiel également pour l'apprentissage initial de la parole. Une fois les programmes moteurs bien appris, il joue un rôle secondaire chez l'adulte.

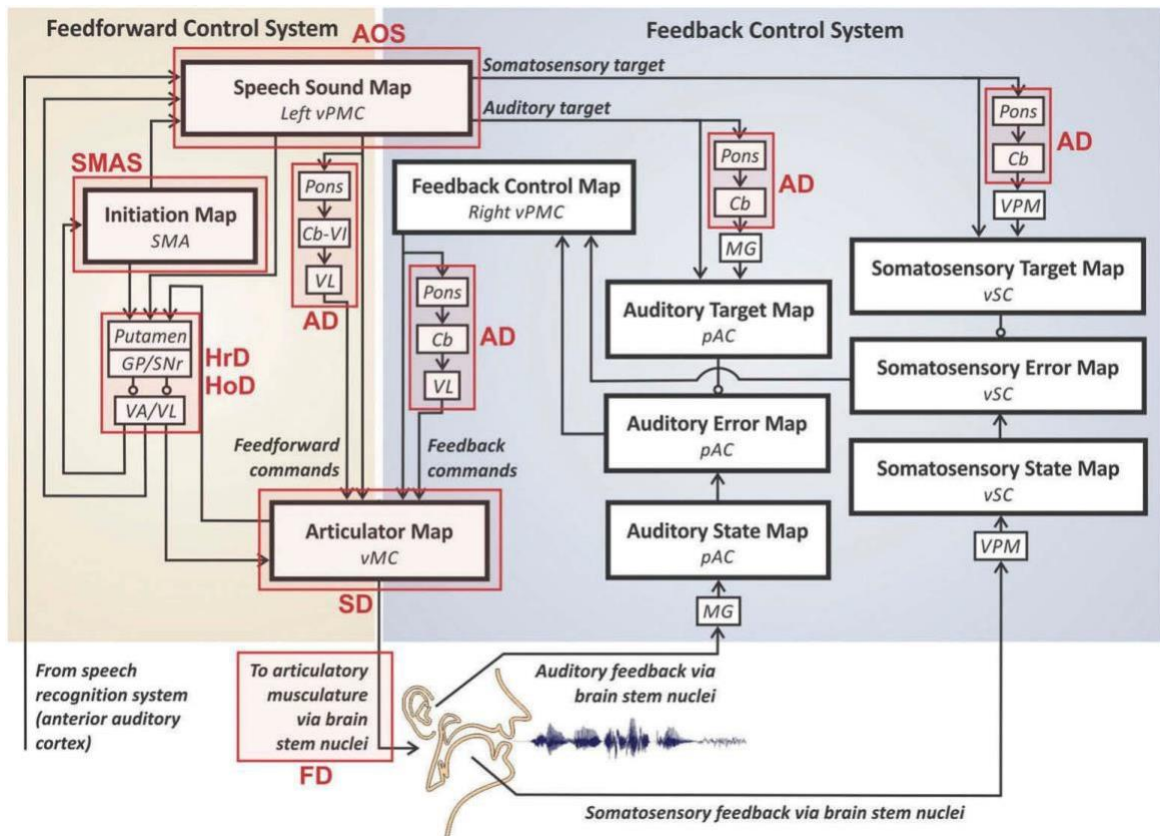


Figure 1 : Modèle DIVA (Miller & Guenther, 2021)

Le modèle GODIVA (Figure 2) (Gradient Order DIVA) introduit en 2010 par Bohland et al., étend les capacités du modèle DIVA en ajoutant des processus de mise en mémoire tampon et de séquençage pour produire des phrases plus longues. Toujours selon l'étude de Miller & Guenther (2021), contrairement à DIVA, qui se concentre sur la production de simples syllabes, GODIVA explique les mécanismes neuronaux de la planification et de la production

de séquences complexes de parole, telles que les phrases. Le modèle GODIVA repose sur deux boucles principales : la boucle motrice et la boucle de planification.

La boucle motrice est partagée avec le modèle DIVA et comprend la carte des sons de la parole, la carte d'initiation, ainsi que des structures sous-corticales comme le putamen et le globus pallidus des ganglions de la base. Cette boucle est responsable de la génération des commandes de mouvements articulatoires hautement coordonnés nécessaires à la production des syllabes en cours, assurant l'exécution précise des mouvements des muscles de la parole pour produire des sons fluides et cohérents.

La boucle de planification, quant à elle, implique des régions comme le sillon frontal inférieur postérieur et l'aire motrice pré-supplémentaire et elle est spécifique au modèle GODIVA. Elle est essentielle pour stocker temporairement les éléments de la séquence phonologique à venir, permettant ainsi la planification et l'organisation des phrases avant leur production. Le modèle GODIVA propose deux types de mémoires tampons pour gérer ces informations : la mémoire tampon du contenu phonologique (ou « buffer phonologique »), qui stocke les sons spécifiques de la parole, et la mémoire tampon de la structure séquentielle (ou « buffer de structure métrique »), qui stocke la structure du cadre syllabique et les informations de synchronisation métrique nécessaires pour maintenir la fluidité de la parole.

Pour garantir l'ordre correct des unités phonologiques dans un énoncé, le modèle GODIVA utilise un processus appelé « séquençage compétitif » qui consiste en une file d'attente compétitive. Chaque unité de la séquence est activée successivement, avec les éléments antérieurs ayant une activité plus élevée. Un processus de choix concurrentiel sélectionne l'unité la plus active pour être produite, puis cette unité est supprimée, permettant l'activation de la suivante. Ce mécanisme assure que les sons de la parole sont produits dans le bon ordre et au bon moment, contribuant ainsi à la fluidité et à la cohérence de la parole. Chaque unité de la séquence est représentée dans une couche de planification où les éléments antérieurs ont une activité plus élevée que les éléments postérieurs. Par exemple, pour dire "cheval blanc", "cheval" sera activé avant "blanc". Un processus de choix concurrentiel sélectionne l'unité la plus active, la rendant prête à être articulée, puis la retire de la couche de planification, permettant ainsi aux unités suivantes d'être activées dans le bon ordre. Par exemple, lorsque vous dites "cheval" (/ʃəval/), le phonème /ʃ/ est activé en premier car il est le plus actif. Une fois /ʃ/ prononcé, il est supprimé de la couche de planification, et le phonème suivant, /ə/, devient le plus actif et est prononcé à son tour. Ce processus se répète jusqu'à ce que toute la phrase soit prononcée. Ce mécanisme se déroule dans deux zones cérébrales : la mémoire tampon de la structure séquentielle dans le préSMA (aire motrice pré-supplémentaire) bilatéral et la mémoire tampon du contenu phonologique dans le pIFS (sillon frontal postéro-inférieur) gauche.

Ainsi, les modèles DIVA et GODIVA offrent une description précise des mécanismes neuronaux et des substrats anatomiques impliqués dans le contrôle moteur de la parole. Ils montrent comment les systèmes phonologiques et moteurs interagissent pour assurer une production fluide et adaptée de la parole.

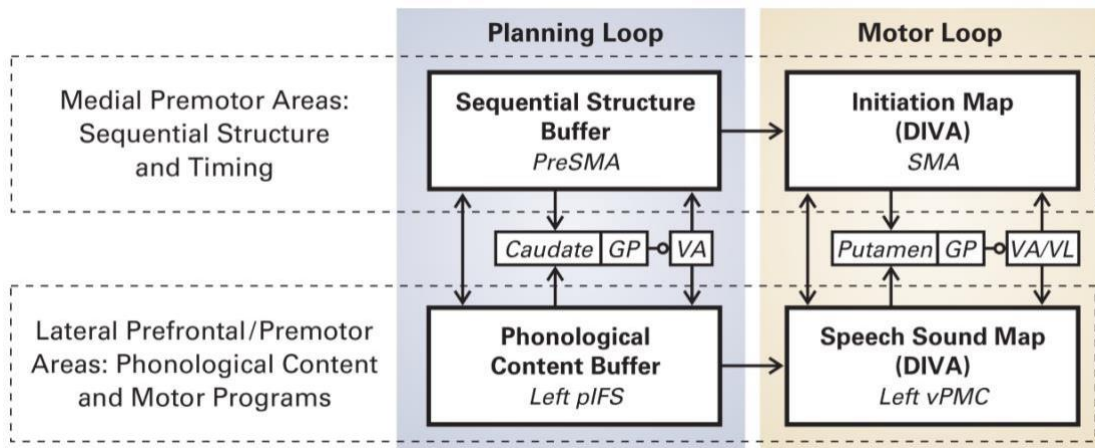


Figure 2 : Modèle GODIVA (Miller & Guenther, 2021)

3.2. Contrôle moteur de la parole : rôle des ganglions de la base et du cervelet

Après avoir exploré les modèles théoriques DIVA et GODIVA qui détaillent les mécanismes neuronaux et cognitifs de la programmation motrice de la parole, nous nous penchons sur le rôle spécifique des ganglions de la base et du cervelet, dans le contrôle moteur de la parole. Ces structures sous-corticales jouent un rôle crucial dans la régulation et la coordination des mouvements nécessaires à une production vocale fluide et intelligible.

La MP se caractérise par une dégénérescence des neurones dopaminergiques de la substance noire, entraînant un dysfonctionnement des ganglions de la base (Viallet & Teston, 2007). Les ganglions de la base, ou noyaux gris centraux, sont des structures cérébrales sous-corticales interconnectées impliquées dans l'élaboration et le contrôle des mouvements volontaires, y compris ceux nécessaires à la production de la parole (Rusz et al., 2015). Ils sont reliés par un réseau dense de voies afférentes et efférentes, qui peuvent être excitatrices ou inhibitrices (Pinto & Ghio, 2008). Les principales composantes des ganglions de la base comprennent : le striatum (noyau caudé, putamen et striatum ventral), le globus pallidus, le noyau sous-thalamique et la substance noire. Ces structures sont cruciales pour la coordination motrice et la régulation des mouvements, facilitant les mouvements appropriés tout en inhibant les mouvements inappropriés (Kopell et al., 2010). En parallèle, Pinto & Ghio (2008) soulignent l'implication des ganglions de la base dans la facilitation des mouvements volontaires et dans l'inhibition des mouvements involontaires conflictuels, en régulant les mouvements agonistes/antagonistes.

D'après Kent et al. (2000), chaque composant de ce réseau complexe contribue de manière spécifique à l'intégration et à la régulation des mouvements nécessaires à la production vocale. Ainsi, plus spécifiquement, le striatum constitue le principal point d'entrée des ganglions de la base, recevant des informations directement de diverses régions du cortex cérébral. Il est essentiel pour le filtrage et l'intégration des signaux moteurs. Le globus pallidus, quant à lui, est divisé en deux segments : le segment externe (GPe) et le segment interne (GPi). Le GPe agit comme une structure intermédiaire, tandis que le GPi sert de voie de sortie des ganglions de la base, envoyant des signaux vers le cortex via les voies thalamo-corticales (Kent et al. 2000). Le noyau subthalamique reçoit également des informations directes du cortex et joue un rôle crucial dans la modulation des signaux moteurs. Enfin, la substance noire est impliquée dans la production de dopamine et la régulation des mouvements.

Les ganglions de la base jouent un rôle essentiel dans la planification et l'exécution des schémas moteurs prédéfinis, influençant directement la production de la parole. Ces structures permettent d'ajuster des paramètres moteurs tels que la force, l'amplitude et la vitesse pour produire un discours intelligible (Kent et al., 2000). Les ganglions de la base sont également impliqués dans la perception et la production du rythme, éléments essentiels pour la coordination des mouvements de la parole. Ils sont activés lors de l'écoute de rythmes auditifs, influençant ainsi le contrôle moteur nécessaire à la parole (Grahn & Brett, 2007). La dégénérescence dopaminergique observée dans la MP perturbe ces ajustements, entraînant des troubles de la parole tels que la dysarthrie hypokinétique, caractérisée par une réduction de la vitesse et de l'amplitude des mouvements articulatoires, ainsi qu'une monotonie et une réduction du volume de la voix (Teston & Viallet, 2005).

Quant au cervelet, bien qu'il soit traditionnellement associé à la coordination motrice et à l'équilibre, ce dernier joue également un rôle crucial dans le contrôle moteur de la parole. Il est impliqué dans des fonctions cognitives, sociales, comportementales et émotionnelles et contribue aux aspects moteurs et non-moteurs du langage (Mariën & Borgatti, 2018). Situé à l'arrière du tronc cérébral, il représente environ 10 à 15 % du poids total du cerveau mais comprend environ 50 % de tous les neurones du système nerveux central (Kent et al. 2000). Il est impliqué dans l'ajustement du comportement moteur en réponse aux informations rythmiques perçues et dans l'apprentissage et les commandes motrices prédictives (Miller & Guenther, 2021). Le cervelet contribue aux changements adaptatifs dans la production de la parole et participe à la convergence phonétique ainsi qu'à l'alignement temporel durant une conversation (Kotz & Gunter, 2015).

D'après Pinto & Ghio (2008), en termes de contrôle moteur, le cervelet intervient dans la coordination des mouvements complexes de la parole, en transmettant les informations d'intention de mouvement du cortex sensorimoteur au cortex moteur. Ainsi, après avoir reçu de la part du cortex sensorimoteur, les informations sur l'intention de mouvement, il transmet au cortex moteur des directives concernant la direction, la force et la durée du mouvement. Cette boucle cortico-cérébello-corticale permet l'élaboration de la composante temporelle du programme moteur de la parole et la correction en temps réel de l'acte moteur grâce aux afférences sensibles. Les patients atteints de la MP utilisent souvent des mécanismes compensatoires impliquant le cervelet pour synchroniser leurs mouvements de parole avec un rythme externe, malgré le dysfonctionnement des ganglions de la base (Kotz & Gunter, 2015).

4. Mécanismes communs à la musique et à la parole

La musique et la parole, bien que distinctes, partagent des caractéristiques rythmiques et acoustiques similaires. Toutes deux sont des signaux auditifs dotés d'informations périodiques, structurées dans le temps par des indices acoustiques de durée, de fréquence, d'amplitude et de timbre. La musique est souvent perçue comme ayant un rythme clair et isochrone. D'après Fiveash et al. (2021), cette régularité rythmique fournit des indices acoustiques réguliers et prévisibles et facilite la synchronisation et la prédiction des événements futurs à plusieurs niveaux temporels. En revanche, le rythme de la parole est moins périodique et plus variable, bien que toujours prévisible, contribuant à la segmentation et à la perception de la parole. Malgré ces différences, les deux domaines partagent des caractéristiques acoustiques similaires et sont organisés en structures hiérarchiques, permettant la création de prédictions cognitives descendantes. En musique, les variations acoustiques et temporelles

créent une hiérarchie métrique, guidant les attentes des auditeurs. De même, la parole utilise des éléments lexicaux, prosodiques et accentuels pour former une hiérarchie rythmique, influençant la perception et les attentes (Magill & Pressing, 1997 ; Stevens, 2012). Ces structures hiérarchiques dans les deux domaines facilitent la direction de l'attention vers des événements importants, démontrant comment l'accentuation rythmique aide à prévoir les éléments à venir et établit des liens entre les compétences musicales et linguistiques (Fiveash et al., 2021).

Le modèle théorique PRISM (Processing Rhythm in Speech and Music) proposé par Fiveash et al. (2021) met en évidence trois mécanismes neuronaux centraux communs au traitement du rythme dans la musique et la parole : le traitement auditif précis, la synchronisation des oscillations neuronales avec des stimuli rythmiques externes, et le couplage sensorimoteur.

Le traitement auditif précis se réfère à la capacité du système auditif à analyser et discriminer des informations acoustiques avec une exactitude temporelle extrêmement fine, de l'ordre de la milliseconde. Cette précision est essentielle pour identifier et différencier les nuances des sons dans divers contextes, tels que la musique et la parole. Il implique la capacité de discrimination fine des éléments sonores en termes de temporalité, de hauteur et de timbre (Fiveash et al., 2021). Des études montrent que l'entraînement musical améliore la segmentation de la parole et les compétences phonologiques, suggérant un transfert des compétences rythmiques de la musique à la parole (Kraus & Chandrasekaran, 2010). Le deuxième mécanisme est la synchronisation des oscillations neuronales aux stimuli rythmiques externes. Les oscillations neuronales, qui sont des schémas d'activité électrique périodiques produits par les neurones, jouent un rôle central dans le traitement de la musique et de la parole. Ces oscillations suivent les rythmes auditifs, facilitant la perception et la prédiction des stimuli rythmiques (Fujioka et al., 2012 ; Nozaradan et al., 2011). La théorie de l'Attention Temporelle Dirigée (DAT) proposée pour la première fois par Jones (1976), suggère que les oscillations neuronales s'alignent en phase avec les signaux rythmiques externes, orientant ainsi l'attention temporelle vers des moments précis et améliorant le traitement prédictif. Ainsi, l'entraînement musical peut améliorer cette synchronisation neuronale, renforçant les capacités de traitement du rythme dans la parole. Enfin, le troisième mécanisme appelé « couplage sensorimoteur », implique la connexion entre les cortex auditif et moteur, crucial pour la perception et la production du rythme en musique et en parole. Des études montrent que l'écoute de musique ou de motifs rythmiques ne se limite pas à l'activation des zones auditives du cerveau mais active également les zones du cortex moteur, suggérant un lien étroit entre la perception auditive et la production motrice (Grahn & Brett, 2007 ; Wilson et al., 2004).

La compréhension de ces mécanismes est essentielle en vue de développer des interventions thérapeutiques basées sur le rythme musical. Ces interventions visent à améliorer la production et la perception de la parole, sujet qui sera abordé dans la section suivante.

5. Interventions cliniques basées sur le rythme

Les interventions cliniques basées sur le rythme représentent une approche prometteuse pour améliorer la parole chez les patients atteints de diverses pathologies, notamment la MP. L'une des techniques les plus étudiées dans ce contexte est la Stimulation Auditive Rythmique (Rhythmic Auditory Stimulation). Cette méthode, utilisée initialement en kinésithérapie pour

améliorer la marche et la motricité a montré des résultats prometteurs dans la rééducation de la parole.

Dans le cadre de la MP, la Stimulation Auditive Rythmique (SAR) s'appuie sur les connexions entre les systèmes auditif et moteur, impliquant des structures cérébrales telles que le cortex auditif, le cortex prémoteur, l'aire motrice supplémentaire, le cervelet et les ganglions de la base (Nombela et al., 2013). Le principe de cette technique repose sur le couplage sensorimoteur, où la perception d'un rythme externe peut influencer l'activité motrice. En synchronisant la production du mouvement avec un stimulus auditif rythmique, tel qu'un métronome ou une séquence musicale, on peut améliorer la cadence, la vitesse et la longueur des foulées chez les patients atteints de la MP (McIntosh et al., 1997). Thaut et al. (2001) ont observé une augmentation significative de l'intelligibilité de la parole chez les participants après une intervention SAR, en particulier chez ceux présentant des troubles sévères. L'écoute d'un rythme isochrone, où chaque syllabe est marquée à intervalle régulier, a montré des résultats particulièrement positifs.

Plus récemment, des études ont étudié le paradigme d'amorçage rythmique pour ses effets sur la perception et la production de la parole. L'amorçage rythmique est une technique qui consiste à exposer les participants à un stimulus auditif rythmique avant de réaliser une tâche cible. Cette méthode diffère de la SAR, car l'écoute du rythme précède l'action, au lieu de se dérouler simultanément. Dans le cadre de ce paradigme, il existe différents types d'amorces qui permettent de tester l'impact de la régularité et de la congruence rythmique sur la performance des participants dans des tâches de répétition de phrases. Les amorces peuvent être régulières (sons percussifs présentés à intervalles réguliers) ou irrégulières (sons percussifs présentés à intervalles irréguliers). En outre, elles sont conçues en modulant la durée et l'intensité des sons de percussion afin de correspondre aux caractéristiques acoustiques des syllabes accentuées et inaccentuées. Ainsi, les amorces peuvent être congruentes, c'est-à-dire que la structure rythmique de l'amorce (enchaînement des sons "accentués" et "inaccentués") correspond à la structure métrique de la phrase cible à répéter. Elles peuvent également être non congruentes, c'est-à-dire que la structure rythmique de l'amorce ne correspond pas à la structure métrique de la phrase cible.

Certaines études utilisant le paradigme d'amorçage rythmique chez des participants MP ont montré que l'écoute d'un rythme régulier améliore la production de la parole chez cette population. Dans leur étude, Kotz & Gunter (2015) ont montré que l'amorçage rythmique régulier peut faciliter le traitement syntaxique et sémantique des phrases chez les patients MP. De plus, Späth et al. (2016) ont utilisé des amorces langagières, c'est-à-dire, des amorces pour lesquelles la phrase cible était précédée d'une phrase lue par un locuteur sain. Les auteurs ont observé que, lorsque l'amorce était régulière et congruente avec la structure métrique de la phrase à lire, la réponse des participants atteints de MP était plus rapide lors d'une tâche de répétition de phrases. Ces résultats suggèrent que l'amorçage rythmique peut ajuster les schémas moteurs de la parole, améliorant ainsi l'initiation et la fluidité de la parole. De plus, dans une étude plus récente, Späth et al. (2022), montrent que l'effet bénéfique de l'entraînement basé sur le rythme serait plus important chez les participants MP que sur les individus sains. En outre, dans leur étude de 2021, Aichert et al. ont repris le même paradigme expérimental que dans leur recherche de 2019 qui incluait des participants atteints d'apraxie de la parole et d'aphasie, cette fois en y incluant des participants atteints de MP. Ils ont analysé le délai d'initialisation de lecture après la présentation d'une amorce langagière. Les résultats ont montré que les participants atteints de la MP avaient des performances similaires à celles des

participants contrôles lorsque l'amorçage était régulier et congruent avec la cible, ce qui se traduisait par une réduction du délai d'initialisation.

Outre les bénéfices du paradigme d'amorçage rythmique sur la MP, d'autres études démontrent également des effets positifs sur divers troubles de la parole. Par exemple, comme cité ci-dessus, Aichert et al. (2019) ont démontré que l'utilisation d'amorces rythmiques régulières pouvait améliorer la précision de la parole chez des patients atteints d'apraxie de la parole et d'aphasie. Przybylski et al. (2013) ont démontré que chez des enfants ayant des troubles spécifiques du langage oral ou écrit, une amorce rythmique régulière améliorait les performances dans une tâche de jugement de grammaticalité. De plus, dans leur étude, une autre tâche était proposée, à savoir, une tâche de lecture de mots et de pseudo-mot. Les résultats ont révélé une amélioration des capacités de segmentation et une diminution des erreurs de lecture après une stimulation musicale régulière. En outre, l'amorçage rythmique a été exploré pour améliorer la lecture et la production de la parole chez des enfants sourds appareillés (Cason et al., 2015). Enfin, le cadre théorique PRISM (Processing Rhythm In Speech and Music) de Fiveash et al. (2021) souligne l'importance du traitement auditif précis, de la synchronisation des oscillations neuronales et du couplage sensorimoteur.

Ces mécanismes interdépendants suggèrent que les interventions basées sur le rythme, telles que la SAR et l'amorçage rythmique, peuvent avoir des effets bénéfiques significatifs sur les capacités de traitement et de production de la parole.

6. Buts et hypothèses

Buts :

Ce mémoire évalue l'impact d'une amorce auditive rythmique sur la parole des patients atteints de la maladie de Parkinson (MP). Grâce à une tâche de lecture de phrases après l'écoute des stimuli auditifs, nous étudions l'impact des amorces régulières, irrégulières et de l'absence d'amorces sur les proéminences (groupes prosodiques) dans les productions verbales des participants MP. Nous étudions notamment l'impact de l'amorce régulière congruente sur les groupes prosodiques.

Hypothèse :

Ce mémoire examine l'hypothèse selon laquelle la structure accentuelle des phrases est plus fidèlement respectée lorsque la lecture de ces phrases est précédée d'une amorce régulière, par comparaison à une amorce irrégulière ou à un silence.

Méthode

1. Population

L'échantillon de population de cette étude comprend trois participants atteints de MP. Les participants sont identifiés par les codes suivants : MP1, MP2, MP3. Ils ont été recrutés au sein du service de neurologie de l'Hôpital Roger Salengro. Leurs caractéristiques démographiques, incluant l'âge, le sexe et la latéralité, sont résumées ci-contre : MP1 : 74 ans, Homme / MP2 : 80 ans, Femme / MP3 : 64 ans, Femme. Leurs seuils auditifs, attestés par une audiométrie tonale

(fréquences : 500, 1000, 2000, 4000 Hz) étaient respectivement (oreille gauche / oreille droite) : 26,25 Hz / 28,75 Hz ; 28,75 Hz / 42,5 Hz ; 13,75 Hz / 17,5 Hz. Leurs scores MOCA (Montreal Cognitive Assessment ; Nasreddine et al., 2005) étaient respectivement : 25 ; 24 ; 28.

2. Matériel

2.1. Matériel d'amorçage rythmique

Dans cette étude, un paradigme d'amorçage rythmique élaboré dans des mémoires antérieures (Lacroix, 2022 ; Riegler, 2022), a été employé pour examiner l'influence de la perception du rythme sur la lecture de phrases. Les amorces rythmiques ont été créées à partir du logiciel de musique assistée par ordinateur Hydrogen (Cominu, 2021), générant des sons percussifs d'une durée fixe de 2,4 secondes. Ces amorces ont ensuite été exportées au format wav, avec un taux d'échantillonnage de 41000 Hz.

Trois types d'amorces ont été exploitées dans le cadre de cette étude : les amorces régulières, les amorces irrégulières et les amorces silencieuses. Pour les amorces régulières, un motif rythmique a été élaboré pour correspondre à la structure métrique régulière des phrases cibles. Deux types de sons de percussion étaient créés afin de distinguer les syllabes non accentuées (x) des syllabes accentuées (X), suivant le schéma suivant : xxX xxX xxX xxX. Les amorces irrégulières ont quant à elles été générées à partir des amorces régulières. L'ordre des sons accentués et non accentués était en effet modifié de manière aléatoire à partir des amorces régulières. Cette diversité d'amorces visait à renforcer la perception de l'effet d'irrégularité tout en atténuant l'habituation potentielle.

Dans le contexte expérimental, la congruence des amorces a été déterminée par rapport à la structure métrique des phrases cibles. Ainsi, lorsque l'amorce régulière précédait une phrase à la structure métrique régulière, la situation était qualifiée de congruente. En revanche, lorsque l'amorce irrégulière précédait la même phrase à la structure régulière, cela rendait la situation non congruente. L'amorce silencieuse a quant à elle servi de condition de contrôle.

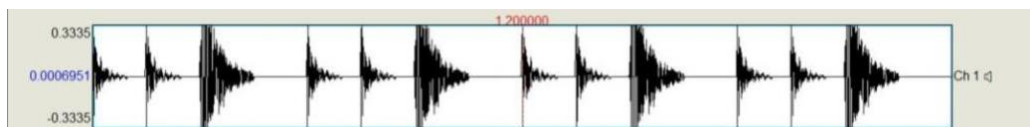


Figure 3 : Signal acoustique, spectrogramme, courbe mélodique, formants et courbe d'intensité de l'amorce régulière utilisée

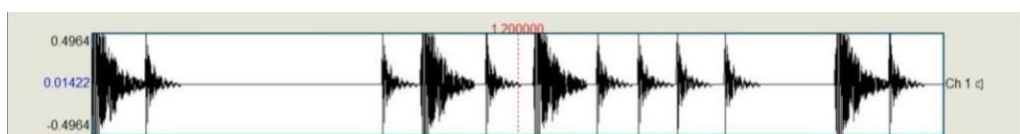


Figure 4 : Signal acoustique, spectrogramme, courbe mélodique, formants et courbe d'intensité d'une des amorces irrégulières utilisées

2.2. Matériel langagier

Le matériel langagier de l'étude se compose de 45 phrases cibles et 9 phrases distractives, totalisant ainsi 54 phrases en français. Les phrases cibles sont toutes déclaratives et sont structurées en quatre groupes accentuels (GA), chaque groupe contenant trois syllabes. Ces GA forment ensuite un Groupe Intonatif (GI) composé de douze syllabes au total. La structure métrique de ces phrases a été contrôlée pour assurer une régularité de type "xxXxxXxxXxxX". Les adjectifs et adverbes monosyllabiques ou bisyllabiques susceptibles de créer une accentuation indépendante ont été exclus pour maintenir cette régularité. De même, les phrases évitent les structures passives ou complexes ainsi que l'utilisation de verbes modaux.

Les 9 phrases distractives sont quant à elles sélectionnées dans un corpus différent, celui de Fharvard (Aubanel et al., 2020). Ces phrases ont la particularité d'être conjuguées à l'infinitif et présentent une structure métrique différente des phrases cibles pour éviter toute habitude lors de la passation.

Le matériel est ensuite réparti en trois listes, chacune contenant 15 phrases cibles et 3 phrases distractives appariées selon plusieurs critères : la nature des phrases (cible ou distractive), la longueur des mots et leur nombre de syllabes (mono-, bi- ou trisyllabiques), la fréquence lexicale des mots et leur qualités morphosyntaxiques (animés/inanimés et biologiques/manufacturés). Cette organisation vise à garantir une distribution équilibrée du matériel linguistique entre les différentes listes, tout en minimisant les variations potentielles susceptibles d'influencer les résultats de l'étude.

3. Protocole expérimental

Dans le cadre de cette étude, le protocole expérimental est prévu pour une durée moyenne totale de 45 minutes, la passation du protocole s'effectue dans des environnements calmes et en situation duelle, soit, entre le participant et l'examineur. La passation s'effectue à l'hôpital Roger Salengro de Lille, au service neurologie.

Préalablement à l'expérience, les participants sont accueillis et familiarisés avec le lieu et le matériel expérimental. L'expérimentateur procède à la lecture de la lettre d'information et du formulaire de consentement à faire signer au participant. L'expérimentateur procède ensuite à la vérification des critères d'inclusion et d'exclusion du participant grâce à l'administration du questionnaire de diagnostic et de traitement, ainsi qu'à l'administration de la MOCA (Montreal Cognitive Assessment, Nasreddine et al., 2005) et au recueil des résultats de la partie III de l'UPRDS (Unified Parkinson's Disease Rating Scale, Fahn, 1987) administré au préalable par le neurologue. La suite des critères d'inclusion et d'exclusion seront vérifiés après l'expérience. L'expérimentateur peut désormais répondre aux potentiels questionnements de la part du participant tant qu'il ne dévoile pas les objectifs de l'expérience, ce qui pourrait influencer la performance du participant, et ainsi, biaiser les résultats de l'étude.

Chaque participant se voit ensuite assigner un code d'anonymisation.

Suite à ces phases préliminaires, le participant est positionné face à un écran d'ordinateur et se voit installer un microphone serre-tête. L'écran d'ordinateur est placé à environ cinquante centimètre du participant et le microphone est placé à environ un centimètre de ses lèvres. Il est important que le microphone ne soit pas en contact avec les lèvres du participant, pour éviter tout bruit parasite lors de l'enregistrement.

Lorsque le matériel est en place, une première phrase test va apparaître sur l'écran afin de vérifier que le participant arrive à la lire, il s'assure également du bon enregistrement de la phrase sur le logiciel. Suite à cela, un son test est envoyé avec les haut parleur pour ajuster le niveau sonore en fonction du participant.

L'expérience peut ensuite commencer et elle dure environ 15 minutes durant lesquelles le participant lit des phrases précédées d'un amorçage rythmique. Le participant lit l'ensemble des cinquante-quatre phrases du matériel langagier, réparties en trois listes distinctes, chaque liste étant associée à une condition d'amorçage (régulière, irrégulière ou silence). L'ordre de présentation des phrases au sein de chaque bloc est aléatoire, et un contrebalancement a été effectué pour garantir que chaque liste soit associée à toutes les conditions dans tous les ordres possibles. Les phrases sont enregistrées via le microphone et transférées sur le logiciel Octave (Easton, 2023). Pendant l'expérience, le participant fixe une croix à l'écran et lit chaque phrase qui apparaît, synchronisée avec l'amorçage rythmique qui précède la phrase et qui est diffusé par des haut-parleurs en champ libre. Le participant est encouragé à lire avec précision, rapidité et sans faire de commentaire lors de la lecture. S'il termine la lecture avant 15 secondes, il doit appuyer sur la barre espace pour passer à la phrase suivante. En cas de non-lecture dans le délai imparti ou de lecture trop lente, la phrase suivante s'affiche automatiquement, conformément à la programmation préalable du logiciel. Des pauses sont prévues toutes les cinq phrases pour atténuer la fatigue éventuelle du participant. Les productions du participant sont enregistrées grâce au microphone et à la carte son directement sur le logiciel Octave.

A la fin de la passation, nous testons l'audition des participants grâce à une audiométrie tonale afin de déterminer les seuils auditifs moyens et d'écarter un trouble sensoriel. Nous proposons également un questionnaire à propos de la pratique musicale du participant (formation et pratique du solfège, instrument, chant et danse) afin d'obtenir un score de musicalité. Le participant remplit l'Echelle de Dépression Gériatrique (EDG, Bourque et al., 1990) afin d'écarter un potentiel trouble de l'humeur pouvant avoir un impact sur la prosodie. De plus, une évaluation de la sévérité de la dysarthrie est effectuée grâce à la cotation de la grille perceptive de la BECD (Auzou & Rolland-Monnoury, 2019) à partir de la lecture d'un texte à voix haute, enregistré sur le logiciel Audacity (Wattenberg, 2023).

4. Recueil de données

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons recueilli des données pour 162 phrases, chaque participant lisant 54 phrases, les participants étant au nombre de trois. Les analyses ont été effectuées en suivant la méthodologie décrite dans Contreras Roa et al. (2022 ; 2023). Nous avons dû exclure certaines phrases de nos analyses. En effet, nous avons éliminé les 9 phrases distractives pour chaque participant, ce qui nous a laissé un total de 135 phrases à analyser. Parmi ces 135 phrases restantes, alignées et annotées, nous avons effectué des exclusions supplémentaires. Nous avons retiré les essais contenant des erreurs de lecture, des autocorrections en cours de lecture, ainsi que des bruits parasites en début et en cours d'enregistrement. Nous avons également éliminé les essais comportant des ajouts de phonèmes non attendus, tels que des ajouts de "schwa", modifiant ainsi le nombre total de syllabes dans la phrase et sa structure rythmique. Finalement, nous avons exclu 22 essais parmi les 135, ce qui nous a laissé un total de 113 phrases incluses dans nos analyses. Ainsi au total pour chaque participant nous avons retenu : MP1 : 36 phrases ; MP2 : 39 phrases ; MP3 : 35 phrases.

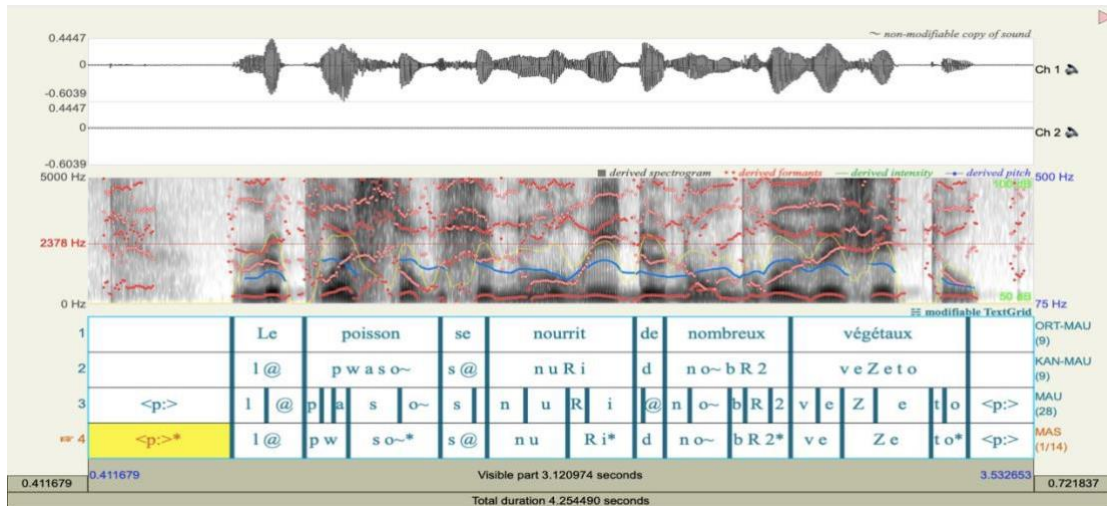


Figure 5 : Exemple d'annotation et d'alignement d'un essai sur le logiciel Praat.

Les analyses ont porté sur la proéminence qui peut être considérée comme binaire (une syllabe est proéminente ou ne l'est pas) ou graduelle (nécessitant le calcul d'un degré de proéminence) (Goldman et al. 2012). Notre protocole s'appuie sur une considération binaire. Dans notre corpus, chaque phrase est composée de 4 groupes accentuels, chacun contenant trois syllabes, ce qui donne un total de 12 syllabes par phrase. Les syllabes cibles, sur lesquelles portent nos analyses, sont les dernières de chaque groupe accentuel, à savoir les syllabes 3, 6, 9 et 12. Nous avons utilisé « ProsoBox » (outil Prosoprom) (Goldman & Simon-Hustinx, 2020), qui permet la détection automatique de la proéminence.

La détection automatique s'effectue en trois étapes :

1. La segmentation et la stylisation des noyaux vocaliques
2. L'extraction et la relativisation des paramètres acoustiques
3. La prise de décision concernant le statut proéminent pour chaque syllabe.

Les quatre paramètres acoustiques utilisés et définis par Simon et al. (2008), pour identifier la proéminence syllabique sont les suivants :

- La durée de la syllabe (totale, notée en millisecondes) : la durée totale est préférée à la durée du noyau syllabique, qui est influencée par le voisement de chaque phonème composant la syllabe
- Le maximum de f0 atteint sur le noyau (noté en semi-tons, ST).
- La montée mélodique (ou mouvement mélodique intrasyllabique) : représente les augmentations de la fréquence fondamentale dans le noyau syllabique. Si le mouvement mélodique est plat ou descendant, cette mesure est considérée comme nulle.
- La pause subséquente : correspond à la pause qui suit la syllabe

La durée de la syllabe et le maximum de F0 sont ajustés en fonction du contexte syllabique immédiat, ce qui signifie qu'elles sont recalculées par rapport aux deux syllabes précédentes et à la syllabe suivante. Cela vise à obtenir des durées relatives (exprimées en pourcentage) et des mesures de différence relative de la fréquence fondamentale (exprimées en

Semi-Tons, ST). De plus, les syllabes adjacentes, sont ignorées si elles sont séparées de la syllabe en cours d'analyse par une pause de plus de 250 ms.

Chaque paramètre acoustique est indépendant et une syllabe peut être jugée proéminente si seulement l'un des quatre paramètres dépasse le seuil prédéfini. Cependant, il est possible que tous les paramètres soient proéminents pour une même syllabe.

Par la suite, nous avons analysé et comparé les groupes prosodiques dans les productions de chacun des trois participants du groupe MP. L'objectif était d'évaluer les différences entre leurs productions et de déterminer s'il y avait une influence des diverses conditions d'amorçage sur les groupes prosodiques produits. Ensuite, la proportion du nombre de groupes produits par rapport à ceux attendus a été calculée pour chaque condition et pour chaque participant

Résultats

Notre échantillon de population étant restreint à seulement 3 participants, nous ne disposons pas de suffisamment de données pour mener des analyses statistiques significatives. De plus, faute d'un groupe de participants contrôle concordant avec notre groupe expérimental, en particulier en termes d'âge, nous avons opté pour des études de cas. Par conséquent, nous n'envisageons pas de comparer nos participants à un groupe contrôle, contrairement à ce qui a été fait dans des mémoires précédents (Riegler, 2022 ; Lacroix, 2022 ; Guérin, 2023 ; Dugardin, 2023). Notre approche se concentrera plutôt sur une analyse descriptive et détaillée des données collectées.

A partir des résultats obtenus en ce qui concerne la détection des proéminences, nous avons examiné le taux de proéminences identifiées sur les syllabes cibles (taux d'accentuation), là où elles étaient attendues (figure 6)

De plus, nous avons déterminé la fréquence de détection des proéminences sur l'ensemble des syllabes produites (figure 7, 8, 9)

Rappel, légende :

- « GA » = groupe accentuel
- « Frontière droite du GA » = les dernières syllabes du groupe accentuel (= syllabes cibles)
- « Syllabes cibles » = syllabes 3, 6, 9, 12
- « Syllabes non-cibles » = syllabes 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11

La Figure 6 illustre le nombre de syllabes finales des quatre GA (syllabes cibles) identifiées et non identifiées, par participant et par condition. Dans cette figure, il est important de rappeler que les syllabes 1, 2, 3 et 4, positionnées sur l'axe des abscisses, correspondent respectivement aux syllabes cibles 3, 6, 9 et 12 des phrases de notre protocole.

MP1 produit plus de proéminences sans amorce rythmique, surtout sur la syllabe 4, tandis que la condition avec amorce régulière présente le taux le plus bas. En général, on observe moins de proéminences sur les syllabes 4 (sauf en condition sans amorce) suivi de 1, 2 et 3.

Pour MP2, la condition d'amorçage n'a pas d'effet sur le nombre de proéminences détectées. Les syllabes centrales suivent une tendance constante, mais celles aux extrémités (1 et 4) varient : parfois plus de proéminences sur la syllabe 1 que sur la 4 (sans amorce), parfois l'inverse (amorce régulière), et parfois égalité (amorce irrégulière). Dans l'ordre croissant, les syllabes 1 et 4 ont le même nombre de proéminences, suivies de la syllabe 3, puis de la syllabe 2 qui en a le plus.

MP3 présente quant à lui le plus grand nombre total de proéminences, mais aucune tendance générale claire n'apparaît en fonction des conditions d'amorçage. Le nombre de proéminences par syllabe cible varie selon les conditions. Notamment, la syllabe 4 affiche le moins de proéminences, surtout en condition régulière. Par ailleurs, l'amorce régulière entraîne davantage de proéminences sur les syllabes 1, 2 et 3 qui en a le plus.

Globalement, on observe une détection plus élevée de proéminences pour le participant MP3 par rapport aux participants MP1 et MP2. De plus, une diminution des proéminences est notée sur les syllabes 4 chez tous les participants et dans toutes les conditions d'amorçage. Cependant, en ce qui concerne la présence de proéminences en fonction de la condition d'amorçage, il est difficile de discerner une tendance générale sans analyse chiffrée plus approfondie.

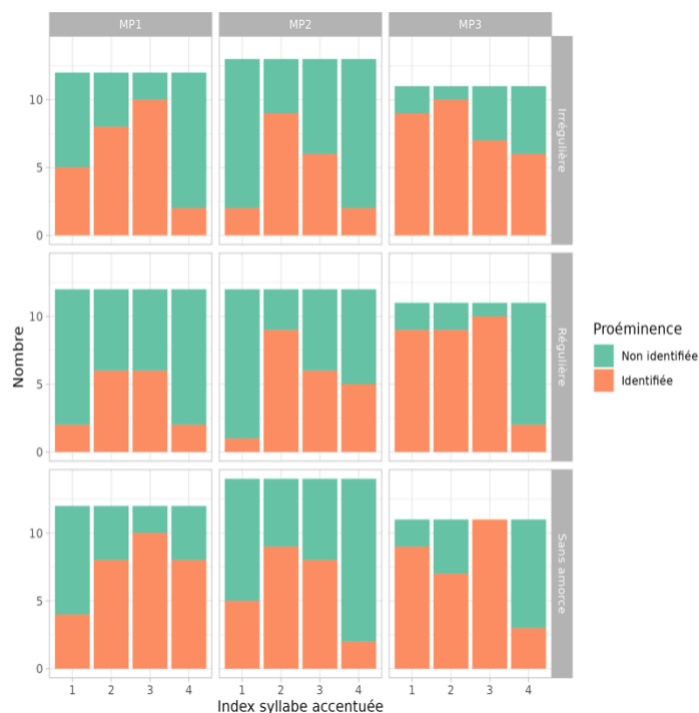


Figure 6 : Nombre de proéminences détectées et non détectées sur les syllabes cibles 3, 6, 9, 12.

La Figure 7 présente le nombre total de proéminences détectées par rapport au nombre de phrases. On observe une absence de tendance générale concernant la détection de proéminences sur les syllabes cibles et non cibles en fonction des conditions d'amorçage. Pour MP2 et MP3, le nombre de proéminences est quasiment identique dans les trois conditions d'amorçage, à l'exception de la condition irrégulière où MP3 produit moins de proéminences que dans les deux autres conditions. En revanche, pour MP1, le nombre de proéminences détectées est le plus élevé dans la condition sans amorce, il est un peu plus bas suite à la condition irrégulière, mais nettement moins important suite à l'amorce régulière, comparativement aux deux autres conditions.

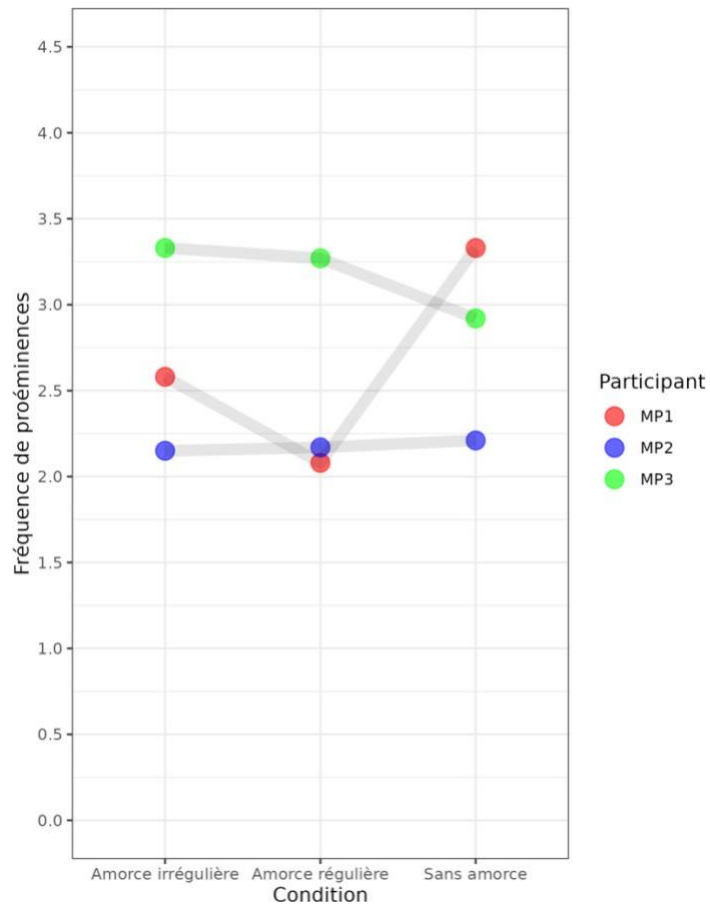


Figure 7 : Nombre de proéminences détectées sur l'ensemble des syllabes.

La Figure 8 présente le nombre de proéminences détectées sur les syllabes cibles. Pour MP2 et MP3, on observe une augmentation, légère pour MP3, et plus marquée pour MP2, du nombre de proéminences suite à une amorce régulière. En revanche, pour MP3, on remarque une diminution du nombre de proéminences en condition irrégulière par rapport aux deux autres conditions, tandis que pour MP2, bien que légère, cette diminution est plus marquée en condition irrégulière par rapport à la condition régulière, mais demeure supérieure à celle observée en l'absence d'amorce. Pour MP1, on observe la même tendance qu'à la Figure 6 : un nombre nettement inférieur de proéminences suite à l'amorce régulière, mais un nombre bien plus élevé en condition sans amorce, comparativement aux deux autres conditions.

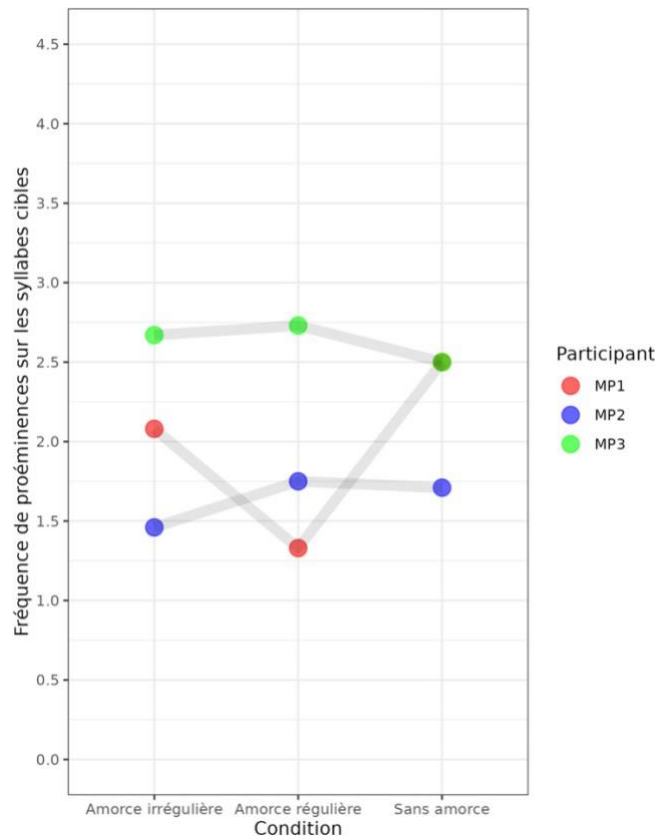


Figure 8 : Nombre de proéminences détectées sur les syllabes cibles

La Figure 9 présente le nombre de proéminences détectées sur les syllabes non cibles. Les résultats montrent une plus grande homogénéité en fonction des amorces, avec des écarts moins importants entre les conditions. Pour MP2 et MP3, on observe légèrement plus de proéminences avec amorce irrégulière que dans les autres conditions, tandis que pour MP1, il y en a moins avec amorce irrégulière par rapport aux autres conditions.

De plus, en comparant la Figure 8 et la Figure 9, nous notons des valeurs plus élevées de proéminences détectées sur les syllabes cibles que sur les syllabes non cibles chez tous les participants et dans toutes les conditions d'amorçage.

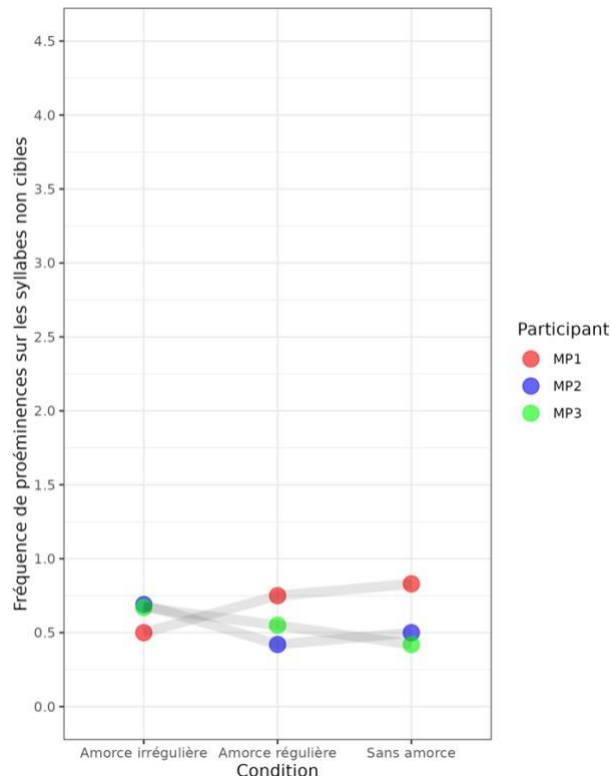


Figure 9 : Fréquence de proéminences détectées sur les syllabes non cibles

La Figure 10 illustre la fréquence fondamentale relative des syllabes cibles, par participant et par condition d'amorçage. Nous observons une diminution de la F0 à la fin des phrases, sur la dernière syllabe du dernier groupe accentuel (syllabe 12), pour tous les participants et dans toutes les conditions d'amorçage.

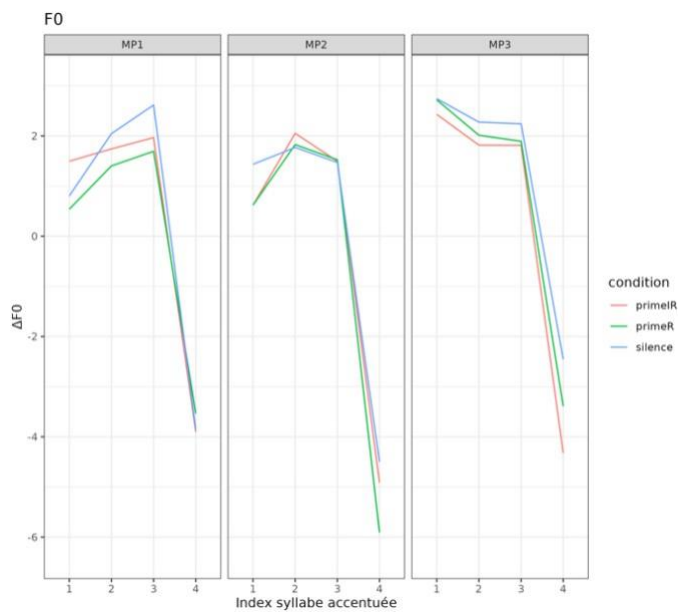


Figure 10 : Différence de fréquence fondamentale (F0) des syllabes cibles produites en comparaison au voisinage syllabique (2 syllabes avant et 1 syllabe après)

Discussion

1. Discussion des résultats

Notre étude avait pour objectif d'examiner les potentiels effets bénéfiques de l'exposition préalable à des rythmes auditifs réguliers, sur la production de la parole chez les personnes atteintes de MP. Nous nous sommes particulièrement intéressés à l'impact de ces amorçages rythmiques sur la prosodie, en mettant l'accent sur la présence de proéminences (ou groupes accentuels).

Les résultats soulignent des différences individuelles et une influence variable des amorces rythmiques sur la production de proéminence des participants MP1, MP2 et MP3. MP1 produit davantage de proéminences en condition sans amorce rythmique, et présente une diminution notable en condition régulière. Pour MP2, l'amorçage n'affecte pas significativement la détection de proéminences. MP3 présente le plus grand nombre de proéminences, sans tendance claire liée aux conditions d'amorçage. Les syllabes cibles (3, 6, 9, 12) sont généralement plus proéminentes que les syllabes non cibles, comme illustré dans les Figures 8 et 9. Les participants présentent également une diminution de la fréquence fondamentale (F0) en fin d'énoncé, notamment sur la dernière syllabe (syllabe 4) (Figure 10).

Malgré les variations observées entre les participants et les conditions d'amorçage dans la production des proéminences, notre étude ne confirme pas notre hypothèse initiale ni les résultats préalablement rapportés dans la littérature quant à l'effet positif de l'amorce régulière sur cette production. Les recherches antérieures, en particulier l'étude de Späth et al. (2016), ont exploré l'effet du rythme dans la parole, notamment en examinant l'impact de la stimulation rythmique auditive sur le mouvement de la parole chez des personnes atteintes de dysarthrie hypokinétique. Alors que ces auteurs ont observé un impact bénéfique de l'amorce rythmique régulière (consistant en la prononciation d'une phrase par un locuteur tout venant), en adéquation avec la structure métrique de la phrase à lire, sur la performance des participants, nos propres résultats divergent de cette conclusion. En effet, nous n'avons pas constaté d'effet significatif de l'amorce sur la production des proéminences. Notre étude suggère ainsi l'absence d'un effet bénéfique de l'amorce rythmique régulière sur la production des proéminences chez les participants.

Cependant, il est intéressant de noter que chez tous les participants de l'étude, et ce, dans toutes les conditions d'amorçage, les groupes prosodiques sont plus fréquents sur les syllabes attendues (syllabes cibles) que sur les syllabes non cibles (voir Figures 8 et 9). Cette observation suggère que les trois participants souffrant de MP respectent en partie les schémas d'accentuation attendus, démontrant ainsi une capacité appropriée à accentuer les phrases de notre corpus. Pour évaluer pleinement leur capacité à accentuer les phrases, il aurait été nécessaire de comparer leur performance à celle d'un groupe témoin.

De plus la figure 8 met en évidence une préservation de la diminution de la fréquence fondamentale (F0) à la fin des phrases chez les participants de l'étude, témoignant ainsi d'une conservation du contour terminal descendant. Ce dernier se réfère à la tendance d'une intonation à descendre vers la fin d'une phrase ou d'un énoncé (Godement-Berline, 2018), généralement accompagnée d'une diminution de la fréquence fondamentale (F0). Cette caractéristique de la

prosodie du français contribue, entre autres, à une perception de clôture ou de finalité dans l'énoncé (Rossi, 1985 : 141).

MP3 présente des performances plus élevées dans la production des proéminences attendues par rapport à MP1 et MP2 (voir Figure 6). Cette différence peut être mise en perspective avec les paramètres que nous avons recueillis chez les participants. En effet, MP3 montre des similitudes avec les participants témoins plus que MP1 et MP2. Elle présente une audition de meilleure qualité, une dysarthrie moins sévère (score perceptif à la BECD de 1 VS 8 pour MP1 et MP2), et est plus jeune que les deux autres participants. De plus, son diagnostic de MP est récent (4 ans VS 2 ans et 18 ans pour MP1 et MP2 respectivement). Ces facteurs pourraient contribuer à ses performances supérieures, suggérant un lien entre sa dysarthrie moins sévère, son âge plus jeune et son statut de diagnostic plus récent. Cette combinaison pourrait contribuer à une production plus proche de la norme. Cependant, une analyse plus approfondie serait nécessaire pour déterminer le rôle exact de chaque facteur dans ses performances.

De plus, MP3 présente un score de musicalité élevé (18), alors que ce score est nul pour MP1 et MP2. Le score de musicalité a été conçu pour mettre en évidence les compétences musicales et rythmiques des participants, reflétant leur expérience dans des domaines tels que la pratique d'un instrument, la maîtrise du solfège, le chant et même la danse. Le fait que MP3 obtienne un score élevé suggère qu'elle a eu une pratique musicale significative, tandis que MP1 et MP2 n'ont pas eu cette expérience. Cette différence pourrait influencer la manière dont ils produisent la parole, en particulier en ce qui concerne la production de proéminence. Il pourrait être intéressant d'explorer le rôle spécifique de la pratique musicale sur ces aspects de la production de la parole. En effet, Fuji et Schlaug (2013) ont montré qu'une formation musicale préalable importante avait un effet positif sur les capacités de synchronisation avec un rythme musical, suggérant des mécanismes de plasticité cérébrale dus à cet entraînement. Ainsi, une analyse de la corrélation entre le bénéfice d'un amorçage musical et le score de musicalité des participants pourrait mettre en évidence une sensibilité particulière à ce type d'amorçage chez ceux ayant une expérience musicale préalable.

2. Limites de notre étude

Les résultats de notre étude sont issus de l'analyse de seulement trois locuteurs. En raison de cette taille d'échantillon restreint, nous n'avons pas pu effectuer d'analyses statistiques, ce qui limite la généralisation de nos conclusions à l'ensemble des individus atteints de dysarthrie hypokinétique. Il est important de relativiser nos conclusions en tenant compte de cette limite. Pour les futures études, il serait préférable d'envisager une augmentation du nombre de participants.

Dans notre étude, les participants présentent une dysarthrie allant de très légère (SP = 1/20 pour MP3) à légère (SP = 8/20 pour MP1 et MP2). Il est possible que cette faible sévérité de la dysarthrie ait influencé nos résultats, ne validant pas notre hypothèse sur les bienfaits de l'amorçage rythmique. En effet, comme souligné par Thaut et al. (2001), l'effet d'une stimulation rythmique serait plus prononcé en cas de dysarthrie sévère. Si nous avions inclus des participants avec une dysarthrie plus sévère, il est possible que nous aurions pu obtenir des résultats confirmant notre hypothèse selon laquelle l'amorçage rythmique bénéficie à la production de la parole.

Les différences de résultats entre les participants concernant le nombre de syllabes identifiées comme proéminentes sur les syllabes cibles, en fonction des trois conditions d'amorçage, pourrait être lié au fait que les participants ne lisaient pas les mêmes phrases associées aux mêmes conditions d'amorçage. En effet, notre étude implique trois blocs de phrases avec trois types d'amorçage différents. L'ordre de présentation des phrases dans chaque bloc est aléatoire, tout comme le type d'amorçage associé à chaque bloc, ce qui signifie que les participants sont exposés à des séquences de stimuli variables. Cette variabilité dans les stimuli présentés pourrait potentiellement influencer les résultats, introduisant ainsi une source de variabilité dans la façon dont les participants ont traité les informations présentées. Ce biais sera limité si un nombre plus important de participants sont inclus et que des analyses statistiques appropriées, telles que les modèles mixtes, sont utilisées.

3. Implications pour les recherches futures

En vue d'approfondir les recherches futures, nous pourrions envisager d'évaluer la corrélation entre les différentes caractéristiques des participants et l'impact des conditions d'amorçage rythmique sur la production des groupes prosodiques chez ces participants. Pour ce faire, des variables telles que le score de musicalité, la sévérité de la dysarthrie, le score obtenu à l'Échelle de Dépression Gériatrique (EDG) et la durée d'éducation pourraient être incluses. Cela nous permettrait d'obtenir une vision plus holistique et approfondie des interactions entre ces variables et leur implication sur la prosodie des participants.

De plus, pour une étude plus complète de la prosodie chez ces participants, en plus de l'étude des proéminences (groupes accentuels) et du lien avec les différentes caractéristiques associées aux participants, nous pourrions mesurer d'autres variables telles que le délai d'initialisation et l'étude des métriques du rythme, qui ont été également explorées dans les recherches menées par Liss et al. (2009) ainsi que Lowit et al. (2018) avec des personnes atteintes de la MP.

Bien que notre étude n'ait pas révélé les bénéfices escomptés de l'amorçage rythmique sur la parole des personnes atteintes de MP, il est primordial de poursuivre les recherches dans ce domaine. En effet cela pourrait enrichir les pratiques cliniques de soin pour la dysarthrie hypokinétique notamment. Aujourd'hui, le traitement des troubles de la parole dans le cadre de la MP repose largement sur le protocole LSVT (Lee Silverman Voice Treatment, Raming et al., 2001) qui a déjà fait ses preuves en clinique. Cette méthode met l'accent sur l'amélioration de l'intensité vocale, mais ses avantages s'étendent également à d'autres paramètres, notamment la prosodie. Toutefois, sa nature intensive peut la rendre contraignante et inapplicable à certains patients présentant une fatigue importante ou des troubles cognitifs. Dans ce contexte, le paradigme d'amorçage rythmique exploré dans le présent mémoire pourrait offrir une alternative prometteuse pour la rééducation des troubles du rythme dans la dysarthrie hypokinétique. Si cette approche s'avère bénéfique, elle pourrait enrichir les options thérapeutiques disponibles pour les patients, offrant ainsi une prise en charge plus diversifiée et adaptée à leurs besoins spécifiques.

Conclusion

L'objectif de ce mémoire était d'évaluer l'impact de l'amorçage rythmique sur la production de la parole chez les patients atteints de la maladie de Parkinson (MP). Pour cela, nous avons examiné la fréquence et la position des proéminences dans les groupes accentuels (GA) afin d'étudier la structure prosodique des productions. Nous avons mis en place un protocole impliquant trois participants, chargés de lire à voix haute des phrases après avoir écouté une amorce rythmique ou un silence. Trois conditions d'amorçage ont été testées : une amorce régulière congruente à la phrase cible, une amorce irrégulière non congruente avec la phrase cible, une absence d'amorce.

Notre méthodologie s'est inspirée des études de Contreras Roa et al. (2022 ; 2023). Les proéminences ont été détectées automatiquement à l'aide du logiciel « ProsoBox » (outil Prosoprom) (Goldman & Simon-Hustinx, 2020). Un alignement manuel a été effectué à l'aide du logiciel Praat (Boersma & Weenink, 2018).

En raison du faible nombre de participants dans notre étude, les analyses que nous avons menées sont exclusivement descriptives. Elles se concentrent sur l'observation des variations individuelles et des tendances générales dans la production de la parole des participants, sans pouvoir établir de relations statistiques significatives ou de conclusion.

Ainsi, les résultats montrent des variations dans la production de proéminences en fonction des conditions d'amorçage rythmique. Globalement, les participants produisent plus de proéminences sur les syllabes cibles par rapport aux syllabes non cibles, et la fréquence fondamentale (F0) diminue à la fin des énoncés, surtout sur la dernière syllabe, ce qui est conforme aux schémas attendus.

Cependant, contrairement aux hypothèses initiales et aux études précédentes (Aichert et al., 2021 ; Späth et al., 2022), cette étude n'a pas trouvé de preuve significative de l'effet bénéfique de l'amorçage rythmique régulier sur la production des proéminences. Bien que les participants de l'étude, atteints de MP respectent en partie les schémas d'accentuation attendus, l'amorçage rythmique régulier ne semble pas améliorer de manière significative leur production de proéminences.

Les variations observées dans les résultats suggèrent que d'autres facteurs individuels, tels que les compétences musicales et la gravité de la dysarthrie, jouent un rôle crucial dans la performance prosodique des personnes atteintes de MP. Ces observations ouvrent des perspectives pour les recherches futures, en encourageant l'étude approfondie de ces variables pour mieux comprendre leur impact sur la sensibilité aux thérapies basées sur le rythme.

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
- Aichert, I., Lehner, K., Falk, S., Späth, M., Franke, M., & Ziegler, W. (2021). In Time with the Beat : Entrainment in Patients with Phonological Impairment, Apraxia of Speech, and Parkinson's Disease. *Brain Sciences*, 11(11), 1524. <https://doi.org/10.3390/brainsci11111524>
- 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, M. (2019). Batterie d'évaluation des compétences de dénombrement (BECD). Paris : ECPA.
- Astésano, C., & Bertrand, R. (2016). Accentuation et niveaux de constituance en français : Enjeux phonologiques et psycholinguistiques. *Langue française*, 191(3), 11-30.
- 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 Commun.* 124, 68–74.
- Boersma, P., & Weenink, D. (2018). Praat : Doing phonetics by computer (6.0.37) [Computer software].
- Bohland, J. W., Bullock, D., & Guenther, F. H. (2010). Neural representations and mechanisms for the performance of simple speech sequences. *Journal of cognitive neuroscience*, 22(7), 1504-1529. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21306>
- Bourque, P., Beaudette, D., & Échelle de Dépression Gériatrique (EDG). (1990). Étude de la validité de la traduction de l'échelle de dépression gériatrique de Yesavage et al. par Bourque et Beaudette. *Gériatrie et psychologie neuropsychiatrie du vieillissement*, 4(2), 147-156.
- Cason, N., Hidalgo, C., Isoard, F., Roman, S., & Schön, D. (2015). Rhythmic priming enhances speech production abilities : Evidence from prelingually deaf children. *Neuropsychology*, 29(1), 102-107. <https://doi.org/10.1037/neu0000115>
- Chafe, W. (2003). An exploration of the functions of prosody. *Proceedings of Prosody and Pragmatics*. Preston, Angleterre.

- Cominu, A. (2021). Hydrogen (1.1.1) [Computer software]. Hydrogen-music. <http://hydrogen-music.org/>
- Contreras Roa, L., Mairano, P. Moreau, C., & Basirat, A. (2023). A Bimodal Approach to Study the Effects of Rhythmic Priming. In 20th International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS) Proceedings, (pp. 3922–3926), Prague, Czech Republic.
- Contreras Roa, L., Mairano, P. Moreau, C., & Basirat, A. (2022). Impact de l'amorçage rythmique sur la production de la parole chez des personnes atteintes de la maladie de Parkinson : Étude pilote. In Actes des Journées d'Études sur la Parole, 615–624, Nantes, France.
- Darley, F. L., Aronson, A. E., & Brown, J. (1969). 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. (1975). *Motor speech disorders*. W.B.Saunders and CO.
- Defebvre, L. (2017). Les nouveaux critères diagnostiques de maladie de Parkinson. *Pratique Neurologique - FMC*, 8, 3-7.
- De Guire Ouellet, S., Letanneux, A., Champagne-Lavau, M., & Pinto, S. (2012). Parole et langage dans la maladie de Parkinson : Études en neuro-imagerie fonctionnelle. *Revue française de linguistique appliquée*, XVII(2), 19.
- 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. <https://hal.science/hal-00285554v1/document>
- Di Cristo, A. (2013). *La prosodie de la parole*. De Boeck Supérieur.
- Easton, J. W. (2023). GNU Octave (8.1.0) [Computer software]. <https://octave.org/>
- Fahn, S. (1987). Members of the UPDRS Development Committee. Unified Parkinson's Disease Rating Scale. *Recent developments in Parkinson's disease*, 2, 293-304.
- Fiveash, A., Bedoin, N., Gordon, R., & Tillmann, B. (2021). Processing Rhythm In Speech And Music : Shared Mechanisms And Implications For Developmental Speech And Language Disorders. *Neuropsychology*, in press. <https://doi.org/10.1037/neu0000766>
- Fujioka, T., Trainor, L. J., Large, E. W., & Ross, B. (2012). Internalized timing of isochronous sounds is represented in neuromagnetic β oscillations. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 32(5), 1791–1802. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4107-11.2012>

- Goberman, A. M., & Coelho, C. (2002). Acoustic analysis of Parkinsonian speech II: L-Dopa related fluctuations and methodological issues. *NeuroRehabilitation*, 17(3), 247-254.
- Godement-Berline, R. (2018). La focalisation prosodique dans la parole interprétée en français (Doctoral dissertation, Université Sorbonne Paris Cité).
- 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.
- Guenther, F. H. (2016). Neural Control of Speech. Dans *The MIT Press eBooks*. The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/10471.001.0001>
- 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.
- Inserm (2022, 17 février). Maladie de Parkinson : deuxième maladie neurodégénérative la plus fréquente. <https://www.inserm.fr/dossier/parkinson-maladie/>
- Jones, M. R. (1976). Time, our lost dimension: Toward a new theory of perception, attention, and memory. *Psychological Review*, 83(5), 323– 355. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.83.5.323>
- 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>
- Kopell, N., Kramer, M. A., Malerba, P., & Whittington, M. A. (2010). Are Different Rhythms Good for Different Functions? *Frontiers in Human Neuroscience*, 4. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2010.00187>
- 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>
- Kraus, N., & Chandrasekaran, B. (2010). Music training for the development of auditory skills. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(8), 599-605. <https://doi.org/10.1038/nrn2882>

- Lacroix, J. (2022). Influence du rythme perceptif dans la production de la parole chez les patients atteints de la maladie de Parkinson [Mémoire de master, Université de Lille].
- 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.
- Magill, J. M., & Pressing, J. L. (1997). Asymmetric cognitive clock structures in West African rhythms. *Music Perception*, 15(2), 189–221. <https://doi.org/10.2307/40285749>
- Mariën, P., & Borgatti, R. (2018). Chapter 11—Language and the cerebellum. In M. Manto & T. A. G. M. Huisman (Éds.), *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 154, p. 181-202). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63956-1.00011-4>
- 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>
- Miller, N., Noble, E., Jones, D., & Burn, D. (2006). Life with communication changes in Parkinson’s disease. *Age and Ageing*, 35(3), 235-239. <https://doi.org/10.1093/ageing/afj053>
- Miller, H. E., & Guenther, F. H. (2021). Modelling speech motor programming and apraxia of speech in the DIVA/GODIVA neurocomputational framework. *Aphasiology*, 35(4), 424-441. <https://doi.org/10.1080/02687038.2020.1765307>
- Moreau, C., Defebvre, L. (2015). Maladie de Parkinson. *La revue du praticien*, 65(7)19-26.
- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., Cummings, J. L., & Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA : A Brief Screening Tool For Mild Cognitive Impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(4), 695-699. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x>
- Nozaradan, S., Peretz, I., Missal, M., & Mouraux, A. (2011). Tagging the neuronal entrainment to beat and meter. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 31(28), 10234–10240. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0411-11.2011>
- Nombela, C., Hughes, L. E., Owen, A. M., & Grahn, J. A. (2013). Into the groove: can rhythm influence Parkinson's disease? *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 37(10), 2564-2570.

- Pinto, S., & Ghio, A. (2008). Troubles du contrôle moteur de la parole : Contribution de l'étude des dysarthries et dysphonies à la compréhension de la parole normale. *Revue Française de Linguistique Appliquée*, 13(2), 45-57.
- Przybylski, L., Bedoin, N., Krifi-Papoz, S., Herbillon, V., Roch, D., Léculier, L., Kotz, S. A., & Tillmann, B. (2013). Rhythmic auditory stimulation influences syntactic processing in children with developmental language disorders. *Neuropsychology*, 27, 121-131. <https://doi.org/10.1037/a0031277>
- Ramig, L., & Fox, C. M. (2007). Lee Silverman Voice Treatment. In *Les dysarthries* (1re éd., p. 652-663). De Boeck Solal
- 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].
- Rolland-Monnoury, V., & Özsancak, 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.
- Rossi, M. (1985). L'intonation et l'organisation de l'énoncé. *Phonetica*, 42(2-3), 135-153. <https://doi.org/10.1159/000261744>
- Rusz, J., Hlavnička, J., Čmejla, R., & Růžička, E. (2015). Automatic Evaluation of Speech Rhythm Instability and Acceleration in Dysarthrias Associated with Basal Ganglia Dysfunction. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 3. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2015.00104>
- Santé Publique France (2023, 11 avril). Maladie de Parkinson : Quelle évolution entre 2016 et 2020? <https://www.santepubliquefrance.fr/les-actualites/2023/maladie-de-parkinson-quelle-evolution-entre-2016-et-2020>
- Santé Publique France (2023, 12 avril). Maladie de Parkinson. <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-neurodegeneratives/maladie-de-parkinson>
- 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>
- Späth, M., Aichert, I., Timmann, D., Ceballos-Baumann, A. O., Wagner-Sonntag, E., & Ziegler, W. (2022). The role of the basal ganglia and cerebellum in adaptation to others' speech rate and rhythm : A study of patients with Parkinson's disease and cerebellar degeneration. *Cortex*, 157, 81-98. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2022.08.012>

- Stevens, C. J. (2012). Music perception and cognition: A review of recent cross-cultural research. *Topics in Cognitive Science*, 4(4), 653–667. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2012.01215.x>
- 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. *Functional Neurology*, 16, 163-172.
- Teston, B., & Viallet, F. (2005). La dysprosodie parkinsonienne. In O. C (Éd.), *Les troubles de la parole et de la déglutition dans la maladie de Parkinson* (p. 161-193). Solal. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00241547>
- Viallet, F., & Teston, B. (2007). La dysarthrie dans la maladie de Parkinson. In P. Auzou (Éd.), *Les Dysarthries* (p. 169-174). Solal. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00242418>
- Wattenberg, L. (2023). Audacity (3.2.5) [Computer software]. <https://audacityteam.org/>
- Wilson, S. D., Saygin, A. P., Sereno, M. I., & Iacoboni, M. (2004). Listening to speech activates motor areas involved in speech production. *Nature Neuroscience*, 7(7), 701-702. <https://doi.org/10.1038/nn1263>

Liste des annexes

Annexe n°1 : Lettre d'information

Annexe n°2 : Formulaire de consentement