

MÉMOIRE

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

Clémentine MAHE

soutenu publiquement en juin 2021

**Le rôle de l'amorçage rythmique sur la production
de la parole dans la maladie de Parkinson**
Protocole expérimental et analyse basée sur la variabilité
temporelle des segments

MÉMOIRE dirigé par :

Anahita BASIRAT, Maître de conférences, Université de Lille

Caroline MOREAU, Professeur, Université de Lille et CHRU de Lille

Mémoire réalisé dans le cadre du Parcours Recherche

Lille – 2021

Remerciements

Je remercie chaleureusement mes directrices de mémoire. Merci à Mme Moreau pour son expertise et sa bienveillance. Merci à Mme Basirat pour sa disponibilité, son implication et la qualité des retours qu'elle m'a donnés.

Je remercie également Léa Douaud, l'étudiante qui a réalisé son mémoire sur le même sujet. Sa rigueur et son optimisme ont rendu nos sessions de travail en commun à la fois enrichissantes et agréables.

De façon plus générale, j'aimerais remercier mes maîtres de stage pour leurs enseignements et leur soutien qui m'ont permis de me sentir plus forte professionnellement. Merci en particulier à Mme Camus, qui m'a donné l'opportunité de participer aux bilans et à la prise en soin d'individus atteints de la maladie de Parkinson.

Enfin, un grand merci à mes proches qui m'ont soutenue pendant la réalisation de ce mémoire, en particulier ma mère qui n'a jamais refusé une relecture, toujours prête à traquer les coquilles et erreurs de formulation. Merci également à mes amies de promotion qui ont été une source inépuisable de motivation et de réconfort tout au long de ces cinq années.

Résumé :

La maladie de Parkinson (MP) est une affection neurodégénérative qui entraîne une perte du contrôle moteur et une perturbation générale des activités rythmiques. Au niveau de la parole, cela se traduit par une dysphonie, des troubles articulatoires et une dysprosodie. L'utilisation de la stimulation rythmique auditive qui consiste à présenter une stimulation simultanément à la réalisation d'une tâche motrice permettrait de compenser le déficit de contrôle moteur. Nous nous intéressons ici à l'amorçage rythmique, une technique basée sur la présentation d'une stimulation rythmique avant la réalisation d'une tâche cible qui a fait l'objet de peu d'études en production. Nous formulons l'hypothèse que l'amorçage rythmique régulier congruent, c'est-à-dire respectant la structure rythmique de la phrase ciblée, devrait améliorer la lecture. Nous avons défini un protocole détaillé comprenant le matériel, les modalités de passation ainsi que les mesures pertinentes. A terme, ce protocole sera testé auprès de trente sujets atteints de la MP et de trente sujets contrôles. La tâche consistera à lire une phrase précédée ou non de l'écoute d'une amorce auditive. Trois conditions d'amorçage seront proposées. Dans la condition congruente, nous devrions observer une amélioration de certains paramètres acoustiques ainsi qu'une normalisation des caractéristiques prosodiques, ensemble d'éléments qui organisent la parole. Les techniques rythmiques auraient des effets bénéfiques dans de nombreuses autres pathologies prises en soin en orthophonie. C'est pourquoi il est nécessaire de poursuivre les recherches dans l'intérêt des individus atteints d'une dysarthrie parkinsonienne mais également dans celui de nombreux autres patients atteints de troubles langagiers.

Mots-clés :

Amorçage rythmique - Maladie de Parkinson - Parole – Accentuation

Abstract :

Parkinson's disease (PD) is a neurodegenerative disorder that results in loss of motor control and a general disturbance of rhythmic activities. At the speech level, this translates into dysphonia, articulatory disorders and dysprosody. The use of rhythmic auditory stimulation, which consists in presenting a stimulation simultaneously with the realization of a motor task, would make it possible to compensate for the motor control deficit. We are interested here in rhythmic priming, a technique based on the presentation of a rhythmic stimulation before the realization of a target task which has been little studied in production. We hypothesize that regular congruent rhythmic priming, meaning respecting the targeted rhythmic structure, should improve subjects' reading. We have defined a detailed protocol including the material, the modalities of execution as well as the relevant measures. Eventually, this protocol will be tested with 30 PD subjects and 30 control subjects. The task will consist in reading a sentence preceded or not by listening to an auditory priming. Three priming conditions will be proposed. In the congruent condition, we should observe an improvement of some acoustic parameters as well as a normalization of prosodic characteristics, a set of elements that organize speech. Rhythmic techniques are believed to have beneficial effects in many other conditions treated in speech therapy. Further research is needed for the benefit of individuals with Parkinson's dysarthria but also for many other patients with language disorders.

Keywords :

Rhythmic priming - Parkinson's disease - Speech - Stress

Table des matières

Introduction.....	1
Contexte théorique, buts et hypothèses.....	2
1. La maladie de Parkinson.....	2
2. Le rythme et la maladie de Parkinson.....	3
2.1. Le rythme de la parole.....	3
2.2. Troubles de perception et production du rythme dans la maladie de Parkinson.....	6
2.3. Stimulation rythmique auditive.....	7
3. Amorçage rythmique et traitement langagier.....	8
4. Buts et hypothèses.....	10
Méthode.....	10
1. Population.....	11
2. Matériel.....	12
2.1. Matériel langagier.....	12
2.2. Matériel d'amorçage.....	13
3. Procédure.....	14
4. Analyse des données.....	16
Résultats attendus.....	18
Discussion.....	20
1. Limites de l'étude.....	20
2. Perspectives futures.....	21
Conclusion.....	24
Bibliographie.....	26
Liste des annexes.....	34
1. Annexe 1 : Tableaux des études sur les effets de l'amorçage sur la production de la parole....	34
2. Annexe 2 : Questionnaire à destination des participants.....	34
3. Annexe 3 : Tableaux des phrases appariées et des phrases distractives.....	34
4. Annexe 4 : Tableau des mesures de Lowit et al. (2018).....	34

Introduction

La maladie de Parkinson (MP) se définit comme une affection neurodégénérative chronique. Elle toucherait 1 % des plus de 65 ans (INSERM, 2015). Sachant que l'espérance de vie augmente, sa prévalence va devenir de plus en plus importante dans les années à venir. Bien qu'elle soit fortement associée à l'âge, il existe également des formes précoces qui apparaissent avant 40 ans.

La MP résulte d'une perte progressive des neurones dopaminergiques de la substance noire (Defebvre, 2005). Cette dégénérescence neuronale entraîne un dysfonctionnement des ganglions de la base, ou noyaux gris centraux, structures impliquées dans le contrôle moteur. Cela détériore la production de la parole et provoque des difficultés communicationnelles.

L'insuffisance prosodique est probablement la marque la plus spécifique de la dysarthrie parkinsonienne. La prosodie comprenant les notions de rythme, d'accentuation, de pause et d'intonation, chacun de ces éléments participe à l'intelligibilité du discours. Dans la MP, la parole est caractérisée par des pauses nombreuses et inappropriées, des accélérations du débit, une intensité monotone ainsi qu'une accentuation faible, l'accentuation correspondant à la mise en valeur ou non des syllabes d'un énoncé (Viallet & Teston, 2007).

On observe une perturbation générale du rythme dans les différentes activités motrices telles que la marche, les diadococinésies orales renseignant sur la vitesse articulaire et le tapotement digital chez les individus atteints de la MP. Elle serait en lien avec l'atteinte des ganglions de la base (Puyjarinet et al., 2019). L'utilisation de la stimulation rythmique auditive qui consiste à présenter une stimulation simultanément à la réalisation d'une tâche motrice permettrait de compenser le déficit de contrôle moteur (Thaut et al., 2001). Nous formulons l'hypothèse que l'utilisation de l'amorçage rythmique permet de compenser le déficit de contrôle moteur et a un effet bénéfique sur les troubles rythmiques retrouvés dans la parole de ces individus. L'amorçage rythmique consiste à présenter une stimulation rythmique au sujet juste avant la réalisation de la tâche cible que l'on souhaite évaluer.

Les troubles moteurs se majorent avec le temps et altèrent la qualité de vie des patients. Or bien qu'il existe un traitement médicamenteux appelé Lévodopa, celui-ci a peu d'effets sur la motricité volontaire. Les signes axiaux tels que les troubles de la marche, de l'équilibre et la dysarthrie qui prédominent à un stade avancé y sont peu sensibles (Bonnet, 2001). On retrouverait même des effets secondaires néfastes, causant des troubles du contrôle de l'impulsion et des dyskinésies chez les individus (Koshimori & Thaut, 2018). Il est donc nécessaire de trouver des alternatives au traitement médicamenteux. Notre étude a pour avantage d'être non invasive et sans effet secondaire. Elle tient également compte de l'aspect prosodique des productions, permettant ainsi une approche plus fonctionnelle. Couplée à d'autres études approfondies, elle pourrait permettre de développer de nouvelles approches rééducatives écologiques basées sur l'amorçage rythmique et améliorer la communication des personnes atteintes de la MP au quotidien. Il s'agit ici de définir un protocole pour mesurer les effets de l'amorçage sur la production à partir d'une tâche de lecture de phrases.

Après avoir défini la notion de rythme et les différentes façons de le mesurer dans les productions langagières, nous nous intéresserons au principe de l'amorçage rythmique avant d'étudier le lien qui existe entre perception et production de la parole. Enfin, nous présenterons le protocole mis au point ainsi que les résultats attendus et nous terminerons par une réflexion sur les limites et les perspectives de notre démarche.

Contexte théorique, buts et hypothèses

Contexte théorique

1. La maladie de Parkinson

Avec 25000 personnes nouvellement diagnostiquées chaque année, la maladie de Parkinson est la deuxième affection neurodégénérative la plus fréquente après la maladie d'Alzheimer. Plus de 200 000 personnes sont concernées en France avec un âge moyen de diagnostic de 58 ans (France Parkinson, 2013). Le sex-ratio est de 1,5 en défaveur des hommes (Defebvre & Vérin, 2016) et la prévalence augmente avec l'âge. L'étiologie est pour le moment inconnue, elle relèverait d'une combinaison de facteurs environnementaux et génétiques prédisposants.

La MP se caractérise par la dégénérescence progressive des neurones dopaminergiques de la voie nigro-striée. Cette région impliquée dans le contrôle moteur permet la transmission de la dopamine de la substance noire au striatum. Le déficit dopaminergique va donc entraîner son dysfonctionnement et générer des troubles moteurs. La perte neuronale prédomine au niveau de la substance noire qui est l'une des composantes des noyaux gris centraux. Lorsque 50 à 70 % de ces neurones sont détruits, les symptômes moteurs apparaissent (Damier, 1997). On retrouve par ailleurs une accumulation de protéines alphasynucléides associée à cette dégénérescence neuronale.

Les atteintes sont principalement motrices dans la MP. Classiquement, la « triade parkinsonienne » regroupe les principaux symptômes moteurs initiaux (Defebvre, 2005) : l'akinésie qui se définit par la difficulté d'initiation à la réalisation du mouvement, les tremblements de repos et la rigidité des membres. En phase avancée, un quatrième signe apparaît : les troubles de la marche. A ces atteintes motrices viennent s'ajouter des signes non-moteurs tels que des troubles neurovégétatifs, digestifs et sphinctériens qui ont un impact fonctionnel. Des troubles cognitifs généralement modérés peuvent également être observés. Il s'agit principalement de troubles des fonctions exécutives, de l'attention, de la mémoire ainsi que des fonctions visuo-spatiales. Notons qu'une démence serait retrouvée chez 15 à 20 % des personnes atteintes de la MP (Dubois et al., 1991).

En pratique, le diagnostic repose avant tout sur la présence d'une akinésie associée à au moins deux des trois symptômes que sont la rigidité, le tremblement de repos et l'instabilité posturale. S'y ajoutent des critères évolutifs comme l'apparition d'une asymétrie, d'un tremblement de repos et une réponse prolongée à la Lévodopa. Il faut cependant exclure les diagnostics différentiels tels qu'un syndrome pyramidal, cérébelleux ou une atteinte de l'oculomotricité (Hugues et al., 1992). A noter que l'évaluation clinique qui repose sur l'observation des symptômes rend le diagnostic possible dans seulement 80 % des cas.

La MP est marquée par une évolution lente et progressive qui peut varier d'un individu à un autre. C'est lors de la période de fluctuation des performances motrices et non motrices que le traitement médicamenteux perd en efficacité. Au stade avancé, les lésions se diffusent, entraînant un déclin moteur et cognitif résistant au traitement (Bonnet, 2001). C'est lors de cette dernière phase que les signes axiaux deviennent plus présents. Parmi eux, on retrouve les troubles de la marche, l'instabilité posturale, les troubles de la déglutition ainsi que la dysarthrie.

La dysarthrie se définit comme un trouble de l'exécution motrice de la parole dont l'origine

est une lésion du système nerveux central ou périphérique. (Duffy, 2005) Dans la MP, elle a pour origine l'atteinte des noyaux gris centraux qui jouent un rôle essentiel dans le contrôle et l'exécution des plans moteurs. Selon la classification de Darley et al. (1975), elle est qualifiée de « Dysarthrie hypokinétique » et se caractérise par une faible amplitude ainsi qu'une lenteur des mouvements articulatoires. Cette dysarthrie possède trois grandes caractéristiques. La première est la dysprosodie qui associe une monotonie de l'intensité, des pauses nombreuses et inappropriées, des accélérations du débit et une diminution de l'accentuation. La deuxième est la dysphonie, se manifestant par une voix aiguë, soufflée et rauque. Des études ont objectivé le changement de hauteur en mettant en évidence une augmentation de la F0 (fréquence fondamentale), surtout chez l'homme (Ghio et al., 2014). La dernière caractéristique consiste en des troubles articulatoires. Ceux-ci touchent principalement les consonnes occlusives qui sont produites avec un bruit de friction perturbant les silences. S'y ajoute une réduction de la surface du triangle vocalique qui rend la différenciation des voyelles plus difficile. Le tout participe à la réduction des contrastes acoustiques (Viallet & Teston, 2007). La dysarthrie hypokinétique serait observée chez 80 % des individus atteints de la MP (Moreau et al., 2015).

On observe une atteinte générale du rythme chez les personnes atteintes de la MP. Cette « dysrythmie générale » retrouvée dans les différentes activités motrices que sont la marche, la parole et les activités manuelles serait en lien avec l'atteinte d'un substrat neuronal commun à ces fonctions : le cervelet et les ganglions de la base (Puyjarinet et al., 2019). Ces derniers qui interviennent dans le contrôle et l'exécution des plans moteurs, régulent notamment les aspects spatio-temporaux au niveau du cortex moteur (Skodda et al., 2010).

2. Le rythme et la maladie de Parkinson

2.1. Le rythme de la parole

Le rythme est défini comme étant « l'expression d'une organisation temporelle » (Di Cristo, 2003). Que l'on étudie le rythme de la parole ou le rythme musical, on fait appel à plusieurs notions communes telles que l'ordre, la régularité, l'accentuation, le battement, le groupement et la hiérarchie. On retrouve la notion d'isochronie en parole comme en musique, c'est-à-dire qu'il y a une régularité dans l'apparition des battements rythmiques au cours du temps.

Prendre en compte le rythme dans l'étude la parole présente un réel intérêt car il s'agit d'une composante prosodique. La prosodie permet d'organiser la parole à différents niveaux. Elle détermine l'organisation accentuelle et intonative des messages (Meynadier, 2003). Les paramètres acoustiques de la parole déterminent la structure accentuelle. Parmi eux, on retrouve la fréquence fondamentale (F0), la durée et l'intensité qui sont des éléments physiques mesurables (Di Cristo, 2004). On peut distinguer trois grands éléments prosodiques jouant un rôle dans le traitement de la parole : l'accentuation, le rythme et l'intonation. Ils permettent à l'auditeur de regrouper les éléments entendus selon des unités plus grandes et plus faciles à analyser. Rythme et accentuation sont indissociables. En effet, le rythme résulte de l'alternance plus ou moins régulière de syllabes accentuées, de syllabes non accentuées et de silences.

Selon Martinet, l'accent est la mise en valeur d'une syllabe au sein de l'unité accentuelle de

la langue. En anglais, l'unité accentuelle est le mot. On dit qu'il s'agit d'une langue à accent lexical : dans tous les mots polysyllabiques, certaines syllabes vont être plus accentuées que d'autres. L'accentuation est alors propre au mot et participe au traitement lexical (Reed & Levis, 2015). En français, il n'y a pas d'accent de mot mais un accent de groupe, aussi appelé « groupe accentuel ». L'accent n'a pas de fonction distinctive : sa place est fixe dans le mot et sa réalisation va dépendre de la position du mot dans la phrase. On dit qu'il a une fonction post-lexicale (Jun & Fougeron, 2000). L'accentuation participe néanmoins aux processus de reconnaissance du mot en français. Une étude a ainsi montré que modifier la structure accentuelle du dernier mot d'une phrase dans une tâche de jugement sémantique perturbe sa reconnaissance. Les participants devaient écouter des phrases et dire si le dernier mot était cohérent avec le début de l'énoncé au niveau sémantique. Dans la condition non congruente, c'est-à-dire quand la structure accentuelle du mot final avait été modifiée et ne correspondait pas à la structure accentuelle du début de l'énoncé, les participants avaient tendance à faire plus d'erreurs de jugement (Magne et al., 2007).

Différents niveaux hiérarchiques sont proposés dans la littérature pour étudier la parole. Dans leur modèle détaillant la structure hiérarchique de l'intonation en français, Jun et Fougeron (2000), représentent les unités prosodiques comme étant liées entre elles. L'unité prosodique d'un niveau donné de la hiérarchie est composée d'une ou plusieurs unités du niveau inférieur. La phrase accentuelle, unité minimale de l'accentuation, va ainsi se composer de mots qui vont eux-mêmes se composer de syllabes. Il est possible d'étudier le rythme à chacun de ces niveaux.

On peut étudier le rythme de parole d'un point de vue acoustique en se basant sur des paramètres de durée. La plupart des mesures rythmiques existantes reposent sur ces paramètres. Par exemple, dans l'étude de Ramus et al., (1999) les auteurs avaient mis au point des mesures basées sur la segmentation vocalique et consonantique de façon à distinguer des classes rythmiques différentes d'une langue à l'autre. Pour cela, ils avaient notamment mesuré le pourcentage de la durée de l'énoncé composé d'intervalles vocaliques (%V), l'écart-type de la durée des intervalles vocaliques dans chaque énoncé (ΔV) ainsi que l'écart-type de la durée des intervalles consonantiques (ΔC). Ces mesures réalisées au niveau de la syllabe vont également pouvoir donner des renseignements sur un niveau plus élevé : celui de la phrase accentuelle.

Certaines variations acoustiques ont peu d'effets sur la structure rythmique de l'énoncé produit tandis que d'autres vont fortement l'impacter. Liss et al. (2009) ont ainsi mis en évidence que le taux d'articulation (rate) est la mesure qui permet le mieux de discriminer une production de patient dysarthrique d'une production typique tandis que l'indice normalisé de variabilité par paires pour les intervalles vocaliques et consonantiques (nPVI-VC) serait une mesure moins discriminante. Dans le cas de la dysarthrie, les troubles d'articulation modifient le rythme de parole ainsi que l'accentuation. Il est donc pertinent d'analyser la structure accentuelle également (Liss et al., 2009). Dans l'étude de Späth et al. (2016) portant sur l'effet de l'amorçage sur la répétition de phrases chez douze individus atteints de la MP, il y avait une prise en compte de l'effet sur la durée des groupes accentuels en production.

Pour ce qui est de notre protocole, l'étude rythmique se situera à la fois au niveau de la syllabe et à celui de la phrase accentuelle. Le rythme syllabique sera mesuré à l'aide du P-center, aussi appelé centre perceptuel. On peut définir les P-centers comme étant des « moments psychologiques d'apparition » (Morton & Frankish, 1976). Il s'agit d'une mesure subjective. Le P-center associé à la syllabe correspond généralement au début de la voyelle associée à cette unité

syllabique. Autrement dit, le P-center syllabique correspond à un point particulier de la syllabe perçu comme étant le moment d'occurrence de cette syllabe (Scott, 1993). Le nombre de P-centers syllabiques va donc être identique au nombre de syllabes contenues dans l'énoncé.

L'étude du rythme se fera également au niveau du groupe accentuel, aussi appelé « phrase accentuelle » (Jun & Fougeron, 2000). Cette dernière est toujours délimitée par un accent final à droite. On l'appelle aussi accent primaire car il a une fonction démarcative. Un accent optionnel peut marquer la frontière gauche : l'accent initial. L'accent final est situé sur la dernière syllabe du groupe accentuel, il est caractérisé par un allongement de cette dernière syllabe et une augmentation de f_0 . Il est considéré comme étant prédominant en raison de sa position en fin d'énoncé qui coïncide avec le contour intonatif de l'énoncé (Frota & Pilar, 2015). La phrase suivante permet d'illustrer le découpage d'une phrase en groupes accentuels (AP) :

(Où est-ce que tu vas)AP (comment)AP (tu vas y aller)AP (et à quelle heure)AP (tu vas rentrer)AP]
(Delais-Roussarie & Rialland, 2007).

Les frontières du groupe accentuel sont difficiles à définir. L'intervalle entre deux accents ne comportera pas toujours le même nombre de syllabes. En plus de la contrainte rythmique qui impose une certaine régularité dans la parole, l'accentuation est aussi influencée par la structure syntaxique de la phrase et les caractéristiques propres au locuteur telles que le débit (Di Cristo, 2000). Pour définir ces groupes accentuels de la façon la plus fiable possible et limiter les erreurs de subjectivité, un accord inter-annotateurs peut être demandé comme dans l'étude d'Aubanel et Shwartz (2020).

Le rythme s'appuie sur des notions complexes mais nécessaires à sa compréhension. Il n'y a pas de rythme sans périodicité. La périodicité désigne la répétition régulière d'événements qui engendrent des cycles ayant une fréquence et une phase (moment d'apparition) définies. Ces processus périodiques peuvent être modélisés comme des oscillateurs. L'entraînement est le processus par lequel deux ou plusieurs oscillateurs peuvent se synchroniser en fréquence, en phase ou les deux. Ainsi, chez un individu, la perception d'un rythme entraîne une synchronisation des oscillateurs internes avec les oscillateurs externes (stimulus extérieur) au niveau neuronal. En musique, les oscillateurs sont isochrones, c'est-à-dire que leur fréquence et leur phase restent constantes dans le temps. Or le rythme de la parole est quasi-périodique. Cela signifie que les oscillateurs n'ont pas une fréquence fixe mais sont suffisamment stables pour être analysés. Cette capacité de synchronisation avec un rythme externe est essentielle. Nous verrons par la suite qu'elle permet un meilleur traitement des informations perçues. Dans toutes les cultures, les hommes sont capables d'adapter leurs mouvements corporels aux rythmes musicaux, probablement grâce à ces mécanismes de synchronisation neuronale. De même, bien que le rythme de la parole soit plus difficile à appréhender, sa perception donne lieu à une synchronisation neuronale similaire. Le fait que la synchronisation neuronale s'observe que nous percevons un rythme de parole ou un rythme musical semble indiquer que des mécanismes communs régissent ces processus (Kotz et al., 2018).

L'effet de l'amorçage rythmique s'explique dans le cadre de la théorie de l'attention dynamique, développée par Jones en 1976. Pour lui, la perception de l'organisation temporelle est basée sur la variation de l'énergie attentionnelle des auditeurs. Cette théorie soutient l'idée que l'attention n'est pas constante dans le temps, elle oscille via des cycles. Il distingue deux

mécanismes : la période de référence correspond au cycle d'oscillation interne de l'attention propre à chaque individu tandis que le niveau de référence renvoie au stimulus externe. Lorsque les événements externes sont temporellement structurés, la période des oscillations attentionnelles internes se synchronise à ces derniers. C'est ce qu'on appelle le couplage de phase. En fonction de la périodicité et de la structure métrique des événements, cela mène à des pics d'attention aux moments les plus saillants. La structure métrique est la représentation abstraite du schéma rythmique, il s'agit de la perception que nous avons du rythme de l'énoncé. En musique, les événements présentés sur les pics attentionnels sont donc mieux perçus par l'auditeur (Jones, 2002 ; Schmuckler 1994 ; Tillmann, 2006).

Cette théorie, initialement appliquée à la perception musicale, a été étendue à la parole puisque les propriétés rythmiques et métriques sont similaires. Les cycles attentionnels peuvent être observés à l'échelle de la phrase, du mot ou encore du phonème. Il est possible que la perception de la régularité de la parole marquée par l'alternance de syllabes accentuées et non accentuées entraîne une synchronisation similaire à celle retrouvée dans la perception musicale.

De plus, la perception d'un événement régulier sur ces pics attentionnels rendrait la suite du signal prédictible. Ainsi, percevoir les événements saillants du discours générerait des attentes concernant les événements à venir et nous permettrait donc de prédire leur apparition et de mieux les traiter (Schön & Tillmann, 2015). Les attentes temporelles seraient plus fortes juste avant l'apparition d'une syllabe accentuée. L'étude de Pitt et Samuel (1990) avait pour but d'étudier la répartition de l'attention lors de la perception de la parole à travers une tâche de détection de phonèmes chez des sujets tout-venant. Les sujets devaient appuyer sur un bouton dès qu'ils avaient détecté la présence du phonème cible dans l'énoncé. Le phonème cible pouvait être présenté soit dans une syllabe accentuée, soit dans une syllabe non accentuée. Le temps de réaction des sujets était moindre quand le phonème cible était dans une syllabe accentuée. Les auteurs en ont conclu qu'une attention plus importante était allouée aux syllabes accentuées. Ces observations peuvent être interprétées dans le cadre de la théorie de l'attention dynamique parce qu'elles montrent qu'il y a une perception de la régularité temporelle des éléments langagiers et une détection des éléments saillants de la parole qui coïncide avec un pic attentionnel.

2.2. Troubles de perception et production du rythme dans la maladie de Parkinson

Chez tous les individus atteints de la MP, on observe une atteinte générale du rythme qui serait en lien avec l'atteinte du cervelet et des ganglions de la base. Cette dysrythmie altère aussi bien la marche que les activités manuelles et la parole. (Puyjarinet et al., 2019). La production de la parole nécessite l'activation d'une boucle fonctionnelle entre les ganglions de la base et les aires motrices supplémentaires. Cela requiert un pattern rythmique efficient. Or, en raison de l'atteinte des ganglions de la base, le modèle rythmique interne est altéré, retardé ou manquant dans la MP (Nombela et al., 2013).

Au stade initial de la maladie, il semblerait que le déficit d'activation des ganglions de la base soit compensé par l'activation de réseaux sous-thalamo-corticaux. Ces mécanismes de compensation seraient initiés par le cervelet. Néanmoins, ces différentes structures finissent également par être dégradées par la dégénérescence neuronale lors de l'évolution de la maladie

(Kotz & Schwartz, 2010, 2011). La cause précise de cette dysrythmie générale reste à déterminer mais plusieurs hypothèses ont été évoquées, elles sont décrites dans le paragraphe ci-dessous.

Notre production orale serait influencée par notre capacité à traiter les informations sensorielles, notamment les informations proprioceptives associées aux sons produits. Le modèle DIVA vient conforter cette idée. Selon les auteurs, un système de feedback nous permettrait d'accéder aux représentations proprioceptives associées aux sons que nous produisons, donnant ainsi la possibilité de détecter et de corriger les erreurs proprioceptives (Guenther & Vladusich, 2012). Chez les individus atteints de la MP ce feedback serait atteint en raison du déficit de traitement des informations proprioceptives, ce qui pourrait en partie expliquer l'altération de l'intelligibilité dans leur discours.

D'un point de vue moteur, les tremblements liés à la maladie viennent parfois majorer les troubles rythmiques lors de l'émission de la parole. Cela s'explique par le fait que le tremblement, au titre d'activité rythmique, pourrait agir comme un « modèle interne » et influencer le décours temporel de la production de parole avec des effets d'attraction (Viallet & Teston, 2007).

Enfin, l'altération de la perception temporelle affecterait les capacités de production rythmique. Un lien a été établi entre les capacités de perception rythmique et les capacités de production motrice dans une tâche de diadococinésie orofaciale (répétition de mouvements successifs). Les auteurs ont constaté que les compétences rythmiques perceptives prédisaient les variabilités rythmiques motrices chez les individus atteints de la MP, suggérant un lien entre déficits en perception et production du rythme (Puyjarinet et al., 2019).

Ainsi, plusieurs éléments semblent pouvoir expliquer l'altération du rythme dans la MP : le déficit de traitement des informations proprioceptives, les tremblements inhérents à la maladie et le trouble de perception temporelle.

2.3. Stimulation rythmique auditive

La stimulation rythmique auditive consiste à présenter une stimulation simultanément à la réalisation d'une tâche motrice. Cette technique peut se faire dans différentes modalités : tactile, visuelle ou auditive. Néanmoins il est préférable de privilégier la modalité auditive car il a été démontré que le système auditif traite plus rapidement et plus précisément les patterns temporels (Sheldon & Kumar, 2010). De plus, il est plus proche et mieux connecté au système moteur (Braunlich et al., 2019). Enfin, on observe une interaction stable et immédiate entre ces deux systèmes (Thaut et al., 1998). C'est pourquoi la plupart des études privilégient cette modalité. Notons qu'il est tout à fait possible de coupler deux modalités.

Dans la MP, on sait qu'il y a un déficit du système de contrôle moteur. On distingue deux grandes voies motrices impliquées dans le mouvement rythmique : la voie cortico-baso-thalamo-corticale et la voie cérébello-thalamo-corticale. Lorsque le traitement ne fait plus suffisamment effet (état OFF), on observe un déficit d'activation de la première voie en lien avec le déficit dopaminergique. Bien qu'on ne connaisse pas encore exactement tous les mécanismes neuronaux impliqués, il semblerait que la stimulation rythmique auditive permette de stimuler les fonctions dopaminergiques résiduelles de la première voie et d'activer davantage la seconde voie (Morris et

al., 1996).

Cette technique permettrait de compenser le déficit de contrôle moteur retrouvé dans la MP en raison du rôle joué par le système auditif sur la production motrice. On en sait encore peu sur la nature exacte des mécanismes mis en jeu entre le système auditif et le circuit du contrôle moteur mais l'existence d'une voie auditivo-motrice passant par des connexions réticulospinales a été mise en évidence. C'est grâce à cette voie que le son exerce un effet d'amorçage et de synchronisation sur l'activité des motoneurons spinaux (Rossignol & Jones, 1976).

L'étude menée par Del Olmo et al., (2006) a ainsi montré que l'entraînement moteur couplé à l'utilisation de la stimulation rythmique auditive permettait d'améliorer la marche et les capacités de tapotement digital chez les individus atteints de la MP.

La stimulation rythmique auditive aurait également un effet sur la production de la parole. L'étude de Thaut et al., (2001) proposant des stimulations rythmiques avec un débit ralenti a mis en évidence un effet bénéfique sur l'intelligibilité en lecture chez 20 participants dysarthriques atteints de la MP. De façon générale, la stimulation rythmique auditive permettrait de réguler le système moteur en rétablissant un modèle interne rythmique correct. (Nombela et al., 2013).

Si cette technique semble avoir des effets bénéfiques sur la parole, elle reste très peu écologique car le sujet doit produire son énoncé simultanément à l'écoute des stimuli rythmiques. Il n'y a donc pas la notion de tour de rôle que l'on retrouve lors des échanges langagiers. Il existe une autre technique basée sur le rythme : l'amorçage rythmique. Nous allons voir en quoi cette méthode pourrait être prometteuse dans la prise en soin des personnes ayant des troubles rythmiques de parole.

3. Amorçage rythmique et traitement langagier

L'amorçage rythmique a été utilisé dans différentes études langagières. Il repose sur le paradigme d'amorçage qui consiste à présenter une amorce juste avant un item cible et à examiner si les caractéristiques de l'amorce ont influencé le traitement de la cible associée. (Posner & Snyder, 1975). Dans le cadre de l'amorçage rythmique, il s'agit de présenter une stimulation rythmique (amorce) juste avant la réalisation de la tâche cible (complétion de phrases, jugement grammatical, détection de phonèmes). La stimulation n'a pas forcément les mêmes caractéristiques temporelles que la cible linguistique qui suit. Selon la régularité de l'amorce rythmique, les effets sur la cible vont varier (Schön & Tillmann, 2015). L'amorce peut être de nature langagière (Cason et al., 2014) ou sonore (Zhang & Zhang, 2019). À moins d'être modifiée à l'aide de logiciels, l'amorce langagière est quasi-isochrone, c'est-à-dire que son rythme est perçu comme étant régulier mais présente une régularité moins stricte que le rythme musical (Guaïtella, 1997). Ce type d'amorce respecte la prosodie naturelle de la voix. L'amorce sonore est quant à elle qualifiée d'isochrone car elle présente une régularité stricte. Enfin, on peut distinguer deux conditions d'amorçage : l'amorce peut-être congruente avec la cible, c'est-à-dire qu'elle possède les mêmes caractéristiques rythmiques. Ou bien elle peut être non congruente. Dans l'étude d'Aichert et al. (2019) portant sur une tâche de complétion de phrases à l'oral chez des participants atteints d'une aphasie ou d'une apraxie de la parole, on retrouvait ces deux conditions d'amorçage.

Différentes mesures ont été utilisées dans la littérature afin d'étudier l'impact de l'amorçage rythmique sur la production de la parole. Il est notamment possible de mesurer le temps de latence entre la présentation de l'amorce et le traitement de la cible. Dans l'étude de Späth et al. (2016), pour étudier l'effet de l'amorce langagière sur la répétition de phrases chez des individus atteints de la MP, le temps de latence entre la fin de la présentation de l'amorce et le début de la lecture de la phrase cible avait ainsi été mesuré.

L'impact de l'amorçage sur les productions peut également être mesuré d'un point de vue acoustique. Cason et al. (2014) ont ainsi réalisé une étude sur l'effet de l'amorçage sur la production d'enfants ayant un déficit auditif. La tâche proposée consistait à écouter une amorce et à la répéter puis à écouter une phrase appariée ou non à l'amorce au niveau de la structure métrique et à la répéter. Les auteurs se sont intéressés au pourcentage d'exactitude phonologique des productions. Pour cela, ils ont déterminé respectivement le pourcentage de voyelles, de consonnes, de syllabes et de mots correctement produits dans les énoncés.

Les effets du rythme perceptif sur le traitement de la parole s'observent à différents niveaux de traitement langagier. Un effet bénéfique est observé sur le traitement phonologique. En effet, il a été montré que l'utilisation de l'amorçage rythmique auditif améliore le temps de traitement dans des tâches de détection de phonèmes chez des sujets tout-venant (Cason et al., 2015).

L'amorçage peut également avoir des effets sur les compétences syntaxiques. Une étude réalisée auprès d'enfants au développement typique a récemment montré un effet bénéfique de l'amorçage rythmique régulier sur le traitement syntaxique à travers des tâches de jugement grammatical (Chern et al., 2018).

Les effets de l'amorçage rythmique en production peuvent s'étudier à différents niveaux. D'un point de vue cérébral, une étude réalisée par EEG a montré que l'activité cérébrale varie selon la nature de l'amorce. La réponse cérébrale est plus rapide lorsque le rythme de l'amorce est congruent avec celui de la cible et plus lent lorsqu'il diffère (Zhang & Zhang, 2019).

L'effet de l'amorçage a également été observé au niveau phonologique. L'étude de Cason et al. (2014) a ainsi mis en évidence un effet significatif de l'amorçage régulier sur l'exactitude phonologique des productions dans une tâche de répétition.

L'amorçage aurait aussi des conséquences sur le débit de parole avec un possible transfert du débit de l'amorce au débit de parole. Une étude portant sur l'effet de l'amorçage sur la production de sujets tout-venant dans une tâche de description d'images a ainsi montré que la perception d'une mélodie rapide entraînait un débit de parole plus rapide (Jungers & Hupp, 2018). Or on sait qu'il y a une perturbation du débit de parole chez les personnes dysarthriques et que parvenir à le réduire améliore leur intelligibilité (Yorkston et al., 1981,1990 ; Pilon et al., 1998).

Il existe encore peu de recherches portant sur les effets de l'amorçage rythmique sur la production de la parole (cf. Annexe 1). Parmi elles, très peu portent sur la dysarthrie hypokinétique retrouvée dans la MP. Des études ont mis en évidence une possible compensation de la dégradation du modèle interne des gestes articulatoires par l'utilisation de modèles externes. Il a notamment été observé que les personnes atteintes de la MP réalisent plus de dysfluences en parole spontanée qu'en tâche de lecture. Le fait de proposer un support écrit atténuerait ces troubles (Kempler & VanLancker, 2002). La technique d'amorçage auditif fournirait donc un modèle externe compensatoire.

L'amorçage améliorerait les productions de cette population au niveau accentuel. Une étude récente a montré un effet bénéfique de l'amorçage rythmique régulier sur l'accentuation rythmique des productions de douze individus atteints de la MP dans une tâche de répétition de phrases. (Späth et al., 2016). La présentation d'une amorce régulière congruente avec la structure de la cible a permis de normaliser leur rythme de parole en lecture.

Plusieurs théories suggèrent l'existence d'un lien entre perception et production de la parole. Même s'il existe un débat concernant la nature de ce lien, il y a un consensus dans la littérature sur le fait que perception et production interagissent (Casserly & Pisoni, 2010). L'étude de Puyjarinet et al. (2019) a ainsi établi une relation entre les capacités de perception rythmique et les capacités de production motrice dans une tâche de diadococinésie orofaciale (répétition de mouvements successifs). Les auteurs ont constaté que les compétences rythmiques perceptives prédisaient les variabilités rythmiques motrices chez les personnes atteintes de la MP.

Au niveau rythmique, nous savons que les régions auditives jouent un rôle important dans le traitement des régularités temporelles. Parmi elles, le colliculus inférieur est le plus sensible aux changements dans la régularité temporelle. Or cette structure est reliée au noyau pédiculo-pontin qui participe à la modulation des comportements rythmiques moteurs tels que la marche (Koshimori & Thaut, 2018). Il semble que la perception de stimuli auditifs puisse moduler l'activité cérébrale dans des aires non-auditives (Thaut et al., 2001).

4. Buts et hypothèses

Ce mémoire a pour but de définir de façon précise les effets de l'amorçage rythmique sur la production de la parole d'un point de vue acoustique et prosodique chez les individus atteints de la MP. La création des amorces sera basée sur les structures rythmiques des phrases. Pour définir ces structures rythmiques, deux niveaux seront impliqués : la phrase accentuelle et la structure syllabique. Nous allons présenter un protocole ayant pour but d'évaluer les effets de l'amorçage rythmique sur la production langagière dans une tâche de lecture. L'évaluation des productions portera sur les caractéristiques acoustiques des productions ainsi que sur la structure accentuelle. En nous basant sur les études précédemment réalisées en production, nous avons émis les hypothèses suivantes : l'amorçage rythmique régulier congruent avec la cible devrait améliorer la lecture des sujets au niveau syllabique (caractéristiques temporelles) et accentuel (mise en valeur des syllabes au sein des énoncés) tandis que l'amorçage rythmique non congruent ne devrait pas avoir d'effets sur ces paramètres ou un effet négatif.

Méthode

Dans le cadre de notre mémoire, nous devions initialement effectuer des passations auprès d'individus atteints de la MP recrutés dans le service de neurologie par le docteur Moreau et de sujets contrôles. Étant donné la situation sanitaire, nous n'avons pu réaliser ces passations. En conséquence, nous nous sommes attardées à détailler le paradigme de l'amorçage, à créer le

matériel et à définir le protocole le plus détaillé possible en vue d'une future passation. Nous avons également réfléchi à une méthodologie d'analyse des données.

Notre méthodologie s'inspire d'études précédemment réalisées (ex. Späth et al., 2016 ; Zhang & Zhang, 2019). Nous avons dans un premier temps effectué un travail de recherche dans la littérature de façon à répertorier toutes les études portant sur les effets de l'amorçage rythmique en production pour nous aider dans l'élaboration de notre protocole : choix du type d'amorce, mesures utilisées, caractéristiques du matériel linguistique, conditions, tâches proposées et analyse des résultats. Un tableau récapitulatif est présenté dans l'annexe 1.

1. Population

À terme, l'étude aura pour objectif d'être réalisée auprès de trente sujets atteints de la MP et trente sujets contrôles. Les deux groupes seront appariés en terme de sexe, d'âge, d'éducation, de seuil d'audition et de performances cognitives. Nous allons ici détailler les différents critères pris en compte ainsi que le protocole qui sera appliqué auprès des participants.

Nous avons retenu différents critères d'inclusion. Tout d'abord, la présence d'un diagnostic confirmé de MP remontant à 5-10 ans car cela correspond au stade des fluctuations motrices pendant lequel apparaissent les troubles moteurs de la parole. Nous avons également retenu la présence d'une dysarthrie hypokinétique évaluée à l'aide la BECD : Batterie d'Évaluation Clinique de la Dysarthrie (Auzou & Rolland-Monnoury, 2019). La sévérité de la dysarthrie des participants sera déterminée par les scores perceptifs, d'intelligibilité (devra être inférieur à 23/24) et les scores au test phonétique d'intelligibilité. Les sujets devront être de langue maternelle française et avoir une vision normale ou corrigée étant donné qu'une tâche de lecture leur sera proposée. Enfin, les participants seront sous traitement, en état on drug, lors de la passation.

Des critères d'exclusion ont également été définis. Nous avons exclu un déficit auditif gênant la perception de l'amorce rythmique. Un audiogramme sera ainsi réalisé juste avant la passation. Les participants ayant un seuil auditif moyen égal ou inférieur à 40 dB à 500 Hz, 1000 Hz et 2000 Hz aux deux oreilles seront sélectionnés. Le fonctionnement cognitif sera évalué à l'aide de la MOCA (Nasreddine et al., 2005). Les participants ayant un score inférieur à 22/30 seront exclus de l'étude. Nous excluons les participants ayant bénéficié d'une stimulation cérébrale profonde ainsi que ceux présentant une autre atteinte neurologique. Enfin, nous excluons aussi les individus qui déclarent avoir un trouble de la lecture.

Des informations seront également récoltées par questionnaire concernant notamment le niveau d'étude, la pratique régulière ou non d'une activité musicale ainsi que la présence ou non d'un suivi orthophonique. Le questionnaire est présenté dans l'annexe 2. Enfin, l'impact des troubles moteurs sur la qualité de vie des participants sera évalué à l'aide de l'UPDRS (Fahn & Elton, 1987).

2. Matériel

2.1. Matériel langagier

En ce qui concerne le matériel langagier, nous nous sommes basées sur des phrases issues du corpus Fharvard, une base de données comprenant sept-cents phrases composées de cinq mots avec une légère prédictibilité sémantique globale. Elles étaient équilibrées phonétiquement en listes de dix (Aubanel et al., 2020). La fréquence lexicale a été vérifiée mais sa distribution n'a pas été contrôlée. Une partie de ces phrases (cent quatre-vingts) ont été pré-sélectionnées et annotées par Aubanel et Schwartz (2020). En se basant sur l'enregistrement des phrases par un homme, ils ont annoté deux niveaux hiérarchiques rythmiques différents : le niveau syllabique et le niveau du groupe accentuel. Le niveau syllabique a pu être annoté grâce au calcul du P-center, c'est-à-dire le début de la perception de la voyelle associée à une syllabe. Le niveau du groupe accentuel a quant à lui été annoté de façon perceptive et indépendante par trois annotateurs. Au final, cent quatre-vingts phrases ont fait l'objet d'un consensus dans l'annotation. La Figure 1 illustre le travail de découpage réalisé par les auteurs :

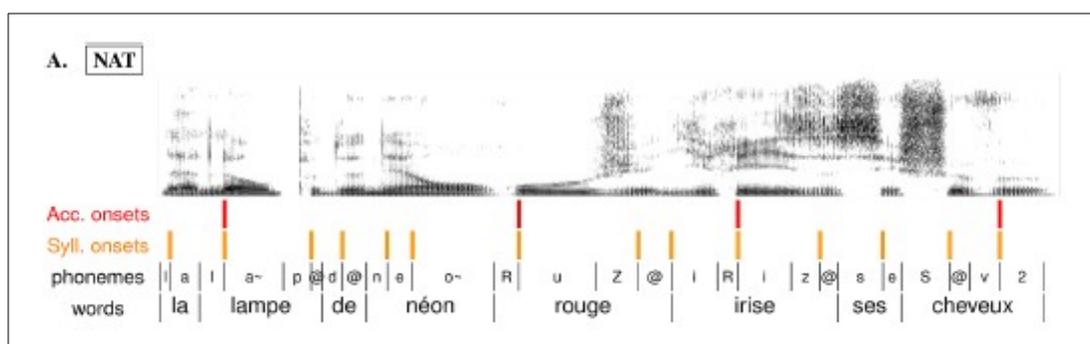


Figure 1. Exemple d'annotation des niveaux hiérarchiques rythmiques : les traits rouges correspondent au niveau du groupe accentuel et les traits jaunes au niveau syllabique (figure adaptée d'Aubanel et Schwartz, 2020).

Dans notre mémoire, nous sommes parties de cette sélection de cent quatre-vingts phrases. Nous avons élaboré l'arbre décisionnel de la Figure 2 afin de sélectionner notre matériel langagier parmi les phrases annotées. Cet arbre a permis de définir l'appariement des phrases de façon à avoir trois phrases ayant des caractéristiques similaires dans les trois conditions d'amorçage : congruente, non congruente et sans amorce. Nous avons ainsi obtenu six groupes de trois phrases appariées et trois groupes de quatre phrases appariées, soit un total de trente phrases. Afin de sélectionner seulement trois phrases dans les groupes de quatre phrases, nous avons vérifié la fréquence des mots-clés de chaque phrase avec Lexique 3 (New & Pallier, 1999). Grâce au calcul de la moyenne des fréquences lexicales, nous avons pu sélectionner les trois phrases ayant les fréquences lexicales les plus proches. En définitive, la sélection se composait donc de 9 groupes de 3 phrases appariées, soit un total de 27 phrases (cf. Annexe 3). Un exemple d'appariement est illustré dans le Tableau 1. Nous avons ajouté à cette sélection neuf phrases distractives conjuguées à l'impératif. Ces phrases sont issues du même corpus et servent à éviter l'effet d'habituation à une structure au moment de la passation.

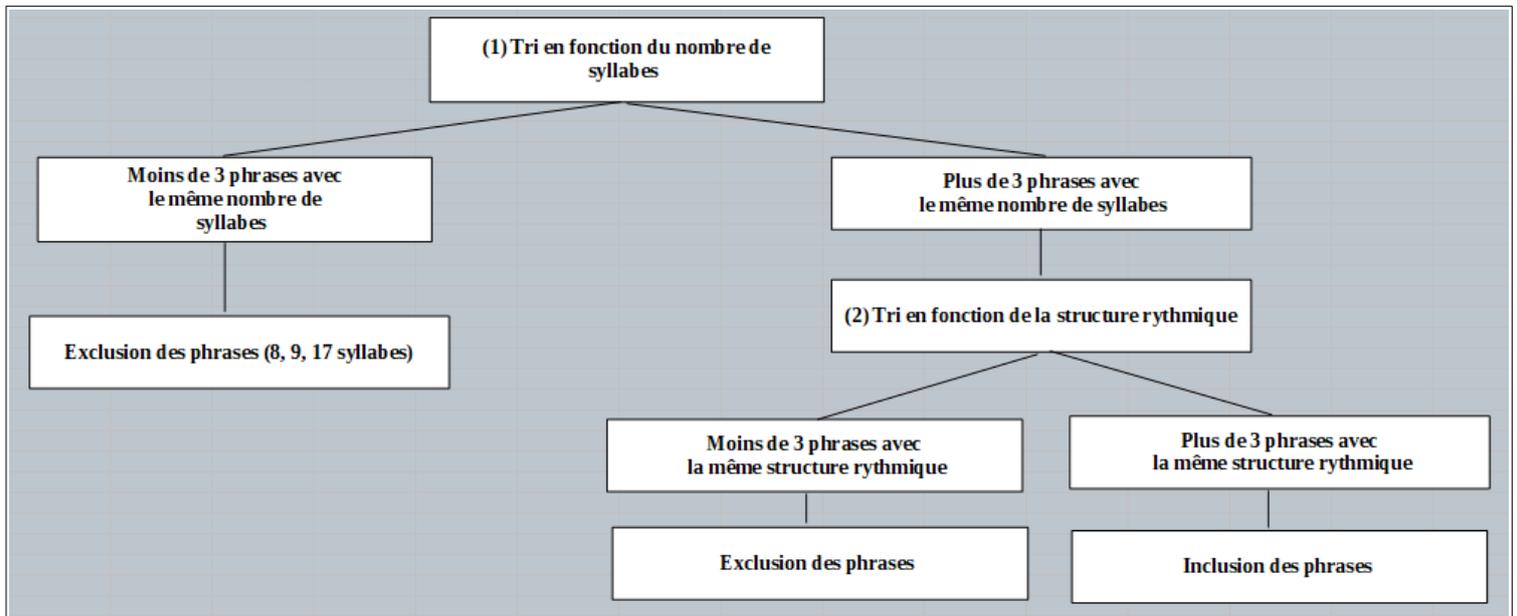


Figure 2. Arbre décisionnel de l'appariement.

Tableau 1. Exemple d'appariement en fonction de la structure rythmique et syllabique. « . » et « X » représentent respectivement les syllabes non-accentuées et accentuées.

	Nombre de syllabes	Structure rythmique
Le client propose un bon prix pour le lot.	10	. . X . X . . X . . X
Il prend tout son temps pour compter sa monnaie.		
Le jeune homme s'enfuit par la porte du cellier.		

2.2. Matériel d'amorçage

Les amorces ont été créées à l'aide du logiciel Matlab (Moler, 1984). Elles étaient basées sur la structure rythmique des phrases cibles (cf. Annexe 3). La durée entre chaque son était de 200 ms comme dans l'étude de Falk et al. (2017). Les sons accentués suivaient l'accentuation syllabique. Par exemple, si la deuxième syllabe de la phrase était accentuée à l'oral alors le deuxième son de l'amorce était accentué comme l'illustre le Tableau 1. L'accentuation d'un son se traduisait par une fréquence plus élevée. Nous avons ainsi obtenu des amorces avec des stimuli d'une durée de 200 ms, une intensité de 70 db et une fréquence de 1000 Hz pour les stimuli marquant une syllabe non accentuée et de 1500 Hz pour les stimuli marquant une syllabe accentuée.

Pour la condition non congruente, nous avons repris les mêmes neuf amorces, cependant elles étaient appariées avec des phrases cibles de structures rythmiques différentes. Enfin, pour la condition sans amorce, il faudra que le silence présenté ait la même durée que les amorces.

Notons qu'un casque audio ainsi qu'un microphone seront nécessaires pour proposer les amorces aux participants et récolter les productions. De plus, des charlottes de protection seront ajoutées sur le microphone de façon à s'adapter au contexte sanitaire.

3. Procédure

En amont de l'expérimentation, les volontaires recevront une lettre d'information. S'ils correspondent aux critères de l'étude, nous leur proposerons un rendez-vous pour la passation. Lors de ce rendez-vous, ils répondront au questionnaire d'inclusion et signeront un formulaire de consentement. La MoCA (Nasreddine et al., 2005), les épreuves de la BECD (Auzou & Rolland-Monnoury, 2019), l'UPDRS (Fahn & Elton, 1987) ainsi que l'audiométrie tonale leur seront alors administrées.

La tâche proposée sera une lecture de phrases précédée ou non de l'écoute d'une amorce auditive. Trois blocs différents seront présentés aux participants. Dans chaque bloc, trois types d'amorces et trois listes de phrases seront distribuées de manière semi-aléatoire. Les blocs seront présentés intégralement, les uns à la suite des autres. Au sein des blocs, il y aura au moins un essai de type « expérience » entre deux essais de type « distracteur ». Les phrases seront réparties en trois listes différentes :

- Liste 1 : les premières phrases de chaque trio de phrases appariées.
- Liste 2 : les deuxièmes phrases de chaque trio de phrases appariées.
- Liste 3 : les troisièmes phrases de chaque trio de phrases appariées.

Trois amorces différentes seront proposées :

- Amorces régulières congruentes (C).
- Amorces régulières non congruentes (NC).
- Sans amorce (S).

Par exemple, comme présenté dans le Tableau 2, pour le participant 1, nous présenterons le bloc 1 avec les 9 phrases de la liste 1 et l'amorce régulière congruente, puis nous présenterons le bloc 2 avec les 9 phrases de la liste 2 et l'amorce régulière non congruente et enfin le bloc 3 avec les 9 phrases de la liste 3 et sans amorce.

Tableau 2. Répartition semi-aléatoire des phrases au sein des blocs pour chaque participant. « C » correspond à la condition congruente, « NC » à la condition non congruente et « S » à la condition sans amorce.

Participants	Ordre de présentation des listes de phrases	Ordre de la présentation des amorces	Présentation des blocs
1	1	C	Bloc 1 : Liste 1 et C
	2	NC	Bloc 2 : liste 2 et NC
	3	S	Bloc 3 : liste 3 et S
2	1	C	Bloc 1 : Liste 1 et C
	3	S	Bloc 2 : liste 3 et S
	2	NC	Bloc 3 : liste 2 et NC

Lors de l'expérience, les participants seront équipés d'un casque audio. Le niveau sonore sera réglé à un niveau confortable pour eux. Ils seront installés devant un écran d'ordinateur à une distance de 70 cm. Un microphone serre-tête sera utilisé pour enregistrer les phrases produites. L'expérience débutera avec une phase d'entraînement pour aider le sujet à se familiariser avec la tâche. Cet entraînement sera composé de trois phrases et trois conditions d'amorçage. La phase expérimentale se déroulera de la manière suivante pour les neuf phrases de chaque bloc :

1. Présentation de la consigne avant de débiter le bloc.
2. Fixation d'une croix au centre de l'écran (500 ms).
3. Fixation de la croix pendant l'écoute de l'amorce.
4. Affichage de la phrase à lire au centre de l'écran.

Les stimuli seront présentés à l'aide du logiciel Octave (Eaton, 2020) et du Toolbox Psychtoolbox (2007).

4. Analyse des données

Afin de réaliser les mesures nécessaires à l'analyse des productions, nous avons préalablement annoté les fichiers recueillis en réalisant un découpage phonémique, syllabique et rythmique en utilisant l'alphabet SAMPA, à l'aide du logiciel Praat (Boersma & Weenink, 2020) comme le montre la Figure 3.

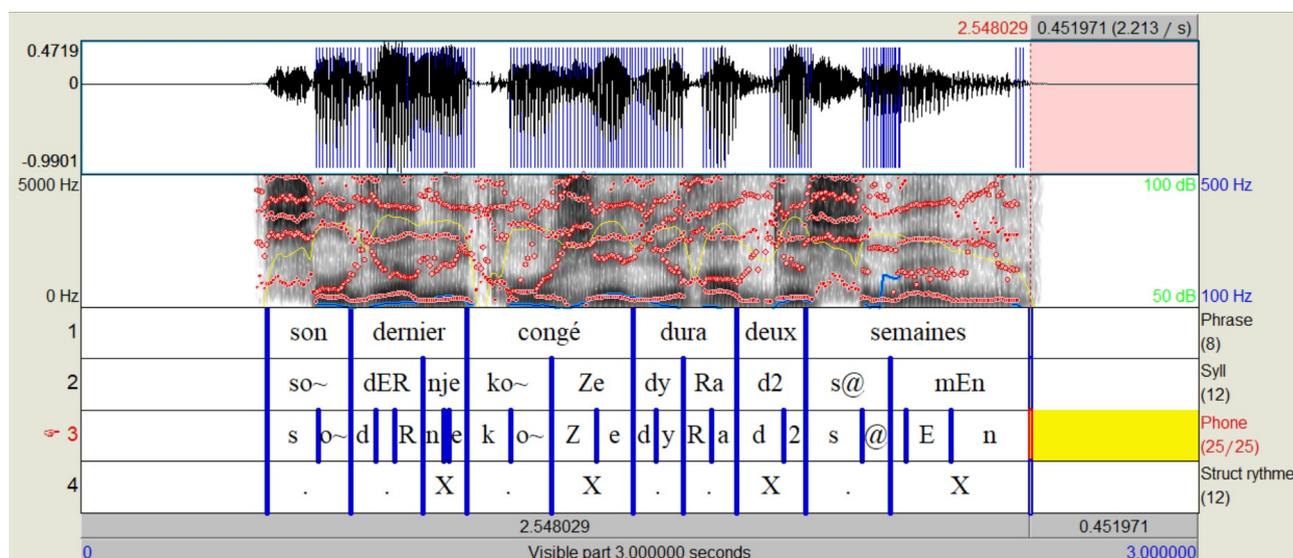


Figure 3. Découpage syllabique, phonémique et rythmique d'une phrase appariée réalisé à l'aide du logiciel Praat à partir d'un enregistrement issu du corpus Fharvard. « . » et « X » représentent respectivement les syllabes non accentuées et accentuées.

Pour déterminer les mesures rythmiques à étudier dans les productions des sujets, nous nous sommes appuyées sur deux études qui avaient pour but commun de distinguer la production d'une personne avec dysarthrie d'une personne contrôlée. L'étude de Lowit et al. (2018) portait sur des individus atteints d'une dysarthrie parkinsonienne et proposait une analyse acoustique de la lecture des participants tandis que l'étude de Liss et al. (2009) portait sur des participants ayant différents types de dysarthries avec des mesures basées sur la lecture de phrases. Liss et al. (2009) avaient également pour but de définir des sous-types de dysarthries en caractérisant les anomalies rythmiques d'un point de vue acoustique. Il a été montré que ces mesures acoustiques sont pertinentes au niveau clinique, comme expliqué précédemment dans la section 2.2. Nous avons ici fait le choix de nous concentrer sur les mesures PVI (Pairwise Variability Index) car elles permettraient de mieux caractériser les différences rythmiques entre deux énoncés par rapport à des mesures simples de la variabilité de la durée des segments comme l'écart-type de la durée des intervalles vocaliques (ΔV) ou l'écart-type de la durée des intervalles consonantiques (ΔC). Cela s'explique par le fait que cette mesure prend en compte les variations de durée retrouvées entre deux voyelles, deux consonnes ou deux syllabes consécutives d'un énoncé. (Low et al., 2000). En plus des analyses acoustiques, une analyse de la distribution des syllabes accentuées sera effectuée afin d'étudier les productions au niveau prosodique. Les différentes mesures sont détaillées dans le Tableau 3.

Tableau 3. Description des mesures rythmiques pour l'analyse des productions. Les mesures en orange sont issues des travaux Lowit et al. (2018) et celles en vert sont de Liss et al. (2009).

nPVI-V	L'indice normalisé de variabilité par paires : la moyenne des différences entre les intervalles successifs des voyelles divisée par la somme des mêmes intervalles (x100).
rPVI-C	L'indice brut de variabilité par paires : la moyenne des différences entre des intervalles successifs de consonnes.
nPVI-VC	L'indice normalisé de variabilité par paires pour les intervalles vocaliques et consonantiques : la moyenne des différences entre les intervalles vocaliques et consonantiques successifs divisée par leur somme (x100).
rPVI-VC	L'indice brut de variabilité par paires pour les intervalles vocaliques et consonantiques : la moyenne des différences entre les intervalles vocaliques et consonantiques successifs.
Taux d'articulation (rate)	Le nombre de segments de parole divisé par le temps d'articulation en excluant les pauses. Les segments désignent ici des syllabes. Le taux est exprimé en syllabes par seconde.
Nombre de syllabes accentuées	Le nombre de syllabes accentuées perçues dans chaque énoncé produit par les participants.
Position des syllabes accentuées	Il s'agira de vérifier si, pour une même phrase, l'accentuation syllabique produite par les sujets contrôles est congruente avec l'accentuation syllabique produite par les participants atteints de la MP.

Standard segmentation:		Segmentation for CCI:		Rhythm metrics:			
FILE	f19_phone_co ^	FILE	f19_phone_co ^	FILE	f19_phone_correlatore		
c	135.24955673	c	135.24955673	intV	10		
v	88.069478802	v	88.069478802	intC	11		
c	66.052109102	c	66.052109102	pause	1		
v	50.325416458	v	50.325416458	Vmean	78.30417695428326		
ccc	147.00507136	ccc	147.00507136	Cmean	114.87569321202524		
v	46.826632008	v	46.826632008	Vperc	38.25922538062604	38.25922538062604	0 0.00
c	117.81709981	c	117.81709981	Vdev	24.52911195754304	24.52911195754304	0 0.00
v	109.40159268	v	109.40159268	Cdev	49.50191844932984	49.50191844932984	0 0.00
c	122.02485338	c	122.02485338	varcoV	31.325419551838213	31.325419551838213	0 0.
v	97.581502989	v	97.581502989	varcoC	43.091725555870646	43.091725555870646	0 0.
c	63.116303472	c	63.116303472	Vrpvi	23.577726078212503	23.577726078212503	0 0.
v	70.537942940	v	70.537942940	Crpvi	60.97787419547122	60.97787419547122	0 0.00
c	76.733431829	c	76.733431829	Vnpvi	29.877701307018885	29.877701307018885	0 0.
v	67.324057037	v	67.324057037	Cnpvi	56.37220003049745	56.37220003049745	0 0.00
c	126.23260694	c	126.23260694	Vcci	23.577726078212503	23.577726078212503	0 0.
v	60.119774896	v	60.119774896	Ccci	58.550363614898075	58.550363614898075	0 0.
c	151.47912833	c	151.47912833	--			
v	73.635687385	v	73.635687385				
c	43.480120170	c	43.480120170				

Figure 4. Illustration du calcul des mesures PVI de la première phrase du corpus « son dernier congé durera deux semaines » à l'aide du logiciel Correlatore (Mariano & Romano, 2010).

Une partie de ces mesures peuvent être calculées automatiquement à l'aide du logiciel Correlatore (Mariano & Romano, 2010) à partir du fichier d'annotation comme le montre la Figure 4. D'autres seront calculées en utilisant un script Praat (Boersma & Weenink, 2020). Enfin, la distribution des syllabes accentuées sera déterminée de façon subjective et indépendante par trois évaluateurs. Pour cela, trois experts écouteront les enregistrements et annoteront les syllabes accentuées. Ensuite, le nombre et la position de ces syllabes seront comparés entre les deux groupes.

Résultats attendus

Nous nous sommes appuyées sur les données de la littérature pour prédire les résultats. Ces derniers devraient être similaires à ceux décrits dans les études de Lowit et al. (2018) (cf. Annexe 4) et Liss et al. (2009). Les auteurs avaient observé des différences dans les mesures en production chez des sujets contrôles et des sujets ayant une dysarthrie. De manière générale, nous nous attendons aux résultats suivants pour chaque condition d'amorçage :

- (1) Pour la condition sans amorce, nous prédisons des résultats différents entre le groupe atteint de la MP et le groupe contrôle.
- (2) Pour la condition congruente, nous prédisons un effet bénéfique de l'amorce sur la cible. Nous nous attendons donc à ce que les résultats des participants atteints de la MP se rapprochent de ceux des participants contrôles.
- (3) Pour la condition non congruente, nous nous attendons à une absence d'effet ou à un effet négatif de l'amorce sur la cible. Les résultats pourraient donc être identiques ou altérés par rapport à la condition sans amorce.

Pour chaque mesure, nous allons d'abord décrire la différence attendue entre les sujets atteints de la MP et les sujets contrôles dans la condition sans amorce qui nous servira de condition contrôle. Puis nous décrirons l'évolution attendue des mesures dans les productions des personnes atteintes de la MP en condition congruente.

- En ce qui concerne le rPVI-C qui correspond à l'indice brut de variabilité par paires pour les intervalles consonantiques, nous prédisons que dans la condition contrôle, la mesure devrait être légèrement inférieure chez les sujets atteints de la MP par rapport aux sujets contrôles. Si la condition congruente est bénéfique, nous devrions observer une légère augmentation chez les sujets atteints de la MP (Liss et al., 2009).
- Pour ce qui est du nPVI-V qui correspond à l'indice normalisé de variabilité par paires pour les intervalles vocaliques, nous prédisons que dans la condition contrôle, la mesure devrait être inférieure chez les sujets atteints de la MP par rapport aux sujets contrôles. Si la condition congruente est bénéfique, nous devrions observer une augmentation chez les sujets atteints de la MP (Liss et al., 2009).
- Concernant nPVI-VC, aussi appelé indice normalisé de variabilité par paires pour les intervalles vocaux et consonantiques, nous nous attendons à ce que la mesure soit légèrement inférieure chez les sujets atteints de la MP par rapport aux sujets contrôles dans la condition contrôle. Si la condition congruente est bénéfique, nous devrions observer une légère augmentation chez les sujets atteints de la MP (Liss et al., 2009).
- Pour le rPVI-VC qui correspond à l'indice brut de variabilité par paires pour les intervalles vocaliques et consonantiques, nous prédisons que la mesure devrait être légèrement supérieure chez les sujets atteints de la MP par rapport aux sujets contrôles dans la condition contrôle. Si la condition congruente est bénéfique, nous devrions observer une légère diminution chez les sujets atteints de la MP (Lowit et al., 2018).
- Quant au taux d'articulation (rate), nous prédisons qu'il devrait être inférieur chez les sujets atteints de la MP par rapport aux sujets contrôles dans la condition contrôle. Si la condition congruente est bénéfique, nous devrions observer une augmentation chez les sujets atteints de la MP (Lowit et al., 2018).
- Enfin, en ce qui concerne le nombre et la position des syllabes accentuées, nous ne pouvons prévoir les résultats attendus car nous ne disposons pas d'études à ce sujet.

Bien que les études précédentes nous permettent de faire des prévisions, il est possible que les effets observés diffèrent de ceux attendus puisqu'il s'agit d'un protocole expérimental qui n'a encore jamais été appliqué. De plus, les études de Lowit et al. (2018) et Liss et al. (2009) portant sur l'anglais, on pourrait observer des mesures différentes d'une langue à l'autre. Enfin, nous devons prendre en compte l'effet attentionnel que peut avoir l'amorce auditive. En effet, la présentation de l'amorce pourrait augmenter l'attention des participants sur la tâche et améliorer ainsi leurs performances dans les conditions d'amorçage par rapport à la condition sans amorce. Le simple fait

de percevoir un stimulus auditif pourrait recentrer l'attention par le mécanisme bottom-up (Merve Kaya & Elhilali, 2014).

Discussion

L'objectif principal de ce mémoire était de définir un protocole précis basé sur la technique d'amorçage rythmique ainsi que les mesures permettant une analyse pertinente des productions d'un point de vue acoustique et prosodique. Le but était ainsi de mieux cerner les effets que peut avoir l'amorçage rythmique sur la production des individus atteints d'une dysarthrie parkinsonienne sachant qu'en dépit des effets positifs connus de la facilitation rythmique externe sur le contrôle moteur de la parole, peu d'études se sont intéressées à l'utilisation de cette technique auprès des populations dysarthriques (Späth et al., 2016).

Pour mener à bien ce projet, nous avons mis au point une tâche de lecture précédée de différentes conditions d'amorçage. La création du protocole a nécessité la sélection, l'annotation et l'appariement du matériel langagier à partir d'un corpus préexistant ainsi que la création d'amorces rythmiques basées sur la structure des phrases sélectionnées. L'objectif à terme de ce travail est de pouvoir appliquer ce protocole à des individus atteints de la MP de façon à mieux quantifier les effets de l'amorçage sur leur parole.

1. Limites de l'étude

Les données apportées par la littérature suggèrent plusieurs limites au protocole de notre étude. La première concerne le caractère non écologique de la situation. En effet, il est demandé au sujet de lire des phrases précédées par des stimuli sonores créés artificiellement à l'aide d'un logiciel. De plus, nous leur imposons un rythme de lecture puisqu'ils doivent respecter des temps de pause entre chaque phrase ce qui ne reflète pas une situation naturelle de production de parole. Néanmoins, le manque de validité écologique est retrouvé dans de nombreuses études en raison de la nécessité de contrôler les variables pour avoir un résultat le plus fiable et reproductible possible. L'étude réalisée par Aichert et al. en 2019 évoque cette limite et souligne l'importance de mettre en place des protocoles plus proches des interactions quotidiennes.

La seconde limite concerne le caractère transitoire des progrès observés dans la littérature. Les effets bénéfiques de la stimulation rythmique auditive s'estomperaient au-delà de quatre semaines après l'arrêt des stimulations (Thaut et al., 2001). A ce jour, aucune étude n'a montré comment les effets de la stimulation rythmique peuvent être prolongés (Nombela et al., 2013). Pour le moment nous ne savons pas si l'amorçage rythmique peut donner des effets durables sur la production de la parole. Lors d'une prochaine étude, il serait pertinent d'évaluer la persistance de ces effets sur le long terme en proposant des sessions d'entraînement basées sur l'amorçage rythmique puis une évaluation à distance de la parole sans amorçage pour voir s'il y a eu transfert de l'effet d'amorçage à plus long terme.

La dernière limite concerne le choix des mesures basées sur les études de Lowit et al. (2018) et Liss et al. (2009). Dans les deux études, il était précisé que les mesures présentées dans les tableaux étaient toutes statistiquement significatives pour différencier les sujets atteints de la MP des sujets contrôles en lecture. C'est ce qui nous a permis de faire des prédictions concernant l'évolution de nos mesures avec une normalisation des productions des participants atteints de la MP dans la condition congruente. Néanmoins, les résultats étant issus de deux travaux seulement, il est possible qu'ils ne soient pas répliqués dans notre étude. De plus, les études sur lesquelles nous nous sommes appuyées portant sur l'anglais et non sur le français, nous pourrions observer des différences liées à la langue. D'autre part, si les mesures étaient toutes significatives, certaines étaient plus discriminantes que d'autres. Dans l'étude de Lowit et al. (2018), les auteurs ont indiqué que c'est le taux d'articulation qui a permis de discriminer les productions des individus atteints de la MP de celles des sujets contrôles tandis que pour Liss et al. (2009) les mesures les plus discriminantes étaient le nPVI-V et le taux d'articulation. Il semblerait donc que seules ces deux mesures permettent réellement de percevoir une différence entre les productions au niveau clinique. Même si les autres mesures acoustiques évoluent comme nous l'avons prédit, elles n'auront a priori pas d'intérêt d'un point de vue clinique puisqu'elles ne refléteront pas une amélioration effective des productions. Il est essentiel de tenir compte de ces informations car modifier les paramètres acoustiques n'est intéressant qu'à condition que cela impacte la qualité des productions.

2. Perspectives futures

Dans ce mémoire, nous avons fait le choix de concentrer notre étude sur l'analyse de l'effet de l'amorçage rythmique sur la production de la parole chez les individus atteints de la MP. Néanmoins, dans la littérature plusieurs études mettent en avant un effet bénéfique de cette amorce sur la perception de la parole.

L'étude de Cason et al. (2015) a ainsi montré un effet bénéfique de l'amorçage rythmique auditif sur les capacités de traitement phonologique d'individus tout-venant. L'amorçage réduirait le temps de traitement dans une tâche de détection de phonèmes. On retrouve un déficit de traitement temporel chez les individus atteints de la MP avec des difficultés à discriminer les sons en se basant sur leur amplitude et leur fréquence (Troche et al., 2012). Cette technique pourrait améliorer les capacités de traitement phonologique chez ces personnes.

De plus, cette technique améliorerait également les compétences syntaxiques. L'étude de Chern et al. (2018) a ainsi montré que l'amorçage affinerait les capacités de jugement grammatical chez des enfants tout-venant. Or on observe une altération des capacités de traitement syntaxique chez les individus atteints de la MP en lien avec l'atteinte des ganglions de la base qui jouent un rôle dans les processus syntaxiques (Kotz et al., 2003). L'amorçage rythmique externe pourrait donc également leur être bénéfique puisqu'il permettrait une activation compensatrice des aires pré-motrices et donc une amélioration du traitement syntaxique chez ces individus (Kotz et al., 2005). En plus d'être bénéfique en production, ce type d'amorçage pourrait également présenter un intérêt sur le versant réceptif dans cette population. À l'avenir, il serait donc intéressant d'évaluer les effets de cette technique sur les capacités de traitement phonologique et syntaxique chez les individus atteints de la MP.

Dans notre méthodologie, lors de la création des amorces, nous avons opté pour des amorces sonores et non langagières car nous souhaitons que les amorces soient basées sur la structure rythmique de la phrase cible. Pour cela, nous devons prendre en compte l'intervalle entre les P-centers syllabiques. Or, comme évoqué précédemment, les P-centers sont produits de façon variable d'un locuteur à un autre. Pour s'assurer que la structure rythmique soit congruente à celle de la cible et non sujette aux variabilités individuelles d'un locuteur, nous avons choisi un amorçage rythmique auditif basé sur une mesure fixe. L'amorce représentait donc la structure rythmique de la phrase mais la durée entre les différents sons était identique.

Le choix d'une telle amorce a entraîné obligatoirement l'utilisation d'amorces rythmiques isochrones et non pas quasi-isochrones. Il serait intéressant de comparer les effets de l'amorce quasi-isochrone sur la production langagière à ceux obtenus avec notre amorce isochrone de façon à voir si l'une est préférable à l'autre. Les conclusions diffèrent d'une étude à l'autre. Selon les travaux de Thaut et al. (2001), basés sur la technique de stimulation rythmique auditive, il n'y avait pas de différence entre les effets du rythme isochrone et ceux du rythme quasi-isochrone sur l'intelligibilité des individus atteints de la MP, sauf en cas de dysarthrie modérée. Dans cette dernière, on observait alors un effet plus bénéfique du rythme quasi-isochrone qui simule mieux les inflexions naturelles de la voix.

Bien que le choix d'une amorce sonore soit justifié dans le cadre de la création de notre protocole et permette d'avoir un meilleur contrôle des paramètres d'amorçage, il sera essentiel de trouver des méthodes plus écologiques dans la pratique clinique.

À terme, l'objectif serait de pouvoir mettre en place de nouvelles méthodes basées sur cette technique dans le cadre de la prise en soin orthophonique. La LSVT® (Lee Silverman Voice Treatment) qui repose sur l'augmentation de l'intensité vocale est actuellement la méthode rééducative de référence dans la MP. Au vu des résultats observés dans la littérature, il semble tout à fait judicieux d'envisager l'élaboration d'une méthode intensive centrée sur la composante rythmique.

L'étude d'Aicher et al. (2019) donne également des pistes d'utilisation de l'amorçage rythmique en rééducation. Elle portait sur des participants atteints d'une apraxie de la parole ou d'une aphasie. Les auteurs ont constaté un effet bénéfique de l'amorçage langagier sur l'exactitude des productions. La tâche consistait en une complétion de phrases avec une amorce langagière qui permettait de proposer des conditions congruentes ou non. Proposer ce type de tâche en français dans le cadre d'une rééducation orthophonique pourrait constituer une piste de travail. Néanmoins, le français n'ayant pas la même structure rythmique que l'allemand, il est possible que l'effet ne soit pas similaire. Il serait cependant intéressant d'imaginer une tâche de complétion de phrases en proposant une amorce langagière à laquelle on pourrait associer un amorçage rythmique externe calqué sur la structure accentuelle de la phrase énoncée. De cette façon, on pourrait partir d'une tâche plus écologique et allier l'effet d'amorçage naturel du rythme de parole à celui d'un amorçage externe. Cette technique pourrait être bénéfique à condition de bien cibler la population auprès de laquelle on souhaite intervenir.

D'autres études basées sur différents types d'entraînements rythmiques musicaux offrent des pistes de réflexion quant aux apports possibles des techniques rythmiques auprès de patients suivis en orthophonie.

La première piste concerne l'utilisation de l'entraînement rythmique musical juste avant la réalisation d'une activité langagière. L'étude française d'Hidalgo et al. (2017) réalisée auprès d'enfants normo-entendants et d'enfants ayant un déficit auditif est la première étude à avoir observé qu'un entraînement rythmique musical de seulement trente minutes pouvait améliorer les capacités d'accommodation temporelle à un rythme de parole donné en situation de tour de rôle. L'entraînement prenait la forme de jeux audio-moteurs où les enfants devaient synchroniser leurs mouvements avec ceux d'une autre personne. Une tâche de dénomination d'image en alternance avec un autre interlocuteur était ensuite proposée. Le mot dénommé pouvait être congruent ou non avec celui dénommé par le partenaire. Les enfants avec un déficit auditif ont réalisé de meilleures performances quand la tâche était précédée par un entraînement rythmique musical. Les sujets semblaient plus sensibles à la régularité temporelle des échanges et donc plus sensibles à la prédictibilité temporelle des mots en condition congruente. Cela se traduisait par une meilleure synchronisation au rythme de parole de l'autre. Il est possible que l'entraînement rythmique musical ait amélioré les capacités de perception auditive de façon générale et pas seulement la perception du rythme chez ces enfants, permettant un meilleur traitement phonologique de la parole. Il est nécessaire de réaliser d'autres études et de bien analyser les effets de cette technique auprès des populations cibles avant d'envisager une rééducation. Néanmoins, il semble que proposer un entraînement rythmique musical avant une activité langagière pourrait améliorer la perception de la parole et présenter de réels bénéfices dans la prise en soin orthophonique de patients ayant des troubles perceptifs de la parole.

La seconde piste porte sur l'effet durable que pourrait avoir l'entraînement rythmique sur les capacités de traitement de la parole. L'étude longitudinale de François et al. (2013) réalisée auprès d'enfants a mis en évidence les bénéfices de l'entraînement rythmique musical dans le cadre de la pratique d'un instrument sur la segmentation de la parole. Les sujets étaient des enfants tout-venant sans expérience musicale qui ont été séparés en deux groupes : l'un bénéficiait d'un entraînement musical tandis que l'autre suivait des cours de peinture. Pendant deux ans, les enfants du groupe participant à l'entraînement musical ont pratiqué un instrument en groupe par sessions de deux heures tous les quatre ou cinq jours. Au terme de l'expérience, une tâche de segmentation a été proposée. Les enfants écoutaient des logatomes dans un flux continu de sons puis devaient appuyer sur un bouton pour indiquer quel item parmi les deux présentés avait été entendu dans l'enregistrement. Les auteurs ont mis en évidence qu'il y avait moins d'erreurs chez les enfants du premier groupe. Cette étude est intéressante car elle semble montrer qu'une exposition répétée à des stimulations rythmiques a permis de faciliter leurs capacités de segmentation. Il y aurait donc des possibilités de transfert à long-terme des effets de la stimulation rythmique sur le traitement de la parole.

Selon Schön et Tillmann (2015), il est difficile de réellement cibler l'effet du rythme dans les entraînements musicaux. La plupart des études choisissent de proposer un entraînement musical général faisant intervenir le timbre, la mélodie, le rythme mais aussi des aspects sociaux et émotionnels. Néanmoins, il semble que la composante rythmique des stimulations joue un rôle particulier dans l'amélioration de la perception de la parole. De façon générale, en orthophonie, il serait intéressant de tenir compte de l'expérience musicale des patients ayant un trouble de perception de la parole et de les informer sur les bénéfices possibles de la pratique d'une activité musicale.

L'analyse des études langagières portant sur l'utilisation de techniques basées sur le rythme nous a permis de prendre conscience que de nombreuses autres pathologies prises en soin en orthophonie pourraient bénéficier de ces méthodes. Nous pouvons notamment citer le trouble développemental du langage oral et le bégaiement (Arvaniti, 2012). Ces techniques semblent également avoir un effet positif chez des patients ayant des troubles de traitement phonologique (Cason et al., 2014). C'est pourquoi les études doivent être poursuivies pour faire avancer la recherche dans le domaine du langage et de la communication chez les individus atteints de la MP mais aussi, de façon plus générale, chez de nombreux patients atteints de troubles langagiers à l'oral.

Conclusion

Ce mémoire avait pour objet d'étude la technique d'amorçage rythmique et ses effets sur la production de la parole chez les individus atteints de la MP. On retrouve des troubles rythmiques langagiers chez ces patients qui seraient en lien avec l'atteinte des ganglions de la base. L'amorçage rythmique a peu été étudié auprès de cette population alors que des travaux portant sur une autre technique, la stimulation rythmique auditive, semblent indiquer un effet bénéfique sur le contrôle moteur de la parole. Nous sommes parties de l'hypothèse que l'amorçage rythmique pourrait réguler le déficit de contrôle moteur et améliorer la production de la parole. Notre étude visait à mieux définir les modalités de fonctionnement de l'amorçage rythmique de façon à proposer un protocole détaillé permettant de mesurer les effets de cette technique sur la parole au niveau acoustique et prosodique.

Pour mener à bien ce projet, nous avons recensé les différentes études langagières portant sur la facilitation rythmique externe. A l'aide des informations recueillies, nous avons pu mettre au point un protocole basé sur l'utilisation de l'amorçage rythmique dans le cadre d'une tâche de lecture de phrases précédée ou non de l'écoute d'une amorce auditive. Des amorces sonores ont ensuite été créées en se basant sur la structure rythmique des phrases cibles. Pour définir les mesures d'analyse des productions, nous avons choisi des mesures fréquemment utilisées dans la littérature pour étudier le rythme, y compris dans les études portant sur des individus atteints d'une dysarthrie.

Une fois testé auprès des individus atteints de la MP, notre protocole permettra de mieux cerner les effets de l'amorçage rythmique sur la production des personnes atteintes d'une dysarthrie parkinsonienne sachant que peu d'études se sont intéressées à l'utilisation de cette technique dans ce contexte. Notre méthodologie a pour particularité de tenir compte de l'accentuation des productions tandis que la plupart des études dans la littérature se sont focalisées uniquement sur des mesures rythmiques acoustiques basées sur la durée. Or l'accentuation fait partie des caractéristiques prosodiques et apporte des informations sur le caractère naturel de la parole produite, ce qui est essentiel dans une perspective clinique.

A l'avenir, il sera important d'évaluer la persistance des effets de l'amorçage sur le long terme. Nous savons que l'utilisation de la stimulation rythmique dans le cadre de la pratique d'un instrument de musique permet un transfert à long-terme de certaines compétences mais nous ne disposons pas de données sur la pérennité des effets de l'amorçage. Il faudra également veiller à trouver un mode d'utilisation du rythme plus écologique dans la pratique clinique. Les tâches

proposées devront être plus proches des situations naturelles d'interaction. Enfin, l'analyse des données de la littérature sur le sujet a mis en évidence que l'utilisation des techniques rythmiques peut avoir des effets bénéfiques dans de nombreuses autres pathologies prises en soin en orthophonie. Les études basées sur l'utilisation du rythme doivent donc être poursuivies dans l'intérêt des individus atteints d'une dysarthrie parkinsonienne, mais aussi dans celui de nombreux autres patients atteints de troubles langagiers. L'objectif à long-terme est de pouvoir élaborer une technique rythmique efficace dans le cadre de la prise en soin orthophonique. Si notre hypothèse est validée, en s'inspirant de la LSVT® (Lee Silverman Voice Treatment) qui repose sur l'augmentation de l'intensité vocale, il serait pertinent d'élaborer une méthode intensive basée sur la composante rythmique.

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, 3104–3118.
- Arvaniti, A. (2012). The usefulness of metrics in the quantification of speech rhythm. *Journal of Phonetics*, 40(3), 351-373.
- 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.
- Aubanel, V., & Schwartz, J.-L. (2020). The role of isochrony in speech perception in noise. *Scientific Reports*, 10(1).
- Auzou, P., & Rolland-Monnoury, V. (2019). BECD. Batterie d'Évaluation Clinique de la Dysarthrie. OrthoEdition.
- Assaneo, M. F., Ripollés, P., Orpella, J., Lin, W. M., de Diego-Balaguer, R., & Poeppel, D. (2019). Spontaneous synchronization to speech reveals neural mechanisms facilitating language learning. *Nature Neuroscience*, 22(4), 627-632.
- Baey, C., Sahlin, U., Clough, Y., & Smith, H. G. (2017). A model to account for data dependency when estimating floral cover in different land use types over a season. *Environmental and Ecological Statistics*, 24(4), 505-527.
- Bayram, E., Aslanbaba, E., & Akbostanci, M. C. (2019). Levodopa effect on spontaneous speech in Parkinson's disease. *Journal of Neurolinguistics*, 51, 194-198.
- Bedoin, N., Brisseau, L., Molinier, P., Roch, D., & Tillmann, B. (2016). Temporally Regular Musical Primes Facilitate Subsequent Syntax Processing in Children with Specific Language Impairment. *Frontiers in Neuroscience*, 10.
- Boersma, P., & Weenink, D. 2020. Praat: doing phonetics by computer [logiciel]. (Version 6.1.42), <http://www.praat.org/>.
- Bonnet, A.-M. (2001). Symptômes de la maladie de Parkinson. *Gerontologie et societe*, 97(2), 129-138.

- Brabenec, L., Mekyska, J., Galaz, Z., & Rektorova, I. (2017). Speech disorders in Parkinson's disease : Early diagnostics and effects of medication and brain stimulation. *Journal of Neural Transmission*, 124(3), 303-334.
- Cason, N., Astésano, C., & Schön, D. (2015). Bridging music and speech rhythm : Rhythmic priming and audio-motor training affect speech perception. *Acta Psychologica*, 155, 43-50.
- Cason, N., Hidalgo, C., Isoard, F., Roman, S., & Schön, D. (2014). Rhythmic Priming Enhances Speech Production Abilities: Evidence From Prelingually Deaf Children. *Neuropsychology*, 29(1), 102-107.
- Casserly, E. D., & Pisoni, D. B. (2010). Speech perception and production. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 1(5), 629-647.
- Chern, A., Tillmann, B., Vaughan, C., & Gordon, R. L. (2018). New evidence of a rhythmic priming effect that enhances grammaticality judgments in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 173, 371-379.
- CyLog Software. (2007). ToolBox (Version 2.67) [logiciel].
- Darley, F.L., Aronson, A.E., Brown, J.R. (1975). Hypokinetic dysarthria: disorders of extrapyramidal system. *Motor speech disorders*. Philadelphia, WB Saunders, 171-197.
- Defebvre, L. (2005). « La maladie de Parkinson » In Ozsancak C., & Auzou P. Les troubles de la parole et de la déglutition dans la maladie de Parkinson, Solal (pp. 9-30)
- Defebvre, L., & Vérin, M. (2016). La maladie de Parkinson. *NPG*, 16(95), 300.
- Delais-Roussarie, E. & Rialland, A. (2007). Metrical structure, tonal association and focus in French. In S. Baauw, F. Drijkoningen, & M. Pinto (eds), *Romance Languages and Linguistic Theory* (73-98) . Benjamins.
- Del Olmo, M. F., Arias, P., Furio, M. C., Pozo, M. A. & Cudeiro, J. (2006). Evaluation of the effect of training using auditory stimulation on rhythmic movement in Parkinsonian patients- a combined motor and [18F]-FDG PET study. *Parkinsonism & Related Disorders*. 12(3), 155-164.
- Di Cristo, A. (2000). Vers une modélisation de l'accentuation du français (seconde partie). *Journal of French Language Studies*, 10(1), 27-44.
- Di Cristo, A. (2003). De la métrique et du rythme de la parole ordinaire : l'exemple du français. *Semen*, 16, Repéré à <http://journals.openedition.org/semen/2944>

- Di Cristo, A. (2004). La prosodie au carrefour de la phonétique, de la phonologie et de l'articulation formes-fonctions. *Travaux Interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage d'Aix-en-Provence (TIPA)* 23, 67-211.
- Dubois, B., Boller, F., Pillon, B., & Agisd, Y., (1991). Cognitive deficits in Parkinson's disease. *Handbook of Neuropsychology* 5, 195-240.
- Ducrot, O., & Schaeffer, J.-M. (1999). *Nouveau dictionnaire encyclopédique des sciences du langage*. Paris.
- Duffy, J.R. (2005). Motor speech disorders: substrates, differential diagnosis and management. MotsbyYearbook, St Louis.
- Eaton, J. W. (2020). *Octave* (Version 4.2.1) [logiciel].
- Fahn, S. et Elton, RL. (1987). UPDRS Development Committee. The Unified Parkinson's Disease Rating Scale. Dans S. Fahn, C.D. Marsden, D.B. Calne et M. Goldstein (dir.) *Recent Developments in Parkinson's Disease* (2e éd., p. 293-304). Florham Park, New Jersey, 32 United States : Macmillan Healthcare Information.
- Falk, S., Lanzilotti, C., & Schön, D. (2017). Tuning Neural Phase Entrainment to Speech. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 29(8), 1378-1389.
- Fitch, W. T. (2013). Rhythmic cognition in humans and animals : Distinguishing meter and pulse perception. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 7.
- Francois, C., Chobert, J., Besson, M., & Schon, D. (2013). Music Training for the Development of Speech Segmentation. *Cerebral Cortex*, 23(9), 2038-2043.
- Frota, S., Pilar, P. (2015) *Intonation in Romance*. Oxford University Press.
- Ghio, A., Robert, D., Grigoli, C., Mas, M., de Looze, C., Mercier, C. & Viallet, F. (2014). Les anomalies de la fréquence fondamentale chez le locuteur Parkinsonien : contraste entre les effets respectifs de l'hypodopaminergie due à la maladie de Parkinson et de l'apport thérapeutique par L-Dopa. *Revue de Laryngologie Otologie Rhinologie*, 135(2), 63-70.
- Goldman, J.-Ph. (2011). EasyAlign: an automatic phonetic alignment tool under Praat Proceedings of InterSpeech [logiciel]. Firenze.
- Guenther, F. H., & Vladusich, T. (2012). A neural theory of speech acquisition and production. *Journal of Neurolinguistics*, 25(5), 408-422.
- Hidalgo, C., Falk, S., & Schön, D. (2017). Speak on time ! Effects of a musical rhythmic training on children with hearing loss. *Hearing Research*, 351, 11-18.

- Hugues, A.-J., Daniel, S.E., Kilford L., & Lees, A.J. (1992). Accuracy of clinical diagnosis of idiopathic Parkinson's disease: a clinicopathological study of 100 cases. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 55, 181-184.
- Jones, M. R. (1976). Time, our lost dimension: Toward a new theory of perception, attention, and memory. *Psychological Review*, 83(5), 323-355.
- Jones, M. R., Moynihan, H., MacKenzie, N., & Puente, J. (2002). Temporal Aspects of Stimulus-Driven Attending in Dynamic Arrays. *Psychological Science*, 13(4), 313-319.
- Jun S.A. & Fougeron C. (2002). *Intonation in the Romance Languages*. J. Hualde.
- Jungers, M. K., & Hupp, J. M. (2018). Music to my mouth: Evidence of domain general rate priming in adults and children. *Cognitive Development*, 48, 219-224.
- Kempler, D., & Lancker, D. V. (2002). Effect of Speech Task on Intelligibility in Dysarthria: A Case Study of Parkinson's Disease. *Brain and Language*, 80(3), 449-464.
- Kösem, A., Basirat, A., Azizi, L., & van Wassenhove, V. (2016). High-frequency neural activity predicts word parsing in ambiguous speech streams. *Journal of Neurophysiology*, 116(6), 2497-2512.
- Kösem, A., Bosker, H. R., Takashima, A., Meyer, A., Jensen, O., & Hagoort, P. (2018). Neural Entrainment Determines the Words We Hear. *Current Biology*, 28(18), 2867-2875.
- Koshimori, Y., & Thaut, M. H. (2018). Future perspectives on neural mechanisms underlying rhythm and music based neurorehabilitation in Parkinson's disease. *Ageing Research Reviews*, 47, 133-139.
- Kotz, S., Frisch, S., Von Cramon, D., & Friederici, A. (2003). Syntactic language processing: ERP lesion data on the role of the basal ganglia. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 9(7), 1053-1060.
- Kotz, S. A., Gunter, T. C., & Wonneberger, S. (2005). The basal ganglia are receptive to rhythmic compensation during auditory syntactic processing: ERP patient data. *Brain and Language*, 95(1), 70-71.
- Kotz, S. A., Ravignani, A., & Fitch, W. T. (2018). The Evolution of Rhythm Processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 22(10), 896-910.
- Kotz, S.A., Schwartz, M. (2010). Cortical speech processing unplugged: a timely subcortico-cortical framework. *Trends in Cognitive Sciences* 14, 392-399.
- Kotz, S.A., Schwartz, M. (2011). Differential input of the supplementary motor area to a dedicated temporal processing network: functional and clinical implications.

- Leow, L.-A., & Grahn, J. A. (2014). Neural Mechanisms of Rhythm Perception : Present Findings and Future Directions. In H. Merchant & V. de Lafuente (Éds.), *Neurobiology of Interval Timing* (pp. 325-338). Springer New York.
- Leow, L.-A., Parrott, T., & Grahn, J. A. (2014). Individual Differences in Beat Perception Affect Gait Responses to Low- and High-Groove Music. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8.
- 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. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 52(5), 1334-1352.
- Low, E. L., Grabe, E., & Nolan, F. (2000). Quantitative Characterizations of Speech Rhythm : Syllable-Timing in Singapore English. *Language and Speech*, 43(4), 377-401.
- 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, 26-39.
- Magne, C., Astesano, C., Aramaki, M., Ystad, S., Kronland-Martinet, R., & Besson, M. (2007). Influence of Syllabic Lengthening on Semantic Processing in Spoken French : Behavioral and Electrophysiological Evidence. *Cerebral Cortex*, 17(11), 2659-2668.
- Mariano, P. & Romano, A. (2010). Correlatore (Version 2.3.4) [logiciel].
- Merve Kaya, E., & Elhilali, M. (2014) Investigating bottom-up auditory attention. *Front. Hum. Neurosci.* 8
- Meynadier, Y. (2003). Interaction entre prosodie et (co)articulation linguopalatale en français. Thèse de Doctorat, Université de Provence.
- Moler, C. (1984) Matlab (version R2021a). [logiciel].
- Moreau, C., Defebvre, L. (2015). Maladie de Parkinson. *La revue du praticien*, 65(7)19-26.
- Morris, M. E., Iannsek, R., Matyas, T. A., & Summers, J. J. (1996). Stride length regulation in Parkinson's disease : Normalization strategies and underlying mechanisms. *Brain*, 119(2), 551-568.
- Morton, J., Marcus, S. M., & Frankish, C. R. (1976). Perceptual Centers (Pcenters) *.Psychological Review*, 83(5), 405-408.
- Nasreddine, Z.S., Phillips, N.A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I.,

- Cummings, J.L. et Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA : a brief screening tool for mild cognitive impairment. *J Am Geriatr Soc*, 53(4), 695-699.
- New, B., Pallier, C. (1999) Lexique 3.83 [base de données]. INSERM.
- Nombela, C., Hughes, L., Owen, A., & Grahn, J. (2013). « Into the Groove: Can Rhythm Influence Parkinson's Disease? » *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 37(10), 2564-70.
- Pilon, M. A., McIntosh, K. W., & Thaut, M. H. (1998). Auditory vs visual speech timing cues as external rate control to enhance verbal intelligibility in mixed spastic ataxic dysarthric speakers : A pilot study. *Brain Injury*, 12(9), 793-803.
- Pitt, M.A. & Samuel, A. G (1990). The use of rhythm in attending to speech. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* . 16(3), 564–573.
- Posner, M. I., & Snyder, C. R. R. (1975). Facilitation and inhibition in the processing of signals. Dans P. M. A. Rabbitt et S. Dornic (Éds.), *Attention and performance* (669-682). Academic Press.
- Puyjarinet, F., Bégel, V., Gény, C., Driss, V., Cuartero, M-C., Kotz, Sonja A., Pinto, S., & Dalla Bella, S. (2019). « Heightened Orofacial, Manual, and Gait Variability in Parkinson's Disease Results from a General Rhythmic Impairment ». *npj Parkinson's Disease* 5(1),19.
- 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(1), 121-131.
- Ramus, F., Nespors, M., & Mehler, J. (2000). Correlates of linguistic rhythm in the speech signal. *Cognition*, 73(1), 265-292.
- Reed, M., & Levis, J. M. (2015). *The Handbook of English Pronunciation* (1^{re} éd.). Wiley.
- Rosen, S. (1992) Temporal information in speech : Acoustic, auditory and linguistic aspects. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 336(1278), 367-373.
- Rossignol, S., & Jones, G. M. (1976). Audio-spinal influence in man studied by the H-reflex and its possible role on rhythmic movements synchronized to sound. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 41(1), 83-92.
- Särkämö, T., Ripollés, P., Vepsäläinen, H., Autti, T., Silvennoinen, H.M., Salli, E., Laitinen, S., Forsblom, A., Soinila, S., Rodríguez-Fornells, A. (2014). Structural Changes Induced by Daily Music Listening in the Recovering Brain after Middle Cerebral Artery Stroke : A Voxel-Based Morphometry Study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8.

- Schmuckler, M. A., & Boltz, M. G. (1994). Harmonic and rhythmic influences on musical expectancy. *Perception & Psychophysics*, *56*(3), 313-325.
- Shannon, R. V., Zeng, F.-G., Kamath, V., Wygonski, J., & Ekelid, M. (1995). Speech Recognition with Primarily Temporal Cues. *Science*, *270*(5234), 303-304.
- Schön, D., & Tillmann, B. (2015). Short- and long-term rhythmic interventions : Perspectives for language rehabilitation: Rhythmic interventions for language rehabilitation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1337*(1), 32-39.
- Scott, S. K. (1993). *P-centers in speech: an acoustic analysis*. [thesis, UCL].
- Skodda, S., Flasskamp, A., & Schlegel, U. (2010). Instability of syllable repetition as a model for impaired motor processing : Is Parkinson's disease a "rhythm disorder"? *Journal of Neural Transmission*, *117*(5), 605-612.
- 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.
- Tillmann, B., & Lebrun-Guillaud, G. (2006). Influence of tonal and temporal expectations on chord processing and on completion judgments of chord sequences. *Psychological Research Psychologische Forschung*, *70*(5), 345-358.
- 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*, *2*(16), 163-172.
- Thaut, M. H., Tian, B., & Azimi-Sadjadi, M. R. (1998). Rhythmic finger tapping to cosine-wave modulated metronome sequences : Evidence of subliminal entrainment. *Human Movement Science*, *17*(6), 839-863.
- Troche, J., Troche, M. S., Berkowitz, R., Grossman, M., & Reilly, J. (2012). Tone Discrimination as a Window Into Acoustic Perceptual Deficits in Parkinson's Disease. *American Journal of Speech-Language Pathology*, *21*(3), 258-263.
- Varnet, L., Ortiz-Barajas, M. C., Erra, R. G., Gervain, J., & Lorenzi, C. (2017). A cross- linguistic study of speech modulation spectra. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *142*(4), 1976-1989.
- Viallet, F., & Teston, B. (2007). La dysarthrie dans la maladie de Parkinson. *Les Dysarthries*, 169-174.

Yorkston, K. M., & Beukelman, D. R. (1981). Ataxic Dysarthria : Treatment Sequences Based on Intelligibility and Prosodic Considerations. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 46(4), 398-404.

Yorkston, K. M., Hammen, V. L., Beukelman, D. R., & Traynor, C. D. (1990). The Effect of Rate Control on the Intelligibility and Naturalness of Dysarthric Speech. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 55(3), 550-560.

Zhang, N., & Zhang, Q. (2019). Rhythmic pattern facilitates speech production : An ERP study. *Scientific Reports*, 9(1).

Liste des annexes

- 1. Annexe 1 : Tableaux des études sur les effets de l'amorçage sur la production de la parole**
- 2. Annexe 2 : Questionnaire à destination des participants**
- 3. Annexe 3 : Tableaux des phrases appariées et des phrases distractives**
- 4. Annexe 4 : Tableau des mesures de Lowit et al. (2018)**