



## **Impact de l'amorçage rythmique sur la production de la parole chez des personnes atteintes de la maladie de Parkinson : étude de cas**

Leonardo Contreras Roa<sup>1</sup> Paolo Mairano<sup>2</sup> Caroline Moreau<sup>3</sup> Anahita Basirat<sup>4</sup>

(1) CORPUS (EA 4295), Université de Picardie Jules Verne, France

(2) STL (UMR 8163), Université de Lille, France

(3) LilNCog (U1171-2), Université de Lille, CHU Lille, Inserm, France

(4) SCALab (UMR 9193), Université de Lille, CNRS, CHU Lille, France

[l.contreras.roa@u-picardie.fr](mailto:l.contreras.roa@u-picardie.fr), [paolo.mairano@univ-lille.fr](mailto:paolo.mairano@univ-lille.fr),  
[caroline.moreau@chru-lille.fr](mailto:caroline.moreau@chru-lille.fr), [anahita.basirat@univ-lille.fr](mailto:anahita.basirat@univ-lille.fr)

### **RÉSUMÉ**

---

Dans cette contribution, nous présentons les résultats d'une étude de cas sur l'impact de l'amorçage rythmique, c'est-à-dire l'écoute des stimuli auditifs rythmiques, sur la production de la parole dans la maladie de Parkinson. Nous nous sommes intéressés à la prosodie qui est l'un des aspects souvent signalés comme étant fortement altérés dans la maladie de Parkinson. La tâche consistait à écouter des stimuli auditifs et à lire des phrases. Trois conditions ont été étudiées : une condition où le rythme était cohérent avec la structure rythmique de la phrase cible, une condition où le rythme était incohérent avec la phrase cible et une condition sans amorçage. Différents aspects tels que les métriques basées sur la durée des voyelles et des consonnes, la prééminence et le délai d'initialisation ont été analysés. Nous discutons des résultats préliminaires et de la pertinence de notre approche.

### **ABSTRACT**

---

#### **Impact of rhythmic priming on speech production in people with Parkinson's disease : a case study**

In this contribution, we present the results of a case study on the impact of rhythmic priming, i.e. listening to rhythmic auditory stimuli, on speech production in Parkinson's disease. We were interested in prosody, which is one of the aspects often reported to be strongly impaired in Parkinson's disease. The task consisted of listening to auditory stimuli and reading sentences. Three conditions were studied : a condition where the rhythm was consistent with the rhythmic structure of the target sentence, a condition where the rhythm was inconsistent with the target sentence, and a condition without priming. Different aspects such as speech rhythm metrics based on vowel and consonant duration, prominence and reading latency were analyzed. We discuss the preliminary results and the relevance of our approach.

**MOTS-CLÉS** : Amorçage rythmique, production de la parole, prosodie, maladie de Parkinson.

**KEYWORDS**: Rhythmic priming, speech production, prosody, Parkinson's disease.

---

# 1 Introduction

La maladie de Parkinson est la deuxième maladie neurodégénérative la plus fréquente. Alors qu'elle est principalement connue pour ces répercussions motrices au niveau des membres supérieurs/inférieurs telles que le tremblement et les troubles de la marche, de plus en plus d'études montrent l'existence de déficits précoces affectant la communication verbale chez les personnes atteintes de la maladie de Parkinson (Moreau & Pinto, 2019). La prosodie est l'un des aspects souvent signalés comme étant fortement altérés. Cette altération appelée la dysprosodie est caractérisée par différents aspects tels que des altérations au niveau de l'organisation temporelle de la parole (ex. Skodda & Schlegel, 2008; Lowit *et al.*, 2018) et l'intonation (ex. Basirat *et al.*, 2018).

L'objectif de l'étude présentée dans cette contribution est d'examiner le bénéfice de l'écoute des stimuli auditifs rythmiques sur la production de la prosodie dans la maladie de Parkinson. De nombreuses études sur les troubles du mouvement dans la maladie de Parkinson montrent que les interventions basées sur le rythme constituent des outils thérapeutiques prometteurs pour améliorer la marche et d'autres comportements moteurs (pour une revue, voir Koshimori & Thaut, 2018). Il a été proposé que le bénéfice de la stimulation rythmique est dû à l'implication de deux circuits cérébraux qui jouent un rôle particulièrement important dans la perception et la production du rythme incluant les ganglions de la base et le cervelet. Concernant la production de la parole, peu de travaux se sont intéressés au lien entre la perception du rythme et la production de la parole (Koshimori & Thaut, 2018, p. 137).

Le lien entre le traitement de la parole/du langage et le rythme, et plus généralement la musique, a été mis en évidence par différentes études chez les locuteurs neurotypiques. Par exemple, l'exposition préalable à des rythmes auditifs (i.e. amorçage rythmique) améliore le traitement phonologique (ex. détection des phonèmes tels que /t/ dans des non-mots tels que « lenata », Cason & Schön, 2012) et le traitement syntaxique des phrases (ex. reconnaissance des phrases grammaticalement incorrectes, Przybylski *et al.*, 2013; Kotz & Gunter, 2015). Dans le cadre théorique PRISM, récemment proposé par Fiveash *et al.* (2021), ces effets bénéfiques peuvent être expliqués par trois mécanismes sous-jacents qui semblent être partagés par le traitement de la musique et de la parole/du langage : traitement auditif précis, entraînement neuronal aux stimuli externes et couplage sensorimoteur. En ce qui concerne la production de la parole, certains résultats intéressants ont été rapportés dans la littérature montrant l'impact de l'amorçage rythmique sur certains aspects de la production des mots et des phrases (ex. Cason *et al.*, 2015; Zhang & Zhang, 2019). Dans ce contexte, nous visons à examiner l'impact de l'amorçage rythmique sur la production de la parole. Notre hypothèse est que la stimulation rythmique peut influencer la planification et l'exécution de propriétés rythmiques de l'énoncé et ainsi améliorer la production des aspects rythmiques impactés par la maladie de Parkinson.

Le concept de rythme de parole est assez complexe, et, en dépit de nombreuses recherches consacrées à ce domaine, il n'existe toujours pas un véritable cadre théorique complet (Volín, 2017). Toutefois, des mesures acoustiques ont été proposées, qui reflètent les caractéristiques phonologiques censées être corrélées au rythme de la parole (comme par exemple la présence ou absence de réduction vocalique dans une langue), notamment  $\Delta C$ ,  $\Delta V$ , %V (Ramus *et al.*, 1999) et PVI (*Pairwise Variability Index*, Grabe & Low, 2002), dont les formules originelles ont été modifiées pour rendre compte des différences dues au débit de parole (VarcoV, VarcoC, cf. Dellwo & Wagner, 2003) ou appliquées à des segments différents (V-to-V cf. Nolan & Asu, 2009; Pettorino *et al.*, 2013) ou à des paramètres prosodiques autres que la durée tels que l'intensité (He, 2018) et la F0 (Fuchs, 2014; Polyanskaya *et al.*, 2020). Si certains chercheurs restent sceptiques vis-à-vis de ces mesures (Arvaniti, 2012) ou

plus en général de la rythmicité de la langue (Nolan & Jeon, 2014), elles ont été utilisées dans de très nombreuses études caractérisant le rythme de différentes langues (Mairano & Romano, 2011), ainsi que pour révéler l'influence des propriétés rythmiques de la L1 sur la L2 (Tortel & Hirst, 2010) et pour étudier les caractéristiques de la parole pathologique dans le cadre des dysarthries (Liss *et al.*, 2009; Lowit *et al.*, 2018). D'autres études se focalisent sur les proéminences qui donnent la structure métrique de la parole. Dans ce cadre on distingue des unités linguistiques hiérarchiques : généralement la syllabe, le syntagme accentuel (accentual phrase, dorénavant AP) qui en français est marqué par un accent primaire à droite, le syntagme intonatif (intonational phrase, dorénavant IP) (Cristo, 2013) et, selon certaines approches, un syntagme intermédiaire (intermediate phrase, dorénavant ip) (Michelas & D'Imperio, 2010).

## 2 Méthodologie

Le présent article rapporte le résultat de notre étude pilote réalisée avec deux participants, un participant contrôle (78 ans, homme, désormais « Sctrl ») et une personne atteinte de la maladie de Parkinson (67 ans, homme, désormais « Spark »). Lors de l'expérience, les participants ont écouté des stimuli auditifs (i.e. amorces) et lu des phrases en utilisant le paradigme d'amorçage. Il ne leur a pas été indiqué de produire les phrases en suivant ou imitant le rythme des amorces. Quarante-cinq phrases ont été créées. Toutes comportaient quatre syntagmes accentuels (AP) de trois syllabes chacun. Dans le cadre de cette étude, nous concevons ces phrases comme étant articulées sur une structure hiérarchique sur trois domaines prosodiques dont l'AP est le plus petit, suivi d'un syntagme intermédiaire (ip) gouverné à son tour par un syntagme intonatif (IP). Chacun de ces domaines présente des syllabes accentuées à leur frontière droite dont la proéminence augmente en fonction de la hauteur dans la hiérarchie du domaine qu'elles délimitent. Nous avons décidé de prendre en compte le domaine d'ip, dont la présence est contestée en français (cf. Delais-Roussarie *et al.*, 2020, pour une discussion de son statut problématique et une proposition de redéfinition), du fait de la structure des amorces utilisées dans cette étude. Ainsi, la phrase du stimulus « j'ai mangé des croissants au goûter aujourd'hui » peut être analysée de la façon suivante :

(1) [IP [ip [AP j'ai mangé] [AP des croissants]] [ip [AP au goûter] [AP aujourd'hui] ] ]

Neuf phrases supplémentaires ayant une structure prosodique et syntaxique différente ont été adoptées du corpus Fharvard (Aubanel *et al.*, 2020) (ex. « ajoute une tasse de sucre roux à la recette »). Elles étaient utilisées comme items distracteurs. Les phrases ont été divisées en trois listes. Les listes n'étaient pas différentes en termes de fréquence lexicale et nombre de lettres, de phonèmes et de voisins orthographiques et phonologiques (New *et al.*, 2004; Pallier & New, 2019). Une amorce avec un rythme régulier compatible avec la structure des phrases (i.e. xxXxxXxxXxxX) a été créée. Deux sons de percussion avec des durées différentes ont été utilisés pour marquer les syllabes non proéminentes (x) et les syllabes proéminentes (X) (Figure 1). À partir des mêmes sons, trois amorces avec un rythme irrégulier ont été également créées (voir Figure 1 pour un exemple). La durée des amorces était de 2.4 ms.

L'expérience comportait trois blocs de 18 essais (15 items cibles et 3 items distracteurs). Lors du bloc « régulier », l'amorce régulière était présentée et ensuite une phrase à lire s'affichait sur l'écran. Lors du bloc « irrégulier », une amorce irrégulière était présentée avant la présentation d'une phrase. Lors du bloc « sans amorce », aucune amorce auditive n'était présentée : une durée de 2.4 ms de silence

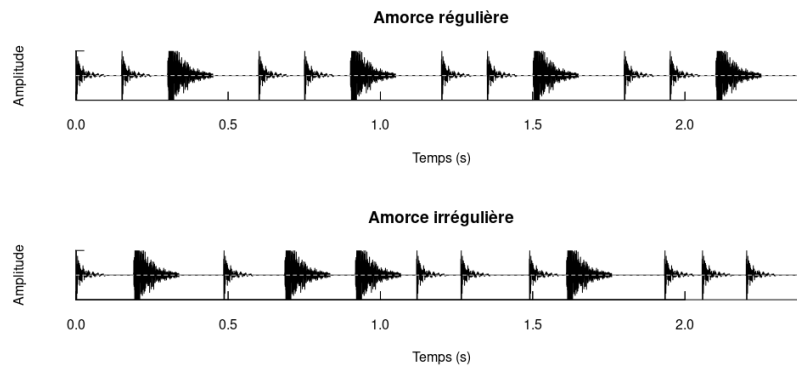


FIGURE 1 – Amorce régulière et une des amorces irrégulières (sur 3) utilisées dans l'étude.

était prévue avant l'affichage de la phrase. L'ordre de présentation des phrases dans chaque bloc était aléatoire. La tâche des participants était d'écouter les amorces et de lire des phrases à voix haute.

Les fichiers audio obtenus à partir du protocole d'enregistrement ont été transcrits orthographiquement. Ils ont ensuite été transcrits phonologiquement et alignés automatiquement à l'aide de WebMaus Basic (Kisler *et al.*, 2017). Une syllabification a également été effectuée avec le service Pho2Syll (Reichel & Kisler, 2014), suivie d'une vérification manuelle pour corriger des erreurs d'alignement et de découpage des syllabes. Dans un premier temps, nous avons utilisé le logiciel Correlatore (Mairano & Romano, 2010) pour extraire certaines des métriques de rythme utilisées dans Lowit *et al.* (2018) pour l'évaluation de dysarthries chez des personnes anglophones atteintes par la maladie de Parkinson, notamment :

- %V : pourcentage de la durée de l'énoncé composé d'intervalles vocaliques.
- VarcoV : écart-type des intervalles vocaliques divisé par la durée vocalique moyenne ( $\times 100$ ).
- VarcoC : écart-type des intervalles consonantiques divisé par la durée consonantique moyenne ( $\times 100$ ).
- nPVI-V : indice normalisé de variabilité par paires pour les intervalles vocaliques. Moyenne des différences entre les intervalles vocaliques successifs divisée par leur somme. ( $\times 100$ ).
- rPVI-C : indice de variabilité par paires pour les intervalles consonantiques. Moyenne des différences entre les intervalles consonantiques successifs.

Jusqu'à présent, ces mesures n'ont pas été utilisées pour l'évaluation de la dysprosodie chez les personnes francophones natives atteintes par la maladie de Parkinson. Dans un deuxième temps, nous avons effectué des analyses de proéminence en utilisant ProsoProm (Goldman & Simon-Hustinx, 2020; Simon *et al.*, 2008), un outil de détection automatisée de proéminences à partir de deux paramètres acoustiques : F0 et durée. Cette détection détermine la présence de proéminences à partir de seuils relatifs en analysant individuellement chaque syllabe par rapport à une fenêtre d'analyse à portée adaptable. Pour cette étude, nous avons établi une fenêtre d'analyse à deux syllabes avant et une syllabe après chaque syllabe analysée. Finalement, nous avons analysé le délai d'initialisation, c'est-à-dire le temps écoulé entre le début de l'affichage de la phrase sur l'écran et le début de l'élocution. Le type d'amorce (régulière vs. irrégulière) semble avoir un impact sur le délai d'initialisation dans les paradigmes similaires au nôtre (Zhang & Zhang, 2019; Gould *et al.*, 2016).

### 3 Résultats

Les métriques de rythme sont rapportées sur la Figure 2 et sur la Table 1. Ces analyses sont basées sur un total de 417 intervalles vocaliques et 425 intervalles consonantiques qui ont été recensés pour les deux locuteurs confondus. Les tendances observées sont les suivantes :

- Pour les deux locuteurs, une différence entre les conditions amorce régulière et amorce irrégulière est observable concernant les métriques consonantiques rPVI-C et VarcoC.
- Ces métriques consonantiques sont globalement plus élevées chez le locuteur Spark.
- On constate une différence entre les deux locuteurs en ce qui concerne la condition sans amorce (NaN) en comparaison avec les deux autres conditions.
- En condition d’amorçage irrégulier (PrimeIR), Sctrl présente des métriques consonantiques nettement distinctes des deux autres conditions, ce qui n’est pas le cas pour Spark.

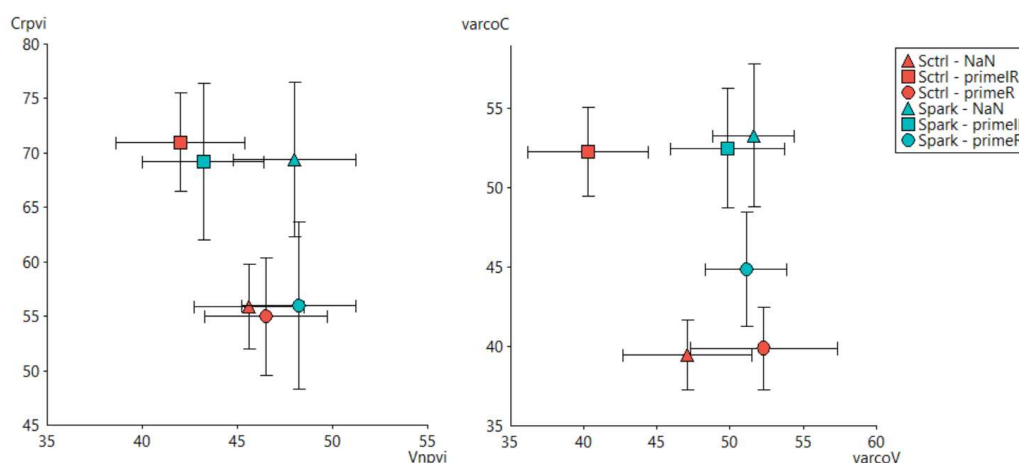


FIGURE 2 – nPVI-V vs. rPVI-C (gauche) et VarcoV vs. VarcoC (droite) par locuteur et condition.

	Sctrl						Spark					
	Sans amorce		Irrégulière		Régulière		Sans amorce		Irrégulière		Régulière	
	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd
%V	48,1	1,7	45,5	1,3	47,7	1,7	48,3	1,6	45,8	1,3	47,3	1,4
varcoV	70,5	4,4	46,3	4,1	58,0	5,0	55,7	2,8	57,2	3,9	53,6	2,8
varcoC	43,3	2,2	53,3	2,8	46,2	2,6	68,8	4,6	64,6	3,8	58,9	3,6
rPVI-V	61,1	4,4	45,4	4,6	58,7	7,3	63,2	6,9	56,5	5,6	60,4	5,1
rPVI-C	54,3	3,9	70,7	4,5	57,5	5,4	73,6	7,1	72,5	7,2	60,5	7,7
nPVI-V	48,1	2,9	42,2	3,4	45,8	3,2	48,3	3,2	45,7	3,2	49,3	3,0

TABLE 1 – Métriques du rythme obtenues par locuteur et par condition.

La Figure 3 présente le nombre des syllabes finales des 4 AP identifiées comme proéminentes par ProsoProm. Globalement, plus de proéminences ont été détectées pour Spark que pour Sctrl, avec des augmentations des proéminences chez les deux locuteurs en condition d’amorçage irrégulier. Quand

nous regardons les paramètres acoustiques à l'origine de ces proéminences (Figure 4), nous observons des valeurs de durée plus élevées pour les deux locuteurs suite à des amorces irrégulières, notamment vers les AP finales. Concernant la F0, on observe des différentiels plus élevés chez Sctrl associés à des mouvements intonatifs descendants sur l'AP finale.



FIGURE 3 – Nombre de syllabes à la frontière droite des 4 AP identifiées comme proéminentes par locuteur et par condition.

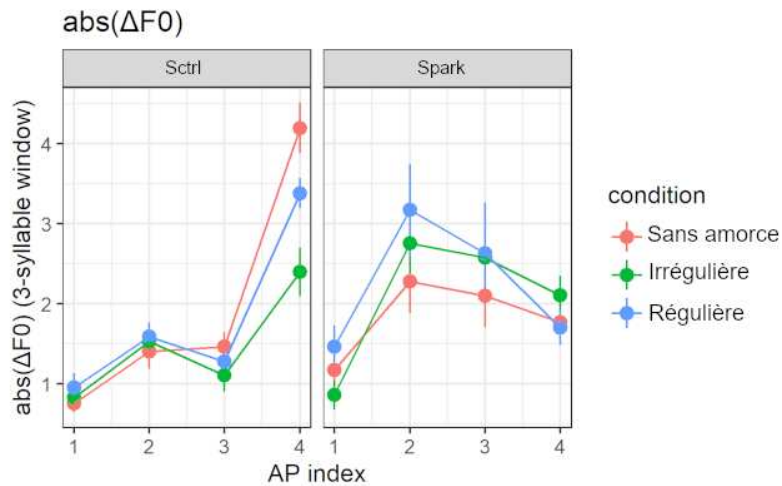


FIGURE 4 – Moyennes et erreurs-types des valeurs différentielles de durée (sans unité, à gauche), et de F0 (en demi-tons, à droite) relatives identifiées à l'origine des proéminences par locuteur et condition.

La Figure 5 illustre les valeurs absolues des différentiels intonatifs. Il s'agit de la portée des écarts tonals entre la syllabe analysée et celles qui l'entourent, indépendamment de leur direction montante

ou descendante. Ces valeurs sont plus élevées en positions 2 et 4 dans les productions de Sctrl, ce qui reflète la hiérarchie métrique attendue pour ce type de phrases. Cette tendance n'est pas observée pour Spark, chez qui les mouvements intonatifs plus saillants sont observés autour des syllabes finales des APs 2 et 3.

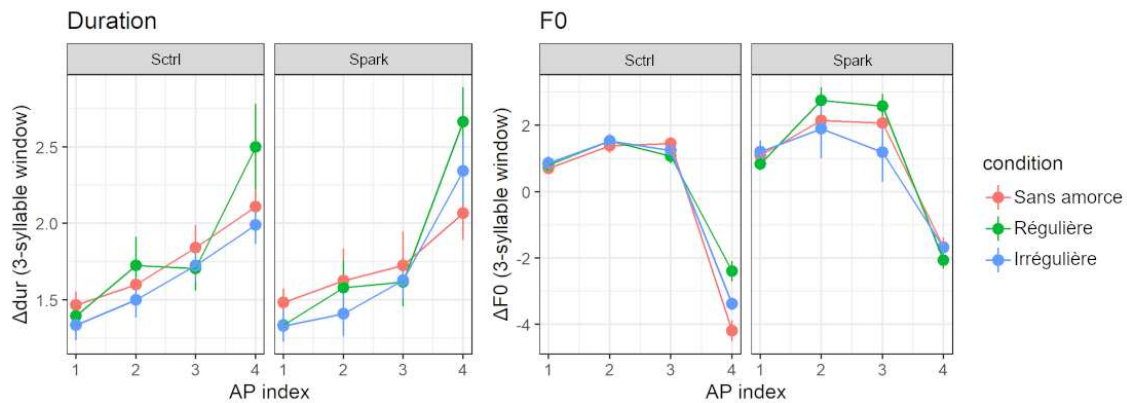


FIGURE 5 – Moyennes et erreurs-types des valeurs absolues des différentiels de F0 relative associés à des syllabes proéminentes par locuteur et par condition.

Finalement, les données du délai d'initialisation d'élocution après la présentation des phrases à lire sont présentées sur la Figure 6. On observe une augmentation du délai dans la condition « amorce irrégulière » pour les deux locuteurs.

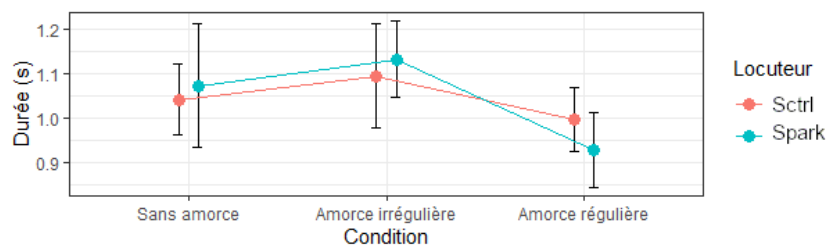


FIGURE 6 – Délai moyen d'initialisation par condition et par locuteur. Les barres d'erreurs représentent l'erreur-type.

## 4 Discussion

Cette étude nous a permis de faire un pré-test de notre méthodologie d'enregistrement et d'analyse pour l'étude de l'impact de l'amorçage rythmique sur la production de la parole chez des personnes atteintes de la maladie de Parkinson. Les résultats obtenus à partir de ce corpus initial sur uniquement deux locuteurs ne sont naturellement pas représentatifs des différences éventuelles entre les locuteurs

atteints de la maladie de Parkinson et les locuteurs contrôles. Malgré cette limite, les résultats suggèrent des tendances intéressantes qui sont à confirmer dans la suite de l'étude qui est en cours.

Nous avons observé une différence entre les conditions et entre les locuteurs sur les métriques consonantiques. Ces métriques ont été identifiées parmi les plus fiables pour distinguer les locuteurs avec une dysarthrie de ceux sans dysarthrie (Lowit *et al.*, 2018; Liss *et al.*, 2009). Par ailleurs, les valeurs de nPVI-V et de rPVI-C du locuteur Sctrl, notamment en absence d'amorce ou avec amorce régulière, sont proches de celles qui caractérisent la rythmicité du français natif dans (Mairano & Romano, 2011, p. 1320), ce qui n'est pas le cas pour Spark, dont le rythme s'éloignerait de celui du français selon les mesures obtenues.

Nos résultats concernant la prééminence montrent également certaines différences entre les conditions et les locuteurs (voir Résultats). Cependant, ces effets sont plus difficiles à interpréter à ce stade. Il est à noter qu'à notre connaissance, il n'y a pas d'autres études en français sur l'impact de la maladie de Parkinson sur cet aspect. En ce qui concerne l'impact de l'amorce sur le délai d'initialisation, nos résultats sont cohérents avec notre hypothèse basée sur les études précédentes (Zhang & Zhang, 2019; Gould *et al.*, 2016) et montrent une facilitation après la présentation d'une amorce régulière.

Un des objectifs de cette étude pilote était d'examiner la pertinence de notre méthodologie. Il nous semble que les outils utilisés nous fournissent des métriques utiles pour l'étude des différences entre ces deux populations tout en nous permettant d'aborder l'étude de la prosodie à partir d'une double perspective : du point de vue du rythme syllabique et du point de vue du rythme accentuel. Finalement, outre l'utilisation des outils quantitatifs d'étude du rythme de la parole à partir du signal acoustique, nous estimons qu'une approche complémentaire importante à envisager est la validation de la présence de prééminences par le biais de tests perceptifs (comme par exemple dans Aubanel & Schwartz, 2020). Cela permettra d'évaluer de façon plus fonctionnel la pertinence de l'utilisation de stimuli rythmiques pour améliorer la production de la prosodie.

## Remerciements

Nous remercions Joséphine Lacroix, Laurent Ott et Romane Riegler pour leurs aides dans la mise en place de l'expérience et/ou la collecte des données. Cette étude a été financée par le projet STIM de la Maison Européenne des Sciences Humaines et Sociales (USR 3185).

## Références

- ARVANITI A. (2012). The usefulness of metrics in the quantification of speech rhythm. *J. Phon.*, **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 - dataset.
- BASIRAT A., PATIN C. & MOREAU C. (2018). Relationship between perception and production of intonation of French in Parkinson's disease. In *Speech Prosody 2018*, ISCA : ISCA.



- CASON N., HIDALGO C., ISOARD F., ROMAN S. & SCHÖN D. (2015). Rhythmic priming enhances speech production abilities : Evidence from prelingually deaf children. *Neuropsychology*, **29**(1), 102–107.
- CASON N. & SCHÖN D. (2012). Rhythmic priming enhances the phonological processing of speech. *Neuropsychologia*, **50**(11), 2652–2658.
- CRISTO A. D. (2013). *La prosodie de la parole*. De Boeck.
- DELAIS-ROUSSARIE E., POST B. & YOO H. (2020). Unités prosodiques et grammaire intonative du français : vers une nouvelle approche. In C. BENZITOUN, C. BRAUD, L. HUBER, D. LANGLOIS, S. OUNI, S. POGODALLA & S. SCHNEIDER, Eds., *6e conférence conjointe Journées d'Études sur la Parole (JEP, 33e édition)*, p. 145–153, Nancy, France : ATALA.
- DELLWO V. & WAGNER P. (2003). Relations between language rhythm and speech rate. In *Proc. of the 15th ICPHS*, p. 471–474, Barcelona.
- FIVEASH A., BEDOIN N., GORDON R. L. & TILLMANN B. (2021). Processing rhythm in speech and music : Shared mechanisms and implications for developmental speech and language disorders. *Neuropsychology*, **35**(8), 771–791.
- FUCHS R. (2014). Towards a perceptual model of speech rhythm : Integrating the influence of f0 on perceived duration. In *Interspeech 2014*, ISCA : ISCA.
- GOLDMAN J.-P. & SIMON-HUSTINX A. C. (2020). Prosobox, a Praat plugin for analysing prosody. Proceedings of the 10th International Conference on Speech Prosody, p. 1009–1013.
- GOULD L., MCKIBBEN T., EKSTRAND C., LORENTZ E. & BOROWSKY R. (2016). The beat goes on : The effect of rhythm on reading aloud. *Language, Cognition and Neuroscience*, **31**(2), 236–250.
- GRABE E. & LOW E. L. (2002). Durational variability in speech and the rhythm class hypothesis. In *Laboratory Phonology 7*, p. 515–546. De Gruyter Mouton.
- HE L. (2018). Development of speech rhythm in first language : The role of syllable intensity variability. *J. Acoust. Soc. Am.*, **143**(6), EL463.
- KISLER T., REICHEL U. & SCHIEL F. (2017). Multilingual processing of speech via web services. *Comput. Speech Lang.*, **45**, 326–347.
- KOSHIMORI Y. & THAUT M. H. (2018). Future perspectives on neural mechanisms underlying rhythm and music based neurorehabilitation in Parkinson's disease. *Ageing Res. Rev.*, **47**, 133–139.
- KOTZ S. A. & GUNTER T. C. (2015). Can rhythmic auditory cuing remediate language-related deficits in Parkinson's disease ? : Rhythmic auditory cuing and language. *Ann N Y Acad Sci*, **1337**(1), 62–68.
- 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. *J. Speech Lang. Hear. Res.*, **52**(5), 1334–1352.
- LOWIT A., MARCHETTI A., CORSON S. & KUSCHMANN A. (2018). Rhythmic performance in hypokinetic dysarthria : Relationship between reading, spontaneous speech and diadochokinetic tasks. *J. Commun. Disord.*, **72**, 26–39.
- MAIRANO P. & ROMANO A. (2010). Un confronto tra diverse metriche ritmiche usando correlatore. In S. SCHMID, M. SCHWARZENBACH & D. STUDER, Eds., *La dimensione temporale del parlato*, (Proc. of the V National AISV Congress, p. 79–100. Torriana (RN) : EDK.

- MAIRANO P. & ROMANO A. (2011). Rhythm metrics for 21 languages. In *Proc. of the 17th International Congress of Phonetic Sciences*, p. 1318–1321, Hong Kong.
- MICHELAS A. & D'IMPERIO M. (2010). Durational Cues and Prosodic Phrasing in French : Evidence for the Intermediate Phrase. In *Speech Prosody*, p.4, Chicago, France.
- MOREAU C. & PINTO S. (2019). Misconceptions about speech impairment in parkinson's disease. *Mov. Disord.*, **34**(10), 1471–1475.
- NEW B., PALLIER C., BRYBAERT M. & FERRAND L. (2004). Lexique 2 : A new French lexical database. *Behavior Research*.
- NOLAN F. & ASU E. L. (2009). The pairwise variability index and coexisting rhythms in language. *Phonetica*, **66**(1-2), 64–77.
- NOLAN F. & JEON H.-S. (2014). Speech rhythm : a metaphor? *Philosophical Transactions of the Royal Society B : Biological Sciences*, **369**(1658), 20130396.
- PALLIER C. & NEW B. (2019). Openlexicon. <https://github.com/chrplr/openlexicon>.
- PETTORINO M., MAFFIA M., PELLEGRINO E., VITALE M. & DE MEO A. (2013). VtoV : A perceptual cue for rhythm identification. In *Proceedings of the Prosody-Discourse Interface Conference*, p. 101–106.
- POLYANSKAYA L., BUSÀ M. G. & ORDIN M. (2020). Capturing cross-linguistic differences in macro-rhythm : The case of Italian and English. *Lang. Speech*, **63**(2), 242–263.
- 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., NESPOR M. & MEHLER J. (1999). Correlates of linguistic rhythm in the speech signal. *Cognition*, **73**(3), 265–292.
- REICHEL U. D. & KISLER T. (2014). Language-independent grapheme-phoneme conversion and word stress assignment as a web service. In R. HOFFMANN, Ed., *Elektronische Sprachverarbeitung. Studentexte zur Sprachkommunikation*, volume 71, p. 42–49. Dresden : TUDpress.
- SIMON A. C., AVANZI M. & GOLDMAN J.-P. (2008). La détection des proéminences syllabiques. un aller-retour entre l'annotation manuelle et le traitement automatique. In *Congrès Mondial de Linguistique Française 2008* : EDP Sciences.
- SKODDA S. & SCHLEGEL U. (2008). Speech rate and rhythm in Parkinson's disease. *Mov. Disord.*, **23**(7), 985–992.
- TORTEL A. & HIRST D. (2010). Rhythm metrics and the production of English L1/L2. In *Speech Prosody*. Chicago.
- VOLÍN J. (2017). Appeal and disrepute of the so-called global rhythm metrics. *AUC PHILOL.*, **2017**(3), 79–94.
- ZHANG N. & ZHANG Q. (2019). Rhythmic pattern facilitates speech production : An ERP study. *Sci. Rep.*, **9**(1), 12974.