Perception des consonnes dans la dysarthrie parkinsonienne : effets du contexte phonémique, prosodique et lexical

Danielle Duez, Alain Ghio, François Viallet

▶ **To cite this version:**

Danielle Duez, Alain Ghio, François Viallet. Perception des consonnes dans la dysarthrie parkinsonienne : effets du contexte phonémique, prosodique et lexical. 6e conférence conjointe Journées d'Études sur la Parole (JEP, 33e édition), Traitement Automatique des Langues Naturelles (TALN, 27e édition), Rencontre des Étudiants Chercheurs en Informatique pour le Traitement Automatique des Langues (RÉCITAL, 22e édition). Volume 1 : Journées d'Études sur la Parole, 2020, Nancy, France. pp.172-180. hal-02798533v3

HAL Id: hal-02798533
https://hal.science/hal-02798533v3

Submitted on 23 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Actes de la 6e conférence conjointe Journées d'Études sur la Parole (JEP, 33e édition),
Traitement Automatique des Langues Naturelles (TALN, 27e édition),
Rencontre des Étudiants Chercheurs en Informatique pour le Traitement Automatique des Langues (RÉCITAL, 22e édition)
Nancy, France, 08-19 juin 2020

Perception des consonnes dans la dysarthrie parkinsonienne : effets du contexte phonémique, prosodique et lexical

Danielle Duez [1] , Alain Ghio [1], François Viallet [1, 2]

(1) Aix-Marseille Univ, CNRS, LPL, Aix-en-Provence, France
(2) Centre Hospitalier du Pays d'Aix, Service de Neurologie, Aix-en-Provence, France

danielle.duez@lpl-aix.fr, alain.ghio@lpl-aix.fr, fviallet@ch-aix.fr

RÉSUMÉ

Les patients atteints de la maladie de Parkinson (MDP) présentent généralement des déficits dans la production de la parole. Nous avons examiné l'identification perceptive des consonnes intervocaliques produites par 10 locuteurs avec MDP et 10 locuteurs sains en lecture de texte. Pour neutraliser le contenu sémantique, toutes les consonnes intervocaliques ont été isolées avec la moitié des voyelles précédente et suivante.
20 adultes natifs francophones ont été chargés de transcrire les séquences du corpus. La consonne rapportée a été examinée par rapport à la consonne prototypique; le score de distorsion est le nombre de traits phonétiques différents par rapport à la consonne prototypique. Les résultats ont été examinés en fonction des facteurs linguistiques suivants: nature de la consonne, contexte vocalique oral / nasal, classe de mot (fonction ou contenu) et position dans les syntagmes.
L'imprécision de la consonne a été confirmée dans la parole des locuteurs MDP.

MOTS-CLÉS : perception, dysarthrie parkinsonienne, phonétique clinique, traits phonétiques

ABSTRACT

Perception of consonants in parkinsonian dysarthria: effects of the phonetic, prosodic and lexical context

Patients with Parkinson's Diseases (PD) typically exhibit deficits in speech production. We examined the perceptual identification of intervocalic consonants produced by 10 speakers with PD and 10 healthy speakers reading a text. To neutralize the semantic effect, all the intervocalic consonants were excised with half the preceding and following vowels.

20 adults native speakers of French were instructed to transcribe the sequences they heard. The reported consonant was examined in relation to the expected consonant ; the score of distorsion was the number of phonetic features differing from the prototypical consonant. The results were examined as a function of the following/or preceding linguistic factors : consonant nature, oral/nasal vocalic context, class of word (function or content) and position within sentences. Consonant imprecision was confirmed in the speech of PD speakers.

KEYWORDS: perception, parkinsonian dysarthria, clinical phonetics, phonetic features

Volume 1 : Journées d'Études sur la Parole, pages 172–180.
HAL : hal-02798533.
Cette œuvre est mise à disposition sous licence Attribution 4.0 International.

1 Introduction

1.1 Etat de l'art

La maladie de Parkinson (MDP) est caractérisée par une perte progressive de neurones dopaminergiques au sein de la substantia negra (pars compacta); ses manifestations externes sont des déficits de mouvement comprenant la rigidité ou la raideur (muscles résistants au mouvement), l'akinésie (incapacité à initier le mouvement), la bradykinésie (lenteur du mouvement) et le tremblement de repos. Dans la production de la parole, ces symptômes affectent la respiration, la phonation, la prosodie et l'articulation (Darley et al., 1969), ce qui se manifeste au niveau acoustique par des changements et des anomalies de la fréquence fondamentale (F0), de l'intensité, du débit de parole, de la durée/distribution des pauses et de l'imprécision consonantique.

L'imprécision des consonnes dans la MDP a été examinée dans un certain nombre d'études perceptives, acoustiques et physiologiques. Par exemple, dans une étude utilisant le test de Fisher-Logemann sur la compétence articulatoire, les auteurs ont examiné la transcription phonétique effectuée par deux experts de parole produite par 200 patients atteints de la MDP et ont observé que les distorsions prédominantes touchent les occlusives, les affriquées et les fricatives (Logemann et al., 1981). En termes de traits phonétiques, les occlusives et les affriquées, qui sont normalement [-continu] ont été produites comme [+ continu] ; les fricatives qui sont [+ stridentes] ont été produites comme [-stridentes]. Une imprécision de l'articulation des consonnes a été également rapportée perceptivement dans (Chenery et al., 1988), dans (Ho et al., 1999) et dans (Plowman et al., 2009).

Ces résultats perceptifs ont été confirmés par des études acoustiques, notamment sur les imprécisions de voisement dans les travaux de Kent et Rosenbek (1982) ou Weismer (1984) pour l'anglais. Des anomalies similaires ont été signalées dans des études sur le français (Gremy, 1958 ; Uziel et al., 1975 ; Duez, 2014). Comme il est suggéré par Kent et Netsell (1971), la persévérance de voisement peut représenter un comportement compensatoire qui permet au locuteur d'éviter d'initier et arrêter des gestes articulatoires difficiles. La spirantisation s'est également révélée être une caractéristique saillante de l'imprécision des consonnes dans la parole parkinsonienne, c'est-à-dire le remplacement d'une tenue d'occlusive par une frication de faible intensité, ce qui reflète l'échec de la fermeture orale complète (Weismer, 1984 ; Kent et al., 1982). Dans une étude acoustique de la parole produite par 12 patients allemands, Ackermann et Ziegler (1992) ont observé une capacité réduite à fermer complètement le conduit vocal dans le cas d'occlusives et ont interprété cela comme une réduction de l'amplitude de mouvement des articulateurs. Fait intéressant, cet «undershoot» articulatoire n'était pas uniforme mais influencé par les exigences linguistiques, les occlusions associées aux syllabes accentuées étant effectuées beaucoup mieux que dans les syllabes non accentuées.

1.2 Objectifs de l'étude

Notre étude a pour objectif d'examiner la perception des consonnes intervocaliques contenues dans un paragraphe lu par des locuteurs MDP et des locuteurs issus d'un groupe témoin. Choisir d'utiliser de la parole lue nous permet d'examiner une grande variété de consonnes produites dans divers contextes phonémiques, dans différents types de mots et dans différentes positions prosodiques. Pour neutraliser l'effet de restauration qui aide à rétablir les informations manquantes dans les consonnes imprécises ou réduites (Warren et al., 1970 ; Duez, 2001), toutes les consonnes « stimuli » ont été isolées de façon à ne pas distinguer le mot dans lequel elles apparaissent et éviter de reconnaitre la consonne par identification lexicale. Mais pour éviter une écoute trop courte sur l'unique segment consonantique, nous avons découpé la consonne en ajoutant la moitié des voyelles précédentes et suivantes. Notre objectif est double:

1) comparer chaque consonne transcrite avec chaque consonne attendue dans divers contextes, à la fois dans la parole parkinsonienne et dans le groupe contrôle. Nous estimons que la comparaison des caractéristiques perçues dans les deux groupes nous permettra de séparer les changements résultant de la réduction et des processus d'assimilation normaux de ceux dus aux effets de la maladie de Parkinson.

2) tester la procédure et voir dans quelle mesure les séquences VCV peuvent être utilisées dans l'analyse de l'intelligibilité de la parole pathologique.

2 Matériel et méthode

2.1 Locuteurs

Dans cette étude, nous avons sélectionné les locuteurs à partir de la base de données AHN du service de neurologie du Centre Hospitalier du Pays d'Aix (Ghio et al., 2012). Nous avons choisi 10 hommes diagnostiqués avec la maladie de Parkinson et 10 locuteurs témoins de même sexe et âge que les patients. Les patients sélectionnés avaient entre 6 et 26 ans de maladie (moy=13.1 ans). Ils étaient tous traités par L-dopa de façon usuelle mais pour observer de façon plus nette les effets de la MDP, tous les patients avaient été sevrés de médicament pendant plus de 12 heures, délai usuel pour annuler les effets pharmacologiques. Avant l'enregistrement, l'évaluation motrice de chaque patient a été évaluée par un neurologue à l'aide de l'échelle UPDRS (Unified Parkinson's Disease Rating Score). L'item n°18 de cette échelle est particulièrement informatif car il indique la sévérité de la dysarthrie dans une approche subjective clinique avec les conventions suivantes: 0 ⇔ normal; 1⇔ légère perte d'expression, de diction et / ou de volume; 2⇔ monotone, flou, mais compréhensible, modérément altéré; 3⇔ déficience marquée, difficile à comprendre; 4⇔ inintelligible. Les caractéristiques de chaque patient sont indiquées en Table 1.

Table 1 : Caractéristiques des patients

	Age du diagnostic	Durée de la maladie	UPDRS III	Sévérité de la dysarthrie
P1	48	20	61	3
P2	45	12	34	2
P3	59	6	40	3
P4	31	13	30	1
P5	48	26	53	3
P6	39	11	30	3
P7	45	8	42	2
P8	52	8	44	1
P9	54	15	40	1
P10	55	11	35	1

2.2 Corpus

Le corpus utilisé pour fabriquer les stimuli est un paragraphe de « La chèvre de Monsieur Seguin » lu par les 20 locuteurs sélectionnés. La consigne était une lecture à vitesse et intensité confortable. Les enregistrements ont été réalisés dans une salle insonorisée du service de neurologie du Centre Hospitalier du Pays d'Aix à Aix-en-Provence par le biais d'un microphone serre-tête AKG C420 connecté au dispositif EVA2 (Ghio et al.,2012). La distribution des consonnes utilisées comme stimuli est détaillée en Table 2. Une moyenne de 114 séquences VCV par locuteur a été obtenue. Par conséquent, notre corpus était composé de 2280 stimuli (20 locuteurs * 114).

Table 2 : Nombre d'occurrences des consonnes dans le corpus

occlusives sourdes			occlusives voisées			Fricatives sourdes			fricatives voisées			Sonorantes				
p	t	k	b	d	g	f	s	ʃ	v	z	ʒ	m	n	l	r	Cons
77	110	77	67	72	30	30	112	68	28	62	45	57	85	187	71	Control
75	104	75	67	73	28	29	93	69	22	54	44	54	78	172	54	MDP

2.3 Auditeurs

Les 2280 stimuli ont été divisés aléatoirement en 20 blocs. Un bloc était composé de 114 éléments qui pouvaient provenir de tous les locuteurs. Ces stimuli ont été soumis à 20 auditeurs francophones naïfs (non spécialistes dans l'écoute des troubles de la parole) recrutés pour l'expérience. La consigne était la suivante : « Vous allez entendre des extraits de parole assez courts (ex: ati). En respectant les règles de l'orthographe du français, vous devrez transcrire ce que vous entendrez. Certaines prononciations seront difficiles à identifier mais dans tous les cas, vous devrez proposer une transcription ». Ces tests ont eu lieu au Centre d'Expérimentation sur la parole (http://cep.lpl-aix.fr/) au Laboratoire Parole et Langage à Aix-en-Provence. La présentation des stimuli et le recueil des réponses étaient automatisés grâce au dispositif Perceval-Lancelot (André et al., 2003).

Chaque auditeur, portant un casque audiophonique Superlux HD 681B, a transcrit 3 blocs de 114 éléments, soit 342 stimuli. L'intensité de lecture du son a été préréglée par l'auditeur pour être confortable et optimale pour la tâche. Chaque test a commencé avec quatre stimuli d'entraînement. Chaque élément était présenté une fois automatiquement mais l'auditeur pouvait répéter la lecture deux fois. L'auditeur a eu une pause de 5 minutes entre les blocs. Un total de 6840 réponses a été collectée car chaque bloc a été soumis à 3 auditeurs différents.

2.4 Prétraitement des données

Une fois les transcriptions recueillies, les réponses orthographiques ont été analysées manuellement afin d'obtenir la structure phonotactique de la réponse et surtout d'identifier la consonne perçue. En termes de structure, 67% des VCV ont été rapportés comme VCV, 13% des VCV ont été signalés comme CV, 2% comme VCCV (dans ce cas, le / d / ou / t / a été palatalisé dz ou ts) et 2% comme VCVC. Dans certains cas, les auditeurs percevaient les VCV comme des mots. Par exemple, la séquence [eʃɛ] était signalée comme [eʃɛl] ("échelle"), la séquence [ãʒe] comme [mãʒe] ("manger "). Dans d'autres cas, les auditeurs n'ont pas pu identifier la consonne et n'ont rien écrit.

Nous n'avons pas analysé la transcription des voyelles. Nous nous sommes concentrés uniquement sur les consonnes. La forme orthographique a été simplifiée en tant que forme phonétique. Par exemple, la séquence orthographique "ph" a été phonétisée comme / f /, "g" + "e" a été phonétisée comme / ʒ /. La conversion graphème/phonème en français étant cohérente, nous ne gardons que les données où il n'y avait pas d'ambiguïté (nous effaçons seulement 18 réponses ambiguës sur 6819).

La consonne transcrite a été examinée par rapport à la consonne cible. Nous appelons « score de déviation phonétique perçue » (Perceived Phonological Deviation) le nombre de traits phonétiques qui diffèrent de la consonne prototypique à la réponse. Un score de 0 signifie que la consonne a été correctement identifiée. Un score de *N* signifie qu'il y avait *N* traits phonétiques mal identifiées. La décomposition en traits que nous avons choisie est celle publiée dans (Ghio et al., 2018). Ainsi, une consonne cible /p/ perçue /b/ induira un score PPD de 1 (trait de voisement) ; un /p/ perçu /m/ fournira un score PPD de 2 (voisement + nasalité). Plus le score PPD est faible, meilleure peut être considérée l'intelligibilité (taux d'identification des consonnes) du locuteur.

3 Résultats

Le score PPD d'un locuteur est la moyenne des scores obtenue sur les 114 séquences VCV produite en moyenne par chaque locuteur et évaluées perceptivement. Tous les tests statistiques ont été effectués dans l'environnement logiciel R version 3.4.4 Des modèles linéaires à effets mixtes (package lme) ont été utilisés pour analyser les scores PPD considérés comme une variable continue.

3.1 Résultats généraux

Comme prévu, le score PPD est significativement plus faible (p <0,01) pour les locuteurs du groupe contrôle (CTRL) que pour les locuteurs parkinsoniens (PARK). Le score moyen pour les CTRL est de 0.72 avec un écart-type de 0.21, les valeurs correspondantes pour les PARK étant de 1.18 et 0.42 d'écart-type (Figure 1).

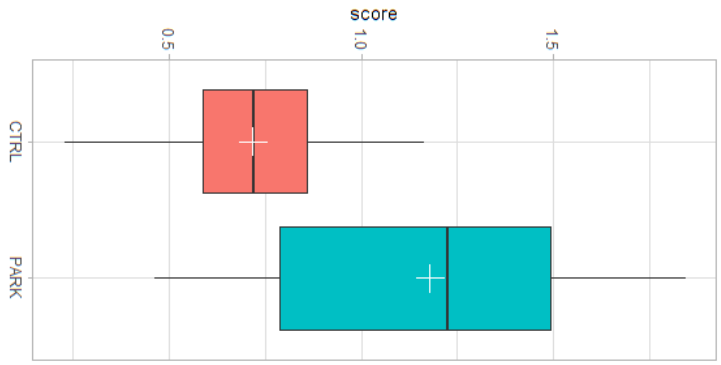

Figure 1 : score PPD (perceived phonological deviation) global pour les sujets contrôle (CTRL) vs parkinsoniens (PARK))

3.2 Les résultats par locuteur

Comme on peut le voir sur la Figure 2, les scores PPD obtenus pour les locuteurs témoins CTRL sont regroupés et inférieurs à 1; en revanche, les patients PARK se divisent en deux groupes. Les quatre premiers patients ont un score proche de celui des témoins (inférieur à 1) tandis que les six derniers patients ont un score PPD élevé (supérieur à 1,25). Fait intéressant, il existe un lien entre le premier groupe qui correspond aux patients avec un score de sévérité de la dysarthrie égal à 1 (voir Table 1) alors que ceux dont le score PPD est supérieur à 1.25 correspond aux patients avec un score de sévérité clinique de 2 ou 3 (voir Table 1).

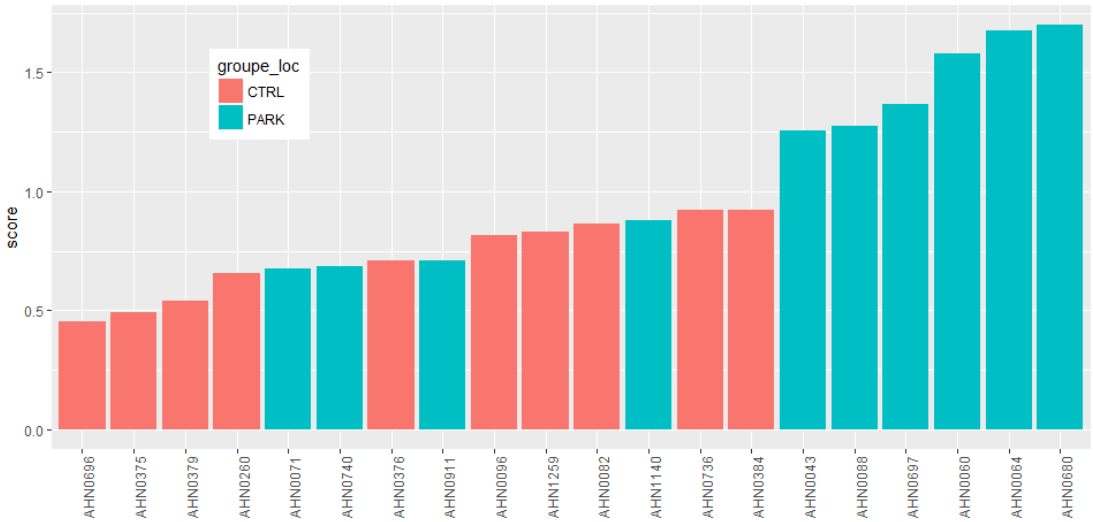

Figure 2 : score PPD pour chaque locuteur

3.3 Les résultats par consonnes cible

Comme le montre la Figure 3, il existe une hétérogénéité entre les consonnes. Les consonnes sourdes telles que /t, s, ʃ/ ont le meilleur taux d'identification tandis que les sonorantes /m, n, l, r/ ont des scores de déviation importants. La labiovelaire /v/ et la sonorante /r/ ont les taux d'identification les plus bas. Si les patients ont des scores de distorsion supérieurs à ceux des témoins, il est intéressant de noter que cette distribution est à peu près la même pour les témoins et les patients.

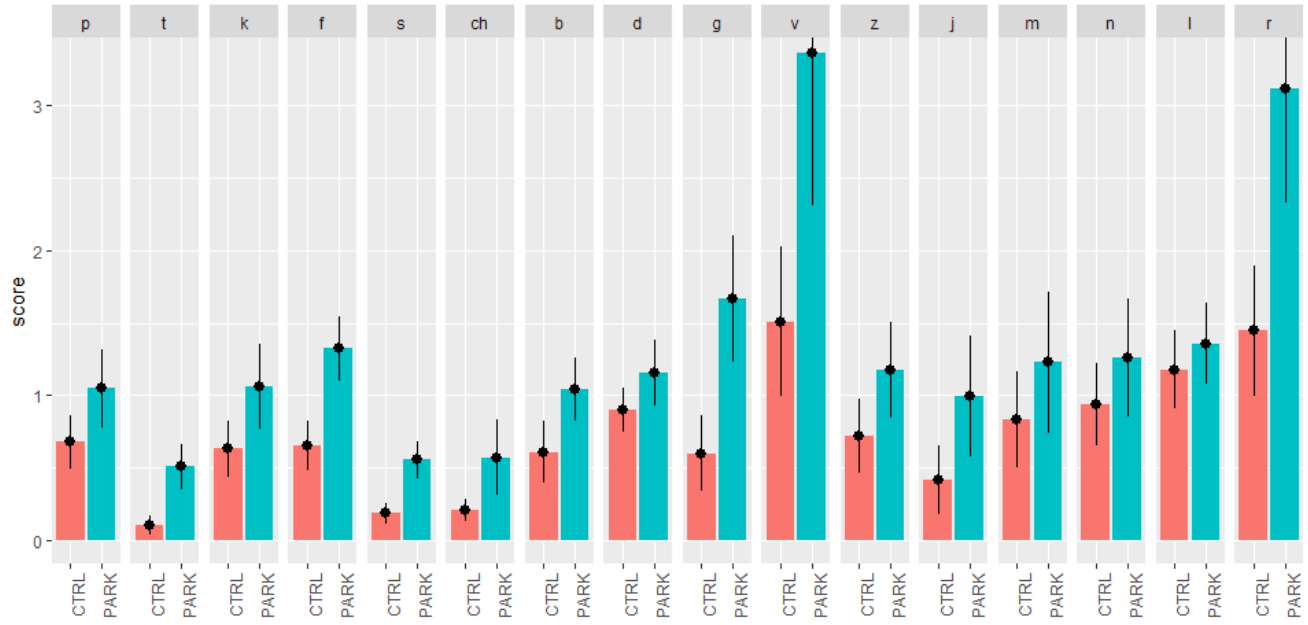

Figure 3 : score PPD en fonction de chaque consonne cible

3.4 L'effet du contexte prosodique

La Figure 4 présente les scores PPD obtenus en fonction de la position prosodique des consonnes dans l'énoncé. On observe que la plus mauvaise identification concerne les consonnes situées en position interne (NF) du groupe prosodique que ce soit pour le groupe témoin (μ = 0,92; sd = 0,30) et pour le groupe de patients (μ = 1,35, sd = 0,48). Lorsque les consonnes sont dans les syllabes finales (FF ou FP), les scores sont meilleurs en cas de pause finale (FP ; CTRL: μ = 0,41, sd = 0,30; PD: μ = 0,82, sd = 0,53) qu'en l'absence de pause (FF ; pour CTRL μ = 0,51, sd = 0,36; pour PD μ = 1,01, sd = 0,59). Les scores obtenus pour les consonnes en position initiale (IP) sont intermédiaires pour les témoins (μ = 0,62, sd = 0,32) et les patients (μ = 1,16, sd = 0,60).

Pour résumer, deux tendances émergent des résultats actuels: 1) les consonnes situées en position de frontière (IP, FF, FP) ont un score d'identification significativement plus élevé ($p < 0,0001$) que les consonnes situées dans les phrases et 2) les scores d'identification sont significativement plus élevés pour le groupe témoin que pour le groupe de patients ($p = 0,0035$). Il n'y a pas d'interaction ($p = 0.7653$).

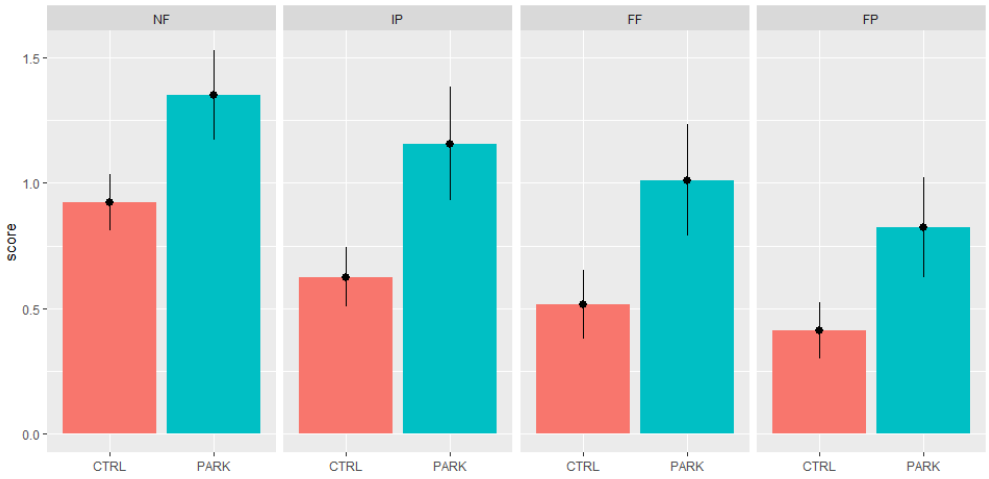

Figure 4 : score PPD en fonction de la position prosodique de la consonne cible

3.5 L'effet du contexte lié à la classe du mot contenant la consonne

Les consonnes situées dans les mots lexicaux (CW) ont un score d'identification significativement meilleur que celles situées dans les mots grammaticaux (FW) dans les deux groupes (p = 0,0003). Dans le groupe témoin, les scores PPD moyens sont plus faibles pour les consonnes situées dans les mots lexicaux (μ = 0,65, sd = 0,20) que pour celles situées dans les mots grammaticaux (μ = 0,86, sd = 0,35). Dans le groupe de patients, les scores moyens sont significativement plus élevés (p = 0,0054), les scores correspondants pour les mots lexicaux et les mots grammaticaux sont respectivement de 1,28 (sd = 0,5) et 1,12 (sd = 0,45). Il n'y a pas d'interaction (p = 0,55)

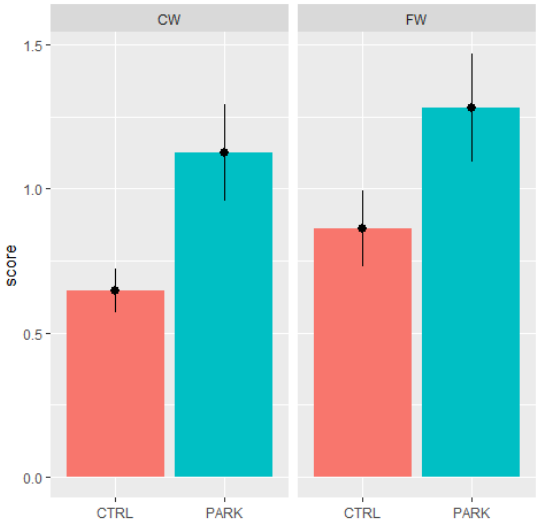

Figure 5 : score PPD en fonction de la classe du mot contenant la consonne

4 Discussion

Les résultats obtenus sont totalement conformes aux résultats rapportés dans la littérature sur l'imprécision des consonnes: les différences reflètent les problèmes articulatoires qui caractérisent la maladie de Parkinson. Le deuxième résultat est l'hétérogénéité des scores selon la consonne: certaines d'entre elles ont un score d'identification élevé, d'autres un score faible. Différentes hiérarchies ont été proposées avec une force consonantique en relation inverse avec l'échelle de sonorité, comme la hiérarchie élaborée suivante avec des occlusives et fricatives sourdes en tête suivies par les obstruantes voisées, les nasales les latérales et le R au plus bas.

Fait intéressant observé sur les locuteurs du groupe contrôle, certaines consonnes ont des caractéristiques mal identifiées. Il est bien connu que les locuteurs adaptent leurs gestes phonétiques de manière adaptative aux différents besoins des situations de parole et qu'ils maintiennent un contraste perceptif suffisant (c'est-à-dire un contraste suffisamment riche) pour être compris. Dans la présente étude, les consonnes ont été extraites de leur contexte et les informations conservées dans la

consonne peuvent ne pas avoir été suffisamment riches pour l'identification de toutes les caractéristiques. De plus, il a été démontré que la coarticulation est fréquente dans les séquences VCV et que de nombreux locuteurs témoins sains spirantisent parfois les occlusives. Par conséquent, on peut supposer que certaines caractéristiques mal identifiées sont le résultat d'une assimilation contextuelle. Concernant la parole MPD, il y a probablement des anomalies dues à la rigidité des muscles ce qui conduit à une diminution de l'amplitude et / ou de la force des mouvements articulatoires.

Le 3ième point examiné était l'impact de la structure prosodique sur la perception des consonnes dans les deux groupes de locuteur. Il a été montré que les consonnes situées dans les syllabes à l'intérieur d'un groupe prosodique avaient un score d'identification significativement plus bas que les consonnes situées dans les syllabes finales pré-pausales ou pas, suggérant ainsi que les premières étaient produites moins clairement que les secondes. Il a été démontré que les patients atteints de MP produisent un allongement final normal de la même manière que les locuteurs sains. On peut supposer que, comme les locuteurs contrôle, les patients articulent plus clairement les segments des syllabes terminales qui sont des points clés de la structure prosodique et ont un rôle important dans la perception. Fait intéressant, un effet de la proéminence initiale sur l'identification des consonnes a également été observé. La proéminence initiale a été étudiée acoustiquement et s'est révélée être caractérisée par un allongement plus important de l'onset par rapport à la proéminence finale qui présente un noyau et une rime plus longue. Cela explique pourquoi les consonnes initiales des mots ont un meilleur score d'identification que les consonnes situées dans les phrases. Dans tous les cas, ces résultats indiquent que la fonction syntaxique et démarcative de la prosodie est maintenue chez les patients souffrant de la maladie de Parkinson.

L'impact de la classe de mots sur l'identification des consonnes a été le quatrième point principal examiné. Il a été constaté que dans le discours de contrôle sain ainsi que dans le discours parkinsonien, les consonnes avaient plus de caractéristiques identifiées dans les mots de contenu que dans les mots de fonction. Ceci est en accord avec les études sur la phonétique des mots de contenu et de fonction. Ce fait est intéressant car il suggère que les patients, tout comme les locuteurs sains de contrôle, ont tendance à conserver les informations sémantiques contenues dans les mots lexicaux.

5 Conclusion

La présente étude est basée sur la perception des consonnes extraites de la parole lue par dix hommes souffrant de la maladie de Parkinson et par dix témoins. L'imprécision des consonnes a été confirmée dans la production des locuteurs MDP. De plus, deux groupes de patients ont été observés: le premier avec un faible degré de sévérité de la dysarthrie et des scores d'identification des consonnes proches de ceux des témoins; le second groupe avec un degré moyen ou élevé de sévérité de la dysarthrie et un faible score d'identification. Il semble donc que le score PPD puisse être un indicateur du degré de gravité de la maladie. Des études longitudinales sur la parole parkinsonienne pourraient nous indiquer si la production de consonnes est sensible à la progression de la maladie et pourrait être utilisée comme un outil d'évaluation.

La méthode utilisée dans cette étude nous a permis de prendre en compte l'effet des facteurs linguistiques et de montrer comment ils affectent la production et la perception des consonnes. L'intelligibilité semble optimale lorsque les consonnes appartiennent à des mots de contenu, à des syllabes initiales de mots ou à des syllabes de phrases finales.

Remerciements

Cette recherche a été financée en partie par un BQR labo (LPL) et par l'Agence nationale de la recherche ANR-18-CE45-0008. Les auteurs tiennent à remercier Alain Purson et Ludovic Jankowksi pour leur assistance lors de l'enregistrement des patients ainsi que le personnel du CEP, Laura Reynaud et Carine André pour leur assistance dans l'expérience perceptive.

Références

ACKERMANN H AND ZIEGLER W (1992) Articulatory deficits in parkinsonian dysarthria: an acoustic analysis, J Neurol Neurosurgery Psychiatry, 54 (12) 1093-1098.

ANDRÉ C, GHIO A, CAVÉ C, TESTON B . (2003) PERCEVAL: a Computer-Driven Systemfor Experimentation on Auditory and Visual Perception. International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS), Barcelona, Spain. pp.1421-1424.

CHENERY H, MURDOCH B. AND INGRAM J (1988) Studies in Parkinson's disease : Perceptual speech analyses, Australian Journal of Human Communication disorders; 16(2), 17-29.

DARLEY FL, ARONSON AE, BROWN J (1969) Differential diagnostic patterns of dysarthria, Journal of speech and hearing research; 246-269.

DUEZ D (2001) Restoration of deleted or assimilated consonant sequences in conversational French speech : effects of preceding and following contexts, Journal of International Phonetic Association; 31, 101-114.

DUEZ D (2014) Some segmental and prosodic aspects of speech motor disorders. In Motor Speech Disorders : a Cross-language perspective.; Eds N.Miller and AL Lowit, Mulitlingual matters, Bristo, Buffalo, Toronto, 168-195

GHIO A, POUCHOULIN G, TESTON B, PINTO S, FREDOUILLE C, DE LOOZE C, ROBERT D, VIALLET F, GIOVANNI A (2012) How to manage sound, physiological and clinical data of 2500 dysphonic and dysarthric speakers? Speech Communication, Elsevier: North-Holland, 54 (5), pp.664-679.

GHIO A, LALAIN M, GIUSTI L, POUCHOULIN G, ROBERT D, REBOURG M et al. (2018) Une mesure d'intelligibilité par décodage acoustico-phonétique de pseudo-mots dans le cas de parole atypique, XXXIIe JEP. pp.285-293, https://dx.doi.org/10.21437/jep.2018-33

GREMY F (1958) Contribution à l'étude oscillographique de certaines dysarthries. Thèse de Médecine 1958 ; Paris.

HO AAK, IANSEK R, MARIGLIANI C, BRADSHAW JL, GATES S (1999) Speech Impairment in a large sample of patients with Parkinson's disease. Behavioural Neurology; 11 (3), 131-137.

KENT RD. AND NETSELL (1971) Effects of stress contrasts on certain articulatory parameters. Phonetica 1971 ; 24, 23-44.

KENT RD, ROSENBEK JC (1982) Prosodic disturbance and neurologic lesion, Brain and Language; 15(2) 259-291.

LOGEMANN JA, FISHER HB (1981) Vocal tract control in Parkinson's disease:phonetic feature analysis of misarticulations, J Speech Hear Disord ; 46 (4), 348-52

PLOWMAN-PRINE EK, OKUNA MS., C.M. SAPIENZA CM, R. SHRIVASTAV R, et al (2009) Perceptual characteristics of Parkinsonian speech: A comparison of the pharmacological effects of levodopa across speech and non-speech motor systems, NeuroRehabilitation; 131-144.

UZIEL A, BOHE M, CADILHAC J AND PASSOUANT P (1975): Les troubles de la voix et de la parole dans les syndromes parkinsoniens, Folia Phoniatrica Logopaedica ; 27, 166-176

WARREN RM., WARREN RP. (1970), Auditory illusions and confusions. *Sci. Am.*; 223, 30-36

WEISMER G (1984) Articulatory characteristics of Parkinsonian dysarthria: Segmental and phrase-level timing, spirantization, and glottal-supraglottal coordination. In M.R. McNeil, J.C. Rosenbek & A.E. Aronson (Eds.), The dysarthrias: Physiology, acoustics, perception, management; (pp. 101–130). San Diego: College-Hill Press.