

Etude de la dysprosodie parkinsonienne: Analyses acoustiques d'un schéma de type interrogatif

Karine Rigaldie, Jean Luc Nespoulous, Nadine Vigouroux

Laboratoire Jacques Lordat, Toulouse
Institut des Sciences du Cerveau, Toulouse
IRIT, UMR, CNRS, Université Paul Sabatier, Toulouse
{rigaldie; vigourou}@irit.fr; nespoulo@univ-tlse2.fr

ABSTRACT

This article aims to acquire a better knowledge of prosodic disturbances in Parkinson disease via an acoustic analysis. The investigation of the patients' vocal productions by the way of acoustic analyses should indeed allow to identify phonetic and prosodic parameters that are specific of such a pathology. The Parkinsonian subjects had to repeat the interrogative pattern "Vous avez appris la nouvelle?" (in english: "You heard the news?"), three times: at the beginning, in the middle, and in the end of the protocol. This timing was determined in order to evaluate the effects of tiredness and the influence of other stimuli during the protocol. In order to determine the effect of dopamine, oral productions of twelve parkinsonian patients have been collected, in the OFF and ON states, and have then been compared to those of control subjects.

1. INTRODUCTION

Selon Chevrié Muller [1], les altérations prosodiques des sujets parkinsoniens seraient dues à des troubles de la réalisation motrice de la parole. Et pour Darley [2], l'origine de la dysarthrie parkinsonienne s'expliquerait par la limitation de l'exécution des mouvements respiratoires et phonatoires, liée à une faiblesse de la rigidité musculaire.

Au niveau de la parole dite « normale », la prosodie se traduit par des variations d'indices acoustiques et permet une organisation linguistique de l'énoncé. La dysprosodie est donc une manifestation de la dysarthrie parkinsonienne. Les manifestations de ces troubles prosodiques sont : une articulation appauvrie manifestée par une faible intensité (palilalie), un débit de parole accéléré (tachylalie) et un bredouillement lors du démarrage de la production ainsi que des variations de débit (dysfluence). La dysprosodie est souvent le premier signe de la dysarthrie parkinsonienne [2] et semble résister aux traitements médicamenteux [3].

Ce n'est que dans les récents travaux de Benoît Lagrue et Bernard Teston [4] et [5] que ces troubles de la parole ont été étudiés au moyen d'analyse acoustique.

Excepté ces travaux, et ceux de Gentil [6], l'état de l'art montre que peu d'études sur la dysprosodie parkinsonienne ont été conduites en français; dans les deux conditions état OFF (sans médicament) et état ON (de prise médicamenteuse).

L'un des objectifs relatif à l'étude d'un schéma intonatif de type interrogatif répliqué trois fois, au début, au milieu et en fin de protocole, est notamment d'observer les variations de la fréquence fondamentale et de l'énergie, ceci en état ON et OFF de la prise médicamenteuse des sujets.

En 1998, Le Dorze [7] observent les variations du F0 sur des schémas intonatifs de type question-affirmation. Ils comparent le F0 de la dernière syllabe sur chaque phrase et observent que 10 patients produisent un F0 moins élevé comparé aux sujets de contrôle. Tandis que les sujets normaux réalisent les productions avec un F0 plus élevé sur la dernière syllabe, les sujets parkinsoniens ne montrent aucune variation.

2. BASE D'INFORMATIONS MÉDICALES ET DE DONNÉES DE PAROLE

Nous disposons d'une base de données médicale, neurologique et de parole constituée en collaboration avec l'équipe du CIC (Centre d'investigation Clinique) de l'hôpital de Purpan dans le cadre d'un projet soutenu par l'INSERM. La base de données comporte plusieurs types d'énoncés selon le protocole de Laur et Vigouroux [8].

2.1. Les Patients

La présente étude porte sur un corpus de parole recueilli auprès de 12 patients parkinsoniens en état OFF et ON (cinq femmes : **P1, P2, P3, P4** et **P5** et sept hommes : **P6, P7, P8, P9, P10, P11** et **P12**) aux degrés 2,5, 3 et 4 de l'échelle de Hoehn et de Yahr [8] et de 12 sujets de contrôle (sept femmes : **S1, S2, S3, S4, S5, S6** et **S7** et cinq hommes : **S8, S9, S10, S11** et **S12**). Afin de rendre compte de la variabilité inter-sujets nous avons comparé les productions des sujets parkinsoniens en état OFF et ON de prise médicamenteuse et les avons comparées à celles des sujets de contrôle.

Les patients parkinsoniens retenus sont d'origine française, ont entre 60 et 80 ans et présentent au plan de la perception une altération de la parole repérée par l'équipe médicale selon l'échelle de la maladie de Hoehn et de Yahr [9].

2.2 Le protocole

Les patients sont convoqués la veille de l'investigation. Ils interrompent leur traitement 16 heures avant la première passation et sont enregistrés le lendemain matin vers 8H30. A la fin de la première série d'exercices (phonétiques), ils prennent leur traitement habituel et peuvent se reposer. Dès qu'ils sont « débloqués », c'est-à-dire dès qu'ils ont atteint la phase ON, ils répètent exactement la même procédure.

3. METHODOLOGIE

Le schéma interrogatif correspond à une question de type syntaxique déclaratif, "Vous avez appris la nouvelle?". La phrase interrogative devrait être marquée par une montée importante de la voix à la fin de la phrase surtout quand la structure de la phrase est de type énonciatif, comme c'est le cas dans notre étude. La forme de la pente mélodique est déterminante. Plus l'angle se rapproche de 90°, plus la courbe est perçue comme une question, Léon [10]. Il faut souligner que les formes des courbes peuvent présenter de nombreuses variantes selon les caractéristiques intra et inter individuelles du locuteur et des effets phonostylistiques comme par exemple un niveau d'attaque plus ou moins haut pour une question, une montée plus ou moins ample pour une continuation, une descente plus ou moins brusque pour une finalité.

Le stimulus « vous avez appris la nouvelle ? » a donc été produit trois fois par l'ensemble des sujets femmes et hommes, ceci en début du protocole N1 (première production de nouvelle), au milieu du protocole : N2 et à la fin du protocole : N3. Nous avons posé l'hypothèse selon laquelle les valeurs de fréquence, d'intensité et de durée de la dernière occurrence N3 seraient plus basses comparées à celles de la première N1 et de la deuxième N2. Cela traduirait selon nous un effet de fatigue. Pour l'étude des différents paramètres acoustiques, et afin d'observer la meilleure production entre les deux états des patients, nous avons procédé à deux analyses, nous avons tout d'abord comparé la moyenne des trois occurrences chez tous les sujets puis avons comparé chacune de ces trois occurrences entre elles.

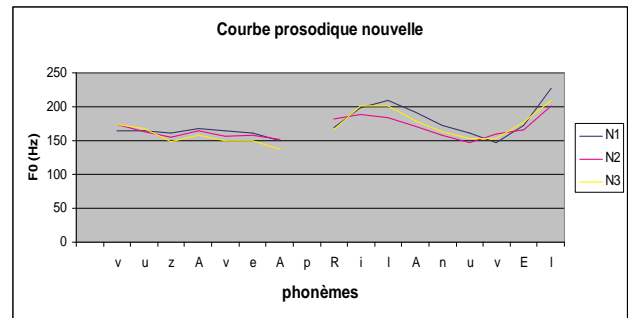


Figure 1: Représentation prosodique de N1, N2, N3, Etat OFF pour P6

A partir des marques d'annotation, les valeurs moyennes de durée, de fréquence fondamentale, des formants des phonèmes ont été calculées. Pour cela, nous avons également utilisé le logiciel Winsnoori (Loria Babel Technologie, 2002). L'algorithme de calcul du F0 est basé sur la méthode : Fast Fourier Transform (FFT). Le signal est digitalisé à 22 KHz. Pour le F0 et l'énergie, nous avons utilisé un pas de discrétisation de cinq millisecondes. Les valeurs de F0 sont calculées toutes les cinq millisecondes (en utilisant l'algorithme).

La gamme de variations moyennes de la fréquence fondamentale se situe aux alentours de 100 à 150 Hz pour l'homme adulte et de 140 à 240 Hz pour la femme adulte. Cependant au niveau de la parole pathologique, ces moyennes peuvent varier considérablement. Nous avons donc comparé les résultats de la population des sujets femmes et celle des sujets hommes séparément afin de pouvoir les interpréter au mieux.

Nous présenterons donc les moyennes du F0, de l'intensité pour chacune des populations, puis détaillerons les résultats obtenus chez les sujets en état OFF et ON ainsi que chez les sujets sains.

4. RESULTATS

Pour une meilleure lisibilité des graphiques lors de la présentation des différents résultats et notamment des moyennes, nous avons regroupé les résultats des patientes parkinsoniennes en état (PF OFF), des patientes parkinsoniennes en état ON (PF ON) et des sujets de contrôle femmes sous le terme générique de « sujets femmes ». Le terme de « sujets hommes » prend en compte la comparaison des résultats obtenus entre les productions des patients parkinsoniens en état (PH OFF), des patients parkinsoniens en état ON (PH ON) et des sujets de contrôle hommes.

Afin de mesurer les variations de la fréquence fondamentale, de l'intensité et de la durée entre l'état OFF et l'état ON, nous avons en premier lieu moyenné les trois productions du schéma de type interrogatif chez l'ensemble des sujets. Nous constatons ainsi que le traitement pharmacologique améliore l'ensemble des productions des patients **P2**, **P4** et **P5**. Un seul patient

n'améliore pas l'ensemble des ces valeurs entre l'état OFF et l'état ON, il s'agit du patient **P8**.

4.1. Sujets femmes

Variabilité intra-groupes : le cas du F0

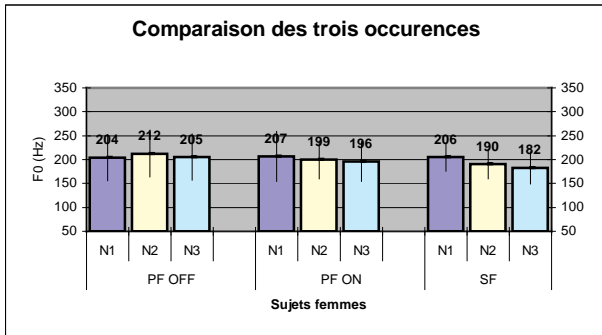


Figure 2 : F0 sujets femmes

Nous avons étudié les valeurs de N1, N2 et N3 sur l'ensemble des sujets femmes. Il ressort que N3 est la plus mauvaise réalisation sur l'ensemble des patientes en état ON (206,79, 199,35 et 196,19 Hz) et chez les sujets de contrôle femmes (205,50 Hz ; 190,01 Hz et 182,34 Hz). Chez les patientes en état ON, N1 est la meilleure réalisation.

En ce qui concerne le paramètre de F0, l'effet de fatigue semble donc se vérifier chez trois patientes en état ON (**P1**, **P2** et **P4**), trois sujets de contrôle (**S1**, **S5** et **S7**) et une patiente en état OFF (P4) puisque les valeurs déclinent entre la première, la deuxième et la troisième réalisation. Nous remarquons une augmentation entre N1 et N2 chez trois patientes en état OFF mais les valeurs diminuent entre N2 et N3, il s'agit de (**P1**, **P2** et **P4**). Ainsi quel que soit leur état la dernière réalisation est toujours la plus mauvaise chez ces patientes. Mais la dopamine améliore l'ensemble des trois réalisations chez **P2** et **P4**.

Variabilité intra-groupes : le cas de l'énergie

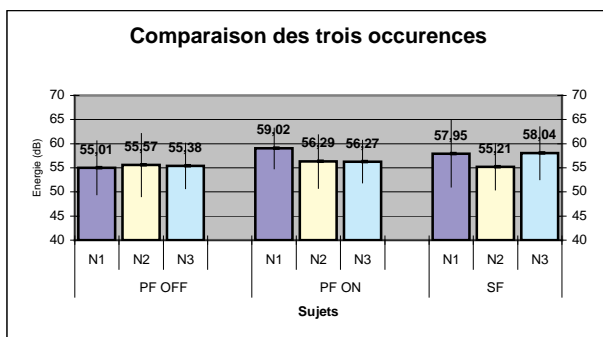


Figure 3 : Energie sujets Femmes

Le paramètre de l'intensité entre les trois occurrences semble plus homogène en état OFF. Avant la prise de dopamine la moyenne de l'énergie de la première occurrence est de 55,01dB, 55,57 dB pour la deuxième

et 55,38 dB pour la dernière. En état ON la moyenne est plus basse sur la dernière réalisation, 59,02 dB pour N1, 56,29 dB pour N2 et 56,27 dB pour N3. Chez les sujets femmes, c'est la deuxième réalisation qui est produite avec une plus faible intensité 55,21 dB pour N2, 57,95 dB pour N1 et 58,04 dB pour N3.

La patiente **P4** est la seule patiente dont les valeurs de fréquence diminuent entre chaque occurrence alors que ces valeurs d'intensité augmentent entre ces mêmes occurrences et ce quel que soit son état. Cette patiente semble donc compenser son déficit au niveau des vibrations des cordes vocales par une élévation de l'énergie. Chez les autres patientes les valeurs d'intensité et de fréquence diminuent entre chaque occurrence en état ON. L'effet de compensation du déficit du F0 se vérifie également chez deux sujets de contrôle femme (**S1** et **S7**).

4.2. Sujets hommes

Variabilité intra-groupes : le cas du F0

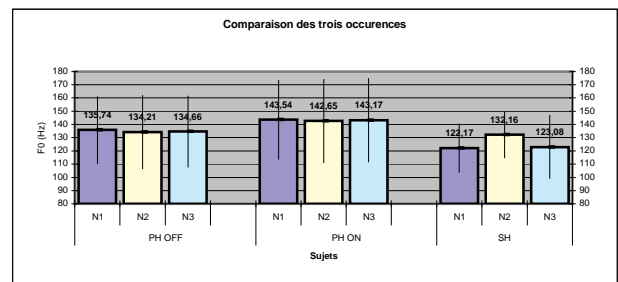


Figure 4 : F0 sujets Hommes

La figure 3 indique que sur l'ensemble de la population patients parkinsoniens état OFF, état ON et sujets de contrôle, la moyenne des trois occurrences est plus homogène chez les patients en état ON. Que ce soit en OFF ou en état ON la deuxième réalisation est toujours la plus mauvaise chez les patients parkinsoniens (135, 74Hz pour N1, 134, 21 Hz pour N2 et 134, 66Hz pour N3 en OFF et 143, 54 Hz pour N1, 142, 65 Hz pour N2 et 143, 17 Hz pour N3 en état ON).

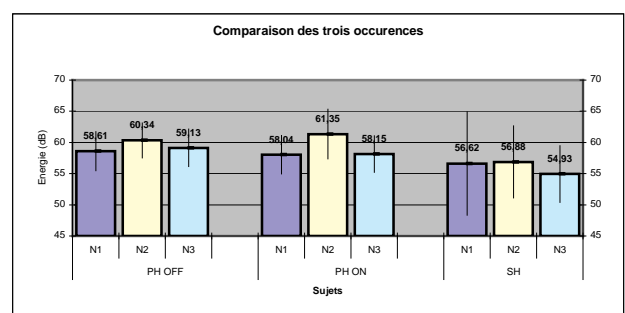


Figure 5 : Energie Sujets Hommes

Variabilité intra-groupes : le cas de l'énergie

Les valeurs d'énergie sont plus élevés sur la deuxième occurrence que se soit en état OFF ou ON. Nous avons constaté dans le paragraphe précédent que N2 était la

production la moins bien réalisé au niveau des variations du F0 sur l'ensemble des patients et ce quel que soit leur état. Cela suppose que les sujets parkinsoniens hommes compenseraient leur déficit du F0 par une élévation de l'énergie sur la deuxième occurrence.

5. CONCLUSION

Les résultats obtenus sur le stimulus « vous avez appris la nouvelle ? » nous permettent de vérifier plus précisément les deux principales hypothèses relatives à ce stimulus à savoir le respect ou non du schéma mélodique de base (réalisation ascendante en finale de production et ce sur l'ensemble des trois occurrences) par l'ensemble des patients et des sujets et l'observation ou non d'un effet de fatigue sur la troisième occurrence. Nous avons ainsi noté que l'ensemble de la population (hommes et femmes) ne présentaient pas de difficulté à réaliser un schéma de type interrogatif.

Nous avons également posé l'hypothèse que la troisième réalisation serait la plus mauvaise tant au niveau des valeurs du F0 que celles de l'énergie de l'énergie, traduisant un certain effet de fatigue.

En ce qui concerne le paramètre de fréquence fondamentale et en état OFF nous observons cet effet de fatigue chez les patients **P4**, **P8** et **P11** entre la première, la deuxième et la troisième réalisation. En état ON, ce phénomène apparaît chez **P8**.

Les valeurs d'énergie quant à elles diminuent entre N1, N2 et N3 chez **P2**, **P5** en état OFF et chez **P1**, **P2** et **P3** en état ON. Nous avons également remarqué sur ce stimulus, un effet de compensation du déficit des vibrations des cordes vocales par une élévation des valeurs de l'énergie. En effet, alors que les valeurs de fréquence déclinent entre chaque occurrence les valeurs d'énergie augmentent. Nous avons observé ce phénomène chez les patients **P4** et **P11** en état OFF et chez **P7**, **P8** et **P9** en état ON. Ceci s'observe également chez les sujets de contrôle **S1**, **S7**, **S8** et **S9**.

Un troisième niveau d'étude concerne le paramètre de durée. Nous avons initié une analyse de la durée de la production et du débit.

En effet, nous formulons également l'hypothèse selon laquelle la dopamine pourrait avoir, un effet sur le débit ou la vitesse d'articulation des productions des sujets. De plus, nous pensons que l'augmentation ou le ralentissement du débit serait donc tout comme l'intensité une stratégie consciente ou non mise en œuvre par le patient pour compenser le déficit en termes de vibration des cordes vocales.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Chevie Muller C., Intervention rééducative sur la voix et la parole dans la maladie de Parkinson, in *La*

maladie de Parkinson, Acanthe (ed) Masson, Paris, A. Rascol, pp. 223-237, 1998.

- [2] Darley, F.-L., Aronson, A.-E., Brown, J.-R. Differential diagnostic patterns of dysarthria. *Journal of Speech and Hearing Research*, **12**, pp. 249-269, 1969.
- [3] Shea, B., Drummond, S., Metzger, W., et Kreuger, K. Effect of Selegiline on speech performance in *Parkinson's disease*. *Folia Phoniatrica*, **45**, 40-46, 1993.
- [4] Teston, B. Evaluation acoustique des dysarthries : méthodes acoustiques et aérodynamiques, in Auzou, P., Ozcancack, C., Brun, V., (Eds.), *Les dysarthries, (Problèmes en médecine de rééducation, 41)*, Masson, Paris, pp. 90-108, 2001.
- [5] Lagrue, B., Mignard, P., Viallet, F., Gantcheva, R., Voice in Parkinson disease: A study of pitch, tonal range and fundamental frequency variations, *ICPhs San Fransisco*, Vol. 9, pp. 1811-1814, 1999.
- [6] Gentil, M., Pollack, P., Perret, J., La dysarthrie parkinsonienne, *Revue Neurologique*, 151, n° 2, pp. 105-112, 1995.
- [7] Le Dorze, G., Ryalls, J., Brassard, C., Boulanger, N., et Ratte, D. A comparison of the prosodic characteristics of the speech of people with Parkinson's disease and Friedrich's ataxia with neurologically normal speakers. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, **50**, 1-9, 1998.
- [8] Laur, D., Vigouroux, N., Nespoulous, J. L : Les altérations de la parole dans la maladie de Parkinson : bilan et perspectives de recherche, dans *Cahiers du Centre Interdisciplinaire des Sciences du Langage n° 11*, 1995-1996, Université Toulouse-Le Mirail, pp 49-60, 1996.
- [9] Hoehn, M.-M., Yahr, M.-D. Parkinsonism: onset progression and mortality, *Neurology*, **17**, 472-442, 1967.
- [10] Leon PR., *Phonétisme et prononciation du français*, Paris, Nathan. 1992