

# Etude de la coarticulation CV chez des adultes bègues italiens

Marine Verdurand<sup>1</sup> Lionel Granjon<sup>1</sup> Daria Balbo<sup>3</sup> Solange Rossato<sup>2</sup> Claudio Zmarich<sup>4</sup>

(1) GIPSA-Lab, UMR 5216, domaine universitaire, 38420 St Martin d'Hères

(2) LIG, UMR5217, domaine universitaire, 38420 St Martin d'Hères

(3) Università di Padova, 38137 Padova, Italia

(4) CNR-ISTC, 2 Via Martiri della Libertà, 35137 Padova, Italia

marine.verdurand@gipsa-lab.inpg.fr, lionel.granjon@gipsa-lab.inpg.fr, db17@hotmail.it, solange.rossato@gipsa-lab.inpg.fr, claudio.zmarich@pd.istc.cnr.it

## RESUME

---

La coarticulation de la parole bègue présente des particularités dans ses aspects disfluents et fluents. Cette étude s'intéresse à la coarticulation des séquences fluentes d'adultes bègues italiens. Les sujets doivent répéter des syllabes CV dans deux conditions de retour auditif : normales, puis avec feedback auditif modifié. Les résultats montrent une tendance à une coarticulation moins importante chez les adultes bègues par rapport à leurs homologues fluents. Cette différence est d'autant plus marquée que la consonne, de la séquence CV, est postérieure. La condition de feedback modifié, permet chez les bègues, une réduction de la variabilité. Egalement, le degré de coarticulation a tendance à se rapprocher de celui des fluents pour les séquences avec consonne postérieure. Une discussion est faite autour du contrôle moteur de la parole bègue.

## ABSTRACT

---

### Study of the coarticulation CV within Italian adult stutterers

The coarticulation of the stuttered speech shows distinctive characteristics in its dysfluent aspects as well as in its fluent ones. The present survey is about the coarticulation of fluent sequences tested in Italian adult stutterers. The tested subjects had to repeat CV syllables under two different feedbacks : normal, then with an altered auditory feedback. The results show that the coarticulation tends to be less important in adult stutterers compared to that of fluent adults. This difference is all the more perceptible as the consonant, in sequence CV, is a back one. The condition of the altered feedback enables the stutterers to have decrease in variability. And, the degree of coarticulation tends to be closer to that of the fluents one, for the sequences with the back consonant. Discussion is open about the motor control of the stuttered speech.

---

MOTS-CLES : bégaiement, disfluences, coarticulation, retour auditif modifié.

KEYWORDS : stuttering, disfluencies, coarticulation, altered auditory feedback.

---

## 1 Introduction

Dans le bégaiement, la fluence est perturbée en raison des disfluences qui sont des difficultés motrices de l'écoulement de la parole empêchant la personne de dire ce qu'elle souhaite. Wingate (1988), dans son hypothèse de la ligne de faille, stipule que les

disfluences puissent être considérées comme une perturbation du phénomène de coarticulation. Plusieurs études confirment cette hypothèse non seulement dans la parole disfluente (Howell et Vause, 1986) des sujets bègues, mais aussi dans leur parole fluente (Zmarich et al., 2006 ; Hirsch, 2007 ). Par ailleurs, les modifications du feedback auditif sont reconnues pour améliorer la fluence des personnes bègues. Il paraît donc judicieux d'étudier la parole bégue dans ses aspects fluents, dans des conditions perceptives normales et perturbées.

## **2 Caractéristiques de la parole fluente des adultes bègues**

Les données de la littérature ne permettent pas encore de tirer des conclusions précises sur le contrôle moteur de la parole perceptivement fluente des personnes bègues. Néanmoins, nous pouvons parler de particularités phonétiques la caractérisant. Notamment, il existe une centralisation des voyelles par rapport aux homologues fluents (Blomgren et al., 1998 ; Hirsch, 2007). D'un point de vue du contrôle moteur de la parole, cette centralisation signifie que les personnes bègues font des mouvements articulatoires moins amples, donc plus faciles à contrôler. Cette amplitude réduite des mouvements articulatoires pourrait être une stratégie pour compenser le bégaiement (Zmarich et al., 2006).

Par ailleurs, la parole bégue est marquée par des transitions formantiques qualifiées d'« anormales ». Selon les études, les conclusions divergent. Les transitions chez les bègues sont parfois notées comme étant absentes (Howell et Vause, 1986), parfois comme étant plus larges et plus rapides que celles des fluents (Robb et Blomgren, 1997). Subramanian et al. (2003), dans une étude longitudinale, analysent la transition du F2 dans une parole perceptivement « fluente » d'enfants bègues. Ils constatent, chez les enfants dont le bégaiement s'est chronicisé, des changements fréquents moins importants que ceux trouvés chez les enfants dont le bégaiement a disparu ou ceux trouvés chez les fluents. La mesure du F2 pourrait éventuellement servir à pronostiquer la chronicisation du bégaiement.

Au niveau de la coarticulation anticipatoire, les résultats sont également contradictoires. Certaines études montrent une coarticulation plus importante chez les bègues. Notamment, les sujets bègues italiens ont une coarticulation anticipatoire plus marquée que leurs homologues fluents sur les syllabes accentuées (Zmarich et al., 2006). Toutefois, Sussman et al., (2010) ne confirment pas ces données. Ils montrent que la programmation motrice de la coarticulation anticipatoire tombe dans les limites normales chez les adultes bègues, en situation de lecture de textes riches en mots commençant par /bV/ /dV/ et /gV/. Cependant pour la séquence /dV/, les bègues les plus sévères tendent à avoir une coarticulation plus faible que celle des fluents. De même qu'une centralisation des voyelles, une coarticulation plus importante pourrait révéler une stratégie de compensation du bégaiement (Zmarich et al., 2006). Les études cinématiques montrent que dans la parole fluente des bègues, les stratégies de contrôle moteur sont différentes de celles des témoins (Namasivayam et Van Lieshout, 2009).

L'étude du bégaiement à travers ses aspects fluents peut révéler une quantité considérable d'informations sur les mécanismes du trouble. Notamment, la coarticulation présente des particularités qu'il est intéressant d'approfondir puisque actuellement, les

résultats des études montrent une certaine disparité. Un autre point qui mérite attention est l'amélioration de la fluence sous retour auditif modifié.

### **3 Rôle du retour auditif chez les personnes bègues**

Certaines modifications du feedback auditif (bruit blanc, décalage temporel ou fréquentiel de la parole) entraînent une réduction des disfluences (Stuart et al. 2008). Les modifications de la parole chez les personnes qui bégaièrent ne concernent donc pas seulement l'aspect moteur mais impliquent la boucle perceptivo-motrice.

Max et al.(2004) proposent que la personne bègue ait une dépendance trop importante au système de contrôle des informations afférentes. Deux types de retours sont présents pour contrôler la planification des commandes motrices puis l'exécution motrice elle-même. Ce sont les modèles internes et les retours externes. Les premiers contrôlent les commandes motrices avant qu'elles ne soient exécutées. Les seconds, plus lents, font un contrôle à partir des informations tactiles, proprioceptives et auditives. Les personnes bègues se serviraient préférentiellement des contrôles externes, plus lents. Le fait de trop investir ce système de contrôle favoriserait un décalage entre la commande motrice et les conséquences auditives et sensorielles. Ce décalage provoquerait des instabilités qui conduiraient aux disfluences. Actuellement, les recherches sont tournées vers les AAF (Altered Auditory Feedback). La plupart s'intéressent à leur effet sur le taux de disfluences. Une étude, Balbo (2011), montre des effets variables du AAF sur les mesures de coarticulation et des structures formantiques des voyelles. Ces effets pourraient être fonction du degré de sévérité du bégaiement.

Nous avons souhaité approfondir ces aspects. Nous supposons que la coarticulation des bègues diffère de celle des fluents, au moins en partie. Cependant, vu la disparité des résultats observés en littérature, il est difficile de pronostiquer l'orientation de la différence. Nous étudions cette coarticulation pour les lieux bilabial, coronal et vélaire. Enfin, nous présumons que la condition AAF, reconnue pour être très améliorante, permette de rapprocher la coarticulation des bègues de celle des fluents.

## **4 Méthodologie**

### **4.1 Les sujets**

L'étude présentée ici s'inscrit dans une recherche plus large sur des bègues italiens et français. Cette étude concerne uniquement les sujets italiens. 11 adultes bègues (29 ans et 4 mois) italiens et 10 adultes fluents italiens (35 ans et 4 mois) ont été enregistrés. La sévérité du bégaiement a été évaluée par le *Stuttering Severity Instrument for Children and Adults-3rd edition* (SSI-3, Riley, 1994). Deux sujets ont un bégaiement modéré ; quatre autres ont un bégaiement modéré à sévère ; un, un bégaiement sévère ; et deux, un bégaiement très sévère. Ont été inclus dans l'étude, les sujets n'ayant aucun trouble auditif ou langagier.

### **4.2 L'expérimentation**

#### **4.2.1 Les conditions d'enregistrement**

Au cours d'enregistrements audio et vidéo, des corpus de parole spontanée et lue ont été recueillis, sous SR (Sans Retour modifié), afin d'établir la sévérité du bégaiement ; puis sous AAF. Ensuite, une tâche de répétition a été réalisée sous SR, puis sous AAF.

#### 4.2.2 Matériel et programmation

Les enregistrements sont faits grâce à un microphone professionnel AKG C1000S, relié à un enregistreur *PMD Marantz*. L'expérimentation est conçue grâce au logiciel E-Prime pour délivrer les phrases stimuli, et par le logiciel Max/msp pour la modification du retour auditif. Sous AAF, le sujet, par l'intermédiaire d'écouteurs perçoit son retour auditif de manière modifiée. L'altération du feedback auditif est à la fois temporelle et fréquentielle. Le décalage temporel est de 60 ms. Le shift fréquentiel correspond à une aggravation de 40% de la F0 du sujet.

#### 4.2.3 Corpus

Ce sont des syllabes cibles CV incluses dans une phrase à répéter: « dico CV poi CV poi CV » (« je dis CV puis CV puis CV »). C est une plosive voisée /b, d, g/ et V une voyelle cardinale /a, i, u/. Chaque phrase est répétée aléatoirement 3 fois.

### 4.3 Analyses

Nous avons d'abord annoté les enregistrements sous Praat en notant les plosions, le début, et la fin des voyelles. Ensuite, nous avons utilisé la méthode de l'équation du locus pour mesurer la coarticulation anticipatoire. Cette équation correspond à des régressions linéaires des valeurs en fréquence du F2 mesurées au début du F2 (F2début, premiers cycles reconnaissables de la voyelle) et au centre de la voyelle (F2voyelle). Cette ligne de régression linéaire est représentée par la formule :

$$F2début = k * F2voyelle + c \text{ (Lindblom, 1963)}$$

où  $k$  est la pente de régression qui donne le degré de coarticulation anticipatoire, et  $c$ , le point d'intersection avec l'axe des ordonnées. Nous avons calculé une pente par sujet en effectuant une régression linéaire robuste sur l'ensemble des 18 répétitions de syllabes C/a, i, u/, pour chaque lieu d'articulation. Les valeurs de  $k$  sont usuellement comprises entre 0 et 1, 0 signifiant qu'il n'y a aucune coarticulation anticipatoire donc peu d'influence du contexte vocalique, 1 une coarticulation très importante.

## 5 Résultats

Pour chaque consonne et chaque sujet, la pente  $k$  est estimée à partir des 18 mesures de couple (F2début, F2voyelle) sur /i, a, u/. La figure 1 présente les moyennes de  $k$  obtenues pour les 11 sujets bègues, et les 10 contrôles, dans les deux conditions SR et AAF.

Nous avons fait des ANOVA à mesures répétées sur la variable dépendante  $k$  avec comme facteurs intra-sujets le lieu d'articulation et la condition (SR ou AAF) et comme facteur externe le Groupe (sujets bègues ou contrôle).

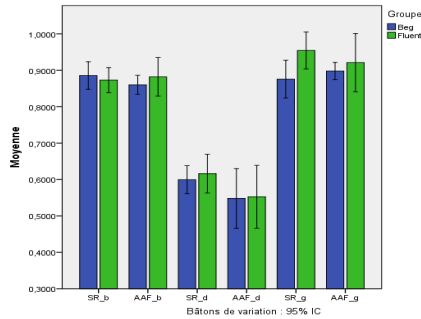


FIGURE 1– degré de coarticulation chez les bégues et les fluents en fonction de la consonne et de la condition perceptive (AAF ou SR)

### 5.1 Locus en fonction des lieux d’articulation des consonnes.

Les valeurs des pentes  $k$  varient en fonction du lieu d’articulation de la consonne :  $k_{bilabiale} = 0,88$  ;  $k_{coronale} = 0,60$  et  $k_{vélaire} = 0,92$ . Comme nous l’attendions, nous trouvons un effet de la consonne significatif ( $F(2,24) = 115,18$  ;  $p = 0,000$ ). Pour chaque consonne, nous retrouvons des valeurs moyennes de  $k$  qui sont similaires à celles données par Agwuete et al. (2008).

### 5.2 Comparaison entre les bégues et les fluents sans retour modifié

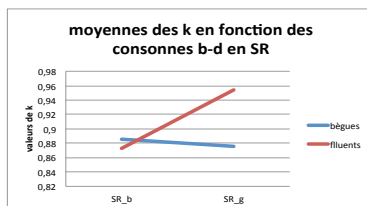


FIGURE 2– Moyennes de  $k$  des bégues et des fluents pour la paire de consonnes /b-g/

Il semble que la consonne ait un effet en fonction du groupe et que ce soit la séquence /gV/ qui provoque le plus de différence entre les deux groupes. Sur cette dernière séquence, la coarticulation des bégues paraît plus faible que celle des fluents. Globalement, l’interaction entre le groupe (bégues/fluents) et la consonne (b, d, g) a tendance à être significatif ( $F(2, 38) = 2,660$  ;  $p = 0,083$ ). Plus finement, lorsqu’on regarde les interactions entre les paires de consonnes et le groupe (contrastes), comme le montre la figure 2, l’effet de la consonne est significatif pour la paire de consonnes /b-g/ ( $F(1, 19) = 6,074$  ;  $p = 0,023$ ). Pour les autres paires de consonnes, l’interaction n’est pas significative.

De plus, nous remarquons, sur la séquence avec la vélaire, que la variabilité est la plus grande chez les bègues, alors qu'elle est la plus réduite chez les fluents.

### **5.3 Effet du retour auditif modifié au sein de chaque groupe**

Pour les deux groupes, la condition de retour auditif modifié en fonction de la consonne, n'a pas d'effet significatif ( $F_{\text{bègues}}(2, 20) = 2,026$  ;  $p_{\text{bègues}} = 0,158$  ;  $F_{\text{fluents}}(2, 18) = 3,275$  ;  $p_{\text{fluents}} = 0,061$ ). En revanche, il est intéressant de remarquer que la situation de retour auditif modifié induit moins de variabilité chez les bègues pour les séquences /bV/ et /gV/. Pour cette dernière séquence, la réduction de variabilité est la plus importante. Pour les fluents, le comportement est inverse. Et la différence entre la coarticulation des fluents en situation SR et en situation AAF tend à être significative. En situation AAF, la variabilité entre les sujets fluents est plus élevée, pour être maximale sur la séquence /gV/. Par ailleurs, nous notons un lien avec la sévérité du bégaiement. Le pourcentage de disfluences est réduit sous AAF pour tous les sujets dont le bégaiement est sévère à très sévère, ainsi que pour 2 des sujets dont le bégaiement est modéré à sévère.

### **5.4 Comparaison de la coarticulation des bègues avec retour modifié aux fluents sans retour modifié**

Globalement, la consonne n'a plus aucun effet en fonction du groupe ( $F(2, 38) = 0,915$ ;  $p = 0,409$ ). Plus spécifiquement, parmi les interactions entre le groupe et la consonne, recherchées par paires de consonnes, aucune n'est significative. Notamment, la paire /b-g/ ne donne plus de différence entre les groupes ( $F(1, 19) = 0,188$  ;  $p = 0,186$ ).

## **6 Discussion conclusion**

Les résultats de cette étude portent sur un petit nombre de sujets et restent à confirmer, Ils ouvrent cependant des pistes intéressantes.

En SR, les bègues et les fluents ne connaissent pas le même effet des consonnes /b/ et /g/ sur leur coarticulation. La séquence avec la vélaire induit le plus de différence. Pour cette séquence la coarticulation des bègues est plus faible. Nous rejoignons donc en partie les résultats de Sussmann et al. 2010. Aussi, selon l'indice de Jakielski (1998), les consonnes vélares sont plus difficiles à articuler que les bilabiales ou les alvéolaires. Les bilabiales sont les consonnes pour lesquelles le retour sensoriel est très fiable grâce aux mécanorécepteurs localisés dans les lèvres (Guenther, 2006). Selon le Gestural Linguistic Model (Browman et Goldstein, 1992), cette information sensorielle est importante pour maintenir la relation entre les gestes articulateurs. Ainsi, d'un point de vue purement hypothétique pour de futures recherches, nous supposons que les consonnes vélares aient un retour sensoriel moins aisé. Il se pourrait que la dépendance aux feedbacks externes, comme l'avancent Max et al. (2004), soit d'autant plus importante que le retour sensoriel est faible. Ainsi, les consonnes pour lesquelles les retours sensoriels sont moins fiables (ici, nous supposons /gV/), ne favorisent pas la relation inter-articulateurs, et donnent lieu chez les bègues, à une coarticulation plus faible. De plus, il est possible que l'intensité du degré de coarticulation chez les bègues (observé dans certaines études comme étant plus forts, dans d'autres plus faible que celui des fluents), soit, comme le suggèrent Zmarich et al. (2006) ou Hirsch. (2007). fonction de stratégies visant à

compenser le bégaiement. Dans cette optique, nous pouvons alors supposer que les bégues de notre corpus n'ont pas adopté de telles stratégies.

Il semble que les conditions auditives perturbées permettent un rapprochement de la coarticulation des bégues vers celles des fluents puisque les différences constatées précédemment en SR, disparaissent. Ce résultat manque de force puisqu'il n'est pas confirmé, contrairement à ce que nous attendions, par une différence entre la coarticulation des bégues en AAF et celle en SR. Cette discordance peut être due au faible échantillon de population. Néanmoins, ce résultat tend à montrer la présence d'un impact du AAF sur la coarticulation des bégues. Cet impact paraît fonction de la consonne. En effet, la séquence avec la vélaire semble être la seule sensible aux conditions perceptives. Les bégues ont nettement moins de variabilité sur cette séquence en situation AAF comparé à la situation SR. Suite à ces conclusions, deux pistes de réflexion se dégagent. La première est que l'importante variabilité observée sur la séquence /gV/ en SR puisse être le reflet d'une certaine instabilité du système de coordination motrice de la parole. Cette instabilité n'est ni audible, ni gênante en parole fluente. Elle pourrait contribuer à rendre le système de coordination motrice fragile, et participer alors à certains moments à créer les disfluences. La seconde concerne la diminution de cette variabilité sous AAF. Si nous nous plaçons dans le point de vue de Max et al. (2004), il est possible que l'altération du feedback auditif permette au système de contrôle moteur des bégues de se baser un peu plus sur les modèles internes et permette de réduire les déséquilibres créés par une sur-utilisation des feedbacks externes. L'utilisation du AAF permettrait de réduire la dépendance aux feedbacks. Cette réduction serait d'autant plus marquée que la dépendance est forte en SR. Cela expliquerait que l'on trouve le rapprochement de coarticulation le plus important (de la moyenne des bégues vers celle des fluents) au niveau des séquences avec la consonne vélaire.

Enfin, comme les études précédentes (Stuart et al., 2008), nous trouvons une amélioration de la fluence sous AAF, mais celle-ci semble dépendante du degré de sévérité du bégaiement, ce qui confirme les résultats de Balbo (2011).

## Remerciements

Nous remercions tous les sujets, le CMF, le CNR-ISTC de Padoue pour la collaboration et Mr Alain Latour et Mme Catherine d'Aubigny pour les conseils statistiques.

## Références

- AGWUELE, A., SUSSMAN, H.M. et LINDBLOM, B. (2008). The effect of speaking rate on consonant vowel coarticulation. *Phonetica*, 65, 194–209
- BALBO (2011). La produzione delle sillabe nella balbuzie: difficoltà articolatoria vs. Frequenza d'occorrenza. Tesi di Laurea. Università di Padova.
- BLOMGREN M., ROBB M., et CHEN Y. (1998). A note on Vowel Centralization in Stuttering and Nonstuttering Individuals. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 41, pages 1042-1051.
- BROWMAN, C. P., et GOLDSTEIN, L. (1992). Articulatory phonology: An overview. *Phonetics*, 49, pages 155–180.

- COULTER, C. E., ANDERSON, J. D., et CONTURE, E. G. (2009). Childhood stuttering and dissociations across linguistic domains: a replication and extension. *Journal of fluency disorders*, 34(4), pages 257-78.
- GUENTHER, F. H. (2006). Cortical interactions underlying the production of speech sounds. *Journal of communication disorders*, 39(5), pages 350-65.
- HIRSCH, F. (2007). Le bégaiement Perturbation de l'organisation temporelle de la parole et conséquences spectrales. Cognition. Thèse de l'Université Marc Bloch. Strasbourg 2.
- HOWELL, P., et VAUSE, L. (1986). Acoustic analysis and perception of vowels in stuttered speech. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 79(5), pages 1571-9.
- JAKIELSKI, K. J. (1998). Motor organization in the acquisition of consonant clusters. PhD thesis, University of Texas at Austin. Ann Arbor, MI: UMI Dissertation services.
- LINDBLOM, B. (1963). On vowel reduction. Report #29, The Royal Institute of Technology, Speech Transmission Laboratory, Stockholm, Sweden.
- MAX, L., GUENTHER, F. H., GRACCO, V. L., GHOSH, S. S., et WALLACE, M. E. (2004). Unstable or Insufficiently Activated Internal Models and Feedback-Biased Motor Control as Sources of Dysfluency: a theoretical model of stuttering. *Contemporary issues in communication science and disorders*, 31, pages 105-122.
- NAMASIVAYAM, A. K., VAN LIESHOUT, P., MCILROY, W. E., et DE NIL, L. (2009). Sensory feedback dependence hypothesis in persons who stutter. *Human movement science*, 28(6), pages 688-707.
- RILEY G. D. (1994). Stuttering Severity Instrument for Children and Adults-3 (SSI-3), Austin Tx.
- ROBB, M. et BLOMGREN, M. (1997). Analysis of F2 transitions in the speech of stutterers and nonstutterers. *Journal of Fluency Disorders*, 22(1), pages 1-16.
- STUART, A., FRAZIER, C. L., KALINOWSKI, J., et VOS, P. W. (2008). The Effect of Frequency Altered Feedback on Stuttering Duration and Type. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 51(4), pages 889-897.
- SUBRAMANIAN, A., YAIRI, E., et AMIR, O. (2003). Second formant transitions in fluent speech of persistent and recovered preschool children who stutter. *Journal of communication disorders*, 36(1), pages 59-75.
- SUSSMAN, H. M., BYRD, C. T., et GUITAR, B. (2010). The integrity of anticipatory coarticulation in fluent and non-fluent tokens of adults who stutter. *Clinical Linguistics*, pages 1-18.
- WINGATE, M.E. (1988). The structure of Stuttering, a psycholinguistic study. New York: Springer Verlag.
- ZMARICH C., AVESANI C., MARCHIORI M. (2006). Coarticolazione e Accento, in V. Giordani, V. Bruseghini, P. Cosi (en cours). In *Attese III Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Scienze della Voce (AISV)*, Trento, EDK Editore srl, Torriana (RN).