Etude EPG des occlusives alvéolaires du français produites avec perturbation.

Sandrine Clairet

Laboratoire Parole et Langage UMR CNRS 6057
Université de Provence-Avenue Robert Schuman
13621 Aix en Provence
Mél : clairet@lpl.univ-aix;fr

RESUME

L'électropalatographie (EPG) renseigne sur les contacts linguopalataux des consonnes occlusives. Les locuteurs sont enregistrés avec des bite blocks afin de bloquer la mâchoire lors de la production. Des différences significatives du nombre de contacts et de leur répartition sur le palais dur sont observées selon les conditions. Les occlusives sous l'emprise d'une perturbation ne sont pas produites avec une complète constriction mais avec un nombre plus important de contacts antérieurs.

1.INTRODUCTION

La production des consonnes sollicite à la fois des mouvements de la langue et différentes positions de la mâchoire. Les changements contextuels dans la position de la mâchoire peuvent affecter les gestes du corps de la langue. En effet, la production d'une séquence Voyelle-Consonne requiert un mouvement de la mâchoire qui va amener la langue de la position de la voyelle vers celle requise pour une constriction. Toutefois, même quand la mandibule est bloquée, une production correcte et intelligible est possible grâce à la réalisation de stratégies de compensations mâchoire-langue. Ainsi, des expériences avec la mâchoire bloquée démontrent donc qu'il est possible d'obtenir des patrons formantiques de voyelles identiques à ceux produits sans perturbation [LIN 77 et 79] [GAY 81]. Les locuteurs opèreraient une compensation immédiate, autrement dit, les configurations du conduit vocal nécessaires à la production des phonèmes peuvent être réalisées par plusieurs combinaisons de positions articulatoires. Ceci étant concevable grâce à une réorganisation sous-jacente du processus de contrôle moteur qui influe sur l'activité des muscles, groupés en synergie, utilisés pour achever une cible associée a chaque phone, même s'il y a présence de perturbation [MAE 90] [GRA 88].

Cette perturbation entraîne également une modification de l'organisation temporelle des gestes articulatoires. Cette étude articulatoire se base sur le postulat qu'un blocage de la mâchoire est corrigé par un repositionnement de la langue, articulateur largement impliqué dans la production des consonnes linguo-palatales. Mais l'originalité de l'approche consiste a définir les stratégies de compensation sans oublier de prendre en compte les différences individuelles et morphologiques des locuteurs : l'anatomie des mâchoires et des palais. Nous mettrons en valeur les corrélations éventuelles que l'ont peut trouver entre les différences morphologiques et les mouvements spatiaux et temporels de la langue. Actuellement, nous allons identifier quels sont les paramètres articulatoires de la langue préservés ou modifiés par les perturbations. Pour cela nous proposons de quantifier l'amplitude des contacts de la langue avec le palais dur. La surface de contact linguo-palatal est une donnée essentielle pour estimer la magnitude du geste lingual permettant de rendre compte du renforcement ou de la réduction du geste de constriction linguo-palatale caractéristique des articulations consonantiques. [NGU 96].

En premier lieu, nous présenterons l`électropalatographie, technique permettant d'enregistrer les mouvements de la langue ainsi que le choix du corpus et la réalisation des perturbations. Ensuite, nous exposerons la procédure suivie pour le traitement des données et les résultats.

2.METHODE

2.1 Les enregistrements avec l'EPG

L'électropalatographie (EPG) dynamique est une technique qui renseigne sur l'articulation linguale des sons de la parole. Les données sont acquises via la station Physiologia [TES 90]. L'électropatatographe de Reading utilise un palais artificiel en acrylique rigide de 1.5mm d'épaisseur, construit à partir d'un moulage du palais dur de chaque locuteur, comme il est présenté en figure1. Il est recouvert de 62 électrodes de contact : il y a six électrodes sur le rang le plus antérieur et huit électrodes sur les sept autres rangs [HAR 89]. Les quatre rangs du devant constituent la région antérieure du palais et les quatre rangs de l'arrière constituent la région postérieure. Le palais, placé dans la bouche du sujet permet d'observer à intervalles réguliers les contacts de la langue sur le palais dur. Le signal acoustique est enregistré de manière synchronisée. A chaque contact de la langue sur une électrode, un signal électrique est envoyé à l'ordinateur et le contact apparaît sur l'écran sous la forme de profil de contacts comme nous le présentons en figure2. Une image palatographique du contact est obtenue toutes les 5 ms.

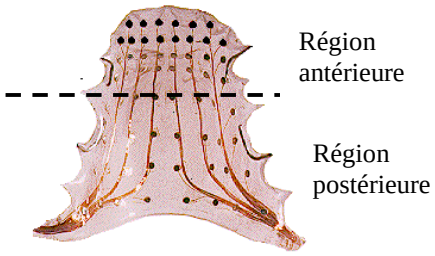

Figure 1 : Un palais artificiel de Reading et ses 62 électrodes. On distingue la région antérieure (haut) de la région postérieure (bas). Les électrodes noires sont celles contactées.

2.2 La réalisation des perturbations

Nous utilisons une pâte dentaire thermo-malléable pour obtenir des bite blocks. Elles est modelée directement sur les molaires des locuteurs pour conserver les empreintes et éviter ainsi les risques de glissement lors de l'élocution. Trois épaisseurs de bite block sont effectuées : 5mm (bite block 1=B1), 10mm (B2) et 16mm (B3). Les locuteurs, doivent parler en les gardant coincés entre les molaires durant l'enregistrement, sauf durant la session sans perturbation (sans block=SB) qui servira de référence. Ainsi, les locuteurs sont enregistrés avec leur palais artificiel respectif dans les quatre conditions suivantes: SB, avec B1, avec B2 et avec B3.

2.3 Le corpus

Chaque consonne n, t, d, k, ou g encadre une voyelle dans des séquences de la forme Consonne-Voyelle-Consonne (CVC) insérées à l'intérieur de la phrase porteuse : « Il ne dit pas CVC encore » [i l n ə d i p a **CVC** ɑ̃ k ɔ ʁ]. La voyelle centrale de la séquence CVC est alternativement /a/ et /i/, respectivement la plus ouverte et la plus fermée du système vocalique français. Le contexte vocalique qui environne directement les séquences CVC est ouvert : a **CVC** ɑ̃. Deux raisons ont motivé ce choix de ne pas utiliser des items isolés. D'une part, ce procédé permet au locuteur de produire la séquence étudiée à l'intérieur d'un schéma rythmique inchangé de parole qui permet de se rapprocher de la parole naturelle. D'autre part, avant et après la séquence CVC, la langue est en position basse pour toutes les séquences. Les locuteurs sont français et ont entre vingt cinq et trente cinq ans. Nous avons enregistré douze répétitions du corpus total constitué de dix phrases dans les quatre conditions d'enregistrement ; ce qui nous fait un nombre total de 480 items par locuteur.

3.PROCEDURE

3.1 Segmentation

Afin de pouvoir quantifier les contacts de la langue sur le palais, nous avons segmenté les événements articulatoires caractéristiques des consonnes linguopalatales dans les quatre conditions d'enregistrement. Quatre moments sont choisis lors de la production des occlusives, pour extraire les données EPG. Le début et la fin de la tenue articulatoire qui correspondent respectivement aux premiers et derniers contacts palato linguaux dans la région d'articulation de la consonne. Nous avons délimité de la même façon le début et la fin de l'occlusion maximale de contacts qui traduit une occlusion. Les relevés de contacts se font durant l'occlusion, au moment ou le maximum absolu de contacts est réalisé. Nous pourrons ainsi examiner si la présence des bite blocks modifie réellement les occlusions et de quelle(s) manière(s).

3.2 Les contacts des maximums

Les contacts moyens des douze répétitions des occlusives alvéolaires sont calculés dans la région antérieure du palais dur et ceux des occlusives vélaires dans la région postérieure du palais dur. Pour chaque séquence CVC, nous avons relevé le nombre maximum d'électrodes contactées durant la production de C1 et de C2, dans les quatre conditions d'enregistrement. Les moyennes et écarts types du nombre de contacts pour chaque occlusive ont été calculés pour affiner l'observation dans les quarte conditions : SB, B1, B2 et B3. Ainsi, , nous aspirons, à plus long terme, à déterminer des patrons types/moyens des maximum de contacts des occlusives.

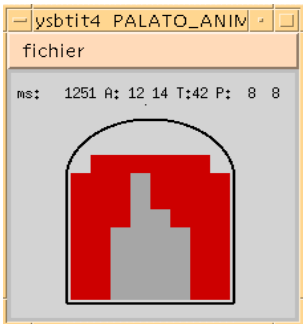

Figure 2 : Patron du maximum de contact (occlusion totale dans la région antérieure) pour /ti/ produit sans block.

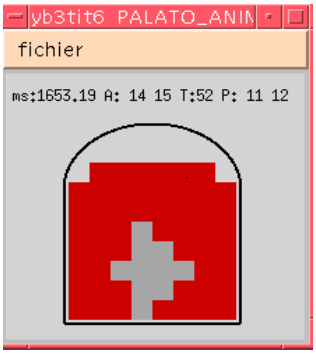

Figure 3 : Patron du maximum de contact (occlusion totale dans la région antérieure) pour /ti/ produit avec B3

L'observation des deux patrons présentés dans les figures 1 et 2 indique clairement l'augmentation des contacts antérieurs lorsque le locuteur parle avec un block :29 électrodes sont contactées dans la zone antérieure du palais contre 26 lorsque le locuteur parle sans perturbation. Notons aussi le nombre croissant de contacts postérieurs sous l'influence du bite block et de la voyelle d'arrière /i/ : 16 électrodes sont contactées dans la zone postérieure du palais sans perturbation contre 23 avec le B3.

4.RESULTATS

Nous présentons dans cette section, quelques résultats préliminaires concernant les moyennes des contacts linguo-palataux lors de la réalisation des consonnes alvéolaires. L'observation de la répartition des contacts avec les blocks fait systématiquement référence aux contacts des enregistrement sans block (SB). Les tableaux suivants constituent une première étape dans le traitement des données en cours.

Table1 : les contacts antérieurs maximums des occlusives alvéolaires produites sans perturbation (sans block)

	contacts			
	antérieurs		postérieurs	
SB	moy	ecart	moy	ecart
da	19,25	2,19	7,25	0,89
di	25,67	2,00	15,56	1,59
ta	23,75	2,96	9,25	0,71
ti	26,50	0,76	15,75	0,89

Table2 : les contacts antérieurs maximums des occlusives alvéolaires produites avec B1 (5mm)

	contacts			
	antérieurs		postérieurs	
B1	moy	ecart	moy	ecart
da	18,00	1,41	7,83	0,41
di	27,20	1,30	17,20	1,64
ta	27,00	1,22	11,60	2,51
ti	28,14	0,69	17,14	1,07

Table3 : les contacts antérieurs maximums des occlusives alvéolaires produites avec B2 (10mm)

	contacts			
	antérieurs		postérieurs	
B2	moy	ecart	moy	ecart
da	14,38	4,50	2,88	2,90
di	26,38	1,06	16,25	0,89
ta	26,38	2,07	9,50	1,31
ti	28,17	0,41	17,33	1,51

Table4 : les contacts antérieurs maximums des occlusives alvéolaires produites avec B3 (16mm**)**

	contacts			
	antérieurs		postérieurs	
B3	moy	ecart	moy	ecart
da	13,20	4,97	2,60	2,70
di	27,33	1,03	16,83	0,75
ta	26,67	2,07	13,00	3,79
ti	28,00	3,95	21,50	4,55

4.1 Les occlusives alvéolaires sonores

L'augmentation de l'épaisseur des bite block tend à produire une diminution progressive desntérieurs des occlusives alvéolaires sonores produites avec /a/. Les contacts postérieurs gardent sensiblement les même valeurs quand ils sont réalisés sans block et avec le block 1, et ils diminuent de plus de la moitié dès l'insertion du block 2 et du block3.

Contrairement, avec /i/ les contacts antérieurs ont tendance à augmenter faiblement sous l'influence de l'épaisseur du bite block : les valeurs des maximums de contacts avec perturbation ne sont pas très éloignées des valeurs des maximums de contacts sans perturbation. Les contacts postérieurs augmentent aussi sous l'influence des blocks mais d'une manière peu régulière : les contacts obtenus avec le block2 et le block3 sont semblables.

Ainsi on peut dire que les occlusives alvéolaires sonores produites avec /i/ se montrent plus résistantes aux perturbations.

4.2 Les occlusives alvéolaires sourdes

Les alvéolaires sourdes ont plus de contacts en moyenne que les sonores en production sans perturbation et quelque soit la situation de perturbation.

On note une augmentation générale des contacts antérieurs sous l'effet des bite blocks. Cependant, avec /a/, le block2 et le block3, le nombre de contacts antérieurs est similaire. Les contacts postérieurs évoluent différemment : on note un gros écart de valeurs entre les contacts réalisées sans block et les contacts réalisées en block3. Avec /i/, les contacts augmentent avec l'insertion des blocks mais l'augmentation de l'épaisseur du bite block ne semble pas

déranger le locuteur puisque il n'y a pas de différence significative entre les contacts antérieurs obtenus dans les trois situations de perturbations. Les contacts postérieurs augmentent aussi sous l'influence des block mais les valeurs des contacts obtenus avec b1 et b2 sont analogues. n note aussi un gros écart de valeurs entre les contacts produits sans block et avec le block 3

Les bite block font augmenter tous les contacts de toutes les consonnes sauf /da/ qui admet une diminution des contacts antérieurs comme postérieurs. La répartition des contacts sur le palais en fonction des zones est modifiée par le fait d'introduire des perturbations.

5 CONCLUSION

Des tests préliminaires ont révélé qu'il n'y a pas de différence perceptible en fonction de la taille du bite block. En conséquence, une production adéquate des occlusives linguo-palatales afin qu'elles soient perçues comme telles entraîne différentes configurations linguales. Elle nécessite aussi une répartition des contacts sur le palais dur significativement différente en fonction de la perturbation. Apparemment la stratégie de compensation du locuteur semble dépendre de la magnitude de l'écart généré par les bite blocks mais aussi et surtout de la nature de la consonne et du contexte vocalique. Les compensations ne semblent pas être complètes. En effet, il est noté des différences significatives dans la répartition des contacts de la langue avec et sans perturbation. Aussi bien le nombre de contacts est différencié mais aussi la zone de contact puisque nous notons une délocalisation des contacts dans la zone antérieure sous l'influence des bite blocks. Ces compensations jouent un rôle prépondérant pour la compréhension des processus de parole car elles impliquent une réorganisation rapide de l'activité motrice, par une commande du Système Nerveux Central vers des structures coordinatives ou groupements fonctionnels des muscles en fonction de la tâche à effectuer. [FOL 76] Grâce à des études en EMG [KEL 83] , nous avons connaissance aussi d'une activité musculaire qui augmente considérablement pour lever la langue en production avec bite block.

5.REFERENCES

[DEM 96] Demolin, D. & Teston, B.(1996) Aspects articulatoires et aérodynamiques des occlusives labio vélaires. *Actes des XXIièmes Journées d'Etude sur la Parole*, Avignon.

[FLE 87] Fledge, J., Fletcher, S. &Homiedan, A. (1988)"Compensating for a bite block in /s/ and /t/ production : palatographic, acoustic et perceptual data", Journal of the Acoustical Society of America 83, 212-228.

[FOL 76] Folkins, J.W. & Abbs, J.H. (1976) "Lip and jaw motor control during speech :response to resistive loading of the jaw", Journal of Speech and Hearing Research, 18, 207-220

[GAY 81] Gay, T., Linblom, B. & Lubker, J. (1981) "Production of bite block vowels : acoustic equivalence by selective compensation", Journal of the Acoustical Society of America,69, 802-810.

[GRA 88] Gracco, V. L. & Abbs, J. H. (1988) "Central patterning of speech movement timing", Experimental brain research, 71, 515-526.

[HAR 89] Hardcastle W.J., Jones, W., Knight C., Trudgeon, A. et Calder, G. (1989) "New developments in EPG: a state of the art report", Clinical Linguistics and Phonetics, 1, 1-38.

[KEL 83] Kelso, J.A.S. & Tuller, B. (1983) "Compensatory articulation under conditions of reduced afferent information : a dynamic formulation", Journal of Speech and Hearing Research, 26, 217-224.

[LIN 79] Linblom, B., Lubker, J. & Gay, T. (1979) "Formant frequencies of some fixed mandible vowels and a model of speech motor programming by predictive simulation", Journal of Phonetics, 7, 147-161.

[MAE 90] Maeda, S. (1990) Compensatory articulation during speech ; evidence from the analysis of vocal tract shapes using an articulatory model, in Speech Production and Speech Modelling, Eds. W.J. Hardcadtle and A.Marchal, Kluwer Academic Plublishers

[NGU 96] Nguyen, N., Marchal, A., Content, A. (1996) Modelling tongue palate contact patterns in the production of speech, *Journal of Phonetics n°24*, pp77-97.

[SAV 95] Savariaux, C., Perrier, P ., Orliaguet, J.P. (1995) Compensation strategies for the perturbation of the rounded vowel [u] using a lip tube : a study of the control space in speech production, J.A.S.A 98 (5)

[TES 90] Teston, B. et Galindo, B. (1990) "Design and development of a workstation for speech production analysis", Proceedings of VERBA90:International conference on speech technology, Rome, 400-408