



HAL
open science

Variabilité du geste palatal : effet du locuteur, de la structure syllabique et de l'accent sur différents types de consonnes en russe

Ekaterina Biteeva Lecocq, Nathalie Vallée, Silvain Gerber, Christophe Savariaux

► To cite this version:

Ekaterina Biteeva Lecocq, Nathalie Vallée, Silvain Gerber, Christophe Savariaux. Variabilité du geste palatal : effet du locuteur, de la structure syllabique et de l'accent sur différents types de consonnes en russe. JEP-TALN-RECITAL 2016 - conférence conjointe 31e Journées d'Études sur la Parole, 23e Traitement Automatique des Langues Naturelles, 18e Rencontre des Étudiants Chercheurs en Informatique pour le Traitement Automatique des Langues, Jul 2016, Paris, France. hal-02083286

HAL Id: hal-02083286

<https://hal.science/hal-02083286>

Submitted on 28 Mar 2019

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.

Variabilité du geste palatal : effet du locuteur, de la structure syllabique et de l'accent sur différents types de consonnes en russe

Ekaterina Biteeva Lecocq Nathalie Vallée Silvain Gerber Christophe Savariaux
GIPSA-Lab, UMR 5216, CNRS & Université Grenoble Alpes, BP25 38040 Grenoble cedex 9, France
ekaterina.biteeva@gipsa-lab.fr, nathalie.vallee@gipsa-lab.fr,
silvain.gerber@gipsa-lab.fr, christophe.savariaux@gipsa-lab.fr

RESUME

Les linguistes se sont régulièrement penchés sur la description du trait consonantique [+palatal] ; pourtant, le manque de données expérimentales constitue un obstacle au classement des consonnes concernées. Peu de travaux ont abordé la question du contrôle du geste lingual dans l'articulation palatale. Cependant, ils montrent que celui-ci semble bien plus complexe que dans d'autres consonnes. En russe, la plupart des consonnes possèdent une contrepartie palatalisée ce qui permet d'étudier les différences de réalisation du trait palatal au sein du même système. Nous proposons ici, à partir de données acquises avec un articulographe électromagnétique, de caractériser la variabilité du geste palatal impliqué dans la réalisation de différents types de consonnes palatalisées et pré-palatales du russe en fonction des facteurs locuteur, accent et structure syllabique.

ABSTRACT

Palatal gesture variability: speaker, stress and syllabic structure effects in Russian

Linguists have been studying palatal feature for a long time. Nevertheless, the lack of experimental data in the literature is a barrier to classification of consonants involving this feature. Few studies examined the question of the tongue gesture control in the production of [+palatal] consonants. However, they show that the tongue control process in palatal articulation seems more complex than in other types of consonants. In Russian, most of the consonants have a palatalized counterpart, in this way Russian language can be a reliable source for investigating different aspects of the palatal feature and its phonetic realization(s). Based on data acquired with an electromagnetic articulograph, we propose to characterize the palatal gesture involved in the production of different types of prepalatal and palatalized consonants in Russian and to observe the variability of this gesture by taking into account various factors such as speaker, stress and syllabic structure.

MOTS-CLES : Pré-palatal vs palatalisé, russe, variabilité, geste articulatoire, EMA

KEYWORDS : Prepalatal vs palatalized, russian, variability, articulatory gesture, EMA

1 Introduction

La palatalisation est un processus de changement phonétique qui a pour particularité le déplacement du lieu d'articulation primaire vers la région du palais dur ou l'acquisition par une consonne d'une articulation secondaire palatale (Straka, 1965). Ce processus est à l'origine de plusieurs types de consonnes : (1) palatale, caractérisée par un geste d'élévation du dos de la langue vers le palais alors que la pointe de la langue est en position basse derrière les incisives inférieures – comme pour [c] produite par un geste articulatoire primaire d'occlusion palatale (Straka, 1965) ; (2) palatalisée, qui se caractérise par deux gestes et correspond à une articulation élaborée (Lindblom & Maddieson, 1988), c'est-à-dire qu'à la constriction ou obstruction principale se superpose une deuxième

constriction. L'articulation secondaire se traduit donc par la présence d'un deuxième rétrécissement dans le conduit vocal d'aperture plus large que la constriction primaire. La palatalisation relèverait donc d'une articulation secondaire. Ladefoged & Maddieson (1996) évoquent la présence d'un timing court et précis entre les deux articulations.

La description du geste palatal reste un sujet de débat (Keating, 1988 ; Recasens, 1990) même si des études l'ont abordée sous différents aspects (Kuznetsova, 1969 ; Kochetov, 2002 ; Kedrova et al., 2008) alors que les caractéristiques phonétiques sont beaucoup plus stables pour les consonnes labiales, vélares, dentales. Peu de travaux se sont penchés sur la question du contrôle du geste lingual dans la production des consonnes [+palatal]. Ils montrent cependant que le processus de contrôle de la langue y semble bien plus complexe que dans d'autres consonnes comme dentoalvéolaires ou vélares (Lindblom & Maddieson, 1988 ; Recasens & Romero, 1997). De plus, les résultats existants divergent quant à la caractérisation du geste lingual entre consonnes palatalisées et palatales. D'après Recasens & Romero (1997), les palatales sont des articulations simples (au contraire des palatalisées), donc sans superposition de deux articulations (principale et secondaire). Inversement, Keating (1988) les considère comme des articulations complexes impliquant dans leur production deux gestes articulatoires (la lame et le dos de la langue) et donc, deux contrôles moteurs distincts. L'examen des divergences dans la description de la nature articulatoire des consonnes [+palatal] montre que peu d'études antérieures se sont penchées sur la variabilité des réalisations, hormis la variabilité liée aux différences de contexte vocalique (ex. Recasens et al., 1993).

Le système phonologique du russe, comme celui d'autres langues slaves, comporte de nombreuses consonnes palatalisées alors que les consonnes palatales et palatalisées, quand elles sont phonologiques, sont peu fréquentes dans les langues du monde (selon Maddieson (1984), en moyenne, au plus 10 % des inventaires consonantiques) et peuvent être extrêmement rares au regard de certains modes, comme par exemple les plosives, latérales et nasales *vs* glides (Vallée et al., 2002). Le russe est particulièrement intéressant du fait de cette spécificité : la plupart des consonnes possède une contrepartie palatalisée, communément appelée consonne molle par opposition aux consonnes dites dures. En russe, il est aisé de trouver des paires minimales avec consonne palatalisée : /val/~/vʲal/ *digue~mou (forme courte)*, /brat/~/bratʲ/ *frère~prendre*, /luk/~/lʲuk/ *oignon~trappe*. D'autre part, la palatalisation peut être allophonique due à une assimilation régressive d'une consonne palatalisée sur la consonne qui précède : /snʲeg/ > [snʲʲek] *neige*, /zdʲesʲ/ > [zdʲʲesʲ] *ici*. Enfin, le système possède également les consonnes pré-palatales /ʃ ʃʲ ʒ ʒʲ/. Le choix du russe est donc pertinent pour étudier les différences de réalisation du trait *palatal* au sein du même système.

L'étude pilote que nous proposons vise à caractériser le geste palatal impliqué dans la réalisation des différents types de consonnes [+palatal] du russe et d'observer la variabilité de ce geste en prenant en compte différents facteurs : locuteur, accent lexical, structure syllabique. Il s'est agi d'examiner, selon ces facteurs, la forme du geste lingual lors de l'atteinte de la cible consonantique ainsi que le timing du geste lingual, c'est-à-dire l'organisation temporelle de quatre points de référence sur la langue pour atteindre cette cible.

Selon Browman & Golstein (1995) ou Byrd (1995), les différentes positions intra-syllabe correspondent à différents modes de configuration des gestes : en attaque de syllabe les gestes consonantiques sont coordonnés en phase, alors qu'en coda est observée une moins grande stabilité dans la coordination des gestes du noyau vocalique et de la consonne, ce qui expliquerait, selon Browman & Golstein, la vulnérabilité de la coda sujette à la lénition dans de nombreuses langues (Kingston, 2008). Notre objectif est de caractériser les différences dans le timing du geste palatal en russe en fonction de la position dans la syllabe. Comme l'accent est souvent cité dans la littérature comme une cause de renforcement articulatoire (ex. Fougeron & Keating, 1997 ; Krakow, 1999), les différences dans le timing seront de la même manière observées sous l'accent et en position atone.

2 Méthodologie

2.1 Hypothèses

L'examen des travaux antérieurs permet de poser les hypothèses suivantes : (1) le timing reflète le type primaire ou secondaire de l'articulation : si l'articulation palatale est secondaire, l'élévation de la partie antérieure de la langue précède le geste palatal ; si l'articulation palatale est primaire, le dos de la langue s'élève en premier (Lindblom & Maddieson, 1988 ; Recasens & Romero, 1997) ; (2) la palatalisation sous l'accent subit un renforcement articulo-voicé et tend vers une articulation palatale (Straka, 1963 ; Fougeron, 1998) ; (3) le timing des gestes est plus synchronisé en position d'attaque qu'en position de coda (Browman & Goldstein, 1988, 1995 ; Byrd, 1995).

2.2 Participants et stimuli

Trois locutrices âgées de 27, 28 et 42 ans de langue maternelle russe, originaires respectivement de Sysert (Oural), Mourom (région de Vladimir) et Dzerzhinsk (région de Nizhniy Novgorod), ont participé à cette expérience pilote.

Un ensemble de 40 mots contenant une des consonnes cibles forme le corpus et inclut entre autres des paires minimales comportant une consonne [-palatal] vs une consonne palatalisée. Les consonnes [+palatal] apparaissent en position accentuée vs atone, et attaque vs coda. Dans cet article sont présentés les résultats préliminaires pour les 5 consonnes /t tʲ ʃ f ʃʲ:/ (table 1).

Paire minimale	Accentuée vs atone		Attaque vs coda
		Paire minimale	
/tuk/ ~ /tʲuk/ <i>bruit</i> <i>provoqué par un</i> <i>coup sur une</i> <i>surface dure vs gros</i> <i>sac</i>	/ʃ:it/ vs /ʃʲi:'ta/ <i>bouclier vs bouclier</i> <i>(génitif, sg.)</i> /ʃestʲ/ vs /ʃes.'tʲi/ <i>six</i> <i>vs six (génitif, datif,</i> <i>locatif)</i>	/'tʲe.la/ ~ /tʲe.'la/ <i>corps (génitif, sg.) vs</i> <i>corps (pluriel)</i> /'ʃer.tʲi/ ~ /ʃer.'tʲi/ <i>diablotin (pluriel) vs</i> <i>tracer (injonction)</i>	/tʲap/ vs /matʲ/ <i>faire qch à la va-vite vs</i> <i>mère</i> /ʃem/ vs /meʃ/ <i>conjonction de</i> <i>subordination vs épée</i> /ʃ:eʲ/ vs /ʃeʃʲ:/ <i>fente vs brème</i> /ʃov/ vs /voʃ/ <i>suture vs pour</i>

TABLE 1 : Oppositions phonologiques et contrastes observés.

Chacun des mots comportant une des consonnes cibles a été inclus dans une phrase porteuse /tʲi 'vʲi.dʲe.la/ *cible* /dva (tʲi) 'ra.za/ 'tu as vu 'cible' deux (trois) fois' facilitant le repérage des frontières lors de la segmentation. Les énoncés ont été présentés 5 fois dans un ordre aléatoire pour chaque locutrice. La consigne a été donnée de lire à voix haute les énoncés à un débit de parole normal.

2.3 Protocole

Les enregistrements se sont déroulés dans la chambre anéchoïde du Gipsa-lab. Les données ont été enregistrées avec le système AG 200 de la société Carstens (2D) à une fréquence d'échantillonnage de 200 Hz. Quatre bobines ont été collées sur la langue : apex, lame, sommet du dos de la langue lorsque celle-ci est élevée et arrondie et une un peu plus en arrière de cette position ; une bobine collée sur les incisives inférieures afin de récupérer le mouvement mandibulaire. Deux bobines de référence (nez, incisives supérieures) ont été rajoutées afin de corriger les mouvements de la tête dans le plan médio-sagittal des sujets. Les données acoustiques ont été recueillies avec un micro AKG C1000S et un enregistreur numérique PMD 670 (échantillonnage à 22,05 kHz). Les locutrices équipées de l'articulographe étaient assises face à un écran où s'affichaient les énoncés à lire.

2.4 Mesure et analyses

Les trajectoires des articulateurs ont été analysées avec un logiciel interne (TRAP) développé sous Matlab au Gipsa-lab. Sur les trajectoires des déplacements des différentes bobines ont été repérés automatiquement les minima et maxima à partir des passages par zéro de la courbe de vitesse de chacun des articulateurs. Les cibles articulo-voicées /t tʲ ʃ f ʃʲ:/ ont été considérées atteintes lorsque l'apex était à sa position maximale. La forme linguale à l'instant de l'atteinte de la cible

consonantique était donnée par les positions en X (degré d'avancement dans la cavité buccale) et Y (hauteur de la langue) des trois points mesurés : lame, mid- et post-dorsum, lorsque l'apex avait atteint sa position maximale. Les données articulatoires de chaque locutrice ont été recalées dans leur plan occlusal X/Y respectif ayant pour origine la bobine la plus antérieure de celui-ci.

Pour analyser le timing du geste lingual, nous avons observé la coordination temporelle des quatre bobines dans la production des cinq consonnes. Pour chacun des quatre points de la langue, l'écart temporel entre l'instant de référence et l'instant où chaque point de la langue atteint son maximum a été mesuré. Nous avons choisi comme instant de référence du début du mouvement lingual, pour la réalisation de la consonne, le point le plus bas de la mandibule affecté à la réalisation de la voyelle qui précède la consonne. Ce point est l'instant à partir duquel la mandibule remonte pour réaliser l'articulation consonantique.

Nous souhaitons étudier les variations d'une variable dépendante *durée* (ms) et l'influence de plusieurs facteurs sur celle-ci déclinés en plusieurs modalités : (1) consonne /t t̪ tʃ ʃ ʃ̣ ʃ̣:/, (2) syllabe tonique vs atone, (3) attaque syllabique vs coda. Compte tenu de ces éléments et du fait que pour chaque mot cible plusieurs valeurs de durée ont été mesurées pour un même sujet, nous avons effectué les analyses statistiques en utilisant un modèle linéaire à effet mixte à l'aide de la fonction lme du package nlme du logiciel R (Bazzoli et al., 2015). Pour étudier un éventuel impact de la force articulatoire¹, nous avons choisi de créer une variable *renforcement articulatoire* avec trois modalités : (1) attaque de syllabe atone (Atone*Onset), (2) attaque de syllabe accentuée (Accent*Onset), (3) coda de syllabe accentuée (Accent*Coda).

Deux analyses distinctes ont été réalisées : l'une avec les seuls /t/ et /t̪/ dans la modalité Accent*Onset, l'autre sans la consonne /t/. Les mesures prises simultanément sur les quatre points de la langue font qu'elles sont fortement corrélées les unes avec les autres. Pour en tenir compte, nous avons utilisé les paramètres Weights et Correlation de la fonction lme. À partir du modèle ont été effectuées des analyses de comparaisons multiples de moyennes après avoir construit les matrices de contrastes adéquates en utilisant la méthode de Hothorn et al. (2008) et en utilisant la fonction glht du package multcomp de R. L'objectif des comparaisons multiples était de décrire le timing des quatre bobines lors de la production d'une consonne donnée et de comparer les différences entre consonnes en fonction des trois modalités du facteur *renforcement articulatoire*.

3 Résultats

L'objectif de la présente étude est de caractériser la variabilité du geste palatal impliqué dans la réalisation des consonnes /t t̪ tʃ ʃ ʃ̣ ʃ̣:/ du russe. Dans les figures suivantes sont représentées, par locutrice, les positions des quatre bobines pour les cinq répétitions du mot cible.

3.1 Contours linguaux

/tuk/~t̪uk/

La figure 2 montre les résultats obtenus sur la mesure des points lame, mid- et post-dorsum au moment où l'apex est dans une position maximale pour /t/ et /t̪/ dans la paire minimale /tuk/~t̪uk/. Les locutrices IH et IM produisent /t/ dans /tuk/ en élevant l'apex avec une configuration en X des autres points quasi alignée montrant qu'il s'agit d'une consonne apicale produite dans la région alvéolaire. Le mode articulatoire de /t/ est aussi apical chez la locutrice KB avec toutefois les positions du mid- et du post-dorsum plus élevées que celles des bobines de la partie antérieure de la langue. Des différences entre IH, IM et KB sont trouvées dans /t̪uk/. La production de la consonne palatalisée /t̪/ par IH montre une élévation de la lame ainsi qu'une élévation du mid-dorsum. Comme pour /t/, la locutrice IM produit /t̪/ avec la même forme de la langue que IH ; à la différence de KB qui utilise une autre stratégie impliquant une élévation (+ 6 mm) du mid-dorsum.

¹ Selon Straka (1963 : 61), « l'énergie du mouvement articulatoire c'est la force avec laquelle les muscles de la langue et du maxillaire se contractent en vue de mettre en place ces organes pour l'articulation voulue. »

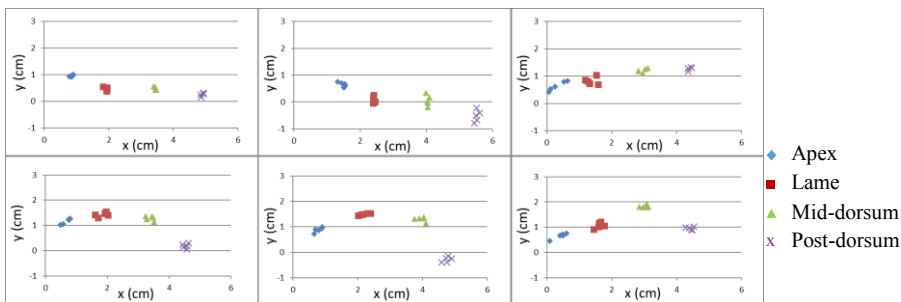


FIGURE 2 : Localisation des 4 bobines dans la cavité buccale des 3 locutrices IH (à gauche), IM (au milieu) et KB (à droite) pour la paire minimale /tuk/ (en haut) ~ /tʰuk/ (en bas) dans le plan X/Y du sujet.

/tʰe.la/ ~ /tʰe.'la/

La figure 3 montre que IH et IM présentent des patrons proches pour les consonnes palatalisées de cette paire minimale avec toutefois plus de variabilité au niveau du mid- et du post-dorsum chez IM : /tʰ/ est apical chez IM et plutôt apico-laminaire chez IH. Chez ces deux locutrices, on n'observe pas de différences dans la production de /tʰ/ en initiale de syllabe tonique et atone alors qu'on aurait pu s'attendre à ce que le dos de la langue soit plus élevé dans la syllabe tonique (Straka, 1963 ; Fougeron & Keating, 1997). Chez KB l'apex est abaissé, le mid-dorsum élevé. On observe moins de différences dans l'élévation de l'apex, de la lame et du mid-dorsum dans /tʰe.'la/ ce qui donne à la langue une forme globale plus bombée. Ce résultat pour les trois locutrices montre que l'accent a visiblement peu d'effet sur la forme de la langue lors de l'atteinte de la cible articulatoire : les quatre points localisés sur la langue sont similaires en positions tonique et atone.

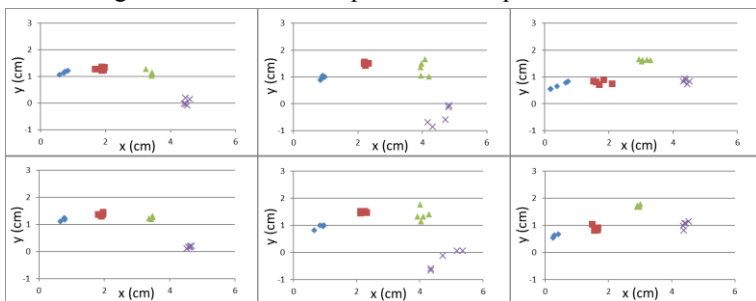


FIGURE 3 : Localisation des 4 bobines dans la cavité buccale des 3 locutrices IH (à gauche), IM (au milieu) et KB (à droite) dans /tʰe.la/ (en haut) ~ /tʰe.'la/ (en bas).

Les mêmes données ont été obtenues pour /tʃ/ et /tʃ:/ et les mêmes observations sont faites en syllabes tonique et atone. Pour ces consonnes aucune différence de la forme linguale liée à l'accent n'a été observée à l'atteinte de la cible articulatoire. Pour /tʃ/, on observe plus de variabilité entre les cinq répétitions en X (≈ 3 mm) sur chaque position dans la configuration linguale lors de la production de la syllabe atone chez IH et IM et tonique (≈ 4 mm) chez KB.

/tiap/ vs /mat/

Figure 4 sont présentées les positions des quatre points de la langue pour /tʰ/ en attaque vs coda dans /tiap/ vs /mat/. Pour IH /tʰ/ est apico-laminaire. On observe moins de variabilité au niveau du lieu d'articulation entre les cinq répétitions en coda et plus de variabilité ($\approx 3,5$ mm) en attaque. L'articulation est plutôt apicale dans les deux cas chez IM avec un contour global bombé de la langue lorsque la consonne cible est en coda. Chez KB l'articulation est dorsale. Le post-dorsum est plus en arrière et plus bas en coda. Les faibles différences relevées entre les positions attaque et coda peuvent s'expliquer par le fait que la consonne cible se trouve dans des mots monosyllabiques et donc sous l'accent.

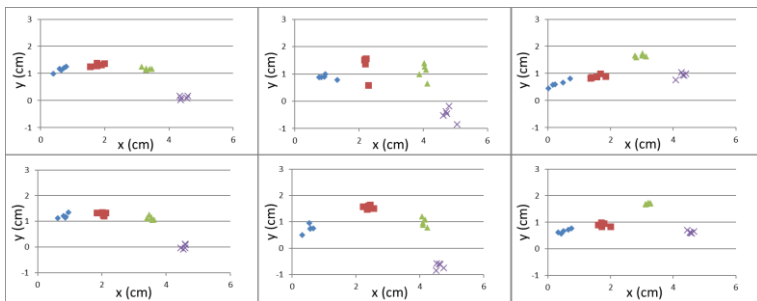


FIGURE 4 : Localisation des 4 bobines dans la cavité buccale des 3 locutrices IH (à gauche), IM (au milieu) et KB (à droite) pour /təp/ (en haut) vs /mat/ (en bas).

Pour /tj/, on relève de la variabilité entre les 5 répétitions en X lorsqu'elle est initiale ou finale de syllabe chez IH et IM et plus de variabilité chez KB en attaque. La configuration de /tj/ est stable entre les différentes répétitions chez KB pour l'attaque et la coda alors que chez IH et IM est observée plus de variabilité en X ($\approx 2,5$ mm pour IH et ≈ 4 mm pour IM) et en Y (≈ 4 mm pour ces deux locutrices) lorsque la consonne est en coda. Nous avons observé plus de variabilité entre les répétitions de /tj:/ réalisées en attaque de syllabe chez les locutrices IM et KB et de la variabilité en X chez IH que ce soit attaque ou coda de syllabe. On n'observe pas de différences dans la production de /tj f j:/ entre les positions attaque et coda alors qu'on aurait pu s'attendre à la réduction de l'amplitude du mouvement articulaire en coda.

3.2 Timing du geste lingual

L'objectif est de décrire et comparer l'organisation temporelle des quatre localisations sur la langue lors de la production des consonnes /t t̥ tj f j:/ en fonction des trois modalités du facteur *renforcement articulaire* qui combine les facteurs accent et position dans la syllabe (section 2.4).

Modalité Accent*Onset

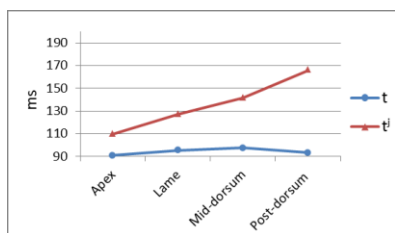


FIGURE 5 : Moyennes de l'écart temporel Δt estimées par la méthode des moindres carrés pour les 4 points de localisation sur la langue pour les consonnes /t/ et /t̥/ dans la modalité Accent*Onset.

Pour /t/, il n'y a pas de différences significatives trouvées entre les Δt moyens mesurés pour chacun des points sur la langue. Rappelons que Δt correspond à l'écart temporel entre le minimum atteint par la mandibule dans la réalisation de la voyelle qui précède et le maximum atteint par chaque point de la langue. Cela suggère un contrôle simultané des quatre zones de la langue et donc un contrôle global du geste lingual (figure 5). Pour /t̥/, l'écart temporel est significatif entre le geste apical (geste de base) et le geste palatal (respectivement pour mid-dorsum et post-dorsum : $z=5,84$ $p<0,01$; $z=10,02$ $p<0,01$) : l'apex atteint le lieu d'articulation situé dans la zone dentoalvéolaire en premier suivi du mid-dorsum et du post-dorsum. La comparaison entre /t/ et /t̥/ indique que les Δt pour mid-dorsum et post-dorsum ainsi que pour la lamelle sont significativement différents ($z= - 4,46$ $p<0,01$; $z= - 7,24$ $p<0,01$; $z= - 3,36$ $p=0,01$). La palatalisation affecte donc le timing de l'ensemble du geste lingual et l'apex anticipe de 56 ms en moyenne ($\sigma=35$ ms) l'élévation du post-dorsum.

Nous avons ensuite observé les variations de la variable Δt en fonction du facteur renforcement articulaire et du facteur consonne /t̥ f j:/ . Dans la modalité Accent*Onset pour /tj/ (figure 6), le patron du timing lingual est similaire à celui de /t̥/. On constate d'abord une élévation de la pointe suivie d'une élévation du dos de la langue (mid-dorsum et post-dorsum, respectivement $z=7,21$ $p<0,01$; $z=10,69$ $p<0,01$) ce qui confirme l'articulation apicale et apico-laminale de ces consonnes chez IH et IM relevée dans l'étude sur la forme linguale au moment de l'atteinte de la cible. Toutefois, le geste dorsal est plus lent pour /tj/ que pour /t̥/. L'explication se trouve peut-être du côté

de la durée acoustique car l'affriquée [tʃ] est composée d'une partie fricative [ʃ]. La réalisation d'une fricative demande un contrôle plus fin de la constriction pour générer le bruit de friction (Vallée et al., 2002). Pour /ʃ/ (figure 6), la pointe et la lame s'activent d'abord suivies de l'élévation du post-dorsum. Pour /ʃ:/, l'élévation du mid-dorsum est suivie de l'élévation du post-dorsum. Le geste articulatoire est en moyenne significativement plus lent pour /ʃ/ et /ʃ:/ contrairement à /t/ ($p < 0,05$).

Modalité Atone*Onset

Les consonnes /t/ et /tʃ/ qui possèdent le trait [+palatal] montrent que l'activation de la pointe de la langue précède celle du mid-dorsum pour /t/ et celle du post-dorsum pour /tʃ/ (figure 6). En revanche pour /ʃ/ les quatre points s'activent ensemble. Pour /ʃ:/, on constate d'abord une élévation du mid-dorsum suivie d'une élévation simultanée de la lame et du post-dorsum alors que l'étude de la forme linguale montre que chez les locutrices IH et IM la constriction est apico-laminale et qu'elle est dorsale chez KB. Des différences sont donc observées par rapport à la modalité Accent*Onset : on relève ainsi un timing plus synchrone des quatre points, et donc une activation moins différenciée, entre les quatre parties de la langue pour /t/ tʃ/ dans la modalité Atone*Onset. Au contraire, pour /ʃ:/, on note une activation moins différenciée en syllabe accentuée. Les différences significatives dans le timing pour une même localisation entre les différents types de consonnes coronales sont moins nombreuses dans cette modalité par rapport à Accent*Onset. On peut noter qu'entre /t/ et /ʃ:/, les Δt concernant la pointe et la lame de la langue sont plus courts pour /t/ ce qui indique que la phase d'atteinte de la cible /ʃ:/ est plus longue que la phase d'atteinte de /t/. Cette différence a également été observée sous l'accent et reste cohérente avec les propositions de Vallée et al. (2002). Pour ce qui concerne /ʃ/ et /ʃ:/, la lame atteint son maximum plus rapidement pour /ʃ/ ($z = -3,84$ $p = 0,02$). Ce résultat rejoint la forme de la langue observée lors de l'atteinte de la cible articulatoire qui montre une position plus basse de la lame pour /ʃ/ que pour /ʃ:/ chez les deux locutrices IM et IH. C'est le contraire pour KB (lame plus basse pour /ʃ:/ que pour /ʃ/).

Modalité Accent*Coda

Pour cette modalité (figure 6), on n'observe pas d'écart significatif dans le timing des quatre localisations lors de la production d'une consonne donnée ce qui suggère un timing plus synchrone des quatre points et une activation moins différenciée entre les parties de la langue lorsque la consonne est en coda. De plus, on ne relève pas de différences significatives dans le timing d'un même point entre les différents types de consonnes. L'effet de la position en coda affecte donc plus la dynamique du geste que la forme de la langue.

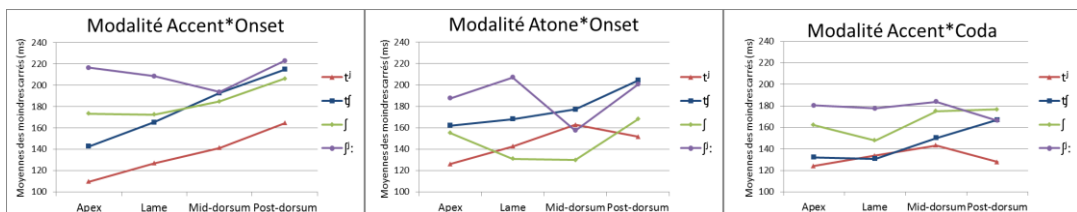


FIGURE 6 : Ecart temporel (Δt) moyens pour les 4 points de localisation sur la langue pour /t/ tʃ/ ʃ/ ʃ:/ selon les 3 modalités du facteur renforcement articulatoire.

4 Discussion

Les résultats de cette étude pilote suggèrent que la variabilité dans les productions relèverait davantage du locuteur que de la position dans la syllabe ou de l'accent. L'analyse des quatre points montre deux formes articulatoires pour la cible /t/. La première consiste à relever l'apex, avec lame, mid- et post-dorsum en position basse. Dans la deuxième réalisation, la pointe de la langue est abaissée. Des différences sont relevées dans la palatalisation de /t/. La première des réalisations consiste à abaisser l'apex et à élever la lame et dans une moindre mesure le dos, la masse de la langue est alors plus antérieure pour /t/. Pour la seconde réalisation, c'est l'élévation du dos de la langue qui est observée avec une forme bombée permettant de rapprocher l'articulation de /t/ de

celle de la consonne [c] décrite par Straka (1965) qui affirmait que pour atteindre la zone la plus haute, les muscles élévateurs sont sollicités pour permettre une poussée verticale importante de la langue. L'élévation de la langue a des répercussions sur l'apex : celui-ci se dirige alors vers les incisives inférieures. Cet élément constitue une des particularités des consonnes palatales d'après Straka : pour [t], [d] ou [n] produites habituellement avec l'apex relevé, le fait qu'il soit abaissé est capital pour la palatalisation. Cependant, KB produit la cible /t/ apicale avec l'apex abaissé. Lors de la palatalisation, la pointe de la langue étant déjà basse, il suffit au dos de la langue de s'élever vers le palais dur. Nos résultats suggèrent que si l'apex est abaissé dans [t], la palatalisation s'effectue avec une élévation du dos sans modifier la forme de la partie antérieure de la langue ; si [t] est produite avec la pointe relevée c'est la position de la lame qui apparaît déterminante pour la palatalisation. Dans ce dernier cas le degré de palatalisation semble moins fort. On peut penser que l'apex relevé dans la production d'une articulation primaire freine le degré de la palatalisation. Ces deux stratégies observées pour la production de palatalisées rappellent les résultats de Kedrova et al. (2008) qui montrent un premier type de réalisation avec une activité de la lame en contact avec la région post-alvéolaire, ce qui correspond à la stratégie décrite comme laminaire chez IH et IM, et une seconde réalisation qui implique une très forte élévation du dos de la langue et l'avancement de celle-ci dans la cavité buccale, ce qui se rapproche de ce que nous avons observé chez KB, cependant sans antériorisation de la masse de la langue.

Nos résultats sur la forme de la langue ne montrent pas de différences selon l'accent et la position dans la syllabe pour les trois locutrices. Notre hypothèse d'un geste lingual plus ample et plus stable dû au facteur renforcement articulatoire, n'est pas validée par nos observations.

Dans un second temps, nous avons analysé le timing des quatre bobines pour /t t̥ t̥ʃ t̥ʃ:/ en fonction des trois modalités observées. Pour la modalité Accent*Onset, un décalage temporel est observé chez tous les locuteurs entre l'articulation apicale et l'articulation secondaire palatale qui arrive plus tard. Ces observations sont conformes à celles de Ladefoged & Maddieson (1996). Concernant les palatalisées et palatales /t̥ t̥ʃ t̥ʃ:/, des particularités phonétiques sont relevées. Dans la modalité Accent*Onset, des différences significatives ont été trouvées (1) dans le timing d'un même point de localisation entre les différents types de consonnes (2) dans le timing des quatre localisations lors de la production d'une consonne donnée. Ces différences sont moins souvent significatives dans la modalité Atone*Onset et jamais significatives dans la modalité Accent*Coda. Connue pour être une position lénifiante, la coda a tendance à gommer les différences dans la dynamique du geste lingual pour l'ensemble des consonnes observées alors que pour ces mêmes consonnes, la forme de la langue lors de l'atteinte de la cible articulatoire ne montre pas de différences. Ce résultat gagnera en précision avec une extension de l'analyse intégrant la structure /CV.VC/ et donc la modalité Atone*Coda. Contrairement aux propositions de Browman & Goldstein (1995 : 26), nos données ne suggèrent pas une réduction de l'amplitude du mouvement articulatoire en coda qui serait causée par une baisse de l'effort articulatoire ou une coopération des différents points de la langue ayant pour but de produire un geste moins extrême en coda. De même, on ne retrouve pas de manière régulière chez un même locuteur, ni pour une même consonne, d'écart temporel plus court en attaque qu'en coda entre les maxima atteints par les quatre points de la langue qui pourrait suggérer une cohésion articulatoire plus forte en attaque de syllabe (Browman & Goldstein, 1988, 1992).

Les intervalles temporels mesurés ne sont pas significativement différents pour une même consonne et un même point de localisation sur la langue en fonction des modalités observées. L'accent ou la position dans la syllabe semble donc ne pas avoir d'effet sur le timing d'un point de la langue pour une même consonne. En revanche, la significativité des différences d'intervalles temporels relevées entre les points de localisation sur la langue pour une même consonne en syllabe accentuée vs syllabe atone n'a pas encore été testée. Ce prolongement de l'analyse permettra peut-être de vérifier une synchronisation articulatoire plus forte entre les différentes parties de la langue sous l'accent et donc un effet de l'accent sur la dynamique du geste plutôt que sur la forme linguale à l'atteinte de la cible.

Remerciements

Cette étude pilote est réalisée dans le cadre du Projet ANR-10-BLAN-1916 APPSy.

Références

- BAZZOLI C., LETUE F. & M.-J. MARTINEZ (2015). Modelling finger force produced from different tasks using linear mixed models with lme R function. *Journal of Case Studies in Business, Industry and Government Statistics (CSBIGS)* 6(1), 16-36.
- BROWMAN C. P. & L. GOLDSTEIN (1988). Some notes on syllable structure in articulatory phonology. *Phonetica* 45, 140-155.
- BROWMAN C. P. & L. GOLDSTEIN (1992). Articulatory phonology: An overview. *Phonetica* 49, 155-180.
- BROWMAN C. P. & L. GOLDSTEIN (1995). Gestural syllable position effects in American English. In Bell-Berti F. & L.J. Raphael. *Producing Speech: Contemporary Issues*, 19-33. New York: AIP Press.
- BYRD D. (1995). C-centers revisited. *Phonetica* 52, 285-306.
- FOUGERON C. & P. KEATING (1997). Articulatory strengthening at edges of prosodic domains. *Journal of the Acoustical Society of America* 101, 3728-3740.
- FOUGERON C. (1998). *Variations articulatoires en début de constituants prosodiques de différents niveaux en français*. Thèse de doctorat, Université Paris III, Paris. http://lpp.in2p3.fr/IMG/pdf/thesecefougeron-nonve_rife_e.pdf. [consulté le 04/04/2015].
- HOTHORN T., BERTZ F. & P. WESTFALL (2008). Simultaneous inference in general parametric models. *Biometrical journal* 50(3), 346-363.
- KEATING P. (1988). Palatals as complex segments: X-ray evidence. *UCLA Working Papers in Phonetics* 69, 77-91.
- KEDROVA G. Y., ANISIMOV N. V., ZAHAROV L. M. & Y. A. PIROGOV (2008). Magnetic Resonance investigation of palatalized stop consonants and spirants in Russian. *Journal of the Acoustical Society of America* 123(5), 3325.
- KINGSTON J. (2008). Lenition. In *Selected proceedings of the 3rd conference on laboratory approaches to Spanish phonology* 1-31. Somerville, MA : Cascadilla Press.
- KOCHETOV A. (2002). *Production, perception and emergent phonotactic patterns: A case of contrastive palatalization*. New York: Routledge.
- KRAKOW R. A. (1999). Physiological organization of syllables: a review. *Journal of Phonetics* 27, 23-54.
- KUZNETSOVA A. (1969). Nekotorye voprosy foneticheskoi kharakteristiki iavlenia tverdosti - miagkosti soglasnykh v russkikh govorakh. In S. Vysotskii (Ed.), *Eksperimentalno-foneticheskoe izuchenie russkikh govorov*, 35-215. Moscow: Nauka.
- LADEFOGED P. & I. MADDIESON (1996). *The sounds of the world's languages*. Oxford: Blackwell.
- LINDBLOM B. & I. MADDIESON (1988). Phonetic universals in consonant systems. In L. Hyman (Ed.), *Phonological acquisition and change*. New York: Academic Press.
- MADDIESON I. (1984). *Patterns of sounds*. New York: Cambridge University Press.
- RECASENS D. (1990). The articulatory classification of palatal consonants. *Journal of Phonetics* 18, 267-280.
- RECASENS D., FARNETANI E., FONTDEVILA J. & M.D. PALLARES (1993). An electropalatographic study of alveolar and palatal consonants in Catalan and Italian. *Language and Speech* 36(2-3), 213-234.
- RECASENS D. & J. ROMERO (1997). An EMMA study of segmental complexity in alveolopalatals and palatalized alveolars. *Phonetica* 54, 43-58.
- STRAKA G. (1963). La division des sons du langage en voyelles et consonnes peut-elle être justifiée ? *Travaux de linguistique et de littérature* 1, 17-99.
- STRAKA G. (1965). Naissance et disparition des consonnes palatales dans l'évolution du latin au français. *Travaux de linguistique et de littérature* 3, 117-167.
- VALLÉE N., BOË L.-J., SCHWARTZ J.-L., BADIN P. & C. ABRY (2002). The weight of substance in phonological structure tendencies of the world's languages. *ZAS Papers in Linguistics* 28, 145-168. Berlin.