



**HAL**  
open science

## Variabilité du geste linguo-palatal. Le cas du 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 linguo-palatal. Le cas du russe. JEP 2018 - 32e Journées d'Etudes sur la Parole, Jun 2018, Aix-en-Provence, France. hal-01958162

**HAL Id: hal-01958162**

**<https://hal.science/hal-01958162v1>**

Submitted on 17 Dec 2018

**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 linguo-palatal. Le cas du 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

---

Le trait *palatal*, souvent discuté, ne capture pas toute la complexité et la diversité des réalisations consonantiques rangées sous ce trait. Le russe a développé des consonnes palatales et palatalisées permettant ainsi d'observer les réalisations de ce trait au sein du même système. À partir d'une analyse de données acquises auprès de 9 locuteurs grâce à un articulographe électromagnétique, nous avons examiné les patterns spatiaux et temporels des configurations linguales dans la réalisation des consonnes /tʃ ʃ ʃ:/ du russe. Leur variation est observée selon les facteurs locuteur, accent et position de la syllabe. Les résultats confirment en partie ceux de Biteeva Lecocq *et al.* (2016). Les analyses montrent une importante variabilité du geste linguo-palatal en fonction des locuteurs. En revanche, aucun effet des deux autres facteurs testés n'a été observé. Ces deux points sont discutés à la lumière de travaux antérieurs.

## ABSTRACT

---

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

The *palatal* feature is often discussed because it does not capture all the complexity of a palatal articulation. Moreover, it does not take into account the great range of consonantal realizations associated with this phonological feature. Russian has developed palatal and palatalized consonants and hence makes possible the observation of different realizations of the *palatal* feature within a phonological system. From a set of articulatory data acquired using an electromagnetic articulograph, we analyzed the variation of spatial and temporal patterns of the tongue configurations during the production of Russian consonants /tʃ ʃ ʃ:/ according to the following factors: speaker, stress and position in the syllable. The results confirm partially those of Biteeva Lecocq *et al.* (2016). The analyzes show a large interspeaker variability and no effect of the two other tested factors. These two points are discussed considering previous studies.

**MOTS-CLES :** Palatalisation, geste palatal, variabilité, contrôle articulatoire, russe, EMA.

**KEYWORDS:** Palatalization, palatal gesture, variability, articulatory control, Russian, EMA.

---

## 1 Introduction

Les linguistes se sont souvent interrogés à propos de la nature des consonnes [+ palatal] en russe et dans d'autres langues. Les aspects articulatoires ont été abordés dans les différents travaux de Skalozub (1963) et de Kuznetsova (1969), de Straka (1965) sur la force articulatoire des palatales et palatalisées, ou encore plus récemment dans l'étude IRM de Kedrova *et al.* (2008). Les caractéristiques acoustiques ont été abordées dans différents travaux de Kochetov (2002). Une étude de Kavitskaya (2002) a été consacrée à la perception des consonnes palatalisées. Par ailleurs, les aspects phonologiques de ce type consonantique ont été étudiés en lien avec la phonétique par Keating (1988, 1991, 1993), Recasens (1990), Recasens *et al.* (1993, 1995) et Recasens et Romero (1997). Ces travaux ont montré entre autres que la question du contrôle du geste linguo-palatal

suscite encore des discussions en phonétique et en phonologie. Les phonéticiens sont en désaccord quant à la caractérisation du geste lingual entre consonnes palatales et palatalisées alors que les caractéristiques phonétiques sont beaucoup plus stables pour les consonnes labiales, dentales ou vélares. Selon Recasens et Romero (1997), les palatales sont des articulations simples, au contraire des palatalisées réalisées à partir d'une superposition de deux articulations, primaire et secondaire. Selon Keating (1988, 1993), les palatales et palatalisées sont des segments complexes qui impliquent dans leur production deux gestes articulatoires (partie antérieure et dos de la langue) et donc, deux contrôles moteurs différents. D'autre part, le trait *palatal* ne capture pas toute la complexité d'une articulation palatale et surtout ne prend pas en compte la diversité des réalisations consonantiques rangées sous ce trait phonologique (Sagey, 1986). Par exemple, la qualification de consonne *molle* dans la littérature est utilisée pour désigner aussi bien les consonnes palatales que les palatalisées, alors que certains des travaux suggèrent des différences articulatoires et acoustiques entre ces deux types consonantiques (Straka, 1965 ; Ladefoged et Maddieson, 1996).

Le russe et d'autres langues slaves ont fréquemment développé dans leurs systèmes phonologiques des consonnes palatalisées, appelées dans la tradition russophone consonnes *molles* ou *mouillées* par opposition aux consonnes dites *dures*, alors que ce phénomène est peu rencontré dans d'autres langues (Maddieson, 1984 ; Vallée et al., 1999). En russe la palatalisation connaît un fort rendement phonologique car la plupart des consonnes possèdent un équivalent palatalisé. Il est assez facile d'y trouver des paires minimales qui ne se distinguent que par le trait *palatal* : /bil/~bilʲ/ être (1<sup>re</sup>, 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> pers., sg., passé, imperfect.) ~ événement (nom., acc., sg.), /mat/~mʲat/ tapis de sport (nom., acc., sg.) ~ froissé (adj., forme courte), /nos/~nʲos/ nez (nom., acc., sg.) ~ porter (1<sup>re</sup>, 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> pers., sg., passé, imperfect.). D'autre part, en russe la palatalisation peut être le résultat d'une assimilation régressive : /kosti/ > [kosʲtʲ] os (nom., acc., sg.), /s'de.latʲ/ > [zʲid'eləʲtʲ] faire (inf., perfect.). Le russe qui possède également six consonnes palatales /ʃ ʃʲ ʒ ʒʲ j/ offre ainsi une gamme étendue de réalisations du trait *palatal*, qui plus est à l'intérieur du même système.

Nous avons choisi de nous intéresser à la nature articulatoire du phénomène de palatalisation. Le niveau articulatoire est d'autant plus complexe qu'il nécessite de prendre en compte et d'observer des stratégies individuelles. Notre étude expérimentale propose de caractériser le geste linguo-palatal impliqué dans la réalisation des différents types de consonnes palatalisées et palatales du russe et d'observer la variabilité de ce geste en fonction des facteurs locuteur, position de l'accent et type de structure syllabique. Notre objectif est d'examiner en fonction de ces différents facteurs extralinguistiques et linguistiques, le pattern spatial lors de l'atteinte de la cible articulatoire de la consonne ainsi que l'organisation temporelle de 4 points de référence sur la langue (pattern temporel) dans la phase d'atteinte de cette cible. À notre connaissance, peu d'études antérieures se sont penchées sur la variabilité des réalisations, hormis la variabilité liée aux différences de contexte vocalique (Recasens et al., 1993). Ainsi, l'étude du timing nous permettra d'examiner la question de la superposition d'un geste palatal à une articulation primaire lors de la production de consonnes palatalisées et de caractériser le contrôle du geste palatal, à savoir si le contrôle de la langue est global ou plutôt différencié selon les zones linguales, et s'il est différent entre palatalisées et palatales.

## 2 Méthodologie

### 2.1 Hypothèses

Dans le cadre de notre étude expérimentale et après un examen des travaux antérieurs nous avons mis à l'épreuve les hypothèses suivantes :

1. Si l'articulation palatale est secondaire, l'élévation de l'apex 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. Si l'accent impacte le geste lingual, on s'attend à ce qu'il soit plus ample et plus uniforme (Straka, 1963 ; Kelso et al., 1986 ; Fougeron, 1998) ;

3. Si la position dans la syllabe impacte le geste lingual, on s'attend à ce que le timing des différentes parties de la langue soit plus synchrone en coda en raison d'une réduction de l'amplitude du mouvement articuloire dans cette position (Browman, Goldstein, 1988, 1995 ; Byrd, 1995 ; Kingston, 2008).

## 2.2 Participants et stimuli

Neuf locuteurs de langue maternelle russe, âgés de 22 à 42 ans ont participé à l'étude. Le corpus constitué comporte 40 mots contenant des consonnes palatalisées et palatales en position accentuée *vs* atone et en attaque syllabique *vs* coda. Dans cet article nous traitons les résultats pour les consonnes coronales /t tʲ ʃ ʃʲ/ (table 1) qui présentent un fort rendement en russe pour l'opposition [±palatal]. Les mots contenant la consonne cible ont été insérés dans une phrase porteuse /ti 'vi.dɛ.la/ *cible* /dva (tri) 'ra.za/ 'tu as vu '*cible*' deux (trois) fois' pour faciliter le repérage des frontières lors de la segmentation et neutraliser les effets suprasegmentaux. Les énoncés ont été présentés dans un ordre aléatoire en série de 10 éléments 5 fois pour chaque locuteur. La consigne donnée était de répéter à voix haute à un débit normal les énoncés présentés sur un écran.

Paire minimale	Tonique <i>vs</i> atone	Attaque <i>vs</i> coda
/tuk~/~/tʲuk/ bruit provoqué par un coup sur une surface dure ( <i>onomat.</i> ) ~ baluchon ( <i>nom., acc., sg</i> )	/'tʲe.lo/ <i>vs</i> /tʲe.'la/ corps ( <i>nom., acc., sg.</i> ) <i>vs</i> corps ( <i>nom., acc., pl.</i> ) /'ʃer.tʲi~/~/ʃer.'tʲi/ diabolin ( <i>nom., pl.</i> ) ~ tracer ( <i>2<sup>e</sup> pers., sg., imperfect., injonc.</i> ) /ʃʲ.it/ <i>vs</i> /ʃʲ.i.'ta/ bouclier ( <i>nom., acc., sg.</i> ) <i>vs</i> bouclier ( <i>gén., sg.</i> ) /ʃestʲi/ <i>vs</i> /ʃes.'tʲi/ six ( <i>nom., acc.</i> ) <i>vs</i> six ( <i>gén., dat., loc.</i> )	/tʲap/ <i>vs</i> /matʲ/ faire qqch à la va-vite ( <i>onomat.</i> ) <i>vs</i> mère ( <i>nom., acc., sg.</i> ) /ʃem/ <i>vs</i> /mʲeʃʲ/ que ( <i>conjonc. de subord.</i> ) <i>vs</i> épée ( <i>nom., acc., sg.</i> ) /ʃʲ.eʲlʲ/ <i>vs</i> /ʲeʃʲʲ/ fente ( <i>nom., acc., sg.</i> ) <i>vs</i> brème ( <i>nom., sg.</i> ) /ʃovʲ/ <i>vs</i> /voʃʲ/ suture ( <i>nom., acc., sg.</i> ) <i>vs</i> poux ( <i>nom., acc., sg.</i> )

TABLE 1 : Contrastes observés.

## 2.3 Protocole

Les données ont été acquises dans la chambre anéchoïde du GIPSA-Lab à l'aide d'un articulographe électromagnétique 2D (AG200 Carstens®), fréquence d'échantillonnage 200 Hz. Quatre bobines étaient collées sur la langue : au niveau de la pointe et de la lame, et au niveau du dos de la langue (*mid-* et *post-dorsum, infra*). Deux bobines de référence étaient collées au niveau de la racine du nez et des incisives supérieures pour la correction des mouvements de la tête et une bobine collée sur les incisives inférieures pour capturer le mouvement mandibulaire. Les données acoustiques ont été enregistrées avec un Marantz PMD 670 (échantillonnage 22,05 kHz), micro AKG C1000S. Les locuteurs étaient assis face à un écran 17 pouces AG NEOVO X-17A où s'affichaient les énoncés. A la fin de l'enregistrement le tracé du palais était réalisé par l'expérimentateur à l'aide d'une bobine collée sur son index et déplacée du fond de la cavité buccale vers les incisives supérieures. Toutefois, aucune détermination du lieu d'articulation ne peut être faite en fonction du palais acquis car s'assurer de l'immobilité de la tête du locuteur pendant la séance d'enregistrement est impossible.

## 2.4 Mesures et analyses

Les trajectoires des articulateurs ont été analysées dans l'environnement Matlab avec le logiciel interne TRAP. Les événements minimum et maximum des courbes de déplacement ont été repérés automatiquement à partir des passages par zéro de la courbe de vitesse de chacun des articulateurs. Les cibles consonantiques /t tʲ ʃ ʃʲ/ sont considérées comme atteintes lorsque la pointe de la langue atteint sa position maximale.

Dans un premier temps, nous avons observé et analysé la configuration spatiale du geste lingual en choisissant comme caractérisation la position en X (degré d'avancement de la langue dans la cavité

buccale) et en Y (hauteur de la langue) des trois localisations lame, mid- et post-dorsum lorsque la pointe de la langue était à sa position maximale, instant correspondant à l'atteinte de la cible consonantique. Les données ont été recalées par rapport au plan occlusal utilisé comme axe des abscisses dans les représentations.

Dans un second temps nous avons analysé les patterns temporels, c'est-à-dire l'organisation temporelle de quatre points de référence sur la langue (apex, lame, mid- et post-dorsum). Pour chacun des quatre points l'écart ( $\Delta t$ ) entre le temps de référence et le temps où chaque point atteint son maximum a été mesuré afin de déterminer le timing des maxima atteints par les quatre points de la langue en fonction de leur position dans la syllabe tonique ou atone et selon leur position en attaque ou en coda. Nous avons choisi comme geste 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 étudiée. Ce point est l'instant à partir duquel la mandibule qui est le support de l'articulateur langue remonte pour réaliser l'articulation consonantique. Il nous semble que cet événement temporel est le plus à même de rendre compte du début du geste lingual de la production consonantique.

Des analyses statistiques ont été effectuées sur la variable réponse *durée* (ms) et l'influence sur celle-ci des facteurs tels que consonne (t, t̪, tʃ, f et tʃː), accent (syllabe accentuée vs atone) et position dans la syllabe (attaque vs coda). Pour examiner un éventuel impact de la force articuloire nous avons créé une variable *renforcement articuloire* qui se décline en trois modalités : attaque de syllabe tonique (Accent\*Onset), coda de syllabe tonique (Accent\*Coda) et attaque de syllabe atone (Atone\*Onset). Nous avons également choisi de réaliser deux analyses distinctes, l'une uniquement avec les consonnes /t/ et /t̪/ dans la modalité Accent\*Onset, l'autre sans la consonne /t/, car aucune mesure pour celle-ci n'a été réalisée en dehors de ladite modalité. Le choix d'utiliser un modèle mixte a été fait avec *Locuteur* comme effet aléatoire et *Accent, Position dans la syllabe* comme effet fixe. Le modèle linéaire mixte a été réalisé à l'aide de la fonction lme du package nlme du logiciel R. D'autre part, les mesures ont été prises simultanément sur les quatre localisations de la langue et sont de ce fait corrélées entre elles ce qui nécessite la modélisation (à l'aide des paramètres weights et correlation de la fonction lme) de la matrice de variance-covariance du modèle (Bazzoli et al., 2016). La vérification des conditions d'applications des modèles a été effectuée en réalisant un diagnostic graphique des résidus. A partir du modèle nous avons effectué des comparaisons multiples (fonction glht du package multcomp de R) pour (1) analyser l'organisation temporelle des quatre bobines (localisations sur la langue) lors de la production d'une consonne donnée, (2) pour comparer les différences dans l'organisation temporelle des quatre bobines entre les types de consonnes et (3) pour comparer les positions des quatre bobines pour une consonne donnée en fonction des modalités du facteur *renforcement articuloire*.

## 3 Résultats

### 3.1 Patterns spatiaux

Les figures qui suivent présentent les positions des 4 points de référence apex, lame, mid- et post-dorsum par locuteur et par consonne. Par manque de place nous présentons dans cette section uniquement les résultats pour /t/ et /t̪/ dans la paire minimale /tuk/~t̪uk/ et pour /ʃ/ et /ʃː/ dans les mots /ʃov/ vs /ʃːeɪ/. Nous décrivons ci-après les stratégies articuloires que les locuteurs emploient pour réaliser des consonnes [± palatal] de leur langue.

#### */tuk/~t̪uk/*

Pour 7 locuteurs de notre étude /t/ est apicale : la pointe de la langue atteint son maximum dans la zone dento-alvéolaire. En revanche pour 3 de ces locuteurs, la configuration des points lame, mid- et post-dorsum est quasi alignée dans la cavité buccale alors que pour les 3 autres la forme linguale est plus ou moins concave au niveau de ces localisations. Enfin pour la septième participante, /t/ est apicale avec toutefois les positions des bobines mid- et post-dorsum plus élevées que la partie antérieure de la langue. Pour 2 des 9 locuteurs l'occlusion est apico-laminaire avec le dos de la

langue abaissé. Concernant la palatalisée /tʲ/, pour la totalité des sujets, la palatalisation s'effectue grâce au geste d'élévation du dos de la langue au niveau de la bobine mid-dorsum. Pour la plupart des locuteurs, cette action d'élévation dorsale entraîne probablement l'élévation de la lame de la langue. Concernant la position sur l'axe des abscisses, pour certains de nos sujets, /tʲ/ est plus antérieure que /t/ au niveau du post-dorsum. La figure ci-dessous représente les localisations des 4 bobines dans la cavité buccale ainsi que la trace du palais des 3 locuteurs types pour la paire minimale /tuk/~/tʲuk/ dans le plan X/Y du sujet. Ainsi, pour IM et MT /tʲ/ est apicale avec une forme linguale plutôt aplatie pour IM et concave pour MT. La production de la palatalisée /tʲ/ montre une élévation des points lame et mid-dorsum pour les deux locutrices avec une langue bombée pour IM et plate pour MT. Pour MK, /tʲ/ est apico-laminale tandis que la forme linguale lors de la production de /tʲ/ à l'atteinte de la cible est semblable à celle réalisée par IM. De plus, pour produire /tʲ/ on observe une élévation au niveau du post-dorsum pour les 3 sujets et une antériorisation de ce point pour IM et MT.

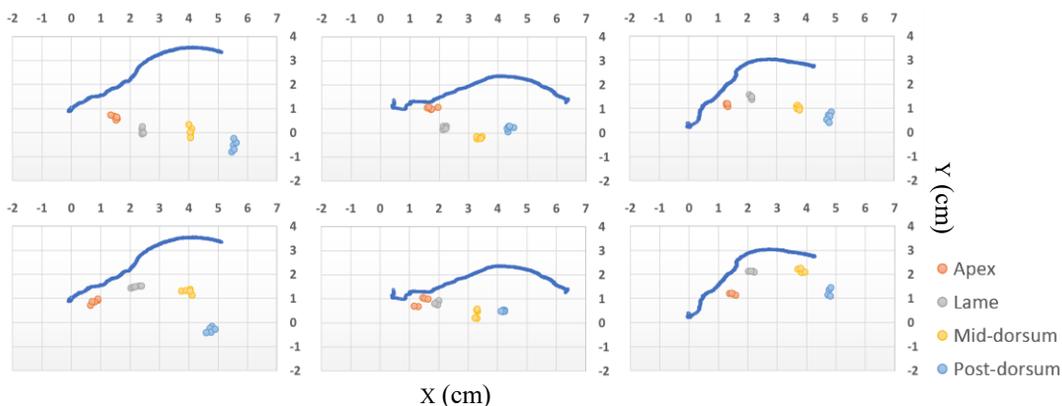


FIGURE 2 : Localisation des 4 bobines dans la cavité buccale des locuteurs IM (à gauche), MT (au milieu) et MK (à droite) dans la paire minimale /tuk/ (en haut) ~/tʲuk/ (en bas). La ligne continue indique le contour du palais.

Acoustiquement, la palatalisée /tʲ/ n'a jamais été réalisée [tʲ] par les locuteurs de notre étude qui l'ont majoritairement réalisée comme [tʲ]. Nous avons également relevé quelques spirantisations de /tʲ/ dans /tʲuk/ réalisées sifflante [s] ou chuintante [ʃ].

Des analyses statistiques ont été effectuées pour tester l'effet de l'accent et de la position dans la syllabe sur les coordonnées (X,Y) de chaque point de mesure. Les résultats obtenus pour la consonne /tʲ/ dans la paire /'tʲe.lo/ vs /tʲe.'la/ et les monosyllabes accentués /tʲap/ vs /matʲ/ montrent que l'accent et les positions de coda et d'attaque syllabique n'ont pas d'effet sur la forme linguale à l'instant de l'atteinte de la cible consonantique. Les mêmes résultats ont été obtenus pour les autres consonnes de notre étude /tʃ ʃ ʃʲ:/. Pour celles-ci, de la même manière, aucune différence au niveau de la forme de la langue qui serait liée à l'accent ou à la structure syllabique n'a été relevée.

### Cas des consonnes /f/ vs /fʲ:/

Nous avons relevé 4 stratégies articulatoires de réalisation des consonnes /f/ et /fʲ:/ en fonction des locuteurs. La figure 3 représente les localisations des 4 bobines dans la cavité buccale des 4 locuteurs types issus de l'ensemble des sujets enregistrés pour les consonnes /f/ et /fʲ:/ dans les mots /foʊv/ vs /fʲ:eli/ dans le plan X/Y du sujet. Pour les locutrices MT et KB, /f/ est apicale, en revanche pour MT la forme linguale est concave au niveau du dos de la langue (points mid- et post-dorsum) alors que pour KB la langue se creuse au niveau de la bobine lame. La locutrice IM produit un /f/ apical avec une forme linguale bombée et l'arrière de la langue abaissé. Enfin pour la locutrice IH, la langue montre une configuration plate au niveau de la pointe, de la lame et du mid-dorsum avec le

post-dorsum légèrement plus bas. Concernant /ʃ:/, nous avons observé une antériorisation du geste lingual au niveau des 4 localisations pour tous les locuteurs sauf pour IH pour laquelle on constate seulement un avancement du post-dorsum et une élévation au niveau des bobines apex et lame, le mid-dorsum fonctionnant comme un pivot. Pour la locutrice KB, on observe un abaissement de la partie antérieure de la langue à l'instant de l'atteinte de la cible /ʃ:/. Pour les locutrices MT et IM, la palatalisation s'effectue en élevant lame, mid- et post-dorsum pour MT et lame pour IM avec une forme linguale aplatie pour la première et une langue bombée pour la deuxième.

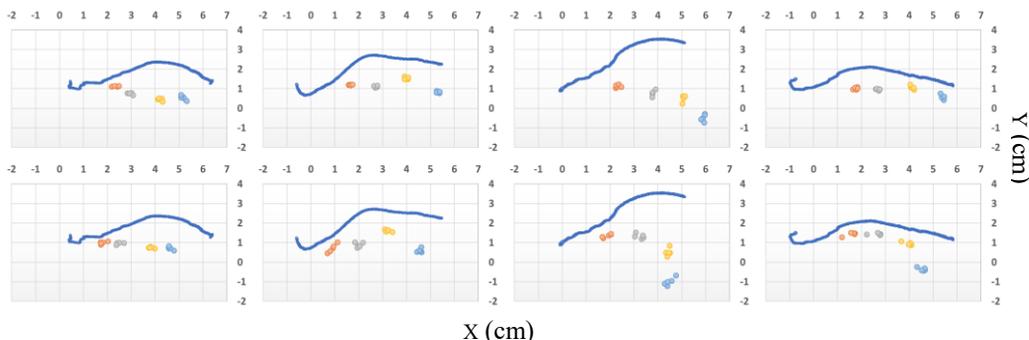


FIGURE 3 : Localisation des 4 bobines dans la cavité buccale des locuteurs MT, KB, IM et IH (de gauche à droite) dans /fov/ (en haut) vs /ʃ:eli/ (en bas). La ligne continue indique le contour du palais.

Des configurations linguales similaires ont été trouvées pour /ʃ/ et /ʃ:/ dans les mots /voʃ/ vs /tʃeʃ:/, /fest/ vs /ʃ:it/ et /ʃes.'ti/ vs /ʃ:i.'ta/.

### 3.2 Patterns temporels

L'objectif est de décrire le timing du geste lingual pour atteindre les cibles /t tʃ ʃ ʃ:/ . Le timing est observé dans les trois modalités du facteur *renforcement articulatoire* à partir des points apex, lame, mid- et post-dorsum et calculé à l'aide des écarts temporels ( $\Delta t$ ) entre le point minimal de la mandibule et le point maximal de chaque point localisé sur la langue. Cet intervalle temporel est considéré comme la mise en place du geste consonantique (cf. section 2.4).

#### Modalité Accent\*Onset

Aucun écart temporel significatif n'a été trouvé entre les différentes parties de la langue lors de la production de /t/ et cela chez tous les locuteurs. Ce résultat suggère une activation simultanée des 4 zones linguales et ainsi un déplacement global de la langue. En revanche, pour /tʃ/ l'apex atteint sa cible dentale et/ou alvéolaire en premier suivie de l'élévation du mid- et du post-dorsum. Cet écart temporel entre l'articulation primaire apicale et l'articulation secondaire palatale pour /tʃ/ est trouvé significatif ( $z=4,49$   $p=.00148$  pour mid- et  $z=5,27$   $p<.0001$  pour post-dorsum). Les patterns spatiaux concernant la forme linguale lors de l'atteinte de la cible /tʃ/ suggèrent un rétrécissement au niveau pré- ou médio-palatal alors que pour /t/ le rétrécissement est présent au niveau de la région dento-alvéolaire. Nous avons comparé ensuite les variations de la variable *durée* en fonction des consonnes /tʃ ʃ ʃ:/ toujours en position d'attaque dans la syllabe accentuée (fig. 4) en excluant volontairement /t/ pour les raisons évoquées *supra*. Pour /tʃ/, on retrouve à peu de choses près le même timing que pour /tʃ/ : l'élévation dorsale suit l'élévation apico-laminale ( $z=5,91$   $p=.0001$  pour mid- et  $z=7,66$   $p<.0001$  pour post-dorsum). Les patterns spatiaux de cette consonne montrent aussi qu'à l'instant de l'atteinte de la cible consonantique /tʃ/, les contours linguaux observés chez certains sujets suggèrent une articulation apicale ou apico-laminale. La forme linguale bombée au niveau du dos de la langue chez certains sujets peut être considérée d'après Ladefoged et Maddissoon (1996) comme « *a slight degree of palatalization* ». Pour /ʃ/ l'activation laminaire est suivie de l'activation du post-dorsum ( $z=3,95$   $p=0,0171$ ) et dans le cas de la fricative /ʃ:/ aucun écart significatif entre les

4 points de référence n'a été observé. Concernant les différences interconsonnes, le déplacement des articulateurs apex et lame est significativement plus lent pour /ʃ:/ que pour /t/ ʃ/ /:  $z=-6,47$   $p<.0001$ ;  $z=-4,76$   $p=.00063$ ;  $z=-5,22$   $p<.0001$  pour l'écart concernant la localisation lame respectivement entre /ʃ:/ et /t/ ʃ/ et  $z=-6,38$   $p<.0001$ ;  $z=-5,32$   $p<.0001$  pour l'écart concernant la localisation apex respectivement entre /ʃ:/ et /t/ ʃ/. En effet, la production d'une fricative exige un contrôle plus fin de la constriction au niveau du lieu articuloire pour générer le bruit de friction (Vallée et al., 2002). Comme /ʃ:/ est une fricative phonologiquement longue, le contrôle doit être maintenu sur toute la durée consonantique. De plus, elle est palatalisée, et pour certains des locuteurs possède un double lieu articuloire (ex. KB) ce qui exigerait un contrôle plus fin.

### Modalité Atone\*Onset

Les différences significatives entre les  $\Delta t$  moyens mesurés pour chacune des localisations sont moins nombreuses lorsque la consonne se trouve en attaque d'une syllabe inaccentuée (fig. 4). Pour /t/ et /ʃ/ l'articulation apicale précède l'élévation du mid-dorsum pour /t/ ( $z=4,16$   $p=.0075$ ) et celle du post-dorsum pour /ʃ/ ( $z=4,27$   $p=.00402$ ). Pour /ʃ/ et /ʃ:/, l'activation des 4 points de mesure est simultanée. Au niveau interconsonantique un écart temporel significatif est trouvé pour la localisation lame entre /t/ et /ʃ:/ ( $z=-4,02$   $p=0,01261$ ) et entre /ʃ/ et /ʃ:/ ( $z=-3,70$   $p=0,04413$ ).

### Modalité Accent\*Coda

Dans cette modalité nous n'avons pas relevé d'écart significatif dans le timing des 4 points de référence lors de la production d'une consonne donnée. Cela suggère une activation plus synchrone des 4 parties de la langue et donc un déplacement plus global de la masse linguale lorsque la consonne se trouve en position finale de syllabe. En revanche, quelques différences significatives qui n'ont pas été observées par Biteeva Lecocq et al. (2016) sont à signaler au niveau des comparaisons interconsonantiques (fig. 4). Ainsi, le geste apical est significativement plus lent pour /ʃ/ et /ʃ:/ que pour /t/ ( $z=-4,16$   $p=.00686$ ;  $z=-5,19$   $p<.0001$ ) et pour /ʃ:/ que pour /t/ ( $z=-4,34$   $p=.00319$ ). Quant au mouvement dorsal, celui-ci est significativement plus lent, dans cette modalité, pour /ʃ/ et /ʃ:/ que pour /t/ au niveau du mid-dorsum ( $z=-4,38$   $p=.00301$ ;  $z=-4,69$   $p=.00073$ ) et que pour /t/ au niveau du post-dorsum ( $z=-3,80$   $p=0,02871$ ;  $z=-3,77$   $p=0,03295$ ).

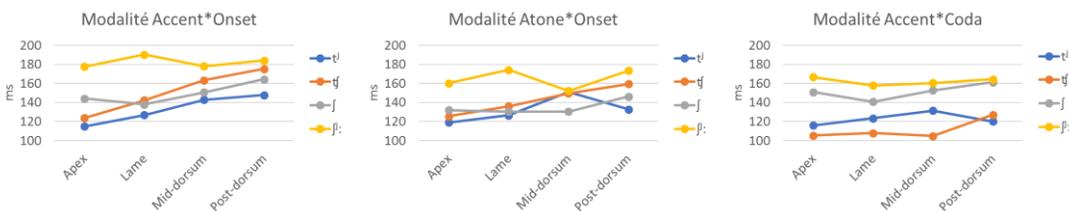


FIGURE 4 : Ecarts temporels moyens pour les 4 points de référence pour les consonnes /t/ ʃ/ /: en fonction des 3 modalités du facteur *renforcement articuloire*

## 4 Discussion

Les résultats obtenus montrent une variabilité des productions consonantiques qui relèvent davantage des locuteurs que de la structure syllabique ou de l'accent et rejoignent ceux obtenus par Biteeva Lecocq et al. (2016). Pour la totalité des locuteurs, la palatalisation s'effectue grâce au geste d'élévation du dos de la langue au niveau du mid-dorsum, action qui, probablement, provoque l'élévation laminaire. Concernant l'axe antéro-postérieure, chez certains sujets, les palatalisées sont plus antérieures que les non palatalisées au point post-dorsum. Les différences sont trouvées au niveau de la forme globale de la langue qui peut être bombée chez certains sujets ou avoir une configuration plate avec une constriction formée par l'avant de la langue chez d'autres. Nos résultats rejoignent ceux de Kedrova et al. (2008) qui ont observé deux stratégies de réalisation des palatalisées du russe. La première engage massivement le corps de la langue et, plus précisément, présente une élévation importante du dos de la langue ainsi que son avancement dans la cavité buccale. La seconde implique davantage l'activité de la lame dans la région post-alvéolaire. La

proposition faite par Biteeva Lecocq et al. (2016) concernant une incidence de lieu d'articulation primaire sur l'articulation secondaire palatale n'a pas trouvé de confirmation dans cette étude. En effet, il a été suggéré que si l'apex se dirigeait vers les incisives inférieures dans /t/, il suffisait au dos de la langue de s'élever vers le palais pour produire /tʲ/. En revanche, si /t/ était produit avec la pointe relevée, le degré de palatalisation semblait moins important. Ces résultats suggèrent que la pointe relevée dans la production d'une articulation initiale freinait le degré de la palatalisation. Les résultats obtenus à partir des 9 sujets observés ne montrent pas d'impact clair de lieu d'articulation initial sur l'articulation secondaire de type palatal. Nous nous attendions également à ce que les locuteurs originaires de régions géographiquement proches présentent des stratégies plutôt semblables de production. Même si quelques ressemblances au niveau des formes linguales pour une consonne donnée (chez les locuteurs des régions voisines) ont été trouvées, nous n'avons pas observé d'influence claire du contexte diatopique sur les productions. D'après nos données, la forme du palais n'a visiblement pas d'incidence sur la configuration du geste lingual à l'atteinte de la cible consonantique. En effet, certains participants dont les tracés du palais sont similaires emploient des stratégies différentes pour réaliser une consonne donnée.

Nous avons également relevé quatre stratégies articulatoires utilisées pour /ʃ/ : deux d'entre elles impliquent une forme concave de la langue au niveau du dos (MT) ou bien au niveau de la lame (KB). Ces réalisations ont déjà été décrites par Ladefoged et Maddieson (1996) mais pour la production de la sifflante /s/ par deux locuteurs de l'anglais britannique. En effet, celle-ci a été produite soit avec « *a deep hollow in the center of the tongue* », soit « *a hollowing of the tongue just behind the constriction* » (Ladefoged et Maddieson, 1996, p. 147). Cette dernière réalisation a également été observée pour /ʃ/ du russe par Akishina et Baranovskaya (2011). Pour la locutrice IM la forme linguale rappelle celle de la palato-alvéolaire /ʃ/ de l'anglais référencée toujours dans Ladefoged et Maddieson (1996) et décrite comme « *a post-alveolar domed sibilant*. »

Nos résultats concernant le pattern spatial à l'instant de l'atteinte de la cible ne montrent pas d'effet de l'accent ni d'effet de la position dans la syllabe pour l'ensemble des locuteurs enregistrés. Contrairement aux propositions de Straka (1963), Fougeron (1998), l'hypothèse concernant un geste lingual plus ample et plus stable sous l'influence du facteur *renforcement articulatoire* n'a pas été validée par nos observations. Nous avons observé l'effet de l'accent et de la position sur les patterns temporels du geste linguo-palatal plutôt que sur la forme de la langue à l'atteinte de la cible étudiée. Pour les modalités Accent\*Onset et Atone\*Onset, un écart temporel significatif est trouvé chez tous les locuteurs entre l'articulation primaire et secondaire. Ces observations rejoignent celles de Ladefoged et Maddieson (1996). Quant aux palatalisées et palatales /tʲ ʃ ʃʲ:/, dans la modalité Accent\*Onset, des écarts temporels significatifs ont été trouvés dans la coordination temporelle des 4 points de mesure lors de la production d'une consonne donnée ainsi que dans le timing d'un même point de référence entre les différents types consonantiques. Ces écarts sont moins souvent significatifs dans la modalité Atone\*Onset et sont observés seulement au niveau des comparaisons interconsonantiques dans la modalité Accent\*Coda. La position coda, connue pour être une position de relâchement articulatoire, a tendance à niveler les différences dans la dynamique du geste lingual pour l'ensemble des consonnes étudiées. Ce résultat gagnera en précision avec un prolongement de l'analyse en intégrant la modalité Atone\*Coda avec la structure /'CV.VC/ dans le facteur *renforcement articulatoire*. Ainsi, contrairement aux observations faites par Browman et Goldstein (1995), nos patterns spatiaux ne présentent pas une réduction de l'amplitude du mouvement lingual en coda qui serait causée par une baisse de l'effort articulatoire ou une coopération des différentes régions de la langue ayant pour but d'effectuer un geste moins extrême dans cette position. D'autre part, d'après Knyazev et Pozharitskaya (2012), l'accent en russe affecte plutôt le noyau vocalique. Les voyelles en syllabe accentuée sont généralement plus longues que lorsqu'elles se trouvent en dehors de l'accent tonique, position dans laquelle une diminution de l'amplitude du mouvement lingual et donc le phénomène d'*undershoot* sont observés.

# Remerciement

Soutien financier de l'IRS IDEX ComUE UGA PALGEST, du Conseil Européen de la Recherche sous le septième programme-cadre de l'Union Européenne (FP7/2007-2013 Grant Agreement no. 339152, "Speech Unit(e)s", PI: Jean-Luc-Schwartz) et ANR-10-BLAN-1916 APPSY.

# Références

- AKISHINA A. & S BARANOVSKAYA (2011). *Russkaia fonetika na fone obshei*. Moscow: Librokom.
- 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.
- BITEVA LECOCQ E., VALLEE N., GERBER S. & C. SAVARIAUX (2016). Variabilité du geste palatal : effet du locuteur, de la structure syllabique et de l'accent sur différents types de consonnes en russe. *Actes de la conférence conjointe JEP-TALN-RECITAL 2016*, volume 1 : JEP.
- 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/theseconfougeron-nonve\\_rifie\\_e.pdf](http://lpp.in2p3.fr/IMG/pdf/theseconfougeron-nonve_rifie_e.pdf). [consulté le 04/04/2015].
- KAVITSKAYA D. (2002). Perceptual salience and palatalization in Russian. In Goldstein, L., Whalen D.H. & C. T. Best (Eds.), *Laboratory Phonology 8*, 589-610. Berlin: Mouton de Gruyter.
- KEATING P. (1988). Palatals as complex segments: X-ray evidence. *UCLA Working Papers in Phonetics* 69, 77-91.
- KEATING P. (1993). Phonetic representation of palatalization versus fronting. *UCLA Working papers in phonetics* 85, 6-21.
- 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.
- KELSO J. A. S., SALTZMAN E. L. & B. TULLER (1986). The dynamical perspective on speech production: data and theory. *Journal of Phonetics*, 14(1), 29-59.
- KINGSTON J. (2008). Lenition. In *Selected proceedings of the 3<sup>rd</sup> 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.
- KUZNETSOVA A. (1969). Nekotorye voprosy foneticheskoi kharakteristiki iavlenia tverdsti - 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., FONTDEVILA J. & M.D. PALLARES (1995). A production and perceptual account of palatalization. Phonology and phonetic evidence. In B. Connell & A. Arvaniti (eds.), *Papers in laboratory phonology IV*. Cambridge: Cambridge university press, 265-281.
- RECASENS D. & J. ROMERO (1997). An EMMA study of segmental complexity in alveopalatals and palatalized alveolars. *Phonetica* 54, 43-58.
- SAGEY E. (1986). *The representation of features and relations in non-linear phonology*. Doctoral dissertation, MIT, Cambridge, Massachusetts.
- SKALOZUB L. (1963). *Palatogrammy i rentgenogrammy soglasnykh fonem russkogo literaturnogo iazyka*. Kiev: s.n.
- 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. & M STEFANUTO (1999). Typologies phonologiques et tendances universelles. Approche substantialiste. *Linx*, 11, 31-54. <http://linx.revues.org/863>. [consulté le 26 février 2015].
- 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.