



**HAL**  
open science

## Variation du voisement des occlusives orales en code-switching: analyses par ABX automatique et mesures acoustiques

Djegdjiga Amazouz, Martine-Adda Decker, Lori Lamel

### ► To cite this version:

Djegdjiga Amazouz, Martine-Adda Decker, Lori Lamel. Variation du voisement des occlusives orales en code-switching: analyses par ABX automatique et mesures acoustiques. Journées d'Études sur la Parole - JEP2022, Jun 2022, Noirmoutier, France. hal-03703081

**HAL Id: hal-03703081**

**<https://hal.science/hal-03703081>**

Submitted on 23 Jun 2022

**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.

Copyright

# Variation du voisement des occlusives orales en code-switching: analyses par ABX automatique et mesures acoustiques

Djegdjiga Amazouz<sup>1,2</sup> Martine-Adda Decker<sup>1,2</sup> Lori Lamel<sup>2</sup>

(1) Laboratoire de Phonétique et Phonologie : UMR 7018 CNRS / Sorbonne Nouvelle, 75005 Paris, France

(2) Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences du Numérique : CNRS, Université Paris-Saclay, Orsay, France

djegdjiga.amazouz@sorbonne-nouvelle.fr,

martine.adda-decker@sorbonne-nouvelle.fr, lamel@limsi.fr

## RÉSUMÉ

---

La parole en situation de code-switching (CS) est potentiellement soumise à une variation accrue due aux changements de langue. Ce papier compare les occlusives orales du français et de l'arabe algérien par des locuteurs bilingues. L'arabe et le français ne partagent que /t, k/ et /b, d/. Néanmoins, le bilinguisme favorise les emprunts avec [p] et [g] en arabe. Les occlusives d'un corpus CS de 7h30 sont comparées à celles produites par des locuteurs natifs monolingues. La variation est étudiée de deux manières : (i) la méthode ABX automatique avec un alignement forcé permettant en parallèle des modèles acoustiques voisés et non-voisés ; (ii) une mesure acoustique de *v-ratio* donnant la proportion entre durée voisée et durée totale. L'approche (i) montre que pour le français, les locuteurs du CS varient de 7 % de plus que les locuteurs monolingues. L'arabe en CS possède le taux de variation le plus élevé avec 27 %. Concernant [p, g], les emprunts du français sont les plus touchés avec 30 % de taux de variation (méthode (i)) et un changement du *v-ratio* par rapport au français de 25 % pour [g] et 13 % pour [p] (méthode (ii)).

## ABSTRACT

---

### Voicing variation of oral stops in code-switching : Automatic ABX and acoustic analysis

Code-switching (CS) speech segments are potentially subject to increased variation due to language switching. This paper compares the realizations of oral stops in French and Algerian Arabic by bilingual speakers. Officially, Arabic and French only share the stops /t, k/ and /b, d/. Nevertheless, bilingualism favors borrowing, thus generating [p] and [g] segments in Arabic. Oral stops are studied in a 7h corpus of CS speech, and compared with those produced by native French speakers. The variation in production is studied using two approaches : (i) an automatic ABX-like phone discrimination paradigm using forced alignments with parallel voiced and unvoiced acoustic models ; (ii) an acoustic measure of the ratio between voiced duration and total segment duration (*v-ratio*). The results of approach (i) show that for French, CS speakers have 7 % more variability than monolingual speakers. Arabic in CS has the highest rate of variation with 27 %. The results of both approaches are globally consistent. Concerning [p, g], Arabic words borrowed from French are the most affected with 30 % of variation rate (method (i)) and a change in *v-ratio* of about 20 % as compared to French (method (ii)).

**MOTS-CLÉS** : Code-switching, français, arabe algérien, occlusives, ABX automatique, *v-ratio*.

**KEYWORDS**: Code-switching, French, Algerian Arabic, ABX method, *v-ratio*.

---

# 1 Introduction

La parole en situation de code-switching (CS), qui apparaît typiquement dans des conversations plutôt familières entre locuteurs bilingues, est potentiellement soumise à une variation accrue due aux changements de langue. Nous savons que les facteurs de variation dans la parole sont multiples et présentons quelques-uns dans la suite. Ils reviennent entre autre aux choix individuels du locuteur tels que le style et débit de sa parole, le type de discours : discours des médias, le discours informel et journalistique (Adda-Decker & Lamel, 1999; Meunier, 2014). La fréquence lexicale, les propriétés morphologiques d'un mot et les règles phonologiques sont également des motifs de variation (Ernestus & Warner, 2011). La parole continue permet d'observer de nombreux phénomènes de variation tels que la réduction : une production réduite d'un mot avec une suppression d'un ou de plusieurs segments (Adda-Decker & Lamel, 2018). Aussi, les mots peuvent subir des ajouts de segments tel que le schwa, les liaisons facultatives (Armstrong & Unsworth, 1999; Meunier, 2014; Bürki *et al.*, 2011; Wu, 2018) ainsi que des modifications de phonème tels que les processus de lénition-fortition et des substitutions de phonèmes (Ohala, 1993; Foulkes *et al.*, 2010).

La situation de contact de langues, et plus précisément, celle de code-switching où deux langues sont utilisées par un même locuteur, peut aussi être un facteur de variation. Bullock & Toribio (2009); Olson (2013) montrent que les VOT -le délai d'établissement du voisement- des occlusives de l'anglais sont affectés dans la situation du CS anglais-espagnole. Antoniou *et al.* (2011) ont étudié la co-influence phonétique dans la durée du VOT pour la paire anglais-grec. L'étude conclut que le VOT des occlusives sonores de l'anglais diminue en CS. Concernant la paire français-arabe algérien, les locuteurs du CS ont tendance à maintenir la prononciation canonique comparée aux productions monolingues (Wottawa Jane & Lori, 2018). Dans une étude de la variation des productions des géminées de l'arabe et leur influence sur le français (Amazouz *et al.*, 2019), les résultats montrent également que les variations sont moins marquées en CS par rapport aux productions monolingues.

La variation phonétique de la parole est souvent étudiée dans le cadre de grands corpus. En effet, ces derniers sont riches en nombre d'occurrences, en nombre de locuteurs, et par conséquent, ils contiennent une variation de production suivant ces deux dimensions. Le traitement automatique de la parole offre alors des méthodes utiles pour réaliser ces études de variation. Parmi ces outils, l'alignement automatique de la parole avec variantes de prononciation (Adda-Decker, 2006; Lamel *et al.*, 2009). Il s'agit d'un outil dérivé de la reconnaissance automatique de la parole qui aligne le texte ainsi que les prononciations potentielles qui s'y attachent avec le signal acoustique au niveau segmental et permet au modèle acoustique de choisir la meilleure prononciation. Cet outil permet d'implémenter une méthode ABX automatique, dès lors que les variantes se focalisent sur la discrimination entre deux possibilités A ou B de prononciation (forme canonique et variante) au niveau du segment étudié.

## 2 Questions de recherche et hypothèses

Dans un cadre de production bilingue qui invite l'alternance des systèmes phonologiques du locuteur, nous tentons d'observer les possibles choix de production qui touchent au voisement des occlusives sourdes /p, t, k/ et au non-voisement des occlusives sonores /b, d, g/ du français et de l'arabe algérien en parole du CS.

La question principale est d'observer si ce changement de langue pourrait avoir un impact sur la

réalisation de ces consonnes dans chaque langue et de décrire la production des locuteurs du CS en comparaison avec une production monolingue. En focalisant notre étude sur le trait de voisement, nous tentons de répondre aux questions suivantes :

- Qu'apprend t-on avec la méthode ABX d'alignement forcé avec variantes dans la variation des occlusives orales du français et de l'arabe algérien en situation de code-switching ?
- Est-ce que les mesures acoustiques des taux de voisement confortent les résultats de la méthode ABX ?
- Quelles différences observe-t-on entre la parole du CS et la parole monolingue ?

Les questions posées devraient contribuer à nous éclairer sur la validité de l'approche méthodologique et sur la réalité de la variation en situation de CS.

Il faut souligner que l'arabe et le français ne partagent formellement que /t, k/ et /b, d/. Néanmoins, le bilinguisme et la situation de contact de langue favorisent les emprunts et néologismes du français (Egueh, 2015). En effet, bien qu'il n'existe pas une réelle opposition phonologique entre /b, p/ et /g, k/ on retrouve [p] et [g] dans des mots intégrés dans l'arabe algérien comme : *گراج، بڭاگ، دڭاگ* *garage, bagages, dégage, پَرَابِلِي، پَرَبُول، parabole, parapluie*. Les substantifs de ces emprunts prennent les formes du féminin et pluriels de l'arabe algérien et les verbes prennent les morphèmes grammaticaux de l'arabe. Le contexte du CS serait donc idéal pour analyser le trait de voisement de ces consonnes d'origine étrangère en les comparant aux homologues phonémiques /b/ et /k/. Nous nous posons en dernier la question suivante :

- Comment les occlusives [p, g] des mots de l'arabe sont produites en situation du CS ? Sont-elles particulièrement affectées par la variation de voisement ou de non voisement dans le cadre d'un processus d'adaptation phonologique ?

### 3 Données et méthodes

Dans la suite, nous présentons d'abord les corpus de parole utilisés, avant de présenter les deux méthodes d'investigation utilisées pour étudier la variation de production dans les occlusives orales. La première méthode s'appuie sur un alignement forcé avec variantes (ABX automatique) et la deuxième utilise la mesure acoustique du voisement.

#### 3.1 Corpus de l'étude

L'étude s'appuie sur deux corpus : un corpus principal de parole de code-switching, le *French-Algerian Code-switching Triggered* corpus (FACST) (Amazouz *et al.*, 2018) qui contient des discussions spontanées produites par 20 locuteurs femmes et hommes bilingues français-arabe algérien. La durée totale du corpus FACST est de 7h30. Le second corpus, NCCFR (Torreira *et al.*, 2010), contient de la parole monolingue spontanée par des français natifs. Il nous fournit une base de référence pour la variation du français et contient environ 31 h de parole conversationnelle par 46 locuteurs. Les corpus transcrits manuellement sont segmentés et étiquetés automatiquement avec les systèmes d'alignement forcé du LISN (Gauvain *et al.*, 2002; Amazouz *et al.*, 2016). La Figure 1 (gauche) montre le nombre d'occurrences des occlusives étudiées du corpus FACST pour l'arabe et le français. À droite, la figure donne les occurrences similaires extraites du corpus français natif NCCFR. On peut constater

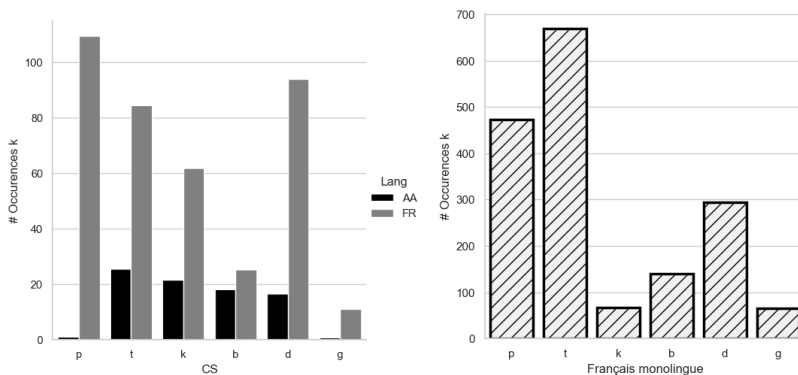


FIGURE 1 – Distribution des occlusives dans le corpus de CS FACST (gauche) et le corpus français monolingue NCCFR (droite).

que les occlusives « xénophones » [p] et [g] de l'arabe présentent, comme attendu, des occurrences faibles (respectivement 51 et 90). Ces occurrences proviennent de mots d'emprunt et seront analysés spécifiquement dans une étude de cas. Bien que le nombre d'occurrence soit nettement plus élevé dans le corpus de NCCFR, la distribution des occlusives sonores et sourdes en français CS et français monolingue sont comparables ( $p > 0.89$ ). Quelques différences intéressantes concernent les /d/ et /k/ largement présents en CS par rapport à leur homologues monolingues.

### 3.2 Méthode ABX automatique

Comme mentionné dans l'introduction, la méthode ABX automatique est un cas particulier de l'alignement forcé avec variantes. Les variantes introduites dans le dictionnaire de prononciation se focalisent alors sur la discrimination entre deux possibilités A ou B (forme canonique et variante) au niveau du segment étudié, dans notre cas l'occlusive canonique et la variante à trait de voisement opposé.

Ainsi, chaque occlusive d'un mot permettra lors de l'alignement avec les signal (X) d'activer deux modèles acoustiques dont le premier est la forme canonique A et la seconde est la variante à trait de voisement opposé B. Pour chaque occurrence d'occlusive X dans le signal acoustique une seule étiquette de phonème (A ou B) sera fournie par le système. Exemple : dans le mot français « barrage » [baraʒ], le système sélectionne la variante [p] pour la forme canonique [b] [paraʒ]. Le tableau 1 décrit les consonnes cibles et les expériences de variante avec des exemples. Cette méthode est donc appelée ABX et son processus est inspiré des travaux de Gauvain *et al.* (2002); Gelly *et al.* (2016); Lamel *et al.* (2004, 2009).

### 3.3 Mesures acoustiques du voisement

Afin de compléter les résultats de l'expérience d'alignement automatique, des mesures du taux de voisement des occlusives sont réalisées en parallèle. Le taux de voisement ou *v-ratio* (Snoeren *et al.*, 2006; Hallé & Adda-Decker, 2007; Kiss, 2013) d'un segment est défini comme le rapport entre

Cible	Variantes	Exemples
[p]	[p, b]	بلاصة /pla :sa/ (place) : [pla :sa], [bla :sa] (AA) place /plas/ : [plas], [blas] (FR)
[t]	[t, d]	مات /ma :t/ (mort) : [ma :t],[ma :d] (AA) tour /tuw/ : [tuw],[duw] (FR)
[k]	[k, g]	كُرسِي /kursi/ (chaise) : [kursi :],[gursi :] (AA) courage /kuwaʒ/ : [kuwaʒ], [guwaʒ] (FR)
[b]	[b, p]	بَرَّا /barra/ (dehors) : [barra],[parra] (AA) bar /baʁ/ : [baʁ], [paʁ] (FR)
[d]	[d, t]	دَار /da :r/ (maison) : [da :r],[ta :r] (AA) dormir /dormiʁ/ : [dormiʁ], [tormiʁ] (FR)
[g]	[g, k]	كَاغ /ga :ʃ/ (all) : [ga :ʃ], [ka :ʃ] (AA) bagage /bagaʒ/ : [bagaʒ], [bakʒ] (FR)

TABLE 1 – Exemples de variantes avec la méthode ABX pour chaque occlusive /p, t, k, b, d, g/ pour l’arabe algérien (AA) et pour le français (FR).

le nombre de trames voisées et le nombre total de trames composant ce segment. Pour déterminer la *v-ratio*, la fréquence fondamentale  $f_0$  est calculée toutes les 5 ms à l’aide de PRAAT. Si  $f_0$  est défini, la trame est considérée comme voisée. Le *v-ratio* donne ainsi un pourcentage allant de 0 % à 100 % pour chaque consonne. Le *v-ratio* d’une consonne complètement voisée est égal à 100 % et celui d’une consonne sourde complètement dévoisée est égal à 0 %. En réalité, les consonnes voisées et sourdes, en fonction de la production consonantique et des contextes, tendent à avoir des *v-ratio* intermédiaires entre ses valeurs extrêmes, les consonnes voisées s’approchant de 100 % et les consonnes sourdes de 0 %.

## 4 Résultats

### 4.1 Avec la méthode ABX automatique

Les résultats de la méthode ABX sont présentés comme taux de variation sur l’ensemble des occlusives orales sans distinction de leur position dans le mot. Le taux de variation est calculé comme suit : si l’étiquette choisie par l’approche ABX correspond à l’étiquette canonique, nous considérons qu’il n’y a pas de variation, et l’inverse dans le cas contraire. Le taux de variation N % indiquent donc que pour N % des occurrences, le système d’alignement a préféré le modèle acoustique de l’occlusive avec le trait de voisement inverse de celui de la forme canonique.

La figure 2 suivante présente les taux de variation par occlusive et suivant les langues et les corpus. La ligne 1 de Figure 2 examine la parole code-switchée du corpus FACST. Elle compare pour chaque consonne les taux obtenus par les locuteurs bilingues en français (à gauche) et en arabe (à droite) à partir du corpus de CS FACST. Le taux moyen de variation, de 17 % en français, monte à 27 % en arabe. On peut supposer que les différences observées résultent essentiellement du changement de langue. De manière générale, on constate une tendance au dévoisement des consonnes sonores plus marquée qu’une tendance au voisement pour leurs homologues sourdes. Cette tendance est particulièrement marquée pour l’arabe (13 % de plus). On peut noter que les « xénophones »(ou phones d’emprunts) [p, g] enregistrent tous deux de forts taux de variation avec 27 % et 35 %

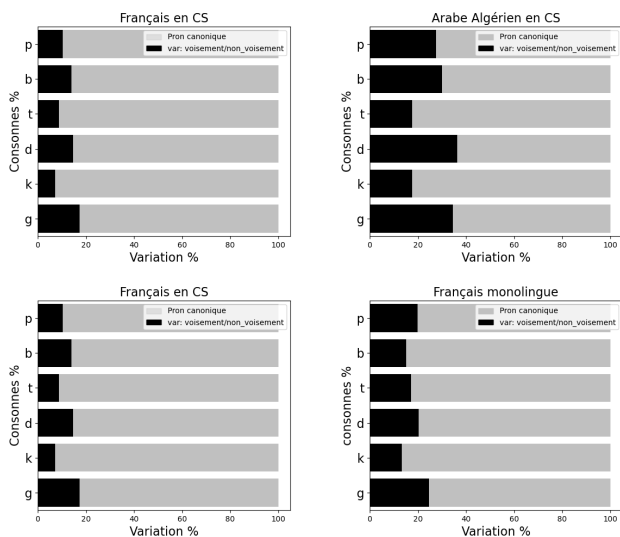


FIGURE 2 – Résultats ABX sur les deux langues de la parole code-switchée FACST et français natif : Ligne 1 : français à gauche et arabe algérien à droite. Ligne 2 : français code-switché FACST (à gauche) vs français natif NCCFR (à droite). Les taux de réalisation canonique sont en gris clair et les taux de variation en noir (voisement ou dévoisement suivant la consonne) pour les occlusives /p, b, t, d, k, g/.

respectivement, cependant avec un faible nombre d'occurrences de 51 et 90 (cf. Figure 1). La ligne 2 de Figure 2 compare les taux de variation obtenus sur les occlusives en français code-switché à ceux du français natif monolingue. On remarque que les taux de variation du français CS sont plus faibles que ceux de la parole monolingue pour l'ensemble des occlusives traitées. Ces résultats seront davantage discutés par rapport à nos questions de recherche dans la section 5.

## 4.2 Avec les mesures acoustiques

Nous avons abordé cette analyse acoustique des consonnes cibles afin d'observer la variation du voisement ou le non voisement des occlusives sur le plan acoustique et comparer les résultats avec les alignements de l'ABX.

Concernant la parole du CS, les résultats de Figure 3 montrent que toutes les occlusives subissent un changement de voisement plus élevé pour l'arabe. En effet, le *v-ratio* des occlusives sourdes est en moyenne de  $16\% \pm 2.5$  au total pour l'arabe et de  $9\% \pm 0.5$  pour le français. Quant aux consonnes sonores, le *v-ratio* est moins élevé pour l'arabe avec une moyenne des trois sonores de  $32\% \pm 0.5$  et une moyenne de  $39.8\%$  pour le français  $\pm 1.5$ . Concernant les consonnes, le changement de voisement est fortement marqué dans les [p] et [g] en arabe. En effet, la consonne [p] est produite avec une moyenne de voisement de  $19\% \pm 6$ . Et la consonne [g] possède un voisement très bas d'une moyenne de  $30\% \pm 3$ .

Les consonnes sourdes françaises /k, t/ sont les plus stables avec une moyenne de 7 et 8 % de

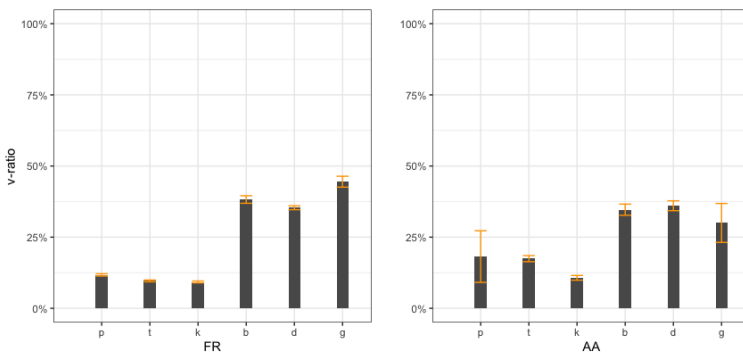


FIGURE 3 – v-ratio du CS FR et AA pour les occlusives /p, t, k, b, d, g/ (pourcentage et écart type)

voisement . Le /p/ est produit avec plus de voisement (11 %) contrairement aux résultats de l'ABX qui affichent un taux de variation de voisement très faible pour cette consonne. Pour les consonnes sonores, le voisement des /g, d, b/ s'aligne avec les résultats d'alignement dans la variation avec un v-ratio de 37, 35.5 et 42 %.

Ces résultats rejoignent donc les résultats globaux de l'alignement ABX avec une plus haute variation pour la parole de l'arabe algérien et une prononciation canonique plus maintenue en français.

## 5 Discussion

En comparant les résultats de l'alignement forcé avec variante ABX avec le calcul du v-ratio, on remarque que les résultats globaux se correspondent et qu'il est nécessaire de valider des sorties de l'alignement avec des mesures acoustiques parallèles. Néanmoins, il faut noter qu'une étude de correspondance exacte entre les deux méthodes nécessite un étude affinée qui consiste à aligner chaque propriété acoustique d'un segment et son résultat de ABX.

Les résultats de l'alignement avec variantes et les analyses acoustiques nous révèlent deux points majeurs. D'abord, le français varie différemment en fonction des contextes CS et monolingue. On constate qu'il y a une tendance à maintenir les prononciations canoniques pour ces consonnes en situation CS et une variation plus élevée dans la parole monolingue. Cela pourrait se traduire par un effort de distinction entre les langues qui se manifeste à travers la production des segments et permettrait de marquer les frontières entre chaque langue. Ce maintien d'une prononciation touche davantage les mots partagés entre les deux langues et le vocabulaire de spécialité qui est essentiellement exprimé en français dans le corpus à très forte occurrence : tels que mots *praticien*, *problème*, *pédagogie*, *développer*, *conservatoire* ... >100 occurrences de mots avec un taux de variation global inférieur à 10 % calculé sur 1953 segments de /p, t, k, b, d, g/.

Ces résultats montrent également que le français et l'arabe algérien varient à des proportions différentes et les consonnes des deux groupes ne varient pas linéairement : avec des différences dans les taux de variation pour chaque consonne dans les deux langues. La variation est nettement plus élevée pour l'arabe et moins élevée pour le français. Nous pouvons en déduire que la variation du voisement des occlusives des langues étudiées ne se manifeste pas de la même façon dans un contexte



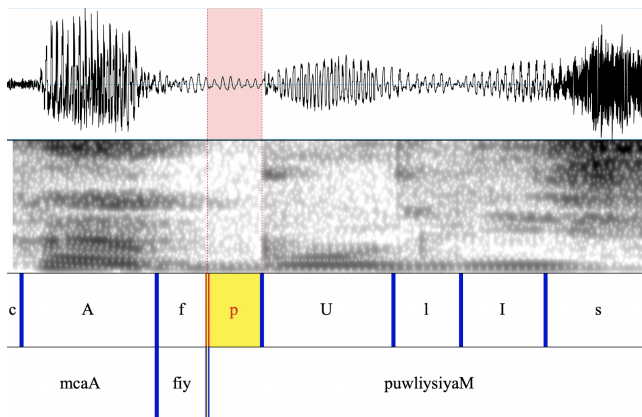


FIGURE 4 – Segment de [p] du mot arabe « puwliysiya » *police* avec une barre de voisement

de CS par rapport à un contexte monolingue. En contexte de CS, la variation est fortement présente en arabe notamment pour les mots contenant [p, g]. Le tableau de synthèse de cette catégorie des mots 2 illustre les occurrences du [p] reconnues comme voisées et les occurrences du [g] reconnues non-voisées par l'ABX avec leur moyennes de *v-ratio* correspondant. On constate de cette analyse du corpus que les phonèmes sont réalisées comme des variantes libres et adaptées au système phonologique de l'arabe comme l'illustre la barre du voisement du [p] dans le spectrogramme de Figure 4. La variation de la consonne [g] qui représente 65.56 % est attendu en raison de la courte distance entre le lieu d'occlusion et la glotte (Ohala, 1993; Stevens, 1999).

Occlusive	variation ABX	<i>v-ratio</i> correspondant	#occurrences/total
p	27.45 %	25.1 %	14/51
g	65.56 %	24.6 %	59/90

TABLE 2 – Moyenne de variation des résultats ABX et *v-ratio* correspondant pour [g, p] des mots de l'arabe algérien

## 6 Conclusion

Dans cette étude, nous avons présenté la variation du voisement et du dévoisement des consonnes en utilisant l'alignement automatique avec les variantes et un aperçu parallèle des mesures du *v-ratio* des consonnes cibles. Cette étude d'un corpus de parole de code-switching de 7h30 met en évidence l'influence de l'alternance des langues sur la variation dans la production. L'étude conclut que cette variation contribue au maintien de prononciation canonique pour le français avec un taux de variation globale de 7 % et à une variation plus importante pour les consonnes arabes avec un taux de variation de 27 %. Notre étude de cas sur les xénophones des mots d'emprunts français en arabe algérien ont également mis en évidence un taux de variation particulièrement élevé. Ce dernier serait liée aux variantes libres en production et à l'adaptation phonologique arabe des phonèmes étrangers.

# Références

- ADDA-DECKER M. (2006). De la reconnaissance automatique de la parole à l'analyse linguistique de corpus oraux. *JEP*, p. 389–400.
- ADDA-DECKER M. & LAMEL L. (1999). Pronunciation variants across system configuration, language and speaking style. *Speech Communication*, **29**(2-4), 83–98.
- ADDA-DECKER M. & LAMEL L. (2018). 4. discovering speech reductions across speaking styles and languages. In *Rethinking Reduction*, p. 101–128. De Gruyter Mouton.
- AMAZOUZ D., ADDA-DECKER M. & LAMEL L. (2016). Arabic-french code-switching across maghreb arabic dialects : a quantitative analysis. In *Workshop “Corpus-driven studies of heterogeneous and multilingual corpora”*, p. 5–7.
- AMAZOUZ D., ADDA-DECKER M. & LAMEL L. (2018). The French-Algerian Code-Switching Triggered audio corpus (FACST). In *Proc. Eleventh International Conference on Language Resources and Evaluation LREC 2018*, p. 1468–1473, Miyazaki, Japan.
- AMAZOUZ D., ADDA-DECKER M., LAMEL L. & GAUVAIN J.-L. (2019). Exploring consonantal variation in French-Arabic code-switching : the case of gemination. In *Proc. In The International Congress of Phonetic Sciences ICPHS*, p. 2329–2333, Melbourne, Austria.
- ANTONIOU M., BEST C. T., TYLER M. D. & KROOS C. (2011). Inter-language interference in vot production by l2-dominant bilinguals : Asymmetries in phonetic code-switching. *Journal of phonetics*, **39**(4), 558–570.
- ARMSTRONG N. & UNSWORTH S. (1999). Sociolinguistic variation in southern french schwa.
- BULLOCK B. E. & TORIBIO A. J. (2009). Themes in the study of code-switching. In B. BULLOCK & A. TORIBIO, Eds., *The Cambridge Handbook of Linguistic Code-switching*, chapter 1, p. 1–19. Cambridge : Cambridge University Press.
- BÜRKI A., FOUGERON C., GENDROT C. & FRAUENFELDER U. H. (2011). Phonetic reduction versus phonological deletion of french schwa : Some methodological issues. *Journal of Phonetics*, **39**(3), 279–288.
- EGUEH H. (2015). *Le français algérien : néologismes et emprunts : Néologismes et emprunts*.
- ERNESTUS M. & WARNER N. (2011). An introduction to reduced pronunciation variants. *Journal of Phonetics*, **39**(SI), 253–260.
- FOULKES P., SCOBIE J. M. & WATT D. (2010). Sociophonetics. *The handbook of phonetic sciences*, p. 703–754.
- GAUVAIN J.-L., LAMEL L. & ADDA G. (2002). The LIMSI broadcast news transcription system. *Speech communication*, **37**(1-2), 89–108.
- GELLY G., GAUVAIN J.-L., LAMEL L., LAURENT A., LE V. B. & MESSAOUDI A. (2016). Language recognition for dialects and closely related languages. *Odyssey, Bilbao, Spain*.
- HALLÉ P. A. & ADDA-DECKER M. (2007). Voicing assimilation in journalistic speech. In *16th International congress of phonetic sciences*, p. 493–496.
- KISS Z. G. (2013). Measuring acoustic correlates of voicing in stops and fricatives. *VLIxx-Papers in linguistics presented to László Varga on his 70th Birthday*, p. 289–312.
- LAMEL L., GAUVAIN J.-L., ADDA G., ADDA-DECKER M., CANSECO L., CHEN L., GALIBERT O., MESSAOUDI A. & SCHWENK H. (2004). Speech transcription in multiple languages. In *Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2004. Proceedings.(ICASSP'04). IEEE International Conference on*, volume 3, p. iii–757 : IEEE.

- LAMEL L., MESSAOUDI A. & GAUVAIN J.-L. (2009). Automatic speech-to-text transcription in Arabic. *ACM Transactions on Asian Language Information Processing (TALIP)*, **8**(4), 18.
- MEUNIER C. (2014). *variation de la parole : contraintes linguistiques et mecanismes d'adaptation, manuscrit d'hdr*.
- OHALA J. J. (1993). The phonetics of sound change. *Historical linguistics : Problems and perspectives*, p. 237–278.
- OLSON D. J. (2013). Bilingual language switching and selection at the phonetic level : Asymmetrical transfer in vot production. *Journal of Phonetics*, **41**(6), 407–420.
- SNOEREN N. D., HALLÉ P. A. & SEGUI J. (2006). A voice for the voiceless : Production and perception of assimilated stops in french. *Journal of Phonetics*, **34**(2), 241–268.
- STEVENS K. (1999). Articulatory-acoustic-auditory relationships. In W. HARDCASTLE & J. LAVER, Eds., *The Handbook of Phonetic Science*, p. 462–506. Oxford : Blackwell.
- TORREIRA F., ADDA-DECKER M. & ERNESTUS M. (2010). The Nijmegen corpus of casual French. *Speech Communication*, **52**(3), 201–212.
- WOTTAWA JANE, AMAZOUZ DJEGDJIGA A.-D. M. & LORI L. (2018). Studying vowel variation in french-algerian arabic code-switched speech. In *Proc. ISCA Interspeech 2018*, p. 2753–2757.
- WU Y. (2018). *Étude de la réduction segmentale en français parlé à travers différents styles : apports des grands corpus et du traitement automatique de la parole à l'étude du schwa, du/et des réductions à segments multiples*. PhD thesis, Université Sorbonne-nouvelle.