



**HAL**  
open science

## Les occlusives de l'alsacien : une étude temporelle

Lucie Steiblé, Rudolph Sock

### ► To cite this version:

Lucie Steiblé, Rudolph Sock. Les occlusives de l'alsacien : une étude temporelle. XXXe édition des Journées d'Étude sur la Parole, Laboratoire d'Informatique de l'Université du Maine (LIUM) et le Laboratoire d'Informatique de Nantes Atlantique (LINA) sous l'égide de l'Association Francophone de la Communication Parlée (AFCP), Jun 2014, le Mans, France. pp.494-503. hal-01286803

**HAL Id: hal-01286803**

**<https://hal.science/hal-01286803v1>**

Submitted on 17 Mar 2016

**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.

# Les occlusives de l'alsacien : une étude temporelle

Steible Lucie<sup>1</sup>, Sock Rudolph<sup>1,2</sup>

Université de Strasbourg

E.A. 1339 Linguistique, Langues et Parole – LiLPa

E.R. Parole et Cognition & Institut de Phonétique de Strasbourg - IPS

(1) Le PATIO : 22 rue René Descartes 67084 Strasbourg Cedex, Bureau 4418.

(2) Université Paul Josef Safarika, Kosice, Slovaquie

[steiblelucie@gmail.com](mailto:steiblelucie@gmail.com), [sock@unistra.fr](mailto:sock@unistra.fr)

## RESUME

---

Cet article traite des consonnes occlusives de l'alsacien. Les résultats présentés proviennent des enregistrements de trois locutrices de l'alsacien, également francophones. Elles ont été enregistrées dans leur langue maternelle, l'alsacien. Le corpus d'étude comprends toutes les consonnes occlusives de l'alsacien (transcrites à l'écrit comme en français : **p t k** et **b d g**). L'analyse de ces enregistrements montre d'une part que les deux séries de consonnes occlusives de l'alsacien ne sont jamais sonores, mais que leur distribution correspond à celles de paires minimales oppositives. La distinction entre les deux séries repose donc sur d'autres indices, tels que les durées intra-segmentales, notamment les durées des silences au sein même des deux séries de consonnes.

## ABSTRACT

---

This article deals with Alsatian plosives, and French plosives as pronounced in French by Alsatian speakers. Results are based on data from 3 Alsatian female speakers, who also speak French. They were recorded in their native language, Alsatian. The corpus includes all Alsatian stops (which are written **b d g** and **p t k**, like in French). Analyses of the data show that there are no voiced stops in Alsatian, and that despite absence of the voiced / voiceless contrast, these stops may be phonological. . Hence, the distinction between the series is based on various cues, such as intra-segmental phases, and especially the duration of the acoustic silent phase.

---

MOTS-CLES : alsacien, lecture événementielle, occlusives, voisement.

KEYWORDS: Alsatian, event-based approach, , stops, voicing.

---

## 1 Introduction

Langue dialectale en usage dans l'est de la France, l'alsacien est parlé en Alsace par 39 % des adultes, soit environ 500 000 personnes (données INSEE, 1999). Pourtant, l'alsacien a rarement fait l'objet d'études en phonétique expérimentale, bien que son système phonologique soit saillant lorsque les alsacophones parlent français, avec leur « accent » caractéristique. L'assourdissement de certaines occlusives normalement sonores du français est perçu par les autres locuteurs non alsaciens, donnant lieu à des jeux de mots, blagues et sketches fondés sur les modifications du trait de sonorité. Ces modifications en français sont probablement liées à la nature des consonnes occlusives de l'alsacien. Ces consonnes ne semblent pas partager le trait de sonorité avec les consonnes occlusives du français.

Quelles sont alors les caractéristiques acoustiques des consonnes de l'alsacien observables sur un signal sonore ? Cette question, point de départ de notre recherche, permet de soulever plusieurs problématiques intéressantes du point de vue de la phonétique acoustique et expérimentale.

## 1.1 A propos des occlusives alsaciennes

La revue de littérature concernant la phonétique des occlusives alsaciennes est rapide : les recherches sont, à notre connaissance, presque inexistantes. Il existe cependant un questionnement chez les sociolinguistes concernant les corrélats phonétiques de l'accent alsacien, comme on peut le lire chez Bothorel-Witz (2007) :

*« Dans le cas de l'Alsace, il se pose la question de savoir si ce qui est catégorisé par le sociolinguiste comme la variété normée ne doit pas inclure certains corrélats phonétiques ou prosodiques de l'« accent alsacien ». Cette interrogation nous paraît d'autant plus fondée que les productions de bien des locuteurs dialectophones (dont le français peut être la langue dominante) présentent souvent des marqueurs phonétiques et prosodiques qui échappent à la correction. Les descriptions, comme le souligne très justement Tabouret-Keller (1988 : 88), restent « relativement coupées de l'observation et de l'établissement des données empiriques réactualisées » »*

C'est pourquoi notre étude a pour but de tenter de discerner la structure sous-jacente à ce système consonantique, différent de celui du français puisque spécifiquement vecteur de modifications sur les consonnes du français, lorsque des dialectophones parlent la langue nationale, mais disposant de deux séries graphiques de consonnes occlusives.

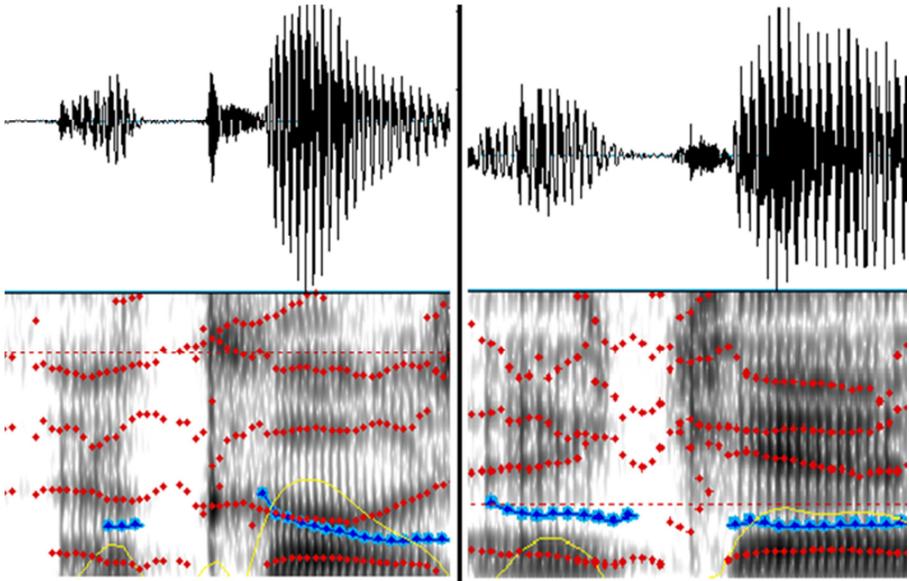
## 1.2 Quels traits et quels indices ?

*« Il est reconnu que la notion phonologique de trait s'appuie sur des bases phonétiques, faute de quoi l'analyse phonologique se réduit à une construction intellectuelle, un simple jeu de l'esprit. »*

(Bothorel-Witz & Pétursson, 1972)

Notre objectif sera donc de discerner parmi les réalités mesurables sur le signal de parole, quels événements sont mis en jeu pour séparer les consonnes de l'alsacien en deux séries : celles qui sont graphiées **p t k**, et celles qui sont graphiées **b d g**. Nous renvoyons à Abry et al. (1985) pour plus de détails sur la lecture événementielle des signaux de parole. Ces deux séries apparaissent en distribution complémentaire, dans des paires de mots comme **Gass** (la rue) et **Kass** (la caisse), **Trottel** (la gourde) et **Troddel** (le gland), etc.

Notre hypothèse est que les consonnes de l'alsacien sont en fait distinguées non pas par le trait de voisement, mais par le trait [fortis/lenis], terme que nous empruntons aux chercheurs ayant travaillé sur l'allemand, notamment Kohler (1984). L'allemand, langue cousine de l'alsacien et issue de la famille des langues germaniques, partage certaines caractéristiques avec l'alsacien. En l'absence de travaux sur ce dialecte spécifique, nous soutenons que l'opposition admise en allemand, qui repose sur une opposition de tension plutôt que de voisement est applicable à l'alsacien. En effet, sur aucun signal les consonnes enregistrées ne montrent de périodicité, révélatrices de vibration des plis vocaux, pas plus qu'une activité dans les basses fréquences du spectre pendant la totalité de la phase d'occlusion. Il s'agit toujours d'un silence acoustique, comme en témoignent la Figure 1, ci-dessous :



**FIGURE 1 – signaux sur PRAAT de /aka/ (à droite) dans « a Kass » de /aga/ (à gauche) dans « a Gass »**

Parmi les indices du trait [fortis/lenis], on cite souvent différents types de durée, incluant la durée de la voyelle précédente, la durée de l’occlusion, la durée de l’aspiration, ou encore la durée totale de la consonne (cf. Jakobson, Fant et Halle 1952, Ladefoged & Maddieson 1996, Jessen 1998). La durée, selon Jakobson, Fant & Halle (1952), est le corrélat primaire du trait [fortis/lenis], ou « tendu » :

*“In consonants, tenseness is manifested primarily by the length of their sounding period, and in stops, in addition, by the greater strength of the explosion”.*

Jakobson & Halle (1961) vont même plus loin en considérant la durée non seulement comme le corrélat primaire mais probablement comme le seul indice du trait de tension :

*“The relative duration of the consonant and the antecedent phoneme may remain for certain contextual or optional variants of tense and lax consonants the chief or even the only cue to their distinction.”*

Fischer-Jørgensen (1976), à partir des données de l’allemand du Nord, a trouvé que la durée d’occlusion des segments p, t, k est en moyenne de 44 ms plus longue que celle de b, d, g. De telles différences significatives ont aussi été observées par Haag (1979) et Kohler (1979, 1982). On attribue généralement la durée plus importante des occlusives sourdes, comparées à leurs contreparties sonores, à une plus grande force d’articulation les caractérisant.

Un autre corrélat du trait [fortis/lenis], fréquemment cité dans la littérature est la durée de la voyelle précédant la consonne : les voyelles sont plus courtes quand elles précèdent les consonnes tendues. Pour Malécot, c’est l’indice le plus important : « Vowels [...] are short before fortes and long before lenes » (1966).

Le trait de tension étant particulièrement difficile à observer à l’aide d’indices acoustiques, il serait

possible de s'aider ainsi des voyelles devant et derrière les consonnes occlusives de l'alsacien pour déterminer si l'on peut les classer en deux groupes grâce à la tension. Comme on peut le lire chez Ridouane (2003) : « *Il a été largement observé que les voyelles sont plus brèves devant les sourdes que devant les sonores (House & Fairbanks 1953 ; Delattre 1962 ; Chen 1970 ; Klatt 1973 ; Port et al. 1980 ; Port 1981 ; Keating 1985)* » Ce corrélat joue probablement son rôle dans la distinction des consonnes occlusives alsaciennes, qui sont toutes sourdes.

Les voyelles suivantes peuvent aussi être influencées par la tension, comme c'est le cas pour les géminées et leurs conséquences sur les voyelles qui les suivent. Selon Local & Simpson (1999), à partir des données sur le malayalam, la gémination a une influence non seulement sur la durée des voyelles précédentes mais aussi sur les voyelles suivantes. Ainsi, la classification des consonnes pourrait aussi être éclaircie par l'analyse de l'entourage des phonèmes qui nous occupent, prouvant si besoin en était l'importance des effets de coarticulation.

## 2 Corpus et méthodes

Les trois locutrices, J, C et M sont âgées de 59, 63 et 67 ans. Toutes sont de langue maternelle alsacienne, et ont appris le français à l'école, entre l'âge de 3 et 5 ans. Toutes parlent le français tout comme l'alsacien au quotidien. Elles ont été enregistrées dans une chambre insonorisée, à l'aide d'un magnétophone Marantz Professional© PMD661, lié à un microphone directif Sennheiser© e845S.

Le corpus est en alsacien, comportant 6 mots à prononcer dans de courtes phrases porteuses :

Phrase montrée	Traduction	Logatome
<u>a</u> Bumb	Une bombe	/aɓu/
<u>a</u> Pūmp	Une pompe	/apu/
<u>a</u> Driit	Un coup	/aɖri/
<u>a</u> Triit	Un troisième	/atri/
<u>a</u> Gass	Une ruelle	/aga/
<u>a</u> Kass	Une caisse	/aka/

**TABLE 1 – corpus**

Le corpus a été répété douze fois, les locutrices recevant comme consigne de s'asseoir confortablement à 20 centimètres du microphone, et de lire à haute voix les phrases présentées sur des cartons, en ordre aléatoire.

L'analyse acoustique à proprement parler a été conduite à l'aide du logiciel PRAAT. Nous avons segmenté la première voyelle du logatome, de formants stables à formants stables. Le Voice Termination Time (VTT), ou délai d'arrêt du voisement, a été mesuré, pour les consonnes non voisées évidemment. Agnello (1975) décrit le VTT comme étant l'intervalle allant de la disparition de la structure formantique clairement définie de la voyelle précédant la consonne (disparition de cette structure provoquée par une closure articulaire) jusqu'à la dernière vibration glottique dans

la tenue consonantique. Selon certains auteurs, le VTT est le délai nécessaire à l'arrêt de vibration des plis vocaux après la fermeture complète du conduit vocal, comme chez Sock (1993) ou Abry et al (1985) par exemple.

Le Voice Onset Time (VOT), ou délai d'établissement du voisement, a été mesuré à la manière de Klatt (1975), c'est-à-dire du relâchement consonantique à l'établissement d'une structure formantique stable pour la voyelle suivante.

Enfin, le silence acoustique a été mesuré entre le VTT et le VOT pour les consonnes sourdes. Pour les consonnes sonores, la tenue consonantique s'étend de la disparition de la structure formantiquement stable de la voyelle précédente jusqu'au VOT.

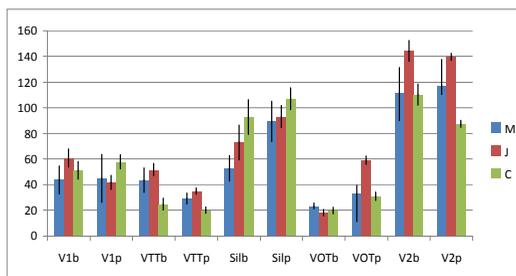
Après segmentation, nous avons utilisé un script (celui de Gendrot <sup>1</sup>) afin d'extraire automatiquement nos durées. Toutes nos mesures ont été vérifiées par la suite.

### 3 Résultats

#### 3.1 Analyses des durées

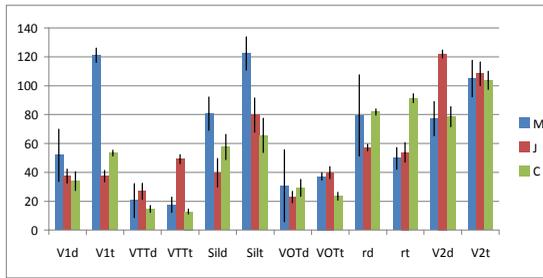
Aucune des consonnes mesurées ne disposait de vibrations laryngées caractéristiques du voisement. On peut simplement dire qu'en alsacien, pour autant que nous le sachions, toutes les consonnes occlusives sont sourdes, elles disposent donc toutes d'un VTT mesurable.

Voici, dans les histogrammes ci-dessous (Figures 2 et 3), les durées des différents segments mesurés. Les données sont montrées ici par paires : la première voyelle de /abu/ (V1b) avec la première voyelle de /apu/ (V1p), et de même pour les Voice Termination Time (VTT), les silences acoustiques (sil), les Voice Onset Time (VOT) et les secondes voyelles (V2).

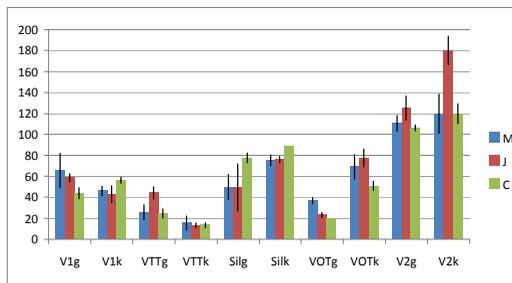


**FIGURE 2 – histogramme des durées (en ms) des logotomes /aba/ et /apa/ en fonction des locuteurs**

<sup>1</sup> Nous tenons à remercier Cédric Gendrot pour ce script : [http://ed268.univ-paris3.fr/lpp/pages/EQUIPE/gendrot/page\\_web/scripts.htm](http://ed268.univ-paris3.fr/lpp/pages/EQUIPE/gendrot/page_web/scripts.htm)



**FIGURE 3 – histogramme des durées (en ms) des logatomes /ada/ et /ata/ en fonction des locuteurs**



**FIGURE 4 – histogramme des durées (en ms) des logatomes /aga/ et /aka/ en fonction des locuteurs**

Ces données absolues montrent que les durées des silences des consonnes graphiées p,t ou k sont toujours plus longs que ceux de b, d ou g. Les VOT suivent la même règle.

Les VTT ont une nette tendance à être plus longs quand les consonnes proviennent de la série **b,d,g** comparativement à leurs homologues de la série **p,t,k**.

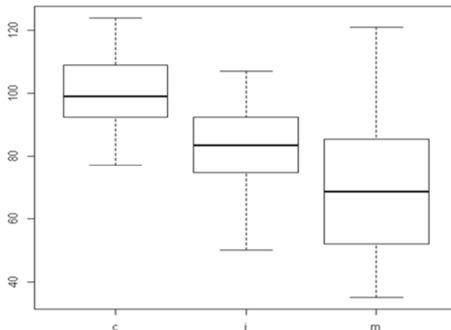
Les voyelles ont un comportement qui semble plus difficile à expliquer par la présence de l'un ou l'autre type de consonne ; nous y reviendrons plus en détail.

### **3.2 Etude du comportement des paramètres inter-segmentaux vocaliques et intra-segmentaux des consonnes : approche statistique**

Les données analysées comportent 10 items dans chaque série. Dans le cadre de l'analyse statistique, les données de cette expérience représentent donc 30 items (10x3 locutrices). Les données ont en premier lieu été représentées en histogrammes de fréquence et sous forme de « boîtes à moustaches » à l'aide du logiciel R<sup>2</sup>, afin de déterminer leur répartition. Les résultats montrent que les moyennes en valeurs absolues ne suivent pas complètement une distribution normale ; nous avons donc décidé d'utiliser, pour travailler sur la variance des données, un test

<sup>2</sup> R Development Core Team (2005). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL: <http://www.R-project.org>.

statistique adapté aux données non-paramétriques. Les variables que nous analysons sont de deux nature : une nominale (le type graphique de consonne, de la série **b,d,g** ou **p,t,k**) et une variable numérique (la durée, en milliseconde, de chaque segment.) Le test choisi est donc *le test de Wilcoxon*.



**Figure 5 : Exemple de boîtes à moustaches des durées des silences des /p/ en fonction des locutrices. Les données ne suivent pas tout à fait la loi normale.**

### 3.2.1 Les voyelles

Nous avons déjà évoqué le comportement instable des voyelles, déjà visible sur les histogrammes des durées. Dans l'ensemble, les voyelles initiales ne montrent pas de tendance claire à être courtes ou longues selon la consonne qui les suit. Les voyelles après les consonnes, quant à elles, montrent une tendance à être plus longue après les consonnes graphiées **ptk**, mais selon les locutrices, le phénomène est inversé. Après analyse, les tests de Wilcoxon permettent d'affirmer qu'il n'y a pas toujours de signifiante de la durée des voyelles en fonction du type de consonne. Ces résultats sont en partie explicables par la variabilité inhérente aux réalisations chez certaines locutrices, surtout pour la voyelle initiale.

- les voyelles initiales (V1) :

Pour la paire p/b : p-value = 0.1998, pour la paire t/d : p-value = 0,0000003514, pour la paire k/g : p-value = 0.01423

- les voyelles finales (V2) :

Pour p/b : p-value = 0.09523, pour t/d : p-value = 0.008611, pour k/g : p-value = 0.002139.

### 3.2.2 Le Voice Termination Time

Les VTT ont une tendance, visible sur l'histogramme, à être plus longs après les consonnes **graphiées bdg**, comme attendu dans la littérature pour des VTT de consonnes [lenis]. Les tests montrent, pour certaines paires, un lien significatif entre le type de consonne et la durée absolue du VTT. La différence entre t/d n'est en revanche pas corrélée significativement à la durée du Voice Termination Time. Il est possible que ce résultat soit dû aux VTT très longs produits par l'une des locutrices (J) lors de la réalisation des /t/ du corpus, conduisant à une moyenne nettement plus élevée pour cette consonne, à l'inverse des attentes et des autres cas de l'étude.

Dans le cas du rapport entre les graphies p/b et leurs durées, nous obtenons une p-value = 0.0004566. Pour t/d et leurs durées, nous enregistrons une p-value = 0.899. Enfin, pour la paire k/g, p-value = 0,000000001309

### 3.2.3 Le silence

Les silences de toutes les paires montrent une tendance assez marquée à être plus longs pour la série **ptk**. Bien entendu, cela correspond aux descriptions des consonnes dotées du trait [fortis]. Les tests statistiques révèlent une grande corrélation entre la durée de ce silence, et le type de consonne. Ces résultats statistiques, très stables quels que soit le lieu d'articulation ou la locutrice, confirment ce qui est visible dès l'analyse segmentale : sur les signaux déjà, les durées des silences au sein des consonnes sont visiblement plus longues pour les consonnes **graphiées ptk**.

Pour les durées des silences de p/b en fonction de la graphie : p-value = 0,0000031056.

Pour t/d : p-value = 0,00005395

Pour k/g : p-value = 0,00002277

Comme cela a été décrit dans la littérature concernant le trait [fortis/lenis], les durées sont des indices particulièrement efficaces pour catégoriser les deux types. Nous pouvons ajouter ici que la durée du silence au sein de ces consonnes sourdes est un indice très efficace pour prédire la catégorie de la consonne, ainsi, en l'occurrence, que la façon dont elle sera graphiée.

### 3.2.4 Le Voice Onset Time

Enfin, les VOT eux aussi sont habituellement plus long dans le cas des consonnes de la série **ptk**.

Pour la paire p/b, les durées des VOT sont effectivement fortement conditionnées par le type de consonne : p-value = 0,000000001759. Pour la paire t/d, le type de consonne est également lié à la durée du VOT : p-value = 0.009681. Pour k/g : p-value = 0,000000002235

Le Voice Onset Time est également un paramètre fiable, qui permet de corrélérer statistiquement le type de consonne avec une durée.

## 4 Discussion

Nous avons observé des problèmes de production des alsaçophones en français, une langue qui exploite le trait de sonorité pour opposer ses consonnes occlusives. Nous nous sommes alors demandé quelles étaient les caractéristiques acoustiques des consonnes occlusives de l'alsacien, puisque si ces caractéristiques étaient les mêmes qu'en français, les locuteurs de l'alsacien ne transformeraient pas ces sons. Il doit cependant exister une différence entre ces deux séries de consonnes, qui disposent de deux séries de graphèmes pour les représenter, et qui apparaissent dans des contextes identiques mais en induisant un changement de sens.

En premier lieu, nous avons noté que les consonnes de l'alsacien n'étaient jamais sonores : à aucun moment, il n'est possible d'observer des vibrations laryngées qui se maintiennent sur toute la durée de la consonne, ou même, sur seulement une moitié de la consonne. Les occlusives de l'alsacien ne sont jamais caractérisées par une vibration des plis vocaux : au contraire, les durées des VTT sont comparables, pour les plus longues, à celles des occlusives sourdes du français.

Les signaux, visiblement (cf. Figure 1), montrent des différences de durées, qui dénotent une opposition plus quantitative (liée aux durées) que qualitative. À l'inverse, le français exploite en premier lieu la qualité de la consonne (vibration des plis vocaux, ou non) pour déterminer si la consonne relève de la série voisée ou non voisée. Ces phénomènes d'opposition de durée sont corroborés lors des analyses de variance appliquées aux données : les paramètres intra-

segmentaux, essentiellement, sont liés significativement au type de consonne.

Ainsi, deux langues proches (deux langues en contact, plus précisément) n'exploitent pas les mêmes relations temporelles entre événements acoustiques pour obtenir le même résultat phonologique : opposer six consonnes occlusives par paires et selon le lieu d'articulation. L'organisation temporelle de la parole dans les deux langues semble être donc distincte, comme le montre les données issues des productions des locutrices.

## 5 Conclusion

En alsacien, contrairement au français, les deux séries de consonnes graphiées ptk et bdg correspondent à des phonèmes non pas opposés phonologiquement selon le trait de voisement, mais plutôt selon le trait [**fortis/lenis**].

Les consonnes graphiées ptk, **fortis**, sont dotées de VTT plus courts mais de silences et de VOT significativement plus longs que leurs homologues **lenis**. Ces dernières consonnes disposent de VTT plus longs, mais de silences et de VOT significativement plus courts.

Il nous reste maintenant à compléter les données absolues de cette investigation par une approche relative qui prendrait en considération l'élasticité bien connue du signal de parole, suivant les locuteurs et leur vitesse d'élocution qui leur est propre.

## Références

- ABRY, C., BENOIT, C., BOE, L.J., & SOCK, R. (1985). Un choix d'événements pour l'organisation temporelle du signal de parole. 14èmes Journées d'Etudes sur la Parole, Société Française d'Acoustique, 133-137.
- BOTHOREL-WITZ, A. PHILIPP, M. SPINDLER, S. (1984). *Atlas linguistique et ethnographique de l'Alsace*, Volume II : Paris : Editions du C.N.R.S.
- CHEN M. (1970). Vowel length variation as a function of the voicing of the consonant environment. *Phonetica* 22, 129-159.
- DELATTRE P. (1962). Some factors of vowel duration and their cross-linguistic validity. *Journal of the Acoustical Society of America* 34 : 1141-1143.
- FISCHER-JORGENSEN E. (1976). Some data on North German stops and affricates. *Annual Report of the Institute of Phonetics, University of Copenhagen* 10, 149-200.
- HAAG W. (1979). An articulatory experiment on voice onset time in German stop consonants. *Phonetica* 36, 169-181.
- HUCK, D. BOTHOREL-WITZ, A. et GEIGER-JAILLET, A. (2007). L'Alsace et ses langues. Éléments de description d'une situation sociolinguistique en zone frontalière. *In Aspects of Multilingualism in European Border Regions: Insights and Views of Alsace, Eastern Macedonia and Thrace, the Lublin Voivodeship and South Tyrol*, p. 13-100.
- JAKOBSON R., FANT, G., HALLE M. (1952). Preliminaries to speech analysis: The distinctive features and their correlates. Cambridge, Mass.: M.I.T. Press.
- JAKOBSON R., HALLE M. (1961). Tension et laxité. *Essais de Linguistique Générale*, 150-157. Les Editions de Minuit, Paris.
- JESSEN M. (1998). Phonetics and phonology of tense and lax obstruents in German. John Benjamins Publishing Company, Amsterdam/Philadelphia.
- KIM C.W. (1965). On the autonomy of the tensivity feature in stop classification. *Word* 21, 339-359.
- KOHLER K. (1979). Dimensions in the perception of fortis and lenis plosives. *Phonetica* 36, 332-343.
- KOHLER K. (1982). F0 in the production of lenis and fortis plosives. *Phonetica*, 39(4-5), 199-218.
- LADEFOGED P., MADDIESON I. (1996). *The sounds of the world's languages*. Blackwell Publishers: Oxford.
- MALECOT A. (1966). The effectiveness of intraoral pressure pulse parameters in distinguishing between stop cognates. *Phonetica* 14, 65-81.
- RIDOUANE R. (2003) Suites de consonnes en berbère chleuh : phonétique et phonologie. Thèse de doctorat d'Etat, Université de la Sorbonne Nouvelle, Paris III. KOHLER, K. (1984) Phonetic explanation in phonology: the feature fortis/lenis. *Phonetica*, 41, (3): 150-74.