



HAL
open science

Pretzel et Bretzel : lecture et analyse événementielles des signaux de parole pour l'étude des consonnes occlusives de l'alsacien

Lucie Steiblé, Rudolph Sock

► **To cite this version:**

Lucie Steiblé, Rudolph Sock. Pretzel et Bretzel : lecture et analyse événementielles des signaux de parole pour l'étude des consonnes occlusives de l'alsacien. Colloque De Eventibus, Université d'Opole (Pologne); Université Libre de Bruxelles (Belgique) Oct 2012, Opole Pologne. hal-01294916

HAL Id: hal-01294916

<https://hal.science/hal-01294916>

Submitted on 30 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.

Lucie Steiblé, Rudolph Sock
Institut de Phonétique de Strasbourg, France

Pretzel et Bretzel : lecture et analyse événementielles des signaux de parole pour l'étude des consonnes occlusives de l'alsacien

Abstract

Articulatory-acoustics events and the relations that tie them together are crucial to allowing for the proper speech functioning. The features at the phonological level and the cues studied in phonetics are related to specific speech events, visible for example in acoustic signals.

Thus, a close analysis of these events allows us to understand which relations underpin the system of oppositions. This article deals with the Alsatian stops, taking into account the feature [voice]. A number of questions relating to the nature of the plosives are not solved. These questions are representative of the difficulties in analyzing a system of fragile oppositions which nevertheless is operational and fluent.

So, we shall thus present a classification of the consonants of Alsatian. We shall begin by evoking problems posed by the classification of plosives, through features and cues. We shall use the results obtained during experimental analyses of the speakers of Colmar, the results of which might demonstrate the importance of understanding the event structure of these consonants, in order to classify them at a convincing phonological level.

Keywords

Plosives, Alsatian, phonological features, phonetic cues, voiced / devoiced, tense / lax, speech rate, perception, articulatory phonetics.

Les consonnes de l'alsacien, en l'occurrence la variante dialectale parlée dans la région de Colmar, comportent deux séries de consonnes occlusives. Contrairement aux deux séries de consonnes correspondantes en français (p/t/k et b/d/g), en alsacien, aucune des séries ne présente le trait de sonorité. Lors de leur production, les cordes vocales ne vibrent pour aucun des deux groupes. Cependant, ces sons sont graphiés de deux manières différentes, premier indice qui signale que les locuteurs font une différence entre eux. Ils sont également présents à des positions

équivalentes dans des mots ayant un sens différent. Parfois, comme évoqué avec humour dans le titre de l'article, les graphies sont représentatives des problèmes posés par ces consonnes : entre les États-Unis et la France, la graphie utilisée pour les viennoiseries varie de Pretzel à Bretzel. Il existe donc un problème de classement de ces consonnes, que nous tenterons de résoudre grâce à une lecture événementielle du signal de parole.

Comment la lecture événementielle du signal de parole peut-elle permettre de comprendre l'organisation et le fonctionnement des consonnes occlusives de l'alsacien ? Il s'agit de détecter sur le signal acoustique des événements interprétables directement en termes articulatoires, puis de définir une syntaxe entre certains événements, ce qui permettra d'obtenir des relations intrasegmentales (VOT, VTT, etc.) et des relations intersegmentales (tenue consonantique, durées vocaliques). Nous renvoyons à Christian Abry *et al.* (1985) pour plus de détails sur la lecture événementielle des signaux de parole. Ces dernières relations nous seront utiles ici pour déterminer les différences, parmi les occlusives de l'alsacien, entre les catégories sourdes et celles censées être sonores.

1. Heureux événements sur le signal de parole

Le but de cet article est d'explicitier ce en quoi l'analyse d'événements visibles sur un signal de parole permet de comprendre le fonctionnement général d'un groupe de sons, voire du système phonologique d'une langue donnée. Dans un premier temps, nous reviendrons sur la notion même de lecture événementielle du signal de parole, avant de lier cette problématique à celle, bien connue, du rapport entre traits (phonologiques) et indices (phonétiques). Enfin, nous concluons cette première partie par des explications relatives aux événements retenus pour notre étude.

Tout d'abord, qu'est-ce que la lecture événementielle des signaux de parole ? Lorsqu'un locuteur parle, l'ensemble de son système de production langagier est mis à contribution. Tous les éléments constitutifs du système phonatoire (des poumons à la sortie du conduit vocal) doivent, à partir des gestes des articulateurs, prendre des configurations spécifiques afin de produire les sons du langage. Ces configurations, qui sont des réalités articulatoires, ont des effets sur le son produit : ce sont là les conséquences acoustiques de faits articulatoires. Ces phénomènes acoustiques constituent en fait la « forme » du son, et à partir d'un enregistrement de bonne qualité, ils sont observables sur une représentation graphique de ce même son (telle que fournie, par exemple, par le logiciel PRAAT).

Ainsi, lorsqu'un phonème a été correctement produit, un certain nombre de « cibles » articulatoires ont été atteintes, donnant toutes leurs conséquences en ter-

mes de résonances constitutives de la voix. Il est alors possible de détecter sur le signal des événements acoustiques. À titre d'exemple, sur la figure 1., il est possible d'observer la différence acoustique (interprétable en termes articulatoires) entre les voyelles et la consonne intervocalique.

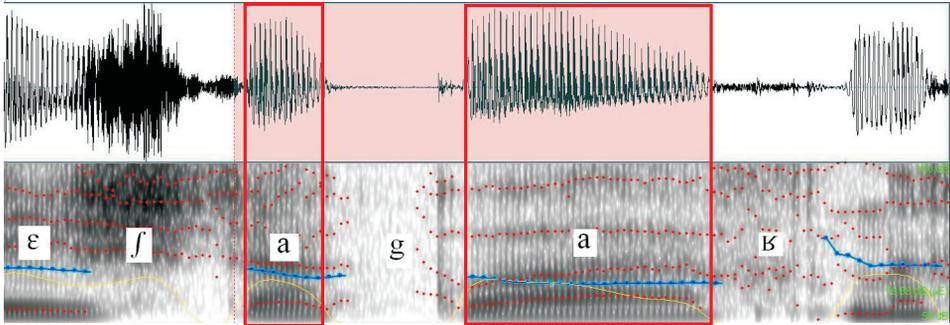


Fig. 1. Représentation graphique d'un signal de parole. Encadrées de rouge, les voyelles, au centre, une consonne occlusive

Nous reviendrons sur le statut problématique de la consonne ici représentée, statut précisément explicable grâce à l'analyse d'événements visibles sur le signal.

Cette lecture permet donc de fonder des analyses sur la stabilité de phénomènes visibles. Comment alors articuler ces événements avec les concepts de traits phonologiques et d'indices phonétiques ?

- Les traits relèvent du domaine de la phonologie. Phénomènes distinctifs, ils permettent d'opposer des paires minimales linguistiques, comme dans *pain* et *bain*, où le trait de sonorité permet de faire la distinction entre les deux termes. Idéalement, l'ensemble des traits permet de décrire toutes les langues.
- Les indices appartiennent, quant à eux, au domaine de la phonétique. Ils correspondent aux réalités acoustiques qui sont sous-jacentes aux traits, et sont variables selon les langues. Ce sont précisément les indices phonétiques que nous étudions en cherchant les événements qui constituent ces indices sur un signal de parole. Chaque indice phonétique peut reposer sur des relations entre plusieurs événements, et se définir ainsi par leur interaction. En français, par exemple, le trait de sonorité pour une consonne occlusive est soutenu par plusieurs indices : présence de vibrations laryngées, tenue consonantique plus courte, Voice Time Termination (nous y reviendrons) plus long, ... Le Voice Time Termination ou délai d'arrêt du voisement, indice phonétique, est observable principalement grâce à deux événements : la fin de la structure formantique de la voyelle précédente et le dernier passage des vibrations par 0 hertz.

Notre étude a pour objet les six consonnes occlusives p/b, t/d et k/g. Les phénomènes au sein de ces paires s'opposent en français par le trait de sonorité, et les paires entre elles par leur lieu d'articulation : p/b sont des consonnes bilabiales, t/d apico-alvéodentales et k/g dorso-vélaires. En alsacien, ces trois paires de conson-

nes existent et disposent de graphies distinctes. Nous verrons cependant que la sonorité n'est pour rien dans la différence au sein des paires.

Les consonnes occlusives sourdes se découpent en plusieurs phases, chacune visible sous la forme d'événements distincts (fig. 2).

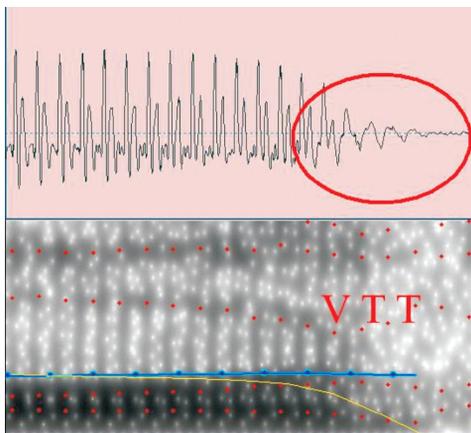


Fig. 2. Le VTT et la tenue d'une consonne occlusive sourde

En premier, le **Voice Time Termination (VTT)** ou délai d'arrêt de vibration des cordes vocales, qui s'étend de la fin de la structure formantique stable de la voyelle précédente jusqu'au dernier passage par 0 hertz. La vibration régulière de la voyelle est remplacée par des vibrations plus chaotiques, représentatives de l'arrêt de vibrations des cordes vocales (fig. 3).

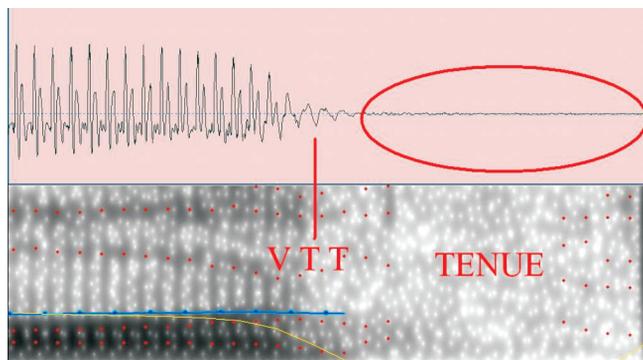


Fig. 3. Fin d'une voyelle et VTT de la consonne occlusive sourde suivante

En second, la **Tenue Consonantique** est ici en réalité une phase de silence acoustique pour les sourdes. Quel que soit le type de consonne, cette phase correspond à un événement majeur des consonnes occlusives : l'occlusion à proprement parler. L'air est provisoirement bloqué derrière le point d'articulation de la consonne.

Pour les sourdes, le signal fait montre d'un réel silence, puisque même les vibrations laryngées se sont arrêtées.

Enfin, la consonne se réalise par le relâchement consonantique qui sera suivi par la remise en route des cordes vocales, c'est-à-dire le **Voice Onset Time (VOT)** ou délai d'établissement du voisement (fi. 4).

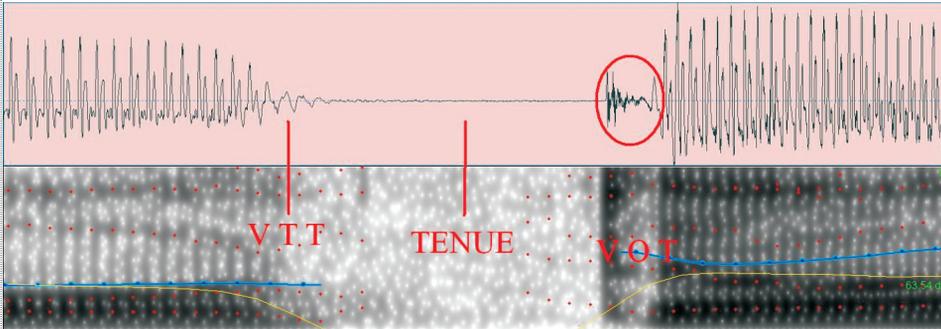


Fig. 4. Une consonne occlusive sourde avec toutes ses phases, terminée par le relâchement et le VOT

La littérature relative à ces phases permet d'avoir de bonnes connaissances du fonctionnement des événements qui les définissent, en fonction du type de consonne observée. Les différents degrés de sonorité, de tension, par exemple, auront des conséquences sur — ou seront soutenus par — les phénomènes articulatoires et acoustiques constitutifs de l'identité de chaque consonne.

2. Consonnes : entre graphie et réalisation articulatoire-acoustique

En français, il existe 6 consonnes occlusives, graphiées p t k et b d g. Entre ces deux groupes, l'opposition est fondée sur le trait de sonorité, soutenu par différents indices. Les événements visibles sur le signal permettent d'opposer très clairement les deux types (fig. 5).

En français, on peut constater la présence de vibrations laryngées sur l'ensemble de la tenue de la consonne sonore, tandis que la sourde présente un silence acoustique pendant cette phase.

Qu'en est-il en alsacien ? Les consonnes occlusives de l'alsacien sont graphiées p t k et b d g. C'est plutôt quand on cherche à définir la nature phonétique exacte de ces consonnes que les problèmes se posent.

Dans la littérature, la description en traits et indices de ces consonnes n'est pas entièrement satisfaisante. De plus, l'alsacien n'a pas forcément été analysé selon les

paradigmes de la phonétique expérimentale et avec les moyens actuels. Il existe également des données expérimentales pour l'allemand, langue cousine de l'alsacien, qui nous ont été utiles en l'absence d'équivalent pour le dialecte constituant notre objet d'étude.

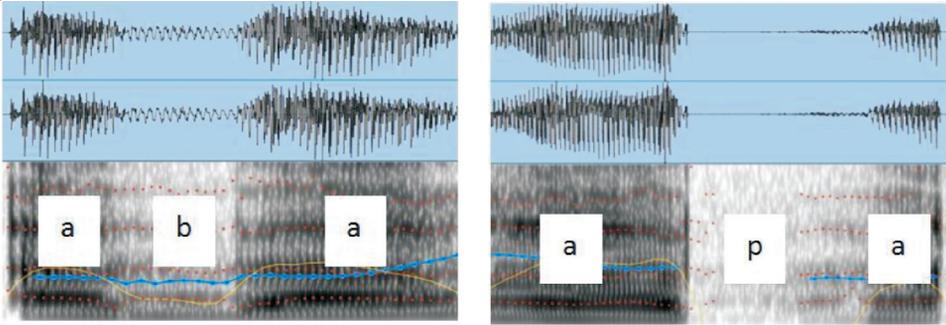


Fig. 5. Les deux types des consonnes occlusives en français

En allemand comme en alsacien, il existe six consonnes occlusives. Les différents systèmes d'écriture pour l'alsacien utilisent les graphies de ces six consonnes. Cependant, les catégories sont floues, et la réalité phonétique de ces sons reste inaccessible. À titre d'exemple, il est possible d'évoquer les bretzels, dont le nom change de graphie selon la langue cible empruntant le terme. Aux États-Unis, le mot se graphie *Pretzel*, utilisant, contrairement au français, la graphie *p* pour la consonne initiale, normalement sourde. C'est la disparité d'usages dans les graphies qui en premier lieu a suscité la nécessité d'une analyse expérimentale et événementielle de ces consonnes. En second lieu, c'est le fait que la prononciation de ces consonnes est perturbée en français pour les locuteurs de l'alsacien, qui ont « un accent ». Lorsque d'autres francophones imitent cet accent, une grande partie des transformations phonétiques repose sur un assourdissement systématique des consonnes sonores, comme en témoigne cette image d'un sketch humoristique des Inconnus, mettant en scène les journaux télévisés régionaux, en l'occurrence celui de l'Alsace. On peut voir sur cette image la transcription de « Fait-divers » avec l'accent alsacien, qui conduit à assourdir, du point de vue d'un francophone, la consonne /d/ normalement sonore.



Fig. 6. La transcription de l'accent alsacien par les Inconnus

De quelle nature alors sont les consonnes occlusives de l'alsacien ? Quels traits, quels indices pour les catégoriser ? C'est une lecture événementielle du signal de parole qui nous a permis de répondre à ces questions.

Notre première hypothèse est de considérer que si deux graphies existent dans les systèmes de transcription de l'alsacien, alors elles recouvrent deux types de réalisations consonantiques différentes ; la deuxième hypothèse est que s'il existe une différence, elle est nécessairement observable sur le signal sonore ; enfin, la troisième hypothèse repose sur la certitude que si des différences sont observables, alors elles reposent sur des événements différents et des relations entre événements différentes au sein de ces deux types de consonnes.

Pour répondre à ces interrogations, un corpus a été créé, passant en revue nos six consonnes opposées respectivement en position initiale de mot, intervocalique et finale de mot. Le corpus a été fondé sur les représentations graphiques des mots tels que référencés dans *l'Atlas Linguistique de l'Alsace*. Nous avons donc enregistré dix-huit phrases porteuses, une fois en vitesse normale et une fois en vitesse rapide. L'utilisation de la vitesse rapide permettait d'inclure notre recherche dans le paradigme de la parole perturbée.

Quels intérêts pour le phonéticien expérimentaliste à perturber la parole ?

Tant que le système linguistique fonctionne normalement, il est plutôt difficile de cerner les mécanismes qui le composent. Comme en mécanique d'ailleurs, ce sont toujours les pannes qui font prendre conscience des éléments internes au système. Ainsi, travailler sur le fonctionnement de la parole nécessite une évaluation de la robustesse du système, en le confrontant à diverses perturbations qui auront pour conséquence de l'obliger à les compenser... ou à se désintégrer.

La perturbation de la parole est un paradigme de prédilection retenu dans l'Équipe de recherche Parole et Cognition (Institut de Phonétique de Strasbourg), comme en témoigne le programme inscrit à la MISHA pour le contrat quadriennal 2008—2012 : « Perturbation et réajustements, parole normale vs parole pathologique ».

Très souvent, la perturbation qui est utilisée est celle de la variation de la vitesse d'élocution, soit la production d'énoncés en vitesse rapide, méthode que nous avons également choisie pour sa simplicité. De plus, la parole rapide ayant été étudiée dans le cadre des travaux de l'Équipe de recherche Parole et Cognition, cela nous garantissait un cadre théorique bien cerné.

3. Résultats

En tout premier lieu, nos données ont permis de conclure à l'absence de sonorité en alsacien, même pour les consonnes graphiées *b d g*.

Très simplement, en parole normale, aucune consonne ne présente de vibration laryngée, et leurs relâchements sont toujours sourds. Ici (fig. 7), une illustration d'une consonne graphiée *g* (dans *gardner*, jardinier).

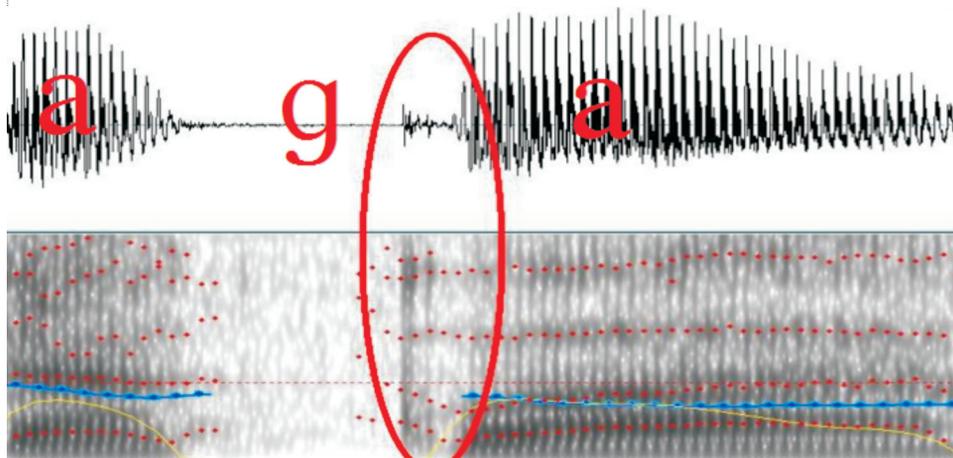


Fig. 7. Une consonne graphiée /g/ réalisée sourde

Ce signal montre un relâchement sourd (le voisement reprend suite à un VOT tardif), et bien entendu aucune vibration laryngée n'est visible pendant la phase d'occlusion. Il s'agit donc d'une consonne indéniablement sourde.

Ce n'est donc pas le trait de sonorité qui permet d'opposer en alsacien les deux groupes de consonnes occlusives, pourtant manifestée à l'aide de graphèmes différents et audible de surcroît au sein de cette communauté linguistique.

Quel est alors le trait permettant cette opposition ?

La lecture événementielle permet d'approcher les données à partir du signal vers une classification plus théorique. Nous allons donc exposer les résultats de mesures purement acoustiques, qui nous conduiront à émettre une distinction entre nos deux groupes de consonnes.

La tendance partagée dans tout le corpus et pour tous les locuteurs est de maintenir une distinction dans la durée des tenues consonantiques. L'analyse des durées des VTT comme des VOT n'est en revanche pas concluante dans un cadre oppositif. C'est donc bien la durée des occlusions qui permet de distinguer en alsacien entre les consonnes graphiées *p t k* et celles graphiées *b d g*.

Cette opposition se maintient dans n'importe laquelle des trois positions testées, et, plus important encore, quelle que soit la vitesse d'élocution.

Le graphe (fig. 8) reprend nos résultats de manière schématique. On constate que la durée de la tenue des consonnes graphiées *p t k* est toujours supérieure à leurs équivalents graphiés *b d g*. On constate également que la durée de la tenue est toujours supérieure en position initiale par rapport aux positions intervocalique et finale. Cette différence est explicable par la fonction démarcative de l'aspiration

en initiale dans les langues germaniques de manière générale, laquelle aspiration a pour conséquence d'augmenter la durée de la tenue consonantique.

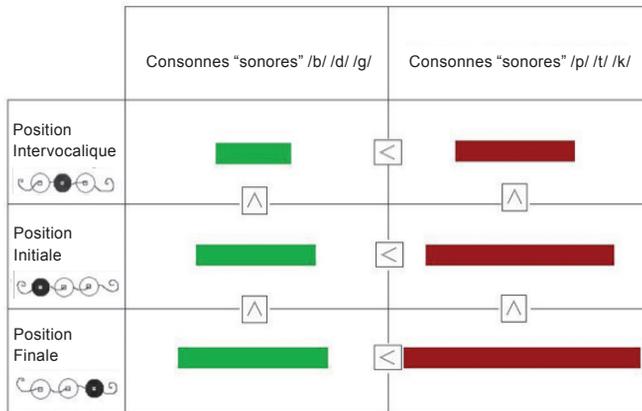


Fig. 8.

Reste donc à élucider la différence non pas en termes de position, mais au sein des paires de consonnes qui nous occupent. La différence acoustique entre les deux groupes est liée à la tenue consonantique. Il s'agit en conséquence d'événements différents, et de relations entre événements différents.

Nous pouvons ainsi valider nos trois hypothèses :

Il existe effectivement une différence selon le groupe de consonnes ; cette différence est visible, bien évidemment, sur les signaux sonores ; enfin, ce sont des événements et des relations entre événements qui fondent la distinction entre les deux séries de consonnes graphiées *p t k* ou *b d g*.

Reste la question de la nature phonologique, finalement, de nos consonnes.   quels indices et à quel(s) trait(s) est-il possible de rattacher ces données événementielles ? Il est à noter ici que la lecture événementielle des signaux de parole met au centre de ses résultats les paramètres mesurables du signal. Ensuite, le chercheur peut tenter de remonter vers les niveaux phonétiques, puis phonologiques. C'est, en définitive, une lecture du bas vers le haut, qui soutient chaque niveau d'analyse par des résultats issus des signaux eux-mêmes.

Lors de l'étude de nos enregistrements, nous avons pu confirmer, à l'aide du logiciel PRAAT, que le trait de sonorité n'est pas rentable pour opposer les consonnes graphiées *p t k* et *b d g* en alsacien, dans la mesure où toutes ces consonnes se sont révélées sourdes. Il faut donc trouver un autre trait, plus efficace pour pouvoir classer ces consonnes.

Faut-il alors utiliser le trait de tension ?

Pour Chin-Woo Kim (1965), la force d'articulation est un trait autonome. Se fondant sur des données du coréen, il a essayé de dégager les corrélats acoustiques et physiologiques de ce trait. Pour lui, en effet, la seule façon de présenter une des-

cription correcte du système consonantique coréen est d'avoir recours à la marque de la force d'articulation. Les arguments avancés pour démontrer l'autonomie de ce trait sont un ensemble de caractéristiques acoustiques et physiologiques dégagées à partir d'un ensemble d'analyses spectrographiques, aérodynamiques, palatographiques et électromyographiques.

Qu'en est-il du trait d'aspiration ?

Le degré de l'ouverture de la glotte varie selon les sons et les contextes mais il est presque dans toutes les langues plus important pour les sourdes aspirées que les sourdes non aspirées. Dans certaines langues, les segments en position initiale présentent des amplitudes d'ouverture glottale plus importantes qu'en position intervocalique. D'autres aspects ont souvent été analysés, surtout dans les langues qui disposent d'occlusives aspirées, notamment le rapport temporel entre les gestes glottiques et supraglottiques, considéré comme le facteur principal qui détermine l'aspiration.

En allemand, le trait d'aspiration se retrouve le plus souvent pour les consonnes occlusives placées en initiale de mot, assurant comme nous l'avons vu une fonction démarcative.

Les indices sont en définitive les faits observables qui nous permettent de structurer les sons qui, dans des contextes spécifiques, peuvent avoir la valeur de phonèmes. L'enjeu méthodologique est de taille : comment faire une analyse, sinon sur des segments observables ? Comme on peut le lire chez Ariette Bothorel Witz et Magnus Pétursson (1972) :

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.

Il nous faut donc mettre en lumière les indices qui sont fondateurs des traits phonologiques servant à classer les consonnes occlusives.

Parmi les indices du trait tendu, on cite souvent différentes durées, incluant :

- la durée de la voyelle précédente,
- la durée de l'occlusion,
- la durée de l'aspiration,
- la durée totale de la consonne (cf. Jakobson, Fant, Halle, 1952 ; Ladefoged, Maddieson, 1996 ; Jessen, 1998).

La durée, selon Roman Jakobson, Gunnar Fant et Moris Halle (1952), est le corrélât primaire du trait 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 et Halle (1961) vont même plus loin en considérant la durée non seulement comme le corrélât 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.

Eli 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 Winfried Haag (1979) et Klaus J. Kohler (1979, 1982). On attribue généralement la durée plus importante des occlusives sourdes, comparées à leurs contreparties sonores, à la plus grande force d'articulation qui les caractérise.

Nous pensons, à la suite d'autres chercheurs sur d'autres langues germaniques, que le trait le plus approprié à la classification des consonnes de l'alsacien est le trait de tension. En effet, en comparant nos mesures événementielles avec les données de la littérature en phonologie, le trait de tension apparaît comme un bon candidat pour le système des occlusives de l'alsacien.

Une étude en cours pourra apporter de nouvelles lumières sur cette problématique. Axée sur l'interaction entre le système consonantique de l'alsacien et du français, elle montrera les possibles influences d'un système sur l'autre dans le cadre de traductions par des locuteurs ayant chacune des deux langues comme langue maternelle et l'autre comme langue seconde.

Nous pourrions alors comparer les deux systèmes, de par les transformations exercées de l'un sur l'autre.

Nos premiers résultats laissent entrevoir un transfert d'événements de l'alsacien vers le français, comme en témoigne la consonne suivante, provenant de la phrase support *La **ba**gue est trop petite* (fig.

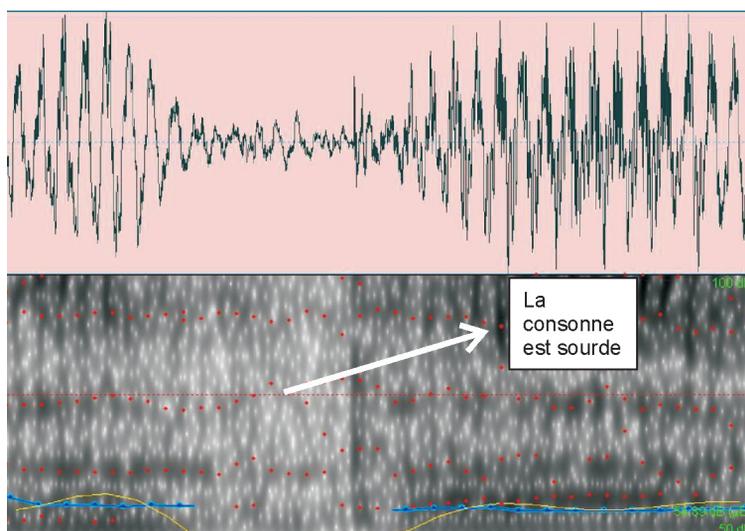


Fig. 9. Séquence /aba/ dans *la bague est trop petite*

Il est d'ores et déjà possible de constater une tendance pour les locuteurs dialectophones : les événements tendent à indiquer que le trait, probablement de tension, venu de l'alsacien, remplace le trait de sonorité normalement présent en français.

D'autres analyses sont à venir sur la perception de ces sons pour différents types d'auditeurs : des auditeurs bilingues, des auditeurs non dialectophones mais habitués à entendre de l'alsacien, et enfin des auditeurs n'ayant aucune familiarité avec le dialecte alsacien. De ces tests perceptifs, couplés avec des analyses événementielles, devraient ressortir les événements les plus saillants pour l'identification des sons à travers la problématique de l'interaction entre deux systèmes phonologiques différents.

La catégorisation des consonnes de l'alsacien est, comme nous l'avons vu, relativement problématique. À quel trait, quels indices, rattacher ces sons ? L'utilisation de différents paradigmes, tels que la parole perturbée ou l'interaction entre systèmes permet d'approcher le fonctionnement sous-jacent de la parole. Mais plus encore, la lecture événementielle des signaux mène à une analyse en profondeur des phénomènes de parole, indépendamment de toute présupposition théorique. Les événements articulatoire-acoustiques et leurs relations semblent être des réalités observables suffisantes pour opérer une analyse du système phonologique d'une langue : ainsi, les consonnes de l'alsacien peuvent être divisées entre celles dotées d'une tenue longue, et celles dotées d'une tenue courte, division en catégorie strictement issue d'observations expérimentales.

Références

- Abry C., Benoit C., Boe L.J., Sock R., 1985 : « Un choix d'événements pour l'organisation temporelle du signal de parole ». *14^{èmes} Journées d'Études sur la Parole, Société Française d'Acoustique*, 133—137.
- Bothorel-Witz A., Petursson M., 1972 : « La nature des traits de tension, de sonorité et d'aspiration dans le système des occlusives de l'allemand et de l'islandais ». *Travaux de l'Institut de Phonétique de Strasbourg*, 277—356.
- Chen M., 1970 : "Vowel length variation as a function of the voicing of the consonant environment". *Phonetica* **22**, 129—159.
- Chomsky N., Halle M., 1968 : *The sound pattern of English*. New York: Harper & Row.
- Delattre P., 1962 : "Some factors of vowel duration and their cross-linguistic validity". *Journal of the Acoustical Society of America*, **34**, 1141—1143.
- Fukui N., Hirose H., 1983 : "Laryngeal adjustments in Danish voiceless obstruent production". *Annual Report of the Institute of Phonetics, University of Copenhagen*, **17**, 61—71.
- Haag W., 1979 : "An articulatory experiment on voice onset time in German stop consonants". *Phonetica*, **36**, 169—181.

- House A.S., Fairbanks G., 1953: "The influence of consonantal environment upon the secondary acoustical characteristics of vowels". *Journal of the Acoustical Society of America*, **25**, 105—113.
- 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.
- 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 laxit  ». *Essais de Linguistique Générale*. Paris : Les  ditions de Minuit, 150—157.
- Jakobson R., Halle, M., 1963 [1956] : « Phonologie et phonétique ». *Essais de Linguistique Générale*. Paris : Les  ditions de Minuit, 103—149.
- Jessen M., 1995: "Glottal opening in German obstruents". *Proceedings of the 13th International Congress of Phonetic Sciences*, **3**, 429—431.
- Jessen M., 1998: *Phonetics and phonology of tense and lax obstruents in German*. Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins Publishing Company.
- Jessen M., 1999: "Redundant aspiration in German is primarily controlled by closure duration". *Proceedings of the 14th International Congress of Phonetic Sciences*, 993—996.
- Jessen M., 2001: "Phonetic implementation of the distinctive auditory features [voice] and [tense] in stop consonants". In: T.A. Hall, ed.: *Distinctive Feature Theory*. Berlin: Mouton DeGruyter, 237—294.
- Keating P.A., 1985: "Universal phonetics and the organization of grammars". In: V. Fromkin, ed.: *Phonetic Linguistics*. Academic Press, 115—132.
- Kim C.W., 1965: "On the autonomy of the tensity feature in stop classification". *Word*, **21**, 339—359.
- Kim C.W., 1970: "A theory of aspiration". *Phonetica*, **21**, 107—116.
- Klatt D.H., 1973: "Interaction between two factors that influence vowel duration". *Journal of the Acoustical Society of America*, **54**, 1102—1104.
- 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.
- Port R., Al-Ani S. Maeda S., 1980: "Temporal compensation and universal phonetics". *Phonetica*, **37**, 235—252.
- Ridouane R., 200 : « Suites de consonnes en berbère chleuh : phonétique et phonologie ». [Thèse de doctorat d' tat, Université de la Sorbonne Nouvelle, Paris III].
- Vaxelaire B., 2007 : *Le geste et la production de la parole ; Résultats et implications d'études quantitatives cinéradiographiques. Rapport de synthèse présenté pour l'obtention de l'habilitation à diriger des recherches*. Institut de Phonétique de Strasbourg.
- Sock R., 1998 : *Organisation temporelle en production de la parole.  mergence de catégories sensori-motrices phonétiques*. [Thèse de doctorat d' tat, Université Stendhal, Grenoble III].