

Les mots sourds en berbère chleuh : analyses fibroscopiques et photoglottographiques

Rachid Ridouane

Laboratoire de Phonétique et Phonologie (UMR 7018)
CNRS/Sorbonne Nouvelle, 19, rue des Bernardins – 75005 Paris
Tél.: ++33 (0)1 44 32 05 70 - Fax: ++33 (0)1 44 32 05 73
rachid.ridouane@wanadoo.fr

ABSTRACT

This article deals with Chleuh Berber spoken in the southern part of Morocco. In this dialect, words may consist entirely of consonants without vowels and sometimes of only voiceless obstruents. In this study we have carried out fiberoptic and photoglottographic analyses to determine the glottal adjustments during the production of voiceless words and the mechanisms underlying these variations. Fiberoptic films were made of two male native speakers producing a list of forms consisting entirely of voiceless obstruents. The same list was produced by one male native speaker of Chleuh for the needs of the photoglottographic analysis. This study shows that the glottal aperture is modulated in a manner that can be related quite systematically to the individual segments in the voiceless sequence.

1. INTRODUCTION

Nous avons montré dans Ridouane [3] que les mots composés au niveau phonologique d'obstruents sourdes sont réalisés de bout en bout avec la glotte ouverte et les cartilages aryénoïdiens largement écartés. Aucune trace de voisement n'a été détectée dans ces suites de consonnes sourdes. Entre autres implications de ces résultats est que le chleuh dispose de syllabes sourdes et que toute consonne peut y occuper le noyau syllabique même une occlusive sourde, confirmant ainsi les analyses de Dell et Elmedlaoui [1].

L'objectif de la présente étude est de décrire les ajustements glottaux pendant la tenue des mots sourds et de déterminer les mécanismes qui les gouvernent. Nous allons nous intéresser aux variations « potentielles » de l'aire de l'ouverture glottale pendant la tenue des formes composées uniquement de consonnes sourdes. Le terme « potentielles » est employé à dessein, car il est probable en effet que du début jusqu'à la fin d'un mot sourd, la glotte maintient une ouverture glottale statique, autrement dit, un degré d'ouverture glottale constant. Ceci est d'autant plus probable pour des mots courts ou composés de segments partageant le même mode d'articulation. La question d'un maintien constant de l'ouverture glottale n'a été que très brièvement traitée dans la littérature. Löfqvist, Yoshioka et leurs collègues l'ont brièvement soulevé dans leurs analyses des séquences d'obstruents sourdes dans des langues comme le suédois et

l'anglais. La conclusion de Löfqvist & Yoshioka [4] est que : « *There is little, if any evidence that the glottis ever opens and maintains a static open position in speech.* » (800). Les données traitées par ces auteurs sont des séquences d'obstruents sourdes, dont les plus longues sont composées de quatre ou cinq consonnes, comprises entre deux voyelles.

La première question à laquelle nous allons répondre donc est la suivante : la glotte peut-elle maintenir une ouverture glottale statique pendant la parole ou présente-t-elle des changements continus ? Le deuxième aspect que nous allons analyser concerne le cas où les séquences seraient produites avec des variations d'aire glottique continues. Il serait dès lors question d'une part de décrire les ajustements glottaux observés (le nombre de gestes d'ouverture et de fermeture de la glotte, l'emplacement de l'amplitude maximale de l'ouverture glottale) et, d'autre part, de déterminer les mécanismes qui gouvernent ces changements en nous intéressant plus particulièrement au nombre d'obstruents que contient chaque forme et à leurs propriétés phonétiques.

Les fricatives et les occlusives géminées sourdes sont produites avec une ouverture glottale systématiquement plus importante que pendant la tenue des occlusives simples (Ridouane [3]). Nous allons essayer à travers cette étude de répondre à une question étroitement liée à ces résultats : est-ce que les segments dans un contexte de mot sourd présentent ces mêmes caractéristiques d'ajustements glottiques ?

2. MÉTHODE

Nous avons établi une liste de 24 formes composées uniquement d'obstruents sourdes. Ces formes sont constituées de verbes assez largement utilisés en chleuh. Ces verbes sont soit à l'aoriste soit à l'accompli et sont répartis selon le nombre de consonnes qu'ils contiennent allant de deux à dix consonnes. Deux sujets ont participé à l'expérience fibroscopique : R_R (l'auteur) et A_A. Seul R_R a participé à l'expérience photoglottographique. Chaque forme de la liste (1) ci-après a été répétée 20 fois par R_R et 5 fois par A_A pour l'analyse fibroscopique et 5 fois par R_R pour l'expérience photoglottographique. Aucun des deux sujets ne souffre de problème d'audition ou de parole.

Table 1. La liste des items.

ks	<i>fais paître</i>	tχtft	<i>tu as volé</i>
fk	<i>donne</i>	kkstt	<i>enlève-la</i>
kst	<i>fais-le paître</i>	tfsχt	<i>tu as annulé</i>
fkt	<i>donne-le</i>	tqssf	<i>elle s'est rétrécie</i>
kks	<i>enlève</i>	tʃtft	<i>tu as écrasé</i>
sχf	<i>évanouis-toi</i>	sfqqt	<i>énerve-le</i>
fɦ	<i>opère</i>	tftkstt	<i>tu l'as donnée</i>
tftɦ	<i>elle s'est faite opérer</i>	tsskfʃt	<i>tu as sali</i>
tkʃf	<i>elle est salle</i>	tkkststt	<i>tu l'as enlevée</i>
tfss	<i>elle est silencieuse</i>	tftkstt	<i>tu l'as déchirée</i>
fqq	<i>énerve</i>	tftχtstt	<i>tu l'as roulée</i>
tkkst	<i>tu as enlevé</i>	tsskʃftstt	<i>tu l'as salie</i>

La fibroscopie est une procédure expérimentale communément utilisée pour observer les gestes laryngiens pendant la parole. Le fibroscope consiste en un faisceau de fibres optiques qui transmettent la lumière et l'image. Pour notre expérimentation, un fibroscope de type Olympus ENF-P3 a été introduit par la narine et stabilisé à quelques millimètres de la glotte, ce qui a permis d'observer directement les mouvements des cordes vocales et des cartilages aryénoïdiens ainsi que certains mouvements de l'épiglotte. L'enregistrement s'est déroulé en quatre sessions à l'hôpital Laennec et à l'hôpital Georges Pompidou à Paris toujours en présence d'un médecin phoniatre (Le Docteur L. Crevier Buchman). Une caméra Sony (XC-999 P) a été fixée sur le bout externe du fibroscope pour enregistrer un film vidéo sur un magnétoscope "U-Matic" (VO-5800 PS). Un « microcravate » Sony a été utilisé pour l'enregistrement simultané du son, ce qui permet la synchronisation du son avec les images. L'acquisition du film vidéo a été effectuée à l'aide d'un ordinateur PC équipé de la carte Miro DC 30 et du logiciel Adobe Première 5.1. L'analyse des données a été principalement faite en utilisant le logiciel SoundForge 5.0. qui permet d'avoir aussi bien le signal acoustique que les images vidéos. Les images, copiées à partir de ce logiciel, ont été traitées en utilisant Adobe Photoshop 5.0 et Adobe Illustrator 7.0.

La photoglottographie consiste en une source de lumière qui illumine la glotte et deux phototransistors localisés sur le côté opposé de la glotte et qui enregistrent le degré de lumière qui passe à travers la glotte pendant son ouverture. Plus la glotte est ouverte, plus l'intensité de cette lumière est importante, et inversement. Comme le montre la figure (1), la glotte est illuminée à l'aide d'un fibroscope inséré à travers la narine du sujet. Un fibroscope standard de type Olympus ENG (type P3), le même que celui utilisé pendant l'expérience fibroscopique, a été relié à une caméra à vitesse rapide et connecté à un vidéo-enregistreur (Hitachi CCT) avec un moniteur. L'enregistrement s'est déroulé à Berlin en présence d'un médecin phoniatre (Dr. K. Dahlmeier).

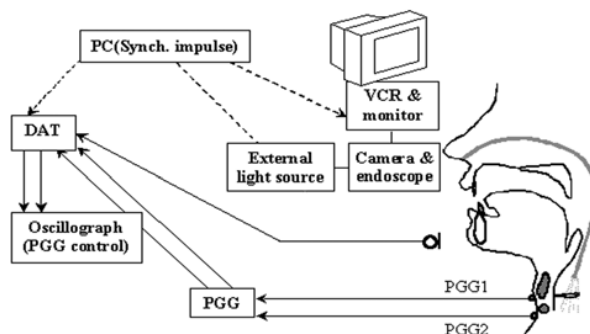


Figure 1 : Schéma illustrant la procédure de l'enregistrement par photoglottographie.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

L'analyse fibroscopique, au-delà, du fait qu'elle montre clairement que les deux locuteurs réalisent les formes (1) sans jamais fermer la glotte, apporte quelques renseignements sur les ajustements glottaux pendant la tenue d'une longue séquence d'obstruantes sourdes. Nous reproduisons dans (2) et (3), des figures illustrant l'état de la glotte pendant la tenue de deux formes composées de 3 et de 7 obstruantes sourdes respectivement.

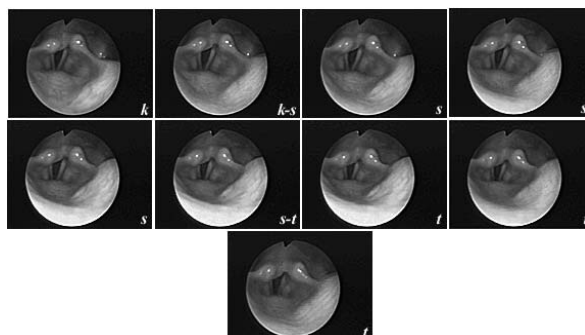


Figure 2 : Illustration de l'état de la glotte pendant la réalisation de la forme [kst] « fais-le paître » par A_A.

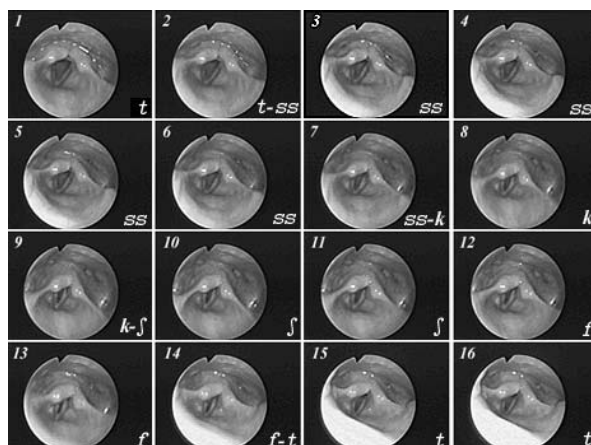


Figure 3 : Illustration de l'état de la glotte pendant la réalisation de la forme [tsskʃft] « tu as sali » par R_R.

L'analyse par fibroscopie montre que la glotte, qui est largement ouverte avant le début de chaque forme (phase respiratoire) demeure ouverte jusqu'à la fin de chaque énoncé. Certaines formes semblent indiquer un degré d'ouverture glottal quasi-constant (figure 2) tandis que d'autres, plus nombreuses, présentent de légères variations de l'aire glottique indiquant ainsi que l'aire de l'ouverture glottale est en changement continu (figure 3). Le rapport temporel entre les gestes glottaux et supraglottaux ne pourra être décrit en nous basant uniquement sur le film fibroscopique, à cause notamment de sa fréquence assez lente. Les données fibroscopiques ont en effet une fréquence de 25 images par seconde seulement (une image = 40ms). L'analyse photoglottographique avec une fréquence de 200 Hz est plus à même de décrire ces ajustements glottaux. C'est ce que nous allons développer dans la suite de cet article.

Nous avons voulu savoir si la glotte maintient ou pas un degré d'ouverture glottale constant pendant la réalisation des mots sourds. Nos données indiquent que c'est une possibilité même si la tendance générale est que l'aire glottale varie. En effet, sur les 120 réalisations des 24 formes que nous avons analysées, seules trois répétitions du mot /fk/ ont été produites avec un degré d'ouverture constant ou quasi-constant pendant une période assez longue. Comme le montre la figure (4), cet état statique peut être maintenu pendant une durée assez importante (plus de 100 ms).

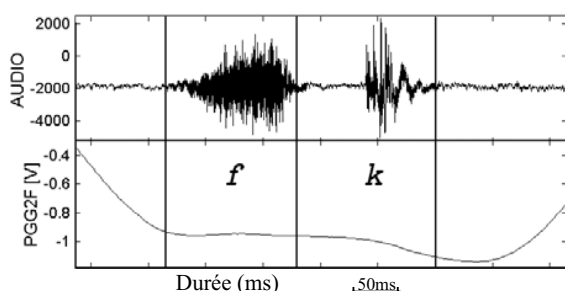


Figure 4 : Le signal acoustique et la courbe glottographique d'une répétition de [fk] « donne ».

Cette ouverture constante est systématiquement suivie d'un geste d'adduction qui dure généralement jusqu'à l'offset du relâchement oral. La glotte entame ensuite son geste d'abduction pour la phase respiratoire.

La glotte est généralement en changement continu. Les variations d'ajustements glottaux que nous avons observées ne sont pas dues aux nombres de consonnes que contient chaque forme mais plutôt à la nature phonétique de ces consonnes. Ainsi, le nombre d'ouverture-fermeture de la glotte n'augmente pas systématiquement à mesure que le nombre de consonnes augmente. /tftktstt/, par exemple, qui est composé de huit consonnes sourdes, est généralement réalisé avec le même nombre d'ouvertures glottales que /sxʃf/ par exemple qui n'en contient que trois. C'est principalement la nature phonétique des consonnes que contient une forme qui détermine globalement aussi

bien le nombre d'ouvertures maximales de la glotte que leurs emplacements. Postulons pour l'instant la généralisation (1) et examinons sa portée à la lumière des données que nous avons traitées :

- (1) Les formes qui contiennent un nombre n de fricatives sourdes sont produites avec un nombre n d'ouvertures maximales de la glotte. L'emplacement des ces ouvertures maximales est généralement situé pendant la tenue de ces fricatives.

Les formes [ks] et [fk] contiennent toutes les deux une fricative sourde. Ces formes, quand elles ne présentent pas une ouverture glottale constante, sont produites avec une ouverture maximale atteinte pendant la fricative :

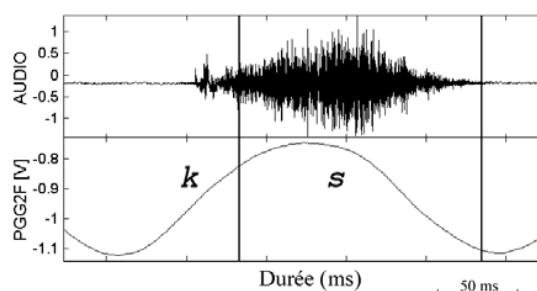


Figure 5 : Le signal acoustique et la courbe glottographique d'une répétition de [ks] « fais-le pâtre ».

La glotte dans une séquence d'occlusive + fricative ou de fricative + occlusive atteint toujours son ouverture maximale pendant la tenue des fricatives. Cet aspect est en accord avec les résultats de Löffqvist & Yoshioka [2] et Yoshioka et al. [4] qui ont aussi observé que pour les séquences composées d'occlusives et de fricatives dans des langues comme le suédois, l'anglais et le danois, la glotte atteint généralement son niveau maximal pendant la tenue des fricatives. Cette différence de localisation de l'ouverture maximale de la glotte est probablement liée à la différence de vélocité d'ouverture glottale entre les occlusives et les fricatives. Entre autres différences entre les occlusives et les fricatives, en effet, est que pour ces dernières la glotte entame son geste d'ouverture plus rapidement. Les séquences qui commencent par une fricative sont donc accompagnées d'une initiation d'ouverture glottale plus rapide et par conséquent un niveau d'ouverture maximale important plus rapidement. De l'autre côté, pour les séquences qui commencent par une occlusive, l'ouverture glottale est graduelle et n'atteint son niveau maximal que pendant la tenue du segment suivant. Selon Yoshioka et al [4] : « [...] a fast separation of the vocal folds is preferable for the turbulent noise source during fricative segments; for stop production, however, such a rapid increase in glottal area seems unnecessary during initial stop closure to terminate vocal fold vibrations. » (1621).

Les formes [fkt], [kst] et [kks] contiennent aussi une fricative sourde chacune. Comme le prédit la généralisation (1), ces formes sont produites avec une ouverture maximale de la glotte atteinte pendant la tenue des fricatives. [tfktstt] et [tfktstt] contiennent aussi deux fricatives. Ces formes sont produites généralement avec deux ouvertures maximales atteintes pendant la tenue des fricatives.

Quelques formes sont des exceptions à cette généralisation. Les exceptions sont de deux natures. Considérons tout d'abord le cas des formes contenant des fricatives adjacentes. Les formes comme [tsskʃfstt] ne sont pas produites avec quatre gestes d'ouverture-fermeture de la glotte même si la forme contient quatre fricatives.

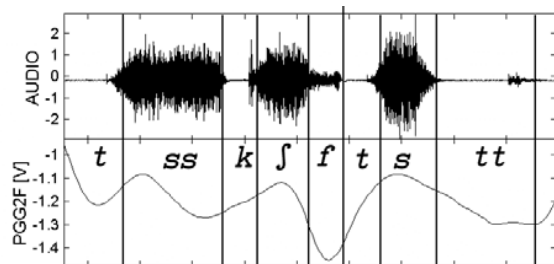


Figure 6 : Le signal acoustique et la courbe glottographique d'une répétition de [tsskʃfstt] « tu l'as séchée ».

En effet, dans toutes les formes analysées, deux fricatives adjacentes sont toujours produites avec une seule ouverture maximale de la glotte. Cette caractéristique est prédictible. Sachant que la glotte met un certain temps pour s'ouvrir et un certain temps pour se refermer, et vu les contraintes aérodynamiques, il est moins économique de produire deux gestes d'ouverture-fermeture glottales pendant la durée des deux fricatives adjacentes. Par conséquent l'une des fricatives est généralement produite pendant la phase d'adduction ou d'abduction d'une consonne avoisinante. La généralisation (1) doit donc être légèrement modifiée en précisant que les fricatives doivent être séparées par un autre segment :

(1') Les formes qui contiennent un nombre n de fricatives sourdes non adjacentes sont produites avec un nombre n d'ouvertures maximales de la glotte. L'emplacement des ces ouvertures maximales est généralement situé pendant la tenue de ces fricatives.

L'autre exception est illustrée par les cas où l'ouverture maximale est atteinte pendant les occlusives géminées. Nous avons montré dans Ridouane [3] que les occlusives géminées et les fricatives partagent certaines caractéristiques glottales, les deux étant produites avec un geste d'ouverture assez important. Il n'est donc pas étonnant à ce que ces deux types de consonnes présentent les mêmes caractéristiques au niveau des ajustements glottaux au sein d'un mot sourd. Ces cas demeurent assez rares et dans le cas où ils sont attestés,

on observe généralement un maintien constant du degré de l'ouverture glottale qui couvre par conséquent une partie de la géminée et une partie de la fricative (sous forme de plateau). Rappelons que toutes les géminées occlusives de nos données sont adjacentes à une fricative.

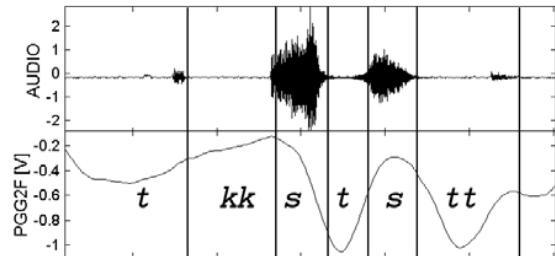


Figure 7 : Le signal acoustique et la courbe glottographique d'une répétition de [tkkststt] « tu l'as enlevée ».

CONCLUSION

Les résultats de l'analyse que nous venons d'entreprendre montrent que le mouvement glottal peut parfois être constant. Mais la tendance générale se caractérise par un changement continu de l'aperture glottale. La glotte atteint une ouverture importante pendant la tenue des fricatives et des occlusives géminées et atteint une ouverture intermédiaire pendant la tenue des occlusives simples. On pourrait s'attendre, en effet, à ce que dans de tels énoncés, le geste « de dévoisement » soit considéré comme superflu par le locuteur et simplement éliminé. Or il n'en est rien. L'aperture glottale est sans cesse modulée et peut être systématiquement mise en relation avec celle des segments individuels présents dans la suite non voisée.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] F. Dell, & M. Elmedlaoui. *Syllables in Tashlhiyt Berber and in Moroccan Arabic*. Kluwer Academic Publications, 2002.
- [2] A. Löfqvist. & H. Yoshioka. Laryngeal activity in Swedish obstruent clusters. *Journal of the Acoustical Society of America* 68(3), 792:801, 1980.
- [3] R. Ridouane. *Suites de consonnes en berbère, phonétique et phonologie*. Thèse de Doctorat, Université Paris 3, 2003.
- [4] H. Yoshioka., A. Löfqvist, & H. Hirose Laryngeal adjustments in the production of consonant clusters and geminates in American English. *Journal of the Acoustical Society of America* 70(6), 1615-1623, 1981.

REMERCIEMENTS

Mes sincères remerciements à Lise Crevier Buchman Klaus Dahlmeier, Phil Hoole et Susanne Fuchs pour leurs précieuses aides.