

Analyse fibroscopique des consonnes sourdes en berbère

Rachid Ridouane

ENST-TSI/CNRS-LTCI UMR 5141
46, rue Barrault, 75634 Paris cedex 13
Tel : (33) 01 45 81 71 90, Fax : (33) 01 45 88 79 35
rachid.ridouane@wanadoo.fr

ABSTRACT

This article deals with laryngeal adjustments during the production of singleton voiceless consonants in Tashlhiyt Berber. It focuses on the influence of place and manner of articulation and effects of position in the word. Results provide evidence that the degree of glottal opening as well as the velocity of abduction-adduction gestures vary according to the place of articulation of stops and fricatives and their position in the word. Systematic differences, reflecting a universal tendency, were also observed between stops and fricatives. The specific laryngeal adjustments during the production of uvulars and so-called pharyngeal will be briefly outlined in the discussion.

1. INTRODUCTION

Pendant la parole, les cordes vocales sont parfois en abduction pour satisfaire les contraintes aérodynamiques nécessaires pour la production des occlusives ou des fricatives sourdes. Cette abduction est produite par l'écartement des cartilages aryénoïdiens auxquels sont fixées les extrémités postérieures des cordes vocales à l'arrière du larynx. Des ajustements spécifiques des cordes vocales sont produits selon la nature phonétique et phonologique de ces segments. Ces ajustements affectent entre autres l'amplitude de l'ouverture glottale et le rapport temporel entre les gestes glottaux et les gestes supraglottaux.

Cette étude traite de la nature de ces ajustements en berbère chleuh en s'intéressant plus particulièrement aux effets de la position (initiale, intervocalique, et finale) et du lieu d'articulation. Différents segments seront examinés (/t/, /t^s/, /k/, /q/, pour les occlusives, et /f/, /s/, /ʃ/, /x/, et /h/ pour les fricatives), avec une attention particulière sur ceux peu étudiés jusque là, et notamment la dentale emphatique, les uvulaires et la pharyngale. Il s'agira aussi, à travers ce travail, de fournir des points de comparaison entre nos résultats et les résultats obtenus à partir d'autres langues, comme l'anglais, le danois, l'islandais, le japonais et l'arabe marocain. L'objectif est de dégager, s'il y a lieu, des caractéristiques laryngales qui peuvent être considérées comme étant universelles.

2. METHODE & MATERIEL

La fibroscopie a été utilisée comme méthode d'investigation expérimentale. 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. Une caméra Sony (XC-999 P) a été fixée sur le bout externe du fibroscope pour enregistrer un film vidéo sur magnétoscope "U-Matic" (VO-5800 PS). Un « micro-cravate » 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 (25 i/s) 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 séquences vidéos. Les images, copiées à partir de ce logiciel, ont été traitées en utilisant Adobe Photoshop 5.0 et Adobe Illustrator 7.0.

Vu le caractère assez contraignant d'une prise de données par fibroscopie, et à l'image de beaucoup d'études ayant adopté cette technique (voir [1] pour une revue), un seul locuteur natif du berbère chleuh (l'auteur) a participé à cette expérience. Les données enregistrées sont des mots réels où les consonnes sourdes (/t/, /t^s/, /k/, /q/, /f/, /s/, /ʃ/, /x/, et /h/) apparaissent dans trois contextes différents : initiale, intervocalique et finale. Chaque segment cible a été placé à l'adjacence de la voyelle /i/ (#Ci, iCi, iC#) pour s'assurer que la racine de la langue ou l'épiglotte n'obstruent pas le fibroscope et empêcher une meilleure observation des mouvements laryngaux. Chaque forme a été répétée 5 fois dans 4 sessions différentes. Ces formes n'ont pas été mises dans une phrase cadre pour s'assurer que les segments cibles apparaissent bel et bien en positions initiale et finale absolues.

3. RESULTATS

Les résultats seront présentés en deux sections correspondant aux deux modes d'articulation examinés. Chaque section est subdivisée en trois sous-sections correspondant aux trois contextes analysés. L'intérêt sera porté principalement sur les différences qualitatives au niveau de la posture

globale du larynx et au niveau du cycle d'ouverture-fermeture de la glotte.

3.1. Les occlusives sourdes

La figure 1 indique la durée et le degré d'ouverture glottale pour chaque occlusive sourde dans les trois positions. Il s'agit de la moyenne des mesures effectuées sur 5 répétitions pour chaque forme lors d'une même session. Sachant que les mesures du degré de l'ouverture glottale obtenues par cette technique ne sont pas calibrées, les comparaisons de ce paramètre entre deux formes enregistrées pendant deux sessions différentes ne peuvent être qu'approximatives

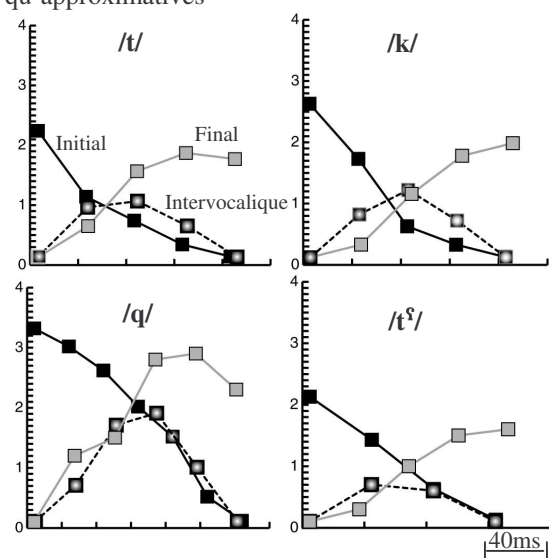


Figure 1. Degré et durée d'ouverture glottale des occlusives dans les trois positions. La durée d'occlusion en position initiale a été déterminée en se basant sur les mesures du flux d'air oral obtenues à partir des mêmes formes (voir [1]).

3.1.1. Position initiale

Seul le geste de fermeture glottale est visible dans cette position. Ce geste correspond à la transition entre « le mode respiratoire » et « le mode phonatoire ». Les occlusives dans cette position sont produites avec un degré d'ouverture glottale important qui se referme d'une manière plus ou moins progressive jusqu'à l'adduction totale au moment de la tenue de la voyelle qui suit. Quelques variations entre différents types d'occlusives ont été observées. L'uvulaire se réalise systématiquement avec un degré et une durée d'ouverture glottale plus importants. La dentale emphatique est produite, quant à elle, avec la plus faible ouverture glottale au moment du relâchement /t/ et /k/ semblent être réalisées avec les mêmes ajustements glottaux (le même degré d'ouverture glottale au moment du relâchement oral).

3.1.2 Position intervocalique

Les occlusives intervocaliques sont produites avec un geste balistique d'ouverture-fermeture de la

glotte. /t/ et /k/ présentent pratiquement les mêmes configurations ; la glotte qui était fermée pendant la réalisation de la voyelle précédente s'ouvre progressivement pour atteindre son niveau maximal vers le relâchement oral. Elle entame ensuite, d'une manière progressive, sa phase fermante pour atteindre une fermeture complète à l'onset de la voyelle qui suit. Comme en position initiale, /q/ est systématiquement produit avec une durée et une amplitude d'ouverture glottale plus importantes. La glotte atteint son ouverture maximale loin du relâchement oral et se referme beaucoup plus rapidement. La dentale emphatique présente la plus faible amplitude glottale.

3.1.3 Position finale

Seul le geste d'ouverture glottale est visible dans cette position ; la glotte qui était fermée pendant la tenue de la voyelle précédente s'ouvre au début de l'occlusion et continue à s'ouvrir jusqu'à la phase respiratoire. Comme en position initiale et intervocalique, /q/ et /tʰ/ sont respectivement réalisés avec la plus large et la plus faible ouverture glottale.

3.2 Les fricatives sourdes.

La figure 2 indique la durée et le degré d'ouverture glottale pour chaque fricative sourde selon les trois positions.

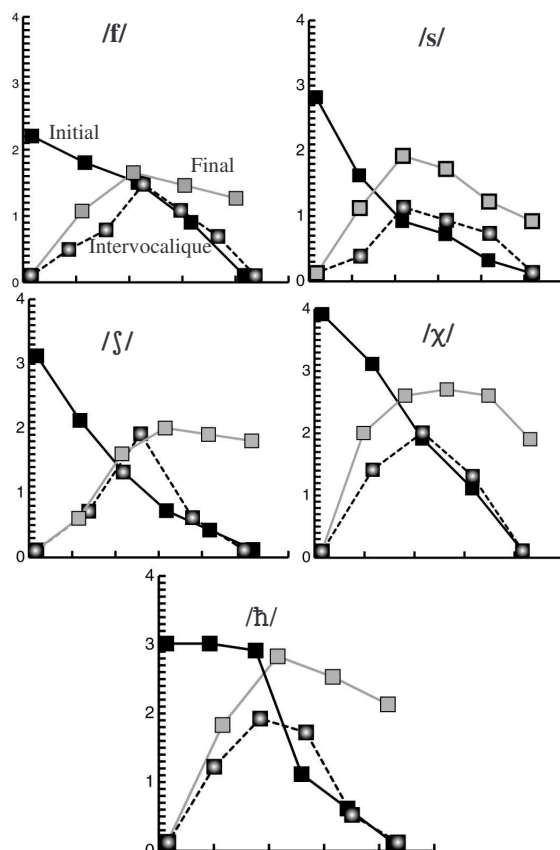


Figure 2. Degré et durée d'ouverture glottale des fricatives sourdes dans les trois positions.

3.2.1 Position initiale

La comparaison entre la configuration glottale des différents points d'articulation a révélé quelques différences importantes. Concernant le degré d'ouverture glottale, l'observation des différentes sessions des films fibroscopiques montre que l'ouverture de la glotte augmente à mesure que le lieu d'articulation recule dans la cavité buccale (ainsi $f < s < \int < \chi < \text{h}$). En outre, l'uvulaire / χ / est produite avec une vélocité de la fermeture glottale plus rapide. La posture du larynx pendant la réalisation de la pharyngale / h / est, quant à elle, très marquée. La production de ce segment nécessite systématiquement un rapprochement important entre les sommets des aryténoïdes et le tubercule de l'épiglotte. Notons que pendant la tenue de ce segment, les aryténoïdes demeurent largement écartées.

3.2.2 Position intervocalique

Les mêmes observations concernant les fricatives initiales s'appliquent plus ou moins pour la position intervocalique. En effet, dans cette position aussi, les fricatives postérieures sont réalisées avec une ouverture glottale plus large comparées aux fricatives antérieures (même si cette différence n'est pas aussi importante et systématique qu'en position initiale). / h / se réalise, comme en position initiale, avec un rapprochement très important entre les sommets des aryténoïdes et la base de l'épiglotte. Ce rapprochement est plus important en position intervocalique qu'en position initiale. En effet, à environ deux images avant l'onset de la consonne, le locuteur entame déjà un rapprochement entre les sommets des aryténoïdes et la base de l'épiglotte. Ce rapprochement se maintient aussi pendant la première moitié de la voyelle qui suit.

3.2.3 Position finale

Comme en position initiale, l'amplitude de l'ouverture glottale augmente à mesure que le lieu d'articulation recule dans la cavité buccale. Paradoxalement, l'état de la glotte après l'offset des fricatives, loin de s'ouvrir encore d'avantage, semble d'abord entamer un léger geste de fermeture et de rapprochement des aryténoïdes. Ce n'est qu'une ou deux images après que la glotte reprend la configuration qu'elle a pendant la phase respiratoire. Comme pour les positions initiale et intervocalique, l'uvulaire / χ / se caractérise par une vélocité d'ouverture glottale plus rapide. Ainsi, et ce juste une image après la voyelle, la glotte atteint déjà un degré d'ouverture supérieur ou égal à l'ouverture maximale atteinte durant la tenue de / f /, / s / ou / $\int$ /. La pharyngale / h / est produite, comme dans les autres positions, avec une compression antérieure-postérieure au niveau du sphincter aryépiglottique.

4. DISCUSSION

Des différences notables ont été observées selon le point d'articulation des obstruents sourdes dans les trois positions. Concernant les occlusives sourdes, l'uvulaire présente la plus large amplitude glottale et la dentale emphatique, la plus faible. C'est principalement ce faible degré d'ouverture au moment du relâchement qui explique la durée plus courte du VOT pour les dentales emphatiques (voir [1]). La dentale et la vélaire sont produites avec une amplitude intermédiaire et présentent pratiquement la même ouverture maximale de la glotte, et la même amplitude au moment du relâchement oral. L'absence de différences entre / t / et / k / n'est pas propre aux segments berbères.

Löfqvist [2] et Zeroual [3] n'ont pas non plus relevé de différence d'amplitude glottale entre ces deux points d'articulation en suédois et en arabe marocain, respectivement. Selon Löfqvist, les différences relevées dans certaines langues, comme l'islandais et le danois (où les vélares présentent une plus large amplitude), sont probablement dues à l'influence des mouvements verticaux du larynx. Les différences entre l'uvulaire d'un côté et les autres occlusives de l'autre, semblent liées aux différences manifestes dans la durée totale de l'ouverture glottale. Comme le montre la figure 1, / q / est plus long que / t /, / k / et / t /, de sorte que plus la durée de l'ouverture glottale est longue, plus l'amplitude de cette ouverture est large. L'uvulaire se comporte dans ce sens comme les occlusives géminées sourdes du berbère. Il a été démontré en effet dans un travail antérieur [1], que les occlusives géminées sourdes du berbère sont systématiquement produites avec une ouverture glottale maximale plus importante que leurs contreparties simples.

Parmi les fricatives, les consonnes / χ / et / h / sont produites avec des ajustements qui les distinguent clairement des autres segments. L'uvulaire est systématiquement produite avec un degré d'ouverture glottale plus important que les fricatives antérieures, et ce dans toutes les positions. Cela démontre, comme le confirment nos données, que le degré de l'ouverture glottale augmente à mesure que le lieu d'articulation recule dans la cavité buccale. L'uvulaire entame aussi sa phase d'abduction plus rapidement. Ces deux aspects, observés aussi en arabe marocain (voir [3]), sont étroitement liés. La glotte, s'ouvrant plus rapidement, atteint tout naturellement une amplitude glottale plus importante plus rapidement. Ces ajustements glottaux sont probablement produits pour satisfaire des exigences d'ordre aérodynamique. Pendant la production d'une fricative dentale, un bruit de friction peut être produit sans exécuter une très large ouverture glottale. La raison en est que pendant la production

de ce segment, la constriction orale est assez étroite, un débit d'air faible suffit donc pour produire le bruit de friction nécessaire. Pendant la production de /χ/, la constriction supraglottique étant moins étroite, il faut un débit d'air plus important pour produire la turbulence nécessaire ([4], [5]).

La posture globale du larynx pendant la tenue de /ħ/ soulève la question de son lieu d'articulation : s'agit-il réellement d'une pharyngale, comme le laisse entendre les différentes descriptions du système consonantique berbère ou plutôt d'une aryépiglottale ? Ladefoged et Maddieson ([6] : 167) se posent la même question concernant deux autres langues supposées avoir ce type de consonnes (l'arabe et l'hébreu). Pour eux : « [...] pharyngeal fricatives are not as common as might be supposed from the literature, as most of the sounds to which this label is attached (e.g. in Arabic and Hebrew) are actually what we would call epiglottal rather than pharyngeal in place. » Notons tout d'abord, que ce segment est un emprunt ancien à l'arabe. Dans cette langue aussi, et selon les observations effectuées par Zeroual [3], cette consonne présente les caractéristiques d'une aryépiglottale et non d'une pharyngale. Sur la base de nos observations fibroscopiques, et en comparaison avec les données de l'arabe marocain, langue avec laquelle le berbère est en contact étroit depuis plusieurs siècles, il semble plus approprié d'appeler cette consonne une aryépiglottale et non une pharyngale et de la transcrire, selon l'API, comme /H/ au lieu de /ħ/.

Il a été largement observé que l'amplitude de l'ouverture glottale est plus importante pour les fricatives que pour les occlusives sourdes. C'est le cas par exemple en anglais, en islandais, en danois, en allemand, et en japonais (voir [7] pour une revue). A l'exception du cas de /q/ traité ci-dessus, la même caractéristique est observée en berbère comme le montre la mise en parallèle des figures 1 et 2. Une des raisons les plus avancées pour expliquer cette tendance, qui semble être universelle, est d'ordre aérodynamique. Pour Löfqvist & Yoshioka ([8] : 800) : "The difference in laryngeal movements between stops and fricatives [...] is most likely related to different aerodynamic requirements for stop and fricative production. A rapid increase in glottal area would allow for the high air flow necessary to generate the turbulent noise source during voiceless fricatives". Une autre différence entre les fricatives et les occlusives, attestée dans plusieurs langues, concerne la vitesse du geste d'ouverture glottale qui est plus importante pour les fricatives. Nos données confirment cet aspect aussi bien en position intervocalique, qu'en positions initiale et finale. On observe aussi que les cordes vocales continuent de vibrer avec une ouverture glottale

plus importante pour /s/ que pour /t/ au moment de l'implosion. La rapidité de l'abduction des cordes vocales pour les fricatives peut expliquer cet aspect.

On peut en effet supposer que la glotte, s'ouvrant plus rapidement, atteint une amplitude assez importante avant que la différence de pression transglottique diminue à un niveau propice à la cessation des vibrations des cordes vocales. Cette vitesse du geste d'ouverture glottale peut aussi expliquer un aspect largement attesté : durant la tenue d'une séquence d'obstruantes sourdes, la glotte atteint généralement son niveau d'ouverture maximale pendant la tenue des fricatives (voir Ridouane et al. [9] et les références qu'ils citent).

RÉFÉRENCES

- [1] Ridouane 2003. Suites de consonnes en berbère chleuh : phonétique et phonologie. Thèse de Doctorat Unifié, Université Paris 3.
- [2] Löfqvist (1976). Closure duration and aspiration for Swedish stops. *Phonetics Laboratory Working Papers* 13, 1-39. Lund University.
- [3] Zeroual, C. (2000). Propos controversés sur la phonétique et la phonologie de l'arabe marocain. Thèse de Doctorat Unifié, Université Paris 8.
- [4] Yeou, M. & Maeda, S. (1995). Pharyngeal and uvular consonants are approximants: An acoustic modeling study. *Proceedings of the 13th International Congress of Phonetic Sciences*, 586-589.
- [5] Stevens, K.N. (1998). *Acoustic phonetics*. Cambridge MA, London.
- [6] Ladefoged, P. & Maddieson, I. (1996). *The sounds of the world's languages*. Blackwell Publishers: Oxford.
- [7] Yoshioka, H., Löfqvist, A. & Hirose H. (1980). Laryngeal adjustments in Japanese voiceless sound production. *Haskins Laboratories: Status Report on Speech Research* SR-63/64, 293-308.
- [8] Löfqvist, A. & Yoshioka, H. (1980). Laryngeal activity in Swedish obstruent clusters. *Journal of the Acoustical Society of America* 68(3), 792-801.
- [9] Ridouane, R., Fuchs, S., & Hoole, P. (2006). Laryngeal adjustments in the production of voiceless obstruent clusters in Berber. In Harrington & Tabain (eds.). *Speech Production: Models, Phonetic Processes, and Techniques*, 249-267. Macquarie University: Sydney, Australia.