

Ajustements laryngaux durant les consonnes gutturales et l'émphatique [S] simples et géminées de l'arabe marocain

Chakir Zeroual^{1&2}, Lise Crevier-Buchman^{2&3} & John H. Esling⁴

1. Université Sidi Mohamed Ben-Abdellah, Centre d'Etudes Universitaires de Taza, BP. 1223 Taza, Maroc.

2. Laboratoire de Phonétique et Phonologie (UMR 7018) CNRS / Sorbonne –Nouvelle, Paris, France.

3. Hôpital Européen Georges Pompidou, 20 rue Leblanc, 75015 Paris, France.

4. Department of Linguistics, University of Victoria, Victoria, BC V8W 3P4 Canada

Chakirzeroual@yahoo.fr ; lise.buchman@numericable.fr ; esling@uvic.ca

ABSTRACT

In this article, we are specifically interested in the phonetic production of the non-occlusive, emphatic, and so-called 'guttural' consonants of Moroccan Arabic, particularly the pharyngeals. Using direct fibroscopic observation, we observe laryngeal gestures in the larynx and lower pharynx. In the pharyngeal consonants [h] and [ʕ], the aryepiglottic sphincter mechanism is activated, moving upwards and forwards towards the base of the epiglottis. We propose that these gestures should be called 'epilaryngeal' as distinct from 'glottal-laryngeal'. The other consonants retain an open epilaryngeal space. Separate research describes the oral supralaryngeal adjustments that we have observed.

1. INTRODUCTION

Cet article sera consacré exclusivement à la description et à la caractérisation des gestes laryngaux que nous avons observés, par naso-fibroscopie, durant la production des gutturales [χ ʕ h ʕ fi] et de l'émphatique non-occlusive [S] de l'arabe marocain (l'AM). Un autre travail séparé sera réservé aux ajustements supralaryngaux que nous avons durant ces mêmes productions.

Cette analyse complète une étude antérieure faite aussi par naso-fibroscopie et dont les résultats majeurs ont été présentés dans plusieurs travaux [11-12-13]. Dans l'étude précédente, nous avons retenu uniquement des consonnes simples placées en intervocalique et en initiale absolue au voisinage de la voyelle [i].

Nous avons pu mettre en évidence que les consonnes [s z χ ʕ] possèdent des gestes laryngaux typiques des consonnes sourdes (abduction des cordes vocales durant [s] dans le contexte [-i₁si₂-]) et voisées (cordes vocales qui restent adduquées durant [z] dans le contexte [-i₁zi₂-]). L'ouverture glottique maximale semblait être plus importante dans [χ] que dans [s]. La consonne [h] était produite, dans le contexte [-ifi-], avec un voisement *breathy* et une posture de la glotte qui est typique pour ce mode phonatoire (partie ligamenteuse fermée ; partie cartilagineuse ouverte [7]). Durant [h ʕ], nous avons constaté un rapprochement très important entre la base de l'épiglotte, les replis aryépiglottiques et les sommets des

aryténoïdes, qui est plus marqué durant [ʕ] que durant [h]. Le mécanisme responsable de cet effet est le sphincter aryépiglottique. [h] est produite avec une ouverture de la partie postérieure de la glotte qui est plus importante que celle de [s]. [ʕ] est réalisée systématiquement avec un voisement qui est *creaky*. En effet, l'activation du sphincter laryngien, observée uniquement durant [h ʕ], prédispose les types de phonations *creaky* et *harsh*.

Ces données nous ont permis de montrer, entre autres, et en accord avec plusieurs aspects de la typologie phonétique des articulations « pharyngales » proposée par Esling [3-4], que l'AM possède des consonnes « épiglottales » et plus exactement « aryépiglottales ».

Dans notre présente étude nous avons voulu vérifier si ces mêmes régularités articulaires se retrouvent aussi dans d'autres contextes phoniques (voire section 2).

2. MATERIEL ET METHODE

2.1. Sujet & Corpus

Vu le caractère particulier de l'expérience physiologique par naso-fibroscopie, adoptée dans cette étude, un seul locuteur natif de l'AM, âgé de 35 ans, y a participé.

Les items retenus sont majoritairement des mots de l'AM, où [s z S χ ʕ h ʕ fi] apparaissent sous une forme simple, dans trois contextes vocaliques symétriques : [-v₁Cv₂-] = [-i₁Ci₂-], [-a₁Ca₂-] (ex.) et [-u₁Cu₂-], et géminée dans [-iCCi-]. Dans tous ces items, la deuxième voyelle est accentuée. Chaque liste a été répétée plusieurs fois (au moins 5 fois). Les items ont été prononcés d'une manière isolée (sans être mis dans une phrase cadre).

2.2. Méthode

Durant l'expérience, un nasofibroscope (Olympus Enf-P3) à été introduit à travers la fausse nasale du locuteur et placé juste au dessus des cordes vocales pour enregistrer à l'aide d'une micro caméra (Olympus OTV-SF, 25 images/seconde) et un magnétoscope (Sony SVO-9500MDP) les mouvements de la glotte.

3. RESULTATS

Les résultats seront présentés en regroupant les consonnes en sous-groupe par affinité articulatoire. Nous insisterons sur les événements articulatoires qui nous semblent majeurs et assez réguliers.

3.1 [s z S] (figure 1)

Durant la production des consonnes [s S] dans [-v₁Cv₂-] (forme simple dans les trois contextes vocaliques symétriques) et [-iCCi-] (forme géminée), la glotte s'ouvre d'une manière progressive pour atteindre une ouverture maximale vers son milieu avant de se refermer tout aussi progressivement en allant vers la voyelle suivante. L'aperture glottique maximale (l'AGM) semble être quasi-identique durant [s] et [S]. Elle semble, toutefois, légèrement plus importante durant la consonne géminée comparée à son degré durant sa forme simple correspondante. Les AGM durant [ss] et [SS] ne sont pas différentes. Par contre durant la consonne [z], réalisée dans les contextes [-v₁Cv₁-] et [-iCCi-], la glotte reste fermée sur toute sa longueur, à aucun moment les aryténoïdes ne se séparent ne serait ce que légèrement.

3.2 [χ ʁ] (figure 1)

Durant la production de [χ] et [χχ], nous retrouvons un cycle balistique d'ouverture-fermeture de la glotte. L'AGM de [χ] simple est légèrement plus importante que celle de [s S], et légèrement plus faible que celle de [χχ].

D'une manière générale, les consonnes [ʁ] et [ʁʁ] sont réalisées sans ouverture au niveau de la glotte. Cependant, dans une seule répétition de [ʁ] dans [-i₁Ci₁-], nous avons relevé une légère ouverture uniquement au niveau de la partie antérieure ou ligamenteuse de la glotte (image retenue pour la figure 1).

3.3 [h ʔ] (figure 1)

Durant [h] et [hh], nous avons à la fois un cycle d'ouverture-fermeture de la glotte, et une compression postérieure-antérieure (CAP) de la partie susglottique (appelée aussi sphincter aryépiglottique) qui se manifeste sous forme d'un rapprochement entre les aryténoïdes et la base de l'épiglotte. Durant [h] simple, l'AGM et la CAP semblent être, respectivement, légèrement plus importantes et légèrement moins importantes dans le contexte [-a₁Ca₁-], comparées aux contextes [-i₁Ci₁-] et [-u₁Cu₁-], où elles sont quasiment identiques. L'AGM et la CAP durant [hh] (contexte [-iCCi-]) sont beaucoup plus proches de celles que nous avons durant [h] dans [-a₁Ca₁-] que durant [h] dans [-i₁Ci₁-] et [-u₁Cu₁-].

Durant [ʔ], correspondante voisée de [h], nous avons aussi une CAP au niveau du sphincter aryépiglottique qui est substantiellement plus importante que celle que nous avons durant [h]. Cette CAP est légèrement moins importante durant [ʔ] dans [-a₁Ca₁-] que dans [-i₁Ci₁-] et

[-u₁Cu₂-]. Dans ces deux derniers contextes, les aryténoïdes et la base de l'épiglotte sont quasiment en contact. Une configuration très similaire est retrouvée pendant la production de [ʔʔ] dans le contexte [-iCCi-]. Durant [ʔ], les bandes ventriculaires sont beaucoup plus rapprochées que durant les voyelles adjacentes, mais elles ne vont pas jusqu'à se toucher entre elles.

3.4 [ɦ] (figure 1)

Dans les séquences [-v₁ɦv₂-], [ɦ] simple est généralement réalisée avec la partie antérieure de la glotte quasiment fermée et sa partie postérieure assez ouverte (configuration typique du voisement *breathy*). Dans certains cas minoritaires, [ɦ] simple est produite avec une glotte qui est fermée sur toute sa longueur. [ɦɦ] est systématiquement produite avec la configuration *breathy*, où l'ouverture de la partie inter-cartilagineuse de la glotte semble être légèrement plus importante que celle que nous avons durant sa correspondante simple.

4. DISCUSSION

Les consonnes simples [s S χ] possèdent généralement, une aperture glottique maximale (AGM) qui est légèrement inférieure à celle de leurs correspondantes géminées [ss SS χχ]. Nous pensons que cette différence n'est pas pré-programmée (ou « contrôlée ») ; mais qu'elle est une conséquence des différences entre la durée plus réduite d'un segment simple, et plus longue d'un segment géminé. En effet, c'est la durée totale du geste glottique qui semble distinguer la forme simple de sa correspondante géminée. Dans le contexte [-iCCi-], la cible du geste laryngal de la géminée sourde CC est relativement moins influencée par les voyelles adjacentes, et son AGM est quasi-totale. Par contre, dans les contextes [-v₁Cv₁-], où C est sourde, nous avons une situation similaire à celle que Lindblom [8] qualifie d'« *undershoot* ». En effet, la durée totale de C, qui est plus réduite, induit une coarticulation plus marquée de son geste laryngal avec celui des voyelles adjacentes, ce qui aboutit à une AGM du premier qui n'est pas totale.

Durant la durée totale de [z zz ʁ ʁʁ] la glotte est, très généralement, fermée sur toute sa longueur. Notons que plusieurs auteurs [6 et 5 pour une revue de littérature] ont suggéré la nécessité d'une ouverture au niveau de la glotte, pendant une fricative sonore. Cette ouverture devrait permettre de produire un flux d'air trans-glottique suffisamment important pour créer une pression intraorale assez élevée capable d'engendrer une turbulence au niveau de la constriction supraglottique. Cette ouverture serait donc active et contrôlée. Catford [1] a émis des réserves concernant la nécessité d'une telle ouverture : « [...] *it seems to me that the transglottal flow resulting from the open phases of the regular phonation process is sufficient to create the airflow necessary to produce friction turbulence* » (1 : 123). Nos observations donnent raison à Catford, surtout que même durant les

fricatives géminées voisées, en AM, la posture de la glotte ressemble à celle des voyelles adjacentes. En fait, Jessen [5] avait lui aussi constaté, par fibroscopie et transillumination, que les fricatives voisées en allemand sont produites, à l'intervocalique, sans ouverture au niveau de la glotte.

Dans certaines occurrences notamment de [ɣ], nous avons observé, à la fin de cette consonne, une légère ouverture de la glotte, alors que les aryténoïdes restent accolés. Dans une étude fibroscopique antérieure [12], une ouverture assez similaire était observée quasi-systématiquement vers la fin des occlusives voisées de l'AM. Notons que, dans nos deux études (présente et précédente), une caméra d'une cadence de 25 images par seconde a été utilisée. D'autres études physiologiques ont enregistré une ouverture glottique similaire durant les obstruantes [2-5]. Cette dernière est généralement considérée comme passive et attribuée à l'augmentation de la pression intraorale, car les aryténoïdes restent accolés [9-5]. Le fait que les cordes vocales vibrent toujours durant toute la durée de [z zz] de l'AM, montre que des ajustements supplémentaires supralaryngaux et/ou laryngaux empêchent l'augmentation excessive de la pression intraorale. Ses ajustements seraient plus limités durant [ɣ] (cavité postérieure plus réduite), d'où l'ouverture de la glotte. Il est possible que cette dernière soit contrôlée pour que [ɣ] perde un peu de sa sonorité.

[h̥] et [h̥h̥] sont produites, à l'intervocalique, avec voisement *breathy*. Au niveau physiologique, nous avons retrouvé, pour ces réalisations, une configuration glottique correspondante à ce type de qualité de voix [7-11]. En effet, [h̥ h̥h̥] sont produites avec une fermeture de la partie antérieure de la glotte, et une ouverture de sa partie postérieure. Cette dernière est légèrement plus importante durant [h̥h̥] que durant [h̥]. Cette différence peut être expliquée de la même façon que pour la différence observée au niveau de l'AGM entre [s] et [ss]. En effet, la durée plus importante de [h̥h̥], par rapport à celle de [h̥], induirait un relâchement plus important des muscles inter-aryténoïdiens qui contrôlent la fermeture de la partie postérieure de la glotte [7]. En effet, durant [h̥h̥] à l'intervocalique, et contrairement à ce que nous avons durant [h̥], le relâchement de ces muscles est moins influencé (coarticulation plus faible) par leur action opposée (adductrice) durant les voyelles adjacentes, d'où un écartement des aryténoïdes qui serait relativement plus important dans [h̥h̥] que dans [h̥].

Les événements articulatoires les plus particuliers sont encore une fois retrouvés durant la production des consonnes « pharyngales » [h̥ ʕ]. En effet, durant [h̥ ʕ] dans les trois contextes vocaliques symétriques [-v₁Cv₂-], ainsi que [h̥h̥ ʕʕ] dans [-iCCi-], nous avons une compression postérieure-antérieure au niveau du sphincter aryépiglottique, combinée, uniquement dans [h̥ h̥h̥] qui sont sourdes, à un écartement très important au

niveau des aryténoïdes. Notons que d'autres observations physiologiques [11-13], nous ont montré que, durant toutes ces consonnes, le sommet de l'épiglotte est dans une position très reculée et pratiquement en contact avec la paroi pharyngale postérieure (constriction épiglotto-pharyngale). Toutefois, cette constriction épiglotto-pharyngale apparaît assez large pour pouvoir produire la turbulence que nous avons durant [h̥ h̥h̥]. D'autres données aérodynamiques [10-14] renforcent cette hypothèse, puisqu'elles suggèrent que cette turbulence serait produite au niveau de la constriction « épilaryngale ». Le recul de l'épiglotte, durant ces consonnes « pharyngales », ne serait, en fait, qu'une conséquence de la compression postérieure-antérieure du sphincter aryépiglotte. Cette compression se réalise sous forme d'un mouvement complexe des aryténoïdes, à la fois, vers le haut et surtout vers l'avant, plus exactement vers la base de l'épiglotte qui est, elle-même, dans une position très reculée. Le rétrécissement au niveau de l'espace « épilaryngal » joue donc un rôle déterminant durant la production des consonnes « pharyngales », contrairement à ce que nous avons durant les autres consonnes de l'AM. [ʕ ʕʕ] ont aussi un voisement qui est laryngalisé. Cette qualité de voix semble être elle-même une conséquence de la constriction « épilaryngale ». En effet, cette constriction, qui est obtenue grâce à la compression postérieure-antérieure du sphincter aryépiglottique, engendre aussi une compression de la cavité laryngée. Ceci aboutit à une réduction de la longueur et à une augmentation de la masse de la partie des cordes vocales qui vibre, d'où des conditions favorables pour la production d'un voisement laryngalisé.

5. CONCLUSION

Des différences articulatoires très régulières apparaissent entre les gutturales [ɣ ɣ ɣ h̥ ʕ h̥] et l'emphatique [S] dans trois contextes vocaliques symétriques et entre leurs formes simples et géminées. [ɣ ɣ] ont des gestes laryngaux proches de ceux de [s z]. L'ouverture glottique maximale est légèrement plus importante durant [s ɣ] que durant [ss ɣɣ]. Durant [h̥ h̥h̥] qui sont *breathy*, la partie antérieure de la glotte est fermée, sa partie postérieure est ouverte. Cette ouverture est relativement plus importante durant [h̥] que durant [h̥h̥]. [h̥ ʕ] ont une compression postérieure-antérieure très importante du sphincter aryépiglottique qui apparaît d'une manière très similaire durant [h̥h̥ ʕʕ]. Sur la base de ces observations, nous pouvons dire que [h̥ h̥h̥ ʕ ʕʕ] sont des épilaryngales.

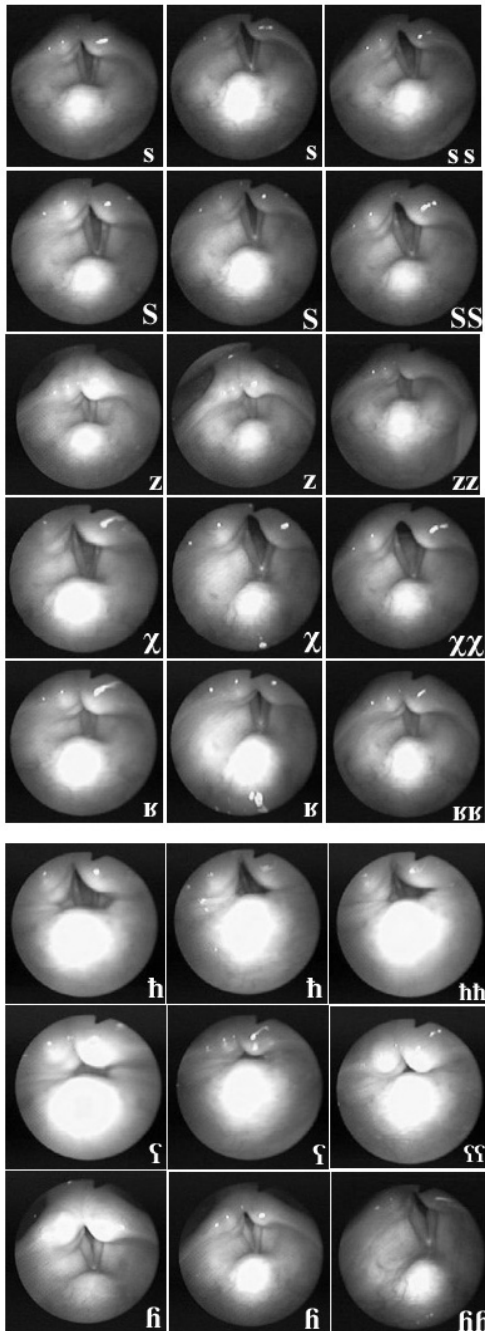


Figure 1 : Configuration de la cavité laryngée et du sphincter aryépiglottique durant la production d'une consonne C = [s z S ʒ ʁ h ʕ fi] simple dans les contextes [-a₁Ca₁-] et [-i₁Ci₁-], et leurs correspondantes géminées dans le contexte.[- iCCi-].

BIBLIOGRAPHIE

- [1] J.C. Catford. *Fundamental Problems in Phonetics*. Edinburgh University Press, Edinburgh, 1977.
- [2] R.P. Dixit. Glottal gestures in Hindi plosives. *Journal of Phonetics* 17: 213-237, 1989.
- [3] J.H. Esling. "Pharyngeal consonants and the aryepiglottic sphincter," *Journal of the IPA* 26: 65-88, 1996.
- [4] J.H. Esling. The IPA categories 'pharyngeal' and 'epiglottal': Laryngoscopic observations of pharyngeal articulations and larynx height. *Language and Speech* 42: 349-372, 1999.
- [5] M. Jessen. *Phonetics and Phonology of Tense and Lax Obstruents in German*. (Studies in Functional and Structural Linguistics 44). John Benjamins Publishing Company, Amsterdam/Philadelphia, 1998.
- [6] J. Kingston. Articulatory binding. In J. Kingston and M. Beckman (eds.) *Papers in Laboratory Phonology I: Between the Grammar and the Physics of Speech*. Cambridge University Press: 406-434, 1990.
- [7] J. Laver. *The Phonetic Description of Voice Quality*. Cambridge University Press, 1980.
- [8] B. Lindblom. Spectrographic study of vowel reduction. *Journal of the Acoustical Society of America* 35: 1773-1781, 1963.
- [9] K.N. Stevens. Vocal-fold vibration for obstruent consonants. In J. Gauffin & B. Hammarberg (eds.) *Vocal fold physiology. Acoustic, perceptual, and physiological aspects of voice mechanisms*. Singular Publishing Group, San Diego: 29-36, 1991.
- [10] M. Yeou and S. Maeda. Uvular and pharyngeal consonants are approximants : An acoustic modeling and study. *Proceedings of the XIIIth International Congress of Phonetic Sciences, Stockholm*: 586-589, 1995.
- [11] C. Zeroual. A fiberscopic and acoustic study of « guttural » and emphatic consonants of Moroccan Arabic. *Proceedings of the XIVth International Congress of Phonetic Sciences, San Francisco*: 997-1000, 1999.
- [12] C. Zeroual. *Propos controversés sur la phonétique et la phonologie de l'arabe marocain*. Thèse de Doctorat, Université de Paris 8, 2000.
- [13] C. Zeroual C. and L. Crevier-Buchman. L'arabe marocain possède des consonnes épiglottales et non pharyngales. *XXIVèmes Journées d'Etude sur la Parole*, 24-27 Juin 2002, Nancy, France : 237-240, 2002.
- [14] C. Zeroual. Aerodynamic study of Moroccan Arabic guttural consonants. *Proceedings of the XVth International Congress of Phonetic Sciences, Barcelona*: 1859-1862, 2003.