

Etude acoustique et articulatoire de l'emphase de l'Arabe Standard

Khaled BAAZI *, Kamel FERRAT *, Mhania GUERTI **

* Laboratoire de la Communication Parlée
Centre de Recherche Scientifique et Technique pour
Le Développement de la Langue Arabe
CRSTDLA, BP 225, Rostomia-Alger, 16011 Alger
Tel : 213 21 94 10 88, Fax : 213 21 94 10 88
Email : kbaazi75@caramail.com, kamelferrat@yahoo.fr
** Ecole Nationale Polytechnique BP 182-El Harrach
16200 Alger, Algérie.
Fax : 213 21 52 29 73, E-mail : mhaniag@yahoo.com

Abstract

The emphasis is one of the most important phenomena of the Arabic language. This phenomenon that presents only a simple means of expression in a lot of languages, as French, is very pertinent in Arabic.

Different studies were the subject of multiple controversies about the movements and positions of the articulatory organs at the time of their pronunciation, as well as the acoustic effect resulting. It is why, it represents a particular interest. This modest work goes in this sense and aims to explain some articulatory and acoustical effects, resulting of the pronunciation of an emphatic consonant in Standard Arabic.

For the acoustic analysis, we used the Computing Speech Laboratory CSL of Kay Elemetrics and the Praat and Matlab Windows Programs. For the articulatory study, we used the articulator graph AG100, which remains a good tool for the representation of the movements of the vocal tract organs at the time of the pronunciation.

Keywords: emphasis, Arabic, formants, articulatory, acoustic analysis.

1. Introduction

L'emphase est un des phénomènes les plus importants de la langue arabe. Ce phénomène qui ne présente qu'un simple moyen d'expression dans beaucoup de langues, comme le français, est très pertinent en arabe. Ainsi la prononciation du mot [ʃa:ra] (il est devenu) diffère complètement du sens de la prononciation du mot [sa:ra] (il a marché), par une simple emphatisation de la première consonne dans le premier cas et son absence dans le deuxième cas. C'est dire toute l'importance de ce phénomène pour le cas de la langue arabe.

Ce modeste travail va dans ce sens et vise à éclaircir quelques effets acoustico-articulatoires résultant de la prononciation d'une consonne emphatique par opposition à sa correspondante non emphatique. Le matériel utilisé comprend le sonagraphe CSL de Kay Elemetrics et les

logiciels Praat et Windows Matlab, ainsi que l'articulographe AG100 pour la représentation des mouvements des organes phonatoires.

Nous rappelons que les phonèmes emphatiques de l'Arabe Standard sont respectivement :

- l'occlusive apico-dentale [t̤] ;
- la fricative alvéolaire [s̤] ;
- l'occlusive alvéo-dentale voisée [d̤] ;
- l'interdentale [ɖ̤].

2. L'emphase du point de vue articulatoire

Les premières tentatives de description de ce phénomène articulatoire remontent aux anciens grammairiens arabes, vers le huitième siècle. Sibawayh avait donné une description détaillée du phénomène de « 'itbaq » pour désigner la forme incurvée du dos de la langue lors de la prononciation de certains phonèmes. Selon Sibawayh, les vocables qui peuvent décrire les emphatiques sur le plan articulatoire sont : ['Itbaq], le "fait de couvrir" et ['Isti'la], le "fait d'être élevé (porté vers le haut)" [1]. Les phonèmes sont couverts [mutbaq] ou découverts [munfatih]. On parle de [mutbaq], car la langue se dispose comme un couvercle sur toute la surface du lieu d'articulation du phonème, en étant relevée vers la partie correspondante du palais. Pour Sibawayh, si ces phonèmes ne sont pas emphatiques, le [t̤] serait un [d], le [s̤] un [s], le [d̤] un [d], et le [ɖ̤] sortirait de la langue arabe car n'ayant pas de correspondant non emphatique [1].

Cohen parle d'un "mouvement de l'appareil phonatoire vers l'arrière, comportant une constriction pharyngale par la projection vers l'arrière de la racine de la langue qui s'infléchit et augmente ainsi le volume de la cavité buccale" [2].

D.H. Obrecht présuppose que l'emphase consiste en une constriction vélaire, additionnée au lieu d'articulation typique de la consonne [3]. Pour Al-Ani, la région entraînée est pharyngale et non pas vélaire [4]. L'emphase

se limite donc aux consonnes [t], [d], [s] et [ð]. L'auteur parle de consonnes pharyngalisées, par la présence d'un deuxième point d'articulation au niveau du pharynx lors de la prononciation de ces consonnes. C'est également le cas d'une étude réalisée par A.Giannini et M.Pettorino qui prennent en considération l'action de la glotte qui paraît fermée pendant la réalisation des quatre articulations avec ['itbaq], mais qui font aussi référence à la fonction de l'épiglotte qui paraît s'abaisser vers la glotte [5].

Il reste néanmoins que la majorité des chercheurs s'accordent à dire que l'emphase en Arabe Standard est associée à plusieurs corrélats articulatoires : une rétraction de la racine de la langue, un volume du pharynx rétréci, une élévation de l'os hyoïde et de l'épiglotte et une augmentation du volume de la cavité buccale.

3. La propagation régressive et progressive de l'emphase

De nombreuses recherches s'accordent à dire qu'il y a un phénomène d'emphasisation des sons voisins [6]. Quelques anciens phonéticiens avaient déjà cité ce phénomène de propagation emphatique dans leurs travaux, quoique de façon superficielle. C'est le cas de M. Grammont qui disait que dans beaucoup de parlers arabes, une laryngale, une vélaire et une emphatique déterminent l'emphasisation d'un autre phonème, surtout une dentale ou une sifflante, placée avant ou après [7].

Néanmoins, il demeure beaucoup de controverses au sujet de cette propagation. Quelle est sa limite au niveau d'une chaîne parlée ? Pourra-t-elle dépasser la frontière du mot ? Se retrouve-t-elle dans tous les contextes et en tout environnement ? Est-elle plus importante dans le sens progressif ou au contraire, dans le sens régressif ? Autant de questions dont les réponses sont soit sujettes à des controverses ou n'ont pas encore été mises en évidence.

4. Etude articulatoire du phénomène d'emphase

L'Articulatographe AG100" [8] nous a permis une description détaillée, des positions, vitesses et accélérations des mouvements des organes articulatoires lors de la prononciation des sons emphatiques de l'Arabe.

4.1. Analyse articulatoire des mouvements de la langue

Pour l'analyse articulatoire du corpus choisi, nous avons placé cinq capteurs dont deux sont fixes (sur le nez et l'autre sur la gencive) tandis que les trois autres sont mobiles (figure 1) :

- le premier sur l'apex (T1) ;
- le deuxième sur le centre de la langue (T2) ;
- le troisième sur le dos de la langue (T3).

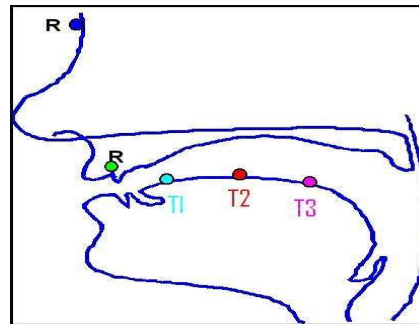


Figure 1 : Emplacements des capteurs.

Les courbes de la figure 2 montrent un exemple des trajectoires suivies par ces capteurs lors de la prononciation d'un son emphatique. L'analyse nous montre :

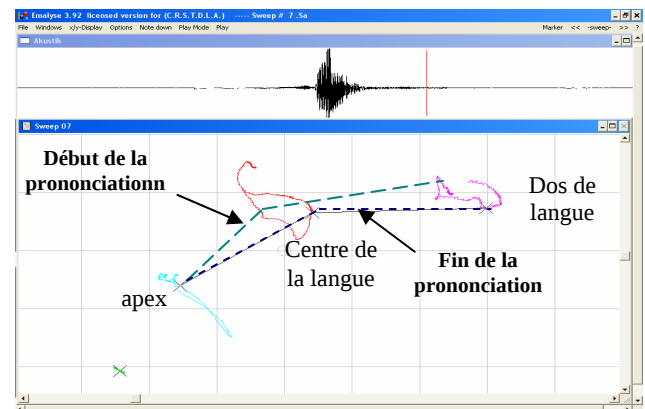


Figure 2 : Courbes représentatives des mouvements des trois parties de la langue durant la réalisation du [s] dans (x,y).

- En contexte vocalique [a]

- un recul du dos de la langue de 6.11, 6.88, 5.72 et 2.13 mm respectivement pour [ša], [ða], [ta] et [da], accompagné d'une montée de 3.18 et 4.91 mm pour [ta] et [da] et d'un déplacement vers le bas de 1.37 mm pour [ša] et d'un déplacement vers le bas de 2.51mm suivi d'une montée de 3.33 mm pour [ða].
- un recul du centre de la langue de 6.46, 7.04, 7.12 et 5.32 mm et un déplacement dans les deux sens, à savoir vers le bas de 4.52, 2.01, 1.55 et 0.42 mm ensuite vers le haut de 1.17, 1.7, 0.6 et 1.67 mm respectivement pour [ša], [ða], [ta] et [da].
- L'apex subit un mouvement vers l'arrière de 5.85, 11.57, 14.33 et 10.03 mm et vers le bas de 16.21, 7.68, 5.47 et 9.19 mm respectivement pour [ša], [ða], [ta] et [da].

- En contexte vocalique [u]

- un recul du dos de la langue de 5.6, 1.74, 7.39 et 952 mm respectivement pour [ʃu],[ɬu], [tu] et [ɬu], accompagné d'une montée de 3.36 et 6.87 mm pour [tu] et [ɬu] et d'un déplacement vers le bas de 1.88 et 1.84 mm suivi d'une montée de 5.24 et 8.71 mm pour [ʃu] et [ɬu].
- un recul du centre de la langue de 7.05, 7.27, 9.02 et 14.37 mm en effectuant un déplacement vers le bas de 1.2, 2.51, 0.69 et 1.87 mm ensuite vers le haut de 2.86, 8.4, 3.94 et 11.03 mm respectivement pour [ʃu], [ɬu], [tu] et [ɬu].
- L'apex se porte en arrière de 12.41, 17.36, 18.51 et 19.07 mm respectivement pour [ʃu],[ɬu], [tu] et [ɬu], ce mouvement est accompagné d'une baisse de 3.27 et 4.3 pour [ʃu] et [tu] et d'une légère baisse de 0.5 et 1.87 mm suivi d'une montée de 0.92 et 2.56 mm pour [ɬu] et [ɬu].

- En contexte vocalique [i]

- Déplacement vers le haut de 1.4 mm ensuite vers l'avant de 3.43 mm pour [ti], une baisse de 1 mm suivi d'une avancée de 3.1 mm pour [ʃi], déplacement vers l'avant de 9.3 mm dans les deux sens, vers le haut de 1.85 mm ensuite vers le bas de 1.5 mm pour [ɬi], un recul de 2 mm et une montée de 2.81mm suivi d'une avancée de 10.49 mm et d'une montée de 3.63 mm pour [ɬi].
- Un déplacement du centre vers l'avant de 6.72 et 9.3 mm et vers le haut de 3.82 et 1.5 mm pour respectivement [ti] et [ɬi]. un recul de 1.31 et 1.74 mm, vers le bas de 1.72 et 1.18 mm suivi d'une avancée de 7.61 et 8.84 mm et d'une montée de 5.46 et 1.51 mm pour respectivement les paires [ʃi] et [ɬi].
- L'apex est tiré vers l'arrière de 0.39, 4.71, 2.53 et 2.33 mm en même temps vers le bas de 2.97, 2.18, 4.07 et 7.96 mm respectivement pour [ʃi],[ɬi], [ti] et [ɬi].

Ce qui est important à relever dans le contexte de présence de la voyelle [i], c'est que le mouvement de langue fait pratiquement le contraire que pour le cas des autres contextes [a] et [u]. Ce qui met en évidence que la voyelle [i] s'oppose à l'émphatisation contrairement aux autres voyelles [a] et [u] qui le favorisent.

4.3. Discussion des résultats obtenus

Généralement, nous constatons que presque toutes les descriptions données, d'un point de vue articulatoire, traitent les consonnes emphatiques comme étant complexes et les caractérisent par une double articulation:

- une articulation primaire, antérieure, qu'ils partagent avec leurs opposées non emphatiques ;
- l'autre secondaire, postérieure, localisée à l'arrière de la cavité buccale, à la racine de la langue, qui fait rétrécir la cavité pharyngale.

En outre, une autre caractéristique des sons emphatiques a été observée. Il s'agit de la configuration de l'articulateur lingual au niveau vertical : dans l'articulation des emphatiques, le centre de la langue adopte une position plus basse que dans celle des partenaires non emphatiques. Ce mouvement lingual est accompagné par une incurvation du dos de la langue d'où l'appellation " mutbaqa ", qui veut dire incurvé. Cette incurvation est relativement petite pour les consonnes emphatiques CE en contexte vocalique [i] comparée à celle en contexte vocalique [a] et [u]. Contrairement aux CE, cette incurvation n'apparaît pas pour les consonnes non emphatiques CNE prisent dans les trois contextes vocaliques.

L'apex garde le même aspect au point d'articulation et se trouve en position plus haute pour les consonnes emphatiques pour faciliter le recul de la racine.

La constriction pharyngale et l'affaissement de la masse linguale seront retenues comme caractérisant essentiellement le phénomène d'emphase d'où la désignation de « pharyngalisation ». Ce phénomène est plus important en contextes vocaliques [a] et [u] qu'en [i]. Le dos de la langue a une articulation plus extrême et le centre de la langue adopte une position plus basse en contextes vocaliques [a] et [u].

Ceci conforte la thèse de l'articulation des consonnes emphatiques dans la partie antérieure de la cavité buccale, la racine de la langue est reportée en arrière contre la paroi pharyngale postérieure faisant élargir la cavité buccale et un creusement du dos de la langue est observé faisant rétrécir la cavité pharyngale.

5. Etude acoustique des phonèmes emphatiques

Nous avons opté pour un matériel souple d'emploi pour l'enregistrement audio du corpus, un micro-ordinateur PC avec un module CSL (Computer Speech Laboratory) for Windows de Kay Elemetrics et une carte son multimédia incorporée, le Sonagraphe Kay 5500 et les logiciels Matlab et Praat.

5.1. Allure des transitions formantiques

L'étude des allures des transitions nous donne les résultats suivants :

* [t]

[ta] : F1 presque stable, F2 montant et F3 légèrement descendant.

[ti] : F1 descendant, F2 et F3 montants.

[tu] : F1 descendant, F2 presque stable, F3 légèrement descendant.

* [ʃ]

[ʃa] : F1 presque stable, F2 montant et F3 descendant.

[ʃi] : F1 descendant, F2 et F3 largement montants.

[ʃu] : F1 descendant, F2 presque stable et F3 légèrement descendant.

* [d]

[ḍa] : F1 stable ou légèrement montant, F2 montant et F3 légèrement montant.

[ḍi] : F1 descendant, F2 et F3 largement montants.

[ḍu] : F1 descendant, F2 légèrement descendant et F3 descendant.

* [ḍ]

[ḍa] : F1 descendant, F2 montant, et F3 légèrement montant.

[ḍi] : F1 descendant, F2 et F3 largement montants.

[ḍu] : F1 descendant, F2 presque stable et F3 descendant.

L'étude des phonèmes emphatiques et les transitions vers les voyelles subséquentes nous montre une montée du formant F1 (due à la constriction du pharynx) et un abaissement du second formant F2 (dû à un élargissement de la cavité buccale).

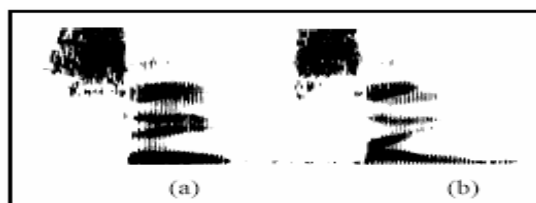


Figure 7 : Montée de F1 et surtout chute de F2 en présence d'une emphatique dans le mot [ṣayf] (fig. b) par opposition au mot [sayf] (fig.a).

Par contre, nous relevons approximativement les mêmes allures et, à un degré moindre, les mêmes amplitudes pour la courbe d'énergie, en ce sens que le paramètre énergie n'influe pas ou peu sur l'emphatisation des sons, contrairement aux allures des formants.

De plus, cette analyse acoustique des formants nous montre une propagation effective du phénomène d'emphase aussi bien de façon progressive que régressive. Ainsi, les deux voyelles [a] et [u] favorisent la propagation de l'emphase, au contraire de la voyelle [i]. De plus, dans un même contexte, le degré d'emphatisation est plus important en présence d'une voyelle brève qu'en présence d'une voyelle longue. La durée temporelle de la voyelle influe sur la propagation de l'emphase.

6. Conclusion

Cette étude acoustico-articulatoire de l'emphase en Arabe Standard nous a permis de relever les caractéristiques essentielles, les mouvements y afférents ainsi que les paramètres acoustiques résultants. L'utilisation de l'Articulatographe AG100 nous a permis d'apporter quelques éclaircissements quant au comportement du dos et du centre de la langue et de l'apex, lors de la réalisation des consonnes emphatiques. Une incurvation (creusement) est remarquée au centre de la langue. Acoustiquement, ce phénomène d'incurvation se traduit par une baisse du formant F2, une des caractéristiques

acoustiques essentielles liées au phénomène d'emphase en Arabe Standard. Ces données acoustico-articulatoires pourront constituer une base de données essentielle pour approfondir les recherches sur les phénomènes caractéristiques de la langue arabe. D'autres travaux similaires et concernant d'autres phénomènes comme la gémination (tachdid), les voyelles longues (huruf el medd), ont été déjà réalisés [9], [10]. Cette banque pourra servir pour diverses applications comme l'apprentissage de la langue arabe, la synthèse de la parole en arabe ainsi que la reconnaissance automatique de la parole.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] A. Roman "Etude de la phonologie et de la morphologie de la koiné arabe" Tome I, Université d'Aix-En-Provence (France), 1983.
- [2] D. Cohen "Statut phonologique de l'emphase en arabe " Word N° 1-2-3, pp:59-69, 1969.
- [3] D. Obrecht "Effects of the second formant on the perception of velarization consonants in the Labanese Arabic ", Edition Mouton (France), 1968.
- [4] H. S. Al-Ani "Arabic Phonology. An Acoustical and Physiological Investigation" Edition Mouton (France), 1970.
- [5] A. Giannini, M. Pettorino "The emphatic consonants in arabic" Giardini editori e stampatori in Pisa (Italie), 1982.
- [6] S. Ghazeli "La coarticulation de l'emphase en arabe " Arabica, Tome XXVIII, Fascicule 2-3, 251-277, 1982.
- [7] M. Grammont " Traité de phonétique", librairie Delagrave, Paris (France), 1946.
- [8] P. Hoole "Methodological Considerations in the Use of Electromagnetic Articulography in Phonetic Research," Proceedings of the ACCOR Workshop on Electromagnetic Articulography in Phoneyic Research ,31, ISSN0342 – 782X, Institut fur Phonetik und Sprachliche Kommunikation der Universitat Munchen, 1993 ;
- [9] K. Ferrat "Acoustical study of the Tachdid and the Idgham in Standard Arabic. Application for speech synthesis ", International Conference : Sciences of Electronic, Technologies of Information and Telecommunication, SETIT2005, IEEE France, ISBN : 9973-51-546-3, 17-21 March 2005, Susa (Tunisia), 2005 ;
- [10] K. Ferrat, M. Guerti "Etude acoustique des huruf el medd en Arabe Standard. Application pour la synthèse de la parole ", 2^{ème} Congrès de l'ingénierie de l'Arabe et de l'Ingénierie de la Langue IAIL2005, Sidi-Fredj, 27-28 juin, Alger (Algérie), 2005.