

**Configuration des cavités et valeurs acoustiques  
des formants de la voyelle /a/  
en contexte pharyngal et emphatique - étude corrélative**

*Tassadit Djebali-Haouche*

**المُلخَص**

عُني هذا البحث بدراسة حروف التّفخيم والحروف الحلقية في سياق حركة الفتحة؛ وهذا من خلال الوصف المباشر باستعمال التّصوير الإشعاعيّ السينمائيّ والتّحليل الطّيفيّ، بغرض إبراز طبيعة هذه الحروف، خصوصا على مستوى التّجويف الحلقّي، وإظهار التّنسيق القائم بين الأعضاء حال انتقالها من الحرف إلى الحركة.

**الكلمات المفاتيح:** أصوات الحلق، أصوات التّفخيم، وصف إشعاعيّ سينمائيّ، تحليل طيفيّ، التّنسيق الحركيّ، التّأثير على الفتحة.

# Configuration des cavités et valeurs acoustiques des formants de la voyelle /a/ en contexte pharyngal et emphatique: Etude Corrélative

Tassadit Djebali-Haouche

Faculté des Langues et des Lettres, département de Lettres Arabes,  
Université d'Alger 2, Alger, Algérie

tassadit-h@hotmail.fr

## Résumé

Ce travail porte sur la description dynamique du mode articulatoire des pharyngales et des emphatiques occlusives du système phonétique de la langue arabe. Ces phonèmes sont placés dans le contexte vocalique du /a/ et distribués dans les trois positions à savoir : à l'initiale, en inter vocalique et en finale. Une corrélation entre la forme des cavités et l'aspect acoustique des différents phonèmes sera établie ; afin de dégager les spécificités de chaque catégorie. Ces consonnes ont un effet notable sur le F1 des voyelles ; cet effet est attribué au report de la racine de la langue vers la paroi pharyngale. La configuration de la cavité pharyngale est mise en lumière à l'aide de la ciné radiographie utilisée dans cette recherche.

**Mots clés** : Variation et configuration des cavités, dynamique articulatoire, corrélation, physiologique acoustique, pharyngales et emphatiques, voyelle de l'arabe standard.

## 1. Introduction

Le but de cette étude est donc de présenter une description physiologique et dy-

namique, à partir des données cinéradiographiques, des consonnes /c/, /ħ/, /d/ et /t/ dans les trois positions : à l'initiale, en inter vocalique et en finale. Une corrélation entre l'aspect physiologique et la répartition des valeurs des trois formants sera établie pour la voyelle /a/ dans ces différents contextes. De cette corrélation se dégagera le degré d'influence qu'exercent ces consonnes sur la répartition des composantes acoustiques ainsi que la dynamique articulatoire propre à chacune de ces unités sonores étudiées : forme et position de la langue et configuration de la cavité pharyngale pour chaque consonne et la voyelle /a/ dans ces différents contextes consonantiques.

## 2. Procédure expérimentale

### 2.1. Corpus

Notre corpus est constitué, entre autre, des deux pharyngales que compte le système de la langue arabe ainsi que des deux emphatiques occlusives ; ces consonnes sont distribuées de manière à apparaître à l'initiale, en intervocalique et en finale ; constituant ainsi deux syllabes dont la deuxième porte l'accent. Ces consonnes sont combinées avec la même voyelle ; de

manière à former une structure /CV CV C/ et ce, dans une phrase porteuse; afin de rapprocher le logatome obtenu de la structure de la langue arabe tout en évitant, au maximum, l'effet de coarticulation; tant sur le plan physiologique qu'acoustique. Les différentes consonnes sont donc accompagnées par la voyelle /a/.

## 2.2. Locuteurs

Nous avons enregistré plusieurs locuteurs originaires du Maghreb, de l'Égypte et du Moyen Orient; tous étudiants à Strasbourg. Pour notre film, nous avons choisi un étudiant de Homs – Syrie qui possédait toutes les caractéristiques requises.

Le film a été réalisé à l'hôpital SCHILTIGHEIM à STRASBOURG dans le service du Docteur F. WOLF; sous la direction de Madame Le Professeur Péla SIMON et l'équipe technique de l'IPS.

## 2.3. Mesures

Les images du film 35mm obtenues sont reproduites à la main sur papier blanc; puis sont soumises à une grille de mesure; balayant le profil sagittal médian de notre locuteur des lèvres jusqu'au larynx. Cette grille circonscrivant tout le conduit vocal est reproduite sur une feuille millimétrée. Beaucoup de langues ont été étudiées en utilisant la cinéradiographie; nous citons quelques travaux :

- MC.BOFF DKHISSI : *Contribution à l'étude expérimentale des consonnes d'arrière de l'arabe classique* [1];
- A.BOTHOREL : *La cavité pharyngale configuration et variation dans la chaîne parlée* [2];

- G.M.GUEYE : *Les corrélats articulatoires et acoustiques de la distinction +- A T R en nd'ut...* [3];
- J.S.PERKELL : *Cyneradiographic studies of speech* [4];
- M.PETERSSON : *Le système vocalique de l'islandais à partir de l'analyse Radiocinématographique* ;
- P.SIMON : *Les consonnes Françaises, Mouvements et positions articulatoires à la lumière de la radiocinématographie* [5];
- R.M.SKALIDIS KONTANTINIDI S : *Les occlusives du truc parlé à Istanbul : Etude radiocinématographique et acoustique* [6];
- B.VAXELAIRE : *Variations de geste et de débit, contribution à une base de donnée sur la production de la parole, mesures cinéradiographiques, groupes consonantiques en français* [7].

A l'instar de ces chercheurs, nous avons établi une grille de mesures dont le schéma suivant :

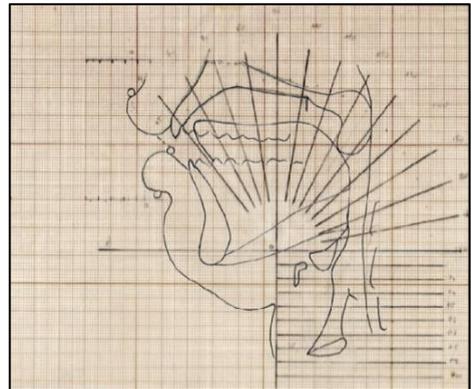


Figure 1: grille de mesures utilisée dans notre travail

MOYENNE GENERALE						
Phonème	Durée (sec)	Intensité (dB)	pitch. (Hz)	freq.1 (Hz)	freq.2 (Hz)	freq.3 (Hz)
c	0,10	59,72	125,60	684,04	1340,99	2207,31
a	0,14	68,49	142,18	687,31	1400,80	2235,69

Table 1. Les valeurs acoustiques de la pharyngale /c/ et de la voyelle /a/

Parmi les paramètres retenus, nous énumérons quelques-uns :

- Ecart labial
- Angle des maxillaires
- Apex alvéoles
- Dos de la langue et le palais
- P1 ; diamètre au niveau de l'oropharynx
- P4 ; diamètre au niveau du médio pharynx
- P6 ; diamètre au niveau du bas pharynx
- Rétrécissement au niveau des bandes ventriculaires
- Position du ventricule de Morgagni ; horizontale et verticale du point antérieur et postérieur.

#### 2.4. Coordinations des gestes articulatoires

La Cinéradiographie, avec l'avantage de la synchronisation image/son, permet d'étudier la coordination des gestes articulatoires. Nous pouvons suivre le travail des différents articulateurs et visualiser, de manière globale, la contribution de chacun d'eux dans la réalisation d'une séquence sonore et ainsi montrer les paramètres les plus pertinents pour chaque phonème. De plus, nous observons également la relation temporelle entre le mouvement des articulateurs, voire leur

coordination spatio – temporelle : durée et ampleur de leur déplacement.

L'articulateur principal dans la production de nos consonnes choisies, dans ce travail, est le muscle lingual. De sa forme et de sa position dépendent les différentes cavités de résonance lesquelles sont responsables du modelage du son émis par la source, à savoir le larynx...

### 3. Résultats et discussions

Après les moyennes des trois occurrences pour chacun des quatre locuteurs, nous avons calculé la moyenne générale pour la sonore /c/ et sa voyelle /a/ ; le tableau 1 résume la durée de la consonne et de la voyelle en sec ainsi que l'intensité, le pitch et les trois premiers formants.

Ces valeurs témoignent d'une grande stabilité articulatoire entre la pharyngale sonore et la voyelle /a/.

La figure 2 montre l'activité au niveau pharyngal, au paramètre 6, lors de la réalisation des deux logatomes : /cacac/ et /hahah/, la dynamique articulatoire est représentée sur l'axe horizontal (succession des prises de vues) et l'ampleur du mouvement sur l'axe vertical.

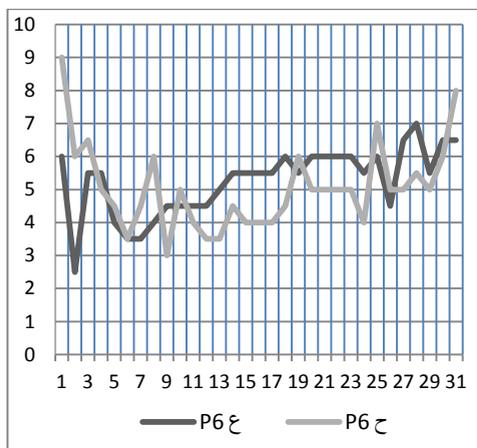


Figure 2: Description dynamique de /a/ et /ħaħaħ/ (corrélation au paramètre p6)

Le phonème /a/ est réalisé avec un rétrécissement important entre la racine de la langue et la paroi pharyngale dans le bas pharynx, avec l'épiglotte collée à cette racine. Ce mouvement du radix vers l'arrière est accompagné, dans le tube laryngé, par un rétrécissement maximal au niveau des fausses cordes vocales ou bandes ventriculaires.

Les deux voyelles qui suivent subissent d'une manière très forte l'influence de la consonne; elles gardent presque la même configuration que cette consonne; le /a<sub>2</sub>/ beaucoup plus que le /a<sub>1</sub>/ car la deuxième syllabe porte l'accent.

Le tableau 2 résume la durée de la consonne /ħ/ et de la voyelle /a/ en sec ainsi que l'intensité, le pitch et les trois premiers formants.

Cette pharyngale sourde est réalisée avec le même rétrécissement que la sonore /c/ mais, avec une position plus haute de tout l'ensemble du conduit vocal à savoir : une forte montée du larynx, de l'os hyoïde, du maxillaire, du dos de la langue et de la lèvre. Il est à noter qu'en position finale, le /ħ/ réalise un mouvement vers le bas et vers l'arrière à tous les niveaux, notamment, du larynx aux lèvres.

Le tableau 3 résume la durée de la consonne /d/ et de la voyelle /a/ en sec ainsi que l'intensité, le pitch et les trois premiers formants.

MOYENNE GENERALE						
Phonème	Durée (sec)	intensité (dB)	pitch. (Hz)	freq.1. (Hz)	freq.2. (Hz)	freq.3. (Hz)
ħ	0,11	53,73	0,00	867,85	1782,46	2415,22
a	0,09	66,73	149,46	597,54	1529,44	2211,73

Table 2. Les valeurs acoustiques de la pharyngale /ħ/ et de la voyelle /a/

MOYENNE GENERALE						
Phonème	Durée (sec)	Intensité (dB)	pitch. (Hz)	freq.1 (Hz)	freq.2 (Hz)	freq.3 (Hz)
d	0,11	65,73	137,34	404,40	1488,20	2914,51
a	0,07	75,93	162,74	572,79	1400,44	2697,28

Table 3. Les valeurs acoustiques de l'emphatique sonore /d/ et de la voyelle /a/

La figure 3 montre l'activité au niveau pharyngal, aux paramètres p1 et p4, lors de la réalisation des deux logatomes : /daɖaɖ/ et /taɖaɖ/, la dynamique articulatoire est représentée sur l'axe horizontal (succession des prises de vues) et l'ampleur du mouvement sur l'axe vertical. Ce phonème sonore est réalisé avec un accolement apical presque identique à celui du /t/. Il se caractérise par un léger abaissement du larynx, et de l'os hyoïde. Le dos de la langue présente un profil oblique, ce qui agrandit, légèrement, le volume de la cavité buccale.

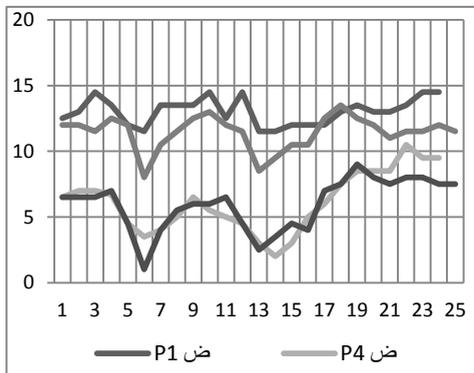


Figure 3: Description dynamique de /daɖaɖ/ et /taɖaɖ/ (corrélation aux paramètres p1 et p4)

Quant à la cavité pharyngale, elle reste identique à celle du /t/. En position intervocalique, nous constatons un recul du tube du larynx et de la paroi pharyngale. Un mouvement vers le bas anime l'os hyoïde et la racine.

Le tableau 4 résume la durée de la consonne /t/ et de la voyelle /a/ en sec ainsi que l'intensité, le pitch et les trois premiers formants.

L'emphatique sourde est réalisée avec une légère montée du larynx et de l'os hyoïde. La position du dos de la langue est horizontale, ceci accentue la vélarisation pour ce phonème qualifié de fort ; la cavité buccale se voit légèrement réduite par rapport à celle du /d/ ; mais son accolement apical est plus bas.

### 3.1. Rapports entre les différentes structures articulatoires

Après avoir examiné les différents paramètres, nous allons passer en revue les articulateurs qui interviennent de manière pertinente dans la production de chaque phonème étudié.

MOYENNE GENERALE						
Phonème	Durée (sec)	Intensité (dB)	pitch. (Hz)	freq.1 (Hz)	freq.2 (Hz)	freq.3 (Hz)
t	0,11	64,86	0,00	632,64	1485,75	2883,02
a	0,06	74,04	161,47	600,40	1350,73	2699,72

Table 4. Les valeurs acoustiques de l'emphatique sourde /t/ et de la voyelle /a/

Nous estimons intéressant de mettre en relation les positions et les mouvements de la c. buccale : du maxillaire et de la langue; de la c. pharyngale et ainsi d'apprécier leur rôle respectif selon l'articulation réalisée; sans omettre la partie laryngale.

*Description détaillée et commentaires*

Au niveau pharyngal, la dynamique des différents phonèmes des logatomes est spécifique pour chaque catégorie; l'aspect de cette cavité est très différent; bien qu'elle soit rétrécie pour les deux catégories.

Au niveau buccal, la cavité est bien réduite pour les emphatiques, les valeurs acoustiques reflètent la position de la langue par rapport au palais.

**3.2. Coordination et corrélation**

L'emphatique sourde /t/ se caractérise par un déplacement vers l'avant du tube du larynx et de la paroi pharyngale, accompagné par la montée de l'os hyoïde et de la racine de la langue; le mouvement inverse accompagne la sonore /d/. Une activité intense se manifeste au niveau racine épiglotte ainsi qu'au niveau du tube du larynx pour les pharyngales qui se caractérisent par un fort rétrécissement au niveau des bandes ventriculaires ou « fausses cordes vocales ».

D'après les valeurs acoustiques relevées pour chaque phonème étudié, le /h/ a une cavité pharyngale plus réduite que celle du /ç/ et de sa voyelle; les valeurs du /t/ et de sa voyelle viennent juste après celles du /ç/. Le /d/ garde une cavité pharyngale légèrement plus large par rapport aux autres phonèmes étudiés.

**4. Conclusion**

Les consonnes imposent une configuration, au conduit vocal, liée à leurs lieux d'articulation; les voyelles adjacentes

s'imprègnent, à leur tour, de ces configurations. L'activité de la dynamique articulo-latoire est concentrée au niveau apical et à mi pharynx pour ces emphatiques, et au niveau du bas pharynx et du larynx pour ces pharyngales; notamment à la hauteur des bandes ventriculaires ou fausses cordes vocales. En général, les sonores ont un larynx bas et vers l'arrière et les sourdes ont un larynx haut et vers l'avant.

**5. Références**

[1] Boff, M. C., "Contribution à l'étude expérimentale des consonnes d'arrière de l'arabe classique (locuteurs marocains)". Thèse de doctorat de 3ème cycle présentée à l'U.S.H.S, T.I.P.S, 15, pp.365. 1983.

[2] Bothorel, A., "La cavité pharyngale configuration et variation dans la chaîne parlée", extrait de mélanges à la mémoire de LOUIS MICHEL, université Paul VALÉRY Montpellier, pp.103-118. 1979.

[3] Gueye, G., "Les corrélats articulatoires et acoustiques de la distinction" +- A T R en nd'ut... T.I.P.S. 18. 1986.

[4] Perkell, J.S., "Cyneradiographic studies of speech". 5ème Congrès International d'Acoustique, Liège 7-14 septembre, paper A 32. 1965.

[5] Simon, P., "Les consonnes Françaises, Mouvements et positions articulo-latoires à la lumière de la radiocinématographie", KLINCKSIECK, Paris, 380p. 1977.

[6] Skalidis-Konstantinidis, R.M., "Les occlusives du Truc parlé à Istanbul : Etude radiocinématographique et acoustique". T.I.P.S. N : 13. 1981.

[7] Vaxelaire, B., "Contraintes géométriques et temporelles pour des Catégories consonantiques en français", T.I.P.S.25, pp 67-94. 1995.