

# ANALYSE ARTICULATOIRE DES CONSONNES EMPHATIQUES DE L'ARABE STANDARD

**Khaled Baazi**

Centre de Recherche Scientifique et Technique  
pour le Développement de la Langue Arabe  
Kbaazi75@caramail.com

**Mhania Guerti**

Ecole Nationale Polytechnique  
mhaniag@yahoo.fr

## Résumé

L'emphase est un phénomène important dans la langue arabe. Différentes études ont suscité l'objet de multiples controverses concernant les mouvements et les positions des organes articulatoires lors de la prononciation des Consonnes Emphatiques (CE), ainsi que leur influence sur les phonèmes contigus emphatisés. C'est pour cela que l'emphase représente un intérêt particulier et doit faire l'objet d'une recherche acoustico - articulatoire approfondie.

L'arabe standard possède des racines lexicales entièrement consonantiques. Elle comprend 28 consonnes dont quatre emphatiques et six voyelles (3 voyelles courtes et 3 longues). Celles-ci peuvent être également emphatisées au voisinage des CE.

Dans la présente étude, à partir d'un corpus formé de mots porteurs comprenant les CE [t] et [s] et leurs correspondantes non emphatiques CNE [t] et [s], nous avons étudié le mécanisme de production de chacune de ces consonnes, dans différents contextes vocaliques brefs, en nous limitant aux mouvements du dos, le centre du dos et l'apex de la langue. Notre travail s'appuie sur l'utilisation de l'articulographe AG100, dont nous faisons une brève description concernant son principe de fonctionnement et du procédé adopté pour le prélèvement des données articulatoires. Les résultats obtenus des articulogrammes sont intéressants. Ils peuvent être exploités dans des systèmes de synthèse et de reconnaissance vocales.

### Mots clés

Arabe standard - emphase - consonnes emphatiques - étude articulatoire - mouvements de la langue - articulographe AG100.

يعد التفخيم من الظواهر المهمة في اللغة العربية. ولقد شكلت الدراسات العديدة مواضيع اختلاف فيما يخص حركات ومواضع أعضاء التلغظ أثناء النطق بحروف التفخيم إلى جانب تأثيرها على الفونيمات المجاورة. ولهذا يمثل التفخيم اهتماما خاصا ويتطلب دراسة صوتية تلفظية معمقة. إن اللغة العربية أصولها كلها متكونة من الصوامت فقط، وتحتوي على 28 حرفا صامتا، أربعة منها مفخمة و6 حركات (ثلاث حركات إلى جانب حروف المد الثلاثة)، وهذه الأخيرة تكون مفخمة بجوار حروف التفخيم.

قمنا في هذه الدراسة، بواسطة مدونة مكونة من كلمات تحتوي على الحروف (ط، ت، ص، س)، بدراسة آلية النطق لكل من هذه الصوامت في مختلف السياقات مقتصرين في ذلك على حركات ظهر ووسط الظهر وذولق اللسان. وترتكز هذه الدراسة على استعمال الجهاز (Articulographe AG100)، الذي قدمنا وصفا وجيزا عن مبادئ استعماله وكذا الطريقة المتبعة لأخذ المعطيات منه والخاصة بمخارج هذه الحروف. والنتائج المتحصل عليها (Articulogrammes) جد مهمة يمكن استغلالها في نظام التركيب الإصطناعي والإستكشاف الآلي للكلام.

#### الكلمات المفاتيح

اللغة العربية - الحروف المفخمة - التفخيم - دراسة تلفظية - حركات اللسان - جهاز AG100.

#### Abstract

The emphasis is an important phenomenon in the Arabic language. Different studies have been the subject of many discussions concerning the movements and positions of the articulatory organs during the pronunciation of emphatic consonants (EC) and their influence on the contiguous phenomena. That is why the emphasis presents a special interest and should be the subject of deep acoustico-articulatory research.

Standard Arabic contains consonantal roots; it possesses 28 consonant, four of which are emphatic and six are vowels (three long vowels and three short vowels). These ones can be also emphasized in the neighbourhood of the EC.

In this study, we dealt with a corpus made up of carrying words containing the (EC) [t], [t], [s] and [s], from which we have studied every consonant's mechanism in different short vocalic contexts. We restricted our study to the movements of the back, center of the back and apex of the tongue. Our work rests on the use of the articulograph AG100 whose functioning as well as the procedure adopted for the removal of articulatory data are briefly described. The obtained results from the articulogrammes are interesting. They can be used in vocal synthesis and recognition systems.

#### Keywords

Standard Arabic - emphasis - emphatic consonant - articulator study - tongue movements - articulograph AG100.

## Introduction

Les travaux qui ont traité, de près ou de loin, le phénomène d'emphase en Arabe, classique ou dialectal, sont abondants. La première description de ces phénomènes articulatoires remonte aux premières recherches linguistiques des anciens grammairiens arabes (vers le huitième siècle) [1].

Sibawayh, l'un des premiers à avoir décrit les sons emphatiques dans la tradition grammaticale arabe, définit les consonnes emphatiques comme suit :

"Les [muṭbaqa] sont : le[ṣād], le [ḍād], le [ṭa] et le [ḍa]; les [munfatiḥa] sont toutes les autres consonnes...Quant aux quatre consonnes ci-dessus, si on place la langue à leur point d'articulation, la langue s'applique [iṭbaq] depuis le point d'articulation jusqu'au point où le palais supérieur est en face de la langue : on la lève vers le palais, et quand on a ainsi placé sa langue, alors la voix est pressée dans l'espace compris entre la langue et le palais, vers le point d'articulation de ces consonnes..... Les quatre consonnes ci-dessus ont deux points d'articulation et cela est rendu évident par la pression (plus grande) de la voix" [2].

Ainsi le dos de la langue s'incurve tandis que la racine de la langue opère un rétrécissement dans la cavité pharyngale [3].

Ce n'est que vers la fin du 19<sup>ème</sup> siècle et, grâce aux nouvelles méthodes d'investigations en sciences phonétiques, que des observations directes du mécanisme articulatoire ont pu être faites. A partir de là, les approches touchant à l'[iṭbāq] s'inspirèrent souvent de la description des anciens grammairiens. C'est le cas de K. Vollers, E. Mattson et A. Schaade qui identifièrent les éléments caractéristiques des quatre [muṭbaqa] en mettant en relief, le travail assumé par la langue, exactement comme l'a décrit Sibawayh [1].

Quant à la description articulatoire des [muṭbaqa], A. Hadj Salah explicite pour la première fois l'[iṭbāq] en ces termes :

"Quand on place la langue dans le [mawḍi' ] de ces quatre [ḥurūf] [ṭ, ṣ, ḍ, ḍ], cet organe subit un [iṭbāq] à partir du [mawḍi' ] qui est le leur jusqu'à la partie de la langue qui se trouve être à proximité du palais postérieur [al-ḥanak al-'a'lā] : lorsqu'on lui fait subir un [raf'] vers ce dernier dans ce type d'articulation. Quand la langue est ainsi placée, le son est alors pressé [maḥsūr] entre cet organe et le palais jusqu'au [mawḍi' ] de ces [ḥurūf]" [3].

Nous constatons que le phénomène de l'[iṭbāq] est déterminé par la position et la forme que prend la langue. Chacune des quatre consonnes a deux points de la langue et de cela résulte la compression du son ou [ṣawt maḥsūr] d'après Sibawayh.

Dans ce travail, nous présentons une étude articulatoire des quatre CE et de leurs opposées CNE (Consonnes Non Emphatiques), dans différents contextes vocaliques médians. Notre étude s'appuie principalement sur l'utilisation de l'articulographe AG100.

### 1. Description de l'articulographe AG100

L'articulographe AG100 développé par la société Carstens (Lenglern Germany), dont nous disposons au laboratoire de phonétique et Traitement Automatique de la Parole du CRSTDLA (Alger), permet l'acquisition de 5 points dans le plan médio-

sagittal, avec une résolution spatiale de l'ordre du millimètre. Cet outil est complémentaire à la cinéradiographie, car il peut fournir un grand nombre de données à des fréquences d'échantillonnage élevées, mais ne permet pas une description précise de la géométrie des divers articulateurs [4].

### 1.1. Le système de l'AG100

Le système est composé :

- d'un casque sur lequel sont fixées trois bobines électromagnétiques émettrices formant un triangle équilatéral et se positionnant respectivement au niveau du front, du menton et de la nuque du locuteur. Un microphone fixé sur ce casque permet l'enregistrement audio en synchronie avec les signaux issus de l'AG100 ;
- d'une unité analogique de mesure comprenant : un module externe jouant le rôle de démodulateur, et trois modules internes à savoir le Convertisseur Analogique Numérique, l'oscillateur et l'amplificateur ;
- d'un micro-ordinateur avec ses périphériques ;
- de cinq capteurs à fixer, dans le plan sagittal du sujet, sur les organes de phonation à étudier et les points de référence.

Le casque qui produit le champ est placé autour de la tête du sujet. Du fait de sa lourdeur, il est suspendu à une poulie, afin d'alléger une partie du poids. Pour déterminer avec précision l'allure des mouvements des organes cités, des capteurs sont placés sur les organes de phonation. Les informations fournies par ces capteurs sont affichées en temps réel sur un moniteur, afin de permettre au chercheur d'analyser les mouvements désirés (Figure 1).

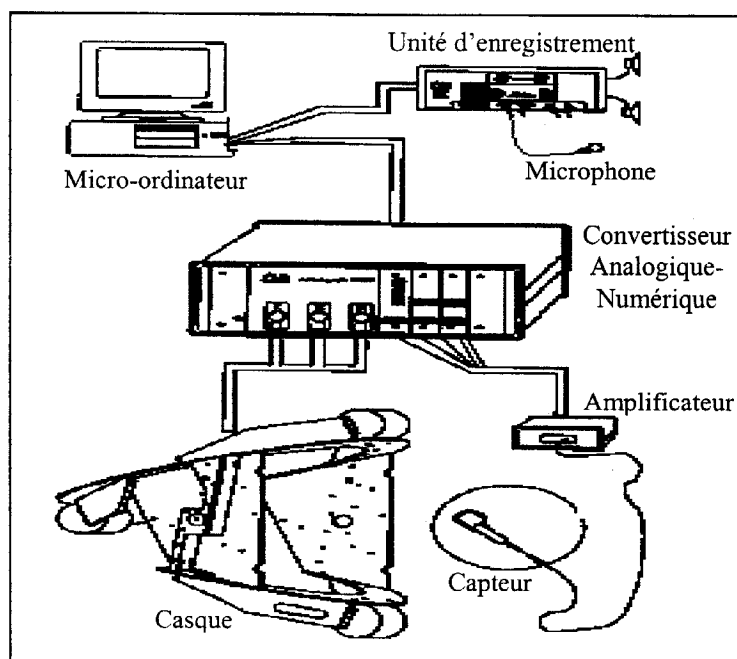


Figure 1 : Casque et unité analogique de l'AG100 [4]

Le nombre de canaux de l'articulographe peut varier de 5 jusqu'à 15. Celui que nous avons utilisé, en l'occurrence l'AG100, dispose de cinq canaux. De ce fait, les mesures seront prélevées à partir de trois points spécifiques aux organes de phonation, quant aux deux autres capteurs, ils jouent le rôle de repère.

L'utilisation la plus courante de l'articulographe permet de mesurer les mouvements, dans le plan sagittal, de la mandibule, de la langue et parfois du velum.

## 1.2. Fonctionnement de l'articulographe AG100

L'articulographe utilise le principe des champs électromagnétiques alternatifs. Ainsi, des courants alternatifs à 3 fréquences différentes, sont appliqués pour chacune des 3 bobines émettrices fixées sur le casque, créant ainsi 3 champs magnétiques différents à l'intérieur de ce casque. Les positions des trois bobines forment un triangle équilatéral dont les côtés limitent le plan de mesure de l'Articulographe AG100.

Le champ magnétique alternatif induit dans les 5 récepteurs un courant alternatif qui sera converti en utilisant une loi de la physique selon laquelle la puissance d'un champ magnétique d'une bobine réceptrice est inversement proportionnelle au cube de sa distance à la bobine émettrice :

$$1/R^3 \quad (\text{R correspond à la distance entre le capteur et la bobine})$$

Dans le cas d'un mouvement d'organe (déplacement des capteurs), le champ électromagnétique devient non homogène et la distance R varie. De ce fait, l'induction de trois courants alternatifs se crée dans les capteurs. Par la suite, ces courants seront filtrés au niveau du démodulateur pour les transformer en courants continus. Ces derniers vont être transmis à l'unité de mesure où des traitements s'effectueront et les résultats seront visualisés sur le moniteur. Il est alors possible de calculer les coordonnées et la mesure de XY, de stocker et montrer les positions des 5 sondes (Figure 2).

Les trois bobines émettrices sont équidistantes et montées sur un casque rigide. Elles sont marquées respectivement par les couleurs bleue, verte et rouge avec des expressions en langue Allemande, comme suit :  
menton = **K** (Kinn) ; front = **S** (poupe) ; cou = **N** (Nacke).

La distance entre n'importe quelle paire de bobines est de 320.9 mm. La bobine du menton est prise comme origine du système. La ligne entre la bobine du menton et celle du front représente l'axe des Y. Dans un positionnement idéal du casque, la bobine du front sera placée directement au-dessus de celle du menton.

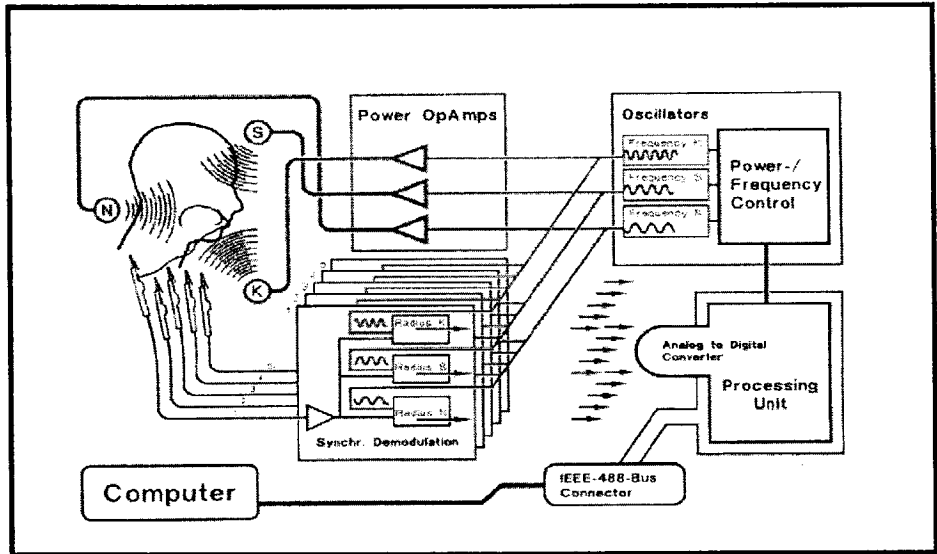


Figure 2 : Système complet de l'articulographe AG100 [4]

Le secteur de mesure est montré par le cercle tracé à l'intérieur d'un triangle (Figure 3). Le centre du secteur de mesure est le point équidistant de chacune des trois bobines. Ce point se trouve à l'intersection des trois cercles avec le rayon  $R$  porté sur les trois bobines. Puisque  $R$  est une distance connue, la réponse d'une sonde placée au centre du secteur de mesure peut être calibrée en fonction de cette distance connue.

La bobine du cou est à 277.9 mm sur l'axe des X de l'origine et à 160.45 mm sur l'axe des Y. Le rayon  $R$  est égal à 185.27 mm.

Les données sont enregistrées dans de petits segments (champs appelés : "sweeps"). Chaque champ peut supporter jusqu'à 30s de données enregistrées. Les champs contiennent des informations sur les différentes positions des sondes, ainsi qu'un enregistrement acoustique de l'expérience.

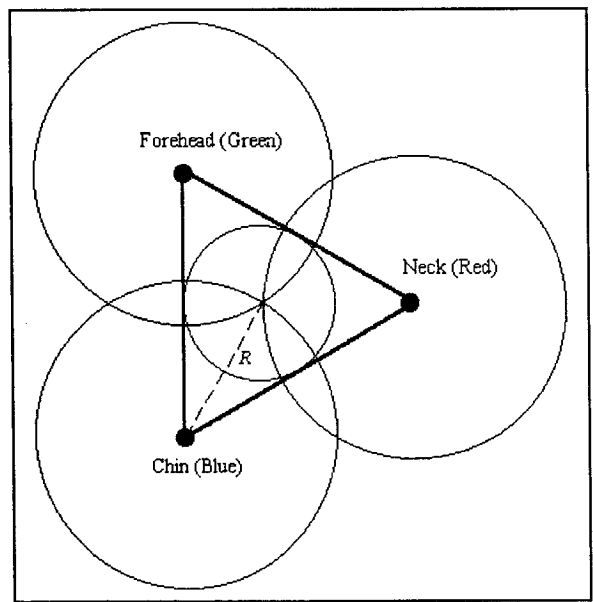


Figure 3 : Disposition des trois bobines émettrices [4]

## 2. Méthodologie

Pour que l'AG100 soit opérationnel, il doit être mis en marche 24 heures ou plus avant son utilisation, et ce dans le but d'atteindre une température stable afin d'éviter l'obtention de résultats erronés. L'étape suivante consiste à calibrer le système, c'est-à-dire à régler l'offset et la position des capteurs par rapport aux émetteurs [5], [6].

Après avoir fixé le casque de manière stable sur la tête du sujet, nous avons à coller les 5 bobines sur les organes de phonation du locuteur en s'assurant que celles-ci soient bien dans le plan sagittal, plan dans lequel le champ produit est optimal.

Pour le collage des bobines, une colle Cyano Veneer (Ref. ACVEN 001) est utilisée. C'est une colle à usage dentaire fabriquée par la société allemande Meyer-Haake.

Concernant notre travail, un locuteur adulte a effectué l'enregistrement du corpus. Nous avons placé cinq capteurs dont deux sont fixes (un sur le nez et l'autre sur la genève) tandis que les trois autres sont mobiles (Figure 4) et placés respectivement sur :

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

L'opération achevée, nous avons enregistré les paires [CV] et visualisé à l'aide de l'articulographe AG100 les différents mouvements du dos, du centre et de l'apex de la langue, correspondants à leurs articulations. Notre corpus est composé des quatre Consonnes Emphatiques [t], [s], [d] et [d] combinées avec chacune des trois voyelles brèves de l'Arabe Standard, dans une position médiane.

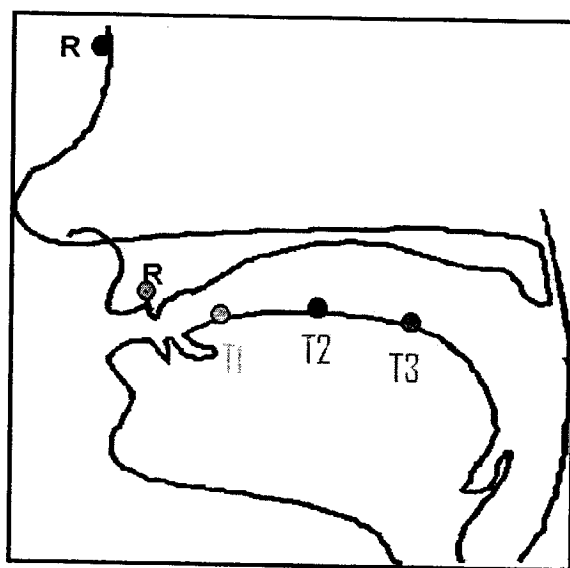


Figure 4 : Emplacements des différents capteurs [4]

## 3. Etude des CE et des CNE en contextes vocaliques [a], [i] et [u]

Notre corpus est constitué d'un ensemble de mots porteurs contenant des paires [CV] formées de CE et des CNE combinées avec les trois voyelles brèves de l'Arabe

Standard. La fonction du mot porteur est d'assurer une indépendance de l'unité à étudier par rapport à son voisinage. Ainsi, nous avons opté pour le mot porteur : [#A-CVTA #].

Après avoir fait les enregistrements des quatre consonnes [t], [t], [s] et [s] dans les trois contextes vocaliques [a], [i] et [u] (respectivement fatha, damma et kasra), nous avons relevé les valeurs des positions des trois parties de la langue à savoir : le dos, le centre et l'apex de la langue à différents moments durant la réalisation de chaque paire phonémique :

- $t_1$  : début de réalisation d'une paire ;
- $t_2$  : moment de transition [CV] ;
- $t_3$  : fin de réalisation de la paire phonémique.

Les figures ci-dessous représentent les parcours des capteurs ( $T_1$ ,  $T_2$  et  $T_3$ ) dans un plan à deux dimensions (x,y). Les courbes magenta, rouge et cyan représentent respectivement les mouvements des zones linguales concernant :

- l'apex ( $T_1$ ) ;
- le centre ( $T_2$ ) ;
- le dos ( $T_3$ ).

Rq : le début du mouvement est représenté par un trait continu et la fin par un trait pointillé.

### 3.1. Cas des deux occlusives emphatiques [s] et [t]

En contexte vocalique [a] (Figure 5), nous remarquons (Tab. 1) :

- un recul du dos de la langue de 6.11, 6.88, 5.72 et 2.13 mm respectivement pour [ša] et [ta], accompagné d'une montée de 3.18 mm pour [ta] et d'un déplacement vers le bas de 1.37 mm pour [ša] ;
- un recul du centre de la langue de 6.46 et 7.12 mm et un déplacement dans les deux sens, à savoir vers le bas de 4.52, 1.55 mm ensuite vers le haut de 1.17, 0.6 mm respectivement pour [ša] et [ta] ;
- l'apex subit un mouvement vers l'arrière de 5.85 et 14.33 mm et vers le bas de 16.21, et 5.47 mm respectivement pour [ša] et [ta].

Phonèmes	Ti	Position selon X (mm)			Position selon Y (mm)		
		X(t1)	X(t2)	X(t3)	Y(t1)	Y(t2)	Y(t3)
[s]	T1	115.51	119.80	121.62	170.47	169.23	169.1
	T2	089.34	094.17	095.80	166.99	162.47	163.64
	T3	076.43	084.69	082.28	165.22	145.68	149.01
[t]	T1	118.59	119.80	124.31	166.48	167.42	169.66
	T2	089.51	090.47	096.63	167.16	165.61	166.21
	T3	074.12	076.37	088.45	155.57	152.03	150.10

Tab.1 : Positions des capteurs dans le plan (x, y) pour les séquences [ša] et [ta]



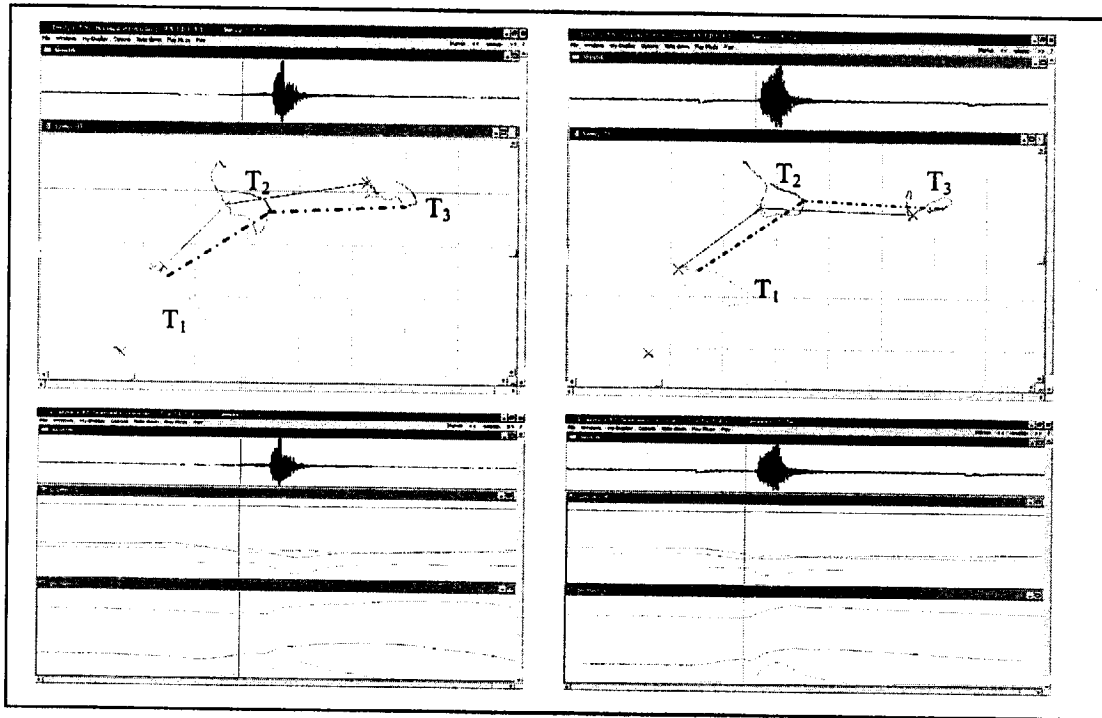


Figure 5 : Mouvements des capteurs lors des réalisations de [ʃa] et [ta]

Dans l'entourage vocalique [i], à partir des différents profils (figure 6) du mouvement des trois parties étudiées de la langue pour les quatre CE, nous remarquons pour le mouvement (Tab. 2) :

- du dos de la langue :
  - [ti] un déplacement vers le haut de 1.4 mm ensuite vers l'avant de 3.43 mm ;
  - [ʃi] une baisse de 1 mm suivi d'une avancée de 3.1 mm ;
- du centre de la langue :
  - [ti] un déplacement vers l'avant respectivement de 6.72 mm accompagné d'une montée de 3.82 mm ;
  - [ʃi] un recul de 1.31 mm vers le bas de 1.72 mm suivi d'une avance de 7.61 mm vers le haut de 5.46 mm.
- de l'apex qui est tiré vers l'arrière de 0.39 et 2.53 mm en même temps vers le bas de 2.97, et 4.07 mm respectivement pour [ʃi] et [ti].

Phonèmes	Ti	Position selon X (mm)			Position selon Y (mm)		
		X(t1)	X2(t2)	X(t3)	Y(t1)	Y(t2)	Y(t3)
[s]	T1	118.16	118.00	114.90	174.43	173.42	173.31
	T2	088.65	089.96	082.35	170.69	168.97	174.43
	T3	077.77	077.99	077.38	153.55	152.86	150.58
[t]	T1	118.54	118.84	115.41	170.22	170.55	171.62
	T2	090.16	090.21	083.49	171.32	170.96	174.78
	T3	074.12	075.65	076.65	156.00	154.12	151.93

Tab.2 : Positions des capteurs dans le plan (x, y) pour les séquences [s] et [t]

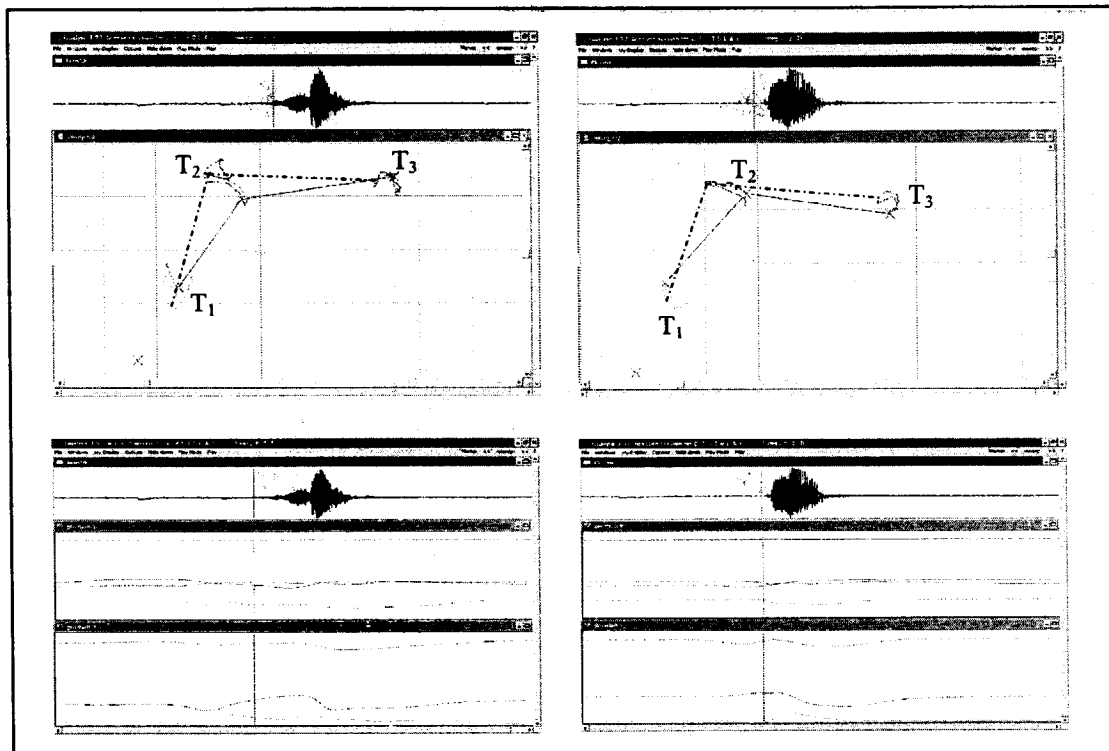


Figure 6 : Mouvements des capteurs lors des réalisations de [s] (en haut) et [t] (en bas)

Dans l'entourage vocalique [u] :

D'après les résultats obtenus (Tab. 3), nous remarquons (figure 7) :

- un recul du dos de la langue de 5.6 et 7.39 mm respectivement pour [su] et [tu], accompagné d'une montée de 3.36 mm pour [tu] et d'un déplacement vers le bas de 1.88 mm suivi d'une montée de 5.24 mm pour [su].
- un recul du centre de la langue de 7.05 et 9.02 mm en effectuant un déplacement vers le bas de 1.2 et 0.69 mm ensuite vers le haut de 2.86 et 3.94 mm respectivement pour [su] et [tu].
- l'apex se porte en arrière de 12.41 et 18.51 mm, ce mouvement est accompagné d'une baisse de 3.27 et 4.3 mm respectivement pour [su] et [tu].

## Analyse articulatoire des consonnes emphatiques de l'arabe standard

Phonèmes	Ti	Position selon X (mm)			Position selon Y (mm)		
		X(t1)	X(t2)	X(t3)	Y(t1)	Y(t2)	Y(t3)
[s]	T1	115.10	116.01	120.70	174.63	172.75	177.99
	T2	089.15	089.72	096.20	167.89	166.69	169.55
	T3	77.19	078.27	089.60	153.39	152.73	150.12
[t]	T1	118.92	120.04	126.31	167.47	168.51	175.76
	T2	090.87	091.49	099.89	167.38	166.69	170.63
	T3	073.97	074.30	092.48	155.41	153.64	151.11

Tab.3 : Positions des capteurs dans le plan (x, y) pour les séquences [su], [tu] et [du]

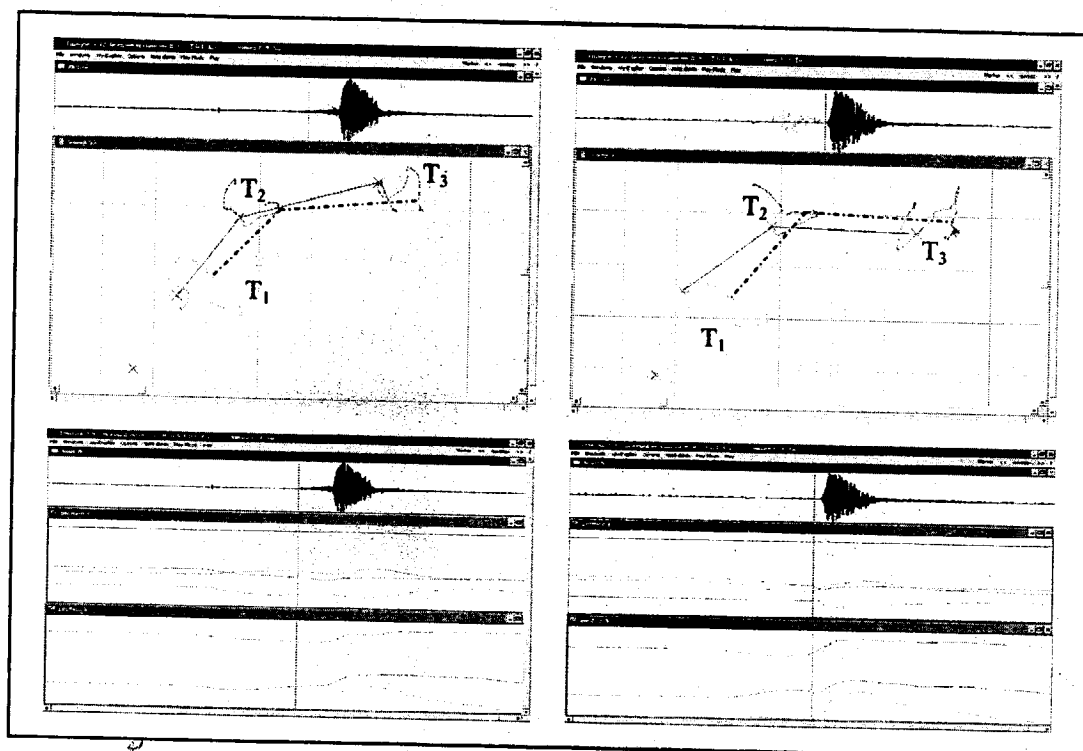


Figure 7 : Mouvements des capteurs lors des réalisations de [su] (en haut) et [tu] (en bas)

### 3.2. Cas des deux occlusives non emphatiques [s] et [t]

En contexte vocalique [a] (Figure 8), étant donnés les résultats obtenus (Tab. 4), nous constatons :

- un recul du dos de 3.86 et 7.95 mm, du centre de 4.94 et 9.16 mm et de l'apex de la langue de 4.13 et 10.15 mm respectivement pour [sa] et [ta] ;
- une baisse du dos et du centre de 5.94 et 6.31 mm pour [sa] ;
- un déplacement du dos vers le haut de 2.19 mm suivi d'une baisse de 1.7 mm ainsi qu'une baisse du centre de 4.3 mm pour [ta] ;
- une baisse de l'apex de la langue de 5.9 et 5.5 mm respectivement pour [sa] et [ta].

Phonèmes	Ti	Position selon X (mm)			Position selon Y (mm)		
		X(t1)	X(t2)	X(t3)	Y(t1)	Y(t2)	Y(t3)
[s]	T1	116.17	-	120.03	173.55	-	167.61
	T2	086.43	-	091.37	170.81	-	164.50
	T3	075.15	-	079.28	153.52	-	147.62
[t]	T1	116.90	121.51	124.85	169.01	171.20	169.50
	T2	088.58	094.55	097.74	171.42	168.28	167.12
	T3	073.32	083.84	083.47	154.94	149.90	149.44

Tab. 4 : Positions des capteurs dans le plan (x, y) pour les séquences [sa] et [ta]

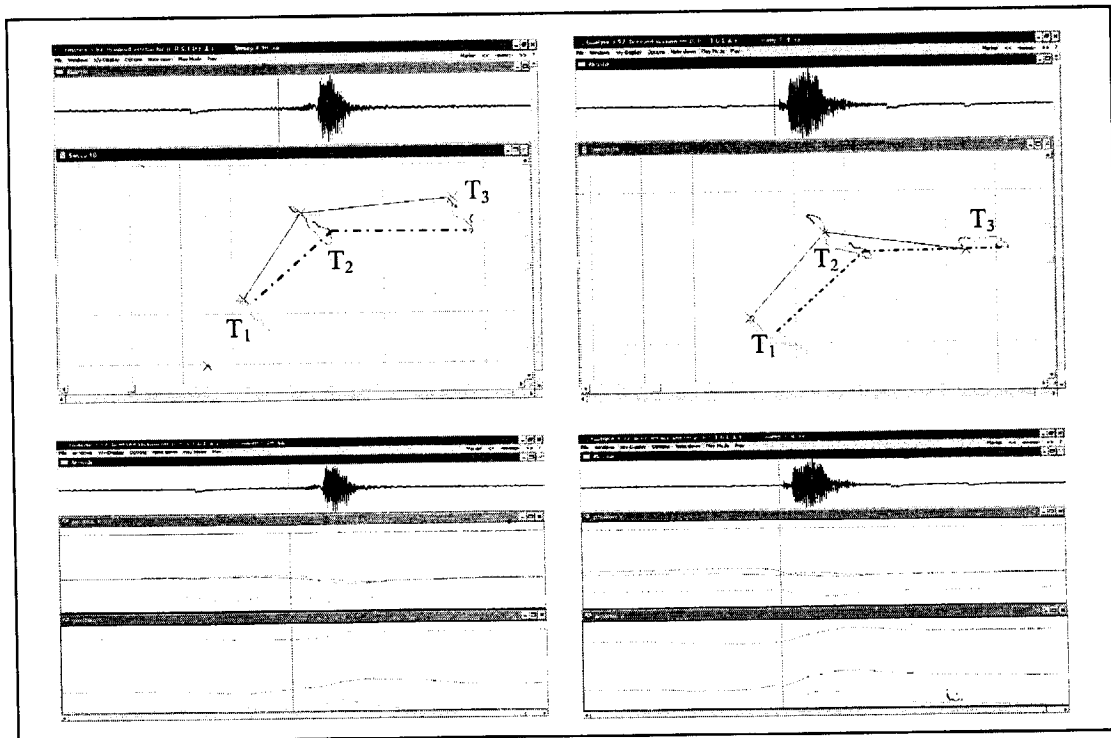


Figure 8 : Mouvements des capteurs lors des réalisations de [sa] (en haut) et [ta] (en bas)

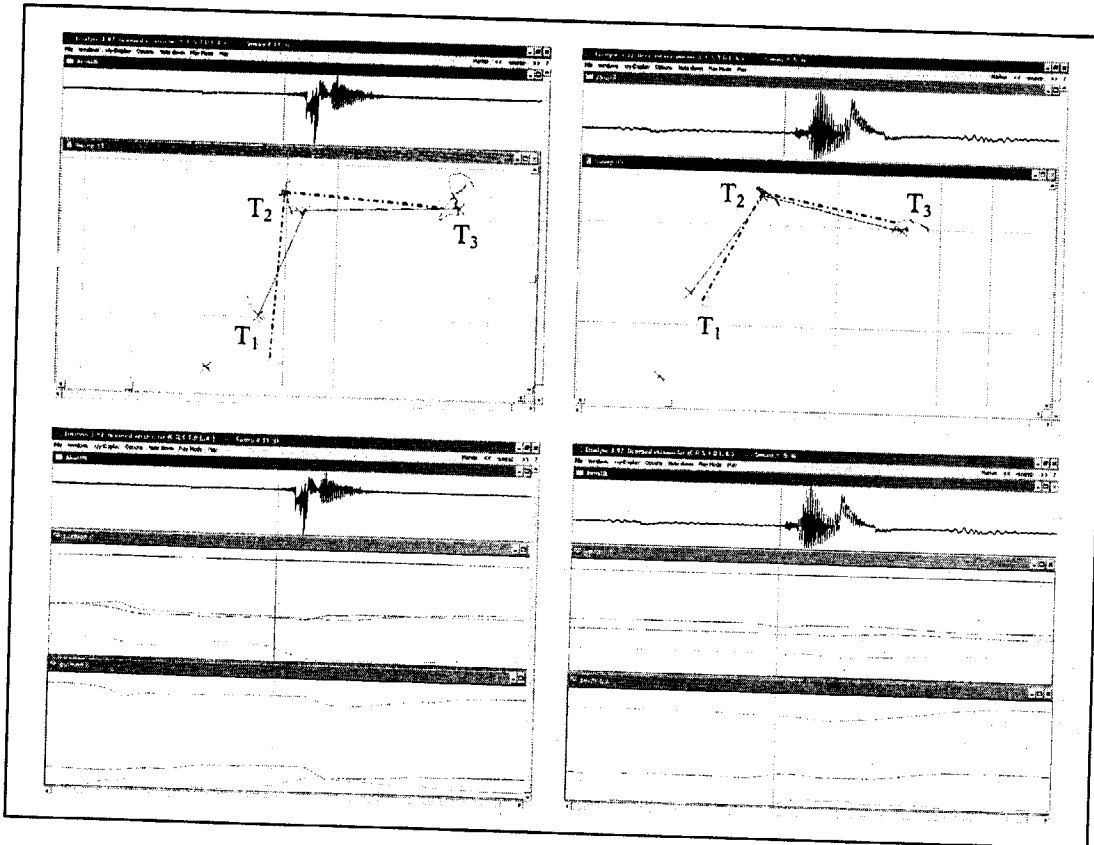
En contexte vocalique [i] (Figure 9), nous constatons, respectivement pour [si] et [ti] (Tab. 5) :

- une avancée du dos et du centre, le premier de 3.68 et 1.22 mm et le second de 4.88 et de 0.79 mm ;
- un recul de l'apex de 4.09 et 2.65 mm avec une baisse de 1.51 et 0.64 mm.

**Analyse articulatoire des consonnes emphatiques de l'arabe standard**

Phonèmes	Ti	Position selon X (mm)		Position selon Y (mm)	
		X(t1)	X(t3)	Y(t1)	Y(t3)
[s]	T1	116.5	112.82	171.69	170.41
	T2	86.1	81.22	170.61	174.48
	T3	80.76	81.01	143.13	141.62
[t]	T1	114.95	113.73	169.73	170.28
	T2	88.4	87.61	175.13	176.95
	T3	74.4	77.05	156.47	155.83

*Tab. 5 : Positions des capteurs dans le plan (x,y) pour les séquences [si] et [ti]*



*Figure 9 : Mouvements des capteurs lors des réalisations de [si] (en haut) et [ti] (en bas)*

En contexte vocalique [u] (Figure 10), étant donnés les résultats obtenus (tab 6), nous observons :

- un déplacement du dos et du centre de la langue, respectivement pour [su] et [tu], vers l'arrière de 0.51 et 4.64 mm pour le dos et 2.57 et 6.59 mm pour le centre de la langue ;
- une montée du dos de 10.85 et 7.29 mm pour [su] et [tu] ;
- une montée du centre de 2.43 mm pour [tu] et une baisse de 1.15 mm pour [su] ;

- un recul de l'apex de 4.61 et 13.7 mm respectivement pour [su] et [tu], accompagné d'une baisse de 1.91 mm pour [su].

phonèmes	Ti	Position selon X (mm)		Position selon Y (mm)	
		X(t1)	X(t3)	Y(t1)	Y(t3)
[s]	T1	114.18	113.67	172.61	183.46
	T2	84.07	86.64	168.44	167.29
	T3	82.05	86.66	141.58	139.67
[t]	T1	116.69	121.33	171.39	178.68
	T2	90.08	96.67	173.79	176.22
	T3	75.14	88.84	156.93	157.21

Tab. 6 : Positions des capteurs dans le plan (x,y) pour les séquences [su] et [tu]

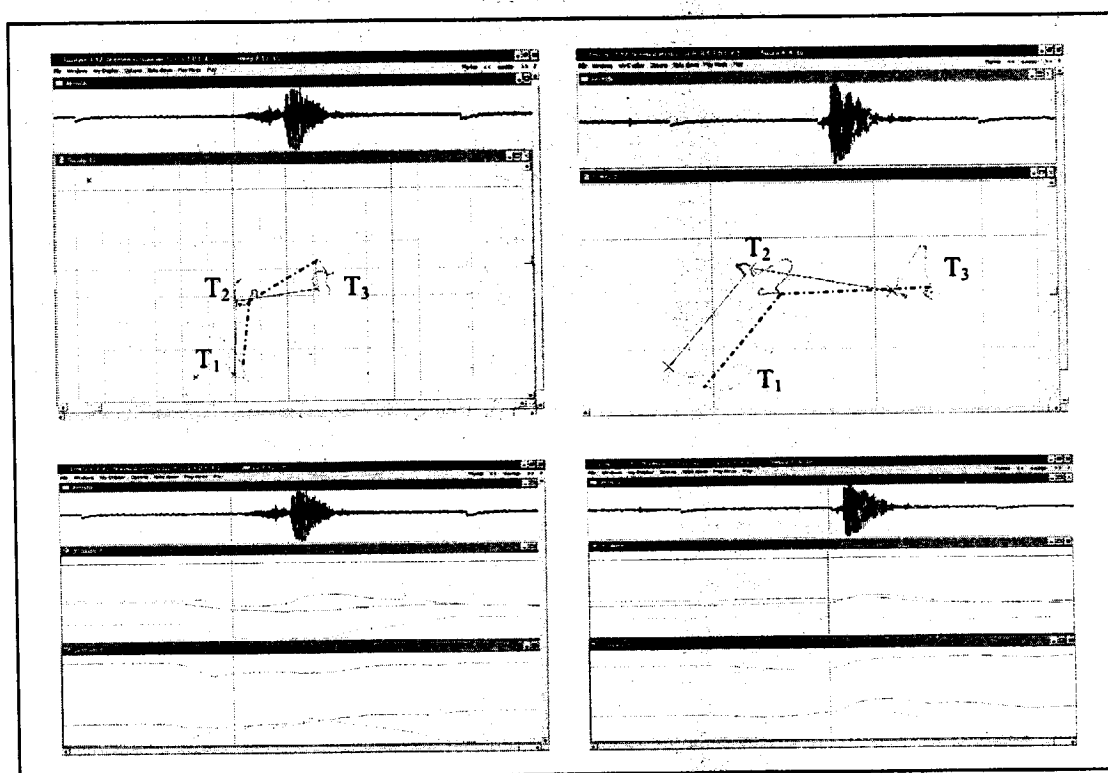


Figure 10 : Mouvements des capteurs lors des réalisations de [su] (en haut) et [tu] (en bas)

#### 4. Conclusions

Les différences significatives dans l'articulation des CE [s] et [t] et les CNE [s] et [t] résident dans la partie postérieure. Elles consistent en un recul vers le haut du dos de la langue d'une valeur qui diffère selon le contexte vocalique.

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 celle de leurs opposées non emphatiques.

Ce mouvement lingual est accompagné par une incurvation du dos de la langue d'où l'appellation [muṭbaqa], qui veut dire incurvé (ce qui confirme l'interprétation de A. Hadj Salah du passage de Sibawayh). Cette incurvation est relativement petite pour les CE en contexte vocalique [i] comparée à celle au voisinage de [a] et [u].

Contrairement aux CE, cette incurvation n'apparaît pas pour les CNE prises dans les trois contextes vocaliques cités.

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 de la langue.

L'emphase est plus importante en contextes [a] et [u] qu'en [i]. Le dos de la langue aura une articulation plus extrême et le centre de la langue adopte une position plus basse en contextes [a] et [u].

Suite aux expériences pratiques, toutes les descriptions faites sur le phénomène de l'emphase rejoignent la constatation de Sibawayh quant à la double articulation qui caractérise les sons emphatiques. Généralement, ce que nous pouvons remarquer au sujet des propositions suggérées pour comprendre ce phénomène est que presque toutes les descriptions faites dans ce sens, d'un point de vue articulatoire, traitent les CE comme étant complexes et caractérisées par une double articulation :

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

La constriction pharyngale et l'affaissement de la masse linguale seront retenus comme caractérisant essentiellement le phénomène de l'emphase.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] Djebali, H.T., *Etude radiocinématique et acoustique des phonèmes spécifiques à la Langue Arabe*, thèse de Magistère, Université d'Alger, Algérie, 1997.
- [2] Giannini, A., M., Pettorino, *The emphatic consonants in Arabic*, Giardini editore stampatori in Pisa (Italie), 1982.
- [3] Hadj-Salah, A., *Linguistique Arabe et Linguistique Générale : Essai Méthodologie et d'Epistomologie du 'ilm al -'Arabiyya*, Thèse de doctorat d'état, Université Paris - Sorbonne, Paris IV (France), 1979.
- [4] <http://www.icp.inpg.fr/ICP/articulographie.fr.html>
- [5] <http://www.articulograph.de>
- [6] P. Hoole, *Methodological Considerations in the Use of Electromagnetic Articulation in Phonetic Research*, **Proceedings of the ACCOR Workshop on Electromagnetic Articulation in Phonetic Research**, 31, ISSN0342-782X, Institut für Phonetik und Sprachliche Kommunikation der Universität München, 1993.
- [7] P. Hoole, *Issues in the Acquisition, Processing, Reduction and Parameterization of Articulatory Data*. (<http://www.phonetik.uni-muenchen.de>)