

ETUDE CINERADIOGRAPHIQUE ET ACOUSTIQUE DE L'UVULAIRE /q/ DANS LES CONTEXTES VOCALIQUES /a/ ET /u/

DJEBALI – HAOUCHE Tassadit *

1- Université d'Alger 2, tassadit-h@hotmail.fr

Soumission : 26/02/2023

Acceptation : 12/04/2023

Publication : 20/04/2023

Résumé:

Ce travail porte sur la description dynamique du mode articulaire de l'uvulaire occlusive /q/ du système de la langue arabe. Ce phonème est placé dans le contexte vocalique du /a/ et du /u/, et distribué 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 phonème. Cette consonne a un effet notable sur le F1 des voyelles ; cet effet est attribué au report de la langue vers la partie vélaire et 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 articulaire - Corrélation, physiologique acoustique — Uvulaire - Voyelles /u/ et /a/ de l'arabe standard

* **Auteur correspondant.**

CINERADIOGRAPHIC AND ACOUSTIC STUDY OF THE UVULAR / q / IN VOCALIC CONTEXTS / a / AND / u /

Abstract:

This work focuses on the dynamic description of the articulatory mode of uvular, in particular the occlusive /q/ of the Arabic language system. This phoneme is placed in the vowel context of /a/ and /u/, and distributed in the three positions namely: initial, intervocalic and final. A correlation between the shape of the cavities and the acoustic aspect of the different phonemes will be established; in order to identify the specificities of each phoneme. This consonant has a noticeable effect on the F1 formant of vowels. This effect is attributed to the transfer of the tongue towards the velar part and the pharyngeal wall. The configuration of the pharyngeal cavity is brought to light using the cine-radiography used in this research.

Keywords: Variation and configuration of cavities - articulatory dynamics – Correlation - physiological acoustics – uvular - vowels /u/ and /a/ of Standard Arabic.

Introduction :

Le but de cette étude est de présenter une description physiologique et dynamique, à partir des données ciné-radiographiques, de la consonne /q/ 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/ et la voyelle /u/ dans ces différents contextes. De cette corrélation se dégagera le degré d'influence qu'exercent

cette consonne 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 la consonne et pour les voyelles /a/ et /u/ dans ces différentes positions. L'activité de l'uvule sera détaillée ainsi que l'activité glottale. Le langage est avant tout un système auditif de symboles ; c'est aussi un système moteur, puisqu'il procède par articulation... (Sapir, E.1967). Nous nous proposons de décrire cet aspect moteur à partir donc du film ciné-radiographique en présentant une analyse du mouvement dynamique des articulateurs lors de la réalisation du phonème /q/ en position initiale, inter vocalique et finale, dans le contexte vocalique du /a/ et du /u/. Nous présentons ce phonème dans un logatome à l'intérieure d'une phrase porteuse, structure suggérée par Jean Louis BOE, afin d'éviter tout effet de coarticulation. Cette structure est : /qul cvcvc faqaʔ/ qui veut dire « dis cvcvc seulement ».

Une analyse acoustique accompagnera cette description, car ces deux aspects de la parole sont intimement liés : ce que l'acoustique décrit, l'articulatoire l'explique ; par ailleurs la parole n'est qu'un « phénomène physique résultant d'une activité physiologique et psychique. » (Leroy, M., 1980).

1. Procédure expérimentale :

1.1. Corpus :

Notre corpus est constitué, entre autre, de l'uvulaire occlusive que compte le système de la langue arabe ainsi que les deux voyelles /a/ et /u/ ; cette consonne est distribuée de manière à apparaître à l'initiale, en intervocalique et en finale ; constituant ainsi deux syllabes dont la deuxième porte l'accent. Cette consonne est combinée 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. La consonne est donc accompagnée par la voyelle /a/ et la voyelle /u/.

1.2. 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 de Strasbourg (France) dans le service du Docteur F. WOLF ; sous la direction de Madame Le Professeur Péla SIMON et l'équipe technique de l'IPS.

1.3. 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 ;

A.BOTHOREL : La cavité pharyngale configuration et variation dans la chaîne parlée ;

J.S.PERKELL : Cyneradiographic studies of speech ;

M.PETERSSON : Le système vocalique de l'islandais à partir de L'analyse Radiocinématographie ;

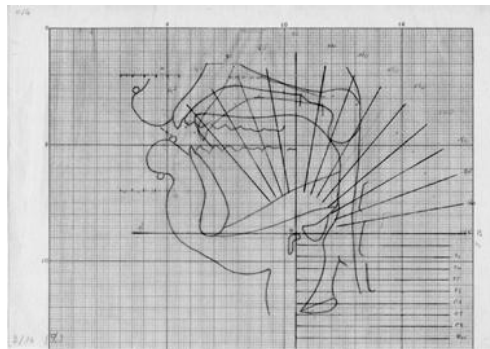
P.SIMON : Les consonnes Françaises, Mouvements et positions articulatoires à la lumière de la radiocinématographie ;

R.M.SKALIDIS KONTANTINIDIS : Les occlusives du truc parlé à Istanbul : Etude radio cinématographique et acoustique ;

B.VAXELAIRE : Variations de geste et de débit, contribution à une base de donnée sur la production de la parole, mesures ciné-radiographiques, groupes consonantiques en français.

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

Figure 1 : grille de mesures utilisée



1.4. Les paramètres physiologiques retenus pour les mesures des profils sagittaux – médian de notre film ciné- radiographique :

Paramètre 1-correspond à l'angle des maxillaires.

Paramètre 2-correspond à la projection de la lèvre inférieure.

Paramètre 3-correspond à la projection de la lèvre supérieure.

Paramètre 4-correspond à l'écart des lèvres.

Paramètre 5-correspond à l'apex / incisives inférieures.

Paramètre 6-correspond à l'apex / incisives supérieures.

Paramètre 7-correspond au dos de la langue et le palais dur.

Paramètre 8-correspond à la luette / paroi pharyngale.

Paramètre 9-correspond à la luette / dos de la langue.

Paramètre 10-correspond à la largeur de contact avec le dos de la langue.

Paramètre 11-correspond à la largeur de contact avec la paroi pharyngale.

Paramètre 12-correspond à la langue et la paroi pharyngale. (p1)

Paramètre 13-correspond au numéro du parallèle. (p1)

Paramètre 14-correspond à la valeur au niveau. (p4)

Paramètre 15-correspond au numéro du parallèle. (p4)

Paramètre 16-correspond à la racine de la langue / paroi pharyngale

Paramètre 17-correspond niveau. (p6)

Paramètre 18-correspond à l'épiglotte et la racine de la langue.

Paramètre 19-correspond à l'épiglotte et la paroi pharyngale.

Paramètre 20-correspond au niveau. (p6)

Paramètre 21-correspond parallèle d'accolement. (Sup)

Paramètre 22-correspond parallèle d'accolement. (inf)

Paramètre 23-correspond à la mesure horizontale du point antérieur de l'extrémité du larynx.

Paramètre 24-correspond à la mesure horizontale du point postérieur l'extrémité du larynx.

Paramètre 25-correspond à la mesure verticale de l'extrémité antérieure du larynx.

Paramètre 26 -correspond à la mesure verticale de l'extrémité postérieure du larynx.

Paramètre 27-correspond au rétrécissement maximal de l'entrée du larynx.

Paramètre 28-correspond au parallèle où s'effectue le rétrécissement.

Paramètre 29-correspond aux déplacements horizontaux de l'os hyoïde.

Paramètre 30-correspond aux déplacements verticaux de l'os hyoïde.

*Nous avons retenu pour ce travail les paramètres mis en gras dans la liste ci-dessus.

2. Coordination 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 spatiotemporelle : durée et ampleur de leur déplacement. Les articulateurs principaux dans la production de nos phonèmes choisis, dans ce travail, est le muscle lingual et l'uvule. De la forme et de la position de ce muscle dépendent les différentes cavités de résonance lesquelles sont responsables du modelage du son émis par la source, à savoir le larynx...

Cette étude a donc, pour objet, d'une part, de décrire le mécanisme de production de l'uvulaire /q/ - un phonème spécifique à la langue arabe (et aux langues sémitiques comme le Tamazight) - et les différentes

configurations du conduit vocal pour la voyelle /a/ et pour la voyelle /u/ dans le contexte de cette uvulaire.

Le système phonétique de la langue arabe comprend deux laryngales /ʔ/ et /h/, deux pharyngales /^ʕ/et /ħ/, trois uvulaires /ğ/, /ħ/ et /q/, une vélaire /k/, trois palatales: /ǧ/, /š/ et /y/, les apico-alvéolaires: /l/, /r/, /n/, /d/, /t/, les emphatiques /ḍ/ et /ṭ/, les sifflantes: /z/, /s/ et l'emphatique /ṣ/, les inter-dentales: /t̪/, /d̪/ et l'emphatique /ḍ/, une labio-dentale /f/ et les bilabiales: /b/, /m/ et /w/.

A côté de ces consonnes, nous avons, sur le plan phonologique, trois voyelles : /a/, /i/, /u/ et leurs correspondantes longues. Le phonème /q/ est décrit par les anciens grammairiens arabes (al-Khali :l, Si :bawayh, Ibn Ginni et bien d'autres) comme une occlusive sonore. Les études actuelles la considèrent comme une occlusive sourde.

A partir des différentes méthodes d'analyse utilisées dans ce travail de recherche, nous espérons apporter quelques réponses aux questions suivantes :

Quelle est la vraie nature du phonème /q/ ?

Quelle est la configuration des différentes cavités pour ce /q/, pour /a/ et pour /u/ ?

Quel est le comportement des différents articulateurs ?

Quelle est la coordination entre les principaux articulateurs responsables de cette uvulaire ?

Sur le plan acoustique, quelle corrélation pouvons-nous établir entre les valeurs des paramètres retenus et les différentes configurations du conduit vocal ?

3. Méthode d'analyse :

Nous avons, donc, établi une grille de mesures — mentionnée ci-dessus - pour nos profils sagittaux médians, allant des lèvres jusqu'au ventricule de Morgagni. Une trentaine de paramètres ont été retenus, permettant un balayage minutieux du conduit vocal de la glotte jusqu'aux lèvres. Comme nous l'avons mentionné ci-dessus, le film ciné-radiographique a été réalisé à l'I.P.S. sous la direction de madame Pela SIMON en 1983. Le locuteur mas.1 est originaire de Syrie. Le locuteur mas.2 est originaire du Maroc, les deux locutrices : fe.1 et fe.2 Sont originaires d'Algérie.

A partir des mesures obtenues de l'exploitation du film (réalisé avec le loc. mas.1), nous avons pu décrire, à l'aide de courbes, l'évolution, dans le temps, du mouvement des articulateurs.

4. Description dynamique du logatome :

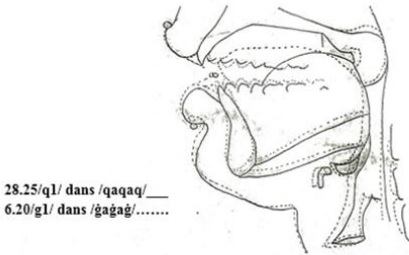
Dans le logatome /ququq/, le mouvement de la racine de la langue vers la paroi pharyngale se réalise progressivement de la consonne /q/ qui se caractérise par une ouverture de 9mm à la deuxième image de /q1/, puis de 8mm, on passe à 7mm pour la première image de /u1/ qui se ferme progressivement pour atteindre 5mm de largeur au niveau P6. La cavité pharyngale s'élargit de 2mm (passant de 5mm à 7mm) pour /q2/ et ce sur 2 images puis un rétrécissement de 2mm caractérise la voyelle /u2/ qui garde 5mm durant 4images successives puis passe à 6mm puis 5mm. l'uvule se retire à l'image suivante, le diamètre de la cavité pharyngale est de 5,5mm au niveau P6. il s'élargit progressivement allant à 7mm puis 8mm sur deux

images puis 6,5mm,10, 5mm, 8,5mm enfin 9mm à la dernière image de /q3/ (i.42).

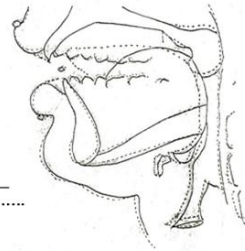
Au niveau du larynx, à la première image de /q1/, le point antérieur du ventricule de Morgagni se trouve à 19mm de la médiatrice et ce, sur trois images successives (i 17- 18 — 19) puis à i20, dernière image de /q1/, il recule d'1mm. Le /u1/ commence avec un recul de 4mm par rapport à /q1/. Cette extrémité antérieure avance puis recule de 1mm. Le /q2/ garde une certaine stabilité sur trois images successives ; au niveau P6 et au niveau du larynx, la voyelle /u/ et le /q/ intervocalique se caractérisent par une certaine stabilité articulaire.

La superposition des phases centrales de chaque consonne et de chaque voyelle nous montre la variation dans la position de chaque articulateur, allant du larynx jusqu'aux lèvres, pour la consonne occlusive sourde /q/ et chacune des consonnes fricatives : la sonore /g/ et la sourde /h/ ainsi que la voyelle adjacente. Cette superposition de l'occlusive /q/ avec les deux autres uvulaires qui font appel aux mêmes articulateurs ; avec un mode de réalisation différent, s'avère très riche en apport au niveau phonologique.

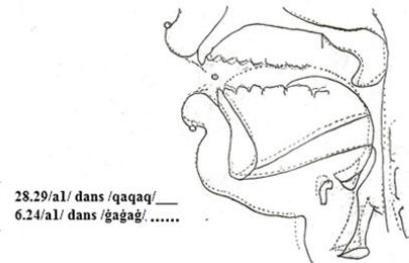
Les figures suivantes illustrent clairement ces variations physiologiques :



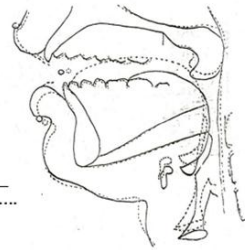
28.25/q/ dans /qaqaq/____
6.20/g/ dans /gagaq/.....



28.25/q1/ dans /qaqaq/____
15.17/h1/ dans /hahah/.....



28.29/a1/ dans /qaqaq/____
6.24/a1/ dans /gagaq/.....



28.29/a1/ dans /qaqaq/____
15.23/a1/ dans /hahah/.....

5. Commentaire :

Pour les uvulaires, nous relevons une position basse du larynx pour le /g/ et une position haute et arrière pour le /h/ qui se caractérise par un large accollement uvulaire relâché et un pharynx large. Le dos de la langue se bombe pour la sonore /g/ et la fermeture vélique est très ferme. Pour l'uvulaire occlusive /q/, l'accolement uvulaire est très important et ferme, le dos de la langue épouse une forme circulaire provoquant une vélarisation importante ; ce qui réduit de moitié le volume de la cavité pharyngale. La position du tube du larynx pour ce /q/ est basse, reculée et plus fermée que celui du /g/. L'angle des maxillaires est plus grand pour /q/ par rapport à /g/.

La voyelle /a/, dans le contexte du /h/, se caractérise par une élévation du larynx et de l'os hyoïde par rapport au /a/ dans le contexte

du/ġ/. Le rétrécissement du larynx est plus important pour ce /a/ par rapport au /a/ du /ġ/ qui est plutôt large. La cavité pharyngale s'élargie pour le /a/ du /ħ/ et le dos de la langue garde une position haute.

Dans le contexte du /q/, le /a/ se présente avec une cavité pharyngale rétrécie et une cavité buccale élargie. Par contre, dans le contexte du /ħ/, le /a2/ se présente avec une élévation du larynx, un élargissement de la cavité pharyngale et un rétrécissement de la cavité buccale. Dans le contexte du /ġ/, le /a2/ se présente avec une élévation du larynx, de la racine de la langue et du dos de la langue accompagné d'un élargissement de la cavité pharyngale et un rétrécissement de la cavité buccale en comparaison avec la configuration du /q/.

Dans son analyse expérimentale des phonèmes d'arrière de l'arabe classique (1983 p.258), Boff M.C présente une description détaillée de l'uvulaire /q/. Elle écrit : « les données de l'analyse articulatoire et acoustique nous permettent de définir la consonne.../q/ comme une occlusive sourde vélaire- uvulaire dorsale. » plus loin elle ajoute : « le mouvement articulatoire de la consonne /q/, dans /saqala/ (phrase 17) et /saqaṭa/ (phrase 75), comporte une constriction pharyngale très importante, dont la largeur minimale se situe dans le haut du pharynx, en p2 – p3. Le contact occlusif maximal est étendu (11mm), il se situe entre 84° et 97°. »

D'autres chercheurs ont essayé de décrire les uvulaires ; parmi eux nous citons DELATTRE, (1966), BONNOT (1976/77).... Chez certains d'entre eux, il y a confusion au niveau du lieu d'articulation arrière de ces consonnes et, le trait emphatique qui est produit à la suite du rapprochement de la langue de la paroi postérieure.

L'apport de la ciné-radiographie dans la recherche en physiologie de la parole est incontestable ; le suivi dynamique de la phonation nous dévoile

quelques secrets de l'opposition phonologique dans les systèmes phonétiques qui possèdent ces uvulaires.

6. Comportement de l'uvule pour le phonème : /q/

Nous rappelons que la vitesse d'enregistrement du film est de 50 images par seconde ; nous avons donc une image tous les deux centi secondes. Nous commençons, dans cette description détaillée, par le phonème occlusif sourd /q/ :

Le /q/ présente le même aspect que la fricative sonore /g/ ; il commence par un accolement important sur trois images successives, de i1 à i3 puis, de i8 à i11 ainsi que de i18 à i27.

La voyelle /a1/ présente une stabilité sur deux images à savoir i6 et i7 avec une distance de 2,5mm entre l'uvule et le dos de la langue.

Une autre stabilité marque ce /q/ sur deux images i12 et i13 qui correspondent à l'instant du passage de /q2/ à /a2/ sachant que i14 a une ouverture de 3,5 mm et représente la phase centrale de /a2/.

Une autre stabilité, dans le mouvement, se produit à i 16 et i17 indiquant le passage de /a2/ à /q 3/ qui commence avec un accolement total à i18 et ce sur dix images successives. Ce qui justifie la longue tenue consonantique du /q/ final qui se traduit, sur le spectre, par un silence acoustique suivie d'une barre de bruit d'explosion.

7. Description de cette uvulaire au niveau pharyngal et laryngale :

Entre les deux consonnes sourdes notamment /q/et /h/, l'une est occlusive et l'autre fricative ; la différence frappante se situe tout d'abord au niveau de l'accolement du dos postérieur de la langue à l'uvule pour /q/. Ce

mouvement vers l'arrière confère à la langue une forme bombée presque circulaire.

Cet aspect de la langue la fait porter vers l'arrière et réduit la cavité pharyngale de moitié. Ceci s'accompagne par une position légèrement plus basse et plus en arrière du tube du larynx et de l'os hyoïde pour ce /q/. En inter vocalique, la différence s'accroît au niveau de tout l'appareil phonatoire : montée du larynx, de l'os hyoïde et de la langue à sa partie antérieure pour /h/ et baisse du maxillaire et de la lèvre inférieure.

En finale, l'accolement uvulaire pour /h/ est aussi important que celui de /q/ mais avec la montée et l'avancement du larynx et de l'os hyoïde.

8. Comportement de la glotte :

8.1. Commentaire sur le logatome /ququq/ (occurrence 1), Locuteur : Mas.1

L'uvulaire /q/ en position initiale commence par un bruit de friction marquant l'accolement de l'uvule sur le dos de la langue ; ce bruit de friction est sourd avec des concentrations à la hauteur du premier et du deuxième formant de la voyelle /u/ sur une durée de 0,033 secondes. Cette friction est suivie d'une explosion qui donne naissance au pitch et à une structure formantique stable du /u/, suivie d'un bruit de friction marquant l'accolement de l'uvule accompagné d'une légère montée du pitch durant 0,076 sec. Puis une rupture pendant 0,035 sec. marquant l'explosion du /q2/ ; la fin de cette explosion coïncide toujours avec le VOT de la voyelle adjacente /u2/.

Ce travail simultané de l'uvule et des cordes vocales est dû à la structure physiologique de ces deux parties indépendantes l'une de l'autre. Il

est dû aussi, au mouvement de la partie post-dorsale de la langue vers le voile avec un minimum d'effort car le travail est surtout accompli par l'uvule (aidée par toute la masse vélique).

8.2. Commentaire sur le logatome /ququq/ (occurrence 2), Locuteur : Mas.1

La durée du /q1/ est de 0,043 sec avec une absence totale du pitch, la voyelle /u1/ est réalisée avec un retrait du pitch sur 0,018sec puis le voisement continu sur une durée de 0,022sec c'est-à-dire la deuxième moitié de la voyelle /u/ ; son VTT dure 0,037sec puis un silence total s'en suit. La durée totale de /q2 / est de 0,023sec. Le voisement commence juste après l'explosion dès que l'uvule amorce son retrait. Les cordes vocales commencent à vibrer de manière périodique au moindre passage de l'air entre l'uvule et le dos de la langue.

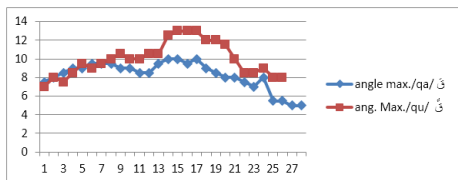
En conclusion, nous pouvons avancer que le VOT de la voyelle adjacente à /q/ coïncide avec l'explosion du /q/ (retrait de l'uvule), le VTT de cette même voyelle coïncide avec l'accolement de l'uvule sur le dos de la langue ; ainsi le pitch ne s'arrête qu'après une application totale de l'uvule dont la durée varie suivant que le /q/ est à l'initiale, donc une durée courte ; en position intervocalique la durée est généralement médiane et en finale, la durée est toujours longue- notamment sa tenue.

Le mouvement des différentes structures est résumé par ces courbes de corrélation qui nous montrent l'évolution des deux logatomes simultanément. Le logatome /qaqaq/ comprend 28 images, se succédant sur l'axe du temps, l'axe horizontal tous les deux centièmes de seconde. L'axe vertical témoigne de l'ampleur du mouvement en synchronisation avec l'axe du temps. Le logatome /ququq/ comprend 26 images. Cette corrélation entre les mouvements des différents articulateurs nous montre toute l'activité du

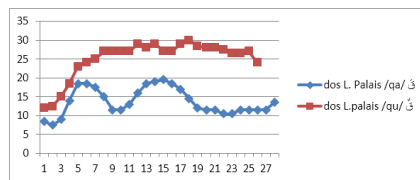
conduit vocal, allant de la glotte jusqu'aux lèvres, et nous renseigne sur la synchronisation espace-temps et la coordination dans la phonation.

9. Les courbes de corrélation :

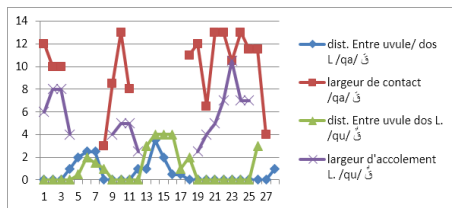
Angle des max.



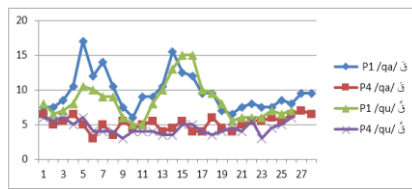
Dos L. palais



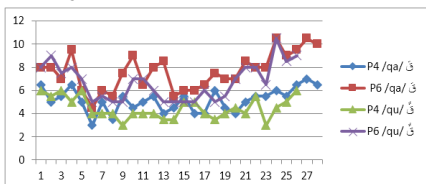
Dist. entre uvule dos l.



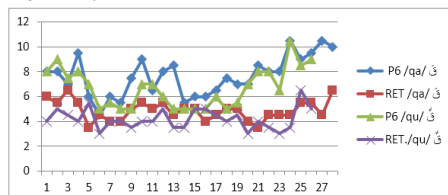
P1 P4



P4 P6



P6 RET.



La corrélation entre le mouvement de la racine au niveau P6 et le mouvement des bandes ventriculaires montre une similitude dans leurs mouvements dynamiques. Une stabilité articutoire est très visible pour le logatome /ququq/ au niveau P6 et au niveau du rétrécissement laryngé. La variation de cette partie basse de la cavité pharyngale est très différente pour les deux logatomes. Ce mouvement est plus ample pour /qaqaq/ que pour

/ququq/ : le rétrécissement pharyngal (à P6) et au niveau des bandes ventriculaires est plus accentué pour /ququq/ que pour /qaqaq/.

Nous retenons de cette corrélation articulatoire que le bas pharynx et le tube du larynx évoluent dans le même sens et dans une ampleur relativement propre à la voyelle.

10. Synthèse générale :

A l'issue de ce travail de recherche, portant sur le phénomène coarticulaire entre l'uvulaire de l'arabe standard et les deux voyelles /a/ et /u/ ; nous avons pu mettre en exergue l'influence notoire qu'exercent cette consonne sur les voyelles.

Un suivi de la dynamique articulatoire, allant de l'entrée du larynx jusqu'aux lèvres, et de la coordination dans l'espace et dans le temps pour les articulateurs responsables de l'actualisation de chaque séquence sonore, nous a permis de déterminer le lieu exacte de l'uvulaire étudiée ; son mode articulatoire et ses caractéristiques propres : position et configuration ainsi que le suivi du mouvement spécifique à chaque unité sonore et l'ampleur de chaque mouvement ; sachant que dans l'harmonie articulatoire, la consonne et la voyelle vont dans le même sens et, parfois le mouvement de l'une va dans le sens inverse de l'autre ; ceci donne lieu à une certaine négociation afin de garder le timbre spécifique à chacune des deux séquences ; sachant aussi que les limites entre les phonèmes d'une séquence sonore sont floues, nous avons pu mettre en lumière cette influence qui se résume dans la configuration consonantique et, le son vocalique qui s'imprègne de cette configuration aboutissant à autant de voyelles que de consonnes ; car chaque

voyelle est prise dans la configuration physiologique de la consonne attenante.

Bien qu'il y ait cette variation dans l'onde sonore, les voyelles gardent toujours le même rapport entre elles ; il existe un certain palier à ne pas dépasser pour garder le timbre propre de chaque voyelle, qu'elle soit antériorisée, centralisée ou postériorisée voire emphatisée.

En examinant la valeur du F1 des différentes voyelles et les premières fréquences pour la consonne adjacente à chaque voyelle, nous constatons l'influence exercée par ce phonème sur les autres ; une influence mutuelle suivant les caractéristiques propres à chaque voyelle et à chaque consonne : pour la voyelle /u/, l'influence consiste à vélariser la consonne - désigné en arabe par /ʔisti^ʕla:ʔ/. La voyelle /a/ tend à pharyngaliser la consonne. A titre comparatif ; ces caractéristiques sont très nettes dans le contexte consonantique des laryngales ; les différentes voyelles sont réalisées sans aucune influence, vu que le travail physiologique, pour ces consonnes, ne touche que la glotte. Les parties supra-glottiques ne subissent pas d'influence venant des consonnes mais, elles s'apprêtent à réaliser le son vocalique sans aucune contrainte ; les valeurs des fréquences relevées pour les voyelles dans le contexte du coup de glotte, illustrent très bien cette neutralité du travail glottal pour la consonne dans la réalisation de la voyelle. Chaque voyelle garde ses caractéristiques au niveau du F1. Le coup de glotte est réalisé avec les mêmes valeurs que la voyelle adjacente, cela est bien clair à travers les différentes valeurs des premières fréquences pour la consonne et la valeur de F1 pour la voyelle. L'influence du coup de glotte est donc quasiment nulle.

11. Analyse acoustique des logatomes /qaqaq/ et /ququq/ pour deux locuteurs masculins et deux locuteurs féminins :

11.1. Les paramètres acoustiques retenus :

La durée de chaque phonème, l'intensité, le pitch, F1, F2 et F3. Les valeurs données dans les tableaux représentent les valeurs des moyennes de trois répétitions pour chaque locuteur. Il résulte de l'interprétation des chiffres avancés ce qui suit :

- La durée :

La durée de /q/ dans le logatome /qaqaq/ est plus longue que la durée de /q/ dans le logatome /ququq/ chez les locuteurs masculins (la différence est de 0,02sc.). La voyelle /a/ est également plus longue d'une valeur de 0,01sc.

Chez les locuteurs féminins, le /q/ dans le logatome /ququq/ est beaucoup plus long que le /q/ dans le logatome /qaqaq/, la voyelle /a/ est légèrement plus longue que la voyelle /u/.

- L'intensité :

En règle générale, les voyelles sont plus intenses que la consonne /q/ dans ses trois positions. Les réalisations féminines sont plus intenses que les réalisations masculines ; (voir tableau).

- Le pitch :

Le pitch de la voyelle /u/ est plus élevé que le pitch de la voyelle /a/ chez les deux catégories.

La hauteur du pitch de la voix féminine est plus élevée que celle de la voix masculine. Nous relevons 0 75,99Hz de plus pour le /u/ féminin et 070Hz de plus pour le /a/ féminin.

- La fréquence

La fréquence des premières composantes acoustiques du /q/ est plus élevée chez les locuteurs féminins de 90,52Hz, les deuxièmes et les troisièmes fréquences du /q/ sont plus élevées chez les locuteurs masculins par rapport aux fréquences des locuteurs féminins de l'ordre de 216,44Hz de plus et 148,89Hz aux troisièmes fréquences.

Par contre, le F2 et le F3 de la voyelle /u/ sont plus élevés chez les locuteurs féminins ; ils dépassent, respectivement, de 8,83Hz et de 82,46Hz.

11.2. Comparaison entre la voyelle/u/et la voyelle/a/avec le/q/

Les premières fréquences de l'explosion du /q/ et le F1de /u/ sont plus basses que les premières fréquences du/q/et le F1 de/a/. Les premières fréquences de /q/ avec la voyelle /a/ sont plus basses chez les locuteurs masculins par rapport aux locuteurs féminins ; la différence peut se résumer comme suit :

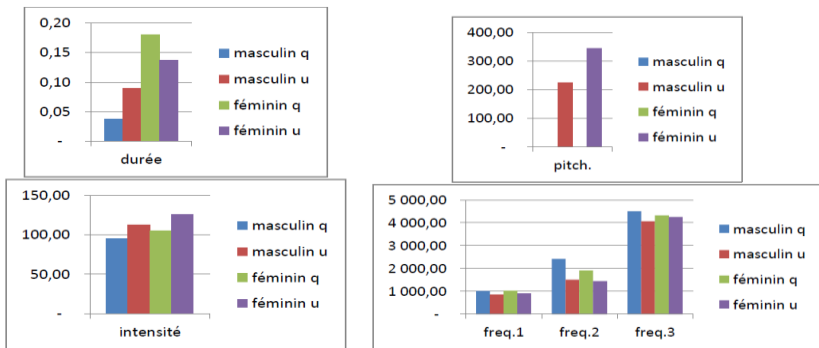
Les premières fréquences du/q/loc. Fém. dépassent de 173,99Hz les premières fréquences du /q/ loc. masc. Le F1 de la voyelle /a/ loc. Fém. est plus élevé que le F1du /a/ loc. masc. de 267,08Hz. La deuxième fréquence de l'explosion de /q/ est plus ou moins proche pour les deux catégories masc.et fém. Le /q/ loc. masc. est plus élevé de 50,2Hz par rapport au /q/ loc. fém. Par contre le F2 de /a/ loc.fém. est plus élevé de 156,17Hz que le F2 du /a/ loc.masc. Aux troisièmes fréquences du /q/ loc.masc. Nous relevons une hausse de 88,54Hz par rapport aux fréquences du /q/ loc.fém. Le F3 de la voyelle /a/ loc.masc. est plus élevé de 605,31Hz par rapport au F3 de la voyelle /a/ loc. fém.

11.3. Valeur moyenne pour chaque locuteur. Logatome /ququq/

| loc. | phonème | durée | intensité | pitch. | freq.1 | freq.2 | freq.3 |
|-------|---------|-------|-----------|--------|--------|----------|----------|
| mas.1 | q | 0,02 | 61,46 | - | 747,65 | 1 822,64 | 2 979,41 |
| | u | 0,06 | 75,24 | 139,17 | 611,18 | 1 041,53 | 2 683,45 |
| mas.2 | q | 0,02 | 67,66 | - | 535,41 | 1 203,17 | 3 057,05 |
| | u | 0,05 | 75,40 | 169,11 | 510,49 | 944,26 | 2 770,51 |
| fe.1 | q | 0,11 | 68,74 | - | 601,19 | 1 228,38 | 2 898,81 |
| | u | 0,08 | 82,22 | 227,28 | 508,12 | 896,42 | 2 878,51 |
| fe.2 | q | 0,13 | 72,77 | - | 862,44 | 1 364,55 | 2 839,87 |
| | u | 0,11 | 86,73 | 232,99 | 794,59 | 1 107,03 | 2 740,38 |

11.4 Valeur moyenne des locuteurs masculins et féminins : Logatome /ququq/

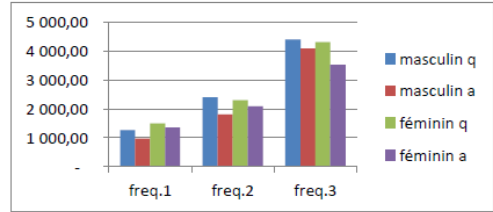
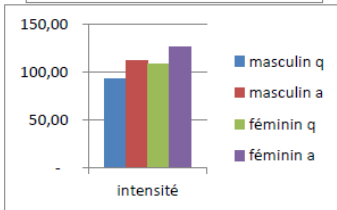
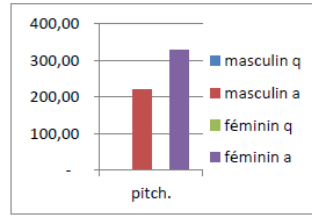
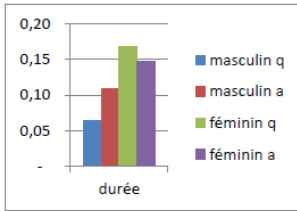
| loc. | phonème | durée | intensité | pitch. | freq.1 | freq.2 | freq.3 |
|----------|---------|-------|-----------|--------|----------|----------|----------|
| masculin | q | 0,04 | 95,29 | - | 1 015,35 | 2 424,22 | 4 507,94 |
| | u | 0,09 | 112,94 | 223,73 | 866,43 | 1 513,66 | 4 068,70 |
| féminin | q | 0,18 | 105,13 | - | 1 032,41 | 1 910,65 | 4 318,74 |
| | u | 0,14 | 125,59 | 343,77 | 905,42 | 1 449,93 | 4 248,70 |



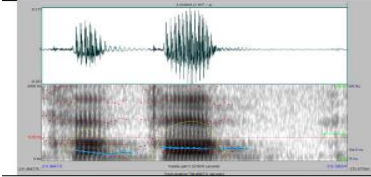
11.4. Valeur moyenne pour chaque locuteur. Logatome /qaqaq/

11.5. Valeur moyenne des locuteurs masculins et féminins. Logatome /qaqaq/

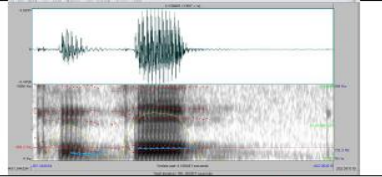
| loc. | phonème | durée | intensité | pitch. | freq.1 | freq.2 | freq.3 |
|----------|---------|-------|-----------|--------|----------|----------|----------|
| masculin | q | 0,06 | 93,53 | - | 1 268,74 | 2 395,90 | 4 396,28 |
| | a | 0,11 | 111,57 | 220,83 | 972,94 | 1 807,17 | 4 087,13 |
| féminin | q | 0,17 | 108,74 | - | 1 505,94 | 2 304,63 | 4 310,79 |
| | a | 0,15 | 126,70 | 328,99 | 1 356,57 | 2 094,15 | 3 531,10 |



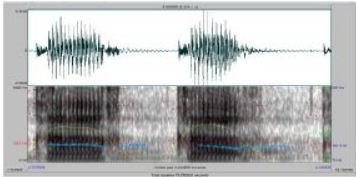
Spectrogrammes du logatome /qaqaq/ et /ququq/



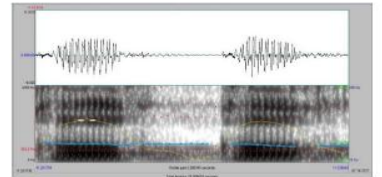
/qaqaq/ loc. mas.1



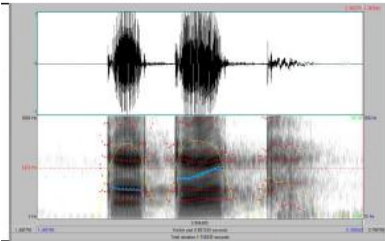
/ququq/ loc. mas.1



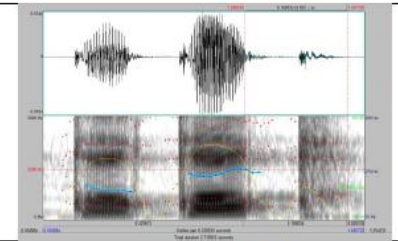
/qaqaq/ loc. mas.2



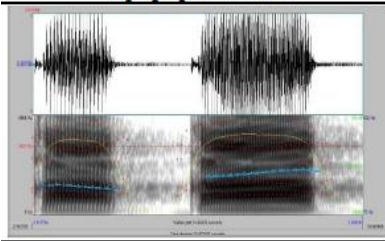
/ququq/ loc. mas.2



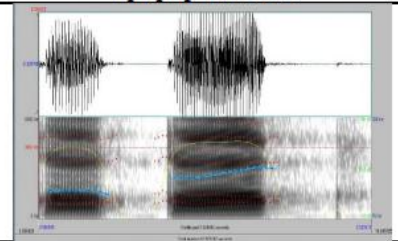
/qaqaq/ loc. fe.1



/ququq/ loc. fe.1



/qaqaq/ loc. fe.2



/ququq/ loc. fe.2

12. Conclusion :

L'analyse acoustique des logatomes /ququq/ et /qaqaq/ a confirmé le caractère sourd du phonème /q/. Aucun voisement ne s'est manifesté au moment de l'implosion ou de la tenue de son occlusion. Sa réalisation dans l'oropharynx exige l'application effective de l'uvule. Cet accollement uvulaire demande la coopération de tout le corps de la langue qui se porte vers l'arrière et de son dos qui se bombe vers le haut. Le volume de la cavité pharyngale se voit diminué. La quantité d'air phonatoire est très réduite également. Les cordes vocales ne laissent échapper qu'une petite quantité d'air correspondant au volume de cette cavité pharyngale qui varie suivant l'anatomie du locuteur.

Pour cette structure choisie, c'est l'uvule qui est l'acteur principal. La langue garde sa position arrière et sa forme bombée durant tout le logatome.

Le retrait de l'uvule du dos de la langue n'est pas audible ; pour y remédier, l'explosion du /q/ est toujours suivie d'un son vocalique —schwa— très accentué en position finale (appelé chez les anciens grammairiens arabes ('qalqala') ou le 'e' muet pour les explosives sonores finales dans la langue française.

Pour se faire, les cordes vocales reprennent la position d'adduction au moment où l'uvule amorce son retrait du dos de la langue.

Des études expérimentales sont très attendues pour le phonétisme de la langue arabe. Une étude expérimentale sur le comportement de la glotte est la plus appropriée pour rendre compte de la vraie nature de l'occlusive sourde /q/ et de l'occlusive emphatique sourde /t/. Ces deux phonèmes se distinguent par un timbre clair très proche du timbre des voisés.

Références :

- Al-Ani, S. H. (1967). An acoustic and physiological investigation of the Arabic /c/. Proceedings of the Tenth International Congress of Linguistics, Bucharest, Romania, August 28-September 2, pl55-166.
- Boe, L. J., Descout, R., & Guerin, B. (1979). Larynx et phonation. Acte du séminaire, Institut de Phonétique, Grenoble/G.A.L.F.
- Boff-Dkhissi, M.C. (1983). Contribution à l'étude expérimentale des consonnes d'arrière de l'arabe classique (locuteurs Marocains). Travaux de l'Institut de Phonétique de Strasbourg TIPS, 15, 1-363.
- Bothorel, A. (1982). Etude phonétique et phonologique du breton parlé à Argol Finistere-Sud. Print book. Lille : Atelier national production des Thèses, France.
- Djebali, T., (1997). Etude radio cinématographique et acoustique des phonèmes spécifiques à la langue arabe. Thèse de magistère non publiée, Université d'Alger.
- Djebali, T. (2010). Etude radio-cinématographique et acoustique des phonèmes spécifiques à la langue arabe. Travaux de l'Institut de Phonétique de Strasbourg TIPS, 35b, 156-164.
- Djebali, T. (2014). Configuration des cavités et valeurs acoustiques des formants de la voyelle /a/ en contexte pharyngal et emphatique : étude corrélatrice. National Conference on Speech Processing, 10-11th December 2014, CRSTDLA Algiers.
- Emerit, E. (1977). Cours de phonétique acoustique. Edition S.N.E.D., Alger.
- Ghazeli, S. (1981). La coarticulation de l'emphase en arabe. Arabica, 28, 251-277.
- Gueye, G. (1986). Les correlats articulatoires et acoustique de la distinction ±ATR en Ndut. Travaux de l'Institut de Phonétique de Strasbourg TIPS, 18, 137–249.
- Ladefoged, P. (1979). Articulatory parameters. Working papers in phonetics, UCLA Working Papers, 104, 1-13.
- Leroy, M. (1980). Les grands courants de la linguistique moderne. Edition Presses Universitaires de Bruxelles.
- Lindblom, B.E.F., & Sundberg, J.E.F. (1971). Acoustical consequences of lip, tongue, jaw and larynx movement, J Acoust Soc Am., 50(4), 1166-79.

Loevenbruck, H. (1996). Pistes pour le contrôle d'un robot parlant capable de réduction vocalique. Institut de la Communication Parlée ICP, Grenoble, France.

Petursson, M. (1974). Les articulations de l'islandais à la lumière de la radiocinématographie. Thèse de doctorat d'université, U.S.H.S., Edition Klincksieck, Paris, 359 p.

Petursson, M. (1982). La fonction glottale dans la formation des consonnes islandaises. Travaux de l'Institut Phonétique de Strasbourg TIPS, 14, 01-22.

Sapir (E.) (1967). Le langage, édition PAYOT, Paris, 231p.

Simon, P. (1961). Les consonnes françaises et leurs variations dans la chaîne parlée d'après les films radiologiques. Proceedings of the 4th International Congress of Phonetic Sciences, Helsinki.

Simon, P. (1977). Les consonnes françaises, Mouvements et positions articulatoires à la lumière de la Radiocinématographie. Edition Klincksieck, Paris.

Sock, R., & Lofqvist, A. (1995). Le timing du voisement consonantique, variabilité et viabilité des patrons cinématiques et acoustiques. Travaux de l'Institut Phonétique de Strasbourg TIPS, 25, 47-66.

Vaxelaire, B. (1995). Contraintes géométriques et temporelles pour des catégories consonantiques en français. Travaux de l'Institut Phonétique de Strasbourg TIPS, 25.

Zerling, J.P. (1992). Articulation, coarticulation et contraintes - Quelques points de vue d'auteurs. Travaux de l'Institut de Phonétique de Strasbourg TIPS, 22.