

ḤARAKA ET SUKŪN : ETUDES CINÉTIQUE ET ACOUSTIQUE

Ghania Droua-Hamdani

Centre de Recherche Scientifique et Technique
pour le Développement de la Langue Arabe
gh.droua@post.com

Mourad Abbas

Centre de Recherche Scientifique et Technique
pour le Développement de la Langue Arabe
m_abbas04@yahoo.fr

Résumé

Nous nous sommes basés dans cet article sur une étude théorique portant sur les notions de la *ḥaraka* et du *sukūn* publiée par le professeur Abderrahmane Hadj-salah [1]. La présente étude analyse ces deux concepts sur le plan articulatoire en utilisant une base de sons enregistrés en langue arabe avec un appareil spécialisé « l'articulographe (AG100) ». Ce dispositif mesure, entre autre, les mouvements (la vitesse et l'accélération) de déplacement des organes de phonation lors de la production d'un signal sonore. Par ailleurs, nous avons exploité ces mêmes enregistrements dans une seconde étude pour montrer les caractéristiques de ces deux concepts sur le plan acoustique et ce en utilisant le logiciel Praat.

Mots-clés

Langue arabe - *ḥaraka* - *sukūn* - organes de phonation.

الملخص

اعتمدنا في هذه الدراسة على التحليل النظري الذي قام به الأستاذ الدكتور عبد الرحمن الحاج صالح حول مفهومي الحركة والسكون [1] مركّزين على الجانب التجريبي النطقي لتلك النظرية وذلك باستعمال قاعدة أصوات للغة العربية، قمنا بتسجيلها بواسطة جهاز خاص بقياس حركات أعضاء النطق (AG100)، حيث يبين هذا الجهاز معلومات تخص الحركة كالسرعة والتسارع. والغرض من ذلك هو جمع معطيات حركية يتميز بها كل عضو نطق عند حدوث إشارة صوتية (الحركة) أو عند انعدامها (السكون). وقد قمنا بدراسة ثانية تخص التحليل الفيزيائي للكلام باستعمال نفس المعطيات الصوتية السابقة وذلك باستخدام برمجية (Praat) لإظهار المقابل الفيزيائي لكل من هذين المفهومين.

الكلمات المفتاحية

اللغة العربية - الحركة - السكون - أعضاء النطق.

Abstract

This work is based on the concept of *ḥaraka* and *sukūn* presented in a theoretical study published by the Professor Abderrahmane Hadj-Salah [1]. This study analyzes these two concepts in terms of articulation using a base of Arabic sounds recorded with the « articulatorygraph (AG100) » measuring device. This device computes the speed and acceleration of the organs of speech during the phonation of a sound signal. In addition, we used these records in a second study to get the characteristics of these two concepts in the acoustic level. This is done using the Praat software.

Keywords

Arabic language - *ḥaraka* - *sukūn* - phonation organs.

Introduction

La parole continue est très variable tant par les différentes réalisations phoniques générées que par la diversité des locuteurs qui la produisent. Les paramètres influant sur sa variabilité sont nombreux, nous citons pour exemples : la coarticulation (l'influence d'un son sur le son contigu), le genre (homme/femme), l'âge, l'accent régional, le débit d'élocution, l'état émotionnel du locuteur, etc. [2]

La parole peut être étudiée sur plusieurs plans : articulatoire, acoustique et perceptif [2, 3]. Tandis que le plan articulatoire se charge de l'étude des organes de phonation ainsi que de leurs rôles dans la dynamique verbale, les plans acoustique et perceptif s'orientent respectivement vers l'étude de la qualité acoustique des unités sonores produites et la manière dont ces unités sont perçues par l'oreille humaine.

Moyennant des outils et des appareils appropriés, nous nous sommes focalisés dans cet article sur l'approche expérimentale des deux niveaux articulatoire et acoustique afin d'affirmer des notions théoriques émises par les anciens phonéticiens arabes au 4^{ème} siècle de l'hégire. Enrichies par d'autres interprétations et confirmations, ces fondements de la phonétique arabe ont été repris et revus par le professeur Hadj-Salah dans un article intitulé « *La notion de syllabe et la théorie cinético-impulsionnelle des phonéticiens arabes* » [1].

Pour notre part, nous projetons, grâce à des expérimentations, de mettre une empreinte matérielle sur certains concepts de base de la théorie, l'objectif étant de concrétiser les observations pertinentes restées dans le passé, par manque de moyens, au stade visuel et tactile. Aussi, nous parlerons de certains concepts liés aux notions de ḥaraka et de sukūn.

1. Présentation de l'articulographe

Pour traiter le signal vocal et mesurer ainsi ses paramètres acoustiques, plusieurs logiciels de traitement sont disponibles sur le web [4,5]. Ces derniers nous permettent de visualiser entre autre : l'onde temporelle, les sonagrammes, le pitch, l'énergie, etc. En revanche, le côté articulatoire requiert souvent un appareillage plus sophistiqué et lourd.

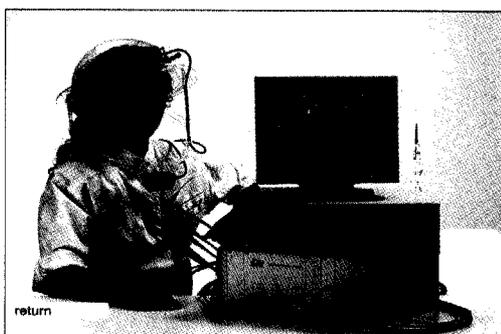


Figure 1 : L'articulographe AG100

En ce qui concerne notre étude articulatoire, nous avons utilisé l'articulographe AG100 (fig. 1) [6]. Ce dispositif est doté de capteurs qui se placent sur les organes de phonation pour recueillir des informations relatives à leurs différents déplacements lors de la production verbale.

Représentés sur un écran avec des couleurs spécifiques, les cinq capteurs de l'AG100 sont placés sur le système phonatoire de la manière suivante : 2 capteurs fixes en guise de repère (l'un sur le nez et l'autre sur la gencive) et 3 autres mobiles fixés respectivement sur : la lèvre inférieure, l'apex et le centre de la langue. Les données prélevées sont des mesures cinétiques liées aux positions, vitesses et accélérations des organes selon le plan (x, y). Le schéma synoptique suivant expose les principaux constituants de l'AG100 (fig. 2).

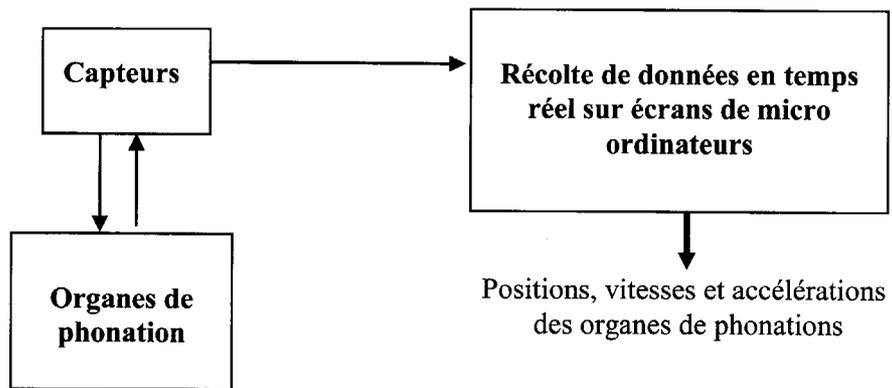


Figure 2 : Fonctionnement de l'AG100

L'AG100 nous permet de réaliser plusieurs courbes : l'onde temporelle, les trajectoires des différents organes sur le plan (x, y), les courbes de déplacement des phonateurs sur les axes des x et des y, les vitesses des organes, etc. (fig. 3). Chacune des 3 couleurs utilisées dans les graphes respectivement le cyan, magenta et le rouge correspondent aux capteurs mobiles installés sur : la lèvre inférieure, centre de la langue et l'apex.

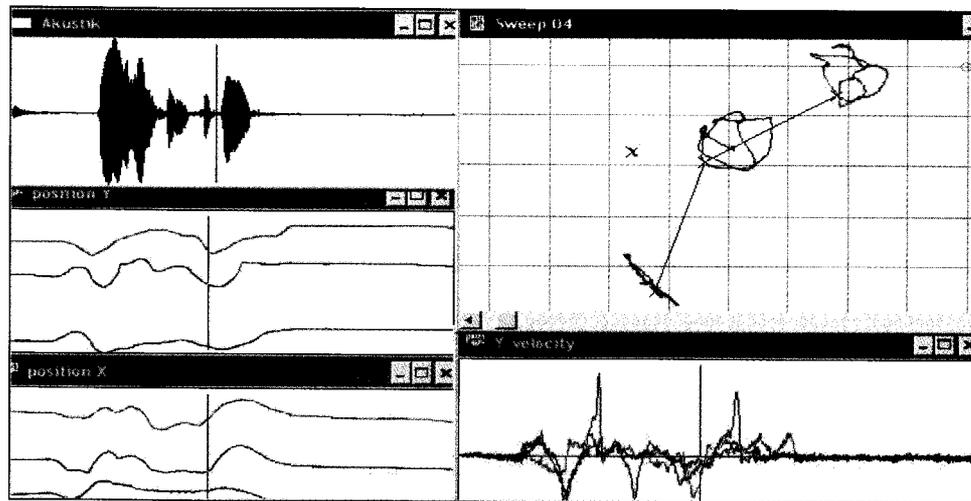


Figure 3 : Différentes courbes réalisées par l'AG100

2. Notions théoriques

Bien que la théorie exposée dans [3] renferme une mine d'informations dans le domaine de la phonétique arabe, notre travail s'est focalisé sur l'étude expérimentale de certains concepts liés aux notions de *Ḥaraka* et de *Sūkun*. En effet, le principe de base stipule qu'un phonème est doté de deux qualités qui sont le *ğars* et le *şarf*. Tandis que la première correspond au timbre et donc au caractère acoustique du *ḥarf* (*şawt*), la seconde se charge du mouvement relatif à sa réalisation. Cette mise en mouvement n'est autre que la *ḥaraka*. Pour ce faire, elle fait appel à trois mouvements différents qui sont les mouvements organique, aérien et acoustique. Pour révéler le rôle et la manière avec laquelle chacun de ces mouvements intervient dans la phonation, les phonéticiens arabes ont fait appel à plusieurs notions comme *ḥarf al-madd* et la notion du mouvement séquentiel.

Tandis que la *ḥaraka* permet la réalisation séquentielle du *ḥarf*, le *sūkun* quant à lui s'y oppose. Ce dernier peut se produire dans la séquence verbale comme à la fin de celle-ci. Cependant son comportement dans les deux cas de figure est différent.

Nous allons dans ce qui suit procéder à l'expérimentation de certains de ces aspects théoriques moyennant la technologie nécessaire.

3. Etudes expérimentales

La première notion que nous abordons est la notion de *ḥaraka*. Pour ce faire, nous avons choisi certains passages de l'article [1], sur lesquels des analyses articulatoire et acoustique ont été menées en utilisant respectivement l'AG100 et le logiciel de traitement de signal Praat.

3.1. La *ḥaraka* et le *ḥarf al-madd*

Pour se produire, un phonème nécessite toujours une *ḥaraka* qui fait appel aux trois mouvements cités précédemment à savoir les mouvements organique, aérien et acoustique [1]. Pour interpréter le mouvement organique, les phonéticiens arabes se sont appuyés entre autres sur la particularité du *ḥarf al-madd* lors de sa production dans une séquence parlée. Considéré comme étant un segment dépourvu de force cinétique donc démuné d'attaque par lui-même, le *ḥarf al-madd* est non autonome car il n'est autre que l'extension de la voyelle brève qui le précède. Cette pertinente observation est clairement illustrée par la voyelle longue [ā] du mot [gāmi'a] de la figure 4. Nous constatons, en effet, que de la production de la voyelle brève [a] nécessite un mouvement organique qui est traduit par les diverses positions des organes de phonation (langue et lèvres). Représentées par les trajectoires colorées, ces positions sont maintenues stables durant tout le temps nécessaire à la réalisation de l'allongement de la voyelle longue [ā]. En conclusion, la voyelle longue est constituée de deux parties qui sont : une voyelle brève nécessitant un positionnement bien précis des d'organes de phonation suivie d'un maintien de ces positions jusqu'aux prochains emplacements nécessaires à la réalisation du phonème adjacent.

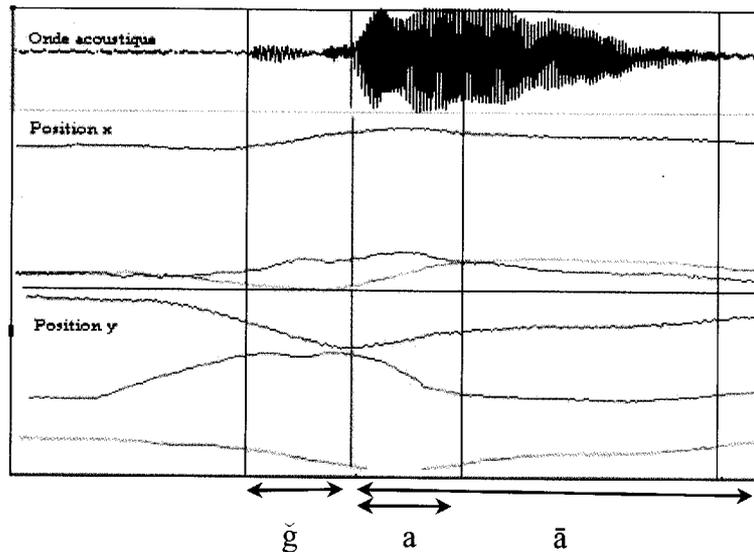


Figure 4 : Représentation du segment [gā] du mot [gāmi'a] selon le plan (x, y)

Par ailleurs, en abordant *ḥarf al-madd*, Al Rāzī cite : «la limite vers laquelle tend la diminution quantitative du *ḥarf al-madd* est la *ḥaraka*».

Sur le plan articulaire, le passage d'un *ḥarf al-madd* vers un autre phonème, nécessairement une consonne, fait appel à une nouvelle articulation, donc à une *ḥaraka*. La notion de *ḥaraka*, illustrée dans le mot [tāla] (fig. 5), est représentée par les différents mouvements des courbes cinétiques sur le plan (x, y), notamment, celles

correspondant à la position du centre de la langue et de l'apex. Pour chaque production de son, le déplacement des organes de phonation engendre des changements articulatoires significatifs représentés par les positions des coordonnées (x, y). En ce qui concerne le *madd*, ces mouvements cinétiques sont particulièrement remarquables au niveau de la zone de transition de [ā] vers [l], c'est à dire à l'extrémité finale de la voyelle longue vers l'articulation de [l]. En revanche, ces mouvements sont quasi inexistantes au début de la production du *madd* car il n'est que le maintien des courbes cinétiques de l'articulation de la voyelle qui le précède. Par ailleurs, la diminution quantitative est observée sur le plan acoustique grâce à la courbe de l'énergie recueillie à partir du même mot (fig. 6). En effet, nous constatons que l'intensité du signal temporel est réduite à l'extrémité de la voyelle longue précisément au niveau de la transition vers le phonème suivant à savoir [l]. Autrement dit, le maintien articulatoire du *madd* faiblit lorsque les organes de phonation se préparent à produire une *haraka* matérialisée dans notre cas par la production de la consonne [l].

3.2. La *haraka* et le mouvement séquentiel

Pour montrer la réalisation de la *haraka*, une autre notion, en plus du *ḥarf al-madd* a été introduite par les phonéticiens arabes, il s'agit du mouvement séquentiel. Définie comme étant le passage d'une position vers une autre ou bien le déplacement d'un état initial vers un état final, la *haraka* en parole se traduit par le passage d'un *ḥarf* vers le suivant en un mouvement séquentiel continu. Cité dans la phrase ci-dessus ce concept est nettement observable lorsqu'on réalise la séquence [tāla] (fig. 5). «...l'état de *taḥarruk* du *ḥarf* implique le passage (ou mouvement séquentiel : *al-ḥurūǧ min...ilā...*)..., ce qui est absurde».

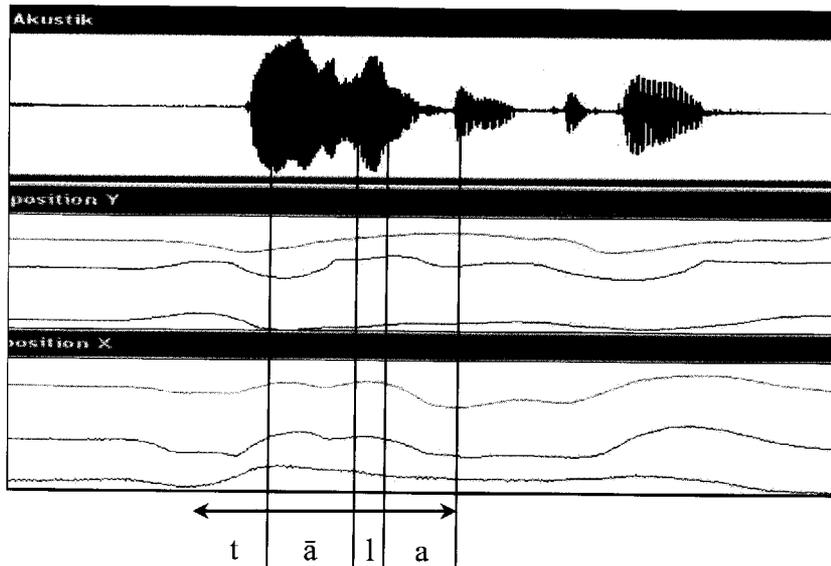


Figure 5 : Représentation sur le plan articulatoire d'une transition d'un *ḥarf al-madd* [ā] vers [l] de [tāla]

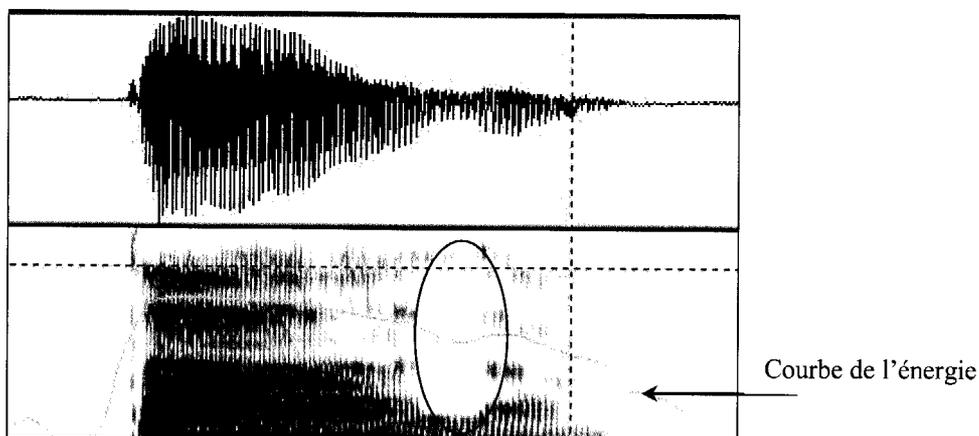


Figure 6 : Diminution quantitative au niveau de la transition du ḥarf al-madd [ā] vers [l] de [tāla] (courbe de l'énergie)

En effet, à partir des graphes de la figure 5, nous constatons que pour produire la consonne ou la voyelle adjacente, la transition d'un phonème vers le suivant se fait dans la continuité sans aucune interruption ou retour des organes à leurs positions initiales. Chaque réalisation phonémique nécessite une articulation particulière donc un mouvement organique propre qui la distingue des autres réalisations (mode et lieu d'articulation particuliers) mais qui reste tout de même dans la continuité des mouvements antécédents utilisés dans la production du phonème précédent.

Pour ce qui est des mouvements aérien et acoustique, nous pouvons relever dans l'article que : «... le son vocalique en tant que tel n'est qu'un effet acoustique qui peut accompagner le développement d'une ḥaraka »

Le flux aérien, provenant des poumons peut avoir plusieurs trajectoires selon les lieux et modes d'articulation. Cette multitude de trajectoires permet de réaliser sur le plan acoustique différentes ondes temporelles pouvant être liées à la parole ou non (des voyelles, des consonnes ou des sons quelconques). Lorsqu'on est en présence d'un mouvement organique et que le flux aérien est faible, la réalisation acoustique peut être de faible intensité (imperceptible) ou bien totalement absente. L'effet acoustique (son) peut accompagner ou non ce mouvement organique (ḥaraka). Cela est clairement observé dans la figure 7. Le déplacement des organes de phonation sur le plan (x, y), lors de la réalisation de la séquence [da], est nécessaire bien que l'énergie utilisée pour la production du segment de parole soit faible (voix chuchotée).

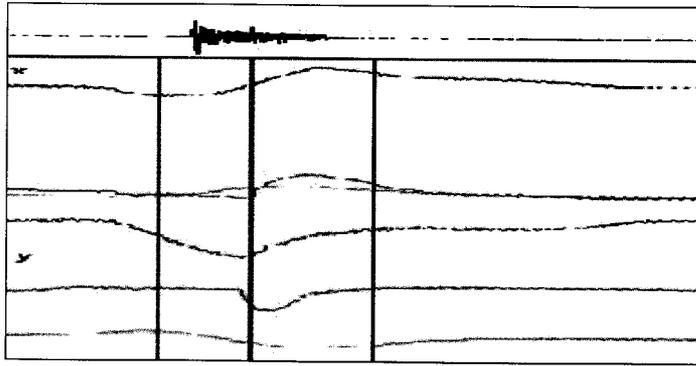


Figure 7 : Représentation articulatoire d'une voix chuchotée (séquence [da])

Les figures 4, 5 et 7 montrent que la *ḥaraka* dépasse la notion de la voyelle et ne se résume en aucun cas à sa réalisation exclusive comme il est communément admis. La *ḥaraka* correspond à toute cette orchestration organique indispensable à la réalisation des consonnes, des voyelles autant que les autres sons n'appartenant pas à la parole. Le son acoustique quand à lui accompagne ce mouvement : «*On peut en inférer que la production d'un son vocalique est toujours précédée ou accompagnée d'une ḥaraka mais la réciproque n'est nécessairement pas vraie....*»

3.3. Interprétation du *sukūn* dans une séquence verbale

Par opposition au mouvement, donc à la *ḥaraka*, nous avons l'arrêt ou le *sukūn*. Selon Ibn Ğinni : «*le ḥarf en état de sukūn ne possède pas la même manière d'être quand on le prononce à la pause ou dans un mouvement séquentiel*».

Cette étude aborde la notion de *sukūn* lorsqu'il se manifeste au milieu d'une séquence parlée.

Sur le plan articulatoire, la figure 8 montre que le passage de la consonne [q] vers la consonne suivante [ṣ] dans la séquence [aqṣā] nécessite une articulation c'est à dire un mouvement cinétique des organes de phonation quand bien même le phonème [q] est considéré *sākin* (sans *ḥaraka*). La notion de *sukūn*, dans ce cas, ne correspond donc pas à celle utilisée lorsqu'on aboutit à la fin de la production verbale. En effet, la pause finale de la séquence de parole se manifeste par l'arrêt total des mouvements organiques contrairement à ce qui est observé dans la génération de [q] dans [aqṣā].

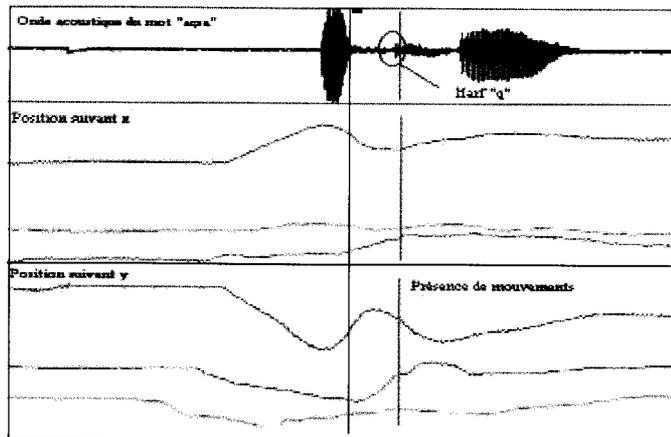


Figure 8 : Réalisation d'un sukūn au milieu de la séquence [aqṣā]

4. Conclusion

Cet article traite deux notions théoriques de la phonétique arabe notamment la *ḥaraka* et le *sukūn*. Émises au 4^{ème} siècle de l'Hégire, elles sont revues, enrichies et détaillées sur le plan phonétique par le professeur Hadj-Salah [1]. La recherche présentée dans ce document est consacrée à l'étude de ces deux aspects de la langue arabe sur les plans cinétique (articulatoire) et acoustique. En utilisant la technologie nécessaire, nous avons procédé à des expériences analysant : les mouvements des organes de phonation lors de la production du *ḥarf al-madd*, la relation de la *ḥaraka* et le mouvement séquentiel, l'interprétation du *sukūn* dans une séquence verbale, etc. Parmi les résultats obtenus, nous avons montré que les mouvements organiques nécessaires à la génération d'un *madd* sont quasi inexistantes. En effet, sur le plan articulatoire, le *madd* représente le maintien des courbes cinétiques de l'articulation de la voyelle qui le précède. De plus, la *ḥaraka* dépasse la notion de la voyelle et ne se résume en aucun cas à sa réalisation exclusive. Ainsi, la *ḥaraka* correspond à l'orchestration organique indispensable à la réalisation de tous types de sons (consonnes, voyelles, etc.). De même que le *sukūn* qui se produit à la fin de la séquence verbale est totalement différent de celui qui se trouve en plein milieu de la parole générée.

En conclusion, nous pensons avoir apporté, grâce à cette étude, une image concrète à certains postulats de la théorie. En effet, ces analyses viennent appuyer des observations visuelles et tactiles pertinentes accomplies dans le passé par les anciens phonéticiens, à qui le matériel d'expérimentation avancé faisait défaut.

REFERENCES

- [1] Hadj-Salah, A., 1971. «La notion de syllabe et la théorie cinético-impulsionnelle des phonéticiens arabes», *Al-Lisāniyyāt : Revue Algérienne de Linguistique*, VOL.1, n°1, Institut de Linguistique et de Phonétique, université d'Alger.
- [2] Huang, X., & al, 2001. «Spoken Language Processing : A Guide to Theory, Algorithm and System Development », Foreword by Raj Reddy, Carnegie Mellon University, Prentice Hall PTR, New Jersey, USA.
- [3] Dutoit, T., 2000. «Introduction au traitement automatique de la parole», Notes de cours /DCE2, Faculté Polytechnique de Mons, Première Edition, Belgique.
- [4] <http://www.praat.org>
- [5] <http://www.wavesurfer.org>
- [6] Hoole, P., « Issues in the Acquisition, Processing, Reduction and Parameterization of Articulographic Data », Munich, <http://www.phonetik.uni-muenchen.de>