

Effets du voisement sur les obstruents en arabe moderne

Embarki Mohamed¹, Guilleminot Christian², Yeou Mohamed³ & Al Maqtari Sallal⁴

1 Praxiling, UMR 5267 CNRS-Montpellier III, Montpellier, France

2 Centre Tesnière, EA 2283, Université Franche-Comté, Besançon, France

3 Université Bouchaib Doukkali, El Jadida, Maroc

4 Université de Sanaa, Yémen

mohamed.embarki@univ-montp3.fr, Christian.guilleminot@univ-fcomte.fr

m_yeou@yahoo.com, sallal64@hotmail.com

ABSTRACT

The present paper examines the voicing effects in Modern Arabic. Data, consisting of 78 different VC syllable contexts (36 voiced syllables and 42 voiceless syllables), was produced by 16 speakers. 3736 tokens were analyzed, they showed that voicing affects the duration of the consonant and the vowel. The voiced consonant is shorter (83 ms), compared with the voiceless consonant (118 ms), whereas the vowel is longer when followed by a voiced consonant (103 ms), compared with a voiceless consonant (86 ms). A hierarchy was observed for this correlation to be dependent on manner of articulation (stop vs. fricative) and on vowel quantity (long vs. short).

Keywords: voicing effects¹, Arabic², obstruents³, vowel quantity⁴, vocalic interval⁵.

1. INTRODUCTION

Le contraste de voisement, représenté phonologiquement par les traits [+voisé] vs [-voisé] se réalise diversement dans les langues [11]. L'étude sur le VOT (voice onset time) [16] montre que ce contraste phonologique binaire débouche phonétiquement selon les cas sur trois catégories de sons : voisé, non voisé non aspiré et non voisé aspiré. L'arabe se caractérise par un pré-voisement pour les consonnes voisées et un VOT légèrement positif pour les non voisées.

La littérature montre que des effets temporels viennent renforcer l'opposition entre consonnes voisées et non voisées. La consonne non voisée est plus longue que la voisée, un effet de compensation s'établit cependant au niveau de la syllabe, la voyelle est plus abrégée en contexte consonantique non voisé et allongée en contexte consonantique voisé [2 ; 8 ; 15]. Le contraste de voisement se traduit ainsi par des effets temporels inversement proportionnels sur les segments constitutifs de la syllabe.

2. UNIVERSALITÉ VS SPÉCIFICITÉ LINGUISTIQUE

Si le contraste de voisement est présent dans environ 90% des langues [18], est-il stocké uniformément dans la grammaire des langues et se manifeste-t-il phonétiquement par les mêmes indices? Ses effets temporels sont-ils universellement inscrits dans les propriétés des segments? Si tel était le cas, il s'agirait d'une redondance ou d'un

renforcement paradigmatique [3] nécessaire au décodage de la parole. Bien que la littérature ait montré que les langues encodent différemment ce contraste [8 ; 11], plusieurs chercheurs privilégient l'hypothèse de l'universalité des effets temporels du voisement [14 ; 16 ; 24]. Toutefois, certains travaux montrent que la distribution des effets du voisement est particulière à la langue [5 ; 2 ; 27], d'autres n'attribuant ces effets temporels qu'à des positions prosodiques spécifiques, comme l'accent, la frontière prosodique ou le style de parole [1 ; 3 ; 26], et d'autres encore ne trouvent que des effets sporadiques [4 ; 17]. Contrairement aux premières affirmations de la phonologie générative selon lesquelles le contraste de voisement se traduirait mécaniquement au niveau phonétique par des différences temporelles, les effets temporels du voisement ne sont pas dus à des contraintes physiologiques, et ne sont pas des attributs universels des sons, mais dus aux règles phonologiques de la langue [12].

3. LE VOISEMENT EN ARABE

La durée vocalique a une valeur phonémique en arabe (/i u a/ vs /i: u: a:/). Ce contraste est susceptible de bloquer ou de perturber les effets du voisement sur la voyelle (confusion potentielle entre voyelles brève et longue). Plusieurs études portant sur l'arabe montrent que la durée de la voyelle est sensible à divers paramètres comme l'accent lexical [10], la quantité vocalique combinée à la gémation [9]. Des différences significatives de durée vocalique devant les obstruents ont été mises en évidence, [25 ; 23]. Les effets du voisement, non représentés phonologiquement, viendraient ainsi perturber le contraste de quantité vocalique qui, lui, est phonologique. D'autres chercheurs n'ont pas trouvé d'effets temporels significatifs du voisement [6 ; 10 ; 21]. Ce contraste se retrouve ainsi non spécifié dans la durée de la voyelle en arabe [10 ; 21], contrairement à l'anglais où cette redondance est inscrite dans les propriétés de la voyelle [2 ; 27]. Cependant, les locuteurs arabophones apprenant l'anglais intègrent cette différence et présentent des effets temporels du voisement différents de ceux observés dans leur production en arabe [6 ; 22 ; 23].

Nous voulons vérifier ici si le contraste de voisement entre les obstruents de l'arabe moderne s'accompagne d'effets temporels sur la durée de la syllabe et de ses éléments constitutifs, la consonne et la voyelle adjacente. Nous voulons voir si le cas échéant il n'y aurait pas de conflit avec le contraste de quantité vocalique.

4. MÉTHODOLOGIE

Seize sujets de sexe masculin et âgés de 20 à 40 ans ont participé à cette étude. Le corpus est constitué par une liste de mots d'où ont été extraites 1868 séquences syllabiques de type VC. Le contexte vocalique est constitué par les 6 phonèmes /i u a i: u: a:/, le contexte consonantique est représenté par 17 obstruents /f t t^s s s^s x q ɸ ɸ^s h b ɸ^s d d^s ʒ ʒ^s/, sont absentes les consonnes /θ ʃ z/. Au total, 1004 séquences syllabiques contenant une consonne non voisée (désormais VCnv) et 864 contenant une consonne voisée (désormais VCv) ont été analysées. Les mesures acoustiques ont été réalisées sous Praat. Les mesures de durée ont été extraites automatiquement et une vérification manuelle d'un échantillon a été entreprise avant leur validation.

5. RÉSULTATS

Les résultats portant sur 1868 séquences syllabiques montrent une très nette différence accompagnant l'opposition entre VCnv vs VCv. La durée moyenne de la séquence syllabique VCnv est de 204 ms, avec un écart-type (s) de 44, tandis que la durée moyenne de Cv n'est que de 189 ms (s=49). Le contexte non voisé s'accompagne d'un surplus de durée, le rapport moyen entre les deux syllabes VCnv/VCv indique de faibles différences, seulement 1.08. En revanche, le rapport moyen entre Cnv et Cv est de 1.41, la durée moyenne de Cnv est plus longue que celle de sa correspondante Cv, respectivement 118 ms (s=35) et 83 ms (s=24). Des mesures ANOVA à un seul facteur montrent que les différences de durée entre les deux groupes de consonnes sont significatives [$F(1, 863)=1.21, p < 0.01$]. La configuration s'inverse pour la durée moyenne de la voyelle. En effet, la voyelle en contexte non voisé (désormais Vnv) a une durée moyenne de 103 ms (s=54), tandis que la voyelle en contexte voisé (désormais Vv) a une durée moyenne de 86 ms (s=42). Le rapport entre Vnv/Vv est de 0.84. Les mesures ANOVA à un seul facteur ne montrent pas de différences significatives entre les deux groupes de voyelles [$F(1, 863)=0.89, p=0.869$]. L'intervalle vocalique (%V) est important pour Vv (56%), comparé à Vnv (43%).

5.1. Effets selon la quantité vocalique

Quatre séquences syllabiques ont été choisies (cf. table 1) : 1) VCnv (voyelle brève + Cnv) ; 2) V:Cnv (voyelle longue + Cnv) ; VCv (voyelle brève + Cv) ; et 4) V:Cv (voyelle longue + Cv). Les résultats montrent que VCv a une durée moyenne de 162 ms (s=32), où V a une durée moyenne de 81 ms (s=21) et représentant 50% de la durée totale. VCnv a une durée moyenne plus longue, 189 ms (s=38), mais V n'est que de 73 ms (s=20) et ne représentant plus que 39% de la durée syllabique. Le rapport entre les deux syllabes VCnv/VCv est de 1.16, le rapport entre voyelles Vnv/Vv est de 0.89 et le rapport entre consonnes Cnv/Cv est de 1.44. Alors que la durée syllabique n'augmente que de

16% en passant de VCnv à VCv, la durée de la consonne augmente de 44%, celle de la voyelle décroît de 11%.

Table 1 : Durées moyennes en ms de la syllabe (Syl.) et de la voyelle (V), l'écart-type (), l'intervalle vocalique (%V) et le ratio contexte vocalique long/contexte bref (V:C)/VC en fonction du voisement [(nv)= non voisé ; (v)=voisé].

		VC	V:C	V:C/ VC
n.voisé	Syl.	189 (38)	294 (72)	1.55
	V	73 (20)	164 (57)	2.25
	C	116 (34)	129 (40)	1.11
	%V	39	56	
Voisé	Syl.	162 (32)	270 (80)	1.66
	V	81 (21)	176 (67)	2.17
	C	82 (22)	93 (32)	1.13
	%V	50	65	
Nv/v	Syl.	1.16	1.09	
	V	0.89	0.93	
	C	1.44	1.38	

En contexte vocalique long, la séquence V:Cv a une durée moyenne de 270 ms (s=80), V: a une durée de 176 ms (s=67) et l'intervalle vocalique est de 65%. La séquence V:Cnv est de 294 ms (s=72), V: est 164 ms (s=57) et l'intervalle vocalique est de seulement 56%. Les rapports sont de 1.09, 0.93 et 1.38, respectivement pour V:Cnv/V:Cv, V:nv/V:v et Cnv/Cv. Alors que la durée syllabique n'augmente que de 9% en passant de voisé à non voisé, la durée moyenne de la consonne augmente de 38%. Parallèlement, la durée moyenne de la voyelle accuse une baisse de 7%.

Alors que la durée de la séquence syllabique en fonction de la quantité vocalique n'augmente globalement que de 55 et 66%, respectivement pour le contexte nv et v, la durée moyenne de la voyelle passe du simple au double, plus exactement 225% en contexte nv et 217% en contexte v. La durée de la consonne semble résister à cette augmentation, la croissance est très faible, 11% pour Cnv et 13% pour Cv. Ces résultats permettent d'affirmer que l'opposition de voisement se traduit en arabe moderne par des effets inversement proportionnels sur la syllabe : Cnv est plus longue que Cv, la voyelle est allongée devant une Cv et abrégée devant une Cnv. Une sorte de constance s'établit, semble-t-il, en passant de non voisé à voisé indépendamment du changement de quantité vocalique, constance similaire à celle dégagée dans le cadre de la théorie de l'invariance acoustique [13].

5.2. Effets selon le mode articuloire

Huit séquences syllabiques ont été distinguées en fonction du mode articuloire de la consonne (plosive vs fricative) (cf. table 2) : 1) VPlnv (V + plosive nv) ; 2) VPlv (V + plosive v) ; 3) VFrnv (V + fricative nv) ; 4) VFrv (V + fricative v) ; 5) V:Plnv (V: + plosive nv) ; 6) V:Pln (V: + plosive v) ; 7) V:Frnv (V: + fricative nv) ; et 8) V:Frnv (V: + fricative v).

Table 2 : Durées moyennes des segments [(VC)=syllabe ; (V)=voyelle ; (C)=consonne ; et l'écart-type ()], de l'intervalle vocalique (%V) en fonction du mode articulatoire [(Pl)=plosive ; (Fr)=fricative], du voisement [(nv)=non voisé ; (v)=voisé] et de la quantité vocalique (brève vs longue) et du ratio (R) (nv)/(v).

		Plnv	Plv	R nv/v	Frnv	Fr v	R nv/v
Brève	VC	186 (50)	159 (30)	1.17	190 (31)	165 (33)	1.15
	V	68 (18)	81 (24)	0.84	76 (20)	82 (21)	0.93
	C	118 (46)	78 (18)	1.51	114 (24)	82 (23)	1.39
	%V	37	51		40	50	
Longue	VC	282 (55)	265 (75)	1.06	299 (78)	275 (86)	1.09
	V	175 (52)	172 (64)	1.02	159 (59)	180 (71)	0.88
	C	107 (17)	93 (35)	1.15	140 (43)	94 (31)	1.49
	%V	65	65		53	66	

Généralement, en contexte non voisé la consonne est plus longue et la voyelle adjacente plus brève qu'en contexte voisé. Le passage d'une Plv à Plnv s'accompagne d'une augmentation de 51% de la durée moyenne de la consonne quand la voyelle est phonologiquement brève et de seulement 15% quand la voyelle est longue. Pour les fricatives, l'augmentation est de 39 et de 49%, respectivement avec une voyelle brève et longue. La différence de mode articulatoire n'est affectée que faiblement par le contraste de voisement. On constate que les séquences syllabiques contenant une fricative ont une durée moyenne globalement plus élevée que celles contenant une plosive. La seule différence notable entre les deux modes articulatoires concerne la durée de la voyelle dans la séquence V:Plnv. Alors que le passage d'un contexte consonantique voisé à non voisé s'accompagne d'un raccourcissement du cycle vocalique de 7 à 16%, reflétant une durée vocalique moyenne plus importante devant une Cv que devant une Cnv, V: avec une consonne plosive garde le même intervalle vocalique, 65%, insensible qu'elle est au contraste de voisement. Dans le contexte V:Plnv, d'une part l'intervalle vocalique est anormalement élevé, et d'autre part la différence de durée moyenne entre les consonnes Plnv et Plv est faible (15%), alors que dans les trois autres contextes VPlnv, VFrnv et V:Frnv, la durée de la consonne est supérieure à celle de sa correspondante voisée de 39 à 51%. Il s'agit dans le cas V: devant une plosive d'un cas de *renforcement uniforme* [3]

Le ratio nv/v des trois segments (syllabe, voyelle et consonne) subit l'influence de ce contraste (cf. figure n° 1). Alors que le voisement n'affecte que faiblement la durée totale de la syllabe, la durée de la consonne et de la voyelle en est fortement affectée. Le ratio entre consonnes nv/v est généralement supérieur à 1, indiquant que la durée de Cnv est toujours plus longue que sa correspondante voisée. De son côté le rapport entre voyelles est inférieur à 1 indiquant que la durée Vv est plus longue que Vnv.

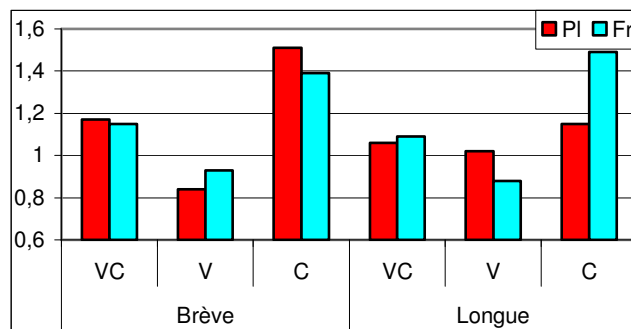


Figure 1 : ratio non voisé/voisé pour les segments [(Syl)=syllabe ; (V)=voyelle ; (C)=consonne] en fonction du mode articulatoire [(pl)=plosive ; (fr)=fricative].

Les résultats montrent clairement que le voisement affecte significativement les obstruents. En fonction du mode articulatoire (plosive vs fricative) et de la quantité vocalique (brève vs longue), la durée est distribuée différemment. Ces résultats confirment les données de la littérature concernant les effets temporels sur la consonne. Ils confirment également les effets temporels sur la voyelle adjacente relevés dans certaines langues. La distribution de la durée vocalique tributaire du voisement ne semble pas être en conflit avec l'opposition de quantité qui est phonologique en arabe moderne. Les rapports entre voyelles V:/V, souvent supérieurs à 2, facilitent certainement cette distribution. Les fourchettes de durée vocaliques brèves et longues ne se chevauchent que très marginalement comme le montre la figure n° 2 (ci-après).

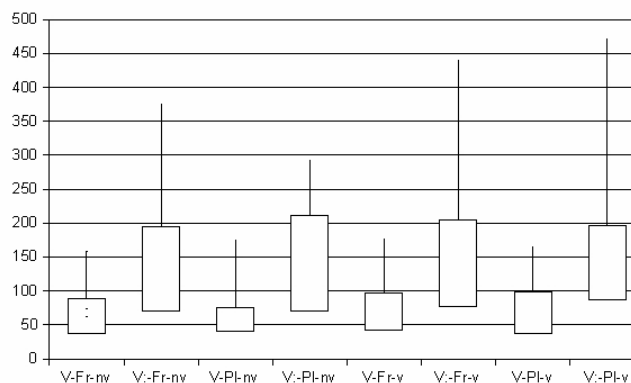


Figure 2 : répartition des valeurs moyennes de la durée de la voyelle brève (V) et de sa correspondante longue (V:) devant les consonnes plosive (pl) et fricative (fr) voisées (v) et non voisées (nv).

Comme l'a montré Keating [12], les effets temporels du voisement sont dus aux règles phonologiques de la langue. A ce titre effets du voisement et quantité phonologique en arabe moderne ne semblent pas être en conflit. Dès lors, il est possible d'affirmer que le contraste de voisement est doublement inscrit dans les propriétés de la séquence syllabique, d'une part dans les propriétés consonantiques Cnv vs Cv, et d'autre part dans les propriétés vocaliques Vnv vs Vv. Ce marquage dans les paradigmes consonantique et vocalique traduit bien le *renforcement paradigmatisé*, décrit dans la littérature [3], qui semble être nécessité par le décodage de la parole.

CONCLUSION

Cette étude montre que le contraste de voisement entre obstruents en arabe moderne se manifeste par des effets temporels différents sur la syllabe. Lorsque l'obstruente est voisée, sa durée est courte et celle de la voyelle l'accompagnant est allongée, et lorsque l'obstruente est non voisée, sa durée est longue et celle de la voyelle l'accompagnant est abrégée. Quand on tient compte de la quantité de la voyelle (brève vs longue) et du mode articulatoire de la consonne (plosive vs fricative), des différences significatives apparaissent. Ces résultats se distinguent des conclusions de certaines études sur l'arabe [6 ; 11 ; 21]. Les effets du voisement en arabe moderne ne sont pas en conflit avec l'opposition phonologique de quantité, car ils s'effectuent dans des ratios en deçà de ceux de l'opposition vocalique longue/brève. Ils sont inscrits dans les propriétés de la consonne et de la voyelle.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] J. Charles-Luce. Word-final devoicing in German: Effects of phonetic and sentential contexts. *Jour. of Phonetics*, 13: 309–324, 1985.
- [2] M. Chen. Vowel length variation as a function of the voicing of the consonant environment. *Phonetica*, 22: 129-159, 1970.
- [3] J. Cole, H. Kim, H. Choi and M. Hasegawa-Johnson. Prosodic effects on acoustic cues to stop voicing and place of articulation: Evidence from Radio News speech. *Jour. of Phonetics*, 35: 180–209, 2007.
- [4] T.H. Crystal and A.S. House. Segmental durations in connected-speech signals: Current results. *JASA*, 83: 1553–1573, 1988.
- [5] P. Denes. Effect of duration on the perception of voicing. *JASA*, 27: 761-763, 1955.
- [6] J.E. Flege and R.F. Port. Cross-language phonetic interference: Arabic to English. *Language and Speech*, 24: 125-146, 1981.
- [7] M. Halle and K.N. Stevens. On the mechanism of glottal vibration for vowels and consonants. MIT Quarterly Progress Report, 85, pp. 267-271, 1967.
- [8] M.Halle and K.N. Stevens. A note on laryngeal features. In *Quarterly Progress Report, Research Laboratory of Electronics*, MIT, vol. 10 1, pages 198-213, 1971.
- [9] Z.M. Hassan. Temporal compensation between vowel and consonant in Swedish & Arabic in sequences of CV:C & CVC: and the word overall duration. In *PHONUM*, vol. 9, pages 45-48, 2003.
- [10] K.J de Jong and B.A. Zawaydeh. Comparing stress, lexical focus, and segmental focus: patterns of variation in Arabic vowel duration. *Jour. Phonetics*, 30: 53-75, 2002.
- [11] P.A. Keating. Phonetic and Phonological Representation of Stop Consonant Voicing. *Language*, 60: 286-319, 1984.
- [12] P.A. Keating. Universal phonetics and the organization of grammars. In *Phonetic Linguistics: Essays in Honor of Peter Ladefoged*, V. Fromkin (ed.). Academic Press, Orlando, 115-132, 1985.
- [13] A. Lahiri, L. Gewirth and S.E. Blumstein. A reconsideration of acoustic invariance for place of articulation in diffuse stop consonants: Evidence from a cross-language study. *JASA*, 76:391-404, 1984.
- [14] L. Lisker. Closure duration and the intervocalic voiced-voiceless distinction in English. *Language*, 33: 42-49, 1957.
- [15] L. Lisker. On 'explaining' vowel duration variation. *Glossa*, 8: 233-246, 1974.
- [16] L. Lisker and A.S. Abramson. A cross-language study of voicing in initial stops: Acoustical measurements. *Word*, 20, 385-422, 1964.
- [17] P.A. Luce and J. Charles-Luce. Contextual effects on vowel duration, closure duration, and the consonant/vowel ratio in speech production. *JASA*, 78: 1949–1957, 1985.
- [18] I. Maddieson. *Patterns of Sounds*. Cambridge University Press, Cambridge, 1984.
- [19] I. Maddieson. Phonetic Universals. In *The Handbook of Phonetic Sciences*, J. Laver and W.J. Hardcastle (eds), Blackwells, Oxford, 619-639, 1997.
- [20] I. Maddieson and J. Gandour. Vowel length before aspirated consonants. In *Indiana Linguistics*, vol. 38, pages 6-11, 1977.
- [21] F. Mitleb. Voicing effect on vowel duration is not an absolute universal. *Jour. of Phonetics*, 12:23-27, 1984.
- [22] F. Mitleb. Vowel length contrast in Arabic and English: a spectrographic test. *Jour. of Phonetics*, 12:229-235, 1984.
- [23] M.J. Munro. Productions of English vowels by native speakers of Arabic: acoustic measurements and accentedness ratings. *Language and Speech*, 36: 39-66, 1993.
- [24] R. F. Port. The influence of tempo on stop closure duration as a cue for voicing and place. *Jour. of Phonetics*, 7: 45–56, 1979.
- [25] R.F. Port, S. Al-Ani and S. Maeda. Temporal compensation and universal phonetics. *Phonetica*, 37: 235-252, 1980.
- [26] R. Smiljanic and A.R. Bradlow. Stability of temporal contrasts across speaking styles in English and Croatian. *Jour. of Phonetics*, doi:10.1016/j.wocn.02.002.2007.
- [27] S.A. Zimmerman and S.M. Sapon. Note on vowel duration seen cross-linguistically. *JASA*, 30: 152-153, 1958.