Production et perception des voyelles en arabe marocain & arabe jordanien : pertinence des indices statiques et dynamiques

Jalaleddin Al-Tamimi

Laboratoire Dynamique du Langage (DDL) – UMR 5596 CNRS & Université Lyon 2 – France.

Jalal-Eddin.Al-Tamimi@univ-lyon2.fr -- http://www.ddl.ish-lyon.cnrs.fr/

Dynamique Du Langage

Premières Journées des Sciences de la Parole
Campus de Parentville,
Charleroi, Belgique
30-31 Mars 2007

Objectif

- Identifier les indices ***statiques*** et ***dynamiques*** entrant en jeu dans la caractérisation des systèmes vocaliques et étudier leurs effets en perception,
- ***Indices statiques*** ➔ cibles vocaliques correspondant à des voyelles produites en isolation (Joos 1948, Ladefoged 1967, Daniloff & Hammerberg 1973),
- Mais, cible vocalique = "*Laboratory Artefacts*" (Liberman & al. 1967 & Liberman 1970), car : a) réalisée en la coarticulant avec les consonnes, en structure syllabique spécifique, b) sa structure acoustique fusionne avec celle des consonnes, c) formants vocaliques non invariants : variabilité intra- et inter-individuelle,
- ***Indices dynamiques*** :
  - Facilitent identification et/ou discrimination. Différence d'indices utilisés par les auditeurs pour identifier les voyelles en isolation et en contexte (Fairbanks & Grubb 1961, Fujimura & Ochiai 1963, Lehiste & Meltzer 1973, Strange & al. 1976, 1983, 1989, etc.).
  - Transitions formantiques qui résultent des coarticulations de type CV, VC ou VV (indices extrinsèques) et/ou des trajectoires propres à une voyelle donnée (indices intrinsèques),

Langues étudiées

- Arabe marocain (AM) de Casablanca avec 5 voyelles : /iː ə aː ʊ uː/ (Hamdi 1991),
- Arabe jordanien (AJ) d'Irbid avec 8 voyelles : /i iː eː a aː oː u uː/ (Bani-Yassin & Owens 1987),
- Choix motivé par : 1) Différence de taille et de qualité des voyelles & 2) Contraintes phonotactiques (morphologie).
  - Une langue non-concaténative à racine trilitère. Relations consonne~consonne directes,
  - Voyelles jamais réalisées en isolation. Associées à une consonne pour leur production, car d'après les grammairiens arabes, ce sont des sons inclus dans les consonnes et sont considérées comme des facilitateur de leur production, et
  - Quelques catégories verbales sont marquées par une altération de la qualité vocalique sans aucune modification de la racine consonantique : ex. '***K T B***' ➔ [**ka:tib**] "écrivain", [**kita:b**] "livre", [ma**ktaba**] "librairie".

(Sibawayh VIIIth siècle, Ibn Jinni Xth siècle, Cantineau 1960, Mehiri 1973, BenKiran 1982, McCarthy 1982, Ibrahim 1997, entres autres).

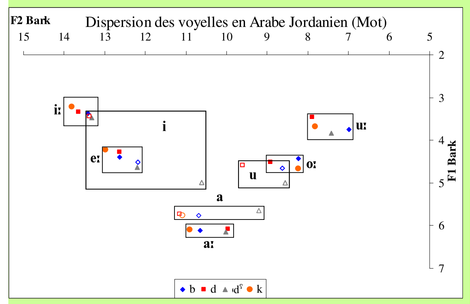
En production

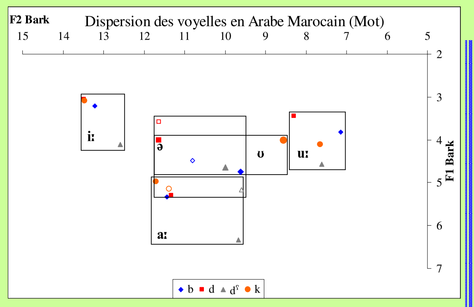
- 10 locuteurs hommes par système : âge ➔ 20 à 30, pas de trouble articulatoire, audiométrie ok.
- Liste d'items dans des structures C_1V, C_1VC ou C_1VC_2VC, où C_1 ou C_2 est une des consonnes suivantes : /b d dˤ k/,
- Voyelles produites comme réalisées dans des Mots, des Syllabes et en Isolation à débit moyen, sans style (ex. [**bo:se~bo:~o:**] = "bisous" en AJ),
- Items présentés aléatoirement avec 5 répétions par locuteur dans une phrase porteuse.
- Analyses acoustiques avec Praat :
  - ***Indices statiques*** : caractérisation de l'état stable, de l'influence du contexte consonantique et de taille des systèmes,
  - ***Indices dynamiques*** : caractérisation de voyelles par les pentes formantiques (par des régressions linéaires et polynomiales).

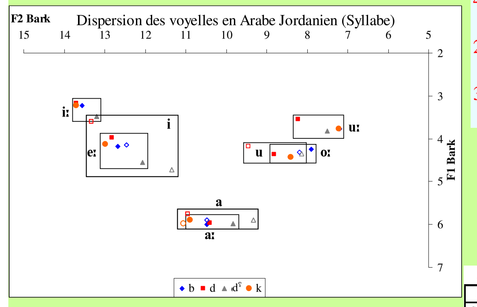
En perception

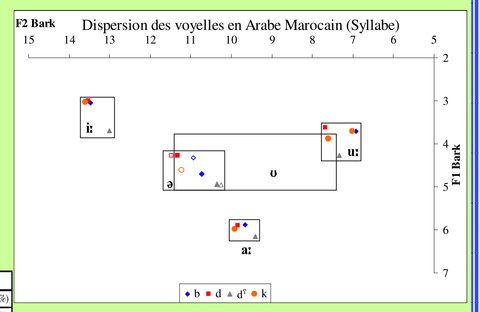
- 10 auditeurs hommes par systèmes : âge ➔ 20 à 30 ans, audiométrie ok.
- Test de "meilleurs" prototypes vocaliques en contexte dental (en utilisant une méthode d'ajustement de formants (MOA, Johnson et al. 1993)). La totalité de l'espace *F1/F2* a été synthétisé en un espace continu ➔ test de "meilleurs" prototypes vocaliques,
  - ***indices statiques*** ➔ « cibles vocaliques » (V Target)
  - ***indices dynamiques*** ➔ (CV Target) transitions formantiques: C. bilabial, dentale, vélaire + « cibles vocaliques »

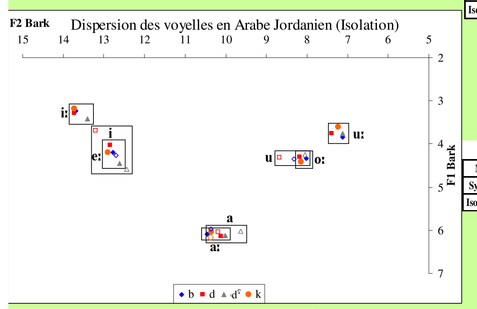
Indices statiques

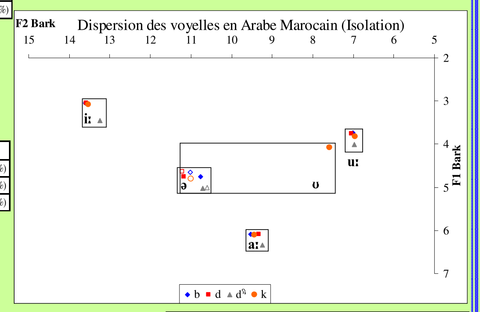








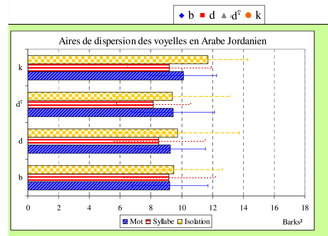




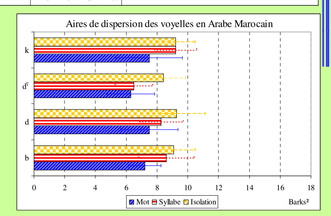
Analyse Discriminante
53,4% (Sans Durée, 53,2%): Voyelles AJ vs AM
40,5% (SD, 34,2%): Voyelles par contexte en AJ
46,1% (SD, 38,6%): Voyelles par contexte en AM
27,9% (SD, 28,1%): Voyelles par contexte et lieu en AJ
36,7% (SD, 32,9%): Voyelles par contexte et lieu en AM

AM	/b/	/d/	/dˤ/	/k/
Mot	91,8% (82,7%)	94,8% (83,5%)	87,2% (80,4%)	87,7% (73,0%)
Syllabe	86,2% (83,3%)	80,3% (79,5%)	78,4% (75,2%)	93,9% (83,6%)
Isolation	81,3% (81,3%)	77,4% (76,6%)	71,7% (71,7%)	90,8% (79,0%)

AJ	/b/	/d/	/dˤ/	/k/
Mot	87,3% (68,1%)	85,1% (69,7%)	89,6% (83,2%)	93,2% (78,4%)
Syllabe	66,7% (49,2%)	65,3% (55,4%)	73,9% (60,9%)	72,0% (65,2%)
Isolation	59,4% (48,2%)	56,3% (48,7%)	64,1% (57,1%)	67,7% (66,0%)



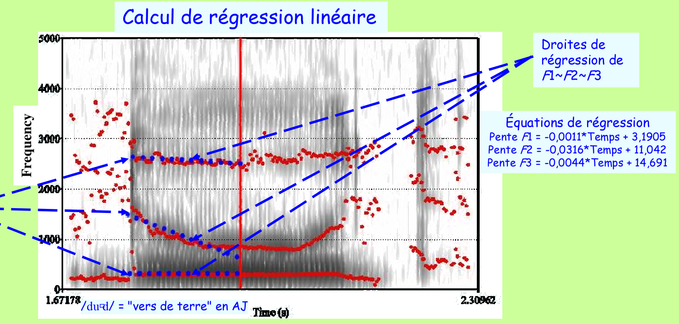
(Bark²)		k	i	eː	ae	a	oː	u	uː
Mot	**b**	0,53	1,17	0,77	1,94	1,05	1,28	0,71	1,51
	d	0,75	0,73	1,19	1,79	0,93	1,50	0,52	0,83
	dˤ	0,64	0,78	1,06	0,69	2,75		0,65	1,02
	k	0,49		1,29	1,57	0,67	0,77		2,17
Syllabe	**b**	0,80	1,14	0,71	1,45	1,48	1,31	2,47	1,84
	d	0,68	1,51	1,02	1,26	1,04	2,43	1,26	1,47
	dˤ	1,16	2,07	2,02	2,48	0,68		0,98	0,79
	k	0,74		1,65	1,74	1,57	2,61		1,79
Isolation	**b**	1,19	1,14	0,85	1,56	1,10	1,83	2,72	2,59
	d	1,60	2,42	1,68	1,32	1,93	2,06	2,35	2,35
	dˤ	2,74	1,93	1,36	1,64	1,17		1,77	1,28
	k	1,19		1,94	1,35	1,03	1,24		1,20

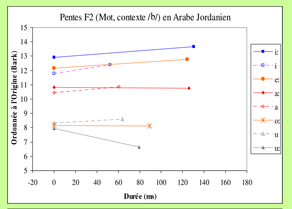


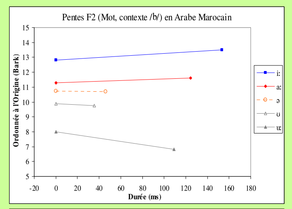
(Bark²)		k	ae	a	oː	uː
Mot	**b**	0,65	1,39	0,42	4,23	0,94
	d	0,58	1,10	1,16	0,62	0,59
	dˤ	0,82	0,76	0,77	2,60	1,62
	k	0,45	1,03	2,61	1,31	1,20
Syllabe	**b**	0,46	0,52	1,01	1,03	0,52
	d	0,50	0,90	0,77	0,64	0,75
	dˤ	0,80	0,47	1,32	1,52	1,72
	k	0,36	0,34	1,20	0,73	0,07
Isolation	**b**	0,51	0,82	0,66	0,76	1,16
	d	0,44	0,92	1,27	2,07	0,75
	dˤ	0,85	0,87	1,69	2,23	1,37
	k	0,45	0,60	0,87	1,49	1,16

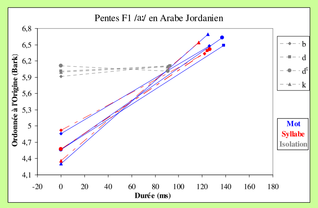
Indices dynamiques

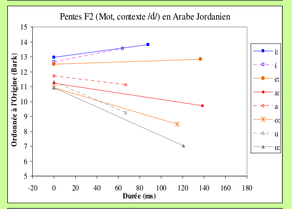
Calcul de régression linéaire

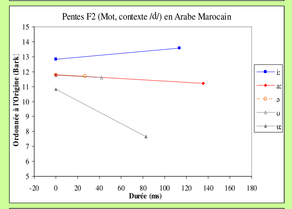


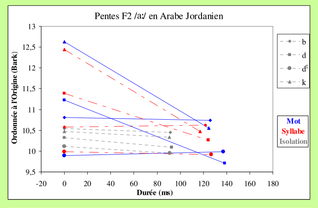


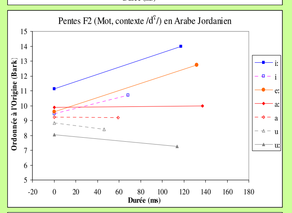


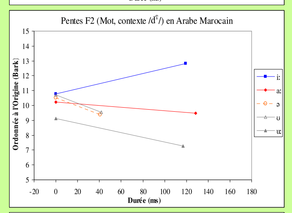


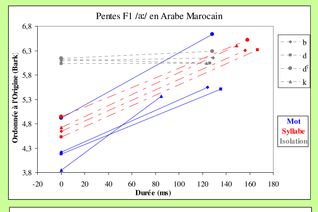


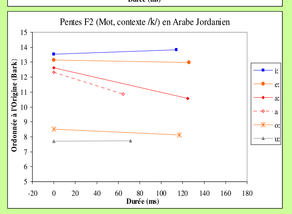


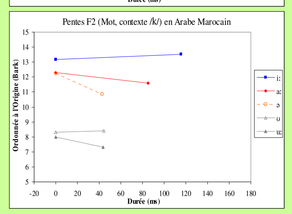


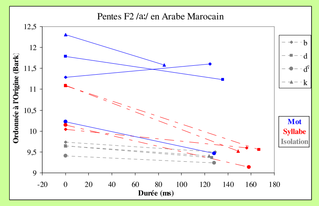












Analyse Discriminante (Régression linéaire)
57,2%: Voyelles AJ vs AM
53,7%: Voyelles par contexte en AJ
55,8%: Voyelles par contexte en AM
28,5%: Voyelles par contexte et lieu en AJ
54,3%: Voyelles par contexte et lieu en AM

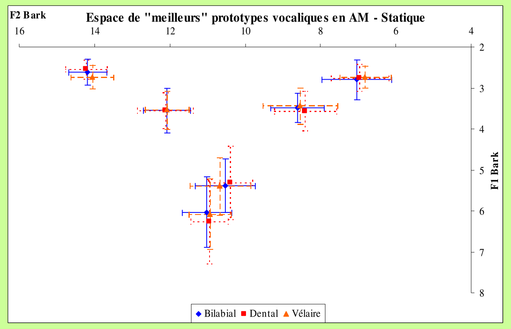
Analyse Discriminante (Régression Polynomiale)
2nd: 73,1% (3ème, 55%): Voyelles AJ vs AM
2nd: 42,9% (3ème, 49,2%): Voyelles par contexte en AJ
2nd: 60,7% (3ème, 51,2%): Voyelles par contexte en AM
2nd: 56,9% (3ème, 27,5%): Voyelles par contexte et lieu en AJ
2nd: 49,9% (3ème, 57,5%): Voyelles par contexte et lieu en AM

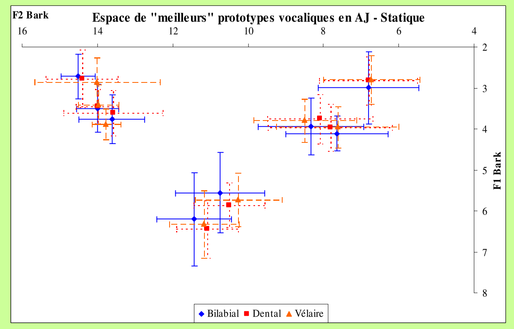
AJ	/b/	/d/	/dˤ/	/k/
Mot	87,1%	86,1%	89,0%	92,2%
Syllabe	71,2%	66,3%	73,3%	68,2%
Isolation	61,9%	58,8%	68,5%	69,2%

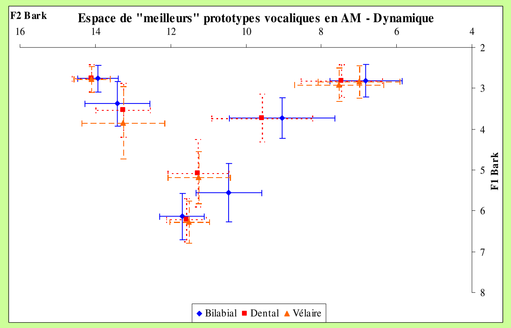
AM	/b/	/d/	/dˤ/	/k/
Mot	91,2%	88,3%	76,0%	87,2%
Syllabe	82,9%	82,3%	79,6%	91,8%
Isolation	79,6%	78,7%	75,9%	90,8%

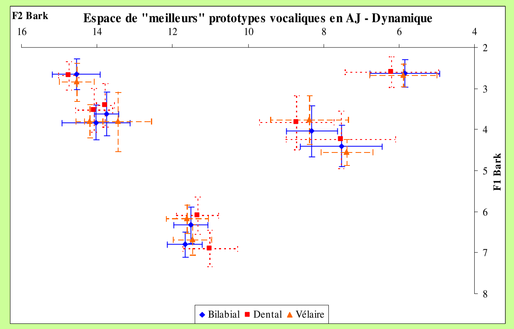
AJ	Polynomiale	/b/	/d/	/dˤ/	/k/
Mot	2ème Ordre	85,8%	83,5%	88,7%	91,9%
	3ème Ordre	83,8%	84,1%	84,9%	90,5%
Syllabe	2ème Ordre	69,6%	65,6%	73,0%	66,9%
	3ème Ordre	71,6%	65,8%	70,1%	68,9%
Isolation	2ème Ordre	64,4%	58,0%	68,1%	68,5%
	3ème Ordre	63,9%	57,0%	65,8%	72,3%

AM	Polynomiale	/b/	/d/	/dˤ/	/k/
Mot	2ème Ordre	88,6%	87,7%	80,6%	84,4%
	3ème Ordre	90,9%	88,5%	81,5%	82,6%
Syllabe	2ème Ordre	81,7%	82,3%	77,2%	91,0%
	3ème Ordre	82,5%	80,7%	72,0%	91,4%
Isolation	2ème Ordre	79,6%	79,5%	74,7%	90,8%
	3ème Ordre	79,6%	82,3%	76,3%	89,5%









Analyse Discriminante
50,7%: Voyelles AJ vs AM
50,9%: Voyelles par Indice en AJ
54,5%: Voyelles par Indice en AM
33,3%: Voyelles par lieu en statique en AJ
33,1%: Voyelles par lieu en dynamique en AJ
24,2%: Voyelles par lieu en statique en AM
33,4%: Voyelles par lieu en dynamique en AM

AM	/b/	/d/	/k/
Statique	85,3%	86,3%	85,7%
Dynamique	79,0%	79,0%	74,7%

AJ	/b/	/d/	/k/
Statique	61,1%	60,5%	67,3%
Dynamique	76,3%	76,0%	82,0%

Bark²	Arabe Marocain			Arabe Jordanien		
	Bilabial	Dental	Vélaire	Bilabial	Dental	Vélaire
Statique	11,96	13,16	12,12	14,53	14,90	14,81
Dynamique	12,61	11,45	12,30	20,35	19,45	19,91

Bark²	Arabe Marocain					
	Statique			Dynamique		
	Bilabial	Dental	Vélaire	Bilabial	Dental	Vélaire
i	1,11	1,25	0,88	1,33	1,77	3,16
iː	0,35	0,36	0,51	0,45	0,18	0,38
a	1,71	0,95	1,81	1,57	1,55	1,15
aː	1,68	1,58	1,98	0,88	0,82	1,06
u	0,51	0,70	1,70	2,45	2,29	1,50
uː	0,83	0,51	0,38	0,56	1,60	0,79

Bark²	Arabe Jordanien					
	Statique			Dynamique		
	Bilabial	Dental	Vélaire	Bilabial	Dental	Vélaire
i	1,04	1,18	0,44	0,21	0,29	1,11
iː	0,60	1,17	1,03	0,87	0,13	0,34
eː	0,85	0,54	0,73	0,63	0,72	0,22
a	2,48	1,64	1,84	0,43	0,47	0,45
aː	4,26	1,56	3,37	0,38	0,82	0,53
oː	1,47	3,87	2,05	1,74	3,29	0,39
u	3,11	2,45	3,29	1,08	1,47	0,82
uː	1,78	2,91	1,99	1,06	0,94	1,03

Bibliographie

Bani-Yasin, R. & Owens, J. (1987) *The Phonology of a Northern Jordanian Arabic Dialect*, Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft, Vol. 137(2): 297-331.**Benkirane, T.** (1982). *Étude Phonétique et Fonctions de la Syllabe en Arabe Marocain.* Thèse de 3ème Cycle de Phonétique Expérimentale, Fonctionnelle et Appliquée, Université de Provence : Aix-Marseille I: 242. **Cantineau, J.** (1960). *Études de linguistique arabe : Cours de phonétique arabe..: suivi de Notions générales de phonétique et de phonologie.* Ed. Librairie C. KLINCKSIECK, Paris : 294. **Daniloff, R. G. & Hammarberg, R. E.** (1973). *On defining coarticulation.* Journal of Phonetics, 1 : 239-248. **Fairbanks, G. & Grubb, P.** (1961). *A psychophysical investigation of vowel formants.* Journal of Speech and Hearing Researches, 4: 203-219. **Fujimura, O. & Ochiai, K.** (1963). *Vowel identification and phonetic contexts.* JASA, 35: 1889 (A). **Hamdi, R.** (1991). *Étude phonologique et expérimentale de l'emphase en arabe marocain de Casablanca.* Thèse de Doctorat, Sciences du Langage: Lyon2: 172. **Ibn Jinni (Xth century),** *Sir Sinâ'at Al-I'raab* Vol. 1, p. 501., **Ibrahim, A-F.** (1997). *Al tanzim al-zamani fi al-arabiyyat samaiyya : dirasat fi al-bunyat al-kamiyyat li-l-aswat al-arabiyyatt (inda ruwwat tunusiyyin).* Thèse de doctorat : Lettres : Tunis I : 399., **Johnson, K., Flemming, E. & Wright, R.** (1993). "*The hyperspace effect: Phonetic targets are hyperarticulated*" Language 69 : 505-528., **Joos, M. A.,** (1948). *Acoustic phonetics.* Language 24 (Suppl.), 1-136., **Ladefoged, P.** (1967). *Three areas of experimental phonetics.* Oxford University Press, New York., **Lehiste, I. & Meltzer, D.** (1973). *Vowel and speaker identification in natural and synthetic speech.* Language Speech, 16: 356-364., **Liberman, A. M.** (1970). *The grammars of speech and language.* Cognitive Psychology, 1: 301-323. **Liberman, A. M., Cooper, F. S., Shankweiler, D. P. & Studdert-Kennedy, M.** (1967). *Perception of the speech code.* Psychology Revue, 74: 431-461., **McCarthy, J. J.** (1982). *Formal problems in Semitic phonology and morphology.* Austin, University of Texas: 246., **Mehiri, A.,** (1973). *Les théories grammaticales d'Ibn Jinni (Sir Sinâ'at al'e'rab, Xème siècle).* Tunis : Publications de l'Université de Tunis : 289., **Sibawayh** (VIIIèmesiècle), *Al-Kitâb.* 5 Tomes (tahqîq wa sharh Abd Al-Salâm Muhammad Hârûn, éd. Al-hay'a al-masriyya al-'âma lilkitâb , 1975 : 491)., **Strange, W., Verbrugge, R. R., Shankweiler, D. P. & Edman, T. R.** (1976). *Consonant environment specifies vowel identity.* JASA, 60(1): 213-224., **Strange, W. J., James J; Johnson, & Thomas L** (1983). *Dynamic Specification of Coarticulated Vowels.* JASA, 74(3): 695-705., **Strange, W. B., & Ocka Schwen** (1989). *Dynamic Specification of Coarticulated German Vowels: Perceptual and Acoustical Studies.* JASA, 104(1): 488-504.