



**HAL**  
open science

# Variabilité et invariance du système vocalique de l'arabe standard

Laura Abou Haidar

► **To cite this version:**

Laura Abou Haidar. Variabilité et invariance du système vocalique de l'arabe standard. Linguistique. Université de Franche-Comté (Besançon), 1991. Français. NNT: . tel-03606009

**HAL Id: tel-03606009**

**<https://hal.science/tel-03606009>**

Submitted on 11 Mar 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITE DE FRANCHE-COMTE  
U.F.R. DES SCIENCES DU LANGAGE, DE L'HOMME ET DE LA SOCIETE - BESANCON

Thèse de DOCTORAT (Nouveau Régime)  
en SCIENCES DU LANGAGE, DIDACTIQUE, SEMIOTIQUE  
spécialité PHONETIQUE

Présentée par Laura ABOU HAIDAR

sous la direction de Madame le Professeur Elisabeth LHOTE

VARIABILITE ET INVARIANCE DU SYSTEME VOCALIQUE  
DE L'ARABE STANDARD

Membres du Jury :

Monsieur le Professeur Amr IBRAHIM, Université de Franche-Comté  
Monsieur le Professeur Albert LANDERCY, Université de Mons-Hainaut  
Madame le Professeur Elisabeth LHOTE, Université de Franche-Comté  
Madame le Professeur Péla SIMON, Université de Strasbourg

Décembre 1991

## **AVERTISSEMENT**

La qualité de numérisation de ce fichier dépendant de l'état général de la microfiche, l'A.N.R.T. ne peut garantir un résultat irréprochable.

Le présent ouvrage est uniquement consultable en bibliothèque.

*A mes parents, dont le soutien et la confiance totale sont à la base de ce travail, et sans lesquels rien ne serait*

*A Yolla et Nada, dont les encouragements et l'aide dans des tâches aussi ingrates que la lecture, relecture, traduction, corrections, critique, photocopies, ..., m'ont été indispensables pour l'élaboration de ce travail*

*A Imad et Elie, dont l'attention constante m'a été si précieuse au cours de ces dernières années*

*Merci d'avoir stoïquement supporté l'instabilité psychologique et sociale due à mon état de chercheur!*

## REMERCIEMENTS

*Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à Madame le professeur Elisabeth L. Note qui a bien voulu diriger cette recherche. Ses encouragements, sa confiance, ses conseils, m'ont été si précieux pour la réalisation de ce travail. Qu'elle soit sûre de ma gratitude pour toutes ces heures qu'elle m'a consacrées, et pour le don de soi qui la caractérise désormais auprès de tous ses chercheurs. Je la remercie particulièrement pour son soutien dans les moments de doute et de découragement. Je lui suis gré de toute l'énergie déployée ces derniers mois malgré les difficultés dues à mon éloignement géographique. Sans sa détermination, ce travail n'aurait pas vu le jour.*

*Madame le Professeur Péla Simon, Monsieur le Professeur Amr Ibrahim, Monsieur le Professeur Albert Landercy me font l'honneur de juger ce travail. Qu'il me soit permis de leur exprimer ma profonde gratitude pour leur compréhension et leur indulgence en ce qui concerne la première version qui leur fut communiquée.*

*Je suis particulièrement heureuse que Madame le Professeur Péla Simon ait accepté de faire partie de mon jury. Je n'ai jamais oublié ses conseils, ni son regard critique, et j'ai essayé d'en tenir compte tout au long de cette recherche.*

*Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à Monsieur le Professeur Amr Ibrahim, qui a toujours accepté de me consacrer du temps, et dont les longues discussions et les conseils m'ont été si précieux pour la réalisation de ce travail. Je le remercie pour sa confiance et pour ses encouragements constants.*

*Je suis extrêmement redevable à Monsieur le Professeur Albert Landercy. Son soutien moral et la grande solidarité dont il a bien voulu faire preuve m'ont été si bénéfiques au cours de ces derniers mois. Je le remercie pour le temps qu'il a bien voulu consacrer à ma recherche, aussi bien à Mons, à Besançon qu'à Aix-en-Provence.*

*Entre 1987 et 1990, j'ai eu l'honneur et la chance de bénéficier d'une allocation de recherche allouée par le Ministère de la Recherche et de la Technologie, ainsi que du Monitorat d'Initiation à l'Enseignement Supérieur, ce qui a libéré mon esprit des contraintes matérielles et m'a donné la possibilité de me consacrer entièrement à mon travail de recherche. Je tiens à exprimer ma reconnaissance à Madame le Professeur Elisabeth Lhote, ainsi qu'à Monsieur le Professeur Jean Peytard, pour avoir permis et activement soutenu ma demande.*

*Qu'il me soit permis d'exprimer ma reconnaissance envers Monsieur Lionel Vairon, Attaché de Coopération à l'Ambassade de France au Cambodge, pour m'avoir accordé une permission d'absence de Phnom Penh afin de rentrer en France soutenir ma thèse.*

*Ce travail n'est pas exclusivement individuel : mes amis y ont beaucoup contribué. Qu'il me soit permis de les remercier chaleureusement.*

*Je remercie tout d'abord mes collègues du laboratoire de phonétique, pour leur confiance, leurs encouragements, leurs critiques constructives, leur soutien. Nous avons partagé des grands moments d'exaltation et de doute, et je tiens à les assurer tous de mon amitié.*

*Je tiens à exprimer ma sympathie et ma reconnaissance à Messieurs Jean-Pierre Dupret et Frank Lefèvre. Ils ont toujours répondu à mes appels, m'ont prodigué beaucoup de conseils, m'ont fait part de leur expérience. Ils m'ont facilité le travail au niveau matériel, notamment pour la frappe de cette thèse. Je les remercie pour leur attention constante et pour leur grande gentillesse.*

*Je remercie également Monsieur le Professeur Jean-Philippe Massonie, Messieurs Claude Condé et Jean-Jacques Girardot, ainsi que Madame Josette Girard, pour leur accueil au Laboratoire M.I.S., et pour m'avoir souvent conseillé et aidé en ce qui concerne l'utilisation du matériel informatique du laboratoire. Je suis particulièrement reconnaissante à Monsieur Claude Condé qui n'a jamais hésité à me venir en aide dans les moments critiques d'élaboration de ce travail.*

*J'ai été très sensible à l'intérêt témoigné par Madame Marielle Bruyninckx et Monsieur Bernard Harmegnies - Institut de Phonétique de l'Université de Mons-Hainaut - pour cette recherche. Qu'ils trouvent ici l'expression de toute ma sympathie et mes remerciements pour des discussions qui m'ont été bien utiles.*



*Hamid Sabhi a consacré beaucoup de temps à réaliser les graphiques du triangle vocalique de l'arabe, ainsi que l'analyse statistique du paragraphe IV.5.2. Je le remercie de sa patience et de son dévouement.*

*Bernard Cerrutti s'est beaucoup dépensé pour rechercher, corriger, mettre en page et tirer ma bibliographie pendant que j'étais à Phnom Penh. Je suis très touchée par son aide dans un moment aussi difficile et je lui suis profondément reconnaissante.*

*Gérard Turmo, professeur de français à la Faculté de Médecine de Phnom Penh, a lu et corrigé ce travail sous le soleil asiatique. Qu'il trouve ici l'expression de ma reconnaissance pour ses critiques et ses encouragements.*

*Last but not least, merci à Patrice, Nathalie, Pascal, Madhat, Najet, Abdelazim, Anne-Sophie et tant d'autres, pour leurs encouragements et leur confiance.*

# TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE	15
CHAPITRE I	
VARIABILITE ET INVARIANCE DANS LA PRODUCTION DE LA PAROLE	22
I.1. INTRODUCTION	23
I.2. DES STIMULI SYNTHETIQUES A LA PAROLE REELLE :	
PROBLEME DE LA VARIABILITE DU SIGNAL VOCAL	24
I.2.1. L'apport de l'investigation expérimentale	24
I.2.2. L'apport de la synthèse de parole	26
I.2.3. L'invariabilité de la convergence des transitions formantiques : la théorie du 'v'	28
I.2.4. Le passage des stimuli synthétiques au signal de parole	29
I.3. LES PHENOMENES DE COARTICULATION	31
I.3.1. Définition de la coarticulation	31
I.3.2. La résistivité coarticulatoire	32
I.3.3. Coarticulation anticipatoire et régressive	33
I.4. LA VARIABILITE CARACTERISTIQUE INDIVIDUELLE	35
I.5. AU-DELA DE LA VARIABILITE DU SIGNAL VOCAL	37
I.5.1. Intégrer la variabilité	37
I.5.2. Où se trouve l'invariance ?	38
I.6. CONCLUSION	44

<b>CHAPITRE II</b>	
<b>APPROCHE DIACHRONIQUE ET SYNCHRONIQUE</b>	
<b>DE LA LANGUE ARABE</b>	<b>46</b>
<b>II.1. RAPPELS HISTORIQUES ET GEOGRAPHIQUES</b>	<b>47</b>
<b>II.2. LES ARABES DANS LA PERIODE PRE-ISLAMIQUE</b>	<b>49</b>
II.2.1. Nomadisation de la population, fragmentation de la langue	49
II.2.2. L'importance du poète dans la société pré-islamique	50
II.2.3. L'expression poétique pré-islamique : naissance d'une langue commune	52
<b>II.3. L'APPORT DE L'ISLAM : NORMALISATION ET DIVERSIFICATION</b>	
<b>DE LA LANGUE COMMUNE</b>	<b>58</b>
II.3.1. La langue du Coran	58
II.3.2. Nécessité d'une formalisation de la langue : l'oeuvre des grammairiens	63
II.3.3. Description phonétique et phonologique de la langue commune	69
II.3.3.1. La description de Sibawayhi dans "Al Kitab"	70
II.3.3.2. L'apport d'Ibn Jinni	75
II.3.3.2.1. Le système consonantique	75
II.3.3.2.2. Le système vocalique : différenciation quantitative et qualitative	76
<b>II.4. L'ARABE MODERNE</b>	<b>77</b>
II.4.1. Arabe ancien - arabe moderne : stabilité phonétique et phonologique	77
II.4.2. Description phonologique de la langue arabe moderne	81
II.4.2.1. Principe de distribution	81
II.4.2.1.1. Les consonnes	81
II.4.2.1.2. Les voyelles	88
II.4.2.2. Principe de permutation	90
II.4.2.2.1. Les consonnes	90
a. Le trait de nasalité	90
b. Le trait de voisement	91
c. Le trait d'emphase	91
d. Le mode occlusif / le mode constrictif	91
e. Le lieu d'articulation	92
f. La gémination	92
II.4.2.2.2. Les voyelles	95
a. La quantité vocalique	95
b. L'aperture	95

c. Antériorité / postériorité	95
d. La labialisation	95
II.4.3. Stabilité et variabilité phonétique en arabe standard	96
II.4.3.1. Stabilité diachronique	96
II.4.3.2. Stabilité synchronique inter-dialectale	97
<b>II.5. CONCLUSION</b>	<b>99</b>
<b>CHAPITRE III</b>	
<b>LA QUANTITE VOCALIQUE EN ARABE STANDARD</b>	<b>100</b>
<b>III.1. INTRODUCTION</b>	<b>101</b>
<b>III.2. LA QUANTITE VOCALIQUE : TRAIT DISTINCTIF EN ARABE STANDARD</b>	<b>103</b>
III.2.1. Introduction	103
III.2.2. Spécificité de la structure temporelle de la langue arabe comparativement à une langue possédant un seul degré de quantité vocalique : le français	104
III.2.2.1. Protocole expérimental	104
III.2.2.1.1. Le corpus	104
III.2.2.1.2. Les locuteurs	105
III.2.2.1.3. Instruments d'acquisition et de mesure	106
III.2.2.2. Analyse et interprétation des résultats	106
III.2.2.2.1. Approche globale : voyelles arabes longues	106
III.2.2.2.2. Approche globale : voyelles arabes brèves	107
III.2.2.2.3. Approche globale : voyelles françaises	107
III.2.2.2.4. Analyse comparative de la relation Voyelle Longue - Voyelle Brève - Voyelle Française	109
III.2.2.3. Conclusion	117
III.2.3. Approche inter- et intra-locuteurs de la variabilité et de l'invariance du rapport VL/VB	117
III.2.3.1. Introduction	117
III.2.3.2. Protocole expérimental	119
III.2.3.2.1. Le corpus	119
III.2.3.2.2. Les locuteurs	122
III.2.3.2.3. Instruments d'acquisition et de mesure	122
III.2.3.3. Voyelles longues - Voyelles brèves : analyse descriptive globale	123
III.2.3.3.1. Voyelles brèves	128
a - Moyennes générales	128

b - Valeurs minimales et maximales	129
c - Taux de dispersion	130
III.2.3.3.2. Voyelles longues	131
a - Moyennes générales	131
b - Valeurs minimales et maximales	133
c - Taux de dispersion	134
III.2.3.3.3. Résultats comparatifs de l'analyse descriptive globale	135
a - Moyennes générales VL/VB	135
b - Valeurs minimales et maximales et taux de dispersion	137
III.2.3.4. Analyse par paires minimales	140
III.2.3.4.1. Le corpus	140
III.2.3.4.2. Analyse et interprétation des résultats	141
III.2.3.5. Conclusion	156

### **III.3. VARIABILITE ET INVARIANCE DE LA QUANTITE VOCALIQUE EN FONCTION DE PARAMETRES ARTICULATOIRES** 157

III.3.1. Introduction	157
III.3.2. La quantité vocalique : indice de voisement en arabe standard ?	158
III.3.2.1. Protocole expérimental	158
III.3.2.2. Analyse et interprétation des résultats	159
III.3.2.2.1. Corrélation entre la durée de la voyelle et le voisement de la consonne finale	161
a - Approche descriptive globale	161
b - Analyse des paires minimales	163
c - Conclusion	171
III.3.2.2.2. Corrélation entre la durée de la voyelle et le voisement de la consonne initiale	172
a - Approche descriptive globale	172
b - Approche par paires minimales	174
c - Conclusion	185
III.3.2.3. Conclusion	186
III.3.3. La quantité vocalique : indice de mode articulaire en arabe standard ?	186
III.3.3.1. Protocole expérimental	186
III.3.3.2. Analyse et interprétation des résultats	186
III.3.3.2.1. Approche globale	189
III.3.3.2.2. Approche par paires minimales	189
III.3.3.3. Conclusion	198

III.4. CONCLUSION	198
CHAPITRE IV	
LA STRUCTURE FORMANTIQUE DU SYSTEME VOCALIQUE EN ARABE STANDARD	201
IV.1. INTRODUCTION	202
IV.2. PROTOCOLE EXPERIMENTAL	203
IV.3. VARIATION DU PREMIER FORMANT EN FONCTION DE LA QUANTITE	204
IV.3.1. Voyelles /i:/ - /i/	204
IV.3.1.1. Champ de dispersion	204
IV.3.1.2. Zones de recouvrement	208
IV.3.2. Voyelles /u:/ - /u/	216
IV.3.2.1. Champ de dispersion	216
IV.3.2.2. Zones de recouvrement	217
IV.3.3. Voyelles /a:/ - /a/	219
IV.3.3.1. Champ de dispersion	219
IV.3.3.2. Zones de recouvrement	220
IV.3.4. Conclusion	222
IV.4. VARIATION DU DEUXIEME FORMANT EN FONCTION DE LA QUANTITE	223
IV.4.1. Voyelles /i:/ - /i/	223
IV.4.1.1. Champ de dispersion	224
IV.4.1.2. Zones de recouvrement	228
IV.4.2. Voyelles /u:/ - /u/	232
IV.4.2.1. Champ de dispersion	232
IV.4.2.2. Zones de recouvrement	235
IV.4.3. Voyelles /a:/ - /a/	236
IV.4.3.1. Champ de dispersion	236
IV.4.3.2. Zones de recouvrement	238
IV.4.4. Conclusion	241
IV.5. CONFIGURATION DU TIMBRE EN FONCTION DE LA QUANTITE : ANALYSE DU RAPPORT F2/F1	243

IV.5.1. Introduction	243
IV.5.2. Etude de la corrélation entre le premier et le deuxième formants en fonction de la quantité	253
IV.5.2.1. Voyelles /i:/ - /i/	255
IV.5.2.2. Voyelles /u:/ - /u/	260
IV.5.2.3. Voyelles /a:/ - /a/	264
IV.5.2.3.1. F2/F1 /a/ < F2/F1 /a:/	270
IV.5.2.3.2. F2/F1 /a/ > F2/F1 /a:/	272
IV.5.2.3.3. F2/F1 /a/ <=> F2/F1 /a:/	273
IV.5.3. Conclusion	274
IV.6. CONCLUSION	275
CONCLUSION GENERALE	282
1. Différenciation de quantité en arabe standard <sup>1</sup>	283
1.1. Variabilité individuelle	283
1.2. Invariabilité linguistique	284
2. Corrélation entre quantité et qualité en arabe standard	285
2.1. Variation formantique individuelle	285
2.2. Stabilité des paramètres régissant le système vocalique	286
3. Espace spectral vocalique : spécification individuelle et linguistique	287
3.1. Espace vocalique individuel	287
3.2. Espace vocalique linguistique	288
BIBLIOGRAPHIE	289
ANNEXES	313
Annexe 1	314
Annexe 2	315
Annexe 3	316
Annexe 4	319
Annexe 5	329
Annexe 6	331
Annexe 7	333
Annexe 8	335
Annexe 9	337

# INTRODUCTION GENERALE



Notre décision de réaliser la présente recherche résulte d'une interrogation sur le statut "consensuel" de la langue arabe standard auprès des populations arabophones, et de la relation entre la variabilité des productions orales et la relative invariance perceptive. Notre étude est fondée plus précisément sur une réflexion à long terme concernant la validité de la mise au point d'un test d'audiométrie vocale pour sourds arabophones en arabe standard, et le matériau linguistique qui serait le plus adapté à un tel test, étant donné la complexité du statut de la langue arabe et des dialectes dans le cadre du processus de communication des locuteurs arabophone.

Le test d'audiométrie vocale<sup>1</sup> "est un procédé évaluant l'aptitude de la fonction auditive à percevoir des sons de parole. Il s'agit de perception de voix non spontanée. L'examen consiste à faire entendre des modèles acoustiques de la parole au sujet testé ; celui-ci doit les répéter, et les erreurs qu'il commet permettent de quantifier un pourcentage d'intelligibilité ou un pourcentage d'erreurs" [LEFEVRE, 1985 : 9]. Le matériel vocal peut être constitué soit de mots signifiants appartenant à la langue, soit d'unités non signifiantes, construites avec les phonèmes de la langue, appelées "logatomes"<sup>2</sup>. Le processus d'élaboration de ce type de tests nécessite une connaissance préalable de la structure acoustique des unités présentées à l'auditeur, puisque son principe de base est la comparaison des "modèles acoustiques" de ce qui est perçu par l'auditeur par rapport à ce qui a été produit par l'expérimentateur.

Dans la perspective d'une audiométrie vocale adaptée à des auditeurs arabophones, les spécialistes sont confrontés à une question d'une grande importance : est-ce la langue ou le dialecte qui constitue le matériau linguistique le plus approprié ? On sait que pour élaborer un test d'audiométrie vocale, il est nécessaire d'utiliser un matériau linguistique dont la structure phonologique, phonétique et acoustique est décrite et connue : en effet, c'est le "modèle acoustique" - bien ou mal perçu - qui sert à l'évaluation de la déficience auditive. En ce qui concerne la langue arabe et les différents dialectes, et dans l'optique de

---

<sup>1</sup> Par opposition aux tests d'audiométrie tonale, dans lesquels ce sont des fréquences pures qui sont émises à des intensités différentes. Contrairement aux tests d'audiométrie vocale, le matériel utilisé n'est pas constitué de productions orales (qu'elles soient signifiantes ou non).

<sup>2</sup> L'avantage de l'utilisation clinique des logatomes est que le sujet ne peut pas reconstituer l'unité s'il n'a pas perçu le mot dans la totalité de ses constituants phonétiques, donc on évite la suppléance mentale. L'utilisation clinique des logatomes n'est pas approuvée par l'ensemble des praticiens, et il existe un débat de longue date à ce sujet.

mettre au point un test d'audiométrie vocale, l'expérimentateur est confronté à un certain nombre de problèmes, qui sont relatifs :

- dans le cas des dialectes, à une connaissance non satisfaisante de la structure phonologique, phonétique et acoustique, en partie due à la trop grande variabilité intra-dialectale ;

- dans le cas de la langue, à la complexité de son statut par rapport aux locuteurs-auditeurs arabophones.

La langue parlée par l'ensemble des locuteurs arabophones, leur langue maternelle, c'est le dialecte - caractéristique, aux niveaux morphologique, syntaxique et phonémique, de chaque pays. Les dialectes arabes ne sont pas pour le moment explorés d'une manière systématique et exhaustive au niveau segmental. Par ailleurs, la variabilité - aussi bien phonétique qu'acoustique - au sein d'un même dialecte est importante, et encore mal connue dans beaucoup de cas. Les chercheurs ne sont pas encore arrivés à un degré minimal de théorisation qui puisse décrire de manière satisfaisante la structure de ces dialectes aux niveaux qui nous intéressent, ou qui permette l'émergence d'une stabilité propre, nécessaire dans notre cas.

Par ailleurs, les dialectes en sont encore au stade oral<sup>3</sup>, et même si certains intellectuels - poètes, écrivains - les utilisent depuis quelques années pour leur expression écrite, ceci reste un phénomène marginal - qui a certes son importance en tant qu'acte politique d'affirmation d'une identité dialectale. L'absence de support écrit contribue à une certaine instabilité du dialecte, car il faut "*donner à la mémoire un support inerte. La variation d'énergie qui constitue le signe doit être fixée sous la forme d'une trace matérielle possédant une certaine stabilité*" [ESCARPIT, 1973 : 11]<sup>4</sup>. L'élaboration d'un test d'audiométrie vocale en production dialectale est donc impossible à l'heure actuelle, dans la mesure où les modèles acoustiques ne sont pas encore suffisamment connus (car trop

---

<sup>3</sup> Bien qu'il ne soit pas de notre compétence de définir les caractéristiques de l'oralité, nous signalons que les approches et les méthodes d'investigation des langues orales sont hautement élaborées : Maurice HOUIS définit l'oralité "*positivement comme une technique ou une psychologie de la communication à partir du moment où l'on réfléchit sur trois thèmes fondamentaux :*

a - la problématique de la mémoire dans une civilisation de l'oralité

b - l'importance sociologique et éthique de la parole proférée

c - enfin la culture, donnée, transmise et renouvelée à travers des textes de style oral dont les structures rythmiques sont des procédés mnémotechniques et d'attention" (Maurice HOUIS, 1971, *Anthropologie de l'Afrique noire*, Paris, PUF).

<sup>4</sup> Robert ESCARPIT, 1973 : *L'écrit et la communication*. Que Sais-Je ? Paris, PUF, n°1546, 127p.

variables) et qu'il est actuellement dangereux d'adopter - arbitrairement - un modèle acoustique correspondant à une structure phonologique ; l'expérimentateur a besoin de savoir ce qu'il est en train de tester et pour cela il a besoin d'une référence stable. Car il est bien entendu que la variabilité - phonétique et acoustique - inter- et intra-dialectale constitue dans un cas pareil un élément perturbateur pour l'interprétation des résultats.

Par son statut de langue de communication dans le monde arabe, par le consensus qu'elle emporte au sein de la population arabe, ainsi que par son degré de formalisation apparemment plus élaboré<sup>5</sup> et plus facilement maîtrisable, la langue arabe standard semble se prêter mieux que le dialecte à un test d'audiométrie vocale. Mais un problème non négligeable se pose, concernant cette fois-ci la relation du sujet arabophone à cette langue: la langue arabe standard est rarement un outil de production, le sujet en a surtout besoin pour comprendre les messages (radiophoniques, télévisés, les discours officiels, certaines productions artistiques, etc...), mais il n'a pas fréquemment l'occasion de s'exprimer oralement en arabe standard. Cette langue est donc un outil de communication qui semble essentiellement destiné - dans la vie quotidienne - à être perçu et compris par un public très large, qui utilise le dialecte pour commenter ou faire circuler oralement cette même information : dans la plupart des cas le citoyen arabophone est récepteur et rarement producteur ou locuteur en arabe standard.

La langue arabe standard est parvenue à un degré de formalisation plus élaboré que les dialectes : sa structure phonologique et phonétique fait l'objet d'études très poussées, depuis le VIII<sup>e</sup> siècle ; le grand degré de stabilité de sa structure phonologique est reconnu au niveau diachronique. Pour ce qui est de sa structure phonétique et acoustique, elle est sujette à certaines influences dialectales.

Cette langue se prêterait donc plus volontiers - ou plus naturellement - à un test d'audiométrie vocale, et certains ont déjà été élaborés (DUPRET, 1980) en vue de tester des auditeurs arabophones. Cependant, il faut être très prudent quant au public auquel ce type de tests s'adresse : sont-ils destinés à tous publics arabophones (quelle que soit l'origine dialectale du sujet), ou sont-ils réservés à des adultes ayant une connaissance préalable de la langue, ou encore sont-ils utilisés par des arabophones dans le monde arabe ou par des non-natifs à l'extérieur du monde arabe, etc.. Ce point est extrêmement

---

*5 N'oublions pas que la langue, à l'inverse du dialecte, est écrite, l'alphabet étant le même dans les pays de langue arabe, et le support écrit est incontestablement facteur de stabilité à un certain degré.*

important, car la nature du test ainsi que sa structure phonétique et acoustique dépendent du public auquel il s'adresse : un adulte arabophone qui vit dans un pays arabe et qui est confronté dans sa vie quotidienne à la perception de messages en arabe standard, n'a pas la même expérience linguistique et perceptivo que'un arabe immigré dans un pays occidental, qui y vit depuis des décennies, qui ne parle que l'arabe dialectal avec sa famille, qui utilise la langue du pays sur son lieu de travail et qui est rarement confronté à la perception de messages en arabe standard ; que teste-t-on dans chacun de ces deux cas en supposant que le même matériel vocal soit utilisé ? Un expérimentateur utilisant le même test d'audiométrie vocale en arabe standard pour ces deux types d'arabophones a certainement des résultats erronés dans l'un des deux cas. Une étude du public est donc une étape indispensable.

Par ailleurs quelles sont les bases acoustiques et phonétiques sur lesquelles les expérimentateurs s'appuient pour formaliser les modèles acoustiques dans ce genre de tests ? Il faut être bien conscient du fait que l'objectif à atteindre est étroitement corrélé au matériel vocal qui sert d'outil : utiliser des tests en arabe standard revient à tester la capacité d'un individu à percevoir et reproduire des modèles acoustiques déterminés, donc ce processus correspondrait a priori à un auditeur confronté dans sa vie quotidienne à la perception de productions en arabe standard.

L'hypothèse sur laquelle nous avons construit cette recherche est la suivante : à partir du moment où il existe un consensus réel concernant la perception linguistique de l'arabe standard à travers le monde arabe, il devrait être possible de construire un test d'audiométrie vocale permettant d'évaluer le niveau de déficience auditive de tout public arabophone (quelle que soit l'origine dialectale). *Ceci suppose que nous postulions l'existence, au niveau de la production du discours oral de n'importe quel arabophone, d'une certaine stabilité, correspondant à une invariabilité au niveau de la perception : cela signifie qu'au niveau des unités de production orale, et ceci quelle que soit l'origine dialectale des locuteurs, il pourrait exister des unités - ou des structures - communes à l'ensemble des locuteurs arabophones, au-delà de leurs origines dialectales différentes.*

Comment mettre en valeur l'existence ou l'absence d'un tel phénomène ?

Dans notre démarche, le problème de la variabilité et de l'invariabilité se pose nécessairement. Dans le domaine de la communication parlée, le chercheur doit faire la

jonction entre un signal de parole hautement variable et la perception qu'en a l'auditeur comme étant une entité signifiante. Il est clairement établi qu'il existe, au niveau de la perception linguistique des unités de la langue arabe, un degré d'invariabilité élevé. Comment se manifeste cette invariabilité au niveau de l'organisation des unités acoustiques du signal sonore dans le cadre de la production orale de sujets arabophones ayant des origines dialectales différentes ? Le terrain le plus propice à une telle investigation nous a semblé être *la syllabe* :

- pour sa primauté au niveau perceptif, l'unité minimale de perception étant de la taille de la syllabe (CHISTOVICH et al, 1963 ; MASSARO, 1972 ; PISONI et al, 1974) ;
- pour son importance aux niveaux articulatoire et coarticulatoire : les mouvements des organes articulatoires gardent la trace des sons produits avant et après que le son ait été effectivement réalisé, du fait que les gestes préparant la réalisation de tel son se mettent en place bien avant la production du son en question, et qu'il y ait une sorte d'enchevêtrement au niveau articulatoire (OHMAN, 1966 ; LENNEBERG, 1967 ; DANILOFF et al, 1973 ; HAMMARBERG, 1976 ; FOWLER, 1980 ; MAEDA, 1991) ;
- pour les informations acoustiques qu'elle contient, étant donné que les indices caractéristiques des sons dépassent largement le cadre des frontières imparties à chaque segment, qu'ils se propagent au sein de la syllabe, et que les effets contextuels sont importants et peuvent être détectés à quelques sons d'intervalle (citons à titre d'exemple les travaux de BLADON & AL-BAMERNI, 1976 ; BLADON & NOLAN, 1977 ; GAY, 1974, 1977 ; LUBKER & GAY, 1982 ; RECASENS, 1986 ; MCALLISTER & ENGSTRAND, 1991).

Nous travaillerons plus particulièrement sur le noyau vocalique, car nous pouvons explorer les effets contextuels dans le cadre de l'analyse quantitative et qualitative des sons vocaliques de la langue arabe. Nous rappelons que le but de la présente recherche est de vérifier s'il existe une invariabilité au niveau de l'organisation des unités acoustiques dans le signal sonore en langue arabe : le système vocalique de la langue arabe est relativement réduit - 6 phonèmes - en comparaison au système consonantique qui est extrêmement riche - 26 phonèmes - ; un tel système se prête bien à une étude comme la nôtre : il est possible d'en faire une analyse approfondie en ce qui concerne son organisation qualitative et quantitative - spectrale et temporelle - au sein d'une structure syllabique déterminée : CVC. Par ailleurs nous pouvons approcher d'une manière fine l'influence du contexte consonantique et de ses paramètres articulatoires et acoustiques sur les caractéristiques intrinsèques de la voyelle en position inter-consonantique. Enfin il est possible de faire la lumière sur les stratégies articulatoires au sein de la syllabe en se

concentrant notamment sur les informations contenues dans le segment vocalique. Pour toutes ces raisons, nous avons décidé de nous concentrer sur le système vocalique de la langue arabe.

Nous commençons par situer le problème de la variabilité et de l'invariance dans le domaine de la parole [Chapitre 1] : cet éclairage est important car il conditionne notre positionnement théorique et l'ensemble de notre analyse. Ensuite, nous traitons du phénomène de la stabilité phonétique et phonologique de la langue arabe, aussi bien sur le plan diachronique que synchronique [Chapitre 2] : cette approche est nécessaire pour expliciter et justifier le statut actuel et le consensus existant dans le monde arabe en ce qui concerne la langue arabe standard. A partir de ce positionnement théorique, nous traitons de la stabilité temporelle [Chapitre 3] et spectrale [4], en analysant un corpus de mots isolés lus par des locuteurs d'origines dialectales différentes. Nous espérons arriver à dégager des paramètres contribuant à la stabilité structurelle de la langue arabe, au-delà de la variabilité individuelle et dialectale.

CHAPITRE I  
VARIABILITE ET  
INVARIANCE

## I.1. INTRODUCTION

Pour une meilleure connaissance des processus de production et de perception de la parole par l'être humain, il est nécessaire de comprendre quels sont les éléments qui permettent à l'auditeur de dépasser la variabilité caractéristique du signal vocal pour n'en extraire que l'information qui lui est indispensable pour la compréhension du message. En perception de parole, il est nécessaire d'explicitier le lien qui existe entre un signal hautement variable et le processus de reconstruction ou de représentation mentales qui permettent au sujet d'accéder au sens. En effet il est tout-à-fait déconcertant que l'être humain procède à une construction d'unités signifiantes à partir d'un signal dépourvu de toute signification (STUDDERT-KENNEDY, 1975).

Le processus de perception de la parole, ou plus précisément de reconstruction mentale d'unités de sens, est hautement stable et constant, en comparaison à la variabilité intrinsèque du signal sonore, même si certains éléments pertinents du discours et de sa perception par l'auditeur peuvent varier avec la situation de communication ou le contexte. Mais c'est précisément le fait que la perception ait un degré de variabilité relativement important qui amène les chercheurs :

- à essayer de retrouver et d'extraire des traces de cette invariabilité dans le signal,
- et par là-même, à mettre en lumière ce qui, dans le signal, est pertinent pour le processus de perception.

Paradoxalement, c'est à partir du moment où l'analyse physique - acoustique - des signaux de parole a commencé à se développer que les chercheurs ont pu véritablement mener à bien un certain nombre d'expériences perceptives, ayant pour but de faire émerger ce qui avait le plus d'importance informationnelle pour l'auditeur. Les travaux sur la synthèse de parole ont permis de poser les jalons de l'approche perceptive du signal vocal, puisque les chercheurs avaient enfin à leur disposition un signal qu'ils pouvaient totalement maîtriser et dont les paramètres étaient modifiables selon la volonté de l'expérimentateur.



## L.2. DES STIMULI SYNTHETIQUES A LA PAROLE REELLE : LE PROBLEME DE LA VARIABILITE DU SIGNAL VOCAL

### L.2.1. L'APPORT DE L'INVESTIGATION EXPERIMENTALE

La recherche sur la parole a fait un bond en avant considérable grâce à l'application de la Transformée de Fourier sur le signal vocal. A partir du théorème de Fourier, qui stipule que toute onde complexe peut être décomposée en une série d'ondes simples, il a été possible de décomposer le signal de parole : ceci a permis de mettre en valeur l'existence de diverses consonantes, à savoir le fondamental - qui correspond à la fréquence de vibration des cordes vocales - et les harmoniques - multiples entiers du fondamental.

Par ailleurs, l'utilisation de moyens d'investigation physique en vue de la recherche de "pôles" et de "zéros" dans l'onde, correspondant à des maxima et des minima d'énergie dans le spectre, ont permis la corrélation entre les caractéristiques physiques du signal et les caractéristiques articulatoires. En effet, on a pu démontrer la relation existant entre la source (c'est-à-dire le signal généré par les cordes vocales au niveau du larynx), le signal de sortie (des cavités phonatoires) et la fonction de transfert propre aux cavités de résonance : *"The speech wave is the response of the vocal tract filter systems to one or more sound sources"* [FANT, 1960 : 15] (figure I.1).

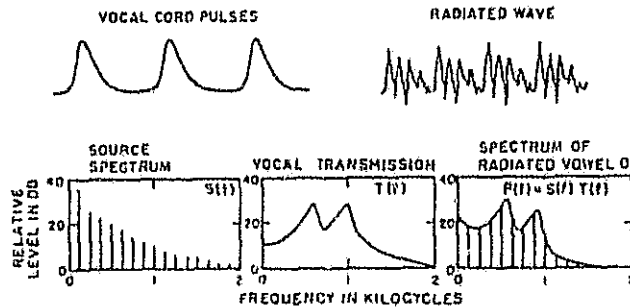


Figure I.1 - Schématisation de la relation entre la source, le signal de sortie et la fonction de transfert propre aux cavités de résonance : décomposition source - filtre du spectre d'un son [FANT, 1960 : 19]

Grâce à cette approche, les chercheurs ont réussi à mettre en lumière un élément acoustique particulier, les formants : ce sont des maxima d'énergie positionnés à des endroits divers du spectre, et qui correspondent aux fréquences de résonance des cavités phonatoires ; une relation d'équivalence a donc été mise en valeur entre d'une part le signal vocal et ses caractéristiques acoustiques, et d'autre part la forme et le volume des cavités de résonance. La Spectrographie est la première méthode qui a donné la possibilité d'optimiser une telle approche scientifique, puisqu'elle permet de visualiser l'évolution des caractéristiques spectrales au cours du temps (figure I.2).

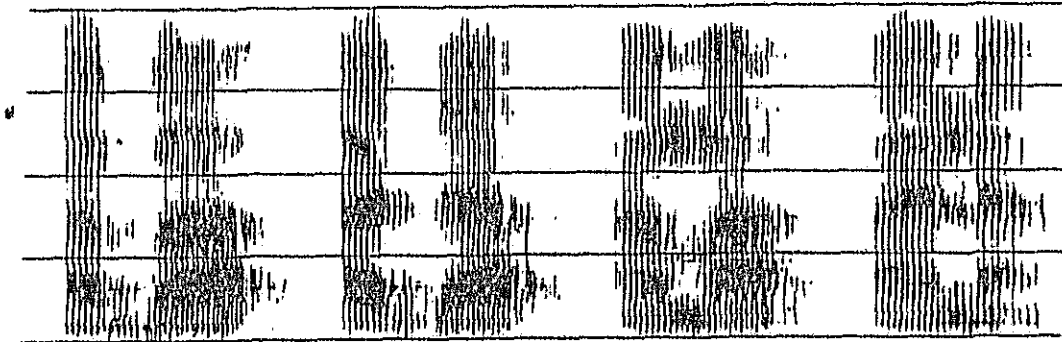


Figure I.2 - Evolution des caractéristiques spectrales au cours du temps :  
sonagramme à filtrage large représentant la suite de syllabes [aba] [ada]  
[ama] [ana] produites par un locuteur arabophone

L'analyse de la Transformée de Fourier a permis également de visualiser d'autres éléments acoustiques caractérisant le signal. Car il s'est avéré que le signal vocal est extrêmement riche et contient des données assez importantes pour être explicitées d'une manière systématique et exhaustive, toutes n'ayant certainement pas une valeur informationnelle égale : ce dernier point est important, étant donné que l'objectif des chercheurs n'est pas seulement de comprendre comment est constitué, d'un point de vue physique, le signal vocal, mais d'extraire, parmi les différents éléments qui le caractérisent ou qui permettent de le décrire, quels sont ceux qui contiennent un maximum d'information pour un auditeur donné dans une situation déterminée ; car en fin de compte, ce qui est le plus important, c'est d'accéder à une meilleure connaissance du processus perceptif des sujets, qui leur permet de sélectionner, parmi une quantité d'éléments, ceux qui permettent d'accéder au sens. Les chercheurs ont donc essayé d'adapter les méthodes expérimentales à leurs

objectifs principaux : *"As to the acoustic investigation of the speech sounds, its whole development has been toward an even more selective portrayal of the sound stimuli. Both the instruments used and the interpretation of the data recorded by them are progressively more oriented toward the extraction of the pertinent items. Investigators have come to see that the wave traces contain too much information and that means must be provided for selecting the essential information"* [JAKOBSON et al, 1961 : 11].

Il est évident que les méthodes expérimentales utilisées conditionnent les résultats obtenus, puisque les chercheurs ne peuvent extraire du signal que les éléments mis en lumière par la méthode employée. La spectrographie a permis de mettre en lumière beaucoup d'indices acoustiques, qui ont peu à peu permis de caractériser les différentes catégories des sons de parole. Elle a surtout permis l'émergence des formants, corrélés aux caractéristiques articulatoires des sons vocaliques, et des voyelles en particulier : ainsi le premier formant (F1) varie avec l'aperture, tandis que le deuxième formant (F2) varie avec le degré d'acuité.

### 1.2.2. L'APPORT DE LA SYNTHÈSE DE PAROLE

Ce sont plus particulièrement les travaux menés aux Laboratoires Haskins sur la parole synthétique qui ont permis le véritable démarrage de l'analyse perceptive des indices acoustiques. Les recherches portaient sur la pertinence perceptive des différents indices acoustiques mis en valeur par l'analyse spectrale. Les formants caractéristiques des sons vocaliques ayant intrigué les chercheurs, ils ont évidemment fait l'objet d'investigations poussées. Les travaux sur la synthèse de la parole ont beaucoup contribué au départ à faire avancer les recherches dans ce domaine, puisque les chercheurs avaient à leur disposition un signal dont les composantes pouvaient être modifiées selon des critères connus et maîtrisés par l'expérimentateur, contrairement à la parole humaine. Les formants ont donc "subi" des modifications systématiques, afin de voir si les transitions formantiques étaient corrélées à la perception des différentes catégories consonantiques. Les chercheurs s'étaient rendus compte que les transitions formantiques contenaient beaucoup d'information sur le contexte consonantique, puisque les paramètres de direction, pente, rapidité, variaient selon la consonne précédant ou suivant la voyelle. Ils avaient mis plus particulièrement en évidence l'influence du mode et du lieu d'articulation sur la transition de la voyelle. Ils ont voulu vérifier et conforter leurs hypothèses de travail, et une série d'expériences a été effectuée aux Laboratoires Haskins à l'aide d'un synthétiseur de parole : on a produit des sons *"qui ressemblent aux sons du langage et dont les traits acoustiques peuvent être réglés très exactement. De cette façon on peut fabriquer des sons contenant un seul indice*

acoustique que l'on peut d'ailleurs faire varier d'une manière déterminée" [FRY, 1966 : 197]. La figure I.5 représente des formants relatifs à des signaux qui ont été fabriqués et générés en vue d'une expérience perceptive, dans laquelle c'est la transition du deuxième formant qui est progressivement modifiée, plus précisément la rapidité et la direction de la transition, les autres paramètres acoustiques demeurant identiques. Des tests perceptifs ont été effectués auprès de plusieurs auditeurs, auxquels on demandait d'identifier chaque "syllabe" comme étant [be], [de] ou [ge]. Les résultats étaient ensuite analysés selon les stimuli perçus par les auditeurs comme correspondant à telle ou telle syllabe.

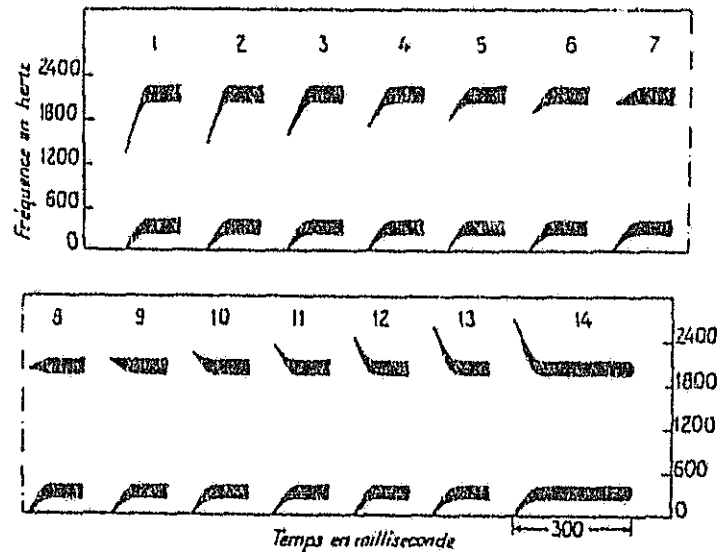


Figure I.5 - Modification des paramètres relatifs à la transition en vue d'une différenciation perceptive de la consonne précédant la voyelle : "Spectrogrammes des syllabes synthétisées employées comme stimuli pour évoquer les jugements /b, d, g/" (FRY, 1966 : 196)

Ces différentes séries d'expériences ont permis de corréler les paramètres acoustiques relatifs à la transition au lieu et au mode d'articulation de la consonne. En effet, à chaque stimulus perçu, les auditeurs devaient associer une syllabe dont la consonne initiale était la bilabiale, la dentale ou la vélaire. Il est intéressant de s'attarder quelque peu sur les résultats de ce genre de tests, car ils ont permis de mettre au point une théorie selon laquelle la perception humaine des sons de la parole était "catégorielle" : au début de l'expérience, une

série de stimuli était associée à une syllabe particulière, puis il y avait un moment pendant lequel les sujets étaient incapables de dire d'une manière sûre quelle syllabe correspondait au stimulus émis, comme le montre la figure suivante qui représente les courbes de réponse d'un sujet sur le test perceptif que nous venons d'exposer :

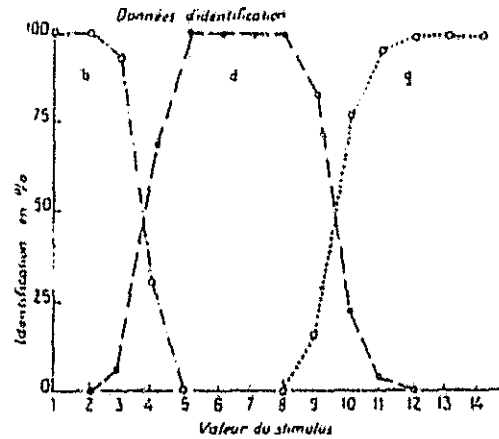


Figure I.6 - Courbes représentant les réponses des sujets aux tests perceptifs (FRY, 1966 : 197)

D'après FRY, "il apparaît donc que les stimuli qui forment le continuum sont groupés du point de vue perceptuel dans trois catégories assez distinctes, séparées par des aires d'incertitude. Evidemment, ces catégories sont établies sur une base linguistique : elles représentent des unités phonémiques et les jugements des auditeurs doivent faire appel à leur connaissance du système phonologique de la langue" (FRY, 1966 : 198).

### 1.2.3. L'INVARIABILITE DE LA CONVERGENCE DES TRANSITIONS FORMANTIQUES : LA THEORIE DU LOCUS

L'observation et la "manipulation" des transitions formantiques a permis le développement d'une théorie bien particulière dans le cadre des travaux des Laboratoires Haskins, celle de "Hub" ou "Locus". Le locus est défini comme étant le "point de convergence de toutes les transitions de formant qui sont reliées à la perception d'un même lieu d'articulation consonantique ou de tout autre trait pertinent, quelle que soit la voyelle qui précède ou qui suit. Il est pratique de considérer le locus comme un point virtuel placé à quelques 5 cs des têtes de transition dans le cas des explosives et des fricatives, et comme un point réel dans

*tous les autres cas*" [DELAFFRE, 1970 : 37]. Cette théorie permettait de "rassurer" quelque peu ceux qui aspiraient à trouver l'invariabilité dans les éléments acoustiques eux-mêmes, puisqu'enfin on avait pu déterminer des caractéristiques acoustiques supposées stables et invariantes : en effet, dans une combinaison Consonne-Voyelle ou Voyelle-Consonne, quelle que soit la structure formantique de la voyelle, les transitions étaient supposées se diriger vers un point virtuel situé dans le champ spectral en fonction des caractéristiques de mode et de lieu d'articulation de la consonne - tout cela s'appuyant sur des résultats obtenus à partir de parole synthétique.

#### I.2.4. LE PASSAGE DES STIMULI SYNTHETIQUES AU SIGNAL DE PAROLE

Lorsqu'il s'est agi de passer de la synthèse à la parole réelle, pour tenter de retrouver les résultats obtenus par l'investigation acoustique et perceptive du signal synthétique, on s'est vite rendu compte que tout ce qui s'appliquait à la synthèse n'était pas forcément valable pour le signal de parole émis et perçu par l'être humain ; le fait que les paramètres acoustiques puissent être parfaitement maîtrisés dans le cas de la synthèse de parole, et qu'ils permettent d'explicitier quels sont, parmi les indices retenus et synthétisés par les expérimentateurs, ceux qui sont les plus informatifs, ne signifie pas que ce sont ces indices qui sont forcément sélectionnés par l'être humain lors du processus de traitement de l'information reçue. Car les chercheurs qui ont utilisé des stimuli synthétiques, étaient obligés de procéder eux-mêmes à une certaine sélection au départ (tout ne pouvant pas être synthétisé d'une manière optimale) et n'avaient pas systématiquement intégré dans ces stimuli l'ensemble des éléments porteurs d'information lors de la production et de la perception des messages (notamment l'information d'ordre prosodique). Mais il y avait toujours ce problème de la variabilité présente dans le signal vocal, que l'on croyait pouvoir maîtriser et donc modéliser à partir des résultats obtenus par la synthèse. Il est vrai que les résultats ont été extrêmement importants puisqu'ils ont démontré, à partir de stimuli dont les paramètres acoustiques étaient connus et maîtrisés, qu'il existait effectivement des zones de dispersion dans lesquelles la perception n'était pas perturbée malgré les modifications des paramètres acoustiques du signal. Il a donc été démontré que les auditeurs "supportaient" et intégraient des zones de dispersion non négligeables.

Les zones de dispersion des valeurs formantiques peuvent être en effet plus ou moins importantes en ce qui concerne chacune des voyelles d'un système vocalique donné. Il suffit d'observer les valeurs formantiques caractéristiques des voyelles du français telles

qu'elles ont été établies par Landercy & Renard (1977) (figure 1.8), pour se rendre compte qu'il existe fréquemment des zones d'interférence des valeurs, dans lesquelles une même structure formantique peut être caractéristique de deux phonèmes bien distincts dans la langue : ce n'est pas pour autant qu'il y a confusion dans l'esprit de l'auditeur, qui ne commettra pas en général d'erreur en ce qui concerne l'identification de l'unité en parole naturelle. Ces zones d'interférence peuvent être dues aux effets contextuels, les caractéristiques spectrales des voyelles étant influencées par les segments adjacents. Nous voyons bien dans la figure 1.9 que la voyelle [a] possède une structure formantique différente selon qu'elle est dans un contexte grave ou aigu, ce qui n'empêche pas une bonne perception du message. Ceci n'est valable que dans le cas où les deux interlocuteurs ont une connaissance et une maîtrise du code linguistique qui leur permette d'intégrer la variabilité dans leur représentation mentale.

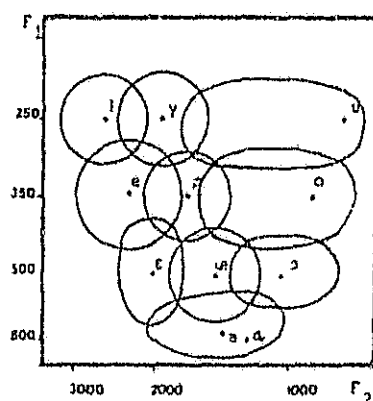


Figure 1.8 - "Champ de dispersion des voyelles orales françaises"  
(Landercy & Renard, 1977 : 111)



Figure 1.9 - Voyelle [a] produite en contexte grave ([ama]) et en contexte aigu ([ada]) par le même locuteur ; documents extraits du "Cours sur les indices acoustiques de la parole", 1988, organisé par J. Vaisière, M. Eskénazi & F. Lonchamp, sous l'égide du GRECO-CNRS - Communication Parlée, tome 1, planche 12.

### 1.3. LES PHENOMENES DE COARTICULATION

#### 1.3.1. DEFINITION DE LA COARTICULATION

On ne peut parler de variabilité contextuelle sans évoquer les phénomènes de coarticulation qui sont régis par des processus assez complexes. Au cours de la production de la parole, les sons ne sont pas produits indépendamment les uns des autres, et il est extrêmement difficile de délimiter d'une manière certaine la frontière qui sépare deux segments ; en effet, comme le déclare Leanneberg dans le cadre du développement de la Théorie Biologique du Langage, la préparation physiologique qui s'effectue en vue de la production d'un son donné dépasse largement les limites imparties à la réalisation effective de ce son, et très souvent, les événements articulatoires nécessaires dans le cadre d'un tel processus précèdent la production : *"in many instances, the physiological events necessary for the production of speech sounds precede the occurrence of that sound. The time required for*



*preparation and production of a given sound may take as much as twice as the time of the duration of the sound itself*" (LENNEBERG, 1967 : 105). Ce qui veut dire que, conjointement à la réalisation effective d'un son, les organes articulatoires sont engagés dans la préparation ou la finition gestuelle des sons adjacents. Ainsi, *"at the articulatory level, segments are not separately and independently articulated. Rather they are coarticulated, and neighbouring segments overlap and affect each other in various ways. In essence, the muscular movements of speech appear as smoothly integrated overlapping flow of gestures"* (DANILOFF et al, 1973 : 239). Les phénomènes de coarticulation sont explorés depuis de nombreuses années (OHMAN, 1966 ; HAMMARBERG, 1976 ; DANILOFF et al, 1973 ; FOWLER, 1980 ; BONNOT, 1987a) et peuvent être définis comme étant *"a process whereby the properties of a segment are altered due to the influence exerted on it by neighbouring segments"* (HAMMARBERG, 1976 : 576).

### 1.3.2. LA RESISTIVITE COARTICULATOIRE

Il est évident que la variation des caractéristiques articulatoires et acoustiques des segments coarticulés s'effectue selon des critères bien précis : étant donné le fait que chaque système linguistique est régi par des règles phonologiques définies, les combinaisons phonologiques n'existent pas arbitrairement et indépendamment du système. Les phénomènes de coarticulation n'échappent pas aux contraintes qui opèrent à différents niveaux et qui sont d'ordre linguistique, phonologique, acoustique et physiologique. Lubker & Gay (1982) ont montré par exemple que la projection labiale dans le cas de la voyelle [u:] permettait des effets de coarticulation moindres en suédois qu'en anglais américain, car ce phénomène y est sujet à des contraintes phonologiques importantes : étant donné le fait que le système phonologique du suédois comporte plus de voyelles rondes distinctives que celui de l'anglais américain, la projection labiale de la voyelle [u:] y est plus importante, et la mise au point de l'avancée des lèvres plus rapide.

Les phénomènes de coarticulation ne touchent pas les sons de la même manière selon le contexte : ainsi il a été observé que certaines voyelles étaient plus résistives que d'autres en ce qui concerne les effets V-TO-V (GAY, 1974, 1977 ; CARNEY & MOLL, 1971 ; MAGEN, 1984 ; MANUEL & KRAKOW, 1984). Selon Recasens (1986), la voyelle [i] présente un degré de résistivité plus important que la voyelle [a] pour les modifications contextuelles relatives à la hauteur de la langue et à l'aperture. En d'autres termes, la voyelle [a] est plus facilement modifiable, et comporte par conséquent plus d'empreintes contextuelles que la voyelle [i] ; cela signifie que la trace des sons adjacents serait à chercher

plus facilement dans la composition spectrale de la voyelle ouverte. Cette contrainte peut très bien être d'ordre phonologique dans le sens où dans un système phonologiquement riche en voyelles ayant des degrés d'aperture variés (comme le français par exemple), la voyelle /i/ peut difficilement résister à une grande variabilité spectrale sans perdre sa spécificité fonctionnelle dans le système phonologique, ce qui est moins fortement le cas pour /a/ ; en arabe, en revanche, on peut s'attendre à trouver des résultats différents : le système vocalique y est nettement plus réduit qu'en français, car il est théoriquement constitué de trois voyelles brèves /a/, /i/, /u/, et des trois voyelles longues correspondantes /a:/, /i:/, /u:/. On pourrait penser que l'espace spectral de chaque voyelle peut être plus étendu que celui des correspondantes françaises puisqu'il existe moins de chance pour qu'il y ait des interférences pouvant altérer la spécificité fonctionnelle de ces phonèmes. Une deuxième hypothèse peut être avancée comme explication à ce phénomène de plus grande résistivité de la voyelle [i] par rapport à [a], cette fois-ci au niveau physiologique : il est admis que la voyelle fermée [i] est plus tendue que l'ouverte [a] dans laquelle on observe un certain relâchement musculaire. Ainsi est-il possible que la production d'une voyelle nécessitant un plus grand effort musculaire soit soumise à des contraintes de variabilité musculaire plus réduites que celle dont la production peut s'effectuer avec une tension légèrement moins importante.

### 1.3.3. COARTICULATION ANTICIPATOIRE ET REGRESSIVE

Pour ce qui est de la direction des effets de coarticulation, ceux-ci peuvent avoir lieu de gauche à droite ou de droite à gauche. Dans le premier cas il s'agit de "carryover coarticulation", dans le deuxième cas d'"anticipatory coarticulation".

Pour ce qui est des effets de coarticulation gauche - droite, il s'agit des cas où un son imprime sa trace sur le son qui le suit ; physiologiquement, il existe un chevauchement entre la réalisation effective du son 2 et la fin des gestes articulatoires du son 1. Dans une structure de Type CV par exemple, les effets de coarticulation sont tellement importants que Malac en arrive à affirmer que "*the (minimal unit of the acoustic speech sound) is the consonant-vowel combination - we do not even believe in the existence of the phoneme as a minimal unit of the acoustic speech signal*" (MALAC et al, 1967 : 598). Ces effets dépassent largement le cadre d'une syllabe et peuvent s'étendre jusqu'à deux segments après un son déterminé (STEVENS, HOUSE & PAUL, 1966). Dans une structure syllabique VCV, où les voyelles initiale et finale sont identiques, Carney & Moll observent que "*tongue position similar to that appropriate for the vowels is maintained through the*

*production of labio-dental fricative consonant*", tandis que si la voyelle initiale est différente de la finale, il y aurait *"a vowel-to-vowel movement with the consonant gesture superimposed on this movement"* (CARNEY & MOLL, 1971 : 195-196).

Dans le cadre des effets de coarticulation droite-gauche, les travaux d'Amerman, Daniloff & Moll (1970) ont révélé que l'ouverture maxillaire d'une voyelle est détectée au niveau de deux consonnes précédant cette voyelle. Moll & Daniloff (1971) ont également observé certains indices se rapportant à l'ouverture vélo-pharyngale d'une consonne nasale au niveau de deux voyelles la précédant. En ce qui concerne les groupes consonantiques, Marchal (1986) montre que dans les combinaisons d'occlusives dentale sourde / vélaire sonore [tg], il existe déjà un voisement au niveau de la tenue de l'occlusive sourde ce qui montre que les cordes vocales commencent leur processus de vibration relativement tôt ; ses résultats vont dans le sens de ceux obtenus par Rigault (1967) sur le même phénomène. Bothorel (1971) a montré que dans le parler breton, la consonne géminée exerce une influence sur le degré d'aperture de la voyelle précédente. Enfin de nombreuses études ont été effectuées montrant l'influence de la consonne sur la voyelle qui la précède en ce qui concerne la position de la langue lors de la production d'une séquence VC (OHMAN, 1966, 1967 ; MAC NEILAGE & DE CLERK, 1969 ; AMERMAN, 1970 ; CARNEY & MOLL, 1971 ; SUBTENLY, OYA & SUBTENLY, 1972 ; WAJSKOP, 1972 ; ALI & DANILOFF, 1973).

Enfin certains effets sont bi-directionnels dans la mesure où le phénomène peut avoir lieu de gauche à droite et de droite à gauche. Tel est le cas de la nasalité, où il a été observé que l'ouverture vélo-pharyngale déborde largement le cadre des frontières théoriquement imparties à un son nasal et se diffuse de manière bi-directionnelle aussi bien à droite qu'à gauche (VALDMAN, 1967 ; AMERMAN, DANILOFF & MOLL, 1970 ; ROTH, 1980 ; KRAKOW et al, 1987). C'est le cas aussi pour l'emphase : certaines études ont en effet montré qu'il existe une constriction pharyngale accompagnée d'un recul de la langue lors de la production d'une voyelle dans un contexte emphatique en arabe ou en hébreu (ALI & DANILOFF, 1974 ; BONNOT, 1976 ; GHAZELI, 1977 ; FRE WOLDU, 1981 ; LAUFER & BAER, 1988 ; GIANNINI & PETTORINO, 1982).

Par ailleurs il a été observé que les effets de coarticulation gauche-droite ou droite-gauche semblent être plus ou moins dominants selon la langue : ainsi la coarticulation gauche-droite serait plus importante en anglais (MAC NEILAGE & DE CLERK, 1969) que celle de

droite-gauche. En revanche les effets anticipatoires semblent plus importants en japonais (MAGEN, 1984), ainsi qu'en swahili (MANUEL & KRAKOW, 1984).

Enfin il semblerait que la nature des effets de coarticulation anticipatoire et régressive soit variable. Elle serait dépendante de la résistivité de certains sons dans certaines structures syllabiques - et serait par conséquent fonction de contraintes phonologiques. Selon Recasens, *"it is commonly accepted that carryover effects are more dependent than anticipatory effects on mechanical constraints, and that anticipatory effects are mainly timing effects resulting from articulatory preprogramming. Accordingly, contrasting V-TO-V coarticulatory effects among consonants showing different degrees of articulatory constraint (...) ought to take place at the carryover level but less so -- or not at all -- at the anticipatory level. Thus, consonants subject to large degrees of constraint are expected to block V-TO-V carryover coarticulation to a large extent than consonants subject to less considerable articulatory requirements"* (RECASENS, 1986 : 73). Ceci signifie qu'il existe une certaine hiérarchisation entre les contraintes articulatoires et les effets de coarticulation qui ont besoin d'un terrain favorable pour se propager au-delà d'une certaine limite.

Toutes les modifications que subissent les sons suite à des effets de coarticulation ne se traduisent pas seulement au niveau articulatoire par un chevauchement gestuel, mais aussi et surtout au niveau acoustique : en effet, la composition spectrale des sons est modifiée selon l'entourage ; ainsi en arabe des voyelles influencées par un entourage emphatique subissent une baisse de la valeur du formant 2 et une hausse de la valeur du formant 1 (BONNOT, 1976 ; BADEDDRINE, 1980). En langue chinoise, la transition formantique C1V1 est variable selon la nature de la syllabe C2V2 suivante dans une succession C1V1C2V2 (WU & SUN, 1991 : 375) : la coarticulation anticipatoire de C2V2 vers C1V1 est visible et montre une préparation gestuelle à partir de la consonne initiale.

#### I.4. LA VARIABILITE CARACTERISTIQUE INDIVIDUELLE

Après avoir exposé quelques-unes des origines de la variabilité contextuelle et coarticulatoire, nous en arrivons maintenant à la variabilité caractéristique du locuteur. La variabilité intra-locuteur peut être due à la situation de communication, à des facteurs émotionnels tels que la joie, la tristesse, le stress, la peur, ou bien à des éléments caractérisant l'origine linguistique ou sociale du locuteur. Mais indépendamment de ces facteurs, et dans le cadre de la production d'une même unité par le même locuteur, la variabilité est non négligeable puisqu'une même syllabe produite deux fois de suite par le

même locuteur ne possède pas les mêmes caractéristiques articulatoires. Cette variabilité phonétique est due avant tout aux caractéristiques intrinsèques du tractus vocal, à la présence de muqueuse, à la constitution même des organes mobiles (les mouvements de la langue ne sont jamais parfaitement reproductibles) (figure I.10) ; et étant donné que la moindre variation de forme et de volume des cavités a une influence sur le signal vocal, on comprend aisément que la variabilité n'existe pas uniquement au niveau articulatoire mais l'est aussi nécessairement au niveau acoustique. Différents indices spectraux peuvent être utilisés pour la mettre en valeur : dans le cadre de travaux antérieurs, nous avons testé un certain nombre d'indices tels que les trajectoires formantiques, la pente tonale, ou la variation du fondamental (LHOTE & ABOU HAIDAR, 1989, 1991 ; ABOU HAIDAR & LHOTE, 1990). La combinaison de certains de ces indices peut se révéler extrêmement utile pour la caractérisation de la "*proxémie vocale*" (LHOTE & ABOU HAIDAR, 1989) qui peut donner des indications sur la variabilité et la reproductibilité au sein des productions d'un même locuteur. Des recherches effectuées par l'utilisation du paramètre de "spectre moyen à long terme" ont permis de mettre en lumière le phénomène de variabilité individuelle dans des productions longues, c'est-à-dire dont la durée dépasse quelques secondes (HARMEGNIES, 1988 ; HARMEGNIES & LANDERCY, 1986, 1988).

La variabilité chez un même locuteur pouvant être relativement importante selon le sujet, on comprend plus aisément que lors de la production de la même unité chez deux individus différents, la variabilité soit encore plus significative (figure I.11).

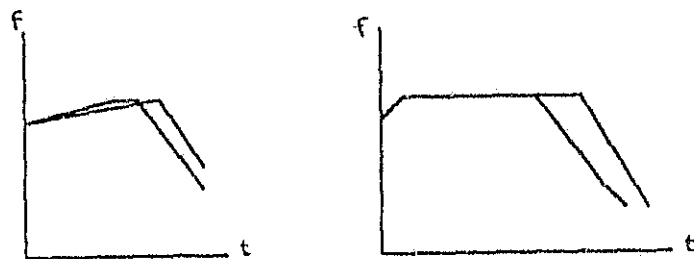


Figure I.10 - Représentation schématique de la même syllabe produite deux fois par deux locuteurs. Le degré de reproductibilité est variable suivant l'individu, mais la reproductibilité n'est pas parfaite (LHOTE & ABOU HAIDAR, 1990 : 153)



Figure I.11 - Représentation schématique des trajectoires formantiques d'une même phrase produite par deux locuteurs différents (LHOTE & ABOU HAÏDAR, 1991 : 45)

## I.5. AU-DELA DE LA VARIABILITE DU SIGNAL VOCAL

### I.5.1. INTEGRER LA VARIABILITE

La variabilité du signal vocal constituait au départ un obstacle pour tous ceux qui cherchaient à faire un lien entre le signal physique et sa perception ; justement parce qu'ils s'attendaient à trouver la solution à cette invariabilité, et par là-même à éclaircir quelque peu le fonctionnement perceptif de l'auditeur. Elle était - et constitue encore - un élément perturbateur - puisque non contrôlé - dans le cadre de recherches en reconnaissance automatique de la parole. La variabilité des productions acoustiques inter- et intra-locuteurs doit être maîtrisée, pour permettre le passage au stade de la reconnaissance de l'unité linguistique au-delà des variations plus ou moins importantes qui perturbent le signal<sup>6</sup>. C'est d'ailleurs une des raisons de l'élaboration de procédés de décodage acoustico-phonétique et de constitution de banques de données qui permettent quelque peu d'intégrer la variabilité inter- et intra-locuteur, dépendante ou non du contexte. Car on comprend la "déception" des chercheurs quand les résultats des premières analyses acoustiques ont révélé une réalité plus complexe que ce que l'on croyait : *"If words are indeed formed from*

<sup>6</sup> Au contraire, pour ce qui est des travaux sur la reconnaissance du locuteur, il est certain que le rapport de l'observateur à la variabilité va être très différent : la variabilité inter-locuteurs sera - selon les critères de description et d'analyse choisis - capitale pour la différenciation entre locuteurs, à condition que l'expérimentateur ait réussi à dégager des seuls de variation intra-locuteurs.

*strings of consonants and vowels, and signs from simultaneous combinations of primes, we must suppose that the listener (...) somehow finds these elements in the signal. Yet from the first spectrographic descriptions (JOOS, 1948), two puzzling facts have been known. First, the signal cannot be divided into a neat sequence of units corresponding to the consonants and vowels of the message : at every moment, the form of the signal is determined by gestures associated with several neighboring elements. Second, as an automatic consequence of this, the acoustic patterns associated with a particular segment vary with their phonetic context. That apparent lack of invariant segments of perception constitutes the anisomorphism paradox" [STUDDERT-KENNEDY, 1983 : 55].*

Il est évident qu'il n'existe aucune adéquation entre l'entité reconstituée et perçue par l'auditeur et le signal décomposé : les méthodes d'analyse du signal de parole n'ont pas réussi à décrire d'une manière exhaustive ce qui est contenu dans le signal, et les chercheurs n'ont pas fait la lumière sur tous les éléments acoustiques informationnels contenus dans le discours ; c'est d'ailleurs pour cette raison entre autres que les travaux de synthèse ont été sous un certain éclairage assez décevants en ce qui concerne la qualité de leur production, puisque le résultat obtenu par les expérimentations, même optimal dans les conditions actuelles, ne correspond pas vraiment à la production humaine : *"Ce qui est variabilité dans le sens de la reconnaissance est rigidité et pauvreté dans celui de la synthèse. Faute de savoir incorporer dans la parole synthétique suffisamment d'information diagnostique<sup>7</sup>, on produit du signal sans intérêt pour l'auditeur humain, qui s'attend à recevoir non seulement l'information linguistique du texte écrit, mais aussi de l'information sur l'interprétation de ce texte par le locuteur, et sur la personnalité de ce dernier"* (LIENARD, 1989 : 5).

### I.5.2. OU SE TROUVE L'INVARIANCE ?

Une tendance n'a pas tardé à s'imposer dans le cadre de la recherche de l'invariant, à savoir qu'il ne fallait pas le chercher dans les valeurs acoustiques elles-mêmes ou les réalisations phonétiques. Car comme le souligne J. CARNOCHAN<sup>8</sup> *"the search for the invariant may indeed be vain, if the invariant is phonetic ; I agree however that it is not phonetic, but*

<sup>7</sup> L'information diagnostique est définie par Liénard (par opposition à l'information linguistique), comme étant "tout ce qui ne s'exprime pas, à un niveau donné, au moyen du code explicite ; tout ce qui permet d'identifier le locuteur, son groupe linguistique, son état physique, son humeur, (...)" (LIENARD, 1989 : 2).

<sup>8</sup> Dans le cadre d'une intervention suite à un exposé de Roman Jakobson, "The phoneme concept of distinctive features", dans les *Proceedings of the 4th International Congress of Phonetic Sciences*, Helsinki, 1961 : 454.

*phonological, the relation of the term to the other terms in the system. This must imply a polysystemic approach, taking into account the place in structure for which the system is established*". Carnochan insiste sur le fait que l'invariant se trouve au niveau phonologique, et ceci n'est pas du tout étonnant : en fait, s'il y a bien un niveau dans lequel la formalisation est possible et applicable, c'est bien avant tout le niveau phonologique, qui est indépendant de contraintes individuelles, contextuelles, émotives, etc... Ce n'est pas pour autant qu'un système phonologique est absolument invariant, il existe une certaine variabilité au niveau diachronique puisqu'une langue est sujette à une évolution - certes lente - mais constante, et le fait qu'il existe une structure forte ne signifie pas que la langue soit figée bien au contraire. Il suffit de prendre l'exemple du français dans lequel l'opposition phonologique entre les nasales [œ̃] et [ɛ̃] tend à se neutraliser, et il n'est pas exclu de voir disparaître cette opposition phonologique à long terme.

Le fait de re-situer l'invariabilité au niveau phonologique, et d'introduire ce niveau dans l'approche théorique, est intéressant, car en y apportant l'éclairage de l'approche systémique et de la Gestalttheorie, cela permet - comme nous le verrons ultérieurement - une approche globalisante et structurante de la variabilité du signal.

La formalisation des règles régissant chaque système phonologique constitue un pas important dans la mise en lumière de la structure et de la stabilité synchronique caractérisant une langue donnée, et dans ce domaine la contribution de Troubetzkoy (1936) est considérable. L'auteur a bien montré l'importance des relations entretenues par les différentes unités phonologiques à l'intérieur d'un même système, et qu'un phonème n'existe qu'en fonction des autres composantes du système. L'approche systémique (JOEL DE ROSNAY, 1975) et la Gestalttheorie (GUILLAUME, 1937) ont permis d'apporter un éclairage intéressant concernant le processus de communication orale et la relation entre le signal sonore et sa perception phonémique ou linguistique : l'approche systémique privilégie non pas les éléments d'un ensemble en tant que tels mais surtout les relations qu'ils entretiennent les uns avec les autres dans le cadre d'un ensemble structuré, et met en valeur la manière dont chaque élément se détermine par rapport aux autres d'une part, et sa situation par rapport à l'ensemble lui-même d'autre part ; le système est autre chose que la somme de ses composantes, et cette notion se retrouve dans la définition même d'une forme, qui, selon la Gestalttheorie, est *"un groupe d'éléments perçus dans leur ensemble comme n'étant pas le produit d'un assemblage du hasard"* (MOLES, 1972 : 90).



Si on applique les principes de la Théorie de la forme, à une approche systémique de la composition du signal dans le processus de communication parlée, *"le signal est considéré comme une entité organisée qui diffère de la somme de ses parties. L'analyse du continuum sonore ne vise plus à le décomposer en une série de segments mais à mettre en évidence des organisations"* [GRENIE, 1988 : 43]. La mise en valeur de l'organisation interne prend le pas sur les segments eux-mêmes, car cette organisation interne est mise en lumière grâce au traitement qu'elle subit de la part de l'auditeur.

Nous avons eu l'occasion de constater que la variabilité du signal vocal, qui implique des modifications, des changements d'état, ne peut être assimilée par le système perceptif de l'auditeur, que parce qu'elle a lieu dans le cadre de limites implicitement pré-établies, non anarchiques ; d'où l'existence d'une certaine organisation, d'une certaine cohérence : le niveau auquel se situe cette organisation est primordial ; le chercheur a théoriquement deux possibilités de choix : soit l'organisation se trouve au niveau du segment lui-même, soit elle est à un niveau différent. Dans le signal de parole nous avons vu que la variabilité peut toucher aux segments eux-mêmes sans qu'il y ait des perturbations au niveau de la perception du message. Cela signifie que chercher la constance au niveau des segments eux-mêmes est probablement maladroit, et qu'il faut chercher la constance ailleurs : *"c'est au-delà de la variabilité de la substance qu'il faut chercher l'invariant, sous la forme d'une stabilité structurelle"* (GRENIE, 1988 : 45).

La notion d'organisation appliquée au signal de parole implique la présence - sous-jacente - d'un ensemble d'éléments co-ordonnés d'une manière cohérente. Elle met l'accent sur les relations entretenues par les éléments de la structure. Elle est corrélée à la notion de stabilité structurelle qui couvre l'ensemble et qui implique la présence d'un équilibre et d'une certaine cohérence dans l'agencement interne des parties du système. N'oublions pas que la notion d'équilibre structurel renvoie également à la capacité de résistance à des contraintes éventuelles, extérieures ou inhérentes au système.

Si l'on revient aux éclairages apportés par la Théorie de la Forme en ce qui concerne le signal sonore, les paramètres ou indices acoustiques obtenus par la décomposition du signal (quelle que soit la méthode d'analyse), sont les éléments constitutifs d'un tout, différent de la somme de ses parties. L'être humain ne perçoit pas des suites de sons qu'il rassemble et reconstitue en unités phonémiques ou linguistiques, le phénomène est beaucoup plus complexe ; il l'est surtout

parce que l'oreille ne fonctionne pas comme un analyseur de spectre qui décompose le signal et le reconstitue pour transmettre l'information au cerveau qui décrit un code déterminé. *"La représentation des éléments physiques de parole semble se structurer, au cours du processus de décodage, d'une façon telle que le contexte est nécessairement pris en compte. Cette structuration correspond à un "regroupement auditif" de certains événements acoustiques, permettant au signal de parole, émis par un locuteur donné, d'être perçu comme un flux auditif cohérent, émanant d'une source unique"* [SORIN, 1990 : 125].

A ce niveau de l'analyse, la notion de tout peut s'identifier à celle de la syllabe, et c'est ici que se pose conceptuellement la relation entre indices acoustiques - traits articulatoires - unité phonologique. Une unité linguistique ou phonologique est autre chose que la somme de ses constituants acoustiques - et les travaux sur la synthèse sont éloquents là encore puisque la reconstitution d'une entité à partir des éléments de description obtenus par la décomposition du signal n'est jamais parfaitement conforme à l'unité de base. Mais en ce qui concerne la perception des concepts phonémiques d'une langue, au-delà des éléments premiers du signal sonore, la variabilité est porteuse d'information dans le sens où on ne perçoit la réalité de la notion de "syllabe" qu'à partir du moment où les variables qui constituent le signal et qui renvoient à cette notion sont modifiées : une syllabe telle que [pa] n'a pas d'existence en tant qu'unité phonémique dans l'absolu, indépendamment d'un système phonologique et linguistique. Il est nécessaire que l'auditeur la situe et l'intègre dans son processus perceptif comme étant en opposition distinctive par rapport à une autre entité ou un autre segment dans un système linguistique particulier.

Il en est de même en ce qui concerne la production d'un son isolé de tout contexte, par exemple un [a] tenu produit isolément par un locuteur donné : même si ce qui correspond à [a] n'est suivi "que" par un silence, la modification qui touche la substance sonore, qui a pour conséquence une absence de signal est en elle-même porteuse d'information en ce qui concerne la nature du son produit. Un signal sonore dont les éléments ne sont jamais sujets à une modification, à une quelconque variabilité, est un signal dépourvu de toute information. Prenons l'exemple d'un son ou d'un bruit tenu pendant un temps très long : lors du déclenchement du bruit, il y a apport d'information, réaction de l'auditeur, qui peut être une réaction de gêne, de surprise, d'étonnement ; après un temps d'adaptation, le système perceptif de l'individu ne réagit plus à ce bruit, du fait de l'accoutumance et de la durée trop longue de ce phénomène stable, ininterrompu ; ce

bruit fait partie du paysage perceptif de l'auditeur et son importance informationnelle s'estompe avec le temps : aucun "accident" ne vient perturber cette génération de bruit.

La variabilité met en valeur les éléments stables ou fondamentaux qui évoquent telle unité phonémique. Le [a] est perçu comme tel à partir du moment où la variabilité du signal sonore entraîne des modifications spécifiques des paramètres acoustiques par rapport à des valeurs déterminées : les modifications doivent aller au-delà d'un certain seuil, et c'est important à souligner car n'importe quelle variation n'est pas forcément porteuse d'information sur la modification d'identité de l'unité phonémique. Il existe des seuils de variation : chaque unité supporte des zones de dispersion dans lesquelles l'information principale n'est ni perturbée ni modifiée au niveau de la perception qu'en a le sujet. Ces seuils de variation peuvent être dus à des effets contextuels, individuels, socio-culturels, émotifs, etc.... Si on parle de variabilité, c'est forcément par rapport à une référence, qui n'est pas obligatoirement invariante en elle-même : ce qui compte, ce sont la nature et l'importance des modifications des paramètres acoustiques, qui permettent d'établir des rapports pertinents entre les différentes formes du signal sonore. L'invariabilité est donc à chercher principalement dans les relations qui existent entre les différents éléments d'une structure.

De fait il existe des niveaux caractérisés par un haut degré d'invariabilité, ce sont les niveaux des processus neuro-moteurs régissant la production humaine. Des modèles ont été élaborés visant à expliciter les phénomènes neuro-moteurs et physiologiques qui entrent en compte dans le processus de production de la parole (MAC NEILAGE & DE CLERK, 1969 ; LINDBLOM & SUNDBERG, 1971 ; HARDCASTLE, 1976 ; FUJIMURA, 1977 ; STEVENS et al, 1977). Les auteurs se sont appliqués à déterminer la contribution spécifique des organes de phonation dans la production, en insistant sur les mouvements de la langue, des lèvres, etc... Par ailleurs des recherches ont été effectuées en vue d'explicitier les étapes qui entrent en compte dans ce processus. Nous empruntons une simplification très schématique à Daniloff & Moll (1971 : 241) qui différencient trois niveaux dans les mécanismes articulatoires :

*INPUT ----- BUILT-IN STRATEGIES ----- OUTPUT*  
*of operation and articulation movements*  
*neurophysiological control*

L'input correspond à ce qui est destiné à être programmé par les mécanismes neuro-moteurs, c'est-à-dire l'unité d'encodage qui est conceptuellement définie selon le cadre théorique préétabli ; à cet effet il est nécessaire de mettre en place des stratégies en vue de la

réalisation effective, et de construire ou de programmer le contrôle neurophysiologique. Le troisième niveau se caractérise par la réalisation effective qui passe par la concrétisation des mouvements articulatoires.

On peut s'attarder quelque peu sur l'unité d'encodage dont la définition est extrêmement importante et varie selon les auteurs. Khozevnikov et Chistovich (1965) définissent la "syllabe articulatoire" comme étant l'unité d'encodage. Ils stipulent que les gestes articulatoires des sons existant au sein d'une même syllabe sont simultanément programmés et exécutés, à condition qu'il n'existe aucun conflit entre les différentes commandes articulatoires, auquel cas elles seraient temporellement différenciées.

Mac Neillage (1979) insiste sur le fait qu'il existe une certaine invariabilité en ce qui concerne les positions adoptées par les organes articulateurs lors de la production des sons dans des contextes variés ; il situe cette invariabilité au niveau de la cible à atteindre : "*as to the nature of these goals or targets (...) they could be points specified within an internalized space coordinate system of the kind Lashley (1951) considered to underlie all movement control*" (MACNEILAGE, 1979 : 18).

L'unité d'encodage telle qu'elle est définie par Daniloff et Hammarberg (1973) correspond à des "*canonical forms*" - formes canoniques - ou "*targets*" - cibles - qui sont assimilées à des segments phonologiques et qui correspondent concrètement à des sons tenus produits isolés de tout contexte. Il est important de noter que pour ces auteurs l'unité d'encodage correspond aux "*feature bundles*", notamment dans le cas où il y a des phénomènes de coarticulation qui impliquent selon eux une propagation de traits - "*spreading of features*". Ces formes canoniques sont déterminées de la manière suivante : "*the best estimate for a canonical form occurs when a speech segment is produced in isolation in a sustained manner, or when the sound is produced in a context assumed to be minimally coarticulatory*" (DANILOFF & HAMMARBERG, 1973 : 241).

La notion des formes canoniques est reprise par Fowler (1980) qui définit ces segments phonologiques "*by the coordinative structures that are invoked in their realization*" (FOWLER, 1980 : 128). Les deux notions de "*bundles*" - faisceaux - (Daniloff & Hammarberg) et de "*structure*" (Fowler) impliquent en fait deux conceptions différentes ; dans le premier cas l'accent est mis sur la notion de regroupement de traits. Tandis que chez Fowler, l'accent est tout de suite mis sur l'existence de relations, d'équilibrage, de résistivité entrant en compte dans les mécanismes permettant d'atteindre les cibles. Les

"structures coordinatives" renvoient à l'organisation fonctionnelle qui régit les muscles lors de la production de la parole : toutes les activités sont coordonnées les unes par rapport aux autres, aussi bien les activités respiratoires, laryngales que supralaryngales. L'approche de Fowler se situe dans le cadre de la Théorie de l'Action (BERNSTEIN, 1967 ; TURVEY, 1977 ; FOWLER et al, 1978 ; FOWLER, 1980). Fowler insiste sur l'existence de différents niveaux d'enchâssement régissant une production sonore et exerçant certaines contraintes les uns sur les autres. Chaque structure coordinative est construite d'une manière significative et fonctionnelle ; on peut la considérer comme étant "*an organization that spans several muscles and produces activities of a certain kind. The organization over the muscles may be described as a mapping (...). The organization described by the mapping engenders a family of acts*" (FOWLER, 1980 : 123). Prenons un exemple qui illustre les propos de Fowler : les structures coordinatives permettent d'effectuer une différenciation significative entre la classe des voyelles et celles des consonnes. Selon l'auteur, la classe vocalique est le produit d'une classe de structures coordinatives, qui affectent le système musculaire d'un type de gestes caractéristiques qui permet d'aboutir à une différenciation fonctionnelle entre la classe des voyelles et celle des consonnes. Il existe donc une série de structures coordinatives sous-jacentes pour chaque catégorie de sons. Le contrôle et la programmation qui existent au niveau de l'élaboration des structures coordinatives sont caractérisés par une stabilité présente au-delà de la variabilité relative à la réalisation effective de chaque unité. En fait s'il est nécessaire d'intégrer la variabilité dans certains cas, nous pensons qu'il faut l'appréhender au niveau de la programmation neuro-motrice : on peut envisager qu'il soit possible d'aller au-delà de la variabilité caractéristique du locuteur en mettant la lumière sur les "*neuro-articulatory and neuro-phonatory mechanisms which command and control the speech neurolinguistic programming (...). This does not mean that the way we produce a syllable remains the same for each speaker, but that a neurolinguistic invariability remains as long as a pathological affection does not alter the voice*" (LHOTE & ABOU HAIDAR, 1991 : 42).

## I.5. CONCLUSION

Nous avons posé le problème de la variabilité et de l'invariance dans le processus de la communication parlée. Ce qui vient d'être exposé ci-dessus nous a permis de constater que la variabilité peut être différemment mise en valeur selon le niveau dans lequel elle est appréhendée. La problématique de notre recherche se situe dans ce débat. Une langue - l'arabe standard, autour de laquelle il existe un consensus général de la part de ses utilisateurs. Cela signifie que nous sommes face à une situation dans laquelle il y a

forcément un haut degré de stabilité à un ou plusieurs niveaux : comment expliquer différemment le fait que la communication soit aussi aisée et aussi large dans le monde arabe par l'intermédiaire d'un code qui ne semble pas évoluer selon le schéma habituel caractérisant les autres codes ? Comment se manifeste l'invariance au niveau d'une langue telle que l'arabe, autour de laquelle existe ce consensus général ? C'est ce que nous tentons d'explicitier dans notre travail, en insistant dans le prochain chapitre sur la stabilité de la langue aux niveaux diachronique et synchronique.

## CHAPITRE II

# STABILITE DIACHRONIQUE ET SYNCHRONIQUE DE LA LANGUE ARABE

aux niveaux phonétique et phonologique

## II.1. RAPPELS HISTORIQUES ET GEOGRAPHIQUES<sup>1</sup>

Quelques millénaires avant l'ère chrétienne, la péninsule arabique<sup>2</sup> ou l'Arabie était occupée par des tribus marquées par une grande diversité ethnique et culturelle. Au cours des siècles ces populations ont progressivement effectué des mouvements migratoires vers l'extérieur des terres, vers les territoires situés sur le bord de la Méditerranée, notamment la région de Syrie (correspondant aux pays suivants : Liban, Syrie, Jordanie, Palestine, Israël). Cette partie du monde<sup>3</sup> a toujours eu une position stratégique du fait qu'elle constituait un lien entre les trois continents historiques, ce qui l'exposait de ce fait à toutes les invasions possibles : ainsi, elle fut occupée et habitée selon les périodes par les babyloniens, assyriens, égyptiens, hittites, perses, macédoniens, romains, arabes, mongols, turques et croisés.

L'Arabie était le territoire des sémites, terme désignant les populations s'exprimant en langue sémitique. Rappelons que les langues sémitiques sont reconnues comme étant une famille distincte comprenant l'assyro-babylonien (l'akkadien), le cananéen (le phénicien), l'araméen, l'hébreu, l'arabe et l'éthiopien. Vers l'an 3500 avant J.-C., la première migration sémitique de la péninsule arabique eut lieu : des populations nomades émigrèrent en Mésopotamie et se mélangèrent à la population sumérienne de Mésopotamie, hautement civilisée, produisant les akkadiens (dénommés plus tard babyloniens). Les sémites se mélangèrent donc avec les non-sémites dans la région du Tigre et de l'Euphrate (correspondant à l'actuel Irak). Un millénaire après la première migration, il y en eut une autre du désert qui amena les Amorites dans les plaines du nord de la Syrie. Ce mouvement migratoire comprenait également les populations qui se sont ultérieurement distinguées en occupant les mers, qui se prénommaient les cananéens et qui furent appelés plus tard phéniciens par les grecs avec lesquels ils furent en relation commerciale. Entre l'an 1500 et l'an 1200 avant J.-C., un troisième exode d'Arabie introduisit les araméens dans la région de Damas et permit aux hébreux de s'étendre dans la partie sud du territoire. Vers l'an 500 avant J.-C., un autre

<sup>1</sup> D'après l'historien Philip HITT (1956, 1957).

<sup>2</sup> Hitt distingue les "Arabians" des "Arabs", ces derniers correspondant à la population qui s'exprime en langue arabe, les premiers étant les habitants de la Péninsule (HITT, 1956 : 43 et 1957 : 62).

<sup>3</sup> Se reporter aux cartes en Annexes 1 et 2.



mouvement migratoire amena d'Arabie les nabatéens qui s'établirent sur la presqu'île du Sinaï avec leur capitale Petra qui attint un incroyable degré de civilisation sous l'occupation romaine. La dernière migration d'Arabie fut celle des premiers siècles de la chrétienté, sous la bannière de l'Islam, dans laquelle ce fut la Syrie, mais aussi l'Égypte, l'Afrique du Nord, la Perse et l'Espagne qui furent occupées par les Arabes qui cherchaient à diffuser leur religion et leur culture.

La communauté sémitique la plus importante correspondait aux amorites, établis en Syrie, et dont la prospérité est due à l'agriculture et au commerce. Cette communauté s'exprimait en langue amorite, très proche de la langue des cananéens (du phénicien). Ces derniers - les phéniciens - constituent la deuxième grande communauté de Syrie. Ils se sont groupés en petites communautés et ne réussirent jamais à s'établir en grand état unifié. Chaque communauté était dirigée par un roi et pratiquait l'agriculture, la pêche, la poterie et la métallurgie. Les phéniciens excellaient surtout dans le commerce maritime et constituaient la première nation maritime de l'histoire ; ils établissaient des colonies partout où ils allaient, ces colonies étant liées aux cités-mères par la navigation. Ils furent les premiers à établir un alphabet, constitué de 22 symboles, basé sur les hiéroglyphes d'Égypte. Mais paradoxalement ils ne réussirent jamais à imposer leur langue et furent supplantés en cela par la troisième communauté sémitique, les araméens ; ceux-ci étaient établis dans le désert de l'Arabie du nord. Leur langue, l'araméen, qu'ils utilisaient à des fins commerciales, devint rapidement la langue du commerce, de la culture et des gouvernements. Son triomphe - y compris sur l'hébreu - était entier : Sous Darius le Magnifique (521-486) elle fut la langue officielle du gouvernement perse jusqu'à la conquête d'Alexandre ; elle devint la langue du Christ et de ses disciples. Les araméens furent les premiers à adopter l'alphabet phénicien ; les hébreux, qui utilisaient ce même alphabet, établirent le leur à partir de l'écriture araméenne entre le VI<sup>e</sup> et le IV<sup>e</sup> siècle (avant J.-C.). Même les Arabes du Nord établirent leur propre alphabet à partir de l'araméen utilisé par les nabatéens.

Suite ou parallèlement à ces migrations, l'ensemble de la région fut le théâtre de plusieurs bouleversements dus à des guerres et des occupations diverses (les Grecs, les Romains, les Perses, ...). Aux côtés des différents empires perse, byzantin, romain, les Arabes n'étaient qu'un peuple parmi d'autres vivant dans la péninsule arabique dans un

état de nomadisation. L'avènement de l'Islam va bouleverser l'équilibre établi entre les populations de la région et propulser au premier rang une civilisation, une religion, par l'intermédiaire d'une langue qui réussit à s'imposer comme langue commune : la langue arabe.

## II.2. LES ARABES DANS LA PERIODE PRE-ISLAMIQUE

### II.2.1. NOMADISATION DE LA POPULATION, FRAGMENTATION DE LA LANGUE

Deux millénaires avant l'ère chrétienne, la Péninsule Arabe était donc essentiellement occupée par *"des Nomades, sans nul doute les ancêtres des Arabi dont font mention les documents assyriens, au VIII<sup>e</sup> siècle avant J.C."* (BLACHERE, 1952 : 3). Ces populations sont dénommées les "Bédouins", pluriel de "Badw" en arabe, c'est-à-dire habitant la "badiya", le désert. Leurs conditions de vie sont celles de toutes populations amenées à se déplacer fréquemment sur des distances importantes, la cellule sociale étant la famille : *"Les Nomades vivent en tribus, groupements que l'organisation tribale rejette sur eux-mêmes, dans l'opposition constante aux autres. Le monde du bédouin est sa tribu (...). On se trouve donc devant une fragmentation de la population, poussée à un très haut degré"* (FLEISCH, 1974 : 13). De ce fait, l'importance du clan paraît poussée à son paroxysme : selon différents auteurs, un homme chassé de sa tribu pour une raison quelconque était un homme mort, inexistant, voué à une vie en marge de la société, à moins qu'une autre tribu accepte de l'accueillir.

Cet état de nomadisation a persisté à travers les siècles, et à la veille de l'avènement de l'Islam - survenu en l'an 622 de l'ère chrétienne -, la péninsule arabe se trouvait occupée par des bédouins et des sédentaires, ces derniers étant concentrés dans des cités marchandes où le commerce était florissant. Les relations entre bédouins et sédentaires ne semblent pas avoir été des plus cordiales si l'on en croit les historiens spécialistes de cette époque, selon lesquels ces derniers étaient haïs par les nomades en raison de leur mercantilisme et de leur état de sédentaires. La période ayant précédé l'avènement de l'Islam dans les territoires d'Arabie est désignée par le terme "Al Jahiliyya" ; ce mot

signifie en arabe "le temps de l'ignorance", l'Islam étant en quelque sorte considéré comme le déclencheur d'une effervescence intellectuelle importante dans cette partie du monde : *"The term jahiliyah, usually rendered "time of ignorance" or "barbarism", in reality means the period in which Arabia had no dispensation, no inspired prophet, no revealed book, for ignorance and barbarism can hardly be applied to such a cultured and lettered society as that developed by the South Arabians"* (HITTI, 1956 : 87).

Quel était le parler de ces populations dans la période de la Jahiliyya ? Ces nomades utilisaient pour s'exprimer des parlers de la famille sémitique : *"Des indices prouvent que le parler de ces Nomades est un rameau de la famille sémitique : il est donc parent à la fois des langues assyro-chaldéennes (ou akkadien), des idiomes cananéens (hébreu, araméen, etc.), et aussi ceux de l'Arabie Méridionale. Que, dès cette époque, le parler soit déjà fractionné en dialectes, c'est fort possible, mais nous n'en savons rien"* (BLACHERE, 1952 : 3). Fleisch est moins prudent que Blachère puisque, selon lui, il semblerait bien que, du fait de la fragmentation de la population bédouine dans le désert, il y ait eu des répercussions importantes sur le parler de ces populations : *"la conséquence naturelle est la fragmentation du langage : le dialecte"*<sup>4</sup> (FLEISCH, 1974 : 13). De toute façon, la fragmentation d'un parler est naturelle dans de tels cas, car *"lorsqu'un idiome est parlé sur une aire étendue, il se fragmente en dialectes d'autant plus différenciés que les relations entre les groupes ethniques utilisant ces dialectes sont plus lâches et que l'époque de la dislocation linguistique remonte plus haut dans le passé"* (BLACHERE, 1952 : 66).

## II.2.2. L'IMPORTANCE DU POETE DANS LA SOCIETE PRE-ISLAMIQUE

La poésie jouait un rôle important dans la société pré-islamique : *"Pour l'homme primitif, le mot (...) est un moyen efficace pour agir non seulement sur l'âme du prochain, mais aussi sur tout ce qui nous entoure et qu'il croit doué aussi d'une âme, et*

---

<sup>4</sup> Nous n'allons pas nous attarder sur ces dialectes pré-islamiques, sur les distances qu'ils avaient les uns par rapport aux autres, sur leurs origines respectives, car nous nous intéressons avant tout à mettre en valeur l'existence d'une langue commune, appelée arabe classique, littéraire, liturgique, etc., en tout cas par opposition à arabe dialectal.

cette action est beaucoup plus énergique que ce que nous entendons à peu près par émotion : c'est une puissance absolument réelle qui subjugué celui en vue duquel on a correctement chanté ou parlé. C'est pourquoi le poète est appelé *sha'ir*, "le connaisseur", chez les Arabes, comme possesseur d'un savoir surnaturel et magique. On estime son art, non pas seulement comme un ornement de la vie, mais on le redoute aussi comme une arme dangereuse qui, lorsqu'elle est dirigée contre un ennemi, peut non seulement, par les sarcasmes, le couvrir de honte, mais encore paralyser directement sa force d'action" (BROCKELMAN, 1913 : 409). Le rôle du poète dans la société pré-islamique mais aussi plus tard dans la société islamique est très important, comme en témoigne cette anecdote : "*Ka'b b. Dju'a'il*<sup>5</sup>, poète des Umayyades<sup>6</sup>, invité par Yazid, fils de Mu'awiya<sup>7</sup>, à attaquer les Ansar<sup>8</sup>, se fit remplacer par son jeune contributeur *al-AKHTAL*<sup>9</sup>. Mais le succès de ce *hidja*<sup>10</sup> virulent (...) lui aurait coûté la vie, sans l'intervention de Yazid. Depuis il demeura son commensal et l'accompagna à la Mecque. Alors commencent ses panégyriques des Umayyades (...). Nommé (...) poète officiel de la dynastie (...), il chante le calife<sup>11</sup>, ses parents, (...) attaque leurs ennemis (...) ; un vrai poète politique, choyé par les puissants, redouté par l'opposition!" LAMMENS, 1913 : 238). Le poète a donc un rôle essentiel dans la société, du fait de l'importance accordée par les populations de l'époque à l'expression orale : rôle politique, puisqu'il peut attaquer et déstabiliser l'ennemi, ou au contraire louer son défenseur, le chef de clan, ou le Calife, ... ; parallèlement, son rôle social est extrêmement important compte tenu des principes de bravoure et d'honneur de l'époque. Le poète, par sa création artistique, défend l'honneur de la tribu, et est le porte-parole de ses exploits.

<sup>5</sup> Nous signalons que dans ce cas la transcription utilisée par l'auteur ne correspond pas à la notation phonétique ; nous retrouverons fréquemment ce type de notation en ce qui concerne les noms propres.

<sup>6</sup> Les Umayyades étaient, d'après Hitti, l'aristocratie de Quraych, connus pour leur puissance et leur richesse (HITTI, 1956).

<sup>7</sup> Proclamé Calife en 661, il fut le premier Calife de l'empire des "Umayyades".

<sup>8</sup> Après la mort du Prophète, il y eut des conflits de pouvoir entre différentes parties en présence, dont les "Ansar", les "supporters", qui affirmaient que sans leur aide et leur protection, le Prophète et l'Islam auraient péri (HITTI, 1956).

<sup>9</sup> Poète né à Hira vers 640, mort vers 710.

<sup>10</sup> Forme poétique satirique.

<sup>11</sup> Chef spirituel des Musulmans.

### II.2.3. L'EXPRESSION POÉTIQUE PRÉ-ISLAMIQUE : NAISSANCE D'UNE LANGUE COMMUNE

D'après les auteurs qui ont étudié la littérature pré-islamique, ces poètes de la Jahiliyya s'exprimaient par l'intermédiaire d'une "langue commune : la langue de la poésie (...). Cette langue a dû commencer à se former dès le III<sup>e</sup> siècle de notre ère (...). Il s'agit donc d'un langage artistique et traditionnel (...). Cette langue de poésie s'est développée, perfectionnée sous l'action des poètes. Elle était leur moyen d'expression et c'est à elle qu'elle doit d'être ce qu'elle est devenue (...). Il est hautement probable que les dialectes qui sont à la base de cette langue furent ceux de poètes (...) qui imposèrent, pour cet usage, le langage de leur tribu, par leur supériorité, leur notoriété" (FLEISCH, 1974 : 14). Donc l'existence d'une langue arabe commune est une réalité due au rôle essentiel du poète dans la tribu, à l'importance qui est accordée à ses poèmes, ainsi qu'à la propagation orale des poèmes de tribu en tribu : il est clair que les rapports entre poètes et tribus différentes ont contribué fortement au développement de cette langue commune, puisqu'il n'y aurait pas eu besoin d'une langue commune de la poésie si les différentes tribus n'avaient pas éprouvé le besoin de comprendre les poèmes élaborés par les poètes qui leur étaient étrangers.

Il existe des divergences quant à l'origine exacte de cette langue commune : s'agirait-il d'un dialecte promu au rang de langue commune ou bien au contraire d'une langue qui s'est formée progressivement à partir des différents dialectes ? Kampffmeyer (1913) et Blachère (1952) optent pour la première solution : "On doit admettre que la langue littéraire arabe, dont les plus anciens monuments sont les poésies anté-islamiques, est un parler qui, né vraisemblablement dans l'Est de l'Arabie Centrale, fut élevé au rang de langue commune" (KAMPFFMEYER, 1913 : 400) ; "L'arabe littéral<sup>12</sup> est né d'un dialecte promu au rang de langue littéraire" (BLACHÈRE, 1952 : 66). Quant à l'origine de ce dialecte, la tribu dont le parler est le plus vraisemblablement supposé être à l'origine de cette langue commune est celle de Tamim ; en effet, "Les Tamim passaient pour être, tant en poésie que dans l'éloquence, les dépositaires de la véritable 'Arabiya :

<sup>12</sup> "La notion exprimée par arabe littéral se précise par opposition à arabe dialectal. Elle recouvre les appellations de langue classique, de langue littéraire ou de langue savante qui sont trop restrictives" (BLACHÈRE, 1952 : 66).

on trouve entre eux (...) quelques-uns des poètes les plus illustres de toute l'ancienne littérature arabe" (LEVI DELLA VIDA, 1913 : 678). Fleisch semble partager cette opinion selon laquelle ce seraient "les parlers de Tamim" (FLEISCH, 1974 : 17) qui seraient à l'origine de cette langue poétique, mais l'auteur fait intervenir dans ses propos une nuance importante par rapport à ceux de Kampfneyer ou Levi Della Vida ; ces derniers affirment qu'un dialecte est à l'origine de la langue poétique, tandis que les propos de Fleisch tendent à montrer que les tribus ou les poètes impliqués dans l'élaboration de cette langue s'étendent sur des aires géographiques plus ou moins étirées : Fleisch est d'avis que l'"Arabiyya" était à l'origine la langue des Bédouins nomades avant qu'elle ne devienne la langue des citadins des territoires conquis (FLEISCH, 1961), et que "Les artisans de cette oeuvre poétique ne furent pas tous les Arabes, mais ceux du Hijaz<sup>13</sup> central, du Nejd<sup>14</sup> et des pays voisins du Nejd, jusqu'à et y compris la région de l'Euphrate" (FLEISCH, 1947 : 96).

Selon une deuxième théorie, cette langue commune "se constitua probablement peu à peu, grâce au commerce unificateur que faisaient naître parmi les tribus les transhumances annuelles et aussi les pèlerinages à des centres religieux comme la Mecque ou 'Okaz ; elle puisa son abondant vocabulaire dans un grand nombre de dialectes" (BROCKELMANN, 1954 : 408). Nous pensons que ce dernier point est important. Les poètes étaient originaires de tribus différentes, et entretenaient des contacts constants avec différentes tribus ; les poèmes étaient appris par coeur par les "auditeurs" qui les propageaient à leur tour : il n'est donc pas entièrement exclu que, même si l'hypothèse d'un dialecte promu au rang d'une langue se révélait exacte, il y ait eu des emprunts au niveau du vocabulaire des différents dialectes<sup>15</sup>, ne serait-ce que par le fait que les personnes qui récitaient ces poèmes - n'oublions pas que l'écrit n'est pas encore implanté parmi ces populations - ont peut-être fait intervenir des modifications dues à l'interférence avec leur propre parler.

<sup>13</sup> Région située au bord de la mer rouge, et qui a vu la naissance de l'Islam : elle comprend les deux villes Saintes Mecque et Médine - Annexes 1 et 2.

<sup>14</sup> Également "Najd" - région de la Péninsule Arabique - Annexes 1 et 2.

<sup>15</sup> Nous verrons ultérieurement que cette hypothèse n'est pas sans fondement, notamment d'après certaines études effectuées sur le texte coranique.

Indépendamment de ces facteurs, une analyse comparative de la situation de cette langue commune littéraire avec d'autres langues qui ont évolué d'une manière similaire au niveau diachronique permet à Schaade d'opter pour la solution d'un dialecte unique d'origine : *"Comment les poètes d'alors qui, pour la plupart sans doute, ignoraient l'écriture, sont-ils parvenus à constituer une langue poétique commune ? Ont-ils, dans le désir d'assurer à leurs oeuvres une plus grande expansion, fait usage d'une langue composite, née, sous l'influence du trafic, de la fusion des dialectes, en se contentant de l'enrichir ? Ou bien faut-il admettre qu'aux âges préhistoriques, par suite de circonstances politiques, le dialecte d'une tribu particulière était devenu la langue commune de la poésie ? (...) Il résulte de la comparaison avec d'autres langues littéraires dont nous pouvons observer plus exactement l'évolution (p.ex. l'allemand, le français, l'anglais), que, pour l'arabe également, l'hypothèse d'un dialecte particulier, devenu le langage type de la poésie et par suite de la littérature, est celle qui offre le plus de vraisemblance"* (SCHAADE, 1913 : 399).

Cette langue poétique ne semble jamais avoir été parlée par les tribus dans leur vie quotidienne (BLACHERE, 1952 ; COHEN, 1970 ; FLEISCH, 1947, 1974), et de ce fait il y aurait eu depuis la Jahiliyya un décalage entre cette langue et les dialectes utilisés pour les besoins de la vie de tous les jours : Fleisch (1974 : 15) affirme qu'*"elle était déjà en retard sur le langage parlé"*. Ce phénomène ne semble pas étonnant : *"Si, pour une cause quelconque, un dialecte est promu au rang de langue de civilisation, les autres parlers ne disparaissent point pour autant, mais leur domaine se stabilise et leur emploi tend à se réduire aux besoins de la vie familière. Toutefois, dans le temps même où dialectes et patois passent en quelque sorte à une vie ancillaire, la langue de civilisation tend à devenir un idiome artificiel, perdant d'autant plus de contact avec la vie qu'il est l'instrument d'une minorité plus restreinte qui l'affecte à l'expression d'idées, de notions étrangères à la masse"* (BLACHERE, 1952 : 66). Cette langue pourrait plutôt être considérée comme étant une Koiné, telle que fut définie cette notion par Cohen : *"la Koiné grecque, tout en ne s'appliquant pas à une notion unique, reliait néanmoins sous le même vocable, des réalités connexes : langue littéraire certes, mais qui n'était qu'une forme épurée, élaborée, d'une langue commune, instrument de communication orale, dont les développements devaient aboutir aux divers parlers vivants d'aujourd'hui"* (COHEN, 1970 : 105).

C'est cette langue commune poétique qui constitue la langue arabe classique (ou littéraire) : "On appelle arabe littéraire la langue employée par les peuples qui écrivent en arabe, depuis les débuts de leur littérature, pour toutes les productions de l'esprit. (...) Le plus ancien arabe littéraire connu est celui des poésies anté-islamiques" (SCHAADE, 1913 : 399). "L'arabe classique est d'abord la langue des poésies anté-islamiques, langue en pleine efflorescence à la venue de Mahomet" (FLEISCH, 1947 : 96).

Nous devons insister sur le fait que cette langue des poètes avait un statut particulier puisqu'elle n'avait pas de support écrit bien établi ; en effet l'écrit n'était pas encore fortement répandu dans la période ayant précédé l'avènement de l'Islam. La plus ancienne inscription arabe datant de la Jahiliyya et connue à ce jour semble être constituée de lignes inscrites sur le tombeau d'Imru'ulqays, mort en l'an 328 de l'ère chrétienne - ce n'est pas encore une écriture arabe mais nabatéenne :

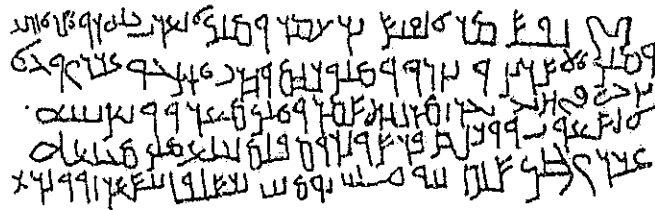


Figure II.1 - "Inscription proto-arabe d'an-Namara, de 328 J.-C."  
(BLACHERE, 1952 : 60)

Quant à l'écriture arabe, elle s'est développée peu à peu, "par une série d'altérations graduelles, de l'écriture des populations qui occupaient, dans les premiers siècles de



notre ère, le nord de l'Arabie". Le sens dans lequel se sont produites ces altérations est celui qui est commun à tous les systèmes dérivés de l'araméen (...). A la fin du VI<sup>e</sup> siècle de J.C., c'est le système en usage à Duma (l'actuelle al-Djof, au nord du Nejd) et au Hedjaz<sup>16</sup>. Dans l'important centre commercial qu'était déjà alors la Mekke<sup>17</sup>, on a lieu de penser que l'emploi de cette écriture fut bien plus répandu qu'on ne le crut souvent (...). Dans les communautés chrétiennes de Bosra<sup>18</sup>, de Hira<sup>19</sup> et des régions avoisinantes, on doit admettre que la langue arabe était utilisée dans la liturgie" (BERGER, cité par BLACHERE, 1952 : 61). Les deux plus anciennes inscriptions arabes connues datent des années 512 et 568 après J.C..

Figure II.2 - "Inscription arabe de Zabad, post 512 J.-C."  
(BLACHERE, 1952 : 60)

<sup>16</sup> Egalement "Hijaz" - se reporter à la note 12.

<sup>17</sup> S'écrit plus fréquemment "Mecque".

<sup>18</sup> Ville située en Mésopotamie - l'actuel Irak : Bassorah ou encore Basrah - Annexes 1 et 2.

<sup>19</sup> Ville située en Mésopotamie.

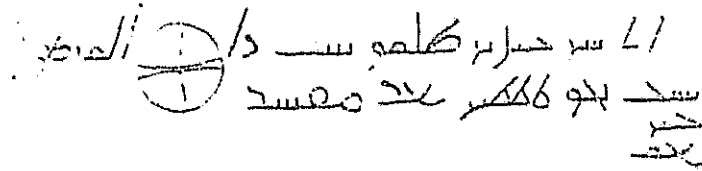


Figure II.3 - "Inscription arabe de Harran, de 568 J.-C."  
(BLACHERE, 1952 : 60)

Un élément est important à signaler en ce qui concerne cette écriture (et apparemment l'ensemble des écritures des langues sémitiques de l'époque) : il s'agit d'un système imparfait dans la mesure où les voyelles brèves ne sont pas encore notées, seules les voyelles longues le sont (d'ailleurs elles ne le sont pas systématiquement) : "Il faudra attendre la fin du VII<sup>e</sup> siècle pour que des traits dits "diacritiques", suscrits ou souscrits, permettent de distinguer les lettres" (BLACHERE, 1952 : 64). C'est un élément capital car sans les traits diacritiques suscrits ou souscrits, il est tout-à-fait possible de lire deux mots ayant des significations différentes si l'on n'a pas un contexte qui indique de quelle voyelle il s'agit et par conséquent de quel mot s'agit-il. Dans l'exemple suivant, le mot  $\text{بَر}$ , dans lequel les signes diacritiques ne figurent pas, peut être lu (sans contexte) [barr] (la terre - au sens de terrestre, par opposition à l'air et à la mer), [burr] (impératif du verbe "tenir sa promesse") ou [birr] (le don). L'absence des signes diacritiques peut donc porter à confusion dans certains cas si le contexte n'apporte pas des éléments d'information pour le lecteur. Dans le cas de mots isolés, la confusion est plus importante que dans le cas où les mots sont présents dans un contexte bien défini, mais nous verrons dans un exemple ultérieur que même si le mot est présent en contexte il arrive que le lecteur soit induit en erreur.

## II.3. L'APPORT DE L'ISLAM : NORMALISATION ET DIFFUSION DE LA LANGUE COMMUNE

### II.3.1. LA LANGUE DU CORAN

Le VII<sup>e</sup> siècle de l'ère chrétienne sera le théâtre d'un grand bouleversement dans la Péninsule Arabe. Vers l'an 580, naquit dans la tribu des Quraych le Prophète Muhammad, né dans la ville de la Mecque qui était à l'époque une cité marchande et un centre commercial florissant. Il fut le réformateur religieux de cette région et du monde arabe, et reçut des révélations divines rassemblées dans le Livre Sacré, le Coran. Ceci est déjà une première révolution en soi, puisque le Coran constitue la première oeuvre d'importance entièrement rédigée en langue arabe et transcrite en écriture arabe. Il y eut un certain nombre d'interrogations concernant la langue dans laquelle le Prophète exposa ses révélations. Pour la plupart des auteurs, c'est dans la langue poétique pré-islamique qu'il faut chercher l'origine de la langue du Coran : "*Le message Coranique n'avait pu être transmis que dans le beau langage des Arabes, le langage artistique de la poésie*" (FLEISCH, 1974 : 19). Opinion nuancée par Buhl selon lequel "*On pourrait plutôt se demander si Muhammed n'a pas employé la langue commune qu'on rencontre chez les poètes ; on ne pourrait avoir là-dessus une opinion sûre que si l'on possédait d'autres spécimens de la langue parlée alors à la Mekke*" (BUHL, 1913 : 1128). Fleisch insiste sur le fait que le texte coranique contient des particularités dialectales de la Mecque, à la différence de la langue poétique : "*La poésie avait été perméable à des influences dialectales et le texte coranique a incorporé des particularités locales (mecquoises)*" (FLEISCH, 1961 : VII). Il y aurait donc eu une influence non négligeable du dialecte du Prophète sur la langue commune poétique : "*Les Musulmans ont mis d'accord le Coran, composé pour la plus grande partie dans le dialecte de la Mecque, avec la langue poétique alors déjà regardée comme classique*" (SCHAADE, 1913 : 399).

Mais qu'en pensaient les savants de l'époque, les grammairiens anciens dont l'oeuvre de description de la langue arabe et de la norme du début de l'ère musulmane témoigne de l'effervescence intellectuelle provoquée par la nécessité de propager l'Islam ?

D'après Régis Blachère, une théorie tend à se développer au courant du VIII<sup>e</sup> siècle, selon laquelle *"il existe une norme linguistique, une forme pure et parfaite de l'arabe s'opposant à la bigarrure des dialectes. Ceux-ci ne sont donc qu'une corruption de ce parler idéal, mais cette corruption est plus ou moins accentuée et varie selon la profondeur des influences étrangères subies pour chaque parler"* (BLACHERE, 1952 : 70). Les adeptes de cette théorie ont cherché quelle est l'aire géographique qui correspond le plus à l'extension de cette "forme pure", et selon eux ce domaine restreint *"est circonscrit par deux lignes tirées l'une à quelques kilomètres au sud de la Mekke jusqu'au Golfe du Bahraïn... Golfe Persique, l'autre tirée du nord, depuis les environs de Yatrib (Médine) jusqu'au nord de Hîra"* (BLACHERE, 1952 : 71). Ces savants notent cependant qu'à l'intérieur de cette zone il existe des différences sensibles entre *"la langue usitée au Hedjaz, englobant naturellement celle des Qurays<sup>20</sup>, et celle de la confédération des Tamîm, en Arable Orientale"* (BLACHERE, 1952 : 71).

D'après Blachère, les grammairiens arabes considèrent la langue de la tribu des Quraych comme étant celle avec laquelle le Coran a été rédigé. Blachère explique ainsi l'argumentaire supposé des grammairiens arabes : *"Le Coran représente en perfection la norme linguistique des Arabes ; - or le Coran a été révélé à Mahomet, issu de la tribu des Qurays de la Mekke ; - donc le Coran a été révélé dans le parler des Qurays ; - donc la norme linguistique des Arabes est le dialecte de cette tribu"* (BLACHERE, 1952 : 75). De ce fait les grammairiens arabes iraient jusqu'à affirmer que le Coran a été écrit par l'intermédiaire du dialecte de la tribu des Quraych dont le prophète est issu. Blachère conteste la théorie selon laquelle le dialecte Mekkois (celui des Quraych, tribu du Prophète) serait à l'origine de l'arabe littéral. Ses arguments sont les suivants :

- 1 - *"il n'est pas admissible que le parler d'une cité marchande qui, par surcroît, est le centre d'un grand pèlerinage annuel, se soit conservé pur de toute influence extérieure"* ;
- 2 - *"la langue du Coran dénonce (...) de multiples emprunts dans le domaine du vocabulaire (...). Les apports extérieurs n'ont pas dû s'arrêter là"* ;
- 3 - *"les éléments ayant formé le fond de la population Mekkoise paraissent avoir été fort brassés"* (1952 : 76).

---

<sup>20</sup> S'écrit aussi Quray(s)ch, Quray(s)ch.

Blachère défend son point de vue en présentant une thèse personnelle sur la langue de la révélation coranique : *"quelle chance aurait-elle eu d'atteindre toutes les populations de la Péninsule si elle avait été donnée dans un parler local, propre à une seule tribu ? Quel prestige aurait pu avoir ce dialecte de citadins à la fois dédaignés et haïs des Nomades à cause de leur état de sédentaires et de leur mercantilisme ?"* (1952 : 76). *"Le texte du Coran serait demeuré lettre morte, en dehors du Hedjaz, s'il avait été révélé dans le dialecte de cette région"* (1952 : 77).

Il faut nuancer l'opinion de Blachère car elle ne tient pas compte, nous semble-t-il, de l'ensemble des travaux et points de vue des chercheurs arabes. Bouqamra donne ci-après sa version en ce qui concerne le statut de la langue utilisée par la tribu des Qouraych du temps de l'avènement de l'Islam<sup>21</sup>, et il ne semble pas opérer une distinction très nette entre la langue des poètes et celle des Qouraych :

---

<sup>21</sup> Traduction du paragraphe : *"Nous sommes donc devant un paysage linguistique caractérisé par la dispersion, et qui sera unifié avec l'Islam. L'opération qui va avoir lieu durant cette période est en fait un passage de la multiplicité à l'unicité, et elle démontre le rôle capital du facteur politique dans toute opération d'unification. Ce n'est pas le Coran qui a accompli cette unification, mais il en a été la matérialisation dans un texte définitif, il lui a ainsi fourni le document stable et la référence permanente, et par conséquent le pouvoir absolu, car cet arabe littéraire s'est formé avant l'Islam d'une manière très bien exprimée et expliquée par les linguistes. Ainsi, Al-Gharrā (décédé en l'an 160 de l'Hégire) a dit: "Les arabes, pendant la Jahiliya, accomplissaient le pèlerinage tous les ans, et les gens de Qouraych entendaient les langues des arabes, et parlaient celle qui leur semblait la plus belle; ils devinrent ainsi les orateurs les plus brillants, et leur langue fut débarrassée des mots et des prononciations désagréables". Ce texte, bien que succinct, nous dit clairement la raison pour laquelle la langue de Qouraych a supplanté les autres langues, et nous informe de la façon dont cela s'est fait, à savoir : la sélection. La Mecque abritait les lieux de culte où s'effectuait le pèlerinage; c'est là que se tenaient également les joutes poétiques, et la ville se trouvait sur la route des caravanes commerciales les plus importantes. Ainsi, Qouraych a pu choisir dans les langues des autres arabes des termes pour polir sa propre langue, et en faire une sorte de dénominateur commun. C'est ainsi que s'est constituée une langue que l'on peut qualifier de particulière, et qui est celle de la poésie de la Jahiliya telle qu'elle nous est parvenue. Des chercheurs vont même jusqu'à dire que cette langue était parlée au moins par une certaine classe, mais certains indices montrent qu'il y avait en réalité une distance plus ou moins grande, selon la situation de l'orateur et le sujet abordé, entre cette langue idéale et la langue parlée ordinaire"* (Bouqamra, 1987 : 96).

الذين ادعوا أنهم وضع عروبي باسمه. وتشتتت وسوف يشيبي مع الإسلام في شرجية وتسمية التي ستحصل عند خلال هذه الفترة هي عمية تنفذ من التعداد في الواحد، وهي تفرق لغوي حواسم بعدد من نسبي في كل عمية توجيحية

وه بكل القرآن هو الذي قام بهذه العمية. وأنه هو الذي حسده في نفس هي. واعتقدنا بذلك توثيقه الثانية والرجع الدائم، وبالتالي سيطرة المطلقة. فقد ذكرت هذه اللغة تفصيحا في الإسلام بشكل أحسن اللغويين شعيرة وتفسيره. فقد قال الغراء (المشرف سنة 160 هجرية): أكدت عرب أخصر موسم في كل عام وتخرج البيت في جاهلية. وفريش بسمعون لغات العرب. لما استحصوه من لغاتهم تكلموا به. فعسروا فصيح العرب وخلفت لغتهم من مستشع اللغات ومستشع الانتفاضة. وهذا المنس - على اختصاره - يفده لنا تعبلا سيما سيادة لغة قريش. كما يفده لنا ايضا التوسية اللغوية التي نشأت بها هذه سيادة وهي: الاشتهار. فوجود البيت في مكة واقامة التراسم الشعرية فيها. ومرور أهم حضرة القوافل التجارية منها. جعل قريش تنتمي في تحاطب من لغات العرب الأخرى ما صفتت به لغتها. وجعلتها نوعا من اللسان المشترك. فتكونت بذلك لغة يمكن تسميتها بلغة الخاصة. أصبحت لغة الشعر الجاهلي كما وصل البيت. وقد تذهب المغلاة ببعض الباحثين في القول بأن هذه اللغة كانت بالفعل لغة التحاطب. على الأقل بين ضفة الخاصة. ولكن بعض الشواهد تدل على أنه كانت توجد في حثيفة مسافة تزيد وتقدر حسب وضعية التذكير وضعية الموضوع - بين هذه اللغة الثلاثة ولغة تحاطب عادوية<sup>(1)</sup>

(BOUQAMRA, 1987 : 96)

On peut contester le fait que le dialecte Mekkois soit à l'origine de la langue commune, à partir du moment où l'on est convaincu (et nous le sommes) de l'importance des poètes de la période pré-islamique sur l'élaboration de cette langue commune et que les poètes les plus illustres étaient originaires des tribus des Tamim (géographiquement éloignées de la Mecque et des Qouraych). Mais il est faux de généraliser et de prétendre que l'ensemble des grammairiens affirmaient que la langue des Qouraych et seulement elle est à la base du Coran : en effet, quand il s'est agi de formaliser les règles de la langue commune, comme nous le verrons plus loin, c'est vers la langue parlée par les Nomades et par les poètes que ces savants se sont essentiellement tournés pour constituer le matériau linguistique sur lequel ils allaient baser toutes leurs études et leur savoir, ce n'est pas uniquement le dialecte des Qouraych qui a été étudié par les grammairiens (comme étant la langue commune). D'ailleurs, après étude du texte coranique, beaucoup ont affirmé qu'il contenait des variations dialectales importantes révélatrices de l'influence des parlers des différentes tribus sur cette production. D'autre part, il est tout-à-fait normal que soit pris comme référence le texte coranique, car s'il est vrai que la langue commune existait bien avant les révélations du Prophète, il ne faut pas minimiser le fait que c'est le Coran qui constitue le premier ouvrage rédigé et écrit en écriture arabe donc il devient nécessairement une référence étant donné qu'il n'existe

aucune trace objective de la langue orale: *"La venue de l'Islam a certainement contribué à répandre la connaissance de l'écriture. Déjà avant l'année 622 de l'ère chrétienne, il y avait des parties écrites du Coran (...) et une fois qu'on eut reconnu sous 'Omar et 'Othman, qu'il était nécessaire d'établir par écrit une version officielle du Coran, la connaissance de l'écriture se répandit et marcha de pair avec la propagation du livre sacré"* (MORITZ, 1913 : 387).

Cette référence est d'autant plus importante que la religion se propage dans les terres conquises et qu'elle s'amplifie de génération en génération, mais aussi et surtout elle constituera comme nous le verrons plus loin un déclencheur en ce qui concerne les études élaborées par les grammairiens sur la langue arabe, études qui se sont développées pendant des siècles et dont l'importance se répercute jusqu'à nos jours. Les affirmations de Blachère sont également contredites par Fleisch, selon lequel grammairiens et lexicographes arabes recherchaient *"l'authentique 'Arabiyya seulement auprès des Arabes du désert, des purs Arabes non contaminés par les contacts avec les citadins dans les terres conquises"* (FLEISCH, 1961 : 17). Donc ce qui est sous-jacent ici c'est que la langue d'origine ne provient pas nécessairement et exclusivement des Qouraych ni de la Mecque qui était à l'époque un grand centre commercial, un lieu où évoluent et se côtoient des populations de différentes origines et donc où le parler est nécessairement influencé (et pas "contaminé" selon nous) au contact de celui de sédentaires ou de bédouins des différentes tribus, et même de voyageurs non arabes (dont la langue maternelle était perse, syriaque, copte, etc...). N'oublions pas que cette langue évoluait déjà à cette époque au contact des populations migrantes ou des centres commerciaux puisque les lexicologues allaient chercher la "pureté" chez les Nomades du désert : cela est extrêmement important et témoigne de l'existence de parlers qui évoluaient selon les besoins et les influences de la vie quotidienne, politique, économique, et parallèlement d'une langue dont la stabilité était plus grande du fait qu'elle était utilisée dans un dessein bien particulier : l'expression poétique.

Toutefois Blachère opte pour l'avis selon lequel *"les origines de l'arabe "littéral" apparaissent fort claires si l'on admet, avec les anciens grammairiens musulmans, que cette langue dérive à la fois de celle des poésies "préislamiques" et de celle du Coran, en rectifiant toutefois la théorie islamique sur un point essentiel, à savoir que la langue du*

*Coran n'a point pour base le dialecte de la Mekke, mais l'idiome des poésies "préislamiques". Cet idiome est une Koïné comprise sur une aire géographique très étendue (...). L'origine en demeure mystérieuse (...). Cette Koïné, telle qu'elle apparaît dans les textes poétiques transmis par les érudits musulmans des VIII<sup>e</sup> - IX<sup>e</sup> siècles est une "langue moyenne" qui offre à la fois des caractéristiques des parlers des régions centre et est" (1952 : 79).*

L'usage de cette Koïné est étendu sur l'ensemble des régions telles que la zone de l'Arabiya, la Syrie, la Palestine, la Mésopotamie, Damascène, Hîra, etc... Les différences étaient plus ou moins importantes entre cette koïné poétique et les dialectes des différents groupes linguistiques.

La dénomination de cette Koïné n'est pas réduite à la seule langue poétique d'après Cohen : celui-ci introduit une différence entre Koïné poético-coranique et Koïné arabe, définissant cette dernière comme "*langue commune parlée dont procéderaient les dialectes*" (COHEN, 1970 : 105) ; quant à la Koïné poético-coranique, "*on peut admettre qu'il s'agit du développement, sur la base d'un dialecte de l'Arabie Centrale ou Orientale, d'une 'langue moyenne', réservée aux usages proprement littéraires*" (COHEN, 1970 : 104).

### II.3.2. NECESSITE D'UNE FORMALISATION DE LA LANGUE : L'OEUVRE DES GRAMMAIRIENS

Les révélations du Prophète Muhammad furent donc rassemblées dans un Livre Sacré : le Coran, livre de base pour les musulmans, mais aussi élément nécessaire pour convertir d'autres populations à l'Islam. Il fallait propager cette religion et veiller à une propagation correcte, empreinte le moins possible de l'influence dialectale de celui qui transmet le Message. Car n'oublions pas qu'à l'époque, il y avait des divergences entre les dialectes très variés qui étaient en usage à cette époque, mais aussi que la distance entre cette langue commune et ces dialectes devenait de plus en plus importante puisque ces derniers subissaient naturellement une évolution différente de celle de la langue commune. Par ailleurs, il ne faut pas oublier un élément important : les signes diacritiques (correspondant aux voyelles brèves) n'étaient pas encore notés dans



l'écriture au début de l'ère musulmane, donc il y avait un risque que certains passages du Coran soient mal lus et par conséquent mal interprétés, ce qui est néfaste pour une bonne diffusion du message religieux. On avait cru que le problème serait résolu du fait de l'existence des [qurra:ʔ], les "lecteurs", désignés et chargés de lire et de transmettre correctement le message Coranique ; ils accompagnaient en général les armées lors des conquêtes. Mais l'on s'est rendu compte que des variations dialectales intervenaient dans la production même de ces [qurra:ʔ] : *"Malgré toute leur application, ils ne pouvaient empêcher des réactions, inconscientes, de leur propre langage parlé (de leur dialecte) sur leur récitation ; (...) En peu de temps, l'unité du texte aurait été sérieusement compromise"* (FLEISCH, 1974 : 19). *"La solution fut d'en accepter la lecture selon le système de chacun des sept lecteurs reconnus orthodoxes, tous représentants du texte authentique<sup>22</sup>"* (FLEISCH, 1974 : 20). Mais le problème n'était pas résolu, et nous voudrions pour en témoigner relater ce fait qui est bien significatif du danger que faisait courir la variabilité sur la langue arabe à cette époque : l'on raconte qu'un professeur de lecture coranique récita un jour un passage du Coran<sup>23</sup> devant le Prophète, et il se trouve que, suite à une faute de lecture (due à l'absence des signes diacritiques dans le texte, mais aussi à une mauvaise connaissance des règles grammaticales de la langue), il lui fut interdit de continuer à enseigner la lecture coranique et on lui conseilla d'aller plutôt se former en grammaire ; le texte litigieux est le suivant :

ان الله برئ من المشركين ورسوله

Concentrons-nous sur le dernier mot, *ورسوله*, et plus particulièrement les deux dernières consonnes, [l] et [h], sur lesquelles aucun signe diacritique n'est présent (ni suscrit ni souscrit). Indépendamment des règles de la grammaire arabe<sup>24</sup>, on a a priori la possibilité d'attribuer à ces consonnes des signes diacritiques différents :

<sup>22</sup> Ces lecteurs sont, d'après Fleisch : "Nafi", "Ibn Kathir", "Abu 'Amr Ibn al-'ala", "Ibn 'Amir", "Asim ibn abî n-Nadjud", "Hamza ibn Habib", "al-Kisa'i" (la notation utilisée par l'auteur ne correspond pas à la transcription phonétique).

<sup>23</sup> Surat "al-Nawba", 'Aya n°3.

<sup>24</sup> Pour information, selon la grammaire arabe, et la règle du [mubtadaʔ] et du [xabar], c'est la première solution proposée qui est la bonne.

1 - on peut choisir dans un premier cas de mettre le signe diacritique [fatha] (correspondant à la voyelle brève [a]) sur le [l], et [damma<sup>25</sup>] (voyelle brève [u]) sur le [h], de sorte que le mot qui se trouve en position finale dans la phrase soit lu de la manière suivante :

[rasu:lahu]

La phrase ainsi produite :

[ʔinnalla:habari:ʔunminalmuʔriki:nawarasu:lahu],

sa traduction<sup>26</sup> est la suivante : "Dieu et son Prophète désavouent les polythéistes".

2 - une deuxième possibilité reviendrait à attribuer une [kasra] (voyelle brève [i]) aux deux consonnes finales [l] et [h], de sorte que le mot qui se trouve en position finale puisse être lu de la manière suivante :

[rasu:lihi]

La phrase deviendrait ainsi :

[ʔinnalla:habari:ʔunminalmuʔriki:nawarasu:lihi]

Dans ce cas ceci reviendrait à dire : "Dieu désavoue les polythéistes et son Prophète", ce qui n'a pas du tout le même sens ni la même portée.

On comprend donc que les Arabes se soient trouvés devant l'obligation de décrire et de formaliser les règles de la langue du texte coranique : *"Les Arabes ont étudié leur langue pour répondre à un pressant besoin. (...) Il fallait réciter le Coran sans faute ; de plus, il fallait l'interpréter avec certitude puisqu'il est, avec le Hadith, à la base de la législation canonique. Chez les Arabes, il y avait aussi le besoin de posséder avec exactitude les règles de la grammaire de la langue du Coran, car ils remarquaient vite les divergences qui existaient, sur bien des points, entre leurs dialectes et cette langue, pour eux, sacrée. Par ailleurs, il se produisit l'adhésion en masse à l'Islam de non-Arabes qui avaient besoin d'apprendre la langue et de l'apprendre correctement (...). Les Arabes étaient*

<sup>25</sup> Les consonnes emphatiques sont notées [ʔ] [ḍ] [ḷ] [ḥ].

<sup>26</sup> D'après la traduction du Coran de Denise Masson, revue par Dr Sobhi al-Saleh, *Dar al-Kutab al-Masri, Le Caire - Dar al-Kitab al-Lubnani, Beyrouth, Gallimard, 1980, p 240.*

amenés ainsi à faire une étude méthodique et systématique de leur langue" (FLEISCH, 1961 : 26).

Ainsi, il est donc décidé d'établir les lois régissant la langue arabe, suite à des fautes de langage commises soit par des lecteurs du Coran soit par des convertis à l'Islam. La langue du Coran n'est probablement pas à l'origine de la langue arabe commune, dans ce sens où avant même le Coran, il y avait bien une langue de poésie, mais c'est bien grâce à l'Islam et à la volonté de propagation de cette religion qu'un effort considérable a été effectué par les savants de l'époque pour fixer les règles de la langue. Le créateur de la grammaire arabe est probablement عبد الله بن أبي اسحق [ʿabdullāh bin ʿabī ʾiṣḥāq] (né vers l'an 30 de l'Hégire, mort en 117), puis vint la "deuxième génération"<sup>27</sup> de grammairiens avec notamment عيسى بن عمر الشافعي [ʿīsāy bin ʿumar aṯṯāfiʿ] (mort en 149) et أبو عمر بن العلاء [ʾabū ʿumar bin ʿalāʾ] (mort en 154), puis la "troisième génération" avec le célèbre الخليل [al xalīl] (mort en 175) son non moins célèbre élève Sibawayhi (mort en 177), ainsi que يونس بن حبيب [ju:nus bin ḥabīb] (mort en 182). Les grammairiens n'ont pas travaillé uniquement sur le Coran comme matériau linguistique : "Au début, à Basra et à Kufa, on recueillit des matériaux linguistiques : on observa la langue des Bédouins, on recueillit de leur bouche les anciennes poésies, on expliqua ces diwans, on recueillit des proverbes, des récits de combats, de querelles entre tribus (les 'ayyam al-'arab), des traditions" (FLEISCH, 1961 : 27). Cela est extrêmement important et montre incontestablement que les grammairiens de l'époque savaient et admettaient que la langue commune c'est-à-dire la langue avec laquelle a été écrit le Coran, a ses origines dans la langue commune de la poésie, et cela vient encore une fois à l'encontre de ce qu'affirme Blachère en ce qui concerne les grammairiens arabes, car "La langue étudiée est fournie par le premier stade connu de l'arabe : l'Arabiyya du désert. Elle comprenait un langage artistique utilisé dans la poésie et dans la prose coranique et des dialectes. Les grammairiens arabes ont reconnu dans ce langage artistique leur pure et authentique langue arabe et l'ont mise à la base de leur normalisation" (FLEISCH 1961 : VII).

<sup>27</sup> Nous empruntons cette expression à Fleisch, 1974.

Si l'on se réfère à Fleisch, il y eut au départ deux approches différentes en ce qui concerne le comportement des chercheurs vis-à-vis de la collecte et de l'analyse des données : l'approche des grammairiens de Bašra (Sibawayhi, Al Khalil, etc...) et ceux de Koufa. D'après lui, les chercheurs de Koufa avaient une approche descriptive et non normative, dans le sens où leur souci était de collecter les données (le matériau linguistique) sans chercher à porter un jugement normatif sur les productions qu'ils collectaient : *"Pour les grammairiens de Kufa la source première de la grammaire est tout le matériel linguistique recueilli avec sa diversité. (...) La justification d'un fait du langage est assurée d'abord et avant tout par son existence même"* (FLEISCH, 1961 : 8). Ces grammairiens ont pu mettre au point un ensemble de données considérable et extrêmement important par sa diversité. *"L'homme de Kufa est d'abord un ardent chercheur, collecteur de poésie et de vocabulaire. Il ramasse. Quand il s'est agi d'expliquer, il a donné son avis pour chaque cas particulier. Il n'a nul souci d'ordonner, coordonner, subordonner. Il n'a pas construit, à proprement parler il n'a pas de système"* (FLEISCH, 1961 : 9).

Les grammairiens de Bašra avaient quant à eux une approche fondamentalement différente : *"La noble et difficile tâche du grammairien de Basra fut de montrer ces rapports mutuels du langage et de l'esprit, donc mettre de l'ordre dans ce que l'on a appris empiriquement : montrer l'harmonie du tout et de toutes les parties dans le tout, en particulier ramener les exceptions à la règle et montrer que ce ne sont que des exceptions apparentes, qu'il n'y a pas eu véritablement exception et cela dans tout le langage"* (FLEISCH, 1961 : 2). Il s'agit donc d'une approche dans laquelle on tente de mettre au point les règles qui régissent le système, d'éclaircir la structure sous-jacente de la langue, et de mettre en valeur le fait que la langue est un système régi par un ensemble de règles bien définies. Donc c'est aux grammairiens de Bašra qu'on doit la formalisation des faits linguistiques et la mise au point de la norme de la langue : *"Kufa n'a été qu'un épisode dans le développement de la grammaire arabe. A Kufa, on n'avait abouti qu'à réunir une somme d'explications particulières. La synthétisation des faits grammaticaux, pour en constituer un tout organisé a été l'oeuvre des hommes de Basra"* (FLEISCH, 1961 : 33). Cette grammaire fut appelée علم النحو [ilm annahu:] : le mot [nahu:] signifiant "direction, voie, chemin" : par conséquent la grammaire est la science du "bon chemin" si l'on peut dire.

Le résultat le plus remarquable des travaux de ces premières générations de grammairiens a été "Le Livre" de Sibawayhi, [ʔal kita:b], rédigé au VIII<sup>e</sup> siècle, dans lequel *"tout l'essentiel de la grammaire arabe y était codifié"* (FLEISCH, 1974 : 26). Cet ouvrage n'est pas la publication de résultats individuels mais bien la synthèse de l'oeuvre des trois premières générations de grammairiens, une synthèse doublement remarquable puisque l'auteur avait fait l'effort de rédiger, ce qui n'était pas encore fréquent à cette époque. Cet ouvrage contient des indications sur le vocabulaire, la syntaxe, la phonétique, la phonologie de la langue arabe de l'époque et devint rapidement la référence : *"Sibawayhi (...) obtint une autorité immense : il devint le Maître sans plus. En principe, tout devait se trouver dans le Kitab, que l'on en vint à appeler : Qur'an an-nahw (...) "le Coran de la grammaire"* (FLEISCH, 1961 : 34). L'objectif était enfin atteint : un Livre Sacré écrit en écriture arabe, qui pouvait être largement diffusé et qui pouvait profiter aux générations futures puisque la norme de la langue avec laquelle il a été rédigé avait enfin été établie et fixée.

Une langue fixée, normée, autour de laquelle se sont développés des sortes de fantasmes religieux qui sacralisaient la langue du Coran en même temps qu'ils minimisaient l'importance des dialectes opposés à la langue "noble" ; la langue du Coran devenait presque aussi sacrée que le Message du Prophète si l'on en croit les citations suivantes provenant d'auteurs orientalistes : *"l'arabe apparaît comme un dialecte excessivement restreint, comme la langue d'une toute petite tribu qui, par suite de circonstances très locales est arrivée, à un certain moment, à un degré de perfection extraordinaire. C'est à l'Islam qu'elle doit sa perfection"* (BERGER, 1885<sup>28</sup> : 28). *"Etudier la langue arabe ce fut donc rechercher l'expression de la Sagesse divine, de la Justice divine, reconnaître derrière le voile des mots la Perfection de l'Intelligence divine à l'oeuvre, se traduisant (et cela non seulement en morphologie mais en syntaxe). Le grammairien était aussi amené à découvrir les "mystères" de la langue. (...) On conçoit alors la dignité que prenaient les études grammaticales devenues sciences sacrées"* (FLEISCH, 1961 : 2).

---

<sup>28</sup> BERGER, 1885, "L'Arabie avant Mahomet", in *Bulletin Hebdomadaire de l'Association Scientifique*, n° 271-2, p. 28.

### II.3.3. DESCRIPTION PHONETIQUE ET PHONOLOGIQUE DE LA LANGUE COMMUNE

Au-delà du mystère entretenu autour de la langue du Coran, les grammairiens arabes ont l'immense mérite d'avoir établi la norme de la langue et d'avoir procédé à des descriptions très fines concernant les caractéristiques de cette langue. Un des niveaux qui a été développé d'une manière remarquable est justement le niveau phonétique mais aussi phonologique : c'est dans l'ouvrage qui rassemble la synthèse des recherches des premiers grammairiens, "Al Kitab" de Sibawayhi, que nous trouvons les éléments les plus intéressants pour notre étude, surtout en ce qui concerne le système consonantique et la mise au point d'une matrice de traits caractéristiques du système phonétique de la langue. Le grammairien Ibn Jinni apporte quant à lui des éléments complémentaires très intéressants en ce qui concerne le système vocalique de la langue arabe.

### II.3.3.1. La description de Sibawayhi dans "Al Kitab"

L'auteur commence par répertorier l'ensemble des sons de la langue arabe avant de procéder à une description très fine pour l'époque de leurs caractéristiques articulatoires:

[A] <sup>29</sup>	[ʃ]
[b]	[d]
[t]	[t]
[θ]	[θ]
[z]	[z]
[ħ]	[ʁ]
[X]	[f]
[d]	[q]
[θ]	[K]
[r]	[l]
[z]	[m]
[s]	[n]
[j]	[h]
[I] <sup>30</sup>	[U] <sup>31</sup>
[ʔ]	

Ensuite l'auteur effectue une description des sons selon les mouvements des organes articulatoires et la forme des cavités de résonance au cours de leur réalisation<sup>32</sup> :

<sup>29</sup> Il n'existe pas encore de différenciation quantitative et qualitative entre les voyelles longues et les voyelles brèves. Rappelons que les longues possèdent chacune une graphie correspondante bien définie dans le système graphique mais que ce n'est pas le cas des brèves : celles-ci sont désignées par des signes diacritiques qui n'apparaissent pas systématiquement sur les lettres correspondant aux consonnes. Pour éviter la confusion, nous avons choisi de noter les trois voyelles dont parle Sibawayhi par [A], [U], [I].

<sup>30</sup> Voir note précédente.

<sup>31</sup> Voir note précédente.

<sup>32</sup> La traduction française de ce paragraphe de Sibawayhi, ainsi que de l'ensemble des descriptions de l'auteur, a été effectuée par Yolla Abou Haidar, Interprète-Traducteur ; elle est extraite de notre mémoire de D.E.A. (ABOU HAÏDAR, 1986).

"Les lettres de l'arabe ont seize lieux d'articulation. Trois sont situés dans le palais. Les lettres dont le lieu d'articulation est le plus profond sont [ʔ] [h] et [ʕ]. Le lieu d'articulation de [ʔ] et [h] se trouve vers le milieu du palais. Celles dont le lieu d'articulation est le plus près de la racine sont [ʕ] et [X]. Vers l'arrière de la langue et la partie correspondante de la mâchoire supérieure se trouve le lieu d'articulation du [q]. Entre la langue (un peu plus bas que le lieu d'articulation du [q]) et la partie correspondante de la mâchoire est le lieu d'articulation du [K]. Entre le milieu de la langue et le milieu de la mâchoire supérieure se trouve le lieu d'articulation de [ʒ], [ʃ] et [I]. Entre le bout de la langue et les dents qui suivent se trouve le lieu d'articulation du [d]. Entre le bout inférieur de la langue et ce qui suit de la mâchoire supérieure au-dessus des incisives se trouve le lieu d'articulation du [n]. Un peu plus en arrière sur la langue tendant vers le [l] se trouve le lieu d'articulation du [r]. Entre le bout de la langue et la racine des incisives se trouve le lieu d'articulation de [t], [d] et [ʔ]. Entre le bout de la langue et un peu plus haut que les incisives se situe le lieu d'articulation de [z], [s] et [ʒ]. Entre le bout de la langue et les extrémités des incisives se trouve le lieu d'articulation de [θ], [ð] et [ʃ]. Entre la partie intérieure de la lèvre inférieure et les bords des incisives se trouve le lieu d'articulation du [f]. Entre les lèvres se situe le lieu d'articulation de [b], [m] et [U]. Dans le nez se trouve la sortie du [n] léger" (SIBAWAYHI, VIII<sup>e</sup> siècle).

Plusieurs remarques s'imposent à ce niveau de l'analyse : tout d'abord, l'auteur met en lumière le rôle prépondérant joué par la langue, organe articulateur primordial, et décrit bien le fait que selon le son dont il s'agit, c'est le bout de la langue (l'apex), le milieu de la langue (le dorsum) et l'extrémité arrière de la langue (le radix) qui entre en jeu. Ensuite il fait la différence entre le positionnement de la langue dans la cavité buccale, selon si celle-ci est projetée vers les dents, les incisives, les alvéoles, le palais dur ou le velum. Il note le rôle des lèvres dans la production des consonnes buccales. Il fait la différence également entre le mode oral et le mode nasal. Il procède donc à une description qui est conforme à la description effectuée de nos jours puisqu'il tient compte des paramètres suivants :

- mode articuloire
- lieu d'articulation
- organes articulateurs.



L'auteur va plus loin que cette description relativement sommaire puisqu'il répertorie les traits articulatoires relatifs aux sons qu'il vient de décrire. Ces traits sont les suivants :

- [mazhu:ra] : *"lettre dont on appuie sur le lieu d'articulation pour empêcher l'air de passer et pour laquelle on relâche ensuite la pression pour laisser passer le son"*.

L'auteur insiste sur le paramètre de "pression", de tension. Mais la traduction littérale du terme [mazhu:ra] est : "sonore". L'ensemble des sons auxquels il attribue cette caractéristique sont supposés être sonores :

[h], [A], [ʕ], [ɣ], [q], [ʒ], [I], [d], [l], [n], [r], [t], [d], [z], [ʔ], [θ], [b], [m], [w].

Nous sommes en droit de nous poser des questions concernant l'attribution de la caractéristique "sonore" à des sons tels que [t] ou [q] : si le phonème /q/ a pu être prononcé par le passé comme étant sonore, et c'est d'ailleurs actuellement le cas dans certains pays du Golfe où l'on prononce plutôt [g] à la place de [q], le cas de [t] est plus obscur ; en effet, les deux consonnes emphatiques [t̤] et [d̤] sont classées comme étant caractérisées par le trait de sonorité ou [mazhu:ra] ; or actuellement on les différencie justement par la sonorité, la première étant sourde et la deuxième sonore ; cet exemple est probablement révélateur d'une évolution phonétique de la langue arabe au niveau de l'attribution de la sonorité à une consonne qui ne l'était peut-être pas à l'origine.

En tout cas cette caractéristique s'oppose à celle de [mahmu:sa], "chuchotée" : *"lettre dont on appuie faiblement sur le lieu d'articulation afin de laisser passer l'air"*.

Ce trait articulatoire caractérise les sons suivants :

[h], [ħ], [X], [K], [ʃ], [s], [t], [ʕ], [θ], [f].

- [ʃadi:d] : *"lettre dans laquelle on empêche le son de passer"*.

La notion exprimée par ce trait est celle d'occlusion et décrit bien ce mode articuloire caractérisé par un blocage tonal et momentané de l'air lors de la production du son :

[ʔ], [q], [k], [ʒ], [t], [t̪] [d], [b]

Les sons restants sont caractérisés par le trait de [raXu:] qui correspond au mode articuloire constrictif, dans lequel le passage de l'air est restreint.

- le trait [munkarif], qui privilégie comme le montre la traduction l'articulation latérale du son dont il s'agit : "*lettre dure dans laquelle on laisse passer le son et où la langue se plie au son et ne l'empêche pas de passer comme c'est le cas pour les lettres dures*" et qui est [l].

- le trait [ħarfʿadi:d] qui s'applique aux consonnes nasales : "*lettre où le son passe et où ce son vient en fait du nez*" ; cette définition s'applique aux sons [m] et [n].

- le trait [mukarrer] : "*lettre dure où le son passe et où il est répété et tend vers le [l]*" : cette définition s'applique au son [r]. À noter que l'auteur insiste sur le caractère "répétitif" du son [r] et qu'il lui attribue la caractéristique de "dureté" contrairement au son [l] dont la définition fait état d'une certaine souplesse de la langue lors de la production de cette consonne.

- [lajjina] : "*ce sont [U], [I] et [A] car leur lieu d'articulation laisse passer l'air plus qu'aucune autre lettre*" ; cette définition montre que d'une certaine manière l'auteur différencie entre la catégorie des consonnes et celle des voyelles, même s'il ne les désigne pas d'une manière explicite.

- [ħa:wi:] : "*lettre dont le lieu d'articulation laisse passer l'air plus que pour les [I] et [U]*" ; à travers ce trait, l'auteur montre que les grammairiens avaient bien décelé une différence au niveau des degrés d'aperture des voyelles, et cette différence est exprimée non pas par la modification de la distance entre le maxillaire inférieur et le maxillaire supérieur, mais indirectement par la quantité d'air qui s'échappe de la cavité buccale.

- [muṭbaqa] : "si tu poses ta langue sur le lieu d'articulation de ces lettres ta langue se ferme sur ces lieux dans la partie correspondante de la mâchoire supérieure. Ainsi, si tu poses ta langue, le son est prisonnier entre la langue et la mâchoire dans le lieu d'articulation de ces lettres". Les sons qui correspondent à cette définition sont les suivants : [t], [d], [ḡ], [ṣ]. En fait à travers cette description l'auteur met en relief une des caractéristiques de la langue arabe, à savoir la présence de consonnes emphatiques qui possèdent un double lieu d'articulation : un lieu d'articulation primaire relatif à la projection de l'apex vers le palais dur ou les dents ou les alvéoles selon la consonne, et un lieu d'articulation secondaire qui se caractérise entre autres au niveau articuloire par "un renflement de la racine de la langue qui occasionne en même temps un déplacement du larynx" (TROUBETZKOY, 1939 : 147). Ce trait s'oppose à celui de [munfatīḥa] qui caractérise les autres sons de la langue.

En l'absence de tout document oral qui témoigne de la production de la langue arabe aux VII<sup>e</sup>-VIII<sup>e</sup> siècles, la description de Sibawayhi se révèle très utile car elle rend compte, avec une précision remarquable, de la réalisation phonétique de l'arabe de l'époque. Un réflexe de phonéticien permet certes de s'interroger sur la validité de cette description et de se demander si l'auteur y décrit sa propre production orale. Il ne faut pas oublier que cet ouvrage constitue une synthèse des recherches effectuées par les premiers grammairiens. Par ailleurs il est rapidement devenu une référence dans le monde arabe et de nombreuses recherches ont été effectuées qui ont permis de confirmer les descriptions exposées dans Al Kitab, et aussi de compléter certains aspects qui n'avait pu être abordés d'une manière suffisamment pertinente ou explicite par les premiers grammairiens. C'est le cas de Ibn Jinni dont la contribution notamment dans le domaine du système vocalique a été d'une grande importance pour une meilleure connaissance du système phonétique et phonologique de la langue arabe.

### II.3.3.2. L'apport d'Ibn Jinni

#### II.3.3.2.1. Le système consonantique

Ibn Jinni reprend les travaux des premiers grammairiens, en confirmant les résultats de leurs recherches ; il reprend les descriptions de Sibawayhi concernant la caractérisation articulatoire des sons de l'arabe, en y ajoutant des traits qui n'avaient pas été décrits dans Al Kitab : par exemple il distingue une nouvelle catégorie de sons en fonction du trait [mustafli:], relatif aux quatre consonnes emphatiques mais aussi aux trois consonnes [X], [ɣ], [q] : la distinction qu'il opère repose sur le fait que la racine de la langue est projetée vers le maxillaire supérieur (le palais mou). Il affine également les résultats de Sibawayhi en créant notamment des sous-catégories en ce qui concerne les consonnes sonores ; pour lui il existe trois types de sons sonores :

- la première sous-catégorie est constituée des consonnes caractérisées par un blocage total de l'air (les occlusives) [q], [ʒ], [t], [d], [b] ; l'auteur décrit bien que lors de la production de ces sons il y a un arrêt total du passage de l'air mais que cet arrêt s'accompagne d'une production sonore au niveau de la "poitrine" ;

- la deuxième sous-catégorie est constituée des consonnes pour lesquelles il y a un rétrécissement dans le passage de l'air selon les descriptions de Ibn Jinni : [z], [ʃ], [ʒ], [d] ; à noter que ce dernier son, répertorié comme fricative, est actuellement classé dans la catégorie des occlusives ; nous remarquons cependant que dans certains pays notamment le Soudan, ce son est bien produit avec une légère friction qui le rapproche beaucoup de la fricative emphatique sonore [ʒ] ;

- la troisième sous-catégorie est constituée des sons qui se situent pour Ibn Jinni entre les occlusives et les constrictives ; il s'agit des sons suivants : [h], [ʕ], [ɣ], [l], [m], [n].

Ibn Jinni procède ensuite dans ses travaux à une étude détaillée des variations tribales concernant l'ensemble des consonnes ; il répertorie notamment un grand nombre de cas dans lesquels un même mot subit des modifications au niveau de sa production par différentes tribus de l'époque et ces modifications se manifestent surtout par le remplacement d'un son par un autre selon l'origine tribale de l'individu sans que cela soit nuisible à la compréhension du message. Son travail gigantesque mérite une

analyse très poussée et fournirait probablement des indications extrêmement intéressantes aussi bien sur la variabilité dialectale de l'arabe ancien que peut-être également des dialectes actuels.

#### II.3.3.2.2. Le système vocalique : différenciation qualitative et quantitative

Ibn Jinni s'intéresse beaucoup plus que ses prédécesseurs au système vocalique de la langue. Il met tout d'abord en lumière le fait qu'il existe des voyelles longues et des voyelles brèves correspondantes (il utilise les termes de longue et de brève dans son analyse). Il arrive donc à dégager les caractéristiques quantitatives pertinentes au niveau phonologique, quoique, pour lui aussi bien que pour ses contemporains, les voyelles brèves semblent avoir un statut incertain puisqu'elles sont décrites comme étant des "*petites longues*<sup>33</sup>" : en effet, la brève [a] est appelée "le petit [a:]", il en est de même pour les brèves [i] et [u] qui sont appelées respectivement "petit [i:]" et "petit [u:]". Ibn Jinni procède également à une analyse distributionnelle des voyelles de l'arabe en mettant en lumière le fait que celles-ci peuvent se trouver dans n'importe quel contexte consonantique. Il attribue à chacune le même lieu d'articulation que celui de sa longue correspondante. Enfin il expose d'une manière approfondie les phénomènes de variabilité tribale qui font que tel son est remplacé par tel autre selon la tribu - sans que la signification du mot soit modifiée - comme dans les exemples suivants :

- [ata:la] -> [atr:la] (il a prolongé)
- [tu:ba:] -> [tj:ba:] (bienheureux)
- [qi:la] -> [qu:la] (il a été dit)

Mais le point le plus intéressant dans l'approche du système vocalique de la part de Ibn Jinni est sans doute le fait que celui-ci met l'accent non seulement sur les caractéristiques quantitatives du système vocalique de l'arabe, mais également sur ses caractéristiques qualitatives, notamment quand il étudie les voyelles brèves : il explique que la description communément admise du système vocalique arabe repose sur l'existence de trois voyelles brèves ; or selon lui il n'existe pas trois mais six voyelles

---

<sup>33</sup> Voir à ce sujet Al Nu'aimi, 1980, p. 326.

brèves, car il existe un son intermédiaire entre chacun des voyelles (AL NU'AIMI, 1980) :

- entre les voyelles [a] et [i], selon le contexte, il y a une production intermédiaire (que l'on peut décrire comme étant [e] ou [e]) ;
- entre [a] et [u] il y en a une autre (correspondant à [o] ou [ɔ]) ;
- entre [u] et [i] il y aurait une autre voyelle intermédiaire : selon Al Nu'aïmi (1980) il pourrait s'agir d'une sorte de diphtongue [ui]<sup>34</sup>.

Comme nous le voyons, Ibn Jinni avait bien senti l'existence de degrés d'aperture intermédiaires dans le système vocalique de la langue arabe ; il est regrettable que cet aspect de ses travaux n'ait pas été plus pris en compte et apprécié à sa juste valeur par les très nombreuses recherches qui ont été effectuées sur la langue arabe et sur sa structure phonétique et phonologique ; rappelons en effet que cette langue est encore actuellement décrite par la majorité des chercheurs qui s'y intéressent comme possédant un système vocalique très réduit constitué des trois voyelles brèves [i], [u], [a], et des trois voyelles longues correspondantes [i:], [u:], [a:]. Il serait intéressant de mettre en lumière les conditions d'apparition de ces voyelles à degré d'aperture intermédiaire, à savoir tout d'abord si cela était vrai de nos jours pour ce qui est de la production de l'arabe moderne, et si cela était le cas, s'il s'agit de phonèmes à part entière, de variantes libres ou de variantes combinatoires. Notre travail se propose entre autres d'apporter une modeste contribution à ce vaste sujet.

## II.4. L'ARABE MODERNE

### II.4.1. ARABE ANCIEN - ARABE MODERNE : STABILITE PHONETIQUE ET PHONOLOGIQUE

L'effervescence intellectuelle qui a suivi l'avènement de l'Islam, et qui a vu des savants se passionner pour la langue arabe, sa structure et ses règles, et créer une science dont la norme a pu être définie, n'a malheureusement pas perduré au cours des siècles. Rapidement, la langue arabe commune a été perçue comme ayant un statut de langue

---

<sup>34</sup> Cette proposition n'est pas claire et nous ne voyons pas de quel son il pourrait s'agir.

sacrée puisqu'elle véhiculait le Message Divin : *"De même que Allah, le Coran en tant que parole de Allah, est aussi l'Intelligence pure et simple. Comme la langue du Coran est la règle du langage pour la langue arabe, l'Intelligence et la Perfection divines doivent trouver aussi leur expression partout dans la construction, l'organisation de la langue arabe"* (WEIL, 1915)<sup>35</sup>. Est-ce pour cela que les arabes n'ont plus cherché à approfondir l'étude de leur langue, en se disant peut-être que tout ce qui devait être extrait l'avait été ? Toujours est-il qu'à partir du V<sup>e</sup> siècle (de l'Hégire - XII<sup>e</sup> siècle de l'ère chrétienne), on commence à noter un ralentissement du travail sur la langue : *"le bel édifice grammatical que laisse le IV<sup>e</sup> siècle au monde arabe, toute la masse des spéculations, recherches, exposés qui s'y réfèrent, sont devenus comme un héritage, héritage auquel on s'attache étroitement et que l'on se propose de monnayer, de vulgariser, avec un grand zèle (...); on ne renouvelle pas la matière, on en change la présentation"* (FLEISCH, 1961 : 24). Quelques grammairiens émergèrent en simplifiant d'une manière remarquable et didactique l'ouvrage de Sibawayhi, mais globalement ce fut le début d'une longue période de somnolence contrastant avec l'effervescence des siècles précédents. La première [nahḍa] ou "réveil" a lieu au XVIII<sup>e</sup> siècle de notre ère et *"reçut de Mgr Germanos Farhat (m. 1732), maronite, un livre d'enseignement qui eut une grande influence : le Baht al-matalib (...). C'était une adaptation aux besoins de la jeunesse chrétienne des oeuvres des maîtres précédents"* (FLEISCH, 1961 : 45).

Mais, entre-temps, *"La langue commune s'est fixée, elle s'est fixée dans ces modèles qui sont la norme pour bien écrire. Mais cette fixation reste artificielle. Le langage parlé, vivant, obéit à sa loi naturelle : il évolue. Il évolue sous l'influence des différentes situations politiques, économiques, sociales, dans les masses au langage spontané. Il change plus ou moins vite, mais il change et l'écart entre la langue de tous les jours et la langue écrite, correcte (à l'exemple de modèles), fatalement un jour ou l'autre se manifeste et avec le temps s'accroît"* (FLEISCH, 1974 : 9).

Actuellement, à travers le monde arabe, subsiste une langue littéraire ou moderne, dénommée [fuṣṣḥa] et définie en ces termes :

---

<sup>35</sup> Cité par Fleisch, 1961 : 2 (Weil G., 1915, *Zum Verständnis der Methode der moslemischen grammatiker*, dans le *Festschrift* dédié à E. Sachau, Berlin, pp 380-392).

العربية الفصحى هي اللغة الرسمية لافصحى الجامعة العربية، وهي لغة القراءة لكل القراء العرب. وقد أصبحت منذ اختراع المطابع والتفريغ اللغة الرسمية للكتب. وإن كانت العامية تتركب في المديح والتفريغ. ليش برامج ومسلسلات متعددة بعامية.

والفصحى هي لغة الكتب في المدارس، والنصح في كل الانصاع العربية، ولغة القرآن الذي يقرأ ويردد، والخطب الدينية في المساجد والكنائس، والخطب السياسية في الأعراس والأغلب. كما أن لغة الأدب العربي الفصحى، شعراً ونثراً.

وبعد فطنت الفصحى اللغة الأدبية، منذ الجاهلية حتى الآن. وإن كانت العامية تسمر إلى حده. ومنه الفصحى

خاصة.

وكانت العامية لغة المتخاطب اليومي. منذ ذلك. والفصحى لغة الأدب والكتابة.

(ALLOUCHE, 1987 : 58)<sup>36</sup>

Correspond-elle exactement à celle du Coran, et à celle des poésies pré-islamiques, comme l'affirme l'auteur ? Il est clair que la langue des poésies pré-islamiques a tout de même évolué ne serait-ce qu'au niveau lexicologique puisqu'il y eut, à travers les siècles, les occupations et invasions étrangères, des emprunts à d'autres langues. En effet, "Il est déjà établi que diverses particularités de l'arabe moderne n'ont pas leurs racines dans l'arabe littéraire" (KAMPFMEYER, 1913 : 400). L'auteur cite des influences subies de la part de langues étrangères variées : le persan et le kurde pour les dialectes de Mésopotamie, le persan pour l'Arabie Méridionale, le syriaque pour les dialectes de Syrie, de Palestine et du Liban, le copte pour l'Égypte, le berbère et l'espagnol pour le Maroc. Mais malgré ces emprunts et les bouleversements historiques qui ont touché les populations arabes, "on ne saurait parler d'une évolution proprement dite de l'arabe littéraire. Si, en effet, au cours des siècles, des changements importants se sont produits dans le choix des mots et des expressions, en tenant compte du développement de la culture et des exigences des divers genres littéraires (...), on peut dire néanmoins que la structure grammaticale de l'arabe écrit aujourd'hui par les

<sup>36</sup> "L'arabe littéraire est la langue officielle des pays membres de la Ligue Arabe. C'est la langue de lecture de tous les lecteurs arabes et de la diffusion depuis l'invention de la radio et de la télévision, bien que la langue dialectale soit aussi présente dans de nombreux programmes et feuillets diffusés en arabe dialectal. L'arabe littéraire est la langue des livres scolaires, des journaux dans tous les pays arabes, la langue du Coran lu et récité, des sermons dans les mosquées égyptiennes, des discours politiques dans la majorité des cas, c'est aussi la langue de la littérature arabe en vers et en prose. L'arabe littéraire est resté la langue de la littérature, de la Sahiliya à nos jours, bien que l'arabe dialectal se développe à ses côtés particulièrement depuis l'époque des conquêtes. Depuis, l'arabe dialectal est la langue de la communication quotidienne, et l'arabe littéraire celle de la littérature et de l'écriture."



*meilleurs journaux d'Égypte et de Syrie est encore essentiellement que celle de l'ancienne langue poétique. (D'autant plus profond, bien entendu, est le fossé qui sépare l'arabe littéraire des dialectes vulgaires actuels (...)). La cause de ce conservatisme vraiment, sans exemple, doit être cherchée d'une part dans l'attitude des musulmans vis-à-vis du Coran, dont la langue considérée par les générations postérieures comme l'arabe littéraire authentique (...), revêtait à leurs yeux un caractère presque sacré, et, d'autre part, dans l'incapacité des Arabes à abandonner d'eux-mêmes les chemins déjà frayés" (SCHAADE, 1913 : 399).*

Au début du XX<sup>e</sup> siècle, c'était le Livre de Sibawayhi qui était encore enseigné en grammaire dans les écoles de certains pays arabes : ceci est révélateur de l'évolution très lente de la langue, puisqu'une grammaire écrite et rédigée au VIII<sup>e</sup> siècle pouvait être encore enseignée dans les établissements scolaires. Mais indépendamment de la grammaire, on note une certaine évolution de la langue commune utilisée dans les médias - aussi bien parlée qu'écrite ; il n'est pas rare qu'un puriste arabe soit choqué par des constructions syntaxiques non conformes aux règles de l'arabe telles qu'elles ont été établies par les grammairiens, ou par des fautes de grammaire qui amènent le locuteur à ignorer ou à méconnaître les signes diacritiques ce qui se traduit par la production d'une voyelle brève donnée à la place d'une autre ; dans ce cas, il est peut-être imprudent de notre part de parler d'évolution, et il faudrait peut-être parler de "relâchement" ce qui impliquerait une appréciation normative dans notre propos ; mais nous pensons que les contraintes de la langue telles qu'elles ont été établies il y a quelques siècles ne pourront probablement pas s'accommoder de l'évolution actuelle aux niveaux social, technologique, psychologique, etc... ; il ne faut pas perdre de vue que les moyens de communication évoluent à une vitesse incroyable, le type de messages transmis n'est plus ce qu'il était il y a quelques siècles ou même il y a quelques décennies, et de nos jours, dans la plupart des cas, le rôle joué par les médias oraux dans notre vie quotidienne fait que ce qui compte c'est que le message passe et que l'information soit transmise peut-être au détriment du respect de la norme et de certaines règles linguistiques. Nous ne voulons pas dire par là que c'est l'anarchie linguistique, simplement que l'évolution est nécessaire et dans l'ordre des choses. De plus, cette évolution de la langue orale moderne s'effectue à une rapidité différente selon le niveau sur lequel on se situe. Au niveau lexicologique par exemple, l'avancée

technologique est indéniablement un facteur de créativité et d'évolution linguistique, mais aussi d'emprunts à des langues variées. Les niveaux dans lesquels la stabilité diachronique est relativement importante sont - mais à des degrés sensiblement différents - les niveaux phonologique et phonétique.

## II.4.2. DESCRIPTION PHONOLOGIQUE DE LA LANGUE ARABE MODERNE

Nous avons utilisé les principes de description classiques d'une langue au niveau phonologique, à savoir la distribution et la permutation. Rappelons que le principe de distribution permet de vérifier qu'un phonème est présent dans la langue aussi bien en position initiale, médiane que finale dans le mot, et cela quel que soit le contexte consonantique ou vocalique ; celui de permutation permet de vérifier le statut de phonème d'une unité et de répertorier les traits distinctifs de la langue : si on remplace un phonème par un autre dans un mot en respectant le même contexte et en faisant en sorte que les deux phonèmes diffèrent uniquement par un trait et un seul, et si, suite à cette opération, il y a modification de sens entre les deux mots, alors les unités permuetées sont bien deux phonèmes distincts de la langue, et le trait qui les différencie est bien un trait distinctif dans le système phonologique en question.

### II.4.2.1. Principe de distribution

Chacun des sons ayant été répertorié par les premiers grammairiens comme caractérisant le système phonétique arabe va subir le principe de distribution, c'est-à-dire être placé en plusieurs positions dans le mot, et précédé et/ou suivi de sons différents.

#### II.4.2.1.1. Les Consonnes

Rappelons qu'en arabe standard, il est impossible de trouver en initiale absolue deux consonnes successives CC, et que les mots commencent systématiquement par CV, la voyelle étant longue ou brève ; donc dans nos exemples et s'agissant de la position initiale de la consonne dans le mot, nous utiliserons la structure syllabique CVC, la consonne étant suivie par une voyelle brève ou une voyelle longue selon le cas. En

position médiane ou finale dans le mot, nous nous efforçons dans la mesure du possible d'opter pour l'une des structures syllabiques suivantes : CVC ou CVCV.

## [b]

- en position initiale

{barr} (terre - au sens de terrestre)<sup>37</sup>

{burr} (impératif du verbe : tenir sa promesse)

{birr} (le don)

- en position médiane

{ʔaba:} (il refuse)

{ʔabu:} (père)

{ʔabi:} (mon père)

- en position finale

{rab} (Dieu)

{rub} (peut-être)

## [t]

- en position initiale

{tam} (finit)

{tu:m} (père)

- en position médiane

{ʔatn:} (il est venu)

{ʔatur:} (ils sont vens)

{ʔati:} (il est sur le point - ou en train - de venir)

- en position finale

{fat} (c'est passé)

{qu:t} (nourriture)

## [θ]

- en position initiale

{θa:r} (se révolte)

{θu:m} (ail)

- en position médiane

{θa:} (s'agenouille)

{θa:} (l'agenouillement)

- en position finale

{baθθ} (diffusion)

{buθθ} (diffuse - impératif)

## [ʒ]

- en position initiale

{ʒan} (devient fou)

{ʒun} (impératif de "devenir fou")

---

<sup>37</sup> Toutes les définitions sont extraites soit du dictionnaire "MUHIT-UL-MUHIT" - An Arabic-Arabic dictionary, de AL MU'ALLEM BUTRUS UL-BUSTANI, Librairie du Liban, 1979, édition de 1983, soit du dictionnaire arabe-arabe "Al mu'jam al Arabi al hadith" Imprimerie Al-Boulsiya, Jounieh - Liban, 1972 ; Imprimerie Larousse, 1973. Les traductions ont été effectuées par Yolla Abou Haidar.

- [ʒin] (djinn)
- en position médiane
  - {haʒa:} (il insulte - souvent en utilisant la satire poétique)
  - {haʒu:} (forme nominale d'"insulter")
- en position finale
  - {ʒa:ʒ} (ivoire)

- [ħ]
- en position initiale
  - {ħaħ} (droit)
  - {ħub} (amour)
  - {ħis} (sens)
- en position médiane
  - {maħa:} (effacer)
  - {maħu:} (forme nominale d'"effacer")
- en position finale
  - {ba:ħ} (avoue - un secret)
  - {nu:ħ} (Nod)
  - {ri:ħ} (le vent)

- [X]
- en position initiale
  - {xal} (vinaigre)
  - {xul} (pied du dromadaire)
  - {xil} (ami)
- en position médiane
  - {raxu:} mou
- en position finale
  - {ʔax} (frère)
  - {mux} (cerveau)

- [d]
- en position initiale
  - {da:m} (il dure)
  - {du:n} (sans)
  - {di:k} (coq)
- en position médiane
  - {ʒada} (sans)
  - {ʒadu:} (la course)
- en position finale
  - {rad} (réponse)
  - {bud} (se dit de quelque chose qui doit avoir lieu, qui est indispensable)
  - {ʒid} (le sérieux)

- [ð]
- en position initiale
  - {ðal} (humilie)
  - {ðul} (l'humiliation)
- en position médiane
  - {ʔaðn:} (il blesse, fait mal)
- en position finale
  - {ħuð} (intelligent)

[mʊə] (depuis)  
[ʒiə] (si)

[r]

- en position initiale
  - [rab] (Dieu)
  - [rib] (peut-être)
- en position médiane
  - [da:ra:] (ils tourment - "ils" désignant dans ce cas deux personnes)
  - [da:ru:] (ils tourment - "ils" désignant plus de deux personnes)
  - [da:ri:] (ma maison)
- en position finale
  - [ʃar] (le mal)
  - [ʃur] (libre)
  - [hi:r] (un chat)

[z]

- en position initiale
  - [za:l] (s'efface, se termine, finit)
  - [zu:r] (à caractère mensonger)
  - [zi:l] (faux - dans le sens de faux bijoux, fausses marques)
- en position médiane
  - [ʔe:zə:] (envahit)
  - [Xazi:] (la honte)
- en position finale
  - [ruz] (riz)
  - [ʒiz] (gloire)

[s]

- en position initiale
  - [sal] (impératif de demander)
  - [sil] (tuberculose)
- en position médiane
  - [ʔasa:] (la tristesse)
  - [kasu:] (forme nominale correspondant à habiller quelqu'un)
- en position finale
  - [da:s] (a piétiné)
  - [mu:s] (vers de bois)

[ʃ]

- en position initiale
  - [ʃak] (le doute)
  - [ʃik] (impératif de douter)
- en position médiane
  - [ma:ʃa:] (a marché)
  - [ma:ʃu:] (ont marché)
  - [ma:ʃi:] (la marche)
- en position finale
  - [ra:] (a arrosé)
  - [ʃu:] (nid)
  - [ʃi:] (impératif de vivre)

## [ʃ]

- en position initiale
  - {ʃu:r} (est devenu)
  - {ʃu:f} (aine)
  - {ʃi:n} (la Chine)
- en position médiane
  - {ʃaʃa:} (a refusé)
  - {ʃaʃu:} (ont refusé)
  - {ʃuʃi:} (des cannes)
- en position finale
  - {naʃ} (texte)
  - {Xuʃi} (spécifique)
  - {liʃ} (voleur)

## [d]

- en position initiale
  - {da:r} (des fourmis)
  - {du:r} (forme nominative de "faire mal")
  - {di:d} (contre)
- en position médiane
  - {qa:da:} (est mort)
  - {qa:du:} (sont morts)
  - {qa:di} (juge)
- en position finale
  - {Xa:d} (s'est engagé - dans une guerre)
  - {ha:wd} (bassin)

## [ʒ]

- en position initiale
  - {ʒi:n} (la boue)
  - {ʒu:l} (longueur)
  - {ʒa:l} (s'allonge ou se prolonge)
- en position médiane
  - {Xaʒa:} (a marché)
  - {Xaʒu:} (la marche)
- en position finale
  - {baʒ} (oies)
  - {qi:ʒ} (chat)

## [ʒ]

- en position initiale
  - {ʒu:n} (pensée)
  - {ʒil} (ombre)
- en position médiane
  - {lu:ʒa:} (chaleur - se dégageant d'une flamme, d'un feu)
- en position finale
  - {haʒ} (chance)
  - {fa:ʒ} (grossier)

## [ʃ]

- en position initiale
  - [ʃan] (conjonction de coordination)
  - [ʃi] (impératif de vivre)
  - [ʃud] (reviens !)
- en position médiane
  - [waʃn:] (a prêté attention)
  - [waʃu:] (ont prêté attention)
- en position finale
  - [maʃ] (avec)
  - [ku:ʃ] (conte)

## [ʎ]

- en position initiale
  - [ʎal] (a pénétré, s'est faufilé)
  - [ʎul] (impératif u. pénétrer, faufiler)
  - [ʎil] (menottes)
- en position médiane
  - [baʎaz] (il vent)
  - [raʎe:] (il fait de la mousse)
- en position finale
  - [ʂaʎ] (a fabriqué des bijoux)

## [f]

- en position initiale
  - [fam] (bouche)
  - [ful] (fleur)
  - [fir] (impératif de fuir)
- en position médiane
  - [kafa:] (suffit)
  - [wafu:] (promesse)
  - [nafi:] (négation)
- en position finale
  - [ka] (paume)
  - [qil] (lève-toi)

## [q]

- en position initiale
  - [qum] (lève-toi)
- en position médiane
  - [waqa:] (a protégé)
  - [saqu:] (ont arrosé)
- en position finale
  - [ta:q] (languit)
  - [bu:q] (trompette)
  - [di:q] (le manque)

## [k]

- en position initiale
  - [kul] (tous)
  - [ka] (s'est fatigué)

- en position médiane
  - [ʃaka:] (s'est plaint)
  - [ʃaki:] (le plaignant)
- en position finale
  - [ʃak] (doute)
  - [ʔuk] (se gratte)
  - [di:k] (coq)

## [l]

- en position initiale
  - [lam] (négation)
  - [lub] (se dit de la partie interne d'un fruit)
  - [ʔim] (pourquoi)
- en position médiane
  - [ma:la] (s'est penché)
  - [ma:lu:] (se sont penchés)
  - [ma:li:] (mon argent)
- en position finale
  - [tal] (colline)
  - [kul] (impératif de manger)
  - [sɪl] (tuberculose)

## [m]

- en position initiale
  - [mas] (avec)
  - [mux] (cerveau)
  - [min] (conjonction de coordination "de")
- en position médiane
  - [ramai] (a lancé)
  - [ramu:] (ont lancé)
  - [rami:] (forme nominale de lancer)
- en position finale
  - [kam] (combien)
  - [ʔum] (mère)

## [n]

- en position initiale
  - [ni:l] (le Nil)
  - [n:ur] (lumière)
  - [na:r] (feu)
- en position médiane
  - [ʔana:] (je)
  - [danu:] (se sont approchés)
  - [dani:] (bas (insulte))
- en position finale
  - [la:n] (s'assouplit)
  - [nu:n] (lettre "n")
  - [ti:n] (ligue)

## [h]

- en position initiale
  - [ham] (souci)



- [ħ] (ħs)
- en position médiane
  - {ħħa:} (a cuisiné)
  - {ħħu:} (forme nominale de cuisiner)
  - {ħħi:} (cuisinier)
- en position finale
  - {ħu:h} (bouche)

- [ʔ]
- en position initiale
  - {ʔab} (père)
  - {ʔum} (mère)
  - {ʔin} (conjonction)
- en position médiane
  - {naʔa:} (s'est éloigné)
  - {naʔu:} (se sont éloignés)
  - {naʔi:} (l'éloignement)
- en position finale
  - {ma:ʔ} (cau)
  - {su.ʔ} (le mal)

- [w]
- en position initiale
  - {wa:l} (chef - titre ottoman)
  - {wa:d} (vallée)
- en position médiane
  - {kawa:} (a repassé)
  - {kawu:} (ont repassé)
  - {kawi:} (repassage)
- en position finale
  - {ʔaw} (ou bien)

- [j]
- en position initiale
  - {jad} (main)
  - {ja:ʔ} (lettre de l'alphabet : "I")
- en position médiane
  - {ʃaja:} (est fatigué)
  - {ʃaju:} (sont fatigués)
- en position finale
  - {ʔaj} (c'est-à-dire)

#### II.4.2.1.2. Voyelles

- En position initiale :

Aucun mot ne commence par une voyelle en arabe standard, les voyelles longues et brèves étant toujours précédées du son [ʔ] (dénommé "coup de glotte"). Cela pose le

problème du statut du son [ʔ] en tant que phonème si l'on considère uniquement sa position en début de mot puisqu'il est systématiquement suivi d'une voyelle. Mais ce problème est relativisé dans la mesure où toutes les consonnes sont suivies d'une voyelle en position initiale, une succession de consonnes étant impossible à l'initiale en arabe standard. Quant au son [ʔ] nous reviendrons ultérieurement sur son statut de phonème à part entière.

- En position médiane :

- [a]

[maʔ] (avec)  
[tal] (colline)  
[ʔab] (père)  
[ʔak] (doute)

- [u]

[hum] (eux)  
[mux] (cerveau)  
[kul] (impératif de manger)  
[ful] (fleur)

- [i]

[min] (conjonction "de")  
[sil] (tuberculose)  
[ʔi] (impératif de vivre)

- [a:]

[ma:ʔ] (eau)  
[ba:ʔ] (a vendu)  
[za:l] (a pris fin, a disparu)

- [u:]

[su:ʔ] (le mal)  
[ʔu:h] (bouche)  
[nu:n] (lettre "n")  
[bu:q] (trompette)

- [i:]

[ʔin] (figue)  
[di:n] (religion)  
[mi:l] (unité de longueur "mile")  
[ʔid] (endroit (à l'endroit))

- En position finale :

- Les voyelles brèves : étant donné qu'en langue arabe, la présence des signes diacritiques en fin de mot est caractéristique de la catégorie grammaticale du terme en

question, les voyelles brèves [a], [u], [i] peuvent se trouver en finale absolue quel que soit le contexte consonantique précédent.

- Les voyelles longues :

[ʒiʕa:] (s'est agenouillé)

[ʕadu:] (la course)

[ʔabi:] (mon père)

#### II.4.2.2. Principe de permutation

Nous avons pu vérifier que les sons décrits par les premiers grammairiens arabes sont toujours présents dans le système de la langue arabe, et que - à part les voyelles qui ne peuvent se trouver en position initiale absolue - chacun d'eux peut se trouver dans n'importe quelle position et dans différents entourages. Nous remarquons cependant qu'il faudrait une analyse beaucoup plus poussée pour mettre en lumière les contraintes contextuelles pouvant agir sur la distribution des sons au sein d'une syllabe, et ce en analysant tous les contextes possibles pour chacun des sons. Ce travail considérable et nécessaire pour une langue telle que l'arabe n'entre pas dans le cadre de notre étude. Nous passons maintenant au principe de permutation afin de vérifier le statut de phonème à part entière des sons répertoriés ci-dessus, et de mettre en valeur les traits distinctifs qui les différencient. Nous procédons bien évidemment par paires minimales, c'est-à-dire en associant des paires de mots qui ont une signification différente et qui se différencient par un phonème présent à chaque fois dans le même contexte. Le signe "≠" signifie ci-dessous "se différencie au niveau sémantique de ..".

##### II.4.2.2.1. Les consonnes

###### a. Le trait de nasalité

- /ba:l/ (raison) ≠ /ma:l/ (argent)

- /da:r/ (maison) ≠ /na:r/ (feu)

Dans les paires ci-dessus, nous constatons que le trait de nasalité est un trait distinctif en arabe standard, dans la mesure où il permet de différencier les phonèmes /b/ et /m/, /d/

et /n/. Nous remarquons que la nasalité ne touche que les consonnes occlusives en langue arabe.

### b. Le trait de voisement

- /ti:n/ (figue) ≠ /di:n/ (religion)
- /ʔal/ (apparaît) ≠ /dal/ (se perd)
- /βalla/ (verser) ≠ /βalla/ (humilier)
- /ʔasn:/ (tristesse) ≠ /ʔazaz/ (envahit)
- /ka:l/ (a vécu) ≠ /ka:z/ (ivoire)
- /Xil/ (ami) ≠ /ʔil/ (se fâche)
- /ha:l/ (solution) ≠ /ka:l/ (languir de maladie)

Les paires minimales ci-dessus différencient à chaque fois des phonèmes dont le trait distinctif qui varie est le voisement ; ainsi nous pouvons distinguer les phonèmes /t/, /ʔ/, /β/, /s/, /ʃ/, /X/, /h/, de leurs correspondants voisés /d/, /ḍ/, /β̣/, /z/, /ẓ/, /ʒ/, /ḥ/.

### c. Le trait d'emphase

- /sil/ (tuberculose) ≠ /sil / (impératif de relier)
- /tal/ (colline) ≠ /tal / (est apparu)
- /dal/ (indique) ≠ /dal/ (s'est perdu)
- /βil/ (humiliation) ≠ /βil/ (ombre)

Comme nous pouvons le constater dans les paires minimales qui figurent ci-dessus, le trait d'emphase est un trait distinctif en arabe et permet de différencier phonologiquement les consonnes non emphatiques /t/, /d/, /s/, /β/, de leurs emphatiques correspondantes. Rappelons que les consonnes emphatiques se caractérisent par un double lieu d'articulation : le lieu d'articulation primaire correspondant à la projection de la langue sur le maxillaire supérieur (alvéoles, dents, palais dur) ; le lieu d'articulation secondaire correspond au lieu d'enflement de la racine de la langue (vélaire).

### d. Le mode occlusif / le mode constrictif

Les mots suivants :

- /tal/ (colline) & /sal/ (impératif de demander)
- /kab/ (verser) & /lab/ (jeune homme)
- /du:r/ (pluriel de {da:r}, lieu d'habitation - maison, ville, etc.) & /zu:r/ (mensonge)

se différencient par la modification du mode articulatoire de la consonne initiale : dans le premier mot il s'agit à chaque fois d'une consonne occlusive, dans le deuxième d'une consonne constrictive.

#### e. Le lieu d'articulation

Le trait de lieu d'articulation permet notamment de différencier entre les occlusives sourdes /t/, /k/ et /ʔ/, et de mettre en valeur le statut de phonème à part entière de cette dernière consonne : en effet nous pouvons opposer ces trois consonnes dans un même contexte (ci-dessous dans la structure syllabique CVCVCV) ;

*/baʔara/ (creuser - un puits) ≠ /batara/ (interrompre) ≠ /bakara/ (faire quelque chose (ô)).*

Ce trait permet également de différencier les consonnes constrictives qui sont relativement nombreuses en arabe :

*/fa:r/ (évadé) ≠ /ʕa:r/ (s'est révolté) ≠ /sa:r/ (a marché) ≠ /ʃa:r/ (donner un conseil) ≠ /ʕa:r/ (meugle - le boeuf) ≠ /ha:r/ (chaud)*

*/ʕil/ (humiliation) ≠ /zil/ (impératif du verbe [zalla], glisser) ≠ /ʒil/ (impératif de [ʒa:la], tourner) ≠ /ʕil/ (tromperie, haine) ≠ /ʕil/ (impératif du verbe [ʕalla], boire à sa soif) ≠ /hil/ (l'apparition de la lune)*

#### f. La gémination

Toutes les consonnes arabes en position médiane ou finale dans le mot peuvent être géminées, ce phénomène étant caractérisé notamment par une augmentation de la durée de la consonne géminée par rapport à la consonne non géminée (O'BRECHT, 1965 ; BONNOT, 1982 ; BOFF, 1983 ; RAJOUANI et al, 1986 ; ABOU HAIDAR, 1988) : */kataba/ (il a écrit) ≠ /kattaba/ (il a fait écrire) ; /darasa/ (il a étudié) ≠ /darrasa/ (il a fait étudier).*

Dans le tableau suivant, figure la classification des sons de l'arabe selon leur lieu d'articulation. Pour établir cette matrice - mise au point d'après les descriptions usuelles de la langue arabe standard dans l'alphabet phonétique international - nous avons été

confrontée au problème de la classification de deux consonnes constrictives, [X] et [ɣ], auxquels les auteurs n'attribuent pas le même lieu d'articulation : Al-Ani (1970), qui a effectué une étude acoustique et cinéradiographique de l'arabe produit par des locuteurs irakiens, différencie la consonne [X], classée vélaire, de la consonne [ɣ], qui peut avoir une articulation vélaire ou uvulaire selon le contexte : si les voyelles /i/ ou /i:/ se trouvent dans l'entourage de la consonne [ɣ], celle-ci est produite avec un lieu d'articulation vélaire ; si ce sont les voyelles /u/, /u:/, /a/, /a:/ qui sont dans un environnement proche, la consonne est produite avec un lieu d'articulation uvulaire. Jadidi (1985), dans son ouvrage de *"bonne prononciation en langue arabe standard qui concerne les lecteurs du Coran, les enseignants, les avocats, les orateurs, les chanteurs et les acteurs, et ceux qui ne parlent pas la langue arabe"* (JADIDI, 1985), n'effectue pas de distinction entre ces deux consonnes qu'il classe comme vélaire. Dans le cadre d'une recherche plus récente, Roff (1985) a procédé à une analyse acoustique et cinéradiographique des consonnes d'arrière de l'arabe produites par des locuteurs marocains, en retenant notamment les critères relatifs à l'angle des maxillaires et aux mouvements de l'os hyoïde. L'auteur met en lumière le fait que les consonnes [X] et [ɣ] sont toutes deux produites selon un lieu d'articulation uvulaire (comme la consonne occlusive sourde [q]). C'est cette dernière classification que nous avons choisi de retenir dans notre matrice :

Tableau 1 - Matrice des traits distinctifs du système consonantique de la langue arabe.

MODE ARTICULATOIRE		SOURDITE / SONORITE	ORALITE / NASALITE	EMPHASE / NON EMPHASE	LIEU D'ARTICULATION										
					BILABIAL	LABIO-DENTAL	APICO-DENTAL	APICO-ALVEO-DENTAL	APICO-ALVEOLAIRE	PREDORSO-ALVEOLAIRE	PALATAL	VELAIRE	UVULAIRE	PHARYNGAL	GLOTTAL
OCCLUSIF	SONORES	SOURDES	CORALLES	NON EMPHATIQUES				ʔ				ħ	ʕ		ʔ
				EMPHATIQUES				ʔ̣				ħ̣			
	NON EMPHATIQUES	b				d									
	EMPHATIQUES					ḍ				ħ̣					
CONSTRICIF	SONORES	SOURDES	CORALLES	NON EMPHATIQUES	m			n							
				EMPHATIQUES											
	NON EMPHATIQUES			f	θ		s	ʃ		χ	ħ				
	EMPHATIQUES						ṣ								
SONORES	SOURDES	CORALLES	NON EMPHATIQUES	ʔ		ð	ʔ̣	ʔ̣	ʔ̣	ʔ̣	ʔ̣	ʔ̣	ʔ̣	ʔ̣	
			EMPHATIQUES			ð̣				ʔ̣̣					

#### II.4.2.2.2. Les voyelles

##### a. La quantité vocalique

La quantité vocalique est un des traits distinctifs du système vocalique arabe comme le montrent les paires minimales suivantes :

- /rab/ (Dieu) ≠ /ra:b/ ((lait) caillé)
- /bur/ (le café) ≠ /bu:r/ (la distance)
- /sin/ (dent) ≠ /si:n/ (lettre "s")

##### b. L'aperture

Il est communément admis que le système vocalique arabe possède deux degrés d'aperture différenciant à chaque fois les voyelles qui possèdent une quantité phonologiquement identique ; ainsi, /sul/ (maigre) et /sil/ (tuberculose), dont les voyelles possèdent le même degré d'aperture, s'opposent à /sal/ (impératif de demander) dont le noyau vocalique est une voyelle ouverte. C'est le même cas pour les voyelles longues, chez lesquelles les voyelles fermées /i:/ et /u:/ s'opposent à la voyelle ouverte /a:/ comme dans les paires minimales suivantes : /di:n/ (religion) ≠ /du:n/ (sans) ≠ /du:n/ (a condamné).

##### c. Antériorité / postériorité

Le dernier trait permettant de différencier les phonèmes vocaliques entre eux est le lieu d'articulation ; la voyelle brève antérieure /i/ s'oppose à la postérieure /u/ comme c'est le cas dans la paire minimale suivante : /sir/ (secret) ≠ /sur/ (impératif de marcher) ; il en est de même pour les voyelles longues, l'antérieure /i:/ et la postérieure /u:/ : /ni:r/ () ≠ /nu:r/ (lumière).

##### d. La labialisation

Les voyelles postérieures sont réalisées avec une projection des lèvres ; ce trait de labialisation - qui est redondant - caractérise les voyelles /u/ et /u:/. Il n'est pas commun



de distinguer en arabe standard entre voyelle ouverte antérieure et voyelle ouverte postérieure (que ce soit en ce qui concerne les longues que les brèves). Nous verrons dans le cadre de notre étude qu'une telle distinction serait peut-être fort utile et nécessaire dans certains contextes pour les voyelles longues et brèves /a:/ et /a/.

### II.4.3. STABILITE ET VARIABILITE PHONETIQUE EN ARABE STANDARD

#### II.4.3.1. Stabilité diachronique

Dans ce qui précède nous avons utilisé le système des sons - consonnes et voyelles - répertoriés par les premiers grammairiens arabes (Sibawayhi, Ibn Jinni, etc...). Nous pouvons constater qu'il existe une très grande stabilité au niveau diachronique dans la mesure où le système phonologique de l'arabe actuel n'a pas subi de modifications par rapport au système décrit par ces grammairiens.

Au niveau phonétique, les phénomènes de stabilité ou d'évolution diachronique ne sont pas très évidents à mettre en valeur, étant donné que nous ne possédons pas de matériel vocal qui témoigne avec grande précision de la production orale de l'époque. Mais en nous basant sur les descriptions très fines des grammairiens anciens, nous constatons que, globalement, il existe une grande stabilité diachronique en ce qui concerne les caractéristiques articulatoires des sons de la langue arabe. En général, les sons sont de nos jours décrits avec les mêmes paramètres articulatoires que ceux répertoriés par Sibawayhi et ses contemporains, et repris par Ibn Jinni plus tard. Il existe cependant de très légères modifications en ce qui concerne les traits de mode articulatoire et de sonorité.

En ce qui concerne le mode articulatoire, deux modifications sont notamment intervenues par rapport à la description des anciens grammairiens : la consonne sonore [ʒ], classée constrictrice dans le système phonologique de l'arabe moderne, était classée comme occlusive par Sibawayhi. Il ne faut pas oublier le fait que, de nos jours, dans un certain nombre de pays arabes, cette consonne est prononcée [g] (comme en Egypte par exemple) ou comme affriquée [dʒ] (dans les pays du Golfe, en Irak, etc...). La

deuxième consonne ayant subi une modification dans la caractérisation de mode articulatoire est l'actuelle occlusive emphatique sonore [q], qui était classée parmi les constrictives par les anciens grammairiens. Cette production est d'ailleurs encore d'usage chez certaines populations arabes, comme au Soudan par exemple.

Le trait de voisement met en lumière une certaine évolution diachronique de la structure phonétique de la langue arabe ; en effet, Sibawayhi et après lui Ibn Jinni décrivaient les sons [q], [t] comme étant caractérisés par la sonorité. Or même si, de nos jours, ces consonnes sont toujours produites comme des sonores dans certaines régions du monde arabe (Golfe, Egypte, Soudan, ...), il est clair qu'il y a eu un "glissement" progressif vers la sourdité.

En ce qui concerne les voyelles, on distingue toujours les voyelles longues et les voyelles brèves ; leur nombre n'a pas changé : trois voyelles longues et trois voyelles brèves. Pour ce qui est de ces dernières, il est encore communément admis - comme du temps d'Ibn Jinni - qu'il existe trois voyelles brèves. Aucune étude n'a encore été effectuée d'une manière exhaustive sur le statut phonologique et phonétique de ces voyelles, sur l'existence de variantes libres et combinatoires en langue arabe, et sur les contraintes contextuelles - entourage consonantique, vocalique, coarticulation, structure syllabique - qui pourraient éventuellement entraîner une modification de timbre et de degré d'aperture. Il est nécessaire de franchir un pas à ce niveau car cela serait une contribution importante au niveau de la formalisation de la langue arabe mais aussi en ce qui concerne le statut de ces voyelles brèves dans les systèmes phonologique et phonétique de l'arabe.

#### II.4.3.2. Stabilité synchronique inter-dialectale

En ce qui concerne l'arabe actuel, il n'existe pas d'étude systématique de la variabilité et de la stabilité phonétique indépendamment de l'origine dialectale du locuteur. Néanmoins une des preuves de la stabilité phonétique de la langue arabe au-delà des différences dialectales est le fait que dans les médias oraux, les journalistes s'expriment tous en arabe standard et, quelle que soit leur origine dialectale, ils sont compris par les auditeurs arabophones de l'ensemble du monde arabe. Par ailleurs les systèmes

éducatifs des différents pays arabes favorisent une telle stabilité puisque les ouvrages destinés aux écoliers qui apprennent à lire peuvent être utilisés aussi bien par les enfants de Beyrouth, du Caire ou de Tunis. Il peut exister une certaine interférence du dialecte dans certains cas : par exemple il arrive que certains locuteurs d'origine libanaise atténuent le caractère emphatique des consonnes caractérisées par ce trait. Certains locuteurs égyptiens peuvent produire l'occlusive [g] - qui n'existe pas en tant que phonème en arabe standard - à la place du son [ǧ] sans que cela puisse nuire à la compréhension du discours. Un locuteur Saoudien peut en revanche produire l'affriquée [dʒ] dans les mêmes conditions, un locuteur Soudanais produira la semi-consonne [j].

Sans entrer dans ces détails qui mériteraient à eux seuls une recherche approfondie, nous avons décidé de nous pencher sommairement sur la stabilité et l'invariabilité qui pourraient caractériser l'arabe standard tel qu'il est produit de nos jours ; la variabilité peut être due aux paramètres suivants :

- l'origine dialectale du locuteur
- la situation de communication
- le débit ;

elle n'entraîne pas - dans la grande majorité des cas - une mauvaise production ou perception du message. De notre écoute attentive des informations radiophoniques transmises à partir d'une radio destinée aux auditeurs arabophones, il ressort que les journalistes, tous arabophones, s'expriment en arabe standard en s'adressant à un public très large dont l'origine dialectale peut évidemment varier.

Quand certaines variations dues à l'origine dialectale ont lieu - et c'est relativement rare - elles sont sensiblement les mêmes que celles que nous avons décrites dans la page précédente. Le message n'est cependant en aucun cas altéré par ces variations.

Les variations dues au débit rapide qu'exige la transmission radiophonique sembleraient entraîner parfois un "déplacement du lieu d'articulation" ; c'est le cas pour la consonne uvulaire [q] dont la production se rapproche plutôt de [k] chez certains locuteurs. Toutefois ce sont les voyelles qui semblent subir le plus de variations : cela est peut-être dû au fait que le système vocalique de l'arabe est assez restreint par rapport au système

consonantique, ainsi les locuteurs peuvent prendre plus de libertés. Il est presque impossible parfois de déterminer avec exactitude quelle est la voyelle qui a été émise : c'est le cas pour la voyelle brève [i] dont la production dans certains cas se rapproche beaucoup de [e] voire de [ɛ] ; c'est le cas également de la voyelle brève [u] dont la production se rapproche de [o] voire de [ɔ]. Ceci nous ramène aux travaux de Ibn Jinni qui avait mis en lumière la possibilité d'un changement de timbre des voyelles brèves : ce phénomène est perceptible à la simple écoute.

## II.5. CONCLUSION

Ce chapitre avait pour but de mettre en lumière la stabilité diachronique de la langue arabe aux niveaux phonétique et phonologique. Nous avons commencé par faire un rappel historique très bref qui montre l'importance de la poésie anté-islamique sur la constitution d'une langue commune, puis le rôle joué par l'avènement de l'Islam, dont la nécessité de diffusion du Coran a provoqué un mouvement d'effervescence intellectuelle considérable et a permis d'aboutir à une description et une formalisation sans précédent de la langue arabe ; les travaux des anciens grammairiens demeurent une base de travail et une référence pour tous ceux qui s'intéressent à cette langue. Nous avons pu constater (phénomène rarissime) que la langue arabe a peu évolué depuis le VI<sup>e</sup> siècle aux niveaux phonétique et phonologique. Enfin nous avons pu nous rendre compte que la stabilité phonétique et phonologique actuelle est très forte. Certaines interférences dialectales sont relativement rares et dépendent avant tout de la situation de communication, mais n'altèrent en aucun cas la transmission du message. Il ressort de cet exposé qu'il y a un manque à combler au niveau des recherches sur la structure phonétique et phonologique du système vocalique de la langue arabe, notamment en ce qui concerne la variation de timbre selon le contexte ou la structure syllabique. Nous avons décidé d'apporter une contribution à ce niveau en basant notre étude essentiellement sur le système vocalique de la langue arabe. Plus précisément, nous nous concentrons sur les caractéristiques quantitatives et qualitatives des voyelles longues et brèves de l'arabe moderne dans la structure syllabique CVC au-delà de l'origine dialectale des locuteurs.

CHAPITRE III

VARIABILITE ET INVARIANCE  
DE LA QUANTITE VOCALIQUE  
EN ARABE STANDARD

### III.1. INTRODUCTION

La communication humaine est un phénomène temporel par essence, puisque la production et la perception de la parole sont par définition des processus non figés, qui s'effectuent dans l'espace et dans le temps. La production de la parole est un processus complexe, régi par des contrôles neuro-musculaires hautement élaborés, au cours desquels les commandes neurologiques et l'activité d'exécution musculaire s'effectuent inconsciemment dans un ordonnancement temporel difficilement descriptible. L'action de parole n'existe pas indépendamment du temps. Les unités sémantiques sont élaborées, par l'intermédiaire des centres neuro-moteurs, et la phase de la concrétisation par les organes phonatoires du support physique ou matériel des unités s'effectue en étroite corrélation temporelle avec la phase de programmation neurologique. Dans le cadre du développement de la Théorie Biologique du Langage, Lenneberg affirme que "*in many instances, the physiological events necessary for the production of speech sounds precede the occurrence of that sound. The time required for the preparation and production of a given sound may take as much as twice the time of the duration of the sound itself*" (LENNEBERG, 1967 : 105). Lenneberg pose explicitement le problème de la régulation temporelle entre l'activité d'exécution musculaire qui se situe au niveau physiologique, et la réalisation du segment. L'auteur met en lumière un phénomène important dans la structuration temporelle de l'acte de parole : ce dernier est régi par des lois et des règles précises, qui font que la représentation mentale de l'unité à produire conditionne les phénomènes d'anticipation musculaire d'un son ; celui-ci sera effectivement produit avec un décalage temporel non perceptible, ne pouvant donc pas perturber la bonne compréhension du discours.

Cette notion d'interactivité (ou de corrélation temporelle) peut être exprimée en d'autres termes : "*At the articulatory level, segments are not separately and independently articulated. Rather they are coarticulated, and neighbouring segments overlap and affect each other in various ways. In essence, the muscular movements of speech appear as smoothly integrated overlapping flow of gestures*" (DANILOFF et al, 1973 : 239). La structure sous-jacente de l'organisation dynamique temporelle qui régit la coordination des mouvements globaux des organes articulatoires en relation étroite avec l'articulation effective des sons de parole est conditionnée par des phénomènes d'anticipation, de simultanéité et de régression entre les niveaux neuro-moteurs et articulatoires<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Chapitre I, § 1.3.2. & 1.3.3.

L'être humain ne se contente pas de produire tout simplement des messages qui s'inscrivent naturellement dans le temps, dans le cadre d'intervalles temporels qui permettent la compréhension du message : il en est arrivé à utiliser le temps en tant que *variable contrôlable informative* dans le cadre de la *structuration de systèmes phonologiques* de certaines langues. Le temps devient, presque banalement, au même titre que d'autres traits articulatoires, un élément porteur d'information, et intervenant sur le sens. Il devient ainsi un paramètre étroitement corrélé au *contenu sémantique* du discours : l'énoncé ne se situe pas, ne se produit pas uniquement au cours du temps, mais il *utilise des variations temporelles comme paramètres distinctifs entre catégories de sons*.

C'est le cas des systèmes vocaliques de certaines langues, où la durée de la voyelle est un trait distinctif, et où la modification de la durée entraîne un changement de sens du mot. Parmi les langues où la quantité vocalique est un trait distinctif, citons à titre d'exemple les langues suivantes : l'allemand (NOOTEBOOM, 1972), l'anglais (PETERSON & LEHISTE, 1960), l'arabe (NASR, 1960 ; PORT, AL ANI & MAEDA, 1980 ; AL ANI, 1970 ; MITLEB, 1984a et 1984 b), l'estonien (LIIV, 1961), le français québécois (SANTERRE, 1991), le khmer (HUFFMAN, 1970), le norvégien (FINTOFT & SELNES, 1971), le suédois (ELERT, 1964 ; LYBERG, 1977), le tamil (BALASUBRAMANIAN, 1981), le tchèque (KUCERA et al, 1961 ; RIGAULT, 1972), le thaï (ABRAMSON, 1962 ; SATAYAWIBOON, 1989).

La modification de la quantité vocalique s'effectue selon des règles sous-jacentes qui caractérisent le système linguistique, et dans lesquelles des rapports de durée sont implicitement établis entre sons de quantité phonologique différente. Il existe d'autre part des paramètres qui influencent la durée des segments vocaliques et qui entraînent une certaine variabilité au sein de chaque catégorie. Pour ce qui est de la présente étude, notre approche se situe dans une perspective globale, qui est celle de l'exploration de la *stabilité structurelle temporelle* dans le cadre du système vocalique de l'arabe standard. Au-delà des variabilités liées au dialecte, à l'origine régionale dans le monde arabe, à l'individu, etc..., nous recherchons l'existence d'une *éventuelle organisation temporelle sous-jacente stable caractéristique de la langue arabe et donc commune à un certain nombre de locuteurs d'origines dialectales différentes*.

Dans un premier temps, nous procédons à une analyse inter- et intra-locuteurs de l'organisation des rapports de durée voyelle longue / voyelle brève en arabe standard dans la structure syllabique CVC chez un ensemble de locuteurs. Pour cela, nous avons décidé d'utiliser le français comme élément de comparaison chez le même individu : nous effectuons une approche comparative de la structuration temporelle des voyelles longues et brèves en arabe standard et de celle des voyelles françaises. Notre objectif est de mettre en valeur la manière dont se construit la différenciation temporelle pour deux langues dans lesquelles le statut de la quantité est différent. Dans un deuxième temps, à travers une analyse inter- et intra-locuteurs, nous recherchons les éventuelles corrélations entre les paramètres articulatoires des consonnes adjacentes (en position pré-vocalique et post-vocalique) et la durée de la voyelle, à travers une étude de la variabilité de la durée de la voyelle en relation avec les paramètres de voisement et de mode articulatoire.

## **III.2. LA QUANTITE VOCALIQUE : TRAIT DISTINCTIF EN ARABE STANDARD**

### **III.2.1. INTRODUCTION**

L'arabe est une des langues dans lesquelles la quantité vocalique est un trait phonologiquement distinctif. Cette caractéristique possède un degré de stabilité diachronique élevé comme nous l'avons vu dans le chapitre II. Nous nous interrogeons toutefois sur la manifestation actuelle de ce paramètre au-delà de la variation de l'origine dialectale du locuteur, et sur la variabilité - inter- et intra-locuteurs - du rapport VL/VB (voyelle longue / voyelle brève) en arabe standard. Cette variabilité peut être due à des influences contextuelles ou bien elle peut être caractéristique de l'individu. Avant de nous limiter à la langue arabe, nous avons choisi de mener une expérience au Laboratoire de Phonétique de Besançon, dans laquelle nous essayons de montrer comment les sujets arabophones construisent leur espace temporel vocalique en fonction de celui d'une langue seconde - dans laquelle il n'existe pas de différenciation quantitative fonctionnelle au niveau du système vocalique. Il nous a semblé intéressant de passer par cette première étape pour tenter de mettre en lumière la stabilité de la construction sous-jacente de la relation entre voyelles longues et brèves en arabe standard, en prenant comme référence la langue française.



### III.2.2. SPECIFICITE DE LA STRUCTURATION TEMPORELLE DE LA LANGUE ARABE COMPARATIVEMENT A UNE LANGUE POSSÉDANT UN SEUL DEGRE DE QUANTITE VOCALIQUE : LE FRANÇAIS

Nous avons décidé de mener cette expérience afin de vérifier dans quelle mesure les locuteurs avaient un comportement homogène ou similaire dans la construction temporelle de la relation entre les voyelles longues et les voyelles brèves en arabe standard. Il nous a semblé intéressant d'effectuer une approche comparative avec la langue française, qui est une langue dans laquelle la quantité vocalique n'est pas un critère distinctif dans le système phonologique, mais qui est aussi la langue seconde des locuteurs qui ont été sélectionnés pour l'expérience. Notre objectif est le suivant : dans le cadre de la production d'un corpus de mots isolés en arabe et en français (lus séparément), de structure syllabique CVC et CVCV et possédant la même structure phonologique dans les deux langues, les locuteurs structurent-ils leur espace temporel d'une manière similaire ou non ?

#### III.2.2.1. Protocole expérimental

##### III.2.2.1.1. Le corpus

L'étude porte sur un corpus<sup>2</sup> de mots signifiants en arabe standard et en français, possédant la même structure phonologique dans les deux langues, lus par trois locuteurs arabophones d'origines dialectales différentes. Les phonèmes consonantiques retenus sont ceux qui appartiennent au français et à l'arabe standard, à savoir /t/, /k/, /b/, /d/, /m/, /n/, /f/, /s/, /ʃ/, /z/, /l/.

Seules les voyelles /a/ et /a:/ ont été retenues pour cette expérience, car il a été impossible de trouver un nombre satisfaisant de mots signifiants en arabe et en français dans lesquels le noyau vocalique est constitué des voyelles longues et brèves /i:/, /u:/, /i/, /u/.

Nous avons retenu la structure syllabique CVC, qui est la structure sur laquelle porte l'ensemble de notre travail.

---

<sup>2</sup> Annexe 3.

### III.2.2.1.2. Les locuteurs

Trois locuteurs ont été retenus pour cette expérience, ayant des origines dialectales différentes : un locuteur libanais (loc A), un locuteur tunisien (Loc B) et un locuteur syrien (Loc C). Nous espérons que notre choix neutralisera en quelque sorte les variabilités aussi bien dialectales qu'individuelles, pour ne laisser émerger que des constantes que nous interpréterons si les arguments nous le permettent comme étant caractéristiques de la langue. Les sujets ont été sélectionnés selon les critères suivants :

- 1 - ils sont de sexe masculin ;
- 2 - ils ont tous au minimum 21 ans, au maximum 30 ans ;
- 3 - ils ne sont pas isolés du monde arabophone bisonnin et pratiquent l'arabe dialectal dans leur vie de tous les jours ;
- 4 - ils lisent l'arabe standard avec une certaine aisance. Ce dernier critère a été celui qui nous a posé le plus de problème, car nous avons enregistré un certain nombre de locuteurs, dont des sujets venant d'arriver en France donc pas encore imprégnés d'une manière importante de la langue et de la culture française, et supposés a priori encore très influencés linguistiquement et perceptivement par la langue arabe : or il s'est révélé que ce ne sont pas ces locuteurs qui lisent forcément le mieux l'arabe standard, et étant donné que la lecture à haute voix est un processus complexe individuel qui est lié à un certain nombre de critères relatifs aussi bien à la personnalité de l'individu, à sa relation par rapport à sa production orale, à son intérêt pour la diction, etc..., il n'est pas possible de mesurer ou quantifier la qualité de lecture par le nombre d'années passées à l'étranger.

En ce qui concerne la lecture du corpus, les locuteurs découvraient le texte, s'exerçaient à se familiariser avec cette nouvelle tâche, et mettaient le temps qui leur semblait nécessaire jusqu'à ce qu'ils se sentent parfaitement à l'aise pour le produire à haute voix : certains locuteurs avaient besoin d'un temps plus important que d'autres pour se familiariser avec cette situation de lecture de mots arabes à haute voix, et c'est l'expérimentatrice qui s'est adaptée au rythme du locuteur, et non pas l'inverse, nous n'avons pas cherché à ce que le locuteur s'adapte à un rythme que nous lui aurions imposé ; cela aurait perturbé l'individu, déjà relativement stressé par une situation nouvelle, en laboratoire. Il fallait donc que nous nous adaptions dans la mesure du possible pour que le sujet accepte les contraintes et respecte la tâche fixée.

### III.2.2.1.3. Instruments d'acquisition et de mesure

L'enregistrement du corpus a eu lieu en cabine insonorisée, au Laboratoire de Phonétique de Besançon, à l'aide d'un Magnétophone à bandes Revox.

La mesure des durées s'est effectuée à l'aide de l'analyseur en temps réel KAY 5500. Les repères choisis pour la détermination des frontières de la voyelle ont été les suivants : le début de l'intensité du premier formant pour le début de la voyelle, et la fin de l'intensité des premier et deuxième formants pour la fin de la voyelle (FLEGE & PORT, 1981).

### III.2.2.2. Analyse et interprétation des résultats

#### III.2.2.2.1. Approche globale : Voyelles arabes longues

Les mesures de durée des voyelles arabes - longues et brèves - et françaises figurent dans les tableaux 5, 6 et 7. En ce qui concerne les voyelles longues tout d'abord, le locuteur A a une moyenne de 219 ms, le locuteur B une moyenne de 383 ms et le locuteur C de 335 ms. Ces résultats sont à relativiser étant donné le fait que l'appréciation de la dispersion des valeurs autour de la moyenne générale nous montre une plus ou moins grande hétérogénéité selon le locuteur :

	Loc A	Loc B	Loc C
Moyenne générale	219 ms	383 ms	335 ms
Valeur minimale	148 ms	321 ms	232 ms
Valeur maximale	276 ms	479 ms	400 ms
VMax/VMin	1,9	1,5	1,7

TABLEAU 2 - Moyennes générales individuelles de la voyelle longue en fonction des valeurs maximales et minimales

Le rapport entre la valeur maximale et la valeur minimale (VMax/VMin) montre que la dispersion est très importante chez le locuteur A, lequel paradoxalement a les durées les plus réduites ; les locuteurs B et C possèdent quant à eux une échelle de dispersion moindre malgré des valeurs plus importantes en durée ; ces résultats tendent à montrer que le taux de dispersion n'augmente pas proportionnellement à la moyenne générale et à l'importance de celle-ci ; en fait ce qui compte ce ne sont pas tant les valeurs brutes de durée mais la manière dont le locuteur construit et structure l'espace temporel dans le cadre de sa production.

### III.2.2.2.2. Approche globale : Voyelles arabes brèves

Pour ce qui est des voyelles brèves, la moyenne générale est de 109 ms pour le locuteur C, de 122 ms pour le locuteur A et de 127 ms pour le locuteur B. Les moyennes générales des locuteurs A et B sont très proches comme nous le voyons en ce qui concerne les voyelles brèves, et l'échelle de dispersion est identique pour ces deux locuteurs ; celle du locuteur C s'en rapproche fortement par ailleurs comme l'indiquent les résultats qui figurent dans le tableau suivant :

	Loc A	Loc B	Loc C
Moyenne générale	122 ms	127 ms	109 ms
Valeur minimale	90 ms	76 ms	92 ms
Valeur maximale	162 ms	131 ms	165 ms
VMax/VMin	1,8	1,7	1,8

**TABLEAU 3 - Moyennes générales individuelles de la voyelle brève en fonction des valeurs maximales et minimales**

### III.2.2.2.3. Approche globale : Voyelles françaises

Dans le tableau suivant figurent les résultats concernant les moyennes générales individuelles, les valeurs maximales et minimales pour les voyelles françaises, ainsi que le rapport entre ces valeurs pour chaque locuteur. A noter que la dispersion est plus importante chez le locuteur B dans le cas de la voyelle française que dans le cas des voyelles arabes aussi bien longues que brèves ; ce phénomène pourrait-il être interprété comme un manque d'assurance dans une langue autre que la langue maternelle ? Ce sujet n'a peut-être pas la même facilité que dans sa langue maternelle pour contrôler son espace temporel vocalique. Il se peut également que des influences contextuelles dues à l'entourage consonantique soient différemment intégrées dans le système interne de chacun des locuteurs.

	Loc A	Loc B	Loc C
Moyenne générale	152 ms	260 ms	260 ms
Valeur minimale	114 ms	173 ms	184 ms
Valeur maximale	218 ms	371 ms	335 ms
VMax/VMin	1,9	2,1	1,8

**TABLEAU 4 - Moyennes générales individuelles des voyelles françaises en fonction des valeurs maximales et minimales**

SYLLABE	LOC A	LOC B	LOC C
[fam]	125	114	112
[kaz]	123	125	165
[bal]	137	125	115
[dam]	134	128	148
[lam]	121	126	128
[fa:]	131	109	135
[man]	117	110	118
[jak]	123	100	120
[dal]	162	104	121
[ba:]	142	112	156
[tak]	123	114	96
[ka:]	131	107	139
[dan]	142	110	154
[ma:]	137	131	115
[ja:]	126	84	145
[bat]	96	101	118
[ka:]	132	104	117
[mes]	90	104	131
[iat]	90	104	129
[ma:]	112	114	125
[mat]	92	92	123
[sal]	103	76	92

TABLEAU 5 - Résultats concernant la voyelle brève pour les trois locuteurs ; toutes les mesures sont en ms.

SYLLABE	loc A	loc B	loc C
[fa:m]	264	332	326
[ka:z]	212	392	385
[ba:l]	240	348	348
[da:m]	221	479	379
[la:m]	218	359	382
[fa:]	251	359	360
[ma:n]	220	375	328
[a:k]	223	409	33
[da:l]	260	350	353
[ba:]	276	375	343
[la:k]	193	365	228
[ka:l]	204	396	356
[da:n]	185	454	400
[ma:]	259	414	384
[ja:]	189	404	314
[ba:t]	193	417	232
[ka:]	214	360	331
[ma:s]	214	381	326
[ja:t]	185	385	357
[ma:]	256	356	353
[ma:t]	203	393	312
[sa:l]	148	321	237

TABLEAU 6 - Résultats concernant la voyelle longue pour les trois locuteurs ; toutes les mesures sont en ms.

SYLLABE	loc A	loc B	loc C
[fam]	151	281	251
[kaz]	218	371	335
[bal]	164	285	282
[dam]	165	354	300
[lam]	148	281	260
[fal]	170	189	295
[man]	142	264	282
[bak]	126	248	232
[dal]	162	257	270
[ba]	170	312	278
[tak]	129	282	196
[kal]	154	234	270
[dan]	134	270	293
[maʒ]	192	290	301
[ʃal]	156	210	273
[bat]	132	229	196
[ka]	173	254	259
[mas]	153	237	242
[lat]	131	264	235
[mat]	146	229	259
[mat]	114	215	235
[sa]	123	173	184

TABLEAU 7 - Résultats concernant la voyelle française pour l'ensemble des locuteurs ; toutes les mesures sont en ms.

#### III.2.2.2.4. Analyse comparative de la relation Voyelle Longue - Voyelle Brève - Voyelle Française

Considérons tout d'abord les moyennes obtenues en ce qui concerne les mesures de durée des voyelles longues, brèves et françaises. Le tableau suivant donne les moyennes pour les trois locuteurs :

	V.B.	V.L.	V.F.	VL/VB	VL/VF	VF/VB
LOC A	122	219	152	1,8	1,4	1,2
LOC B	109	333	260	3,5	1,5	2,3
LOC C	127	335	260	2,6	1,2	2

TABLEAU 8 - Moyennes générales individuelles et rapports entre Voyelle Longue / Voyelle Brève - (VL/VB), Voyelle Longue / Voyelle Française - (VL/VF), Voyelle Française/Voyelle Brève - (VF/VB) : les mesures sont en ms.

D'emblée ce qui nous paraît remarquable c'est que les durées des voyelles françaises se distinguent nettement des valeurs obtenues pour les voyelles arabes longues et brèves, et ceci chez les trois locuteurs. Ces résultats tendent à montrer que la structuration temporelle est très précisément définie chez ces sujets qui différencient nettement la voyelle française de la voyelle brève arabe, et à une moindre échelle de la voyelle longue

arabe. Cela pourrait être interprété comme étant une position intermédiaire créée par les sujets entre les deux extrêmes de leur langue maternelle. Les rapports obtenus en ce qui concerne les rapports entre les différentes qualités phonologiques sont éloquentes, puisque tous significatifs, que ce soit le rapport VL/VB, VL/VF ou VF/VB. Ceci nous amène à représenter de la manière suivante la relation entre les voyelles arabes - longues et brèves - et françaises chez les trois locuteurs qui semblent construire trois degrés de quantité vocalique nettement distincts les uns des autres et classés selon la même hiérarchie :

### VOYELLE LONGUE > VOYELLE FRANÇAISE > VOYELLE BREVE

Une structuration temporelle certaine est donc respectée et entre en compte d'une manière importante dans le processus de différenciation linguistique d'une structure syllabique de type CVC, comme le montre la figure III.1 qui représente une schématisation des moyennes générales individuelles des mesures obtenues pour les voyelles longues, brèves et française chez les trois locuteurs.



FIGURE III.1 - Représentation schématique des moyennes générales individuelles des trois locuteurs concernant les voyelles arabes - longues et brèves - et les voyelles françaises.

Cette figure montre clairement que les Moyennes générales individuelles (MGI) des brèves ont un degré élevé de proximité inter-locuteurs ; les locuteurs ont un comportement similaire dans la mesure où il y a peut-être moins de liberté pour la variabilité de la durée en ce qui concerne une voyelle brève. Il existe donc visiblement une certaine constance à ce niveau. Ce n'est pas le cas pour les voyelles longues et françaises, les locuteurs possédant des MGI assez distancées les unes des autres. Cependant il est clair que les MGI des voyelles longues arabes sont significativement supérieures à celles des voyelles françaises qui sont, quant à elles, nettement supérieures aux voyelles brèves arabes.

Observons maintenant la moyenne des rapports entre les différentes catégories vocaliques (figure III.2).

Le rapport moyen VL/VB révèle une distinction significative entre les catégories vocaliques longue et brève chez les trois locuteurs, avec une différence comportementale assez importante chez les sujets : le rapport moyen chez le locuteur A est nettement supérieur à ceux des locuteurs B et C - le locuteur B ayant un rapport moyen assez faible par rapport aux sujets A et C.

Le rapport moyen VF/VB est le deuxième qui présente les résultats les plus importants après ceux de VL/VB, avec le même type de comportement qui différencie le sujet B ; Il existe donc une différence significative entre la durée de la voyelle française et celle de la voyelle longue chez les trois locuteurs.

Enfin le rapport moyen VL/VF est également distinctif chez les trois locuteurs avec toutefois des valeurs relativement faibles comprises entre 1,2 et 1,5.



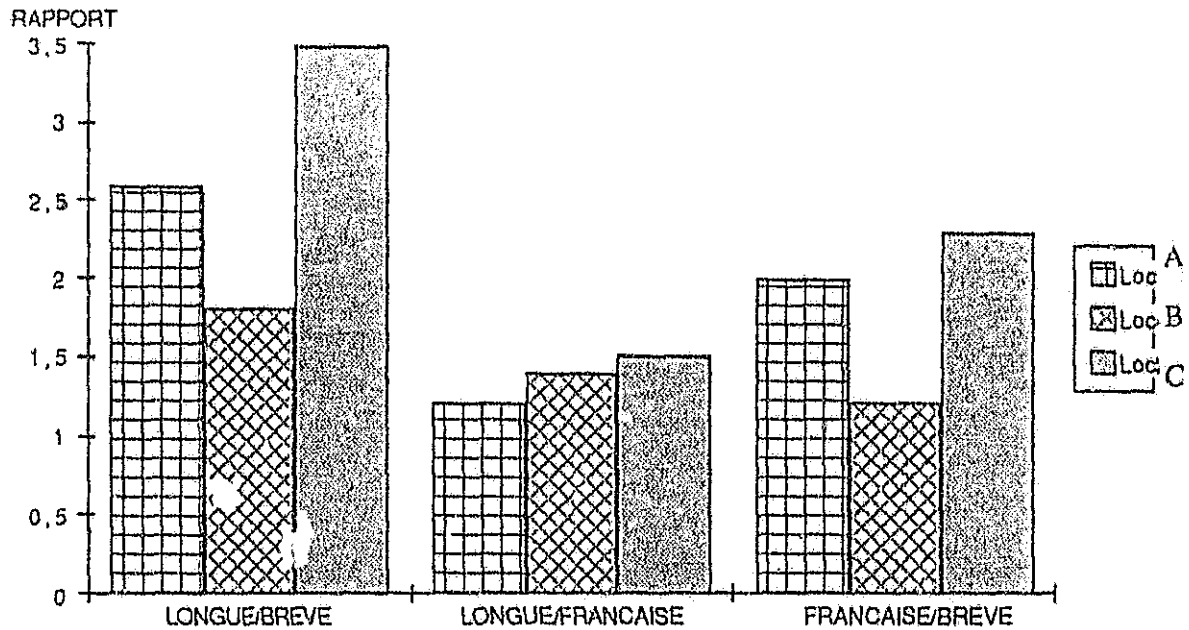


FIGURE III.2 - Rapports Moyens entre les différentes catégories vocaliques chez les trois locuteurs

Passons maintenant à l'analyse comparative syllabe par syllabe dans les deux langues chez chacun des locuteurs. Les figures III.3, III.5 et III.7 représentent la durée des voyelles arabes (longues et brèves) et des voyelles françaises pour chaque unité phonologique. Chez le locuteur A, dans quatre cas sur 22, il existe une interférence entre la durée de la voyelle française et celle de la voyelle brève arabe. Dans un cas isolé, l'interférence existe entre la voyelle française et la voyelle longue arabe ; mais globalement, l'écart reste significatif dans la grande majorité des séries. Les écarts de durée entre les différentes catégories vocaliques sont assez irréguliers (figure III.4) : l'instabilité des rapports entre les différentes catégories est importante ; on retrouve le résultat que nous évoquions précédemment, à savoir que chez ce locuteur, malgré un ensemble de valeurs plus réduites que chez les deux autres sujets, il existe un degré de variabilité élevé qui ne peut être attribué à la structure phonologique du corpus mais qui doit être recherché parmi les caractéristiques propres à ce locuteur<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Etant donné que nous retrouvons ce locuteur par la suite, nous aurons des informations complémentaires en ce qui concerne la variabilité qui le caractérise.

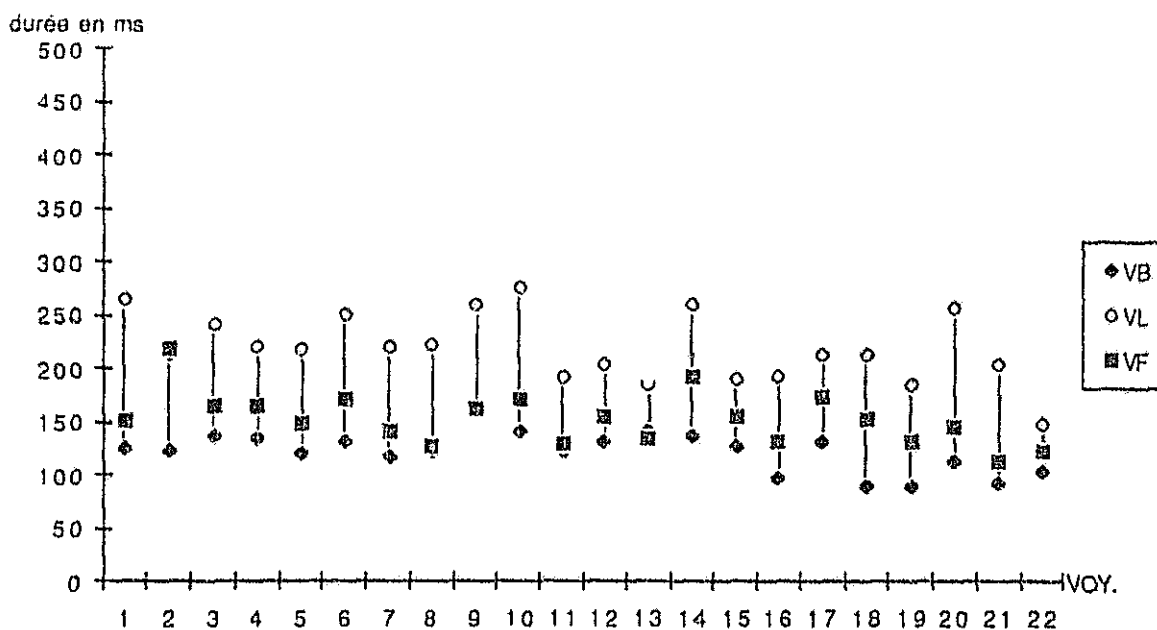


FIGURE III.3 - Locuteur A - Représentation schématique de la durée des voyelles brèves, longues et françaises dans chacune des séries syllabiques du corpus

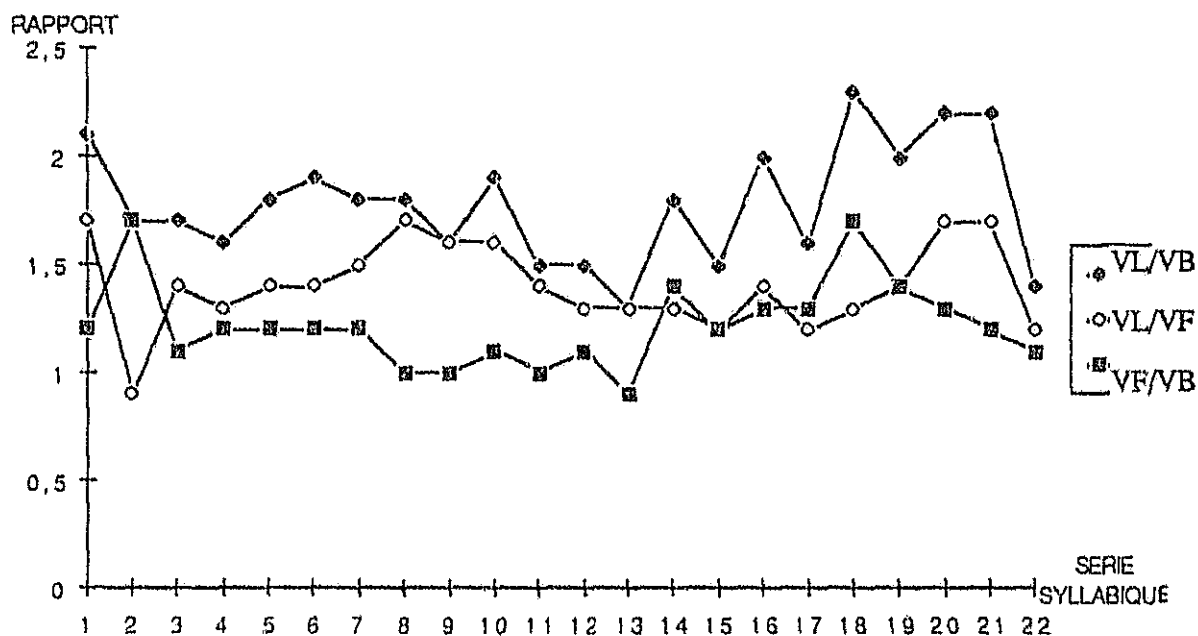


FIGURE III.4 - Locuteur A - Rapports entre les différentes catégories vocaliques dans chacune des séries syllabiques du corpus

Chez le locuteur B (figure III.5) des écarts très importants - presque excessifs - différencient nettement les trois catégories vocaliques. Les rapports VL/VF, VF/VB (figure III.6) sont relativement constants par rapport à VL/VB dans lequel on note de grandes irrégularités. Ces irrégularités sont dues d'une part à la non synchronisation qui existe entre la variation des valeurs de VL par rapport à celle de VB dans chacune des séries : comme nous pouvons le voir à travers les résultats schématisés dans la figure III.5, la dispersion des valeurs de la voyelle brève est relativement réduite chez ce locuteur ; celle des voyelles longues est plus importante, mais dans de cadre de la même paire minimale, une augmentation de la durée de VL par rapport à la moyenne générale n'est pas forcément accompagnée d'un allongement de la voyelle brève. Le phénomène est différent pour ce qui est de la voyelle française, dont l'échelle de dispersion est importante et se rapproche davantage de la dispersion de VL. Malgré le fait que l'écart des valeurs de VF soit nettement plus important (en données brutes) que celui de VB, les rapports VF/VB ne sont pas aussi variables que les rapports VL/VB (figure III.6).

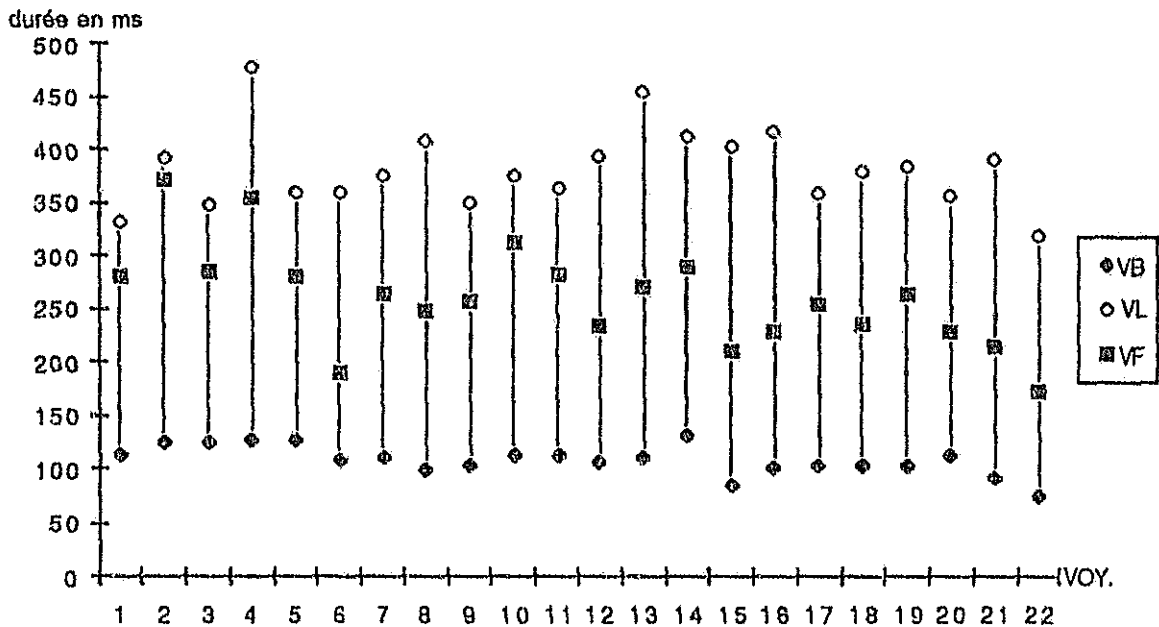


FIGURE III.5 - Locuteur B - Représentation schématique de la durée des voyelles brèves, longues et françaises dans chacune des séries syllabiques du corpus

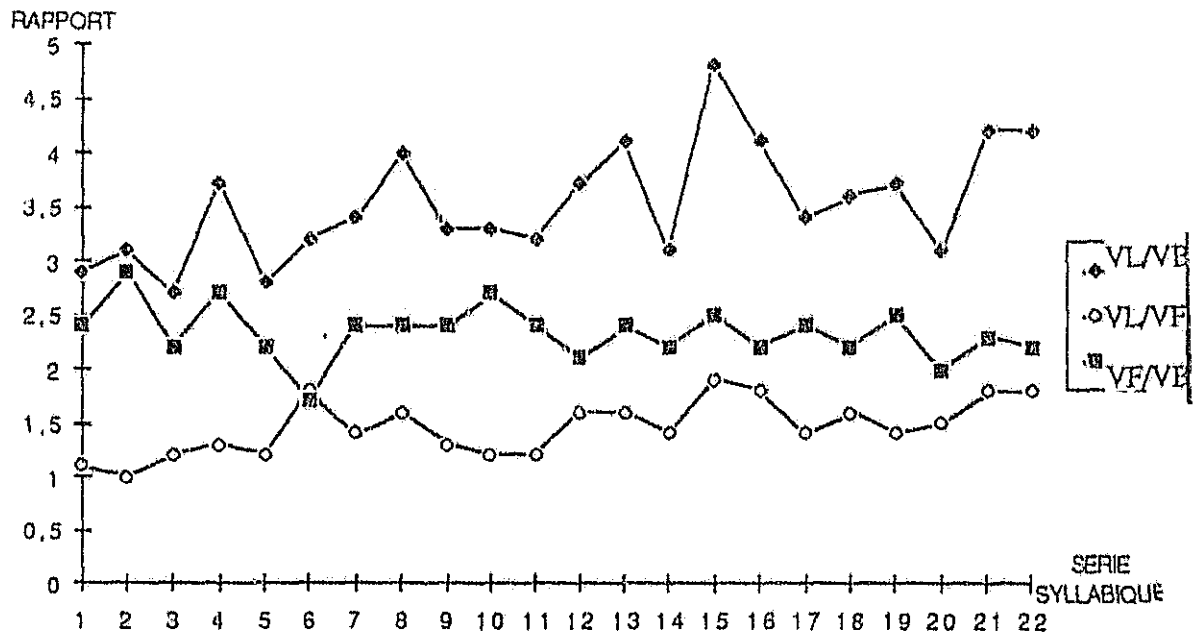


FIGURE III.6 - Locuteur B - Rapports entre les différentes catégories vocaliques dans chacune des séries syllabiques du corpus

Chez le locuteur C on note les écarts importants qui différencient les trois catégories vocaliques (figure III.7) ; ils s'accompagnent d'une variabilité assez importante en ce qui concerne les valeurs de VL, VF mais surtout de VB, contrairement aux locuteurs précédents. Malgré cette variabilité qui touche d'une manière plus ou moins similaire les trois catégories de voyelles la différenciation entre ces dernières est significative (figure III.8).

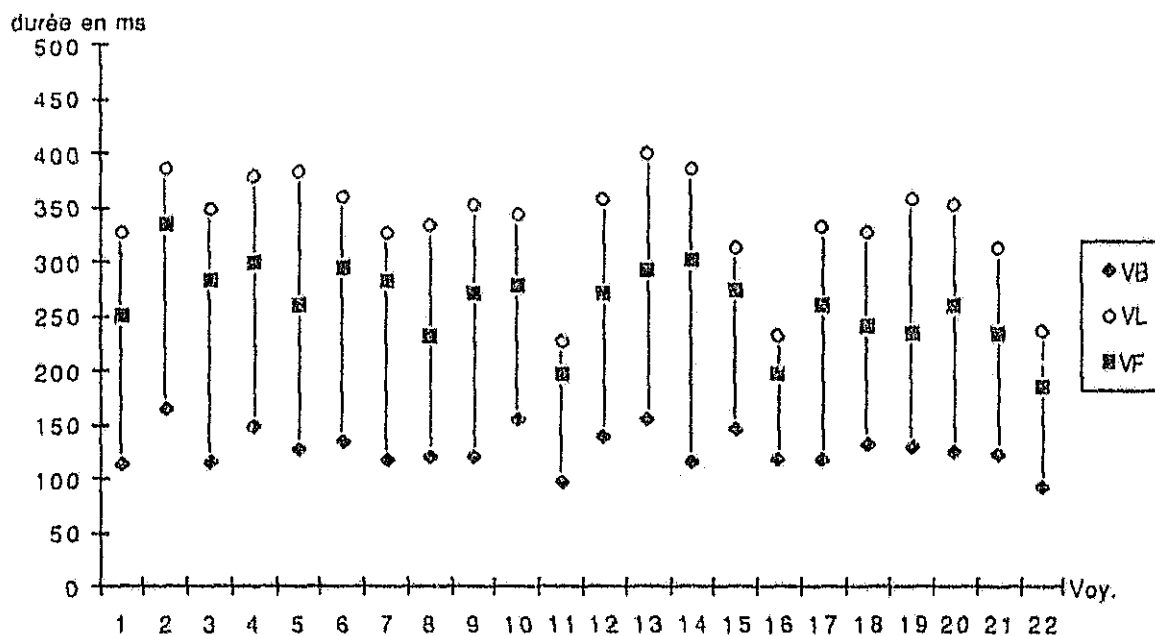


FIGURE III.7 - Locuteur C - Représentation schématique de la durée des voyelles brèves, longues et françaises dans chacune des séries syllabiques du corpus

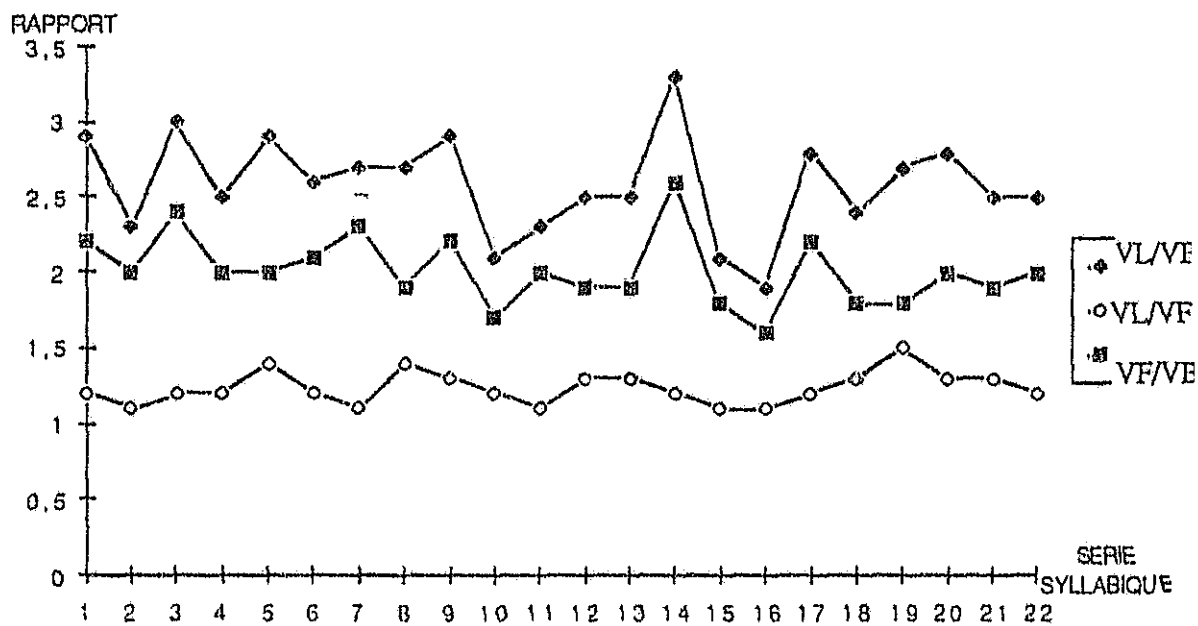


FIGURE III.8 - Locuteur C - Rapports entre les différentes catégories vocaliques dans chacune des séries syllabiques du corpus

### III.2.2.3. Conclusion

L'analyse comparative de la quantité vocalique d'un corpus de mots signifiants en arabe standard et en français nous a permis d'aboutir aux résultats suivants :

- 1 - il existe une différence significative entre les trois catégories vocaliques voyelles arabes longues, brèves, voyelles françaises : les rapports VL/VB, VF/VB, VL/VF, sont significatifs chez les trois locuteurs ;
- 2 - il existe une hiérarchisation unique entre ces trois catégories vocaliques, qui peut être schématisée de la manière suivante : VL > VF > VB ; cette hiérarchisation est révélatrice d'une certaine stabilité dans la structuration de l'espace temporel vocalique de la langue maternelle par rapport à la langue seconde ;
- 3 - la stabilité de la construction temporelle ne permet pas de négliger les variations individuelles qui peuvent s'exprimer par des échelles de dispersion différentes concernant une ou plusieurs catégories vocaliques ; la variabilité de la dispersion, quand elle s'accompagne d'une absence de synchronisation de l'allongement ou de la réduction vocalique entre les différentes catégories, provoque une variabilité plus ou moins importante du rapport VL/VB, VL/VF ou VF/VB.

### III.2.3. APPROCHE INTER- ET INTRA-LOCUTEUR DE LA VARIABILITE ET DE L'INVARIANCE DU RAPPORT VL/VB

#### III.2.3.1. Introduction

Il existe des structures temporelles sous-jacentes caractéristiques des systèmes linguistiques du locuteur, dans lesquelles les rapports de durée sont implicitement établis entre voyelles possédant une quantité phonologiquement distinctive. Dans les langues qui possèdent deux degrés de quantité phonologique, les rapports sont variables selon l'individu, selon le contexte, la position dans la syllabe. En thaï par exemple, [SATAYAWIBOON, 1989], le rapport moyen longue / brève est de 2,07 - toutes voyelles confondues, en position finale de syllabe ouverte, dans le cadre de mots signifiants. Mais lorsque l'on observe syllabe par syllabe, on se rend compte que l'échelle de dispersion peut être importante puisque les rapports sont compris entre 1,93 et 2,6. En tamul, Balasubramanian (1981) obtient un rapport moyen similaire : 1,9.

Pour la langue arabe, Al-Ani (1970) trouve que la durée de la voyelle longue est équivalente au double de la voyelle brève en syllabe ouverte CV et dans le cadre de

voyelles tenues isolées ; en contexte, la durée des brèves varie entre 100 et 150 ms, celle des longues entre 225 et 350 ms ; Belkaid (1984) a travaillé sur la durée des voyelles longues et brèves dans des mots signifiants produits par un seul locuteur d'origine dialectale tunisienne ; la voyelle est tantôt en syllabe fermée tantôt en syllabe ouverte ; ses résultats montrent que *"la durée d'une voyelle longue est supérieure ou égale au double de la voyelle brève correspondante"* (1984 : 229). En position finale d'une syllabe ouverte, l'auteur donne l'exemple de /bɔɡnat/ opposé à /bɔɡ:nat/, dans laquelle le rapport entre la voyelle longue (20 cs) et la voyelle brève (7,5 cs) est de 2,7. Pour la voyelle fermée antérieure [i:] dont la durée est comparée à la brève [i], les exemples de l'auteur sont contestables dans la mesure où elle oppose des voyelles qui ont une position différente dans la syllabe : en effet, la durée de la voyelle brève [i] dans le mot /qimma/ est comparée à celle de la longue dans le mot /qɪ:ma/ ; dans le premier cas, s'agissant d'une consonne géminée, le découpage syllabique s'effectue entre les deux sons [m] (ABOU HAIDAR, 1987, 1988) et par conséquent c'est une voyelle en syllabe fermée qui est comparée à une voyelle en syllabe ouverte. Par ailleurs Belkaid affirme dans le cadre de son étude qu'*"une voyelle accentuée n'a pas, en général, une durée phonétique plus grande par rapport à une voyelle inaccentuée de même quantité phonologique"* (1984 : 230). Cette affirmation est contestable dans la mesure où l'auteur n'étaye pas son argumentation par des exemples illustrant ce phénomène dans le cadre de paires minimales. L'auteur expose enfin des résultats concernant le comportement différent des voyelles en position finale de syllabe ouverte, en fonction de leur quantité phonologique : ainsi, une voyelle brève en position finale absolue a une durée supérieure à une voyelle brève en position interconsonantique en syllabe ouverte. En revanche une voyelle longue en syllabe absolue, quand elle se trouve en position finale absolue, a une durée moins importante que si elle se trouvait en syllabe ouverte en position interconsonantique.

Le rapport VL/VB peut également varier selon le débit du locuteur (PORT et al, 1980). En langue wolof, les voyelles brèves ont un degré de résistivité important en débit lent comparativement aux voyelles longues dont la durée augmente en débit lent et diminue en débit rapide (SOCK, 1984) : ce phénomène est interprété comme étant *"une stratégie de compensation pour sauver l'opposition de quantité. Pour maintenir la distance avec les longues, les brèves ne peuvent se réduire. Déjà ultra-brèves, elles sont "incompressibles", sous peine de perdre leur identité par rapport au contexte"* (SOCK, 1984 : 25). Mais la variation est souvent fonction du système linguistique et des degrés de quantité phonologique qui co-existent (ELERT, 1964 ; SOCK, 1983 ; JOMAA & ABRY, 1988) ; pour cette raison, *"l'étude typologique du contrôle linguistique de la durée"*

linguistique, en fonction des domaines de programmation de celle-ci, (...) semble, quoi qu'il en soit, de la plus grande importance pour la compréhension des règles de compréhension et d'expansion de la parole, par rapport aux universaux de son organisation temporelle" (JOMAA & ABRY, 1988 : 233).

Ci-dessous nous procédons à une approche de la variation inter- et intra-locuteurs du rapport VL/VB en ce qui concerne l'ensemble des voyelles de l'arabe standard, dans le cadre de la structure syllabique CVC. Nous avons décidé de travailler à partir d'un corpus lu par huit locuteurs d'origines dialectales différentes, ceci dans le but d'aller au-delà de la variabilité individuelle et dialectale pour tenter de mettre en lumière l'existence éventuelle d'une constance au niveau de la structure temporelle de l'espace vocalique.

### III.2.3.2. Protocole expérimental

#### III.2.3.2.1. Le corpus

Notre étude porte sur un corpus<sup>4</sup> de 232 mots signifiants en arabe standard, de structure syllabique CVC, répartis en listes donc isolés de tout contexte. Les mots choisis sont extraits d'un dictionnaire<sup>5</sup> arabe. Ce corpus est constitué de l'ensemble des phonèmes vocaliques et consonantiques de l'arabe standard. En ce qui concerne la fréquence d'occurrence de chaque phonème dans notre corpus, notre volonté d'en constituer un qui soit représentatif au niveau de l'analyse statistique des résultats obtenus, nous a empêchée d'avoir un corpus parfaitement équilibré phonologiquement. Par ailleurs l'absence d'une étude récente concernant la fréquence d'occurrence des phonèmes consonantiques et vocaliques en arabe standard ne nous a pas permis d'avoir une référence. Le tableau 9 représente les fréquences d'occurrence des différents phonèmes dans notre corpus :

OCCLUSIVES		CONSTRUCTIVES	
189		275	
sourdes	sonores	sourdes	sonores
75	114	114	161

TABLEAU 9 - Fréquence d'occurrence des consonnes dans le corpus

<sup>4</sup> Annexe 4.

<sup>5</sup> "Al Mu'jam Al-Arabi al hadith", Imprimerie Larousse, Janvier 1973 (dictionnaire arabe-arabe).



Pour ce qui est des consonnes, nous remarquons que dans notre corpus les constrictives sont plus fréquentes que les occlusives. Mais nous rappelons que dans le système consonantique de l'arabe standard les consonnes constrictives sont au nombre de 18 alors qu'on ne trouve "que" 10 occlusives. Les consonnes sonores sont majoritaires dans notre corpus puisque nous pouvons en compter au total 275 (en position initiale et finale dans la syllabe) pour 189 consonnes sourdes (en position initiale et finale dans la syllabe).

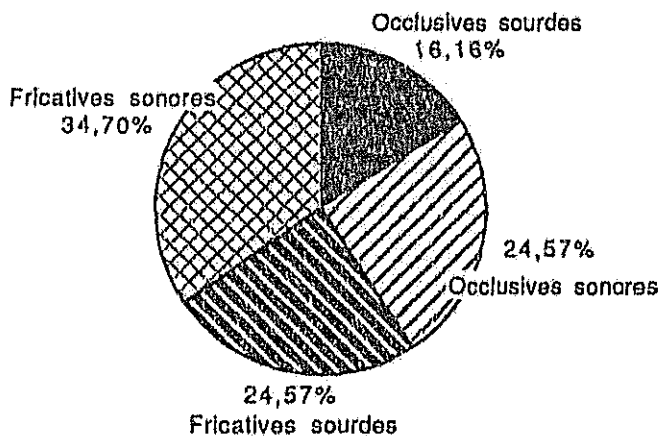


FIGURE III.9 - Pourcentage d'occurrence des consonnes dans le corpus

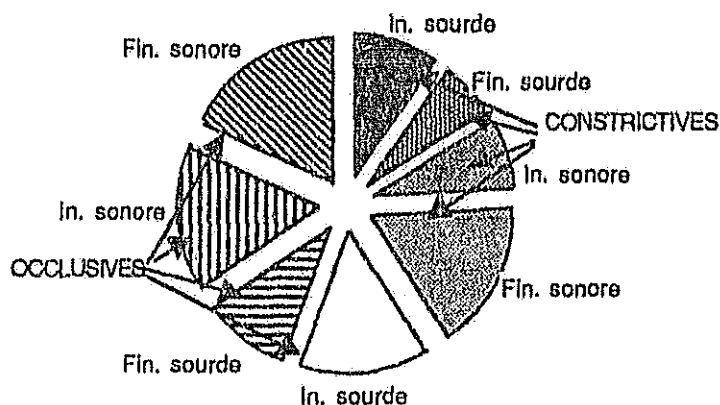
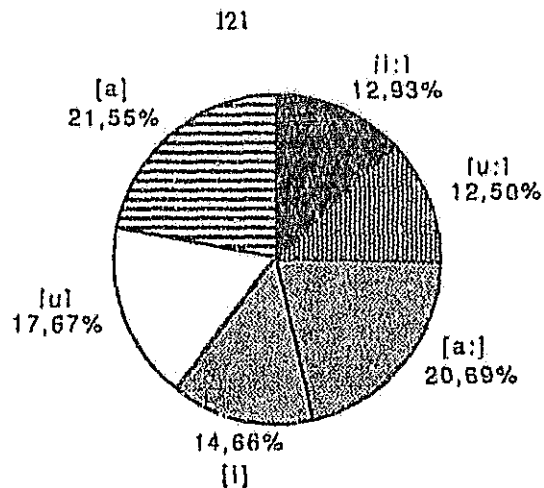


FIGURE III.10 - Représentativité des consonnes dans le corpus en fonction de leur position au sein de la syllabe



**FIGURE III.11 - Pourcentage d'occurrence des voyelles longues et brèves du corpus**

Pour ce qui est des voyelles, leur répartition dans le corpus se fait de la façon suivante:

- les voyelles longues sont au nombre de 107, et sont transcrites [a:], [u:], [i:] ; leur fréquence d'occurrence dans le corpus correspond à : 30 pour [i:], 29 pour [u:], 48 pour [a:] ;

- les voyelles brèves sont au nombre de 125 et sont transcrites [a], [u], [i] ; leur fréquence d'occurrence correspond à : 34 pour [i], 41 pour [u], 50 pour [a].

Les contraintes d'utilisation de paires minimales significantes en arabe standard font que les voyelles ouvertes [a:] et [a] sont majoritaires dans notre corpus et nous en tiendrons compte dans l'interprétation des résultats. Cependant nous avons fait notre possible pour que les voyelles d'aperture minimale soient bien représentées dans le corpus. Celui-ci est donc constitué de 24 listes constituées chacune de 10 syllabes (sauf la dernière).

La structure syllabique que nous avons retenue pour notre approche est CVC : n'oublions pas que notre travail se situe dans un cadre beaucoup plus large que l'ensemble de cette étude, qui est celui de la constitution, à long terme, d'un test d'audiométrie vocale pour sourds arabophones, et que l'une des structures syllabiques privilégiées pour ce genre de tests est bien CVC. Par ailleurs cette structure nous a semblé très riche pour l'analyse fine du comportement de la voyelle, aussi bien au niveau temporel, spectral que perceptif. En théorie donc, des mots significants de structure syllabique CVC sont le mieux adaptés pour notre étude. Mais dans la pratique, il n'est pas aussi aisé de constituer un corpus de mots de structure syllabique CVC en arabe standard, et le problème se pose surtout en ce qui

concerne la catégorie verbale. Pour ce qui est des verbes, rappelons que l'infinitif n'existe pas en langue arabe ; le terme générique par lequel on désigne le verbe correspond à la troisième personne du masculin singulier au passé, forme se terminant toujours par le signe diacritique [fatha], équivalent à la voyelle brève [a]. Ce qui veut dire que pour une certaine commodité de travail, nous avons été contrainte d'éliminer ce signe diacritique final de certains verbes, afin d'éviter d'avoir la structure CVCV au lieu de CVC, et nous avons demandé aux lecteurs de ne pas en tenir compte dans leur lecture. Nous sommes bien consciente que nous avons transgressé une règle de la grammaire traditionnelle arabe. Mais nous invoquons le fait que l'évolution de la langue arabe standard permet ce qui peut être considéré à juste titre comme une intrusion du niveau familier ; cette intrusion ne pose pas de problèmes de compréhension au niveau où se situe cette étude, c'est-à-dire dans la lecture d'une liste de mots signifiants isolés de tout contexte.

### III.2.3.2.2. Les locuteurs

Huit locuteurs arabophones d'origines dialectales différentes ont été amenés à lire le corpus exposé ci-dessus. Ces locuteurs ont été choisis selon les mêmes critères que précédemment<sup>6</sup>. Les pays d'origine des locuteurs sont les suivantes : Qatar, Liban, Arabie Saoudite, Tunisie, Syrie, Soudan, Emirats Arabes Unis, Jordanie. Pour éviter la tentation d'interpréter les résultats en fonction de l'origine dialectale, nous désignons les locuteurs par loc 1 (qatari), loc 2 (libanais)<sup>7</sup>, loc 3 (saoudien), loc 4 (tunisien)<sup>8</sup>, loc 5 (syrien)<sup>9</sup>, loc 6 (soudanais), loc 7 (émirati), loc 8 (jordanien).

### III.2.3.2.3. Instruments d'acquisition et de mesure

L'enregistrement a eu lieu dans la cabine insonorisée du Laboratoire de Phonétique de Besançon, à l'aide d'un magnétophone à bandes Révox. Les mesures ont été effectuées comme précédemment à l'aide de l'analyseur en temps réel KAY 5500. Les repères choisis pour la détermination des frontières de la voyelles sont identiques à la première expérience : le début de l'intensité du premier formant pour le début de la voyelle, et la fin de l'intensité des premier et deuxième formants pour la fin de la voyelle. Dans certains cas, et notamment lorsque la consonne initiale ou finale correspond à [ʕ], il est

<sup>6</sup> Ces critères sont exposés dans le paragraphe III.2.2.1.1.

<sup>7</sup> Il s'agit du même locuteur qui a participé à la première expérience [Loc A].

<sup>8</sup> Ce locuteur a également participé à la première expérience [loc B].

<sup>9</sup> Correspond au Locuteur C de la première expérience.

extrêmement difficile d'effectuer un découpage fiable en se basant uniquement sur la structure formantique. Nous avons parfois été amenée à utiliser des paramètres complémentaires, tels que la variation d'amplitude dans le signal, ou la variation du fondamental.

### III.2.3.3. Voyelles longues - Voyelles brèves : Approche descriptive globale

Les résultats de l'analyse des durées des voyelles longues et brèves produites par les huit locuteurs sont représentés dans les tableaux 10 et 11. Avant de procéder à une analyse fine du rapport VL (voyelle longue) / VB (voyelle brève) dans le même contexte, nous avons choisi de commencer par une approche descriptive globale des durées des voyelles longues et brèves obtenues chez l'ensemble des sujets. Nous tenterons tout d'abord de clarifier le comportement individuel pour ensuite essayer de savoir s'il existe une constante chez les locuteurs. Les critères de description retenus sont les suivants :

1 - les moyennes générales individuelles des voyelles longues et brèves ; une analyse comparative inter-locuteurs permettra-t-elle de mettre en valeur une moyenne générale commune aux sujets, ou bien au contraire les variations inter-individuelles sont-elles trop importantes pour permettre d'aboutir à un tel résultat ?

2 - les valeurs maximales et minimales obtenues chez chaque sujet pour les voyelles longues et les voyelles brèves. Ce critère nous permet de connaître la variabilité intra-locuteurs des mesures de durée et de connaître l'échelle de dispersion des valeurs autour de la valeur moyenne ; notre hypothèse est que les valeurs maximales et minimales ne sont pas constantes chez les locuteurs, l'invariabilité - si elle existe - ne pouvant se trouver à notre avis à ce niveau-là ;

3 - le dernier critère de description est le taux de dispersion individuelle des valeurs autour de la moyenne générale et la distribution des mesures de durée autour de cette moyenne.

Tableau 10 - Mesures de durée des voyelles brèves dans les syllabes du corpus :

	LOC 1	LOC 2	LOC 3	LOC 4	LOC 5	LOC 6	LOC 7	LOC 8
at	104	101	104	107	106	113	82	85
ak	89	98	81	68	76	101	84	106
ar	114	106	87	76	107	104	92	109
ax	128	120	92	131	117	129	110	121
ay	100	125	89	131	121	126	103	128
ay	82	93	78	79	87	98	100	114
ay	139	123	104	114	87	187	96	131
ay	100	93	82	87	87	134	93	96
ay	125	114	78	104	93	181	68	100
ay	87	104	79	89	100	132	90	145
ay	132	123	90	110	134	143	96	171
ay	101	103	85	98	104	192	101	135
ay	117	104	98	95	128	117	87	159
ay	115	151	134	103	148	214	96	148
ay	98	120	98	110	114	134	106	168
ay	93	142	79	95	126	134	104	131
ay	118	107	87	117	110	135	89	137
ay	112	128	104	112	160	139	103	129
ay	125	140	84	131	114	118	114	110
ay	101	142	95	96	98	131	85	134
ay	98	95	59	104	104	112	76	125
ay	98	150	90	112	162	134	114	152
ay	98	107	93	140	143	139	81	118
ay	93	68	89	106	95	103	96	89
ay	76	82	70	103	87	109	68	85
ay	106	98	112	115	132	115	109	123
ay	81	68	95	65	95	112	68	78
ay	134	118	84	117	135	112	87	137
ay	107	123	85	121	134	131	101	121
ay	84	114	76	121	112	103	104	134
ay	82	85	78	91	90	101	84	100
ay	93	98	106	76	104	126	95	107
ay	78	107	81	148	110	112	68	95
ay	96	126	89	156	120	123	101	121
ay	98	95	79	102	106	107	85	133
ay	103	132	100	92	125	128	98	154
ay	120	125	89	128	143	132	110	129
ay	107	109	85	95	110	117	92	107
ay	118	135	84	95	151	162	98	163
ay	137	98	104	92	115	140	139	106
ay	118	100	109	78	96	106	110	106
ay	125	126	84	87	84	114	87	110
ay	98	106	95	110	81	96	117	95
ay	110	82	103	87	115	107	93	101
ay	131	139	125	92	87	139	107	128
ay	125	150	150	146	134	117	115	142
ay	81	106	96	101	104	125	82	107
ay	104	143	81	114	165	137	123	143
ay	115	126	96	93	132	154	118	128
ay	189	98	148	109	126	162	135	134
ay	104	154	89	107	103	195	121	109
ay	96	173	115	89	167	307	131	167
ay	170	145	100	120	151	167	123	160
ay	110	101	95	106	123	126	95	125
ay	84	118	101	114	131	176	117	123
ay	95	120	98	81	121	140	106	140
ay	84	125	109	92	121	143	93	132
ay	125	78	104	101	98	120	51	123
ay	90	87	100	101	118	96	106	129
ay	96	92	92	60	93	101	98	125
ay	115	136	104	110	137	160	101	154
ay	118	110	100	103	109	139	106	123
ay	117	84	100	75	107	120	93	125
ay	70	104	107	70	109	103	100	118

sur	76	129	85	90	115	128	98	111
rub	80	91	85	101	120	111	106	115
yar	110	91	121	103	154	164	89	135
kum	70	109	87	114	101	154	95	112
haz	79	125	75	110	120	168	109	115
zu	70	100	84	67	126	110	92	121
sub	107	85	81	110	101	117	109	125
sil	100	104	98	68	101	131	96	131
xum	110	110	92	123	98	165	107	134
cul	101	96	85	98	134	142	120	131
zid	126	95	93	89	87	143	100	133
bur	142	148	110	110	168	157	126	140
zun	139	106	103	110	126	153	120	151
zor	148	125	139	100	159	195	125	160
yar	118	137	125	93	148	156	110	150
kur	112	112	104	109	126	143	113	142
han	117	95	100	114	140	114	123	126
vic	107	129	125	98	110	143	151	135
sum	103	125	100	92	140	120	129	138
dis	128	118	126	137	100	165	125	134
iaz	118	154	121	165	162	129	120	114
mud	81	128	81	112	96	139	103	98
zin	101	90	98	71	110	121	123	142
xan	82	103	82	89	95	154	114	128
mur	104	118	76	114	125	175	104	112
zul	126	120	85	118	115	170	120	112
sub	79	85	110	118	132	150	79	115
hir	101	121	101	100	160	135	110	181
kun	103	93	93	101	125	118	103	110
um	92	95	104	98	115	120	117	135
das	107	135	118	130	107	163	126	118
sub	95	137	89	117	117	173	101	148
muö	112	123	96	143	115	151	75	140
yl	95	117	85	92	87	139	114	151
xal	104	115	89	95	114	125	96	96
zul	110	95	103	100	100	121	109	128
zum	114	112	114	150	115	107	123	121
far	117	139	96	104	137	160	98	134
zin	103	100	96	114	115	75	113	131
hum	120	118	96	98	118	103	107	126
han	84	123	85	101	112	75	106	114
zab	114	126	118	114	146	120	100	120
bur	100	134	78	65	126	148	96	106
sil	104	109	100	93	80	118	110	101
ten	110	114	109	140	112	126	114	103
run	100	95	110	106	125	106	106	114
yab	129	117	100	151	150	153	107	112
sil	96	128	103	85	142	118	95	107
dai	103	114	101	118	132	100	101	118
had	70	39	68	126	107	96	103	117
qui	78	129	85	118	117	106	96	107
ub	81	90	68	100	95	101	101	134
sad	103	107	89	148	114	103	101	126
hac	39	134	37	103	162	126	79	120
yad	106	103	106	120	110	118	84	98
dab	82	39	109	112	139	121	107	109
qim	79	98	93	106	121	137	115	128
bal	93	138	120	120	112	132	101	112
tam	93	114	57	134	134	115	101	114
gal	100	131	88	101	100	96	85	114
dur	131	153	120	118	150	140	101	150

MOYENNE	105	114	97	106	119	134	103	125
ECART-TYPE	19	30	16	22	22	38	15	19

MOYENNE GENERALE	113
ECART-TYPE	34

Tableau 11 - Mesures de durée des voyelles longues dans les syllabes du corpus ;  
moyennes générales individuelles et écart-type

	LOC 1	LOC 2	LOC 3	LOC 4	LOC 5	LOC 6	LOC 7	LOC 8
nut	156	143	153	193	316	145	132	162
iat	143	162	118	260	287	146	139	134
duk	173	201	115	170	246	163	134	157
laf	159	214	145	210	281	181	143	214
nuzh	173	237	171	214	298	178	148	231
ya8	201	278	125	226	295	207	179	210
sux	160	237	164	190	279	271	160	226
sur?	167	160	153	251	357	231	187	209
fak	176	170	128	201	271	198	192	243
hur	198	162	104	270	264	206	131	229
rax	187	206	167	225	281	235	154	246
de8	228	356	135	275	306	264	190	281
sa?	206	217	146	267	296	210	192	260
fak	167	217	187	223	293	184	181	203
nut?	134	153	150	148	306	215	185	317
kux	178	226	160	250	264	268	146	239
ka?	200	242	159	339	282	193	162	285
za?	191	268	150	320	307	213	159	260
ri?	151	295	140	312	287	268	153	265
fih	140	189	187	246	243	267	181	190
ha?	173	287	139	268	251	214	157	257
nk	134	248	176	332	239	250	151	235
ya9	159	245	173	323	243	184	156	225
ait	164	142	107	265	260	225	134	151
qur	162	150	123	365	248	187	159	226
ya8	189	279	173	315	284	167	181	282
da?	198	267	185	335	275	206	185	293
ia?	164	167	232	279	310	240	198	253
sur	167	221	150	367	260	273	192	270
ya?	164	160	187	418	265	210	182	271
du?	140	137	151	275	236	207	171	190
ba?	179	337	192	271	270	226	214	270
sur	196	215	150	296	257	262	164	292
qa?	148	203	89	189	193	196	129	153
an	157	142	159	212	362	142	162	171
ru?	184	189	179	232	295	193	159	189
zur	215	245	184	317	350	213	193	226
yuk	187	235	110	226	253	251	190	218
fa?	167	273	132	215	303	171	165	209
sur	207	276	145	240	278	163	203	226
rad	193	326	153	229	281	203	181	229
ra?	196	226	120	228	343	165	189	201
ku	98	179	115	229	334	195	201	185
da?	198	264	167	215	351	260	195	251
da?	209	279	218	390	353	323	225	281
ur	214	198	112	301	279	237	220	215
sur	154	151	140	272	300	210	167	201
ya?	200	321	184	237	325	250	187	232
zubb	160	189	150	193	217	187	151	148
xu?	146	260	120	189	209	176	129	150
ra?	201	215	179	218	270	181	193	193
ra?	192	250	235	260	326	226	189	257
ra?	192	232	137	357	248	253	134	276
ra?	192	168	139	279	296	248	164	225
ra?	210	248	151	232	303	239	163	250
ra?	175	260	162	210	268	212	195	212
ra?	218	250	214	278	362	253	198	281
ra?	201	178	121	321	266	250	164	253
ra?	189	242	101	259	254	228	164	213
ra?	220	167	126	195	281	262	187	279
ya?	204	295	201	303	312	245	179	282
ra?	184	223	182	251	251	225	134	223
ra?	201	223	132	278	256	250	185	237
ra?	196	215	160	245	279	223	175	242
ra?	168	198	170	177	253	256	181	168
ra?	173	176	109	252	252	256	195	195
ra?	169	151	126	252	252	259	145	159

yrul	187	262	201	277	345	214	170	184
cul	165	278	173	370	323	151	171	200
jar	225	246	235	276	375	332	238	267
ml	153	192	160	257	503	368	170	201
rab	203	209	136	276	271	223	176	270
num	176	200	162	389	276	209	198	204
sun	160	182	156	301	325	235	175	204
lary	209	265	165	307	368	351	207	178
xam	195	251	193	200	285	246	209	251
cul	175	156	159	231	304	192	153	206
nut	218	251	182	303	334	240	181	273
huz	200	248	201	359	325	207	181	284
sud	148	190	153	253	364	215	179	215
un	159	232	148	306	395	246	173	267
dar	178	265	162	262	320	276	235	251
lun	154	173	139	218	290	198	176	201
xal	162	307	114	178	250	154	135	228
sur	154	203	178	342	298	231	184	271
kun	156	164	130	230	232	278	142	260
mun	203	320	210	265	334	234	192	306
un	146	201	184	209	284	173	145	192
al	178	206	204	300	278	210	184	178
lary	167	264	196	340	267	195	167	207
ul	192	282	221	354	260	354	220	257
qal	173	285	175	335	268	193	171	246
dar	140	200	195	320	203	220	165	223
dar	198	246	185	285	279	185	182	257
yard	196	382	234	331	326	228	214	387
arb	228	193	196	387	295	190	162	267
sun	190	198	154	332	234	185	178	246
sal	167	232	153	303	259	175	175	221
ary	209	217	182	346	259	192	203	239
tub	226	292	231	382	257	234	217	289
qul	112	245	168	428	259	182	162	232
qal	204	175	206	376	271	201	165	218
rab	173	218	223	334	307	189	164	250
urb	178	245	162	323	203	210	180	260
dar	173	121	164	357	236	193	154	254
arb	201	326	225	351	281	243	220	268
73	198	239	178	428	220	284	179	329

MOYENNE	180	225	162	272	285	221	175	233
ECART-TYPE	25	51	34	61	42	44	24	40

MOYENNE GENERALE	219
ECART-TYPE	59



## III.2.3.3.1. VOYELLE BREVE

## a. Moyennes générales

En ce qui concerne les moyennes générales individuelles (MGI) de la durée des voyelles brèves, les résultats ne permettent pas de dégager une moyenne unique mais sont plutôt révélateurs d'une certaine variabilité chez les sujets (tableau 12).

	LOC 1	LOC 2	LOC 3	LOC 4	LOC 5	LOC 6	LOC 7	LOC 8
MGI	105 ms	114 ms	99 ms	105 ms	118 ms	133 ms	104 ms	125 ms
E.-TYPE	20	21	15	22	21	28	15	19
TAUX	19%	18,4%	15%	21%	17,8%	21%	14,4%	15,2%

TABLEAU 12 - Moyennes générales individuelles, écart-type et taux de dispersion<sup>10</sup> des voyelles brèves

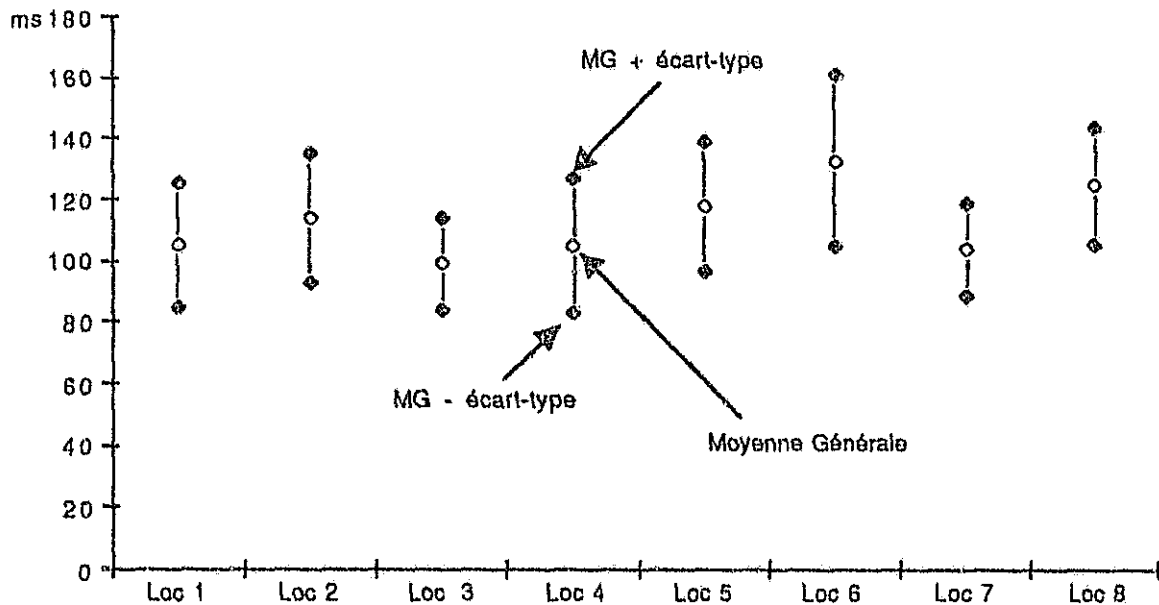


FIGURE III.12 - Moyennes générales individuelles en fonction de l'écart-type

<sup>10</sup> Le taux de dispersion est calculé en fonction de la distance de l'écart-type par rapport à la moyenne générale individuelle ; il nous a semblé préférable de comparer des pourcentages de dispersion plutôt que les valeurs brutes de l'écart-type.

En effet les moyennes générales varient de 99 ms (Loc 3) à 125 ms (Loc 8), avec des tendances comportementales différentes : certains locuteurs ont une Moyenne Générale (MG) relativement réduite, c'est-à-dire comprise entre 99 ms et 105 ms : c'est le cas des locuteurs 3, 7, 1, 4, comparativement à celle des locuteurs 2, 5, 8 et 6, comprise entre 114 ms et 133 ms. Il est intéressant de noter que l'écart entre la MG la plus importante (133 ms, loc 6) et la MG la moins élevée (99 ms, loc 3) est de 1,3, ce qui ne va pas dans le sens d'une grande hétérogénéité des mesures moyennes chez les sujets. Les valeurs de l'écart-type sont assez variables chez les locuteurs et indiquent qu'il existe vraisemblablement des taux de dispersion différents selon le sujet.

#### b. Valeurs minimales et maximales

Les analyses des valeurs minimales et maximales montrent une variation plus ou moins importante, aussi bien inter-locuteurs qu'intra-locuteur. Les valeurs maximales sont comprises entre 148 ms (Loc 3) et 223 ms (loc 6), soit un rapport inter-locuteurs non négligeable de 1,5. Pour ce qui est des valeurs minimales, elles sont comprises entre 59 ms (loc 4) et 78 ms (loc 8) soit un rapport moins important de 1,3. En ce qui concerne les valeurs maximales et minimales individuelles, les mesures peuvent être très distantes dans le cadre de la production des sujets (tableau 13).

	LOC 1	LOC 2	LOC 3	LOC 4	LOC 5	LOC 6	LOC 7	LOC 8
MAX	189 ms	175 ms	148 ms	165 ms	168 ms	223 ms	151 ms	181 ms
MIN	70 ms	68 ms	68 ms	59 ms	76 ms	75 ms	68 ms	78 ms
RAPPORT	2,7	2,5	2,1	2,8	2,2	2,9	2,2	2,3

TABLEAU 13 - Mesures de durée individuelle maximales et minimales des voyelles brèves

Ces résultats permettent de dégager des rapports individuels Max/Min compris entre 2,1 (loc 3) et 2,9 (loc 6). Ils suggèrent deux types de comportement chez les sujets : un groupe de locuteurs dont le rapport Max/Min est très important, c'est-à-dire compris entre 2,7 et 2,9, (Loc 1, 2, 4, 6), comparativement à celui des locuteurs 3, 5, 7 et 8, qui est compris entre 2,1 et 2,3. Ceci montre que les seuils de dispersion des valeurs autour de la moyenne générale individuelle peuvent être très variés selon le locuteur.

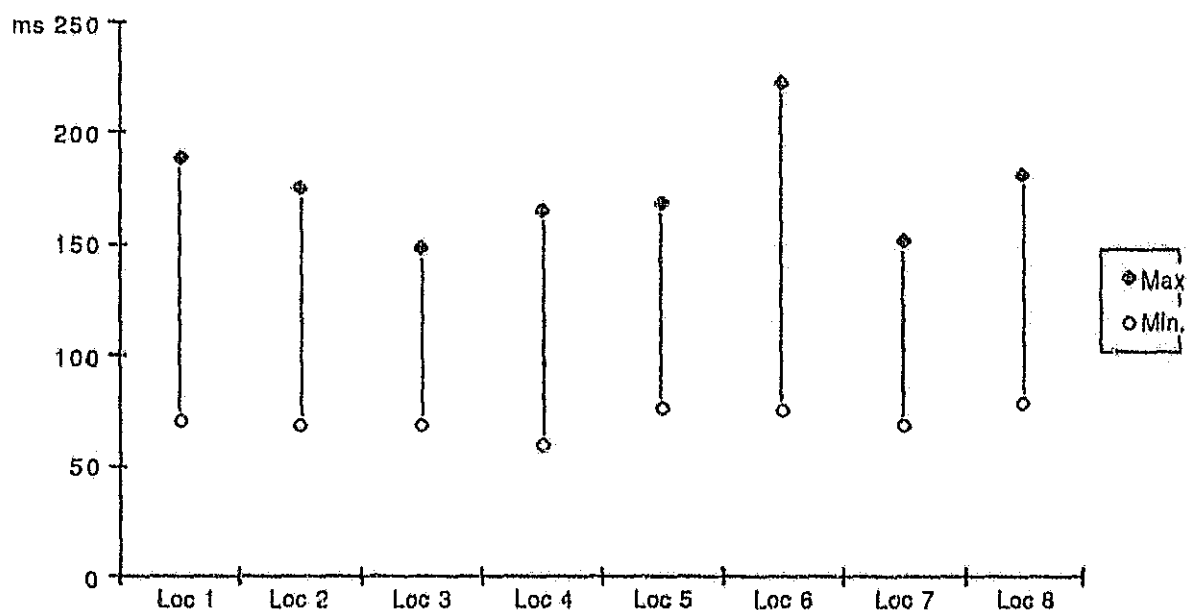


FIGURE III.13 - Valeurs individuelles minimales et maximales des mesures de durée de la voyelle brève

Nous pouvons signaler qu'il existe une zone commune à l'ensemble des locuteurs, qui s'étend de 76 ms à 148 ms. Cette zone montre que la grande majorité des valeurs sont communes chez l'ensemble des locuteurs : il est encore plus intéressant de constater que les MGI des huit locuteurs sont incluses dans cette zone commune.

### c. Taux de dispersion

La figure III.12 permet de visualiser le positionnement de la moyenne générale en fonction de l'écart-type. Le taux de dispersion (figure III.14) met en valeur deux types de comportements : il existe des sujets dont le taux de dispersion est relativement faible (Loc 3 par exemple) par rapport à celui - relativement élevé - des locuteurs 4 et 7. Si on compare les taux de dispersion des valeurs autour de la moyenne générale, nous nous rendons compte qu'il n'existe pas de corrélation dans le sens où une moyenne générale élevée ne signifie pas forcément que le taux de dispersion des valeurs autour de cette moyenne soit important. Ce taux de dispersion, révélateur de la variabilité individuelle, peut être interprété soit en termes d'influence contextuelle (des consonnes initiale et finale) sur la durée de la voyelle, soit en terme de comportement individuel. Il est probable que selon que le taux de dispersion est faible ou élevé, nous serons en mesure de dégager des comportements différents selon les

locuteurs, à savoir peut-être des degrés de résistivité aux influences contextuelles plus ou moins importants. Nous traiterons de cette question en détail ultérieurement.

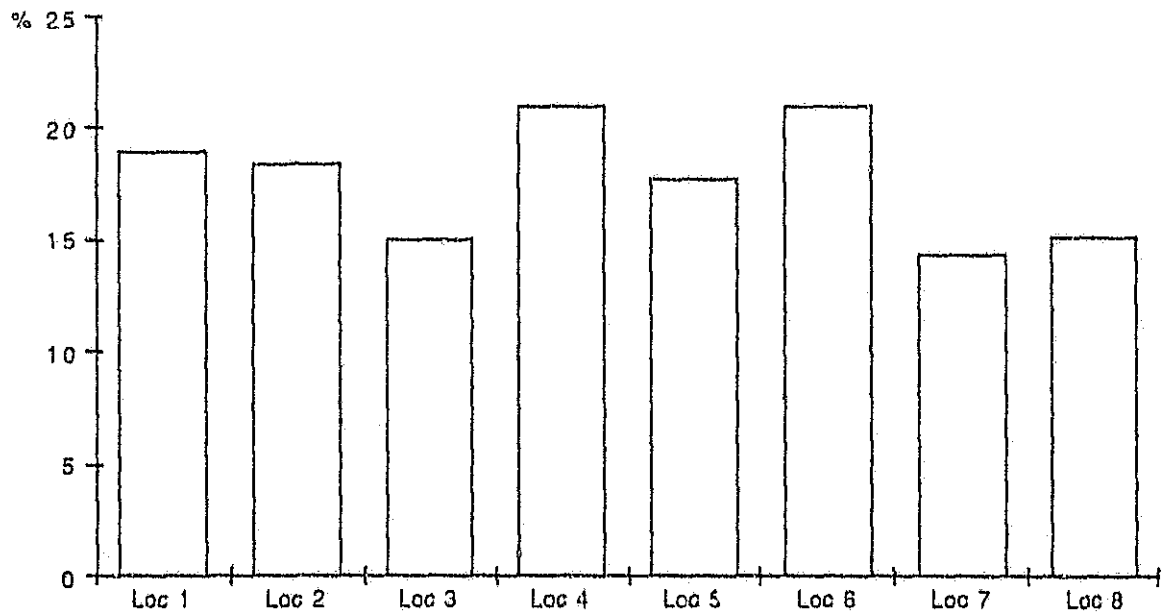


FIGURE III.14 - Pourcentage de dispersion individuelle des valeurs des voyelles brèves (taux calculé en fonction de la moyenne générale)

### III.2.3.3.2. Voyelles longues

#### a. Moyennes générales

Les MGI concernant les mesures de durée des voyelles longues sont comprises entre 163 ms (loc 3) et 285 ms (loc 5). Trois types de comportements sont à noter : des locuteurs (3, 7, 1) dont les MGI sont relativement réduites (comprises entre 163 ms et 180 ms), d'autres (loc 6, 2, 8) dont les valeurs sont moyennes (comprises entre 222 ms et 233 ms), et un dernier groupe de sujets (4, 5) dont les MGI sont élevées (273 ms et 285 ms).

	LOC 1	LOC 2	LOC 3	LOC 4	LOC 5	LOC 6	LOC 7	LOC 8
MGI	180 ms	224 ms	163 ms	273 ms	285 ms	222 ms	175 ms	233 ms
E-TYPE	25	51	34	61	42	44	24	40
TAUX	13,8 %	22,7 %	20,8 %	22,3 %	14,7 %	19,8 %	13,7 %	17,1 %

TABLEAU 14 - Moyennes générales individuelles, écart-type et taux de dispersion des voyelles longues

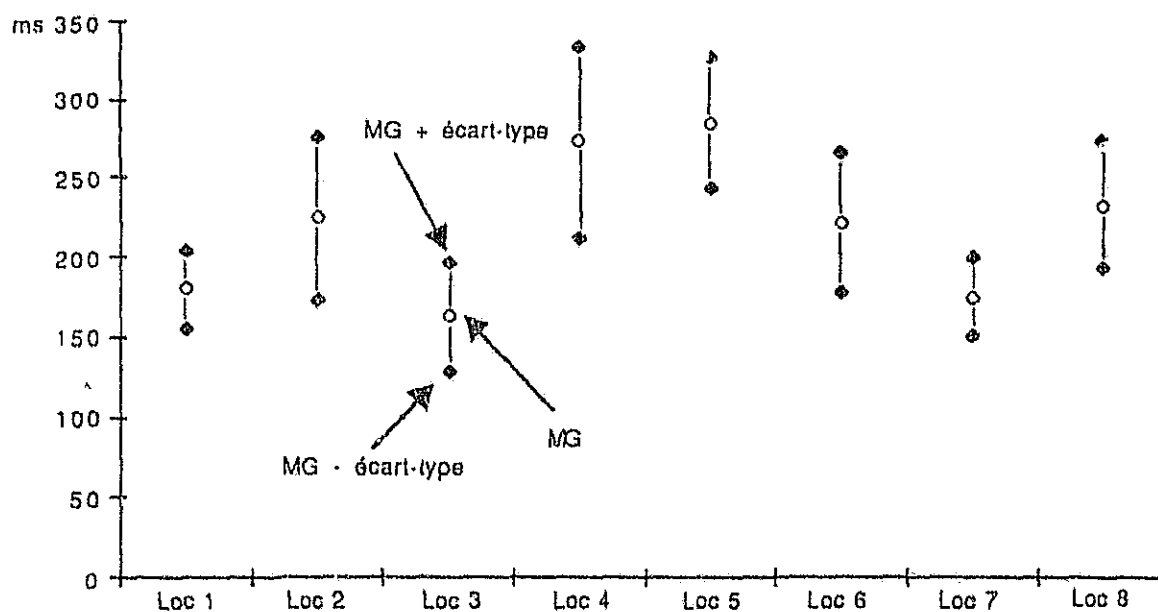


FIGURE III.15 - Moyennes générales individuelles en fonction de l'écart-type

A noter que la variation inter-locuteurs est significative puisque le rapport entre la MG la plus élevée des voyelles longues : 285 ms (loc 5), et la MG la plus réduite : 163 ms (loc 3), est de 1,7. Les valeurs de l'écart-type, qui varient de 21 à 61, reflètent bien la variation plus ou moins importante des valeurs minimales et maximales chez certains locuteurs, relativement à la MGI.

## b. Valeurs minimales et maximales

En ce qui concerne les voyelles longues, les valeurs maximales sont comprises entre 228 ms (Loc 1) et 428 ms (Loc 4), soit un rapport inter-locuteurs relativement important de 1,8. Le rapport entre la valeur minimale la plus réduite (89 ms, loc 3) et la plus importante (193 ms, loc 5) est encore plus élevé puisqu'il est de 2,1. Pour ce qui est des variations individuelles, les rapports intra-locuteur sont compris entre 1,8 (loc 7) et 3 (loc 2), avec deux types de comportements : des locuteurs dont le rapport entre la valeur maximale et la valeur minimale est le plus élevé - tel est le cas des locuteurs 6, 4, 3, 2, dont le rapport Max/Min est compris entre 2,6 et 3 ; et un autre groupe de locuteurs (loc 1, 5, 7, 8) dont le rapport entre la valeur maximale et la valeur minimale est compris entre 1,8 et 2,3.

	LOC 1	LOC 2	LOC 3	LOC 4	LOC 5	LOC 6	LOC 7	LOC 8
MAX	228 ms	382 ms	235 ms	428 ms	395 ms	367 ms	235 ms	329 ms
MIN	98 ms	121 ms	89 ms	148 ms	193 ms	142 ms	129 ms	148 ms
RAPPORT	2,3	3	2,6	2,9	2	2,6	1,8	2,2

TABLEAU 15 - Mesures de durée individuelles maximales et minimales des voyelles longues

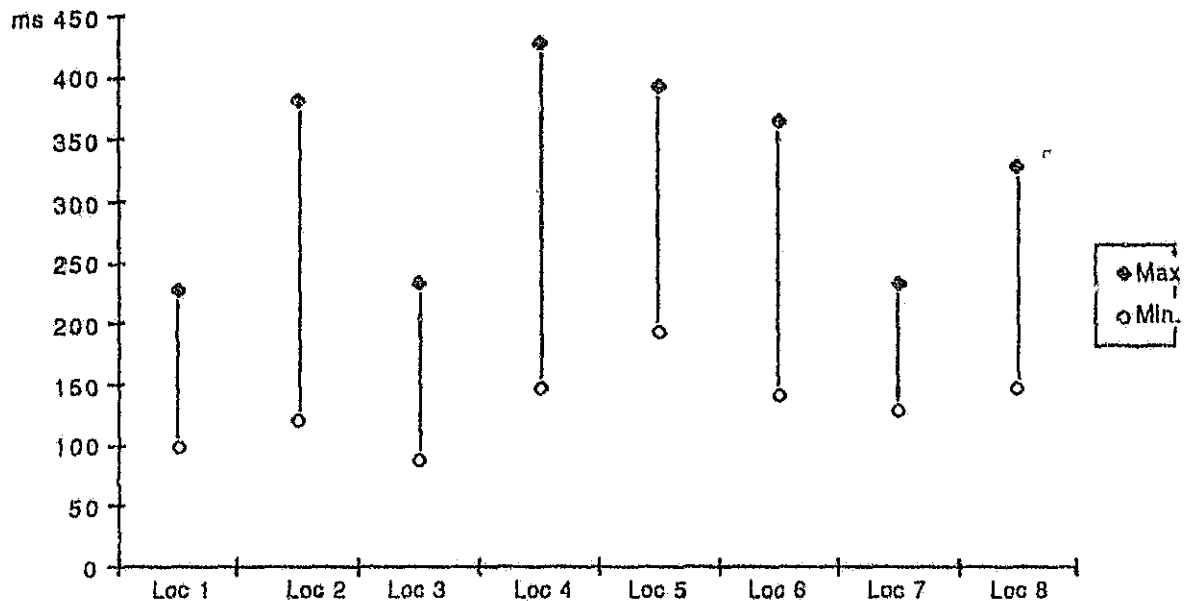


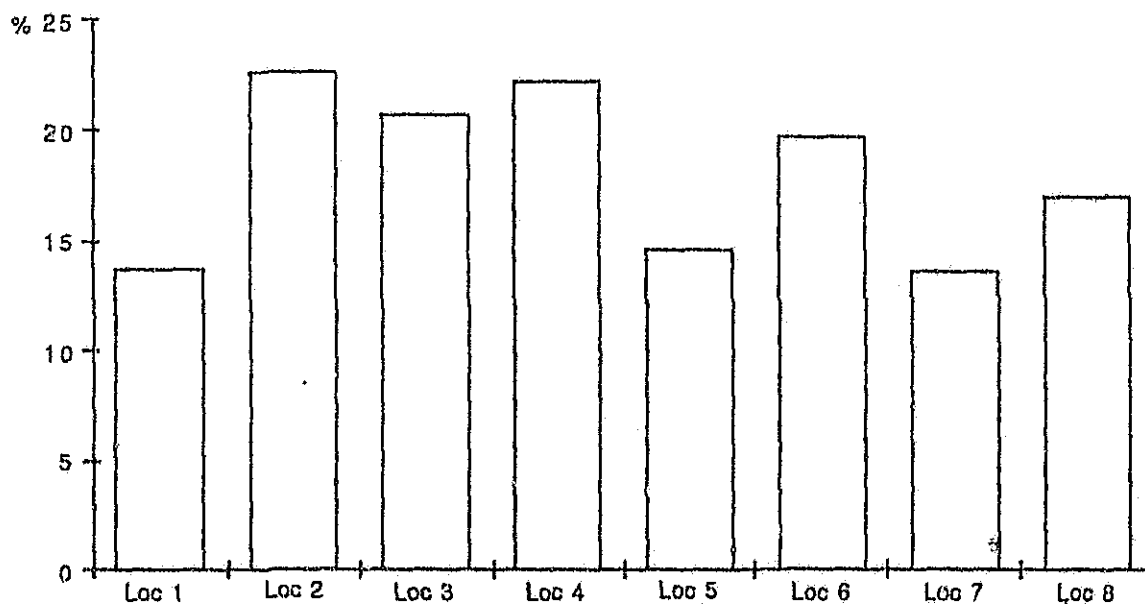
FIGURE III.16 - Valeurs minimales et maximales individuelles ; voyelles longues

La zone de recouvrement des valeurs s'étend de 193 ms à 228 ms. C'est une zone assez réduite de laquelle sont exclues les MGI de la majorité des locuteurs (Loc 1, 3, 4, 5, 7, 8); nous sommes plutôt tentée d'effectuer une classification des locuteurs en deux catégories :

- une première catégorie de locuteurs dont la dispersion des valeurs est assez réduite (Loc 1, 3 et 7) ; dans ce cas la zone commune de dispersion des valeurs s'étend de 129 ms à 235 ms, et inclut les MGI de ces trois sujets ;
- une deuxième catégorie de sujets dont la dispersion des valeurs est nettement plus importante (Loc 2, 4, 5, 6 et 8) ; dans ce cas, la zone commune de dispersion s'étend de 193 ms à 329 ms, et inclut les MGI des locuteurs 2, 4, 5, 6 et 8 ( et pas celles des locuteurs appartenant à la catégorie citée ci-dessus).

### c. Taux de dispersion

Comme les résultats exposés ci-dessus permettaient de le prévoir, les taux de dispersion révèlent deux types de comportements : la figure III.17 montre bien qu'il existe des sujets dont le taux de dispersion est relativement faible (Loc 1, 5 et 7) par rapport à celui - relativement élevé - des locuteurs 2, 3, 4, 6 et 8. Une comparaison des taux de dispersion des valeurs autour de la moyenne générale met en évidence l'absence de corrélation entre la valeur brute de la MGI et l'importance du taux de dispersion autour de cette moyenne. Comme nous l'avons indiqué précédemment, les influences contextuelles et/ou individuelles sous-jacentes au taux de dispersion inter- et intra-locuteurs seront étudiées ultérieurement. Nous pouvons d'ores et déjà prévoir qu'il existe vraisemblablement des degrés de résistivité au contexte différents chez l'ensemble des locuteurs.



**FIGURE III.17 - Pourcentage de dispersion individuelle des mesures (taux calculé en fonction de la MG)**

### III.2.3.3.3. Résultats comparatifs de l'analyse descriptive globale

#### a. Moyennes générales VL / VB

Avant de procéder à une analyse détaillée du rapport VL/VB par paires minimales, il est intéressant d'avoir une vue globale sur la relation entre voyelle longue et voyelle brève chez l'ensemble des sujets. Inutile d'insister sur le fait qu'il existe bien une différence significative entre voyelles longues et voyelles brèves chez les huit locuteurs ; les rapports VL/VB, tous significatifs, sont assez variables et sont compris entre 1,6 (Loc 3, 6, 7) et 2,6 (Loc 4). Il est intéressant de noter que les MGI de la voyelle brève ne sont pas très éloignées d'un sujet à l'autre comparativement aux MGI de la voyelle longue qui peuvent être beaucoup plus variables. La plus grande variabilité des valeurs se rapportant aux voyelles longues a évidemment une influence significative sur le rapport VL/VB puisque celui-ci semble augmenter proportionnellement à la durée de la MGI de la voyelle longue chez chaque sujet (figure III.18).



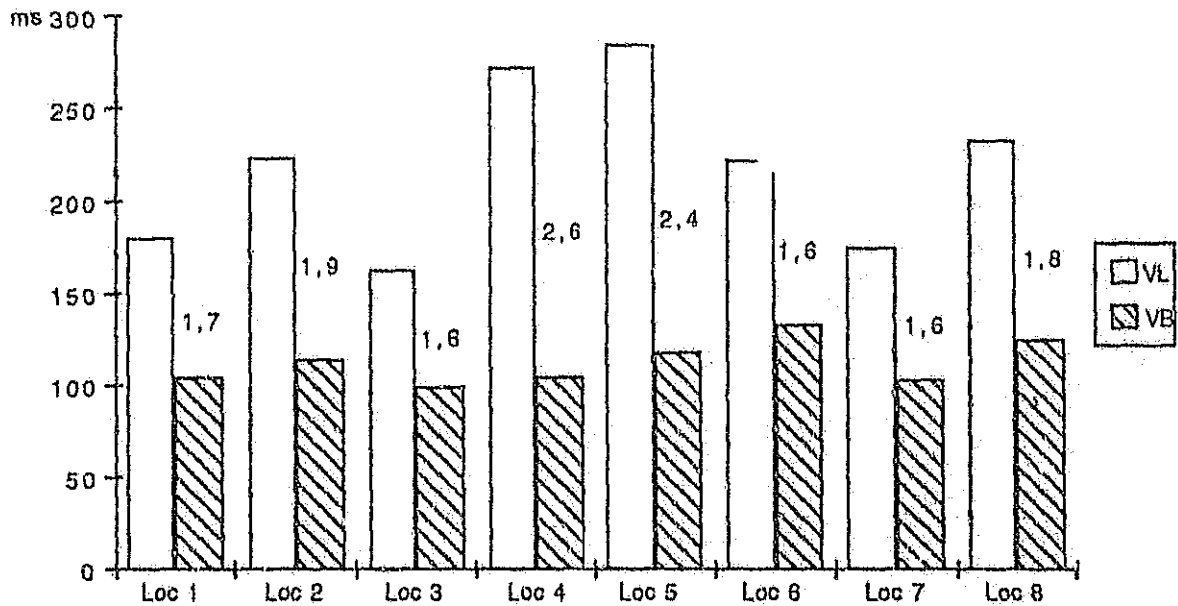


Figure III.18 - Moyennes générales individuelles comparatives des voyelles longues et brèves. Le chiffre qui se trouve au-dessus des colonnes correspondant aux voyelles brèves représente le rapport de la moyenne générale de VL / le rapport de la moyenne générale de VB

	LOC 1	LOC 2	LOC 3	LOC 4	LOC 5	LOC 6	LOC 7	LOC 8
MG LG	180 ms	224 ms	163 ms	273 ms	285 ms	222 ms	175 ms	233 ms
MG BR	105 ms	114 ms	99 ms	105 ms	118 ms	133 ms	104 ms	125 ms
LG/BR	1,7	1,9	1,6	2,6	2,4	1,6	1,6	1,8

TABLEAU 16 - Moyennes Générales Individuelles - Voyelle longue et voyelle brève

b. Valeurs minimales et maximales et taux de dispersion

Les rapports interindividuels entre la valeur maximale et la valeur minimale varient de 2,1 à 2,9 pour les voyelles brèves, de 1,8 à 3 pour les voyelles longues. C'est dire que globalement, la variation des mesures de durée autour de la moyenne générale est comparable quelle que soit la quantité phonologique de la voyelle (tableau 17), le rapport MAX/MIN n'étant pas moins important dans le cas des voyelles brèves par rapport aux voyelles longues. Mais les différences se situent plutôt au niveau du comportement individuel. En effet, certains sujets possèdent un rapport Max/Min quasi-identique dans le cas de la voyelle longue et de la voyelle brève, comme c'est le cas pour les locuteurs 8 (respectivement 2,2 et 2,3), 4 (2,9 et 2,8), 5 (2 et 2,2) ; il n'en est pas de même pour tous : ce rapport est très légèrement différent chez les locuteurs 1, 2, 3, 6, 7. Mais les comportements de ces 5 locuteurs ne sont pas identiques : en effet, chez les locuteurs 1, 6 et 7, le rapport MAX/MIN est plus important dans le cas de la voyelle brève, tandis que chez les locuteurs 2 et 3, la relation est inversée puisque le rapport MAX/MIN est plus important dans le cas de la voyelle longue. On est en droit de s'interroger notamment sur l'existence de degrés d'influence contextuelle variables selon le locuteur en fonction de la qualité phonologique de durée de la voyelle.

	LOC 1	LOC 2	LOC 3	LOC 4	LOC 5	LOC 6	LOC 7	LOC 8
MAX/MIN VB	2,7	2,5	2,1	2,8	2,2	2,9	2,2	2,3
MAX/MIN VL	2,3	3	2,6	2,9	2	2,6	1,8	2,2

TABLEAU 17 - Rapports comparatifs individuels  
Valeur Maximale/Valeur Minimale - Voyelles longues et Voyelles brèves

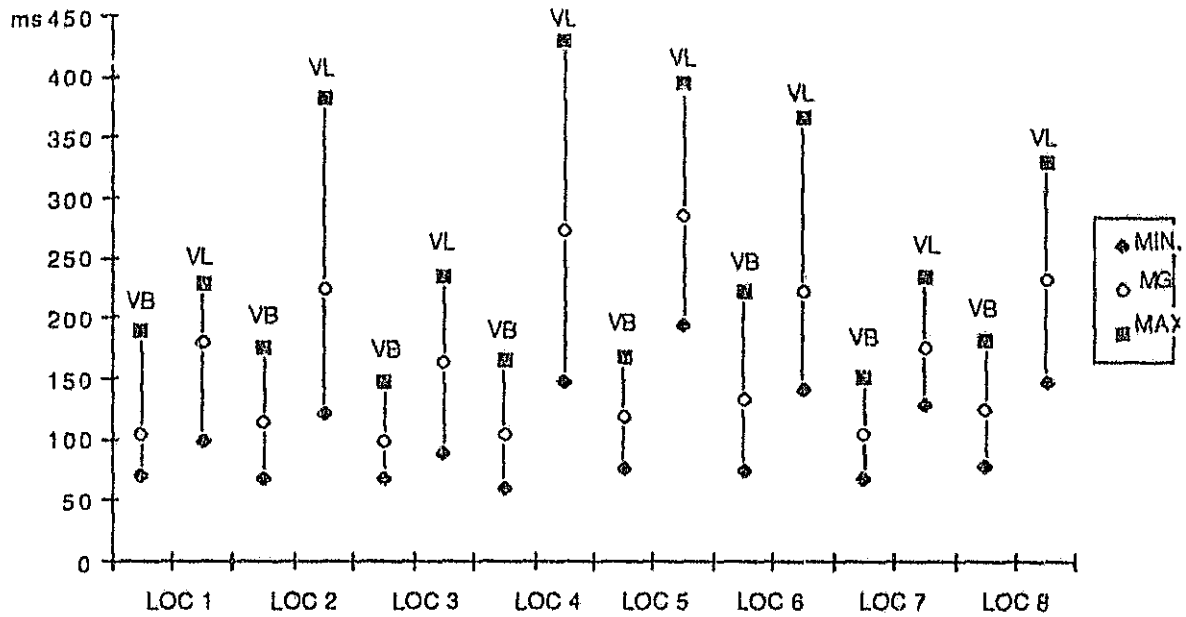
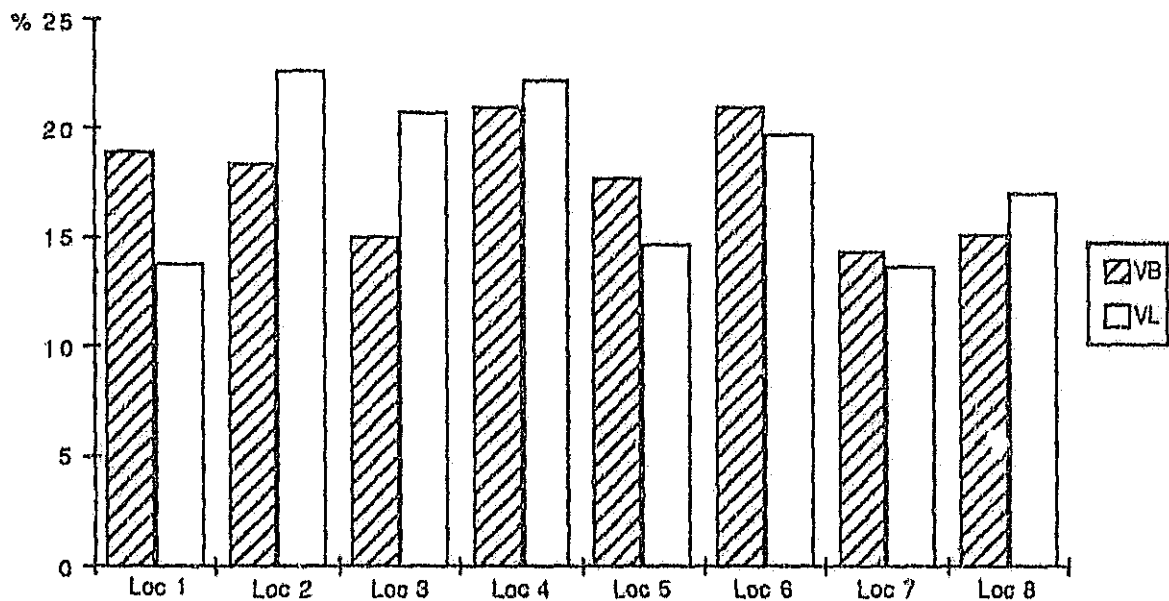


FIGURE III.19 - Dispersion comparative des valeurs maximales et minimales autour de la moyenne générale - voyelles longues et voyelles brèves

Une approche comparative de la zone de dispersion des voyelles longues et des voyelles brèves montre que dans le premier cas, il est impossible de dégager un espace important qui soit commun à l'ensemble des locuteurs et dans lequel seraient incluses les différentes MGI ; on se dirigerait plutôt vers une répartition des sujets en deux catégories de manière à avoir deux zones de dispersion légèrement décalées l'une par rapport à l'autre mais chacune incluant les MGI des locuteurs qui en font partie. Nous ne retrouvons pas ce comportement dans le cas de la voyelle brève puisqu'il est possible de dégager une zone de dispersion commune dans laquelle sont incluses les MGI des locuteurs.

Comparons maintenant l'espace de dispersion des voyelles longues et des voyelles brèves en fonction des maxima et minima individuels. Il est remarquable de noter dans un premier temps qu'il existe des zones d'interférence non négligeables entre VL et VB chez les mêmes locuteurs ; cet espace commun est étonnamment important chez les locuteurs 1 et 3 puisque la zone de dispersion des voyelles brèves correspond pour une grande partie à celle des voyelles longues chez ces sujets ; seules les moyennes générales et le rapport entre ces moyennes permettent de différencier entre voyelles longues et voyelles brèves. Il serait intéressant de vérifier ultérieurement si ces interférences ont lieu dans le même contexte (dans

le cadre de paires minimales par exemple), mais d'ores et déjà nous sommes en droit de nous interroger quant aux critères utilisés par ces sujets en vue de la différenciation quantitative des voyelles longues et brèves. Chez les locuteurs 6, 2, 4, 7 et 8, cet espace commun aux voyelles longues et brèves existe et est assez important, mais ce qui est caractéristique dans ce cas c'est que la MGI de la voyelle brève est extérieure au champ de dispersion de la voyelle longue, contrairement aux sujets 1 et 3 chez lesquels la MGI concernant la voyelle brève est incluse dans l'espace de dispersion de la voyelle longue. Enfin chez le locuteur 5, il n'existe aucune zone de dispersion commune aux voyelles longues et aux voyelles brèves.



**FIGURE III.20 - Taux de dispersion individuels comparatifs - voyelle brève et voyelle longue. A noter qu'il existe deux catégories comportementales différentes : des locuteurs chez lesquels le taux de dispersion dans le cadre de VL est plus important que dans le cadre de VB, et inversement des sujets dont c'est le taux de dispersion dans le cadre de VB qui est le plus important.**

### III.2.3.4. ANALYSE PAR PAIRES MINIMALES

#### III.2.3.4.1. Le corpus

Notre étude porte sur un corpus<sup>11</sup> de 40 paires minimales signifiantes en arabe standard, de structure syllabique CVC, réparties en listes donc isolées de tout contexte, lues par les mêmes huit locuteurs qui ont été sélectionnés précédemment. Ces mots sont évidemment extraits du corpus général décrit dans le paragraphe III.2.3.2.1. Le corpus est constitué de l'ensemble des phonèmes vocaliques et consonantiques de l'arabe standard. Le tableau 18 représente les fréquences d'occurrence des différents phonèmes dans ce corpus :

<b>OCCLUSIVES</b>		<b>CONSTRUCTIVES</b>	
54		106	
sourdes	sonores	sourdes	sonores
16	38	42	64

**TABLEAU 18 - Fréquence d'occurrence des phonèmes consonantiques dans le corpus**

Les consonnes sonores sont majoritaires dans notre corpus ; nous pouvons en compter au total 102 (en position initiale et finale dans la syllabe) pour 58 consonnes sourdes (en position initiale et finale dans la syllabe).

Pour ce qui est des voyelles, leur répartition dans le corpus se fait de la façon suivante :

- les voyelles longues sont au nombre de 40, et sont transcrites [a:], [u:], [i:] ;
- les voyelles brèves sont au nombre de 40 et sont transcrites [a], [u], [i].

Les contraintes d'utilisation de paires minimales signifiantes en arabe standard font que les voyelles ouvertes [a:] et [a] sont majoritaires dans notre corpus et nous en tiendrons compte dans l'interprétation des résultats.

---

<sup>11</sup> Annexe 5.

## III.2.3.4. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Les mesures de durée des voyelles longues et brèves comprises dans le corpus de paires minimales, ainsi que les rapports individuels VL/VB, calculés pour chaque paire, figurent dans le tableau 19.

TABLEAU 19 - Mesures de durée des voyelles longues et brèves dans le cadre des paires minimales - Rapports VL/VB dans chaque paire et pour l'ensemble des locuteurs

	LOCUTEUR 1		LOCUTEUR 2		LOCUTEUR 3		LOCUTEUR 4		LOCUTEUR 5		LOCUTEUR 6		LOCUTEUR 7		LOCUTEUR 8				
	VL	VB	VL	VB	VL	VB	VL	VB	VL	VB	VL	VB	VL	VB	VL	VB			
teb - lab	184	1,7	189	2,2	179	1,7	103	2,2	87	2,95	115	1,93	107	1,8	159	1,7	93	1,89	101
kef - kaf	209	1,8	232	1,9	128	1,5	104	3,9	112	2,82	160	1,93	139	1,4	162	1,6	103	2,85	129
qer - qar	145	1,4	166	2	98	0,8	112	1,89	115	1,93	132	1,96	115	1,7	129	1,2	109	1,53	123
qer - qar	171	1,7	160	1,7	131	2,3	98	3,54	101	3,07	100	1,99	96	2	164	1,9	85	2,50	114
den - dan	180	1	180	2,7	148	1,1	215	2	109	2,8	126	2,87	162	1,6	195	1,4	135	2,51	134
des - das	175	1	170	2,1	114	1	276	2,7	103	3,06	148	2,64	214	1,2	190	2	96	3,81	148
der - dar	209	1,2	209	1,9	145	2,2	100	2,9	120	2,5	151	3,23	167	1,9	225	1,8	123	2,91	160
des - das	175	1,7	160	2	142	1,4	118	1,7	130	3,1	107	276	165	1,7	235	1,9	136	2,51	118
qer - qar	198	1,9	206	2,2	185	1,8	101	2,55	115	279	132	185	180	1,9	182	1,8	101	2,57	118
fak - fak	176	1,7	160	1,7	85	1,5	201	2,1	95	2,6	104	198	92	2,2	192	1,9	101	2,63	135
fer - fer	167	2,1	273	2,6	106	1,4	96	2,15	101	3,03	104	171	125	1,4	165	2	82	2,09	107
ser - ser	209	2	163	2	167	2	49	3,46	148	2,3	114	192	103	1,9	203	2	101	2,39	126
xer - xer	195	2,4	251	2,4	82	2,4	200	2,2	89	3,85	95	246	154	1,6	209	1,8	114	2,61	128

θυμν - θυμν	96	153	87	126	109	175	101	207	148	150	96	145	106	159	129
	2,1		1,8		1,3		1,7		1,4		1,6		1,4		1,2
σιμν - σιμν	96	182	92	156	92	317	60	325	5-	235	101	195	98	204	123
	1,7		2		1,7		5		3,5		2,1		1,8		1,7
κας - κας	100	387	125	139	89	268	121	251	2	214	156	157	103	257	128
	1,7		2,2		1,6		2,2		2		1,7		1,5		2
σελ - σελ	95	317	120	146	98	267	110	296	114	210	134	192	186	260	168
	2,1		1,8		1,5		2,4		2,4		1,6		1,8		1,5
φαλ - φαλ	91	217	142	187	79	223	95	293	176	184	134	131	104	203	131
	1,8		1,5		2,4		2,1		2,1		1,4		1,7		1,5
χαλ - χαλ	95	360	120	120	98	189	81	209	121	176	160	129	106	150	140
	1,5		2,2		1,2		2,1		1,7		1,1		1,2		1,1
χαλ - χαλ	101	407	115	114	89	178	95	250	114	154	125	135	96	228	96
	1,6		2,7		1,1		1,9		2,2		1,2		1,4		2,4
φαλ - φαλ	117	320	179	210	96	265	104	334	137	214	160	192	98	306	134
	1,7		2,1		2,2		2,5		2,4		1,5		2		2,1
κωλ - κωλ	112	418	112	201	104	359	109	325	126	207	143	181	112	284	142
	1,8		2,2		1,9		3,1		2,6		1,4		1,6		2
λαλ - λαλ	100	362	101	113	104	260	107	287	106	146	145	159	82	184	83
	1,8		1,6		1,1		1,4		2,7		1		1,9		2,2
γαλ - γαλ	98	160	95	187	79	418	142	265	106	210	107	182	85	271	135
	1,7		1,7		2,4		2,9		2,5		1,2		2,1		2
ζιλγ - ζιλγ	93	137	98	131	106	275	76	226	104	207	126	171	95	190	107
	1,5		1,4		1,4		3,6		2,2		1,6		1,8		1,8
ιαρδ - ιαρδ	114	309	126	156	118	276	114	271	146	223	120	176	100	270	130
	1,8		1,7		1,3		2,4		1,9		1,9		1,8		2,2
γαρδ - γαρδ	106	193	105	196	106	387	120	295	110	190	118	162	84	367	98
	2,2		1,9		1,8		3,2		2,7		1,6		1,9		2,7

sıd - sıd	165 1,4	117	218 2,6	84	173 1,7	103	270 2,8	95	323 3	107	151 1,3	120	171 1,8	93	200 1,6	125
şıd - şıd	171 1,4	126	176 1,9	95	109 1,2	93	257 2,9	89	235 2,7	87	296 2,1	143	195 2	100	195 1,3	133
yan - yan	200 2,4	84	221 1,9	118	184 1,8	101	237 2,1	114	225 2,5	131	250 1,4	176	187 1,6	117	232 1,9	123
zun - zun	220 1,6	139	167 1,6	106	126 1,2	103	198 1,8	110	251 2,2	126	307 2,4	153	187 1,6	120	279 1,8	151
lim - lim	154 1,6	98	171 1,9	106	139 1,5	95	218 2	110	290 3,6	81	198 2,1	96	176 1,5	117	201 2,1	95
şaf - şaf	191 1,5	125	268 1,9	140	150 1,8	84	320 2,4	131	307 2,7	114	243 2,1	118	159 1,4	114	260 2,4	110
rax - rax	150 1,9	98	246 1,4	150	167 1,9	90	225 2	112	281 1,7	162	235 1,8	151	154 1,4	114	246 1,9	132
yaş - yaş	199 1,4	114	239 1,4	118	171 2,1	84	315 2,7	117	294 2,1	135	167 1,5	112	181 2,1	87	282 2,1	137
laş - laş	205 1,8	118	265 1,7	154	165 1,4	121	307 1,9	165	368 3,2	162	351 2,7	129	207 1,7	120	178 1,6	114
laş - laş	210 1,8	115	248 1,6	156	151 1,5	104	232 2,1	110	303 2,2	137	259 1,6	160	165 1,6	101	250 1,9	134
şar - şar	225 1,5	148	246 2	125	225 1,6	139	276 2,8	100	375 2,4	159	332 1,7	195	223 1,8	125	267 1,7	160
yar - yar	204 1,9	110	295 3,2	93	201 1,7	121	303 2,9	103	332 2,1	154	205 2,5	164	179 2	89	282 2,1	137
yul - yul	181 1,8	104	262 1,7	154	201 2,3	89	217 2	107	345 3,3	103	214 1,1	195	170 1,4	121	184 1,7	109



Dans l'ensemble, et comme nous pouvons le voir à l'observation des figures III.21 à III.28, un élément commun à l'ensemble des locuteurs est l'existence d'une certaine irrégularité dans les rapports VL/VB, plus ou moins importante selon le locuteur. En effet, chez aucun sujet nous ne pouvons trouver un rapport unique majoritairement fréquent. Il existe plutôt des tendances qui différencient les sujets et qui permettent de les classer dans différentes catégories. Le premier critère de classification que nous avons choisi de retenir est la *tendance dominante individuelle*. Il existe en effet des zones dans lesquelles les rapports VL/VB sont plus ou moins concentrés, et ces zones sont variables selon le locuteur ; c'est à l'intérieur de ces zones que nous trouvons chez certains locuteurs des fréquences de concentration importantes de certains rapports.

Chez le locuteur 1, il existe une grande fréquence d'occurrence des rapports 1,7 - 1,8, avec peu de rapports très élevés c'est-à-dire supérieurs à 2 ; chez le locuteur 2, il y a une répartition homogène entre les rapports 1,7 et 2,2, avec une fréquence d'occurrence sensiblement plus élevée concernant les rapports 1,7 et 1,8 ; pour ce qui est du locuteur 3, une concentration légèrement plus grande dans la zone 1,2 - 1,5 c'est-à-dire des rapports relativement réduits avec toutefois une distribution presque également équilibrée entre 1,7 et 2,4 d'où cette impression d'irrégularité des rapports ; chez le locuteur 4 nous nous trouvons face à une grande fréquence d'occurrence du rapport 2,2 et une répartition globale entre 2 et 3, et de rares rapports plus réduits c'est-à-dire inférieurs à 2 ; chez le locuteur 5, une grande fréquence d'occurrence du rapport 2,2, mais aussi une répartition non négligeable entre 2,1 - 2,3 et 2,6 - 3, et relativement peu de rapports réduits ; chez le locuteur 6 nous retrouvons à nouveau une répartition non négligeable entre 1,2 et 1,7, mais également une fréquence d'occurrence importante du rapport 2,1, et presque pas de rapports très élevés ; chez le locuteur 7 nous il existe une fréquence d'occurrence majoritaire du rapport 1,8 et à un moindre degré du rapport 2, mais les rapports sont également répartis entre 1,4 et 2 ; enfin chez le locuteur 8, la répartition des rapports recouvre 1,7-2,2 avec une fréquence d'occurrence majoritaire des rapports 1,9 - 2.

En résumé, en fonction de ce critère de description, il existe trois catégories de locuteurs :  
 1- une première catégorie de locuteurs chez lesquels il existe une distribution importante - même si elle n'est pas dominante - sur les rapports peu élevés c'est-à-dire inférieurs à 1,6 ; tel est le cas des locuteurs 3, 6 et, à un moindre degré, du locuteur 7 ;

2 - une deuxième catégorie de locuteurs chez lesquels cette distribution importante s'effectue sur les rapports élevés c'est-à-dire supérieurs à 2 : tel est le cas des locuteurs 4, 5 et, à un moindre degré, 8 ;

3 - enfin chez les locuteurs 1 et 2, ce sont les rapports intermédiaires qui sont favorisés, c'est-à-dire ceux qui sont compris entre 1,7 et 2.

Parallèlement à l'existence de ces zones privilégiées chez chacun des sujets, certaines zones - concernant soit les rapports très élevés ou au contraire les rapports plutôt réduits - ne sont pas ou sont très rarement recouvertes par certains locuteurs : pour ce qui est des zones à rapports réduits, c'est-à-dire comprenant des rapports inférieurs à 1,5, c'est le cas des locuteurs 1, 2, 4 et 5 ; en ce qui concerne les zones à rapports élevés, c'est-à-dire supérieurs à 2,5, c'est le cas des locuteurs 1, 3, 6, 7 et 8. Les figures suivantes permettent de visualiser d'une manière pertinente la variation des rapports locuteur par locuteur.

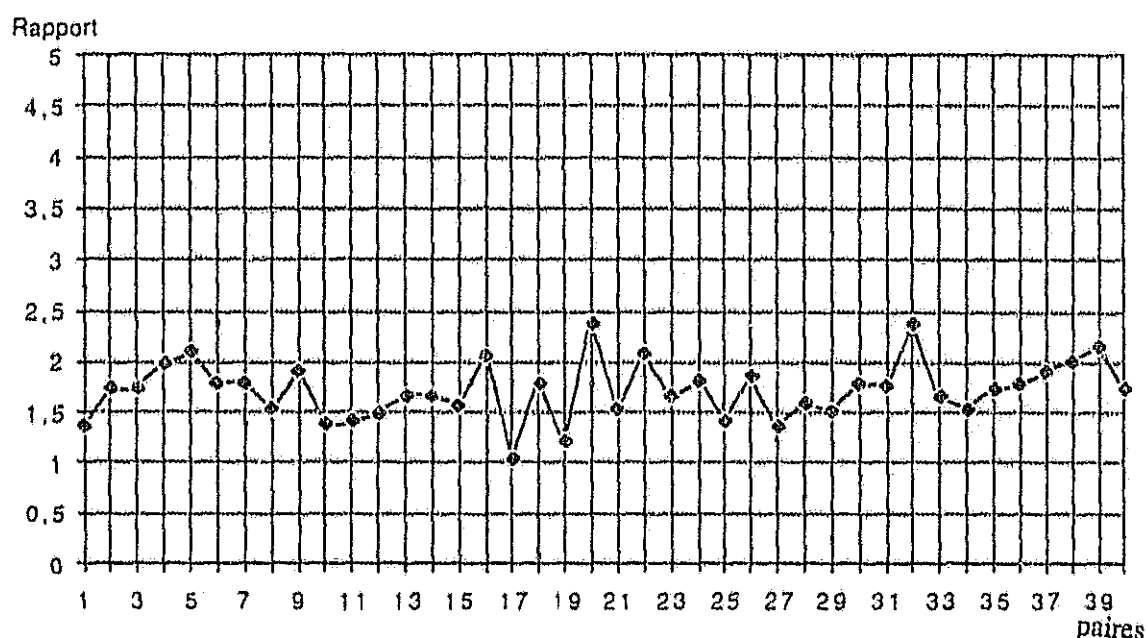


FIGURE III.21 - Rapport VL/VB dans le cadre des paires minimales -  
Locuteur 1

*On constate une grande concentration dans la zone 1,4 - 1,8, mais malgré quelques variations sur les paires 20, 32 ou 39 par exemple, on peut noter une certaine régularité d'ensemble*

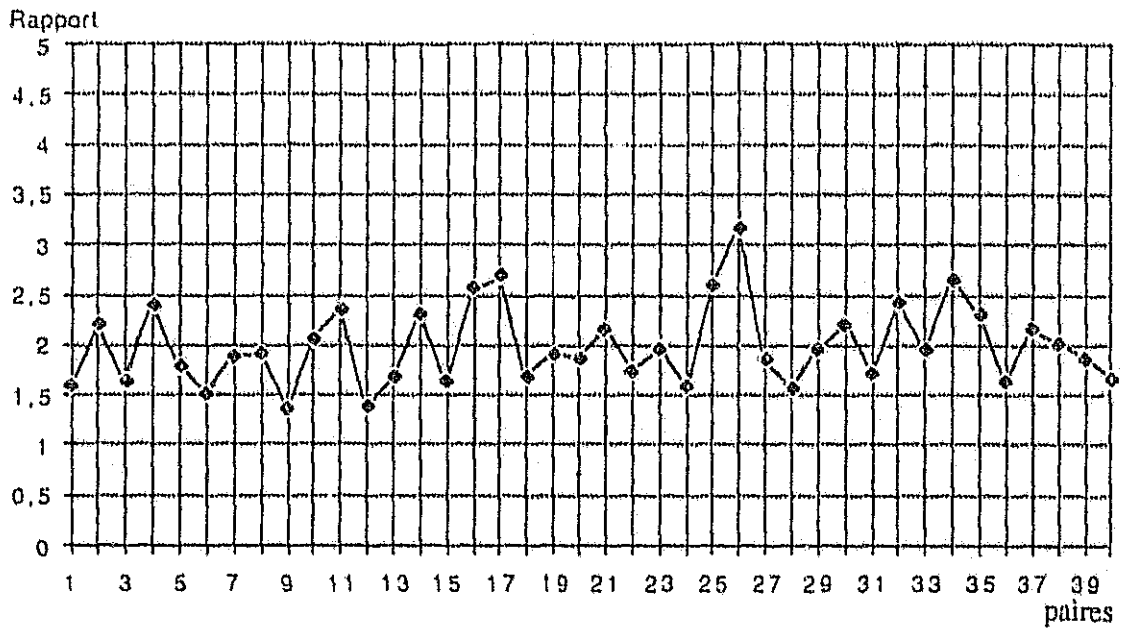


FIGURE III.22 - Rapport VL/VB dans le cadre des paires minimales -  
Locuteur 2

*La plus forte concentration se trouve dans la zone 1,5 - 2 mais on note  
une certaine irrégularité avec des rapports excessif (paires 25, 27, 16, 34)*

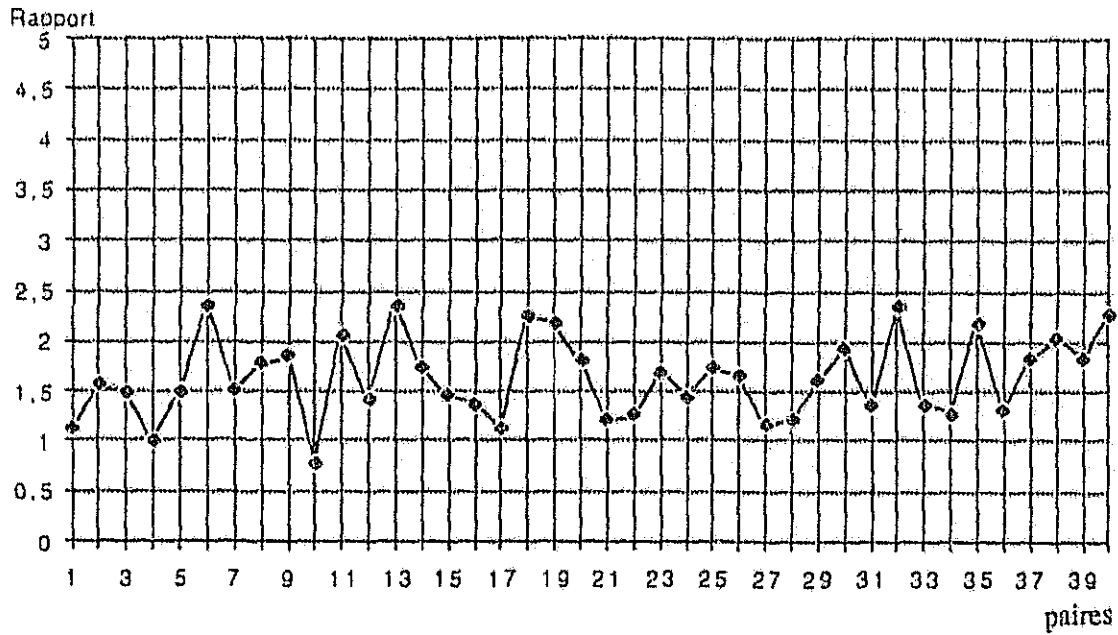


FIGURE III.23 - Rapport VL/VB dans le cadre des paires minimales -  
Locuteur 3

*On observe une certaine concentration entre 1,2 et 1,5 ; grande irrégularité des rapports*

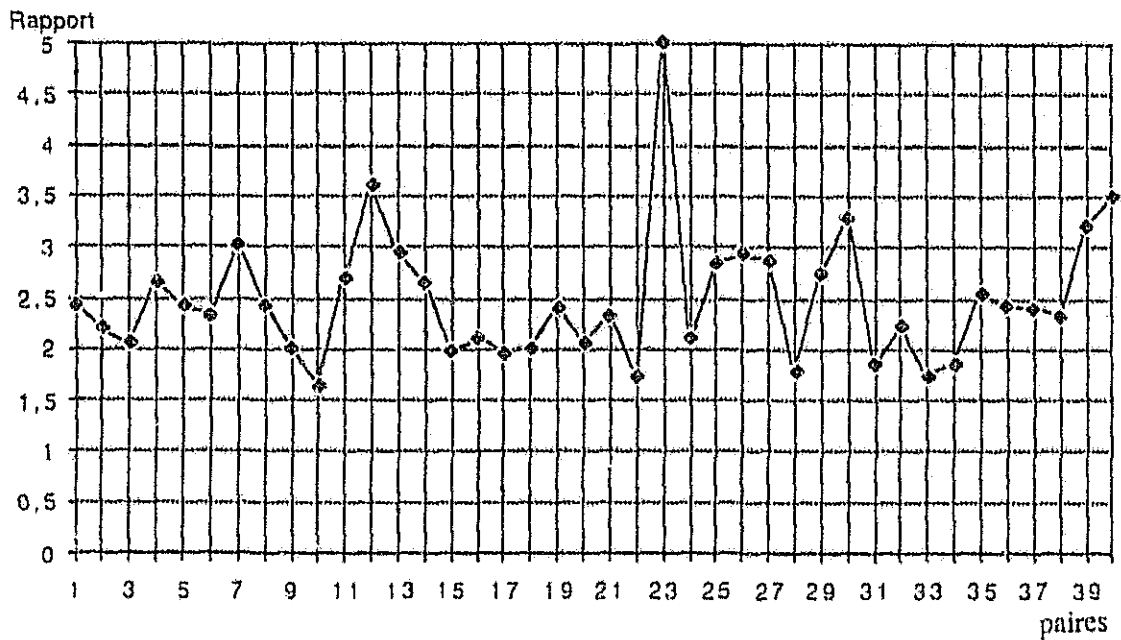


FIGURE III.24 - Rapport VL/VB dans le cadre des paires minimales -  
Locuteur 4

*On remarque une grande concentration entre 2 et 2,5 mais une grande irrégularité avec des rapports excessifs qui semblent incompréhensibles (paires 12, 23 et 40)*

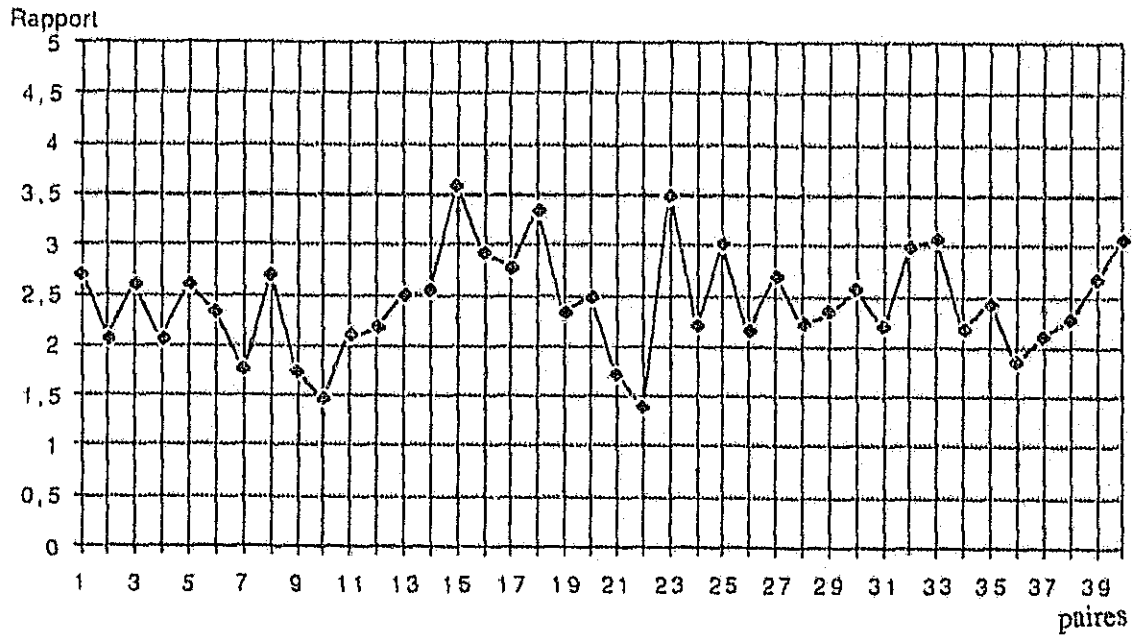


FIGURE III.25 - Rapport VL/VB dans le cadre des paires minimales -  
Locuteur 5

*Il existe une très grande irrégularité mais on observe tout de même  
l'existence de rapports dominants entre 2 et 2,5*

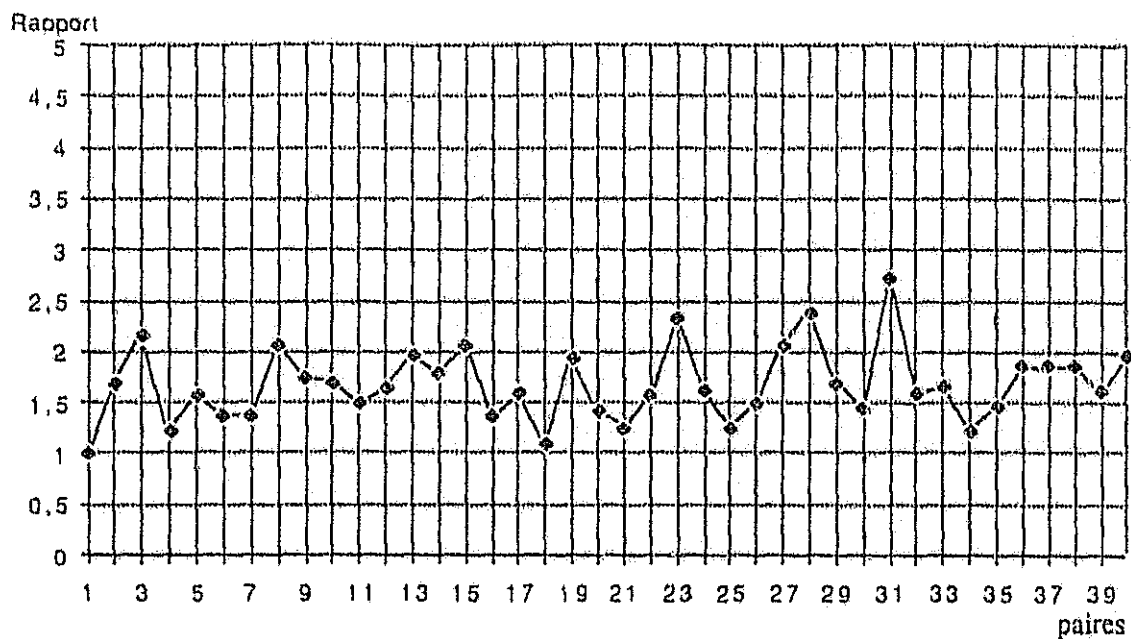


FIGURE III.26 - Rapport VL/VB dans le cadre des paires minimales -  
 Locuteur 6  
*Il existe une grande dominante entre 1,5 et 2 mais aussi une certaine irrégularité globale*

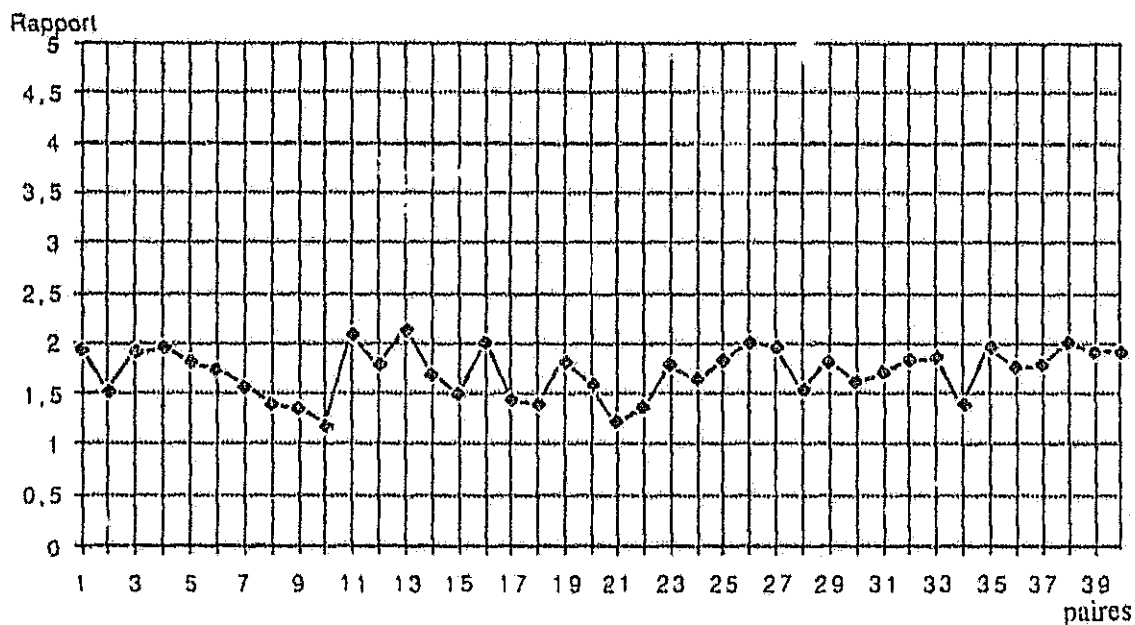


FIGURE III.27 - Rapport VL/VB dans le cadre des paires minimales -  
 Locuteur 7

*Il ne semble pas y avoir de valeurs excessivement importantes, on note une certaine homogénéité dans les résultats, avec une dominante 1,5 - 1,8*

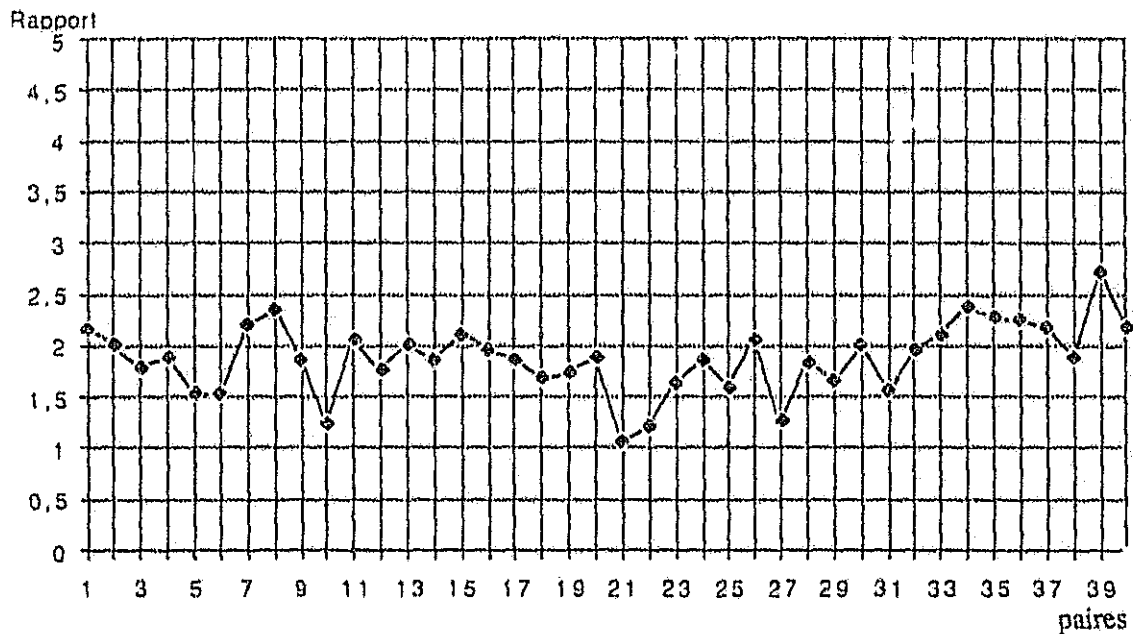


FIGURE III.28 - Rapport VL/VB dans le cadre des paires minimales -  
 Locuteur 8  
*On observe une certaine irrégularité globale avec cependant une dominante  
 dans la zone 1,8 - 2,2*

Le deuxième critère de description des différents comportements individuels est la moyenne individuelle des rapports VL/VB, et la fourchette de dispersion des valeurs autour de cette moyenne, qui peut être exprimée soit par les valeurs maximales et minimales des rapports individuels (figure III.29), soit par l'écart-type (figures III.30 et III.31). La figure III.30 permet de visualiser la variabilité du rapport VL/VB, qui est assez importante chez les locuteurs 4 et 5, moyenne pour les locuteurs 2, 3 et 6, et relativement faible pour les locuteurs 1, 7 et 8 ; cela signifie qu'il y a moins de dispersion des valeurs chez ces trois derniers locuteurs ; *cela ne signifie pas nécessairement en revanche que ces derniers locuteurs ont un contrôle plus important de leur espace temporel vocalique, simplement que la construction de cet espace est différente, et que ces locuteurs n'ont pas besoin de rapports très distincts les uns des autres pour construire cet espace temporel vocalique.* On peut classer les locuteurs en deux catégories : ceux qui ont un rapport VL/VB relativement bas c'est-à-dire de l'ordre de 1,7-1,8 : c'est le cas des locuteurs 1, 3, 6 et 7 ; les locuteurs 2 et 8 ont un rapport moyen à peine plus élevé : 1,9 ; quant aux locuteurs 4 et 5, ils possèdent les rapports moyens VL/VB les plus élevés :

respectivement 2,5 et 2,4. Quant à la variabilité de l'écart-type (figure III.31) la représentation paire par paire tous locuteurs confondus est très intéressante et révélatrice de la hiérarchisation de l'influence individuelle sur la variation temporelle plutôt que de l'influence contextuelle ; en effet cette figure montre bien que quelle que soit la paire minimale, la variation du rapport VL/VB est importante dans la grande majorité des cas chez les différents locuteurs, et qu'il ne faut pas chercher la stabilité - du moins pas seulement - de la construction de l'espace temporel à travers les influences contextuelles mais surtout à travers le fonctionnement interne du sujet.

A noter également les différents comportements des locuteurs dans le cas de la dispersion des rapports : l'échelle de dispersion est très réduite pour les locuteurs 1 et 7, moyennement pour les locuteurs 3, 2, 6 et 8, et elle est relativement élevée pour les locuteurs 4 et 5, c'est-à-dire ceux qui possèdent les rapports moyens les plus importants. Nous relevons une zone commune à l'ensemble des locuteurs : 1,6 - 2,1, et à l'intérieur de cette zone, nous pouvons dégager trois rapports dont la fréquence d'occurrence est également majoritaire tous locuteurs confondus et toutes paires minimales confondues : 1,7, 1,8 et 2. Les rapports VL/VB = 1,7, 1,8, 1,9 et 2 sont prédominants si l'on effectue une approche différente de nos résultats, à savoir (figure III.32) si l'on calcule la moyenne des rapports VL/VB paire minimale par paire minimale tous locuteurs confondus. En neutralisant en quelque sorte le facteur individuel, on se rend compte beaucoup plus nettement qu'auparavant qu'il existe une concentration très importante sur les rapports 1,7 - 2. Ce résultat est confirmé, comme cela est représenté dans les figures 13 et 14, si l'on calcule les fréquences d'occurrence des rapports VL/VB pour tout le corpus et tous les locuteurs : à partir du moment où on neutralise le facteur individuel mais aussi celui du contexte, on permet l'émergence des rapports prédominants c'est-à-dire 1,7 - 1,8 - 1,9 - 2, et surtout on peut vérifier que le rapport VL/VB dont la fréquence d'occurrence est la plus importante est  $R = 1,7$ .



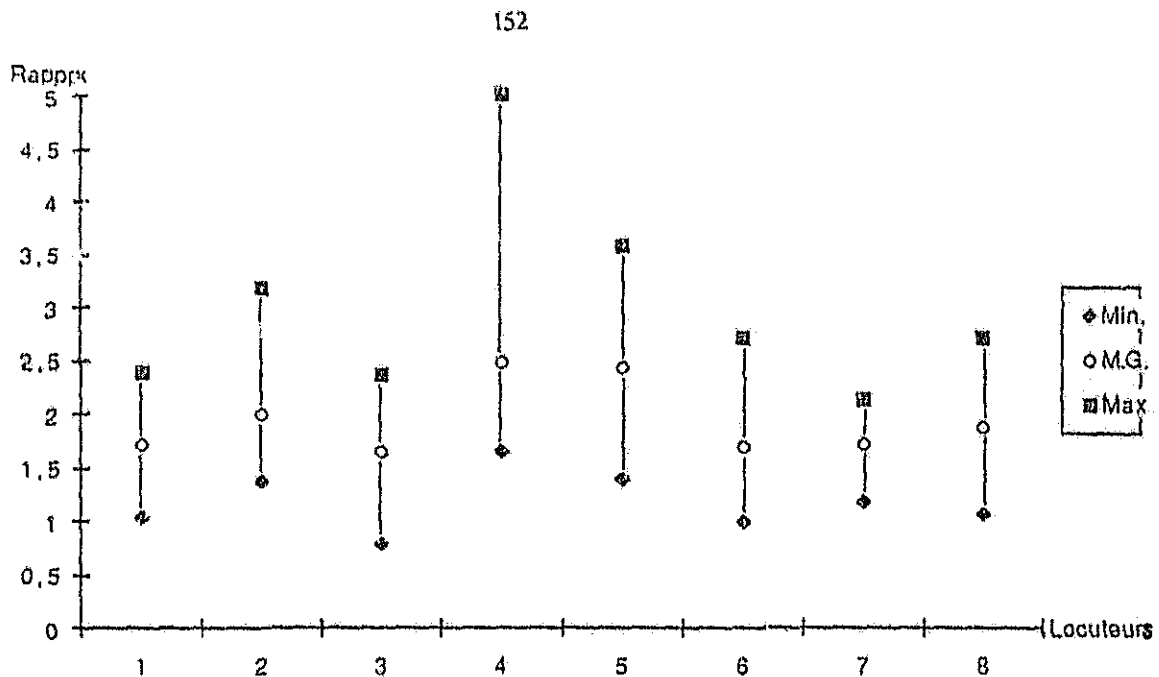


FIGURE III.29 - Rapports moyens généraux, locuteur par locuteur, en fonction des rapports minimaux et maximaux individuels

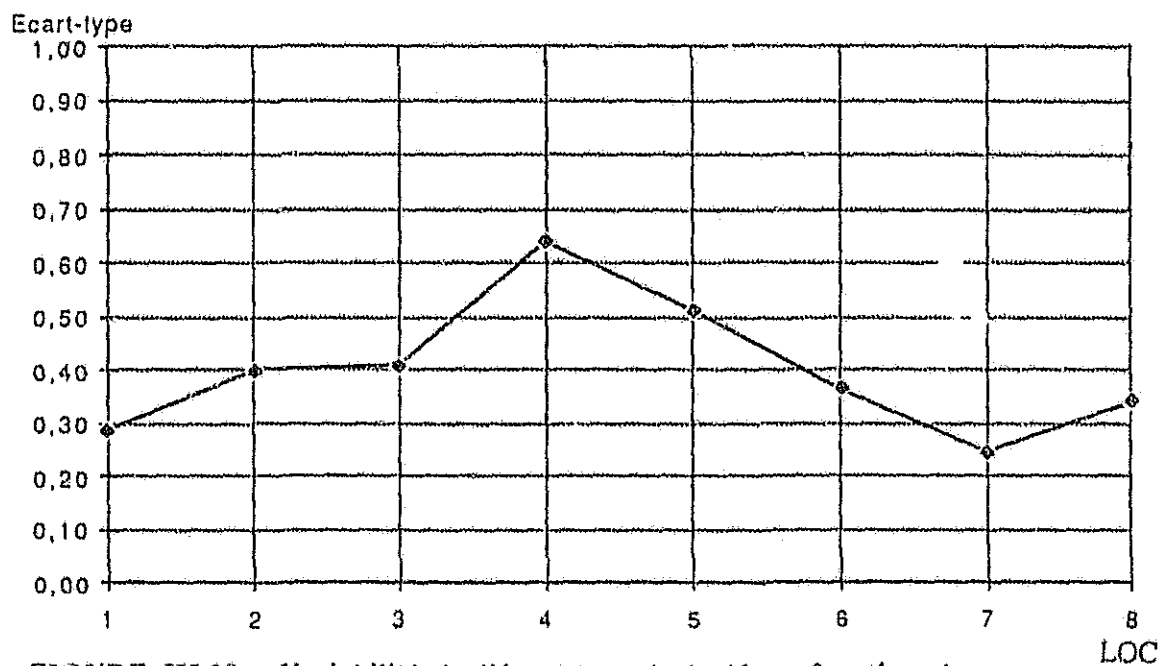


FIGURE III.30 - Variabilité de l'écart-type (calculé en fonction des rapports moyens individuels) locuteur par locuteur toutes paires confondues

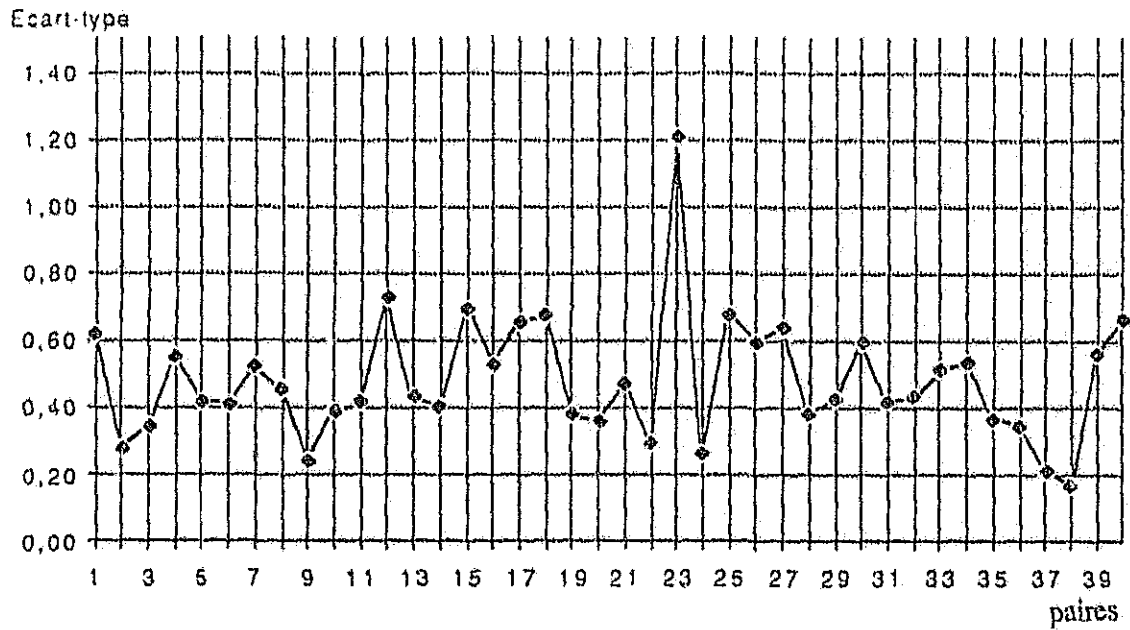


FIGURE III.31 - Variabilité de l'écart-type (calculé en fonction du rapport VL/VB) paire par paire tous locuteurs confondus

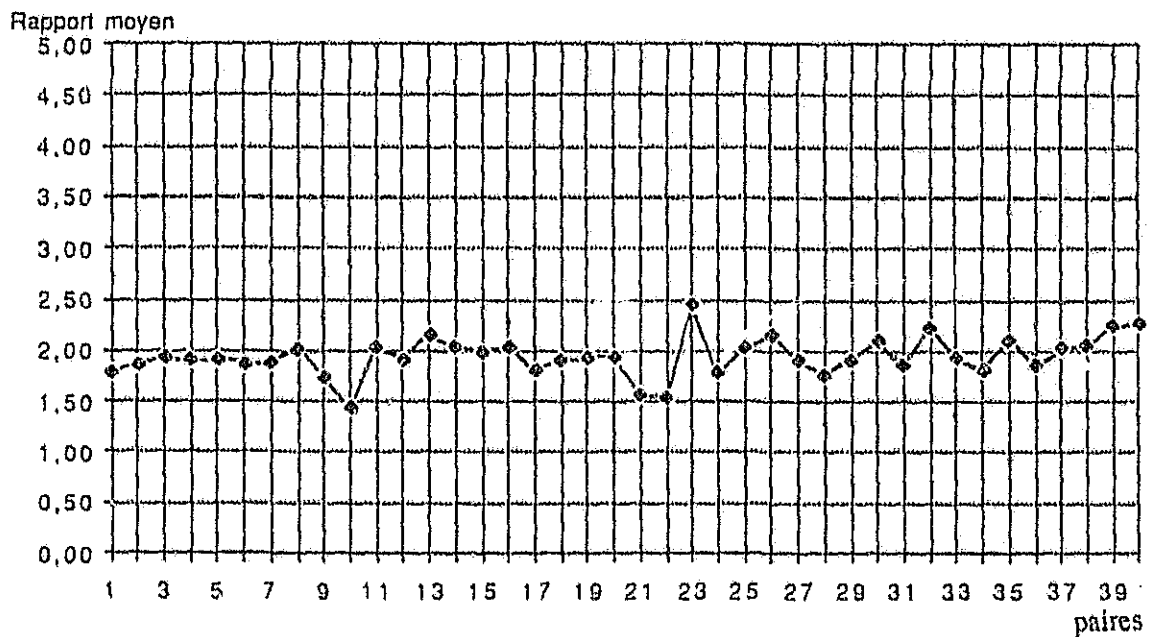


FIGURE III.32 - Moyenne des rapports VL/VB paire par paire tous locuteurs confondus  
Grande dominance dans la zone 1,8 - 2 pour l'ensemble des syllabes ; à noter une homogénéité plus ou moins importante révélée par cette schématisation autour du rapport 2

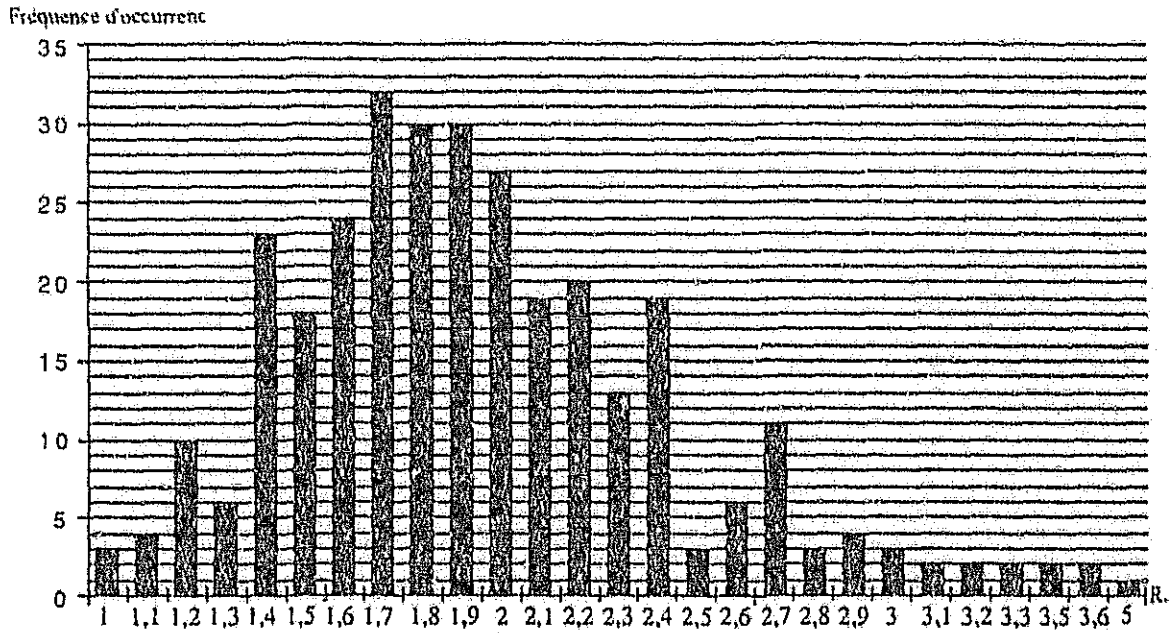


FIGURE III.33 - Fréquence d'occurrence des rapports VL/VB pour l'ensemble du corpus, paires minimales et locuteurs confondus

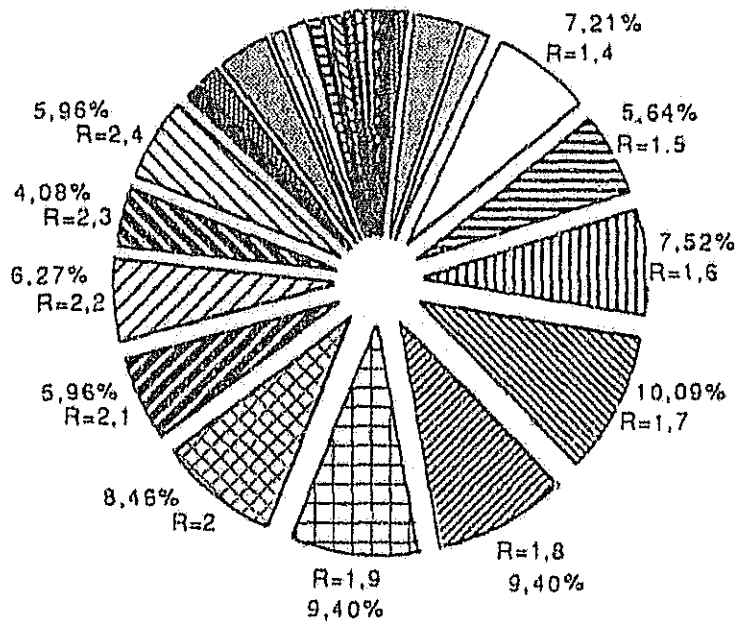


FIGURE III.34 - Pourcentages d'occurrence des rapports VL/VB dans l'ensemble du corpus, paires minimales et locuteurs confondus ; R indique le rapport dont il est question (suivi ou précédé du pourcentage qui le concerne) ; nous n'avons noté que les pourcentages les plus pertinents c'est-à-dire supérieurs à 4% ; en-dessous de 4% nous ne l'avons pas fait, car il s'agit avant tout de pourcentages insignifiants pour le nombre d'unités dont il s'agit.

Au-delà de cette variabilité du rapport VL/VB, nous avons comparé les variations des durées des voyelles longues et des voyelles brèves. La variation de durée d'une voyelle est fonction de paramètres contextuels caractéristiques du système linguistique, ou des contraintes physiologiques dues à l'environnement. Lorsqu'un système vocalique possède un degré unique de quantité vocalique, la variation de la durée de la voyelle est assez facile à mettre en valeur en fonction du contexte. Mais lorsqu'il existe deux degrés de quantité phonologique ou plus, on peut s'attendre à ce que les paramètres qui ont un effet allongeant ou réductif sur les voyelles aient la même influence quelle que soit la quantité phonologique de la voyelle. Apparemment c'est loin d'être aussi simple si l'on observe la variabilité des valeurs des voyelles longues et brèves pour mieux comprendre la variabilité du rapport VL/VB. En effet, on s'attend à ce que, lorsqu'une voyelle d'une quantité phonologique donnée possède une durée trop importante par rapport à la moyenne, cela signifie qu'elle se trouve dans un contexte allongeant, et que par conséquent la voyelle brève qui lui correspond dans le cadre de la paire minimale subisse la même influence puisqu'elle se trouve dans un contexte identique. Or l'observation des résultats des différentes paires montre que ceci est loin d'être une règle générale : il est vrai que chez certains locuteurs (loc 2, loc 5, 7, 8), quand la voyelle longue a une durée très importante - en d'autres termes quand les paramètres allongeants du contexte sont opérationnels -, la voyelle brève a tendance à s'allonger par rapport à la moyenne. La réciproque est loin d'être vraie : quand la voyelle brève a une durée très importante - c'est-à-dire quand il existe d'une certaine manière des paramètres ayant des effets allongeants - l'allongement de la voyelle longue n'est pas "synchronisé". Nous pouvons d'ores et déjà supposer l'existence de paramètres complémentaires qui compensent cette relative absence d'homogénéité comportementale, et qui peuvent se traduire par exemple par une modification au niveau du timbre. De même, on peut s'attendre au phénomène suivant : lorsqu'une voyelle de quantité phonologique déterminée a une durée très réduite - c'est-à-dire lorsqu'elle se trouve très probablement dans un contexte réductif - il serait logique que la voyelle de quantité phonologique différente qui lui correspond dans la même paire minimale subisse la même influence. Mais compte tenu de nos résultats, nous nous trouvons face à une certaine "asynchronie" dans le comportement des locuteurs. Cela signifie que l'explication de la variation du rapport VL/VB passe avant tout par une analyse comparative de l'influence des paramètres allongeants selon le degré de quantité

phonologique de la voyelle ; cela montre aussi que nous pouvons nous attendre à des comportements individuels plus ou moins différents en ce qui concerne l'influence contextuelle consonantique sur la durée de la voyelle et à des modifications de timbre selon la quantité phonologique.

### III.2.3.5. Conclusion

Nous avons procédé à une analyse comparative inter- et intra-locuteurs du rapport VL/VB en syllabe fermée CVC. Une première approche globale révèle que la variation inter-locuteurs de la Moyenne Générale Individuelle est moins importante pour la voyelle brève que pour la voyelle longue : le rapport moyen VL/VB semble être étroitement corrélé à la durée de la moyenne générale individuelle concernant la voyelle longue. La dispersion des valeurs des voyelles longues et brèves, qui peut être appréhendée par l'analyse des valeurs minimales et maximales, montre que les rapports inter-individuels varient entre 2,1 et 2,9 pour les brèves et entre 1,8 et 3 pour les longues. Par ailleurs, en ce qui concerne la voyelle longue, il a été difficile de dégager une zone significative commune pour l'ensemble des locuteurs qui tienne compte de la dispersion individuelle et dans laquelle les différentes MGI seraient situées ; pour cela il a fallu partager les locuteurs en deux catégories selon le degré de dispersion des valeurs des voyelles longues. Nous n'avons pas eu ce type de problème pour la voyelle brève pour laquelle la dispersion des valeurs est nettement moins importante que pour la longue. Cette première approche laisse prévoir des différences quant à la gestion temporelle des voyelles à quantité phonologique différente.

Une analyse plus fine par paires minimales a permis de dégager un rapport VL/VB dont la fréquence d'occurrence est la plus importante - tous locuteurs et toutes paires minimales confondues - :  $R=1,7$  ; plus globalement, elle a permis de mettre en valeur une zone allant de 1,7 à 2 constituée des rapports VL/VB les plus fréquents. Parallèlement à l'existence de rapports dominants nous avons mis en valeur une variabilité plus ou moins importante des rapports chez les locuteurs. Cette variabilité semble "portée" d'une manière sous-jacente par une différence comportementale relative au paramètre de durée dans le cadre des voyelles longues et brèves en fonction de caractéristiques contextuelles allongeantes ou réductives. Ceci nous amène à la conclusion suivante : au-delà de l'existence de rapports moyens VL/VB chez l'ensemble des locuteurs, la variabilité de ces rapports est apparemment à chercher dans l'existence d'influences contextuelles différenciatives selon la quantité phonologique mais aussi selon le locuteur.

### III.3. VARIABILITE ET INVARIANCE DE LA QUANTITE VOCALIQUE EN FONCTION DE PARAMETRES CONTEXTUELS

#### III.3.1. INTRODUCTION

La variation de la quantité vocalique en relation avec certaines caractéristiques articulatoires des consonnes adjacentes a déjà fait l'objet de plusieurs études dans des langues diverses. C'est l'analyse des traits de voisement, de lieu d'articulation, de mode articulatoire des consonnes qui a surtout conduit les auteurs à chercher si la variation de la durée de la voyelle pouvait être un indice de voisement, de lieu d'articulation, de mode articulatoire, etc... Le trait de voisement est peut-être celui qui a fait l'objet du plus grand nombre de recherches dans un certain nombre de systèmes phonologiques afin de mettre en lumière d'éventuelles corrélations entre ce trait et la variabilité de la durée de la voyelle. On a longtemps cru que l'un des universaux des langues était d'ailleurs l'allongement systématique de la voyelle précédant une consonne sonore par rapport à une consonne sourde (CHOMSKY & HALLE, 1968 ; CHEN, 1970). Mais au fur et à mesure des analyses inter-langues, les chercheurs ont commencé à s'apercevoir que ce phénomène était loin de faire partie des universaux d'une langue, et que la corrélation voisement - quantité vocalique se manifestait de diverses manières selon les systèmes linguistiques. S'il est vrai qu'en anglais, les voyelles sont effectivement plus longues devant les consonnes sonores que devant les consonnes sourdes (HOUSE & FAIRBANKS, 1953 ; DENES, 1955 ; PETERSON & LEHISTE, 1960 ; HOUSE, 1961 ; RAPHAEL, 1971, 1972, 1975 ; UMEDA, 1975 ; JAVKIN, 1976 ; PARKER, 1977 ; PORT, 1979 ; HOMMA, 1981), ainsi qu'en français (O'SHAUGHNESSY, 1981) ou en néerlandais (VAN DEN BERG, 1989), la langue arabe semble être une des preuves que "*voicing effect on vowel duration is not an absolute universal*" (MITLEB, 1984 : 23). Certaines études ont mis en évidence ce phénomène : en arabe, la durée de la voyelle ne semble pas varier d'une manière significative selon qu'elle soit placée devant une consonne sourde ou devant une consonne sonore (PORT, AL ANI & MAEDA, 1980 ; FLEGE & PORT, 1981 ; MITLEB, 1981, 1984). Il en est de même pour le polonais, ainsi que le tchèque (KEATING, 1979). En tamul, les résultats de Balasubramanian (1981) montrent même un comportement radicalement contraire puisque devant une consonne sourde la voyelle a une durée plus longue que devant une consonne sonore.

Le mode articuloire semble également influencer sur la durée de la voyelle. O'Shaughnessy (1981), dans le cadre d'une étude sur le français (produit par des locuteurs canadiens), trouve que les consonnes fricatives voisées ont un effet très allongeant sur la voyelle qui les précède, tandis que la voyelle qui précède les occlusives non voisées a une durée inférieure. L'auteur affirme également que la durée de la voyelle qui suit une consonne occlusive est plus importante que la durée de la voyelle suivant d'autres catégories de consonnes. Par ailleurs, il met en valeur l'influence de la nasalité de la consonne finale sur la durée de la voyelle qui la précède, celle-ci étant plus longue lorsqu'elle est précédée d'une consonne nasale.

Nous nous proposons d'analyser la variation de durée des voyelles longues et brèves en fonction de paramètres contextuels, afin de vérifier si les influences contextuelles s'effectuent d'une manière similaire chez l'ensemble des locuteurs. Nous étudions notamment l'influence du trait de voisement de la consonne initiale et finale sur la durée des voyelles longues et brèves dans une structure syllabique CVC, ainsi que l'influence de la nasalité de la consonne finale sur la durée de la voyelle.

### III.3.2. LA QUANTITE VOCALIQUE : INDICE DE VOISEMENT EN ARABE STANDARD ?

#### III.3.2.1. Protocole expérimental

Un corpus de 117 paires minimales a été lu par quatre sujets arabophones d'origines dialectales différentes. Nous désignerons ces locuteurs par LOC A, LOC B, LOC C, LOC D<sup>12</sup>. Les paires minimales sont réparties de la manière suivante :

- 42<sup>13</sup> ont la structure suivante : Consonne - Voyelle (longue ou brève) - Consonne sourde / consonne sonore ;

- 75<sup>14</sup> ont la structure suivante : Consonne sourde / consonne sonore - Voyelle (longue ou brève) - Consonne.

---

<sup>12</sup> Ces locuteurs font partie des 8 locuteurs qui ont servi à l'analyse globale de la durée VLIVB : Loc A correspond au locuteur 3, Loc B au locuteur 6, Loc C au locuteur 4, Loc D au locuteur 5.

<sup>13</sup> Annexe 6.

<sup>14</sup> Annexe 7.

## III.3.2.2. Analyse et interprétation des résultats

Les mesures de durée des voyelles longues et brèves du corpus de paires minimales produit par 4 locuteurs arabophones d'origines dialectales différentes figurent dans le tableau 20.

PAIRE MINIMALE	LOCUTEUR A			LOCUTEUR B			LOCUTEUR C			LOCUTEUR D		
	DURÉE VOY. A Finale sourde	DURÉE VOY. B Finale sonore	VB-VA (ms)	DURÉE VOY. A Finale sourde	DURÉE VOY. B Finale sonore	VB-VA (ms)	DURÉE VOY. A Finale sourde	DURÉE VOY. B Finale sonore	VB-VA (ms)	DURÉE VOY. A Finale sourde	DURÉE VOY. B Finale sonore	VB-VA (ms)
VOYELLE LONGUE												
ba:h - ba:ʕ	229	250	21	210	181	-29	243	225	-18	264	285	21
ma:j - ma:ʕj	192	292	100	181	221	40	251	318	67	259	295	36
na:h - na:ʕ	165	225	60	192	187	-5	252	268	14	284	240	-44
qa:ʔ - qa:ʕ	200	235	35	178	187	9	285	262	-23	246	234	-12
qə:ʕ - qə:ʕ	214	250	36	210	209	-1	278	212	-66	268	292	24
qə:ʕ - qə:ʕ	200	240	40	221	200	-21	245	226	-19	282	317	28
ʕa:ʔ - ʕa:ʕ	171	190	19	223	228	5	214	237	23	237	268	31
ʕə:ʕ - ʕə:ʕ	187	232	45	187	250	63	273	275	2	300	315	15
ʕə:ʕ - ʕə:ʕ	231	212	-19	182	184	2	256	285	29	268	304	36
ʕa:ʔ - ʕa:ʕ	160	192	32	175	192	17	251	220	-31	267	270	3
ʕə:ʕ - ʕə:ʕ	220	170	-50	176	190	14	293	268	-25	262	317	55
ha:ʕ - ha:ʕ	145	157	12	173	204	31	240	273	33	226	251	25
ha:ʕ - ha:ʕ	163	240	75	201	196	-5	223	301	78	207	300	93
ba:ʕ - ba:ʕ	160	210	50	200	182	-18	265	290	25	287	279	-8
za:ʕ - za:ʕ	171	212	41	162	192	30	254	275	21	275	262	-13
ʕa:ʕ - ʕa:ʕ	170	203	34	188	225	37	270	251	-19	350	315	-35
ʕa:ʕ - ʕa:ʕ	159	225	66	189	187	-2	254	298	44	234	270	36
ʕa:ʕ - ʕa:ʕ	210	282	72	220	304	84	228	332	104	267	284	17
ʕa:ʕ - ʕa:ʕ	162	226	64	251	220	-31	253	271	18	293	313	22
ha:ʕ - ha:ʕ	146	242	96	192	156	-36	304	232	-72	285	262	-23
ha:ʕ - ha:ʕ	181	239	58	210	214	4	307	279	-28	243	359	116
la:ʕ - la:ʕ	175	181	6	148	218	70	243	248	5	278	290	12
ru:ʕ - ru:ʕ	182	192	10	198	229	31	242	257	15	276	287	11
ra:ʕ - ra:ʕ	226	243	17	246	225	-21	295	346	51	350	335	-15
ra:ʕ - ra:ʕ	212	240	28	245	239	-6	229	309	80	327	335	-2
ra:ʕ - ra:ʕ	228	214	-14	184	201	17	279	259	-20	245	342	97
ʕa:ʕ - ʕa:ʕ	175	201	26	170	170	0	292	223	-69	262	278	16
ʕa:ʕ - ʕa:ʕ	223	214	-9	196	143	-53	281	270	-11	309	329	20
MOYENNE	188	222		197	205		261	268		274	298	
ECART-TYPE	27	31		25	31		25	34		34	34	



Tableau 20 - Mesures de durée des voyelles longues et brèves dans des paires minimales, en fonction du voisement de la consonne finale

VOYELLE BREVE												
mai - mui	85	75	-10	85	98	13	73	107	34	98	79	-19
mai - meü	106	79	-27	142	104	-38	114	115	1	100	123	23
mas - mez	75	90	15	145	142	-3	109	167	58	98	182	84
qas - qaz	65	84	19	135	160	25	123	134	11	125	128	3
fas - faz	84	93	9	165	117	-48	139	146	7	104	178	74
fat - fad	75	73	-2	109	107	-2	112	129	17	107	112	5
hat - had	53	65	12	85	95	10	89	115	26	84	115	31
haf - haz	71	118	47	126	109	-17	156	148	-8	106	148	42
zas - zaz	81	128	47	142	146	4	162	138	-24	137	159	22
zas - zaz	102	81	-21	128	121	-7	150	171	21	109	157	48
has - haz	134	89	-45	146	127	-19	128	109	-19	120	153	33
lat - lad	79	93	14	115	118	3	121	131	10	104	112	8
raf - rad	95	114	19	160	185	25	156	196	40	128	181	53
bat - bad	85	84	-1	90	115	25	115	100	-15	118	110	-8
MOYENNE	85	90		127	124		125	140		110	138	
ECART-TYPE	20	18		26	25		26	30		14	32	

Nous rappelons que notre objectif est de vérifier si la durée de la voyelle, dans une structure syllabique CVC, est corrélée au trait de voisement de la consonne qui précède et/ou qui la suit, chez l'ensemble des locuteurs.

### III.3.2.2.1. Corrélation entre la durée de la voyelle et le voisement de la consonne finale

#### a. Approche descriptive globale

Commençons par effectuer une première approche globale des résultats, c'est-à-dire en observant dans un premier temps la moyenne générale obtenue locuteur par locuteur dans chacun des contextes.

Pour ce qui est de la corrélation entre la durée de la voyelle longue et la sonorité de la consonne finale, les moyennes générales révèlent un résultat significatif chez deux locuteurs, A et D, chez lesquels la durée moyenne de la voyelle suivie par une consonne sonore est supérieure respectivement de 33 ms et de 24 ms à celle de la voyelle précédant une consonne sourde. Chez les locuteurs B et C, aucune différence significative n'est à noter.

#### (C-)<sup>15</sup> VOYELLE LONGUE + CONSONNE SOURDE

	LOC A	LOC B	LOC C	LOC D
Moyenne	189 ms	197 ms	261 ms	274 ms
Ecart-type	26	25	25	34
Nombre d'occurrences	28	28	28	28

#### (C-) VOYELLE LONGUE + CONSONNE SONORE

	LOC A	LOC B	LOC C	LOC D
Moyenne	222 ms	205 ms	268 ms	298 ms
Ecart-type	29	31	34	34
Nombre d'occurrences	28	28	28	28

Tableau 21 - Moyennes générales individuelles et écart-type concernant les voyelles longues en fonction du voisement de la consonne finale

<sup>15</sup> La représentation "(C-)" signifie : consonne initiale.

Si nous considérons maintenant les résultats obtenus pour la voyelle brève dans le même contexte - c'est-à-dire voyelle suivie par une consonne sourde ou sonore - nous constatons que là encore il existe une différence significative chez deux locuteurs selon que les voyelles sont suivies d'une sourde ou d'une sonore : les locuteurs C et D, chez lesquels la durée moyenne des voyelles suivies par une sonore est supérieure respectivement de 15 ms et de 28 ms à celle des voyelles suivies par une sourde. Chez les locuteurs A et B nous ne pouvons extraire un résultat significatif.

(C-) VOYELLE BREVE + CONSONNE SOURDE

	LOC A	LOC B	LOC C	LOC D
Moyenne	85 ms	127 ms	125 ms	110 ms
Ecart-type	20	26	26	14
Nombre d'occurrences	14	14	14	14

(C-) VOYELLE BREVE + CONSONNE SONORE

	LOC A	LOC B	LOC C	LOC D
Moyenne	90 ms	124 ms	140 ms	138 ms
Ecart-type	18	25	30	32
Nombre d'occurrences	14	14	14	14

**Tableau 22 - Moyennes générales individuelles et écart-type concernant les voyelles brèves en fonction du voisement de la consonne finale**

Les moyennes générales tendent à montrer qu'il existe chez certains locuteurs une corrélation significative entre la durée de la voyelle longue et de la voyelle brève et le voisement de la consonne finale. Mais il nous faut souligner que seul un locuteur possède des résultats significatifs quelle que soit la quantité phonologique de la voyelle : le locuteur D. Chez ce locuteur, la moyenne générale de la voyelle brève précédée d'une consonne sonore est significativement supérieure à celle précédée d'une consonne sourde. Il en est de même en ce qui concerne la moyenne générale de la voyelle longue précédée d'une consonne sonore, significativement supérieure à celle précédée d'une consonne sourde.

## b. Analyse des paires minimales

Ces résultats globaux ne sont guère convaincants car nous ne pouvons pas en extraire des conclusions générales ; ainsi nous avons choisi de compléter notre approche par une analyse plus fine du comportement des locuteurs pour chacune des paires minimales. Nous allons analyser, locuteur par locuteur, la différence entre la durée de la voyelle suivie par une consonne sonore (désignée ci-après V.B.), et la durée de la voyelle suivie par une consonne sourde (désignée ci-après V.A.) dans le cadre des paires minimales du corpus.

En ce qui concerne le locuteur A, nous pouvons constater que la voyelle longue suivie d'une consonne sonore a une durée significativement supérieure à celle qui est suivie d'une consonne sourde dans la grande majorité des paires minimales (figure III.35).

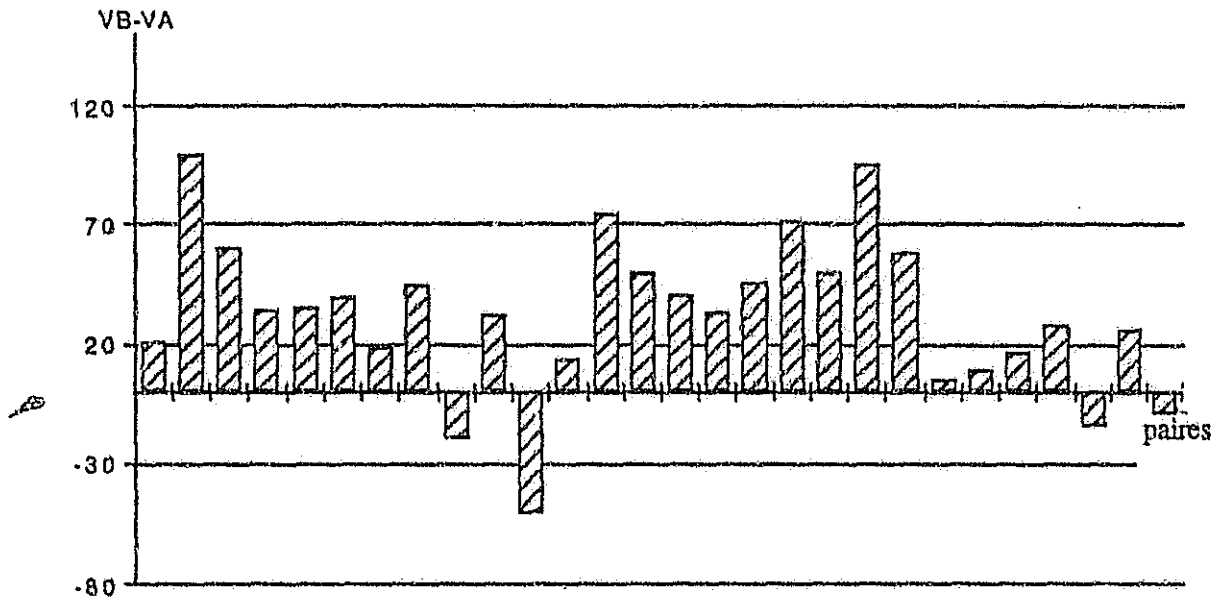


Figure III.35 - Différence de durée entre voyelle longue suivie d'une sonore et voyelle longue suivie d'une sourde dans le cadre de paires minimales - Locuteur A

*Les valeurs négatives signifient que la durée de la voyelle précédée d'une consonne sourde est supérieure à celle précédée d'une consonne sonore*

Il est plus difficile de dégager un résultat aussi net en ce qui concerne les voyelles brèves étant donné que les échantillons sont moins nombreux, mais nous remarquons que les

voyelles suivies d'une consonne sonore ont majoritairement tendance à avoir une durée supérieure à celles suivies d'une consonne sourde (figure III.36). Cependant il faut noter que dans certaines paires minimales, la voyelle suivie par une sourde a une durée significativement plus importante que celle suivie par une consonne sonore :

[mut]	[mud]	[mat]	[mad]
85 ms	75 ms	106 ms	79 ms
[ʒas]	[ʒaz]	[haʃ]	[haʒ]
102 ms	81 ms	134 ms	89 ms

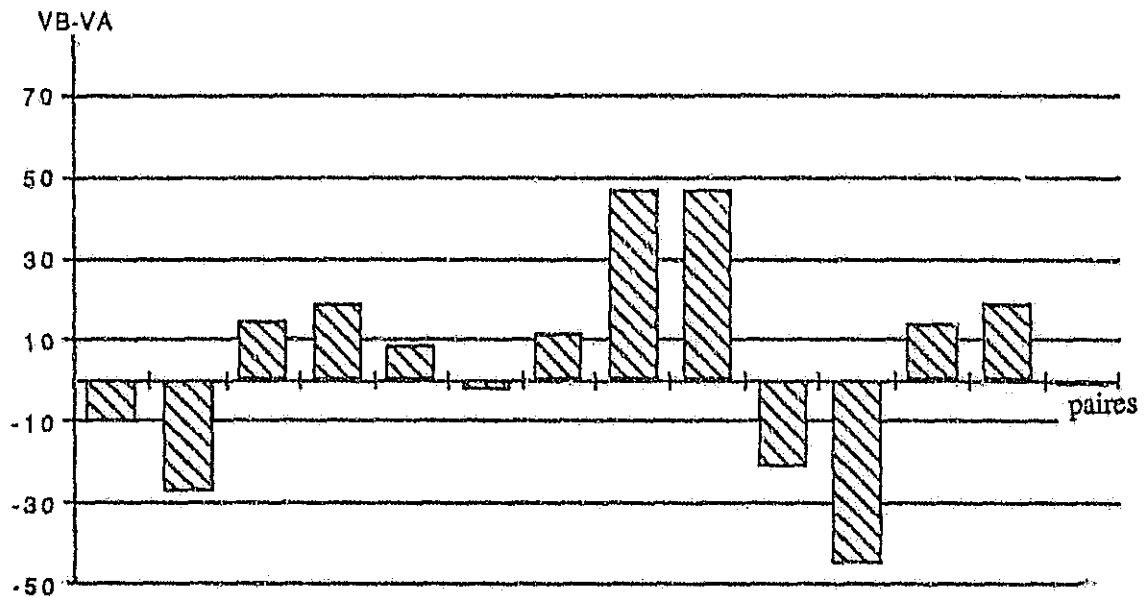


Figure III.36 - Différence de durée entre voyelle brève suivie d'une sonore et voyelle brève suivie d'une sourde dans le cadre de paires minimales - Locuteur A

Chez le locuteur B, rappelons que dans l'approche globale nous n'avions pu extraire une tendance quelconque dans le sens d'une éventuelle corrélation entre la sonorité de la consonne finale et la durée de la voyelle. Les résultats paire par paire sont assez irréguliers dans la mesure où il existe notamment un nombre non négligeable de paires minimales dans lesquelles la voyelle longue suivie d'une sourde a une durée nettement supérieure à celle suivie d'une sonore. Tel est le cas des paires minimales suivantes :

	[ba:h]	[ba:ʃ]		[da:h]	/	[da:ʃ]
durée	210 ms	181 ms		221 ms		200 ms
VB-VA		- 29 ms				-21 ms

	[ɓa:t]	/	[ɓa:d]	[ʁa:ʃ]	/	[ʁa:ʒ]
durée	203 ms		182 ms	251 ms		220 ms
VB-VA		- 21 ms			-31 ms	

	[ha:t]	/	[ha:d]	[ra:ʃ]	/	[ra:ʒ]
durée	192 ms		156 ms	246 ms		225 ms
VB-VA		- 36 ms			-21 ms	

	[sa:h]	/	[sa:ʃ]
durée	196 ms		143 ms
VB-VA		- 29 ms	

Malgré ces résultats nous sommes tout de même en mesure de dégager une tendance majoritaire dans le sens d'une corrélation entre le voisement de la consonne finale et la durée de la voyelle longue. A noter cependant qu'il existe des paires minimales dans lesquelles la durée de la voyelle longue est quasi identique, que la consonne qui la suit soit sourde ou sonore. Il s'agit des paires minimales suivantes :

[qa:h] - [qa:ʃ]	210 ms	209 ms
[sa:h] - [sa:ʃ]	182 ms	184 ms
[ʁa:t] - [ʁa:d]	189 ms	187 ms
[ha:ʃ] - [ha:ʒ]	210 ms	214 ms
[sa:t] - [sa:d]	170 ms	170 ms

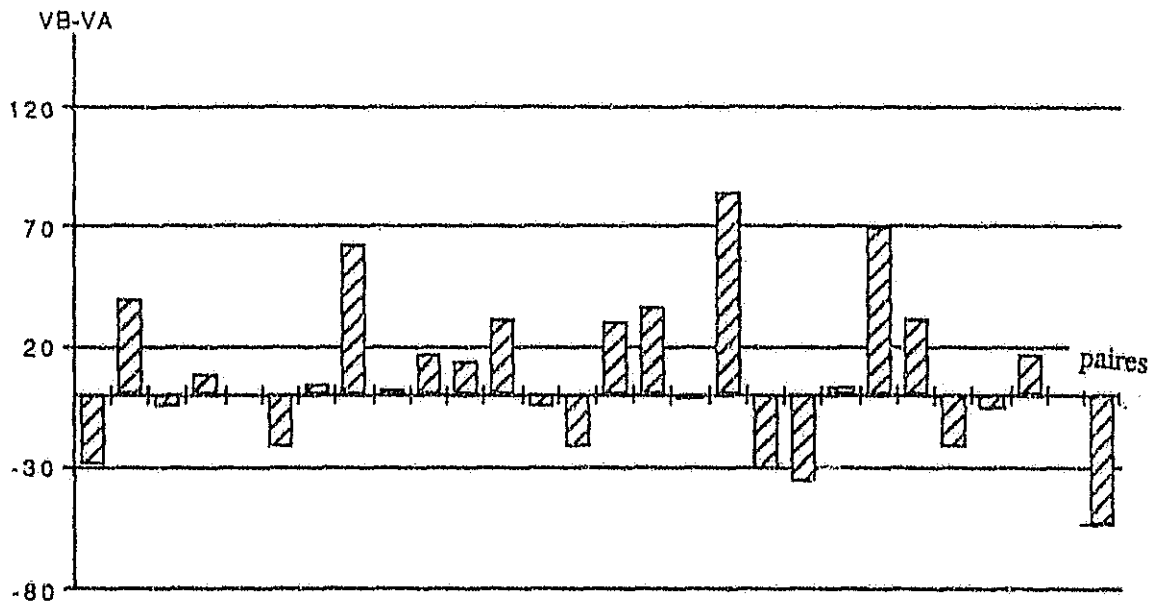


Figure III.37 - Différence de durée entre voyelle longue suivie d'une sonore et voyelle longue suivie d'une sourde dans le cadre de paires minimales - Locuteur B

S'il est relativement aisé de mettre en valeur une légère tendance pour ce qui est de la voyelle longue chez le locuteur B, en revanche il est tout-à-fait impossible d'obtenir un résultat probant en ce qui concerne la voyelle brève, compte tenu du fait que le petit nombre de paires minimales ne nous permet pas de conclure dans un sens ou dans l'autre.

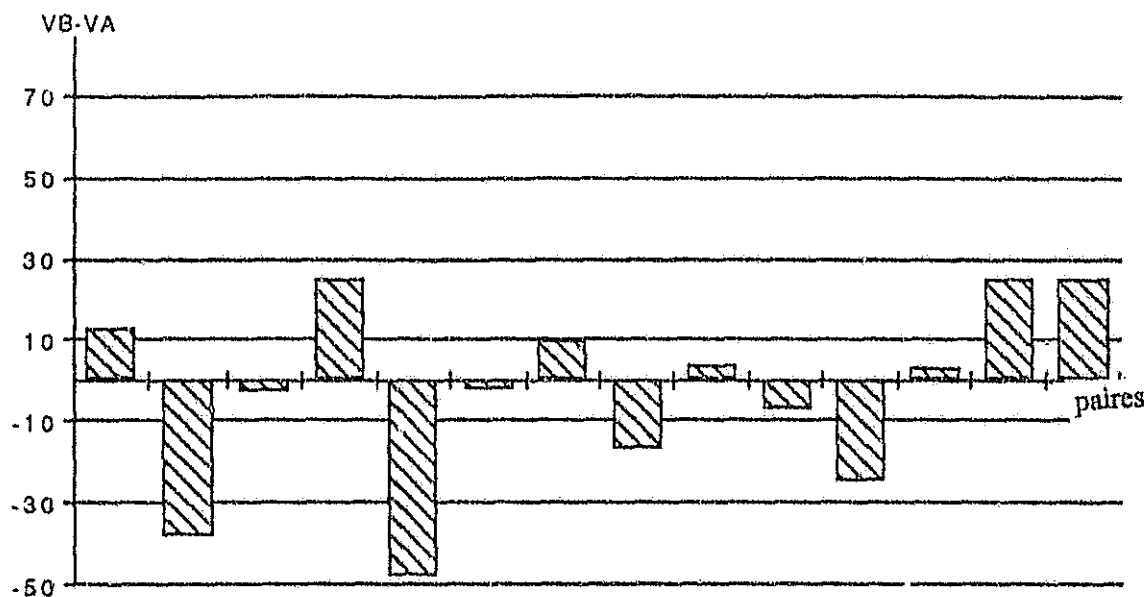


Figure III.38 - Différence de durée entre voyelle brève suivie d'une sonore et voyelle brève suivie d'une sourde dans le cadre de paires minimales - Locuteur B

Chez le locuteur C, les voyelles longues suivies d'une consonne sourde ont majoritairement une durée inférieure à celles suivies d'une consonne sonore. Cependant dans un nombre important de paires minimales c'est l'inverse qui se produit, ce qui nous incite à être prudente quant à l'interprétation des résultats. Le fait qu'il existe 14 paires sur 28 (50 %) dans lesquelles la différence est significative quant à la supériorité quantitative de la voyelle suivie par une consonne sonore, ne doit pas nous faire négliger les 12 paires dans lesquelles la différence est inversée, c'est-à-dire dans lesquelles la voyelle longue suivie par une sonore a une durée significativement inférieure à celle suivie par une sourde dans le cadre de la même paire minimale. Une approche plus fine de ces mêmes paires minimales ne nous permet pas de conclure à une interférence quelconque d'un trait distinctif autre qui serait commun à l'ensemble de ces paires qui sont les suivantes :

[ba:h] - [ba:ʃ] ; [qa:t] - [qa:d] ; [qa:h] - [qa:ʃ] ; [da:h] - [da:ʃ] ; [ʃa:t] - [ʃa:d] ; [ha:t] - [ha:d] ; [ha:ʃ] - [ha:ʒ] ; [ra:h] - [ra:ʃ] ; [sa:t] - [sa:d] ; [sa:h] - [sa:ʃ].

Il est intéressant de constater que les deux locuteurs B et C ont eu le même comportement pour 4 de ces paires minimales, à savoir : [ba:h] - [ba:ʃ] ; [da:h] - [da:ʃ] ; [ha:t] - [ha:d] ; [sa:h] - [sa:ʃ].



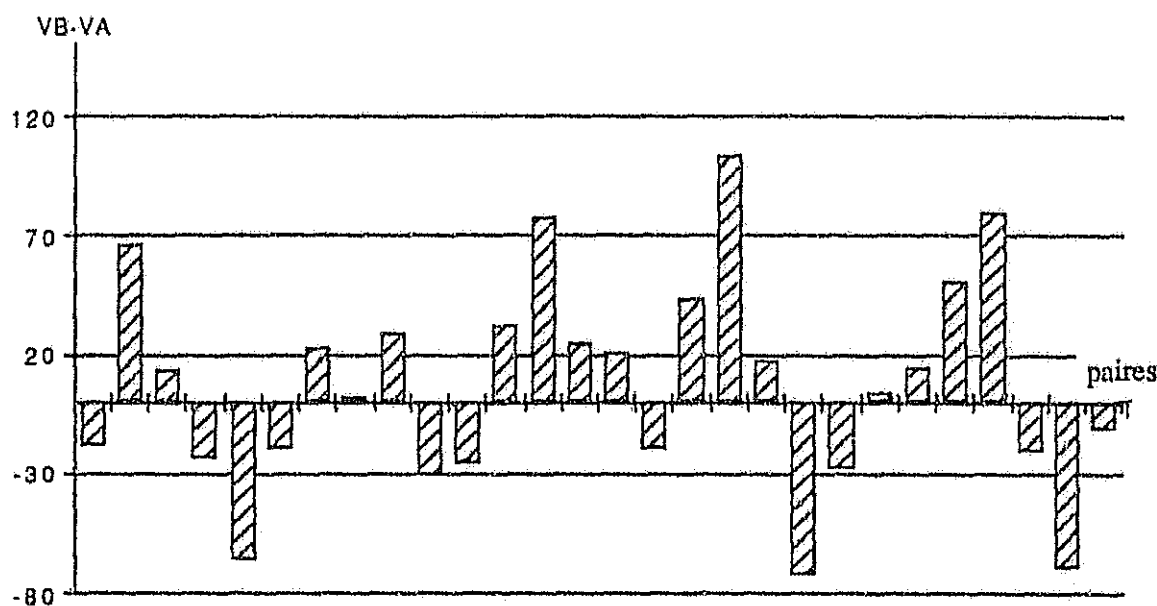
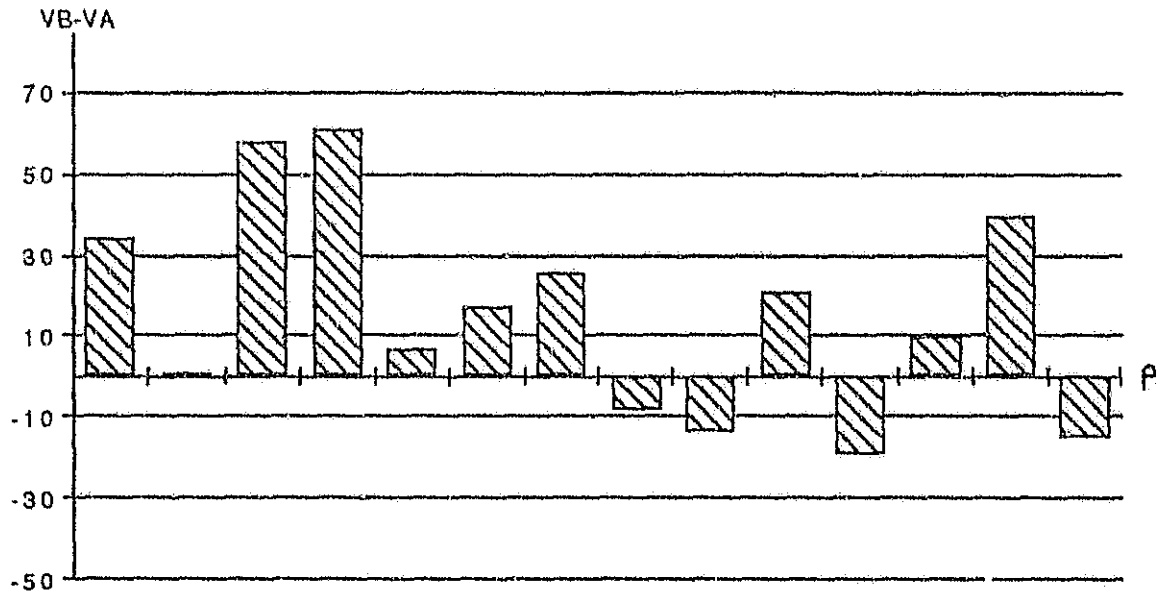


Figure III.39 - Différence de durée entre voyelle longue suivie d'une sonore et voyelle longue suivie d'une sourde dans le cadre de paires minimales - Locuteur C

Les résultats concernant les voyelles brèves, montre une supériorité quantitative de la voyelle brève suivie d'une sonore à celle suivie d'une sourde, dans un échantillon plus réduit il est vrai. Ainsi les voyelles brèves suivies d'une sonore ont une durée inférieure à celles qui sont suivies d'une sourde dans les trois paires suivantes :

[ʒas] - [ʒaz]      [haʃ] - [haʒ]      [buʃ] - [bud]

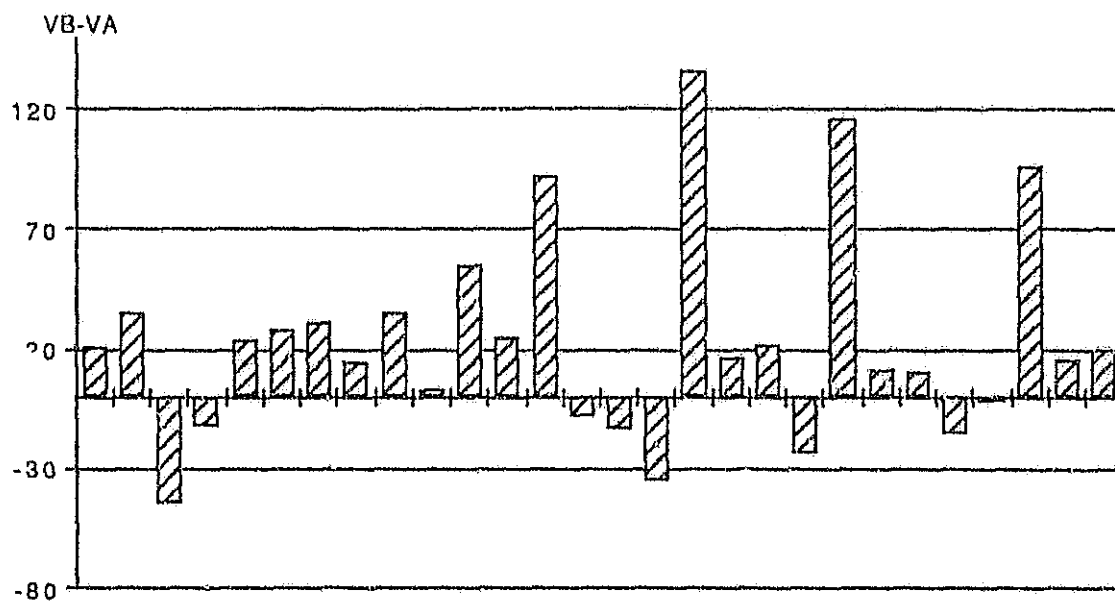
A noter que dans la deuxième paire minimale citée ci-dessus, les trois locuteurs A, B et C ont eu le même comportement, à savoir que la voyelle précédant la constrictive sourde a une durée nettement plus importante que celle qui précède la sonore correspondante ; la différence VB-VA est respectivement de -45 ms, -25 ms et -19 ms pour ces trois locuteurs. Nous pouvons nous interroger sur le caractère anticipatoire de l'articulation [ʃ] / [ʒ] en arabe.



**Figure III.40 - Différence de durée entre voyelle brève suivie d'une sonore et voyelle brève suivie d'une sourde dans le cadre de paires minimales - Locuteur C**

En ce qui concerne le locuteur D, et pour ce qui se rapporte aux voyelles longues, un nombre majoritaire de voyelles suivies par une sonore a une durée significativement supérieure à la même voyelle suivie par une sourde correspondante. Il existe quand même quelques paires minimales dans lesquelles c'est l'inverse qui se produit :

[na:h] - [na:f]	[qa:t] - [qa:d]
durée 284 ms-240 ms	246 ms-234 ms
[za:t] - [za:d]	[ʒa:h] - [ʒa:f]
durée 275 ms-262 ms	350 ms-315 ms
[ha:t] - [ha:d]	[ra:] - [ra:ʒ]
durée 285 ms-262 ms	350 ms-335 ms



**Figure III.41 - Différence de durée entre voyelle longue suivie d'une sonore et voyelle longue suivie d'une sourde dans le cadre de paires minimales - Locuteur D**

En ce qui concerne les paires minimales dans lesquelles le noyau vocalique est constitué d'une voyelle brève, nous notons une tendance majoritaire très nette chez le locuteur D pour une supériorité quantitative de la voyelle brève suivie d'une consonne sonore par rapport aux syllabes dans lesquelles la même voyelle est suivie d'une consonne sourde.

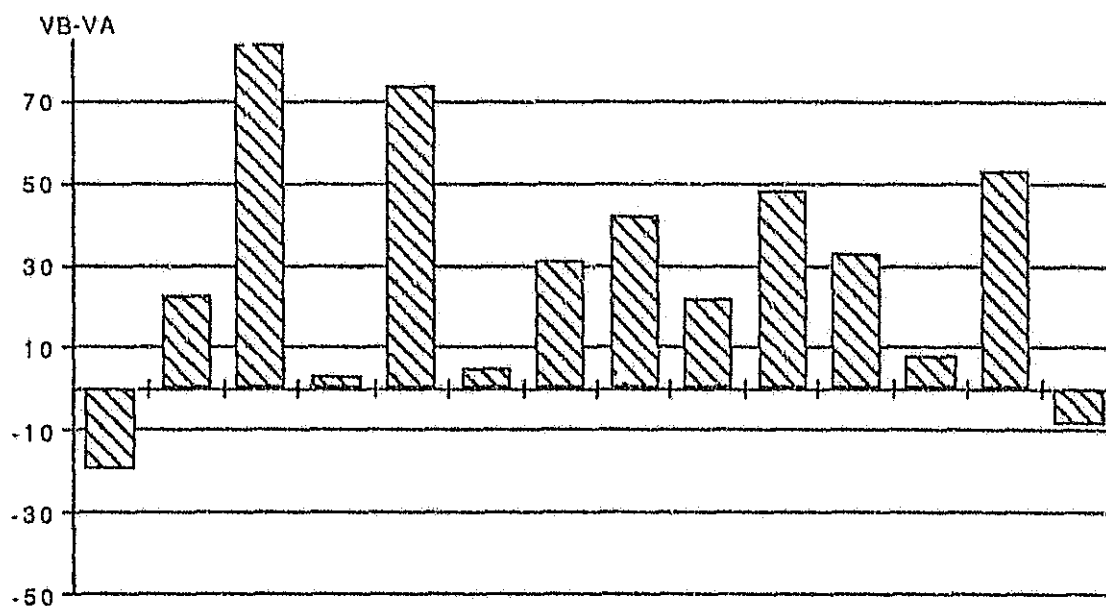


Figure III.42 - Différence de durée entre voyelle brève suivie d'une sonore et voyelle brève suivie d'une sourde dans le cadre de paires minimales - Locuteur D

### c. Conclusion

Les résultats exposés ci-dessus vont dans le sens d'une corrélation entre le voisement de la consonne finale et la durée de la voyelle qui la précède dans une structure syllabique CVC. Pour ce qui est de la voyelle longue, cette corrélation est très étroite chez deux locuteurs (A et D) ; elle l'est à un niveau moindre chez les locuteurs B et C chez lesquels on relève une certaine instabilité des résultats ; en ce qui concerne les voyelles brèves, étant donné le nombre réduit d'échantillons, nous pouvons conclure au fait qu'il existe une tendance vers une corrélation entre le voisement de la consonne finale et la durée de la voyelle qui la précède chez les locuteurs A, C et D, et que cette tendance est à confirmer ou à infirmer dans le cadre d'analyses plus systématiques, dans d'autres structures syllabiques éventuellement.

### III.3.2.2.2. Corrélation entre la durée de la voyelle et le voisement de la consonne finale

#### a. Approche descriptive globale

Commençons par effectuer une approche comparative globale de l'influence éventuelle du voisement de la consonne initiale sur la durée de la voyelle longue et brève qui la suit, en comparant les moyennes individuelles obtenues par les locuteurs. En ce qui concerne les moyennes des voyelles longues précédées d'une consonne sonore, elles sont supérieures à celles des voyelles longues précédées d'une sourde chez 3 locuteurs : A, B et D, mais cette distinction n'est significative que chez deux locuteurs : B et D. Nous trouvons la même moyenne chez le locuteur C, ce qui ne nous permet pas d'avoir des indications sur une éventuelle influence du trait de sonorité de la consonne initiale sur la durée de la voyelle longue.

#### CONSONNE SOURDE + VOYELLE LONGUE (-C)<sup>16</sup>

	LOC A	LOC B	LOC C	LOC D
Moyenne	206 ms	200 ms	270 ms	271 ms
Ecart-type	31	25	39	36
Nombre d'occurrences	36	36	36	36

#### CONSONNE SONORE + VOYELLE LONGUE (-C)

	LOC A	LOC B	LOC C	LOC D
Moyenne	213 ms	213 ms	270 ms	283 ms
Ecart-type	32	29	39	42
Nombre d'occurrences	36	36	36	36

Tableau 23 - Moyennes individuelles et écart-type relatifs à la voyelle longue en fonction du voisement de la consonne initiale

<sup>16</sup> La représentation "(-C)" signifie que la voyelle est suivie par une consonne (et par conséquent que la structure syllabique est bien CVC).

Pour ce qui est des voyelles brèves précédées d'une consonne sonore, les durées moyennes sont supérieures à celles où la consonne initiale est sourde, et cela chez les quatre locuteurs ; cependant il faut noter que la différence n'est pas significative chez le locuteur B.

#### CONSONNE SOURDE + VOYELLE BREVE (-C)

	LOC A	LOC B	LOC C	LOC D
Moyenne	88 ms	123 ms	123 ms	110 ms
Ecart-type	15	22	22	19
Nombre d'occurrences	39	39	39	39

#### CONSONNE SONORE + VOYELLE BREVE (-C)

	LOC A	LOC B	LOC C	LOC D
Moyenne	100 ms	131 ms	135 ms	124 ms
Ecart-type	18	15	23	22
Nombre d'occurrences	39	39	39	39

**Tableau 24 - Moyennes individuelles et écart-type relatifs à la voyelle brève en fonction du voisement de la consonne initiale**

## b. Approche par paires minimales

Les résultats individuels pour l'ensemble des paires minimales figurent dans le tableau 25.

Tableau 25 - Mesures de durée des voyelles longues et brèves présentes dans des paires minimales, en fonction du voisement de la consonne initiale ; moyennes individuelles et écart-type

PAIRE MINIMALE	LOCUTEUR 1			LOCUTEUR 2			LOCUTEUR 3			LOCUTEUR 4		
	DURÉE VOY. A Initiale sourde	DURÉE VOY. B Initiale sonore	VB - VA (ms)	DURÉE VOY. A Initiale sourde	DURÉE VOY. B Initiale sonore	VB - VA (ms)	DURÉE VOY. A Initiale sourde	DURÉE VOY. B Initiale sonore	VB - VA (ms)	DURÉE VOY. A Initiale sourde	DURÉE VOY. B Initiale sonore	VB - VA (ms)
VOYELLE LONGUE												
am - dɔm	156	178	22	265	270	5	234	271	37	315	196	-19
am - dɔm	185	195	10	182	281	97	228	312	84	278	254	-24
tab - dɔb	182	193	11	178	177	-1	289	237	-52	250	290	40
taɔm - daɔm	201	209	8	167	195	28	260	217	-43	278	295	17
taɔj - daɔj	212	203	-9	200	256	56	203	345	142	275	368	93
tash - dash	209	185	-24	218	196	-22	200	279	79	267	310	43
taɔj - daɔj	212	187	-25	236	198	-38	278	306	28	271	240	-31
taɔj - daɔj	219	210	-9	193	181	-12	209	259	50	253	289	36
taɔj - daɔj	250	268	18	215	221	6	235	282	47	209	335	126
taɔj - daɔj	223	276	53	223	235	12	245	272	27	320	325	5
taɔj - daɔj	248	245	-3	215	231	16	351	351	0	293	319	26
taɔj - daɔj	201	239	38	185	187	2	348	279	-69	268	287	19
taɔj - daɔj	226	214	-12	204	207	3	343	335	-8	314	264	-50
taɔj - daɔj	210	187	-23	200	165	-35	278	270	-8	292	268	-24
taɔj - daɔj	181	178	-3	162	210	48	257	245	-12	267	264	-3
taɔj - daɔj	204	226	22	148	203	55	260	256	-4	282	264	-18
taɔj - daɔj	246	237	-9	234	267	33	325	337	12	321	335	14
taɔj - daɔj	215	212	-3	173	229	56	221	271	50	298	266	-32
taɔj - daɔj	235	204	-31	179	189	10	259	248	-11	270	285	15
taɔj - daɔj	268	225	-43	217	220	3	260	273	13	309	332	23
taɔj - daɔj	154	178	24	170	192	22	228	225	-3	259	285	26
taɔj - daɔj	226	243	17	175	210	35	260	281	21	269	292	23
taɔj - daɔj	202	173	-29	207	198	-9	271	303	32	250	262	12
taɔj - daɔj	198	220	22	193	181	-12	282	176	-106	237	264	27
taɔj - daɔj	246	229	-17	221	217	-4	192	201	9	229	331	102
taɔj - daɔj	151	145	-6	209	198	-11	184	217	33	265	259	-6
taɔj - daɔj	160	179	19	190	189	-1	243	254	11	214	198	-16
taɔj - daɔj	174	225	51	176	187	11	211	298	87	240	270	30
taɔj - daɔj	196	229	33	179	184	5	260	248	-12	256	248	-8
taɔj - daɔj	154	225	71	194	220	26	276	287	11	229	185	-44
taɔj - daɔj	203	214	11	196	226	30	253	251	-2	196	232	36
taɔj - daɔj	185	170	-15	211	204	-7	228	275	47	231	248	17
taɔj - daɔj	209	212	3	214	190	-24	279	226	-53	282	273	-9
taɔj - daɔj	226	220	-6	215	206	-9	265	220	-45	292	219	-73
taɔj - daɔj	175	193	18	189	229	40	292	250	-42	229	246	17
taɔj - daɔj	211	226	15	229	260	31	251	275	24	285	267	-18
MOYENNE	206	213	7	201	212	11	270	271	1	270	279	9
ECART-TYPE	30	32	2	25	29	4	39	39	0	35	44	9

VOYELLE BREVE													
tak - dak	73	85	12	110	108	-2	129	121	-8	100	118	18	
tah - dah	87	90	3	125	121	-4	104	125	21	95	107	12	
tam - dam	103	78	-25	126	132	6	125	121	-4	103	128	25	
taf - daf	65	110	45	101	121	20	126	143	17	87	118	31	
tai - dai	82	89	7	114	117	3	96	120	24	114	103	-11	
tam - dam	100	84	-16	125	118	-7	143	120	-23	118	151	33	
tan - dan	95	110	15	153	123	-30	128	134	6	106	117	11	
tai - dai	92	115	23	92	110	18	120	128	8	101	107	6	
tar - dar	121	104	-17	186	146	-40	120	171	51	151	157	6	
sir - zir	96	134	38	137	153	16	120	129	9	126	162	36	
saf - zaf	87	96	9	117	151	34	129	121	-8	129	117	-12	
sai - zai	90	92	2	134	118	-16	125	125	0	132	132	0	
sod - zod	90	87	-3	115	139	24	120	118	-2	110	107	-3	
sam - zam	81	93	12	128	131	3	126	131	5	112	135	23	
san - zan	90	92	2	123	148	25	150	125	-25	121	131	10	
saf - zaf	92	89	-3	114	134	20	129	118	-11	103	126	23	
sah - zah	103	103	0	118	139	21	120	165	45	143	137	-6	
sai - zai	76	85	9	143	137	-6	132	156	24	112	148	36	
sar - zar	104	109	5	165	153	-12	153	156	3	160	126	16	
xil - zil	85	117	32	104	121	17	104	131	27	109	100	-9	
xab - zab	90	132	42	98	137	39	110	131	21	103	126	23	
xud - zud	87	103	16	125	146	21	100	114	14	82	125	43	
xam - zam	79	87	8	109	122	13	125	159	34	107	115	8	
xan - zan	90	126	36	135	140	5	123	117	-6	129	103	-26	
xad - zad	92	107	15	103	103	0	120	128	8	106	70	-36	
xai - zai	76	131	55	104	116	12	98	146	48	98	114	16	
xal - zal	87	117	30	95	121	26	128	156	28	102	121	19	
xar - zar	103	114	11	146	136	-10	137	187	50	137	157	20	
xas - zas	75	117	42	132	124	-8	121	134	13	96	128	32	
hub - zub	97	90	-7	112	110	-2	60	95	35	96	139	43	
hab - zab	54	60	6	134	163	29	81	104	23	100	120	20	
had - zad	73	68	-5	131	134	3	98	135	37	121	132	11	
ham - zam	78	114	36	117	135	18	117	106	-11	92	123	31	
han - zan	101	84	-17	107	125	18	135	190	55	93	114	21	
haq - zaq	82	112	30	120	118	-2	117	125	8	79	101	22	
hai - zai	76	92	16	96	120	24	137	129	-8	78	109	31	
haf - zaf	78	104	26	142	132	-10	142	120	-22	107	101	-6	
haz - zaz	140	109	-31	159	117	-42	153	185	32	128	121	-7	
hai - zai	82	70	-12	115	121	6	104	150	46	90	109	19	
MOYENNE	88	100		123	131		129	135		116	124		
ECART-TYPE	15	18		13	15		22	23		19	22		



Comme nous pouvons le constater à travers les résultats schématisés dans la figure III.43, il existe une tendance majoritaire chez le locuteur A pour un allongement de la voyelle longue quand celle-ci est précédée d'une consonne sonore. Mais cette tendance majoritaire est loin d'être absolue étant donné que dans un certain nombre de paires minimales, le rapport est inversé puisque la voyelle précédée d'une sourde est significativement plus longue que celle précédée d'une sonore. Ces paires sont les suivantes (le nombre qui figure en-dessous des syllabes représente la durée de chacune des voyelles) :

[ta:h] -	[da:h]	[ta:ʔ] -	[da:ʔ]
209 ms	185 ms	212 ms	187 ms
[ta:f] -	[da:f]	[sa:r] -	[za:r]
239 ms	210 ms	226 ms	214 ms
[sa:d] -	[za:d]	[sa:l] -	[za:l]
210 ms	187 ms	235 ms	204 ms
[sa:r] -	[za:r]	[ʎa:f] -	[za:f]
268 ms	225 ms	209 ms	175 ms
[ʎa:r] -	[za:r]	[hAʒ] -	[ʒAʒ]
246 ms	229 ms	240 ms	220 ms

Mis à part le trait de voisement, aucun autre trait n'est commun à ces paires minimales pour que l'on puisse expliquer cet inversement de tendance dans la relation entre la durée de la voyelle longue et le voisement de la consonne initiale.

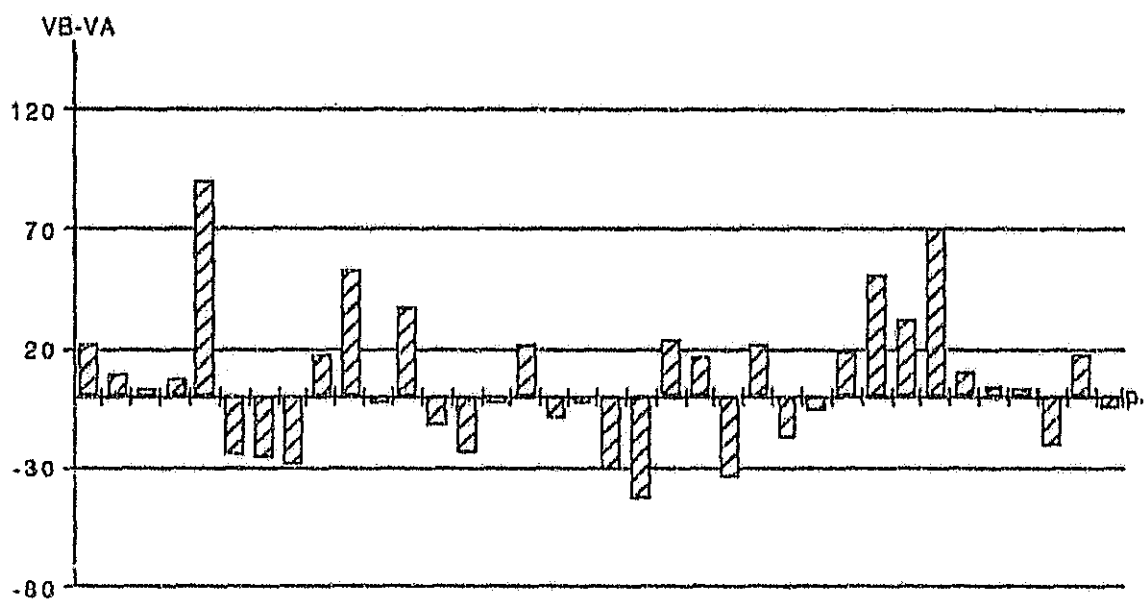


Figure III.43 - Différence de durée entre voyelle longue précédée d'une sonore et voyelle longue précédée d'une sourde dans le cadre de paires minimales - Locuteur A

Les résultats concernant les voyelles brèves sont beaucoup plus pertinents chez ce locuteur puisque, dans la majorité des cas, la voyelle précédée d'une sonore a une durée significativement plus importante que celle précédée d'une sourde. Six paires minimales se démarquent cependant, dans lesquelles la tendance s'inverse puisque la voyelle brève précédée d'une sourde est significativement plus longue que lorsqu'elle est précédée d'une sonore :

[tam]	-	[dam]	[tam]	-	[dam]
103 ms		78 ms	100 ms		84 ms
[tar]	-	[dar]	[ʰan]	-	[ʰan]
121 ms		104 ms	101 ms		84 ms
[ʰaz]	-	[ʰaz]	[ʰal]	-	[ʰal]
140 ms		109 ms	82 ms		70 ms

Il est surprenant de noter que ces paires sont toutes suivies d'une consonne sonore, et il est encore plus étonnant de constater que ce sont les voyelles qui se trouvent dans un contexte entièrement sonore qui ont la durée la moins importante dans ces paires minimales ! Surtout compte tenu de la corrélation non négligeable que nous avons pu dégager chez ce locuteur aussi bien dans les paragraphes précédents en ce qui concerne l'influence de la sonorité de la consonne finale sur la durée de la voyelle qui la précède, que dans ce même paragraphe où nous mettons en valeur la corrélation qui existe entre le voisement de la consonne initiale et la durée de la voyelle. Logiquement, dans un tel contexte, et chez ce locuteur, nous nous attendions à trouver des durées fort importantes, ce qui n'est pas le cas. Pouvons-nous avancer comme interprétation le fait qu'il existerait un quelconque ajustement ou équilibrage de la durée d'une voyelle qui aurait tendance à être trop longue dans un contexte entièrement sonore ? Ce serait éventuellement la seule explication à un tel comportement, sauf bien entendu si nous avons affaire à un phénomène de variabilité individuelle indépendant du contexte, ce qui n'est pas à exclure.

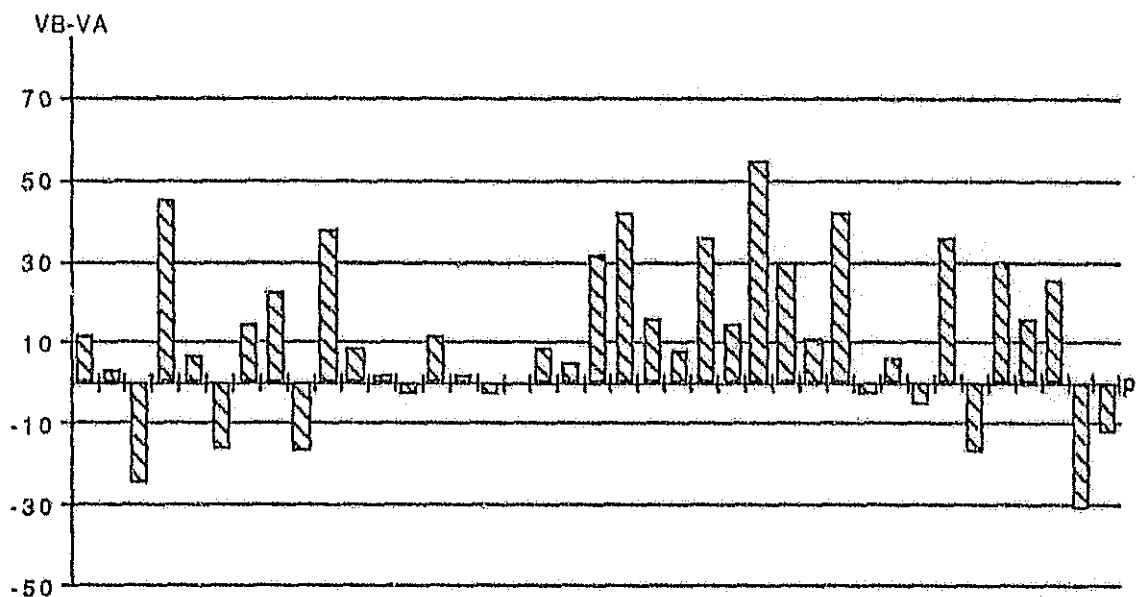
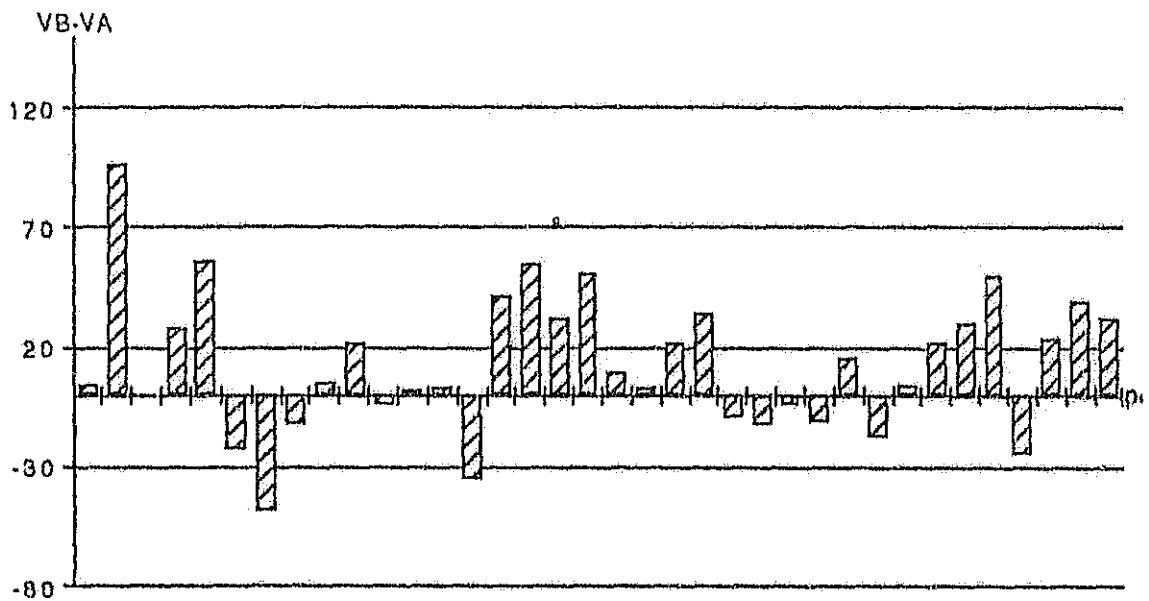


Figure III.44 - Différence de durée entre voyelle brève précédée d'une sonore et voyelle brève précédée d'une sourde dans le cadre de paires minimales - Locuteur A

Chez le locuteur B, les paires minimales dans lesquelles la consonne initiale sonore a un effet allongeant sur la voyelle longue qui la suit sont majoritaires. Cependant nous relevons encore une fois quelques paires minimales dans lesquelles c'est l'inverse qui se produit, la voyelle précédée d'une sourde ayant une durée significativement supérieure à celle précédée d'une sonore :

[ta:h]	-	[da:h]	[ta:ʔ]	-	[da:ʔ]
218 ms		196 ms	246 ms		198 ms
[ta:f]	-	[da:f]	[sa:d]	-	[za:d]
193 ms		181 ms	200 ms		165 ms
[Xa:l]	-	[ya:l]	[Xa:S]	-	[ya:S]
193 ms		181 ms	209 ms		198 ms
[ha:d]	-	[sa:d]	[ha:z]	-	[sa:z]
204 ms		187 ms	214 ms		190 ms

Nous constatons que certaines des voyelles qui ont les durées les plus réduites se trouvent en contexte entièrement sonore, comme cela était le cas pour le locuteur A. Ce phénomène étonnant à observer ne semble donc pas être une caractéristique individuelle, mais semblerait plutôt être un phénomène de rééquilibrage de la part des locuteurs dans certains cas. Nous essaierons de vérifier la validité de cette hypothèse.



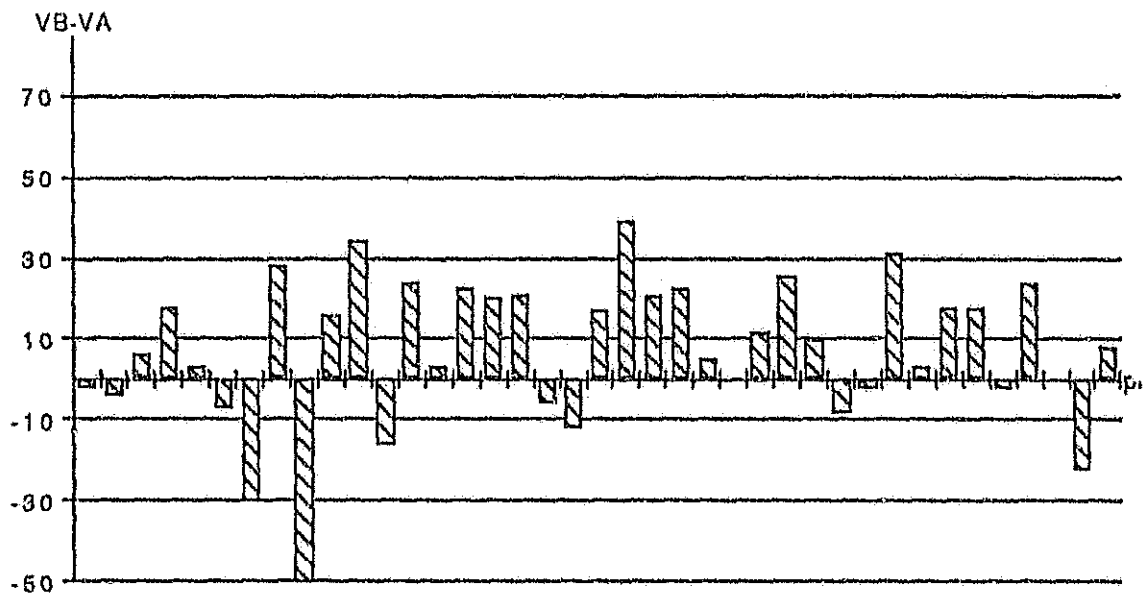
**Figure III.45 - Différence de durée entre voyelle longue précédée d'une sonore et voyelle longue précédée d'une sourde dans le cadre de paires minimales - Locuteur B**

Pour ce qui est de la voyelle brève chez ce même locuteur, la consonne sonore initiale a un effet allongeant sur la voyelle qui la suit dans la majorité des syllabes. Il existe tout de même des cas dans lesquels la voyelle est plus longue lorsqu'elle est précédée d'une consonne sourde :

[tan]	-	[dan]	[tar]	-	[dar]
153 ms		123 ms	196 ms		146 ms
[sal]	-	[zal]	[ʃar]	-	[ʒar]
134 ms		118 ms	165 ms		153 ms
[haz]	-	[ʒaz]			
159 ms		137 ms			

Là encore, il est très surprenant de constater que c'est en contexte entièrement sonore, où l'on s'attend à un effet de surallongement, que la voyelle possède la durée la plus réduite. Mais une analyse plus attentive de l'ensemble du corpus met en lumière le phénomène

suivant : dans les paires minimales qui figurent ci-dessus, les voyelles précédées d'une consonne sourde font partie de celles qui possèdent les durées les plus importantes par rapport au reste du corpus de ce locuteur. Sur une durée moyenne de 123 ms, des durées telles que 159 ms, 165 ms ou encore 196 ms ne sont pas négligeables. Si équilibre il y a - ce n'est qu'une hypothèse que nous avançons - c'est peut-être aussi dans ce sens, pour éviter que des voyelles brèves aient des durées excessives qui les rapprocheraient plutôt d'une voyelle longue - elles risqueraient de perdre par là-même leur spécificité phonologique. Nous rapprochons ce phénomène de ce que Sock (1984) a dénommé le phénomène de "compensation" dans lequel une voyelle brève présente un degré de résistivité élevé à la variation de débit.



**Figure III.46 - Différence de durée entre voyelle brève précédée d'une sonore et voyelle brève précédée d'une sourde dans le cadre de paires minimales - Locuteur B**

Chez le locuteur C, la consonne initiale sonore a une influence allongeante sur la voyelle longue qui la suit dans la majorité des cas. Ce qui est intéressant à observer ce sont plutôt les voyelles qui sont plus longues lorsqu'elles sont précédées d'une consonne sourde que d'une consonne sonore, surtout quand la différence est supérieure à 30 ms, comme c'est le cas pour les paires suivantes :

			181
[ta:b] -	[da:b]	[ta:m] -	[da:m]
289 ms	237 ms	260 ms	217 ms
[ta:f] -	[da:f]	[ta:r] -	[da:r]
309 ms	259 ms	348 ms	273 ms
[Xa:l] -	[ya:l]	[ha:ʒ] -	[sa:ʒ]
282 ms	176 ms	301 ms	271 ms
[ʁa:l] -	[ʁa:l]		
292 ms	250 ms		

Comme nous pouvons le constater, nous retrouvons des voyelles en contexte sonore qui ont une durée moindre que celles qui sont précédées d'une consonne sourde.

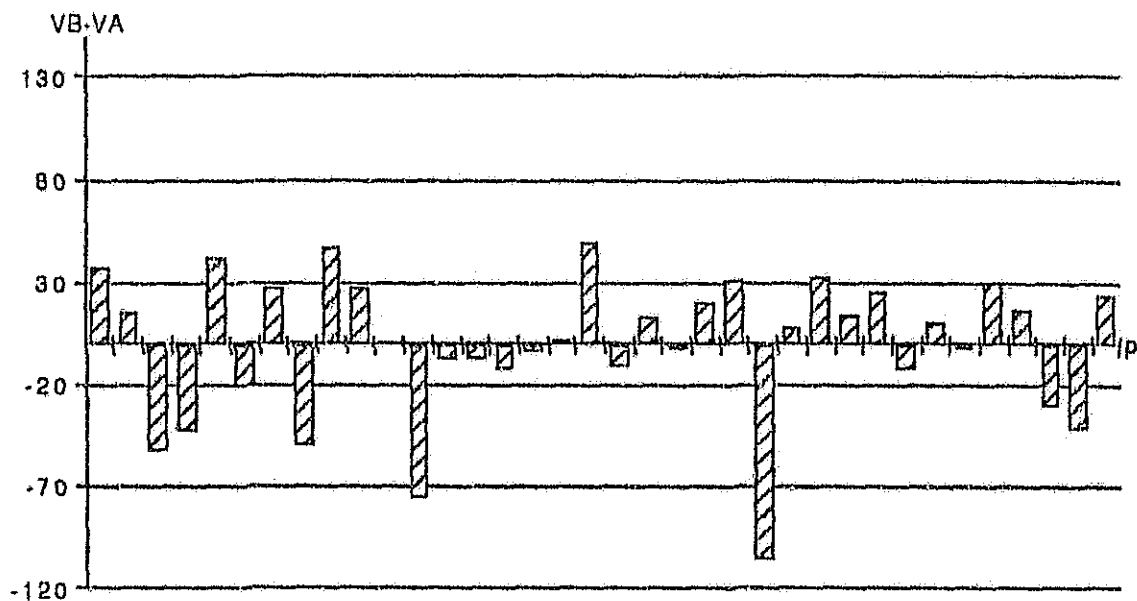


Figure III.47 - Différence de durée entre voyelle longue précédée d'une sonore et voyelle longue précédée d'une sourde dans le cadre de paires minimales - Locuteur C

Les résultats sont plus pertinents en ce qui concerne l'influence de la consonne sonore sur la voyelle brève comme nous le remarquons sur la figure 48. Il est intéressant de noter que les résultats les plus significatifs concernent les paires dans lesquelles la consonne initiale est la syllabe sonore [ʁ] (et la sourde correspondante [X]). A noter également quelques paires dans lesquelles la consonne initiale n'a pas l'effet allongeant attendu :

[tam] -	[dam]	[ʃan] -	[ʒan]
143 ms	120 ms	150 ms	125 ms

[ʃaf]	-	[ʒaf]	-	[kam]	-	[ʃam]
129 ms		118 ms		117 ms		106 ms
[ʁaf]	-	[ʁa]				
142 ms		120 ms				

En majorité, les voyelles précédées d'une consonne sonore ont une durée relativement importante par rapport aux autres voyelles précédées d'une sourde : dans un cas pareil ceci ne peut être interprété comme un rééquilibrage de la voyelle qui se trouve dans un contexte entièrement sonore, cette dernière n'aurait pas eu de toute façon une durée beaucoup plus importante que les autres voyelles qui se trouvent dans la même catégorie ; peut-être que nous décelons chez cet individu des irrégularités individuelles dans la structuration temporelle de son espace vocalique pour ce qui est des voyelles brèves.

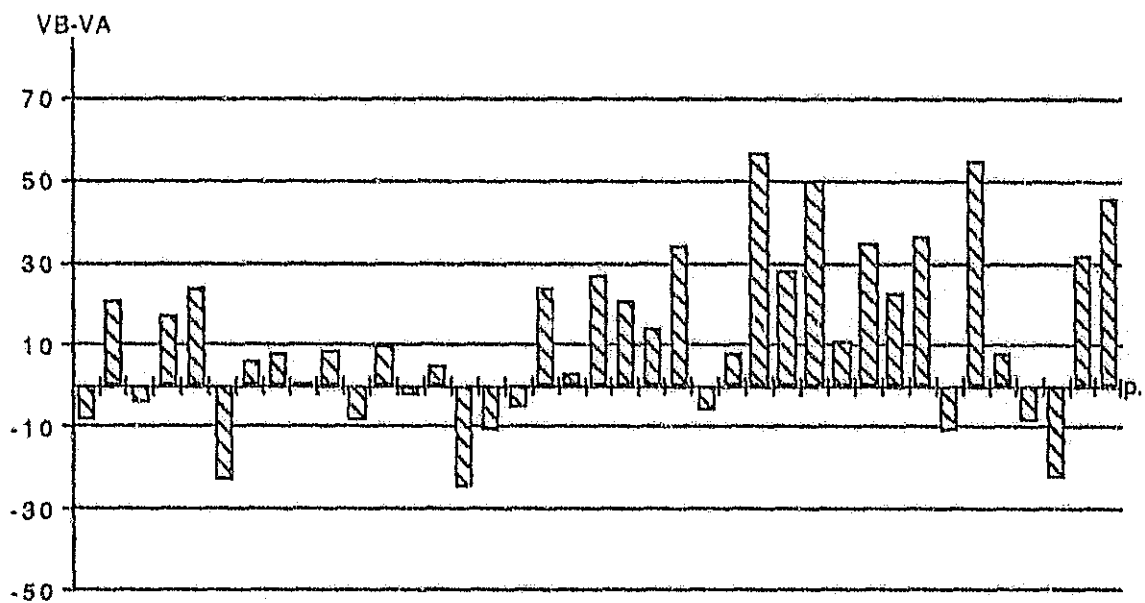


Figure III.48 - Différence de durée entre voyelle brève précédée d'une sonore et voyelle brève précédée d'une sourde dans le cadre de paires minimales - Locuteur C

Chez le locuteur D, la consonne initiale sonore a une influence allongeante sur la voyelle longue qui la suit, comme on le voit sur la figure III.49. Encore une fois, cela n'empêche pas des "irrégularités" c'est-à-dire des cas dans lesquels la voyelle est plus longue lorsqu'elle est précédée d'une consonne sourde. Il s'agit des paires minimales suivantes :

[ti:n]	-	[di:n]		[ni:n]	-	[du:n]
215 ms		196 ms		278 ms		254 ms

[ta:ʔ] -	[da:ʔ]	[su:r] -	[zu:r]
271 ms	240 ms	314 ms	264 ms



[sa:d] -	[za:d]	[sa:h] -	[za:h]
292 ms	268 ms	282 ms	264 ms
[ha:q] -	[ʁa:q]	[ha:r] -	[ʁa:r]
229 ms	195 ms	285 ms	267 ms

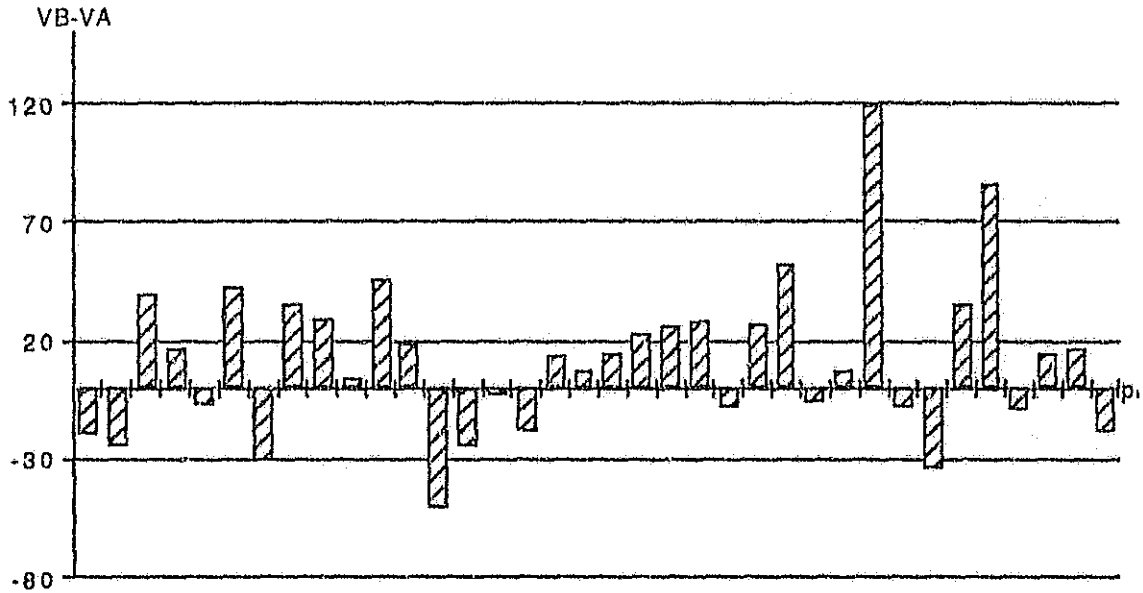


Figure III.49 - Différence de durée entre voyelle longue précédée d'une sonore et voyelle longue précédée d'une sourde dans le cadre de paires minimales - Locuteur D

Les résultats sont plus pertinents, chez ce locuteur, pour ce qui est de l'effet allongeant de la consonne initiale sonore sur la voyelle brève, même si on relève encore quelques paires dans lesquelles ce n'est pas le cas, comme par exemple :

[tal] -	[dal]	[saf] -	[zaf]
114 ms	103 ms	129 ms	117 ms
[Xan] -	[ɣan]	[Xad] -	[ɣad]
129 ms	103 ms	106 ms	70 ms

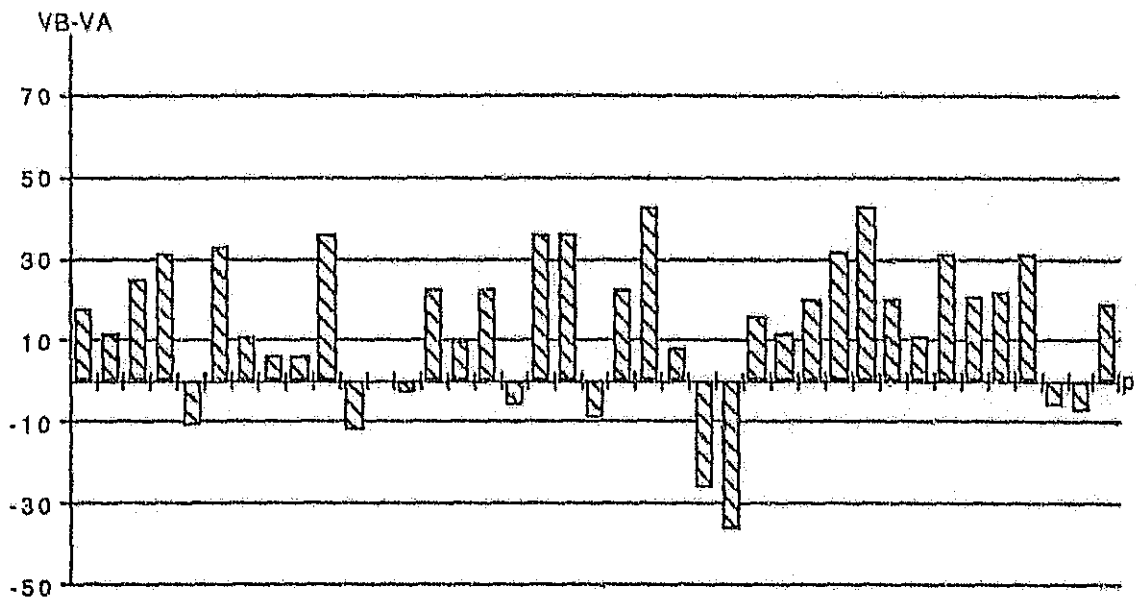


Figure III.50 - Différence de durée entre voyelle brève précédée d'une sonore et voyelle brève précédée d'une sourde dans le cadre de paires minimales - Locuteur D

### c. Conclusion

Incontestablement, dans une structure CVC en arabe standard, les résultats indiquent une corrélation très étroite entre la sonorité de la consonne initiale et la durée de la voyelle qui la suit : chez les 4 locuteurs, une consonne initiale sonore a un effet allongeant sur la voyelle qui la suit, que celle-ci soit longue ou brève. Un phénomène reste assez curieux : la réduction de durée de certaines voyelles placées en contexte entièrement sonore. Cela ne semble pas être une caractéristique individuelle. Ce phénomène s'observe en effet chez tous les locuteurs, aussi bien pour les voyelles longues que pour les voyelles brèves. Nous émettons l'hypothèse suivante : il existerait un système de rééquilibrage interne chez les locuteurs dans le but d'éviter - lorsque c'est possible - qu'une voyelle précédée et suivie d'une consonne sonore ait une durée excessive. Dans certains cas - mais ceci est loin d'être la règle - ce phénomène a lieu lorsque la voyelle qui n'est pas en contexte entièrement sonore a une durée relativement élevée par rapport aux autres voyelles qui se trouvent dans la même catégorie.

### III.3.2.3. Conclusion

En partant de la constatation selon laquelle "*voicing (...) is not an absolute universal*" (MITLEB, 1984 : 23), nous sommes paradoxalement arrivée à démontrer que non seulement la durée de la voyelle longue et brève est un indice de la sonorité de la consonne en arabe standard, mais aussi que l'effet allongeant de la consonne sur la syllabe est incontestable quelle que soit sa position dans la syllabe. Nous soulignons cependant qu'il existe des irrégularités selon les sujets, la corrélation entre la sonorité et la durée de la voyelle pouvant être pertinente ou plutôt "hésitante" : l'influence du voisement de la consonne finale sur la voyelle paraît dans ce sens secondaire ou redondante par rapport à celle de la consonne initiale.

Par ailleurs notre approche par paires minimales nous a permis de mettre en lumière un phénomène intéressant que nous avons désigné comme étant un rééquilibrage interne du contrôle exercé par les sujets quant à leur organisation temporelle. Cette hypothèse de l'existence d'un rééquilibrage interne, commun à l'ensemble des locuteurs, nous paraît être un élément primordial en ce qui concerne le processus de structuration temporelle de l'espace vocalique d'un individu. Une telle hypothèse mériterait à notre avis une analyse plus poussée dans un cadre autre que la présente étude.

## III.3.3 - LA QUANTITE VOCALIQUE : INDICE DE MODE ARTICULATOIRE EN ARABE STANDARD ?

### III.3.3.1. Protocole expérimental

Un corpus<sup>17</sup> de 50 paires minimales est produit par les mêmes 4 locuteurs arabophones LOC A, LOC B, LOC C, LOC D. Rappelons que nous partons de l'hypothèse selon laquelle le mode articulatoire de la consonne pourrait être corrélé à la durée de la voyelle (O'SHAUGNESSY, 1981). Nous avons choisi de travailler sur la nasalité, afin de vérifier si le mode nasal, dans le cas de la consonne finale, avait une influence allongeante en arabe standard sur la durée de la voyelle qui précède dans une structure CVC.

---

<sup>17</sup> Annexe 8.

Tableau 26 - Mesures de durée des voyelles longues et brèves en fonction de la nasalité de la consonne finale

PAIRE MINIMALE	LOCUTEUR 1			LOCUTEUR 2			LOCUTEUR 3			LOCUTEUR 4		
	DURÉE VOY. A	DURÉE VOY. B	VB - VA (ms)	DURÉE VOY. A	DURÉE VOY. B	VB - VA (ms)	DURÉE VOY. A	DURÉE VOY. B	VB - VA (ms)	DURÉE VOY. A	DURÉE VOY. B	VB - VA (ms)
	Finale orale	Finale nasale		Finale orale	Finale nasale		Finale orale	Finale nasale		Finale orale	Finale nasale	
VOYELLE LONGUE												
taɔ - taɔm	176	223	47	196	182	-14	253	256	3	282	293	11
baɔ - baɔm	189	195	6	215	193	-22	251	289	38	268	276	8
duɔ - duɔm	171	203	32	176	176	0	298	262	-36	253	281	28
daɔ - daɔm	178	212	34	203	200	-3	287	287	0	223	234	11
naɔ - naɔm	165	204	39	178	189	11	248	259	11	242	225	-17
qaɔ - qaɔm	190	151	-39	200	176	-24	260	293	33	237	260	23
gaɔ - gaɔm	228	195	-33	218	218	0	275	260	-15	235	260	25
daɔ - daɔm	193	257	64	182	200	18	259	284	25	257	260	3
faɔ - faɔm	185	198	13	184	181	-3	293	304	11	267	276	9
saɔ - saɔm	178	204	26	181	176	-5	257	273	16	271	257	-14
jaɔ - jaɔm	157	211	54	206	182	-24	290	314	24	278	217	-61
xaɔ - xaɔm	167	198	31	195	218	23	245	254	9	229	250	21
haɔ - haɔm	181	193	12	210	189	-21	271	300	29	251	228	-23
ɔaɔ - ɔaɔm	200	221	21	231	206	-25	278	279	1	212	296	84
zaɔ - zaɔm	179	240	61	193	220	27	268	295	27	229	265	36
ʒaɔ - ʒaɔm	206	189	-17	196	195	-1	306	262	-44	293	237	-56
ʒuɔ - ʒuɔm	164	203	39	193	181	-12	295	268	-27	235	207	-28
yaɔ - yaɔm	212	210	-2	184	214	30	282	250	-32	256	229	-27
saɔ - saɔm	192	175	-17	146	184	38	271	248	-23	225	225	0
haɔ - haɔm	190	204	14	209	196	-13	298	239	-59	221	223	2
haɔ - haɔm	193	225	32	201	189	-12	212	279	67	264	254	-10
raɔ - raɔm	178	195	17	190	220	30	287	287	0	273	260	-13
ʒaɔ - ʒaɔm	157	276	119	176	200	24	220	278	58	207	210	3
ʒaɔ - ʒaɔm	210	139	-71	165	193	28	251	185	-66	250	232	-18
MOYENNE	185	206		193	195		269	271		248	248	
ECART-TYPE	18	29		18	15		24	27		23	26	

VOYELLE BREVE													
tab - tam	79	98	19	109	121	12	135	143	8	100	121	21	
kab - kam	81	87	6	112	114	2	134	142	8	117	95	-22	
kad - kan	107	101	-6	114	129	15	123	135	12	112	120	8	
ʔab - ʔam	87	82	-5	106	132	26	106	128	22	85	95	10	
bud - bun	92	126	34	90	104	14	132	107	-25	100	96	-4	
dab - dam	100	93	-7	123	131	8	148	146	-2	101	107	6	
med - man	96	100	4	134	110	-24	106	123	17	106	120	14	
qab - qam	70	90	20	126	143	17	103	120	17	107	114	7	
qab - qam	95	107	12	120	109	-11	125	135	10	103	131	28	
sad - sam	79	106	27	104	112	8	123	129	6	87	115	28	
ʃab - ʃam	85	90	5	120	118	-2	112	120	8	106	101	-5	
ʃad - ʃam	81	84	3	101	118	17	104	132	28	106	125	19	
xab - xam	90	85	-5	115	103	-12	120	110	-10	75	112	37	
xed - xam	89	103	14	109	118	9	100	128	28	101	100	-1	
kub - hum	101	95	-6	115	138	23	103	118	15	96	101	5	
kab - kam	79	81	2	106	106	0	103	114	11	82	87	5	
kad - kam	94	90	-4	106	106	0	104	109	5	92	106	14	
ʒed - ʒam	78	101	23	118	112	-6	123	143	20	121	121	0	
ʒad - ʒam	76	107	31	120	115	-5	135	129	-6	104	156	52	
yab - yam	81	104	23	128	137	9	125	135	10	110	110	0	
ʒab - ʒam	89	114	25	129	125	-4	129	109	-20	112	134	22	
ʃad - ʃam	107	118	11	125	117	-8	117	126	9	139	110	-29	
hab - ham	71	103	32	115	106	-4	106	139	33	92	150	58	
lad - lam	98	95	-3	100	100	0	110	175	65	90	103	13	
rad - ram	111	118	7	121	100	-21	135	148	13	120	131	11	
ʒab - ʒam	89	104	15	104	117	13	89	112	23	106	128	22	
MOYENNE	89	99		114	117		117	129		103	115		
ECART-TYPE	11	12		10	12		15	16		14	17		

### III.3.3.2.1. Approche globale

Une première approche globale des résultats montre que majoritairement, il n'existe pas de différence significative chez les locuteurs pour ce qui est de la distinction entre les moyennes générales des voyelles longues suivies d'une orale ou d'une nasale d'un côté, et des voyelles brèves de l'autre. Pour chacune des catégories vocaliques, il existe à chaque fois un seul locuteur chez lequel cette différenciation semble distinctive : le locuteur A pour ce qui est de la voyelle longue, et le locuteur D pour ce qui est de la voyelle brève. Mais les résultats sont contradictoires puisque chez le premier locuteur, la durée moyenne des voyelles suivies d'une orale est supérieure à celle où les voyelles sont suivies d'une nasale ; chez le locuteur D c'est le contraire puisqu'on note un résultat moyen supérieur dans le cas où la consonne finale est une nasale.

#### (C-) VOYELLE LONGUE + CONSONNE ORALE

	LOC A	LOC B	LOC C	LOC D
Moyenne	185 ms	193 ms	269 ms	248 ms
Ecart-type	18	18	24	23
Nombre d'occurrences	24	24	24	24

#### (C-) VOYELLE LONGUE + CONSONNE NASALE

	LOC A	LOC B	LOC C	LOC D
Moyenne	206 ms	195 ms	271 ms	248 ms
Ecart-type	29	15	27	26
Nombre d'occurrences	24	24	24	24

#### (C-) VOYELLE BREVE + CONSONNE ORALE

	LOC A	LOC B	LOC C	LOC D
Moyenne	89 ms	114 ms	117 ms	103 ms
Ecart-type	11	10	15	14
Nombre d'occurrences	26	26	26	26

#### (C-) VOYELLE BREVE + CONSONNE NASALE

	LOC A	LOC B	LOC C	LOC D
Moyenne	99 ms	117 ms	129 ms	115 ms
Ecart-type	12	12	16	17
Nombre d'occurrences	26	26	26	26

Tableau 27 - Moyennes générales individuelles et écart-type relatifs à la durée des voyelles longues et brèves en fonction de la nasalité de la consonne finale

### III.3.3.2.2. Approche par paires minimales

En effectuant une approche plus fine nous nous rendons compte que les résultats diffèrent quelque peu, et cela d'une manière sensible. Commençons par le locuteur A : VB-VA indique, rappelons le, la différence (en ms) entre la voyelle suivie d'une consonne nasale et la voyelle suivie d'une consonne orale. Un résultat VB-VA positif montre que la voyelle suivie d'une nasale est plus longue que celle suivie d'une orale correspondante. Or contrairement à ce que laissait prévoir l'approche globale, il semblerait bien qu'il existe un effet allongeant de la consonne finale nasale sur la voyelle qui la précède, aussi bien dans le cas de la voyelle brève que de la voyelle longue, comme nous pouvons le remarquer notamment dans les figures III.51 et III.52. En majorité, la différence VB-VA est nettement significative, sauf dans les paires minimales suivantes, dans lesquelles la voyelle suivie d'une orale a une durée significativement plus importante que celle suivie d'une orale correspondante dans la même paire minimale :

[qa:b] -	[qa:m]	[qa:d] -	[qa:n]
190 ms	151 ms	228 ms	195 ms
[ʒa:d] -	[ʒa:n]	[ʒa:b] -	[ʒa:m]
206 ms	189 ms	192 ms	175 ms
[sa:d] -	[sa:n]		
210 ms	139 ms		

Nous constatons tout d'abord que dans ces paires, le noyau vocalique est constitué d'une voyelle longue. Nous remarquons également que les voyelles suivies d'une nasale ont des durées assez brèves par rapport aux autres voyelles qui se trouvent dans la même catégorie (la moyenne générale étant de 206 ms, ce qui révèle un écart relativement important). Pour ce qui est des voyelles suivies d'une consonne orale, dans le cadre de ces mêmes paires minimales, nous remarquons qu'elles possèdent des durées relativement longues par rapport aux autres voyelles suivies d'une consonne nasale. Ce phénomène pourrait bien être une caractéristique individuelle, une espèce d'"accident temporel de parcours", à condition que nous ne le trouvions pas chez d'autres locuteurs.

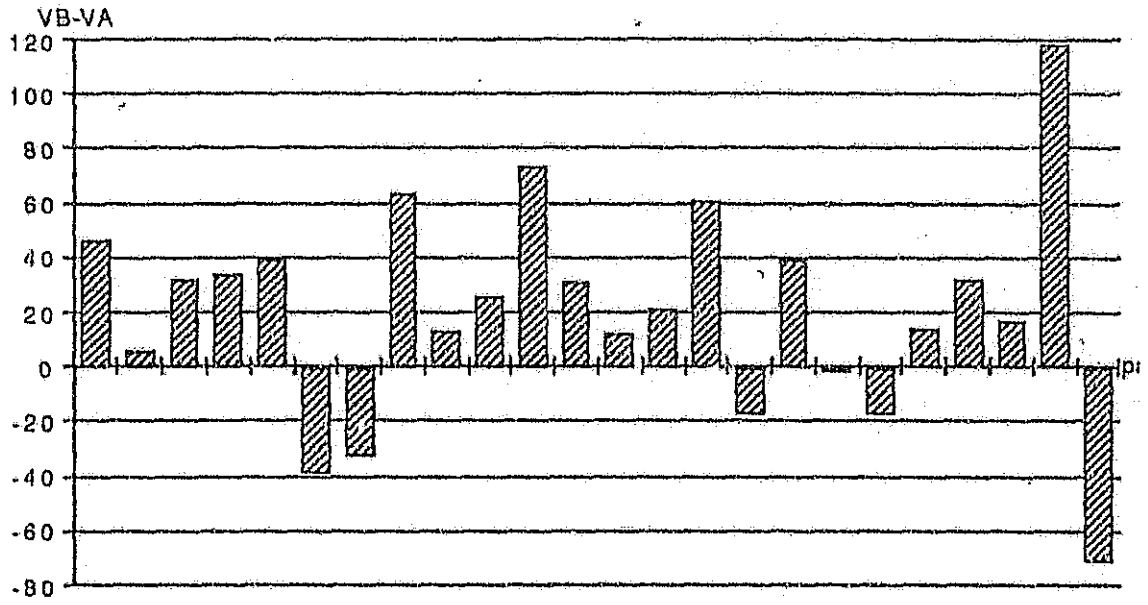


Figure III.51 - Différence de durée entre voyelle longue suivie d'une nasale et voyelle longue suivie d'une orale ; Locuteur A

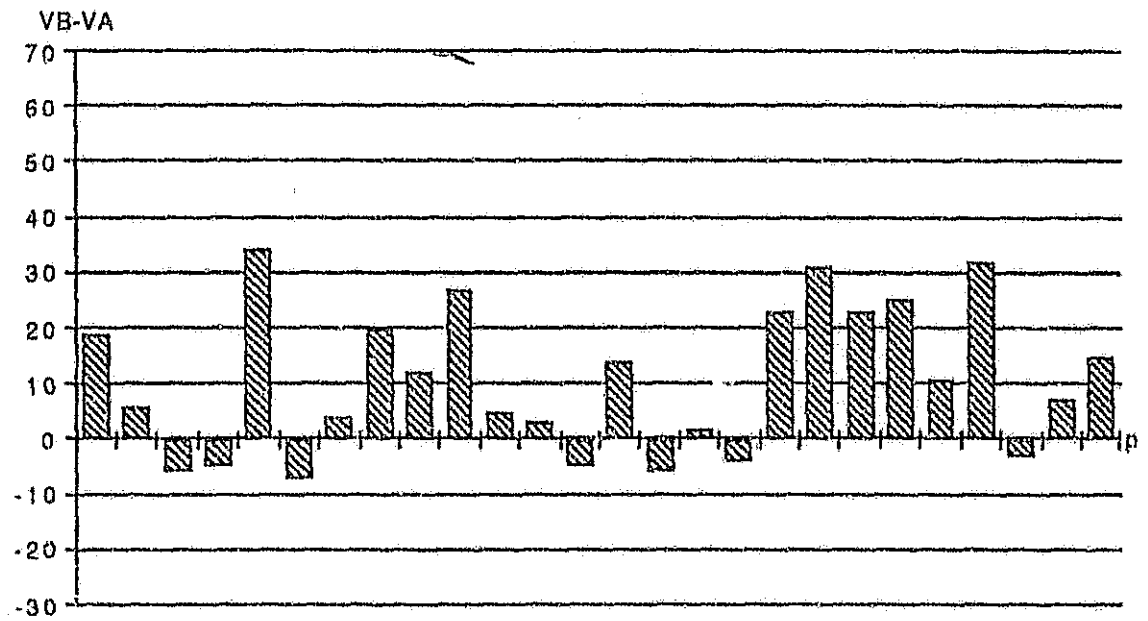


Figure III.52 - Différence de durée entre voyelle brève suivie d'une nasale et voyelle brève suivie d'une orale ; Locuteur A



Chez le locuteur B, une grande irrégularité existe quant à la différenciation entre voyelle longue suivie d'une orale et voyelle longue suivie d'une nasale. Les résultats ne permettent absolument pas de trancher et de dégager une quelconque tendance. Pourtant la variabilité des mesures de durée des voyelles longues ne révèle pas une trop grande dispersion des valeurs qui aurait pu expliquer éventuellement ce phénomène. Il pourrait y avoir deux explications à ce résultat : ou bien il n'existe aucune corrélation, dans la construction temporelle de ce locuteur, entre la nasalité de la consonne finale et la durée de la voyelle longue qui la précède ; ceci expliquerait le fait que le résultat VB-VA semble plutôt relever du hasard ; ou alors il existe, d'une manière sous-jacente, dans la structuration interne individuelle, une corrélation entre le trait de nasalité et la durée de la voyelle longue, corrélation qui, pour une raison quelconque, n'est pas correctement mise en évidence par ce locuteur. Ce résultat est d'autant plus surprenant que les résultats concernant la voyelle brève révèlent une tendance à l'allongement de la voyelle suivie d'une consonne nasale. Nous essayons d'y voir plus clair en comparant les paires minimales qui ont un rapport significativement positif (VB plus longue que VA), et que nous désignons par RSP, aux paires ayant un rapport significativement négatif (VA plus longue que VB), désignées par RSN.

RSP	DUREE VA	DUREE VB	RSN	DUREE VA	DUREE VB
[nəb]-[na:m]	178	189	[təb]-[ta:m]	196	182
[dɑ:d]-[dɑ:n]	182	200	[bɑ:d]-[bɑ:n]	215	193
[Xɑ:b]-[Xɑ:m]	195	218	[qɑ:b]-[qɑ:m]	200	176
[zɑ:d]-[zɑ:n]	193	220	[fɑ:d]-[fɑ:n]	206	182
[yɑ:b]-[yɑ:m]	184	214	[hɑ:d]-[hɑ:n]	210	189
[ʁɑ:b]-[ʁɑ:m]	146	184	[βɑ:b]-[βɑ:m]	231	206
[mɪb]-[mɪ:m]	190	220	[ʒu:]-[ʒu:n]	193	181
[sɑ:b]-[sɑ:m]	176	200	[he:]-[he:m]	209	196
[sɑ:d]-[sɑ:n]	165	193	[d]-[dɑ:n]	201	189

Tableau 28 - Paires minimales avec RSP et RSN - Les mesures sont en ms

A partir de ce tableau, nous pouvons formuler les remarques suivantes : globalement, les voyelles suivies d'une finale orale et qui possèdent un RSP ont des durées sensiblement inférieures à celles qui possèdent un RSN, tandis que les voyelles suivies d'une nasale et possédant un RSN ont des durées sensiblement inférieures à celles qui possèdent un RSP. En d'autres termes, une voyelle phonologiquement longue mais ayant en plus une durée assez importante, quand elle est suivie d'une orale, ne verra pas sa valeur

augmenter comme on pourrait s'y attendre selon notre hypothèse de travail : au contraire, sa durée aura tendance à diminuer chez ce locuteur. On pourrait dire que le locuteur a le choix entre deux comportements différents :

1 - donner la priorité à la corrélation entre la nasalité et la durée de la voyelle, quelle que soit la durée réelle du noyau vocalique, au risque de produire des voyelles exagérément longues ;

2 - donner la priorité à l'échelle de dispersion des durées vocaliques, quitte à ne pas respecter l'effet allongeant de la consonne nasale sur la voyelle.

Le locuteur B semble avoir fait le choix, même si les résultats sont en apparence irréguliers et incohérents : il a décidé d'opter pour la deuxième solution, à savoir privilégier l'échelle de dispersion des durées de la voyelle longue. Il est tout-à-fait logique de constater que ce locuteur possède un taux de variabilité des valeurs assez réduit par rapport aux autres locuteurs, et notamment que l'écart-type concernant les voyelles longues suivies d'une nasale est le plus bas parmi l'ensemble des sujets.

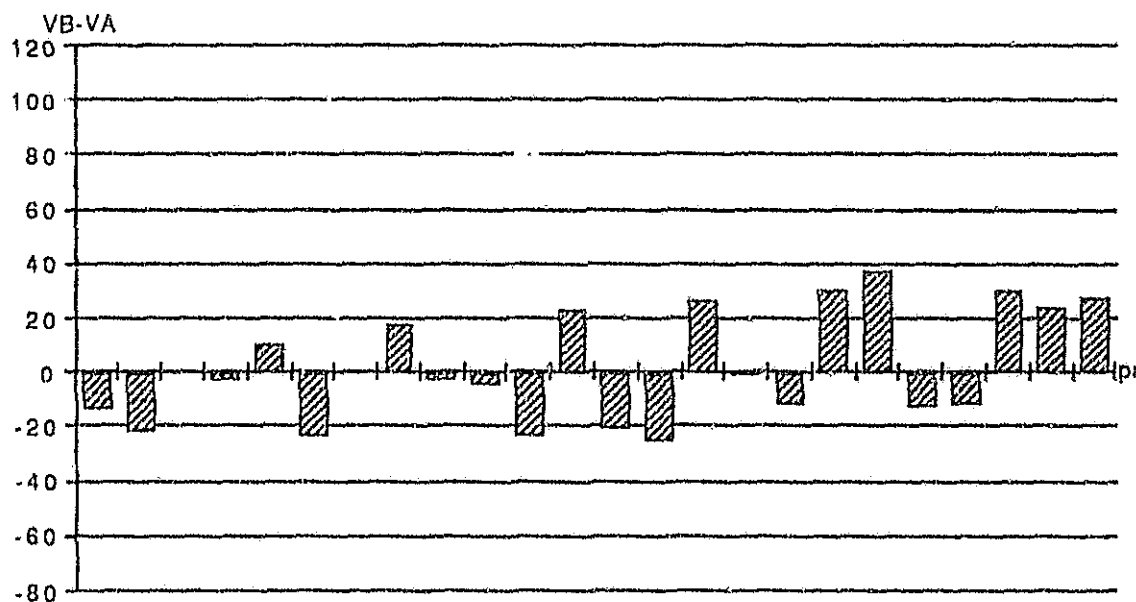


Figure III.53 - Différence de durée entre voyelle longue suivie d'une nasale et voyelle longue suivie d'une orale ; Locuteur B

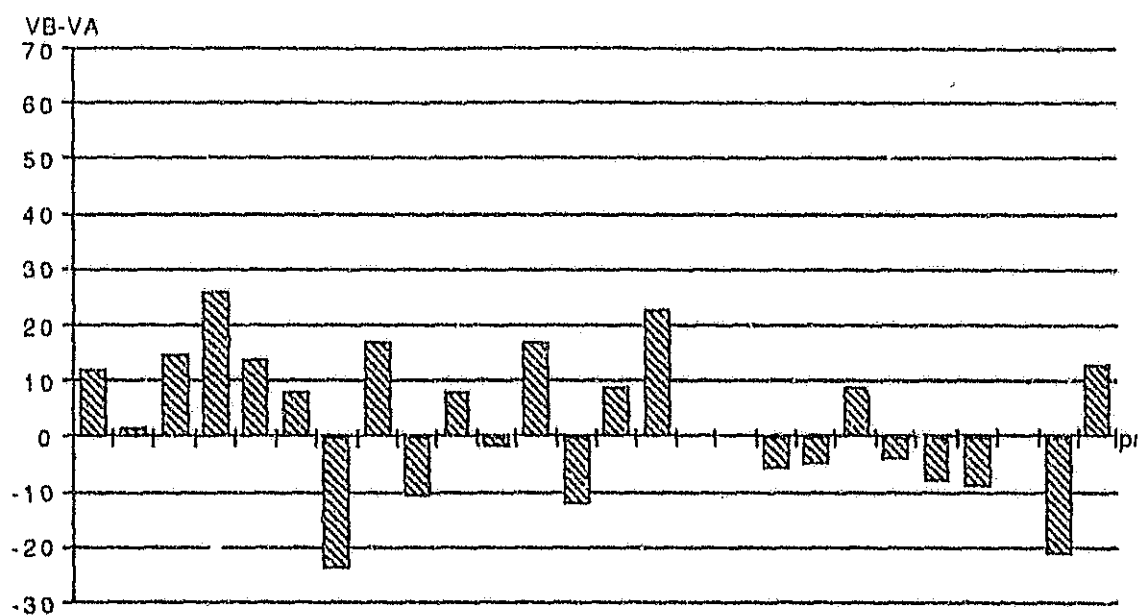


Figure III.54 - Différence de durée entre voyelle brève suivie d'une nasale et voyelle brève suivie d'une orale ; Locuteur B

Nous passons au locuteur C, chez lequel le nombre de RSP est légèrement supérieur au nombre de RSN pour ce qui est des voyelles longues, mais chez qui les valeurs négatives de VB-VA sont très nettement supérieures aux valeurs positives. A noter le fait que les RSN les plus importants se trouvent dans les paires minimales dans lesquelles VB possède des durées étonnamment réduites par rapport aux autres voyelles longues de la même catégorie ([sa:n], 185 ms, et [ha:m], 239 ms).

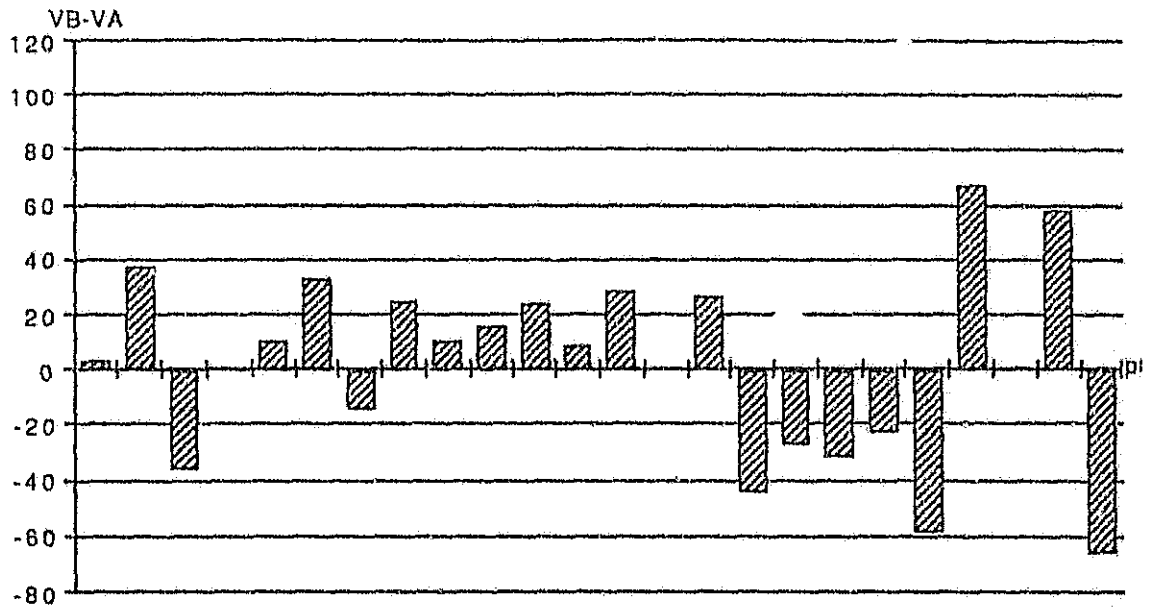


Figure III.55 - Différence de durée entre voyelle longue suivie d'une nasale et voyelle longue suivie d'une orale ; Locuteur C

Pour ce qui est des voyelles brèves, la figure III.56 révèle que la consonne finale nasale a bien un effet allongeant sur la voyelle qui la précède. On ne note que trois RSN, qui touchent des VB ayant des durées relativement réduites :

[bun]	[Xam]	[ɛam]
107 ms	110 ms	109 ms

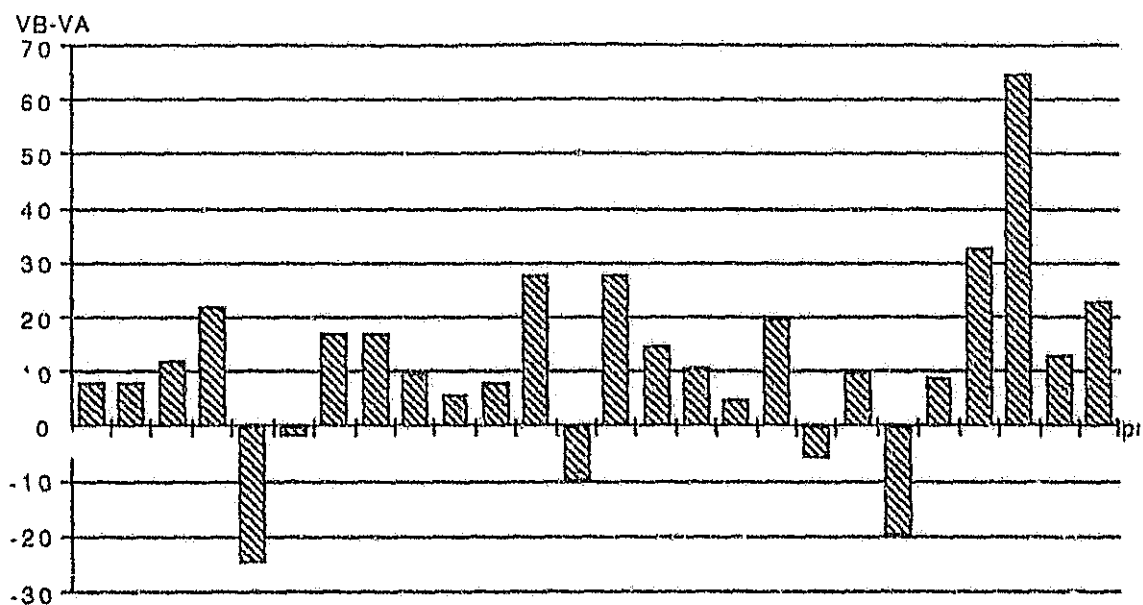


Figure III.56 - Différence de durée entre voyelle brève suivie d'une nasale et voyelle brève suivie d'une orale ; Locuteur C

Chez le locuteur D, les résultats concernant la voyelle longue ne vont pas dans le sens d'un allongement de la durée de la voyelle suivie d'une nasale. Nous aurons tendance à dire que les résultats semblent tenir du hasard, puisqu'il y a presque autant de RSN que de RSP. Soit cette corrélation n'est pas opérationnelle chez ce sujet, soit le corpus ne permet pas de mettre en lumière un tel phénomène. Nous opterons plutôt pour la deuxième solution, étant donné le fait que la consonne finale nasale semble bien avoir un effet allongeant sur la voyelle brève qui la précède, comme le montrent les résultats schématisés dans la figure III.57. Cela nous amène à nous poser la question concernant la variabilité de durée des voyelles longues chez ce locuteur, laquelle variabilité, si elle existe, pourrait expliquer ce manque d'homogénéité et de structure apparente dans ces résultats.

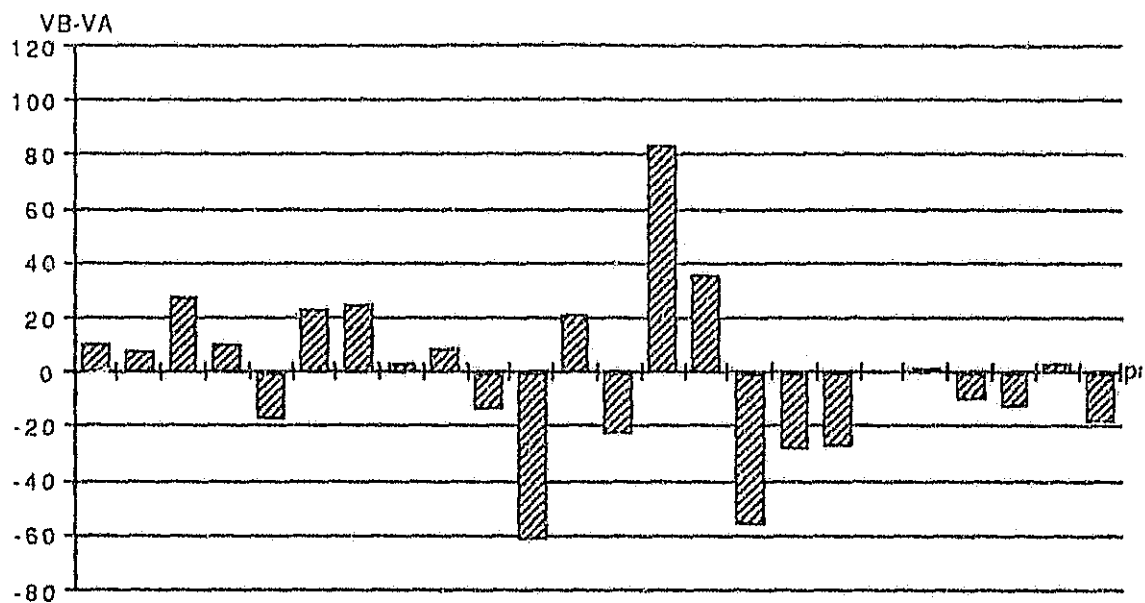


Figure III.57 - Différence de durée entre voyelle longue suivie d'une nasale et voyelle longue suivie d'une orale ; Locuteur D

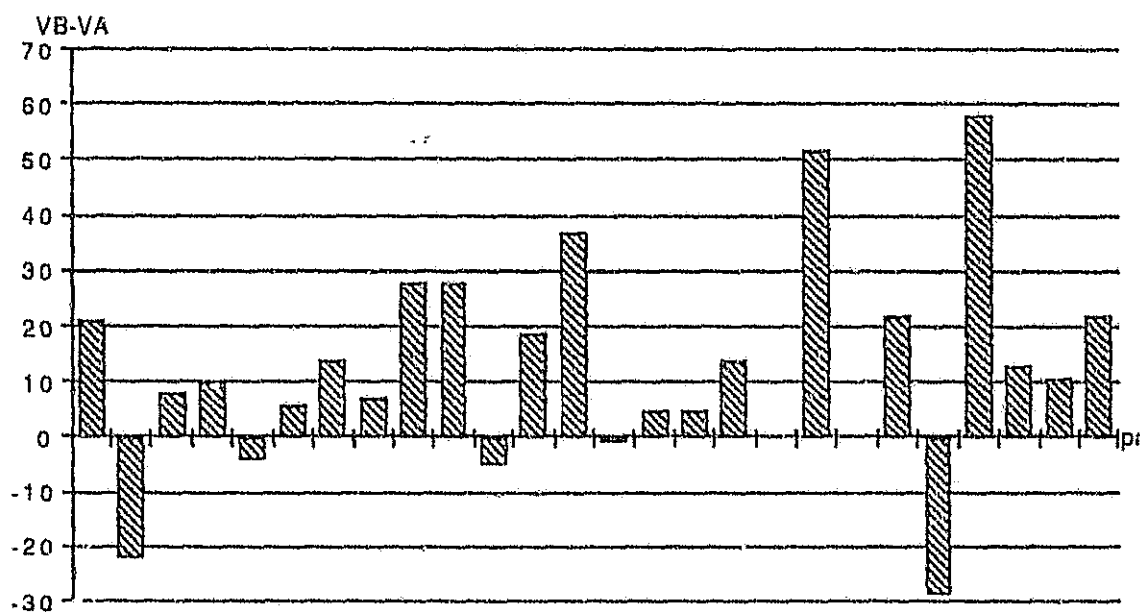


Figure III.58 - Différence de durée entre voyelle brève suivie d'une nasale et voyelle brève suivie d'une orale ; Locuteur D

### III.3.3.3. Conclusion

Après une approche globale et par paires minimales de la variation de la durée des voyelles longues et brèves en fonction du mode nasal ou oral de la consonne finale, nous constatons qu'il existe une corrélation entre la durée de la voyelle brève et la nasalité de la consonne : la consonne finale nasale a un effet allongeant très net chez l'ensemble des locuteurs. Les résultats sont moins homogènes et moins convaincants en ce qui concerne la voyelle longue : si la corrélation est très pertinente chez le locuteur A, et à un moindre degré chez le locuteur C, il n'est pas possible de trancher chez les deux autres locuteurs. Ces résultats mettent donc en valeur un comportement différent selon la quantité phonologique de la voyelle. La voyelle longue subit moins l'influence de la nasalité que la voyelle brève chez le locuteur C, et elle ne semble subir aucune influence chez les locuteurs B et D.

### III.4. CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons commencé par mettre en valeur la stabilité de la relation existant entre voyelle longues et voyelles brèves dans la syllabe arabe CVC chez des locuteurs d'origines dialectales différentes. Les variations inter- et intra-locuteurs du rapport VL/VB permettent tout de même l'émergence d'un rapport majoritaire :  $R = 1,7$ . Par ailleurs, une comparaison de la structuration temporelle interindividuelle de la langue arabe par rapport à une langue prise comme référence chez ces locuteurs - le français -, a permis de mettre en valeur une relation hiérarchique constante chez tous les sujets : la durée de la voyelle brève arabe est inférieure à celle de la voyelle française qui est elle-même inférieure à celle de la voyelle longue arabe.

A partir de là nous nous sommes fixé l'objectif suivant : vérifier si la durée des voyelles longues et brèves était corrélée ou non à des paramètres articulatoires en arabe standard. Nous avons sélectionné pour notre étude le paramètre de voisement de la consonne initiale et de la consonne finale, ainsi que celui du mode nasal de la consonne finale.

Pour ce qui est du voisement, nous constatons que le voisement de la consonne finale a un effet allongeant sur la voyelle longue qui la précède chez l'ensemble des sujets (avec toutefois une corrélation plus importante entre les deux paramètres de voisement et de durée chez les locuteurs A et D que chez B et C). Pour ce qui est de la voyelle brève, nous concluons à l'existence d'une tendance à un

allongement en fonction du voisement de la consonne finale, mais une étude plus poussée est nécessaire pour confirmer ou infirmer ce résultat. En ce qui concerne l'influence du voisement de la consonne initiale, nous arrivons au résultat suivant : il existe une corrélation très nette entre le voisement de la consonne initiale et la durée de la voyelle qui la suit, que la voyelle soit longue ou brève. Nous avons cependant relevé des cas de réduction de la durée de certaines voyelles en contexte entièrement sonore : nous avons interprété cela comme étant dû à la présence d'un rééquilibrage ou d'un réajustement internes propres aux sujets dans le but d'éviter un surallongement de certaines voyelles.

Ces résultats ne vont pas dans le sens de ceux obtenus pour la langue arabe par Mitleb (1984a), dans le cadre d'études effectuées à partir de productions de sujets jordaniens bilingues arabe-anglais. Dans cette étude, Mitleb effectue une analyse comparative de l'influence du voisement de la consonne [z] sur la voyelle précédente dans une syllabe de type CVC au sein de phrases arabes et anglaises lues par des locuteurs Jordaniens et Américains<sup>18</sup> ; l'auteur affirme que la corrélation entre le voisement de la consonne finale et l'allongement de la voyelle précédente n'existe pas en arabe et doit être acquise par les apprenants d'une langue étrangère dans laquelle cette corrélation existe effectivement. Le fait que nous ayons trouvé des résultats contradictoires avec ceux obtenus par Mitleb, signifie-t-il que les locuteurs que nous avons sélectionnés - bilingues français/arabe -, soient influencés par la langue française au point de perdre une éventuelle spécificité de la langue arabe et d'intégrer dans le système de leur langue maternelle des influences contextuelles qui en sont a priori étrangères ? Ou bien les locuteurs choisis par Mitleb - tous Jordaniens - possèdent-ils une caractéristique dialectale quelconque qui interfère avec la production de la langue arabe ? Le fait que nous ayons trouvé le même résultat dans le cadre de paires minimales chez des locuteurs d'origines dialectales différentes (Libanais, Saoudien, Soudanais, Syrien), quelle que soit la voyelle, aussi bien pour la consonne initiale que finale, nous pousse à conclure - contrairement à Mitleb - que le voisement a pour effet d'allonger la durée de la voyelle en langue arabe.

Pour ce qui est de la nasalité, et l'influence de la consonne finale nasale sur la durée de la voyelle, nous concluons à l'existence d'une tendance très forte concernant l'effet allongeant de la consonne finale nasale sur la voyelle brève qui la précède. Les résultats sont moins homogènes pour ce qui est de la voyelle longue, puisque la

---

<sup>18</sup> Ces derniers lisent uniquement le corpus anglais.



corrélation n'existe que chez deux locuteurs. Nous pensons que ce résultat est à confirmer (ou infirmer) dans le cadre d'études plus globales et plus systématiques.

**CHAPITRE IV**

**STRUCTURE FORMANTIQUE DU SYSTEME  
VOCALIQUE DE L'ARABE STANDARD**

#### IV.1. INTRODUCTION

La langue arabe est caractérisée par un système phonologique vocalique assez réduit comme nous l'avons vu précédemment, constitué de 6 voyelles différenciées par la quantité. Cet aspect phonologique a longtemps pris le dessus sur la structure phonétique du système. En effet l'accent a été mis très tôt sur la quantité vocalique comme trait fonctionnel, et la différenciation qualitative entre les voyelles a été longtemps négligée par les chercheurs. On pourrait croire que le fait que ces derniers se soient tournés un peu trop souvent vers la phonétique et la phonologie de l'arabe tel qu'il a été décrit par les grammairiens anciens, a pu jouer un rôle quelconque dans le désintérêt dont a été victime le système phonétique vocalique. Or il ne semble pas que cela soit le cas, compte tenu du fait que le grammairien Ibn Jinni avait déjà, depuis le XIII<sup>e</sup> siècle, mis l'accent sur la présence de voyelles intermédiaires existant entre les 6 voyelles communément décrites. En fait il semblerait que les chercheurs aient focalisé leur intérêt plutôt sur le système consonantique de la langue, qui est relativement riche, et plus particulièrement sur les consonnes pharyngales, laryngales, emphatiques, dont certaines sont peu fréquentes pour ne pas dire inexistantes dans les systèmes phonologiques des autres langues habituellement explorées.

Quelques chercheurs ont travaillé tardivement sur les voyelles de l'arabe et plus particulièrement sur leurs caractéristiques spectrales. Leurs travaux ont souligné combien il était important de différencier entre structure phonologique et structure phonétique pour ce qui est de l'arabe standard. Ainsi leurs résultats vont dans le sens de l'existence d'une différence qualitative entre voyelles longues et voyelles brèves, qui se traduisent par une modification de la structure formantique (AL-ANI, 1970 ; BONNOT, 1973 ; GHAZELI, 1979 ; GIANNINI & PETTORINO, 1982 ; BELKAID, 1984 ; AHMAD & BUTCHER, 1985). D'autres études ont été menées visant à mettre en lumière l'influence contextuelle sur la structure formantique des voyelles ; le plus souvent, les auteurs ont travaillé sur l'influence contextuelle des consonnes emphatiques, pharyngales et laryngales de l'arabe (AL-ANI, 1970 ; ALI LATIF & DANILOFF, 1972 ; BONNOT, 1972, 1973 ; BADEDDRINE, 1980 ; FRE WOLDU, 1981 ; BOFF, 1983).

L'originalité de notre recherche tient dans le fait que nous effectuons une analyse comparative de la structure formantique des voyelles de l'arabe standard dans le cadre d'un corpus produit par huit locuteurs d'origines dialectales différentes. Notre objectif est maintenant d'étudier la variabilité du timbre vocalique en arabe standard dans la structure

syllabique CVC, indépendamment de l'origine dialectale du locuteur. Nous effectuons une approche inter-locuteurs dans le but de mettre en valeur l'existence éventuelle de paramètres invariants en ce qui concerne :

- les indices permettant une différenciation qualitative entre voyelles quantitativement différentes ;
- la variabilité de la structure formantique en fonction de la quantité dans un contexte consonantique identique (dans le cadre de paires minimales) ;
- la présence de variantes combinatoires et la corrélation éventuelle entre ces variantes et le degré de quantité phonologique de la voyelle.

Parallèlement, à travers une approche intra-locuteurs, nous tentons de dégager des caractéristiques individuelles révélant des habitudes comportementales différentes dans la construction de l'espace spectral vocalique.

Nous espérons que cette étude permettra d'aboutir aux résultats suivants :

- mettre en valeur l'existence éventuelle de paramètres invariants caractérisant la corrélation entre les paramètres de quantité et de qualité indépendamment de l'individu ;
- déterminer s'il existe un espace spectral vocalique caractéristique de la langue arabe indépendamment de l'origine dialectale et des caractéristiques individuelles des locuteurs.

#### **IV.2. PROTOCOLE EXPERIMENTAL**

Notre étude porte sur le corpus qui figure en annexe 4, à savoir les listes de 232 mots isolés signifiants en arabe standard, de structure syllabique CVC, lues par huit locuteurs d'origines dialectales différentes. Nous rappelons que ce corpus est constitué de l'ensemble des phonèmes vocaliques et consonantiques de l'arabe, et que chaque voyelle s'y trouve dans des contextes extrêmement variés. Les huit locuteurs sont également les mêmes que ceux sélectionnés en III.2.3.2.1, et pour lesquels les critères de sélection ont été exposés précédemment.

L'enregistrement s'est effectué à l'aide d'un magnétophone à bandes Revox. Les mesures ont été effectuées à l'aide d'un logiciel d'extraction de formants par prédiction linéaire LPC, à partir des données transférées depuis l'analyseur en temps réel KAY 5500. Les mesures formantiques ont été effectuées sur des échantillons du signal qui semblaient le moins touchés par des phénomènes de variabilité contextuelle.

### IV.3. VARIATION DU PREMIER FORMANT EN FONCTION DE LA QUANTITE

L'ensemble des résultats concernant la structure formantique des voyelles longues et brèves - F1, F2, F3 - pour tous les locuteurs figurent en Annexe 9 (tableaux A.1 à A.48).

Notre approche méthodologique est la suivante : nous effectuons une analyse comparative de chacune des paires phonologiques longue / brève correspondante en fonction des paramètres de champ de dispersion et de la zone de recouvrement spectral concernant le premier formant, en relation avec le contexte et l'individu.

#### IV.3.1. VOYELLES /i:/ - /i/

##### IV.3.1.1. Champ de dispersion

Les voyelles /i:/ et /i/ sont-elles significativement différenciées par le champ de dispersion et l'espace spectral caractérisant le premier formant chez l'ensemble des locuteurs ? Une première approche globale révèle des comportements différents chez les sujets (figures IV.1 à IV.8). Il existe une variabilité plus ou moins importante selon la voyelle et selon le locuteur en ce qui concerne les valeurs de F1 ; cette variabilité peut être révélatrice dans certains cas d'une modification de timbre significative. Observons les valeurs minimales, maximales ainsi que les moyennes individuelles du premier formant des voyelles [i:] et [i], représentées ci-dessous (toutes les valeurs sont en Hz) :

LOC 1	MIN	MAX	MOY
i:	256	376	307
i	439	620	497
LOC 2	MIN	MAX	MOY
i:	162 <sup>1</sup>	361	279
i	415	621	487
LOC 3	MIN	MAX	MOY
i:	242	362	304
i	427	642	539
LOC 4	MIN	MAX	MOY
i:	257	361	315
i	300	650	510

<sup>1</sup> Cette valeur étonnamment basse ne correspond pas à la valeur du fondamental chez ce locuteur ; il est possible que cela soit un artefact lié à la méthode d'analyse et qui se traduit par une mauvaise extraction du formant le plus bas.

LOC 5	MIN	MAX	MOY
i:	282	357	331
i	289	567	415
LOC 6	MIN	MAX	MOY
i:	203	430	323
i	235	658	418
LOC 7	MIN	MAX	MOY
i:	199	465	333
i	395	542	462
LOC 8	MIN	MAX	MOY
i:	190	493	320
i	452	768	566

Il en ressort tout d'abord qu'il existe bien une différenciation globale au niveau du premier formant entre les deux voyelles de quantité phonologique différente, et cela chez l'ensemble des locuteurs : la voyelle brève a en moyenne un premier formant significativement supérieur à celui de la voyelle fermée, ce qui traduit une différence de positionnement des organes articulatoires (langue, maxillaire inférieur). La valeur moyenne du premier formant de la voyelle longue varie entre 279 hz et 333 hz selon le locuteur - le degré de variation est relativement restreint ; la valeur moyenne du premier formant de la voyelle brève varie quant à elle entre 415 hz et 566 hz, soit une variation plus sensible en fonction du locuteur.

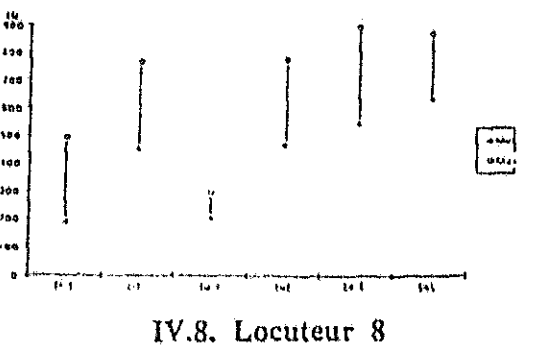
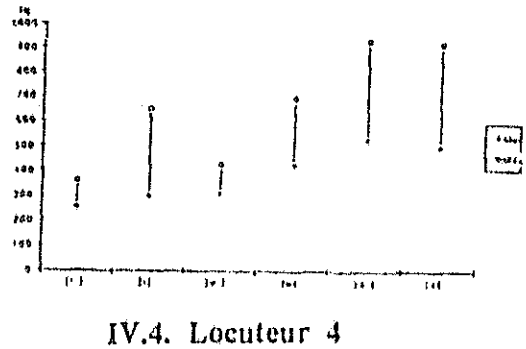
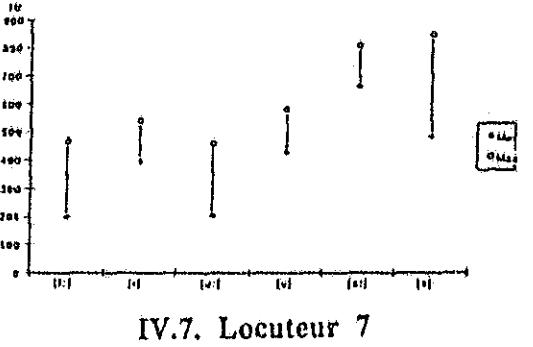
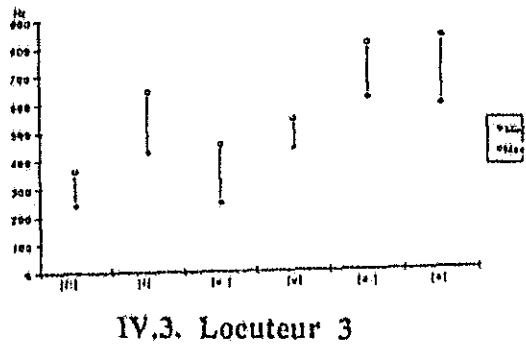
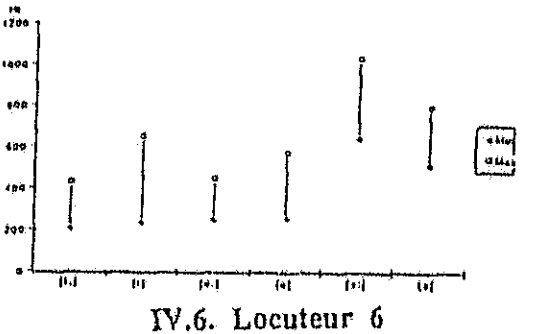
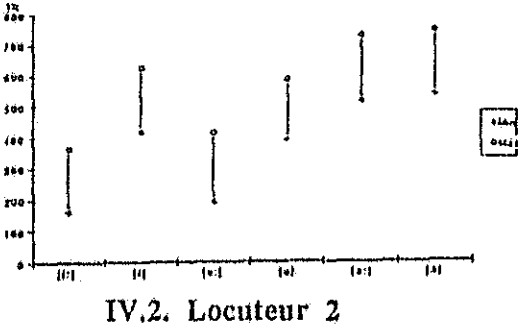
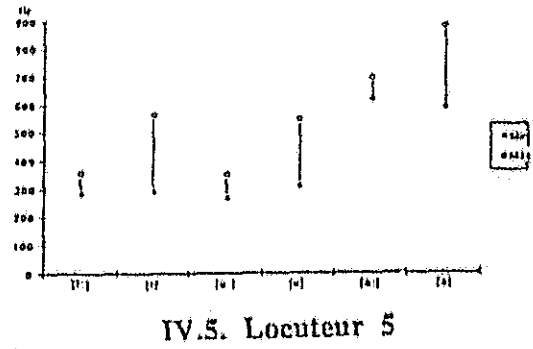
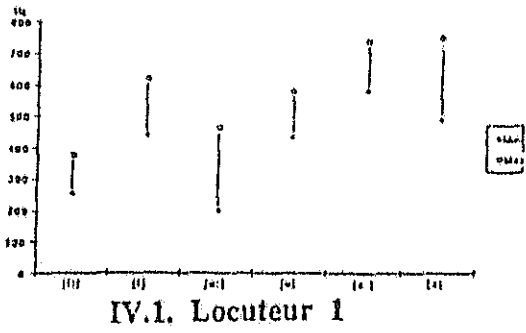
Il existe pour chaque voyelle un degré de dispersion plus ou moins important des valeurs du premier formant, qui reflète les contraintes contextuelles et l'influence des paramètres articulatoires des consonnes adjacentes. Une première approche sommaire révèle des comportements différents chez les locuteurs en ce qui concerne le champ de dispersion des voyelles longues comparativement aux voyelles brèves :

- 1 - Le champ de dispersion de la voyelle longue (VL) est plus réduit que celui de la voyelle brève (VB) chez les locuteurs 1, 3, 4, 5, 6 ;
- 2 - Le champ de dispersion des deux voyelles est relativement important chez les locuteurs 2, 8 ;
- 3 - Le champ de dispersion de la voyelle brève est plus réduit que celui de la voyelle longue chez le locuteur 7.

Concrètement, le champ de dispersion des voyelles est révélateur soit du degré de résistivité aux contraintes contextuelles, soit des critères de différenciation propres au sujet : si la dispersion est plus importante chez un locuteur donné pour une catégorie

vocalique que pour une autre - comme par exemple chez les locuteurs 1 ou 6 -, cela ne signifie pas forcément que cette catégorie subit plus l'influence du contexte que celle dont la dispersion est moindre ; l'exemple suivant illustre nos propos : chez le locuteur 6, le champ de dispersion de VL est plus réduit que celui de VB ; l'influence du contexte sur la structure formantique n'est pas plus "réduite" dans un cas que dans l'autre ; en effet, dans les syllabes [sil] et [ʃil], opposées par le trait d'emphase de la consonne initiale, la valeur de F1 de la voyelle brève est respectivement de 365 hz et 408 hz (soit 43 hz d'écart) ; dans un contexte emphatique similaire mais concernant une voyelle longue - syllabes [si:n] et [ʃi:n] -, le premier formant de la voyelle [i:] est équivalent respectivement à 312 hz et 430 hz (soit 118 hz de différence). Le champ de dispersion appliqué au seul paramètre de F1 ne peut à lui seul donner des renseignements sur la résistivité globale d'une catégorie vocalique ; il faut croiser ces résultats avec ceux obtenus pour le deuxième formant - ce que nous ferons ultérieurement.

FIGURES IV.1 à IV.8 - Valeurs minimales et maximales de F1 pour les voyelles longues et brèves





### IV.3.1.2. Zones de recouvrement

Malgré la différenciation significative entre les catégories de voyelles longues et brèves, il existe des zones de recouvrement (figures IV.9 à IV.16) dans lesquelles le premier formant de deux voyelles de quantité phonologique différente peut être identique. Ces zones ne sont pas systématiquement présentes chez tous les locuteurs :

1 - quel que soit le contexte, il n'existe pas de recouvrement entre les valeurs du premier formant des voyelles [i:] et [i] chez les locuteurs 1, 2, 3 ; chez le locuteur 4, une valeur unique correspondant à la syllabe<sup>2</sup> [lim] dont le premier formant est de 300 Hz (très bas par rapport à l'ensemble des autres valeurs) se trouve en fait dans la zone caractérisant la voyelle longue [i:]. Cela signifie que la quantité vocalique se manifeste bien par une différence du degré d'aperture pour les voyelles [i:] et [i] chez ces quatre locuteurs. Par conséquent, ces deux voyelles se différencient autant par la durée que par le timbre. Cela pose le problème du statut du trait de quantité par rapport à celui d'aperture dans le système phonologique de la langue. Nous verrons par la suite s'il existe une redondance entre durée et timbre, notamment à travers la synthèse finale qui tient compte de la variation du deuxième formant.

2 - l'espace spectral du premier formant de la voyelle brève semble recouvrir presque dans sa totalité celui de la voyelle longue chez les locuteurs 5, 6 ;

3 - l'espace spectral de F1 de la voyelle longue semble recouvrir presque entièrement celui de la voyelle brève chez le locuteur 7 ;

4 - il existe une zone commune réduite en ce qui concerne l'espace spectral occupé par F1 pour les voyelles longues et brèves chez le locuteur 8.

Une approche plus fine du contexte dans lequel les voyelles longues et brèves possèdent la même valeur de premier formant donne-t-elle plus de renseignements et permet-elle de différencier ces deux catégories vocaliques en tenant compte uniquement de F1 et non de F2<sup>3</sup> ? Nous analysons ci-dessous en détail le contexte consonantique dans lequel il existe une interférence entre VL et VB, chez les locuteurs concernés (5, 6, 7, 8), avant de voir si, dans un contexte identique, le premier formant des deux catégories vocaliques est significativement différent.

---

<sup>2</sup> Nous ne reprenons pas dans le texte la signification de chaque unité en langue arabe ; se reporter au corpus entier qui figure en Annexe.

<sup>3</sup> Car il se peut que la zone commune soit en fait différenciée par les valeurs de deuxième formant, ce sur quoi nous reviendrons dans le paragraphe IV.4.1..

## a - Locuteur 5

La zone de recouvrement pour [i:] et [i] se situe entre 289 Hz et 357 Hz. Il s'agit en fait de voyelles brèves dont le premier formant est très bas par rapport aux autres voyelles de cette catégorie chez ce locuteur (où la moyenne de F1 est équivalente à 415 Hz), et coïncide par conséquent avec la zone spectrale occupée par les voyelles longues. Les syllabes dans lesquelles la valeur de F1 se situe dans cette zone sont les suivantes :

(syllabe / valeur de F1)

[nid] - 303 Hz.	[fik] - 351 Hz	[zið] - 334 Hz	[sit] - 354 Hz
[sin] - 289 Hz	[sir] - 336 Hz	[sil] - 337 Hz	[yir] - 315 Hz
[zin] - 343 Hz	[tim] - 320 Hz	[zin] - 357 Hz	[qim] - 292 Hz

- La consonne initiale est la fricative sourde [s] : les voyelles précédées par cette consonne ont toutes un premier formant assez bas. Ce phénomène peut être interprété de la manière suivante : dans le système phonologique de la langue, la consonne [s] est opposée à l'émphatique correspondante [s̥] ; cette dernière, dont la production s'accompagne d'un creusement de la langue dans la partie antérieure de la cavité buccale et d'un enflément de la racine de la langue, a pour effet au niveau acoustique - entre autres indices - une élévation de la valeur de F1. En vue d'une accentuation de la différenciation qualitative, il n'est pas exclu que le locuteur "choisisse" d'utiliser le procédé qui consiste à élever la valeur de F1 en contexte emphatique et, par contraste, à l'abaisser en contexte non emphatique.

- C1 correspond à une consonne dentale ou alvéo-dentale (autres que [s]) : dans le cas de [tim], F1 a une valeur de 320 Hz ; si nous comparons cette valeur à celle de [i] précédée de la consonne [l] dans [lim] (439 Hz), nous nous rendons compte que la latérale - qui possède une ouverture maxillaire plus importante que l'occlusive sourde - a pour effet d'augmenter la valeur de F1 de la voyelle suivante ; dans le cas de [nid], la voyelle se trouve dans un contexte consonantique caractérisé par un important degré de fermeture maxillaire ; nous pensons que les effets coarticulatoires C-C portent sur la structure formantique de la voyelle et particulièrement sur son degré d'aperture ; une analyse plus fine de l'évolution des mouvements des organes articulatoires lors de la production de ce type de syllabes apporterait probablement des éléments d'information complémentaires.

- [ɣir] : la valeur de F1 (315 Hz) est étonnamment basse comparativement à celle de la même voyelle précédée par la même consonne [ɣ] dans les syllabes suivantes :

[ɣib] (458 hz) ; [ɣif] (441 hz) ; [ɣil] (450 hz)

Ce résultat ne peut s'expliquer par une éventuelle influence de la consonne finale [r], qui est présente dans d'autres syllabes dans lesquelles la valeur de F1 est élevée :

[zir] (431 hz) ; [hir] (567 hz) ; [bir] (434 hz)

- La consonne initiale est l'occlusive glottale [ʔ] ; il est assez déconcertant de constater que, dans un contexte pharyngal, la valeur de F1 n'est pas élevée dans les syllabes suivantes : [ʔib] et [ʔin] ; pour expliquer ce phénomène nous pensons qu'il est important d'effectuer une analyse approfondie des phénomènes de coarticulation caractéristiques de ce locuteur pour ce qui est de la production de la consonne [ʔ] au voisinage de [i].

#### b - Locuteur 6

Chez le locuteur 6 la zone de recouvrement des valeurs de F1 pour [i:] et [i] se situe entre 235 et 430 hz. Comme cela était le cas pour le locuteur 5, toutes ces syllabes contiennent les voyelles possédant les valeurs formantiques les plus basses ; par ailleurs, nous constatons que les locuteurs 5 et 6 ont eu un comportement identique en ce qui concerne un certain nombre de ces syllabes :

[zir] - 441 hz	[ʔik] - 386 hz	[ʔib] - 367 hz	[sit] - 364 hz
[sin] - 397 hz	[sir] - 376 hz	[sil] - 365 hz	[ɣib] - 408 hz
[his] - 440 hz	[tim] - 354 hz	[ʔin] - 235 hz	[lim] - 389 hz
[ʒid] - 351 hz	[ʔif] - 412 hz	[bir] - 408 hz	[ʒil] - 408 hz
[ʒiq] - 402 hz	[tib] - 353 hz	[lis] - 410 hz	[qim] - 407 hz
[ziq] - 403 hz	[qif] - 402 hz		

Mais ce qui semble caractériser ce locuteur, ce sont les valeurs de F1 relativement basses dans la majorité des syllabes dont l'une des consonnes initiale ou finale est une emphatique : ceci est étonnant car le contexte emphatique a pour conséquence d'élever la valeur de F1 et d'abaisser celle de F2 (BONNOT, 1973 ; BADEDDRINE, 1980 ; FREDWOLDU, 1981) ; cela ne signifie pas que ce sujet n'effectue pas de différenciation significative entre emphatiques et non emphatiques correspondantes, mais que le degré de différenciation est réduit : dans les syllabes [sil] et [ʒil], opposées par le trait d'emphase de la consonne initiale, la valeur de F1 est respectivement de 365 hz et 408 hz ; de même

en ce qui concerne les voyelles longues, dans les syllabes [si:n] et [si:n], le premier formant de la voyelle [i:] est équivalent respectivement à 312 hz et 430 hz.

#### c - Locuteur 7

Chez ce locuteur, la zone de recouvrement concernant les valeurs de F1 est assez réduite et se situe entre 395 hz et 465 hz. Cette zone correspond aux voyelles longues possédant le degré d'aperture le plus élevé - ou à l'inverse aux voyelles brèves possédant un degré d'aperture assez bas ; les syllabes concernées sont les suivantes :

\* voyelle brève :

[lin] - 420 hz	[ʔið] - 441 hz	[sit] - 426 hz	[jik] - 448 hz
[sin] - 446 hz	[Xil] - 444 hz	[sir] - 395 hz	[sil] - 423 hz
[zid] - 418 hz	[ʔiz] - 439 hz	[zin] - 462 hz	[hir] - 450 hz
[ʔin] - 454 hz	[bir] - 418 hz	[tib] - 457 hz	[lis] - 454 hz

\* voyelle longue :

[ni:r] - 415 hz	[hi:n] - 437 hz	[ji:n] - 441 hz	[ni:l] - 422 hz
[si:n] - 465 hz	[ti:n] - 453 hz		

Une première remarque s'impose : dans toutes les syllabes présentes ci-dessus (sauf [jik]) au moins une des consonnes est une consonne antérieure caractérisée par un certain degré de fermeture maxillaire. Mais ce paramètre n'est pas significatif dans la mesure où les consonnes antérieures sont très majoritairement combinées dans le cadre de la même syllabe à une consonne postérieure ; ainsi il n'existe que de rares cas dans lesquels une syllabe de structure CVC comprenne deux consonnes postérieures, en majorité une des consonnes est dentale ou alvéo-dentale. Un élément à prendre en compte, est le fait que la majorité des syllabes présentes ci-dessus ont été produites avec le même abaissement de F1 chez les locuteurs 5 et 6.

#### d - Locuteur 8

Chez ce locuteur, la zone de recouvrement est comprise entre 452 hz et 493 hz ; en fait il s'agit d'une zone fréquentielle extrêmement réduite dans laquelle des voyelles longues ont un premier formant trop élevé par rapport à la moyenne ; les syllabes concernées par ce phénomène sont les suivantes :

[si:n] - 480 hz ; [qi:l] - 463 hz ; [zi:l] - 493 hz.

Pour ce qui est des deux premières syllabes, dans un cas nous avons une emphatique qui élève la valeur du premier formant, et dans cet exemple la hausse de F1 est légèrement plus importante que pour les autres voyelles en contexte emphatique ; dans un autre cas la consonne initiale correspond à l'uvulaire [q] qui peut dans certains cas provoquer une élévation de F1 (ALI LATIF & DANILOFF, 1972 ; FRE WOLDU, 1981). La valeur de F1 dans la dernière syllabe est plus surprenante ; aucun paramètre articulatoire n'explique a priori cette hausse de F1 dans un tel contexte, à moins bien entendu de faire appel à des paramètres caractéristiques du locuteur ; nous reviendrons sur ce point ultérieurement.

Malgré une certaine interférence formantique qui existe au sein des syllabes citées ci-dessus, la différenciation qualitative entre longue et brève correspondante est très nette chez les huit locuteurs dans un contexte identique, comme le montrent les paires minimales suivantes :

	LOC 1		LOC 2		LOC 3		LOC 4	
	VL	VB	VL	VB	VL	VB	VL	VB
[li:m] / [lim]	313	529	296	546	287	563	285	300
[si:n] / [sin]	283	*4	322	430	298	538	312	461
[ʒi:d] / [ʒid]	320	473	238	415	296	428	318	470
[ti:b] / [tib]	351	464	361	467	319	469	348	462
[zi:q] / [ziq]	298	462	297	433	309	554	325	620
	LOC 5		LOC 6		LOC 7		LOC 8	
	VL	VB	VL	VB	VL	VB	VL	VB
[li:m] / [lim]	351	439	374	389	261	420	352	457
[si:n] / [sin]	336	289	312	397	465	446	190	485
[ʒi:d] / [ʒid]	351	374	307	351	299	418	256	484
[ti:b] / [tib]	330	418	327	353	344	457	349	488
[zi:q] / [ziq]	338	480	326	403	322	484	285	604

Tableau 29 - Variation du premier formant en fonction de la quantité dans le cadre de paires minimales (toutes les valeurs sont en Hz)

Cela signifie que l'interférence entre les valeurs du premier formant des voyelles [i:] et [i] chez les locuteurs 5, 6, 7, 8, ne peut avoir lieu dans le même contexte, puisque la variation des valeurs de F1 semble due à des effets contextuels ou de coarticulation caractéristiques du mouvement des organes articulateurs lors de la production de sons adjacents. Nous pouvons donc conclure que les deux voyelles [i:] et [i] se différencient bien par une hausse significative du premier formant de la voyelle brève par rapport à la longue correspondante. Cette différenciation s'effectue à des degrés variés : chez le

<sup>4</sup> Le logiciel n'a pas réussi à extraire une valeur de F1 dans ce cas.

locuteur 6, la différence entre les valeurs formantiques est très réduite, tandis que l'écart entre le premier formant de la brève et celui de la longue est plus important chez les locuteurs 2 ou 3. Cela peut indiquer que le sujet 6 utilise prioritairement d'autres indices en vue de la différenciation quantitative, sans pour autant négliger la variation du premier formant.

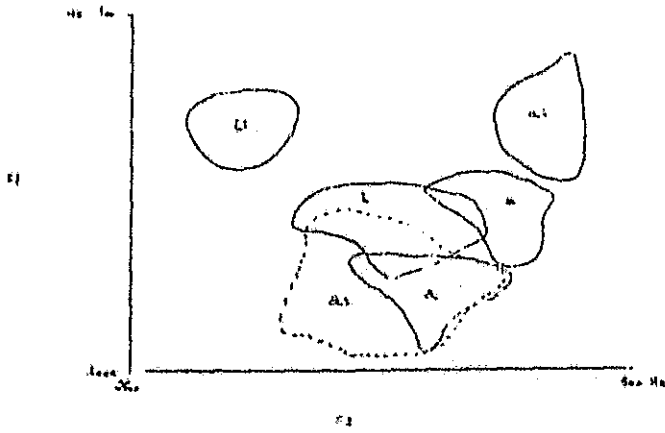


Figure IV.9 - Zones de recouvrement spectral des voyelles de l'arabe chez le locuteur 1

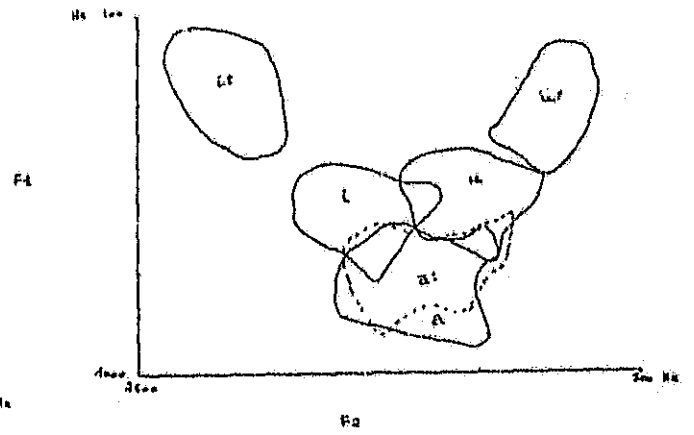


Figure IV.10 - Zones de recouvrement spectral des voyelles de l'arabe chez le locuteur 2

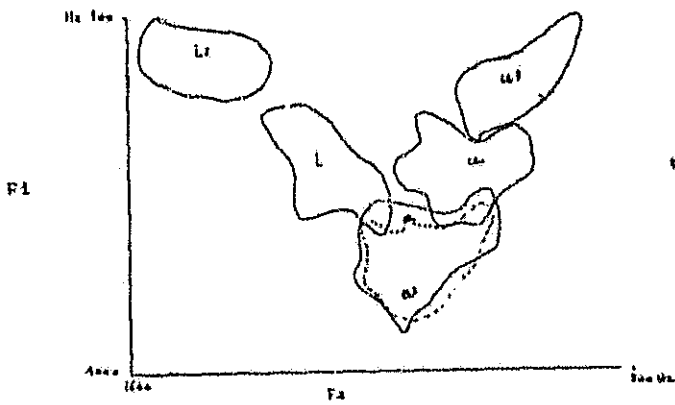


Figure IV.11 - Zones de recouvrement spectral des voyelles de l'arabe chez le locuteur 3

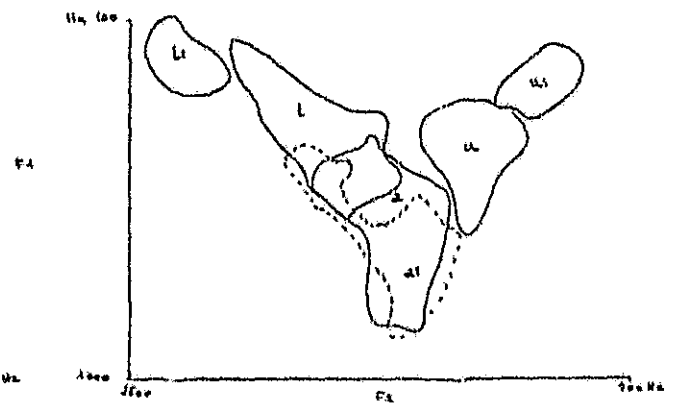


Figure IV.12 - Zones de recouvrement spectral des voyelles de l'arabe chez le locuteur 4

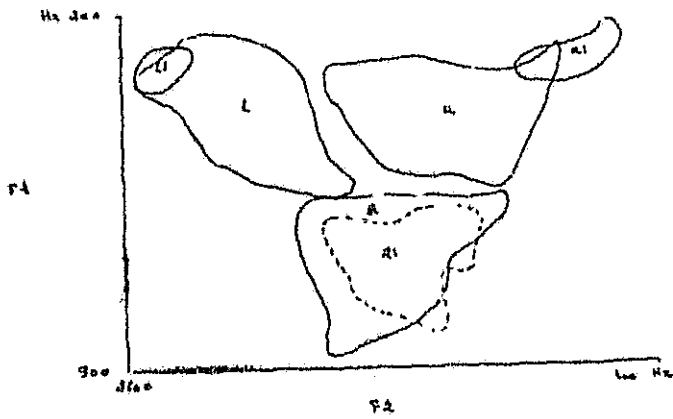


Figure IV.13 - Zones de recouvrement spectral des voyelles de l'arabe chez le locuteur 5

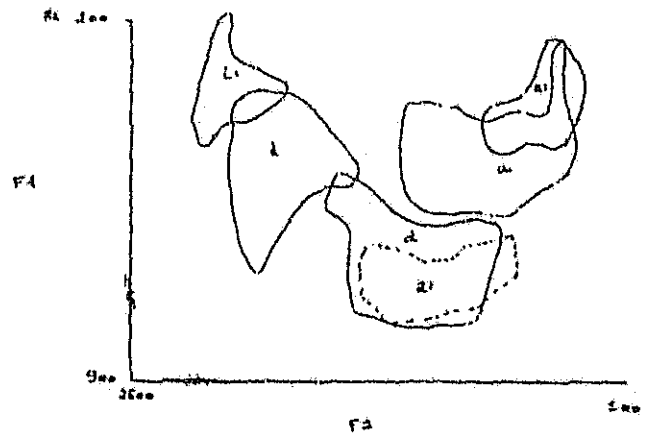


Figure IV.14 - Zones de recouvrement spectral des voyelles de l'arabe chez le locuteur 6

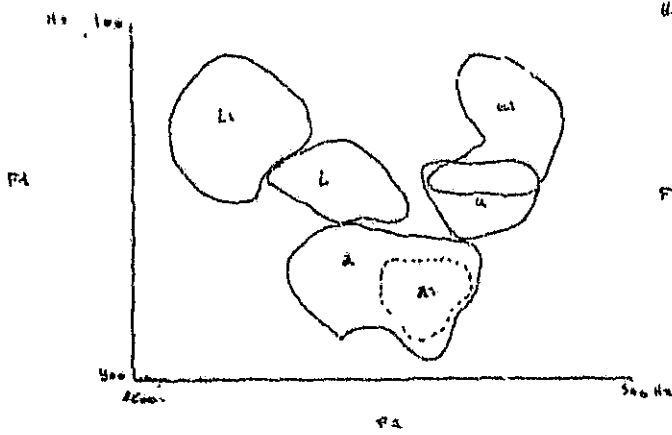


Figure IV.15 - Zones de recouvrement spectral des voyelles de l'arabe chez le locuteur 7

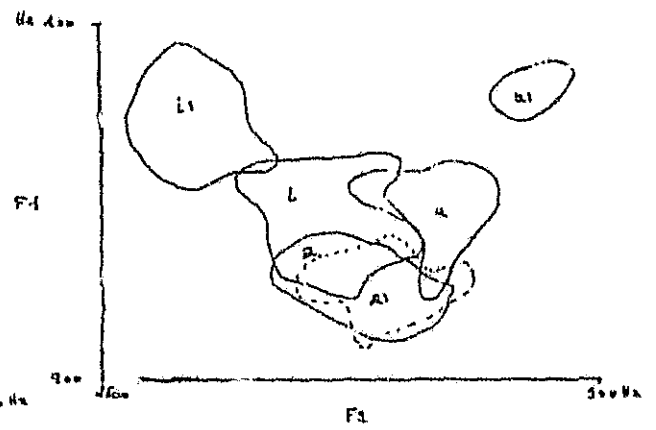


Figure IV.16 - Zones de recouvrement spectral des voyelles de l'arabe chez le locuteur 8



## IV.3.2. VOYELLES /u:/ - /u/

## IV.3.2.1. Champ de dispersion

La dispersion caractéristique des voyelles fermées /u:/ et /u/ chez l'ensemble des locuteurs est schématisée dans les figures IV.1 à IV.8. Comme le montrent les résultats exposés ci-dessus, les moyennes individuelles de la valeur du premier formant différencient d'une manière significative les deux catégories vocaliques, et varient entre 257 hz et 350 hz pour la voyelle longue, entre 432 hz et 579 hz pour la voyelle brève, soit un degré de variation inter-locuteurs légèrement plus important dans le cas de cette dernière catégorie. Ci-dessus figurent les valeurs maximales, minimales ainsi que les moyennes individuelles concernant ces deux voyelles (toutes les valeurs sont en hz) :

LOC 1	MIN	MAX	MOY
u:	200	463	311
u	432	578	489
LOC 2	MIN	MAX	MOY
u:	190	413	328
u	389	577	476
LOC 3	MIN	MAX	MOY
u:	245	454	373
u	436	632	537
LOC 4	MIN	MAX	MOY
u:	311	426	361
u	425	695	542
LOC 5	MIN	MAX	MOY
u:	266	349	319
u	307	545	432
LOC 6	MIN	MAX	MOY
u:	253	450	379
u	258	575	454
LOC 7	MIN	MAX	MOY
u:	206	406	350
u	429	584	473
LOC 8	MIN	MAX	MOY
u:	204	299	257
u	470	781	579

De même que pour les voyelles [i:] et [i], la quantité s'accompagne d'une différenciation au niveau de la valeur du premier formant pour les voyelles [u:] et [u] chez l'ensemble des locuteurs ; la voyelle longue, dont le premier formant est en moyenne plus bas que celui

de la brève correspondante, semble caractérisée par un degré d'aperture probablement plus réduit. Deux tendances comportementales se dégagent nettement pour les voyelles [u:] et [u] en ce qui concerne le champ de dispersion des valeurs des voyelles longues relativement aux brèves :

1 - le champ de dispersion des longues est nettement plus réduit que celui des brèves chez les locuteurs 4, 5, 8, et à un moindre degré pour le locuteur 6 ;

2 - il est à l'inverse plus large pour les voyelles longues chez les locuteurs 1, 3, 7.

Le locuteur 2 semble avoir un comportement "isolé" puisque le champ de dispersion des voyelles longues est équivalent à celui des voyelles brèves dans le cadre de sa production.

#### IV.3.2.2. Zones de recouvrement

Il existe des zones de recouvrement (figures IV.9 à IV.16) pour ce qui est des valeurs fréquentielles communes aux voyelles longues et aux voyelles brèves ; malgré des comportements relativement variables chez certains locuteurs, il se dégage une tendance majoritaire :

1 - chez les locuteurs 1, 2, 3, 4, 5, 7, les espaces communs aux deux catégories vocaliques existent mais sont plutôt réduits ;

2 - chez le locuteur 6, il existe un recouvrement important entre les valeurs du premier formant des deux voyelles ;

3 - enfin chez le locuteur 8, les espaces spectraux caractéristiques du premier formant de chacune des catégories vocaliques sont très nettement différenciés.

Ce recouvrement peut-il exister dans le cadre de paires minimales - donc de mots différenciés par la quantité vocalique, le contexte étant identique ? Nous avons comparé les valeurs du premier formant des paires minimales produites (tableau 30) :

	LOC 1		LOC 2		LOC 3		LOC 4	
	VL	VB	VL	VB	VL	VB	VL	VB
[tu:n] / [tun]	293	485	327	432	386	538	338	498
[yui:] / [yul]	339	489	378	484	375	573	372	534
[øu:m] / [øum]	276	476	381	531	347	500	345	545
[su:d] / [sud]	286	471	374	564	316	570	380	640
[su:n] / [sun]	276	490	286	453	454	517	364	530
[hʊ:r] / [hur]	249	536	379	557	400	582	399	612
	LOC 5		LOC 6		LOC 7		LOC 8	
	VL	VB	VL	VB	VL	VB	VL	VB
[tu:n] / [tun]	304	430	384	482	460	462	249	626
[yui:] / [yul]	312	471	371	422	310	481	228	547
[øu:m] / [øum]	331	458	416	463	415	429	268	481
[su:d] / [sud]	326	497	*5	481	350	442	227	726
[su:n] / [sun]	312	457	415	516	444	460	262	507
[hʊ:r] / [hur]	347	473	*5	557	429	480	265	661

Tableau 30 - Variation du premier formant en fonction de la quantité dans le cadre de paires minimales (toutes les valeurs sont en Hz)

Les résultats exposés ci-dessus sont très pertinents et vont dans le sens d'une différenciation quasi systématique de F1 lorsque la différenciation quantitative existe. Seul le locuteur 7 ne semble pas effectuer systématiquement une variation de timbre lorsqu'il produit des voyelles brèves : il n'utilise donc pas prioritairement l'indice de variation de F1 pour la distinction entre ces deux catégories vocaliques ; nous verrons ultérieurement ce qu'il en est de la relation entre la variation du deuxième formant et celle de quantité phonologique en ce qui concerne les voyelles [u:] et [u]. Chez les autres sujets, la distinction spectrale entre longues et brèves peut s'effectuer avec des degrés de différenciation fréquentielle divers et relativement importants. Ci-dessous figurent les valeurs du rapport  $R = F1[u] / F1[u:]$ , caractérisant la relation entre les paires minimales différenciées par une hausse du premier formant de la voyelle brève (tableau 31) :

LOCUTEURS	1	2	3	4	5	6	7	8
	R	R	R	R	R	R	R	R
[tu:n] / [tun]	1,7	1,3	1,4	1,5	1,4	1,3	1	2,5
[yui:] / [yul]	1,4	1,3	1,5	1,4	1,5	1,1	1,6	2,4
[øu:m] / [øum]	1,7	1,4	1,3	1,6	1,4	1,1	1	1,8
[su:d] / [sud]	1,6	1,5	1,8	1,7	1,5	-	1,5	3,2
[su:n] / [sun]	1,8	1,7	1,1	1,5	1,5	1,2	1	1,9
[hʊ:r] / [hur]	2,2	1,5	1,5	1,5	1,4	-	1,1	2,5

Tableau 31 - Variation du rapport  $R = F1[u] / F1[u:]$  en fonction de la quantité dans le cadre de paires minimales

<sup>5</sup> Voir note précédente.

Chez l'ensemble des locuteurs, le rapport  $R=F1[u]/F1[u:]$  montre que le formant 1 de la voyelle brève est significativement supérieur à celui de la longue correspondante. Il sera intéressant de corrélérer ce résultat avec la variation du deuxième formant de ces deux catégories vocaliques chez ces sujets, puisque la différence du premier formant suffit à elle-seule à imposer une distinction importante. Chez les locuteurs 6 et 7, le rapport n'indique pas nettement une différence significative : cet indice, qui ne semble pas prioritaire pour établir une différence entre [u:] et [u], est peut-être supplanté par le deuxième formant. Nous reviendrons sur ce point ultérieurement.

### IV.3.3. VOYELLES /a:/ - /a/

#### IV.3.3.1. Champ de dispersion

Les résultats globaux (figures IV.1 à IV.8) montrent que les champs de dispersion relatifs aux voyelles [a:] et [a] sont très larges chez l'ensemble des locuteurs. Les valeurs minimales et maximales ainsi que les moyennes générales individuelles qui figurent dans le tableau suivant sont révélatrices d'un "étirement" très important (toutes les valeurs sont en Hz) :

LOC 1	MIN	MAX	MOY
a:	581	741	622
a	490	753	627
LOC 2	MIN	MAX	MOY
a:	509	721	592
a	529	735	619
LOC 3	MIN	MAX	MOY
a:	613		810
a	585	828	685
LOC 4	MIN	MAX	MOY
a:	530	931	722
a	500	911	668
LOC 5	MIN	MAX	MOY
a:	617	839	696
a	591	885	697
LOC 6	MIN	MAX	MOY
a:	640	1022	711
a	517	793	658

LOC 7	MIN	MAX	MOY
a:	665	810	726
a	484	850	666

LOC 8	MIN	MAX	MOY
a:	545	900	766
a	634	872	775

Il ressort des résultats exposés ci-dessus que l'étirement est comparable chez les locuteurs 1, 2, 3, 4, 5, quelle que soit la quantité de la voyelle ; en revanche il existe une différence très nette chez les locuteurs 6, 7 et 8 dont le comportement est identique, dans le sens où le champ de dispersion est plus restreint pour les voyelles brèves que pour les longues correspondantes.

#### IV.3.3.2. Zones de recouvrement

Parallèlement à une dispersion relativement importante, les valeurs moyennes des voyelles longues et brèves sont quasi identiques chez les locuteurs 1, 2, 5, 8. Chez les autres locuteurs, la valeur moyenne du premier formant de la voyelle longue est plus élevée que celle de la voyelle brève correspondante (figures IV 9 à IV.16). Ces résultats n'étant pas très explicites, nous avons décidé de comparer un certain nombre de paires minimales, dans le but de tenter de mieux définir les zones de recouvrement en comparant la variation formantique des voyelles dans le même contexte.

Commençons l'analyse par les locuteurs chez lesquels il existe une différence significative entre les moyennes individuelles des valeurs formantiques des voyelles longues et brèves, c'est-à-dire les locuteurs 3, 4, 6, 7. Les résultats sont représentés dans le tableau suivant (les valeurs sont en Hz). Ils montrent une tendance majoritaire de différenciation VL - VB par l'intermédiaire du premier formant, mais variable selon le locuteur : chez les locuteurs 6 et 7, il est clair que l'allongement de la voyelle s'accompagne d'une élévation de la valeur du premier formant. Chez les locuteurs 3 et 4, on note un comportement similaire mais les résultats sont moins pertinents dans la mesure où la différence entre les valeurs formantiques des longues et des brèves n'est pas systématiquement significative. Par ailleurs cette tendance est moins nette chez le locuteur 4.

PAIRE MINIMALE	LOC 3		LOC 4		LOC 6		LOC 7	
	VL	VB	VL	VB	VL	VB	VL	VB
[ln:t] / [lat]	759	716	-	609	716	669	710	578
[hn:] / [nal]	800	729	750	839	784	770	810	659
[ju:k] / [jak]	750	658	534	537	721	537	665	613
[dn:s] / [das]	656	746	538	561	730	652	693	570
[sn:f] / [saf]	716	703	545	516	709	601	704	580
[ja:h] / [jah]	774	754	576	585	737	622	734	592
[ka:f] / [kaf]	695	670	545	590	737	601	682	598
[ʒn:f] / [ʒaf]	709	600	566	594	687	517	777	484
[ra:X] / [raX]	748	-	931	674	724	667	768	684
[qa:f] / [qaf]	687	789	746	690	699	674	785	660
[ʔa:s] / [ʔas]	698	662	798	622	703	663	697	683
[ʔa:t] / [ʔat]	648	684	736	688	703	651	728	649
[ta:b] / [tab]	750	701	581	602	743	679	727	613
[hɔ:b] / [hab]	757	651	568	548	753	547	718	630
[da:n] / [dan]	739	694	607	608	732	649	754	616
[dn:r] / [dar]	697	675	751	645	709	620	693	626
[ʔa:n] / [ʔan]	696	689	674	704	747	651	668	719
[Xa:r] / [Xar]	772	636	857	699	654	643	766	638
[la:ʃ] / [laʃ]	715	657	530	594	692	544	730	580
[ʔa:r] / [ʔar]	674	-	659	572	654	617	712	668
[ʒa:r] / [ʒar]	674	620	885	606	698	658	706	622
[la:ʒ] / [laʒ]	646	651	556	562	734	563	734	615
[Xa:n] / [Xan]	694	677	919	500	704	695	694	734
[dn:ʒ] / [dnʒ]	679	695	636	900	772	793	740	712
[Xa:t] / [Xat]	734	722	756	772	709	701	733	653
[ja:r] / [jar]	654	661	562	611	687	679	719	662
[ra:b] / [rab]	695	714	910	617	698	548	750	680
[dn:l] / [dnl]	668	615	857	730	680	602	669	672
[sa:d] / [sad]	696	662	773	656	749	654	717	681
[ʔa:d] / [ʔad]	613	585	807	651	706	642	762	655
[qa:l] / [qal]	756	828	735	660	731	721	717	717

Tableau 32 - Variation du premier formant en fonction de la quantité dans le cadre de paires minimales (toutes les valeurs sont en Hz)

Chez les locuteurs 1, 2, 5, 8, il n'existe pas de différence significative entre les valeurs formantiques moyennes relatives aux voyelles longues et brèves [a:] et [a]. L'analyse par paires minimales confirme ce résultat chez les locuteurs 1, 2 et 8, et montre que dans la plupart des cas, la différence entre les deux valeurs de F1 selon la quantité vocalique est de l'ordre de 10 à 20 Hz. Chez le locuteur 5, on note qu'il existe une tendance significative à l'élévation du premier formant de la voyelle longue par rapport à une brève dans le même contexte.

PAIRE MINIMALE	LOC 1		LOC 2		LOC 5		LOC 8	
	VL	VB	VL	VB	VL	VB	VL	VB
[la:t] / [lat]	581	615	643	609	730	698	730	699
[ha:t] / [hal]	741	673	721	596	799	703	853	793
[ja:k] / [jak]	620	594	535	539	719	660	763	783
[da:s] / [das]	600	619	531	608	707	637	794	765
[sa:f] / [saf]	589	621	588	529	796	653	825	753
[ja:h] / [jah]	609	669	586	691	675	757	772	634
[ka:f] / [kaf]	643	583	565	564	725	673	817	801
[ʒa:f] / [ʒaf]	609	538	600	589	701	657	801	773
[ra:X] / [raX]	646	657	587	610	706	691	827	820
[qa:f] / [qaf]	617	607	509	563	650	669	798	-
[ʔas] / [ʔas]	63	629	550	583	636	664	750	739
[ʔat] / [ʔat]	635	615	-	625	662	651	742	769
[ta:b] / [tab]	615	621	635	600	748	640	900	692
[la:b] / [lab]	602	490	664	633	687	597	644	783
[da:n] / [dan]	604	-	666	690	759	687	710	751
[da:r] / [dar]	586	583	609	643	721	636	762	700
[ʔan] / [ʔan]	606	706	633	693	657	722	773	764
[ʔar] / [ʔar]	586	709	602	609	730	673	740	775
[la:b] / [lab]	631	503	595	618	681	697	-	756
[ʔar] / [ʔar]	627	670	578	569	723	603	785	744
[ʔar] / [ʔar]	615	590	557	546	720	634	771	807
[la:ʒ] / [lag]	631	520	558	581	630	597	776	774
[ʔan] / [ʔan]	668	646	663	669	753	704	545	771
[da:f] / [daf]	596	693	571	724	733	819	826	853
[ʔa:l] / [ʔal]	613	579	566	587	669	675	793	817
[ʔar] / [ʔar]	649	519	551	573	653	651	776	802
[ra:b] / [rab]	628	607	599	587	617	684	854	848
[da:l] / [dal]	621	592	565	587	693	648	757	719
[sa:d] / [sad]	635	626	559	565	683	633	751	772
[ʔad] / [ʔad]	621	686	569	568	656	630	735	747
[qa:l] / [qal]	623	615	597	573	624	730	742	803

Tableau 33 - Variation du premier formant en fonction de la quantité dans le cadre de paires minimales (mesures en Hz)

#### IV.3.4. CONCLUSION

Nous avons analysé la variation du premier formant en fonction de la quantité vocalique des voyelles [i:]-[i], [u:]-[u], [a:]-[a]. Nous sommes en mesure de conclure que la variation du premier formant est étroitement corrélée à la quantité quelle que soit la catégorie vocalique :

- le premier formant des voyelles longues [i:] et [u:] est systématiquement et significativement plus bas dans un contexte identique que celui des brèves correspondantes [i] et [u] ;
- le premier formant de la voyelle longue [a:] est significativement plus bas que celui de la brève correspondante dans un contexte identique chez une majorité des locuteurs.

Le paramètre de dispersion semble varier en fonction de la catégorie vocalique et du locuteur :

- le champ de dispersion de la voyelle longue [i:] est plus réduit chez la majorité des locuteurs (1, 3, 4, 5, 6) ;
- le champ de dispersion de la voyelle longue [u:] est plus réduit que celui de [u] chez les locuteurs 4, 5, 6 et 8 ; il est plus large chez les locuteurs 1, 3, 7 ; il est équivalent aux deux voyelles chez le locuteur 2 ;
- le champ de dispersion des voyelles [a:] et [a] est globalement équivalent chez la majorité des locuteurs (1, 2, 3, 4, 5). Chez les locuteurs 6, 7, 8, celui de la voyelle longue est plus large que celui de la voyelle brève.

---

<sup>6</sup> Nous rappelons que l'expression C-TO-C désigne les effets de coarticulation entre les deux consonnes C et C au-delà de la voyelle qui les sépare (ou qui les relie).



Le paramètre de zone de recouvrement varie selon la catégorie vocalique, le locuteur et le contexte. Il serait utile d'effectuer une approche fine du phénomène de coarticulation pour voir dans quelle mesure le degré d'ouverture du maxillaire influence la variabilité du premier formant, et notamment pour mettre en lumière les effets C-TO-C<sup>6</sup> sur l'aperture caractéristique des voyelles.

#### IV.4. VARIATION DU DEUXIEME FORMANT EN FONCTION DE LA QUANTITE

##### IV.4.1. VOYELLES /i:/ - /i/

Ci-dessous nous procédons à une approche comparative du champ de dispersion du deuxième formant de la voyelle longue [i:] et de la brève correspondante, indépendamment de la valeur de F1. Nous comparons également les zones de recouvrement formantiques relatives à F2, globalement mais aussi dans le cadre de paires minimales. Les résultats sont schématisés dans les figures IV.17 à IV.24.

##### IV.4.1.1. Champ de dispersion

Ci-dessous figurent les valeurs maximales, minimales et moyennes individuelles du deuxième formant des voyelles [i:] et [i] (valeurs en Hz) :

LOC 1	MIN	MAX	MOY
i:	1854	2219	1992
i	1100	1796	1400
LOC 2	MIN	MAX	MOY
i:	1838	2244	2012
i	1213	1738	1529

LOC 3	MIN	MAX	MOY
i:	2156	2771	2530 <sup>7</sup>
i	1472	2339	1827
LOC 4	MIN	MAX	MOY
i:	2125	2389	2275
i	1456	2090	1690
LOC 5	MIN	MAX	MOY
i:	1726	2629	2466
i	1673	2585	2133
LOC 6	MIN	MAX	MOY
i:	1997	2338	2222
i	1707	2182	2001
LOC 7	MIN	MAX	MOY
i:	1865	2377	2065
i	1483	1991	1719
LOC 8	MIN	MAX	MOY
i:	1942	2591	2295
i	1343	2043	1721

Figure IV.17 à IV.24 - Valeurs minimales et maximales de F2 pour les voyelles longues et brèves.

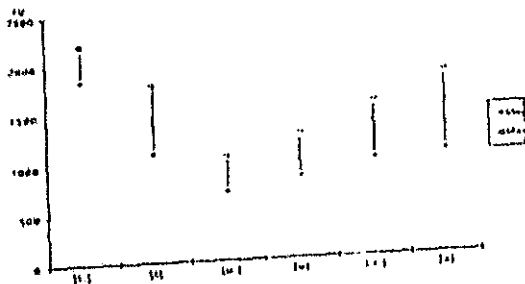


Figure IV.17 - Locuteur 1

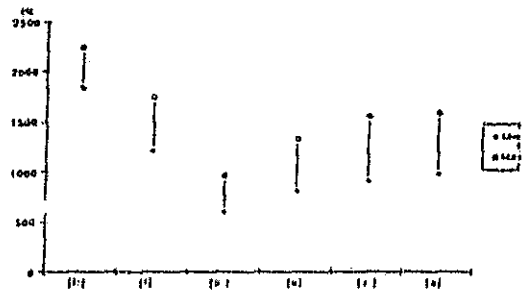


Figure IV.18 - Locuteur 2

<sup>7</sup> Les valeurs du deuxième formant chez ce locuteur - ainsi que chez le locuteur 5 - sont exceptionnellement élevées ; nous avons émis comme hypothèse le fait que la méthode d'extraction formantique utilisée ne donnait pas de résultats corrects, et nous avons comparé tous les résultats obtenus par un premier logiciel LPC aux coupes représentant la Densité Spectrale de Puissance dans une voyelle à un moment déterminé. Les résultats étaient similaires, donnant un pic spectral autour de 2500 Hz en moyenne, et un autre - que nous avons interprété comme étant le formant 3 - à 3000 Hz en moyenne. Nous avons effectué des analyses complémentaires sur quelques échantillons pris au hasard, en utilisant une version différente du logiciel LPC ; les résultats étaient similaires. Pour cette raison, nous avons décidé de considérer ces valeurs comme correspondant au deuxième formant de [i:] chez ces deux locuteurs, d'autant plus qu'il ne s'agit pas de cas isolés mais bien de la quasi totalité des mesures. Il est possible que ces valeurs correspondent à F3, et que le deuxième formant de toutes les voyelles longues soit très peu intense chez ce locuteur, mais compte tenu de ce qui est exposé précédemment, cette probabilité est assez faible.

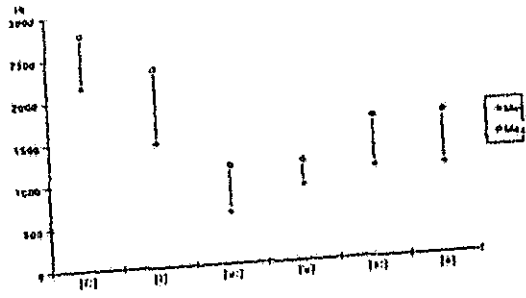


Figure IV.19 - Locuteur 3

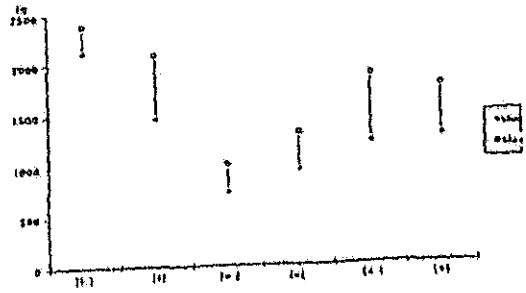


Figure IV.20 - Locuteur 4

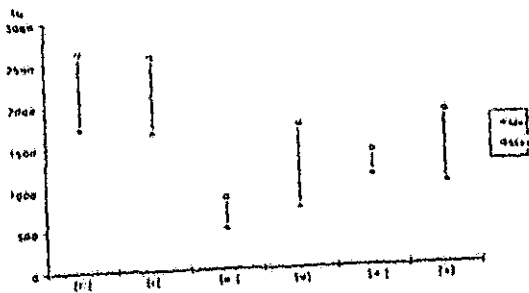


Figure IV.21 - Locuteur 5

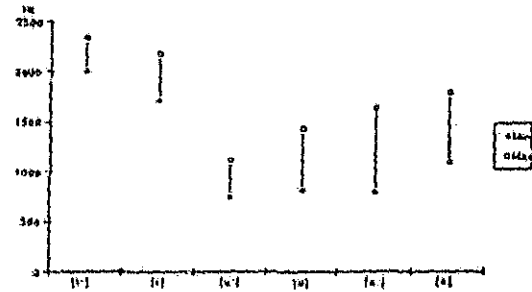


Figure IV.22 - Locuteur 6

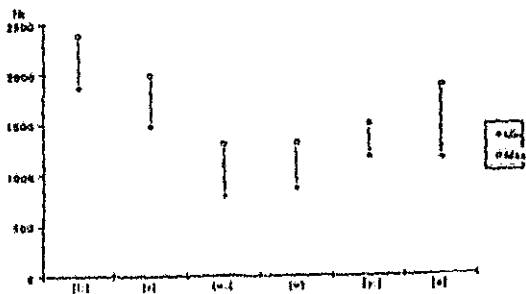


Figure IV.23 - Locuteur 7

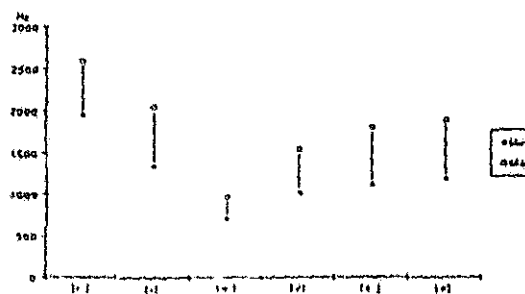


Figure IV.24 - Locuteur 8

Ces résultats indiquent tout d'abord que la variation du deuxième formant des voyelles fermées antérieures en arabe standard est bien corrélée à la quantité phonologique. La valeur moyenne du deuxième formant de la voyelle longue est en effet systématiquement supérieure à celle de la voyelle brève correspondante, et cela de manière significative chez tous les locuteurs. La variation moyenne inter-locuteurs de F2 est de 1400 hz - 2133 hz pour la voyelle brève, 1992 hz - 2530 hz pour la voyelle longue. Nous reviendrons ultérieurement sur la variation inter-locuteurs du champ vocalique spectral - c'est-à-dire de l'espace occupé dans un plan F1-F2 par l'ensemble des valeurs. Pour le moment, concentrons-nous sur le champ de dispersion du deuxième formant : est-il caractéristique de la quantité vocalique ? Il nous a semblé intéressant de procéder à une analyse comparative du rapport entre les valeurs individuelles maximales et minimales du deuxième formant pour les voyelles longues et les voyelles brèves : en effet, la comparaison des rapports F2 max / F2 min des voyelles de quantité différente met en lumière des comportements individuels différents. La comparaison intra-locuteurs des valeurs maximales et minimales du deuxième formant montre qu'il existe des degrés de dispersion variés selon le locuteur. Il se dégage deux types de comportements :

1 - chez les locuteurs 5, 6, 7, F2 varie dans des limites sensiblement comparables pour la longue et la brève correspondante ; c'est ce que montrent les rapports entre la valeur maximale et la valeur minimale pour chaque catégorie vocalique :

	LOC 5	LOC 6	LOC 7
F2 max/F2 min [i:]	1,5	1,2	1,3
F2 max/F2 min [i]	1,5	1,3	1,3

2 - chez les locuteurs 1, 2, 3, 4, 8, le champ spectral de F2 varie en fonction de la quantité vocalique ; nous remarquons également que le degré de dispersion des valeurs de la voyelle longue est systématiquement plus réduit que celui de la voyelle brève.

	LOC 1	LOC 2	LOC 3	LOC 4	LOC 8
F2 max/F2 min [i:]	1,2	1,2	1,3	1,1	1,3
F2 max/F2 min [i]	1,6	1,4	1,6	1,4	1,5

Les valeurs les plus basses appartiennent à des voyelles caractérisées par un contexte grave en général et emphatique en particulier. Ainsi chez le locuteur 1, dont le deuxième formant de la voyelle brève varie entre 1100 hz et 1796 hz, on trouve le formant le plus bas dans les syllabes suivantes :

[zir] : 1256 hz ; [sir] : 1312 hz ; [ʃiq] : 1198 hz ; [qim] : 1117 hz ; [ziq] : 1297 ; [qif] : 1100 hz ; [ʃil] : 1144 hz ; [ʒil] : 1130 hz ; [tib] : 1178 hz ; [liʃ] : 1339 hz.

On note une variation du deuxième formant en fonction notamment du lieu d'articulation de la consonne : dans les syllabes suivantes différenciées par le lieu d'articulation de la consonne initiale, le deuxième formant varie selon le lieu d'articulation de la consonne initiale ; dans la première syllabe [ʃil], dans laquelle la consonne initiale est caractérisée par un double lieu d'articulation à cause du trait d'emphase, le deuxième formant de la voyelle est équivalent à 1144 hz, tandis que celui de la voyelle précédée par la fricative sourde [X], - dont le lieu d'articulation est vélaire -, correspond à 1525 hz (soit une baisse sensiblement importante quand la voyelle est dans un contexte emphatique) :

[ʃil] : 1144 hz ; [ʒil] : 1456 hz ; [Xil] : 1525 hz.

[qim] : 1117 hz ; [lim] : 1535 hz.

#### IV.4.1.2. Zones de recouvrement

La différenciation distinctive entre les moyennes formantiques individuelles n'exclut pas la présence de zones de recouvrement spectral (figures IV.9 à IV.16), dans lesquelles le deuxième formant de voyelles de quantité phonologique différente peut être identique. Les zones de recouvrement varient selon les locuteurs :

1 - le recouvrement est nul chez les locuteurs 1, 2, et 4 : la variation de quantité est très étroitement corrélée à une variation d'acuité, c'est-à-dire que les voyelles longues ont un degré d'acuité plus élevé que les voyelles brèves ;

2 - il existe une zone de recouvrement restreinte chez les locuteurs 3, 6, 7, 8 ; nous reviendrons ci-dessous sur les contextes favorables à un tel recouvrement ;

3 - chez le locuteur 5, le recouvrement est total : toutes les valeurs du deuxième formant des voyelles brèves sont comprises dans le champ spectral caractérisant les voyelles longues ; le deuxième formant ne varierait donc pas a priori en fonction de la quantité chez ce sujet. Cela ne signifie nullement qu'il n'existe pas de modification de timbre entre voyelles de quantité différente : nous reviendrons ultérieurement sur ce point en croisant les résultats de la variation de F1 et F2 chez l'ensemble des locuteurs.

Pour le moment nous concentrons notre attention sur les zones de recouvrement existant entre longues et brèves chez les locuteurs 3, 5, 6, 7, 8. Nous commençons par comparer, dans le cadre de paires minimales, c'est-à-dire dans un contexte identique, si la variation de quantité est accompagnée de variation de qualité.

(valeurs F2 en hz)	LOC 3		LOC 5		LOC 6		LOC 7		LOC 8	
	VL	VB	VL	VB	VL	VB	VL	VB	VL	VB
[li:m] / [li:n]	2470	1965	2535	2223	2240	2087	2231	1894	2369	1904
[si:n] / [si:n]	2656	1796	2629	2362	2243	2093	2146	1792	2235	1856
[zɛ:d] / [zɛ:d]	2586	1930	2498	2368	2255	2103	1893	1776	2324	1853
[ti:b] / [ti:b]	2598	1472	2424	1847	2068	1958	1940	1566	2130	1773
[zi:q] / [zi:q]	2156	1671	2454	1929	2142	1977	1916	1557	2166	1589

Tableau 34 - Variation du deuxième formant en fonction de la quantité dans le cadre de paires minimales

Les résultats montrent qu'il existe bien une corrélation systématique entre la valeur du deuxième formant et la quantité phonologique dans le cadre de paires minimales. Cela se traduit par une augmentation de la valeur du deuxième formant pour les voyelles longues, qui possèdent un degré d'acuité supérieur aux voyelles brèves - ces dernières ayant un deuxième formant plus bas. Nous signalons que même chez le locuteur 5 - chez lequel le recouvrement entre les valeurs fréquentielles des deux catégories vocaliques est total -, [i:] se distingue de [i] dans ces exemples par la valeur du deuxième formant. Cela signifie que le recouvrement ne s'effectue pas au hasard et nous tentons, dans les exemples suivants, de comprendre quelles sont les règles qui le régissent pour ces locuteurs.

#### a - Locuteur 3

La zone de recouvrement spectral est délimitée entre 2156 hz et 2339 hz. Elle concerne un nombre très réduit de syllabes : d'une part la syllabe [ʔin], dont le deuxième formant de la voyelle brève est exceptionnellement élevé et témoigne d'un degré d'acuité important. Malgré l'existence de la laryngale [ʔ], qui est supposée abaisser le deuxième formant de la voyelle, F2 est assez élevé : nous avons remarqué que, lorsque la consonne finale est une dentale, et lorsque la voyelle correspond à [i:] ou [i], la consonne [ʔ] semble perdre de sa spécificité ou en tout cas se "plier" aux contraintes contextuelles niguës qui prennent le dessus sur un éventuel abaissement de F2. Quant aux autres syllabes [si:n] et [zi:q], le deuxième formant vocalique est respectivement équivalent à 2216 hz et 2156 hz. Cette zone commune étant très réduite et ne concernant qu'un nombre limité de syllabes, nous pouvons conclure que ce locuteur utilise bien l'indice de variation du deuxième formant comme différenciateur de la quantité vocalique.

#### b - Locuteur 5

La zone de recouvrement est quasi totale chez ce locuteur. Elle est comprise entre 1673 Hz et 2585 Hz (qui sont en fait les valeurs minimale et maximale délimitant l'espace caractéristique du deuxième formant de la voyelle brève). Donc il est manifeste que les deux catégories vocaliques semblent avoir un degré d'acuité similaire. On serait tenté d'affirmer qu'a priori, la quantité vocalique n'est pas corrélée à la variation du deuxième formant chez ce sujet. Or cela n'est pas tout-à-fait exact si l'on tient compte du fait que, dans le cadre des paires minimales - comme nous l'avons vu dans le paragraphe précédent -, ce locuteur effectue une différence significative dans la structure formantique de F2 entre voyelles longues et voyelles brèves correspondantes dans un contexte identique. Donc l'utilisation du deuxième formant comme indice différenciateur est effective, mais cela n'exclut pas une grande variation des valeurs caractérisant les voyelles [i:] et [i], due à un contexte aigu ou grave ayant pour effet d'abaisser ou d'augmenter sensiblement les valeurs de F2. Nous signalons que chez ce sujet, même pour ce qui est des valeurs de F1, il existait un certain recouvrement en ce qui concerne la longue [i:] et la brève correspondante ; nous ne concluons pas que ce locuteur n'effectue pas de différenciation entre la structure formantique des voyelles [i:] et [i] : le croisement des valeurs de F1 et de F2 dans le cadre du triangle vocalique donnera des renseignements complémentaires en ce qui concerne la structure du champ spectral global caractérisant ces deux voyelles.

#### c - Locuteur 6

La zone de recouvrement est comprise entre 1707 Hz et 2182 Hz. En fait elle correspond à l'espace spectral caractérisant la quasi totalité des voyelles longues qui se trouvent dans un contexte emphatique ou uvulaire :

[i:n] - 2090 Hz	[ɔ:i:] - 1997 Hz	[q:i:] - 2130 Hz
[t:i:] - 2068 Hz	[z:i:] - 2142 Hz	

Celles-ci ont un F2 plus bas que les voyelles longues qui se trouvent dans un contexte différent ; par ce fait, ces valeurs formantiques interfèrent avec l'espace spectral des voyelles brèves caractérisées par un degré d'acuité relativement important à cause d'un contexte aigu.

#### d - Locuteur 7

La zone de recouvrement - très réduite - est comprise entre 1865 Hz et 1991 Hz. Elle correspond plus précisément à l'espace caractérisant les voyelles brèves dont le deuxième formant est le plus élevé, ainsi que les voyelles longues dont le deuxième formant est le

plus bas. Les voyelles brèves concernées sont toutes soit précédées soit suivies d'une consonne aiguë :

[lim] - 1894 hz      [ʒin] - 1889 hz      [tim] - 1897 hz      [ʔin] - 1991 hz

Les voyelles longues - supposées se trouver dans un contexte grave - le sont presque toutes :

[ʒi:r] - 1929 hz      [si:X] - 1963 hz      [ʒi:l] - 1865 hz      [ri:] - 1915 hz  
 [ri:h] - 1960 hz      [ʒi:t] - 1978 hz      [ʒi:b] - 1940 hz      [zi:q] - 1916 hz



Nous sommes plus étonnée des résultats concernant les syllabes suivantes :

[i:n] - 1883 hz      [zi:z] - 1920 hz      [zi:d] - 1893 hz.

L'entourage consonantique y est plutôt aigu, et par conséquent nous nous attendions à ce que le deuxième formant de la voyelle soit plus élevé en fonction du degré d'acuité habituellement attribué à ces consonnes.

e - Locuteur 8

La zone de recouvrement, comprise entre 1942 hz et 2043 hz, ne concerne qu'un nombre réduit de syllabes ; cet espace, qui caractérise les voyelles brèves les plus aiguës, comprend une voyelle longue dont le deuxième formant est très bas à cause du contexte emphatique ([i:n] : 1942 hz).

Pour conclure ce paragraphe, nous signalons que dans l'ensemble, la voyelle [i:] est différenciée de [i] par un deuxième formant significativement plus élevé. La zone de recouvrement, quand elle existe, couvre systématiquement - sauf chez le locuteur 5 - l'espace caractérisant les voyelles brèves les plus aiguës et les longues les plus graves.

#### IV.4.2. VOYELLES /u:/ - /u/

##### IV.4.2.1. Champ de dispersion

Les valeurs minimales, maximales, ainsi que les moyennes individuelles du deuxième formant de [u:] et de [u] sont indiquées ci-dessous (et schématisées dans les figures IV.17 à IV.24) :

LOC 1	MIN	MAX	MOY
u:	693	1050	832
u	820	1253	1003
LOC 2	MIN	MAX	MOY
u:	595 <sup>8</sup>	969	794
u	802	1327	1057
LOC 3	MIN	MAX	MOY
u:	604	1150	928
u	889	1487	1189
LOC 4	MIN	MAX	MOY

<sup>8</sup> Cette valeur - extrêmement basse - est un cas isolé et concerne une voyelle en contexte emphatique.

u:	725	1009	828
u	945	1316	1134
LOC 5	MIN	MAX	MOY
u:	478 <sup>9</sup>	864	617
u	712	1727	1201
LOC 6	MIN	MAX	MOY
u:	737	1106	900
u	803	1421	1037
LOC 7	MIN	MAX	MOY
u:	780	1300	987
u	864	1317	1074
LOC 8	MIN	MAX	MOY
u:	715	972	796
u	1016	1566	1241

Les valeurs minimales et maximales montrent que le champ de dispersion des voyelles longues et brèves varie en fonction du locuteur :

1 - le champ de dispersion de la voyelle longue est nettement plus réduit que celui de la brève chez les locuteurs 5 et 6 ; nous pouvons illustrer cela par la différence du rapport entre les valeurs maximales et minimales de F2 :

	LOC 5	LOC 6
F2 max/F2 min [u:]	1,8	1,5
F2 max/F2 min [u]	2,4	1,8

2 - il est comparable pour les deux catégories vocaliques chez les locuteurs 1, 2, 4 et 8 :

	LOC 1	LOC 2	LOC 4	LOC 8
F2 max/F2 min [u:]	1,5	1,6	1,4	1,4
F2 max/F2 min [u]	1,5	1,7	1,4	1,5

Toutefois, si le degré de dispersion est comparable à chaque fois dans les deux catégories vocaliques chez ces locuteurs, il ne faut pas perdre de vue que la différence inter-locuteurs est importante : chez le locuteur 4, le champ de dispersion des deux voyelles est plus réduit que celui du locuteur 2 comme le montrent les valeurs maximales et minimales.

<sup>9</sup> Il existe certaines valeurs formantiques comprises entre 400 et 600 Hz chez ce locuteur ; la probabilité pour que ces résultats soient en fait erronés est importante ; par ailleurs il nous a été impossible de vérifier ces mesures par des méthodes autres que celles que nous avons utilisées pour la vérification de la structure du premier formant (voir note 1, § IV.3.3.1.a.). Pour cette raison, nous évitons de tenir compte de ces résultats lors de l'analyse.

3 - le champ de dispersion est plus réduit pour la brève chez les locuteurs 3 et 7 :

	LOC 3	LOC 7
F2 max/F2 min [u:]	1,9	1,7
F2 max/F2 min [u]	1,7	1,5

Les valeurs moyennes indiquent que le deuxième formant est corrélé à la quantité vocalique pour les voyelles [u:] et [u], dans la mesure où celui des longues est en moyenne plus bas que celui des brèves, chez l'ensemble des locuteurs. On note toutefois que chez les locuteurs 6 et 7, la différence entre les moyennes des deux catégories vocaliques n'est pas très pertinente.

Les moyennes inter-locuteurs varient entre 617 hz et 987 hz pour [u], 1003 hz et 1241 hz pour [u:]. La valeur du deuxième formant varie en fonction du contexte, d'une manière très pertinente pour les voyelle brèves, beaucoup moins pour les voyelles longues ; ainsi, les valeurs de F2 sont basses en contexte grave pour l'ensemble des locuteurs en ce qui concerne les voyelles brèves, et sont plus élevées en contexte aigu :

[bul] / [yul] :

\* loc 5 : 1555 hz et 980 hz

\* loc 6 : 1030 hz et 903 hz

\* loc 7 : 1140 hz et 993 hz

[tun] / [tun] :

\* loc 5 : 1442 hz et 712 hz

\* loc 6 : 1017 hz et 924 hz

\* loc 7 : 1143 hz et 975 hz

Nous constatons que les variations contextuelles prévues ne sont pas présentes systématiquement dans le cadre de certaines syllabes dont le noyau vocalique est constitué d'une voyelle brève ou bien d'une voyelle longue. Ainsi chez le locuteur 8, l'opposition entre consonne emphatique et non emphatique dans les syllabes [tun] et [tun] n'est pas visible au niveau du deuxième formant, dont la valeur est respectivement de 1145 hz et 1242 hz. On peut être tenté d'interpréter cela comme une caractéristique individuelle ou dialectale - encore faut-il connaître avec précision la manifestation de ce phénomène dans le dialecte. Mais dans cet exemple le premier formant varie et est plus élevé dans la voyelle précédée d'une emphatique (725 hz par rapport à 626 hz), ce qui montre bien que l'emphase est différenciée dans ce cas chez ce sujet. Une analyse plus poussée - qui sort du cadre de notre travail - mériterait d'être effectuée sur l'influence de chacune des

catégories consonantiques sur la variation de F2, qui expliciterait les phénomènes de coarticulation dans le cadre d'un segment aussi réduit que celui d'une syllabe isolée.

#### IV.4.2.2. Zones de recouvrement

Les zones de recouvrement (figures IV.9 à IV.16) entre le deuxième formant des deux catégories de voyelles existent à des degrés divers sauf chez le locuteur 8 chez lequel s'opère une distinction très nette entre l'espace caractéristique de [u:] et de [u]. Chez les autres locuteurs, le recouvrement peut être plus ou moins important : ainsi, la zone de recouvrement est comprise entre 820 hz et 1050 hz chez le locuteur 1, entre 802 hz et 969 hz chez le locuteur 2, entre 889 hz et 1150 hz chez le locuteur 3, entre 945 hz et 1009 hz chez le locuteur 4, entre 712 hz et 864 hz chez le locuteur 5, entre 803 hz et 1106 hz chez le locuteur 6, entre 864 hz et 1300 hz chez le locuteur 7. Toutefois, comme l'indiquent les résultats qui figurent dans le tableau suivant, toutes les paires minimales différenciées par le degré de quantité de la voyelle sont également différenciées par le deuxième formant de la voyelle, significativement plus élevé pour la brève que pour la longue. Cela veut dire que le recouvrement n'existe pas dans le même contexte et est dû à des effets contextuels : la valeur de F2 est abaissée en contexte grave et élevée en contexte aigu ; cette distinction est importante car à partir du moment où deux voyelles de quantité phonologique différente se trouvent dans le même contexte, elles n'ont pas en principe un deuxième formant identique.

	F2 (Hz)	LOC 2		LOC 3		LOC 4			
		VB	VL	VB	VL	VB	VL		
[u:n] / [un]	848	1022	727	1257	1053	1434	849	1157	
[y:il] / [yil]	845	1124	782	1082	892	1250	793	1040	
[ø:um] / [øum]	748	1045	856	1266	885	1171	870	1184	
[ɛ:ud] / [ɛud]	814	1055	694	972	880	1318	827	1126	
[ɜ:un] / [ɜun]	964	1109	726	1327	1123	1422	930	1312	
[x:ur] / [xur]	804	913	789	1074	845	1043	832	1125	
		LOC 5		LOC 6		LOC 7		LOC 8	
		VL	VB	VL	VB	VL	VB	VL	VB
[u:n] / [un]		613	1442	975	1117	1300	1143	752	1145
[y:il] / [yil]		625	980	816	903	945	993	749	1312
[ø:um] / [øum]		716	1372	896	1132	876	980	972	1212
[ɛ:ud] / [ɛud]		561	1248	-	1233	1014	1317	715	1258
[ɜ:un] / [ɜun]		668	1177	957	1234	891	1166	833	1566
[x:ur] / [xur]		726	1241	-	1063	1011	1022	813	1181

Tableau 36 - Variation du deuxième formant des voyelles [u:] et [u] en fonction de la quantité dans des paires minimales

## IV.4.3. VOYELLES /a:/ - /a/

## IV.4.3.1. Champ de dispersion

Ci-dessous figurent les valeurs minimales, maximales ainsi que les moyennes individuelles relatives au deuxième formant des voyelles [a:] et [a] (toutes les valeurs sont en Hz).

LOC 1	MIN	MAX	MOY
a:	972	1559	1171
a	1026	1847	1360
LOC 2	MIN	MAX	MOY
a:	913	1545	1194
a	972	1584	1242
LOC 3	MIN	MAX	MOY
a:	1061	1661	1364
a	1059	1685	1435
LOC 4	MIN	MAX	MOY
a:	1195	1869	1467
a	1257	1757	1484
LOC 5	MIN	MAX	MOY
a:	1079	1709	1376
a	972	1819	1494
LOC 6	MIN	MAX	MOY
a:	784	1631	1330
a	1089	1789	1416
LOC 7	MIN	MAX	MOY
a:	1162	1498	1317
a	1143	1863	1486
LOC 8	MIN	MAX	MOY
a:	1111	1811	1364
a	1182	1891	1452

Il en ressort tout d'abord que, mis à part chez le locuteur 4, la valeur moyenne du deuxième formant de la brève [a] est sensiblement supérieure à celle du deuxième formant de la longue [a:]. Mais le champ de dispersion des valeurs est très important pour les deux catégories vocaliques, comme le montrent les rapports entre les valeurs maximales et minimales individuelles pour chaque sujet :

	LOC 1	LOC 2	LOC 3	LOC 4
F2 Max/F2 min [a:]	1,6	1,7	1,6	1,6
F2 Max/F2 min [a]	1,8	1,6	1,6	1,4
	LOC 5	LOC 6	LOC 7	LOC 8
F2 Max/F2 min [a:]	1,6	2,1	1,3	1,6
F2 Max/F2 min [a]	1,9	1,6	1,6	1,6

La grande variation des valeurs formantiques est due à un certain nombre de paramètres. Tout d'abord il est certain qu'il existe des influences contextuelles non négligeables. Les consonnes emphatiques ainsi que l'uvulaire [q] provoquent un abaissement significatif quasi-systématique du deuxième formant de [a:] et de [a], chez l'ensemble des locuteurs. La consonne apico-alvéo-palatale [r] entraîne également une baisse significative du deuxième formant, comme le montrent les exemples suivants chez l'ensemble des locuteurs pour la voyelle brève [a] (toutes les valeurs sont en Hz) :

	LOC 1	LOC 2	LOC 3	LOC 4
[tab] - [rab]	1725/1187	1322/1132	1547/1209	1568/1408
[Xan] - [Xar]	1381/1258	1264/1458	1550/1346	1533/1398
[Xal] - [Xar]	1411/1258	1396/1458	1451/1346	1425/1398
[ʔan] - [ʔar]	1532/1307	1471/1173	1611/ -	1494/1495
[dan] - [dar]	- /1282	1576/1339	1600/1442	1610/1546
	LOC 5	LOC 6	LOC 7	LOC 8
[tab] - [rab]	1607/1298	1643/1572	1596/1274	1872/1287
[Xan] - [Xar]	1573/1390	1443/1282	1441/1357	1741/1551
[Xal] - [Xar]	1701/1390	1538/1282	1757/1357	1462/1551
[ʔan] - [ʔar]	1634/1497	1581/1299	1530/1374	1679/1329
[dan] - [dar]	1819/1688	1618/1581	1711/1432	1805/1684

Nous avons décidé de séparer les valeurs des voyelles (longues et brèves) qui se trouvent dans un environnement emphatique ou bien qui sont précédées ou suivies de l'une des consonnes [r] ou [q], des autres voyelles du corpus, dans le but de vérifier s'il existe des variantes des voyelles ouvertes longues et brèves dans un tel contexte. Nous avons calculé la moyenne du deuxième formant pour chacun des deux ensembles. Les résultats vont tout-à-fait dans le sens de l'existence de deux variantes combinatoires des phonèmes /a:/ et /a/ : [a], [ɑ], [a:], [ɑ:], en fonction de la présence de certaines consonnes graves dans la syllabe (les consonnes emphatiques, ainsi que les consonnes [q] et [r]). Ces variantes sont significativement différenciées par la valeur du deuxième formant :

	F2 moyen [a]	F2 moyen [ɑ]	F2 moyen [a:]	F2 moyen [ɑ:]
LOC 1	1540 hz	1210 hz	1280 hz	1100 hz
LOC 2	1390 hz	1110 hz	1430 hz	1040 hz
LOC 3	1590 hz	1290 hz	1540 hz	1230 hz
LOC 4	1590 hz	1390 hz	1780 hz	1350 hz
LOC 5	1680 hz	1340 hz	1560 hz	1260 hz
LOC 6	1600 hz	1260 hz	1500 hz	1230 hz
LOC 7	1660 hz	1330 hz	1380 hz	1280 hz
LOC 8	1620 hz	1340 hz	1520 hz	1280 hz

Tableau 37 - Variation de la valeur moyenne du deuxième formant des variantes combinatoires [a:], [ɑ:], [a], [ɑ].

En effet la valeur moyenne du deuxième formant des voyelles précédées ou suivies par une consonne emphatique aussi bien que par [q] ou [r] est significativement inférieure à celle des voyelles qui se trouvent dans un autre contexte. Cette constatation est valable pour tous les locuteurs. Par ailleurs elle nous amène à relativiser la valeur moyenne générale individuelle obtenue précédemment pour les voyelles ouvertes sans distinction de contexte. En effet, étant donné que les valeurs du deuxième formant sont très nettement inférieures pour les variantes [ɑ:] et [ɑ] que pour [a:] et [a], nous pensons qu'une valeur formantique moyenne du deuxième formant indépendante du contexte n'est plus significative puisqu'elle ne peut rendre compte de la présence de ces deux variantes.

D'autre part, on retrouve la même relation entre les moyennes formantiques en fonction de la quantité : chez tous les locuteurs sauf 2 et 4 (comme c'était le cas précédemment), la valeur moyenne de F2 est supérieure dans le cas de la brève en ce qui concerne les variantes [a:] et [ɑ]. En ce qui concerne les variantes [ɑ:] et [ɑ], la relation :  $F2 [ɑ] > F2 [ɑ:]$  est vraie pour tous les locuteurs, même si l'écart est très réduit. Nos résultats rejoignent ceux obtenus par Belkaid (1984) qui avait trouvé des valeurs moyennes de l'ordre de 1720 hz et 1250 hz pour les deux variantes longues, et de 1640 hz et 1360 hz pour les deux variante brèves. Ses résultats se rapprochent de ceux que nous avons obtenus pour le locuteur 4, chez lequel les voyelles - et plus particulièrement les longues - se caractérisent entre autres par un deuxième formant très élevé. Nous reviendrons dans notre synthèse finale sur l'existence d'éventuels indices caractéristiques de l'origine dialectale des locuteurs. D'ores et déjà nous pouvons signaler que le locuteur 4 possède la même origine dialectale (tunisienne) que le locuteur de l'étude de Belkaid : les voyelles ouvertes produites par certains locuteurs tunisiens se caractérisent par une grande ouverture du maxillaire et donc par une structure formantique très proche de la voyelle française médiane [ɛ].

#### IV.4.3.2. Zones de recouvrement

Les figures IV.9 à IV.16 indiquent que le recouvrement est presque entier dans une grande majorité de cas. Pour y voir plus clair nous avons effectué une analyse comparative des valeurs formantiques des voyelles longues et brèves dans un contexte identique. Il ressort des résultats obtenus dans le cadre des paires minimales que le deuxième formant de la voyelle brève [a] est presque systématiquement supérieur à celui de la voyelle [a:], et cela d'une manière significative, chez la majorité des locuteurs (mis à part les locuteurs 2 et 3). Et même si les écarts peuvent varier selon le sujet, la relation reste la même. Ainsi les syllabes [ka:f] et [kaf] sont différenciées chez le locuteur 1 par un deuxième formant dont la valeur est respectivement de 1239 hz et 1555 hz, chez le locuteur 3 par un deuxième formant dont la valeur varie de 1602 hz à 1653 hz. La différence est de 316 hz dans le premier cas, et de 52 hz dans le second, mais la hausse du deuxième formant est significative dans les deux exemples. Les locuteurs 2 et 4 ont chacun un comportement spécifique : chez le locuteur 2, il n'existe apparemment pas de règle qui régit la différenciation entre le deuxième formant des voyelles [a:] et [a] ; il existe presque autant de cas dans lesquels le deuxième formant de la longue est supérieur à celui de la brève qu'inversement. Chez le locuteur 4, on note tout d'abord que les valeurs du deuxième formant de [a] et de [a:] sont très élevées, et se rapprochent étonnamment de ceux de la voyelle [e] française. De plus la relation est inversée puisque, dans la majorité des cas, le deuxième formant de [a:] est significativement supérieur à celui de [a]. Cela est vrai sauf en contexte grave : quand les valeurs du deuxième formant sont très basses aussi bien pour [a:] que pour [a], le deuxième formant de la brève a tendance à être supérieur à celui de la longue. Cela signifie que chez ce sujet, les deux catégories vocaliques ne subissent pas de la même manière les influences contextuelles qui ont pour effet d'abaisser la valeur de F2 ; observons les paires minimales suivantes : [da:n] : F2 = 1691 hz ; [dan] : F2 = 1610 hz ; [da:r] : F2 = 1374 hz ; [dar] : F2 = 1546 hz. En contexte aigu, le deuxième formant de la longue est supérieur à celui de la brève ; en contexte grave, celui-ci subit une baisse beaucoup plus importante pour la voyelle [a:], la voyelle [a] étant influencée à un degré moindre (mais tout de même significatif).



PAIRE MINIMALE	LOC 1		LOC 2		LOC 3		LOC 4	
	VL	VB	VL	VB	VL	VB	VL	VB
[la:t] / [lat]	1559	1716	1522	1454	1660	1624	-	1757
[ha:t] / [han]	1268	1656	1428	1412	1548	1628	1534	1509
[ʃa:k] / [ʃnk]	1292	1584	1398	1402	1487	1576	1776	1633
[da:s] / [das]	1278	1555	1448	1584	1589	1578	1812	1707
[sa:f] / [saf]	1266	1491	1430	1374	1608	1560	1786	1545
[ʃa:h] / [ʃah]	1307	1569	1427	1338	1498	1583	1789	1697
[ka:f] / [kaf]	1239	1555	1545	1426	1602	1653	1796	1714
[ʒa:f] / [ʒaf]	1286	1506	1420	1380	1528	1606	1856	1691
[ra:X] / [raX]	1157	1272	1114	1213	1327	-	1460	1460
[qa:f] / [qaf]	1043	1303	913	1102	1259	1388	1233	1319
[ya:s] / [yas]	1102	1183	1007	1068	1264	1196	1304	1257
[ya:f] / [yaf]	1065	1186	-	1071	1191	1231	1288	1360
[ta:b] / [tab]	1229	1725	1413	1322	1620	1547	1743	1568
[ʃa:b] / [ʃab]	1328	1606	1417	1404	1523	1627	1755	1593
[da:n] / [dan]	1275	-	1487	1576	1550	1600	1691	1610
[da:r] / [dar]	1277	1282	1114	1339	1281	1442	1374	1546
[ya:n] / [yan]	1184	1532	1106	1471	1515	1611	1314	1494
[Xa:r] / [Xar]	1150	1258	1134	1458	1285	1346	1287	1398
[la:b] / [lab]	1285	1521	1527	1455	1625	1531	1828	1661
[ya:r] / [yar]	1171	1307	1066	1173	1325	-	1325	1495
[ya:f] / [yaf]	1241	1374	1125	1299	1208	1402	1424	1590
[la:g] / [lag]	1314	1741	1533	1472	1661	1613	1869	1722
[Xa:n] / [Xan]	1200	1381	1362	1264	1422	1550	1459	1533
[da:ʃ] / [daʃ]	1331	1521	1456	1311	1483	1493	1753	1507
[Xa:l] / [Xal]	1196	1411	1387	1396	1509	1559	1402	1425
[la:r] / [lar]	1254	1429	1101	1376	1293	1451	1646	1501
[ra:b] / [rab]	1133	1187	1074	1132	1264	1209	1398	1408
[da:l] / [dal]	1011	1108	977	1024	1104	1171	1402	1352
[sa:d] / [sad]	1028	1158	956	1013	1196	1237	1309	1417
[ʒa:d] / [ʒad]	1089	1159	1062	1024	1108	1065	1328	1381
[qa:f] / [qaf]	1068	1346	1040	1063	1346	1493	1229	1337

Tableau 38 - Variation de la valeur du deuxième formant des voyelles [a:] et [a] en fonction de la quantité (locuteurs 1, 2, 3, 4)

PAIRE MINIMALE	LOC 5		LOC 6		LOC 7		LOC 8	
	VL	VB	VL	VB	VL	VB	VL	VB
[la:f] / [lat]	1624	1768	1550	1625	1390	1698	1687	1766
[ka:] / [ka]	1511	1694	1528	1654	1360	1646	1398	1388
[ja:k] / [jak]	1631	1695	1520	1738	1489	1670	1509	1580
[da:s] / [das]	1683	1736	1548	1648	1359	1665	1567	1777
[sa:f] / [saf]	1555	1590	1538	1535	1362	1606	1404	1891
[a:h] / [ah]	1580	1660	1433	1633	1429	1594	1527	1662
[ka:f] / [kaf]	1502	1563	1478	1553	1411	1584	1402	1401
[ʒa:f] / [ʒaf]	1587	1628	1551	1756	1395	1781	1388	1726
[ra:X] / [raX]	1434	1373	1290	1202	1298	1386		1229
[qa:f] / [qaf]	1094	1207	1022	1180	1259	1289		
[ʔa:s] / [ʔas]	1079	1325	1176	1117	1265	1296	12	326
[ʔa:t] / [ʔat]	1197	1277	1067	1114	1267	1333	1234	1309
[ta:b] / [tab]	1562	1607	1514	1572	1429	1596	1540	1872
[a:b] / [ab]	1538	1656	1452	1688	1408	1626	1410	1416
[da:n] / [dan]	1609	1819	1597	1618	1361	1711	1734	1805
[da:r] / [dar]	1455	1688	1438	1581	1344	1432	1344	1684
[ʔa:n] / [ʔan]	1390	1634	1261	1450	1268	1530	1523	1679
[Xa:r] / [Xar]	1293	1390	1596	1282	1334	1357	1464	1551
[la:b] / [lab]	1607	1787	1628	1759	1328	1732		1801
[ʔa:r] / [ʔar]	1348	1497	1221	1299	1291	1374	1297	1329
[ʒa:r] / [ʒar]	1521	1658	1408	1410	1382	1451	1497	1464
[la:ʒ] / [laʒ]	1709	1806	1631	1789	1459	1768	1811	1869
[Xa:n] / [Xan]	1510	1573	1462	1443	1245	1441	1524	1741
[da:f] / [daf]	1535	1632	1482	1446	1498	1747	1374	1326
[Xa:l] / [Xal]	1416	1701	1369	1538	1313	1757	1519	1462
[ja:r] / [jar]	1493	1550	1239	1467	1345	1594	1265	1396
[ra:b] / [rab]	1303	1298	1250	1643	1287	1274	1447	1287
[da:l] / [dal]	1235	1228	1132	1191	1205	1364	1312	1435
[sa:d] / [sad]	1221	1175	1160	1221	1283	1308	1235	1274
[ʒa:d] / [ʒad]	1230	1253	1155	1153	1256	1208	1237	1295
[qa:l] / [qal]	1146	1280	1329	1345	1258	1436	1211	1349

Tableau 38 - Variation de la valeur du deuxième formant des voyelles [a:] et [a] en fonction de la quantité (locuteurs 5, 6, 7, 8)

#### IV.4.4. CONCLUSION

Nous avons analysé la variation du deuxième formant en relation avec la quantité vocalique des voyelles [i:] - [i] ; [u:] - [u] ; [a:] - [a]. Nous avons tenté de mettre en évidence les paramètres qui jouent sur cette corrélation, qu'ils soient ou non caractéristiques du locuteur. Globalement, nous avons vu que la variation du deuxième formant de la voyelle est étroitement liée à la quantité vocalique ; la relation est différente selon la catégorie :

1 - pour ce qui est des voyelles fermées antérieures, le deuxième formant de la voyelle [i:] est significativement supérieur à celui de [i] chez l'ensemble des locuteurs ;

2 - pour ce qui est des voyelles fermées postérieures, le deuxième formant de la voyelle [u:] est significativement inférieur à celui de [u] chez l'ensemble des locuteurs ;

3 - pour ce qui est des voyelles ouvertes, le deuxième formant de la voyelle [a:] est significativement inférieur à celui de [a] chez la majorité des locuteurs.

Une analyse de l'influence contextuelle sur la variabilité du deuxième formant des voyelles [a:] et [a] a mis en évidence l'existence de deux variantes combinatoires correspondant à chacun des phonèmes /a:/ et /a/ :

- deux variantes [ɑ:] et [ɑ], dans le cas où l'environnement est caractérisé par la présence d'une consonne emphatique, de l'avulaire [ŋ] ou de l'apico-dorso-alvéolaire [r] ; ces deux variantes se caractérisent par un deuxième formant abaissé ;

- deux variantes [a:] et [a] qui se caractérisent par un timbre différent (un deuxième formant plus élevé).

Le croisement des résultats de l'analyse de la variation des premier et deuxième formant permettra de confirmer l'existence de ces deux variantes.

Le paramètre de champ de dispersion est différemment corrélé à la quantité selon la catégorie vocalique, selon le locuteur et selon le contexte. Ainsi, ce paramètre est étroitement corrélé à la quantité caractéristique des voyelles [i:] et [i] chez la majorité des locuteurs (1, 2, 3, 4, 8) : la dispersion est plus réduite pour la voyelle longue que pour la brève. Chez les locuteurs 5, 6, 7, le champ de dispersion est comparable. Il est évident que ce paramètre est également corrélé au contexte pour ce qui est de [i:] et de [i]. En ce qui concerne les voyelles [u:] et [u], la dispersion ne varie pas en fonction de la quantité mais du contexte et du locuteur : ainsi, le champ caractéristique de la voyelle longue est plus réduit chez les locuteurs 5 et 6, plus large chez les locuteurs 3 et 7, et équivalent à celui de la voyelle brève chez les locuteurs 1, 2, 4 et 8. Pour ce qui est des voyelles [a:] et [a], la dispersion est très importante et varie en fonction du locuteur et du contexte : le champ caractéristique de la voyelle longue est plus large pour les locuteurs 4 et 6, plus réduit pour les locuteurs 1, 5 et 7, et équivalent à celui de la voyelle brève pour les locuteurs 2, 3 et 8.

Quant à la zone de recouvrement spectral, elle peut varier en fonction de l'un des paramètres suivants :

- la catégorie vocalique
- le locuteur
- le contexte.

Ainsi, l'espace spectral caractérisant le deuxième formant de la voyelle longue [a:] ne se distingue pratiquement pas de celui qui caractérise la voyelle [a] chez l'ensemble des locuteurs. En ce qui concerne les voyelles [u:] et [u], les zones de recouvrement sont nettement plus réduites : présentes chez 7 locuteurs sur 8, elles varient en fonction du contexte consonantique. Enfin pour ce qui est des voyelles [i:] et [i], le recouvrement est nul chez les locuteurs 1, 2 et 4 ; chez les autres locuteurs, il varie en fonction du contexte.

#### IV.5. VARIATION DU TIMBRE EN FONCTION DE LA QUANTITE : ANALYSE DU RAPPORT F2/F1

##### IV.5.1. INTRODUCTION

Après avoir effectué une analyse de la variation des premier et deuxième formants indépendamment l'un de l'autre, nous procédons au croisement des résultats obtenus pour chacun des locuteurs et pour chaque catégorie vocalique. Nous souhaitons expliciter la modification de timbre par l'intermédiaire de la variation du rapport F2/F1 en fonction de la quantité. Nous espérons que le croisement des résultats donnera des éléments complémentaires à l'analyse antérieure, en relation avec :

- 1 - la caractérisation du système phonétique de l'arabe standard par plusieurs degrés d'aperture, et par là-même le problème du statut du trait de quantité dans le système phonologique de la langue et de la redondance de l'un des traits suivants : durée / timbre, dans la description du système phonétique de la langue ;
- 2 - l'existence de quatre variantes [a:], [a], [ɑ:], [ɑ], correspondant aux phonèmes /ɑ:/ et /ɑ/, en fonction de paramètres contextuels.

A partir de la synthèse de ces résultats, nous souhaitons mettre en lumière l'existence éventuelle d'une structure stable caractérisant l'espace spectral vocalique. Nous recherchons cette stabilité :

- 1 - dans la structure globale comparative des triangles vocaliques individuels ;
- 2 - à travers la délimitation d'un espace spectral vocalique minimal, caractéristique de la langue, et d'un espace spectral vocalique maximal, caractéristique de l'individu.

Les figures IV.25 à IV.32 représentent l'espace spectral vocalique caractéristique de chaque individu. Sur chaque figure, les valeurs formantiques des voyelles longues et brèves sont représentées dans un espace F1-F2.

Figure IV.25 - Espace spectral vocalique caractéristique du locuteur 1

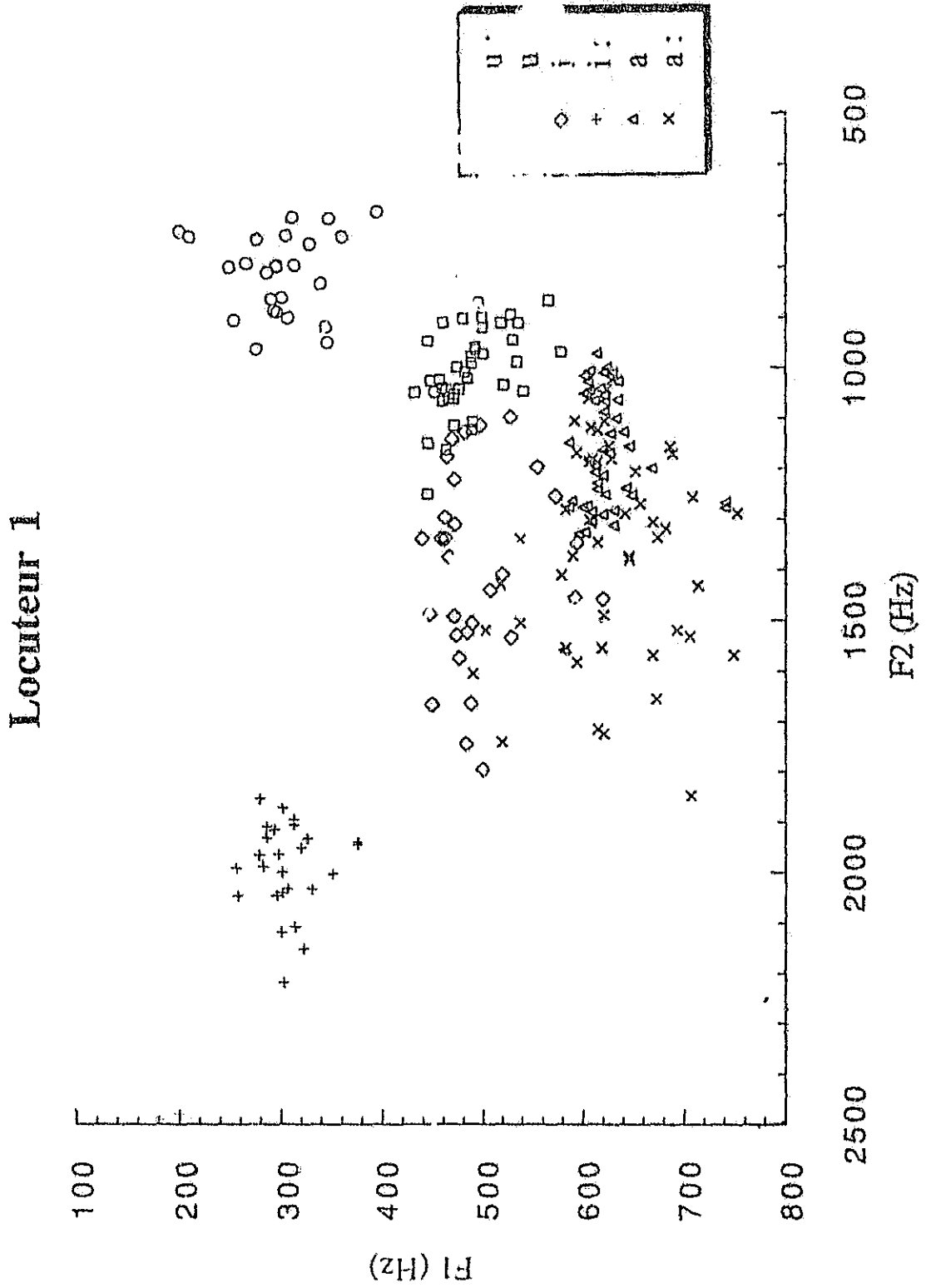


Figure IV.26 - Espace spectral vocalique caractéristique du locuteur 2

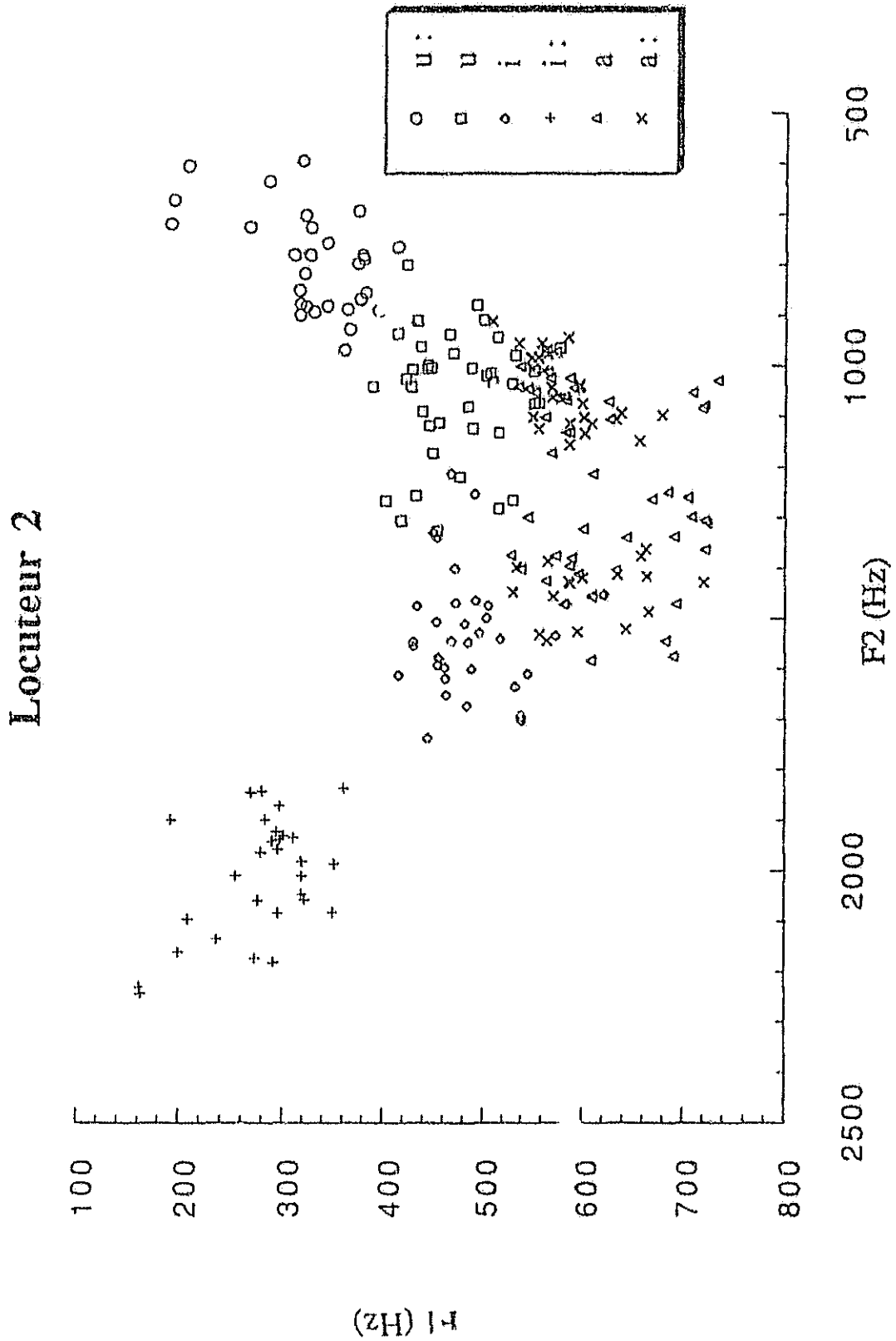


Figure IV.27 - Espace spectral vocalique caractéristique du locuteur 3

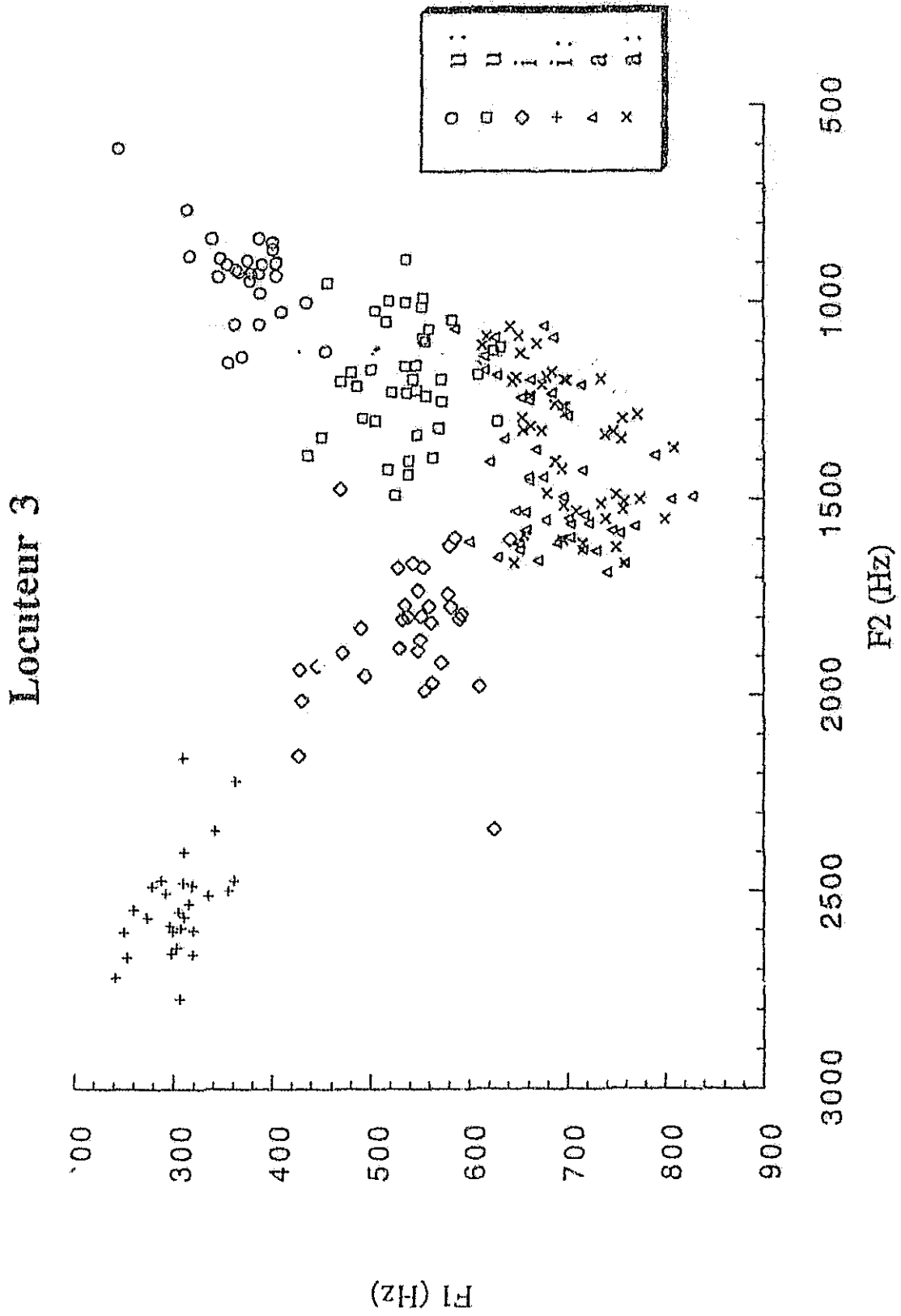




Figure IV.28 - Espace spectral vocalique caractéristique du locuteur 4

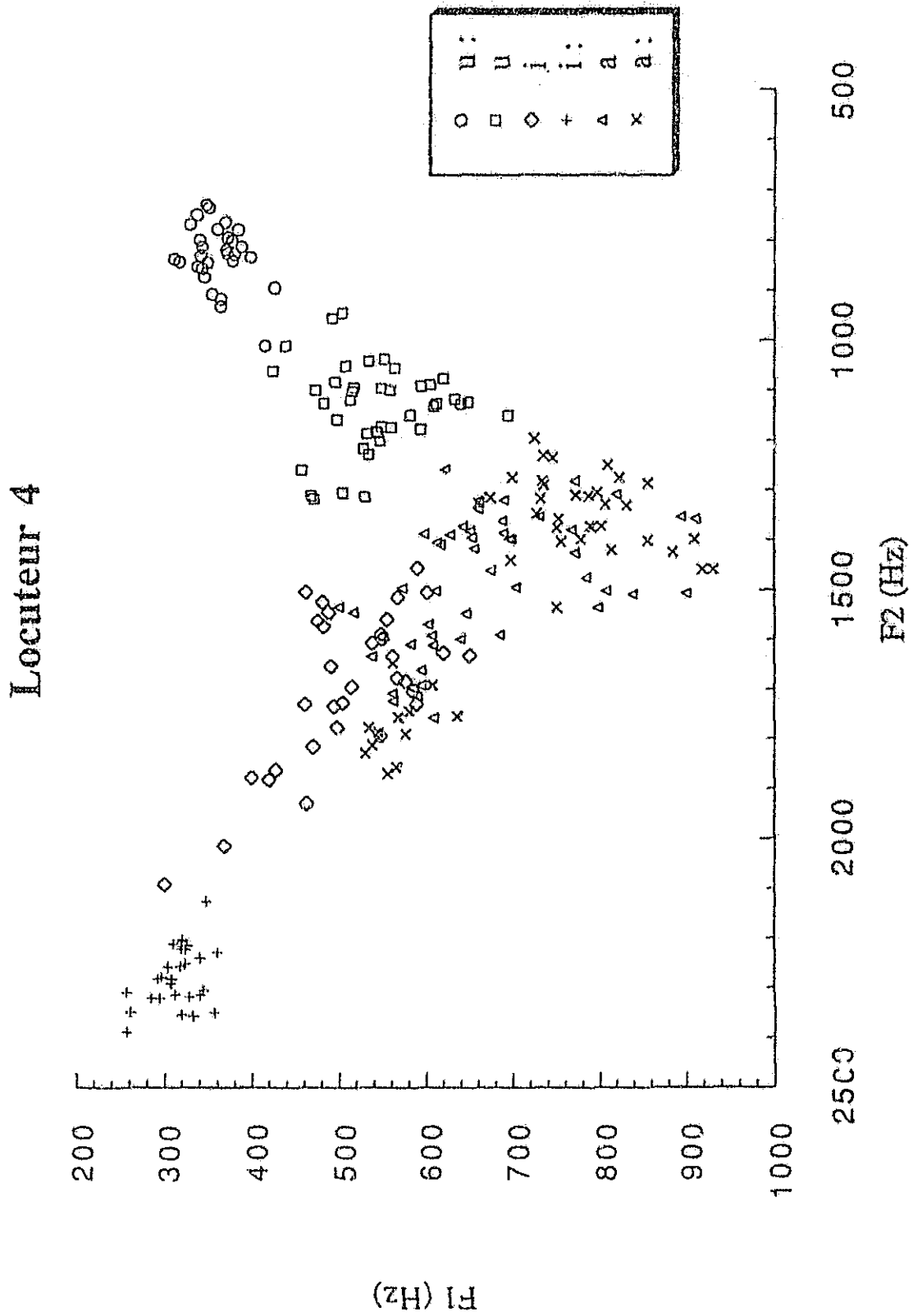


Figure IV.29 - Espace spectral vocalique caractéristique du locuteur 5

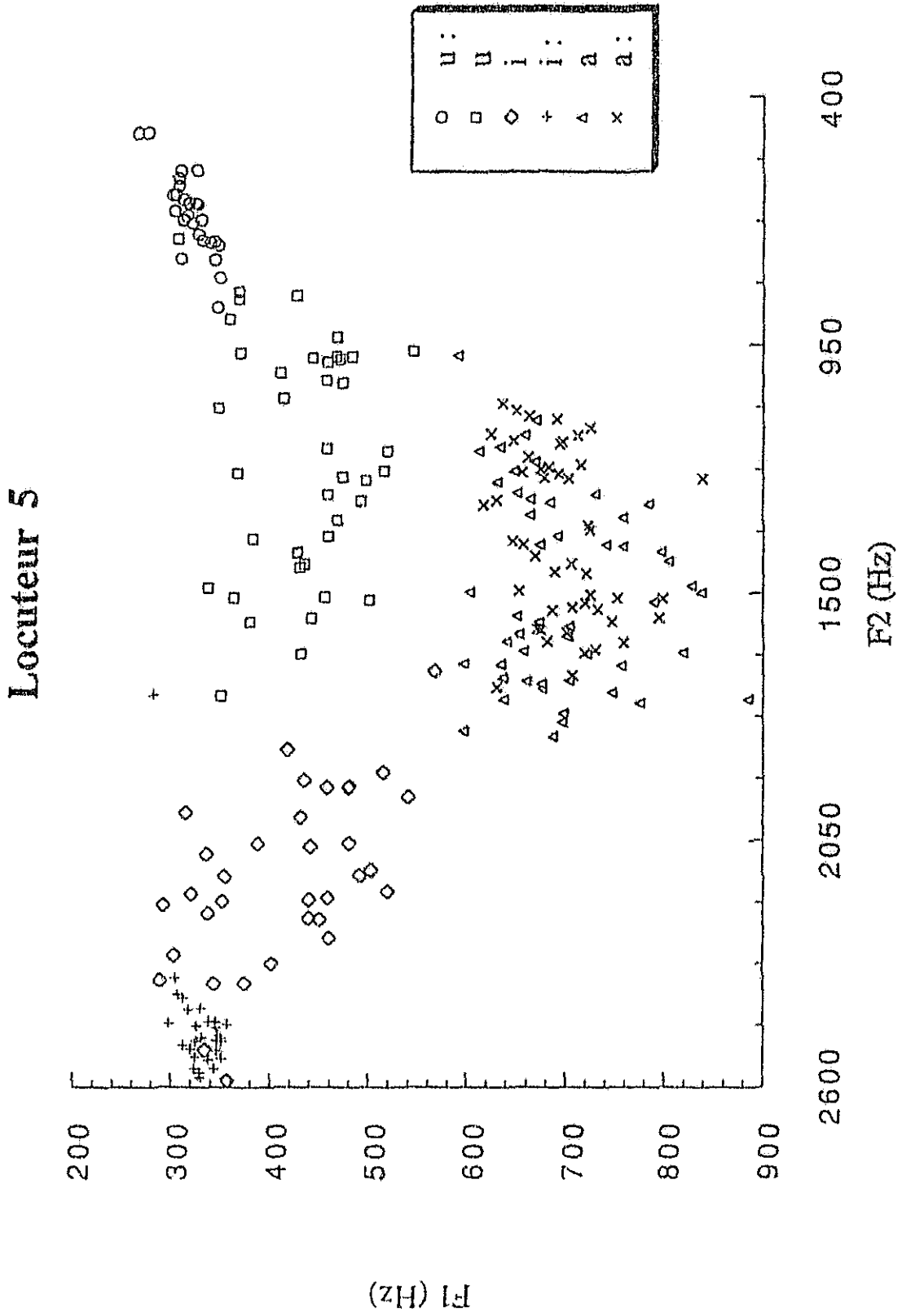


Figure IV.30 - Espace spectral vocalique caractéristique du locuteur 6

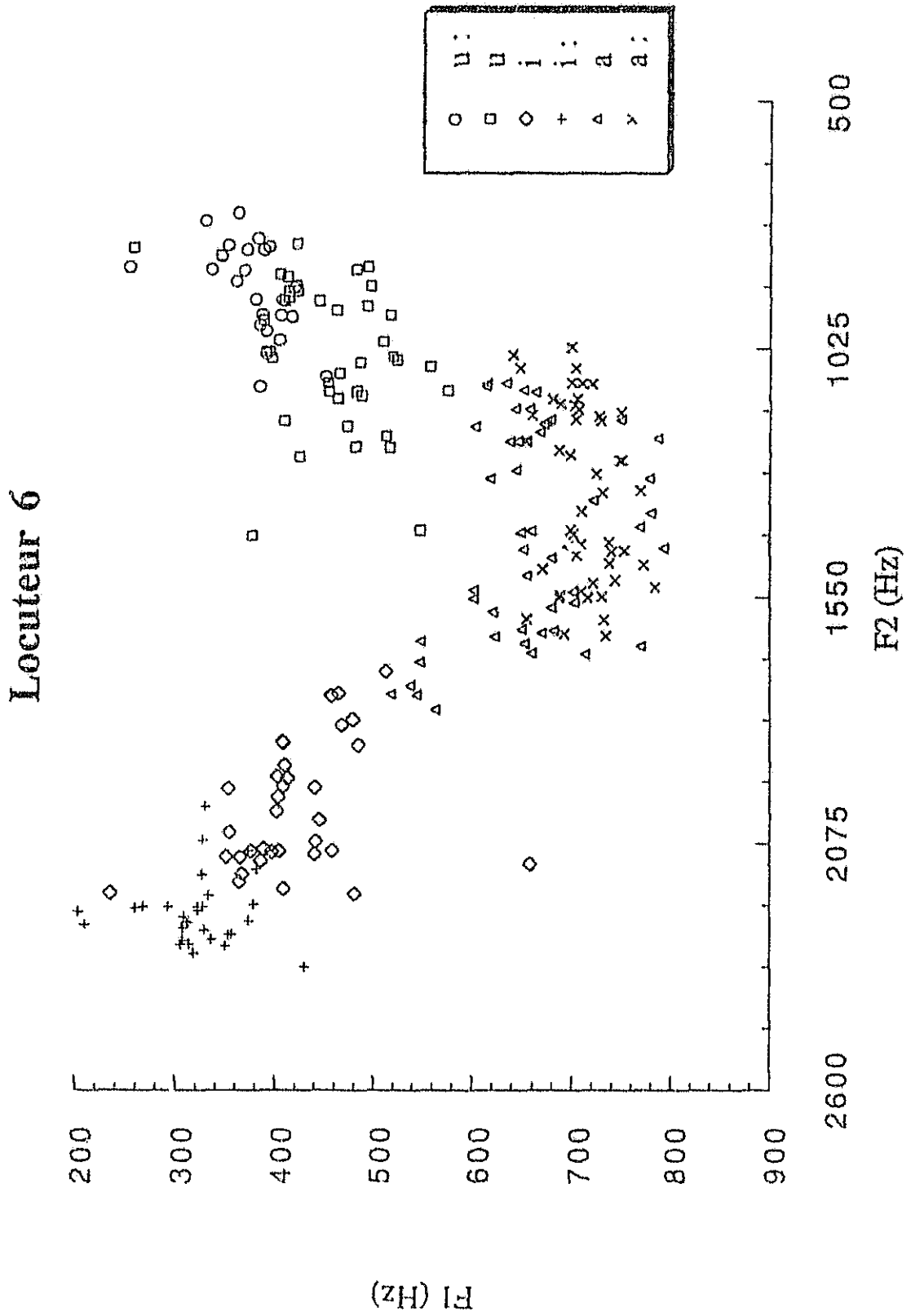


Figure IV.31 - Espace spectral vocalique caractéristique du locuteur 7

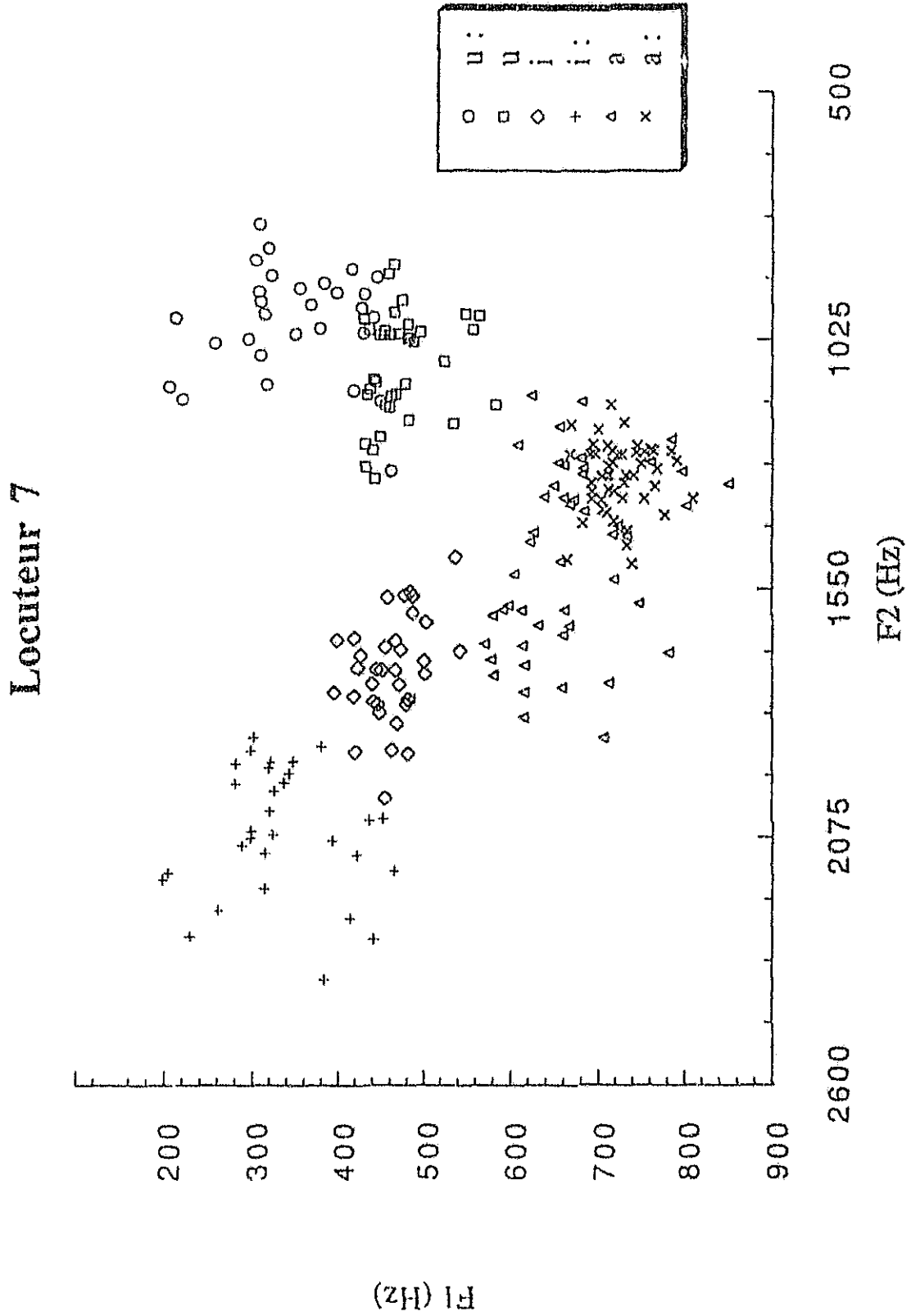
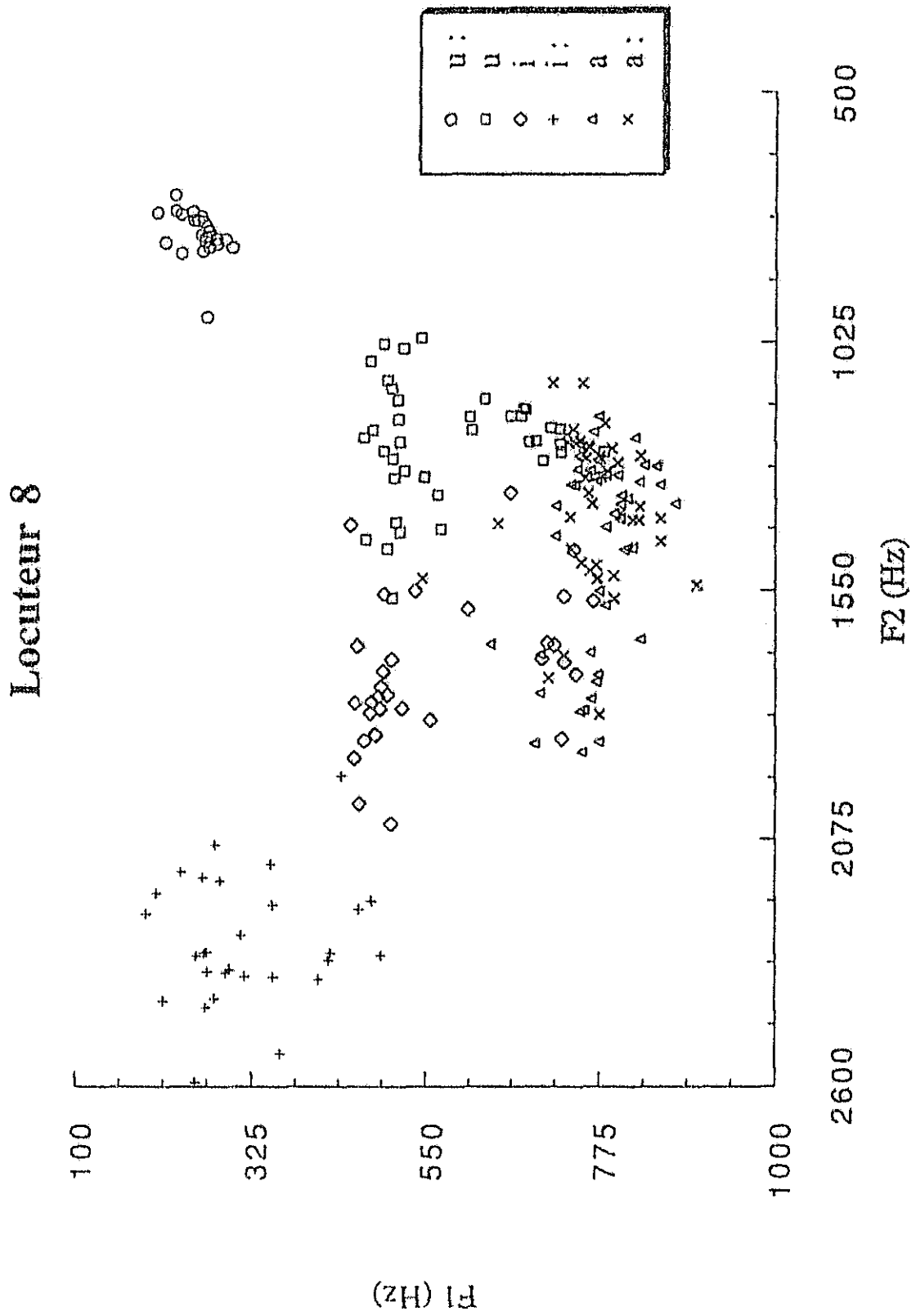


Figure IV.32 - Espace spectral vocalique caractéristique du locuteur 8



#### IV.5.2. ETUDE DE LA CORRELATION ENTRE LE PREMIER ET LE DEUXIEME FORMANTS EN FONCTION DE LA QUANTITE

Avant de procéder à une analyse fine concernant la variation de la structure formantique et du rapport F2/F1 en fonction de la quantité chez les locuteurs, nous avons choisi d'effectuer une approche sommaire de la corrélation entre les valeurs formantiques obtenues pour toutes les voyelles chez les huit individus : nous pensons que cela peut apporter une illustration intéressante à l'analyse qui précède et qui a consisté à effectuer une étude comparative sur la corrélation entre le premier et le deuxième formants - indépendamment l'un de l'autre - et la quantité vocalique. Cela peut également constituer un éclairage pour ce qui va suivre, concernant la variation du rapport F2/F1 en fonction de la quantité.

Nous avons mesuré la corrélation des variables représentant les valeurs de F1 et de F2 selon la formule suivante :

$$r = \pm \sqrt{\frac{\text{variation expliquée}}{\text{variation totale}}} = \pm \sqrt{\frac{\sum (Y_{\text{est.}} - \bar{Y})^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2}}$$

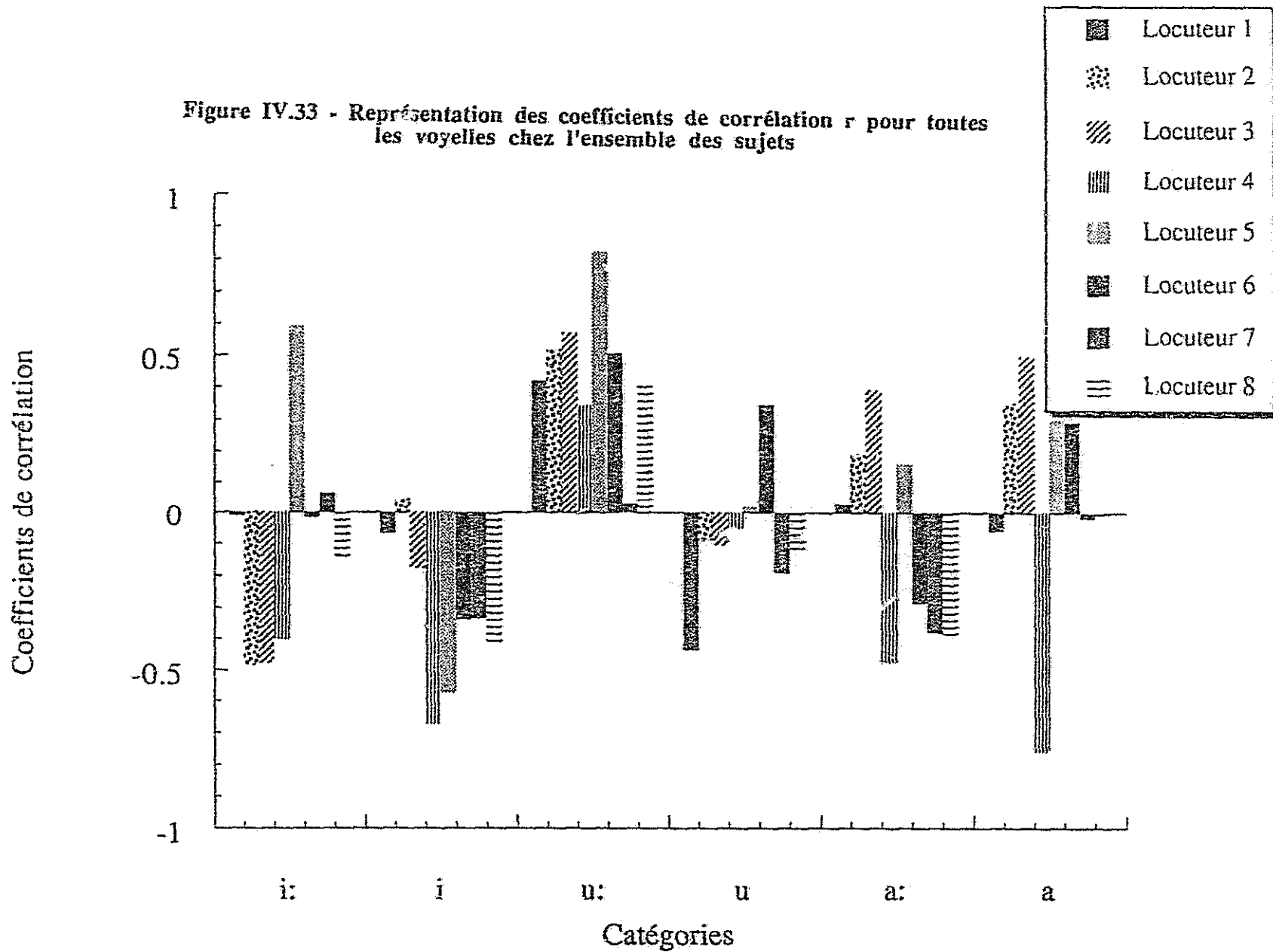
où X représente les valeurs du deuxième formant et Y les valeurs du premier formant. La valeur de la corrélation linéaire peut être positive ou négative : quand le coefficient de corrélation est positif, cela signifie que X croît quand - ou au fur et à mesure que - Y croît; quand la corrélation est négative, cela ne signifie pas qu'il n'existe pas de corrélation entre les variables, mais simplement que X décroît quand Y augmente. Le tableau 39 représente les valeurs du coefficient de corrélation obtenu pour chaque voyelle et chaque locuteur :

	LOC 1	LOC 2	LOC 3	LOC 4	LOC 5	LOC 6	LOC 7	LOC 8
[u:]	0,420041	0,515979	0,571022	0,342981	0,821585	0,5056	0,029274	0,407849
[u]	-0,436460	-0,087809	-0,10289	-0,049370	0,017059	0,34615	-0,190750	-0,114661
[i:]	-0,011143	-0,483960	-0,480013	-0,402800	0,591935	-0,015818	0,064035	-0,145640
[i]	-0,067092	0,042457	-0,178014	-0,671791	-0,574031	-0,338242	-0,335357	0,413586
[a:]	0,027896	0,191427	0,392068	-0,473978	0,160571	-0,284572	-0,380215	-0,384379
[a]	-0,058847	0,350757	0,498017	-0,757035	0,297993	0,293398	-0,019414	-0,015977

Tableau 39 - Valeurs du coefficient de corrélation r pour chaque voyelle chez chaque locuteur

Ce coefficient est schématisé sur la figure IV.33.

Figure IV.33 - Représentation des coefficients de corrélation  $r$  pour toutes les voyelles chez l'ensemble des sujets



Ces résultats montrent que le coefficient de corrélation le plus important chez la majorité des sujets est relatif aux voyelles [u:] et [i], et à un moindre degré aux voyelles [a:] et [a]. Cela signifie que la dispersion est plus réduite pour ces locuteurs en ce qui concerne ces voyelles. En revanche, on note une plus grande dispersion générale dans le champ spectral de la voyelle [u], dont le coefficient de corrélation est exceptionnellement faible pour une majorité d'individus. Les figures IV.25 à IV.32 - mais aussi IV.9 à IV.16 - illustrent bien ce phénomène puisque la dispersion des valeurs concernant cette voyelle est assez importante, les valeurs formantiques pouvant aussi bien être caractéristique de la voyelle [u] que des voyelles [i], [a] ou [a:] chez un certain nombre de locuteurs. Nous pensons que cela peut être interprété comme un phénomène révélateur d'une certaine instabilité dans le positionnement spécifique de cette voyelle dans le champ spectral : celle-ci semble en effet subir d'une manière sensible les influences contextuelles. Le contraste avec la voyelle longue [u:] est saisissant, puisque cette dernière est caractérisée par un coefficient de corrélation assez élevé chez la majorité des sujets. Ce phénomène peut-il être révélateur d'une instabilité de l'identité phonologique de la voyelle brève ? Ou plus simplement, la voyelle [u] peut-elle supporter en arabe des variations spectrales importantes en fonction du contexte - sans perdre pour autant de sa spécificité phonologique ? Nous penchons pour la deuxième solution, d'autant que la structure formantique des deux voyelles montre - comme nous le verrons ultérieurement - que les sujets procèdent à une différenciation qualitative correspondant à la différence de quantité en ce qui concerne ces voyelles. L'analyse de la variation de la structure formantique en fonction de la quantité apportera un certain éclairage à nos propos.

#### IV.5.2.1. VOYELLES /i:/ - /i/

Les résultats concernant la structure formantique des voyelles [i:] et [i] chez l'ensemble des sujets sont exposés ci-dessous :

- Voyelle [i:]

	F1 MOYEN	F2 MOYEN
LOCUTEUR 1	307 hz	1992 hz
LOCUTEUR 2	279 hz	2012 hz
LOCUTEUR 3	304 hz	2530 hz
LOCUTEUR 4	315 hz	2275 hz
LOCUTEUR 5	331 hz	2466 hz
LOCUTEUR 6	323 hz	2222 hz
LOCUTEUR 7	333 hz	2065 hz
LOCUTEUR 8	320 hz	2295 hz



- Voyelle [i]

	F1 MOYEN	F2 MOYEN
LOCUTEUR 1	497 hz	1400 hz
LOCUTEUR 2	487 hz	1529 hz
LOCUTEUR 3	539 hz	1827 hz
LOCUTEUR 4	510 hz	1690 hz
LOCUTEUR 5	415 hz	2133 hz
LOCUTEUR 6	418 hz	2003 hz
LOCUTEUR 7	462 hz	1719 hz
LOCUTEUR 8	566 hz	1721 hz

Comparons nos résultats à ceux obtenus par d'autres auteurs : pour ce qui est de la voyelle longue [i:], aussi bien les résultats d'Al-Ani (1970) : F1 = 285 hz, F2 = 2200 Hz, que de Ghazeli (1979) : F1 = 310 hz, F2 = 2225 hz, et Belkaid<sup>10</sup> (1984) : F1 = 300 hz, F2 = 2200 hz, sont très proches de ceux que nous obtenons pour les locuteurs 4, 6, 8. En ce qui concerne la voyelle brève [i], les résultats de Ghazeli (1979) : F1 = 455 hz, F2 = 1780 hz, sont très proches de ceux que nous obtenons pour le locuteur 7. Ceux d'Al-Ani (1970) : F1 = 290hz, F2 = 2200 hz, ne coïncident pas particulièrement avec ceux obtenus par nos locuteurs ; Belkaid (1984) obtient quant à elle des valeurs caractéristiques de deux variantes bien distinctes : une première variante dont la structure formantique est la suivante : F1 = 300 hz, F2 = 2000 hz ; une deuxième dont la structure est : F1 = 400 hz, F2 = 1700 hz. Les résultats obtenus par l'auteur pour la deuxième variante coïncident avec ceux du locuteur 7:

Une première approche des résultats moyens obtenus par l'ensemble des locuteurs 1 à 8 indique des comportements systématiquement différents chez tous les sujets, et qui se manifestent par une modification de timbre significative d'un rapprochement formantique dans le cas de la voyelle brève - c'est-à-dire d'une élévation de la valeur du premier formant et d'une baisse de la valeur du second. La comparaison du rapport F2/F1 des deux catégories vocaliques confirme ce résultat :

	F2/F1 VOYELLE [i:]	F2/F1 VOYELLE [i]
LOCUTEUR 1	6,5	2,8
LOCUTEUR 2	7,2	3,1
LOCUTEUR 3	8,3	3,4
LOCUTEUR 4	7,2	3,3
LOCUTEUR 5	7,5	5,1
LOCUTEUR 6	6,9	4,8
LOCUTEUR 7	6,2	3,7
LOCUTEUR 8	7,1	3

<sup>10</sup> Nous tenons compte des "valeurs formantiques médianes" de l'auteur, qui indique que "lorsqu'on traite un petit nombre de données, la médiane présente l'avantage d'écarter les éventuelles valeurs aberrantes" (BELKAID, 1984 : 224).

Parallèlement à la modification systématique du timbre et au rapprochement des formants 1 et 2 de la voyelle brève [i] par rapport à la longue correspondante, on note - au-delà de la variation interindividuelle des valeurs fréquentielles brutes - une stabilité structurelle relative chez l'ensemble des locuteurs en ce qui concerne la relation spectrale entre longues et brèves :

- quelles que soient les valeurs formantiques moyennes relatives à la voyelle longue (la valeur moyenne de F1 varie selon le locuteur entre 279 hz et 333 hz, celle de F2 entre 1992 hz et 2530 hz), le rapport  $R=F2/F1$  est compris globalement entre 6 et 8 ;
- quelles que soient les valeurs formantiques moyennes relatives à la voyelle brève (F1 varie en moyenne entre 415 hz et 566 hz, F2 entre 1400 hz et 2133 hz), le rapport  $R=F2/F1$  se situe entre 2,8 et 5, avec une tendance majoritaire vers R proche de 3.

La modification de timbre entre la voyelle longue [i:] et la voyelle brève correspondante [i] est nettement visualisée chez l'ensemble des locuteurs dans les figures IV.17 à IV.24. Chez les locuteurs 1, 2, 3, le champ spectral caractéristique de la voyelle [i:] est nettement différencié de celui de [i] : nous constatons qu'il n'existe pas de recouvrement entre les zones propres à chaque voyelle. Chez les locuteurs 4, 7 et 8, la concentration des valeurs caractéristiques de la voyelle longue [i:] est également différenciée dans l'espace F1-F2 de celle de la brève, avec toutefois quelques valeurs isolées qui se trouvent à la limite des deux champs. Chez les locuteurs 5 et 6, le recouvrement entre l'espace caractérisant chaque voyelle est très important - nous constatons par ailleurs que le champ spectral de la voyelle [i:] met en valeur une condensation relativement importante par rapport à celle de la brève correspondante.

**Au-delà de cette approche globale, la stabilité du rapport  $R=F2/F1$  est confirmée dans le cadre de paires minimales. Le rapport  $F2/F1$  présente un degré de stabilité individuel important. Par ailleurs, les résultats suivants montrent - d'une manière encore plus pertinente que les moyennes générales - que la structure du rapport caractérisant l'espace vocalique des brèves et des longues présente un degré de stabilité interindividuel non négligeable :**

	F1 [i:]	F2 [i:]	R	F1 [i]	F2 [i]	R
[li:m]/[lim]	313 hz	1906 hz	6	529 hz	1535 hz	2,9
[si:n]/[sin]	283 hz	1989 hz	7	-	-	-
[ʒi:d]/[ʒid]	320 hz	1952 hz	6	473 hz	1531 hz	3,2
[ti:b]/[tib]	351 hz	2004 hz	5,7	464 hz	1178 hz	2,5
[zi:q]/[ziq]	298 hz	1965 hz	6,6	462 hz	1297 hz	2,8

Tableau 40 - Variation de la structure formantique et du rapport F2/F1 en fonction de la quantité ;  
voyelles [i:] et [i], locuteur 1

	F1 [i:]	F2 [i:]	R	F1 [i]	F2 [i]	R
[li:m]/[lim]	296 hz	1958 hz	6,6	546 hz	1610 hz	3
[si:n]/[sin]	322 hz	2058 hz	6,4	430 hz	1556 hz	3,6
[ʒi:d]/[ʒid]	283 hz	1899 hz	6,7	415 hz	1613 hz	3,9
[ti:b]/[tib]	361 hz	1838 hz	5	467 hz	1213 hz	2,6
[zi:q]/[ziq]	297 hz	1872 hz	6,3	433 hz	1476 hz	3,4

Tableau 41 - Variation de la structure formantique et du rapport F2/F1 en fonction de la quantité ;  
voyelles [i:] et [i], locuteur 2

	F1 [i:]	F2 [i:]	R	F1 [i]	F2 [i]	R
[li:m]/[lim]	287 hz	2470 hz	9,5	563 hz	1965 hz	3,5
[si:n]/[sin]	298 hz	2656 hz	8,9	538 hz	1796 hz	3,3
[ʒi:d]/[ʒid]	296 hz	2586 hz	8,7	428 hz	1930 hz	4,5
[ti:b]/[tib]	319 hz	2598 hz	8	469 hz	1472 hz	3
[zi:q]/[ziq]	309 hz	2156 hz	7	554 hz	1671 hz	3

Tableau 42 - Variation de la structure formantique et du rapport F2/F1 en fonction de la quantité ;  
voyelles [i:] et [i], locuteur 3

	F1 [i:]	F2 [i:]	R	F1 [i]	F2 [i]	R
[li:m]/[lim]	285 hz	2320 hz	8	300 hz	2090 hz	7
[si:n]/[sin]	312 hz	2313 hz	7,4	461 hz	1729 hz	3,8
[ʒi:d]/[ʒid]	318 hz	2256 hz	7	470 hz	1815 hz	3,9
[ti:b]/[tib]	348 hz	2125 hz	6	462 hz	1503 hz	3,3
[zi:q]/[ziq]	325 hz	2222 hz	6,8	620 hz	1626 hz	2,6

Tableau 43 - Variation de la structure formantique et du rapport F2/F1 en fonction de la quantité ;  
voyelles [i:] et [i], locuteur 4

	F1 [i:]	F2 [i:]	R	F1 [i]	F2 [i]	R
[li:m]/[lim]	351 hz	2535 hz	7,2	439 hz	2223 hz	5
[si:n]/[sin]	336 hz	2629 hz	7,8	289 hz	2362 hz	8,2
[zi:d]/[zid]	351 hz	2498 hz	7	374 hz	2368 hz	6,3
[ti:b]/[tib]	330 hz	2424 hz	7,3	418 hz	1847 hz	4,4
[zi:q]/[ziz]	338 hz	2454 hz	7,3	480 hz	1929 hz	4

Tableau 44 - Variation de la structure formantique et du rapport F2/F1 en fonction de la quantité ;  
voyelles [i:] et [i], locuteur 5

	F1 [i:]	F2 [i:]	R	F1 [i]	F2 [i]	R
[li:m]/[lim]	374 hz	2240 hz	6	389 hz	2087 hz	5,4
[si:n]/[sin]	312 hz	2243 hz	7,2	397 hz	2093 hz	5,3
[zi:d]/[zid]	307 hz	2255 hz	7,3	351 hz	2103 hz	6
[ti:b]/[tib]	327 hz	2068 hz	6,3	353 hz	1958 hz	5,5
[zi:q]/[ziz]	326 hz	2142 hz	6,6	403 hz	1977 hz	5

Tableau 45 - Variation de la structure formantique et du rapport F2/F1 en fonction de la quantité ;  
voyelles [i:] et [i], locuteur 6

	F1 [i:]	F2 [i:]	R	F1 [i]	F2 [i]	R
[li:m]/[lim]	261 hz	2231 hz	8,5	420 hz	1894 hz	4,5
[si:n]/[sin]	465 hz	2146 hz	4,6	446 hz	1792 hz	4
[zi:d]/[zid]	299 hz	1893 hz	6,3	418 hz	1776 hz	4,2
[ti:b]/[tib]	344 hz	1940 hz	5,6	457 hz	1566 hz	3,4
[zi:q]/[ziz]	322 hz	1916 hz	5,9	484 hz	1557 hz	3,2

Tableau 46 - Variation de la structure formantique et du rapport F2/F1 en fonction de la quantité ;  
voyelles [i:] et [i], locuteur 7

	F1 [i:]	F2 [i:]	R	F1 [i]	F2 [i]	R
[li:m]/[lim]	352 hz	2369 hz	6,7	457 hz	1904 hz	4
[si:n]/[sin]	190 hz	2235 hz	11,8	485 hz	1856 hz	3,8
[zi:d]/[zid]	256 hz	2324 hz	9	484 hz	1853 hz	3,8
[ti:b]/[tib]	349 hz	2130 hz	6	488 hz	1773 hz	3,6
[zi:q]/[ziz]	285 hz	2166 hz	7,6	604 hz	1589 hz	2,6

Tableau 47 - Variation de la structure formantique et du rapport F2/F1 en fonction de la quantité ;  
voyelles [i:] et [i], locuteur 8

## IV.5.2.2. VOYELLES /u:/ - /u/

Les valeurs moyennes des formants 1 et 2 des voyelles longue et brève [u:] et [u] sont représentées ci-dessous :

- voyelle [u:]

	F1 MOYEN	F2 MOYEN
LOCUTEUR 1	311 hz	832 hz
LOCUTEUR 2	328 hz	794 hz
LOCUTEUR 3	373 hz	928 hz
LOCUTEUR 4	361 hz	828 hz
LOCUTEUR 5	319 hz	617 hz
LOCUTEUR 6	379 hz	900 hz
LOCUTEUR 7	350 hz	987 hz
LOCUTEUR 8	257 hz	796 hz

- voyelle [u]

	F1 MOYEN	F2 MOYEN
LOCUTEUR 1	489 hz	1003 hz
LOCUTEUR 2	476 hz	1057 hz
LOCUTEUR 3	537 hz	1189 hz
LOCUTEUR 4	542 hz	1134 hz
LOCUTEUR 5	432 hz	1201 hz
LOCUTEUR 6	454 hz	1037 hz
LOCUTEUR 7	473 hz	1074 hz
LOCUTEUR 8	579 hz	1241 hz

En ce qui concerne la voyelle longue [u:], les résultats obtenus pour le locuteur 8 et à un moindre degré pour le locuteur 2 correspondent à ceux obtenus par Al-Ani (1970) : F1 = 285 hz et F2 = 775 hz ; ceux obtenus pour le locuteur 7 correspondent aux résultats de Ghazeli (1979) : F1 = 330 hz et F2 = 900 hz ; enfin ceux obtenus pour les locuteurs 1 et 2 correspondent aux résultats de Belkaid (1984) : F1 = 300 hz et F2 = 800 hz. Pour ce qui est de la voyelle brève [u], ni les résultats d'Al-Ani : F1 = 290 hz, F2 = 800 hz, ni ceux de Belkaid : F1 = 350 hz, F2 = 1050 hz, ne coïncident avec les résultats de nos locuteurs. En revanche les résultats obtenus par Ghazeli : F1 = 450 hz, F2 = 1125 hz, sont très proches des résultats obtenus pour les locuteurs 1, 2, 6, 7.

Les résultats de l'ensemble des locuteurs pour les voyelles [u:] et [u] sont révélateurs d'une différence de timbre significative qui se traduit par une hausse moyenne des valeurs formantiques de F1 et F2 pour la voyelle brève [u] par rapport à la longue correspondante. La hausse de F1 et F2 s'effectue selon un schéma général cohérent puisque - au-delà de la variation des valeurs formantiques brutes - la structuration formantique est pareillement construite et différenciée dans les deux catégories vocaliques

par un rapport quasi constant qui ne varie pas d'une manière significative ni en fonction de la quantité vocalique ni en fonction du locuteur :

	F2/F1 [u:]	F2/F1 [u]
LOCUTEUR 1	2,7	2
LOCUTEUR 2	2,4	2,2
LOCUTEUR 3	2,5	2,2
LOCUTEUR 4	2,3	2
LOCUTEUR 5	1,9	2,8
LOCUTEUR 6	2,4	2,3
LOCUTEUR 7	2,8	2,3
LOCUTEUR 8	3	2

Ces résultats laissent supposer l'existence d'une stabilité structurelle à ce niveau dans la construction de l'espace vocalique caractéristique de la langue par l'ensemble des locuteurs, dans le sens où la hausse du formant 1 est proportionnelle à celle du formant 2 dans le cas de la voyelle brève. Si nous observons la représentation de l'ensemble des valeurs dans un espace F1-F2 (figures IV.25 à IV.30) nous constatons que chez les locuteurs 1 et 8, aucun recouvrement n'existe entre les champs spectraux caractéristiques des deux voyelles [u:] et [u] ; la distance entre les deux champs est importante. Chez les locuteurs 2, 3, 4, et à un moindre degré le locuteur 5, les champs caractérisant chaque voyelle sont globalement distincts l'un de l'autre, mais la frontière séparant ces deux espaces n'est pas clairement définie dans la mesure où il existe quelques valeurs isolées qui peuvent appartenir à l'un des deux champs. Chez les locuteurs 6 et 7, le recouvrement spectral est relativement important.

Mais l'analyse des paires minimales révèle que, quel que soit le recouvrement et pour tous les locuteurs, il existe une modification de timbre importante entre les voyelles [u:] et [u] dans le même contexte. Cette modification se traduit par une hausse des premier et deuxième formants de la voyelle brève, hausse significative par rapport à la structure formantique de la voyelle longue. Cette modification spectrale ne se traduit pas nécessairement par un rapport F2/F1 différent en fonction de la quantité vocalique : en effet, mis à part le locuteur 8, chez lequel le rapport F2/F1 de la voyelle longue est légèrement supérieur à celui de la voyelle brève, ce rapport révèle une variation formantique proportionnelle pour les deux catégories vocaliques :

	F1[u:]	F2[u:]	R	F1[u]	F2[u]	R
[tu:n]/[tun]	293 hz	888 hz	3	485 hz	1022 hz	2
[yus:]/[yul]	339 hz	835 hz	2,5	489 hz	1124 hz	2,3
[θu:m]/[θum]	276 hz	748 hz	2,7	476 hz	1045 hz	2,2
[ʒu:d]/[ʒud]	286 hz	814 hz	2,8	471 hz	1055 hz	2,2
[ʒu:n]/[ʒun]	276 hz	964 hz	3,5	490 hz	1109 hz	2,3
[hu:r]/[hur]	249 hz	803 hz	3,2	536 hz	913 hz	1,7

Tableau 48 - Variation de la structure formantique et du rapport F2/F1 en fonction de la quantité ;  
Voyelles [u:] et [u], locuteur 1

	F1[u:]	F2[u:]	R	F1[u]	F2[u]	R
[tu:m]/[tun]	327 hz	727 hz	2,2	432 hz	1257 hz	2,9
[yus:]/[yul]	378 hz	782 hz	2	484 hz	1082 hz	2,2
[θu:m]/[θum]	381 hz	856 hz	2,2	531 hz	1266 hz	2,4
[ʒu:d]/[ʒud]	374 hz	694 hz	1,9	564 hz	972 hz	1,7
[ʒu:m]/[ʒun]	266 hz	726 hz	2,7	453 hz	1327 hz	2,9
[hu:r]/[hur]	379 hz	789 hz	2	557 hz	1074 hz	1,9

Tableau 49 - Variation de la structure formantique et du rapport F2/F1 en fonction de la quantité ;  
Voyelles [u:] et [u], locuteur 2

	F1[u:]	F2[u:]	R	F1[u]	F2[u]	R
[u:n]/[un]	386 hz	1053 hz	2,7	538 hz	1434 hz	2,7
[y:u]/[yu]	375 hz	892 hz	2,4	573 hz	1250 hz	2,2
[ø:u]/[øu]	347 hz	885 hz	2,6	500 hz	1171 hz	2,3
[s:u]/[su]	316 hz	880 hz	2,8	570 hz	1318 hz	2,3
[z:u]/[zu]	454 hz	1123 hz	2,5	517 hz	1422 hz	2,8
[h:u:r]/[hu:r]	400 hz	845 hz	2	582 hz	1043 hz	1,8

Tableau 50 - Variation de la structure formantique et du rapport F2/F1 en fonction de la quantité ;  
Voyelles [u:] et [u], locuteur 3

	F1[u:]	F2[u:]	R	F1[u]	F2[u]	R
[u:n]/[un]	338 hz	849 hz	2,5	498 hz	1157 hz	2,3
[y:u]/[yu]	372 hz	793 hz	2	534 hz	1040 hz	1,9
[ø:u]/[øu]	345 hz	870 hz	2,5	545 hz	1184 hz	2,2
[s:u]/[su]	380 hz	827 hz	2,2	640 hz	1126 hz	1,8
[z:u]/[zu]	364 hz	930 hz	2,6	530 hz	1312 hz	2,5
[h:u:r]/[hu:r]	399 hz	832 hz	2	612 hz	1125 hz	1,8

Tableau 51 - Variation de la structure formantique et du rapport F2/F1 en fonction de la quantité ;  
Voyelles [u:] et [u], locuteur 4

	F1[u:]	F2[u:]	R	F1[u]	F2[u]	R
[u:n]/[un]	304 hz	613 hz	2	430 hz	1442 hz	3,4
[y:u]/[yu]	312 hz	625 hz	2	471 hz	980 hz	2
[ø:u]/[øu]	331 hz	716 hz	2,2	458 hz	1372 hz	3
[s:u]/[su]	326 hz	561 hz	1,7	497 hz	1248 hz	2,5
[z:u]/[zu]	312 hz	668 hz	2	457 hz	1177 hz	2,6
[h:u:r]/[hu:r]	347 hz	726 hz	2	473 hz	1241 hz	2,6

Tableau 52 - Variation de la structure formantique et du rapport F2/F1 en fonction de la quantité ;  
Voyelles [u:] et [u], locuteur 5

	F1[u:]	F2[u:]	R	F1[u]	F2[u]	R
[u:n]/[un]	384 hz	975 hz	2,5	482 hz	1117 hz	2,3
[y:u]/[yu]	371 hz	816 hz	2,2	422 hz	903 hz	2
[ø:u]/[øu]	418 hz	896 hz	2	463 hz	1132 hz	2,4
[s:u]/[su]	-	-	-	481 hz	1233 hz	2,6
[z:u]/[zu]	415 hz	957 hz	2,3	516 hz	1234 hz	2,4
[h:u:r]/[hu:r]	-	-	-	557 hz	1063 hz	1,9

Tableau 53 - Variation de la structure formantique et du rapport F2/F1 en fonction de la quantité ;  
Voyelles [u:] et [u], locuteur 6



	F1[u:]	F2[u:]	R	F1[u]	F2[u]	R
[tun]/[tun]	460 hz	1300 hz	2,8	462 hz	1143 hz	2,5
[yur]/[yur]	310 hz	945 hz	3	481 hz	993 hz	2
[Oum]/[Oum]	415 hz	876 hz	2	429 hz	980 hz	2,3
[Sud]/[Sud]	350 hz	1014 hz	2,9	442 hz	1317 hz	3
[sun]/[sun]	444 hz	891 hz	2	460 hz	1166 hz	2,5
[hur]/[hur]	429 hz	1011 hz	2,4	480 hz	1022 hz	2

Tableau 54 - Variation de la structure formantique et du rapport F2/F1 en fonction de la quantité ;

Voyelles [u:] et [u], locuteur 7

	F1[u:]	F2[u:]	R	F1[u]	F2[u]	R
[tun]/[tun]	249 hz	752 hz	3	626 hz	1145 hz	1,8
[yur]/[yur]	228 hz	749 hz	3,3	547 hz	1312 hz	2,4
[Oum]/[Oum]	268 hz	972 hz	3,6	481 hz	1212 hz	2,5
[Sud]/[Sud]	227 hz	715 hz	3	726 hz	1258 hz	1,7
[sun]/[sun]	262 hz	833 hz	3,2	507 hz	1566 hz	3
[hur]/[hur]	265 hz	813 hz	3	661 hz	1181 hz	1,8

Tableau 55 - Variation de la structure formantique et du rapport F2/F1 en fonction de la quantité ;

Voyelles [u:] et [u], locuteur 8

#### IV.5.2.3. VOYELLES /a:/ - /a/

Rappelons que l'analyse de la variation du paramètre de deuxième formant en fonction du contexte nous a permis de pressentir l'existence de deux variantes combinatoires pour chacun des phonèmes /a:/ et /a/. Comme l'indiquent les résultats moyens individuels qui figurent ci-dessous, il existe bien deux variantes longues - [a:] / [a:] - et brèves - [a] / [a] - qui se différencient par le timbre :

- voyelle [a:] (valeurs en hz)

	F1	F2
LOC 1	621	1280
LOC 2	610	1430
LOC 3	730	1540
LOC 4	610	1780
LOC 5	710	1560
LOC 6	730	1500
LOC 7	730	1380
LOC 8	770	1520

- voyelle [a:]

	F1	F2
	620	1100
	580	1040
	680	1230
	780	1350
	690	1260
	700	1230
	730	1280
	760	1280

- voyelle [a] (valeurs en hz)

	F1	F2
LOC 1	620	1540
LOC 2	640	1390
LOC 3	697	1590
LOC 4	650	1590

- voyelle [a]

	F1	F2
	630	1200
	600	1110
	670	1290
	680	1390

LOC 5	700	1680	650	1340
LOC 6	660	1600	660	1260
LOC 7	640	1660	690	1330
LOC 8	780	1620	770	1340

Pour ce qui est des résultats obtenus pour les variantes longues [a:] et [a:], les valeurs formantiques de la voyelle [a:] chez les locuteurs 3, 5, 6, sont très proches de ceux obtenus par Al-Ani (1970) : F1 = 675 hz, F2 = 1200 hz. Al-Ani ne présente pas de valeurs caractéristiques de deux variantes, même s'il confirme l'existence de deux allophones correspondant aux phonèmes /a:/ et /a/. Belkaid (1984) obtient des résultats qui différencient deux variantes de la voyelle longue ; mais ni la structure formantique de la première variante : F1 = 425 hz, F2 = 1700 hz, ni celle de la deuxième : F1 = 500 hz, F2 = 1300 hz, ne correspondent aux résultats que nous obtenons pour les huit locuteurs. La différence tient au fait que le locuteur dont la production est analysée par Belkaid possède un premier formant nettement inférieur à ceux que nous obtenons par l'ensemble des sujets. En ce qui concerne les deux variantes brèves [a] et [a], les résultats d'Al-Ani (1970) pour la voyelle brève [a] : F1 = 600 hz, F2 = 1500 hz, sont très proches de ceux que nous obtenons pour le locuteur 1 en ce qui concerne la variante [a]. Ceux de Belkaid (1984) différencient deux variantes, mais là encore, ni la première, possédant une structure formantique du type F1 = 400 hz et F2 = 1700 hz, ni la seconde variante, du type F1 = 450 hz, F2 = 1300 hz, ne correspondent aux résultats obtenus pour l'ensemble de nos sujets.

Ces variantes se distinguent chacune par rapport à l'autre dans la même catégorie vocallique par un timbre spécifique, caractérisé par une élévation de la valeur du deuxième formant des variantes [a:] et [a] par rapport à [a:] et [a]. Il existe un degré de constance très élevé - aussi bien inter-locuteurs qu'intra-locuteur -, en ce qui concerne le rapport F2/F1 caractéristique de chacune des deux variantes ; cela signifie que la différenciation entre voyelles ouvertes possédant un timbre différent s'effectue chez tous les locuteurs en fonction d'une structure stable sous-jacente qui conditionne des rapports constants :

	[a:]	[a:]	[a]	[a]
LOCUTEUR 1	2	1,8	2,5	1,9
LOCUTEUR 2	2,3	1,8	2,2	1,9
LOCUTEUR 3	2	1,8	2,3	1,9
LOCUTEUR 4	2,9	1,7	2,4	2
LOCUTEUR 5	2,2	1,8	2,4	2
LOCUTEUR 6	2	1,8	2,4	1,9
LOCUTEUR 7	1,9	1,8	2,6	1,9
LOCUTEUR 8	2	1,7	2	1,2

Tableau 56 - Rapport F2/F1 caractéristique des variantes ouvertes longues et brèves pour l'ensemble des locuteurs

**Tableau 56 - Rapport F2/F1 caractéristique des variantes ouvertes longues et brèves pour l'ensemble des locuteurs**

En ce qui concerne la variation de timbre des voyelles longues par rapport aux brèves, nous avons constaté dans les paragraphes précédents, qu'il existe un recouvrement global très important entre les valeurs formantiques des voyelles [a:] et [a]. Ce recouvrement est très nettement visualisé dans les figures représentant les espaces spectraux vocaliques caractéristiques des individus. Globalement il est impossible de dégager des champs caractéristiques de l'une ou l'autre catégorie vocalique. Cependant, les figures montrent qu'il existe, selon le locuteur, des zones caractéristiques de telle ou telle voyelle : chez le locuteur 1, on constate que les points caractérisés par un F1 et un F2 élevés correspondent à la voyelle longue [a:]. Chez le locuteur 2, même si les points représentant les deux catégories vocaliques se propagent globalement dans le même espace, les points positionnés dans la partie inférieure du graphique - en d'autres termes, ceux qui sont caractérisés par un F1 élevé - représentent surtout des valeurs appartenant à des voyelles brèves ; au contraire, ceux qui sont positionnés dans la partie supérieure, sont en majorité des valeurs appartenant à des voyelles longues. Chez le locuteur 4, il existe un espace qui semble caractériser les voyelles brèves (F1 équivalent approximativement à 550 hz - 650 hz, F2 équivalent à 1500 hz - 1700 hz), et duquel les longues sont absentes ; de même, il existe une zone dans laquelle les brèves sont minoritaires relativement aux longues (F1 équivalent à 580 hz - 620 hz, F2 équivalent à 1800 hz - 2000 hz). Ceci nous inspire la réflexion suivante : *la définition ou la délimitation du champ spectral d'une voyelle ne s'effectue pas forcément en fonction des valeurs formantiques qu'elle peut prendre, mais également en fonction de l'espace qu'elle ne peut occuper*. Cela semble une évidence mais c'est un élément important si l'on considère dans certains cas l'importance du recouvrement entre espaces spectraux caractérisant des sons différents ; si l'on ne peut mettre en évidence des condensations de points caractéristiques d'une voyelle, il peut être possible et utile de la décrire en fonction de l'espace qu'elle ne peut occuper comparativement à une autre voyelle. Chez le locuteur 7, il existe une condensation comprenant des valeurs qui appartiennent aussi bien à la voyelle [a:] qu'à la voyelle [a]. Mais cette dernière se singularise par le fait qu'elle occupe une zone de laquelle sont exclues toutes les valeurs appartenant à la voyelle longue [a:]. Cette zone est caractérisée par des valeurs de deuxième formant assez élevées, comprises entre 1550 hz et 2000 hz. Nous retrouvons le même phénomène exposé ci-dessus pour le

locuteur 4, à savoir la possibilité de différencier entre deux voyelles par l'espace dont l'une d'elles est obligatoirement exclue.

Parallèlement à cette approche globale, nous avons choisi d'étudier la variation de timbre dans le cadre des paires minimales exposées dans le paragraphe IV.3.3. Pour éviter une certaine redondance compte tenu du nombre trop important de paires minimales, nous n'indiquerons pas de nouveau l'ensemble des valeurs formantiques pour chacun des locuteurs ; le lecteur pourra retrouver les valeurs du premier et du deuxième formant en se reportant aux paragraphes IV.3.3.1. pour F1, et IV.4.3.2. pour F2.

Rappelons qu'une première analyse des paires minimales nous a permis de mettre en lumière la variation de chacun des premier et deuxième formants en fonction de la quantité ; la variation s'effectue différemment selon le locuteur :

- le premier formant de la voyelle longue a tendance à être supérieur à celui de la brève chez une majorité de locuteurs (3, 4, 5, 6, 7) ; chez les locuteurs 1, 2, 8, il n'existe pas de différence significative du premier formant selon la quantité ;
- le deuxième formant de la voyelle ouverte brève est supérieur à celui de la longue correspondante chez la majorité des locuteurs (1, 3, 5, 6, 7, 8) ; chez les locuteurs 2 et 4, on avait constaté un comportement qui semble caractéristique de chacun de ces deux sujets : chez le locuteur 2, il existe presque autant de paires dans lesquelles le deuxième formant de la brève est supérieur à celui de la longue que l'inverse ; chez le locuteur 4, dans la majorité des cas, le deuxième formant de la voyelle longue est supérieur à celui de la brève, sauf en contexte grave où le deuxième formant de la voyelle brève a tendance à être supérieur ; cela signifie que chez ce locuteur, on avait relevé la caractéristique suivante : les voyelles ouvertes longues et brèves réagissent différemment aux influences contextuelles. Un contexte grave semble en effet abaisser la valeur du deuxième formant des longues d'une manière plus importante que celui des brèves. Il faut rappeler que chez ce locuteur, le deuxième formant des voyelles ouvertes brèves est très élevé, se rapprochant de [e].

Nous nous attendons donc à retrouver les mêmes tendances que précédemment, à savoir une différence de timbre significative entre voyelles longues et brèves ; cette différence de timbre peut se manifester :

- soit par un rapport F2/F1 supérieur pour la voyelle brève : dans ce cas le deuxième formant de la brève subit une hausse supérieure dans l'absolu au premier formant de la voyelle longue ;

- soit par un rapport  $F2/F1$  inférieur pour la voyelle brève : dans ce cas, ou bien le premier formant de la longue subit une hausse supérieure dans l'absolu à celle du deuxième formant de la voyelle brève ; ou bien le deuxième formant de la voyelle longue subit une hausse supérieure au premier formant de la brève correspondante ;

- soit par un rapport identique pour la voyelle longue et brève dans un contexte identique ; ce phénomène peut être interprété de deux façons :

\* la hausse du premier formant de la voyelle longue est proportionnelle à la hausse du deuxième formant de la voyelle brève ;

\* la structure formantique de la voyelle brève est identique à celle de la voyelle longue.

Dans ce qui suit, nous procédons à une analyse comparative interindividuelle de la nature du rapport  $F2/F1$  en fonction de ce qui vient d'être exposé.

PAIRE MINIMALE	LOC 1		LOC 2		LOC 3		LOC 4	
	R VL	R VB	R VL	R VB	R VL	R VB	R VL	R VB
{la:t} / {lat}	2,7	2,8	2,4	2,4	2,2	2,3	*	2,9
{ha:t} / {hat}	1,7	2,5	2	2,4	1,9	2,2	2	1,8
{ka:k} / {kat}	2	2,6	2,6	2,6	2	2,4	3,3	3
{da:s} / {dat}	2	2,5	2,7	2,6	2,4	2	3,4	3
{sa:f} / {sat}	2	2,4	2,4	2,6	2,2	2,2	3,3	3
{la:h} / {lah}	2	2,3	2,4	1,9	1,9	2	3	2,9
{ka:f} / {kat}	1,9	2,7	2,7	2,5	2,3	2,5	3,3	2,9
{ga:f} / {gat}	2	2,8	2,4	2,3	2,2	2,7	3,3	2,8
{ra:X} / {rat}	1,8	1,9	1,9	2	1,8	-	1,6	2,2
{qa:f} / {qat}	1,7	2	1,8	2	1,8	1,8	1,7	1,9
{ya:s} / {yat}	1,7	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,6	2
{ya:t} / {yat}	1,7	1,9	-	1,7	1,8	1,8	1,8	2
{ta:b} / {tat}	2	2,7	2,2	2,2	2,2	2,2	3	2,6
{ta:t} / {tat}	2,2	3,3	2	2,2	2	2,5	3	2,9
{da:n} / {dat}	2	-	2,2	2,3	2	2,3	2,8	2,6
{da:r} / {dat}	2,2	2,2	1,8	2	1,8	2	1,8	2,4
{ya:n} / {yat}	2	2,2	1,7	2	2,2	2,3	1,9	2
{Xa:r} / {Xat}	2	1,8	1,9	2,4	1,7	2	1,5	2
{la:t} / {lat}	2	3	2,6	2,4	2,3	2,3	3,4	2,8
{ya:r} / {yat}	1,9	2	1,8	2	2	-	2	2,6
{ga:r} / {gat}	2	2,3	2	2,4	1,8	2,3	1,6	2,6
{la:g} / {lat}	2	3,3	2,7	2,5	2,6	2,5	3,4	3
{Xa:n} / {Xat}	1,8	2	2	1,9	2	2,3	1,6	3
{da:s} / {dat}	2,2	2,2	2,5	1,8	2,2	2	2,8	1,7
{Xa:l} / {Xat}	2	2,4	2,5	2,4	2	2,2	1,9	1,8
{la:r} / {lat}	1,9	2,8	2	2,4	2	2,2	2,9	2,5
{ra:h} / {rat}	1,8	2	1,8	1,9	1,8	1,7	1,5	2,3
{da:l} / {dat}	1,6	1,9	1,7	1,7	1,7	1,9	1,6	1,9
{sa:d} / {sat}	1,6	1,8	1,7	1,8	1,7	1,9	1,7	2,2
{ya:d} / {yat}	1,8	1,7	1,9	1,8	1,8	1,8	1,6	2
{qa:l} / {qat}	1,7	2,2	1,7	1,9	1,8	1,8	1,7	2

Tableau 56 - Variation du rapport F2/F1 en fonction de la quantité ;  
Voyelles [a:], [a], [a:], [a] ; locuteurs 1, 2, 3, 4

PAIRE MINIMALE	LOC 5		LOC 6		LOC 7		LOC 8	
	VL	VB	VL	VB	VL	VB	VL	VB
[la:t] / [lat]	2,2	2,5	2,2	2,4	2	2,9	2,3	2,5
[ha:t] / [hat]	1,9	2,4	1,9	2	1,7	2,5	1,6	1,8
[la:k] / [lak]	2,3	2,6	2	3,2	2,2	2,7	2	2
[da:s] / [das]	2,4	2,7	2	2,5	2	2,9	2	2,3
[sa:f] / [saf]	2	2,4	2,2	2,6	1,9	2,8	1,7	2,5
[na:h] / [nah]	2,3	2,2	1,9	2,6	1,9	2,7	2	2,6
[ka:f] / [kaf]	2	2,3	2	2,6	2	2,6	1,7	1,7
[ʒa:f] / [ʒaf]	2,3	2,5	2,3	3,4	1,8	3,7	1,7	2,2
[ra:X] / [raX]	2	2	1,8	1,8	1,7	2	1,5	1,5
[qa:f] / [qaf]	1,7	1,8	1,5	1,8	1,6	2	1,6	-
[ya:s] / [yas]	1,7	2	1,7	1,7	1,8	1,9	1,6	1,8
[ya:t] / [yat]	1,8	2	1,5	1,7	1,7	2	1,7	1,7
[ta:b] / [tab]	2	2,5	2	2,3	2	2,6	1,7	2,4
[ja:b] / [jab]	2,2	2,8	1,9	3	2	2,6	2,2	1,8
[da:n] / [dan]	2	2,6	2,2	2,5	1,8	2,8	2,4	2,4
[da:r] / [dar]	2	2,7	2	2,6	1,9	2,3	1,8	2,4
[ʔa:n] / [ʔan]	2	2,3	1,7	2,2	1,9	2	2	2,2
[Xa:r] / [Xar]	2	2	2,4	2	1,7	2	2	2
[la:b] / [lab]	2,4	2,6	2,4	3,2	1,8	3	-	2,4
[ya:r] / [yar]	1,9	2,5	1,9	2	1,8	2	1,7	1,8
[ʒa:r] / [ʒar]	2	2,6	2	2	2	2,3	1,9	1,8
[la:ʒ] / [laʒ]	2,7	3	2,2	3,2	2	2,9	2,3	2,4
[Xa:n] / [Xan]	2	2,2	2	2	1,8	2	2,8	2,3
[da:f] / [daf]	2	2	1,9	1,8	2	2,3	1,7	1,6
[Xa:l] / [Xal]	2	2,5	1,9	2,2	1,8	2,7	1,9	1,8
[a:r] / [ar]	2,3	2,4	1,8	2,2	1,9	2,4	1,6	1,7
[ra:b] / [rab]	2	1,9	1,8	3	1,7	1,9	1,7	1,5
[da:l] / [dal]	1,8	1,9	1,7	2	1,8	2	1,7	2
[sa:d] / [sad]	1,8	1,9	1,5	1,9	1,8	1,9	1,6	1,7
[ya:d] / [yad]	1,9	2	1,6	1,8	1,6	1,8	1,7	1,7
[qa:l] / [qal]	1,8	1,8	1,8	1,9	1,8	2	1,6	1,7

Tableau 57 - Variation du rapport F2/F1 en fonction de la quantité ;  
Voyelles [a:], [a], [a:], [a] ; locuteurs 5, 6, 7, 8.

#### IV.5.2.3.1. F2/F1 /a/ < F2/F1 /a:/

- Locuteur 1 : il n'existe qu'une paire minimale dans laquelle ce rapport est significativement inférieur pour la voyelle brève :

[Xa:r] R = 1,8 ; [Xa:r] R = 2.

Dans ce cas il s'agit des deux variantes [ɑ] et [ɑ:] : la valeur du deuxième formant est très proche pour les deux voyelles du fait de l'influence d'un contexte particulièrement grave aussi bien en position initiale qu'en finale.

- Locuteur 2 : il existe cinq paires minimales dans lesquelles le rapport F2/F1 est inférieur pour la voyelle brève. Mais paradoxalement il ne s'agit pas systématiquement de cas où le deuxième formant de la brève subit une baisse sensible par rapport à une élévation du premier formant de la longue : dans les syllabes [ʃah] / [ʃa:h], [kaf] / [ka:f], [laʒ] / [la:ʒ], [laʃ] / [la:ʃ], [daʃ] / [da:f] le premier formant de la voyelle brève est bien supérieur à celui de la longue correspondante, mais le deuxième formant de la voyelle longue présente des valeurs encore plus élevées que ceux de la brève correspondante. Ces résultats qui vont dans le sens d'un plus haut degré d'acuité de la voyelle [a:] sont révélateurs - chez ce locuteur mais probablement chez d'autres - de stratégies articulatoires différentes selon la quantité vocalique dans un contexte particulier : nous pensons que les voyelles longues et brèves ne subissent pas chacune de la même manière l'influence du contexte, puisque dans un environnement consonantique identique, la modification de timbre est particulièrement pertinente. Cela est important et mérite d'être étudié plus en profondeur dans un cadre différent de celui de la présente étude : ce phénomène suggère l'existence d'une certaine résistivité de la voyelle aux influences contextuelles en fonction de la durée ; il serait intéressant de voir dans quelle mesure ce dernier paramètre jouerait un rôle en vue de *favoriser ou d'empêcher la propagation des effets de coarticulation* au-delà ou à travers une voyelle caractérisée par une quantité vocalique déterminée. Une telle étude mettrait probablement en évidence l'existence de paramètres conflictuels quand certains traits spécifiques sont adjacents dans une structure syllabique déterminée.

- Locuteur 3 : deux paires minimales sont caractérisées par un rapport inférieur dans le cas de la voyelle brève : [das] / [da:s], et [daʃ] / [da:f]. Dans le premier cas, cela est dû à une hausse de la valeur du premier formant de [a] (les valeurs de F2 étant similaires) ; dans le deuxième cas, il n'y a pas de différence significative dans la structure formantique des deux syllabes. Cela signifie que dans cet exemple bien précis le locuteur n'utilise pas l'indice de timbre comme différenciateur de quantité : la durée suffit à distinguer entre les deux voyelles (respectivement 118 ms et 162 ms, soit un rapport de 1,4).

- Locuteur 4 : les résultats obtenus pour ce sujet montrent que la différenciation utilisée pour les variantes [a] et [a:] est radicalement différente de celle qu'il utilise pour les



variantes [a] et [a:] : dans le premier cas, presque la totalité des rapports F2/F1 sont inférieurs dans le cas de la voyelle brève. Ils traduisent en général une hausse de la valeur du deuxième formant de la voyelle brève. En revanche, le rapport F2/F1 est supérieur dans le cas de la voyelle brève [a] par rapport à la longue [a:] : malgré la variabilité des valeurs formantiques et de la relation F2[a]/F2[a:] qui n'est guère constante, l'élément mis en valeur chez ce sujet est la différence de timbre entre ces deux variantes, qui se manifeste par un rapprochement des formants 1 et 2 pour la longue [a:], et un écartement des formants 1 et 2 pour la brève [a].

- Locuteurs 5 et 7 : il n'existe pas de voyelles pour lesquelles le rapport F2/F1 est inférieur dans le cas de la longue ; en d'autres termes, la structure formantique caractéristique des voyelles brèves est soit équivalente soit plus écartée que celle de la voyelle longue.

- Locuteur 6 : il existe un cas unique dans lequel le rapport entre les deux premiers formants est inférieur dans le cas de la brève ; il s'agit de la paire minimale [Xar] / [Xa:r], dans laquelle la voyelle brève réagit différemment au contexte grave dans la mesure où son deuxième formant est nettement plus bas que celui de la longue correspondante.

- Locuteur 8 : le rapport F2/F1 de [a] est inférieur dans deux paires minimales à celui de [a:] : [ʃab] / [ʃa:b], et [Xan] / [Xa:n]. Dans le premier cas cela est dû à une hausse du premier formant de la brève, le formant deux demeurant identique pour les deux voyelles ; dans le deuxième cas, cela traduit une élévation des deux premiers formants de la voyelle brève.

Globalement, nous constatons que le rapport F2/F1 n'est pas inférieur en règle générale dans le cas de la voyelle brève. Cela signifie que les deux premiers formants des voyelles brèves sont soit aussi proches (timbre identique), soit plus écartés (timbre différent) que ceux des voyelles longues.

#### IV.5.2.3.2. F2/F1 /a/ > F2/F1 /a:/

Un bref aperçu sur les rapports qui figurent dans les tableaux 56 et 57 suffit à montrer que le rapport majoritaire chez les locuteurs 1, 6, 7 est le suivant : F2/F1 des voyelles brèves [a] et [a] est supérieur à celui qui caractérise les voyelles [a:] et [a:]. Ce rapport se traduit concrètement par un deuxième formant plus élevé dans le cas de la voyelle brève.

Chez les locuteurs 5 et 8, cette remarque est valable pour la variante [a] par rapport à [a:]. Pour ce qui est de la variante [ɑ] par rapport à [ɑ:], la distinction entre ces deux dernières variantes ne s'opère apparemment pas par une différence de rapport (cela ne signifie pas, comme nous le verrons plus loin, qu'il n'existe pas de différence de timbre entre ces deux voyelles chez ce locuteur). En ce qui concerne le locuteur 4, nous avons eu l'occasion de revenir à plusieurs reprises sur sa spécificité, notamment par le fait que les variantes [ɑ] et [ɑ:] sont différenciées par un rapport révélateur d'une différence de timbre non négligeable : les formants de la voyelle brève sont plus écartés que ceux de la longue correspondante.

Chez les locuteurs 2 et 3, nous n'avons pu extraire de tendance majoritaire en vue d'une différenciation du timbre par un rapport  $F2/F1$  supérieur dans le cas de la brève entre les variantes [a] et [a:] d'une part, et [ɑ] et [ɑ:] d'autre part.

#### IV.5.2.3.3. $F2/F1$ /a/ $\Leftrightarrow$ $F2/FA$ /a:/

Nous arrivons à la dernière possibilité pour ce qui est de la relation entre le rapport  $F2/F1$  caractérisant le timbre des voyelles longues par rapport aux brèves correspondantes, à savoir que ce rapport peut être identique ou très proche dans le cadre de certaines paires minimales.

Chez certains locuteurs, cela peut traduire une augmentation proportionnelle de la valeur de  $F1$  et de  $F2$  d'une voyelle par rapport à la structure formantique de l'autre surtout en ce qui concerne la variante [a] par rapport à [a:]. Tel est le cas des paires minimales [lat] / [la:t] ou [zaf] / [za:f] chez le locuteur 2 : le premier formant de la voyelle longue subit une hausse par rapport au premier formant de la brève proportionnelle à celle subie par le deuxième formant de cette même voyelle par rapport à celui de la brève correspondante. Dans certains cas, c'est la structure formantique de la voyelle brève qui augmente proportionnellement à celle de la voyelle longue : chez le locuteur 1, cela se produit dans les syllabes [daʃ] / [da:f]. Dans de rares cas, il arrive que le premier formant de la voyelle longue soit supérieur à celui de la voyelle brève, mais que parallèlement à cela, le deuxième formant de la voyelle brève soit proportionnellement supérieur à celui de la voyelle longue : tel est le cas de la paire minimale [haʃ] / [ha:f] chez le locuteur 3. Enfin il arrive qu'un rapport très proche ou identique révèle une structure formantique identique pour deux voyelles de quantité vocalique différente dans le même contexte. C'est le cas de

la paire minimale [ʃak] / [ʃa:k] dont les deux voyelles ne sont pas différenciées par le timbre chez le locuteur 2 (elles le sont en revanche par la durée - respectivement 103 ms et 170 ms).

Cette proximité des rapports révèle par ailleurs un phénomène qui semble caractéristique des variantes [a] et [a:] chez certains locuteurs (2, 3, 5, 8). Le rapport F2/F1 ne différencie pas d'une manière systématique ces deux sons puisqu'il est très proche ou identique dans beaucoup de cas. Cela ne traduit pas forcément des comportements individuels identiques : chez le locuteur 8, un rapport similaire indique que la structure formantique de la brève [a] est très proche de la longue correspondante. Cela signifie que chez ce locuteur, la différenciation qui existe au niveau du timbre pour les voyelles [a] et [a:] semble corrélée au degré d'acuité de la catégorie vocalique, puisque, en contexte grave, l'écart formantique se réduit entre les deux sons. Il n'en est pas de même chez les locuteurs 3 et 5, où un rapport très proche entre la longue [a:] et la brève [a] cache une variabilité dans la relation entre la structure formantique de ces deux sons : dans certains cas (en contexte uvulaire par exemple), les formants 1 et 2 de la voyelle brève augmentent proportionnellement et l'écart reste identique à celui de la longue. Dans certains autres cas c'est l'inverse ; et dans de rares cas la structure formantique de la longue est identique à celle de la brève. Enfin chez le locuteur 2, le deuxième formant de la brève est presque systématiquement supérieur à celui de la longue, mais l'écart entre F1 et F2 est très proche ou identique pour ces deux voyelles.

#### IV.5.3. CONCLUSION

Il existe bien une corrélation entre la quantité vocalique et la modification du timbre vocalique, comme nous avons pu le constater chez l'ensemble des locuteurs aussi bien lors de l'analyse globale que lors de l'analyse des paires minimales. Les voyelles longues [i:] et [u:] ont une structure spectrale significativement différente de celle des voyelles brèves [i] et [u] ; ces dernières sont caractérisées chez tous les locuteurs par un degré d'aperture sensiblement supérieur aux voyelles longues. Nous en concluons que la langue arabe est bien caractérisée par au moins trois degrés d'aperture quelle que soit l'origine dialectale du locuteur. Les figures IV.34 à IV.41, qui représentent les valeurs formantiques moyennes des voyelles des sujets, visualisent bien la présence d'au moins trois degrés d'aperture. Par ailleurs, une analyse fine de la variation du timbre des voyelles /a:/ et /a/ en fonction du contexte a permis de mettre en lumière l'existence de variantes combinatoires caractérisées par une structure formantique spécifiques, chez

l'ensemble des locuteurs. Il est intéressant de constater que, chez certains individus, les variantes [a] et [a:] se différencient au niveau du premier formant - donc de l'ouverture des maxillaires - des variantes [a] et [a:]. La figure IV.42 représente ce que nous appelons l'espace spectral commun, dans lequel sont comprises l'ensemble des valeurs formantiques caractérisant les huit voyelles [a:], [a:], [u:], [i:], [a], [a], [u], [i] chez l'ensemble des locuteurs. Nous pensons que la détermination d'un "espace vocalique maximal" (BOE & PERRIER, 1989 ; VALLEE et al, 1991) qui comprendrait l'ensemble des productions de locuteurs s'exprimant dans une langue donnée, pourrait permettre l'émergence d'une forme qui pourrait être désignée comme étant l'espace vocalique maximal caractéristique de la langue : cet espace vocalique comprendrait le champ spectral caractéristique de la langue au-delà des variations individuelles et/ou dialectales. Reste à définir pour la langue arabe les critères de spécification de ces deux espaces vocaliques, critères qui permettraient de différencier ce qui caractérise la langue arabe et ce qui caractérise le locuteur quelle que soit son origine dialectale.

#### IV.6. CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons procédé à une analyse comparative inter et intra-locuteurs de la variation des valeurs du premier et du deuxième formants des voyelles en fonction de la quantité vocalique. Nous avons commencé par analyser séparément chacun de ces deux paramètres, en étudiant notamment la dispersion des valeurs fréquentielles en fonction de la durée, ainsi que les zones de recouvrement inter-voyelles. En ce qui concerne le premier formant, nous aboutissons aux conclusions suivantes :

- le premier formant des voyelles brèves [i] et [u] est systématiquement supérieur à celui des voyelles longues correspondantes dans un contexte identique ;
- le premier formant de la voyelle brève [a] est significativement supérieur, dans la majorité des cas, à celui de la longue correspondante, dans un contexte identique ;
- les paramètres de champ de dispersion et de zone de recouvrement semblent varier en fonction de la catégorie vocalique et du locuteur, mais aussi du contexte.

En ce qui concerne le deuxième formant, nos conclusions sont les suivantes :

- le deuxième formant de la voyelle longue [i:] est supérieur à celui de la brève correspondante dans un contexte identique ;
- le deuxième formant de la voyelle longue [u:] est inférieur à celui de la brève correspondante dans un contexte identique ;

- le deuxième formant de la voyelle longue [a:] est inférieur à celui de la brève correspondante dans un contexte identique chez la majorité des locuteurs.

Par ailleurs une analyse de l'influence contextuelle sur le deuxième formant a permis de mettre en évidence deux variantes combinatoires [ɑ:] et [ɑ] caractérisées par un deuxième formant significativement plus bas (dans un contexte emphatique ou uvulaire ou apico-dorso-alvéolaire) que celui des variantes [a:] et [a] (dans un autre contexte).

Le croisement des valeurs du premier et deuxième formants confirme les résultats que nous avons obtenus précédemment, à savoir que la quantité vocalique est bien corrélée à la qualité, mais aussi que, si nous interprétons nos résultats en fonction de la relation entre la valeurs formantiques et les caractéristiques articulatoires, nous pouvons conclure à l'existence de trois degrés d'aperture en langue arabe, quelle que soit l'origine dialectale des locuteurs. Les représentations des triangles vocaliques individuels mettent en valeur ce phénomène. Il serait intéressant d'effectuer, à partir de là, une analyse poussée sur la part de l'individuel et la part du linguistique dans la construction de cet espace spectral : nous pourrions peut-être dégager une structure globale caractéristique de la langue au-delà des différences de valeurs brutes dues à l'individu et probablement à d'autres paramètres tel que le dialecte.

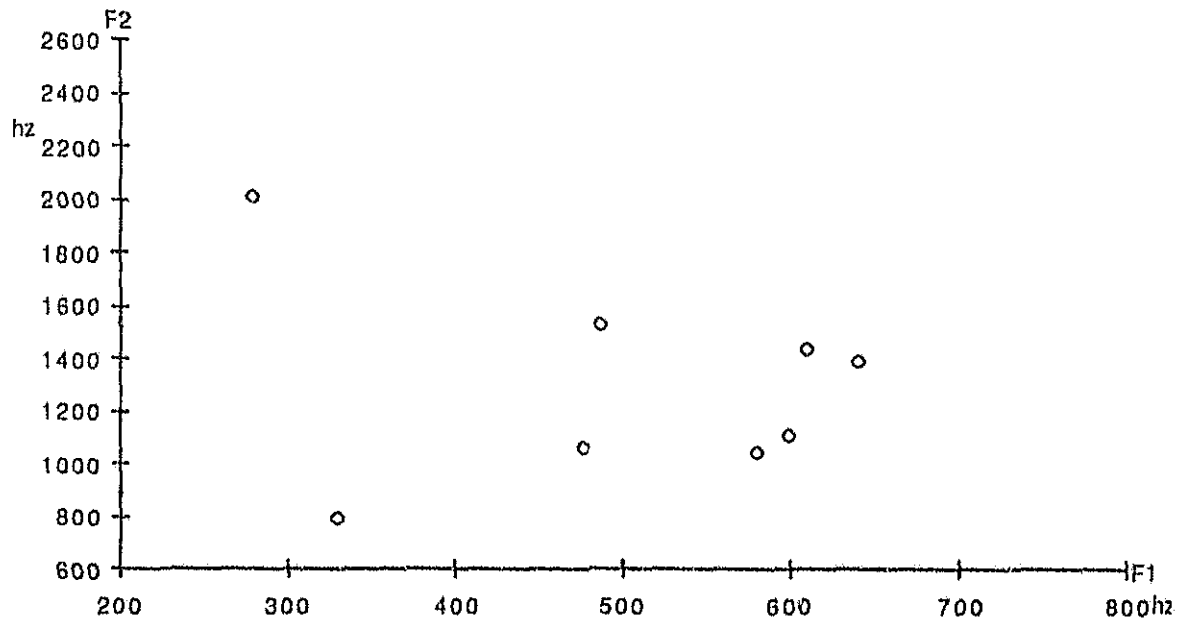


Figure IV.34 - Valeurs formantiques moyennes des voyelles de l'arabe -  
Locuteur 1

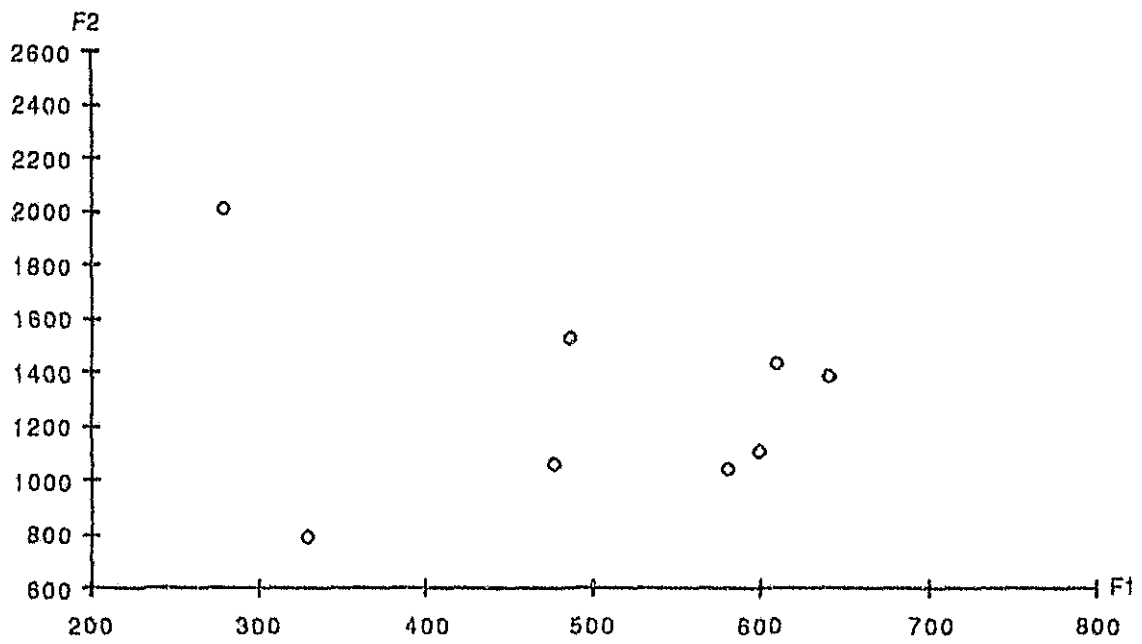


Figure IV.35 - Valeurs formantiques moyennes des voyelles de l'arabe -  
Locuteur 2

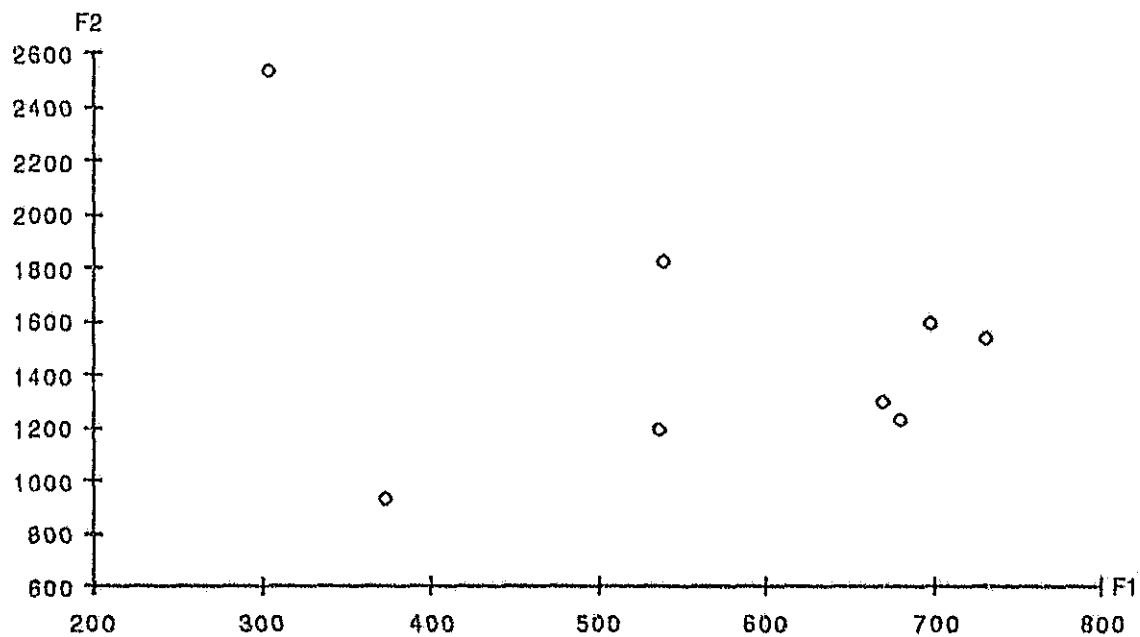


Figure IV.36 - Valeurs formantiques moyennes des voyelles de l'arabe -  
Locuteur 3

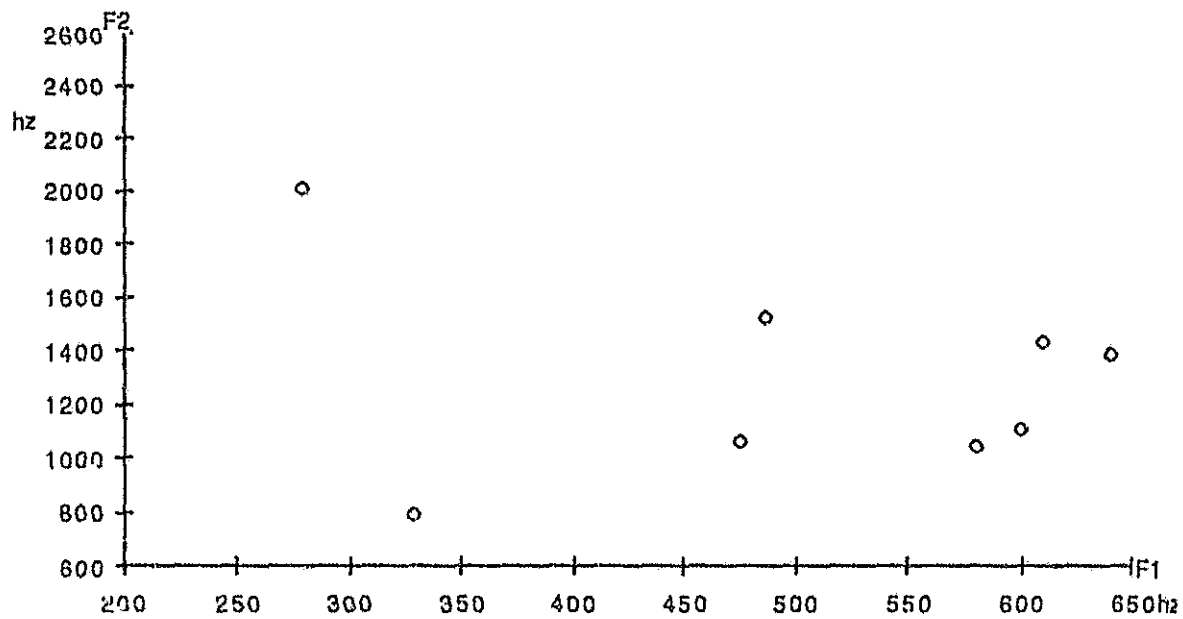


Figure IV.37 - Valeurs formantiques moyennes des voyelles de l'arabe -  
Locuteur 4

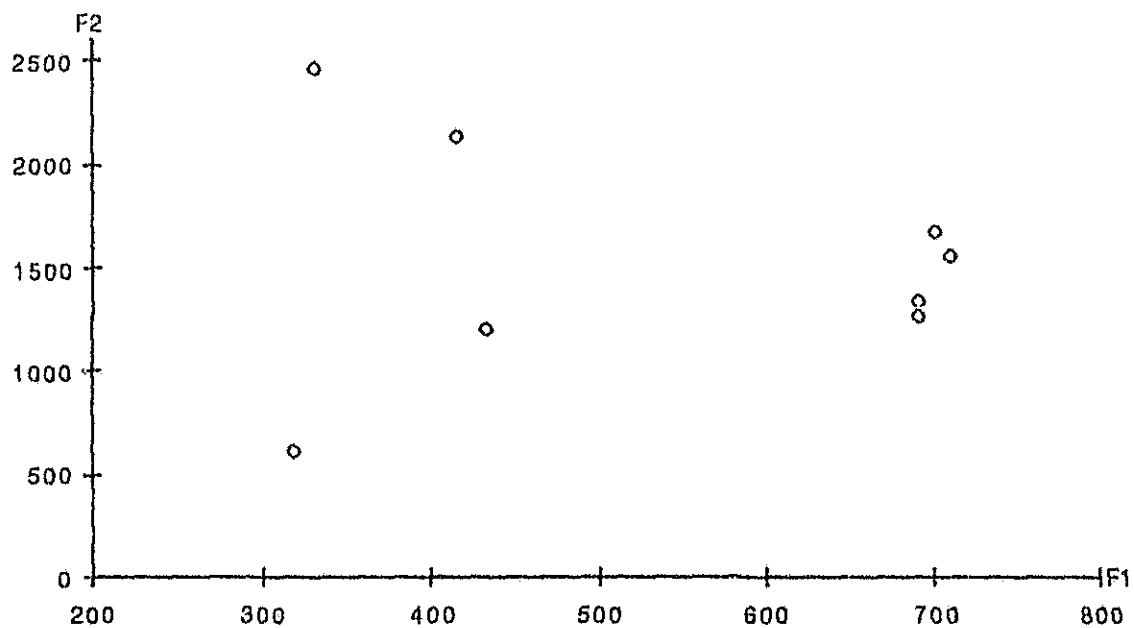


Figure IV.38 - Valeurs formantiques moyennes des voyelles de l'arabe -  
Locuteur 5

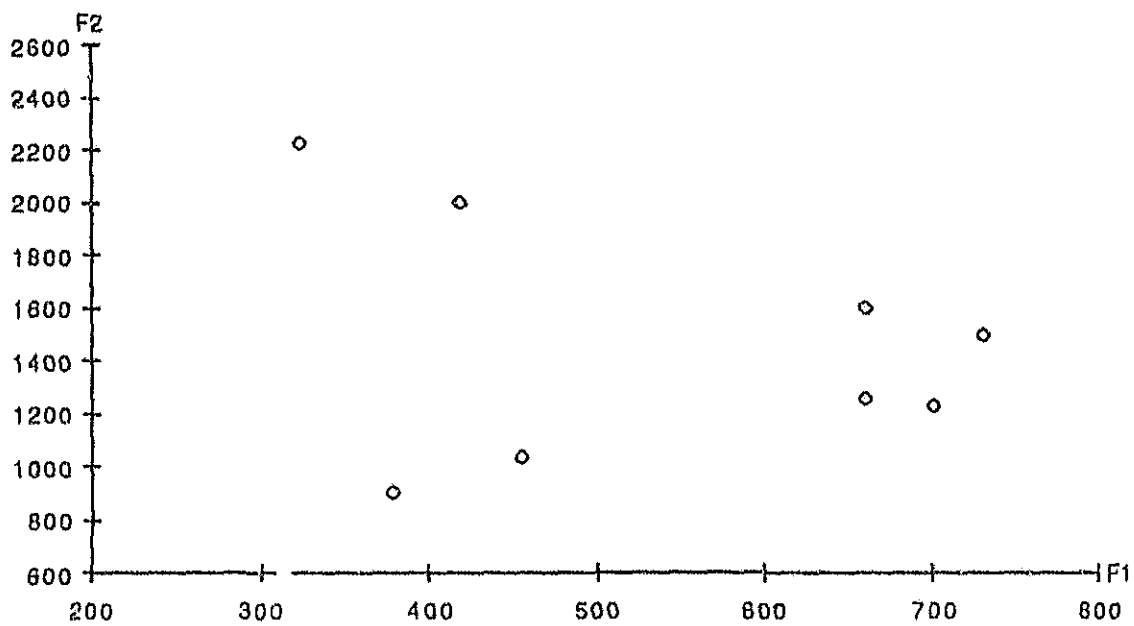


Figure IV.39 - Valeurs formantiques moyennes des voyelles de l'arabe -  
Locuteur 6



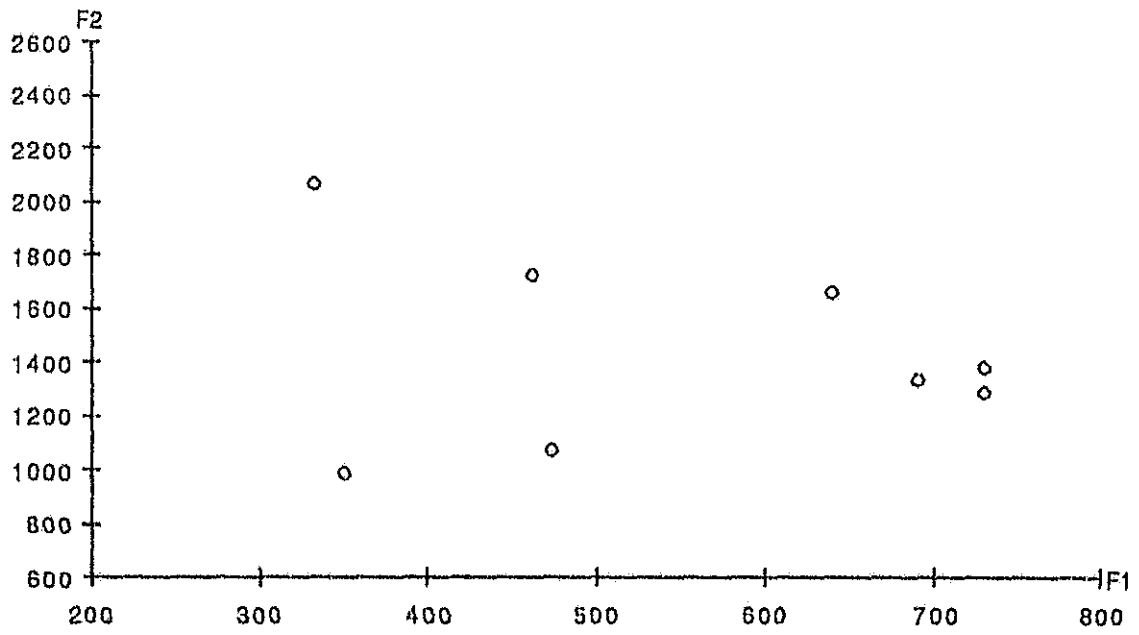


Figure IV.40 - Valeurs formantiques moyennes des voyelles de l'arabe -  
Locuteur 7

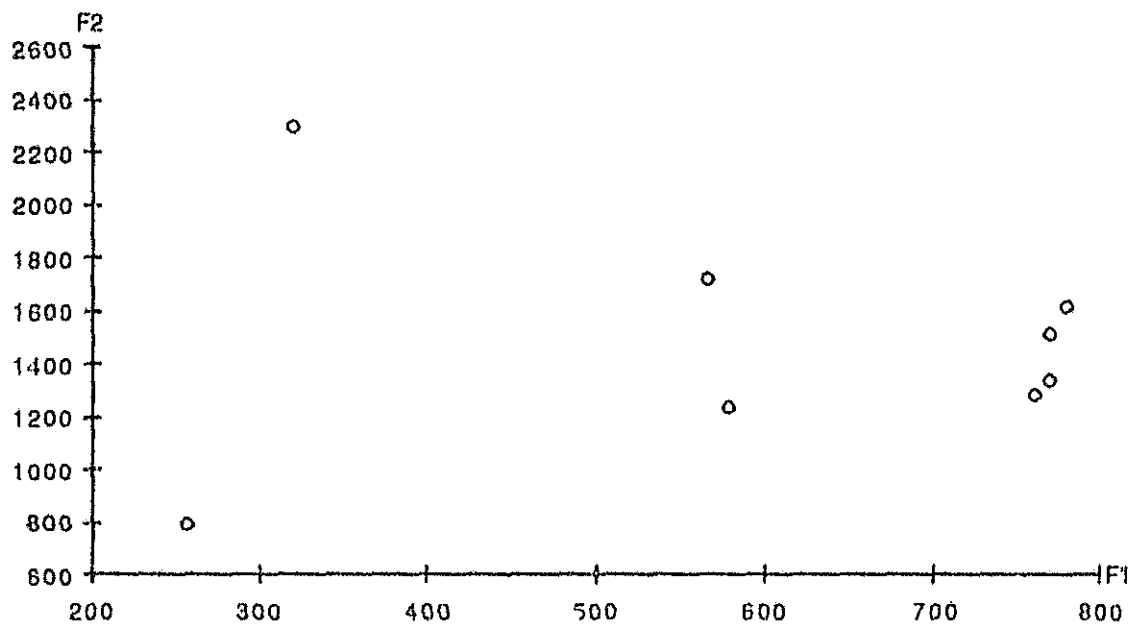
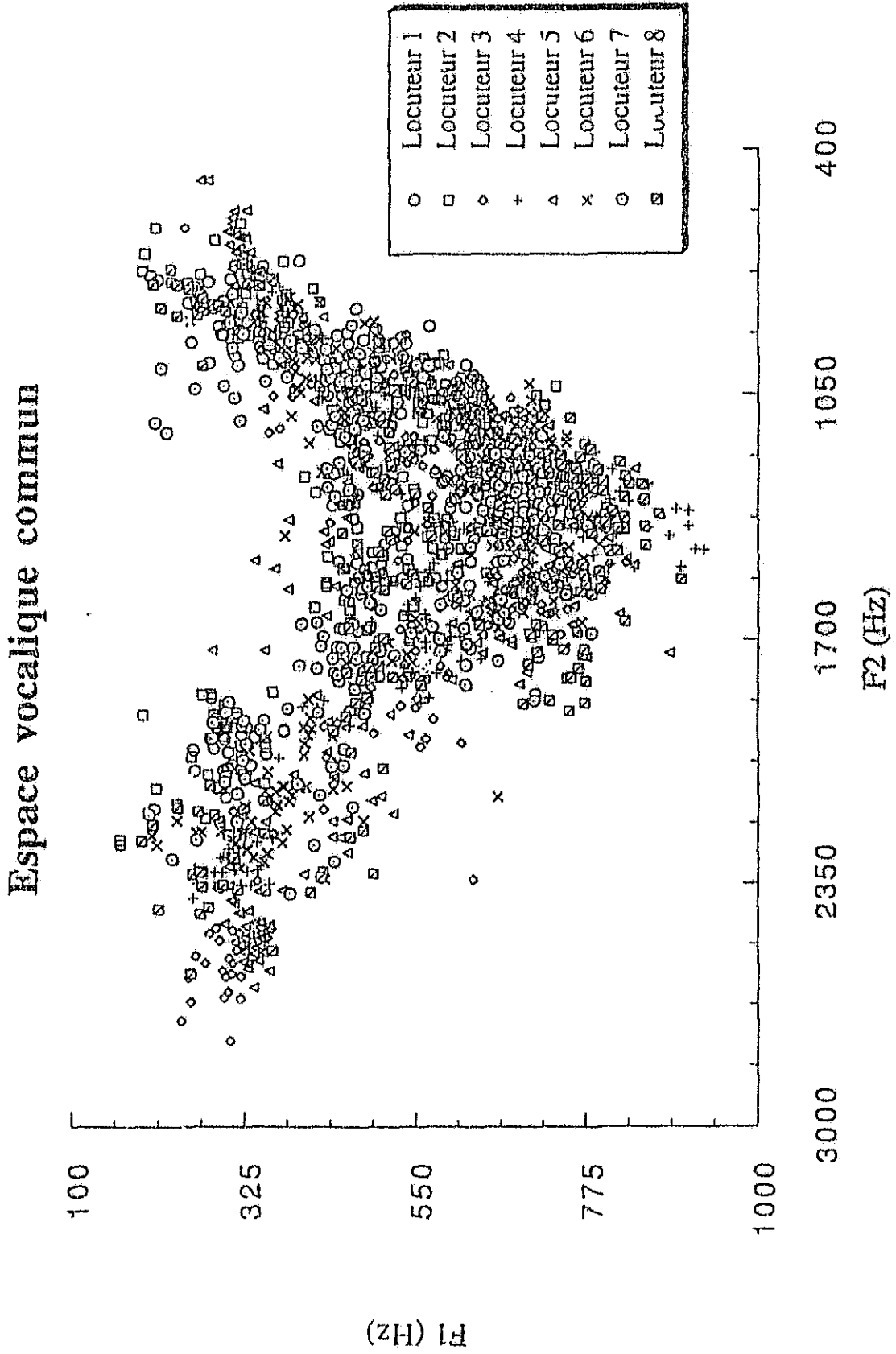


Figure IV.41 - Valeurs formantiques moyennes des voyelles de l'arabe -  
Locuteur 8

Figure IV.42 - Espace vocalique commun, comprenant l'ensemble des valeurs formantiques des voyelles de l'arabe dans le cadre de la production de huit locuteurs d'origines dialectales différentes



## CONCLUSION GENERALE

Dans le cadre de ce travail, nous sommes partie d'une réflexion sur le statut consensuel de la langue arabe standard au-delà des variations dialectales actuelles dans le monde arabe. Nous espérons arriver à dégager des paramètres qui contribuent à la stabilité structurelle de la langue arabe au-delà de la variabilité induite par des éléments individuels ou dialectaux - et cela dans le but d'éclaircir quelque peu la possibilité de la mise au point de tests d'audiométrie vocale pour sourds arabophones de toutes origines dialectales. Pour ce faire, nous avons commencé par exposer le positionnement théorique qui fonde notre approche, à savoir la problématique de la variabilité et de l'invariance dans le processus de la communication parlée. Nous avons ensuite mis en valeur l'existence d'une grande stabilité phonologique et phonétique de la langue arabe, aussi bien au niveau diachronique que synchronique. Cela nous a permis de définir le matériau qui allait nous servir d'outil d'analyse, à savoir le système vocalique de la langue arabe dans le cadre de la syllabe. Nous nous sommes donc fixée pour tâche d'explorer plus spécifiquement la variabilité et l'invariance à travers une analyse comparative de la structuration temporelle et spectrale du système vocalique de la langue arabe, au-delà de la variabilité dialectale et individuelle, dans une structure syllabique de type CVC (voyelles longues et brèves).

## **1 - DIFFERENCIATION DE QUANTITE EN ARABE STANDARD**

### **1.1. VARIABILITE INDIVIDUELLE**

La variabilité individuelle se manifeste dans le cadre des réalisations effectives des locuteurs, et cela aussi bien aux niveaux de l'organisation temporelle que spectrale du système vocalique. Au niveau de la structure temporelle, l'analyse de la durée des voyelles longues et brèves arabes par rapport à une langue prise comme référence : le français - tel qu'il est produit par ces mêmes locuteurs bilingues -, a permis de mettre en lumière des comportements caractéristiques des locuteurs :

- 1 - à travers une analyse inter-locuteurs nous constatons que l'utilisation individuelle du paramètre temporel affecte des durées sensiblement différentes relatives aux segments vocaliques ;
- 2 - les rapports entre les différentes catégories vocaliques sont variables selon l'individu ;
- 3 - les écarts de durée dans le cadre d'une même catégorie vocalique sont relativement importants selon le locuteur.

Une approche plus fine de la variabilité de la durée des voyelles longues et des voyelles brèves, ainsi que du rapport VL/VB, révèle des taux de dispersion des valeurs différents en fonction du locuteur, ainsi que des rapports VL/VB relativement variables.

L'étude de l'influence des paramètres contextuels de voisement et de nasalité sur la durée de la voyelle longue et de la voyelle brève révèle des comportements individuels qui peuvent se traduire par une résistivité plus ou moins importante selon le locuteur : en ce qui concerne le paramètre de voisement, l'effet d'allongement de la consonne finale voisée sur la voyelle est plus pertinent chez certains locuteurs. Pour ce qui est de la nasalité, elle est différemment corrélée à la durée de la voyelle longue selon les sujets : si la consonne nasale allonge la voyelle longue chez certains locuteurs, cela est loin d'être le cas pour tous les individus. Il serait intéressant d'effectuer une analyse plus poussée chez un plus grand nombre de locuteurs et en choisissant un nombre de données plus important en vue de neutraliser la variabilité individuelle pour permettre l'émergence d'une stabilité linguistique éventuelle.

## 1.2. INVARIABILITE LINGUISTIQUE

L'invariabilité linguistique est sous-jacente à la construction temporelle et spectrale du système vocalique de l'arabe standard, au-delà de la variabilité individuelle. Nous avons pu nous rendre compte dans un premier temps que la construction temporelle des voyelles longues et brèves de l'arabe standard en fonction d'une langue prise comme référence, le français - tel qu'il est produit par les mêmes locuteurs arabophones bilingues -, est régie par une loi générale indépendamment du locuteur :

VOYELLE BREVE ARABE < VOYELLE FRANCAISE < VOYELLE LONGUE ARABE

Cette relation traduit l'existence de rapports significatifs d'une différence entre les catégories vocaliques citées ci-dessus, à savoir que la voyelle longue arabe possède une durée significativement supérieure à celle de la voyelle française, qui possède une durée significativement supérieure à celle de la voyelle brève arabe.

A partir de cette analyse nous avons procédé à une approche plus fine de la relation entre voyelles longues et voyelles brèves chez l'ensemble des locuteurs. Au-delà de la variabilité inter- et intra-locuteurs du rapport VL/VB, nous constatons qu'il existe bien une différence significative entre les voyelles longues et les voyelles brèves chez l'ensemble des locuteurs. Par ailleurs nous pouvons dégager un rapport majoritaire

VL/VB tous locuteurs confondus :  $R = 1,7$ , parallèlement à une grande fréquence d'occurrence des rapports compris entre 1,7 et 2.

La durée des voyelles longues et brèves varie d'une manière significative en fonction du contexte : nous avons remarqué que le voisement de la consonne finale semble avoir un effet allongeant sur les voyelles longues et brèves dans la structure syllabique CVC - cette tendance est à confirmer dans le cadre d'analyses plus systématiques. Le voisement de la consonne initiale est incontestablement un paramètre qui provoque l'allongement de la durée des voyelles longues et brèves précédées d'une telle consonne. Par ailleurs, nous avons remarqué qu'il existe un phénomène de rééquilibrage interne de la durée de certaines voyelles qui se trouvent en contexte entièrement voisé : ce rééquilibrage se traduit par une réduction de la durée d'une voyelle qui aurait tendance à avoir une durée trop importante puisqu'elle se trouve dans un contexte "allongeant", et semble être un processus primordial dans la construction temporelle caractéristique de l'espace vocalique des locuteurs. Quant au paramètre de nasalité, il semble qu'il existe une corrélation entre la durée de la voyelle brève et le mode nasal de la consonne finale, dans la mesure où la voyelle brève suivie d'une consonne nasale a une durée sensiblement plus importante que quand elle est suivie d'une orale correspondante.

## **2 - CORRELATION ENTRE QUANTITE ET QUALITE EN ARABE STANDARD**

### **2.1. VARIATION FORMANTIQUE INDIVIDUELLE**

Nous avons procédé à une analyse comparative inter- et intra-locuteurs de la variabilité du premier et du deuxième formants en fonction de la quantité vocalique. Il en ressort que les paramètres de champ de dispersion et de zones de recouvrement des valeurs formantiques sont corrélés au locuteur et au contexte, et traduisent surtout l'existence de stratégies articulatoires caractéristiques du locuteur. Pour ce qui est de la variation des valeurs du premier et du deuxième formants, nous constatons qu'il existe, dans un contexte identique, une élévation de la valeur du premier et du deuxième formants de la voyelle brève [a] chez une majorité de locuteurs : cela indique qu'il existe des degrés d'aperture et des mouvements linguaux significativement différents entre la voyelle longue et la voyelle brève chez certains locuteurs.

## 2.2. STABILITE DES PARAMETRES REGISSANT LE SYSTEME VOCALIQUE

Une approche inter- et intra-locuteurs de la corrélation entre les paramètres de quantité et de qualité vocaliques à travers une analyse formantique permet d'aboutir aux conclusions suivantes :

1 - la baisse significative du premier formant des voyelles longues [i:] et [u:] par rapport aux voyelles brèves [i] et [u] correspondantes permet de conclure qu'il existe des degrés d'ouverture des maxillaires significativement différents, caractéristiques d'un degré d'aperture plus élevé des voyelles brèves ;

2 - la baisse du deuxième formant des voyelles brèves [i] et [u] par rapport aux voyelles longues correspondantes [i:] et [u:] permet de conclure qu'il existe un degré d'acuité plus élevé pour les voyelles brèves, caractéristique de mouvements linguaux différents selon la quantité phonologique ;

3 - une analyse de l'influence contextuelle sur la modification de timbre a permis de mettre en valeur l'existence de deux variantes combinatoires caractéristiques des voyelles /a:/ et /a/ : les voyelles [a:] et [a], que l'on retrouve dans un contexte emphatique, uvulaire ou apico-dorso-alvéolaire ; ces variantes sont caractérisées par un deuxième formant relativement bas ; les variantes [a:] et [a], caractérisées par un deuxième formant plus élevé. Nous pensons qu'il est nécessaire d'effectuer une analyse plus systématique en fonction de l'influence d'autres consonnes sur la modification de timbre de ces voyelles.

Aussi bien chez les locuteurs originaires de Qatar (loc 1), du Liban (loc 2), d'Arabie Saoudite (loc 3), de Tunisie (loc 4), de Syrie (loc 5), du Soudan (loc 6), des Emirats (loc 7), que de Jordanie (loc 8), le paramètre de quantité phonologique se traduit par une différence qualitative au niveau du timbre de la voyelle. Il existe donc une certaine redondance au niveau de la caractérisation du système vocalique de la langue arabe en fonction de ces deux paramètres : une modification de timbre est révélatrice d'une quantité phonologique différente, et inversement. Nous pensons que des informations complémentaires pourraient être fournies à travers une étude perceptive qui mettrait en lumière le comportement d'auditeurs arabophones et non arabophones quant au critère prioritaire pour la perception du paramètre de durée d'une voyelle indépendamment de tout contexte.

### 3 - ESPACE SPECTRAL VOCALIQUE : SPECIFICATION INDIVIDUELLE ET LINGUISTIQUE

#### 3.1. ESPACE VOCALIQUE INDIVIDUEL

A partir des paramètres qualitatifs et quantitatifs nécessaires à la description du système vocalique de la langue arabe, et au-delà des phénomènes de variabilité individuelle, comment procéder à une distinction entre l'espace vocalique caractéristique du locuteur et celui caractéristique de la langue ? La notion d'"espace vocalique maximal" caractéristique du locuteur a été définie par BOE & PERRIER (1989) comme étant *"les limites de l'ensemble des points F1-F2-F3 contenant toutes les réalisations vocaliques réalisables par ce locuteur. Cet espace est déterminé entièrement par des contraintes aux plans acoustique et articulatoire"*. Dans notre cas, nous avons affaire à un nombre de données caractéristiques des réalisations de huit locuteurs dans des contextes très variés. Ainsi un des paramètres nécessaires pour définir la spécification individuelle est l'occupation du champ spectral. Les triangles vocaliques individuels - figures IV.33 à IV.40 - révèlent des degrés de dispersion et de concentration dans des zones variées de l'espace spectral. Ainsi les points représentés dans le plan F1-F2 ne reflètent pas seulement une occupation spécifique du champ spectral. En fait, les stratégies articulatoires sous-jacentes caractéristiques du locuteur conditionnent la construction de l'espace vocalique et la répartition des valeurs caractéristiques des différentes voyelles. La dispersion et le positionnement des valeurs fréquentielles dans le plan F1-F2, sont révélateurs d'une variabilité certaine, relative aux mouvements des organes articulatoires lors de la production effective des sons de parole. La disposition des valeurs caractéristiques de la voyelle [i] est un exemple typique de la différenciation entre stratégies articulatoires individuelles : chez le locuteur 1, l'étalement des points est horizontal, chez le locuteur 2, la concentration s'effectue plutôt selon un schéma circulaire, et chez le locuteur 3, l'étalement vertical est plus important. Ces configurations typiques doivent en fait être interprétées en termes articulatoires : chez le locuteur 1, la variabilité des réalisations de la voyelle [i] en fonction du contexte s'effectue en priorité par une modification du volume de la cavité buccale en fonction des mouvements linguaux au détriment des mouvements de hausse ou de baisse du maxillaire inférieur qui n'ont qu'une importance réduite. Chez le locuteur 2, l'ouverture maxillaire est un paramètre presque aussi important que les mouvements d'avancée et de recul de la langue pour l'expression de la variabilité caractéristique de la voyelle [i] en fonction du contexte. Quant au locuteur 3, il n'hésite pas à effectuer des degrés d'ouverture des maxillaires relativement importants,



parallèlement à des mouvements linguaux sensibles. Par conséquent, il ne faut pas perdre de vue que les variations formantiques traduisent avant tout des comportements et des stratégies articulatoires différents en fonction de paramètres contextuels ou individuels. Il s'agit d'un contrôle hautement élaboré d'un mécanisme articulatoire complexe, où entrent en jeu des volumes, des articulateurs et des cavités couplées... les valeurs formantiques ne donnant d'information que sur le mécanisme d'ensemble.

### 3.2. ESPACE VOCALIQUE LINGUISTIQUE

Le positionnement des points dans l'espace spectral et la dispersion des valeurs dans le plan F1-F2 traduisent à un certain degré des spécificités individuelles si l'on en croit notre analyse antérieure globale et les représentations des triangles vocaliques individuels. Comment permettre l'émergence de la caractérisation linguistique au-delà de la variabilité individuelle et dialectale des locuteurs arabophones? Les figures IV.41 et IV.42 représentent respectivement l'ensemble des valeurs formantiques des voyelles du corpus pour les huit locuteurs, et les différentes moyennes individuelles de chaque voyelle. Cette représentation suggère que la constance et la stabilité interindividuelles caractéristiques du système linguistique de l'arabe sont à chercher globalement dans l'existence d'une "*forme forte*" (GUILLAUME, 1937) portée par une structure déterminée : cette dernière serait régie par des lois qui conditionnent le processus de construction globale indépendamment de paramètres tels que le contexte ou le locuteur. Nous pensons que la mise en lumière de cette forme caractéristique de la langue arabe peut s'effectuer à partir d'une normalisation des espaces vocaliques individuels qui permet de dépasser la variabilité caractéristique du locuteur et favoriser l'émergence des lois régissant la structure globale du système. L'existence de cette structure constante et stable en arabe standard - au-delà de la variabilité caractéristique du dialecte et de l'individu -, ouvre véritablement la voie à la constitution de tests d'audiométrie vocale en langue arabe, quelle que soit l'origine dialectale de l'auditeur.

## BIBLIOGRAPHIE

ABOU HAIDAR L. (1987) : *Recherche des invariants acoustiques dans la syllabe arabe CVC en vue d'obtenir un audiogramme vocal pour sourds arabophones de toutes origines dialectales*. Mémoire de D.E.A., Université de Franche-Comté, 171 p.

ABOU HAIDAR L. (1988) : La gémination en arabe : consonne géminée - consonne dédoublée. *Troisième Colloque Régional de Linguistique*, Strasbourg, 5-15.

ABOU HAIDAR L., LHOÏTE E. (1991) : Caractérisation de la proxémie vocale. *Actes du Colloque Les Nouvelles Voies de la Voix*, Besançon (à paraître).

ABOU HAIDAR L., LHOÏTE E., CONDE C., LEFÈVRE F., DUPRET J.-P. (1987) : Recherche des invariants acoustiques dans la syllabe arabe CVC en vue d'obtenir un audiogramme vocal pour sourds arabophones. *16<sup>e</sup> J.E.P.*, Hammamet, SFA, 270-273.

ABBS J.H. (1979) : Speech motor equivalence : the need for a multi-level control model. *Proceedings of the 9th ICPS*, Copenhagen, vol II : 318-324.

ABBS J.H. (1986) : Invariance and variability in speech production : a distinction between linguistic intent and its neuromotor implementation. *Invariance and Variability in Speech Processes*, Edited by J.S. Perkell & D.H. Klatt, MIT, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey, 202-225.

ABDULGHANI A.G. (1976) : Direction and motivation of phonological rules in Palestinian Arabic. *Papers Regional Meeting, USA*, 12 : 13-23.

ABRAMSON A.S. (1962) : The vowels and tones of standard Thai : acoustic measurements and experiments. *International Journal of American Linguistics*, vol 28, part II : X-146.

ABRAMSON A.S., LISKER L. (1967) : Discriminability along the voicing continuum : cross language tests. *Proceedings of the 6th ICPS*, Prague : 569-573.

ABRY C., BENOIT C., BOE L.J., SOCK R. (1985) : Un choix d'événements pour l'organisation temporelle du signal de parole. *14<sup>e</sup> J.E.P. du GCP du GALF* : 133-137.

ABRY C., BOE L.J. (1983) : L'encodage labial des voyelles du français. *Speech Communication 2* : 123-128.

ABRY C., BOE L.J., DESCOUT R. (1979) : Voyelles labiales et voyelles labialisées en français. *Proceedings of the 9th ICPS*, Copenhagen.

ABRY C., BOE L.J., DESCOUT R. (1984) : [i, a, u] ? Pas si fou ? Ou les lèvres des consonnes maximisent-elles l'espace acoustique des voyelles ? *13<sup>e</sup> JEP, GCP - SFA*, 205-207.

ABRY C., LALLOUACHE M.T. (1991) : Audibility and stability of articulatory movements. Deciphering two experiments on anticipatory rounding in French. *Proceedings of the 12th ICPS*, Aix-en-Provence, 1 : 220-227.

AHMAD K., BUTCHER A. (1985) : A spectrographic and aerodynamic study of pharyngeal consonants in Iraqi Arabic. *Work in Progress*, 5 : 1-30.

AIKHENVALD-ANGENOT A.Y. (1989) : On phonological variability (evidence from Hebrew). *Revue de Phonétique Appliquée*, 91-92-93 : 93-97.

AL-ANI S. (1970) : *Arabic Phonology : An acoustical and physiological investigation*. The Hague : Mouton, 104 p.

AL FAHARI D.A. (1985) : اللسانيات واللغة العربية (La linguistique et la langue arabe) (ouvrage en langue arabe), Dar Toubqal Ilnachr, Irak, 197 p. (édition spéciale pour l'Irak non destinée à l'exportation).

- ALI L.H., DANILOFF R.G. (1971) : A cinefluorographic investigation of emphatic sound assimilation. *Proceedings of the 7th ICPS*, Montréal : 639-648.
- ALI L.H., DANILOFF R.G. (1972) : A contrastive cinefluorographic investigation of the articulation of emphatic - non emphatic cognate consonants. *Studia Linguistica*, Suède, 26/2 : 81-105.
- ALI L.H., DANILOFF R.G. (1974) : The perception of coarticulated emphaticness. *Phonetica*, 29/4 : 225-232.
- ALI L.H., GALLAGHER T., GOLDSTEIN J., DANILOFF R.G. (1971) : Perception of coarticulated nasality. *JASA* 49 : 538-540.
- ALLEN G.D. (1978) : Vowel duration measurements : a reliability study. *JASA* 64/1 : 1176-1185.
- ALLEN G. D. (1979) : Formal and statistical models of timing : past, present and future. *Proceedings of the 9th ICPS*, Copenhagen, II : 245-252.
- ALLOUCHE N. (1987) : لغتنا العربية (notre langue arabe), article en langue arabe, *Al-Wahda*, 33-34 : 56-67.
- AL-NAIMI H.S. (1980) : الدراسات اللهجية والصوتية عند ابن جني (ouvrage en langue arabe : les études dialectales et phonétiques chez Ibn Jinni), Dar al Rachid lilnachr, Bagdad, 397 p.
- AMERMAN J.D., DANILOFF R.G., MOLL K. (1970) : Lip and jaw coarticulation for the phoneme /ae/. *Journal of Speech and Hearing Research*, 13 : 147-161.
- ARITIBA A.S., ABRY C., BOE L.J. (1987) : Les conséquences linguistiques d'un possible contrôle linguistique du pharynx. *16<sup>e</sup> JEP*, SFA, Hammamet, 77-80.
- BADEDDRINE B. (1980) : Etude phonétique et linguistique de l'emphase. *Travaux de l'Institut d'Etudes Linguistiques et Phonétiques*, Université de la Sorbonne-Paris III, vol III : 267-290.
- BAKALLA M.H. (1977) : Ancient Arab and Muslim phoneticians : an appraisal of their contribution to phonetics. *Amsterdam studies in the theory and history of linguistic science IV, Current issues in Linguistic Theory*, 9/1, Harry & Patricia HOLLÏEN (eds), Amsterdam - John Benjamins BV, 3-12.
- BAKALLA M.H. (1983) : The study of vowel quality and quantity by early Arabs and Muslim phoneticians. *Proceedings of the 10th ICPS*, Utrecht.
- BALASUBRAMANIAN T. (1980) : Timing in Tamil. *Journal of Phonetics* 8/4 : 449-468.
- BALASUBRAMANIAN T. (1981) : Duration of vowels in Tamil. *Journal of Phonetics* 9/2 : 151-161.
- BARRY W.J., KUENZEL H. (1975) : Co-articulatory airflow characteristics of intervocalic voiceless plosives. *Journal of Phonetics* 3/3 : 163-282.
- BELASCO S. (1953) : Influence of force of articulation of consonants on vowel duration. *JASA* 25 : 1015-1016.
- BELASCO S. (1958) : Variation in color and length of French [a]. *Language* 26 : 481-488
- BELKAID Y. (1984) : Les voyelles de l'arabe littéraire moderne. Analyse spectrographique. *Travaux de l'Institut de Phonétique de Strasbourg*, 16 : 217-240.
- BELL-BERTI F., HARRIS K.S. (1975) : Some aspects of coarticulation. *Proceedings of the 8th ICPS*, Leeds.

- BELL-BERTI F., HARRIS K. S. (1979) : Anticipatory coarticulation : some implications from the study of lip-rounding. *JASA* 65 : 1268-1270.
- BELL-BERTI F., RAPHAEL L.J., PISONI D.B., SAMUSH J.R. (1978) : Some relationship between articulation and perception. *Status Report on Speech Research*, 55-56 : 21-32.
- BENQUEREL A.P., ADELMAN S. (1976) : Perception of coarticulated lip rounding. *Phonetica* 33/2 : 113-126.
- BENQUEREL A.P., COWAN H.A. (1974) : Coarticulation of upper lip protrusion in French. *Phonetica* 30/1 : 41-55.
- BENHALLAM A. (1979) : MIT Phonology and Arabic. *Papers Regional Meeting, USA*, n°15, Special papers from the 15th Regional Meeting Chicago Linguistic Society : 30-41.
- BENKIRANE T., CAVE C. (1983-84) : Segmentation syllabique en arabe marocain : étude expérimentale par la méthode des temps de réaction. *Travaux de l'Institut de Phonétique d'Aix*, 9 : 85-99.
- BENNETT D.C. (1968) : Spectral form and duration as cues in the recognition of English and German vowels. *Language and Speech*, 11 : 65-85.
- BENOIT C., ABRY C. (1986) : Vowel-consonant timing across speakers. *Proceedings of the 12th International Congress of Acoustics*, A 6-1.
- BERNSTEIN N. (1967) : *The coordination and Regulation of Movements*. London, Pergamon Press.
- BLACHERE R. (1952) : *Histoire de la Littérature Arabe des origines à la fin du XV<sup>e</sup> siècle de J.-C.* Paris, Librairie d'Amérique et d'Orient, Adrien-Maisonneuve, 865 p. (édition de 1966).
- BLADON R.A.W. (1979) : Motor control of coarticulation : linguistic considerations. *Proceedings of the 9th ICPS*, Copenhagen, 11 : 325-331.
- BLADON R.A.W., AL-BAMERNI A. (1976) : Co-articulatory resistance in English /l/. *Journal of Phonetics* 4/2 : 137-150.
- BLANC H. (1967) : The "sonorous" vs "muffled" distinction in Old Arabic phonology. *To Honour Roman Jakobson*, Tome 1 : 295-308, Mouton, La Haye.
- BLESSER B.A. (1970) : Inadequacy of a spectral description in relationship to speech perception. *JASA* 47 : 66-3/30.
- BLUMSTEIN S.E. (1986) : On acoustic invariance in speech. *Invariance and Variability in Speech Processes*, Edited by J.S. Perkell & D.H. Klatt, MIT, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey, 178-201.
- BLUMSTEIN S. E., STEVENS K. N. (1979) : Acoustic invariance in speech production : evidence from measurements of spectral characteristics of stop consonants. *JASA* 66/4 : 1001-1017.
- BOE L.J., ABRY C. (1986) : Nomogrammes et systèmes vocaliques. *15<sup>e</sup> JEP*, SFA, Aix-en-Provence, 303-306.
- BOE L.J., PERRIER P. (1989) : Espace maximal vocalique et normalisation. *Actes du Séminaire Variabilité et Spécificité des Locuteurs : études et applications*, C.I.R.M., Luminy.
- BOE L.J., TUBACH J.P. (1986) : Des matrices phonétiques aux matrices phonologiques et vice-versa. *Bulletin de l'Institut de Phonétique de Grenoble*, XV : 135-155.
- BOFF 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*, 15 : 1-363.

- BOND Z.Z. (1977) : Perception of anticipatory coarticulation for selected English consonants. *Journal of Phonetics*, 5/4 : 313-316.
- BONDARKO L.V. (1969) : The syllable structure of speech and distinctive features of phonemes. *Phonetica* 20/1 : 1-40.
- BONDER L.J., ten BOSCH L.F.M. (1991) : Recent developments in the research of the structure of vowel systems. *Proceedings of the 12th ICPS, Aix-en-Provence*, 1 : 160-165.
- BONNOT J.F. (1972) : Quelques remarques à propos des consonnes emphatiques de l'arabe. *Travaux de l'Institut de Phonétique de Strasbourg*, 4 : 145-176.
- BONNOT J.F. (1976) : *Contribution à l'étude des consonnes emphatiques de l'arabe à partir de méthodes expérimentales*. Thèse de doctorat de 3<sup>e</sup> cycle, Strasbourg, 582 p.
- BONNOT J.F. (1979) : Etude expérimentale de certains aspects de la gémination et de l'emphase en arabe. *Travaux de l'Institut de Phonétique de Strasbourg*, 11 : 109-118.
- BONNOT J.F. (1982) : Encodage phonétique et phonologique des oppositions de quantité : vers une organisation hiérarchique des indices et des traits. *Travaux de l'Institut de Phonétique de Strasbourg* 14 : 77-118.
- BONNOT J.F. (1986) : *Contribution à l'étude phonétique et phonologique de l'organisation temporelle de l'activité électromyographique labiale et vélaire. Coarticulation et processus d'encodage moteur*. Thèse d'Etat, Strasbourg, 704p.
- BONNOT J.F. (1987a) : Conventions linguistiques et naturel acoustico-physiologique : peut-on parler de règles de coarticulation ? *16<sup>e</sup> JEP, SFA, Hammamet*, SFA : 278-281.
- BONNOT Jean-François (1987b) : Timing extrinsèque et timing intrinsèque : le temps est-il une variable contrôlée ? *16<sup>e</sup> JEP, SFA, Hammamet* : 217-220.
- BONNOT J.F., BOTHOREL A., CHEVRIE-MULLER C. (1989) : De l'invariance relationnelle à la modélisation de la variabilité : application au cas des groupes de consonnes hétéroorganiques. *Travaux de l'Institut de Phonétique de Strasbourg*, 21 : 265-302.
- BONNOT J.F., CHEVRIE-MULLER C., ARABIA-GUIDET C., MATON B., GREINER G.F. (1986) : Coarticulation and motor encoding of labiality and nasality in CVCVCV nonsense words. *Speech Communication*, 5 : 83-95.
- BOROVICKOVA B., MALAC V., (1967) : The spectral analysis of Czech sound combinations. *CSAV*, 77/14.
- BOTHOREL A. (1971) : A propos du breton parlé à Argol. Quelques observations sur les consonnes gémées. *Travaux de l'Institut de Phonétique de Strasbourg*, 3 : 195-233.
- BOUQAMRA D.H. (1987) : قضية الفصحى والعاميات (la cause de l'arabe littéraire et des dialectes), article en langue arabe, *Al-Wahda*, 33-34 : 95-99.
- BOXBERGER L. (1981) : Acoustic characteristics of Arabic pharyngeal and pharyngealized consonants. *Kansas Working Papers in Linguistics, USA*, 6 : 127-152.
- BROAD D.J., FERTIG R.H. (1970) : Formant-frequency trajectories in selected CVC syllables. *JASA*, 47/6 : 1572-1582.
- BROCKELMAN N. (1913) : voir Encyclopédie de l'Islam.

- BROWMAN C.P. (1991) : Consonants and vowels : overlapping gestural organization. *Proceedings of the 12th ICPS*, Aix-en-Provence, 1 : 379-383.
- BUHL (1913) : Voir Encyclopédie de l'Islam.
- BUTCHER A., WEIHER E. (1976) : An electropalatographic investigation of coarticulation in VCV sequences. *Journal of Phonetics*, 4/1 : 59-74.
- CANTINEAU Jean (1941) : Cours de phonétique arabe. *Etudes de Linguistique arabe, Memorial Jean Cantineau*. Alger, 1-164.
- CARLSON R.T. (1991) : Durational models in use. *Proceedings of the 12th ICPS*, Aix-en-Provence, 1 : 243-246.
- CARNEY P.J., MOLL K.L. (1971) : A cinefluorographic investigation of fricative consonant-vowel coarticulation. *Phonetica* 23/4 : 193-202.
- CARRE R. (1968) : Etudes statistiques sur les formants vocaux. *Revue d'Acoustique*, 3/4 : 230-234.
- CHAFCOULOFF M., DI CRISTO A., SEIMANDI L. (1976) : Effets de la coarticulation sur les caractéristiques acoustiques des contours fricatives du français. *Travaux de l'Institut de Phonétique d'Aix*, 3 : 61-113.
- CHAFCOULOFF M., CHOLLET G., DURAND P., RODET X. (1980) : Observation and modelling of formant transitions using ISASS. *IEEE-ICASSP*, 1 : 146-149.
- CHEIK ROUHO M., ABRY C., BOE L.J. (1988-89) : A quelques kilomètres d'Hauteville... et près d'un demi-siècle après Martinet : premières mesures de la quantité vocalique en français provençal de St-Pierre-de-Sauzy (Savoie). *Bulletin de l'Institut de Phonétique de Grenoble*, 245-280.
- CHEN (1970) : Vowel length variation as a function of the voicing of the consonant environment. *Phonetica* 22/2 : 105-113 (ou 22/3 : 129 - 159).
- CHISTOVICH L.A. (1979) : Auditory processing of speech. *Proceedings of the 9th ICPS*, Copenhagen, vol I : 83-92.
- CHISTIVICH L.A., KLASS I.A., KUZ'MIN I. (1963) : The process of speech sound discrimination. Research Library, Bedford Cambridge Research, *E.T.R.*, 63-70.
- CHOMSKY N., HALLE M. (1968) : *Principes de Phonologie Générative*. Traduit par Pierre Encrevé, éd. 1973, Paris, Seuil, Coll. Travaux Linguistiques, 348p.
- COHEN D. (1969) : Sur le statut phonologique de l'emphase en arabe. *Word*, 25 : 59-69.
- COHEN D. (1970) : *Etudes de Linguistique Sémitique et Arabe*. Mouton, Paris, The Hague, 178 p.
- COOPER F.S. (1966) : Describing the speech process in motor command terms. *Haskins Laboratories, SR-5/6* : 2.1-2.27.
- CROMPTON A. (1980) : Timing patterns in French. *Phonetica* 37/4 : 205-234.
- DALBY J., PORT R. (1981) : Temporal structure of Japanese : segment, mora and word. *Research in Phonetics* 2 : 149-172. Bloomington : Dpt of Linguistics, Indiana University.
- DANILOFF R.G., HAMMARBERG R.E. (1973) : On defining coarticulation. *Journal of Phonetics*, 1/3 : 239-248.
- DANILOFF R.G., MOLL K.L. (1968) : Coarticulation of lip rounding. *Journal of Speech and Hearing Research*, 11 : 707-721.

- DANILOFF R.G., TATHAM M.A.A. (1979) : Segmental invariance reconsidered. *Proceedings of the 9th ICPS*, Copenhagen, II : 332-336.
- DEBROCK M. (1977) : An acoustic correlate of the force of articulation. *Journal of Phonetics*, 5/1 : 61-80.
- DEBROCK M., FORREZ G. (1976) : Analyse mathématique des voyelles orales du néerlandais et du français. Méthode et résultats. *Revue de Phonétique Appliquée*, 37 : 27-73.
- DELATTRE P.C. (1957) : A propos des corrélations acoustiques de la distinction entre voyelle et consonne. *Studia Linguistica* 11 : 78-83.
- DELATTRE P.C. (1958) : Les indices acoustiques de la parole. Premier rapport. *Phonetica* 2 : 108-118, 226-251.
- DELATTRE P.C. (1961) : Le jeu des transitions de formants et la perception des consonnes. *Proceedings of the 4th ICPS*, Helsinki, 407-417.
- DELATTRE P.C. (1962) : Formant transitions and the perception of consonants. *Haskins Laboratories Report*, 30 : 1-23.
- DELATTRE P.C. (1965a) : *Comparing the phonetic features of English, German, Spanish and French*. Heidelberg, Julius Gross Verlag.
- DELATTRE P.C. (1965b) : De la hiérarchie des indices acoustiques pour la perception de la parole. *Proceedings of the 5th ICPS*, Münster : 244-251.
- DELATTRE P.C. (1966) : A comparison of syllable-length conditioning among languages. *IRAL*, 4 : 183-198.
- DELATTRE P.C. (1967) : Acoustic or articulatory invariance. *Glossa* 1/1 : 1-25.
- DELATTRE P.C. (1968) : From acoustic cues to distinctive features. *Phonetica* 18 : 198-230.
- DELATTRE P.C. (1969a) : An acoustic and articulatory study of vowel reduction in four languages. *IRAL*, 7 : 295-325.
- DELATTRE P.C. (1969b) : Coarticulation and the locus theory. *Studia Linguistica*, 23/1 : 1-26.
- DELATTRE P.C. (1970) : Des indices acoustiques aux traits pertinents. *Proceedings of the 6th ICPS*, Prague : 35-47.
- DELATTRE P.C. (1971a) : Consonant gemination in four languages : an acoustic, perceptual and radiographic study. *IRAL*, 9/1 : 31-52 ou 9/2 : 7-113.
- DELATTRE P.C. (1971b) : Pharyngeal features in the consonants of Arabic, German, Spanish and French. *Phonetica* 23 : 129-155.
- DESCOUT R. [ed] (1987) : Applied Arabic Linguistics and signal information processing, *Proceedings of the Arab School on Science and Technology*. Springer Verlag, 260 p.
- DORMAN M.F., RAPHAEL L.J. (1980) : Distribution of acoustic cues for stop consonant place of articulation in VCV syllables. *JASA* 67/4 : 1333-1335.
- DORMAN M.F., RAPHAEL L.J., FREEMAN F., TOBIN C. (1974) : Vowel and nasal durations as perceptual cues to voicing in word final stop consonants. *Status Report on Speech Research* 37-38 : 263-270.



- DOUBLIER D. (1986) : La résistivité de l'organisation temporelle des oppositions de quantité dans le français de la Chapelle d'Abondance (Haute-Savoie) face aux variations de la vitesse d'élocution. *TER de Sci. du Lang.*, Grenoble III, 87 p (dir. C. ABRY).
- DUPRET J.P. (1980) : *Le Test de Mots sans Signification*. Mémoire du Collège National d'Audioprothèse, 328 p.
- DUPRET J.P. (1985) : *L'Apport des Aspects non labiaux dans la Lecture Labiale*. Thèse de Doctorat, Université de Franche-Comté, direction : Pr E. Lhote, 283 p.
- DURAND M. (1939) : Durée phonétique et phonologique. *Proceedings of the 3rd ICPS*, Gent : 261-265.
- DURAND M. (1946) : *Voyelles longues et voyelles brèves : essai sur la nature de la quantité vocalique*. Paris : Klincksieck.
- DURAND P. (1985) : Variabilité acoustique et invariance en français : consonnes occlusives et voyelles. Paris, éd du CNRS, *Travaux de l'Institut de Phonétique d'Aix-en-Provence*, Collection "Sons et parole", vol 4, 293p.
- DURAND P. (1989) : Conflits de systèmes phonologiques, Perception de groupes consonne + voyelle chez les étudiants marocains. Étude préliminaire. *Travaux de l'Institut de Phonétique d'Aix*, 13 : 177-194.
- ELERT (1964) : Phonologic studies of quantity in Swedish. *UPPSALA*, Almqvist and Wiksell.
- EL-GINDI A.A.D. (1983) : *Heritage of Arabic Dialects* (ouvrage en langue arabe). Tomes 1 et 2, Al-dar al Arabiya lilkitab (ed), 861 p.
- ELMAN J., McCLELLAND J. (1986) : Exploiting lawful variability in the speech wave. *Invariance and Variability in Speech Processes*, Edited by J.S. Perkell & D.H. Klatt, MIT, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey, 360-381.
- ENCYCLOPÉDIE DE L'ISLAM* (1913) : Dictionnaire géographique, ethnographique et biographique des peuples musulmans, publié par HOUTSMA M.T., BASSET R., ARNOLD T.W., HARTMANN R., Éditeurs : A. Picard & Fils, Paris, Tomes 1, 2, 3, 4, 5.
- ESKENAZI M. (1983-84) : Sur l'invariance vocalique en français. *13° JEP / GALF* : 45-55.
- FANT G. (1956) : On the predictability of formant levels and spectrum envelopes from formant frequencies. *For Roman Jakobson* : Halle M. et al (eds), Mouton, The Hague, 109-120.
- FANT G. (1960) : *Acoustic Theory of speech production*. Mouton, The Hague, 2° édition 1970, 323p.
- FANT G. (1961) : Sound spectrography. *Proceedings of the 4th ICPS*, Helsinki : 14-33.
- FANT G. (1964) : Formants and cavities. *Proceedings of the 5th ICPS*, Mlinster : 120-141.
- FANT G. (1973) : *Speech sounds and features*. The MIT Press : XI, 227p.
- FANT G. (1979) : The relations between area functions and the acoustical signal. *Proceedings of the 9th ICPS*, Copenhagen, vol I : 155-160.
- FANT G., HENNINGSON G., STALHAMMAR U. (1969) : Formant frequencies of Swedish vowels. *STL-QPSR*, 4 : 26-31.
- FENG G. (1983) : Analyse cepstrale, visualisation sonographique et détection de formants du signal de parole. *Séminaire GALF-GRECO*, ENST, 175-184.
- FINTOFT K. (1961) : The duration of some Norwegian speech sounds. *Phonetica* 7 : 19-39.

- FINTOFT K., SELNES O. (1971) : Duration as a cue for the perception of voicing and length. *Proceedings of the 7th International Congress on Acoustics*, Budapest, 33-36.
- FISCHER-JORGENSEN E. (1964) : Sound duration and place of articulation. *Zeitschrift für Phonetik, Sprachwissenschaft und Kommunikationsforschung* 17 : 175-207.
- FLANAGAN J.L. (1955) : Difference limen for vowel formant frequency. *JASA* 27 : 613-617.
- FLANAGAN J. L. (1961) : Some influences of the glottal wave upon vowel quality. *Proceedings of the 4th ICPS*, Helsinki, 34-49.
- FLEGE J.E., PORT R. (1981) : Cross-language phonetic interference : Arabic to English. *Language and Speech* 24/2 : 125-146.
- FLEISCH H. (1947) : *Introduction à l'étude des langues sémitiques*. Initiation à l'Islam - Collection publiée par l'Institut des Etudes Islamiques de l'Université de Paris, Paris : Librairie d'Amérique et d'Orient - Adrien Maisonneuve, 147 p.
- FLEISCH H. (1961) : *Traité de philologie arabe*. Vol 1 : Préliminaires, Phonétique, Morphologie Nominale, Imprimerie Catholique, Beyrouth, 550 p.
- FLEISCH H. (1974) : *Etudes d'Arabe Dialectal*. Recherches publiées sous la direction de l'Institut des Lettres Orientales de Beyrouth, Nouvelle série, A. Langue Arabe et Pensée Islamique, tome IV, Dar al Machreq (ed), Beyrouth.
- FOLKINS J., ABBS J.H. (1975) : Lip and jaw motor control during speech : responses to resistive loading of the jaw. *Journal of Speech and Hearing Research*, 18 : 207-220.
- FONAGY I., FONAGY J., DUPUY P. (1980) : Duration as a function of sound pressure level. *Journal of Phonetics*, 8/3 : 375-378.
- FOWLER C. (1980) : Coarticulation and theories of extrinsic timing. *Journal of Phonetics*, 8/1 : 113-133.
- FOWLER C.A., SMITH M.R. (1986) : Speech perception as vector analysis : an approach to the problem of invariance and segmentation. *Invariance and Variability in Speech Processes*, Edited by J.S. Perkell & D.H. Klatt, MIT, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey, 123-139.
- FRE WOLDU K. (1981) : Facts regarding Arabic emphatic consonant production. *RUUL*, Suède, 7 : 96-121.
- FROMKIN V. (1966) : Neuromuscular specification of linguistic units. *Language and Speech*, 9 : 170-199.
- FRY D.B. (1966) : Mode de perception des sons du langage. *Phonétique et Phonation*, Moles A. & Vallancien B., Masson, 191-206.
- FRY D.B. (1979) : Ends and means in acoustic phonetics. *Revue de Phonétique Appliquée*, 49-50 : 3-20.
- FUJIMURA O. (1977) : Control of the larynx in speech. *Phonetica* 34 : 280-288.
- FUJIMURA O. (1979) : Modern methods of investigation in speech production. *Proceedings of the 9th ICPS*, Copenhagen, 1 : 161-166.
- FUJIMURA O. (1986) : Relative invariance of articulatory movements : an iceberg model. *Invariance and Variability in Speech Processes*, Edited by J.S. Perkell & D.H. Klatt, MIT, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey, 226-242.
- FUJISAKI H., HIGUCHI N. (1979) : Temporal organization of segmental features in Japanese dissyllables. *Proceedings of the 9th ICPS*, Copenhagen, vol II : 275-282.

- GAIRDNER W.H.T. (1935) : The Arab phoneticians on the consonants and vowels. *Moslem World*, 25 : 242-257.
- GALVAGNY M.H. (1974) : Analyse acoustique et perceptive de la quantité vocalique en allemand. *Revue de Phonétique Appliquée*, 30 : 3-40.
- GAMKRELIDZE T.V. (1979) : Hierarchical relations among units as phonological universals. *Proceedings of the 9th ICPS*, Copenhagen, vol II : 9-15.
- GAY T. (1974) : A cinefluorographic study of vowel production. *Journal of Phonetics* 2 : 255-266.
- GAY T. (1977) : Articulatory movements in VCV sequences. *JASA* 62 : 183-193.
- GAY T. (1977) : Cinefluorographic and electromyographic studies of articulatory organization. *Dynamic Aspects of Speech Production*, M. Sawashima & F.S. Cooper (eds), 85-102, Tokyo, University of Tokyo Press.
- GAY T., TURVEY M. (1979) : Effects of efferent and afferent interference on speech production : implications for a generative theory of speech motor control. *Proceedings of the 9th ICPS*, Copenhagen, vol II : 344-350.
- GAY T., USHJIMA T., HIROSE A., COOPER F.S. (1974) : Effect of speaking-rate on labial consonant-vowel articulation. *Journal of Phonetics* 2/1 : 47-63.
- GHAZELI S. (1977) : *Back consonants and backing coarticulation in Arabic*. PhD Thesis, University of Texas, Austin.
- GIANNINI A., PF'CTORINO M. (1982) : The emphatic consonants in Arabic. 32 p.
- GOSPODNETIC Y., WUJLMART C. (1968) : La tension articuloire et son corrélat acoustique. *Revue de Phonétique Appliquée*, 9 : 41-64.
- GOTTFRIED T.L., STRANGE W. (1980) : Identification of coarticulated vowels. *JASA* 68/6 : 1626-1635.
- GRENIÉ M. (1988) : Eléments de réflexion sur le décodage acoustico-phonétique de la parole. *Travaux de l'Institut de Phonétique d'Aix*, 13 : 41-68.
- GROSJEAN R., DESCHAMPS A. (1972) : Analyse des variables temporelles du français spontané. *Phonetica* 26 : 129-156.
- GUERTI M. (1987) : Contribution à la synthèse de la parole en arabe standard. *16° JEP, SFA*, Hammamet, 290-293.
- GUILLAUME P. (1937) : *La Psychologie de la Forme*. Ernest Flammarion, Paris, 236 p.
- HADDING-KOCH K., ABRAMSON A.S. (1964) : Duration versus spectrum in Swedish vowels : some perceptual experiments. *Studia Linguistica* 18 : 94-107.
- HALLE M. (1961) : Speech sounds and sequences. *Proceedings of the 4th ICPS*, Helsinki, 428-434.
- HALLE M. (1967) : Place de la phonologie dans la grammaire générative. *Langages*, 8 : 13-36.
- HALLE M., KEYSER S.J. (1967) : Les changements phonétiques conçus comme changements de règles. *Langages*, 8 : 94-111.
- HAMMARBERG R. (1976) : The metaphysics of coarticulation. *Journal of Phonetics*, 4/4 : 353-363.

- HARDCASTLE W. (1976) : *Physiology of Speech Production*. London : Academic Press.
- HARMEGNIES B. (1988a) : Contribution à l'étude statistique de la variabilité acoustique des sons de parole. *Speech Communication* 7 : 81-86.
- HARMEGNIES B. (1988b) : SDDD : a new dissimilarity index for the comparison of speech spectra. *Pattern recognition letters* 8 : 153-158.
- HARMEGNIES B., LANDERCY A. (1985) : Language features in the long-term average spectrum. *Revue de Phonétique Appliquée*, 73-74-75 : 69-79.
- HARMEGNIES B., LANDERCY A., BRUYNINCKX M. (1987) : An experiment in inter-languages speaker recognition using the SDDD index. *Proceedings of the 11th ICPS*, Tallin, 241-244.
- HARRELL R. S. (1961) : Consonant, vowel and syllable in Moroccan Arabic. *Proceedings of the 4th ICPS*, Helsinki, 643-647.
- HARRIS K.S., TULLER B., KELSO J.A.S. (1986) : Temporal invariance in the production of speech. *Invariance and Variability in Speech Processes*, Edited by J.S. Perkell & D.H. Klatt, MIT, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey, 243-253.
- HAWKINS S., STEVENS K.N. (1985) : Acoustic and perceptual correlates of the non-nasal-nasal distinction for vowels. *JASA* 77/4 : 1560-1575.
- HEINZ J.M., STEVENS K.N. (1961) : On the properties of voiceless fricative consonants, *JASA* 33 : 589-596.
- HERBERT R.K. (1979) : Typological universals, aspiration and post-nasal stops. *Proceedings of the 9th ICPS*, Copenhagen, vol II : 19-26.
- HIERONYMUS J.L., MAJURSKI W.J. (1986) : Compensation for vowel coarticulation in continuous speech recognition. *ICASSP*, 1/4 : 2787-2790.
- HIERONYMUS J.L. (1991) : A study of vowel coarticulation in British English. *Proceedings of the 12th ICPS*, Aix-en-Provence, 3 : 206-209.
- HITTI P. (1937) : *History of the Arabs from the earliest times to the present*. London - Macmillan & Co Ltd, édition 1956, 822 p.
- HITTI P. (1951) : *History of Syria including Lebanon and Palestine*, London - Macmillan & Co Ltd, édition 1957, 750 p.
- HOGAN J.T., ROZSYPAL A.J. (1980) : Evaluation of vowel duration as a cue for the voicing distinction in the following word-final consonant. *JASA* 67 : 1764-1771.
- HOLMES J.N. (1986) : Normalization and vowel perception. *Invariance and Variability in Speech Processes*, Edited by J.S. Perkell & D.H. Klatt, MIT, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey, 346-359.
- HOMBERT J.M. (1979) : Universals of vowel systems : the case of centralized vowels. *Proceedings of the 9th ICPS*, Copenhagen, vol II : 27-32.
- HOMMA Y. (1973) : An acoustic study of Japanese vowels : their quality, pitch, amplitude and duration. *Study of Sounds* 16 : 347-368.
- HOMMA Y. (1981) : Japanese stops and vowels. *Journal of Phonetics* 9/3 : 273-281.
- HOUSE A. (1961) : On vowel duration in English. *JASA* 33 : 1174-1178.

- HOUSE A., FAIRBANKS J. (1953) : The influence of consonant environment upon the secondary acoustical characteristics of vowels. *JASA* 25 : 105-113.
- HOWEL P. (1981) : Identification of vowels in and out of context. *JASA* 70/5 : 1256-1260.
- HUFFMAN F. (1970) : *Cambodian System of Writing and Beginning Reader*. Southeast Asia Program, Cornell University, Ithaca, New York, 361 p.
- INGHAM B., CORRELL C. (1970) : *Arabic phonology : an Acoustical and physiological investigation*. Paris, The Hague : 104p.
- JADIDI D. (1985) : *Albunya alsawtiya lilkalimal'arabiya [la structure phonétique de la parole en arabe]* (ouvrage en langue arabe), Tunisie, tirage limité à 2000 exemplaires, 224 p.
- JAKOBSON R. (1961) : The phonemic concept of distinctive features. *Proceedings of the 4th ICPS*, Helsinki : 440-455.
- JAKOBSON R. (1962) : "Mufaxxama" the emphatic phonemes in Arabic. *Selected writings*, Tome 1 : 510-522.
- JAKOBSON R., FANT G., HALLE M. (1961) : *Preliminaries to speech analysis : the distinctive features and their correlates*. Cambridge, Massachusetts, the MIT Press, 58p, First published in 1952 as Technical Report n° 13 of the MIT Acoustics Laboratory.
- JOHNSTONE T.M. (1963) : The affrication of "kaf" and "gaf" in the Arabic dialects of the Arabian Peninsula. *Journal of Semitic studies*, 8 : 210-226, Manchester.
- JOHNSTONE T.M. (1969) : *On stress and Arabic phonology : a generative approach*. Beirut, Khayats, (V), 128p. (Dist in Great Britain by Centralised office services ltd, Berkhamsted, Herts), Bull. Sch. Orient.
- JOMAA, ABRY C. (1988) : La résistivité de la quantité vocalique aux variations de la vitesse d'élocution. Le cas de l'arabe Tunisien. *17° JEP du GCP - GALF*, 231-236.
- KAMPPFMEYER (1913) : voir Encyclopédie de l'Islam.
- KEATING P.A. (1984) : Physiological effects on stop consonant voicing. *UCLA WPP*, 59 : 29-34.
- KELLER E. (1987) : La variation des mesures temporelles absolues et relatives de l'articulation de la parole. *16° JEP*, SFA, Hammamet, 227-228.
- KELSO J.A.S., SALTZMAN E.L., TULLER B. (1986) : The dynamical perspective on speech production: data and theory. *Journal of Phonetics*, 14 : 29-59.
- KELSO J., TULLER B. (1985) : Intrinsic time in speech production : theory, methodology and preliminary observations. *Haskins Laboratories*, SR-81 : 23-39.
- KENT R.D., CARNEY P., SEVEREID L. (1974) : Velar movement and timing : evaluation of a model for binary control. *Journal of Speech and Hearing Research*, 17 : 470-488.
- KENT R.D., MINIFIE F.D. (1977) : Coarticulation in recent speech production models. *Journal of Phonetics*, 5/2 : 115-117.
- KEWLEY-PORT D. (1982) : Measurement of formant transitions in naturally produced stop-consonant-vowel syllables. *JASA* 72/2 : 379-389.
- KEWLEY-PORT D. (1983) : Time-varying features as correlates of place of articulation in stop consonants. *JASA* 73/1 : 322-335.

- KILLEAN C. G. (1970) : Classical Arabic. *Current trends in linguistics. Linguistics in South-West Asia and North Africa*, vol 6 : 413-438, Mouton-Paris.
- KLATT D. (1973) : Interaction between two factors that influence vowel duration. *JASA* 54 : 1102-1104.
- KLATT D. (1975) : The linguistic uses of segmental duration in English : acoustic and perceptual evidence. *Annual Meeting of the American Speech Association*, Washington DC, 21-23
- KLATT D. (1975) : Vowel lengthening is syntactically determined in a connected discourse. *Journal of Phonetics* 3 : 129-140.
- KLATT D. (1976) : Linguistic uses of segmental duration in English : Acoustic and perceptual evidence. *JASA* 59 : 1208-1221.
- KLATT D. (1986) : Problems of variability in speech recognition and in models of speech perception. *Invariance and Variability in Speech Processes*, Edited by J.S. Perkell & D.H. Klatt, MIT, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey, 300-320.
- KLOSTER JENSEN M. (1961) : Long consonant after short vowel. *Proceedings of the 4th ICPS*, Helsinki : 678-681.
- KOHLER K.J. (1986) : Invariance and variability in speech timing : from utterance to segment in German. *Invariance and Variability in Speech Processes*, Edited by J.S. Perkell & D.H. Klatt, MIT, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey, 268-290.
- KOO J.H., BADTEN L. (1974) : Acoustic measurement of the "fake" vowel length and degrees of vowel length in St Lawrence Island Eskimo. *Phonetica* 30/4 : 221-238.
- KOZHEVNIKOV V., CHISTOVICH L. (1965) : Speech : articulation and perception. *US Department of Commerce, Joint Publication Research, Service JPRS*, vol 30.
- KRAKOW R.A., BEDDOR P.S., GOLDSTEIN L.M., FOWLER C.A. (1987) : Coarticulatory influences on the perceived height of nasal vowels. *Haskins Laboratories, Status Report on Speech Research*, SR-92 : 31-53.
- KRAUSE S.F. (1982) : Vowel duration as a perceptual cue to post-vocalic consonant voicing in young children and adults. *JASA* 71 : 990-995.
- KUCERA H., MONROE G. K. (1968) : A comparative quantitative phonology of Russian, Czech and German. *Mathematical Linguistics and Automatic Language Processing*, 4. New York : American Elsevier, XI-113.
- LABOV W. (1986) : Sources of inherent variation in the speech process. *Invariance and Variability in Speech Processes*, Edited by J.S. Perkell & D.H. Klatt, MIT, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey, 402-423.
- LADEFOGED P. (1961) : Speech production. *STLQPSR*, Royal Institute of Technology, Stockholm : 16-21.
- LADEFOGED P. (1979) : Articulatory parameters. *Proceedings of the 9th ICPS*, Copenhagen, 41-48.
- LADEFOGED P. (1979) : Phonetic specifications of the languages of the world. *Revue de Phonétique Appliquée*, 49-50 : 21-40.
- LADEFOGED P., DECLERK J., LINDAY M., PAPCUN G.A. (1972) : An auditory-motor theory of speech production. *UCLA Working Papers in Phonetics*, 22 : 48-75.
- LAFON J.C. (1961) : *Message et phonétique : Introduction à l'étude acoustique et physiologique du phonème*. PUF, Paris.

- LAFON J.C. (1977) : L'audition de la parole. *Bulletin d'Audiophonologie*, 7 : 7-15.
- LAHIRI A., GEWIRTH L., BLUMSTEIN S.E. (1984) : A reconsideration of acoustic invariance for place of articulation in diffuse stop consonants : evidence from a cross-language study. *JASA* 76/2 : 391-404.
- LAMMENS (1913) : Voir Encyclopédie de l'Islam.
- LANDERCY A. (1973) : Les paramètres acoustiques de l'audition et la perception des sons de la parole. *Revue de Phonétique Appliquée*, 25 : 3-24.
- LANDERCY A. (1985) : Mesure de l'audition et perception de la parole. *Revue de Phonétique Appliquée*, 73-74-75 : 147-154.
- LANDERCY A., HARMEGNIES B. (1986) : Quantification interlocuteur de la variabilité spectrale interlangue. *Proceedings of the 12th International Congress of Acoustics*, A 1-2.
- LANDERCY A., RENARD R. (1975) : Zones fréquentielles et reconnaissance de voyelles françaises. *Revue de Phonétique Appliquée*, 33-34 : 51-79.
- LANDERCY A., RENARD R. (1976) : Eint de quelques recherches sur la perception des sons par sélection du champ fréquentiel. *Revue de Phonétique Appliquée*, 39-40 : 169-174.
- LANDERCY A., RENARD R. (1977) : *Eléments de Phonétique*. Didier - Bruxelles, Centre International de Phonétique Appliquée - Mons, 270 p.
- LANDSCHULTZ K. (1971) : The duration of French vowels before fricatives. *Revue Romane*, 6/1 : 25-51.
- LEFEVRE F. (1982) : *Etude comparative des tests phonétiques de J.C. Lafon et de J.P. Dupret*. Mémoire d'audioprothèse, Université de Paris 7, 485 p.
- LEFEVRE F. (1985) : *Une méthode d'analyse auditive des confusions phonétiques : la confrontation indiciaire*. Thèse de Doctorat, Université de Franche-Comté, 216 p.
- LEFEVRE J.P., TOUSIGNANT B., LECOURS M. (1983) : Etude des configurations vocaliques des voyelles françaises à partir des mesures acoustiques. *Acustica* 52/4 : 227-231.
- LEHISTE I. (1961) : Acoustic studies of boundary signals. *Proceedings of the 4th ICPS*, Helsinki : 178-187.
- LEHISTE I. (1968) : Vowel quantity in word and utterance in Estonian. *Congressus secundus internationalis fūnnougristarum*, Helsinki, 1965 : 293-303.
- LEHISTE I. (1972) : The timing of utterances and linguistic boundaries. *JASA* 51 : 2018-2024.
- LEHISTE I., SCHOCKEY L. (1972) : On the perception of coarticulation effects in English VCV syllables. *Journal of Speech and Hearing Res.* 15 : 500-506.
- LEHN Walter (1963) : Emphasis in Cairo Arabic. *Language*, 39/1 : 29-39.
- LEHTONEN J., HURME P. (1980) : The speech chain and the science of speech. *Papers in Speech Research*, 2, Jyväskylä : 2-27.
- LENNEBERG E.H. (1967) : *Biological Foundations of Language*. J. Wiley and sons, N.Y., London, Sydney : 489p.
- LEVI DELLA VIDA (1913) : Voir Encyclopédie de l'Islam.

- LHOTE E. (1970) : *La Méthode Glottospectrographique et la simulation de la parole*. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Strasbourg, 147 p.
- LHOTE E. (1987) [dir.] : *A la Découverte des Paysages Sonores des Langues*. Auteurs : Abubakr N., Chi Lee P.W., Chiru-Prudham S., Diaz de Leon J.-M., Dupret J.-P., Lefèvre F., Lhote E., Llorca E., Madini M., Omozuwa V.E., Péron M.-H., Scott T., Van Tong Q., Vinter S., Belles Lettres.
- LHOTE E. (1988) : L'approche paysagiste de l'oral. *Cahiers du Français des années quatre-vingts*, n°3, p.151-164.
- LHOTE E. (1988) : Une approche paysagiste de la compréhension orale d'une langue. *Revue Reflet*, n° 26, p.26-27.
- LHOTE E. (1989) : Trois questions méthodologiques dans l'étude de la parole et du langage, *Bulletin d'Audiophonologie*, monographie 129, n°243-250.
- LHOTE E. (1989) : Trois fonctions-clés dans l'écoute active de la parole. *3èmes Rencontres Régionales Internationales de Linguistique*, Strasbourg, p.245-256.
- LHOTE E. (1989) : De l'analyse acoustico-phonétique aux processus perceptifs et cognitifs du décodage de la parole : un point de vue paysagiste. *Mélanges à P. SIMON pour son 60<sup>e</sup> anniversaire*, p.505-519.
- LHOTE E. (1990) [dir.] : *Le Paysage Sonore d'une Langue, le Français*. Auteurs : Lhote E., Diaz de Leon J.-M., Llorca R., Bangoura S., Millot-Michelin C., Vinter S., Chalumeau P., Dupret J.-P., Collection : *Études de phonologie, phonétique et linguistique descriptive du français*, coll. dirigée par J.P. Goudaillet et A.M. Houtebine, volume III, Helmut Buske Verlag, Hambourg, 1990.
- LHOTE E., ABOU HAIDAR L. (1990) : Speaker verification by a vocal proximity cue. *Tutorial and Research workshop on Speaker Characterization in Speech Technology*, European Speech Communication Association, Edinburgh.
- LHOTE E., ABOU HAIDAR L. (1991) : An objective and a subjective approach of speaker recognition. *Proceedings of the 12th ICPS*, Aix-en-Provence, 4 : 42-45.
- LHOTE E., DIAZ DE LEON J.M., VINTER S., OMOZUWA V.E. (1986) : Mise en évidence de fonctions d'ancrage et de déclenchement en perception de la parole. *Actes des XV<sup>e</sup> Journées d'Études sur la Parole*, GALF, Aix-en-Provence, p.129-133.
- LIBERMAN A.M., DELATTRE P.C., COOPER F.S. (1958) : Some cues for the distinction between voiced and voiceless stops in initial position. *Language and Speech* 1 : 153-167.
- LIEBERMAN P. (1986) : On the genetic basis of linguistic variation. *Invariance and Variability in Speech Processes*, Edited by J.S. Perkell & D.H. Klatt, MIT, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey, 85-107.
- LIENARD J.S. (1977) : *Les Processus de la Communication Parlée*. Masson, Paris.
- LIENARD J.S. (1989) : Variabilité, contraintes et spécificité de la parole : un cadre théorique. *Actes du Séminaire Variabilité et Spécificité des Locuteurs : études et applications*, C.I.R.M., Luminy, 1-10.
- LIENARD J.S. (1991) : From speaking machines to speech synthesis. *Proceedings of the 12th ICPS*, Aix-en-Provence, 1 : 18-27
- LIIV G. (1961) : On the quantity and quality of Estonian vowels of three phonological degrees of length. *Proceedings of the 4th ICPS*, Helsinki : 682-687.
- LINDAU M., LADEFOGED P. (1986) : Variability of feature specifications. *Invariance and Variability in Speech Processes*, Edited by J.S. Perkell & D.H. Klatt, MIT, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey, 464-477.



- LINDBLOM L. (1961) : Accuracy and limitations of Sona-Graph measurements. *Proceedings of the 4th ICPS*, Helsinki : 188-202.
- LINDBLOM B.E.F. (1963) : Spectrographic study of vowel reduction. *JASA* 35 : 1773-1781.
- LINDBLOM B.E.F. (1967) : Vowel duration and a model of lip mandible coordination. *Speech Transmission Quarterly* : 1-29.
- LINDBLOM B.E.F. (1979) : Some phonetic null hypothesis for a biological theory of language. *Proceedings of the 9th ICPS*, Copenhagen, II : 33-40.
- LINDBLOM B.E.F. (1986) : On the origin and purpose of discreteness and invariance in sound patterns. *Invariance and Variability in Speech Processes*, Edited by J.S. Perkell & D.H. Klatt, MIT, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey, 493-510.
- LINDBLOM B.E.F., STUDDERT-KENENDY M. (1967) : On the role of formant transitions in vowel recognition. *JASA* 42 : 830-843.
- LINDBLOM B.E.F., SUNDBERG J.E.F. (1971) : Acoustical consequences of lip, tongue, jaw and larynx movement. *JASA* 50 : 1166-1179.
- LISKER L. (1957) : Closure duration and the intervocalic voiced-voiceless distinction in English. *Language* 33 : 42-49.
- LISKER L. (1972) : On time timing in speech. *Current trends in Linguistics*, vol XII (T. Sebeok, ed) 2387-2418 : The Hague, Mouton.
- LISKER L., ABRAMSON A.S. (1964) : A cross-language study of voicing in initial stops : acoustical measurements. *Word* 20 : 384-422.
- LOFQVIST A., YOSHIOKA H. (1984) : Intra-segmental timing : laryngeal-oral coordination in voiceless consonant production. *Speech Communication* 3 : 279-289.
- LONCHAMP F. (1987) : Reading spectrograms : the view from the expert. *Fundamentals in Man Machine Communication : speech, vision and natural language*. Haton J.P. (ed), Cambridge University Press, Great Britain, 181-200.
- LUBKER J., GAIT T. (1982) : Anticipatory labial coarticulation : experimental, biological and linguistic variables. *JASA* 71 : 437-448.
- LYBERG B. (1977) : Some observations on the timing of Swedish utterances. *Journal of Phonetics* 5 : 49-59.
- LYBERG B. (1981) : Some observations on the vowel duration and the fundamental frequency contour in Swedish utterances. *Journal of Phonetics* 9/3 : 261-272.
- MACK M. (1982) : Voicing-dependent vowel duration in English and French : monolingual and bilingual production. *JASA* 71/1 : 173-178.
- MacNEILAGE P. (1977) : Is the speaker-hearer a special hearer ? *Modes of Perceiving and Processing Information*, H.L. Pick & E. Saltzman (eds), New Jersey, L. Erlbaum Assoc. : 53-66.
- MacNEILAGE P. (1979) : Speech production. *Proceedings of the 9th ICPS*, Copenhagen, vol I : 11-39.
- MacNEILAGE P., DECLERK J.L. (1969) : On the motor control of coarticulation in CVC monosyllables. *JASA* 45 : 1217-1233.

- MacNEILAGE P., LADEFOGED P. (1976) : The production of speech and language. *Handbook of Perception*, vol 7 : Language and Speech. M.P. Friedman, E.C. Carterette, eds, N.Y., Academic Press : 75-120.
- MADDIESON I. (1991) : Investigating linguistic universals. *Proceedings of the 12th ICPS*, Aix-en-Provence, 1 : 346-354.
- MAEDA S. (1979) : Timing control in Japanese speech production. Nara : Tenri University, *Tenri Daigaku Gakuho* 121 : 1-21.
- MAEDA S. (1991) : A feedword control strategy can suffice for articulatory compensations. *Proceedings of the 12th ICPS*, Aix-en-Provence, 38-41.
- MAGEN H. (1984) : Vowel-to-vowel coarticulation in English and Japanese. *107th Meeting of the Acoustical Society of America*.
- MALAC V. (1967) : Some perceptual cues of Czech consonants. *Proceedings of the 6th ICPS*, Prague : 597-598.
- MALECOT A. (1957-58) : The color and duration of tonic French /a/. *Lingua* 7 : 1-6.
- MANUEL S.Y., KRAKOW R.A. (1984) : Universal and language particular aspects of vowel-to-vowel coarticulation. *Haskins Laboratories*, SR-77/78 : 69-78.
- MARCHAL A. (1985) : *L'électropalatographie : contribution à l'étude de la coarticulation dans les groupes d'occlusives*. Thèse de Doctorat d'Etat, Nancy.
- MARCHAL A. (1986) : Description articulatoire et acoustique des groupes d'occlusives. *Travaux de l'Institut de Phonétique d'Aix en Provence*, 10 : 17-55.
- MARTINET A. (1979) : Internal and external conditioning of phonological changes. *Revue de Phonétique Appliquée*, 49-50 : 59-68.
- MASSARO D.W. (1972) : Perceptual images, processing time, and perceptual units in auditory perception. *Psychological Review*, 79/2 : 124-145.
- MASSARO D.W. (1979) : Issues in speech perception. *Proceedings of the 9th ICPS*, Copenhagen, vol II : 474-481.
- MASSARO D.W., ODEN G.C. (1980) : Evaluation and integration of acoustic features in speech perception. *JASA* 67/3 : 996-1013.
- MCALLISTER R., ENGSTRAND O. (1991) : Some cross language aspects of co-articulation. *Proceedings of the 12th ICPS*, Aix-en-Provence, 18-21.
- McCANDLESS S.S. (1974) : An algorithm for automatic formant extraction using linear prediction spectra. *IEEE Trans. ASSP*, 22/2 : 135-141.
- MEUNIER CRESPO M. (1985) : Pour une description de la langue parlée : problèmes de l'hétérogénéité et de la variabilité dans la constitution et l'exploitation d'un corpus oral. *Actes du XVII<sup>e</sup> Congrès International de Linguistique et Philologie Romanes* (Aix-en-Provence, 1983), vol. 7 : Contacts de langue - Discours Oral, 215-229.
- MICHAELS D. (1989) : Syllable structure, phonetics and phonology. *Revue de Phonétique Appliquée*, 91-92-93 : 331-346.
- MITLEB P. F. (1984a) : Voicing effects on vowel duration is not an absolute universal. *Journal of Phonetics* 12/1 : 23-27.

- MITLEB F. F. (1984b) : Vowel length contrast in Arabic and English : a spectrographic test. *Journal of Phonetics* 12/3 : 229-235.
- MOLES A. (1972) : *Théorie de l'Information et Perception Esthétique*. Paris, Denoël, Gonthier, 328 p.
- MOLL K.L., DANILOFF R.G. (1971) : Investigation of the timing of velar movements during speech. *JASA* 50 : 678-684.
- MOLL K.L., ZIMMERMAN G.N., SMITH A. (1977) : The study of speech production as a human neuromotor system. *Dynamic Aspects of Speech Production*, M. Sawashima & F.S. Cooper (eds), Tokyo, University of Tokyo Press : 107-128.
- MONTEIL V. (1960) : *L'arabe moderne*. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Paris, Klincksieck.
- MORITZ B. (1913) : Voir Encyclopédie de l'Islam.
- MRAYATI M., CARRE R. (1976) : Relation entre la forme du conduit vocal et les caractéristiques acoustiques des voyelles françaises. Etude des distributions spatiales. *Phonetica*, 33/4 : 285-306.
- NASR R. (1955) : Velarization in Lebanese Arabic. *Phonetica* 23 : 203-209.
- NASR R. (1960) : Phonemic length in Lebanese Arabic. *Phonetica* 24 : 209-211.
- NASR R. (1962) : Phonemic velarization in literary Arabic. 9<sup>e</sup> Congrès International des Linguistes, Cambridge, Massachusetts, Mouton - La Haye : 453-455.
- NISHINUMA Y. (1984) : Prediction of phoneme duration by a distinctive feature matrix. *Journal of Phonetics* 12/2 : 169-173.
- NISHINUMA Y., BARBER S., HIRST D. (1980) : Estimation de la durée des voyelles par l'analyse de régression multilinéaire. *Travaux de l'Institut de Phonétique d'Aix* 7 : 257-271.
- NISHINUMA Y., BARBER S., HIRST D. (1981) : Estimation de la durée intrinsèque des voyelles. 12<sup>e</sup> JEP / GALF, 419-428.
- NITTROUER S., MUNHALL K., KELSO J.A.S., TULLER B., HARRIS S.H. (1986) : Patterns of interarticulator phasing relations. 1 *21th Meeting of the Acoustical Society of America* : 8-12.
- NOIZET G. (1980) : *De la perception à la compréhension du langage : un modèle psycho-linguistique du locuteur*. Paris, PUF, 248p.
- NOOTEBOOM S.G. (1970) : The target theory of speech production. *IPO Annual Progress Report*, 5 : 51-55.
- NOOTEBOOM S. G. (1972) : *Production and perception of vowel duration, a study of durational properties of vowels in Dutch*. Doctoral Dissertation, University of Utrecht.
- NOOTEBOOM S. G. (1979) : Complex control of simple decisions in the perception of vowel length. *Proceedings of the 9th ICPS*, Copenhagen, vol II : 298-304.
- NOOTEBOOM S.G. (1991) : Some observations on the temporal organization and rhythm of speech. *Proceedings of the 12th ICPS*, Aix-en-Provence, 1 : 228-237.
- O'BRECHT D.H. (1965) : Three experiments in the perception of geminate consonants in Arabic. *Lang. age and Speech*, 8/1 : 31-41.
- ODISHO E.Y. (1977) : Arabic -q- : a voiceless unaspirated uvular plosive. *Lingua*, Pays-Bas, 42/4 : 343-347.

- OHALA J. (1991) : The integration of phonetics and phonology. *Proceedings of the 12th ICPS*, Aix-en-Provence, 1 : 2-17.
- OHMAN S.E.G. (1961a) : On the contribution of speech segments to the identification of Swedish consonant phonemes. RIT Stockholm, *STL/QPSR* 2 : 12-15.
- OHMAN S.E.G. (1961b) : Relative invariance of sound segments for the identification of Swedish stops in VC and CV syllables. RIT Stockholm, *STL/QPSR* 3 : 6-14.
- OHMAN S.E.G. (1963) : Speech production : coarticulation of stops with vowels. *STL/QPSR*, RIT, Stockholm, 2 : 1-8.
- OHMAN S.E.G. (1966) : Coarticulation in VCV utterances : spectrographic measurements. *JASA* 39/1 : 151-168.
- OHMAN S.E.G. (1967) : Numerical model of coarticulation. *JASA* 41 : 310-320.
- OHMAN S.E.G., ZETTERLUND S., NORDSTRAND L., ENGSTRAND O. (1979) : Predicting segment durations in terms of a gesture theory of speech production. *Proceedings of the 9th ICPS*, Copenhagen, vol II : 305-314.
- O'SHAUGHNESSY D. (1981) : A study of French vowel and consonant durations. *Journal of Phonetics* 9/4 : 385-406.
- PARKER F. (1977) : Distinctive features and acoustic cues. *JASA* 62 : 1051-1054.
- PARKER F. (1977) : Perceptual cues and phonological change. *Journal of Phonetics* 5 : 97-105.
- PERKELL J.S. (1986) : Coarticulation strategies : preliminary implications of a detailed analysis of lower lip protrusion movements. *Speech Communication* 5 : 47-68.
- PERKELL J.S. (1986) : On sources of invariance and variability in speech production. *Invariance and Variability in Speech Processes*, Edited by J.S. Perkell & D.H. Klatt, MIT, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey, 260-263.
- PETERSON G.E., LEHISTE (1960) : Duration of syllable nuclei in English. *JASA* 32 : 693-703.
- PETURSON M., BOTHOREL A. (1973) : Etude sur la coarticulation en français dans les logatomes de type VCV. *Institut de Phonétique de Strasbourg*, 5 : 100-128.
- PETIT O. (1979) : *Etude de la phonologie de la langue arabe* (ouvrage en langue arabe). Al Fikr Al Ambi, Liban, 8-9, 171-192.
- PIKE Kenneth L. (1979) : Universals and phonetic hierarchy. *Proceedings of the 9th ICPS*, Copenhagen, vol II : 48-62.
- PISONI D., LAZARUS J.H. (1974) : Categorical and non categorical modes of speech perception along the voicing continuum. *JASA* 55/2 : 328-333.
- POLS L.C.W. (1986) : Variation and interaction in speech. *Invariance and Variability in Speech Processes*, Edited by J.S. Perkell & D.H. Klatt, MIT, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey, 130-162.
- POLS L.C.W., TROMP H.K.C., PLOMP R. (1973) : Frequency analysis of Dutch vowels from 50 male speakers. *JASA*, 53/4 : 1093-1101.
- PORT Robert (1979) : The influence of tempo on stop closure duration as a cue for voicing and place. *Journal of Phonetics* 8 : 45-56.

- RIGAULT A. (1967) : L'assimilation consonantique de sonorité en français : étude acoustique et perceptuelle. *Proceedings of the 6th ICPS*, Prague, 763-766.
- RIGAULT A. (1975) : Rôle de la durée et du timbre vocalique dans l'identification de la quantité vocalique en Tchèque. *Proceedings of the 8th ICPS*, Leeds.
- ROMAN A. (1977a) : Les variantes "spontanées" des consonnes de la Koinè arabe au VII<sup>e</sup> siècle d'après le Kitab de Sibawayhi. *Travaux de l'Institut de Phonétique d'Aix*, 4 : 217-231.
- ROMAN A. (1977b) : Les zones d'articulation de la Koinè arabe d'après l'enseignement d'Al-Halil. *Arabica*, France, 24/1 : 58-65.
- ROMAN A. (1981) : De la langue arabe comme modèle général de la formation des langues sémitiques et de leur évolution. *Arabica*, 28/2-3 : 127-161.
- ROMAN A. (1984) : Le système phonologique de l'arabe classique contemporain. Aix-en-Provence, *Revue de l'Occident Musulman et de la Méditerranée*, 18.
- ROSNAY de J. (1975) : *Le Macroscopie*. Vers une version globale. Paris : Points, Éditions du Seuil, 351 p.
- ROSSI M., AUTESSERRE D. (1981) : Movement of the hyoid and the larynx and the intrinsic frequency of vowels. *Journal of Phonetics*, 9/2 : 233-249.
- ROSSI M., NISHINUMA Y., TREVARIAN O., MERCIER G. (1981) : Reconnaissance des voyelles par les indices et les traits. *Seminaire GALF-AFCET, Processus d'encodage et de décodage phonétiques*, Toulouse : 2-28.
- ROTH M.T. (1979-80) : Variations acoustiques de la zone stable de la voyelle sous l'influence des consonnes dans les monosyllabes en français. *Recherches / Acoustique*, CNET-Lannion, vol VI : 185-190.
- SANTERRE L. (1991) : Incidences du trait phonologique de durée vocalique sur la prosodie du français Québécois. *Proceedings of the 12th ICPS*, Aix-en-Provence, 4 : 254-257.
- SATAYAWIBOON S. (1989) : Étude acoustique des voyelles fermées du Thaï. *Travaux de l'Institut de Phonétique de Strasbourg*, 21 : 229-263.
- SCHAADE A. (1913) : voir Encyclopédie de l'Islam.
- SCHANE S. (1967) : La phonologie générative. Paris, Didier, Larousse, *Langage* 8, 131 p.
- SCHWARTZ J.L. (1987) : A propos des notions de forme et de stabilité dans la perception des voyelles. *Bulletin du Laboratoire de la Communication parlée*, ICP - Grenoble, 159-190.
- SERENO J., BAUM S., MAREAN G., LIEBERMAN P. (1987) : Acoustic analysis and perceptual data on anticipatory labial coarticulation in adults and children. *JASA* 81 : 512-519.
- SERNICLAES W., WAJSKOP M. (1970) : L'identification vocalique en fonction de la fréquence fondamentale et de la durée de présentation. *R.A. Institut de Phonétique de Bruxelles*, 4 : 54-70.
- SHANNON C.E., WEAVER W. (1949) : *The mathematical theory of communication*. Urbana.
- SHERMAN D. (1952) : The influence of vowels on recognition of adjacent consonants. *Journal of Speech and Hearing Disorders* 17 : 198-212.
- SIBAWAYHI (VIII<sup>e</sup> siècle, éd : T1, 1881 ; T2, 1889) : *Al Kitab* (ouvrage en langue arabe). Paris : Ed H. Derenbourg.

- PORT R. (1980) : Linguistic timing factors in combination. *JASA* 69 : 262-274.
- PORT R. (1981) : On the structure of phonetic space with special reference to speech timing. *Research in Phonetics* 2 : 1-71. Bloomington, Dpt of Linguistics, Indiana University.
- PORT R. (1986) : Invariance in phonetics. *Invariance and Variability in Speech Processes*, Edited by J.S. Perkell & D.H. Klatt, MIT, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey, 540-558.
- PORT R., AL ANI S., MAEDA S. (1980) : Temporal compensation and universal phonetics. *Phonetica* 37 : 235-252.
- PORT R., MITLEB F.F. (1980) : Phonetic and phonological manifestations of the voicing contrast in Arabic-accented English. *Research in Phonetics*, 1, Dpt of Linguistics, Indiana University : 137-165.
- PORT R., ROTUNNO (1979) : Relation between voice onset time and vowel duration. *JASA* 66 : 654-662.
- RAJOUANI A., NAJIM M., MOURADI A., CHIADMI D., OUADOU M. (1986) : Etude de la gémination des occlusives en arabe. *15<sup>e</sup> JEP, GALF - SFA*, 15-17.
- RAKOTOFIRINGA H. (1985) : Note sur les variations du timbre vocalique en fonction de l'entourage consonantique. *Bulletin de l'Institut de Phonétique de Grenoble*, 14 : 1-10.
- RAPHAEL L.J. (1970) : Effect of vowel duration upon the perception of the voicing characteristic of word-final consonants. *JASA* 47 : 1-58.
- RAPHAEL L.J. (1971) : Preceding vowel duration as a cue to the perception of American English consonants in word final position. *Supplement to Haskins laboratories Status Report on Speech Research*, New Haven : Connecticut.
- RAPHAEL L.J. (1972) : Preceding vowel duration as a cue to the perception of the voicing characteristic of word final consonants in American English. *JASA* 51 : 1296-1303.
- RAPHAEL L.J. (1975) : The physiological control of durational differences between vowels preceding voiced and voiceless consonants in English. *Journal of Phonetics* 3 : 25-33.
- RAPHAEL L.J. (1981) : Durations and contexts as cues to word-final cognate opposition in English. *Phonetica* 38 : 126-147.
- RECASENS D. (1984a) : V-TO-V coarticulation in Catalan VCV sequences. *JASA* 76 : 1624-1635.
- RECASENS D. (1984b) : V-TO-V coarticulation in Catalan VCV sequences : an articulatory and acoustical study. *Journal of Phonetics*, 12/1 : 61-73.
- RECASENS D. (1985) : Coarticulatory patterns and degrees of coarticulatory resistance in Catalan CV sequences. *Language and Speech* 28 : 97-114.
- RECASENS D. (1986) : An acoustic analysis of V-TO-C and V-TO-V : coarticulatory effects in Catalan and Spanish CVC sequences. *Haskins Laboratories*, SR-86/87 : 71-86.
- REPP B.H., MANN V.A. (1982) : Fricative stop coarticulation : acoustic and perceptual evidence. *JASA* 71/6 : 1562-1567.
- REVOILE S., PICKETT J.M., HOLDEN L.D., TALKIN D. (1982) : Acoustic cues to final stop voicing for impaired and normal-hearing listeners. *JASA* 72 : 1145-1154.
- RIGault A. (1961) : Rôle de la fréquence, de l'intensité et de la durée vocaliques dans la perception de l'accent en français. *Proceedings of the 4th ICPS, Helsinki* : 735-748.

- SIMON P. (1961) : Les consonnes françaises et leurs variations dans la chaîne parlée d'après les films radiologiques. *Proceedings of the 4th ICPS*, Helsinki, 241-249.
- SIMONS W.F. (1980) : Transformation of the vowel triangles of different speakers. *IPÖ Annual Progress Report*, 15 : 29-32.
- SLIS I.H. (1967) : What causes the voiced-voiceless distinction ? *Proceedings of the 6th ICPS*, Prague, 841-844.
- SOCK R. (1983) : Quantity contrast versus rate. A resistivity experiment in Wolof (Gambia). *Proceedings of the 10th ICPS*, Utrecht.
- SOCK R. (1984) : Une compensation temporelle, en fonction de la vitesse d'élocution, dans le timing de l'opposition de quantité vocalique du Wolof en Gambie. *Bulletin de l'Institut de Phonétique de Grenoble*, 13 : 25-84.
- SOCK R., OLLILA L., DELATTRE C., ZILLIOX C., ZOHAIK L. (1987) : Timings intersegmental et intrasegmental en français. *16<sup>e</sup> JEPISFA*, Hammamet : 233-236.
- SORIN C. (1989) : Perception de la parole continue. *Psychoacoustique de la perception auditive* : 124-139.
- STEVENS K.N. (1972) : The quantal nature of speech: evidence from articulatory acoustic data. *Human Communication, a unified view* (P.B. Denes, E.Z. Davis Jr, eds), 51-66.
- STEVENS K.N. (1979) : Modes of conversion of airflow to sound, and their utilisation in speech. *Revue de Phonétique Appliquée*, 49-50 : 69-100.
- STEVENS K.N., BLUMSTEIN S.E. (1978) : Invariant cues for place of articulation in stop consonants. *JASA* 64/5 : 1358-1368.
- STEVENS K.N., HOUSE A.S. (1963) : Perturbation of vowel articulation by consonantal context : an acoustical study. *Journal of Speech and Hearing Research*, 6/2 : 111-128.
- STEVENS K.N., HOUSE A.S., PAUL A.P. (1966) : Acoustic description of syllable nuclei : an interpretation in terms of a dynamic model of articulation. *JASA* 40 : 123-132.
- STEVENS K.N., PERKELL J.S. (1977) : Speech physiology and phonetic features. *Dynamic Aspects of Speech Production*, M. Sawashima & F.S. Cooper (eds), 323-341, Tokyo, University of Tokyo Press.
- STEVENS K.N. (1991) : The contribution of speech synthesis to phonetics : Dennis Klatt's legacy. *Proceedings of the 12th ICPS*, Aix-en-Provence, 1 : 28-39.
- STRAKA G. (1959) : Durée et timbre vocaliques. *Zeitschrift für Phonetik und allgemeine Sprachwissenschaft*, Band 12. Heft 1-4, 276-300.
- STUDDERT-KENNEDY M. (1970) : The perception of speech. *Haskins Laboratories, Status Report On Speech Research* 23 : 15-48.
- STUDDERT-KENNEDY M. (1974) : Speech perception. *Haskins Laboratories, Status Report On Speech Research*, SR - 39-40 : 1-52.
- STUDDERT-KENNEDY M. (1975) : From acoustic signal to phonetic message. *Journal of Communication Disorders* 8 : 181-188.
- STUDDERT-KENNEDY M. (1975) : Speech perception. *Proceedings of the 9th ICPS*, Copenhagen, I : 59-82.
- STUDDERT-KENNEDY M. (1983) : Perceiving phonetic events. *Haskins Laboratories : Status Report on Speech Research* RS - 74-75 : 53-69.

- SUMMERFIELD Q., BAILEY P.J. (1979) : What tells us speech is speech ? *Proceedings of the 9th ICPS*, Copenhagen, vol II : 482-492.
- SUSSMAN H.M., MACNEILAGE P.F., HANSON R.J. (1973) : Labial and mandibular mechanisms during the production of bilabial stop consonants. *Journal of Speech and Hearing Research*, 16 : 397-420.
- SUSSMAN H., WESTBURY J. (1981) : The effects of anticipatory gesture on temporal and amplitude parameters of anticipatory bilabial articulation. *Journal of Speech and Hearing Research*, 46 : 16-24.
- TROCME H. (1977) : L'acoustique des voyelles prétoniques anglaises (mesure des formants, de l'intensité, de la fréquence fondamentale). *Revue de Phonétique Appliquée*, 30 : 55-78.
- TROUBETZKOJ N.S. (1968) : *Principes de Phonologie*, Ed 1976, Klincksieck, Paris, Traduction Jean Cantincau, 396p.
- TULLER B., KELSO J.A.S. (1984) : The timing of articulatory gestures : evidence for relational invariants. *JASA* 76 : 1030-1036.
- TURVEY M.T. (1977) : Preliminaries to a theory of action with reference to vision. *Perceiving, Acting and Knowing : Towards an Ecological Psychology* (R. Shaw, J. Bransford, eds), 211-256, Hillsdale, N.J., Erlbaum.
- USHIJIMA T., HIROSE H. (1974) : Electromyographic study of the velum during speech. *Journal of Phonetics*, 2 : 315-326.
- VAISSIERE J. (1985) : Etude des variations allophoniques de la voyelle [a] et ses conséquences pour la reconnaissance automatique de la parole. *14<sup>e</sup> JEP*, Groupe Communication Parlée, SFA : 304-307.
- VALLEE N., BOE L.J., SCHWARTZ J.L. (1991) : Tendances universelles et stabilité des systèmes vocaliques. *Proceedings of the 12th ICPS*, Aix-en-Provence, 3 : 142-145.
- VAN DEN BERG R.J.H. (1989) : Perception of voicing in Dutch two-obstruent sequences : covariation of voicing cues. *Speech Communication*, 8/1 : 17-25.
- VERBRUGGE R.R., STRANGE W., SHANKWEILER D.P., EDMAN T.R. (1976) : What information enables a listener to map a talker's vowel space. *JASA* 60 : 198-212.
- WAJSKOP M. (1967) : Identification de voyelles en fonction de leur durée. *Proceedings of the 6th ICPS*, Prague : 997-1000.
- WAJSKOP M. (1979) : Segmental durations of French intervocalic plosives. *Frontiers of Speech Communication research*, Lindblom & Ohman, eds : 109-123.
- WAJSKOP M., SWEERTS J. (1973) : Voicing cues in oral stop consonants. *Journal of Phonetics*, 1 : 121-130.
- WAKITA H. (1979) : New methods of analysis in speech acoustics. *Proceedings of the 9th ICPS*, Copenhagen, vol I : 169-176.
- WALSH T., PARKER F. (1981) : Vowel length and "voicing" in a following consonant. *Journal of Phonetics*, 9/3 : 305-308.
- WALSH T., PARKER F. (1981) : Vowel termination as a cue to voicing in post-vocalic stops. *Journal of Phonetics*, 9/1 : 105-108.
- WALSH T., PARKER F. (1984) : A review of the vocalic cues to [±voice] in post-vocalic stops in English. *Journal of Phonetics*, 12/3 : 207-218.

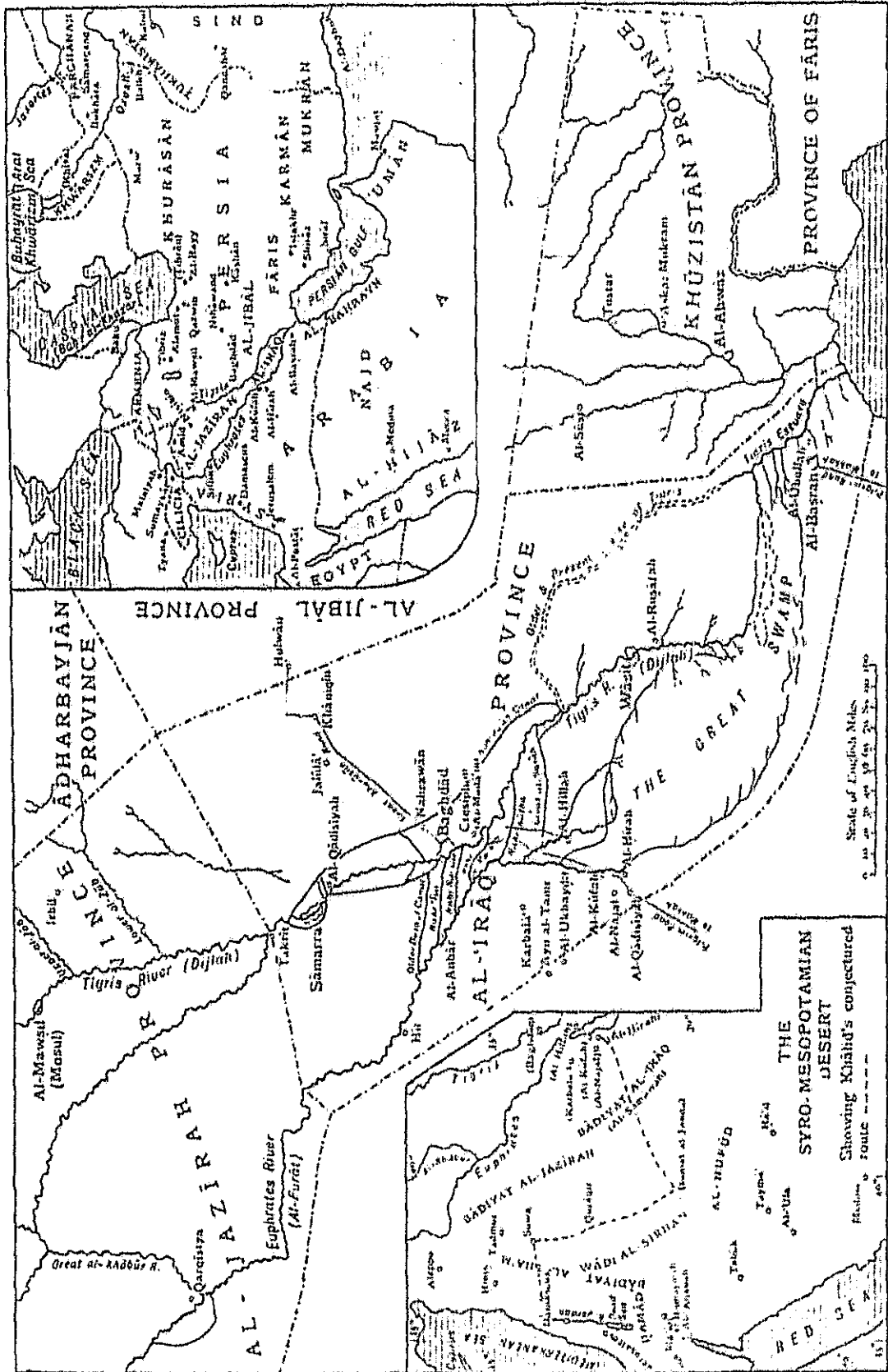


- WEIL G. (1915) : Zumverständnis der methode der Moslemischen Grammatiker, *Festschrift* dédié à E. Sachau, Berlin, 380-392.
- WELLS J.C. (1979) : Phonetic variation in dialectology. *Revue de Phonétique Appliquée*, 49-50 : 101-114.
- WIJK K. (1961) : Phonemic boundaries of Finnish vowels. *Proceedings of the 4th ICPS*, Helsinki : 795-799.
- WIJK K., LEHISTE I. (1968) : Vowel quantity in Finnish disyllabic words. *Congressus secundus internationalis finnougristarum*, Helsinki, 1965 : 293-303.
- WOLF C.G. (1978) : Voicing cues in English final stops. *Journal of Phonetics*, 6 : 299-309.
- WU Z., SUN G. (1991) : A study of coarticulation of unaspirated stops in CVCV context in standard Chinese. *Proceedings of the XIIIth ICPS*, Aix-en-Provence, 3 : 374-377.
- YENI-KOMSHIAN G.H., SOLI S.D. (1981) : Recognition of vowels from information in fricatives : perceptual evidence of fricative-vowel coarticulation. *JASA* 70/4 : 966-975.
- ZAKARIA D.M. (1980) : علم اللغة الحديث، اللسانيات، *[La linguistique, science moderne du langage]* (ouvrage en langue arabe), Beyrouth, Association universitaire pour la recherche, l'édition et la publication, édition de 1983, 320 p.
- ZERLING J.P. (1980) : Corrélations entre variabilité articulatoire et variabilité acoustique chez deux locuteurs. *11° JEP / GCP / GALF*, Strasbourg : 121-132.
- ZERLING J.P. (1991) : Labialité vocalique : étude comparée des types, degrés et stratégies articulatoires de plusieurs langues. *Proceedings of the 12th ICPS*, Aix-en-Provence, 3 : 46-49.
- ZIMMERMAN S.A., SAPON S.M. (1958) : Note on vowel duration seen cross-linguistically. *JASA* 30 : 152-153.
- ZUE V.W., COLE R.A. (1979) : The use of context during spectrogram reading. *Speech Communication*, 97th Meeting of the Acoustical Society of America, J.J Wolf & D.H. Klatt (eds), Acoustical Society of America, New York.
- ZUE V.W. (1991) : From signals to symbols to meaning : on machine understanding of spoken language. *Proceedings of the 12th ICPS*, Aix-en-Provence, 1 : 74-83.

# ANNEXES

ANNEXE 1

Carte géographique représentant l'Irak, le Khuzistan et une partie de la presqu'île arabe lors de l'avènement de l'Islam (HITTI, 1956 : 154-155)

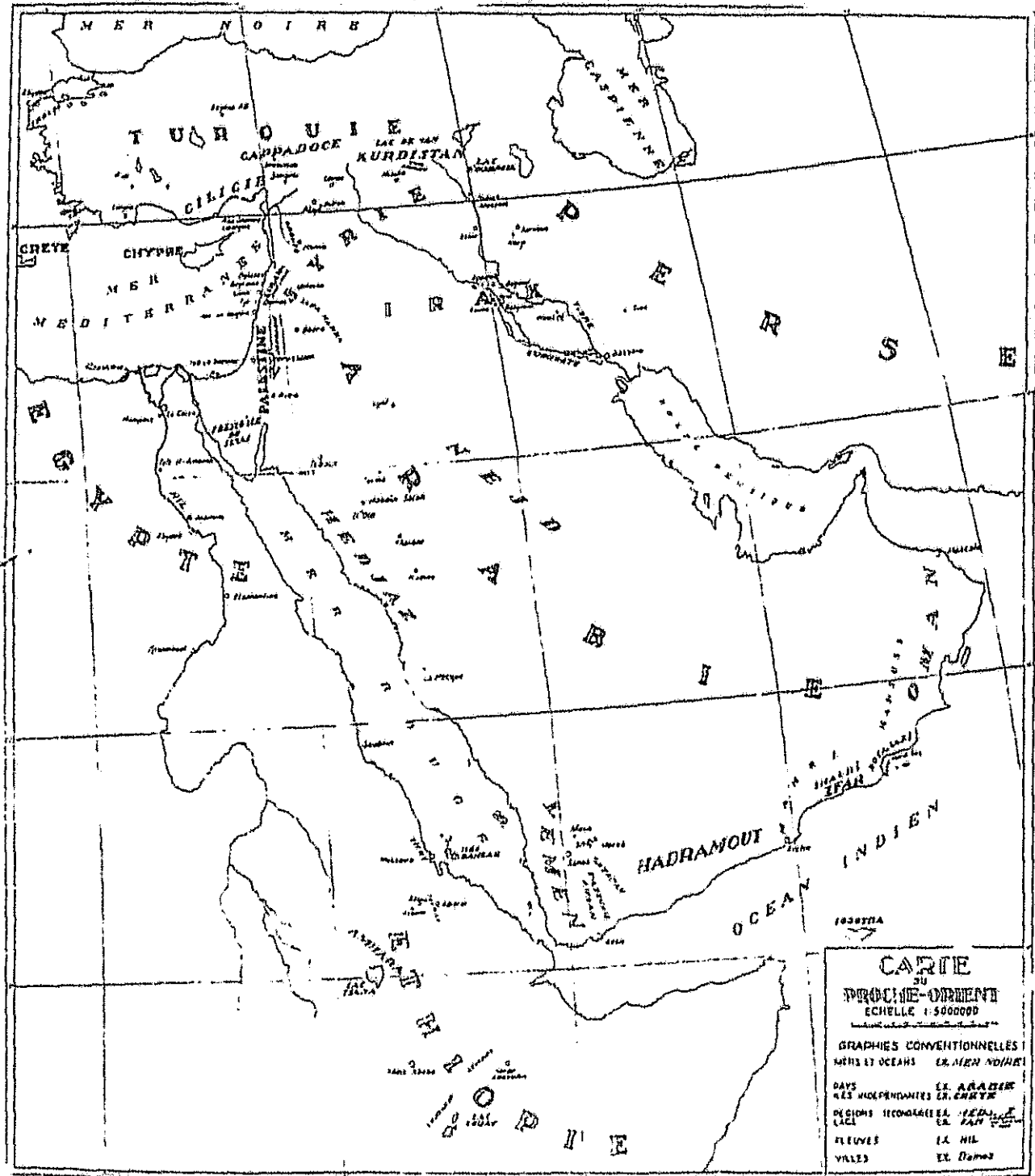


AL-IRĀQ, KHUZISTĀN AND PART OF AL-JAZĪRAH

17a face page 154

ANNEXE 2

Carte très schématique représentant le Proche-Orient dans laquelle on voit nettement les régions du Nejd (ou Najd) et du Hedjaz (ou Hijaz)  
(FLEISCH, 1947)



## ANNEXE 3

Corpus relatif au paragraphe III.2.2.1.

3.1 - Mots signifiants en arabe standard, de structure syllabique CVC; le noyau vocalique est constitué de la voyelle brève [a]

SYLLABE	SIGNIFICATION <sup>1</sup>
[fam]	bouche
[kaz]	est dégoûté de quelque chose
[bal]	mais
[dam]	sang
[lam]	ne pas
[fa]	se dilue
[man]	qui
[ʔak]	doute
[dal]	montre
[ba]	sourit
[lak]	à toi
[kal]	se fatigue
[dan]	teinte
[maʒ]	aspire
[ʔal]	paralyse
[bat]	conclut
[ka]	rembrunit
[mas]	touche
[lat]	parler pour ne rien dire
[maʔ]	s'ennuie
[mat]	se rapporte à
[sal]	panier

<sup>1</sup> Pour l'ensemble du corpus, nous nous sommes basés sur le dictionnaire "Muhit-ul-muhit" [muhi:tulmuhi:t], de Butrus-ul-BUSTANI, Librairie du Liban, Beyrouth, édition de 1986 (première édition 1979). Le travail de traduction a été effectué par Yolla Abou Haidar, à qui nous sommes profondément reconnaissantes pour les heures qu'elle a bien voulu consacrer à ce dur labeur.

3.2. Mots signifiants en arabe standard, de structure syllabique CVC; le noyau vocalique est constitué de la voyelle longue [a:]

SYLLABE	SIGNIFICATION
[fa:m]	fait du pain
[ka:z]	gazoline
[ba:l]	avis
[da:m]	dure
[la:m]	reproche
[fa:l]	se vante
[ma:n]	prend quelqu'un en charge
[ʔa:k]	douteux
[da:l]	se dit quand un empire ou un état disparaissent
[ba:l]	souriant
[la:k]	parle sans articuler
[ka:l]	mesure (verbe)
[da:n]	condamne
[ma:ʕ]	fluctue
[ʔa:l]	châle
[ba:t]	s'abrite
[ka:l]	a peur
[ma:s]	diamant
[la:t]	tait une nouvelle
[ma:l]	argent
[ma:t]	meurt
[sa:l]	coule

3.3. Mots significants en français, de structure syllabique CVC ; le noyau vocalique est constitué de la voyelle [a]

SYLLABE	GRAPHIE
[fam]	femme
[kaz]	case
[bal]	balle
[dam]	dame
[lam]	lame
[fa]	fâche
[man]	manne
[jak]	chaque
[dal]	dalle
[ba]	bâche
[lak]	laque
[ka]	cale
[dan]	damne
[maz]	mage
[la]	châle
[bat]	batte
[ka]	cache
[mas]	masse
[lat]	latte
[mal]	matte
[mat]	mate
[sa]	salle

## ANNEXE 4

Corpus relatif au paragraphe III.2.3.2.

## LISTE 1

CVC	SIGNIFICATION
[tun]	thon
[nɪd]	semblable
[lat]	parler pour ne rien dire
[tu:t]	mère
[ti:n]	figue
[la:t]	parle sans articuler
[kʌl]	mange (impératif)
[ʔuk]	gratte
[di:k]	coq
[lim]	pourquoi

## LISTE 2

CVC	SIGNIFICATION
[ta:b]	se repentit
[tab]	coupe
[muz]	amer
[luʒ]	entre
[li:f]	fibre
[nu:h]	Noé
[ʃab]	jeune (homme)
[zu:r]	faussaire
[ʒu:ʒ]	faim
[va:ʁ]	secours

## LISTE 3

CVC	SIGNIFICATION
[dan]	jarre
[ik]	enfile
[a:b]	blanchit
[ʒi:r]	terre
[ʔuf]	oh
[ʔa]	ramasse l'herbe
[ra:d]	explore
[ʔiʃ]	si
[ʔul]	humiliation
[sit]	dame



## LISTE 4

CVC	SIGNIFICATION
[dar]	donne en abondance
[tu:n]	torchon roulé en balle
[li:n]	douceur
[da:n]	condamne
[yul]	chaîne
[ʒul]	épargne
[si:X]	couteau* (dialectal)
[zir]	bouton
[da:r]	cour
[muX]	cerveau

## LISTE 5

CVC	SIGNIFICATION
[Xa:r]	exténué
[dub]	ours
[ni:r]	joug
[yan]	abondamment boisé
[su:ʔ]	mal
[ʒu:d]	générosité
[Xar]	se prosterner
[ya:n]	assoiffé
[ku:b]	verre
[yib]	absente-toi

## LISTE 6

CVC	SIGNIFICATION
[hi:n]	instant
[hub]	amour
[ʒa]	se dit de l'oiseau qui reste dans son nid
[ra:z]	soupeser
[his]	sens
[θum]	bouche
[sin]	âge
[laθ]	délicieux
[lu:z]	*2
[di:n]	religion

<sup>2</sup> Dans quelques rares cas nous avons été amenée à introduire des logatomes dans la listes des mots signifiants.

## LISTE 7

CVC	SIGNIFICATION
[la:ʃ]	se cache
[kum]	manche
[ʁud]	reviens (impératif)
[zi:ʒ]	fil de construction
[Xil]	ami
[sa:r]	marche
[sir]	secret
[rub]	sirop
[dul]	côté
[li:n]	lettre de l'alphabet ("ch")

## LISTE 8

CVC	SIGNIFICATION
[lak]	le doute
[tu:m]	perles
[ʒu:n]	golfe
[ʔar]	jeune ignorant
[a:k]	qui doute
[hu:t]	baleine
[yif]	*
[ʔa:r]	laurier
[ʃi:l]	nourrit
[ʔum]	se dit des insectes qui grouillent

## LISTE 9

CVC	SIGNIFICATION
[haʒ]	pèlerinage
[ra:X]	humilie
[hil]	défait
[lub]	pulpe
[sil]	tuberculose
[das]	tate
[du:d]	vers
[ni:l]	le Nî
[da:s]	piétine
[Xum]	poulailler

## LISTE 10

CVC	SIGNIFICATION
[sul]	maladie
[ti:h]	être perdu
[ʒid]	travaille, peine
[sa:f]	rangée de pierre dans un mur
[saf]	ingurgite
[bur]	blé
[ʒun]	devient fou
[ʒi:d]	poignet
[ʒa:h]	s'amointrit, diminue
[@u:m]	ail

## LISTE 11

CVC	SIGNIFICATION
[yu:l]	créature mythique
[ʒar]	traîne
[ʒa:h]	protège son bien
[ʒu:d]	le luth
[ʒir]	jeune inexpérimenté
[ʒa:r]	voisin
[mi:l]	mesure de distance (mile : 1,8 km)
[ʒur]	libre
[ʒan]	conjonction de coordination
[ra:b]	caillé (le lait)

CVC	SIGNIFICATION
[ʒi:z]	gloire
[sum]	poison
[biʃ]	publie
[laʒ]	insiste
[nu:n]	lettre "n"
[si:n]	lettre "s"
[la:ʒ]	tourne dans sa bouche
[Xuf]	léger
[mud]	tends
[ni:ʒ]	viande crue

LISTE 13

CVC	SIGNIFICATION
[ʒin]	les djinns
[Xa:n]	auberge
[Xan]	parle du nez
[mur]	amer
[ʒul]	soif
[ʒi:l]	génération
[kat]	paume
[nu:r]	lumière
[ku:X]	cabane
[ʒaf]	sec

LISTE 14

CVC	SIGNIFICATION
[ka:f]	lettre "k"
[hu:r]	le manque et la perte
[ʒif]	*
[ʒa:f]	rassemblement de gens
[ri:]	plume
[ʒub]	endroit mystérieux
[hat]	sauterelles mortes
[raX]	se ramollit
[hir]	chat
[kun]	soit

LISTE 15

CVC	SIGNIFICATION
[tim]	hâche
[daʃ]	laisse
[su:d]	noirs
[zi:z]	cigale
[da:y]	physionomie
[ʒub]	la marée haute sur la plage
[mub]	depuis
[li:m]	soisie
[yil]	haine
[Xa:l]	oncle maternel

## LISTE 16

CVC	SIGNIFICATION
[XaI]	vinaigre
[suI]	est atteint de tuberculose
[ʔum]	mère
[ʔi:h]	plante
[ʔar]	le mal
[su:r]	rempart
[ku:s]	virage
[ʔaX]	frère
[ʔa:r]	celui qui donne de bons conseils
[mu:n]	cautionne

## LISTE 17

CVC	SIGNIFICATION
[ʔin]	conjonction de coordination
[ha:]	il rassemble
[ri:h]	vent
[hum]	eux
[han]	s'attendrit
[rab]	Dieu
[bir]	bien
[sil]	relie
[ʔi:n]	glaise
[ʔan]	teinte

## LISTE 18

CVC	SIGNIFICATION
[qit]	chat
[haq]	droit
[ʔun]	tonne
[ʔa:l]	se prolonge
[ʔa:y]	prépondérant
[ʔu:l]	longueur
[ya:q]	oiseau aquatique
[yaʔ]	*
[qaf]	sec
[qa:s]	fond

## LISTE 19

CVC	SIGNIFICATION
[ʔil]	ombre
[ʔi:t]	réputation
[qal]	se perd
[ʔiq]	un volet
[had]	incite

[qu]	dis
[da:l]	perdu
[da:y]	*
[qu:t]	nourriture

## LISTE 20

CVC	SIGNIFICATION
[ya:d]	diminue
[ʔas]	étouffe
[sɑf]	classe
[ʔa:b]	est agréable
[ʔib]	sois paisible
[ʃi:n]	la Chine
[sɑd]	repousse
[ʔis]	voleur
[hɑθ]	chance
[hɑq]	flacon

## LISTE 21

CVC	SIGNIFICATION
[ʃɑ:d]	lettre de l'alphabet
[ʃɑ:ʔ]	moule
[tu:b]	terre cuite
[ʔɑ:s]	plonge
[ʔɑd]	tendre
[dɑb]	haine
[dɑ:f]	accueille
[qim]	balaies (impératif)
[qi:l]	il a été dit
[hɑl]	reste

## LISTE 22

CVC	SIGNIFICATION
[ziq]	outré
[hɑq]	droit
[Xus]	hutte
[qɑ:l]	dit
[ʃɑ:ʔ]	lettre de l'alphabet
[su:f]	laine
[ʔɑ:ʔ]	creuse un trou
[ʔɑm]	enterre
[ʔɑt]	atterrit
[sɑ:b]	variété d'arbres

## LISTE 23

CVC	SIGNIFICATION
[qif]	arrête
[n:b]	musc
[qal]	s'amointrit
[zi:q]	partie du col qui touche le cou
[baʒ]	brille
[dur]	pauvreté
[ba:l]	ombrageux
[da:ʒ]	se perd
[su:s]	poussin
[fa:ʒ]	rude

## LISTE 24

CVC	SIGNIFICATION
[ʒaʒ]	creuser une faille
[qa]	paille
[qa:f]	lettre de l'alphabet

**ANNEXE 5**



Corpus de paires minimales signifiantes en arabe standard relatif au paragraphe III.2.4.1.

PAIRE MINIMALE SIGNIFICATION	SIGNIFICATION SECOND TERME (VOYELLE LONGUE)	PREMIER TERME (VOYELLE BREVE)
[ <i>tāb</i> ] <sup>3</sup> - [ <i>tāb</i> ] <sup>4</sup>	il coupe ou tue	il se repent
[ <i>kāf</i> ] - [ <i>kāf</i> ]	paume	il rompt <sup>5</sup>
[ <i>qaf</i> ] - [ <i>qāf</i> ]	contraction de deux mots, le [q] de [ <i>waqf</i> ]: arrêt, et le [f] de [ <i>ku:fi:</i> ]; le mot [ <i>qaf</i> ] signifie "arrêt", et désigne les endroits où les habitants de Kufa marquaient un temps d'arrêt dans la lecture du Coran.	il suit
[ <i>qāf</i> ] - [ <i>qāf</i> ]	il diminue	il dit
[ <i>dān</i> ] - [ <i>dān</i> ]	grande jarre pour le vin	il condamne
[ <i>dās</i> ] - [ <i>dās</i> ]	il cache, fait disparaître	il piétine
[ <i>dār</i> ] - [ <i>dār</i> ]	il donne avec générosité se remplir	maison
[ <i>dāf</i> ] - [ <i>dāf</i> ]	il laisse	il pousse brutalement
[ <i>dāf</i> ] - [ <i>dāf</i> ]	il se perd	perdu (dévoté)
[ <i>šak</i> ] - [ <i>šak</i> ]	le doute	se dit d'un arbre dont les épines sont sorties
[ <i>šab</i> ] - [ <i>šab</i> ]	jeune homme (familier)	a les cheveux blancs;
[ <i>šad</i> ] - [ <i>šād</i> ]	il empêche, interdit	lettre de l'alphabet
[ <i>šān</i> ] - [ <i>šān</i> ]	parle du nez	auberge
[ <i>šūn</i> ] - [ <i>šūn</i> ]	bouche	ail
[ <i>šin</i> ] - [ <i>šin</i> ]	dent	lettre de l'alphabet
[ <i>šāf</i> ] - [ <i>šāf</i> ]	il ramasse l'herbe n peu familier)	il rassemble (se dit surtout pour le bétail)
[ <i>šāf</i> ] - [ <i>šāf</i> ]	il boit sans se désaltérer	il patiente
[ <i>šāh</i> ] - [ <i>šāh</i> ]	s'amoindrit	se dit de quelqu'un qui protège sa propriété et qui est prêt à se battre pour cela

3 Le choix de la structure CVC étant très contraignant dans une langue comme l'arabe, nous sommes consciente de ne pas avoir respecté les règles syntaxiques qui font que chaque nom se termine par un des trois signes diacritiques [a], [u], [i], et chaque verbe à l'infinif par le signe diacritique [a]. Mais sans ce choix, il est presque impossible de constituer un corpus de mots isolés en arabe standard de structure syllabique CVC.

4 Les contraintes d'utilisation de polices de caractères lors de la frappe de cette annexe font que les voyelles longues sont notées différemment que dans l'ensemble de notre travail : l'allongement n'est plus indiqué par les deux points (:) situés après la voyelle, mais par une barre horizontale (-) située au-dessus de la voyelle.

5 Certains mots sont polysémiques ; nous n'indiquons qu'une seule signification pour chacun de ces termes.

[ʕar] - [ʕār]	il s'agenouille	il faiblit
[ʕaʔ] - [ʕāʔ]	vinaigre	oncle maternel
[ʕar] - [ʕār]	le mal	celui qui donne de bons conseils
[ħur] - [ħūr]	libre	le manque et la perte
[ʔaʔ] - [ʔāʔ]	une grande hache	taît une nouvelle
[ðaʔ] - [ðāʔ]	presse, trempé dans l'eau	creuse un trou
[xɪq] - [xīq]	sorte de jarre, de cruche en terre cuite	le fil utilisé par les maçons pour que le mur soit droit
[rāb] - [rāb]	Dieu ; propriétaire, maître	caillé (se dit du lait)
[ðad] - [ðād]	se dit d'une plante ou d'une personne qui est jeune et encore tendre	se dit de l'eau qui disparaît dans la terre
[ʕid] - [ʕīd]	forme impérative de "promettre"	fête
[ʕid] - [ʕīd]	forme impérative du verbe [ʕa:da], donner avec générosité	le cou
[ðan] - [ðān]	se dit des dattiers qui atteignent leur maturité	a soif
[ʕun] - [ʕūn]	devenir fou, mais très peu usité	golfe
[dar] - [dār]	le lait en abondance dans les mamelles	cœur
[ʕāʔ] - [ʕāʔ]	rassemblement de gens	sec
[raʕ] - [rāʕ]	devenir plus facile ou plus tendre	se détend
[ðaʕ] - [ðāʕ]	a la gorge nouée	il plonge
[ʔaʕ] - [ʔāʕ]	il insiste	persiste dans une querelle
[ʔaʕ] - [ʔāʕ]	devient appétissant	s'abrite chez quelqu'un
[ʕar] - [ʕār]	une dépression dans un terrain	voisin
[ðar] - [ðār]	une fissure dans un terrain, ou bien dans une robe, ou bien le fil de l'épée	laurier
[ðuʔ] - [ðuʔ]	la soif	le Ghoul, créature mythologique

**ANNEXE 6**

## Corpus relatif au paragraphe III.3.2.1.

Consonne finale sourde / Consonne finale sonore ; les syllabes comprenant une voyelle longue sont en début de liste.

PAIRE MINIMALE	SIGNIFICATION MOT 1 (première syllabe)	SIGNIFICATION MOT 2 (deuxième syllabe)
[bāh] - [bāʔ]	dévoile un secret	vend
[māʔ] - [māʕ]	plante légumineuse	ondulé
[nāh] - [nāʕ]	se lamente	s'élève
[qāʔ] - [qād]	nourrit	guide
[qāh] - [qāʔ]	balaie	fond
[dāh] - [dāʔ]	déserte	se perd
[fāʔ] - [fād]	rate	mélange (deux choses)
[fāh] - [fāʔ]	embaume	pullule
[sāʕ] - [sāʔ]	surface	goûte
[sāh] - [sāʔ]	pluie	gaspille (l'eau)
[ʕāʔ] - [ʕād]	errant	construit
[ʕāh] - [ʕāʔ]	protège son bien	se répand
[hāʔ] - [hād]	rôle (oiseau de proie)	aigu
[hāʔ] - [hāʕ]	rassemble (bétail)	pèlerin
[šāʔ] - [šād]	le "moi"	protège
[zāʔ] - [zād]	il huile	augmente
[zāh] - [zāʔ]	change de route	a faim
[ʔāʔ] - [ʔād]	il querelle	revient
[ʔāʔ] - [ʔāʕ]	sème la destruction	s'en remettre (à Dieu)
[ʔāʔ] - [ʔāʕ]	vit	ivoire
[hāʔ] - [hād]	donne (impératif)	grondement de la mer
[hāʔ] - [hāʕ]	aboie	se déchaine
[ʔāh] - [ʔāʔ]	apparaît	est éploré
[rūh] - [rūʔ]	âme	cœur
[rāʔ] - [rāʕ]	faible	cuit et prêt (aliment)
[rāʕ] - [rāʔ]	s'affaiblit	agir avec hypocrisie
[rāh] - [rāʔ]	part	terrasse
[sāʔ] - [sād]	émette un son	chasse
[sāh] - [sāʔ]	crie	unité de mesure (grains)
[māʔ] - [mād]	meurs (impératif)	étends (impératif)
[māʔ] - [mād]	allonger (quelque chose)	marée haute
[māʕ] - [māʕ]	touche	difficile
[qāʕ] - [qāʕ]	cure	ver à soie
[fāʔ] - [fāʕ]	imbécile	rude
[fāʔ] - [fād]	effrite	piétine (le sol)
[hāʔ] - [hād]	rapide (cheval)	limite
[hāʔ] - [hāʕ]	ramasse (herbe)	part en pèlerinage
[ʕāʕ] - [ʕāʕ]	palpe	rasc

Tableau A.25.  
Locuteur 5 - Voyelle longue [i:]

	F1	F2	F3
tira	298	2458	3380
dika	307	2394	3381
li:f	326	2464	3469
sira	305	2357	3243
lima	330	2578	3485
sira	312	2402	3388
nira	330	2567	3477
hira	325	2533	3289
dira	331	2488	3418
zira	347	2483	3203
fi:ra	346	2518	3265
fi:l	344	2558	3514
ni:l	345	2495	3203
tira	357	2460	3345
sira	351	2498	3624
mi:l	320	2515	3395
si:ra	336	2629	3499
ni:r	325	2496	3506
gi:l	345	2455	3484
ri:f	350	2490	3012
zi:z	338	2539	3295
li:ra	351	2535	3626
fi:ra	312	2507	3289
ri:ra	347	2498	3031
ti:ra	324	2559	3501
si:r	345	2468	3310
si:ra	282	1726	2762
gi:l	318	2428	3240
pi:ra	330	2424	3229
zi:ra	338	2454	3287
MOYENNE	331	2466	3338
ECART-TYPE	18	151	184

[ʔas]-[ʔax]	garde de nuit	fort
[həʃ]-[həʒ]	faible	grésille (feu)
[lat]-[lad]	grande roche	il querelle violemment
[raʃ]-[raʒ]	saupoudre	vibre
[bət]-[bud]	reste la nuit (impératif)	échappatoire

## ANNEXE 7

Ce corpus est relatif au paragraphe III.3.2.1.

Consonne initiale sourde / Consonne initiale sonore ; les syllabes comprenant une voyelle longue se trouvent en début de liste.

PAIRE MINIMALE	SIGNIFICATION MOT 1 (première syllabe)	SIGNIFICATION MOT 2 (deuxième syllabe)
[tīn]-[dīn]	figue	religion
[tām]-[dām]	tissu roulé en balle	en-dessous
[tāb]-[dāb]	se repentit	qualificatif d'animaux à quatre pattes
[tān]-[dān]	complet	dure
[tāʒ]-[dāʒ]	couronne	suite du pèlerin (ses serviteurs)
[tāh]-[dāh]	erre	est perplexe
[tāʔ]-[dāʔ]	lettre de l'alphabet	lettre de l'alphabet
[tāf]-[dāf]	fait le tour	accueille
[tāð]-[dāð]	*	*
[tāʔ]-[dāʔ]	obéissant	s'égare
[tāʔ]-[dāʔ]	dure	perdu
[tāx]-[dāx]	vole	nuisible
[tāx]-[dāx]	rempart	faux
[sād]-[dād]	règne	augmente
[sāf]-[dāf]	rang de pierres	marche nonchalemment
[sāh]-[dāh]	gras (bétail)	disperse (bétail)
[sāð]-[dāð]	agréable à boire	espèce d'oiseaux
[sāh]-[dāh]	*	*
[sāʔ]-[dāʔ]	se liquéfie	disparaît
[sār]-[dār]	réjouissant	visite
[sāb]-[dāb]	déçu	s'absente
[sān]-[dān]	brut	nuageux
[sāf]-[dāf]	a peur	espèce d'arbre
[sāʔ]-[dāʔ]	oncle maternel	serrure
[sār]-[dār]	s'affaiblit	envie
[sāʔ]-[dāʔ]	privé	plonge
[hāt]-[dāt]	rôde	quereller
[hād]-[dād]	aigu	revient
[hān]-[dān]	rôde	flotte
[hāq]-[dāq]	in lieu	indigne
[hāf]-[dāf]	s.c. (pain)	facile
[hāʔ]-[dāʔ]	rassemble (bétail)	vit
[hās]-[dās]	entre en possession	a besoin
[hāʒ]-[dāʒ]	pèlerin	ivoire
[hāʔ]-[dāʔ]	état	s'appauvrit
[hār]-[dār]	chaud	honte
[tak]-[dak]	coupe	tassé (le sol)
[tab]-[dab]	coupe	très poilu

[taw]-[daw]	entier, complet	se ng
[taf]-[daf]	petit ver (affecte la peau)	instrument de musique
[tal]-[dal]	monticule	indigne
[[taw]-[daw]	eau en abondance	"o" court en arabe (signe diacritique)
[tan]-[dan]	tinte	est avare de..
[taf]-[daf]	apparaît	s'égare
[tar]-[dar]	coupe	le manque
[sir]-[dir]	secret	bouton
[saf]-[daf]	boire beaucoup	oiseau qui n'a que du duvet
[sal]-[dal]	panier	glisse
[sad]-[dad]	tire	grand-père
[sar]-[dar]	sent	en grande quantité
[san]-[dan]	donne l'assaut	devient fou
[saf]-[daf]	délicat	sèche
[sād]-[dād]	s'isole du groupe	casse
[sāl]-[dāl]	paralyse	terrasse (agriculture)
[sar]-[dar]	mal	tire
[sil]-[dil]	ami	haine tenace
[sab]-[dab]	corrupteur	un jour sur deux
[sād]-[dād]	joue	demain
[san]-[dan]	pourri	souci
[tan]-[dan]	coupe	boisé
[tad]-[dad]	agite	tendre
[tat]-[dat]	ligne	se pose
[tāl]-[dāl]	vinaigre	entrave
[tar]-[dar]	s'agenouille	jeûne
[tas]-[das]	préfère (quelqu'un à quelqu'un)	avale difficilement
[hub]-[dub]	amour	pan (d'une robe)
[hab]-[dab]	grain	lumière du soleil
[had]-[dad]	limite	compte
[ham]-[dam]	chaleur	oncle paternel
[han]-[dan]	s'attendrit	à propos de
[haq]-[daq]	droit	trou (dans le sable ou le sol)
[hat]-[dat]	pose	déchire
[haf]-[daf]	verger	maigre
[hax]-[dax]	entaille/encoche	fort
[hal]-[dal]	solution	vieux et malade



## ANNEXE 8

## Corpus relatif au paragraphe III.3.3.1.

Consonne finale orale (occlusive sonore) / Consonne finale nasale ; les syllabes comprenant une voyelle longue se trouvent en début de liste.

PAIRE MINIMALE	SIGNIFICATION MOT 1 (première syllabe)	SIGNIFICATION MOT 2 (deuxième syllabe)
[tād]-[tān]	se repentit	complet
[bād]-[bān]	flanc du cheval	apparaît
[dād]-[dān]	ver	sans
[dāb]-[dān]	qualificatif d'animaux	dure
[nāb]-[nān]	remplace	dort
[qād]-[qān]	partie de l'arc	se lève
[qād]-[qān]	conduit	espèce d'arbres
[dād]-[dān]	lettre de l'alphabet	viande d'ovins
[tād]-[tān]	mélange	diminue
[sāb]-[sān]	libère	veine d'or et d'argent dans une pierre
[jad]-[jān]	construit	a un défaut
[xād]-[xān]	déçu	brut
[hād]-[hān]	aigu	taverne
[dād]-[dān]	fond	médisance
[sād]-[sān]	provision pour le voyage	orne
[jad]-[jān]	jade	noircit
[jad]-[jān]	générosité	golfe
[dād]-[dān]	bois (forêt)	nuageux
[tād]-[tān]	honte	année
[bād]-[bān]	serpent	important
[hād]-[hān]	grondement de la mer	devient facile
[rād]-[rān]	caillé	espèce de plantes
[pād]-[pān]	variété d'arbre	jeune
[pād]-[pān]	chasse	sauvegarde

[tad]-[tæŋ]	coupe	s'accomplit
[kad]-[kæŋ]	renverse	combien
[kad]-[kan]	labour	cache
[ʔad]-[ʔæŋ]	ore	ou bien
[hud]-[hun]	échappatoire	café
[dad]-[dæŋ]	très poilu	sang
[mad]-[mæŋ]	tend	qui
[qad]-[qæŋ]	tronc de la poule	balais
[dad]-[dæŋ]	huître tenace	unit
[sad]-[sæŋ]	barrage	aiguise
[jad]-[jæŋ]	jeune	odorat
[jad]-[jan]	tire	lance un assaut
[xad]-[xæŋ]	corrupteur	pourri
[xad]-[xan]	je	coupe
[hub]-[hur]	amour	réchauffe (impératif)
[hab]-[hæŋ]	grain	chaleur
[had]-[han]	limite	s'attendrit
[jad]-[jan]	grand-père	devient fou
[dad]-[dæŋ]	demain	boisé
[dad]-[dæŋ]	un jour sur deux	souci
[ʔad]-[ʔæŋ]	grêle	oncle paternel
[ʔad]-[ʔan]	compte	à propos de
[had]-[hæŋ]	suppose que..	souci
[lad]-[lan]	querelle violemment	ne...pas
[rad]-[ran]	réponse	sonne
[ʔad]-[ʔæŋ]	amoureux/épris	sourd

## ANNEXE 9

RESULTATS GLOBAUX : VALEURS FORMANTIQUES DE F1 - F2 - F3  
DE L'ENSEMBLE DU CORPUS CHEZ TOUS LES LOCUTEURS  
Tableaux numérotés de A.1 à A.48.

Tableau A.1.  
Locuteur 1 - Voyelle longue [i:]

	F1	F2	F3
tim	279	1966	3137
dik	280	1854	2872
lif	294	1916	3217
gix	302	1873	3181
six	302	2042	3214
nix	300	2120	3241
him	376	1940	3086
din	302	1999	3396
siz	301	2001	3537
fin	358	2047	3343
fil	326	1934	3574
nif	296	2047	3052
tih	331	2035	3045
gid	320	1952	2787
mid	256	1992	3044
siz	283	1989	2591
nif	303	2219	3276
gil	286	1910	2862
rif	307	2033	3463
siz	286	1932	2395
him	313	1906	2988
fih	313	1895	3586
rich	314	2109	3511
tin	376	1943	2479
qil	323	2152	3118
plb	351	2004	2850
siz	298	1965	2619
MOYENNE	307	1992	3081
ECART-TYPE	29	89	344

Tableau A.2.  
Locuteur 1 - Voyelle brève [i]

	F1	F2	F3
nid	488	1665	2220
lim	529	1535	2732
tið	449	1668	2777
sit	447	1489	2254
zir	573	1256	2377
yib	471	1224	2288
his	466	1376	2701
xil	484	1525	2662
sir	472	1312	2273
yif	476	1576	2661
hil	592	1456	2468
sil	439	1340	2238
zid	473	1531	2317
yir	620	1458	2497
fiz	458	1339	2568
bif	489	1506	2463
zin	483	1746	2425
hir	594	1349	2238
yil	520	1410	2180
zin	500	1796	2772
bir	471	1493	2327
sil	469	1144	2185
qit	508	1442	2628
bil	482	1130	2429
fiq	555	1198	2047
tib	464	1178	2514
lis	462	1339	2683
qim	498	1117	2676
zic	462	1297	2244
qif	528	1100	2166
MOYENNE	497	1400	2434
ECART-TYPE	48	184	211

Tableau A.3.  
Locuteur 1 - Voyelle longue [u:]

	F1	F2	F3
tur	296	891	1971
nur	301	862	2183
zur	463	1046	1971
zur	451	1050	1973
tun	293	888	1990
sur	290	866	2059
zur	307	902	2076
kurb	305	740	2094
tun	296	799	2105
zun	276	964	2070
kur	313	799	2003
dur	346	952	1920
gum	276	748	2087
yur	339	835	2288
zur	286	814	2092
nun	200	732	2161
nur	210	742	2188
kuz	266	795	2028
kur	249	803	2222
zur	254	908	2093
sur	344	921	2141
kur	295	802	2056
yur	394	693	1968
qur	328	756	2138
kur	311	705	2091
sur	360	742	2182
zur	347	707	2354
MOYENNE	311	832	2093
ECART-TYPE	60	99	102

Tableau A.4.  
Locuteur 1 - Voyelle brève [u]

	F1	F2	F3
tut	485	1022	2082
kul	466	1063	1975
kuk	535	990	1873
muz	522	1035	2363
luz	448	1028	2059
ʒuf	494	960	2070
ʒul	432	1051	2044
yul	489	1124	2083
suf	521	1036	1981
max	578	970	2019
dub	459	1042	2149
kub	501	975	1944
ʒum	476	1045	2101
kum	460	912	2020
ʒud	471	105	2180
rub	519	912	1902
duf	471	1064	2004
hum	541	1048	1936
lub	460	1068	2007
xum	529	897	2006
ʒul	463	1165	2271
dur	489	992	2011
zun	490	1109	1878
kur	536	913	2221
sum	482	1010	1985
xuf	500	903	2182
mad	445	949	2118
mur	500	922	2002
ʒul	445	1253	2006
ʒub	471	1117	1912
kun	492	961	2034
ʒub	457	1026	1935
mad	488	979	2050
ʒul	445	1152	2135
ʒum	496	873	2111
hum	480	904	1883
ʒun	566	868	2012
qul	474	1001	2105
huq	531	947	2021
xuq	493	966	1865
dur	469	820	2309
MOYENNE	489	1003	2045
ECART-TYPE	34	91	118

Tableau A.5.

Locuteur 1- Voyelle [a:]

	F1	F2	F3
lat	581	1559	2824
tab	615	1229	2231
yarb	620	1216	2199
farb	602	1328	2318
raz'	612	1209	2079
dam	604	1275	2088
dax	586	1277	2210
yam	586	1150	2374
xar	606	1184	2054
raz	741	1278	2367
lab	631	1285	2430
sar	623	1253	2248
far	620	1292	2228
yar	627	1171	2089
rar	646	1157	2383
dax	600	1278	2308
sar	589	1266	2160
far	609	1307	2251
yar	615	1241	2197
rab	628	1133	2788
laz	631	1314	2418
xam	668	1200	2048
kax	643	1239	2227
yar	609	1286	2331
dax	596	1331	2381
xal	613	1196	2333
far	649	1254	2262
har	741	1268	2193
mal	604	1052	2558
far	605	1028	2581
yam	620	1164	2688
qax	641	1128	2672
dax	621	1011	2727
dax	630	1011	2823
yax	621	1089	2473
rab	601	1053	2813
sax	635	1028	2634
far	622	1058	2726
yax	633	1102	2724
dax	607	1046	2639
qax	623	1068	2625
far	624	1001	2775
far	635	1065	2485
far	612	1066	2548
bar	614	972	2707
dax	602	1017	2478
far	607	1007	2575
qax	617	1043	2775
MOYENNE	622	1171	2438
ECART-TYPE	30	110	235

Tableau A.6.  
Locuteur 1 - Voyelle brève [a]

	F1	F2	F3
lat	615	1716	2732
tab	621	1725	2814
fab	490	1606	2739
kaf	673	1686	3034
dar	583	1282	2278
yan	706	1532	2620
xar	709	1258	3017
saf	682	1320	2556
lab	503	1521	2801
fak	594	1584	2370
yar	670	1307	2083
hag	714	1433	2302
das	619	1555	2709
saf	621	1491	2546
sah	669	1569	2483
zar	590	1374	2321
zan	707	1847	2793
lag	520	1741	2532
xen	646	1381	2927
kaf	583	1555	2325
zaf	538	1506	2559
kat	538	1342	2225
rax	657	1272	2612
def	693	1521	2461
xal	579	1411	2803
fer	519	1429	2915
tax	674	1337	3449
kan	749	1569	2616
rab	607	1187	1962
tan	689	1172	2830
haq	753	1290	2746
yaq	610	1182	2697
qaf	607	1303	2827
dal	592	1108	2683
had	624	1045	2326
yas	629	1183	2791
saf	606	1062	2678
zad	626	1158	2625
kaq	615	1125	2736
yad	686	1159	2544
qab	622	1108	2669
bal	594	1171	2515
haq	652	1207	2121
yaf	615	1186	2457
tam	629	1026	2752
qal	615	1346	2455
bas	608	1119	2550
faq	642	1290	2210
qaf	646	1374	2519
MOYENNE	627	1360	2596
ECART-TYPE	59	205	237



Tableau A.7.  
Locuteur 2 - Voyelle longue [i:]

	F1	F2	F3
den	294	1923	2864
dik	296	2085	2924
lif	254	2010	2901
gir	301	1931	2853
lkn	192	1899	2922
six	276	2059	2889
nir	291	2183	2886
hkn	236	2136	2930
din	162	2231	3034
zik	280	1843	2747
fin	199	2162	2824
fil	351	1987	2925
nif	163	2244	3024
tih	279	1964	2794
gid	283	1899	2932
mti	209	2096	2894
sin	322	2058	2813
fil	269	1846	2902
rif	311	1935	2881
zir	298	1938	2826
lkn	296	1958	2827
flh	290	1942	2824
rth	319	1982	2771
tin	273	2175	2884
sir	319	2046	2736
fin	350	2083	2643
qil	319	2011	2651
tib	361	1838	2978
zir	297	1872	2703
MOYENNE	279	2012	2855
ECART-TYPE	52	118	97

Tableau A.8.  
Locuteur 2 - Voyelle brève [i]

	F1	F2	F3
nid	540	1695	2533
lim	546	1610	2515
fik	441	1738	2479
tiß	453	1507	2567
sit	505	1475	2402
zir	503	1499	2507
yib	518	1541	2555
his	462	1620	2445
sin	430	1556	2535
xil	455	1579	2556
oir	485	1548	2443
yif	454	1593	2285
hil	584	1472	2404
sil	430	1547	2639
gid	415	1613	2492
yir	492	1465	2286
fig	463	1653	2551
bit	574	1535	2453
zin	533	1636	2540
fir	621	1453	2167
hir	488	1602	2485
tim	484	1674	2501
yil	468	1545	2550
tim	540	1702	2492
bir	496	1529	2482
sil	471	1400	2638
qit	472	1469	2692
bit	453	1339	2545
fiq	449	1329	2564
tib	467	1213	2605
lis	491	1254	2577
qim	481	1511	2308
ziq	433	1476	2448
qif	461	1598	2353
MOYENNE	487	1529	2488
ECART-TYPE	47	121	111

Tableau A.9.  
Locuteur 2 - Voyelle longue [u:]

	F1	F2	F3
turt	315	851	2277
nurt	343	882	2259
zur	343	758	2283
zurʃ	330	893	2308
tum	327	727	2175
surt	316	900	2280
surd	322	883	2282
kurb	310	781	2214
luz	373	798	2449
tum	207	604	2508
zum	266	726	2295
kurt	376	868	2370
durd	363	889	2300
θum	381	856	2205
yur	378	782	2397
furd	374	694	2631
num	190	719	2245
nur	394	891	2262
kuz	316	878	2214
kur	379	789	2500
surd	360	969	2225
suz	365	928	2204
kuzʃ	320	818	2247
mum	193	672	2346
tur	318	595	2753
qurt	321	703	2459
jurʃ	413	767	2637
suzʃ	326	781	2536
suzʃ	285	637	2482
MOYENNE	328	794	2357
ECART-TYPE	56	99	151

Tableau A.10.  
Locuteur 2 - Voyelle brève [u]

	F1	F2	F3
run	432	1257	2165
kul	427	1042	2145
kuk	552	1075	2084
muz	465	939	2270
luz	455	1113	2318
ʔuf	489	1125	2346
bul	476	1220	2376
ʔul	484	1082	2284
ʔuf	488	1006	2265
mux	500	911	2106
dub	444	999	2500
kub	530	1036	2265
θum	531	1266	2405
kum	443	1006	2226
ʔud	564	972	2319
rub	514	945	2204
duf	389	1041	2175
kum	577	965	2063
lub	449	1173	2421
xum	533	979	2237
ʔul	552	1011	2197
bur	422	1027	2453
ʔun	453	1327	2391
hur	557	1074	2257
sum	516	1282	2369
ʔuf	413	938	2289
mud	516	1133	2103
mur	503	1020	2196
ʔul	417	1307	2423
ʔub	510	1033	2425
kun	428	1008	2073
ʔub	438	1090	2177
mub	436	963	2219
ʔul	402	1267	2487
ʔun	469	976	2341
hum	507	1015	2169
ʔun	422	802	2583
ʔul	445	1119	2248
kuq	493	881	1885
xuq	433	912	2632
dur	447	1004	2492
MOYENNE	476	1057	2253
ECART-TYPE	49	124	153

Tableau A.11.  
Locuteur 2 - Vcyelle longue [a:]

	F1	F2	F3
lat	643	1522	2515
tarb	635	1413	2475
yarb	658	1376	2529
farb	664	1417	2761
rad	638	1093	2841
darn	666	1487	2541
daz	609	1114	2561
yam	602	1134	2503
xar	633	1106	2434
raz	679	1098	2647
larb	595	1527	2498
sar	587	1156	2570
farb	535	1398	2490
yar	578	1066	2508
rax	587	1114	2402
daz	531	1448	2511
sar	588	1430	2611
farb	586	1427	2551
gar	557	1125	2381
rarb	599	1074	2350
laz	558	1533	2479
xam	663	1362	2760
kaf	565	1545	2417
gar	600	1420	2426
daf	571	1456	2492
xal	566	1387	2501
far	551	1101	2592
kar	721	1428	2509
tar	536	955	2282
yar	569	1043	2906
gar	549	984	2730
dax	565	977	2708
dary	561	1010	2998
yard	569	1062	2327
tarb	596	1043	2847
gar	559	956	3059
gar	601	1102	2402
yar	550	1007	2556
dax	551	1005	1954
qax	597	1040	2009
tar	556	984	2984
garb	597	1036	2878
bar	657	1149	2910
dax	564	968	2900
farb	585	945	2710
gar	509	913	2908
MOYENNE	592	1194	2587
ECART-TYPE	45	205	239

Tableau A.12.  
Locuteur 2 - Voyelle brève [a]

	F1	F2	F3
lat	609	1454	2515
tab	600	1322	2590
fab	633	1404	2438
kaf	596	1412	2699
dan	690	1576	2614
dar	643	1339	2351
yan	693	1471	2414
xar	609	1458	2451
ɟaf	722	1305	2402
lab	618	1455	2526
fak	539	1402	2434
yar	569	1173	2314
haɟ	685	1251	2276
das	608	1584	2674
saf	529	1374	2452
ʃah	691	1338	2291
ɟar	546	1299	2327
ʔan	683	1545	2604
laɟ	581	1472	2481
xan	669	1264	2467
kaf	564	1426	2423
ɟaf	589	1380	2477
hat	709	1298	2383
rax	610	1213	2215
daɟ	724	1311	2386
xal	587	1396	2525
far	573	1376	2504
ʔax	705	1260	2368
han	722	1363	2909
rab	587	1132	2313
tan	583	1132	2747
haɟ	721	1078	2973
yaɸ	591	1044	3004
qaf	563	1102	2781
ʔal	587	1024	3133
haɟ	719	1084	2973
yoɟ	583	1068	2049
saf	573	972	2725
sad	565	1013	2859
haɸ	735	1029	2108
yaɟ	568	1024	2815
dab	581	1060	2743
ʔal	552	1053	2716
haɟ	709	1053	2286
yaɟ	625	1071	2046
ʔam	627	1106	2999
qal	573	1063	2714
baɟ	538	1001	2694
ʃaq	546	1045	2883
qaɟ	536	1041	2696
MOYENNE	619	1242	2556
ECART-TYPE	63	179	258

Tableau A.13.  
Locuteur 3 - Voyelle longue [i:]

	F1	F2	F3
tin	319	2658	3074
dik	310	2563	3195
lif	292	2503	3201
gir	341	2342	2873
lin	355	2496	3016
six	360	2470	3101
nir	335	2509	2796
him	242	2717	3185
din	260	2544	3108
zir	273	2565	2971
jin	299	2600	2969
sil	315	2529	2967
uh	278	2485	3082
sir	296	2586	2935
mil	250	2602	2940
sin	298	2656	3008
gil	254	2666	2947
rif	306	2771	3047
zir	318	2482	3030
lin	287	2470	2910
fih	303	2641	3062
rik	309	2476	3016
tin	307	2592	2893
sir	305	2551	3071
sim	362	2216	2917
qil	310	2397	2891
tir	319	2598	2946
zir	309	2156	2888
MOYENNE	304	2530	2998
ECART-TYPE	31	135	101

Tableau A.14.  
Locuteur 3 - Voyelle brève [i]

	F1	F2	F3
nid	610	1975	2575
lim	563	1963	2781
fik	427	2151	2804
rib	471	1888	2836
sit	580	1615	2679
zir	551	1794	2651
yib	529	1876	2800
his	555	1986	2776
sin	538	1796	2823
xil	532	1803	2800
sir	490	1824	2691
yif	550	1855	2694
hil	590	1800	2808
sil	430	2011	2846
zid	428	1930	2804
yir	581	1770	2684
siz	534	1765	2725
ris	642	1600	2673
sin	572	1912	2796
sif	548	1729	2681
hir	578	1737	2606
tim	446	1921	2748
yil	559	1770	2725
tin	625	2339	2813
bir	586	1595	2673
zil	543	1659	2933
lit	494	1948	2718
rif	528	1671	2759
fiq	592	1789	2782
tib	469	1472	2816
lis	548	1882	2842
qim	562	1811	2708
ziz	554	1671	2659
qif	532	1800	2712
MOYENNE	539	1827	2748
ECART-TYPE	55	166	78



Tableau A.15.  
Locuteur 3 - Voyelle longue [u:]

	F1	F2	F3
turt	387	923	2499
nuzh	369	1138	2581
zuzr	435	997	3234
zuzf	410	1022	2750
tuzn	386	1053	2580
uzr?	366	921	2696
zuzd	355	1150	2569
ku:b	338	835	2697
tuzn	388	974	2758
zuzn	454	1123	3064
huzr	379	924	2779
duzd	361	1053	2746
θuzn	347	885	2863
yuzl	375	892	2912
fuzd	316	880	2916
nuzn	313	762	2106
nuzr	404	900	2935
ku:x	363	915	2828
huzr	400	845	2940
suzd	345	931	2861
suzr	377	944	2903
ku:f	354	900	2693
muzn	245	604	2244
tuzl	387	835	2850
qurt	401	863	2817
turb	405	896	2802
guzf	390	901	2761
guzr	404	930	2964
MOYENNE	373	928	2762
ECART-TYPE	40	114	228

Tableau A.16.  
Locuteur 3 - Voyelle brève [u]

	F1	F2	F3
tuh	538	1434	2506
kul	537	1229	2272
huk	572	1195	2078
muz	548	1335	2652
luz	525	1487	2650
zaf	553	1092	2656
ɔul	522	1227	2612
ɣul	573	1250	2493
ʃuf	557	1238	2421
mux	632	1113	2777
dub	470	1200	2534
hub	609	1183	2372
θum	500	1171	2637
kum	516	1048	2459
ʃud	570	1318	2386
rub	536	998	1991
duf	486	1211	2669
hurn	629	1300	2518
lub	538	1400	2722
xum	554	989	2717
ʃul	563	1393	2316
bur	543	1194	2697
ʒun	517	1422	2515
hur	582	1043	2639
sum	546	1160	2769
xuf	456	949	2700
mud	492	1292	2647
mur	559	1068	2651
ʒul	436	1385	2633
ʃub	547	1223	2412
kun	480	1176	2230
ʒub	451	1339	2627
muɔ	535	1161	2996
sul	505	1300	2656
ʒum	555	1101	2689
hum	519	994	2554
ʒun	536	889	2551
qul	556	1098	2619
huq	625	1121	2290
xuɔ	505	1022	2739
ɔur	553	1012	2700
MOYENNE	537	1189	2555
ECART-TYPE	45	146	196

Tableau A.17.  
Locuteur 3 - Voyelle longue [a:]

	F1	F2	F3
lat	759	1660	2648
tarb	750	1620	2692
ya:θ	758	1504	2646
farb	757	1523	2432
rard	810	1368	2844
darn	739	1350	2638
darr	627	1281	2860
yan	696	1515	2674
xar	772	1285	2970
rar	655	1324	2723
larθ	715	1625	2729
sar	663	1314	2724
farθ	750	1487	2305
yar	674	1325	2613
rax	748	1327	2832
dax	656	1589	2695
sax	716	1608	2571
farθ	774	1498	2375
zar	674	1208	2834
rarθ	695	1264	2666
larθ	646	1661	2667
xan	694	1422	2452
karθ	695	1602	2403
zarθ	709	1528	2370
daxθ	679	1483	2530
rarθ	734	1509	2659
farθ	654	1293	2712
karθ	800	1548	2424
rarθ	757	1294	2782
farθ	663	1237	2910
yarθ	687	1402	2785
qarθ	739	1337	2531
darθ	668	1104	2816
daxθ	617	1084	2829
yarθ	613	1108	2614
tarθ	684	1177	2803
garθ	696	1196	2637
sarθ	678	1188	2756
yarθ	698	1264	2775
daxθ	652	1129	2956
qarθ	756	1346	2506
rarθ	641	1061	2863
yarθ	648	1191	2730
garθ	644	1201	2766
θarθ	650	1085	3017
daxθ	734	1195	2646
farθ	694	1197	2730
qarθ	687	1259	2678
MOYENNE	702	1354	2684
ECART-TYPE	48	176	164

Tableau A.18.  
Locuteur 3 - Voyelle brève [a]

	F1	F2	F3
lat	716	1624	2792
tab	701	1547	2732
fab	651	1627	2756
kaf	729	1628	2452
dan	694	1600	2707
dar	675	1442	2544
yan	689	1611	2635
xar	636	1346	2758
saf	629	1645	2684
lab	657	1531	2688
fak	658	1576	2925
haç	703	1595	2559
daç	746	1578	2863
saf	703	1560	2769
fak	754	1583	2800
zar	620	1402	2706
zan	759	1660	2752
laç	651	1613	2690
xan	677	1550	2431
kaf	670	1653	2348
zaf	600	1606	2605
kat	741	1685	2642
taç	695	1493	2469
xal	722	1559	2541
far	661	1451	2659
tax	717	1537	2699
han	769	1566	2391
rab	714	1209	2525
fan	668	1373	2777
haç	806	1498	2433
yaç	615	1136	2674
qaf	789	1388	2614
daç	615	1171	2801
haç	675	1059	2586
yaç	662	1196	2767
saf	661	1248	2606
çad	662	1237	2786
kaç	685	1089	2495
yaç	585	1065	2534
çab	626	1087	2844
çal	628	1184	2727
haç	700	1288	2303
yaç	684	1231	2723
tam	715	1425	2925
çal	828	1493	3034
baç	653	1242	2838
jaç	660	1442	2745
qaç	647	1529	2902
MOYENNE	685	1435	2672
ECART-TYPE	53	189	160

Tableau A.19.  
Locuteur 4 - Voyelle longue [i:]

	F1	F2	F3
tin	324	2251	3341
dik	321	2216	3098
lif	293	2281	3206
gir	321	2206	2974
lin	321	2202	3112
six	341	2239	3019
nir	328	2317	3031
hin	311	2210	3449
din	309	2281	3095
zir	308	2289	2971
fin	357	2350	3193
fil	304	2257	3138
nir	333	2356	3227
tir	297	2277	3002
sir	318	2356	3151
mil	258	2309	3287
sin	312	2313	3102
sil	262	2348	3217
rif	257	2389	3234
sir	295	2320	3460
lin	285	2320	3218
fik	342	2314	3165
rit	320	2353	3082
pin	320	2221	3144
sir	361	2229	2873
sin	327	2214	2935
qil	345	2303	2983
tir	348	2125	3037
zir	325	2222	3147
MOYENNE	315	2275	3134
ECART-TYPE	27	60	141

Tableau A.21.  
Locuteur 4 - Voyelle longue [u:]

	F1	F2	F3
turt	349	841	2422
nurt	317	840	2403
kurt	342	827	2437
gurt	311	835	2511
turm	338	849	2481
sur?	337	745	2418
gurd	354	906	2450
kurb	351	731	2328
lurz	340	796	2449
turm	377	800	2381
gurn	364	930	2436
hurt	370	817	2454
durd	343	853	2589
θurm	345	870	2382
yur?	372	793	2536
fur?	380	827	2575
nurn	388	811	2401
nur	364	916	2652
kur	372	824	2514
hur	399	832	2508
surd	378	840	2520
sur	415	1009	2748
kurf	369	762	2505
murm	384	777	2589
jur?	329	765	2508
qurt	343	810	2509
turb	360	775	2445
gurf	348	725	2475
gurs	426	893	2433
MOYENNE	361	828	2485
ECART-TYPE	27	62	88

Tableau A.22.  
Locuteur 4 - Voyelle brève [u]

	F1	F2	F3
run	498	1157	2442
kul	469	1310	2205
kuk	609	1130	2162
muz	483	1124	2441
lug	472	1316	2423
ʔuf	549	1171	2291
ʔul	505	1304	2553
yul	534	1040	2389
fuf	648	1123	2092
mux	493	955	2299
dub	533	1185	2453
kub	582	1149	2210
θum	545	1184	2326
kum	496	1082	2108
ʔud	640	1126	2131
rub	513	1118	2184
duf	515	1102	2352
hum	552	1036	2353
lub	560	1172	2365
xum	620	1075	2321
ʔul	543	1180	2257
bur	473	1098	2425
ʔun	530	1312	2378
hur	612	1125	2184
sum	558	1098	2394
xuf	504	945	2322
mud	548	1094	2459
mur	508	1051	2508
ʔul	458	1259	2316
ʔub	564	1054	2126
kun	425	1060	2235
ʔub	594	1177	2312
mʊʃ	439	1010	2543
sul	534	1227	2481
ʔum	605	1087	2440
hum	528	1216	2472
ʔun	547	1199	2400
qul	517	1094	2407
huq	695	1149	2161
xus	594	1090	2319
dur	633	1116	2367
MOYENNE	542	1134	2332
ECART-TYPE	60	88	124

Tableau A.23.  
Locuteur 4 - Voyelle longue [a:]

	F1	F2	F3
fa:b	581	1743	2566
ya:b	792	1375	2352
ja:b	568	1755	2597
ra:d	779	1397	2315
da:m	607	1691	2429
da:r	751	1374	2431
ya:m	674	1514	2370
xa:r	857	1287	2272
ra:z	698	1440	2331
la:b	530	1828	2553
sa:r	815	1419	2449
ja:k	534	1776	2220
ya:r	659	1325	2406
ra:x	931	1460	2258
da:s	538	1812	2462
sa:f	545	1786	2501
ja:h	576	1789	2381
sa:r	885	1424	2371
ra:b	910	1398	2282
la:z	556	1869	2616
xa:m	919	1459	2481
ka:f	545	1796	2476
sa:f	566	1856	2429
da:f	636	1753	2451
xa:l	756	1402	2289
ja:r	562	1646	2409
ha:f	750	1534	2422
ta:l	803	1371	2460
va:q	824	1275	2314
qa:f	810	1248	2306
da:l	857	1402	2427
da:y	832	1331	2362
ya:l	807	1328	2378
ta:b	727	1346	2412
sa:d	773	1309	2400
sa:y	789	1372	2378
ya:z	798	1304	2307
da:f	753	1356	2406
qa:l	735	1229	2278
ta:r	700	1273	2376
ya:l	736	1288	2393
sa:b	725	1195	2403
ba:r	734	1280	2338
da:y	788	1311	2360
fa:b	732	1316	2347
qa:f	746	1233	2358
MOYENNE	722	1467	2392
ECART-TYPE	116	209	89



Tableau A.24.  
Locuteur 4 - Voyelle brève [a]

	F1	F2	F3
lat	609	1757	2831
tab	602	1568	2400
fab	548	1593	2717
haf	839	1509	2274
dan	608	1610	2502
dar	645	1546	2437
yan	704	1494	2326
xar	699	1398	2337
caf	639	1597	2384
laɓ	594	1661	2540
jak	537	1633	2136
yar	572	1495	2349
haɣ	582	1609	2404
das	561	1707	2642
saf	516	1545	2573
jah	585	1697	2707
gar	606	1590	2442
ʔan	685	1589	2503
laɣ	562	1722	2599
xan	500	1533	2363
kef	590	1714	2560
ɣaf	594	1691	2504
hat	800	1500	2300
rax	674	1460	2432
das	900	1507	2389
xal	772	1425	2290
far	611	1501	2374
ʔax	785	1475	2458
han	798	1535	2390
rab	617	1408	2260
ʔan	653	1394	2415
haq	894	1353	2069
yaɓ	772	1280	2316
qaf	690	1319	2363
dal	730	1352	2485
had	820	1309	2331
yaɣ	622	1257	2265
ɣaf	642	1371	2420
sad	656	1417	2393
haɓ	768	1378	2356
yaɔ	651	1381	2387
qab	598	1386	2408
ʔal	690	1385	2418
haq	911	1357	2316
yaɔ	688	1360	2348
ʔam	661	1320	2405
qal	660	1337	2278
bas	628	1388	2400
jaq	696	1397	2323
qaf	613	1404	2321
MOYENNE	668	1484	2401
ECART-TYPE	100	132	132

Tableau A.26.  
Locuteur 5 - Voyelle brève [i]

	F1	F2	F3
nid	307	2305	3055
ilm	439	2223	2839
fik	351	2185	2902
zib	334	2517	3187
sit	354	2130	2856
zir	431	1999	2812
yib	458	2177	3051
his	479	1933	2882
sin	289	2362	2977
xil	459	2266	3135
sir	336	2082	2638
yif	441	2065	2922
hil	402	2324	3202
sil	337	2212	2955
zid	374	2368	3024
yir	315	8	2901
siz	388	2058	2931
bis	540	1954	2778
zin	343	2370	3112
sif	480	2056	2982
hir	567	1673	2739
tim	320	2168	2864
yil	450	2225	288
zin	357	2585	3225
bir	434	1917	2624
sil	491	2128	3073
qit	515	1898	2998
bil	439	2182	3001
fiq	503	2116	2740
tib	418	1847	3051
lis	457	1932	3006
qim	392	2193	3082
ziq	480	1929	2882
qif	519	2163	2987
MOYENNE	415	2133	2944
ECART-TYPE	77	194	148

Tableau A.27.  
Locuteur 5 - Voyelle longue [u:]

	F1	F2	F3
turt	310	756	2745
nurt	324	653	2852
zur	307	577	2844
zur	349	798	2470
tum	304	613	2417
sur	307	594	2219
zur	301	614	2615
kurb	316	661	2983
luz	312	671	2590
tum	310	561	2496
zur	312	608	2823
kurt	327	703	2740
durd	344	758	2821
zum	331	716	2598
yur	312	625	2727
furd	326	561	2811
nuz	276	478	1615
nur	343	718	2044
kuz	339	721	2812
kur	347	726	2618
sur	303	650	2737
kur	346	864	2661
mum	266	478	1853
zur	317	632	2982
qur	318	634	2257
kur	321	678	2166
sur	330	671	2086
zur	326	637	2820
MOYENNE	319	657	2550
ECART-TYPE	20	86	348

Tableau A.28.  
Locuteur 5 - Voyelle brève [u]

	F1	F2	F3
ʔun	430	1442	2809
kul	348	1087	2369
kuk	492	1294	2483
muz	337	1487	2778
luʒ	435	1435	2637
ʔuf	426	840	2991
ʒul	442	1555	2601
yul	471	980	2750
fuf	458	1279	2447
mux	359	890	3074
dub	350	1727	2721
kub	468	1336	2482
ʒum	458	1372	2739
kum	368	846	2888
fud	497	1248	2458
rub	458	985	2241
duf	414	1066	2820
hum	427	1410	2368
lub	367	1231	2526
xum	545	963	2962
ful	501	1514	2440
bur	467	973	2656
ʒun	457	1177	2324
hur	473	1241	2570
sum	382	1378	2899
xuf	467	931	2634
mud	431	1634	2644
mur	411	1009	2510
ʒul	428	1407	2682
fub	516	1227	2518
kun	368	830	2623
ʒub	363	1508	2555
mub	380	1563	2831
ʒul	455	1507	2791
ʔum	443	977	2955
hum	370	966	2755
ʔun	307	712	1963
qul	457	1026	2773
huq	519	1184	2809
xuʒ	483	975	3028
dur	473	1032	3034
MOYENNE	432	1201	2662
ECART-TYPE	56	259	237

Tableau A.29.  
Locuteur 5 - Voyelle longue [a:]

	F1	F2	F3
lart	730	1624	2857
tarb	748	1562	2673
yarb	671	1578	2872
farb	687	1538	2611
razd	646	1383	2875
darn	759	1609	3223
dar	721	1455	2870
yarn	657	1390	3008
xar	630	1293	3016
raz	689	1452	2809
larb	681	1607	3044
sar	707	1531	2972
jak	719	1631	3008
yar	723	1348	3420
rax	706	1434	2782
daz	707	1683	2918
sarf	796	1555	2748
fazh	675	1580	2684
jar	720	1521	2563
rarb	617	1303	2805
laz	630	1709	2669
xarn	753	1510	2991
karf	725	1502	2718
zarf	701	1587	3179
darf	733	1535	2771
xarl	669	1416	2736
farr	653	1493	2885
harf	799	1511	2773
jarl	712	1148	3169
jar	716	1213	3097
yarq	724	1358	2903
qarf	678	1243	2795
qarl	693	1235	3023
dary	703	1244	3003
yarl	656	1230	3097
tarb	663	1106	3348
sard	683	1221	3067
sary	675	1233	3047
yarz	636	1079	3150
qarf	691	1113	3082
qarl	624	1146	2903
tarl	725	1132	3212
yarl	662	1197	3052
sarb	647	1160	3147
bar?	697	1163	3171
darf	839	1246	3035
farb	694	1167	3229
qarf	650	1094	3003
MOYENNE	696	1376	2961
ECART-TYPE	46	187	195

Tableau A.30.  
Locuteur 5 - Voyelle brève [a]

	F1	F2	F3
lat	698	1768	2880
tat	640	1607	2828
jab	597	1656	2861
kat	703	1694	2615
dan	687	1819	2983
dar	636	1688	2940
yan	722	1634	3132
zar	673	1390	2816
faf	790	1520	2468
lab	697	1787	2893
jak	660	1695	2721
yar	603	1497	2874
haz	747	1721	2678
das	637	1736	2931
saf	731	1590	2786
fah	757	1660	2593
gar	634	1658	2928
zan	676	1712	3108
laz	597	1806	2673
xan	704	1573	3023
kaf	673	1563	2703
zaf	657	1628	2816
hat	776	1745	2548
rax	691	1373	2962
daf	819	1632	2462
xal	675	1701	2913
far	651	1550	2703
fax	702	1596	2786
han	885	1737	3000
rab	684	1298	2720
tan	785	1303	3182
haq	828	1483	2658
yaq	664	1290	3165
qaf	669	1207	2911
dal	648	1228	3122
had	805	1428	2902
yaq	664	1325	3210
zaf	670	1115	3062
jad	633	1175	3132
haq	797	1407	2887
yaq	630	1253	3142
qab	591	972	3377
hal	612	1183	3101
haq	838	1500	2803
yaq	651	1277	3171
tam	658	1147	3357
qal	730	1280	3060
haq	759	1330	3195
jaq	758	1394	2936
qaf	741	1392	2821
MOYENNE	697	1494	2913
ECART-TYPE	70	215	214

Tableau A.31.  
Locuteur 6 - Voyelle longue [i:]

	F1	F2	F3
tim	322	2210	3060
dik	327	2210	3251
lif	305	2200	3276
gir	309	2232	2901
lim	328	2259	3175
sir	350	2293	2963
nir	353	2270	3057
hir	356	2269	3170
din	322	2217	3152
wiz	313	2289	2874
jin	333	2186	2956
zil	379	2205	3012
nid	210	2247	2984
tih	268	2209	3170
gid	307	2255	2889
nid	203	2220	3058
sim	312	2243	3211
nir?	260	2212	3182
gid	318	2309	3121
rif	329	2261	3018
wiz	293	2210	3072
lim	374	2240	3135
jin	307	2282	3036
rzh	336	2280	3131
tin	374	2090	2986
sir	330	1997	2947
sim	430	2338	3066
qid	382	2130	2864
tir	327	2068	2794
zir	326	2142	2896
MOYENNE	323	2222	3044
ECART-TYPE	47	75	128

Tableau A.32.  
Locuteur 6 - Voyelle brève [i]

	F1	F2	F3
nid	480	2182	2955
lim	389	2087	2928
fik	367	2140	2986
zib	364	2157	2889
sit	441	2071	2720
zir	408	2172	2831
yib	440	2098	2998
his	386	2112	2759
sin	397	2093	2916
xil	440	1957	2731
sir	376	2091	2752
yif	484	1866	2404
hil	404	2091	2901
sil	365	2104	2898
zid	351	2103	2812
yir	467	1823	2616
liz	458	2090	2975
oif	445	2025	2894
zin	658	2119	2775
sif	412	1937	3024
hir	512	1707	2578
tim	354	2051	2833
yil	478	1811	2804
zin	235	2180	3022
bir	408	1954	2644
sil	408	1861	2740
qit	464	1754	2519
bil	457	1759	2737
fiq	402	2007	2786
tib	353	1958	2576
lis	410	1909	2911
qim	407	1858	2659
zif	403	1927	2738
qif	402	1933	2674
MOYENNE	418	2001	2804
ECART-TYPE	67	135	154



Tableau A.33.  
Locuteur 6 - Voyelle longue [u:]

	F1	F2	F3
n	390	1036	2582
zək	420	892	2019
zur	404	954	2640
zurʃ	450	1084	2350
tum	384	975	2454
zurʔ	380	922	2462
zur	390	987	2486
kurb	386	953	2388
tum	345	829	2568
zum	415	957	2528
hurt	403	1006	2557
durd	384	1106	2568
θum	418	896	2317
yur	371	816	2802
num	253	851	2396
kux	352	805	2328
zur	335	857	2612
sux	360	882	2660
kurʃ	406	922	2420
mum	368	859	1941
ʃur	388	816	2729
qur	329	754	2887
turb	382	792	2648
surʃ	393	809	2609
ʃur	362	737	2215
MOYENNE	379	900	2487
ECART-TYPE	38	98	218

Tableau A.34.  
Locuteur 6 - Voyelle brève [u]

	F1	F2	F3
tan	482	1117	2555
kul	454	1116	2365
huk	512	1210	2300
muz	516	954	2032
lug	377	1421	2175
ʔuf	413	903	2559
bul	422	903	2843
yul	394	1030	2528
fuf	404	868	2597
mux	493	852	2706
dub	391	1031	2523
kub	464	1078	2547
ʒum	463	1132	2306
kum	453	1098	2412
ʒud	481	1233	2488
rub	523	1049	2514
duf	408	1178	2463
ʒum	487	1126	2368
lab	424	1254	2376
xum	509	1010	2762
ʒul	547	1410	2676
bur	461	943	2652
ʒun	516	1234	2474
hur	557	1063	2572
sum	463	1130	2487
xuf	421	803	2786
mud	496	893	2524
mur	575	1114	2719
ʒul	472	1190	2560
ʒub	492	935	2694
kun	388	964	2290
ʒub	485	1056	2437
mub	411	873	2487
ʒul	396	1044	2410
ʒum	258	810	2248
hum	345	826	2180
ʒun	444	924	2868
qul	413	916	2620
ʒuq	519	1042	2512
xuq	481	859	2807
dur	409	923	2437
MOYENNE	454	1037	2533
ECART-TYPE	62	153	172

Tableau A.35.  
Locuteur 6 - Voyelle longue [a:]

	F1	F2	F3
lax	716	1550	1786
tax	743	1514	1691
ya:ð	740	1253	1750
fa:ð	753	1452	1426
rad	688	1545	1489
dam	732	1597	1743
dax	709	1438	2730
yam	654	1596	2806
xax	747	1261	2814
raz	670	1491	2470
la:ð	692	1628	2643
sax	701	1417	2639
fax	721	1520	2333
yax	654	1221	2712
rax	724	1290	2532
dax	730	1548	2392
sax	709	1538	2419
fax	737	1433	2459
sax	698	1408	2615
rab	698	1250	2671
laz	734	1631	2759
xam	704	1462	2916
kax	737	1478	2543
sax	687	1551	2737
dax	772	1482	2395
xal	709	1369	2755
fax	687	1239	2715
hax	784	1528	2654
tal	688	1141	2877
fax	659	1166	2816
yax	750	1262	2785
qax	769	1325	2588
dax	680	1132	2876
dax	710	1099	3058
yax	706	1155	2873
tax	702	1146	2811
sax	739	1160	2839
sax	647	1067	2622
yax	703	1176	2849
dax	705	1133	2833
qax	731	1329	2772
tax	699	1098	2736
yax	703	1067	2891
sax	727	1169	2904
ðax	720	1100	2795
dax	729	1178	3052
fax	640	1039	2734
qax	699	1022	2587
MOYENNE	711	1330	2581
ECART.TYPER	32	187	194

Tableau A.36.  
Locuteur 6 - Voyelle brève [a]

	F1	F2	F3
lat	669	1625	2660
tab	679	1572	2874
fab	547	1688	2725
haf	770	1654	2625
dan	649	1618	2656
dar	620	1581	2913
yan	651	1450	2876
xar	643	1282	2725
saf	702	1561	2635
lab	544	1759	2718
fak	537	1738	3238
yar	617	1299	2793
haç	713	1671	2642
das	652	1648	2601
sof	601	1535	2777
fak	622	1633	2885
gar	658	1410	2666
ʔan	659	1668	2734
laç	563	1789	2741
xen	695	1443	2650
kaf	601	1553	2414
zaf	517	1756	2435
kat	768	1401	2705
rax	667	1202	2615
daf	793	1446	2579
xal	701	1538	2725
far	679	1467	2664
ʔax	779	1372	2868
han	681	1620	2702
rab	548	1643	2917
ʔen	677	1175	2963
haç	778	1299	2596
yaç	645	1222	2822
qaf	674	1180	2645
dəl	602	1191	2978
had	749	1176	2856
yaç	663	1117	2924
zaf	633	1098	2879
sed	654	1221	2959
haç	656	1133	2958
yad	642	1153	2947
dab	614	1099	2845
bal	637	1221	3027
haç	787	1215	2732
yaç	651	1114	2898
ʔam	671	1185	2994
qal	721	1345	2768
bas	613	1105	2904
faq	654	1305	2520
qaf	648	1414	2746
MOYENNE	658	1416	2774
ECART-TYPE	66	216	161

Tableau A.37.  
Locuteur 7 - Voyelle longue [i:]

	F1	F2	F3
tɪn	380	1883	2629
dɪk	299	2063	2443
lɪf	288	2094	2614
ʒɪr	320	1929	2260
lɪn	393	2083	2453
sɪx	281	1963	2454
nɪx	415	2247	2891
hɪn	437	2039	2617
dɪm	384	2377	2646
zɪʒ	282	1920	2459
fɪn	441	2290	2884
ʃɪl	302	1865	2853
nɪʃ	422	2113	2402
tɪh	298	2078	2423
ʒɪd	299	1893	2845
mɪl	205	2151	2622
sɪn	465	2146	2440
nɪʔ	229	2284	2595
ʒɪl	315	2110	2419
xɪʃ	348	1915	2477
zɪz	324	2070	2413
lɪm	261	2231	2714
ʃɪk	321	2021	2568
rɪk	337	1960	2400
tɪn	453	2035	2544
ʒɪt	326	1978	2502
ʒɪn	199	2165	2703
qɪl	314	2185	2899
tɪb	344	1940	2525
zɪq	322	1916	2328
MOYENNE	333	2065	2568
ECART-TYPE	70	136	175

Tableau A.38.  
Locuteur 7 - Voyelle brève [i]

	F1	F2	F3
nid	481	1781	2462
lim	420	1894	2613
jik	441	1787	2458
zib	426	1690	2519
sit	398	1657	2435
zir	487	1601	2420
yib	472	1676	2429
his	448	1810	2415
sin	446	1792	2504
xil	444	1718	2482
sir	395	1768	2441
yif	502	1620	2397
hil	466	1719	2351
sil	423	1716	2496
sid	418	1776	2383
zir	537	1483	2452
siz	439	1749	2581
vis	542	1681	2513
zin	462	1889	2413
sir	500	1702	2461
hir	450	1719	2316
elm	481	1897	2343
yil	468	1832	2550
zin	454	1991	2660
bir	418	1653	2331
sil	487	1566	2623
qit	470	1750	2255
bil	501	1729	2729
fiq	477	1563	2693
yib	457	1566	2524
liz	454	1671	2679
qim	479	1792	2713
ziz	484	1557	2483
qif	466	1657	2621
MOYENNE	462	1719	2507
ECART-TYPE	34	111	133

Tableau A.39.  
Locuteur 7 - Voyelle longue [u:]

	F1	F2	F3
turt	296	1025	2236
nurt	427	958	2553
zur	398	925	2555
zurʔ	418	1133	2260
tum	460	1300	2550
surʔ	383	905	1868
zur	258	1032	2434
kurb	221	1149	2538
lura	206	1123	2317
tum	449	1153	2694
gura	444	891	2275
hurt	378	1001	2406
dur	368	951	2205
sum	415	876	2456
yur	310	945	2550
fur	350	1014	2378
nur	430	928	2200
nur	440	978	2220
kux	308	780	2661
kur	429	1011	2500
sud	314	972	2038
sur	355	917	2918
kurʔ	308	924	2442
mum	310	1058	2273
tur	213	978	2671
qur	317	1120	2397
turb	304	857	2475
surʔ	322	889	2736
surʔ	319	831	2572
MOYENNE	350	987	2427
ECART-TYPE	74	114	220

Tableau A.40.  
Locuteur 7 - Voyelle brève [u]

	F1	F2	F3
tun	462	1143	2288
kul	453	1014	2423
kuk	534	1202	2185
muz	436	1004	2504
loz	440	1256	2330
ʔuf	524	1071	2276
ʔul	434	1140	2379
ʔul	481	993	2541
ʔuf	481	1196	2267
dub	448	1228	2525
kub	484	1021	2289
ʔum	429	980	2472
kum	454	1005	2199
ʔud	442	1317	2372
rab	487	1030	2451
duf	432	1293	2410
kum	448	1014	2348
lub	444	1113	2382
xum	474	941	2404
ʔul	437	1129	2367
bur	441	1107	2588
ʔun	460	1166	2379
kur	480	1022	2297
ʔum	465	966	2297
xuf	458	884	2718
mud	430	983	2787
mur	496	1007	2254
ʔul	467	1139	2169
ʔub	455	1161	2345
kun	461	1013	2340
ʔub	478	1118	2343
mub	489	1028	2310
ʔul	431	1244	2487
ʔum	557	1005	2389
hum	548	973	2281
ʔun	564	975	2272
ʔul	470	1011	2586
kug	584	1162	2168
xus	464	864	2579
ʔur	482	1024	2654
MOYENNE	473	1074	2391
ECART-TYPE	39	110	150



Tableau A.41.  
Locuteur 7 - Voyelle longue [a:]

	F1	F2	F3
lart	710	1390	2404
tarb	727	1429	2550
yard	692	1326	2815
farb	718	1408	2876
raid	712	1341	2834
darn	754	1361	2776
dar	693	1344	2632
yarn	668	1268	2772
xarr	765	1334	2469
rarr	729	1360	2561
larb	730	1328	2442
sarr	704	1312	2635
farb	665	1489	2471
yar	712	1291	2321
rarr	768	1298	2361
darr	693	1359	2552
sarr	704	1362	2606
farb	734	1429	2294
zarr	706	1382	2664
rarr	750	1287	2323
larz	734	1459	2584
xarr	694	1245	2304
karf	682	1411	2469
zarr	777	1395	2351
darr	740	1498	2879
xarr	733	1313	2205
far	719	1345	2735
harf	810	1360	2462
tarf	723	1268	2430
far	765	1259	2786
yarz	741	1312	2689
qarr	791	1281	2497
darr	669	1205	2901
darr	754	1262	2883
yard	762	1256	2460
farb	746	1249	2555
zarr	717	1283	2902
zarr	711	1248	2551
yarz	697	1265	2498
darr	691	1266	2620
qarr	717	1258	2619
farf	713	1309	2576
yarf	728	1267	2447
farb	745	1264	2106
barf	716	1162	2865
qarr	700	1213	3151
farb	730	1201	2502
qarr	785	1259	2242
MOYENNE	726	1317	2576
ECART-TYPE	32	75	223

Tableau A.42.  
Locuteur 7 - Voyelle brève [a]

	F1	F2	F3
lat	578	1698	2612
tab	613	1596	2778
fab	630	1626	2712
haf	659	1646	2743
dan	616	1711	2776
dar	626	1432	2613
yan	719	1530	2696
xar	638	1357	2554
faf	666	1628	2501
lab	580	1732	2588
fak	613	1670	2589
yar	668	1374	2563
hoz	748	1580	3153
daz	570	1665	2758
saf	580	1606	2633
fah	592	1594	2321
zar	622	1451	2712
tan	615	1821	2867
laz	615	1768	2680
xan	734	1441	2869
kaf	598	1584	2469
zaf	484	1781	2623
hat	782	1684	2554
rax	684	1386	2277
daf	712	1747	2604
xal	658	1757	2926
far	662	1594	2821
tax	723	1418	2631
han	706	1863	2830
rab	680	1274	2573
tan	803	1376	2923
haq	850	1330	2225
yah	654	1285	2663
qaf	660	1389	2712
qal	672	1364	2801
had	785	1235	2588
yaz	683	1296	2842
zaf	682	1155	2722
zad	681	1308	2854
hab	710	1311	2463
yad	655	1208	2572
dab	608	1248	2882
bal	660	1358	2784
haq	797	1304	2958
yaf	649	1333	2513
tam	761	1283	2920
qal	717	1436	2815
baq	624	1143	2381
faq	604	1520	2775
qaf	657	1402	2760
MOYENNE	666	1486	2666
ECART-TYPE	70	193	181

Tableau A.43.  
Locuteur 8 - Voyelle longue [i:]

	F1	F2	F3
tin	411	2374	3058
dik	213	2419	3144
lif	362	2531	3287
zir	316	2367	3034
lin	269	2357	3280
siz	267	2433	3106
nir	351	2216	3249
kin	279	2088	3196
din	236	2146	3009
zirg	269	2316	3038
jin	204	2192	3037
zil	427	2318	3151
niz	292	2359	3374
tih	297	2354	3017
zid	256	2324	3013
mil	266	2318	3358
sin	190	2235	3172
niz	254	2591	2847
zil	493	2323	3108
riz	312	2280	3020
zir	278	2415	3081
lin	352	2369	3002
jih	263	2158	3084
riz	296	2353	3007
tin	441	1942	2742
sir	424	2333	3080
sin	480	2208	2972
zil	463	2226	3030
tib	349	2130	2875
zirg	285	2166	2958
MOYENNE	320	2295	3078
ECART-TYPE	84	133	142

Tableau A.44.  
Locuteur 8 - Voyelle brève [i]

	F1	F2	F3
nid	464	2001	2925
lim	457	1904	2964
fdk	452	1413	2017
zib	458	1787	2576
sit	495	1720	2382
zir	506	1695	2716
yib	480	1785	2636
his	478	1808	2664
sin	485	1856	3081
xil	727	1863	2942
sir	730	1563	2986
yir	702	1693	2986
hil	745	1727	2932
sil	500	1770	2686
zid	484	1853	2905
yir	718	1664	2245
siz	491	1799	2828
oif	461	1667	3135
zin	492	1752	2801
sif	556	1823	2996
hir	731	1700	2681
yil	768	1572	2317
zin	505	2043	3068
bir	519	1799	2364
gil	496	1558	2687
qit	536	1551	2760
oif	709	1660	2783
zib	488	1773	2464
liz	470	1867	2540
qim	743	1466	2778
ziz	604	1589	2523
qif	661	1343	2632
MOYENNE	566	1721	2720
ECART-TYPE	113	158	264

Tableau A.45.  
Locuteur 8 - Voyelle longue [u:]

	F1	F2	F3
tux	280	820	2569
nuxh	260	760	2840
zuxr	250	750	2756
zuxf	260	800	2002
tuxn	249	752	2157
sux?	235	838	2714
zuxd	270	825	2696
kuxb	265	803	2376
zuxn	262	833	2395
'uxr	263	772	2537
duxl	204	754	2042
ouxm	268	972	2232
yuxl	228	749	2605
fuxd	227	715	1805
nuxn	256	769	2763
nuxr	279	810	2814
kuxr	267	807	2855
huxr	265	813	2220
suxd	214	817	2324
suxr	290	811	2591
kuxf	299	826	2518
muxn	268	792	2875
uxl	235	756	2341
qur	251	768	2787
turb	267	782	2452
suxf	270	803	2400
suxs	270	791	2668
MOYENNE	257	796	2494
ECART-TYPE	22	47	287

Tableau A.46.  
Locuteur 8 - Voyelle brève [u]

	F1	F2	F3
tan	626	1145	1878
kul	505	1124	2294
kuk	675	1182	2499
muz	569	1422	3653
luʒ	516	1430	2447
ʒuf	514	1190	2445
ʒul	511	1408	2389
yul	547	1312	2336
fuf	694	1234	2393
mux	495	1029	2575
dub	507	1272	2429
hub	685	1237	1966
ʒum	481	1212	2439
kum	500	1106	2381
ʒud	726	1258	2173
rub	725	1209	2151
daf	516	1238	2241
hum	703	1276	2544
lub	522	1298	2282
xum	513	1149	2306
ʒul	565	1349	2363
bur	495	1256	2428
ʒun	507	1566	2753
hur	661	1181	2144
sum	609	1211	2470
xuf	478	1066	2214
mur	606	1183	2660
ʒul	472	1444	2444
fub	781	1258	2214
kun	470	1228	2288
ʒub	509	1313	2162
mub	548	1310	2083
ʒul	500	1463	2424
ʒum	520	1040	2111
hum	543	1016	2401
ʒun	725	1242	2371
qul	677	1166	2296
xuʒ	680	1168	2264
dur	713	1206	2434
MOYENNE	579	1241	2345
ECART-TYPE	92	122	182

Tableau A.47.  
Locuteur 8 - Voyelle longue [a:]

	F1	F2	F3
lar	730	1687	2574
tarb	900	1540	2785
yarʒ	752	1393	2443
farb	644	1410	2155
rad	738	1395	2220
darn	710	1734	2524
darr	762	1344	2447
yan	740	1464	2412
xarr	773	1523	2691
raz	782	1196	2636
sarr	778	1309	2620
far	763	1509	2435
yar	785	1297	2675
rarr	827	1266	2700
darr	794	1567	2400
sarr	825	1404	2488
far	772	1527	2383
zar	771	1497	2649
rarr	854	1447	3006
larʒ	776	1811	2646
xarr	545	1524	2742
karr	817	1402	2718
zar	801	1388	2590
darr	826	1374	2535
xarr	793	1519	2307
far	776	1265	2613
harʒ	853	1398	2548
far	716	1111	2865
tarʒ	754	1113	2787
yarʒ	754	1266	2549
qarr	744	1239	2681
darr	757	1312	2743
darrʒ	734	1220	2757
yarʒ	735	1237	2718
tarb	754	1246	2751
sarr	751	1235	2732
zarʒ	766	1367	2798
yarʒ	750	1237	2672
qarr	758	1270	2760
qarr	742	1211	2685
tarʒ	747	1240	2803
yarʒ	742	1234	2725
farb	777	1272	2813
barʒ	763	1248	2767
darr	791	1250	2586
farʒ	762	1244	2766
qarr	798	1280	2756
MOYENNE	765	1364	2631
ECART-TYPE	53	155	171

Tableau A.48.  
Locuteur 8 - Voyelle brève [a]

	F1	F2	F3
lat	699	1766	2800
tab	692	1872	2997
jab	783	1416	2959
hɛf	793	1388	3163
dau	751	1805	3101
dax	700	1684	2782
yan	764	1679	3030
xar	775	1551	2849
saf	827	1652	2537
laɔ̃	756	1801	2748
jak	783	1580	2912
yar	744	1329	2560
haɔ̃	811	1461	2506
das	765	1777	2625
saf	753	1891	2995
jak	634	1662	2920
ɛar	807	1464	2614
laɔ̃	774	1869	2618
xan	771	1741	2677
kaf	801	1401	2845
ɛaf	773	1726	2773
hat	832	1285	2524
rax	820	1229	2530
daf	853	1326	2348
xal	817	1462	2454
far	802	1396	2442
tax	826	1321	2652
han	872	1367	2397
rab	848	1287	2587
tan	798	1306	2948
haɔ̃	759	1309	2628
yaɔ̃	749	1243	2792
dai	719	1435	2714
had	768	1214	2610
yaɔ̃	739	1326	2693
ɛaf	784	1307	2749
sad	772	1274	2698
haɔ̃	774	1182	2623
yaɔ̃	747	1295	2542
dab	764	1296	2837
bal	719	1371	2684
haɔ̃	783	1301	2528
yat	769	1309	2596
tam	749	1267	2841
qal	803	1349	2825
baɔ̃	772	1317	2581
faq	801	1368	2938
qaɔ̃	811	1357	2354
MOYENNE	775	1459	2711
ECART-TYPE	44	206	196