Université Lumière Lyon 2

École Doctorale Humanité et Sciences Humaines

Faculté des Lettres, Sciences du Langage et Arts

Discipline : Sciences du Langage

Thèse pour obtenir le grade de Docteur en Sciences du Langage

Option : Phonétique/phonologie

Indices dynamiques et perception des voyelles :

Étude translinguistique en arabe dialectal et en français

Présentée et soutenue publiquement par

Jalal-eddin AL-TAMIMI

Le 14 Septembre 2007

Sous la direction de Monsieur Jean-Marie HOMBERT

Devant un jury composé de :

M. Thami BENKIRANE	**Professeur à l'Université Sidi Mohammed Ben Abdellah-Fès, Maroc.**	**Examinateur**
M. René CARRÉ	**Directeur de Recherche Émérite - CNRS et Université Lyon 2, France.**	**Examinateur**
M. Salem GHAZALI	**Professeur à l'Université de 7 Novembre à Carthage, Tunisie.**	**Rapporteur**
M. Jean-Marie HOMBERT	**Directeur de Recherche – CNRS et Université Lyon 2, France.**	**Directeur de thèse**
M. Björn LINDBLOM	**Professeur Émérite à l'Université de Stockholm, Suède.**	**Rapporteur**
M. Willy SERNICLAES	**Chargé de Recherche 1er classe et HDR, Université Paris 5, France.**	**Examinateur**

Laboratoire Dynamique du Langage – UMR 5596

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS ..... **I**

TABLE DES MATIÈRES ..... **V**

CONVENTIONS ..... **XIII**

NORMES DES RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ..... **XIII**

CONVENTIONS DE TRANSCRIPTION DE L'ARABE ..... **XIV**

CONVENTIONS DE TRANSCRIPTION PHONÉTIQUE ..... **XV**

INTRODUCTION GÉNÉRALE **1**

CHAPITRE 1. LES SYSTÈMES VOCALIQUES DE L'ARABE **11**

1.1. INTRODUCTION 11

1.2. LA VOYELLE EN ARABE 15

1.2.1. Vision des grammairiens arabes *16*

1.2.2. Les études actuelles *19*

1.3. CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE LA LANGUE ARABE 24

1.3.1. Histoire de la langue Arabe *25*

1.3.2. Structure de la langue arabe *29*

1.3.3. Typologie des dialectes arabes *31*

1.3.3.1. Division Géographique 31

1.3.3.2. Division Sociolinguistique 38

1.4. DESCRIPTION DES DEUX DIALECTES ARABES ÉTUDIÉS 43

1.4.1. Arabe Jordanien *43*

1.4.1.1. Généralités 43

1.4.1.2. Le parler d'Irbid 48

1.4.2. Arabe Marocain *50*

1.4.2.1. Généralités 50

1.4.2.2. Le parler de Casablanca 53

1.4.2.3. Le parler de Fès 54

1.5. CONCLUSIONS 55

CHAPITRE 2. LES MODÈLES DE PERCEPTION DES VOYELLES ET DE LA PAROLE **59**

2.1. INTRODUCTION 59

2.2. LES APPROCHES EN PERCEPTION DES VOYELLES 60

2.2.1. L'approche « Simple Target » *60*

2.2.2. L'approche « Elaborated Target » *63*

2.2.3. L'approche « Dynamic Specification » *68*

2.3. THÉORIES DE PERCEPTION DE LA PAROLE 77
2.3.1. Théories Passives 78
2.3.2. Théories Actives 80
2.3.2.1. La Théorie Motrice de perception de la parole 82
2.3.2.2. Le modèle de l'Analyse par Synthèse 86
2.3.2.3. La Théorie Quantique 88
2.3.2.4. La Théorie H&H 91
2.3.2.5. Le rôle des « hidden gestures » en Phonologie Articulatoire 95
2.3.2.6. Le Native Language Magnet model 97
2.3.2.7. Le prototype & « The Hyper-Space effect » 103
2.4. CONCLUSIONS 106

CHAPITRE 3. PROBLÉMATIQUE 109

CHAPITRE 4. RÉSULTATS EN PRODUCTION DES VOYELLES 117

4.1. INTRODUCTION 117
4.2. MÉTHODOLOGIE DU TRAVAIL 118
4.2.1. Locuteurs 118
4.2.2. Corpus 119
4.2.3. Protocole expérimental en production 120
4.2.4. Segmentation du corpus 122
4.3. RÉSULTATS INTER-LANGUES 125
4.3.1. Analyses statiques des formants des voyelles 126
4.3.1.1. Analyse et traitement des données 126
4.3.1.2. Résultats de dispersion des espaces vocaliques 131
4.3.1.3. Résultats des ellipses de dispersion de chaque catégorie vocalique 145
4.3.2. Analyses dynamiques des formants des voyelles 149
4.3.2.1. Analyse et traitement des données 149
4.3.2.1.1. La transition formantique et le « locus virtuel » 150
4.3.2.1.2. Les équations de locus 154
4.3.2.1.3. Les pentes formantiques 159
4.3.2.2. Résultats des pentes formantiques 165
4.3.2.2.1. Sans normalisation du temps 167
4.3.2.2.2. Avec normalisation du temps 175
*4.3.3. Discussion des résultats inter-langues en **statique** vs en **dynamique** 182*
4.3.4. Résultats de l'analyse discriminante 190
4.3.4.1. En statique 190
4.3.4.2. En dynamique 195
4.3.4.2.1. Régression linéaire 195
4.3.4.2.2. Régression polynomiale de 2ème ordre 200
4.3.4.2.3. Régression polynomiale de 3ème ordre 204
4.4. SPÉCIFICITÉS DE CHAQUE LANGUE 208
4.4.1. En Arabe Marocain 208
4.4.1.1. Résultats en statique 208

4.4.1.2. Résultats en dynamique 218
4.4.1.3. Résultats de l'analyse discriminante 223
4.4.1.3.1. En statique 223
4.4.1.3.2. En dynamique 227
4.4.1.3.2.1. Régression linéaire 227
4.4.1.3.2.2. Régressions polynomiales de 2ème et 3ème ordre 229
4.4.1.4. Discussion des résultats en statique *vs* en dynamique 233
4.4.2. En Arabe Jordanien 235
4.4.2.1. Résultats en statique 236
4.4.2.2. Résultats en dynamique 246
4.4.2.3. Résultats de l'analyse discriminante 253
4.4.2.3.1. En statique 253
4.4.2.3.2. En dynamique 256
4.4.2.3.2.1. Régression linéaire 256
4.4.2.3.2.2. Régressions polynomiales de 2ème et 3ème ordre 259
4.4.2.4. Discussion des résultats en statique *vs* en dynamique 263
4.4.3. En Français 265
4.4.3.1. Résultats en statique 267
4.4.3.2. Résultats en dynamique 276
4.4.3.3. Résultats de l'analyse discriminante 281
4.4.3.3.1. En statique 281
4.4.3.3.2. En dynamique 285
4.4.3.3.2.1. Régression linéaire 285
4.4.3.3.2.2. Régressions polynomiales de 2ème et 3ème ordre 287
4.4.3.4. Discussion des résultats en statique *vs* en dynamique 291
4.5. RÉCAPITULATIF DES RÉSULTATS EN STATIQUE *VS* EN DYNAMIQUE 293
4.6. CONCLUSIONS 298

CHAPITRE 5. RÉSULTATS EN PERCEPTION DES VOYELLES 301

5.1. INTRODUCTION 301
5.2. MÉTHODOLOGIE DU TRAVAIL 303
5.2.1. Locuteurs 303
5.2.2. Corpus 303
5.2.3. Protocoles expérimentaux en perception 305
5.2.3.1. Recherche de prototypes vocaliques 306
5.2.3.2. Catégorisation de l'espace vocalique 310
5.3. RECHERCHE DE PROTOTYPES VOCALIQUES 314
5.3.1. Analyse et traitement des données 314
5.3.2. En Arabe Marocain 315
5.3.2.1. Résultats en statique (V Target) 315
5.3.2.2. Résultats en dynamique (CV Target) 320
5.3.2.3. Comparaison des résultats en statique *vs* en dynamique 324
5.3.2.4. Résultats de l'analyse discriminante 331
5.3.3. En Arabe Jordanien 335

5.3.3.1. Résultats en statique (V Target) ... 336
5.3.3.2. Résultats en dynamique (CV Target) ... 339
5.3.3.3. Comparaison des résultats en statique *vs* en dynamique ... 344
5.3.3.4. Résultats de l'analyse discriminante ... 350
5.3.4. En Français ... 355
5.3.4.1. Résultats en statique (V Target) ... 355
5.3.4.2. Résultats en dynamique (CV Target) ... 359
5.3.4.3. Comparaison des résultats en statique *vs* en dynamique ... 363
5.3.4.4. Résultats de l'analyse discriminante ... 367
5.3.5. Résultats Inter-Langues ... 372
5.3.5.1. Résultats en statique (V Target) ... 372
5.3.5.2. Résultats en dynamique (CV Target) ... 379
5.3.5.3. Comparaison des résultats en statique *vs* en dynamique ... 384
5.3.5.4. Résultats de l'analyse discriminante ... 391
5.4. CATÉGORISATION DE L'ESPACE VOCALIQUE ... 395
5.4.1. Analyses et traitement des données ... 395
5.4.2. En Arabe Marocain ... 396
5.4.2.1. Résultats en statiques (V Target) ... 396
5.4.2.2. Résultats en dynamique (CV Target) ... 401
5.4.3. En Arabe Jordanien ... 406
5.4.3.1. Résultats en statique (V Target) ... 406
5.4.3.2. Résultats en dynamique (CV Target) ... 410
5.4.4. En Français ... 416
5.4.4.1. Résultats en statique (V Target) ... 416
5.4.4.2. Résultats en dynamique (CV Target) ... 418
5.5. CONCLUSIONS ... 420

CONCLUSION GÉNÉRALE ET PERSPECTIVES ... 425

BIBLIOGRAPHIE ... 441

RÉFÉRENCES CONSULTÉES ... 441

BIBLIOGRAPHIES CITÉES ... 457

ANNEXES 467

ANNEXE 1 ESPACES VOCALIQUES ET AIRES DE DISPERSION DES VOYELLES EN ARABE MAROCAIN, ARABE JORDANIEN ET EN FRANÇAIS ... 469

ANNEXE 2 PENTES FORMANTIQUES SANS NORMALISATION DU TEMPS EN SITUATION SYLLABE EN ARABE MAROCAIN, ARABE JORDANIEN & EN FRANÇAIS ... 474

ANNEXE 3 PENTES FORMANTIQUES SANS NORMALISATION DU TEMPS EN SITUATION ISOLATION EN ARABE MAROCAIN, ARABE JORDANIEN & EN FRANÇAIS ... 477

ANNEXE 4 PENTES FORMANTIQUES AVEC NORMALISATION DU TEMPS EN SITUATION SYLLABE EN ARABE MAROCAIN, ARABE JORDANIEN & EN FRANÇAIS ... 480

ANNEXE 5 PENTES FORMANTIQUES AVEC NORMALISATION DU TEMPS EN SITUATION ISOLATION EN ARABE MAROCAIN, ARABE JORDANIEN & EN FRANÇAIS 483

ANNEXE 6 MATRICES DE CONFUSION DE CLASSIFICATION DES VOYELLES /i a u/ EN STATIQUE AVEC LA DURÉE VOCALIQUE (AD) DANS LES TROIS LANGUES EN SITUATIONS SYLLABE ET ISOLATION. 486

ANNEXE 7 MATRICES DE CONFUSION DE CLASSIFICATION DES VOYELLES /i a u/ EN STATIQUE SANS LA DURÉE VOCALIQUE (SD) DANS LES TROIS LANGUES EN SITUATIONS SYLLABE ET ISOLATION. 488

ANNEXE 8 MATRICES DE CONFUSION DE CLASSIFICATION DES VOYELLES /i a u/ EN DYNAMIQUE (RÉGRESSION LINÉAIRE) SANS NORMALISATION DU TEMPS (SN) DANS LES TROIS LANGUES EN SITUATIONS SYLLABE ET ISOLATION..... 490

ANNEXE 9 MATRICES DE CONFUSION DE CLASSIFICATION DES VOYELLES /i a u/ EN DYNAMIQUE (RÉGRESSION LINÉAIRE) AVEC NORMALISATION DU TEMPS (AN) DANS LES TROIS LANGUES EN SITUATIONS SYLLABE ET ISOLATION..... 492

ANNEXE 10 MATRICES DE CONFUSION DE CLASSIFICATION DES VOYELLES /i a u/ EN DYNAMIQUE (RÉGRESSION POLYNOMIALE 2ÈME ORDRE) SANS NORMALISATION DU TEMPS (SN) DANS LES TROIS LANGUES EN SITUATIONS SYLLABE ET ISOLATION..... 494

ANNEXE 11 MATRICES DE CONFUSION DE CLASSIFICATION DES VOYELLES /i a u/ EN DYNAMIQUE (RÉGRESSION POLYNOMIALE 2ÈME ORDRE) AVEC NORMALISATION DU TEMPS (AN) DANS LES TROIS LANGUES EN SITUATIONS SYLLABE ET ISOLATION. 496

ANNEXE 12 MATRICES DE CONFUSION DE CLASSIFICATION DES VOYELLES /i a u/ EN DYNAMIQUE (RÉGRESSION POLYNOMIALE 3ÈME ORDRE) SANS NORMALISATION DU TEMPS (SN) DANS LES TROIS LANGUES EN SITUATIONS SYLLABE ET ISOLATION..... 498

ANNEXE 13 MATRICES DE CONFUSION DE CLASSIFICATION DES VOYELLES /i a u/ EN DYNAMIQUE (RÉGRESSION POLYNOMIALE 3ÈME ORDRE) AVEC NORMALISATION DU TEMPS (AN) DANS LES TROIS LANGUES EN SITUATIONS SYLLABE ET ISOLATION. 500

ANNEXE 14 PENTES FORMANTIQUES DE F_1, F_2 & F_3 PAR VOYELLE EN SITUATUIONS SYLLABE & ISOLATION EN ARABE MAROCAIN 502

ANNEXE 15 MATRICES DE CONFUSION DE CLASSIFICATION DES VOYELLES EN ARABE MAROCAIN EN STATIQUE AVEC LA DURÉE VOCALIQUE (AD) EN SITUATIONS SYLLABE ET ISOLATION. 508

ANNEXE 16 MATRICES DE CONFUSION DE CLASSIFICATION DES VOYELLES EN ARABE MAROCAIN EN STATIQUE SANS LA DURÉE VOCALIQUE (SD) EN SITUATIONS SYLLABE ET ISOLATION. 510

ANNEXE 17 MATRICES DE CONFUSION DE CLASSIFICATION DES VOYELLES EN ARABE MAROCAIN EN DYNAMIQUE (RÉGRESSION LINÉAIRE) AVEC LA DURÉE DE LA TRANSITION (AD) EN SITUATIONS SYLLABE ET ISOLATION. 512

ANNEXE 18 MATRICES DE CONFUSION DE CLASSIFICATION DES VOYELLES EN ARABE MAROCAIN EN DYNAMIQUE (RÉGRESSION POLYNOMIALE 2ÈME ORDRE) AVEC LA DURÉE DE LA TRANSITION (AD) EN SITUATIONS SYLLABE ET ISOLATION. 514

ANNEXE 19 MATRICES DE CONFUSION DE CLASSIFICATION DES VOYELLES EN ARABE MAROCAIN EN DYNAMIQUE (RÉGRESSION POLYNOMIALE 3ÈME ORDRE) AVEC LA DURÉE DE LA TRANSITION (AD) EN SITUATIONS SYLLABE ET ISOLATION. 516

ANNEXE 20 PENTES FORMANTIQUES (F_1, F_2, F_3) PAR VOYELLE EN SYLLABE & ISOLATION EN ARABE JORDANIEN 518

ANNEXE 21 MATRICES DE CONFUSION DE CLASSIFICATION DES VOYELLES EN ARABE JORDANIEN EN STATIQUE AVEC LA DURÉE VOCALIQUE (AD) EN SITUATIONS SYLLABE ET ISOLATION. 524

ANNEXE 22 MATRICES DE CONFUSION DE CLASSIFICATION DES VOYELLES EN ARABE JORDANIEN EN STATIQUE SANS LA DURÉE VOCALIQUE (SD) EN SITUATIONS SYLLABE ET ISOLATION. 526

ANNEXE 23 MATRICES DE CONFUSION DE CLASSIFICATION DES VOYELLES EN ARABE JORDANIEN EN DYNAMIQUE (RÉGRESSION LINÉAIRE) AVEC LA DURÉE DE LA TRANSITION (AD) EN SITUATIONS SYLLABE ET ISOLATION. 528

ANNEXE 24 MATRICES DE CONFUSION DE CLASSIFICATION DES VOYELLES EN ARABE JORDANIEN EN DYNAMIQUE (RÉGRESSION POLYNOMIALE 2ÈME ORDRE) AVEC LA DURÉE DE LA TRANSITION (AD) EN SITUATIONS SYLLABE ET ISOLATION. 530

ANNEXE 25 MATRICES DE CONFUSION DE CLASSIFICATION DES VOYELLES EN ARABE JORDANIEN EN DYNAMIQUE (RÉGRESSION POLYNOMIALE 3ÈME ORDRE) AVEC LA DURÉE DE LA TRANSITION (AD) EN SITUATIONS SYLLABE ET ISOLATION. 532

ANNEXE 26 VOYELLES INDIVIDUELLES EN FRANÇAIS SELON LES RÉGIONS : CENTRE (EN BLEU) ET SUD (EN ROUGE). 534

ANNEXE 27 PENTES FORMANTIQUES DE F_1, F_2 & F_3 PAR VOYELLE EN SITUATIONS SYLLABE & ISOLATION EN FRANÇAIS. 537

ANNEXE 28 MATRICES DE CONFUSION DE CLASSIFICATION DES VOYELLES EN FRANÇAIS EN STATIQUE AVEC LA DURÉE VOCALIQUE (AD) EN SITUATIONS SYLLABE ET ISOLATION. 543

ANNEXE 29 MATRICES DE CONFUSION DE CLASSIFICATION DES VOYELLES EN FRANÇAIS EN STATIQUE SANS LA DURÉE VOCALIQUE (SD) EN SITUATIONS SYLLABE ET ISOLATION. 545

ANNEXE 30 MATRICES DE CONFUSION DE CLASSIFICATION DES VOYELLES EN FRANÇAIS EN DYNAMIQUE (RÉGRESSION LINÉAIRE) AVEC LA DURÉE DE LA TRANSITION (AD) EN SITUATIONS SYLLABE ET ISOLATION. 547

ANNEXE 31 MATRICES DE CONFUSION DE CLASSIFICATION DES VOYELLES EN FRANÇAIS EN DYNAMIQUE (RÉGRESSION POLYNOMIALE 2ÈME ORDRE) AVEC LA DURÉE DE LA TRANSITION (AD) EN SITUATIONS SYLLABE ET ISOLATION. 549

ANNEXE 32 MATRICES DE CONFUSION DE CLASSIFICATION DES VOYELLES EN FRANÇAIS EN DYNAMIQUE (RÉGRESSION POLYNOMIALE 3ÈME ORDRE) AVEC LA DURÉE DE LA TRANSITION (AD) EN SITUATIONS SYLLABE ET ISOLATION. 551

ANNEXE 33 ELLIPSES DE DISPERSION DES PROTOTYPES VOCALIQUES EN ARABE MAROCAIN EN FONCTION DU LIEU D'ARTICULATION 553

ANNEXE 34 ELLIPSES DE DISPERSION DES PROTOTYPES VOCALIQUES EN ARABE JORDANIEN EN FONCTION DU LIEU D'ARTICULATION 554

ANNEXE 35 ELLIPSES DE DISPERSION DES PROTOTYPES VOCALIQUES EN FRANÇAIS EN FONCTION DU LIEU D'ARTICULATION 555

CONCLUSION GÉNÉRALE ET PERSPECTIVES

Notre thèse avait pour double objectif de comprendre le rôle qu'ont les indices **dynamiques** (et plus particulièrement les différentes informations spectrales contenues dans les transitions formantiques) dans l'identification des voyelles en arabe et d'évaluer l'effet de la densité des systèmes sur la taille et la distribution des timbres dans les espaces vocaliques lors d'une comparaison avec le français.

Dans cette thèse, nous avons cherché à identifier la meilleure description de la voyelle en arabe qui permettait de comprendre le rôle de la caractérisation **dynamique** dans la perception des voyelles par les arabophones. Comme nous l'avons vu dans le premier chapitre, la voyelle en arabe a un statut particulier : les grammairiens arabes l'ont décrite comme une partie inséparable de la consonne. Elle ne peut exister, à l'intérieur ou à l'initial d'un mot, que si elle est associée à une consonne ou à un coup de glotte. La structure morphologique de l'arabe fait que les consonnes sont les seules porteuses du sens lexical, tandis que les voyelles portent le sens grammatical (voir Chapitre 1). Nous avons été amené à penser qu'une simple représentation **statique** de la voyelle en arabe (i.e., en suivant les propositions du modèle « *Simple Target* ») n'est peut-être pas suffisante. Les propositions de la littérature en ce qui concerne une représentation plus **dynamique** des voyelles nous a alors conduit à penser que l'analyse des effets coarticulatoires des consonnes adjacentes sur les voyelles (i.e., en suivant les propositions du modèle « *Dynamic Specification* ») peut contribuer à une meilleure appréhension du statut de la voyelle en arabe et de sa perception (voir Chapitre 2). Nous avons voulu également évaluer l'incidence de la **dynamique** dans la description acoustico-perceptive des voyelles en arabe et en français. En particulier, nous voulions savoir si les deux populations utilisent les mêmes indices.

Dans notre thèse, nous avons décidé de comparer l'arabe et le français, d'une part, à cause des différences morpho-phonologiques entre les deux langues (i.e., une morpho-phonologie différente pouvant affecter le statut des voyelles dans les deux langues), et d'autre part, afin d'évaluer le rôle de la densité des systèmes sur l'organisation des voyelles à l'intérieur de l'espace vocalique. Rappelons que, dans ce travail, nous avons étudié les

systèmes vocaliques de l'arabe marocain (avec un système à cinq voyelles /iː aː ə ʊ uː/ au maximum), de l'arabe jordanien (avec un système à huit voyelles /iː i eː aː a oː u uː/) et du français (avec un système à onze voyelles orales /i e ɛ a ɑ ɔ o u y ø œ/), suivant l'hypothèse que le nombre de voyelles dans une langue affectent la taille et l'organisation de l'espace vocalique. Trois visions différentes s'offrent à nous pour expliquer les effets de la densité des systèmes : i) la taille et l'organisation des voyelles à l'intérieur de l'espace vocalique sont invariant (suivant la **théorie quantique** (**TQ**), Stevens, 1972, 1989, 2003), ii) l'espace vocalique est variable en termes de taille, d'organisation et de dispersion intra-catégorie (suivant la **théorie de la dispersion adaptée** (**TDA**), Liljencrants & Lindblom, 1972 ; Lindblom, 1986) et enfin iii) l'espace vocalique est variable et focal (en termes de saillance spectrale entre les formants), (suivant la **théorie de la dispersion~focalisation** (**TDF**), Schwartz *et al.*, 1989 ; Vallée, 1994 ; Boë *et al.*, 1996 ; Schwartz *et al.*, 1997_a, 1997_b), (voir Chapitre 3).

Afin de tester nos hypothèses, d'une part, sur le rôle des indices **dynamiques** potentiels en perception des voyelles, et de l'autre, pour évaluer les effets de la densité des systèmes sur l'organisation des voyelles dans les trois langues étudiées, nous avons cherché tout d'abord à identifier les différents paramètres **statiques** et **dynamiques** à partir des données de production des voyelles en arabe marocain, en arabe jordanien et en français. Une fois la pertinence des différents paramètres **dynamiques** évaluée, par rapport aux **statiques**, nous avons procédé à des tests de perception permettant de mettre en évidence le rôle des différents indices exploités.

Les résultats obtenus en production des voyelles ont été présentés dans le Chapitre 4. Nous avons proposé une description approfondie des systèmes vocaliques des trois langues étudiées. Nous avons présenté tout d'abord les résultats obtenus en ce qui concerne les effets de la densité des systèmes sur l'organisation des espaces vocaliques entre les trois langues, en évaluant d'une part, les différences entre les trois voyelles extrêmes /i a u/ (voyelles longues en arabe) dans les trois langues et de l'autre, les effets de la densité des systèmes sur l'organisation de la totalité des voyelles.

À partir des paramètres **statiques**, nos résultats ont montré que la taille des espaces vocaliques obtenue à partir des trois voyelles /i a u/ est significativement plus grande en français par rapport à celui obtenu en arabe marocain ou en arabe jordanien, lesquels ne présentent pas d'espaces significativement différents. Lorsque la comparaison des espaces est effectuée à partir de la totalité des voyelles dans chaque langue, nous avons trouvé que la taille de l'espace vocalique en français est significativement plus grande que celle en arabe jordanien qui à son tour présente un espace vocalique significativement plus grand que celui obtenu en arabe marocain. Ces différences vont dans le sens de l'hypothèse d'une expansion des espaces vocaliques en fonction de la densité des systèmes, et confortent ainsi les propositions de la **TDA**. Lorsque nous avons comparé la taille des ellipses de dispersion pour chaque voyelle, nos résultats ont montré que c'est l'arabe marocain qui présente les ellipses les plus petites, tandis que c'est l'arabe jordanien qui obtient les ellipses les plus grandes. Ce résultat va dans le sens des propositions de la **TDA**, car nous obtenons deux stratégies différentes : nous obtenons une réduction de la taille de l'espace vocalique en arabe marocain, tandis que la dispersion intra-catégorie vocalique reste faible afin de garder un maximum de distinctivité entre les voyelles de l'arabe marocain.

Nous avons demandé aux locuteurs des trois langues de produire les voyelles de leurs systèmes dans des contextes Mot et Syllabe et enfin en Isolation, en essayant de conserver la qualité de production de la voyelle en Mot (e.g., [boːse~boː~oː] = "bisou" en AJ). L'utilisation de ces trois situations de production permettaient d'obtenir trois réalisations différentes de la voyelle afin d'évaluer les différents degrés de réduction vocalique en fonction du contexte environnant (i.e., réduction vocalique maximale en situation Mot *vs* réduction vocalique minimale – voire nulle – dans la situation Isolation). Ces différents environnements nous ont permis d'évaluer ces différentes situations selon l'explication donnée Björn Lindblom (Lindblom, 1990) : en partant de la forme *Hypo-Articulation* à l'*Hyper-Articulation* : la production des voyelles en Mot correspond relativement à la forme *Hypo-Articulée* où une variabilité intra- et inter-individuelle importante est présente ; tandis que la forme *Hyper-Articulée* naît de la production des voyelles en Isolation. Les résultats obtenus en fonction de la situation de production montrent que pour l'arabe marocain et le français les espaces

vocaliques obtenus en Isolation sont significativement plus grands que ceux en Mot et ce quel que soit le lieu d'articulation ; ceux en Syllabe se situent entre les deux. En arabe jordanien, en revanche, aucune différence significative n'a été obtenue en fonction des situations de production. Les résultats obtenus en arabe marocain et en français vont ainsi dans le sens des propositions de Lindblom (1990) sur l'effet de la quantité d'information contextuelle contenue dans le signal acoustique sur la réalisation plus ou moins invariante des voyelles ; les résultats en arabe jordanien ne confirment pas cette hypothèse. Ce résultat en arabe jordanien peut être expliqué par les difficultés rencontrées par les locuteurs lors de la production des voyelles dans les situations Syllabe et Isolation : certains locuteurs jordaniens produisaient les voyelles fermées et mi-fermées de leur système comme une voyelle [ə] ou [a], car d'après eux, cette tâche était difficile à réaliser.

En ce qui concerne les résultats obtenus avec les paramètres **dynamiques**, nous avons émis l'hypothèse d'un effet de la densité des systèmes sur la valeur des **pentes formantiques**. Nous avons supposé que plus une langue a de voyelles, plus la réalisation de celles-ci correspondrait à une forme *Hyper-Articulée* et plus la **pente** de ses transitions serait importante. Nos résultats ont montré que les **pentes formantiques** obtenues en français sont significativement plus « raides » que celles en arabe marocain ; l'arabe jordanien se situe plutôt entre les deux. Les différences inter-langues observées ne se limitent pas à la **pente**. Nos résultats ont montré également que, pour une même voyelle produite dans une même situation de production, le point de départ des transitions (ou l'**onset** vocalique dérivé), la **pente** des transitions et la « cible vocalique » dérivée pour un formant précis, sont significativement différents entre les trois langues. Autrement dit, dès le relâchement de l'occlusion, on dispose d'indices nécessaires pour identifier la voyelle, ainsi que son environnement consonantique, la situation de production et la langue produisant cette voyelle a été produite. Nos résultats ont montré également que les **pentes formantiques** obtenues en fonction des trois situations de production sont significativement différentes : en Mot, la **pente formantique** est la plus « raide » et en Isolation, est la plus « aplatie » quels que soient le formant étudié et le lieu d'articulation. De plus, nous avons montré qu'en Isolation, des **pentes formantiques** non-nulles sont obtenues, confirmant ainsi l'hypothèse selon laquelle

les voyelles produites en Isolation présentent des trajectoires **dynamiques intrinsèques**. En ce qui concerne les résultats des **pentes formantiques** obtenues en fonction des lieux d'articulation, nos résultats ont montré leur conformité avec les propositions de la théorie du « locus virtuel » (Couper *et al.*, 1952 ; Delattre *et al.*, 1955) : toutes les transitions formantiques trouvent leurs origines à un point virtuel situé soit autour de 1000 Hz, pour le lieu bilabial, soit autour de 1800 Hz, pour le lieu dental, soit autour de 1300 Hz s'il s'agit d'une voyelle postérieure ou autour de 3000 Hz s'il s'agit d'une voyelle antérieure, pour le lieu vélaire. À partir des **pentes formantiques** (obtenues par des analyses de régressions linéaires et polynomiales de 2ème et de 3ème ordre), on est également capable de modéliser le point de départ, la **pente** et la « cible vocalique » dérivée, pour n'importe quelle voyelle et ce quels que soient le formant étudié, le lieu d'articulation, la situation de production, le locuteur et la langue. Ces résultats sont homogènes avec ou sans normalisation de durée. En effet, nous avons proposé de modéliser les **pentes formantiques** dans les trois langues en normalisant les durées des transitions, qui sont variables entre les voyelles longues de l'arabe et les « brèves » du français. La littérature explique que la durée vocalique peut conditionner le degré de réduction vocalique (Lindblom, 1963_a) et par conséquent le degré d'inclinaison des **pentes** (voir en revanche, Gay, 1978 ; Pols & van Son, 1993, pour des effets inverses). Dans notre cas, nous nous attendions à observer son influence de la manière suivante : plus la durée vocalique est longue, mieux la cible vocalique est atteinte et moins l'inclinaison de la transition formantique est forte. À durée variable, nous devrions nous attendre alors à observer des valeurs de **pentes formantiques** plus élevées en FR et plus basses en AM ou en AJ (i.e., degré d'inclinaison plus forte en FR et plus faible en AM ou en AJ). Nous avons décidé alors de normaliser les durées pour étudier simplement la valeur de chaque **pente** indépendamment de la longueur de la transition. Les résultats des **pentes formantiques** normalisées montrent que le français ne présente pas de différences par rapport à ceux obtenus en arabe marocain ou en arabe jordanien, allant ainsi dans le sens des propositions de Lindblom (1963_a). Toutefois, nous avons montré que les points de départ des transitions et les « cibles vocaliques » dérivées des trois voyelles /i a u/, sont significativement différents entre les trois langues, indiquant ainsi que la densité des systèmes semble les affecter.

L'évaluation des résultats obtenus à partir des paramètres **statiques** et **dynamiques** a été conduite par une analyse discriminante, qui avait pour but de proposer une classification des voyelles dans les trois langues, à partir d'un paramètre précis (comme les fréquences formantiques, les durées vocaliques, etc…). L'utilisation de cette méthode de classification nous permet, d'une part, de vérifier la validité de nos résultats, et d'autre part, de savoir quelle est la meilleure façon de décrire les voyelles dans les trois langues à partir des différents paramètres utilisés. Les taux moyens de classification correcte montrent que le paramètre de la durée vocalique semble être le facteur primordial pour discriminer les trois langues. En effet, dès que ce paramètre est ajouté aux fréquences formantiques, i.e., les paramètres **statiques**, les taux de classification correcte augmentent significativement de 10 à 30 % (selon les cas). Ceci indique que la durée intrinsèquement différente entre les voyelles /i a u/ dans les trois langues (voyelles longues en arabe) a permis de séparer leurs voyelles. Cet effet est normal, car les voyelles longues en arabe présentent parfois des durées vocaliques deux fois supérieures à celles en français. Les **pentes formantiques** normalisées ont permis néanmoins de discriminer les trois langues avec des taux relativement élevés.

L'utilisation des différentes analyses de régression avait pour but de vérifier laquelle de ces méthodes est la mieux adaptée pour modéliser les trajectoires formantiques **intrinsèques** et **extrinsèques**. Nos résultats ont montré que l'utilisation de la régression linéaire suffisait à obtenir une modélisation « correcte » de ces trajectoires pour les formants F_1 et F_3. Pour ce qui est du formant F_2, nos résultats ont montré que l'analyse de régression polynomiale de 2ème ordre propose une modélisation plus fidèle de ses trajectoires. Les taux de classification correcte ont ainsi augmenté significativement en utilisant les coefficients de la régression polynomiale de 2ème ordre, indiquant ainsi que la modélisation des trajectoires formantiques obtenue à partir de cette analyse permet de mieux différencier les voyelles dans les trois langues. Les taux de classification des trois voyelles /i a u/ produites dans l'environnement /dˤ/ en arabe marocain et en arabe jordanien, sont très élevés et plus particulièrement lorsque les analyses **dynamiques** sont utilisées (avec et sans normalisation de durée). Ceci indique que des différences de production de ces voyelles dans l'environnement /dˤ/ existent entre les différents dialectes arabes et permettent de les

discriminer. La comparaison des taux de classification obtenus dans les trois langues à partir des paramètres **statiques** et **dynamiques** montre que ce sont ces derniers qui permettent le mieux de discriminer les voyelles dans les trois langues. L'augmentation de l'ordre de l'analyse de régression polynomiale du 2ème au 3ème semble par contre ne pas améliorer les taux de classification et rejoint ainsi les observations de Kirsty McDougall (McDougall, 2006), où la modélisation des trajectoires formantiques des monophtongues semble non pertinente en utilisant la régression polynomiale de 3ème ordre (qui est cependant plus adaptée à la modélisation des diphtongues).

En ce qui concerne l'étude des spécificités de chaque langue, nos résultats ont montré des concordances et des désaccords avec les propositions de la littérature. En ce qui concerne les systèmes vocaliques de l'arabe marocain, les deux voyelles brèves /ə ʊ/ sont produites différemment en fonction des environnements consonantiques : elles semblent fusionner dans les environnements /d dˤ/ ; en revanche elles sont réalisées comme deux voyelles distinctes dans les environnements /b k/. Les **pentes formantiques**, les points de départ des transitions et les « cibles vocaliques » dérivées obtenues pour ces deux voyelles sont significativement différentes quels que soient le lieu d'articulation et la situation de production. Les résultats de l'analyse discriminante montrent la possibilité de discriminer ces deux voyelles avec des taux dépassant 60% (et au-delà de 90% dans l'environnement /k/), à partir des différents paramètres utilisés. Ces résultats montrent que lors de leurs productions, les locuteurs marocains produisent deux voyelles significativement différentes sur le plan **dynamique** ; en **statique**, elles sont significativement différentes dans les environnements /b k/. Le système vocalique que nous proposons en arabe marocain, à partir de nos données de production, correspond à un système à cinq voyelles /iː aː ə ʊ uː/.

La littérature propose un système vocalique pour l'arabe jordanien de huit voyelles : /iː i eː a aː oː u uː/. Les résultats obtenus à partir des paramètres **statiques** montrent que les deux voyelles brèves /i u/ sont produites différemment de leurs correspondantes longues, et sont positionnées respectivement aux côtés des voyelles longues /eː oː/, et ce quels que soient le lieu d'articulation et la situation de production (sauf dans l'environnement /d/). La voyelle brève /a/ est produite phonétiquement comme une voyelle mi-ouverte [ɐ] seulement dans la

situation de production Mot ; dans les situations Syllabe et Isolation, elle obtient un timbre équivalent à une voyelle ouverte [a]. En ce qui concerne les paramètres **dynamiques**, nos résultats ont montré que les deux voyelles brèves /i u/ sont différentes de leurs correspondantes longues en fonction : i) des points de départ des transitions, ii) des **pentes** des transitions et iii) des « cibles vocaliques » dérivées. Pour la voyelle /a/, le même cas de figure que celui en **statique** est obtenu. Les résultats de l'analyse discriminante ont confirmé nos résultats, car les deux voyelles brèves /i u/ ont été la plupart du temps confondues avec les deux voyelles /eː oː/, respectivement. Ces résultats nous permettent de proposer le système vocalique en arabe jordanien comme ayant la structure suivante : /iː e eː a aː oː o uː/.

Les description des systèmes vocaliques du français propose onze voyelles orales /i e ɛ a ɑ ɔ o u y ø œ/. Les résultats que nous avons obtenus ont montré que les locuteurs français produisent les deux voyelles ouvertes /a ɑ/ de la même manière (i.e., aucune différence significative n'a été obtenue), en utilisant les paramètres **statiques** et **dynamiques**. En ce qui concerne les voyelles dites « médianes » /e ɛ o ɔ ø œ/, nos résultats ont montré qu'il est possible de les différencier les locuteurs français, en **statique** et en **dynamique**. La classification des voyelles en français a permis de séparer ces voyelles, mais les confusions sont très importantes plus particulièrement pour les paires de voyelles /ø œ/ et /o ɔ/.

La classification des voyelles pour chacune des trois langues a permis de vérifier l'apport de la **dynamique** dans la caractérisation des trajectoires formantiques par rapport aux paramètres **statiques**. En arabe marocain, l'ajout de la durée vocalique aux paramètres **statiques** a amélioré significativement les taux de classification dans les deux situations de production Mot et Syllabe, en revanche, en situation Isolation, la modélisation des trajectoires **intrinsèques** avec la régression polynomiale de 3ème ordre a amélioré significativement les taux de classification (BinomialQ ; $p<0,05$). En arabe jordanien, la durée vocalique ajoutée aux paramètres **statiques**, et les coefficients de la régression linéaire, semblent être les deux paramètres les plus pertinents pour différencier les voyelles dans les situations de production Mot et Syllabe. En situation Isolation, les trois analyses de régression : linéaire, polynomiales de 2ème et de 3ème ordre modélisent de la même façon les trajectoires **intrinsèques** des formants vocaliques, par conséquent nous supposons qu'une simple analyse de régression

linéaire est suffisante pour la modélisation de ces trajectoires **intrinsèques**. En français enfin, et dans les deux situations Mot et Syllabe, l'utilisation de la régression linéaire donne une bonne caractérisation **dynamique** des trajectoires formantiques **extrinsèques**. En Isolation, ce sont les deux régression linéaire et polynomiale de 2ème ordre qui modélisent le mieux les trajectoires formantiques **intrinsèques**.

Les résultats obtenus dans les trois langues montrent que les différents paramètres **dynamiques** apportent une bonne caractérisation des trajectoires formantiques **intrinsèques** et **extrinsèques** puisqu'ils ont permis de discriminer les voyelles de chaque système avec des taux significativement supérieurs à ceux obtenus en utilisant les paramètres **statiques**. Notre hypothèse de départ expliquait que c'est en arabe principalement que la caractérisation **dynamique** des voyelles pouvait apporter plus de précision lors de leurs descriptions (évaluée à partir des analyses discriminantes), or nos résultats ont montré que l'amélioration est observée dans les trois langues.

La deuxième partie de notre travail consistait à évaluer le rôle des différents indices **dynamiques** potentiels identifiés à partir des données de production dans la perception des voyelles dans les trois langues. Nous avons ainsi proposé deux expériences de perception des voyelles aux auditeurs des trois langues : une expérience de recherche des **prototypes** vocaliques dans chaque langue (à partir d'une *Méthode d'Ajustement de Formants*, MOA, Johnson *et al.*, 1993), et une expérience de catégorisation des espaces vocaliques.

Pour ce qui est des **prototypes** vocaliques identifiés en arabe marocain, les résultats montrent que l'utilisation de la **dynamique** a facilité la tâche des auditeurs marocains lors de l'identification des **prototypes** de leur système. En ce qui concerne les voyelles brèves de l'arabe marocain, nous avons décidé de tester le statut phonologique de ces anciennes voyelles héritées de l'arabe classique dans la variété actuelle de l'AM, i.e., /i a u/. La littérature explique que les deux voyelles */i/ et */a/ ont fusionné et forment désormais une seule voyelle centrale /ə/, tandis que la voyelle */u/ est resté en opposition quantitative avec sa correspondante longue. Dans nos résultats de production, nous avons obtenu des ellipses de dispersion pour la voyelle /ə/ allant de la voyelle [ɪ] à la voyelle [ɐ]. Cette variation de qualité

de voyelle est affectée par les différences de comportement des locuteurs marocains. Nous avons pensé alors que, puisque certains locuteurs produisent la voyelle /ə/ avec des variations allophoniques importantes, son statut phonologique n'est peut-être pas bien défini. Nous avons ainsi proposé de tester *perceptivement* le statut des trois voyelles brèves /ɪ ɐ ʊ/. Les résultats obtenus ont montré que les auditeurs marocains sont sensibles à cette différence, car ils choisissent deux voyelles prototypiques différentes pour la seule catégorie /ə/ et une seule voyelle prototypique pour la catégorie /ʊ/, à partir des paramètres **statiques** et **dynamiques**. Nous avons supposé que la structure syllabique utilisée, i.e., CVC, pour la plupart des items testés, pouvait affecter la qualité du timbre de ces voyelles. En effet, dans cette structure de type CVC, les voyelles brèves peuvent être réalisées comme des voyelles « non-réduites », car l'accent tombe sur cette syllabe, et par conséquent sa perception peut être affectée. Toutefois, nous pensons que l'effet de l'accent et de la structure syllabique CVC peut affecter seulement les voyelles **prototypiques** identifiées à partir des stimuli **dynamiques**, car toute l'information coarticulatoire nécessaire à leurs identifications est présente dans les stimuli. En revanche, avec les stimuli **statiques**, aucune information n'est disponible et par conséquent les effets d'accentuation peuvent être moins visible. Les résultats de perception avec les stimuli **statiques** et **dynamiques** ont montré les mêmes effets, i.e., trois voyelles **prototypiques** brèves ont été identifiées. Nous pouvons supposer que la « représentation mentale » de ces trois voyelles brèves est différente pour permettre l'identification de trois prototypes différents.

Les résultats obtenus à partir de la seconde expérience de perception (catégorisation des espaces vocaliques), ont montré que les auditeurs marocains sont capables de catégoriser correctement les voyelles longues de leur système ; les trois voyelles brèves n'ont, par contre, pas été catégorisées. Les auditeurs marocains nous ont expliqué que, systématiquement, ils ne savaient pas quoi choisir comme catégorie pour les trois voyelles brèves, car ils les confondaient tout le temps. Il semble donc que nous avons proposé aux auditeurs marocains trois « représentants » différents d'une « possible même catégorie vocalique », i.e., /ə/. Les variations entre les trois « représentants » obtenus lors de la première expérience peuvent être corrélées au fait que les effets coarticulatoires des consonnes ont été bien assimilés par les

auditeurs marocains et leurs choix en étaient affectés. D'autres tests perceptifs devraient être envisagés pour évaluer le statut phonologique des voyelles de l'arabe marocain et plus particulièrement les voyelles brèves.

Les résultats obtenus en arabe jordanien à partir de la première expérience de perception sont conformes aux données de production, car les **prototypes** vocaliques identifiés pour les deux voyelles brèves /i u/ sont significativement différents de ceux identifiés pour leurs correspondantes longues. Ces **prototypes** se rapprochent respectivement des deux voyelles longues /eː oː/. Les résultats de l'analyse discriminante ont montré que les deux voyelles brèves /i u/ sont toujours confondues avec les deux voyelles longues /eː oː/, respectivement et rarement avec leurs correspondantes longues. Ces résultats sont homogènes quel que soit le paramètre utilisé. Nous avons remarqué néanmoins que l'utilisation de la **dynamique** a énormément facilité la tâche des auditeurs jordaniens, car nous obtenons plus de précision dans les choix et, de plus, la taille des aires de dispersion des voyelles est significativement plus petite en **dynamique**. L'utilisation des stimuli **statiques** a, semble-t-il, perturbé à nouveau les auditeurs jordaniens, car une grande variabilité de réponses intra- et inter-sujets est apparue. Les taux de classification correcte de l'analyse discriminante ont été améliorés avec la **dynamique**, indiquant que les voyelles choisies par les auditeurs jordaniens sont significativement différentes et statistiquement contrastées. En ce qui concerne les résultats obtenus à partir de la seconde expérience de perception, les auditeurs jordaniens ont été souvent très perturbés dans leur catégorisation. Ainsi, nous avons pu dégager trois zones de confusion en arabe jordanien : la zone des voyelles /iː i eː/, la zone des voyelles /a aː/ et la zone des voyelles /oː u uː/. Les voyelles brèves n'ont jamais été correctement catégorisées, les longues quant à elles, ont été quelquefois bien catégorisées. Nous nous posons ainsi des questions sur le statut phonologique des trois voyelles brèves en arabe jordanien : constituent-elles trois voyelles à part entière ou les « représentations mentales » les impliquant sont-elles amalgamées avec celles de leurs correspondantes longues ?

Enfin, les résultats obtenus en français, montrent que les **prototypes** vocaliques choisis à partir des stimuli **statiques** et **dynamiques** ne sont pas significativement différents. En effet, nous n'avons pas pu mesurer l'effet de la **dynamique** sur les réponses des auditeurs

français, car la taille des aires de dispersion et des ellipses de chaque voyelle, obtenue dans les deux modalités est comparable. Les résultats de l'analyse discriminante ont montré une légère amélioration du taux de classification correcte en **dynamique**. Les auditeurs français nous ont pourtant expliqué que la tâche d'identification des voyelles était plus simple dans l'expérience avec des stimuli **dynamiques**. En ce qui concerne les voyelles « problématiques », les auditeurs français ont souvent choisi des **prototypes** non différents significativement pour les deux voyelles ouvertes /a ɑ/. Pour ce qui est des voyelles « médianes », les **prototypes** vocaliques identifiés par les auditeurs français sont significativement différents. Ces résultats vont dans le sens de ceux obtenus en production. En ce qui concerne les résultats de la seconde expérience, les auditeurs français sont les seuls parmi les trois populations à pouvoir catégoriser correctement leur espace vocalique. Toutes les voyelles, ont été très bien catégorisées, sauf les deux voyelles /ɔ ɑ/ qui ont été souvent confondues soit entre elles soit avec les voyelles /o a/, respectivement.

À partir de l'expérience d'ajustement de formants, nous avons effectué une comparaison inter-langues en évaluant les choix **prototypiques** des trois voyelles extrêmes /i a u/ (voyelles longues en arabe). La littérature explique que, puisque la perception de la parole est un phénomène *many-to-one* où une multitude de stimuli acoustiques sont identifiés comme un seul stimulus perceptif, l'identification des voyelles dans les langues ne diffèrera pas : les auditeurs choisissent des voyelles **prototypiques** non différentes (Meunier, 2005). D'après les propositions de « *The Native Language Magnet* » (Kuhl & Iverson, 1995*), l'espace acoustico-perceptif est divisé en plusieurs catégories à partir de frontières psycho-acoustiques qui sont fonction du système phonologique de chaque langue. La taille de l'espace ne change pas, en revanche l'organisation des voyelles à l'intérieur de l'espace vocalique peut être différente. Les résultats que nous avons obtenus ont montré que la taille de l'espace acoustico-perceptif est fonction de la densité des systèmes. Nous obtenons un espace perceptif significativement plus petit en arabe marocain et plus grand en français, en **statique** et en **dynamique**. Aucune différence significative n'est obtenue entre l'arabe marocain et l'arabe jordanien. L'utilisation de la totalité des voyelles donne la même tendance, mais la différence entre l'arabe marocain et l'arabe jordanien devient significative. Ainsi, c'est l'arabe

marocain qui obtient l'espace le plus petit, le français le plus grand, et l'arabe jordanien entre les deux.

Globalement, les résultats obtenus en production et en perception sont homogènes en ce qui concerne les effets de la **dynamique**. Nous avons montré qu'en plus des dialectes arabes, la caractérisation **dynamique** des voyelles produites en français est pertinente pour leur description. Les auditeurs marocain et jordanien sont sensibles aux variations apportées par les stimuli **dynamiques** et plus particulièrement pour ce qui est des effets coarticulatoires des consonnes ; les français nous ont expliqué la facilité rencontrée avec la **dynamique** : facilité pourtant non validée statistiquement. Ces résultats montrent que la prise en compte des aspects **dynamiques** en production et en perception des voyelles est un facteur primordial pour la recherche des unités de base en production et en perception de la parole. Ces résultats sont en accord avec les propositions des nouvelles théories en perception de la parole et plus particulièrement avec le modèle à exemplaires (pour un résumé des modèles à exemplaires, voir Nguyen, 2005 ; Nguyen *et al.*, 2007). Les partisans des modèles à exemplaires expliquent que l'auditeur a la capacité de stocker en mémoire les différentes formes de surface associées à un mot. Les variations phonétiques sont alors décodées directement par l'auditeur afin que le meilleur candidat pour une catégorie – vocalique – soit choisi. En nous inspirant de ces modèles, nous pensons en effet que les auditeurs peuvent utiliser les paramètres **dynamiques** obtenus à partir de la modélisation des trajectoires **extrinsèques** et ainsi retrouver le « représentant mental » de la catégorie examinée. En **statique**, les seules trajectoires **intrinsèques** ne sont peut-être pas suffisantes pour identifier la « représentation mentale » d'une voyelle, car les chevauchements sont plus importants.

Nous pouvons supposer également que les paramètres **statiques** et **dynamiques** disponibles dans le signal et adaptés selon la langue, le contexte, etc… soient pris en compte par les auditeurs. La vision apportée par René Carré (Carré, 2006, 2007 (à paraître) ; Carré *et al.*, 2004), mais également par Winifred Strange (Strange, 1989, 1999_a) va dans le sens de cette prise en compte des informations **statiques** et **dynamiques** et plus spécifiquement sur les aspects **intrinsèques** et **extrinsèques** des trajectoires formantiques. Nous avons ainsi voulu savoir quel est l'apport des informations fournies par les deux analyses **statiques** et

dynamiques dans la séparation des voyelles /i a u/ dans les trois langues. Les taux de classification obtenus n'étaient pas significativement plus élevés lorsque les paramètres **statiques** et **dynamiques** ont été utilisés en comparaison avec la **dynamique** seule. Ceci indique que l'information apportée par les deux indices est complémentaire.

Vu que les auditeurs sont capables d'identifier avec « exactitude » les « représentants » de chaque voyelle en utilisant la **dynamique**, pourquoi les auditeurs arabophones ont-ils exprimé des difficultés lors de la tâche de catégorisation des espaces vocaliques ; difficultés absentes lors de l'identification des **prototypes** ? En effet, lors de la première tâche, les auditeurs arabophones, marocains et jordaniens, arrivaient facilement à identifier les **prototypes** vocaliques correspondants aux voyelles brèves de leurs systèmes, tandis qu'avec l'expérience de catégorisation, les confusions étaient multiples. Est-ce que les voyelles brèves identifiées avec exactitude par les auditeurs arabophones dans l'expérience d'identification des **prototypes** n'était qu'un artefact de la tâche : les auditeurs étaient « obligés » d'identifier un prototype pour chaque voyelle, tandis que pour la tâche de catégorisation, ils avaient le choix entre différents « représentants » et la case « aucun ne correspond » ? Peut-on supposer que la tâche d'identification des prototypes rend davantage compte des « variations phonétiques » existantes entre les stimuli proposés (i.e., un phénomène *one-to-many*) tandis que la tâche de catégorisation rend davantage compte de la « représentation » de ces stimuli pour chaque auditeur (i.e., un phénomène *many-to-one*) ? Si c'était le cas, pourquoi aucune difficulté n'est rencontrée par les auditeurs français ? Nous pensons en effet que le statut phonologique des voyelles en arabe peut être à l'origine des difficultés rencontrées par les auditeurs arabophones, surtout en catégorisation de l'espace. Il serait judicieux d'effectuer de nouveaux tests perceptifs : d'ajustement de formant et de catégorisation de l'espace vocalique, où une séparation de la catégorisation des voyelles longues et brèves dans deux tâches différentes permettrait de rendre compte du statut des voyelles. L'utilisation d'autres environnements consonantiques (en plus de l'environnement /d/ utilisé en catégorisation) peut contribuer à une meilleure compréhension des différences « représentationnelles » au niveau de ces voyelles.

Le travail que nous avons fourni dans cette thèse contribue à une meilleure connaissance de la voyelle et de son statut en arabe. Nous avons procédé à un travail de description acoustico-perceptive conséquent pour deux dialectes arabes, et si les corpus élaborés sont de taille conséquente, ils restent avant tout de la parole contrôlée. Il serait intéressant de comparer nos résultats à des résultats obtenus à partir de parole spontanée, où des chevauchements et des réductions vocaliques plus importantes sont disponibles. Une comparaison qui inclut la production des voyelles comme réalisées en Isolation, en Syllabe, en Mot, en Phrase et en parole spontanée, permettrait une meilleure appréhension de l'effet de la quantité d'information contextuelle sur le degré plus ou moins invariant de production des voyelles. Nous souhaitons également approfondir l'étude de la variabilité intra- et inter-individuelle qui permettrait d'identifier les différences de stratégies individuelles en production et en perception. L'étude du rapport existant entre les paramètres **statiques** et **dynamiques** que nous avons mis en évidence dans notre travail permet de mieux comprendre le rôle de chacun de ces paramètres en perception des voyelles. Ces deux types de paramètres peuvent être utilisés simultanément et d'une façon complémentaire par les auditeurs de différentes langues. Une étude plus poussée des stratégies individuelles rendra davantage compte de leurs rôles.