

UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA

Faculté de technologie

Département d'Electronique

MEMOIRE DE MAGISTER

Spécialité : Electronique

Option : images et paroles

Thème

Constitution de ressources linguistiques en langue Arabe avec des caractéristiques régionales cas : des régions « Bechar (R9), El-Oued (R10) et Ghardaïa (R11) »

Réalisé par :

Bey Ahmed Khernache Brahim

devant le jury composé de

Mr. GUESSOUM Abderazak	Professeur, Université de Blida	Président
Mme. BOUDRAA Malika	Professeur, FEI/USTHB	Promoteur
Mr. BENSSELAMA Zoubir	Maitre de conférence (A), Université de Blida	Examineur
Mr. BEN ALLAL Ahmed	Maitre de conférence (A), Université de Blida	Examineur
Mr. MADDI Abdelkader	Maitre de conférence (A), Université de Blida	Invité

Blida, juillet 2013

DÉDICACES

Je dédie ce modeste travail à ma mère et à la mémoire de mon père qui m'ont tous deux permis de le réaliser

REMERCIEMENTS

Je tiens d'abord à remercier mon promoteur Mme BOUDRAA Malika pour m'avoir accueilli au sein du laboratoire (LCP- USTHB) et pour ses conseils, ses orientations et ses éclaircissements durant la réalisation de ce travail.

Mes remerciements s'adressent aussi à Mr. GUESSOUM Abderazak pour m'avoir fait l'honneur de présider mon jury, ainsi que, Mr. BENSSELAMA Zoubir, Mr BEN ALLAL Ahmed et Mr. MADDI Abdelkader pour m'avoir examinés mon manuscrit avec précision et pour avoir levés les bonnes questions.

Je remercie également Mr. Hamdi Aissa El-Hadj et Mr. Boussaâda Kacem enseignants à l'université Kasdi Merbah d'« Ouargula », ainsi Mr. Haddana Zine-El-abidine responsable au centre culturel des activités de la jeunesse de la wilaya d' « El-Oued », pour m'avoir orienté d'avoir des locuteurs-trices natif de la région d' « El-Oued » et pour m'avoir disposé le lieu d'enregistrement, pour organiser des sciences de collecte de données audio auprès de locuteurs et locutrices, dans des meilleurs conditions.

Je tiens à remercier également Mr. Rabhi Abderahman responsable des activités culturelles au centre culturel des jeunes de la wilaya de « Bechar » pour m'avoir accueilli et pour m'avoir disposé le lieu d'enregistrement au sein du centre, et pour m'avoir aidé d'avoir des locuteurs-trices, bien répartis selon l'âge et le niveau d'instruction, natif de la région de Bechar.

J'adresse mes remerciements aussi à Mr. Hamid Oudjana Abd-Elouaheb enseignant à l'institut *El-Hayet* pour son aide d'avoir des échantillons des locuteurs-trices natif de la région de « Ghardaïa », bien répartis selon l'âge et niveau d'instruction, surtout la gente féminine, et pour m'avoir disposé le lieu d'enregistrement au sein de l'institut *El-Manar*.

Mes remerciements s'adressent également à Mr. Razouki Moussa enseignant au centre culturel islamique d'Alger, licencié dans les dix récitations coranique de Haleb en Syrie, pour ces confirmations concernant les règles d'articulation des phonèmes Arabe et les définitions de leurs caractéristiques.

Enfin, je voudrais exprimer mes plus profonds remerciements à ma mère, à mes frères, à toute ma grande famille, pour leurs sentiments, leurs soutiens et leurs encouragements dans tout le temps où j'ai effectué ce travail.

Un grand merci à tous

الخلاصة

إن هذا العمل المنجز في إطار هذه الذاكرة، هو جزء من مشروع أكبر أين يركز على بناء قاعدة بيانات صوتية باللغة العربية الفصحى المنطوقة في الجزائر التي تسمى بـ"ALGASD (Algerian Arabic Standard Data Base). سيتم استخدامها لإجراء تقييمات موضوعية وذاتية في أي نظام لمعالجة الكلام (الاستكشاف، الترميز، التركيب، واجهة حوار رجل / آلة، والاتصالات الهاتفية، ...). إن الهدف من عملنا هذا يتركز في المقام الأول على تحقيق قاعدة بيانات صوتية للغة العربية الفصحى التي يتحدث بها م تكلّمون من 03 مناطق من الجنوب الجزائري حيث يتميز المتحدثون بلكنة متباينة إلى حد ما بلهجات مناطق الجنوب الجزائري، والمسامة R9، R10 و R11 (الغرب: بشار (R9)؛ الشرق: الوادي (R10)؛ الوسط: غرداية (R11)) من بين الـ 11 منطقة من الجزائر. وهذا يمر عبر مراحل مختلفة: اختيار المادة اللغوية (مدونة لغوية)، وتسجيل الصوت، وتنسيق البيانات ومعالجتها بواسطة المعلوماتية، تمثيلها صوتياً، وتجزئتها ووضع العلامات، وجمع كل التفاصيل اللازمة لكل متكلم (الاسم، اللقب، الرمز، تاريخ الميلاد، والجملة التي قرأت والمستوى التعليمي... الخ). ويتم جمع كل هذه التسجيلات، التي تم تجميعها وتنظيمها في شكل محدد وتعرض بعد ذلك على نظام الاستكشاف الآلي الكلام على أساس MMC (نماذج Markovs الخفية) للتحقق من صحتها. وعلاوة على ذلك، لسهولة استخدام هذه القاعدة البيانية والبحث فيها، نظمت ALGASD على شكل تطبيق مبرمج.

RESUME

Le travail réalisé, dans le cadre de cette thèse, s'inscrit dans un projet plus ambitieux qui s'intéresse à la constitution d'une base de données sonore de l'arabe standard nommée ALGASD (Algerian Arabic Standard Data base). Elle servira pour des évaluations objectives et subjectives de tout système de traitement de la parole (Reconnaissance, codage, synthèse, dialogue Homme/Machine, téléphonie,...). Le but de notre travail sera axé principalement sur la réalisation d'une base de données sonore de l'arabe standard parlé par des locuteurs de 03 régions du sud Algérien où les locuteurs se distinguent par un accent dialectal assez marqué, nommés R9, R10 et R11 (Ouest : Bechar (R9); Est : El Oued (R10); Centre : Ghardaïa (R11)) parmi les 11 que compte l'Algérie. Ceci passe par différentes étapes : le choix du matériau linguistique (corpus), l'enregistrement sonore, la mise au format des données et leur

informatisation, leur transcription, leur segmentation et leur étiquetage, ainsi la collection de tous les détails nécessaires à chaque locuteur (le nom, le prénom, le code, la date de naissance, la phrase à lire, le niveau d'instruction ...etc). Toutes ces données sonores collectées, élaborées et organisées sous un format bien défini ont été, par la suite, soumises à un système de reconnaissance de la parole basé sur les MMC (Modèles de Markovs Cachés) en vue de les valider. Par ailleurs, pour faciliter l'utilisation et la recherche, ALGASD a été organisé sous forme d'une application programmée.

ABSTRACT

The work done, within the framework of this memoir, is part of a larger project that focuses on building a sound database of standard Arabic named ALGASD (Algerian Arabic Standard Data Base). It will be used for objective and subjective evaluations of any system for speech processing (recognition, coding, synthesis, Man / Machine interface, telephony ...). The aim of our work will focus primarily on achieving a sound database of standard Arabic spoken by speakers of 03 regions of southern Algeria where the speakers are distinguished by a fairly strong dialectal accent, named R9, R10 and R11 (West: Bechar (R9); East: El-Oued (R10); Centre: Ghardaïa (R11)) among the 11 that account Algeria. This goes through different steps : the choice of linguistic material (corpus), sound recording, the formatting of data and their computerization, their transcription, segmentation and labeling, and the collection of all the details needed for each speaker (name, first name, code, date of birth, the sentence to read, educational level ... etc). All these recordings are collected, compiled and organized in a specific format were subsequently subjected to a system of speech recognition based on the HMM (Hidden Markov Model) to validate them. Furthermore, for ease of use and research, ALGASD was organized as a programmed application.

TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....	1
REMERCIEMENT.....	2
الخلاصة.....	3
RESUME.....	3
ABSTRAT.....	4
TABLE DES MATIERES.....	5
LISTE DES FIGURES.....	8
LISTE DES TABLES.....	12
GLOSSAIRE.....	14
INTRODUCTION GENERALE.....	15
1. ETAT DE L'ART SUR LES BASES DE DONNEES DE PAROLE.....	18
1.1 Introduction.....	18
1.2 Etat de l'art des bases de données de la parole.....	19
1.3 Conclusion	37
2. LE CORPUS DE LA BASE DE DONNEES «ALGASD-R(9)(10)(11)» ET SON ENREGISTREMENT.....	39
2.1 Introduction	39
2.2 Description de l'organisation et de la structure de la base de données « ALGASD »	40
2.3 Conclusion	52
2.4 Campagne d'enregistrement du corpus	52
2.5 Conclusion	63
3. SEGMENTATION, ETIQUETAGE ET VALIDATION D'« ALGASD-(R9) (R10)(R11) ».....	65
3.1. Segmentation et étiquetage d'« ALGASD-(R9)(R10)(R11)	65
3.1.1 Introduction.....	65
3.1.2 L'arabe standard	66
3.1.3 Segmentation et étiquetage de la parole	71
3.1.4 Segmentation et étiquetage d'« ALGASD-(R9)(10)(R11) »	75

3.1.5	Exemple de la sauvegarde des données	85
3.1.6	Les problèmes de transcription phonétique	86
3.1.7	Conclusion	86
3.2	Validation de la base de données ALGASD- (R9)(R10)(R11).....	87
3.2.1	Introduction.....	87
3.2.2	Principaux outils et méthodes utilisés en R.A.P.....	87
3.2.3	Les modèles de Markov Cachés.....	90
3.2.4	Présentation de HTK.....	93
3.2.5	Les performances.....	95
3.2.6	Conclusion.....	97
4.	LES POINTS D'ARTICULATION DES PHONEMES ARABE ET LEURS CARACTERISTIQUES.....	99
4.1	Introduction	99
4.2	Les points d'articulation des phonèmes arabe	101
4.3	Les phénomènes du développement phonétiques	125
4.4	Influence des parlers régionaux sur la prononciation de l'arabe standard.....	128
4.5	Conclusion	153
5.	CREATION D'UNE APPLICATION « EMALGASD-(R9)(R10)(R11) » POUR LIRE, MODIFIER ET SAUVEGARDER « ALGASD-(R9)(R10)(R11) »	155
5.1	Introduction	155
5.2	Création de la base de données dans Access	158
5.3	Les étapes de création de l'interface de la base de données « EMALGASD-(R9)(R10)(R11) » sous Access	165
5.4	Etude de l'interface de gestion de données « EMALGASD-(R9)(R10) (R11) ».....	166
5.5	Le contenu de la base de données de chaque région à travers EMALGASD-(R9)(R10)(R11)	168
5.6	L'exploitation de l'interface de gestion de données EMALGASD	175
5.7	Démarrage de l'application	183
5.8	Empaquetage de la base de données	183
5.9	Conclusion	184

CONCLUSION GENERALE.....	186
ANNEXES.....	189
Annexe 1 : Système de transcription.....	189
Annexe 2 : Description de la norme SAM	191
Annexe 3 : Les caractéristiques phonétiques arabes	194
❖ Les caractéristiques phonétiques arabes ayant un contraire	194
❖ Les caractéristiques phonétiques arabes qui n'ont pas de contraire	195
❖ les caractéristiques fortes, faibles et moyennes des phonèmes arabes	196
Annexe 4 : Les étapes de création de l'interface d'« EMALGASD ».....	198
Annexe 5 : Les différents interfaces et fenêtres d'EMLGASD-(R9/R10/R11).....	203
BIBLIOGRAPHIE.....	213

LISTE DES FIGURES

Figure 1. 1 : Codification des phrases dans « TIMIT »	22
Figure 2 1 : La répartition des différentes régions du « ALGASD »	41
Figure 2 2 : Répartition du corpus d' « ALGASD-(R9)(R10)(R11) »	43
Figure 2 3 : Répartition des phrases lues sur le corpus d'apprentissage (CA).....	45
Figure 2 4 : Répartition des locuteurs sur le corpus d'apprentissage (CA)	46
Figure 2. 5 : Répartition des phrases lues sur le corpus de Test (CT)	47
Figure 2. 6 : Répartition des locuteurs sur le corpus de Test (CT)	47
Figure 2. 7 : Codification du locuteur de « ALGASD-(R11) »	48
Figure 2. 8 : Exemples de codification	49
Figure 2. 9: Organisation des fichiers	51
Figure 2. 10. : Schéma descriptive de la manipulation d'enregistrement	58
Figure 2. 11. : schéma de la chaîne d'acquisition	59
Figure 2. 12 : Répartition des locuteurs selon l'âge	59
Figure 2. 13 : Répartition des locuteurs selon leur niveau d'instruction	60
Figure 2. 14 : Phrase « cc2 » prononcée par un locuteur (H)	62
Figure 2. 15 : Phrase « cc2 » prononcée par une locutrice (F)	63
Figure 3. 1 : Exemple d'une phrase voyellée	67
Figure 3. 2 : Spectrogramme des sons /a/ et /a :/ dans le mot « ?aba : »	68
Figure 3. 3 : [s] dans [?aX\sana	69
Figure 3. 4 : [s] dans [X\assana]	69
Figure 3. 5 : Le signal et le spectrogramme du/r/ (r) géminé	69
Figure 3.6: [d] emphatique dans [?' ad` d` a]	70
Figure 3.7: [d`] non emphatique dans [?' adda]	70
Figure 3.8 : Exemple de forme d'onde et spectrogramme	72
Figure 3. 9 : Système de segmentation automatique	74
Figure 3. 10 : Exemple de segmentation automatique	74
Figure 3. 11: Les trois points de la segmentation de l'occlusive sonore [d]	78
Figure 3. 12 : Les trois points de segmentation de l'occlusive sourde [p]	78
Figure 3. 13: Exemple de segmentation de latérales	78
Figure 3. 14: Illustration d'une latérale avec un petit silence du segment précédent.....	79

Figure 3. 15:Exemple de Segmentation de Fricatives [s]	79
Figure 3. 16:..Exemple de Segmentation de Fricatives [z]	79
Figure 3. 17:..Exemples de Segmentation des nasales	80
Figure 3. 18: Segmentation de [i]	80
Figure 3. 19: Exemple de Segmentation de deux voyelles voisines selon	81
Figure 3. 20 :.Exemple de Segmentation de deux voyelles très semblables	81
Figure 3. 21: Segmentation de la semi-voyelle [j]	82
Figure 3.22: Exemple d'une phrase issue de « ALGASD » étiquetée manuellement	82
Figure 3. 23 : Segmentation en mot/phonème de la phrase « ci31 »	83
Figure 3. 24 : Exemple de fichier de segmentation en mots / phonèmes	84
Figure 3. 25 : Exemple de transcription orthographique selon.....	85
Figure 3. 26 : Schéma synoptique des fichiers constituant la nouvelle base de données.....	85
Figure 3.27 : Schématisation du fonctionnement d'un système de RAP.....	88
Figure 3.28 : Calcul des coefficients cepstraux MFCC.....	89
Figure 3.29 : Exemple d'un HMM à 5 états.....	90
Figure 3.30 : Exemple de structure à 5 états d'un HMM.....	91
Figure 3.31 : Modélisation des événements phonétiques par HMM.....	92
Figure 3.32 : Schéma synoptique du système de reconnaissance.....	94
Figure 3.33:Comparaison entre les mots reconnus et le nb. total de mots/région...96	
Figure 4.1 : Les organes d'articulations de la parole	103
Figure 4.2 : Le point d'articulation du creux	105
Figure 4.3 : Le point d'articulation du pharynx	107
Figure 4.4 : Les différentes articulations phonétiques de la langue	112
Figure 4.5 : Les différentes articulations phonétiques de la langue	114
Figure 4.6 : Les cas de l'écoulement de l'air dans la cavité buccale	116
Figure 4. 7: La position de la langue dans le cas de l'« \`isti`IA\` » (l'élévation).....	118
Figure 4.8 : Les différents points d'articulation phonétiques de l'arabe standard ..	118
Figure 4.9 : la caractéristique phonétique plosive des phonèmes arabes	122
Figure 4.10 : Caractéristique phonétique plosive des phonèmes arabes	123
Figure 4.11 : Localisation de la Wilaya de Bechar (R9)	124
Figure 4.12 : Localisation de la Wilaya d'El-Oued (R10)	130
Figure 4.13 : Système consonantique du parler d'El-Hamma	135

Figure 4.14 : Localisation de la Wilaya de Ghardaïa (R11)	136
Figure 4.15 : Système consonantique du parler arabe de la région de Ghardaïa...	139
Figure 4.16 : Système consonantique du parler arabe de la région de Ghardaïa....	140
Figure 5.1 : L'organisation de la base de données ALGASD	156
Figure 5.2 : Le graphique de la répartition des fichiers de la base de données ALGASD-(R9)(R10)(R11).....	157
Figure 5.3 : Les relations entre les objets de la base de données Access	160
Figure 5.4 : Les structures de bases de données	164
Figure 5.5 : Le menu général d'« EMALGASD-(R9)(R10)(R11) »	166
Figure 5.6 : Les répertoires existant dans chaque base de données	168
Figure 5.7 : Le contenu interne du sous répertoire « HTK »	169
Figure 5.8 : Le dictionnaire	169
Figure 5.9 : Le Texte (Textes-R11-Test)	170
Figure 5.10 : La liste (Listes-R9-App)	170
Figure 5.11 : Dossier Fichiers.wav (App et Test)	170
Figure 5.12 : le contenu interne du sous répertoire « Fiches Renseignement »...	171
Figure 5.13 : Fiche Technique Du Locuteur (1/2)	172
Figure 5.14 : Fiche Technique Du Locuteur (2/2)	172
Figure 5.15 : Phrase à lire	173
Figure 5.16 : Fiche technique accordé pour chaque phrase lue	173
Figure 5.17 : La fiche de répartition (exemple pour la région de Ghardaïa)	174
Figure 5.18 : le contenu interne du sous répertoire « Etiquetage »	175
Figure 5.19 : Exemple de fichier de segmentation en phonèmes/mots	175
Figure 5.20 : Les différentes fenêtres de l'application EMALGASD-(R9/R10/R11)	176
Figure 5.21 : Base de données de la région Ghardaïa (comme exemple).....	177
Figure 5.22 : L'accession aux différents éléments d'une base de données.....	179
Figure 5.23 : L'écoute sonore d'un enregistrement.....	180
Figure 5.24 : La visualisation d'une image du signal enregistré.....	180
Figure 5.25 : L'interface des points d'articulation des phonèmes arabe et ses caractéristiques.....	181
Figure 5.26 : L'accession aux différents éléments de l'interface des points de sorties des phonèmes arabe et leurs caractéristiques.....	182
Figure 5.27 : Le tableau de la transcription phonétique et orthographique.....	183
Figure 5.28 : L'image animée montrant le point de sortie du phonème I (IAm, ة)..	183

Figure 5.29 : L’empaquetage de l’EMALGASD-(R9)(R10)(R11).....	184
Figure A-2.1 : Description de la nomenclature des fichiers dans la norme SAM.....	191
Figure A-2.2 : Exemple d’un nom de fichier de description de corpus.....	193
Figure A-4.1 : Les fichiers logique et principale d’EMALGASD-(R9)(R10)(R11)...	199
Figure A-4.2 : L’empaquetage de l’EMALGASD-(R9)(R10)(R11).....	201
Figure A-4.3 : Les différentes étapes de l’assistant Installation de l’EMALGASD..	202
Figure A-5.1 : Le menu principal d’EMALGASD-(R9)(R10)(R11).....	203
Figure A-5.2 : L’interface de la base de données de la région Bechar (R9).....	203
Figure A-5.3 : L’interface de la base de données de la région El-Oued (R10).....	204
Figure A-5.4 : L’interface de la base de données de la région Ghardaïa (R11).....	204
Figure A-5.5 : L’accession aux différents éléments d’une base de données	205
Figure A-5.6 : L’interface des points d’articulation phonétiques arabe et leurs caractéristiques.....	205
Figure A-5.7 : La Fiche technique des phrases à lire.....	206
Figure A-5.8 : La fiche technique du locuteur (1/2).....	206
Figure A-5.9 : La fiche technique du locuteur (2/2).....	207
Figure A-5.10 : La fiche technique de répartition selon l’âge et instruction.....	207
Figure A-5.11 : le dictionnaire de la région d’El-oued.....	208
Figure A-5.12 : Le texte de la région d’El-Oued	209
Figure A-5.13 : La fiche technique détaillée du locuteur et de la phrase prononcée.....	210
Figure A-5.14 : Le signal et le spectrogramme d’une phrase.....	210
Figure A-5.15 : Le fichier d’étiquetage en phonèmes (.PHN).....	211
Figure A-5.16 : Le fichier d’étiquetage en Mots (.WRD).....	211
Figure A-5.17 : Le fichier d’étiquetage en phrase (.LAB).....	211
Figure A-5.18 : Tableau de la transcription phonétique et orthographique.....	212
Figure A-5.19 : visualisation des images animées montrant le point d’articulation du phonème I (IAm, J).....	212

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. 1 : La distribution des locuteurs par rapport aux 8 "dialectes régionaux" des états unis	21
Tableau 1. 2: Répartition des types de corpus suivant le nombre de locuteurs	22
Tableau 1. 3: Structure principale de TIMIT	24
Tableau 1. 4 : Description du corpus « BDBRUIT »	30
Tableau 1. 5 : Corpus de « BDBRUIT »	32
Tableau 1.6 : Répartition de locuteurs de « SAAVB » selon l'âge	37
Tableau 2. 1 : La distribution de la population et sa densité selon la région et le sexe au niveau national	42
Tableau 2. 2. : Présentation des différents corpus de «ALGASD-(R9)(R10)(R11)»...	44
Tableau 2. 3 : les différentes désignations de la codification des locuteurs d'« ALGASD ».....	48
Tableau 2. 4 : Identification du locuteur	50
Tableau 2. 5 : Répartition des locuteurs «hommes» selon l'âge et le niveau d'instruction.....	60
Tableau 2. 6 : Répartition des locuteurs « femmes » selon l'âge et le niveau d'instruction.....	61
Tableau 3.1: La liste des phonèmes arabes utilisés dans la transcription «ALGASD»	76
Tableau 3.2 : Analyse des performances du système RAP.....	95
Tableau 3.3 : les taux de reconnaissance de mots et de phrases par régions.....	96
Tableau 4.1:Les points d'articulation globale et particulière des phonèmes arabe .	104
Tableau 4.2 : Le point d'articulation du creux	105
Tableau 4.3 : Les points d'articulation du pharynx	106
Tableau 4.4 : Les régions d'articulations des phonèmes k (kAf, ك) et q (qAf, ق).....	107
Tableau 4.5 : Les différents points d'articulation phonétiques de la langue	111
Tableau 4.6: Les différents points d'articulation phonétiques des lèvres	113
Tableau 4.7 : Les différents points d'articulation phonétiques de la cavité nasale..	115
Tableau 4.8 : Les différents points d'articulation phonétiques de l'arabe standard	115
Tableau 4. 9 : les points d'articulation des phonèmes arabes et ses caractéristiques	124

Tableau 4. 10 : L'influence du parler de Bechar sur les enregistrements d'« ALGASD -(R9)(R10)(R11) ».....	149
Tableau 4. 11 : L'influence du parler d'El-Oued sur les enregistrements d'« ALGASD -(R9)(R10)(R11) ».....	150
Tableau 4. 12 : L'influence du parler de Ghardaïa sur les enregistrements d'« ALGASD-(R9)(R10)(R11) ».....	151
Tableau 5. 1 : La répartition des fichiers de la base de données d'« ALGASD- (R9)(R10)(R11) ».....	157
Tableau A-1.1 : Transcription SAMPA des Phonèmes de l'arabe standard	189
Tableau A-1.2 : Transcription SAMPA des Phonèmes de l'arabe standard adapté à la base de données d'« ALGASD(R9)(R10)(R11) ».....	190
Tableau A-3.1 : Les caractéristiques phonétiques arabes ayant un contraire.....	194
Tableau A-3.2 : Les caractéristiques phonétiques arabes qui n'ont pas de contraire.....	195
Tableau A-3.3 : Les caractéristiques fortes, faibles et moyennes des phonèmes arabes.....	197

GLOSSAIRE

NB : Les mots présents dans ce glossaire sont signalés en *italique* lors de leur première apparition dans le mémoire.

Corpus	Ensemble fini d'éléments, d'énoncés, réunis en vue d'une analyse linguistique ou acoustique.
HMM	Acronyme de Hidden Model Markov. Voir MMC pour plus de détails.
MMC	Acronyme de Modèle de Markov Cachés. C'est un modèle de programmation à base d'automate. Celui-ci est basé sur des calculs statistiques pour obtenir la pondération des relations entre les états.
Locuteur	Personne à qui l'on demande de prononcer un certain nombre d'éléments (phrases, mots isolés, etc.) et que l'on enregistre dans le but de constituer une base de données sonores.
Superviseur	Personne qui supervise et qui guide les locuteurs pour l'enregistrement de corpus ; Le superviseur a en charge la définition des données, et la préparation des sessions d'enregistrement des locuteurs.
PAPHE	Phrases arabes phonétiquement équilibrées PAPHE
« SAMPA »	C'est une écriture en API (SAMPA) (alphabet phonétique international pour les méthodes d'estimation de la parole (Speech Assessment Methods Phonetic Alphabet)
« ALGASD »	Une base de données sonore de l'arabe standard nommée « ALGASD » (Algerian Arabic Standard Data Base).
« EMALGASD »	Environnement multimédia et informatique pour la gestion de la base de données d' « ALGASD ».
Wavesurfer	Est un logiciel libre spécialisé au traitement de la parole, qui a été élaboré au « Centre des Technologies de la parole » en Suède
bHTK (Hidden Markov Model Toolkit)	est un outil logiciel qui vise à construire et manipuler les modèles de Markov cachés (HMMs). Il a été développé par le département de technologie de l'université de Cambridge (CUED). Il est principalement utilisé pour les recherches dans le domaine de la reconnaissance de la parole

INTRODUCTION GENERALE

Aujourd'hui, de nombreuses méthodes permettent la reconnaissance ou la synthèse de la parole telle que les Modèles de Markovs Cachés (MMC), les Réseaux de Neurones Artificiels (RNA) ou bien les architectures dites mixtes. Pourtant ces dernières sont étroitement liées à une phase très coûteuse en moyens humains et financiers pour obtenir les données nécessaires à l'apprentissage de ces systèmes.

En effet, on a besoin de grandes bases de données sonores, possédant un étiquetage correct des signaux et provenant de l'enregistrement de plusieurs locuteurs. Les bases de données sont des ressources essentielles pour l'acquisition de connaissances linguistiques et le développement des technologies de la parole.

Dans le cas de la reconnaissance de la parole, il est primordial d'apporter, lors de l'apprentissage, des corpus de taille significative et comportant des données venant de divers locuteurs. Ainsi, le système apprendra une plus grande diversité de voix ce qui le rendra plus robuste aux variations inter et intra locuteur.

La progression des recherches sur la parole suscite le développement continu des bases de données sonores et un besoin permanent de nouvelles données pour atteindre de nouveaux objectifs : soit de nouveaux corpus pour l'étude de la langue, soit l'enregistrement dans des situations particulières (bruit d'environnement, etc.).

Bien que la langue Arabe compte parmi les langues dominantes à travers le monde (la langue maternelle de quelque 250 millions de locuteurs) car, représentée par des pays de plus en plus multiculturels et multilingues, les bases de données de l'Arabe Standard restent jusqu'à aujourd'hui très rares et sont souvent réalisées dans le cadre d'un travail de recherche bien spécifique et donc une utilisation restreinte.

C'est dans le besoin de créer une base de données à une plus grande échelle, plus diversifiée et couvrant toutes les variabilités au niveau dialectal au niveau national, qu'est née le projet de « ALGERian Arabic Speech Database » (ALGASD) en Algérie [1].

C'est dans ce sens que repose notre étude qui sera axée principalement sur la réalisation d'une base de données sonore de l'arabe standard parlé par des locuteurs de la région du sud Algérien et plus particulièrement BECHAR, EL-OUED et GHARDAIA, nommée respectivement : Région R9, R10 et R11.

Notre objectif étant de vouloir, à partir d'un corpus écrit de l'arabe standard (phrases arabes phonétiquement équilibrées PAPHE) déjà élaboré et disponible [2] mais non encore directement exploitable, le convertir en données acoustiques (sonores) enregistrées et créer une base de données en se basant sur la base de données TIMIT, de procéder à sa segmentation, son étiquetage et, enfin, de soumettre la base de données créée à partir de ce corpus à des tests de reconnaissances en vue de la valider.

Cette étude est organisée en cinq (5) principaux chapitres :

Un premier Chapitre qui sera consacré à l'existant concernant les différentes bases de données sonores pour toutes les langues, ouvrant ainsi la voie au chapitre suivant.

Le deuxième Chapitre présentera la base de données à enregistrer, l'étude statistique des régions du sud Algérien, conditions d'enregistrement, ainsi que les dispositions à prendre pour procéder aux enregistrements, la répartition des locuteurs choisis sur les corpus de test et apprentissage (27 phrases pour BECHAR, 59 phrases pour EL-OUED et 50 phrases pour GHARDAIA ce qui donne un 136 pour le sud Algérien), ainsi que l'enregistrement sonore de ces dernières et ce, en se basant sur les données qui nous sont fournis.

Le troisième Chapitre propose, Dans son premier parti, la transcription phonétique et orthographique, la segmentation (en mots, phonèmes) et l'étiquetage des données à l'aide de « Wavesurfer » (Voir Chapitre III) en nous basant sur l'étude des caractéristiques temporelles et spectrales des signaux de parole ce qui nous permettra d'obtenir des fichiers résultats (d'extension .lab .phn et .wrp pour chaque phrase), la base de données sera organisée en deux partie : Test et Apprentissage, on procédera également à la création du dictionnaire (vocabulaire des mots à apprendre par le système de reconnaissance). Dans la deuxième partie de ce

chapitre présente les performance de la base de données « ALGASD-(R9)(R10)(R11) », qui a été évaluée par un système de reconnaissance basé sur les HMM (HTK), dans le cadre de la réalisation du projet « ALGASD ».

Le quatrième Chapitre a fait l'objet, d'une étude comparative sur les travaux faits par les anciens grammairiens arabe et les modernes sur les points d'articulation des phonèmes de l'Arabe, et sur l'influence des parlers régionaux sur la prononciation de l'arabe standard. On s'est particulièrement intéressés aux régions d'ALGASD-(R9)(R10)(R11).

Par ailleurs, pour en faciliter l'utilisation et la recherche, « EMALGASD » a été organisé sous forme d'une application programmée qui fera l'objet du chapitre cinq.

Par ailleurs, nous avons utilisé pour valider la Base de Données sonore (BD) sur un système de reconnaissance de parole continue « baseline » à base des HMM disponible au niveau de l'équipe Reconnaissance du laboratoire LCPTS de la FEI/USTHB [1].

CHAPITRE 1

ETAT DE L'ART SUR LES BASES DE DONNEES DE PAROLE

1.1. Introduction

De nos jours, de nombreuses méthodes permettent la reconnaissance ou la synthèse de la parole. Certaines architectures logicielles peuvent être utilisées pour toutes les opérations sur la parole, mais généralement ces méthodes sont dépendantes d'une phase très coûteuse en moyens humains et financiers pour obtenir toutes les données essentielles à leur apprentissage.

En effet, pour rendre de tels programmes robustes, soit pour l'utilisation avec plusieurs personnes (pour les systèmes de reconnaissance), soit pour la synthèse de plusieurs styles de parole, cela demande de grandes bases de données sonores, possédant un étiquetage correct des signaux, et provenant de l'enregistrement de plusieurs locuteurs. Ces algorithmes étant fondés sur des méthodes stochastiques, comme le souligne Haton [3], *l'apprentissage est une opération d'importance capitale pour un système de reconnaissance*. En effet, Thayse [4] décrit, dans le chapitre consacré à la reconnaissance de la parole, que les phases itératives d'apprentissage nécessitent des données multiples pour l'obtention de bons modèles. Il est donc primordial d'apporter, lors de la phase d'apprentissage, des corpus de taille significative et comportant des données venant de divers locuteurs. Le système peut ainsi apprendre une plus grande diversité de voix, ce qui permet de le rendre robuste aux variations, inter et intra locuteur, lors de son fonctionnement nominal.

Le manque de données orales aboutit à un double paradoxe. D'une part, la linguistique se cantonne majoritairement à l'observation de l'écrit bien qu'elle affirme fortement la primauté de l'oral, l'écrit n'étant qu'un système de codage de la langue parlée au moyen de signes visibles. D'autre part, la suprématie des corpus écrits est d'autant plus frappante que ce sont les technologies de la parole qui ont contribué très largement au regain d'intérêt pour les corpus par les progrès qu'elles ont enregistrés à l'aide de méthodes empiriques dans les années 1980 [5].

Le développement de bases de données linguistique représente une grande importance pour la progression des recherches sur la parole. Le principe même de la

parole et sa diversité conduit à une nécessité permanente de nouvelles données. Celles-ci sont créées afin d'atteindre de nouveaux objectifs : soit de nouveaux corpus pour l'étude de la langue ou pour circonscrire de nouvelles applications, soit des conditions particulières d'enregistrement correspondant à des situations réelles (bruit d'environnement, etc.).

Le domaine des bases de données sonores, pour la recherche sur la parole, couvre, en fait, un besoin permanent de données pour l'entraînement de tous les systèmes d'entrées/sorties vocaux. Le monde de la recherche s'est intéressé à définir ce que sont les données pertinentes et comment elles sont représentées. C'est un problème assez ancien qui revient au goût du jour avec l'avènement du multimédia [6].

Il existe plusieurs bases de données de parole et plusieurs organismes chargés de récolter ou de produire ces ressources linguistiques (corpus oraux ou écrits) suivant l'utilisation à laquelle elles sont destinées. A cet effet, nous allons exposer, Dans ce chapitre, quelques unes de ces bases de données.

1.2. Etat de l'art des bases de données de la parole

Une base de données est une collection de données organisées et reliées entre elles de telle sorte que l'on puisse accéder à une quelconque d'entre elles par l'intermédiaire d'un programme informatique. Et pour cela, on utilisant des moyens informatiques, et des méthodologies bien structurées pour réaliser des campagnes d'enregistrement de corpus parole. Parmi ces méthodologies, on citant la norme européenne *SAM*.

1.2.1. Norme ESPRIT SAM

La norme *SAM* [5], développée au sein du projet européen ESPRIT n° 2589 "*Speech Input and Output Assessment Methodologies and Standardisation*", définit un ensemble de spécifications standards, précisant la nomenclature des fichiers et ce qu'ils doivent contenir, pour le stockage des données correspondant à la version électronique des sessions d'enregistrement. Cette norme a été créée, dans le but de faciliter les échanges entre les différentes équipes de recherche en parole, au niveau européen. Le principe de cette méthode est simple : associer un fichier de signal sonore avec une description, entièrement textuelle, donnant le maximum

d'informations associées au signal lui-même. Les fichiers de signaux sont binaires et ne comportent aucune autre information. Les fichiers de description ne contiennent que des caractères ASCII permettant leur exploitation sur plusieurs systèmes informatiques (Unix, PC, etc...) [6]. L'explication de cette nomenclature et du contenu des fichiers se trouve en Annexe (2).

1.2. 2. Les bases de données sonores disponibles

Il existe de nombreuses bases de données sonores disponibles ont déjà été établies, toutefois avec des objectifs différents. Elles se distinguent par la langue, le nombre de locuteurs, la forme et les données enregistrées. Nous ne citerons, ici, que quelques exemples, pour illustrer le thème des corpus parole.

1.2.2.1. Présentation de la base de données « TIMIT »

Le corpus de parole lue TIMIT [8] compte parmi les bases de données les plus exploitées dans le domaine de la Reconnaissance Automatique de la Parole (RAP). Elle a été conçue pour fournir des données de parole acoustico-phonétiques de l'Anglais américain destiné au développement et l'évaluation des systèmes RAP.

1.2.2.1.1. Signification de « TIMIT »

- ❖ (TI) indique que les enregistrements ont été effectués par (Texas Instruments).
- ❖ (MIT) signifie que la Transcription du corpus a été réalisée au niveau de l'Institut Technologique de Massachusetts.

TIMIT contient les enregistrements de 630 locuteurs issus des 08 plus grandes régions des états unis représentant les 8 dialectes les plus importants de l'Anglais Américain, où chaque locuteur prononce 10 phrases phonétiquement riches.

La base de données TIMIT comprend également la transcription phonétique et orthographique et étiquetage en mots. Chaque fichier son est échantillonné à 16 kHz sur 16 bits.

La base de données est disponible sur un CD-ROM dont la réalisation a été effectuée par l'Institut National de standardisation et de la Technologie (NIST) et la distribution par LDC (Linguistic Data Consortium). Elle contient les enregistrements de 630 locuteurs américains, répartis en 8 "dialectes régionaux" ("dr1" à "dr8"). Le

tableau suivant présente la distribution des locuteurs (homme / femme) par rapport aux 8 "dialectes régionaux" des états unis étudiées par TIMIT [8] :

distribution des locuteurs par rapport aux 8 « dialectes régionaux »				
Dialectes des Regions (DR)		Hommes	Femmes	Total
dr1	New England	31 (63%)	18 (27%)	49 (8%)
dr2	Northern	71 (70%)	31 (30%)	102 (16%)
dr3	North Midland	79 (67%)	23 (23%)	102 (16%)
dr4	South Midland	69 (69%)	31 (31%)	100 (16%)
dr5	Southern	62 (63%)	36 (37%)	98 (16%)
dr6	New York City	30 (65%)	16 (35%)	46 (7%)
dr7	Western	74 (74%)	26 (26%)	100 (16%)
dr8	Army Brat (moved around)	22 (67%)	11 (33%)	33 (5%)
Total		438 (70%)	192 (30%)	630 (100%)

Tableau 1.1 : la distribution des locuteurs par rapport aux 8 « dialectes régionaux » des états unis

1.2.2.1.2. Types de corpus disponibles dans « TIMIT »

■ Premier classement

TIMIT comprend 3 types de corpus réparti comme suit :

- ❖ 2 phrases dialectales (SA) lues par les 630 locuteurs, servent à illustrer les variations régionales (identifiées "sa1" et "sa2").
- ❖ 5 phrases sont tirées au sort parmi 450 phrases phonétiquement équilibrées (SX) qui fournissent une bonne couverture des paires de phones, (identifiées "s x3" à "sx452"). Chaque locuteur prononce 5 de ces phrases et chaque texte est lu par 7 locuteurs différents.
- ❖ 3 phrases phonétiques diverses (SI) choisies parmi des sources de textes déjà existants. Chaque ensemble de 3 phrases est lu uniquement par un seul locuteur, soit un total de 1890 phrases différentes pour les 630 locuteurs (identifiées "si453" à "si2342") Le tableau I. 2 récapitule la répartition des types de corpus suivant le nombre de locuteurs [8].

Type de corpus	N ^b de phrases	N ^b de phrases prononcées par Locuteurs	N ^b de locuteurs par type de corpus	Total de phrases lues
Dialecte (SA)	2	2	630	1260
Compacte (SX)	450	5	7	3150
Divers (SI)	1890	3	1	1890
Total	2342	10	-	6300

Tableau 1.2: Répartition des types de corpus suivant le nombre de locuteurs

■ Deuxième classement

Le corpus a été divisé en deux parties : l'une pour l'Apprentissage et l'autre pour le Test. Les critères de division ont été exposés dans le fichier « testset.doc » du CD-ROM. [9].

En effet, les 630 locuteurs de la base (438 hommes et 192 femmes) sont répartis entre l'ensemble d'apprentissage (462 locuteurs dont 326 hommes et 136 femmes) et l'ensemble de test (168 locuteurs dont 112 hommes et 56 femmes). Cette répartition s'explique par le fait qu'un système de reconnaissance est d'autant plus performant et plus robuste si les données d'apprentissage sont importantes et comprenant plusieurs variantes de prononciation [9].

Un sous-ensemble, appelé noyau, a été extrait de l'ensemble de test original. Il contient 24 locuteurs : deux hommes et une femme par "dialecte". Ces 24 locuteurs prononcent 192 phrases (5 SX et 3 SI par locuteur). Sa taille réduite a permis de multiplier les expériences tout en conservant une estimation assez fiable des taux de reconnaissances réels.

1.2.2.1.3. Codification de la phrase et du locuteur

Les phrases prononcées par chaque locuteur dans TIMIT, sont codées comme suit :

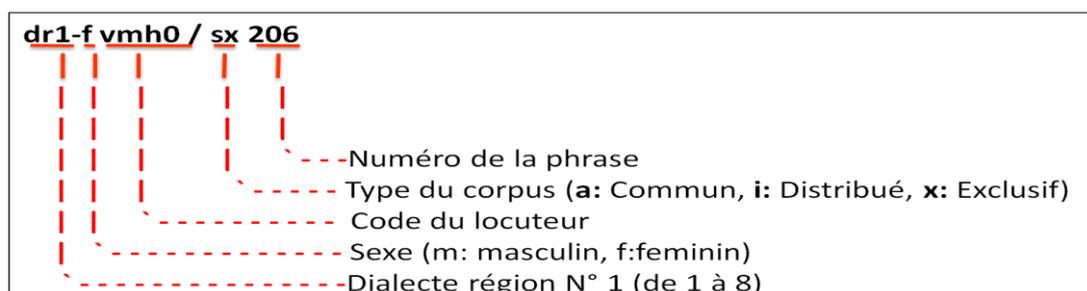


Figure 1.1 : Codification des phrases dans « TIMIT » [8]

Exemple :h

```

7470 11362 she
11362 16000 had
.
.
52184 58840 year

```

■ Exemple de fichier (.txt)

On retrouve les phrases transcrites orthographiquement dans des fichiers (.txt) qui contiennent des informations sur le début et la fin des échantillons de toute la phrase prononcée [8, 9].

Exemple :

0 58840 She had your dark suit in greasy wash water all year.

Les silences du début et fin de phrase sont désignés par h #.

Le tableau ci-dessous est un récapitulatif toutes les informations concernant la structure du corpus TIMIT :

Corpus TIMIT														
Utilisation		Dialecte	Sexe		Identification locuteur		Identification phrase							
App	Test	dr 1--8	H	F	initiale	nombre	Type de texte			N° phrase	Type de fichier			
					3 lettres	0 - 9	SA	SI	SX	1 - 2342	wav	txt	wrd	phn

Tableau 1.3 : Structure principale de TIMIT [8]

1.2.2.1.5. Codification des fichiers TIMIT

Afin d'établir une désignation complète et caractéristique de chaque phrase prononcée, TIMIT a adopté la codification suivante:

[timit/train/dr1/fcjf0/sa1.wav]

Interprétation : Corpus TIMIT, apprentissage, dialecte région 1, locuteur femme, Nom et Prénom "cjf0", type de texte lu "sa", numéro de la phrase "1", fichier .wav.

[timit/test/df5/mbpm0/sx407.ph]

Interprétation : Corpus TIMIT, test, dialecte région 5, locuteur homme, Initiales Nom et prénom "bpm0", type de texte "sx", numéro de la phrase "407", fichier de transcription en phonèmes.

1.2.2.1.6. Bases de données issues de « TIMIT »

D'autres sous-bases de données ont été réalisées à partir de TIMIT destinées pour différentes applications, telles que :

■ « HTIMIT » :

Le corpus de HTIMIT, réalisé par MIT « Lincoln Laboratory Speech Systems Technology Group », comprend l'enregistrement d'un sous-corpus de TIMIT à travers différents combinés de téléphone [10], afin d'étudier les caractéristiques de la transmission téléphonique. Ce corpus HTIMIT est un sous corpus de TIMIT constitué par 10 phrases prononcées par 192 locuteurs masculins et par 192 locuteurs féminins [11].

■ « FFMTIMIT »

(Far Field Microphone Recordings) : ce corpus contient 6130 phrases, soit 10 phrases prononcées par les 613 locuteurs des 8 grandes régions des Etats-Unis. Les enregistrements sont faits à partir d'un microphone de champ lointain [12].

■ « CTIMIT »

(Cellular TIMIT Speech corpus): Elle a été collectée par les membres du VCI (Voice Communication Initiative), elle est basée sur des enregistrements de 3367 des 6300 phrases du TIMIT original passés à travers les lignes téléphoniques cellulaires échantillonnée à 16 KHZ. Par conséquent la segmentation et étiquetage phonétique originale de TIMIT peut s'appliquer à CTIMIT [13].

■ « NTIMIT »

(Network Speech Database): elle a été développée par NYNEX (Science and Technology Speech Communication Group) afin de fournir des enregistrements téléphoniques qui seront associées à la base TIMIT. Ce corpus correspond à la transmission de 6300 phrases originale de TIMIT à travers les lignes téléphoniques. Les fichiers sons réenregistrés ont le même étiquetage que TIMIT [14].

1.2.2.2. Les bases de données réalisés par « ELDA »

« ELDA » ou « ELRA » (Agence pour la Distribution des Ressources Linguistiques et l'Evaluation) [15, 16], a été conçue en 1995 et est chargée du développement et de la mise en œuvre de corpus oraux et bases de données sonores et l'évaluation de systèmes appliqués aux technologies de la langue. Elle regroupe un catalogue d'environ 700 ressources écrites et orales accessibles depuis les sites Internet d'« ELRA » et « ELDA ».

« ELDA » est un organisme qui bénéficie d'un large réseau de partenaires dans le monde entier et peut fournir des ressources linguistiques dans de nombreuses langues, elle a déjà pu compiler des ressources dans plus de 25 langues. Par ailleurs, elle propose des ressources de très haute qualité, grâce à une procédure de validation pointue. « ELDA » intervient à chaque étape de la production de ressources linguistiques [15, 16], à savoir en :

- Collecte de données de parole ou vidéo ;
- Collecte de données écrites (corpus et lexiques) ;
- Création de données pour des technologies spécifiques et/ou des campagnes d'évaluation.

1.2.2.2.1. Les ressources de « ELDA »

Dans son catalogue, ELRA propose des ressources linguistiques réparties en 4 catégories [15]: les ressources orales, les ressources écrites, les ressources terminologiques et les ressources multimodales/multimédia.

■ Les ressources orales « ELDA »

Parmi les ressources orales on retrouve le projet AURORA [17] est une version plus récente de la base de données « Noisy TI », elle est disponible sous forme de 4 CDs, cette base de données est destinée à l'évaluation d'algorithmes pour l'extraction de paramètres pertinents de signaux noyés dans du bruit mais peuvent être également utilisée pour l'évaluation et la comparaison de systèmes robustes de reconnaissance de la parole bruitée [15].

❖ Enregistrement par microphone

Elles représentent des bases de données orales faites à partir d'enregistrements

de locuteurs au microphone dans différents contextes et environnements et couvrant un grand nombre de langues européennes et non européennes [15]. On retrouve parmi elles la base de données « BABEL » [18].

BABEL est un projet européen créé en 1995 présentant un sous programme de COPERNICUS pour une collaboration scientifique et technique entre l'Europe de l'Est et l'Europe de l'Ouest.

Le principal objectif de ce projet est de fournir des ressources pour la recherche et le traitement du langage parlé, ainsi il couvre une base de données multilingue des cinq langues de l'Est : le bulgare, l'estonien, le hongrois, le polonais et le roumain et elle suit le format de la base de données « EUROM1 » (voir § I. 2.2.4).

❖ Enregistrement par téléphone

Ce sont des bases de données d'enregistrements téléphoniques, fixes ou mobiles dans différents contextes et environnements, et couvrant un grand nombre de langues européennes et non européennes [15].

On retrouve, par exemple, différents corpus issus de la base de données de la famille SpeechDat tels que « SPEECHDAT de l'Autrichien » qui comprend les enregistrements de 1000 locuteurs autrichiens (544 hommes, 456 femmes) qui ont prononcé environ 60 phrases lues et spontanées enregistrées sur un téléphone fixe, ainsi que 1000 locuteurs autrichiens (543 hommes, 457 femmes), enregistrés à travers le réseau téléphonique mobile autrichien qui ont prononcé environ 60 phrases lues et spontanées [19, 20, 21]. La base de données ORIENTEL du marocain « MSA » (arabe parlé moderne) qui en fait également partie, contient 772 locuteurs marocains enregistrés à travers le réseau téléphonique fixe et mobile marocain. Chaque locuteur a prononcé environ 49 éléments lus et spontanés [15].

■ Ressources de télé radio-diffusion :

Ce sont des corpus faits à partir de radios, télévisions ou Internet, tel que le corpus ESTER [22]. Le corpus ESTER est un sous-ensemble du package d'évaluation ESTER qui a été produit dans le cadre du projet national français ESTER (« Evaluation des Systèmes de Transcription enrichie d'Emissions Radiophoniques »), issu du programme Technolangue. Le projet ESTER a permis de réaliser une campagne d'évaluation des systèmes de transcription enrichie d'émissions

radiophoniques pour le français.

Les corpus audio (transcrits ou pas) se composent d'enregistrements des informations à la radio, enregistrés sur plusieurs chaîne de radio. Les données transcrites proviennent principalement de France-Inter, France-Info, Radio France International et Radio Télévision Marocaine.

■ Ressources connexes « ELDA »

Elles regroupent des bases de données lexicales telles que BDLEX [23, 24], CELEX [25], MHATLEX [15, 24] et PHONOLEX [26].

En effet, une base de données lexicale est un ensemble de mots (dits *entrées lexicales* ou *données lexicales*) catégorisés, c'est-à-dire associés à un certain nombre d'informations, généralement d'ordre linguistique, et organisés en vue de leur utilisation par des programmes informatiques d'analyse de texte. La base de données lexicale sert ainsi de source de références et d'informations lors des procédures d'annotation ou de catégorisation des mots d'un texte donné. On parle aussi de « dictionnaire électronique ».

❖ La base de données « BDLEX »

Créée en 1996, l'objectif initial du projet BDLEX est de satisfaire les besoins des psychoneurolinguistes en matière de corpus lexicaux de tests et d'exercices selon différents critères de sélection. Elle regroupe un lexique de 23 000 entrées sous forme canonique, transcrit phonétiquement avec comme information des attributs graphiques, phonologiques et morphosyntaxiques.

a) Les ressources écrites

- ❖ Corpus : Cette section comprend des corpus monolingues et multilingues qui peuvent aussi être annotés. Quelques exemples des ressources que vous trouverez sont les corpus développés dans le cadre du projet MULTEXT, les corpus MLCC (Multilingual and Parallel Corpora), des corpus scientifiques en français, des corpus journalistiques en arabe, etc [27].
- ❖ Lexiques monolingues : La section dédiée aux lexiques monolingues comprend différents types de dictionnaires, tels que le dictionnaire des verbes français, un

dictionnaire de mots en japonais, les lexiques PAROLE dans un grand nombre de langues, etc [15, 28].

- ❖ Lexiques multilingues : Dans cette section, on trouve des lexiques et dictionnaires bilingues ou multilingues, dont la base de données « EuroWordNet », etc [29].

■ Les ressources terminologiques

Ce sont des bases de données terminologiques monolingues, bilingues et multilingues couvrant un large panel de domaines de spécialité, tels que l'ingénierie automobile, les assurances, la linguistique, la finance, le tourisme et loisirs, les géosciences etc., dans une grande variété de langues tels que : GEOBASE [30] et STATISTIQUE [31].

■ Les ressources multimodales/ multimédia

Les ressources qu'on trouve dans cette section ont été produites grâce à la combinaison de plusieurs modalités (la voix, la gestuelle, le regard, l'écriture, etc.). Les ressources produites dans le cadre du projet M2VTS appartiennent à cette catégorie [15].

Diverses bases de données ont déjà été établies, toutefois avec des objectifs différents. Elles se distinguent par la langue, le nombre de locuteurs, la forme et les données enregistrées. Voici quelques exemples

1.2.2.3. La base de données des sons du français « BDBSONS »

« BDBSONS » [6] est une base de données de parole française au format SAM (Speech Assessment Methods, projet ESPRIT 2589) [32], constituée de 32 voix (16 hommes, 16, femmes). La taille de cette base est d'approximativement 3,5 Go. Ces données sont réparties sur 7 CDROMs.

Les données sont divisées en deux groupes :

- ❖ "Evaluation" : ce groupe comporte 32 locuteurs. Chaque locuteur a prononcé :
 - un passage de 5 phrases et 54 logatomes dissyllabiques (syllabes : /pa/, /si/, /fu/);
 - des nombres et des chiffres : 400 chiffres isolés, 200 séries de 3 chiffres, 100 séries de 4 chiffres, et 100 séries de 5 chiffres ;
 - des lettres et des noms : 432 lettres, 102 noms épelés.

❖ "Acoustique" : Ici, ne sont représentés que 12 locuteurs :

- 600 mots, de type CVCV (Consonne-Voyelle-Consonne-Voyelle au sens phonétique) ;
- 200 groupes consonantiques ;
- des tests de rime ;
- 52 phrases phonétiquement équilibrées, 44 phrases nasales, 192 phrases incluant des mots réels en français avec 16 consonnes et 12 voyelles.

Le tableau 1.4 est un récapitulatif toutes les informations concernant la structure du corpus « BDSONS »:

	Evaluation	Acoustique
Locuteurs	32	12
Corpus	<ul style="list-style-type: none"> • Passage de 5 phrases, • 54 logatomes dissyllabiques /pa/ /si/ /fu/, • 400 chiffres, 200 séries de 3 chiffres, • 100 séries de 4 chiffres, 100 séries de 5 chiffres, • 432 lettres, 102 noms épelés. 	<ul style="list-style-type: none"> • 600 mots de type CVCV, • 200 groupes consonantiques, • 52 phrases phonétiquement équilibrées, • 44 phrases nasales, 192 phrases.

Tableau 1.4 : Description du corpus « BDSONS »

L'avantage de « BDSONS » est son intégration dans un environnement informatique à l'aide du logiciel GERSON [6] muni d'une interface Web. Ce logiciel permet l'interrogation de la base pour en extraire un ensemble de signaux répondant à des critères particuliers. L'avantage de GERSONS est de travailler sur des données au format SAM.

1.2.2.4. La base de données multilingue EUROM-1

« EUROM-1 » [6, 33] est la première base de données « Parole » Multilingue européenne. En effet, elle représentait au début 8 langues : italien, anglais, allemand, néerlandais, danois, norvégien, et le français. Par la suite, d'autres langues se sont ajoutées à celles-ci : l'espagnol, le portugais et le grec. Elles ont été enregistrées dans le cadre du projet ESPRIT SAM.

Le corpus d'EUROM1 est constitué des éléments suivants :

- 40 passages de 5 phrases thématiquement liées ;
- 50 phrases pour compléter le corpus sur différentes particularités de la langue
- 82 logatomes CVC représentant plusieurs variations possibles ;
- 5 groupes de 20 nombres pris entre 0 et 9999.

L'ensemble des textes produits n'est pas obtenu par simple traduction, mais est adapté à la sensibilité de chaque langue en présence [6].

Les enregistrements ont été réalisés en chambre sourde à l'ICP de Grenoble, et ont été effectués en mode dit « continu », de façon à collecter les réalisations aussi bien que les événements extra-linguistiques (bruit de lèvres, toussotements, etc...), ceci afin de satisfaire les besoins en parole dite naturelle. La base de données « EUROM-1 » est actuellement stockée sur CDROM. D'autre part, le logiciel de gestion GERSONS a été adapté pour permettre la gestion de cette base.

1.2.2.5. La base de données « BDBRUIT »

« BDBRUIT » [36] est une base de données française créée en 1991 et destinée à permettre l'étude générale des perturbations de la production de la parole, par le bruit environnant. Les locuteurs sélectionnés au moyen d'un casque, sont soumises à différents bruits : bruit blanc, sons de cocktail-party ou aucun bruit (la condition de référence). La base comporte 10 locuteurs (5 hommes et 5 femmes). Le contenu du corpus est le suivant [6]

- 30 phrases
- 30 nombres entre 0 et 9, et 20 nombres entre 0 et 9999 extraits du cinquième groupe de la base « EUROM1 ».
- Des logatomes : 82 CVC (combinaison Consonne + Voyelle + Consonne) étudiés sur :
 - variation de C + /il/
 - de C + /a/ ou /ou/
 - variation avec double consonne CC + /il/
 - variation avec une consonne en fin /li/ + C
 - variation de la voyelle en contexte /t/ + V + /t/

Elle a été également réalisée selon la norme SAM, l'ensemble de ses corpus est un sous-ensemble de ceux utilisés pour l'enregistrement de la partie française de la base de données « EUROM1 ». Le contenu de ce corpus est récapitulé dans le tableau suivant :

Corpus	Conditions de bruit
<ul style="list-style-type: none"> • 30 phrases • 30 nombres (entre 0 et 9), • 20 nombres (entre 0 et 9999) extraits de EUROM1 . • Logatomes : 82 CVC selon plusieurs variations. 	<ul style="list-style-type: none"> • milieu non bruité (standard) • bruit blanc sans retour de sa propre voix • bruit blanc et retour de sa propre voix • bruit réaliste sans retour de sa propre voix • bruit réaliste et retour de sa propre voix

Tableau I. 5 : Corpus de « BDBRUIT »

Cette base représente un volume de 2,2 Go de données (soit 4 CD-ROMs) disponible actuellement et peut être consultée à l'aide de GERSONS [6].

1.2.2.6. « BREF80 » sous corpus de « BREF »

« BREF80 » [35] a été réalisée par le laboratoire LIMSI, cette base contient des articles lus, tirés du quotidien "Le Monde". Ces textes ont été sélectionnés pour maximiser le nombre de contextes phonétiques. On obtient ainsi un vocabulaire de plus de 20.000 mots.

Le corpus représente 5330 phrases produites par 80 locuteurs (soit 67 phrases par locuteur en moyenne). Les locuteurs sont issus de la région parisienne. « BREF80 » est issu du corpus « BREF » qui compte 40 locuteurs supplémentaires et totalise 100 heures d'enregistrement. Il comprend, à lui seul, environ 1 heure de parole pour chaque locuteur. Les données sont compactées à l'aide du programme SHORTEN [36] et tiennent, de fait, 2 CDROMs.

1.2.2.7 « PSH » : Parole Subaquatique ou Hyperbare

« PSH » [6] est un corpus bilingue français et anglais. Il regroupe les productions de 7 hommes, dont 5 français. Il consiste en l'enregistrement à différentes pressions et environnements (gaz) de :

- 4 listes de 46 mots pour le français, 4 listes de 50 mots en anglais ;
- 8 phrases phonétiquement équilibrées ;

- 1 passage phonétiquement équilibré en anglais.

Ce corpus a été recueilli pour l'étude, la conception de nouveaux procédés de décodage de parole hyperbare et le test des moyens de communication subaquatiques. Ce corpus, intégré à GERSONS, représente 1 CD-ROM de données.

1.2.2.8. La base de données « BDVOX »

« BDVOX » [37] a été créée visant le développement d'un système de reconnaissance de la parole spontanée, indépendant du locuteur et robuste vis-à-vis des variabilités acoustiques et linguistiques.

Développée par l'Université Fédérale de Santa Catarina au Brésil, « BDVOX » a été élaborée avec la parole contrôlée par la lecture et aussi de façon spontanée (collection de documents sonores constitué d'un ensemble d'échantillons de parole continue et des mots isolés) enregistrée par le réseau téléphonique.

Cette base est composée de 1 100 locuteurs du Portugais du Brésil (PB), soit 193 heures de voix enregistrées et qui comptent 1 491 512 mots dans différentes phrases.

Les enregistrements ont été réalisés dans des environnements qui avaient une très grande variabilité acoustique (bruit de fond, présence de musique, parole superposée, etc.), car le système doit être capable de fonctionner proprement dans des conditions difficiles.

« BDVOX » fournit les bases pour le test et l'apprentissage de systèmes de reconnaissances de mot isolés, de parole continue et de commandes pour les téléservices.

1.2.2.9 « ELICOP » : Etude linguistique de la communication

« ELICOP » [38, 39] est l'un des projets les plus récents, il est approuvé et subventionné par le Fonds de Recherche Scientifique (Analyse linguistique de la langue parlée dans un environnement automatisé (1997-2000)), il rassemble des corpus du français parlé réalisés au cours de plus de 30 années.

Le projet « ELICOP » reprend en grandes lignes les buts des projets ELILAP et

LANCOM [40] et se propose en plus les objectifs spécifiques suivants :

- Uniformiser les corpus existants et les mettre à la disposition des chercheurs intéressés ;
- Concevoir et appliquer un système d'annotation uniforme permettant l'analyse automatique des données, y compris celle du signal sonore ;
- Créer un site Internet contenant toutes sortes d'informations concernant les différents corpus, ainsi que des formulaires interactifs pour effectuer des requêtes ciblées ;
- Elaborer des logiciels permettant d'obtenir de façon automatisée un étiquetage grammatical, lexical et morphologique de corpus ;
- Effectuer des analyses linguistiques, didactiques et interactionnelles.

1.2.2.10. La base de données « SPEECON »

Le projet « SPEECON » [41] a été réalisé par la commission européenne en février 2000, il a pour objectif de développer des interfaces utilisateurs à usage commercial intégrées dans les téléviseurs, enregistreurs vidéo, téléphones mobiles, micro-ordinateurs et jouets, le consommateur n'aura alors qu'à interagir librement avec son appareil.

« SPEECON » comprend des partenaires tels que : Siemens, Ericsson, IBM, Nokia, Philips, Sony, Panasonic et TEMIC, chacun d'eux est chargé d'étudier 2 langues qui comprennent 4 à 6 dialectes pour chacune d'elles. Et cela, vont donner une collection de données parole d'au moins 20 langues (ou dialectes régionaux) incluant les langues les plus parlées en Europe.

Les corpus se composent (pour chaque langue) de 600 locuteurs comprenant femmes, hommes et enfants. Les enfants ont moins de 15 ans et ceci pour mieux représenter les consommateurs de jouets. Pour les enregistrements, plusieurs environnements acoustiques ont été définis :

- Bureau : généralement calme (200 locuteurs) ;
- Maisons, habitations : lieux présentant plus de bruit (75 locuteurs) ;
- Places publiques : qu'elles soient intérieures ou extérieures, elles présentent des bruits considérables (musique, autres voix, etc..) 200 locuteurs;
- Voitures : un niveau de bruit élevé (75 locuteurs) ;
- Présence d'enfants : 50 locuteurs ;

Ces conditions ont été choisies pour fournir un corpus de test et d'entraînement plus réaliste. Les signaux enregistrés sont directement reliés à 4 canaux à travers 4 microphones à différentes distances de la bouche du locuteur, échantillonnés à 16 KHz et codés sur 16 bits. Le corpus est constitué de :

- Une grande partie de phrases phonétiquement riches ;
- Une autre partie qui contient 31 mots généraux, chiffres isolés, nombres naturels, numéros de téléphone, montants d'argent, expressions de l'heure et de la date, réponse en Oui/ Non, e-mail, adresses Web et des caractères spéciaux du clavier.
- La dernière catégorie de la partie lue comprend un ensemble de commandes spécifiques (500 pour les adultes et 120 pour les enfants) visant ainsi une grande variété d'applications.

1.2.2.11. La base de données « POLYCOST »

« POLYCOST » [42] est dédiée aux applications de reconnaissance du locuteur à travers les lignes téléphoniques, les caractéristiques de cette base sont :

- Large corpus à contenu varié (plus de 100 locuteurs) ;
- Anglais parlé par des étrangers ;
- Chiffres lus et parole libre ;
- Enregistrement à travers les lignes téléphoniques internationales ;
- 8 sessions et plus par locuteur.

La particularité de cette base est non seulement la variabilité inter et intra locuteur mais aussi la nature de la parole enregistrée (lignes internationales).

1.2. 2. 12. La base de données « SPEECHDAT »

C'est une base de données de parole contrôlée et spontanée. En Europe, les projets « SpeechDat(M) » et « SpeechDat II » représentent la majorité des partenaires industriels [21, 43, 44].

Pour le projet « SpeechDat » (base de données de l'Europe centrale), l'étude d'une collection de 1000 locuteurs pour 7 langues de l'Europe de l'ouest a été réalisée.

En se basant sur cette expérience, « SpeechDat » a créé des bases de données

de parole téléphonique à grande échelle. Basées sur les expériences avérées de « SpeechDat (M) » et « SpeechDat II », **3** autres bases de données de la famille « SpeechDat » sont aujourd'hui en cours de réalisation :

- « SpeechDat- Car » : visant une collection d'au moins **9** bases de données pour les téléservices en voitures ;
- « SpeechDat » à travers l'Amérique latine pour créer des bases de données à l'Amérique centrale et l'Amérique du Sud. L'objectif est de collecter au moins **7** bases de données dans ces régions ;
- « SpeechDat (E) » : elle a pour objectif la collection d'au moins **5** bases de données téléphoniques dans l'Europe de l'Est qui sont :
 - Une base de données de 1000 locuteurs tchèques ;
 - Une base de données de 1000 locuteurs slovaques ;
 - Une base de données de 1000 locuteurs polonais ;
 - Une base de données de 2500 locuteurs russes ;
 - Une base de données de 1000 locuteurs hongrois.

Tous les corpus de la famille « SpeechDat » sont prononcés par des locuteurs répartis en (50 %) des hommes et (50 %) femmes, avec une tolérance de 5 %. Ils sont enregistrés dans des serveurs téléphoniques. Les annotations suivent le format SAM.

1.2. 2. 13. LA BASE DE DONNEES « SAAVB »

Connue sous le nom de Saudi Accented Arabic Voice Bank, «SAAVB» **[45]** compte parmi les premières bases de données couvrant plusieurs dialectes en Arabie Saoudite, elle a été utilisée par IBM pour évaluer leur systèmes de reconnaissance de la parole et est actuellement exploitée par l'équipe de l'Institut de Recherche en Electronique « King Abdul-Aziz City for Science and Technology » (KACST) en vue de développer un système de reconnaissance de la langue Arabe.

Elle présente l'enregistrement de plusieurs types de textes et corpus sur 1033 locuteurs choisie dans 118 villes de l'Arabie Saoudite distribués comme suit :

- 523 locuteurs hommes (50.63%), 510 Femmes (49.37%)
- 725 locuteurs en communications par téléphone mobile (70.18%) où : 252 en environnement calme (34.76%), 252 en milieu bruyant (34.76%) et 221 dans

un véhicule en déplacement (30.48%)

- 308 locuteurs en communications par téléphone fixe (29.82%) dont: 232 en environnement calme (75.32%), 76 en milieu bruyant (24.68%).

La Répartition de locuteurs de « SAAVB » selon l'âge est présentée dans le tableau suivant :

Age / Locuteurs	Nombre	(%)
16-30 ans	512	50.53
31-45 ans	364	35.24
46-60 ans	147	14.23

Tableau I.6 : Répartition de locuteurs de « SAAVB » selon l'âge [45]

La base de données comprend 302 107 mots répartis dans 60947 fichiers textes avec une moyenne de 5 mots par fichier. Le dictionnaire contient 34 961 mots où 19 941 mots apparaissent uniquement une fois.

La base de données présente 96.37 heures d'enregistrements distribuées à travers 60947 fichiers audio (1033 X 59 fichiers audio) avec une durée moyenne de 5.6 minutes par locuteur et 5.7 secondes par fichier. La taille de SAAVB est de 2.59 GBits.

1.3. CONCLUSION

Après l'exploration du domaine des bases de données, de fait que la démarche adoptée dans le cadre de cette étude, s'appuiera sur des expériences précédentes, notamment celles qui ont conduit à des corpus de référence pour l'anglais-américain, tel que DAPRA-TIMIT. En effet, nous avons vu à travers ce chapitre quelques unes des bases de données les plus importantes avec les caractéristiques de chacune d'elles et les normes qu'elles adoptent. Avec certaine qualité sur la présentation de la base de données « TIMIT », comme la signification, les différents types disponibles, codification de la phrase et du locuteur, type de fichiers créés...etc.

Notons bien que nous n'ayons cité qu'un nombre de bases de données « parole » et de corpus réduits et qui semblent en croissance, parmi elles : « VERMOBIL » [46] (Allemagne), « NOISEX » [47] une base de données de parole bruitée, « VALIBEL » (Belgique) [48], le corpus italien « LIP-CORPUS »,

« ACADIE » [49] etc., cet état de l'art nous aura néanmoins permis d'étudier l'existant.

Parallèlement, en se référant à cette quotité de bases de données et de ressources linguistiques de différente langue, on remarque la rareté des bases de données qui traitent l'arabe standard car les recherches se dirigent surtout vers l'étude des dialectes plutôt que l'Arabe classique, et donc les besoins de corpus de l'arabe standard couvrant de grandes régions représentatives étaient considérables. Par conséquent, la base données « ALGASD » [1, 2] vient couvrant cette manque, plus particulièrement dans l'espace Algérien avec toute ses variantes linguistiques, phonologique et phonétique.

En effet, Dans le Chapitre II, nous proposerons, dans la première partie, de présenter la composition et l'organisation d'une Base de Données Sonore de la langue Arabe « ALGASD » [1, 2] parlé par des locuteurs natifs de différentes régions d'Algérie dont le corpus existe déjà et l'architecture mise en place au laboratoire (LCP- USTHB). Nous nous intéresserons, dans notre cas, sur le même projet à l'étude d'une base de données sonore des différentes régions du sud Algérien (la région de **Bechar** (R9), la région d'**El-Oued** (R10) et la région de **Ghardaïa** (R11)). En suite, une deuxième partie sera réservée à la campagne d'enregistrement qui comprendra la présentation de toute la chaîne d'acquisition : depuis le choix des locuteurs en passant par la production jusqu'à l'enregistrement des signaux de parole.

CHAPITRE 2

LE CORPUS DE LA BASE DE DONNEES « ALGASD-(R9)(R10)(R11) » ET SON ENREGISTREMENT

2.1. Introduction

Une base de données, Comme nous l'avons vu dans le chapitre (1), est une collection de documents que l'on peut accumuler puis extraire de façon sélective. Ces finalités nécessitent donc une organisation structurée et hiérarchisée des éléments de la base et des informations qui y sont associées, les deux phases de génération de la base et de consultation, étant bien évidemment distinctes.

La constitution d'une base de données de parole passe par différentes étapes, qui concernent [50]:

- le choix du matériau linguistique (corpus : phrases, mots isolés, chiffres, etc.)
- l'enregistrement sonore,
- la mise au format des données et leur informatisation,
- la transcription et l'étiquetage.

Le milieu important que chaque corpus possède un nom et un seul pour éviter les problèmes de confusion ou de redondance et le mieux serait de disposer d'une codification qui permettrait de renvoyer de façon univoque à chaque corpus.

Afin de combler une lacune de plus en plus évidente, celle de la disponibilité de corpus oraux en langue arabe. Plus particulièrement ceux collectés dans l'espace algérien avec toutes ses variantes linguistiques, phonologiques et phonétiques. Dans un contexte, où l'industrie langagière est en pleine croissance afin de répondre aux besoins de plus en plus accrus en outils et équipements dotés d'interfaces vocales. C'est dans ce besoin qu'est née la base de données sonore de l'Arabe Standard **ALGASD** [1, 2] pour différentes régions de l'Algérie. Ainsi, notre étude s'est orientée vers Un grand territoire de l'Algérie, de point de vue surfacique, qui est la région du sud (Sahara Algérien). A partir de l'Erg oriental à l'extrémité est limitrophe de la frontière Tunisienne où se trouvent les oasis d'El-Oued jusqu'à l'Erg Occidental à l'extrémité ouest voisin de la frontière Marocaine où se trouve la région de Bechar, on passant évidemment par le centre à travers la région de Ghardaïa. Par

conséquence, selon l'organisation fournie par [1], la région de sud algérien est répartie en trois régions fondamentales, la région de Bechar (R9), la région d'El-Oued (R10) et la région de Ghardaïa (R11).

Dans la première partie de ce Chapitre, nous citerons les modalités proposées pour concevoir la base de données de l'arabe standard couvrant les trois régions du sud, nous exposerons également la manière par laquelle cette base de données a été réalisée et par laquelle ses différents éléments ont été organisés. La deuxième partie traitera, de façon détaillée, des protocoles et de la campagne d'enregistrement jusqu'aux données finales.

2.2 Description de l'organisation et de la structure de la base de données « ALGASD-(R9)(R10)(R11) »

2.2.2 Description du projet « ALGASD »

Le projet « ALGERian Arabic Speech Database » (ALGASD) [1] rentre dans le cadre de la réalisation d'une base de données sonores pour l'arabe standard couvrant les 48 Wilayas d'Algérie et a pour objectif, la collection des sons de l'Arabe Standard au niveau national assurant ainsi une bonne couverture de toutes les variantes de prononciations, ce projet est réalisé au laboratoire de communication parlé (LCP-USTHB-Alger) et fait actuellement l'objet d'une thèse de Doctorat [1, 2].

« ALGASD-(R9)(R10)(R11) », qui présente une partie de ce travail et un sous projet de « ALGASD » et que nous essaierons de mettre en place, est une base de données spécifique des trois régions respectivement, Bechar (nommée « Région 9 »), El-Oued (nommée « Région 10 ») et Ghardaïa (nommée « Région 11 »), selon la disposition proposée par [1].

Dans ce qui suit, nous allons décrire l'organisation générale, l'architecture de la base de données et sa répartition sur les locuteurs qui a été mise en place dans le projet principal

« ALGASD » et sur laquelle notre travail va s'appuyer pour assurer une meilleure gestion de « ALGASD-(R9)(R10)(R11) ».

2.2.3. Réalisation d'« ALGASD-(R9)(R10)(R11) »

2.2.3.1. Organisation des locuteurs

Comme l'Algérie s'étend sur une superficie de 2.380.000 km² divisé en 48 Wilayas, le nombre de locuteurs a été prédéfini sur la base du recensement de la population algérienne. En effet, pour que « ALGASD-(R9)(R10)(R11) » soit plus représentative et réaliste parmi les 300 locuteurs de « ALGASD », le nombre de locuteurs a été établi par rapport à la distribution de la population et sa densité au niveau national [1, 2], comme illustré dans la figure 2.1

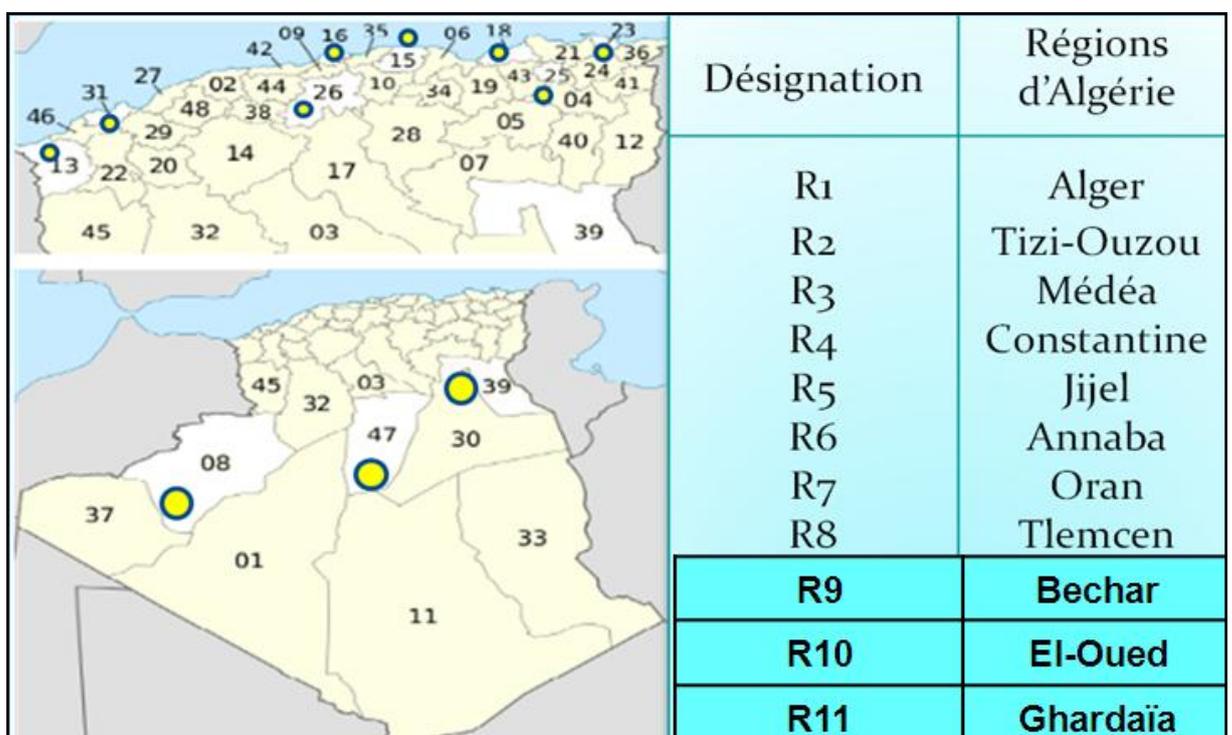


Figure 2.1 : La répartition des différentes régions du « ALGASD » [1, 51]

En consultant le recensement de 1998 sur le site de l'Office Nationale des Statistiques (ONS), on trouve un effectif total de : (Voir le Tableau 2. 1 ci-dessous) :

- **225 546** habitants pour la région de **Bechar (R9)**, avec 49.56% de femmes et 50.44% d'hommes. Les locuteurs d'« ALGASD-R9 » présente 2.33 % de l'ensemble des locuteurs d'« ALGASD ».
- **504 401** habitants pour la région d'**EI-Oued (R10)**, avec 49.12% de femmes et 50.88% d'hommes. Les locuteurs d'« ALGASD-R10 » présente 5.33 % de l'ensemble des locuteurs d'« ALGASD ».

- **300 516** habitants pour la région de **Ghardaïa (R11)**, avec 49.19% de femmes et 50.81% d'hommes. Les locuteurs d'« ALGASD-R11 » présente 4.66 % de l'ensemble des locuteurs d'« ALGASD ».

Sexe Région	Masculin	Féminin	Total	Pourcentage (%)
Bechar	113764 (50.44%)	111782 (49.56%)	225546	(0.77%)
El-Oued	256656 (50.88%)	247745 (49.12%)	504401	(1.73%)
Ghardaïa	152720 (50.81%)	147796 (49.19%)	300516	(1.03%)

Tableau 2.1 : La distribution de la population et sa densité selon la région et le sexe au niveau national [52]

Par conséquent, les nombres de locuteurs ont été déterminés respectivement, soit un nombre de **07 locuteurs** pour la région de **Bechar (R9)**, un nombre de **16 locuteurs** pour la région d'**El-Oued (R10)** et un nombre de **14 locuteurs** pour la région de **Ghardaïa (R11)**. Tout en remarquant que le pourcentage des femmes étant presque égal à celui des hommes [1, 2].

2.2.3.2. Organisation des corpus

■ Répartition du corpus d'« ALGASD-(R9) » : Le corpus est constitué de **15 phrases** et il est divisé en deux sections : **Apprentissage** (07 phrases) et **Test** (08 phrases). Cependant, avant le partage, une répartition du corpus en 3 parties distinctes dont le rôle de chacune est bien précis a été proposée dans [1, 2]. Le nombre total de phrases lues à partir du corpus de base, c'est à dire les 07 phrases, est de **27 phrases lues** (Voir figure 2.2.).

■ Répartition du corpus d'« ALGASD-(R10) » : Le corpus est constitué de **21 phrases** et il est divisé en deux sections : **Apprentissage** (09 phrases) et **Test** (12 phrases). Toutefois, avant le partage, une répartition du corpus en 3 parties distinctes dont le rôle de chacune est bien précis a été proposée dans [1, 2]. Le nombre total de phrases lues à partir du corpus de base, c'est à dire les 21 phrases, est de **59 phrases lues** (Voir figure 2.2.).

■ Répartition du corpus d'« ALGASD-(R11) » : Le corpus est constitué de **20**

■ **phrases** et il est divisé en deux sections : **Apprentissage** (08 phrases) et **Test** (12 phrases). Toutefois, avant le partage, une répartition du corpus en 3 parties distinctes dont le rôle de chacune est bien précis a été proposée dans [1, 2]. Le nombre total de phrases lues à partir du corpus de base, c'est à dire les 20 phrases, est de **50 phrases lues** (Voir figure 2.2.).

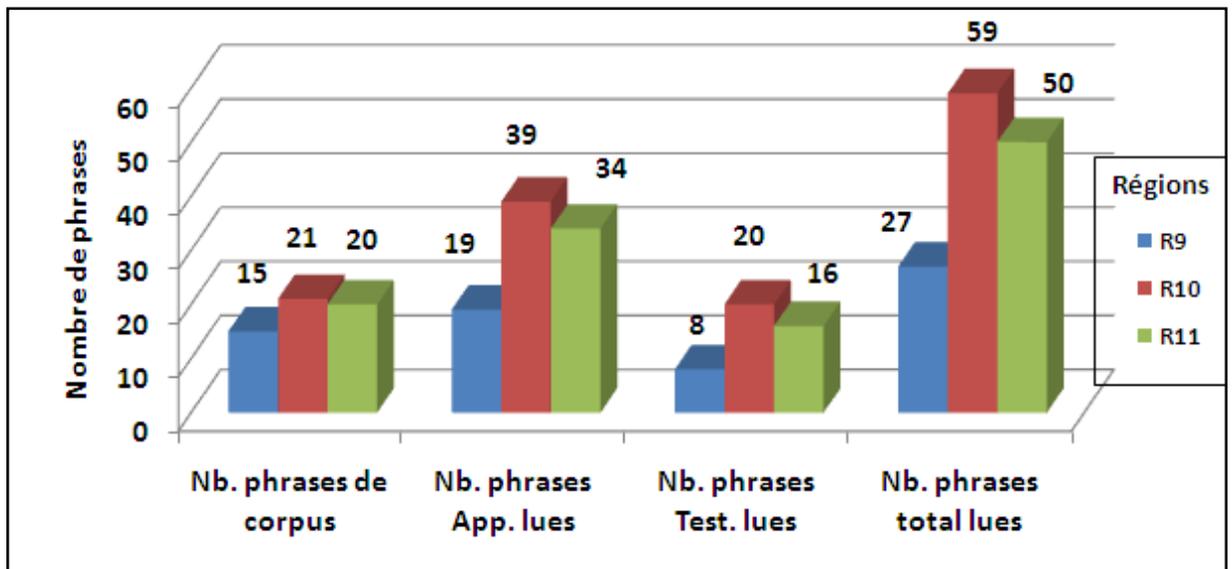


Figure 2.2 : Répartition du corpus d' « ALGASD-(R9)(R10)(R11) »

2.2.3.3. Présentation des corpus

■ Phrases Cc : Elles représentent le Corpus Commun pour tous les locuteurs. Constitué de 2 phrases seulement, le total des phrases enregistrées pour ce corpus (Cc) et pour l'ensemble des locuteurs de chaque région atteint, **14 phrases** pour « ALGASD-(R9) », **32 phrases** pour « ALGASD-(R10) » et **28 phrases** pour « ALGASD-(R11) ». Ces phrases Cc appartenant au corpus Apprentissage [1, 2]. (Voir tableau 2.2.).

■ Phrases Cr : Elles désignent le Corpus Réservé, qui est partagé en 2/3 Textes de 3 phrases numérotés successivement pour chaque région, Texte 25 (T25) et Texte 26 (T26) pour « ALGASD-(R9) », Texte 27 (T27), Texte 28 (T28) et Texte 29 (T29) pour « ALGASD-(R10) » et Texte 30 (T30), Texte 31 (T31) et Texte 32 (T32) pour « ALGASD-(R11) ». La numérotation des textes étant proposée dans [1, 2]. Chacun des textes sera lu tantôt par 1 ou 2 locuteurs sélectionnés hommes et femmes (H/F) et sont inclus dans le corpus de Test [1, 2]. Alors on trouve le total des

phrases enregistrées pour ce corpus (Cr), **06 phrases** pour « ALGASD-(R9) », **15 phrases** pour « ALGASD-(R10) » et **12 phrases** pour « ALGASD-(R11) ». (Voir tableau 2.2.).

■ Phrases Ci : Cette dernière partie est appelée Corpus Individuel car chaque phrase est propre à chaque locuteur, sauf pour les phrases appartenant aux textes du corpus Test où on trouve les phrases individuelles ci. qui ont été lues parfois par deux locuteurs, ce qui fait un total de, **07 phrases** pour « ALGASD-(R9) », **12 phrases** pour « ALGASD-(R10) » et **10 phrases** pour « ALGASD-(R11) ». (Voir tableau 2.2.).

Région	Corpus	Nb. Phrases de base	Nb. De locuteurs	Total des phrases lues
R9	Corpus Commun Cc	02	07	14
	Corpus Réserve Cr	06	02	06
	Corpus Individuel Ci	07	07	07
	Total des phrases lues pour tous le corpus	--	--	27
R10	Corpus Commun Cc	02	16	32
	Corpus Réserve Cr	09	05	15
	Corpus Individuel Ci	10	12	12
	Total des phrases lues pour tous le corpus	--	--	59
R11	Corpus Commun Cc	02	14	28
	Corpus Réserve Cr	09	04	12
	Corpus Individuel Ci	09	10	10
	Total des phrases lues pour tous le corpus	--	--	50

Tableau 2.2. : Présentation des différents corpus d'« ALGASD-(R9)(R10)(R11) »

■ Remarque importante

Nous remarquons du tableau précédant (Tableau II. 2.) que le nombre total à lire ne correspond pas au nombre de phrases de base par nombre de locuteurs, ceci est du au fait que le nombre de phrases à lire par locuteur dépendra du type de corpus. En effet, nous pouvons avoir des locuteurs ayant lu 2 phrases seulement comme il y en a d'autres qui ont lu 6.

Comme illustré dans le tableau ci-dessus (Tableau 2. 2.), On a par exemple pour la région « ALGASD-(R11) » : 4 locuteurs qui ont prononcé 6 phrases (3 Cr et 1 Ci et 2 Cc). Pour les 6 autres locuteurs ont prononcé chacun d'eux 3 phrases (1 Ci et 2 Cc). Et le reste des locuteurs, qui sont en nombre de 4, ont seulement prononcé les 2 phrases Cc. En conséquence, on a 14 locuteurs ayant lu 20 phrases avec des proportions différentes ce qui donne **50 phrases lues**. Par la même procédure, on peut extraire la répartition des phrases prononcées par rapport aux locuteurs pour les deux autres régions (R9, R10).

2.2.3.4. Le corpus d'Apprentissage (CA)

■ Le corpus d'Apprentissage d'« ALGASD-(R9) » : La partie du corpus dédiée à la phase d'apprentissage de cette région représentera un taux de **70.37 %** du corpus total soit 27 phrases au total lues par les locuteurs. En revanche, le nombre de locuteurs dédié à cette partie du corpus est de 5 ce qui représente un taux de **71.43 %** de l'ensemble des locuteurs (Voir Figure : 2.3, 2.4).

■ Le corpus d'Apprentissage d'« ALGASD-(R10) » : La partie du corpus dédiée à la phase d'apprentissage de cette région comportera un taux de **66.10%** du corpus total soit 39 phrases au total lues par les locuteurs. Alors que le nombre de locuteurs dédié à cette partie du corpus est de 11 ce qui représente un taux de **68.75 %** de l'ensemble des locuteurs (Voir Figure : 2.3, 2.4).

■ Le corpus d'Apprentissage d'« ALGASD-(R11) » : La partie du corpus dédiée à la phase d'apprentissage de cette région contiendra un taux de **68 %** du corpus total soit 50 phrases au total lues par les locuteurs. Ainsi que, le nombre de locuteurs dédié à cette partie du corpus est de 10 ce qui représente un taux de **71.43 %** de l'ensemble des locuteurs (Voir Figure : 2.3, 2.4).

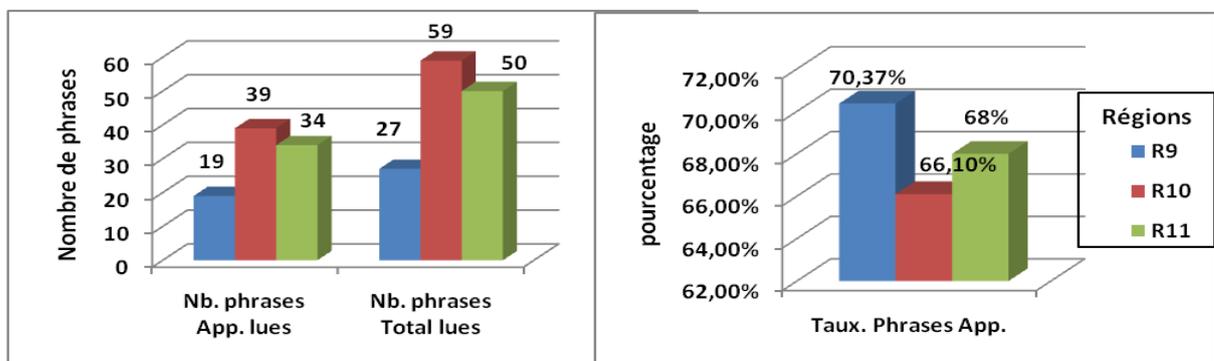


Figure 2.3 : Répartition des phrases lues sur le corpus d'apprentissage (CA)

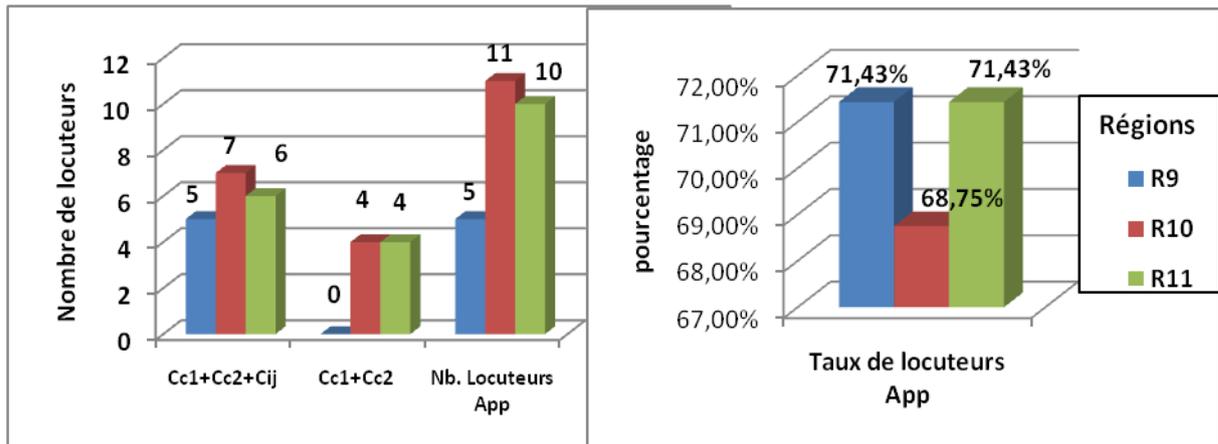


Figure 2.4 : Répartition des locuteurs sur le corpus d'apprentissage (CA)

2.2.3.5. Le corpus de Test (CT)

■ Le corpus Test d'« ALGASD-(R9) » : le corpus Test de cette région est formé de 2 Texte, qui sont partagé en 6 phrases de Cr et 2 phrases de Ci. Ces phrases ont été lues par 2 locuteurs ce qui donne un total de 8 phrases lues sur les 27 proposées dont 6 de type Cr et 2 de type Ci soit **29.63%** du corpus total d'« ALGASD-(R9) ».

Les locuteurs présents dans cette partie du corpus sont au nombre de 2 soit **28.57%** de l'ensemble des locuteurs. (Voir Figure : 2.5 et 2.6).

■ Le corpus Test d'« ALGASD-(R10) » : le corpus Test de cette région est formé de 3 Texte, qui sont partagé en 9 phrases de Cr et 3 phrases de Ci. Ces phrases ont été lues par 5 locuteurs ce qui donne un total de 20 phrases lues sur les 59 proposées dont 15 de type Cr et 5 de type Ci soit **33.90%** du corpus total d'« ALGASD-(R10) ».

Les locuteurs présents dans cette partie du corpus sont au nombre de 5 soit **31.25%** de l'ensemble des locuteurs. (Voir Figure : 2.5 et 2.6).

■ Le corpus Test d'« ALGASD-(R11) » : le corpus Test de cette région est formé de 3 Texte, qui sont partagé en 9 phrases de Cr et 3 phrases de Ci. Ces phrases ont été lues par 4 locuteurs ce qui donne un total de 16 phrases lues sur les 50 proposées dont 12 de type Cr et 4 de type Ci soit **32%** du corpus total d'« ALGASD-(R11) ».

Les locuteurs présents dans cette partie du corpus sont au nombre de 4 soit **28.57%** de l'ensemble des locuteurs. (Voir Figure : 2.5 et 2.6).

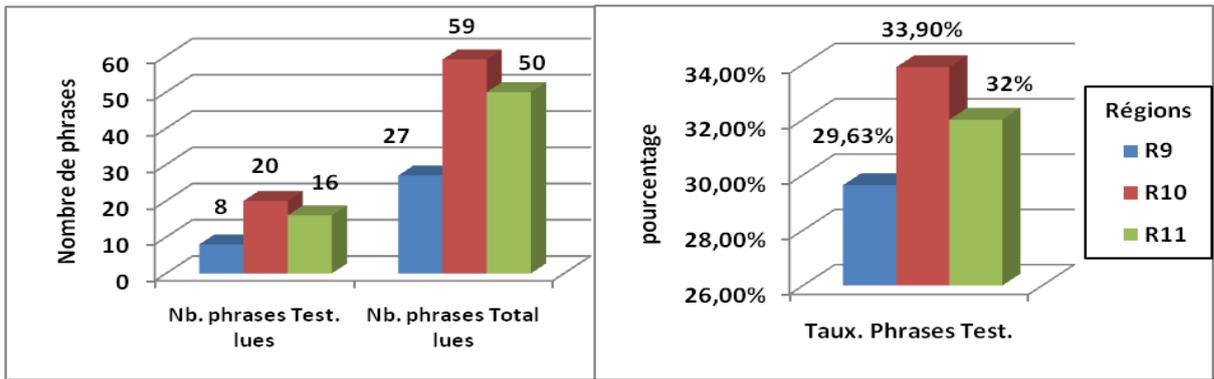


Figure 2.5 : Répartition des phrases lues sur le corpus de Test (CT)

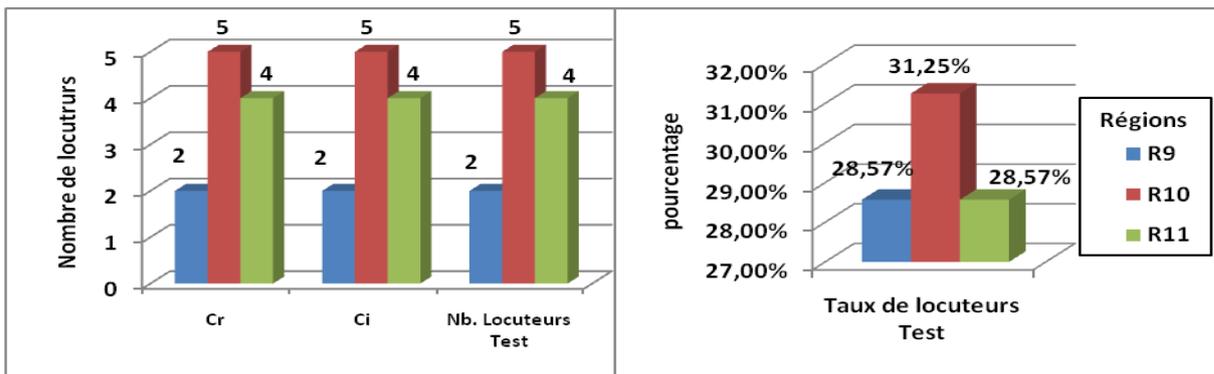


Figure 2.6 : Répartition des locuteurs sur le corpus de Test (CT)

■ Remarque importante

L'ensemble des phrases Cc1+Cc2 lues dans la partie CT a été déplacée vers la partie CA et ce pour conserver l'équilibre des corpus CT et CA à 30 et 70 % respectivement.

2.2.3.6. Recommandations

La norme TIMIT présente certaines conditions quant à la répartition des corpus CT et CA [8, 53] :

- Les corpus Test et Apprentissage doivent représenter respectivement 30% et 70% du corpus total.
- Toutes les variations interlocuteurs doivent être prises en compte dans les deux corpus (au moins un locuteur de chaque sexe pour chaque type de corpus).
- Il est souhaitable d'utiliser des phrases différentes dans les corpus CA et CT. Ceci pour limiter le recouvrement de phrases pour ainsi diversifier les contextes et les variations phonétiques existantes de la langue ;
- Tous les phonèmes possibles doivent figurer dans le corpus test et chaque phonème apparaîtra, de préférence, plusieurs fois dans différents contextes.

2.2.3.7. Codification des locuteurs d'« ALGASD-(R9)(R10)(R11) »

Par souci d'homogénéité, de cohérence et de précision des données recueillies dans la phase d'enregistrement, une vigilance et une attention est accordées à la codification des locuteurs afin de faciliter la manipulation ultérieure de ces centaines de données de la base de données ALGASD-(R9)(R10)(R11). L'exemple suivant montre le principe adopté pour la codification.

Exemple : ALGASD/CA/R11/msby0/ci164.wav

Signifie : base de données ALGASD/ corpus apprentissage/ région R11/ locuteur masculin + initiales nom prénom (msb)/ type de texte ci/ n° de la phrase164/ fichier wave.

Le schéma ci-dessous présente la codification que nous allons suivre selon [1, 2], Chaque code attribué au locuteur est sous la forme suivante :

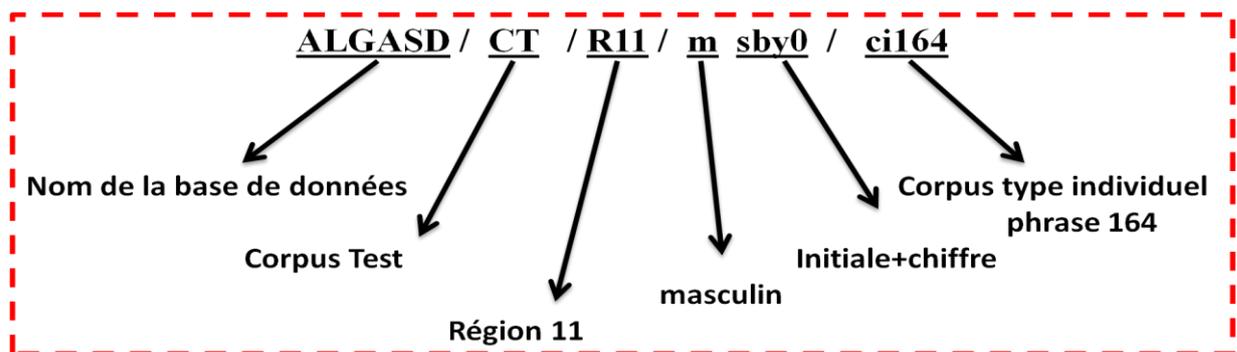


Figure 2.7. : Codification du locuteur de « ALGASD-(R11) » selon [1]

Le tableau (2.3) expose les différents désignations de la codification des locuteurs de « ALGASD-(R9)(10)(R11) ».

Désignation	Signification	Objectifs
ALGASD	ALGERian Arabic Speech Database	pour éviter les problèmes de confusion ou de redondance entre les bases de données
CA/CT	Orientation du Corpus	Corpus pour l'Apprentissage/Test
R	Région étudiée	Différ. de prononciation selon la région
m/f	Masculin/Féminin	Différ. selon le Sexe
ID	Initialisation du locuteur + nombre	(2-3) lettres alphanumérique (xy-z) + X (0-9) Distinction entre locuteurs.
Cx	Type de phrases enregistrées	Cc / Cr ou Ci

Tableau 2.3 : les différents désignations de la codification des locuteurs de « ALGASD-(R9)(10)(R11) ». [1, 2]

➤ Remarque

Le fait, qu'en Algérie, plusieurs cas concernant les noms existent justifie le nombre d'initiales choisi (3 initiales) [1]. En plus, des noms que nous appelons simples (constitués d'un nom de famille et d'un seul prénom), nous pouvons trouver des noms ou/et prénoms composés. Pour plus de précisions voir les exemples suivants :

• Exemples

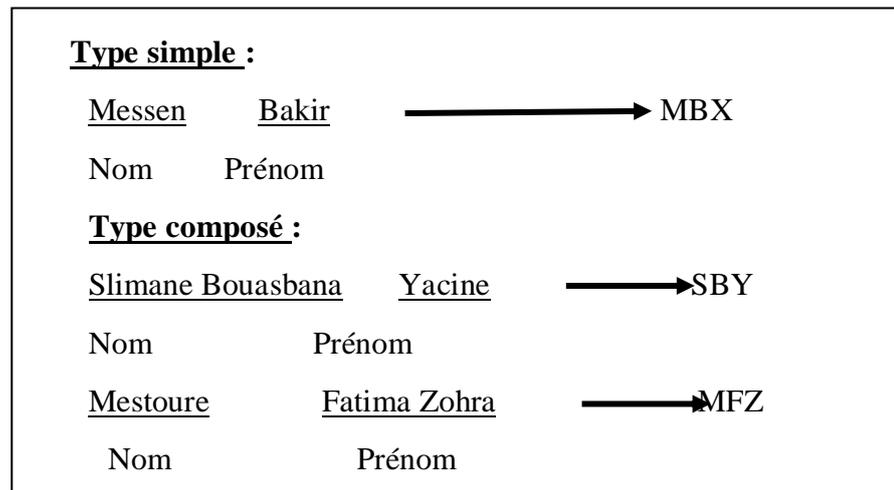


Figure 2.8 : Exemples de codification selon [1]

Pour ce qui est du **X** de l'ID, il servira à distinguer entre les locuteurs qui ont les mêmes initiales.

• Exemple

Mermouri Ahmed	—————→	MAX0	Bey Ahmed Aicha	—————→	BAA0
Messen Ali	—————→	MAX1	Ben Ammour Amina	—————→	BAA1

- La désignation M/F : Cette désignation permet de séparer les locuteurs selon le sexe, dans le cas où nous tombons sur deux locuteurs ayant les mêmes initiales mais de sexes opposés. L'énumération utilisée sera la suite du nom précédent selon la catégorie à laquelle appartient le locuteur (genre). Le codage adopté est :

- Exemple :

Bey Ahmed Aicha	—————→	BAA0 F
Ben Ammour Aissa	—————→	BAA1 M

2.2.3.8. Présentation des fiches techniques

Afin de formaliser toutes les informations importantes de « ALGASD-(R9)(R10)(R11) », on devait suivre les modèles des fiches techniques proposées par [1, 2] et ce, pour faciliter la manipulation ultérieure des données.

Ces fiches contiennent tous les renseignements sur les différents locuteurs sélectionnés pour l'enregistrement des corpus. Elles sont constituées de deux documents dont l'un est général et l'autre détaillé. Par souci d'uniformité, le prototype d'une Fiche de Renseignement (FR) doit être respecté (tel qu'il est présenté dans le projet « ALGASD »). Le modèle retenu pour cette fiche est présenté en Annexe.

■ Fiche Renseignement locuteurs 1/2

Cette fiche dénombre la totalité des locuteurs choisis pour l'enregistrement (voir Annexe).

■ Fiche de Renseignement locuteurs 2/2

Cette fiche numéro 2 doit rassembler toutes informations demandées concernant le locuteur et les enregistrements qui le concernent (les phrases prononcées, leur transcription). La fiche « FR 2/2 » est présentée en Annexe.

Le tableau 2.4 présente les différents renseignements à inscrire sur les locuteurs tels : le nom, l'âge, le sexe, niveau d'inscription, le corpus, etc.

Désignation	Signification	Objectifs
ID	Initialisation du locuteur + nombre	(2-3) lettres alphanumérique (xy-z) + X (0-9) Distinction entre locuteurs.
m/f	Masculin/Féminin	Différence selon le Sexe
DatNais	Date de Naissance du locuteur	Différ. Selon l'âge
NIns	Niveau d'instruction	Avancé/Moyen/ ou non instruit
R	Région étudiée	Différ. de prononciation selon la région
CA/CT	Orientation du Corpus	Corpus pour l'Apprentissage/Test
DatEnregis	Date d'Enregistrement des corpus	
Cx	Type de phrases enregistrées	Cc / Cr ou Ci

Tableau 2.4 : Identification du locuteur [1, 2]

➤ La désignation « DatNais » : Ce paramètre permet la détermination de la tranche d'âge à laquelle appartiennent les locuteurs.

➤ La désignation « Nlns » : Le Nlns nous renseigne sur le niveau d'instruction de chaque individu. Trois niveaux d'instruction ont été proposés : niveau d'instruction moyen NM (Moyen et Lycée), niveau d'instruction universitaire NU (Licence, ingénieur, Magister etc.) et le très haut niveau d'instruction HN (Doctorat, Phr, etc.)

2.2.3.9. Types de fichiers à créer

Cette opération assignée à l'enquêteur doit se faire de la sorte : nous devons archiver et associer à chaque phrase prononcée quatre types de fichiers :

- ❖ un fichier pour la transcription orthographique (.txt), dans lequel sont transcrits les différents textes du corpus (phrases),
- ❖ un fichier pour la transcription phonétique de chaque phrase à lire (.lab),
- ❖ un fichier contenant la transcription de chaque mot de chaque phrase à lire (.wrđ),
- ❖ un fichier pour la transcription phonétique de chaque son (.phn),
- ❖ un fichier de l'enregistrement de types wave (.wav).

2.2.3.10. Sauvegarde des données

Les données qui seront enregistrées sur PC, seront sauvegardées dans trois répertoires principaux ALGASD-(R9), ALGASD-(R10) et ALGASD-(R11) qui sont organisés comme suit (Figure 2.9.) :

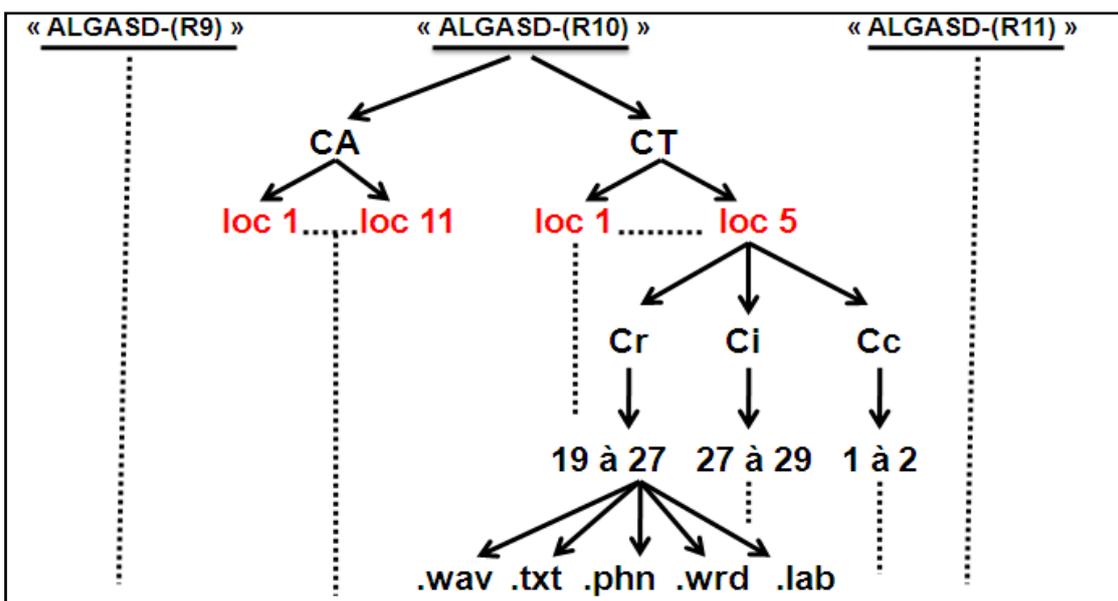


Figure 2.9: Organisation des fichiers proposée par [1, 2]

2.3. Conclusion

Nous avons présenté dans les pages précédentes, l'architecture proposée pour l'élaboration d'une partie de la nouvelle base de données « ALGASD » concernant les régions de sud Algérienne, Bechar (R9), El-Oued (R10) et Ghardaïa (R11). Ainsi nous avons expliqué les étapes de sa réalisation du point de vue : corpus (répartition du corpus et sa présentation dans différentes régions), locuteurs (étude statistique de la région), organisations des données (types de fichiers et sauvegarde) afin de rendre facile le travail à suivre.

Nous remarquons qu'une certaine organisation au niveau du chargé d'étude est également exigée, et ce grâce au dossier qui comporte un ensemble de documents à remplir à savoir : des fiches de renseignements, des fiches techniques et la liste des phrases « corpus » qu'on doit respecter [1, 2].

Nous exposons dans ce qui suit à la campagne d'enregistrement du corpus et de façon plus détaillée, les conditions de sa réalisation.

2.4. Campagne d'enregistrement du corpus

2.4.1. Introduction

Actuellement, la majorité des campagnes d'enregistrement de corpus sont réalisés à l'aide d'enregistreurs autonomes (magnétophone ou DAT « Digital Audio Tape »), puis les données sont numérisées pour pouvoir être traitées informatiquement. Ces campagnes nécessitent la mobilisation de beaucoup de personnes pour l'encadrement des locuteurs. Il faut surveiller la présentation, au locuteur, des éléments à prononcer.

Mais avant cela, il serait judicieux de mieux connaître l'environnement de production de la parole. Dans ce qui suit, nous présenterons quelques notions d'acoustiques pour mieux appréhender le signal parole produit et une meilleure acquisition.

2.4.2. Protocoles d'enregistrement du corpus

De multiples manières de procéder à l'enregistrement de corpus parole ont été utilisées jusqu'à présent. Nous allons voir les deux grandes catégories de méthodologie. [6]

■ Enregistrement libre

Cette méthode est souvent utilisée pour faire des enquêtes. C'est le principe du "micro trottoir". Cette méthode possède l'avantage de pouvoir être utilisée dans de nombreux lieux. Cette méthode ne propose aucun contrôle sur l'environnement d'enregistrement et sur la production des locuteurs. En effet, l'environnement acoustique ne correspond pas forcément aux attentes. De plus, la production de signal ne reflète pas toujours ce que l'on attendait.

Les problèmes engendrés par cette méthode proviennent du fait qu'il n'existe ni contrôle qualitatif sur le signal, ni vérification sur la correction des productions de parole des locuteurs. Les données générées par cette démarche ne sont donc pas de très bonne qualité, en ce qui concerne le rapport signal/bruit.

■ Méthode contrôlée

Cette méthode est beaucoup plus rigoureuse que la précédente. Elle passe par une phase de définition des besoins. Dans un premier temps, l'expérimentateur définit le contenu du corpus qu'il désire enregistrer selon différents critères, comme nous l'avons vu précédemment. Ensuite, il détermine de quels types de locuteurs, il va avoir besoin. Enfin il regroupe les locuteurs et commence sa session d'enregistrement.

L'acquisition se déroule sous le contrôle double du technicien et de l'expérimentateur. Ce dernier vérifie, en permanence, que ce que le locuteur dit est correct. Il lui donne des indications sur la façon de prononcer les textes qui lui sont présentés : débit, prosodie. Ainsi, il est capable de cibler, au plus juste possible, ses besoins.

Le troisième acteur de cette méthode est le technicien. C'est lui qui a en charge l'enregistrement de la parole et le contrôle, qualitatif, du signal. Dans de nombreux cas, le technicien et l'expérimentateur ne font qu'une seule et même personne. Pourtant les deux rôles sont distincts et ne doivent pas être confondus.

Ce mode expérimental suppose l'apparition de variables contrôlées : environnement sonore, prosodie, débit, etc. Il est ainsi possible d'obtenir des fichiers contenant exactement le type de données visées par l'acquisition. De plus, du fait du contrôle de la qualité du signal, les bases de données obtenues sont de bonne

qualité et peuvent donc être utilisées pour l'apprentissage des algorithmes de reconnaissance et de synthèse de la parole. [6]

2.4.3. L'effet de masque

Il y a un effet de masque lorsque la perception d'un son est réduite par la présence d'un autre son (par exemple dans un lieu bruyant). L'effet de masque est d'autant plus important que les fréquences du son à transmettre et du son parasite sont rapprochées. (Appel d'une personne au milieu d'un brouhaha de voix) [54].

2.4.4. Atténuation du niveau en fonction de la distance

En espace libre, lorsque l'auditeur s'éloigne de la source, le niveau acoustique s'atténue de 6 dB chaque fois qu'il double la distance le séparant de la source. On calcule cette atténuation par la formule suivante [54]:

$$PB = PA - 20 \log (DB/DA) \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} PA : \text{Pression acoustique en A} \\ PB : \text{Pression acoustique en B} \\ DA : \text{Distance du point A à la source sonore} \\ DB : \text{Distance du point B à la source sonore} \end{array}$$

2.4.5. Effet « LARSEN »

L'effet Larsen est un bouclage du son amplifié qui est de nouveau capté par un microphone, il peut être maîtrisé en utilisant des microphones unidirectionnels [54].

2.4.6. Plate forme de travail (matériel utilisé)

L'étape d'enregistrement présente les exigences minimales suivantes : identification du lieu et de la date d'enregistrement, Identification du locuteur, Identification du texte à lire et quelques précisions techniques concernant le matériel utilisé. La partie suivante traitera de l'aspect technique de l'étape d'enregistrement.

2.4.6.1. Microphones

2.4.6.1.1. Caractéristiques générales

■ La Bande passante

Cette grandeur mesure l'étendue de la plage de fréquences du signal audio que le microphone est capable de restituer électriquement dans la limite d'une atténuation

fixée. Elle varie selon les types d'appareils. Pour la parole généralement de 500 à 6000 Hz [55].

■ La Sensibilité (mV/ μ bar)

Cette qualité caractérise le rendement de la conversion d'une variation de pression acoustique en signal électrique. Les divers types de microphones ont des sensibilités différentes et, selon le type duquel il ressortit, un microphone peut être placé plus ou moins loin de la source sonore à capter.

■ La Directivité

Elle caractérise, par rapport à l'axe du microphone, l'angle à l'intérieur duquel il capte, valablement pour l'utilisateur, les sons émis par la source.

■ L'Impédance

L'impédance d'un microphone doit être sensiblement égale au dixième de celle d'entrée de l'appareil auquel il est connecté. Elle peut varier de 200 à 600 ohms [55].

■ Connecteur

Le type XLR à trois broches est le standard adopté pour les microphones.

2.4.6.1.2. Recommandations d'emploi d'un microphone

- Il faut toujours manipuler un microphone avec précaution (chocs, chutes)
- Ne jamais taper sur la grille pour vérifier son bon fonctionnement.
- Mettre des repères de couleur pour dissocier les différents micros.
- Ne pas mettre la main sur le micro lorsqu'un effet Larsen se déclenche.
- Pour donner un effet de proximité, le microphone doit se trouver à 5cm de l'utilisateur [55].

2.4.7. Phase d'enregistrement

L'enregistrement du corpus est une étape aussi bien cruciale et importante que longue et fastidieuse car elle nécessite presque autant de temps que la durée de conception du corpus [56].

Dans un premier temps, le contenu du corpus étant déjà défini, on essaye. On détermine alors de quels types de locuteurs on va avoir besoin. Enfin, on regroupe les locuteurs et commence notre session d'enregistrement.

On vérifie, en permanence, si ce que le locuteur dit est correct, on lui donne des indications sur la façon de prononcer les textes qui lui sont présentés : débit, prosodie. Ainsi, on est capable de cibler, au plus juste possible, les besoins exigés pour la base de données.

La deuxième étape consiste au contrôle de toutes les variables d'enregistrement de la parole : qualité du signal, débit, prosodie, environnement, etc.

2.4.7.1. Paramètres choisis pour l'enregistrement

Pour nos besoins d'enregistrements, nous avons choisi un microphone MAX SM-58 unidirectionnel (cardioïde) [55] pour une restitution, du signal, de qualité dynamique car il doit être utilisé près de la source (proche de la bouche du locuteur), ce type de micro est également privilégié dans une pièce présentant quelques bruits et est très sensible dans une seule direction. Nous pouvons en l'occurrence, utiliser un microphone cardioïde ou hypercardioïde [55] suivant le niveau de bruit ambiant.

La distance entre le locuteur et le microphone a été fixée à 5 cm [55] en raison de la qualité faible du signal acquis (pour une plus grande distance) formant un angle de 90° par rapport à son support. Les autres caractéristiques de ce microphone sont

- Type : microphone dynamique.
- Réponse en fréquence : 50 ~ 13 000 Hz.
- Impédance de sortie : 600 Ohms \pm 30 % (à 1 kHz).
- Sensibilité : - 70 dB \pm 3db (à 1 khz)
- Dimensions : Env. 53 mm de diam x 170 mm.
- Poids : Env. 250 g.

Les signaux ont été enregistrés et numérisés par micro-ordinateur à l'aide du logiciel Open Source « Wavesurfer » [57] sous Windows, nous pouvons ainsi régler tous les paramètres (nombre de canaux, fréquence d'échantillonnage, codage en nombre de bits, propriétés du spectrogramme...etc.) avant l'enregistrement des signaux.

2.4.7.2. La Carte Son

Pour notre système nous avons utilisé le format fichier .WAV échantillonnés à **16 kHz en mode mono et codés sur 16 bits** (afin de conserver au mieux la qualité des enregistrements et une possibilité du traitement des données sur une large bande de fréquence). [1, 2]

Nous avons utilisé un matériel approprié, à savoir un micro ordinateur portable « IBM modèle : ThinkPad X22 ». Sont citées ci-après, les caractéristiques de la carte son :

- Nom du dispositif : ac97 Digital Audio
- Fabricant : Intel Architecture Labs
- abréviation : Audio Codec '97
- Bits d'échantillonnage Maximum Standard : 16-bits
- Taux d'échantillonnage Maximum Standard : 96kHz

2.4.8. Consignes particulières d'enregistrement

2.4.8.1. Au niveau de l'enregistrement

- Régler correctement de tous les paramètres :
 - Trop élevé, le signal est saturé (à l'écoute, forts parasites superposés au signal).
 - Trop faible, le signal est peu audible, mais surtout le rapport signal/ bruit est faible,
- Le lieu d'enregistrement ne doit pas être à grande surface. Le mieux serait de choisir des endroits calmes, à petite surface ou meublés avec moquette. Car ces derniers absorbent bien les échos et le signal produit est de bonne qualité ;
- Enregistrer toujours un silence avant d'entamer la phrase à lire. De même, laisser un silence après la lecture.
- Refaire l'enregistrement si ce dernier a été interrompu (bruit, bafouillage, ...) ;
- Veiller à ce que le lecteur ne manipule pas le document à lire lors de la lecture (le faire répéter plusieurs fois si cela est nécessaire) ;
- La distance entre le locuteur et le capteur sera variable en fonction de la voix du locuteur (environ 5 cm). Faible distance réduite. Fort, distance max.

- Faire attention à l'effet de pop qui peut subvenir lors de la prononciation des plosives ou les fricatives [56].

2.4.8.2. Au niveau de la lecture du corpus

- ❖ La lecture doit se faire à un débit normal (ni rapide ni lent) ;
- ❖ Intervenir pour corriger le locuteur si le niveau d'émission tend visiblement à s'affaiblir (tendance à parler de moins en moins fort) ;
- ❖ Eviter la voix chantée ;
- ❖ Essayer de bien articuler sans pour autant tomber dans l'excès ;
- ❖ Pour les phonèmes arabes, il faut penser à différencier le "ض" du "ظ" [1, 2].

2.4.9. Lieu d'enregistrement

Afin de réduire les contraintes liées aux bruits ambiants (échos, bruits additifs, réverbération etc.) nous avons « choisi » l'enregistrement dans des salles calme. Cependant, les bruits dus au microphone lui-même (bruits convolutionnels) ne pouvaient être contrôlés car cela dépend des caractéristiques de ce dernier mais peuvent être négligés si les critères subjectifs de la valeur d'un signal sont respectés [55]. En effet, pour augmenter la performance de la qualité des enregistrements, il est donc primordial de pouvoir contrôler tous les paramètres (environnement sonore, élocution des locuteurs, etc.) lors de l'acquisition des corpus. La figure suivante illustre l'aspect général de la salle d'enregistrement:

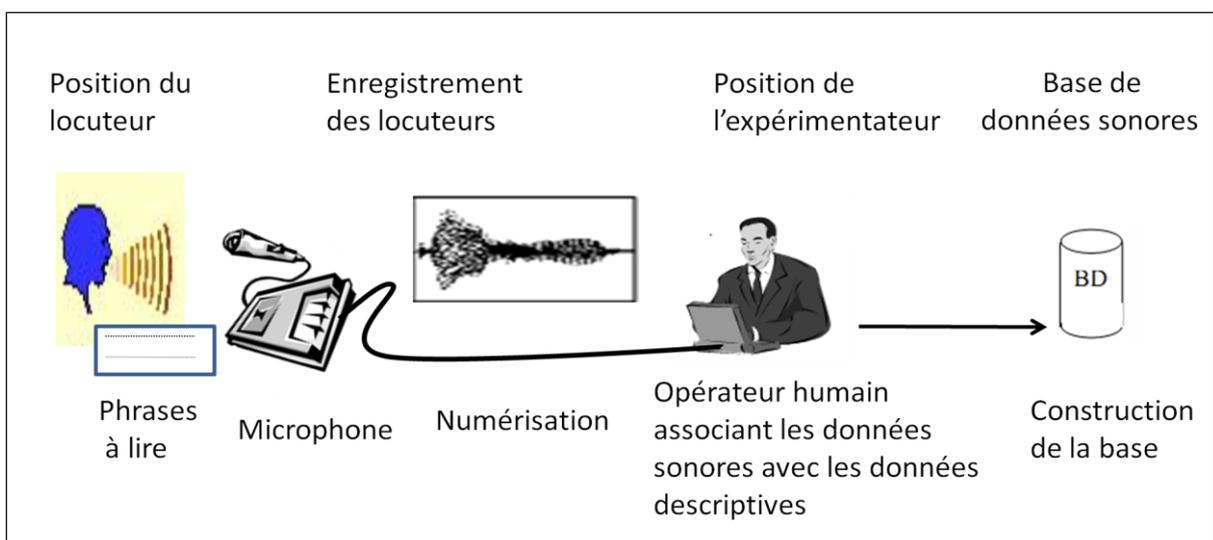


Figure 2.10. : Schéma descriptive de la manipulation d'enregistrement

La figure 2.11. suivante présente le schéma de la chaîne d'acquisition complète :

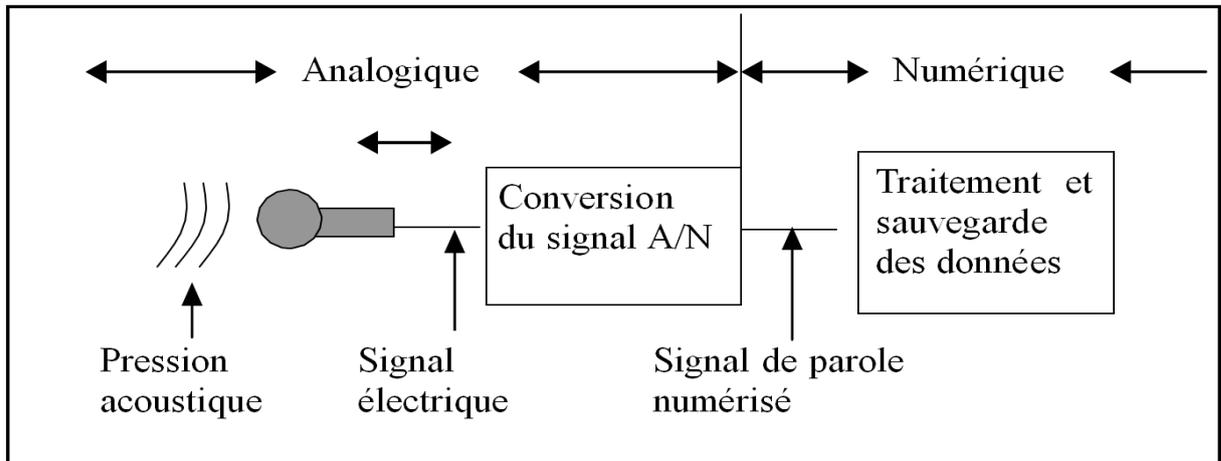


Figure 2.11. : Schéma de la chaîne d'acquisition

2.4.10. Répartition des locuteurs

Ces entités concernent la complète définition des caractéristiques des personnes à qui l'on va demander d'enregistrer leur voix pour la réalisation de la base. Les attributs associés à un locuteur sont son nom, son prénom, son âge, son niveau d'instruction...etc. Les orateurs sont natifs et vécu dans leurs localités sélectionnées. Ils viennent de différents milieux socio-économiques (médecins, enseignants, étudiants, chômeurs, etc.)

La figure 2.12 présente la répartition des locuteurs de « ALGASD-(R9)(R10)(R11) » choisis selon l'âge: (Il ya 3 groupes d'âge: jeunes locuteurs entre 18 et 30, âge moyen de locuteurs entre 30 et 45, et locuteurs âgés de plus de 45 ans)

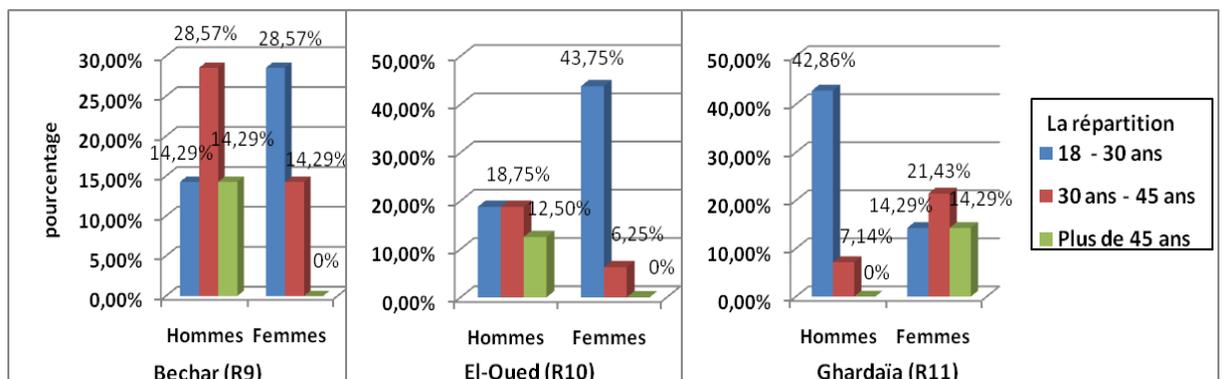


Figure 2.12 : Répartition des locuteurs selon l'âge

La figure suivante montre la répartition des locuteurs selon leur niveau d'instruction : à savoir trois catégories de niveau d'éducation sont également considérés: le groupe niveau moyen **NM** (du primaire au secondaire), le groupe niveau universitaire **NU** (université) et le dernier groupe de très haut niveau d'instruction **NH** (post-universitaire, Doctorat, Phr, etc.) [1]

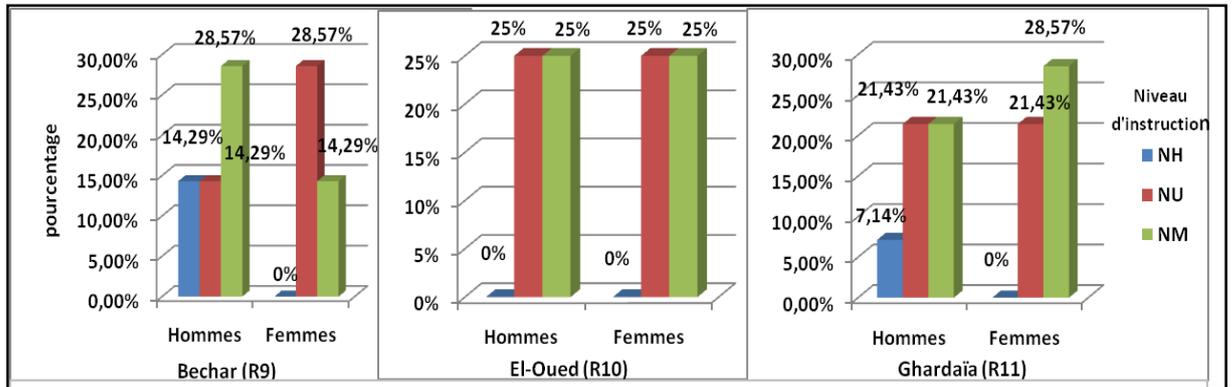


Figure 2.13 : Répartition des locuteurs selon leur niveau d'instruction

Les tableaux suivants représentent la répartition des locuteurs (femmes, hommes) selon l'âge et le niveau d'instruction :

Région	Âge	Hommes (19)					
		CT (6)			CA (13)		
		NH	NU	NM	NH	NU	NM
R9	18-30	0	0	0	1	0	0
	30-45	0	0	1	0	1	0
	45+	0	0	0	0	0	1
R10	18-30	0	0	0	0	3	0
	30-45	0	1	0	0	0	2
	45+	0	0	2	0	0	0
R11	18-30	0	0	1	1	2	2
	30-45	0	1	0	0	0	0
	45+	0	0	0	0	0	0

Tableau 2.5 : Répartition des locuteurs « hommes » selon l'âge et le niveau d'instruction

R é g i o n	A g e	Femmes (18)					
		CT (5)			CA (13)		
		NH	NU	NM	NH	NU	NM
R9	18-30	0	0	0	0	1	1
	30-45	0	1	0	0	0	0
	45+	0	0	0	0	0	0
R10	18-30	0	1	0	0	3	3
	30-45	0	0	1	0	0	0
	45+	0	0	0	0	0	0
R11	18-30	0	0	1	0	1	0
	30-45	0	0	0	0	2	1
	45+	0	0	1	0	0	1

Tableau 2.6 : Répartition des locuteurs « femmes » selon l'âge et le niveau d'instruction

Remarque

Cependant, l'une des exigences à accomplir dans cette recueille des enregistrements, afin d'accroître la diversité des échantillons dans notre base de données est de faire l'équilibre dans la répartition des locuteurs selon le sexe (hommes et femmes). En signalant ici, qu'on a rencontré quelques difficultés d'acquérir des enregistrements avec des locutrices de différents niveau d'instruction et différentes âges, car il nous était délicat d'avoir la gente féminine pour cause de tradition, et aussi, vue le comportement conservatoire des régions de sud.

2.4.11. Contraintes rencontrées lors des enregistrements

- ❖ Avant d'entamer l'étape des enregistrements, plusieurs essais ont été effectués, ce qui explique le temps, relativement long, consacré à l'étape d'enregistrements, faute de bons moyens et de lieux approprié pour l'enregistrement.
- ❖ Lors des enregistrements, nous ne pouvions inciter le locuteur à suivre le mode de lecture conseillé (bonne articulation, débit normal), car la lecture du texte est une situation difficile à rendre "spontanée".
- ❖ Entre toutes ces diverses exigences, il nous était, paradoxalement, difficile d'obtenir un équilibre (entre surveiller la qualité des signaux et la qualité de lecture du locuteur).

- ❖ Cependant, l'utilisation de la parole continue représente un grand avantage. En effet, les exigences peuvent être différentes selon le type de corpus. Par exemple, une liste de mots nécessite une bonne qualité acoustique, et doit être exempte de bruits parasites. Car le but premier d'un tel corpus est son étude acoustique "fine", or les techniques d'analyse ou de traitement du signal de parole sont très perturbées en présence de bruit ou de parasite. L'étude acoustique est donc gravement compromise si un ou deux mots sont masqués, même légèrement, par un bruit de circulation, ou même un bruit de page manipulée : ces mots sont alors "manquants", et l'équilibre de la liste est détruit. Dans une liste, chaque item est irremplaçable. Dans notre cas, le corpus est une liste de phrases à prononcer (parole continue). Par conséquent, un ou deux mots masqués ont a priori des conséquences moins radicales [58].

2.4.12. Aspect et caractéristiques des signaux obtenus

Les signaux obtenus après les séances d'enregistrement ont été corrects, ils occupent en moyenne une plage de 65% par rapport à l'amplitude maximale ce qui est acceptable.

Dans les figures ci-après, sont illustrés deux signaux correspondant à deux locuteurs, hommes et femme, avec leurs spectrogrammes respectifs :

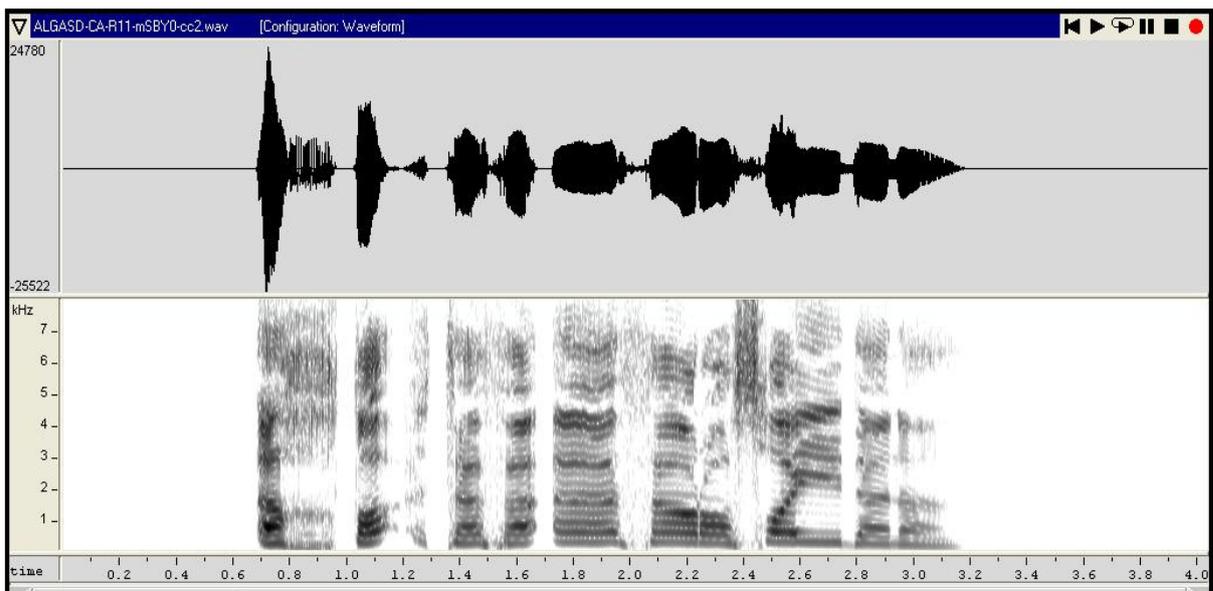


Figure 2.14 : Phrase « cc2 »: « \a_h.ta\ta fa-\A_tara .saydanA. » prononcée par un locuteur (H)

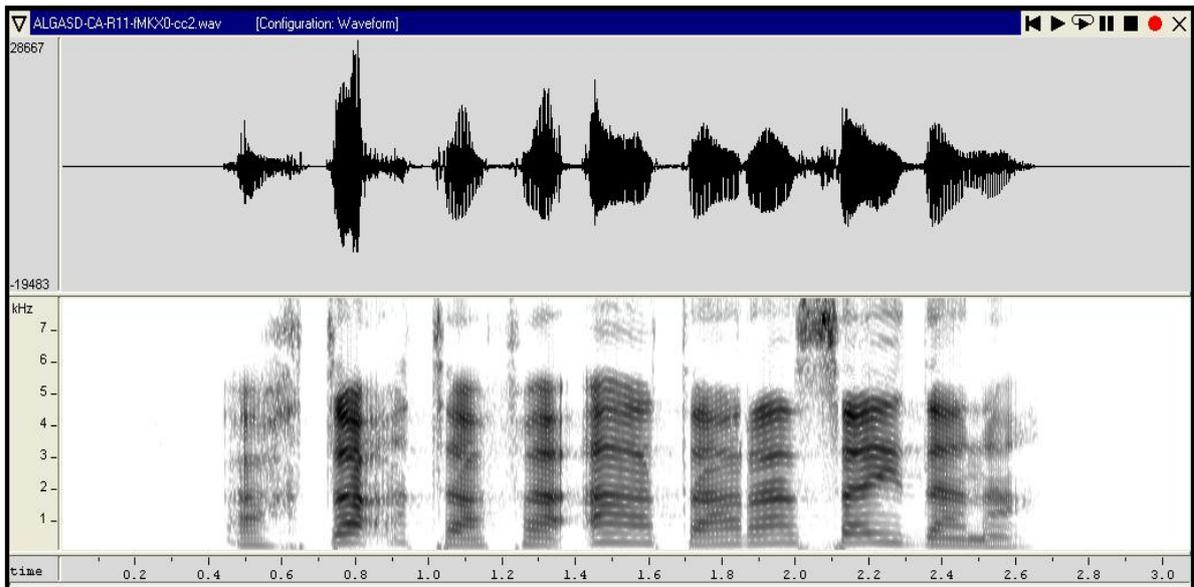


Figure 2.15 : Phrase « cc2 »: « \a_h.ta\ta fa-\A_tara .saydanA. » prononcée par une locutrice (F)

Nous avons laissé approximativement 1 seconde de silence avant et après chaque phrase prononcée. Chaque signal dure en moyenne de 3 à 5 secondes selon la phrase, la durée totale des enregistrements étant d'environ **13 minutes**.

2.4.13. RSB et niveau de bruit

Le RSB (Rapport Signal sur Bruit) est le rapport entre le niveau moyen du signal et le niveau moyen du bruit. En général, un RSB supérieur à 50 dB est approprié [54, 55] pour une étude phonétique sur le signal de parole.

2.5. Conclusion

Ce deuxième chapitre présente les différentes étapes suivies pour la reproduction de l'architecture de la base de données « ALGASD-(R9)(R10)(R11) » défini dans [1, 2] des sons de l'arabe standard pour la région de sud Algérien (Bechar (R9), El-Oued (R10) et Ghardaïa (R11)), tel qu'elle est présentée et proposée dans le projet « ALGASD » qui représente toutefois une partie du travail de recherche de doctorat entrant dans le cadre d'un projet de recherche plus ambitieux et englobant tous les pays arabes manipulant l'Arabe Standard. Nous avons également exposé tous les paramètres qui entrent dans cette réalisation : locuteurs, corpus et organisation des données obtenues.

En effet, « ALGASD-(R9)(R10)(R11) », contient des enregistrements de 37 locuteurs Algériens natif sélectionné des trois régions du pays. Ainsi, elle comporte des informations sur les locuteurs compris dans cette base de données (sexe, âge et niveau d'instruction). Ces informations et données de « ALGASD-(R9)(R10)(R11) » sont une source potentielle pour les études acoustico-phonétique et socio-phonétique qui examinent les variations d'accent de l'arabe standard spécifique de la région du sud Algérien [1].

Nous avons aussi tracé les étapes d'enregistrement sonore du corpus en abordant toute la chaîne d'acquisition, le matériel utilisé et les problèmes rencontrés.

Cependant, l'étape la plus importante dans l'élaboration d'une base de données reste l'étiquetage. En effet, une fois les signaux justes et de bonne qualité obtenus, il faut passer à la transcription et l'étiquetage. Ainsi, il est indispensable d'accorder une attention particulière à la segmentation et les problèmes liés aux limites et transitions.

Dans ce qui suit, nous aborderons en premier la présentation de l'Arabe Standard, l'étude de ces particularités et les règles de transcription pour ensuite passer à la segmentation des fichiers numériques obtenus.

CHAPITRE 3

SEGMENTATION, ETIQUETAGE ET VALIDATION D'« ALGASD-(R9)(R10)(R11) »

3.1. Segmentation et étiquetage de la base donnée « ALGASD-(R9)(R10)(R11) »

3.1.1. Introduction

Étant donné l'importance du corpus, il était envisageable de procéder une segmentation et une étiquetage des fichiers sonores de « ALGASD-(R9)(R10)(R11) ». En effet, une fois l'acquisition des signaux parole effectuée, Les fichiers d'onde sont stockés à format .Wav, il faut ensuite réaliser l'étiquetage en les segmentant pour chaque unité d'acquisition qui nous permettra d'élargir et d'enrichir notre base de données.

Cette étape correspond, en fait, à l'association entre des parties de son et un texte. C'est une étape très importante de la construction d'une base de données sonore. Ainsi, lors des phases d'apprentissage, il est aisé de savoir quelles sont les portions de signal qui correspondent au texte à apprendre. De la qualité de ces associations découle directement la qualité de l'apprentissage qui pourra en être fait. En effet, si l'étiquetage ne correspond pas exactement au signal, les méthodes statistiques, mises en jeu par les outils de reconnaissance, ne donneront pas de bons résultats. [6]

Pour atteindre un niveau de qualité suffisant, sa mise en œuvre exige généralement un dictionnaire d'unités acoustiques très fourni, et par voie de conséquence, un corpus comportant plusieurs heures de parole.

La transcription de la base de données serait réalisée grâce à l'utilisation des méthodes d'évaluation de la parole et les caractères phonétiques « *SAMPA* » (Speech Assessment Methods Phonetic Alphabet) [59]. Le tableau de l'annexe (1) donne une transcription des phonèmes arabes en utilisant l'alphabet *SAMPA* [1].

Dans la deuxième parties de ce chapitre on va présenté les performance de la base de données « ALGASD-(R9)(R10)(R11) », qui a été évaluée par un système de reconnaissance basé sur les HMM (HTK), dans le cadre de la réalisation du projet « ALGASD ».

3.1.2. L'arabe standard

L'arabe standard est une langue officielle dans plus de 22 pays. Le nombre estimé de locuteurs arabes est d'environ 300 millions. Cependant, un plus grand nombre d'entre eux ont une bonne connaissance de la langue arabe car il est la langue d'enseignement dans l'islam. Les approches récentes dans le langage et traitement de la parole classe la langue arabe comme l'arabe moderne standard (MSA) et arabe dialectal moderne (MCA). L'arabe standard moderne est la forme de l'arabe qui est utilisé dans l'éducation, des médias et des discussions formelles. L'arabe dialectal est ce qui est parlée dans la conversation quotidienne et varie considérablement non seulement entre pays, mais aussi dans le même pays. Il a beaucoup de différences par rapport aux langues indo-européennes. [1]

L'alphabet arabe comporte 28 consonnes et 6 voyelles (3 courtes : [a], [u] et [i] avec leurs 3 face longues : [a:], [u:] et [i:]) et quelques autres réalisations vocaliques. Nous pouvons classer les consonnes selon plusieurs critères : des consonnes articulées avec une vibration des cordes vocales et des consonnes qui n'engendrent pas une vibration des cordes vocales, le franchissement de l'air à travers le conduit vocal donne naissance à d'autres variétés de sons [60] (nous décrivons en détail Les points d'articulation des phonèmes arabe et leurs caractéristiques dans le (chap. (4)).

3.1.2.1. L'écriture arabe

L'écriture arabe va de droite à gauche et lie les lettres de son alphabet selon des règles de ligatures bien définies, et ceci dans les deux modes manuscrit ou imprimé. La graphie des lettres arabe est différente selon leur position dans le mot. Ainsi, ج /Z/ est transcrite جاءَ /ZA?a/ (« il est venu ») en début de mot, حَبَبَ /X\laZaba/ (« il a caché ») en milieu de mot, خَرَجَ /xaraZa/ (« il est sorti ») isolé en fin de mot. Ils ont résulte 78 formes graphiques à partir des 28 lettres. Par ailleurs, la distinction minuscules/majuscules n'existe pas. [61]

3.1.2.1.1. Les signes diacritiques

Les voyelles brèves sont figurées par des symboles appelés *signes diacritiques* (cf. figure 1). Ces symboles sont absents à l'écrit dans la majorité des textes arabes. Au nombre de trois, ces symboles sont transcrits de la manière suivante :

- La *fetha* [a] est symbolisée par un petit trait sur la consonne (بَ /ba/)

- La *damma* [u] est symbolisée par un crochet au-dessus de la consonne (بُ /bu/)
- La *kasra* [i] est symbolisée par un petit trait au-dessous de la consonne (بِ /bi/)
- Un petit rond (ْ) symbolisant la *soukoun* (سكون) est apposé sur une consonne lorsque celle-ci n'est pas liée à aucune voyelle (بَعْدَ /baʔ`da/). [61]

3.1.2.1.2. Le tanwin

Le signe du *tanwin* est ajouté à la fin des mots indéterminés. Il est en relation d'exclusion avec l'article de détermination (ال) placé en début de mot. Les symboles du *tanwin* sont au nombre de trois et sont constitués par dédoublement des signes diacritiques ci-dessus, ce qui traduit par l'ajout du phonème /n/ au niveau phonétique :

- [an] : signe (ً) « بَّ /ban/ »
- [un] : signe (ِ) « بُّ /bun/ »
- [in] : signe (ٍ) « بِ /bin/ »

3.1.2.1.3. La chadda

Le signe de la *chadda* peut être placé au-dessus de toutes les consonnes en position non-initiale. La consonne qui la reçoit est alors analysée en une séquence de deux consonnes identiques :

- Signe (ّ) « كَلَّمَ /kallama/ (il a parlé à) ».

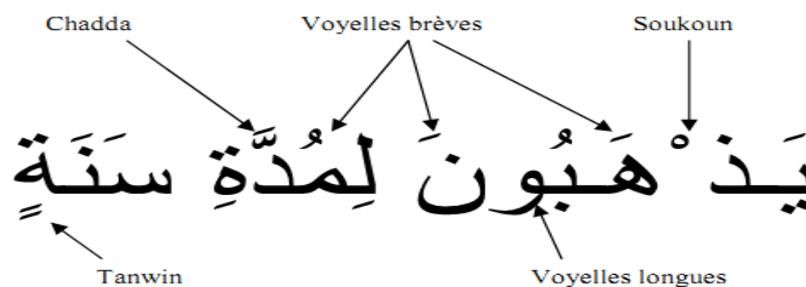


Figure. 3.1 : Exemple d'une phrase voyellée /jaDhabu:na limuddati sanatin/ (« ils partent pour une durée d'un an »). [61]

Remarque :

Cependant, l'arabe standard (AS) se caractérise par de nombreuses fonctionnalités utilisées pour distinguer entre les mots. Les plus importants sont: le [MADD] qui correspond aux voyelles longues, l'accent et la germination. Une voyelle en arabe est caractérisée par [62, 63] :

- Le passage libre de l'air dans le conduit vocal ;
- Le lieu de la plus forte constriction (fermeture) du conduit vocal sur le plan articulatoire ;
- Les formants qui correspondent aux fréquences de résonance du conduit vocal sur le plan acoustique ;

Voici dans ce qui suit quelques caractéristiques des consonnes et voyelles de l'Arabe standard

3.1.2.2. Les voyelles longues « Al madd »

Ce phénomène concerne l'allongement des voyelles. Il est provoqué par la présence d'une des voyelles longues [a :, i :, u :]. Ces dernières sont définies comme étant des segments dépourvus de force cinétique, non autonomes car ils n'ont pas d'attaque par eux-mêmes (ils représentent seulement un prolongement des voyelles brèves les précédant (cf.figure 3.2). Le madd est juste un allongement en durée d'une articulation de son opposée brève. Le paramètre « durée » est très important dans la langue arabe. Il caractérise non seulement les voyelles, mais également les consonnes géminées [64].

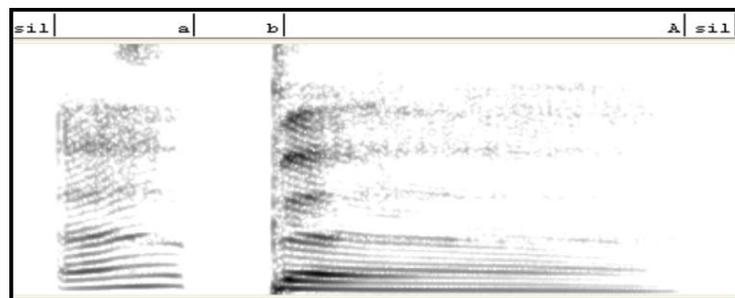


Figure 3.2 : Spectrogramme des sons /a/ et /a :/ dans le mot « ?aba : ».

3.1.2.3. La gémination

Au niveau graphique, elle est symbolisée par le signe de la *chadda* qui signifie le doublement de la consonne. Sur le plan phonétique, l'opposition simple/géminée peut se résumer de la manière suivante : pour une consonne non-occlusive, l'opposition se réduit essentiellement à l'opposition temporelle brève/longue ; pour une occlusive, elle réside au niveau de la durée du silence. [61]

Cependant la gémination (prononcer une consonne d'une manière appuyée induit ce trait sur elle) tend à prolonger sa durée tout en augmentant son intensité.

L'absence d'une voyelle intermédiaire dans une séquence constituée de deux consonnes identiques permet l'insertion du phonème dans l'autre engendrant ainsi, le renforcement de l'articulation et le prolongement de la consonne, car d'après certaines expériences, il a été constaté que la consonne géminée ne présente pas deux mouvements distincts, mais un mouvement unique, qui diffère de la consonne simple par sa stabilité articulaire et par sa durée importante. Son spectre présente en générale une énergie uniformément répartie et sans discontinuité. Les consonnes arabes peuvent être toutes géminées (cf. figures 3.3 et 3.4) [64].

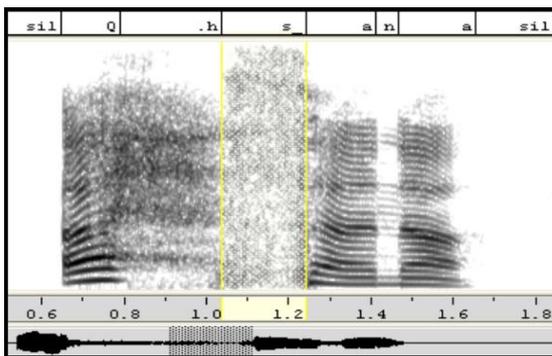


Figure 3.3 : [s] dans [ʔaxsana]

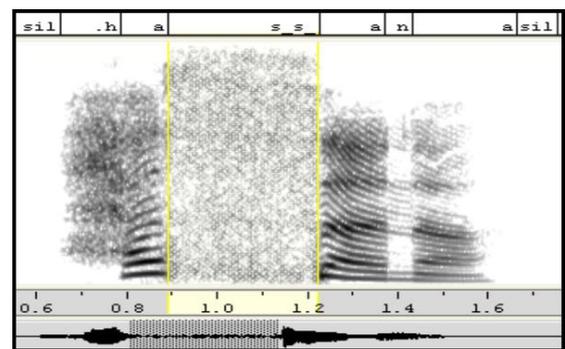


Figure 3.4 : [s] dans [Xlassana]

En effet, dans la langue arabe tous les phonèmes peuvent être simples ou géminés. Et La différence entre les deux est une différence dans la longueur de temps. C'est-à-dire, la durée du phonème simple est presque la moitié du celui géminé. En revanche, Le phonème / r / (ر) dispose une caractéristique spécifique dans l'état de la gémation, en remarquant qu'il se prononce plus de deux fois. Dans ce cas La différence ici n'est pas une différence dans la longueur de temps, mais une différence dans le nombre des répétitions des mêmes caractéristiques acoustiques [95]. (cf. figure 3.5)

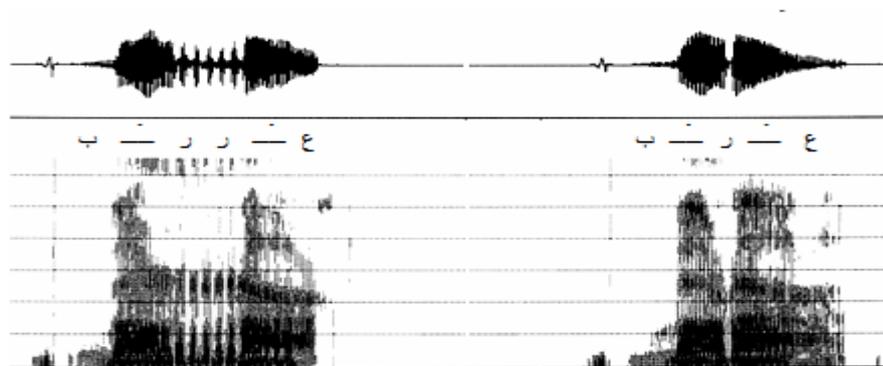


Figure 3.5 : Le signal et le spectrogramme des deux mots (عَرَب) et (عَرَب) (on remarque que le /r/ (ر) géminé se répète six fois) [95]

Dans beaucoup de langue, ce phénomène de gémiation permet de mettre en relief un mot dans son contexte, alors qu'il s'avère être un élément distinctif sur les plans morpho-sémantiques en langue arabe [61] comme par exemple : حَضَرَ /X\ad`ara/ (« il a assisté ») est différente de حَضَّرَ /X\ad`d`ara/ (« il a préparé ») dont la deuxième consonne est gémifiée.

3.1.2.4. L'emphase

L'emphase est un trait phonétique caractérisant 4 consonnes, 2 plosives : [d`] et [t`] et deux fricatives [D`] et [s`]. Ces consonnes sont articulées dans la partie antérieure de la cavité buccale, la racine de la langue est reportée en arrière contre la paroi pharyngale postérieure et un creusement de la langue est observé. Acoustiquement, elles se caractérisent par l'élévation de la transition de F1 et la baisse de la transition de F2 de la voyelle précédente et suivante [64, 66].

Ces phonèmes sont alors caractérisés par une tonalité plus pleine et grave car ils exigent la dépense d'un volume d'air important et une tension organique supérieure par rapport aux autres consonnes (Figures III. 6 et III. 7).

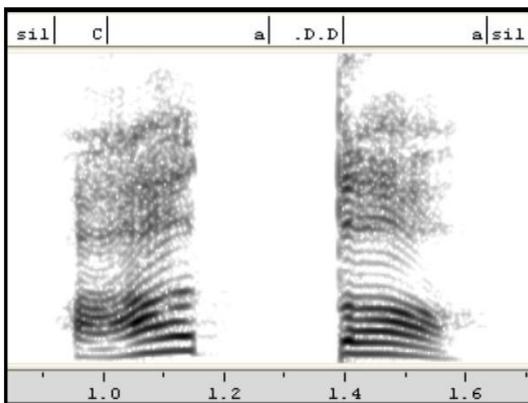


Figure 3.6: [d] emphatique dans [ʔad`da]

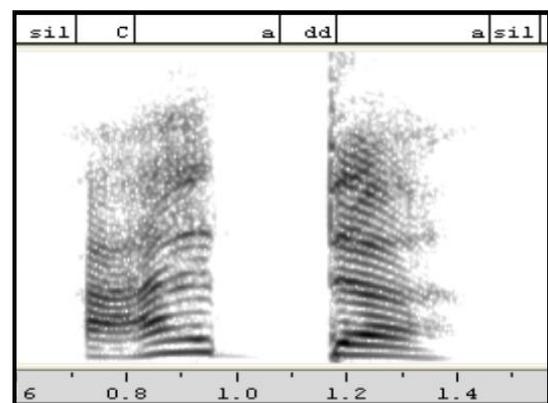


Figure 3.7: [d] non emphatique dans [ʔadda]

3.1.2.5. L'assimilation

Dans la parole continue, il se trouve qu'une consonne perd quelques qualités intrinsèques lorsqu'elle est juxtaposée à une autre consonne. Ce phénomène est appelé « assimilation » [64]. Comme la substitution d'une consonne nasale par une autre consonne. Elle peut se produire à l'intérieur du mot (أَنْبَتَتْ /ʔanbatat/ = أَمْبَتَتْ /ʔambatat/) ou à la frontière de deux mots successifs (مِنْ بَعْدَ /min ba`d/ = مِمْبَعْدَ /mimba`d/).

3.1.3. Segmentation et étiquetage de la parole

La transcription phonétique d'un énoncé de parole consiste à noter la séquence des symboles représentant la séquence des sons phonétiques constituant cet énoncé [63]. La représentation orthographique d'un énoncé n'est pas en effet suffisamment indicatrice de sa prononciation phonétique. La transcription phonétique doit utiliser des symboles distincts pour tous les sons qui assurent des distinctions linguistiques. Mais la finesse de la notation peut être beaucoup plus grande en recensant les allophones des différents phonèmes.

L'étiquetage de corpus de parole, qui est un alignement du segment avec la transcription lui correspondant, est une forme d'annotation linguistique. Cette dernière désigne toute notation descriptive appliquée à des données audio, vidéo ou textuelles, et apportant des informations de nature interprétative à ces données brutes [60].

La segmentation phonétique de la parole est une tâche difficile car le signal de parole n'est pas clairement composé de segments discrets bien délimités. En effet, d'un côté, nous constatons que l'élocution d'un énoncé se caractérise par un mouvement continu des organes de la parole. Le passage d'une cible articulatoire d'un phone, à une autre cible articulatoire d'un autre phone, se fait de manière continue, avec un chevauchement entre les deux configurations articulatoires, ce qui donne naissance au phénomène de coarticulation [60].

D'un autre côté, sur la base de notre perception de la parole, le signal se compose d'une série d'éléments sonores distincts, car l'examen du spectrogramme nous permet de distinguer des zones spectralement homogènes (Figure 3.8), ce qui confirme la nature segmentale de la parole [67].

Ce paradoxe démontre que la segmentation est un problème fondamentalement complexe. Même si les frontières entre certains phones semblent relativement claires, il n'y a pas de transitions franches entre beaucoup de phones [68]. A cet effet, Pour cette tâche de segmentation il est préférable d'utiliser le spectrogramme et le signal alternativement ou simultanément. Car en constatant qu'il arrive que certains indices acoustiques soient plus faciles à repérer dans le signal lui-même. Mais lorsque cela n'est pas le cas, le spectrogramme fournit les indices souhaités.

En s'aidant, évidemment, de l'écoute du signal de parole et de la transcription orthographique de l'énoncé.

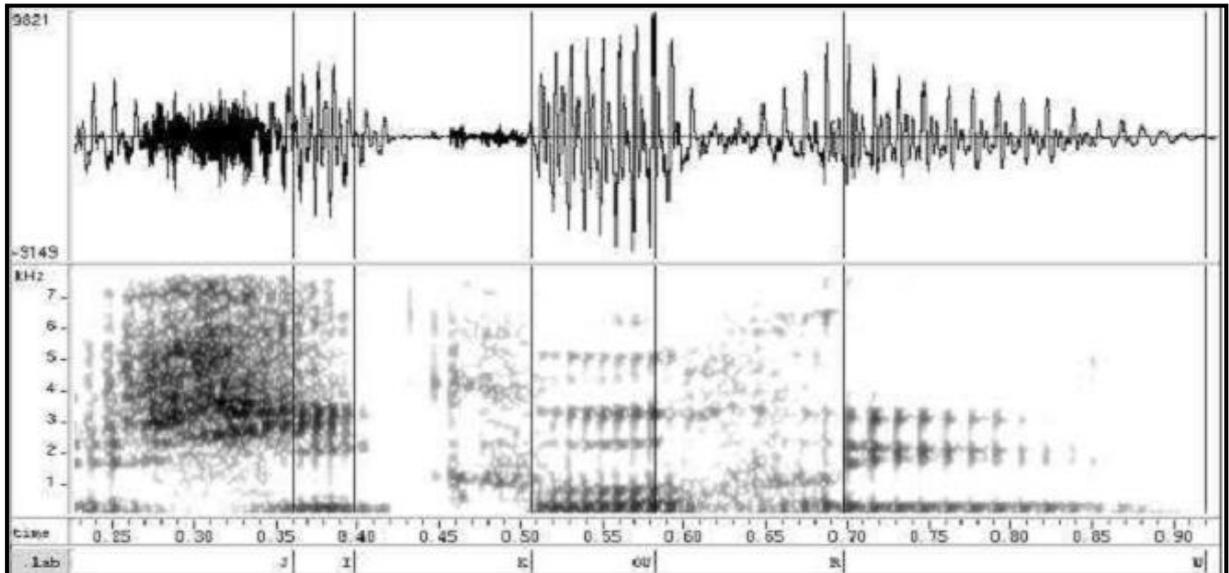


Figure 3.8 : Exemple de forme d'onde et spectrogramme [67]

En effet, la segmentation phonétique du signal de parole peut être effectuée soit manuellement par un expert humain, soit automatiquement par une méthode programmée.

3.1.3.1. La segmentation manuelle

La segmentation manuelle de parole, quand elle est effectuée par des opérateurs ayant une expertise en phonétique de la langue, est incontestablement à ce jour, la méthode de segmentation la plus précise, notamment pour les applications de la synthèse de parole [67].

Afin de faciliter cette intervention manuelle, il est nécessaire de fournir au chargé de la segmentation une description des conditions d'enregistrement du corpus de parole (chambre anéchoïque ou environnement bruyant), des caractéristiques du locuteur enregistré (sexe, âge, taille, origine ethnique, niveau d'étude, qualité de la voix) et du style d'élocution (parole lue ou spontanée, continue ou mots isolés).

Cependant, l'intervention de plusieurs opérateurs humains pour étiqueter et segmenter un corpus de parole donné est possible mais elle pose des problèmes de consistance (l'étiquetage et la segmentation d'un même énoncé de parole peut différer d'un opérateur à un autre).

Un problème plus sérieux posé par cette intervention manuelle, autres de problème de disponibilité d'experts, concerne le temps nécessaire pour l'accomplir. En effet, même en disposant de tous les outils d'assistance (affichage, audio), un expert phonéticien expérimenté travaillant sur une voix familière, requiert 200 fois la durée réelle d'un énoncé de parole pour étiqueter et segmenter ce dernier. C'est essentiellement ce coût en ressources humaines qui limite la disponibilité de corpus de parole annotés [58, 69].

Afin de réduire au minimum le coût de l'intervention manuelle pour l'annotation de grands corpus de parole et afin aussi de satisfaire un certain nombre de critères telle que la qualité, il est nécessaire d'introduire certains traitements automatiques pour l'exécution de ces deux tâches.

3.1.3.2. La segmentation automatique

La segmentation automatique de corpus se fait grâce à des programmes informatiques. Actuellement, la segmentation complètement automatique de parole en phones, est une tâche rarement possible. En effet, étant donné la complexité des phénomènes acoustico-phonétiques à traiter, cette tâche nécessite très souvent une intervention manuelle « segmentation semi- automatique », que ce soit pour la préparation des données (étiquetage phonétique), du traitement automatique, ou alors pour la vérification et la correction des étiquetages et segmentation automatiques [70]

Globalement, les méthodes de segmentation acoustique de parole se divisent en deux grandes classes de méthodes [67] :

- La première classe englobe toutes les méthodes qui permettent de segmenter un signal de parole sans connaissance a priori du contenu linguistique de ce signal. Ces méthodes produisent des segmentations d'un signal de parole en zones spectralement homogènes, qui correspondent généralement à des segments sub-phonétiques.
- La deuxième classe englobe toutes les méthodes qui permettent de segmenter un signal de parole étant donné une description linguistique de ce signal. Ces méthodes de segmentation sont dites contraintes linguistiquement.

Il existe plusieurs systèmes de segmentation automatique ou semi-automatique de la parole (Figure 3.9). Par rapport à une segmentation manuelle, ils possèdent

l'avantage d'un découpage déterministe, non dépendant de la subjectivité d'un opérateur humain et surtout ils autorisent un gain de temps considérable. Ces systèmes, toutefois, manquent encore de robustesse et demeurent le plus souvent à l'état de prototypes [70].

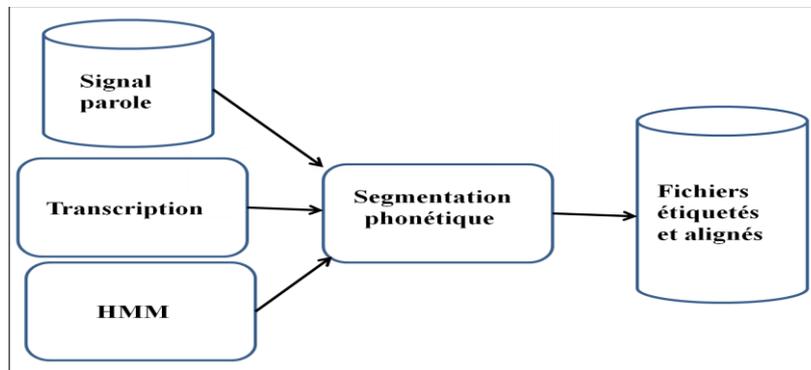


Figure 3.9 : Système de segmentation automatique [70]

A l'aide du corpus d'apprentissage et de test, accompagnés de leur transcription phonétique et orthographique et en leur faisant correspondre les fichiers son respectifs (.wav), un système de reconnaissance basé sur les *HMM* peut créer automatiquement des fichiers de segmentation en mots (.wrd) et de segmentation en phonèmes (.phn) [71].

Des systèmes de segmentation de parole continue plus récents sont basés sur des méthodes hybrides qui consistent à fusionner plusieurs algorithmes de segmentation. Cette méthode, indépendante des HMMs, réduit, voire élimine le temps pris par la tâche de vérification manuelle, met en œuvre une méthode de segmentation dont la précision est proche de la segmentation manuelle et meilleure que celle obtenue par les HMMs [70].

Il existe également des logiciels de segmentation automatiques disponibles sur le Web tel que : « Mbrolign » [63].

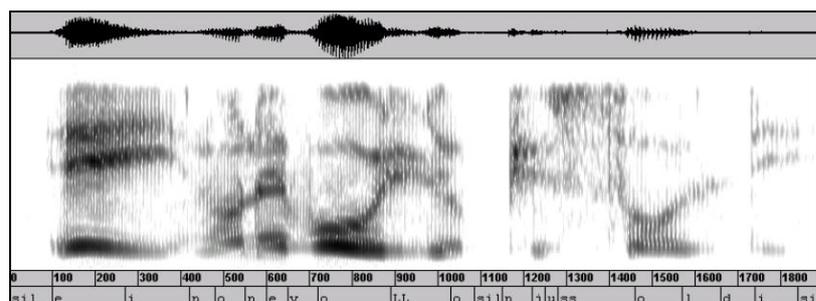


Figure 3.10 : Exemple de segmentation automatique [63]

3.1.3.3. La transcription automatique

Les systèmes de transcription actuels sont indépendants du locuteur, traitent de la parole continue et reconnaissent un vocabulaire étendu.

Les modèles ainsi adaptés sont utilisés en deuxième phase. Le système de transcription « Speeral » [58] par exemple, est un moteur de reconnaissance de la parole grand vocabulaire, multi-locuteurs utilisant une reconnaissance HMM des phonèmes, un lexique de phonétisation et des modèles linguistiques n-grammes.

3.1.4. Segmentation et étiquetage d'« ALGASD-(R9)(R10)(R11) »

Nous avons procédé à un étiquetage manuel afin d'essayer, éventuellement, d'étendre la base de connaissances sur les critères de segmentation et améliorer les systèmes automatiques. Cette opération a été réalisée à l'aide du logiciel libre « Wavesurfer » qui a été élaboré au « Centre des Technologies de la parole » en Suède [57]. Notre méthode peut néanmoins faire l'objet d'une comparaison avec des résultats de segmentation automatique.

Au cours de cette étape, l'identification des différentes unités s'est fait à travers l'utilisation de plusieurs outils parmi lesquels : la forme temporelle de l'onde acoustique correspondant à l'enregistrement, le spectrogramme, le suivi du pitch F0 et l'énergie en s'appuyant toujours sur une vérification auditive. Par souci d'homogénéisation avec les autres bases de données, l'annotation orthographique des phonèmes a été effectuée en se basant sur les symboles du tableau (3.2).

Quant à la transcription phonétique, nous avons utilisé l'alphabet SAMPA, mais certains des phonèmes ont été renommés pour plus de commodité de la machine. Ainsi, nous les avons remplacés par des symboles qui ont été proposées dans la base de données de West Point arabe moderne standard de LDC [72] avec des modifications mineures, selon les exigences d'« ALGASD » [1, 2] qui peuvent être supportés par le système de reconnaissance utilisé lors de la phase de reconnaissance. Le tableau 3.2 donne un aperçu de la liste des phonèmes arabes utilisés dans nos expériences [1].

Graphème	Transcription Phonétique	Transcription Orthographique	Graphème	Transcription Phonétique	Transcription Orthographique
ع	Q_	\'	غ	G_	.g
ب	B	B	ف	f	f
ت	T	T	ق	q	q
ث	Th	_t	ك	k	k
ج	G	^g	ل	l	l
ح	H_	.h	م	m	m
خ	X	_h	ن	n	n
د	D	D	هـ	h	h
ذ	Dh	_d	و	w	w
ر	r	R	ي	y	y
ز	z	Z	الكسرة (ـِ)	ih	i
س	s	S	الفتحة (ـَ)	ah	a
ش	sh	^s	الضمة (ـُ)	uh	u
ص	S_	.s	ي	iy	I
ض	D_	.d	أ	ae	A
ط	T_	.t	و	uw	U
ظ	DH_	dh.	التنوين		
ع	C	()	ـ / ـ / ـ	in/ un/ an	iN/ uN/ aN

Tableau 3.1: la liste des phonèmes arabes utilisés dans la transcription
«ALGASD» [1]

3.1.4.1. Critères de segmentation phonémique

Nous présenterons ici les principaux critères de segmentation phonémique que nous avons suivie selon [73] :

- La segmentation des voyelles s'effectue, dans la mesure du possible, au niveau des formants examinés sur un sonagramme à bandes larges, sonagramme, bien que cette observation soit toujours mise en relation avec celle d'autres documents (sonagramme à bandes étroites, courbes d'intensité ou de F0, oscillogramme). En fin de phonation, l'étiquette est posée à la fin du voisement de la voyelle (amortissement), ou lorsqu'il n'y a plus de périodes sur l'oscillogramme.
- Les coups de glotte ne seront pas considérés comme faisant partie des voyelles.
- La segmentation en consonnes s'effectue en début de chaque consonne, et non en fin de voyelle.
- Par exemple, pour une fricative telle que [s], le marqueur se place dès l'apparition de bruit dans les hautes fréquences et pour une plosive, dès

l'occlusion (après l'amortissement du voisement de la voyelle).

Les cas les plus litigieux sont les suivants :

- les suites voyelle / consonne ou semi-consonne / voyelle : Il est en effet assez difficile de les dissocier, même à l'aide d'une observation précise des formants. Nous pouvons généralement identifier la voyelle à partir de la stabilisation de la transition formantique. Dans les cas les plus délicats, nous basons sur l'écoute. La marge d'erreur est ici estimée à environ 6 millisecondes (ms), nous pouvons étudier, éventuellement, les micro-variations sur les courbes de la F0 et d'intensité, ou de nous baser sur l'écoute.
- Les occlusives sourdes à l'initiale (après une pause, notamment) : il est assez difficile d'estimer avec exactitude où commence l'occlusion, car parfois, seule la détente est visible.

Par conséquent, la durée de la tenue en position intervocalique a été observée et appliquée aux débuts de phonation, lorsque qu'aucun autre indice n'est apparent (léger bruit sur le sonagramme, fin de souffle visible, etc.). La durée de l'occlusion est comprise, en général, entre 80 et 100 ms [73].

Dans un cas plus général, nous pouvons nous appuyer sur les conventions de segmentation.

3.1.4.1.1. Conventions de segmentation

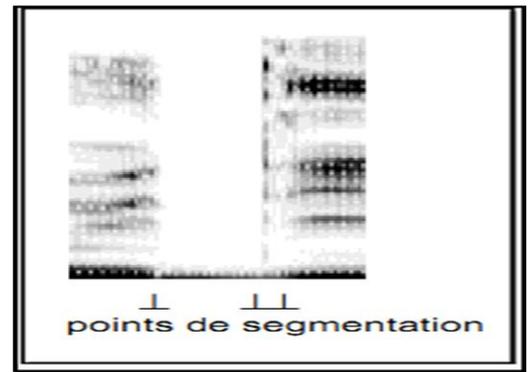
L'objectif de ces conventions est de spécifier les critères de segmentation des signaux de la parole, afin d'assurer une cohérence optimale pour la génération automatique des phonèmes à partir de cette segmentation

■ Les consonnes

➤ Les occlusives sonores

Indépendamment de leur emplacement dans l'énoncé sont décrites en deux étapes. La première étape se compose d'un "silence voisé" (c'est-à-dire, d'une barre de pré-voisement), (Figure 3.11). La deuxième étape se compose de l'effet acoustique de la plosion associée à l'articulation de la consonne en question (soit b, d). Une plosion mineure, ou un "burst" mineur, est souvent visible sous forme d'une barre de plosion [73].

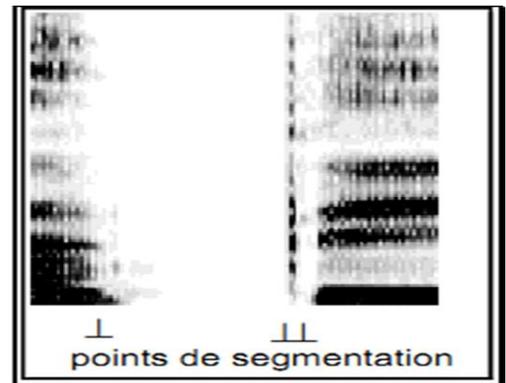
Figure 3.11: Les trois points de la segment de l'occlusive sonore [d] [73]



➤ Les occlusives sourdes

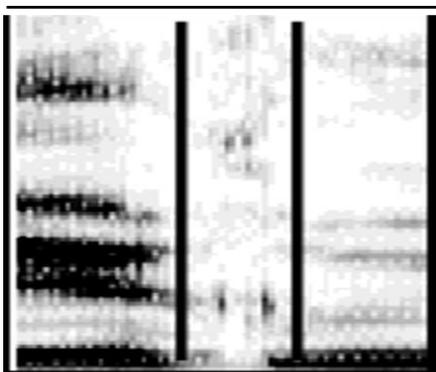
Indépendamment de leur emplacement dans l'énoncé, sont décrites en deux étapes. La première étape se compose d'un silence non voisé. La deuxième étape se compose de l'effet plosif (du "burst") associé de l'articulation de la consonne en question (soit t, k) (Figure 3.12).

Figure 3.12 : Les trois points de segmentation de l'occlusive sourde [p] [73]

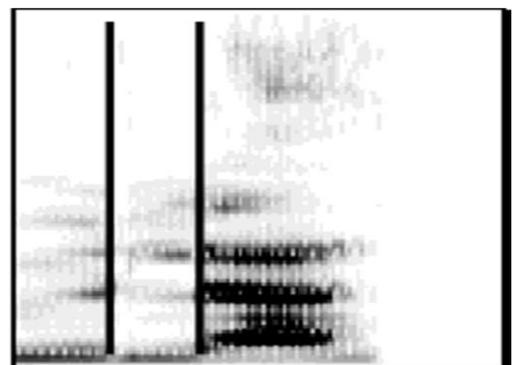


➤ Les latérales

En règle générale, les consonnes latérales ne posent pas de problèmes particuliers de segmentation, étant donné leur représentation spectrographique caractéristique (Figures 3.13) [73].



Segmentation de [r]

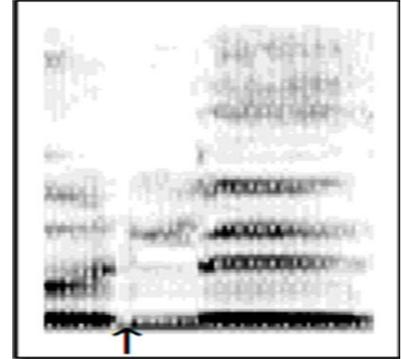


Segmentation de [l]

Figure 3.13 : Exemple de segmentation de latérales [73].

Néanmoins, si un silence apparaît avant ou après la consonne, la segmentation se fait au milieu du silence (Figures 3.14) [73].

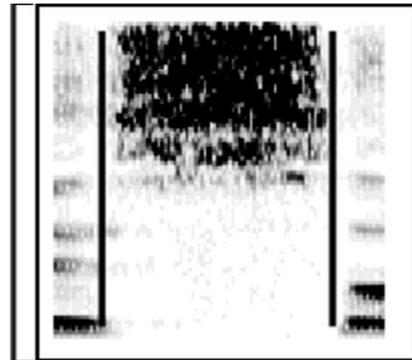
Figure 3.14 : Illustration d'une latérale avec un petit silence séparant la latérale du segment précédent [73]



➤ Les fricatives

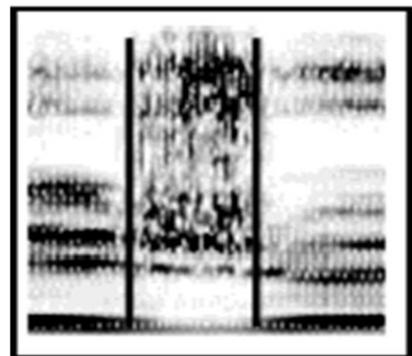
En élocution lente, un petit silence apparaît avant et/ou après la consonne; la segmentation s'effectue alors au milieu du silence (Figure 3.15).

Figure 3.15 : Exemple de Segmentation de Fricatives [s] [73]



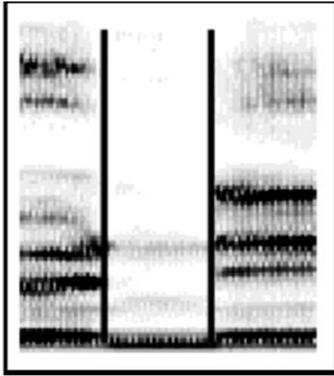
Si aucun silence n'apparaît, la segmentation s'appuie sur les indices de bruit (Figures 3.16) [73].

Figure 3.16 : Exemple de Segmentation de Fricatives [z] [73]

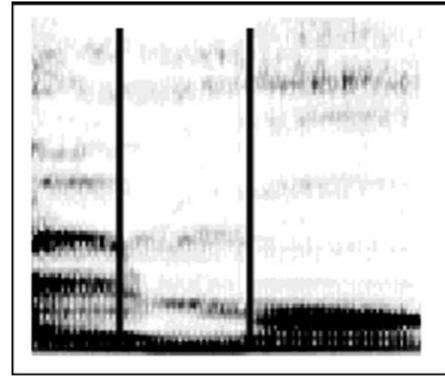


➤ Les nasales

En règle générale les consonnes nasales ne posent pas de problèmes de segmentation étant donné leur représentation spectrographique caractéristique (Figures 3.17).



Segmentation de [n]



Segmentation de [m]

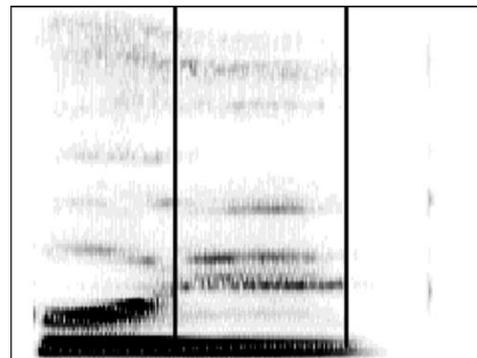
Figure 3.17 :.Exemples de Segmentation des nasales [73]

■ Les voyelles

➤ Début et fin de voyelles

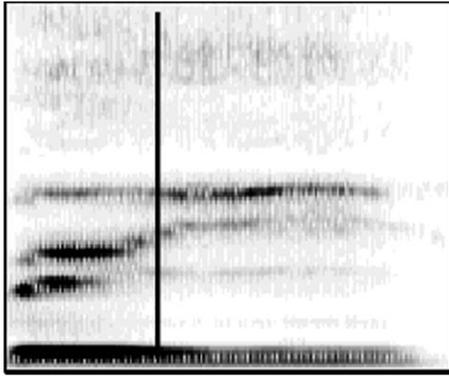
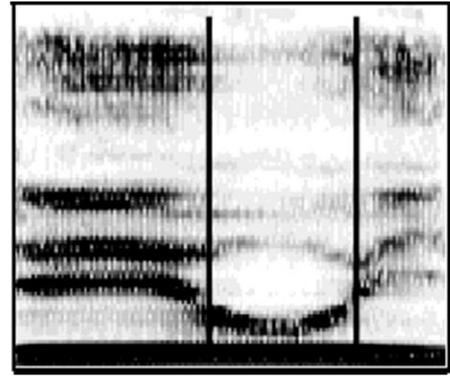
Pour l'identification des débuts et fins de voyelles, la segmentation s'effectue généralement en fonction des 2ème et 3ème formants (particulièrement si la voyelle est en fin d'énoncé). Ceci tient compte de la sensibilité maximale de l'oreille entre 1000 et 2000 Hz, ainsi que des diminutions de cette sensibilité de chaque côté de cette plage de fréquences (Figure 3.18) [73].

Figure 3.18 :.Segmentation de [i]



➤ Deux voyelles voisines

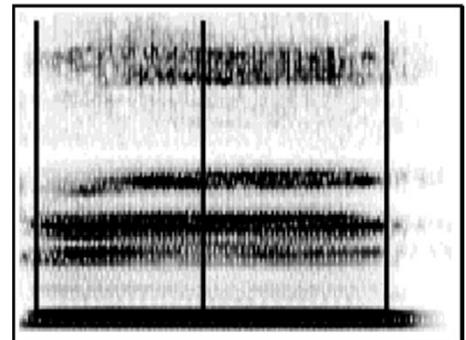
Dans le cas de deux voyelles voisines ayant des structures formantiques distinctes, la segmentation s'effectue au *milieu de la transition*, au point de la pente la plus forte (Figures 3.19) [73].

Point de transition **[e-i]**de transition **[e-o]** et **[o-i]**Figure 3.19 :.Exemple de Segmentation de deux voyelles voisines selon **[73]**

➤ Deux voyelles très semblables ou identiques

Dans le cas de deux voyelles très semblables ou identiques, une différenciation entre les deux voyelles est parfois possible, soit au niveau de la fréquence fondamentale, soit au niveau de l'amplitude globale du signal. Dans ce cas, choisir le point de transition en fonction de ces indicateurs. Dans tous les autres cas, la segmentation d'effectue au milieu arithmétique entre les frontières latérales des deux voyelles (Figure 3.20).

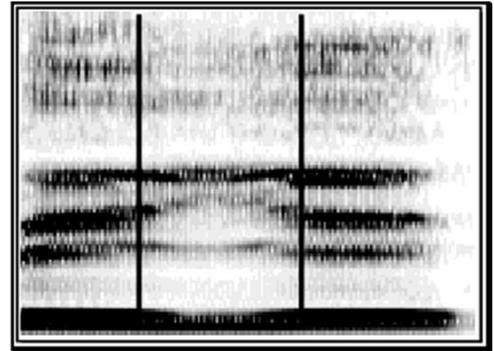
Figure 3.20 :.Exemple de Segmentation de deux voyelles très semblables ou identiques (la transition **(e-e)**) selon **[73]**



➤ Semi-voyelles

Les semi-voyelles peuvent être délimitées généralement entre deux états pseudo-stables. Dans le cas d'une voyelle suivie d'une semi-voyelle, la segmentation se fait *après et avant la partie pseudo-stable* de la voyelle (et non au milieu de la transition entre la voyelle et la semi-voyelle). Ceci assure une saisie satisfaisante de la semi-voyelle (Figure 3.21).

Figure 3.21: Segmentation de la semi-voyelle [j]



Cependant, l'application de ces règles de segmentation « manuelle », citées précédemment, sont ajustées par l'utilisation du logiciel « Wavesurfer ». Cette opération a été appliquée à toute la base de données « ALGASD-(R9)(R10)(R11) » en respectant, le plus possible, les critères de segmentation se rapportant aux sons de l'arabe standard. En effet, voici un exemple de segmentation afin de bien présenter cette tâche importante :

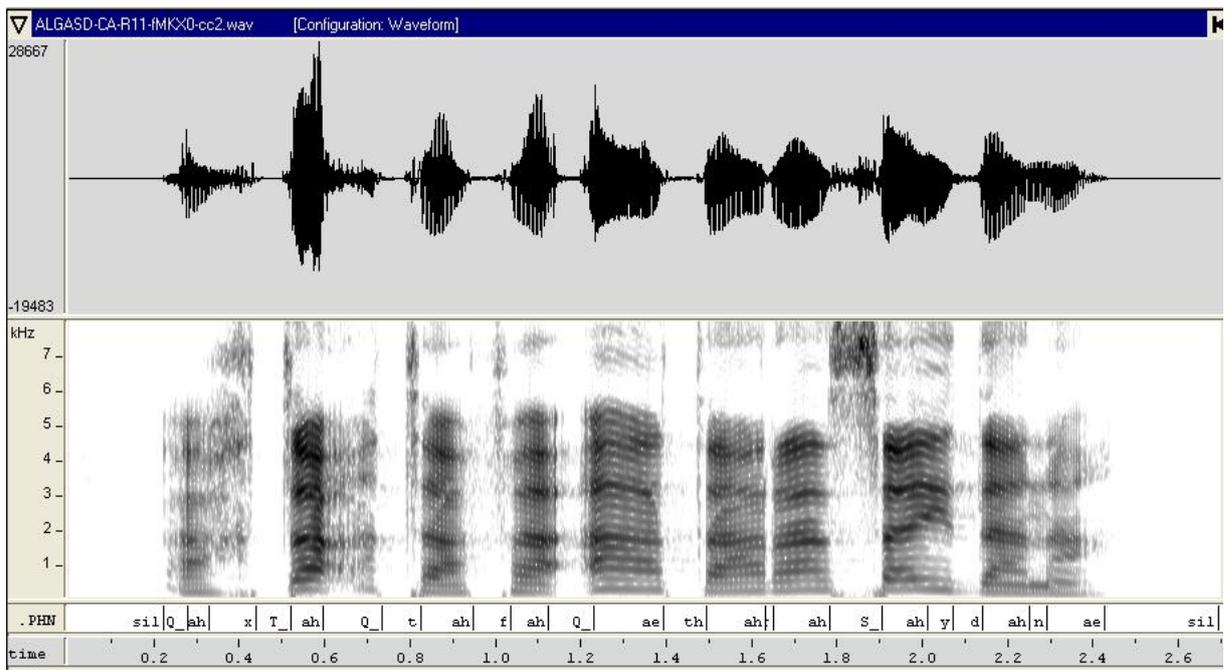


Figure 3.22: Exemple d'une phrase issue de « ALGASD-(R2)(R10)(R11) » étiquetée manuellement sous « Wavesurfe ».

En fin de segmentation de chaque phrase, nous obtenons automatiquement, après enregistrement sous le même code de cette phrase, un fichier d'extension (.lab) qui sera utilisé par la suite par HTK durant la phase d'apprentissage.

3.1.4.2. Segmentation en phonèmes / mots

Dans le but d'une exploitation ultérieure par l'outil HTK (Hidden Markov ToolKit) [71], on a effectué une segmentation manuelle, en mot et en phonèmes, de tous les enregistrements. Cela consiste à relever tous les mots et phonèmes constituant chaque enregistrement (phrase) pour chaque locuteur, à consigner dans un fichier texte (".txt") comprenant sur des lignes séparées le début et la fin marquant chaque mot ou phonème du dialogue suivi des phonèmes effectivement réalisés par chacun des locuteurs [74].

Cette segmentation fera l'objet de répétition autant de fois que les phrases sont prononcées. Les textes, bien que sensiblement identiques, sont en effet soumis à variation, puisque interprétés différemment par chaque locuteur.

L'étiquetage de cette phrase nous permet d'obtenir des fichiers de segmentation d'extension (.wrd) et (.phn) cités plus haut. Les fichiers résultant de cette segmentation doivent être codés sous le même nom de code du fichier son leur correspondant. Voici, dans ce qui suit, un exemple des résultats de segmentation « mots » **(a)** et « phonèmes » **(b)** de phrases issues du corpus « ALGASD-(R9)(R10)(R11) » (voir la figure 3.24).

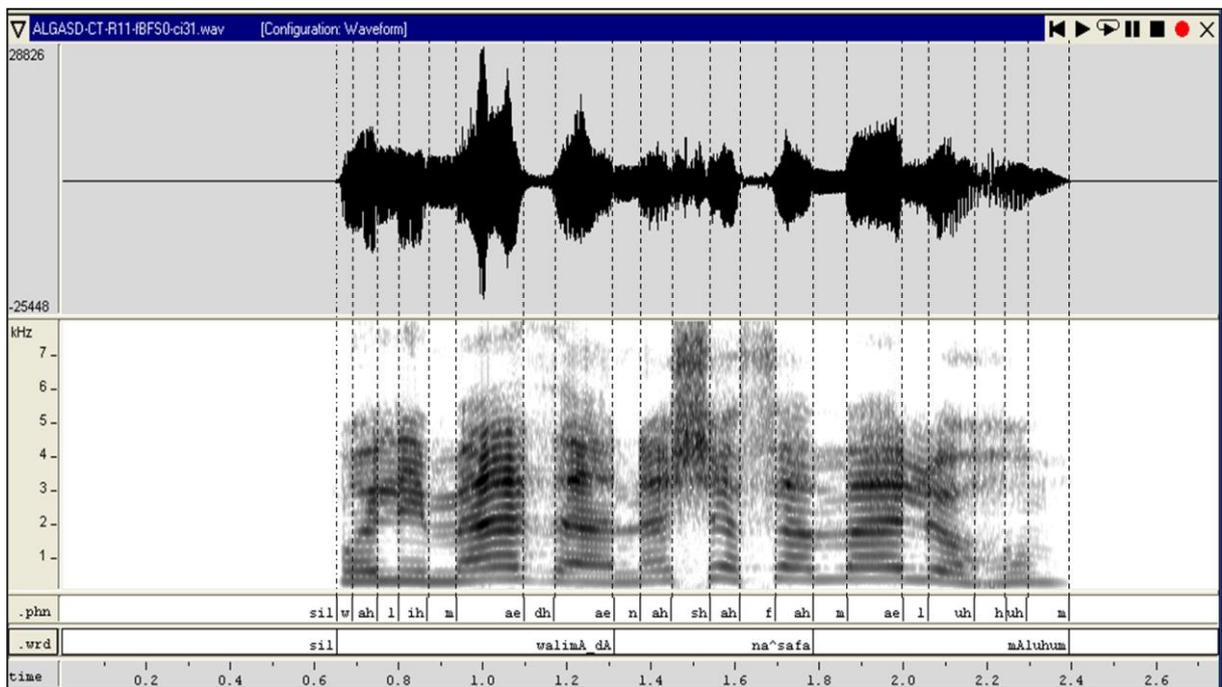


Figure 3.23 : Segmentation en mot/phonème de la phrase 'ci31' : [walimA_dA na^safa mAluhum] sous « WaveSurfer »

Dans l'exemple qui suit, la figure 3.24 présente l'aspect et le contenu des fichiers « WordPad » obtenus après segmentation de la phrase ci4 : « hal ^gA`a \`abun » = « hal Za:?\a ?abun » en mots et en phonèmes :

0.0000000 0.7053233	h#	0.0000000 0.7053233	h#
0.7053233 1.0344374	hal sp	0.7053233 0.7838365	h
1.0344374 1.6211078	^gA`a sp	0.7838365 0.8978097	ah
1.6211078 2.0661005	\`abun sp	0.8978097 1.0344374	l
2.0661005 2.7875980	h#	1.0344374 1.1206954	g
		1.1206954 1.4718976	ae
		1.4718976 1.5217512	C
		1.5217512 1.6211078	ah
		1.6211078 1.6994873	Q_
		1.6994873 1.7906303	ah
		1.7906303 1.8743835	b
		1.8743835 2.0661005	un
		2.0661005 2.7875980	h#

(a) (b)

Figure 3.24 : Exemple de fichier de segmentation en mots / phonèmes

Les première et dernière lignes présentées par (h#) correspondent aux zones de silence d'avant et après l'enregistrement. Chaque mot, transcrit orthographiquement, est suivi d'un « short pause (sp) » (figure 3.24. a). Pour la segmentation en phonèmes, on adopte la transcription phonétique (figure 3.24. b).

Une fois que l'étiquetage et la segmentation de toutes les phrases de la base de données achevée, les fichiers obtenus seront organisés selon l'architecture de « ALGASD » proposée (voir Figure 2.3. du Chapitre 2) de manière à ce que chaque fichier (de locuteur) contienne ces résultats.

3.1.4. 3. Transcription des phrases

Cette étape consiste à transcrire, en premier lieu, orthographiquement les phrases du corpus selon les caractères SAMPA, ensuite selon les caractères de transcription personnelle en vue de l'utiliser pour la reconnaissance. Toujours effectuée dans un fichier (.txt), les phrases séparées sur des lignes seront suivies de leur transcription orthographique (sur la même ligne). Les phrases seront transcrites autant de fois qu'elles sont prononcées par les locuteurs.

Lors de l'apprentissage, ces phrases transcrites permettront au système de reconnaissance d'effectuer un alignement avec les fichiers son correspondants. L'exemple ci-dessous présente un échantillon de phrases de « **ALGASD-R(9)(R10)(R11)** » transcrites orthographiquement:

ALGASD-CA-R11-fBAF0-cc1	qAdanA wa-lam ya.d.tahidkum
ALGASD-CA-R11-fBAF0-cc2	\a_h.ta\ta fa-\A_tara .saydanA
ALGASD-CA-R11-fBAF0-ci163	lAyanta man wafada \ilaykum
ALGASD-CA-R11-mSBY0-cc1	qAdanA wa-lam ya.d.tahidkum
ALGASD-CA-R11-mSBY0-cc2	\a_h.ta\ta fa-\A_tara .saydanA
ALGASD-CA-R11-mSBY0-ci164	qutilla wAri_tuN
ALGASD-CA-R11-fBLX0-cc1	qAdanA wa-lam ya.d.tahidkum
ALGASD-CA-R11-fBLX0-cc2	\a_h.ta\ta fa-\A_tara .saydanA
ALGASD-CA-R11-fBLX0-ci165	Wa-bimA_dA lA.gazakumA
-----	-----
-----	-----

Figure 3.25 : Exemple de transcription orthographique selon [1, 2]

3.1.5. Exemple de sauvegarde des données

Pour un locuteur « mBAE0 » ayant prononcé 3 phrases « cc1, cc2 et ci166 » du corpus apprentissage, on obtiendra l'organisation en fichiers suivante :

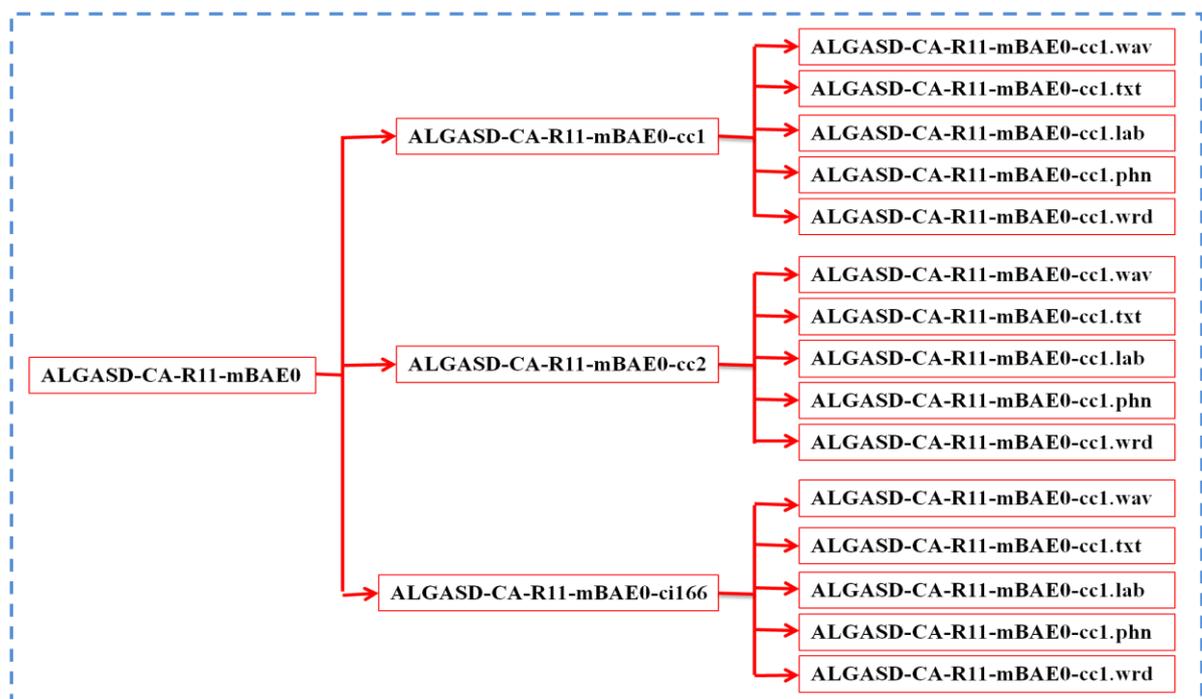


Figure 3.26 : Schéma synoptique des fichiers constituant la nouvelle base de données « ALGASD-(R9)(R10)(R11) »

3.1.6. Les problèmes de transcription phonétique

Lors de l'étiquetage, quelques difficultés de segmentation ont été rencontrées, notamment en ce qui concerne certaines classes phonétiques telles que :

- Les liquides [l] et [r] (souvent dans un contexte vocalique) ;
- le phonème [ʔ] qui représente une réalisation phonétique intermédiaire de plusieurs autres sons, ce qui rend difficile sa détection.
- Les semi-voyelles [j] et [w] ; et plus généralement des transitions entre phonèmes ayant les mêmes caractéristiques acoustiques telles que :
 - Les transitions liquide-voyelle et voyelle-liquide qui sont particulièrement difficiles et génèrent une grande variabilité entre locuteurs.

3.1.7. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différents critères de segmentation. Ces derniers ont été appliqués en suivant des conventions typiques, afin de garantir des résultats optimaux, et par conséquent pour une bonne synthèse ou reconnaissance de la parole. Cependant, pour une meilleure commodité de la machine, certains phonèmes de l'alphabet « SAMPA » ont été renommés pendant la transcription phonétique de « ALGASD-(R9)(R10)(R11) » et ceci conformément à la transcription phonétique de la base de données « ALGASD » [1].

La taille plus ou moins moyenne de notre base de données ou corpus nous a permis d'appliquer une méthode de segmentation manuelle nous permettant ainsi d'obtenir des fichiers de segmentation en phonèmes (.phn), en mots (.wrđ) et en phrases (.lab).

En fait, pour cette tâche de segmentation nous avons trouvé préférable d'utiliser le spectrogramme et le signal, car nous avons constaté qu'il arrive que certains indices acoustiques soient plus faciles à repérer dans le signal lui-même. Mais lorsque cela n'est pas le cas, le spectrogramme fournit les indices souhaités, bien que cette observation soit toujours mise en relation avec celle de la fréquence fondamentale (f_0). Afin de prendre la décision sur l'emplacement finale d'une frontière soit prise après plusieurs écoute de l'énoncé, qui s'avère souvent d'une grande subjectivité.

3.2. Validation de la base de données ALGASD- (R9)(R10)(R11)

3.2.1. Introduction

La Reconnaissance Automatique de la Parole (RAP) est une technologie informatique permettant à un logiciel d'interpréter une langue naturelle humaine. Elle permet à une machine d'extraire le message oral contenu dans un signal de parole. A l'heure actuelle, les modules classiques de reconnaissance de la parole les plus efficaces utilisent une approche statistique et plus particulièrement des Modèles de Markov Cachés (MMC). Il en existe une grande diversité car leur utilisation est très dépendante de l'application à laquelle ils sont destinés, les recherches autour de ces modèles sont nombreuses : contrôle vocal des machines, réservation des vols, aider les personnes handicapées et apprentissage d'autres langues etc.

Dans cette partie de ce chapitre nous parlerons sur le système de reconnaissance automatique de la parole continue, qui a été conçu à l'aide de modèles de Markov cachés.

3.2.2. Principaux outils et méthodes utilisés en R.A.P

Les systèmes de reconnaissance de la parole (RAP) présentant une approche statistique se fondant sur la théorie de l'information. Un système de RAP a pour but d'associer une séquence de mots à une séquence d'observations acoustiques. Ainsi, à partir de la séquence d'observations acoustiques $O = o_1 o_2 \dots o_n$, un système de RAP recherche la séquence de mots $\hat{W} = w_1 w_2 \dots w_k$ qui maximise la probabilité $P(W|O)$, qui est la probabilité d'émission de W sachant O . La séquence de mots \hat{W} se doit alors de maximiser l'équation [75]:

$$\hat{W} = \arg \max_w P(W|O) \quad (1)$$

En appliquant la règle de Bayes, on obtient la formule

$$\hat{W} = \arg \max_w \frac{P(O|W)P(W)}{P(O)} \quad (2)$$

Comme la séquence d'observations acoustiques O est fixée, $P(O)$ peut être considéré comme une valeur constante inutile dans l'équation (2). On obtient alors

$$\hat{W} = \arg \max_w P(O|W)P(W) \quad (3)$$

Deux types de modèles probabilistes sont utilisés pour la recherche de la

séquence de mots la plus probable : un modèle acoustique qui fournit la valeur de $P(O|W)$, et un modèle de langage qui fournit la valeur de $P(W)$. $P(O|W)$ peut se concevoir comme la probabilité d'observer O lorsque W est prononcé, alors que $P(W)$ se réfère à la probabilité que W soit prononcé dans un langage donné. Pour obtenir un système de RAP performant, il est essentiel de définir les modèles les plus pertinents possibles pour le calcul de $P(W)$ et $P(O|W)$. La figure (3.27) présente une schématisation générale du fonctionnement d'un système de RAP [75].

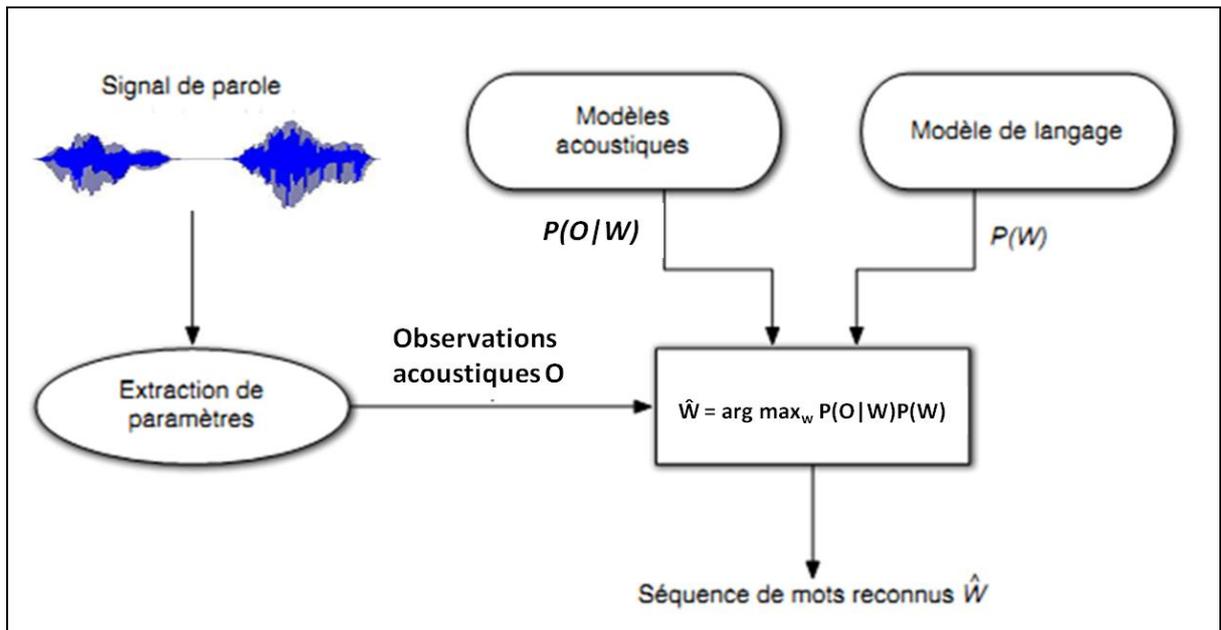


Figure 3.27 : Schématisation du fonctionnement d'un système de RAP. [75]

3.2.2.1 Extraction de paramètres

Comme nous avons pu le remarquer dans la figure (3.27), le signal de parole ne peut directement être transformé en hypothèses de séquences de mots. L'extraction de ses paramètres est une étape importante puisqu'elle doit déterminer les caractéristiques pertinentes du signal. Il est nécessaire de découper le signal audio par trame, en prenant généralement une taille fixe définie aux alentours de 25ms, afin de rendre le signal quasi-stationnaire. Ce découpage est réalisé toutes les 10ms. Un vecteur de paramètres est ensuite extrait pour chaque trame. Cette extraction peut se faire au moyen de multiples techniques, dont les plus connues sont l'analyse paramétrique, avec l'utilisation de la méthode LPC (Linear Predictive Coding), l'analyse cepstrale, avec par exemple la méthode MFCC (Mel-scale Frequency Cepstral Coefficients)...etc. Ces différentes méthodes permettent d'extraire des coefficients caractéristiques pour chaque trame. Cette extraction permet alors

d'obtenir la séquence d'observations acoustiques O , où $O = o_1 o_2 \dots o_n$ (o_i représentant une observation acoustique), i.e. un vecteur de paramètres associé à une trame [75].

3.2.2.2. paramétrisation du signal par des coefficients MFCC

L'étude des coefficients MFCC du signal permet d'extraire des caractéristiques de celui-ci autour de la FFT et de la DCT, convertis sur une échelle de Mel. Il s'agit de la méthode la plus utilisée pour représenter un signal en reconnaissance de la parole, en raison de leur robustesse (figure 3.28) [76].

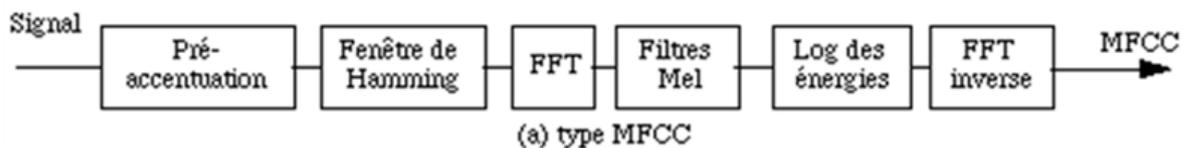


Figure 3.28 : Calcul des coefficients cepstraux MFCC [76].

Le calcul des coefficients MFCC est réalisé de la manière suivante :

- Découpage du signal en fenêtre de 20 à 40 ms, toutes les 10 ms.
- Application d'une fenêtre de Hamming sur ces portions de signal.
- Application d'une transformée de Fourier sur chacune des portions, on obtient le spectre.
- Création du banc de filtres, il s'agit de plusieurs filtres triangulaires qui vont chacun couvrir une fréquence, ils permettent de mieux simuler le fonctionnement de l'oreille humaine.
- Conversion en échelle de Mel, à l'aide des filtres, de chacune des portions
- Application d'une DCT (Discrete Cosine Transform) sur les portions, on obtient alors les coefficients cepstraux (MFCC)

Les vecteurs acoustiques en sortie de la paramétrisation vont servir d'observation dans les modèles de Markov cachés HMM (Hidden Markov Model). Ces derniers sont les plus utilisés dans le processus de la modélisation acoustique. Leur but est de trouver la meilleure séquence de mots sous contrainte d'un lexique qui définit les mots reconnaissables et d'une grammaire qui détermine les séquences de mots valables ou, du moins, les probables [77].

3.2.3. Les modèles de Markov Cachés

3.2.3.1. Définition du modèle

Un HMM est un ensemble d'états et de transitions les reliant. Le chemin emprunté par un processus aléatoire, modélisé par un HMM, est inconnu du fait que les états parcourus ne sont pas directement observables, d'où l'appellation modèle de Markov caché. La structure d'un HMM est définie par trois paramètres principaux [77] :

- 1) La matrice des probabilités d'émission des observations définissant l'ensemble des lois d'émission, $B=(b_i(o_t))$ où $b_i(o_t)$ est la distribution de probabilité d'être dans l'état q_i et d'émettre l'observation o_t . Ces distributions sont souvent de type gaussien ou des combinaisons de gaussiennes.
- 2) La matrice des probabilités de transition, $A=(a_{ij})$ où a_{ij} est la probabilité de passer de l'état q_i à l'état q_j .
- 3) La matrice de la distribution initiale des états, $\pi=(\pi_i)$ où π_i est la probabilité d'être dans l'état q_i à l'instant initial.

La figure (3.29) présente un exemple de HMM gauche-droit, avec saut d'état possible.

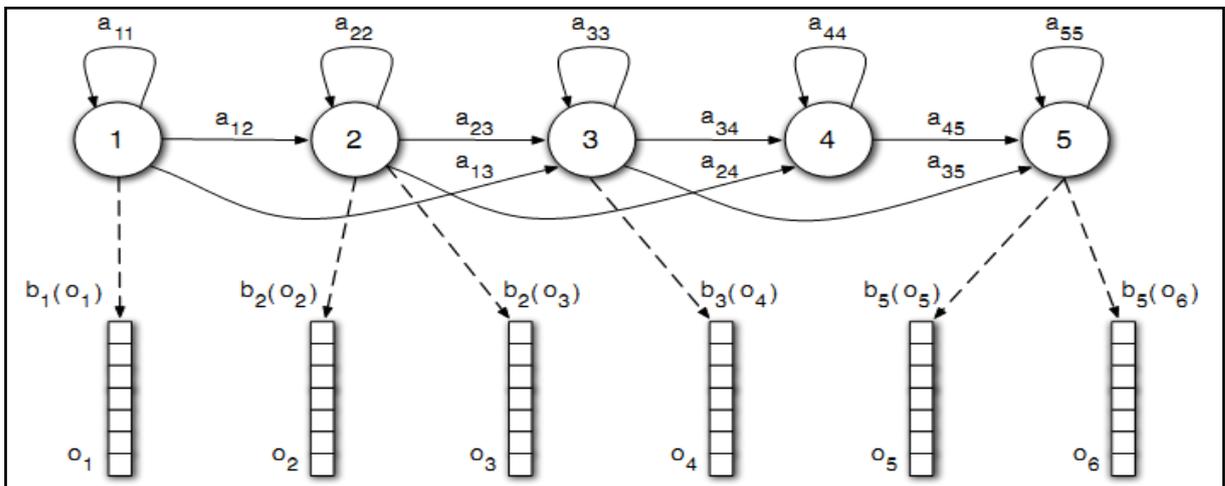


Figure 3.29 : Exemple d'un HMM à 5 états [75]

À chaque intervalle de temps, un HMM transite d'un état i à un état j (avec $j \geq i$: un état peut boucler sur lui-même) avec une probabilité discrète a_{ij} . À chaque instant t un état j est donc atteint, et une émission o_t est générée et associée à une densité de probabilité $b_j(o_t)$.

L'apprentissage d'un modèle acoustique revient à estimer les paramètres suivants [75]:

- 1) Les probabilités d'émissions $b_j(o)$ des observations pour chaque état j : il s'agit généralement de mélanges de densités de probabilités gaussiennes définies par leurs vecteurs de moyennes, leurs matrices de covariances (en pratique il s'agit de matrices diagonales), et une pondération associée à chaque densité de probabilité.
- 2) Les probabilités discrètes a_{ij} liées à la topologie du HMM en indiquant la probabilité de transition d'un état vers un autre.

De manière générale, l'unité de modélisation utilisée est le phonème. Ainsi la modélisation d'un mot s'effectue à partir de la concaténation des modèles de phonèmes qui composent ce mot.

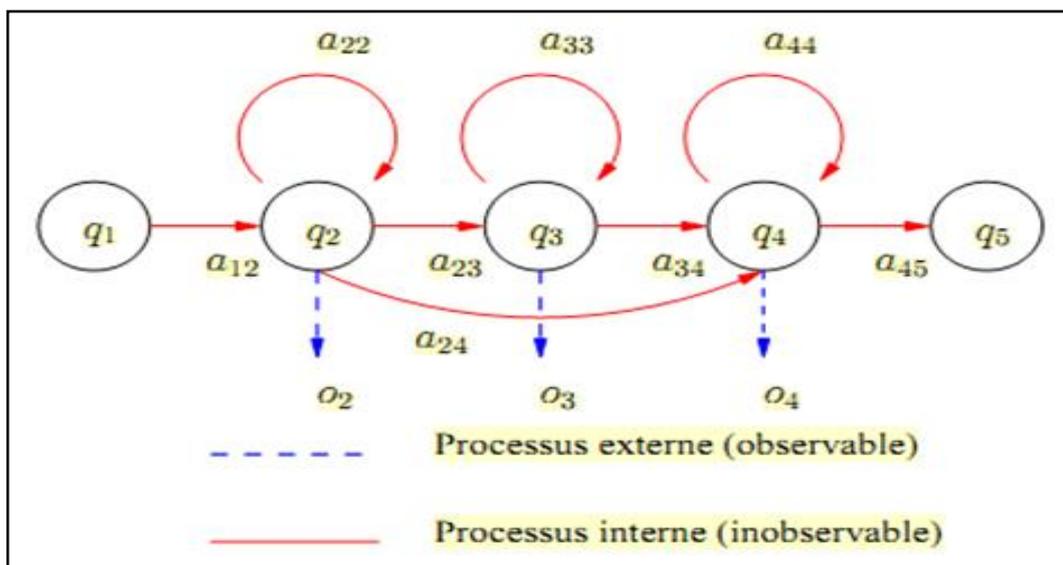


Figure 3.30 : Exemple de structure à 5 états d'un HMM. Les états q_2 , q_3 et q_4 sont émetteurs alors que l'état q_1 et l'état final q_5 ne génèrent pas d'observations [77]

La modélisation gauche-droite ci-dessus (figure 3.30) tient compte du caractère changeant du rythme des mots prononcés. Les boucles sur les états modélisent un ralentissement possible du rythme, et la transition a_{24} modélise le fait que le phonème représenté par l'état q_3 puisse être prononcé rapidement et ainsi avalé lors de la phase de reconnaissance. La topologie du HMM peut être modifiée suivant l'application [76].

En faisant correspondre un HMM élémentaire à une unité phonétique, il est possible de rendre compte de phénomènes spécifiques tels que la décomposition d'un son en phases élémentaires (figure 3.31).

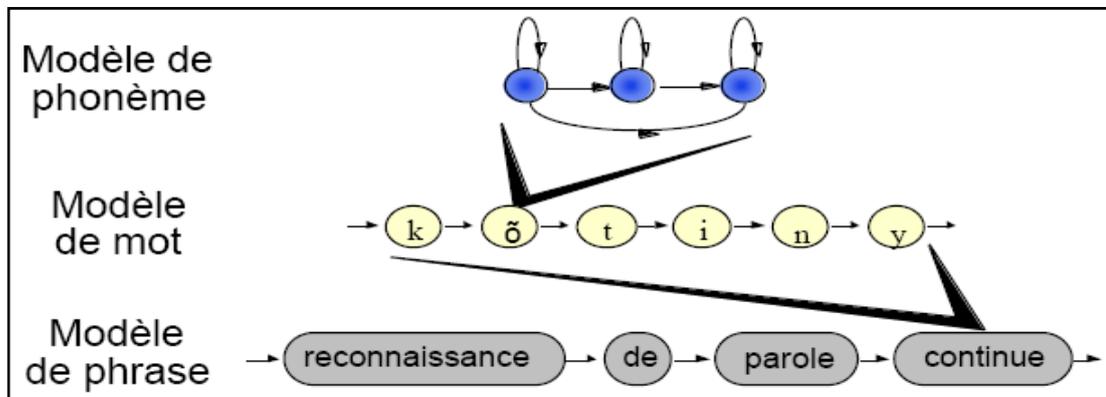


Figure 3.31 : Modélisation des événements phonétiques d'une plosive non voisée par HMM (en haut), différentes classes de modélisation (en bas) [74]

Avec ces outils, la conception d'un système HMM doit répondre aux questions constituant les trois problématiques du processus de reconnaissance de la parole. Etant donné la séquence d'observations $O = (o_1, o_2, \dots, o_T)$ et un HMM $\lambda = (A, B, \pi)$:

- 1) Comment calculer $P(O | \lambda)$, la probabilité de la séquence d'observations, étant donné le modèle HMM λ ? (modélisation acoustique).
- 2) Quelle est la séquence d'états $Q = (q_1, q_2, \dots, q_T)$ qui est la plus vraisemblable étant donné la séquence d'observations O ? Ce problème correspond au processus de décodage ou de reconnaissance.
- 3) Comment ajuster les paramètres du modèle HMM λ pour maximiser la probabilité $P(O | \lambda)$? Ce problème correspond au processus d'apprentissage.

La reconnaissance de la parole à base des HMMs est une modélisation stochastique dont l'objectif est de trouver, parmi toutes les séquences de mots W possibles, la séquence de mots \hat{W} la plus probable connaissant les observés O (voir l'équation (1)) [77].

3.2.3.2. Phase de reconnaissance

La phase de reconnaissance consiste à calculer pour une suite d'observations acoustiques, soit sa vraisemblance par rapport à un modèle λ , soit la probabilité du

chemin optimal l'ayant générée (algorithme de Baum pour le calcul de vraisemblance et l'algorithme de Viterbi pour le calcul du chemin optimal) [76].

D'une façon général, la réalisation du reconnaiseur passe par les étapes suivantes [70] :

1. Création de la base d'apprentissage : Chaque élément du vocabulaire est enregistré plusieurs fois, et étiqueté avec le mot ou phonème correspondant
2. Analyse acoustique : Les signaux enregistrés sont convertis en une série de vecteurs de traits (MFCC).
3. Définition des modèles HMM : Un prototype de HMM est construit pour chaque élément du vocabulaire de la tâche de reconnaissance.
4. Entraînement des modèles : Chaque HMM est initialisé et entraîné avec l'ensemble de la base d'apprentissage.
5. Définition du modèle de langage : mettre en place une grammaire pour le reconnaiseur.
6. Reconnaissance d'un signal inconnu et évaluation des performances sur un corpus de test.

3.2.4. Présentation de HTK

HTK ou Hidden Markov Model ToolKit est un outil puissant, développé par « Cambridge University Engineering Department » (CUED), de construction et de manipulation des modèles de Markov cachés. HTK est principalement employé pour la recherche de reconnaissance de la parole bien qu'il ait été employé pour nombreux d'autres applications comprenant la recherche dans la synthèse de la parole, la reconnaissance de caractères et l'ordonnement d'ADN.

HTK se compose d'un ensemble de bibliothèque et les outils disponibles développés en langage C. Les outils fournissent les équipements sophistiqués pour l'analyse de la parole, apprentissage des HMMs, expériences et analyse des résultats. La figure (3.32) résume les processus de progression d'HTK

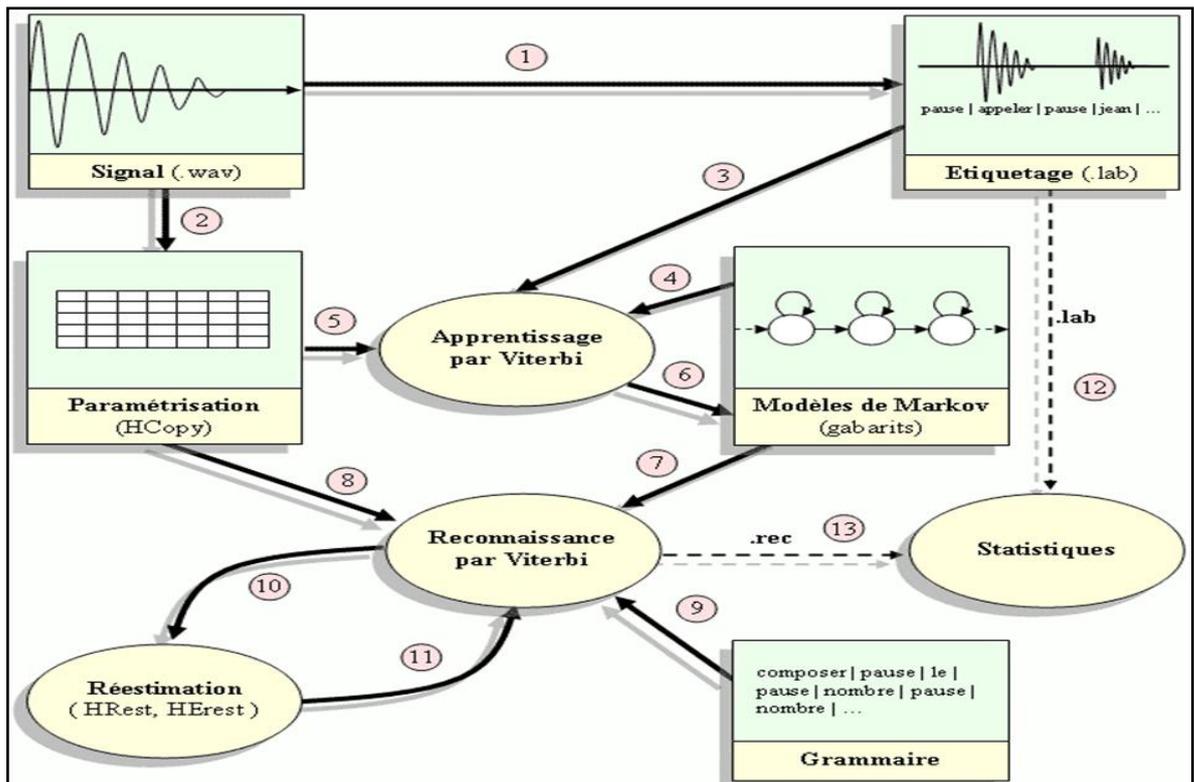


Figure 3.32 : Schéma synoptique du système de reconnaissance [78]

Les différentes étapes nécessaires à la progression du système.HTK

- 1) Etiquetage des fichiers sons
- 2) Représentation acoustique du signal

Pour l'apprentissage, Viterbi utilise :

- 3) Les fichiers étiquetés
- 4) Les modèles de Markov (fichiers modèles)
- 5) Les représentations acoustiques du signal (MFCC)
- 6) A l'issue de l'apprentissage, Viterbi a réestimé les modèles de Markov

Pour la reconnaissance, Viterbi utilise :

- 7) Les modèles de Markov réestimés (fichiers gabarits modifiés)
- 8) Les représentations acoustiques (MFCC) des signaux à reconnaître
- 9) Les modèles de grammaire

Une réestimation peut être faite par HRest et HEst

- 10) Réestimation
- 11) Réestimation
- 12) et 13) Statistiques : comparaison entre les résultats obtenus par viterbi et les bonnes solutions fournies par les fichiers étiquetés

3.2.5. Les performances

Les résultats donnés par un système RAP doivent être comparés avec les résultats corrects espérés afin de mesurer les performances du système. Ainsi le taux de mots corrects est calculé comme suit :

$$\text{Word correct rate} = 100 \frac{N - D - S}{N} \quad (4)$$

Où : N est le nombre total de mots reconnus dans la phrase,

D les mots supprimés ;

S les mots substitués.

La formule suivante calcule la précision de reconnaissance :

$$\text{Accuracy} = 100 \frac{N - D - S - I}{N} \quad (5)$$

Comme, L'évaluation d'ALGASD-(R9)(R10)(R11) n'a pas été prise en charge dans ce travail. En revanche, et pour tester les données « ALGASD-(R9)(R10)(R11) », on a eu recours au système HTK développé dans le cadre du projet « ALGASD » [1].

Par conséquent, Nous présentons, dans cette section, les résultats obtenues concernant notre base de données « ALGASD-(R9)(R10)(R11) » de l'expérience menée dans le cadre du projet « ALGASD » faite par [79]., qui comporte la façon dont le système effectue à l'égard de l'influence régionale.

De ces résultats, comme le montrent le tableau (3.3) et la figure (3.33), le nombre des suppressions, des substitutions et des insertions, de mots reconnaît par le système HTK pour chaque région. Nous remarquons que la région R11 présente un nombre plus élevés de substitutions que dans R9 et R10.

Région	Nbre. total de mots	Nbre. de mots reconnus	Suppressions	Substitution	Insertion
R9	23	18	0	5	0
R10	47	38	1	8	2
R11	43	32	0	11	1

Tableau 3.2 : Analyse des performances du système RAP [79].

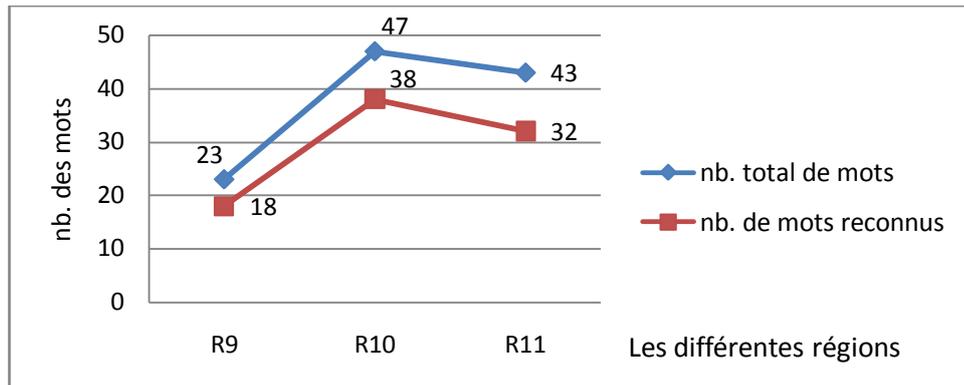


Figure 3.33 : Comparaison entre les mots reconnus et le nb. total de mots / région

Le système ne parvient pas à reconnaître 25 mots de 113. Le nombre de substitutions est de 24 alors que le nombre de suppressions est 1, et le nombre d'insertions est 3.

D'autres part, les résultats des expériences indiquent que les régions R9, R10 ont un taux relativement élevé de reconnaissance correcte. Le tableau (3.4) illustre les taux de reconnaissance de mots et de phrases pour chaque région, ainsi la précision de reconnaissance.

Région	Les mots reconnus (% Corr)	la précision (% Acc)	Les phrases reconnues (% Correct)
R9	78.26	78.26	71.43
R10	80.85	76.60	71.43
R11	74.42	67.44	64.29

Tableau 3.3 : les taux de reconnaissance de mots et de phrases par régions [79].

L'expérimentation donne un taux de reconnaissance de 69.05%, ce qui est un résultat satisfaisant. La précision est de 74.1%. En effet, à partir de l'ensemble de données de corpus de test (soit 38 enregistrements), 11 phrases ne sont pas reconnus correctement. Ces phrases sont affectées soit par une suppression, une substitution ou une insertion au début ou à la fin de la phrase. Le système ne parvient pas à reconnaître 25 mots de 113.

En effet, les résultats précédents présentent une variabilité dans les taux de reconnaissance entre ces trois régions R9, R10 et R11. Cela montre que cette différences de reconnaissance ne sont pas dus à une erreur aléatoire, mais peut-être En raison de différences dans la prononciation [79].

Nous supposons que cette différence est due à des dissimilitudes substantielles dans la production de certains phonèmes du corpus (allophones). Plus de recherches sont nécessaires pour déterminer ces dissimilitudes qui produisent l'écart entre les taux de reconnaissance [79].

3.2.6. Conclusion

Nous avons présenté, à travers ce chapitre, le système de reconnaissance basé sur les HMM (HTK) dont lequel la base de données « ALGASD-(R9)(R10)(R11) » a été évaluée et ce, dans le cadre de la réalisation du projet « ALGASD » [1].

Les résultats de reconnaissances ont été satisfaisants, à savoir 69.05%, ce qui prouve que la base de données créée dans le cadre de notre travail est relativement acceptable et exploitable pour des travaux ultérieurs.

Bien-que, d'un côté notre base de données « **ALGASD-R(9)(R10)(R11)** » est une ressources linguistiques de l'Arabe Standard (AS) des trois régions du sud Algérien (Bechar, El-oued, Ghardaïa). Comme l'arabe (AS) est la langue officielle de l'Algérie, C'est la langue utilisée dans les écoles et les institutions administratives (Gouvernement, médias, justice, etc.). D'autre côté, en remarquant que l'arabe (AS) a été influencé substantiellement par des dialectes algériens, surtout du côté phonologique. Ces dialectes algériens sont des variantes de l'arabe standard issu d'influences ethniques, géographiques et coloniales de l'espagnol, français, turc et italien. Par exemple, l'arabe parlé à Alger est largement influencée par berbères et turcs; le dialecte Constantin est affectée par italienne, et le dialecte d'Oran par les Espagnols. En conséquence, il existe d'importantes variations locales (dans la prononciation, la grammaire, etc) de l'arabe parlé en Algérie, et plusieurs de ses variétés peuvent être rencontrées à travers le pays. Exemples bien connus des différences sont observées : dans la wilaya de Jijel, où le phonème [q] est remplacé par [k], dans la wilaya de Tlemcen, [q] est produit comme coup de glotte [ʔ], et dans le parlé arabe d'Oran, [q] est remplacé par [g] [1].

En effet, environ 72% des Algériens utilisent quotidiennement le darija, qui est le dialecte arabe algérien, et 28% d'entre eux ont une seconde langue maternelle appelé tamazight, qui est une langue berbère. Ces deux langues maternelles constituent la base de la communication orale entre les Algériens. Lorsque nous

nous référons aux dialectes, nous entendons des variations régionales d'arabe parlé. Tamazight est considérée indépendante de la langue arabe et de ses dialectes [1].

De ce point de vue, nous trouvons certains linguistes arabes et des orientalistes parlent souvent des phonèmes arabes modernes et des phonèmes arabes anciens [75]. De cet effet, nous avons vu donc utile de présenter dans le chapitre suivant un aperçu sur les différents points d'articulation des phonèmes arabes et leurs caractéristiques. Dans lequel, En exposant l'influence des parlers arabes locaux des régions étudiées dans notre base de données (Bechar-(R9), El-Oued-(R10) et Ghardaïa-(R11) sur la prononciation de l'arabe standard, qui a été affectés de manière significative par les habitudes d'accentuations régionales.

CHAPITRE 4

LES POINTS D'ARTICULATION DES PHONEMES ARABE ET LEURS CARACTERISTIQUES

4.1. Introduction

Les études phonétiques ont été étudiées avec soin par les anciens savants arabe, à savoir : --) les grammairiens, comme Al-khalil (m. 175 h, 786 JC) dans son livre « Al-`ain », Sibawayh (m. 180 h, 793 JC) dans son livre « Al-kitAb », et celle d'Ibn Jinni (m. 392 h, 1002 JC) « Sir .sinA`at al-i`rAb »...etc. --) Les savants de la lecture et citation coranique (ta[^]gwid) comme Ibn Tahan [4] (m. 560 h, 1170 JC) dans « Ma_hAri^g al-.horouf wa .sifAtihA », Ibn El-^gazari (m. 844h, 1445 JC) « El-nachr fl al-qirA`At al-`achr »...etc. --) les philosophes arabes, comme Abu Nasr Al-farabi (m. 339 h, 947 JC) dans son livre « `ihsA' al-`ulUm » et ibn SInA (m. 428 h, 1037 JC) dans son document « `asbAb hudU_t al-harf »...etc. [80].

Nonobstant que ces études phonétique sont purement descriptive et ignore l'évolution historique de la langue, En basant sur leurs sensations subjectives [81]. Cependant plus qu'une volonté d'organisation de la langue, ce sont des préoccupations religieuses qui donnèrent l'impulsion à ses recherches. L'objectif de cette standardisation était d'éviter, par la constitution d'un ensemble de règles normatives, les risques de corruption de la parole divine pouvant résulter de la manipulation de la langue par les nouveaux convertis d'origine non-arabe et d'assurer par la même « la pureté linguistique » du texte sacré (le coran), révélé en arabe classique. La méthode utilisée dépasse largement l'analyse grammaticale du coran. L'approche, purement descriptive, est basée sur l'étude de trois sources considérées comme fidèles à la norme : le coran, la poésie antéislamique et le parler des bédouins originaires. Et comme les études linguistiques ont subi un grand développement par l'utilisation des moyens technique au niveau des laboratoires très évolués, les linguistiques modernes occidentaux et arabisants ont témoigné que la plupart des théories et dogmes linguistiques actuels sont similaire à ce qu'a été déclaré par ces anciens prédécesseur [80].

En citant comme exemple l'attestation de deux grands savants occidentaux qui sont : l'allemand Bergsträser et l'anglais Firth. Le premier a dit : « *Les européens*

n'ont été anticipé dans cette science que deux nations : les arabes et les indiens ». Et le deuxième a déclaré : « *La phonétique a poussé et développé dans le service de deux langues sacrés : la Sanscrit et l'arabe* » [82]. C'est par l'étude de cette phonétique des grammairiens arabes, par sa comparaison avec les éléments que fournissent la prononciation traditionnelle du classique et les diverses prononciations dialectales, affirme J. Cantineau [81], que commencèrent en Europe, au milieu du siècle dernier, les recherches phonétiques sur le domaine de l'arabe : celles des orientalistes allemands Wallin (1855) Brücke (1860) et Lepsius (1861). Plus tard Vollers dans son article « *The system of Arabic sounds* » (1892) rassemble les indications contenues dans les Grammaires arabes ; puis dans son livre « *Volksprache und Schriftsprache im alten Arabien* » (*Parler dialectal et littéraire de la langue Arabe ancienne*) (1906), il étudie plusieurs faits phonétiques importants dans les dialectes anciens de l'arabe. Et avec l'essor de dialectologie arabe allait fournir à la phonétique de nouvelles données. Les ouvrages de Stumme sur le parler de Tunis (1896) et sur celui de Tripoli (1898), ceux de W. Marçais sur le parler de Tlemcen (1902) et sur celui d'Oulad Brahim de Saïda (1908)...etc. En même temps l'étude de la phonétique de l'arabe classique attirait de nouveau l'attention. M. Bravmann extrayait des traités de ta^gwid (ou lecture coranique) des renseignements nouveaux dans son opuscule « *Materialen und Untersuchungen zu den phonetischen Lehren der Araber* » (*Matériaux de recherche sur les leçons de phonétique Arabes*) (1934). Et parallèlement, O. Pretzl publiait dans *Islamica*, (1933-1934) une série d'articles intitulés « *Die Wissenschaft der Koranlesung* » (*La science de la lecture du Coran*) qui contiennent aussi beaucoup de données phonétique tirées des traités de tagawid [81].

En effet, dans ce chapitre, on va étudier les paroles des anciens grammairiens arabes concernant les points d'articulation des phonèmes arabes et leurs caractéristiques. Puis en citant ces derniers selon la vision des linguistiques modernes. Ensuite en mentionnant les points distincts entre eux. Puis on parlera brièvement sur les effets évolutifs du système phonétique arabe. Et on terminera par citer les travaux de Jean Cantineau [81] sur la géographie linguistique des parlers arabes du Sahara Algérien d'une façon générale, et plus précisément sur les parlers arabe de la région du M'ZAB (Ghardaïa) et de la Saoura (Bechar), faite dans l'enquête linguistique qui a été réalisé par Jacques Grand'Henry [83, 84], qui entre

d'ailleurs partie de notre étude. En mentionnant évidemment l'influence des habitudes d'accentuations régionales de ces parlers arabes (dialectales) des trois régions de notre base de données « ALGASD-(R9)(R10)(R11) » sur la prononciation de l'arabe standard.

4.2. Les points d'articulation des phonèmes arabe

Les anciens grammairiens Arabes avaient mis en mesure un classement de l'alphabet phonétique de la langue arabe, qui fait apparaître les phonèmes dans l'ordre de leurs modes d'articulations, en commençant de la partie la plus reculée du arynx jusqu'à l'arrivé aux lèvres. Les descriptions articulatoires d'Al-khalil (m. 786 JC) [85] est la première alphabétique phonétique de la langue arabe. Selon lui, elle est composée de vingt-neuf symboles suivant cette approche :

(/) (ʿayn, ع) / .h (.ha', ح) / h (hA', هـ) / _h (_hA', خ) / .g (.gln, غ) - / k (kAf, ك) / q (qAf, ق) - / ^g (^glm, ج) / ^s (^sln, ش) / .d (.dAd, ض) - / .s (.sAd, ص) / s (sln, س) / z (zAy, ز) - / .t (.tA', ط) / d (dAl, د) / t (tA', ت) - / dh. (dh.', ظ) / _t (_tA', ث) / _d (_dAl, ذ) - / r (rA', ر) / l (lAm, ل) / n (nUn, ن) - / f (fA', ف) / b (bA', ب) / m (mlm, م) - / w (wAw, و) / A ('alif, ا) / y (yA', ي) / (') (hamza, ء) / (') (hamza, ء)

Puis, il arriva Sibawayh (m. 793 JC) [86] après, en donnant une classification différente de celle de son maître Al-khalil. Où l'ordre des phonèmes sont rangés comme suit :

(/) (') (hamza, ء) / A ('alif, ا) / h (hA', هـ) / (') (ʿayn, ع) / .h (.ha', ح) / .g (.gln, غ) / _h (_hA', خ) - / k (kAf, ك) / q (qAf, ق) - / .d (.dAd, ض) / ^g (^glm, ج) / ^s (^sln, ش) / y (yA', ي) - / l (lAm, ل) / r (rA', ر) / n (nUn, ن) - / .t (.tA', ط) / d (dAl, د) / t (tA', ت) - / .s (.sAd, ص) / z (zAy, ز) / s (sln, س) - / dh. (dh.', ظ) / _d (_dAl, ذ) / _t (_tA', ث) - / f (fA', ف) / b (bA', ب) / m (mlm, م) / w (wAw, و)

Quant à la classification d'Ibn Jinni (m. 1002 JC) [87] est venu semblable, dans sa majorité, à celle de Sibawayh. Sauf pour le phonème q (qAf, ق) a été posé avant la k (kAf, ك), et le phonème .d (.dAd, ض) est reporté après le y (yA', ي).

Cependant, la classification de l'alphabet phonétique arabe des modernistes, d'après des études récentes, on la présente de la même façon suivie par Ibn Jinni et les anciens grammairiens arabe (c'est-à-dire, en commençant par le larynx et en finissant par les lèvres). Contrairement aux études linguistiques modernes qui

commencent leurs classement phonétiques à partir des lèvres et en terminant au larynx). Afin de faciliter la comparaison, et de faciliter l'examen des deux répartitions phonétiques [80]:

(/ (') (hamza, ء) / h (hA', هـ) - / (') (^ayn, ع) / .h (.ha', ح) - / q (qAf, ق) - / k (kAf, ك) / .g (.gln, غ) / _h (_hA', خ) - / ^s (^sln, ش) / ^g (^glm, ج) / y (yA', ي) - / l (lAm, ل) / r (rA', ر) / n (nUn, ن) - / d (dAl, د) / .d (.dAd, ض) / t (tA', ت) / .t (.tA', ط) / z (zAy, ز) / s (sln, س) / .s (.sAd, ص) - / _d (_dAl, ذ) / dh. (dh.', ظ) / _t (_tA', ث) - / f (fA', ف) - / b (bA', ب) / m (mlm, م) / w (wAw, و) /).

De ce qui précédé, on voit que le classement des lieux d'articulations des phonèmes arabe par les anciens grammairiens arabe est compatible, d'une façon globale, avec beaucoup des études linguistiques selon l'optique moderne.

On peut dire de manière générale, que la phonétique d'Al-khalli et ses descendants, Sibawayh et Ibn Jinni, était une phonétique descriptive. Leur soucis était de démontrer les mécanismes de l'articulation des phonèmes de l'arabe en donnant pour chaque d'entre eux la description articulatoire la plus exacte pour arriver à une prononciation « juste ». Le but recherché était de garantir une prononciation lors de la lecture coranique [88]. Jeans Cantineau, qui a repris les travaux des anciens grammairiens arabe, a attesté que la théorie des points d'articulation (ma_hrag, pl. ma_hArig) a été faite par ces derniers avec soin.

Pour les grammairiens arabe, chaque son simple du langage s'appelle *harf* (lettre de l'alphabet), qu'il s'agisse de consonne ou de voyelle longue. Ils distinguent les divers phonèmes, par différentes formes de rapprochement et d'éloignement des organes pour créer un obstacle dans l'appareil phonatoire. Pour cela, ils ont défini les consonnes et les voyelles de la façon suivante : [81]

- ❖ Ce qui caractérise une consonne c'est la création d'un obstacle dans l'appareil phonatoire, et le franchissement de cet obstacle par le souffle expiratoire ;
- ❖ Au contraire ce qui caractérise une voyelle, c'est l'absence d'obstacle dans l'appareil phonatoire, de sorte que le souffle sonore passe librement.

4.2.1. Modes de production des sons du langage

Pendant l'acte de parole les poumons jouent le rôle d'une soufflerie; l'air expiré forme le courant gazeux qui entretient les oscillations des cordes vocales. Sous

l'action de ce courant d'air, les cordes vocales, convenablement tendues par les muscles du larynx, peuvent être en vibration. Le larynx, les cavités buccales et nasales jouent le rôle de résonateurs vis-à-vis du son ainsi produit : ils le renforcent et le modifient ; c'est ce qui a lieu dans l'émission des voyelles et des consonnes sonores. Quant les cordes vocales relâchées ne vibrent pas, le son se réduit à un bruit de souffle plus au moins modifié par la cavité buccale ; c'est ce qui se produit dans l'émission des consonnes sourdes [81].

Pour une description des organes de la parole, que les grammairiens arabes désignent dans les différents points d'articulation des phonèmes arabes, on les présente dans la figure suivante :

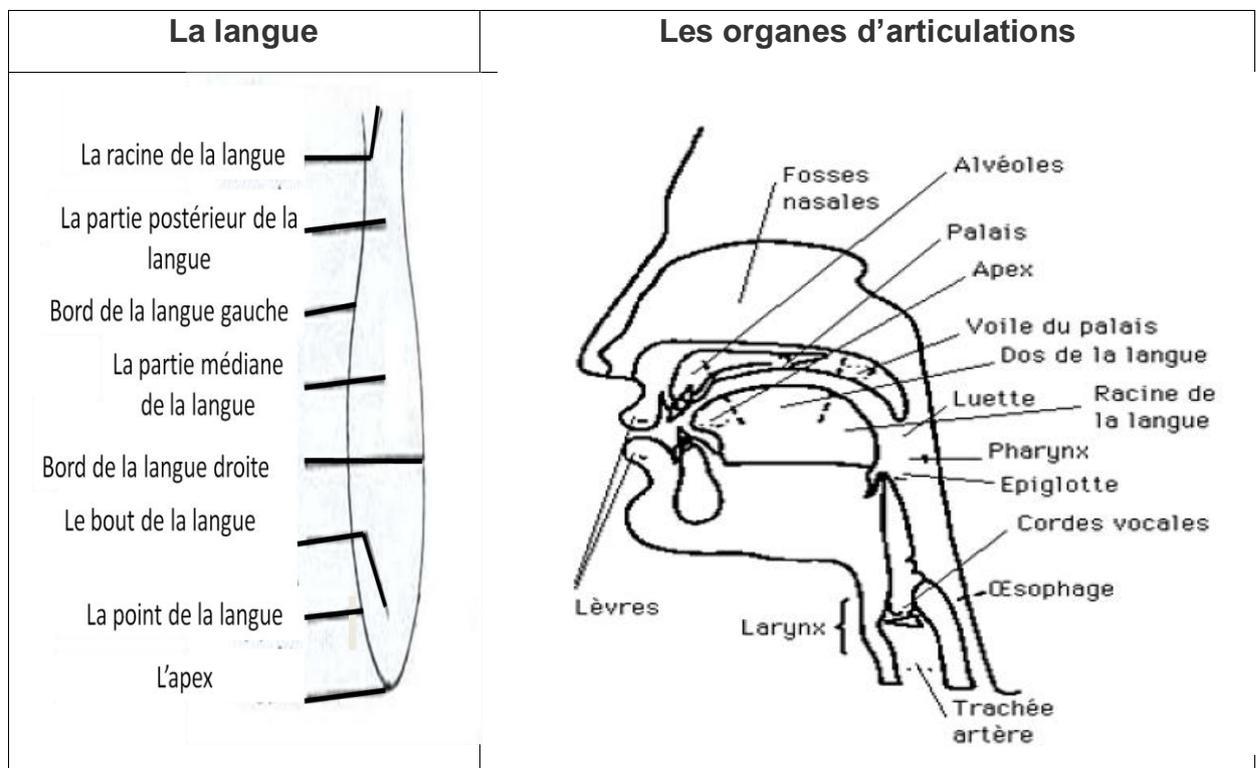


Figure 4.1 : Les organes d'articulations de la parole [89, 90]

- Remarque

Ibn Jinni a assimilé la conduite de l'air dans le larynx et la cavité buccale comme une flûte, où il a dit : « quand le flûteur met ses doigts sur les trous compatibles de la flûte, et alterne entre ses doigts, il en résulte des différents sons tel que chaque trou produise un son ne rassemble pas à celui qui leur précède. Donc, de la même façon, la coupure du son dans le larynx et la bouche en adoptant sur différents points va provenir à notre écoute des sons différents » [80].

4.2.2. Nombre de points d'articulation des phonèmes arabe

Par définition, ce qui caractérise une consonne, c'est la formation d'un obstacle dans l'appareil phonatoire et le franchissement de cet obstacle par le souffle expiré. De ce fait, on trouve que la théorie des points d'articulation a été faite par les anciens grammairiens arabes avec soin [81]. Certains d'entre eux distinguent dix-sept points d'articulations (comme Al-khalil Ibn Ahmed), et certains d'autres, comme Sibawayh, comptent seize points d'articulations en faisant l'élimination des articulations du creux.

4.2.3. Le classement des points d'articulation des phonèmes arabe

Les anciens grammairiens arabes ont parlé de différents membres de l'appareil phonatoire et ont nommé chacun d'eux, tels que, les poumons, le larynx, la langue et les lèvres. Ils ont divisé, le larynx en partie la plus reculée, médiane et antérieure, et la langue en racine, partie postérieure, médiane, dos, bord et pointe. Ils ont également abordé de parler sur les points d'articulations des phonèmes par une analyse détaillée, en les classant en fonction du lieu de contrôle de l'air émis des poumons pendant le processus de vocalisation [81]. Ce classement va de l'arrière à l'avant du tractus vocal, puisque la matière de la voix, selon Al-khallil [85], est l'air sortant de l'intérieur des poumons, alors le début de classement est la partie la plus reculée du pharynx et le bout est à la surface des lèvres. Subséquemment, les anciens grammairiens arabes ont partagé ces points d'articulations (les régions d'articulations) en quatre points principales suivantes : 1) - le creux 2) - le pharynx 3) - la langue 4) - les lèvres 5) - la cavité nasale. Comme l'indique le tableau ci-dessus :

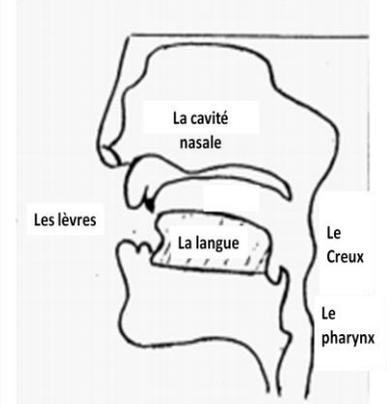
N°	Les points d'articulation principale	Les points d'articulation particulière	
01	Le creux	01	
02	Le pharynx	03	
03	La langue	10	
04	Les lèvres	02	
05	La cavité nasale	01	
Le nombre total des points d'articulation		17	

Tableau 4.1 : Les points d'articulation principale et particulière des phonèmes arabes

4.2.4. Les points d'articulation des phonèmes arabes

Une technique simple selon [86], pour déduire les articulations d'un phonème et considérer sa résonance, on procède la méthode de dégustation des phonèmes. En effet, on prononce le phonème avec un *sukun* (sans voyelle) précédé par une *hamza* (أ) ou une *hamza* de liaison (*hamzat el-wa.s*), liée par une voyelle, soit le a (فتحة) ou le i (كسرة). Par conséquent, la position où se termine le son écoulé dans l'appareil phonatoire se localise le point d'articulation de ce phonème. Par exemple : la prononciation du phonème b (bA', ب) est \ab (أب), _t (_tA', ث) est \a_t (أث) et le q (qAf, ق) est \aq (أق). Subséquemment, cette méthode a été approuvée par certains chercheurs modernistes, et ont déclaré qu'elle est un moyen rapide et simple pour déduire le lieu d'articulation d'un phonème [92].

4.2.4.1. Les points d'articulation du creux

Le creux est le lieu entre le vide à l'intérieur de la cavité buccale et le pharynx. Ils en sortent de cet endroit les trois voyelles longs (les semi-voyelles).

❖ Le 1^{er} point d'articulation

Cette zone comporte les trois phonèmes creux, qui sont les semi-voyelles : A (الألف المدية), U (الواو المدية), I (الياء المدية). Ces phonèmes fonctionnaient tantôt comme consonne, tantôt comme voyelle. Elles s'appellent « aérienne » (hawA'iyā, هوائية), autrement dit, elles sont dans l'air, car elles n'ont pas un obstacle précis, elles se terminent jusqu'à la fin du souffle [81, 89, 93].

Les points d'articulation des phonèmes arabe				
Le point d'articulation principale	Le nombre d'articulation particulière	Le point d'articulation particulière	Les phonèmes	Surnommés
Le creux	1	Le creux	A, U, I	aérienne

Tableau 4.2 : Le point d'articulation du creux

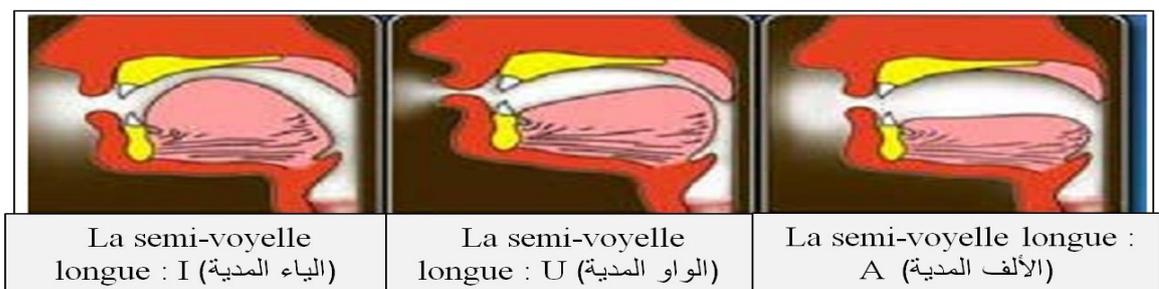


Figure 4.2 : le point d'articulation du creux [94]

4.2.4.2. Les points d'articulation du pharynx

Certaines consonnes mettent spécialement en œuvre l'arrière-bouche [81]. On distinguera deux types :

❖ Le 2^{ème} point d'articulation

la partie la plus reculée de la gorge (=larynx) : quand le larynx ou plus exactement la glotte se ferme (ou au contraire s'ouvre plus ou moins), on a des consonnes laryngales, en sont issus successivement : le \ (hamza, ء), le h (hA', ه) et {A ('alif, ا)}⁽¹⁾ [81, 93].

❖ Le 3^{ème} point d'articulation

La gorge moyenne (=le pharynx) : quand le pharynx se rétrécit par constriction de ses parois, on a des consonnes pharyngales, il en sorte successivement le : (') (^ ayn, ع) et le .h (.hA', ح). [81, 86, 93]

❖ Le 4^{ème} point d'articulation :

La partie antérieure de la gorge : la partie du pharynx la plus proche de la cavité buccale, il en sorte de celle-ci successivement : le .g (.gln, غ) le _h (_hA', خ). [81, 86]

➤ Les consonnes des trois groupes précédentes des points d'articulation de pharynx : \ (hamza, ء), h (hA', ه), \ (^ ayn, ع), .h (.hA', ح), .g (.gln, غ) et le _h (_hA', خ) sont appelées « gutturales » (.halqiyya, حلقية) [81, 89, 93].

Ces derniers sont présentés dans le tableau suivant :

Les points d'articulation des phonèmes arabe				
Le point d'articulation principale	Le nombre d'articulation particulière	Le point d'articulation particulière	Les phonèmes	surnommés
Le pharynx	3	la partie la plus reculée du pharynx	\ (hamza, ء)) h (hA', ه)	Consonne gutturale
		le pharynx moyen	(') (^ ayn, ع) .h (.hA', ح)	
		le pharynx antérieur	.g (.gln, غ) _h (_hA', خ)	

Tableau 4.3 : Les points d'articulation du pharynx

(1) Selon le point de vue de J. Cantineau, le A ('alif) n'est pas une consonne.

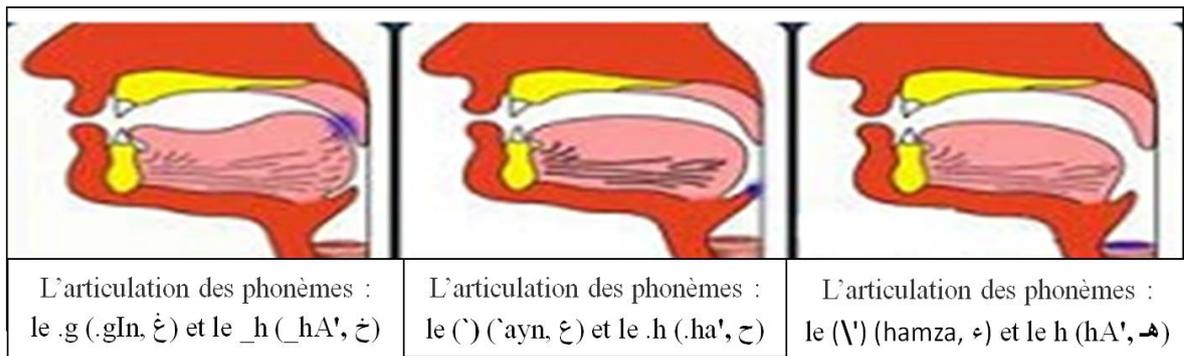


Figure 4.3 : le point d'articulation du pharynx [94]

4.2.4.3. Les points d'articulation de la langue

❖ Le 5^{ème} point d'articulation

La partie postérieure de la langue⁽²⁾ : est le premier point d'articulation de la langue, entre la partie postérieure de la langue et la partie du palais⁽³⁾ « haut » qui est au-dessus d'elle. Il sort de cette articulation le phonème q (qAf, ق). [81, 86, 93]

❖ Le 6^{ème} point d'articulation

Entre la partie postérieure de la langue et la partie du palais « haut » un peu moins en arrière, au-dessous du lieu d'articulation du phonème q (qAf, ق), près de la partie médiane de la langue. Il sort de cette articulation le phonème k (kAf, ك). [81].

➤ Les deux consonnes (phonèmes) précédentes : le q (qAf, ق) et le k (kAf, ك) sont appelées « uvulaires » (lahawiya, لهوية), a cause de leur proximité du voile du palais⁽⁴⁾ [81, 89, 93].

Et si on fait une remarque sur les points d'articulation du q (qAf, ق) et k (kAf, ك) on trouve que ces deux articulations se coïncide entre eux. Sauf qu'il y'a trois différences fondamentales qui sont représentées dans le tableau suivant [91] :

Différence	q (qAf, ق)	k (kAf, ك)
1	Après le point d'articulation du k (kAf, ك)	Au-dessous du point d'articulation du q (qAf, ق)
2	Près du pharynx	Près de la partie médiane de la langue
3	Il sort de la zone du palais mou (proximité de la racine de la langue)	Il sort au même temps des zones du palais dur et du palais mou.

Tableau 4.4 : Les régions d'articulations des phonèmes k (kAf, ك) et q (qAf, ق) [91]

(2) La partie postérieure de la langue : la section loin de la langue près du pharynx

❖ Le 7^{ème} point d'articulation

La partie médiane de la langue : est le troisième point d'articulation de la langue, entre la partie médiane de la langue et le milieu du palais⁽³⁾ haut. Il en sorte de cette zone les phonèmes : le ^g (^gIm , ج), le ^s (^sIn , ش) et le y (yA' , ي) (consonne).

➤ Ces trois consonnes sont appelées « arquées » [95] « consonnes de l'ouverture de la bouche » (^sa^gariya , شجرية) ou prépalatale parce que son point d'articulation se trouve en avant du palais [81, 93, 96].

❖ Le 8^{ème} point d'articulation

L'un des bords de la langue avec ce qui côtoyé des dents molaires supérieurs. C'est-à-dire : le bord gauche de la langue et les dents molaires gauche supérieur, ou le bord droite de la langue et les dents molaires droite supérieur, ou les deux bords de la langue avec les dents molaires supérieur. Il sorte de cette articulation le phonème .d (.dAd , ض), qui est le quatrième point de sortie de la langue. La prononciation du phonème .d (.dAd , ض) du côté gauche est facile, elle est très difficile du côté droite, et elle est, des deux côtés, ardu et rares. En effet, les non-arabes (Les agamis) ont des difficultés pour articuler ce phonème [93]. Pour cela, la langue arabe est dénommée langue du .dad (لغة الضاد). Al-makki [97] rappeler dans son livre « al-ri`Aya » que les arabes utilisent fréquemment les six phonèmes spécifique, qui ne se trouvent guère dans plusieurs autres langue, sont : le (`) (^ayn , ع), le .s (.sAd , ص), le q (qAf , ق), le dh. (dh.A' , ظ), le .d (.dAd , ض) et le _t (_tA' , ث). La véritable prononciation de .d (.dAd , ض) a disparu depuis longtemps ; elle se prononce actuellement comme _d (_dA' , ذ) et elle se confond aussi avec celle de dh. (dh.A' , ظ) [96].

➤ Le phonème .d (.dAd , ض) s'appelle phonème « prolonger », à cause d'allongement latéral de son point d'articulation jusqu'au leur coïncidence avec le lieu d'articulation du phonème l (lAm , ل) [91].

(3) Le palais : la partie intérieure de la bouche. On distingue deux extrémités : avant et arrière. Le bout d'avant, ce qui côtoyer les bords de la langue, est solide et s'appelle le palais dur. Et le bout d'arrière, ce qui entoure la partie postérieure de la langue près du pharynx, est mou est s'appelle le palais mou.

(4) Voile du palais : est le parenchyme suspendu à l'arrière de la bouche depuis le toit du palais, surplomb sur le pharynx.

❖ Le 9^{ème} point d'articulation

Entre la totalité du bord antérieur de la langue et la partie antérieure du palais « haut », les petites molaires, les canines, les incisives. Ceci, est le cinquième point d'articulation de la langue. Il en sorte de cette zone le phonème l (lAm, ل) [81, 93].

❖ Le 10^{ème} point d'articulation

Entre la pointe de la langue et la gencive des incisives supérieur, au-dessous de la zone du l (lAm, ل). Ce point est le sixième point d'articulation de la langue. Il en sorte de cette articulation le phonème n (nUn, ن) [81, 86, 93]. Al-makki [97] ajoute que le n (nUn, ن) est en harmonie avec le l (lAm, ل) ; et ceci, à cause de la proximité de leur lieu d'articulation, et de leur sonorités. Mais le n (nUn, ن) possède un nasillement prolonger (gunna, غنة) ne l'y est pas chez le l (lAm, ل). Pour cela les anciens arabe permettent entre les deux, dans quelque position, par exemple : hatanati al-samA' et hatalati al-samA' « la pluie tombe en exubérant ».

❖ Le 11^{ème} point d'articulation

Un point d'articulation analogue que précédemment, quoique un peu plus en arrière, entre la pointe et le dos de la langue avec la proximité de la gencive des incisives supérieurs, et se rapprochant de celui du n (nUn, ن). Cette articulation est la septième point d'articulation de la langue, il en sorte de celle-ci le phonème r (rA', ر) [2]. Cependant, Al-makki [97] a remarqué que le r (rA', ر) sort du même endroit que le n (nUn, ن), sauf que le premier est intercalé un peu vers le dos de la langue.

➤ Les trois consonnes précédentes : le l (lAm, ل), le n (nUn, ن) et le r (rA', ر) sont appelées « pointées » « consonnes prononcées avec la pointe de la langue » (dawlaqiya, ذولقية)⁽⁵⁾ [81, 93, 95].

❖ Le 12^{ème} point d'articulation

Le huitième point d'articulation de la langue, est entre la pointe de la langue et les alvéoles (fondement) des incisives. Il en sorte de cette point d'articulation les phonèmes suivantes : le .t (.tA', ط), le d (dAl, د) et le t (tA', ت) [81, 86, 93].

➤ Ces trois phonèmes sont appelées « alvéolaires » (na.t`iya, نطعية), a cause de leurs voisinage des alvéoles des incisives supérieurs.

❖ Le 13^{ème} point d'articulation

La pointe de la langue et la partie supérieure interne des incisives, proche des bouts des incisives inférieurs sans les touchés, avec une ouverture légère entre les incisives supérieurs et inférieurs au moment de la prononciation. Cette articulation est le neuvième point d'articulation de la langue. Il en sorte de cette dernière les phonèmes sifflants qui sont successivement : le .s (.sAd, ص), le z (zAy, ز) et le s (sIn, س) [81, 86, 93].

➤ Ces trois consonnes sont appelés « apicales »⁽⁵⁾ ('/asaliya, أسلية), du fait qu'elles commencent de l'apex ('/assala) [89, 95]

❖ Le 14^{ème} point d'articulation

Entre la pointe de la langue et les bords des incisives : cette articulation est le dixième point d'articulation de la langue, de celle-ci il en sorte les phonèmes suivants : le dh. (dh.', ظ), le _d (_dAl, ذ), et le (_t, ث) [81, 86, 93].

➤ On appelle ces trois phonèmes « gingivales » (li_tawiya, لثوية), en rapport avec la zone d'articulation, qui est proche de la gencive incisive supérieure [81, 93, 95].

De ce qui a été attesté précédemment, a partir du cinquième point d'articulation jusqu'au quatorzième point d'articulation (c'est-à-dire dix point d'articulation phonétique) sont prononcées au niveau de la langue. Alors on a dix-huit phonèmes, qui sont représentés dans le tableau suivant :

(5) La pointe de la langue : on appelle celle-ci assala quand elle se durcit (comme dans la prononciation des sifflantes) et _dalaq, _dawlaq quand elle est molle, facilement mobile (comme dans la prononciation des liquides) [81].

Les points d'articulation des phonèmes arabe				
Le point d'articulation principale	Le nombre d'articulation particulière	Les points d'articulation particulière	Les phonèmes	surnommés
La langue	1	La partie postérieure de la langue	q (qAf, ق)	<i>uvulaires</i> (lahawiya, لهوية)
	1	la partie postérieure de la langue et la partie du palais « haut »	k (kAf, ك)	
	1	la partie médiane de la langue	[^] g ([^] gIm, ج), [^] s ([^] sIn, ش) y (yA', ي)	<i>Arquées</i> ([^] sa [^] gariya, شجرية)
	1	bords de la langue et les dents molaires supérieurs	.d (.dAd, ض)	<i>prolonger</i>
	3	Tout le bord antérieur de la langue et la partie antérieure du palais « haut »	l (lAm, ل)	<i>Pointées</i> (_dawlaqiya, ذوقية)
		la pointe de la langue et la gencive des incisives supérieurs	n (nUn, ن)	
		le dos de la langue et la proximité de la gencive des incisives supérieurs	r (rA', ر)	
	1	la pointe de la langue et les alvéoles des incisives	.t (.tA', ط), d (dAl, د) t (tA', ت)	<i>alvéolaires</i> (نطعية, na.t`iya)
	1	La pointe de la langue et la partie supérieure interne des incisives	.s (.sAd, ص), z (zAy, ز) s (sIn, س)	<i>apicales</i> (`asaliya, أسلية)
	1	la pointe de la langue et les bords des incisives	dh. (dh.', ظ), _d (_dAl, ذ), _t (_tA', ث)	<i>gingivales</i> (li_tawiya, لثوية)

Tableau 4.5 : Les différents points d'articulation phonétiques de la langue.

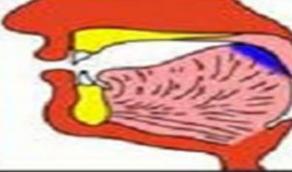
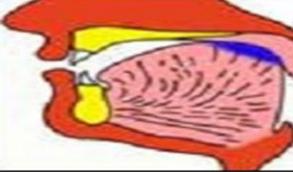
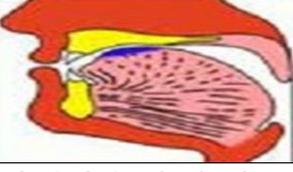
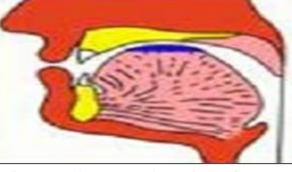
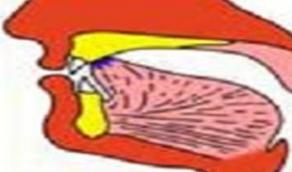
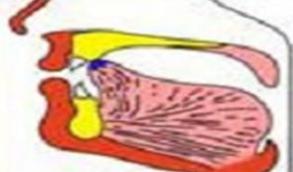
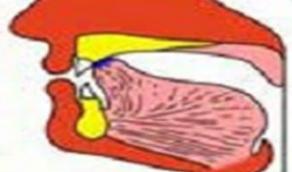
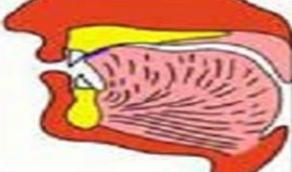
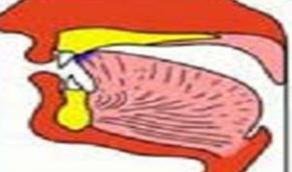
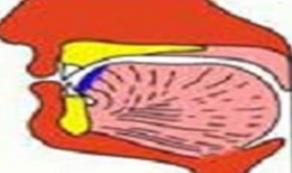
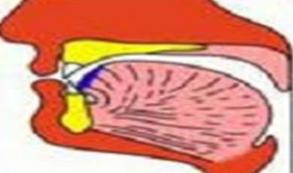
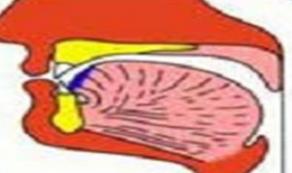
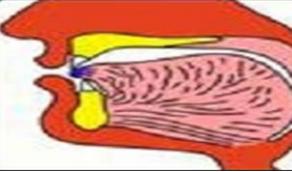
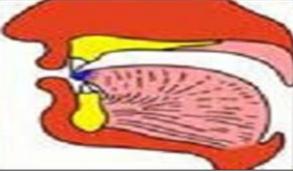
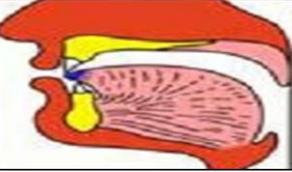
Le surnommer de l'articulation	Les différents points d'articulation phonétiques de la langue		
<u>uvulaires</u>	 <p data-bbox="507 450 799 504">L'articulation du phonème: q (qAf, ق)</p>	 <p data-bbox="821 450 1118 504">L'articulation du phonème: k (kAf, ك)</p>	
<u>Arquées</u>	 <p data-bbox="507 696 799 750">L'articulation du phonème: ^g (^gIm, ج)</p>	 <p data-bbox="821 696 1118 750">L'articulation du phonème: ^s (^sIn, ش)</p>	 <p data-bbox="1141 696 1437 750">L'articulation du phonème: y (yA', ي)</p>
<u>prolonger</u>	 <p data-bbox="507 909 1114 960">L'articulation du phonème: .d (.dAd, ض)</p>		
<u>Pointées</u>	 <p data-bbox="507 1144 799 1220">L'articulation du phonème: l (lAm, ل)</p>	 <p data-bbox="821 1144 1118 1220">L'articulation du phonème: n (nUn, ن)</p>	 <p data-bbox="1141 1144 1437 1220">L'articulation du phonème: r (rA', ر)</p>
<u>alvéolaires</u>	 <p data-bbox="507 1424 799 1478">L'articulation du phonème: .t (.tA', ط)</p>	 <p data-bbox="821 1424 1118 1478">L'articulation du phonème: d (dAl, د)</p>	 <p data-bbox="1141 1424 1437 1478">L'articulation du phonème: t (tA', ت)</p>
<u>apicales</u>	 <p data-bbox="507 1671 799 1724">L'articulation du phonème: .s (.sAd, ص)</p>	 <p data-bbox="821 1671 1118 1724">L'articulation du phonème: z (zAy, ز)</p>	 <p data-bbox="1141 1671 1437 1724">L'articulation du phonème: s (sIn, س)</p>
<u>Gingivales</u>	 <p data-bbox="507 1917 799 1971">L'articulation du phonème: dh. (dh.', ظ)</p>	 <p data-bbox="821 1917 1118 1971">L'articulation du phonème: _d (_dAl, ذ)</p>	 <p data-bbox="1141 1917 1437 1971">L'articulation du phonème: _t (_tA', ث)</p>

Figure 4.4 : Les différentes articulations phonétiques de la langue [94]

Après l'étude des points d'articulation de la langue, nous procédons maintenant à étudier les articulations des lèvres et les phonèmes qu'elles préfacent.

4.2.4.4. Les points d'articulation des lèvres

❖ Le 15^{ème} point d'articulation

Entre le ventre de la lèvre inférieure avec les bouts des incisives supérieurs. Ceci est le premier point d'articulation des lèvres, il en produit le phonème f (fA', ف) [81, 86, 93].

❖ Le 16^{ème} point d'articulation

Les deux lèvres avec superposition : il en sorte de cette articulation le phonème m (mlm, م) et le phonème b (bA', ب). Tandis que, les deux lèvres avec une ouverture légère : il en produit le phonème w (wAw, و) [81, 86, 93].

➤ Ces quatre phonèmes sont appelés « labiales » (^safawiya, شفوية) [81, 95], en rapport avec la position de leurs articulation. Par conséquent, les lèvres produisent quatre phonèmes, comme le montre le tableau suivant :

Les points d'articulation des phonèmes arabe				
Le point d'articulation principale	Le nombre des points d'articulation particulière	Les points d'articulation particulière	Les phonèmes	surnommés
Les lèvres	1	La lèvre inférieure et les incisives supérieures	f (fA', ف)	« labiales » (^safawiya, شفوية)
	2	Les deux lèvres	m (mlm, م) b (bA', ب) w (wAw, و)	

Tableau 4.6 : Les différents points d'articulation phonétiques des lèvres.

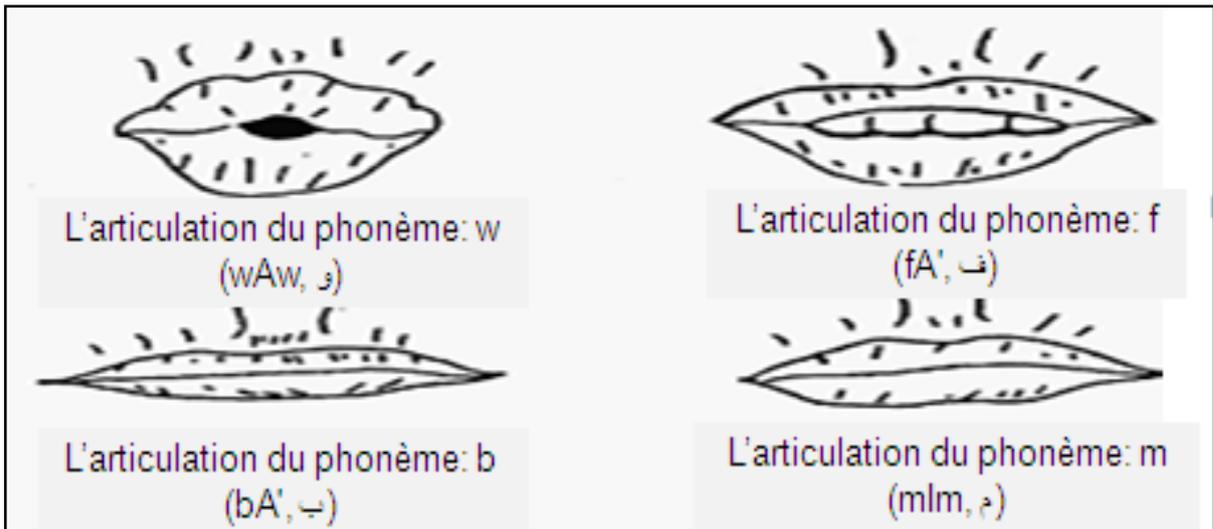


Figure 4.5 : Les différentes articulations phonétiques des lèvres. [91]

4.2. 4. 5. Les points d'articulation de la cavité nasale (_ hay^sUm)

❖ Le 17^{ème} point d'articulation

La cavité nasale est un résonateur supplémentaire qui produit le nasillement. Cette dernière est considéré parfois comme partie de la prononciation des deux phonèmes arabe le *n* (*nUn*, ن) et le *m* (*mlm*, م). La nasalité semble avoir porté chez les grammairiens arabes le nom de (*.gunna*), qui désigne aussi un nasillement prolongé, un chant à bouche fermée (utilisé surtout dans le tagwid) [81, 86, 93]. El-makki [97] déclare que le nasillement est un, *n* (*nUn*, ن) et *m* (*mlm*, م) sans mouvement, et le tanwin. Puis il dit : le nasillement (*.gunna*) est un phonème sonore fort, dont laquelle la langue n'a aucun mouvement. Par exemple, si on dit «`an, عن», le *n* (*nUn*, ن) est sortie de la pointe de la langue et la gencive des incisives supérieurs. Mais par contre, si on dit «`anka, عنك», le *n* (*nUn*, ن) ne s'articule pas dans la bouche, cependant c'est un nasillement qui sort de la cavité nasale. Et pour faire un teste, on tient le nez et on prononce les deux exemples précédents, alors se dévoile la différence.

➤ En effet, la cavité nasale possède un seul point d'articulation du caractère de nasillement, qui accompagne les deux phonèmes : le *n* (*nUn*, ن) et le *m* (*mlm*, م) comme le montre le tableau suivant :

Les points d'articulation des phonèmes arabe				
Le point d'articulation	Nb. des points d'articulation	Le point d'articulation particulière	Les phonèmes	surnommés
La cavité nasale	1	La cavité nasale	n (nUn, ن) m (mlm, م)	nasillement

Tableau 4.7 : Les différents points d'articulation phonétique de la cavité nasale.

4.2. 4. 6. Table d'articulation de sortie

À travers ce que nous avons décrit précédemment, on trouve que le nombre des points d'articulation des phonèmes arabes est dix-sept. Le résumé des points d'articulation principale et particulière est affiché dans le tableau suivant :

Les points d'articulation principale		Les points d'articulation particulière		Les phonèmes
1	Le creux		1	A, U, I
2	Le pharynx	Le plus reculé	2	\ (ء), h (هـ)
		Moyenne	3	(ّ) (ع), .h (ح)
		Antérieure	4	.g (غ), _h (خ)
3	La langue	La partie postérieure	5	q (ق)
			6	k (ك)
		La partie médiane	7	^g (ج), ^s (ش), y (ي)
3	La langue	Le bord	8	.d (ض)
			9	l (ل)
		La pointe	10	n (ن)
			11	r (ر)
			12	.t (ط), d (د), t (ت)
			13	.s (ص), z (ز), s (س)
			14	dh. (ظ), _d (ذ), _t (ث)
4	Les lèvres	La lèvre inférieure et les incisives supérieures	15	f (ف)
		Les deux lèvres	16	m (م), b (ب), w (و)
5	La cavité nasale		17	n (ن) et m (م) avec nasillement

Tableau 4.8 : Les différents points d'articulation phonétique de l'arabe standard

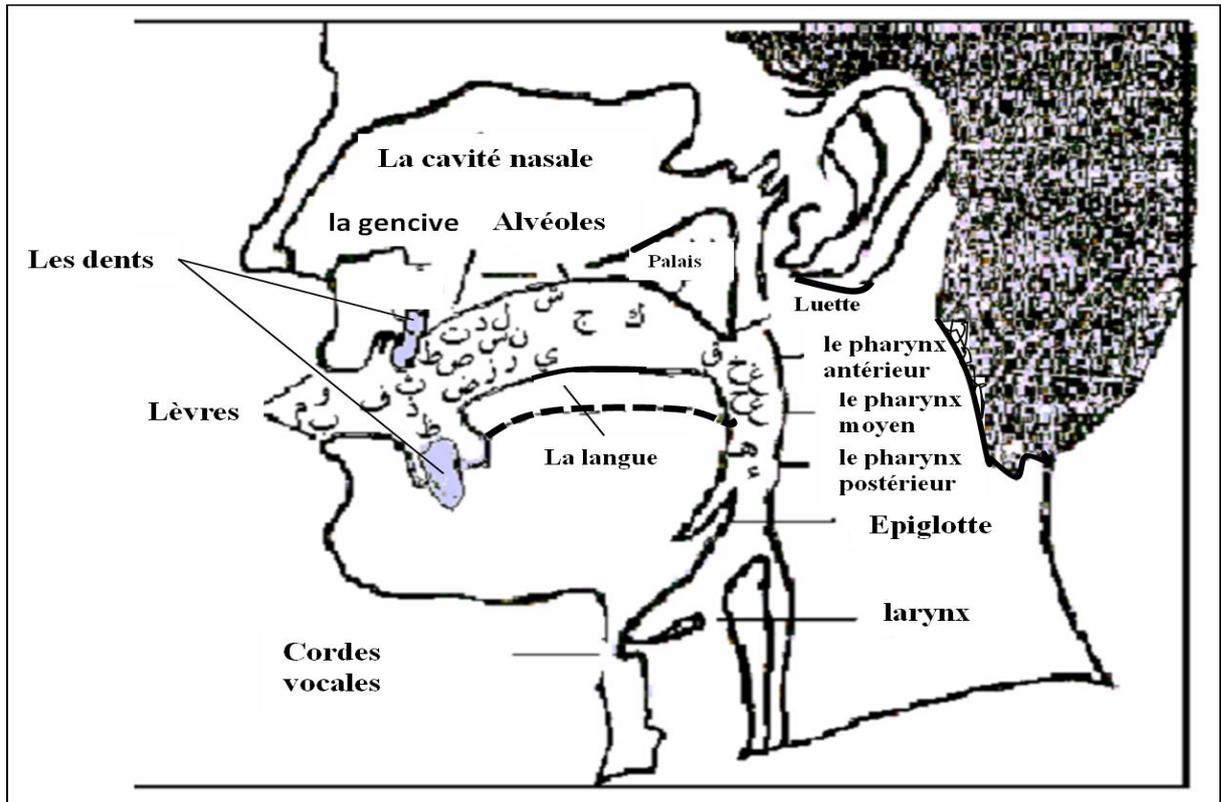


Figure 4.6 : Les différents points d'articulation phonétique de l'arabe standard [99]

Remarque

Généralement dans la classification phonétique arabes, on trouve sur un même lieu d'articulation se partagent plusieurs phonèmes. Parce qu'on peut prononcer d'une même articulation plusieurs phonèmes mais de caractéristiques différentes. Alors, il ne suffit pas pour connaître un phonème et de le distinguer des autres, en déterminant seulement son point d'articulation sans connaître son second discriminant, présenté par ses caractéristiques [98].

4.2. 5. Les caractéristiques phonétiques arabes

On trouve dans la phonétique arabe des consonnes ayant même point d'articulation et même degré d'aperture peuvent être différenciées par les particularités de leur émission, de ce fait, les grammairiens arabes énumèrent au moins dix-sept qualités ; ils les classent en qualités ayant un contraire, sont en nombre de cinq, et en qualités n'en ayant pas, sont en nombre de sept. [81]

4.2.5.1. Les caractéristiques phonétiques arabes ayant un contraire

Examinons ces diverses qualités dans l'ordre où elles sont généralement énumérées selon les anciens grammairiens arabes, (voir le tableau en Annexe 3-A) [85, 86, 87]:

- Sourdité (hams) : écoulement des souffles mené une absence de vibrations des cordes vocales au moment de la prononciation.
Ces phonèmes : **(dix)** : **h** (hA', ه) / **.h** (.ha', ح) / **_h** (_hA', خ) / **k** (kAf, ك) / **^s** (^sIn, ش) / **s** (sIn, س) / **.s** (.sAd, ص) / **t** (tA', ت) / **_t** (_tA', ث) et **f** (fA', ف). En arabe les phonèmes sourdes sont résumés par la phrases suivante : (فَحَنَّهُ شَخْصٌ سَكَتٌ) [81, 91].
- Sonorité (^gahr) : enclavement des souffles à la prononciation du phonème, accompagné de vibration des cordes vocales.
Ces phonèmes : toutes les autres consonnes exception celles du sourdes [81].
- ❖ Remarque : des méthodes très simples utilisées par les anciens grammairiens arabe pour différencier entre les phonèmes sonores et sourds. En citant ces deux méthodes :
 - Pour savoir qu'un phonème soit voisé ou sourd, on pourrait déguster ce phonème comme il le faisait Al-khlil [85]. En mettant le phonème, voulu prononcer, avec un *sukun* (sans voyelle) précédé par une *hamza* de liaison (*hamzat el-wa.s*) liée par une voyelle, soit le a (فتحة) ou le i (كسرة), puis prononcer le phonème en posant l'index et le pouce sur la pomme d'Adam (le larynx), ou en mettant la main sur le front. Alors, on perçoit pour le phonème sonore une vibration sous les doigts, tandis que la disparition de cette vibration indique que le phonème est sourd [80, 86, 92].
 - Lorsqu'on parle en cachant la voix, on peut chuchoter par les phonèmes sourds, mais ce fait ne parvient pas pour les phonèmes sonores. Cela explique que, toutes les sonores sortent avec le souffle du pommons et écoulent à travers le pharynx, cependant, les sourds sortent depuis leurs points de sorties [92].
- Occlusion (^sidda) : l'occlusion du son au moment de la prononciation à cause de la forte dépendance de leur point de sortie (voir figure IV. 6).
Ces phonèmes : **(huit)** : (') (hamza, ء) / **q** (qAf, ق) / **k** (kAf, ك) / **^g** (^gIm, ج) / **.t** (.tA', ط) / **t** (tA', ت) / **d** (dAl, د) / **b** (bA', ب). En arabe les phonèmes d'occlusion sont résumés par la phrase suivante : (أَجِدُ قَطْرَ بَكْتٍ) [81, 91].
- Spirantisme (ri hAwa) : Ecoulement du son au moment de la prononciation à cause de la faible dépendance de leur point de sortie (voir figure 4. 6).

Ces phonèmes : (treize) : **h** (hA', ه) / **.h** (.ha', ح) / **.g** (.gln, غ) / **_h** (_hA', خ) / **^s** (^sln, ش) / **s** (sln, س) / **.d** (.dAd, ض) / **z** (zAy, ز) / **.s** (.sAd, ص) / **dh.** (dh.', ظ) / **_t** (_tA', ث) / **_d** (_dAl, ذ) et **f** (fA', ف) [81].

- ❖ **Remarque** : quant aux autres consonnes : / `ayn, ع / **y** (yA', ي) / **w** (wAw, و) / **l** (lAm, ل) / **n** (nUn, ن) / **r** (rA', ر) / **m** (mlm, م) / **l**, elles sont considérées comme étant « entre les occlusions (^sadida) et les spirantisme (ri_hwa) », on les appelle les phonèmes « moyens » (voir figure IV. 6), ces consonnes sont résumés par la phrase suivante : (لِئِنْ عَمَرَ) [81, 91].

- **l'élévation** (l'isti`IA\') : l'élévation de la langue vers le palais, que la langue soit ouvert (cas de Vélarisation (l'i.tbAq)) ou qu'elle ne le soit pas (voir figure IV. 7). Ces phonèmes : (sept) : **.s** (.sAd, ص) / **.d** (.dAd, ض) / **.t** (.tA', ط) / **dh.** (dh.', ظ) / **q** (qAf, ق) / **_h** (_hA', خ) / **.g** (.gln, غ). En arabe les phonèmes de **l'élévation** (l'isti`IA\') sont résumés par la phrase suivante : (خُصَّ ضَعَطِ قَطْ) [81, 91].

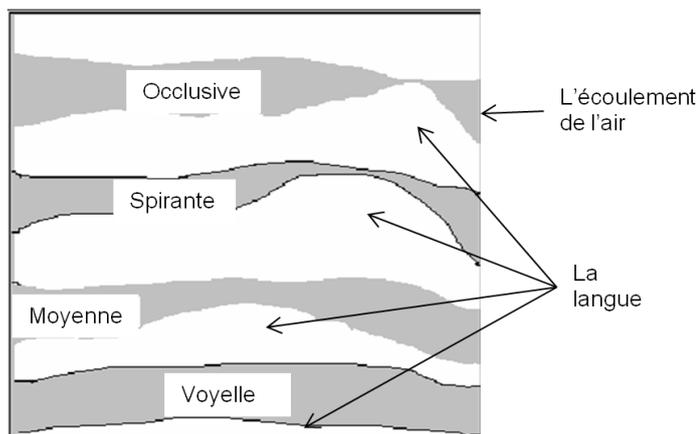


Figure 4. 7 : les cas de l'écoulement de l'air dans la cavité buccale [99]

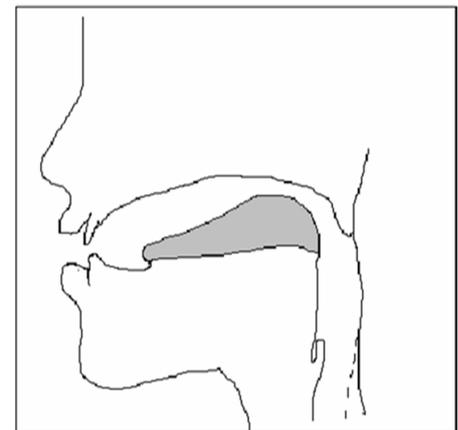


Figure 4. 8: la position de la langue dans le cas de l'élévation [99]

- **l'abaissement** (l'istifAl) : l'abaissement de la langue du palais vers le fond de la bouche. Ces phonèmes : toutes les autres consonnes exception celles de **l'abaissement** (l'istifAl) [81]. En arabe les phonèmes d'occlusion sont résumés par la phrase suivante : ((أَنْشُرَ حَدِيثَ عِلْمِكَ سَوْفَ تَجْهَرُ بِذَا)).
- **Vélarisation** (l'i.tbAq) : La langue s'applique depuis le point d'articulation jusqu'au point où le palais supérieur est en face de la langue, alors la voix est pressée dans l'espace compris entre la langue et le palais, vers le point d'articulation de ces consonnes.

Ces phonèmes : (quatre) : **.s** (.sAd, ص) / **.d** (.dAd, ض) / **.t** (.tA', ط) / **dh.** (dh.', ظ) /

Sans la vélarisation (\i.tbAq), le **.t** (.tA', ط) serait un **d** (dAl, د), le **.s** (.sAd, ص) un **s** (sIn, س), le **dh.** (dh.', ظ) un **_d** (_dAl, ذ) ; quand au **.d** (.dAd, ض), il serait en dehors de la langue puisqu'il est seul de son point d'articulation [81].

- Absence de Vélarisation (\'infitA.h) : une ouverture entre la langue et le palais supérieur au moment de la prononciation de ces phonèmes

Ces phonèmes : toutes les autres consonnes exception celles des vélarisations (\i.tbAq) [81].

- Liquide (\'i_dlaq) : la facilité et la rapidité de prononcer ces phonèmes, car ils sont articulés par la pointe de la langue ou par les lèvres.

Ces phonèmes : (six) : **l** (lAm, ل) / **r** (rA', ر) / **n** (nUn, ن) / **b** (bA', ب) / **f** (fA', ف) / **m** (mlm, م). En arabe les phonèmes de l'**'i_dlaq** sont résumés par la phrase suivante : (فَرَّ مِنْ لُبِّ) [81, 91].

- Muette (\'i.smAt) : les fondements des mots construits seulement par quatre ou cinq de ces phonèmes ont une prononciation lourde sur la langue. Comme par exemple : (عسجد)

Ces phonèmes : toutes les autres consonnes exception celles de liquide (mu_dlaqa) [81, 91].

- ❖ Remarque : Si on trouve un nom construit de quatre ou cinq consonnes muettes (mu.smata), dépourvu de l'un de ces six phonèmes liquide, ou plus, en effet, ce mot est jugé comme étrange dans la langue arabe [92]

4.2.5.2. Les caractéristiques phonétiques arabes qui n'ont pas de contraire

(Voir le tableau en Annexe 3-A)

- Al-qalqala : est remarqué dans les consonnes qui ont un son « bruyant » car elles réunissent la sonorité (^gahr) et l'Occlusion (^sidda) ; autrement dit, ce sont les cinq occlusives sonores : **q** (qAf, ق) / **^g** (^gIm, ج) / **.t** (.tA', ط) / **d** (dAl, د) / **b** (bA', ب). La qalqala est considérée pour ces consonnes comme particulièrement forte en fin du mot, à la pause ; on l'appelle « grande qalqala » (qalqala kubrA). Au contraire, à l'intérieur du mot, on l'appelle « petite qalqala » (qalqala .su.grA) [81].

- Sifflement (a.s-.saflr): parce qu'elle est articulée avec un sifflement, accompagnant les trois consonnes « sifflantes » : **s** (sln, س)/ **z** (zAy, ز)/ **.s** (.sAd, ص)/ [81].
- la douceur (al-lln): on trouve une souplesse dans la prononciation de ces consonnes « douces », ces derniers sont : le **w** (wAw, و), le **y** (yA', ي) et **A** ('alif, ا). Appelées aussi parfois « lettres de prolongation » [81].
- latérale (in.hirAf): est la caractéristique du **l** (lAm, ل), car la langue s'incurve pendant son articulation et le son s'échappe de chaque côté [81].
- Répétition (takrir): est une particularité du **r** (rA', ر), en effet son articulation est « réitérée, répétée » puisqu'elle consiste en plusieurs vibrations ou battement de la pointe de la langue [81].
- Etalement (tafa^s^sl): est une propriété du **^s** (^sln, ش), la langue en effet s'étale sur le palais, laissant au milieu une sorte de canal par lequel s'échappe le souffle [81].
- Allongement (isti.tAla): la prolongation de la langue est une qualité du **.d** (.dAd, ض), peut-être à cause de son appendice latéral [81].

❖ Remarque

Si un phonème a attribué un grand nombre de caractéristiques fortes, il serait fort, dans le cas contraire, il serait faible. Cependant, à l'équilibre de ces caractéristiques, ce phonème serait de qualité moyenne (voir le tableau en annexe (3-C)).

4.2.6. Les points d'articulation des phonèmes arabe et leurs caractéristiques selon les linguistiques modernes

4 2.6.1. Les points d'articulation des phonèmes arabe

À la lumière de la révolution scientifique et le progrès technologique énorme, les études phonétiques des sons arabes ont commencés d'occuper une place importante dans de nombreux composés linguistiques et scientifiques. La classification phonétiques arabe réalisait par les modernistes, est venu presque similaire de ce qui a été mentionné par Sibawayh [86] et Ibn Jinni [87]. En effet, les

points d'articulation des phonèmes arabes décrits par ces modernistes sont présentés comme suit [80] :

■ le point d'articulation « bi-labiales » : s'articule entre les lèvres : dans lesquelles se forme les phonèmes suivants : **b** (bA', ب) / **m** (mlm, م) - / **w** (wAw, و) /

■ le point d'articulation « labiodentale » : se fait par le contacte entre les dents supérieurs et le lèvre inférieur : il en sorte de ce point le phonème **f** (fA', ف).

■ le point d'articulation « dentale » : s'effectué entre les dents supérieurs et inférieur et la point de la langue : est le point d'articulation des phonèmes : **dh.** (dh.', ظ) / **_d** (_dAl, ذ) / **_t** (_tA', ث).

■ le point d'articulation « dent alvéolaire » : se réalise par le contacte entre la pointe de la langue avec les gencives et les dents supérieurs : est le point d'articulation des phonèmes suivants : **t** (tA', ت) **d** (dAl, د) / **.t** (.tA', ط) / **.d** (.dAd, ض) / **l** (lAm, ل) / **n** (nUn, ن).

■ le point d'articulation « alvéolaire » : s'articule entre la pointe de la langue et les gencives : dans laquelle se forme les phonèmes suivants : **r** (rA', ر) / **z** (zAy, ز) / **s** (sln, س) / **.s** (.sAd, ص).

■ le point d'articulation « palatale » : se fait par le contacte entre le bout de la langue et le palais dur : il en sorte de cette articulation les phonèmes suivants : le **^g** (^glm, ج) et le **^s** (^sln, ش).

■ le point d'articulation « prépalatale » : se procède de même façon que le **^g** (^glm, ج), sauf qu'il existe une cavité entre le bout de la langue et le palais sert à l'écoulement libre, sans frottement, de l'air sortant. En produisant le phonème (semi-voyelle) **y** (yA', ي).

■ le point d'articulation « vélaire » : s'effectué par l'approche de la partie postérieur de la langue avec le palais : c'est le point d'articulation des phonèmes : **_h** (_hA', ح) / **.g** (.gln, غ) / **k** (kAf, ك).

■ le point d'articulation « uvulaire » : s'articule par le contact de la partie postérieure de la langue avec le voile du palais : c'est le point d'articulation du phonème : **q** (qAf, ق).

■ le point d'articulation « pharyngale » : se réalise par un rétrécissement léger du pharynx : dans laquelle se forme les phonèmes : le (ʿ) (ʿayn, ع) et le **.h** (.ha', ح).

■ le point d'articulation « glottale » : se produit grâce à la superposition total des cordes vocales suivies par une éclaircie brusque et rapide, tel que le (ʾ) (hamza, ء) sort d'une façon plosive : il en sort de ce mouvement les deux phonèmes : le (ʾ) (hamza, ء) et le **h** (hA', ه).

4.2.6.2. Les caractéristiques phonétiques

Selon les modernistes, La description des caractéristiques phonétiques arabes, est venue selon l'utilisation des terminologies linguistique moderne. Suivant l'importance de l'obstacle formé dans l'appareil phonatoire – ou le “degré d'aperture” de celui-ci – on peut les classer de la façon suivante [81] (voir le tableau 4. 9) :

■ Les plosives : si l'obstacle est maximum et l'aperture nulle, l'appareil phonatoire étant complètement fermé. La rupture de l'obstacle peut être brusque : on a alors des explosives, mais elle peut aussi être progressive : on a dans ce cas des mi-occlusives ou affriquées [80,81] (voir figure 4.7).

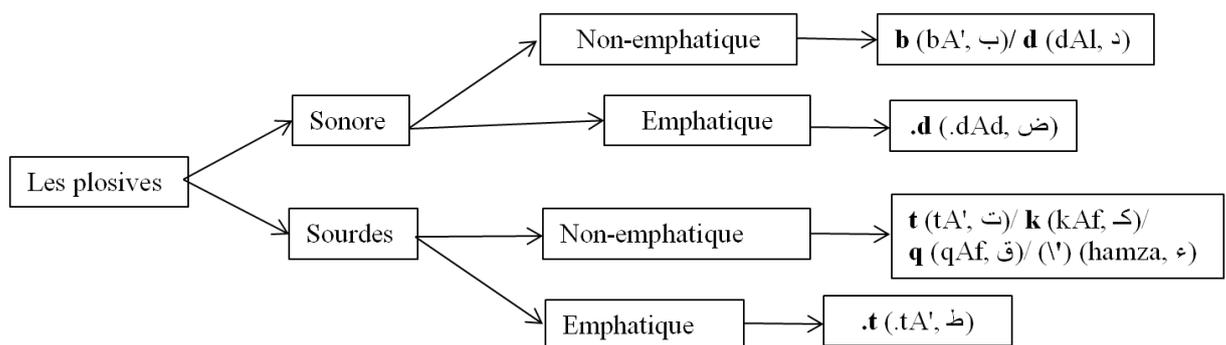


Figure 4.9 : la caractéristique phonétique plosive des phonèmes arabes [80]

■ Les fricatives : si l'obstacle est important et l'aperture faible, l'appareil phonatoire étant complètement fermé. Les phonèmes produits sont dits aussi « spirants », caractérisés par le bruit de frottement de l'air au point de rapprochement [80, 81] (voir figure 4. 8).

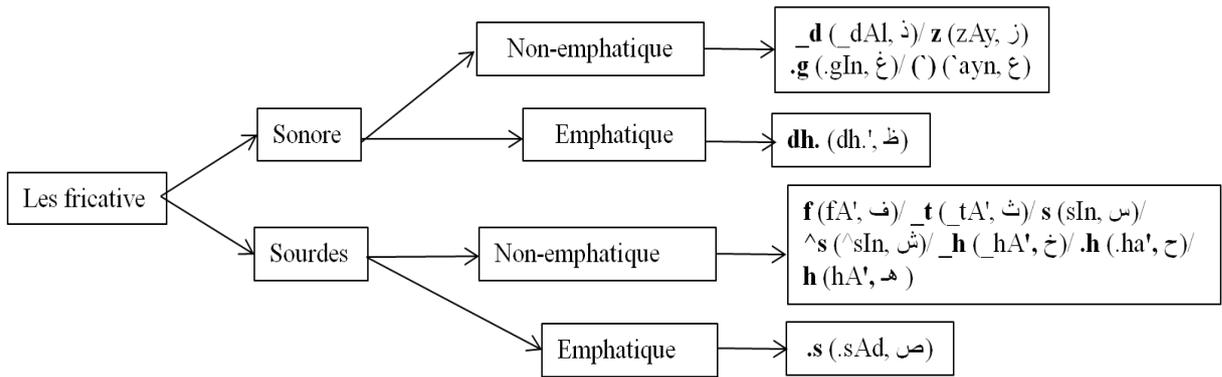


Figure 4.10 : caractéristique phonétique fricative des phonèmes arabes [80]

■ Occlusive affriquée : est une caractéristique du phonème /^hg/, en effet, sa prononciation consiste dans la combinaison de deux phonèmes, le dental /d/ et la chuintante sonore /^hz/ [80, 96].

❖ Si l'obstacle est moins important et l'aperture assez grande, on a diverses catégories de phonèmes. Ce sont qu'on a appelé « des sonantes ». Les catégories de phonèmes qui possèdent cette caractéristique sont les suivantes [81] :

■ Les nasales : des phonèmes pendant la tenue desquelles la bouche est fermée, mais la voile du palais abaissée, de sorte que le souffle passe largement par le nez. Ce sont les phonèmes **m** (mlm, م) et **n** (nUn, ن).

■ Latérale et répétitif : des phonèmes d'aperture moyenne, pendant l'articulation desquelles la langue laisse à l'air un passage important ; ce sont celles que nous avons appelées ci-dessus les liquides, à savoir le **r** (rA', ر) et le **l** (lAm, ل).

■ Les semi-voyelles : des phonèmes d'aperture importante, pendant l'articulation desquelles le passage de l'air est plus grand encore, ce qui les apparentes aux voyelles de même point d'articulation ; ce sont les semi-voyelles : **w** (wAw, و) et **y** (yA', ي).

Les points d'articulation	Les caractéristiques phonétiques												
	plosives				fricatives				affriquée	moyenne			
	sonore		sourd		sonore		sourd		sonore	sonore			
	non emphatique	emphatique	non emphatique	emphatique	non emphatique	emphatique	non emphatique	emphatique		latérale	répétition	nasale	Semi-voyelle
bilabiales	b ب											m م	w و
labiodentale							f ف						
dentale					_d د	dh. ظ	_t ت						
dent alvéolaire	d د	.d ظ	t ت	.t ظ						l ل		n ن	
alvéolaire					z ز		s س	.s ص			r ر		
palatale							^s ش		^g ج				
prépalatale													y ي
vélaire			k ك		.g غ		_h خ						
uvulaire			q ق										
pharyngale					() ع		.h ح						
glottale			ʔ ء				h هـ						

Tableau 4.9 : les points d'articulation des phonèmes arabes et leurs caractéristiques [80]

4.2.7. Les points distincts entre les anciens grammairiens arabes et les modernistes

Le système consonantique de l'arabe ancien, tel qu'il vient d'être décrit, a subi dans les différentes régions arabes diverses modifications ou altérations. Certains de ces modifications sont anciennes ; les grammairiens arabes les connaissent et les attribuent à certains dialectes qui existaient de leur temps ; d'autres au contraire sont beaucoup plus récentes [81].

- Passons rapidement en revue les plus importantes de ces transformations :
 - ❖ Lorsque l'on compare les deux descriptions phonétiques citées précédemment, nous trouvons des différences perceptibles dans la prononciation des phonèmes

❖ suivants : /**.t** (.tA', ط)/ /**.d** (.dAd, ض)/ /**^g** (^glm, ج)/ /**q** (qAf, ق) (/C)/ (^ayn, ع) (ʾ)/ (hamza, ء) [100].

❖ IL est difficile de conserver l'articulation de certains phonèmes arabes à travers les générations. En effet, le fait de ce changement apparait sur la difficulté de prononcer ces sons malaisés pour les apprenants de la langue arabe. Par conséquence, ces phonèmes ont été déplacés vers les articulations les plus faciles : D'une part les phonèmes sourds sont plus facile a les prononcés que les sonores surtout s'ils sont accompagnés d'une vélarisation ou d'une emphase. Comme le changement des deux phonèmes sonores **.t** (.tA', ط) **et q** (qAf, ق), qui l'ont devenu sourds, tout en maintenant leurs points d'articulations. D'autre part, le phonème fricatif est plus facile a le prononcé que l'occlusif. Comme le cas pour le **^g** (^glm, ج), ou il est converti du caractère occlusion vers l'affriquée, c'est-à-dire que sa prononciation consiste dans la combinaison de deux phonèmes d et j prononcés comme un seul (dj) [100].

❖ Le **.d** (.dAd, ض), phonème isolé, a également disparu, par confusion avec le **dh**. (dh.', ظ), de sorte que le système consonantique n'a plus de consonnes à appendice latéral [81].

❖ de ce qui précédé, il semble que les quatre phonèmes /**q** (qAf)/, /**^g** (^glm, ج)/, /**.t** (.tA', ط)/ . /**.d** (.dAd, ض)/ ont changés de prononciation non seulement dans les différents dialectes arabes, mais, même dans l'arabe moderne standard. Les points d'articulations des restes des phonèmes et ses caractéristiques semblent être conservés avec un léger changement [100].

❖ Remarque

Il est à noter que les points d'accord entre les anciens grammairiens arabe et les modernes est plus grand que les points de différences. Ces derniers peuvent être négligés, et ceci explique la convergence et le chevauchement entre ces différents points d'articulations qui est due aux expériences personnels et aux observations subjectives.

4.3. Les phénomènes du développement phonétiques

Les chercheurs linguistiques se réfèrent, généralement, à l'évolution de la langue au court du temps, comme un être vivant dompté des changements d'une génération

à l'autre. En effet, la langue est toujours en développement, quoi qu'elle soit entourée d'une clôture de soins pour maintenir ses caractéristiques. Parce que la langue n'est pas, dans la vérité, que des habitudes phonétiques, réalisées par des muscles spécifiques, hérité par les successeurs de leurs prédécesseurs. Toutefois, ces muscles n'effectuent pas ces habitudes de la même façon, chaque fois. Il se peut même, des phonéticiens remarquent quelques différences subtiles dans la prononciation des personnes d'une même langue et dans un même environnement. Si ces différences s'accumulent, et s'assemblent au court du temps, sans doute, se découlent de celles-ci une langue différentes, de point de vu phonétique, de celle de leurs ancêtres. Parmi les facteurs du développement phonétique on cite [80]:

❖ La dissimilitude des organes phonétique

Certains scientifiques disent que le changement phonétique est dû à des développements musculaires des membres de l'appareil phonatoire. C'est-à-dire que le changement de la composition des membres de la parole résulte des modifications phonétiques. Mais la plupart des anatomistes ont prouvé que les membres de l'appareil phonatoire humain sont identiques dans toutes ses parties. Cependant, la différence se situe dans la manière d'acquérir le souffle et de la maîtrise et du contrôle de la pression de l'air expiré des pommons. Bien que ceci soit attribué uniquement au cerveau, qui est la source de contrôle sur tous les mouvements des muscles de tous les organes humains [80].

❖ Environnement Géographie

Selon quelques modernistes, faisant de la nature de l'environnement géographique de la langue un impact significatif dans le type de développement qui peut affecter cette langue. En effet, que l'environnement montagnard nécessite des mouvements respiratoire très actifs, et Cette disposition va acquérir une tendance du passage des phonèmes Occlusion (^sidda) vers celle des spirantes (al-lln). Par conséquence, les environnements isolés produits des formes hétérogènes de leur développement phonétique. Cependant, ce n'est pas l'isolement géographique Seul représente l'impact dans la formation des dialectes, mais elle doit inclure l'isolement social, et la différence des conditions sociales entre les environnements isolés, par exemple les enfants des milieux agricoles ont des circonstances sociales différents de celles des enfants des milieux industriels ou commerciaux [80].

❖ Situation psychologique

Certains scientifiques attribuent l'évolution des phonèmes de l'occlusive vers la spirantisme, ou vice versa, à la situation psychologique du peuple. Autrement dit, lorsque ce dernier déploie à la complaisance et à la stabilité, la phonétique de sa langue aura une aptitude de passer de l'occlusion vers la spirantisme. Mais, si ce peuple serait fier de sa puissance et de sa tyrannie aura une tendance vers des effets contraires. De cette effet, on voit que les milieux citadins ont une convergence vers les phonétiques spirantes, tandis que les environnements nomades ont tendance aux occlusives [80].

❖ Théorie de la simplicité : (la loi du moindre effort)

Les partisans de cette théorie annoncent que l'homme tend, pour prononcer les phonèmes de sa langue, à économiser ces efforts musculaires, il essaie généralement d'accéder à leur objectif en utilisant les plus courts moyens, chaque fois que possible. Ainsi, les sympathisants de cette théorie précisent que ce développement est involontaire, elle se produit sans reflexe du locuteur, lui même. On peut dire, également, que cette théorie peut être l'un des facteurs qui possède des impacts évidents dans le développement phonétique. De leurs parts, les anciens auteurs de la langue arabe avait référé à cette théorie dans les plis de leurs livres, par des références vagues et indéfini. Ils ont relié la plupart des développements phonétiques de la langue arabe au lourdement du son ou à sa légèreté. Ils ont attribué à la légèreté la voyelle /a/, tandis que au lourdement les voyelles /i/ et /u/ [80].

❖ Théories du déploiement

Cette théorie prononce que les phonèmes qui sont couramment déployés en cours d'utilisation sont très sensible au développement que les autres. Par conséquences, les phonèmes de la langue, qui sont habituellement utilisés dans le parler, seraient influencés par différents phénomènes de la langue, comme l'assimilation et la métathèse...etc. [80]

❖ Le voisinage phonétique

C'est, ce qui est connu par l'assimilation et la dissimilation. Toutefois, nous notons ici que sa motivation principale dans la tendance de ces phénomènes est l'économie de l'effort musculaire pendant le discours. Alors le voisinage phonétique, est l'un des

facteurs de l'évolution des phonèmes langagières, parce que beaucoup de développements phonétique pour les anciens parler et les récemment sont apparu en raison de la tendance à l'économie de l'effort musculaire [80].

❖ La transition de l'intonation :

L'effet du déplacement de l'intonation dans le mot explique le changement phonétiques et l'évolution linguistique de la langue arabe. Or le déplacement de l'intonation est la cause qui affecte la langue, comme la négligence des mouvements grammaticaux dans les mots, en exprimant les accents des dialectes parlars. Cette théorie peut donner des explications scientifiquement acceptables. Parce que la position de l'intonation dans la plupart des mots de la langue arabe est située à l'avant dernière syllabe.

Citons comme exemple :

dans le mot /yaktubu/ (يكتب écrit) on trouve l'intonation sur la syllabe /tu/ (تُ). et dans le mot /mustafhim/(مُسْتَفْهِمٌ interrogateur) on trouve l'intonation sur la syllabe /hi/ (هِ). Ce qui s'est passé dans les paroles dialectales, que l'intonation a déplacé à la syllabe qui la précède. Alors, il est devenu dans les mots précédente, sur /yak/ (يَكْ) dans le mot /yaktubu/ (يكتب), et sur /taf/ (تَفْ) dans le mot /mustafhim/(مُسْتَفْهِمٌ). Par conséquence, il abouti de cette transition un affranchissement de la dernière voyelle, ce qui provoque une débarrasse total de l'utilisation des mouvements grammaticaux [80].

4.4. Influence des parlars régionaux sur la prononciation de l'arabe standard

Afin de constituer des ressources linguistiques en langue arabe standard avec des caractéristiques régionales Algériennes, nous sommes intéressés d'enregistrer une base de données sonore englobant trois régions du sud Algérien : Bechar, El-Oued et Ghardaïa. Alors, à cet effet, il est primordial d'étudier l'influence phonétique de ces parlars régionaux sur la prononciation de l'arabe standard. Quoique, malheureusement, Les études phonétiques sur ces parlars arabes du sud algérien sont très peu nombreuses, on peut les comptes facilement sur les doigts d'une seule main.

Toutefois, on peut citer les travaux de J. Cantineau [81] qui forment un atlas linguistique préparatoire des parlers arabes de l'Algérie. Commencées en 1935, ces enquêtes ont couvert presque la totalité de l'Algérie (à l'exception de la commune de Tébessa et de quelques régions sahariennes excentriques : El-Oued, Tidikelt, Beni-Abbés, Bechar). Ils ont permis de distinguer trois grandes zones dialectales dans le Sahara algérien : d'est en ouest, nous avons tout d'abord les dialectes **E** parlés dans l'Erg oriental et les oasis d'El-Oued (analogues aux parlers de nomades de la Tunisie méridionale) ; de l'oued Righ à l'Erg occidental s'étend la vaste Zone des dialectes **A** (qui couvrent dans le Sahara algérien une importante surface : environ 800 km du nord au sud, de Boghari au plateau du Tademait ; au moins 500 km de l'est à l'ouest). Un peut au nord de cette zone, on trouve deux types de parlers : les parlers **D_A** au nord de l'atlas saharien, c'est-à-dire des parlers **D** typiques des hauts-plateaux oranais, mais influencés par les dialectes **A**, et les parlers **A_D** au sud de l'atlas saharien, c'est-à-dire des parlers **A** qui sont influencés par les dialectes de type **D** [83].

Dans notre études nous sommes concentrés sur les régions d'**ALGASD-(R9)(R10)(R11)**. Alors, pour la région d'El-Oued (R9) nous avons suit les remarques de J. Cantineau, consiste à considérer que les parlers de la région d'El-Oued sont analogues aux parlers du sud-tunisiens (parmi ces parlers en consultant le parler arabe d'El-Hamma de Gabès) [101]. Tandis que, les deux régions restantes sont étudier en détaille par Jacque Grand'Henry [83][84] dans ces deux enquêtes linguistiques réalisée au Sahara algérien en 1972 et 1975.

4.4.1. Le parler arabe de la région Bechar (R9)

4.4.1.1. Situation géographique de la région Bechar

La wilaya de Bechar compte une population de 225546 habitants avec une superficie totale de 162 200 km². Se situe au sud ouest du territoire national, elle est limité par (voir figure 4.9) [102] :

- à l'est par la wilaya d'Adrar ;
- à l'ouest par le royaume du Marok (600 km de frontière) ;
- au nord par les wilayas de Naama et El-Bayadh ;
- au sud par les wilayas d'Adrar et Tindouf.

❖ Dentales non-emphatique (/d/, /t/) et liquide /n/

On n'a trouvé ici aucune trace de consonnes interdentes, sauf dans le mot *ksîr* « beaucoup » (ar. ancien *ka_tlr*) où l'interdentale primitive est rendue par une sifflante. Dans les autres cas, sont les dentales occlusives qui correspondent aux interdentes de l'arabe ancien : *tlÂta* « trois » (ar. ancien *_talA_ta*), *hÂda* « cela » (ar. ancien *hA_da*)...etc. L'articulation de la liquide /n/ est conforme à celle de l'ar. ancien : *n-nÂs* « les gens ». Il faut cependant signaler qu'un /n/ peut assimiler un /l/ qui précède, même s'il est radical : /U.selnÂ/ → [U.senna] « nous sommes arrivés » [83].

❖ Dentales emphatiques (/t/ et /d'/)

Elles sont occlusives et /d'/ correspond à /dh./ de l'arabe ancien : *.trîg* « chemin », *ed'-d'ohr* « le midi » [83].

❖ Liquides (/r/ et /l/) et sifflantes (/s/, /s/, /z/)

Les textes recueillis sont trop peu nombreux pour permettre de distinguer les occurrences de [r] par rapport à [r'] et de [l] par rapport à [l'] ; mais il s'agit parfois de deux phonèmes distincts et on a des oppositions comme *kra* « il a loué » : *kr'a* « il a haï », *wa-lla* « ou, soit » : *w-af/ah* « vraiment ! » [83].

En règle générale :

- /r'/ apparaît au contact des voyelles /a/, et /u/, tandis que /r/ apparaît au contact des voyelles /i/ et /e/ ;
- On a un /l'/ emphatique dans *Al'ah* « Dieu » et une réalisation [l'] de [l] au contact d'une consonne emphatique : *yi.t/ob* « il demande ».

Les consonnes sifflantes, ainsi sont régulièrement assimilées à distance par les chuintantes (voir § c). Ce phénomène mis à part, elles ne présentent pas de particularité notable par rapport à la situation de l'arabe ancien : *sma't* « j'ai entendu », *i.sÛmu* « ils jeûnent » [83].

❖ Prépalatales (/ʰs/ et /ʰz/)

/ʰs/ ne présente aucune altération par rapport à son état ancien : *im^su* « ils vont ».

Comme dans tous les parlers de nomades du Sahara maghrébin, on a ici un /ʌz/ correspondant à l'affriquée /ʌg/ de l'arabe classique et maghrébin septentrional : *ʌzit* « je suis venu » [83].

❖ postpalatales (/g/, /k/, /q/).

On a ici la paire symétrique habituelle des parlers de bédouine : /k/-/g/ et /q/ semble être un phénomène récemment introduit dans le parler, soit qu'il s'agisse d'un emprunt à l'arabe classique, soit qu'il s'agisse d'un emprunt des parlers citadins. :

- /k/ : *kebber* « il a grandi » ;
- /g/ : *galb* « cœur », *grib* « bientôt » ;
- /q/ : *iqra* « il étudie », *el-fUqAr'Â* « les pauvres ».

❖ Vélaires (/g/, / h/)

Elles correspondent à celles de l'arabe ancien :

- *Es-s.gÂr* « les petits », *.glaq* « il a fermé ».
- *_hÂyen* « voleur ».

❖ Pharyngales (/ʔ/, /.h/)

Elles correspondent à celles de l'arabe ancien :

- *i`abdu* « ils rendent le culte (à Dieu), font leurs devoirs religieux ».
- *ʔi.habb* « il aime, veut »

❖ laryngales (/h/, /ʔ/)

- /h/ : *hawwed* « il est descendu ».

■ [ʔ] : est manifestement une restitution du classique, car on ne rencontre cette consonne que dans la racine *s`l* :

.ha.t.t su`Âl « il a posé une question » (Bechar), *r`Ah-sa`el* « il a questionné » (Beni Abbes).

4.4.1.2.2. Voyelles

■ On a les trois voyelles longues de l'arabe ancien : /A/, /U/, /I/ comme phonèmes autonomes et deux allophones : /O/ et /E/ qui se présentent comme

réalisation contractées des diphtongues /ow/ et /ey/, alternant parfois librement avec ces dernières : *wEn* ~ *weyn* « où », *.sOt* ~ *.sowt* « voix ».

■ Ces trois phonèmes vocaliques ont également des variantes conditionnées par le voisinage consonantique :

/A/ a une variante [O] au contact d'une consonne labiale : [*l-mOnA`*] = /*l-mAnl`*/ « l'empêchement ».

/l/ a une variante [E] au contact d'une consonne vélaire, pharyngale ou laryngale : [*.s.gÊr*] = /*.sa.glr*/ « petit », [*tqÊl*] = /*tqll*/ « lourd », [*fÊha*] = /*flha*/ « dans laquelle ».

- On a aussi les trois voyelles brèves de l'arabe ancien /a/, /u/, /i/ + /e/.
- /a/, /u/, /i/ et /e/ peuvent avoir une variante [o] au contact des consonnes emphatiques, de /r'/ et /l'/ : [*i^s r'ob*] = /*-i^s r'ab*/ « il boit », [*-i.t l'ob*] = /*-i.t l'ub*/ « il demande ».

4.4.1.2.3. Les assimilations typiques

■ Elles concernent les consonnes sifflantes qui sont régulièrement assimilées à distances par les chuintantes :

^zha^z (< *^zhaz*) « trousseau, équipement », *^sem^s* (< *^sems*) « soleil », *^z^we^z* (< *zAwe^z*) « deuxième », *^zu^z* (< *zu^z*) « deux ».

■ Il faut encore signaler l'assimilation /' + /h/ → /hh/, par exemple : *mt^hhu* (< *mt^h + hu*) « de lui ».

4.4.1.2.4. Statut des semi-voyelles /w/ et /y/

Elles sont stables au milieu des mots. A l'initiale et en final, elles ont des réalisations vocaliques : *Ú^zah* (< *wa^zh*) « visage », *z^ahu* (< *zahw*) « amusement », *Îd* (< *yad*) « main ».

4.4.1.2.5. L'accent

La règle est celle des autres parlers du Maghreb : dans un mot polysyllabique l'accent tombe sur la syllabe finale si elle est doublement fermée (cvcc) tandis qu'il tombe sur la pénultième si la syllabe finale est ouverte ou simplement fermée (cv, cvc,)

- Accent sur la syllabe finale : *me^ʌs.hA.hîn* « avars » ;
- Accent sur la pénultième : *Ugêfna* « nous nous sommes arrêtés ».

4.4.1.2.6. L'économie syllabique

Elle est gouvernée par la loi générale des parlers Maghrébins qui tend à éviter l'apparition de voyelles brèves en syllabe ouverte. Alors que d'autres parlers du Maghreb recourent soit redoublement d'une consonne, soit à la réduction de la voyelle brève en voyelle ultra-brève pour y parvenir, le parler de la Saoura tend à faire disparaître cette voyelle brève et à réorganiser le schème de la manière à ne conserver que des syllabes fermées dans le mot, à l'exception de la syllabe finale :

- *bagr^ʰa^t* « vache » + *ek* (pron. Suff. Après consonne) → *bagr^ʰatek* → *bgar^ʰtek* « ta vache ».
- *mkohla* « fusil » + *ek* → *mkohlatek* → *mkholték* « ton fusil ».

Remarque

D'après les remarques de J.Grand'Henry, il a proposé d'affecter l'appellation de la parler de la Saoura (contenu Bechar) par le signe DMA : il s'agit donc essentiellement d'un parler D présentant en même temps des caractères marocaines et mauritaniens, et légèrement influencé par les parlers A du Sahara central.

4.4.2. Le parler arabe de la région d'El-Oued (R10)

4.4.2.1. Situation géographique de la région El-Oued (R10)

La wilaya compte une population de 504401 habitants, avec une superficie totale de 54 573 km². Se situe à l'est du territoire national, elle est limitée par (voir figure 4.10)

[102] :

- au nord par les wilayas de Tebessa et Khenchla ;
- au nord-ouest par les.wilayas de Biskra ;
- à l'est par la Tunisie (300 km de frontière environ) ;
- à l'ouest par la wilaya de Djelfa ;
- au sud-ouest par le wilaya de ouergla.

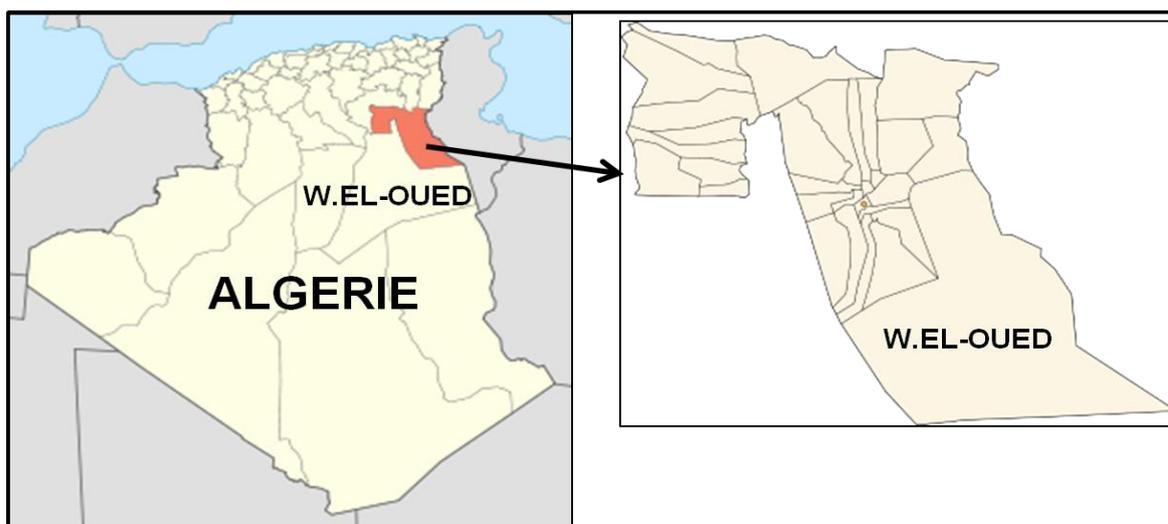


Figure 4.13 : Localisation de la Wilaya d'El-Oued (R10)

4.4.2.2. Système phonologique

Les écrits phonologiques de la région d'El-Oued (R10) sont rarement remarqués. Comme la région d'El-Oued, autrement dit la wilaya d'El-Oued, est composée de deux grands ensembles linguistiques à savoir : la région du Souf, qui est limitrophe de la frontière Tunisien, et la région d'Oued Righ, qui comporte Djamaa et Mghaïer. Par conséquent cette région constitue une zone de transition entre le parler **A** et le parler **E** usité à El-Oued (la région du Souf) [101].

En effet, d'une part, d'après qu'on l'a été déclaré précédemment, l'étude du système phonologique de la région d'El-Oued (côté d'Oued Souf) est prise en suivant les remarques de J. Cantineau. Selon ce dernier le parler de la région d'El-Oued est similaire de celle du sud-Tunisiens en consultant le parler d'El-Hamma de Gabès (ou il les a appelé dialecte **E**) [101], d'après les Trois textes d'El-Hamma de Gabès de W. Marçai [103]. D'autre part, les faits du parler **A** est beaucoup employé dans la région d'El-Oued du côté d'Oued Righ [101].

4.4.2.2.1. Système phonologique de la zone d'Oued Souf

Le système phonologique de ce parler comporte une trentaine de phonèmes consonantique en face de cinq phonèmes vocalique seulement : les consonnes sont donc six fois plus nombreuses dans le système que les voyelles. Mais cette disproportion s'atténue si l'on prend garde à la fréquence selon laquelle ces deux types de phonèmes sont employés : dans un texte suivi il y a en moyenne cinquante-

cinq consonnes contre quarante-cinq voyelles ; la fréquence des consonnes n'est donc qu'un peu supérieur des voyelles [104].

❖ Le consonantisme

Ce parler possède neuf classes de localisation : labiale, interdentale, sifflante, alvéolaire, prépalatale, vélaire, pharyngale et laryngale. Il existe en outre ici une corrélation de timbre consonantique, les consonnes emphatiques comportant, outre leur point d'articulation principal, un rapprochement vélaire qui leur donne un son particulier et qui reporte en arrière le point d'articulation des voyelles voisines. Presque toutes les consonnes dont le point d'articulation est en avant du voile du palais (à l'exception de d, ^s et ^z) ont leur correspondant emphatique [104] (voir figure 4. 14).

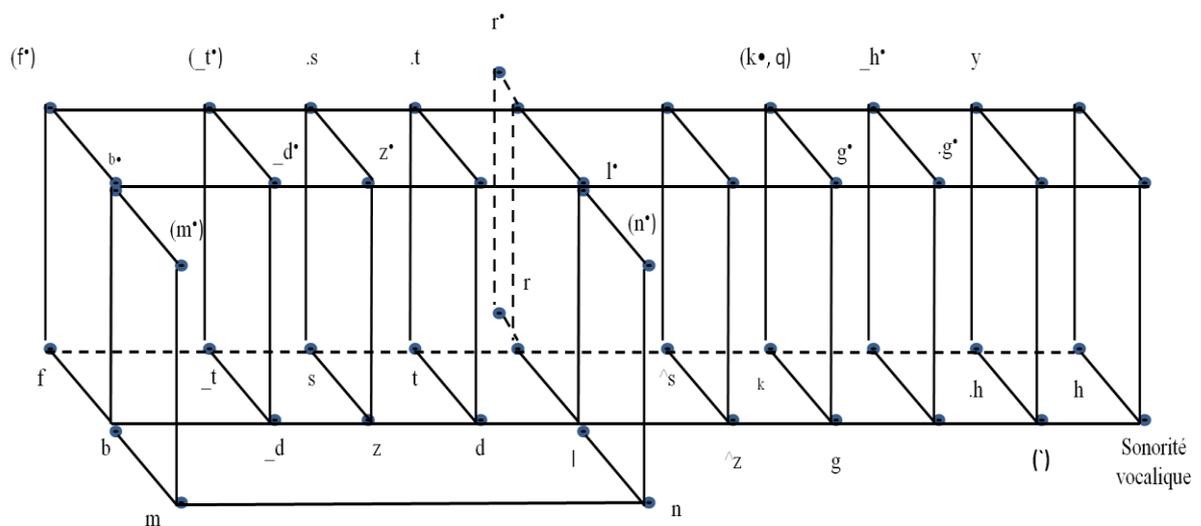


Figure 4.14 : Système consonantique du parler d'El-Hamma [104]

Les traits du système consonantique de ce parler apparaissent comme suit :

Le système consonantique est compliqué : par suite du développement d'une corrélation de timbre consonantique, les consonnes buccales tendent à se répartir en deux places : un plan normal et un plan « vélarisé emphatique », chaque type d'articulation étant souvent représenté sur les deux plans. De leur côté les consonnes pharyngales et laryngales peuvent aussi parfois présenter des oppositions de timbre [104].

❖ Le vocalisme

En face de ce système consonantique si développé, le système vocalique est limité (malgré des réalisations variées qui masquent sa simplicité) il distingue [104]:

- Cinq voyelles libres longues accentuées forment un système triangulaire, à deux classes de localisation (antérieure-postérieure) et trois degrés d'aperture (fermé-moyen-ouvert) le degré supérieur étant neutre quant à la localisation. C'est le système de l'arabe classique, enrichi d'un degré d'aperture moyen résultant de la réduction des diphtongues à *ay* et *aw*, du passage de I à E et de U à O devant h, et dans certaine mesure du passage à E de A final. Statiquement sur 100 voyelles longues il y a approximativement dans ce parler 57 A, au moins 21 I, et seulement 11 U ; les voyelles d'aperture moyenne sont relativement rares : 7.5 E et 3.5 O. Par contre, la situation était notablement différente dans la langue ancienne : il y avait sur 100 voyelles longues environ 60 A et les deux autres voyelles se partageaient les 40 p. 100 restant, avec une certaine supériorité de nombre pour les U. cette diminution de moitié dans le chiffre des U que l'on voit à cette région semble caractériser le vocalisme du parler.

- Dans les voyelles brèves le système tend à se réduire encore : dans la plupart des cas il se limite à deux phonèmes : une voyelle ouverte « a » et une voyelle fermée « ə » dont sa réalisation irait de i à u. la localisation de ces voyelles n'étant pas pertinente ; ce n'est que dans un petit nombre de cas qu'on a en cette position un système triangulaire de trois voyelles.

- Ce parler possède une corrélation de coupe de syllabe : on ne rencontre de voyelles brèves qu'en syllabe fermée et il semble y avoir un rapport nécessaire entre la brièveté de la voyelle et la fermeture de la syllabe. Il n'y a donc que deux types possibles de fin de syllabe : ou bien la syllabe se termine par une voyelle longue, ou bien elle se termine par une voyelle brève suivie d'une consonne.

- Les groupes de plus de deux consonnes sont souvent réalisés par l'insertion d'une voyelle de disjonction qui n'a pas en général de fonction différenciative (ex : t^ʔrAb).

Le parler de cette zone s'est donc éloigné considérablement de la langue ancienne : le grand développement de la corrélation de « vélarisation emphatique » est une nouveauté ; la disparition du « plan latérale » en est une autre. Sont

également des nouveautés la création d'un degré d'aperture moyen pour les voyelles longues accentuées, et la tendance qu'a la localisation des voyelles brèves fermées à ne pas être pertinente...Le système phonologique résultant de toutes ces innovations est profondément différent de celui de la langue ancienne [104].

4.4.2.2.2. Système phonologique de la zone d'oued Righ

Dés qu'on a franchi l'Oued Righ, on entre dans la zone des parlers les plus caractéristiques du Sahara algérienne, ce parler est appelé dialecte **A**. Les faits principaux qui caractérisent ce groupe de parler ont été énumérés par J. Cantineau [84, 101]:

❖ En phonétique :

- Métathèse ou dissimilation du \wedge zim avec des sifflantes ou des chuintantes : za \wedge z \wedge z \wedge r « boucher » (class. \wedge gazzAr), $\overset{\circ}{z}\wedge$ z « vieille femme » (class. $\overset{\circ}{z}\wedge$ z), zeb \wedge s « plâtre » (class. \wedge gabs), ze \wedge s « troupe armée » (class. \wedge gay \wedge s) ;
- Passage de .gayn à q \wedge f : q \wedge ba « forêt », qIAm « moutons » ;
- Parfois fausses restitutions de q \wedge f ancien à .gayn : .g \wedge yed = q \wedge yed « caïd, juge » ;
- Légère tendance vers a $\overset{\circ}$ de a long en finale : nsa $\overset{\circ}$ « il a oublié » ;
- Tendance à la conservation partielle des anciennes diphtongues, ou au maximum à leur réduction en E ou O : b $\overset{\circ}{E}$ t/b $\overset{\circ}{E}$ t « tente », I $\overset{\circ}{O}$ n/I $\overset{\circ}{O}$ n « couleur » ;
- Conservation de certaines anciennes voyelles brèves en syllabe ouverte sous une forme ultra-brève : l \overset{e} b \wedge n « petit lait », b \overset{e} rg « éclair » [84, 101].

4.4.3. Le parler arabe de la région de Ghardaïa (R10)

4.4.3.1. Géographique de la région Ghardaïa

La wilaya compte une population de 300516 habitants, avec une superficie totale de 86 105 km². Se située au centre du pays de la partie nord du Sahara algérien. Elle est limitée (voir figure 4.10) [102] :

- au nord par les wilayas de Laghouat et de Djelfa;

- à l'est par la wilaya d'Ouargla ;
- au sud par la wilaya de Tamanrasset ;
- au sud-ouest par la wilaya d'Adrar ;
- à l'ouest par la wilaya d'El-Bayadh.

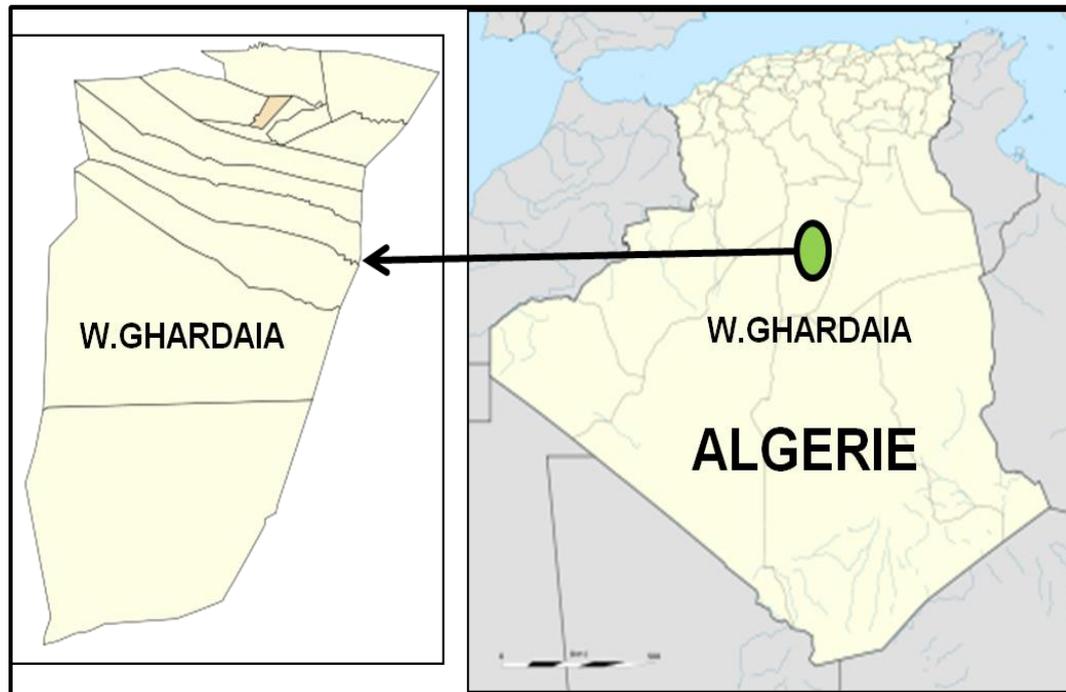


Figure 4.15 : Localisation de la Wilaya de Ghardaïa (R11)

4.4.3.2. Système phonologique

Cette présentation du système phonologique de la région de Ghardaïa est inspiré d'une étude qui a été réalisé par Jacques Grand'Henry [84] (docteur en philologie et histoire orientales chargé de recherches F.N.R.S.) auteur d'un livre intitulé par «les parlers arabes de la région du MZAB (Sahara algérien)». Dans lequel, il présente son enquête linguistique, qui est à la base d'une publication a été accomplie au Sahara algérien en 1972.

Ce qu'on entend ici selon [84] par « les parlers arabes de la région du MZAB » recouvre une zone : en allant du nord au sud, Berriane, Ghardaïa, Metlili, Sebseb, .Hasi F.hal; donc presque la totalité de la wilaya de Ghardaïa.

4.4.3.2.1. Consonnes

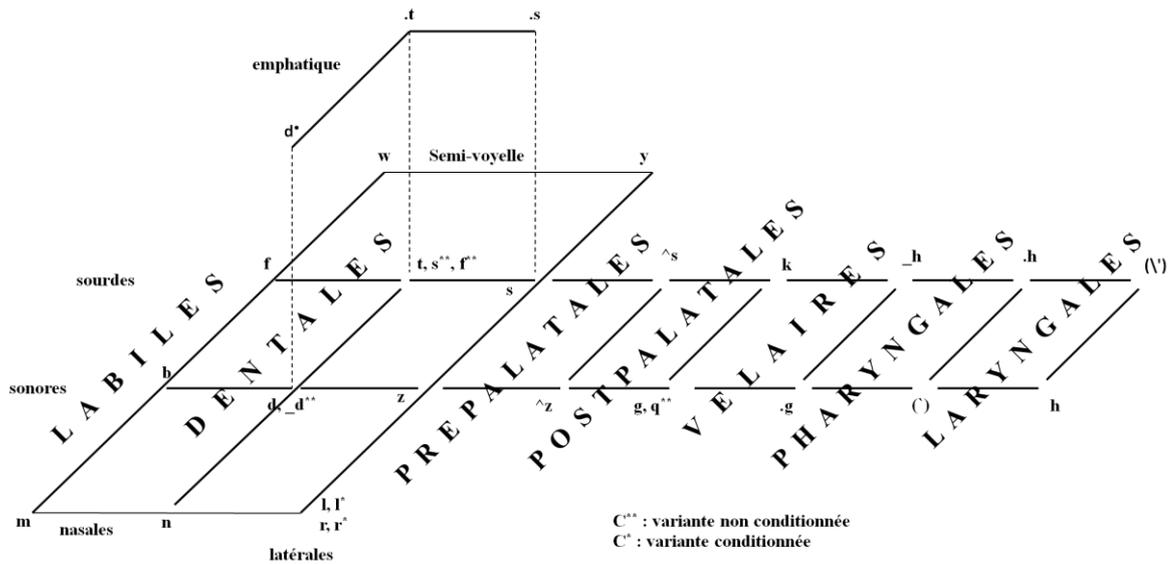


Figure 4.16 : Système consonantique du parler arabe de la région de Ghardaïa [84]

❖ Les labiales

■ **/m/** : m peut être une variante conditionnée de n dans certains mots : \wedge samba ~ \wedge sanba « Chaanba » ; Il s'agit d'une assimilation partielle ou accommodation : la dentale nasale n devient labiale m au contact d'une autre labiale (b). Cette consonne reste inaltérée dans mta` (ar. class. متع) au contraire de plusieurs parlers citadins où la labiale nasale est passée à dental nasale nta` au contact de la dental qui suit. Quand il s'agit d'un m d'emprunt, il est phonétiquement identique au « mîm », mU•tû•r « moteur » [84].

■ **/b/** : comme dans tous les parlers arabes, cette consonne peut être assourdie en finale absolue : \wedge srap « il a bu » ou devant une consonne sourde \wedge srap \wedge « j'ai bu ». En dehors de ces cas, où p est variante conditionnée de b, p n'apparaît jamais, même dans des mots d'emprunt : ici, le français « pièce » est rendu par byÂs et nom pyÂs comme à cherchell par exemple. Dans certains mots d'emprunt, le p originel est rendu par une sonore emphatique : b•om b•a « pompe » [84].

■ **/f/** : Apparaît très rarement pour un _t classique, p. ex. dans famn-ayyÂm « huit jours » (rac. class. _tmn). Un phénomène identique se présente (aussi rarement) dans des parlers algériens plus septentrionaux, mais il n'apparaît pas dans les même mots : p. ex. famma (class. فَمَّ) à cherchell et dans le Tell oranais [84].

❖ Les dentales

■ **/n/** : Dans la région du Ghardaïa, on rencontre partout (sauf à Sebseb semble-il) l'assimilation du n de `and « chez » par la dental qui suit : `add. Cette assimilation reste cependant facultative. A signaler aussi l'alternance des nasales n/m dans eleinta/eleimta (class. 'ilA matã ?) « jusque quand ? ». weinta (class. wa matã ?) « quand ? » [84].

■ **/d/** : En dehors de class. د = d dialectal de même articulation, la prononciation occlusive de l'équivalent dialectal de class. ذ est la règle : ad-dùkkÂr « la fécondation du palmier », hÂda « cela ». Seul le parler de Berriane a parfois une prononciation interdente de cette occlusive : hA_dAk- a_d-_dùkkÂr « cette fécondation (du palmier) ». Mais il s'agit incontestablement d'une variante facultative de l'occlusive [84].

Remarque

D'après J. Cantineau, les dialectes A ont des interdentales, tandis que les dialectes B, qui sont des parlers de petits nomades presque entièrement sédentarisés dans la région du Tell algéro-oranais, ont des occlusives. Il y aurait là un élément permettant de confirmer l'hypothèse de J. Cantineau sur la possibilité d'une extension ancienne des parlers B : « il est possible qu'à une date plus ancienne leur empire (parler B) se soit étendu beaucoup plus loin vers le Sud et qu'ils aient reculé considérablement devant les parlers A ». La présence des dentales occlusives dans la région du Ghardaïa serait peut-être un vestige confirmant l'ancienneté d'une telle extension [84].

■ **/d (ض)/** : la prononciation de cette consonne est toujours occlusive dans la région du Ghardaïa [84].

■ **/t (ت) /** : L'équivalent dialectal des class. ث et ت est l'occlusive dentale sourde /t/ en règle générale : tgil « lourd », (class. _tqll) ; aktâr men « plus que », (class. 'ak_tar min) ; b`at « il a envoyé », (class. ba`a_ta. A Sebseb toutefois, dans des conditions qui demeurent assez obscures, il existe aussi un passage class. _t > dial. s. A première vue, le passage a lieu dans des formules de politesse où l'influence du classique a pu jouer, le s pouvant être un essai de restitution dialectale de la prononciation des lettrés : Allah ikassar _hairek « Que Dieu multiplie ton bien » (formule de remerciement). Cependant, il paraît plus difficile d'expliquer la

prononciation sifflante de /_t/ dans .harrast al-fÛl (rac. class. .hr_t) « j'ai fait labourer les fèves », noté à Hassi F.hal, très au sud par rapport au Ghardaïa. Certains faits pourraient le faire penser : en effet, si le passage de class. ث à s n'est quasiment jamais signalé en Orient, il semble par contre être très fréquent dans les dialectes arabes du Sahara méridional et du Sahel, depuis le Tchad jusqu'au Sénégal. Il apparaît notamment dans le dialecte d'Adrar [84].

❖ Les prépalatales.

■ **/s/, /s/, /z/, /ʰs/ et /ʰz/** : les phonèmes s, z, ʰs, ʰz connaissent les accommodations typiques des parlers A et D : « la chuintante sonore s'accommode mal de la sifflante s subséquente ; généralement ʰz1- s2 devient z1- ʰs2, c'est-à-dire que par une sorte de métathèse compensative, la sonore chuintante devient sonore sifflante, et la sourde sifflante devient sourde chuintante : zenʰs « espèce », zebʰs « plâtre » etc.

La chuintante sonore ʰz ne précède guère la sifflante sonore z, il ya généralement métathèse de ʰz1- z2 à z1- ʰz2 : zeʰzʰzÂr « boucher » (class. ʰgazzAr).

Il arrive que la même combinaison classique z1- ʰs2 apparaisse pour certains cas où la combinaison classique est la chuintante sonore suivie de la chuintante sourde ʰz1- ʰs2, ainsi zeiʰs « bande armée »...

La chuintante sourde ʰs supporte mal une sifflante ou une chuintante subséquente ; deux faits peuvent se produire : ou bien il ya métathèse, semʰs « soleil » (class. ʰsams)... ou bien ʰs devient s : seʰzra « arbre » (class. ʰsaʰgara)...

[84]

❖ Les latérales

■ **/r/ //** : Les consonnes « solaires » initiales du nom qui assimilent le l de l'article sont ici les suivantes : t, ʰz, d, r, z, s, ʰs, .s, .d, .t, g, l, n. D'autres assimilation ou permutation ont lieu entre les trois liquides l, r, n : qlam « moutons » (class. .gnam). L'emphase de r• a lieu, comme dans la plupart des parlers maghrébins, quand cette consonne n'est pas en contact avec i/l : r•ass « il a enfoncé », .tʰrig « chemin ». de même que r• est une variante conditionnée de r, l• est une variante conditionnée de l : l'emphase peut être de nature psychologique, p. ex. dans le nom de Dieu, Al•l•ah, ou provoquée par la présence d'une emphatique par nature au

voisinage. Le r final tombe également dans les noms de nombre de 11 à 19 à l'état absolu : *_hma.s.tÂ^s* « quinze » ; à l'état construit, le r de *_hamsata `a^sara* class. reparaît sous forme de n (il s'agit là d'une permutation de liquide qui a dû se produire à date ancienne) : *_hma.s.tÂ^san-yÔm* « quinze jours » [84].

❖ Les pospalatales.

■ /q/ /k/ : dans les parlers de Ghardaïa, le phonème q peut être considéré comme variante non conditionnée de /g/, toutefois dans un certain nombre de mots qui paraissent être des emprunts au classique par le fait qu'ils se rattachent à la langue juridique et religieuse, ou parfois semblent avoir une origine citadine : *t.haqqaq* « il a été certain », *ma_hluqÂt* « créatures, hommes, gens », *qÂdi* « juge », *qÂ'id* « chef », *qdim* « ancien », *qÂwi* « fort, riche »... Mais, dans le mot *wakt* « temps » (class. *waqt*) il y a eu déplacement du point d'articulation de la consonne vélaire vers l'avant au contact d'une consonne antérieure (t). *wakt* alterne cependant avec *waqt* [84].

Remarque :

➤ Tous les parlers dans lesquels l'ancien qÂf est présenté par une sourde (q, k•, k, `) sont des parlers de sédentaires. Au contraire, les parlers dans lesquels il est représenté par une sonore (g, .g, etc.) sont des parlers de nomades [84].

➤ La distinction entre parlers de nomades et parlers sédentaires semble être plus nette en orient qu'au Maghreb : en effet la distinction des /q/ et des /g/ y est nettement tranchée. Au Maghreb par contre, et plus particulièrement en Algérie, il semble exister davantage de zones de transition et c'est peut-être ce qui explique que des paires de mots où un /q/ ancien qÂf s'oppose à un /g/ ancien qÂf sont signalées : *gleb* « vomir » : *qleb* « renverser » à Tlemcen (parler citadin), *worga* « feuille d'arbre » : *worqa* « feuille de papier » à Saïda (parler de nomades) [84].

❖ Les vélares

■ /g/ : Dans les parlers arabes de la région du Ghardaïa, ainsi, semble-t-il, dans tous les dialectes A connus, il y a passage absolu du .gain class. au /q/ : *bqa* (class. *ba.gA*) « il a aimé, voulu », *mqa'bi* « marocain », *qla'm* « moutons » etc [84].

■ /_h/ : La vélaire sourde _h est très stable et ne paraît pas subir d'altération, qu'elles soient conditionnées ou non [84].

❖ Les pharyngales et laryngales

■ /ʔ/ : devant consonne à l'intérieur d'une même syllabe, (ʔ) est suivi d'une voyelle ultra-brève de soutien : ^arʔaf « il a su, connu », ^a.sa « bâton ». il est à observer aussi que l'articulation de cette pharyngale sonore est beaucoup plus énergique ici que dans les parlers plus septentrionaux d'Algérie, en particulier les parlers de citadins où parfois, surtout chez les femmes, le /ʔ/ est très faiblement articulé [84].

■ /h/ : à l'initial devant consonne, la pharyngale .h est souvent précédé d'une voyelle ultra-brève de timbre a : ^a.hna « nous », bai.d-al-^a.hmÂm « blancheur de pigeons » (sorte de datte). Il en va de même pour la laryngale h : ^ahna « ici » [84].

■ /h/ : l'articulation de cette laryngale est très affaiblie et peut aller jusqu'à la chute à l'initial de hÂni « me voici », formule introductive de la phrase très usitée dans le parler de Metlili, de même que dans le sud-Oranais [84].

■ /ʔ/ : le hamza n'est plus un phonème dans les parlers de la région du Ghardaâ ; cette consonne n'est que rarement restituée, est seulement dans les emprunts au classique : p. ex. dans qA'id « chef ».

On sait que les traitements de l'ancien hamza dans les parles modernes sont fort variés. Selon la présentation traditionnelle, on distinguera trois cas, selon que l'ancien hamza était en position initiale, médiale ou finale dans le mot : Âman (class. 'Amana) « il a cru », abadan (class. 'abadan) « jamais », ar'd (class. 'ar.d) « terre », ab.tÂl (class. 'ab.tA) « courageux », mr'a (class. 'imra'a) « femme », Âna (class. 'anA) « moi », r'Âs (class. ra's) « tête », ma (class. mA) « eau », ^sta (class. ^sitA) « hiver » [84].

4.4.3.2.2 Voyelle

❖ Les semi-voyelles

On peut considérer u et i comme des variantes de /w/ et /y/ au point de vue phonologique : nsÂu/nsÂw « ils sont oublié », na'w/nau « pluie », Â'tay/Â'tai « thé » ; du point de vue morphologique en tout cas, ce sont des consonnes car elles peuvent être radicales [84].

❖ Les diphtongues

Il importe d'abord de rappeler qu'en arabe, du point de vue phonologique, les diphtongues n'ont pas d'existence propre : elles paraissent presque toujours analysées comme des complexes : voyelle + semi-voyelle faisant fonction de consonne. Il en va de même en arabe parlé, les diphtongues des parlers de la région du Ghardaïa sont celles des autres parlers A et D d'Algérie : les anciens diphtongues /ay/ et /aw/ du classique ne sont que partiellement conservées sous les formes /ey/ et /ow/ [84].

- Ancien /ay/ : *beit* (class. *bayt*) « maison », *^sei.tÂn* (class. *^say.tAn*) « Satan ».
- Ancien /aw/ : *d'a'w/d'ow* (class. *d'aw'*) « lumière ».

On n'a rencontré un ancien *ay* contracté en *i* comme dans les parlers de sédentaires que dans *^sî_h* (class. *^say_h*) « vieillard, maître » et, à Hassi Fhal, *`in* (class. *`ayn*) « puits » [84].

❖ Les voyelles longues.

Elles forment le triangle classique, à deux degrés d'aperture (ouvert, fermé) et deux classes de localisation (antérieure, postérieure) [84] :

Degré d'aperture : < A voyelle ouvert, U, I voyelles fermées >

Localisation : < I voyelle antérieure, U voyelle postérieure et A est neutre >

❖ Les voyelles brèves

Nous avons ici un système triangulaire à trois degrés d'aperture : ouvert /a/, moyen /ə/, et fermé /u/ et /i/. Il y a deux classes de localisation, antérieure : /i/ et postérieure /u/ ; /a/ et /ə/ sont neutres quant à la localisation [84].

❖ les voyelles ultra-brèves

La voyelle ultra-brève n'est pas toujours une voyelle de disjonction : elle peut être une voyelle prothétique ou voyelle de soutien. Ce type de voyelle apparaît (comme exemple) [84] :

- Devant un groupe de deux consonnes initiales dont la première est une liquide ou nasale n : *^ar'ba.t* « il a lié », *^ar'ba.h* « il a gagné, russé », *^anta* « toi ».

- Devant un groupe de deux consonnes initiales de mode d'articulation proche, par exemple sifflante et chuintante dans ^asʰzʊn « prisons ».

- Devant un groupe de deux consonnes initiales dans des formes impératives : ^abda « commence ! »...

4.4.3.2.3. L'accent

On retrouve ici la règle bien connue qui est d'application dans la plupart des parlers maghrébins étudiés jusqu'ici, à savoir que dans un mot polysyllabique l'accent tombe sur la syllabe finale si elle est doublement fermée (cVc, cvcc), tandis qu'il tombe sur la pénultième si la syllabe finale est ouverte ou simplement fermée (cv, cvc, cV) [84].

- Accent sur la syllabe finale : sabʰɪn « soixante six ».
- Accent sur la pénultième : Â_har « dernier ».

4.4.3.2.4. Emphatisation

Les consonnes emphatiques ont tendance à exercer une influence emphatisante sur les phonèmes de l'entourage. Il va de soi qu'alors l'emphase acquise par les phonèmes voisins ne peut avoir aucune valeur distinctive, ce sont de simples variantes combinatoires des non-emphatiques : fi-bl'Â.s.tha « à sa place ».

Il est intéressant de signaler qu'ici, contrairement à ce qui passe dans plusieurs parlers, le phénomène d'emphatisation peut déborder les limites du consonantisme radical et influencer le timbre des voyelles morphémiques : nwar'r'ûk « nous te ferons voir » [84].

4.4.3.2.4. Gémiation.

Les groupes de consonnes géminées peuvent se rencontrer tant à l'initiale qu'en médiale et en finale : m'm'a « mère », naddi « je transporte », mudd « il a tendu » [84].

4.4.3.2.5. Phonotactique [84].

- ❖ Certaines oppositions de sonorité peuvent être neutralisées dans un entourage sourd ; c'est le cas des assimilations de sourdité : mən.hÂ^sti /mən.hÂ^zti/ « selon mon besoin.

- ❖ Certaines oppositions de sourdité peuvent être neutralisées dans un entourage sonore ; c'est le cas des assimilations de sonorité : d^hzâb / t^hzâb / « tu apportes ».
- ❖ On a des assimilations isolées comme dans : `add / and / « chez », qui est une assimilation facultative.
- ❖ Le l de l'article est assimilé par la première consonne « solaire » du nom ou de l'adjectif qu'il détermine, c'est-à-dire t, d, r, z, s, ^hs, .s, d', .t, l, n (et la variante dh.) comme en classique. De plus, ^hz et g sont aussi des consonnes « solaires » dans les parlers de la région du Ghardaïa : ə^hz-^hzâi « le prochaine ».
- ❖ Métathèses : elles s'opèrent principalement entre consonnes sifflantes et chuintantes d'une part et entre liquides d'autre part.
 - Sifflantes et chuintantes : z^hzər (class. ^hzazara) « il a égourgé », sam^hs (class. ^hsams) « soleil ».
 - Liquides : mər'r'awl (min-al-wara') « par derrière », na`al (class. la`ana) « il a maudit ».

Remarque

Selon J. Cantineau « les spirantes interdentes sont conservées telles quelles, c'est-à-dire _t, _d, dh. Dans les parlers de nomades et d'anciens nomades ; elles sont passées aux occlusives correspondantes t, d, d' dans les parlers sédentaires ». Il paraît bien établi qu'on ne peut pas rattacher génétiquement les occlusives des parlers de la région du Ghardaïa à celles des parlers sédentaires des villes du Nord, car ces parlers sont d'une structure fort différente et ont probablement été introduit en Algérie à une date plus ancienne, avant le XI^e siècle chrétien [84].

4.4.4. L'influence des parlers régionaux sur les enregistrements d'« ALGASD »

Après cette brève présentation sur les différents systèmes phonétiques des divers parlers arabes des régions du sud Algérien à savoir : Bechar, El-Oued et Ghardaïa. Ces trois régions forment les fondements de nos enregistrements de la base de données ALGASD-(R9)(R10)(R11). Afin de vérifier les influences des habitudes phonétiques des parles de ces régions sur la prononciation de l'arabe standard adéquat aux normes connus, en mettant les remarques et les faits de ces parlers,

aperçu précédemment, en considération pendant la période d'enregistrement. Comme l'acquisition de ces enregistrements se sont déroulés sous le contrôle du chargé d'étude qui effectue les doubles rôles, du technicien et de l'expérimentateur. Ce dernier vérifie, en permanence, que ce que le locuteur dit est correct. Il lui donne des indications sur la façon de prononcer les textes qui lui sont présentés : débit, prosodie. Ainsi, il est capable de cibler, au plus juste possible, ses besoins. Nonobstant de tout cela, plus la sélection des meilleurs enregistrements collectés, après les cosignes données et le grand nombre de répétition, on aboutit à la fin par quelques enregistrements influencés par ces faits des parlers de ces régions. Ces différentes influences pertinentes sont présentées dans les tableaux suivants :

4.4.4.1. Bechar

Codification de locuteur	La phrase prononcée	Le fait aboutit
ALGASD-CT-R9-fMNX0-cr13	.talaba raq.sataN mina al- `arUsi.	Le <i>hamza</i> (') de l'article est remp-lacé par la voyelle <i>a</i> devant la consonne linaire (').
ALGASD-CT-R9-fMNX0-cr14	kul `ay^saka wa-ista.h.dir lahumA qAnUnaN.	Le /d/ est remplacé par le dental /d/ emphatique (d').
ALGASD-CT-R9-mBAB0-cr17	kAnat _tuknatuhum fl salAmiN.	L'interdental /_t/ est remplacé par le dental /t/.
ALGASD-CA-R9-fDSX0-cc1	qAdanA wa-lam ya.d.tahidkum.	Le /d/ est remplacé par le dental /d/ emphatique (d').
ALGASD-CA-R9-fGKX0-cc1	qAdanA wa-lam ya.d.tahidkum.	Le /d/ est remplacé par le dental /d/ emphatique (d').
ALGASD-CA-R9-fGKX0-cc2	`a_h.ta'ta fa-\A_tara .saydanA.	Le phonème /n/ de la syllabe finale est devenu emphatique par voisinage du /s/.
ALGASD-CA-R9-fDSX0-ci152	.hafidh.tu al-qur\Ana	Le <i>hamza</i> (') de l'article est remp-lacé par la voyelle brève <i>a</i> devant la consonne linaire <i>q</i> .
ALGASD-CA-R9-fMNX0-cc1	qAdanA wa-lam ya.d.tahidkum.	Le /d/ est remplacé par le dental /d/ emphatique (d').
ALGASD-CA-R9-fMNX0-cc2	`a_h.ta'ta fa-\A_tara .saydanA.	Le /n/ de la syllabe finale est emphatisé par voisinage du /s/.
ALGASD-CA-R9-mBAB0-cc2	`a_h.ta'ta fa-\A_tara .saydanA.	L'interdental /_t/ est remplacé par le dental /t/.

ALGASD-CA-R9-mBEX0-ci155	lan yasta\`minahA \`aba_daN.	L'interdentale /_t/ est remplacé par le dentale /t/.
ALGASD-CA-R9-mHAX0-cc1	qAdanA wa-lam ya.d.tahidkum.	Le phonème /.d/ est assimilé par le dentale emphatique /.t/.
ALGASD-CA-R9-mHAX0-cc2	\`a_h.ta\`ta fa-\`A_tara .saydanA.	Le /n/ de la syllabe finale est emphatisé par voisinage du /.s/.
ALGASD-CA-R9-mHAX0-ci153	qad na.dbi.tahum.	Le /.d/ est remplacé par le dentale /d/ emphatique (d').
ALGASD-CA-R9-mRAX0-cc1	qAdanA wa-lam ya.d.tahidkum.	Le phonème /.d/ est assimilé par le dentale emphatique /.t/.

Tableau 4.10 : L'influence du parler de Bechar sur les enregistrements d'« ALGASD »

4.4.4.2. El-Oued

Codification de locuteur	La phrase prononcée	Le fait aboutit
ALGASD-CT-R10-mHZE0-cr20	^gA\`a bi-.damAnAtiN li- hurUbi minka.	L'affriquée /^g/ est remplacé par la chuintante sonore /^z/, et le /d/ emphatique (d') correspond au /.d/
ALGASD-CT-R10-fMWX0-cr20	^gA\`a bi-.damAnAtiN li- hurUbi minka.	L'affriquée /^g/ est remplacé par la chuintante sonore /^z/, Le latéral /.d/ est remplacé par le dentale /d/ emphatique (d').
ALGASD-CT-R10-mBKX0-cr22	la nansa lwa`dh.a wa-al- wa.sAyA.	Le <i>hamza</i> (') de l'article est remplacé par la voyelle brève a devant la semi-voyelle w.
ALGASD-CT-R10-fBYH0-cr25	rafa.da al-fidyata fa-mA lahA min `awdatiN.	Le /.d/ est remplacé par le dentale /d/ emphatique (d'). Le <i>hamza</i> (') de l'article est remplacé par la voyelle brève a devant la consonne linaire f.
ALGASD-CT-R10-fBYH0-ci29	saqa.tat \`ibratu.	Le phonème /s/ est devenu emphatique au voisinage du /.t/.
ALGASD-CA-R10-mHMX0-ci156	lam yakuni al-\`aklu la_dl_daN	Le <i>hamza</i> (') de l'article est remplacé par la voyelle a devant la consonne linaire (').
ALGASD-CA-R10-fBMH0-cc1	qAdanA wa-lam ya.d.tahidkum.	Le phonème /.d/ est remplacé par l'interdentale /_d/.

ALGASD-CA-R10-fBMH0-ci157	alA .sa_habuN bi-al- ^gAmi`ati	Le <i>hamza</i> (\\) de l'article est remp-lacé par la voyelle brève <i>a</i> devant la consonne linaire (\\).L'affriquée / [^] g/ est remplacé par la chuintante sonore / [^] z/,
ALGASD-CA-R10-mDAX0-cc1	qAdanA wa-lam ya.d.tahidkum.	Le phonème /d/ est remplacé par l'interdental /_d/.
ALGASD-CA-R10-fGRX0-cc1	qAdanA wa-lam ya.d.tahidkum.	Le /d/ est remplacé par l'interdental /_d/.
ALGASD-CA-R10-fGRX0-ci159	sAra al-qA\\imu	Le <i>hamza</i> (\\) de l'article est remp-lacé par la voyelle brève <i>a</i> devant la consonne linaire <i>q</i> .
ALGASD-CA-R10-mCBX0-cc1	qAdanA wa-lam ya.d.tahidkum.	Le phonème /d/ est remplacé par l'interdental /_d/.
ALGASD-CA-R10-fMFZ0-cc1	qAdanA wa-lam ya.d.tahidkum.	Le phonème /d/ est remplacé par l'interdental /_d/.
ALGASD-CA-R10-fMFZ0-cc2	\\a_h.ta'ta fa-\\A_tara .saydanA.	Le /n/ de la syllabe finale est emphatisé par voisinage du /s/.
ALGASD-CA-R10-fMAX0-cc2	\\a_h.ta'ta fa-\\A_tara .saydanA.	La voyelle longue A de la syllabe final est remplacée par une courte.
ALGASD-CA-R10-fCLX0-cc1	qAdanA wa-lam ya.d.tahidkum.	Le phonème /d/ est remplacé par l'interdental /_d/.
ALGASD-CA-R10-mHZE0-cc1	qAdanA wa-lam ya.d.tahidkum.	Le phonème /d/ est remplacé par l'interdental /_d/.

Tableau 4.11 : L'influence du parler d'El-Oued sur les enregistrements d'« ALGASD »

4.4.4.3. Ghardaïa

Codification de locuteur	La phrase prononcée	Le fait aboutit
ALGASD-CT-R11-mMHA0-cr28	nAha.da al-mudminu wa.h^saN.	Le laryngale h est emphatisé, par contre le phonème /d/ est remplacé par l'interdental /_d/.
ALGASD-CT-R11-mMHA0-cr29	_halaqa al-\\insAna min nu.tfatiN.	Le <i>hamza</i> (\\) de l'article est remp-lacé par la voyelle <i>a</i> devant la consonne linaire (\\).
ALGASD-CT-R11-mMHA0-cr29	_halaqa al-\\insAna min nu.tfatiN.	Assimilation du /n/ de la 7 ème syllabe par le /n/ qui le suit.
ALGASD-CA-R11-fBAF0-	qAdanA wa-lam	Le phonème /d/ est remplacé

cc1	ya.d.tahidkum.	par le dental /d/ emphatique (d').
ALGASD-CA-R11-fBAF0-cc2	\`a_h.ta\`ta fa-\`A_tara .saydanA.	La chute du <i>hamza</i> (\`) à l'initial du mot, mais elle est repérée au médial
ALGASD-CA-R11-fBLX0-cc1	qAdanA wa-lam ya.d.tahidkum.	Le phonème /d/ est assimilé par le dental emphatique /t/.
ALGASD-CA-R11-mBAE0-cc1	qAdanA wa-lam ya.d.tahidkum.	Le phonème /d/ est assimilé par le dental emphatique /t/.
ALGASD-CA-R11-mBAE0-cc2	\`a_h.ta\`ta fa-\`A_tara .saydanA.	Le /r/ est emphatisé au voisinage du phonème emphatique /s/.
ALGASD-CA-R11-mBAE0-ci166	\`a.sAbathA bi-al-kanafi.	Le <i>hamza</i> (\`) de l'article est remplacé par la voyelle <i>a</i> devant la consonne linaire <i>k</i> .
ALGASD-CA-R11-fBRX0-cc1	qAdanA wa-lam ya.d.tahidkum.	Le phonème /d/ est assimilé par le dental emphatique /t/.
ALGASD-CA-R11-mBSA0-cc1	qAdanA wa-lam ya.d.tahidkum.	Le latéral /d/ est remplacé par le dental /d/ emphatique (d').
ALGASD-CA-R11-mBSA0-ci168	natuna al-\`aklu.	Le <i>hamza</i> (\`) de l'article est remplacé par la voyelle brève <i>a</i> devant la consonne linaire (\').
ALGASD-CA-R11-fMKX0-cc1	qAdanA wa-lam ya.d.tahidkum.	le latéral /d/ est remplacé par le l'interdental /_d/.
ALGASD-CA-R11-fBRK0-cc2	\`a_h.ta\`ta fa-\`A_tara .saydanA.	Le phonème /r/ est emphatisé par voisinage du phonème /s/.

Tableau 4.12 : L'influence du parler de Ghardaïa sur les enregistrements d'« ALGASD »

Remarque

- ❖ De ce qui précède, on voit que l'influence des parlers régionaux est peu accentuée dans la prononciation exacte des phrases du corpus oral en langue arabe standard. Ceci peut se traduire par les deux possibilités admissibles suivantes :
 - Soit que l'éducation de l'arabe standard dans les régions du sud Algérien et que l'apprentissage de prononciation (articulation) des phonèmes arabes est appliquée d'une façon plus naturelle et bien pratiquée depuis l'enfance surtout dans les écoles coraniques anciennes.
 - Soit que le corpus disponible utilisé dans la réalisation de notre base de données n'a pas pris en considération les faits particuliers de chaque région, cité

précédemment. Les études des systèmes phonologiques de chaque de ces régions (Bechar, El-Oued et Ghardaïa) effectué par J. Cantineau et J. Grand'Henry présente beaucoup des affectations comme : La chuintante sonore $\wedge z$ ne précède guère la sifflante sonore z , il ya généralement métathèse entre les sifflantes et les chuintantes, l'assimilation à distances des sifflantes par les chuintantes, La chuintante sourde $\wedge s$ supporte mal une sifflante ou une chuintante subséquente...etc

- ❖ Selon les tableaux précédents et les faits aboutis dans les enregistrements phonétiques de la base de données « ALGASD-(R9)(R10)(R11) » montrent que les pourcentages d'affectations de quelques phonèmes sont en disproportion d'une région à une autre. Où on trouve : 15 mots affectées parmi 83 mots enregistrées (18,07%) dans la région de Bechar, 22 mots affectées parmi 164 mots enregistrées (13,41%) dans la région d'El-Oued et 15 mots affectées parmi 123 mots enregistrées (12,19%) dans la région de Ghardaïa. De cet effet, on peut dire que la prononciation de l'arabe standard est mieux pratiquée de manière décroissante à Ghardaïa, El-Oued et Bechar.
- ❖ On distingue quelques faits aboutis dans ces enregistrements sont des fondements de la langue arabe classique comme : l'assimilation du *hamza* (ّ) de l'article par la voyelle *a* devant les consonnes linaires ((ّ), *b*, *.g*, *.h*, $\wedge g$, *k*, *w*, *f*, $_h$, (´), *q*, *y*, *m*, *h*)
Exemple : la phrase cr29, « $_halaqa\ al\ \wedge insAna\ min\ nu.tfatilN$ » (خَلَقَ الْإِنْسَانَ مِنْ نُطْفَةٍ).
- ❖ L'influence de quelques phonèmes (*/r/*, */n/*, */h/*...) par l'emphatisations du voisinage des phonèmes emphatiques (*.s*, *.d*, *.t*, *dh.*), ainsi l'assimilation du */n/* de la fin d'un mot par le */n/* du mot qui le suit dans la phrases...etc
Exemple : la phrase cc2, « $\wedge a_h.ta\ \wedge ta\ fa\ \wedge A_tara\ .saydanA$ » (أَخْطَأْتِ فَآئِرَ صَيْدِنَا).
- ❖ Par contre, on a remarqué que la prononciation exacte du phonème */d/* est presque inexistante [101], sauf pour quelques locuteurs professionnels dans la lecture coranique ($ta^{\wedge}gw\hat{d}$), comme dans notre cas pour les locuteurs « ALGASD-CA-R11-mAMA0 » et « ALGASD-CA-R11-fBRK0 ». mais pour les autres cas : le dental-alvéolaire */d/* soit remplacé par le dental */d/* emphatique (d^{\wedge}), ou soit remplacé par l'interdental $_d/$. Ainsi on aperçoit, dans des cas de voisinage, l'assimilation du */d/* par le */t/*. par exemple la phrase cc1 « $qAdanA\ wa-lam\ ya.d.tahidkum$ » (قَادَانَا وَ لَمْ يَضْطْهَدِكُمْ).

- ❖ Dans tous les enregistrements d' « ALGASD-(R9)(R10)(R11) » L'affriquée /ʔg/ est remplacé par la chuintante sonore /ʔz/, et ceci c'est l'un des influences du parler du sud Algérien.

Exemple : la phrase ci157, « `alA .sa_habuN bi-al-ʔgAmi`ati » (عَلَا صَحْبٌ بِالْجَامِعَةِ).

- ❖ Tandis qu'on a spécifié un fait de la région d'El-Oued (côté Oued Souf) qui a été affirmé par J. Cantineau c'est le remplacement de la voyelle longue A de la syllabe final par une voyelle courte ou moyenne, comme est le cas dans leur parler local.

Exemple : la phrase Cc2 « `a_h.ta`ta fa-`A_tara .saydanA » (أَخْطَأَتْ فَآثَرَ صَيْدِنَا).

4.5. Conclusion

La variabilité des langues, tout comme la variabilité biologique, suit des lois dont nous ne pouvons qu'observer les effets. Bien sûr il est possible d'exclure certaines variations tant pour les langues que pour les espèces vivants. De cette effet, l'arabe standard a subi, selon les lieux et selon des lois, des évolutions successives de leur système phonétique. Les faits sont beaucoup moins connus, d'abord parce que ces systèmes phoniques ne sont pas tous décrits, ensuite parce que nous ignorons souvent les causes des évolutions et les différentes manières dont elles se sont produites et répondues [84]. de cet effet, les anciens grammairiens et les modernes ont contrasté dans la détermination de quelques points d'articulation des phonèmes arabes et leurs caractéristiques. Et cette différence – dans la plupart des circonstances – résultant de l'évolution de ces phonèmes dans le long terme qui l'a subie la langue arabe à travers les générations plures [92].

En effet, nous avons expliqué précédemment dans ce chapitre quelques moyens rapides et faciles pour déguster le phonème afin de savoir leur point d'articulation ou pour en savoir qu'il s'agissait d'un phonème sonore ou sourd, car il aidera à former une bonne prononciation de ce phonème. Alors, grâce à l'éducation et à la subconscience de l'intérêt des sciences phonétiques on peut reprendre tous les phonèmes à leurs états exacts [100]. Pour les apprenants de la langue arabe devraient pouvoir produire ces sons en sachant où l'articulation se produit et comment elle est produite. En d'autres termes, ils devraient savoir utiliser leur langue, en particulier la pointe et le derrière, qui devrait toucher ou pousser contre les parties de la bouche durant les processus de la production [105].

Bien_que, cette présente étude phonétique, donne des éclaircissements pour la présentation des points d'articulation des phonèmes arabes et leurs caractéristiques, qui fait partie de l'application « *EMALGASD-(R9)(R10)(R11)* ». Cette dernière est réalisée pour lire, modifier et sauvegarder la base de données « *ALGASD-(R9)(R10)(R11)* », qui sera le thème du chapitre suivant.

Or comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent (chapitre (3)), la quantité des fichiers de segmentation du total des phrases (136 phrases) lues et enregistrées pour tous le corpus « *ALGASD-(R9)(R10)(R11)* » deviendrais volumineuses. Par conséquence sont d'un emploi mal aisé pour tout utilisateur qui n'a aucune connaissance de leur contenu : la disponibilité d'un système de gestion, muni d'une interface utilisateur conviviale, permettant de sélectionner des sons à l'aide de critères appliqués sur les corpus, les locuteurs et les conditions d'enregistrement, est un atout majeur pour l'exploitation et la diffusion de ces bases. Cette application doit permettre de tenir compte de la nature multimédia de ces bases : le son, le texte. Le graphique est aussi une dimension à utiliser pour ce genre de tâche. Il permet, par la visualisation du signal, de statuer sur des faits que l'écoute seule ne propose pas.

Le prochain chapitre traitera donc, la création d'un système de gestion de base de données (SGBD) appelé « *EMALGASD-(R9)(R10)(R11)* », un environnement multimédia et informatique pour la gestion de la base de données « *ALGASD-(R9)(R10)(R11)* ». En effet, L'outil informatique devra donc fournir des fonctions pour augmenter l'interactivité entre le système et les utilisateurs, et permettre une exposition aisée des différentes partie de la base de données selon l'organisation proposée par [1, 2]. Les données obtenues dans cette partie du travail (données sonores, étiquetées, phrases transcrites) vont être utilisées et être exploitables par des systèmes de reconnaissance ou de synthèse. Quoique, des données d'entraînement dépendent les performances de reconnaissance ou la qualité de la synthèse. Il est donc primordial de pouvoir contrôler tous les paramètres (enregistrement sonore, élocution des locuteurs, informations sur les locuteurs (sexe, âge et niveau d'éducation), élocution des locuteurs etc.) lors de l'exploitation de la base de données.

CHAPITRE 5

REALISATION D'UNE APPLICATION « EMALGASD-(R9)(R10)(R11) »

POUR LIRE, MODIFIER ET SAUVEGARDER LA BASE DE DONNEES

« ALGASD-(R9)(R10)(R11) »

5.1. Introduction

Après la collection de données audio auprès des locuteurs et locutrices, l'organisation de la base de données recueillie (ALGASD) des trois régions du sud Algérien (R9, R10, R11) est classée d'une manière à donner une bonne clarté et lisibilité à l'utilisateur. En effet, on a divisé celle-ci en trois répertoires (Fiches Renseignements, Etiquetage et HTK). Chaque répertoire, lui-même, est divisé en deux sous-répertoires (test et apprentissage), pour être en accord au fonctionnement du logiciel HTK lors de la mise en œuvre en reconnaissance [1,2]. Les contenus de ces répertoires sont présentés comme suit :

Premièrement, le répertoire « *Fiches Renseignement* » contient une fiche de répartition des locuteurs selon l'âge et instruction, ainsi, toutes les fiches techniques qui englobent tous les détails nécessaires à chaque locuteur, à savoir, le nom, le prénom, le code, la date de naissance, la phrase à lire, le niveau d'instruction ...etc.

Deuxièmement, le répertoire HTK contient un sous répertoire « *fichiers Wave* » comprend tous les fichiers waves enregistrés, fractionnés en apprentissage et en test ainsi que tous les fichiers texte indispensables au fonctionnement du logiciel *HTK*, comme le dictionnaire, le texte, les listes...etc.

Troisièmement, le répertoire « *Etiquetage* » est divisé en deux sous répertoires (test, apprentissage). Ces derniers comportent chacun l'étiquetage de chaque fichier wave par le logiciel « *wavesurfer* ». Cet étiquetage est réalisé manuellement, pour extraire des fichiers, « *.PHN* » (étiquetage par phonème), des fichiers, « *.WRD* » (étiquetage par mot) et des fichiers, « *.LAB* » (étiquetage par phrase) (cf. figure ci-dessous)

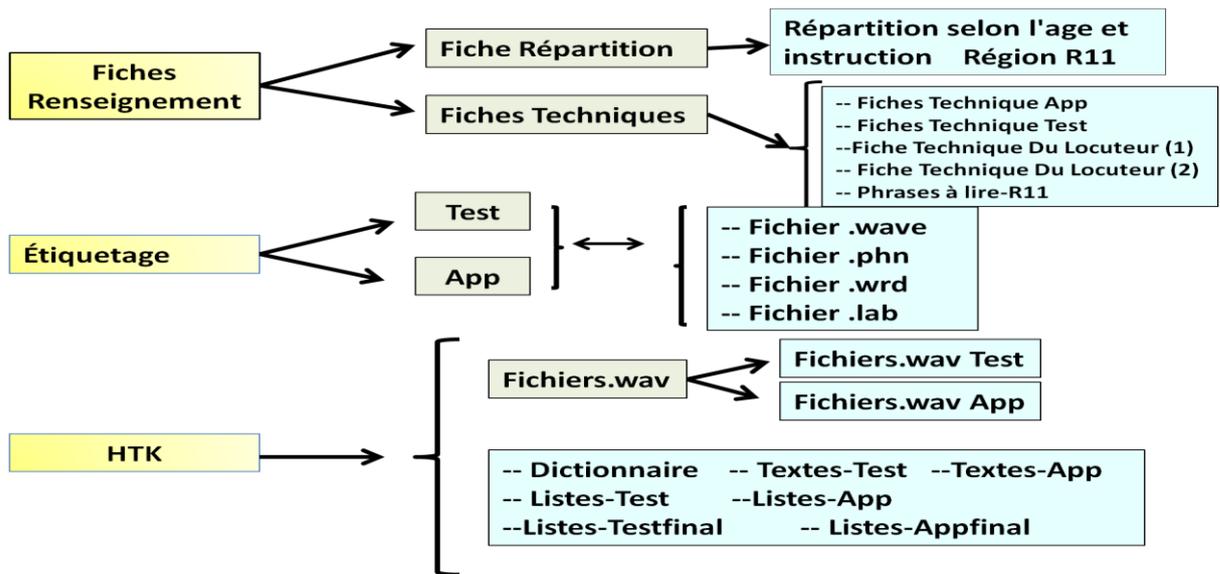


Figure 5.1 : L'organisation de la base de données ALGASD

Afin de pouvoir contrôler les données d'une façon simple et de manière conviviale par l'utilisateur, le besoin d'un système de gestion s'est vite fait ressentir. La gestion de la base de données se fait grâce à un système appelé **SGBD** (système de gestion de bases de données), qui fait appel à un logiciel qui permettant à gérer ces données, c'est-à-dire :

- ❖ permettre l'accès aux données de façon simple.
- ❖ autoriser un accès aux informations à de multiples utilisateurs.
- ❖ utiliser les données présentes dans la base de données.

Dans notre cas, elle nous aiderait très certainement à gérer des centaine d'informations comme l'indique les chiffres statistiques suivants :

- ALGASD (R9) – Base de données de la région Bechar – Possède 228 fichiers et 39 dossiers :
 - Dossier Fiches Renseignement : comporte 31 fichiers Excel.
 - Dossier Etiquetage : contient 27 images (bitmap), 27 fichiers .PHN, 27 fichiers .WRD, 27 fichiers .LAB et 27 fichiers wav.
 - Dossier HTK : comprend 8 documents texte, 27 fichiers wav.
- ALGASD (R10) – Base de données de la région El-Oued – Possède 484 fichiers et 71 dossiers :
 - Dossier Fiches Renseignement : comporte 63 fichiers Excel.
 - Dossier Etiquetage : contient 59 images (bitmap), 59 fichiers .PHN, 59 fichiers .WRD, 59 fichiers .LAB et 59 fichiers wav.

- Dossier HTK : comprend 8 documents texte, 59 fichiers wav.
- ALGASD (R11) –Base de données de la région Ghardaïa–Possède 412 fichiers et 62 dossiers :
 - Dossier Fiches Renseignement : comporte 54 fichiers Excel.
 - Dossier Etiquetage : contient 50 images (bitmap), 50 fichiers .PHN, 50 fichiers .WRD, 50 fichiers .LAB et 50 fichiers wav.
 - Dossier HTK : comprend 8 documents texte, 50 fichiers wav.

D'où au total, notre base de données englobe : 148 fichiers Excel, 136 images (bitmap), 136 fichiers .PHN, 136 fichiers .WRD, 136 fichiers LAB, 24 fichiers texte et 272 fichiers wav. La répartition des fichiers qu'il faut gérer par le système de gestion de base de données (SGBD) est présentée dans le tableau et le graphique suivants :

Fichier \ Région	Bachar (R9)	El-Oued (R10)	Ghardaïa (R11)	Total
fichier Excel	31	63	54	148
fichier bitmap	27	59	50	136
fichier PHN	27	59	50	136
fichier WRD	27	59	50	136
fichier LAB	27	59	50	136
fichier texte	8	8	8	24
fichier wav	54	118	100	272
Total	201	425	362	988

Tableau 5.1 : la répartition des fichiers de la base de données ALGASD-(R9)(R10)(R11)

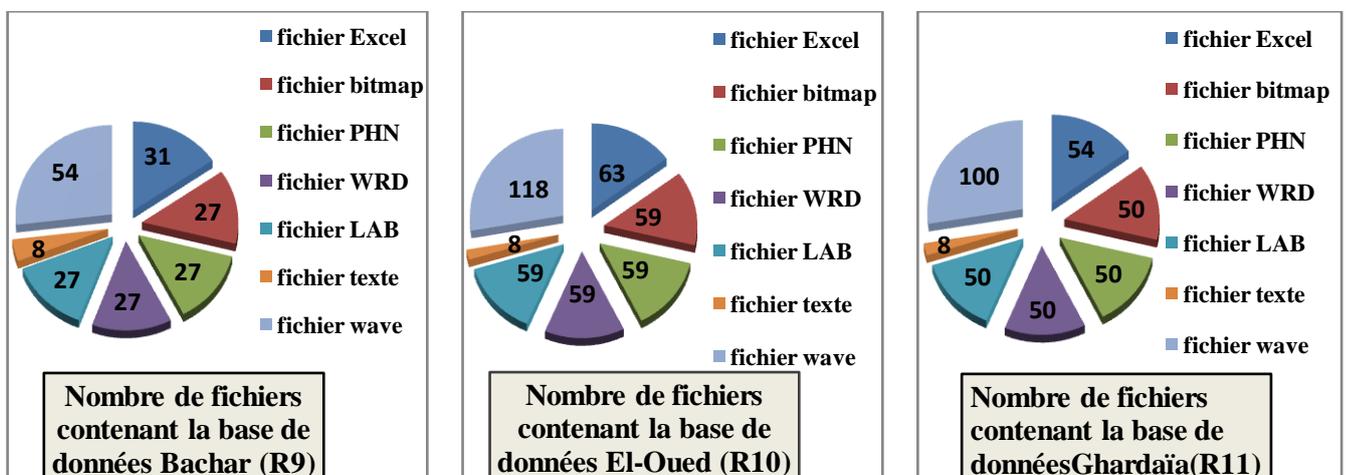


Figure 5.2 : Le graphique de la répartition des fichiers de la base de données ALGASD (R9)(R10)(R11)

Et pour ordonner toutes ces données avec une bonne lisibilité et plus de clarté et les arrangées d'une façon structurée on doit regrouper tous ces répertoires et ces fichiers dans une seule interface de formulaire à base de logiciel Access. Afin de faciliter aux utilisateurs d'accéder aux données avec aisance et souplesse. Par conséquence ces bases de données seront utilisables sur un ordinateur personnel par un utilisateur ou bien répartie, en stockant ces informations dans un serveur pour satisfaire simultanément plusieurs utilisateurs en un temps convenable.

Alors, le choix d'un système de gestion de base de données est recommandé pour nous aider à regrouper toutes ces données de sorte que nous puissions être mieux organisés et plus efficace. Et nous permet à consulter les détails pertinents de ces ressources linguistiques en langue arabe des trois régions du sud Algérien (R9, R10, R11), et à importer des informations (textes, images, des vidéos...etc) depuis certains logiciels comme le Word, Excel, Picture Manager et le Media Player Clasic, que nous souhaitons analyser.

A cet effet, le logiciel Access répond à ces critères. D'une part il nous permet de classer, ajouter, trier et filtrer une grande quantité d'informations. Il va nous permettre ainsi de gérer ces fichiers et réaliser des interactions entre-eux. D'autre part, Access est largement utilisé dans cet objectif, surtout si nous utilisons de grandes quantités de données.

5.2. Création de la base de données sous Access

5.2.1. Le choix d'un système de gestion de base de données (SGBD)

Alors qu'au début de leur histoire les ordinateurs servaient essentiellement à calculer, leur utilisation principale de nos jours est la gestion d'informations. On les retrouve dans tous les secteurs d'activité. Une grande quantité d'informations stockée dans un ordinateur s'appelle une base de données. Un logiciel permettant d'utiliser ces données est un système de gestion de base de données (SGBD).

Différents logiciels existent permettant cette opération. Ainsi un tableur (tel qu'Excel) peut être considéré comme un SGBD. Nous allons utiliser ici le logiciel Access comme SGBD. Ce logiciel permet d'offrir à l'utilisateur un environnement agréable et complet pour gérer les bases de données. Il est puissant, vu la quantité d'informations qu'il peut contenir, flexible vu les services qu'il peut offrir pour

manipuler les données, efficace vu la simplicité et la rapidité dans l'exécution de ces services **[108]**. Il est à noter que plusieurs autres SGBD plus performants (mais également plus complexes) existent par ailleurs. On peut citer notamment Oracle, SQL Server, Paradox, MySQL, PostgreSQL parmi beaucoup d'autres **[106]**.

La plupart de ces systèmes sont basés (dont Access) sur le modèle relationnel et fonctionnent sur le même principe général : les informations sont stockées dans des tables qui sont reliées entre elles par des relations. L'interrogation de la base de données se fait à l'aide de requêtes, ces requêtes étant écrites à l'aide d'un langage commun à la plupart des SGBD : le SQL (Structured Query Language). Access a comme avantage par rapport à la plupart de ses concurrents de permettre une écriture en mode graphique des tables, de leurs relations et de la plupart des requêtes. De plus, il intègre un système de création d'applications claires et simples pour chaque base de données **[106]**.

5.2.1.1. Les objets de la base de données Access

Une base de données à base d'Access ne comporte pas que des données, mais en plus, il comporte plusieurs objets qui permettent la gestion de ces données, ce sont les tables, les requêtes, les formulaires, les états, les macros **[107]**. Nous utiliserons, en général, les objets qui apparaissent dans la fenêtre Base de données.

❖ Les tables:

Une Table est une structure fondamentale du système de gestion de bases de données relationnelles. Dans Access, une table est un objet qui stocke des données. Elle est organisée sous forme d'une matrice à deux dimensions (lignes et colonnes) : les colonnes représentent les champs et les lignes indiquent les enregistrements **[102]**.

Ligne → enregistrement

Colonne → champ

❖ Les requêtes:

Une requête permet **[107]**:

- ✓ de poser une question sur les données stockées dans les tables
- ✓ d'accomplir une action sur ces données.

✓ Les formulaires : 

Objet de base de données Access, dans lequel il nous permet de placer des contrôles servant à saisir, afficher et modifier des données dans les champs [107].

✓ Les états: 

Un état est un récapitulatif d'informations, fait à partir d'une base de données pour être affiché ou imprimé [107].

✓ Les Macros: 

Une macro est une action ou un ensemble d'actions destinées à automatiser certaines tâches. En effet, une macro est une liste d'instructions que vous créez dans le but d'exécuter automatiquement certaines tâches. Dans Access, chaque instruction s'appelle une action. Lorsque vous exécutez la macro, Access réalise les actions, dans la séquence indiquée, en utilisant les objets et les données que vous avez spécifiés en tant qu'arguments des actions. Les macros servent à automatiser les tâches répétitives et à enrichir les possibilités de votre base de données [107].

5.2.1.2. Les relations entre les objets de la base de données Access

Les relations entre les objets, et leurs fonctions, sont représentées de manière simplifiée dans le schéma ci-dessus. Les macros n'y sont pas représentées, car elles ne remplissent aucune fonction affectant l'organisation d'une base de données Access [107].

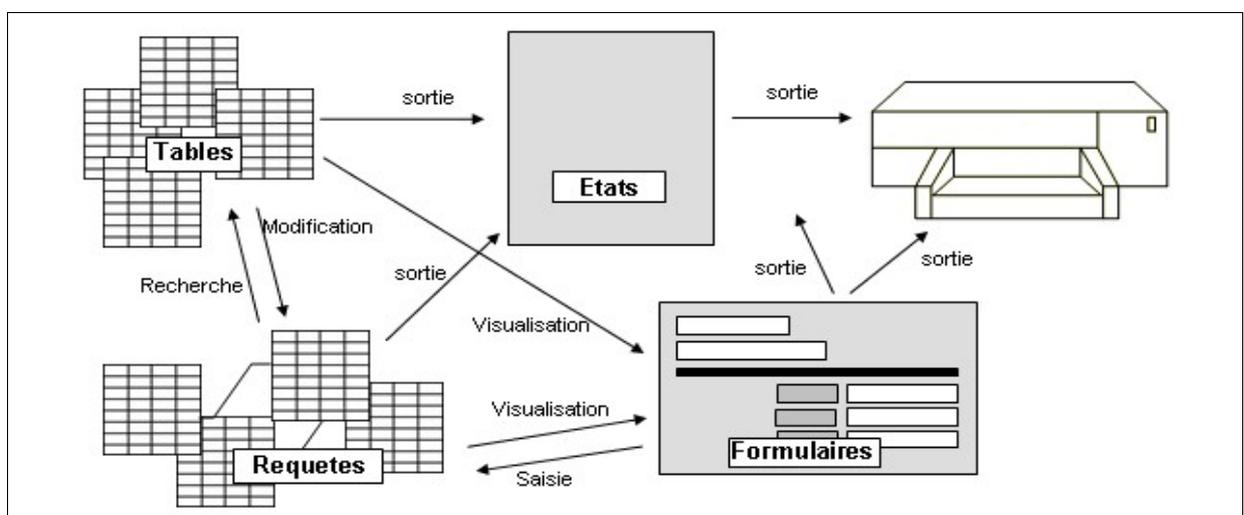


Figure 5.3.: Les relations entre les objets de la base de données Access [107]

5.2.1.3. Concevoir le prototype de la base de données ALGASD-(R9)(R10)(R11)

5.2.1.3.1. Cahier des charges

Le but de ce prototype de système logiciel est de pouvoir juger de l'utilisabilité d'un logiciel complet d'acquisition et de gestion de corpus parole. De plus, ce système doit être capable de produire des données directement exploitables par d'autres. Le nom de ce système est EMALGASD-(R9)(R10)(R11), qui est un acronyme pour Environnement Multimédia pour l'Acquisition et la gestion de Corpus Parole ALGASD-(R9)(R10)(R11). Le milieu d'exploitation choisi pour le bon déroulement de ce logiciel doit contenir le Microsoft Office 2007, et l'éditeur de signaux wavesurfer, ainsi le Media Player Classic.

Comme nous l'avons vu, auparavant, dans la problématique, pour arranger les 988 fichiers de la base de données ALGASD-(R9)(R10)(R11) dans une seule interface deux grands thèmes se dégagent : la phase d'acquisition des fichiers audio et la gestion des données. Une campagne d'acquisition d'une base de données selon un corpus bien défini [2] se décompose en trois parties. La première consiste à collecter les données audio auprès de locuteurs et locutrices préalablement sélectionnés. La seconde correspond à la phase de transfert des données (identifiées, étiquetées et transcrites orthographiquement et phonétiquement) dans des fichiers informatiques. La dernière phase étant la vérification, à posteriori, des données obtenues avec la possibilité d'ajouter, modifier ou supprimer des enregistrements non conformes à nos critères. Pour la phase gestion de données, la structure de la base est faite de manière à ce que les liens soit facilement accessibles pour chaque locuteur, chaque enregistrement.

Au niveau de l'interface homme-machine, il est important de proposer une interface conviviale et accessible à tout type d'utilisateur. D'autre part, l'architecture logicielle doit répondre à des exigences au niveau de la maintenabilité et à l'extensibilité [6].

A cet effet, avant de se lancer dans la création de cette interface EMALGASD, on devrait d'abord déterminer les informations que contiendra notre base de données. Pour cela, il est conseillé de suivre les étapes d'analyse suivantes : [108]

- ❖ 1^{ère} étape : Définir l'objet ou le domaine d'étude et décrire tous les paramètres le représentant.

- ❖ 2^{ème} étape : Faire un découpage des informations jusqu'au plus petit élément significatif. Le découpage doit permettre de répartir les informations selon leur nature et leur dépendance.
- ❖ 3^{ème} étapes : Structurer la base de données de façon à ne pas avoir à la modifier (la restructurer) par la suite.
- ❖ 4^{ème} étapes : Déterminer les liaisons qui peuvent exister entre les informations, cela permet de réduire la saisie.

5.2.1.3.2. Définissant l'objectif de la base de données

C'est au cours de cette phase que nous déterminerons l'information que contiendra notre application. Donc, ALGASD-(R9)(R10)(R11) doit mettre à notre disposition une base de matériau linguistique, servant à aider les spécialistes en sciences de la langue et ceux qui travaillent dans l'ingénierie de la langue, à constituer des modèles de références en reconnaissance vocale ou en synthèse en langue arabe parlée des différentes régions d'Algérie : (cas des régions : Bechar, El-Oued et Ghardaïa).

5.2.1.3.3. Définissant les tables

En effet, on a trois régions du sud Algérien à traiter (Bechar (R9), EL-Oued (R10) et Ghardaïa (R11)). Et chaque région possède son propre corpus, phonétiquement équilibré [2]. Alors, il est nécessaire de construire trois sous base de données proportionnel au corpus de chaque région. Et chaque sous base de données fait appel à une table qui englobe toutes les décompositions des données techniques et textuels relatif à chacune des trois régions. Donc, on est invité à effectuer trois tables indépendantes et spécifiques à chaque région.

5.2.1.3.4. Définissant les champs

C'est l'étape la plus importante dans cette conception, parce qu'il faut définir toutes les données à stocker dans chaque table. Chaque champ correspondra à une colonne dans la table.

Dans notre étude, et pour faciliter aux utilisateurs spécialisés d'extraire les différents matériaux linguistiques de cette base de données ou d'ajouter un nouvel enregistrement, on va présenter toutes les informations nécessaires contenus dans

les dossiers de la base de données (dossiers : HTK, Etiquetage, Fiches renseignement) sur une seule interface.

D'une part, Dans cette dernière, On a conçu de présenter toutes les phrases du corpus, écrite en Arabe (puisque l'étude est basée sur la langue arabe standard), ainsi leurs transcriptions orthographique et phonétique selon le protocole SAMPA adapter à ALGASD. Ces phrases seront proportionnelles, avec leurs ordres dans le dictionnaire ajusté avec le classement du corpus, avec leurs cryptogrammes adopté dans la codification des locuteurs et avec l'orientation du corpus, qui soit, Apprentissage (CA) où test (CT).

D'autres parts, Il sera indispensable de montrer sur la même interface toutes les renseignements techniques lié à chaque locuteurs et locutrices, contenant toutes les détails nécessaire (nom, prénom, le code, datte de naissance, la phrase prononcé, niveau d'instruction, datte d'enregistrement...etc). En plus, leurs enregistrements vocaux, ainsi dévoiler le signal acoustique obtenu en utilisant le logiciel wavesurfer.

Et l'important de tous ce qui précédé, est d'exposer les fichiers d'étiquetage manuel par intermédiaire du logiciel wavesurfer, à savoir, fichier étiquetage par phonème (.PHN), fichier étiquetage par mot (.WRD) et fichier étiquetage par phrase (.LAB). Et aussi il ne faut pas oublier à arborer les deux supports linguistiques essentiels dans cette étude, qui sont indispensable dans l'analyse par le logiciel HTK, le dictionnaire et le texte du corpus de chaque région.

Et pour compléter l'environnement de cette interface, il sera utile d'apposé le sujet de cette étude sous forme d'un fichier Word, pour permettre de savoir les démarches et l'objectif de cette étude. Et aussi présenter, le corpus de chaque région, et la fiche de répartition des locuteurs selon l'âge et instruction, et toutes les fiches techniques des locuteurs (fiche technique du locuteur 1 et 2), sous forme des fichiers Excel.

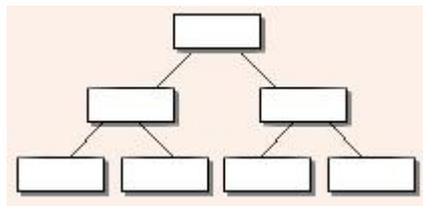
Par conséquence, de ce qui précédé, les champs essentiel à exposer dans notre application à base du logiciel Access sont les suivants :

-) N° de la fiche
-) Code
-) Corpus à lire
-) Phrase en arabe
-) Transcription orthographique
-) Transcription phonétique
-) Fiche Technique
-) Fichier wave
-) Etiquetage manuel par Wavesurfer
-) Etiquetage (PHN)
-) Etiquetage (WRD)

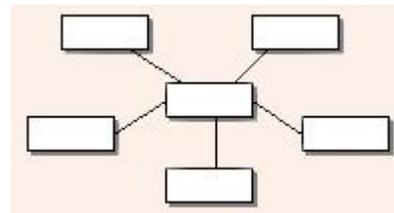
-) Etiquetage (LAB) -) Sujet -) Fiche technique Phrases à lire -) Fiche technique du Locuteur (1) -) Fiche technique du Locuteur (2) -) Fiche répartition selon l'âge et instruction -) Dictionnaire -) Textes

5.2.1.3.5. Définissant les relations entre les données et les tables

Il est intéressant d'avoir des connections entre les tables pour une meilleure exploitation des données et cela en minimisant le nombre de saisies. Examinant chaque table de la base de données et déterminant les liaisons qui peuvent exister entre les données des différentes tables. Au besoin, en ajoutant des champs aux tables ou en créant de nouvelles tables. En général les structures de base de données sont variées. Des cas classiques de structures sont les structures hiérarchiques et structures en étoiles [107].



Structure hiérarchique



Structure en étoile

Figure 5.4 : Les structures de bases de données

Dans notre cas, comme a été indiqué antérieurement, on est maintenu à réaliser trois tables indépendantes l'une de l'autre. Mais cela ne veut pas dire qu'il ne sera pas nécessaire d'avoir des liaisons entre ces tables, pour faciliter l'opération de la recherche des données demandées par l'utilisateur, selon leur besoins. Et l'ajout des liaisons reste un domaine ouvert à tous ceux qui désire bénéficier au contenu de cette base de données.

5.2.1.4. Description générale de la base de données

Alors, pour réaliser la conception de notre base de données, nous allons devoir prendre toutes les détails citer précédemment. Et faire les relations entre ces informations, pour avoir une bonne adéquation avec le logiciel Access et tous les procédures du Visual Basic

Par conséquence, on est invité à effectuer trois tables indépendantes et spécifiques de chaque région. Puis, pour gérer ses données d'une manière souple et

efficace, il nous faut trois sous formulaires qui nous permettent à afficher le contenu des tables d'une façon convenable. Et l'ensemble de ces trois sous formulaires seront réunis dans un formulaire principal. Donc on est intéressé dans la réalisation de cette interface, par tout simplement, à deux objets de la base de données Access, qui sont successivement, les tables et les formulaires. Avec, bien sûr, l'utilisation de boutons faisant appel à des macros très simples comme ouvrir ou fermer un formulaire, qui amènera à une présentation flexible.

Au cours de la réalisation de cette interface, on a opiné, pour données plus d'informations aux utilisateurs, d'ajouter un quatrième formulaire particulier qui expose les différents points d'articulations des phonèmes arabe et leurs caractéristiques. D'un part, il interprète la transcription phonétique et orthographique adaptée à la base de données ALGASD selon le protocole SAMPA, donc elle contient 31 lignes (29 lignes pour Les consonnes, et 3 lignes pour les trois voyelles longues utilisées en arabe classique). D'autre part, ce formulaire comprend les différents points d'articulation standard pour prononcer les lettres arabes, accompagné par des textes de définition de chaque phonème et les déployés aussi par des sons, des images et des vidéos correspondant.

5.3. Les étapes de création de l'interface de la base de données « EMALGASD » sous Access

Après avoir conçu une conception logique des données, l'étape finale consiste à traduire ce modèle physiquement. Cette opération comprend trois phases essentielles **[106]** :

- Création d'une nouvelle base de données : il s'agit simplement d'ouvrir Access et de choisir « nouvelle base de données »
- Création des tables : toutes les tables doivent être créées. Les données peuvent éventuellement provenir d'un logiciel extérieur (feuille Excel, document textuel...). IL faut également spécifier le type de donnée que doit contenir chaque champ de la table.
- Création des liens : tous les liens qui apparaissent dans la conception doivent être apparaître dans la base de données. Dans notre cas on se concentre sur les liens entre le formulaire principal et les sous-formulaires, ainsi sur l'introduction des macros de gestion.

5.4. Etude de l'interface de gestion de données « EMALGASD-(R9)(R10)(R11) »

Le point important au niveau de la définition de l'ensemble des données inhérentes à la bonne marche d'une campagne d'enregistrement de corpus, est la facilité de gestion de ces données. En effet, l'utilisateur n'est pas forcément un informaticien. C'est pour cela qu'un outil, permettant à l'aide d'un environnement simple et convivial, d'entrer des données, et de gérer les données multimédia associées, est d'une importance cruciale. De plus, cette interface doit pouvoir servir pour la vérification, a posteriori, des enregistrements réalisés.

Cette interface est utilisée, au même temps, par le superviseur et l'utilisateur. En effet, Ces derniers peuvent consulter toutes les données, sonores et associées, que contient toute la base de données. Alors, l'interface principale d'EMALGASD-(R9)(R10)(R11) se décompose, suivant notre application, au total cinq boutons de commande. Parmi elle, Quatre boutons de commande renvoyant à la macro Ouvrir, et le cinquième bouton est réservé à la macro Fermer pour la fermeture du menu général. En pratique Il est plus commode de ne pas créer de macro pour tous ces boutons, mais de préférence d'utiliser « l'Assistant Bouton », car il est plus rapide et moins technique. La Figure (5.5) représente cette interface comme suit : (les captures d'écran sont agrandies en Annexe (5) ; la figure ci-après n'est qu'un synoptique représentant l'interface).

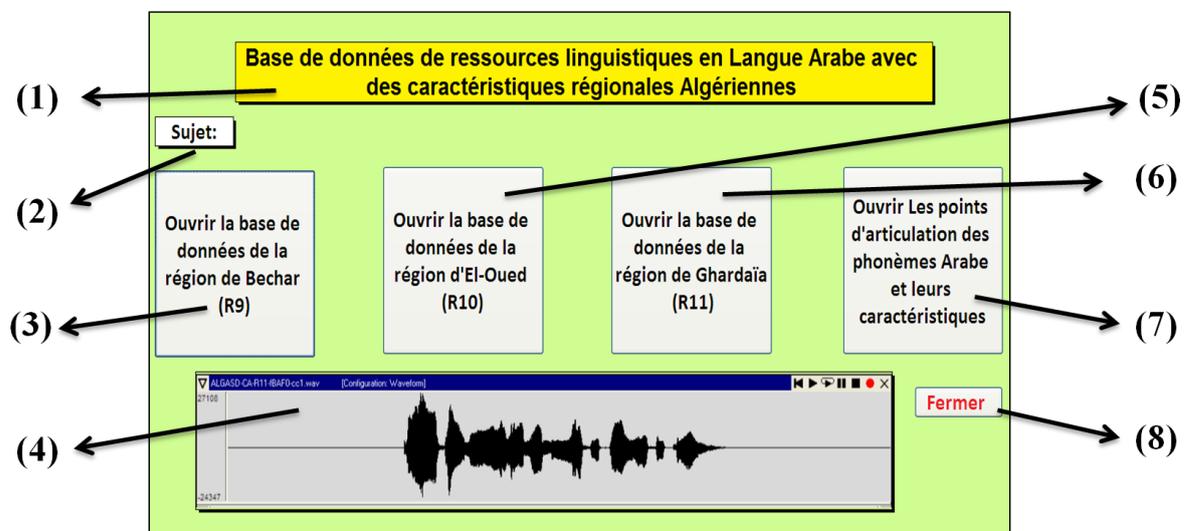


Figure 5.5 : Le menu principal d'EMALGASD-(R9)(R10)(R11)

La figure (5.5) représente les modalités d'appel des différentes fenêtres de l'interface. Dans lesquelles sont exposées toutes les données de la base de données

ALGASD-(R9)(R10)(R11) en toute lisibilité et clarté, pour que l'utilisateur trouve ses besoins dans des brefs délais, et sans perdre des temps à chercher l'information, au sujet de cette base de données. Nous allons détailler les fonctionnalités disponibles à l'intérieur de chaque fenêtre numérotée sur la figure (5.5) :

- (1) : Une étiquette (label) qui propose à l'utilisateur un petit texte informatif quant à leur fonction. Le texte est le thème de notre application « Base de données linguistiques en langue arabe avec des caractéristiques régionales Algériennes cas des régions : (R9) Bechar, (R10) El-oued et (R11) Ghardaïa.
- (2) : Le sujet, sous forme d'un document Word, qui explique l'objectif de cette base de données dont a été réalisé.
- (3) : Le premier bouton (à base de formulaire) permet d'accéder à l'environnement de la base de données de la région de Bechar.
- (4) : Une image significative de la base de données, dans laquelle illustre un enregistrement sonore du locuteur identifié par (ALGASD-CA-R11-fBAF0-cc1) enregistré par l'éditeur de signaux wavesurfer.
- (5) : Le deuxième bouton (à base de formulaire) permet d'accéder à l'environnement de la base de données de la région d'El-oued.
- (6) : Le troisième bouton (à base de formulaire) permet d'accéder à l'environnement de la base de données de la région Ghardaïa.
- (7) : Le quatrième bouton (à base de formulaire) permet d'accéder à l'environnement du formulaire particulier qui expose les points d'articulations des phonèmes arabes et leurs caractéristiques.
- (8) : Le bouton « Fermer » qui permet à l'utilisateur de quitter l'application dans n'importe quel instant.

En utilisant ce menu principal de l'application « EMALGASD-R(R9)(10)(R11) » peut offrir de nombreuses possibilités de la gestion des données, à savoir : la lecture de corpus, l'édition des enregistrements sonores, consultation des fiches techniques des locuteurs, visualisation des signaux...etc. cette gestion est faite pour chaque région d'une façon indépendante.

En effet « EMALGASD-(R9)(R10)(R11) » est constitué théoriquement de plusieurs répertoires (dossiers) qui englobent plusieurs fichiers. Pour chaque région L'architecture intérieure de l'interface « EMALGASD » (par exemple pour la région de Bechar (R9)) se présente comme suit :

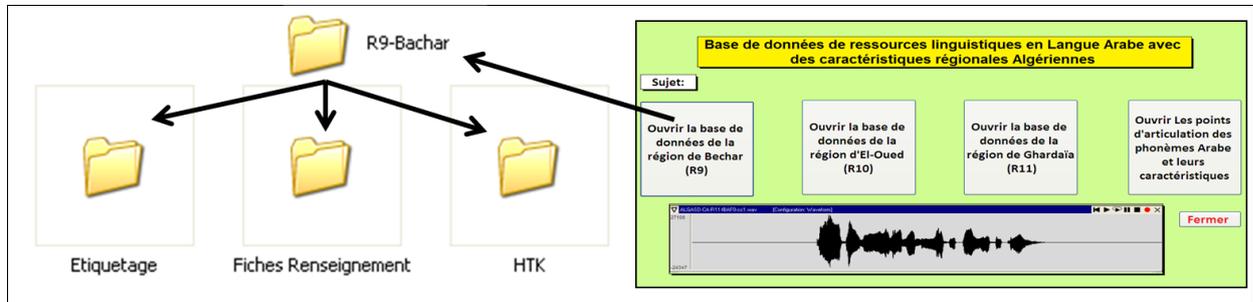


Figure 5.6 : Les répertoires existant dans chaque base de données

Comme le montre la figure (V.6) chaque fenêtre du menu principal d'EMALGASD-(R9)(R10)(R11) gère une base de données de l'un des trois régions. Par exemple, pour la région de Bechar, on trouve le dossier nommé R9-Bechar. Ce dernier contient trois sous répertoires, HTK, fiches renseignement et étiquetage. Nous allons par suite détailler les contenus intérieurs de chaque sous répertoire.

5.5. Le contenu de la base de données de chaque région à travers « EMALGASD »

5.5.1. Le sous répertoire « HTK »

« HTK » est un dossier contenant tous les fichiers nécessaires pour une tâche de reconnaissance de la parole en utilisant du logiciel HTK, à savoir : le dictionnaire, le Texte, listes-App, listes-Test, listes-Appfinal, listes-Testfinal ; ainsi tous les fichiers waves enregistrés de toutes les phrases lues de la base de données correspondante. Ces fichiers waves sont répartis en deux dossiers, Test et App, le tous sont assemblés dans le sous répertoire « fichiers.wav » de l'HTK (voir la figure 5.7).

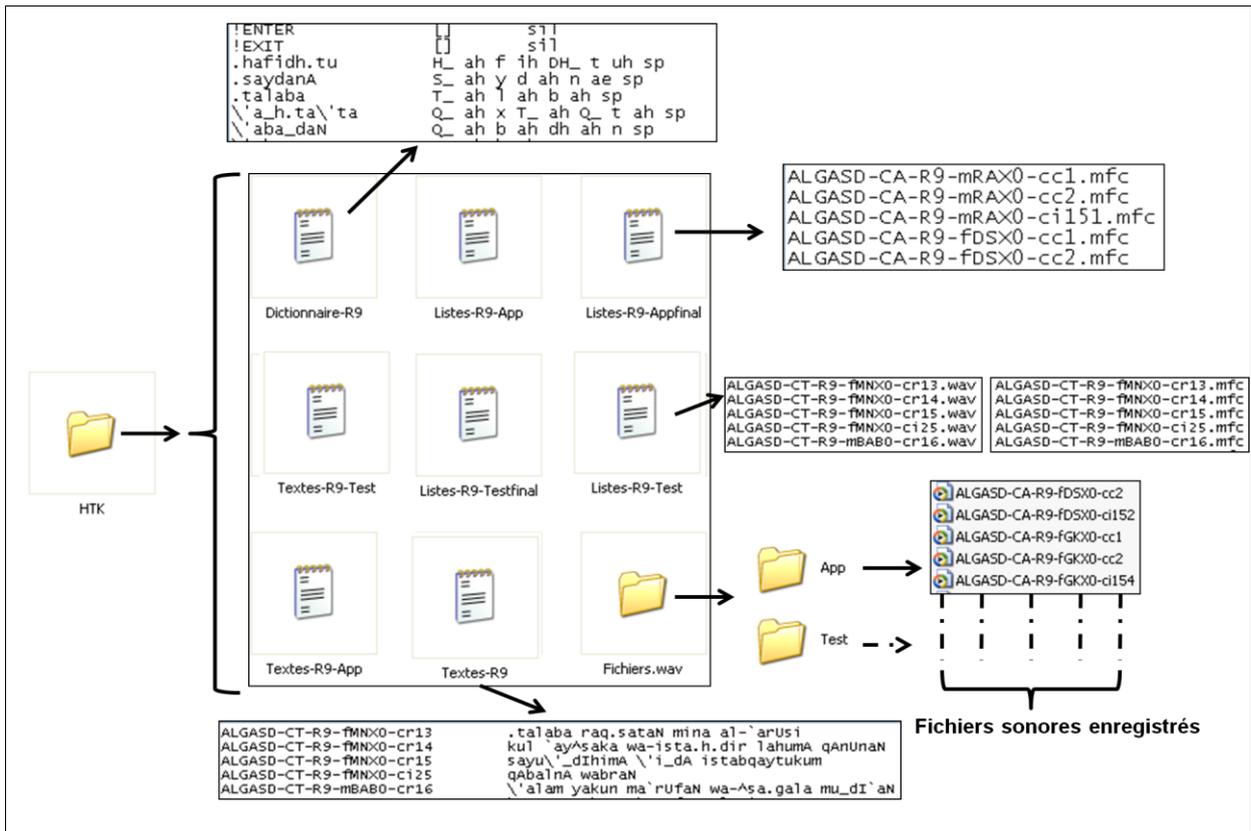


Figure 5.7 : Le contenu interne du sous répertoire « HTK »

5.5.1.1. Le dictionnaire

Où se trouvent tous les mots de tous les fichiers (App, Test) de tout le corpus de la région consisté et prononcé par tous les locuteurs choisis. Transcrit orthographiquement selon la norme SAMPA adapté à ALGASD (voir figure 5.8).

!ENTER	[]	sil
!EXIT	[]	sil
.da.hakAtiHa	D_ ah H_ ah k ae t ih h ae sp	
.gafala	G_ ah f ah l ah sp	
.saydana	S_ ah y d ah n ae sp	
./a.sAbathA	Q_ ah S_ ae b ah t h ae sp	
./a_h.ta\'ta	Q_ ah x T_ ah Q_ t ah sp	
./ab.sara	Q_ ah b S_ ah r ah sp	
./AbA\'ukum	Q_ ae b ae Q_ uh k uh m sp	
./Alahum	Q_ ae l ah h uh m sp	
./ayna	Q_ ah y n ah sp	

Figure 5.8 : Le dictionnaire

5.5.1.2. Le Textes

Ce fichier contenant la liste de toutes les phrases App et Test lues par les locuteurs de la région correspondant. Ces phrases sont transcrites phonétiquement selon le format SAMPA adapté. Pratiquement on formera deux Textes, l'un pour l'apprentissage (Textes-Rx-App) et l'autre pour le test (Textes-Rx-Test).

ALGASD-CT-R11-mMHA0-cr28	nAha.da a1-mudminu wa.h^saN
ALGASD-CT-R11-mMHA0-cr29	_halaga a1-'insAna min nu.tfatiN
ALGASD-CT-R11-mMHA0-cr30	wa.da`a mu.s.talahaN
ALGASD-CT-R11-mMHA0-ci30	man lan yantafi`
ALGASD-CT-R11-fBFS0-cr1	`ab.sara _tu`bAnaN wa-lam yadh.limhu
ALGASD-CT-R11-fBFS0-cr2	kAla wa-.gaba.ta a1-kab^sa
ALGASD-CT-R11-fBFS0-cr3	laqad kAna musAlimaN wa-qutila
ALGASD-CT-R11-fBFS0-ci31	wa-lima_da na^safa maLuhum
ALGASD-CT-R11-mMBX0-cr4	`ista1zama a1-`afanu wa`yakuma

Figure 5.9 : Le Texte (Textes-R11-Test)

5.5.1.3. Les listes

Nous créons aussi un fichier script contenant le chemin des fichiers « wav » des données et le chemin où vont être stockés les fichiers des vecteurs des « MFCC » résultants d'une application HTK. Ces listes formées sont : Listes-Rx-App pour l'apprentissage et Listes-Rx-Test pour l'étape de test.

ALGASD-CA-R9-mRAX0-cc1.wav	ALGASD-CA-R9-mRAX0-cc1.mfc
ALGASD-CA-R9-mRAX0-cc2.wav	ALGASD-CA-R9-mRAX0-cc2.mfc
ALGASD-CA-R9-mRAX0-ci151.wav	ALGASD-CA-R9-mRAX0-ci151.mfc
ALGASD-CA-R9-fDSX0-cc1.wav	ALGASD-CA-R9-fDSX0-cc1.mfc
ALGASD-CA-R9-fDSX0-cc2.wav	ALGASD-CA-R9-fDSX0-cc2.mfc

Figure 5.10 : La liste (Listes-R9-App)

5.5.1.4. Dossiers fichiers.wav

Dans ce dossier on trouve tous les fichiers « wave » enregistrés de toutes les phrases lues du corpus de la région concernée. Ces fichiers « wave » sont répartis en deux catégories : les fichiers enregistrés du corpus Apprentissage sont stockés dans le sous répertoire « App » et celles du corpus Test sont stockés dans le sous répertoire « Test ».

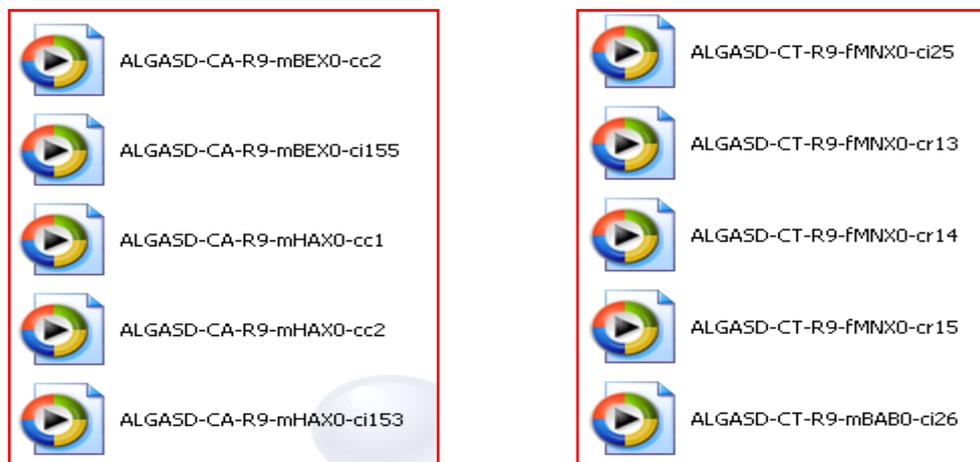


Figure 5.11 : Dossier Fichiers.wav (App et Test)

5.5.2. Le sous répertoire « Fiches Renseignement »

« Fiches Renseignement » est un dossier contenant tous les fichiers techniques formalisant toute les informations importantes de la base de données. Et ce pour faciliter le maniement ultérieur des données. Ces fiches contiennent tous les renseignements sur les différents locuteurs sélectionnés pour l’enregistrement des corpus. Elles sont constituées de deux documents dont l’un est général et l’autre détaillé (voir la figure 5.12).

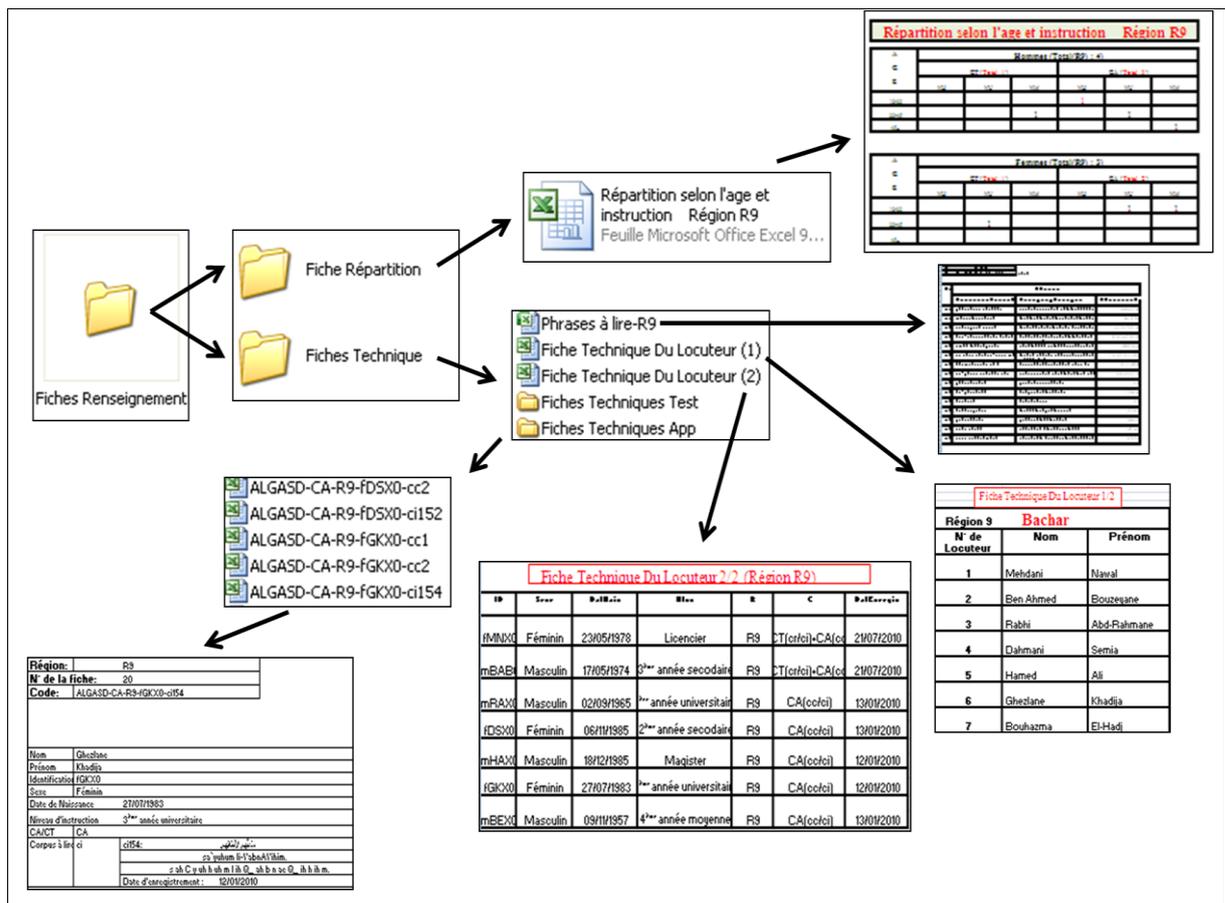


Figure 5.12 : le contenu interne du sous répertoire « Fiches Renseignement »

5.5.2.1. Fiches techniques

Nous avons élaborés deux fiches techniques : la première fiche technique est nommée « Fiche Technique Du Locuteur (1/2) » (voir figure 5.13), qui consiste la liste de tous les locuteurs de la région (exemple : région Ghardaïa) avec les noms et prénoms. La deuxième fiche technique est nommée « Fiche Technique Du Locuteur (2/2) » (voir figure 5.14), où sont indiqués tous les locuteurs avec leurs propres renseignements tel que : la codification du locuteur, le genre, la date de naissance, le

niveau d'instruction, la région, le type de corpus à enregistrer et son code, ainsi la date d'enregistrement.

Fiche Technique Du Locuteur 1/2		
Région 11		→ Ghardaia
N° de Locuteur	Nom	Prénom
1	M.....	Ha.... Ah.....
2	Bah..... Fer.....	Sali.....
3	Mess.....	Bak.....
4	Be..... Ah.....	Aich.....
5	Be..... Am.....	Fati.....

Figure 5.13 : Fiche Technique Du Locuteur (1/2)

Fiche Technique Du Locuteur 2/2 Région (R11)						
ID	Sexe	DatNais	Nins	R	C	DatEnregis
mMHA0	Masculin	21/12/1973	Licencier	R11	CT(cr/ci)+CA(cc)	25/06/2010
fBFS0	Féminin	21/12/1987	4 ^{ème} année moyenne	R11	CT(cr/ci)+CA(cc)	15/06/2010
mMBX0	Masculin	08/08/1986	3 ^{ème} année secondaire	R11	CT(cr/ci)+CA(cc)	15/06/2010
fBAA0	Féminin	16/09/1962	Primaire	R11	CT(cr/ci)+CA(cc)	23/06/2010
fBAF0	Féminin	20/01/1964	Primaire	R11	CA(cc/ci)	18/06/2010

Figure 5.14 : Fiche Technique Du Locuteur (2/2)

5.5.2.2. Phrases à lire

On a associé avec ces fiches techniques dans le dossier « Fiches techniques » un tableur d'Excel qui présente les phrases à lire du corpus réparti à chaque région. Ce tableau comporte le type de la phrase à lire, à savoir, phrase Cc (Corpus Commun), phrase cr (Corpus Réserve) et phrase ci (Corpus Individuel). Ainsi pour chaque phrase à lire est présenté par leur, transcription orthographique, transcription phonétique et leur graphisme en arabe (voir la figure 5.15).

Région:		R11	
Nom du Chargé d'Etudes:		Bey Ahmed Khernache Brahim	
Types	Phrases à lire		
	Transcription orthographique	Transcription phonétique	Phrases en arabe
cc1	qAdanA wa-lam ya.d.tahidkum.	q ae d ah n ae w ah l ah m y ah D_ T_ ah h ih d k uh m.	قَادَنَا وَكَمْ يَضْطَهْدِكُمْ.
cc2	\a_h.ta\ta fa-\A_tara .saydanA.	Q_ ah x T_ ah Q_ t ah f ah Q_ ae th ah r ah S_ ah y d ah n ae.	خَطَاتٍ قَاتِرٍ صَيْدَاتٍ.
cr1	\ab.sara_tu\bAnaN wa-lam yadh.limhu.	Q_ ah b S_ ah r ah th uh C b ae n ah n w ah l ah m y ah DH_ l ih m h uh.	بَصَرَ نَعْبَاتًا وَكَمْ يَظْلِمَةُ.
cr2	kAla wa-.gaba.ta al-kab^sa.	k ae l ah w ah G_ ah b ah T_ ah l k ah b sh ah.	قَالَ وَغَبَطُ الْكَبْشِ.

Figure 5.15 : Phrase à lire

5.5.2.3. Dossier des fiches techniques

Pour plus de commodité à manipuler cette base de données « ALGASD-(R9)(R10)(R11) », on devrait accordé pour chaque phrase lue une fiche technique présentative selon le modèle proposées par [1, 2]. Cette fiche technique (voir la figure 5.16) comporte toutes les caractéristiques descriptives associées à cette phrase lue. A savoir, le numéro de la fiche, le code de cette phrase ; plus les caractéristiques présentant le locuteur qui a prononcé la phrase tel que : la région, le nom, le prénom, l'identification, le sexe, date de naissance, et leur niveau d'instruction ; ainsi les particularités de la phrase elle-même comme, le type du corpus, la transcription phonétique et orthographique, leur graphisme en arabe et leur date d'enregistrement. L'ensemble de ces fichiers sont répartis en deux sous dossiers, « Fiches techniques App » pour les phrases lues du corpus apprentissage et « Fiches techniques Test » pour les phrases lues du corpus test (voir la figure 5.12).

Région:		R11	
N° de la fiche:		26	
Code:		ALGASD-CA-R11-mBAE0-cc1	
Nom	Bey Ahmed		
Prénom	El-Hadj		
Identification	mBAE0		
Sexe	Masculin		
Date de Naissance	21/05/1986		
Niveau d'instruction	Ingénieur		
CA/CT	CA		
Corpus à lire	cc	قَادَنَا وَكَمْ يَضْطَهْدِكُمْ.	
		qAdanA wa-lam ya.d.tahidkum.	
		q ae d ah n ae w ah l ah m y ah D_ T_ ah h ih d k uh m.	
		Date d'enregistrement : 15/06/2010	

Figure 5.16 : Fiche technique accordé pour chaque phrase lue

5.5.2.4. Dossier « Fiche Répartition »

Le dossier « Fiche Répartition » comporte un fichier tableur d'Excel qui présente la répartition des locuteurs d'« ALGASD-(R9)(R10)(R11) » choisis selon l'âge et selon le niveau d'instruction. Pour la répartition de l'âge, il y avait 3 groupes : jeunes locuteurs entre 18 et 30, âge moyen de locuteurs entre 30 et 45, et locuteurs âgés de plus de 45 ans. Parallèlement, la répartition des locuteurs selon leur niveau d'instruction est partagé en trois catégories: le groupe niveau moyen **NM** (du primaire au secondaire), le groupe niveau universitaire **NU** (université) et le dernier groupe de très haut niveau d'instruction **NH** (post-universitaire, Doctorat, Phr, etc.) [1]. Chaque fiche de répartition consiste deux tableaux, l'un pour les hommes et l'autre pour les femmes (voir la figure 5.17).

Répartition selon l'age et instruction Région R11						
A G E	Hommes (Total(R11) : 7)					
	CT (Total : 2)			CA (Total : 5)		
	NH	NU	NM	NH	NU	NM
18-30			1	1	2	2
30-45		1				
45+						
A G E	Femmes (Total(R11) : 7)					
	CT (Total : 2)			CA (Total : 5)		
	NH	NU	NM	NH	NU	NM
18-30			1	1		
30-45				2	1	
45+			1			1

Figure 5.17 : La fiche de répartition (exemple pour la région de Ghardaïa)

5.5.3. Le sous répertoire « Etiquetage »

« Etiquetage » est un dossier contenant autant des sous dossiers que le nombre des phrases lues du corpus d'une telle région. Chaque sous dossier, nommé par la codification du fichier wave enregistré, contient, évidemment, le fichier wave enregistré de la phrase prononcée, ainsi des fichiers d'étiquetage d'extension .PHN (segmentation de la phrase enregistrée en phonème), .WRD (segmentation de la phrase enregistrée en mot) et .LAB (segmentation de la phrase enregistrée en phrase). En plus, on a ajouté dans chaque sous dossier un fichier bitmap qui expose le signal de la phrase enregistré avec leur spectrogramme correspondant dans

l'icône « Etiquetage manuel par wavesurfer » de l'interface de la base de données choisie (voir la figure 5.18).

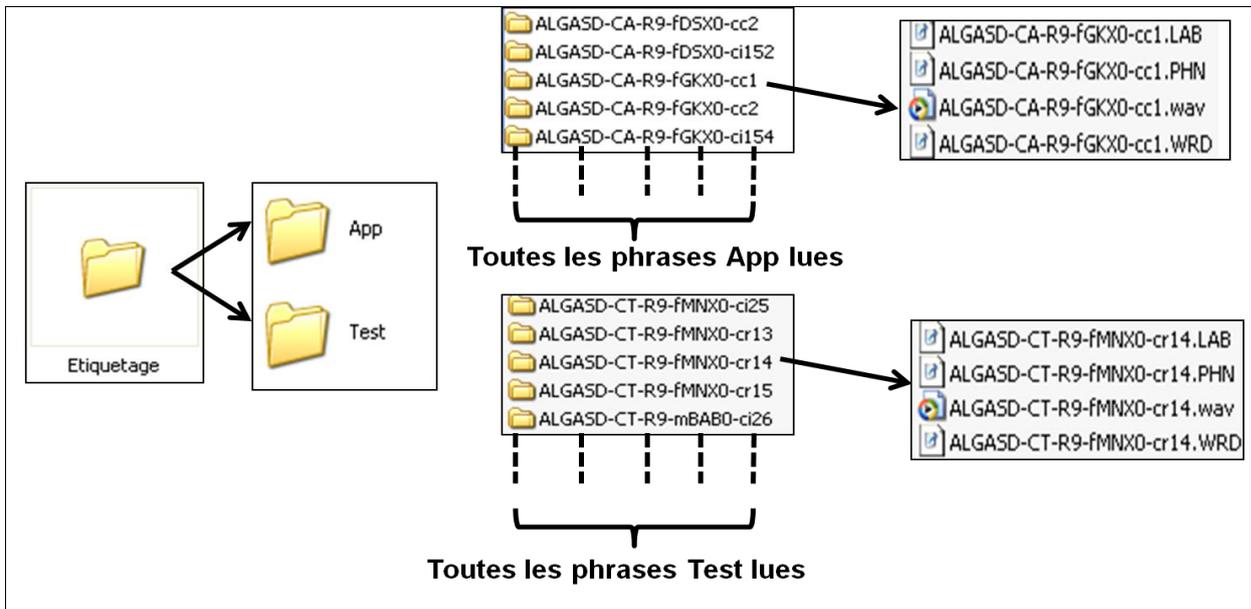


Figure 5.18 : le contenu interne du sous répertoire « Etiquetage »

L'opération de segmentation et d'étiquetage a été faite manuellement à l'aide du logiciel libre « Wavesurfer ». Ces fichiers résultant sont codés sous le même nom de code du fichier son leur correspondant Voir (Figure 5.19).

0.0000000 1.1655790 sil	0.0000000 1.1655790 sil
1.1655790 1.2343128 n	1.1655790 2.0363958 naeahD_ah
1.2343128 1.5971164 ae	2.0363958 2.9821754 lmuhdmihnuh
1.5971164 1.6617589 h	2.9821754 3.7379827 wahH_shahn
1.6617589 1.8478185 ah	3.7379827 4.9965594 sil
1.8478185 1.9050337 D_	
1.9050337 2.0363958 ah	
2.0363958 2.2390095 l	
2.2390095 2.3556429 m	
2.3556429 2.4544634 uh	

Figure 5.19 : Exemple de fichier de segmentation en phonèmes/mots

5.6 L'exploitation de l'application de gestion de données EMALGASD-R9/R10/R11

Le contenu interne de la base de données d'une région, comme nous l'avons vu précédemment, est un peu complexe et fastidieuse de les concevoir au même temps. Quoique, d'apercevoir les bases de données des autres régions. C'est pour cela EMALGASD, permettant à l'aide d'un environnement simple et convivial, d'accéder aux données, et de gérer les données multimédia associées. De plus,

cette interface doit pouvoir servir aussi pour la vérification et l'exploitation des enregistrements réalisés.

Cependant certains des formulaires mentionnés ci-dessus ne sont pas destinés à être ouverts directement. C'est pour cela apparue l'importance du menu principal. Ce menu permettra à l'utilisateur de retrouver facilement les différentes données dont il a besoin sans avoir à manipuler directement la base de données. C'est-à-dire, que l'utilisateur doit pouvoir réaliser toutes les opérations dont il a besoin à partir du menu principal.

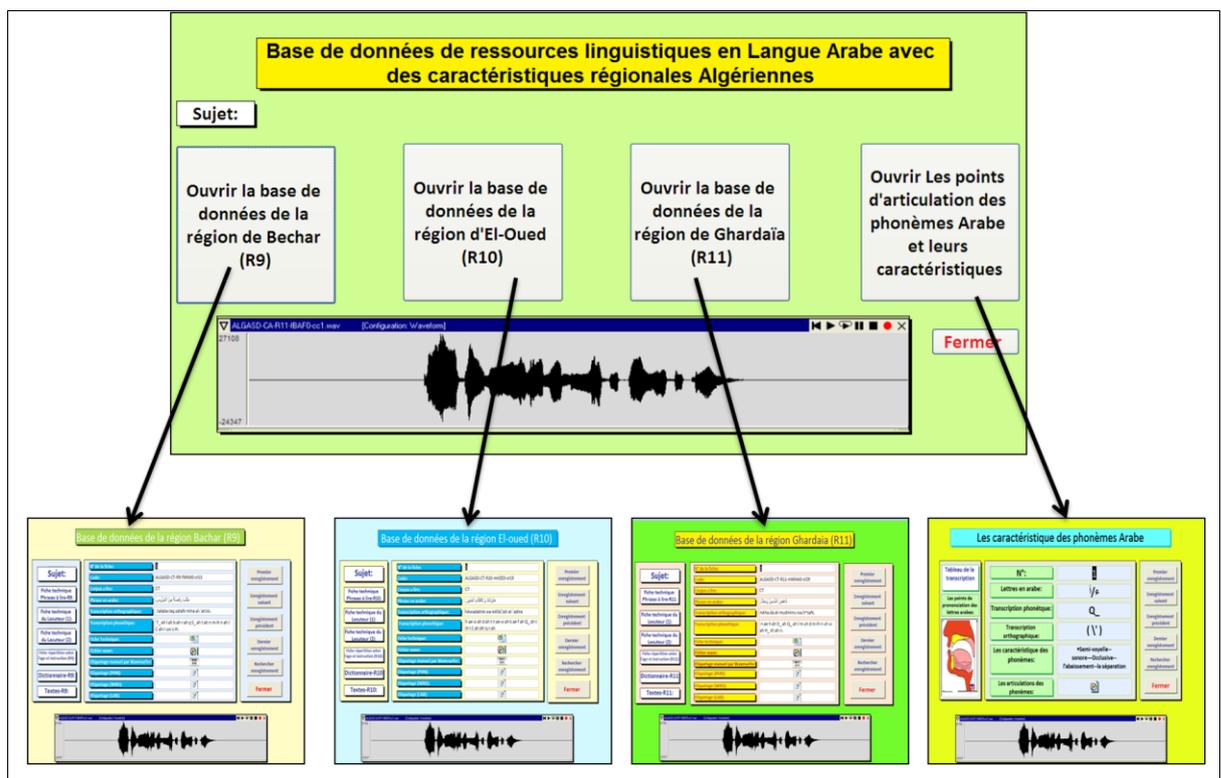


Figure 5.20 : Les différentes fenêtres de l'application EMALGASD-(R9)(R10)(R11)

Alors, de cette interface, l'utilisateur peut ouvrir l'un de ces quatre fenêtres selon leur besoins (par exemple, ouvrir la base de données de la région Bechar,...etc.). Et peut aussi consulter le sujet dont l'objectif de cette base de données a été réalisé. Et entre autres, l'utilisateur peut quitter l'application dans n'importe quel instant en cliquant sur le bouton Fermer.

5.6.1. Consulter une base de données

Comme nous l'avons vu précédemment, on peut atteindre la base de données désiré par simple cliques sur le bouton qui la conjointe. Alors on acquiert une fenêtre

(un sous formulaire) liée à la table qui stocke tous les données de la région choisi. Cette table contient un nombre de ligne proportionnel avec le nombre de phrases enregistrées dans chaque région. Or chaque région se distinct de l'autre du nombre de phrases enregistrées selon le corpus de la région. En effet, on trouve que, la région de Bechar contient 27 enregistrements (donc la table Table1_Bachar nécessite 27 lignes), la région d'El-Oued comporte 59 enregistrements (la table Table2_El-Oued doit contenir 59 lignes) et la région Ghardaïa comprend 50 enregistrements (alors la table Table3_Ghardaïa va englober 50 lignes).

Cette fenêtre propose un affichage de tous les renseignements sur les locuteurs qui ont prononcé une phrase du corpus de la région considéré, sous forme des fiches techniques. Ainsi, tous les enregistrements sonores, sous forme des fichiers waves. Ces derniers sont étiquetés en phonèmes et en phrases par intermédiaire du logiciel wavesurfer. De plus, se présente sur cette fenêtre la transcription phonétique et orthographique de chaque phrase selon le corpus de la région. Comme le montre la figure « 5.21 » ci-après :

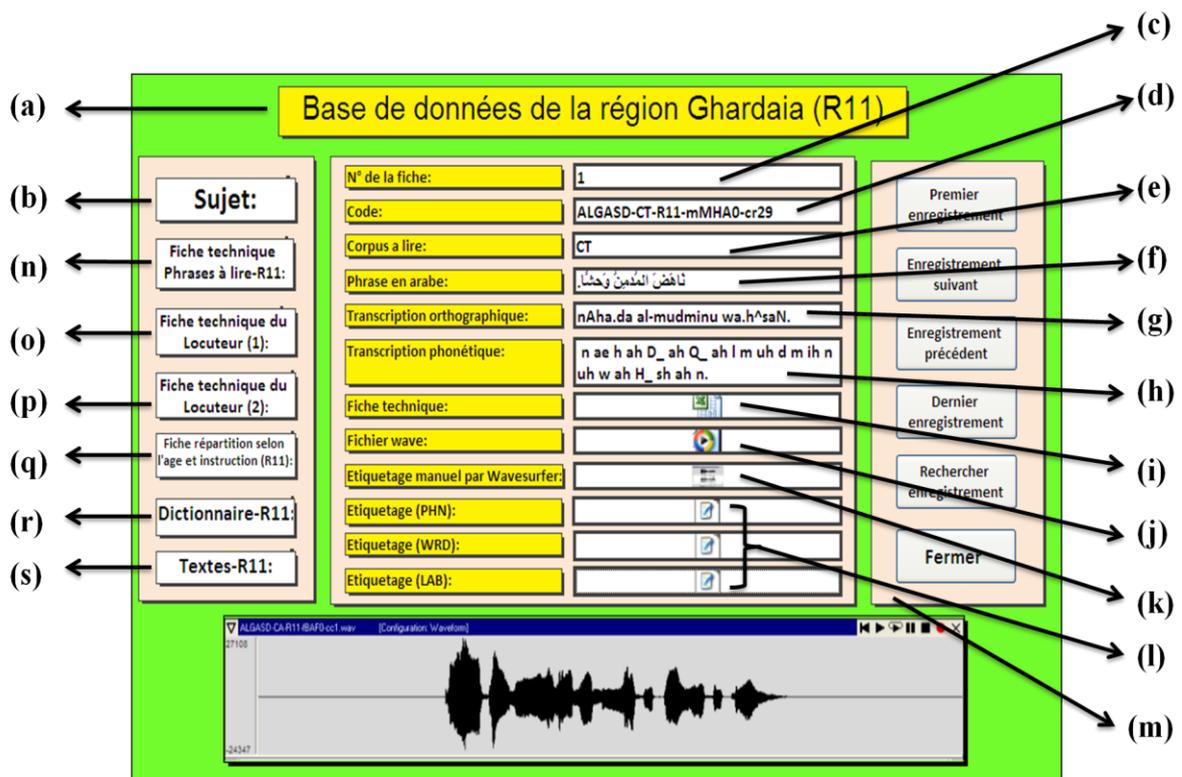


Figure 5.21 : Base de données de la région Ghardaïa (comme exemple)

(a) : le titre de la base de données affichée « Base de données de la région Ghardaïa (R11) ».

- (b)** : Le sujet, sous forme d'un document Word, qui explique l'objectif de cette base de données dont a été réalisé.
- (c)** : numéro de la phrase du corpus de la région Ghardaïa (exemple : n° 1), prononcé par le locuteur selon l'organisation fournie par **[1]**.
- (d)** : la codification attribuée au locuteur suivant la norme proposée par **[1,2]**, par exemple : sous la forme ALGASD-CT-R11-mMHA0-cr29
- (e)** : le corpus à lire, que soit, Apprentissage (CA) où test (CT).
- (f)** : la phrase à lire écrite en arabe (puisque la langue étudiée est l'arabe standard). exemple : « نَاهَضَ الْمُذْمِنُ وَحَشَا »
- (g)** : transcription orthographique (.txt) de la phrase prononcée par le locuteur, selon la norme SAMPA adapté à ALGASD.
- (h)** : transcription phonétique (.txt) de la phrase prononcée par le locuteur, selon la norme SAMPA adapté à ALGASD.
- (i)** : La fiche technique sous forme d'un tableau Excel qui consiste, tous les renseignements linguistiques et physiques du locuteur qui a prononcé la phrase numéroté ci-dessus, ainsi les caractéristiques descriptives associées à cette phrase.
- (j)** : l'écoute de l'enregistrement vocale de la phrase prononcé par le locuteur ou locutrice, par l'intermédiaire du lecteur Windows Media.
- (k)** : visualisation de l'image du signal acoustique avec le spectrogramme de la phrase lue, ainsi la présentation de l'étiquetage du signal sur la même image.
- (l)** : l'exposer des fichiers d'étiquetage manuel par intermédiaire du logiciel wavesurfer, à savoir, fichier étiquetage par phonème (.PHN), fichier étiquetage par mot (.WRD) et fichier étiquetage par phrase (.LAB).
- (m)** : l'ensemble des boutons directifs qui sert à faciliter la gestion de la base de données (comme : premier enregistrement, enregistrement suivant, enregistrement précédent, dernier enregistrement, ajouter un nouveau enregistrement, rechercher enregistre-ment...etc).
- (n)** : l'affichage des phrases à lire de la base de données de la région correspondant sous forme d'un tableau Excel.
- (o)** : présentation de la fiche technique du locuteur (1) sous forme d'un tableau Excel.
- (p)** : l'exposé de la fiche technique du locuteur (2) sous forme d'un tableau Excel.

- (q) visualisation de la fiche de répartition des locuteurs selon l'âge et le niveau d'instruction
- (r) : l'affichage du dictionnaire de la région correspondant.
- (s) : présentation du texte de la région correspondant.

5.6.2. L'accèsion aux différents éléments d'une base de données

Lorsque l'utilisateur d'EMALGASD-(R9)(R10)(R11) veut accéder à un élément de l'un des trois bases de données, il lui suffira un double cliqué sur l'étiquette de cet élément. Alors, une petite fenêtre de dialogue apparaisse pour lui présentera les différents choix existants à savoir : ajouter un nouveau fichier, supprimer l'ancien fichier, ouvrir le fichier sélectionné, enregistrer les nouvelles modifications sur le fichier consulté...etc. En effet, pour ouvrir le fichier désiré en cliquant tout simplement sur le bouton ouvrir. Par conséquent, le fichier choisi fait appel au logiciel qui lui permette de s'afficher, par exemple : les fichiers techniques font appel au Microsoft office Excel, l'écoute sonore d'un enregistrement fait appel au lecteur Windows Media, la visualisation d'une image du signal enregistré avec le spectrogramme qui le corresponde s'exécute à travers le Microsoft Office Picture Manager, ...etc (voir la figure 5.22, 5.23 et 5.24). A cet effet il est recommandé dans les étapes d'installation d'EMALGASD-(R9)(R10)(R11) d'avoir installer le Microsoft office 2007 standard ou portable.

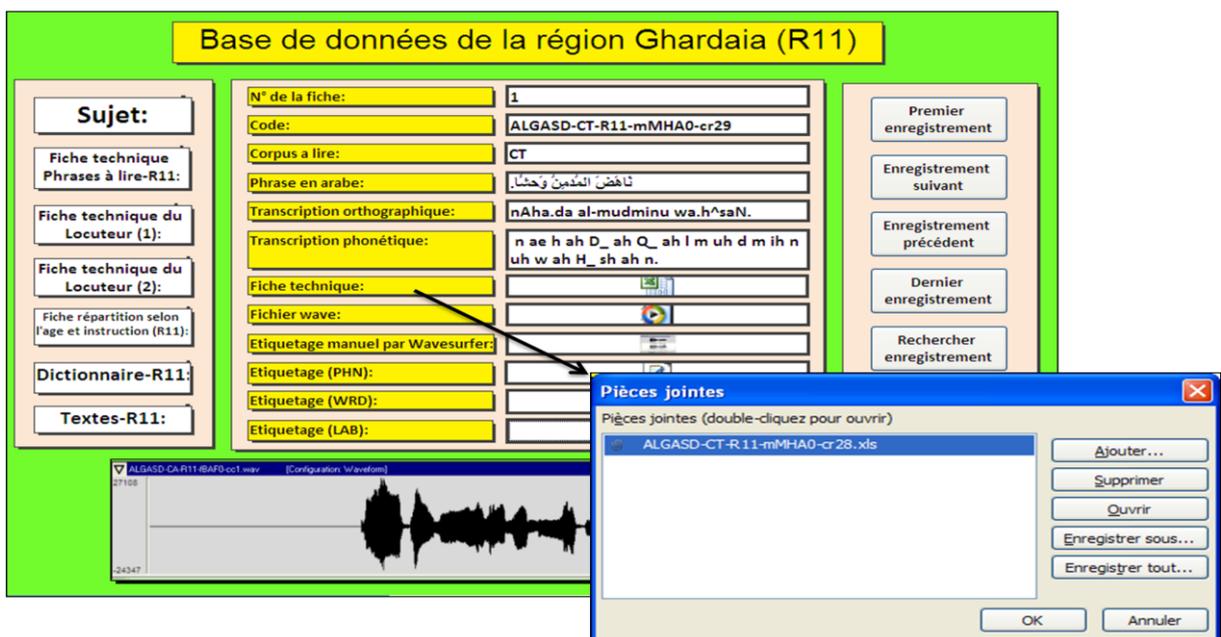


Figure 5.22 : L'accèsion aux différents éléments d'une base de données

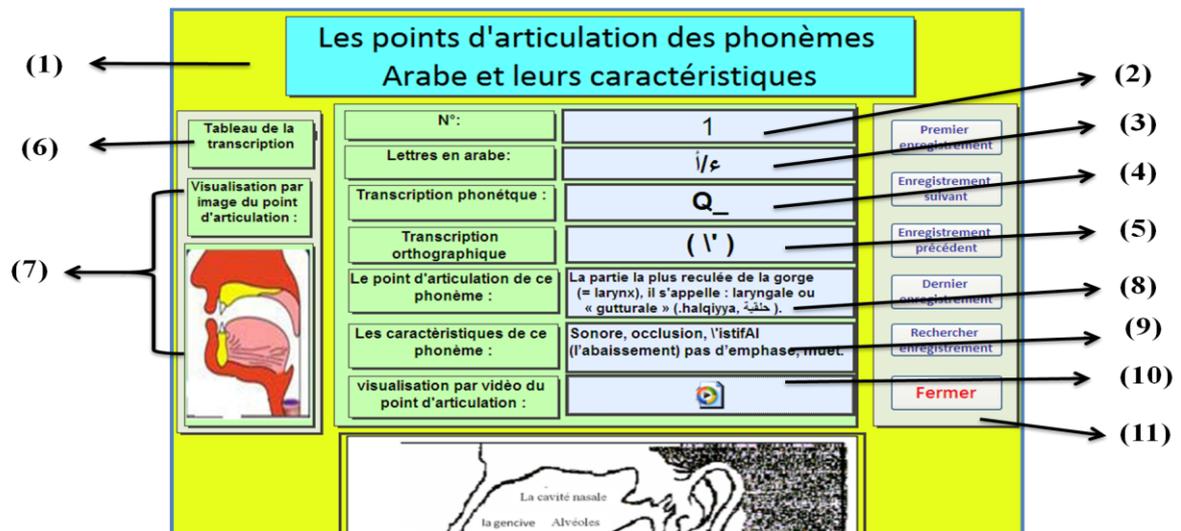


Figure 5.25 : L'interface des points d'articulations des phonèmes arabe et leurs caractéristiques

L'interface complète de ce formulaire se décompose en une succession des étiquettes, comme elles sont représentées dans la figure 5.25.

- (1) : titre de l'interface « Les points d'articulation des phonèmes Arabe et leurs caractéristiques ».
- (2) : le numéro de la lettre arabe, où elles sont classées par ordre alphabétique arabe croissante, en commençant de *Hamza* ((ء), أ) et en terminant par le *y* (yA' , ي) et les trois voyelles longues.
- (3) : Le graphisme des lettres arabe.
- (4) : la transcription phonétique des lettres arabe.
- (5) : la transcription orthographique des lettres arabe.
- (6) : Le sujet, sous forme d'un document Word, qui explique l'objectif de cette base de données dont a été réalisé.
- (7) : la visualisation par image des points d'articulations de chaque phonème de la langue arabe.
- (8) : la description des définitions particulières des caractéristiques des systèmes phonétiques de la langue arabe.
- (9) : la description des différents points d'articulation des phonèmes arabe.
- (10) : la visualisation par vidéo des points d'articulations de chaque phonème de la langue arabe.
- (11) : l'ensemble des boutons directifs de cette interface (comme : suivant, précédent, rechercher, fermer...etc).

Quand l'utilisateur d'EMALGASD veut accéder à l'interface des points d'articulations des phonèmes arabe et leurs caractéristiques à partir du menu principal, il lui suffira une simple cliquer sur la fenêtre qui la correspond. Cependant, pour consulter l'un de ces référents décrits précédemment, un double cliquer sur l'étiquette proportionnel. Alors, comme pour l'usage des trois bases de données, une fenêtre de dialogue se révèle afin de choisir l'action suivante. En effet, en choisissant le bouton ouvrir pour dévoiler le contenu de cette étiquette (voir la figure 5.26). Bien_que on a dans cette interface deux étiquettes dynamique à savoir : visualisation par vidéo du point d'articulation et le tableau de la transcription utilisé dans cette base de données. Concernant l'étiquette du tableau de la transcription l'affichage se présente par un document Word se forme d'un tableau contenant tous les phonèmes arabe avec leurs transcriptions phonétique et orthographique (voir la figure 5.27). Par contre l'étiquette de la visualisation par vidéo du point d'articulation fait appel au lecteur Media Player Classic pour visualiser des images animées montrant le point d'articulation du phonème sélectionné (voir la figure 5.28), selon la méthode de dégustation des phonèmes défini par les anciens grammairiens arabes, cette méthode est décrite dans le chapitre précédent (voir chapitre (4), 4.2.4). A cet effet il est recommandé dans les étapes d'installation d'EMALGASD-(R9)(R10)(R11) d'avoir installer le lecteur Media Player Classic rangé avec les fichier installés par le package d'installation d'EMALGASD-(R9)(R10)(R11) dans le program files.

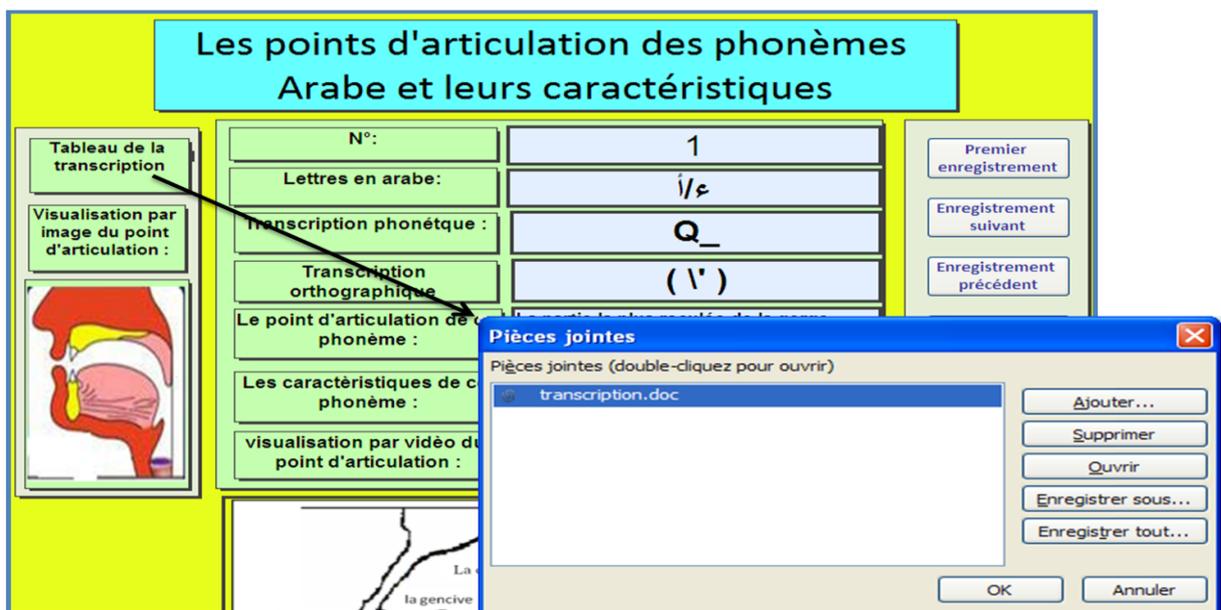


Figure 5.26 : L'accèsion aux différents éléments de l'interface des points d'articulations des phonèmes arabe et ses caractéristiques

Lettre	Transcription Phonétique	Transcription Orthographique
ڨ	DH_	dh.
ڨ	D_	.d
ٲ	T_	.t
س	S_	.s
ب	b	b
ت	t	t
د	d	d

Figure 5.27 : Le tableau de la transcription phonétique et orthographique des phonèmes arabe

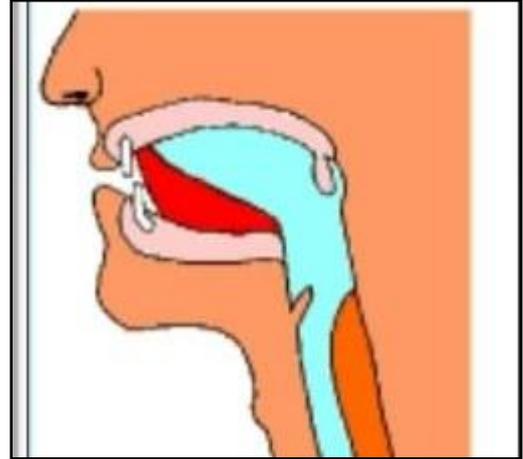


Figure 5.28 : L'image animée montrant le point d'articulation du phonème l (lAm, l)

5.7. Démarrage de l'application

Lors de démarrage sous Access, on peut personnaliser d'avantage notre application en indiquant ce que va voir l'utilisateur lorsqu'il va démarrer notre application. Pour cela on va préciser, le nom du menu qui s'affiche lors du démarrage, l'icône et le nom de l'application.

Remarque

Supposons qu'une partie d'utilisateurs ne disposent pas le logiciel Access sur leur ordinateur. Alors on doit emballer notre application pour être installer sans la présence d'Access.

5.8. Emballage de la base de données

Pour déployer notre application de la base de données pour être exécuter sans avoir à installer Access sur l'ordinateur d'un utilisateur, on va la distribuer sous le support AccessRuntime. Ce dernier est un programme qui permet aux utilisateurs ne disposant pas Access sur leurs ordinateurs d'utiliser des applications de base de données Access (voir Annexe 4).

A la fin de l'emballage, on obtient un dossier qui s'est nommé, dans notre application, EMALGASD-(R9)(R10)(R11), qui contient le fichier exécutable (le Sutep.exe).



Figure 5.29 : L'empaquetage de l'EMALGASD-(R9)(R10)(R11)

Remarque

- ❖ Dans notre application de la base de données l'assistant Installation indique dans le choix du type d'installation personnalisée que ce composant (le fichier logique de la base de données) nécessite la présence de 182Mo sur le disque dur de l'ordinateur.
- ❖ Il est indispensable aussi pour le bon déroulement de ce logiciel, d'avoir installé le Microsoft Office 2007 (ou d'installer l'Office 2007 portable, accompagner avec l'installation de ce logiciel.) et le Media Player Classic.
- ❖ Il est conseillé, dans le choix du type d'installation personnalisée, d'installer wavesurfer empaqueté avec le fichier principal dans le répertoire C:\programme files\EMALGASD-(R9)(R10)(R11)\BD
- ❖ Pour protéger les données logiques d'être modifié et éviter les écritures indésirables sur l'interface de chaque formulaire exposé, il se fait de protéger le fichier logique de l'application par un mot de passe de sécurité.

5.9. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons met en disposition un modèle d'application, pour exploiter « ALGASD-(R9)(R10)(R11) », la base de données de ressources linguistiques en Langue Arabe avec des caractéristiques régionales Algériennes (cas des régions : Bechar(R9), El-Oued(R10) et Ghardaïa(R11)), à partir d'un cd-rom exécutable. Cette base de données va occuper une plage de 182Mo sur le disque dur de l'ordinateur. Alors, EMALGASD-(R9)(R10)(R11) pourra accepter une quantité suffisamment importante des ressources linguistique des autres régions d'Algérie. Puisque le logiciel Access, le support informatique de l'application, peut atteint à un stockage de 2Go. Si en pensant qu'« EMALGASD » comportera un volume important de données, il est recommandé d'envisager utiliser plusieurs fichiers de données Access.

Ce qui concerne l'interface des points d'articulations des phonèmes arabe et leurs caractéristiques, ceci est un ajout supplémentaire, qui enrichisse la base de données ALGASD-(R9)(R10)(R11). Dont laquelle, en exposant notre transcription phonétique et orthographique, et aussi, on a présenté les différents points d'articulation de ces phonèmes par des images significatives et des vidéos présentatifs par l'assistance du Media Player Clasic.

Il reste encore un point important à éclaircir celui de la sécurité de la base de données. En effet, au cours d'une modification éventuelle, le fichier logique de l'application peut subir une suppression ou un endommagement accidentel de données. Heureusement, malgré ce détriment, on peut rétablir le fichier logique à leur état initial en exportant les tables sources depuis le fichier des données principal, qui est protégé par un mot de passe de sécurité.

Souhaitant que l'application « EMALGASD-(R9)(R10)(R11) » permette de mettre la base de données ALGASD-(R9)(R10)(R11) à la disposition d'utilisateurs pour une consultation, une comparaison ou bien une extraction d'un échantillon linguistique en langue arabe, tout en s'assurant l'objectif dont laquelle cette base de données a été accompli. De ce fait, on remarque la possibilité d'ajouter à cette application des requêtes de recherche d'information et/ou des états pour l'impression, ceci reste un domaine ouvert à tous ceux qui désire bénéficier aux contenus de cette base de données.

CONCLUSION GENERALE

La constitution et l'exploitation des corpus oraux ouvre de nombreux enjeux et paraît promis à un bel avenir économique : commandes des laboratoires d'analyse automatique du langage et des recherches en intelligence artificielle, commande des compagnies de téléphone, des traducteurs-interprètes, mise au point de serveurs vocaux "naturels", etc. Pour répondre à ces diverses demandes, il faut pouvoir disposer de corpus de données orales enregistrées et transcrites qui atteignent une grande taille.

Depuis une vingtaine d'années, le développement des grands corpus de langue écrite et de langue parlée a considérablement modifié l'approche du langage. Toutes les études sur la langue en ont été renouvelées et on ne peut plus concevoir de recherches ni d'applications dans l'enseignement supérieur qui pourrait s'en passer. Les corpus de langue orale y jouent un rôle particulièrement important. A titre d'exemple, la base de données américaine TIMIT apparaît comme le résultat très positif d'un effort d'uniformisation qui rend possible une utilisation simple et partagée.

A la lumière des résultats obtenus jusqu'à présent, à travers les différentes étapes qu'à connu notre travail et d'après les résultats de reconnaissances obtenus, nous pouvons déjà avancer que la base de données obtenue « ALGASD-R9-R10-R11 » peut être exploitée pour d'autres travaux de la langue Arabe parlé par des locuteurs de la région du sud Algérien.

En effet, les enregistrements effectués dans de bonnes conditions et après plusieurs essais, se sont avérés très concluants et de bonne qualité. Aussi, nous avons tenté de faire une bonne segmentation et transcription en se basant sur les études sur la parole et leur étiquetage sauf pour certaines consonnes comme les semi-voyelles et la consonne [?] où nous avons noté une certaine difficulté de segmentation. Notons toutefois que l'organisation des enregistrements et des locuteurs par rapport au lieu de l'enregistrement était difficile car il nous était délicat d'avoir la gente féminine pour cause de tradition. Par ailleurs, nous avons également pu valider notre base de données sur un système de reconnaissance basé sur les MMC en vue de tester les données sonores collectées ce qui nous a permis

d'apprécier des résultats satisfaisants avec un taux de reconnaissance de 69.05 % de l'ensemble des mots de test.

La variabilité des langues, tout comme la variabilité biologique, suit des lois dont nous ne pouvons qu'observer les effets. Bien sûr il est possible d'exclure certaines variations tant pour les langues que pour les espèces vivants. De là, l'arabe standard a subi, selon les lieux et selon des lois, des évolutions successives de leur système phonétique. Les résultats obtenus ont montré,

D'une part, que l'influence des parlers régionaux est peu accentuée dans la prononciation exacte des phrases du corpus oral en langue arabe standard. Ceci peut se traduire par le fait que l'éducation de l'arabe standard dans les régions du sud Algérien et que l'apprentissage de prononciation (articulation) des phonèmes arabes est appliquée d'une façon plus naturelle et bien pratiquée depuis l'enfance surtout dans les écoles coraniques anciennes.

D'autre part, les pourcentages, d'affectations de quelques phonèmes, obtenus sont en disproportion d'une région à une autre, De cet effet, on peut dire que la prononciation de l'arabe standard est mieux pratiquée de manière décroissante à Ghardaïa, El-Oued et Bechar.

Par contre, on a remarqué que la prononciation exacte du phonème /d/ est presque inexistante [20], sauf pour quelques locuteurs professionnels dans la lecture coranique (ta^gwâd), comme dans notre cas pour les locuteurs « ALGASD-CA-R11-mAMA0 » et « ALGASD-CA-R11-fBRK0 ». Mais, pour les autres cas : le *dent-alvéolaire* /d/ est remplacé par le dental /d/ emphatique (d•), ou soit remplacé par l'interdental /_d/ ou /dh./ . Ainsi on aperçoit, dans des cas de voisinage, l'assimilation du /d/ par le /t/. Par exemple : la phrase cc1 « qAdanA wa-lam ya.d.tahidkum » (قَادَانَا وَ لَمْ يَضْطَهْدِكُمْ).

Dans tous les enregistrement d' « ALGASD-(R9)(R10)(R11) » L'affriquée /^g/ est remplacée par la chuintante sonore /^z/, et ceci c'est l'une des influences du parlé du sud Algérien. Tandis qu'on a spécifié un fait de la région d'El-Oued (côté Oued Souf) qui a été affirmé par J. Cantineau, c'est le remplacement de la voyelle longue A de la syllabe final par une voyelle courte ou moyenne, comme c'est le cas dans leur parler

local. Cette dissimilitude, dans la plupart des circonstances, résultant de l'évolution de ces phonèmes dans le long terme qu'a subit la langue arabe à travers les générations plurales.

Enfin, nous avons met en disposition un modèle d'application, pour exposer « ALGASD-(R9)(R10)(R11) », la base de données de ressources linguistiques en Langue Arabe avec des caractéristiques régionales Algériennes (cas des régions : Bechar(R9), El-Oued(R10) Ghardaïa(R11)), à partir d'un cd-rom exécutable. Cette application nommée « EMALGASD-(R9)(R10)(R11) » permette de mettre cette base de données à la disposition d'utilisateurs pour une consultation, une comparaison ou bien une extraction d'un échantillon linguistique en langue arabe. En plus, on a ajouté une interface des points d'articulation des phonèmes arabe et leurs caractéristiques, qui enrichisse la base de données ALGASD-(R9)(R10)(R11). Dont laquelle, en exposant notre transcription phonétique et orthographique, et aussi, on a présenté les différents points d'articulation de ces phonèmes par des images significatives et des vidéos présentatifs.

ANNEXE

Annexe 1 : Système de transcription

- ❖ La transcription phonétique de l'arabe standard en utilisant l'alphabet SAMPA.

SAMPA	Keyword	English glossary	Orthography	SAMPA	Keyword	English glossary	Orthography
b	ba:b	door	باب	x	xit'a:b	letter	خطاب
t	tis?'	nine	تسع	G	Garb	west	غرب
d	da:r	home	دار	X\	X\ilm	dream	حلم
t'	t'a:bi?'	stamp	طابع	?' (?\)	?'alam	flag	علم
d'	d'arab	he hit	ضرب	h	hawa:?'	air	هواء
k	kabi:r	large	كبير	m	ma:l	money	مال
ʔ	ʔakl	food	أكل	n	nu:r	light	نور
q	qalb	heart	قلب	r	rima:l	sand	رمال
f	fi:l	elephant	فيل	l	la:	no	لا
T	Tala:T	three	ثلاث	w	wa:hid	one	واحد
D	Dakar	male	ذكر	j	jawm	day	يوم
D'	D'ala:m	darkness	ظلام	i	shadow		ظل
s	sa?'i:d	happy	سعيد	a	solution		حل
z	zami:l	colleague	زميل	u	age		عمر
s'	s'aGi:r	small	صغير	i:	feast		عيد
S	Sams	sun	شمس	a:	money		مال
Z	Zami:l	beautiful	جميل	u:	beans		فول

Tableau A-1.1 : Transcription SAMPA des Phonèmes de l'arabe standard selon [1]

- ❖ La transcription phonétique de l'arabe standard en utilisant l'alphabet SAMPA adapté à la base de données ALGASD-(R9)(R10)(R11).

■ Consonnes

Lettre	Transcription Orthographique	Lettre	Transcription Orthographique
ز	z	ظ	dh.
ش	^s	ض	.d
ج	^g	ط	.t
خ	_h	ص	.s
غ	.g	ب	b
ح	.h	ت	t
ع	(`)	د	d
هـ	h	ك	k
م	m	أ/ء	(\ ')'
ن	n	ق	q
ر	r	ف	f
ل	l	ث	_t
و	w	ذ	_d
ي	y	س	s

■ Voyelles

َ , ا , (`)	a / A / aN
ُ , و , (`)	u / U / uN
ِ , ي , (`)	i / I / iN

Tableau A-1.2 : Transcription SAMPA des Phonèmes de l'arabe standard adapté à la base de données ALGASD-(R9)(R10)(R11) selon [1]

■ Symboles utilisés dans le chapitre (4)

^ : voyelle accentuée.

• : consonne emphatique.

~ : alterne avec.

< : devient, passe à.

Annexe 2 : Description de la norme SAM [6]

❖ Nomenclature des fichiers

Le fonctionnement du système de fichier de la norme SAM permet de mettre aisément en correspondance le fichier signal et sa description. En effet, à l'extension près, les noms des fichiers sont les mêmes. La Figure 21 présente cette terminologie.

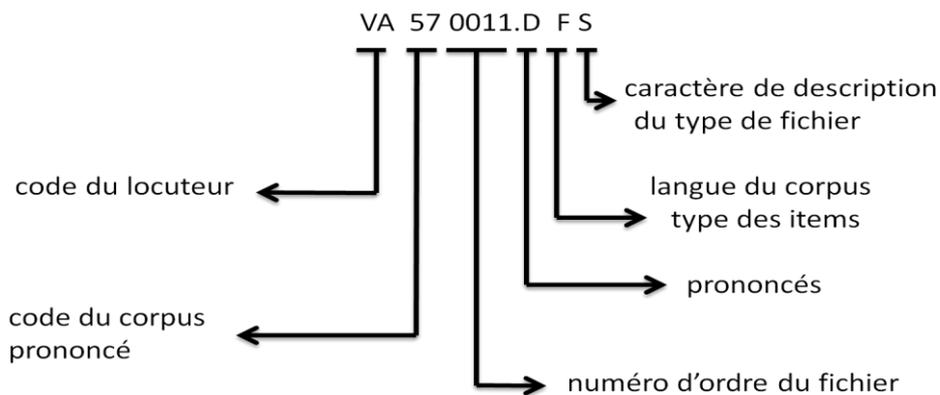


Figure A-2.1 : Description de la nomenclature des fichiers dans la norme SAM.

Comme nous pouvons le noter ci-dessus, le nom de chaque fichier est composé de 6 champs. Les 5 premiers associent les fichiers signaux et descriptions entre eux. Le dernier fait une différenciation sur le contenu des fichiers.

Le premier champ correspond à une clé unique d'identification d'un locuteur. Il est composé de deux caractères alphanumériques. Le deuxième permet de savoir de quels corpus sont extraits les éléments prononcés dans le fichier signal (deux alphanumériques). Le troisième champ correspond à l'identifiant du fichier. Il permet de distinguer les fichiers prononcés par un même locuteur pour un même corpus. La limitation du nombre de fichiers est de 9998 (de 0001 à 9999). Pourtant celle-ci n'engendre aucun problème quant à la taille du corpus (nombre d'items) puisque tous les éléments, prononcés par un même locuteur, peuvent être stockés dans un même fichier.

bbbbL'extension du nom de fichier est tout aussi riche en informations. La première partie indique quel type d'items sont prononcés. Dans l'exemple ci-

dessus, le 'D' stipule que le corpus contient des "Digits". D'autres types sont définis au sein de la norme SAM :

- ▮ L : lettres (Letters) ;
- ▮ N : série de chiffres (Numbers) ;
- ▮ S : des phrases (Sentences) ;
- ▮ P : paragraphe (Passage) ;
- ▮ W : mots isolés (isolated Word) .

Le deuxième caractère de l'extension du fichier nous donne des indications quant à la langue dans laquelle les items sont prononcés :

- ▮ D : danois (Danish) ;
- ▮ E : anglais (English) ;
- ▮ F : français (French) comme dans l'exemple précédent;
- ▮ G : allemand (German) ;
- ▮ H : néerlandais (Netherlander en anglais mais le N était déjà utilisé) ;
- ▮ I : italien (Italian) ;
- ▮ N : norvégien (Norwegian) ;
- ▮ S : suédois (Swedish) .

Le dernier caractère du nom de fichier définit quelles données sont contenues dans le fichier. C'est, de fait, la seule différence qui permet de regrouper un ensemble de fichiers pour connaître toutes les informations associées à un même fichier signal. Comme pour les autres champs, plusieurs codes sont utilisés pour qualifier le fichier :

- ▮ S : signal du microphone ;
- ▮ L : signal en provenance d'un laryngographe ;
- ▮ T : texte orthographique affiché ;
- ▮ A : fichier d'événements acoustiques alignés dans le temps ;
- ▮ O : fichier de description orthographique ;
- ▮ B : fichier d'étiquetage phonétique large aligné dans le temps ;
- ▮ N : fichier d'étiquetage phonétique étroit aligné dans le temps ;
- ▮ P : fichier d'étiquetage prosodique aligné dans le temps.

Le nombre minimal de fichiers utilisés est de deux : un fichier de signal et une

description. Si l'on dispose d'assez d'informations, ce nombre peut se porter à huit.

Comme nous l'avons précisé plus haut, le nom de fichier contient deux clés représentant respectivement le locuteur et le corpus. Pour réaliser un recoupement complet, la norme SAM propose l'utilisation de fichiers complémentaires pour la description des ces entités : les fichiers ".DBF". Le premier est le fichier "SPEAKERS.DBF". Il contient la description des locuteurs qui ont enregistré leur voix. Le second, "CORPUS.DBF", contient la description des corpus.

D'autres fichiers, contenant la liste des éléments des corpus, sont utilisés.

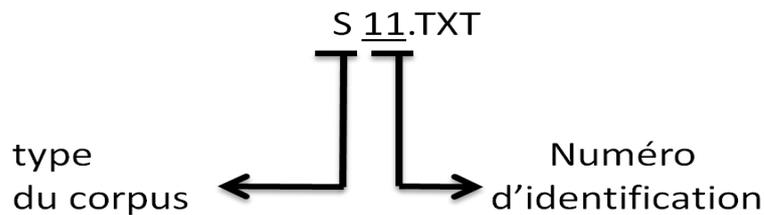


Figure A-2.2 : Exemple d'un nom de fichier de description de corpus.

Sur la Figure A-1.2, on remarque que le nom des fichiers est constitué, cette fois, de deux champs : la lettre marquant le type de corpus et un numéro. Ce dernier permet de définir un grand nombre de corpus de même type. L'extension de ce type de fichier est toujours "TXT".

Annexe 3 : Les caractéristiques phonétiques arabes❖ Les caractéristiques phonétiques arabes ayant un contraire

N°	caractéristique	phonèmes	contraire	phonèmes
1	Sourde (hams)	(dix) : h (hA', ه) / .h (.ha', ح) / _h (_hA', خ) / k (kAf, ك) / ^s (^sln, ش) s (sln, س) / .s (.sAd, ص) t (tA', ت) / _t (_tA', ث) et f (fA', ف)	Sonore (^gahr)	toutes les autres consonnes exception celles du sourdes
2	Occlusion (^sidda)	(huit) : q (qAf, ق) / k (kAf, ك) / ^g (^glm, ج) / / .t (.tA', ط) / t (tA', ت) / d (dAl, د) / b (bA', ب) /	Spirantisme (ri_hAwa)	(treize) : h (hA', ه) / .h (.ha', ح) / .g (.gln, غ) / _h (_hA', خ) / ^s (^sln, ش) / s (sln, س) / .d (.dAd, ض) / z (zAy, ز) / .s (.sAd, ص) / dh. (dh.', ظ) / _t (_tA', ث) / _d (_dAl, ذ) et f (fA', ف) /.
3	l'élévation (\`isti`IA\')	(sept) : .s (.sAd, ص) / .d (.dAd, ض) / .t (.tA', ط) / dh. (dh.', ظ) / q (qAf, ق) / _h (_hA', خ) / .g (.gln, غ) /	l'abaissement (\`istifAl)	toutes les autres consonnes exception celles de l'\`istifAl .
4	Vélarisation (\`i.tbAq)	(quatre) : .s (.sAd, ص) / .d (.dAd, ض) / .t (.tA', ط) / dh. (dh.', ظ) /.	Absence de Vélarisation (\`infitA.h)	toutes les autres consonnes exception celles des vélarisations
5	Liquide (\`i_dlaq)	(six) : l (lAm, ل) / r (rA', ر) / n (nUn, ن) / b (bA', ب) / f (fA', ف) / m (mlm, م)	Muette (\`i.smAt)	toutes les autres consonnes exception celles de liquide

Tableau A-3.1 : Les caractéristiques phonétiques arabes ayant un contraire [81, 94]

❖ Les caractéristiques phonétiques arabes qui n'ont pas de contraire

caractéristique	Définition	Phonèmes
Al-qalqala	un son occlusif sonore	q (qAf, ق)/ ^g (^glm, ج)/ .t (.tA', ط) / d (dAl, د)/ b (bA', ب)
Sifflement (a.s-.saflr)	un son additif égalé aux sons de quelques oiseaux	s (sln, س)/ z (zAy, ز)/ .s (.sAd, ص) /
la douceur (al-IlIn)	Un son souple pour le prononcer	w (wAw, و)/ y (yA', ي)/ A ('alif, ا)
latérale (in.hirAf)	La langue s'incurve pendant l'articulation et le son s'échappe de chaque côté	l (lAm, ل)
Répétition (takrir)	elle consiste en plusieurs vibrations ou battement de la pointe de la langue	r (rA', ر)
Etalement (tafa^s^sl)	la langue s'étale sur le palais, laissant au milieu une sorte de canal par lequel s'échappe le souffle	^s (^sln, ش)
Allongement (isti.tAla)	la prolongation de la langue à cause de son appendice latéral	.d (.dAd, ض)

Tableau A-3.2 : Les caractéristiques phonétiques arabes qui n'ont pas de contraire

[81, 94]

❖ les caractéristiques fortes, faibles et moyennes des phonèmes arabes

Les phonèmes	caractéristiques fortes	caractéristiques faibles	caractéristiques moyennes	Nb °
(\')	Sonore, Occlusion, (hamza, ء)	\`istifAl (l'abaissement), pas de vélarisation	Muet	5
b (bA', ب)	Sonore, Occlusion, Al-qalqala	\`istifAl (l'abaissement), pas de vélarisation	Liquide	6
t (tA', ت)	Occlusion,	Sourd, \`istifAl (l'abaissement), pas de vélarisation	Muet	5
_t (_tA', ث)		Sourd, Spirante, \`istifAl (l'abaissement), pas de vélarisation	Muet	5
^g (^gIm, ج)	Sonore, Occlusion, Al-qalqala	\`istifAl (l'abaissement), pas de vélarisation	Muet	6
.h (.ha', ح)		Sourd, Spirante, \`istifAl (l'abaissement), pas de vélarisation	Muet	5
h (_hA', خ)	\`isti`IA\` (l'élévation),	Sourd, Spirante, pas de vélarisation	Muet	5
d (dAl, د)	Sonore, Occlusion, Al-qalqala	\`istifAl (l'abaissement), pas de vélarisation	Muet	6
_d (_dAl, ذ)	Sonore,	Spirante, \`istifAl (l'abaissement), pas de vélarisation	Muet	5
r (rA', ر)	Sonore, Répétition, latérale	Moyen, \`istifAl (l'abaissement), pas de vélarisation	Liquide	7
z (zAy, ز)	Sonore, Sifflement	Spirante, \`istifAl (l'abaissement), pas de vélarisation	Muet	6
s (sIn, س)	Sifflement	Sourd, Spirante, \`istifAl (l'abaissement), pas de vélarisation	Muet	6
^s (^sIn, ش)	Etalement	Sourd, Spirante, \`istifAl (l'abaissement), pas de vélarisation	Muet	6
.s (.sAd, ص)	\`isti`IA\` (l'élévation), Vélarisation, Sifflement	Sourd, Spirante,	Muet	6
.d (.dAd, ض)	Sonore, \`isti`IA\` (l'élévation), Vélarisation, Allongement	Spirante,	Muet	6
.t (.tA', ط)	Sonore, Occlusion, \`isti`IA\` (l'élévation), Vélarisation, Al-qalqala		Muet	6
dh. (dh.', ظ)	Sonore, \`isti`IA\` (l'élévation), Vélarisation	Spirante,	Muet	5

(ع) (ʿayn, ع)	Sonore,	Moyen, \istifAl (l'abaissement), pas de vélarisation	Muet	5
.g (.gln, غ)	Sonore, \isti`IA\ (l'élévation),	Spirante, pas de vélarisation	Muet	5
f (fA', ف)		Sourd, Spirante, \istifAl (l'abaissement), pas de vélarisation	Liquide	5
q (qAf, ق)	Sonore, Occlusion, \isti`IA\ (l'élévation), Al-qalqala	pas de vélarisation	Muet	6
k (kAf, ك)	Occlusion,	Sourd, \istifAl (l'abaissement), pas de vélarisation	Muet	5
l (lAm, ل)	Sonore, latérale	Moyen, \istifAl (l'abaissement), pas de vélarisation	Liquide	6
m (mlm, م)	Sonore,	Moyen, \istifAl (l'abaissement), pas de vélarisation	Liquide	5
n (nUn, ن)	Sonore,	Moyen, \istifAl (l'abaissement), pas de vélarisation	Liquide	5
h (hA', ه)		Sourd, Spirante, \istifAl (l'abaissement), pas de vélarisation	Muet	5
w (wAw, و)	Sonore,	Spirante, \istifAl (l'abaissement), douce, pas de vélarisation	Muet	6
y (yA', ي)	Sonore,	Spirante, \istifAl (l'abaissement), douce, pas de vélarisation	Muet	6

Tableau A-3.3: les caractéristiques fortes, faibles et moyennes des phonèmes arabes

Annexe 4 : Les étapes de création de l'interface de la base de données
EMALGASD-(R9)(R10)(R11) sous Access

Après avoir conçu une conception logique des données (MLD), l'étape finale consiste à traduire ce modèle physiquement. Il s'agit ni plus ni moins que d'intégrer le (MLD) au sein du SGBD d'Access. Cette opération comprend trois phases essentielles **[106]**:

- Création d'une nouvelle base de données : il s'agit simplement d'ouvrir Access et de choisir « nouvelle base de données »
- Création des tables : toutes les tables doivent être créées. Les données peuvent éventuellement provenir d'un logiciel extérieur (feuille Excel, document textuel...). IL faut également spécifier le type de donnée que doit contenir chaque champ de la table.
- Création des liens : tous les liens qui apparaissent dans la conception doivent être apparaître dans la base de données. Dans notre cas on se concentre sur les liens entre le formulaire principal et les sous-formulaires, ainsi sur l'introduction des macros de gestion.

❖ Démarrage sous Access

Lors de démarrage sous Access, on peut personnaliser d'avantage notre application en indiquant ce que va voir l'utilisateur lorsqu'il va démarrer notre base de données. Pour cela on va préciser, le nom du menu qui s'affiche lors du démarrage de l'application, l'icône de l'application et le nom de l'application.

Remarque

Supposons qu'une partie d'utilisateurs ne disposent pas le logiciel Access sur leur ordinateur. Alors on doit emballer notre application pour être installer sans la présence d'Access.

❖ Emballage de la base de données

Pour déployer notre application de la base de données pour être exécuter sans avoir à installer Access sur l'ordinateur d'un utilisateur, on va la distribuer sous le support AccessRuntime. Ce dernier est un programme qui permet aux utilisateurs ne

disposant pas Access sur leurs ordinateurs d'utiliser des applications de base de données Access. Lorsqu'on ouvre une application à l'aide d'AccessRuntime, elle s'ouvre en mode exécution. Dans ce mode quelques fonctionnalités d'Access ne seront pas disponibles comme, le volet de navigation, le ruban, le mode création, le mode page et l'aide d'Access [109].

Il est recommandé avant d'appliquer l'empaquetage de la base de données, pour éviter certains risques (à savoir qu'un utilisateur pourrait occasionner une perte de données en supprimant ou en endommageant accidentellement le fichier d'application), de scinder notre application de base de données en deux fichiers. Un pour les données, et l'autre pour la logique (fichier frontal). Celui des données leur nom est suivi de « _be », correspond à la base de données principale.



Figure A-4.1 : Les fichiers logique et principale d'EMALGASD-(R9)(R10)(R11)

Cette séparation des fichiers présente plusieurs avantages [109] :

- Évolutivité

Un fichier Access peut avoir une taille maximale de 2Go. Même si 2Go représente une quantité importante de données texte, cette capacité peut s'avérer insuffisante pour certaines applications, notamment celles qui stockent les pièces jointes dans des enregistrements de base de données (comme dans notre application). Mais Si on sépare les données et la logique, l'application pourra accepter une quantité de données supérieure.

- Réseau

Si plusieurs utilisateurs sont appelés à utiliser l'application en même temps sur un réseau, les risques de détérioration des données seront plus importants si les données et la logique sont combinées dans un même fichier. De plus, si on combine

les données et la logique dans un seul fichier Access, on ne pourra pas optimiser le trafic réseau généré par Access.

Au même temps, pour renforcer la sécurité de notre base de données, on utilise un mot de passe pour chiffrer le fichier principal de données. Alors toutes les données source de la base de données deviennent illisibles aux autres. Donc on oblige les utilisateurs à taper le mot de passe pour accéder à la base de données principale.

❖ Empaqueter une base de données fractionnée

Une application dont les composants de données et de logique sont séparés fait appel à des tables liées pour connecter les deux composants. Il peut être difficile de spécifier le chemin d'installation des deux composants. Dans la plupart des cas, on empaquète le composant logique seulement. Le moyen le plus simple pour envelopper ce composant est d'utiliser un utilitaire d'empaquetage de logiciel, tel que l'Assistant Package Solution des extensions développeur d'Access. Or ce dernier ne gère que quelque chemin d'installation, alors on procède à installer manuellement les fichiers données à l'emplacement approprié, par exemple, sur le program files. Donc, après l'empaquetage de l'application dans un package Windows Installer (fichier .msi) on peut ensuite utiliser le package pour installer l'application.

De ce fait, l'assistant Package solution nous permet d'avoir :

- un raccourci personnalisé vers l'application, pour faciliter l'ouverture du fichier logique de la base de données, qui est exécuté par le biais d'Access Runtime.
- Installer automatiquement Access Runtime sur l'ordinateur, si ce n'est déjà fait.
- Inclure d'autres fichiers à l'application, par exemple, un fichier d'aide personnalisé.
- Ajouter des informations sur l'application dans la liste Ajout/Suppression de programmes du panneau de configuration.

A la fin de l'empaquetage, on obtient un dossier qui s'est nommé, dans notre application, EMALGASD-(R9)(R10)(R11), qui contient le fichier exécutable (le Sutep.exe).



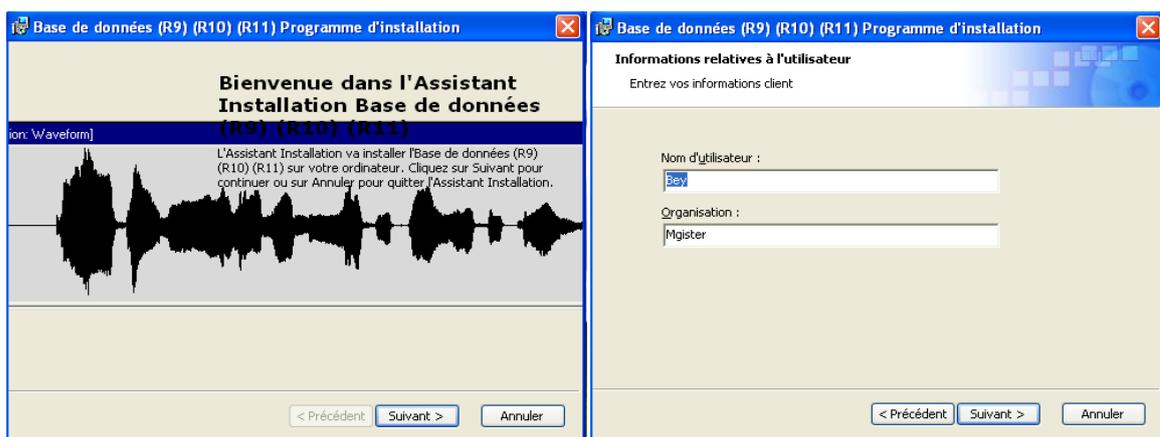
Figure A-4.2 : L'empaquetage de l'EMALGASD-(R9)(R10)(R11)

❖ Installer l'application

En utilisant le package pour installer l'application de la base de données EMALGASD-(R9)(R10)(R11). L'installation se fait par étape :

- 1)- en cliquant sur le fichier exécutable setup.exe.
- 2)- L'accueil de l'assistant de l'interface EMALGASD-(R9)(R10) (R11) apparaisse.
- 3)- le programme de l'installation demande des informations relatives à l'utilisateur.
- 4)- Le choix du type d'installation, soit par défaut (installe les composants les plus courants du programme : Recommandé pour la plus plupart des utilisateurs), soit personnalisé (permet aux utilisateurs de choisir les composants du programme à installer et leur emplacement : recommandé pour les utilisateurs expérimentés).
- 5)- L'assistant Installation est prêt à commencer l'installation et attend la permission.

Voir ces étapes ci-après :



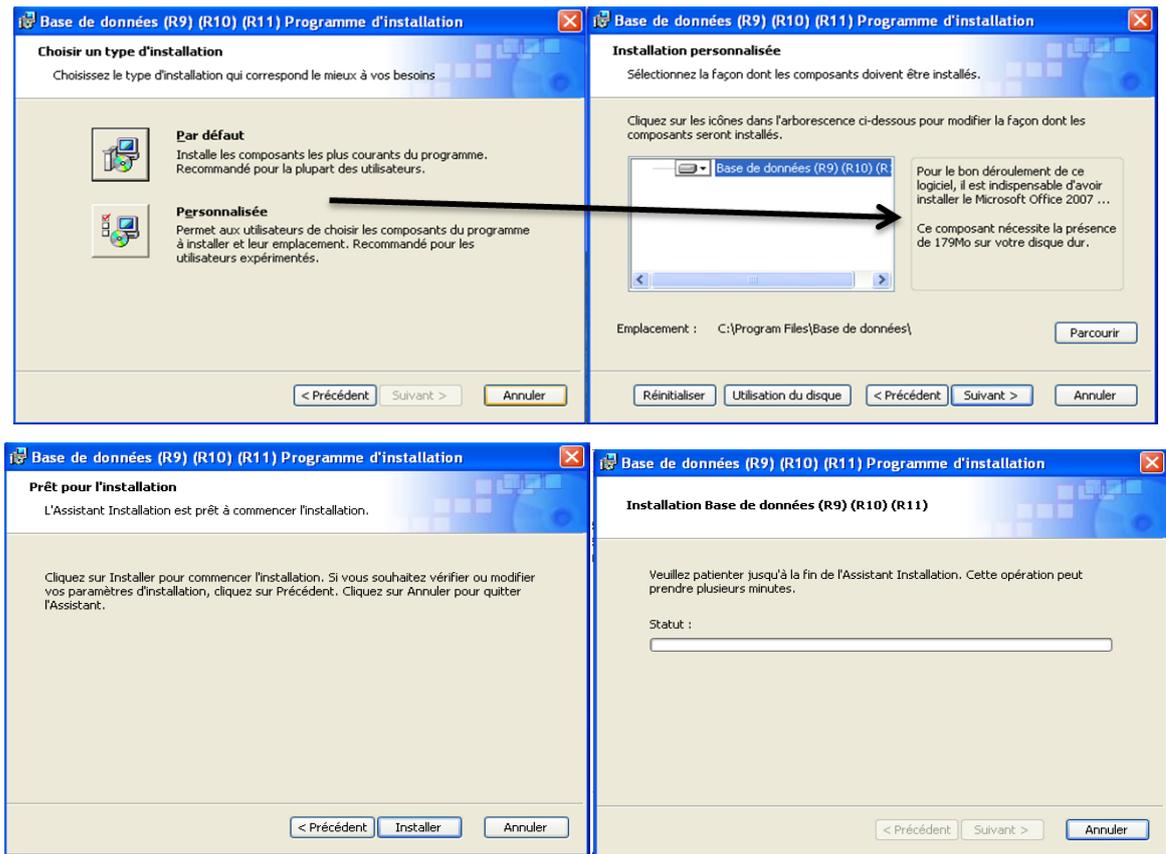


Figure A-4.3 : Les différentes étapes de l'assistant Installation de l'EMALGASD-(R9)(R10)(R11)

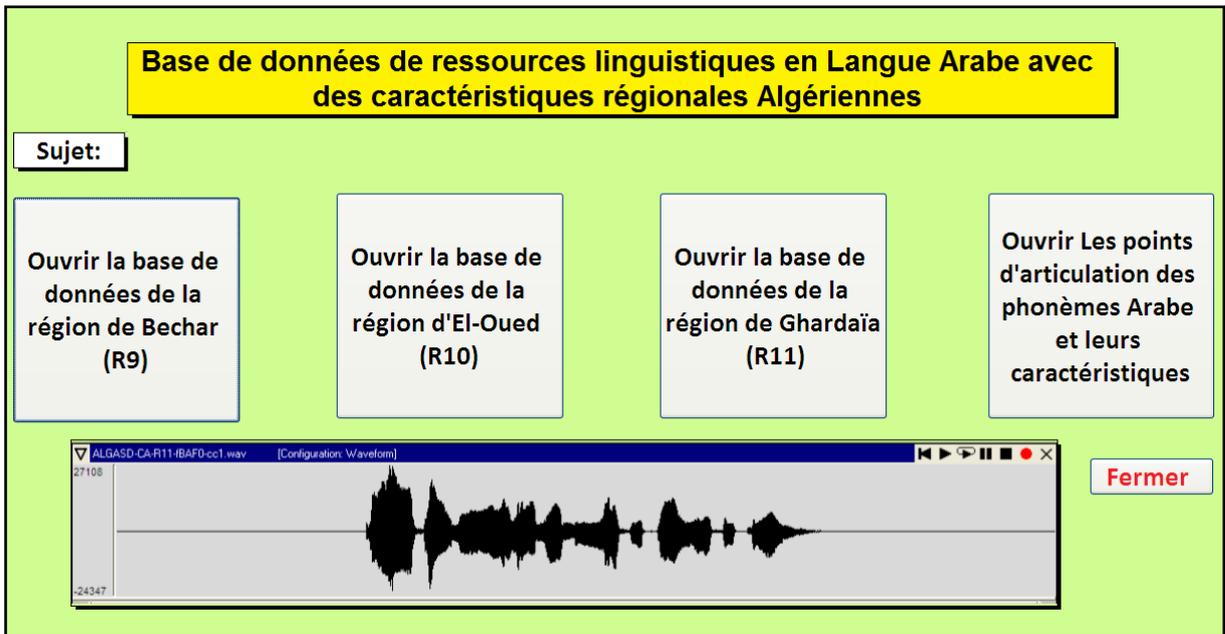
Annexe 5 : Les différents interfaces et fenêtres d'EMLGASD-(R9)(R10)(R11)

Figure A-5.1 : Le menu principal d'EMALGASD-(R9)(R10)(R11)

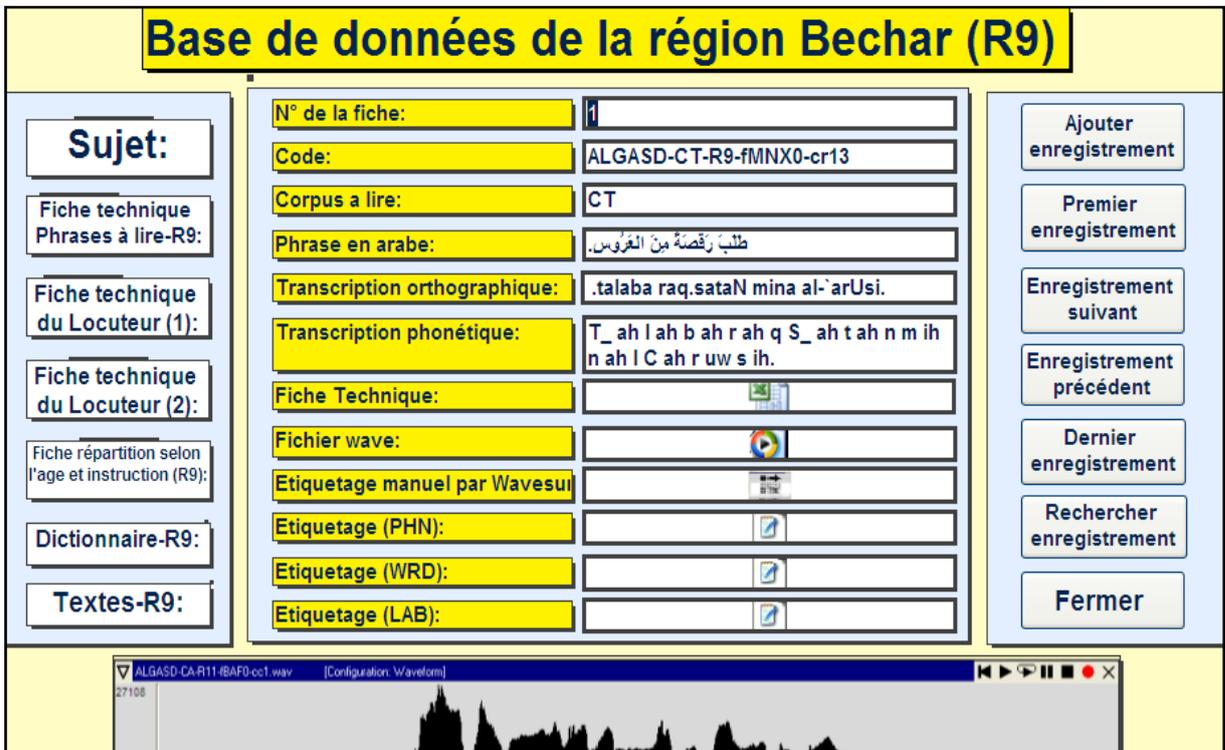


Figure A-5.2 : L'interface de la base de données de la région Bechar (R9)

Base de données de la région El-Oued (R10)

Sujet: Fiche technique Phrases à lire- Fiche technique du Locuteur (1): Fiche technique du Locuteur (2): Fiche répartition selon l'age et instruction (R10): Dictionnaire-R1: Textes-R10:	N° de la fiche:	1	Ajouter enregistrement Premier enregistrement Enregistrement suivant Enregistrement précédent Dernier enregistrement Rechercher enregistrement Fermer
	Code:	ALGASD-CT-R10-mHZE0-cr19	
	Corpus a lire:	CT	
	Phrase en arabe:	هَاتُونَا وَكَافَاتِ الْعُزَيْرِ.	
	Transcription orthographique:	hAwadatnA wa-kAfaI'ati al-'adIra	
	Transcription phonétique:	h ae w ah d ah t n ae w ah k ae f ah Q_ ah t ih l C ah dh iy r ah	
	Fiche technique:		
	Fichier wave:		
	Etiquetage manuel par Wavesur:		
	Etiquetage (PHN):		
Etiquetage (WRD):			
Etiquetage (LAB):			

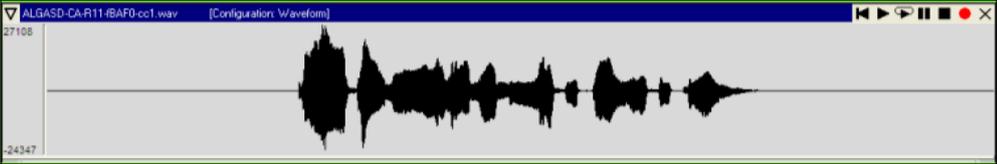


Réalisé par : Bey Ahmed Khernache Brahim

Figure A-5.3 : L'interface de la base de données de la région El-Oued (R10)

Base de données de la région Ghardaïa (R11)

Sujet: Fiche technique Phrases à lire- Fiche technique du Locuteur (1): Fiche technique du Locuteur (2): Fiche répartition selon l'age et instruction (R11): Dictionnaire-R11: Textes-R11:	N° de la fiche:	1	Ajouter enregistrement Premier enregistrement Enregistrement suivant Enregistrement précédent Dernier enregistrement Rechercher enregistrement Fermer
	Code:	ALGASD-CT-R11-mMHA0-cr29	
	Corpus a lire:	CT	
	Phrase en arabe:	ناهُضُ الْمَدِينِ وَحَدَّائِهَا.	
	Transcription orthographique:	nAha.da al-mudminu wa.h^saN.	
	Transcription phonétique:	n ae h ah D_ ah Q_ ah l m uh d m ih n uh w ah H_ sh ah n.	
	Fiche technique:		
	Fichier wave:		
	Etiquetage manuel par Wave:		
	Etiquetage (PHN):		
Etiquetage (WRD):			
Etiquetage (LAB):			



Réalisé par : Bey Ahmed Khernache Brahim

Figure A-5.4 : L'interface de la base de données de la région Ghardaïa (R11)

Base de données de la région Ghardaïa (R11)

Sujet:	N° de la fiche:	1	Ajouter enregistrement
Fiche technique Phrases à lire-	Code:	ALGASD-CT-R11-mMHA0-cr29	Premier enregistrement
Fiche technique du Locuteur (1):	Corpus a lire:	CT	Enregistrement suivant
Fiche technique du Locuteur (2):	Phrase en arabe:	ناخض المدمن وحشاً.	Enregistrement précédent
Fiche répartition selon l'age et instruction (R11):	Transcription orthographique:	nAha.da al-mudminu wa.h^saN.	Dernier enregistrement
Dictionnaire-R11:	Transcription phonétique:	n ae h ah D_ ah Q_ ah l m uh d m ih n uh w ah H_ sh ah n.	Rechercher
Textes-R11:	Fiche technique:		
	Fichier wave:		
	Etiquetage manuel par Wave:		
	Etiquetage (PHN):		
	Etiquetage (WRD):		
	Etiquetage (LAB):		

Réalisé par : Bey Ahmed Khernache Brahim

Pièces jointes

Pièces jointes (double-cliquez pour ouvrir)

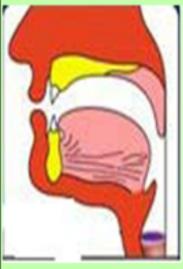
- ALGASD-CT-R.11-mMHA0-cr28.xls

Ajouter...
Supprimer
Ouvrir
Enregistrer sous...
Enregistrer tout...

OK Annuler

Figure A-5.5 : L'accèsion aux différents éléments d'une base de données

Les points d'articulation des phonèmes Arabe et leurs caractéristiques

Tableau de la transcription	N°:	1	Premier enregistrement
Visualisation par image du point d'articulation :	Lettres en arabe:	أ/ء	Enregistrement suivant
	Transcription phonétique :	Q_	Enregistrement précédent
	Transcription orthographique	(أ)	Dernier enregistrement
	Le point d'articulation de ce phonème :	La partie la plus reculée de la gorge (= larynx), il s'appelle : laryngale ou « gutturale » (.halqiyya, حلقية).	Rechercher enregistrement
	Les caractéristiques de ce phonème :	Sonore, occlusion, l'istifaI (l'abaissement) pas d'emphase, muet.	Fermer
visualisation par vidéo du point d'articulation :			

La cavité nasale
la gencive Alvéoles

Figure A-5.6 : L'interface des points d'articulation phonétiques arabe et leurs caractéristiques

Région:		R11	
Nom du Chargé d'Etudes:		Bey Ahmed Khernache Brahim	
Phrases à lire			
Types	Transcription orthographique	Transcription phonétique	Phrases en arabe
cc1	qAdanA wa-lam ya.d.tahidkum.	q ae d ah n ae w ah l ah m y ah D_ T_ ah h ih d k uh m.	قَادَانًا وَكَمْ يَضْطَهُدْكُمْ.
cc2	\a_h.ta\ta fa-\A_tara .saydanA.	Q_ ah x T_ ah Q_ t ah f ah Q_ ae th ah r ah S_ ah y d ah n ae.	أَخْطَأَتْ فَاتْرَ صَيْدَانًا.
cr1	\ab.sara_tu`bAnaN wa-lam yadh.limhu.	Q_ ah b S_ ah r ah th uh C b ae n ah n w ah l ah m y ah DH_ l ih m h uh.	أَبْصَرَ نَعْبَانًا وَكَمْ يَظْلِمُهُ.
cr2	kAla wa-.gaba.ta al-kab^sa.	k ae l ah w ah G_ ah b ah T_ ah l k ah b sh ah.	كَأَنَّ وَغَيْبُ الْكَبْشِ.
cr3	laqad kAna musAlimaN wa-qutla.	l ah q ah d k ae n ah m uh s ae l ih m ah n w ah q uh t ih l ah.	لَقَدْ كَانَ مُسَالِمًا وَقُتِلَ.
cr4	\istalzama al-`afanu wa`yakumA.	Q_ ih s t ah l z ah m ah l C ah f ah n uh w ah C y ah k uh m ae.	إِسْتَلْزَمَ الْعَفْنَ وَعَيْكَمَا.
cr5	.gafala `an .da.hakAtihA.	G_ ah f ah l ah C ah n D_ ah H_ ah k ae t ih h ae.	غَفَلَ عَنْ ضَحْكَاتِهَا.
cr6	\ayna zawAyAnA wa-qAnUnanA ?	Q_ ah y n ah z ah w ae y ae n ae w ah q ae n uw n ah n ae ?	أَيْنَ زَوَائِيَانَا وَقَانُونِنَا ؟

Figure A-5.7 : La Fiche technique des phrases à lire

Fiche Technique Du Locuteur 1/2		
Région 9 Bechar		
N° de Locuteur	Nom	Prénom
1	Meh.....	Na.....
2	Be.... Ah.....	Bou.....
3	Rab.....	A...-Rah.....
4	Dah.....	Se.....
5	Ha.....	Al.....
6	Ghe.....	Kha.....
7	Bou.....	E...-Ha....

Figure A-5.8 : La fiche technique du locuteur (1/2)

Fiche Technique Du Locuteur 2/2 (Région R9)						
ID	Sexe	DatNais	NIns	R	C	DatEnregis
fMNX0	Féminin	23/05/1978	Licencier	R9	CT(cr/ci)+CA(cc)	21/07/2010
mBAB0	Masculin	17/05/1974	3 ^{ème} année secodaire	R9	CT(cr/ci)+CA(cc)	21/07/2010
mRAX0	Masculin	02/09/1965	1 ^{ère} année universitaire	R9	CA(cc/ci)	13/01/2010
fDSX0	Féminin	06/11/1985	2 ^{ème} année secodaire	R9	CA(cc/ci)	13/01/2010
mHAX0	Masculin	18/12/1985	Magister	R9	CA(cc/ci)	12/01/2010
fGKX0	Féminin	27/07/1983	3 ^{ème} année universitaire	R9	CA(cc/ci)	12/01/2010
mBEX0	Masculin	09/11/1957	4 ^{ème} année moyenne	R9	CA(cc/ci)	13/01/2010

Figure A-5.9 : La fiche technique du locuteur (2/2)

Répartition selon l'age et instruction Région R11						
A G E	Hommes (Total(R11) : 7)					
	CT (Total : 2)			CA (Total : 5)		
	NH	NU	NM	NH	NU	NM
18-30			1	1	2	2
30-45		1				
45+						
A G E	Femmes (Total(R11) : 7)					
	CT (Total : 2)			CA (Total : 5)		
	NH	NU	NM	NH	NU	NM
18-30			1		1	
30-45					2	1
45+			1			1

Figure A-5.10 : La fiche technique de répartition selon l'âge et instruction

!ENTER	[] sil
!EXIT	[] sil
.sa_habun	S_ ah x ah b uh n sp
.sa`ban	S_ ah C b ah n sp
.saydana	S_ ah y d ah n ae sp
.tablan	T_ ah b l ah n sp
\`a_h.ta\`ta	Q_ ah x T_ ah Q_ t ah sp
\`a_hfi	Q_ ah x f ih sp
\`akmil	Q_ ah k m ih l sp
\`an	Q_ ah n sp
\`arsilhum	Q_ ah r s ih l h uh m sp
\`ibratu	Q_ ih b r ah t uh sp
AgA\`a	g ae Q_ ah sp
Asawkun	sh ah w k uh n sp
`ala	C ah l ae sp
`awdatin	C ah w d ah t ih n sp
al-\`aklu	Q_ ah l Q_ ah k l uh sp
al-_habara	Q_ ah l x ah b ah r ah sp
al-\`a_dira	Q_ ah l C ah dh iy r ah sp
al-fidyata	Q_ ah l f ih d y ah t ah sp
al-qA\`imu	Q_ ah l q ae Q_ ih m uh sp
ba`a	b ae C ah sp
bi-.damanatin	b ih D_ ah m ae n ae t ih n sp
bi-al-Agami`ati	b ih l g ae m ih C ah t ih sp
bi-al-islami	b ih l Q_ ih s l ae m ih sp
bi-sabilikum	b ih s ah b iy l ih k uh m sp
fa-\`A_tara	f ah Q_ ae th ah r ah sp
fa-_haraAga	f ah x ah r ah g ah sp
fa-mA	f ah m ae sp
fa-wafatna	f ah w ae f ah t n ae sp
halaka	h ah l ah k ah sp
hawadatna	h ae w ah d ah t n ae sp
kana	k ae n ah sp
la	l ae sp
la	l ah sp
la_dI_dan	l ah dh iy dh ah n sp
lahA	l ah h ae sp
lam	l ah m sp
lan	l ah n sp
lazama	l ae z ah m ah sp
li-\`awliya\`ihim	l ih Q_ ah w l ih y ae Q_ ih h ih m sp
li-hurubi	l ih h uh r uw b ih sp
linta	l ih n t ah sp
lwa`dh.a	l w ah C DH_ ah sp
mA	m ae sp
ma.gruran	m ah G_ r uw r ah n sp
masruran	m ah s r uw r ah n sp
mawtuha	m ah w t uh h ae sp
min	m ih n sp

Figure A-5.11 : le dictionnaire de la région d'El-oued

ALGASD-CT-R10-MHZE0-cr19	hAwadatnA wa-kafa\`ati al-`adIra
ALGASD-CT-R10-MHZE0-cr20	Aga\`a bi-.damAnAtIN li-hurubi minka
ALGASD-CT-R10-MHZE0-cr21	\`a_hfi walidaha
ALGASD-CT-R10-MHZE0-ci27	lA lan yu_di`a al-_habara
ALGASD-CT-R10-FMWX0-cr19	hAwadatnA wa-kafa\`ati al-`adIra
ALGASD-CT-R10-FMWX0-cr20	Aga\`a bi-.damAnAtIN li-hurubi minka
ALGASD-CT-R10-FMWX0-cr21	\`a_hfi walidaha
ALGASD-CT-R10-FMWX0-ci27	lA lan yu_di`a al-_habara
ALGASD-CT-R10-MBKX0-cr22	la nansa lwa`dh.a wa-al-wa.saya
ALGASD-CT-R10-MBKX0-cr23	kana mawtuha .sa`ban bi-sabilikum
ALGASD-CT-R10-MBKX0-cr24	za`amna \`an lan ya`starika
ALGASD-CT-R10-MBKX0-ci28	\`akmil bi-al-\`islami risalatika
ALGASD-CT-R10-FBYH0-cr25	rafa.da al-fidyata fa-mA laha min `awdatin
ALGASD-CT-R10-FBYH0-cr26	mA lazama ma.grUran wa-mA wari_ta
ALGASD-CT-R10-FBYH0-cr27	ba`a .tablan fa_haraAga masrUran
ALGASD-CT-R10-FBYH0-ci29	saga.tat \`ibratu
ALGASD-CT-R10-MBEX0-cr25	rafa.da al-fidyata fa-mA laha min `awdatin
ALGASD-CT-R10-MBEX0-cr26	mA lazama ma.grUran wa-mA wari_ta
ALGASD-CT-R10-MBEX0-cr27	ba`a .tablan fa_haraAga masrUran
ALGASD-CT-R10-MBEX0-ci29	saga.tat \`ibratu
ALGASD-CA-R10-MHMX0-cc1	qAdana wa-lam ya.d.tahidkum
ALGASD-CA-R10-MHMX0-cc2	\`a_h.ta\`ta fa-\`A_tara .saydana
ALGASD-CA-R10-MHMX0-ci156	lam yakuni al-\`aklu la_di_dan
ALGASD-CA-R10-FBMH0-cc1	qAdana wa-lam ya.d.tahidkum
ALGASD-CA-R10-FBMH0-cc2	\`a_h.ta\`ta fa-\`A_tara .saydana
ALGASD-CA-R10-FBMH0-ci157	`ala .sa_habun bi-al-Agami`ati
ALGASD-CA-R10-MDAX0-cc1	qAdana wa-lam ya.d.tahidkum
ALGASD-CA-R10-MDAX0-cc2	\`a_h.ta\`ta fa-\`A_tara .saydana
ALGASD-CA-R10-MDAX0-ci158	halaka `sawkun
ALGASD-CA-R10-FGRX0-cc1	qAdana wa-lam ya.d.tahidkum
ALGASD-CA-R10-FGRX0-cc2	\`a_h.ta\`ta fa-\`A_tara .saydana
ALGASD-CA-R10-FGRX0-ci159	sara al-qa`imu
ALGASD-CA-R10-MCBX0-cc1	qAdana wa-lam ya.d.tahidkum
ALGASD-CA-R10-MCBX0-cc2	\`a_h.ta\`ta fa-\`A_tara .saydana
ALGASD-CA-R10-MCBX0-ci160	way linta fa-wafatna
ALGASD-CA-R10-FMFZ0-cc1	qAdana wa-lam ya.d.tahidkum
ALGASD-CA-R10-FMFZ0-cc2	\`a_h.ta\`ta fa-\`A_tara .saydana
ALGASD-CA-R10-FMFZ0-ci161	sami`na qa_di`atan
ALGASD-CA-R10-FMAX0-cc1	qAdana wa-lam ya.d.tahidkum
ALGASD-CA-R10-FMAX0-cc2	\`a_h.ta\`ta fa-\`A_tara .saydana
ALGASD-CA-R10-FMAX0-ci162	\`arsilhum li-\`awliya`ihim
ALGASD-CA-R10-MDMY0-cc1	qAdana wa-lam ya.d.tahidkum
ALGASD-CA-R10-MDMY0-cc2	\`a_h.ta\`ta fa-\`A_tara .saydana
ALGASD-CA-R10-FZSX0-cc1	qAdana wa-lam ya.d.tahidkum
ALGASD-CA-R10-FZSX0-cc2	\`a_h.ta\`ta fa-\`A_tara .saydana
ALGASD-CA-R10-MAAX0-cc1	qAdana wa-lam ya.d.tahidkum
ALGASD-CA-R10-MAAX0-cc2	\`a_h.ta\`ta fa-\`A_tara .saydana
ALGASD-CA-R10-FCLX0-cc1	qAdana wa-lam ya.d.tahidkum
ALGASD-CA-R10-FCLX0-cc2	\`a_h.ta\`ta fa-\`A_tara .saydana

Figure A-5.12 : Le texte de la région d'El-Oued

Région:	R11	
N° de la fiche:	26	
Code:	ALGASD-CA-R11-mBAE0-cc1	
Nom	Bey Ahmed	
Prénom	El-Hadj	
Identification	mBAE0	
Sexe	Masculin	
Date de Naissance	21/05/1986	
Niveau d'instruction	Ingénieur	
CA/CT	CA	
Corpus à lire	cc	cc1
		قَادَنَا وَلم يَضْطَهِدْكُمْ.
		qAdanA wa-lam ya.d.tahidkum.
		q ae d ah n ae w ah l ah m y ah D _ T _ ah h ih d k uh m.
Date d'enregistrement :		15/06/2010

Figure A-5.13 : La fiche technique détaillée du locuteur et de la phrase prononcée

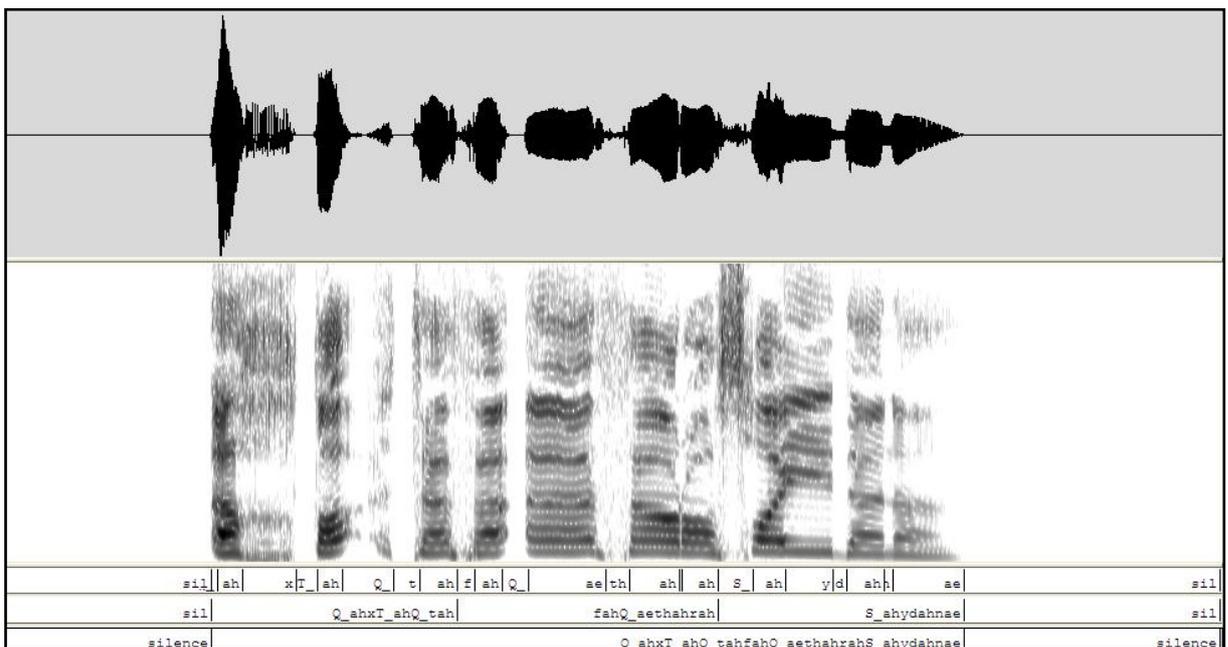


Figure A-5.14 : Le signal et le spectrogramme de la phrase « '\a_h.ta\ta fa-\A_tara .saydanA

```

0.0000000 0.6870288 sil
0.6870288 0.7087683 Q_
0.7087683 0.7903551 ah
0.7903551 0.9676877 x
0.9676877 1.0379209 T_
1.0379209 1.1221045 ah
1.1221045 1.2911701 Q_
1.2911701 1.3762903 t
1.3762903 1.5008294 ah
1.5008294 1.5591632 f
1.5591632 1.6522721 ah
1.6522721 1.7378513 Q_
1.7378513 1.9932332 ae
1.9932332 2.0721115 th
2.0721115 2.2385560 ah
2.2385560 2.2463230 r
2.2463230 2.3695002 ah
2.3695002 2.4815795 S_
2.4815795 2.5893967 ah
2.5893967 2.7468117 y
2.7468117 2.7959354 d
2.7959354 2.9191950 ah
2.9191950 2.9452686 n
2.9452686 3.1833654 ae
3.1833654 4.0315201 sil

```

Figure A-5.15 : Le fichier d'étiquetage en phonèmes (.PHN)

```

0.0000000 0.6870288 sil
0.6870288 1.5008296 Q_ahxT_ahQ_tah
1.5008296 2.3695002 fahQ_aethahrah
2.3695002 3.1833654 S_ahydahnae
3.1833654 4.0315201 sil

```

Figure A-5.16 : Le fichier d'étiquetage en Mots (.WRD)

```

0.0000000 0.6870287 silence
0.6870287 3.1833654 Q_ahxT_ahQ_tahfahQ_aethahrahS_ahydahnae
3.1833654 4.0315201 silence

```

Figure A-5.17 : Le fichier d'étiquetage en phrase (.LAB)

Lettre	Transcription Phonétique	Transcription Orthographique
ذ	DH_	dh.
د	D_	.d
ط	T_	.t
س	S_	.s
ب	b	b
ت	t	t
د	d	d
ك	k	k
أ/ء	Q_	(ʔ)
ق	q	q
ف	f	f

Figure A-5.18 : Tableau de la transcription phonétique et orthographique

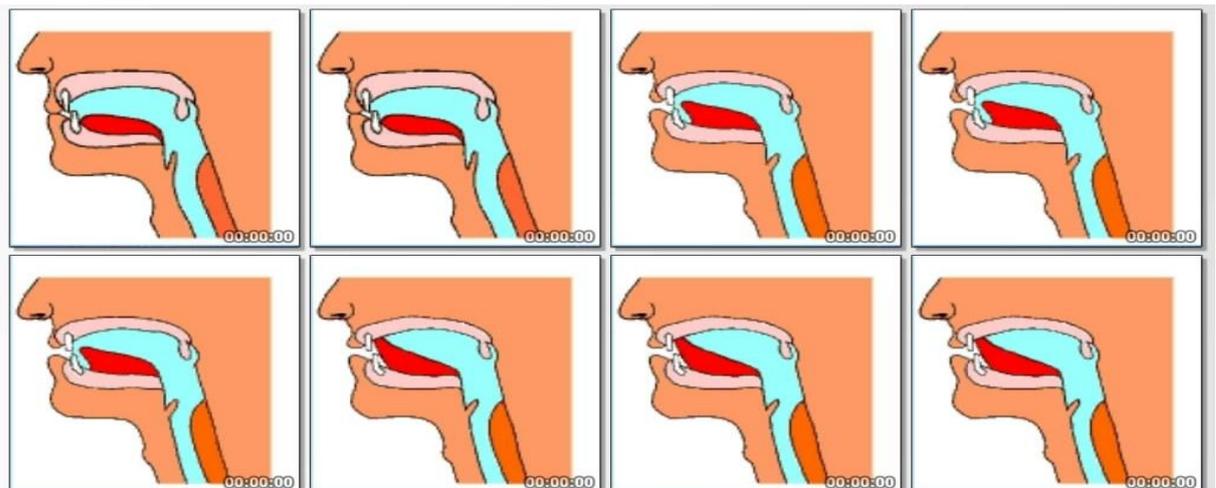


Figure A-5.19 : visualisation des images animées montrant le point d'articulation du phonème I (IAm, ʔ)

BIBLIOGRAPHIES

- 1 : G. DROUA-HAMDANI, S. A. SELOUANI & M. BOUDRAA, «Algerian Arabic Speech Database (ALGASD): Corpus design and Automatic Speech Recognition application». The Arabian Journal for Science and Engineering, Volume 35, Number 2C. pp 157-166, December 2010.
www.ajse.kfupm.edu.sa/articles/352C_P.10.pdf
- 2 : M. BOUDRAA, B. BOUDRAA, B. GUERIN, «Twenty lists of ten Arabic sentences for assessment». Acustica, volume 86, pages 870_882. S. Hirzel Verlag, 2000.
- 3 : [Haton et al.] Haton J-P., Pierrel J-M., Perennou G., Caelen J. & Gauvain J-L., « Reconnaissance *automatique de la parole* », Dunod informatique, 1991.
- 4 : [Thayse et al.] Thayse A. & co-auteurs, « Approche logique de l'intelligence artificielle » (Tome 3 : "Du traitement de la langue à la logique des systèmes experts"), chapitre 1 et 2, Dunod informatique, 1990.
- 5 : Jean Véronis, « le traitement automatique des corpus oraux », Equipe DELIC, Université de Provence (cf. Church, Mercer, 1993:3-7)
- 6 : D. VAUFREYDAZ, « EMACOP, un environnement informatique pour l'acquisition et la gestion de grands corpus parole », Effectué au laboratoire : CLIPS (Communication Langagière et Interaction Personne-Système) de Grenoble, 1998.
- 7 : SAM STANDARDS. from : <http://www.icp.grenet.fr/Relator/standsam.html>
- 8 : TIMIT database, «TIMIT Suggested Training /Test Subdivision». testset.doc, 1990.
- 9 : TIMIT, «The DARPA TIMIT Acoustic-Phonetic Continuous Speech Corpus». CD ROM, NIST Speech Disc 1 -1.1, NTIS order number PB91-505065, 1990, from http://www ldc.upenn.edu/Catalog/readme_files/timit.readme.html
- 10 : Handset TIMIT Speech Corpus HTIMIT Recorded at MIT Lincoln Laboratory Speech Systems Technology Group (Read me).
- 11 : LDC catalogue, « HTIMIT ». 2007, from <http://www ldc.upenn.edu>
- 12 : M. HAKAN, « Databases for speaker recognition ». Activities in COST250 working group. 16 Décembre 1999.
- 13 : Cellular TIMIT Speech Corpus CTIMIT Training and Test Data Version 1.0 alpha 1996.

- 14** : LDC catalogue, «NTIMIT». 2007, from <http://www ldc.upenn.edu>
- 15** : ELDA, « ELDA catalogue ». from <http://www.elda.org>
- 16** : L. R. RABINER, « A Tutorial on Hidden Markov Models and Selected Applications in Speech Recognition ». Proceeding of the IEEE, Vol.77, No. 2, Février 1989.
- 17** : ELRA, « European Language Ressources Association ». Base de données du projet AURORA 2.0, Package d'évaluation Référence Catalogue AURORA-CD0002, from http://catalog.elra.info/product_info.php
- 18** : P. ROACH & K. VISCI, « BABEL: An eastern European multi-language database ». U.Reading RU, Université de Budapest, Hongrie, 1998.
- 19** : H. VAN DEN HEUVEL & al, « SpeechDat-Car: Towards a collection of speech database for automotive environments». Rapport, University of Nijmegen.
- 20** : SPEECHDAT, « Les projets récents de SpeechDat ». from <http://www.SpeechDat.Org>
- 21** : P. POLLAK & al, « SpeechDat (E) – Eastern European Telephone Speech Databases». Czech Technical University in Prague, ĚCVUT FEL K331, Technick´a 2.
- 22** : ESTER, « Campagne d'évaluation des Systèmes de Transcription Enrichie d'Émissions Radiophoniques ». from <http://www.afcp-parole.org/ester/corpus.html>
- 23** : G. PERENNOU, « Le projet BDLEX de base de données et de connaissances phonologiques ». 1ères journées du GRECO-PRC Communication Homme-Machine, EC2 éditeur, Paris 1988, pp. 81-111.
- 24** : G. PERENNOU & M. DE CALMES, « Codes BDLex-MHATlex ». Université Paul Sabatier, IRIT, Octobre 2001.
- 25** : ELRA, « European language ressources Association ». CELEX - Base de données lexicale du hollandais, Référence Catalogue L0029-07, from http://catalog.elra.info/product_info.php
- 26** : PHONOLEX, « Enriched Dictionary ». from <http://www.phonetik.uni-muenchen.de/forsch-ung/BITS/TP1/Cookbook/node153.html>
- 27** : J. VERONIS & L. KHOURI, « Etiquetage grammatical multilingue ». Le projet MULTEX. TAL, 36, 1995.
- 28** : SHEARMAN & STERLING, « Guide de ressources électroniques sur les dictionnaires et les outils de traduction ». Institut Supérieur d'Interprétation et de Traduction. Mardi 16 Mai 2006.

- 29** : EuroWordNet, « Building a multilingual database with WordNets for several European languages ». from <http://www.ilc.uva.nl/EuroWordNet>
- 30** : Géobase. from <http://www.geobase.ca/geobase/fr/index.html>
- 31** : Institut National des Statistiques et des études économiques. From : <http://www.insee.fr/fr/bases-de-donnees>
- 32** : J. M. DOLMAZON & al, « Le projet européen SAM: Evaluation Multilingue des dispositifs d'entrée sortie vocale ». Journée d'étude sur la parole, Hammamet, 1987.
- 33** : J. ZEILIGER & al, « EUROM1 : Une base de données parole Multilingue, partie française ». 19^{ème} J.E.P, SFA, pp 303 – 306, 19 – 22 Mai. Bruxelles (Belgique), 1992.
- 34** : J. ZEILIGER & al, « BDBRUIT: Une base de données de locuteurs soumis à du bruit ». Journée d'étude sur la parole, Trégastel, 1994.
- 35** : Lamel L.F., Gauvain J.L. & Eskenazi M., *BREF, a Large Vocabulary Spoken Corpus For French*, EuroSpeech'91, 1991.
- 36** : *Compression and coding tools*, from : <http://www.icp.grenet.fr/Relator/tools/compress.html>
- 37** : I. C. SEARA & al, « BDVOX : Base de données pour les systèmes de reconnaissance de la parole multilocuteur ». Université Fédérale de Santa Catarina, Brésil, LINSE.
- 38** : V. BROSENS, « Le projet ELICOP, Etude Linguistique de la COmmunication Parlée ». Colloque AFLS (Association for French Language Studies), East Anglia, 4-6 septembre 1998, Français oral, français écrit à l'ère des nouvelles technologies (résumé in *Cahiers AFLS*, 4.2., Summer 1998, p.4).
- 39** : P. MERTENS & K. U. LEUVEL, « Les corpus de français parlé Elicop : consultation et exploitation ». Leuven: Universitaire Pers. pp. 101-116, 2002.
- 40** : V. BROSENS & N. NOUWEN, « Les projets ELILAP et LANCOM ». *Revue Française de Linguistique Appliquée*, Dossier : Grands Corpus : Diversité des objectifs, variété des approches, Vol. IV – 1, juin 1999, pp. 89-94.
- 41** : D. ISKRA & B. GROSSKOPT, « SPEECON: Speech Database for consumer Devices». *Proceedings of LREC 2000*. Siemund, R, 2000.
- 42** : D. PETROVSKA & al, « POLYCOST: A Telephone Speech Database for Speaker recognition». Article, Juin 2000.
- 43** : H. VAN DEN HEUVEL & al, « SpeechDat-Car: Towards a collection of speech database for automotive environments». Rapport, University of Nijmegen.

- 44 : SPEECHDAT, « Les projets récents de SpeechDat ». from <http://www.SpeechDat.Org>
- 45 : M. ALGHAMDI, F. ALHARGAN, M. ALKANHAL, A. ALKHAIRY, M. ELDESOUKI & A. ALENAZI. «Saudi Accented Arabic Voice Bank». Computer and Electronic Research Institute, King Abdulaziz City for Science and Technology.
- 46 : Vermobil, « The Vermobil Database ». from <http://www.ftw.at/research-innovation/projects/vermobil>
- 47 : NOISEX, « The NoiseX Database ». from <http://spib.rice.edu/spib>
- 48 : A. DISTER, « Des ressources textuelles orales pour l'étude du français en Belgique : la banque de données VALIBEL ». Centre de recherche VALIBEL, Université de Louvain, Juin 2004.
- 49 : ACADIE, « La base de données ACADIE ». from <http://www.bdlp.org/acadie.asp>.
- 50 : ALBERT Di CRISTO & al, « Le projet PACOMUST, un corpus de parole continue multistyle objectif et choix méthodologiques », travaux du laboratoire 'Parole et langage', Institut de phonétique d'Aix en Provence.
- 51 : carte algérienne téléchargé à partir de: <http://maps.nationalgeographic.com/maps>
- 52 : l'Office Nationale des Statistiques (ONS), « Population Résidente des Ménages Ordinaires et collectifs selon la wilaya et le sexe », <http://www.ONS.dz>
- 53 : TIMIT, « Environmental conditions ». from <http://www.phonetik.unimuenchen.de-/Forschung/BITS/TP1/Cookbook/node28.html>
- 54 : R. ESPESSER, « L'enregistrement et la prise de son ». LPL Université de Provence.
- 55 : « Caractéristiques et choix techniques ». Chapitre IV.1, from http://www.minefe.gouv.fr/gpem/systemes_audiovisuels_et_videocommunications/IV-1-1.pdf
- 56 : TIMIT, « TIMIT directives enregistrements ». testset.doc, 10 Novembre 1990.
- 57 : K. SJÖLANDER & J. BESKOW, «WAVESURFER: An open source speech tool ». *Proceedings of ICSLP 2000, 6th Intl Conf on Spoken Language Processing*, pp. 464-467). Beijing, 2000.
- 58 : Actes des Septième, « Rencontre jeunes chercheurs en Parole ». RJCP 2007, ILPGA Pris Juillet 2007, from <http://rjcp2007.limsi.fr>.

- 59** : SAMPA, « Arabic alphabet ». 2007, from <http://fr.wikipedia.org/wiki/SAMPA>
- 60** : T. SAIDANE & al, « La transcription phonétique-orthographique de la langue arabe ». Récital 2004, Fès, 19-22 avril 2004.
- 61** : S. Baloul, « Développement d'un système automatique de synthèse de la parole à partir du texte arabe standard voyellé ». Thèse de doctorat de l'université du Maine, Le Mans, France
- 62** : R. BAYEH & al, « Reconnaissance de l'Arabe parlé à partir de modèles acoustiques du Français ». Le traitement automatique de l'arabe, JEP-TALN 2004, Fès, 19-22 avril 2004.
- 63** : F. CHOUIREB & al, «Development of a prosodic database for Standard Arabic». The Arabian Journal for Science and Engineering, Vol.32, Number 2B.
- 64** : G. DROUA-HAMDANI, « Prédiction de la durée segmentale des phonèmes de l'Arabe standard ». Thèse de Magistère, 2004.
- 65** : S. A. SELOUANI & J. CAELEN, « Reconnaissance de traits phonétiques de l'Arabe : comparaison d'un système connexionniste modulaire et d'un système à base de connaissances ». Présentée à la XXII ème journée sur la Parole (JEP'98), Martigny (Suisse), pp 417 – 420, 15-18 Juin 1998.
- 66** : S. NEFTI, « Segmentation automatique de parole en phones : Correction d'étiquetage par l'introduction des mesures de confiance ». Thèse de doctorat, Université de Renne1, 2004.
- 67** : CALLIOPE, « La parole et son traitement automatique ». Masson, 1989.
- 68** : B. WILLIAMS, « The segmentation and labelling of speech databases ». Aout 1995.
- 69** : S. JARIFI, D. PASTOR & O. ROSEC, « Segmentation automatique de corpus de parole continue sédée à la synthèse vocale ». Département SC GET-ENST Bretagne, Brest France Télécom R&D, Lannion, 17 Novembre 2006.
- 70** : S. YOUNG & al, « The HTK Book ». HTK Version 3.1, Revised for HTK Version 3.0, July 2000.
- 71** : Linguistic Data Consortium (LDC): <http://www ldc.upenn.edu>
- 72** : A. COQUILLON, « Caractérisation prosodique du parler de la région marseillaise ». Thèse de doctorat, Université Aix-Marseille I, Décembre 2005.

- 73** : S. SCHWAB & al, « Conventions de segmentation pour la construction de diphtonges ». LAIP - Lettres, Université de Lausanne, Version 1.0, 1998.
- 74** : A. Lebal, « Contribution aux études prosodiques de la langue arabe de la région Kabylie », mémoire de magister en électronique, communication parlée, USTHB, 2011.
- 75** : R. DUFOUR, « Transcription automatique de la parole spontanée », Thèse de doctorat de l'Université du Maine (spécialité informatique), décembre 2010.
- 76** : B. JACOB, « Un outil informatique de gestion de Modèles de Markov Cachés : expérimentations en Reconnaissance Automatique de la Parole », Thèse de doctorat de l'Université Paul Sabatier de Toulouse III, septembre 1995.
- 77** : A. Amehraye, « Débruitage perceptuel de la parole » Thèse de doctorat de l'école nationale supérieure des télécommunications de Bretagne, mai 2009.
- 78** : Alapetite et Cohade « Traitement automatique de la parole sous HTK » www.alexandre.alapetite.fr/dess-irr/tap/tap02/
- 79** : D. Hamdani, « Speaker-independent ASR for Modern Standard Arabic : effect of regional accents », International Journal of Speech Technology, Mai 2012
- 80** : Zine KAmI El-khuwiski, « al-ʿa.swAt al-lu.gawiya », Dar El-ma`rifa El-jAmi`iya, Égypte 2007.
- 81** : Jean Cantineau, Cours de phonétique arabe, Librairie C. Klincksiek, Paris 1960
- 82** : Ahmed Mokhtar Omar, « al-ba.ht al-lu.gawi `inda al-` arab », `Alam El-kutub 1978
- 83** : Jacques Grand'Henry, 1979, « Le parler arabe de la Saoura (s-o algérien) », Arabica, t. XXVI, 3, Ed. Brill, Leiden, PP. 213 – 227.
- 84** : Jacques Grand'Henry, 1976, « Les parlers arabes de la région du Mzab (Sahara algérien) », Ed. Brill, Leiden, 136 p.
- 85** : al-khalil ibn Ahmed al-FarAhidl, « al-`ayn », réalisé par Dr. Abdallâh derwich, Ed. al-`Anl, Bagdad, 1967.
- 86** : Sibawayh, « KitAb », réalisé par Pr. Abd-AssalAm Haroun, Ed. Bibliothèque al-Khanji, Caire, 1982.

- 87** : Ibn Jinni, « Sir sinA`at el-i`rAb », réalisé par Hassan al-HandAwi, Ed. Dar al-Qalam, Damas, 1985.
- 88** : Mélissa Barkat, Détermination d'indices acoustique robustes pour l'identification automatique des parlers Arabes, Thèse de doctorat de l'université Lumière Lyon 2 (2000)
- 89** : André Roman, Les zones d'articulation de la koinè arabe d'après l'enseignement d'Al-khalil, Arabica (revue d'études arabes), Tome XXIV, Fascicule 1, p 58-65
- 90** : Antohi Lilia, Support de cours (Phonétique théorique), Université d'Etat « Bogdan Petriceicu Hasdeu » de Cahul, Faculté de Philologie et Histoire Chaire de Philologie Française
- 91** : Mahmoud Ben Rafat Ben Zalt, « `ahkAm `ata^gwlD wa `atilAwa », Editeur : qourtoba, Egypte 2006.
- 92** : Dr. Abd-al-gaffAr Hamid Hillal, « a.sawtiyAt al-lu.gawiya », Ed. Dar al-KitAb al-hadl_t, 2009
- 93** : `azza M`InI, « al-^gawAhir al-mu.dl`a `ala al-muqaddima al-^gazariya », Magister, Ed. Bibliothèque ar-ruchd, Arabie Saoudite, 2005.
- 94** : Les différents points d'articulation des lettres arabes :
http://tajwid.Overblog.com/pages/Les_diff%C3%A9rents_points_darticulation_des_letters_makharij_alhourouf-1713121.html
- 95** : Mohamed Embarki, « l'évolution du phonétisme arabe et la résistance coarticulatoire », Proxiling UMR 5267 CNRS-Montpellier III (France).
- 96** : Ahmed Benhamouda, Morphologie et syntaxe de la langue arabe, Société nationale d'édition et de diffusion.
- 97** : Al-Makkl, « ar-ri`Aya lita^gwlD al-qirA`a wa ta.hqlq at-tilAwa », realize par Ahmed farhat, Ed. Dar al-Ma`arif, Damas.
- 98** : Bergstrasr, « at-ta.tawur an-nahwl lilu.ga al-`arabiya », réalisé par Dr. Rama.dAn Abd-at-tuwAb, Caire, 1982.
- 99** : A. Fawzan, « durUsse fl `annidh.Am `a.sawti lilu.gati `al`arabiya », 2007
- 100** : ghamidi, « kitAb a.s-.sawtiyAt al-`arabiya », <http://www.mghamidi.com/TabCom.htm>

- 101** : J. Cantineau « les parlers arabes des Territoires du sud » Revue Africaine, volume 85, 1941, p. 72-77.
- 102** : Situation géographique des wilayas, Ministère de l'Intérieur et des Collectivités Locales
- 103** : W. Marçais, « Trios textes arabes d'El-Hamma de Gabès », Journal Asiatique, avril-juin 1931, octobre-décembre 1932 et juillet-septembre 1933.
- 104** : J. Cantineau, « Analyse phonologique du parler d'El-Hamma de Gabès », dans Etudes de linguistique Arabe, Paris, Librairie C. Klincksick, 1960.
- 105** : B. Dweik « Bilingualism and the problem of linguistic and cultural interference », Arabic language and culture in a borderless, Kuwait University, p. 224 – 237.
- 106** : A. Lemay, « Informatique, Base de données – Access », UFR L.E.A. – MST CI 2 Janvier, 2004
- 107** : « Initiation à l'utilisateur de l'informatique 2007-2008 », www.ulb.be/soco/matsch/info-d-203.
- 108** : M. Belaid, « Conception et réalisation d'application de bases de données avec Access », Pages Bleues, 2010
- 109** : L'Aide de « Microsoft Office Access 2007 »