

# Caractérisation automatique des accents étrangers

*Abdelkarim Mars*

Bureau : B211 - Campus - Bat. B

385 avenue de la Bibliothèque - 38400 Saint Martin d'Hères

Tél. : ++33 (0)6 81 36 95 59

Abdelkarim.Mars@imag.fr

## ABSTRACT

Among the many features affecting the way people speak, accents constitute a major component of variation. A speaker's pronunciation can inform about the origin geographically and socially. A description of the phonetic features underlying perceived differences in accent are therefore of particular scientific interest. Besides, accents research is crucial to the improvement of technological applications such as speech recognition and speaker indexing.

This paper proposes an acoustic phonetic study of foreign accents in French. To analyze large-scale variations related to the origin of the speaker we evaluated the contribution of automatic tools, acoustico-phonetic decoding and forced alignments. From the results of the automatic tools we have reached to characterized three main classes of accents.

## 1. INTRODUCTION

La caractérisation automatique des accents est un nouveau défi étroitement lié à d'autres domaines de recherches récents relatifs au domaine du multilinguisme, tel que l'identification des dialectes, l'identification des langues et la reconnaissance automatique de la parole. La caractérisation automatique des accents étrangers aux mêmes problèmes que celle de traitement automatique de la parole non native. Tout d'abord l'acquisition de la parole non native consomme beaucoup de temps et de ressources sachant qu'il existe actuellement plus de 6000 langues parlées à travers le monde, (6809 sont référencées dans [Gri 00]).

Ensuite il existe une grande différence entre la parole native et non-native au niveau segmentale et au niveau suprasegmentale [Bou 04]. Enfin quelques études montrent que les prononciations des locuteurs apprenant une langue seconde (L2) diffèrent en fonction de leur langue maternelle. Est-ce que cela repose davantage sur la suite de phonèmes et l'instanciation des faits de coarticulation, sur la qualité de voix, sur les clichés mélodiques, sur les profils de durées ou sur des erreurs de placement de l'accent lexical. Dans le cas de figure où certains sons à prononcer n'existent pas dans sa LM, un locuteur peut imiter ce son ou encore le remplacer par un

son de sa LM qu'il considère proche. C'est le cas du son anglais /h/ prononcé par des locuteurs grecs comme le phonème grec [x]. De plus, certains phonèmes de la LP peuvent être réalisés comme une suite de la LM comme les diphtongues anglaises n'existant pas dans la langue française [Bou 07]. De même pour l'accent espagnol en anglais l'étude montre une confusion entre les phonèmes /s/~z/ et /b/~v/ [Mag, 98].

Des études préliminaires [Boula de Mareuil 2004] [Vier 06] ont suggéré que le timbre des voyelles permet de caractériser un accent en français mieux que la prosodie (du moins le rythme). De même, la plupart des études en la matière se concentrent sur le segmental (i.e. La chaîne de phonèmes, en particulier vocaliques) [Lau 98] [Fle 03].

Une autre question qui se pose est : « qu'est-ce qui caractérise un accent ? ». La première étape est donc la caractérisation d'accent.

Ce travail vise à la caractérisation d'accents étrangers à travers des indices phonétiques que l'on est capable de mesurer automatiquement.

## 2. CORPUS MULTI-ACCENTS

### 2.1. Présentation

Pour la caractérisation automatique des accents nous avons choisis le corpus ESTER car elle contient plusieurs classes d'accents et il contient aussi des transcriptions orthographiques qui sont nécessaires pour le module d'alignement forcé. Le corpus ESTER est un sous-ensemble du package d'évaluation ESTER2. Ce corpus comprend l'ensemble des données utilisées lors de la campagne d'évaluation ESTER, à l'exclusion des données textuelles. Ce corpus a été élaboré au sein du projet ESTER (Évaluation des Systèmes de Transcription enrichie d'Emissions Radiophoniques). Trois types de ressources sont fournis dans le corpus. D'une part, les ressources classiques utilisées en Reconnaissance Automatique de la parole, soit les ressources acoustiques (corpus de parole transcrite) et textuelles (journaux ou transcriptions approchées de débats officiels). D'autre part, une ressource originale de parole non transcrite est proposée. Il s'agit de corpus de parole sans transcription associée mais en grande quantité (environ 2000h), destiné à explorer la possibilité d'un apprentissage non supervisé

Ce corpus est composé de données radiophoniques (radios différentes) : Radio France Internationale (RFI), France Inter, France Info, la Radio Télévision Marocaine (RTM, en langue française). Il se décompose en 82 heures d'apprentissage, 8 heures de développement et 10 heures de test. [Gra 04].

## 2.2. Choix des accents

L'étude des différents accents se fait en se basant sur les informations et la précision des données de notre corpus. Ainsi, il s'agit en premier lieu de localiser la parole non native. Pour cela, nous avons développé des scripts en perl pour nous permettre d'extraire les différents accents qui existent dans notre corpus. Ensuite pour chaque accent extrait, nous avons calculé la durée totale de signal de parole disponible. Finalement, à cause de faible quantité de parole nous avons groupé les différentes origines présentes dans notre corpus selon les origines géographiques des locuteurs en trois grandes catégories d'accents, le premier accent est l'accent d'Afrique de nord, il est composé de trois pays (Tunisie, Algérie, Maroc) et il contient trente sept minutes de parole non native, l'accent d'Afrique subsaharienne, il est composé de trois pays (Cote d'Ivoire, Sénégal, Bénin) et il contient deux cent huit minutes de parole non native et l'accent Européen (Allemagne, Italie, Espagne) il contient trente sept minutes de parole.

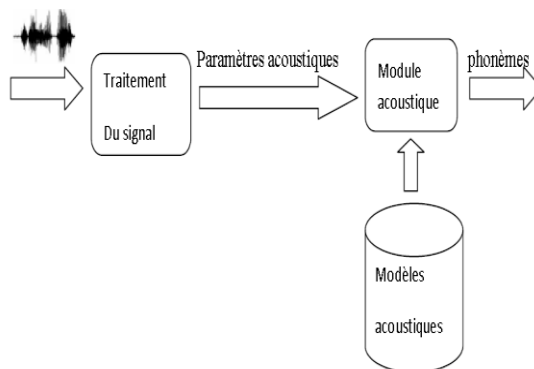
## 3. EVALUATION DES OUTILS AUTOMATIQUES

Afin d'analyser à grande échelle les variations liées à l'origine de locuteur, nous avons évalué l'apport des outils automatiques de décodage acoustico-phonétique et d'alignement forcé.

### 3.1. Décodage acoustico-phonétique

Cette étape consiste à générer la transcription exacte à partir du signal de la parole, c'est-à-dire la transcription que le locuteur non natif entend de le dire.

À partir d'un signal de parole, le premier traitement consiste à extraire des vecteurs de paramètres. Ces paramètres sont mis en entrée d'un module acoustique, ou d'un décodage acoustico-phonétique. Ce décodage acoustico-phonétique peut produire à son tour une ou plusieurs hypothèses phonétiques associées en général à une probabilité pour chaque segment (une fenêtre ou une trame) de signaux de parole.



**Figure 1** : Reconnaissance automatique de phonèmes [Mar 09]

### 3.2. Principe d'alignement forcé

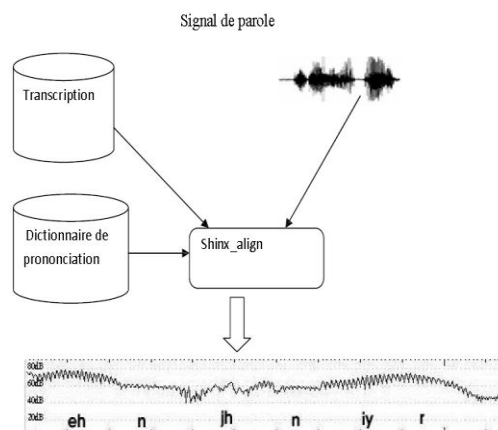
Le deuxième traitement consiste à réaliser pour chaque phrase du corpus un alignement forcé entre la phrase et le signal de parole correspondant. Le but à terme est de confronter les résultats du DAP aux résultats de l'alignement forcé pour en extraire les confusions phonétiques. Avant de lancer l'alignement forcé, celui-ci a besoin d'un dictionnaire de prononciation.

Cette tâche consiste à aligner les signaux de parole de chaque catégorie avec la transcription orthographique qui lui correspond dans le corpus ESTER pour obtenir une segmentation en phonèmes du corpus, contrainte par la transcription. Le but de cette expérience est :

D'étudier la distribution phonétique de nos trois corpus.

De comparer l'alignement forcé avec les sorties de décodage acoustico-phonétique.

D'étudier les confusions de locuteurs non natifs.



**Figure 2** : étapes d'alignement forcé [Mar 09]

À l'issue de la procédure d'alignement forcé, nous obtenons un corpus segmenté en phonèmes avec les étiquettes temporelles. Chaque ligne de transcription résultat contient le temps de début et le temps de fin, la position de phonème en nombre de trame le phonème prévu.

#### 4. OBTENTION DES CONFUSIONS

Le rôle de ce traitement est de comparer résultats de l'alignement forcé et du décodage acoustico-phonétique et d'en extraire les confusions de phonèmes les plus fréquemment observées. Cela consiste tout d'abord par l'alignement des fichiers hypothèses résultats du système de reconnaissance des phonèmes (décodage acoustico-phonétique) contre les fichiers références obtenus après la tâche d'alignement forcé.

L'étude des confusions résultantes peut donner un aperçu des substitutions phonétiques qui se produisent fréquemment chez des locuteurs non natifs.

#### 5. DISCUSSION ET RÉSULTAT

##### 5.1. Regroupement des phonèmes

À l'aide du DAP (décodage acoustico-phonétique), nous obtenons une transcription phonétique de notre corpus à partir d'un signal de parole sans utiliser la transcription orthographique (sans aucune connaissance sur le lexique, et sans modèle de langage). A partir de cette transcription phonétique, nous avons effectué des statistiques sur les pourcentages des phonèmes pour chaque catégorie d'accents de notre corpus.

Le fait qu'on analyse par classe de phonèmes premièrement est plus simple pour les analyses que les phonèmes distincts. Deuxièmement parce qu'il y a beaucoup des erreurs dans le DAP car très peu de contraintes. Nous avons classifié l'ensemble des phonèmes générés par le DAP en deux classes : consonne et voyelle et chaque classe est divisée en sous classes.

Nous avons regroupé les sons en huit classes de phonèmes : les plosives non-voisées, les plosives voisées, les nasales, les fricatives non voisées, le fricatif voisé, les latérales, les vibrantes et les approximantes semi-voyelles. Ces regroupements conservent les modes de production et ne tiennent pas compte des lieux d'articulation des sons.

Classe de phonèmes	Phonèmes de l'API correspondant	Phonèmes de DAP correspondant
Plosive non-voisé	p, t, k	p, t, k
Plosive voisé	b, d, g	b, d, g
Nasale	m, n, ɲ, ŋ	m, n, Nj, NG
Fricative non-voisé	f, s, ʃ	f, s, SS
Fricative voisé	v, z, ʒ	v, z, ZZ
latéral approximant	l	l
vibrant	[R] vibrante	RR
approximantes / semi-voyelles	j, ɥ, w	j, HH, w

**Figure 3** : des phonèmes selon l'API pour les consonnes[Mars 2009]

Après plusieurs observations et analyses des transcriptions phonétiques, nous avons remarqué la présence du son /h/ avec un pourcentage important dans les trois catégories d'accents étudiés, bien que ce phonème n'existe pas dans l'inventaire des consonnes du français (on le trouve dans l'inventaire de l'anglais). Sans pour autant expliquer sa présence, nous avons voulu étudier ce phénomène et avons pour cela ajouter une classe supplémentaire pour les sons [h] : {h}

Nous avons regroupé les voyelles d'aperture moyenne en les regroupant les mi-fermées et les mi-ouvertes dans une même class. En effet, ces oppositions entre les voyelles mi-fermées et mi-ouvertes ne sont pas toujours présentes chez des locuteurs natifs de différentes régions de France septentrionale. Ainsi, l'opposition / e /et / ε/ peut disparaître, l'opposition / o/ et / ɔ / tend à disparaître au profit de [o] et l'opposition / ø/ et / oe / tend à disparaître au profit de [ø]. C'est-à-dire que, pour ces voyelles, même certains locuteurs natifs les confondent. De même, l'opposition entre / a / et / ɑ / tend à disparaître au profit de [a].

Ces considérations nous ont conduit à classer les voyelles en sept classes différentes : {i}, {y}, {u}, {e, ε}, {ø, oe}, {o, ɔ}, {ɑ, a}.

En français, il existe également une dimension secondaire, la nasalité. Dans la transcription phonétique générée par le système de décodage acoustico-phonétique, nous constatons la présence de ces voyelles nasales avec une distribution importante dans notre corpus et pour les trois accents étudiés. Donc nous avons considéré une huitième classe : la classe des voyelles nasales :

{ã, õ, ê} : {an, on, in}

##### 5.2. Discussion

L'analyse de ces résultats montre que le pourcentage de phonème /R/ pour l'accent africain est faible par rapport aux autres accents. Par contre ce pourcentage est proche de celui de français natif pour l'accent du Maghreb et l'accent Européen.

Pour l'approximant {l} la distribution est presque la même pour les trois accents et pour le français natif. De même on a presque la même proportion pour les consonnes nasales et pour les approximantes semi voyelles pour les trois accents et pour le français natif.

A partir de la figure 6, nous avons remarqué des indices pertinents comme le pourcentage élevé des phonèmes /i/ pour l'accent maghrébin par rapport aux autres accents.

Afin de trouver une explication à ces pourcentages élevés, nous avons effectué des analyses plus précises sur notre corpus à l'aide de deux logiciels Praat et Transcriber.

Il est important de noter que les locuteurs non natifs font des confusions entre quelques phonèmes. Parmi ces confusions, certains locuteurs confondent les phonèmes /i/

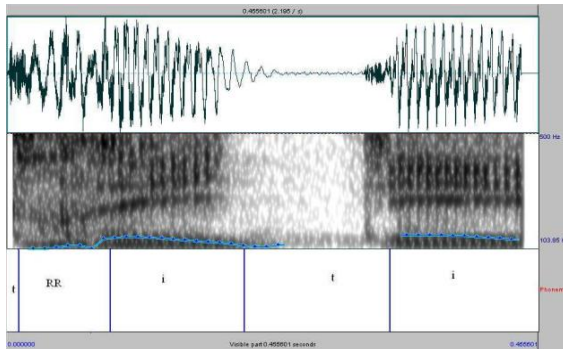
avec les phonèmes /ε/ et /y/ c'est-à-dire ils prononcent /i/ à la place du phonème /ε/ ou à la place du phonème /y/, comme dans les verbes *traiter*, *venu* et le mot *télévision*.

[tɛlɛvizjɔ̃] : [tɛl*i*vizjɔ̃]

[tRɛtE] : [tR*i*t*i*]

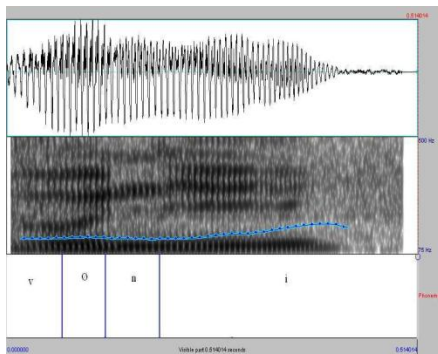
[vøny] : [vø n*i*]

Exemple 1:



**Figure 4** : verbe « traiter » prononcé par un locuteur non natif d'origine Algérienne. Le locuteur prononce /i/ à la place de /ε/ [Mar 09]

Exemple 2:



**Figure 5** : le verbe « venir » prononcé par un locuteur non natif, le locuteur prononce /i/ à la place de /y/ [Mar 09]

A partir des analyses faites sur nos histogrammes, on remarque aussi que les voyelles nasales ont une faible distribution par rapport aux autres accents dans notre corpus. Cette faible distribution est due à des fautes de prononciations commises par les locuteurs d'origine Maghrébine, certains locuteurs font des confusions entre les voyelles nasales et les autres voyelles. Par exemple le locuteur tend à remplacer le phonème /*ẽ*/ par le phonème /a/ comme dans le mot invité.

a b i t e ~ h a b i t e

a R s e l ø m *ã* ~ h a R s e l ø m *ã*

À partir des analyses faites sur nos histogrammes, on remarque aussi que les voyelles nasales ont une faible

distribution par rapport aux autres accents dans notre corpus. Cette faible distribution est due à des fautes de prononciations commises par les locuteurs d'origine Maghrébins, certains locuteurs font des confusions entre les voyelles nasales et les autres voyelles. Par exemple le locuteur tend à remplacer le phonème /ε/ par le phonème /a/ comme dans le mot invité :

*ẽ* v i t ø ~ a v i t ø

Nous avons remarqué aussi une distribution importante du phonème /RR/ ceci est dû à l'existence d'un phonème équivalent dans la langue maternelle des locuteurs d'origines Maghrébins c'est le /r/ roulé comme dans les verbes « regarder » et « rentrer ». Donc les locuteurs Maghrébins ne trouvent pas de difficulté pour prononcer le phonème /RR/.

L'accent Africain possède certaines caractéristiques similaires à celle de l'accent Maghrébin comme la prononciation du son [h] dans quelques mots qui commencent par la graphie « h ». Les locuteurs d'origine Afrique sub-saharienne ont également du mal à prononcer des voyelles nasales, ils tendent à les remplacer par les voyelles ouvertes {a, ɑ}, ce qui prouve l'importance de pourcentage de classe des voyelles ouvertes {a, ɑ}. Par exemple le locuteur africain le locuteur prononce /ε/ à la place de /*ẽ*/.

[a f R i k *ẽ*] : [a f R i k *ε*]

De même, les locuteurs d'origine Africaine tendent à remplacer la voyelle nasale /*õ*/ par la voyelle /o/.

Exemple :

[m *õ* d] : [m o d]

[*ẽ* k *õ* t e s t a b l] : [*ε* k *õ* t e s t a b l]

## 6. ANALYSE DE CONFUSION

Afin de confirmer les résultats obtenus précédemment avec le décodage acoustico-phonétique, nous allons présenter les résultats donnés par la matrice de confusion pour chaque accent.

Dans notre cas le rôle de cette matrice est de montrer les confusions au niveau phonétique commis par les locuteurs non natifs pour l'accent Maghrébin, Européen et Africain.

### 6.1. Accent du Maghreb

Pour chaque classe de voyelles, nous avons obtenu des résultats pertinents qui nous permettent d'extraire des observations et des remarques sur les différentes confusions phonétiques. A partir de la matrice de confusion, on peut examiner les confusions pour chaque voyelle. Premièrement, ce qui est pertinent pour la classe de voyelle semi-ouverte est le fait qu'il y a des confusions

entre cette classe et le phonème /i/ par exemple dans 24,9% de cas les locuteurs d'origine Maghrébine prononce le phonème /i/ à la place de phonème /e/ et dans 13,2% de cas les locuteurs prononce le phonème /i/ à la place de phonème /ε/, par contre il n'y a pas de problème de prononciation pour le phonème /i/, puisque nous avons 41% de correspondance entre DAP et alignement forcé pour ce son. Ces résultats confirment les distributions obtenus par le DAP qui montre l'importance de pourcentage de phonème /i/ dans l'accent Maghrébin par rapport aux autres accents.

La deuxième remarque importante est la confusion entre la classe des voyelles postérieures moyennes {o, ɔ} et le phonème /u/, par exemple dans 20,9% des cas les locuteurs prononcent le phonème /u/ à la place du phonème /ɔ/, et dans 32,9% des cas les locuteurs prononcent le phonème /u/ à la place du phonème /o/. Pour le phonème /u/, presque nous avons 53,7% de correspondance pour les locuteurs Maghrébins.

De même, ces résultats confirment bien ce qui nous avons obtenu avec le décodage acoustico-phonétique c'est-à-dire le faible pourcentage de classe {o, ɔ} par rapport aux autres accents et le pourcentage élevé du phonème /u/ par rapport aux autres accents.

Troisièmement nous avons observé la mauvaise prononciation des voyelles /ø/ et /œ/ qui appartient au classe des voyelles moyennes antérieures arrondies car le pourcentage de correspondance correcte de ces voyelles est faible.

Pour les consonnes Tout d'abord nous remarquons le faible pourcentage de plosives non-voisées, les pourcentages de prononciations correctes de ces consonnes pour des locuteurs d'origines Maghrébin est en moyen de 9,73%, cette classe est confondue avec la classe des plosives voisées dans 15% de cas et avec les fricatives voisées dans 10,7% de cas.

Ensuite la deuxième remarque qu'on peut tirer à partir de cette matrice est le faible pourcentage de prononciation correcte de plosive voisée, il est en moyen de 28,4%, cette classe est confondue avec la classe des fricatives voisées dans 14,6% de cas, aussi les locuteurs Maghrébin ont des difficultés dans la prononciation du phonème /g/ : dans 22,8% de cas, ils l'ont supprimé lors de la prononciation.

Puis nous avons un pourcentage important de prononciation correcte des fricatives non-voisées il est en moyen de 43,2%.

De même pour la classe des fricatives voisées, le pourcentage de prononciation correcte des phonèmes est en moyenne de 56,4%. En particulier pour cette classe la confusion est intra-classe c'est-à-dire que les locuteurs remplacent les fricatives voisées majoritairement par des phonèmes de la même classe.

Enfin pour les autres classes de consonnes, les

pourcentages de prononciations correctes sont acceptables avec en moyenne plus que 40%. Ces résultats sont cohérents avec ce que nous avons obtenus par le DAP.

## 6.2. Accent d'Europe

Tout d'abord, la première observation pertinente est la confusion entre les phonèmes /i/ et /e/ et le phonème /y/ : dans 14,55% des cas, les locuteurs tendent à prononcer le phonème /y/ en moyenne. Nous avons la même remarque pour la classe des voyelles moyennes postérieures. Les locuteurs confondent entre cette classe et le phonème /u/ dans de 17,5% de cas.

Enfin le pourcentage de prononciation correcte pour les voyelles nasales est important. Les confusions sont majoritairement intra-classes c'est-à-dire que les locuteurs tendent à prononcer d'autres voyelles nasales à la place des voyelles nasales voulues, par exemple le pourcentage de prononciation de la voyelle /ĩ/ à la place de voyelle /ã/ est de 27,5%. De même ces résultats ne contredisent pas ce que nous avons obtenu avec le DAP.

Pour les consonnes de cet accent nous n'avons pas beaucoup des indices pertinents qui nous aident à prélever les caractéristiques de cet accent. Pour la plosive voisée les locuteurs tendent à remplacer le phonème /p/ par le phonème /b/ dans 14% de cas et le phonème /k/ par le phonème /g/ dans 19% de cas. Aussi pour la plosive voisée les locuteurs d'origine Européen prononce cette classe correctement en moyen de 41,3%, et pour les confusions ce sont des confusions intra-classe.

De même pour les fricatives non-voisée les locuteurs tendent à remplacer le phonème /f/ par le phonème /v/ dans 12,9% de cas, le phonème /s/ par le phonème /z/ dans 13,3% de cas et le phonème /ʃ/ par le phonème /ʒ/ dans 25,4% de cas. Par contre la prononciation correcte de cette classe est de 35,4%.

Pour les fricatives voisées nous avons un pourcentage important de prononciation correcte de 50,6%. Pour les confusions ce sont des confusions intra-classe. De même ces résultats ne contredit pas ce que nous avons obtenu avec le DAP.

## 6.2. Accent d'Afrique

Pour les accents d'origine Africaine, nous avons observé tout d'abord l'importance du pourcentage des voyelles ouvertes. Ceci se retrouve dans la confusion intra-classe importante pour les locuteurs d'origine Africaine entre la voyelle /a/ et la voyelle /ɑ/ (ou l'inverse) dans 11% des cas.

Ensuite nous avons remarqué la confusion entre la voyelle /o/ et la voyelle /u/ c'est-à-dire les locuteurs prononce /u/ à la place de /o/ dans 21% de cas. Par contre la prononciation correcte de phonème /o/ est de 26,8%.

Pour les voyelles moyennes antérieures non arrondies, il y a souvent une mauvaise prononciation. Cette classe est

confondue avec le phonème / i / dans 14% de cas ou supprimée dans 14% des cas.

Puis, pour les voyelles nasales, les locuteurs africains ont des difficultés à les prononcer et les remplacent par d'autres voyelles. Pour la voyelle / ẽ / nous avons un pourcentage de 5% de prononciation correcte, cette voyelle est confondue avec la voyelle / ɛ / dans 12% des cas.

Enfin pour les autres classes de voyelles les pourcentages de prononciations correctes sont acceptables avec en moyenne plus de 35% de prononciation cohérente.

Pour les consonnes, tout d'abord la classe des plosives non-voisées a un pourcentage faible de prononciation correcte il est de 21,13% : les locuteurs d'origine Africaine confondent la plosive non-voisée avec la plosive voisée. Nous avons une confusion entre le phonème /p/ et le phonème /b/ c'est-à-dire les locuteurs tendent à prononcer le phonème / b / à la place de phonème / p / dans 14,8% des cas. De même, les locuteurs confondent entre le phonème / k / et le phonème / g / dans 21,5% des cas.

Ensuite, pour les plosives voisées, nous avons un pourcentage important de prononciation correcte (41,6%). Pour cette classe, nous avons une confusion intra-classe entre le phonème / b / et le phonème / g /, ainsi qu'une confusion de 13,9% entre le phonème / b / et le phonème / v /.

Le pourcentage de prononciation correcte des fricatives non-voisées est moyen : il est de 35,4%, pour cette classe. Il y a des confusions importantes avec la classe des fricatives voisées. Les locuteurs non natifs d'origine Africaine confondent entre le phonème / f / et le phonème / v / (16,2%), entre le phonème / s / et le phonème / z / (22,1%) et entre le phonème / ʃ / et le phonème / ʒ / (18,5%).

Pour les plosives voisées les locuteurs n'ont pas des difficultés de prononciation avec cette classe, les confusions sont généralement intra-classe.

Enfin, les locuteurs d'origine Africaine ont des difficultés de prononciation avec le phonème / R / : dans la plupart des cas, le locuteur supprime ce phonème lors de son prononciation d'un mot qui contient / R /.

## 6. CONCLUSION

. Dans ce travail, nous avons étudié la caractérisation des accents étrangers en adoptant l'approche de confusion phonétique. Cette approche nous a permis d'extraire les confusions phonétiques de locuteurs non natifs. Nous avons étudié les caractéristiques de trois catégories d'accents étrangers en français à partir du corpus ESTER. Nous avons extrait différents accents, mais vu la disparité des données pour chaque accent, nous avons regroupé ces accents selon leur emplacement géographique. Nous avons retenu trois catégories

d'accents : l'accent du Maghreb, l'accent d'Europe et l'accent d'Afrique sub-saharienne.

Nous avons ainsi obtenu des résultats pertinents sur les différents types de confusions commises par des locuteurs non natifs, tels que la prononciation de phonème /i/ à la place de /e/ ou /i/ à la place de /ɛ / pour les locuteurs d'origine Maghrébine, le /p/ à la place de /b/ pour des locuteurs d'origine Africaine. A la fin de ce projet, nous avons réussi à extraire les particularités et les caractéristiques de chaque catégorie d'accents.

## RÉFÉRENCES

- [Bou 04] P. Boula de Mareüil, B. Brahimi & C. Gendrot, Role of segmental and suprasegmental cues in the perception of Magrebian-accented French. Interspeech- ICSLP, 2004.
- [Bou 07] Ghazi Bouselmi, Dominique Fohr, Irina Illina et Jean-Paul Haton : Amélioration des Performances des Systèmes Automatiques de Reconnaissance de la Parole pour la Parole Non Native.
- [Fle 03] J.E. Flege, C. Schirru & I.R.A. MacKay, Interaction between the native and second language phonetic subsystems, Speech Communication
- [Gra 04] G. Gravier, J-F. Bonastre, E. Geoffrois, S. Galliano, K. Mc Tait, K. Choukri ESTER, une campagne d'évaluation des systèmes d'indexation automatique d'émissions radiophoniques en français.
- [Gri 00] Gring, Language of the world, tome 1, 14<sup>e</sup> édition, Summer Inst of Linguistics, novembre 2000
- [Lau 98] B. Lauret. Aspects de Phonétique Expérimentale Contrastive: « l'accent » Anglo-américain en français. Thèse de doctorat, Université Paris III, 1998.
- [Mag 98] Magen H.S., « The perception of foreign-accented speech », Journal of Phonetics, vol. 26, 1998, p. 381–400.
- [Mar 09] Abdelkarim Mars « caractérisation automatique des accents étrangers » rapport Master 2 recherche, juin 2009
- [vie 06] B. Vieru-Dimulescu, P. Boula de Mareüil & M. Adda-Decker. Identification perceptive d'accents étrangers en français: premiers résultats, 10<sup>es</sup> Journée PFC, 2006.