

EFFETS DU STYLE DE PAROLE SUR LA RÉDUCTION VOCALIQUE EN PORTUGAIS

Véronique DELPLANCQ • Instituto Politécnico de Viseu • Portugal

Bernard HARMEGNIES • Université de Mons-Hainaut • Belgique

Dolorès POCH-OLIVÉ • Universitat Autònoma de Barcelona • Espagne

1. INTRODUCTION.

L'amoindrissement des différences entre timbres vocaliques a fait l'objet de nombreuses études. Ainsi, Lindblom (1963) et Delattre (1969) ont analysé l'effet de divers facteurs sur la réduction vocalique. Leurs recherches se centrent cependant préférentiellement sur des sources de variation externes à la situation de communication. Il s'agit ainsi, dans le cas de Lindblom, de modifications expérimentalement induites de la vitesse d'élocution, de l'environnement consonnantique et d'autres variables. Delattre compare, quant à lui, la variabilité des voyelles dans 4 langues : l'anglais, le français, l'allemand et l'espagnol ; il conclut également à l'importance de l'environnement sur la réduction, mais souligne aussi celles du rythme, de la tension musculaire, de la durée, de l'intensité et de l'accent. Souvent, les données obtenues dans ce genre de recherche dérivent de lectures de logatomes ou de phrases (Lobacz, 1976) ou de mots placés en listes (Nord, 1974, 1986).

Les laboratoires de phonétique de l'Université Autonome de Barcelone et de l'Université de Mons ont entamé récemment un ensemble d'actions de recherche en commun centrées sur l'analyse de ces phénomènes dans le langage spontané.

Le domaine de définition choisi est celui des langues romanes, dont la littérature en phonétique fait généralement peu de cas. A ce jour, des corpus en espagnol, français et catalan ont fait l'objet d'analyses (Harmegnies et Poch, 1992 ; Poch et Harmegnies, 1992 ; Blecua, Poch et Harmegnies, 1993 ; etc.). Les travaux ainsi menés ont principalement investigué les contrastes entre d'une part, des enregistrements obtenus au moyen de techniques de laboratoire classiques, similaires à celles utilisées par les auteurs cités plus haut, et d'autre part, des corpus recueillis à la faveur de conversations naturelles.

Dans cet article, nous nous pencherons sur les premiers résultats obtenus, dans le cadre de ce projet, sur base de productions en portugais.

2. LES VOYELLES DU PORTUGAIS

Les études systématiques sur la langue portugaise sont peu nombreuses et souvent de tradition descriptive. On trouve ainsi plusieurs descriptions réalisées sur base auditive (Viana, 1833 réédité en 1973 ; Nogueira, 1938). Leurs résultats comportent parfois des différences substantielles, comme le remarque Figueiredo, dès 1915. Lacerda (1934) inaugure une série de travaux étayés par des observations objectives. Il faut néanmoins attendre les années 50 pour que des auteurs comme Lüdtke (1953) ou Louro (1954, 1955) et, plus tard, Morais-Barbosa (1983) systématisent les analyses.

Deux études plus récentes apportent en outre des observations plus formalisées. La première, menée par Mateus (1982), explique, à travers la théorie générativiste, l'un des facteurs linguistiques essentiels au portugais : la réduction vocalique sous l'influence de l'accent. Delgado Martins, quant à elle, axe ses travaux sur la perception de l'accent au niveau du mot et de la phrase par des sujets portugais et étrangers, s'inscrivant dans la perspective plus large de la perception de la parole (1983).

A l'heure actuelle, les auteurs s'accordent majoritairement sur l'idée que le portugais européen présente 8 voyelles orales dans son système tonique (/i/, /u/, /ɔ/, /o/, /ɛ/, /e/, /a/ et /α/), 5 en position pré-tonique (/i/, /u/, /o/, /α/ et /ə/) et 3 en position post-tonique (/u/, /α/ et /ə/) (Morais-Barbosa, 1983 ; Delgado-Martins, 1988). On notera, au passage, le traitement quelque peu hétérodoxe réservé aux voyelles /α/ et /ə/. La première est représentée par tous les linguistes portugais par la lettre grecque alpha, bien que ce signe n'appartienne pas aux listes de l'Alphabet Phonétique International ; elle se réalise sous forme de sons de timbre assez neutre, auditivement voisins de la voyelle française /ə/. Delgado-Martins (1988) en présente d'ailleurs des sonagrammes dont les

premiers formants semblent fort proches de 500 Hz et 1500 Hz. La voyelle classiquement notée /ə/, par contre, possède un premier formant nettement plus bas ; certaines de ses réalisations se caractérisent par une tendance à la pharyngalisation.

Notre recherche, qui procède par analyses acoustiques, ne peut cependant aisément se baser sur les 16 catégories de sons ainsi définies, dont certaines présentent d'évidentes redondances (un son [u] peut provenir de 3 catégories), alors que d'autres en sont exemptes (un son [ɔ] ne peut relever que d'une seule catégorie). Nous avons dès lors décidé de recourir à un critère pragmatique de partition de nos échantillons. Concrètement, les réalisations des phonèmes évoqués plus haut ne peuvent conduire qu'à la production de 9 timbres différents, que les locuteurs peuvent grouper en autant de classes d'intentions de réalisation. Ainsi, par exemple, les natifs acceptent qu'il y a dans le mot '*estudos*' le son [u] qui est de même présent dans '*Portugal*' alors que du point de vue phonologique, le premier appartient au sous système tonique, et le second au sous système prétonique. Nous retenons donc comme catégories de sons les 9 ensembles que permettent de former les réalisations respectivement identifiables comme [i], [u], [ɔ], [o], [ɛ], [e], [a], [α] et [ə]. Notre critère de classification est donc plus phonétique que phonologique.

3. EXPÉRIMENTATION

3.1. Procédure d'acquisition.

Deux situations de communication très différenciées ont été utilisées dans le cadre de cette étude.

D'une part, il a été proposé à notre sujet (un lusophone natif, d'une cinquantaine d'années), de participer à une discussion de 45 minutes sur des thèmes proches de sa vie privée (la conversation s'est déroulée en portugais, avec un interlocuteur lusophone natif) ; cet enregistrement constitue notre corpus de parole spontanée.

Après transcription orthographique intégrale de ce corpus, nous avons opéré une sélection de mots dans lesquels se trouvent des réalisations de l'ensemble des voyelles du portugais. Seules ont été choisies des voyelles en contexte CVC.

Quelques jours après la première session d'enregistrement, le locuteur a subi la procédure de saisie du corpus de parole de laboratoire. Sa tâche consistait à lire les mots choisis précédemment et générés aléatoirement, un par un, sur un écran d'ordinateur, à un rythme contrôlé, de manière à atténuer les effets de liste.

Tous les enregistrements ont été réalisés dans la chambre sourde du Département de la Communication Parlée de l'Université de Mons-Hainaut, à l'aide d'un micro NEUMMAN U87I relié à une unité de digitalisation PCM SONY 501 ES via le circuit de pré-amplification d'un magnétophone NAGRA IV-S. Le niveau de prise de son était réglé manuellement afin d'optimiser la dynamique. La piste image du magnétoscope PANASONIC NV-H75 recueillit la version digitalisée des productions.

3.2. Composition des échantillons.

Suite aux choix exposés ci-dessus (Cfr § 2), nous nous intéressons ici à des réalisations groupables en 9 classes définies sur base du critère d'homogénéité du timbre attendu, à savoir : [i], [u], [ɔ], [o], [ɛ], [e], [a], [ɑ] et [ə].

Nous avons cherché à obtenir un échantillonnage suffisant de réalisations de chacune des voyelles. Dans le cas des voyelles très fréquentes, les réalisations ont été sélectionnées aléatoirement en sorte d'obtenir une trentaine de sons par catégorie vocalique. Dans les autres cas (à savoir si le nombre total de réalisations durant les 45 minutes d'enregistrement n'excédait pas 30), c'est l'ensemble des réalisations disponibles qui a été retenu.

Au total, cette procédure produisit 215 paires de sons, chaque mot porteur étant ainsi disponible tant dans sa version 'parole de laboratoire' que dans sa réalisation en 'parole spontanée'.

3.3. Mesures acoustiques

Pour chacune des réalisations vocaliques, les valeurs fréquentielles des premier et second formants ont été relevées. Les données exploitées ici sont relatives aux mesures pratiquées au centre des formants. Elles ont été recueillies sur base d'analyses spectrographiques, spectrales et oscillographiques pratiquées sur console KAY DSP 5500.

4. DISCUSSION DES RÉSULTATS

Chaque son se voit donc attribuer une paire de couples de valeurs formantiques, soit un couple par style de discours : (F1, F2) en parole de laboratoire et (f1, f2) en parole spontanée. Le mouvement général des agrégats de mesures formantiques peut être observé en adoptant une configuration planaire dont les axes sont les valeurs formantiques et ceci dans chacun des styles de parole.

Les figures 1 et 2 fournissent ces représentations. Un simple coup d'oeil à ces graphes révèle une forte tendance des agrégats formantiques à migrer vers le

centre du plan formantique en parole spontanée. Afin d'estimer sur base objective ce phénomène de centralisation, nous avons eu recours à l'indice δ (Harmegnies et Poch-Olivé, 1991). Ce dernier exprime la différence entre distances euclidiennes par rapport à schwa, voyelle théorique affectée de formants à 500 Hz et 1500 Hz, qui résultent de l'excitation d'un tube de section uniforme de 17.5 cm de long (Fant, 1960) modélisant le tractus vocal en position neutre. L'indice se définit comme suit :

$$\delta = [(F_1 - 500)^2 + (F_2 - 1500)^2]^{1/2} - [(f_1 - 500)^2 + (f_2 - 1500)^2]^{1/2} \quad (1)$$

avec F_1 et F_2 , les premier et second formants de la voyelle en parole de laboratoire et f_1 et f_2 , les premier et second formants de la voyelle en parole spontanée. L'indice δ présente des valeurs nulles si la position de la réalisation dans l'espace formantique est invariante, et positives si la réalisation en parole spontanée est plus proche de schwa que la réalisation en parole de laboratoire. En outre, une plus grande valeur positive indiquera un plus important phénomène de centralisation.

Le tableau 1 présente les valeurs moyennes, les écarts types et la taille des échantillons pour la distance euclidienne de chaque réalisation par rapport au schwa, dans les 2 styles de parole, alors que le tableau 2 fournit un résumé statistique des valeurs de l'indice δ par catégorie vocalique. La figure 3 permet de visualiser les valeurs de δ . Elle révèle une forte tendance à la centralisation en parole spontanée, corollée négativement avec la position de la voyelle sur l'axe du premier formant : la voyelle se centralise d'autant plus qu'elle est plus fermée, pour un lieu d'articulation déterminé. On note ainsi, pour les voyelles antérieures, une diminution progressive des valeurs de δ à partir de [i] (respectivement : 234.7, 223.3 et 171.5) et, pour les voyelles postérieures, à partir de [u] (respectivement : 93.1, 74.5 et 43).

Les nuages vocaliques démontrent donc, en parole spontanée, une tendance à migrer vers une valeur centrale. La figure 4 illustre le phénomène en présentant les déplacements des centres de gravité des clusters sous l'effet du changement de style.

Notre analyse a révélé la tendance des plages vocaliques à migrer vers le centre du plan formantique. Il importe également de s'interroger sur les comportements intranuages des fréquences formantiques ; autrement dit, sur l'évolution en surface des aires. Les travaux de Poch et Harmegnies (1992), Harmegnies et Poch (1992) et Bleuca et al. (1993) ont en effet souligné un accroissement des variances intranuages ; ce phénomène, combiné (cas de l'espagnol et du catalan) ou non (cas du français) à la migration des nuages vers le centre du plan formantique est, dans ces langues, à l'origine du chevauchement des nuages de points en parole spontanée.

Nous avons à cet effet calculé les écarts types formantiques pour chaque voyelle, dans chaque style de parole. Les résultats sont présentés dans le tableau 3 et représentés graphiquement à la figure 5. Il apparaît clairement, à la consultation de ce tableau, que, dans le cas du locuteur lusophone étudié, les aires de dispersion des voyelles ne présentent pas ce comportement de manière très tranchée ; elles tendent même plutôt, au contraire des observations réalisées dans les autres langues, à occuper une surface plus restreinte, en parole spontanée, dans le plan formantique. Les écarts types des fréquences formantiques sont en effet inférieurs dans ce style de parole dans 7 cas sur 9 pour F1 et dans 4 sur 9 pour F2.

Afin de déterminer si, même en l'absence d'accroissement surfacique des clusters, nous observons néanmoins des recouvrements entre nuages plus importants dans l'un des styles, nous avons soumis nos séries de données à une analyse discriminante, pour chacun des styles considérés et simulé une tâche de reconnaissance de voyelles. Le pourcentage de reconnaissance a été calculé par comparaison du classement a posteriori avec celui a priori. Les tableaux 4 et 5 offrent une synthèse des résultats obtenus.

L'examen de ces tables permet de déduire que le taux de reconnaissance varie avec le style de parole. De 80 % en parole de laboratoire, il chute à 68.4 % en spontané. Certaines voyelles restent néanmoins également reconnues dans les deux styles. Tel est, par exemple, le cas de [α] ; la voyelle [i] induit, quant à elle, le score maximal de reconnaissance dans les 2 styles alors que son indice de réduction présentait la valeur la plus forte (tableau 2). Le phénomène de centralisation ne s'accompagne donc pas nécessairement d'une diminution du pourcentage de reconnaissance.

On notera, en outre qu'une voyelle, [ə], présente, tant en parole de laboratoire, qu'en parole spontanée, des scores de reconnaissance particulièrement bas (respectivement 33 % et 25 %).

La figure 6 présente la répartition des réalisations de [ə] dans le plan formantique en parole de laboratoire. L'examen de ce graphe montre que, même dans ce style de parole habituellement caractérisé par une plus grande précision de l'articulation, les réalisations de cette voyelle pourraient la faire confondre avec quasi n'importe quelle autre voyelle. Le statut phonologique particulier de [ə] n'est sans doute pas étranger à ce phénomène : d'une part, elle n'apparaît jamais en position tonique, d'autre part, elle constitue le résultat de phénomènes de réduction vocalique touchant d'autres segments.

Une analyse attentive des réalisations les plus atypiques de cette voyelle révèle qu'elle fait l'objet d'influences majeures de son environnement phonétique. Ainsi, les trois réalisations caractérisées par une très haute valeur de F2 et

un premier formant inférieur à 400 Hz se trouvent toutes dans des mots où domine le timbre [i], à savoir, « desistir », « decidi » et « definitivamente ». Cette constatation évoque le concept d'harmonie vocalique. Il pourrait également s'appliquer au cas du mot « alegria », où le [ə], très ouvert, se rapproche fort, dans son timbre, du [a] initial. D'autres phénomènes d'assimilation contextuelle sont également envisageables, tel, par exemple, l'effet de fermeture induit par l'inclusion de [ə] entre deux [s], dans « sessenta ».

Il sera important d'examiner, à la faveur d'autres études, si ces phénomènes se confirment, et dans quelle mesure ils apparaissent dépendre de facteurs d'ordre individuel, sociolinguistique ou pragmatique.

5. CONCLUSIONS

La recherche exposée ici confirme, pour le portugais péninsulaire, les tendances précédemment observées dans d'autres langues du groupe roman. Essentiellement, on observe une tendance nette à la désorganisation du système vocalique en parole spontanée, par contraste avec la parole dite de laboratoire. Tout comme en espagnol et en catalan, cette désorganisation va de pair avec une centration marquée des réalisations spontanées. Au contraire de ce qui se passe dans ces langues, ainsi qu'en français, le phénomène ne semble pas s'accompagner, dans le cas du locuteur examiné ici, d'une augmentation surfacique des aires dans leur ensemble. Il apparaît clairement, par ailleurs, que la centralisation n'est pas directement liée au degré de confusion. Enfin, le comportement atypique de [ə] a été souligné et discuté.

L'ensemble de ces résultats, recueillis sur un sujet unique, supporterait bien sûr très mal toute tentative de généralisation. Ils nous paraissent cependant significatifs de la possibilité d'existence de phénomènes dont des travaux ultérieurs devront s'employer à quantifier rigoureusement les caractères. Tel est précisément l'objectif de recherches actuellement en cours dans nos institutions respectives.

6. BIBLIOGRAPHIE

- DELATTRE, P. (1969), « An acoustic and articulatory study of vowel reduction in four languages », *IRAL*, Vol. VIII.
- DELGADO MARTINS, M.R. (1983), *Sept études sur la perception. Accent et intonation du portugais*, INIC, Lisboa.
- DELGADO MARTINS, M.R. (1988), *Ouvir falar. Introdução à Fonética do português*, Caminho, colecção universitária, série Linguística, Lisboa.

- FANT, G. (1960), *The acoustic Theory of Speech production*, Mouton, The Hague.
- FIGUEIREDO, C. (1915), *Gramática Sintética*, Gráfica Santelmo, Lda., Lisboa.
- HARMEGNIES, B., POCH-OLIVE, D. (1991), « Phonetics and phonology of speaking styles : reduction and elaboration in speech communication », *Proceedings of the ESCA Workshop*, Barcelona, 30.9-2.10.91, pp 31-1- 31-5.
- HARMEGNIES, B., POCH-OLIVE, D. (1992), « A study of style-induced vowel variability : laboratory versus spontaneous speech in Spanish », *Speech Communication*, 11, pp 429-437.
- LACERDA, A. (1941), *Características da entoação portuguesa*, Coimbra Editora, Coimbra.
- LINDBLOM, B. (1963), « Spectrographic study of vowel reduction », *JASA*, 35, pp 1773-1781.
- LOBACZ, P. (1976), « Speech rate and vowel formants », *Speech Analysis and Synthesis*, 4, pp 186-218.
- LOURO, J.I. (1954-55), « Estudo e classificação das vogais », *B.F.*, XV, pp 215-248.
- LÜDTKE, H. (1953), « Fonemática portuguesa-II vocalismo », *B.F.*, XIV, fascículos 3 e 4, pp 197-217.
- MIRA MATEUS, M.H. (1982), Aspectos da fonologia portuguesa, *I.N.I.C.*, Lisboa.
- MORAIS-BARBOSA, J. (1983), *Etudes de phonologie portugaise*, 2nde édition, Universidade de Evora, Evora.
- NOGUEIRA, R. de Sa (1938), *Elementos para um tratado de fonética portuguesa*, Imprensa Nacional, Lisboa.
- NORD, L. (1974), « Vowel reduction-centralization or contextual assimilation », *Speech Communication Seminar*, Stockholm, Preprint version.
- NORD, L. (1986), « Acoustic studies of vowel reduction in Swedish », *STL-QPSR*, 4, pp 19-36.
- VIANA, A.R.G. (1973), *Essai de phonétique et de phonologie de la langue portugaise d'après le dialecte actuel de Lisbonne*, reimpresso in *Estudos de fonética portuguesa*, Imprensa Nacional, Lisboa.

LA RÉDUCTION VOCALIQUE EN PORTUGAIS

Tableau 1 : valeurs moyennes (m), écarts types (σ) et taille de l'échantillon (N) pour la distance euclidienne, pour chaque voyelle, dans chaque style de parole.

| | N | m (labo) | m (spon.) | σ (labo) | σ (spon.) |
|---|----|----------|-----------|-----------------|------------------|
| i | 30 | 792 | 557.2 | 126.5 | 132 |
| e | 33 | 365.2 | 141.9 | 85 | 120.6 |
| ɛ | 31 | 289.7 | 118.2 | 88.8 | 73.8 |
| ə | 12 | 328.4 | 313 | 267 | 192.8 |
| α | 8 | 329.9 | 279.5 | 86 | 61.2 |
| a | 32 | 237.8 | 189.1 | 61.7 | 56.6 |
| ɔ | 29 | 445.4 | 402.3 | 79.9 | 116.3 |
| o | 18 | 452.7 | 378.2 | 127.9 | 112 |
| u | 22 | 518.5 | 425.4 | 106.4 | 159 |

Tableau 2 : valeurs moyennes (m) et écarts types (σ) pour le δ de chaque voyelle.

| | N | m | σ |
|---|----|-------|----------|
| i | 30 | 234.7 | 135.4 |
| e | 33 | 223.3 | 124.1 |
| ɛ | 31 | 171.5 | 112.2 |
| ə | 12 | 15.4 | 177 |
| α | 8 | 50.4 | 78.6 |
| a | 32 | 48.7 | 76.6 |
| ɔ | 29 | 43 | 94.9 |
| o | 18 | 74.5 | 101.6 |
| u | 22 | 93.1 | 174.6 |

Tableau 3 : écarts types formantiques (s), pour chaque voyelle, dans chaque style de parole

| | N | $\sigma(F1)$ labo. | $\sigma(F2)$ labo. | $\sigma(f1)$ spont. | $\sigma(f2)$ spont. |
|---|----|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| i | 30 | 41.9 | 130.9 | 54.2 | 132 |
| e | 33 | 63.5 | 81.5 | 47.7 | 137.2 |
| ɛ | 31 | 62.9 | 97.1 | 36.4 | 126.5 |
| ə | 12 | 99.2 | 380.4 | 78.2 | 355.5 |
| α | 8 | 71.1 | 72.3 | 43.3 | 69.4 |
| a | 32 | 60.5 | 74.1 | 60.3 | 62.3 |
| ɔ | 29 | 79.4 | 87 | 50.7 | 117.3 |
| o | 18 | 46.4 | 136.2 | 33.5 | 112 |
| u | 22 | 48.8 | 107.1 | 64.3 | 202.9 |

Tableau 4 : matrice de confusions (valeurs en pourcentages) résultant de l'analyse discriminante axée sur la *parole spontanée* (en tête de colonne : voyelle prédite, en entrée de ligne : voyelle réelle).

| | i | e | ɛ | ə | α | a | ɔ | o | u |
|---|-----|------|------|-----|------|------|------|------|------|
| i | 100 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| e | 3 | 72.7 | 15.2 | 6.1 | .0 | 3 | .0 | .0 | .0 |
| ɛ | .0 | 12.9 | 74.2 | .0 | 6.5 | 3.2 | 3.2 | .0 | .0 |
| ə | 25 | 8.3 | 8.3 | 25 | .0 | .0 | .0 | 16.7 | 16.7 |
| α | .0 | .0 | .0 | .0 | 75 | 25 | .0 | .0 | .0 |
| a | .0 | 3.1 | 6.3 | .0 | 31.3 | 53.1 | 6.3 | .0 | .0 |
| ɔ | .0 | .0 | .0 | .0 | 17.2 | 3.4 | 48.3 | 27.6 | 3.4 |
| o | .0 | .0 | 5.6 | .0 | .0 | .0 | 11.1 | 77.8 | 5.6 |
| u | .0 | .0 | .0 | 9.1 | .0 | .0 | 4.5 | 13.6 | 72.7 |

Tableau 5 : matrice de confusions (valeurs en pourcentages) résultant de l'analyse discriminante axée sur la *parole de laboratoire* (en tête de colonne : voyelle prédite, en entrée de ligne : voyelle réelle).

| | i | e | ɛ | ə | α | a | ɔ | o | u |
|---|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| i | 100 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| e | 3 | 72.7 | 21.1 | 3 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| ɛ | .0 | 12.9 | 83.9 | .0 | .0 | 3.2 | .0 | .0 | .0 |
| ə | 25 | .0 | 16.7 | 33.3 | .0 | .0 | .0 | 8.3 | 16.7 |
| α | .0 | .0 | .0 | .0 | 75 | 12.5 | 12.5 | .0 | .0 |
| a | .0 | .0 | 3.1 | .0 | 9.4 | 87.5 | .0 | .0 | .0 |
| ɔ | .0 | .0 | .0 | .0 | 12.7 | .0 | 62.1 | 13.8 | 6.9 |
| o | .0 | .0 | 5.6 | .0 | .0 | .0 | 16.7 | 77.8 | .0 |
| u | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | 100 |

FIGURES

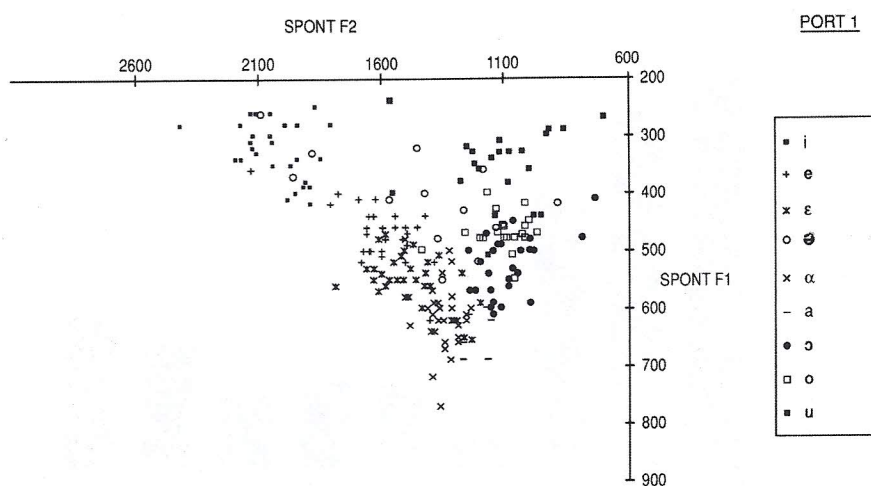


Figure 1 : Nuages de répartition dans le plan formantique des voyelles issues du corpus de parole spontanée.

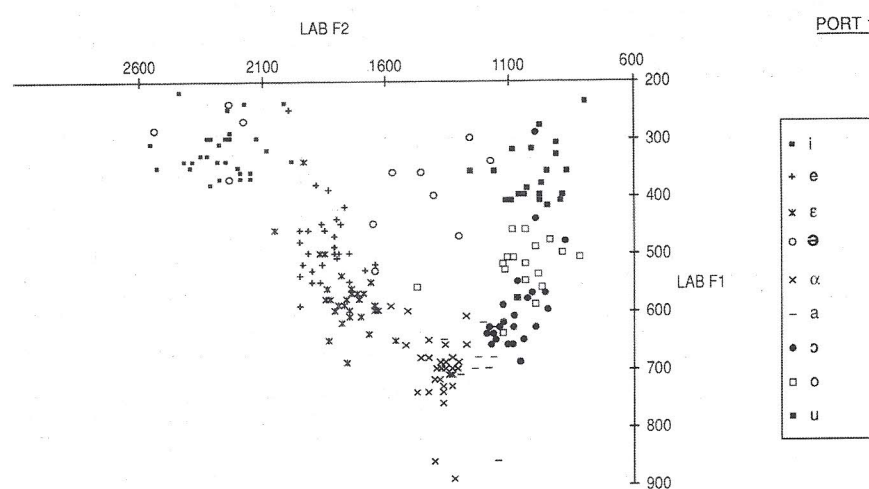


Figure 2 : Nuages de répartition dans le plan formantique des voyelles issues du corpus de parole de laboratoire.

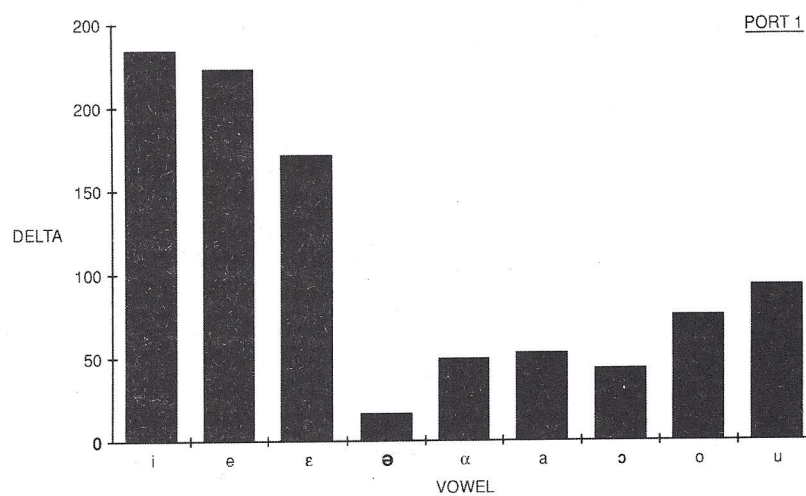


Figure 3 : Valeurs moyennes de l'indice δ par catégorie vocalique

LA RÉDUCTION VOCALIQUE EN PORTUGAIS

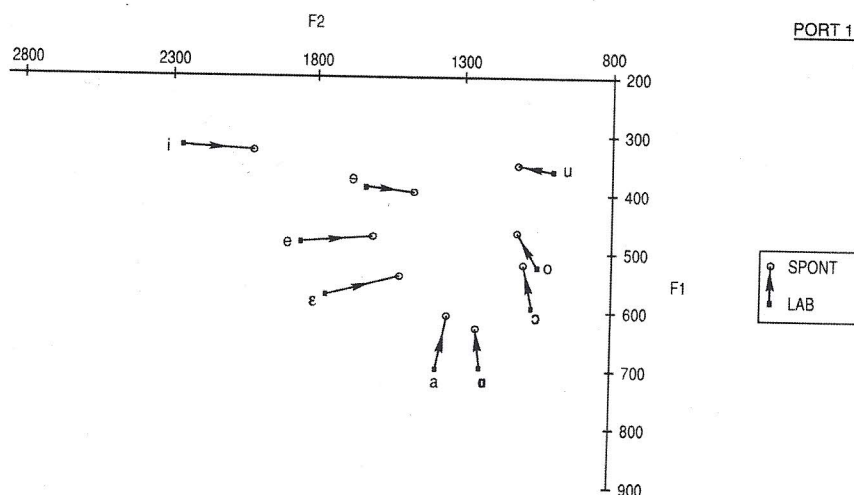


Figure 4 : Déplacements des nuages vocaliques sous l'effet de la variation de style de parole. Chaque point constitue la moyenne d'un nuage de répartition dans un style donné. Chaque flèche joint les moyennes des deux nuages correspondant à une catégorie vocalique déterminée. L'origine de la flèche correspond à la parole de laboratoire, et son extrémité à la parole spontanée.

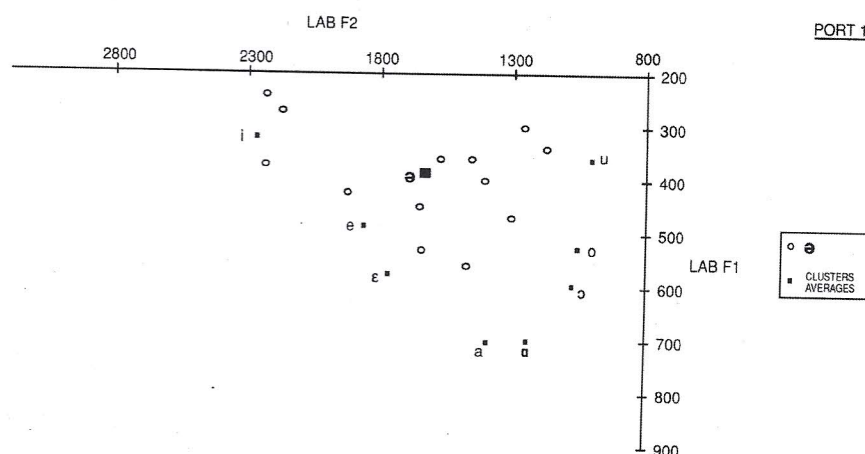


Figure 5 : Dispersion des réalisations de la voyelle [a] (parole de laboratoire). Les points représentant les moyennes des autres catégories vocales ont été ajoutés au graphe pour illustrer la similarité de diverses réalisations avec des voyelles très différenciées.