

Analyse dynamique de la réduction vocalique en contexte CV à partir des pentes formantiques en arabe dialectal et en français.

Jalaleddin Al-Tamimi

Laboratoire Dynamique du Langage (DDL) – UMR 5596 CNRS & Université Lyon 2 – France.

Jalal-Eddin.Al-Tamimi@univ-lyon2.fr -- <http://www.ddl.ish-lyon.cnrs.fr/>

Abstract

Linear regression parameters (formant slopes and intercepts) are proposed to measure the degree of vowel reduction in 3 vowel systems: Moroccan Arabic, Jordanian Arabic and French. 10 speakers per language produced a list of vowels in C1VC, C1VCV, or C1VC2VC words, where C1 or C2 was /b/, /d/ or /k/. Our results show that the values of formant slopes and intercepts are dependent on: 1) the place of articulation of adjacent consonants, 2) vowel quality, and 3) the language's vowel system density. Discriminant analysis results show the possibility of language separation on the basis of F1, and F2 slopes, intercept values, and duration.

Introduction

- **Réduction Vocalique** → valeurs cibles des voyelles non atteintes. Voyelles centralisées vers un schwa [ə] (Lindblom (1963)).
- Situations favorisant la **Réduction Vocalique** : a) Le débit rapide, b) La non-accentuation des voyelles et c) Le contexte consonantique et/ou vocalique. (cf. Peterson & Barney (1952), Lindblom (1963), Stevens & House (1963), Fourakis (1991), Hillenbrand *et al.* (2001), etc.) :
 - Durée favorise la **Réduction Vocalique**, en suédois : plus une voyelle est longue, plus la valeur cible est atteinte, et vice-versa (Lindblom 1963)
 - Non-accentuation et différences de débit favorisent la **Réduction Vocalique** (Gay 1978 et Pols & van Son 1993),
 - Contexte consonantique et/vocalique environnant (Lindblom 1963, Stevens & House 1963, Öhman 1966, Fourakis 1991, Hillenbrand *et al.* 2001, Al-Tamimi & Ferragne 2005, etc.)
- Caractérisation de la **Réduction Vocalique** :
 - Au niveau **statique** → valeurs formantiques de l'état stable (Stevens & House 1963, Fourakis 1991, Al-Tamimi & Ferragne 2005),
 - Au niveau **dynamique** → valeurs formantiques en contexte CV en différents points de la durée de la voyelle (Lindblom 1963, Fowler 1994, Modarresi *et al.* 2005, Al-Tamimi 2004, etc., pour les équations du locus et Hillenbrand *et al.* 2001 pour les changements inhérents aux voyelles).
- Mais, caractérisation **dynamique** de la **Réduction Vocalique** à 2 ou 3 instants "statiques" de la durée de la voyelle,
- Objectif de cette étude → Caractériser l'influence consonantique en CV par la pente formantique :
 - Entièrement dynamique intégrant la durée et ses variations,
 - De l'onset jusqu'au milieu temporel de la voyelle.

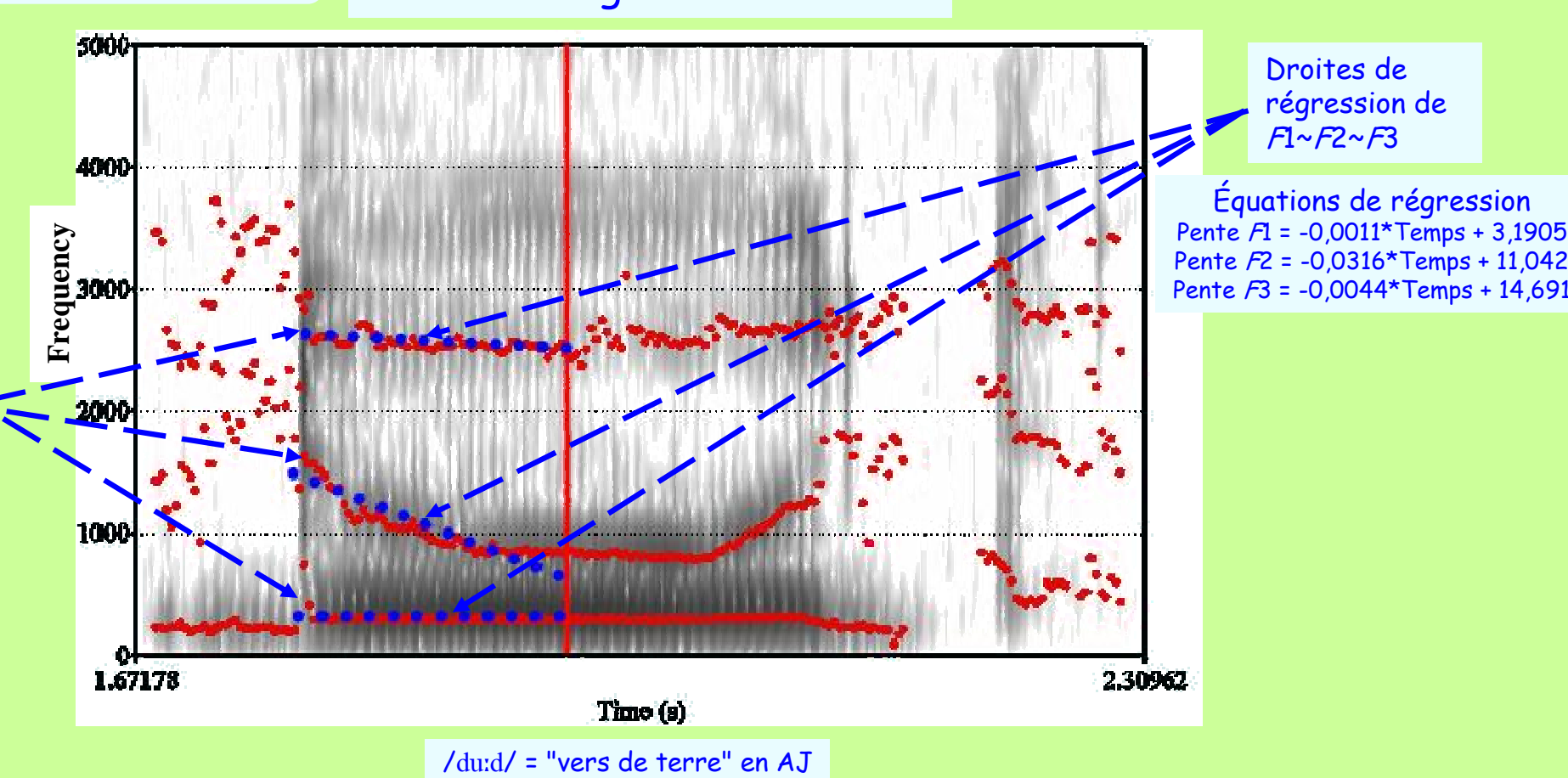
Méthodologie

- 3 systèmes vocaux :
 - Arabe marocain (AM) de Casablanca avec 5 voyelles : /i : e a u:/ (Hamdi 1991),
 - Arabe jordanien (AJ) d'Irbid avec 8 voyelles : /i : i e : a a : o : u u:/ (Bani-Yassin & Owens 1987),
 - Français (FR) avec 11 voyelles orales : /i e e a o u y ø œ/
- 10 locuteurs hommes par système : âge → 20 à 30, pas de trouble articulaire, audiométrie ok.
- Liste d'items dans des structures C1V, C1VC ou C1VC2VC, où C1 ou C2 est une des consonnes phonologiquement communes aux 3 systèmes : /b d k/.
- Voyelles produites comme réalisées dans des Mots, des Syllabes et en Isolation à débit moyen, sans style (ex. [bo:se~bo:~o:] = "bisous" en AJ),
- Items présentés aléatoirement avec 5 répétitions par locuteur dans une phrase porteuse.

Traitement de données

- F1 & F2 de /i a u/, contexte Mot analysés avec Praat, toutes les 5 ms, et vérifiés manuellement,
- Onset = valeurs à 5 ms après relâchement de transition vocalique,
- Milieu = valeurs à 50% de la durée
- Conversion en Bark (Schroeder *et al.* 1979),
- Pente Formantique et Ordonnée à l'Origine par régression linéaire,
- MANOVA & Analyses Discriminantes.

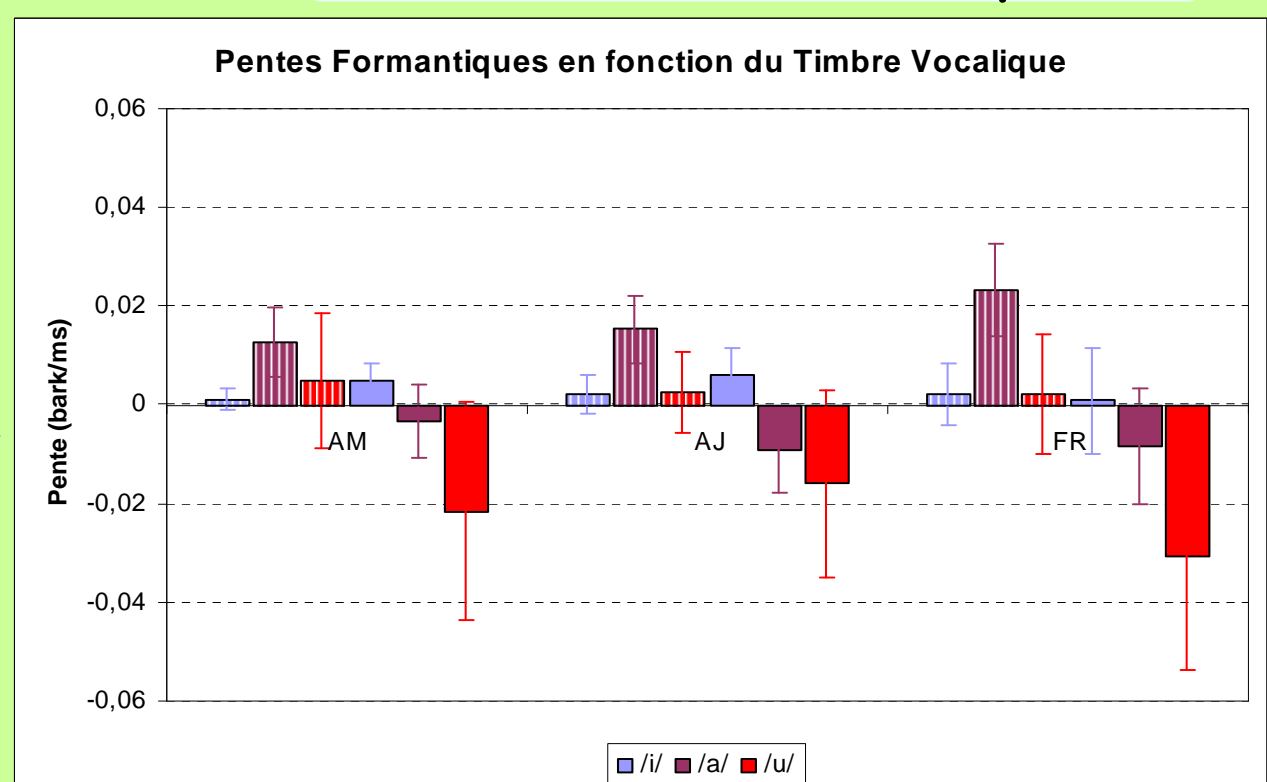
Calcul de régression linéaire



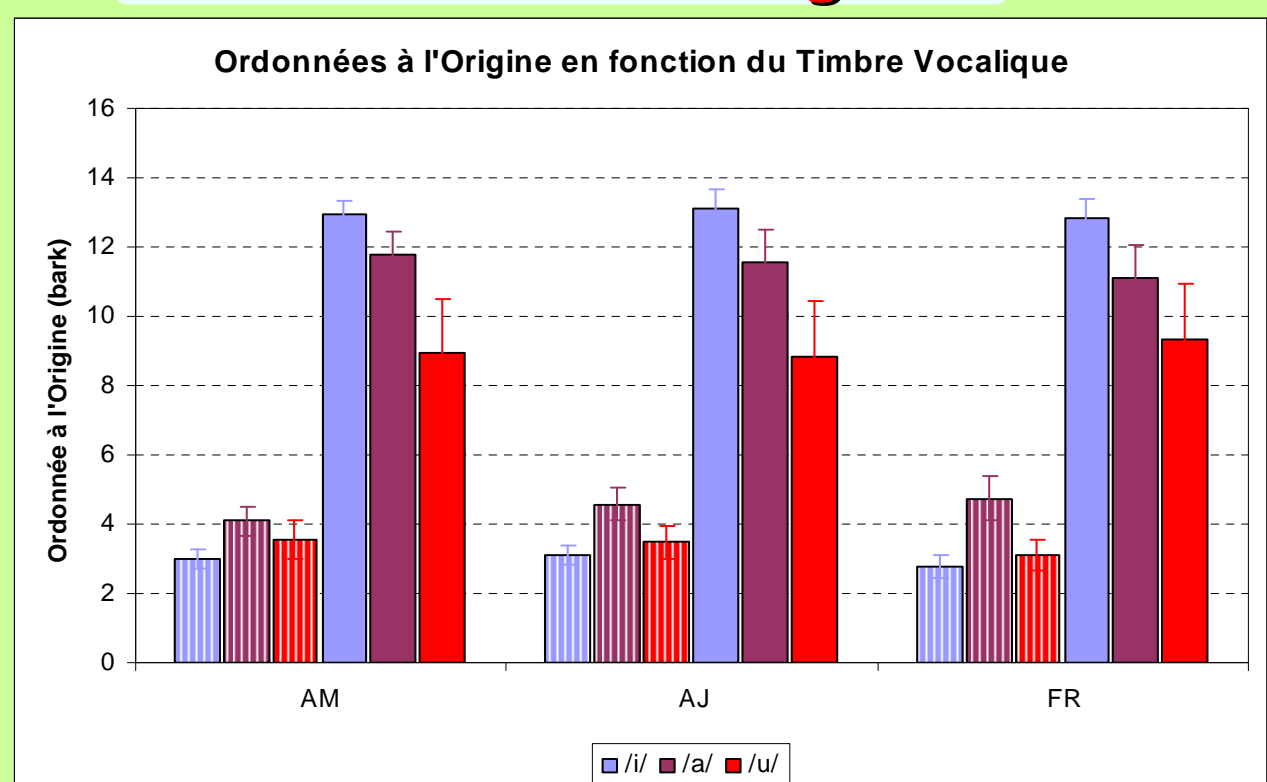
Résultats

Sans normalisation du temps

Pentes Formantiques

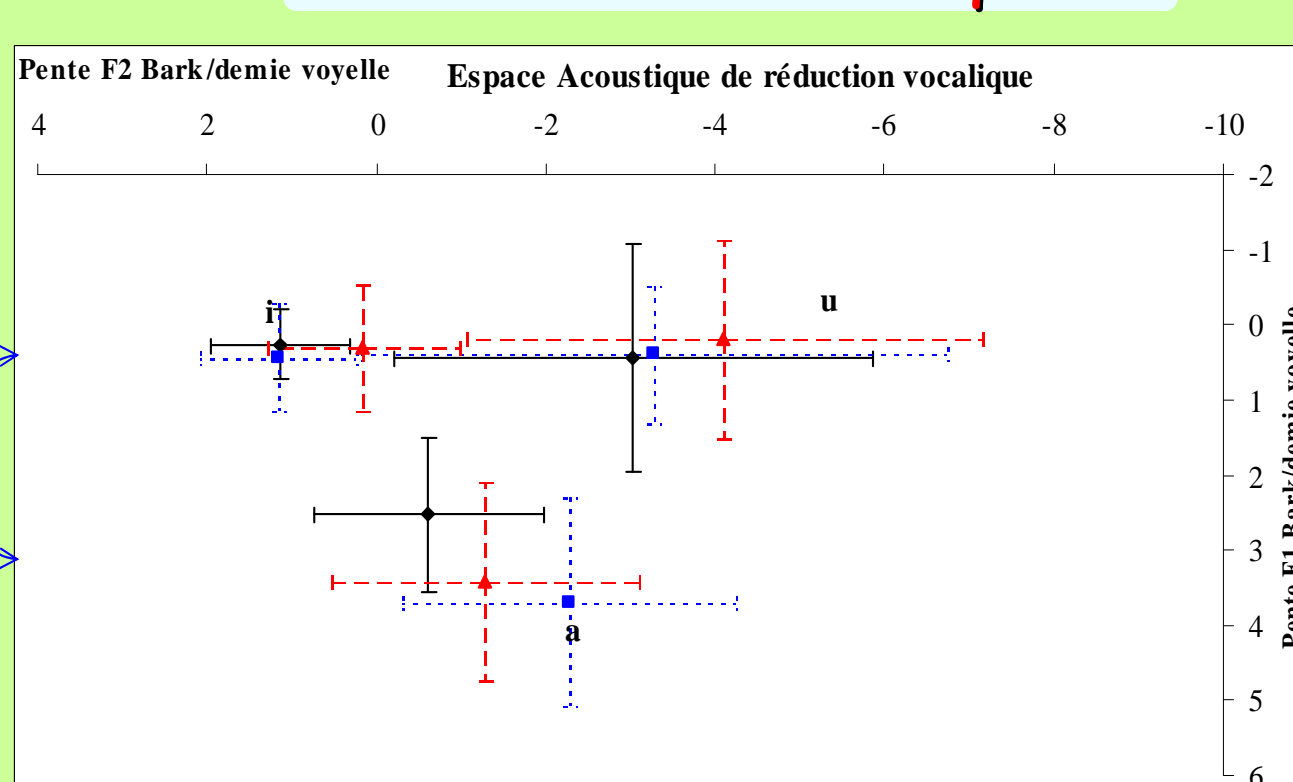


Ordonnées à l'origine

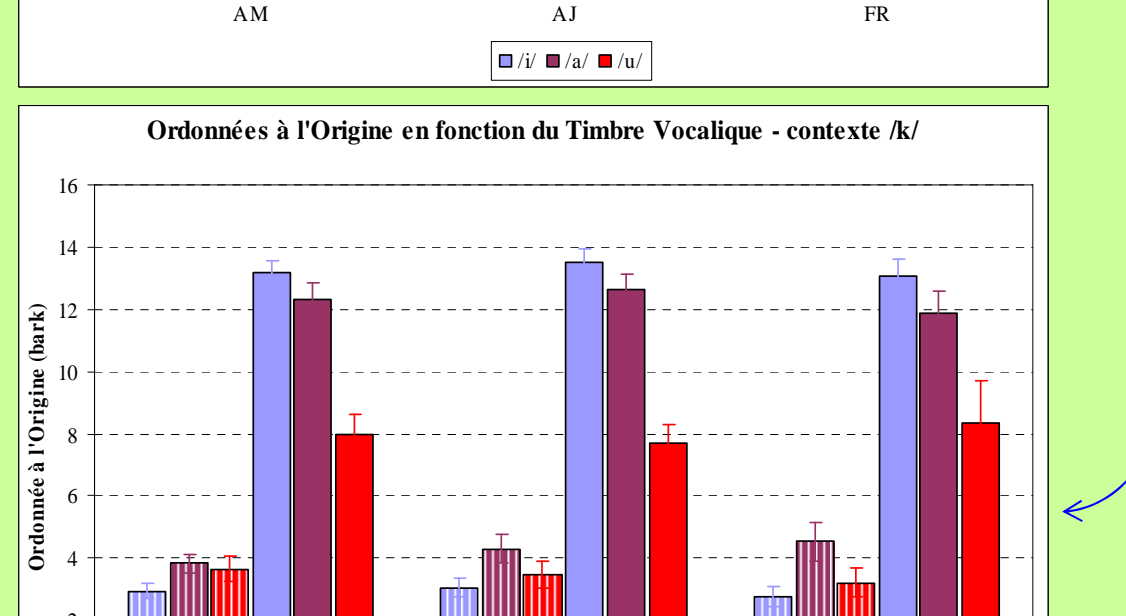
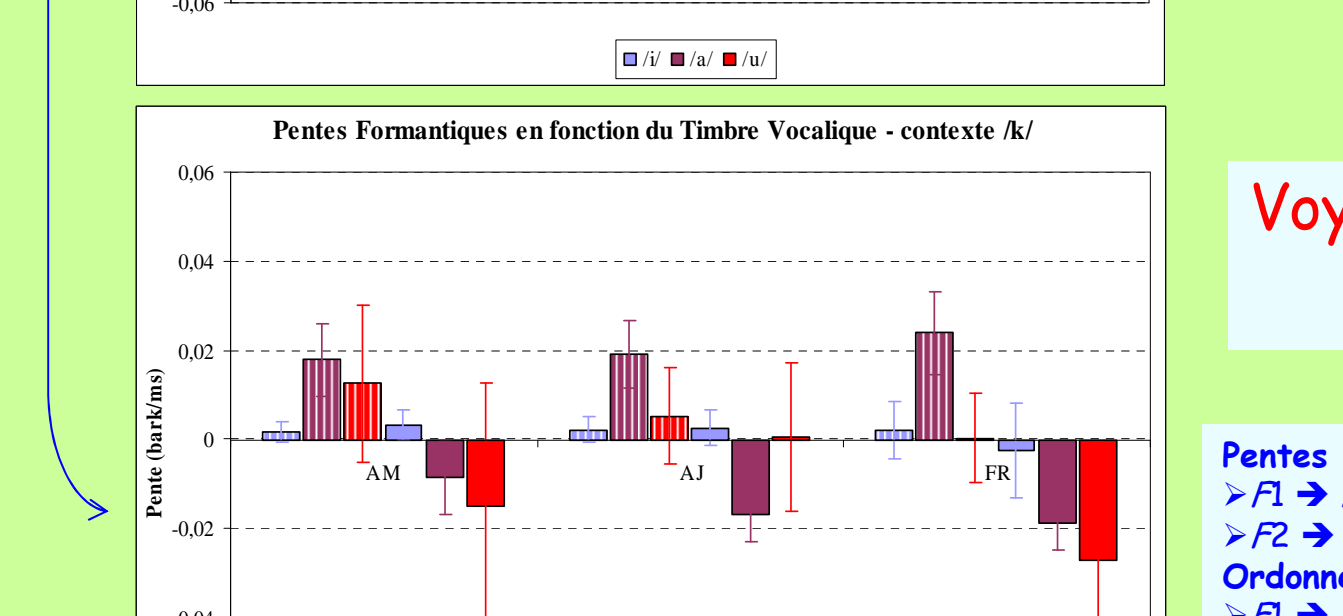
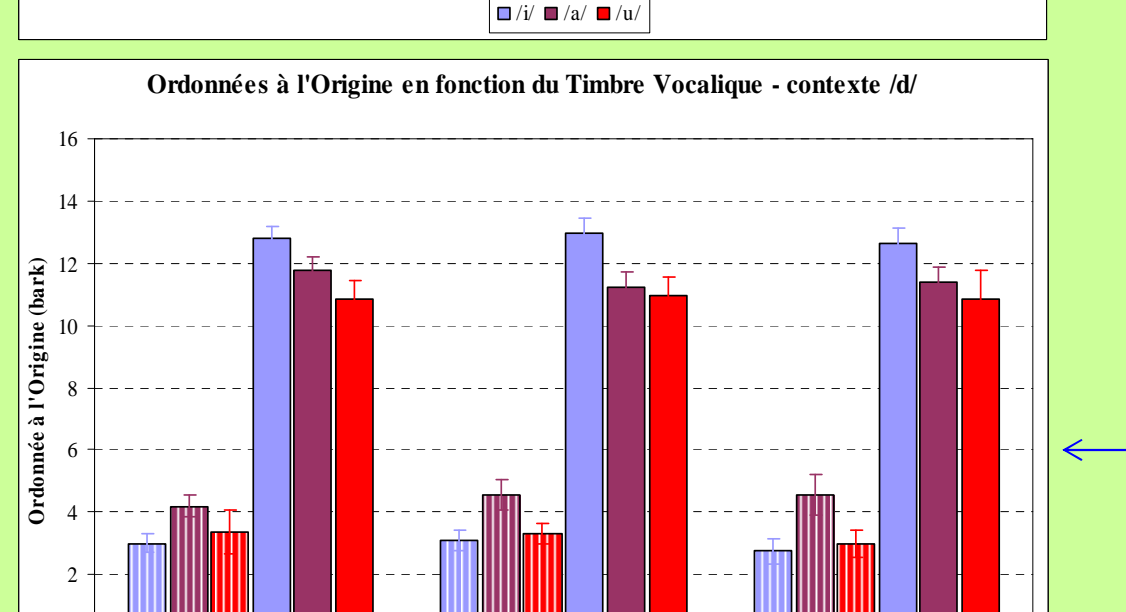
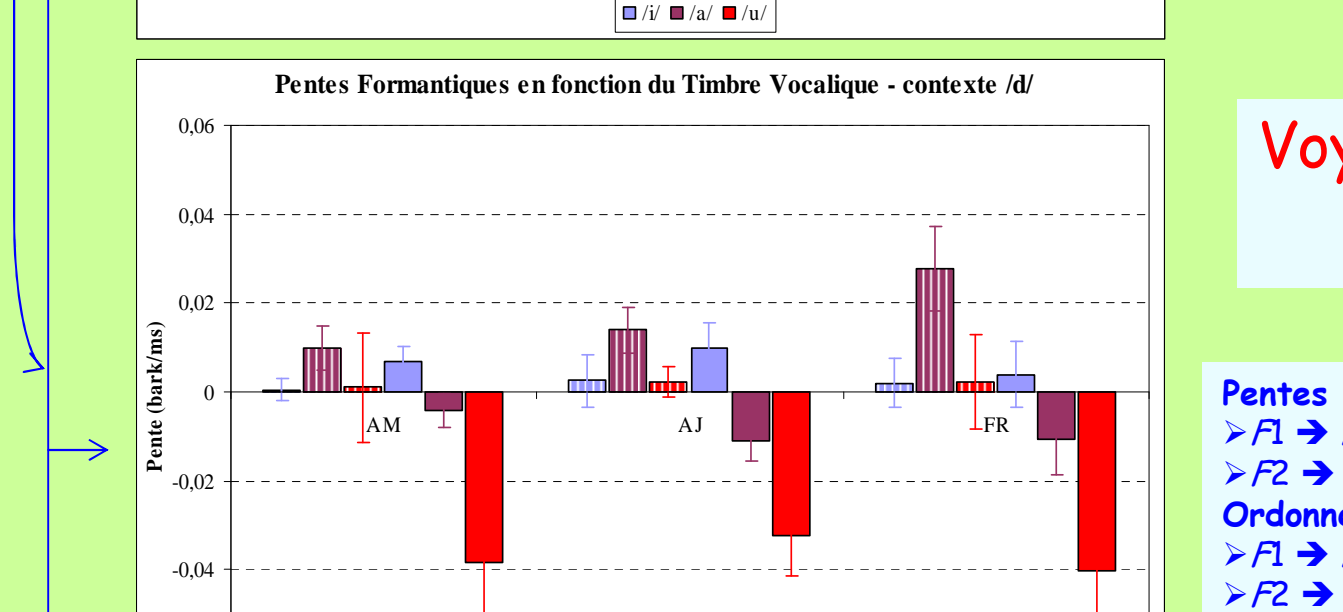
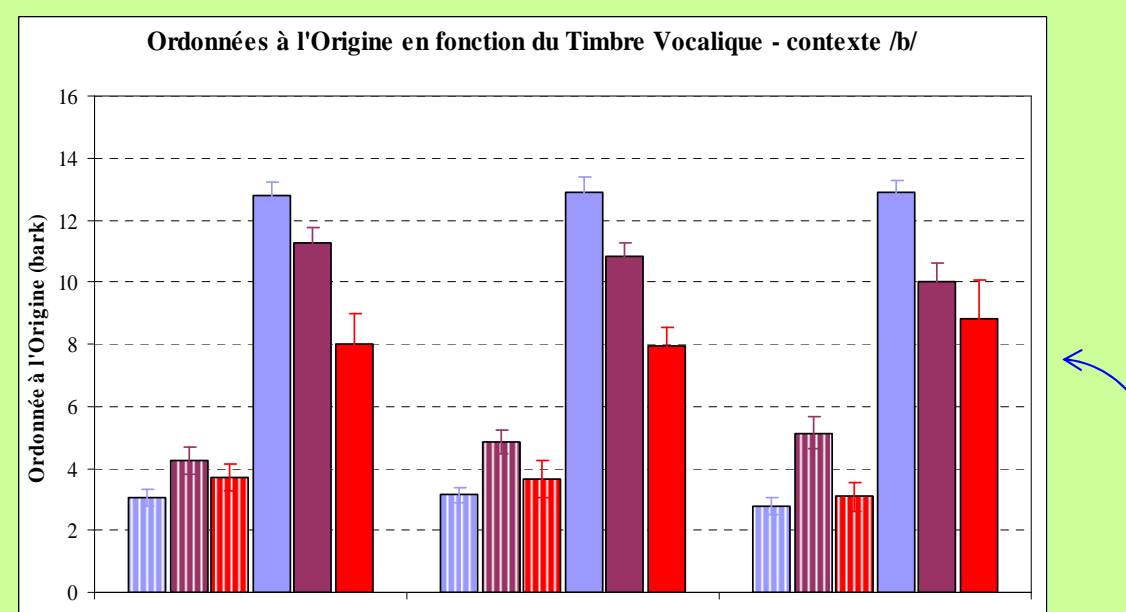
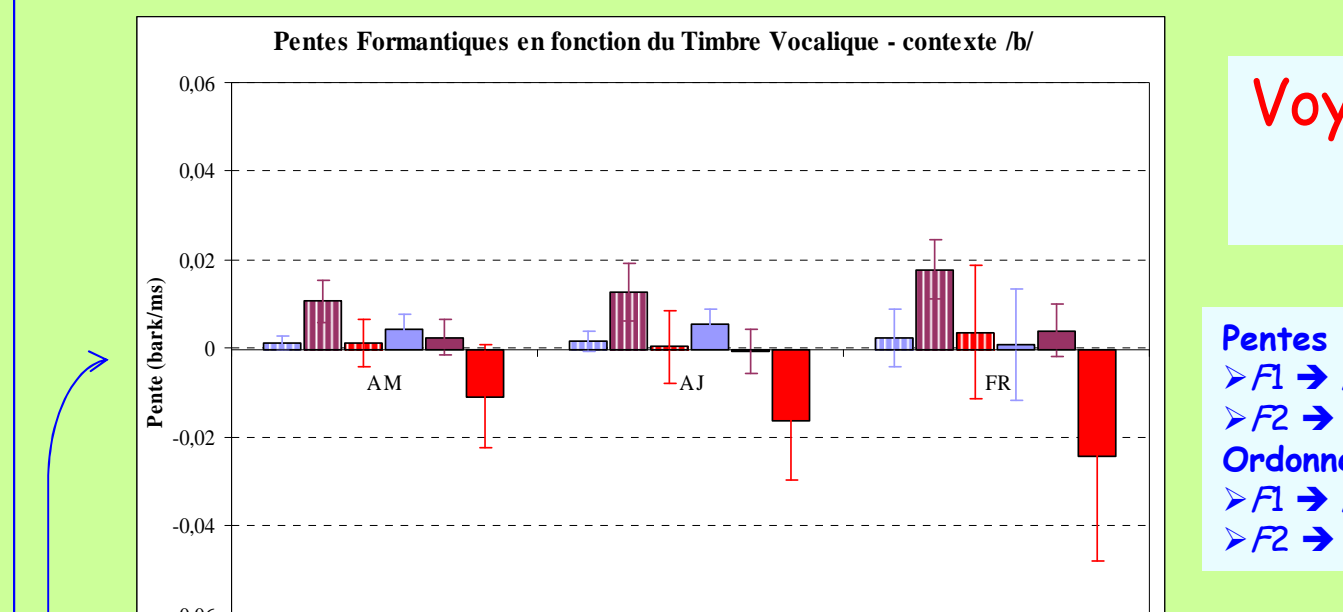
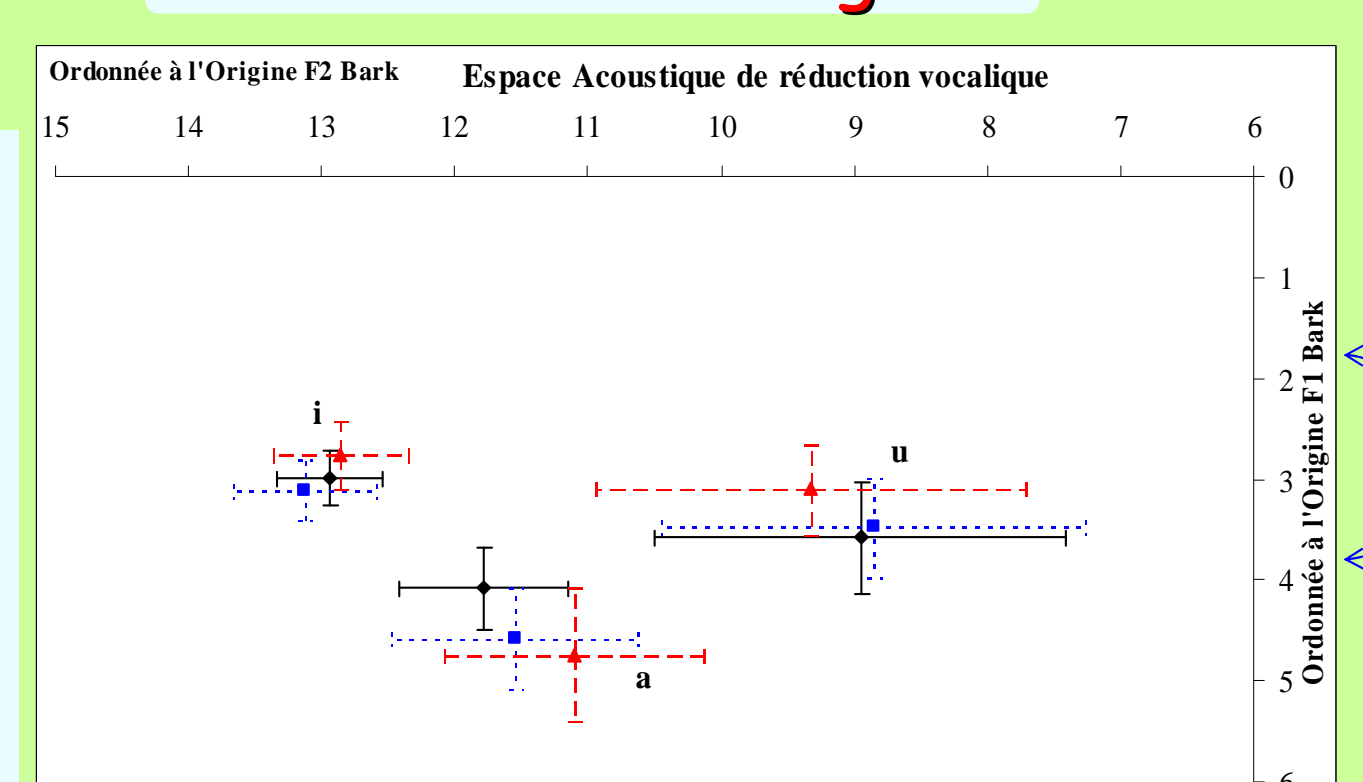


Avec normalisation du temps

Pentes Formantiques



Ordonnées à l'origine



Conclusions et Perspectives

- **Pentes Formantiques** :
 - Sur F1 → /i/ la plus réduite,
 - Sur F2 → /u/ la plus réduite,
 - Effet consonantique sur voyelles :
 - /k/ affecte /i/, sur l'axe F1,
 - /d/ affecte /u/, sur l'axe F2.
 - **Ordonnées à l'Origine** :
 - "Stable" à travers le lieu d'articulation (sur F1 & F2),
 - Sur F2
- Analyse Discriminante (validation croisée) :**
- Lieu d'articulation :
 - 66,1% (53,6%, durée exclue) en AM (χ², p < 10⁻⁶),
 - 44,5% (41,1%, durée exclue) en AJ (χ², p < 10⁻⁶),
 - 50,6% (43,2%, durée exclue) en FR (χ², p < 10⁻⁶),
 - Voyelle :
 - 99,8% (98,9%, durée exclue) en AM (χ², p < 10⁻⁶),
 - 98,4% (98,4%, durée exclue) en AJ (χ², p < 10⁻⁶),
 - 98,4% (98,4%, durée exclue) en FR (χ², p < 10⁻⁶),
 - Voyelle/Lieu d'articulation :
 - 78,5% (68,2%, durée exclue) en AM (χ², p < 10⁻⁶),
 - 79,1% (73,7%, durée exclue) en AJ (χ², p < 10⁻⁶),
 - 71,9% (61,20%, durée exclue) en FR (χ², p < 10⁻⁶),

- Mesure de la **Réduction Vocalique** par régression linéaire,
- **Réduction Vocalique** affectée par → lieu d'articulation, voyelle et langue "densité des systèmes",
- Séparation des 3 systèmes par Analyse Discriminante avec ou sans durée,
- Séparation des 3 systèmes même en normalisant la durée (i.e. cibles vocaliques et locus différents),
- **Réduction Vocalique** importante en AM, intermédiaire en AJ et plus basse en FR,
- Comparaison de régression linéaire et polynomiale des autres voyelles, contextes de réalisation, de F3 et de la parole spontanée,
- Mise en évidence du rôle d'indices dynamiques en perception des voyelles.

- **Analyse Discriminante (validation croisée) :**
 - 14,6% par consonne, par langue (χ², p < 10⁻⁶) :
 - /b/ → 40,4% (χ², p < 10⁻⁶),
 - /d/ → 39,6% (χ², p < 10⁻⁶),
 - /k/ → 39,6% (χ², p < 10⁻⁶),
 - 57,4% par voyelle, par langue (χ², p < 10⁻⁶),
 - /i/ → 61,1% (χ², p < 10⁻⁶),
 - /a/ → 66,1% (χ², p < 10⁻⁶),
 - /u/ → 54,3% (χ², p < 10⁻⁶),
 - 40,9% par voyelle et lieu d'articulation par langue (χ², p < 10⁻⁶),
 - 36,7% par langue (χ², p < 10⁻⁶).

- **Pentes Formantiques** :
 - Temps non-normalisé → FR > AJ > AM (p < 10⁻⁶),
 - Temps normalisé → FR ≈ AJ > AM (p < 10⁻⁶)
- **Réduction Vocalique** affectée par lieu d'articulation → /d/ > /k/ > /b/.
- cibles vocaliques différentes.
- **Ordonnées à l'Origine** :
 - Temps non-normalisé → "stable" à travers les 3 systèmes
 - Temps normalisé → variations selon le lieu d'articulation → /b/ > /k/ > /d/.
 - Locus variables ???

Bibliographie

Al-Tamimi, J. & Ferragne, E., 2005. Does vowel space size depend on language vowel inventories? Evidence from two Arabic dialects and French. In Proc. 9th EURO-SPEECH-2005, 2465-2468. Al-Tamimi, J., 2004. L'équation du locus comme mesure de la coarticulation VC et CV. Étude préliminaire en Arabe Dialectal Jordanien. In Proc. of 25ème Journées d'Études sur la Parole, pages 9-12. Bani-Yassin, R. & Owens, J., 1987. The Phonology of a Northern Jordanian Arabic Dialect. Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft, Vol. 137(2), 297-331. Fourakis, M., 1991. Tempo, Stress and Vowel reduction in American English. Journal of Acoustical Society of America, Vol. 90 (4): 1816-1827. Fowler, C., 1994. Invariant, specifiers, cues: An investigation of locus equations as information for place of articulation. Perception & Psychophysics, Vol. 55: 597-610. Gay, T., 1978. Effect of speaking rate on vowel formant movements. Journal of Acoustical Society of America, Vol. 63 (1): 223-230. Hamdi, R., 1991. Étude phonologique et expérimentale de l'empêchement en arabe marocain de Casablanca. Thèse de Doctorat, Sciences du Langage, Lyon2. Hillenbrand, J., Clark, M. & Nearey, T., 2001. Effects of consonant environment on vowel formant patterns. Journal of Acoustical Society of America, Vol. 109 (2): 748-763. Kent, R. & Moll, K., 1969. Vocal-Tract Characteristics of Stop Cigarettes. Journal of Acoustical Society of America, Vol. 46 (6, part 2): 1549-1550. Lindblom, B., 1963. On vowel reduction. Report P29. The Royal Inst. of Tech., Speech Transmission Laboratory, Stockholm, Sweden. Manuel, S. Y., 1990. The Role of Contrast in Limiting Vowel-to-Vowel Coarticulation in Different Languages. Journal of Acoustical Society of America, Vol. 88(3): 1286-1298. Modarresi, E., Susman, H., Lindblom, B. & Barlingone, E., 2005. Locus equations encoding of stop place: revisiting the vowel /k/ case. Journal of Phonetics, Vol. 33: 101-113. Öhman, S., 1966. Coarticulation in VCV Utterances: Spectrographic Measurements. Journal of Acoustical Society of America, Vol. 39: 151-168. Peterson, G. & Barney, H., 1952. Control Methods Used in a Study of the Vowels. Journal of Acoustical Society of America, Vol. 24: 175-184. Pols, L.; van Son, R., 1993. Acoustics and perception of dynamic vowel segments. Speech Communication, Vol. 13: 135-147. Schroeder, M., Atal, B., & Hall, J., 1979. Optimizing digital speech coders by exploiting masking properties of the human ear. Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 66: 1647-1652. Stevens, K. & House, A., 1963. Perturbation of vowel articulations by consonantal context: An acoustical study. Journal of Speech and Hearing Research, Vol. 6: 111-128.