

M. Bruyninckx et B. Harmegnies

Université de Mons-Hainaut, Belgique

J. Llisterri et D. Poch

Universitat Autònoma de Barcelona, Espana

Bilinguisme et qualité vocale

Contribution à l'analyse des variations
du spectre à long terme sous l'effet
du changement de langue

1. INTRODUCTION

De nombreuses études ont abordé — plus ou moins directement — la question de l'influence qu'exercerait la langue utilisée par le locuteur sur les caractéristiques d'ensemble du timbre de ses productions.

En la matière, deux courants majeurs semblent pouvoir être dégagés.

Dans le premier, les auteurs s'emploient à isoler les spécificités spectrales de langues déterminées en comparant deux ou plusieurs langues entre elles. Les

résultats tirés de ces recherches s'avèrent cependant contradictoires : si certains semblent effectivement démontrer qu'il existe bel et bien un effet de langue spécifique (1, 2, 3) d'autres, en revanche, tendent à légitimer une position contraire (4, 5).

Dans le second courant, où les divers travaux s'articulent autour de la reconnaissance de locuteur, l'influence spécifique de la langue n'apparaît qu'à titre d'effet parasite et là encore, les résultats sont riches en conclusions apparemment divergentes. Ainsi, les études de Tosi (6) font état de l'existence, face au changement de langue, d'une invariance relative du spectre à long terme, alors que celles de Majewski et Hollien (7), tendent à confirmer l'existence d'un effet de langue.

Confrontée à ces tendances opposées révélées par une lecture critique de la littérature, l'équipe du laboratoire de phonétique de l'Université de Mons a mené plusieurs expériences sur des locuteurs bilingues français/néerlandais (8, 9). Afin de lever un maximum d'incertitudes, une méthodologie rigoureuse, à la fois quantitative et qualitative, a été mise au point ; ces recherches ont conduit à établir l'existence de différences — ténues mais patentées — entre les spectres du français et ceux du néerlandais. Dans le but d'éprouver ces résultats, il a été décidé d'entamer la réplication de ces travaux et d'en étendre le principe à d'autres langues.

Le couple catalan/castillan, particulièrement bien représenté à Barcelone, a d'ores et déjà fait l'objet d'études préliminaires, en collaboration avec les membres du laboratoire de phonétique de l'Université de Barcelone (10).

Dans cet article, nous pousserons cette démarche plus avant, d'une part, en l'appliquant à un échantillon d'effectif accru et, d'autre part, en y intégrant la notion de dominance linguistique.

2. EXPERIMENTATION

2.1. Choix des sujets

L'échantillon est constitué de sujets bilingues castillan/catalan, âgés de 18 à 22 ans, sélectionnés parmi les étudiants de la Faculté de lettres de l'Université Autonome de Barcelone.

Ceux-ci ont été soumis à un questionnaire destiné à évaluer leur utilisation des deux langues dans différentes situations de la vie quotidienne. Les résultats ainsi obtenus ont permis de retenir deux groupes particuliers : le premier est composé de 10 sujets à dominance castillane, et le second de 10 sujets à dominance catalane.

2.2. Corpus

Chaque sujet a été invité à répéter cinq fois deux textes phonétiquement équilibrés d'une durée approximative de 20 secondes : l'un en catalan, l'autre en castillan.

2.3. Dispositif expérimental

Les sessions d'enregistrement se sont déroulées en chambre insonorisée, le micro maintenu à distance constante (10 cm) des lèvres du sujet.

Les productions ont été enregistrées sur un magnétophone REVOX A 77 au moyen d'un microphone SENNHEISER MD441.

2.4. Analyses acoustiques

Les enregistrements ont ensuite été traités grâce à un analyseur spectral Bruel Kjaer 2033. La fréquence d'échantillonnage du signal d'entrée étant fixée à 12.8 kHz, les spectres produits ont été définis sur 400 canaux avec une résolution constante de 12.5 Hz dans la bande 0-5 kHz.

Un algorithme de calcul de moyenne à pondération linéaire a fourni un SMLT pour chaque production.

Les 200 SMLT (20 sujets \times 2 langues \times 5 productions) ainsi obtenus ont ensuite été transmis à un ordinateur IBM PC XT via une interface GPIB, en vue du traitement statistique.

2.5. Procédure de comparaison

Trois sortes de comparaisons intra sujet ont été effectuées sur les SMLT récoltés : des comparaisons inter langue (CAST/CAT), d'une part, et intra langue (CAT/CAT et CAST/CAST), d'autre part.

Ainsi, pour chaque locuteur des deux groupes, nous avons procédé à la comparaison de chacune de ses productions en castillan à chacune de ses productions en catalan, soit 500 comparaisons ($2 \text{ groupes} \times 10 \text{ sujets} \times 25 \text{ comparaisons}$).

De même, pour les comparaisons intra langue, nous avons réalisé par langue et par locuteur une comparaison inter spectrale pour chacune des 10 paires non redondantes de SMLT différents, soit 400 comparaisons ($2 \text{ groupes} \times 10 \text{ sujets} \times 2 \text{ langues} \times 10 \text{ comparaisons}$).

En vue de quantifier la variabilité inter spectrale, pour chaque comparaison effectuée, nous avons utilisé l'indice de dissimilarité SDDD (12), dont la valeur est d'autant moins élevée que les spectres se ressemblent. SDDD est insensible aux variations du niveau global des spectres comparés et ne requiert donc aucune normalisation préalable de ceux-ci.

3. RESULTATS

Les tableaux 1 (pour le groupe à dominance castillane) et le tableau 2 (pour le groupe à dominance catalane) reprennent les caractéristiques des distributions de SDDD (moyenne et écart type) de chaque sujet pour chaque type de comparaison (intra et inter langue).

Dans le groupe de sujets à dominance castillane (tableau 1), nous obtenons, pour les comparaisons intra langue, des valeurs moyennes générales de SDDD égales à 3.28 (CAT/CAT) et à 3.52 (CAST/CAST) ; les comparaisons inter langue (CAT/CAT), présentent, quant à elles, une moyenne (3.83) supérieure à ces valeurs.

Le même phénomène est présent dans le cas des sujets à dominance catalane (tableau 2) : les moyennes générales de SDDD, pour les comparaisons intra langue, sont égales à 2.89 (CAT/CAT) et à 2.74 (CAST/CAST), alors que les comparaisons inter langue font apparaître une valeur moyenne de 3.7.

Par ailleurs, une observation plus poussée des performances individuelles nous permet de constater l'existence dans les deux groupes, d'une considérable variabilité inter sujet. En effet, le tableau 1 laisse apparaître des valeurs individuelles moyennes de SDDD allant de 2.12 à 4.53 (CAT/CAT), de 2.01 à 4.49 (CAST/CAST) ou de 2.41 à 4.87 (CAT/CAST). De même, le tableau 2 contient des valeurs individuelles moyennes s'étalant de 1.93 à 4.43 (CAT/CAT), de 1.83 à 4.53 (CAST/CAST) ou de 2.54 à 4.74 (CAST/CAT).

Cette considérable hétérogénéité des performances individuelles des locuteurs est cependant de nature à oblitérer les différences entre les trois conditions de comparaison (CAT/CAT, CAST/CAST et CAT/CAST), en particulier si — ainsi que nous l'avons fait plus haut — on se limite au simple examen des tendances d'ensemble que révèlent les moyennes générales.

Sujets	CAT/CAT	CAST/CAST	CAT/CAST
1	2.47 (.305)	2.54 (.237)	2.78 (.221)
2	2.62 (.256)	3.01 (.474)	3.57 (.268)
3	2.52 (.202)	2.78 (.438)	3.17 (.306)
4	3.98 (.116)	4.49 (.326)	4.80 (.248)
5	4.18 (.237)	4.47 (.395)	4.56 (.381)
6	4.53 (.287)	4.81 (.394)	4.87 (.406)
7	4.34 (.221)	4.58 (.274)	5.03 (.329)
8	2.12 (.314)	2.49 (.301)	2.89 (.271)
9	2.25 (.293)	2.01 (.236)	2.41 (.398)
10	3.83 (.286)	4.03 (.246)	4.19 (.227)
	3.28	3.52	3.83

Tableau 1 :

Moyennes et écart types des distributions de SDDD issus des 3 sortes de comparaisons effectuées dans le groupe à dominance castillane (CAT/CAT : catalan/catalan, CAST/CAST : castillan/castillan, CAT/CAST : catalan/castillan).

Sujets	CAT/CAT	CAST/CAST	CAT/CAST
1	2.06 (.230)	2.03 (.151)	4.04 (.128)
2	1.93 (.137)	1.90 (.284)	2.79 (.247)
3	4.40 (.376)	4.30 (.247)	4.65 (.317)
4	4.13 (.194)	4.41 (.208)	4.56 (.152)
5	4.43 (.215)	4.53 (.144)	4.74 (.230)
6	2.67 (.257)	2.24 (.140)	3.20 (.259)
7	2.24 (.203)	2.05 (.198)	2.56 (.212)
8	2.32 (.278)	2.02 (.148)	3.98 (.210)
9	2.21 (.301)	1.83 (.095)	3.92 (.215)
10	2.50 (.380)	2.05 (.233)	2.54 (.167)
	<hr/> 2.89	<hr/> 2.74	<hr/> 3.7

Tableau 2 :

Moyennes et écart types des distributions de SDDD issus des 3 sortes de comparaisons effectuées dans le groupe à dominance catalane (CAT/CAT : catalan/catalan, CAST/CAST : castillan/castillan, CAT/CAST : catalan/castillan).

	CATALANS			CASTILLANS		
	CAT/CAT	CAST/CAST	CAT/CAST	CAT/CAT	CAST/CAST	CAT/CAST
CAT/CAT	1	.99	.72	1	.97	.84
CAST/CAST		1	.75		1	.83
CAT/CAST			1			1

Tableau 3 :

Coefficients de corrélation entre les moyennes des indices SDDD, par groupe et condition de comparaison.

Un examen des valeurs de SDDD sujet par sujet garantit, au contraire, une estimation des différences inter condition échappant totalement au parasitage que constituent les différences inter sujet. Ce type d'analyse révèle beaucoup plus nettement les différences inter condition. Il est remarquable, en effet, que dans les deux groupes, **chacun des sujets** présente des moyennes intra langue inférieures à la moyenne inter langue.

On notera, en outre, que les dissimilarités intra langue apparaissent fortement liées. Les figures 1 et 2 montrent bien cette covariation des valeurs des moyennes caractérisant les deux conditions de comparaison intra langue. Cette impression est confirmée par le calcul du coefficient de corrélation entre ces deux séries de valeurs (.99 dans le groupe à dominance catalane, et .97 dans le groupe à dominance castillane). Par contre, les valeurs de dissimilarité inter langue semblent nettement moins liées aux précédentes (cf. tableau 3). Cette constatation semble particulièrement sensible dans le groupe à dominance catalane; où les valeurs inter langue offrent des corrélations nettement plus faibles avec les valeurs intra langue (.72 et .75, contre .84 et .83, dans le groupe à dominance castillane).

4. CONCLUSION

Les résultats obtenus dans le cadre de cette expérimentation viennent confirmer ceux précédemment mis à jour dans nos recherches antérieures.

D'une part, il se confirme que la langue exerce un effet significatif sur le SMLT, même si celui-ci apparaît ténu en regard de ceux qu'exercent les caractéristiques individuelles du locuteur.

D'autre part, l'effet langue est à chaque fois confirmé en dépit de cette variabilité importante relevant des sujets eux-mêmes. De plus, l'effet de la langue parlée sur les caractéristiques d'ensemble du timbre se voit attesté même lorsque les langues utilisées pour l'expérimentation sont aussi proches que le catalan et le castillan, qui, au contraire des langues précédemment étudiées, appartiennent au même groupe linguistique.

Enfin, il apparaît que la cohésion de la qualité vocale au sein d'une langue est fonction, pour le locuteur, de la cohésion de sa qualité vocale dans l'autre langue. Par contre, la cohésion inter langue semble moins liée aux cohésions intra langue que ces dernières ne le sont entre elles, et ce, particulièrement dans le groupe à dominance catalane.

Il appartiendra à nos recherches futures de déterminer si cette différenciation est effectivement imputable au type de dominance linguistique, ou si d'autres caractères individuels permettent d'expliquer ces observations.

5. REFERENCES

- (1) TARNOCZY, T., «Détermination du spectre de la parole avec une méthode nouvelle», *Acustica*, 8, 392-395, 1958.
- (2) TARNOCZY, T., «Sprachliche vershieden erhalten durch sprechhor-methode», *4th Int. Congr. on Acoustics*, Copenhagen, 627, 1-4, 1962.
- (3) BANUS-TEROL, V., «Weighted average spectrum of human speech : an approach», *Proc. of the 7th Int. Congr. on Acoustics*, 253-256, 1971.
- (4) LORAND, P., MINIER, G., SALIOU, A., «Détermination du spectre à long terme de la parole (langue française)», *Recherches en Acoustique*, II, CNET, 15-25, 1975.
- (5) BOULLOSA, R.R., PEREZ RUIZ, S.J., «Long-terme average spectrum of Spanish», *Appl. Acoust.*, 17, 3, 1984.
- (6) TOSI, O., *Voice identification : Theory and legal applications*, Baltimore, University Park Press, 1979.
- (7) MAJEWSKI, W., HOLLIEN, H., «Euclidean distances between long term speech spectra as a criterion for speaker identification» in FANT, G. (Ed.), *Speech Communication*, 3, Stockholm, Almqvist and Wiksell, 303-310, 1975.
- (8) HARMEGNIES, B., LANDERCY, A., BRUYNINCKX, M., «An exper-iment in inter-languages speaker recongition using the SDDD index», *Proceedings of the 11th International Congress of the Phonetic Sciences*, Tallinn, 241-244, 1987.
- (9) HARMEGNIES, B., LANDERCY, A., «Language features in the long-term average spectrum», *Revue de Phonétique Appliquée*, 73-5, 69-80, 1985.

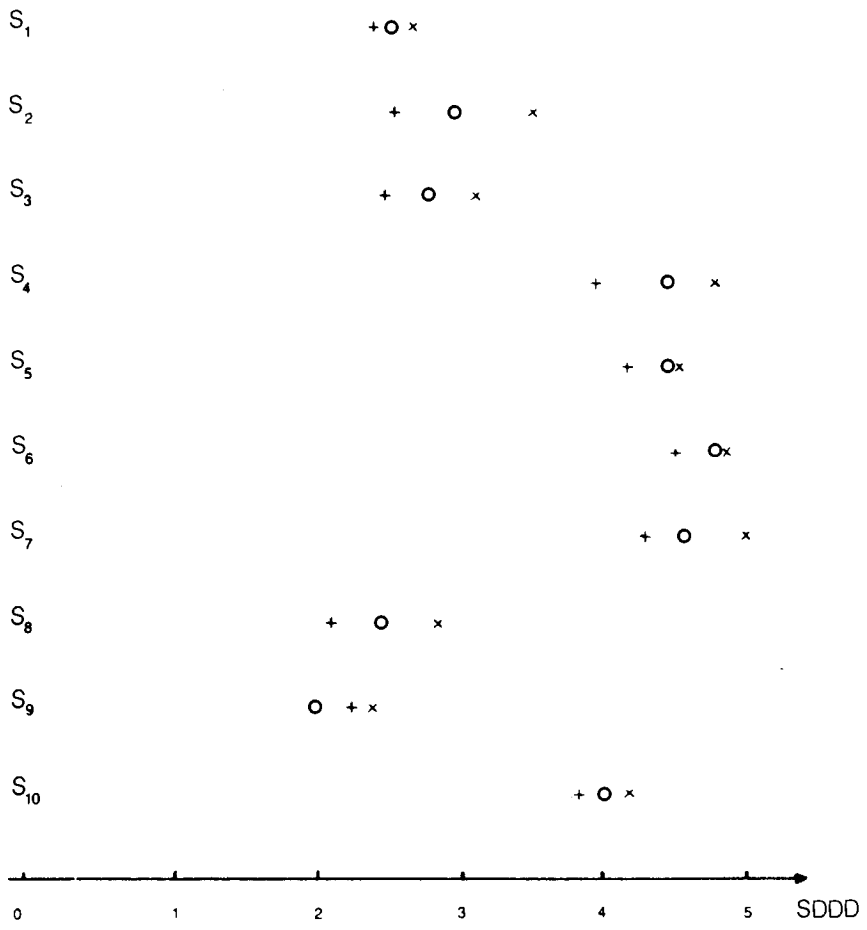
- (10) HARMEGNIES, B., BRUYNINCKX, M., LLISTERRI, J., POCH, D., «Effects of language change on voice quality. An experimental contribution to the study of the Catalan-Castilian case», *Acts of the European Conference on Speech Communication and Technology*, Paris, 489-492, 1989.
- (11) HARMEGNIES, B., «SDDD, a new dissimilarity index for the comparison of speech spectra», *Pattern Recognition Letters*, 8, 153-158, 1988.

6. REMERCIEMENTS

...A Raymond Renard, bien sûr !

En fondant — avec Julio Murillo — les liens privilégiés unissant les départements de Linguistique des universités de Mons et de Barcelone, il a créé les conditions favorables au développement de la «nouvelle alliance» qu'incarne l'équipe dont émane la présente contribution. Puisse-t-il trouver en l'existence-même de cette collaboration de la seconde génération un modeste, mais très concret hommage à la clairvoyance, au dynamisme, au talent d'un grand bâtisseur.

+	CAT/CAT
○	CAST/CAST
x	CAT/CAST



+	CAT/CAT
○	CAST/CAST
x	CAT/CAST

