LES CAHIERS DE L'ANALYSE DES DONNÉES

G. CHARBONNEAU
T. MOUSSA

Analyse factorielle de la parole continue : étude comparative inter-locuteurs et inter-langues

Les cahiers de l'analyse des données, tome 12, nº 1 (1987), p. 45-61

<http://www.numdam.org/item?id=CAD_1987__12_1_45_0>

© Les cahiers de l'analyse des données, Dunod, 1987, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Les cahiers de l'analyse des données » implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (http://www.numdam.org/conditions). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques
http://www.numdam.org/

Les Cahiers de L'Analyse des Données
Vol. XII - 1987 - N° 1 - pp. 45 - 61

ANALYSE FACTORIELLE DE LA PAROLE CONTINUE : ETUDE COMPARATIVE INTER-LOCUTEURS ET INTER-LANGUES. [PAROLE CONT.]

G. Charbonneau (1)

T. Moussa (2)

1 Introduction

Chaque langue comporte certains éléments acoustiques (sons ou phonèmes) qui lui sont propres, le reste apparaissant commun à plusieurs langues: par exemple on sait (malgré des différences) que le a se rencontre dans la plupart des langues tandis que le a (an du français) ou le h (ح de l'arabe) sont moins répandus.

De plus il est admis que la production de la parole, bien que résultant d'un programme très élaboré de mouvements qui déterminent les variations de forme, de dimension et de position des constituants de l'appareil phonatoire (actifs ou passifs), ne peut engendrer qu'un nombre limité de phonèmes et de diphonèmes.

Cependant même si le phonème est l'élément de base de la chaîne parlée, il est impossible de trouver un schéma unique et précis entre un phonème et sa réalisation en raison du caractère continu de la parole et du contexte articulatoire. Au mieux, on trouve ce qu'on peut appeler des variantes de phonèmes.

Il faut ajouter à cela que la parole est fortement marquée par l'empreinte de son locuteur. Pour ces raisons, la plupart des systèmes de reconnaissance automatique de la parole sont adaptés à une langue donnée et nécessitent souvent l'ajustement préalable au locuteur.

Dans cette étude, nous nous proposons d'examiner les différences et les similitudes existant entre deux langues, ainsi que les variations inter-locuteurs.

---

(1) Docteur ès-Sciences, Institut d'Electronique Fondamentale 91405 Orsay Cedex.

(2) Docteur ès-Sciences, Institut d'Electronique Fondamentale 91405 Orsay Cedex, et Université de Lille III, B.P. 149, 59653 Villeneuve d'ASCQ Cedex.

Les cahiers de l'analyse des données – 0339-3097/87/01 45 17/$ 3.70/ © Gauthier-Villars

2 Méthodes

Rappelons d'abord (1) que dans le cas le plus simple d'analyse de parole (un seul locuteur, une seule langue) il est possible de répartir les phonèmes en trois groupes :

Phonèmes à structure unique, phonèmes à plusieurs variantes et phonèmes (peu nombreux) à structure variable.

Pour la langue arabe et pour un locuteur donné, nous avons observé (1) une seule variante de B, D, S, X, I..., deux variantes de J, L..., trois variantes de W, U et une structure très variable du A.

Pour cette étude nous avons utilisé deux langues, le français et l'arabe et deux locuteurs désignés dans la suite par G et T.

G et T ont lu un même texte français de référence désigné par la lettre F. T a lu également un texte arabe de référence désigné par A.

Ces dispositions donnent lieu aux études comparatives suivantes :

GF U TF : le même texte français lu par les deux locuteurs.

TF U TA : le texte français et le texte arabe lus par le même locuteur T.

GF U TA : le texte français lu par G et le texte arabe lu par T.

Nous avons choisi l'arabe pour la richesse des sons de cette langue et parce qu'elle est a priori très différente du français. Le français est la langue maternelle de G, tandis que l'arabe est la langue maternelle de T. Le locuteur T parle très correctement le français qu'il a appris dès l'âge de six ans et qu'il pratique couramment puisqu'il réside en France depuis plus de dix ans.

2.1 Traitement numérique de la parole

Les textes choisis sont lus dans des conditions courantes de débit et d'articulation.
Le signal acoustique est échantillonné à la fréquence de 20480 Hz après un filtrage passe-bas à 7000 Hz; il est ensuite découpé en blocs de 1024 points (1/20 sec.).

Les blocs sont pris translatés de 128 points en 128 points, pour pouvoir suivre l'évolution temporelle du spectre dans le détail.

Ces spectres sont soumis à la transformée de Fourier discrète et chacun est donc caractérisé par son profil spectral, à savoir 512 composantes correspondant aux fréquences 20*n Hz avec n = 0,511 (2).

Les composantes spectrales retenues pour décrire les blocs sont les 240 premières (bande 0-4800 Hz.).

C'est pour des raisons techniques (essentiellement dues à la place en mémoire de l'ordinateur nécessaire pour l'analyse) que nous nous sommes limités à 4800 Hz. .

Cette bande qui est un peu plus grande que la bande téléphonique contient cependant l'essentiel de l'information acoustique du signal.

Nous avons aussi éliminé les 4 premières composantes (bande 0 - 60 Hz.) qui ne contribuent pas significativement au message acoustique du signal. Finalement un bloc est décrit par 236 composantes spectrales.

Une autre description est envisagée (2): découper le spectre en canaux de nombre et de largeur variables (entre 20 et 25 canaux).

Le découpage optimal est effectué d'une part en conciliant empiriquement les spectres des divers phonèmes du signal et d'autre part en faisant le calcul d'un spectre moyen par la moyenne arithmétique de tous les spectres du signal. Le découpage est donc fonction de la langue et/ou du locuteur.

2.2 Constitution des tableaux à analyser

Le texte arabe extrait d'un journal est d'une durée de 25 secondes. En supprimant les blocs relatifs au silence nous aboutissons au tableau :

TA = (1667 ; 236) fait de 1667 blocs translatés et décrits par les intensités des 236 composantes spectrales retenues.

Nous avons établi (1) que ce texte peut être considéré comme représentatif de l'arabe.

Le texte français est constitué de dix phrases correspondant au profil phonémique type du français (3).

En éliminant les silences nous avons obtenu les tableaux :

TF = (2212 ; 236) pour le locuteur T et GF = (1733 ; 236) pour le locuteur G.

Bien qu'il s'agisse de débits spontanés, nous constatons que G a un débit environ 30% plus rapide queT, la proportion de silence et de texte étant à peu près équivalente pour G et T.

Avec un découpage du spectre en canaux nous obtenons les tableaux suivants :

TA = (1667 ; 25) TF = (2212 ; 22) GF = (1733 ; 21)

Ces tableaux seuls ou groupés sont soumis à l'Analyse Factorielle des Correspondances dont les premiers facteurs (6 ou 7) paraissent suffisants pour décrire le signal (1).

3 Résultats et discussion

3.1 Analyse d'un signal avec des configurations de canaux différentes

Nous avons analysé le même signal TF avec trois configurations de canaux différentes :

CFTF adaptée au texte français lu par T,

CFTA adaptée au texte arabe lu par T ,

CFGF adaptée au signal du même texte français lu par G.

La première analyse est considérée comme optimale.

A cette analyse nous comparons les deux autres et nous déduisons que l'analyse CFTA est plus proche de CFTF que CFGF.

La proximité est observée et jugée par la comparaison des éléments suivants :

- Les configurations des canaux, en observant notamment la similitude des frontières (Figure 1).

- Les histogrammes des inerties des facteurs, en étudiant particulièrement les inerties du second et du troisième facteur (Figure 2).

- Les canaux de plus fortes contributions et corrélations dans l'espace des sept premiers facteurs.

En réalité la comparaison est faite pour des bandes de fréquences et non pour des canaux (Figure 3).

- Les profils factoriels de la voyelle E (codée 2222 comme dans deux). De même pour la voyelle A (codé @@@@) comme le second A dans canard).

Nous avons considéré les corrélations et les contributions - surtout les plus fortes - sur les axes, mais aussi l'homogénéité des profils sur chacun des axes (Figures 4 et 5).

Toutes ces comparaisons permettent de dire que la configuration optimale des canaux est fonction du locuteur (ou tout au moins de sa locution) plutôt que de la langue et à plus forte raison, du texte analysé.

On pourrait donc établir une configuration pour chaque locuteur et chaque locution (uniforme, lyrique,... etc.).

Figure 1 : Configurations des canaux.

CFTF

CANAL	BORNES (HZ)	BANDE (HZ)
1	0 - 60	60
2	80 - 180	100
3	200 - 320	120
4	340 - 480	140
5	500 - 620	120
6	640 - 760	120
7	780 - 900	120
8	900 - 1020	120
9	1040 - 1160	120
10	1180 - 1620	440
11	1640 - 1960	320
12	1980 - 2300	320
13	2320 - 2900	580
14	2920 - 3500	580
15	3520 - 3960	440
16	3980 - 4200	220
17	4220 - 4640	420
18	4660 - 4960	300
19	4980 - 5340	360
20	5360 - 5720	360
21	5740 - 7000	1260
22	7020 - 10220	3200

CFTA

CANAL	BORNES (HZ)	BANDE (HZ)
1	0 - 80	80
2	100 - 180	80
3	200 - 320	120
4	340 - 460	120
5	480 - 600	120
6	620 - 720	100
7	740 - 860	120
8	880 - 1040	160
9	1060 - 1180	120
10	1200 - 1440	240
11	1460 - 1580	120
12	1600 - 1800	200
13	1820 - 2020	200
14	2040 - 2280	240
15	2300 - 2500	200
16	2520 - 3580	1060
17	3600 - 4020	420
18	4040 - 4220	180
19	4240 - 4540	300
20	4560 - 5300	740
21	5320 - 6120	800
22	6140 - 6380	240
23	6400 - 6560	160
24	6580 - 7060	480
25	7080 - 10220	3140

CFGF

CANAL	BORNES (HZ)	BANDE (HZ)
1	0 - 80	80
2	100 - 180	80
3	200 - 340	140
4	360 - 580	220
5	600 - 740	140
6	760 - 880	120
7	900 - 1020	120
8	1040 - 1300	260
9	1320 - 1460	140
10	1480 - 1620	140
11	1640 - 1740	100
12	1760 - 1860	100
13	1880 - 2060	180
14	2080 - 2180	100
15	2200 - 2520	320
16	2540 - 2860	320
17	2880 - 3060	180
18	3080 - 3200	120
19	3220 - 3420	200
20	3440 - 7000	3560
21	7020 - 10220	3200

Figure 2 : Histogrammes des inerties des facteurs de l'analyse de TF avec trois configurations de canaux.

Avec CFTF

NUM	ITER	VAL PROPRE	POURCENT	CUMUL	HISTOGRAMME DES VALEURS PROPRES DE LA MATRICE
2	1	.59725261	31.368	31.368	
3	1	.41184995	21.633	53.001	
4	0	.16651210	8.745	61.746	
5	1	.16061166	8.435	70.181	
6	1	.11632457	6.110	76.291	
7	1	.09287003	4.879	81.169	
8	1	.06104472	3.206	84.375	
9	1	.05673424	2.980	87.354	
10	2	.04386140	2.304	89.658	
11	1	.03900152	2.048	91.706	
12	4	.03107698	1.632	93.339	
13	2	.02969974	1.560	94.898	
14	2	.02800124	1.471	96.369	
15	1	.02259534	1.187	97.556	
16	2	.01576209	.828	98.384	
17	3	.01059094	.556	98.940	
18	2	.00723224	.380	99.320	
19	2	.00653770	.343	99.662	
20	3	.00642582	.337	100.000	

Avec CFTA

NUM	ITER	VAL PROPRE	POURCENT	CUMUL	HISTOGRAMME DES VALEURS PROPRES DE LA MATRICE
2	1	.59583390	31.198	31.198	
3	1	.41409132	21.787	52.985	
4	0	.16680866	8.734	61.719	
5	1	.14017159	7.339	69.059	
6	1	.11416790	5.978	75.037	
7	1	.08373079	4.384	79.421	
8	2	.06632726	3.473	82.894	
9	1	.06015189	3.150	86.043	
10	1	.04684436	2.453	88.496	
11	2	.04392845	2.300	90.796	
12	1	.03238127	1.696	92.492	
13	2	.03014791	1.579	94.070	
14	1	.02313584	1.211	95.282	
15	2	.01763285	.923	96.205	
16	3	.01620126	.848	97.053	
17	4	.01452660	.761	97.814	
18	3	.01131096	.592	98.406	
19	2	.01036734	.543	98.949	
20	1	.00657357	.344	99.293	
21	3	.00593613	.311	99.604	
22	2	.00491842	.258	99.862	
23	1	.00264174	.138	100.000	

Avec CFGF

NUM	ITER	VAL PROPRE	POURCENT	CUMUL	HISTOGRAMME DES VALEURS PROPRES DE LA MATRICE
2	1	.49153842	32.793	32.793	
3	1	.36715579	24.485	57.287	
4	1	.15550491	10.374	67.662	
5	1	.11634102	7.763	75.425	
6	1	.08057537	5.375	80.800	
7	1	.06920434	4.550	85.351	
8	1	.04639304	3.095	88.446	
9	2	.04018002	2.681	91.126	
10	1	.03244656	2.167	93.294	
11	1	.02332545	1.556	94.850	
12	2	.02040141	1.361	96.211	
13	2	.01543090	1.030	97.241	
14	1	.00986824	.658	97.899	
15	2	.00840930	.561	98.460	
16	2	.00771213	.515	98.975	
17	1	.00603226	.406	99.381	
18	4	.00512095	.342	99.722	
19	4	.00416215	.278	100.000	

Figure 3 : Profils factoriels de l'analyse de TF
avec trois configurations de canaux.

Avec CFTF

! JI !	OLT	POID	INR	1=F	COR	CTR	2=F	COR	CTR	3=F	COR	CTR	4 F	COR	CTR	5=F	COR	CTR	6 F	COR	CTR	7=F	COR	CTR
1! C02!	968	393	47!	49	10	2!	-289	87	8!!	300	393	213!	-104	48	2!!	-33	5	4!	9	0	0!	182	145	214!
2! C03!	934	195	46!	45	5	1!	-487	527	112!	114	29	15!	-19	1	0!	22	1	1!	-2	0	0!	-410	374	534!
3! C04!	989	178	70!	49	3	1!	-250	85	27!	-702	663	528!	385	198	164!	148	29	33!	25	1	1!	94	10	21!
4! C05!	768	52	44!	44	1	0!	1090	914	147!	-110	7	4!	23	0	0!	-155	75	57!	1	0	0!	22	0	0!
5! C06!	754	33	42!	54	1	0!	1319	714	139!	99	4	2!	-46	1	0!	-183	14	10!	-4	0	0!	-224	21	27!
6! C07!	369	20	24!	54	1	0!	756	245	27!	-35	1	0!	81	3	1!	253	27	11!	31	0	0!	464	92	69!
7! C08!	829	33	67!	60	1	0!	1433	672	144!	274	21	15!	-54	1	1!	895	223	227!	5	0	0!	202	11	22!
8! C09!	845	25	61!	59	1	0!	1634	566	161!	327	11	8!	-35	0	0!	1004	214	215!	-12	0	0!	-447	43	81!
9! C10!	907	49	63!	36	1	0!	1047	478	132!	-195	14	11!	-6	0	0!	-1007	411	423!	-21	0	0!	-67	2	4!
10! C11!	150	6	9!	-68	2	0!	-131	6	0!	-599	120	13!	64	1	0!	-219	16	2!	-111	4	1!	-15	0	0!
11! C12!	99	5	12!	-96	2	0!	254	15	1!	-106	3	0!	-267	17	2!	-260	16	3!	-225	12	3!	-369	33	12!
12! C13!	235	6	13!	-249	17	1!	-97	3	0!	-717	138	20!	-326	28	4!	-322	28	6!	-285	22	6!	35	0	0!
13! C14!	957	3	71!	-1986	85	19!	-412	4	1!	-2385	123	99!	-4961	531	445!	524	6	7!	-3107	204	302!	0	0	0!
14! C15!	914	1	63!	-5671	329	66!	-101	0	0!	-2456	62	44!	-5429	301	225!	258	1	1!	4648	221	265!	180	0	1!
15! C16!	757	0	14!	-2638	747	35!	-31	0	0!	-446	2	0!	-1033	9	1!	63	0	0!	131	0	0!	140	0	0!
16! C17!	928	1	72!	*****	776	174!	29	0	0!	-452	3	3!	-2006	17	15!	176	0	0!	5509	131	193!	-173	0	0!
17! C18!	766	0	78!	*****	699	173!	269	0	0!	2146	10	9!	4502	44	41!	-369	0	0!	2133	10	16!	-1101	3	6!
18! C19!	215	0	41!	*****	855	112!	242	0	0!	1905	9	4!	4002	40	20!	-230	0	0!	-2081	11	9!	48	0	0!
19! C20!	826	0	59!	*****	766	144!	162	0	0!	1975	8	5!	4181	35	25!	-259	0	0!	-2920	17	21!	104	0	0!
20! C21!	898	0	106!	*****	794	268!	115	0	0!	1687	5	6!	3484	23	28!	-22	0	0!	-6338	75	163!	779	1	4!
!	! 1779614.	100!				100!			100!			100!			100!			100!			100!			100!

Avec CFTA

! JI !	OLT	POID	INR	1=F	COR	CTR	2=F	COR	CTR	3=F	COR	CTR	4=F	COR	CTR	5=F	COR	CTR	6=F	COR	CTR	7-F	COR	CTR
1! C02!	927	391	47!	47	10	1!	-286	360	78!	321	450	242!	-7	0	0!	26	3	2!	-16	1	1!	153	102	138!
2! C03!	859	195	46!	43	4	1!	-489	531	112!	119	31	17!	19	1	1!	-12	0	0!	8	0	0!	-362	292	388!
3! C04!	982	173	70!	46	3	1!	-272	96	31!	-799	825	665!	163	34	33!	-119	18	22!	-44	3	4!	45	3	5!
4! C05!	746	55	47!	52	2	0!	1025	644	139!	-130	10	6!	-43	1	1!	362	81	63!	-20	0	0!	108	7	10!
5! C06!	816	29	40!	58	1	0!	1411	757	140!	99	4	2!	-40	1	0!	209	16	11!	-4	0	0!	-311	37	43!
6! C07!	415	23	25!	57	2	0!	713	246	28!	-21	0	0!	97	5	2!	-237	27	11!	-61	2	1!	525	133	95!
7! C08!	855	38	64!	63	1	0!	1342	561	165!	216	15	11!	109	4	3!	-864	233	249!	51	1	1!	341	41	75!
8! C09!	859	25	62!	64	1	0!	1640	566	161!	159	5	4!	110	3	2!	-926	191	187!	99	2	3!	-693	101	180!
9! C10!	862	39	62!	48	1	0!	1230	497	141!	-90	3	2!	-138	6	5!	1023	343	354!	-76	2	3!	-177	10	18!
10! C11!	399	7	14!	13	0	0!	444	53	3!	-470	59	10!	-189	10	2!	920	227	54!	16	0	0!	433	50	20!
11! C12!	215	4	10!	-64	1	0!	-60	1	0!	-694	113	13!	-262	16	2!	404	38	6!	249	15	3!	346	31	9!
12! C13!	96	3	5!	-64	1	0!	-173	10	0!	-302	31	2!	-230	18	1!	82	2	0!	246	20	2!	-193	13	2!
13! C14!	115	4	12!	-103	2	0!	319	18	1!	-31	0	0!	-450	37	6!	249	11	2!	465	39	11!	-200	7	3!
14! C15!	306	4	8!	-99	3	0!	51	1	0!	-701	128	12!	-422	46	5!	483	61	9!	382	38	7!	336	29	7!
15! C16!	935	6	58!	-1340	93	17!	-374	7	2!	-578	17	11!	-3221	536	424!	-356	7	6!	2308	275	364!	8	0	0!
16! C17!	865	1	56!	-6499	401	72!	-116	0	0!	-652	3	2!	-5919	332	253!	-1085	11	10!	-3516	117	149!	125	0	0!
17! C18!	649	0	9!	-7957	558	16!	-50	0	0!	-387	1	0!	-3159	88	11!	-489	2	0!	222	0	0!	134	0	0!
18! C19!	912	0	55!	*****	662	117!	13	0	0!	-451	1	1!	-5071	108	81!	-1207	6	6!	-5676	135	171!	-115	0	0!
19! C20!	905	1	124!	*****	856	339!	311	0	0!	496	1	1!	3560	34	58!	479	1	1!	-2175	13	36!	-478	1	2!
20! C21!	922	0	88!	*****	875	248!	220	0	0!	444	0	0!	3649	31	37!	647	1	1!	2504	15	29!	81	0	0!
21! C22!	744	0	23!	*****	697	52!	105	0	0!	101	0	0!	703	1	0!	91	0	0!	4841	46	24!	340	0	0!
22! C23!	868	0	15!	*****	784	38!	251	0	0!	787	1	0!	6174	60	12!	995	2	0!	3642	21	7!	178	0	0!
23! C24!	727	0	59!	*****	512	97!	266	0	0!	1018	1	1!	8822	75	60!	1668	3	3!	11860	135	182!	1457	2	3!
!	! 1772199.	100!				100!			100!			100!			100!			100!			100!			100!

Avec CFGF

! JI !	OLT	POID	INR	1=F	COR	CTR	2=F	COR	CTR	3=F	COR	CTR	4=F	COR	CTR	5-F	COR	CTR	6=F	COR	CTR	7-F	COR	CTR
1! C02!	984	391	60!	49	10	2!	-329	476	116!	259	291	168!	-8	0	0!	83	30	33!	182	145	190!	-84	32	61!
2! C03!	973	208	64!	39	3	1!	-519	583	153!	54	6	4!	-16	1	1!	-112	28	33!	-377	309	434!	142	43	90!
3! C04!	992	212	74!	52	5	1!	169	54	16!	-671	861	615!	-76	11	11!	-129	32	45!	49	5	8!	-108	23	55!
4! C05!	801	37	55!	82	3	1!	1252	491	157!	252	30	16!	20	0	0!	365	59	61!	-192	15	20!	-60	2	3!
5! C06!	426	22	32!	79	3	0!	729	244	32!	104	5	2!	-47	1	0!	-295	40	24!	534	132	94!	41	1	1!
6! C07!	954	33	79!	97	3	1!	1413	557	180!	575	92	70!	52	1	1!	-806	182	267!	338	32	55!	558	87	222!
7! C08!	930	46	94!	89	3	1!	1514	755	290!	397	52	47!	67	1	2!	10	0	0!	-489	79	162!	-350	40	123!
8! C09!	817	21	46!	51	1	0!	944	271	50!	-201	12	5!	1	0	0!	1287	500	424!	-67	1	1!	322	31	46!
9! C10!	619	7	18!	-14	0	0!	372	35	3!	-735	136	23!	4	0	0!	999	250	81!	434	47	19!	778	152	88!
10! C11!	330	2	10!	-97	2	0!	-3	0	0!	-961	155	15!	126	3	0!	350	21	4!	388	25	5!	845	125	40!
11! C12!	189	2	7!	-99	2	0!	-145	5	0!	-627	86	6!	153	5	0!	97	2	0!	64	1	0!	637	88	20!
12! C13!	209	3	7!	-90	2	0!	-58	1	0!	-191	10	1!	186	9	1!	141	5	1!	-247	17	3!	781	165	38!
13! C14!	289	2	8!	-113	2	0!	332	20	1!	66	1	0!	353	23	2!	368	25	4!	-209	8	1!	1056	210	54!
14! C15!	493	6	14!	-156	7	0!	133	5	0!	-736	146	20!	343	32	6!	508	70	18!	264	19	6!	894	215	99!
15! C16!	340	2	11!	-674	60	2!	-327	14	1!	-442	26	3!	1013	135	19!	166	4	1!	65	1	0!	878	101	35!
16! C17!	591	1	17!	1612	76	4!	-421	5	0!	-106	0	0!	4115	494	106!	111	0	0!	210	1	0!	692	14	7!
17! C18!	859	1	39!	-2635	96	11!	-434	3	0!	-434	3	1!	7349	753	375!	-210	1	0!	97	0	0!	-465	3	4!
18! C19!	858	1	50!	-3221	171	26!	-275	1	0!	-700	8	4!	6346	666	432!	-326	2	2!	-2	0	0!	-774	10	16!
19! C20!	1000	3	115!	*****	988	950!	276	1	1!	193	0	1!	-1209	11	43!	-19	0	0!	-14	0	0!	-17	0	0!
!	! 1772186.	100!				100!			100!			100!			100!			100!			100!			100!

Figure 4 : Profils factoriels de la voyelle E codée 2222 des mots : deux, deux, heurtés, neuf et feu de TF analysé avec trois configurations de canaux.

Avec CFTF

! II !	OLT	POID	INR!	1=F	COR	CTR!	2=F	COR	CTR!	3=F	COR	CTR!	4=F	COR	CTR!	5=F	COR	CTR!	6=F	COR	CTR!	7=F	COR	CTR!
323!22221	930	2	0!	4	0	0!	-442	379	1!	-495	476	2!	66	8	0!	133	34	0!	-130	33	0!	0	0	0!
324!22221	909	1	0!	-19	1	0!	-412	291	1!	-544	509	3!	-44	3	0!	113	22	0!	-217	81	1!	28	1	0!
325!22221	924	2	1!	-1	0	0!	-403	255	1!	-615	596	3!	85	11	0!	120	23	0!	-155	38	0!	-1	0	0!
326!22221	937	1	1!	20	0	0!	-410	206	1!	-712	619	5!	244	72	1!	150	27	0!	-82	8	0!	-52	3	0!
327!22221	939	1	1!	37	1	0!	-425	188	1!	-751	592	5!	359	120	1!	180	34	0!	-34	1	0!	-42	2	0!
328!22221	934	1	1!	42	2	0!	-414	155	1!	-815	600	5!	401	145	1!	201	36	0!	-13	0	0!	30	1	0!
554!22221	930	1	0!	5	0	0!	-525	411	1!	140	29	0!	-289	125	1!	-20	1	0!	-189	54	0!	-457	311	4!
555!22221	928	1	0!	-7	0	0!	-491	331	1!	114	19	0!	-395	173	1!	-45	3	0!	-242	81	1!	-484	322	5!
556!22221	923	1	0!	-19	0	0!	-497	329	1!	108	15	0!	-412	213	1!	-21	1	0!	-283	101	1!	-478	286	4!
640!22221	744	1	0!	46	9	0!	-484	32	0!	-348	543	0!	175	137	0!	-65	19	0!	-9	0	0!	-26	3	0!
641!22221	732	1	0!	35	6	0!	66	21	0!	-348	597	1!	137	92	0!	-32	5	0!	-31	5	0!	31	5	0!
642!22221	581	1	0!	36	3	0!	408	310	0!	-268	164	0!	95	21	0!	28	2	0!	-34	3	0!	60	8	0!
1771!22221	959	1	0!	41	6	0!	381	536	1!	52	10	0!	-31	4	0!	-328	401	1!	-3	0	0!	24	2	0!
1772!22221	949	1	0!	36	2	0!	569	604	1!	57	6	0!	-54	6	0!	-419	329	2!	-11	0	0!	26	1	0!
1773!22221	905	1	1!	35	2	0!	663	587	1!	64	5	0!	-67	6	0!	-478	307	3!	-13	0	0!	15	0	0!
1774!22221	819	1	1!	39	2	0!	679	520	1!	80	7	0!	-59	4	0!	-500	284	2!	-6	0	0!	29	1	0!
1775!22221	829	1	0!	43	2	0!	696	504	1!	72	5	0!	-52	3	0!	-546	311	2!	-5	0	0!	63	4	0!
1776!22221	791	1	0!	51	4	0!	523	433	0!	124	24	0!	-59	6	0!	-438	305	1!	-2	0	0!	109	19	0!
1942!22221	898	1	0!	57	6	0!	-448	399	1!	-386	295	1!	263	137	0!	128	32	0!	26	1	0!	118	27	0!
1943!22221	912	1	0!	57	5	0!	-434	319	1!	-473	378	1!	306	157	1!	146	36	0!	27	1	0!	96	16	0!
1944!22221	891	1	0!	57	7	0!	-392	308	0!	-416	348	1!	281	157	0!	125	31	0!	29	2	0!	139	39	0!
!	!1778614.		6!			0!			16!			27!			7!			11!			3!			13!
!22221			!	28.3333		!	-66.2381		!	-255.2381		!	46.1905		!	-74.6667		!	-65.5714		!	-36.7619		!

Avec CFTA

! II !	OLT	POID	INR!	1=F	COR	CTR!	2=F	COR	CTR!	3=F	COR	CTR!	4=F	COR	CTR!	5=F	COR	CTR!	6=F	COR	CTR!	7=F	COR	CTR!
323!22221	917	2	0!	16	0	0!	-453	400	1!	-499	485	2!	-3	0	0!	-93	17	0!	79	12	0!	-31	2	0!
324!22221	898	1	0!	0	0	0!	-424	337	1!	-509	485	2!	-87	14	0!	-71	10	0!	150	42	0!	-3	0	0!
325!22221	915	2	0!	12	0	0!	-415	277	1!	-418	614	3!	-6	0	0!	-75	9	0!	89	13	0!	-37	2	0!
326!22221	937	1	1!	28	1	0!	-423	214	1!	-759	688	5!	88	9	0!	-102	13	0!	23	1	0!	-97	12	0!
327!22221	940	1	1!	41	2	0!	-437	194	1!	-827	693	6!	153	24	0!	-130	17	0!	-20	0	0!	-96	10	0!
328!22221	939	1	1!	46	2	0!	-434	164	1!	-911	721	6!	187	30	0!	-152	20	0!	-42	2	0!	-29	1	0!
554!22221	783	1	0!	18	1	0!	-534	437	1!	222	76	0!	-146	33	0!	38	2	0!	156	37	0!	-358	197	2!
555!22221	724	1	0!	8	0	0!	-501	352	1!	219	67	0!	-203	58	0!	69	7	0!	203	59	1!	-359	181	2!
556!22221	760	1	0!	1	0	0!	-485	331	1!	243	83	0!	-241	82	0!	62	5	0!	236	79	1!	-357	190	2!
640!22221	728	1	0!	48	10	0!	-87	31	0!	-381	594	1!	81	27	0!	97	38	0!	-41	7	0!	-66	18	0!
641!22221	692	1	0!	40	7	0!	62	17	0!	-372	626	1!	55	14	0!	73	24	0!	-20	2	0!	-17	1	0!
642!22221	583	1	0!	41	4	0!	401	379	0!	-289	196	1!	40	4	0!	9	0	0!	-3	0	0!	-7	0	0!
1771!22221	849	1	0!	40	5	0!	344	435	0!	49	8	0!	-46	7	0!	347	390	2!	-21	2	0!	27	2	0!
1772!22221	938	1	0!	38	3	0!	567	569	1!	66	8	0!	-65	8	0!	445	350	3!	-26	1	0!	15	0	0!
1773!22221	911	1	1!	39	2	0!	669	565	1!	82	8	0!	-78	8	0!	509	326	3!	-29	1	0!	-5	0	0!
1774!22221	831	1	1!	43	2	0!	691	509	1!	92	9	0!	-69	5	0!	527	304	3!	-39	2	0!	10	0	0!
1775!22221	845	1	0!	45	2	0!	691	499	1!	80	7	0!	-67	5	0!	558	325	3!	-43	2	0!	46	4	0!
1776!22221	804	1	0!	53	5	0!	512	430	0!	133	29	0!	-48	4	0!	431	305	1!	-39	3	0!	134	29	0!
1942!22221	939	1	0!	55	3	0!	-459	210	0!	-902	641	3!	213	45	0!	-147	22	0!	-71	5	0!	-117	14	0!
1943!22221	926	1	0!	55	4	0!	-440	230	0!	-719	613	3!	202	48	0!	-133	21	0!	-73	6	0!	-55	4	0!
1944!22221	865	1	0!	57	6	0!	-386	277	0!	-520	499	1!	171	54	0!	-97	18	0!	-72	10	0!	34	2	0!
!	!1772199.		5!			0!			13!			34!			0!			15!			2!			6!
!22221			!	34.4762		!	-72.8095		!	-286.6190		!	6.2381		!	103.0476		!	18.9048		!	-64.1905		!

Avec CFGF

! II !	OLT	POID	INR!	1=F	COR	CTR!	2=F	COR	CTR!	3=F	COR	CTR!	4=F	COR	CTR!	5=F	COR	CTR!	6=F	COR	CTR!	7=F	COR	CTR!
323!22221	872	2	0!	-22	1	0!	-231	131	0!	-478	559	2!	201	99	1!	-124	38	0!	-1	0	0!	-133	44	1!
324!22221	779	1	1!	-61	7	0!	-205	72	0!	-495	418	2!	366	228	2!	-88	13	0!	31	2	0!	-151	39	1!
325!22221	849	2	1!	-39	3	0!	-161	49	0!	-582	634	3!	233	101	1!	-108	22	0!	-9	0	0!	-145	40	1!
326!22221	909	1	1!	-1	0	0!	-124	25	0!	-701	795	5!	98	15	0!	-158	40	0!	-71	9	0!	-147	35	1!
327!22221	932	1	1!	24	1	0!	-113	18	0!	-757	808	5!	6	0	0!	-199	56	1!	-71	7	0!	-170	41	1!
328!22221	943	1	1!	33	1	0!	-80	8	0!	-825	819	5!	-37	2	0!	-218	58	1!	-11	0	0!	-215	56	1!
554!22221	846	1	1!	-19	1	0!	-579	456	1!	112	17	0!	332	154	1!	-17	0	0!	-337	160	2!	204	58	1!
555!22221	794	1	1!	-43	2	0!	-551	362	1!	82	8	0!	433	223	2!	19	0	0!	-321	123	2!	252	76	2!
556!22221	766	1	1!	-73	6	0!	-556	330	1!	104	12	0!	484	250	2!	-5	0	0!	-335	120	2!	214	49	1!
640!22221	899	1	0!	51	9	0!	6	0	0!	-408	604	1!	-23	2	0!	-145	77	0!	-94	32	0!	-218	173	1!
641!22221	894	1	0!	40	6	0!	152	82	0!	-369	486	1!	27	3	0!	-156	88	0!	-44	7	0!	-243	212	1!
642!22221	827	1	0!	46	4	0!	405	332	0!	-294	176	1!	41	3	0!	-200	81	1!	-27	2	0!	-335	228	2!
1771!22221	838	1	0!	50	12	0!	262	323	0!	-45	10	0!	-11	1	0!	312	459	2!	72	24	0!	44	9	0!
1772!22221	918	1	0!	48	7	0!	402	490	1!	-50	8	0!	0	0	0!	373	413	2!	53	9	0!	27	2	0!
1773!22221	885	1	0!	48	5	0!	452	478	1!	-70	12	0!	2	0	0!	407	397	3!	31	2	0!	-6	0	0!
1774!22221	849	1	0!	55	7	0!	423	439	1!	-106	28	0!	-16	1	0!	382	357	2!	41	4	0!	-71	13	0!
1775!22221	861	1	0!	59	8	0!	414	393	0!	-150	52	0!	-29	2	0!	411	387	2!	83	16	0!	-38	3	0!
1776!22221	750	1	0!	65	14	0!	267	235	0!	-90	27	0!	-33	4	0!	349	402	1!	143	67	0!	0	0	0!
1942!22221	943	1	0!	59	5	0!	-141	29	0!	-711	740	3!	-94	13	0!	-248	91	1!	-114	19	0!	-185	51	1!
1943!22221	943	1	0!	61	7	0!	-147	39	0!	-637	713	3!	-92	15	0!	-219	85	1!	-50	5	0!	-214	81	1!
1944!22221	931	1	0!	64	11	0!	-160	71	0!	-456	573	1!	-85	20	0!	-156	68	0!	38	4	0!	-257	183	1!
!	!1772186.		8!			0!			6!			32!			9!			17!			6!			17!
!22221			!	21.1905		!	-12.1905		!	-329.7619		!	85.8571		!	10.0952		!	-47.2857		!	-85.0952		!

Figure 5 : Profils factoriels de la voyelle A codée @@@@ des mots : face, bat et canard de TF analysé avec trois configurations de canaux.

Avec CFTF

! II !	OLT	POID	INR!	1 F	COR	CTR!	2 F	COR	CTR!	3 F	COR	CTR!	4-F	COR	CTR!	5 F	COR	CTR!	6-F	COR	CTR!	7-F	COR	CTR!
690!@@@@!	505	1	1!	38	1	0!	712	344	1!	-23	0	0!	-22	0	0!	-438	139	1!	2	0	0!	-12	0	0!
691!@@@@!	792	1	1!	23	0	0!	1036	560	2!	-25	0	0!	-49	1	0!	-649	220	3!	3	0	0!	-139	10	0!
692!@@@@!	920	1	1!	8	0	0!	1141	731	3!	13	0	0!	-71	3	0!	-549	170	2!	13	0	0!	-167	16	0!
693!@@@@!	843	1	1!	33	1	0!	1067	730	2!	50	2	0!	-57	2	0!	-397	102	1!	11	0	0!	-101	7	0!
694!@@@@!	874	1	1!	43	1	0!	994	691	2!	-15	0	0!	-32	1	0!	-601	231	2!	7	0	0!	-125	10	0!
695!@@@@!	865	1	1!	36	1	0!	1083	682	2!	10	0	0!	-60	2	0!	-528	163	2!	17	0	0!	-171	17	0!
696!@@@@!	846	1	1!	29	1	0!	1059	727	2!	93	5	0!	-98	6	0!	-393	101	1!	28	0	0!	-94	6	0!
697!@@@@!	867	1	0!	20	1	0!	683	694	1!	143	26	0!	-114	10	0!	-341	158	1!	51	4	0!	127	33	0!
1123!@@@@!	449	1	1!	45	2	0!	497	234	1!	-104	10	0!	6	0	0!	-439	183	2!	-23	1	0!	141	19	0!
1124!@@@@!	553	2	2!	44	1	0!	837	389	3!	-69	3	0!	-7	0	0!	-537	140	4!	-15	0	0!	8	0	0!
1125!@@@@!	680	2	2!	46	1	0!	1044	508	4!	-62	2	0!	-24	0	0!	503	165	5!	-19	0	0!	-100	5	0!
1126!@@@@!	689	2	2!	45	1	0!	1069	536	4!	-34	1	0!	-30	0	0!	-547	141	4!	-16	0	0!	-147	10	1!
1127!@@@@!	777	2	2!	43	1	0!	1090	617	4!	-15	0	0!	-34	1	0!	-531	147	4!	-13	0	0!	-145	11	1!
1128!@@@@!	909	1	1!	43	1	0!	1143	680	5!	-16	0	0!	-41	1	0!	609	194	5!	-17	0	0!	-151	12	1!
1129!@@@@!	942	1	1!	45	1	0!	1172	677	5!	-28	0	0!	-44	1	0!	701	243	6!	-20	0	0!	197	19	1!
1130!@@@@!	971	1	1!	45	1	0!	1187	662	4!	-66	2	0!	-34	1	0!	-827	312	7!	-19	0	0!	-173	14	1!
1131!@@@@!	943	1	1!	43	1	0!	1227	656	3!	-91	4	0!	-27	0	0!	-839	307	6!	-20	0	0!	-183	15	1!
1132!@@@@!	969	1	1!	46	1	0!	1370	757	4!	-47	1	0!	-39	1	0!	-665	189	3!	-27	0	0!	-273	30	1!
1133!@@@@!	931	1	1!	52	1	0!	1444	791	4!	11	0	0!	-49	1	0!	-522	104	2!	-27	0	0!	-298	34	1!
1645!@@@@!	923	1	0!	50	13	0!	72	27	0!	224	263	0!	-85	39	0!	-319	538	1!	11	1	0!	-89	42	0!
1646!@@@@!	891	1	0!	48	12	0!	123	79	0!	224	262	0!	-69	43	0!	-300	475	1!	15	1	0!	-60	19	0!
1647!@@@@!	888	1	0!	47	10	0!	198	178	0!	207	195	0!	-84	33	0!	-319	464	1!	16	1	0!	-36	6	0!
1648!@@@@!	850	1	0!	47	8	0!	274	264	0!	183	117	0!	-78	22	0!	-347	424	1!	17	1	0!	-64	15	0!
1649!@@@@!	872	1	0!	44	4	0!	390	342	0!	136	41	0!	-71	12	0!	-443	444	1!	13	0	0!	-112	29	0!
1650!@@@@!	912	1	0!	40	2	0!	507	377	0!	77	9	0!	-65	6	0!	-572	481	2!	8	0	0!	-155	36	0!
1651!@@@@!	907	1	0!	39	2	0!	609	419	1!	34	1	0!	-59	4	0!	-626	445	2!	6	0	0!	-178	36	0!
1652!@@@@!	904	1	0!	38	1	0!	678	432	1!	20	0	0!	-59	3	0!	-678	432	3!	10	0	0!	-190	34	0!
1653!@@@@!	869	1	0!	38	1	0!	713	452	1!	29	1	0!	-58	3	0!	-654	382	3!	13	0	0!	-194	30	0!
1654!@@@@!	902	1	1!	40	1	0!	766	492	1!	31	1	0!	-61	3	0!	-673	381	3!	11	0	0!	-168	24	0!
1655!@@@@!	941	1	0!	40	1	0!	767	525	1!	34	1	0!	-62	4	0!	-685	396	3!	9	0	0!	-127	15	0!
1656!@@@@!	907	1	0!	35	1	0!	718	544	1!	53	3	0!	-72	6	0!	-570	344	2!	14	0	0!	-95	10	0!
1657!@@@@!	739	1	0!	38	2	0!	681	508	1!	100	11	0!	-81	7	0!	-424	198	1!	18	0	0!	-106	13	0!
1658!@@@@!	711	1	0!	37	1	0!	724	521	1!	109	12	0!	-85	7	0!	-398	158	1!	27	1	0!	-101	10	0!
!	!17/8614.	23!				0!			64!			0!			0!			86!			0!			8!
!@@@@!			!	39.1576	!		820.4546	!		35.6970	!		-55.6667	!		-536.1818	!		3.1515	!		-116.2121	!	

Avec CFTA

! II !	OLT	POID	INR!	1-F	COR	CTR!	2 F	COR	CTR!	3 F	COR	CTR!	4 F	COR	CTR!	5-F	COR	CTR!	6-F	COR	CTR!	7-F	COR	CTR!
690!@@@@!	515	1	1!	39	1	0!	711	369	1!	-14	0	0!	-66	3	0!	437	140	1!	-33	1	0!	-10	0	0!
691!@@@@!	745	1	1!	27	0	0!	1063	571	3!	8	0	0!	-103	6	0!	611	189	3!	-37	1	0!	-193	19	1!
692!@@@@!	902	1	1!	19	0	0!	1184	765	3!	71	3	0!	-83	4	0!	433	102	2!	-25	0	0!	-223	27	1!
693!@@@@!	904	1	1!	42	1	0!	1076	749	2!	103	7	0!	-37	1	0!	264	45	1!	-38	1	0!	-12	0	0!
694!@@@@!	749	1	1!	52	2	0!	1088	610	2!	83	4	0!	-56	2	0!	478	129	2!	-64	2	0!	5	0	0!
695!@@@@!	869	1	1!	49	1	0!	1170	731	3!	99	5	0!	-79	3	0!	413	91	1!	-24	0	0!	-261	37	1!
696!@@@@!	825	1	1!	39	1	0!	1102	709	2!	134	10	0!	-89	5	0!	372	81	1!	-33	1	0!	-175	18	0!
697!@@@@!	863	1	0!	22	1	0!	705	653	1!	189	47	0!	-87	10	0!	305	122	0!	77	8	0!	129	22	0!
1123!@@@@!	408	1	1!	50	2	0!	537	276	1!	-61	4	0!	-45	2	0!	461	203	2!	-33	1	0!	105	11	0!
1124!@@@@!	590	2	1!	52	2	0!	841	412	3!	-56	2	0!	-60	2	0!	543	171	4!	-38	1	0!	19	0	0!
1125!@@@@!	700	2	1!	51	1	0!	1053	539	5!	-39	1	0!	-79	3	0!	586	164	5!	-33	1	0!	-73	3	0!
1126!@@@@!	692	2	2!	51	1	0!	1076	558	4!	-15	0	0!	-75	3	0!	511	126	4!	-23	0	0!	-88	4	0!
1127!@@@@!	764	2	2!	49	1	0!	1107	646	5!	12	0	0!	-67	2	0!	450	107	3!	-21	0	0!	-117	7	0!
1128!@@@@!	861	1	1!	50	1	0!	1186	741	5!	32	1	0!	-62	2	0!	420	93	2!	-16	0	0!	-207	23	1!
1129!@@@@!	921	1	1!	53	1	0!	1229	775	5!	38	1	0!	-66	2	0!	432	96	2!	-13	0	0!	-299	46	2!
1130!@@@@!	953	1	1!	53	1	0!	1248	717	4!	3	0	0!	-88	4	0!	646	192	4!	-38	1	0!	-288	38	1!
1131!@@@@!	942	1	1!	50	1	0!	1279	633	4!	-39	1	0!	-111	5	0!	835	271	6!	-57	1	0!	-283	31	1!
1132!@@@@!	946	1	1!	53	1	0!	1419	703	4!	-9	0	0!	-104	4	0!	719	180	4!	-36	0	0!	-404	57	2!
1133!@@@@!	927	1	1!	58	1	0!	1492	743	4!	44	1	0!	-85	2	0!	575	110	2!	-25	0	0!	-457	70	2!
1645!@@@@!	612	1	0!	47	10	0!	39	7	0!	228	220	0!	-38	6	0!	293	365	0!	-34	5	0!	6	0	0!
1646!@@@@!	726	1	0!	46	10	0!	98	47	0!	234	263	0!	-39	8	0!	284	388	0!	-40	9	0!	16	1	0!
1647!@@@@!	867	1	0!	47	10	0!	188	165	0!	224	238	0!	-38	7	0!	306	436	1!	-46	10	0!	3	0	0!
1648!@@@@!	850	1	0!	48	8	0!	276	268	0!	206	149	0!	-39	6	0!	339	403	1!	-47	8	0!	-47	8	0!
1649!@@@@!	847	1	0!	46	5	0!	385	333	0!	153	53	0!	-58	8	0!	438	432	1!	-43	4	0!	-74	13	0!
1650!@@@@!	709	1	0!	42	3	0!	485	328	0!	83	10	0!	-89	11	0!	559	436	2!	-34	2	0!	-84	10	0!
1651!@@@@!	705	1	0!	38	1	0!	571	321	1!	27	1	0!	-112	13	0!	606	362	2!	-23	1	0!	-82	7	0!
1652!@@@@!	819	1	0!	39	1	0!	655	394	1!	26	1	0!	-112	12	0!	657	396	3!	-36	1	0!	-115	12	0!
1653!@@@@!	863	1	0!	44	2	0!	718	461	1!	56	3	0!	-94	8	0!	639	365	3!	-50	2	0!	-158	22	0!
1654!@@@@!	862	1	1!	45	2	0!	757	480	1!	46	2	0!	-100	9	0!	651	356	3!	-48	2	0!	-118	12	0!
1655!@@@@!	806	1	1!	43	1	0!	737	444	1!	32	1	0!	-103	9	0!	652	347	3!	-44	2	0!	-46	2	0!
1656!@@@@!	812	1	0!	37	1	0!	695	471	1!	54	3	0!	-101	10	0!	576	323	2!	-54	3	0!	-28	1	0!
1657!@@@@!	665	1	0!	39	2	0!	664	453	1!	99	10	0!	-82	7	0!	428	188	1!	-44	2	0!	-51	3	0!
1658!@@@@!	596	1	0!	39	1	0!	699	438	1!	102	9	0!	-82	6	0!	393	138	1!	-40	2	0!	-35	1	0!
!	!1772199.	23!				0!			69!			0!			0!			72!			0!			12!
!@@@@!			!	44.2121	!		832.7576	!		65.3030	!		-76.6061	!		494.3030	!		-37.8485	!		-110.4545	!	

Avec CFGF

! II !	OLT	POID	INR!	1-F	COR	CTR!	2 F	COR	CTR!	3-F	COR	CTR!	4 F	COR	CTR!	5-F	COR	CTR!	6-F	COR	CTR!	7 F	COR	CTR!
690!@@@@!	710	1	0!	26	2	0!	374	327	0!	-309	225	0!	-73	13	0!	103	25	0!	-9	0	0!	-225	119	1!
691!@@@@!	824	1	1!	21	0	0!	734	572	1!	-192	39	0!	-44	2	0!	359	137	2!	-187	39	0!	-180	35	1!
692!@@@@!	937	1	1!	8	0	0!	946	805	2!	32	1	0!	-19	0	0!	253	57	1!	-242	53	1!	-152	21	0!
693!@@@@!	751	1	1!	39	1	0!	972	699	2!	155	20	0!	-21	0	0!	30	1	0!	-97	8	0!	-161	22	0!
694!@@@@!	706	1	1!	59	2	0!	1010	534	2!	254	34	0!	0	0	0!	369	71	1!	-267	38	1!	-209	23	1!
695!@@@@!	775	1	1!	48	1	0!	1120	556	3!	323	46	1!	23	0	0!	435	84	2!	386	66	2!	-217	21	1!
696!@@@@!	853	1	1!	28	1	0!	980	664	2!	274	52	0!	8	0	0!	364	91	1!	-213	32	0!	-137	13	0!
697!@@@@!	774	1	0!	11	0	0!	576	552	0!	237	93	0!	-19	1	0!	247	101	0!	123	25	0!	-28	1	0!
1123!@@@@!	902	1	0!	43	6	0!	261	209	0!	-332	340	1!	-28	3	0!	46	7	0!	47	7	0!	-327	331	3!
1124!@@@@!	926	2	1!	57	6	0!	484	452	1!	-360	252	1!	-45	4	0!	45	4	0!	-66	9	0!	-320	199	4!
1125!@@@@!	958	2	1!	63	6	0!	679	640	2!	-308	133	1!	-25	1	0!	80	9	0!	-184	43	1!	-296	122	3!
1126!@@@@!	923	2	1!	65	6	0!	700	689	2!	-273	105	1!	-24	1	0!	41	2	0!	-192	52	1!	-218	67	2!
1127!@@@@!	920	2	1!	76	5	0!	779	760	3!	-171	37	0!	-15	0	0!	36	2	0!	-211	55	1!	-216	59	2!
1128!@@@@!	943	1	1!	68	5	0!	886	803	3!	-99	10	0!	-1	0	0!	194	39	1!	-234	56	1!	-171	30	1!
1129!@@@@!	952	1	1!	70	4	0!	935	758	3!	-84	6	0!	5	0	0!	342	102	2!	-287	72	2!	-105	10	0!
1130!@@@@!	917	1	1!	69	3	0!	967	670	3!	-111	9	0!	0	0	0!	497	177	4!	-278	56	1!	-61	3	0!
1131!@@@@!	927	1	1!	68	3	0!	1027	665	3!	-111	8	0!	4	0	0!	537	182	3!	-314	62	1!	-103	7	0!
1132!@@@@!	976	1	1!	77	3	0!	1273	760	4!	111	6	0!	40	1	0!	327	50	1!	-485	110	3!	-318	47	2!
1133!@@@@!	951	1	1!	89	3	0!	1416	729	4!	284	29	0!	56	1	0!	222	18	0!	-549	110	3!	-406	60	3!
1645!@@@@!	581	1	0!	51	12	0!	-89	37	0!	74	25	0!	-35	6	0!	291	389	1!	40	7	0!	152	105	0!
1646!@@@@!	612	1	0!	49	17	0!	-43	13	0!	81	46	0!	-35	9	0!	251	443	1!	39	10	0!	102	73	0!
1647!@@@@!	691	1	0!	50	19	0!	33	8	0!	76	43	0!	-37	11	0!	276	571	1!	24	4	0!	57	24	0!
1648!@@@@!	608	1	0!	51	14	0!	96	50	0!	43	10	0!	-40	9	0!	308	516	1!	-23	3	0!	31	5	0!
1649!@@@@!	645	1	0!	49	7	0!	186	108	0!	-22	2	0!	-40	5	0!	400	409	1!	-74	18	0!	45	6	0!
1650!@@@@!	685	1	0!	45	4	0!	279	137	0!	-99	18	0!	-38	3	0!	524	483	3!	-115	24	0!	101	18	0!
1651!@@@@!	689	1	0!	41	2	0!	351	144	0!	-172	35	0!	-39	2	0!	622	452	3!	-110	14	0!	194	40	1!
1652!@@@@!	708	1	0!	39	2	0!	391	165	0!	-207	46	0!	-44	2	0!	653	453	4!	-136	20	0!	136	20	0!
1653!@@@@!	731	1	0!	42	2	0!	434	254	0!	-175	42	0!	-44	3	0!	539	391	3!	-165	37	0!	40	2	0!
1654!@@@@!	722	1	0!	45	2	0!	500	277	1!	-147	24	0!	-39	2	0!	591	386	4!	-147	24	0!	77	7	0!
1655!@@@@!	708	1	1!	44	2	0!	518	237	1!	-132	16	0!	-37	1	0!	685	415	5!	-71	5	0!	192	33	1!
1656!@@@@!	756	1	0!	33	1	0!	482	278	0!	-102	13	0!	-34	1	0!	576	397	3!	-5	0	0!	234	66	1!
1657!@@@@!	615	1	0!	36	2	0!	435	344	0!	-59	6	0!	-35	2	0!	352	226	1!	-18	1	0!	134	33	0!
1658!@@@@!	577	1	0!	33	2	0!	489	395	0!	-22	1	0!	-36	2	0!	319	164	1!	-21	1	0!	117	22	0!
!	!1772186.	17!				0!			42!			5!			0!			50!			18!			27!
!@@@@!			!	47.9697	!		610.2727	!		-46.7576	!		-21.5152	!		330.7273	!		.-145.8485	!		-68.1212	!	

Et c'est pour éviter l'influence du découpage que nous avons renoncé à cette description dans les études comparatives suivantes, surtout quand il s'agit de deux locuteurs différents.

Cependant ces résultats ont confirmé l'hétérogénéité des blocs correspondants à certains phonèmes :

En effet si un ou plusieurs spectres sont différents (par leurs profils factoriels) cette différence est généralement observée pour toutes les configurations utilisées.

Ceci prouve qu'il s'agit bien de sons différents et que l'apparition de certaines particularités ou exceptions parmi les spectres du même phonème relève de leur nature acoustique plutôt que de la configuration des canaux.

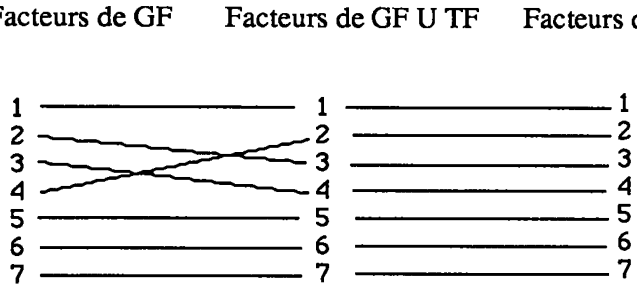
3.2 Analyse du tableau GF U TF (3945 ; 236) même texte français, deux locuteurs G et T.

Pour être fructueuse, l'analyse du tableau GF U TF doit être éclairée par l'étude des deux tableaux GF et TF analysés séparément.

Les sept premiers axes factoriels totalisent sensiblement la même inertie (autour de 43% de l'inertie totale).

Chaque facteur est caractérisé par les variables (composantes spectrales) et les phonèmes des plus fortes contributions. Cependant il est difficile d'associer à chaque facteur une interprétation phonétique. Nous disons que les facteurs i et j issus de deux analyses différentes sont identiques s'ils sont formés par les mêmes composantes spectrales et les mêmes sons.

Les facteurs de TF sont identiques à ceux de GF U TF et apparaissent dans le même ordre. Les facteurs de GF sont également identiques à ceux de GF U TF mais avec une permutation des facteurs 2, 3 et 4.



Schema de la correspondance des facteurs

Nous pouvons en déduire que l'essentiel de l'information exprimée par les sept premiers facteurs traduit le contenu acoustique de la parole indépendamment du locuteur. Il faut cependant préciser que l'analogie avec les facteurs de GF U TF est plus forte pour les facteurs de TF que pour ceux de GF.

Nous avons déjà constaté (1) que les phonèmes ou leurs variantes, s'il en existe, ont généralement des profils assez homogènes dans l'espace des premiers facteurs (six ou sept) ou à tout le moins dans le sous-espace où ces phonèmes ont les plus fortes contributions et/ou corrélations.

Il a donc fallu examiner si cete homogénéité (de degré variable avec les phonèmes), observée dans chacune des analyses de GF et de TF est mofifiée ou non dans l'analyse de GF U TF.

Pour chacun des phonèmes (ou de ses variantes) par exemple le B, provenant du même texte, (respectivement des mots: bon, tambour et bat), nous avons à comparer:

les B de l'analyse GF, les B de l'analyse TF et les B de l'analyse GF U TF.

Ces comparaisons conduisent aux observations suivantes :

L'homogénéité des groupes de spectres relatifs aux phonèmes de B dans GF et dans TF est sensiblement la même dans GF U TF (Figure 6.1). Ceci va dans le même sens que le résultat annoncé précédemment.

Les facteurs étant déterminés par le contenu acoustique, les phonèmes s'expriment sur ces facteurs invariablement d'une analyse à l'autre.

Dans ces conditions, quelle est l'importance du locuteur?

Pour répondre à cette question nous avons comparé pour chaque phonème les blocs relatifs au même mot (correspondant donc au même contexte phonémique) mais produits par les deux locuteurs. Nous pouvons dire que :

La non homogénéité des blocs relatifs au même phonème mais pris dans plusieurs mots est due au contexte phonémique. Par exemple :

Les B du mot tambour (les blocs 871, 872, 873 de G et les blocs 2815, 2816 de T, voir particulièrement les facteurs 1, 3 et 5, troisième tableau de la figure 6.1 et la figure 6.2) sont différents des autres B comme dans bon ou bat et ceci pour les deux locuteurs alors que les autres B sont voisins.

Par conséquent, pour certaines consonnes même supposées n'avoir qu'une variante, des environnements phonémiques peuvent modifier indépendamment du locuteur le profil acoustique.

Ceci a été observé pour les B et les D notamment mais il n'en est pas ainsi de tous les phonèmes et le locuteur a évidemment son importance.

Figure 6.1 : Profils factorieis de la consonne B codée BBBB des mots : bon, tambour et bat des analyses de GF, TF et GF U TF.

GF

! II !	OLT	POID	INR!	1=F	COR	CTR!	2=F	COR	CTR!	3=F	COR	CTR!	4=F	COR	CTR!	5=F	COR	CTR!	6-F	COR	CTR!	7-F	COR	CTR!
223!BBBB!	818	0	0!	1218	207	1!	-545	42	0!	-1541	331	1!	-42	0	0!	681	65	0!	-621	54	0!	924	119	1!
224!BBBB!	855	0	0!	1255	257	1!	-509	42	0!	-1400	321	1!	-29	0	0!	672	74	0!	-643	69	0!	752	92	0!
225!BBBB!	863	0	0!	1300	306	1!	-492	42	0!	-1282	299	1!	-19	0	0!	660	79	0!	-651	77	0!	572	59	0!
226!BBBB!	863	0	0!	1288	445	0!	-411	45	0!	-997	221	0!	-13	0	0!	526	74	0!	-485	63	0!	221	13	0!
871!BBBB!	773	1	0!	451	157	0!	-227	40	0!	742	426	1!	-102	8	0!	19	0	0!	422	139	0!	64	3	0!
872!BBBB!	787	0	0!	693	315	0!	-223	35	0!	617	250	0!	-89	5	0!	-24	0	0!	479	159	0!	-136	12	0!
873!BBBB!	787	0	0!	811	409	0!	-239	36	0!	517	146	0!	-80	4	0!	-23	0	0!	469	137	0!	-236	35	0!
889!BBBB!	788	0	0!	1290	376	1!	-420	40	0!	-957	208	1!	-8	0	0!	573	74	0!	-567	73	0!	223	11	0!
890!BBBB!	797	0	0!	1281	403	1!	-415	41	0!	904	201	1!	-9	0	0!	547	74	0!	-528	69	0!	179	8	0!
891!BBBB!	800	0	0!	1291	381	1!	-428	42	0!	-975	218	1!	-9	0	0!	573	75	0!	-564	73	0!	234	12	0!
!	!4877961.		0!			6!			0!			7!			0!			0!			0!			1!
!BBBB!			!	1087.8000		!	-390.5000		!	-609.0000		!	-40.0000		!	420.4000		!	-268.9000		!	279.7000		!

TF

! II !	OLT	POID	INR!	1=F	COR	CTR!	2=F	COR	CTR!	3=F	COR	CTR!	4=F	COR	CTR!	5=F	COR	CTR!	6-F	COR	CTR!	7-F	COR	CTR!
244!BBBB!	543	0	0!	1164	461	1!	59	1	0!	234	19	0!	9	0	0!	240	20	0!	-181	11	0!	303	31	0!
245!BBBB!	586	0	0!	1182	498	1!	58	1	0!	249	22	0!	-44	1	0!	230	18	0!	-199	14	0!	347	42	0!
246!BBBB!	574	0	0!	1125	479	1!	58	1	0!	222	19	0!	8	0	0!	224	19	0!	-189	14	0!	336	43	0!
247!BBBB!	553	0	0!	1047	461	0!	59	1	0!	194	15	0!	67	2	0!	223	20	0!	-176	13	0!	320	42	0!
1082!BBBB!	413	0	0!	431	133	0!	57	2	0!	-192	27	0!	547	214	0!	139	14	0!	-122	11	0!	132	12	0!
1083!BBBB!	412	0	0!	527	180	0!	59	2	0!	-133	12	0!	534	184	0!	166	18	0!	-104	7	0!	120	9	0!
1116!BBBB!	682	0	0!	1626	319	0!	19	0	0!	405	20	0!	-1355	222	0!	-251	8	0!	-609	45	0!	748	68	0!
1117!BBBB!	778	0	0!	1608	401	1!	29	0	0!	430	29	0!	-1158	208	0!	-140	3	0!	-569	50	0!	749	87	0!
1118!BBBB!	813	0	0!	1585	455	1!	35	0	0!	431	34	0!	-1002	182	0!	-49	0	0!	-531	51	0!	706	90	0!
!	!17770096		0!			5!			0!			0!			0!			0!			0!			0!
!BBBB!			!	1146.1111		!	48.0000		!	204.4445		!	-266.0000		!	86.8889		!	-297.7778		!	417.8889		!

GF U TF

! II !	OLT	POID	INR!	1=F	COR	CTR!	2-F	COR	CTR!	3=F	COR	CTR!	4 F	COR	CTR!	5=F	COR	CTR!	6-F	COR	CTR!	7=F	COR	CTR!
223!BBBB!	570	0	0!	1720	293	0!	-10	0	0!	323	10	0!	-1297	167	0!	416	17	0!	-736	54	0!	534	28	0!
224!BBBB!	644	0	0!	1492	350	0!	1	0	0!	345	15	0!	-1122	154	0!	475	28	0!	-655	53	0!	604	45	0!
225!BBBB!	671	0	0!	1486	387	0!	11	0	0!	365	18	0!	-971	129	0!	524	37	0!	-574	45	0!	638	55	0!
226!BBBB!	733	0	0!	1532	502	0!	33	0	0!	350	26	0!	-531	40	0!	497	53	0!	-361	28	0!	544	63	0!
871!BBBB!	413	0	0!	259	29	0!	59	1	0!	-312	42	0!	883	334	0!	3	0	0!	-101	4	0!	-69	2	0!
872!BBBB!	399	0	0!	501	89	0!	69	2	0!	-154	8	0!	917	295	0!	15	0	0!	-7	0	0!	-126	6	0!
873!BBBB!	406	0	0!	639	135	0!	71	2	0!	-69	2	0!	885	260	0!	46	1	0!	38	0	0!	-136	6	0!
889!BBBB!	623	0	0!	1557	405	0!	30	0	0!	353	21	0!	-609	62	0!	539	48	0!	-392	24	0!	606	61	0!
890!BBBB!	638	0	0!	1534	427	0!	33	0	0!	345	22	0!	-549	55	0!	526	50	0!	-361	24	0!	576	60	0!
891!BBBB!	639	0	0!	1571	415	0!	29	0	0!	353	21	0!	-627	66	0!	537	49	0!	-398	27	0!	601	61	0!
1077!BBBB!	647	0	0!	1169	530	1!	60	1	0!	239	22	0!	113	5	0!	358	50	0!	-79	2	0!	308	37	0!
1078!BBBB!	679	0	0!	1187	545	1!	59	1	0!	251	24	0!	59	1	0!	377	55	0!	-102	4	0!	352	48	0!
1079!BBBB!	659	0	0!	1132	529	0!	60	1	0!	229	22	0!	109	5	0!	355	52	0!	-96	4	0!	335	46	0!
1080!BBBB!	630	0	0!	1074	505	0!	62	2	0!	205	18	0!	163	12	0!	332	48	0!	83	3	0!	312	42	0!
2815!BBBB!	481	0	0!	439	150	0!	64	3	0!	-139	15	0!	621	301	0!	85	6	0!	-57	3	0!	65	3	0!
2816!BBBB!	459	0	0!	536	206	0!	66	3	0!	-83	5	0!	606	263	0!	104	8	0!	-29	1	0!	59	2	0!
2849!BBBB!	694	0	0!	1614	317	0!	-4	0	0!	317	12	0!	-1235	186	0!	483	28	0!	-732	65	0!	840	86	0!
2850!BBBB!	797	0	0!	1509	401	0!	10	0	0!	355	20	0!	-1033	168	0!	513	41	0!	-633	63	0!	812	104	0!
2851!BBBB!	854	0	0!	1578	468	1!	20	0	0!	368	25	0!	-870	143	0!	532	53	0!	-550	57	0!	756	108	0!
!	!226479R0		0!			3!			0!			0!			0!			0!			0!			0!
!BBBB!			!	1211.4736		!	38.0000		!	191.7368		!	-236.2105		!	353.4737		!	-310.9474		!	400.5789		!

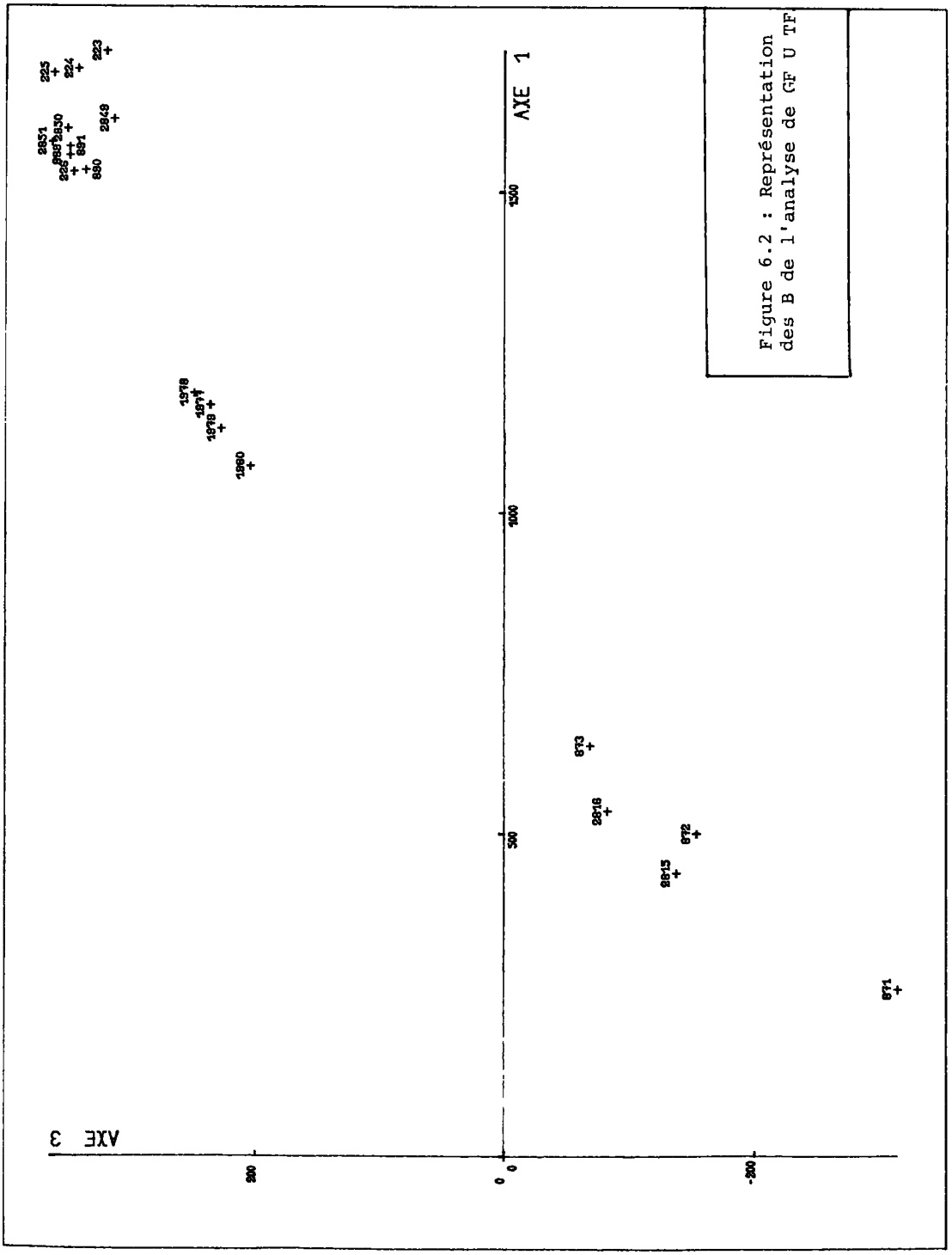


Figure 6.2 : Représentation des B de l'analyse de GF U TF

En effet, les phonèmes des mêmes mots ne sont pas toujours semblables, c'est-à-dire, n'ont pas de composantes factorielles (coordonnées, contributions, corrélations) identiques chez les deux locuteurs:

La similitude est forte pour certains sons comme B, D, X, V et Z, assez bonne pour J, S, F et R, faible pour d'autres consonnes L, M et N.

Pour les voyelles ou semi-voyelles la similitude est d'une façon générale moins bonne que pour les consonnes.

Nous avons d'ailleurs constaté dans chacune des analyses de GF et de TF que les voyelles ont des composantes factorielles moins stables que les consonnes y compris dans le cas d'un même locuteur. Les voyelles sont évidemment plus influencées que les consonnes par l'environnement phonémique.

3.3 Analyse du tableau TF U TA (3879 ; 236) même locuteur, deux textes français et arabe

Nous procédons aux mêmes comparaisons que précédemment.

Si les facteurs des analyses partielles de TF et de TA et de l'analyse globale de TF U TA sont semblables dans leur ensemble aux résultats de l'étude précédente, le degré de similitude est moins important et de plus, ces facteurs n'apparaissent pas dans le même ordre (permutation des facteurs d'une analyse à l'autre).

Deux explications sont possibles :

- Ce sont les sons propres à chacune des deux langues (i.e. existant dans l'une et n'existant pas dans l'autre), principalement ceux qui sont fréquents, qui modifient les facteurs et/ou leur ordre d'importance.

- La réalisation acoustique des sons communs aux deux langues ou supposés tels, par un même locuteur n'est pas toujours identique.

Pour tenter de vérifier cette dernière hypothèse, nous examinons dans l'analyse de TF U TA les profils factoriels des phonèmes communs aux deux langues en considérant séparément les consonnes et les voyelles.

Pour les consonnes, ces profils sont très semblables (par leurs profils factoriels) pour les B, S, X, moyennement semblables pour le D et peu semblables pour les M, N. Il faut rappeler que les M, N présentent pour un seul locuteur et une seule langue des profils factoriels variés (1).

Pour les voyelles ou semi-voyelles, l'arabe a beaucoup moins de voyelles (théoriquement trois: A, U et I) que le français, la comparaison est donc limitée.

Cependant une variante de A comme pâle correspond à une variante du A arabe et possède un profil factoriel assez semblable (voir figure 7 les profils factoriels de trois A français suivis de trois A arabes). Il en est de même du I et pour des variantes du U et du W.

Figure 7 : Profils factoriels de la voyelle A codée @@@@ des mots : face, bat, canard de TF et des mots : كراس رقصات الرقصات de TA.

I	II	QLT	POID	INR	1-F	COR	CTR	2 F	COR	CTR	3=F	COR	CTR	4=F	COR	CTR	5=F	COR	CTR	6-F	COR	CTR	7=F	COR	CTR
690	@@@@	650	0	0	-72	2	0	571	116	0	478	82	0	-218	17	0	-602	130	0	-617	137	1	692	166	1
691	@@@@	615	1	0	-69	1	0	666	112	0	769	148	1	-367	34	0	-549	76	0	-521	69	1	835	176	2
692	@@@@	653	1	0	-58	1	0	523	75	0	881	214	1	-420	49	0	-468	60	0	364	35	0	890	218	2
693	@@@@	580	0	0	-84	2	0	264	15	0	859	156	1	-417	39	0	-263	16	0	1127	283	2	559	70	1
694	@@@@	410	0	0	-90	2	0	241	11	0	906	161	1	-478	45	0	186	7	0	989	192	2	-32	0	0
695	@@@@	459	0	0	-72	1	0	460	41	0	1014	200	1	-559	61	0	568	63	0	561	61	1	-402	32	0
696	@@@@	441	0	0	-53	1	0	466	54	0	944	221	1	-521	68	0	566	80	0	-32	0	0	-267	18	0
697	@@@@	466	0	0	-33	1	0	16	0	0	764	255	0	-416	76	0	432	82	0	-261	30	0	228	23	0
1123	@@@@	443	1	0	-73	2	0	-197	18	0	542	131	1	-281	36	0	-450	92	0	516	121	1	299	40	0
1124	@@@@	476	1	1	-88	2	0	142	5	0	669	119	1	-333	30	0	-627	105	1	608	99	1	663	117	2
1125	@@@@	492	1	1	-88	2	0	312	19	0	781	120	2	-398	31	0	-630	78	1	727	104	2	836	138	3
1126	@@@@	549	1	1	-89	2	0	323	20	0	793	118	2	-404	31	0	-683	88	1	733	101	2	1006	190	4
1127	@@@@	562	1	1	-99	1	0	359	24	0	826	125	2	-421	33	0	-655	79	1	704	91	2	1069	210	4
1128	@@@@	570	1	1	-92	1	0	440	34	0	879	134	2	-449	35	0	-643	72	1	547	52	1	1180	241	5
1129	@@@@	473	1	1	-97	1	0	499	35	0	912	119	2	-464	31	0	-626	56	1	423	26	1	1193	204	5
1130	@@@@	452	1	1	-97	1	0	612	56	0	931	129	1	-474	33	0	-569	48	1	102	2	0	1109	183	3
1131	@@@@	489	1	0	-85	1	0	888	131	1	940	147	1	-486	39	0	-319	17	0	-751	94	1	602	60	1
1132	@@@@	496	0	1	-78	1	0	1196	183	1	1009	130	1	-546	38	0	304	12	0	-826	88	1	-619	35	1
1133	@@@@	434	0	1	-85	1	0	1288	147	1	1038	95	1	-570	29	0	680	41	1	-337	10	0	-1118	111	2
1645	@@@@	232	0	0	-83	5	0	-149	15	0	126	11	0	-27	1	0	-426	123	0	339	77	0	37	1	0
1646	@@@@	246	0	0	-80	4	0	-29	1	0	124	10	0	-23	0	0	-479	145	0	325	66	0	181	21	0
1647	@@@@	269	0	0	-92	4	0	46	1	0	167	16	0	-44	1	0	-500	146	0	290	49	0	297	51	0
1648	@@@@	304	0	0	-84	4	0	101	5	0	221	25	0	-71	3	0	-542	153	0	236	29	0	406	85	0
1649	@@@@	309	0	0	-82	3	0	185	14	0	290	33	0	-109	5	0	-576	132	0	177	12	0	525	110	0
1650	@@@@	283	0	0	-75	2	0	289	25	0	350	36	0	-143	6	0	-586	102	0	87	2	0	612	110	1
1651	@@@@	270	0	0	-71	1	0	408	38	0	388	34	0	-166	6	0	-587	78	0	-141	5	0	690	108	1
1652	@@@@	329	0	0	-74	1	0	398	39	0	453	49	0	-198	9	0	-613	90	0	-11	0	0	770	141	1
1653	@@@@	362	0	0	-80	2	0	342	28	0	504	62	0	-223	12	0	-633	97	1	244	14	0	775	146	1
1654	@@@@	330	0	0	-81	1	0	367	28	0	539	61	0	-245	13	0	-611	79	1	220	10	0	801	136	1
1655	@@@@	332	0	0	-76	1	0	455	42	0	526	56	0	-237	11	0	-565	64	0	-70	1	0	796	127	1
1656	@@@@	378	0	0	-65	1	0	518	68	0	483	59	0	-216	12	0	-525	70	0	-354	32	0	728	135	1
1657	@@@@	473	0	0	-71	2	0	490	72	0	450	61	0	-199	12	0	-574	99	0	-409	50	0	767	177	1
1658	@@@@	475	0	0	-73	2	0	508	73	0	487	67	0	-218	14	0	-579	95	0	-422	51	0	785	174	1
2659	@@@@	505	1	0	-106	3	0	-161	7	0	535	80	0	-260	19	0	-699	138	1	741	154	1	605	103	1
2660	@@@@	469	1	1	-120	2	0	-107	2	0	695	83	1	-337	20	0	-734	92	1	965	159	2	808	111	2
2661	@@@@	419	1	1	-121	2	0	-157	3	0	794	81	1	-397	20	0	-600	46	1	1248	200	4	719	66	1
2662	@@@@	345	1	1	-114	2	0	-276	9	0	741	67	1	-378	18	0	-374	17	0	1298	207	5	451	25	1
2663	@@@@	345	1	0	-110	2	0	-372	25	0	585	62	1	-293	16	0	-275	14	0	1098	217	3	228	9	0
3421	@@@@	349	1	1	-65	1	0	937	211	1	155	6	0	-71	1	0	282	19	0	-532	69	1	-422	43	1
3422	@@@@	347	1	1	-73	1	0	1060	169	2	357	19	0	-181	5	0	238	9	0	-857	111	3	-465	33	1
3423	@@@@	359	1	1	-80	1	0	1095	158	2	459	28	1	-233	7	0	156	3	0	-1035	142	4	-384	20	1
3424	@@@@	387	1	1	-84	1	0	1091	160	2	475	30	1	-238	8	0	55	0	0	-1153	179	5	-246	8	0
3425	@@@@	386	1	1	-83	1	0	1069	163	2	431	27	0	-213	7	0	43	0	0	-1124	181	5	-225	7	0
3426	@@@@	393	1	1	-81	1	0	1007	177	2	332	19	0	-156	4	0	31	0	0	-1026	184	4	-189	6	0
3800	@@@@	464	0	0	-61	2	0	740	221	0	63	2	0	-7	0	0	-155	10	0	-751	228	1	-56	1	0
3810	@@@@	484	0	0	-71	1	0	837	182	1	274	19	0	-120	4	0	-234	14	0	-1004	263	2	43	0	0
3811	@@@@	490	1	0	-78	1	0	899	175	1	363	28	0	-167	6	0	-250	14	0	-1104	264	3	103	2	0
3812	@@@@	498	1	0	-79	1	0	912	175	1	389	32	0	-181	7	0	-260	14	0	-1119	264	3	132	4	0
3813	@@@@	514	0	0	-80	2	0	848	195	1	287	22	0	-122	4	0	-252	17	0	-995	269	2	125	4	0
!		132072216		18!			0!			18!			28!			0!			13!			67!			53!
!@@@@				1	-81.1225			457.5510			570.4897			-279.4898			-309.6122			-15.9796			371.6326	

Cette comparaison est toutefois à nuancer car nous avons souvent observé lors des analyses impliquant un seul locuteur et une seule langue que les voyelles (surtout le A) sont moins stables que les consonnes et que certaines ont plusieurs variantes.

Il est à noter que l'ordre des facteurs de TF U TA est plus proche de celui de TA que de TF ce qui signifie que deux langues données ne véhiculent pas le contenu phonétique de la même manière ni avec la même hiérarchie acoustique.

3.4 Analyse du tableau GF U TA (3400 ; 236) deux textes français et arabe, deux locuteurs G et T

Les facteurs sont identiques à ceux de la précédente analyse de TF U TA avec comme seule différence la permutation des facteurs 4 et 5. Cette permutation est sans grande importance du fait qu'ils ont des inerties assez proches: 5,311 et 5,019 (en pourcentage par rapport à l'inertie totale du nuage).

Ce résultat confirme ce que nous avons indiqué précédemment:

Fondamentalement c'est le contenu acoustique plutôt que le locuteur qui détermine les facteurs. La comparaison des profils factoriels des phonèmes communs aux deux langues montre des resemblances fortes pour certains sons B, S, X, J, moyennes pour D ou faibles pour M, N. Pour les voyelles nous renouvelons les mêmes réflexions qu'au § précédent.

3.5 Comparaison des analyses de GF U TA et de TF U TA

Les facteurs sont sensiblement identiques (avec une permutation des facteurs 4 et 5) ce qui confirme que l'information dégagée par les facteurs dépend principalement du texte plutôt que du locuteur.

Contrairement à ce qu'on pourrait imaginer, la ressemblance des profils factoriels des phonèmes communs aux deux langues n'est pas significativement plus importante dans TF U TA que dans GF U TA.

4 Synthèse - conclusion

L'étude de la parole continue par l'analyse des correspondances a confirmé l'efficacité de cette analyse d'une part par la fidélité des résultats aux données, d'autre part par sa précision dans la découverte des structures acoustiques fines, tout en dégageant des caractéristiques générales. Ainsi tout individu acoustique, telqu'un phonème, peut être décrit par son profil factoriel.

Cependant ce profil factoriel n'est pas toujours unique; l'analyse permet de trouver les variantes d'un phonème s'il en est ou d'expliquer les variations du profil par l'environnement phonémique d'autant plus que ces variations se produisent pour les deux locuteurs.

Ajoutons que d'une manière générale le profil factoriel d'un phonème (ou d'une variante de phonème) est plus stable pour les consonnes que pour les voyelles.

Les comparaisons inter-locuteurs prouvent que les sept premiers facteurs traduisent dans leur ensemble le contenu acoustique de la parole indépendamment du locuteur. Or les comparaisons inter-langues confirment que les deux langues étudiées (français et arabe) ne véhiculent pas le contenu phonétique de la même manière ni avec la même hiérarchie.

Quant aux phonèmes communs aux deux langues leur similitude est de degré variable ce qui n'est pas encourageant pour l'élaboration d'une phonétique universelle.

Pour conclure: la description factorielle d'un message acoustique est fonction du texte, de la langue plutôt que du locuteur.

Bibliographie

(1)Moussa T. "L'analyse factorielle des correspondances et la reconnaissance des formes: analyse, codage, segmentation et reconnaisance de la parole continue." Thèse de doctorat d'état, université Paris VI, 1982.

(2) Charbonneau G. et Moussa T. "Traitement numérique du signal acoustique pour une analyse factorielle de la parole." Les Cahiers de l'Analyse des Données, Vol VI, n° 2, pp. 187-206, 1981.

(3)Combescure P. "Phrases phonétiquement équilibrées. Listes n° 1,2." Recherches acoustiques, CNET, Vol VI, p. 49, 1979/1980.

(4)Benzécri J.-P. "De la voix humaine considérée comme un instrument de musique." Les Cahiers de l'Analyse des Données, Vol VIII, n° 2, pp. 181-186, 1983.

(5)Liénard J.S. "Le rôle des éléments phonétiques dans la synthèse de la parole et leur importance en linguistique quantitative." Revue d'acoustique, n° 3-4, pp. 274-277, 1968.

(6)Haton J.P. et Lamotte M. "Etude statistique des phonèmes et diphonèmes dans le français parlé." Revue d'acoustique, n° 16, pp. 258-262, 1971.