

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

LES ÉMOTIONS : UNE ÉTUDE ARTICULATOIRE, ACOUSTIQUE ET
PERCEPTIVE

THÈSE

PRÉSENTÉE

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DU DOCTORAT EN LINGUISTIQUE

PAR

MÉLANIE THIBEAULT

OCTOBRE 2011

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

À Serge

REMERCIEMENTS

Je tiens d'abord à remercier ma directrice, Lucie Ménard, qui a été au cours des années un support et un guide sur qui j'ai toujours pu compter. Sa passion pour la recherche, son intelligence vive et sa rigueur scientifique font d'elle la chercheuse hors pair que l'on connaît. De plus, sa bienveillance, sa grande disponibilité et la confiance qu'elle place en ses étudiants en font une **excellente** directrice. Je me sens extrêmement privilégiée d'avoir été dirigée par une chercheuse aussi accomplie.

Merci également aux étudiants du laboratoire de phonétique pour leur aide au quotidien, les échanges toujours stimulants et tous les bons moments passés en leur compagnie. Je pense ici à Jérôme Aubin, Caroline Émond, Amélie Brisebois, Gabrielle Richard, Serge Drouin, Corinne Toupin, Marilène Rousseau et Marilyn Giroux. Un merci particulier à Annie Brasseur pour son aide, ô combien précieuse, lors des enregistrements. Sa fiabilité, sa minutie et son rire si communicatifs ont été grandement appréciés. Merci à Annie Leclerc et à Pascale Tremblay pour leurs oreilles toujours attentives, leurs judicieux conseils et leurs encouragements.

Je tiens à remercier chaleureusement les acteurs qui ont accepté de participer à cette étude. Car sans eux, rien de ceci n'aurait été possible. Aussi, je remercie énormément Marie-Claude Lefebvre pour son aide dans le recrutement des acteurs et pour ses indications précieuses concernant le travail de l'acteur.

Merci aussi à Mark Tiede (Haskins) pour m'avoir permis d'utiliser ses procédures *Matlab* pour l'analyse et le traitement des données articulatoires. Mes

remerciements à Bertrand Fournier, du Service de Consultation en Analyse de Données (SCAD) de l'UQAM, pour son aide lors des analyses statistiques. Merci au Conseil de Recherches en Sciences Humaines (CRSH) qui a rendu la complétion de cette thèse possible grâce à son soutien financier.

Merci enfin à Louis pour la révision du manuscrit et pour le p'tit coin de paradis...

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	x
LISTE DES TABLEAUX.....	xxv
LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES	xxx
RÉSUMÉ	xxxi
INTRODUCTION	1
PREMIÈRE PARTIE	
THÉORIE	6
CHAPITRE I	
PAROLE	7
1.1 Articulation.....	8
1.2 Français québécois.....	11
1.3 Relations articulatoire-acoustiques.....	13
1.4 Dynamique.....	18
1.5 Prosodie	20
1.6 Qualité de la voix.....	21
1.7 Linguistique, paralinguistique et extralinguistique	23
CHAPITRE II	
ÉMOTIONS.....	26
2.1 Qu'est-ce que l'émotion ?.....	27

2.2	Changements physiologiques	31
2.3	Différences liées au genre.....	32
2.4	Universalité et évolution.....	33
2.5	Symptôme ou symbole : du caractère intentionnel et conventionnel de l'expression des émotions.....	35
2.6	Émotions naturelles vs simulées.....	37
2.7	Théorie de l'évaluation cognitive (« <i>Appraisal</i> »).....	39
2.7.1	Modèle des composantes de Scherer.....	40
DEUXIÈME PARTIE		
	ÉTAT DE LA QUESTION.....	48
CHAPITRE III		
	ÉTUDES PERCEPTIVES	49
3.1	Identification.....	49
3.2	Confusions.....	52
3.3	Différences liées au sexe du locuteur	53
3.4	Indices acoustiques	54
CHAPITRE IV		
	ÉTUDES ACOUSTIQUES	56
4.1	Caractéristiques spectrales liées aux émotions.....	57
4.2	Revue des caractéristiques acoustiques liées aux émotions.....	58
4.3	Prédictions de Scherer	62
CHAPITRE V		
	ÉTUDES ARTICULATOIRES.....	66
5.1	Synthèse et critique.....	78

TROISIÈME PARTIE

OBJECTIFS, HYPOTHÈSES ET MÉTHODOLOGIE.....	83
--	----

CHAPITRE VI

OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES.....	84
------------------------------	----

6.1 Hypothèse des degrés de liberté	84
---	----

6.2 Prédications de Scherer (1986).....	91
---	----

CHAPITRE VII

MÉTHODOLOGIE.....	93
-------------------	----

7.1 Locuteurs, corpus et scénarios.....	94
---	----

7.2 Enregistrements articulatoire et acoustique	96
---	----

7.3 Prétraitement des données	99
-------------------------------------	----

7.4 Tests de perception	101
-------------------------------	-----

7.5 Analyse articulatoire.....	103
--------------------------------	-----

7.6 Analyse acoustique	104
------------------------------	-----

7.7 Analyse statistique.....	106
------------------------------	-----

QUATRIÈME PARTIE

RÉSULTATS.....	108
----------------	-----

CHAPITRE VIII

RÉSULTATS PERCEPTIFS	109
----------------------------	-----

8.1 Résultats de l'analyse statistique	109
--	-----

8.1.1 Scores ressenti vs simulé.....	109
--------------------------------------	-----

8.1.2 Pourcentage d'identification correcte	113
---	-----

8.2 Discussion.....	122
---------------------	-----

CHAPITRE IX

RÉSULTATS ARTICULATOIRES.....	128
-------------------------------	-----

9.1 Résultats des ANOVAs	128
--------------------------------	-----

9.1.1 Résultats pour la moyenne de l'énoncé.....	129
--	-----

9.1.2	Résultats pour les différents phonèmes.....	137
9.1.3	Espace vocalique.....	191
9.2	Corrélations articulatoire-perceptives	192
9.3	Description des caractéristiques articulatoires associées aux différentes émotions.....	193
9.4	Vérification des prédictions de Scherer (1986)	202
9.5	Vérification de l'hypothèse des degrés de liberté.....	204
9.6	Discussion.....	206
9.6.1	Caractéristiques articulatoires associées aux différentes émotions	206
9.6.2	Prédictions de Scherer (1986)	209
9.6.3	Hypothèse des degrés de liberté.....	209

CHAPITRE X

RÉSULTATS ACOUSTIQUES	212
10.1 Résultats de l'analyse statistique	213
10.1.1 Balance spectrale.....	214
10.1.2 Prosodie.....	216
10.1.3 Formants.....	226
10.1.4 Moments centraux	241
10.1.5 Espace vocalique.....	253
10.2 Description des caractéristiques acoustiques associées aux différentes émotions.....	254
10.3 Vérification des prédictions de Scherer (1986)	256
10.4 Discussion.....	257
10.4.1 Caractéristiques acoustiques associées aux différentes émotions	257
10.4.2 Prédictions de Scherer (1986).....	260
10.4.3 Corrélations acoustico-perceptives	261

10.4.4	Liens entre les résultats articulatoires et les résultats acoustiques	262
CINQUIÈME PARTIE		
	DISCUSSION ET CONCLUSION	265
CHAPITRE XI		
	DISCUSSION GÉNÉRALE ET CONCLUSION	266
ANNEXE I		
	RÉSULTATS ARTICULATOIRES NON-SIGNIFICATIFS.....	277
ANNEXE II		
	RÉSULTATS ARTICULATOIRES PAR ACTEUR.....	296
ANNEXE III		
	CORRÉLATIONS ARTICULATORI-PERCEPTIVES	306
ANNEXE IV		
	RÉSULTATS ACOUSTIQUES NON-SIGNIFICATIFS	311
ANNEXE V		
	CORRÉLATIONS ACOUSTICO-PERCEPTIVES	328
	RÉFÉRENCES	352

LISTE DES FIGURES

Figure 1-1 – Communication : la chaîne de la parole (image tirée de Denes et Pinson, 1973)	7
Figure 1-2 – Appareil phonatoire (image tirée de Kent, 1997).....	10
Figure 1-3 – Coupe sagittale de la langue et division fonctionnelle (image tirée de Kent, 1997)	11
Figure 1-4 – Trapèze vocalique - voyelles du français québécois	12
Figure 1-5 – Nomogramme illustrant l'influence du lieu de constriction sur les cinq premiers formants pour un conduit vocal de 15 cm et une aire de constriction de 0,65 cm ² ; les lignes numérotées de 1 à 5 représentent différentes aires aux lèvres; 1 petite aire aux lèvres; 5 grande aire aux lèvres (image tirée de Fant, 1970 [1960]).....	15
Figure 1-6 – Théorie quantique (image tirée de Stevens, 1989).....	17
Figure 1-7 – Articulateurs et trajectoires (image tirée de Saltzman et Munhall, 1989).....	18
Figure 1-8 – Modèle de Bühler; le « S » symbolise le signal acoustique (image tirée de Bühler (1990 [1934])	23
Figure 2-1 – Les émotions et les dimensions de valence et d'activité (image tirée de Cowie <i>et al.</i> 2000)	31
Figure 2-2 – Émotions et évaluation selon Scherer (1986).....	43
Figure 2-3 – Prédiction acoustique de la théorie de Scherer (image tirée de Scherer, 1986)	47
Figure 4-1 – Vérification des prédictions acoustiques de Scherer (1986) par Banse et Scherer (1996) (image tirée de Scherer, 2003)	63
Figure 4-2 – Vérification des prédictions acoustiques de Scherer (1986) par Juslin et Laukka (2001) (image tirée de Scherer, 2003)	65
Figure 7-1 – Dispositif expérimental.....	98
Figure 7-2 – Senseur HQ220 pour articulographe AG500 ; la flèche indique l'orientation de la bobine réceptrice (image tirée de http://wiki.ag500.net/Coordinates)	98
Figure 7-3 – Positionnement des senseurs sur a) la langue et b) les lèvres	99

Figure 7-4 – Position et orientation des senseurs dans le cube (image tirée de http://wiki.ag500.net/Coordinates).....	100
Figure 7-5 – Interface de passation du test de perception.....	102
Figure 8-1 – Scores moyens et écarts-types quant à la qualité ressentie vs simulée pour chaque acteur; 1 : ressenti; 4 simulé; F : féminin; M : masculin.....	110
Figure 8-2 – Scores moyens et écarts-types quant à la qualité ressentie vs simulée par émotion; 1 : ressenti; 4 simulé; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	111
Figure 8-3 – Scores moyens et écarts-types quant à la qualité ressentie vs simulée selon a) le sexe des auditeurs et b) le sexe des acteurs; 1 : ressenti; 4 simulé; F : féminin; M : masculin;	112
Figure 8-4 – Pourcentage moyen d’identification correcte et écarts-types par émotion; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	114
Figure 8-5 – Pourcentage moyen d’identification correcte et écarts-types selon a) le sexe des auditeurs et b) le sexe des acteurs; F : féminin; M : masculin.....	115
Figure 8-6 – Pourcentage moyen d’identification correcte et écarts-types par acteur; F : féminin; M : masculin.....	116
Figure 8-7 – Pourcentage moyen d’identification correcte et écarts-types selon le sexe des acteurs et l’émotion; F : féminin; M : masculin; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	117
Figure 8-8 – Pourcentage moyen d’identification correcte et écarts-types pour la <i>colère</i> selon l’acteur; F : féminin; M : masculin.....	118
Figure 8-9 – Pourcentage moyen d’identification correcte et écarts-types pour le <i>dégoût</i> selon l’acteur; F : féminin; M : masculin.....	119
Figure 8-10 – Pourcentage moyen d’identification correcte et écarts-types pour la <i>joie</i> selon l’acteur; F : féminin; M : masculin.....	120
Figure 8-11 – Pourcentage moyen d’identification correcte et écarts-types pour la <i>surprise</i> selon l’acteur; F : féminin; M : masculin	121
Figure 8-12 – Pourcentage moyen d’identification correcte et écarts-types pour le <i>neutre</i> (neu), la <i>peur</i> (peu) et la <i>tristesse</i> (tri), selon l’acteur; F : féminin; M : masculin.....	122
Figure 8-13 – Corrélation entre le pourcentage d’identification correcte et le score moyen.....	124
Figure 8-14 – Corrélation entre le pourcentage moyen d’identification correcte et l’âge des acteurs.	126
Figure 9-1 – Moyenne et écart-type de la hauteur du dos de la langue par émotion pour la moyenne de l’énoncé; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; + : haut; - : bas	130

Figure 9-2 – Moyenne et écart-type de l’antériorité de l’apex par émotion pour la moyenne de l’énoncé; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; + : avant; - : arrière.....	131
Figure 9-3 – Moyenne et écart-type de la hauteur de l’apex par émotion pour la moyenne de l’énoncé; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; + : haut; - : bas.....	132
Figure 9-4 – Moyenne et écart-type de la hauteur de la mâchoire par émotion pour la moyenne de l’énoncé; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; + : haut; - : bas	133
Figure 9-5 – Moyenne et écart-type de la distance interlabiale par émotion pour la moyenne de l’énoncé; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; + : ouvert; - : fermé.....	134
Figure 9-6 – Moyenne et écart-type de la protrusion par émotion pour la moyenne de l’énoncé; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; + : projeté; - : rétracté	135
Figure 9-7 – Moyenne et écart-type de l’étirement par émotion pour la moyenne de l’énoncé; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; + : étiré; - : rapproché	136
Figure 9-8 – Moyenne et écart-type de la hauteur des coins par émotion pour la moyenne de l’énoncé; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; + : haut; - : bas.....	137
Figure 9-9 – Moyenne et écart-type de l’antériorité du dos de la langue par émotion pour le phonème <i>/u/</i> ; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; + : avant; - : arrière.....	138
Figure 9-10 – Moyenne et écart-type de l’antériorité du dos de la langue par émotion pour le phonème <i>/g/</i> ; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; + : avant; - : arrière.....	139
Figure 9-11 – Moyenne et écart-type de la hauteur du dos de la langue par émotion pour le phonème <i>/u/</i> ; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; + : haut; - : bas.....	141
Figure 9-12 – Moyenne et écart-type de la hauteur du dos de la langue par émotion pour le phonème <i>/a/</i> ; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; + : haut; - : bas.....	142

- Figure 9-13 – Moyenne et écart-type de la hauteur du dos de la langue par émotion pour le phonème /b/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas..... 143
- Figure 9-14 – Moyenne et écart-type de l’orientation coronale de la lame de la langue par émotion pour le phonème /i/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : bombé; - : plat..... 145
- Figure 9-15 – Moyenne et écart-type de l’orientation coronale de la lame de la langue par émotion pour le phonème /b/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : bombé; - : plat..... 146
- Figure 9-16 – Moyenne et écart-type de l’antériorité de l’apex par émotion pour le phonème /u/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : avant; - : arrière..... 148
- Figure 9-17 – Moyenne et écart-type de l’antériorité de l’apex par émotion pour le phonème /a/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : avant; - : arrière..... 149
- Figure 9-18 – Moyenne et écart-type de la hauteur de l’apex par émotion pour le phonème /i/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas..... 151
- Figure 9-19 – Moyenne et écart-type de la hauteur de l’apex par émotion pour le phonème /u/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas..... 152
- Figure 9-20 – Moyenne et écart-type de la hauteur de l’apex par émotion pour le phonème /a/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas..... 153
- Figure 9-21 – Moyenne et écart-type de la hauteur de l’apex par émotion pour le phonème /b/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas..... 154
- Figure 9-22 – Moyenne et écart-type de la hauteur de l’apex par émotion pour le phonème /g/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas..... 155

- Figure 9-23 – Moyenne et écart-type de la hauteur de la mâchoire par émotion pour le phonème /i/;
col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut;
- : bas..... 157
- Figure 9-24 – Moyenne et écart-type de la hauteur de la mâchoire par émotion pour le phonème /u/;
col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut;
- : bas..... 158
- Figure 9-25 – Moyenne et écart-type de la hauteur de la mâchoire par émotion pour le phonème /a/;
col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut;
- : bas..... 159
- Figure 9-26 – Moyenne et écart-type de la hauteur de la mâchoire par émotion pour le phonème /b/;
col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut;
- : bas..... 160
- Figure 9-27 – Moyenne et écart-type de la hauteur de la mâchoire par émotion pour le phonème /d/;
col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut;
- : bas..... 161
- Figure 9-28 – Moyenne et écart-type de la hauteur de la mâchoire par émotion pour le phonème /g/;
col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut;
- : bas..... 162
- Figure 9-29 – Moyenne et écart-type de la distance interlabiale par émotion pour le phonème /i/; col :
colère; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : ouvert; - :
fermé..... 164
- Figure 9-30 – Moyenne et écart-type de la distance interlabiale par émotion pour le phonème /u/; col :
colère; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : ouvert; - :
fermé..... 165
- Figure 9-31 – Moyenne et écart-type de la distance interlabiale par émotion pour le phonème /a/; col :
colère; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : ouvert; - :
fermé..... 166
- Figure 9-32 – Moyenne et écart-type de la distance interlabiale par émotion pour le phonème /d/; col :
colère; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : ouvert; - :
fermé..... 167

- Figure 9-33 – Moyenne et écart-type de la distance interlabiale par émotion pour le phonème /g/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : ouvert; - : fermé..... 168
- Figure 9-34 – Moyenne et écart-type de la protrusion par émotion pour le phonème /i/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : projeté; - : rétracté..... 170
- Figure 9-35 – Moyenne et écart-type de la protrusion par émotion pour le phonème /u/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : projeté; - : rétracté 171
- Figure 9-36 – Moyenne et écart-type de la protrusion par émotion pour le phonème /a/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : projeté; - : rétracté 172
- Figure 9-37 – Moyenne et écart-type de la protrusion par émotion pour le phonème /b/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : projeté; - : rétracté 173
- Figure 9-38 – Moyenne et écart-type de la protrusion par émotion pour le phonème /d/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : projeté; - : rétracté 174
- Figure 9-39 – Moyenne et écart-type de la protrusion par émotion pour le phonème /g/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : projeté; - : rétracté 175
- Figure 9-40 – Moyenne et écart-type de l'étirement par émotion pour le phonème /i/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : étiré; - : rapproché 177
- Figure 9-41 – Moyenne et écart-type de l'étirement par émotion pour le phonème /u/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : étiré; - : rapproché 178
- Figure 9-42 – Moyenne et écart-type de l'étirement par émotion pour le phonème /a/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : étiré; - : rapproché 179
- Figure 9-43 – Moyenne et écart-type de l'étirement par émotion pour le phonème /b/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : étiré; - : rapproché 180
- Figure 9-44 – Moyenne et écart-type de l'étirement par émotion pour le phonème /d/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : étiré; - : rapproché 181

- Figure 9-45 – Moyenne et écart-type de l'étirement par émotion pour le phonème /g/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : étiré; - : rapproché 182
- Figure 9-46 – Moyenne et écart-type de la hauteur des coins par émotion pour le phonème /i/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas 184
- Figure 9-47 – Moyenne et écart-type de la hauteur des coins par émotion pour le phonème /u/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas 185
- Figure 9-48 – Moyenne et écart-type de la hauteur des coins par émotion pour le phonème /a/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas 186
- Figure 9-49 – Moyenne et écart-type de la hauteur des coins par émotion pour le phonème /b/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas 187
- Figure 9-50 – Moyenne et écart-type de la hauteur des coins par émotion pour le phonème /d/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas 188
- Figure 9-51 – Moyenne et écart-type de la hauteur des coins par émotion pour le phonème /g/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas 189
- Figure 9-52 – Espace vocalique articulatoire par émotion; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse* 191
- Figure 9-53 – Position moyenne des senseurs a) vue de côté et b) vue de face pour la moyenne de l'énoncé par émotion; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; mac : mâchoire; lsup : lèvre supérieure; linf : lèvre inférieure; coind : coin droit; coing : coin gauche 202
- Figure 10-1 – Moyenne et écart-type de la balance spectrale selon l'émotion; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse* 214
- Figure 10-2 – Moyenne et écart-type de la balance spectrale par émotion, selon le sexe de l'acteur; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; F : féminin; M : masculin 215
- Figure 10-3 – Moyenne et écart-type du plancher de F0 par émotion; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse* 216

Figure 10-4 – Moyenne et écart-type du plancher de F0 par émotion, selon le sexe de l'acteur; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; F : féminin; M : masculin	217
Figure 10-5 – Moyenne et écart-type de la moyenne de F0 par émotion; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse	218
Figure 10-6 – Moyenne et écart-type de l'étendue de F0 par émotion; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse	219
Figure 10-7 – Moyenne et écart-type de l'écart-type de F0 par émotion; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse	220
Figure 10-8 – Moyenne et écart-type de l'intensité moyenne par émotion; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse	221
Figure 10-9 – Moyenne et écart-type de l'écart-type de l'intensité par émotion; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse	222
Figure 10-10 – Moyenne et écart-type la durée de l'énoncé par émotion; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse	223
Figure 10-11 – Moyenne et écart-type de F1 par émotion pour /i/; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse	226
Figure 10-12 – Moyenne et écart-type de F1 par émotion pour /u/; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse	227
Figure 10-13 – Moyenne et écart-type de F1 par émotion pour /u/ selon le sexe de l'acteur; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; F : féminin; M : masculin.....	228
Figure 10-14 – Moyenne et écart-type de F1 par émotion pour /a/; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse	229
Figure 10-15 – Moyenne et écart-type de F2 par émotion pour /i/; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse	230
Figure 10-16 – Moyenne et écart-type de F2 par émotion pour /u/; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse	231
Figure 10-17 – Moyenne et écart-type de F2 par émotion pour /a/; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse	232
Figure 10-18 – Moyenne et écart-type de F3 par émotion pour /a/; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse	233

Figure 10-19 – Moyenne et écart-type de F4 par émotion pour /a/ selon le sexe de l'acteur; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; F : féminin; M : masculin	234
Figure 10-20 – Moyenne et écart-type de B2 par émotion pour /u/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	237
Figure 10-21 – Moyenne et écart-type de B3 par émotion pour /u/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	238
Figure 10-22 – Moyenne et écart-type du centre de gravité par émotion pour /b/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	241
Figure 10-23 – Moyenne et écart-type du centre de gravité par émotion pour /d/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	242
Figure 10-24 – Moyenne et écart-type de l'écart-type spectral par émotion pour /b/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	243
Figure 10-25 – Moyenne et écart-type de l'écart-type spectral par émotion pour /d/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	244
Figure 10-26 – Moyenne et écart-type du coefficient de dissymétrie par émotion pour /b/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	245
Figure 10-27 – Moyenne et écart-type du coefficient de dissymétrie par émotion pour /d/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	246
Figure 10-28 – Moyenne et écart-type du coefficient de dissymétrie par émotion pour /g/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	247
Figure 10-29 – Moyenne et écart-type du coefficient d'aplatissement par émotion pour /b/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	248
Figure 10-30 – Moyenne et écart-type du coefficient d'aplatissement par émotion pour /d/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	249
Figure 10-31 – Moyenne et écart-type du coefficient d'aplatissement par émotion pour /g/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	250
Figure 10-32 – Espace vocalique acoustique par émotion; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	253
Figure 1 – Moyenne et écart-type de l'antériorité du dos de la langue par émotion pour la moyenne de l'énoncé; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; + : avant; - : arrière	277

- Figure II – Moyenne et écart-type de l'orientation coronale de la lame de la langue par émotion pour la moyenne de l'énoncé; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : bombé; - : plat..... 278
- Figure III – Moyenne et écart-type de l'antériorité du dos de la langue par émotion pour le phonème /i/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : avant; - : arrière..... 279
- Figure IV – Moyenne et écart-type de l'antériorité du dos de la langue par émotion pour le phonème /a/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : avant; - : arrière..... 280
- Figure V – Moyenne et écart-type de l'antériorité du dos de la langue par émotion pour le phonème /b/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : avant; - : arrière..... 281
- Figure VI – Moyenne et écart-type de l'antériorité du dos de la langue par émotion pour le phonème /d/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : avant; - : arrière..... 282
- Figure VII – Moyenne et écart-type de la hauteur du dos de la langue par émotion pour le phonème /i/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas..... 283
- Figure VIII – Moyenne et écart-type de la hauteur du dos de la langue par émotion pour le phonème /d/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas..... 284
- Figure IX – Moyenne et écart-type de la hauteur du dos de la langue par émotion pour le phonème /g/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas..... 285
- Figure X – Moyenne et écart-type de l'orientation coronale de la lame de la langue par émotion pour le phonème /u/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : bombé; - : plat..... 286
- Figure XI – Moyenne et écart-type de l'orientation coronale de la lame de la langue par émotion pour le phonème /a/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : bombé; - : plat..... 287

Figure XII – Moyenne et écart-type de l’orientation coronale de la lame de la langue par émotion pour le phonème /d/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; + : bombé; - : plat.....	288
Figure XIII – Moyenne et écart-type de l’orientation coronale de la lame de la langue par émotion pour le phonème /g/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; + : bombé; - : plat.....	289
Figure XIV – Moyenne et écart-type de l’antériorité de l’apex par émotion pour le phonème /i/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; + : avant; - : arrière.....	290
Figure XV – Moyenne et écart-type de l’antériorité de l’apex par émotion pour le phonème /b/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; + : avant; - : arrière.....	291
Figure XVI – Moyenne et écart-type de l’antériorité de l’apex par émotion pour le phonème /d/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; + : avant; - : arrière.....	292
Figure XVII – Moyenne et écart-type de l’antériorité de l’apex par émotion pour le phonème /g/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; + : avant; - : arrière.....	293
Figure XVIII – Moyenne et écart-type de la hauteur de l’apex par émotion pour le phonème /d/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; + : haut; - : bas.....	294
Figure XIX – Moyenne et écart-type de la distance interlabiale par émotion pour le phonème /b/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; + : ouvert; - : fermé.....	295
Figure XX – Position moyenne des senseurs par émotion pour le sujet FA a) vue de côté et b) vue de face pour la moyenne de l’énoncé; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; mac : mâchoire; lsup : lèvre supérieure; linf : lèvre inférieure; coind : coin droit; coing : coin gauche.....	296
Figure XXI – Position moyenne des senseurs par émotion pour le sujet FB a) vue de côté et b) vue de face pour la moyenne de l’énoncé; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; mac : mâchoire; lsup : lèvre supérieure; linf : lèvre inférieure; coind : coin droit; coing : coin gauche.....	297

Figure XXII – Position moyenne des senseurs par émotion pour le sujet FC a) vue de côté et b) vue de face pour la moyenne de l'énoncé; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; mac : mâchoire; lsup : lèvre supérieure; linf : lèvre inférieure; coind : coin droit; coing : coin gauche.....	298
Figure XXIII – Position moyenne des senseurs par émotion pour le sujet FD a) vue de côté et b) vue de face pour la moyenne de l'énoncé; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; mac : mâchoire; lsup : lèvre supérieure; linf : lèvre inférieure; coind : coin droit; coing : coin gauche.....	299
Figure XXIV – Position moyenne des senseurs par émotion pour le sujet FE a) vue de côté et b) vue de face pour la moyenne de l'énoncé; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; mac : mâchoire; lsup : lèvre supérieure; linf : lèvre inférieure; coind : coin droit; coing : coin gauche.....	300
Figure XXV – Position moyenne des senseurs par émotion pour le sujet MA a) vue de côté et b) vue de face pour la moyenne de l'énoncé; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; mac : mâchoire; lsup : lèvre supérieure; linf : lèvre inférieure; coind : coin droit; coing : coin gauche.....	301
Figure XXVI – Position moyenne des senseurs par émotion pour le sujet MB a) vue de côté et b) vue de face pour la moyenne de l'énoncé; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; mac : mâchoire; lsup : lèvre supérieure; linf : lèvre inférieure; coind : coin droit; coing : coin gauche.....	302
Figure XXVII – Position moyenne des senseurs par émotion pour le sujet MC a) vue de côté et b) vue de face pour la moyenne de l'énoncé; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; mac : mâchoire; lsup : lèvre supérieure; linf : lèvre inférieure; coind : coin droit; coing : coin gauche.....	303
Figure XXVIII – Position moyenne des senseurs par émotion pour le sujet MD a) vue de côté et b) vue de face pour la moyenne de l'énoncé; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; mac : mâchoire; lsup : lèvre supérieure; linf : lèvre inférieure; coind : coin droit; coing : coin gauche.....	304
Figure XXIX – Position moyenne des senseurs par émotion pour le sujet ME a) vue de côté et b) vue de face pour la moyenne de l'énoncé; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; mac : mâchoire; lsup : lèvre supérieure; linf : lèvre inférieure; coind : coin droit; coing : coin gauche.....	305
Figure XXX – Corrélation entre la hauteur des coins et le pourcentage d'identification correcte pour la <i>colère</i>	306

Figure XXXI – Corrélation entre la distance interlabiale et le pourcentage d’identification correcte pour la <i>joie</i>	307
Figure XXXII – Corrélation entre la hauteur des coins et le pourcentage d’identification correcte pour la <i>joie</i>	308
Figure XXXIII – Corrélation entre l’antériorité du dos de la langue et le pourcentage d’identification correcte pour le <i>neutre</i>	309
Figure XXXIV – Corrélation entre l’antériorité de l’apex et le pourcentage d’identification correcte pour le <i>neutre</i>	310
Figure XXXV – Moyenne et écart-type de F3 par émotion pour /i/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	311
Figure XXXVI – Moyenne et écart-type de F3 par émotion pour /u/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	312
Figure XXXVII – Moyenne et écart-type de F4 par émotion pour /i/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	313
Figure XXXVIII – Moyenne et écart-type de F4 par émotion pour /u/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	314
Figure XXXIX – Moyenne et écart-type de F4 par émotion pour /a/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	315
Figure XL – Moyenne et écart-type de B1 par émotion pour /i/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	316
Figure XLI – Moyenne et écart-type de B1 par émotion pour /u/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	317
Figure XLII – Moyenne et écart-type de B1 par émotion pour /a/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	318
Figure XLIII – Moyenne et écart-type de B2 par émotion pour /i/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	319
Figure XLIV – Moyenne et écart-type de B2 par émotion pour /a/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	320
Figure XLV – Moyenne et écart-type de B3 par émotion pour /i/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	321
Figure XLVI – Moyenne et écart-type de B3 par émotion pour /a/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	322

Figure XLVII – Moyenne et écart-type de B4 par émotion pour /i/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	323
Figure XLVIII – Moyenne et écart-type de B4 par émotion pour /u/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	324
Figure XLIX – Moyenne et écart-type de B4 par émotion pour /a/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	325
Figure L – Moyenne et écart-type du centre de gravité par émotion pour /g/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	326
Figure LI – Moyenne et écart-type de l'écart-type spectral par émotion pour /g/; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; neu : <i>neutre</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i>	327
Figure LII – Corrélation entre le plancher de F0 et le pourcentage d'identification correcte pour la <i>colère</i>	328
Figure LIII – Corrélation entre la moyenne de F0 et le pourcentage d'identification correcte pour la <i>colère</i>	329
Figure LIV – Corrélation entre l'étendue de F0 et le pourcentage d'identification correcte pour la <i>colère</i>	330
Figure LV – Corrélation entre l'écart-type de F0 et le pourcentage d'identification correcte pour la <i>colère</i>	331
Figure LVI – Corrélation entre l'intensité moyenne et le pourcentage d'identification correcte pour la <i>colère</i>	332
Figure LVII – Corrélation entre la balance spectrale et le pourcentage d'identification correcte pour le <i>dégoût</i>	333
Figure LVIII – Corrélation entre la balance spectrale et le pourcentage d'identification correcte pour la <i>joie</i>	334
Figure LIX – Corrélation entre la durée et le pourcentage d'identification correcte pour la <i>joie</i>	335
Figure LX – Corrélation entre F1 de /a/ et le pourcentage d'identification correcte pour la <i>colère</i>	336
Figure LXI – Corrélation entre F2 de /a/ et le pourcentage d'identification correcte pour la <i>colère</i> ...	337
Figure LXII – Corrélation entre F3 de /a/ et le pourcentage d'identification correcte pour la <i>colère</i> .	338
Figure LXIII – Corrélation entre F1 de /u/ et le pourcentage d'identification correcte pour la <i>joie</i>	339
Figure LXIV – Corrélation entre F2 de /a/ et le pourcentage d'identification correcte pour la <i>peur</i> ..	340
Figure LXV – Corrélation entre F2 de /a/ et le pourcentage d'identification correcte pour la <i>surprise</i>	341

Figure LXVI – Corrélation entre F3 de /a/ et le pourcentage d’identification correcte pour la <i>surprise</i>	342
Figure LXVII – Corrélation entre F4 de /a/ et le pourcentage d’identification correcte pour la <i>surprise</i>	343
Figure LXVIII – Corrélation entre B1 de /a/ et le pourcentage d’identification correcte pour la <i>colère</i>	344
Figure LXIX – Corrélation entre B2 de /i/ et le pourcentage d’identification correcte pour la <i>colère</i>	345
Figure LXX – Corrélation entre B1 de /a/ et le pourcentage d’identification correcte pour la <i>peur</i> ...	346
Figure LXXI – Corrélation entre B3 de /u/ et le pourcentage d’identification correcte pour la <i>surprise</i>	347
Figure LXXII – Corrélation entre le centre de gravité de /d/ et le pourcentage d’identification correcte pour le <i>neutre</i>	348
Figure LXXIII – Corrélation entre l’écart-type spectral de /d/ et le pourcentage d’identification correcte pour le <i>neutre</i>	349
Figure LXXIV – Corrélation entre le coefficient de dissymétrie de /d/ et le pourcentage d’identification correcte pour le <i>neutre</i>	350
Figure LXXV – Corrélation entre le coefficient d’aplatissement de /d/ et le pourcentage d’identification correcte pour le <i>neutre</i>	351

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 – Consonnes françaises; gras : sourde; normal : sonore; /j / : non labialisé; /ɥ/ : labialisé	13
Tableau 2.1 Différentiation des états affectifs selon Scherer (2000); 0 : paramètre non important pour cet état; 3 : paramètre important	28
Tableau 2.2 – Composantes de l'évaluation cognitive selon différents théoriciens (tiré de Kirouac, 1995)	40
Tableau 3.1 – Pourcentage moyen d'identification correcte de différentes émotions selon une compilation de onze études effectuée par Johnstone et Scherer (2000)	51
Tableau 5.1 – Résultats de Fónagy, 1976	68
Tableau 5.2 – Résultats de Erickson <i>et al.</i> , 2006	71
Tableau 5.3 – Résultats Caldognetto <i>et al.</i> , 2004	73
Tableau 5.4 – Résultats Nordstrand <i>et al.</i> , 2003	74
Tableau 5.5 – Résultats de Nordstrand <i>et al.</i> , 2004 (arr : arrondie; non : non arrondie; ULx : Upper Lip horizontal; Interlab : distance interlabiale; Étirement : distance latérale entre coins)	75
Tableau 5.6 – Résumé des principaux résultats des études antérieures; √ : confirmés par plus d'une équipe; ? : résultats divergeant d'une étude à l'autre; Ø : paramètre non influencé par l'émotion; case vide : le paramètre n'a pas fait l'objet d'études	79
Tableau 6.1 – Prédiction des degrés de liberté par paramètre articulatoire et par segment; I : liberté minimum; II : liberté intermédiaire; III : liberté maximum; h : hauteur; a : antériorité	88
Tableau 8.1 – Matrice de confusion des émotions; colonnes : perçu; lignes : produit; col : <i>colère</i> ; deg : <i>dégoût</i> ; joi : <i>joie</i> ; peu : <i>peur</i> ; sur : <i>surprise</i> ; tri : <i>tristesse</i> ; aut : <i>autre</i> ; foncé : pourcentage inférieur à une sélection aléatoire; clair : pourcentage supérieur à une sélection aléatoire	113
Tableau 9.1 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour l'antériorité du dos de la langue pour les différents phonèmes et les différentes émotions; M : moyenne de l'énoncé; + : avant; - : arrière	140

Tableau 9.2 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour la hauteur du dos de la langue pour les différents phonèmes et les différentes émotions; M : moyenne de l'énoncé; + : haut; - : bas ...	144
Tableau 9.3 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour l'orientation sagittale de la lame de la langue pour les différents phonèmes et les différentes émotions; M : moyenne de l'énoncé; + : bombé; - : plat.....	147
Tableau 9.4 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour l'antériorité de l'apex pour les différents phonèmes et les différentes émotions; M : moyenne de l'énoncé; + : avant; - : arrière	150
Tableau 9.5 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour la hauteur de l'apex pour les différents phonèmes et les différentes émotions; M : moyenne de l'énoncé; + : haut; - : bas.....	156
Tableau 9.6 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour la hauteur de la mâchoire pour les différents phonèmes et les différentes émotions; M : moyenne de l'énoncé; + : haut; - : bas...	163
Tableau 9.7 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour la distance interlabiale pour les différents phonèmes et les différentes émotions; M : moyenne de l'énoncé; + : ouvert; - : fermé	169
Tableau 9.8 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour la protrusion pour les différents phonèmes et les différentes émotions; M : moyenne de l'énoncé; + : projeté; - : rétracté.....	176
Tableau 9.9 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour l'étirement pour les différents phonèmes et les différentes émotions; M : moyenne de l'énoncé; + : étiré; - : rapproché.....	183
Tableau 9.10 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour la hauteur des coins pour les différents phonèmes et les différentes émotions; M : moyenne de l'énoncé; + : haut; - : bas.....	190
Tableau 9.11 – Valeurs de r , tous phonèmes confondus, pour les différents paramètres articulatoires pour chacune des émotions; gras : corrélations > 0,4 ou < -0,4; MACz : hauteur de la mâchoire; INTER : distance interlabiale; PROT : protrusion; ETIRE : étirement; COINS : hauteur des coins	193
Tableau 9.12 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour la <i>colère</i> pour chaque phonème et chaque paramètre articulatoire; MACz : hauteur de la mâchoire; INTER : distance interlabiale; PROT : protrusion; ETIRE : étirement; COINS : hauteur des coins; M : moyenne de l'énoncé; + : haut; - : bas; ? : contredit par les corrélations	194
Tableau 9.13 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour le <i>dégoût</i> pour chaque phonème et chaque paramètre articulatoire; MACz : hauteur de la mâchoire; INTER : distance interlabiale; PROT : protrusion; ETIRE : étirement; COINS : hauteur des coins; M : moyenne de l'énoncé; + : haut; - : bas;.....	195

Tableau 9.14 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour la <i>joie</i> pour chaque phonème et chaque paramètre articulatoire; MACz : hauteur de la mâchoire; INTER : distance interlabiale; PROT : protrusion; ETIRE : étirement; COINS : hauteur des coins; M : moyenne de l'énoncé; + : haut; - : bas; ? : contredit par les corrélations; √ : appuyé par les corrélations	196
Tableau 9.15 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour le <i>neutre</i> pour chaque phonème et chaque paramètre articulatoire; MACz : hauteur de la mâchoire; INTER : distance interlabiale; PROT : protrusion; ETIRE : étirement; COINS : hauteur des coins; M : moyenne de l'énoncé; + : haut; - : bas; ? : contredit par les corrélations; √ : appuyé par les corrélations	197
Tableau 9.16 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour la <i>peur</i> pour chaque phonème et chaque paramètre articulatoire; MACz : hauteur de la mâchoire; INTER : distance interlabiale; PROT : protrusion; ETIRE : étirement; COINS : hauteur des coins; M : moyenne de l'énoncé; + : haut; - : bas.....	198
Tableau 9.17 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour la <i>surprise</i> pour chaque phonème et chaque paramètre articulatoire; MACz : hauteur de la mâchoire; INTER : distance interlabiale; PROT : protrusion; ETIRE : étirement; COINS : hauteur des coins; M : moyenne de l'énoncé; + : haut; - : bas.....	199
Tableau 9.18 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour la <i>tristesse</i> pour chaque phonème et chaque paramètre articulatoire; MACz : hauteur de la mâchoire; INTER : distance interlabiale; PROT : protrusion; ETIRE : étirement; COINS : hauteur des coins; M : moyenne de l'énoncé; + : haut; - : bas.....	200
Tableau 9.19 – Résumé des principaux résultats par émotion et par paramètre articulatoire; ± : influence tantôt positive et tantôt négative; Ø : paramètre non influencé par l'émotion; ? : contredit par les corrélations	201
Tableau 9.20 – Valeurs du éta carré partiel des ANOVAs par phonème et par paramètre articulatoire; MACz : hauteur de la mâchoire; INTER : distance interlabiale; PROT : protrusion; ETIRE : étirement; COINS : hauteur des coins;.....	205
Tableau 9.21 – Prédiction des degrés de liberté par paramètre articulatoire et par segment; I : liberté minimum; II : liberté intermédiaire; III : liberté maximum; a : antériorité ; h : hauteur.....	205
Tableau 9.22 – Confirmation des hypothèses concernant le comportement des différents paramètres articulatoires pour les différents phonèmes; blanc : liberté de I; gris pâle : liberté de II; gris foncé : liberté de III; √ : hypothèse vérifiée	206
Tableau 9.23 – Résumé des principaux résultats par émotion et par paramètre articulatoire; √ : conforme aux études antérieures; ± : influence tantôt positive, tantôt négative; Ø : paramètre non influencé par l'émotion; ? : contredit par les corrélations.....	207

Tableau 9.24 – Résumé des principaux résultats des études antérieures; √ : confirmés par plus d'une équipe; ? : résultats divergeant d'une étude à l'autre; Ø : paramètre non influencé par l'émotion; case vide : le paramètre n'a pas fait l'objet d'études	207
Tableau 9.25 – Confirmation des hypothèses concernant le comportement des différents paramètres articulatoires pour les différents phonèmes; blanc : liberté de I; gris pâle : liberté de II; gris foncé : liberté de III; √ : hypothèse vérifiée	210
Tableau 10.1 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour les différents paramètres prosodiques et la balance spectrale selon les émotions; gris : interaction sexe*émotion significative; ? : contredit par les corrélations; √ : appuyé par les corrélations	224
Tableau 10.2 – Valeurs de <i>r</i> des corrélations de <i>Pearson</i> pour les différents paramètres acoustiques relatifs à l'énoncé pour chacune des émotions; gras : corrélations > 0,4 ou < -0,4.....	225
Tableau 10.3 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour la hauteur des formants par phonème et par émotion; gris : interaction sexe*émotion significative; ? : contredit par les corrélations; √ : appuyé par les corrélations.....	235
Tableau 10.4 – Valeurs de <i>r</i> des corrélations de <i>Pearson</i> pour la hauteur des formants pour chaque émotion et chaque voyelle; gras : corrélations > 0,4 ou < -0,4	236
Tableau 10.5 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour les largeurs de bande des formants par phonème et par émotion; ? : contredit par les corrélations;	239
Tableau 10.6 – Valeurs de <i>r</i> des corrélations de <i>Pearson</i> pour les largeurs de bande pour chaque émotion; gras : corrélations > 0,4 ou < -0,4	240
Tableau 10.7 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour les moments centraux par phonème et par émotion; CG : centre de gravité; ET : écart-type; CD : coefficient de dissymétrie; CA : coefficient d'aplatissement; ? : contredit par les corrélations; √ : appuyé par les corrélations ...	251
Tableau 10.8 – Valeurs de <i>r</i> des corrélations de <i>Pearson</i> pour les différents paramètres acoustiques relatifs aux consonnes pour chacune des émotions; gras : corrélations > 0,4 ou < -0,4.....	252
Tableau 10.9 – Résumé des principaux résultats par émotion et par paramètre acoustique; CG : centre de gravité; ET : écart-type spectral; CD : coefficient de dissymétrie; CA : coefficient d'aplatissement ; ± : influence tantôt positive et tantôt négative; Ø : paramètre non influencé par l'émotion; ? : contredit par les corrélations; √ : appuyé par les corrélations.....	256
Tableau 10.10 – Prédictions acoustiques de Scherer (1986); cases vides : pas de prédiction; cases contenant deux symboles : élément faisant l'objet de plus d'une prédiction; √ : prédictions confirmées.....	257

Tableau 10.11 – Résumé des résultats par émotion et par paramètre acoustique; √ : conforme aux études antérieures; ? : non conforme aux études antérieures; ± : influence tantôt positive, tantôt négative; Ø : paramètre non influencé par l'émotion.....	258
Tableau 11.1 – Prédiction des degrés de liberté par paramètre articulatoire et par segment; I : liberté minimum; II : liberté intermédiaire; III : liberté maximum; h : hauteur; a : antériorité.....	268
Tableau 11.2 – Résumé des principaux résultats par émotion et par paramètre; CG : centre de gravité; ET : écart-type spectral; CD : coefficient de dissymétrie; CA : coefficient d'aplatissement ; ± : influence tantôt positive et tantôt négative; Ø : paramètre non influencé par l'émotion; ? : contredit par les études antérieures; √ : appuyé par les études antérieures	273
Tableau 11.3 – Confirmation des hypothèses concernant le comportement des différents paramètres articulatoires pour les différents phonèmes; blanc : liberté de I; gris pâle : liberté de II; gris foncé : liberté de III; √ : hypothèse vérifiée	275

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

ANOVA	Analyse de variance
B1	Largeur de bande du premier formant
B2	Largeur de bande du deuxième formant
B3	Largeur de bande du troisième formant
B4	Largeur de bande du quatrième formant
dB	Décibel
EMA	Articulographe électromagnétique (« <i>ElectroMagnetic Articulograph</i> »)
F0	Fréquence fondamentale
F1	Premier formant
F2	Deuxième formant
F3	Troisième formant
F4	Quatrième formant
Hz	Hertz
LTAS	Spectre moyen à long terme (« <i>Long-Term Average Spectrum</i> »)
ms	Milliseconde

RÉSUMÉ

Les théories psychologiques modernes considèrent les émotions comme des épisodes relativement brefs en réaction à l'évaluation d'un événement interne ou externe considéré comme important pour l'organisme. Les émotions impliquent, en plus de l'impression subjective ressentie par le sujet, des changements physiologiques et l'expression motrice. L'encodage vocal des émotions est complexe puisque des informations linguistiques sont communiquées simultanément aux informations émotives. Jusqu'à maintenant, peu de travaux se sont intéressés au volet articulatoire du phénomène. Néanmoins, ces quelques études suffisent à convaincre de la forte influence des émotions sur l'articulation de la parole. Toutefois, les études concluent tantôt à une influence globale des émotions sur l'articulation et tantôt à une influence locale, variable selon le substrat phonémique. L'examen détaillé des études articulatoires effectuées à ce jour nous amène plutôt à proposer que les deux systèmes agissent de façon coordonnée : les émotions influencent principalement les articulateurs étant peu ou pas recrutés pour la production d'un phonème. Dans le cadre de cette thèse, en plus de détailler les caractéristiques articulatoires et acoustiques associées à six émotions (*colère froide, dégoût, joie euphorique, peur panique, surprise et tristesse mélancolique*), nous vérifions cette hypothèse. Pour ce faire, nous avons enregistré, à l'aide d'un articulographe AG500 et d'un micro-casque, dix acteurs professionnels ayant le français québécois comme langue maternelle alors qu'ils prononçaient une phrase standardisée placée dans différents scénarios propres à susciter les émotions ciblées et le *neutre*. Afin d'évaluer la qualité des émotions produites, les stimuli ont été soumis à un test d'identification auprès de locuteurs natifs du français québécois. Des analyses statistiques nous ont permis de déterminer qu'effectivement les articulateurs sont davantage influencés par les émotions quand ils ne sont pas recrutés pour la production de phonèmes. Nos résultats indiquent donc que les émotions influencent la position de base des articulateurs plutôt que le degré de tension des différents muscles. De plus, nous avons observé qu'il y a invariance sur le plan articulatoire, mais non sur le plan acoustique.

Mots clés : Phonétique articulatoire ; phonétique acoustique ; émotions ; prosodie.

INTRODUCTION

L'importance de l'expression des émotions dans la communication et son impact majeur sur l'interlocuteur sont reconnus depuis longtemps, entre autres en rhétorique. Les interactions sociales sont en effet le lieu d'échange d'informations de diverses natures et les émotions exprimées par les différents protagonistes viennent influencer les actions de chacun de manière importante.

L'étude scientifique de l'expression des émotions remonte au 19^e siècle avec les travaux de Darwin (1872) qui la considère alors comme un fruit de l'évolution permettant d'améliorer les chances de survie de par le fait qu'elle informe l'autre de nos intentions et qu'elle permet de faire savoir de façon rapide et efficace si l'on a besoin d'aide ou qu'un problème important pourrait affecter le groupe. Depuis, une foule de travaux ont été effectués sur le sujet dans différents domaines dont la psychologie, la linguistique, l'informatique et la neurologie. Dans le cadre de ce travail, nous puiserons dans ces différents domaines avec une prépondérance, il va sans dire, pour les travaux effectués en linguistique, mais aussi en psychologie.

L'expression des émotions peut prendre plusieurs formes; elle peut être faciale (Ekman, 1984), vocale (Scherer, 1986), verbale (Fussell, 2002), posturale (Busso *et al.*, 2007), etc. Dans le cadre de cette thèse, nous nous concentrerons sur la communication vocale (qualité de la voix et prosodie¹), et non sur la communication

¹ Il existe également tout un ensemble d'interjections émotives (aussi appelés « *affect burst* » ou vocalisation affective), c'est-à-dire des sons non phonémiques intercalés dans le discours (ex. : rire,

verbale (lexique, syntaxe, etc.) des émotions. Comparativement à l'expression faciale, celle-ci n'a été que relativement peu étudiée. Les principaux travaux effectués dans le domaine ont porté principalement sur l'aspect prosodique (fréquence fondamentale, intensité, durée) en laissant de côté les caractéristiques spectrales et articulatoires. Il est toutefois clair que les caractéristiques spectrales jouent un rôle essentiel dans l'identification des émotions (Bulut *et al.*, 2005; Lieberman et Michaels, 1962) et les quelques études articulatoires ayant été effectuées suffisent à convaincre de la forte influence des émotions sur l'articulation de la parole. Par exemple, Nordstrand *et al.* (2004) ont montré que le degré d'étirement des lèvres était plus influencé par les émotions que par la nature de la voyelle à produire. Or, une meilleure connaissance de l'influence des émotions sur l'articulation de la parole permettrait de mieux cibler les effets acoustiques attendus. De plus, différents types d'outils informatiques pourraient bénéficier de meilleures connaissances sur le sujet. En effet, divers systèmes d'interaction homme-machine (ex. : tuteur, jeu électronique, outil d'aide à la communication, tête parlante², etc.) pourraient être bonifiés par une meilleure production ou par une meilleure identification des émotions (voir Cowie *et al.*, 2001 sur le sujet).

Il y a toutefois encore beaucoup de travail à faire avant de comprendre l'interaction entre les émotions et l'articulation de la parole. En effet, l'encodage des émotions est complexe puisque les différents canaux (facial, vocal, postural, etc.) sont inter-reliés et que d'autres types d'informations peuvent être communiqués simultanément, dont les informations linguistiques. Les études antérieures concluent tantôt à une influence globale des émotions sur l'articulation (Fujimura, Pardo et Erickson, 1998; Maekawa et Kagomiya, 2000; Menezes *et al.*, 2003; Nordstrand *et*

toux, raclement de gorge, clics, etc.), utilisés pour communiquer des émotions, sur lesquelles nous ne nous attarderons pas ici (voir Belin, Fillion-Bilodeau et Gosselin, 2008; Scherer, 1994a; Schröder, 2003; Trager, 1958).

² Ce type de logiciel est utilisé en orthophonie (Kröger *et al.*, 2005) et comme outils d'interaction homme-machine avec des personnes malentendantes ou dans des environnements bruyants (Bailly *et al.*, 2007), etc.

al., 2003, 2004; Svanfeldt *et al.*, 2003) et tantôt à une influence locale, variable selon le substrat phonémique (Caldognetto, Cosi et Cavicchio, 2004; Caldognetto *et al.*, 2003, 2004; Lee *et al.*, 2005; Maekawa, 2004). Les études acoustiques permettaient pourtant de conclure que l'influence de la langue sur l'expression des émotions était minime et que les deux systèmes pouvaient être dissociés (Johnstone et Scherer, 2000; Murray et Arnott, 1993; Williams et Stevens, 1972). L'examen détaillé des études articulatoires effectuées à ce jour nous amène plutôt à proposer que les deux systèmes agissent de façon coordonnée : selon nous, les émotions influenceraient principalement les articulateurs qui sont peu ou pas recrutés pour la production d'un segment.

Dans le cadre de cette thèse, nous nous intéressons à déterminer les caractéristiques spectrales et articulatoires associées à différentes émotions (*colère froide, dégoût, joie euphorique, neutre, peur panique, surprise et tristesse mélancolique*) et nous tentons de mieux comprendre comment interagissent les composantes linguistique et émotive dans la production de la parole. Pour ce faire, nous avons effectué l'enregistrement articulatoire et acoustique, au moyen d'un articulographe AG500 et d'un micro-casque, de dix acteurs alors qu'ils produisaient une phrase standardisée avec les différentes émotions à l'étude. Ensuite, et pour déterminer dans quelle mesure les cibles émotive ont été atteintes, les énoncés produits ont été soumis à des tests d'identification. Et finalement, des analyses statistiques portant sur les diverses mesures articulatoires et acoustiques prélevées du signal ont été effectuées.

Dans les pages qui suivent, nous verrons d'abord quelques notions théoriques utiles à la compréhension de ce travail (première partie). Le chapitre 1 concerne la production de la parole. Une description sommaire du processus d'articulation de la parole y sera présentée, de même qu'une description de la langue à l'étude, soit le français québécois, et des relations articulatoire-acoustiques. Nous y verrons aussi quelques données importantes concernant le comportement dynamique des

articulateurs, la prosodie et la qualité de la voix. Le chapitre se termine sur une discussion concernant le statut paralinguistique ou extralinguistique de l'expression des émotions. Dans le chapitre 2, nous définirons le concept d'émotion et nous verrons quelques points importants concernant leur expression. Les émotions y seront distinguées des autres types d'états affectifs, comme par exemple les humeurs. Nous verrons que les émotions ont trois composantes principales, soit l'impression subjective, les changements physiologiques et l'expression, et qu'elles sont considérées par certains comme étant de nature discrète (émotions de base) et par d'autres comme étant de nature continue (distinguables selon différents paramètres). Puis, nous fournirons certains détails quant aux changements physiologiques ayant cours lors d'un épisode émotif, ceux-ci étant étroitement liés au fait expressif. Nous verrons ensuite que l'expression des émotions est en grande partie universelle, c'est-à-dire qu'étant le fruit de l'évolution, elle partage de nombreux traits communs à travers les différentes cultures. Nous verrons aussi que certaines différences liées au genre sont répertoriées dans la littérature et ce tant au niveau de l'expression des émotions que de leur perception. Suivra une discussion quant au caractère plus ou moins intentionnel et conventionnel de l'expression des émotions, de même que concernant l'utilisation d'acteurs dans les études portant sur les émotions. Le chapitre se termine sur la présentation du modèle des composantes de Scherer (1986) qui fait partie des théories de l'évaluation cognitive, soit des théories psychologiques qui proposent que les émotions découlent de l'évaluation cognitive de certains éléments situationnels. La théorie de Scherer (1986) permet des prédictions précises quant au comportement des articulateurs et aux caractéristiques acoustiques liées aux différentes émotions.

La deuxième partie sera consacrée à l'état de la question. Une quantité impressionnante de travaux ont été effectués sur l'expression vocale des émotions. Nous présenterons d'abord l'état des lieux concernant l'identification des émotions dans la voix puisque notre étude comporte une phase de validation perceptive

(chapitre 3). Suivra une brève revue des caractéristiques acoustiques associées aux émotions (chapitre 4). La majorité de l'état de la question sera toutefois consacré à la revue des études articulatoires ayant été effectuées à ce jour, ce point étant central dans notre recherche (chapitre 5). La revue des études articulatoires sera le moment de poser les bases des hypothèses que nous formulerons au chapitre suivant concernant le comportement des articulateurs.

Ensuite, nous présenterons au chapitre 6 nos objectifs qui sont d'effectuer une description articulatoire et acoustique fine de l'expression des émotions, de même que nos hypothèses, élaborées à partir des observations effectuées dans les études antérieures, quant à l'interaction entre émotions et articulation. Le chapitre 7 présente la méthodologie utilisée pour atteindre ces objectifs. Les détails en ce qui a trait aux locuteurs enregistrés, au corpus et aux scénarios utilisés seront fournis ainsi que les informations concernant l'enregistrement acoustique et articulatoire et le traitement des données. Nous présenterons ensuite les détails concernant le test d'identification, de même que les détails de l'analyse acoustique, articulatoire et statistique (ANOVAs à mesures répétées et corrélations acoustico- ou articulatoire-perceptives).

La quatrième partie est consacrée à la présentation des résultats. Les résultats perceptifs, articulatoires et acoustiques seront présentés, respectivement, aux chapitres 8, 9 et 10. Chacun de ces chapitres présente d'abord les résultats de l'analyse statistique et se conclut par une discussion.

Enfin, une discussion générale et la conclusion sont présentées au chapitre 11.

PREMIÈRE PARTIE

THÉORIE

CHAPITRE I

PAROLE

Dans le processus de production de la parole, les représentations phonologiques (et sémantico-syntaxiques) sont reliées à l'énoncé physique via des commandes motrices pour la production de gestes articulatoires et d'un signal acoustique, le tout sous surveillance rétroactive (voir la Figure 1-1 tirée de Denes et Pinson, 1973; voir aussi Perkell *et al.*, 1997 pour un modèle plus détaillé de ce processus).

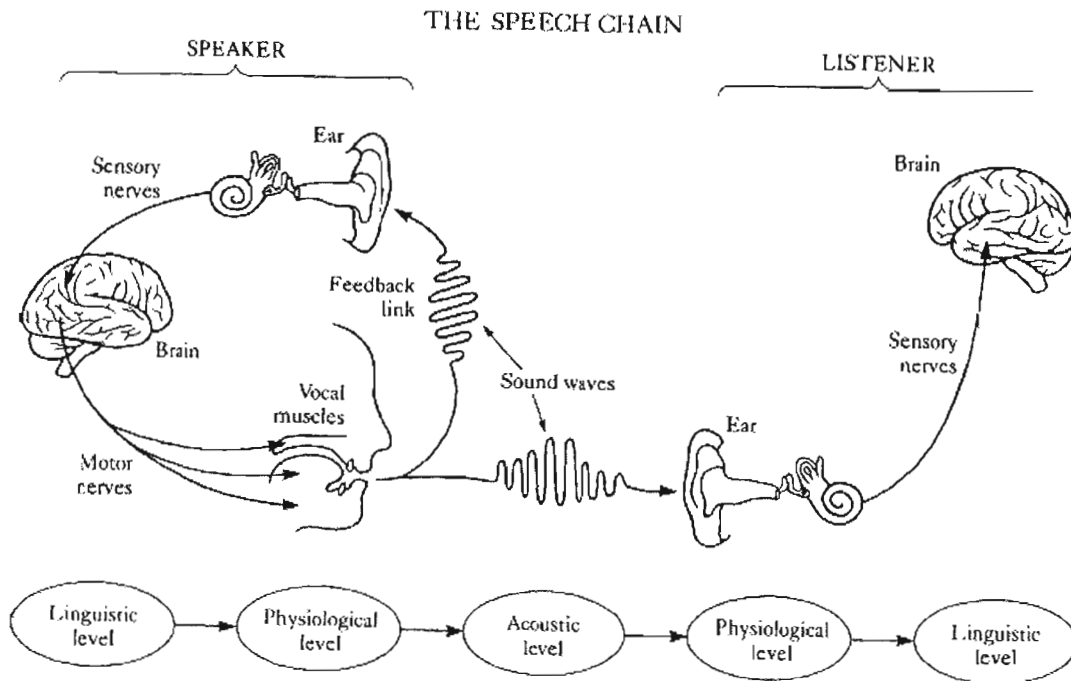


Figure 1-1 – Communication : la chaîne de la parole (image tirée de Denes et Pinson, 1973)

Dans les pages qui suivent, nous verrons des informations importantes concernant certaines étapes de ce processus qui nous intéressent particulièrement dans le cadre de ce travail, soit l'articulation (du français québécois), le comportement dynamique des articulateurs et les liens existants entre articulation, acoustique et perception.

1.1 Articulation

La parole implique une alternance de positions articulatoires ouvertes et fermées. On sépare ainsi les consonnes qui présentent un resserrement plus ou moins important du conduit vocal, des voyelles qui sont beaucoup plus ouvertes. Les consonnes sont subdivisées selon le type de resserrement opéré : les occlusives présentent une occlusion complète, les fricatives présentent une constriction importante, les consonnes nasales présentent une occlusion orale mais un passage libre via les fosses nasales, les latérales présentent une occlusion centrale avec passage d'air latéral et enfin les glides, aussi appelées semi-consonnes ou semi-voyelles, présentent un resserrement de moindre importance (voir Kent, 1997; Marchal, 2007; Martin, 1996; O'Shaughnessy, 1987 pour une introduction plus complète).

La source d'énergie utilisée pour produire les sons du langage est une soufflerie (voir la Figure 1-2 tirée de Kent, 1997). La colonne d'air provenant des poumons traverse la glotte, située dans le larynx, qui peut être fermée ou non par les cordes vocales. Dans le cas de la production des sonantes (voyelles, glides, latérales et consonnes nasales), la glotte est fermée et le passage de l'air provoque la vibration des cordes vocales créant une onde sonore complexe quasi-sinusoidale (fréquence fondamentale et harmoniques). La fréquence fondamentale (F_0) correspond au nombre de vibrations des cordes vocales par seconde et est corrélée perceptivement avec la hauteur de la voix. L'intensité de la voix, elle, est plutôt liée au débit d'air expulsé des poumons et est corrélée perceptivement avec la force perçue. Après la génération de l'onde au niveau glottique, celle-ci entre dans les cavités supraglottiques (cavité pharyngale, orale, labiale et nasale) qui auront un volume

différent selon la position des articulateurs (lèvres, langue, mâchoire, velum). Le larynx participe également à la modification du volume des cavités supra-glottiques en ce qu'il peut être élevé ou abaissé afin d'agrandir le volume de la cavité pharyngale. Les cavités supraglottiques agissent alors comme un filtre amplifiant certaines fréquences selon leur volume, ce qui donne lieu à des formants (zones d'harmoniques amplifiées). Par contre, dans le cas des obstruantes (occlusives et fricatives), la glotte peut être ouverte ou fermée et la constriction vient alors agir comme une deuxième source pour la création de bruit. Dans la production de fricatives, la colonne d'air sous pression passant par le lieu de constriction donne lieu à des turbulences créant le bruit de friction qui leur est caractéristique. Dans le cas des consonnes occlusives, la pression s'accumule derrière le lieu d'occlusion et donne lieu à un bruit d'explosion au moment du relâchement de l'occlusion. Ici aussi, les cavités viennent agir comme un filtre et renforcent ou affaiblissent certaines fréquences du bruit produit par la constriction et, le cas échéant, par le larynx (voir Kent, 1997; Marchal, 2007; Martin, 1996; O'Shaughnessy, 1987).

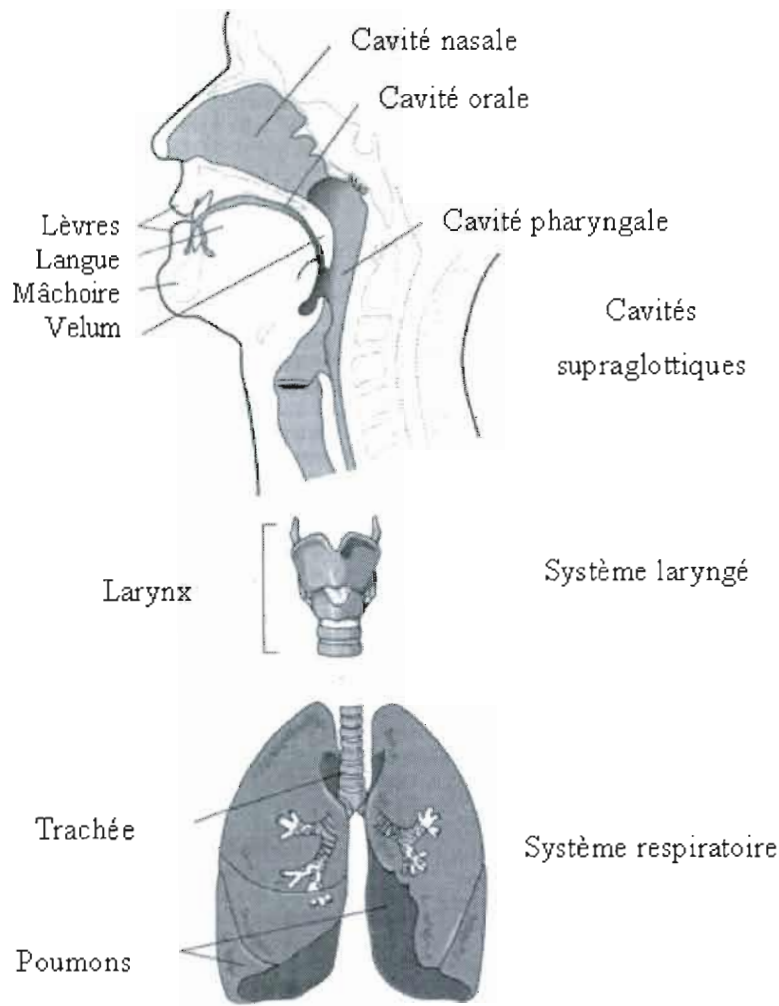


Figure 1-2 – Appareil phonatoire (image tirée de Kent, 1997)

Pour créer un resserrement, un articulateur mobile (lèvre inférieure ou partie de la langue) est déplacé vers un point de la partie supérieure du conduit vocal (dents, alvéoles, palais dur, velum, uvule). Différentes parties de la langue peuvent être utilisées à cette fin, soit l'apex, la lame, le dos ou la racine (voir Figure 1-3 tirée de Kent, 1997). La langue bouge plutôt en masse dans le cas de la production de voyelles, alors que l'on observe une division fonctionnelle de ses parties pour la production de consonnes (Stone, Epstein et Iskarous, 2004).

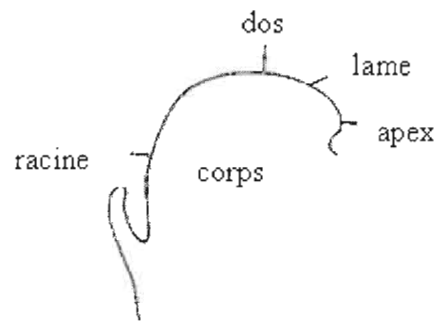


Figure 1-3 – Coupe sagittale de la langue et division fonctionnelle (image tirée de Kent, 1997)

Toutefois, il n'est toujours pas clair si les cibles en production sont de nature articulatoire (Tremblay, Shiller et Ostry, 2003) ou acoustique (Perkell *et al.*, 1997).

1.2 Français québécois

Le français québécois comporte 36 phonèmes distincts, dont 16 voyelles et 20 consonnes. La Figure 1-4 représente la répartition des voyelles du français québécois dans le trapèze vocalique. L'axe des ordonnées représente le degré d'aperture de la cavité orale tandis que l'axe des abscisses correspond à la position plus ou moins antérieure de la masse linguale. En plus de ces propriétés, les différentes voyelles du français québécois sont également caractérisées par la position arrondie ou non arrondie des lèvres et par la nasalité. Dans la Figure 1-4, les éléments à gauche des lignes obliques sont non arrondis tandis que les éléments à droite sont arrondis (ex. : /i/ : non arrondi; /y/ : arrondi). La nasalité est notée par l'ajout d'un tilde (« ~ ») au-dessus du symbole (voir Martin, 1996 pour une introduction plus détaillée).

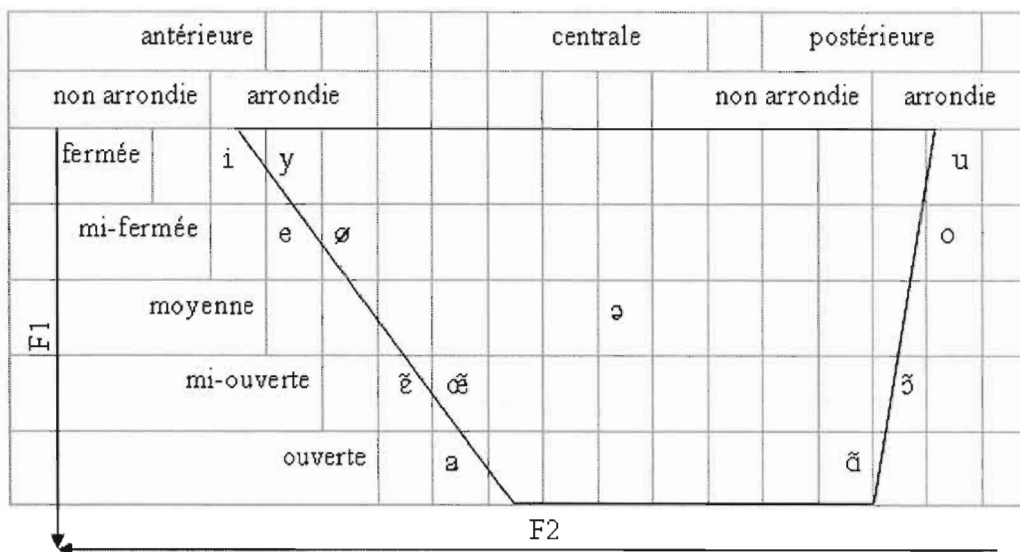


Figure 1-4 – Trapèze vocalique - voyelles du français québécois¹

Les consonnes françaises se distinguent selon le type de constriction (occlusive, fricative, nasale, latérale, glide), leur lieu d'articulation et leur articulateur (bilabiale, labio-dentale, alvéolaire, post-alvéolaire, palatale, vélaire et uvulaire)² et le fait qu'elles soient voisées ou non. On peut voir la répartition des consonnes françaises selon les différents critères de classification articuloire dans le Tableau 1.1.

¹ Les différents symboles utilisés ici sont ceux de l'Alphabet Phonétique International (API).

² Pour alléger le tableau, nous n'avons pas indiqué l'articulateur des consonnes linguales, puisque celui-ci peut être déduit du lieu d'articulation. En français, les alvéolaires sont apicales ou pré-dorsales, les post-alvéolaires sont pré-dorsales, les palatales et les vélaire sont dorsales et l'uvulaire est post-dorsale.

Tableau 1.1 – Consonnes françaises; gras : sourde; normal : sonore; /j / : non labialisé; /ɥ / : labialisé

	Bilabiale	Labio-dentale	Alvéolaire	Post-alvéolaire	Palatale	Vélaire	Uvulaire
Occlusive	p b		t d			k g	
Fricative		f v	s z	ʃ ʒ			ʁ
Nasale	m		n		ɲ		
Latérale			l				
Glide					j / ɥ	w	

1.3 Relations articulatoire-acoustiques

La principale caractéristique acoustique des sonantes est la hauteur de leurs formants. L'aperture est fortement corrélée avec le premier formant (F1), l'antéropostériorité avec le deuxième formant (F2) (voir la Figure 1-4; Fant, 1970 [1960]). En fait, plus une cavité est allongée plus sa fréquence de résonance est basse, et vice-versa. On peut considérer que la masse de la langue sépare le conduit vocal en deux cavités. Pour simplifier, F1 est principalement affilié à la cavité arrière, tandis que F2 est principalement affilié à la cavité avant. Ainsi, les voyelles ouvertes ont un F1 élevé (courte cavité arrière) comparativement aux voyelles fermées (longue cavité arrière) et les voyelles antérieures ont un F2 élevé (courte cavité avant) comparativement aux voyelles postérieures (longue cavité avant). Il y a toutefois couplage entre les cavités puisqu'elles ne sont pas isolées l'une de l'autre et, donc, les différents mouvements de la langue influencent généralement à la fois F1 et F2. De son côté, l'arrondissement influence tous les formants. La projection des lèvres, en augmentant la longueur totale du conduit vocal, a pour effet de diminuer tous les formants, tandis que l'étirement a l'effet inverse (Fant, 1970 [1960]). Une augmentation de l'aire aux lèvres a également pour effet de diminuer la hauteur de tous les formants. Fant (1970 [1960]) a calculé des nomogrammes qui illustrent

l'influence du lieu de constriction sur les cinq premiers formants (voir Figure 1-5 tirée de Fant, 1970 [1960]). On y constate l'influence du changement de lieu de constriction sur les deux premiers formants et le fait qu'une diminution de l'aire aux lèvres (ligne pleine 1 : petite aire aux lèvres; ligne pointillée 5 : grande aire aux lèvres) a pour effet de diminuer les fréquences formantiques. Toutefois, ces changements ont plus ou moins d'ampleur selon la zone du conduit vocal où ils ont lieu. L'influence acoustique d'un mouvement donné variera également d'une personne à l'autre, compte tenu du fait qu'il y a des différences anatomiques entre les sujets.

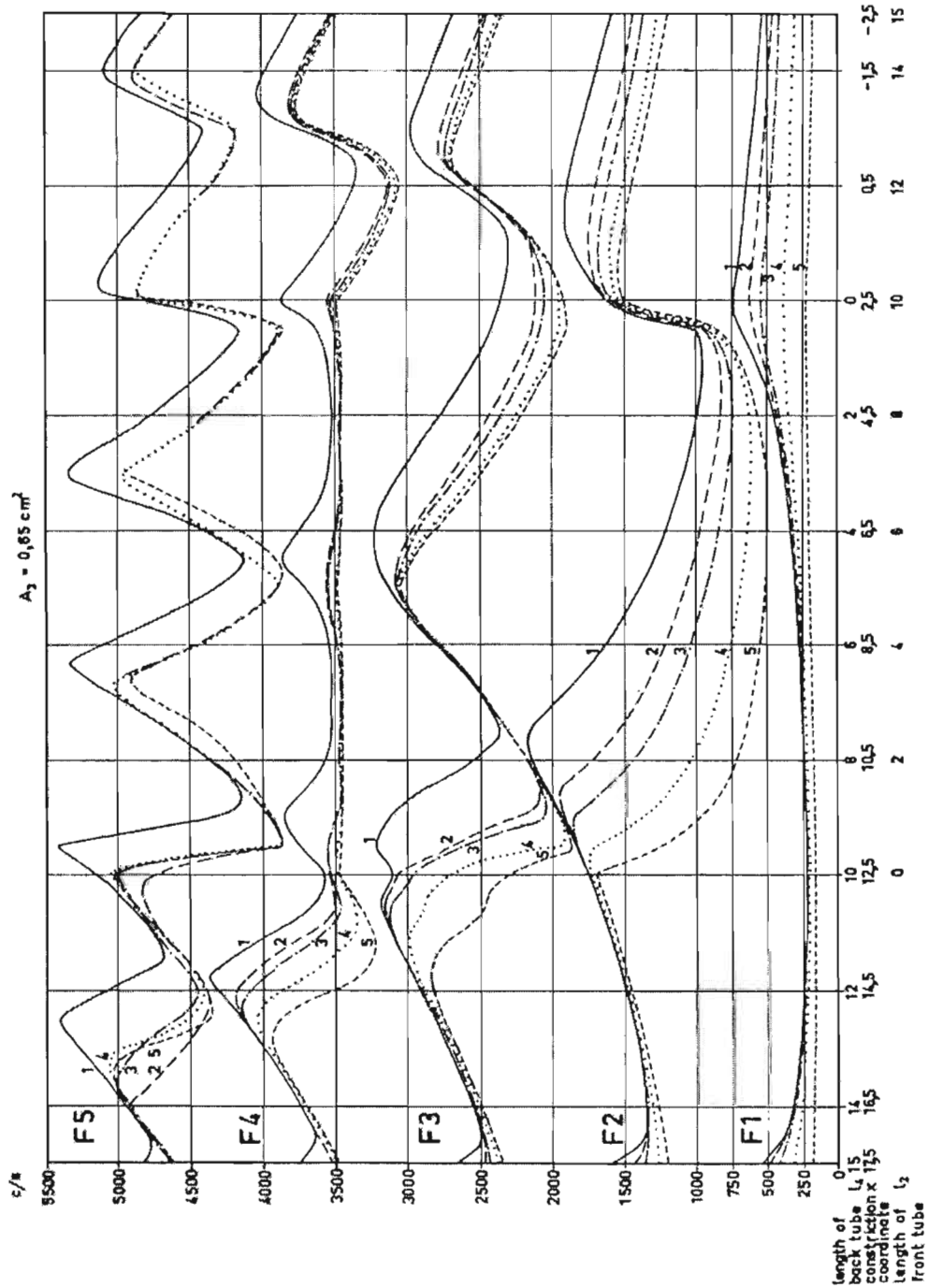


Figure 1-5 – Nomogramme illustrant l'influence du lieu de constriction sur les cinq premiers formants pour un conduit vocal de 15 cm et une aire de constriction de $0,65 \text{ cm}^2$; les lignes numérotées de 1 à 5 représentent différentes aires aux lèvres; 1 petite aire aux lèvres; 5 grande aire aux lèvres (image tirée de Fant, 1970 [1960])

Acoustiquement, les obstruantes se différencient principalement par les caractéristiques spectrales du bruit de friction ou d'explosion résultant de leur production. En effet, le bruit produit au niveau de la constriction sera filtré par la cavité située devant le point de constriction (Fant, 1970 [1960]). Étant donné qu'une petite cavité a une fréquence de résonance élevée alors qu'une grande cavité a une fréquence de résonance basse, les obstruantes arrière présentent un bruit dont la fréquence est plus basse que les obstruantes avant. Dans le cas des labiales, il n'y a pas de cavité devant le point de constriction, ce qui donne lieu à un spectre diffus et plat. Pour rendre compte de ces caractéristiques, des mesures de moments centraux sont généralement effectuées (Forrest *et al.*, 1988). Le centre de gravité correspond à la moyenne pondérée des fréquences présentes dans le spectre. L'écart-type spectral est, quant à lui, utile pour représenter le caractère plus ou moins diffus du spectre. En plus de ces deux mesures qui sont étroitement liées au lieu d'articulation des obstruantes, il est également possible de mesurer les coefficients de dissymétrie (« *skewness* ») et d'aplatissement (« *kurtosis* ») du spectre qui sont, eux, étroitement liés à la tension globale du conduit vocal. En fait, une diminution de la tension générale du conduit, en amortissant les vibrations, donne lieu à un spectre plutôt plat et ayant peu d'amplitude en hautes fréquences (Laver, 1980). Le coefficient de dissymétrie quantifie l'asymétrie de la distribution spectrale. Un coefficient de dissymétrie positif indique que la distribution est plus étalée vers les hautes fréquences. Le coefficient d'aplatissement quantifie le caractère plat versus le caractère pointu de la distribution spectrale. Plus le coefficient d'aplatissement est élevé, plus la distribution spectrale est pointue.

Comme nous l'avons mentionné ci-dessus, la relation entre articulatoire et acoustique est non linéaire (théorie quantique de Stevens, 1989). En effet, un grand changement articulatoire peut avoir de petites conséquences acoustiques tandis qu'un petit changement articulatoire peut avoir de grandes conséquences acoustiques (voir

la Figure 1-6 tirée de Stevens, 1989). Ainsi, on retrouve certaines zones de stabilité et d'instabilité dans le conduit vocal³.

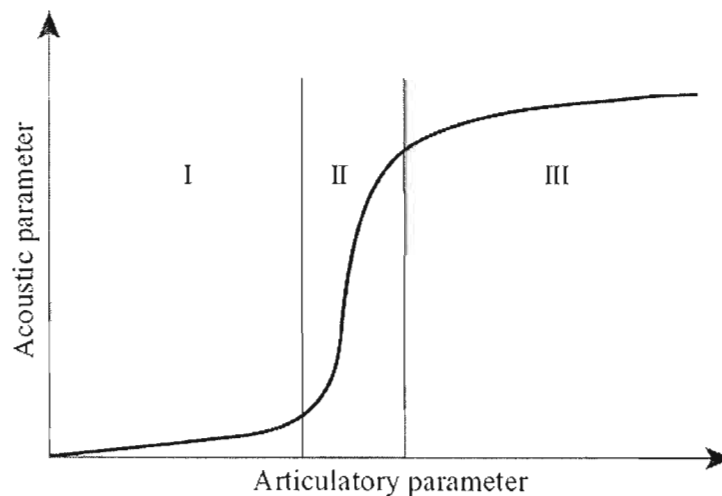


Figure 1-6 – Théorie quantique (image tirée de Stevens, 1989)

La perception de la parole est également non linéaire : un petit changement acoustique peut avoir un grand impact perceptif et vice versa comme en témoigne la perception catégorielle des occlusives ou le « *perceptual magnet effect* » des voyelles (Kuhl, 1993)⁴. De plus, la perception de la hauteur et de l'intensité sont logarithmiques, d'où l'utilisation d'échelles logarithmiques comme l'échelle en mel pour la hauteur et l'échelle en dB pour l'intensité.

Bref, les relations articulatoire-acoustiques sont extrêmement complexes. Un même produit acoustique peut être obtenu par différentes configurations articulaires et un même mouvement articulaire n'aura pas les mêmes conséquences dans toutes les zones du conduit vocal et chez tous les sujets.

³ D'ailleurs, Carré (2003) a démontré que ce simple fait suffit à justifier le découpage traditionnel des différents lieux d'articulation et à expliquer la prédominance de certains phonèmes dans les langues du monde (voir Lindblom, 1986 sur le sujet).

⁴ Les frontières perceptuelles semblent en partie être apprises et dépendre de la langue parlée par l'individu (voir Kuhl, 1993) et en partie être universelles et coïncider avec les zones de stabilité acoustiques que l'on retrouve dans le conduit vocal (Carré, Lindblom et MacNeilage, 1995; Mrayati, Carré et Guérin, 1988).

1.4 Dynamique

Cette description statique laisse toutefois de côté une part importante du phénomène : son caractère dynamique. En effet, la parole est généralement constituée d'une suite de phonèmes et les articulateurs empruntent une certaine trajectoire dans le passage d'une cible articuloire à une autre avec des conséquences acoustiques (voir la Figure 1-7 tirée de Saltzman et Munhall, 1989). On observe donc des moments de tenue intercalés par des transitions.

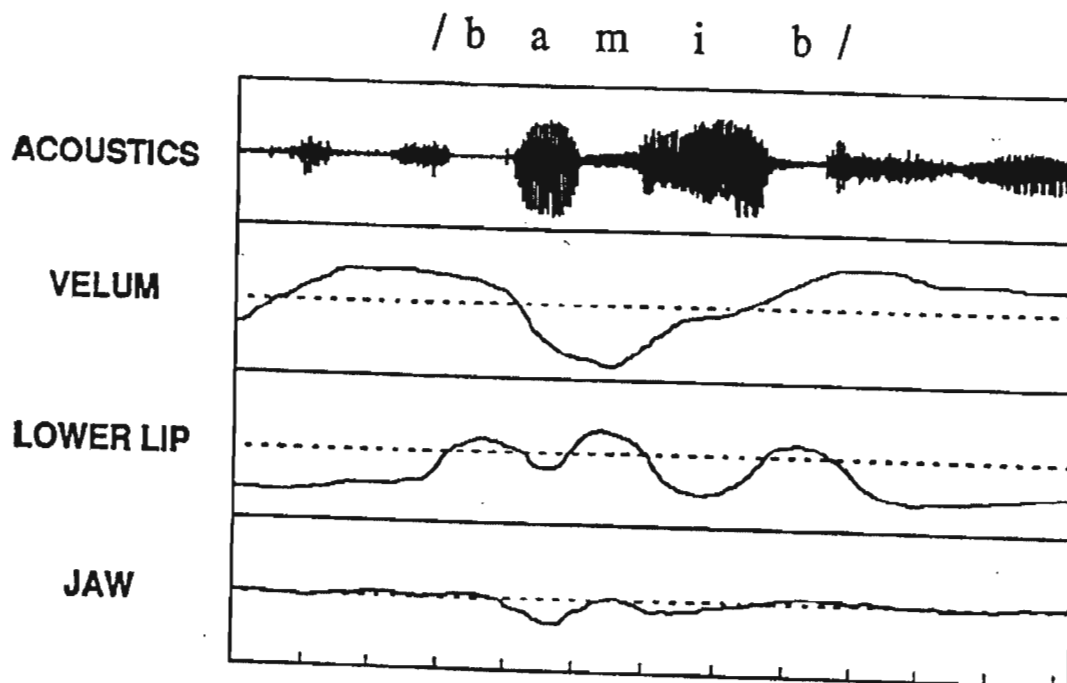


Figure 1-7 – Articulateurs et trajectoires (image tirée de Saltzman et Munhall, 1989)

De plus, pour la production d'un phonème donné, il n'y a pas une cible à atteindre par articulateur, mais plutôt des tâches à accomplir par des groupes d'articulateurs (par exemple, l'occlusion bilabiale pour la production d'un /p/ auxquelles participent les deux lèvres et la mâchoire; Browman et Goldstein, 1986). Ainsi si l'on perturbe la production en introduisant un bloc de fixation de la mâchoire (« *bite-block* »), les lèvres compenseront afin d'atteindre l'occlusion (Gracco et Abbs, 1986).

Notons aussi que les articulateurs ne sont pas nécessairement tous recrutés pour la production de tous les phonèmes. Par exemple, en français, les lèvres peuvent être projetées ou rétractées pendant la production de /s z/ sans compromettre leur identification. Ainsi, ces phonèmes seront produits avec les lèvres rétractées au contact d'une voyelle non arrondie (ex. : /si/), mais avec les lèvres projetées au contact d'une voyelle arrondie (ex. : /su/). Il en va de même avec le positionnement de la langue pendant l'occlusion d'une bilabiale, etc.

Par ailleurs, les articulateurs sont liés non linéairement sur le plan physique et, conséquemment, se contraignent les uns les autres (Porter et Hogue, 1998). Par exemple, le positionnement de l'apex sur les alvéoles pour la production d'un /t/ entraîne un mouvement du reste de la langue vers l'avant. De même, la position de la mâchoire influence la position de la lèvre inférieure et de la langue et le velum ne peut avoir une position très basse si le dos de la langue est élevé, etc.

Enfin, le locuteur adapte son articulation à la situation de communication, c'est-à-dire au niveau de bruit ambiant, selon la familiarité de l'interlocuteur avec son dialecte, etc. Selon la théorie H&H de Lindblom (1990; « *Hyper and Hypospeech Theory* »), il y a maintien d'un équilibre entre le besoin d'intelligibilité et l'économie d'effort. Ainsi, les cibles articulatoires et acoustiques seront atteintes avec plus ou moins de précision, avec un débit plus ou moins rapide, un niveau de coarticulation plus ou moins important et une démarcation accentuelle plus ou moins importante selon la situation de communication.

Saltzman et ses collègues (Saltzman, 1991; Saltzman et Munhall, 1989) ont d'ailleurs conçu un modèle capable de rendre compte du comportement dynamique des articulateurs, soit le modèle « *Task-Dynamic* » aussi appelé théorie des systèmes dynamiques ou « *Action Theory* ». Dans ce modèle, les positions cibles (ex. : occlusion bilabiale) sont associées à un système dynamique : un attracteur. La production d'un phonème se fait par la spécification d'une cible et d'un degré de

raideur (permet de produire des segments hyperarticulés ou hypoarticulés). Un autre attracteur entre également en jeu pour un retour à la position de repos. La spécification de ces seuls paramètres suffit à l'émergence de trajectoires articulatoires et permet de reproduire des phénomènes de compensation (ex. : fixation de la mâchoire à l'aide d'un « *bite-block* » et compensation par une plus grande activité des lèvres pour l'atteinte d'une occlusion bilabiale).

Bref, un même phonème n'a pas à être produit exactement de la même façon à chaque occurrence pour être identifiable, mais doit plutôt être situé dans une certaine zone. Les mêmes mouvements ne seront pas toujours utilisés pour la production d'un même segment et le mouvement ou l'immobilisation d'un articulateur peut avoir des conséquences sur le mouvement des autres articulateurs.

1.5 Prosodie

En plus des segments, le signal de parole contient également de l'information prosodique. En effet, dans l'exemple (1) (holorime attribué à Marc Monnier), les deux énoncés sont constitués des mêmes phonèmes, mais ont des sens différents, qui pourront être distingués à l'oral grâce à la prosodie.

- (1) Prosodie et découpage d'un énoncé
- Gall, amant de la Reine, alla tour magnanime,
 - Galamment de l'arène à la Tour Magne à Nîmes.

Les études prosodiques s'intéressent principalement aux variations de la fréquence fondamentale (F0), mais aussi aux variations d'intensité et de durée et aux pauses puisque ces paramètres peuvent varier sans compromettre l'identification des phonèmes. Les modulations prosodiques servent principalement à marquer les accents lexicaux, les frontières sémantico-syntaxiques (accents primaires et secondaires), la modalité d'assertion (question vs affirmation) et à hiérarchiser

l'information (accent d'emphase) (voir Meynadier, 2003 ou Ménard, Loevenbruck et Savariaux, 2006 pour plus de détails). Toutefois, comme nous le verrons au chapitre 4, il est clair que les émotions influencent F0, l'intensité et la durée.

1.6 Qualité de la voix

Un autre paramètre influencé par les émotions est la qualité de la voix. Laver (1980), de même que Pittam (1987), voient la qualité de la voix comme un paramétrage articulatoire, une tendance de l'appareil vocal sur le long terme à garder un ajustement musculaire particulier qui sous-tend les mouvements impliqués dans la production d'une séquence de segments. Il s'agit donc d'une configuration moyenne à long terme qui agit comme une contrainte sur la dynamique articulatoire des segments et colore les mouvements produits. Laver (1980) subdivise la qualité de la voix en deux, avec d'une part les modifications articulatoires (timbre), et d'autre part les modifications laryngées (voix soufflée, murmurée, rauque, etc.). Dans le cadre de ce travail, nous nous intéressons principalement à la première catégorie.

Les modifications articulatoires, tout comme les modifications laryngées, ont une influence directe sur les caractéristiques spectrales d'un énoncé (Holmberg *et al.*, 1995). Laver (1980) présente un sommaire détaillé des modifications articulatoires possibles et de leur impact acoustique. Il distingue les modifications qui affectent la longueur globale du conduit vocal, les modifications plus locales de l'articulation et les modifications touchant la tension globale du conduit.

Comme nous l'avons mentionné ci-dessus, les modifications qui influencent la longueur totale du tractus vocal (élévation/abaissement du larynx et projection/étirement des lèvres) ont une influence sur tous les formants. Un allongement du tractus diminue la hauteur de tous les formants tandis qu'une diminution de la longueur du tractus cause une augmentation de la hauteur des formants.

Parmi les modifications plus locales de l'articulation, on compte les modifications touchant la distance interlabiale, la position de la langue, de la mâchoire (et du velum) et la constriction faucale et pharyngale. Comme nous l'avons mentionné ci-dessus, l'antériorisation de la langue a pour effet d'élever F2, tandis qu'une plus petite ouverture élève F1. L'arche faucale⁵ permet une constriction à la jonction entre cavité buccale et pharyngale par rapprochement des deux côtés de l'arche, ce qui a pour effet l'élévation de F1 et l'abaissement de F2. Une constriction pharyngale, qu'elle soit due à la position de la langue ou à une contraction des muscles pharyngaux, a pour effet d'élever F1. À l'inverse, l'expansion pharyngale a pour effet d'abaisser F1.

Enfin, une diminution de la tension générale du conduit vocal, de même qu'une plus grande présence de salive, augmente la largeur de bande des formants et diminue l'intensité en hautes fréquences; une petite tension ayant pour effet l'amortissement des vibrations. À l'inverse, l'augmentation de la tension a pour effet d'accroître l'énergie en hautes fréquences et de diminuer la largeur de bande des formants. Selon Laver (1980), la tension s'accompagne aussi d'une plus grande constriction faucale et pharyngale, de l'élévation du larynx, du bombement de la langue sur le plan coronal, et d'hyperarticulation (mouvements radiaux de la langue étendus et vigoureux, activité vigoureuse des lèvres et mâchoire plus mobile). Une baisse de tension serait généralement accompagnée par l'apparition de nasalité, d'une baisse de F0 et de l'intensité, d'un aplatissement de la langue sur le plan coronal et sagittal, d'un abaissement du larynx et d'hypoarticulation (mouvements radiaux de la langue minimaux, activité minimale des lèvres et mâchoire peu mobile).

Bref, une foule de modifications différentes peuvent être apportées à l'articulation, chacune ayant des conséquences acoustiques variables.

⁵ Les *fauces* ou isthme pharyngo-buccal est le passage entre la cavité buccale et pharyngale et correspond à l'espace entre le palais mou et la langue.

1.7 Linguistique, paralinguistique et extralinguistique

Bühler (1990 [1934]) jette les bases de ce champ d'études en distinguant le premier plusieurs types de fonctions communicatives. Son modèle illustre trois types d'influence sur le signal de parole, soit la représentation, l'expression et l'appel. Pour lui, la poétique est à l'expression ce que la rhétorique est à l'appel. La Figure 1-8 tirée de Bühler (1990 [1934]) illustre ce modèle. Pour Bühler, le signal de parole est à la fois un symbole, un symptôme et un signal.

« It is a symbol by virtue of its coordination to objects and states of affairs, a symptom [...] by virtue of its dependence on the sender, whose inner states it expresses, and a signal by virtue of its appeal to the hearer, whose inner or outer behaviour it directs as do other communicative signs. » (Bühler, 1990 [1934]; p. 35).

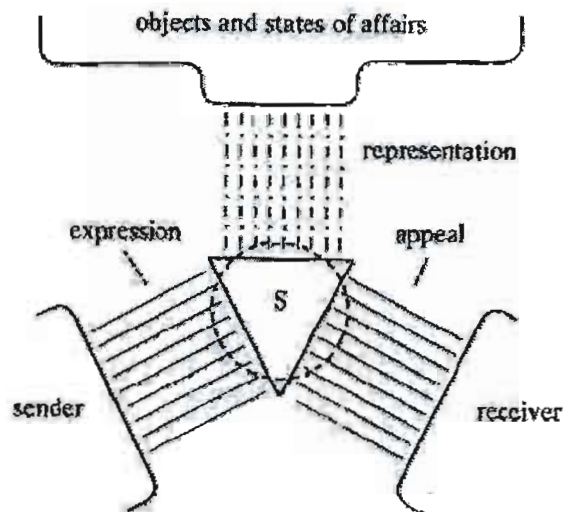


Figure 1-8 – Modèle de Bühler; le « S » symbolise le signal acoustique (image tirée de Bühler (1990 [1934]))

Bühler note que les moyens utilisés pour remplir chaque fonction varient d'une langue à l'autre. Dans la majorité des langues indo-européennes, le ton n'étant pas utilisé linguistiquement, il serait libre pour l'expression et l'appel. De la même façon, l'ordre des mots étant libre en latin, Cicéron l'aurait employé à des fins rhétoriques.

« This variability provides a horizon of possibilities for the sort of copying that is under discussion here; and by the same token for the expressive function, which is the genuine and legitimate beneficiary of the possible but phonemically irrelevant variations in the sound stream. » (Bühler, 1990 [1934]).

Ayant plusieurs réalisations possibles, chaque phonème laisse une certaine marge de manœuvre pour sa production et c'est dans ces marges que peut s'élaborer la « peinture sonore », selon Bühler (1990 [1934]).

De nos jours, la tradition américaine distingue plutôt l'information linguistique, de l'information paralinguistique et non linguistique ou extra-linguistique (Abercrombie, 1968; Austin, 1965; Cruttenden, 1997; Crystal, 1969; Crystal et Quirk, 1964; Fujisaki, 1997, 2004; Laver, 1994; Laver et Hutcheson, 1972; Maekawa, 2004; Trager, 1958). La tradition européenne varie plus largement sa terminologie (ex. : stylistique, phonostylistique, émotive, expressive, etc.) et effectue des distinctions plus fines entre types d'informations transmises (Faure, 1962; Fónagy, 1964, 1971, 1983; Jakobson, 1963; Léon, 1969; Léon et Martin, 1970; Martinet, 1967; Rigault, 1962; Troubetzkoy, 1976 [1939]). La place qu'occupent les émotions dans ces divers classements varie grandement selon l'auteur. En fait, comme c'est le cas chez les psychologues, les linguistes ne s'accordent pas sur le caractère plus ou moins conventionnel et intentionnel de la communication des émotions. En bref, les marques des émotions sont considérées tantôt comme entièrement conventionnelles (Crystal et Quirk, 1964; Faure, 1962; Laver, 1994; Laver et Hutcheson, 1972), en partie conventionnelles (Fónagy, 1964, 1971, 1983; Léon, 1969; Rigault, 1962; Troubetzkoy, 1976 [1939]) ou non conventionnelles (Bühler, 1990 [1934]; Fujisaki, 1997, 2004). La communication des émotions est également vue comme intentionnelle (Faure, 1962; Laver, 1994; Laver et Hutcheson, 1972; Troubetzkoy, 1976 [1939]) ou non intentionnelle (Fujisaki, 1997, 2004). De plus, certains considèrent que l'expression des émotions vise simplement à exprimer l'état interne du sujet (Bühler, 1990 [1934]), tandis que d'autres y voient une tentative d'influencer

l'interlocuteur (Troubetzkoy, 1976 [1939]) ou tantôt l'un, tantôt l'autre (Faure, 1962; Rigault, 1962).

La question de savoir si l'expression des émotions se fait ou non au moyen de signes conventionnels est essentielle puisque les manifestations non conventionnelles, de l'ordre du symptôme, ne sauraient être structurées et doublement-articulées, c'est-à-dire qu'elles ne pourraient avoir le caractère séquentiel des symboles et seraient nécessairement de nature globale, soit par exemple des modifications globales de la hauteur de la voix plutôt que des courbes intonatives précises comme cela est proposé par certains auteurs. Dans le prochain chapitre, nous verrons que des débats similaires ont cours en psychologie.

CHAPITRE II

ÉMOTIONS

L'expression des émotions peut prendre plusieurs formes; elle peut être faciale (Ekman, 1984), vocale (Scherer, 1986), verbale (Fussell, 2002), posturale (Busso *et al.*, 2007), etc. De plus, il semble que les différentes émotions soient associées à des patrons spécifiques dans chacun des canaux. Les travaux les plus importants quant à l'expression vocale des émotions sont sans aucun doute ceux du psychologue Klaus R. Scherer et de ses collègues (Scherer, 1984, 1986, 1989, 1994a, 1999, 2000, 2001, 2003; Scherer, Banse et Wallbott, 2001; Scherer *et al.*, 1991; Scherer et Oshinsky, 1977). Nous aborderons donc largement ses travaux dans les pages qui suivent, de même que certains travaux portant sur l'expression faciale puisqu'ils constituent une source importante de connaissances dans le domaine. Nous définirons d'abord le concept d'émotion et nous verrons qu'elles impliquent des changements physiologiques. Ensuite, nous discuterons de quelques points théoriques qui sont sujet à débat, à savoir l'universalité de l'expression des émotions, les différences liées au genre, le caractère intentionnel et conventionnel de l'expression des émotions et l'utilisation d'acteurs dans les études portant sur l'expression des émotions. Enfin, nous aborderons la théorie de l'évaluation cognitive et le modèle des composantes de Scherer (1986) qui permet des prédictions quant aux caractéristiques acoustiques et articulatoires des différentes émotions.

2.1 Qu'est-ce que l'émotion ?

La définition du concept d'émotion varie grandement d'un auteur à l'autre. Dans sa revue des modèles théoriques des émotions, Scherer (2000; voir également Plutchik, 1994) note les éléments congruents suivants. L'émotion est vue, dans les différentes théories, comme faisant suite à un événement déclencheur ayant une importance majeure pour l'organisme. L'élément déclencheur peut être externe (comportement d'autrui, changement de la situation, stimulus nouveau) ou interne (pensées, souvenirs, sensations). L'émotion produit des changements perceptibles dans le fonctionnement de l'organisme. L'épisode émotionnel a une certaine durée, suivie d'une diminution de l'intensité et de sa disparition.

Les différentes composantes de l'émotion varient également d'un auteur à l'autre, mais les théoriciens incluent généralement la triade de réactions suivantes : changements physiologiques, expression motrice et impression subjective (« *subjective feeling* ») (ex. : Collier, 1985; Scherer, 1984)¹. Selon Scherer et ses collègues (Johnstone et Scherer, 2000; Scherer, 1984, 1986, 2003), les émotions visent à faire face à des événements affectant le bien-être. Ainsi, toutes les ressources sont mobilisées dans un épisode émotif et les changements dans les trois composantes (impression subjective, changements physiologiques et expression motrice) sont synchronisés, intégrés². Les diverses composantes sont inter-reliées et un changement dans une composante implique un changement dans les autres composantes. Par

¹ Certains auteurs incluent aussi la tendance à l'action, les processus cognitifs d'évaluation et la régulation du processus émotionnel (ex. : Ekman, 1984).

² En 1884, le psychologue américain William James suggéra que ce sont les changements physiologiques, conséquence de la présence d'un stimulus, qui donnent lieu à l'émotion plutôt que, comme le voudrait le sens commun, ce soit l'émotion qui donne lieu à des changements physiologiques. S'ensuivit un long débat qui perdure toujours aujourd'hui : quel est l'ordonnement d'un épisode émotif. Certaines études démontrent que les changements physiologiques ont un certain impact sur le vécu émotif (Ekman, Levenson et Friesen, 1983; Strack, Martin et Stepper, 1988) Aussi, certaines techniques de jeu auto-inductives utilisent la remémoration sensitive pour susciter des émotions (voir Hodge, 2000 pour une revue des techniques de jeu modernes). La théorie James-Lange trouve donc quelques appuis, mais qui ne démontrent pas pour autant le caractère nécessaire et suffisant des changements physiologiques comme déclencheur de l'émotion.

exemple, le degré d'éveil (« *arousal* ») affecte la respiration qui elle affecte l'expression faciale et vocale. Ainsi, l'expression fait partie intégrante de l'émotion.

L'émotion ne doit pas être confondue avec les autres types d'états affectifs (ex. : humeur, attitude, sentiment, trait de personnalité) où le terme « état affectif » regroupe « [...] tous les états concernant des sensations de plaisir ou de déplaisir ou encore, liées à la tonalité agréable ou désagréable. » (Kirouac, 1995; p. 16)³. Scherer (2000; voir également Ekman, 1984, Plutchik, 1994 et Kirouac, 1995 pour des distinctions similaires) propose une classification de différents types d'états affectifs selon différents traits (voir le Tableau 2.1).

Tableau 2.1 Différentiation des états affectifs selon Scherer (2000); 0 : paramètre non important pour cet état; 3 : paramètre important

	Intensité	Durée	Synchronisation des sous-systèmes de l'organisme ⁴	Lié à un événement déclencheur	Importance de l'évaluation cognitive	Rapidité de changement	Impact comportemental
Émotion	2-3	1	3	3	3	3	3
Humeur	1-2	2	1	1	1	2	1
Attitude	1-2	1-2	1	2	1	3	2
Sentiment	0-2	2-3	0	0	1	0-1	1
Personnalité	0-1	3	0	0	0	0	1

Ainsi, pour Scherer (2000), les différents états affectifs ont les caractéristiques suivantes :

- Émotion : Épisode relativement bref d'une réponse synchronisée de tous ou de la plupart des sous-systèmes de l'organisme en réponse à l'évaluation d'un

³ Selon Ekman (1984), les émotions ont leurs pendants en terme d'humeur, de traits de personnalité ou de désordre émotif. De plus, les traits de personnalité et les désordres influent sur les émotions.

⁴ Changements physiologiques, impression subjective et expression motrice.

événement interne ou externe évalué comme étant très important (ex. : *colère, tristesse, joie, honte, fierté, euphorie, désespoir*).

- Humeur : État affectif diffus, ressenti comme un changement subjectif d'état, de faible intensité, mais de durée relativement importante, souvent sans cause évidente (ex. : gaité, mélancolie, irritabilité, indifférence, déprime).
- Attitude : Position prise par rapport à une autre personne dans une interaction qui colore l'échange (ex. : distant, froid, chaleureux, supportant, insolant, arrogant).
- Sentiment : Croyances, préférences et prédispositions affectives relativement durables par rapport à des objets ou des personnes (ex. : aimer, détester, désirer, respecter).
- Trait de personnalité : Dispositions et tendances comportementales affectives stables et typiques chez une personne (ex. : nerveux, impatient, insouciant, mélancolique, hostile, envieux, jaloux).

Comparativement aux autres types d'états affectifs, les émotions sont donc intenses, de courte durée, à haut degré de synchronisation, fortement liées à la situation, produit de l'évaluation cognitive et elles ont un impact fort sur le comportement qui se modifiera rapidement. De plus, les émotions s'accompagnent de modifications physiologiques qui ont un impact sur la voix, ce qui n'est pas le cas des attitudes par exemple⁵.

Par ailleurs, pour plusieurs théoriciens, les émotions seraient de nature discrète alors que pour d'autres elles sont de nature dimensionnelle. Les théories discrètes (Ekman, 1992; Izard, 1971; Tomkins, 1962) considèrent qu'il existe un nombre limité d'émotions de base, indécomposables (entre quatre et quatorze). Les émotions de base varient d'un auteur à l'autre au gré des critères d'inclusion choisis. Comme critères d'inclusion, Plutchik (1994) relève les suivants : présence chez beaucoup

⁵ Cowie et ses collègues (Cowie et Cornelius, 2003; Cowie et Douglas-Cowie, 1996; Cowie *et al.*, 2001) considèrent toutefois que dans la vie de tous les jours, les émotions complètement déployées (« *full-blown* ») ne sont pas monnaie courante et que les systèmes d'interaction homme-machine devraient conséquemment se concentrer davantage sur les autres types d'états affectifs.

d'animaux et dans toutes les cultures humaines, apparition tôt dans le développement de l'enfant, fruit d'interactions quant au statut ou au pouvoir, association à des patrons physiologiques ou faciaux distincts et le fait qu'elle soient liées à l'augmentation des chances de survie.

« Basic emotions can be seen as fast and frugal algorithms (Gigerenzer Goldstein, 1996) that deal with fundamental life issues under conditions of limited time, knowledge, or computational capacities. Having a small number of categories is an advantage in this context because it avoids the excessive information processing that comes with too many degrees of freedom (Johnson-Laird Oatley, 1992). » (Juslin et Laukka, 2003; p. 771)

Les émotions de base les plus couramment rencontrées dans la littérature sont la *joie*, la *colère*, la *tristesse*, la *peur*, le *dégoût* et la *surprise*. Plutchik (1994) note que la *joie* (ou ses équivalents), la *peur* et la *colère* sont listées chez tous les auteurs. La *tristesse* est également très fréquente. La *surprise* et le *dégoût* sont relativement plus rares. Le mélange des émotions de base (ou primaires) donne lieu à des émotions secondaires (ou mixtes) (Plutchik, 1994).

Le fait que certaines émotions soient similaires entre elles et d'autres pas (ex. : *peur* et *colère* vs *joie*) a mené certains auteurs à postuler que les différents états émotionnels se répartissent en fait dans un espace à deux ou trois dimensions (Bachorowski et Owren, 1995; Cowie et Cornelius, 2003; Plutchik, 1994; Russell, 1980). Dans ce cadre, les différentes émotions ne sont pas considérées comme indépendantes les unes des autres et indécomposables, mais sont reliées selon leur position sur les différentes échelles (voir la Figure 2-1 tirée de Cowie *et al.* 2000). Les deux dimensions les plus fréquentes sont la valence (agréable/désagréable) et l'activité (actif/passif). Certains considèrent également une troisième dimension, soit le contrôle ou l'attention/rejet.

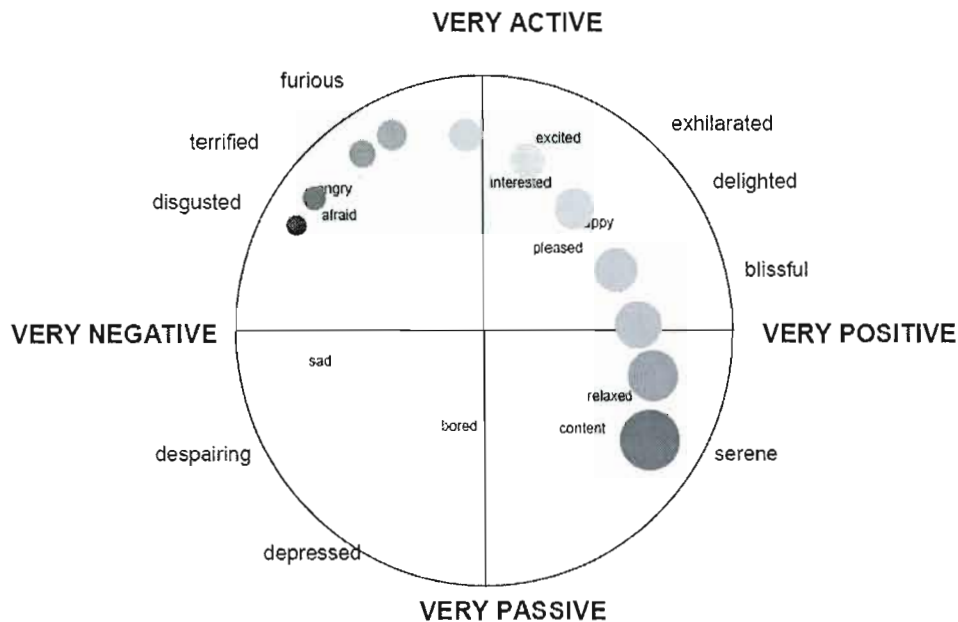


Figure 2-1 – Les émotions et les dimensions de valence et d’activité (image tirée de Cowie *et al.* 2000)

La perception des émotions semble toutefois être catégorielle plutôt que continue (Laukka, 2003, 2004). Les recherches sur l’expression faciale ont d’ailleurs largement mis de côté le modèle dimensionnel qui est toutefois encore présent du côté des études vocales. Comme nous le verrons à la section 2.7, dans le cadre des théories de l’évaluation cognitive on considère plutôt qu’il existe des familles d’émotions (Frijda, 1986; Lazarus, 1991; Scherer, 1984, 1986, 1994b). Par exemple, Scherer (1984; 1986; 1994b) considère la *colère froide* et la *colère chaude* comme deux émotions distinctes faisant partie de la même famille et suscitées par des situations différentes.

2.2 Changements physiologiques

Les émotions impliquent toutes des changements viscéraux et des réponses motrices stéréotypées (Purves *et al.*, 2008). Le système nerveux somatique contrôle les muscles striés, c’est-à-dire la tension musculaire générale et celle de certains muscles spécifiques. Ces changements sont responsables entre autres de la posture et

de l'expression faciale (Scherer, 1986). Le système nerveux autonome (branche sympathique, parasympathique et entérique) qui régit des fonctions automatiques diverses - telles que la sudation, la digestion, le rythme cardiaque et le flux sanguin cutané - est clairement impliqué dans le processus émotif. Une activité intense du système sympathique préparerait l'utilisation de ressources métaboliques importantes tandis que l'activité parasympathique et entérique facilite la mise en réserve des ressources métaboliques (Purves *et al.*, 2008). Scherer (1984; 1986) utilise les termes dominance « ergotropique » ou dominance « trophotropique », selon qu'il y a, respectivement, activation du système sympathique (éveil) ou parasympathique (repos). Collier (1985) illustre bien l'action des deux systèmes :

« The sympathetic and parasympathetic systems usually work in opposition, maintaining a state of balance within the body. The parasympathetic system is active under low levels of arousal and carries out routine “housekeeping” chores such as digesting food by stimulating saliva flow and gastric secretion. The sympathetic system cuts in during high states of arousal and prepares the body for action by increasing the heart rate and breathing, dilating the pupils for better vision, and diverting blood away from the skin in case the organism is attacked. During fear, for example, the sympathetic system increases heart rate and inhibits saliva flow and stomach secretion. This produces the physical changes associated with fear. The heart races, the mouth is dry, and there is the feeling of having “butterflies in the stomach”. » (Collier, 1985; p. 16)

Il n'est pas clair s'il existe un patron d'activation du système autonome spécifique à chaque émotion ou s'il existe simplement une gradation en termes d'excitation (Kirouac, 1995).

Sur le plan vocal, les changements physiologiques affectent la respiration, la phonation et l'articulation (Scherer, 1994a), comme nous le verrons plus en détail à la section 2.7.1.

2.3 Différences liées au genre

Une grande quantité d'études portant sur l'expression des émotions rapportent des différences liées au genre. En résumé, plusieurs études rapportent que les femmes

sont de meilleures encodeuses (particulièrement au niveau du visage) et de meilleures décodeuses, qu'elles parlent plus de leurs émotions, qu'elles sourient davantage, mais qu'elles montrent moins leur *colère* (Brody et Hall, 2000; Fischer, 1993; Hall, 1984; Wagner, Buck et Winterbotham, 1993; Wallbott, Ricci-Bitti et Bänninger-Huber, 1986).

On attribue généralement ces différences aux différents rôles et statuts sociaux tels que la dominance et l'affiliation. Les femmes seraient plus encouragées à démontrer leurs émotions et à être attentives à celles des autres (affiliation). De plus, les hommes seraient éduqués de façon à ne pas montrer d'émotions de faiblesse comme la *peur* et la *tristesse* et les femmes de *colère* (dominance). Ainsi, des stéréotypes feraient en sorte que des comportements émotifs différents sont attendus selon le genre. Par exemple, l'étude de Hess, Blairy et Kleck (1997) montre que les expressions de *joie* des femmes sont perçues comme plus intenses que celles des hommes et que leurs expressions de *colère* et de *dégoût* sont perçues comme moins intenses sans qu'il y ait pourtant de différences sur le plan physique. La même expression serait donc interprétée différemment selon le sexe de l'émetteur. De plus, certains traits faciaux typiquement féminins ou masculins sont également associés à la dominance et à l'affiliation, ce qui pourrait expliquer les différences observées. L'étude de Hess, Adams et Kleck (2004) démontre que dans une certaine mesure, les visages perçus comme plus dominants sont également associés à plus de *colère* alors que les visages perçus comme plus affiliatifs sont perçus comme plus joyeux. Les travaux de Bonebright, Thompson et Leger (1996) (voir aussi Waaramaa-Mäki-Kulmala, 2009) montrent que le même cas de figure semble se présenter sur le plan vocal (ex. : voix de femme, aiguë et *joie*).

2.4 Universalité et évolution

Les émotions sont généralement considérées comme le fruit d'adaptations évolutives. Darwin (1872) voit deux fonctions adaptatives aux émotions : elles

augmentent les chances de survie en permettant des réactions appropriées et elles signalent les intentions⁶. Fruit de l'évolution, l'expression des émotions serait donc innée et universelle. En effet, certaines expressions sont présentes chez d'autres animaux (Darwin, 1872), chez les enfants (Stenberg et Campos, 1990), chez les aveugles (Eibl-Eibesfeldt, 1973) et chez différents groupes culturels (Ekman, 1973; Ekman et Friesen, 1971; Izard, 1971, 1991). Il existe toutefois un courant socio-constructiviste qui pose que les émotions sont des produits sociaux (Averill, 1980; Bachorowski et Owren, 2008; Birdwhistell, 1970). Cette position est toutefois contraire à une somme imposante de travaux.

Par contre, la reconnaissance intra-groupe est généralement meilleure que la reconnaissance inter-groupe (Albas, McCluskey et Albas, 1976; Ekman et Friesen, 1969; Scherer, Banse et Wallbott, 2001; van Bezooeyen, 1984). Pour expliquer ce fait, Ekman et Friesen (1969) proposent qu'il existe des règles sociales régissant la démonstration des émotions (« *display rules* ») qui varient d'une culture à l'autre. Les règles de démonstrations sont apprises et dictent qui peut montrer quelles émotions à qui et quand. Pour expliquer ces mêmes différences, Elfenbein *et al.* (2007) proposent plutôt qu'il existe bel et bien des différences subtiles dans l'expression faciale des émotions entre les cultures. À ce titre, Johnstone et Scherer (2000) soulignent que la ritualisation, la formalisation et la symbolisation viennent modeler les signes naturels pour une meilleure clarté, une meilleure transmission et donc davantage de conventionalité. Ainsi, Scherer (Johnstone et Scherer, 2000; Scherer, 1994a, 2003) reconnaît l'utilisation de symboles conventionnels pour l'expression des émotions alors que Ekman (Ekman, 1984; Ekman et Friesen, 1969, 1982), qui utilise plutôt dans ce cas le terme « emblème », considère que les symboles conventionnels sont utilisés pour faire référence aux émotions et non pour les exprimer.

⁶ Les comportements expressifs sont généralement vus soit comme des réponses fonctionnelles à part entière (ex. : mouvements faciaux pour bloquer l'entrée d'air ou montrer les dents pour menacer de morsure; Ekman, 1972), soit comme des conséquences d'autres réponses adaptatives (ex. : augmentation de F0 suite à l'augmentation de la tension musculaire; Scherer, 1984).

2.5 Symptôme ou symbole : du caractère intentionnel et conventionnel de l'expression des émotions

Johnstone et Scherer (2000) appliquent les trois fonctions de Bühler (1990 [1934]) à l'expression des émotions : elle symbolise l'émotion ressentie, est un symptôme de l'émotion ressentie et/ou est un appel visant l'élicitation d'une réponse de l'interlocuteur. Selon eux, la mise en emphase d'une fonction au détriment d'une autre a mené à beaucoup de confusion. Par exemple, mettre l'emphase sur la fonction d'appel peut mener à considérer tout comportement expressif comme le signalement d'intentions et à négliger l'impact des changements physiologiques involontaires sur la parole (ex. : socio-constructivisme).

Scherer et ses collègues (Johnstone et Scherer, 2000; Scherer, 1994a, 2003) reconnaissent donc deux types d'influence sur les signaux expressifs, soit les effets *push* et les effets *pull* qui seraient tout deux relativement présents dans chaque épisode émotif. Dans les effets *push*, les processus physiologiques involontaires liés à l'état interne du sujet produisent un effet direct sur les paramètres vocaux⁷. Ils poussent l'expression dans une certaine direction. Par exemple, le stress produit une augmentation de la tension des muscles, ce qui fait augmenter la fréquence fondamentale de la voix. Les effets *pull* eux sont produits volontairement par le locuteur ; des facteurs externes tels que les normes sociales (« *display rules* ») ou les attentes de l'interlocuteur tirent l'expression dans une certaine direction. Ils sont culturellement définis, acquis à travers l'expérience, peuvent servir des fins pragmatiques et sont plus stéréotypés que les premiers. Le remodelage d'un signal par effet *pull* peut aboutir à la formation de symboles. Les auteurs suggèrent que l'interlocuteur interprétera comme davantage sincères les manifestations extrêmes (coûteuses en terme d'effort musculaire et d'image sociale) et plus près de signaux

⁷ Pour Scherer (1994a), l'expression vocale est liée à des changements physiologiques telles que la dominance ergotropique (action) ou trophotropique (repos), comme nous le verrons en détail à la section 2.7.1.

du à des effets *push*. Par exemple, un cri indistinct sera perçu comme plus réel qu'un simple « ouch ». Pour être crédibles, les effets *pull* ne peuvent donc pas être trop différents des effets *push* originaux sur lesquels ils sont basés. L'existence d'effets *pull* permettrait d'expliquer en partie les différences interculturelles citées ci-dessus :

« Here because of the very nature of the models that pull the expression, we would expect a very high degree of symbolization and conventionalization, in other words comparatively few and small individual differences. With respect to cross-cultural comparison, we would expect the opposite: very few differences between cultures for push effects, large differences for pull effects. » (Scherer, 1994a ; p. 183)

Pour Scherer et ses collègues il y a donc un seul continuum ayant pour extrêmes d'un côté les effets *push*, des symptômes produits de façon involontaire (ex. : élévation de la hauteur de la voix dû au resserrement du larynx) et de l'autre, les effets *pull*, des symboles conventionnels produits volontairement (ex. : contours intonatifs et interjections lexicalisées).

D'autres auteurs découpent le problème différemment en séparant conventionalité et intentionalité. Par exemple, Ekman et ses collègues (Ekman, 1984; Ekman et Friesen, 1969, 1982) distinguent expression spontanée, expression simulée, et expression emblématique. Les expressions spontanées et simulées sont semblables et signalent qu'une émotion est ressentie par l'émetteur. Les emblèmes sont différents de ces derniers et réfèrent à une émotion sans pour autant impliquer que l'émetteur la ressent. Les marques spontanées et simulées ont un caractère universel tandis que les emblèmes sont conventionnels et propres à chaque culture⁸. Zei Pollermann (2002) opère des distinctions similaires, et considère que les symboles conventionnels (emblèmes) sont utilisés pour communiquer d'autres types d'états affectifs que les

⁸ Selon eux, les marques spontanées (volontaires) diffèrent légèrement des marques simulées (involontaires). Par exemple, la *joie* spontanée est marquée par un sourire et des pattes d'oie (sourire Duchenne) qui ne sont pas présentes dans le cas d'un sourire simulé, tandis que le sourire misérable (emblème) diffère grandement de ces derniers.

émotions, comme par exemple les attitudes (voir aussi Shochi, Aubergé et Rilliard, 2005).

Scherer (1994a) souligne que le débat sur la distinction entre spontané et intentionnel/conventionnel est vif puisqu'un des fruits de l'évolution de notre système de communication est son caractère conventionnel. Scherer considère que, comme pour beaucoup d'autres comportements, il est impossible de faire la part entre les deux. Dans la majorité des cas, un cri spontané sera atténué, modifié, supprimé ou amplifié selon la situation. De plus les emblèmes conventionnels sont tellement bien intégrés qu'ils apparaissent spontanément sans intention de communication (ex. : « ouch »)⁹.

2.6 Émotions naturelles vs simulées

Les avantages associées à l'étude de productions naturelles sont opposées à celles liées à l'étude d'émotions simulées (actées); le premier type d'étude permettant l'obtention de données plus écologiquement valides et le second davantage de contrôle des données expérimentales (nombre de sujets, durée des enregistrements, qualité des enregistrements, condition contrôle, etc.). Il est également possible d'induire certaines émotions en laboratoire par l'administration de médicaments (Helfrich, Standke et Scherer, 1984), l'utilisation de mises en situations (Karlsson *et al.*, 1998), l'utilisation de jeux vidéos (Johnstone *et al.*, 2005), l'interaction avec l'expérimentateur (Stemmler *et al.*, 2001), la présentation de musique (Kenealy, 1988), de films (Scherer *et al.*, 1985) ou d'images (Émond, 2008), l'utilisation de la technique Velten¹⁰ (Velten, 1968), etc. Toutefois, même en utilisant la même

⁹ Scherer (1994a) suggère toutefois un critère : la synchronisation des sous-systèmes. Selon lui, une des caractéristiques fondamentales de l'émotion est la synchronisation des différents composants de l'organisme dans un effort pour recruter autant d'énergie que possible pour faire face à quelque chose d'important. Ainsi les représentations symboliques des émotions (emblèmes) n'impliqueraient pas cette synchronisation qui est coûteuse.

¹⁰ Dans cette méthode, le sujet est appelé à lire à répétition des énoncés à haute teneur émotive.

procédure avec tous les participants, la même émotion ne sera pas nécessairement élicitee chez tous et l'induction d'émotions négatives soulève des questions éthiques majeures.

Ainsi, une grande majorité d'études portant sur les émotions utilisent des acteurs pour obtenir leurs données. Le jeu des acteurs est toutefois réputé reproduire uniquement les indices importants et de façon plus intense. De plus, certains indices seraient difficilement contrôlables volontairement.

« For instance, it has been argued that actors may create stereotypical portrayals and that certain voice cues, such as jitter (F0 perturbation), may not be under voluntary control. » (Juslin et Laukka, 2001 p.382)

Scherer (2003) considère l'utilisation d'acteurs comme néanmoins valide puisque les effets *pull*, produits volontairement, sont utilisés dans la vie de tous les jours et que les expressions produites par les acteurs sont bien identifiées par des auditeurs. Juslin et Laukka (2001) arguent également en faveur de l'utilisation d'acteurs puisque la comparaison des caractéristiques acoustiques des deux types de données ne permet pas de dégager de différences importantes :

« What evidence there is—and the jury is still out—indicates that emotion portrayals and natural expressions are similar. For instance, studies using emotion induction have found that sadness expressions are associated with decreases in F0 mean (M), speech rate, VoInt [voice intensity], and high-frequency energy, whereas the opposite results have been found in happiness expressions (e.g., Eldred Price, 1958; Hargreaves, Starkweather, Blacker, 1965; Huttar, 1968; Skinner, 1935). Similar results are found in portrayals (Scherer, 1986). A rare attempt to directly compare portrayals of fear with natural expressions of the same emotion was made by Williams and Stevens (1972). Both speech samples involved increases in F0 (M) and range (R), as well as irregular “bumps” of “tremor” in the F0 contour. The only difference was that the effects were slightly larger in the portrayal. All this suggests that similar patterns are found for the major voice cues (speech rate, VoInt, voice quality, F0) in natural expressions and portrayals. Clearly, there is no evidence as yet that emotion portrayals are different from natural expressions. Nevertheless, it is conceivable that some voice cues (e.g., jitter) are more difficult to simulate for an actor than others (e.g., speech rate). » (Juslin et Laukka, 2001 p. 383)

De plus, l'utilisation de scénarios permet une certaine forme d'induction en plus d'éviter qu'il y ait une trop grande disparité entre les émotions produites par les différents acteurs (Scherer, Banse et Wallbott, 2001).

2.7 Théorie de l'évaluation cognitive (« *Appraisal* »)

Contrairement à ce que l'on croyait traditionnellement (comme par exemple chez Platon ou Descartes), la cognition joue bel et bien un rôle important dans le processus émotionnel. Arnold (1960) introduit la première l'idée que l'évaluation cognitive (« *appraisal* ») intervient dans l'épisode émotif. Elle définit l'évaluation cognitive comme un processus rapide, automatique, inconscient et servant à évaluer les stimuli sur la base de critères particuliers. En effet, un même événement peut-être évalué différemment selon les buts et les préoccupations de chacun et donner lieu à des émotions différentes. Ainsi, comme le notent Roseman et Smith (2001), la théorie de l'évaluation cognitive permet de rendre compte des différences individuelles et temporelles de la réponse émotive aux mêmes événements, de même que du fait qu'une même réponse émotive puisse être liée à des événements différents, puisque c'est l'interprétation des événements plutôt que les événements eux-mêmes qui engendrent l'émotion. Par exemple, une rupture amoureuse peut donner lieu à de la *tristesse*, de la *colère*, de la *culpabilité*, du *soulagement*, de l'*espoir*, ou encore à rien du tout et l'émotion ressentie changera avec le temps. Cette théorie permet également de rendre compte de différences subtiles entre les émotions puisque l'évaluation cognitive de plusieurs éléments peut donner lieu à des réponses hautement différenciées.

On s'entend aujourd'hui sur le fait que l'évaluation porte sur des éléments liés aux buts et aux préoccupations du sujet. Toutefois chaque théoricien propose différentes composantes à l'évaluation. Le Tableau 2.2, tiré de Kirouac (1995), illustre les différences entre théoriciens, alors que la section 2.7.1 présente plus en

détail le modèle des composantes de Scherer (1986) qui permet des prédictions quant aux caractéristiques vocales liées aux émotions.

Tableau 2.2 – Composantes de l'évaluation cognitive selon différents théoriciens (tiré de Kirouac, 1995)

Weiner	Scherer	Smith et Ellsworth	Roseman
-Origine externe ou interne de la cause	-Nouveauté	-Agrément	-Motivation
-Stabilité de la cause	-Agrément	-Effort anticipé	-Situation
	-Rapports avec le but poursuivi	-Certitude	-Probabilité
-Possibilité de contrôle de la cause	-Possibilité de maîtrise	-Activité d'attention	-Légitimité
	-Accord avec les standards	-Responsabilité (soi-même / un autre)	-Agent
		-Contrôle de la situation	

2.7.1 *Modèle des composantes de Scherer*

Scherer et ses collègues (Johnstone et Scherer, 2000; Scherer, 1984, 1986, 2003) voient les émotions comme remplissant la fonction de l'évaluation constante des stimuli externes et internes et de leur impact sur l'organisme et la préparation de réactions comportementales en réponse à ces stimuli. Il propose un processus d'évaluation des stimuli dont la séquence est la suivante (voir Scherer, 1984 pour une version plus détaillée du modèle)¹¹ :

- 1) Évaluation de la nouveauté d'un stimulus;
- 2) Évaluation du caractère plaisant ou déplaisant inhérent au stimulus;
- 3) Évaluation de l'influence sur l'atteinte d'un but ou la satisfaction d'un besoin important à ce moment (pertinence, caractère attendu, concordance avec les buts et urgence d'une réaction);
- 4) Évaluation de la capacité à faire face (contrôle possible de la situation; pouvoir d'action et capacité d'ajustement);
- 5) Évaluation de la compatibilité avec les normes personnelles et sociales.

¹¹ Scherer ne considère pas cette séquence comme immuable en toutes circonstances : des étapes peuvent être sautées, des boucles peuvent apparaître, etc. De plus, l'évaluation se fait en continu.

Deux évaluations successives (évaluation 2 et 3) visent à établir le caractère positif ou négatif d'un stimulus puisque des éléments plaisants de façon inhérente ne sont pas nécessairement congruents avec les buts (ex. : sucreries et perte de poids) et vice-versa. L'évaluation de l'influence sur l'atteinte des buts (évaluation 3) inclut aussi l'évaluation de la pertinence, du caractère plus ou moins attendus d'une situation/événement et de l'urgence d'une réponse. L'évaluation de la capacité à faire face (évaluation 4) comporte trois importantes sous-évaluations, soit l'évaluation du degré de **contrôle** (possibilité de renverser une situation), l'évaluation du **pouvoir** (ressources pour réagir - « *fight/flight* ») et l'évaluation de la capacité d'ajustement (possibilité de changer ses buts). L'évaluation des normes personnelles et sociales permet, elle, la comparaison d'un ensemble d'actions possibles – les siennes et celles des autres – et leurs résultats étant donné certains standards sociaux ou l'image de soi.

Chacune de ces étapes définit progressivement l'état émotionnel de l'organisme. Une émotion faisant partie de la famille de la *peur* sera attendue suite à l'évaluation d'un événement/situation comme étant une obstruction à l'atteinte des buts ou des besoins, requérant une action immédiate et pour lequel on manque de pouvoir (Scherer, 2003). La différence essentielle avec la *colère* vient d'un plus grand degré de contrôle et de pouvoir alors que la *tristesse* présente elle un faible degré de contrôle. La *joie* est typiquement suscitée par un événement intrinsèquement plaisant et congruent avec les buts alors que l'inverse est vrai pour le *dégoût*. En somme, les résultats courants des évaluations correspondent aux émotions de base. Scherer utilise plutôt le terme « émotion modale » qu'il définit comme des combinaisons d'éléments de réaction à fréquence élevée. Scherer ne considère pas la *surprise* comme une émotion modale, puisqu'elle serait toujours soit positive, soit négative. Après qu'un stimulus ait été évalué comme nouveau, l'évaluation de sa valeur intrinsèque et de sa concordance aux buts fera en sorte que, par exemple, de la *joie* ou de la *peur* sera ressentie.

Selon Scherer, il existe des familles d'émotions dont il importe de distinguer les membres. Il distingue ainsi la *joie euphorique* et la *joie tranquille*, la *colère chaude* et la *colère froide*, le *dégoût* et le *mépris*, la *peur anxieuse* et la *peur-terreur*, la *tristesse mélancolique* et la *tristesse-détresse*, etc. Selon lui, le fait de ne pas distinguer les membres d'une même famille d'émotion est à la source de beaucoup de confusion dans les études antérieures (voir Banse et Scherer, 1996). La Figure 2-2 indique la correspondance entre ces différentes émotions et les étapes d'évaluation. On y voit que la *joie euphorique* se distingue de la *joie tranquille*, entre autres, par le fait que l'événement/situation est jugé nouveau, pertinent et non attendu. La *tristesse mélancolique*, par rapport à la *tristesse-désespoir*, est associée à un événement/situation qui n'est pas nouveau, pour lequel une réaction n'est pas urgente et pour lequel on a une bonne capacité d'ajustement. La *peur anxieuse* se distingue de la *peur-terreur* par le fait qu'elle se présente pour une situation qui n'est pas nouvelle et plus ou moins pertinente et urgente. La *colère froide* apparaît dans des situations qui, comparativement à la *colère chaude*, ne sont pas nouvelles, plus ou moins pertinentes et urgentes et sur lesquelles on a plus ou moins de pouvoir.

Emotional state	Novelty	Pleasantness	Goal/need significance				Coping potential				Norm compatibility	
			Relevance	Expectation	Conduciveness	Urgency	Control	Power	Adjustment	External	Internal	
Enjoyment/ happiness	Low	High	Medium	Consistent	High	Very low	—	—	—	High	High	High
Elation/joy	High	High	High	Discrepant	High	Low	—	—	—	Medium	High	High
Displeasure/ disgust	Open	Very low	Low	Discrepant	Low	Medium	Open	Open	Open	High	Low	—
Contempt/scorn	Low	Low	Low	Discrepant	Obstruct	Low	Open	Open	Open	High	Low	—
Sadness/ dejection	Low	Low	High	Discrepant	Obstruct	Low	None	None	None	—	—	—
Grief/ desperation	High	Low	High	Discrepant	Obstruct	High	Low	Low	Low	Low	—	—
Anxiety/worry	Low	Open	Medium	Discrepant	Obstruct	Medium	Open	Open	Open	Low	Medium	—
Fear/terror	High	Low	High	Discrepant	Obstruct	Very high	Open	Open	Open	Very low	—	—
Irritation/cold anger	Low	Open	Medium	Discrepant	Obstruct	Medium	High	High	High	Medium	Low	Low
Rage/hot anger	High	Open	High	Discrepant	Obstruct	High	High	High	High	High	Low	Low
Boredom/ indifference	Very low	Open	Low	Consistent	Obstruct	Low	Medium	Medium	Medium	High	—	—
Shame/guilt	Low	Open	High	Discrepant	Obstruct	Medium	High	High	High	Open	Medium	Very low

Note. Dashes indicate measures were not applicable.

Figure 2-2 – Emotions et évaluation selon Scherer (1986)

Selon Scherer, chaque évaluation est associée à des changements dans la tension musculaire générale et dans la tension de certains muscles particuliers et donc à des changements acoustiques (voir la section 1.3 concernant les relations articulatoire-acoustiques). La théorie permet donc des prédictions de patrons complets d'effets *push*, incluant les changements articulatoires et acoustiques, pour les émotions modales. Scherer (1984; 1986) prédit les changements suivants pour chacune des étapes d'évaluation :

1) Nouveauté :

- a. Oui : Réponse d'orientation (corps, tête, yeux, oreilles, nez, etc.), redressement de la posture, relèvement des paupières et des sourcils pour scruter, interruption de la locomotion et des actions instrumentales, interruption des vocalisations, inhalation profonde et production d'interjections (occlusives).
- b. Non : Pas de changement.

2) Caractère plaisant :

- a. Oui : Sensitivité accrue et changements oro-faciaux pour maximiser les sensations gustatives et olfactives, comportement locomoteur et instrumental d'approche. Relaxation du conduit vocal, expansion faucale et pharyngale et étirement des lèvres avec élévation des coins. Atténuation des hautes fréquences, diminution de F1 qui aura une plus grande largeur de bande, augmentation des formants et nasalité vélo-pharyngale¹².
- b. Non : Sensitivité amoindrie, réaction de défense dont la fermeture des orifices oro-faciaux et l'expulsion des matières nocives, posture de fermeture et de repli et comportement locomoteur et instrumental d'éloignement. Plus grande tension du conduit vocal, constriction faucale et pharyngale accompagnée d'une élévation du larynx, étirement des

¹² Il existe plusieurs types de nasalité qui sont toutefois difficilement quantifiables. Comme nous n'étudions pas le velum dans le cadre de cette thèse, nous ne nous attarderons pas sur le sujet. Pour plus de détails voir Laver (1980).

lèvres avec abaissement des coins. Amplification des hautes fréquences, augmentation de F1 qui aura une plus petite largeur de bande, diminution de F2 et de F3, augmentation des formants¹³ et nasalité laryngo-pharyngale.

3) Concordance avec le but :

- a. Oui : Changement vers le « trophotropisme » (repos), balancement de la musculature striée et comportement de repos et de confort. Relaxation du conduit vocal et du système respiratoire et salivation accrue. Diminution de F0 et de l'intensité et atténuation des hautes fréquences.
- b. Non : Dominance « ergotropique » (action), agitation et augmentation de l'innervation musculaire tonique et phasique (liée à la tâche) associée au froncement des sourcils. Plus grande tension du conduit vocal et du système respiratoire et diminution de la salivation. Augmentation de F0 et de l'intensité qui sont également irréguliers, amplification des hautes fréquences, largeur de bande étroite pour F1, hyperarticulation (formants distincts).

4) Capacité à faire face :

- a. Oui : Dominance « ergotropique », agitation et augmentation de l'innervation musculaire tonique et phasique (liée à la tâche) associée au froncement des sourcils. Plus grande tension du conduit vocal et du système respiratoire et diminution de la salivation. Augmentation de F0 et de l'intensité qui sont également irréguliers, amplification des hautes fréquences, largeur de bande étroite pour F1, hyperarticulation (formants distincts).
- b. Non : Dominance « trophotropique », hypotension musculaire, posture molle, mouvements lents, visage flaccide. Relaxation du conduit vocal et du système respiratoire. Diminution de F0 et de l'intensité, diminution de

¹³ Scherer note systématiquement les tendances contraires.

l'étendue de F0, atténuation des hautes fréquences, présence de friction, hypoarticulation et augmentation de la largeur de bande de F1.

5) Pouvoir :

- a. Oui : Sécrétion de noradrénaline (causant une impression de chaleur), redirection du flux sanguin vers la tête et le torse pour favoriser l'affichage de signaux d'attaque et de menace et respiration profonde. Le visage montre des signes de préparation à la morsure et de tension des muscles entourant les lèvres et du cou. Respiration profonde et difficile, registre de poitrine (F0 élevé). Diminution de F0, augmentation de l'intensité, grande énergie pour toutes les fréquences.
- b. Non : Dominance « ergotropique », sécrétion d'adrénaline (redirection du flux sanguin vers les muscles des organes périphériques pour la course ou la protection et donnant lieu à des tremblements si non utilisés en mouvements), vasoconstriction périphérique (pour minimiser les saignements ce qui résulte en une diminution de la température de la peau) et augmentation du rythme respiratoire. Respiration superficielle et rapide et registre de tête. Augmentation de F0, harmoniques espacés et de faible intensité.

Concernant l'évaluation de la compatibilité avec les normes personnelles et sociales, Scherer (1986) explique :

« Because of an almost complete lack of evidence on the physiological and expressive effects of violating or overachieving in relation to social norms or self-ideal, it is virtually impossible to venture even speculative predictions concerning the vocal effects of the outcomes of this check. Because this SEC [Sequence Evaluation Check] occurs very late both phylogenetically and ontogenetically, with emotions like pride, shame, and guilt possibly restricted to the human species, the effects of the outcomes on other subsystems of the organism might be less strongly biologically based than those of other SECs. Contrary to the other SEC outcomes, no vocal response type *specific* to the norm/self compatibility check is postulated. » (Scherer, 1986; p. 155-156)

La théorie permet donc de prédire que les caractéristiques acoustiques suivantes seront associées aux émotions modales (voir la Figure 2-1 tirée de Scherer, 1986). Les cases en blanc sont celles pour lesquelles il n'y a pas de prédiction. Les symboles doubles sont ceux pour lesquels le résultat d'une évaluation est amplifié par une évaluation suivante. Les prédictions contraires sont indiquées par des symboles opposés.

Voice type	Parameters											
	ENJ/ HAP	ELA/ JOY	DISP/ DISG	CON/ SCO	SAD/ DEJ	GRI/ DES	ANX/ WOR	FEAR/ TER	IRR/ COA	RAGE/ HOA	BOR/ IND	SHA/ GUT
F ₀												
Perturbation	<=	>			>	>		≥		>		
Mean	<	≥	>	<>	<>	>	>	≥≥	<>	<>	≤	>
Range	<=	≥			≤	>		≥≥	<	≥≥		
Variability	<	≥			≤	>		≥≥	<	≥≥		
Contour	<	>			≤	>	>	>>	<	=		>
Shift regularity	=	<						<		<	>	
F1 mean	<	<	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>
F2 mean			<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
F1 bandwidth	>	<>	<<	<	<<	<<	<	<<	<<	<<	<	<
Formant precision		>	>	>	≤	<<	>	>	>	>		>
Intensity												
Mean	<	≥	>	>>	≤≤	>		>	≥	≥≥	<>	
Range	<=	>			<			>	>	>		
Variability	<	>			<			>	>	>		
Frequency range	>	>	>	>>	>	>>		>>	>	>	>	>
High-frequency energy	<	<>	>	>	<>	>>	>	≥≥	>>	>>	<>	>
Spectral noise					>							
Speech rate	<	≥			≤	>		≥≥		≥		
Transition time	>	<			>	<		<		<		

Note. ANX/WOR = anxiety/worry. BOR/IND = boredom/indifference. CON/SCO = contempt/scorn. DISP/DISG = displeasure/disgust. ELA/JOY = elation/joy. ENJ/HAP = enjoyment/happiness. FEAR/TER = fear/terror. GRI/DES = grief/desperation. IRR/COA = irritation/cold anger. RAGE/HOA = rage/hot anger. SAD/DEJ = sadness/dejection. SHA/GUT = shame/guilt. F₀ = fundamental frequency. F₁ = first formant. F₂ = second formant. > = increase, < = decrease. Double symbols indicate increased predicted strength of the change. Two symbols pointing in opposite directions refer to cases in which antecedent voice types exert opposing influences.

Figure 2-3 – Prédiction acoustique de la théorie de Scherer (image tirée de Scherer, 1986)

Au chapitre suivant, qui présente une revue des travaux effectués sur l'expression vocale des émotions, nous verrons quelles prédictions ont été vérifiées.

DEUXIÈME PARTIE

ÉTAT DE LA QUESTION

CHAPITRE III

ÉTUDES PERCEPTIVES

De nombreuses études ont démontré que les auditeurs sont capables de reconnaître les émotions dans la voix, indépendamment du contenu verbal. Afin de déterminer dans quelle mesure cela est possible, on effectue généralement des tests d'identification, avec une liste fermée¹, sur des énoncés délexicalisés, sans sens ou standardisés. Ces études ont permis de constater que toutes les émotions ne sont pas aussi facilement identifiables, que certaines paires d'émotions sont plus souvent confondues, qu'il existe probablement des différences liées au sexe quant à l'expression et à la perception des émotions et que certains indices acoustiques sont particulièrement utiles pour identifier les différentes émotions.

3.1 Identification

Scherer (1989) propose une revue d'une trentaine d'études perceptives. Selon cette revue, les études présentent un pourcentage moyen d'identification correcte de

¹ Voir Russell (1994) pour une critique, Ekman (1994) pour une contre-critique et Scherer (1999) pour une revue des arguments.

60 %, soit un résultat cinq fois plus élevé que la chance². Les résultats obtenus dans le domaine varient généralement entre 55 % (Banse et Scherer, 1996) et 65 % (van Bezoooyen, 1984). Notons que Banse et Scherer (1996) ont enregistré douze acteurs professionnels germanophones (six hommes, six femmes) alors qu'ils prononçaient deux phrases dépourvues de sens avec les quatorze émotions modales reconnues par Scherer (*colère chaude, colère froide, peur panique, peur anxieuse, tristesse-détresse, tristesse mélancolique, joie euphorique, joie tranquille, intérêt, ennui, honte, fierté, dégoût et mépris*), le tout placé dans des scénarios, deux par émotion, propres à déclencher les émotions voulues. Les stimuli ont ensuite été évalués par quatre experts, des finissants en théâtre, et les meilleures productions ont ensuite servies au test d'identification. Celui-ci a été effectué par douze auditeurs germanophones (trois hommes, six femmes) qui devaient identifier l'émotion exprimée parmi une liste de choix fermée, comprenant les quatorze émotions à l'étude.

Par contre, de son côté, Van Bezoooyen (1984) a enregistré huit locuteurs néerlandophones (quatre hommes, quatre femmes) préalablement jugés bons pour exprimer des émotions par cinq phonéticiens. Les locuteurs ont prononcé quatre phrases avec neuf émotions différentes (*dégoût, surprise, honte, intérêt, joie, peur, mépris, tristesse et colère*) et de façon *neutre*. Les locuteurs pouvaient répéter chacune des phrases autant de fois qu'ils le souhaitaient jusqu'à l'atteinte d'un résultat qui les satisfaisait. 48 auditeurs néerlandophones (24 hommes, 24 femmes) ont ensuite pris part au test d'identification. Ils devaient identifier l'émotion entendue parmi une liste de choix fermée comprenant les émotions à l'étude et le *neutre*. Ainsi, le taux moyen d'identification que l'on retrouve chez Banse et Scherer (1996) pourrait s'expliquer par le fait qu'ils étudiaient une plus grande quantité d'émotions différentes, compliquant du coup la tâche des auditeurs.

² Johnstone et Scherer (2000) soulignent que l'identification des émotions dans la voix est légèrement moins bonne que l'identification des émotions sur le visage qui tourne autour de 75 % et que certaines émotions sont particulièrement bien reconnues dans un canal, mais pas dans l'autre.

Par ailleurs, les différentes émotions ne sont pas toutes aussi facilement identifiables les unes que les autres. Le Tableau 3.1 présente le taux moyen d'identification correcte pour différentes émotions selon onze études compilées par Johnstone et Scherer (2000). On peut voir que la *colère* et la *tristesse* sont très bien reconnues tandis que la *joie* et le *dégoût* le sont moins bien.

Tableau 3.1 – Pourcentage moyen d'identification correcte de différentes émotions selon une compilation de onze études effectuée par Johnstone et Scherer (2000)

<i>Neutre</i>	<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
74 %	77 %	31 %	57 %	61 %		71 %

La *surprise* n'a été étudiée dans aucune des onze études relevées par Johnstone et Scherer (2000), probablement dû au fait que Scherer, qui est très influent dans le domaine, ne la considère pas comme une émotion de base, contrairement à certains de ses homologues qui étudient l'expression faciale des émotions. En fait, parmi toutes les études que nous avons rassemblées pour la préparation de cette thèse, trois seulement (Navas *et al.*, 2004; van Bezooeyen, Otto et Heenan, 1983; Zuckerman *et al.*, 1975) rapportent des taux d'identification pour les six émotions étudiées ici. De celles-là, Navas *et al.* (2004) ont enregistré une actrice bascophone alors qu'elle prononçait un large corpus avec *colère*, *dégoût*, *joie*, *peur*, *surprise* et *tristesse* et de façon neutre. Un groupe de 15 auditeurs bascophones (onze hommes, quatre femmes) ont ensuite pris part au test d'identification. Leur tâche était d'identifier l'émotion produite parmi une liste de choix fermée comprenant les six émotions à l'étude et le neutre. De leur côté, Van Bezooeyen, Otto et Heenan (1983) ont enregistré huit locuteurs néerlandophones (quatre hommes, quatre femmes) alors qu'ils prononçaient une phrase avec neuf émotions différentes (*colère*, *dégoût*, *honte*, *intérêt*, *joie*, *mépris*, *peur*, *surprise* et *tristesse*) et de façon neutre. 48 auditeurs néerlandophones (24 hommes, 24 femmes) ont ensuite identifié l'émotion exprimée parmi une liste de choix fermée comprenant les émotions à l'étude et le *neutre*. Enfin, Zuckerman *et al.*

(1975) ont enregistré 40 locuteurs anglophones (27 hommes, 13 femmes) alors qu'ils prononçaient une phrase avec six émotions (*colère, joie, tristesse, peur, surprise et dégoût*). 61 auditeurs ont ensuite identifié les émotions entendues parmi une liste de choix fermée comprenant les six émotions à l'étude. La *surprise* est bien identifiée, à 84 % chez Navas *et al.* (2004), à 68 % chez van Bezoooyen, Otto et Heenan (1983) et à 52 % chez Zuckerman *et al.* (1975), pour une moyenne de 68 %, soit un très bon taux d'identification.

3.2 Confusions

Les confusions entre émotions, bien que rarement relevées dans la littérature, peuvent nous indiquer que certaines émotions partagent des caractéristiques communes. Mais, il n'est toutefois toujours pas clair pourquoi certaines paires d'émotions sont parfois confondues et d'autres pas. Par exemple, Davitz (1964) a enregistré sept locuteurs anglophones (trois hommes, quatre femmes) alors qu'ils prononçaient deux phrases différentes placées dans des scénarios propres à induire quatorze émotions (*admiration, affection, amusement, colère, ennui, enjouement, désespoir, dégoût, aversion, peur, impatience, joie, satisfaction et surprise*) et le *neutre*. 20 auditeurs ont ensuite identifié les émotions entendues parmi une liste de choix fermée comprenant les émotions à l'étude. Il note que les confusions entre émotions ont lieu pour des émotions ayant des niveaux d'activation similaires, alors que de telles confusions sont moins fréquentes pour des émotions de valence différentes.

Banse et Scherer (1996; voir la description de l'étude à la section 3.1) proposent, eux, que les confusions soient explicables en termes de qualité, d'intensité et de valence. Toutefois, les auteurs notent que dans ce cas, les confusions seraient symétriques, ce qui n'est pas le cas. Par exemple, la *joie euphorique* est parfois confondue avec la *colère chaude* et la *peur panique* avec la *tristesse-détresse*, mais

que l'inverse n'est pas vrai. Cette asymétrie pourrait être redevable d'un biais dû, par exemple, à la fréquence de certaines émotions ou à l'importance de leur identification.

Plus récemment, dans leur revue, Johnstone et Scherer (2000) proposent que les émotions, quand elles sont confondues, le sont généralement parmi les membres de la même famille. Par exemple, on confond la *colère chaude* avec la *colère froide* et le *mépris*, tandis que l'*intérêt* est confondu avec la *fierté* et la *joie*.

3.3 Différences liées au sexe du locuteur

Les études faites à ce jour ont aussi, dans de nombreux cas, relevé le fait qu'il existe des différences entre hommes et femmes quant à l'expression et à la perception des émotions. Comme nous l'avons vu au chapitre précédent, ces différences trouveraient leur source dans les différents rôles et statuts sociaux associés aux genres. Les résultats ne sont toutefois pas très tranchés dans le cas de l'expression vocale. En effet, certains auteurs rapportent que les femmes sont de meilleures encodeuses et de meilleures décodeuses alors que d'autres ne rapportent aucune différence significative.

Par exemple, Davitz (1964; voir la description de l'étude à la section 3.2) conclut que les caractéristiques acoustiques associées aux émotions sont les mêmes pour les hommes et les femmes. De même, Van Bezooen (1984; voir la description de l'étude à la section 3.1) n'a trouvé aucune différence significative quant aux taux de reconnaissance des émotions dans la voix des hommes et des femmes, pas plus que de différences dans la facilité des hommes ou des femmes à reconnaître les émotions dans la voix.

Par contre, Scherer, Banse et Wallbott (2001) ont trouvé quant à eux une différence significative montrant que les femmes ont légèrement plus de facilité à identifier les émotions dans la voix que les hommes. Il s'agissait d'une étude interculturelle dans laquelle quatre acteurs professionnels germanophones (deux hommes, deux femmes) ont prononcé deux phrases dénuées de sens avec plusieurs émotions (*joie, tristesse, peur, colère* et *dégoût*) élicitées par deux scénarios chacune.

29 auditeurs germanophones ont ensuite identifié les émotions produites. Les énoncés ayant été bien identifiés et jugés comme suffisamment intenses ont ensuite servi à l'étude interculturelle. Le *dégoût* a dû être éliminé puisque trop souvent confondu avec la *colère* ou la *tristesse*. 428 sujets (43 % d'hommes, 57 % de femmes) provenant de neuf pays différents (Allemagne, Suisse, Royaume Uni, Pays-Bas, États-Unis, Italie, France, Espagne et Indonésie) ont pris part à l'étude. En outre, Zuckerman *et al.* (1975; voir la section 3.1 pour une description de l'étude) ont trouvé des performances supérieures chez les femmes, tant pour l'encodage que pour le décodage.

3.4 Indices acoustiques

Par ailleurs, pour déterminer quels indices acoustiques sont utilisés par les auditeurs pour reconnaître les émotions, certains auteurs (Banse et Scherer, 1996; Juslin et Laukka, 2001; Pittam, Gallois et Callan, 1990; van Bezooeyen, 1984) calculent des corrélations entre mesures acoustiques et jugements perceptifs.

Juslin et Laukka (2001) ont enregistré sept acteurs professionnels et un acteur semi-professionnel (quatre hommes, quatre femmes) anglophones et suédophones alors qu'ils prononçaient deux phrases avec *tristesse*, *joie*, *colère*, *peur* et *dégoût* et de façon *neutre*. Les émotions ont toutes été produites avec une faible et une forte intensité. Ensuite, 30 auditeurs suédophones (15 hommes, 15 femmes) devaient attribuer une cote sur six échelles de 1 à 10, représentant chacune une des émotions étudiées. Ils ont ensuite effectué des calculs de régression multiple entre les cotes obtenues dans le test de perception et les valeurs acoustiques mesurées (plancher de F0, écart-type de F0, contour de F0, intensité moyenne, F1, balance spectrale à 500 Hz, débit et délai d'établissement du voisement³). Leurs résultats montrent que les différents indices acoustiques revêtent une importance relative selon l'émotion, c'est-

³ Les auteurs nomment cette mesure « *attack* » mais ne la définissent pas.

à-dire que les auditeurs s'appuient sur différents indices pour l'identification des émotions à l'étude.

Banse et Scherer (1996; voir la description de l'étude à la section 3.1) ont calculé les corrélations entre le taux d'identification correcte des différents stimuli et plusieurs mesures acoustiques (moyenne de F0, 25 premiers percentiles de F0, 75 derniers percentiles de F0, écart-type de F0, énergie moyenne, durée des portions non silencieuses, durée des portions voisées, différentes mesures de balance spectrale et énergie présente dans différentes bandes de fréquence). Par des régressions multiples, ils ont pu démontrer que l'identification des différentes émotions est grandement influencée par quelques indices acoustiques seulement, soit la moyenne de F0, l'écart-type de F0, l'énergie moyenne, la durée des périodes voisées et la balance spectrale.

Cette méthode requiert évidemment que les paramètres acoustiques étudiés varient dans les enregistrements utilisés. Dans le chapitre suivant, nous verrons quels sont les caractéristiques généralement associées aux différentes émotions.

CHAPITRE IV

ÉTUDES ACOUSTIQUES

Les études acoustiques qui ont été faites à ce jour portaient principalement sur les paramètres prosodiques traditionnels, soit F0, le débit et l'intensité, mais également dans une moindre mesure sur les caractéristiques spectrales liées aux émotions. Selon Johnstone et Scherer (2000), les études portant sur F0 concernent généralement le plancher de F0, la moyenne de F0, son étendue, sa variance et sa fluctuation (« *jitter* »). Johnstone et Scherer (2000) déconseillent toutefois l'étude de la moyenne de F0, sauf pour comparaison avec les études antérieures, puisqu'elle dépend essentiellement de la combinaison du plancher et de l'étendue de F0. Quelques travaux suggèrent aussi que les contours intonatifs jouent un rôle dans la communication des émotions (Frick, 1985; Mozziconacci, 1995, 1998, 2000; Scherer, Ladd et Silverman, 1984; Stibbard, 2001; Uldall, 1960). Les études de débit s'intéressent généralement au nombre d'éléments (phonèmes, syllabes, mots) par intervalle de temps, à la durée des segments et aux pauses (voir Johnstone et Scherer, 2000). Les études portant sur l'intensité se sont intéressées principalement à l'intensité moyenne et à sa variabilité (voir Johnstone et Scherer, 2000).

Dans les pages qui suivent nous verrons d'abord quelques études s'étant intéressées aux caractéristiques spectrales liées aux émotions. Puis, nous verrons quelles sont les caractéristiques prosodiques et spectrales qui sont reconnues comme

étant caractéristiques des émotions à l'étude. Enfin, nous verrons quelles sont les prédictions de Scherer qui se trouvent confirmées ou non par différentes études effectuées dans le domaine.

4.1 Caractéristiques spectrales liées aux émotions

Du côté spectral, la balance spectrale, c'est-à-dire le rapport entre l'énergie spectrale située en hautes fréquences et celle située en basse fréquence, qui est liée au degré de tension global du conduit vocal entier (Fant, 1970 [1960]; Laver, 1980) est parfois étudié. Les travaux de Scherer et de ses collègues (Banse et Scherer, 1996; Johnstone et Scherer, 1999) montrent que la proportion d'énergie au-dessus de 1000 Hz est grandement influencée par les émotions. Il s'agit en fait du meilleur indice spectral étudié par Banse et Scherer (1996) et par Juslin et Laukka (2001) (voir le chapitre précédent pour plus de détails concernant ces études).

Quelques études se sont aussi penchées sur la hauteur et la largeur de bande des formants. Les études ne rapportent habituellement que des résultats significatifs pour F1 et parfois aussi pour F2. Yildirim *et al.* (2004) avaient enregistré une actrice semi-professionnelle alors qu'elle prononçait 112 phrases de façon *neutre* et avec *tristesse*, *colère* et *joie*. Ils ont observé une différence significative sur les deux premiers formants. De leur côté, Juslin et Laukka (2001) n'ont observé des différences significatives que sur le premier formant.

Plusieurs études ayant porté sur les voyelles cardinales concluent que plus un phonème est ouvert (et postérieur), plus ses formants sont affectés par les émotions (Lee *et al.*, 2004; Waaramaa-Mäki-Kulmala, 2009; Yildirim *et al.*, 2004). Par exemple, Waaramaa-Mäki-Kulmala (2009) a enregistré 13 étudiants en théâtre (cinq hommes, huit femmes) alors qu'ils prononçaient les voyelles cardinales /i u a/ de façon soutenue et en gardant F0 constant avec *tristesse*, *joie*, *colère*, *tendresse* et de façon *neutre*. Les stimuli ont ensuite fait l'objet d'un test de perception dans lequel 40 sujets (20 hommes, 20 femmes) devaient grader l'émotion entendue sur cinq

échelles représentant les émotions à l'étude. Les quatre premiers formants ont ensuite été extraits du signal. Elle ne constate un effet significatif des émotions sur les formants que de /a/ seulement.

À notre connaissance, aucune étude ne s'est penchée sur les moments centraux, mis à part celle de Kienast et Sendlmeier (2000) qui ont analysé la production de six acteurs germanophones (trois hommes, trois femmes) prononçant trois phrases avec *colère chaude, joie, peur panique, tristesse-détresse, ennui* et de façon *neutre*. Les stimuli ont été soumis à un test d'identification (liste fermée, 20 auditeurs). N'ont été analysés que les énoncés correctement identifiés à au moins 80 %. Ils ont observé une élévation du centre de gravité¹ de fricatives sourdes pour la *peur*, la *joie* et la *colère*, comparativement à la *tristesse*. Le Cepstrum est également utilisé par Lee *et al.* (2004) qui rapportent que les occlusives sont moins influencées que les voyelles (voir Yildirim *et al.*, 2004 pour une idée similaire).

4.2 Revues des caractéristiques acoustiques liées aux émotions

Plusieurs revues de la littérature (Cowie *et al.*, 2001; Johnstone et Scherer, 2000; Juslin et Laukka, 2003; Murray et Arnott, 1993; Stibbard, 2001) font état de résultats convergents quant aux patrons acoustiques qui caractérisent l'expression vocale des principales émotions. Voici les principaux corrélats présentés dans ces revues :

Colère : Toutes les revues consultées relèvent une augmentation de la moyenne de F0, de l'intensité moyenne et de l'intensité en hautes fréquences. Juslin et Laukka (2003) rapportent aussi un F0 irrégulier, une intensité variable, une hyperarticulation, un F1 élevé et ayant une largeur de bande étroite. Murray et Arnott (1993) rapportent une phonation soufflée (« *breathy* ») et une articulation tendue. Les différentes revues (Cowie *et al.*, 2001; Johnstone et Scherer, 2000; Juslin et Laukka, 2003; Stibbard,

¹ Ils appellent cette mesure la « balance spectrale » mais dans notre terminologie, il s'agit du centre de gravité.

2001) rapportent toutes des résultats contradictoires concernant le débit, la variabilité et l'étendue de F0. Scherer et ses collègues (Banse et Scherer, 1996; Johnstone et Scherer, 2000) suggèrent que les études ayant porté sur la *colère chaude* sont celles ayant trouvé une augmentation du débit, de la variabilité et de l'étendue de F0, alors que celles n'ayant pas trouvé d'augmentation portaient sur la *colère froide*. Johnstone et Scherer (2000) rapportent un contour de F0 descendant alors que Juslin et Laukka (2003) rapportent un contour de F0 montant. Selon Johnstone et Scherer (2000), le contour de F0 descendant serait associé à la *colère froide*. Dans le même ordre d'idée, Frick (1986 dans Murray et Arnott, 1993) avait, lui, noté une diminution de F0 pour la *colère froide* et un F1 plus bas.

Dégoût : Relativement peu d'études ont porté sur cette émotion. De fait, seuls Johnstone et Scherer (2000) et Murray et Arnott (1993) en font une revue. Murray et Arnott (1993) rapportent une diminution du débit, de la moyenne de F0 et de l'intensité, une augmentation de l'étendue de F0 et un contour de F0 descendant. Johnstone et Scherer (2000) notent toutefois que les résultats des différentes études sont contradictoires. En fait, les études ayant procédé par induction (visionnement de films) auraient enregistré une diminution de la moyenne de F0, contrairement à celles utilisant des acteurs. Ils notent aussi qu'à l'intérieur même des études, peu de similarités ont été trouvées. Cela amène Johnstone et Scherer (2000) à conclure que le *dégoût* n'est pas encodé systématiquement par les locuteurs d'où les faibles taux d'identification que cette émotion présente.

Joie : Toutes les revues relèvent une augmentation de la moyenne de F0, du plancher de F0, de la variabilité de F0, de l'étendue de F0, de l'intensité, du débit et de l'énergie en hautes fréquences. Juslin et Laukka (2003) rapportent aussi un F0 régulier, un F1 élevé ayant une largeur de bande étroite et un contour de F0 montant. Murray et Arnott (1993) et Cowie *et al.* (2001) rapportent une qualité de voix soufflée (« *breathy* ») et stridente (« *blaring* »). Tartter (1980 dans Murray et Arnott, 1993) note que toutes les fréquences formantiques sont augmentées pendant la *joie* étant

donné l'étirement des lèvres (sourire). Les revues font toutefois état de résultats contradictoires en ce qui a trait à la moyenne de F0, au plancher de F0, à l'intensité moyenne, au débit et à l'intensité en hautes fréquences (Johnstone et Scherer, 2000; Juslin et Laukka, 2003; Murray et Arnott, 1993). Johnstone et Scherer (2000) notent que la majorité des études ont porté sur la *joie euphorique*. Selon eux, la *joie tranquille* serait caractérisée par une diminution de F0 (moyenne et plancher), de l'intensité, du débit et de l'intensité en hautes fréquences alors que la *joie euphorique* serait caractérisée par une augmentation de ces paramètres.

Peur : Toutes les revues font état d'une augmentation de la moyenne de F0, du plancher de F0, de l'étendue de F0, de l'énergie en hautes fréquences et du débit. Juslin et Laukka (2003), Murray et Arnott (1993) et Cowie *et al.* (2001) rapportent un F0 irrégulier. Cowie *et al.* (2001) et Murray et Arnott (1993) rapportent une articulation précise. Juslin et Laukka (2003) rapportent également une intensité variable, une diminution de la variabilité de F0, un F1 bas ayant une largeur de bande importante et un contour de F0 montant. Johnstone et Scherer (2000) et Juslin et Laukka (2003) rapportent une augmentation de l'intensité alors que Murray et Arnott (1993) et Cowie *et al.* (2001) rapportent une intensité normale. Les revues de Johnstone et Scherer (2000) et Juslin et Laukka (2003) sont toutefois plus exhaustives que celles de Murray et Arnott (1993) et de Cowie *et al.* (2001).

Surprise : Peu d'études ont porté sur la *surprise*. Les revues consultées listent uniquement Öster et Risberg (1986) et Fónagy et Magdics (1963)². Öster et Risberg (1986) ont observé une augmentation de l'étendue de F0 et dans certains cas de la moyenne de F0. Les résultats concernant le débit sont contradictoires : Fónagy et Magdics (1963) ont trouvé une réduction du débit alors que Öster et Risberg (1986) n'ont pas trouvé de modification du débit. Fónagy et Magdics (1963) ont trouvé une qualité de voix soufflée (« *breathy* »).

² Les deux études dont nous faisons état à la section 3.1 ne rapportent pas de résultats acoustiques.

Tristesse : Toutes les revues consultées font état d'une diminution de la moyenne de F0, du plancher de F0, de l'étendue de F0, de l'intensité, de l'intensité en hautes fréquences et du débit. Juslin et Laukka (2003) rapportent également une intensité peu variable, un F0 irrégulier, une hypoarticulation, un F1 bas et ayant une largeur de bande importante. Murray et Arnott (1993), Juslin et Laukka (2003) et Cowie *et al.* (2001) rapportent un contour de F0 descendant. Cowie *et al.* (2001) et Murray et Arnott (1993) rapportent une articulation relâchée. Johnstone et Scherer (2000) notent que les études réalisées à ce jour semblent avoir porté sur la *tristesse mélancolique* plutôt que sur la *détresse* qui, elle, présente un plus grand degré d'agitation et donc une augmentation d'intensité, du plancher de F0 et de l'intensité des hautes fréquences.

Selon Scherer (1989), les différences acoustiques liées aux émotions ayant été identifiées jusqu'à maintenant sont principalement liées au degré d'excitation. Scherer (1989) note que les émotions à activation élevée sont caractérisées par une augmentation de la moyenne, de l'étendue et de la variabilité de F0 et de l'intensité moyenne alors que l'inverse est vrai pour les émotions à faible activation dû à la réponse du système sympathique. Toutefois, puisque les émotions sont bien identifiées et pas seulement en ce qui a trait à leur activation, il semble néanmoins exister des patrons acoustiques liés à chaque émotion; ne reste plus qu'à les découvrir. À ce sujet, toutes les revues consultées pointent du doigt le fait que les différences spectrales n'ont été que très peu étudiées. Citons par exemple Frick (1985)

« When Lieberman and Michaels (1962) resynthesized both the pitch and loudness of utterances, restoring all prosodic features except spectral structure, correct recognition of emotions dropped from 85% to 47%. This drop suggests that spectral structure is used for the recognition of emotions. » (Frick, 1985; p. 424)

Une expérience de resynthèse similaire a été effectuée par Bulut *et al.* (2005). Ils ont eux aussi observé que les modifications spectrales sont plus efficaces que les modifications prosodiques pour l'identification des émotions.

4.3 Prédications de Scherer

Comme nous l'avons vu à la section 2.7.1, Scherer (1986) a formulé des prédictions acoustiques. Ces prédictions ont été vérifiées par Banse et Scherer (1996) et répliquées par Juslin et Laukka (2001).

Banse et Scherer (1996) ont enregistré 12 acteurs germanophones professionnels alors qu'ils prononçaient deux phrases avec les 14 émotions modales reconnues par Scherer. Dans la Figure 4-1 tirée de Scherer (2003), les crochets représentent des hypothèses qui ont trouvé confirmation, tandis que les points d'interrogation représentent des hypothèses pour lesquels des données contradictoires ont été trouvées. En somme, les prédictions prosodiques trouvent plus souvent confirmation que les prédictions spectrales, de même que les prédictions portant sur les émotions les plus fréquemment étudiées (ex. : *colère chaude* vs *colère froide*).

Predictions for emotion effects on selected acoustic parameters (based on Table 4 and appraisal profiles; adapted from Scherer, 1986)

	ENJ/ HAP	ELA/ JOY	DISP/ DISG	CON/ SCO	SAD/ DEJ	GRI/ DES	ANX/ WOR	FEAR/ TER	IRR/ COA	RAG/ HOA	BOR/ IND	SHA/ GUI
<i>F0</i>												
Perturbation	<#	>	>	<	>	>	>?	>	<	>	<	>?
Mean	<	>	<	<	<	>	>	>	<	>	<	>
Range	<#	>	<	<	<	>	>	>	<	>	<	>
Variability	<	>	<	<	<	>	>	>	<	>	<	>
Contour	<	>	<	<	<	>	>	>	<	>	<	>
Shift regularity	#	>	<	<	<	>	>	>	<	>	<	>
<i>Formants</i>												
F1 Mean	<	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>
F2 Mean	>	>	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
F1 Bandwidth	>	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Formant precision	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>
<i>Intensity</i>												
Mean	<	>	>	>?	<	>	>	>	>	>	>	>
Range	<#	>	>	>	<	>	>	>	>	>	>	>
Variability	<	>	>	>	<	>	>	>	>	>	>	>
<i>Spectral parameters</i>												
Frequency range	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>
High-frequency energy	<	<	>	>	<	>	>?	>	>	>	>	>
Spectral noise	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>
<i>Duration</i>												
Speech rate	<?	>	>	>	<	>	>	>	>	>	>	>
Transition time	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>

Note: ANX/WOR: anxiety/worry; BOR/IND: boredom/indifference; CON/SCO: contempt/scorn; DISP/DISG: displeasure/disgust; ELA/JOY: elation/joy; ENJ/HAP: enjoyment/happiness; FEAR/TER: fear/terror; GRI/DES: grief/desperation; IRR/COA: irritation/cold anger; RAG/HOA: rage/hot anger; SAD/DEJ: sadness/dejection; SHA/GUI: shame/guilt; F0: fundamental frequency; F1: first formant; F2: second formant; >: increase; <: decrease. Double symbols indicate increased predicted strength of the change. Two symbols pointing in opposite directions refer to cases in which antecedent voice types exert opposing influence. (>#) prediction supported, (<?) prediction contradicted by results in (Banse and Scherer, 1996).

Figure 4-1 – Vérification des prédictions acoustiques de Scherer (1986) par Banse et Scherer (1996) (image tirée de Scherer, 2003)

Juslin et Laukka (2001) ont répliqué l'étude de Banse et Scherer (1996). Ils ont enregistré sept acteurs professionnels et un acteur semi-professionnel dont quatre étaient anglophones et quatre suédophones alors qu'ils prononçaient deux phrases de façon *neutre* et avec *colère chaude, colère froide, dégoût, peur anxieuse, peur panique, joie tranquille, joie euphorique, tristesse mélancolique* et *tristesse-désespoir*. Ils ont trouvé confirmation pour 57% des prédictions de Scherer (1986) (voir la Figure 4-2). Aucune des caractéristiques acoustiques prédites pour la *peur anxieuse* et la *tristesse-désespoir* ne se sont avérées. Pour ce qui est des autres émotions, les prédictions se confirment dans 70%. Les prédictions sont particulièrement bonnes pour la *colère chaude* avec 88% de confirmation. Ici aussi, les prédictions portant sur l'intensité et F0 sont plus souvent confirmées que les prédictions spectrales puisque les données sur lesquelles Scherer (1986) s'était basé pour faire ces prédictions étaient moins nombreuses dans ce cas. Juslin et Laukka (2001) suggèrent que le fait que certaines prédictions ne soient pas vérifiées pourrait s'expliquer par le fait que le modèle de Scherer est basé exclusivement sur les effets *push*.

Result/prediction for emotion label^a

Voice cue	Anger W/		Anger S/		Disgust S/		Fear W/		Fear S/		Happiness W/		Happiness S/		Sadness W/		Sadness S/	
	Cold anger	Hot anger	Disgust	Anxiety	Panic fear	Happiness	Elation	Sadness	Despair									
F ₀ (Ad)	-(=)Y±	++(++Y)	=(-)Y±	-(-)Y±	++(++++)	-(-)Y±	++(+++)±	-(=)Y±	=(++)Y±									
F ₀ (SD)	=/	++(++++)	+/	-/	-/+	+/+	+/+	-/+	-/+									
Volant (Ad)	+(+)Y±	++(+++)++	+(-)Y±	-/-	+(+)Y±	-(-)Y±	++(+++)±	-(-)Y±	-(++)Y±									
Volant (SD)	+/	++(++++)	+/	-/	+/+	-/	+/+	-/+	-/									
F ₁ (Ad)	=/±	++(++++)	+/±	-/-	+/±	-/±	+/±	-/+	-/+									
F ₁ (bw)	-/-	-/-	-/-	+/±	+/±	+/±	+/±	+/±	+/±									
F ₁ (prec)	=/±	++(++++)	++/±	-/+	=/±	-/	+/±	+/±	+/±									
HF 500	=(+)Y±	++(+++)++	++(+)Y±	-(+)Y±	=(+)Y±	-(+)Y±	++(=)Y±	-(++)Y±	-(++)Y±									
SR	+/	--(+Y)±	-/-	+/+	++(+++)++	+(+)Y±	-(-)Y±	++(-)Y±	-(-)Y±									

Note. W = weak intensity; S = strong intensity; + = increase; - = decrease; = represents no change; ± = predictions in opposing directions. An equal sign indicates no change (predictions) or change significantly < .50 SD (results). Single signs indicate change = .50 SD (predictions) or change not significantly different from .50 SD (results). Double signs indicate change = 1.0 SD (predictions) or change not significantly < 1.0 SD (results). Results within parentheses refer to the results of Baner and Scherer (1996). F₀ = fundamental frequency; Volant = voice intensity; F₁ = formant frequency; (bw) = bandwidth; (prec) = precision; HF = high frequency; SR = speech rate.

^a In headings, emotion labels are given as present emotion label/Scherer's emotion label.

Figure 4-2 – Vérification des prédictions acoustiques de Scherer (1986) par Juslin et Laukka (2001) (image tirée de Scherer, 2003)

CHAPITRE V

ÉTUDES ARTICULATOIRES

Fónagy (1976) fut le premier à s'intéresser à l'influence des émotions sur l'articulation supraglottique. À l'aide de la cinéradiologie¹, il enregistre le mouvement des articulateurs de deux acteurs hongrois (un homme et une femme) alors qu'ils produisent six phrases avec différentes variations émotives (*neutre, indignation, déception, joie, surprise, ironie, indifférence, distraction, ennui, tendresse, tristesse, menace et colère*). Il constate que chaque émotion induit une variation articulatoire par rapport à la position neutre. Il note que dans certains cas, l'articulation linguale est même « ambigüe ». Par exemple, le phonème /e/ produit avec *indignation* présente une position du dos de la langue qui est plus élevée que pour /i/ produit avec *indifférence*². Une plus grande tension est donc associée à l'*indignation* tandis qu'une tension moindre est associée à l'*indifférence*. De même, la *joie* est caractérisée par une position plus haute et plus antérieure de la masse linguale.

¹ La cinéradiologie permet de faire des films au rayon-x. Cette technique permet d'observer le comportement des articulateurs visibles et non-visibles du larynx aux lèvres. Toutefois, les tissus mous n'apparaissent pas très nettement sur les images et la technique ne permet l'obtention que d'une vue latérale. La technique a cessé d'être utilisée après le constat que les rayons-x peuvent endommager des tissus sains.

² Ainsi, selon Fónagy (1976), « la variation émotive ne se contente point des marges de réalisation d'un phonème donné, mais transgresse librement les limites qui séparent ou devraient séparer les sons représentant différents phonèmes. »

Combinées avec la *colère*, les voyelles fermées sont plus fermées et les voyelles ouvertes sont plus ouvertes. Aussi, la *déception*, l'*indifférence* et la *tristesse* présentent un velum en position plus basse. La dynamique des articulateurs varie également en fonction des émotions. Par exemple, sous l'effet de la *colère*, les mouvements sont plus saccadés, les /r/ présentent plus de vibrations, la surface de contact de la langue au palais est doublée, les tenues sont deux fois plus longues. De même, la *joie* est caractérisée par des mouvements linguaux accélérés et des tenues brèves tandis que sous l'effet de la *tristesse*, les mouvements linguaux sont lents et faibles. La *menace*, elle, est caractérisée par une augmentation progressive de la vitesse des articulateurs tout au long de l'énoncé contrairement à la *déception* qui, elle, présente un ralentissement progressif. Fónagy constate également que certaines émotions sont similaires sur le plan articulatoire : l'*indignation* et la *colère* sont parfois confondues, de même que la *déception* et la *tristesse*. Le Tableau 5.1 résume ces résultats.

Il fallut ensuite attendre une vingtaine d'années avant que d'autres travaux portant sur le sujet ne soient réalisés. Aujourd'hui, les équipes travaillant dans le domaine se comptent sur les doigts de la main et moins d'une trentaine de papiers ont été publiés sur le sujet (Beskow, Granström et House, 2006; Bevacqua et Pelachaud, 2004; Busso et Narayanan, 2006, 2007b, a; Caldognetto, Cosi et Cavicchio, 2004; Caldognetto *et al.*, 2003, 2004; Erickson *et al.*, 2000; Erickson, Fujimura et Pardo, 1998; Erickson *et al.*, 2004; Erickson, Menezes et Fujino, 2004; Erickson *et al.*, 2006; Fujimura, Pardo et Erickson, 1998; Granström et House, 2005, 2007; Lee, Bresch et Narayanan, 2006; Lee *et al.*, 2006; Lee *et al.*, 2005; Maekawa, 2004; Maekawa et Kagomiya, 2000; Menezes *et al.*, 2003; Nordstrand *et al.*, 2003, 2004; Svanfeldt *et al.*, 2003)³.

Erickson et ses collègues ont réalisés plusieurs études portant sur l'articulation des émotions. Dans une première série d'études (Erickson, Fujimura et Pardo, 1998; Fujimura, Pardo et Erickson, 1998; Menezes *et al.*, 2003) l'articulation de l'*irritation* induite chez quatre locuteurs de l'anglais américain (deux hommes et deux femmes) fut étudiée au moyen du système *X-Ray Microbeam*⁴. Ces études ont permis de constater que l'*irritation* induisait une ouverture plus grande de la mâchoire sur l'entièreté de l'énoncé contrairement à la production de l'accent d'emphase qui lui n'induit une plus grande ouverture mandibulaire que localement (sur /aj/ dans ce cas-ci).

Une autre étude portant sur l'articulation de la *colère*, de la *suspicion*, de l'*admiration* et du *désappointement* simulés a été réalisée par Erickson *et al.* (2000) chez deux locuteurs de l'anglais américain (un homme et une femme) au moyen d'un

³ Bevacqua et Pelachaud (2004), Granström et House (2005; 2007) et Maekawa (2004) présentent des revues des études effectuées dans leur unité de recherche plutôt que des études. Ainsi, nous n'en ferons pas la revue dans les pages qui suivent.

⁴ Ce système, dont un seul exemplaire en fonction existe aujourd'hui, utilise un petit pinceau de rayons-x et un algorithme de prédiction pour suivre les mouvements de pastilles fixées sur le sujet.

articulographe 2D⁵. Dans cette étude, les auteurs ont constaté, pour /æ/ et /ɔ/, un avancement de la mâchoire et une descente du dos de la langue pour l'*admiration*, une élévation du dos de la langue et de la mâchoire pour la *suspicion* et une descente du dos de la langue et de la mâchoire pour la *colère*.

La plus récente série d'études réalisée par Erickson et ses collègues (Erickson *et al.*, 2004; Erickson, Menezes et Fujino, 2004; Erickson *et al.*, 2006) portaient sur l'articulation de la *tristesse* naturelle et simulée chez une locutrice de l'anglais américain et une locutrice du japonais enregistrées à l'aide d'un articulographe 2D. Cette étude a permis de constater des différences dans l'articulation naturelle versus simulée de la *tristesse*. Par exemple, la position du dos de la langue était plus haute et plus avant quand l'émotion était naturelle (pour le /i/ américain). L'étude souffre toutefois des lacunes typiques des corpus spontanés : seulement deux occurrences de /i/ ont été étudiées en anglais et une occurrence de /a/ en japonais. On peut voir un résumé de leurs résultats dans le Tableau 5.2.

⁵ L'articulographe utilise des champs électromagnétiques pour suivre le mouvement de senseurs fixés sur le sujet. Le système permet donc le suivi des articulateurs visibles et non visibles.

Tableau 5.2 – Résultats de Erickson *et al.*, 2006

	Américaine /i/		Japonaise /a/	
	Naturel	Imité	Naturel	Imité
UL _x	arrière	avant	arrière	avant
UL _y		bas	bas	haut
LL _x	arrière	avant	arrière	avant
LL _y	haut	bas	bas	haut
J _x	arrière	avant	avant	arrière
J _y	bas	haut	bas	haut
Body _x	avant	arrière		
Body _y	haut	bas		
Blade _x	avant	arrière		
Blade _y				
Tip _x	avant	arrière	avant	arrière
Tip _y	bas	haut		

Maekawa et Kagomiya (2000) ont étudié l'articulation du *désappointement*, de l'*admiration* et de la *suspicion*, tels que simulés par un locuteur japonais, au moyen d'un articulographe 2D. L'étude a permis de constater une distance interlabiale réduite pour l'*admiration*, comparativement à la *suspicion*, de même qu'une position plus arrière de la langue (apex, lame, dos) pour l'*admiration* contrairement à la *suspicion* qui présente des positions plus antérieures. Ces caractéristiques ont été observées tant pour les voyelles que pour les consonnes, ce qui fait conclure aux auteurs que l'émotion induit une modification globale de la qualité de la voix⁶ plutôt que des modifications locales ou segmentales.

Caldognetto et ses collègues ont réalisé une série d'études (Caldognetto, Cosi et Cavicchio, 2004; Caldognetto *et al.*, 2003, 2004) portant sur l'articulation de la *joie*, la *colère*, la *tristesse*, la *surprise*, le *dégoût* et la *peur*, tels que simulés par un ou deux locuteurs italiens, au moyen d'un Optotrak⁷. Ces études portant sur les phonèmes

⁶ Les auteurs semblent référer ici au timbre de la voix.

⁷ L'Optotrak permet de suivre le mouvement de senseurs au moyen de la réflexion de lumière infrarouge. Le système permet donc le suivi des articulateurs visibles seulement.

/a b v/ ont permis de constater que la signature labiale de la *joie* et du *dégoût* sont très similaires de même que celles de la *surprise*, la *peur*, la *colère* et la *tristesse*. La *surprise*, la *tristesse* et la *peur* ne sont pas bien distinguées sur le plan labial. Pour la *joie* et le *dégoût*, les lèvres sont moins projetées, la lèvre inférieure est élevée, la distance interlabiale est réduite alors que l'étirement est plus important. La *joie* se distingue du *dégoût* par une plus grande asymétrie des coins et par le fait que ceux-ci sont élevés. La *surprise* et la *tristesse* sont caractérisées par une distance interlabiale moindre et un étirement plus important tandis que la *peur* et la *colère* présentent une distance interlabiale plus importante, une lèvre inférieure basse et un étirement moindre. Les paires articulatoirement similaires sont distinguables par des paramètres acoustiques, soit F0, F2 et F3 qui sont plus élevés pour la *peur* et la *joie* que pour la *colère* et le *dégoût*. La comparaison du comportement des articulateurs pour la production des phonèmes /a/ /b/ et /v/ amène les auteurs à conclure que la même émotion sera produite différemment selon le segment puisque des contraintes linguistiques affectent la modification induite par l'émotion. En effet, certains paramètres varient selon le segment à produire (ex. : distance interlabiale) tandis que d'autres ne varient pas (ex. : position des coins). Aussi, les auteurs soulignent qu'on ne retrouve pas de parallélisme entre l'étendue des valeurs de protrusion et d'étirement dans la parole émotive, alors que ces valeurs sont normalement corrélées dans la parole neutre. On peut voir un résumé de leurs résultats dans le Tableau 5.3.

Nordstrand et ses collègues (Nordstrand *et al.*, 2003; Svanfeldt *et al.*, 2003) ont étudié la production de voyelles arrondies et non-arrondies du suédois (/ø ø: ɔ i: e/) telles qu'influencées par la *colère*, la *peur*, la *surprise*, la *tristesse*, le *dégoût*, la *joie*, le *soucie*, la *satisfaction*, l'*insécurité*, la *confiance*, le *questionnement*, l'*encouragement*, le *doute* et la *confirmation*. Pour ce faire, ils ont enregistré un acteur suédois au moyen d'un Optotrak. Ces études ont permis de constater que la *joie* et la *satisfaction* sont marquées par un plus grand étirement des lèvres et que la *joie* présente une distance interlabiale réduite et ce, peu importe le caractère arrondi ou non arrondi de la voyelle. Une plus grande distance interlabiale marque également l'*inquiétude* et le *questionnement* tandis que l'*encouragement* est marqué par une plus petite distance interlabiale (voir le Tableau 5.4). Les auteurs concluent que les voyelles non arrondies permettent plus de latitude quant à l'étirement que les voyelles arrondies qui elles permettent plus de variation quant à la distance interlabiale. Toutefois, selon eux, le patron associé à une émotion/attitude est le même peu importe la voyelle. L'émotion serait donc un facteur déterminant articulatoire. De plus tout comme Caldognetto *et al.* (2003; 2004) et Nordstrand *et al.* (2004), ils notent que dans la parole émotive, un changement d'étirement n'a pas nécessairement d'impact clair sur la distance interlabiale et vice-versa comme ce serait le cas dans la parole neutre.

Tableau 5.4 – Résultats Nordstrand *et al.*, 2003

	<i>Inquiet</i>		<i>Questionnant</i>		<i>Joie</i>		<i>Encourageant</i>		<i>Colère</i>		<i>Satisfait</i>	
	/i/	/ø/	/i/	/ø/	/i/	/ø/	/i/	/ø/	/i/	/ø/	/i/	/ø/
Interlab	+		+		-	-	-				+	+
Étirement					+	+			-			

Nordstrand *et al.* (2004) ont effectué une étude similaire dans laquelle ils s'intéressaient à la *joie*, la *confirmation*, la *certitude*, l'*incertitude* et le *questionnement*. Cette étude a permis de constater que la protrusion est significativement différente pour toutes les émotions étudiées (voir le Tableau 5.5). Comme l'avaient noté Nordstrand *et al.* (2003) et Svanfeldt *et al.* (2003) la *joie* est caractérisée par un plus grand étirement des lèvres. La *certitude* est marquée par une plus grande distance interlabiale et un étirement moindre. La *confirmation* présente un étirement plus important tandis que l'*incertitude* présente un étirement moindre. Ils ajoutent que la parole émotive présente plus de variations articulatoires que la parole neutre. Les auteurs concluent ici aussi que le même patron émotif s'applique aux deux types de voyelles, sauf pour ce qui est de la distance interlabiale pour la *joie* et font valoir que l'émotion a plus d'impact sur l'étirement que la voyelle elle-même.

Tableau 5.5 – Résultats de Nordstrand *et al.*, 2004 (arr : arrondie; non : non arrondie; ULx : Upper Lip horizontal; Interlab : distance interlabiale; Étirement : distance latérale entre coins)

	<i>Neutre</i>		<i>Joie</i>		<i>Confirmatif</i>		<i>Incertain</i>		<i>Certain</i>		<i>Questionnant</i>	
	arr	non	arr	non	arr	non	arr	non	arr	non	arr	non
UL _x	diff		diff		diff		diff		diff		diff	
Interlab			plus						plus			
Étirement	plus		plus		plus		moins		moins			

Issue du même laboratoire, l'étude de Beskow, Granström et House (2006) porte aussi sur un acteur suédois enregistré à l'aide d'un Optotrak alors qu'il simulait la *certitude*, la *confirmation*, le *questionnement*, l'*incertitude*, la *joie* et la *colère* combinée avec la production d'un accent d'emphase. Ils constatent que, peu importe l'émotion, les mots sous emphase présentent plus de variations avec la *joie*, la *certitude* et l'*incertitude* en tête de liste. La *joie* est également l'émotion qui présente le plus de variations de la hauteur de la lèvre inférieure et de la hauteur du coin gauche, tout comme la *confirmation*.

Narayanan et ses collègues (Busso et Narayanan, 2006, 2007b, a; Lee, Bresch et Narayanan, 2006; Lee *et al.*, 2006; Lee *et al.*, 2005) ont eux réalisés une série d'études sur la *colère*, la *tristesse* et la *joie* simulées en anglais américain. Lee *et al.* (2005) ont enregistré un homme au moyen d'un articulographe 2D. Ils ont ainsi constaté que globalement, les articulations émotives sont plus antérieures. Ils ont aussi constaté une position de la mâchoire plus basse pour la *colère*, un apex plus élevé pour la *joie* et une mâchoire plus haute et un apex plus antérieur et plus haut pour la *tristesse*. De plus, la *colère* est caractérisée par des plus grandes étendues de déplacement et de vitesse tandis que le contraire est observé pour la *tristesse*. Ils considèrent donc que la *colère* est hyper-articulée tandis que la *tristesse* est hypo-articulée. Ils ont également effectué des analyses discriminantes qui ont démontré que les émotions étaient plus facilement différenciées sur le plan articulatoire que sur le plan acoustique. Selon eux, différentes émotions affectent différemment les différentes classes de phonèmes. Par exemple, les voyelles hautes antérieures sont moins affectées en termes de F1-F2 que les autres.

Lee *et al.* (2006) ont eux utilisé un IRM⁸ rapide. Ils ont ainsi pu remarquer que la *joie* était produite avec une plus petite longueur du tractus vocal probablement suite à l'élévation du larynx pour arriver à produire un F0 plus élevé et plus variable ce qui se traduit également par une plus grande étendue de F2 et un F3 plus élevé. De plus, une plus grande vélocité a été observée pour toutes les émotions par rapport à la production neutre avec la *colère* comme extrême. La *colère* est également caractérisée par des positions plus extrêmes et fait plus grand usage de la zone pharyngale.

Lee, Bresch et Narayanan (2006) reprennent les données des deux études précédentes en y ajoutant l'enregistrement articulographique de deux femmes. Leurs

⁸ L'IRM permet de visualiser des séries de coupes anatomiques sur trois plans. Les images obtenues contiennent beaucoup d'information (conduit vocal en entier en 3 dimensions), mais le temps nécessaire à l'obtention des clichés le rend difficilement utilisable pour l'étude de la parole qui est un phénomène hautement dynamique.

résultats confirment une plus grande vélocité sous émotion avec la *colère* comme extrême et une position plus antérieure de l'apex. La *colère* implique une cadence constante et élevée tandis que la *tristesse* implique une cadence diminuée et variable. Les auteurs concluent que les manœuvres articulatoires (dans ce cas-ci l'apex) relevant de la réalisation d'éléments linguistiques sont peu influencées par les émotions. Ils suggèrent que les modifications enregistrées soient dues à une plus grande coarticulation, mais que ces modifications se font dans des limites ne pouvant altérer le contraste⁹. En fait, la principale différence induite par les émotions touche l'amplitude des mouvements et leur vitesse.

Issus du même laboratoire, suivront les travaux de Busso et Narayanan (2006; 2007b; 2007a) qui ont eux enregistré une femme à l'aide d'un Optotrak. En (2006), les auteurs constatent que l'activation de la face est moins grande pour la *tristesse* et plus grande pour la *joie* et la *colère*. De plus, les durées sont plus importantes sous émotion, particulièrement pour la *colère* et la *joie*. En (2007a), ils constatent que la *joie* et la *colère* induisent plus d'activité faciale et ce, particulièrement dans le bas du visage. La *colère* et la *joie* se distinguent par la position de la bouche. Les auteurs dégagent des similitudes entre émotions qui rappellent selon eux les regroupements acoustiques opérés par Yildirim *et al.* (2004). Certaines émotions partageraient donc des caractéristiques dans plusieurs modalités. Les auteurs suggèrent qu'il existe une structure audiovisuelle propre à chaque émotion, qui est préservée d'une phrase à l'autre. En (2007b), les auteurs notent que, sur le plan facial, les plus grandes modulations sont sur les consonnes nasales avec *joie* et *colère*. La modulation est particulièrement grande pour la *colère* dans le bas du visage. Acoustiquement, la modulation est plus grande pour la *joie*. En effet, les différences de F0 sont particulièrement importantes pour les fricatives et les occlusives sous l'effet de la *joie*. Pour ce qui est de l'intensité, ce sont plutôt les voyelles qui sont affectées. De plus, pour les émotions à activation élevée comme la *joie* et la *colère*, les différences avec

⁹ Cette idée n'est pas sans rappeler la théorie H & H de Lindblom (1990).

une base de données neutre sont de 10% pour les voyelles, suivi des occlusives et des fricatives tandis que celui des consonnes nasales n'est que de 3%. Les auteurs suggèrent un manque de degré de liberté articuloire pour les consonnes nasales pour expliquer ce phénomène. Selon eux, quand le conduit vocal est contraint par des processus articuloires, le reste de la face et F0 sont davantage utilisés pour exprimer les émotions. Ainsi, les modulations émotives se placent là où les degrés de liberté ne sont pas déjà utilisés pour atteindre d'autres buts communicatifs. En effet, les modulations faciale et de F0 seraient utilisées quand les variations spectrales ne sont pas possibles (nasales, fricatives et occlusives).

5.1 Synthèse et critique

En somme, les tendances présentées au Tableau 5.6 ont été observées jusqu'à maintenant pour les six émotions de base et les principaux paramètres articuloires. La *joie*, la *colère* et la *tristesse* ont été davantage étudiées que les autres émotions. En fait, les positions de la langue n'ont pas fait l'objet d'études pour la *peur*, le *dégoût* et la *surprise*. Des résultats contradictoires ont été obtenus pour la *tristesse*. En effet, Erickson *et al.* (2006) avaient obtenu des résultats contraires pour la *tristesse* spontanée et l'imitation de celle-ci. Toutefois, comme il s'agissait de l'étude d'une seule voyelle et d'une ou deux occurrences seulement, nous avons également noté les résultats obtenus par Lee et ses collègues (Lee, Bresch et Narayanan, 2006; Lee *et al.*, 2005) à côté du point d'interrogation « ? » représentant les résultats de Erickson *et al.* (2006).

Tableau 5.6 – Résumé des principaux résultats des études antérieures; √ : confirmés par plus d'une équipe; ? : résultats divergeant d'une étude à l'autre; Ø : paramètre non influencé par l'émotion; case vide : le paramètre n'a pas fait l'objet d'études

	<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
Dos (antériorité)	Ø		+			?
Dos (hauteur)	-		+			?
Apex (antériorité)	+		+			+ ?
Apex (hauteur)	Ø		+			+ ?
Mâchoire (hauteur)	- √	Ø	Ø	Ø	Ø	+ ?
Distance interlabiale	+	-	- √	+	-	-
Protrusion	Ø	-	-	Ø	Ø	?
Étirement	- √	+	+ √	-	-	-
Hauteur des coins	Ø	Ø	+	Ø	Ø	Ø

Les études présentées ci-dessus forment un remarquable travail exploratoire. Toutefois, elles présentent des lacunes somme toute importantes. Notons par exemple, le nombre limité de locuteurs ayant participé aux études de même que le nombre limité de langues, d'articulateurs et de phonèmes étudiés. Plusieurs des études citées ont également omis une phase de validation perceptive nécessaire à la confirmation que les cibles émotives ont bel et bien été produites. Par ailleurs, les auteurs semblent avoir très peu puisé dans la littérature scientifique portant sur les émotions. Ainsi, le concept même d'émotion est rarement défini. Il s'ensuit que plusieurs auteurs étudient sur un même pied des émotions et d'autres états affectifs n'étant pas caractérisés par des changements physiologiques et qui ne sont donc pas susceptibles de présenter les symptômes vocaux propres aux émotions. Enfin, étant des travaux exploratoires, ils sont purement descriptifs et athéoriques. Il nous apparaît maintenant essentiel d'une part de lier ces observations aux théories de l'émotion élaborées en psychologie et d'autre part de tenter une explication du phénomène.

Un fait important a retenu notre attention : les études concluent tantôt à une influence locale des émotions sur l'articulation de la parole et tantôt à une influence globale. En clair, une influence globale de la *joie* serait par exemple de tirer les coins des lèvres vers le haut ou d'avancer la langue peu importe le segment à produire. Une

modification locale serait par contre une modification de l'articulation différente selon le segment à produire (ex. : /a/ plus ouvert, mais /i/ plus fermé). Les études acoustiques menées sur la parole émotive permettaient de conclure à une influence globale des émotions sur la parole (voir par exemple Williams et Stevens, 1972 ou Murray et Arnott, 1993). En fait, les résultats acoustiques laissent croire à un positionnement différent pour chaque émotion maintenu tout au long de l'expérience émotive peu importe la chaîne de segments. Les études articulatoires présentées ci-dessus soulèvent plutôt des questions quant au caractère local ou global de l'influence des émotions sur l'articulation de la parole.

En effet, Erickson, Fujimura et Pardo (1998), Fujimura, Pardo et Erickson (1998) et Menezes *et al.* (2003) penchent pour un impact global des émotions sur l'articulation de la parole puisqu'ils ont observé une plus grande ouverture mandibulaire sur tout l'énoncé pour l'*irritation*.

De leur côté, Caldognetto, Cosi et Cavicchio (2004) et Caldognetto *et al.* (2003; 2004) ont observé que certains paramètres varient différemment selon le segment à produire (ex. : la distance interlabiale variable selon l'émotion pour /a/, mais pas pour /b/) et d'autres non (ex. : la position des coins varie selon l'émotion pour tous les segments) et considèrent donc que la même émotion est produite différemment selon le segment. Notons que la distance interlabiale est beaucoup plus discriminante phonétiquement que ne l'est la position des coins des lèvres.

Nordstrand *et al.* (2003; 2004) et Svanfeldt *et al.* (2003) notent que les voyelles non arrondies permettent plus de latitude quant à l'étirement que les voyelles arrondies qui elles permettent plus de variation quant à la distance interlabiale. Les auteurs croient néanmoins en un impact global des émotions sur l'articulation de la parole. En fait, selon eux, le patron associé à une émotion est le même peu importe la voyelle puisque l'émotion a plus d'impact sur l'étirement que la voyelle elle-même. Les données de Nordstrand *et al.* (2004) indiquent pourtant à la fois des modifications

locales et des modifications globales. En effet, la distance interlabiale et la protrusion varient de façon similaire pour toutes les voyelles tandis que l'étirement présente un comportement opposé pour les voyelles arrondies (/ø ɔ/) et non arrondies (/i ε/).

De leur côté, Maekawa et Kagomiya (2000) concluent que l'émotion induit une modification globale de la qualité de la voix plutôt que des modifications locales ou segmentales puisque leurs données présentent une modification équivalente pour les voyelles et les consonnes. Notons toutefois que les résultats pour les consonnes ne sont pas présentés dans l'article. Maekawa se ravise en (2004) et avance que les émotions présenteraient des modifications locales tandis que les attitudes (ou ce qu'il appelle les « informations paralinguistiques ») présenteraient des modifications globales. Les données présentées vont effectivement en faveur d'une modification globale de l'articulation engendrée par la coproduction d'informations actitudinales, mais l'auteur ne présente pas de données permettant d'appuyer ces dires en ce qui a trait au caractère local des modifications induites par les émotions.

Lee *et al.* (2005) penchent pour une modification locale de l'articulation sous l'influence des émotions puisque les voyelles hautes antérieures sont moins affectées en termes de F1-F2 que les autres. Mais l'équipe se ravise en 2006 (Lee, Bresch et Narayanan, 2006) alors que les auteurs suggèrent que les manœuvres articulatoires relevant de la réalisation d'éléments linguistiques sont peu influencées par les émotions. Ils suggèrent cette fois que les modifications enregistrées soient dues à une plus grande coarticulation, mais que cette modification se fait dans des limites ne pouvant altérer le contraste.

Busso et Narayanan (2007b), comme l'avaient fait Caldognetto *et al.* (2003; 2004) constatent une complémentarité des canaux. Par exemple, pour la *joie*, on rencontre moins de variations spectrales, mais davantage de variations prosodiques et faciales. De plus, les nasales sont particulièrement affectées sur le plan facial mais ne présentent pas de variations spectrales importantes dû selon eux à un manque de liberté articulatoire, alors que les fricatives et les occlusives présentent des variations

importantes de F0, tandis que l'intensité varie davantage pour les voyelles. À partir de ces constats, leur proposition précédente se raffine. Ainsi, selon eux, quand le conduit vocal est contraint par des processus articulatoires, le visage et F0 sont davantage utilisés pour exprimer les émotions. Donc, les modulations émotives se placent là où les degrés de liberté ne sont pas déjà utilisés pour atteindre d'autres buts communicatifs. Une idée similaire se retrouvait déjà chez Bühler (1990 [1934]) qui note que les moyens utilisés pour remplir chaque fonction varient d'une langue à l'autre. Dans la majorité des langues indo-européennes, le ton n'étant pas utilisé linguistiquement, il serait libre pour la transmission d'informations non linguistiques. De même, ayant plusieurs réalisations possibles, chaque segment laisse une certaine marge de manœuvre pour sa production et c'est dans ces marges que peut s'élaborer la « peinture sonore » (Bühler, 1990 [1934]).

Cette hypothèse des degrés de liberté, que nous appliquerons ici aux articulateurs plutôt qu'aux canaux de transmission comme l'avaient fait Busso et Narayanan (2007b), permet à notre avis de rendre compte à la fois des influences globales discutées ci-dessus qui concernaient toutes des articulateurs qui possèdent par nature plus de degrés de liberté, soit la mâchoire et les coins de la bouche, et des influences locales qui se retrouvaient pour la langue et la distance interlabiale qui doivent eux atteindre une position précise pour préserver les contrastes phonémiques. Les hypothèses détaillées seront présentées à la section 6.1.

TROISIÈME PARTIE

OBJECTIFS, HYPOTHÈSES ET MÉTHODOLOGIE

CHAPITRE VI

OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES

Cette recherche sur l'influence des émotions sur la parole vise deux principaux objectifs. Le premier objectif visé est d'effectuer une description articulatoire et acoustique fine de l'influence des émotions sur la parole en français québécois. Étant donné que les marques acoustiques associées aux émotions sont en grande partie universelles, nous prévoyons que les marques acoustiques et articulatoires trouvées en français québécois soient très similaires à celles déjà relevées dans la littérature. Le deuxième objectif est de vérifier certaines hypothèses quant au comportement des articulateurs : soit notre hypothèse des degrés de liberté et les prédictions articulatoires de Scherer (1986).

6.1 Hypothèse des degrés de liberté

L'hypothèse des degrés de liberté telle que formulée par Busso et Narayanan (2007b) s'appliquait aux différents canaux de transmission. Nous l'appliquerons ici aux différentes caractéristiques articulatoires. Nous considérerons ici que la liberté d'un paramètre articulatoire est liée au degré de recrutement d'un articulateur pour la production d'un phonème. Il est en effet possible de produire le même segment avec des gestes articulatoires différents et ce pour des raisons diverses. Les critères qui nous semblent essentiels sont 1) le fait que, pour un phonème donné, l'articulateur

soit lié ou non à un trait pertinent dans la langue, 2) le fait qu'un articulatoire soit ou non entraîné passivement pour la production d'un phonème donné, 3) le fait qu'il existe ou non des compensations possibles pour la production d'un geste donné et 4) le degré de précision articulaire requis pour la production du phonème donné.

En effet, les articulateurs ne sont pas tous recrutés pour la production de tous les segments. Par exemple, la langue n'est pas recrutée pendant la production des bilabiales /p b m/. Ainsi, par souci d'économie, la langue se retrouvera en position haute si une voyelle fermée suit, mais en position basse si une voyelle ouverte suit (Bothorel *et al.*, 1986). Un articulatoire non recruté peut donc être utilisé pour d'autres tâches. De plus, selon le système phonologique de la langue, certaines caractéristiques articulaires ne sont pas distinctives pour certaines classes de segments. Par exemple, pour la production de /s z/, les lèvres peuvent être projetées ou non sans compromettre leur identification (Noiray *et al.*, 2006). Ainsi, en français, les consonnes labiales recrutent les lèvres, mais non la langue alors que l'inverse est vrai pour les consonnes linguales. Notons aussi que certaines caractéristiques articulaires ne sont jamais liées à des traits phonémiques. C'est le cas par exemple de la hauteur des coins de la bouche.

De plus, les articulateurs sont liés non linéairement sur le plan physique et, conséquemment, se contraignent les uns les autres (Porter et Hogue, 1998). Par exemple, le positionnement de l'apex sur les alvéoles pour la production d'un /t/ entraîne un mouvement du reste de la langue vers l'avant. De même, la position de la mâchoire (articulateur porteur) influence la celle de la lèvre inférieure et de la langue (articulateurs portés). De plus, l'arrondissement des lèvres entraîne les coins de la bouche et limite ainsi les variations de hauteur. Ainsi, bien qu'un paramètre articulaire ne soit pas directement impliqué dans la production d'un segment, il n'est toutefois pas nécessairement complètement libre.

Ensuite, pour la production d'un segment donné, il n'y a pas une cible à atteindre par articulateur, mais plutôt des tâches à accomplir par des groupes d'articulateurs. Par exemple, les deux lèvres ainsi que la mâchoire participent à l'occlusion bilabiale pour la production de /p b m/ (Browman et Goldstein, 1986). Ainsi si l'on perturbe la production en introduisant un bloc de fixation de la mâchoire (« *bite-block* »), les lèvres compenseront afin d'atteindre l'occlusion (Gracco et Abbs, 1986). La mâchoire facilite également le positionnement de la langue en hauteur. De même, la protrusion/étirement des lèvres peut, dans une certaine mesure, être compensée par la hauteur du larynx et la position de la langue (Aubin, 2006; voir également Baum et McFarland, 1997 pour d'autres types de perturbations/compensations).

De plus, la parole est marquée par des relations non-linéaires à plusieurs niveaux. Par exemple, la relation entre articuloire et acoustique est non linéaire (théorie quantique de Stevens, 1989, voir aussi Carré, 2003). En effet, un grand changement articuloire peut avoir de petites conséquences acoustiques tandis qu'un petit changement articuloire peut avoir de grandes conséquences acoustiques. La perception de la parole est également non linéaire : un petit changement acoustique peut avoir un grand impact perceptif et vice versa comme en témoigne la perception catégorielle des occlusives ou le « *perceptual magnet effect* » des voyelles (Kuhl, 1993). Ainsi, il existe des zones de stabilité acoustico-perceptives dans le conduit vocal. C'est par exemple le cas des zones palatale et pharyngale qui permettent des déplacements importants sans modification notable du produit acoustico-auditif. Ainsi, le dos de la langue doit atteindre une zone relativement grande pour la production de /k g/ comparativement à l'apex qui, lui, doit atteindre une zone très précise pour la production de /t d/. Ainsi, le lieu de constriction peut varier si l'on se trouve dans une zone de stabilité acoustique. Pour les voyelles, Perkell et Cohen (1989) ont bien démontré que la zone articuloire réservée à /i/ est très petite, qu'elle

est relativement grande pour /u/, mais qu'elle est grande sur le plan de la hauteur et petite sur le plan antéro-postérieur pour /a/.

Ainsi, nous distinguons trois différents degrés de liberté; III représentant le maximum de liberté et I le minimum. Les paramètres présentant un haut degré de liberté sont à notre avis plus susceptibles d'être influencés par les émotions que les paramètres présentant peu de liberté.

- Un paramètre est maximalelement libre (III) lorsqu'il n'est associé à aucun trait distinctif (ex. : hauteur des coins) et n'est pas entraîné passivement.
- Un paramètre peut être partiellement libre (II) pour plusieurs raisons. D'abord, certains paramètres, bien qu'utiles, ne sont pas essentiels à la production d'un segment (ex. : mâchoire et occlusion bilabiale). Ces paramètres bénéficient donc d'une certaine liberté. Aussi, certaines zones du conduit vocal présentent une grande stabilité acoustico-perceptive (ex. : zones palatale et pharyngale). Les segments produits dans ces zones ne nécessitent donc pas une grande précision articulatoire. En outre, certains paramètres ne participent pas activement à la production d'un segment mais sont entraînés passivement au moment de leur production (ex. : dos de la langue et occlusion apico-alvéolaire). Cet entraînement limite leur liberté.
- Les paramètres minimalelement libres (I) sont ceux qui sont liés de façon directe à un trait distinctif et qui doivent atteindre une position très précise (ex. : les lèvres dans le cas de la distance interlabiale et de l'occlusion bilabiale).

Donc, pour chacun des paramètres articulatoires, nous prévoyons de trouver plus ou moins de différences significatives selon qu'il dispose de plus ou moins de degrés de liberté pour ce phonème. Dans le cadre de cette thèse, nous utilisons un articulographe AG500 pour la collecte de nos données articulatoires. Nous serons donc en mesure d'étudier la hauteur et l'antériorité du dos et de l'apex, la hauteur de la mâchoire, la distance interlabiale, la protrusion, l'étirement et la hauteur des coins.

Il va sans dire que des prédictions pourraient facilement être effectuées pour le voile du palais, la racine de la langue ou la hauteur du larynx à partir des principes énoncés ici. Nos prédictions pour les phonèmes /i u a b d g/, qui seront étudiés dans cette thèse puisqu'ils couvrent un vaste éventail de manœuvres articulatoires, sont les suivantes pour les paramètres articulatoires à l'étude (voir le Tableau 6.1 et les justifications qui suivent). Notons que nous ne considérons ici que les comparaisons intra-paramètres, la comparaison inter-paramètre nécessitant des normalisations d'échelles difficiles à établir.

Tableau 6.1 – Prédiction des degrés de liberté par paramètre articulatoire et par segment; I : liberté minimum; II : liberté intermédiaire; III : liberté maximum; h : hauteur; a : antériorité

	Dos		Apex		Hauteur mâchoire	Distance interlabiale	Protrusion / étirement	Hauteur coins
	a	h	a	h				
/i/	I	I	II	II	II	II	II	III
/u/	II	II	II	II	II	II	II	III
/a/	I	II	II	II	II	II	II	II
/b/	III	III	III	III	II	I	II	III
/d/	II	II	I	I	II	II	III	III
/g/	II	I	II	II	II	II	III	III

Antériorité du dos de la langue :

- I : Voyelles /i a/. Le dos de la langue doit atteindre une antériorité précise pour /i/ et /a/.
- II : Consonnes linguales et voyelle postérieure /d g u/. Le dos est entraîné passivement pour la production de /d/ et la zone articulatoire qu'il doit atteindre sur le plan antéro-postérieur pour la production de /g u/ est relativement grande.
- III : Consonne labiale /b/. La langue n'est pas impliquée dans la production des consonnes labiales.

Hauteur du dos de la langue :

- I : Consonne dorsale et voyelle haute antérieure /g i/. Le dos de la langue doit atteindre une hauteur précise pour la consonne puisqu'elle est dorsale et pour la voyelle puisqu'elle est articulée dans une zone de faible stabilité acoustique.
- II : Consonne apicale et voyelles postérieures /d u a/. Le dos est entraîné passivement pour la production de /d/ et la zone articuloire qu'il doit atteindre sur le plan de la hauteur pour la production de /u a/ est relativement grande.
- III : Consonne labiale /b/. La langue n'est pas impliquée dans la production des consonnes labiales.

Antériorité de l'apex :

- I : Consonne apicale /d/. L'apex doit atteindre une antériorité très précise pour la production de l'apico-alvéolaire.
- II : Consonne dorsale et voyelles /g i u a/. L'apex est entraîné passivement pour la production de /g i u a/ qui sont dorsales.
- III : Consonne labiale /b/. La langue n'est pas impliquée dans la production des consonnes labiales.

Hauteur de l'apex :

- I : Consonne apicale /d/. L'apex doit atteindre une hauteur très précise pour la production de l'apico-alvéolaire.
- II : Consonne dorsale et voyelles /g i u a/. L'apex est entraîné passivement dans le cas de /g i u a/ qui sont dorsales.
- III : Consonne labiale /b/. La langue n'est pas impliquée dans la production des consonnes labiales.

Hauteur de la mâchoire :

- II : Tous les segments /b d g i u a/. La mâchoire intervient dans la production de tous les types de segments, mais sa participation n'est jamais obligatoire.

Distance interlabiale :

- I : Consonne labiale /b/. Une distance interlabiale précise doit être atteinte lors de la production des consonnes labiales.
- II : Consonnes linguales et voyelles /d g i u a/. La distance interlabiale n'est pas impliquée dans la production des consonnes linguales et des voyelles, mais est entraînée passivement par la mâchoire qui vient faciliter le travail de la langue.

Protrusion et étirement :

- II : Consonne labiale et voyelles /b i u a/. La présence d'une occlusion labiale limite les mouvements de protrusion ou de rétraction des lèvres. Dans le cas des voyelles /i u/, la protrusion/étirement peut être compensée par d'autres manœuvres articulatoires. Le degré de protrusion/étirement n'est pas distinctif pour les voyelles basses, mais est entraîné passivement pour les voyelles ouvertes.
- III : Consonnes linguales /d g/. Les lèvres ne participent pas à la production des consonnes linguales.

Hauteur des coins :

- II : Voyelle ouverte /a/. La hauteur des coins est entraînée passivement dans le cas des voyelles ouvertes.
- III : Consonnes et voyelles hautes /b d g i u/. La hauteur des coins n'est pas recrutée pour la production des consonnes et des voyelles fermées.

6.2 Prédications de Scherer (1986)

Le modèle de Scherer (1986) prédit des comportements articulatoires à la suite des différentes évaluations donnant lieu à une émotion. L'évaluation du plaisir intrinsèque donne lieu, si positive, à une relaxation du conduit vocal, une expansion pharyngale, un étirement des lèvres et une élévation des coins des lèvres et, si négative, à une tension du conduit vocal, une constriction pharyngale, un étirement de la bouche et un abaissement du coin des lèvres. L'évaluation du caractère plus ou moins attendu donne lieu, si positive, à une relaxation du conduit vocal et, si négative, à une tension du conduit vocal. L'évaluation du contrôle possible de la situation donne lieu, si positive, à une tension et, si négative, à une relaxation du conduit vocal. Finalement, l'évaluation du pouvoir à faire face donne lieu, si positive, à une tension du conduit vocal et à la préparation de la bouche pour la morsure et si négative, à une augmentation de la tension du conduit vocal seulement.

Ainsi on s'attend dans le cas de la *colère froide* (situation inattendue, contrôlable et bonne capacité à faire face) à une hypertension importante, une plus grande distance interlabiale et un étirement des lèvres. Pour le *dégoût* (situation déplaisante et inattendue), il devrait y avoir hypertension, recul de la langue, étirement des lèvres et abaissement des coins. Pour la *joie euphorique* (situation plaisante et inattendue), on s'attend à un avancement de la langue, un étirement des lèvres et une élévation des coins. Il y a indécision pour la tension puisque le caractère plaisant est associé à une hypotension, mais le caractère inattendu est lié à une hypertension du conduit vocal. La *peur panique* (situation déplaisante, inattendue et une mauvaise capacité à faire face) devrait être caractérisée par une très importante hypertension, un recul de la langue, l'étirement des lèvres et l'abaissement des coins. Enfin la *tristesse mélancolique* (situation déplaisante, inattendue et non contrôlable) devrait présenter un recul de la langue, un étirement des lèvres et un abaissement des coins. Ici aussi il y a indécision pour la tension puisque le caractère déplaisant est lié à une

hypertension tandis que le manque de contrôle donne lieu à une hypotension du conduit vocal.

CHAPITRE VII

MÉTHODOLOGIE

Afin d'atteindre les objectifs énoncés au chapitre précédent, nous avons procédé à l'enregistrement de dix acteurs professionnels (cinq hommes, cinq femmes), locuteurs natifs du français québécois, alors qu'ils prononçaient un texte contenant les phonèmes cibles (/i u a b d g/), en simulant différentes émotions. Le texte a été répété cinq fois dans chacune des conditions émotive (*colère, dégoût, joie, neutre, peur, surprise et tristesse*), pour un total de 35 énoncés produits. Des scénarios ont été utilisés afin de nous assurer que les acteurs produisent tous exactement la même émotion (ex. : *colère chaude vs colère froide*) et afin de faciliter l'induction des différents états émotifs chez eux. L'enregistrement articulatoire a été fait au moyen d'un EMA (« *ElectroMagnetic Articulograph* ») AG500 simultanément avec l'enregistrement acoustique à l'aide d'un micro-casque. Pour déterminer dans quelle mesure les cibles émotive ont été atteintes, les énoncés produits ont été soumis à des tests d'identification. Puis, diverses mesures articulatoires et acoustiques ont été effectuées. Des ANOVAs¹ à mesures répétées ont servi à déterminer si les différences observées entre émotions étaient significatives. Puis, des corrélations

¹ Analyse de variance.

entre les mesures articulatoire-acoustiques et les résultats perceptifs ont été calculées afin de déterminer les meilleurs indices perceptifs.

7.1 Locuteurs, corpus et scénarios

Dix acteurs professionnels (cinq hommes, cinq femmes), âgés de 28 à 58 ans (moyenne = 42,6 ans), ayant le français québécois comme langue maternelle ont pris part à l'étude. La phrase « Guy Badou est là » ([gɪbaduɛla]) a été produite par chacun d'eux avec différentes émotions (*colère, dégoût, joie, neutre, peur, surprise et tristesse*). Cinq répétitions de la phrase porteuse ont été produites par chacun des acteurs dans chacune des conditions (10 acteurs x 7 émotions x 5 répétitions = 350 stimuli). Les émotions ont été produites dans un ordre aléatoire pour chaque sujet.

Cette phrase précise a été choisie puisqu'elle contient les phonèmes qui nous intéressent, soient les voyelles cardinales /i u a/ et les occlusives voisées /b d g/. Les phonèmes étudiés sont chacun produits dans un contexte phonémique différent. Toutefois cela ne pose pas de problème pour la vérification de nos hypothèses qui à ce stade n'incluent pas l'influence du contexte phonémique. Nous avons choisi d'étudier ces différents types de segments puisqu'ils représentent des manœuvres articulatoires très diversifiées et qu'ils nous permettront ainsi de vérifier nos hypothèses. De plus, le contenu verbal émotionnel neutre de la phrase ne risque pas de biaiser les résultats du test de perception.

Également, cette phrase a l'avantage de pouvoir être insérée dans différents scénarios visant à susciter les émotions qui nous intéressent. L'utilisation de scénarios nous permet de nous assurer que les acteurs aient tous exactement la même variante émotionnelle en tête (ex. : *colère froide* vs *colère chaude*). L'utilisation de scénarios facilite également le travail des acteurs en agissant comme inducteur ce qui permet l'obtention de données plus naturelles. Les scénarios comprennent les éléments considérés par Scherer (1986) comme inducteur d'une émotion donnée (voir la

section 2.7.1). Dans tous les scénarios, le personnage est représenté en compagnie de son conjoint qui sert d'interlocuteur. Les acteurs avaient pour instruction d'utiliser un niveau de langue vernaculaire. Les scénarios utilisés sont les suivants :

- *Colère froide* : Vous marchez dans le parc près de chez vous et vous constatez que Guy Badou est là. Il s'agit de votre voisin. Vous vous êtes disputé la veille et il s'est permis de vous traiter de tous les noms.
- *Dégoût* : Vous arrivez au restaurant pour un souper entre amis et vous constatez que Guy Badou est là avec eux. Il est répugnant, sent mauvais, mange la bouche ouverte et postillonne.
- *Joie euphorique* : Vous arrivez au restaurant pour un souper entre amis et vous constatez que Guy Badou est là assis avec eux. C'est un ami qui vous est très cher et qui vit maintenant à l'étranger. Vous ne saviez pas qu'il serait là.
- *Peur panique* : Vous arrivez chez vous le soir et avant d'entrer, vous apercevez par la fenêtre Guy Badou, qui s'est échappé de prison où il était détenu pour avoir tenté de vous tuer.
- *Surprise* : Vous tournez le coin de la rue et vous apercevez Guy Badou, le célèbre directeur de cirque qui devait être dans l'espace à ce moment.
- *Tristesse mélancolique* : En déjeunant, vous lisez le journal et vous voyez dans la rubrique nécrologique la photo de Guy Badou. C'était un ami très cher à vos yeux. Il souffrait d'un cancer et était en phase terminale.

Pour la condition neutre, les acteurs avaient pour instruction de produire la phrase sans variation émotive particulière, de façon neutre. En plus des cinq répétitions de la phrase cible dans chacune des émotions, les acteurs ont également produit une répétition d'un court texte, sémantiquement neutre, contenant tous les phonèmes du français québécois. Nous n'avons toutefois pas utilisé cette portion des enregistrements dans le présent travail.

Préalablement à l'enregistrement, nous avons effectué quelques vérifications auprès des sujets puisque l'usage de l'articulographe AG500 implique l'exposition à un champ électromagnétique, l'utilisation des mêmes senseurs pour l'enregistrement de plusieurs sujets, le confinement de la tête et du torse du sujet dans un espace restreint et le contact de la langue du sujet avec du latex. Nous avons donc vérifié que les sujets ne portaient pas de défibrillateur cardiaque (« *pacemaker* ») ou de pompe à insuline, qu'ils n'étaient pas porteurs de maladies infectieuses et ne souffraient pas d'immunodéficience, qu'ils n'étaient pas sujet à de l'hypersensibilité aux champs électromagnétiques ou à la claustrophobie et nous avons effectué un test d'allergie au latex.

7.2 Enregistrements articulatoire et acoustique

Ces dernières années, les techniques de mesures articulatoires ont beaucoup évolué. Il n'y a toutefois pas encore de panacée dans le domaine; chaque technique ayant ses forces et ses faiblesses. La technique idéale permettrait une visualisation 3D des articulateurs visibles et non visibles, ayant à la fois une bonne résolution temporelle et spatiale, et serait aussi peu intrusive que possible, permettant du même coup une faible perturbation de l'articulation. Au début des années 2000, la compagnie Carstens Medizinelektronik mettait sur le marché l'articulographe AG500 qui permet la prise de mesures articulatoires en 3D avec une résolution temporelle de 200 Hz. Cet instrument s'avère très utile malgré le fait qu'il ne permet le suivi que de 12 points et qu'il perturbe légèrement l'articulation de la parole. Avant son arrivée, les chercheurs ne disposaient pas d'un outil capable de mesures 3D rapides des articulateurs non visibles. Par exemple, l'IRM (Imagerie par Résonance Magnétique) permet la prise d'images 3D à un taux environnant 0,1 Hz (voir Marchal, 2007 pour une description à jour des différentes techniques de mesures articulatoires). Ayant la chance d'avoir accès à un articulographe AG500, nous avons choisi de l'utiliser pour mener à bien notre étude.

Les enregistrements articulatoires et acoustiques ont eu lieu simultanément, dans la chambre sourde du Laboratoire de phonétique de l'UQAM. Les enregistrements articulatoires ont été effectués au moyen d'un articulographe AG500 et les enregistrements acoustiques au moyen d'un micro-casque de haute qualité (Audio-Technica BP892) via un préamplificateur (AudioBuddy) sur un ordinateur équipé d'une carte de son de haute qualité (Delta 1010LT) à une fréquence d'échantillonnage de 44 100Hz. Le gain a été optimisé pour chacun des acteurs avant de procéder aux enregistrements et a par la suite été gardé constant, sauf pour un d'entre eux où un ajustement a été nécessaire pendant l'enregistrement. Les valeurs d'intensités prises avant cet ajustement ne seront pas analysées. Chaque session d'enregistrement durait environ 60 minutes, pendant laquelle environ la moitié du temps était consacrée à la pose des senseurs articulographiques.

Avant chaque enregistrement, la calibration de l'appareil a été minutieusement effectuée. La calibration vise à déterminer un facteur permettant de corriger les distorsions des champs électromagnétiques². Afin de minimiser de telles distorsions, l'articulographe a été placé à un minimum de 1,5 mètre des murs et la pièce était exempte autant que possible de plans métalliques. De plus, les facteurs distordants ont été gardés constants entre la phase de calibration et l'enregistrement. Par exemple, les appareils électriques à utiliser lors de l'enregistrement étaient allumés lors de la calibration. La calibration a été effectuée au moyen du logiciel CalPos, version Linux, suivant les instructions fournies par le fabricant (Carstens Medizinelektronik, 2006). Après la calibration, une série de mouvements (tour de *circa* et mouvements aléatoires des senseurs dans leurs supports) ont été effectués pour vérifier le bon fonctionnement de chacun des senseurs. Toujours selon le fabricant, pour des données fiables, l'amplitude enregistrée ne devrait pas différer de l'amplitude attendue par

² Pendant la calibration, les senseurs sont placés dans des supports et un moteur les fait bouger. Ainsi, la position réelle de chacun des senseurs est connue et peut être comparée à la position enregistrée. Un facteur de correction peut donc être calculé.

plus de 14 points. Les valeurs obtenues pour cette mesure sont en moyenne de 2,02 RMS et au maximum de 7,55 RMS, soit d'excellents résultats.

Lors de l'enregistrement, les sujets étaient confortablement assis dans le cube de l'articulographe avec le micro-casque en place (voir la Figure 7-1).

Figure 7-1 – Dispositif expérimental

Douze senseurs de dimension physique 1 mm x 3 mm (voir la Figure 7-2) ont été collés sur les sujets au moyen d'une colle de type cyanoacrylate couramment utilisée en dentisterie et sans danger pour le sujet. Les senseurs avaient préalablement été désinfectés à deux reprises au moyen de Biomers qui élimine jusqu'à 99 % des virus, germes ou bactéries et recouverts d'une fine couche de latex remplacée entre chaque enregistrement. Cette procédure est comparable à celle utilisée dans les autres laboratoires possédant un articulographe et a été approuvée par le comité d'éthique de l'UQAM.

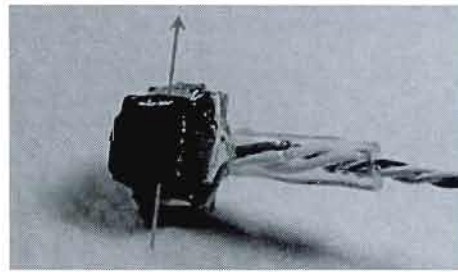


Figure 7-2 – Senseur HQ220 pour articulographe AG500 ; la flèche indique l'orientation de la bobine réceptrice (image tirée de <http://wiki.ag500.net/Coordinates>)

Quatre senseurs sont utilisés pour la correction des mouvements de la tête. Ils ont été placés sur les mastoïdes gauche et droit et sur les incisives supérieures latérales gauches et droites à la limite des gencives. Les autres senseurs ont été placés de manière à permettre l'analyse des paramètres qui nous intéressent. Deux senseurs ont été placés sur les lèvres inférieure et supérieure au centre et à la limite du vermillon (protrusion et distance interlabiale). Deux senseurs ont été placés aux commissures droite et gauche des lèvres (étirement et hauteur des coins). Un autre a été placé sur les incisives inférieures centrales à la limite des gencives (mâchoire). Trois senseurs

ont été placés sur la langue, dont deux sur le sulcus. Celui du fond était placé aussi loin que possible (dos) et l'autre a été placé à un centimètre du bout de la langue pour éviter de trop perturber l'articulation (apex). Un senseur a également été placé sur le côté de la lame de façon à ce que son orientation *thêta* nous fournisse de l'information quant à la forme de la langue sur le plan coronal (voir la Figure 7-3).

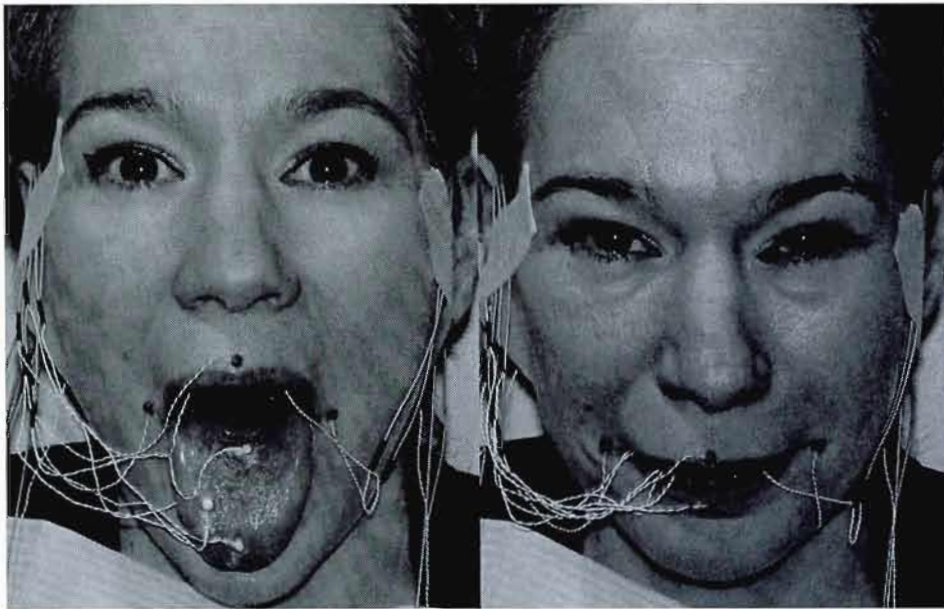


Figure 7-3 – Positionnement des senseurs sur a) la langue et b) les lèvres

Après la pose des senseurs, le sujet a pu prendre quelques minutes pour s'adapter à la présence perturbante des senseurs dans sa bouche (Weismer et Bunton, 1999). Outre le corpus, une pose statique a également été enregistrée servant à la procédure de correction de la tête.

7.3 Prétraitement des données

Des champs électromagnétiques sont émis à une fréquence et une intensité données par chacune des six bobines fixées dans le cube dans lequel le sujet est assis. L'amplitude des six champs électromagnétiques, distinguables par leur fréquence, est enregistrée par chacun des douze senseurs à un taux de 200 Hz. Puisque l'amplitude

enregistrée décroît avec l'augmentation de la distance à la bobine émettrice et du désalignement du capteur par rapport à celle-ci, il est possible de calculer par triangulation la position (x : **antériorité**, y : **latéralité**, z : **hauteur**) et l'orientation (ϕ (« ϕ ») : azimut, θ (« θ ») : élévation; voir la Figure 7-4) de chacun des capteurs à partir des amplitudes enregistrées. Ces valeurs ont été calculées au moyen du logiciel Cs5calpos, version Linux, fourni par le fabricant (voir Zierdt *et al.*, 2000 pour plus de détails).

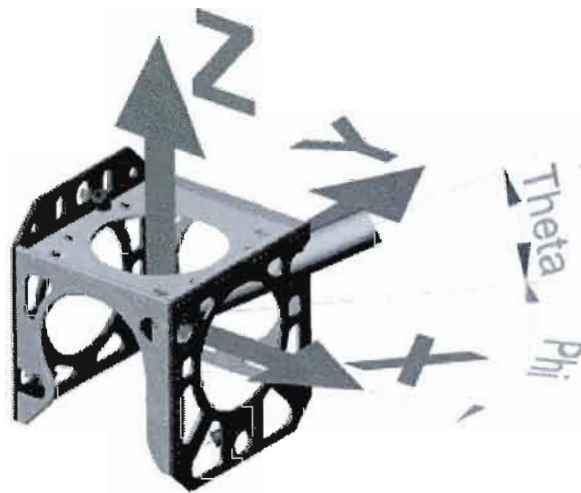


Figure 7-4 – Position et orientation des capteurs dans le cube (image tirée de <http://wiki.ag500.net/Coordinates>)

Ensuite, les mouvements de la tête ont été corrigés. Pour ce faire, nous avons utilisé une procédure MatLab conçue par Mark Tiede (Laboratoire Haskins) et modifiée pour nos besoins. En somme, la procédure utilise une pose statique comme référence. De cette pose l'utilisateur identifie une portion stable. Puis, la procédure utilise celui des deux mastoïdes et celle des deux incisives supérieures qui sont les plus stables (plus petit écart-type en terme de distance euclidienne aux autres capteurs de référence) dans cette portion de signal. La position moyenne de ces capteurs sert ensuite de référence. L'incisive supérieure devient alors le point zéro et les données sont translatées de sorte que la position de l'incisive supérieure soit à zéro partout. Les valeurs subissent ensuite une rotation afin que la position du mastoïde soit

alignée à sa valeur de référence partout. Enfin, une dernière rotation est appliquée de sorte que le mastoïde soit à la même hauteur que l'incisive chez tous les sujets. Ainsi, la position de la tête des sujets reste stable et elle est comparable entre les différents sujets.

7.4 Tests de perception

Afin de déterminer dans quelle mesure les cibles émotives ont bel et bien été atteintes et savoir si les productions semblent naturelles ou simulées (*push vs pull*), nous avons procédé à un test de perception incluant deux sous-tâches. Dix auditeurs (cinq hommes, cinq femmes), naïfs (sans formation en théâtre et n'ayant pas assisté aux enregistrements), âgés de 24 à 40 ans (moyenne = 29 ans), ayant le français québécois comme langue maternelle et n'ayant pas de troubles de langage ou de l'audition connus ont pris part à l'étude. Des 350 stimuli potentiels, six n'ont pas été enregistrés à cause d'une défaillance logicielle, nous privant de la *surprise* pour une actrice, et sept ont dû être éliminés puisqu'ils comportaient de la saturation. 337 stimuli ont donc été utilisés dans le test de perception. Nous avons éliminé des fichiers sonores retenus les interjections émotives présentes avant ou après la phrase porteuse, celles-ci étant de meilleurs indices perceptifs que les changements spectraux qui nous intéressent (voir par exemple Schröder, 2003). Les champs électromagnétiques émis par l'EMA induisent un signal dans les microphones. Ce bruit a été éliminé à l'aide du logiciel Praat, par l'application de six filtres coupe-bande avec un lissage de 100Hz et une largeur de 500 Hz aux fréquences d'émission de l'AG500 (7500, 8750, 10 000, 11 250, 12 500 et 13 750 Hz). L'intensité interlocuteur a été normalisée, tandis que l'intensité intra-locuteur a été gardée telle quelle, celle-ci étant un excellent indice pour l'identification des émotions (Yildirim *et al.*, 2004). Au moyen du logiciel Praat, nous avons amplifié ou atténué le signal de sorte que l'intensité moyenne des productions des différents locuteurs soit identique, mais

en gardant les différences d'intensité entre chacune des productions d'un locuteur donné.

Le test de perception a été fait avec le logiciel Praat. Les stimuli ont été présentés binauralement, à l'aide d'un casque d'écoute (Audio-Technica ATH-M50), au niveau d'intensité qui convenait à chaque sujet. La passation des tests se faisait individuellement dans la chambre sourde du Laboratoire de phonétique de l'UQAM. Les auditeurs avaient pour tâche d'identifier à l'aide de la souris l'émotion produite parmi une liste de choix fermée comprenant les sept émotions sous étude (*neutre, tristesse, peur, dégoût, colère, joie, surprise*) et la catégorie « *autre* ». La Figure 7-5 montre l'interface de passation du test de perception.

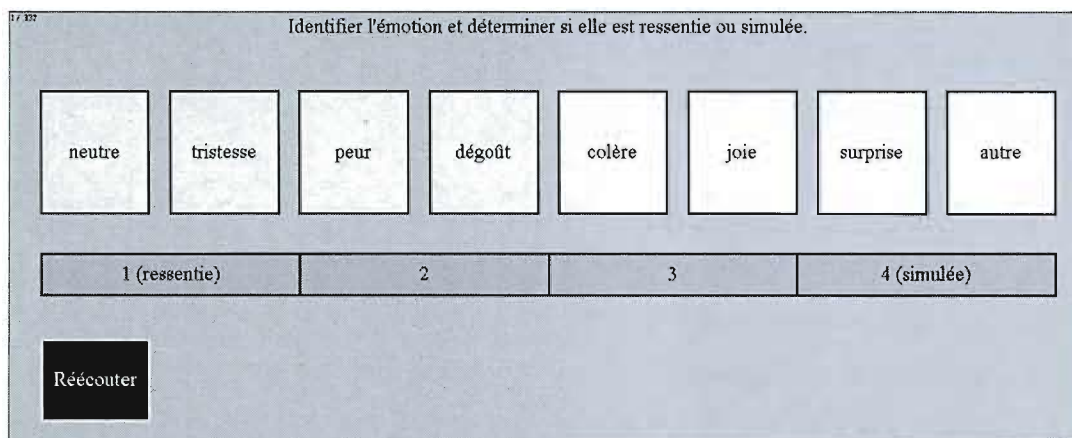


Figure 7-5 – Interface de passation du test de perception

Cette façon de faire est très répandue dans le domaine et permet donc de comparer nos résultats avec les études antérieures. L'utilisation de la catégorie *autre* est plus ou moins fréquente mais permet aux participants de donner une réponse dans le cas où aucune des catégories présentes ne lui semble satisfaisante. Les stimuli ont été présentés une fois chacun, en ordre aléatoire pour chaque auditeur. Nous avons mentionné aux auditeurs que les six émotions sous étude avaient été produites de même que d'autres émotions non listées et une version neutre. Les différents scénarios utilisés ont été présentés aux auditeurs afin qu'ils aient une idée précise des variantes émotives attendues et pour ainsi éviter certaines confusions. En effet, la

tristesse détresse pourrait être confondue avec de la *peur panique* (voir Navas *et al.*, 2004; van Bezoooyen, Otto et Heenan, 1983), ce qui n'est pas le cas de la *tristesse mélancolique* produite ici. En plus d'identifier les émotions, nous avons également demandé aux auditeurs de spécifier si les différents stimuli leur semblaient ressentis ou simulés sur une échelle de 1 à 4. Nous les avons informés du fait que certains acteurs se mettaient réellement dans les états émotionnels en utilisant des souvenirs alors que d'autres utilisaient plutôt des trucs biomécaniques pour arriver à produire les différentes émotions. Les auditeurs pouvaient réécouter chaque stimulus jusqu'à trois fois s'ils le désiraient. Ils avaient la possibilité de prendre six pauses pendant le test qui durait environ 45 minutes au total.

7.5 Analyse articulatoire

Nous avons extrait du signal les positions de tenue pour chacun des phonèmes à l'étude à l'aide d'une procédure MatLab développée par Mark Tiede permettant d'identifier les minimums de vélocité. Nous avons également extrait leur position moyenne pour la séquence « Guy Badou »; le début et la fin de cette séquence étant identifiés par un maximum de vélocité. Afin de vérifier nos hypothèses, nous nous intéressons ici à l'antériorité du dos de la langue (dos_x), à sa hauteur (dos_z), au caractère plus ou moins bombé de la langue ($lame_{\theta}$), à l'antériorité de l'apex ($apex_x$), à sa hauteur ($apex_z$), à la hauteur de la mâchoire ($m\grave{a}choire_z$), à la distance interlabiale ($LSupz - LInfz$), à la protrusion ($LSupx$), à l'étirement ($CoinGy - CoinDy$) et à la hauteur moyenne du coin des lèvres ($(CoinGz + CoinDz)/2$). Finalement, l'espace vocalique articulatoire a été calculé, à partir des valeurs en x et en z du dos de la langue, comme le périmètre (en termes de distance euclidienne) du triangle formé par les voyelles /i/, /u/ et /a/.

7.6 Analyse acoustique

Au moyen du logiciel Praat, diverses mesures acoustiques ont été effectuées. Nous avons d'abord procédé à des mesures portant sur l'ensemble de la séquence « Guy Badou », dont le début et la fin ont été identifiés au cours de l'analyse articulatoire. Il s'agit de la balance spectrale et des paramètres prosodiques que sont le plancher de F0 (ou minimum de F0), la moyenne de F0, l'étendue de F0, l'écart-type de F0, l'intensité moyenne, l'écart-type de l'intensité et la durée de la séquence analysée. Pour calculer la balance spectrale, nous avons d'abord produit un LTAS³ de la séquence « Guy Badou » avec une résolution de 100 Hz. À partir de ce LTAS, la balance spectrale a été calculée, soit la différence entre l'énergie moyenne sous 1000 Hz et l'énergie moyenne au-dessus de 1000 Hz. Ainsi, plus le chiffre obtenu est grand, plus l'intensité en hautes fréquences est importante. En ce qui a trait aux valeurs de F0, les courbes de F0 de chacun des signaux ont été extraites avec des valeurs minimales et maximales ajustées à la voix de chacun des sujets. Les courbes ont été inspectées visuellement et les minimum et maximum ont été modifiés en cas de besoin.

Ensuite, des valeurs spectrales pour chacun des segments ont été extraites, soit les formants (hauteur et largeur de bande) dans le cas des voyelles et les moments centraux dans le cas des consonnes. Ces mesures ont été effectuées aux minimums de vélocité articulatoire préalablement identifiés. Avant d'extraire les valeurs formantiques, la fréquence d'échantillonnage a été réduite à 16 000 Hz. Puis les formants ont été identifiés à l'aide d'un algorithme de type LPC avec une fenêtre d'analyse de 25 ms, des pas de 10 ms, une pré-emphase à 50 Hz. Un maximum de

³ Le LTAS est généralement calculé séparément sur les parties voisées et non voisées du signal afin de tenir compte de l'influence de F0 sur la distribution spectrale. Comme nous n'avons que des segments voisés, nous n'avons généré qu'un LTAS. Le LTAS est généralement mesuré sur des portions de signal de plus de 30 ou 40 ms afin d'éliminer l'influence segmentale sur la distribution spectrale (Pittam, 1987). Mais ici, comme les mêmes segments sont présents dans chaque stimulus analysé, la composition segmentale des énoncés ne peut avoir d'influence sur le LTAS.

cinq formants a été recherché pour /i/ et /a/ et un maximum de six formants pour /u/ et ce, sous les 5000 Hz dans le cas des hommes, et sous les 5500 Hz dans le cas des femmes. La hauteur des quatre premiers formants (F1, F2, F3 et F4) et leur largeur de bande (B1, B2, B3 et B4) ont ensuite été extraites. Une inspection visuelle des formants superposés au spectrogramme a permis de vérifier la validité des valeurs extraites; le nombre maximal de formants recherchés a été modifié en cas de problèmes. Dans le cas des consonnes, les quatre premiers moments centraux ont été extraits d'une fenêtre de 20 ms de type *Hamming* débutant au minimum de vélocité articulatoire préalablement identifié. La fréquence d'échantillonnage a d'abord été ramenée à 21 100 Hz avec une pré-emphase à 50 Hz. Puis des mesures relatives aux moments centraux ont été extraites sur un spectre de puissance, soit le centre de gravité (somme pondérée des valeurs fréquentielles), l'écart-type (de la distribution des fréquences), le coefficient de dissymétrie (par rapport à une distribution gaussienne) et le coefficient d'aplatissement (par rapport à une distribution gaussienne).

Finalement, l'espace vocalique acoustique a été calculé, dans un plan F1-F2, comme le périmètre (en termes de distance euclidienne) du triangle formé par les voyelles /i/, /u/ et /a/.

La perception de la hauteur étant logarithmique, les valeurs en Hz, soient les valeurs de F0, de formants et le centre de gravité, ont été transformées en mels selon la formule de Fant (1968) :

$$\text{Formule 1} - \text{mel} = (1000/10g(2))(\log(f/1000+1))$$

Les mesures représentant une étendue plutôt qu'une hauteur (écart-type de F0, étendue de F0, largeur de bande des formants et écart-type de la distribution spectrale des consonnes) ont été transformées en tenant compte de la valeur moyenne de leur centre, soit, par exemple, pour la largeur de bande de F1 la formule suivante :

$$\text{Formule 2} - B1_{\text{mel}} = (1000/10g(2))(\log((f1\text{Hz}+B1\text{Hz}/2)/1000+1))- \\ (1000/10g(2))(\log((f1\text{Hz}-B1\text{Hz}/2)/1000+1))$$

7.7 Analyse statistique

Des analyses statistiques ont été effectuées afin de déterminer quels sont les paramètres articulatoires (dos_x , dos_z , $\text{lame}_{\text{thêta}}$, apex_x , apex_z , mâchoire_z , distance interlabiale, protrusion, étirement, hauteur des coins des lèvres et espace vocalique articulatoire) qui sont significativement influencés par les émotions. Des ANOVAs à mesures répétées ont été effectuées pour chacun des paramètres pour la position moyenne pendant « Guy Badou » et pour chaque phonème (/i u a b d g/). Les variables dépendantes sont les moyennes des 5 répétitions pour chaque émotion (*colère, dégoût, joie, neutre, peur, surprise et tristesse*). Nous avons considéré le sexe comme un prédicteur catégoriel uniquement pour les paramètres pour lesquels le zéro n'est pas arbitraire, soit la distance interlabiale et l'étirement⁴. Des tests *post hoc* ont été effectués afin de déterminer où se situaient précisément les différences significatives. Il s'agit de tests-t pairés avec ajustement des valeurs de *p* à la Sidak et prise en compte de la corrélation moyenne entre mesures (Sankoh, Huque et Dubey, 1997).

Des analyses statistiques identiques ont été effectuées sur les paramètres acoustiques (balance spectrale, plancher de F0, moyenne de F0, étendue de F0, écart-type de F0, intensité moyenne, écart-type de l'intensité, durée, F1, F2, F3, F4, B1, B2, B3, B4 et espace vocalique acoustique) afin de déterminer s'ils varient significativement en fonction des émotions.

Des analyses statistiques similaires (ANOVAs à mesure répétée et tests-t pairés) ont été effectuées sur les résultats perceptifs afin de déterminer si les scores (ressenti

⁴ Dans le cas des autres paramètres, une partie des différences inter-individuelles et donc des différences entre sexe sont imputables à la localisation différente des senseurs chez les sujets.

vs simulé) et les pourcentages d'identification correcte varient significativement en fonction de différents facteurs. Dans les ANOVAs, les cas représentent ici les auditeurs avec le sexe comme prédicteur catégoriel. Les variables dépendantes sont les valeurs moyennes données à chacun des acteurs, selon son sexe, pour chaque émotion (*colère, dégoût, joie, peur, surprise, tristesse*, plus le *neutre* dans le cas de l'identification). Les facteurs considérés sont donc le sexe de l'acteur, l'acteur et l'émotion.

Dans tous les cas, nous avons effectué un test de sphéricité de Mauchly. Dans le cas où celui-ci infirmait la sphéricité, nous utilisons les degrés de libertés et les valeurs de p ajustés de Huynh-Feldt qui sont alors rapportés en italique. Partout, les résultats inférieurs à un niveau alpha de 0,05 sont marqués d'un astérisque (*), tandis que ceux inférieurs à un niveau alpha de 0,01 sont marqués de deux astérisques (**).

Finalement, afin de déterminer dans quelle proportion chacune des mesures articulatoires et acoustiques était liée à un bon taux d'identification des émotions, nous avons calculé des corrélations de *Pearson* entre chacun des paramètres acoustique ou articulatoire et le taux d'identification correcte de chacun des stimuli, pour chacune des émotions.

QUATRIÈME PARTIE

RÉSULTATS

CHAPITRE VIII

RÉSULTATS PERCEPTIFS

Afin de vérifier que les productions émotives sont de bonne qualité, nous avons effectué un test de perception sur les énoncés produits par les acteurs ayant participé à notre étude. Des analyses statistiques ont été effectuées afin de déterminer si les scores (ressenti vs simulé) et les pourcentages d'identification correcte varient significativement selon l'acteur, le sexe de l'acteur, le sexe de l'auditeur et l'émotion. Dans les prochaines pages, nous verrons d'abord les résultats de l'analyse statistique quant au caractère ressenti vs simulé et ensuite quant aux pourcentages d'identification correcte des stimuli. Une brève discussion touchant ces résultats suivra.

8.1 Résultats de l'analyse statistique

8.1.1 Scores ressenti vs simulé

Tous les sujets ont utilisé l'ensemble du continuum dans leurs réponses, c'est-à-dire que tous ont fourni au moins une réponse pour chacune des catégories (1 à 4). En moyenne les stimuli ont reçu un score de 2,28. Rappelons ici que 1 correspond au pôle ressenti alors que 4 correspond au pôle simulé. Les résultats varient d'un auditeur à l'autre, mais les résultats des analyses statistiques sont les mêmes et ce, que les résultats soient normalisés (ajustement de la moyenne à 2,5 pour tous) ou non.

L'ANOVA révèle des différences selon l'acteur ($F(2,14) = 4,654, p \leq 0,05^*$). Les énoncés produits par MC sont jugés comme significativement moins ressentis que ceux de FB ($p = 0,0124^*$), MB ($p = 0,0136^*$) et ME ($p = 0,0142^*$). FE a également été jugé moins ressenti que FC ($p = 0,0122^*$) et FD ($p = 0,0108^*$) de même que MA qui a été jugé moins ressenti que ME ($p = 0,0052^*$) (voir la Figure 8-1).

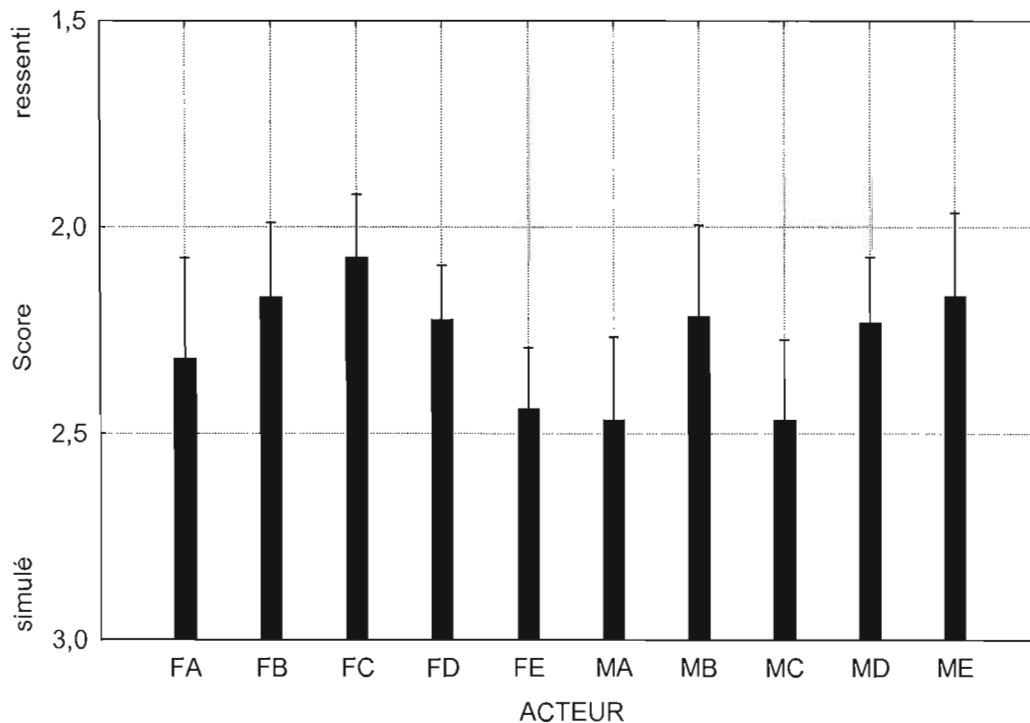


Figure 8-1 – Scores moyens et écarts-types quant à la qualité ressentie vs simulée pour chaque acteur; 1 : ressenti; 4 simulé; F : féminin; M : masculin

L'ANOVA révèle également une différence significative quant à l'interaction acteur*émotion ($F(20,160) = 2,352, p \leq 0,01^{**}$). Afin de limiter le nombre de tests-t à effectuer et pour ne pas trop abaisser le niveau de significativité, nous avons dans ce cas-ci comparé une même émotion chez différents acteurs, mais pas différentes émotions chez différents acteurs, par exemple la *colère* chez FA avec la *colère* chez

FB, mais pas la *colère* chez FA avec la *joie* chez FB. Aucune différence significative n'est ressortie de cette analyse.

L'ANOVA n'a pas non plus révélé de différences significatives pour les émotions (voir la Figure 8-2), le sexe des auditeurs (voir la Figure 8-3-a) et le sexe des acteurs (voir la Figure 8-3-b), pas plus que pour les autres interactions possibles.

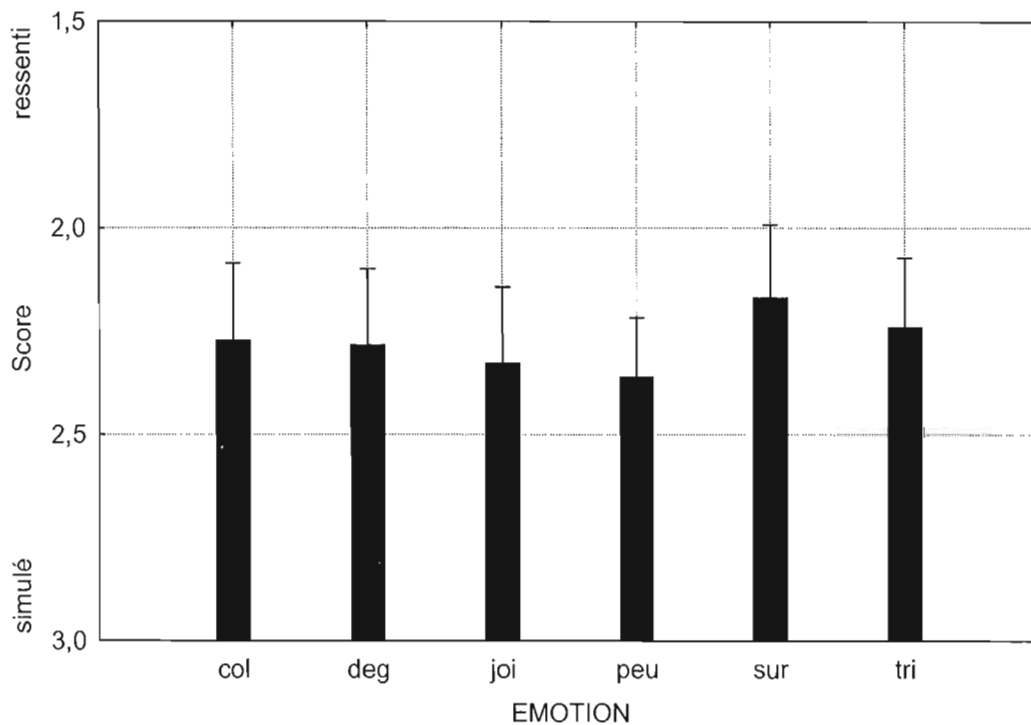


Figure 8-2 – Scores moyens et écarts-types quant à la qualité ressentie vs simulée par émotion; 1 : ressenti; 4 simulé; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

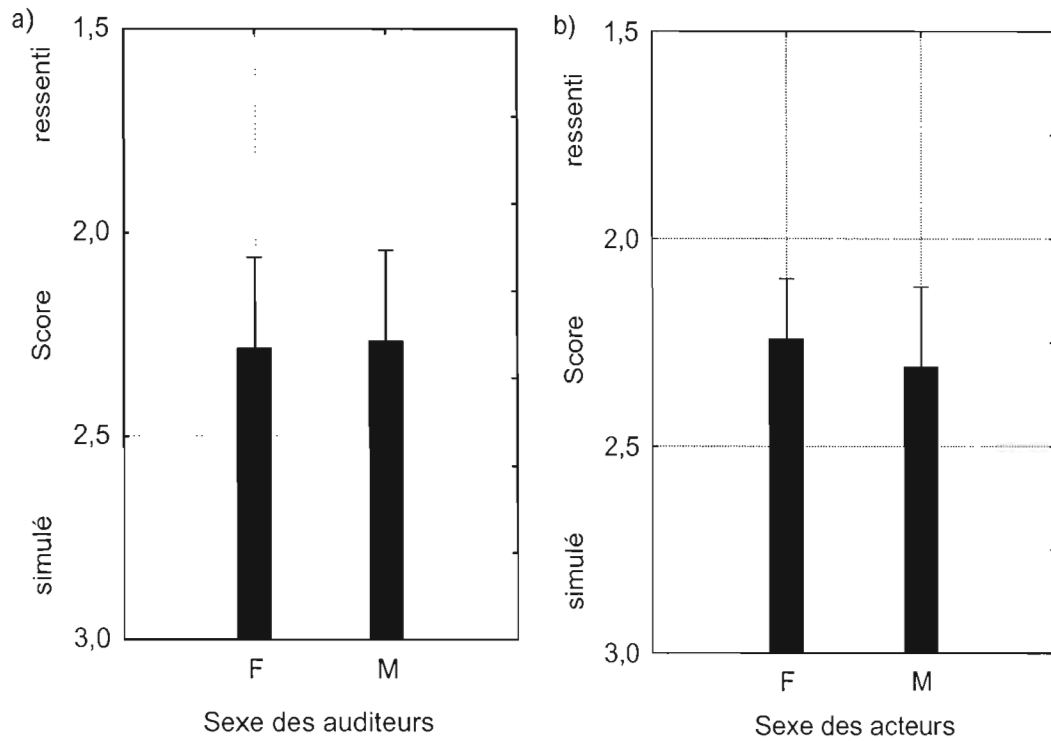


Figure 8-3 – Scores moyens et écarts-types quant à la qualité ressentie vs simulée selon a) le sexe des auditeurs et b) le sexe des acteurs; 1 : ressenti; 4 simulé; F : féminin; M : masculin;

8.1.2 Pourcentage d'identification correcte

Le pourcentage moyen d'identification correcte est de 62,85%. Dans tous les cas, l'émotion choisie la plus fréquemment est l'émotion produite et les résultats sont meilleurs que ce que la chance permettrait. On peut voir dans le Tableau 8.1 les différentes confusions faites par les auditeurs dans l'identification des émotions. Apparaissent en clair les confusions qui ont une occurrence supérieure à ce que permettrait la chance, soit 12,5 %. Certaines confusions sont plus courantes que d'autres. En effet, la *colère* et le *dégoût* sont souvent confondus l'un avec l'autre. La *colère* est également confondue avec le *neutre*, alors que l'inverse n'est pas vrai. La *peur* et la *surprise* ont souvent été identifiées comme *autre*. Notons que la catégorie *autre* a été utilisée par tous les auditeurs et pour tous les acteurs.

Tableau 8.1 – Matrice de confusion des émotions; colonnes : perçu; lignes : produit; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; aut : *autre*; foncé : pourcentage inférieur à une sélection aléatoire; clair : pourcentage supérieur à une sélection aléatoire

	col	deg	joi	neu	peu	sur	tri	aut
col	46,0%	21,5%	0,2%	13,5%	2,3%	1,7%	3,1%	11,7%
deg	16,8%	52,2%	0,6%	6,0%	2,8%	1,2%	8,6%	11,8%
joi	1,5%	0,2%	70,2%	0,6%	8,1%	10,8%	1,7%	6,9%
neu	0,2%	1,8%	0,0%	85,0%	0,0%	0,2%	5,4%	7,4%
peu	4,0%	1,3%	5,5%	3,8%	61,9%	4,0%	4,7%	14,7%
sur	4,8%	2,3%	1,1%	4,5%	3,4%	62,0%	3,6%	18,2%
tri	0,6%	4,6%	0,4%	11,8%	8,8%	2,6%	59,2%	12,0%

L'ANOVA a révélé des différences significatives entre les émotions ($F(6,48)=7,183$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a démontré que le *neutre* est significativement mieux reconnu que la *colère* ($p = 0,00005^{**}$) et le *dégoût* ($p = 0,0011^*$) (voir la Figure 8-4).

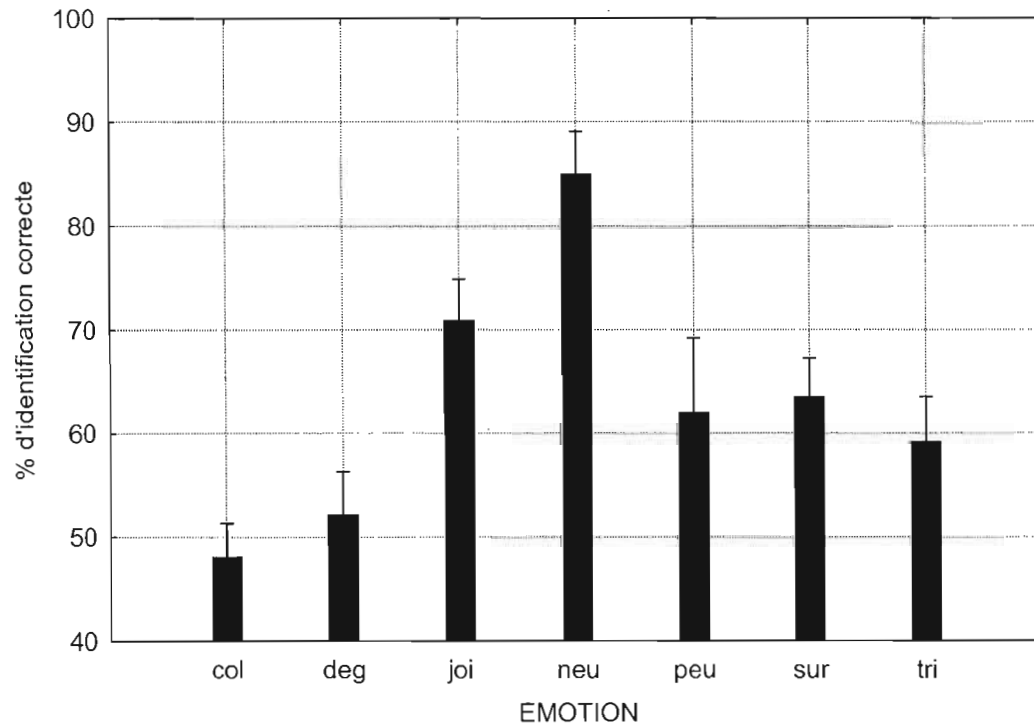


Figure 8-4 – Pourcentage moyen d'identification correcte et écarts-types par émotion; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Les femmes sont significativement de meilleures encodeuses que les hommes ($F(1,8) = 47,206$; $p \leq 0,01^{**}$) (voir la Figure 8-5-b). Il n'y a toutefois pas de différences significatives entre décodeurs et décodeuses ($F(1,8) = 0,393$; $p > 0,05$) (voir la Figure 8-5-a), ni aucune interaction avec cette variable.

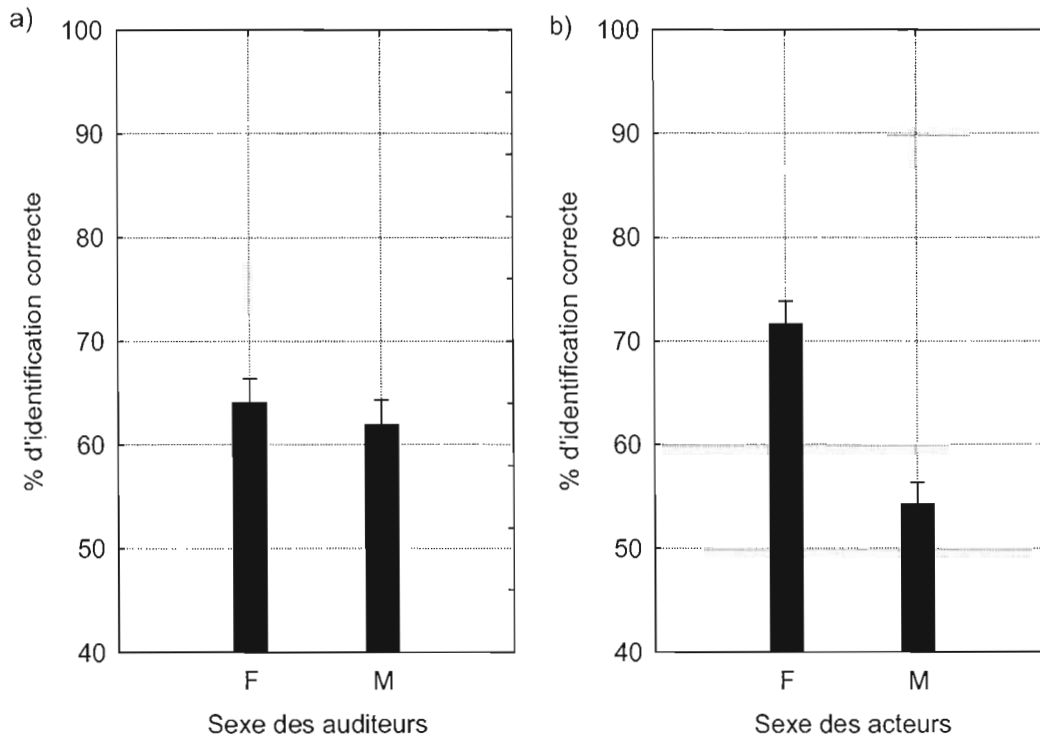


Figure 8-5 – Pourcentage moyen d'identification correcte et écarts-types selon a) le sexe des auditeurs et b) le sexe des acteurs; F : féminin; M : masculin

L'ANOVA a aussi révélé qu'il y a des différences significatives entre acteurs ($F(3,25) = 8,663; p \leq 0,01^{**}$). Les tests *post hoc* montrent que FA, FB et FC obtiennent des pourcentages d'identification correctes supérieurs à MA ($p = 0,0001^{**}; p = 0,00004^{**}; p = 0,0002^{**}$), MB ($p = 0,00009^{**}; p = 0,00001^{**}; p = 0,00004^{**}$), MC ($p = 0,00004^{**}; p = 0,00002^{**}; p = 0,00001^{**}$) et MD ($p = 0,0009^*; p = 0,0002^{**}; p = 0,00004^{**}$). FE obtient également des pourcentages significativement plus élevés que MA ($p = 0,0015^*$), MB ($p = 0,0007^{**}$) et MC ($p = 0,0002^{**}$), mais inférieurs à FB ($p = 0,0019^*$) qui elle obtient également des pourcentages supérieurs à ME ($p = 0,0013^*$). MC obtient aussi des pourcentages significativement inférieurs à FD ($p = 0,0013^*$), MA ($p = 0,0014^*$) et MD ($p = 0,0002^{**}$) (voir la Figure 8-6).

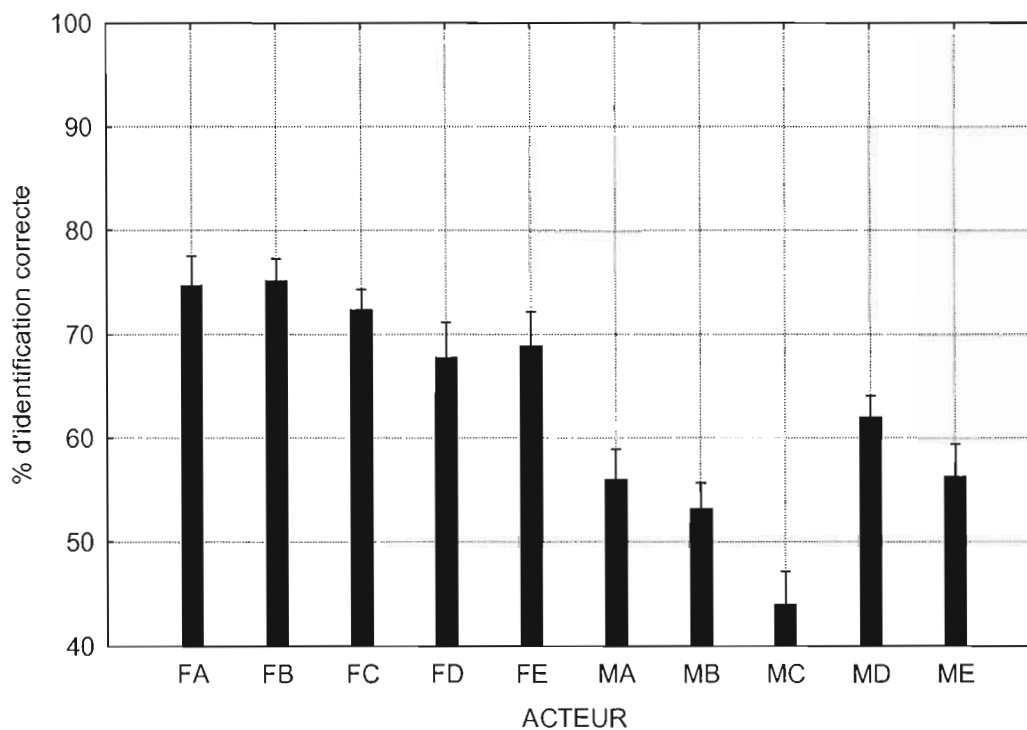


Figure 8-6 – Pourcentage moyen d'identification correcte et écarts-types par acteur; F : féminin; M : masculin

L'ANOVA a révélé une interaction significative entre le sexe de l'acteur et les émotions ($F(4,32)= 8,663$; $p \leq 0,01^{**}$). Afin de limiter le nombre de tests-t à effectuer et pour ne pas trop abaisser le niveau de significativité, nous avons dans ce cas-ci comparé une même émotion selon le sexe, mais pas différentes émotions selon le sexe, par exemple la *colère* chez les hommes et les femmes, mais pas la *colère* chez les hommes avec la *joie* chez les femmes. Il s'avère que les femmes sont de meilleures encodeuses pour la *colère* ($p=0,00001^{**}$), le *dégoût* ($p=0,0005^{**}$) et la *surprise* ($p=0,0009^{**}$) (voir la Figure 8-7).

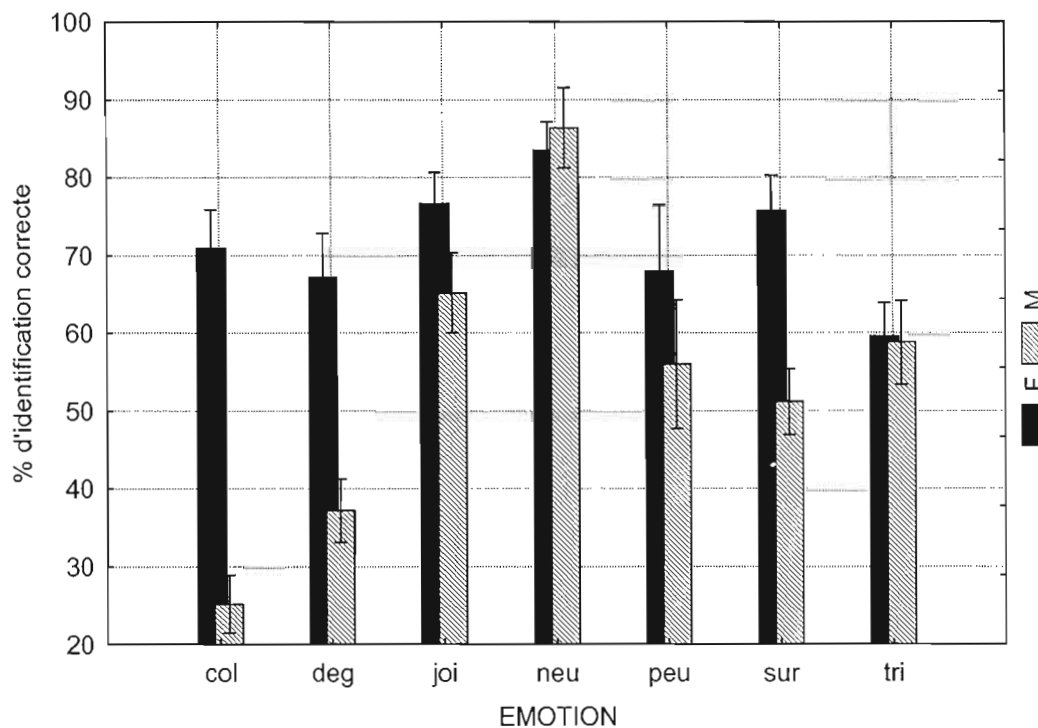


Figure 8-7 – Pourcentage moyen d'identification correcte et écarts-types selon le sexe des acteurs et l'émotion; F : féminin; M : masculin; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

L'ANOVA a révélé une interaction significative entre acteurs et émotions ($F(24,192) = 8,504; p \leq 0,01^{**}$). Afin de limiter le nombre de tests-t à effectuer et pour ne pas trop abaisser le niveau de significativité, nous avons dans ce cas-ci comparé une même émotion chez les différents acteurs, mais pas différentes émotions chez différents acteurs, par exemple la *colère* chez FA avec la *colère* chez FB, mais pas la *colère* chez FA avec la *joie* chez FB. Pour la *colère*, des différences importantes ressortent. FA, FE et MA obtiennent des pourcentages significativement supérieurs à MB ($p = 0,000000^{**}; p = 0,000000^{**}; p = 0,000007^{**}$), MD ($p = 0,000001^{**}; p = 0,000002^{**}; p = 0,000027^{**}$) et ME ($p = 0,000001^{**}; p = 0,000006^{**}; p = 0,000008^{**}$). MC obtient, lui, des pourcentages significativement inférieurs à FA ($p = 0,000003^{**}$) et FE ($p = 0,000005^{**}$). Les pourcentages de FA sont également significativement supérieurs à ceux de FC ($p = 0,00005^{**}$) (voir la Figure 8-8).

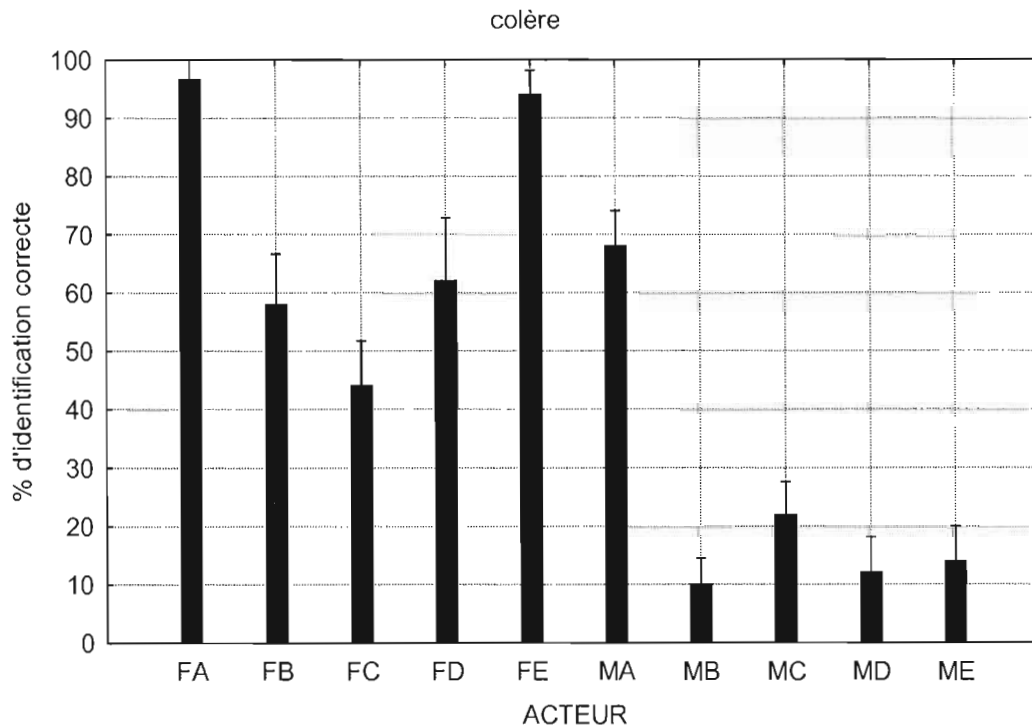


Figure 8-8 – Pourcentage moyen d'identification correcte et écarts-types pour la *colère* selon l'acteur; F : féminin; M : masculin

Pour le *dégoût*, le taux de MC sont significativement inférieurs à ceux de FB ($p = 0,00003^{**}$), FC ($p = 0,00001^{**}$) et FD ($p = 0,000005^{*}$). Le taux de FA est également significativement inférieur à ceux de FC ($p = 0,00004^{**}$) et FD ($p = 0,00002^{**}$). FB a également un taux supérieur à ME ($p = 0,00009^{**}$) (voir la Figure 8-9).

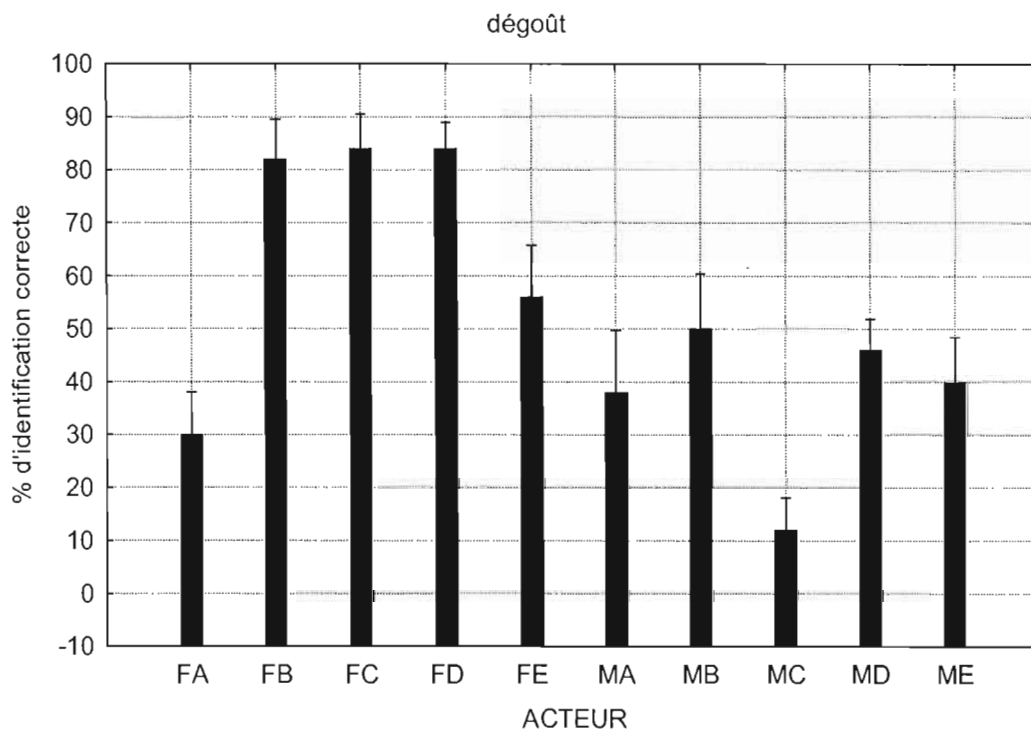


Figure 8-9 – Pourcentage moyen d'identification correcte et écarts-types pour le *dégoût* selon l'acteur; F : féminin; M : masculin

Pour la *joie*, FE obtient un taux significativement moins élevé que FA ($p = 0,00002^{**}$) et MB ($p = 0,00003^{**}$) (voir la Figure 8-10).

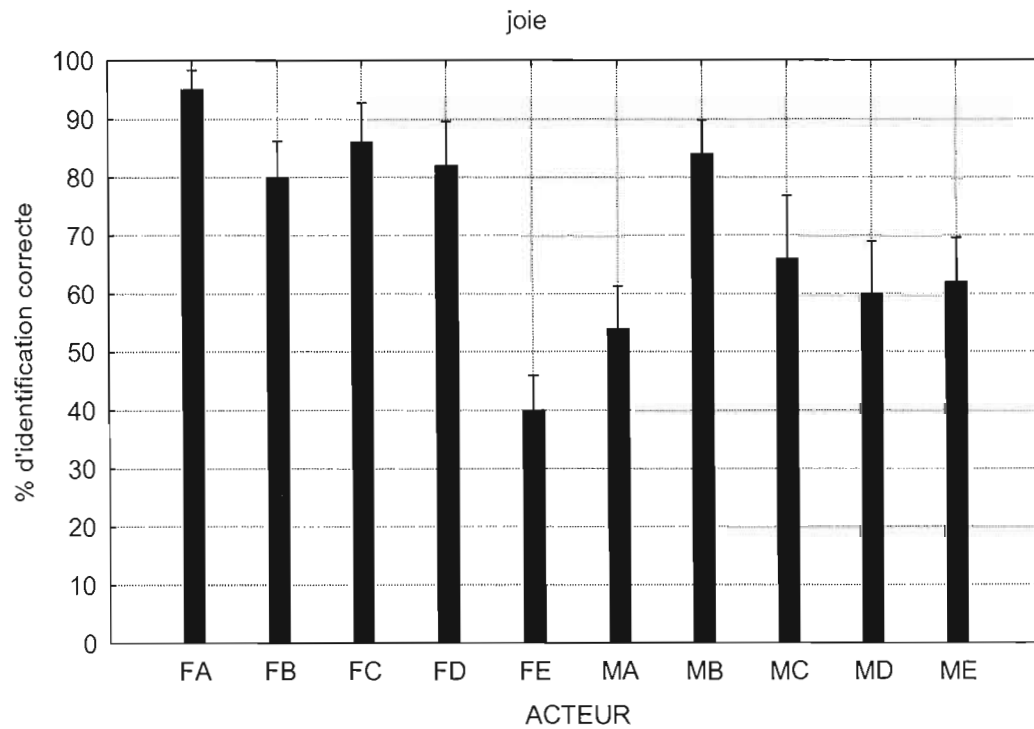


Figure 8-10 – Pourcentage moyen d'identification correcte et écarts-types pour la *joie* selon l'acteur; F : féminin; M : masculin

Pour la *surprise*, MC obtient un taux significativement inférieur à FB ($p = 0,00003^{**}$), FC ($p = 0,00002^{**}$), FE ($p = 0,000000^{**}$), MD ($p = 0,000007^*$) et ME ($p = 0,000009^*$). MB a également un taux inférieur à ME ($p = 0,00005^{**}$) (voir la Figure 8-11).

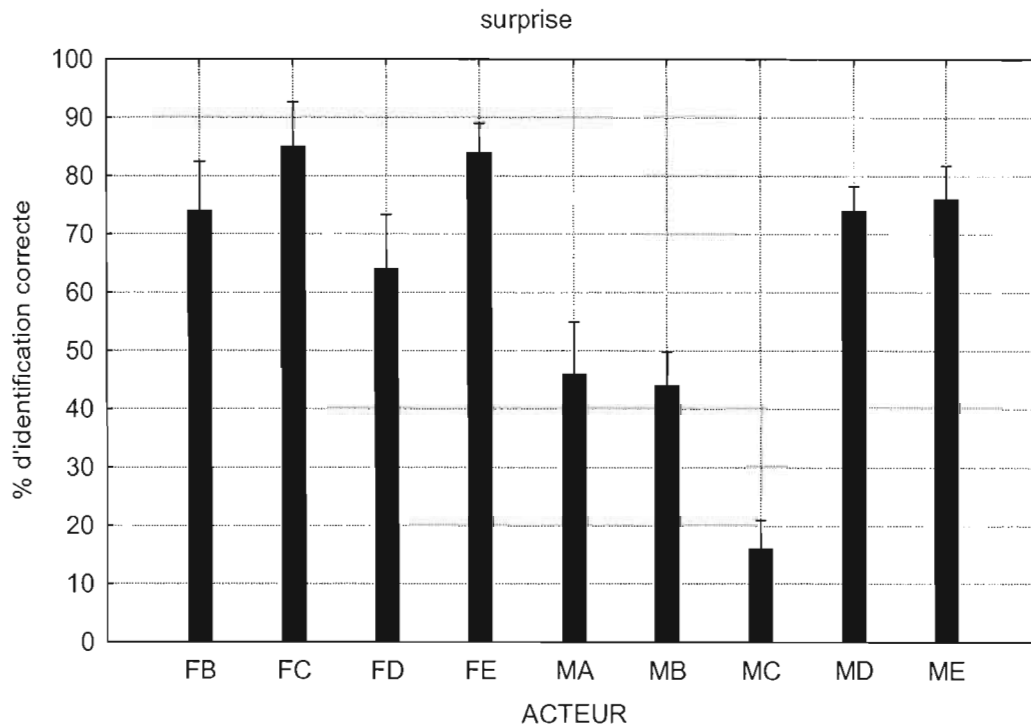


Figure 8-11 – Pourcentage moyen d'identification correcte et écarts-types pour la *surprise* selon l'acteur; F : féminin; M : masculin

Pour le *neutre*, la *peur* et la *tristesse*, aucun résultat significatif n'a été obtenu (voir la Figure 8-12).

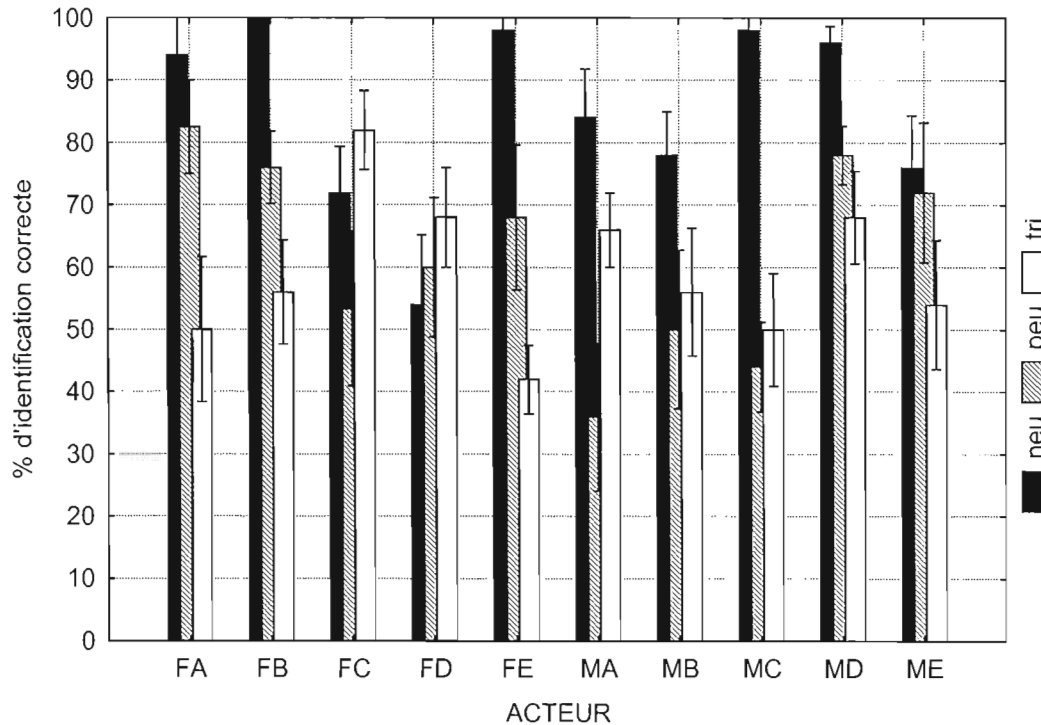


Figure 8-12 – Pourcentage moyen d'identification correcte et écarts-types pour le *neutre* (neu), la *peur* (peu) et la *tristesse* (tri), selon l'acteur; F : féminin; M : masculin

8.2 Discussion

Par ces tests, nous voulions vérifier dans quelle mesure les émotions enregistrées peuvent être identifiées par la voix seulement. En effet, même en situation naturelle, les émotions ne seront pas identifiées à tout coup. En plus de cela, l'information auditive est souvent complétée par de l'information visuelle. L'importance du visuel varie certainement d'un auditeur à l'autre, d'un acteur à l'autre et d'une émotion à l'autre. Nous voulions aussi déterminer dans quelle mesure les productions semblent

naturelles. En effet, l'utilisation d'acteurs a souvent été critiquée parce que leur production est potentiellement non naturelle.

En ce qui a trait au caractère ressenti vs simulé, nous avons trouvé des différences significatives entre les acteurs. Cependant, aucune différence significative entre émotions, selon le sexe des auditeurs ou celui des acteurs n'a été trouvée et aucune interaction ne s'est révélée significative. Il n'est donc pas clair si le test remplit bien sa fonction. En effet, il est reconnu dans le domaine que cette tâche est problématique et plusieurs sujets ont clairement mentionné l'avoir trouvée difficile. Si, comme le prévoient Johnstone et Scherer (2000), les effets *push* et les effets *pull* sont hautement similaires, alors il peut être difficile pour des non experts de faire la part entre les deux.

En fait, il y a une très forte corrélation entre le taux d'identification correcte et le score ($r = -0,926$; $p = 0,000$). En effet, en moyenne, les stimuli bien identifiés ont un meilleur score (voir la Figure 8-13) (voir par contre Juslin et Laukka, 2001 pour des résultats différents). Toutefois, les différences significatives trouvées en termes de score moyen ne sont pas nécessairement parallèles à des différences significatives sur le plan de l'identification correcte. Par exemple, FC obtient le meilleur score quant au caractère ressenti vs simulé, mais pas la meilleure performance en termes d'identification. Ainsi, bien qu'il y ait une relation globale entre les deux paramètres, il n'y a pas de parallélisme parfait entre les deux.

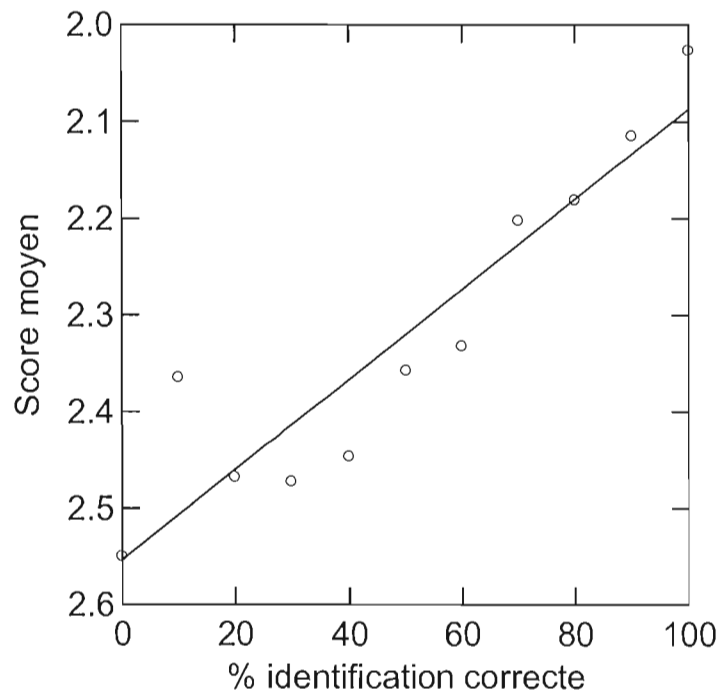


Figure 8-13 – Corrélation entre le pourcentage d'identification correcte et le score moyen

Pour ce qui est du pourcentage d'identification correcte, le pourcentage moyen est similaire à ce que l'on retrouve dans la littérature, soit 62,85 % (Scherer *et al.* (1991) rapportaient une performance moyenne de 56 %, alors que van Bezooeyen (1984) rapportait une performance moyenne de 65 %). De plus, pour toutes les émotions, la catégorie choisie l'est avec une fréquence plus élevée que ce que la chance permettrait (12,5 %) et la catégorie la plus fréquemment choisie est la catégorie voulue. Nous avons également trouvé des différences importantes dans le taux moyen d'identification correcte entre les différents acteurs, comme c'est généralement le cas dans ce type d'étude (voir par exemple Banse et Scherer, 1996).

Nous avons trouvé des différences significatives quant à l'identification des différentes émotions; la *colère* et le *dégoût* étant moins bien reconnus que le *neutre*. La *colère* est effectivement souvent confondue avec le *dégoût* et vice-versa. Les

résultats obtenus pour la *colère* contrastent avec ceux compilés par Johnstone et Scherer (2000) où vocalement, la *colère* était particulièrement bien reconnue, mais pas la *joie*. Il est probable que ce résultat soit dû au fait que nous étudions la *colère froide* et non la *colère chaude* comme c'était le cas dans la compilation. En effet, la *joie* est généralement confondue avec la *colère chaude* qui n'était pas présente ici (Banse et Scherer, 1996). De plus, la *colère froide* étudiée ici est plus difficilement identifiable que la *colère chaude* habituellement étudiée (Banse et Scherer, 1996). Notons que le *dégoût* est particulièrement bien reconnu ici par rapport aux études compilées par Johnstone et Scherer (2000) qui proposent même que :

« Naturally occurring vocal expressions of disgust probably consist of brief affect bursts or vocal emblems (e.g., "yuck!") rather than of long sentences spoken with a "disgust-specific" voice quality (see Scherer, 1994). » (Johnstone et Scherer, 2000; p. 622)

Nous avons également trouvé des différences significatives quant au sexe des acteurs, mais pas quant au sexe des auditeurs. En effet, nos données montrent que les femmes sont de meilleures encodeuses que les hommes pour ces émotions. Ces résultats sont en ligne avec certaines études antérieures (Scherer, Banse et Wallbott, 2001; Zuckerman *et al.*, 1975). Ici, la différence est si grande qu'individuellement presque toutes les actrices sont meilleures que chacun des acteurs. Les deux groupes n'ayant pas été contrôlés pour l'âge et les actrices étant en moyenne de 14 ans plus âgées que les acteurs enregistrés, nous avons vérifié s'il y avait une corrélation entre la performance et l'âge. Il y a en effet une corrélation modérée entre les deux facteurs mais qui n'atteint pas le niveau de significativité ($r = 0,477$, $p = 0,164$). On peut voir, par exemple, à la Figure 8-14 que la femme dans la trentaine obtient de meilleurs résultats que les hommes de cet âge et que l'homme dans la quarantaine obtient de moins bons résultats que les femmes de cet âge.

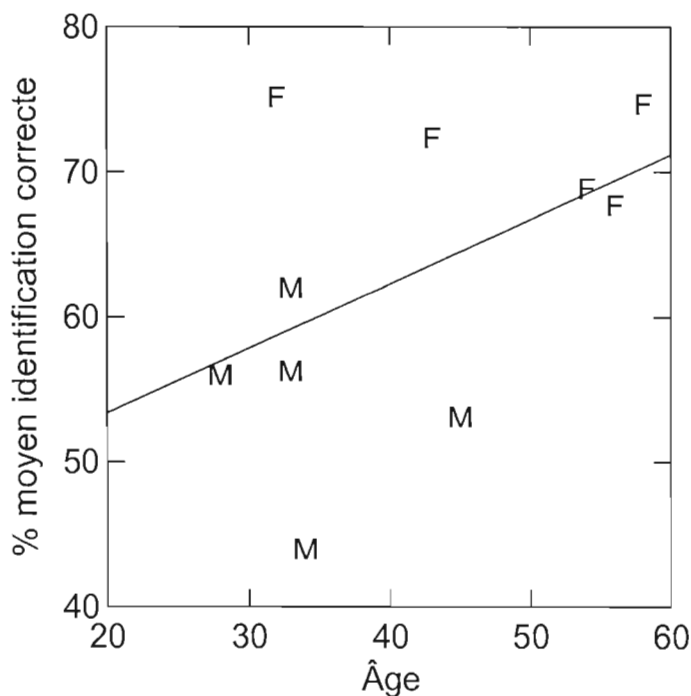


Figure 8-14 – Corrélation entre le pourcentage moyen d'identification correcte et l'âge des acteurs

Les analyses statistiques ont également révélé que les femmes sont de meilleures encodeuses pour la *colère*, le *dégoût* et la *surprise*. La différence est si grande pour la *colère* que quatre des actrices sont meilleures individuellement que trois ou quatre des acteurs. Ce résultat est étonnant compte tenu du fait que, du moins sur le plan facial, les femmes sont normalement moins bonnes que les hommes pour exprimer cette émotion puisqu'elle est associée à la dominance dans une vaste majorité de cultures. Le même commentaire serait valable pour le *dégoût* (voir Hess, Adams et Kleck, 2004). Par contre, pour ce qui est de la *joie*, de la *tristesse* et de la *peur* qui sont généralement associées au rôle affiliatif et aux femmes, il n'y a que très peu de différences significatives entre les acteurs et pas de différences significatives selon le sexe. Peut-être que la *colère froide* est davantage associée au rôle affiliatif que ne

l'est la *colère chaude* étudiée dans la majorité des études antérieures. Peut-être aussi ces différences sont-elles redevables au contexte culturel québécois où les rôles sexuels ont grandement été redéfinis depuis la révolution tranquille.

CHAPITRE IX

RÉSULTATS ARTICULATOIRES

Dans les pages qui suivent, nous parcourons diverses facettes des résultats articulatoires. Nous verrons d'abord les résultats des ANOVAs pour la moyenne de l'énoncé, pour chacun des phonèmes et pour l'espace vocalique. Ne seront présentés ici que les résultats significatifs; les résultats non significatifs sont présentés à l'annexe I. Évidemment, des différences dues au sexe de l'acteur ont été trouvées, mais comme ces différences sont simplement dues à des différences physiologiques entre les sexes, nous ne les présenterons pas ici. Aucune interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion ne s'est avérée significative; ces résultats ne seront donc pas présentés. Puis, seront présentées les corrélations entre les paramètres articulatoires et l'identification des émotions. Suivront la description des caractéristiques articulatoires associées aux différentes émotions et la vérification des prédictions de Scherer (1986) et de l'hypothèse des degrés de liberté. Nous discuterons enfin de ces trois points tour à tour.

9.1 Résultats des ANOVAs

Dans cette section, nous verrons les résultats obtenus lors de l'analyse statistique. Pour chacun des paramètres articulatoires, nous avons effectué une ANOVA à mesures répétées afin de déterminer si ce paramètre est influencé, pour un phonème

donné, par les différentes émotions et, le cas échéant, nous avons effectué des tests *post hoc* pour situer les différences avec précision (voir la section 7.7 pour plus de détails).

9.1.1 Résultats pour la moyenne de l'énoncé

Pour la moyenne de l'énoncé, l'antériorité du dos de la langue n'est pas significativement influencée par les émotions, pas plus que ne l'est l'orientation de la lame sur le plan coronal.

La hauteur du dos de la langue est significativement influencée par les émotions pour la moyenne de l'énoncé ($F(6,48) = 4,333$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que le dos de la langue est significativement plus bas pour la *joie* que pour le *dégoût* ($p = 0,0008^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0046^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0052^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0116^*$). Le dos de la langue est également significativement plus bas pour la *peur* que pour le *neutre* ($p = 0,0057^*$) et la *surprise* ($p = 0,0189^*$). Sont présentés à la Figure 9-1 la moyenne et l'écart-type pour les dix sujets. Les résultats individuels sont présentés à l'Annexe II.

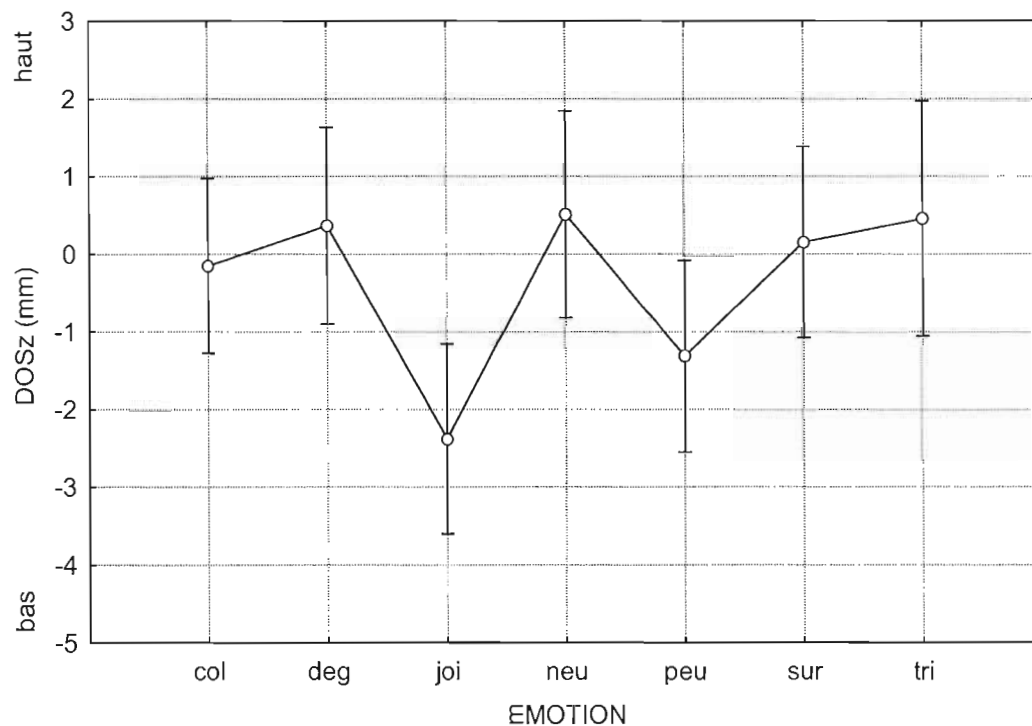


Figure 9-1 – Moyenne et écart-type de la hauteur du dos de la langue par émotion pour la moyenne de l'énoncé; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas

Pour la moyenne de l'énoncé, l'antériorité de l'apex est significativement influencée par les émotions ($F(3,22) = 4,708; p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que l'apex est significativement plus postérieur pour la *joie* et la *peur* que pour le *dégoût* ($p = 0,0145^*$; $p = 0,0027^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0011^{**}$; $p = 0,0012^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0211^*$; $p = 0,0321^*$). L'apex est également significativement plus postérieur pour le *neutre* que pour le *dégoût* ($p = 0,0389^*$) (voir la Figure 9-2).

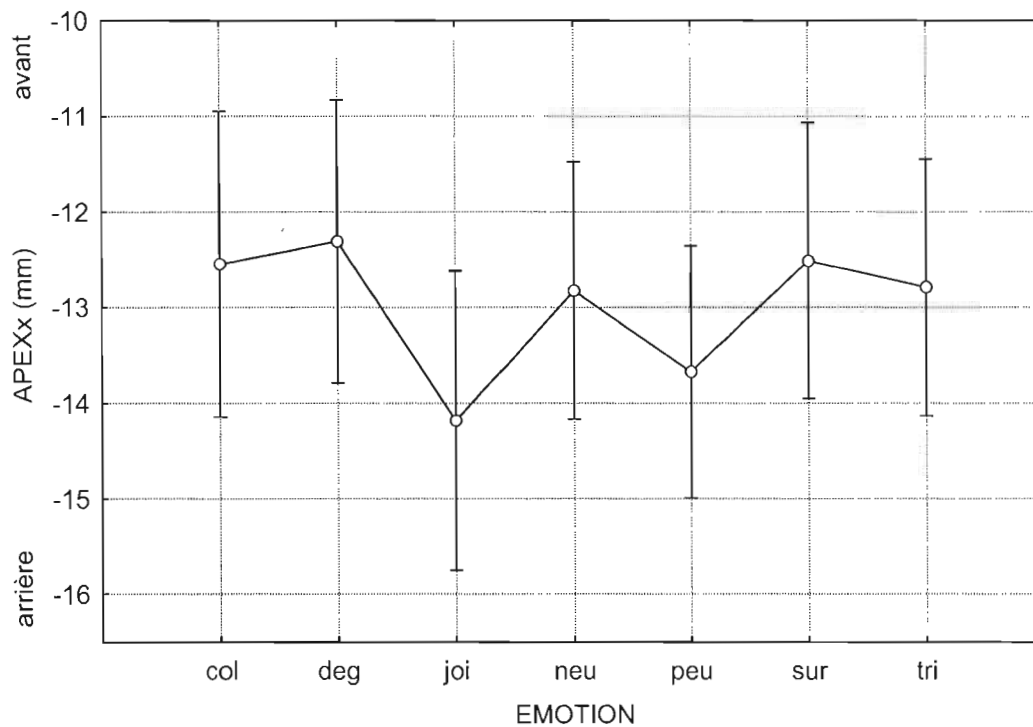


Figure 9-2 – Moyenne et écart-type de l'antériorité de l'apex par émotion pour la moyenne de l'énoncé; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : avant; - : arrière

Pour la moyenne de l'énoncé, la hauteur de l'apex est significativement influencée par les émotions ($F(6,48) = 5,372$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que l'apex est significativement plus bas pour la *colère* et la *peur* que pour le *dégoût* ($p = 0,0130^*$; $p = 0,0039^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0106^*$; $p = 0,0010^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0014^{**}$; $p = 0,0208^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0218^*$; $p = 0,0024^{**}$). L'apex est également significativement plus bas pour la *joie* que pour le *neutre* ($p = 0,0204^*$) (voir la Figure 9-3).

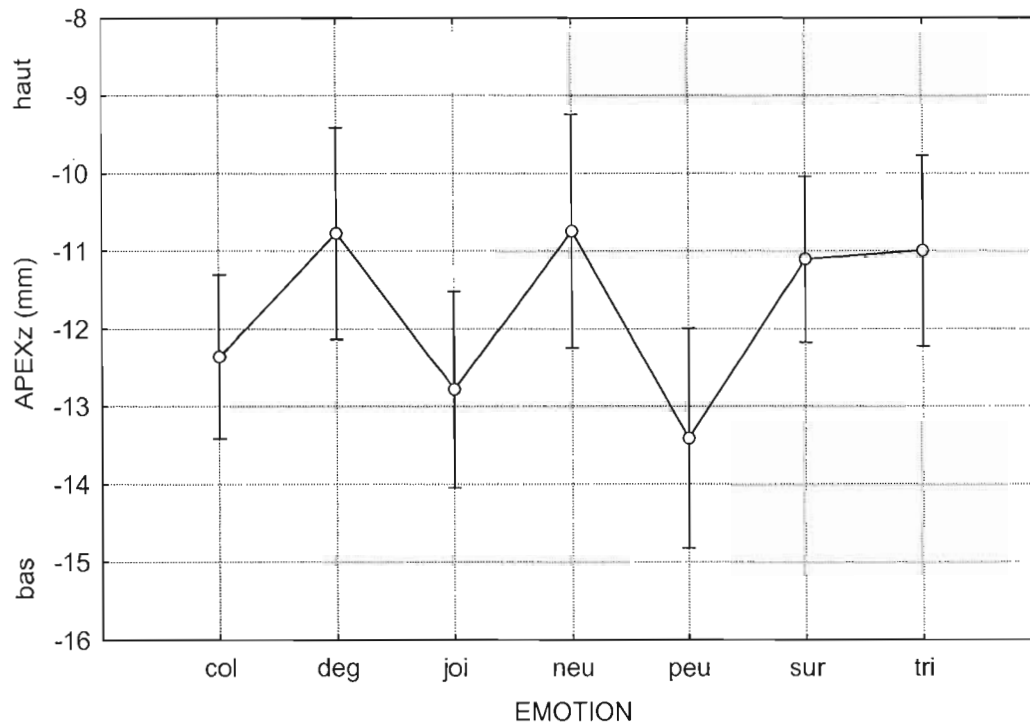


Figure 9-3 – Moyenne et écart-type de la hauteur de l'apex par émotion pour la moyenne de l'énoncé; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;
+ : haut; - : bas

Pour la moyenne de l'énoncé, la hauteur de la mâchoire est significativement influencée par les émotions ($F(6,54) = 12,204$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* révèle que pour la *joie*, de même que pour la *peur*, la mâchoire est significativement plus basse que pour la *colère* ($p = 0,0133^*$; $p = 0,0069^{**}$), le *dégoût* ($p = 0,0006^{**}$; $p = 0,0008^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0012^{**}$; $p = 0,0002^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0203^*$; $p = 0,0250^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0016^{**}$; $p = 0,00003^{**}$). La mâchoire est également significativement plus basse pour la *surprise* que pour le *dégoût* ($p = 0,0072^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0107^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0016^{**}$) (voir la Figure 9-4).

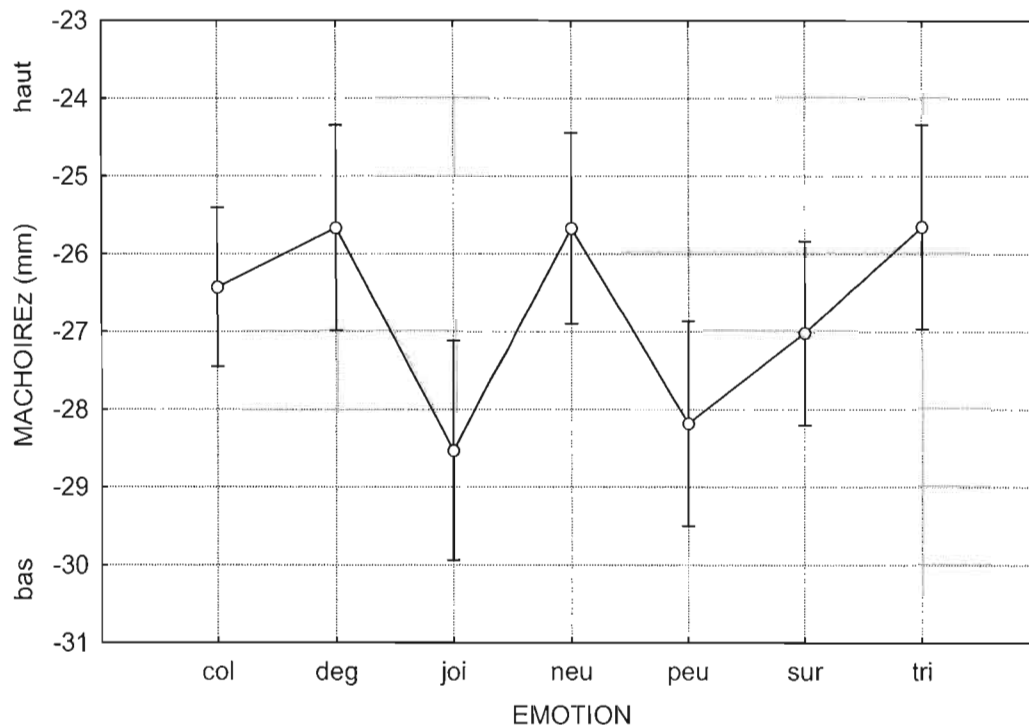


Figure 9-4 – Moyenne et écart-type de la hauteur de la mâchoire par émotion pour la moyenne de l'énoncé; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; + : haut; - : bas

Pour la moyenne de l'énoncé, la distance interlabiale est significativement influencée par les émotions ($F(5,34) = 6,556; p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que les lèvres sont significativement plus ouvertes pour la *joie* et le *neutre* que pour le *dégoût* ($p = 0,0028^{**}; p = 0,0048^*$), la *surprise* ($p = 0,0020^{**}; p = 0,0023^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0038^{**}; p = 0,0055^*$). Les lèvres sont également significativement plus ouvertes pour la *peur* que pour la *surprise* ($p = 0,0066^*$) (voir la Figure 9-5).

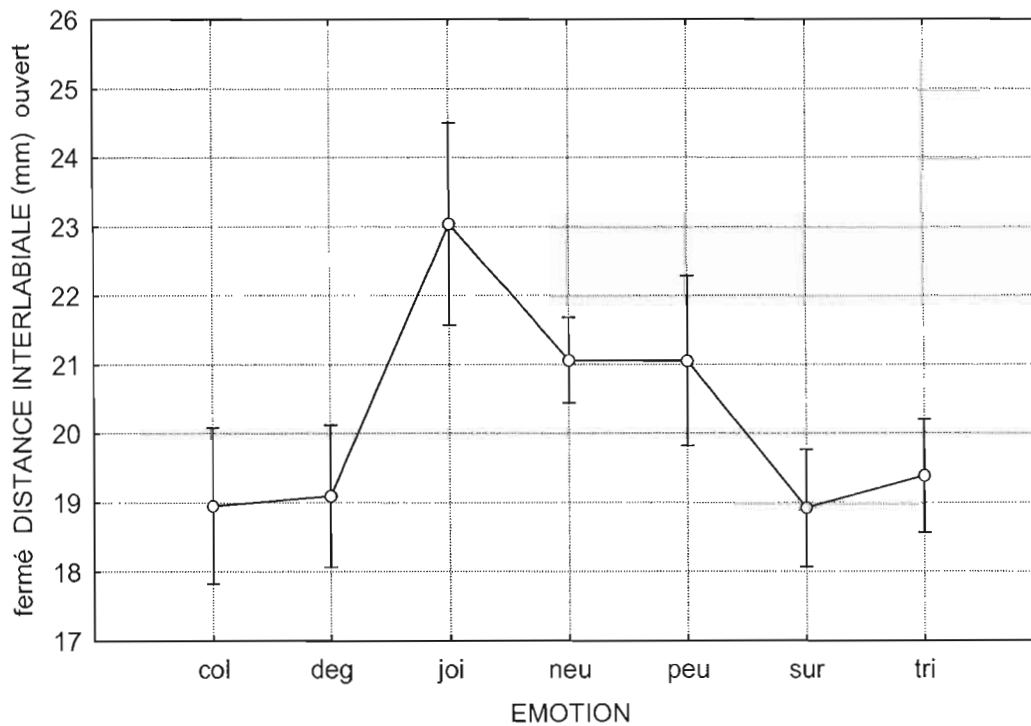


Figure 9-5 – Moyenne et écart-type de la distance interlabiale par émotion pour la moyenne de l'énoncé; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : ouvert; - : fermé

Pour la moyenne de l'énoncé, la protrusion est significativement influencée par les émotions ($F(6,54) = 7,070$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que les lèvres sont significativement plus projetées pour le *neutre* que pour la *colère* ($p = 0,0297^*$), le *dégoût* ($p = 0,0078^{**}$), la *joie* ($p = 0,0002^{**}$), la *peur* ($p = 0,0040^{**}$) et la *surprise* ($p = 0,0385^*$). Les lèvres sont également plus rétractées pour la *joie* que pour la *peur* ($p = 0,0008^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0011^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0011^{**}$) (voir la Figure 9-6).

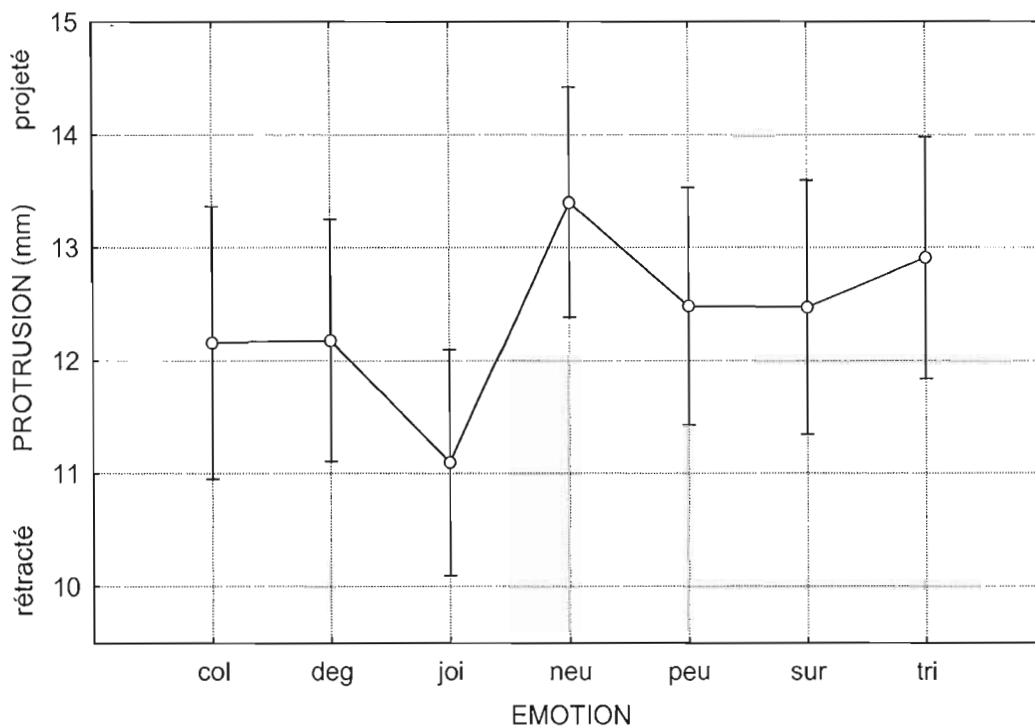


Figure 9-6 – Moyenne et écart-type de la protrusion par émotion pour la moyenne de l'énoncé; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;
+ : projeté; - : rétracté

Pour la moyenne de l'énoncé, l'étirement des lèvres est significativement influencé par les émotions ($F(6,48) = 18,595$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que les lèvres sont significativement plus étirées pour la *joie* que pour la *colère* ($p = 0,0001^{**}$), le *dégoût* ($p = 0,00002^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0010^{**}$), la *peur* ($p = 0,000003^{**}$), la *surprise* ($p = 0,000004^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,000009^{**}$). Les lèvres sont également significativement plus étirées pour le *neutre* que pour la *colère* ($p = 0,0232^*$), le *dégoût* ($p = 0,0204^*$), la *surprise* ($p = 0,0278^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0141^*$) (voir la Figure 9-7).

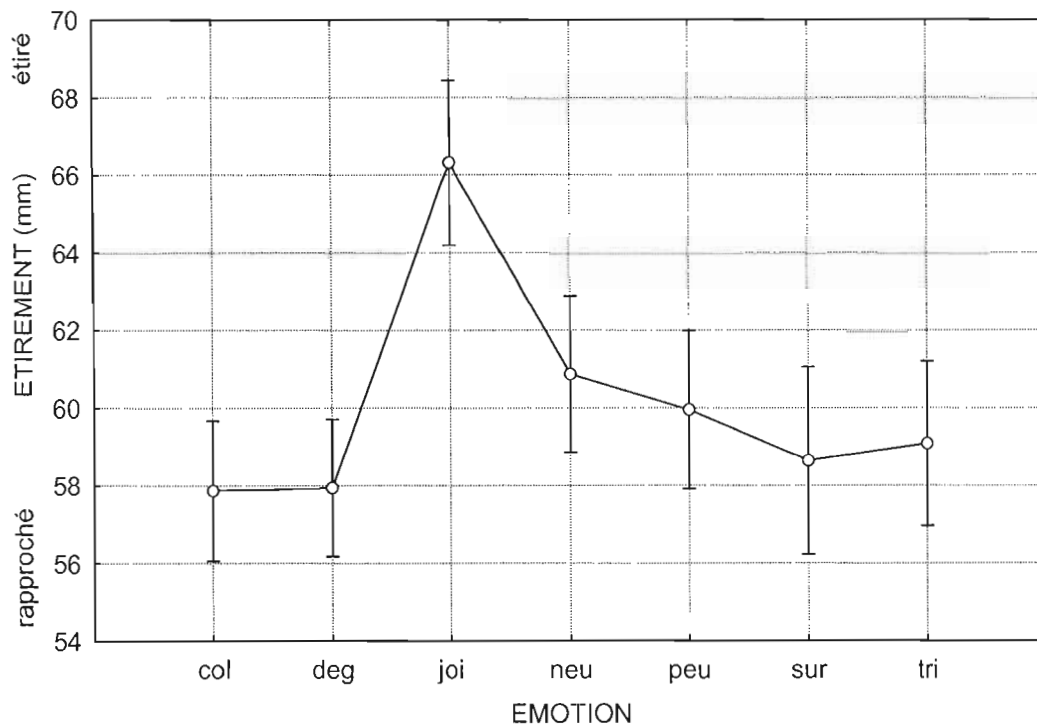


Figure 9-7 – Moyenne et écart-type de l'étirement par émotion pour la moyenne de l'énoncé; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : étiré; - : rapproché

Pour la moyenne de l'énoncé, la hauteur des coins des lèvres est significativement influencée par les émotions ($F(6,54) = 6,398; p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que la hauteur des coins est significativement plus élevée pour la *joie* que pour la *colère* ($p = 0,0092^*$), le *dégoût* ($p = 0,0055^{**}$), la *peur* ($p = 0,0007^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0021^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0138^*$). La hauteur des coins est également significativement plus élevée pour le *neutre* que pour la *peur* ($p = 0,0163^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0256^*$) (voir la Figure 9-8).

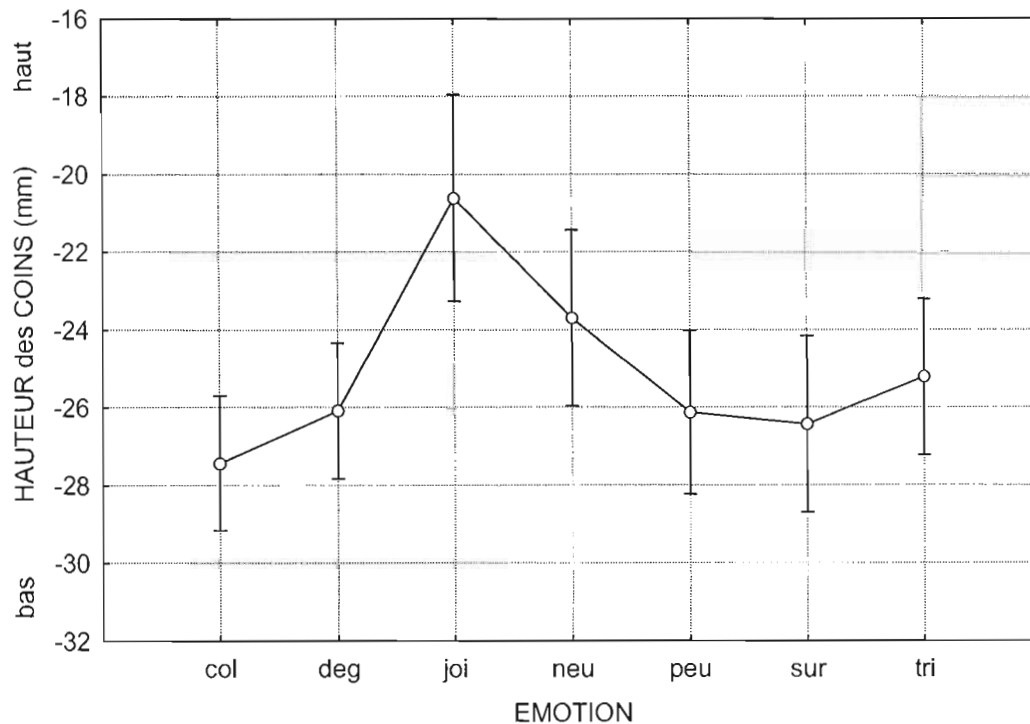


Figure 9-8 – Moyenne et écart-type de la hauteur des coins par émotion pour la moyenne de l'énoncé; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;
+ : haut; - : bas

9.1.2 Résultats pour les différents phonèmes

Nous verrons maintenant, pour chacun des paramètres articulatoires à l'étude, les résultats statistiques pour chacun des phonèmes étudiés.

9.1.2.1 Antériorité du dos de la langue

L'antériorité du dos de la langue n'est pas significativement influencée par les émotions pour /i/, /a/, /b/ et /d/. Pour le phonème /u/, l'antériorité du dos de la langue est significativement influencée par les émotions ($F(3,25) = 7,014$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que le dos de la langue est plus postérieur pour la *joie* et la *peur* que pour le *dégoût* ($p = 0,0123^*$; $p = 0,0017^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0008^{**}$; $p = 0,0034^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0049^{**}$; $p = 0,0054^{**}$). Le dos de la langue est également plus postérieur pour la *joie* que pour le *neutre* ($p = 0,0167^*$) (voir la Figure 9-9).

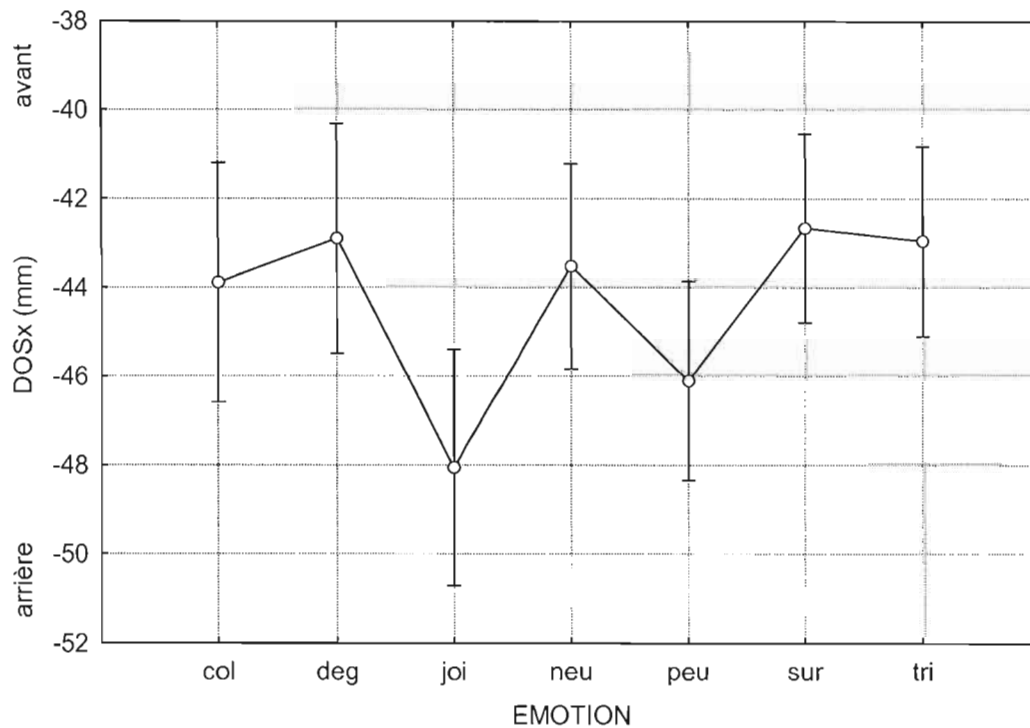


Figure 9-9 – Moyenne et écart-type de l'antériorité du dos de la langue par émotion pour le phonème /u/; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; + : avant; - : arrière

Pour le phonème /g/, l'antériorité du dos de la langue est significativement influencée par les émotions ($F(6,48) = 2,822$; $p \leq 0,05^*$). L'analyse *post hoc* a révélé que le dos de la langue est significativement plus postérieur pour la *peur* que pour la *colère* ($p = 0,0273^*$), la *joie* ($p = 0,0079^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0247^*$) (voir la Figure 9-10).

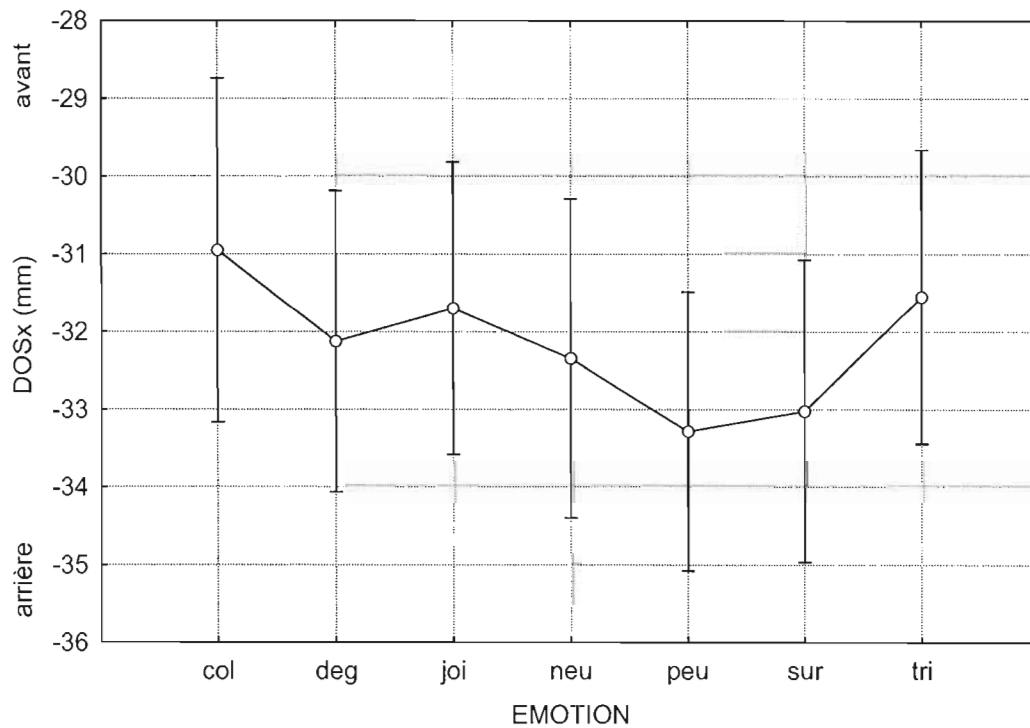


Figure 9-10 – Moyenne et écart-type de l'antériorité du dos de la langue par émotion pour le phonème /g/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : avant; - : arrière

En somme, l'antériorité du dos de la langue n'est pas beaucoup influencée par les émotions. Les seules différences significatives trouvées sont pour la production de /g/ et /u/. Pour ces phonèmes, il s'avère que le dos est plus postérieur pour la *peur* et la *joie* que pour les autres émotions. Le Tableau 9.1 présente le nombre de tests-t s'étant avérés significatifs ainsi que la direction du changement pour chaque émotion et pour chaque phonème. Par exemple, pour /g/, le dos de la langue est significativement moins antérieur pour la *peur* que pour la *colère*, la *joie* et la *tristesse*. Puisque la *peur* est significativement moins antérieure que trois des autres émotions, elle reçoit trois « - », et puisque la *colère*, la *joie* et la *tristesse* sont plus antérieures qu'une seule émotion, elles reçoivent un seul « + ».

**Tableau 9.1 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour l'antériorité du dos de la langue pour les différents phonèmes et les différentes émotions; M : moyenne de l'énoncé;
+ : avant; - : arrière**

	<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Neutre</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
M							
/i/							
/u/		++	----	+	---	++	++
/a/							
/b/							
/d/							
/g/	+		+		---		+

9.1.2.2 Hauteur du dos de la langue

La hauteur du dos de la langue n'est pas significativement influencée par les émotions pour /i/ /d/ et /g/. Pour le phonème /u/, la hauteur du dos de la langue est significativement influencée par les émotions ($F(3,27) = 6,617; p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que le dos de la langue est significativement plus bas pour la *joie* et la *peur* que pour la *colère* ($p = 0,0084^{*}; p = 0,0120^{*}$), le *dégoût* ($p = 0,0010^{**}; p = 0,0062^{*}$) et le *neutre* ($p = 0,0007^{**}; p = 0,0050^{*}$). Le dos de la langue est également significativement plus bas pour la *joie* que pour la *surprise* ($p = 0,0030^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0043^{*}$) (voir la Figure 9-11).

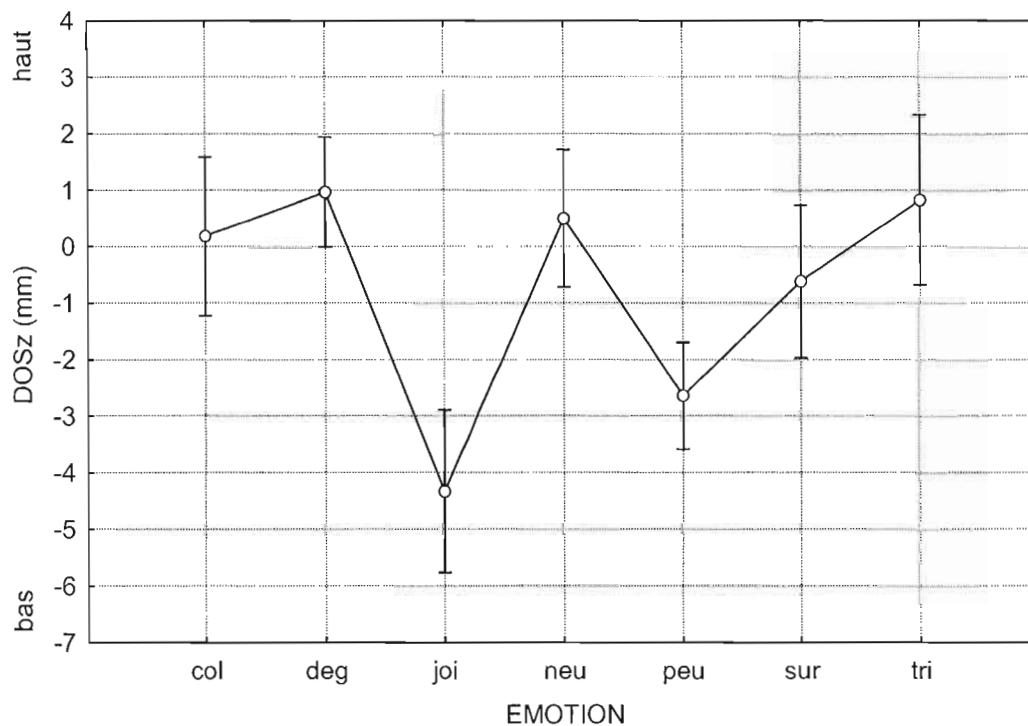


Figure 9-11 – Moyenne et écart-type de la hauteur du dos de la langue par émotion pour le phonème /u/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas

Pour le phonème /a/, la hauteur du dos de la langue est significativement influencée par les émotions ($F(6,48) = 6,713$; $p \leq 0,01^{**}$). En effet, le dos de la langue est significativement plus bas pour la *joie* que pour la *colère* ($p = 0,0085^*$), le *dégoût* ($p = 0,0044^*$), le *neutre* ($p = 0,0158^*$), la *surprise* ($p = 0,0053^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0060^*$) (voir la Figure 9-12).

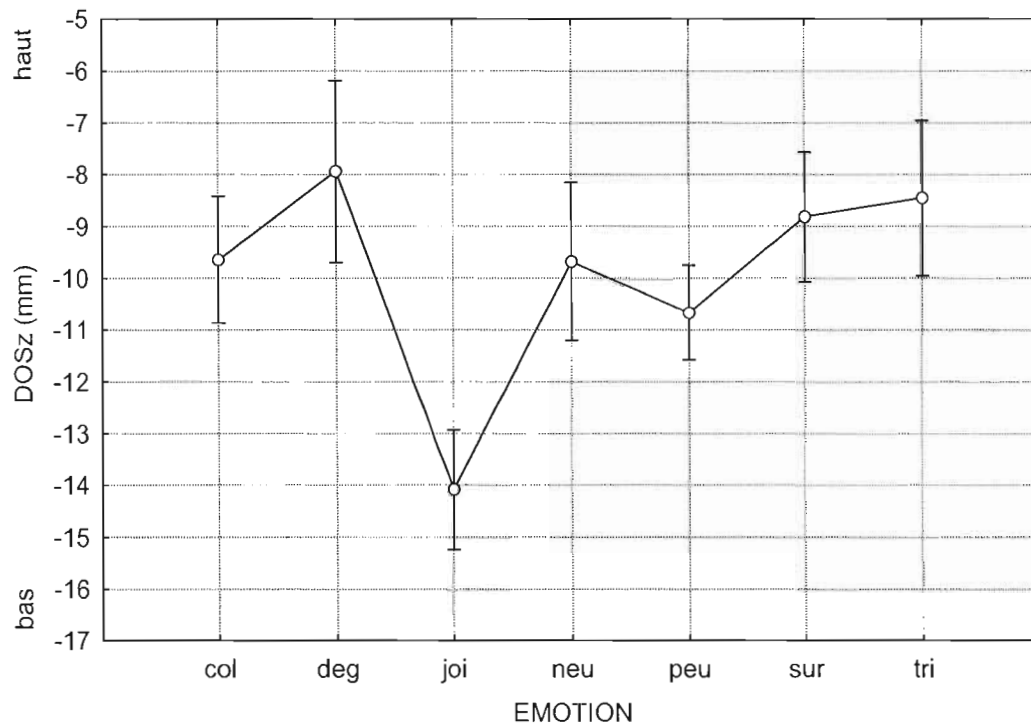


Figure 9-12 – Moyenne et écart-type de la hauteur du dos de la langue par émotion pour le phonème /a/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas

Pour le phonème /b/, la hauteur du dos de la langue est significativement influencée par les émotions ($F(6,48) = 3,889$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que le dos de la langue est significativement plus bas pour la *joie* que pour le *dégoût* ($p = 0,0074^*$), le *neutre* ($p = 0,0039^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0075^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0140^*$) (voir la Figure 9-13).

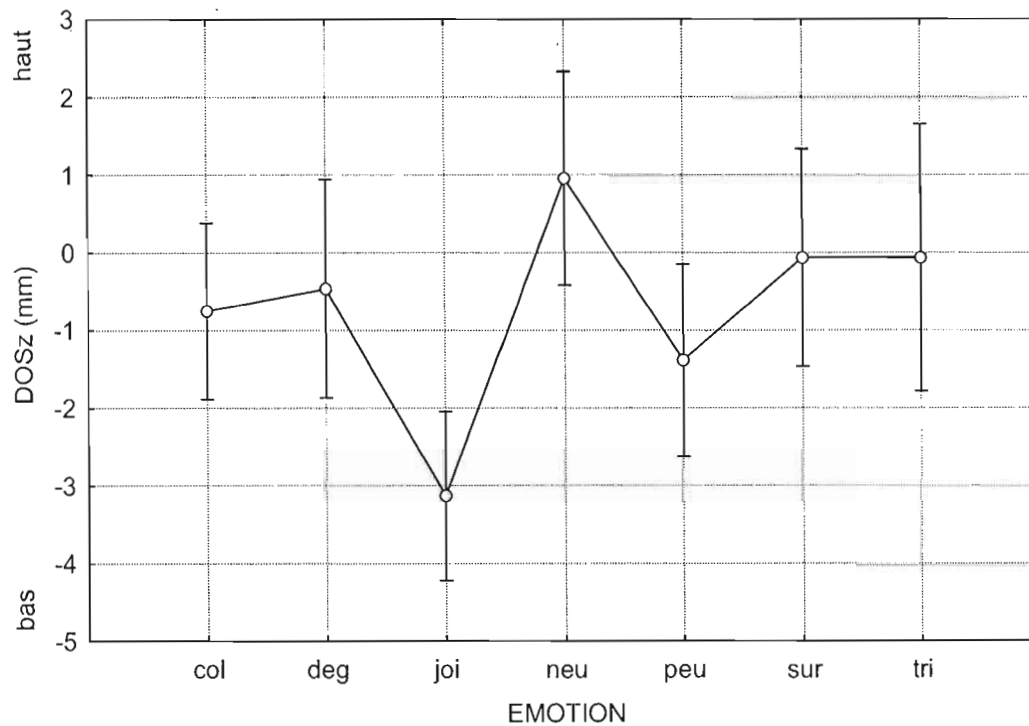


Figure 9-13 – Moyenne et écart-type de la hauteur du dos de la langue par émotion pour le phonème /b/; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; + : haut; - : bas

En somme, la hauteur du dos de la langue est influencée comme suit : elle est particulièrement plus basse pour la *joie* et, dans une moindre mesure, pour la *peur* et elle est plus élevée pour le *neutre*, le *dégoût*, la *surprise*, la *tristesse* et la *colère* (voir le Tableau 9.2). Ces différences n'apparaissent que pour la moyenne de l'énoncé et pour les phonèmes /u/, /a/ et /b/.

Tableau 9.2 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour la hauteur du dos de la langue pour les différents phonèmes et les différentes émotions; M : moyenne de l'énoncé; + : haut; - : bas

	<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Neutre</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
M		+	----	++	--	++	+
/i/							
/u/	++	++	----	++	---	+	+
/a/	+	+	----	+		+	+
/b/		+	----	+		+	+
/d/							
/g/							

9.1.2.3 Orientation coronale de la lame de la langue

L'orientation coronale de la lame de la langue n'est pas significativement influencée par les émotions pour /u/, /a/, /d/ et /g/. Pour le phonème /i/, l'orientation coronale de la lame de la langue est significativement influencée par les émotions ($F(6,42) = 2,574; p \leq 0,05^*$). L'analyse *post hoc* a révélé que la langue est significativement moins bombée pour la *peur* que pour le *dégoût* ($p = 0,0189^*$) et le *neutre* ($p = 0,0205^*$) (voir la Figure 9-14).

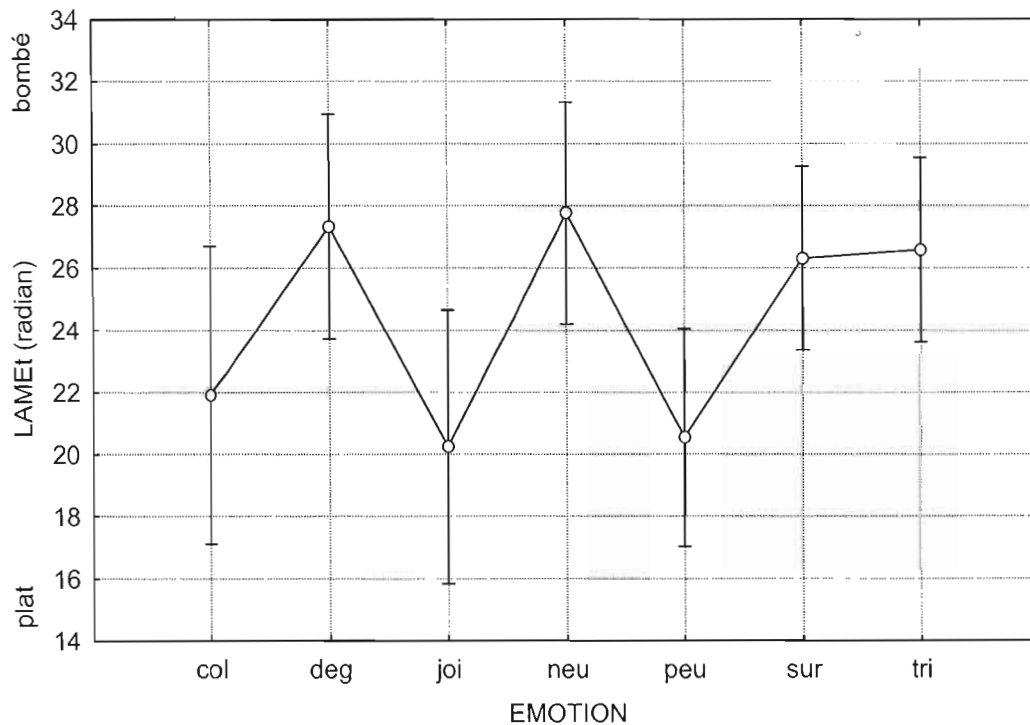


Figure 9-14 – Moyenne et écart-type de l'orientation coronale de la lame de la langue par émotion pour le phonème /i/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : bombé; - : plat

Pour le phonème /b/, l'orientation coronale de la lame de la langue est significativement influencée par les émotions ($F(6,42) = 2,982$; $p \leq 0,05^*$). L'analyse *post hoc* a révélé que la langue est plus bombée pour le *dégoût* que pour la *joie* ($p = 0,0017^{**}$) et la *peur* ($p = 0,0215^*$). La lame est également plus bombée pour le *neutre* que pour la *peur* ($p = 0,0340^*$) et pour la *surprise* que pour la *joie* ($p = 0,0149^*$) (voir la Figure 9-15).

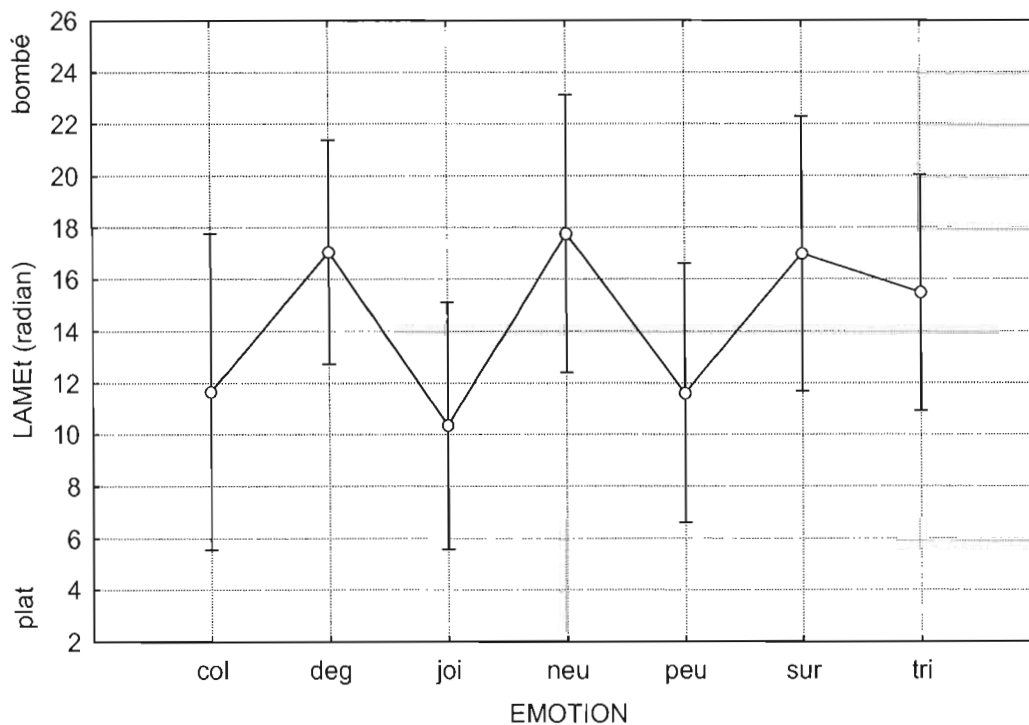


Figure 9-15 – Moyenne et écart-type de l'orientation coronale de la lame de la langue par émotion pour le phonème /b/; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; + : bombé; - : plat

En somme, le degré de convexité de la langue est très peu affecté par les émotions (voir le Tableau 9.3). La lame est plus bombée principalement pour le *dégoût*, mais aussi pour le *neutre* et la *surprise* alors qu'elle est moins bombée principalement pour la *peur*, mais aussi pour la *joie*. Ces différences se retrouvent pour /b/ et /i/ seulement.

Tableau 9.3 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour l'orientation sagittale de la lame de la langue pour les différents phonèmes et les différentes émotions; M : moyenne de l'énoncé; + : bombé; - : plat

	<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Neutre</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
M							
/i/		+		+	--		
/u/							
/a/							
/b/		++	--	+	--	+	
/d/							
/g/							

9.1.2.4 Antériorité de l'apex

L'antériorité de l'apex n'est pas significativement influencée par les émotions pour /i/, /b/, /d/ et /g/. Pour le phonème /u/, l'antériorité de l'apex est significativement influencée par les émotions ($F(3,26) = 10,615; p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que l'apex est significativement plus arrière pour la *joie* et la *peur* que pour la *colère* ($p = 0,0171^*$; $p = 0,0358^*$), le *dégoût* ($p = 0,0009^{**}$; $p = 0,0005^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0054^{**}$; $p = 0,0173^*$), la *surprise* ($p = 0,00007^{**}$; $p = 0,0018^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0013^{**}$; $p = 0,0015^{**}$). L'apex est également significativement plus avant pour le *dégoût* que pour la *colère* ($p = 0,0028^{**}$) (voir la Figure 9-16).

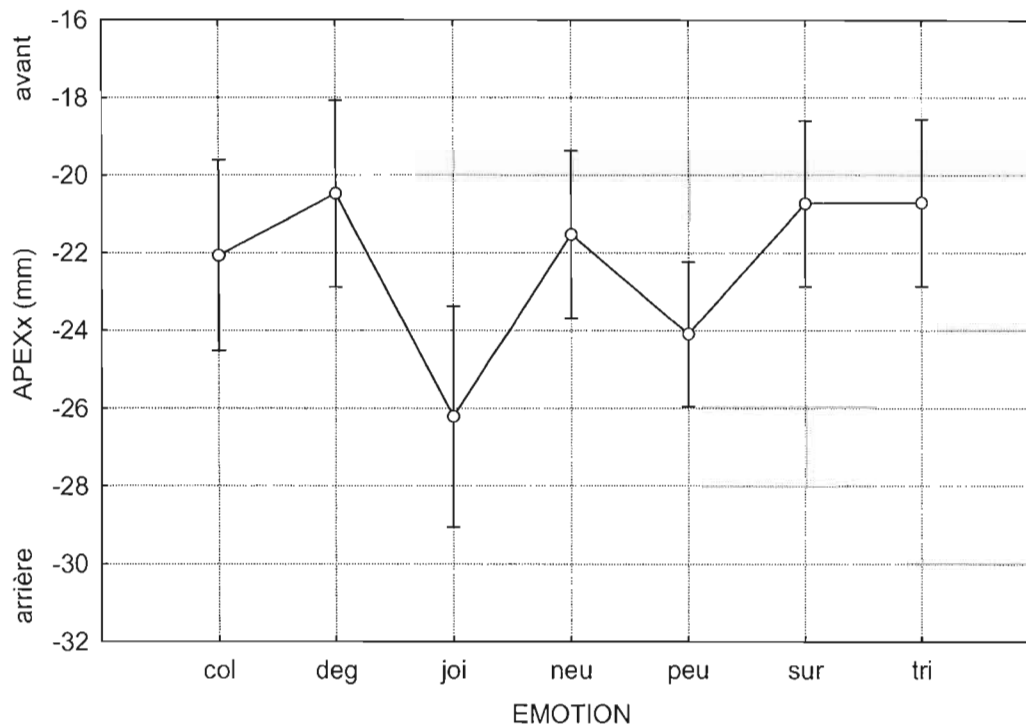


Figure 9-16 – Moyenne et écart-type de l'antériorité de l'apex par émotion pour le phonème /u/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;

+ : avant; - : arrière

Pour le phonème /a/, l'antériorité de l'apex est significativement influencée par les émotions ($F(6,54) = 3,421$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que l'apex est significativement plus avant pour le *dégoût* que pour la *colère* ($p = 0,0332^*$), la *joie* ($p = 0,0018^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0100^*$), la *peur* ($p = 0,0026^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0327^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0104^*$). L'apex est également significativement plus avant pour la *surprise* que pour la *joie* ($p = 0,0201^*$) et la *peur* ($p = 0,0327^*$) (voir la Figure 9-17).

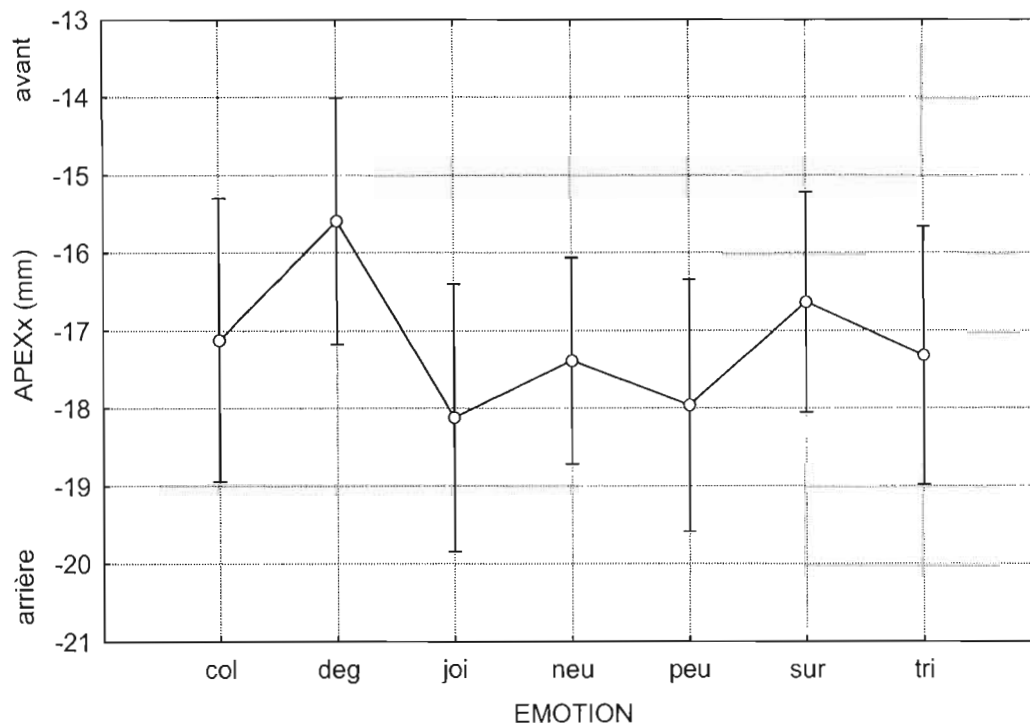


Figure 9-17 – Moyenne et écart-type de l'antériorité de l'apex par émotion pour le phonème /a/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;
+ : avant; - : arrière

En somme, l'antériorité de l'apex est influencée uniquement pour la production de /u/ et /a/ et pour la moyenne de l'énoncé (voir le Tableau 9.4). L'apex est particulièrement plus antérieur pour le *dégoût*, mais également pour la *surprise* et la

tristesse. L'apex est particulièrement plus postérieur pour la *joie* et la *peur*. La direction de l'influence n'est pas claire dans le cas de la *colère* et du *neutre*.

Tableau 9.4 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour l'antériorité de l'apex pour les différents phonèmes et les différentes émotions; M : moyenne de l'énoncé; + : avant; - : arrière

	<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Neutre</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
M		+++	---	-	---	++	++
/i/							
/u/	++-	+++	-----	++	-----	++	++
/a/	-	+++++++	--	-	--	++-	-
/b/							
/d/							
/g/							

9.1.2.5 Hauteur de l'apex

La hauteur de l'apex n'est pas significativement affectée par les émotions pour /d/. Pour le phonème /i/, la hauteur de l'apex est significativement influencée par les émotions ($F(3,25) = 6,370$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que l'apex est significativement plus haut pour le *dégoût* que pour la *colère* ($p = 0,0004^{**}$), la *joie* ($p = 0,0043^{**}$), la *peur* ($p = 0,0002^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0273^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0304^*$). L'apex est aussi significativement plus haut pour le *neutre* que pour la *joie* ($p = 0,0093^*$) et la *peur* ($p = 0,0258^*$) de même que pour la *surprise* et la *tristesse* comparativement à la *colère* ($p = 0,0002^{**}$; $p = 0,0018^{**}$) et à la *peur* ($p = 0,0294^*$; $p = 0,0028^{**}$). L'apex est également significativement plus bas pour la *joie* que pour la *tristesse* ($p = 0,0292^*$) (voir la Figure 9-18).

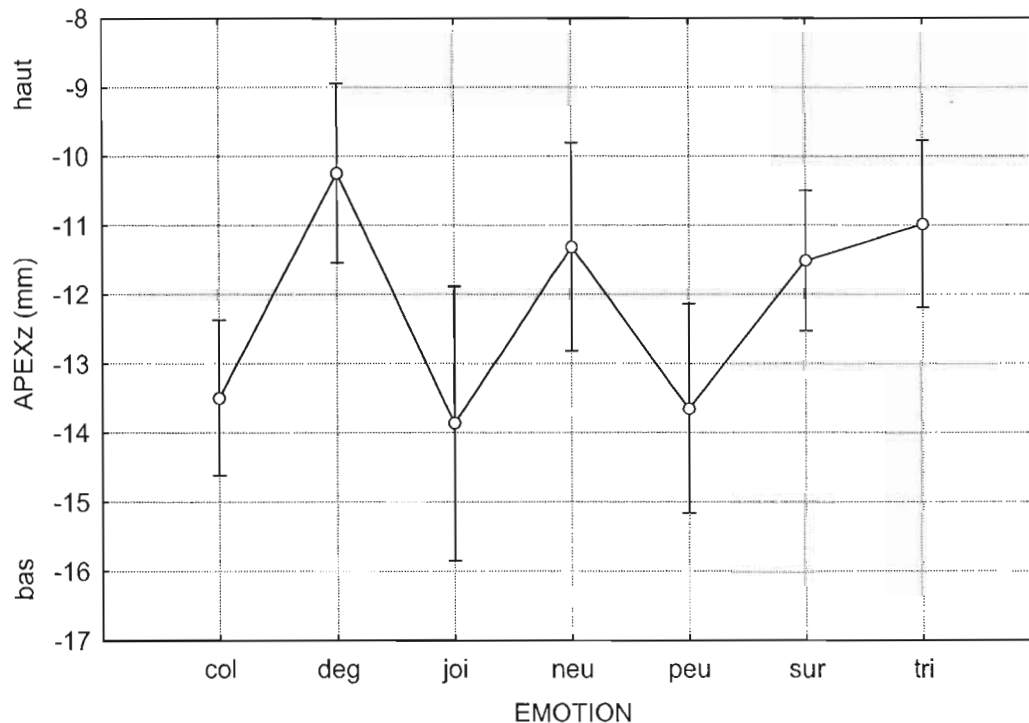


Figure 9-18 – Moyenne et écart-type de la hauteur de l'apex par émotion pour le phonème /i/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;
+ : haut; - : bas

Pour le phonème /u/, la hauteur de l'apex est significativement influencée par les émotions ($F(4,34) = 7,774; p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que l'apex est significativement plus bas pour la *joie* et la *peur* que pour la *colère* ($p = 0,0016^{**}; p = 0,0170^*$), le *dégoût* ($p = 0,0004^{**}; p = 0,0009^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0025^{**}; p = 0,0163^*$). L'apex est également significativement plus bas pour la *joie* que pour la *surprise* ($p = 0,0024^{**}$) (voir la Figure 9-19).

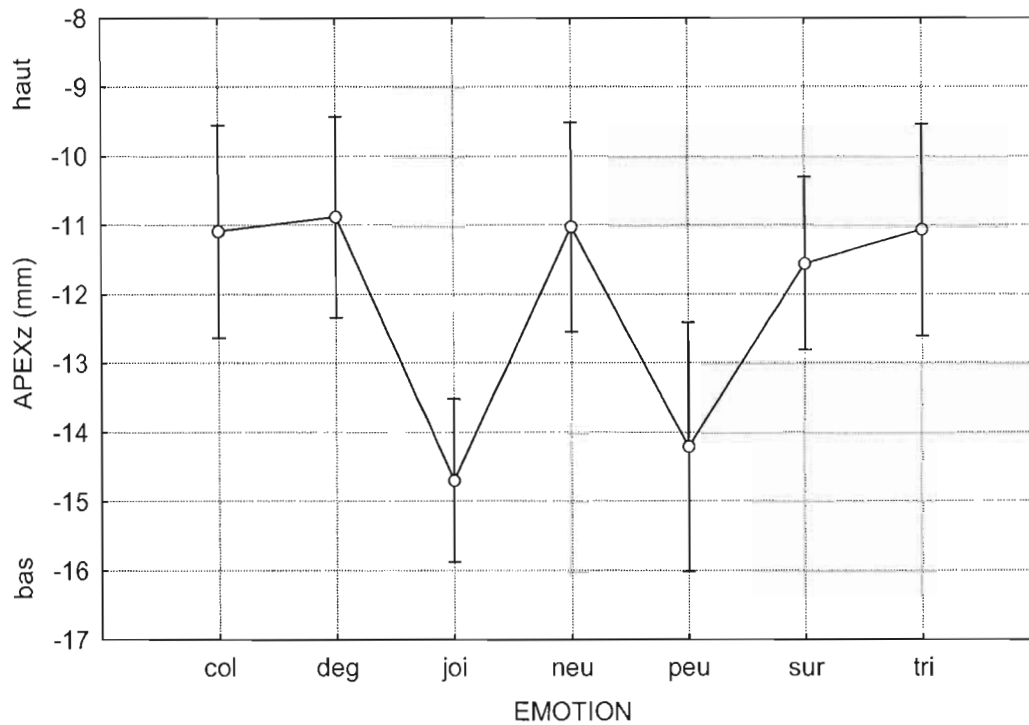


Figure 9-19 – Moyenne et écart-type de la hauteur de l'apex par émotion pour le phonème /u/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;
+ : haut; - : bas

Pour le phonème /a/, la hauteur de l'apex est significativement influencée par les émotions ($F(6,50) = 6,057; p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que l'apex est significativement plus bas pour la *joie* que pour la *surprise* ($p = 0,0065^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0045^*$). L'apex est également significativement plus haut pour la *surprise* que pour la *colère* ($p = 0,0042^*$) de même que pour la *tristesse* par rapport à la *peur* ($p = 0,0016^{**}$) (voir la Figure 9-20).

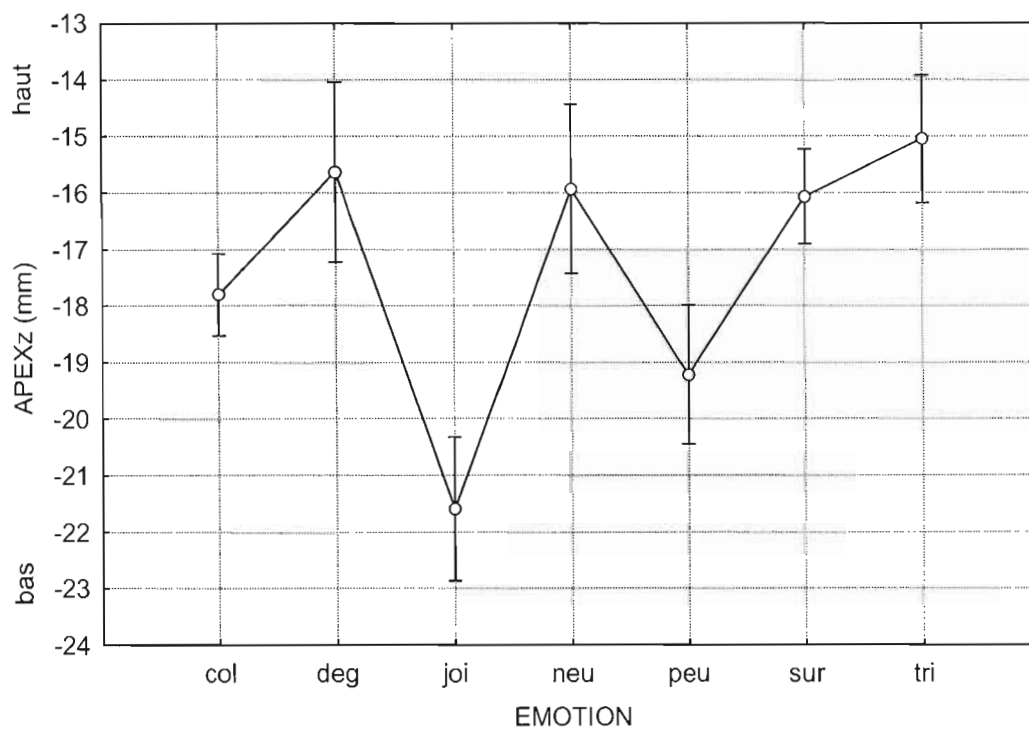


Figure 9-20 – Moyenne et écart-type de la hauteur de l'apex par émotion pour le phonème /a/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;
+ : haut; - : bas

Pour le phonème /b/, la hauteur de l'apex est significativement influencée par les émotions ($F(4,35) = 5,155; p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que l'apex est significativement plus bas pour la *colère*, la *joie* et la *peur* par rapport au *dégoût* ($p = 0,0215^*$; $p = 0,0137^*$; $p = 0,0004^{**}$), à la *surprise* ($p = 0,0079^*$; $p = 0,0189^*$; $p = 0,0036^{**}$) et à la *tristesse* ($p = 0,0047^{**}$; $p = 0,0043^{**}$; $p = 0,0026^{**}$) (voir la Figure 9-21).

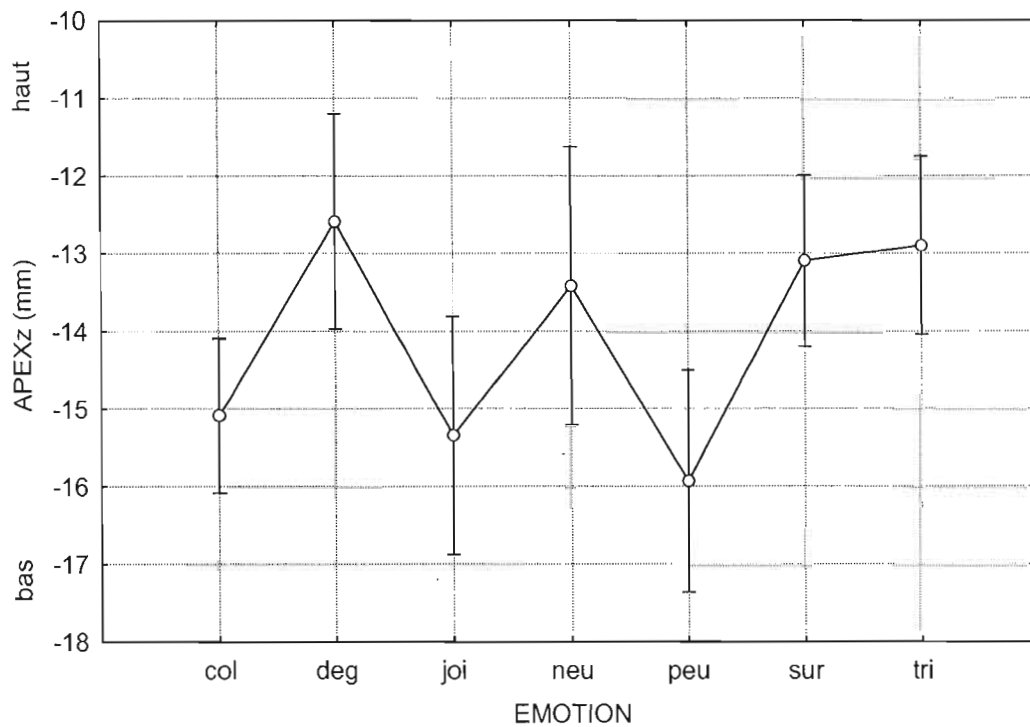


Figure 9-21 – Moyenne et écart-type de la hauteur de l'apex par émotion pour le phonème /b/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;
+ : haut; - : bas

Pour le phonème /g/, la hauteur de l'apex est significativement influencée par les émotions ($F(3,28) = 3,882; p \leq 0,05^*$). L'analyse *post hoc* a révélé que l'apex est significativement plus bas pour la *colère* et la *joie* que pour le *dégoût* ($p = 0,0346^*$; $p = 0,0291^*$), le *neutre* ($p = 0,0271^*$; $p = 0,0012^{**}$) et la *surprise* ($p = 0,0050^{**}$; $p = 0,0100^*$) (voir la Figure 9-22).

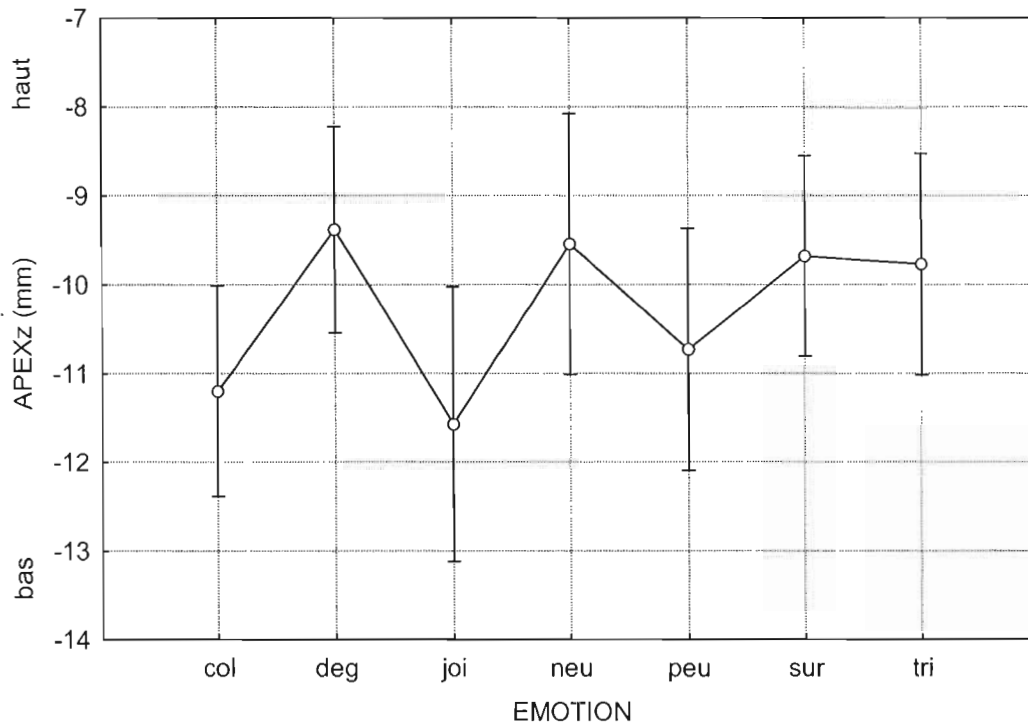


Figure 9-22 – Moyenne et écart-type de la hauteur de l'apex par émotion pour le phonème /g/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;
+ : haut; - : bas

En somme, la hauteur de l'apex est grandement influencée par les émotions et ce, pour la production de tous les phonèmes sauf /d/ (voir le Tableau 9.5). Les phonèmes les plus touchés sont /i/, /b/ et la moyenne de l'énoncé. L'apex est plus haut pour le *dégoût*, la *surprise* et la *tristesse* et, dans une moindre mesure, pour le *neutre*; il est plus bas pour la *colère* (sauf pour /u/), la *joie* et la *peur*.

Tableau 9.5 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour la hauteur de l'apex pour les différents phonèmes et les différentes émotions; M : moyenne de l'énoncé; + : haut; - : bas

	<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Neutre</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
M	----	++	-	+++	----	++	++
/i/	---	+++++	---	++	----	++-	+++-
/u/	++	++	----		---	+	++
/a/	-		--		-	++	++
/b/	---	+++	---		---	+++	+++
/d/							
/g/	---	++	---	++		++	

9.1.2.6 Hauteur de la mâchoire

La hauteur de la mâchoire est significativement influencée pour tous les phonèmes. Pour le phonème /i/, la hauteur de la mâchoire est significativement influencée par les émotions ($F(6,54) = 9,597$; $p \leq 0,01$ **). L'analyse *post hoc* a révélé que la mâchoire est significativement plus basse pour la *joie* et pour la *peur* que pour la *colère* ($p = 0,0162^*$; $p = 0,0106^*$), le *dégoût* ($p = 0,0010^{**}$; $p = 0,0019^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0066^{**}$; $p = 0,0067^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0258^*$; $p = 0,0305^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0031^{**}$; $p = 0,0003^{**}$). La mâchoire est également significativement plus basse pour la *surprise* que pour le *dégoût* ($p = 0,0036^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0055^{**}$) (voir la Figure 9-23).

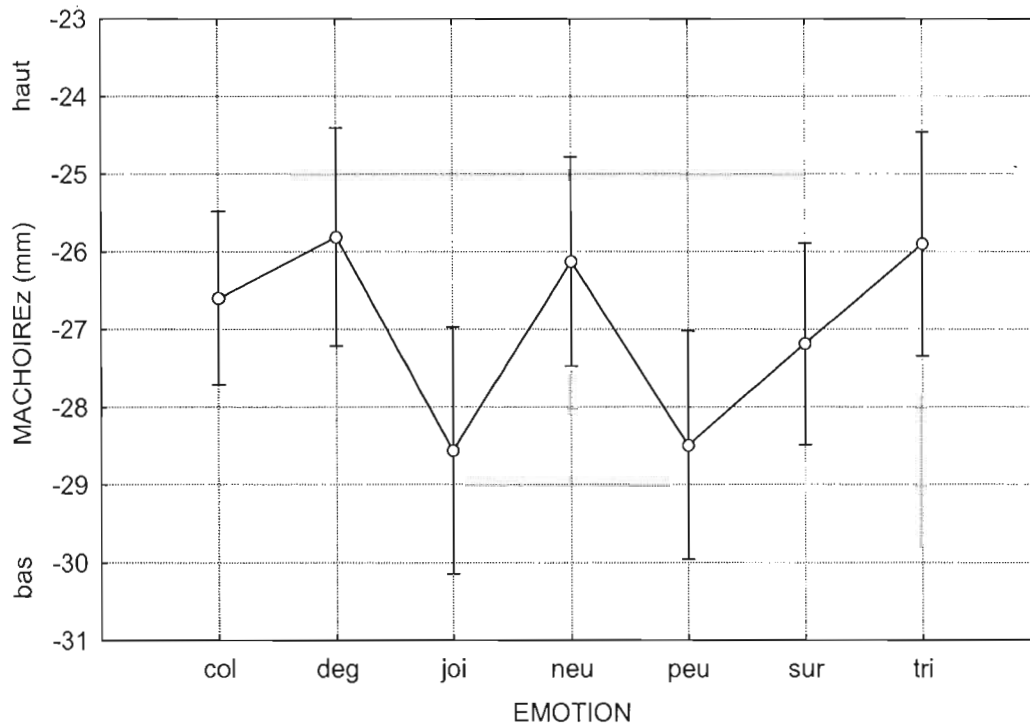


Figure 9-23 – Moyenne et écart-type de la hauteur de la mâchoire par émotion pour le phonème /i/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas

Pour le phonème /u/, la hauteur de la mâchoire est significativement influencée par les émotions ($F(6,54) = 11,543$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que la mâchoire est significativement plus basse pour la *peur* que pour la *colère* ($p = 0,0034^{**}$), le *dégoût* ($p = 0,0007^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0005^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0103^*$) et la *tristesse* ($p = 0,00008^{**}$). La mâchoire est également significativement plus basse pour la *joie* et la *surprise* comparativement au *dégoût* ($p = 0,0006^{**}$; $p = 0,0086^*$), au *neutre* ($p = 0,0025^{**}$; $p = 0,0090^*$) et à la *tristesse* ($p = 0,0040^{**}$; $p = 0,0020^{**}$) (voir la Figure 9-24).

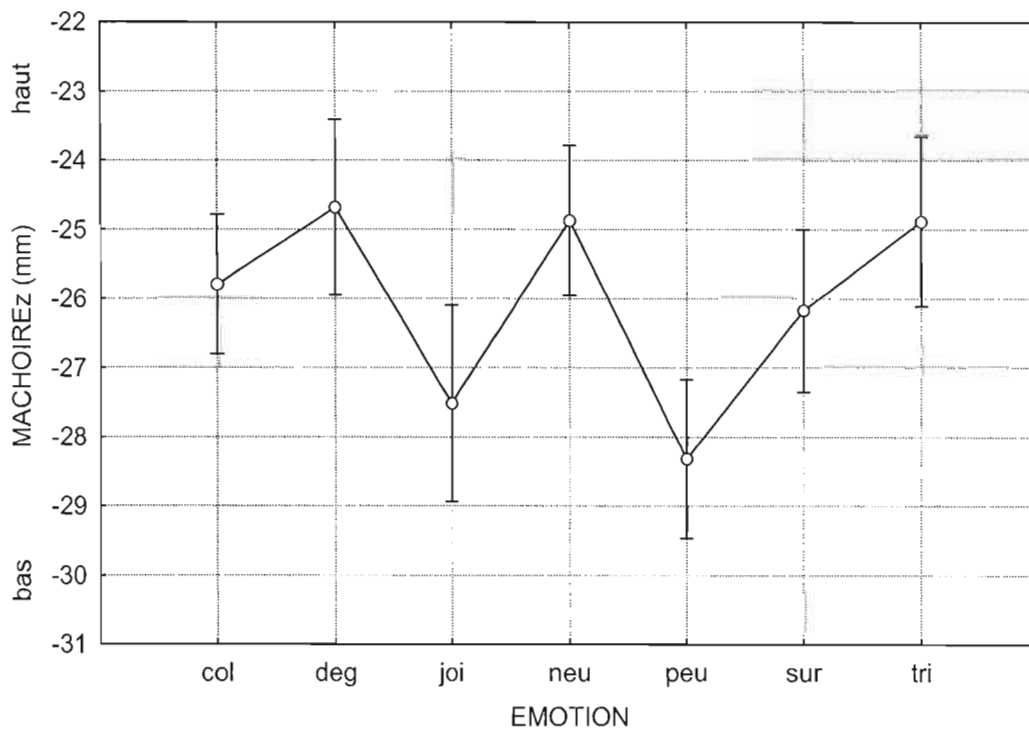


Figure 9-24 – Moyenne et écart-type de la hauteur de la mâchoire par émotion pour le phonème /u/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas

Pour le phonème /a/, la hauteur de la mâchoire est significativement influencée par les émotions ($F(4,34) = 16,738; p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que la mâchoire est significativement plus basse pour la *joie* que pour la *colère* ($p = 0,0007^{**}$), le *dégoût* ($p = 0,0006^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0018^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0032^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0003^{**}$). La mâchoire est également significativement plus basse pour la *peur* que pour la *colère* ($p = 0,0065^*$), le *dégoût* ($p = 0,0016^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0045^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,00004^{**}$) de même que pour la *surprise* comparativement à la *tristesse* ($p = 0,0045^{**}$) (voir la Figure 9-25).

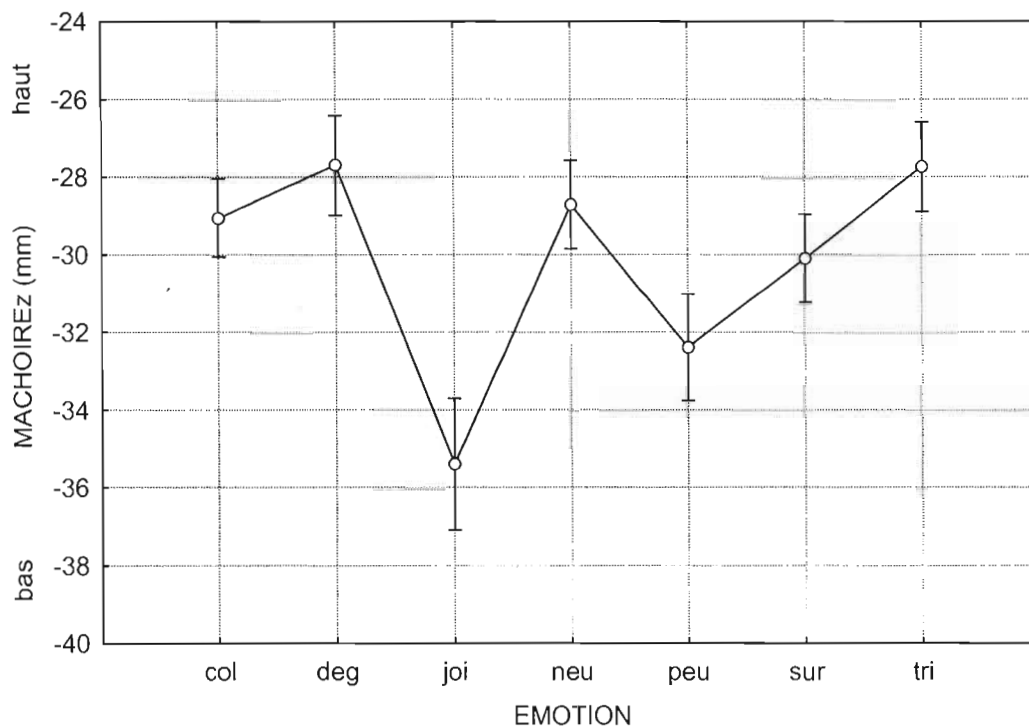


Figure 9-25 – Moyenne et écart-type de la hauteur de la mâchoire par émotion pour le phonème /a/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas

Pour le phonème /b/, la hauteur de la mâchoire est significativement influencée par les émotions ($F(6,54) = 5,430$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que la mâchoire est significativement plus basse pour la *peur* que pour la *colère* ($p = 0,0062^{**}$), le *dégoût* ($p = 0,0037^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0031^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0385^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0005^{**}$). La mâchoire est également significativement plus basse pour la *surprise* que pour le *dégoût* ($p = 0,0054^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0277^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0073^{**}$) (voir la Figure 9-26).

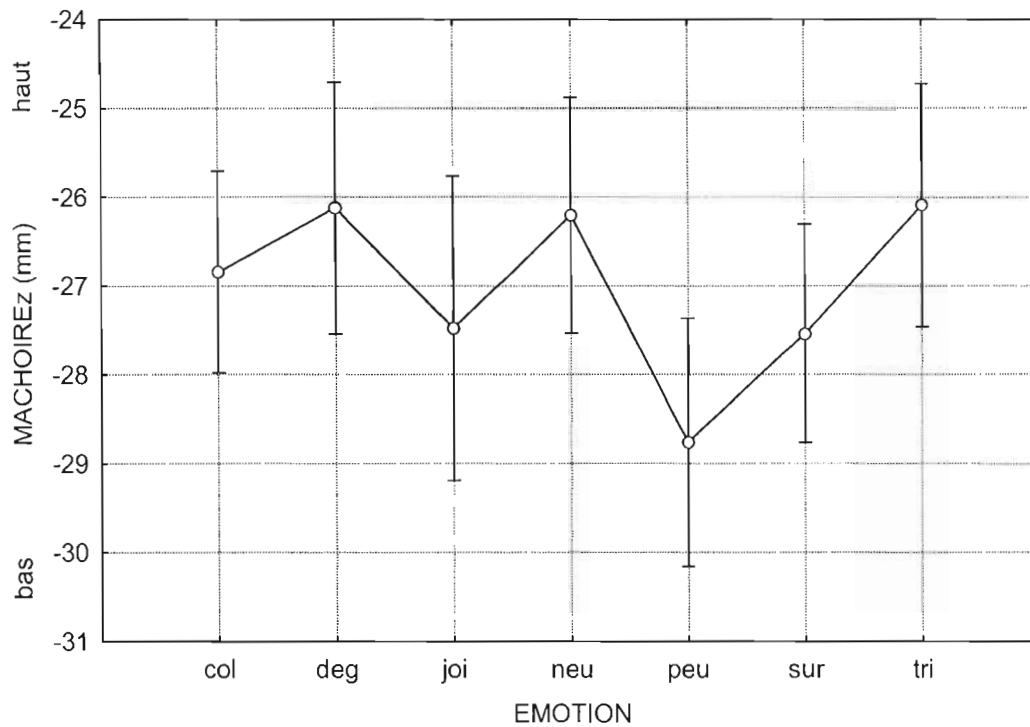


Figure 9-26 – Moyenne et écart-type de la hauteur de la mâchoire par émotion pour le phonème /b/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas

Pour le phonème /d/, la hauteur de la mâchoire est significativement influencée par les émotions ($F(6,54) = 3,068$; $p \leq 0,05^*$). L'analyse *post hoc* a révélé que la mâchoire est significativement plus haute pour le *neutre* que pour la *joie* ($p = 0,0111^*$), la *peur* ($p = 0,0137^*$) et la *surprise* ($p = 0,0025^{**}$). La mâchoire est également significativement plus haute pour le *dégoût* que pour la *joie* ($p = 0,0145^*$) et pour la *tristesse* que la *surprise* ($p = 0,0154^*$) (voir la Figure 9-27).

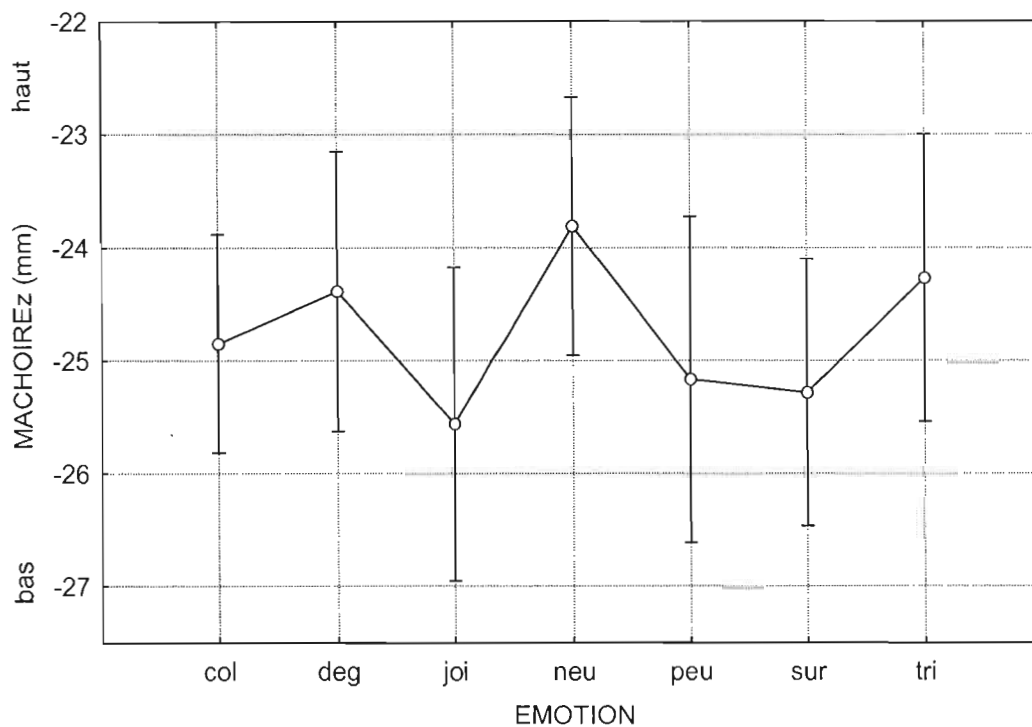


Figure 9-27 – Moyenne et écart-type de la hauteur de la mâchoire par émotion pour le phonème /d/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas

Pour le phonème /g/, la hauteur de la mâchoire est significativement influencée par les émotions ($F(6,54) = 4,992$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que la mâchoire est significativement plus basse pour la *joie* que pour la *colère* ($p = 0,0083^{**}$), le *dégoût* ($p = 0,0018^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0004^{**}$), la *peur* ($p = 0,0252^*$), la *surprise* ($p = 0,0175^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0140^*$). La mâchoire est également significativement plus haute pour le *neutre* que pour la *peur* ($p = 0,0267^*$) et la *surprise* ($p = 0,0146^*$) (voir la Figure 9-28).

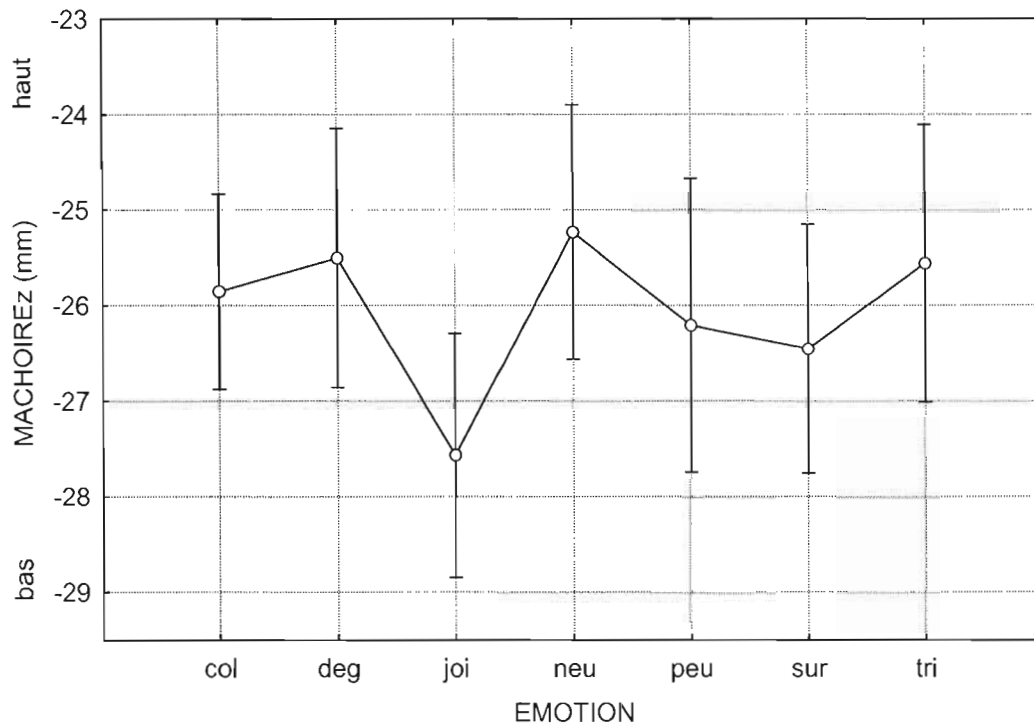


Figure 9-28 – Moyenne et écart-type de la hauteur de la mâchoire par émotion pour le phonème /g/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas

En somme, la hauteur de la mâchoire est influencée comme suit : elle est plus haute pour la *colère*, le *dégoût*, le *neutre* et la *tristesse*; elle est particulièrement plus basse pour la *joie* et la *peur*; et elle prend une position intermédiaire pour la *surprise* (voir le Tableau 9.6). Ces différences sont sensiblement les mêmes d'un phonème à l'autre, bien qu'il y ait moins de différences significatives pour les trois consonnes (/b/, /d/, /g/) que pour les autres contextes. Notons aussi que pour la production de /b/ avec *joie*, la hauteur de la mâchoire n'est pas significativement influencée bien qu'elle le soit fortement pour les autres phonèmes. C'est également le cas pour /d/ et /g/ avec *peur* qui ne sont que faiblement influencés, contrairement aux autres phonèmes.

Tableau 9.6 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour la hauteur de la mâchoire pour les différents phonèmes et les différentes émotions; M : moyenne de l'énoncé;

+ : haut; - : bas

	<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Neutre</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
M	++	+++	-----	+++	-----	++---	+++
/i/	++	+++	-----	++	-----	++--	+++
/u/	+	+++	---	+++	-----	+---	+++
/a/	++	++	-----	++	-----	+ -	+++
/b/	+	++		++	-----	+---	++
/d/		+	--	+++	-	--	+
/g/	+	+	-----	+++	+ -	+ -	+

9.1.2.7 Distance interlabiale

La distance interlabiale n'est pas significativement influencée par les émotions pour /b/. Pour le phonème /i/, la distance interlabiale est significativement influencée par les émotions ($F(6,42) = 3,375$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que les lèvres sont significativement plus ouvertes pour la *joie* que pour la *surprise* ($p = 0,0077^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0043^*$). Les lèvres sont également significativement plus ouvertes pour la *peur* que pour la *surprise* ($p = 0,0140^*$) (voir la Figure 9-29).

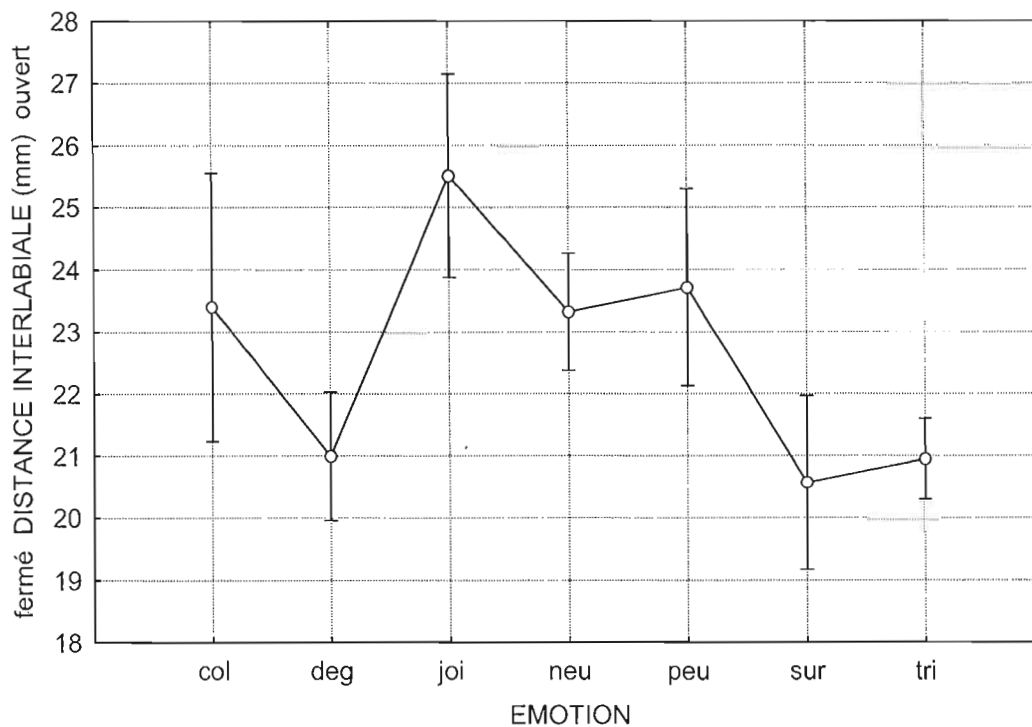


Figure 9-29 – Moyenne et écart-type de la distance interlabiale par émotion pour le phonème /i/; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; + : ouvert; - : fermé

Pour le phonème /u/, la distance interlabiale est significativement influencée par les émotions ($F(6,42) = 4,474$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que les lèvres sont significativement plus ouvertes pour la *joie* que pour la *surprise* ($p = 0,0157^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0113^*$) (voir la Figure 9-30).

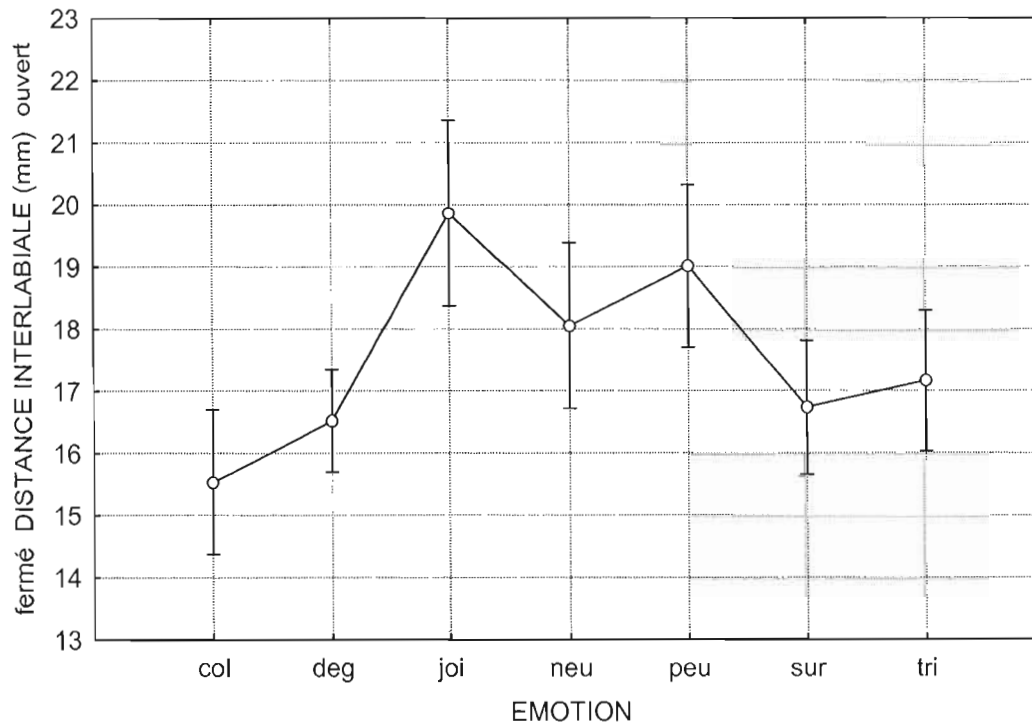


Figure 9-30 – Moyenne et écart-type de la distance interlabiale par émotion pour le phonème /u/; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; + : ouvert; - : fermé

Pour le phonème /a/, la distance interlabiale est significativement influencée par les émotions ($F(6,42) = 9,424$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que les lèvres sont significativement plus ouvertes pour la *joie* que pour le *dégoût* ($p = 0,0026^*$), la *surprise* ($p = 0,0039^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0058^*$). Les lèvres sont également significativement plus fermées pour le *dégoût* que le *neutre* ($p = 0,0012^{**}$) et la *peur* ($p = 0,0126^*$), de même que pour la *tristesse* par rapport à la *peur* ($p = 0,0109^*$) (voir la Figure 9-31).

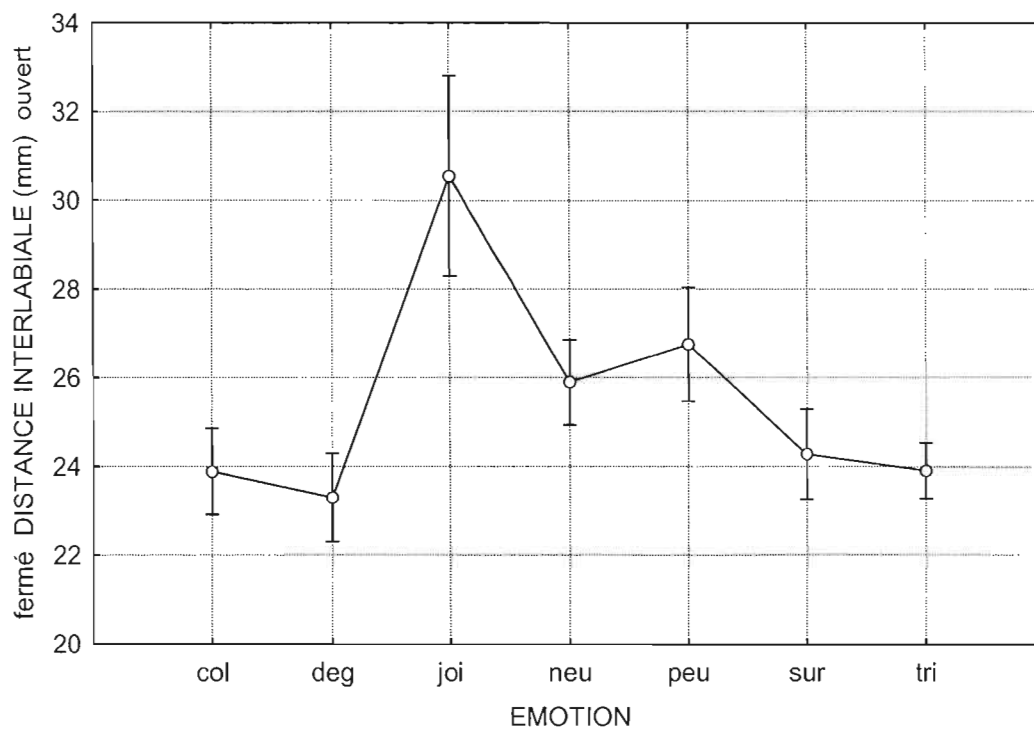


Figure 9-31 – Moyenne et écart-type de la distance interlabiale par émotion pour le phonème /a/; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; + : ouvert; - : fermé

Pour le phonème /d/, la distance interlabiale est significativement influencée par les émotions ($F(6,42) = 5,800$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que les lèvres sont significativement plus ouvertes pour la *joie* que pour le *dégoût* ($p = 0,0035^*$), la *surprise* ($p = 0,0059^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0013^{**}$) (voir la Figure 9-32).

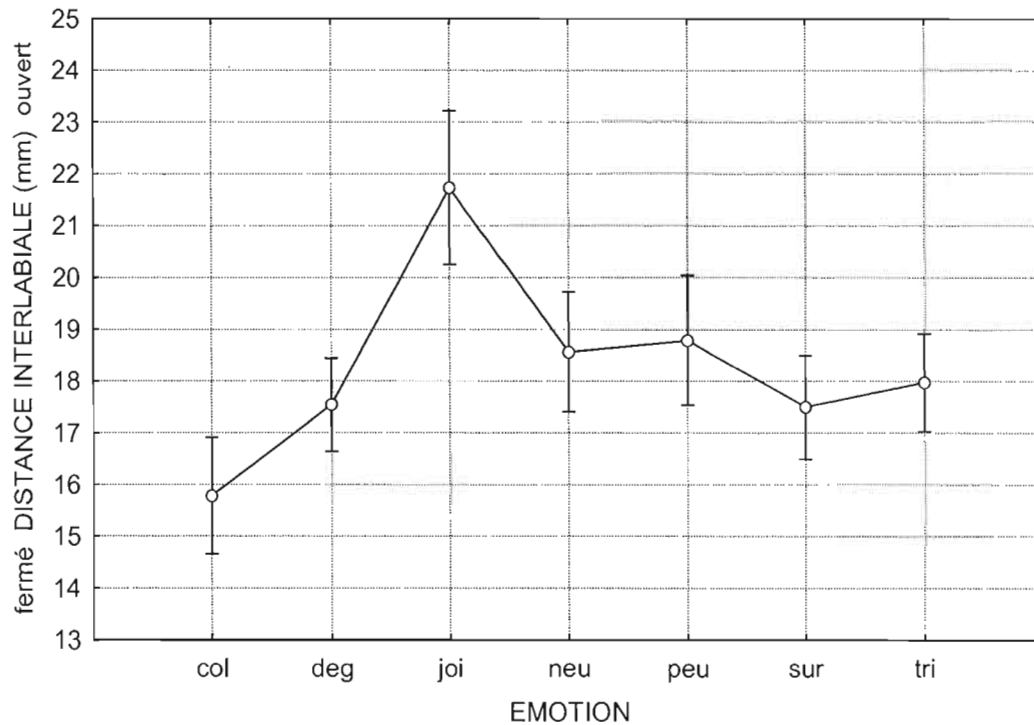


Figure 9-32 – Moyenne et écart-type de la distance interlabiale par émotion pour le phonème /d/; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; + : ouvert; - : fermé

Pour le phonème /g/, la distance interlabiale est significativement influencée par les émotions ($F(6,42) = 5,094$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que les lèvres sont significativement plus ouvertes pour la *joie* que pour le *dégoût* ($p = 0,0011^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0123^*$), la *peur* ($p = 0,0077^*$), la *surprise* ($p = 0,0003^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0003^{**}$). Les lèvres sont également significativement plus fermées pour la *surprise* que pour le *neutre* ($p = 0,0149^*$) et la *peur* ($p = 0,0052^*$) (voir la Figure 9-33).

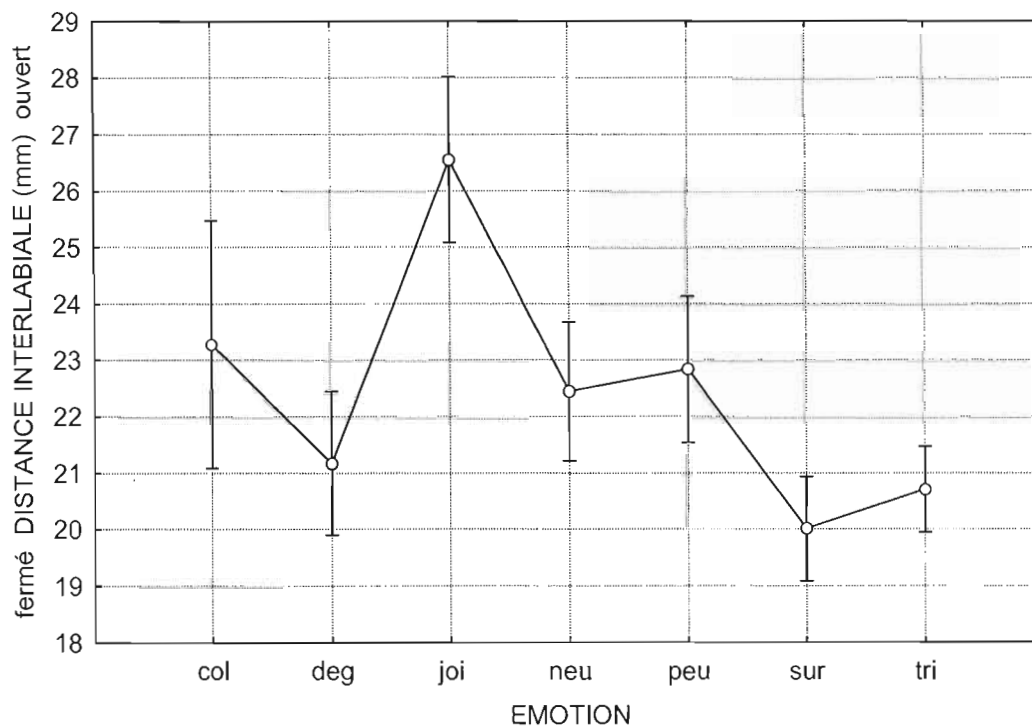


Figure 9-33 – Moyenne et écart-type de la distance interlabiale par émotion pour le phonème /g/; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; + : ouvert; - : fermé

En somme, la distance interlabiale est influencée pour toutes les émotions, sauf la *colère*, et pour tous les phonèmes, sauf /b/ (voir le Tableau 9.7). Les différences sont nombreuses pour /g/, /a/ et la moyenne de l'énoncé et ce, particulièrement pour la *joie*. Les lèvres sont plus fermées pour la *surprise*, le *dégoût* et la *tristesse* alors qu'elles sont plus ouvertes pour la *joie*, le *neutre* et, dans une moindre mesure, pour la *peur*.

Tableau 9.7 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour la distance interlabiale pour les différents phonèmes et les différentes émotions; M : moyenne de l'énoncé;

+ : ouvert; - : fermé

	<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Neutre</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
M		--	+++	+++	+	---	--
/i/			++		+	--	-
/u/			++			-	-
/a/		---	+++	+	++	-	--
/b/							
/d/		-	+++			-	-
/g/		-	+++++	+-	+-	---	-

9.1.2.8 Protrusion

Des différences significatives ont été trouvées pour tous les phonèmes pour ce paramètre. Pour le phonème /i/, la protrusion est significativement influencée par les émotions ($F(6,54) = 7,550$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que les lèvres sont significativement plus rétractées pour la *joie* que pour le *dégoût* ($p = 0,0209^*$), le *neutre* ($p = 0,00006^{**}$), la *peur* ($p = 0,0064^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0080^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0009^{**}$). Les lèvres sont également plus rétractées pour la *colère* et le *dégoût* que pour le *neutre* ($p = 0,0098^*$; $p = 0,0200^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0042^{**}$; $p = 0,0081^{**}$), de même que pour la *peur* comparativement à la *tristesse* ($p = 0,0286^*$) (voir la Figure 9-34).

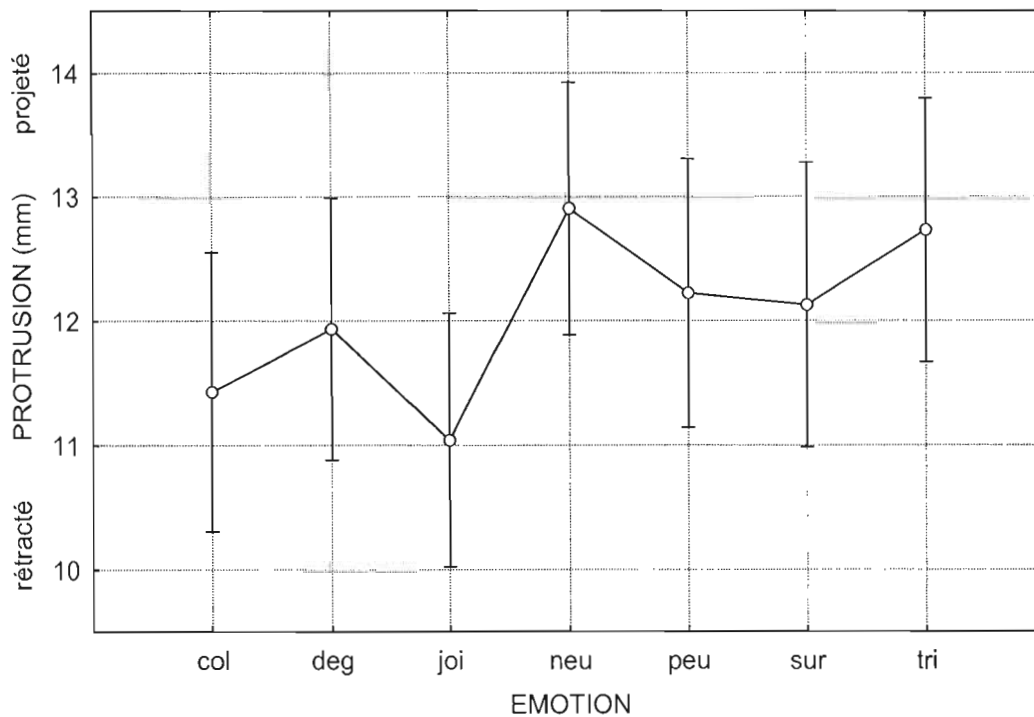


Figure 9-34 – Moyenne et écart-type de la protrusion par émotion pour le phonème /i/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;
+ : projeté; - : rétracté

Pour le phonème /u/, la protrusion est significativement influencée par les émotions ($F(6,54) = 7,024$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que les lèvres sont significativement plus rétractées pour la *joie* que pour la *colère* ($p = 0,0035^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0029^{**}$), la *peur* ($p = 0,0001^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0038^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0044^{**}$). Les lèvres sont également plus projetées pour le *neutre* que pour le *dégoût* ($p = 0,0050^{**}$) (voir la Figure 9-35).

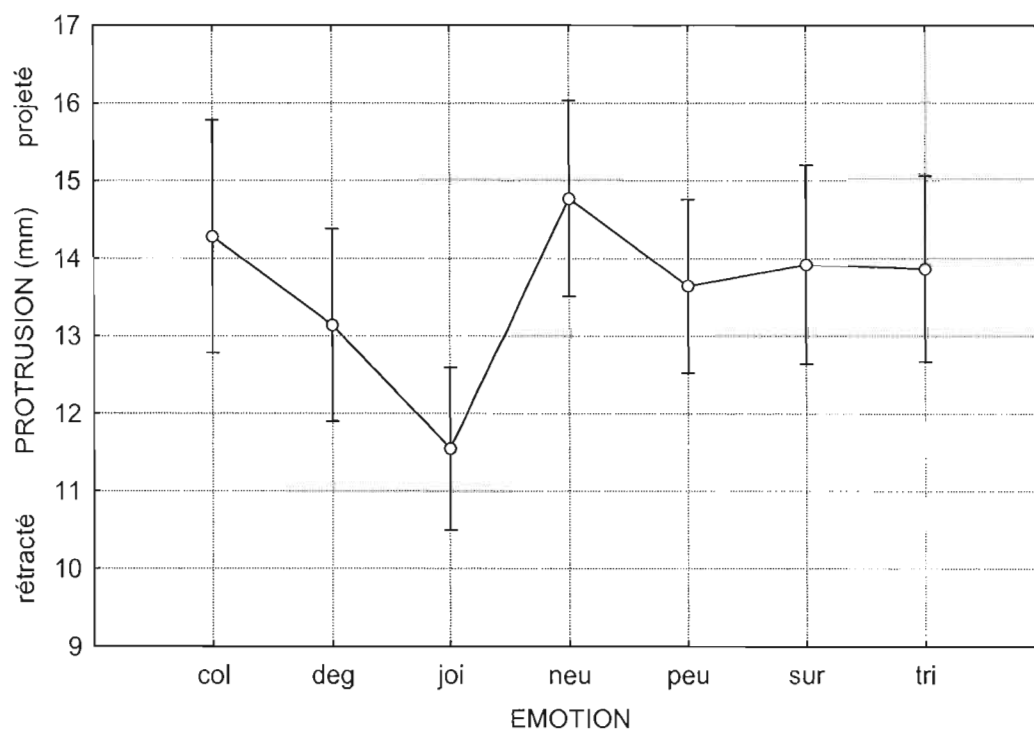


Figure 9-35 – Moyenne et écart-type de la protrusion par émotion pour le phonème /u/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;
+ : projeté; - : rétracté

Pour le phonème /a/, la protrusion est significativement influencée par les émotions ($F(6,54) = 6,949; p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que les lèvres sont significativement plus projetées pour le *neutre* que pour la *colère* ($p = 0,0108^*$), le *dégoût* ($p = 0,0153^*$), la *joie* ($p = 0,0008^{**}$), la *peur* ($p = 0,0012^{**}$) et la *surprise* ($p = 0,0195^*$). Les lèvres sont également plus projetées pour la *tristesse* que pour la *colère* ($p = 0,0109^*$), la *joie* ($p = 0,0147^*$) et la *peur* ($p = 0,0043^{**}$), de même que pour la *surprise* par rapport à la *joie* ($p = 0,0314^*$) (voir la Figure 9-36).

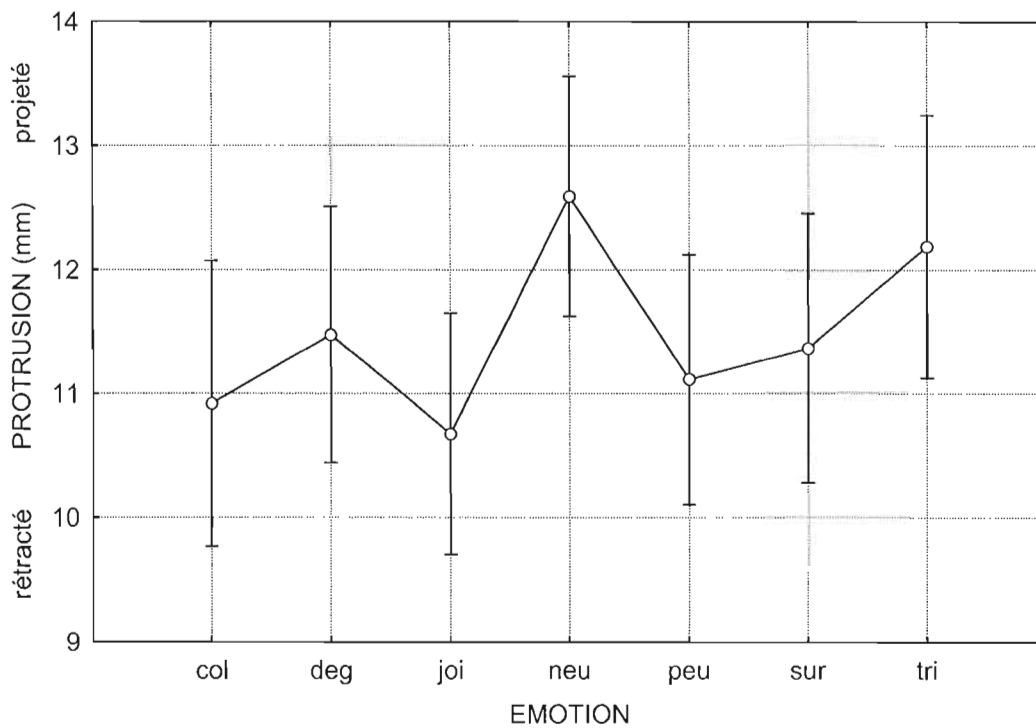


Figure 9-36 – Moyenne et écart-type de la protrusion par émotion pour le phonème /a/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;
+ : projeté; - : rétracté

Pour le phonème /b/, la protrusion est significativement influencée par les émotions ($F(6,54) = 6,497$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que les lèvres sont significativement plus projetées pour le *neutre* que pour la *colère* ($p = 0,0036^{**}$), le *dégoût* ($p = 0,0188^*$), la *joie* ($p = 0,00001^{**}$), la *peur* ($p = 0,0025^{**}$) et la *surprise* ($p = 0,0135^*$). Les lèvres sont également plus projetées pour la *tristesse* que pour la *colère* ($p = 0,0015^{**}$), la *joie* ($p = 0,0066^{**}$) et la *peur* ($p = 0,0066^{**}$) (voir la Figure 9-37).

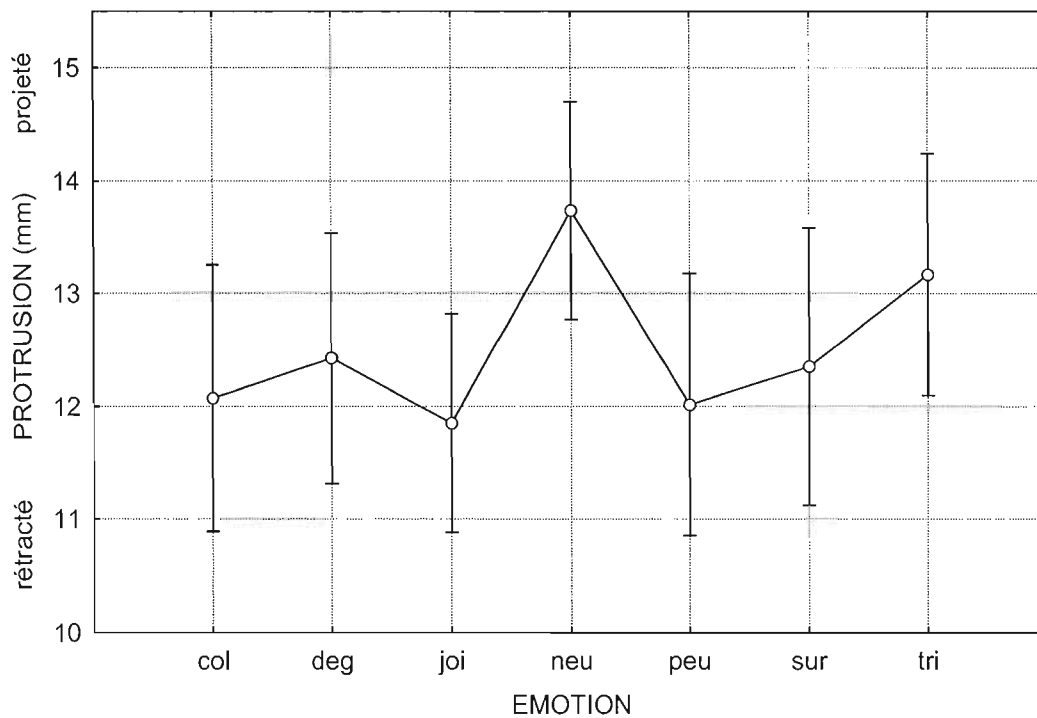


Figure 9-37 – Moyenne et écart-type de la protrusion par émotion pour le phonème /b/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;
+ : projeté; - : rétracté

Pour le phonème /d/, la protrusion est significativement influencée par les émotions ($F(6,54) = 4,788$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que les lèvres sont significativement plus rétractées pour la *joie* que pour la *colère* ($p = 0,0373^*$), le *neutre* ($p = 0,0023^{**}$), la *peur* ($p = 0,0043^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0141^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0369^*$). Les lèvres sont également plus projetées pour le *neutre* que pour le *dégoût* ($p = 0,0074^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0284^*$) (voir la Figure 9-38).

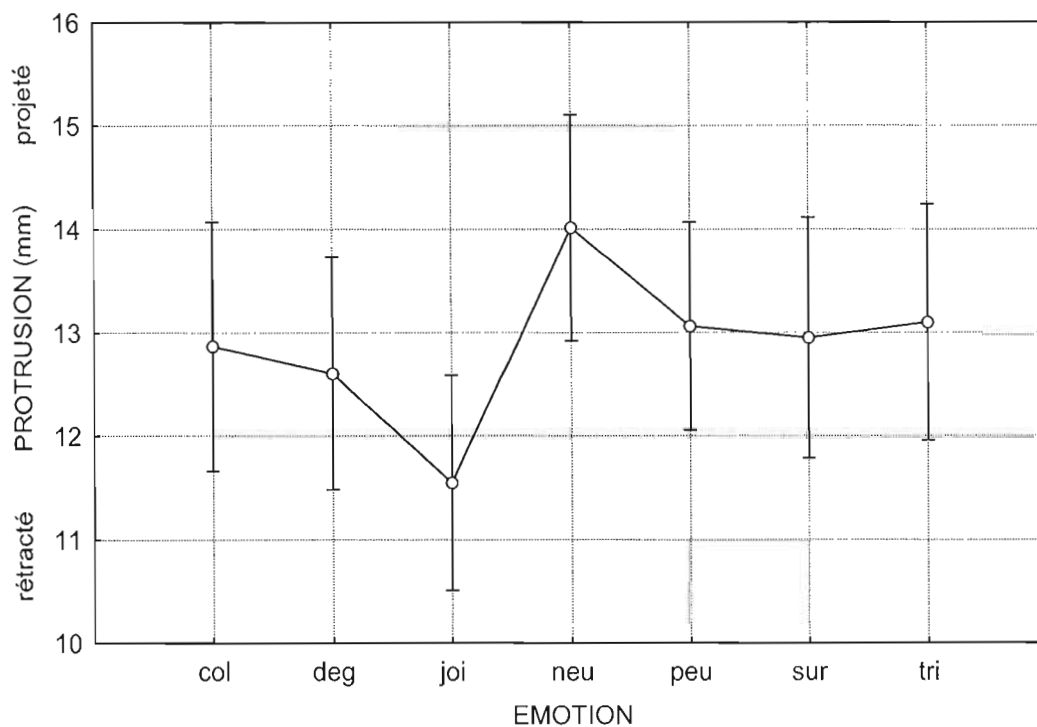


Figure 9-38 – Moyenne et écart-type de la protrusion par émotion pour le phonème /d/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;
+ : projeté; - : rétracté

Pour le phonème /g/, la protrusion est significativement influencée par les émotions ($F(6,54) = 8,598$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que les lèvres sont significativement plus rétractées pour la *joie* que pour la *colère* ($p = 0,0371^*$), le *dégoût* ($p = 0,0041^{**}$), le *neutre* ($p = 0,000005^{**}$), la *peur* ($p = 0,0016^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0003^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,00007^{**}$). Les lèvres sont également plus projetées pour la *tristesse* que pour la *colère* ($p = 0,0117^*$), le *dégoût* ($p = 0,0290^*$) et la *peur* ($p = 0,0193^*$), de même que pour le *neutre* par rapport à la *colère* ($p = 0,0390^*$) (voir la Figure 9-39).

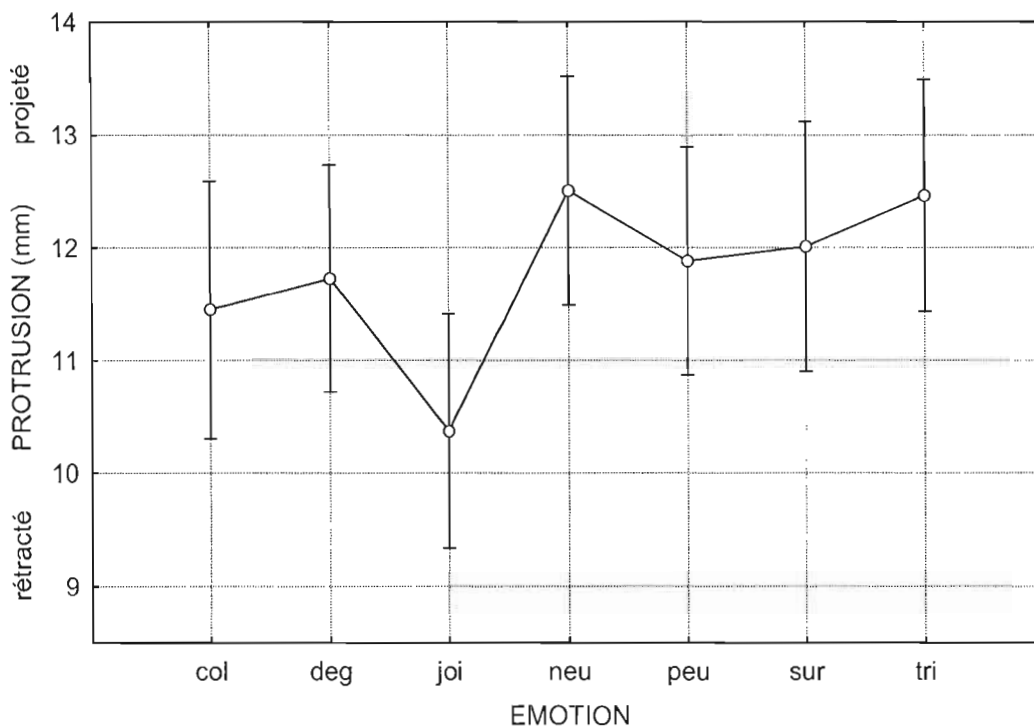


Figure 9-39 – Moyenne et écart-type de la protrusion par émotion pour le phonème /g/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;
+ : projeté; - : rétracté

En somme, la protrusion est grandement influencée par les émotions. Les phonèmes les plus touchés sont /i/ et /g/, alors que /u/ et /d/ le sont moins. Les différences les plus marquées sont pour la *joie* et le *neutre* (voir le Tableau 9.8). En effet, les lèvres sont particulièrement rétractées pour la joie mais également, dans une moindre mesure, pour la colère et le dégoût, alors qu'elles sont particulièrement projetées pour le *neutre* et pour la *tristesse*. La protrusion adopte des valeurs intermédiaires pour la *peur* et la *surprise*.

Tableau 9.8 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour la protrusion pour les différents phonèmes et les différentes émotions; M : moyenne de l'énoncé; + : projeté; - : rétracté

	<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Neutre</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
M	-	-	----	+++++	+-	+-	+
/i/	--	+--	-----	+++	+-	+	++++
/u/	+	-	-----	++	+	+	+
/a/	--	-	---	+++++	--	+-	+++
/b/	--	-	--	+++++	--	-	+++
/d/	+	-	-----	+++	+	+	+-
/g/	+--	+-	-----	++	+-	+	++++

9.1.2.9 Étirement des lèvres

Des différences significatives ont été trouvées pour tous les phonèmes pour ce paramètre. Pour le phonème /i/, l'étirement est significativement influencé par les émotions ($F(6,48) = 20,186$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que les lèvres sont significativement plus étirées pour la *joie* que pour la *colère* ($p = 0,00007^{**}$), le *dégoût* ($p = 0,00001^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0008^{**}$), la *peur* ($p = 0,000001^{**}$), la *surprise* ($p = 0,000005^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,00001^{**}$). Les lèvres sont également significativement plus étirées pour le *neutre* que pour la *surprise* ($p = 0,0247^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0226^*$) (voir la Figure 9-40).

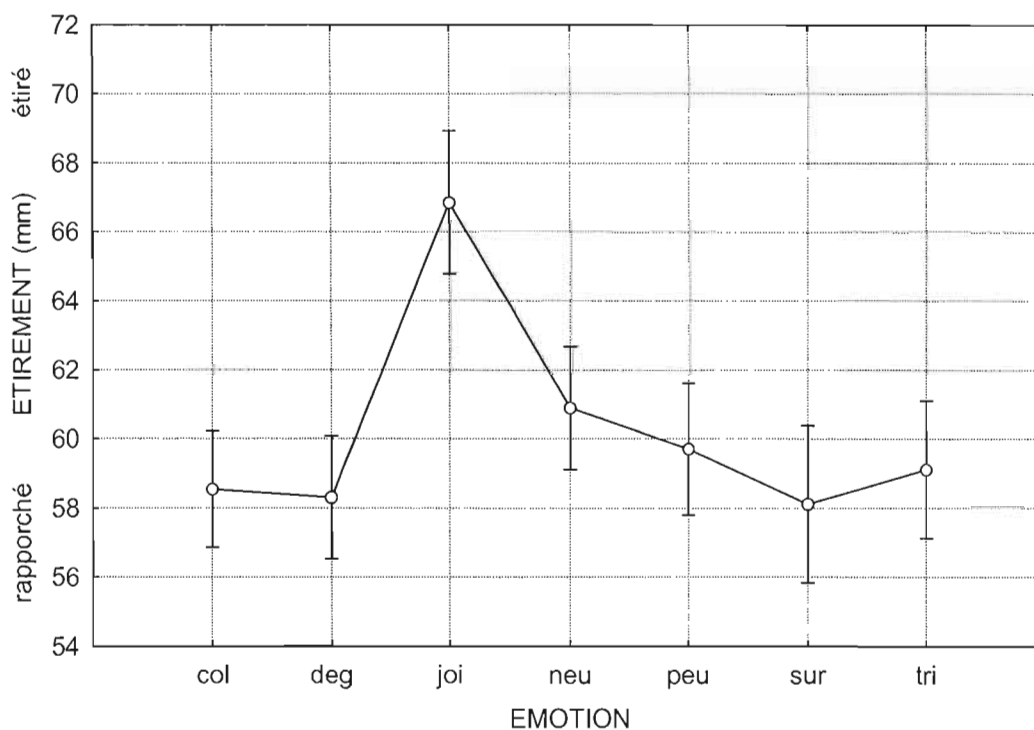


Figure 9-40 – Moyenne et écart-type de l'étirement par émotion pour le phonème /i/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;
+ : étiré; - : rapproché

Pour le phonème /u/, l'étirement est significativement influencé par les émotions ($F(6,48) = 12,330$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que les lèvres sont significativement plus étirées pour la *joie* que pour la *colère* ($p = 0,0002^{**}$), le *dégoût* ($p = 0,00009^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0080^*$), la *peur* ($p = 0,0001^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0002^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0003^{**}$). Les coins des lèvres sont également significativement plus rapprochés pour la *colère* que pour le *neutre* ($p = 0,0041^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0141^*$), de même que pour la *peur* par rapport au *neutre* ($p = 0,0012^{**}$) (voir la Figure 9-41).

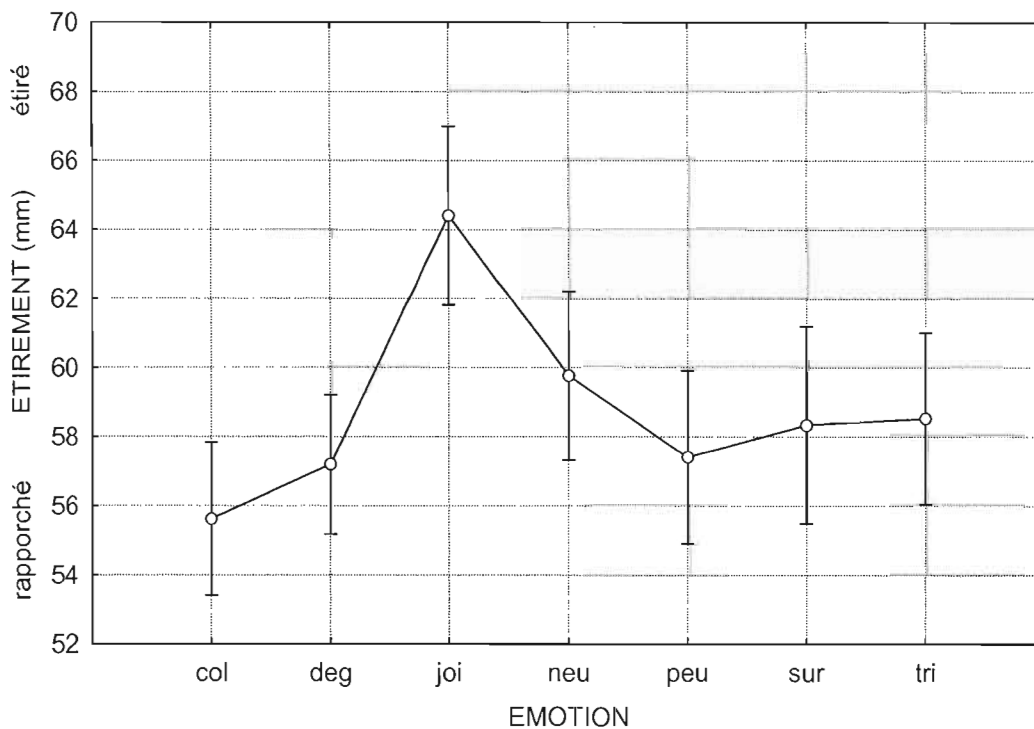


Figure 9-41 – Moyenne et écart-type de l'étirement par émotion pour le phonème /u/; col :

colère; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;

+ : étiré; - : rapproché

Pour le phonème /a/, l'étirement est significativement influencé par les émotions ($F(5,42) = 14,376; p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que les lèvres sont significativement plus étirées pour la *joie* que pour la *colère* ($p = 0,0005^{**}$), le *dégoût* ($p = 0,00002^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0032^{**}$), la *peur* ($p = 0,00001^{**}$), la *surprise* ($p = 0,00004^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,00005^{**}$). Les coins des lèvres sont également significativement plus rapprochés pour le *dégoût* et la *tristesse* que pour le *neutre* ($p = 0,0154^*$; $p = 0,0060^{**}$) et la *peur* ($p = 0,0061^{**}$; $p = 0,0340^*$), ainsi que pour la *surprise* par rapport à la *peur* ($p = 0,0311^*$) (voir la Figure 9-42).

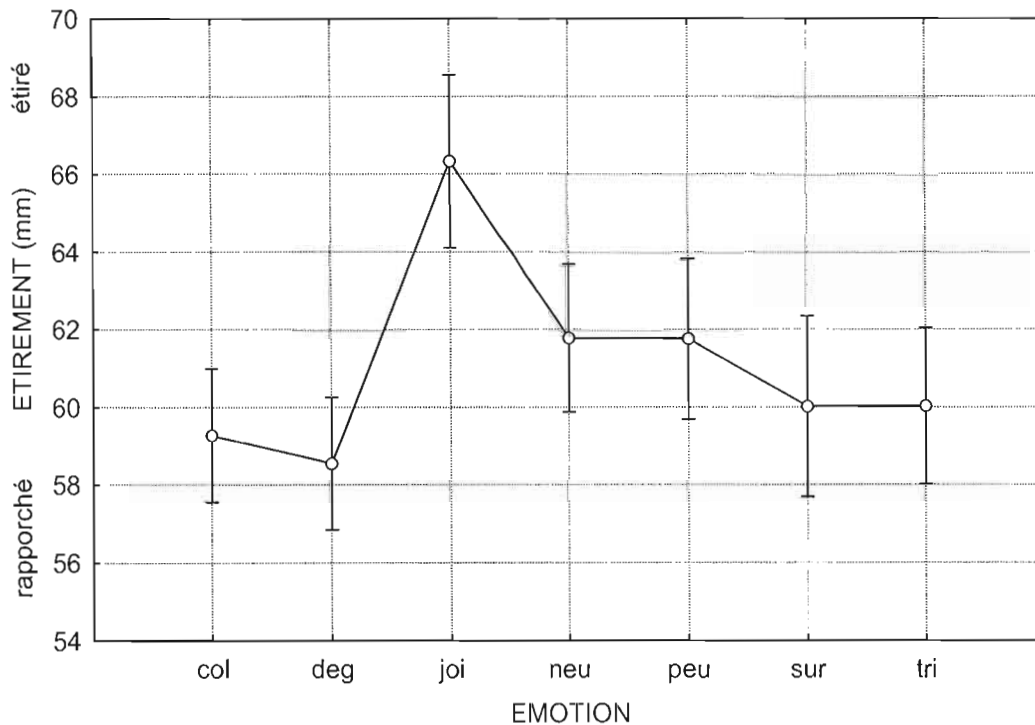


Figure 9-42 – Moyenne et écart-type de l'étirement par émotion pour le phonème /a/; col :

colère; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;

+ : étiré; - : rapproché

Pour le phonème /b/, l'étirement est significativement influencé par les émotions ($F(6,48) = 14,886$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que les lèvres sont significativement plus étirées pour la *joie* que pour la *colère* ($p = 0,0006^{**}$), le *dégoût* ($p = 0,000005^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0039^{**}$), la *peur* ($p = 0,00002^{**}$), la *surprise* ($p = 0,00003^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,00005^{**}$). Les lèvres sont également significativement plus étirées pour le *neutre* que pour le *dégoût* ($p = 0,0098^*$), la *surprise* ($p = 0,0354^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0047^{**}$), de même que pour la *peur* par rapport au *dégoût* ($p = 0,0148^*$) (voir la Figure 9-43).

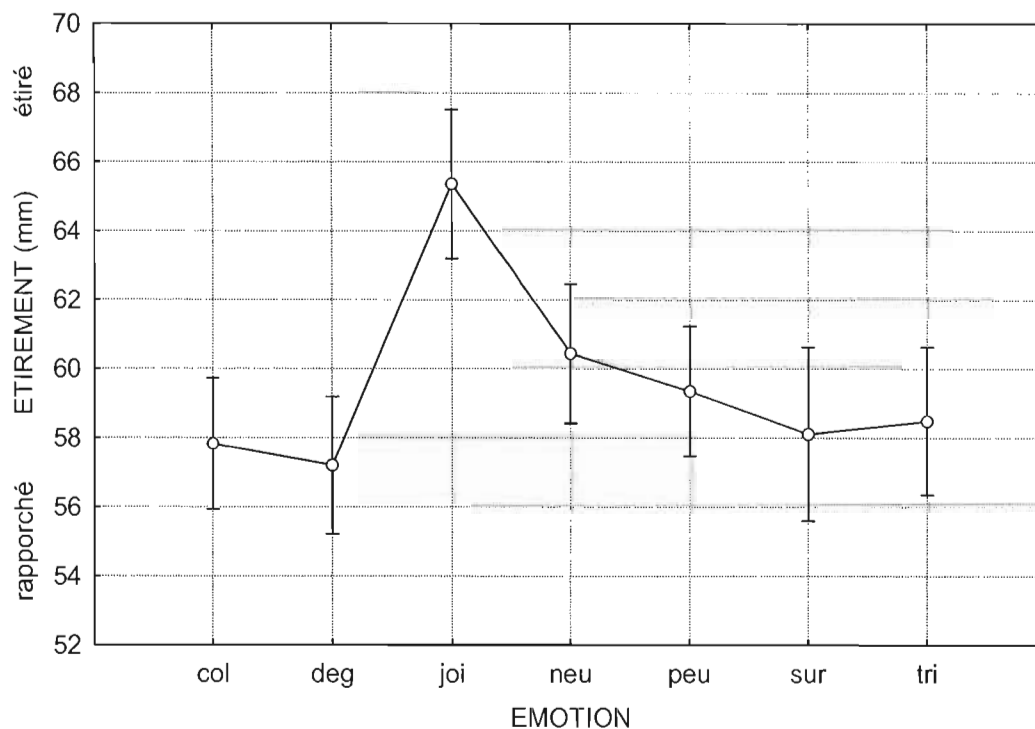


Figure 9-43 – Moyenne et écart-type de l'étirement par émotion pour le phonème /b/; col :

colère; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;

+ : étiré; - : rapproché

Pour le phonème /d/, l'étirement est significativement influencé par les émotions ($F(6,48) = 14,362$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que les lèvres sont significativement plus étirées pour la *joie* que pour la *colère* ($p = 0,0001^{**}$), le *dégoût* ($p = 0,00003^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0053^{**}$), la *peur* ($p = 0,00008^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0002^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,00007^{**}$). Les coins des lèvres sont également significativement plus rapprochés pour la *colère* et le *dégoût* que pour le *neutre* ($p = 0,0041^{**}$; $p = 0,0332^*$) et la *peur* ($p = 0,0153^*$; $p = 0,0356^*$), de même que pour la *tristesse* comparativement au *neutre* ($p = 0,0160^*$) (voir la Figure 9-44).

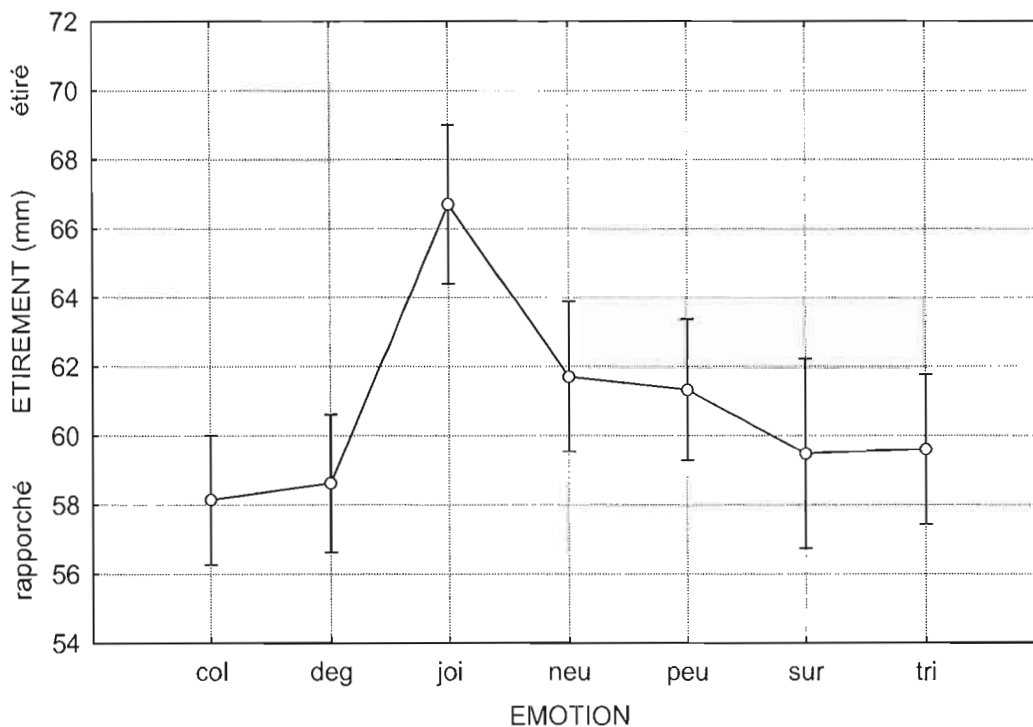


Figure 9-44 – Moyenne et écart-type de l'étirement par émotion pour le phonème /d/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;
+ : étiré; - : rapproché

Pour le phonème /g/, l'étirement est significativement influencé par les émotions ($F(6,48) = 26,664$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que les lèvres sont significativement plus étirées pour la *joie* que pour la *colère* ($p = 0,00003^{**}$), le *dégoût* ($p = 0,000009^{**}$), le *neutre* ($p = 0,00005^{**}$), la *peur* ($p = 0,00009^{**}$), la *surprise* ($p = 0,000006^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,000002^{**}$). Les lèvres sont également significativement plus étirées pour le *neutre* et la *peur* que pour le *dégoût* ($p = 0,0279^*$; $p = 0,0161^*$), la *surprise* ($p = 0,0213^*$; $p = 0,0010^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0245^*$; $p = 0,0185^*$) (voir la Figure 9-45).

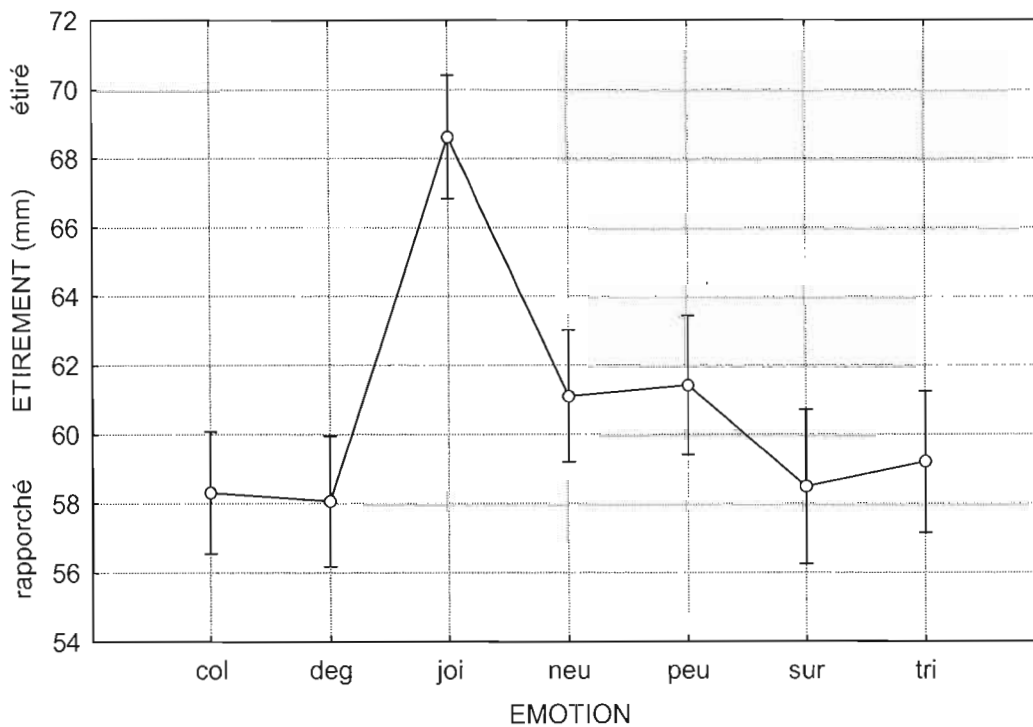


Figure 9-45 – Moyenne et écart-type de l'étirement par émotion pour le phonème /g/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;
+ : étiré; - : rapproché

En somme, les lèvres sont plus étirées pour la *joie* comparativement à toutes les autres émotions et ce pour tous les phonèmes (voir le Tableau 9.9). Les lèvres sont également plus étirées pour le *neutre* et la *peur*, mais plus rapprochées pour le *dégoût*, la *tristesse*, la *surprise* et la *colère*.

Tableau 9.9 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour l'étirement pour les différents phonèmes et les différentes émotions; M : moyenne de l'énoncé; + : étiré; - : rapproché

	<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Neutre</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
M	--	--	++++++	++++-	-	--	--
/i/	-	-	++++++	++-	-	--	--
/u/	---	-	++++++	++-	--	-	+-
/a/	-	---	++++++	++-	+++-	--	---
/b/	-	---	++++++	+++-	+-	--	--
/d/	---	---	++++++	+++-	++-	-	--
/g/	-	---	++++++	+++-	+++-	---	---

9.1.2.10 Hauteur des coins des lèvres

Des différences significatives ont été trouvées pour tous les phonèmes pour ce paramètre. Pour le phonème /i/, la hauteur des coins est significativement influencée par les émotions ($F(6,54) = 5,644$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que la hauteur des coins est significativement plus élevée pour la *joie* que pour la *colère* ($p = 0,0038^{**}$), le *dégoût* ($p = 0,0057^{**}$), la *peur* ($p = 0,0002^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0017^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0076^*$) (voir la Figure 9-46).

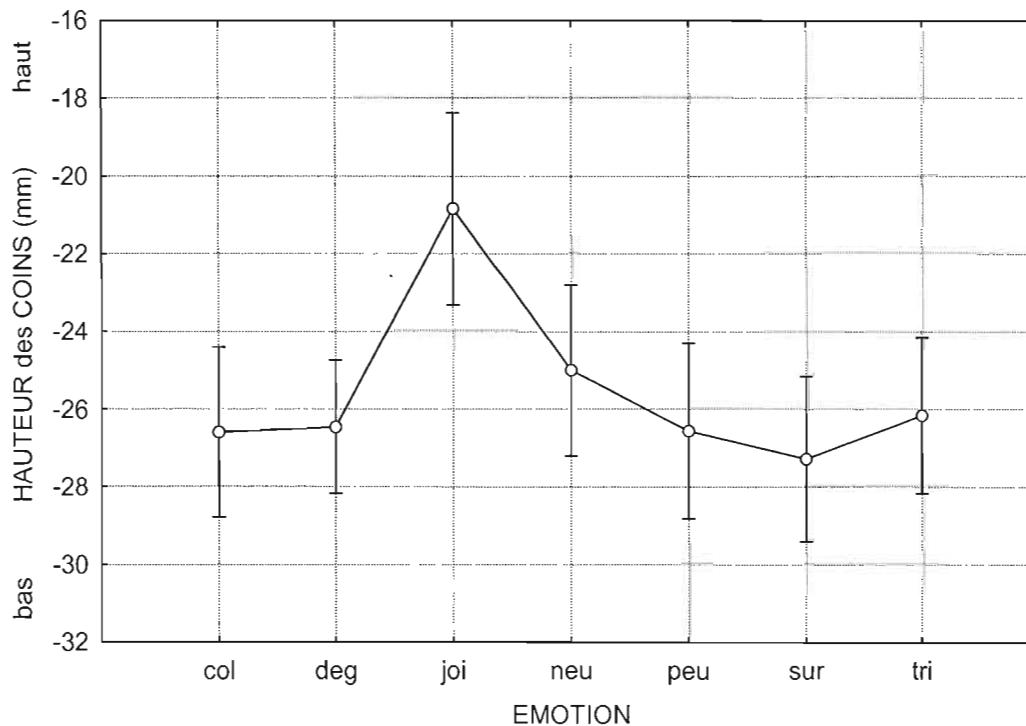


Figure 9-46 – Moyenne et écart-type de la hauteur des coins par émotion pour le phonème /i/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;

+ : haut; - : bas

Pour le phonème /u/, la hauteur des coins est significativement influencée par les émotions ($F(5,48) = 4,513; p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que la hauteur des coins est significativement plus élevée pour la *joie* que pour la *colère* ($p = 0,0184^*$), la *peur* ($p = 0,0040^{**}$) et la *surprise* ($p = 0,0245^*$). Les coins sont également significativement plus élevés pour le *neutre* que pour la *peur* ($p = 0,0154^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0180^*$) (voir la Figure 9-47).

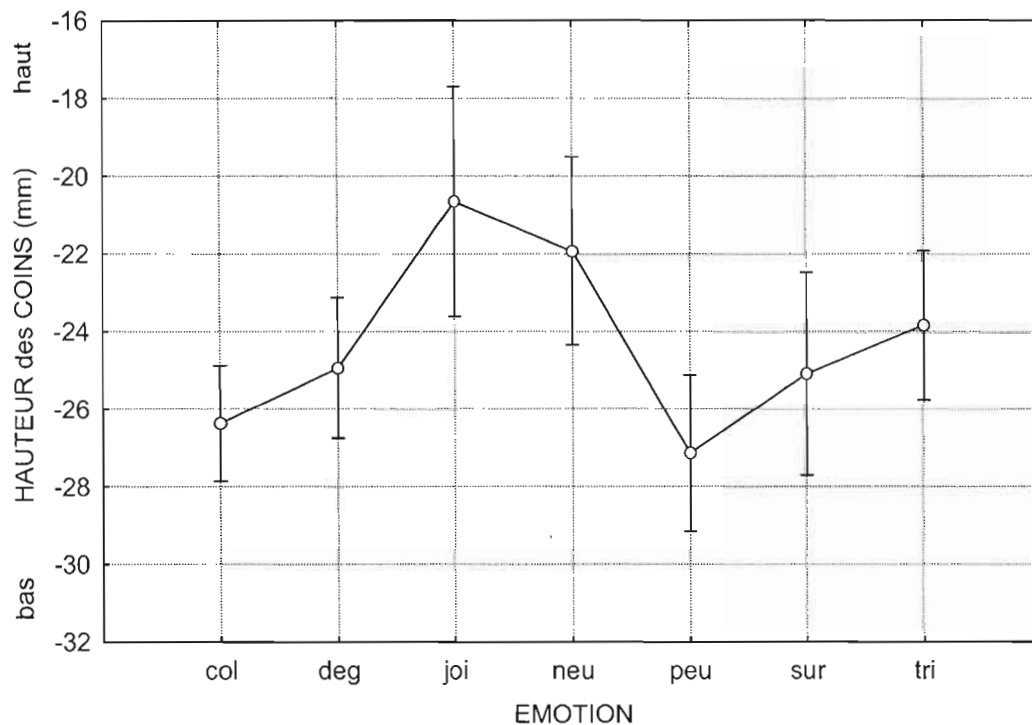


Figure 9-47 – Moyenne et écart-type de la hauteur des coins par émotion pour le phonème /u/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;
+ : haut; - : bas

Pour le phonème /a/, la hauteur des coins est significativement influencée par les émotions ($F(6,54) = 2,421$; $p \leq 0,05^*$). L'analyse *post hoc* a révélé que la hauteur des coins est significativement plus élevée pour la *joie* que pour le *dégoût* ($p = 0,0287^*$), la *peur* ($p = 0,0133^*$) et la *surprise* ($p = 0,0166^*$) (voir la Figure 9-48).

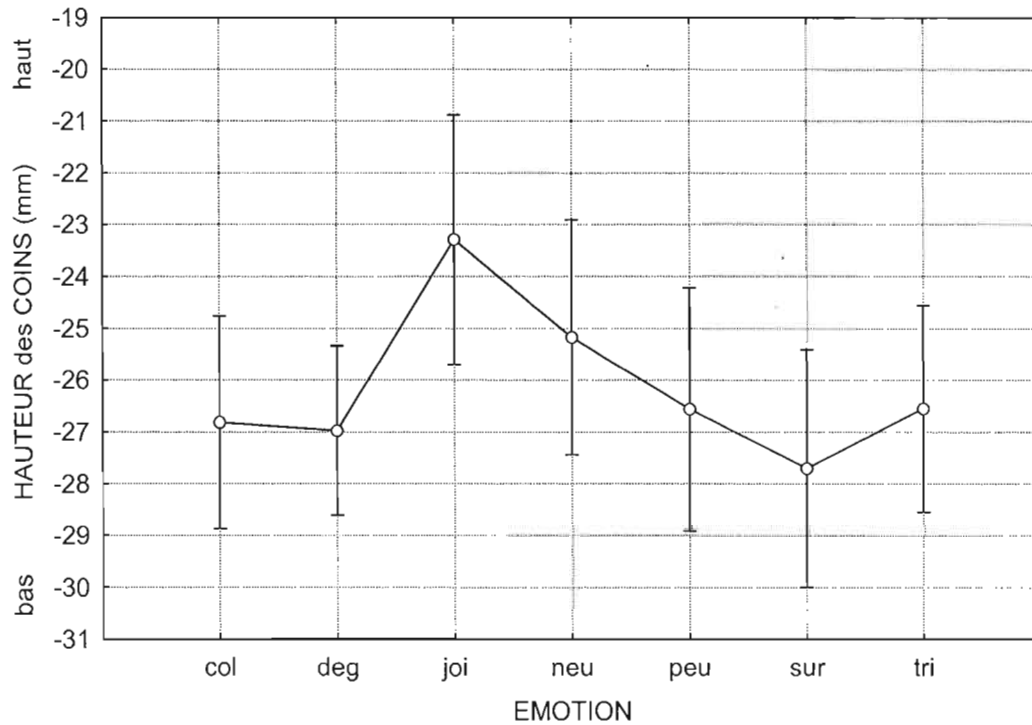


Figure 9-48 – Moyenne et écart-type de la hauteur des coins par émotion pour le phonème /a/; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse;

+ : haut; - : bas

Pour le phonème /b/, la hauteur des coins est significativement influencée par les émotions ($F(6,54) = 5,656$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que la hauteur des coins est significativement plus élevée pour la *joie* que pour la *colère* ($p = 0,0223^*$), le *dégoût* ($p = 0,0037^{**}$), la *peur* ($p = 0,0029^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0044^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0281^*$). Les coins sont également plus élevés pour le *neutre* que pour le *dégoût* ($p = 0,0140^*$), la *surprise* ($p = 0,0352^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0206^*$) (voir la Figure 9-49).

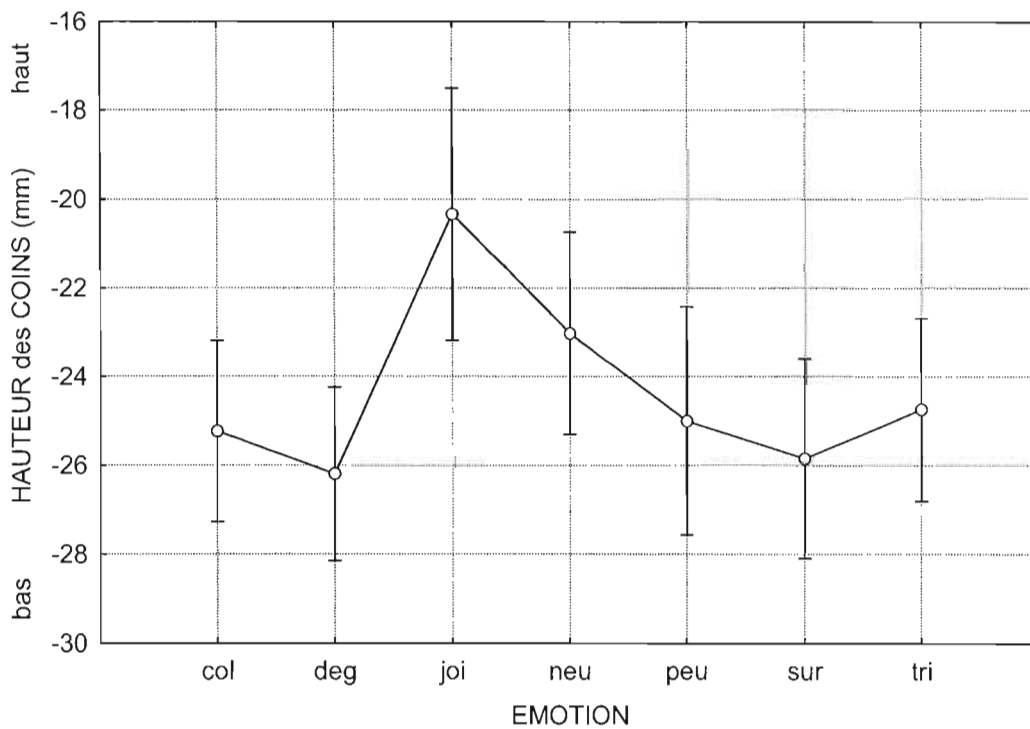


Figure 9-49 – Moyenne et écart-type de la hauteur des coins par émotion pour le phonème /b/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;

+ : haut; - : bas

Pour le phonème /d/, la hauteur des coins est significativement influencée par les émotions ($F(6,54) = 6,177$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que la hauteur des coins est significativement plus élevée pour la *joie* que pour la *colère* ($p = 0,0074^*$), le *dégoût* ($p = 0,0056^{**}$), la *peur* ($p = 0,0035^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0027^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0186^*$). La hauteur des coins est également significativement plus élevée pour le *neutre* que pour la *surprise* ($p = 0,0096^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0099^*$) (voir la Figure 9-50).

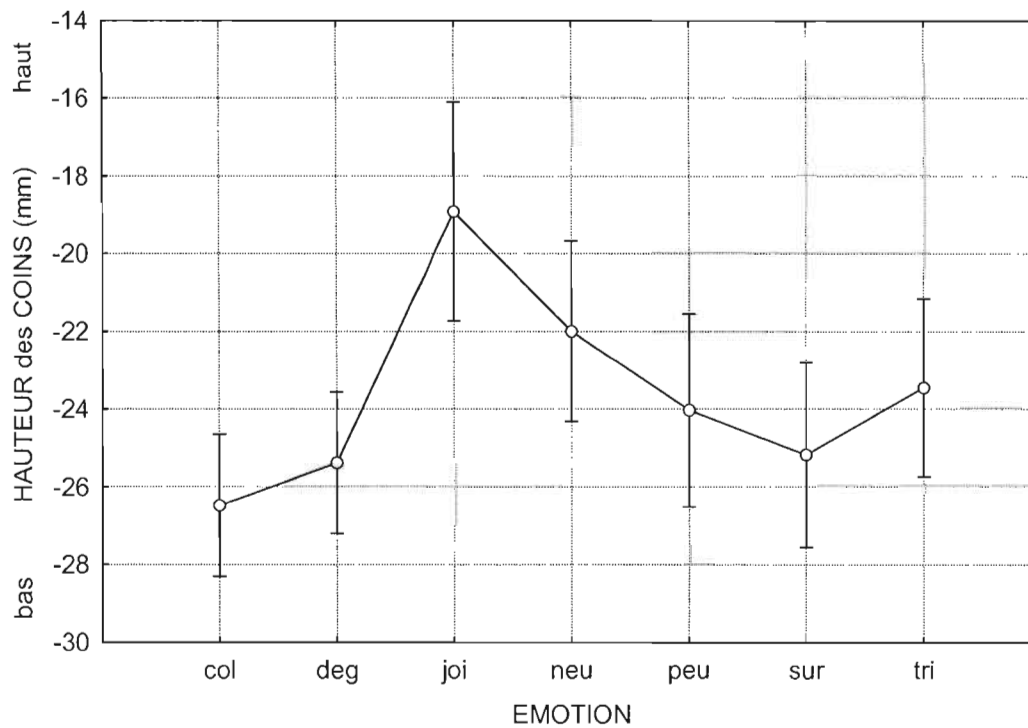


Figure 9-50 – Moyenne et écart-type de la hauteur des coins par émotion pour le phonème /d/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joy : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;

+ : haut; - : bas

Pour le phonème /g/, la hauteur des coins est significativement influencée par les émotions ($F(6,54) = 6,633$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que la hauteur des coins est significativement plus élevée pour la *joie* que pour la *colère* ($p = 0,0037^{**}$), le *dégoût* ($p = 0,0027^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0106^*$), la *peur* ($p = 0,0010^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0006^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0013^{**}$) (voir la Figure 9-51).

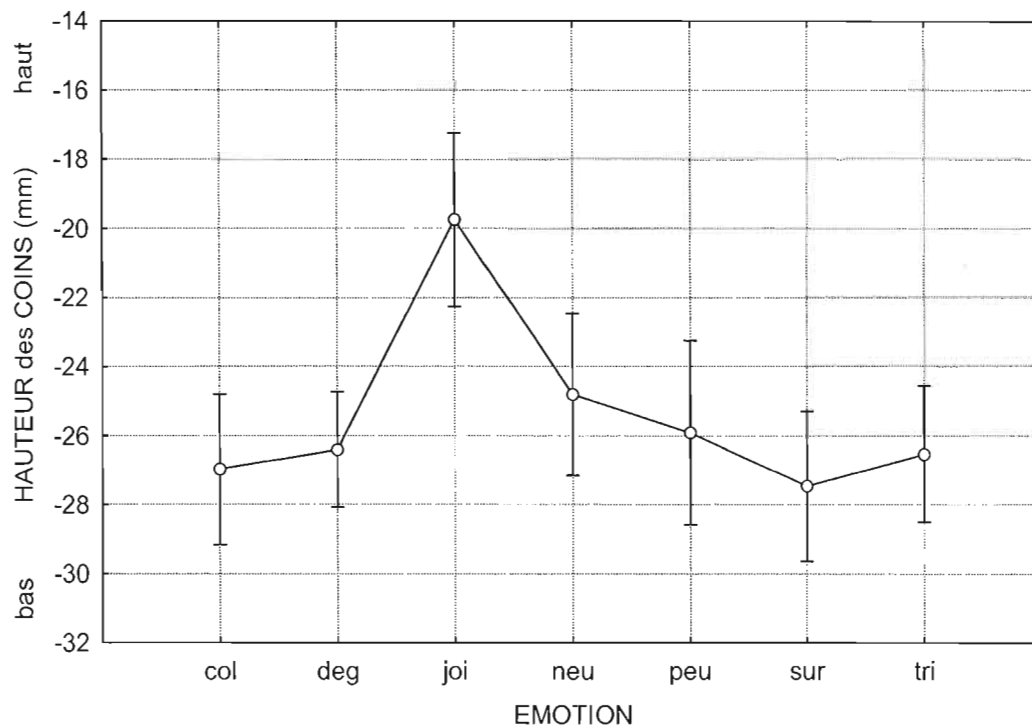


Figure 9-51 – Moyenne et écart-type de la hauteur des coins par émotion pour le phonème /g/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;
+ : haut; - : bas

En somme, la hauteur des coins est particulièrement élevée pour la *joie* et dans une moindre mesure pour le *neutre* alors qu'elle est basse pour la *peur*, la *surprise* et la *tristesse* (voir le Tableau 9.10). Tous les phonèmes sont affectés, bien que les voyelles le soient moins que les consonnes.

Tableau 9.10 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour la hauteur des coins pour les différents phonèmes et les différentes émotions; M : moyenne de l'énoncé; + : haut; - : bas

	<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Neutre</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
M	-	-	+++++	++	--	-	--
/i/	-	-	+++++		-	-	-
/u/	-		+++	++	--	-	-
/a/		-	+++		-	-	
/b/	-	--	+++++	+++	-	--	--
/d/	-	-	+++++	++	-	--	--
/g/	-	-	++++++	-	-	-	-

9.1.3 Espace vocalique

L'espace vocalique articuloire est significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 10,521$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que l'espace vocalique est significativement plus grand pour la *joie* que pour la *colère* ($p = 0,0154^*$), le *dégoût* ($p = 0,0023^*$), le *neutre* ($p = 0,0088^*$), la *surprise* ($p = 0,0011^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0010^*$) (voir la Figure 9-52). L'espace vocalique est également significativement plus petit pour la *surprise* que pour la *colère* ($p = 0,0175^*$) et la *peur* ($p = 0,0148^*$). Il n'y a pas d'interaction significative entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 1,305$; $p > 0,05$).

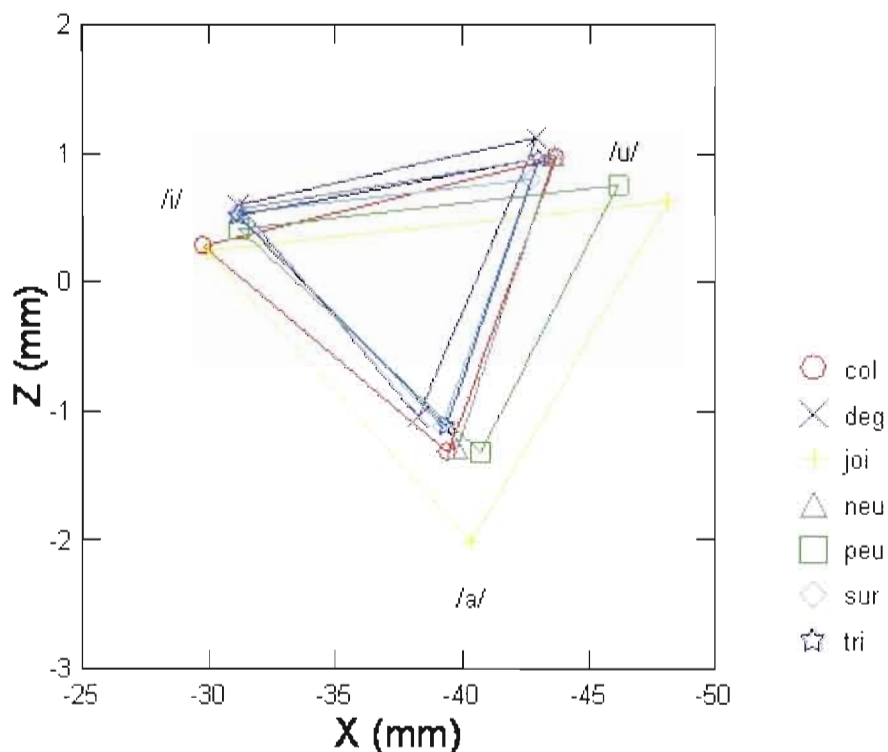


Figure 9-52 – Espace vocalique articuloire par émotion; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

9.2 Corrélations articulatoire-perceptives

Afin de déterminer quels sont les paramètres articulatoires qui sont liés à un haut taux d'identification correcte, nous avons calculé les corrélations entre les différents paramètres articulatoires et le taux d'identification de chacun des stimuli, pour chacune des émotions. Les résultats obtenus permettent de savoir quelles sont les caractéristiques des stimuli qui ont été particulièrement bien reconnus et non pas de savoir quelles sont les caractéristiques qu'ils partagent entre eux, ceci ayant été déterminé dans la section précédente. En effet, de par les ANOVAs, nous savons que la *joie* est caractérisée par un étirement important. Toutefois, ce paramètre ne permet pas nécessairement de départager les énoncés *joyeux* ayant été bien identifiés de ceux ne l'ayant pas bien été, puisque ce paramètre pouvait être présent à travers toutes les différentes productions de la *joie*. Ainsi, des corrélations fortes ne peuvent être trouvées que là où il y a variation des paramètres articulatoires et des taux d'identification à travers les différentes productions d'une même émotion.

Le Tableau 9.18 présente les corrélations articulatoire-perceptives pour les différents paramètres articulatoires par émotion (voir l'annexe III pour les figures).

Tableau 9.11 – Valeurs de r , tous phonèmes confondus, pour les différents paramètres articulatoires pour chacune des émotions; gras : corrélations $> 0,4$ ou $< -0,4$; MACz : hauteur de la mâchoire; INTER : distance interlabiale; PROT : protrusion; ETIRE : étirement; COINS : hauteur des coins

	<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Neutre</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
DOSx	-0,192	0,327	0,349	-0,447	0,300	0,227	0,067
DOSz	0,185	-0,063	0,291	-0,112	-0,184	0,153	0,344
LAMEt	0,245	0,039	0,232	0,063	0,362	0,289	0,177
APEXx	-0,146	0,328	0,278	-0,419	0,133	0,162	0,171
APEZz	0,261	-0,381	0,135	0,316	0,302	0,084	-0,188
MACz	0,305	-0,192	0,274	0,188	0,084	0,326	0,146
INTER	-0,039	0,082	0,480	-0,030	-0,052	-0,022	0,373
PROT	0,397	0,336	-0,154	-0,385	0,246	0,215	-0,038
ETIRE	-0,034	0,382	0,357	-0,077	0,122	0,077	-0,039
COINS	0,624	0,116	0,501	0,043	0,041	0,394	0,004

En somme, la *colère* est mieux reconnue quand les coins des lèvres sont plus hauts, une meilleure identification de la *joie* a lieu quand la distance interlabiale est grande et que les coins sont hauts et le fait que le dos de la langue et l'apex soient postérieurs permet une meilleure identification du *neutre*. Le taux d'identification correcte du *dégoût*, de la *peur*, de la *surprise* et de la *tristesse* n'est fortement corrélé avec aucun paramètre articulatoire.

9.3 Description des caractéristiques articulatoires associées aux différentes émotions

Dans l'ordre, les émotions les plus marquées articulatoirement sont la *joie* (198 tests-t significatifs), la *peur* (132 tests-t significatifs), la *surprise* (107 tests-t significatifs), le *neutre* (106 tests-t significatifs), la *tristesse* (93 tests-t significatifs), le *dégoût* (92 tests-t significatifs) et la *colère* (65 tests-t significatifs). Les émotions étudiées ont, de la plus saillante à la moins saillante, les caractéristiques articulatoires suivantes :

Colère : L'apex est bas, l'étirement est peu important, la mâchoire est haute, la protrusion est peu importante, les coins sont bas, le dos est haut et antérieur et l'espace vocalique est intermédiaire. Des coins plus élevés permettent une meilleure identification. Le Tableau 9.12 indique le nombre et la direction des tests-t significatifs pour cette émotion. Les résultats qui sont contredits par les corrélations perceptives sont marqués d'un point d'interrogation « ? », alors que celles qui sont appuyées par celles-ci sont marquées d'un crochet « √ ».

Tableau 9.12 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour la *colère* pour chaque phonème et chaque paramètre articulatoire; MACz : hauteur de la mâchoire; INTER : distance interlabiale; PROT : protrusion; ETIRE : étirement; COINS : hauteur des coins; M : moyenne de l'énoncé; + : haut; - : bas; ? : contredit par les corrélations

	DOSx	DOSz	LAMEt	APEXx	APEZz	MACz	INTER	PROT	ETIRE	COINS
M					----	++		-	--	- ?
/i/					---	++		--	-	- ?
/u/		++		++-	++	+		+	---	- ?
/a/		+		-	-	++		--	-	
/b/					---	+		--	-	- ?
/d/								+	---	- ?
/g/	+				---	+		+--	-	- ?

Dégoût : L'étirement est peu important, la mâchoire est haute, l'apex est haut et antérieur, la distance interlabiale est peu importante, les coins sont bas, la protrusion est peu importante, le dos est haut, la langue est bombée, le dos est antérieur et l'espace vocalique est réduit (voir le Tableau 9.13). Une bonne identification n'est fortement corrélée avec aucun paramètre articulatoire pour cette émotion.

Tableau 9.13 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour le *dégoût* pour chaque phonème et chaque paramètre articulatoire; MACz : hauteur de la mâchoire; INTER : distance interlabiale; PROT : protrusion; ETIRE : étirement; COINS : hauteur des coins; M : moyenne de l'énoncé; + : haut; - : bas;

	DOSx	DOSz	LAMEt	APEXx	APEXz	MACz	INTER	PROT	ETIRE	COINS
M		+		+++	++	+++	--	-	--	-
/i/			+		+++++	+++		+--	-	-
/u/	++	++		+++	++	+++		-	-	
/a/		+		++++++		++	---	-	---	-
/b/		+	++		+++	++		-	---	--
/d/						+	-	-	---	-
/g/					++	+	-	+-	---	-

Joie : L'étirement est important de même que la hauteur des coins, la protrusion est peu importante, la mâchoire est basse, la distance interlabiale est grande, le dos est bas de même que l'apex qui est aussi postérieur comme l'est le dos, l'espace vocalique est très important et la langue est plate (voir le Tableau 9.14). Une bonne identification est corrélée avec une grande distance interlabiale et des coins surélevés.

Tableau 9.14 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour la *joie* pour chaque phonème et chaque paramètre articulatoire; MACz : hauteur de la mâchoire; INTER : distance interlabiale; PROT : protrusion; ETIRE : étirement; COINS : hauteur des coins; M : moyenne de l'énoncé; + : haut; - : bas; ? : contredit par les corrélations; √ : appuyé par les corrélations

	DOSx	DOSz	LAMEt	APEXx	APEXz	MACz	INTER	PROT	ETIRE	COINS
M		----		---	-	-----	+++ √	----	++++++	+++++ √
/i/					---	-----	++ √	-----	++++++	+++++ √
/u/	----	-----		-----	----	---	++ √	-----	++++++	+++ √
/a/		-----		--	--	-----	+++ √	---	++++++	+++ √
/b/		----	--		---			--	++++++	+++++ √
/d/						--	+++ √	-----	++++++	+++++ √
/g/	+				---	-----	+++++ √	-----	++++++	+++++ √

Neutre : La protrusion est importante, la mâchoire est haute, l'étirement est important, les coins sont hauts, l'apex est haut de même que le dos, la distance interlabiale est importante, la langue est bombée, le dos est antérieur et l'espace vocalique est réduit (voir le Tableau 9.15). Une bonne identification est corrélée avec un dos de la langue et un apex postérieurs.

Tableau 9.15 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour le *neutre* pour chaque phonème et chaque paramètre articulatoire; MACz : hauteur de la mâchoire; INTER : distance interlabiale; PROT : protrusion; ETIRE : étirement; COINS : hauteur des coins; M : moyenne de l'énoncé; + : haut; - : bas; ? : contredit par les corrélations; √ : appuyé par les corrélations

	DOSx	DOSz	LAMEt	APEXx	APEXz	MACz	INTER	PROT	ETIRE	COINS
M		++		- √	+++	+++	+++	+++++	++++-	++
/i/			+		++	++		+++	++-	
/u/	+ ?	++		++ ?		+++		++	++-	++
/a/		+		- √		++	+	+++++	++-	
/b/		+	+			++		+++++	+++-	+++
/d/						+++		+++	+++-	++
/g/					++	+++	+ -	++	+++-	-

Peur : La mâchoire est basse, l'apex est bas et antérieur, les coins sont bas, le dos est postérieur et bas, la langue est plate, la distance interlabiale est importante et l'espace vocalique est important (voir le Tableau 9.16). Une bonne identification n'est fortement corrélée avec aucun paramètre articulaire pour cette émotion.

Tableau 9.16 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour la peur pour chaque phonème et chaque paramètre articulaire; MACz : hauteur de la mâchoire; INTER : distance interlabiale; PROT : protrusion; ETIRE : étirement; COINS : hauteur des coins; M : moyenne de l'énoncé; + : haut; - : bas

	DOSx	DOSz	LAMEt	APEXx	APEXz	MACz	INTER	PROT	ETIRE	COINS
M		--		---	----	-----	+	+-	-	--
/i/			--		----	-----	+	+-	-	-
/u/	---	---		----	---	-----		+	--	--
/a/				--	-	-----	++	--	+++-	-
/b/			--		---	-----		--	+-	-
/d/						-		+	++-	-
/g/	---					+-	+-	+-	+++-	-

Surprise : L'étirement est peu important de même que la distance interlabiale, l'apex est haut, les coins sont bas, le dos est haut, l'apex est antérieur de même que le dos, l'espace vocalique est très réduit et la langue est bombée (voir le Tableau 9.17). Une bonne identification n'est fortement corrélée avec aucun paramètre articulatoire pour cette émotion.

Tableau 9.17 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour la *surprise* pour chaque phonème et chaque paramètre articulatoire; MACz : hauteur de la mâchoire; INTER : distance interlabiale; PROT : protrusion; ETIRE : étirement; COINS : hauteur des coins; M : moyenne de l'énoncé; + : haut; - : bas

	DOSx	DOSz	LAMEt	APEXx	APEXz	MACz	INTER	PROT	ETIRE	COINS
M		++		++	++	++---	---	+-	--	-
/i/					++-	++--	--	+	--	-
/u/	++	+		++	+	+---	-	+	-	-
/a/		+		++-	++	+-	-	+-	--	-
/b/		+	+		+++	+---		-	--	--
/d/						--	-	+	-	--
/g/					++	+-	---	+	---	-

Tristesse : La mâchoire est haute, la protrusion est importante, l'étirement est peu important, l'apex est haut, les coins sont bas, la distance interlabiale est peu importante, le dos est haut, le dos et l'apex sont antérieurs et l'espace vocalique est réduit (voir le Tableau 9.18). Une bonne identification n'est fortement corrélée avec aucun paramètre articulatoire pour cette émotion.

Tableau 9.18 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour la tristesse pour chaque phonème et chaque paramètre articulatoire; MACz : hauteur de la mâchoire; INTER : distance interlabiale; PROT : protrusion; ETIRE : étirement; COINS : hauteur des coins; M : moyenne de l'énoncé; + : haut; - : bas

	DOSx	DOSz	LAMEt	APEXx	APEXz	MACz	INTER	PROT	ETIRE	COINS
M		+		++	++	+++	--	+	--	--
/i/					+++-	+++	-	++++	--	-
/u/	++	+		++	++	+++	-	+	+-	-
/a/		+		-	++	+++	--	+++	---	
/b/		+			+++	++		+++	--	--
/d/						+	-	+-	--	--
/g/	+					+	-	++++	---	-

Le Tableau 9.19 résume les résultats obtenus par émotion pour chacun des paramètres articulatoires, tandis que la Figure 9-53 illustre la position des senseurs pour la moyenne de l'énoncé pour les différentes émotions.

Tableau 9.19 – Résumé des principaux résultats par émotion et par paramètre articulatoire;
 ± : influence tantôt positive et tantôt négative; Ø : paramètre non influencé par l'émotion;
 ? : contredit par les corrélations

	<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
Espace vocalique	±	-	+	+	-	-
Dos (antériorité)	+	+	-	-	+	+
Dos (hauteur)	+	+	-	-	+	+
Apex (antériorité)	±	+	-	-	+	+
Apex (hauteur)	-	+	-	-	+	+
Mâchoire (hauteur)	+	+	-	-	±	+
Distance interlabiale	Ø	-	+	+	-	-
Protrusion	-	-	-	±	+	+
Étirement	-	-	+	±	-	-
Hauteur des coins	- ?	-	+	-	-	-

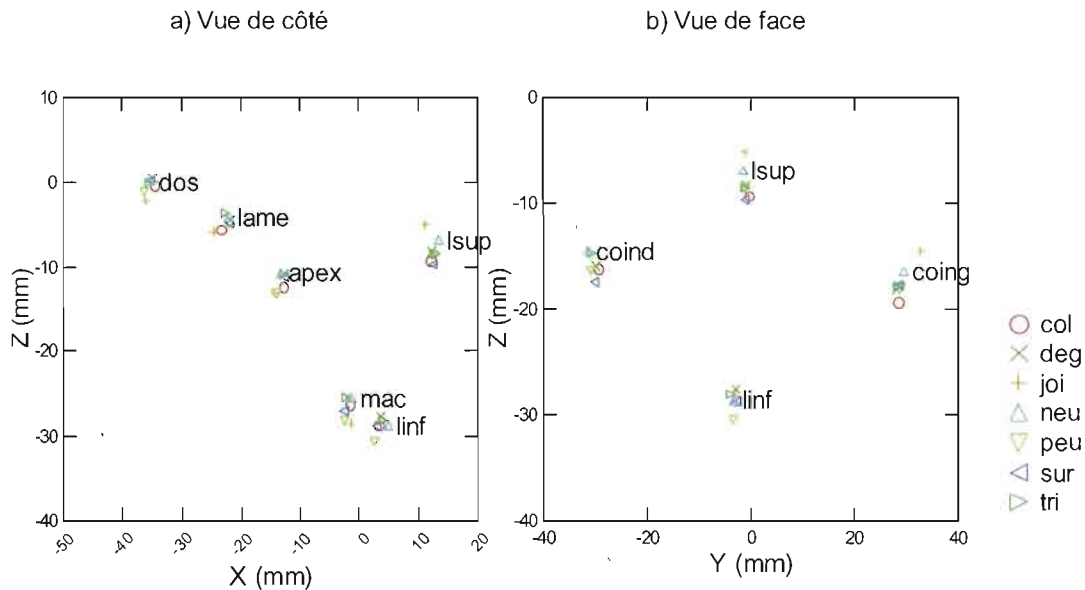


Figure 9-53 – Position moyenne des senseurs a) vue de côté et b) vue de face pour la moyenne de l'énoncé par émotion; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; mac : mâchoire; lsup : lèvre supérieure; linf : lèvre inférieure; coind : coin droit; coing : coin gauche

9.4 Vérification des prédictions de Scherer (1986)

Scherer (1986) prédit que les caractéristiques articulatoires suivantes devraient être associées aux différentes émotions (voir la section 2.7.1 pour plus de détails) :

Colère : Hypertension importante, ouverture de la bouche et étirement des lèvres.

Dégoût : Hypertension, recul de la langue pour constriction pharyngale, étirement des lèvres et abaissement des coins.

Joie : Avancement de la langue pour expansion pharyngale, étirement des lèvres et élévation des coins. Le caractère plaisant est associé à une hypotension, mais le caractère inattendu est lié à une hypertension du conduit vocal.

Peur : Hypertension très importante, recul de la langue pour constriction pharyngale, étirement des lèvres et abaissement des coins.

Tristesse : Recul de la langue pour constriction pharyngale, étirement des lèvres et abaissement des coins. Le caractère déplaisant est lié à une hypertension tandis que le manque de contrôle de la situation donne lieu à une hypotension du conduit vocal.

Rappelons que, selon Laver (1980) (voir la section 1.6 pour plus de détails), une grande tension du conduit vocal s'accompagne d'une plus grande constriction pharyngale (recul de la langue), du bombement de la langue sur le plan coronal et d'hyperarticulation (mouvements radiaux de la langue étendus et vigoureux, activité vigoureuse des lèvres, mâchoire plus mobile), tandis qu'une tension moindre s'accompagne d'un aplatissement de la langue sur le plan coronal et d'hypoarticulation (mouvements radiaux de la langue minimaux, activité minimale des lèvres, mâchoire peu mobile). Dans nos données, le dos de la langue serait donc plus postérieur, la langue bombée, l'espace vocalique plus grand et il y aurait globalement davantage de différences significatives pour les émotions pour lesquelles une grande tension est attendue.

Étant donné la tension présumée, on s'attend premièrement à ce que le dos de la langue soit plus arrière pour la *colère*, le *dégoût* et la *peur* que pour la *joie* et la *tristesse*. Dans les faits, le dos de la langue et l'apex sont plus postérieurs pour la *joie* et la *peur*, alors qu'ils sont plus avant pour les autres émotions. La prédiction n'est donc pas confirmée pour ce point. Toujours concernant la tension, la langue devrait être davantage bombée pour la *colère*, le *dégoût* et la *peur* que pour la *joie* et la *tristesse*. Or, la langue est en fait plus bombée pour le *dégoût* que pour la *joie* et la *peur* et aucune différence significative n'apparaît pour la *colère* et la *tristesse*. La prédiction n'est donc pas confirmée pour ce point également. Toujours concernant la tension, l'espace vocalique devrait être plus grand pour la *colère*, le *dégoût* et la *peur* que pour la *joie* et la *tristesse*. Or, l'espace vocalique est particulièrement grand pour la *joie* et, dans une moindre mesure, pour la *peur*, tandis qu'il est petit pour le *dégoût* et la *tristesse*. La tension s'accompagnerait aussi de mouvements plus importants des différents articulateurs, on pourrait donc s'attendre à trouver davantage de différences

significatives pour la *colère*, le *dégoût* et la *peur* que pour la *joie* et la *tristesse*. Toutefois, la *joie* est de loin l'émotion liée au plus grand nombre de différences significatives trouvées (193 tests-t significatifs), tandis que la *colère* est l'émotion pour laquelle le moins de différences significatives ont été trouvées (63 tests-t significatifs). Bref, les prédictions quant au degré de tension du conduit vocal ne sont pas confirmées. Scherer (1986) avait aussi prédit une constriction pharyngale, soit un recul de la langue, pour le *dégoût*, la *peur* et la *tristesse* et une expansion pour la *joie*. Ce patron ne se retrouve pas dans nos données où la langue est, comme nous l'avons déjà mentionné, plus postérieure pour la *joie* et la *peur*, alors qu'elle est plus antérieure pour les autres émotions. Aussi, l'étirement devrait être plus grand pour toutes les émotions sauf le *neutre*. Ici, l'étirement est particulièrement grand pour la *joie* et le *neutre* comparativement aux autres émotions. La distance interlabiale devait être plus grande pour la *colère*, mais ce n'est pas le cas ici. Enfin, les coins des lèvres devaient être surélevés pour la *joie* et abaissés pour le *dégoût*, la *peur* et la *tristesse*. Les coins sont effectivement surélevés pour la *joie* et abaissés pour les autres émotions. Il s'agit de la seule prédiction qui se trouve confirmée par nos résultats.

9.5 Vérification de l'hypothèse des degrés de liberté

Les différents phonèmes ne sont pas tous autant affectés les uns que les autres par les émotions produites. Les phonèmes les plus touchés sont dans l'ordre : /u/, la moyenne de l'énoncé, /a/, /g/, /i/, /b/ et /d/. Le Tableau 9.20 indique pour chaque paramètre articulatoire et chaque phonème, la valeur du éta carré partiel de l'ANOVA, une mesure de la taille de l'effet de la condition *émotion* sur les différentes mesures. Ce tableau nous permettra de vérifier l'hypothèse des degrés de liberté. En effet, plus l'influence d'un facteur sur une mesure est grande et plus la valeur du éta carré partiel est grande.

Tableau 9.20 – Valeurs du éta carré partiel des ANOVAs par phonème et par paramètre articulaire; MACz : hauteur de la mâchoire; INTER : distance interlabiale; PROT : protrusion; ETIRE : étirement; COINS : hauteur des coins;

	DOSx	DOSz	APEXx	APEXz	MACz	INTER	PROT	ETIRE	COINS
M	0,15874	0,35132	0,37046	0,40175	0,57555	0,42694	0,43994	0,68823	0,41550
/i/	0,17853	0,15583	0,17468	0,41445	0,51604	0,32528	0,45618	0,71617	0,38539
/u/	0,46716	0,45268	0,57024	0,49283	0,56188	0,38994	0,43835	0,60649	0,33397
/a/	0,21265	0,45627	0,27541	0,40229	0,65031	0,48396	0,37869	0,61631	0,21201
/b/	0,08322	0,32713	0,11403	0,36418	0,37629	0,28676	0,41926	0,64033	0,38593
/d/	0,07779	0,03229	0,15623	0,21252	0,25425	0,35929	0,34728	0,62838	0,40698
/g/	0,26075	0,12302	0,19731	0,30137	0,35678	0,42122	0,48858	0,76921	0,42541

Nous avons prédit que les paramètres articulaires seraient plus ou moins influencés selon le phonème selon son degré de recrutement. Pour rappel, revoici le tableau des prédictions formulées à la section 6.1 (voir le Tableau 6.1).

Tableau 9.21 – Prédiction des degrés de liberté par paramètre articulaire et par segment; I : liberté minimum; II : liberté intermédiaire; III : liberté maximum; a : antériorité ; h : hauteur

	Dos		Apex		Hauteur mâchoire	Distance interlabiale	Protrusion / étirement	Hauteur coins
	a	h	a	h				
/i/	I	I	II	II	II	II	II	III
/u/	II	II	II	II	II	II	II	III
/a/	I	II	II	II	II	II	II	II
/b/	III	III	III	III	II	I	II	III
/d/	II	II	I	I	II	II	III	III
/g/	II	I	II	II	II	II	III	III

L'hypothèse des degrés de liberté est confirmée pour 46 des 54 conditions, soit 85,2 % des cas. En effet, les valeurs du éta carré partiel sont petites pour tous les cas où la liberté est minimale; elles sont plus importantes pour une majorité des cas de liberté intermédiaire; elles sont maximales pour une majorité des cas de liberté

maximale. Dans le Tableau 9.22, où l'échelle de couleur représente les degrés de liberté, sont marqués d'un crochet les conditions pour lesquelles l'hypothèse est vérifiée, c'est-à-dire pour la liberté minimum des résultats de petite taille, pour la liberté intermédiaire des valeurs supérieure à celles obtenues pour une liberté minimale pour le même paramètre et pour la liberté maximale des valeurs supérieures à celles obtenues pour la liberté intermédiaire pour le même paramètre.

Tableau 9.22 – Confirmation des hypothèses concernant le comportement des différents paramètres articulatoires pour les différents phonèmes; blanc : liberté de I; gris pâle : liberté de II; gris foncé : liberté de III; √ : hypothèse vérifiée

	Dos		Apex		Hauteur mâchoire	Distance interlabiale	Protrusion	Étirement	Hauteur coins
	x	z	x	z					
/i/	√	√	√	√	√	√	√	√	
/u/	√	√	√	√	√	√	√	√	
/a/	√	√	√	√	√	√	√	√	√
/b/					√	√	√	√	
/d/			√	√	√	√			
/g/	√	√	√	√	√	√			

8 cas font donc exception et n'adoptent pas le comportement prédit. Nous verrons dans la section suivante chacun de ces cas en détail.

9.6 Discussion

9.6.1 Caractéristiques articulatoires associées aux différentes émotions

Si l'on compare nos résultats (Tableau 9.23 repris de la section 9.3) à ceux des études antérieures (voir le Tableau 5.6 repris du chapitre 5), on voit que dans seulement 14 (√) des 42 conditions étudiées antérieurement, nous obtenons des résultats identiques aux études antérieures.

Tableau 9.23 – Résumé des principaux résultats par émotion et par paramètre articulatoire;
 √ : conforme aux études antérieures; ± : influence tantôt positive, tantôt négative; Ø : paramètre non influencé par l'émotion; ? : contredit par les corrélations

	<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
Espace vocalique	±	-	+	+	-	-
Dos (antériorité)	+	+	-	-	+	+
Dos (hauteur)	+	+	-	-	+	+
Apex (antériorité)	±	+	-	-	+	+√
Apex (hauteur)	-	+	-	-	+	+√
Mâchoire (hauteur)	+	+	-	-	±	+√
Distance interlabiale	Ø	-√	+	+√	-√	-√
Protrusion	-	-√	-√	±	+	+
Étirement	-√	-	+√	±	-√	-√
Hauteur des coins	-?	-	+√	-	-	-

Tableau 9.24 – Résumé des principaux résultats des études antérieures; √ : confirmés par plus d'une équipe; ? : résultats divergeant d'une étude à l'autre; Ø : paramètre non influencé par l'émotion; case vide : le paramètre n'a pas fait l'objet d'études

	<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
Dos (antériorité)	Ø		+			?
Dos (hauteur)	-		+			?
Apex (antériorité)	+		+			+?
Apex (hauteur)	Ø		+			+?
Mâchoire (hauteur)	-√	Ø	Ø	Ø	Ø	+?
Distance interlabiale	+	-	-√	+	-	-
Protrusion	Ø	-	-	Ø	Ø	?
Étirement	-√	+	+√	-	-	-
Hauteur des coins	Ø	Ø	+	Ø	Ø	Ø

Aucune des études antérieures ne s'était intéressées aux positions de la langue pour la production du *dégoût*, de la *peur* et de la *surprise*. Il s'avère que la langue (dos et apex) est plus haute et plus antérieure pour le *dégoût* et la *surprise* alors qu'elle est plus basse et plus postérieure pour la *peur*. Les études antérieures ne s'étaient pas non plus penchées sur l'espace vocalique articulatoire. Il s'avère que celui-ci est plus grand pour la *joie* et la *peur*, alors qu'il est plus petit pour la *surprise*,

le *dégoût* et la *tristesse*. Dans 14 conditions, les études antérieures n'avaient pas trouvé de différences significatives, alors que nous en avons trouvé pour toutes ces conditions. Cela s'explique facilement par le fait qu'ayant enregistré plus de sujets que les études antérieures, nous avons plus de puissance statistique. Par contre, nous n'avons obtenu aucune différence significative pour la distance interlabiale sous l'effet de la *colère*. Or, les études antérieures avaient trouvé que la distance interlabiale était plus importante dans cette condition. Cela peut s'expliquer par le fait que nous étudions la *colère froide* contrairement à la majorité des études (bien que la variante exacte n'ait pas été spécifiée par les auteurs : Caldognetto, Cosi et Cavicchio, 2004; Caldognetto *et al.*, 2003, 2004 dans ce cas-ci) ou encore par le fait que la production des hommes n'était pas tout à fait juste si l'on se fie aux résultats du test d'identification. Ces faits pourraient également expliquer pourquoi nous obtenons des résultats différents pour la hauteur du dos, l'antériorité de l'apex et la hauteur de la mâchoire pour cette émotion. Par ailleurs, les résultats qui avaient été obtenus pour la *tristesse* étaient contradictoires chez Erickson *et al.* (2006) et chez Lee et ses collègues (Lee, Bresch et Narayanan, 2006; Lee *et al.*, 2005). Nos résultats confirment plutôt les résultats obtenus par Lee et ses collègues (Lee, Bresch et Narayanan, 2006; Lee *et al.*, 2005). Enfin, nous avons trouvé des résultats contraires aux études antérieures en ce qui a trait à la position de la langue pour la *joie*. Ici aussi, il est possible que la variante produite ne soit pas la même (*joie tranquille* vs *joie euphorique*).

Finalement, sur le plan perceptif, nous avons noté des différences importantes quant à l'identification correcte des différentes émotions selon le sexe du locuteur pour la *colère*, le *dégoût* et la *surprise* et selon le locuteur lui-même pour la *colère*, le *dégoût*, la *joie* et la *surprise*. Les corrélations articulatoire-perceptives nous ont permis de déterminer que des coins plus élevés permettent une meilleure identification de la *colère*, tandis qu'une plus grande distance interlabiale et une plus grande hauteur des

coins permettent une meilleure identification de la *joie*. Aucune corrélation forte n'a toutefois été trouvée pour le *dégoût* et la *surprise*.

9.6.2 Prédications de Scherer (1986)

De toutes les prédictions faites par Scherer, seule la prédiction concernant la hauteur des coins des lèvres a été vérifiée. Cela n'a rien d'étonnant étant donné le fait que Scherer ne disposait que de très peu de données articulatoires pour le soutenir dans la formulation de ses hypothèses. En fait, ces prédictions articulatoires étaient basées en partie sur des données spectrales qui étaient, et sont encore, parcellaires. Il y avait toutefois déjà à l'époque des données en quantité importante sur les changements faciaux associés aux émotions, dont la hauteur des coins des lèvres. Dans la prochaine section, nous verrons dans quelle mesure ses prédictions spectrales se confirment.

9.6.3 Hypothèse des degrés de liberté

Comme nous l'avons vu à la section 9.5, l'hypothèse des degrés de liberté est confirmée pour 46 des 54 conditions, soit 85,2 % des cas. 8 cas font donc exception et n'adoptent pas le comportement prédit (voir le Tableau 9.25, repris de la section 9.5, qui indique quelles sont les conditions pour lesquelles l'hypothèse se confirme).

Tableau 9.25 – Confirmation des hypothèses concernant le comportement des différents paramètres articulatoires pour les différents phonèmes; blanc : liberté de I; gris pâle : liberté de II; gris foncé : liberté de III; √ : hypothèse vérifiée

	Dos		Apex		Hauteur mâchoire	Distance interlabiale	Protrusion	Étirement	Hauteur coins
	x	z	x	z					
/i/	√	√	√	√	√	√	√	√	
/u/	√	√	√	√	√	√	√	√	
/a/	√	√	√	√	√	√	√	√	√
/b/					√	√	√	√	
/d/			√	√	√	√			
/g/	√	√	√	√	√	√			

Nous avons prédit que la langue (dos_z , dos_x , $apex_x$ et $apex_z$) serait maximale ment influencée lors de la production de la bilabiale /b/ étant donné que la langue n'est pas recrutée pour la production de ce segment. Étonnamment, pour la production de /b/, l'antériorité de la langue (dos_x et $apex_x$) et la hauteur de la langue (dos_z et $apex_z$) ne sont pas influencées par les émotions dans une plus grande mesure qu'elles ne le sont pour la production des voyelles. Peut-être la langue est-elle contrainte par les phonèmes environnants, soit /i/ et /a/, qui en moyenne sont peu influencés sur le plan antéro-postérieur et moyennement influencés sur le plan de la hauteur. Ainsi, la liberté dont dispose la langue pour la production de ce type de segment serait systématiquement utilisée pour la production de la séquence de phonèmes et les gestes linguaux à produire pour les phonèmes adjacents feraient partie intégrante de la bilabiale.

Nous avons également prédit que le dos de la langue (dos_x et dos_z) serait moyennement libre lors de la production de /d/. Il s'avère toutefois que le dos n'est que très peu influencé dans cette condition. Nous avons considéré que le dos pouvait, dans une certaine mesure, bouger indépendamment de l'apex et que l'inverse était aussi vrai. Il appert toutefois que cette indépendance de mouvement n'est pas

symétrique : anatomiquement, l'apex peut prendre des positions variées pendant que le dos reste fixe, alors que le dos peut difficilement varier sa position si l'apex reste fixe.

Pour ce qui est de la protrusion et de l'étirement, nous avions prédit une grande influence des émotions sur la production de /d/. Il s'avère que l'influence est grande, mais moins que prévu. La coarticulation pourrait également permettre d'expliquer ce léger décalage. En effet, /d/ est produit avant /u/ qui permet moins de latitude quant à la protrusion et à l'étirement.

Finalement, notons que nous nous attendions à des résultats plus similaires pour la hauteur de la mâchoire. En effet, les résultats pour les consonnes divergent légèrement de ceux obtenus pour les voyelles. Une fermeture importante du conduit vocal requerrait donc peut-être une contribution plus grande de la part de la mâchoire.

CHAPITRE X

RÉSULTATS ACOUSTIQUES

Dans les pages qui suivent nous verrons d'abord les résultats de l'analyse statistique (ANOVAs et corrélations acoustico-perceptives). Nous verrons tour à tour les résultats concernant : la balance spectrale, les paramètres prosodiques (plancher de F0, moyenne de F0, étendue de F0, écart-type de F0, intensité moyenne, écart-type de l'intensité, durée), les valeurs formantiques (hauteur et largeur de bande), les moments centraux (centre de gravité, écart-type spectral, coefficient de dissymétrie et coefficient d'aplatissement) et l'espace vocalique. Ne seront présentés ici que les résultats significatifs; les résultats non significatifs sont présentés à l'annexe IV. Évidemment, des différences dues au sexe des acteurs ont été trouvées, mais comme ces différences sont pour la plupart dues à des différences anatomiques entre les sexes nous ne les présenterons pas ici. Seront toutefois présentés les résultats relatifs aux interactions sexe*émotion touchant une même émotion (ex. : la *joie* des hommes est différente de la *joie* des femmes), mais pas les cas où l'interaction touche des émotions différentes (ex. : la *joie* des hommes est différente de la *colère* des femmes). Suivra la description des caractéristiques acoustiques associées aux différentes émotions et la vérification des prédictions de Scherer (1986). Nous discuterons enfin de ces points tour à tour de même que des corrélations acoustico-perceptives et du lien entre les résultats acoustiques et articulatoires.

10.1 Résultats de l'analyse statistique

Pour chacun des paramètres acoustiques, nous avons effectué une ANOVA à mesures répétées afin de déterminer s'il est influencé par les différentes émotions et, le cas échéant, des tests *post hoc* pour situer les différences, de même que des calculs de corrélations entre mesures acoustiques et résultats perceptifs afin d'identifier les meilleurs indices perceptifs pour chaque émotion (voir la section 7.7 pour plus de détails). Seront d'abord présentés les résultats concernant l'énoncé complet (balance spectrale et prosodie); suivront les résultats concernant chacun des phonèmes (formants et moments centraux).

10.1.1 Balance spectrale

Rappelons qu'une valeur de balance spectrale élevée indique une grande amplitude en hautes fréquences et vice-versa (voir la section 1.6 et 7.6). Cette mesure est significativement influencée par les émotions ($F(6,42) = 15,826$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé qu'il y a significativement plus d'énergie en hautes fréquences pour la *joie* que pour le *dégoût* ($p = 0,00002^{**}$), le *neutre* ($p = 0,00001^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0023^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0001^{**}$) (voir la Figure 10-1).

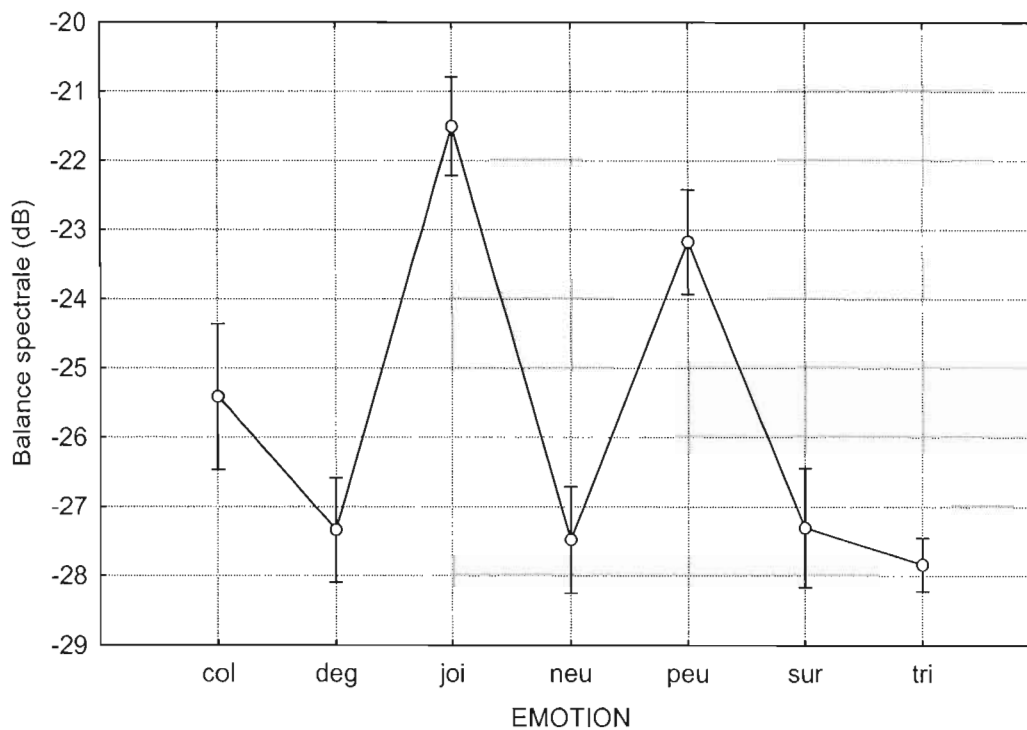


Figure 10-1 – Moyenne et écart-type de la balance spectrale selon l'émotion; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Il y a une interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 5,751; p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que la balance spectrale est significativement plus élevée chez les femmes que chez les hommes pour la *peur* ($p = 0,0065^*$) alors que l'inverse est vrai pour la *tristesse* ($p = 0,0070^*$) (voir la Figure 10-2).

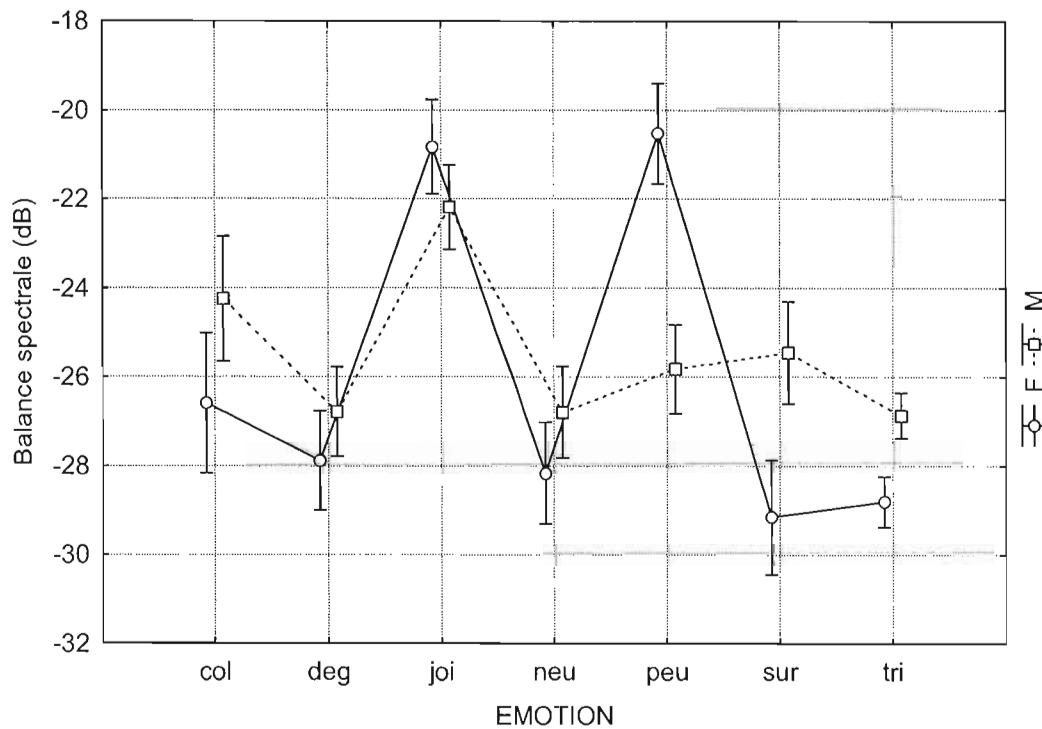


Figure 10-2 – Moyenne et écart-type de la balance spectrale par émotion, selon le sexe de l'acteur; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;
F : féminin; M : masculin

10.1.2 Prosodie

Le plancher de F0 est significativement influencé par les émotions ($F(5,36) = 20,427$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que le plancher de F0 est significativement plus haut pour la *joie* et la *peur* que pour la *colère* ($p = 0,0001^{**}$; $p = 0,0106^*$), le *dégoût* ($p = 0,00007^{**}$; $p = 0,0018^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0003^{**}$; $p = 0,0052^*$), la *surprise* ($p = 0,0002^{**}$; $p = 0,0156^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0005^{**}$; $p = 0,0108^*$) (voir la Figure 10-3).

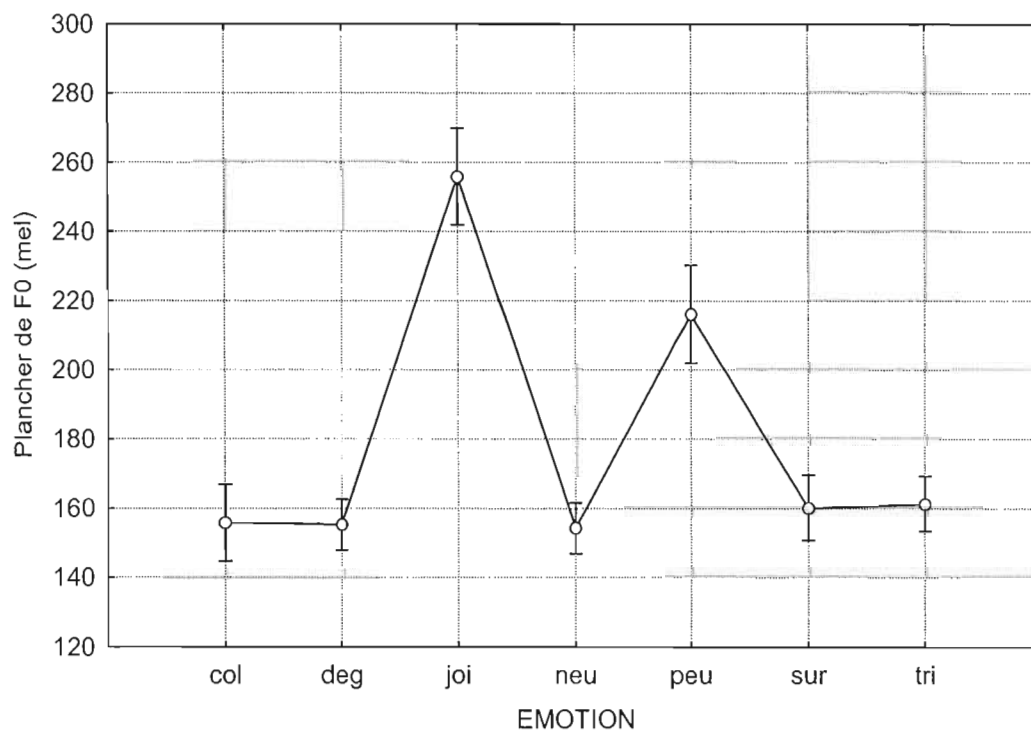


Figure 10-3 – Moyenne et écart-type du plancher de F0 par émotion; col : *colère*; deg : *dégoût*; joy : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Il y a une interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(5,36) = 2,545; p \leq 0,05^*$). L'analyse *post hoc* a révélé que le plancher de F0 est significativement plus élevé chez les femmes que chez les hommes pour la *peur* ($p = 0,0158^*$) (voir la Figure 10-4).

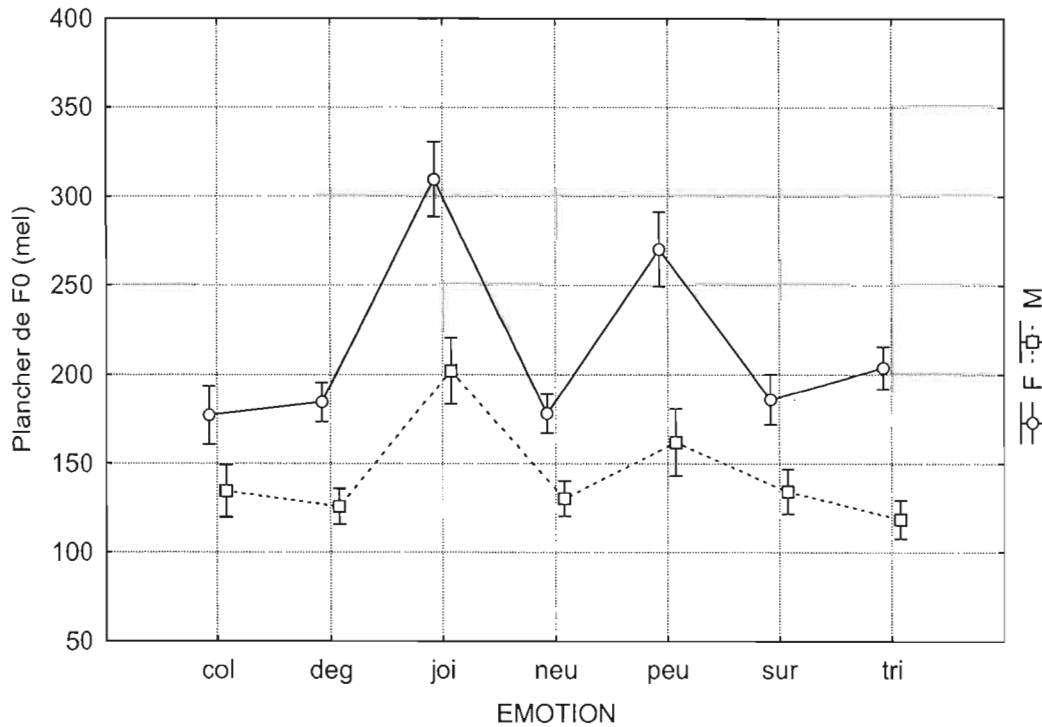


Figure 10-4 – Moyenne et écart-type du plancher de F0 par émotion, selon le sexe de l'acteur; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; F : féminin; M : masculin

La moyenne de F0 est significativement influencée par les émotions ($F(5,34) = 30,305$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que la moyenne de F0 est significativement plus haute pour la *joie* et la *peur* que pour la *colère* ($p = 0,00004^{**}$; $p = 0,0055^*$), le *dégoût* ($p = 0,00001^{**}$; $p = 0,0018^{**}$), le *neutre* ($p = 0,00003^{**}$; $p = 0,0024^{**}$), la *surprise* ($p = 0,00005^{**}$; $p = 0,0152^*$) et la *tristesse* ($p = 0,00001^{**}$; $p = 0,0035^{**}$). La moyenne de F0 est également significativement plus élevée pour la *joie* que pour la *peur* ($p = 0,0114^*$) et pour la *surprise* que pour le *neutre* ($p = 0,0216^*$) (voir la Figure 10-5). Il n'y a pas d'interaction significative entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(5,34) = 2,366$; $p > 0,05^{**}$).

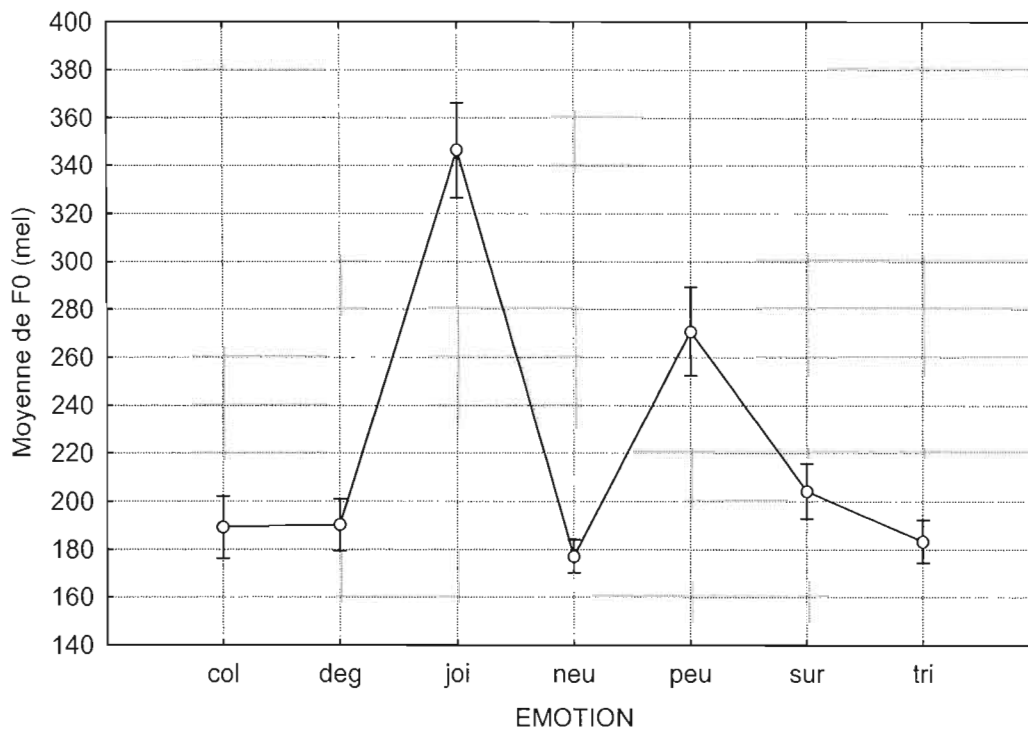


Figure 10-5 – Moyenne et écart-type de la moyenne de F0 par émotion; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

L'étendue de F0 est significativement influencée par les émotions ($F(2,17) = 13,882$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que l'étendue de F0 est significativement plus importante pour la *joie*, la *peur* et la *surprise* que pour la *colère* ($p = 0,0009^{**}$; $p = 0,0012^{**}$; $p = 0,0130^*$), le *neutre* ($p = 0,0001^{**}$; $p = 0,0016^{**}$; $p = 0,0016^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0002^{**}$; $p = 0,0020^{**}$; $p = 0,0024^{**}$). L'étendue de F0 est également significativement plus grande pour la *joie* que pour le *dégoût* ($p = 0,0008^{**}$) et la *surprise* ($p = 0,0131^*$) de même que pour le *dégoût* par rapport au *neutre* ($p = 0,0139^*$) (voir la Figure 10-6). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(2,17) = 0,637$; $p > 0,05$).

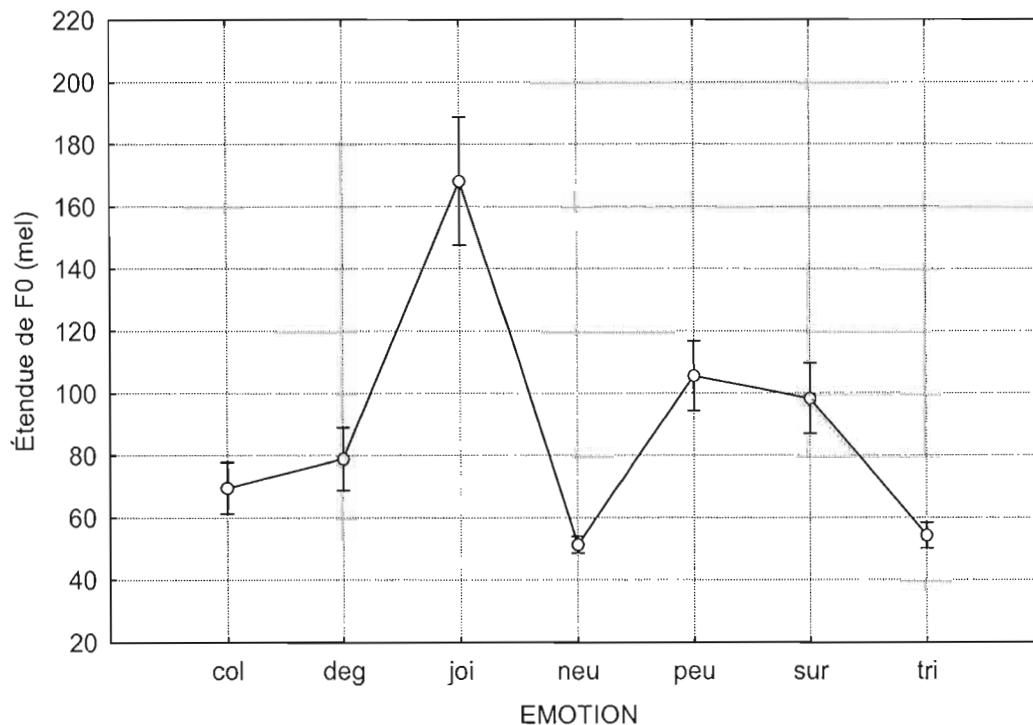


Figure 10-6 – Moyenne et écart-type de l'étendue de F0 par émotion; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

L'écart-type de F0 est significativement influencé par les émotions ($F(4,25) = 14,507$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que l'écart-type de F0 est significativement plus important pour la *joie* que pour la *colère* ($p = 0,0007^{**}$), le *dégoût* ($p = 0,0006^{**}$), le *neutre* ($p = 0,00005^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,00007^{**}$). L'écart-type de F0 est également significativement plus grand pour la *peur* et la *surprise* que pour le *neutre* ($p = 0,0006^{**}$; $p = 0,0055^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0006^{**}$; $p = 0,0054^*$). Pour la *colère*, l'écart-type de F0 est significativement plus grand que pour la *tristesse* ($p = 0,0108^*$), mais plus petit que pour la *peur* ($p = 0,0009^{**}$) (voir la Figure 10-7). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(4,25) = 0,971$; $p > 0,05$).

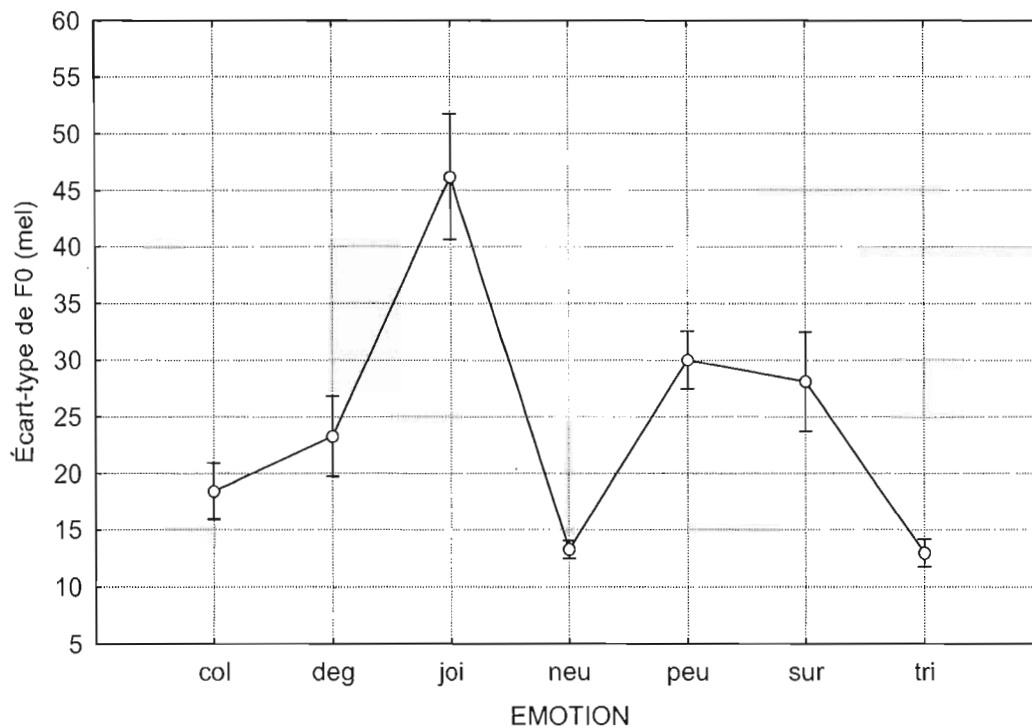


Figure 10-7 – Moyenne et écart-type de l'écart-type de F0 par émotion; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

L'intensité moyenne est significativement influencée par les émotions ($F(6,36) = 16,611$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que l'intensité moyenne est significativement plus basse pour le *dégoût* et la *tristesse* que pour la *colère* ($p = 0,0003^{**}$; $p = 0,0001^{**}$), la *joie* ($p = 0,000003^{**}$; $p = 0,000004^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0265^*$; $p = 0,0021^{**}$), la *peur* ($p = 0,0035^{**}$; $p = 0,0008^{**}$) et la *surprise* ($p = 0,0265^*$; $p = 0,0008^{**}$). L'intensité moyenne est également significativement plus élevée pour la *joie* que pour la *colère* ($p = 0,0023^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0023^{**}$) et la *surprise* ($p = 0,0014^{**}$), de même que pour la *peur* comparativement au *neutre* ($p = 0,0144^*$) (voir la Figure 10-8). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,36) = 1,822$; $p > 0,05$).

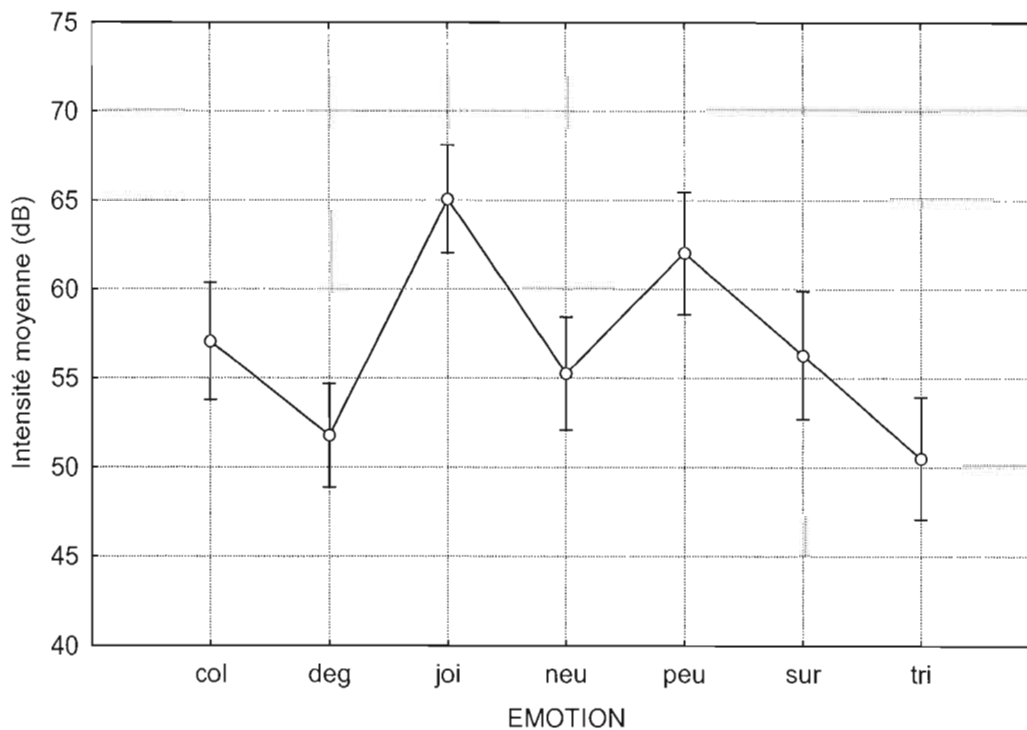


Figure 10-8 – Moyenne et écart-type de l'intensité moyenne par émotion; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

L'écart-type de l'intensité est significativement influencé par les émotions ($F(6,36) = 13,928$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que l'écart-type de l'intensité est significativement plus important pour la *joie* que pour la *colère* ($p = 0,0012^{**}$), le *dégoût* ($p = 0,00008^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0007^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0001^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0010^{**}$) (voir la Figure 10-9). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,36) = 2,758$; $p > 0,05$).

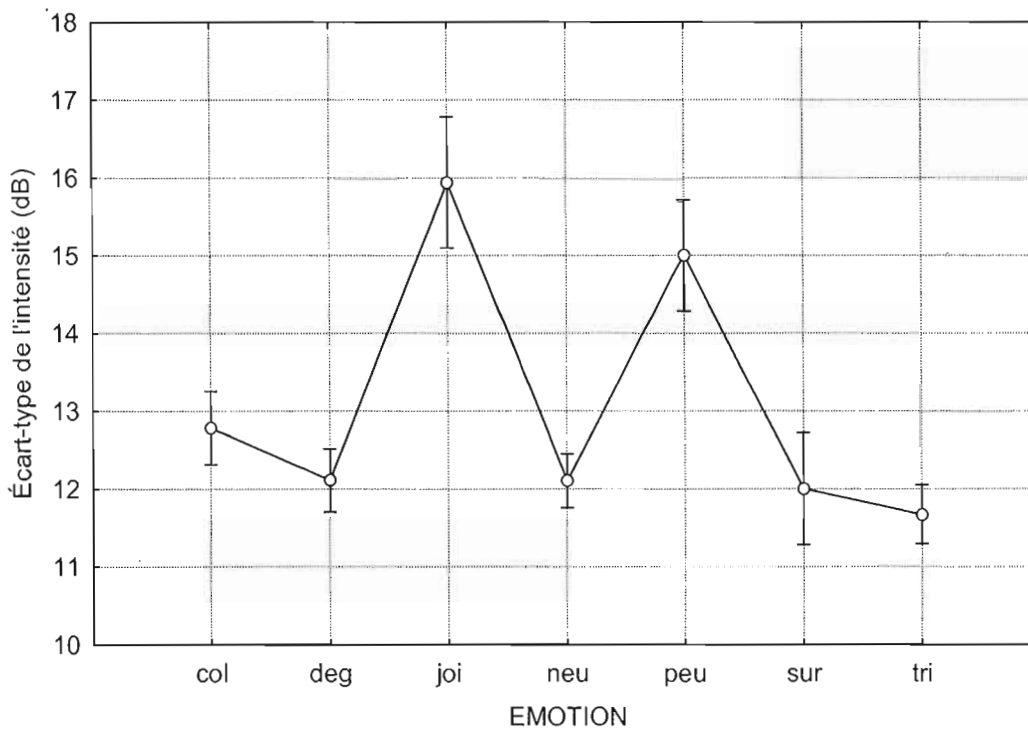


Figure 10-9 – Moyenne et écart-type de l'écart-type de l'intensité par émotion; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

La durée de l'énoncé est significativement influencée par les émotions ($F(6,42) = 5,757$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que la durée est significativement plus petite pour la *peur* que pour la *colère* ($p = 0,0018^*$), le *dégoût* ($p = 0,0030^*$), la *joie* ($p = 0,0040^*$), le *neutre* ($p = 0,0026^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0026^*$). La durée est également significativement plus petite pour la *surprise* que pour le *dégoût* ($p = 0,0006^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0047^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0037^*$) (voir la Figure 10-10). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 0,698$; $p > 0,05$).

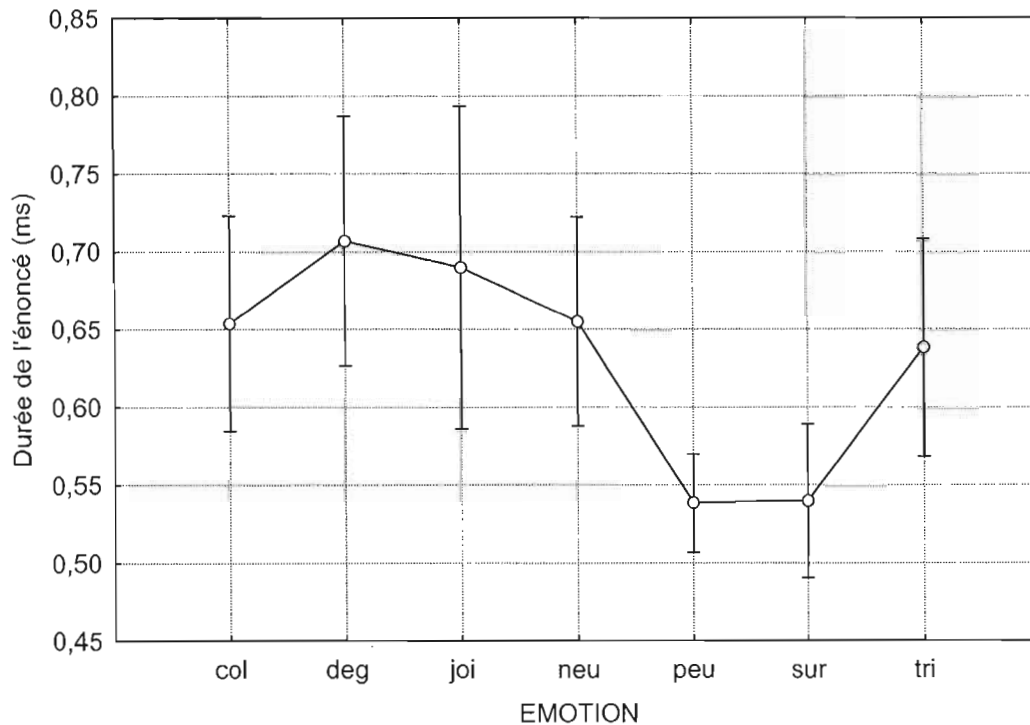


Figure 10-10 – Moyenne et écart-type la durée de l'énoncé par émotion; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Le Tableau 10.1 présente le nombre de tests-t s'étant avérés significatifs ainsi que la direction du changement pour chaque émotion. Par exemple, l'écart-type de l'intensité est significativement plus important pour la *joie* que pour la *colère*, le *dégoût*, le *neutre*, la *surprise* et la *tristesse*. Ainsi, ce paramètre est significativement plus important pour la *joie* que pour cinq des autres émotions, la *joie* reçoit donc cinq « + » et la *colère*, le *dégoût*, le *neutre*, la *surprise* et la *tristesse* reçoivent chacun un « - ». Les résultats qui sont contredits par les corrélations acoustico-perceptives sont marqués d'un point d'interrogation « ? », tandis que ceux qui sont appuyés par celles-ci sont marqués par un crochet « √ ». Là où une interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion s'est avérée significative, les cases sont ombrées. Tous les paramètres sont affectés par toutes les émotions, à l'exception de la balance spectrale pour la *colère* (et la *peur*) et de l'écart-type de l'intensité pour la *peur*. Ces paramètres sont d'ailleurs ceux qui sont le moins influencés par les émotions, alors que l'intensité moyenne est le paramètre étant le plus affecté, suivi par la moyenne de F0 et l'étendue de F0. L'émotion trouvant le plus de différences significatives est la *joie*, suivie de la *peur*, alors que la *colère* et le *dégoût* sont moins affectés.

Tableau 10.1 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour les différents paramètres prosodiques et la balance spectrale selon les émotions; gris : interaction sexe*émotion significative; ? : contredit par les corrélations; √ : appuyé par les corrélations

	<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Neutre</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
Balance _{spectrale}		- √	++++ √	-		-	-
F0 _{plancher}	-- ?	--	+++++	--	+++++	--	--
F0 _{moyenne}	-- ?	--	+++++	---	+++++	+--	--
F0 _{étendue}	--- ?	-+	+++++	----	+++	+++-	---
F0 _{écart-type}	+-- ?	-	++++	---	+++	++	----
Intensité _{moyenne}	+++ √	-----	+++++	++--	+++	++-	-----
Intensité _{écart-type}	-	-	+++++	-		-	-
Durée	+	++	+ √	++	-----	---	++

Afin de déterminer quels sont les paramètres acoustiques relatifs à l'énoncé qui sont liés à un haut taux d'identification correcte, nous avons calculé les corrélations entre les différents paramètres et les taux d'identification de chacun des stimuli, pour chacune des émotions. Rappelons que les résultats obtenus nous permettent de savoir quelles sont les caractéristiques des éléments qui ont été particulièrement bien reconnues et non pas de savoir quelles sont les caractéristiques qu'ils partagent entre eux, ceci ayant été déterminé dans la section précédente. Le Tableau 10.2 présente les corrélations acoustico-perceptives pour les paramètres acoustiques relatifs à l'énoncé (voir l'annexe V pour les figures).

Tableau 10.2 – Valeurs de r des corrélations de Pearson pour les différents paramètres acoustiques relatifs à l'énoncé pour chacune des émotions; gras : corrélations $> 0,4$ ou $< -0,4$

	<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Neutre</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
Balance _{spectrale}	0,247	-0,494	0,405	0,300	0,082	-0,373	-0,038
F0 _{plancher}	0,429	0,369	0,295	0,261	0,312	0,134	-0,096
F0 _{moyenne}	0,495	0,387	0,298	0,186	0,324	0,253	-0,129
F0 _{étendue}	0,459	0,304	0,294	0,013	0,280	0,282	-0,219
F0 _{écart-type}	0,516	0,350	0,238	0,145	0,254	0,313	-0,253
Intensité _{moyenne}	0,513	-0,082	0,372	0,132	0,020	-0,015	0,073
Intensité _{écart-type}	0,145	0,047	0,060	0,033	-0,137	-0,228	-0,125
Durée	0,397	-0,196	0,438	-0,017	-0,092	0,247	-0,154

Une bonne identification de la *colère* est corrélée avec un plancher et une moyenne de F0 plus élevés, un écart-type et une étendue de F0 importants et une forte intensité. Une bonne identification du *dégoût* est corrélée avec peu d'intensité dans les hautes fréquences. La *joie* est corrélée, elle, avec une forte intensité dans les hautes fréquences et une durée plus importante. Les autres paramètres et les autres émotions ne sont pas fortement corrélés.

10.1.3 Formants

10.1.3.1 Hauteur

Pour le phonème /i/, F1 est significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 3,648$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que F1 est significativement plus élevé pour la *joie* que pour la *colère* ($p = 0,0054^*$) (voir la Figure 9-1). L'ANOVA révélait une interaction significative entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 1,681$; $p \leq 0,01^{**}$); l'analyse *post hoc* n'a toutefois révélé aucune différence significative.

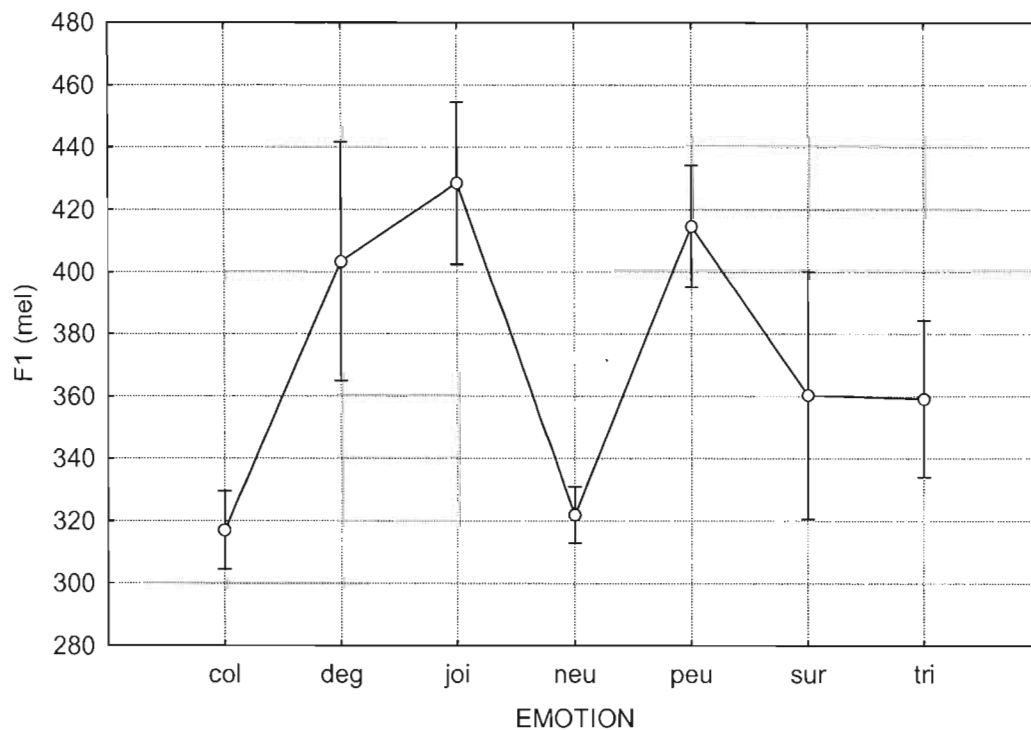


Figure 10-11 – Moyenne et écart-type de F1 par émotion pour /i/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Pour le phonème /u/, F1 est significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 9,681$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que F1 est significativement plus élevé pour la *joie* que pour le *dégoût* ($p = 0,0057^*$) et le *neutre* ($p = 0,0051^*$) (voir la Figure 10-12). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 1,681$; $p > 0,05$).

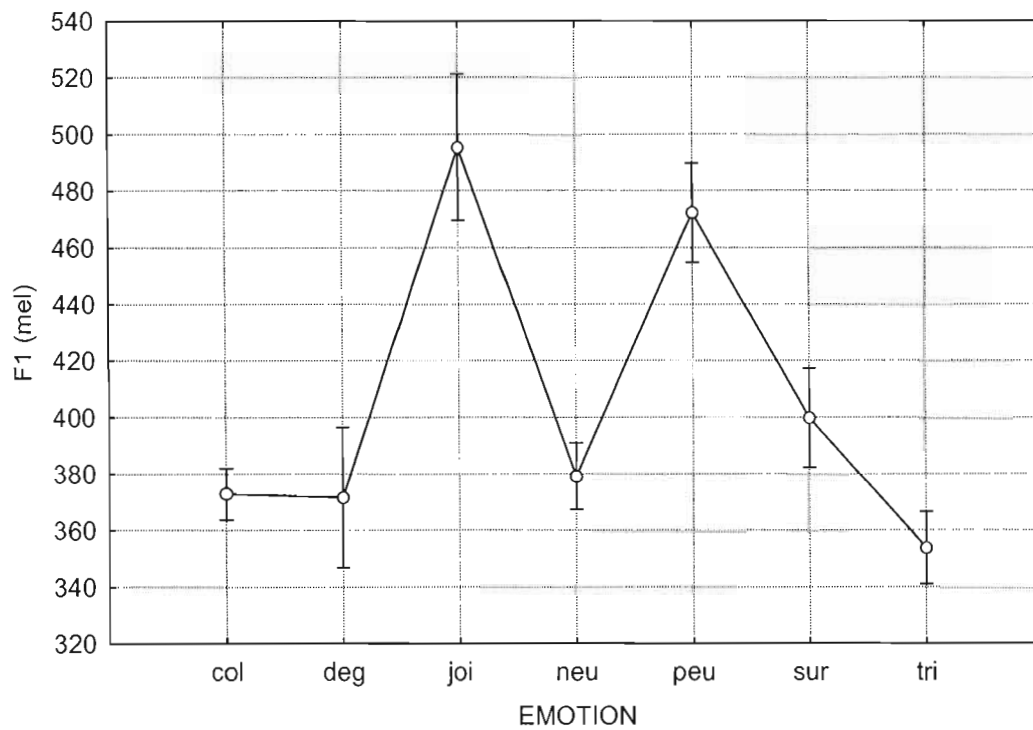


Figure 10-12 – Moyenne et écart-type de F1 par émotion pour /u/; col : *colère*; deg : *dégoût*;

joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Il y a une interaction significative entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 4,399; p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que F1 est significativement plus élevé chez les femmes que chez les hommes pour la *joie* ($p = 0,0027^*$) (voir la Figure 10-13).

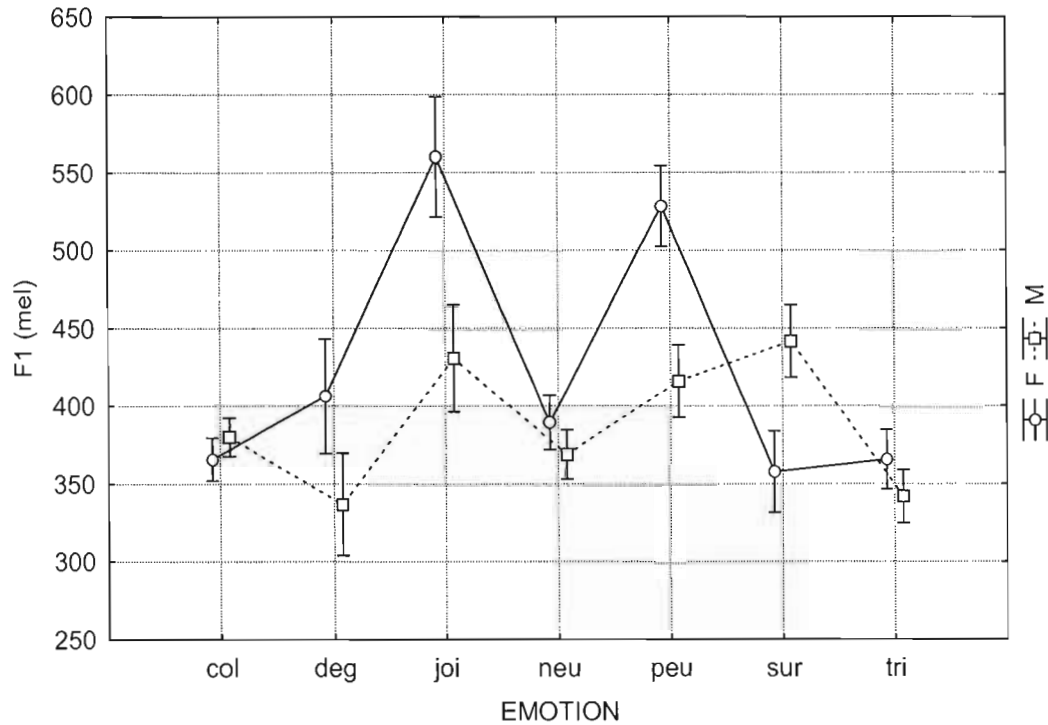


Figure 10-13 – Moyenne et écart-type de F1 par émotion pour /u/ selon le sexe de l'acteur; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; F : féminin; M : masculin

Pour le phonème /a/, F1 est significativement influencé par les émotions ($F(4,28) = 12,805$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que F1 est significativement plus élevé pour la *joie* que pour le *dégoût* ($p = 0,00008^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0003^{**}$), la *peur* ($p = 0,0097^*$), la *surprise* ($p = 0,0009^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,00003^{**}$). F1 est également significativement plus bas pour la *tristesse* que pour la *colère* ($p = 0,0020^{**}$), le *neutre* ($p = 0,0025^{**}$) et la *surprise* ($p = 0,0146^*$), de même que pour le *dégoût* comparativement à la *colère* ($p = 0,0084^*$) et au *neutre* ($p = 0,0129^*$) (voir la Figure 10-14). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(4,28) = 2,718$; $p > 0,05$).

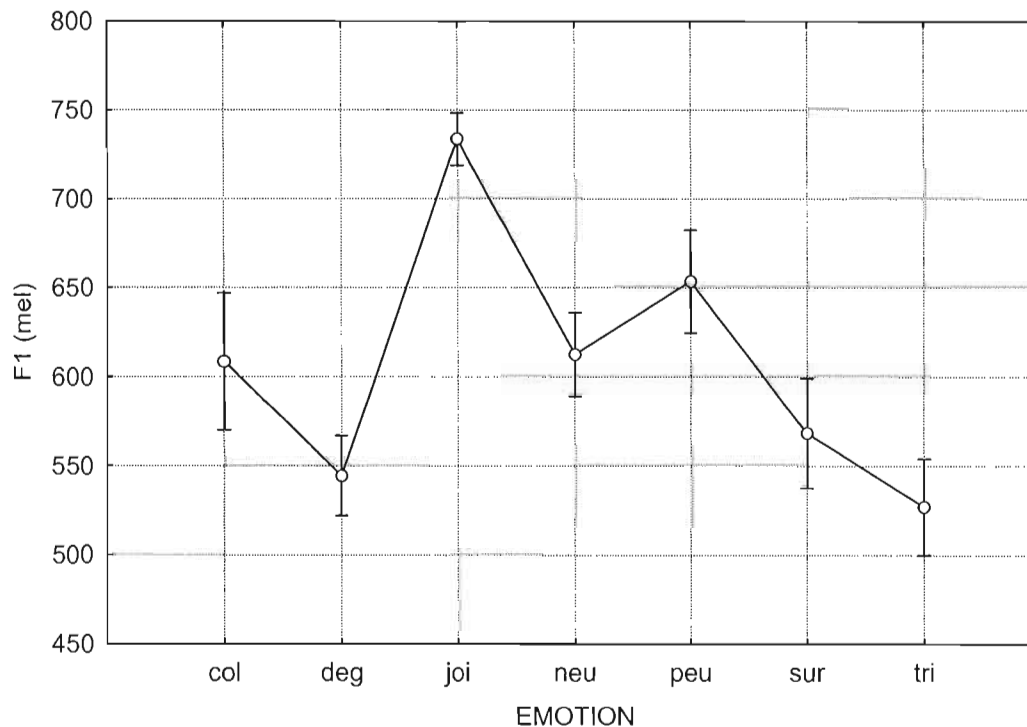


Figure 10-14 – Moyenne et écart-type de F1 par émotion pour /a/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Pour le phonème /i/, F2 est significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 2,490; p \leq 0,05^*$). L'analyse *post hoc* a révélé que F2 est significativement plus haut pour la *tristesse* que pour la *colère* ($p = 0,0031^*$), de même que pour le *neutre* par rapport à la *peur* ($p = 0,0034^*$) (voir la Figure 10-15). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 1,380; p > 0,05$).

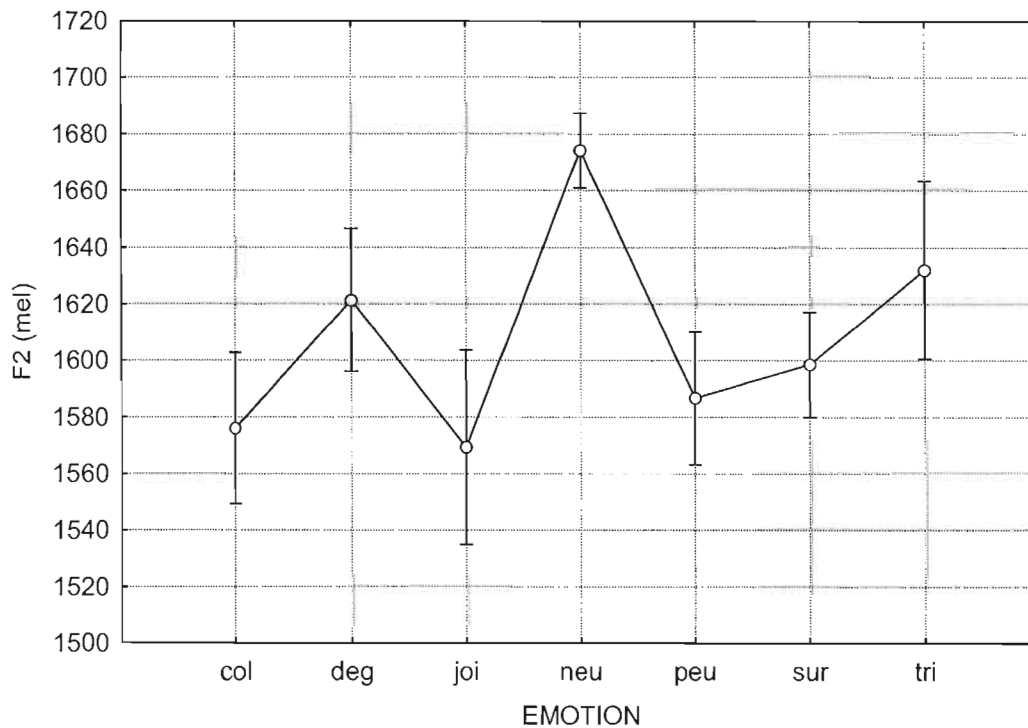


Figure 10-15 – Moyenne et écart-type de F2 par émotion pour /i/; col : *colère*; deg : *dégoût*;

joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Pour le phonème /u/, F2 est significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 6,412; p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que F2 est significativement plus bas pour le *neutre* que pour le *dégoût* ($p = 0,0065^*$), la *joie* ($p = 0,0027^*$), la *peur* ($p = 0,0003^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0046^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0011^{**}$). F2 est également plus haut pour la *surprise* que pour la *colère* ($p = 0,0126^*$) (voir la Figure 10-16). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 1,598; p > 0,05$).

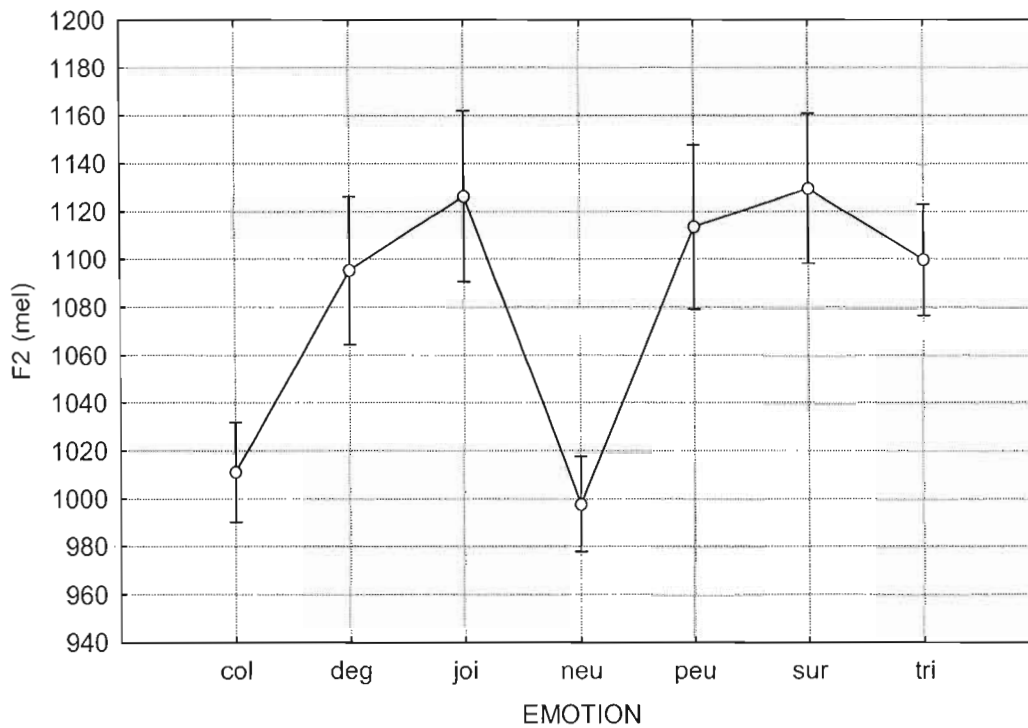


Figure 10-16 – Moyenne et écart-type de F2 par émotion pour /u/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Pour le phonème /a/, F2 est significativement influencé par les émotions ($F(5,33) = 2,979; p \leq 0,05^*$). L'analyse *post hoc* a révélé que F2 est significativement plus élevé pour la *surprise* que pour le *neutre* ($p = 0,0082^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0121^*$) (voir la Figure 10-17). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(5,33) = 1,047; p > 0,05$).

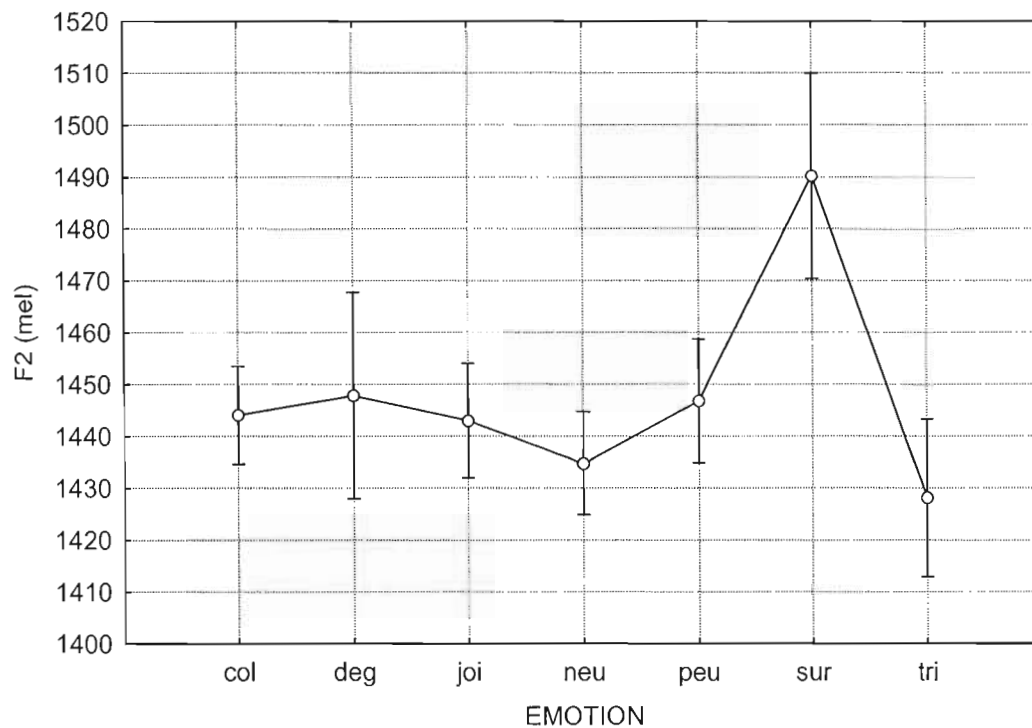


Figure 10-17 – Moyenne et écart-type de F2 par émotion pour /a/; col : colère; deg : dégoût;

joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse

En ce qui a trait à F3, /i/ et /u/ ne sont pas significativement influencés par les émotions. Toutefois, pour le phonème /a/, il y a une influence significative des émotions sur F3 ($F(6,42) = 2,770$; $p \leq 0,05^*$). L'analyse *post hoc* a révélé que F3 est significativement plus élevé pour la *joie* que pour la *tristesse* ($p = 0,0141^*$) (voir la Figure 10-18). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 2,200$; $p > 0,05$).

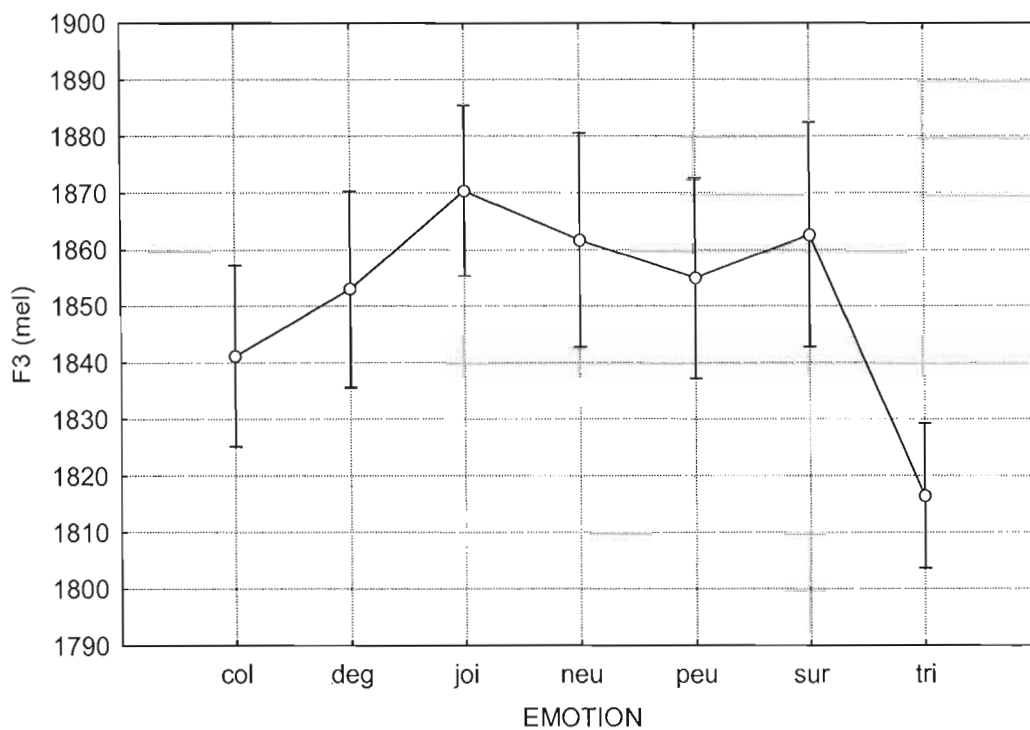


Figure 10-18 – Moyenne et écart-type de F3 par émotion pour /a/; col : *colère*; deg : *dégoût*;

joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Pour ce qui est de F4, /i/ /u/ et /a/ ne sont pas significativement influencés par les émotions. Il y a toutefois une interaction significative entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour F4, pour le phonème /a/ ($F(6,42) = 2,780$; $p \leq 0,05^*$). L'analyse *post hoc* a révélé que F4 est significativement plus élevé chez les femmes que chez les hommes pour la *colère* ($p = 0,0197^*$), le *dégoût* ($p = 0,0212^*$), le *neutre* ($p = 0,0217^*$) et la *surprise* ($p = 0,0043^{**}$) (voir la Figure 10-19).

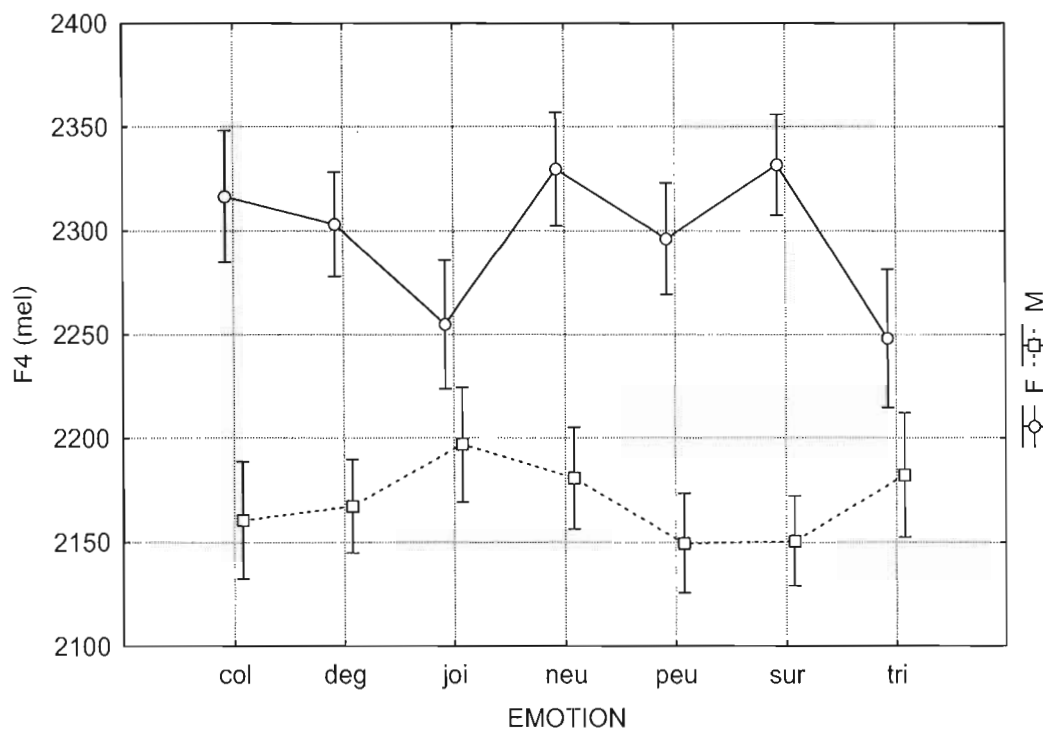


Figure 10-19 – Moyenne et écart-type de F4 par émotion pour /a/ selon le sexe de l'acteur; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; F : féminin; M : masculin

En somme, F1 est grandement influencé par les émotions, F2 l'est aussi alors que F3 et F4 ne le sont que très peu, voire pas du tout (voir le Tableau 10.3). /a/ est plus influencé que /u/ qui l'est à son tour plus que /i/. L'influence sur /a/ se manifeste principalement en F1, alors que l'influence sur /u/ touche principalement F2. Les émotions ayant le plus d'influence sur la hauteur des formants sont le *neutre*, la *joie* et la *tristesse* alors que la *peur* n'a que peu d'influence.

Tableau 10.3 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour la hauteur des formants par phonème et par émotion; gris : interaction sexe*émotion significative; ?: contredit par les corrélations; √ : appuyé par les corrélations

		<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Neutre</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
F1	/i/	-		+				
	/u/		-	++ √	-			
	/a/	++ √	---	+++++	++-	-	+-	----
F2	/i/	-			+	-		+
	/u/	-	+	+	-----	+	++	+
	/a/	?			-	?	++ √	-
F3	/i/							
	/u/							-
	/a/	?		+			?	
F4	/i/							
	/u/							
	/a/						?	

Le Tableau 10.4 présente les corrélations acoustico-perceptives pour la hauteur des formants.

Tableau 10.4 – Valeurs de r des corrélations de *Pearson* pour la hauteur des formants pour chaque émotion et chaque voyelle; gras : corrélations $> 0,4$ ou $< -0,4$

		<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Neutre</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
F1	/i/	-0,044	0,293	0,309	-0,163	0,243	-0,026	-0,040
	/u/	-0,051	-0,173	0,422	0,374	0,087	-0,195	-0,213
	/a/	0,675	-0,222	0,364	0,326	0,038	0,250	-0,345
F2	/i/	-0,057	0,215	-0,324	-0,023	0,377	0,115	0,110
	/u/	0,337	0,076	0,308	-0,053	0,179	0,091	-0,167
	/a/	0,527	0,344	0,260	-0,072	0,451	0,513	-0,158
F3	/i/	0,010	0,348	-0,160	-0,204	0,087	0,169	0,324
	/u/	0,204	-0,233	0,260	0,203	0,283	0,091	-0,010
	/a/	0,528	0,372	0,198	0,112	0,292	0,467	0,034
F4	/i/	0,109	-0,018	-0,029	-0,192	0,386	-0,099	0,162
	/u/	0,359	-0,002	0,287	-0,002	0,278	-0,095	0,013
	/a/	0,384	0,355	-0,057	-0,315	0,081	0,427	0,069

Pour la *colère*, des F1, F2 et F3 élevés pour /a/ sont associés à une bonne identification. Pour la *joie*, un F1 élevé est corrélé avec une bonne identification. L'élévation de F2 permet une bonne identification de la *peur*. Pour la *surprise*, des F2, F3 et F4 élevés pour /a/ sont associés à une bonne identification. Les autres paramètres et les autres émotions ne sont pas fortement corrélés. Notons que les valeurs formantiques de /a/ sont plus souvent corrélées avec de bons taux d'identification. De plus, pour un même formant, les corrélations sont parfois positives ou négatives selon la voyelle.

10.1.3.2 Largeur de bande

En ce qui a trait aux largeurs de bande des formants, très peu de différences significatives ont été trouvées. En fait, les seules différences s'étant avérées significatives touchent la largeur de bande du deuxième et troisième formant pour /u/. Pour B2 et pour /u/ ($F(6,42) = 7,085$; $p \leq 0,01^{**}$), l'analyse *post hoc* a révélé que la largeur de bande est significativement plus élevée pour la *tristesse* que pour le *neutre* ($p = 0,0002^{**}$), la *peur* ($p = 0,0020^{**}$) et la *surprise* ($p = 0,0101^*$). B2 est également significativement plus élevée pour le *dégoût* que pour le *neutre* ($p = 0,0008^{**}$) et la *peur* ($p = 0,0101^*$), de même que pour la *colère* par rapport au *neutre* ($p = 0,0094^*$) (voir la Figure 10-20). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 1,769$; $p > 0,05$).

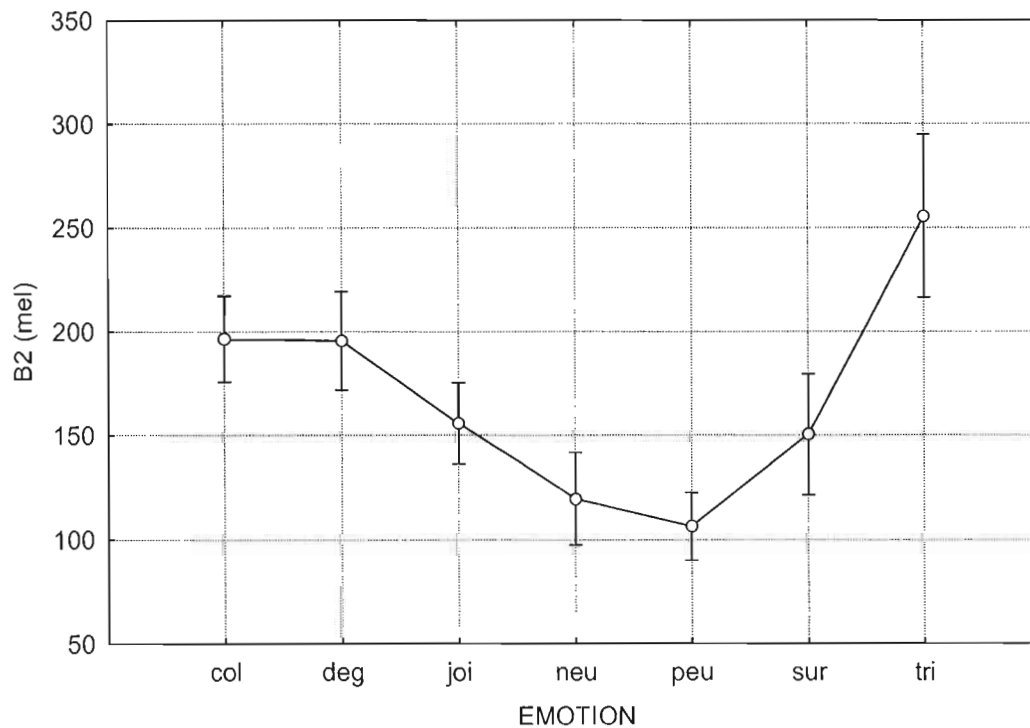


Figure 10-20 – Moyenne et écart-type de B2 par émotion pour /u/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Pour le phonème /u/, B3 est significativement influencée par les émotions ($F(6,42) = 4,640$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que B3 est significativement moins élevée pour le *neutre* que pour la *colère* ($p = 0,0063^*$), le *dégoût* ($p = 0,0005^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0022^*$) (voir la Figure 10-21). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 0,248$; $p > 0,05$).

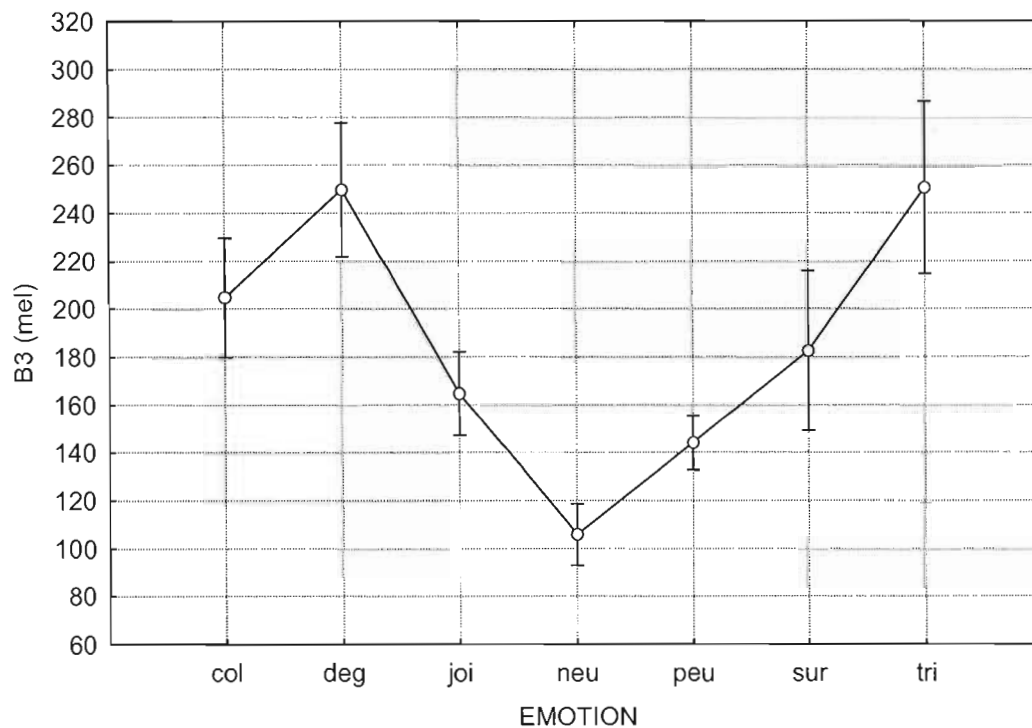


Figure 10-21 – Moyenne et écart-type de B3 par émotion pour /u/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

En somme, seules B2 et B3 sont affectées et ce, pour /u/ seulement (voir le Tableau 10.5). Le *neutre* et la *tristesse* sont davantage affectés, alors que la *joie* ne l'est nullement et la *surprise* très peu.

Tableau 10.5 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour les largeurs de bande des formants par phonème et par émotion; ?: contredit par les corrélations;

		<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Neutre</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
B1	/i/							
	/u/							
	/a/	?				?		
B2	/i/	?						
	/u/	+	++		---	--	-	+++
	/a/							
B3	/i/							
	/u/	+	+		---		?	+
	/a/							
B4	/i/							
	/u/							
	/a/							

Le Tableau 10.8 présente les corrélations acoustico-perceptives pour les largeurs de bande.

Tableau 10.6 – Valeurs de r des corrélations de Pearson pour les largeurs de bande pour chaque émotion; gras : corrélations $> 0,4$ ou $< -0,4$

		<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Neutre</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
B1	/i/	0,137	0,010	-0,018	0,084	-0,365	0,147	0,090
	/u/	0,390	0,213	-0,053	0,213	-0,058	-0,034	-0,001
	/a/	0,404	0,132	-0,279	-0,112	0,453	0,269	-0,130
B2	/i/	0,527	0,103	-0,190	0,176	0,078	0,203	0,144
	/u/	0,388	-0,021	0,187	-0,112	-0,163	0,262	0,025
	/a/	0,155	0,218	0,317	-0,259	-0,030	0,271	0,201
B3	/i/	-0,007	0,274	-0,056	0,096	0,127	0,038	-0,140
	/u/	0,099	0,112	-0,010	-0,135	0,247	0,528	-0,279
	/a/	-0,301	0,000	0,321	0,051	-0,157	0,355	-0,138
B4	/i/	0,306	0,286	-0,152	0,191	0,021	-0,271	0,092
	/u/	0,369	-0,056	0,205	-0,353	0,068	-0,047	-0,135
	/a/	-0,107	-0,020	0,090	0,226	0,021	0,192	0,117

Pour la *colère*, une B1 élevée pour /a/ et une B2 élevée pour /i/ sont corrélées avec une bonne identification. Pour la *peur*, la B1 de /a/ est également corrélée avec une bonne identification. Pour la *surprise*, c'est plutôt la B3 de /u/ qui aide l'identification correcte de l'émotion. Les autres émotions ne sont fortement corrélées avec aucun paramètre.

10.1.4 Moments centraux

10.1.4.1 Centre de gravité

Le centre de gravité n'est pas significativement influencé par les émotions produites pour le phonème /g/. Par contre, pour le phonème /b/, le centre de gravité est significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 5,058$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que ce paramètre est significativement plus bas pour le *neutre* que pour le *dégoût* ($p = 0,0018^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0005^{**}$) (voir la Figure 10-22). Il n'y a pas d'interaction significative entre le sexe de l'acteur et l'émotion ($F(6,42) = 2,012$; $p > 0,05$).

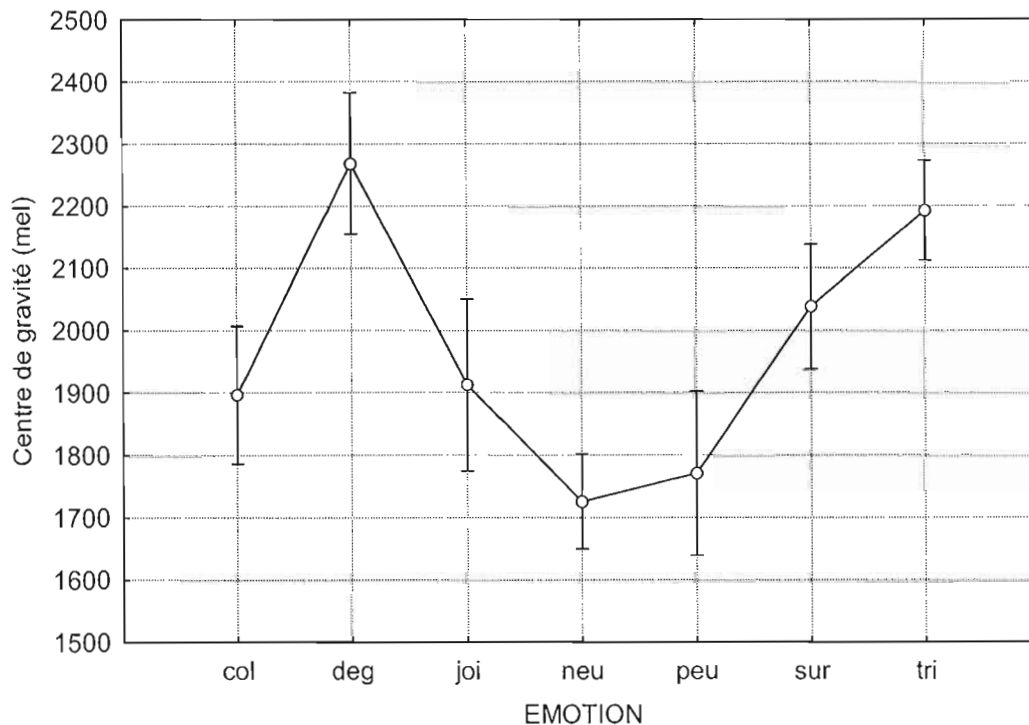


Figure 10-22 – Moyenne et écart-type du centre de gravité par émotion pour /b/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Pour le phonème /d/, le centre de gravité est significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 2,780$; $p \leq 0,05^*$). L'analyse *post hoc* a révélé que le centre de gravité est significativement plus bas pour le *neutre* que pour le *dégoût* ($p = 0,00008^{**}$) et la *tristesse* ($p = 0,0001^{**}$) (voir la Figure 10-23). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 1,557$; $p > 0,05$).

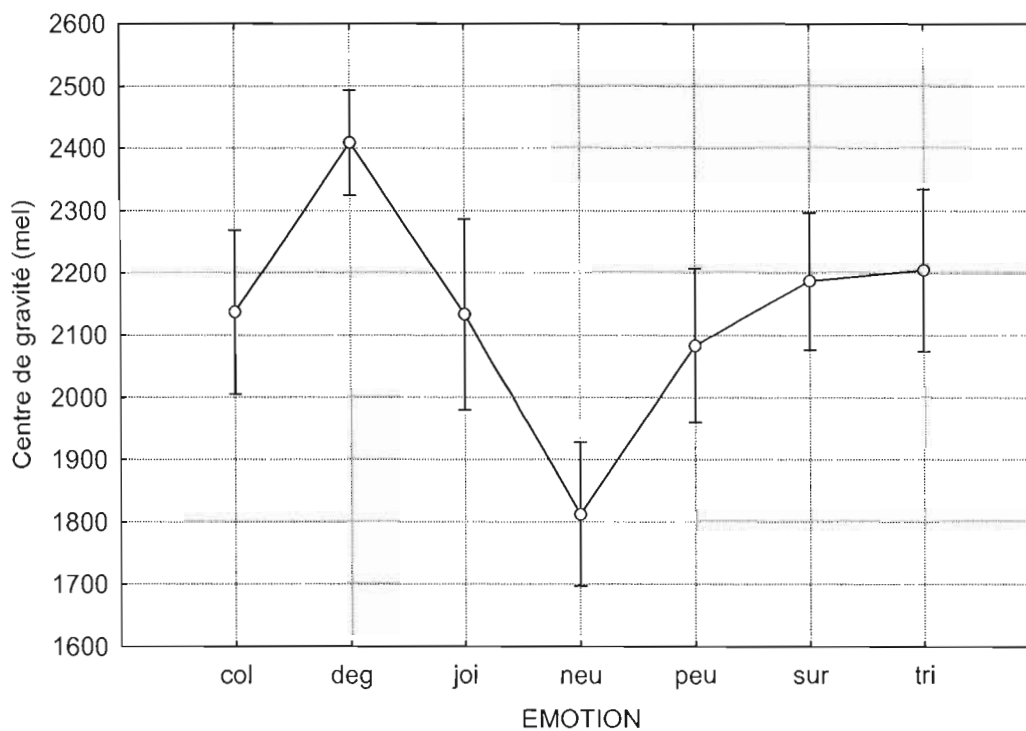


Figure 10-23 – Moyenne et écart-type du centre de gravité par émotion pour /d/; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse

10.1.4.2 Écart-type spectral

L'écart-type spectral n'est pas significativement influencé par les émotions pour le phonème /g/. Pour le phonème /b/, l'écart-type est significativement influencé par les émotions ($F(6,39) = 4,236; p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que l'écart-type est significativement plus important pour le *neutre* que pour le *dégoût* ($p = 0,0015^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0004^{**}$) (voir la Figure 10-24). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,39) = 1,887; p > 0,05$).

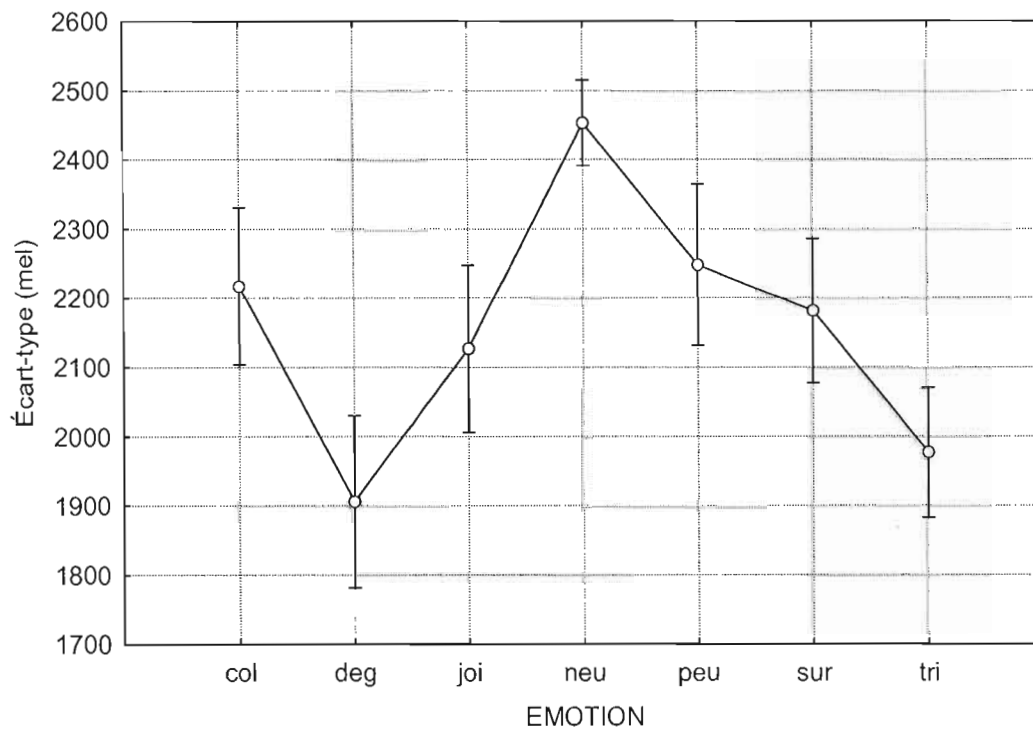


Figure 10-24 – Moyenne et écart-type de l'écart-type spectral par émotion pour /b/; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse

Pour le phonème /d/, l'écart-type est significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 3,706$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que l'écart-type est significativement plus haut pour le *neutre* que pour le *dégoût* ($p = 0,00003^{**}$), la *surprise* ($p = 0,0034^*$) et la *tristesse* ($p = 0,00009^{**}$) (voir la Figure 10-25). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 1,413$; $p > 0,05$).

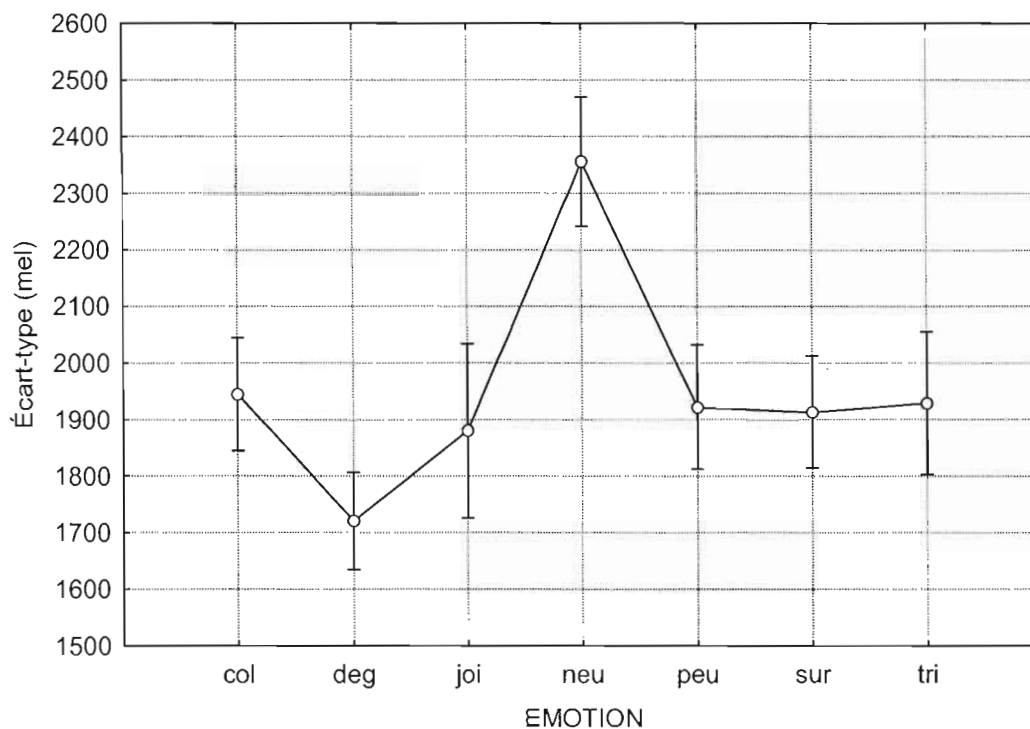


Figure 10-25 – Moyenne et écart-type de l'écart-type spectral par émotion pour /d/; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse

10.1.4.3 Coefficient de dissymétrie

Rappelons que le coefficient de dissymétrie est élevé dans le cas où la distribution est étalée dans les hautes fréquences et vice-versa (voir la section 1.3). Pour le phonème /b/, le coefficient de dissymétrie est significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 6,954$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que le coefficient de dissymétrie est significativement plus bas, donc que la distribution spectrale est plus étalée vers les basses fréquences, pour la *tristesse* que pour la *joie* ($p = 0,0016^*$), le *neutre* ($p = 0,0012^*$) et la *peur* ($p = 0,0034^*$). Le coefficient de dissymétrie est également significativement plus bas pour le *dégoût* que pour la *colère* ($p = 0,0011^*$) et la *joie* ($p = 0,0016^*$) (voir la Figure 10-26). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 2,248$; $p > 0,05$).

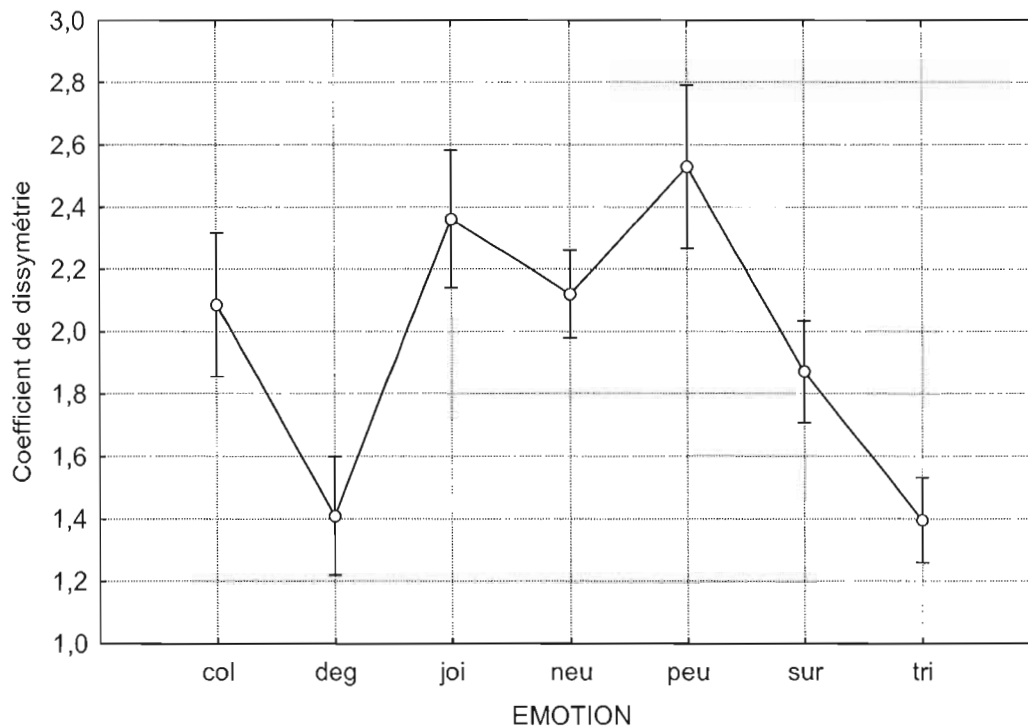


Figure 10-26 – Moyenne et écart-type du coefficient de dissymétrie par émotion pour /b/;
col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Pour le phonème /d/, le coefficient de dissymétrie est significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 3,895$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que le coefficient de dissymétrie est significativement plus bas, donc que la distribution spectrale est plus étalée vers les basses fréquences, pour le *dégoût* que pour la *joie* ($p = 0,0006^{**}$) et le *neutre* ($p = 0,0004^{**}$). Le coefficient de dissymétrie est également significativement plus bas pour la *tristesse* que pour le *neutre* ($p = 0,0004^{**}$) (voir la Figure 10-27). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 1,369$; $p > 0,05$).

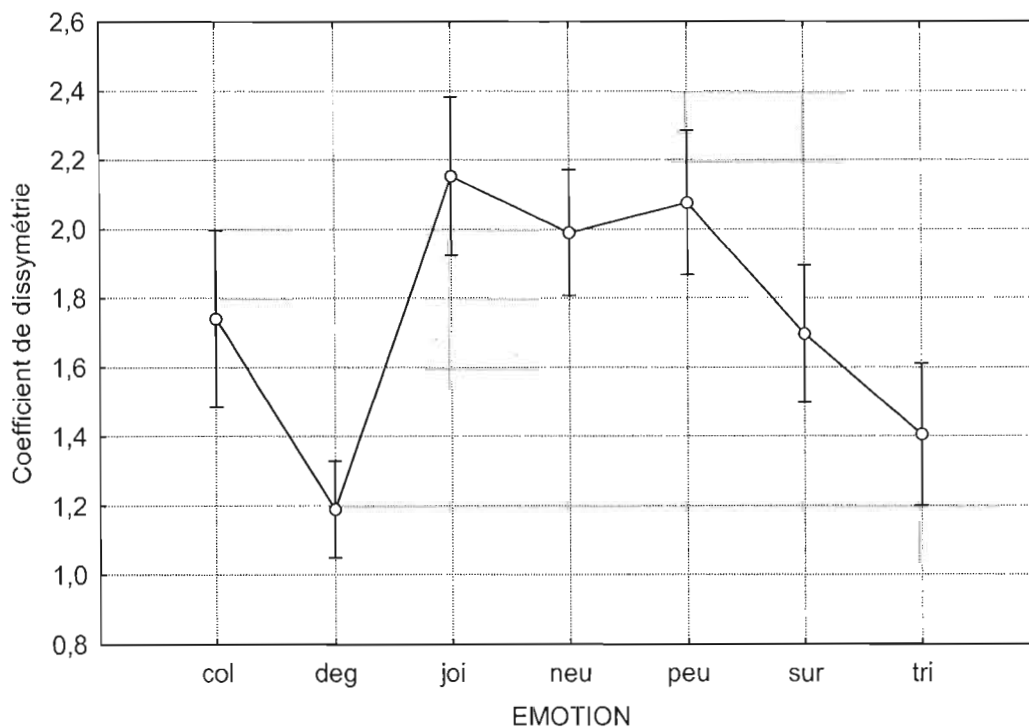


Figure 10-27 – Moyenne et écart-type du coefficient de dissymétrie par émotion pour /d/;
col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse

Pour le phonème /g/, le coefficient de dissymétrie est significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 3,401$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que le coefficient de dissymétrie est significativement plus bas, donc que la distribution spectrale est plus étalée vers les basses fréquences, pour le *dégoût* et la *tristesse* que pour la *joie* ($p = 0,0011^{**}$; $p = 0,0033^{*}$) et le *neutre* ($p = 0,0025^{*}$; $p = 0,0029^{*}$) (voir la Figure 10-28). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 0,958$; $p > 0,05$).

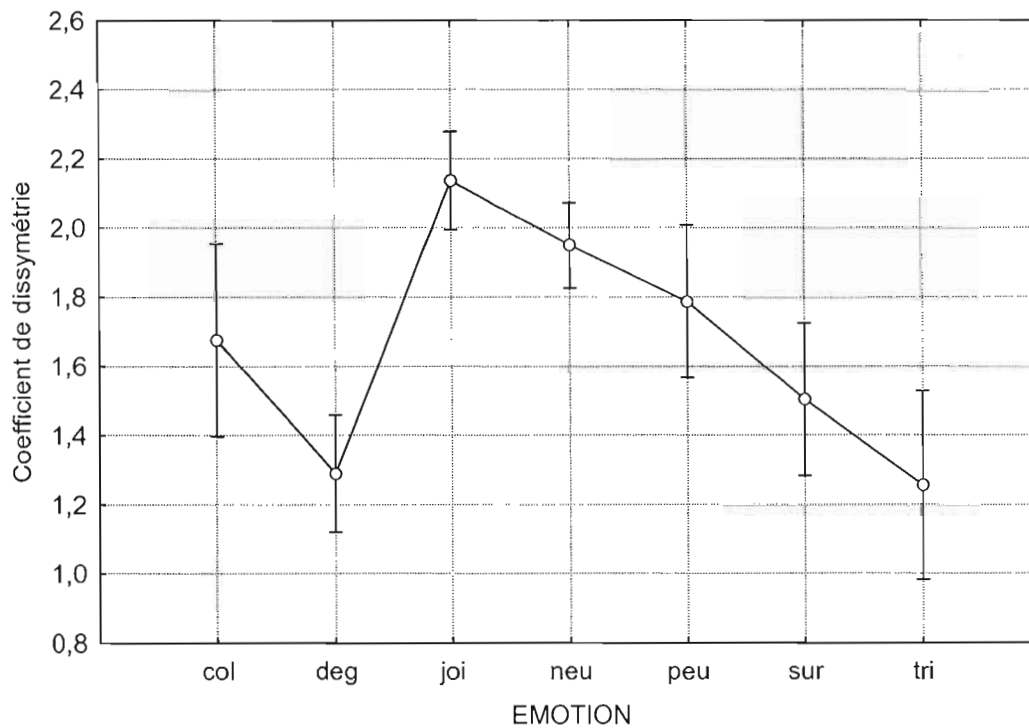


Figure 10-28 – Moyenne et écart-type du coefficient de dissymétrie par émotion pour /g/;
col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse

10.1.4.4 Coefficient d'aplatissement

Rappelons que le coefficient d'aplatissement est élevé dans le cas où la distribution spectrale est plate et vice-versa (voir la section 1.3). Pour le phonème /b/, le coefficient d'aplatissement est significativement influencé par les émotions ($F(3,22) = 5,032$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que le coefficient d'aplatissement est significativement plus bas, et donc la distribution spectrale plus plate, pour la *tristesse* que pour la *joie* ($p = 0,0050^*$), la *neutre* ($p = 0,0023^*$) et la *peur* ($p = 0,0047^*$). Le coefficient d'aplatissement est également significativement plus bas pour le *dégoût* que pour la *colère* ($p = 0,0046^*$) (voir la Figure 10-29). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(3,22) = 1,780$; $p > 0,05$).

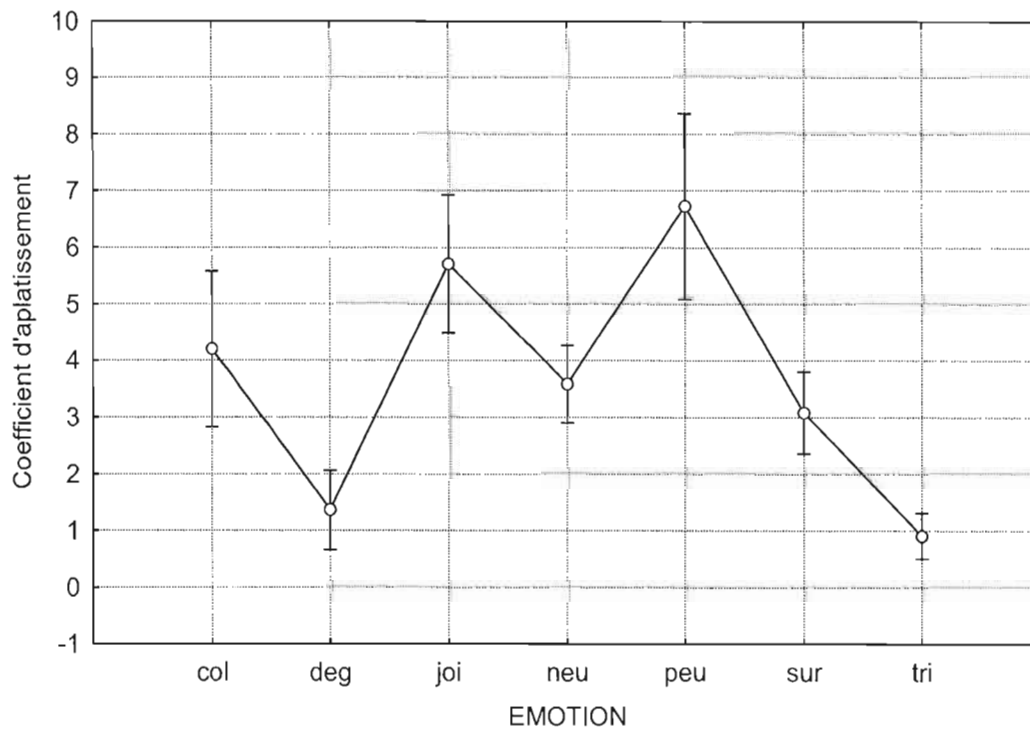


Figure 10-29 – Moyenne et écart-type du coefficient d'aplatissement par émotion pour /b/;
col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Pour le phonème /d/, le coefficient d'aplatissement est significativement influencé par les émotions ($F(4,31) = 3,593; p \leq 0,05^*$). L'analyse *post hoc* a révélé que le coefficient d'aplatissement est significativement plus bas, et donc la distribution spectrale plus plate, pour le *dégoût* et la *tristesse* que pour la *joie* ($p = 0,0008^{**}; p = 0,0040^*$) et le *neutre* ($p = 0,0007^{**}; p = 0,0018^*$) (voir la Figure 10-30). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(4,31) = 0,990; p > 0,05$).

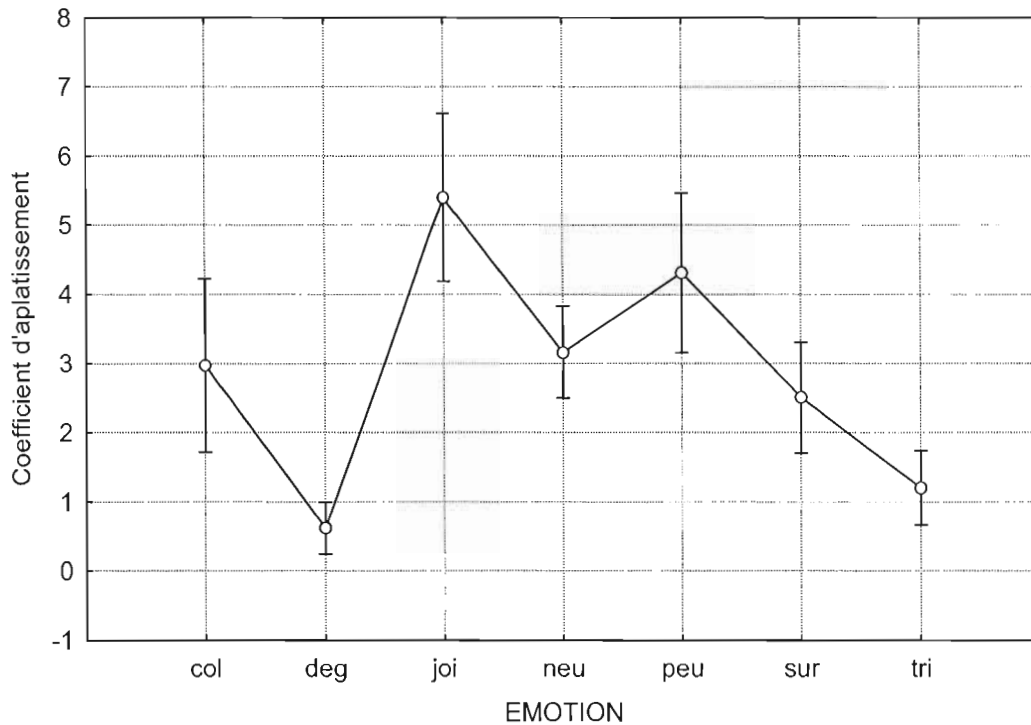


Figure 10-30 – Moyenne et écart-type du coefficient d'aplatissement par émotion pour /d/;
 col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Pour le phonème /g/, le coefficient d'aplatissement est significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 3,580$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que le coefficient d'aplatissement est significativement plus bas, et donc la distribution spectrale plus plate, pour le *dégoût* et la *tristesse* que pour la *joie* ($p = 0,0007^{**}$; $p = 0,0010^*$) et le *neutre* ($p = 0,0014^*$; $p = 0,0006^{**}$) (voir la Figure 10-31). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 0,863$; $p > 0,05$).

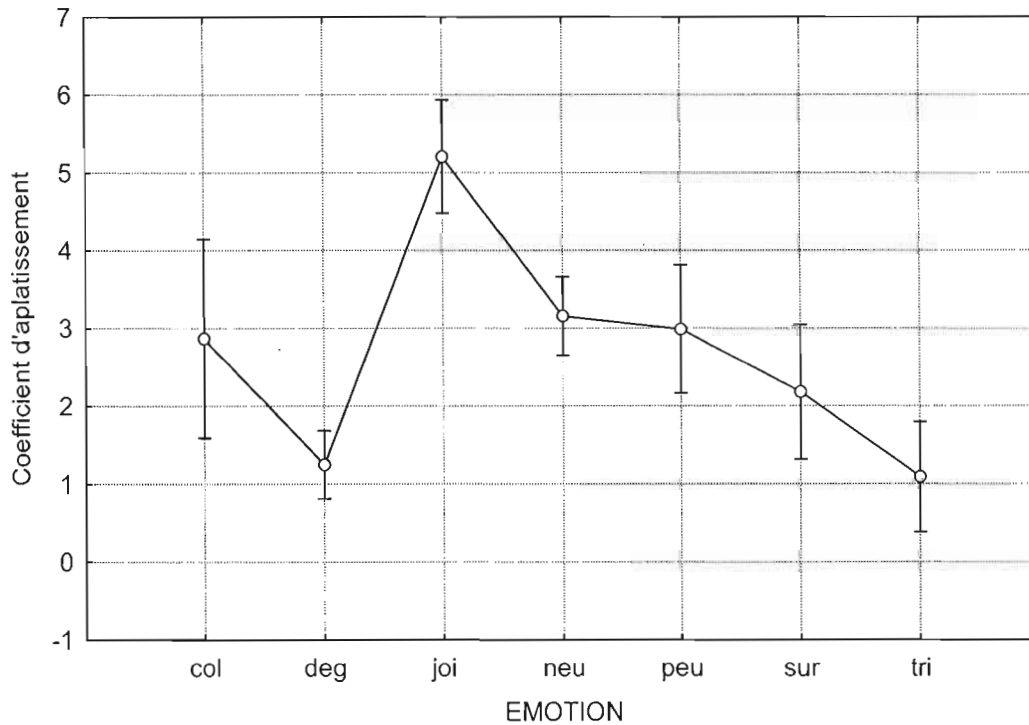


Figure 10-31 – Moyenne et écart-type du coefficient d'aplatissement par émotion pour /g/;
col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse

En somme, les coefficients de dissymétrie et d'aplatissement sont davantage influencés par les émotions que le centre de gravité et l'écart-type spectral (voir le Tableau 10.7). De plus, /b/ est plus touché que /d/ qui l'est plus que /g/. Enfin, les moments centraux ne sont que peu influencés par la *surprise*, la *colère* et la *peur*, alors que le *neutre*, la *tristesse* et le *dégoût* ont une plus forte influence.

Tableau 10.7 – Nombre et direction des tests-t significatifs pour les moments centraux par phonème et par émotion; CG : centre de gravité; ET : écart-type; CD : coefficient de dissymétrie; CA : coefficient d'aplatissement; ?: contredit par les corrélations; √ : appuyé par les corrélations

		<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Neutre</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
CG	/b/		+		--			+
	/d/		+		-- √			+
	/g/							
ET	/b/		-		++			-
	/d/		-		+++ ?		-	-
	/g/							
CD	/b/	+	--	++	+	+		---
	/d/		--	+	++ √			-
	/g/		--	++	++			--
CA	/b/	+	-	+	+	+		---
	/d/		--	++	++ √			--
	/g/		--	++	++			--

Le Tableau 10.8 présente les corrélations acoustico-perceptives pour les mesures acoustiques relatives aux consonnes.

Tableau 10.8 – Valeurs de r des corrélations de *Pearson* pour les différents paramètres acoustiques relatifs aux consonnes pour chacune des émotions; gras : corrélations $> 0,4$ ou $< -0,4$

		<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Neutre</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
Centre de gravité	/b/	0,263	0,148	0,366	-0,308	0,333	0,154	0,153
	/d/	0,273	0,080	-0,373	-0,522	0,320	0,311	0,140
	/g/	0,126	0,248	-0,046	0,122	-0,065	0,275	0,249
Écart-type	/b/	0,068	0,282	0,285	-0,348	0,320	0,167	0,283
	/d/	0,238	0,118	-0,399	-0,506	0,278	0,327	0,258
	/g/	0,239	0,251	-0,147	0,033	-0,184	0,312	0,294
Coefficient de dissymétrie	/b/	-0,074	-0,204	-0,301	0,305	-0,379	-0,164	-0,240
	/d/	-0,148	-0,172	0,357	0,542	-0,175	-0,350	-0,235
	/g/	-0,152	-0,262	0,055	-0,019	0,153	-0,289	-0,286
Coefficient d'aplatissement	/b/	0,010	-0,283	-0,256	0,312	-0,372	-0,207	-0,336
	/d/	-0,070	-0,214	0,323	0,485	-0,074	-0,327	-0,285
	/g/	-0,209	-0,284	0,076	0,072	0,150	-0,327	-0,337

Pour le *neutre*, un centre de gravité peu élevé, un petit écart-type et des coefficients de dissymétrie et d'aplatissement élevés pour /d/ sont associés à un bon taux d'identification correcte. Les autres paramètres et les autres émotions ne sont pas fortement corrélés.

10.1.5 Espace vocalique

L'espace vocalique acoustique est significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 5,964$; $p \leq 0,01^{**}$). L'analyse *post hoc* a révélé que l'espace vocalique est significativement plus grand pour le *neutre* que pour le *dégoût* ($p = 0,0016^*$), la *joie* ($p = 0,0064^*$), la *peur* ($p = 0,0006^*$), la *surprise* ($p = 0,0016^*$) et la *tristesse* ($p = 0,0016^*$) (voir la Figure 9-52). Il n'y a pas d'interaction significative entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 1,560$; $p > 0,05$).

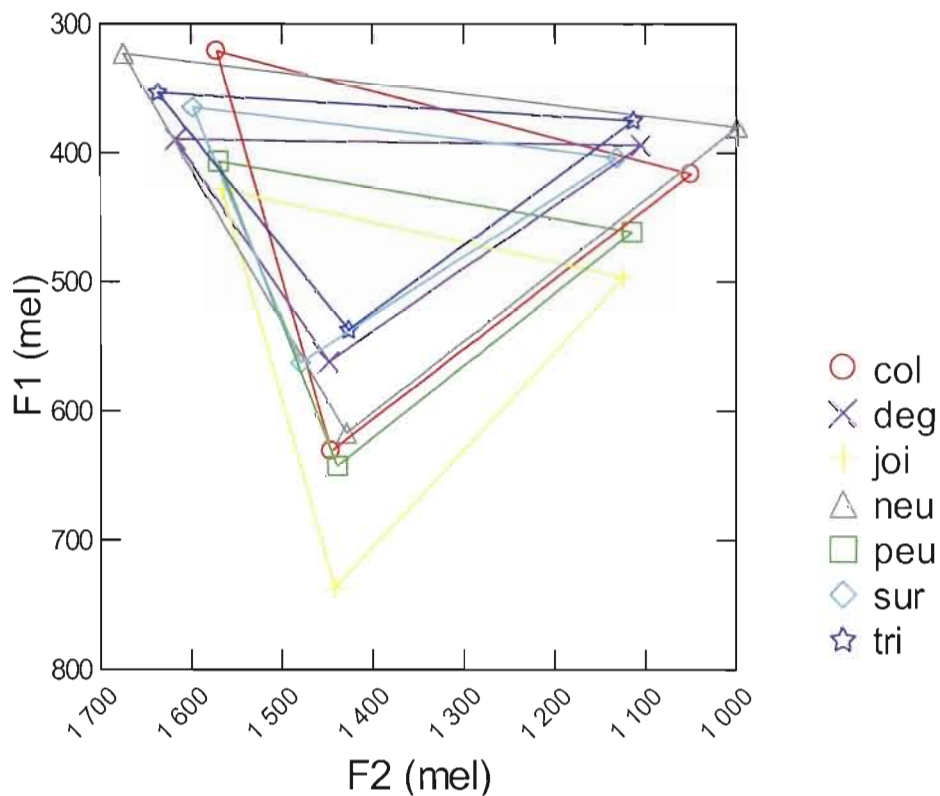


Figure 10-32 – Espace vocalique acoustique par émotion; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

10.2 Description des caractéristiques acoustiques associées aux différentes émotions

Dans l'ordre, les émotions les plus marquées acoustiquement sont le *neutre* (61 tests-t significatifs), la *joie* (56 tests-t significatifs), la *tristesse* (50 tests-t significatifs), le *dégoût* (40 tests-t significatifs), la *peur* (33 tests-t significatifs), la *surprise* (28 tests-t significatifs) et la *colère* (24 tests-t significatifs). Les émotions étudiées ont les caractéristiques acoustiques suivantes :

Colère : Le plancher de F0 est bas, la moyenne de F0 est basse, l'étendue de F0 est petite, l'écart-type de F0 est petit, l'intensité moyenne est élevée, l'écart-type de l'intensité est petit, la durée est importante, F1 est bas pour /i/ mais élevé pour /a/, F2 est bas pour /i/ et /u/, B2 et B3 sont élevées et les coefficients de dissymétrie et d'aplatissement sont élevés. Les corrélations acoustico-perceptives nous indiquent toutefois que les résultats obtenus pour F0 ne vont pas dans le sens d'une bonne identification.

Dégoût : Il y a peu d'énergie en hautes fréquences, le plancher de F0 est bas, la moyenne de F0 est basse, l'étendue de F0 est intermédiaire, l'écart-type de F0 est petit, l'intensité moyenne est basse, l'écart-type de l'intensité est petit, la durée est importante, F1 est bas pour /u/ et /a/, F2 est élevé pour /u/, B2 et B3 sont élevées pour /u/, le centre de gravité est haut pour /b/ et /d/, l'écart-type est petit pour /b/ et /d/, les coefficients de dissymétrie et d'aplatissement sont bas pour toutes les consonnes.

Joie : L'énergie en hautes fréquences est intense, le plancher de F0 est haut, la moyenne de F0 est élevée, l'étendue de F0 est importante, l'écart-type de F0 est grand, l'intensité moyenne est élevée, l'écart-type de l'intensité est grand, la durée est importante, F1 est haut pour toutes les voyelles, F2 est haut pour /u/, F3 est haut pour /a/ et les coefficients de dissymétrie et d'aplatissement sont élevés.

Neutre : Il y a peu d'énergie en hautes fréquences, le plancher de F0 est bas, la moyenne de F0 est basse, l'étendue de F0 est petite, l'écart-type de F0 est petit, l'intensité moyenne est intermédiaire, l'écart-type de l'intensité est petit, la durée est importante, F1 est bas pour /u/ mais haut pour /a/, F2 est bas pour /u/ et /a/ mais haut pour /i/, B2 et B3 sont basses pour /u/, le centre de gravité est bas pour /b/ et /d/, l'écart-type est grand pour /b/ et /d/ (mais ceci n'est pas appuyé par les corrélations acoustico-perceptives), les coefficients de dissymétrie et d'aplatissement sont élevés pour toutes les consonnes.

Peur : Le plancher de F0 est haut, la moyenne de F0 est haute, l'étendue de F0 est grande, l'écart-type de F0 est grand, l'intensité moyenne est importante, la durée est réduite, F1 est bas pour /a/, F2 est bas pour /i/ mais haut pour /u/, B2 est basse pour /u/, les coefficients de dissymétrie et d'aplatissement sont bas pour /b/.

Surprise : Il y a peu d'énergie en hautes fréquences, le plancher de F0 est bas, la moyenne de F0 est basse, l'étendue de F0 est importante, l'écart-type de F0 est grand, l'intensité moyenne est importante, l'écart-type de l'intensité est petit, la durée est réduite, F1 est intermédiaire pour /a/, F2 est haut pour /u/ et /a/, B2 est réduite pour /u/ et l'écart-type est réduit pour /d/.

Tristesse : Il y a peu d'énergie en hautes fréquences, le plancher de F0 est bas, la moyenne de F0 est basse, l'étendue de F0 est réduite, l'écart-type de F0 est petit, l'intensité moyenne est faible, l'écart-type de l'intensité est petit, la durée est importante, F1 est bas pour /a/, F2 est haut pour /i/ et /u/ mais bas pour /a/, F3 est bas pour /a/, B2 et B3 sont importantes pour /u/, le centre de gravité est haut pour /b/ et /d/, l'écart-type est petit pour /b/ et /d/, les coefficients de dissymétrie et d'aplatissement sont bas pour toutes les consonnes.

Le Tableau 9.19 résume les résultats obtenus par émotion pour chacun des paramètres acoustiques.

Tableau 10.9 – Résumé des principaux résultats par émotion et par paramètre acoustique;
CG : centre de gravité; ET : écart-type spectral; CD : coefficient de dissymétrie; CA : coefficient
d²aplatissement ; ± : influence tantôt positive et tantôt négative; Ø : paramètre non influencé par
l'émotion; ? : contredit par les corrélations; √ : appuyé par les corrélations

	<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
Balance _{spectrale}	Ø	-√	+√	Ø	-	-
F0 _{plancher}	- ?	-	+	+	-	-
F0 _{moyenne}	- ?	-	+	+	±	-
F0 _{étendue}	- ?	±	+	+	+	-
F0 _{écart-type}	± ?	-	+	+	+	-
Intensité _{moyenne}	±√	-	+	+	±	-
Intensité _{écart-type}	-	-	+	Ø	-	-
Durée	+	+	+√	-	-	+
F1	±√	-	+√	-	±	-
F2	-	+	+	±	+√	±
F3	Ø ?	Ø	+	Ø ?	Ø ?	-
F4	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø ?	Ø
B1	Ø ?	Ø	Ø	Ø ?	Ø	Ø
B2	+	+	Ø	-	-	+
B3	+	+	Ø	Ø	Ø ?	+
B4	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
CG	Ø	+	Ø	Ø	Ø	+
ET	Ø	-	Ø	Ø	-	-
CD	+	-	+	+	Ø	-
CA	+	-	+	+	Ø	-
Espace vocalique	Ø	-	-	-	-	-

10.3 Vérification des prédictions de Scherer (1986)

La théorie de Scherer (1986) prédit que certaines caractéristiques acoustiques seront associées aux émotions modales (voir la section 2.7.1 pour plus de détails). En considérant qu'une prédiction est confirmée pour un paramètre et une émotion donnée si au moins une des influences prédites se retrouve dans nos résultats, les

prédictions de Scherer (1986) sont confirmées par nos résultats dans 26 des 49 cas étudiés soit 53 % des cas. Si l'on tient compte des corrélations acoustico-perceptives, les prédictions pour l'étendue de F0 et la hauteur de F2 pour la *colère* et celles concernant B1 pour la *colère* et la *peur* se trouvent également confirmées. Dans le Tableau 10.10 la présence de deux signes s'explique par le fait que deux différentes étapes de l'évaluation cognitive donnent des résultats pour ce paramètre. Les éléments marqués d'un crochet « √ » sont ceux qui trouvent confirmation ici.

Tableau 10.10 – Prédictions acoustiques de Scherer (1986); cases vides : pas de prédiction; cases contenant deux symboles : élément faisant l'objet de plus d'une prédiction; √ : prédictions confirmées

	<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Peur</i>	<i>Tristesse</i>
Balance _{spectrale}	>>	>	<> √	≥≥	<> √
F0 _{moyenne}	<> √	>	≥ √	≥≥ √	<> √
F0 _{étendu}	>		≥ √	≥≥ √	≤ √
F0 _{écart-type}	> √		≥ √	≥≥ √	≤ √
Intensité _{moyenne}	≥ √	>	≥ √	> √	≤≤ √
Intensité _{écart-type}	>		> √	>	>
Durée			≤	≤≤ √	≥ √
F1	> √	>	> √	>	>
F2	>	> √		> √	> √
B1	>>	>>	<>	>>	<>
Espace vocalique	>	>	>	>	≤ √

10.4 Discussion

10.4.1 Caractéristiques acoustiques associées aux différentes émotions

Le Tableau 10.11 présente un résumé des concordances entre nos résultats et ceux obtenus dans les études antérieures. Les zones ombrées sont celles pour lesquelles il y a concordance, alors que les symboles qui sont pâles représentent une non concordance. Les résultats sont concordants dans 70 % des cas. Notons que dans

la vaste majorité des cas discordants (8/13), nos résultats ne sont pas en opposition à ce qui avait été trouvé antérieurement, mais ne présentent simplement pas de différence significative. Alors que Juslin et Laukka (2003) rapportaient des différences significatives pour la largeur de bande de F1, nous n'en avons trouvé aucune. Les autres valeurs formantiques et les moments centraux n'ont été que peu étudiés par le passé. Il est donc difficile pour ces cas d'effectuer des comparaisons.

Tableau 10.11 – Résumé des résultats par émotion et par paramètre acoustique; √ : conforme aux études antérieures; ? : non conforme aux études antérieures; ± : influence tantôt positive, tantôt négative; Ø : paramètre non influencé par l'émotion

	<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
Balance _{spectrale}	Ø ?	-	+√	Ø ?	-	-√
F0 _{plancher}	-	-	+√	+√	-	-√
F0 _{moyenne}	-√	-√	+√	+√	±√	-√
F0 _{étendu}	-√	±	+√	+√	+√	-√
F0 _{écart-type}	±	-	+√	+?	+	-
Intensité _{moyenne}	±	-√	+√	+	±	-√
Intensité _{écart-type}	-?	-	+	Ø ?	-	-√
Durée	+√	+√	+?	-√	-?	+√
F1	±√	-	+√	-√	±	-√
B1	Ø ?	Ø	Ø ?	Ø ?	Ø	Ø ?
Espace vocalique	Ø ?	-	-	-?	-	-√

Il n'y a que peu de croisements entre les caractéristiques acoustiques que nous avons observées pour la *colère* et celles recensées dans la littérature (voir le chapitre 4). Comme l'expliquent Banse et Scherer (1996), les corrélats acoustiques varient beaucoup selon la variante émotive (ex. : *colère froide* vs *colère chaude*) et les études antérieures ne spécifient que rarement quelle variante est étudiée. Le manque de concordance pourrait donc être expliqué par le fait que nous étudions la *colère froide* et que la majorité des études antérieures semblent avoir étudié la *colère chaude*. Rappelons, également, que les résultats perceptifs pour cette émotion n'étaient pas très élevés, surtout chez les locuteurs masculins. Ainsi, bien que nous ayons observé une diminution des paramètres relatifs à F0, nous avons pu constater qu'une bonne

identification était plutôt liée à une augmentation de ces paramètres (mais voir Frick, 1986 dans Murray et Arnott, 1993 pour des résultats concordants). Comme Banse et Scherer (1996) le suggéraient pour la *colère froide*, nous avons trouvé une diminution du débit et de l'étendue de F0. En ce qui a trait à F1, nous avons trouvé une valeur plus élevée, comme Juslin et Laukka (2003), dans le cas de la voyelle /a/, mais une valeur plus basse, tout comme Frick (1986 dans Murray et Arnott, 1993), dans le cas de la voyelle /i/. Contrairement aux études antérieures, nous n'avons pas trouvé plus d'énergie en hautes fréquences, plus de variation de l'intensité, d'hyperarticulation et F1 n'a pas une plus petite largeur de bande. Alors que les études antérieures trouvaient une augmentation de l'intensité moyenne, les résultats ne sont pas clairs ici. Banse et Scherer (1996) notent que des résultats contradictoires ont été trouvés en ce qui a trait à la variabilité de F0. Nous trouvons plutôt des résultats intermédiaires pour ce paramètre.

Tout comme dans les études antérieures (voir Murray et Arnott, 1993), nous avons observé pour le *dégoût* une diminution du débit, de la moyenne de F0 et de l'intensité. Murray et Arnott (1993) notaient également une augmentation de l'étendue de F0, mais nous obtenons de notre côté des résultats intermédiaires sur ce point. Johnstone et Scherer (2000) notaient que les études ayant procédé par induction (visionnement de films) avaient observé une diminution de la moyenne de F0, contrairement à celles utilisant des acteurs. Bien qu'ayant utilisé des acteurs, nous avons néanmoins constaté une diminution de F0. Johnstone et Scherer (2000) notaient aussi qu'à l'intérieur même des études, peu de similarité ont été trouvées ce qui expliquerait selon eux les faibles taux d'identification généralement trouvés. Dans notre cas, de nombreuses différences significatives ont été trouvées, attestant qu'il y a bien des similarités entre acteurs, et le taux d'identification était très bon (52 % ici comparativement à 31 % chez Johnstone et Scherer, 2000).

Comme dans les études antérieures, nous avons trouvé pour la *joie* une augmentation du plancher de F0, de la moyenne de F0, de l'étendue de F0, de la

variabilité de F0, de l'intensité, de l'énergie en hautes fréquences, de F1, F2 et de F3. Contrairement aux études antérieures, nous avons trouvé une diminution du débit et aucune influence sur la largeur de bande de F1.

Pour la *peur*, comme dans les études antérieures, nous avons trouvé une augmentation du plancher de F0, de la moyenne de F0, de l'étendue de F0, du débit et une diminution de F1. Nous n'avons toutefois pas observé d'augmentation de l'énergie dans les hautes fréquences, d'hyperarticulation, de variation de l'intensité, d'augmentation de la largeur de bande de F1 ou de diminution de la variabilité de F0.

Très peu d'études ont porté sur l'expression vocale de la *surprise*. Tout comme Öster et Risberg (1986), nous avons observé une augmentation de l'étendue de F0 et dans certains cas de la moyenne F0. Alors que Fónagy et Magdics (1963) avaient trouvé une réduction du débit et que Öster et Risberg (1986) n'avaient pas trouvé de modification du débit, nous avons trouvé une augmentation du débit pour cette émotion.

Comme dans les études antérieures, nous avons observé une diminution du plancher de F0, de la moyenne de F0, de l'étendue de F0, de l'intensité, de la variation de l'intensité, de l'intensité en hautes fréquences, de F1 et du débit, de même qu'une hypoarticulation pour la *tristesse*. Nous n'avons toutefois pas observé d'augmentation de la largeur de bande de F1.

10.4.2 Prédications de Scherer (1986)

Les prédictions de Scherer (1986) sont confirmées pour 53 % des cas pour les paramètres acoustiques étudiés (61 % si l'on tient compte des corrélations acoustico-perceptives), soit un résultat similaire à celui obtenu par Juslin et Laukka (2001). Les paramètres prosodiques sont plus largement confirmés que les paramètres spectraux et les prédictions sont avérées plus souvent pour la *joie*, la *peur* et la *tristesse* que pour la *colère froide* et le *dégoût*. Il va sans dire que comme c'était le cas sur le plan articulatoire, les prédictions de Scherer sont d'autant meilleures qu'il disposait de

plusieurs études sur lesquelles se baser pour formuler ses prédictions. En effet, comme nous l'avons déjà mentionné, la *colère froide* et le *dégoût* ont plus rarement été étudiés que la *joie euphorique*, la *peur panique* et la *tristesse mélancolique* et les paramètres prosodiques ont été plus largement étudiés que les paramètres spectraux.

Bien que Scherer (1986) n'ait pas proposé de prédictions pour les caractéristiques spectrales des consonnes, nous aurions pu nous attendre à des prédictions similaires à celles pour la balance spectrale pour le coefficient de dissymétrie, soit une distribution spectrale plus étalée en hautes fréquences pour les émotions présentant un haut degré de tension et à des prédictions similaires à celles pour la largeur de bande pour le coefficient d'aplatissement, soit une distribution spectrale plus aplatie (bas coefficient d'aplatissement) pour les émotions liées à un haut degré de tension. Pour ce qui est du coefficient de dissymétrie, les résultats sont conformes aux prédictions pour la *colère*, la *joie*, la *peur* et la *tristesse*, mais pas pour le *dégoût*. Pour ce qui est du coefficient d'aplatissement, les résultats sont conformes aux prédictions pour le *dégoût*, la *joie* et la *tristesse*, mais pas pour la *colère* et la *peur*.

10.4.3 *Corrélations acoustico-perceptives*

Contrairement à ce qui a été observé sur le plan articulatoire, sur le plan acoustique des interactions significatives entre le sexe de l'acteur et l'émotion ont été trouvées. En somme, des différences ont été observées pour l'énergie en hautes fréquences qui était plus importante chez les femmes pour la *peur*, mais plus importante chez les hommes pour la *tristesse*, le plancher de F0 qui était plus élevé pour les femmes pour la *peur*, F1 qui était plus élevé chez les femmes pour la *joie* et pour F4 qui était plus élevé chez les femmes pour la *colère*, le *dégoût*, le *neutre* et la *surprise*. Les différences trouvées vont toutes dans le sens de fréquences plus élevées chez les femmes, différences qui pourraient s'expliquer par des différences anatomiques, mis à part l'énergie de hautes fréquences qui est plus intense pour la *tristesse* chez les hommes.

Sur le plan perceptif, nous avons noté des différences importantes quant à l'identification correcte des émotions selon le sexe du locuteur pour la *colère*, le *dégoût* et la *surprise* et selon le locuteur lui-même pour la *colère*, le *dégoût*, la *joie* et la *surprise*. Les corrélations acoustico-perceptives, nous ont permis de constater qu'une meilleure identification de la *colère* est associée à des valeurs plus élevées pour le plancher de F0, la moyenne de F0, l'étendue de F0, l'écart-type de F0, l'intensité moyenne, des valeurs de formants élevées pour /a/ et des valeurs importantes pour la B1 de /a/ et la B2 de /i/. Une bonne identification du *dégoût* est corrélée avec peu d'énergie en hautes fréquences. La *joie* quant à elle est liée à beaucoup d'énergie en hautes fréquences, une durée plus importante et un F1 élevé pour /u/. Finalement, l'identification correcte de la *surprise* est corrélée avec des valeurs de formants élevées pour /a/ et une B3 élevée pour /u/.

Tous les paramètres acoustiques analysés ne sont pas également affectés par les émotions. En effet, pour les voyelles, F1 et F2 sont particulièrement touchés, comme c'était le cas dans les études antérieures (Juslin et Laukka, 2001; Yildirim *et al.*, 2004) alors que F3, F4 et les largeurs de bande ne sont pratiquement pas touchés par des différences significatives. Toutefois, les corrélations acoustico-perceptives montrent des liens importants entre l'identification correcte des émotions et F3, F4 et les largeurs de bande.

10.4.4 Liens entre les résultats articulatoires et les résultats acoustiques

Dans le cas des voyelles, le premier formant est lié à l'aperture, alors que le deuxième formant est plutôt lié à l'antériorité (voir la section 1.3). Dans le cas de la *joie* où nous avons observé une plus petite aperture (dos de la langue et mâchoire élevés), il y a en effet augmentation du premier formant, tandis que dans le cas du *dégoût* et de la *tristesse* où une plus grande aperture a été observée, nous constatons également une diminution de F1. Dans le cas de la *surprise*, les résultats articulatoires donnaient une aperture intermédiaire et les résultats acoustiques vont de pair. Dans le

cas de la *colère*, de la *peur* et du *neutre*, l'aperture est plus petite, ce qui devrait donner lieu à un premier formant élevé. Les résultats acoustiques sont toutefois ambigus ou contraires à ce qui est attendu, probablement dû au fait que la distance interlabiale n'est pas diminuée pour ces trois émotions.

Sur le plan articulatoire, l'antériorité du dos de la langue n'est que très peu affectée par les émotions, c'est donc probablement la protrusion qui vient agir pour modifier la longueur de la cavité avant. En effet, nous observons une diminution de F2 pour la *colère* et le *neutre*, mais une augmentation pour le *dégoût*, la *joie*, la *surprise* et la *tristesse*. Or, la protrusion est moindre pour le *dégoût* et la *joie* mais supérieure pour le *neutre*. Dans le cas de la *peur*, l'influence est intermédiaire, tant sur le plan articulatoire qu'acoustique. Dans le cas de la *surprise* et de la *tristesse*, le fait que l'aire aux lèvres (distance interlabiale et étirement) soit diminuée vient probablement contrecarrer l'effet de la protrusion. Pour ce qui est de la *colère*, la diminution de F2 est difficile à expliquer à partir des positions articulatoires enregistrées, à moins que le larynx ne soit abaissé, ce qui est probable pour la production d'un F0 très bas comme c'est le cas ici.

Dans le cas des consonnes, une cavité avant plus grande est associée à un centre de gravité plus bas (voir la section 1.3). Acoustiquement, le *neutre* a un centre de gravité plus bas que le *dégoût* et la *tristesse*. Toujours pour le *dégoût* et la *tristesse*, l'apex est effectivement plus antérieur et l'aire aux lèvres est réduite, alors que l'inverse est vrai pour le *neutre*.

Tout comme c'était le cas sur le plan articulatoire, sur le plan acoustique les différents phonèmes ne sont pas tous autant affectés les uns que les autres par les différentes émotions (pour des résultats similaires voir Lee *et al.*, 2004; Yildirim *et al.*, 2004). En effet, pour les consonnes, /b/ est plus affecté que /d/ qui l'est plus que /g/ et pour les voyelles, la hauteur des formants est très affectée pour /a/, suivie de /u/ puis de /i/, et pour les largeur de bande des formants seul /u/ est affecté.

Contrairement à ce qu'affirmaient Lee *et al.* (2004), les occlusives ne semblent pas moins affectées que les voyelles. Toutefois, ces différences ne sont pas parallèles aux différences observées sur le plan articulatoire. En effet, sur le plan articulatoire, /i/ était tout autant affecté que /a/ alors que sur le plan acoustique /a/ est largement plus affecté que /i/ et /g/ était plus affecté sur le plan articulatoire que /d/ alors que l'inverse est vrai ici. Cela n'a rien d'étonnant puisque les relations articulatoire-acoustiques sont non linéaires. Par exemple, /g/ bénéficiait de beaucoup de liberté articulatoire, entre autre à cause du fait qu'il se situe dans une zone de stabilité acoustique et, de ce fait, il ne saurait être largement influencé acoustiquement. La relation entre liberté articulatoire et liberté acoustique n'est pas simplement d'ordre inverse puisque ce critère n'est pas le seul à entrer en jeu. Ainsi, les prédictions de degrés de liberté articulatoire ne sauraient être transposées dans le domaine acoustique. Notons toutefois que /a/ bénéficie naturellement d'une zone acoustique plus grande puisqu'il est situé dans une zone non encombrée du trapèze, alors que /i/ bénéficie d'une zone acoustique particulièrement restreinte vue sa position dans le trapèze.

De plus, alors que les résultats articulatoires allaient généralement dans la même direction pour tous les phonèmes, les résultats acoustiques varient d'un phonème à l'autre. Comme nous l'avons mentionné précédemment, les relations articulatoire-acoustiques sont non-linéaires. Un même changement articulatoire peut donc avoir des conséquences acoustiques variables selon la zone du conduit vocal où il se produit. Il semble donc que l'invariance soit au niveau articulatoire dans le cas des émotions. Ce résultat était prévisible étant donné que l'effet des émotions sur la voix s'explique par la présence de contractions musculaires précises. Il est tout de même intéressant de constater que les acteurs adoptent ce comportement, c'est-à-dire que pour produire une émotion audible, ils contractent certains muscles précis plutôt que d'essayer d'atteindre une cible acoustique donnée.

CINQUIÈME PARTIE

DISCUSSION ET CONCLUSION

CHAPITRE XI

DISCUSSION GÉNÉRALE ET CONCLUSION

Les émotions constituent des épisodes intenses et relativement brefs, en réponse à des stimuli jugés comme étant très importants pour l'organisme et elles sont le fruit d'une évaluation cognitive liée aux buts et aux besoins de l'organisme. Pour faire face à la situation, en plus de l'impression subjective, l'émotion implique des changements physiologiques et expressifs importants. La production de la parole s'en trouve grandement affectée sur le plan de la respiration, de la phonation et de l'articulation. Dans le cadre de cette thèse, nous avons tenté de mieux comprendre l'impact des émotions sur l'articulation de la parole.

L'examen détaillé des études articulatoires effectuées à ce jour nous a permis de constater que certains auteurs concluaient à une influence locale (variable selon le substrat phonémique) des émotions sur la parole alors que d'autres concluaient à une influence globale de celles-ci. Notre interprétation des résultats articulatoires obtenus dans les études antérieures est toutefois différente : l'influence des émotions sur les articulateurs ne se fait que dans la mesure où les articulateurs ne sont que peu ou pas recrutés pour la production des segments. Par exemple, Caldognetto, Cosi et Cavicchio (2004) et Caldognetto *et al.* (2003; 2004) ont observé que certains paramètres varient différemment selon le segment à produire (ex. : la distance interlabiale est variable selon l'émotion pour /a/, mais pas pour /b/) et d'autres non

(ex. : la position des coins varie selon l'émotion pour tous les segments) et ils considèrent donc que la même émotion est produite différemment selon le segment. Notre interprétation est plutôt que la distance interlabiale est beaucoup plus discriminante phonétiquement que ne l'est la position des coins des lèvres qui sont donc, eux, libres pour l'expression des émotions.

Le recrutement des articulateurs pour la production de phonèmes étant graduel et non binaire, nous avons établi une échelle de recrutement des articulateurs prenant en compte quatre critères, soit le fait que l'articulateur soit ou non recruté pour produire un trait pertinent dans la langue (ex. : lèvres et consonne labiale), le fait qu'il soit ou non entraîné passivement lors de la production d'un segment (ex. : dos de la langue et consonne apicale), le fait qu'il y ait ou non des compensations possibles (ex. : consonne bilabiale et mâchoire) et le degré de précision articuloire requis (ex. : plus grande latitude articuloire dans la zone palatale). À partir de ces quatre critères, nous avons établi des prédictions quant au degré de modifications qui toucheraient chacun des articulateurs pour différents phonèmes.

Nous distinguons en fait trois différents degrés de liberté; III représentant le maximum de liberté et I le minimum. Un paramètre est maximalelement libre (III) lorsqu'il n'est associé à aucun trait distinctif (ex. : hauteur des coins) et n'est pas entraîné passivement. Un paramètre est partiellement libre (II) s'il est entraîné passivement, si le même but peut être atteint pas d'autres manœuvres ou si le geste à produire doit avoir lieu dans une zone de stabilité acoustique. Les paramètres maximalelement impliqués (I) sont ceux qui sont liés de façon directe à un trait distinctif et qui doivent atteindre une position très précise (ex. : les lèvres dans le cas de la distance interlabiale et de l'occlusion bilabiale). Le Tableau 11.1 (tiré de la section 6.1) résume nos prédictions pour les six phonèmes étudiés (/i u a b d g/) pour différents paramètres articuloires.

Tableau 11.1 – Prédiction des degrés de liberté par paramètre articulatoire et par segment;
I : liberté minimum; II : liberté intermédiaire; III : liberté maximum; h : hauteur; a : antériorité

	Dos		Apex		Hauteur mâchoire	Distance interlabiale	Protrusion / étirement	Hauteur coins
	a	h	a	h				
/i/	I	I	II	II	II	II	II	III
/u/	II	II	II	II	II	II	II	III
/a/	I	II	II	II	II	II	II	II
/b/	III	III	III	III	II	I	II	III
/d/	II	II	I	I	II	II	III	III
/g/	II	I	II	II	II	II	III	III

Le présent travail avait pour principal objectif de vérifier ces hypothèses, en plus de fournir une description articulatoire et acoustique fine des émotions à l'étude. Pour ce faire, nous avons enregistré dix acteurs professionnels (cinq hommes, cinq femmes) au moyen d'un articulographe AG500 alors qu'ils prononçaient cinq répétitions d'une phrase standardisée (« Guy Badou est là ») placée dans différents scénarios propres à provoquer la *colère froide*, le *dégoût*, la *joie euphorique*, le *neutre*, la *peur panique*, la *tristesse mélancolique* et la *surprise*. Afin de déterminer dans quelle mesure les cibles émotives ont bel et bien été atteintes, nous avons procédé à un test d'identification au moyen du logiciel Praat. Dix auditeurs (cinq hommes, cinq femmes), âgés de 24 à 40 ans, ayant le français québécois comme langue maternelle et n'ayant pas de troubles de langage ou de l'audition connus ont pris part à l'étude. Les auditeurs avaient pour tâche d'identifier l'émotion entendue parmi une liste de choix fermée (*neutre*, *tristesse*, *peur*, *dégoût*, *colère*, *joie*, *surprise*, *autre*). Puis différentes mesures articulatoires et acoustiques ont été effectués sur les stimuli enregistrés. Les paramètres articulatoires étudiés sont la hauteur et l'antériorité du dos et de l'apex, le caractère plus ou moins bombé de la langue, la hauteur de la mâchoire, la distance interlabiale, la protrusion, l'étirement, la hauteur moyenne des coins des lèvres et l'espace vocalique au moment des tenues articulatoires. Les mesures acoustiques sont la balance spectrale, le plancher de F0, la moyenne de F0, l'étendue de F0, l'écart-

type de F0, l'intensité moyenne, l'écart-type de l'intensité, la durée de la séquence, la hauteur et la largeur de bande des quatre premiers formants, les moments centraux (centre de gravité, écart-type spectral, coefficients de dissymétrie et d'aplatissement) et l'espace vocalique. Finalement, des ANOVAs à mesures répétées et des corrélations acoustico-perceptives et articulatoire-perceptives ont été effectuées afin d'établir le profil articulatoire et acoustique des émotions à l'étude et de vérifier nos hypothèses.

Les résultats obtenus au test de perception sont dans l'ordre de ce que l'on retrouve dans la littérature soit un taux d'identification moyen de 63 % (Scherer *et al.* (1991) rapportaient une performance moyenne de 56 %, alors que van Bezooeyen (1984) rapportait une performance moyenne de 65 %). Dans tous les cas, l'émotion choisie la plus fréquemment est l'émotion qui avait été produite par les acteurs. La *colère* et le *dégoût* sont souvent confondus l'un avec l'autre et sont moins bien reconnus que le *neutre*. Ces résultats diffèrent de ceux compilés par Johnstone et Scherer (2000) où vocalement la *colère* était particulièrement bien reconnue. Il est probable que ce résultat soit dû au fait que nous étudions la *colère froide* et non la *colère chaude* comme c'était le cas ailleurs. Par contre, le *dégoût* est particulièrement bien reconnu ici. Il s'est également avéré que les femmes sont de meilleures encodeuses que les hommes (voir Scherer, Banse et Wallbott, 2001; Zuckerman *et al.*, 1975 pour des résultats similaires) et ce, particulièrement pour la *colère*, le *dégoût* et la *surprise*. La différence est particulièrement importante dans le cas de la *colère*, avec un taux d'identification correcte de 71 % pour les femmes contre un taux de 25 % pour les hommes. Ce résultat est étonnant compte tenu du fait que, du moins sur le plan facial, les femmes sont normalement moins bonnes que les hommes pour exprimer cette émotion qui est associée à la dominance dans une vaste majorité de cultures. Les corrélations acoustico-perceptives nous ont permis de constater qu'une meilleure identification de la *colère* est associée à des valeurs plus élevées pour le plancher de F0, la moyenne de F0, l'étendue de F0, l'écart-type de F0 et l'intensité

moyenne. Une bonne identification du *dégoût* est plutôt corrélée avec peu d'énergie en hautes fréquences alors que l'identification correcte de la *surprise* est corrélée avec des valeurs de formants élevées.

Sur le plan articulatoire et acoustique, les émotions étudiées ont les caractéristiques suivantes (voir le Tableau 11.2 qui résume les principales caractéristiques des différentes émotions et la concordance de nos résultats avec les études antérieures) :

Colère : L'apex est bas, l'étirement est peu important, la mâchoire est haute, la protrusion est peu importante, les coins sont bas, le dos est haut et antérieur et l'espace vocalique articulatoire est intermédiaire. Le plancher de F0 est bas, la moyenne de F0 est basse, l'étendue de F0 est petite, l'écart-type de F0 est petit, l'intensité moyenne est élevée, l'écart-type de l'intensité est petit, la durée est importante, F2 est bas, B2 et B3 sont élevées et les coefficients de dissymétrie et d'aplatissement sont élevés. Mais rappelons que la *colère* produite par les hommes était difficilement identifiable. D'ailleurs, alors que nous avons observé une diminution de F0 (moyenne, plancher et étendue), ainsi qu'un abaissement de la hauteur des coins, ces caractéristiques ne sont pas corrélées avec une bonne identification.

Dégoût : L'étirement est peu important, la mâchoire est haute, l'apex est haut et antérieur, la distance interlabiale est peu importante, les coins sont bas, la protrusion est peu importante, le dos est haut, la langue est bombée, le dos est antérieur et l'espace vocalique articulatoire est réduit. Il y a peu d'énergie en hautes fréquences, le plancher de F0 est bas, la moyenne de F0 est basse, l'étendue de F0 est intermédiaire, l'écart-type de F0 est petit, l'intensité moyenne est basse, l'écart-type de l'intensité est petit, la durée est importante, F1 est bas, F2 est élevé, B2 et B3 sont élevées, le centre de gravité est haut, l'écart-type spectral est petit et les coefficients de dissymétrie et d'aplatissement sont bas.

Joie : L'étirement est important de même que la hauteur des coins, la protrusion est peu importante, la mâchoire est basse, la distance interlabiale est grande, le dos est bas de même que l'apex qui est aussi postérieur comme l'est le dos, l'espace vocalique articuloire est très important et la langue est plate. L'énergie en hautes fréquences est intense, le plancher de F0 est haut, la moyenne de F0 est élevée, l'étendue de F0 est importante, l'écart-type de F0 est grand, l'intensité moyenne est élevée, l'écart-type de l'intensité est grand, la durée est importante, les formants sont hauts et les coefficients de dissymétrie et d'aplatissement sont élevés.

Neutre : La protrusion est importante, la mâchoire est haute, l'étirement est important, les coins sont hauts, l'apex est haut de même que le dos, la distance interlabiale est importante, la langue est bombée, le dos est antérieur et l'espace vocalique articuloire est réduit. Il y a peu d'énergie en hautes fréquences, le plancher de F0 est bas, la moyenne de F0 est basse, l'étendue de F0 est petite, l'écart-type de F0 est petit, l'intensité moyenne est intermédiaire, l'écart-type de l'intensité est petit, la durée est importante, B2 et B3 sont basses, le centre de gravité est bas, l'écart-type est grand, les coefficients de dissymétrie et d'aplatissement sont élevés.

Peur : La mâchoire est basse, l'apex est bas et antérieur, les coins sont bas, le dos est postérieur et bas, la langue est plate, la distance interlabiale est importante et l'espace vocalique articuloire est important. Le plancher de F0 est haut, la moyenne de F0 est haute, l'étendue de F0 est grande, l'écart-type de F0 est grand, l'intensité moyenne est importante, la durée est réduite, F1 est bas, B2 est basse, les coefficients de dissymétrie et d'aplatissement sont bas.

Surprise : L'étirement est peu important de même que la distance interlabiale, l'apex est haut, les coins sont bas, le dos est haut, l'apex est antérieur de même que le dos, l'espace vocalique articuloire est très réduit et la langue est bombée. Il y a peu d'énergie en hautes fréquences, le plancher de F0 est bas, la moyenne de F0 est basse, l'étendue de F0 est importante, l'écart-type de F0 est grand, l'intensité moyenne est importante, l'écart-type de l'intensité est petit, la durée est réduite, F2 est haut, B2 est réduite et l'écart-type spectral est réduit.

Tristesse : La mâchoire est haute, la protrusion est importante, l'étirement est peu important, l'apex est haut, les coins sont bas, la distance interlabiale est peu importante, le dos est haut, le dos et l'apex sont antérieurs et l'espace vocalique articuloire est réduit. Il y a peu d'énergie en hautes fréquences, le plancher de F0 est bas, la moyenne de F0 est basse, l'étendue de F0 est réduite, l'écart-type de F0 est petit, l'intensité moyenne est faible, l'écart-type de l'intensité est petit, la durée est importante, F1 et F3 sont bas, B2 et B3 sont importantes, le centre de gravité est haut, l'écart-type spectral est petit, les coefficients de dissymétrie et d'aplatissement sont bas.

Tableau 11.2 – Résumé des principaux résultats par émotion et par paramètre; CG : centre de gravité; ET : écart-type spectral; CD : coefficient de dissymétrie; CA : coefficient d'aplatissement ; ± : influence tantôt positive et tantôt négative; Ø : paramètre non influencé par l'émotion; ? : contredit par les études antérieures; √ : appuyé par les études antérieures

	<i>Colère</i>	<i>Dégoût</i>	<i>Joie</i>	<i>Peur</i>	<i>Surprise</i>	<i>Tristesse</i>
Balance _{spectrale}	Ø ?	-	+√	Ø ?	-	-√
FO _{plancher}	-	-	+√	+√	-	-√
FO _{moyenne}	-√	-√	+√	+√	±√	-√
FO _{étendu}	-√	±	+√	+√	+√	-√
FO _{écart-type}	±	-	+√	+ ?	+	-
Intensité _{moyenne}	±	-√	+√	+	±	-√
Intensité _{écart-type}	- ?	-	+	Ø ?	-	-√
Durée	+√	+√	+	-√	- ?	+√
F1	±√	-	+√	-√	±	-√
F2	-	+	+	±	+	±
F3	Ø	Ø	+	Ø	Ø	-
F4	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
B1	Ø ?	Ø	Ø ?	Ø ?	Ø	Ø ?
B2	+	+	Ø	-	-	+
B3	+	+	Ø	Ø	Ø	+
B4	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
CG	Ø	+	Ø	Ø	Ø	+
ET	Ø	-	Ø	Ø	-	-
CD	+	-	+	+	Ø	-
CA	+	-	+	+	Ø	-
Espace _{acoustique}	Ø ?	-	-	- ?	-	-√
Espace _{articulatoire}	±	-	+	+	-	-
Dos _{antériorité}	+	+	-	-	+	+
Dos _{hauteur}	+	+	-	-	+	+
Apex _{antériorité}	±	+	-	-	+	+√
Apex _{hauteur}	-	+	-	-	+	+√
Mâchoire _{hauteur}	+	+	-	-	±	+√
Distance _{interlabiale}	Ø	-√	+	+√	-√	-√
Protrusion	-	-√	-√	±	+	+
Étirement	-√	-	+√	±	-√	-√
Hauteur des coins	-	-	+√	-	-	-

Notons que plusieurs paramètres spectraux (balance spectrale, F1, F2, coefficients de dissymétrie et d'aplatissement) sont grandement influencés par les émotions.

Par ailleurs, alors que les résultats articulatoires allaient généralement dans la même direction pour tous les phonèmes, les résultats acoustiques varient d'un phonème à l'autre. Ainsi, dans le cas des émotions, l'invariance semble être au niveau articulatoire étant donné la présence, lors d'un épisode émotif, de contractions musculaires précises. Les acteurs auraient donc recours, pour produire les émotions, à la contraction de certains muscles plutôt qu'à la production de cibles acoustiques données.

Les résultats articulatoires obtenus confirment largement notre hypothèse des degrés de liberté qui a permis des prédictions exactes pour 85,2 % des cas de figure étudiés (voir le Tableau 11.3 tiré de la section 9.5 où un crochet apparaît en cas de confirmation). La majorité des prédictions ne s'étant pas avérées découle du fait que la coarticulation n'avait pas été prise en compte lors de la formulation des hypothèses. En effet, lorsque la langue est totalement libre pour la production d'un segment, elle est recrutée par la composante linguistique pour la production des segments environnants et elle ne peut plus alors participer à l'expression des émotions. De plus, certaines prédictions n'ont pas trouvé confirmation suite à une mauvaise appréciation de la force d'entraînement qu'exerce l'apex sur le dos.

Tableau 11.3 – Confirmation des hypothèses concernant le comportement des différents paramètres articulatoires pour les différents phonèmes; blanc : liberté de I; gris pâle : liberté de II; gris foncé : liberté de III; √ : hypothèse vérifiée

	Dos		Apex		Hauteur mâchoire	Distance interlabiale	Protrusion	Étirement	Hauteur coins
	x	z	x	z					
/i/	√	√	√	√	√	√	√	√	
/u/	√	√	√	√	√	√	√	√	
/a/	√	√	√	√	√	√	√	√	√
/b/					√	√	√	√	
/d/			√	√	√	√			
/g/	√	√	√	√	√	√			

Nos résultats tendent à indiquer que ce soit la position de base des articulateurs qui soit modifiée lors d'un épisode émotif et non la tension des différents articulateurs. En effet, dans le premier cas les changements articulatoires seraient très diversifiés alors que dans le deuxième cas, ils seraient uniquement à placer sur un continuum allant d'hypoarticulation à hyperarticulation comme le suggéraient Narayanan et ses collègues (Busso et Narayanan, 2006, 2007b, a; Lee, Bresch et Narayanan, 2006; Lee *et al.*, 2006; Lee *et al.*, 2005 voir aussi Kienast et Sendlmeier, 2000; Lindblom, 1990). De plus, l'hypothèse des degrés de liberté ne saurait être confirmée que dans le cas où c'est la position de base qui est modifiée. En effet, si nous avons à faire à une augmentation de la tension, ce serait plutôt les articulateurs recrutés qui seraient influencés et dont le signal afférent serait plus ou moins fort selon l'émotion. Dans ce cas, l'influence d'une émotion ne serait pas d'amener les articulateurs vers une même direction comme c'est majoritairement le cas ici, mais plutôt dans des directions variables selon le phonème à produire. Il semble donc que les émotions influencent la position de base des articulateurs ou, comme le

formuleraient Saltzman et Munhall (1989)¹, que les émotions viennent agir comme un attracteur sur les différents articulateurs plutôt que de modifier leur tension. Dans le cas où la tension est suffisante pour contrecarrer cet attracteur, l'articulateur n'est pas influencé, mais si la tension n'est pas assez grande, c'est-à-dire si l'articulateur n'est pas recruté, l'attracteur influence sa position.

Ce travail est, à notre connaissance, le premier tentant d'expliquer comment les émotions influencent la production de la parole au niveau segmental, les études antérieures s'étant principalement intéressées au niveau suprasegmental ou s'étant limitées au niveau descriptif. Divers systèmes d'interaction homme-machine (ex. : tuteur, jeu électronique, outil d'aide à la communication, tête parlante, etc.) pourraient être améliorés grâce aux connaissances issues de ce travail par une meilleure production auditive et visuelle des émotions et donc une meilleure perception chez les utilisateurs.

Notre recherche a évidemment quelques lacunes. La première d'entre elles est sans nul doute le fait que les émotions analysées sont simulées. Il va sans dire qu'il serait intéressant de tenter l'expérience en utilisant l'induction d'émotions. Le fait que la *colère* ait été mal identifiée chez les hommes est également problématique. Nous espérons avoir minimisé l'impact de ce fait en corrélant les valeurs mesurées avec les résultats perceptifs. De plus, l'articulographe ne permet pas d'étudier tous les articulateurs (ex. : hauteur du larynx, racine de la langue et velum). Il serait intéressant de vérifier nos hypothèses sur ces articulateurs également et sur un plus gros corpus. Pour la suite, nous aimerions effectuer des simulations au moyen du modèle articulatoire de Saltzman et Munhall (1989) afin de vérifier dans quelle mesure la simple spécification d'une position de base propre à chaque émotion permettrait de reproduire les effets observés ici.

¹ Le modèle de Saltzman et ses collègues (« *Task-Dynamic* » ou « *Action Theory* » Saltzman, 1991; Saltzman et Munhall, 1989) est capable de rendre compte du comportement dynamique des articulateurs par la simple spécification d'une position cible, du degré de raideur et d'une position de base.

ANNEXE I : RÉSULTATS ARTICULATOIRES NON-SIGNIFICATIFS

Pour la moyenne de l'énoncé, l'antériorité du dos de la langue n'est pas significativement influencée par les émotions ($F(6,48) = 1,510$; $p > 0,05$) (voir la Figure I).

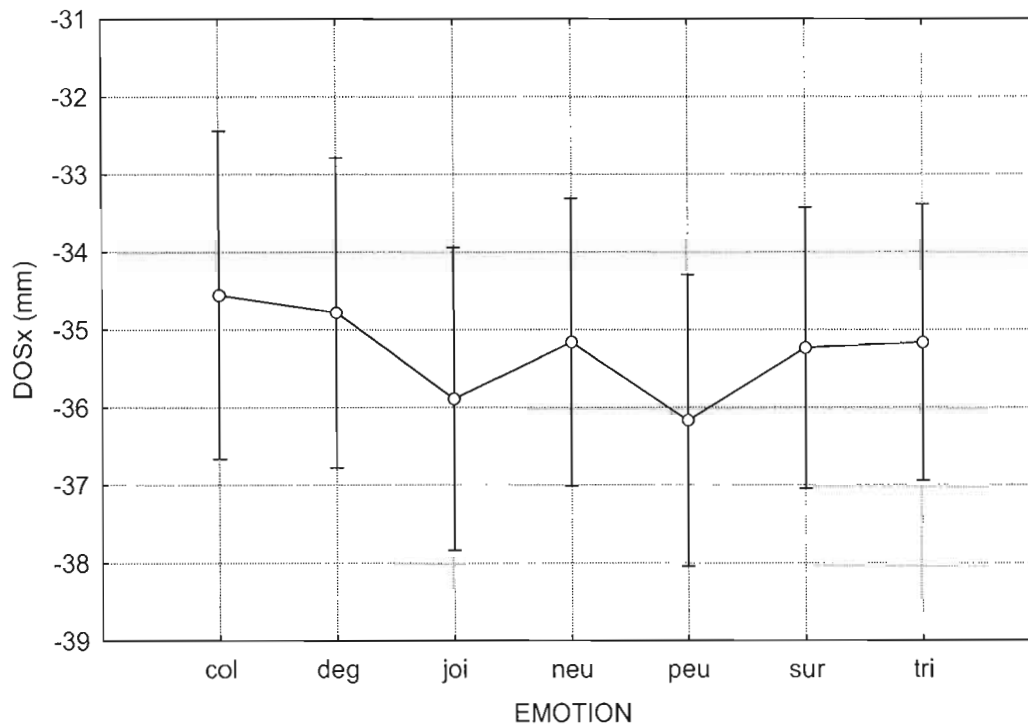


Figure I – Moyenne et écart-type de l'antériorité du dos de la langue par émotion pour la moyenne de l'énoncé; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : avant; - : arrière

Pour la moyenne de l'énoncé, l'orientation coronale de la lame de la langue n'est pas significativement influencée par les émotions ($F(3,23) = 2,005$; $p > 0,05$) (voir la Figure II).

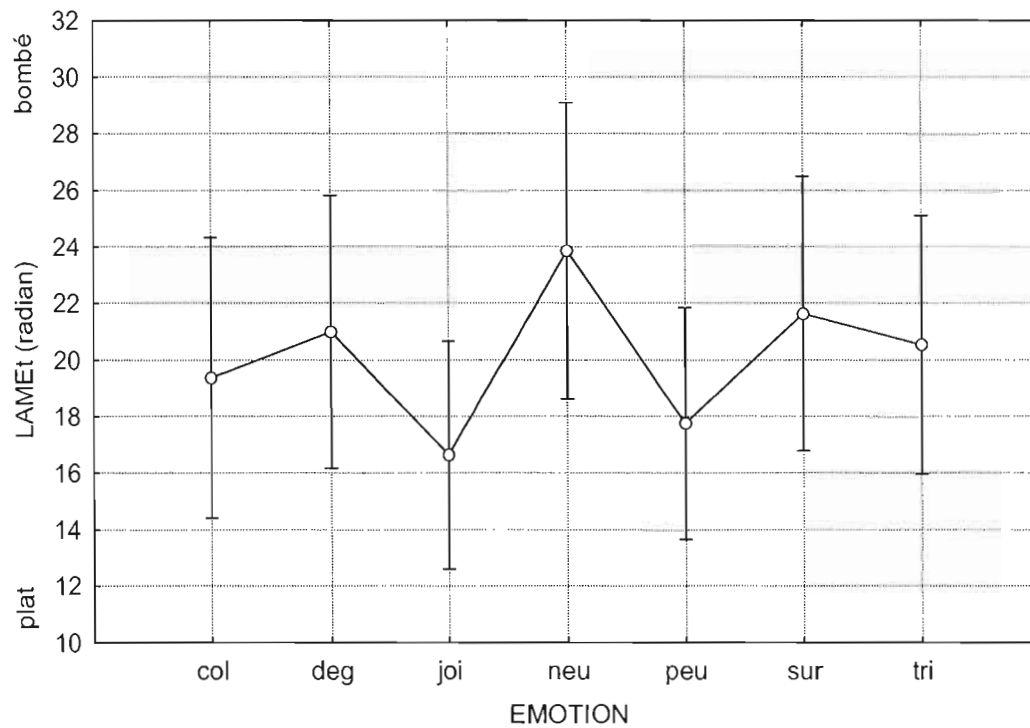


Figure II – Moyenne et écart-type de l'orientation coronale de la lame de la langue par émotion pour la moyenne de l'énoncé; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; + : bombé; - : plat

Pour le phonème /i/, l'antériorité du dos de la langue n'est pas significativement influencée par les émotions ($F(6,48) = 1,739$; $p > 0,05$) (voir la Figure III).

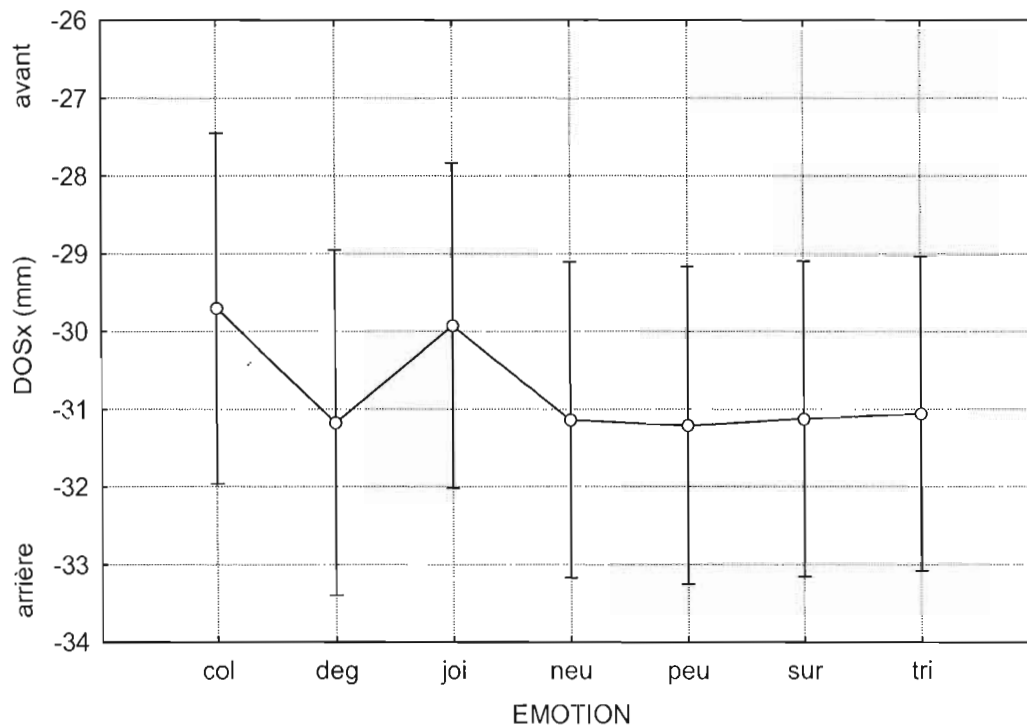


Figure III – Moyenne et écart-type de l'antériorité du dos de la langue par émotion pour le phonème /i/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : avant; - : arrière

Pour le phonème /a/, l'antériorité du dos de la langue n'est pas significativement influencée par les émotions ($F(6,48) = 2,161; p > 0,05$) (voir la Figure IV).

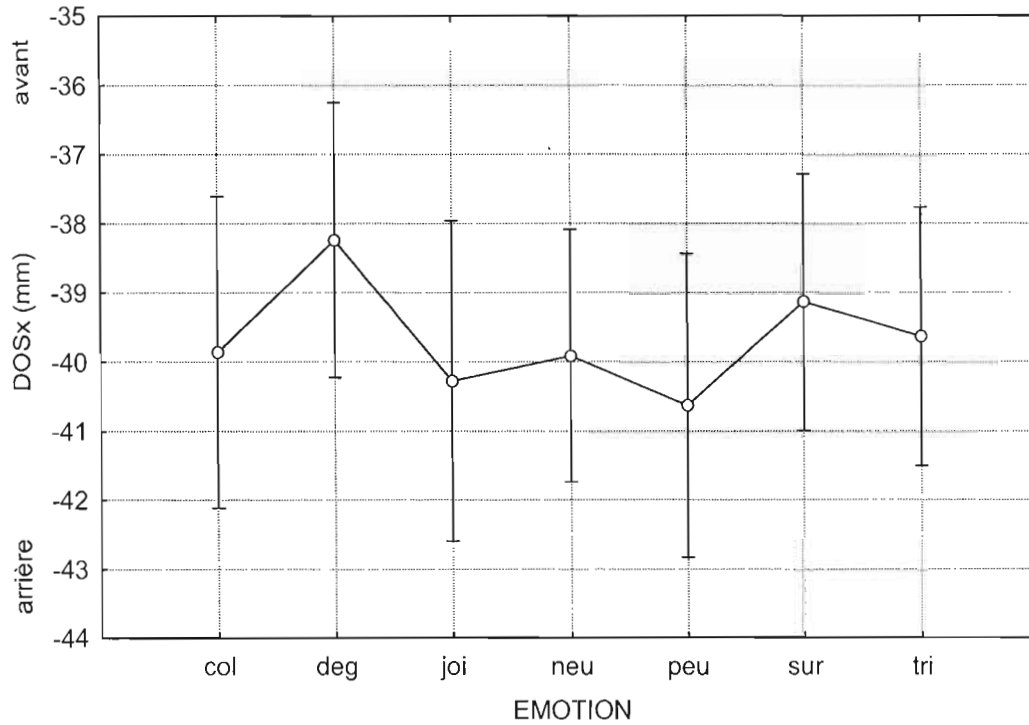


Figure IV – Moyenne et écart-type de l'antériorité du dos de la langue par émotion pour le phonème /a/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : avant; - : arrière

Pour le phonème /b/, l'antériorité du dos de la langue n'est pas significativement influencée par les émotions ($F(6,48) = 0,726; p > 0,05$) (voir la Figure V).

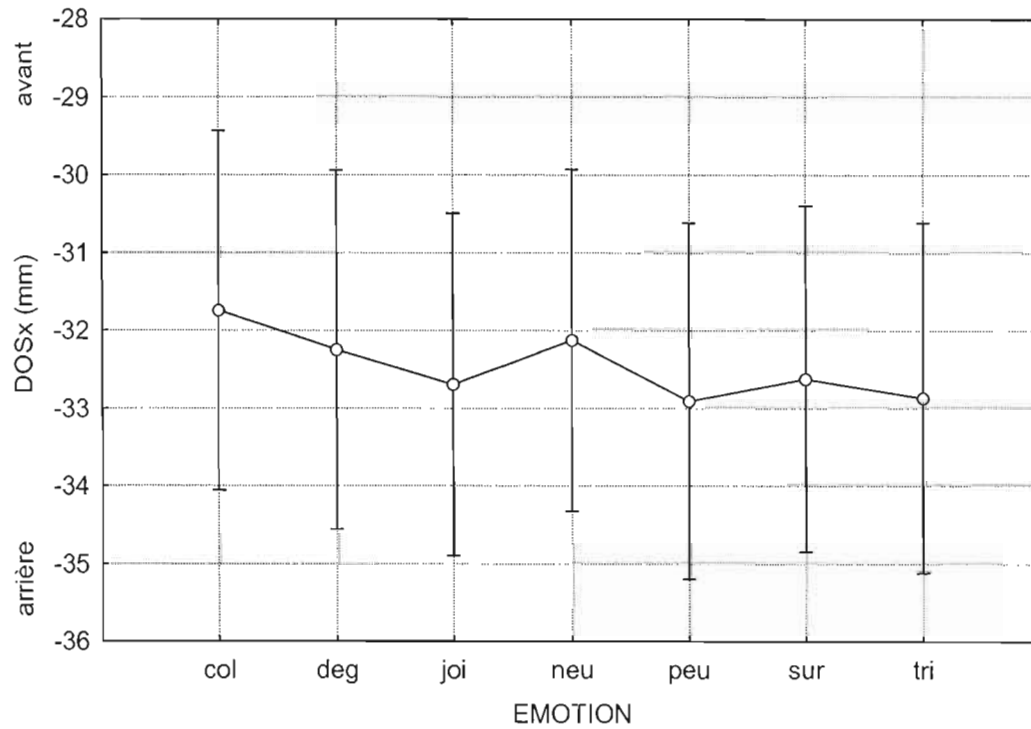


Figure V – Moyenne et écart-type de l'antériorité du dos de la langue par émotion pour le phonème /b/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : avant; - : arrière

Pour le phonème /d/, l'antériorité du dos de la langue n'est pas significativement influencée par les émotions ($F(6,48) = 0,675; p > 0,05$) (voir la Figure VI).

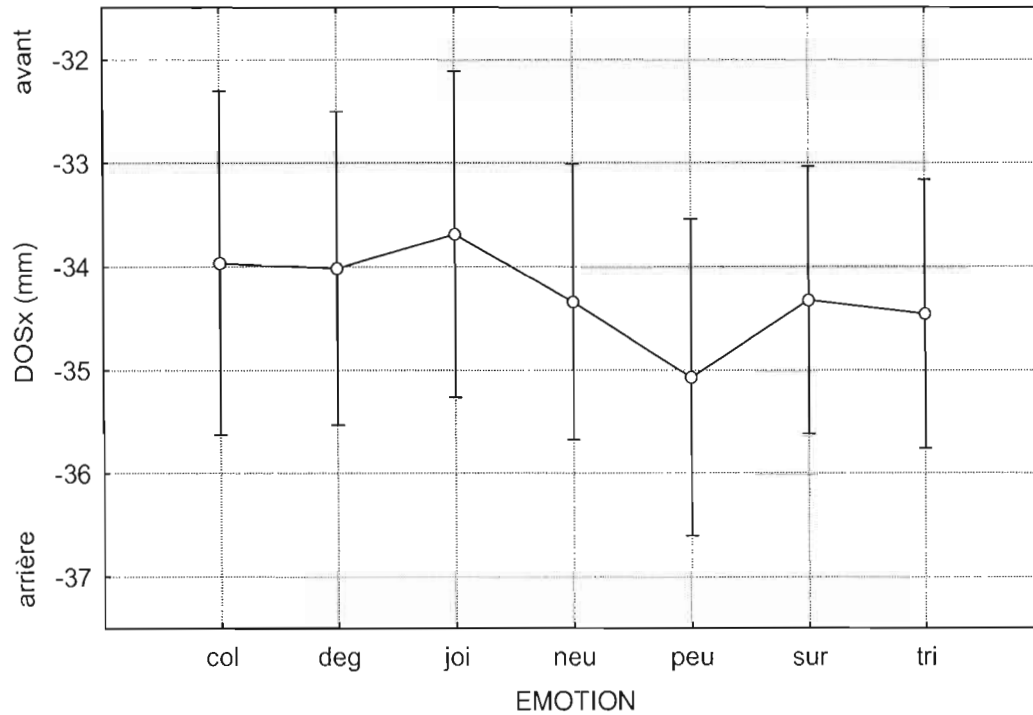


Figure VI – Moyenne et écart-type de l'antériorité du dos de la langue par émotion pour le phonème /d/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : avant; - : arrière

Pour le phonème /i/, la hauteur du dos de la langue n'est pas significativement influencée par les émotions ($F(6,48) = 1,477; p > 0,05$) (voir la Figure VII).

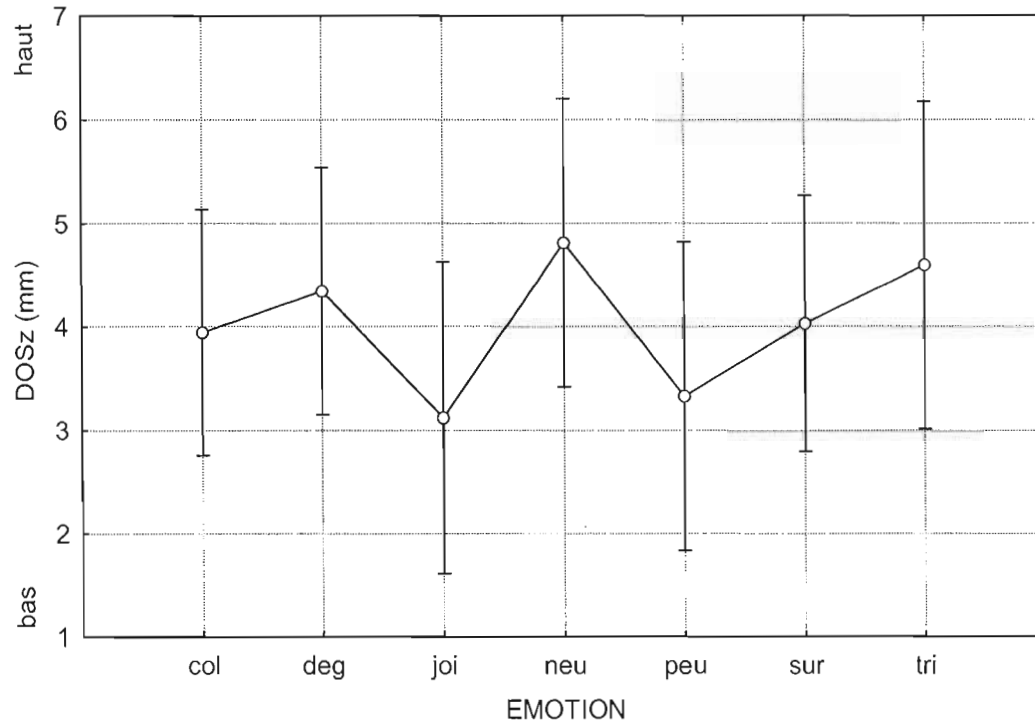


Figure VII – Moyenne et écart-type de la hauteur du dos de la langue par émotion pour le phonème /i/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas

Pour le phonème /d/, la hauteur du dos de la langue n'est pas significativement influencée par les émotions ($F(6,44) = 0,267; p > 0,05$) (voir la Figure VIII).

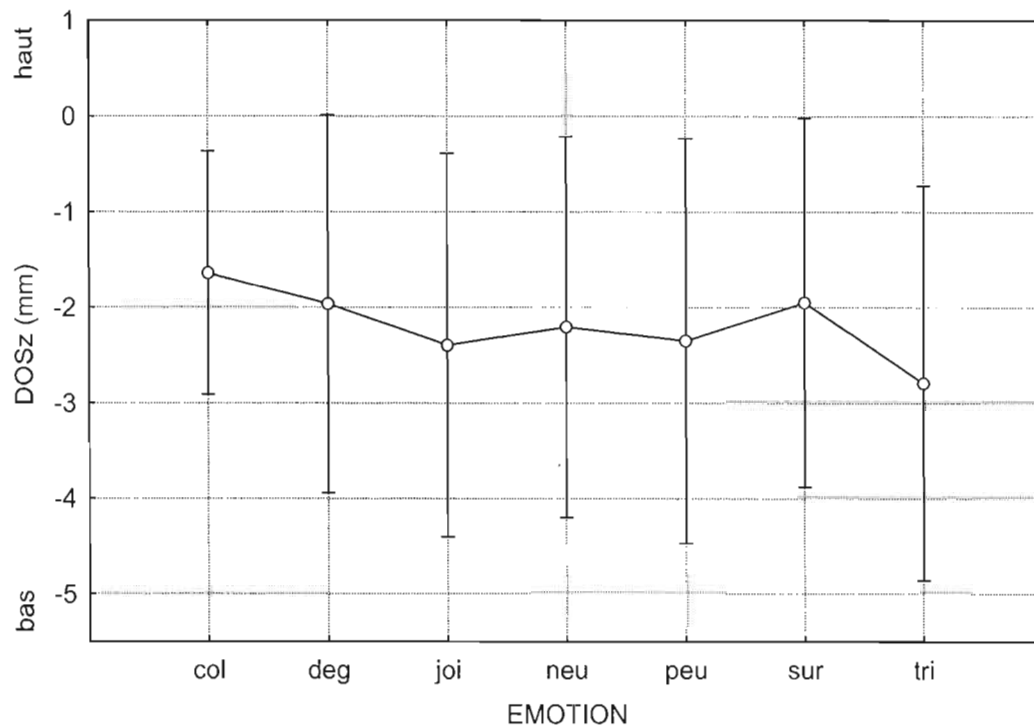


Figure VIII – Moyenne et écart-type de la hauteur du dos de la langue par émotion pour le phonème /d/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas

Pour le phonème /g/, la hauteur du dos de la langue n'est pas significativement influencée par les émotions ($F(6,48) = 1,122; p > 0,05$) (voir la Figure IX).

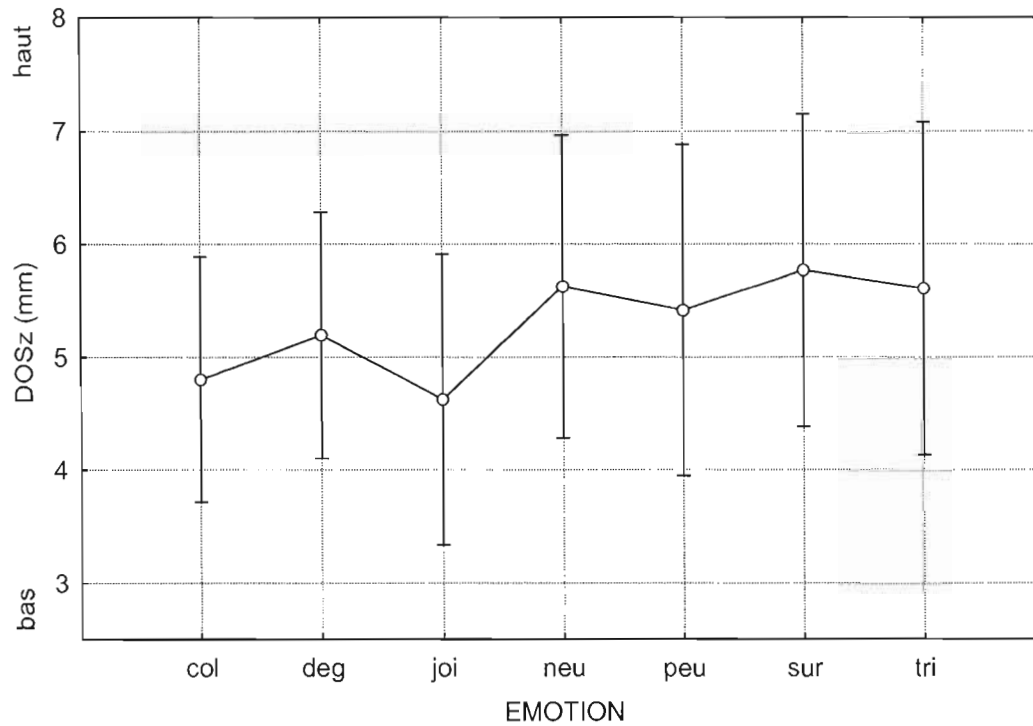


Figure IX – Moyenne et écart-type de la hauteur du dos de la langue par émotion pour le phonème /g/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : haut; - : bas

Pour le phonème /u/, l'orientation coronale de la lame de la langue n'est pas significativement influencée par les émotions ($F(6,42) = 1,681$; $p > 0,05$) (voir la Figure X).

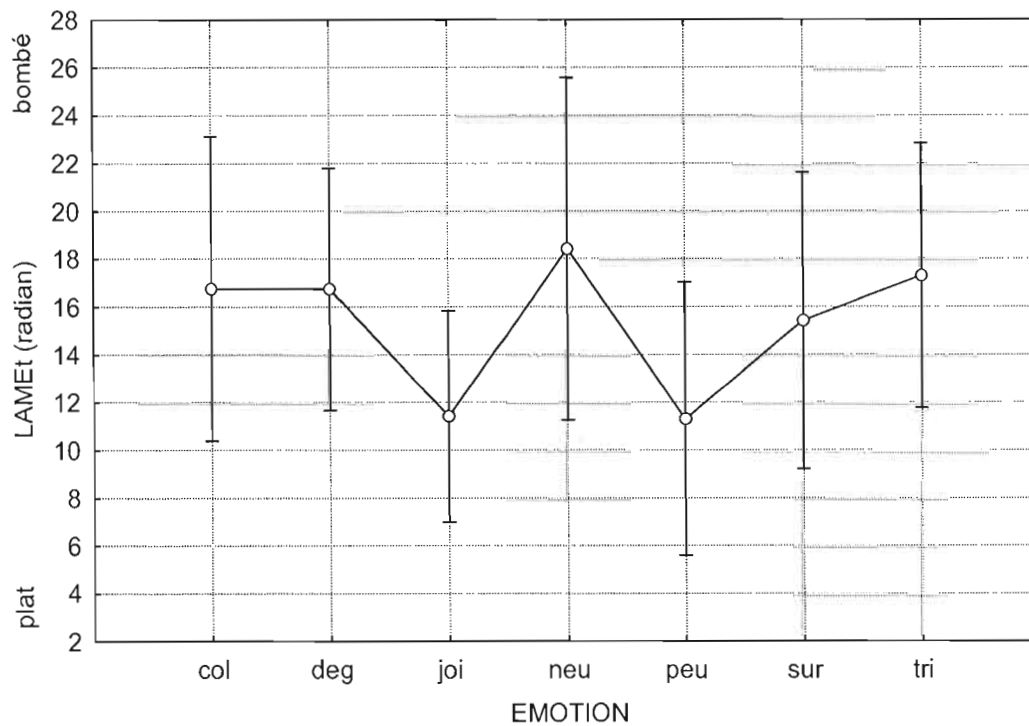


Figure X – Moyenne et écart-type de l'orientation coronale de la lame de la langue par émotion pour le phonème /u/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : bombé; - : plat

Pour le phonème /a/, l'orientation coronale de la lame de la langue n'est pas significativement influencée par les émotions ($F(6,42) = 0,991$; $p > 0,05$) (voir la Figure XI).

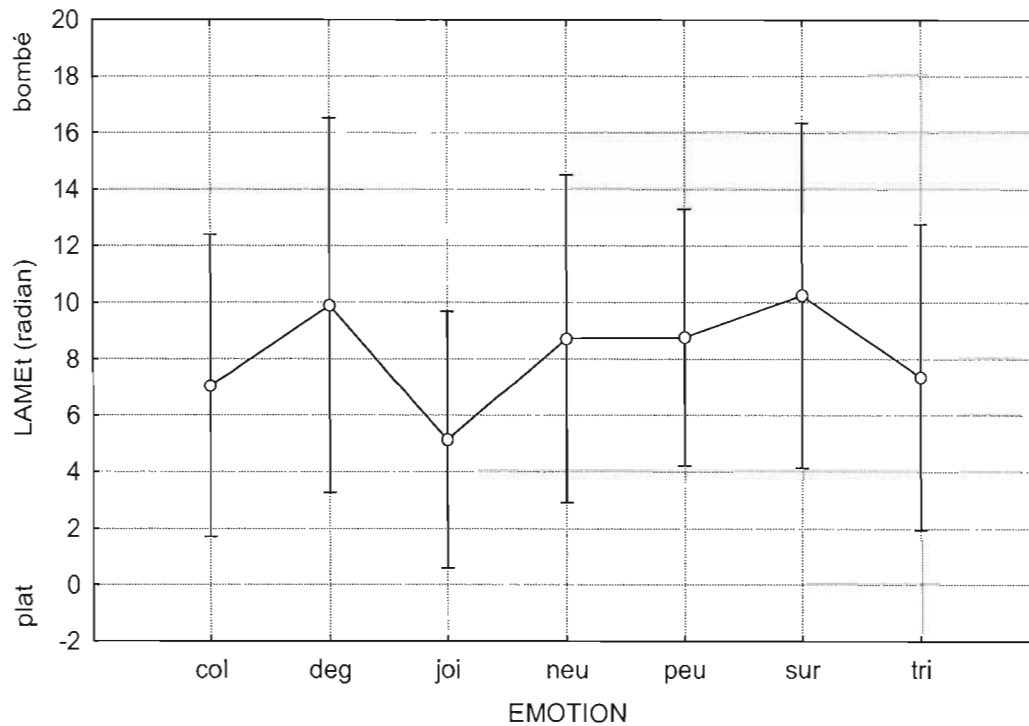


Figure XI – Moyenne et écart-type de l'orientation coronale de la lame de la langue par émotion pour le phonème /a/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : bombé; - : plat

Pour le phonème /d/, l'orientation coronale de la lame de la langue n'est pas significativement influencée par les émotions ($F(2,15) = 0,747; p > 0,05$) (voir la Figure XII).

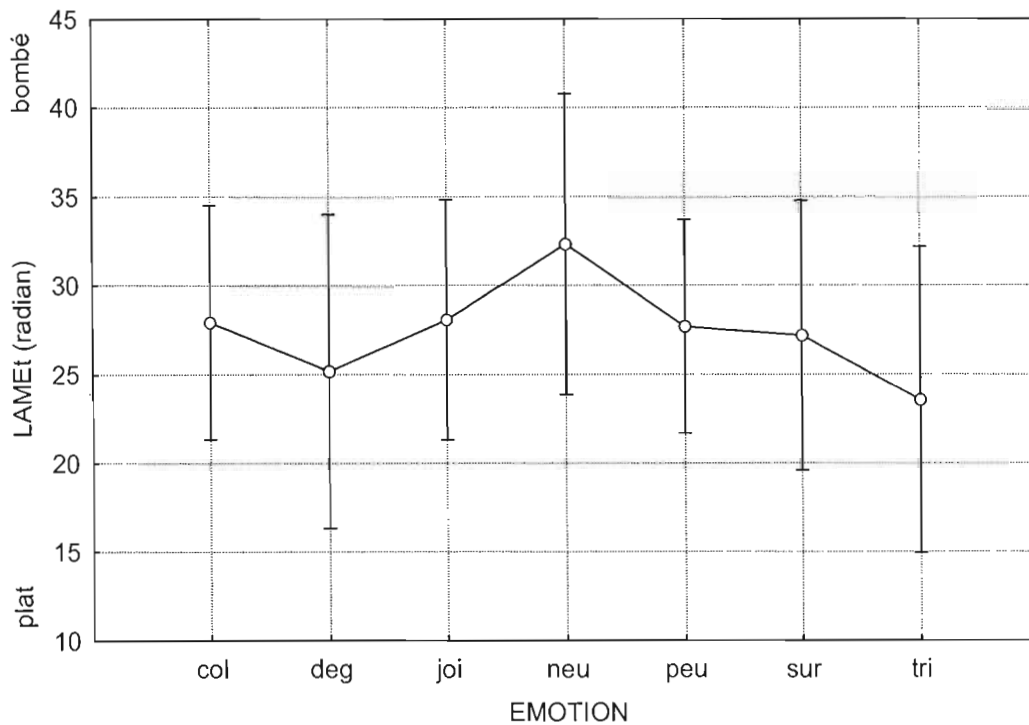


Figure XII – Moyenne et écart-type de l'orientation coronale de la lame de la langue par émotion pour le phonème /d/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : bombé; - : plat

Pour le phonème /g/, l'orientation coronale de la lame de la langue n'est pas significativement influencée par les émotions ($F(6,42) = 1,893$; $p > 0,05$) (voir la Figure XIII).

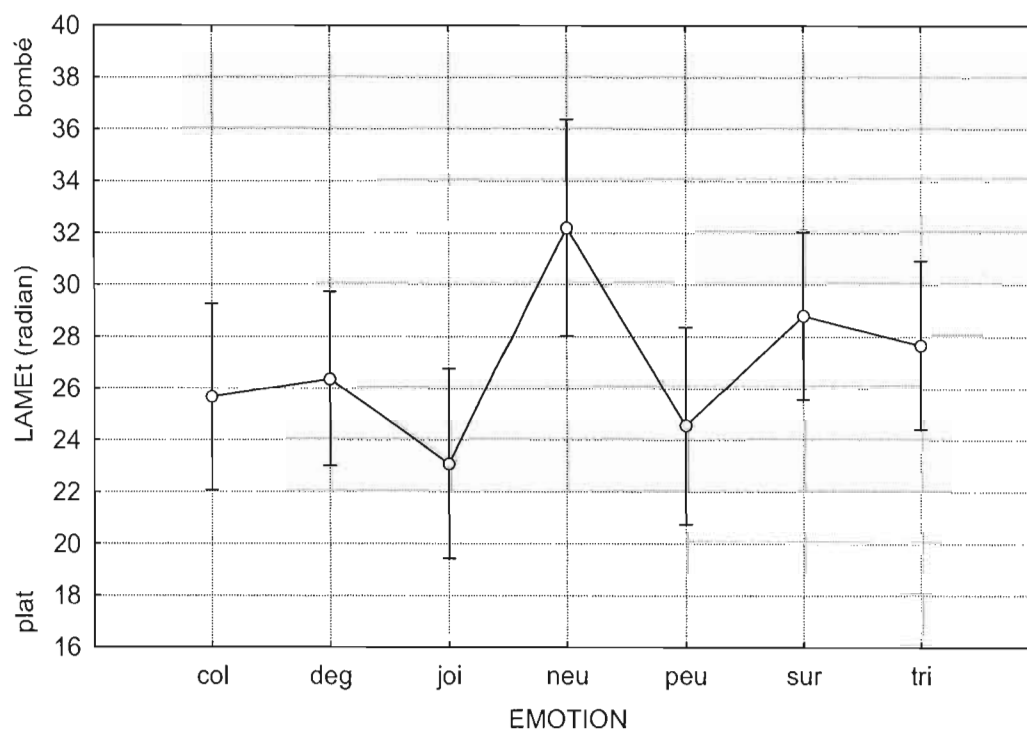


Figure XIII – Moyenne et écart-type de l'orientation coronale de la lame de la langue par émotion pour le phonème /g/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : bombé; - : plat

Pour le phonème /i/, l'antériorité de l'apex n'est pas significativement influencée par les émotions ($F(6,54) = 1,905; p > 0,05$) (voir la Figure XIV).

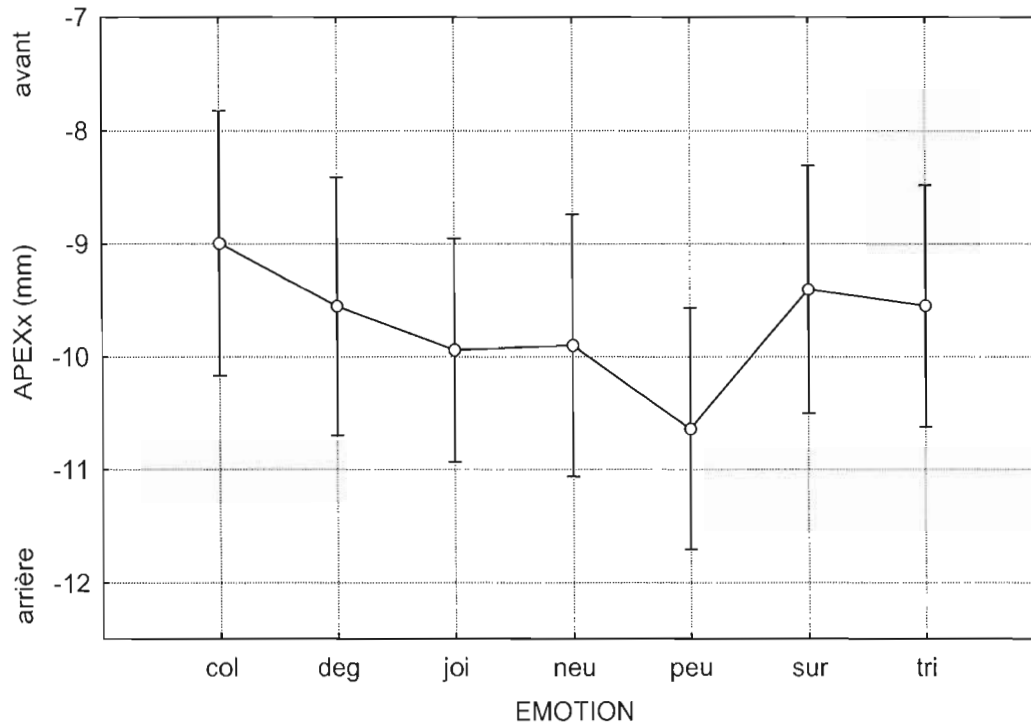


Figure XIV – Moyenne et écart-type de l'antériorité de l'apex par émotion pour le phonème /i/; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; + : avant; - : arrière

Pour le phonème /b/, l'antériorité de l'apex n'est pas significativement influencée par les émotions ($F(6,54) = 1,158; p > 0,05$) (voir la Figure XV).

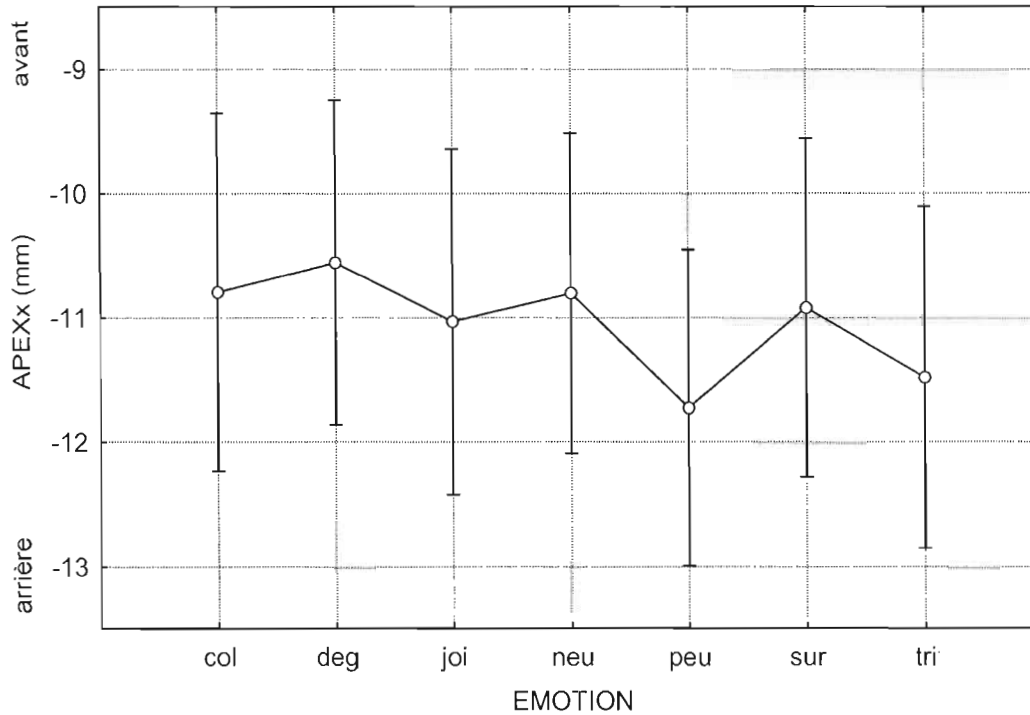


Figure XV – Moyenne et écart-type de l'antériorité de l'apex par émotion pour le phonème /b/; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; + : avant; - : arrière

Pour le phonème /d/, l'antériorité de l'apex n'est pas significativement influencée par les émotions ($F(6,48) = 1,481$; $p > 0,05$) (voir la Figure XVI).

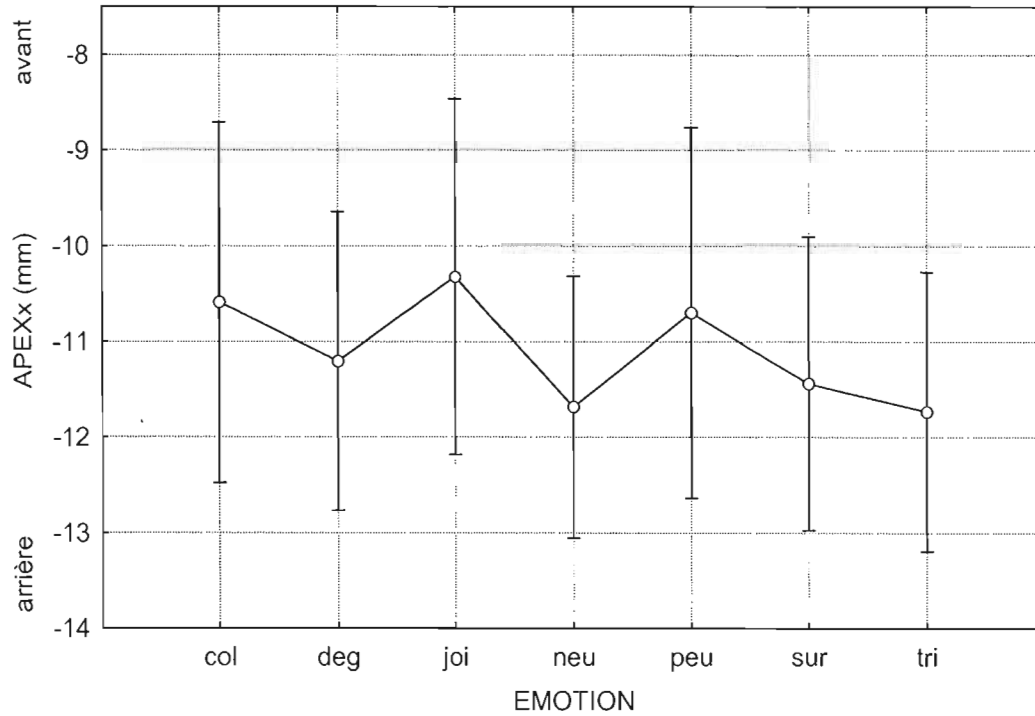


Figure XVI – Moyenne et écart-type de l'antériorité de l'apex par émotion pour le phonème /d/; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; + : avant; - : arrière

Pour le phonème /g/, l'antériorité de l'apex n'est pas significativement influencée par les émotions ($F(6,54) = 2,212$; $p > 0,05$) (voir la Figure XVII).

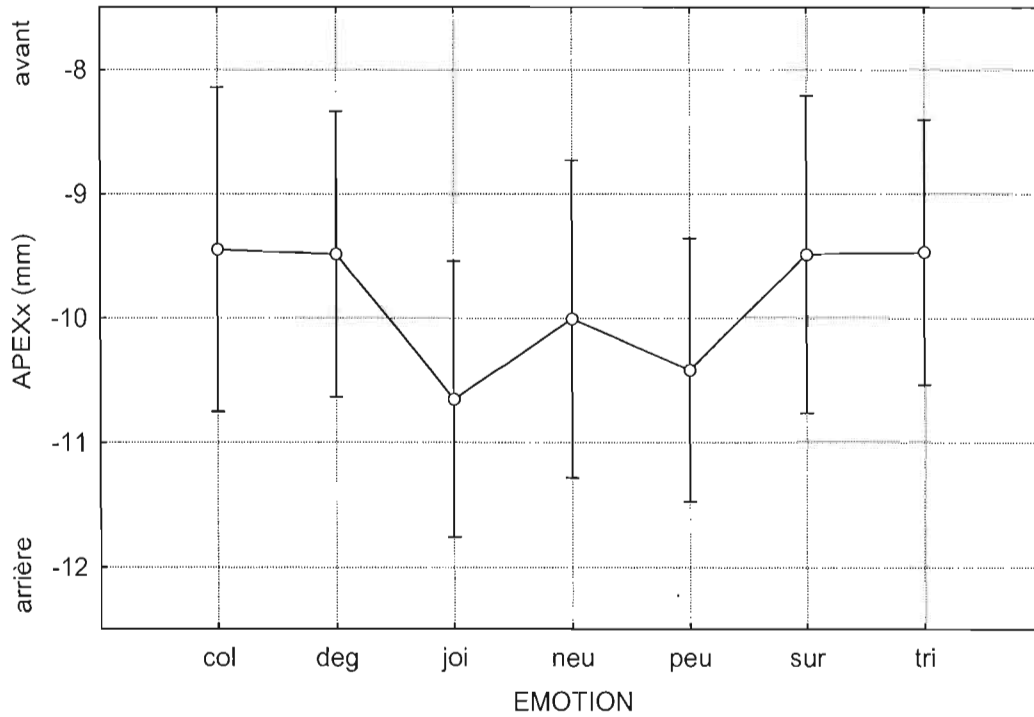


Figure XVII – Moyenne et écart-type de l'antériorité de l'apex par émotion pour le phonème /g/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : avant; - : arrière

Pour le phonème /d/, la hauteur de l'apex n'est pas significativement influencée par les émotions ($F(6,48) = 2,159; p > 0,05$) (voir la Figure XVIII).

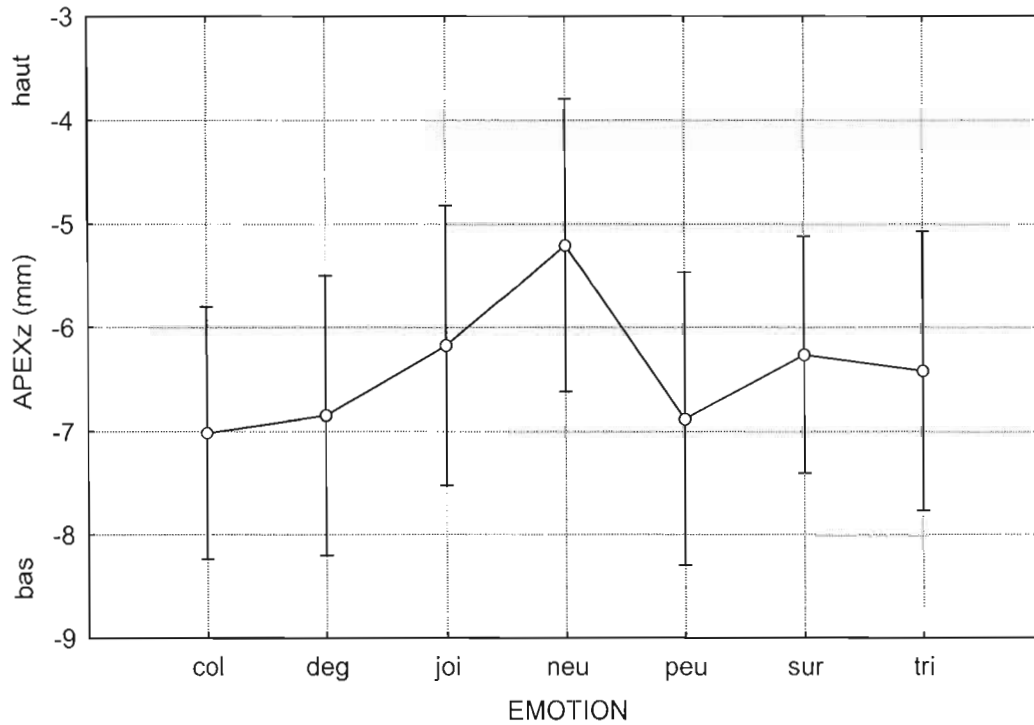


Figure XVIII – Moyenne et écart-type de la hauteur de l'apex par émotion pour le phonème /d/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*;
+ : haut; - : bas

Pour le phonème /b/, la distance interlabiale n'est pas significativement influencée par les émotions ($F(3,19) = 2,881; p > 0,05$) (voir la Figure XIX).

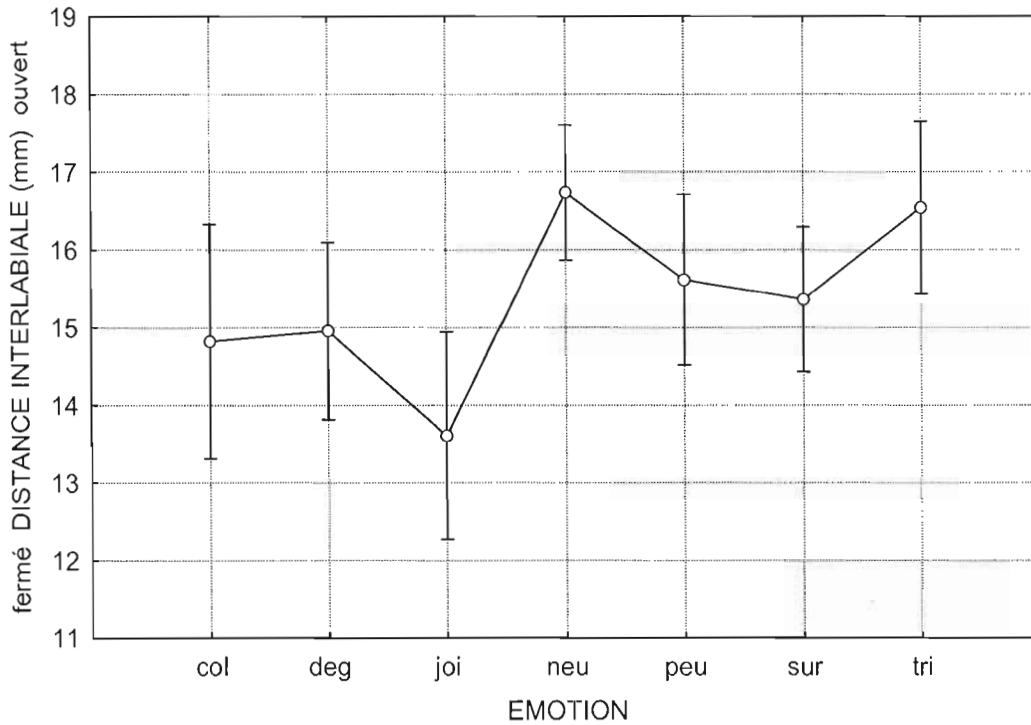


Figure XIX – Moyenne et écart-type de la distance interlabiale par émotion pour le phonème /b/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*; + : ouvert; - : fermé

ANNEXE II : RÉSULTATS ARTICULATOIRES PAR ACTEUR

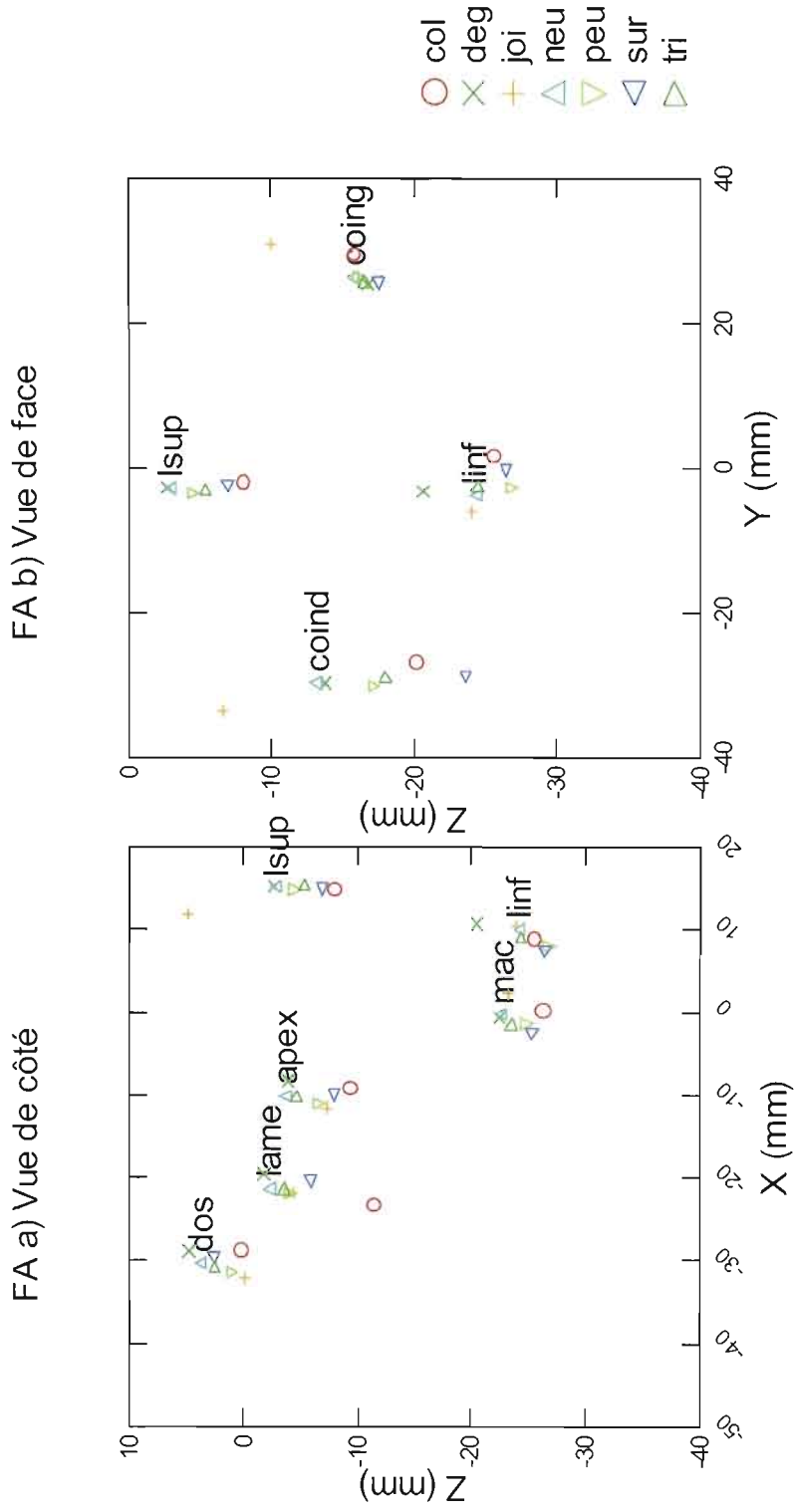


Figure XX – Position moyenne des senseurs par émotion pour le sujet FA a) vue de côté et b) vue de face pour la moyenne de l'énoncé;
 col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; mac : mâchoire; lsup : lèvre supérieure; linf : lèvre inférieure; coind : coin droit; coing : coin gauche

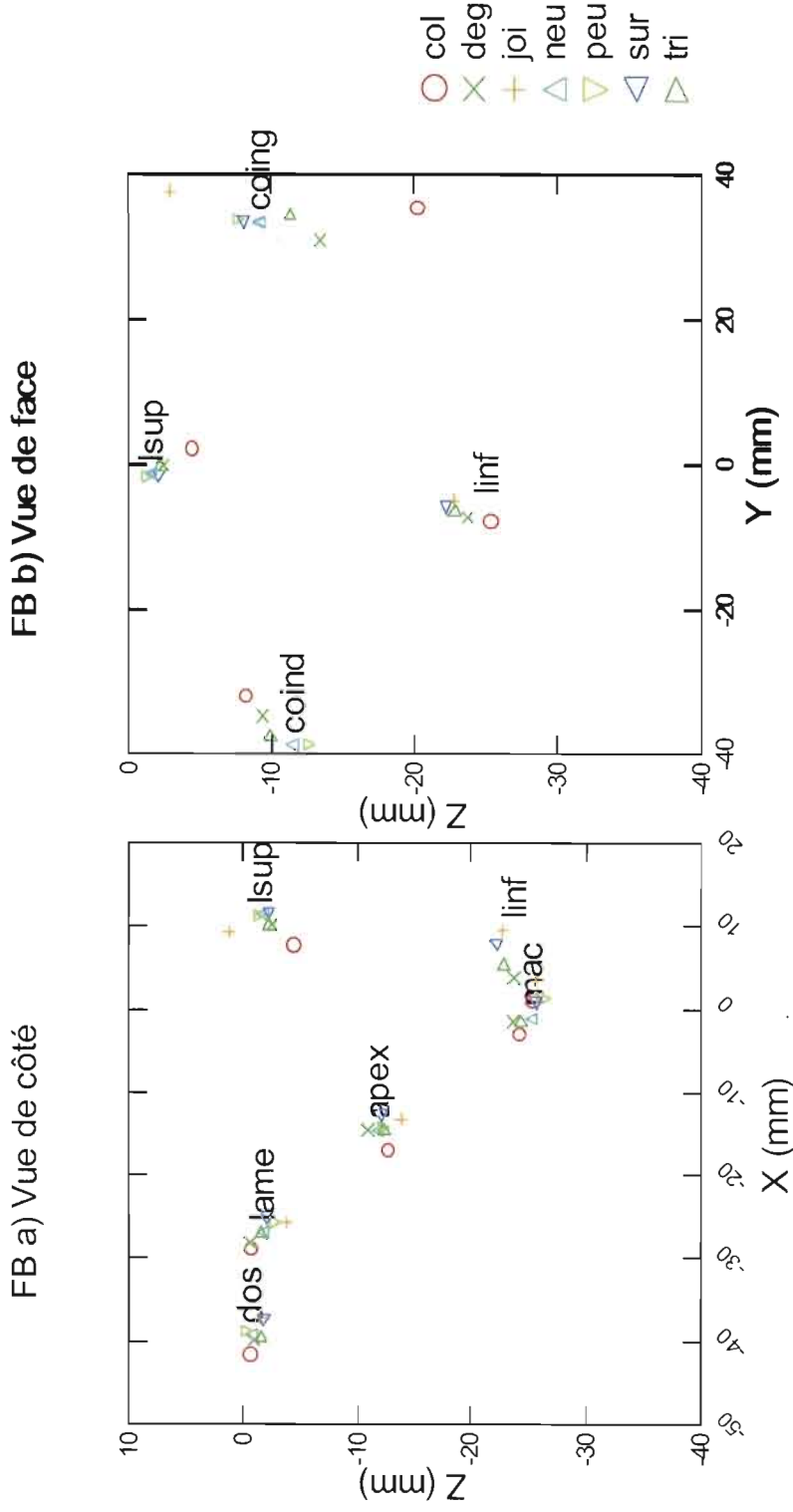


Figure XXI – Position moyenne des senseurs par émotion pour le sujet FB a) vue de côté et b) vue de face pour la moyenne de l'énoncé;
 col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; mac : mâchoire; isup : lèvres supérieure; linf : lèvres inférieure; coind : coin droit; coing : coin gauche

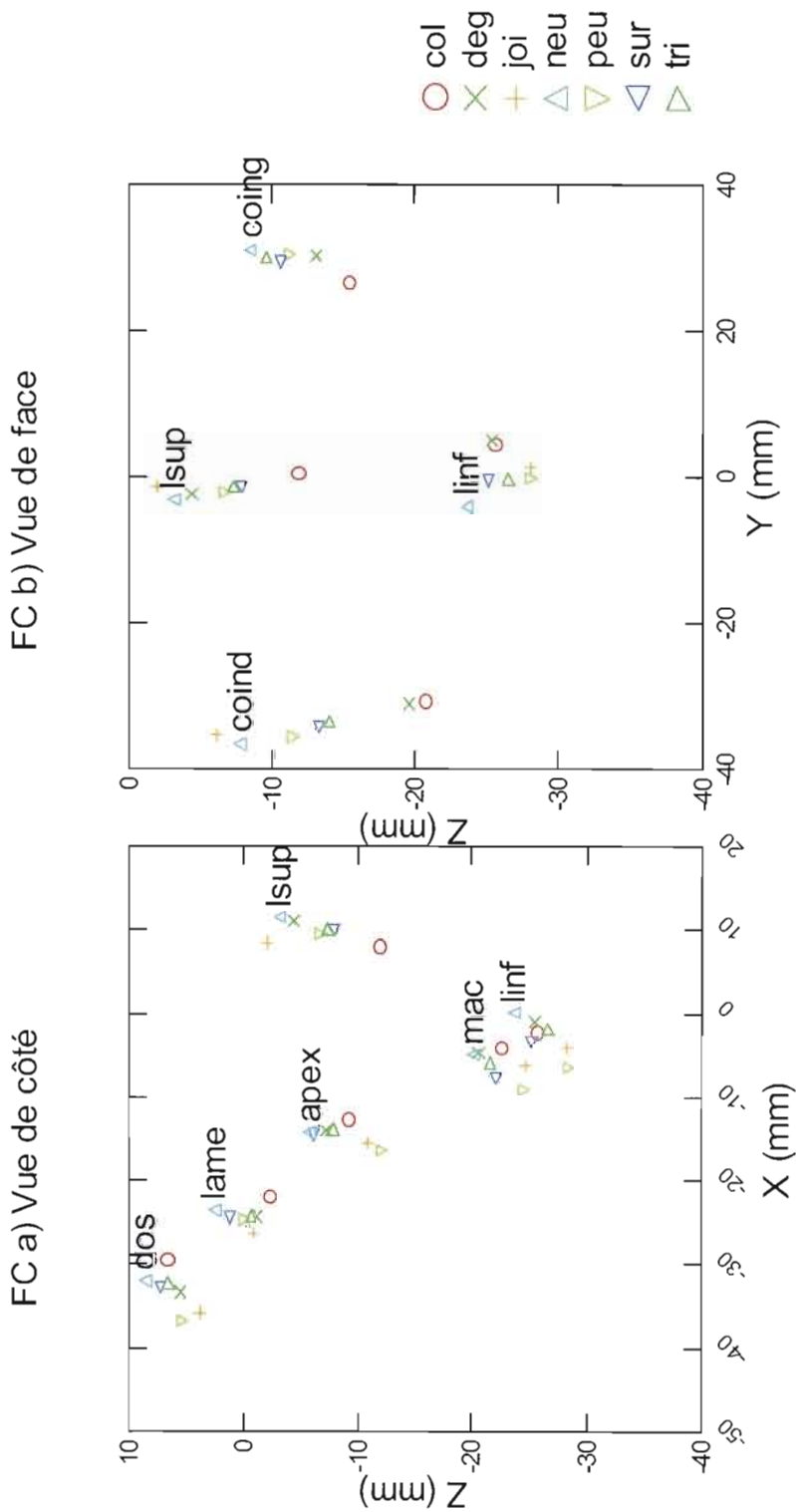


Figure XXII – Position moyenne des senseurs par émotion pour le sujet FC a) vue de côté et b) vue de face pour la moyenne de l'énoncé; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; mac : mâchoire; lsup : lèvres supérieure; linf : lèvres inférieure; coind : coin droit; coing : coin gauche

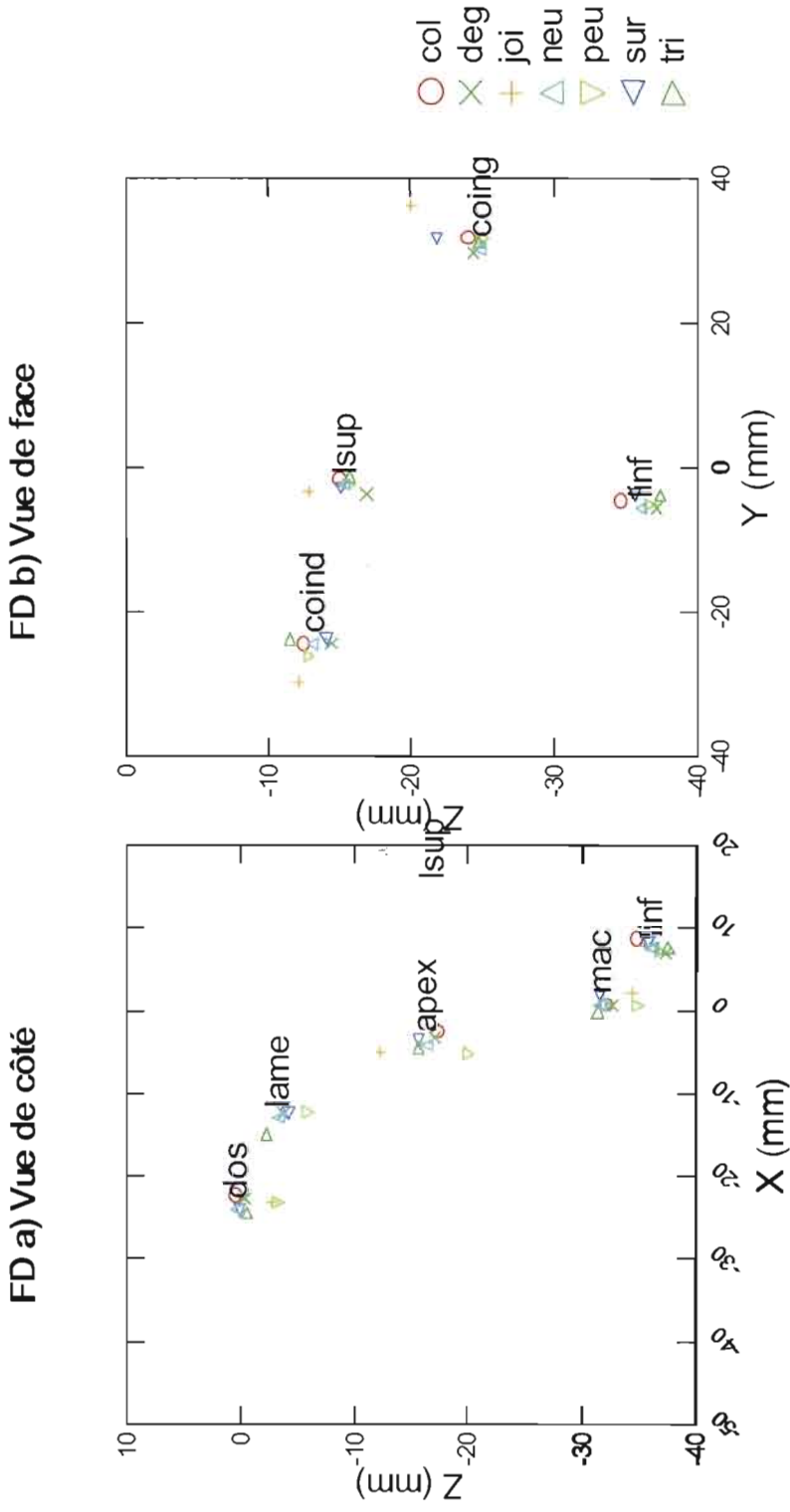


Figure XXIII – Position moyenne des senseurs par émotion pour le sujet FD a) vue de côté et b) vue de face pour la moyenne de l'énoncé; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; mac : mâchoire; linsup : lèvre supérieure; linfo : lèvre inférieure; coind : coin droit; coing : coin gauche

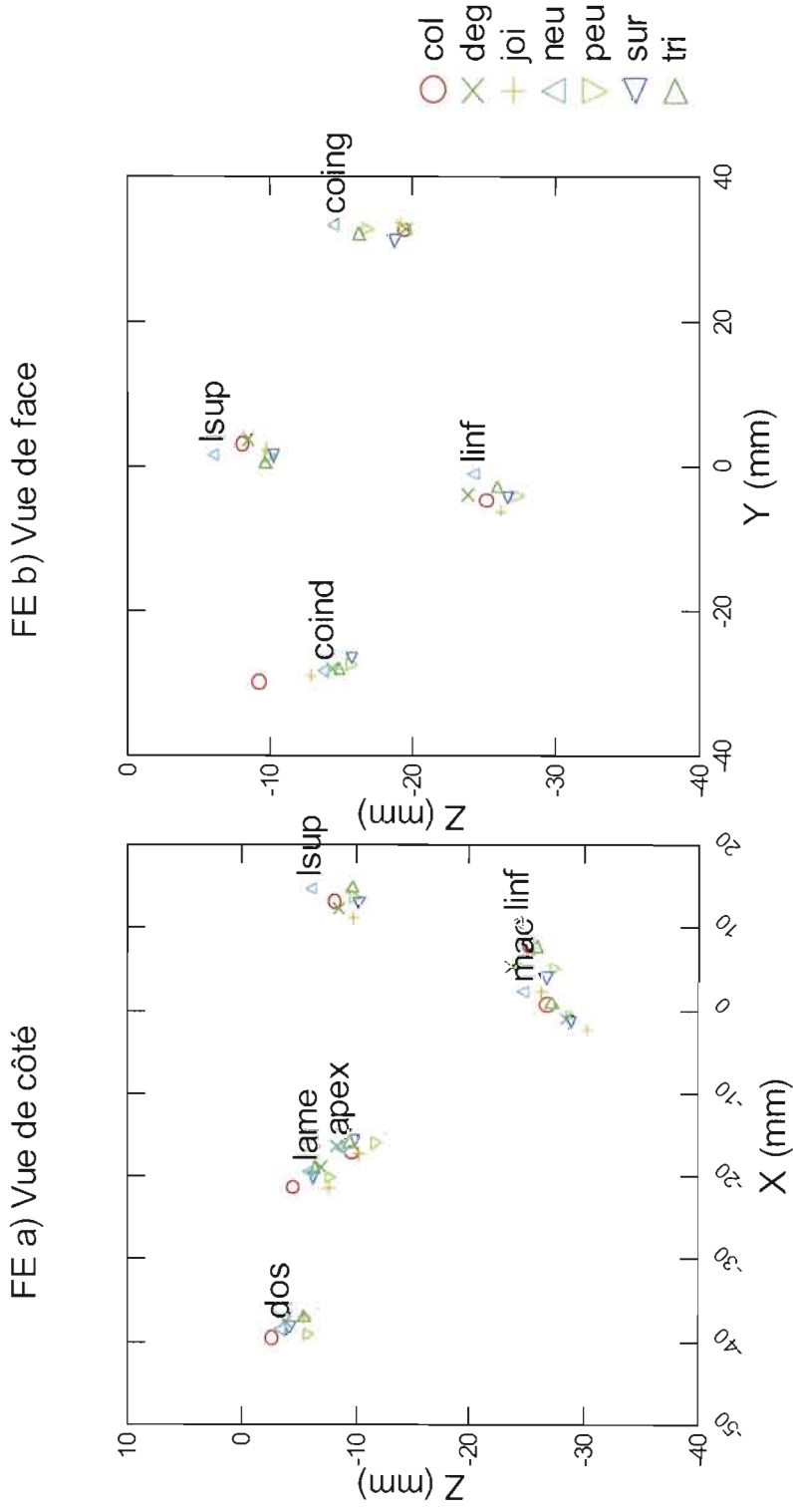


Figure XXIV – Position moyenne des senseurs par émotion pour le sujet FE a) vue de côté et b) vue de face pour la moyenne de l'énoncé; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; mac : mâchoire; linf : lèvre inférieure; linf : lèvre inférieure; coind : coin droit; coing : coin gauche

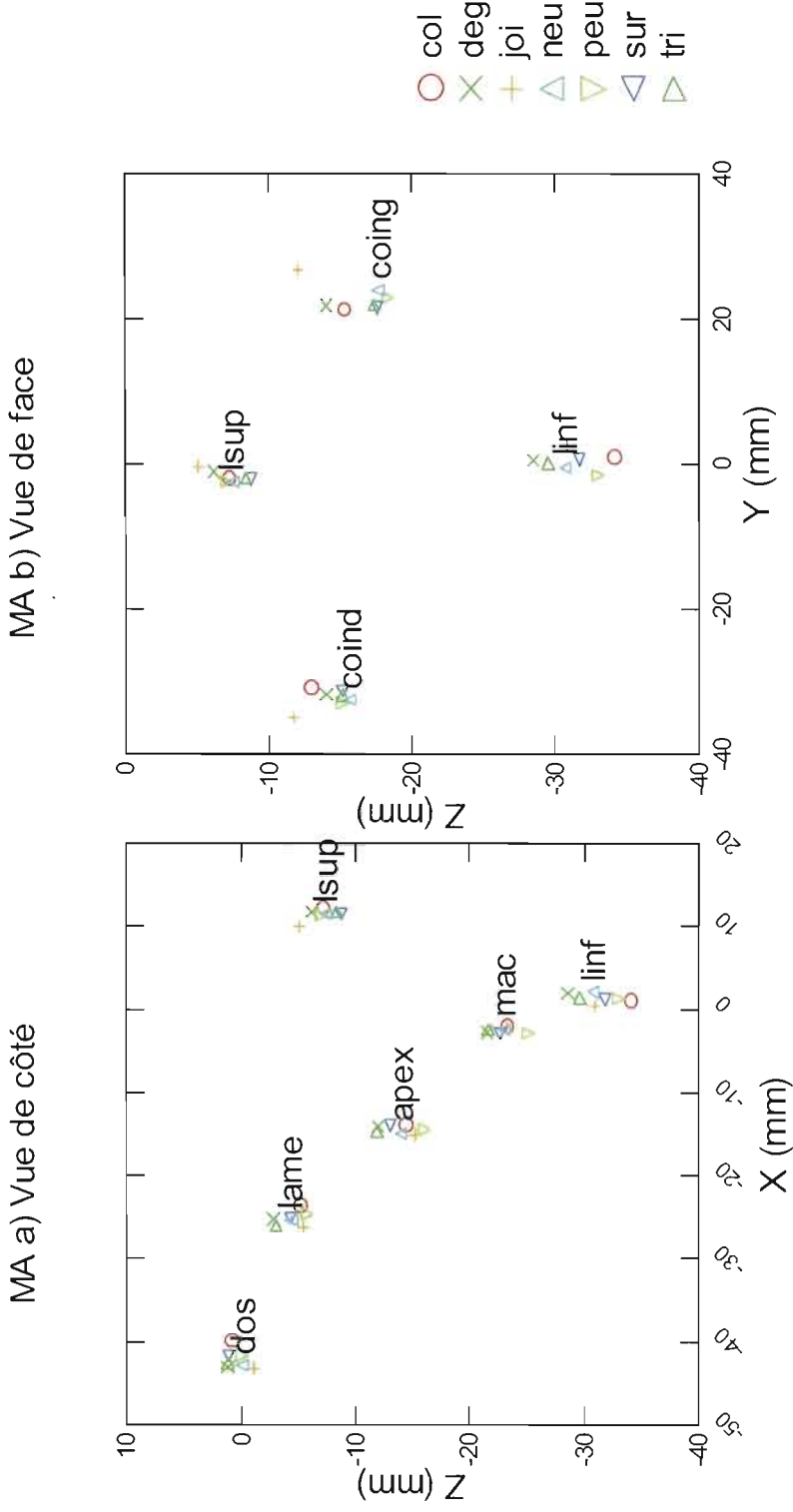


Figure XXV – Position moyenne des senseurs par émotion pour le sujet MA a) vue de côté et b) vue de face pour la moyenne de l'énoncé; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; mac : mâchoire; isup : lèvres supérieure; linf : lèvres inférieure; coind : coin droit; coing : coin gauche

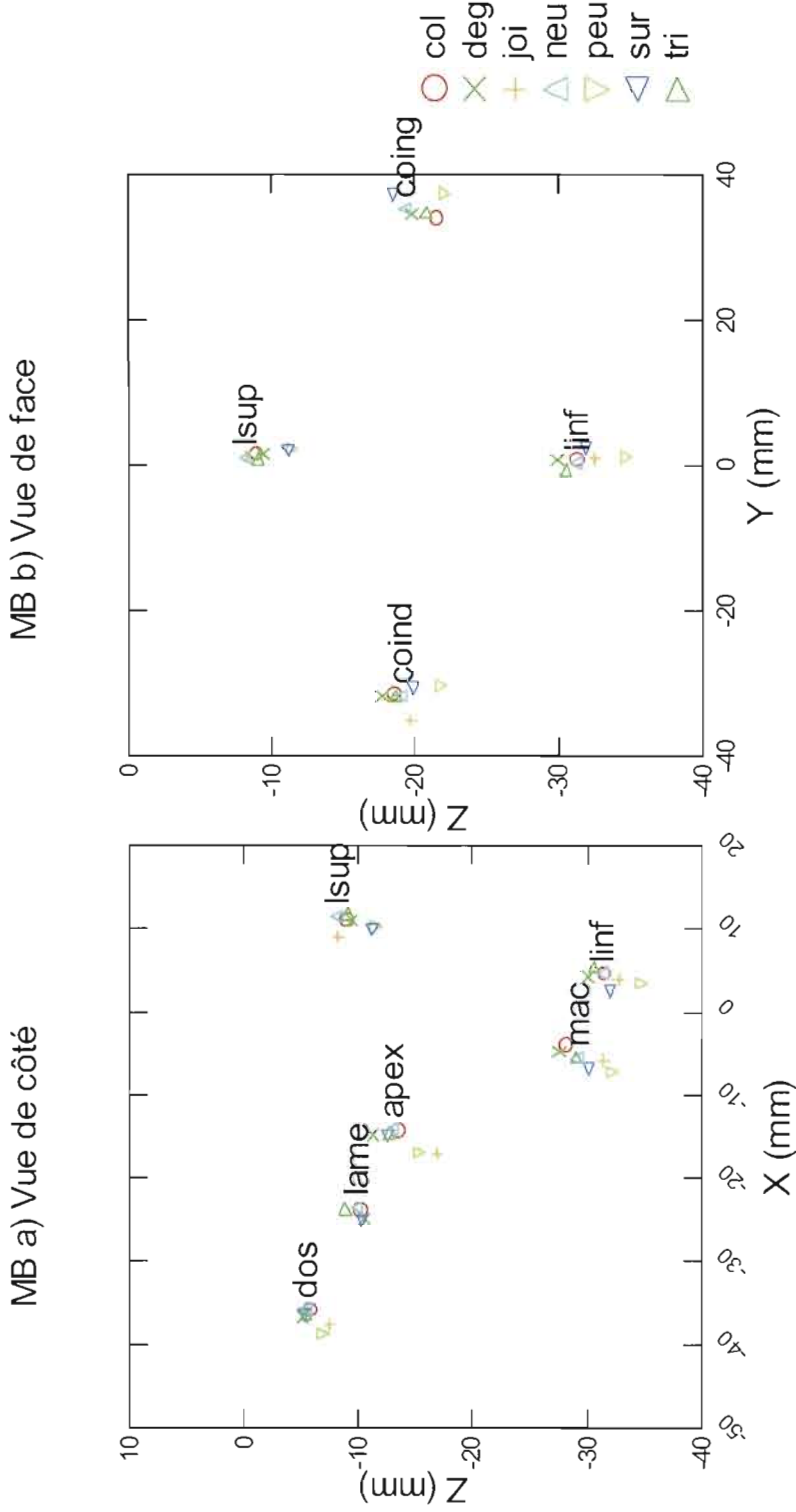


Figure XXVI – Position moyenne des senseurs par émotion pour le sujet MB a) vue de côté et b) vue de face pour la moyenne de l'énoncé; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; mac : mâchoire; lsup : lèvres supérieure; linf : lèvres inférieure; coind : coin droit; coing : coin gauche

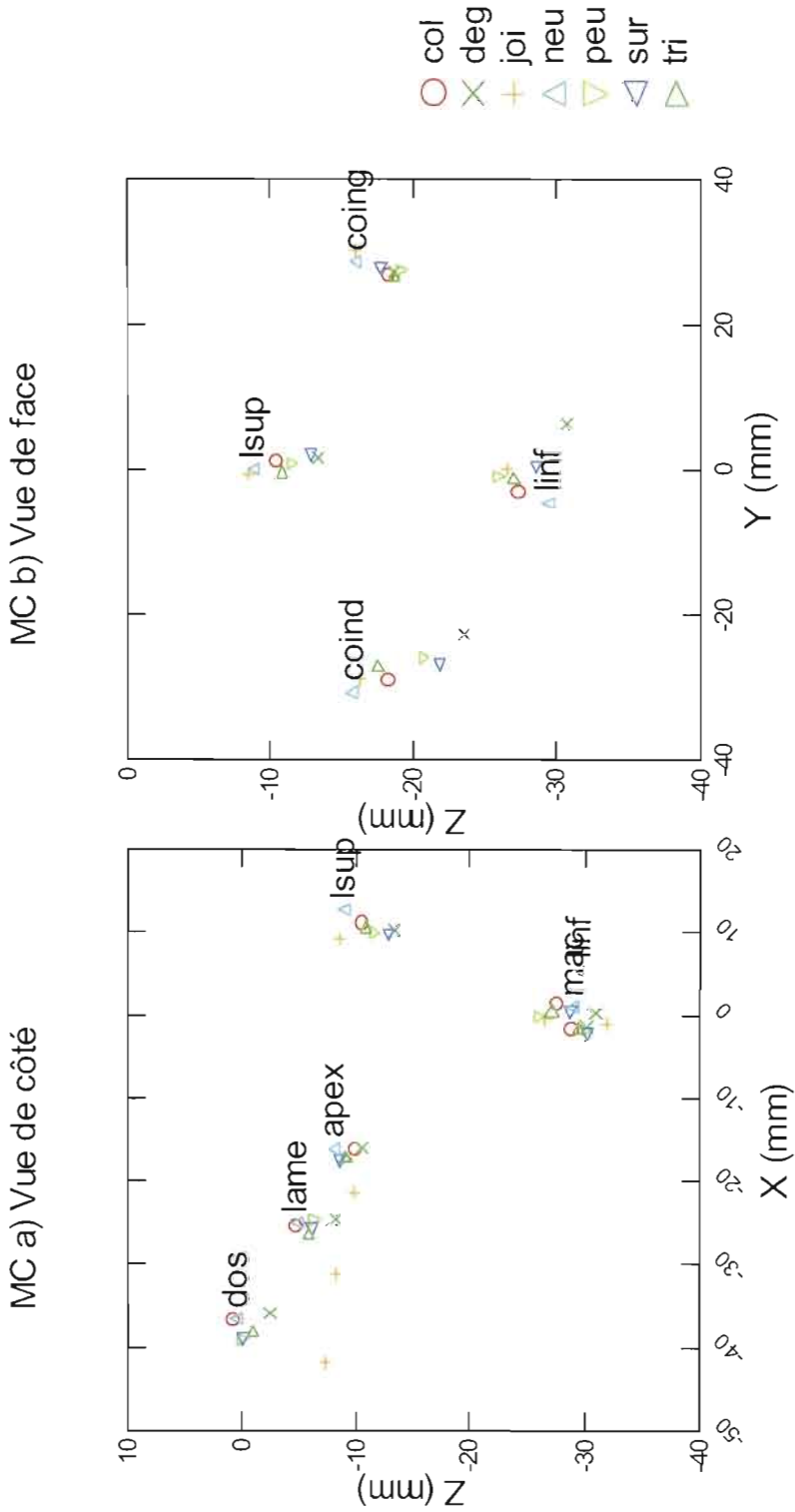


Figure XXVII – Position moyenne des senseurs par émotion pour le sujet MC a) vue de côté et b) vue de face pour la moyenne de l'énoncé; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; mac : mâchoire; linsup : lèvre supérieure; linf : lèvre inférieure; coind : coin droit; coing : coin gauche

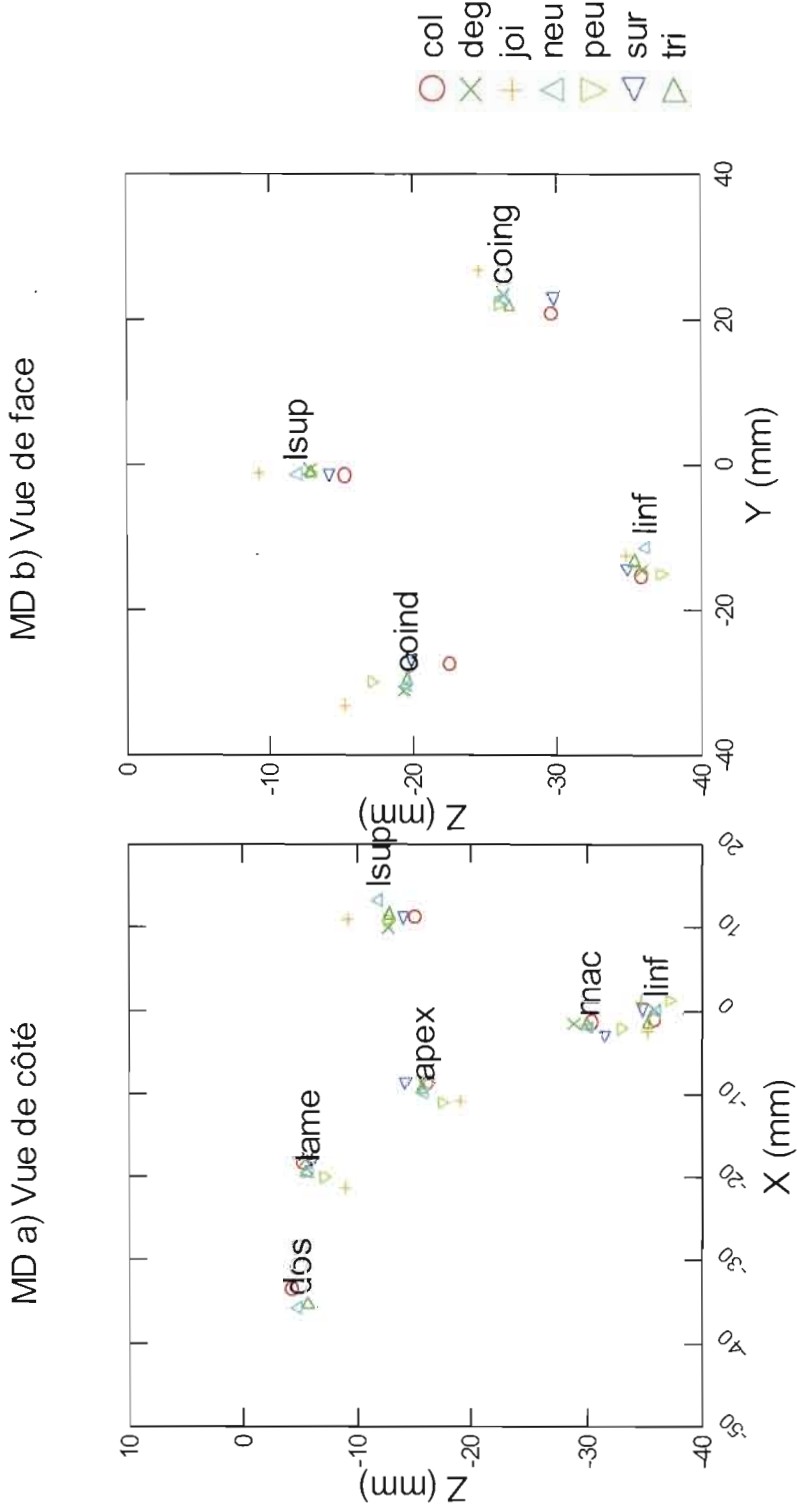


Figure XXVIII – Position moyenne des senseurs par émotion pour le sujet MD a) vue de côté et b) vue de face pour la moyenne de l'énoncé; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; mac : mâchoire; lsup : lèvre supérieure; linf : lèvre inférieure; coind : coin droit; coing : coin gauche

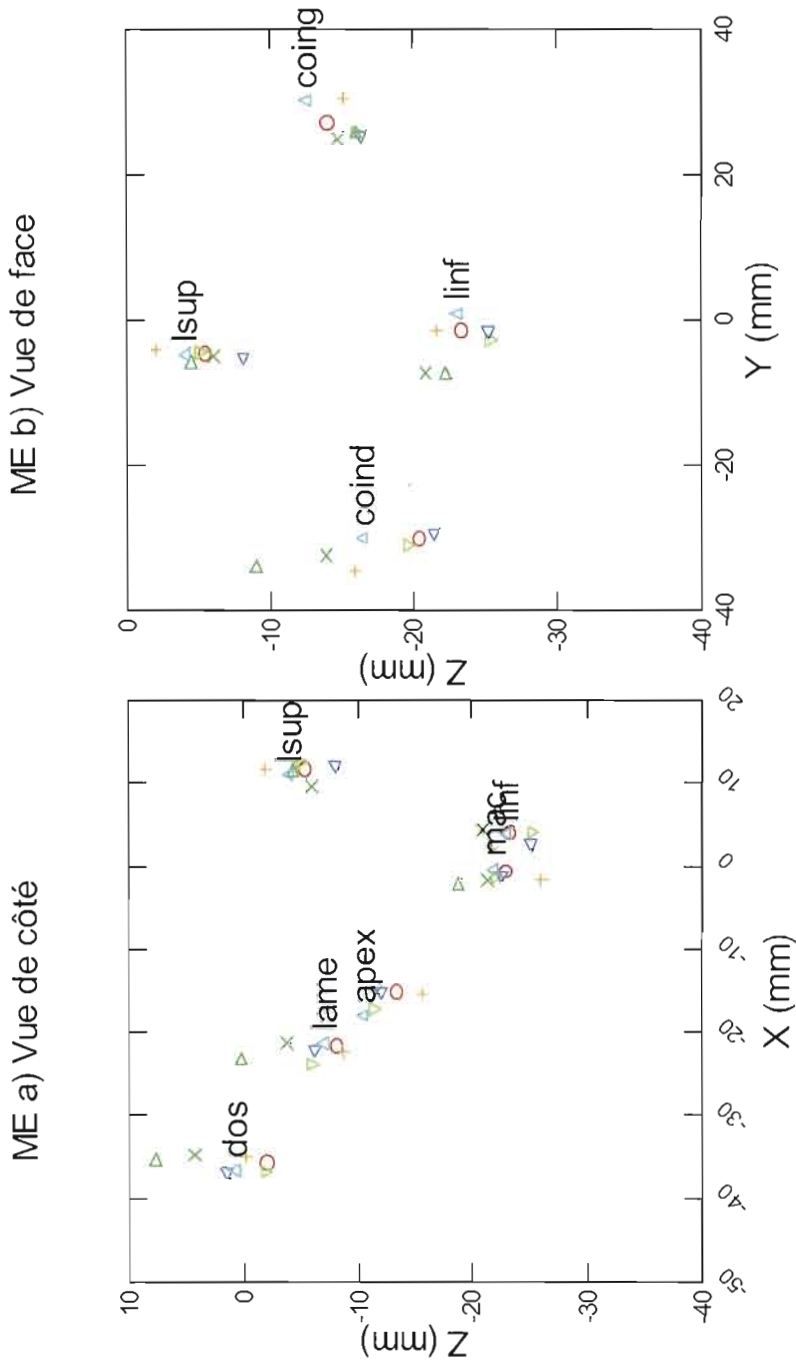


Figure XXIX – Position moyenne des senseurs par émotion pour le sujet ME a) vue de côté et b) vue de face pour la moyenne de l'énoncé; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse; mac : mâchoire; linsup : lèvres supérieure; linf : lèvres inférieure; coind : coin droit; coing : coin gauche

ANNEXE III : CORRÉLATIONS ARTICULATORI-PERCEPTIVES

La Figure XXX illustre la corrélation ($r = 0,624$) entre la hauteur des coins et le pourcentage d'identification correcte de la *colère*.

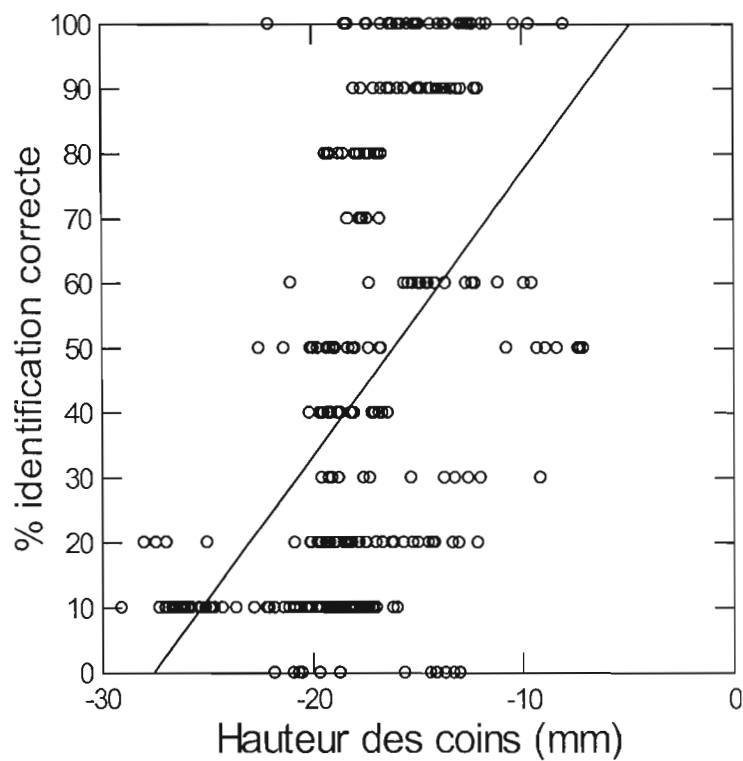


Figure XXX – Corrélation entre la hauteur des coins et le pourcentage d'identification correcte pour la *colère*

La Figure XXXI illustre la corrélation ($r = 0,480$) entre la distance interlabiale et le pourcentage d'identification correcte de la *joie*.

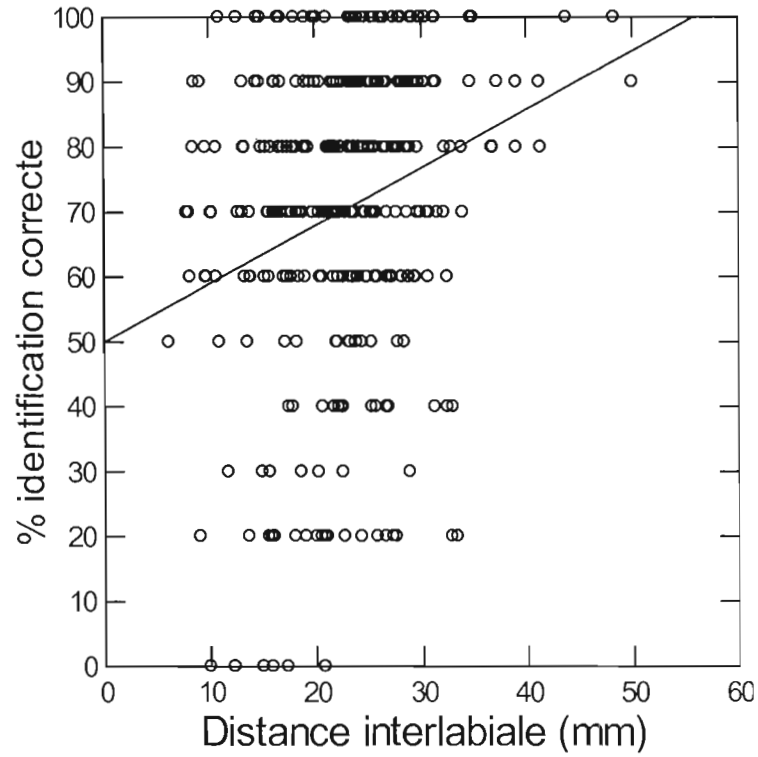


Figure XXXI – Corrélation entre la distance interlabiale et le pourcentage d'identification correcte pour la *joie*

La Figure XXXII illustre la corrélation ($r = 0,501$) entre la hauteur des coins et le pourcentage d'identification correcte de la *joie*.

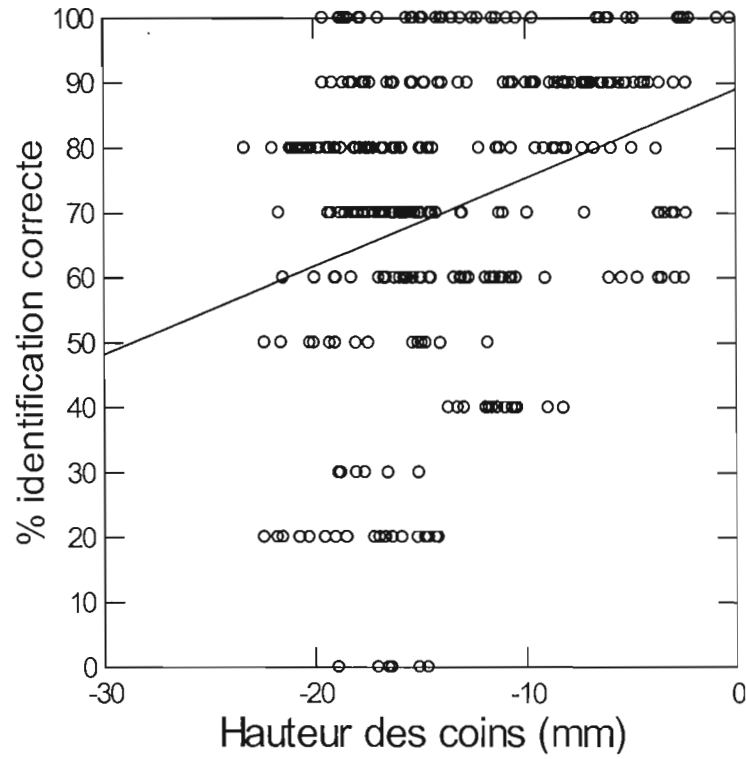


Figure XXXII – Corrélation entre la hauteur des coins et le pourcentage d'identification correcte pour la *joie*

La Figure XXXIII illustre la corrélation ($r = -0,447$) entre l'antériorité du dos de la langue et le pourcentage d'identification correcte du *neutre*.

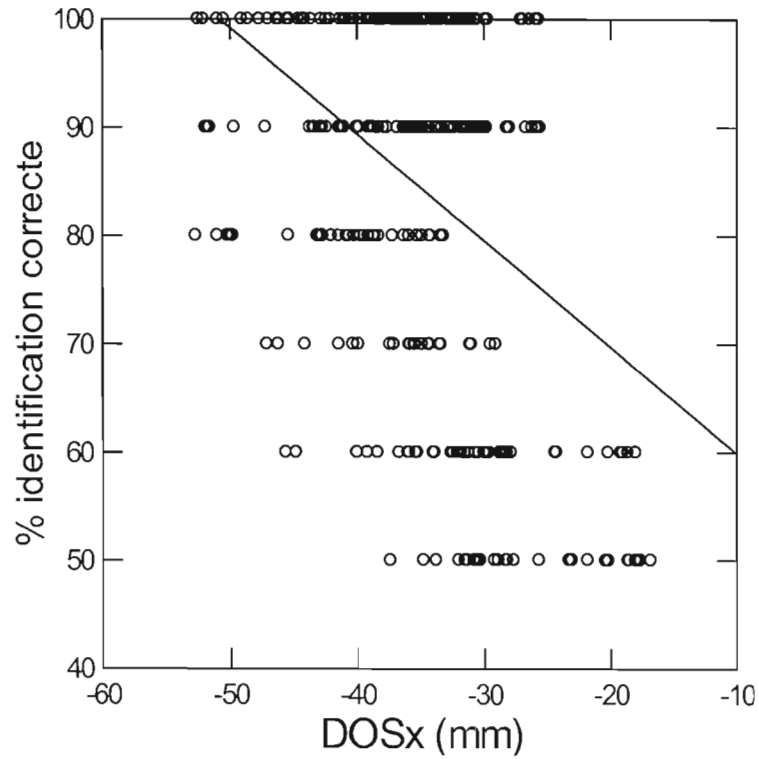


Figure XXXIII – Corrélation entre l'antériorité du dos de la langue et le pourcentage d'identification correcte pour le *neutre*

La Figure XXXIV illustre la corrélation ($r = -0,419$) entre l'antériorité de l'apex et le pourcentage d'identification correcte du *neutre*.

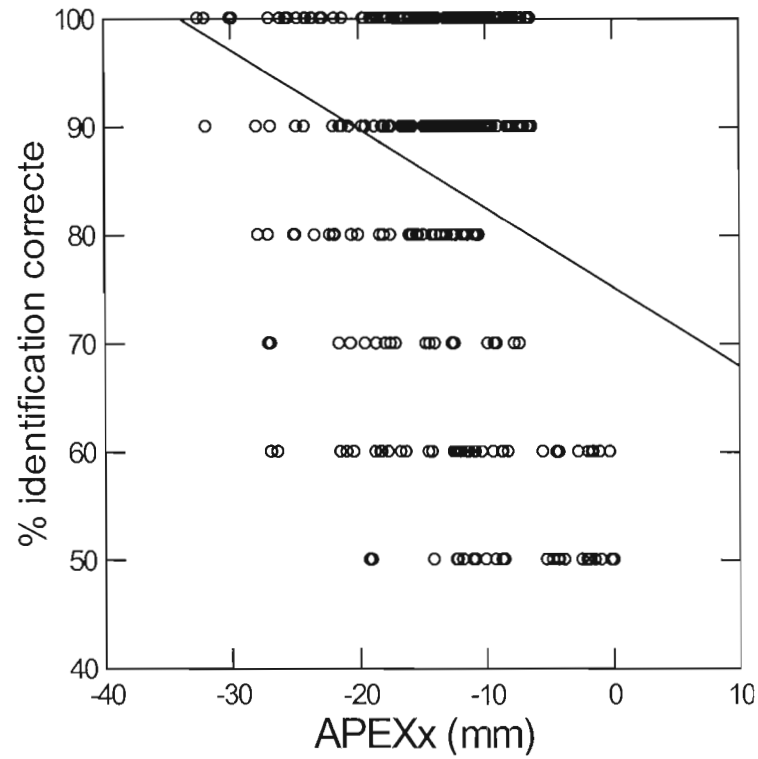


Figure XXXIV – Corrélation entre l'antériorité de l'apex et le pourcentage d'identification correcte pour le *neutre*

ANNEXE IV : RÉSULTATS ACOUSTIQUES NON-SIGNIFICATIFS

Pour le phonème /i/, F3 n'est pas significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 2,070$; $p > 0,05$) (voir la Figure XXXV). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 0,450$; $p > 0,05$).

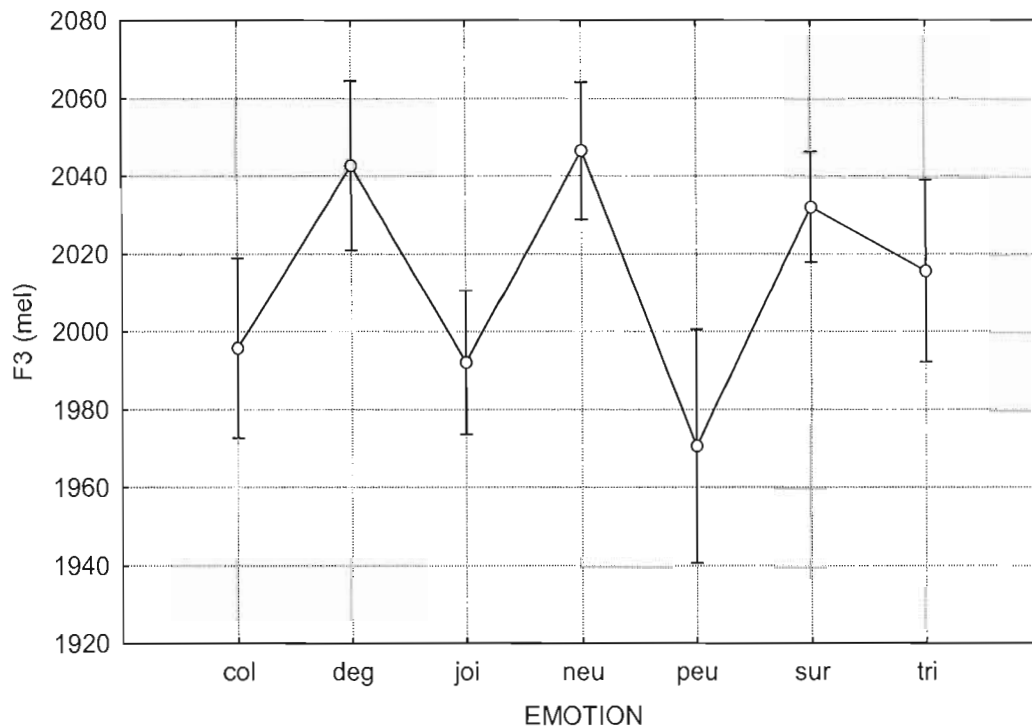


Figure XXXV– Moyenne et écart-type de F3 par émotion pour /i/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Pour le phonème /u/, F3 n'est pas significativement influencé par les émotions ($F(5,34) = 1,192; p > 0,05$) (voir la Figure XXXVI). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(5,34) = 0,671; p > 0,05$).

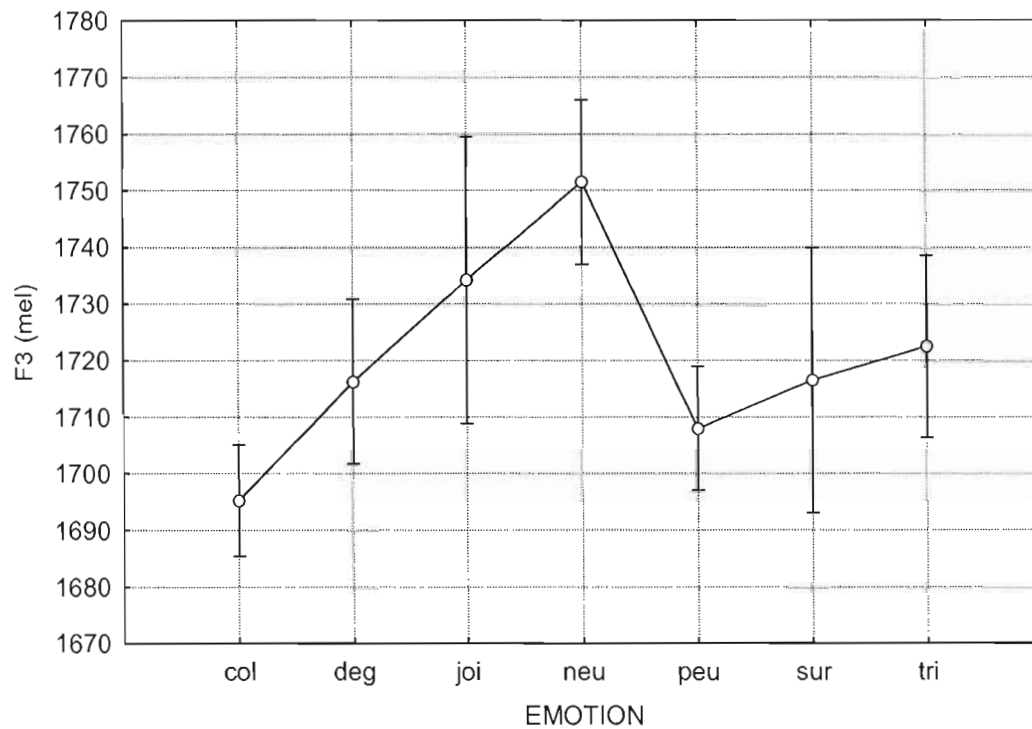


Figure XXXVI – Moyenne et écart-type de F3 par émotion pour /u/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Pour le phonème /i/, F4 n'est pas significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 0,490$; $p > 0,05$) (voir la Figure XXXVII). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 0,320$; $p > 0,05$).

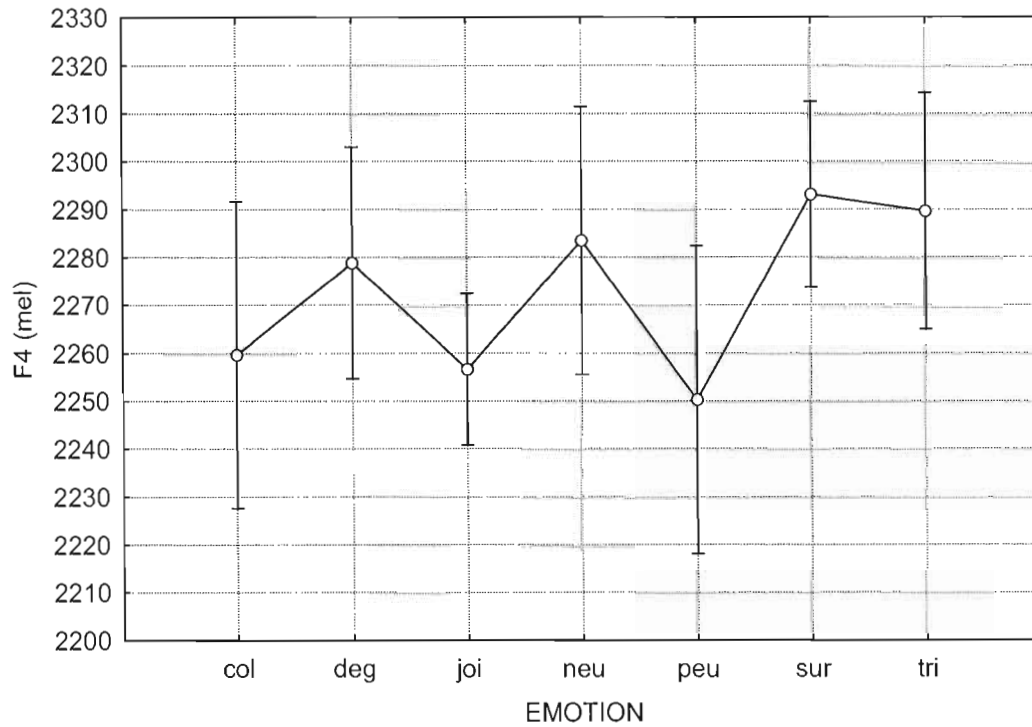


Figure XXXVII – Moyenne et écart-type de F4 par émotion pour /i/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Pour le phonème /u/, F4 n'est pas significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 1,220$; $p > 0,05$) (voir la Figure XXXVIII). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 0,630$; $p > 0,05$).

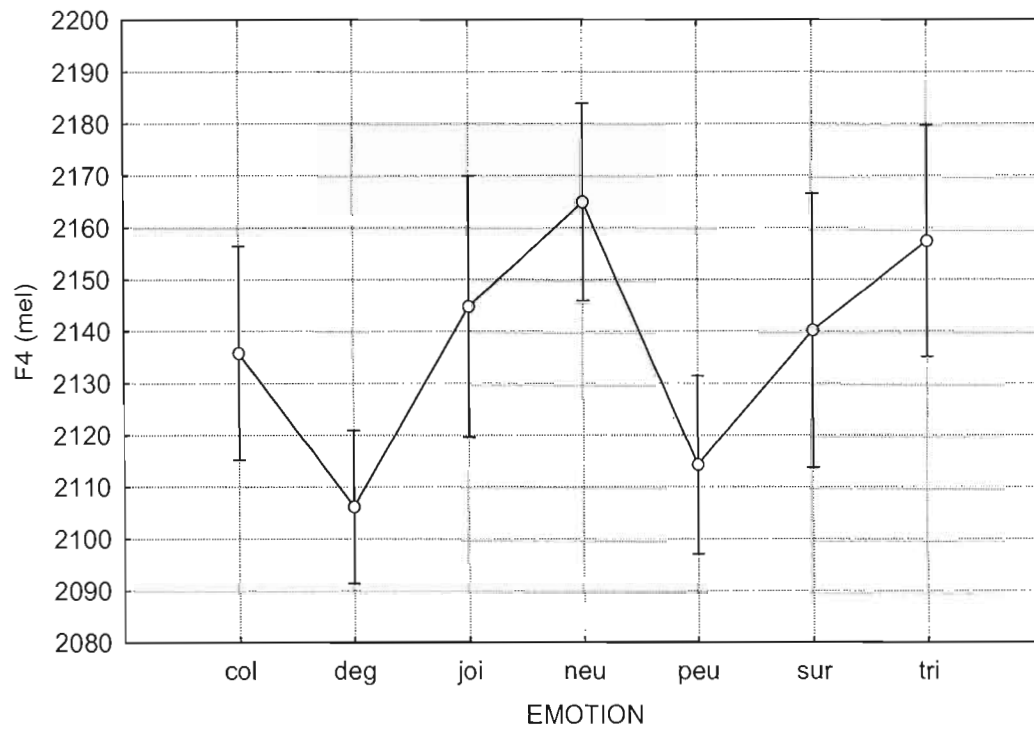


Figure XXXVIII – Moyenne et écart-type de F4 par émotion pour /u/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Pour le phonème /a/, F4 n'est pas significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 0,890; p > 0,05$) (voir la Figure XXXIX).

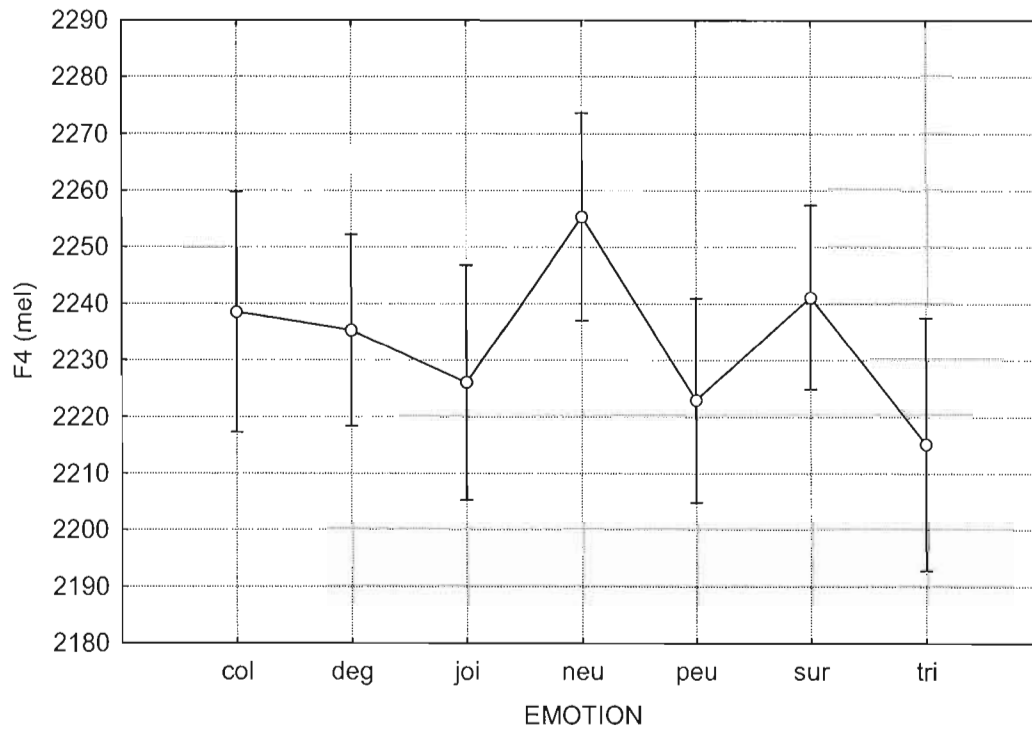


Figure XXXIX – Moyenne et écart-type de F4 par émotion pour /a/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Pour le phonème /i/, B1 n'est pas significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 2,115$; $p > 0,05$) (voir la Figure XL). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 0,680$; $p > 0,05$).

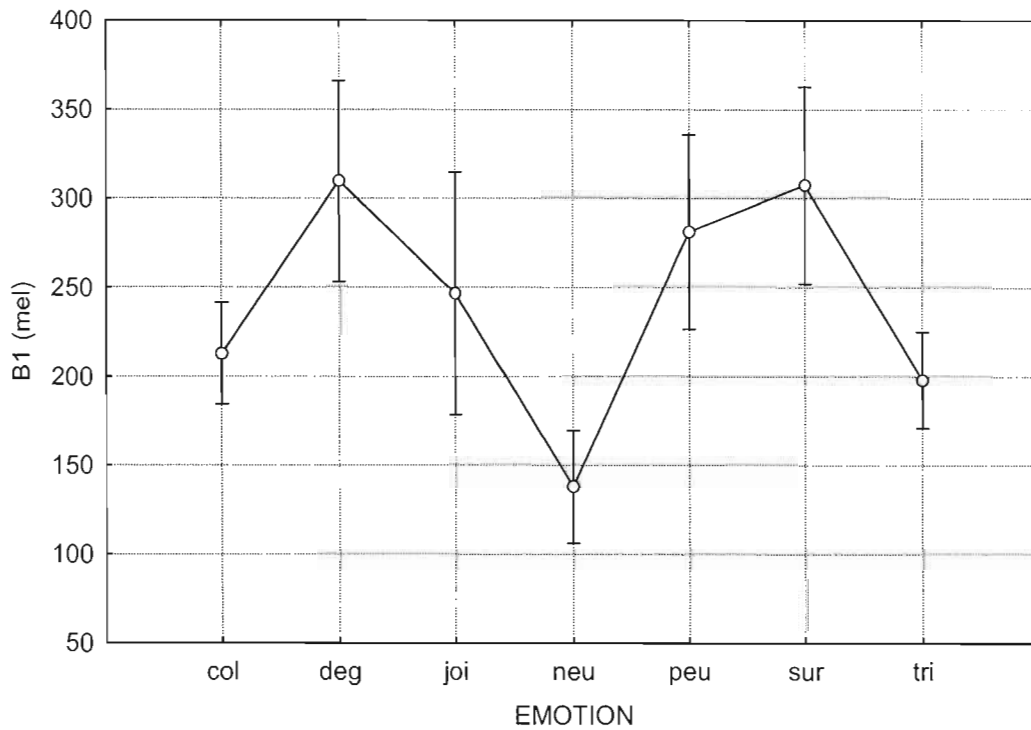


Figure XL – Moyenne et écart-type de B1 par émotion pour /i/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Pour le phonème /u/, B1 n'est pas significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 1,428$; $p > 0,05$) (voir la Figure XLI). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 1,308$; $p > 0,05$).

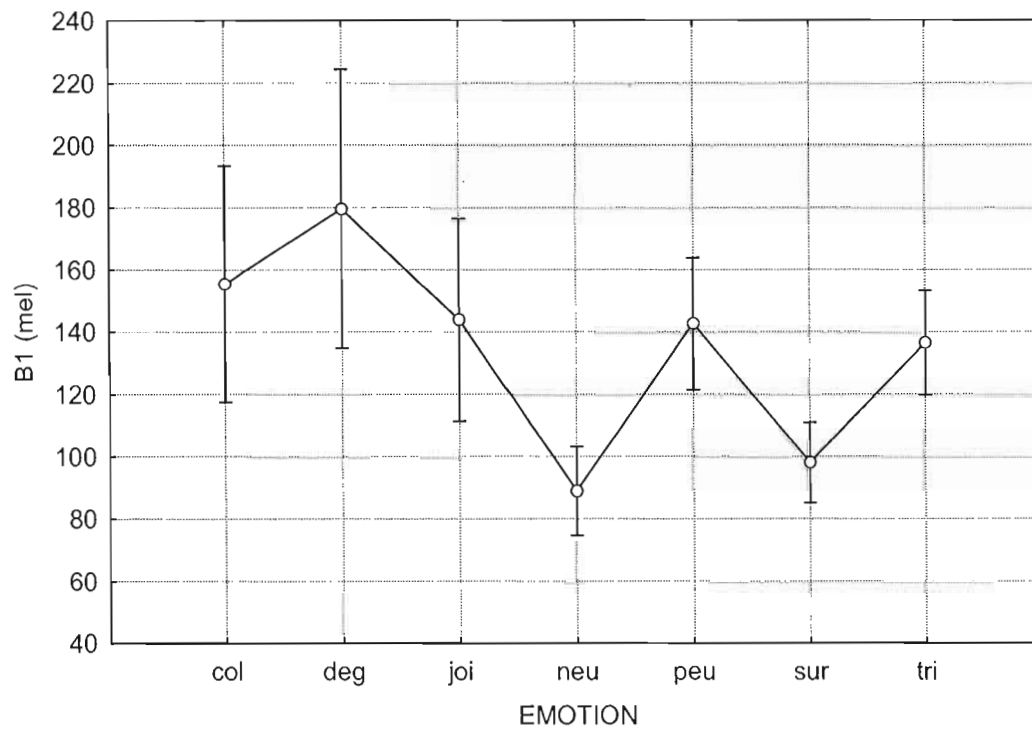


Figure XLI – Moyenne et écart-type de B1 par émotion pour /u/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Pour le phonème /a/, B1 n'est pas significativement influencé par les émotions ($F(5,33) = 0,555; p > 0,05$) (voir la Figure XLII). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(5,33) = 0,275; p > 0,05$).

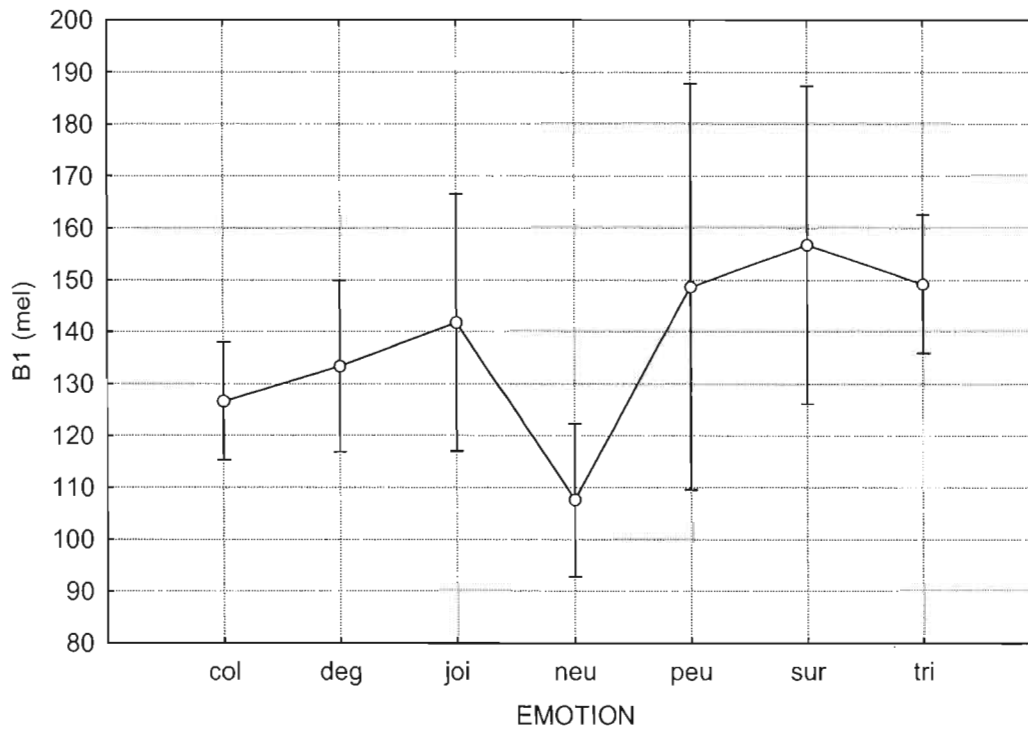


Figure XLII – Moyenne et écart-type de B1 par émotion pour /a/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Pour le phonème /i/, B2 n'est pas significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 0,893$; $p > 0,05$) (voir la Figure XLIII). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 0,668$; $p > 0,05$).

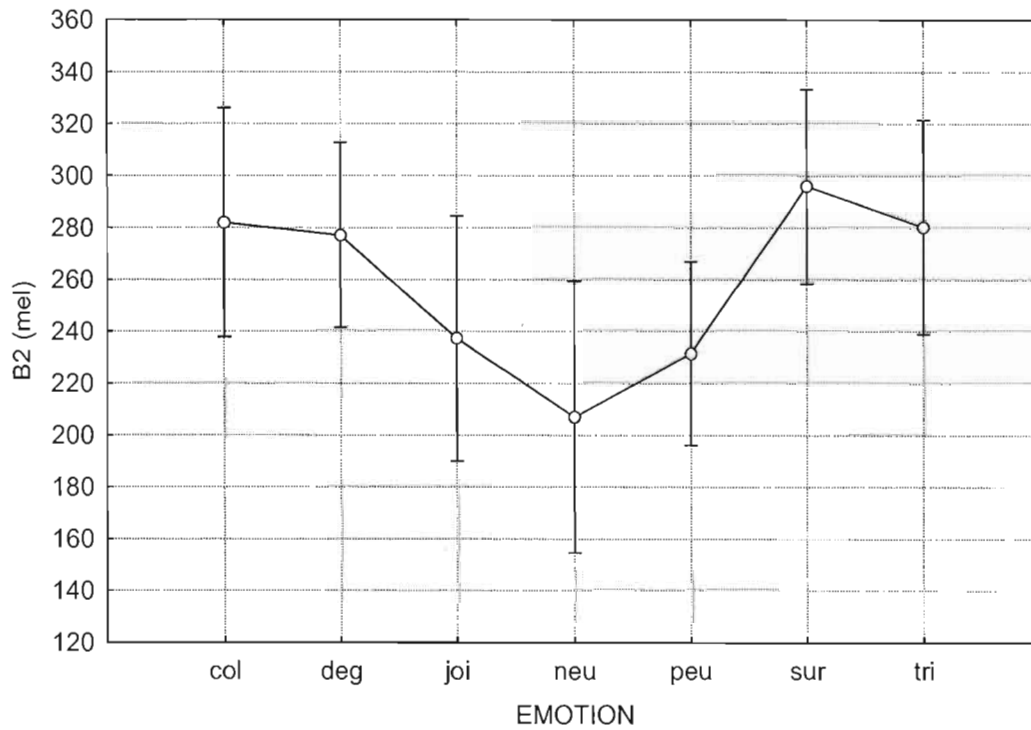


Figure XLIII – Moyenne et écart-type de B2 par émotion pour /i/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Pour le phonème /a/, B2 n'est pas significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 0,968$; $p > 0,05$) (voir la Figure XLIV). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 1,741$; $p > 0,05$).

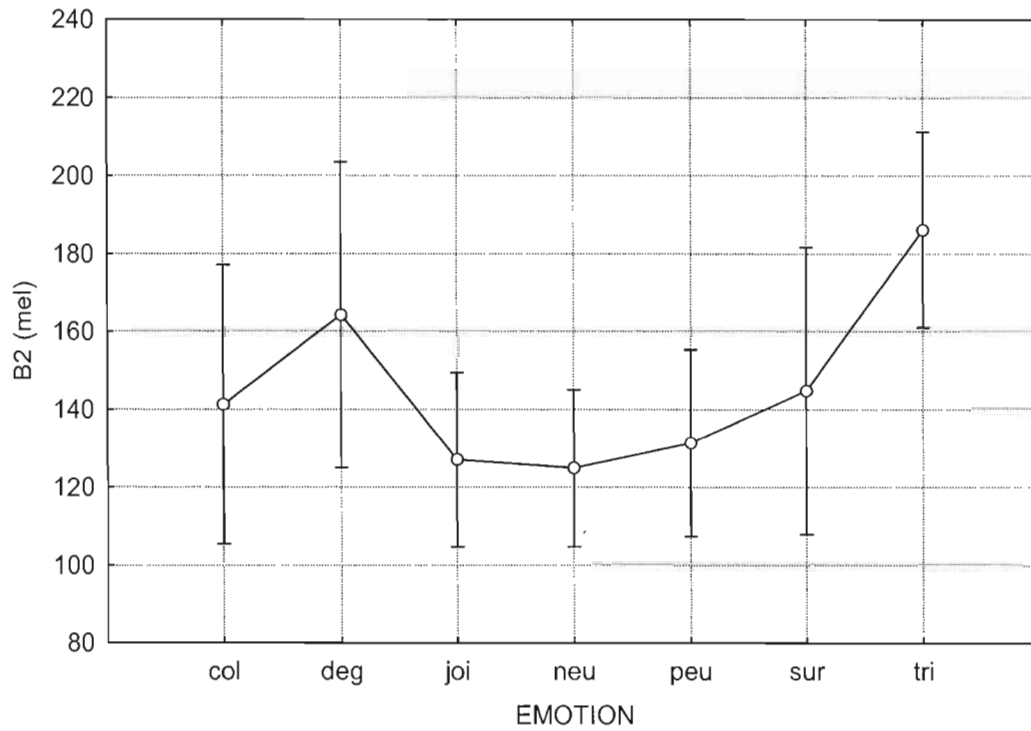


Figure XLIV – Moyenne et écart-type de B2 par émotion pour /a/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Pour le phonème /i/, B3 n'est pas significativement influencé par les émotions ($F(4,27) = 1,677; p > 0,05$) (voir la Figure XLV). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(4,27) = 0,505; p > 0,05$).

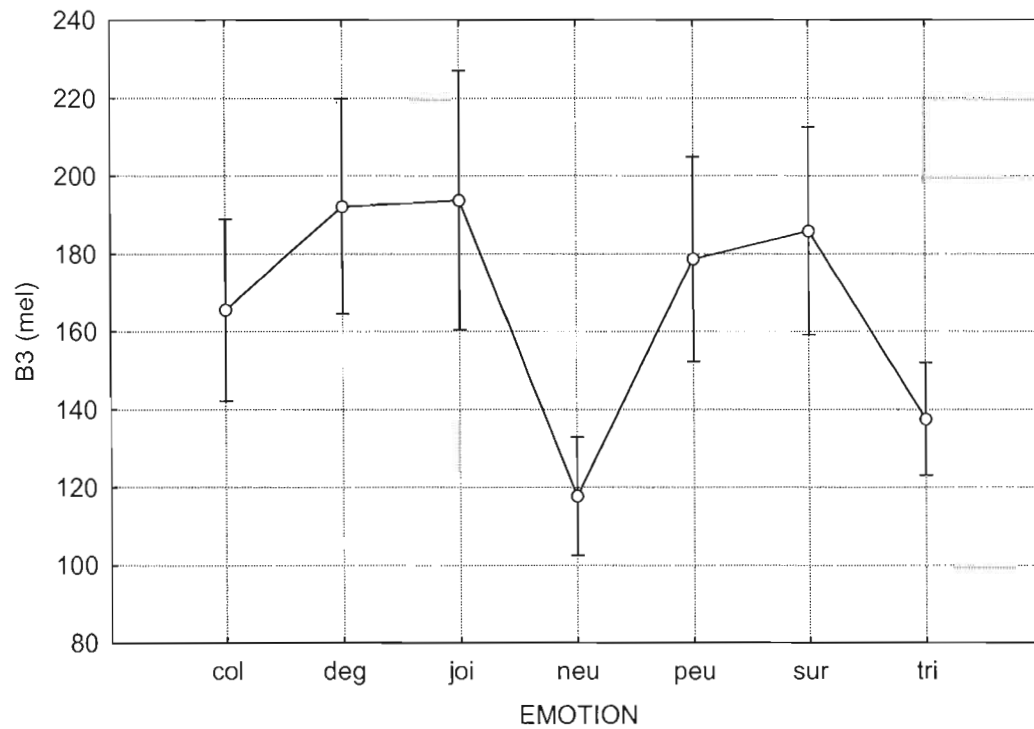


Figure XLV – Moyenne et écart-type de B3 par émotion pour /i/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Pour le phonème /a/, B3 n'est pas significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 1,630$; $p > 0,05$) (voir la Figure XLVI). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 1,017$; $p > 0,05$).

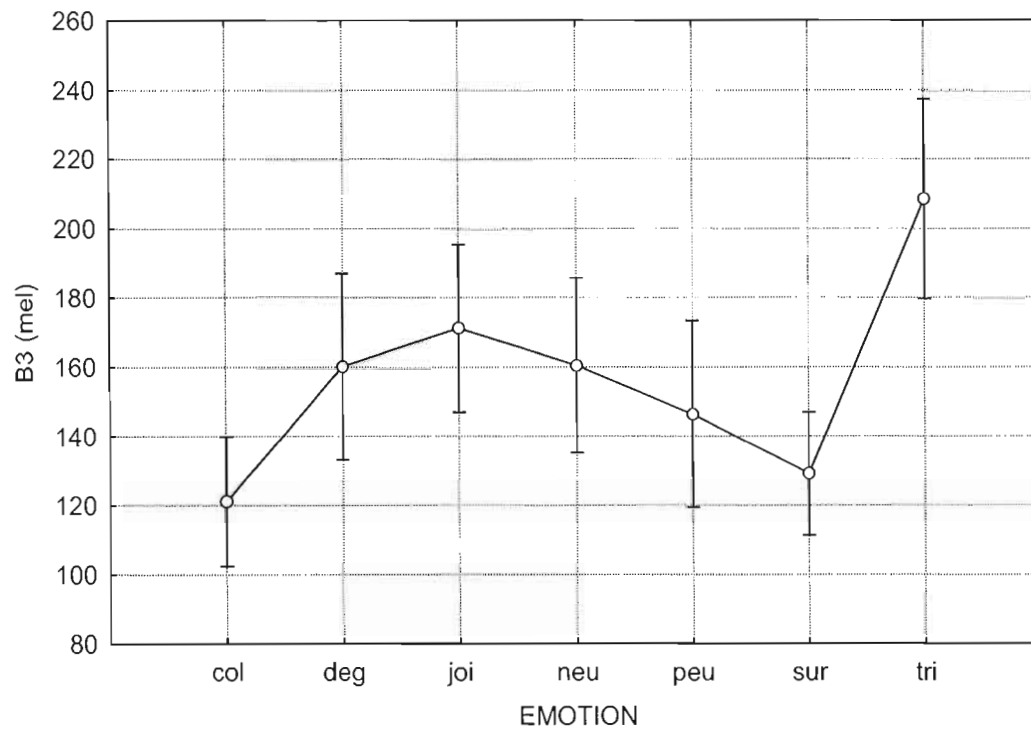


Figure XLVI – Moyenne et écart-type de B3 par émotion pour /a/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Pour le phonème /i/, B4 n'est pas significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 1,364$; $p > 0,05$) (voir la Figure XLVII). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 0,828$; $p > 0,05$).

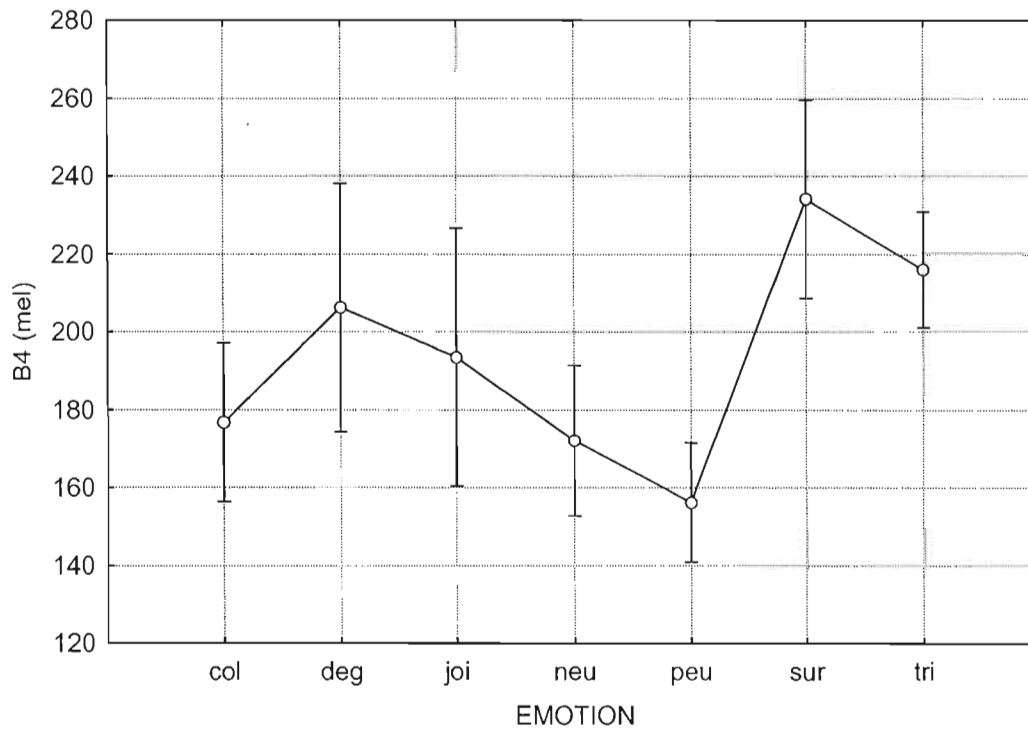


Figure XLVII – Moyenne et écart-type de B4 par émotion pour /i/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Pour le phonème /u/, B4 n'est pas significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 1,041$; $p > 0,05$) (voir la Figure XLVIII). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 1,776$; $p > 0,05$).

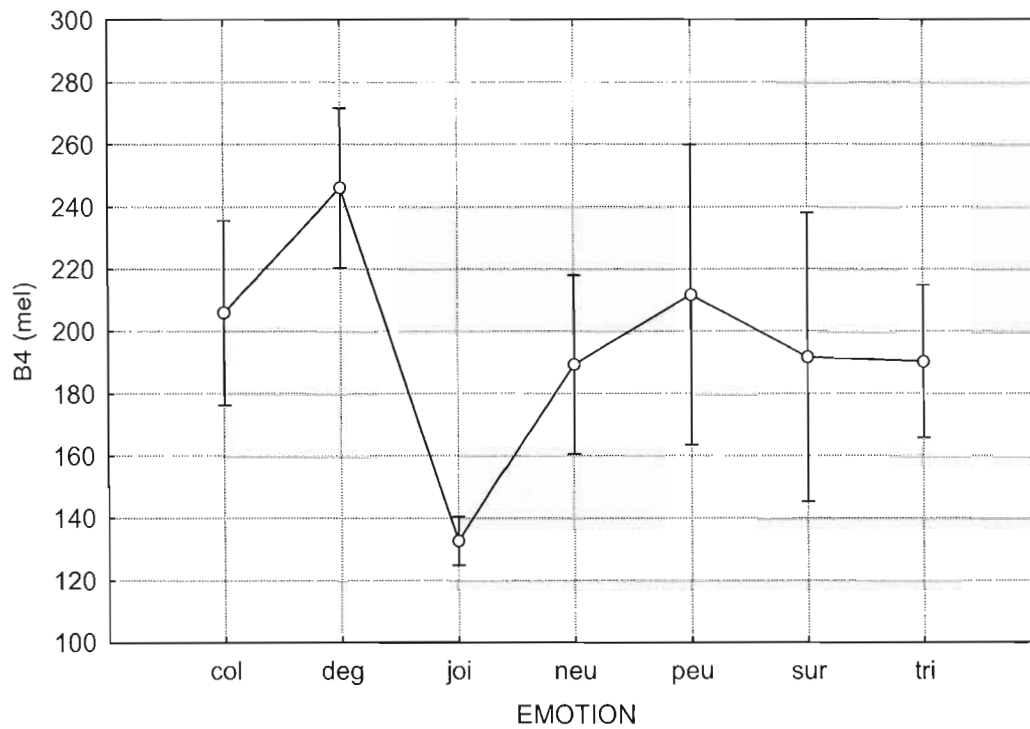


Figure XLVIII – Moyenne et écart-type de B4 par émotion pour /u/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

Pour le phonème /a/, B4 n'est pas significativement influencé par les émotions ($F(4,28) = 1,976; p > 0,05$) (voir la Figure XLIX). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(4,28) = 0,701; p > 0,05$).

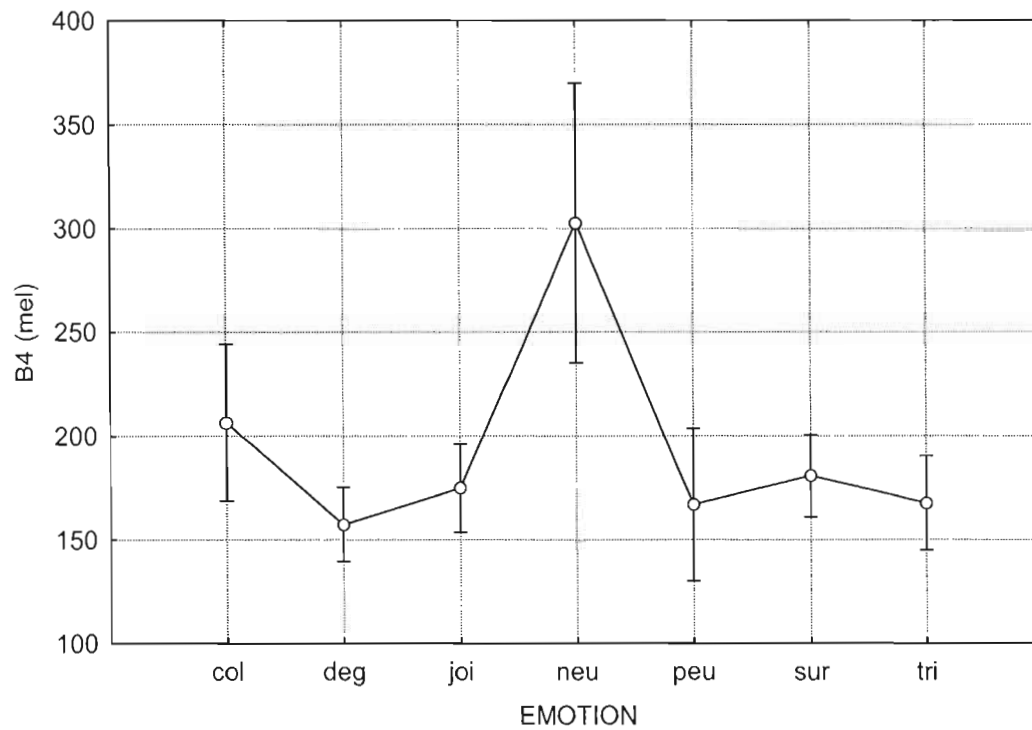


Figure XLIX – Moyenne et écart-type de B4 par émotion pour /a/; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse

Pour le phonème /g/, le centre de gravité n'est pas significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 2,050$; $p > 0,05$) (voir la Figure L). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 1,034$; $p > 0,05$).

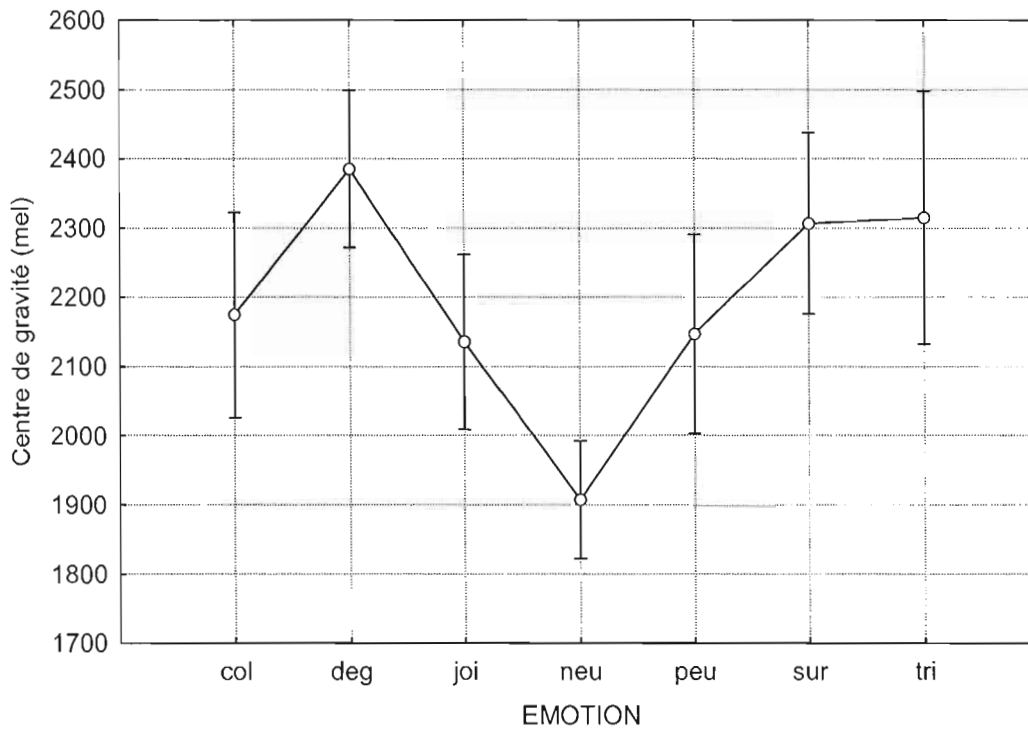


Figure L – Moyenne et écart-type du centre de gravité par émotion pour /g/; col : colère; deg : dégoût; joi : joie; neu : neutre; peu : peur; sur : surprise; tri : tristesse

Pour le phonème /g/, l'écart-type n'est pas significativement influencé par les émotions ($F(6,42) = 1,642$; $p > 0,05$) (voir la Figure LI). Il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'acteur et l'émotion pour ce paramètre ($F(6,42) = 1,056$; $p > 0,05$).

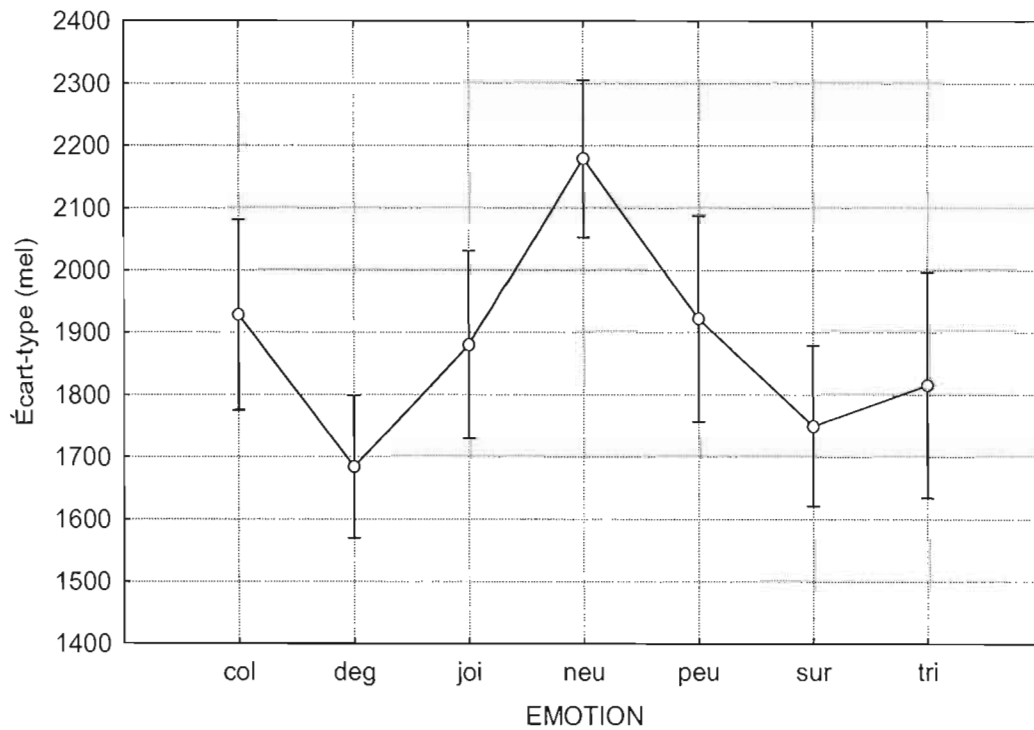


Figure LI – Moyenne et écart-type de l'écart-type spectral par émotion pour /g/; col : *colère*; deg : *dégoût*; joi : *joie*; neu : *neutre*; peu : *peur*; sur : *surprise*; tri : *tristesse*

La Figure LIII illustre la corrélation ($r = 0,495$) entre le plancher de F0 et le pourcentage d'identification correcte de la *colère*.

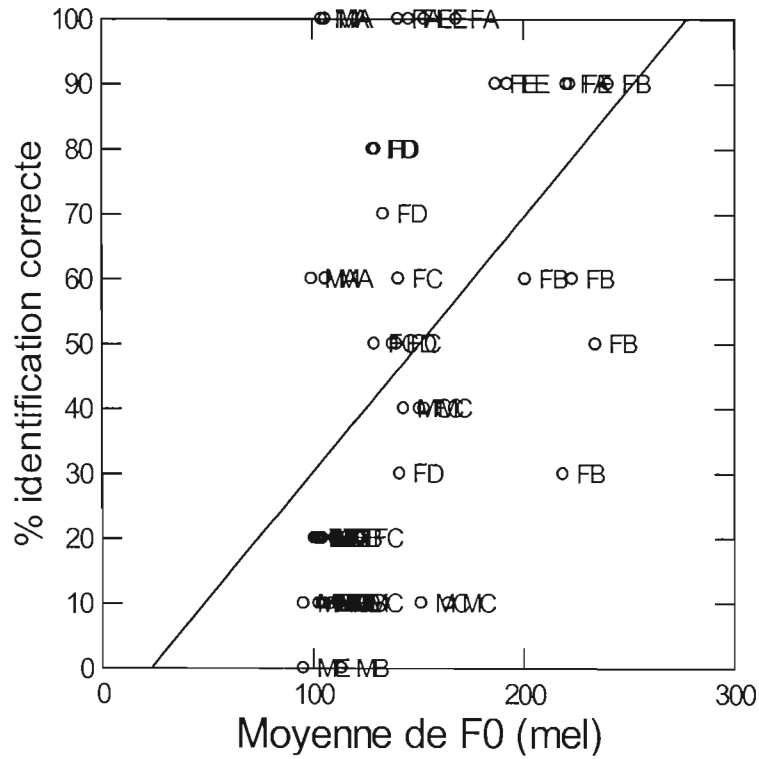


Figure LIII – Corrélation entre la moyenne de F0 et le pourcentage d'identification correcte pour la *colère*

La Figure LIV illustre la corrélation ($r = 0,459$) entre l'étendue de F0 et le pourcentage d'identification correcte de la *colère*.

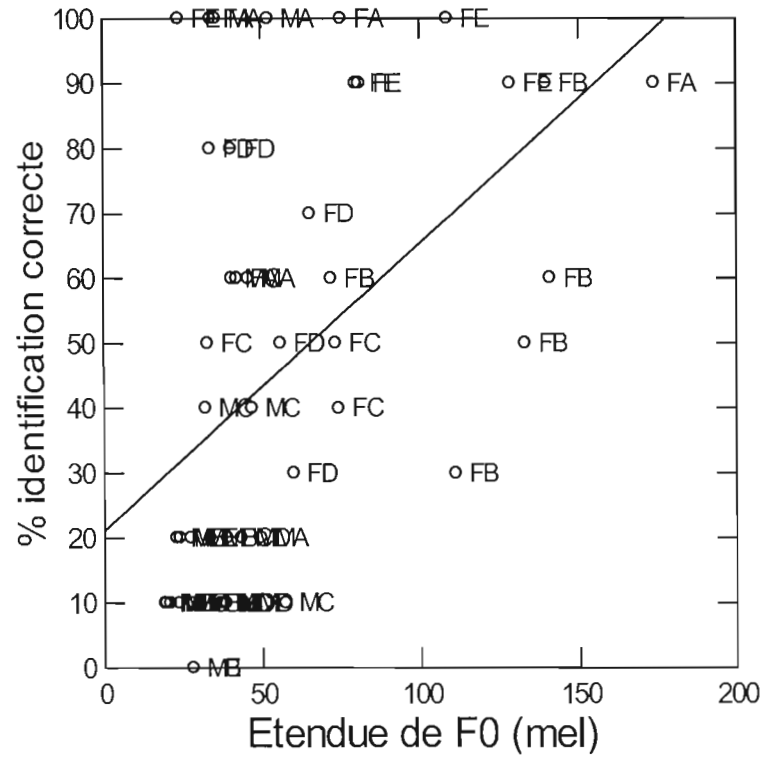


Figure LIV – Corrélation entre l'étendue de F0 et le pourcentage d'identification correcte pour la *colère*

La Figure LV illustre la corrélation ($r = 0,516$) entre l'écart-type de F0 et le pourcentage d'identification correcte de la *colère*.

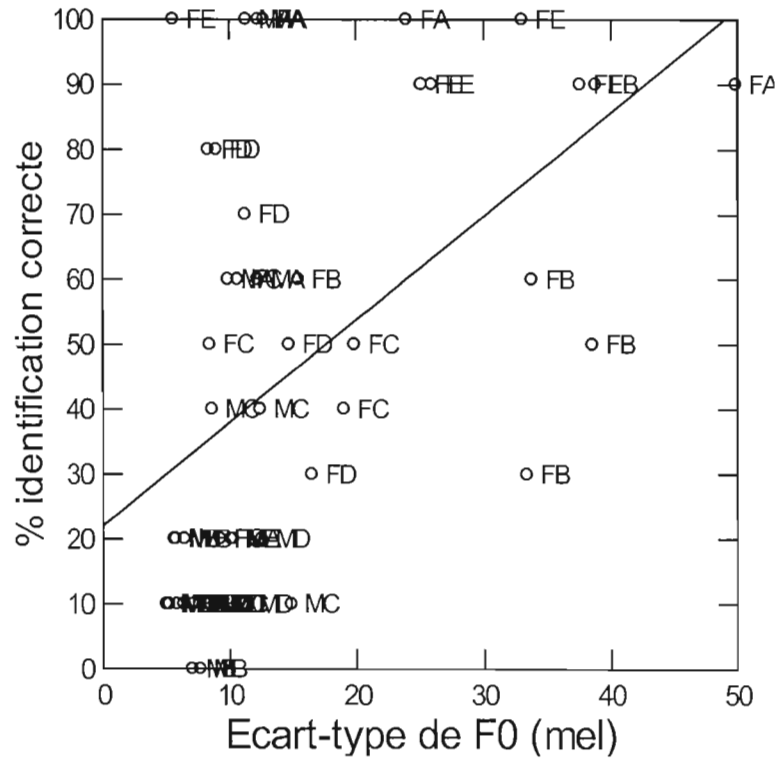


Figure LV – Corrélation entre l'écart-type de F0 et le pourcentage d'identification correcte pour la *colère*

La Figure LVI illustre la corrélation ($r = 0,513$) entre l'intensité moyenne et le pourcentage d'identification correcte de la *colère*.

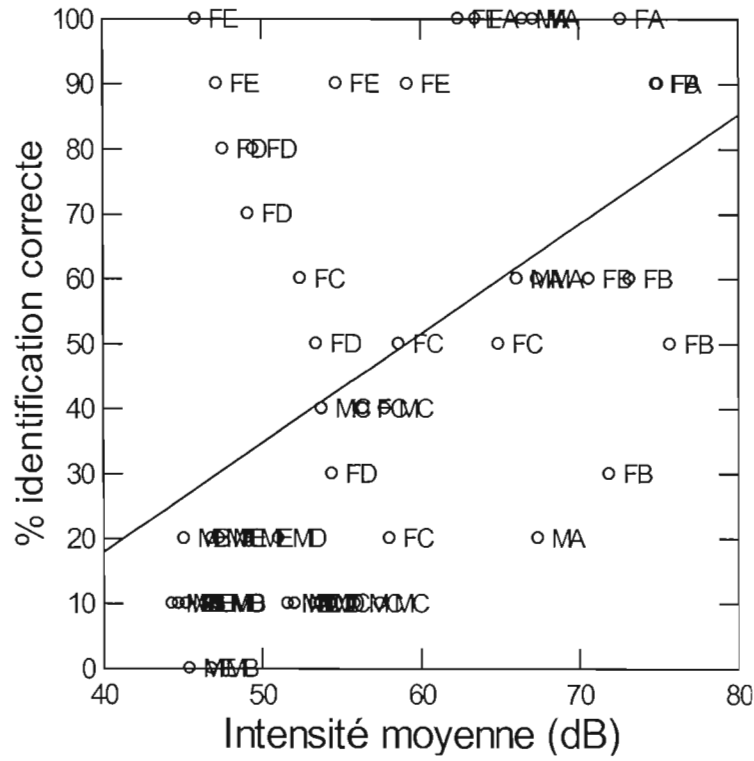


Figure LVI – Corrélation entre l'intensité moyenne et le pourcentage d'identification correcte pour la *colère*

La Figure LVII illustre la corrélation ($r = -0,494$) entre la balance spectrale et le pourcentage d'identification correcte du *dégoût*.

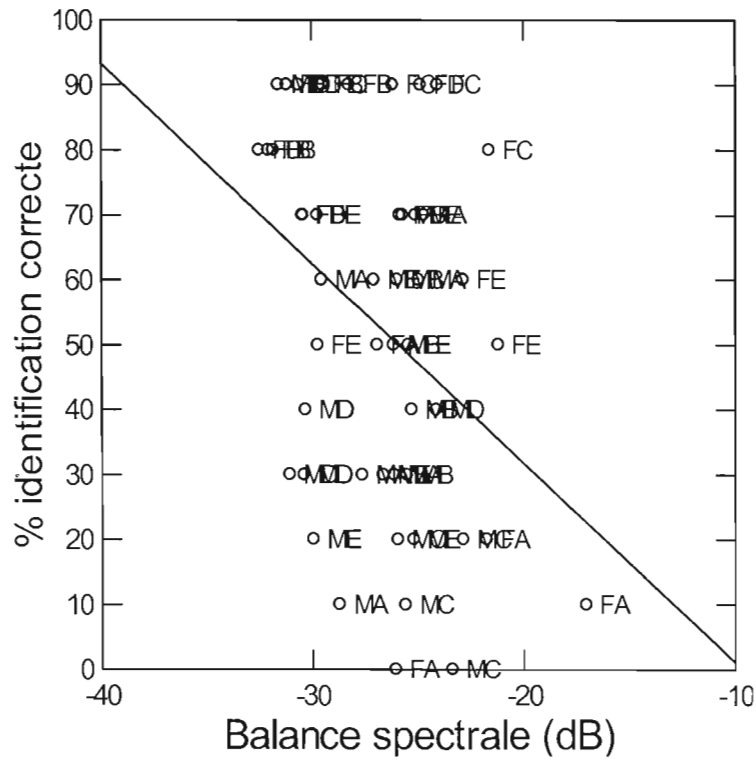


Figure LVII – Corrélation entre la balance spectrale et le pourcentage d'identification correcte pour le *dégoût*

La Figure LVIII illustre la corrélation ($r = 0,405$) entre la balance spectrale et le pourcentage d'identification correcte de la *joie*.

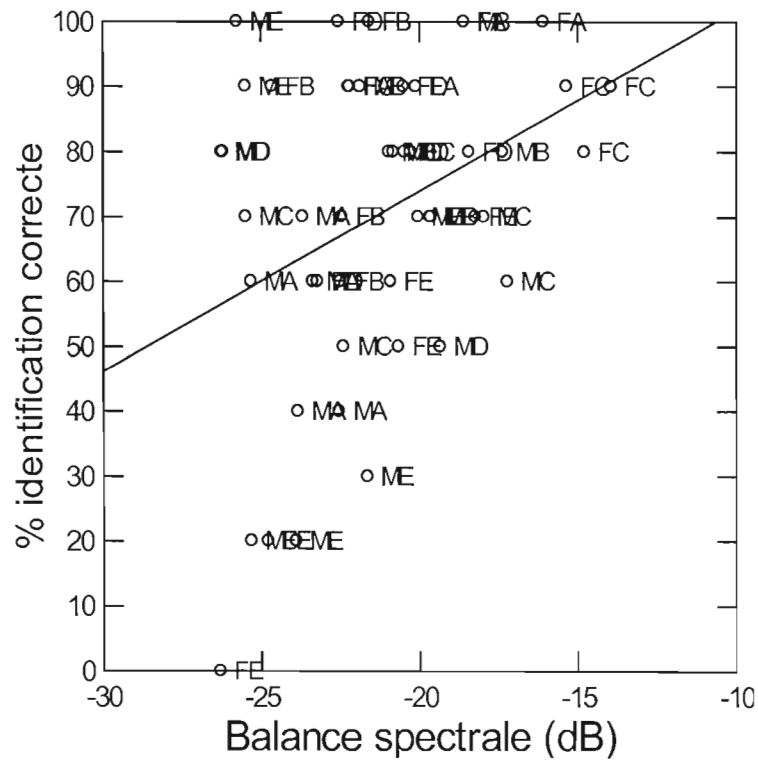


Figure LVIII – Corrélation entre la balance spectrale et le pourcentage d'identification correcte pour la *joie*

La Figure LIX illustre la corrélation ($r = 0,438$) entre la durée et le pourcentage d'identification correcte de la *joie*.

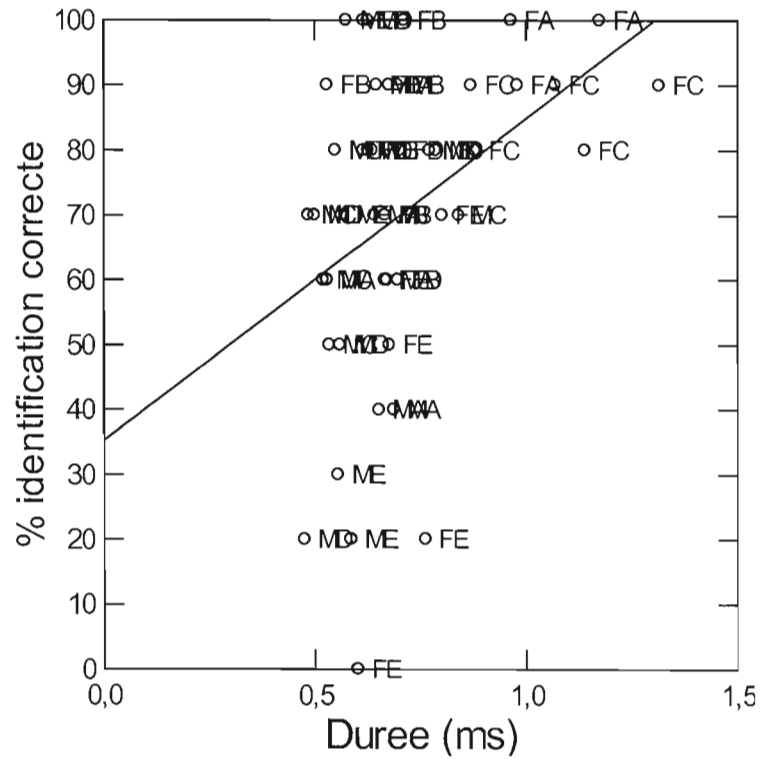


Figure LIX – Corrélation entre la durée et le pourcentage d'identification correcte pour la *joie*

La Figure LX illustre la corrélation ($r = 0,675$) entre F1 pour /a/ et le pourcentage d'identification correcte de la *colère*.

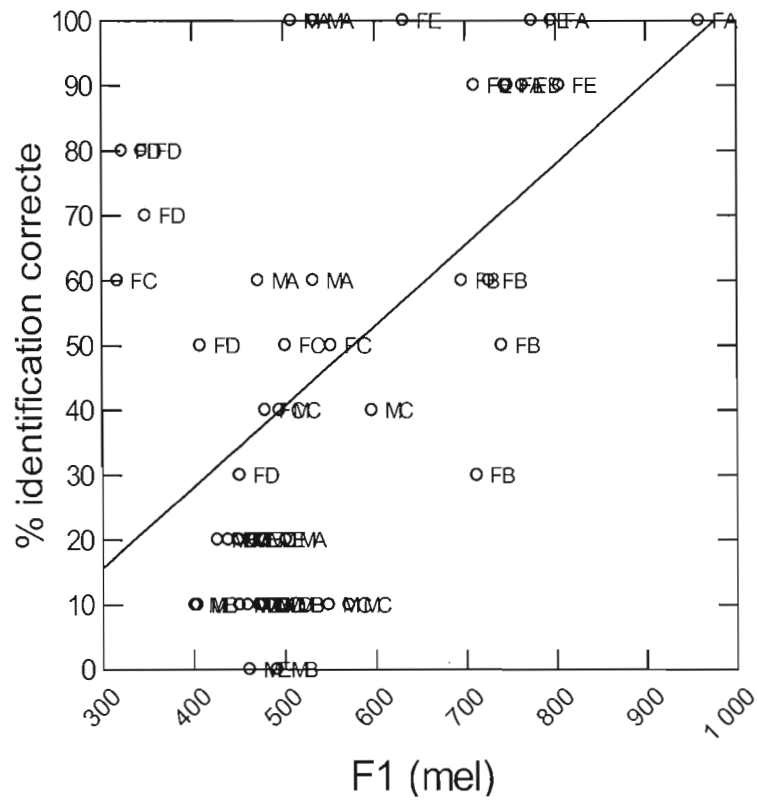


Figure LX – Corrélation entre F1 de /a/ et le pourcentage d'identification correcte pour la *colère*

La Figure LXI illustre la corrélation ($r = 0,527$) entre F2 pour /a/ et le pourcentage d'identification correcte de la *colère*.

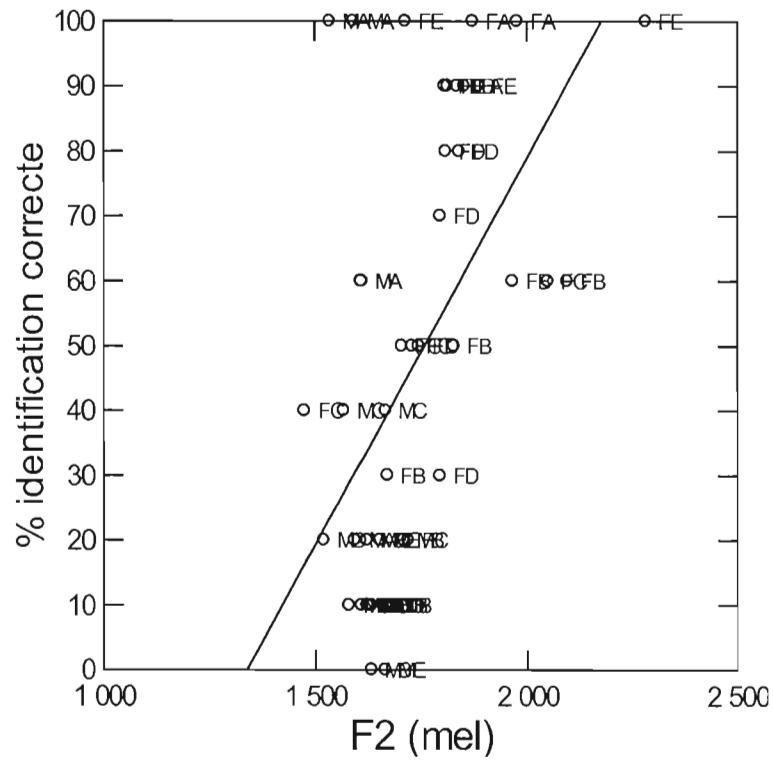


Figure LXI – Corrélation entre F2 de /a/ et le pourcentage d'identification correcte pour la *colère*

La Figure LXII illustre la corrélation ($r = 0,528$) entre F3 pour /a/ et le pourcentage d'identification correcte de la *colère*.

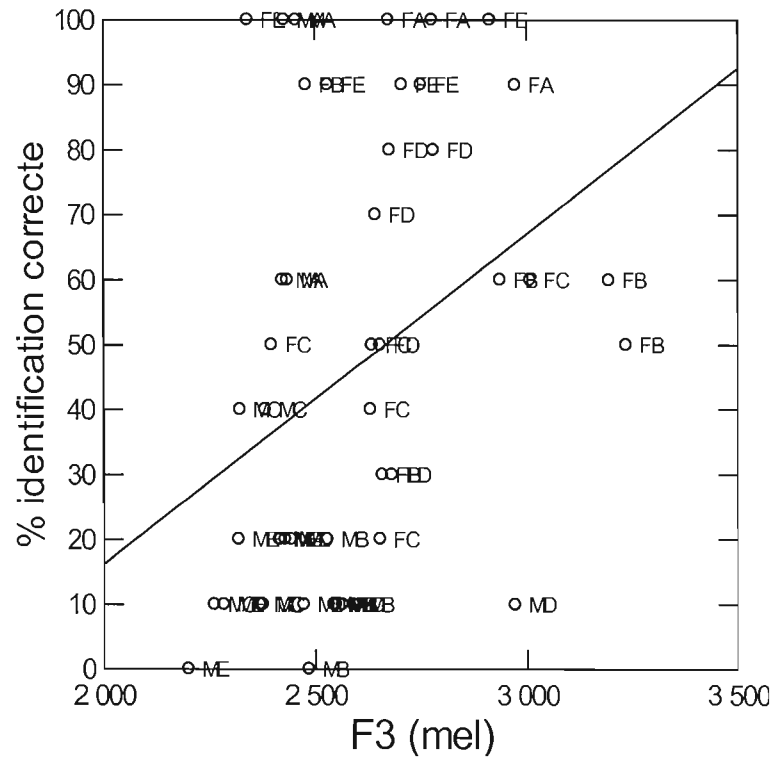


Figure LXII – Corrélation entre F3 de /a/ et le pourcentage d'identification correcte pour la *colère*

La Figure LXIII illustre la corrélation ($r = 0,422$) entre F1 pour /u/ et le pourcentage d'identification correcte de la *joie*.

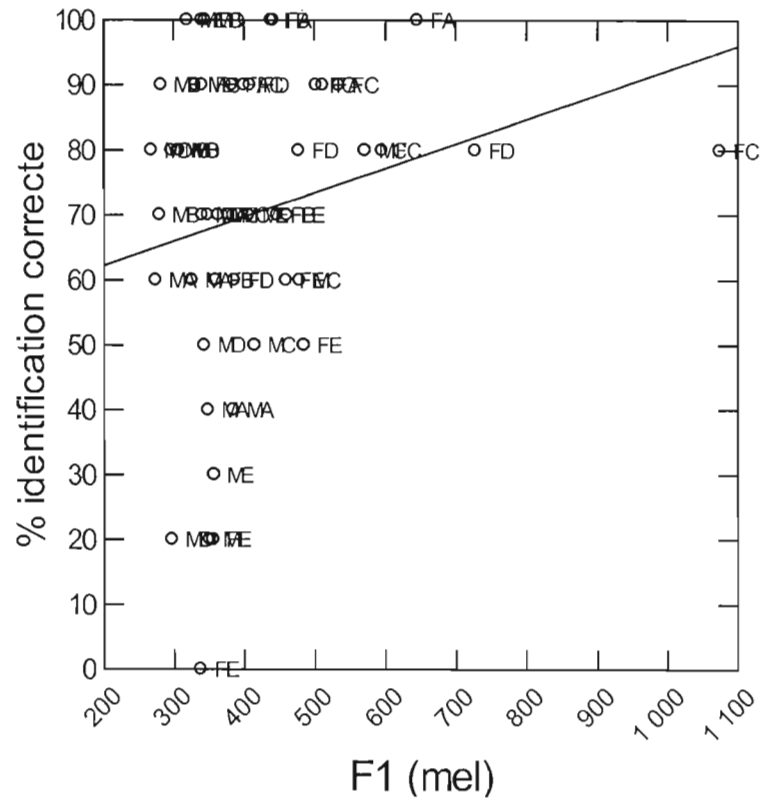


Figure LXIII – Corrélation entre F1 de /u/ et le pourcentage d'identification correcte pour la *joie*

La Figure LXIV illustre la corrélation ($r = 0,451$) entre F2 pour /a/ et le pourcentage d'identification correcte de la *peur*.

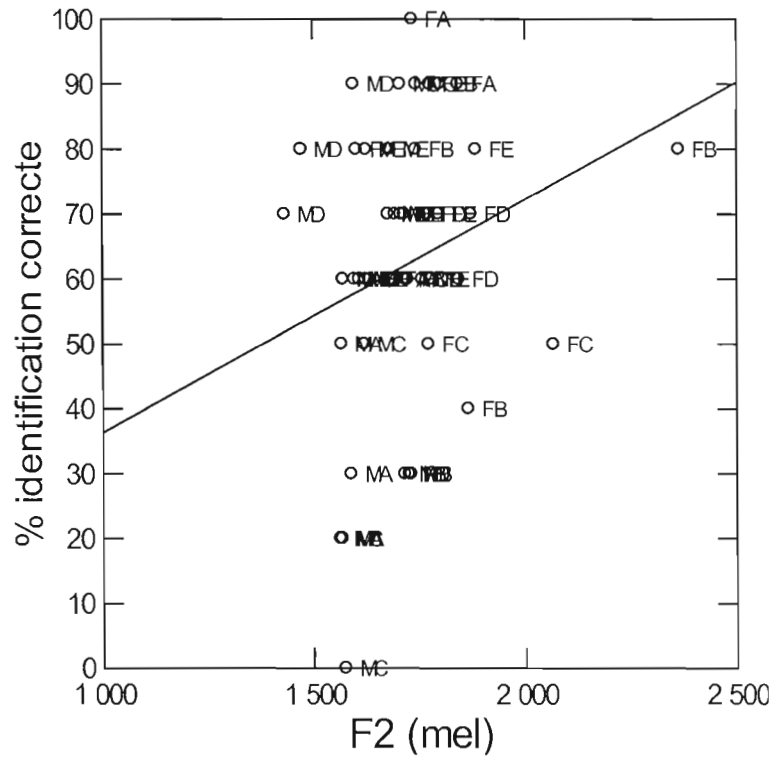


Figure LXIV – Corrélation entre F2 de /a/ et le pourcentage d'identification correcte pour la *peur*

La Figure LXV illustre la corrélation ($r = 0,513$) entre F2 pour /a/ et le pourcentage d'identification correcte de la *surprise*.

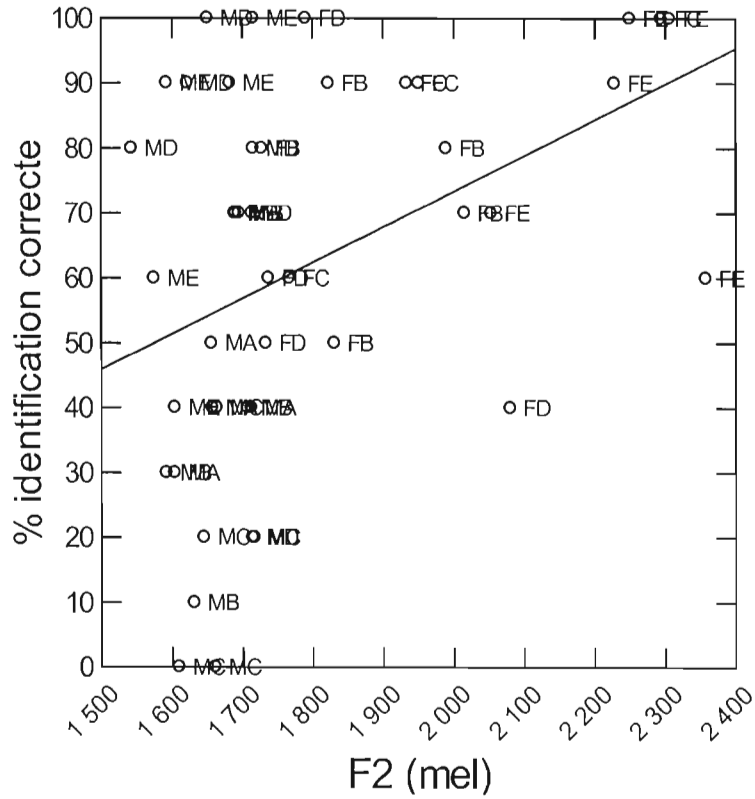


Figure LXV – Corrélation entre F2 de /a/ et le pourcentage d'identification correcte pour la *surprise*

La Figure LXVI illustre la corrélation ($r = 0,467$) entre F3 pour /a/ et le pourcentage d'identification correcte de la *surprise*.

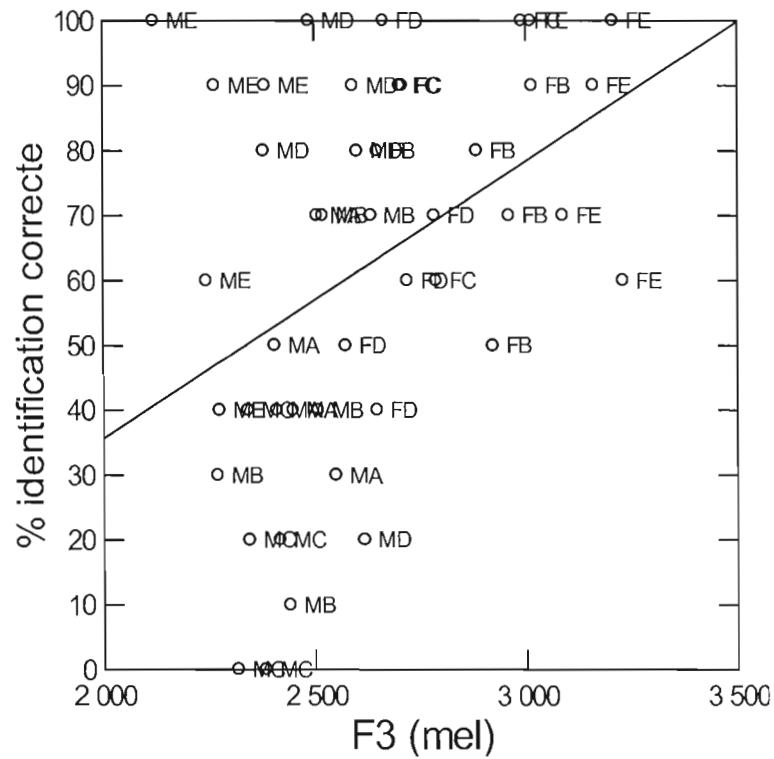


Figure LXVI – Corrélation entre F3 de /a/ et le pourcentage d'identification correcte pour la *surprise*

La Figure LXX illustre la corrélation ($r = 0,453$) entre B1 pour /a/ et le pourcentage d'identification correcte de la *peur*.

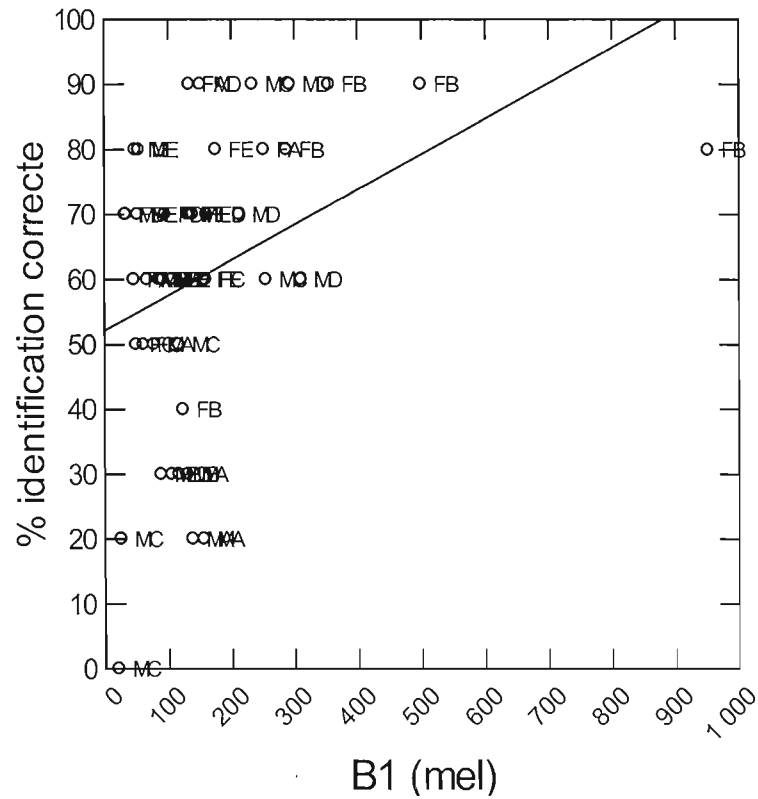


Figure LXX – Corrélation entre B1 de /a/ et le pourcentage d'identification correcte pour la *peur*

La Figure LXXI illustre la corrélation ($r = 0,528$) entre B3 pour /u/ et le pourcentage d'identification correcte de la *surprise*.

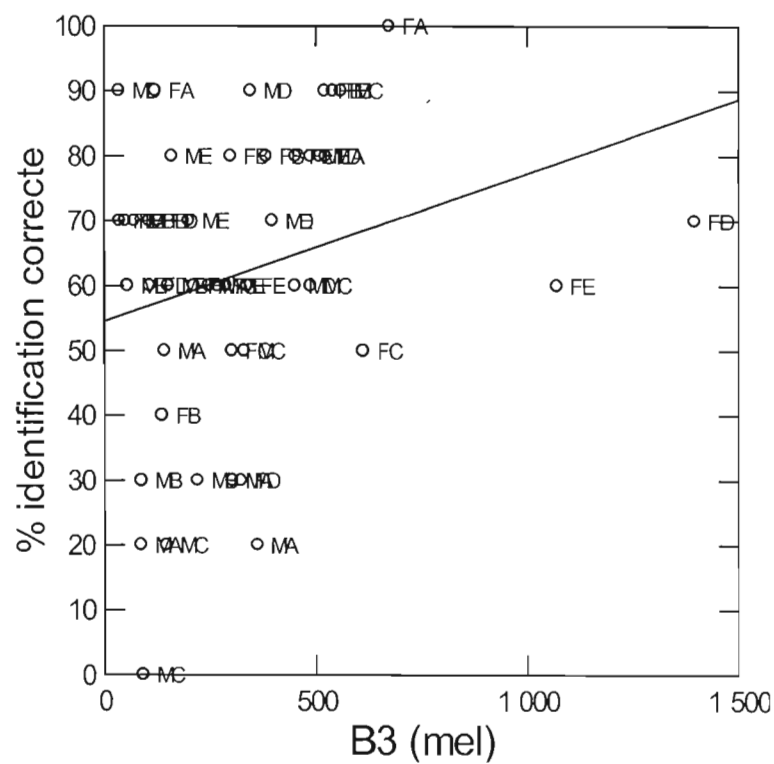


Figure LXXI – Corrélation entre B3 de /u/ et le pourcentage d'identification correcte pour la *surprise*

La Figure LXXII illustre la corrélation ($r = -0,522$) entre le centre de gravité pour /d/ et le pourcentage d'identification correcte du *neutre*.

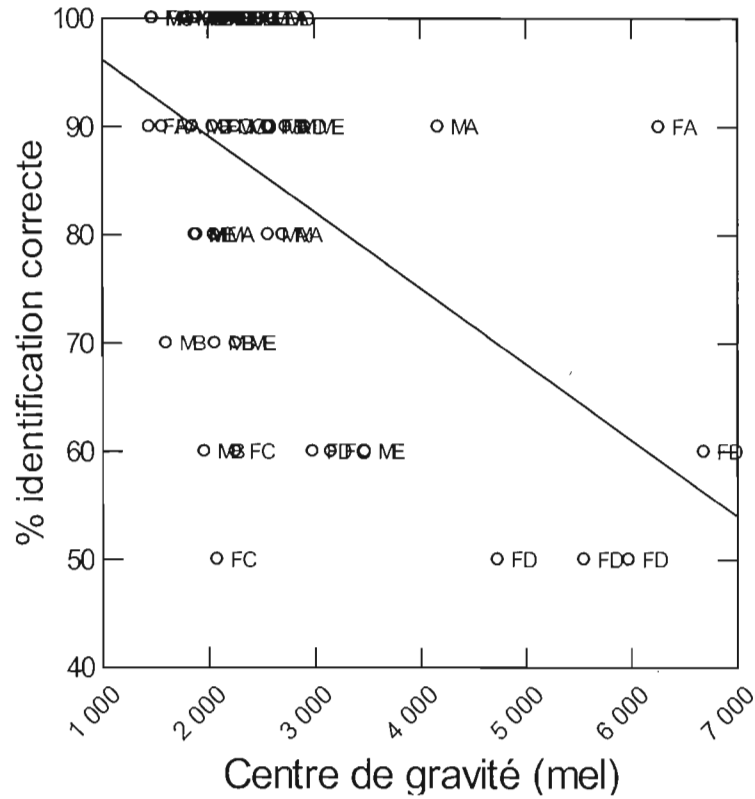


Figure LXXII – Corrélation entre le centre de gravité de /d/ et le pourcentage d'identification correcte pour le *neutre*

La Figure LXXIII illustre la corrélation ($r = -0,506$) entre l'écart-type spectral pour /d/ et le pourcentage d'identification correcte du *neutre*.

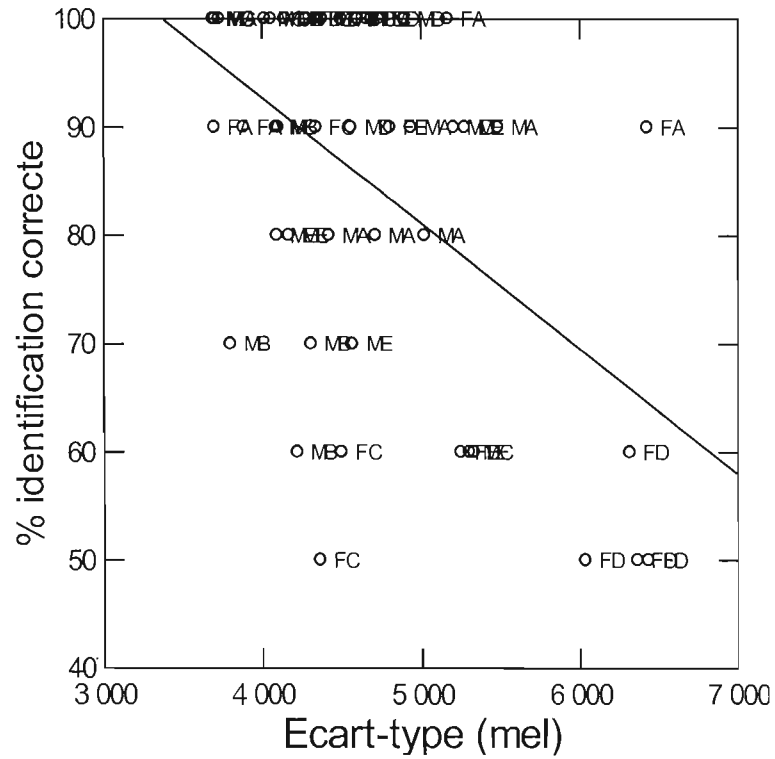


Figure LXXIII – Corrélation entre l'écart-type spectral de /d/ et le pourcentage d'identification correcte pour le *neutre*

La Figure LXXIV illustre la corrélation ($r = 0,542$) entre le coefficient de dissymétrie pour /d/ et le pourcentage d'identification correcte du *neutre*.

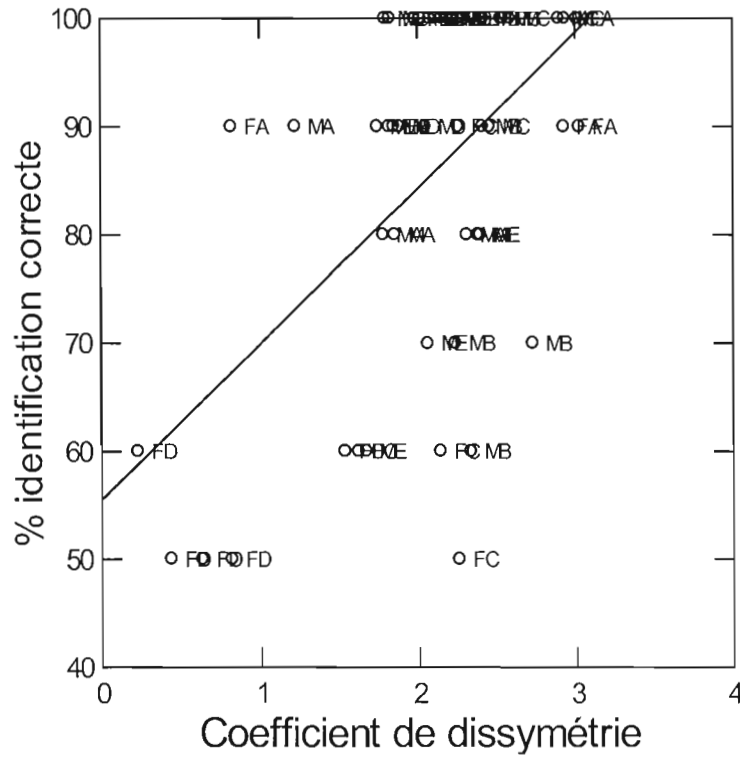


Figure LXXIV – Corrélation entre le coefficient de dissymétrie de /d/ et le pourcentage d'identification correcte pour le *neutre*

La Figure LXXV illustre la corrélation ($r = 0,485$) entre le coefficient d'aplatissement pour /d/ et le pourcentage d'identification correcte du *neutre*.

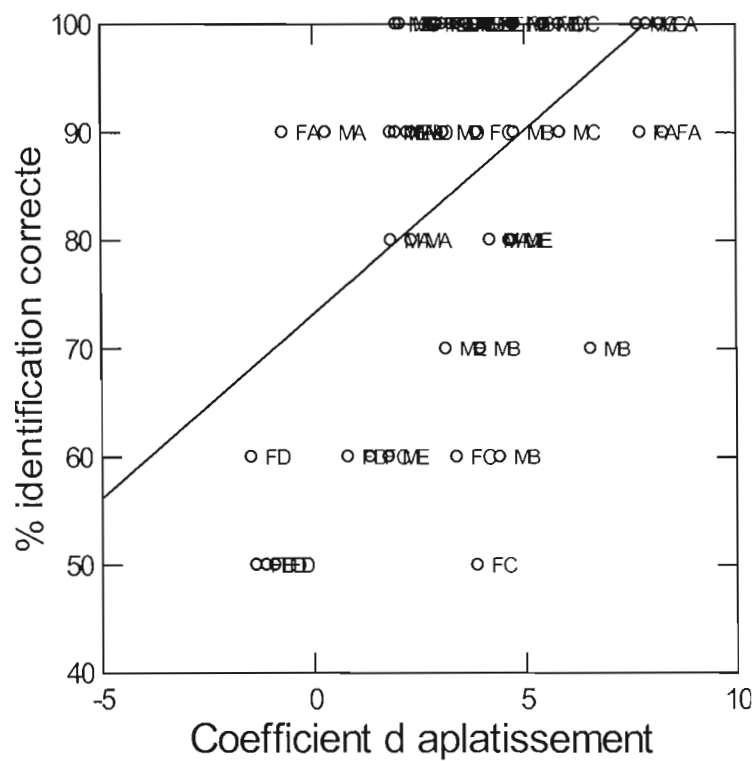


Figure LXXV – Corrélation entre le coefficient d'aplatissement de /d/ et le pourcentage d'identification correcte pour le *neutre*

RÉFÉRENCES

- Abercrombie, David. 1968. «Paralanguage». *British Journal of Disorders of Communication*. vol. 3, no 5, p. 55-59.
- Albas, Daniel C., Ken W. McCluskey et Cheryl A. Albas. 1976. «Perception of the Emotional Content of Speech: A Comparison of Two Canadian Groups». *Journal of Cross-Cultural Psychology*. vol. 7, no 4, p. 481-490.
- Arnold, Magda B. 1960. *Emotion and personality: Psychological aspects*, 2 t. New-York, États-Unis: Columbia University Press.
- Aubin, Jérôme. 2006. «Effets acoustiques et articulatoires de perturbations labiales sur la parole des enfants et des adultes». Mémoire, Montréal, Département de linguistique et de didactique des langues, Université du Québec à Montréal (UQAM), 216 p.
- Austin, William M. 1965. «Some Social Aspects of Paralanguage». *Canadian Journal of Linguistics - Revue Canadienne de Linguistique (CJL/RCL)*. vol. 11, no 1, p. 31-39.

- Averill, James R. 1980. «A Constructivist View of Emotion». In *Emotion: Theory, Research and Experience; Theories of Emotion* Robert Plutchik et Henry Kellerman, p. 305-339. New York: Academic Press.
- Bachorowski, Jo-Anne, et Michael J. Owren. 1995. «Vocal Expression of Emotion: Acoustic Properties of Speech are Associated with Emotional Intensity and Context». *Psychological Science*. vol. 6, no 4, p. 219-224.
- . 2008. «Emotion-Related Vocal Acoustics: Cue-Configuration, Dimensional, and Affect-Induction Perspectives». In *Emotions in the Human Voice*, Krzysztof Izdebski, p. 87-99. San Diego, États-Unis: Plural Publishing.
- Bailly, Gérard, Cléo Baras, Patrick Bas, Séverine Baudry, Denis Beautemps, Rémi Brun, Jean-Marc Chassery, Frank Davoine, Frédéric Elisei, Guillaume Gibert, Laurent Girin, Denis Grison, Jean-Pierre Léoni, Joël Liénard, Nicolas Moreau et Philippe Nguyen. 2007. «ARTUS: Synthesis and Audiovisual Watermarking of the Movements of a Virtual Agent Interpreting Subtitling Using Cued Speech for Deaf Televiewers». *AMSE - Advances in Modelling*. vol. 67, p. 177-187.
- Banse, Rainer, et Klaus R. Scherer. 1996. «Acoustic Profiles in Vocal Emotion Expression». *Journal of Personality and Social Psychology*. vol. 70, no 3, p. 614-636.
- Baum, Shari R., et David H. McFarland. 1997. «The Development of Speech Adaptation to an Artificial Palate». *Journal of the Acoustical Society of America*. vol. 102, p. 2353-2359.
- Belin, Pascal, Sarah Fillion-Bilodeau et Frédéric Gosselin. 2008. «The Montreal Affective Voices: A Validated Set of Nonverbal Affect Bursts for Research on Auditory Affective Processing». *Behavior Research Methods*. vol. 40, no 2, p. 531-539.

- Beskow, Jonas, Björn Granström et David House. 2006. «Visual Correlates to Prominence in Several Expressive Modes». In *Interspeech - 9th International Conference on Spoken Language Processing (ICLSP)* (Pittsburgh, États-Unis, Septembre). p. 1272-1275.
- Bevacqua, Elisabetta, et Catherine Pelachaud. 2004. «Expressive Audio-Visual Speech». *Journal of Visualization and Computer Animation*. vol. 15, no 3-4, p. 297-304.
- Birdwhistell, Ray L. 1970. *Kinesics and Context*. Coll. «University of Pennsylvania publications in conduct and communication», no 2. Philadelphie, États-Unis: University of Pennsylvania Press.
- Bonebright, Terri L., Jeri L. Thompson et Daniel W. Leger. 1996. «Gender Stereotypes in the Expression and Perception of Vocal Affect». *Sex Roles*. vol. 34, no 5-6, p. 429-445.
- Bothorel, André, Péla Simon, François Wioland et Jean-Pierre Zerling. 1986. *Cinéradiographie des voyelles et des consonnes du français*. Coll. «Travaux de l'Institut de Phonétique de Strasbourg». Strasbourg: Publications de l'Institut de Phonétique de Strasbourg.
- Brody, Leslie R., et Judith A. Hall. 2000. «Gender, Emotion, and Expression». In *Handbook of Emotions*, 2e, Michael Lewis et Jeannette M. Haviland-Jones, p. 338-349. New-York, États-Unis: The Guilford Press.
- Browman, Catherine P., et Louis M. Goldstein. 1986. «Towards an Articulatory Phonology». *Phonology Yearbook*. vol. 3, p. 219-252.

- Bühler, Karl. 1990 [1934]. *Theory of Language: The Representational Function of Language* [Sprachtheorie]. Donald F. Goodwin. Coll. «Foundations of Semiotics», no 25. Philadelphie, États-Unis: John Benjamins.
- Bulut, Murtaza, Carlos Busso, Serdar Yildirim, Abe Kazemzadeh, Chul Min Lee, Sungbok Lee et Shrikanth S. Narayanan. 2005. «Investigating the Role of Phoneme-Level Modifications in Emotional Speech Resynthesis». In *Interspeech - 9th European Conference on Speech Communication and Technology* (Lisbonne, Portugal). p. 801-804.
- Busso, Carlos, Zhigang Deng, Michael Grimm, Ulrich Neumann et Shrikanth S. Narayanan. 2007. «Rigid Head Motion in Expressive Speech Animation: Analysis and Synthesis». *IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing*. vol. 15, no 3, p. 1075-1086.
- Busso, Carlos, et Shrikanth S. Narayanan. 2006. «Interplay between Linguistic and Affective Goals in Facial Expression during Emotional Utterances». In *7th International Seminar on Speech Production (ISSP)* (Ubatuba, Brésil, Décembre). p. 549-556.
- . 2007a. «Interrelation between Speech and Facial Gestures in Emotional Utterances: A Single Subject Study». *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*. vol. 10, no 20, p. 1-16.
- . 2007b. «Joint Analysis of the Emotional Fingerprint in the Face and Speech: A Single Subject Study». In *International Workshop on Multimedia Signal Processing (MMSP)* (Chanée, Grèce, Octobre). IEEE, p. 43-47.
- Caldognetto, Emanuela Magno, Piero Cosi et Federica Cavicchio. 2004. «Modifications of Speech Articulatory Characteristics in the Emotive Speech». In *Tutorial and Research Workshop on Affective Dialogue System (ADS)* (Irsee, Allemagne, Juin). p. 233-239.

- Caldognetto, Emanuela Magno, Piero Cosi, Carlo Drioli, Graziano Tisato et Federica Cavicchio. 2003. «Coproduction of Speech and Emotion: Visual and Acoustic Modifications of Some Phonetic Labial Targets». In *International Conference on Audio-Visual Speech Processing (ICAVSP)* (St-Jorioz, France, Septembre). p. 209-214.
- . 2004. «Modifications of Phonetic Labial Targets in Emotive Speech: Effets of the Co-Production of Speech and Emotions». *Speech Communication*. vol. 44, p. 173-185.
- Carré, René. 2003. «From an Acoustic Tube to Speech Production». *Speech Communication*. vol. 42, p. 227-240.
- Carré, René, Björn Lindblom et Peter MacNeilage. 1995. «Rôle de l'acoustique dans l'évolution du conduit vocal humain». *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. vol. 320, no 9, p. 471-476.
- Collier, Gary. 1985. *Emotional Expression*. Hillsdale, États-Unis: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cowie, Roddy, et Randolph R. Cornelius. 2003. «Describing the Emotional States that are Expressed in Speech». *Speech Communication*. vol. 40, p. 5-32.
- Cowie, Roddy, et Ellen Douglas-Cowie. 1996. «Automatic Statistical Analysis of the Signal and Prosodic Signs of Emotion in Speech». In *Interspeech - 4th International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP)* (Philadelphie, États-Unis, Octobre). p. 1989-1992.

- Cowie, Roddy, Ellen Douglas-Cowie, Nicolas Tsapatsoulis, George Votsis, Stefanos Kollias, Winfried Fellenz et John G. Taylor. 2001. «Emotion Recognition in Human-Computer Interaction». *IEEE Signal Processing Magazine*. vol. 18, no 1, p. 32-80.
- Cruttenden, Alan. 1997. *Intonation*, 2e. Coll. «Cambridge Textbooks in Linguistics». Cambridge, Royaume Uni: Cambridge University Press.
- Crystal, David. 1969. *Prosodic Systems and Intonation in English*. Coll. «Cambridge Studies in Linguistics», no 1. Cambridge, Royaume Uni: Cambridge University Press.
- Crystal, David, et Randolph Quirk. 1964. *Systems of Prosodic and Paralinguistic Features in English*. Coll. «Janua Linguarum», no 39. Londres, Royaume Uni; Paris, France: Mouton The Hague.
- Darwin, Charles R. 1872. *The Expression of the Emotions in Man and Animals*, 2e. Londres, Royaume Uni.
- Davitz, Joel R. 1964. «Auditory Correlates of Vocal Expressions of Emotional Meanings». In *The Communication of Emotional Meaning*, Joel R. Davitz, p. 101-112. Westport, États-Unis: Greenwood Press.
- Denes, Peter B., et Elliot N. Pinson. 1973. *The Speech Chain: The Physics and Biology of Spoken Language*. New-York, États-Unis: Anchor Books.
- Eibl-Eibesfeldt, Ireneaus. 1973. «The Expressive Behavior of the Deaf-and-Blind-Born». In *Social Communication and Movement: Studies of Interaction and Expression in Man and Chimpanzee* Mario von Cranach et Ian Vine. New-York, États-Unis: Academic Press.

- Ekman, Paul. 1972. «Universals and Cultural Differences in Facial Expressions of Emotion». In *Nebraska Symposium on Motivation*, J. Cole, p. 207-283. Lincoln, États-Unis: University of Nebraska Press.
- . 1973. «Cross-Cultural Studies of Facial Expression: A Century of Research in Review». In *Darwin and Facial Expression*, Paul Ekman, p. 169-222. New-York, États-Unis: Academic Press.
- . 1984. «Expression and the Nature of Emotion». In *Approaches to Emotion*, Klaus R. Scherer et Paul Ekman, p. 319-343. Hillsdale, États-Unis: Lawrence Erlbaum Associates.
- . 1992. «Facial Expression of Emotion: New Findings, New Questions». *Psychological Science*. vol. 3, p. 34-38.
- . 1994. «Strong Evidence for Universals in Facial Expressions: A Reply to Russell's Mistaken Critique». *Psychological Bulletin*. vol. 115, no 2, p. 268-287.
- Ekman, Paul, et Wallace V. Friesen. 1969. «The Repertoire of Nonverbal Behavior: Categories, Origins, Usage, and Coding». *Semiotica*. vol. 1, p. 49-98.
- . 1971. «Constants across Cultures in the Face and Emotion». *Journal of Personality and Social Psychology*. vol. 17, no 2, p. 124-129.
- . 1982. «Felt, False and Miserable Smiles». *Journal of Nonverbal Behavior*. vol. 6, no 4, p. 238-252.

- Ekman, Paul, Robert W. Levenson et Wallace V. Friesen. 1983. «Autonomic Nervous System Activity Distinguishes between Emotions». *Science*. vol. 221, p. 1208-1210.
- Elfenbein, Hillary A., Martin Beaupré, Manon Lévesque et Ursula Hess. 2007. «Toward a Dialect Theory: Cultural Differences in the Expression and Recognition of Posed Facial Expressions». *Emotion*. vol. 7, no 1, p. 131-146.
- Émond, Caroline. 2008. «Les corrélats prosodiques et segmentaux de la parole souriante en français québécois». Mémoire, Montréal, Département de linguistique et de didactique des langues, Université du Québec à Montréal (UQAM), 129 p.
- Erickson, Donna, Arthur Abramson, Kikuo Maekawa et Tokihiko Kaburagi. 2000. «Articulatory Characteristics of Emotional Utterances in Spoken English». In *Interspeech - 6th International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP)* (Beijing, Chine, Octobre). p. 365-368.
- Erickson, Donna, Osamu Fujimura et Bryan Pardo. 1998. «Articulatory Correlates of Prosodic Control: Emotion and Emphasis». *Language and Speech*. vol. 41, no 3-4, p. 395-413.
- Erickson, Donna, Akinori Fujino, Takemi Mochida, Caroline Menezes, Kenji Yoshida et Yoshiho Shibuya. 2004. «Articulation of Sad Speech: Comparison of American English and Japanese». In *Acoustical Society of Japan* (Automne). p. 269-270.
- Erickson, Donna, Caroline Menezes et Akinori Fujino. 2004. «Some Articulatory Measurements of Real Sadness». In *Interspeech - 8th International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP)* (Jeju, Corée, Octobre). p. 1825-1828.

Erickson, Donna, Kenji Yoshida, Caroline Menezes, Akinori Fujino, Takemi Mochida et Yoshiho Shibuya. 2006. «Exploratory Study of Some Acoustic and Articulatory Characteristics of Sad Speech». *Phonetica*. vol. 63, no 1, p. 1-25.

Fant, Gunnar. 1968. «Analysis and Synthesis of Speech Processes». In *Manual of Phonetics*, Bertil Malmberg, p. 173-177. Amsterdam, Pays-Bas.

----- . 1970 [1960]. *Acoustic Theory of Speech Production: With Calculations based on X-Ray Studies of Russian Articulations*, Deuxième. La Haye, Pays-Bas: Mouton.

Faure, Georges. 1962. *Recherches sur les caractères et le rôle des éléments musicaux dans la prononciation anglaise : Essai de description phonologique*. Paris, France: Didier.

Fischer, Agneta H. 1993. «Sex Differences in Emotionality: Fact or Stereotype?». *Feminism & Psychology*. vol. 3, no 3, p. 303-318.

Fónagy, Ivan. 1964. «L'information du style verbal». *Linguistics*. vol. 4, p. 19-47.

----- . 1971. «Double Coding in Speech». *Semiotica*. vol. 3, p. 189-222.

----- . 1976. «La mimique buccale : Aspect radiologique de la vive voix». *Phonetica*. vol. 33, p. 31-44.

----- . 1983. *La vive voix : Essais de psycho-phonétique*. Paris: Payot.

Fónagy, Ivan, et Klara Magdics. 1963. «Emotional Patterns in Intonation and Music». *Zeitschrift für Phonetik*. vol. 16, p. 293-326.

Forrest, Karen, Gary Weismer, Paul Milenkovic et Ronald N. Dougall. 1988. «Statistical Analysis of Word-Initial Voiceless Obstruents: Preliminary Data». *Journal of the Acoustical Society of America*. vol. 84, no 1, p. 115-123.

Frick, Robert W. 1985. «Communicating Emotion: The Role of Prosodic Features». *Psychological Bulletin*. vol. 97, no 3, p. 412-429.

----- . 1986. «The Prosodic Expression of Anger: Differentiating Threat and Frustration». *Aggressive Behavior*. vol. 12, p. 121-128.

Frijda, Nico H. 1986. *The Emotions*. Coll. «Studies in emotion and social interaction». Paris, France: Maison des sciences de l'homme.

Fujimura, Osamu, Bryan Pardo et Donna Erickson. 1998. «Effect of emphasis and irritation on jaw opening». In *European Speech Community Association Conference on Sound Patterns of Spontaneous Speech (ESCA - SPoSS)* (Aix-en-Provence, France, Septembre). p. 23-29.

Fujisaki, Hiroya. 1997. «Prosody, Models, and Spontaneous Speech». In *Computing Prosody: Computational Models for Processing Spontaneous Speech*, Yoshinori Sagisaka, Nick Campbell et Norio Higuchi, p. 27-42. New-York: Springer.

----- . 2004. «Information, Prosody, and Modelling - with Emphasis on Tonal Features of Speech». In *Speech Prosody* (Nara, Japon, Mars). p. 1-10.

- Fussell, Susan R. 2002. «The Verbal Communication of Emotion: Introduction and Overview». In *The Verbal Communication of Emotions: Interdisciplinary Perspectives*, Susan R. Fussell, p. 1-15. Mahwah, États-Unis: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gracco, Vincent L., et James H. Abbs. 1986. «Variant and Invariant Characteristics of Speech Movements». *Experimental Brain Research*. vol. 65, no 1, p. 156-166.
- Granström, Björn, et David House. 2005. «Audiovisual Representation of Prosody in Expressive Speech Communication». 46, p. 473-484.
- , 2007. «Inside Out - Acoustic and Visual Aspects of Verbal and Non-Verbal Communication». In *16th International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS XVI)* (Saarbrücken, Allemagne, Août). p. 11-18.
- Hall, Judith A. 1984. *Nonverbal Sex Differences: Communication Accuracy and Expressive Style*. Baltimore, États-Unis: The Johns Hopkins University Press.
- Helfrich, Hede, Reiner Standke et Klaus R. Scherer. 1984. «Vocal Indicators of Psychoactive Drug Effects». *Speech Communication*. vol. 3, p. 245-252.
- Hess, Ursula, Reginald B. Adams et Robert E. Kleck. 2004. «Facial Appearance, Gender, and Emotion Expression». *Emotion*. vol. 4, no 4, p. 378-388.
- Hess, Ursula, Sylvie Blairy et Robert E. Kleck. 1997. «The Intensity of Emotional Facial Expressions and Decoding Accuracy». *Journal of Nonverbal Behavior*. vol. 21, no 4, p. 241-257.

- Hodge, Alison. 2000. *Twentieth Century: Actor Training*. New-York, États-Unis: Routledge.
- Holmberg, Eva B., Robert E. Hillman, Joseph S. Perkell, Peter C. Guiod et Susan L. Goldman. 1995. «Comparisons among Aerodynamic, Electrolottographic, and Acoustic Spectral Measures of Female Voice». *Journal of Speech and Hearing Research*. vol. 38, p. 1212-1223.
- Izard, Carroll E. 1971. *The Face of Emotion*. Coll. «Century Psychology Series». New-York, États-Unis: Appleton-Century-Crofts.
- . 1991. *The Psychology of Emotions*. New-York, États-Unis: Plenum Press.
- Jakobson, Roman. 1963. *Essais de linguistique générale*: Éditions de Minuit.
- James, William. 1884. «What is an Emotion?». *Mind*. vol. 9, p. 188-205.
- Johnstone, Tom, et Klaus R. Scherer. 1999. «The Effects of Emotion on Voice Quality». In *14th International Conference of Phonetic Sciences* (San Francisco, États-Unis). p. 2029–2032.
- . 2000. «Vocal Communication of Emotion». In *Handbook of Emotions*, Michael Lewis et Jeannette M. Haviland-Jones, p. 220-235. New-York, États-Unis: Guilford.
- Johnstone, Tom, Carien M. van Reekum, Kathryn Hird, Kim Kirsner et Klaus R. Scherer. 2005. «Affective Speech Elicited with a Computer Game». *Emotion*. vol. 5, no 4, p. 513-518.

Juslin, Patrik N., et Petri Laukka. 2001. «Impact of Intended Emotion Intensity on Cue Utilization and Decoding Accuracy in Vocal Expression of Emotion». *Emotion*. vol. 1, no 4, p. 381-412.

-----, 2003. «Communication of Emotions in Vocal Expression and Music Performance: Different Channels, Same Code?». *Psychological Bulletin*. vol. 129, no 5, p. 770-814.

Karlsson, Inger, Tanja Bänziger, Jana Dankovicová, Tom Johnstone, Johan Lindberg, Håkan Melin, Francis Nolan et Klaus R. Scherer. 1998. «Speaker Verification with Elicited Speaking Styles in the VeriVox Project». In *Workshop on Speaker Recognition and its Commercial and Forensic Applications (RLA2C)* (Avignon, France, Avril). p. 207-210.

Kenealy, Pamela. 1988. «Validation of a Music Mood Induction Procedure: Some Preliminary Findings ». *Cognition & Emotion*. vol. 2, no 1, p. 41-48.

Kent, Raymond D. 1997. *The Speech Sciences*. San Diego, États-Unis: Singular Publishing Group.

Kienast, Miriam, et Walter F. Sendlmeier. 2000. «Acoustical Analysis of Spectral and Temporal Changes in Emotional Speech». *Forum Phoneticum*. vol. 69, p. 157-168.

Kirouac, Gilles. 1995. *Les émotions*, 2e. Coll. «Monographies de psychologie», no 8. Québec, Canada: Presses de l'Université du Québec.

Kröger, Bernd, Julia Gotto, Susanne Albert et Christiane Neuschaefer-Rube. 2005. «A Visual Articulatory Model and its Application to Therapy of Speech

Disorders: A Pilot Study». *Speech Production and Perception: Experimental Analyses and Models*. vol. 40, p. 79-94.

Kuhl, Patricia K. 1993. «Innate Predispositions and the Effects of Experience in Speech Perception: The Native Language Magnet Theory». In *Developmental Neurocognition: Speech and Face Processing in the First Year of Life*, Bénédicte de Boysson-Bardies, Scania de Schonen, Peter Jusczyk, Peter McNeilage et John Morton, p. 259-274. Dordrecht, Pays-Bas: Kluwer Academic Publishers.

Laukka, Petri. 2003. «Categorical Perception of Emotion in Vocal Expression». *Annals of the New York Academy of Sciences: 130 Years after Darwin's The Expression of the Emotions in Man and Animals*. vol. 1000, no Emotions inside out, p. 283-287.

-----, 2004. «Vocal Expression of Emotion: Discrete-Emotions and Dimensional Accounts». Uppsala, Suède, Psychology, Uppsala University, 80 p.

Laver, John. 1980. *The Phonetic Description of Voice Quality*. Coll. «Cambridge Studies in Linguistics», no 31. Cambridge, Royaume Uni: Cambridge University Press.

-----, 1994. *Principle in Phonetics*. Coll. «Cambridge Textbooks in Linguistics». Cambridge, Royaume Uni: Cambridge University Press.

Laver, John, et Sandy Hutcheson. 1972. «Introduction». In *Communication in Face to Face Interaction*, John Laver et Sandy Hutcheson, p. 11-15. Middlesex, Royaume Uni: Penguin Books.

Lazarus, Richard S. 1991. *Emotion and Adaptation*. New-York, États-Unis: Oxford University Press.

Lee, Chul Min, Serdar Yildirim, Murtaza Bulut, Abe Kazemzadeh, Carlos Busso, Zhigang Deng, Sungbok Lee et Shrikanth S. Narayanan. 2004. «Emotion Recognition Based on Phoneme Classes». In *Proceedings of the International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP)* (Jeju, Corée du Sud). p. 889-892.

Lee, Sungbok , Erik Bresch et Shrikanth S. Narayanan. 2006. «An Exploratory Study of Emotional Speech Production using Functional Data Analysis Techniques». In *7th International Seminar on Speech Production (ISSP)* (Ubatuba, Brésil, Décembre). p. 11-17.

Lee, Sungbok, Erik Bresh, Jason Adams, Abe Kazemzadeh et Shrikanth S. Narayanan. 2006. «A Study of Emotional Speech Articulation using a Fast Magnetic Resonance Imaging Technique». In *Interspeech - 9th International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP)* (Pittsburgh, États-Unis, Septembre).

Lee, Sungbok, Serdar Yildirim, Abe Kazemzadeh et Shrikanth S. Narayanan. 2005. «An Articulatory Study of Emotional Speech Production». In *Interspeech - 9th Eurospeech* (Lisbonne, Portugal, Septembre). p. 497-500.

Léon, Pierre R. 1969. «Principes et méthodes en phonostylistique». *Langue française*. vol. 3, p. 73-84.

Léon, Pierre R., et Philippe Martin. 1970. *Prolégomènes à l'étude des structures intonatives*. Coll. «Studia Phonetica». Montréal: Didier.

Lieberman, Philip, et Sheldon B. Michaels. 1962. «Some Aspects of Fundamental Frequency and Envelope Amplitude as Related to the Emotional Content of

Speech». *Journal of the Acoustical Society of America*. vol. 34, no 7, p. 922-927.

Lindblom, Björn. 1986. «Phonetic Universals in Vowel Systems». In *Experimental phonology*, John J. Ohala et Jeri J. Jaeger, p. 13-44. New-York, États-Unis: Academic Press.

----- . 1990. «Explaining Phonetic Variation: A Sketch of the Hyper- and Hypospeech Theory». In *Speech Production and Speech Modelling*, William J. Hardcastle et Alain Marchal, p. 403-439. Dordrecht, Pays-Bas: Kluwer Academic Publishers.

Maekawa, Kikuo. 2004. «Production and Perception of 'Paralinguistic' Information». In *Speech Prosody* (Nara, Japon, Mars). p. 367-374.

Maekawa, Kikuo, et Takayuki Kagomiya. 2000. «Influence of Paralinguistic Information on Segmental Articulation». In *Interspeech - 6th International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP)* (Beijing, Chine, Octobre). p. 349-352.

Marchal, Alain. 2007. *La production de la parole*. Coll. «TIC et sciences cognitives». Paris, France: Lavoisier.

Martin, Pierre. 1996. *Éléments de phonétique avec application au français*. Québec, Canada: Les Presses de l'Université Laval.

Martinet, André. 1967. *Éléments de linguistique générale*. Coll. «U2», no 15. Paris, France: Armand Colin.

Medizinelektronik, Carstens (2006). AG500 Manual: 26 p.

Ménard, Lucie, Hélène Loevenbruck et Christophe Savariaux. 2006. «Articulatory and acoustic correlates of contrastive focus in French: a developmental study». In *Speech Production: Models, Phonetic Processes and Techniques*, p. 227-251. New-York, États-Unis: Psychology Press.

Menezes, Caroline, Bryan Pardo, Donna Erickson et Osamu Fujimura. 2003. «Changes in Syllable Magnitude and Timing Due to Repeated Correction». *Speech Communication*. vol. 40, p. 71-85.

Meynadier, Yohann. 2003. «Interaction entre prosodie et coarticulation linguopalatale en français». Aix-En-Provence, Langage et parole, Université de Provence, 200 p.

Mozziconacci, Sylvie J. L. 1995. «Pitch Variation and Emotions in Speech». In *International Congresses of Phonetic Sciences - ICPHS* (Stockholm, Suède). p. 178-181.

-----, 1998. «Speech Variability and Emotion: Production and Perception». Eindhoven, Institute for Perception Research, University of Eindhoven, 210 p.

-----, 2000. «The Expression of Emotion Considered in the Framework of an Intonation Model». In *ITRW on Speech and Emotion* (Belfast, Royaume Uni). p. 45-52.

Mrayati, Mohamed, René Carré et Bernard Guérin. 1988. «Distinctive Regions and Modes: A New Theory of Speech Production». *Speech Communication*. vol. 7, no 3, p. 257-286.

- Murray, Iain R., et John L. Arnott. 1993. «Toward the Simulation of Emotion in Synthetic Speech: A Review of the Literature on Human Vocal Emotion». *Journal of the Acoustical Society of America*. vol. 93, no 2, p. 1097-1108.
- Navas, Eva, Inmaculada Hernáez, Amaia Castelruiz et Iker Luengo. 2004. «Obtaining and Evaluating an Emotional Database for Prosody Modelling in Standard Basque». In *Text, Speech and Dialogue*, Petr Sojka, Ivan Kopeček et Karel Pala, p. 393-400. Berlin, Allemagne: Springer.
- Noiray, Aude, Lucie Ménard, Marie-Agnès Cathiard, Christian Abry, Jérôme Aubin et Christophe Savariaux. 2006. «Extending the Movement Expansion Model (MEM) for rounding from French to English». In *7th International Seminar on Speech Production (ISSP)* (Ubatuba, Brésil). p. 319-326.
- Nordstrand, Magnus, Gunilla Svanfeldt, Björn Granström et David House. 2003. «Measurements of Articulatory Variation and Communicative Signals in Expressive Speech». In *International Conference on Audio-Visual Speech Processing (ICAVSP)* (St-Jorioz, France, Septembre). p. 233-238.
- . 2004. «Measurements of Articulatory Variation in Expressive Speech for a Set of Swedish Vowels ». *Speech Communication*. vol. 44, p. 187-196.
- O'Shaughnessy, Douglas. 1987. *Speech Communication: Human and Machine*. Coll. «Electrical Engineering: Digital Signal Processing»: Addison-Wesley.
- Öster, Anne-Marie, et Arne Risberg. 1986. «The Identification of the Mood of a Speaker by Hearing Impaired Listeners». *Quarterly Progress and Status Report*. vol. 27, no 4, p. 79-90.

- Perkell, Joseph S., et Marc H. Cohen. 1989. «An Indirect Test of the Quantal Nature of Speech in the Production of the Vowels /i/, /a/ and /u/». *Journal of Phonetics*. vol. 17, p. 123-133.
- Perkell, Joseph S., Melanie Matthies, Harlan Lane, Frank Guenther, Reiner Wilhelms-Tricarico, Jane Wozniak et Peter C. Guiod. 1997. «Speech Motor Control: Acoustic goals, Saturation Effects, Auditory Feedback and Internal Models». *Speech Communication*. vol. 22, p. 227-250.
- Pittam, Jeffrey. 1987. «The Long-Term Spectral Measurement of Voice Quality as a Social and Personality Marker: A Review». *Language and Speech*. vol. 30, no 1, p. 1-12.
- Pittam, Jeffrey, Cynthia Gallois et Victor Callan. 1990. «The Long-Term Spectrum and Perceived Emotion». *Speech Communication*. vol. 9, no 3, p. 177-187.
- Plutchik, Robert. 1994. *The Psychology and Biology of Emotion*. New-York, États-Unis: Harper Collins.
- Porter, Robert J., et David M. Hogue. 1998. «Nonlinear Dynamical Systems in Speech Perception and Production». *Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences*. vol. 2, no 2, p. 95-131.
- Purves, Dale, George J. Augustine, David Fitzpatrick, William C. Hall, Anthony-Samuel LaMantia, James O. McNamara et Leonard E. White. 2008. *Neuroscience*, 4e. Sunderland, États-Unis: Sinauer Associates.
- Rigault, André. 1962. «Réflexions sur le statut phonologique de l'intonation». In *Ninth International Congress of Linguists* (Cambridge, États-Unis, Août). Horace G. Lunt Mouton The Hague, p. 849-858.

- Roseman, Ira J., et Craig A. Smith. 2001. «Appraisal Theory: Overview, Assumptions, Varieties, Controversies». In *Appraisal Processes in Emotion: Theory, Methods, Research* Klaus R. Scherer, Angela Schorr et Tom Johnstone, p. 478. New-York, États-Unis: Oxford University Press.
- Russell, James A. 1980. «A Circumplex Model of Affect». *Journal of Personality and Social Psychology*. vol. 39, p. 1161-1178.
- , 1994. «Is there Universal Recognition of Emotion from Facial Expression? A Review of the Cross-Cultural Studies». *Psychological Bulletin*. vol. 115, no 1, p. 102-141.
- Saltzman, Elliot L. 1991. «The Task Dynamic Model in Speech Production». In *Speech Motor Control and Stuttering*, Herman F. M. Peters, Wouter Hulstijn et C. Woodruff Starkweather, p. 37-52. Amsterdam, Pays-Bas: Excerpta Medica.
- Saltzman, Elliot L., et Kevin G. Munhall. 1989. «A Dynamical Approach to Gestural Patterning in Speech Production». *Ecological Psychology*. vol. 1, no 4, p. 333-382.
- Sankoh, Abdul J., Mohammad F. Huque et Satya D. Dubey. 1997. «Some Comments on Frequently Used Multiple Endpoint Adjustments Methods in Clinical Trials». *Statistics in Medicine*. vol. 16, p. 2529-2542.
- Scherer, Klaus R. 1984. «On the Nature and Function of Emotion: A Component Process Approach». In *Approaches to Emotion*, Klaus R. Scherer et Paul Ekman, p. 293-318. Hillsdale, États-Unis: Lawrence Erlbaum Associates.

- , 1986. «Vocal Affect Expression: A Review and a Model for Future Research». *Psychological Bulletin*, vol. 99, no 2, p. 143-165.
- , 1989. «Vocal Correlates of Emotional Arousal and Affective Disturbance». In *Handbook of Psychophysiology: Emotion and Social Behavior*, H. Wagner et A. Manstead, p. 165-197. Londres, Royaume Uni.
- , 1994a. «Affect Bursts». In *Emotions: Essays on Emotion Theory*, Stephanie H. M. van Goozen, Nanne E. van de Poll et Joseph A. Sergeant, p. 161-193. Hillsdale, Royaume Uni: Lawrence Erlbaum Associates.
- , 1994b. «Toward a Concept of "Modal Emotions"». In *The Nature of Emotion: Fundamental Questions*, Paul Ekman et Richard J. Davidson, p. 25-31. New-York, États-Unis: Oxford University Press.
- , 1999. «Appraisal Theory». In *Handbook of Cognition and Emotion*, Tim Dalgleish et Michael J. Power, p. 637-663. Chichester, Royaume Uni: Wiley & Sons.
- , 2000. «Psychological Models of Emotion». In *The Neuropsychology of Emotion*, Joan C. Borod, p. 137-162. New-York, États-Unis: Oxford University Press.
- , 2001. «The Nature and Study of Appraisal: A Review of the Issues». In *Appraisal Processes in Emotion: Theory, Methods, Research*, Klaus R. Scherer, Angela Schorr et Tom Johnstone, p. 369-391. New York: Oxford University Press.
- , 2003. «Vocal Communication of Emotion: A Review of Research Paradigms». *Speech Communication*, vol. 40, p. 227-256.

- Scherer, Klaus R., Rainer Banse et Harald G. Wallbott. 2001. «Emotion Inferences from Vocal Expression Correlate Across Languages and Cultures». *Journal of Cross-Cultural Psychology*. vol. 32, no 1, p. 76-92.
- Scherer, Klaus R., Rainer Banse, Harald G. Wallbott et Thomas Goldbeck. 1991. «Vocal Cues in Emotion Encoding and Decoding». *Motivation and Emotion*. vol. 15, no 2, p. 123-148.
- Scherer, Klaus R., Stanley Feldstein, Ronald N. Bond et Robert Rosenthal. 1985. «Vocal Cues to Deception: A Comparative Channel Approach». *Journal of Psycholinguistic Research*. vol. 14, no 4, p. 409-425.
- Scherer, Klaus R., Robert D. Ladd et Kim E. A. Silverman. 1984. «Vocal Cues to Speaker Affect: Testing Two Models». *Journal of the Acoustical Society of America*. vol. 76, no 5, p. 1346-1356.
- Scherer, Klaus R., et James S. Oshinsky. 1977. «Cue Utilization in Emotion Attribution from Auditory Stimuli». *Motivation and Emotion*. vol. 1, no 4, p. 331-346.
- Schröder, Marc 2003. «Experimental Study of Affect Bursts». *Speech Communication: Special Issue on Speech and Emotion*. vol. 40, no 1-2, p. 99-116.
- Shochi, Takaaki, Véronique Aubergé et Albert Rilliard. 2005. «Because Attitudes are Social Affects, they can be False Friends». In *Affective Computing and Intelligent Interaction* (Pékin, Chine, Octobre). Jianhua Tao, Tieniu Tan et Rosalind W. Picard Springer, p. 482-489.

- Stemmler, Gerhard, Marcus Heldmann, Cornelia A. Pauls et Thomas Scherer. 2001. «Constraints for Emotion Specificity in Fear and Anger: The Context Counts». *Psychophysiology*. vol. 38, no 2, p. 275-291.
- Stenberg, Craig R., et Joseph J. Campos. 1990. «The Development of Anger Expressions in Infancy». In *Psychological and Biological Approaches to Emotion*, Nancy L. Stein, Bennett Leventhal et Tom Trabasso, p. 247-282. Hillsdale, États-Unis: Erlbaum.
- Stevens, Kenneth N. 1989. «On the Quantal Nature of Speech». *Journal of Phonetics*. vol. 17, p. 3-46.
- Stibbard, Richard. 2001. «Vocal Expression of Emotions in Non-Laboratory Speech: An Investigation of the Reading/Leeds Emotion in Speech Project Annotation Data». Reading, Royaume Uni, Linguistics and Applied Language Studies, University of Reading, 245 p.
- Stone, Maureen, Melissa A. Epstein et Khalil Iskarous. 2004. «Functional segments in tongue movement». *Clinical Linguistics and Phonetics*. vol. 18, p. 507-521.
- Strack, Fritz, Leonard Martin et Sabine Stepper. 1988. «Inhibiting and Facilitating Conditions of the Human Smile: A Nonobtrusive Test of the Facial Feedback Hypothesis». *Journal of Personality and Social Psychology*. vol. 54, p. 768-777.
- Svanfeldt, Gunilla, Magnus Nordstrand, Björn Granström et David House. 2003. «Measurements of Articulatory Variation in Expressive Speech». In *Fonetik (PHONUM 9)* (Umeå, Suède, Juin). p. 53-56.
- Tartter, Vivien C. 1980. «Happy Talk: Perceptual and Acoustic Affects of Smiling on Speech». *Perception and Psychophysics*. vol. 27, no 1, p. 24-27.

- Tomkins, Silvan S. 1962. *Affect Imagery Consciousness: The Positive Affects*. New-York, États-Unis: Springer.
- Trager, Georges L. 1958. «Paralanguage: A First Approximation». *Studies in Linguistics*. vol. 13, no 1-2, p. 1-12.
- Tremblay, Stéphanie, Douglas M. Shiller et David J. Ostry. 2003. «Somatosensory Basis of Speech Production». *Nature*. vol. 423, p. 866-869.
- Troubetzkoy, Nicolaï S. 1976 [1939]. *Principes de phonologie*. Jean Cantineau. Coll. «Tradition de l'humanisme», no 7. Paris, France: Klincksieck.
- Uldall, Elizabeth. 1960. «Attitudinal Meanings Conveyed by Intonation Contours». *Language and Speech*. vol. 3, no 4, p. 223-234.
- van Bezoooyen, Renee. 1984. *Characteristics and Recognizability of Vocal Expression of Emotions*. Dordrecht, Pays-Bas: Foris.
- van Bezoooyen, Renee, Stanley A. Otto et Thomas A. Heenan. 1983. «Recognition of Vocal Expressions of Emotions: A Three-Nation Study to Identify Universal Characteristics». *Journal of Cross-Cultural Psychology*. vol. 14, p. 387-406.
- Velten, Emmett C. Jr. 1968. «A Laboratory Task for Induction of Mood States». *Behaviour Research and Therapy*. vol. 6, no 4, p. 473-482.
- Waaramaa-Mäki-Kulmala, Teija. 2009. «Emotions in the Voice: Acoustic and Perceptual Analysis of Voice Quality in the Vocal Expression of Emotions».

Tampere, Finlande, Speech Communication and Voice Research, University of Tampere, 128 p.

Wagner, Hugh L., Ross Buck et Meg Winterbotham. 1993. «Communication of Specific Emotions: Gender Differences in Sending Accuracy and Communication Measures». *Journal of Nonverbal Behavior*. vol. 17, no 1, p. 29-53.

Wallbott, Harald G., Pio E. Ricci-Bitti et Eva Bänninger-Huber. 1986. «Non-Verbal Reactions to Emotional Experiences». In *Experiencing Emotion: A Cross-Cultural Study*, Klaus R. Scherer, Harald G. Wallbott et Angela B. Summerfield, p. 98-116. Paris, France: Éditions de la Maison des Sciences de l'Homme.

Weismer, Gary, et Kate Bunton. 1999. «Influences of Pellet Markers on Speech Production Behavior: Acoustical and Perceptual Measures». *Journal of the Acoustical Society of America*. vol. 105, no 5, p. 2882-2894.

Williams, Carl E., et Kenneth N. Stevens. 1972. «Emotions and Speech: Some Acoustical Correlates». *Journal of the Acoustical Society of America*. vol. 52, no 4, p. 1238-1250.

Yildirim, Serdar, Murtaza Bulut, Chul Min Lee, Abe Kazemzadeh, Carlos Busso, Zhigang Deng, Sungbok Lee et Shrikanth S. Narayanan. 2004. «An Acoustic Study of Emotions Expressed in Speech». In *Interspeech - 8th International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP)* (Jeju, Corée du Sud, Octobre). p. 2193-2196.

Zei Pollermann, Branda. 2002. «A Place for Prosody in a Unified Model of Cognition and Emotion». In *Speech Prosody* (Aix-en-Provence, France, Avril). p. 17-22.

Zierdt, Andreas, Phillip Hoole, Masaaki Honda, Tokihiko Kaburagi et Hans G. Tillman. 2000. «Extracting Tongues from Moving Heads». In *5th Speech Production Seminar: Models and Data* (Kloster Seeon, Allemagne, Mai). p. 313-316.

Zuckerman, Miron, Marsha S. Lipets, Judith Hall Koivumaki et Robert Rosenthal. 1975. «Encoding and Decoding Nonverbal Cues of Emotion». *Journal of Personality and Social Psychology*. vol. 32, no 6, p. 1068-1076.