

## Indices de perceptibilité et de différenciabilité des timbres vocaliques : la variabilité [e] - [ɛ] en français

Pierre R. Léon et Jeff Tennant

Volume 19, numéro 2, 1990

La phonétique

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/602673ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/602673ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Université du Québec à Montréal

ISSN

0710-0167 (imprimé)

1705-4591 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Léon, P. R. & Tennant, J. (1990). Indices de perceptibilité et de différenciabilité des timbres vocaliques : la variabilité [e] - [ɛ] en français. *Revue québécoise de linguistique*, 19(2), 9–22. <https://doi.org/10.7202/602673ar>

Résumé de l'article

Devant les incertitudes de la discrimination auditive, en particulier pour la perception du « double timbre » des voyelles en français, on a tenté d'établir des critères objectifs à l'aide de l'analyse acoustique. On a établi deux critères d'analyse formantiques : l'indice de *perceptibilité* (représentant l'écart acoustique entre  $F_1$  et  $F_2$ ) et l'indice de *différenciabilité* (écart entre les indices de perceptibilité de deux timbres différents). Ils ont permis d'établir une échelle des valeurs acoustiques des timbres du E fermé et ouvert en position accentuée, dans l'idiolecte d'un locuteur français.

L'étude perceptive a montré que l'indice de perceptibilité joue un rôle essentiel; donc le fait que le spectre vocalique est diffus ou compact — plutôt que la hauteur absolue des formants. Elle montre également que les timbres ont des réalisations acoustiques extrêmement fluctuantes. Cette variabilité acoustique contraste ici avec le système de réalisations phonétiques nettement catégorisé du locuteur examiné.

Les indices établis pourraient probablement être appliqués de manière plus efficace et plus nette à la détermination des timbres inaccentués.

# INDICES DE PERCEPTIBILITÉ ET DE DIFFÉRENCIABILITÉ DES TIMBRES VOCALIQUES: LA VARIABILITÉ [e] - [ɛ] EN FRANÇAIS.

Pierre R. Léon et Jeff Tennant

## 1. Problématique

On voudrait tenter d'établir des critères acoustiques permettant la vérification de la perception des timbres vocaliques dans l'étude du «double timbre» du E en français. On a constaté en effet que l'interprétation des timbres vocaliques est souvent sujette à caution lorsqu'il s'agit de timbres voisins tels que [e] et [ɛ] susceptibles de se neutraliser. Rappelons qu'il y a deux manières couramment utilisées pour classer les timbres vocaliques. La première est essentiellement intellectualiste et sensorielle; la seconde acoustique.

Les orthoépistes, comme Pierre Fouché (1956) ou Pierre Léon (1966) proposent des modèles normatifs basés sur une prononciation standard idéalisée. Les phonologues, eux, tentent de découvrir le fonctionnement des oppositions au moyen d'enquêtes. André Martinet (1945), Guiti Deyhime (1967a et b) et Anne-Marie Houdebine (1979a) donnent ainsi une bonne idée du fonctionnement du système et de sa variabilité régionale et sociale, tout en ne considérant que l'intuition linguistique et l'attitude de leurs locuteurs, sans contrôler objectivement leur comportement verbal. Ce contrôle a été opéré par Léon (1973) dans son enquête sur la prononciation de jeunes parisiens.

Dans ce dernier cas, le problème auquel on se heurte après avoir enregistré les sujets à étudier, est celui de l'interprétation de timbres voisins dans le cas d'un même archiphonème. On constate en effet que dix locuteurs entraînés en phonétique, de la même langue, de la même région, avec le même degré d'éducation, sont loin de s'accorder toujours sur le timbre de la voyelle qu'ils entendent. Pour les timbres inaccentués en particulier, on peut avoir, par exemple, pour 10

réponses: 3 E fermés, 3 E moyens et 4 E ouverts. Les mêmes types de réponses peuvent très bien être observés également en position accentuée.

Lorsque Martinet et Walter (1973) écrivent dans la préface de leur dictionnaire: «les données ont été transcrites après audition de la voix d'autrui par des personnes entraînées à percevoir toutes les nuances phoniques» (p. 27), on peut se demander si lesdites personnes n'ont jamais eu de problèmes d'interprétation. Les auteurs ajoutent: «Elles offraient donc un luxe de détails qu'il fallait nécessairement réduire à un nombre déterminé de types articulatoires.» (p. 27). Il s'agit alors, pour Martinet et Walter, de phonologiser la réalité phonétique, de la simplifier.

D'où la suppression délibérée des timbres moyens qui n'apparaissent pas dans les transcriptions de leur dictionnaire. Martinet et Walter sont évidemment bien conscients du problème et Henriette Walter (1976) discute en particulier de la neutralisation des timbres de /e/ et /ɛ/, en position inaccentuée (pp. 138 - 139). Mais le même problème existe en position accentuée.

Anne Lefebvre (1988) tient compte de ce problème, bien que dans une moindre mesure, dans son analyse des oppositions /e/ - /ɛ/ en syllabes ouvertes. Elle établit «un champ de dispersion des réalisations» qu'elle divise en trois zones, comportant les timbres *ouverts*, *fermés* et *moyens*. Elle souligne que «l'analyse individuelle seule peut montrer s'il s'agit de fluctuation» (p. 77) et indique que les variations perçues par les *auditeurs* sont très nombreuses. Il est évident alors que l'on peut se demander comment tracer les limites de telles fluctuations. Quelle est la part d'interprétation subjective des auditeurs par rapport aux variations individuelles des locuteurs? Ne pourrait-on pas vérifier les résultats de la perception par ceux de la lecture acoustique des timbres? Les acousticiens notent en effet les timbres au moyen des formants vocaliques – supposant que F1 et F2 sont les principaux, voire les seuls responsables de notre perception de ces timbres. C'est en partant de ce constat acoustique que Matthew Lennig (1978) a tenté de montrer l'évolution des timbres vocaliques dans le système phonique du français parisien, sans toutefois mentionner de corrélations avec la perception.

Pour le français, Pierre Delattre (1965) a établi un tableau des formants vocaliques souvent cité, à partir de paramètres qui lui ont permis d'effectuer une synthèse de type vocoder. Peter Ladefoged (1967) a souligné la difficulté de l'interprétation des valeurs formantiques dans l'analyse comme dans la synthèse. Plusieurs investigations donnent une idée de la difficulté en cette matière, telles

celles citées par Pierre Durand (1985): Lafon, Romieu, Debrock & Forrez et la sienne propre (p. 104). Pour le français la dernière étude sur le sujet semble être celle d'André Bothorel et al. (1986). Cette dernière offre une vue à la fois plus précise et plus difficile à interpréter en présentant non pas les 2 chiffres habituels pour F1 et F2 mais l'ensemble du spectre formantique, indiquant l'évolution des intensités sonores en fonction du temps. La comparaison des spectres pour les quatre sujets émettant les mêmes séquences donne une bonne idée de la variabilité intrapersonnelle.

Malgré des chiffres fluctuants, toutes ces données indiquent une même conclusion, sur quoi tous les phonéticiens s'accordent, pour les timbres des voyelles qui nous intéressent ici: E fermé est une voyelle diffuse et E ouvert une voyelle compacte. (Notons toutefois que Tuffelli et Ye (1988) tiennent également compte d'autres indices acoustiques).

## 2. Corpus et méthode

On a utilisé comme corpus un enregistrement des interventions de Bernard Pivot dans trois émissions d'*Apostrophes*. La durée totale du corpus, décrit dans Pierre Léon et Jeff Tennant (1988), est d'environ une heure. Soulignons qu'il s'agit ici d'un corpus spontané. On n'a retenu pour l'analyse que des exemples empruntés à Bernard Pivot, d'origine bourguignonne mais dont le français est très standardisé.

On s'est servi du spectrographe digital couleur RT-1000 de Philippe Martin, pour effectuer l'analyse acoustique du corpus. Cet appareil nous a permis de relever la fréquence (en Hertz) de la zone d'intensité maximale des deux premiers formants (F1 et F2) de chaque occurrence de /e/ et de /ɛ/ en syllabe ouverte, en position finale de mot, en syllabe accentuée.

Le problème se pose alors de savoir à quel point du spectre il faut mesurer les valeurs des formants. On a suivi ici la méthode adoptée par Pierre Durand (1985:100). On a d'abord déterminé F1 à partir de sa valeur de centre d'énergie sur l'axe du temps puis la valeur de F2 au même point de l'axe temporel. On n'a retenu que les occurrences des voyelles qui permettaient un repérage clair des valeurs acoustiques des deux premiers formants. Rappelons que nous n'avons considéré que les voyelles finales de mots, en position accentuée. On a mesuré ainsi les fréquences formantiques de 50 E dont le timbre est théoriquement fermé, selon les

orthoépistes, et 50 E au timbre théoriquement ouvert. On trouvera les résultats de ces mesures dans les tableaux 2 et 3.

Avant d'exposer ces résultats et de les discuter, on rappellera les indices formantiques trouvés par Delattre et on proposera deux termes pour désigner les outils d'analyse que nous voudrions utiliser; ce sera: *l'indice de perceptibilité* et *l'indice de différenciabilité*.

### 3. Indice de perceptibilité et indice de différenciabilité

On propose d'appeler *indice de perceptibilité* du timbre d'une voyelle donnée, la différence entre les valeurs des deux formants F1 et F2. C'est cette différence qui assure en effet la réussite ou l'échec du décodage du timbre. Une petite différence, indice d'un timbre compact, assurera la perception d'un E bien ouvert, alors qu'une grande différence permettra la perception d'un timbre nettement fermé.

On propose en outre d'appeler *indice de différenciabilité* la valeur qui permet de distinguer deux timbres l'un de l'autre. Dans le cas de la comparaison entre [e] et [ɛ], cet indice de différenciabilité  $\Delta E$  pourra être chiffré en établissant la différence entre les indices de perceptibilité  $\Delta e$  et  $\Delta \epsilon$ .

Ainsi à partir des chiffres de F1 et F2 de Delattre, on établira les indices  $\Delta e$ ,  $\Delta \epsilon$  et  $\Delta E$ , comme indiqué dans le tableau 1, ci-dessous.

	F1	F2	Indice de perceptibilité	Indice de différenciabilité
E fermé	375	2200	$\Delta e = 1825$	$\Delta E = 575$
E ouvert	550	1800	$\Delta \epsilon = 1250$	

Tableau 1

Valeurs des formants et des indices de perceptibilité et de différenciabilité, d'après les chiffres de Delattre.

#### 4. Résultats de l'étude perceptive et valeurs acoustiques des timbres de notre corpus

##### 4.1 Classement acoustique

On a classé dans les tableaux 2,3,4 ci-dessous, toutes les valeurs des 100 E extraits du corpus de Pivot, en ne tenant compte que du point de vue acoustique. Ces valeurs sont présentées dans nos tableaux par ordre de diffusion formantique décroissante. On va donc des timbres théoriquement les plus fermés aux timbres les plus ouverts, selon une échelle de valeurs acoustiques.

##### 4.2 Vérification auditive

Nous avons écouté attentivement la liste des mots selon leur classement acoustique, tel qu'indiqué ci-dessus. Nous sommes tombés d'accord sur le fait que toutes les voyelles du tableau 1 sont nettement de timbre fermé et que toutes celles du tableau 3 sont nettement de timbre ouvert.

Notre désaccord – ou plutôt notre accord sur l'incertitude des timbres – est reflété par les voyelles du tableau 2.

Nous nous proposons, ultérieurement de faire passer un test d'audition à un auditoire plus large que celui des 2 auteurs de cet article, que nous représentons.

##### 4.3 Confrontation des timbres perçus et des valeurs acoustiques

MOTS	Formant 1 F1	Formant 2 F2	Indice de perceptibilité (F2 - F1)
guerriers	290	2300	2010
piller	355	2195	1840
arnaqué	265	1985	1720
années	350	2050	1700
initier	275	1950	1675
racontez	310	1970	1660
retrouvez	380	2030	1650
des milliers	350	2000	1650
amassé	345	1985	1640
diriez	300	1935	1635
détournée	330	1965	1635
peignez	350	1975	1625

vanités	360	1970	1610
doué	445	2045	1600
propriété	345	1930	1585
intéressé	310	1885	1575
métier	370	1935	1565
héritiers	315	1880	1565
terminer	405	1965	1560
disiez	330	1890	1560
premier	310	1865	1555
été	355	1905	1550
beauté	375	1925	1550
illustrer	325	1875	1550
gagner	375	1925	1550
mais	380	1915	1535
propriété	315	1840	1525
propriété	290	1810	1520
dirais	320	1835	1515
acheter	345	1860	1515
parlez	360	1875	1515
mais	370	1885	1515
inné	300	1800	1500
rencontrer	425	1925	1500
écrivez	325	1825	1500
démembré	400	1900	1500
emmenait	405	1890	1485
enterrer	405	1885	1480
condamné	425	1900	1475
privée	330	1800	1470
propriété	315	1780	1465
lacérer	360	1825	1465
gratter	375	1840	1465
préférés	340	1800	1460
mais	400	1850	1450
voyait	300	1735	1435
pensez	350	1780	1430
fuyait	325	1750	1425
santé	425	1850	1425
insister	405	1815	1410
honnêteté	370	1780	1410
trouver	405	1815	1410
percé	425	1830	1405
propriété	400	1800	1400
trompés	405	1800	1395
reciter	450	1780	1330
moyenne	357	1895	1538
écart type	44	102	115

Tableau 2 Timbres perçus et valeurs acoustiques de E fermé

MOTS	Formant 1 F1	Formant 2 F2	Indice de perceptibilité (F2 - F1)
tout à fait	395	1785	1390
naît	375	1750	1375
disais	375	1750	1375
mais	465	1825	1360
albanais	320	1670	1350
sauter	460	1810	1350
mais	375	1725	1350
était	425	1775	1350
moyenne	399	1761	1363
écart type	46	46	15

Tableau 3 Timbres perçus et valeurs acoustiques de E moyen.

MOTS	Formant 1 F1	Formant 2 F2	Indice de perceptibilité (F2 - F1)
disais	310	1655	1345
très	375	1700	1325
vrai	385	1710	1325
dirais	410	1735	1325
engageais	320	1635	1315
disait	425	1740	1315
met	375	1675	1300
albanais	425	1675	1250
français	550	1790	1240
disait	395	1635	1240
est	455	1690	1235
disait	405	1640	1235
albanais	425	1650	1225
c'est	425	1650	1225
albanais	530	1750	1220
mais	470	1685	1215
français	450	1650	1200
dirais	375	1575	1200
connaît	400	1600	1200
dirais	405	1565	1160
emmenait	400	1550	1150
vendait	395	1535	1140
vrai	475	1600	1125
procès	470	1590	1120
essai	450	1535	1085
français	475	1560	1085



vrai	425	1500	1075
exposait	460	1515	1055
succès	425	1480	1055
Albanais	500	1530	1030
disait	530	1540	1010
après	505	1515	1010
dirais	500	1500	1000
dirais	560	1420	860
vrais	650	1500	850
vrai	565	1340	775
moyenne	447	1600	1153
écart type	70	97	139

Tableau 4 Timbres perçus et valeurs acoustiques de E ouvert.

## 5. Discussion

### 5.1 Perception et réalisation acoustique

Dans leur ensemble, tous les spectres formantiques des E *fermés* sont *diffus*, et tous ceux des E *ouverts* sont *compacts*. Les E perçus comme moyens, ont des valeurs acoustiques intermédiaires. Ces résultats confirment bien la théorie des acousticiens sur ce plan.

Nous avons trouvé cependant deux exceptions. L'une est le E de *sauter* (6ème du tableau 3) dont les formants indiquent un timbre moyen. C'est en réalité, à la perception un [e] fermé. Nous n'avons pas trouvé d'explication acoustique à cette anomalie, ni en prenant en compte la surface des plages acoustiques ni leurs intensités relatives. L'autre exception est le E final de *re-citer*, perçu comme fermé et dont le spectre commence à ressembler à celui d'un E ouvert. Il est possible que F<sub>0</sub>, assez élevé sur ce E, soit responsable de la montée de F<sub>1</sub> à 450 Hz (fin du tableau 2).

Néanmoins ce 1% d'erreur ne peut nous empêcher d'affirmer que le *type de spectre*, diffus ou compact, est bien responsable du timbre vocalique.

### 5.2 Étendue du spectre et indice de perceptibilité

Si nous considérons maintenant l'*indice de perceptibilité*, tel que nous l'avons défini par la valeur de l'écart entre les 2 formants, on s'aperçoit que les résultats de nos analyses sont très différents de ceux décrits, en particulier par Delattre.

Laissons de côté le E moyen et comparons nos chiffres du E fermé et du E ouvert avec ceux de Delattre. Ces valeurs sont assez différentes pour le *E fermé*:

	Pivot (moyennes)	Delattre
F1	357	375
F2	1895	2200
$\Delta e$	1538	1825

Ces valeurs apparaissent encore plus éloignées si l'on considère les extrémités de leur échelle. Le E acoustiquement plus fermé de notre liste est (*guerriers*): F1 = 290; F2 = 2,300, et le E acoustiquement le moins fermé (abstraction faite de l'exception que représente «re-citer»), est (*trompés*): F1 = 405; F2 = 1800. Ce qui revient à dire que nous percevons presque toujours un E fermé pourvu que le spectre acoustique formantiel soit compris entre  $\Delta e = 2010$  et 1395. Le premier de ces chiffres se situe 185Hz au-dessus du  $\Delta e$  de Delattre et le second 430 Hz au-dessous, ce qui est assez considérable et montre bien la fluctuance des valeurs de cet indice.

Quant au *E ouvert*, on note les chiffres suivants:

	Pivot (moyennes)	Delattre
F1	447	550
F2	1600	1800
$\Delta e$	1153	1250

Les chiffres sont plus proches de ceux de Delattre si l'on ne considère que la moyenne. En réalité, l'écart type montre, comme pour le E fermé, une grande dispersion des valeurs. Et l'on va du E ouvert le moins ouvert acoustiquement (*disais*, au début de la liste du tableau 4) au E ouvert le plus ouvert acoustiquement (*vrai* en fin de liste du tableau 4), on passe de F1 = 310, F2 = 1655,  $\Delta e = 1345$  à F1 = 565, F2 = 1340 et  $\Delta e = 775$ . Tout cela est très loin des chiffres de Delattre.

La compacité du E le plus ouvert du Pivot (775) est presque égale à la moitié du même E de Delattre (1250).

Il y a donc, dans la réalité de la parole naturelle, une largeur de spectre formantique beaucoup plus large que celle utilisée pour la synthèse par Delattre.

### 5.3 *Indice de différenciabilité*

Si l'on considère les moyennes relevées pour les indices de perceptibilité chez Pivot, l'indice de différenciabilité, mesurant la différence entre les timbres, s'établit alors à  $1538 - 1153 = 385$  Hz alors que chez Delattre il était de 575 Hz.

Cela revient à dire que malgré une dispersion très élevée des valeurs acoustiques des spectres de notre corpus de E (reflétée par les écarts types) la valeur moyenne de l'écart est beaucoup moins élevée, sur ce plan également, que celle relevée chez Delattre. Par contre, si l'on considère les extrémités des échelles formantiques les plus éloignées, les timbres de Pivot peuvent être nettement plus différenciables puisque la différence entre son E le plus fermé et son E le plus ouvert est en termes d'index de différenciabilité: (guerriers) 2010 - (vrai) 775 = 1235 Hz ce qui représente ( $1235 - 575$ ) une différence de 660 Hertz avec les chiffres de Delattre (1965). Notons toutefois que les chiffres de Delattre étaient plus proches des nôtres dans la première version de son article de 1948.

### 5.4 *Continuum phonique et perception*

Il faut noter à la fois la souplesse de l'oreille qui tolère de telles fluctuations dans le continuum phonique et son pouvoir perceptif de diviser ce continuum en catégories discrètes. On remarquera ici que Pivot a moins de 10% de son stock de E que nous avons dû classer dans la catégorie des timbres moyens. Son système vocalique apparaît, sur ce point remarquablement bien structuré avec les deux catégories de timbres décrites par les orthoépistes.

### 5.5 *Aspects linguistiques*

Le classement orthoépique des E de Pivot – que nous avons effectué à priori, avant l'étude acoustique et l'étude perceptive – se trouve confirmé par les réalisations phonétiques à quelques exceptions près.

La première exception est l'existence d'une classe de E moyens (8%) qui se trouvent être tous des E qui devraient théoriquement être ouverts (sauf un), dont la graphie est en *-ai* (tableau 3). Leur indice de perceptibilité (1363 Hz) les situe bien à mi-chemin de celui du E fermé (1538 Hz) et de celui du E ouvert (1153 Hz).

La seconde exception concerne 4 modalités verbales (*dirais*, *emmenait*, *voyait*, *fuyait*), où le E qui, théoriquement devrait être ouvert, est nettement fermé à la perception, ce qui est confirmé par l'indice de perceptibilité. Ce premier exemple *dirais*, du tableau 2, (avec un E fermé donc), s'oppose à un *dirais* du tableau 4, (avec un E nettement ouvert). Le fait montre que Pivot qui a à sa disposition un solide système phonétique de deux timbres distincts peut très bien ne pas s'en servir dans le système d'oppositions phonologiques du E.

Le second exemple (*emmenait*) semble un accident, Pivot butant un instant sur le mot. Les deux autres cas (*voyait* et *fuyait*) pourraient résulter de l'influence fermante du yod.

On relève également parmi les E fermés trois occurrences de *mais*, que l'on retrouvera aussi dans les E moyens, puis dans les E ouverts. Ce qui montre sans doute que ce type de monème a une prononciation fluctuante à l'image de la variabilité de son rôle de marqueur discursif.

Tous les E théoriquement ouverts de notre corpus sont réalisés ainsi à une exception près.

Au plan phonétique, on constate que les E acoustiquement et perceptivement les plus fermés, en tête du tableau 2, sont précédés d'un yod ou d'une occlusive, qui exercent bien une action fermante sur la voyelle. Par contre, le R qui a parfois une action ouvrante sur le E fermé en français moderne, ne l'exerce pas ici; les trois occurrences relevées, dans le tableau 2, (*illustrer*, *rencontrer*, *préférés*) sont de timbre nettement fermé. Le fait montre, soit une influence conservatrice, ou provinciale, soit un bon contrôle phonologique de la part de Pivot.

## Conclusion

En faisant cette recherche, notre but était avant tout de tenter d'établir des indices acoustiques pouvant aider à confirmer la perception auditive. Notre corpus

limité à un seul locuteur et à deux auditeurs ne nous permet pas de donner de conclusions définitives sur ce point. Il resterait à prouver que les relations établies ici entre acoustique et perception fonctionnent de la même manière quel que soit l'idiolecte du locuteur et les habitudes perceptives des auditeurs. On peut tout de même imaginer que, si ce type d'outil était affiné, un système de détection et reconnaissance automatique basé sur les indices acoustiques que nous avons proposés pourrait être utilement employé dans le contrôle de la perception des voyelles «à double timbre».

Au plan acoustique, une conclusion plus assurée paraît être la mise en évidence d'une grande dispersion des valeurs formantiques pour chacun des timbres naturels examinés, par rapport aux données de la synthèse de la parole. Lorsque l'on constate que des mots comme «propriété» pour le E perçu comme fermé et «albanais», pour le E perçu comme ouvert représentent plusieurs valeurs acoustiques fort éloignées les unes des autres (tableaux 2 et 4), on voit que la parole naturelle est faite de ces fluctuations qui lui donnent le «moelleux» qui manque souvent à la parole artificielle. Peut-être, y aurait-il là pour les acousticiens à la recherche d'une parole synthétique plus souple, quelque matière à recherche.

Au plan linguistique, il faut rappeler que cette étude porte essentiellement sur les finales vocaliques. Si la parole de Pivot semble aussi clairement définie pour la répartition des E fermés et ouverts selon un modèle orthoépique très classique c'est, d'une part, parce que ces timbres ont été observés en position privilégiée, sous l'accent et, d'autre part, qu'on a affaire à un sujet à l'articulation soignée, habitué à parler en public. Il est bien certain en tout cas que l'étude des timbres inaccentués serait beaucoup plus difficile au plan de la perception et que, dans ce cas, la mesure acoustique des indices de perceptibilité et de différenciabilité pourrait aider de manière beaucoup plus nette à la détermination des timbres vocaliques.

*Pierre R. Léon et Jeff Tennant*  
*Université de Toronto*

## Références

- BOTHOREL, A., P. Simon, F. Wioland et J.P. Zerling (1986) *Cinéradiographie des voyelles et des consonnes du français*, Strasbourg, Travaux de l'Institut de Phonétique.
- DELATTRE, P. (1948) «Un triangle acoustique des voyelles orales en français», *French Review*, XXI, May, p. 481.
- DELATTRE, P. (1965) *Comparing the Phonetic Features of English, French, German and Spanish*, Philadelphia – New York, Julius Groos.
- DEYHIME, G. (1967a) «Enquête sur la phonologie du français contemporain», *La Linguistique*, fasc.1, pp.97-108.
- DEYHIME, G. (1967b) «Enquête sur la phonologie du français contemporain», *La Linguistique*, fasc.2, pp.57-84.
- DURAND, Pierre (1985) *Variabilité acoustique et invariance en français: consonnes occlusives et voyelles*, Travaux de l'Institut de Phonétique d'Aix-en-Provence, vol. 4, Paris, Éditions du CNRS.
- FOUCHÉ, Pierre (1956) *La prononciation française*, Paris, Klincksieck.
- HOUEBINE, Anne-Marie (1979a) *La variété et la dynamique d'un français régional*, Paris V, thèse d'état.
- HOUEBINE, Anne-Marie (1979b) «L'opposition d'aperture en français contemporain», *La Linguistique*, Vol. 15/1, p.111-125.
- LADEFOGED, Peter (1967) *Three Aspects of Experimental Phonetics*, London, Oxford University Press.
- LEFEBVRE, Anne (1988) «Les voyelles moyennes dans le français de la radio et de la télévision», *La Linguistique*, 24, 2, pp.75-91.
- LENNIG, Matthew (1978) «Une étude quantitative du changement linguistique dans le système vocalique parisien» dans *Le français parlé: études sociolinguistiques*, Pierrette Thibault dir., Edmonton, Linguistic Research, pp.29-39.
- LÉON, P.R. (1966) *Prononciation du français standard*, Paris, Didier.
- LÉON, P.R. (1973) «Modèle standard et système vocalique du français populaire de jeunes parisiens», dans *Contributions canadiennes à la linguistique appliquée*, Guy Rondeau dir., Montréal, Centre Éducatif et Culturel, pp.55-79.

LÉON, Pierre R. et Jeff Tennant (1988), «Observations sur la variation phonétique et morphologique dans *Apostrophes*», *Information/Communication*, vol. 9, août, pp.20-47.

MARTINET, A. (1945) *La prononciation du français contemporain*, Genève, Paris, Droz.

MARTINET, André et Henriette Walter (1973) *Dictionnaire de la prononciation française dans son usage réel*, Paris, France-Expansion.

WALTER, Henriette (1976) *La dynamique des phonèmes dans le lexique français contemporain*, Paris, France-Expansion.

TUFFELLI, D. et H. Ye (1988) «Stratégies de mise en correspondance non-linéaire de composantes spectrales», *Bulletin du laboratoire de la communication parlée*, pp.231-263.