



Effet de la situation de parole sur la variabilité des voyelles en français

Mélanie Lancien^{1,2}, Nicolas Audibert¹, Cécile Fougeron¹

(1) Laboratoire de Phonétique et Phonologie, 19 rue des Bernardins, 75005 Paris, France

(2) Section des Sciences du Langage et de l'Information,

Quartier Unil-Chamberonne, CH-1015 Lausanne, Suisse

melanie.lancien@unil.ch, nicolas.audibert@sorbonne-nouvelle.fr,

cecile.fougeron@sorbonne-nouvelle.fr

RESUME

Cette étude s'intéresse à la variation dans la réalisation des voyelles en fonction de la situation de production de la parole. Huit locutrices francophones ont participé à un protocole induisant des interactions naturelles à travers un jeu contrôlé. Cette situation de jeu (J) est comparée à la lecture rapide (LR), la lecture normale (LN), et la lecture pour un malentendant (ME) des mêmes mots cibles. Nous étudions la durée, la dispersion dans l'espace F1*F2, et la variabilité intra-catégorie sur le plan F1*F2*F3 de 1702 exemplaires des voyelles /i, y, E, e, a, O, o, u/. La situation de production affecte toutes les variables. Comparé à LN, les voyelles en J et LR sont plus courtes, elles sont aussi plus centralisées et moins variables en LR, mais pas en J. La comparaison des tailles d'effet montre que la condition de production influence plus fortement la variabilité intra-catégorie qu'elle n'influence la centralisation du système.

ABSTRACT

Effect of the speech situation on the variability of vowels in French.

This study focuses on the variation of French vowels according to speech production situations. Eight female speakers participated in a protocol inducing natural interactions in a controlled game context. This game condition (J) is compared to a fast reading (LR), a normal reading (LN), and reading for a hard of hearing listener (ME) of the same target words. 1702 token of vowels /i, y, E, e, a, O, o, u/ were analyzed. We analyze their duration, the dispersion/centralization in the F1*F2 space, and the intra-category variability on the F1*F2*F3 space. The production situation affects all variables. Compared to LN, vowels in J and LR are shorter, they are also more centralized and less variable in LR, but not in J. The comparison of effect sizes also shows that overall, the production situation has a larger effect on intra-category variability than on the centralization of the system.

MOTS-CLES : styles de parole, espace vocalique, français, parole conversationnelle

KEYWORDS: speech styles, vocalic space, French, conversational speech

1 Introduction

La parole est modulée par plusieurs sources de variation linguistique et extra-linguistique telles que le contexte segmental, la prosodie, l'état de santé ou les émotions du locuteur, la situation de communication ou la tâche de production. Les études pionnières sur ces deux derniers facteurs, communément regroupés comme des différences de « styles de parole », se sont concentrées sur la comparaison entre parole lue et parole spontanée. Plus tard, des études comme celle de Harmegnies et al. (1994), ont tenté de mettre en évidence les « sous-styles » de « discours spontané » en français. Ils ont comparé les productions d'un même locuteur dans six situations de communication différentes : une tâche de lecture, deux tâches de description sans interlocuteur, une tâche de description interactive dans laquelle le locuteur devait expliquer une image à un auditeur qui pouvait demander des détails, un monologue spontané (interview guidée) et une conversation avec l'expérimentateur. Les auteurs ont remarqué que les propriétés acoustiques de la parole étaient différentes pour chaque tâche et pouvaient former des « familles de style » homogènes. Par exemple, le système vocalique (sur un plan F1 *F2) apparaît plus centralisé dans les tâches de description que dans la parole spontanée, les F1 des voyelles sont aussi plus bas dans les tâches de description par rapport à la lecture. Cependant, rien n'indiquait si l'interactivité de la tâche avait un effet sur les paramètres acoustiques de la parole lors des tâches de description. Sur ce sujet Nakamura et al. (2008) ont rapporté en japonais que les voyelles étaient spectralement plus réduites une situation interactive que dans un monologue spontané. Cependant dans cette étude les deux styles n'étaient pas produits par les mêmes locuteurs. La même réserve peut être formulée concernant la plupart des études sur les grands corpus (voir par exemple Audibert et al., 2015) où styles et locuteurs co-varient. Dans ces études, il n'est donc pas possible de distinguer la variation due au style de la variation inter-locuteur. Un des objectifs de la présente étude sera donc d'étudier les effets de la situation de production de la parole pour les mêmes locuteurs.

Un second objectif de cette étude est de mieux comprendre la nature des variations phonétiques entre les situations de production. Pour cela, il nous semble qu'une description multidimensionnelle sera plus à même de capturer la diversité des changements acoustiques possibles. Jusque-là, les variations phonétiques en fonction du style ont été documentées principalement pour des voyelles. L'un des paramètres les plus fréquemment utilisés pour mesurer les distorsions de l'espace vocalique est un indice de centralisation. Cet indice s'exprime comme la distance de chaque exemplaire, ou catégorie vocalique, au centroïde du système dans un espace F1 *F2. Toutefois, plusieurs auteurs ont souligné qu'une combinaison de différentes métriques est plus pertinente pour caractériser les différentes façons dont les systèmes et les catégories vocaliques peuvent varier par rapport à la cible (Ferguson et Kewley-Port, 2007 ; Harmegnies et Poch-Olivé, 1992). Il est ainsi possible d'observer d'une part la variation dans la réalisation des cibles acoustiques à travers la dispersion des exemplaires au sein de leur catégorie vocalique, mais aussi des modifications de l'espace des contrastes acoustiques, en termes de centralisation des voyelles vers une voyelle centrale neutre et/ou en termes de chevauchement ou perte de contraste acoustique entre les catégories vocaliques (Fougeron et Audibert, 2011 ; Audibert et al., 2015).

Selon le modèle H & H de (Lindblom, 1990), les locuteurs adaptent leur prononciation afin de satisfaire les contraintes biomécaniques et linguistiques avec un effort minimal, mais aussi selon les informations nécessaires à l'auditeur : on hyper-articule pour maximiser l'intelligibilité quand cela s'avère nécessaire, autrement on hypo-articule. Cependant, ce qui rend le discours « maximalement intelligible » ou « clair » n'est pas si simple. Le « clear speech » semble plutôt se situer dans un continuum que relever d'une catégorie bien définie, comme suggéré par Scarborough et Zellou (2013). Dans ce continuum hypo-hyper, la parole produite dans un discours interactif pourrait

combiner certaines des propriétés du discours hypo-articulé (par exemple, la centralisation, le raccourcissement vocalique) du fait des contraintes temporelles lié à l'interaction ou de l'apport d'informations par le contexte (permettant moins de précision articulatoire), ainsi que des caractéristiques du « clear speech » de façon à satisfaire le besoin d'intercompréhension entre les locuteurs. Par conséquent, le discours spontané pourrait être vu comme un phonogène contenant des phonostyles ayant différentes propriétés, parmi lesquels se trouverait la parole interactive. Ainsi, Mathon (2014) a montré l'existence d'un phonogène « commentaire sportif en direct » incluant plusieurs phonostyles selon le type d'événement, et Hupin et Simon (2009) ont mis en évidence différents styles de discours radio selon le type de station de radio.

Dans cette étude, nous évaluerons les variations acoustiques, et plus particulièrement formantiques, dans la parole d'un ensemble de locutrices du français produisant le même matériel dans différentes situations de production de la parole. Un intérêt particulier est porté à la production des voyelles dans un véritable jeu interactif par rapport aux conditions de contrôle lues et simulées. Ce premier travail est destiné à poser les bases d'un projet plus vaste qui visera à établir une typologie de discours spontanés, en prenant particulièrement en compte la présence et l'identité de l'interlocuteur.

2 Méthode

2.1 Les conditions de production

Afin d'explorer les propriétés de la parole produite dans un cadre véritablement interactif, les mêmes locutrices ont été placées dans quatre conditions de parole dans lesquelles elles ont produit le même matériel phonétique. Chaque enregistrement a été réalisé dans une pièce insonorisée avec des micros AKGC520. Les conditions de production sont les suivantes :

(a) la tâche de jeu (J) : un jeu de cartes a été créé pour combiner la spontanéité de l'expression et le contrôle expérimental des enregistrements et du contenu linguistique. Quatre dyades d'amies ont joué chacune leur tour, l'expérimentateur étant présent uniquement pour le décompte des points. La première joueuse (P1) devait utiliser différents indices pour aider la seconde joueuse (P2) à deviner un mot mystère. Sur chaque carte, un mot mystère (par exemple « livre ») et deux indices (par exemple « auteur », et « lecteur »), étaient présentés à P1. L'utilisation de ces indices pour faire deviner le mot cible rapportait davantage de point à P1, ce qui nous a permis d'éliciter indirectement leur production, Ces mots indices étaient les mots cibles de notre expérience. P1 et P2 changeaient de rôle toutes les 5 cartes, permettant l'enregistrement d'une quantité similaire de données par locuteur dans le même jeu. Chaque joueur avait 51 cartes (distribuées dans le même ordre pour chaque partie) et pouvait ainsi produire jusqu'à 204 mots (indices) cibles. Pour susciter une plus grande vivacité des échanges, une contrainte temporelle a été introduite.

Compte tenu de la durée de la session de jeu (2h en incluant les explications et l'entraînement), l'enregistrement des autres conditions de production a eu lieu 2 à 4 jours plus tard. Ces autres conditions consistaient en trois types de lecture de la liste de mots-cibles introduits dans le jeu :

- (b) la lecture normale (LN) dans laquelle les locuteurs sont conviés à lire la liste au rythme qui leur convient
- (c) la lecture rapide (LR) dans laquelle les locuteurs sont conviés à lire la liste « aussi vite que possible »
- (d) la lecture « pour malentendant » (ME) dans laquelle les locuteurs sont conviés à lire « comme si ils parlaient à leur vieille grand-mère malentendante », de façon à simuler une parole 'claire'

2.2 Locutrices

Huit locutrices francophones natives âgées de 18 à 40 ans (moyenne = 23,75) ont participé à l'expérience. Le jeu se jouant en binôme, nous avons enregistré deux locutrices à la fois pour chaque session de jeu, chacune sur un canal séparé avec un micro-casque individuel. Afin d'assurer leur implication dans la tâche de jeu, nous avons sélectionné des femmes qui se considéraient comme compétitives et qui avaient l'habitude de jouer à des jeux avec leurs amis et/ou leur famille. Pour chaque binôme, les deux intervenants étaient des amis (un ou deux ans d'amitié en moyenne). Cette « condition d'amitié » visait à assurer le partage des connaissances, la complicité des joueuses et leur implication dans la tâche.

2.3 Matériel

204 mots bi-syllabiques du français comportant les voyelles /i, y, ε, œ, a, ɔ, o, u/ dans leur syllabe finale ont été sélectionnés pour constituer les mots cibles. Une contrainte supplémentaire était qu'ils devaient former des triplets liés sémantiquement (ex. : mot mystère, « livre », indice 1 « auteur », indice 2 « lecteur »).

Les contextes consonantiques des voyelles étant naturellement déséquilibrés en français, il n'a pas été possible de maintenir le contexte constant pour chaque catégorie vocalique lors du choix des mots bisyllabiques. Néanmoins, afin de limiter les variations non contrôlées liées à la coarticulation, nous avons essayé de réduire les différences autant que possible en privilégiant les consonnes coronales. Faute de place, les 22 contextes consonantiques ne seront pas listés ici. Les mêmes mots sont utilisés dans les quatre tâches, notre matériel est donc comparable dans toutes les conditions de production.

Bien que 91% des cibles aient été produites par les locutrices (la joueuse P2 devinait parfois avant le deuxième indice, ou l'indice était ignoré par P1), un seuil de 5 exemplaires par catégorie de voyelles par locutrices a été fixé, afin d'assurer la fiabilité de l'analyse. Nous avons donc exclu les voyelles mi-fermées /ø/ et /e/, ainsi que les productions d'une locutrice. Un total de 1702 exemplaires des voyelles /i, y, ε, œ, a, ɔ, o, u/ produites par 7 joueuses ont été analysés pour cette étude.

2.4 Analyses acoustiques

Les durées des voyelles et les valeurs de F1, F2 et F3 ont été extraites grâce à un script Praat, les valeurs pour chaque formant étant une moyenne de mesures prises au 1/3, 1/2 et 2/3 de la durée totale de la voyelle, suivant la méthode utilisé par Audibert et al. (2015). Les valeurs aberrantes ont été filtrées en suivant la procédure utilisée par (Gendrot et al., 2005), puis corrigées manuellement par examen des coupes spectrales. Après conversion en Bark, la variation des voyelles produites dans les différentes conditions a été exprimée en termes de :

- (a) variabilité des réalisations acoustiques des exemplaires de voyelles dans chaque catégorie, interprétée comme une mesure de la précision et de la stabilité des cibles vocaliques. Pour chaque catégorie vocalique, une cible acoustique moyenne est calculée en termes de F1, F2 et F3. La variabilité intra-catégorie est mesurée par la distance euclidienne de chaque exemplaire par rapport au centroïde de sa catégorie.
- (b) dispersion des exemplaires au sein du système vocalique dans l'espace F1*F2, mesurée comme la distance euclidienne de chaque voyelle au centroïde du système vocalique du locuteur. Cette mesure permet d'appréhender la dynamique de centralisation / expansion de l'espace acoustique

occupé par le système vocalique. (ici l'espace F1*F2*F3 ne nous a pas paru pertinent du fait du manque d'informations sur les possibilités d'interprétation d'une centralisation dans l'espace F2*F3).

3 Résultats

Les données ont été analysées avec un modèle linéaire mixte (Bates et al., 2015), dans lequel la variable dépendante était la métrique (a) ou (b), la catégorie vocalique (n= 8) et le style (les 4 conditions de production) des facteurs fixes, et le contexte consonantique et le joueur des facteurs aléatoires. L'inspection visuelle de la distribution des résidus ne révèle pas de violation claire des conditions de normalité et d'homoscédasticité. Des comparaisons par paires entre conditions de production ont été réalisées avec le test HSD de Tukey. La taille d'effet de chaque facteur fixe a également été estimée par les valeurs de R^2 marginal (Nakagawa et al., 2013).

Sans surprise, un effet significatif de la catégorie vocalique et du joueur ressort sur la durée des voyelles ($R^2 = 8.7\%$ et $R^2 = 29\%$, respectivement), la dispersion des voyelles dans le système F1*F2 ($R^2 = 24\%$ et $R^2 = 3.6\%$) et la variabilité intra-catégorie ($R^2 = 11\%$ et $R^2 = 1.6\%$). Plus intéressant pour notre étude, le style agit aussi sur ces trois variables. La comparaison des tailles d'effet montre que l'effet du style est plus important sur la durée des voyelles ($R^2=29\%$) que sur leur dispersion au sein du système ($R^2=3.6\%$) ou la variabilité intra-catégorie ($R^2=1.4\%$). Pour ces deux dernières dimensions, la figure 1 illustre la variation liée au style est comparée à la variation individuelle entre les joueurs. Il ressort que la dispersion au sein du système vocalique est relativement moins affectée par le style que par différences individuelles, tandis que la variabilité intra-catégorie est légèrement plus affectée par le style que par le joueur ou par l'interaction entre les deux variables.

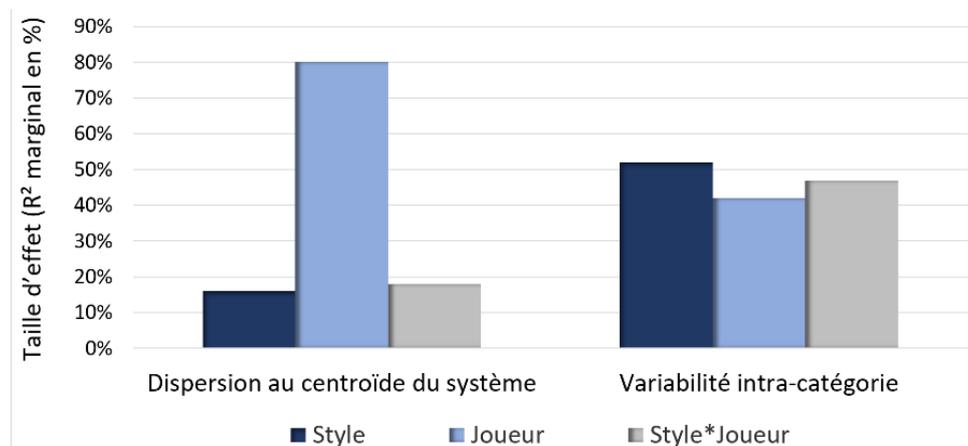


FIGURE 1: Comparaison de la taille de l'effet (R^2 marginal) des facteurs « style », « joueur », et de leur interaction, sur la dispersion au sein du système et les mesures de variabilité intra-catégorie.

La comparaison post-hoc entre les quatre styles de parole montre différents schémas selon la dimension étudiée. Les voyelles sont plus longues dans la condition de *clear speech* simulée (ME) que dans les trois autres conditions, comme illustré par la figure 2. Ce style de parole est également caractérisé par un espace acoustique F1*F2 plus grand avec des voyelles plus périphériques (i.e. moins centralisées) comme illustré sur la figure 3. La condition de lecture rapide (LR), au contraire, montre le schéma attendu pour le discours « hypo-articulé » comparé aux trois autres conditions : avec des voyelles plus courtes, et un espace acoustique F1*F2 plus petit avec des voyelles plus centralisées (cf. figures 2 et 3). Dans la condition de jeu (J) le patron est différent : les voyelles sont courtes comme en LR mais pas centralisées. En effet, l'espace acoustique dans la condition Jeu et

similaire à celui de la Lecture Normale (LN) comme illustré en figure 3. Concernant la variabilité intra-catégorie on observe deux tendances : la dispersion intra-catégorie est importante dans les conditions jeu et lecture rapide, alors qu'elle est faible dans les conditions ME et LN.

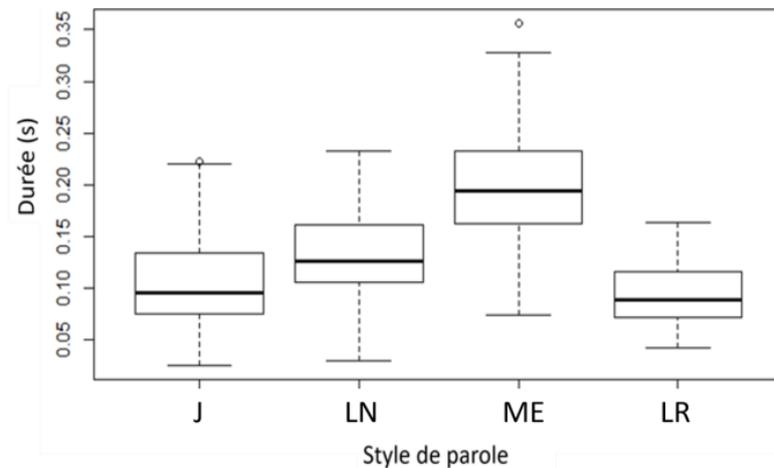


FIGURE 2: Durées vocaliques en fonction des conditions de la parole : Tâche de jeu (J) Lecture simple / normale (LN), lecture comme pour un auditeur malentendant (ME), et lecture rapide (LR).

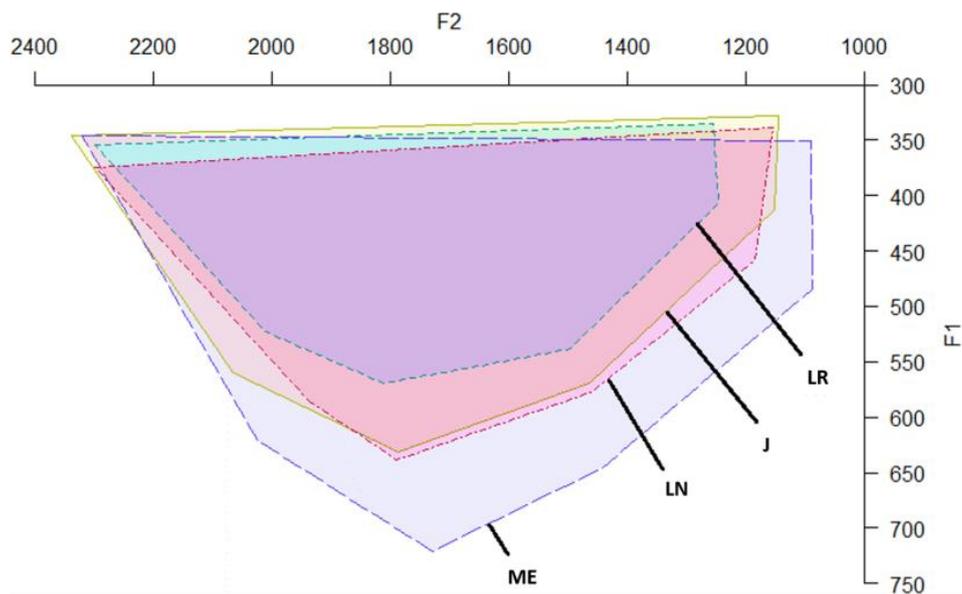


FIGURE 3: Représentation des espaces acoustiques de voyelle F1*F2 pour les styles jeu (J), lecture normale (LN), lecture à un malentendant (ME) et lecture rapide (LR). Le sommet des polygones représente la moyenne d'une catégorie vocalique toutes locutrices confondues.

Une analyse des corrélations entre la dispersion moyenne des exemplaires au sein du système et la variabilité intra-catégorie pour chaque locutrice dans les quatre condition de parole suggère une très faible interdépendance entre ces deux variables (avec au maximum $r=0.2$ en ME, et une forte variation inter-locuteurs).

La durée d'une voyelle a souvent été rapportée comme ayant une forte influence sur ses propriétés spectrales et notamment sur sa centralisation (Moon, 1989 ; Lindblom, 1991 ; Gendrot, 2005). C'est pourquoi nous avons tenu à tester également ce facteur. Nous avons donc calculé les corrélations entre l'indice de dispersion des exemplaires au sein du système et la durée, ainsi qu'entre l'indice de variabilité intra-catégorie et la durée dans nos quatre styles de parole. Les corrélations se sont révélées

très faibles pour tous les styles, indiquant également une faible interdépendance de ces deux facteurs dans nos données. Pour la dispersion par rapport au centre du système, la corrélation avec la durée est légèrement négative dans tous les styles, avec $r = -0.2$ en condition de lecture normale ($p < 0.01$), $r = -0.15$ en lecture rapide ($p < 0.01$), $r = -0.25$ pour la condition de lecture pour un mal entendant ($p < 0.01$), et $r = -0.1$ pour le jeu ($p < 0.01$). Les corrélations entre la variabilité intra-catégorie sont, elles de $r = -0.22$ pour LN ($p < 0.01$), $r = -0.14$ pour LR ($p < 0.01$), $r = 0.08$ en ME ($p > 0.05$), et $r = 0.07$ en J ($p > 0.05$).

4 Discussions et conclusions

En accord avec les travaux de la littérature (vus en introduction), nous constatons que la situation de production de la parole influence grandement la durée des voyelles. Dans une moindre mesure, des différences sont également observées pour la centralisation des voyelles dans l'espace $F1 * F2$, et pour la variabilité entre les exemplaires d'une même voyelle (variabilité intra).

Comme prévu, les conditions ME et LR se situent aux deux extrêmes du continuum en termes de durée vocalique et de centralisation comme schématisé dans la Figure 5. Dans ces deux conditions, la variation spectrale liée à la durée peut être en jeu : des voyelles plus courtes et plus centralisées en condition LR vs. des voyelles plus longues et moins réduites en condition ME. Ce dernier résultat, réplique les variations observées par Scarborough et Zellou (2013) en anglais dans une même tâche simulée 'comme à une personne malentendante'.

En ce qui concerne la parole interactive dans notre condition de jeu (J), nous observons un motif différent. Bien que les voyelles soient courtes, reflétant probablement un débit de parole plus rapide dans cette situation minutée, elles ne sont que peu réduites. Leur degré de centralisation n'est pas similaire à celui observé en condition LR, mais à celui observé pour la condition LN. Dans une étude antérieure basée sur de grands corpus incluant des locuteurs différents, Audibert et al. (2015), ont montré que la relation spatio-temporelle (ou compromis entre la vitesse et la précision acoustique) pouvait aussi différer entre « styles » de parole. Par exemple, les différences en termes de centralisation des voyelles entre discours « lu » et « journalistique » disparaissent lorsque la durée des voyelles est contrôlée et que les différences en termes de contrastivité des voyelles (estimées à partir des valeurs de $F1$ et $F2$) dépendent davantage de la durée des voyelles.

Les mesures de variabilité intra-catégorie montrent également l'intérêt d'examiner l'aspect multidimensionnel de la variation vocalique. La variabilité intra-catégorie est interprétée comme l'indexation de la précision des cibles vocaliques et de la variabilité de leur réalisation. Dans la condition de jeu, plus de variabilité intra-catégorie est trouvée et ce modèle n'est stable entre les locuteurs que dans cette condition de parole. De premières pistes d'explications peuvent être avancées. D'une part, des catégories plus précises et moins variables pourraient être un indice de « clarté » si ce phénomène était lié à des cibles plus contrastives montrant moins de chevauchement entre les catégories vocaliques adjacentes. Si tel était le cas, nous nous serions attendus à une réduction de la variabilité interne des catégories dans la condition ME, ce qui n'est pas le cas. D'autre part, l'augmentation de la variabilité entre les exemplaires de voyelles dans la situation de jeu pourrait être le signe d'une augmentation de la variation coarticulatoire. Or, la coarticulation est connue pour être dépendante du style et peut contribuer à augmenter l'intelligibilité, comme montré par Scarborough et Zellou (2013). Une autre direction à explorer serait que l'augmentation de la variabilité entre les exemplaires dans la condition de Jeu est due aux propriétés spécifiques de cette condition interactive, dans laquelle les affects et notamment les attitudes agissent également sur la réalisation acoustique des voyelles (voir par exemple Fónagy, 1983).

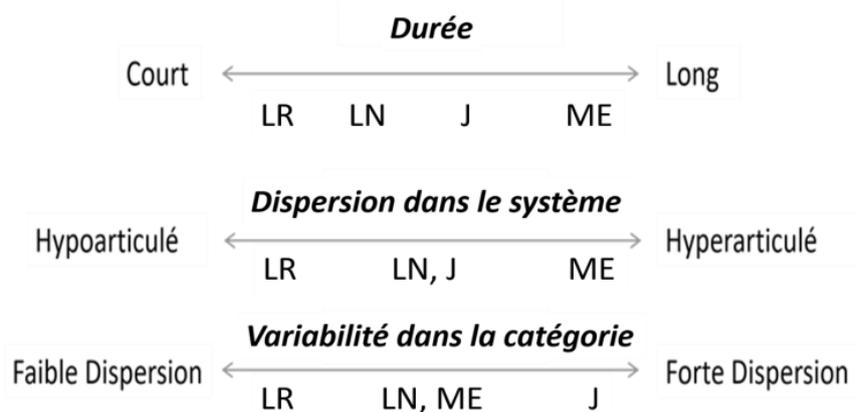


FIGURE 5: Répartition des styles de parole le long de chaque dimension acoustique.

Remerciements

Cette étude a été soutenue par le Labex EFL (ANR-10-LABX-0083).

Références

- AUDIBERT N., FOUGERON C., GENDROT C., ADDA-DECKER M. (2015). Duration-vs. style-dependent vowel variation: A multiparametric investigation. Actes de *ICPhS 2015*.
- BATES, D., MAECHLER, M., BOLKER, B., WALKER S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1-48.
- FERGUSON, S-H. et KEWLEY-PORT, D. (2007). Talker differences in clear and conversational speech: Acoustic characteristics of vowels. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50 (5), 1241-1255.
- FÓNAGY, I. (1983). *La vive voix : essais de psycho-phonétique* (Vol. 20). Payot.
- FOUGERON C., et AUDIBERT N. (2011). Testing various metrics for the description of vowel distortion in dysarthria. Actes de *ICPhS 2011*, 687-690.
- GENDROT C. et ADDA-DECKER M. (2005). Impact of duration on F1/F2 formant values of oral vowels: an automatic analysis of large broadcast news corpora in French and German. *Variation*, 2(22.5), 2-4.
- HARMEGNIES, B., & POCH-OLIVE, D. (1992). A study of style-induced vowel variability: Laboratory versus spontaneous speech in Spanish. *Speech communication*, 11(4-5), 429-437.
- HARMEGNIES B. et POCH-OLIVÉ D. (1994). Formants frequencies variability in French vowels under the effect of various speaking styles. *Le Journal de Physique IV*, 4(C5), C5-509.
- HUPIN B. et SIMON A-C. (2009). Analyse phonostylistique du discours radiophonique. Expériences sur la mise en fonction professionnelle du phonostyle et sur le lien entre mélodicité et proximité du discours radiophonique. *Recherches en communication*, 28, 103-121.

- LINDBLOM B. (1990). Explaining phonetic variation: A sketch of the H&H theory. In *Speech production and speech modelling* (pp. 403-439). Springer Netherlands.
- LINDBLOM, B., BROWNLIE, S., DAVIS, B., & MOON, S. J. (1991). Speech Transforms. In *Phonetics and Phonology of Speaking Styles*.
- MATHON C. (2014). Perception des phonostyles et représentativité du phonogène : le cas du commentaire sportif en direct. *Nouveaux cahiers de linguistique française*, 31, 93-103.
- MOON, S. J., & LINDBLOM, B. (1989). Formant undershoot in clear and citation-form speech: A second progress report. *STL-QPSR*, 30, 121-123.
- NAKAMURA M., IWANO K., et FURUI S. (2008). Differences between acoustic characteristics of spontaneous and read speech and their effects on speech recognition performance. *Computer Speech & Language*, 22(2), 171-184.
- NAKAGAWA, S., & SCHIELZETH, H. (2013). A general and simple method for obtaining R2 from generalized linear mixed-effects models. *Methods in Ecology and Evolution*, 4(2), 133-142.
- OSGOOD C. E. (1962). Studies on the generality of affective meaning systems. *American Psychologist*, 17(1), 10.
- ROUAS J-L., BEPPU M., et ADDA-DECKER M. (2010). Comparison of spectral properties of read, prepared and casual speech in French. In *Proceedings of LREC*.
- SCARBOROUGH R. et ZELLOU G. (2013). Clarity in communication: “Clear” speech authenticity and lexical neighborhood density effects in speech production and perception. *Journal of the Acoustical Society of America*, 134(5), 3793-3807.