

The Influence of Voice Sound Level on the Duration of French Long Vowels

D. Rostolland et C. Parant

Paris, France

1. Introduction

De nombreux travaux ont déjà été consacrés aux variations de la durée vocalique (revues bibl. in Fant et Tatham; 1975, Di Cristo; 1978, Rossi 1981). Cette durée est une grandeur parfois difficile à mesurer et souvent très difficile à interpréter, car les variations temporelles sont régies par des facteurs issus de domaines d'analyse variés: acoustiques (bruit ambiant), physiologiques (habitudes articulatoires, niveau, débit) et linguistiques (à l'échelle d'un phonème, d'une syllabe, d'un mot, etc.). Les travaux publiés concernent généralement la voix parlée au niveau normal et la langue anglaise. En présence de bruit le niveau de la voix peut être très supérieur, ce qui entraîne des modifications acoustiques et phonétiques (Rostolland, 1979 et 1982).

Dans une étude récente, nous avons cherché l'influence de l'effort vocal sur la durée des voyelles brèves (Rostolland et Parant 1983). Nous présentons ici les résultats concernant les voyelles suivies des constrictives les plus allongeantes. Nous cherchons dans quelle mesure la durée augmente, par hypothèse, avec le niveau vocal. L'ouverture de la voyelle et le point d'articulation de la consonne subséquente sont considérés comme 2 paramètres.

2. Méthode

Des séries de monosyllabes sont prononcés à 4 niveaux sonores: voix normale (N1), forte (N2), très forte (N3) et voix criée (N4). Ces niveaux de parole correspondent à des niveaux de bruit que le sujet entend au moyen d'écouteurs. Les mots sont du type C1 V C2 et placés en position accentuée dans une courte phrase. On a choisi C1 = /k/, V = /a, i/ et C2 = /v z ʒ r/. A chaque niveau, on enregistre le sujet qui prononce en tout 20 fois chacune des 8 phrases mais qui ne répète à la suite que 2 phrases identiques. On mesure les durées sur des tracés logarithmiques, sonographiques et oscillographiques. La comparaison de ces 3 techniques permet de lever les ambiguïtés dans les cas de segmentations difficiles.

3. Résultats

Chez les 2 sujets S1 et S2, les différences de durée de la voyelle /a/, dues au niveau sonore d'émission, sont significatives entre N1N3 et N3N4. En forçant la voix, la durée de /a/ augmente jusqu'au niveau de la voix très forte et en criant la durée diminue, sauf avec /r/ chez S1. Mise à part cette consonne, la variation de durée est comparable chez S1 et S2 (les durées de /a/ sont plus longues chez S1, de 10 ms).

Les différences de durée de /i/, dues au niveau, sont significatives entre N2N3 et N3N4 mais pas entre N1N2 (sauf avec /r/ chez S1). Forcer la voix augmente la durée de /i/ entre la voix forte et la voix très forte avec, ensuite, une diminution très nette au niveau crié, comme avec /a/. La variation de durée est comparable chez S1S2, mais la diminution à N4 est plus marquée chez S2 (les durées de /i/ sont plus longues chez S1, de 35 ms).

La comparaison des durées de /a/ et /i/ a un niveau donné montre que chez S2 /a > i/ a NN2N3 et /a ≈ i/ a N4. Pour S2, on observe donc un regroupement des durées vocaliques, en voix criée. Chez S1 /a ≈ i/ à N1N2 et /a < i/ à N3N4: il n'y a pas de regroupement des durées à N4.

En ce qui concerne les différences de durée dues à la consonne finale, on observe que chez S₁, S₂ et pour /a, i/ :

– aux 4 niveaux, /v/ est la moins allongée et les effets de /z ʒ/ sont très voisins sauf chez S1 avec /i/, à N1N2.

– à N4 les durées sont identiques devant /v z ʒ/. Elles sont plus longues devant /r/, sauf chez S1 avec /i/ où le regroupement a lieu pour l'ensemble /v z ʒ r/.

– à N3, les effets de /z ʒ r/ sont très voisins sauf chez S2 avec /i/ où /r/ est la plus allongée.

Chez S1 et aux 4 niveaux, la consonne la plus allongée est /z/, avec /a/ et /i/ sauf à N4 avec /a/ et les effets de /z, r/ sont identiques avec /i/ sauf à N1.

Chez S2 et aux 4 niveaux, la plus allongée est /r/ avec /a/ et, surtout, avec /i/. Le tableau donne la durée moyenne en ms, de /a, i/ devant /v z ʒ r/ aux 4 niveaux d'émission. Les valeurs sont arrondies à l'unité la plus proche. Les dispersions sont < 10% dont 78% des cas pour S1 et dans 91% des cas pour S2.

Niveaux		N1		N2		N3		N4	
		/a/	/i/	/a/	/i/	/a/	/i/	/a/	/i/
S1	/v/	224	240	253	245	267	276	229	261
	/z/	254	275	281	295	298	318	242	283
	/ʒ/	259	258	288	264	292	302	241	272
	/r/	233	256	269	281	283	311	281	275
S2	/v/	236	205	249	210	257	231	209	193
	/z/	249	224	253	237	274	258	202	209
	/ʒ/	260	229	262	240	278	256	211	201
	/r/	269	257	272	267	290	283	225	227

4. Discussion

On sait que la durée intrinsèque d'une voyelle augmente avec son ouverture ou sa tension. La durée dépend aussi du mode phonatoire de la consonne suivante: par exemple, les voyelles accentuées sont en général plus longues de 25 à 35% devant les consonnes voisées (House et Fairbanks, 1953; Denes, 1955; Peterson et Lehiste, 1960; House, 1961; Klatt, 1973). Même en voix parlée normale, la durée est un indice difficile à interpréter car plusieurs causes agissent en sens contraire: une voyelle ouverte est plus ouverte lorsqu'elle est brève et une voyelle est d'autant plus tendue qu'elle est fermée et/ou longue (Durand, 1946; Delattre, 1966; Carton, 1974; Di Cristo, 1980; Rossi, 1981).

C'est à propos d'une étude de la force d'articulation consonantique, que Delattre s'est intéressé à la durée vocalique. Devant l'impossibilité de mesurer objectivement et directement cette force d'articulation, une méthode indirecte a été proposée par cet auteur. Etudiant les consonnes en fin de syllabes accentuées fermées (terminant des groupes rythmiques de longueurs voisines), Delattre a émis l'hypothèse que la durée de la voyelle précédant la consonne était un indice de la force d'articulation consonantique. Avec la voyelle /ε/, Delattre a mesuré des durées comprises entre 116 et 428 ms. Les voyelles brèves sont suivies de consonnes sourdes et les longues de consonnes sonores: /p t k/ < /b d g/ et /f s ʃ/ < /v z ʒ/. Le mode d'articulation influence la durée vocalique dans ce sens: /p t k/ < /f s ʃ/ et /b d g/ < /v z ʒ/ mais le lieu d'articulation ne semble pas jouer un rôle important (p ≈ t ≈ k).

Delattre aurait, le premier, établi une relation entre l'effort nécessaire pour articuler la consonne C2 dans des mots C1 V C2, et la durée de V: la voyelle s'abrège par un effet d'anticipation de l'effort articuloire subséquent. (Delattre 1939, 1940, 1941, 1962). Ces travaux repris par Belasco (1953) et Malécot (1955) conduisent à remplacer l'ancienne division entre consonnes fortes, abrégées /p t k/ et faibles, allongées /v z ʒ r/ par une division en 3 et 5 groupes et même 8 (p t k, f l, n s m ʃ, b d g η, j, v ʒ, z, r). La cause elle-même de l'allongement vocalique n'est pas absolument claire: s'agit-il d'un seul facteur, la force d'articulation consonantique ? ou de trois facteurs, le voisement, le mode et le lieu d'articulation ? (Belasco 1953, House et Fairbanks 1953, Lehiste 1970, MacNeilage 1972).

En voix parlée normale, et en français, Delattre (1939) a mesuré avec la voyelle /ε/ devant /v z ʒ r/ des durées comprises entre 370 et 420 ms. Devant les spirantes sourdes et les occlusives sonores, /ε/ mesure 220 et 270 ms. Di Cristo (1980) a trouvé pour /a/ et /i/ devant /z/ des durées de 215 et 185 ms. Devant les obstruantes sourdes, il trouve avec /a/ des durées de 88, 121 et 155 ms selon le corpus utilisé; les valeurs correspondantes pour /i/ sont de 72, 96 et 122 ms (la durée de /i/ devant /v z ʒ/ serait de 108 ms). Pour la langue anglaise, nous avons effectué de nombreuses comparaisons mais nous n'indiquerons ici que les valeurs extrêmes du tableau comparatif: devant /v z ʒ r/ les durées de /ɒ, æ, ə/ vont de 304 à 400 ms, et celles de /i/ de 183 à 360 ms

(House et Fairbanks 1953, Peterson et Lehiste 1960, House 1961, Sharf 1964, Harris et Umeda 1974, Klatt 1973 et 1975, Umeda 1975).

Très peu de travaux concernent la durée des voyelles émises à des niveaux supérieurs à celui de la voix parlée et les méthodes expérimentales sont trop différentes pour permettre des comparaisons quantitatives. De manière qualitative, nos résultats confirment ceux de Hanley et Steer (1950) et de Fónagy (1980) qui ont trouvé un accroissement de la durée entre les niveaux N1N2N3. Fónagy avait déjà observé une limitation des durées à haut niveau (vers N3). En rapprochant la présente étude de celle que nous avons faite sur la durée des voyelles brèves, on voit apparaître l'influence de facteurs liés soit à l'articulation de la voyelle elle-même, soit à la coarticulation consonantique subséquente.

4.1. *Durée intrinsèque: niveau et ouverture vocalique (facteurs internes)*

L'hypothèse de départ – allongement avec augmentation de niveau – est vérifiée entre N1N3, pour S1 et S2/a,i/ (l'augmentation relative de durée est plus importante pour les voyelles brèves – 28% de N1 – que pour les voyelles longues – 14%) mais pas entre N3N4, puisque la durée diminue au niveau extrême (de 7 à 16% de N3).

L'ouverture vocalique entraîne généralement une augmentation de durée (/a > i/), pour les voyelles brèves, chez S1 et S2. Entre N1N2N3, l'augmentation est de 22,5% chez S1 et de 27,5% chez S2. A N4, les durées de /a/ et /i/ sont identiques. Pour les voyelles longues, et entre N1N2N3, on note une augmentation plus faible chez S2 (8,5%) et même une diminution chez S1 (3,5%). A N4, on observe un regroupement des durées de /a/ et /i/ chez S2, mais cette tendance n'apparaît qu'avec /r/ chez S1.

4.2. *Durée extrinsèque: mode et lieu d'articulation consonantique (facteurs externes)*

On considère ici l'effet cumulé du voisement et de l'ouverture consonantique. A N1, /a/ devant /v z ʒ, r/ est plus long que devant /p t k/ de 45,5% chez S1 et de 68% chez S2. Entre N1N2N3, les augmentations sont de 41 à 54%, respectivement. A N4, les augmentations sont moindres: 37 et 36%. Avec /i/ on trouve des augmentations plus grandes: à N1, 74, 5% chez S1 et 102% chez S2 et entre N1N2N3, 79 et 81% respectivement. A N4, les augmentations sont moindres: 48 à 34%.

L'influence du recul du lieu d'articulation, chez S1 et S2, est plus importante pour les longues que les brèves: à N1, les rapports 'ʒ/v' sont de 12,8% avec /a/ et de 13, 2% avec /i/ tandis que les rapports 'k/p' sont de 8 et 4,5%. A N1N2N3, les rapports moyens sont 10,5 et 14,5% (longues) et 8,5 et 7% (brèves). A N4, les rapports seraient plus petits pour les longues (3 et 6,5%) que pour les brèves (7,5 et 9%). Les valeurs maximums de ces pourcentages d'augmentation – en fonction du recul du lieu d'articulation – sont: 15,6%

pour les longues (ʒ/v chez S1 à N1 avec /a/) et 17% pour les brèves (k/p chez S1 à N4 avec /i/). Si l'on considère le rapport 'r/v', le maximum est 27% (chez S2 à N2 avec /i/). Aux 4 niveaux, la consonne la moins allongeante est /v/, la plus allongeante étant soit /z/ (S1) soit /r/ (S2). Nous ne trouvons pas que l'influence du lieu d'articulation soit faible (House et Fairbanks 1953) ou négligeable (House 1961) mais trouvons que la durée vocalique est plutôt proportionnelle au recul du lieu d'articulation (Lehiste, 1970; MacNeilage, 1972).

La présente étude confirme des résultats que nous avons obtenus avec les brèves, en particulier le fait que la durée diminue à haut niveau. Tout se passe comme si le sujet anticipait un effort articulatoire non plus à l'échelle des phonèmes mais à celles des mots. Des expérimentations sont en cours afin de vérifier certains résultats avec plus de locuteurs.

Références

- Belasco, S. (1953). The influence of force of articulation of consonants on vowel duration. *J. Acoust. Soc. Am.* **25**, 1015-16.
- Delattre, P. (1939). Durée vocalique et consonnes subséquentes. *Le Maître Phonétique*. Londres 3e Série - N° 67.
- Delattre, P. (1966). *Studies in French and comparative phonetics*. The Hague: Mouton and Co.
- Di Cristo, A. (1978). De la microprosodie à l'intonosyntaxe. Thèse d'Etat. Université de Provence. 1274 p.
- Di Cristo, A. (1980). La durée intrinsèque des voyelles du français. *Trav. Inst. Phon. Aix*. **7**, 211-235.
- Durand, M. (1946). *Voyelles longues et voyelles brèves*. Paris: Klincksieck.
- Fant, G. and Tatam, M. (1975). *Auditory analysis and perception of speech*. Londres: Academic Press.
- Fónagy, I. (1980). Intensité et durée des sons. *Trav. Inst. Phon. Paris* **3**, 169-199.
- Hanley, T.D. and Steer, M.D. (1950). Effect of level of distracting noise upon speaking rate, duration and intensity. *Journ. Speech and Hear. Dis.* **15**, 363-368.
- House, A.S. and Fairbanks, G. (1953). The influence of consonants environment upon the secondary acoustical characteristics of vowels. *J. Acoust. Soc. Am.* **25**, 105-113.
- House, A.S. (1961). On vowel duration in English. *J. Acoust. Soc. Am.* **33**, 1174-78.
- Klatt, D.H. (1973). Interaction between two factors that influence vowel duration. *J. Acoust. Soc. Am.* **54**, 1102-04.
- Lehiste, I. (1970). *Suprasegmentals*. Cambridge, Mass.: M.I.T. Press.
- MacNeilage, P.F. (1972). Speech physiology. In: *Speech and cortical functioning*, Chap. 1, 1-72. New York: Ac. Press.
- Rossi, M. et coll. (1981). *L'intonation. De l'acoustique à la sémantique*. Paris: Klincksieck.
- Rostolland, D. (1979). Contribution à l'étude de l'audition de la parole en présence de bruit: caractéristiques physiques, structure phonétique et intelligibilité de la voix criée. Thèse d'Etat. Faculté des Sciences de Paris. 281 p.
- Rostolland D. (1982). Acoustic features of shouted voice. *Acustica* **50**, 118-125.
- Rostolland D. (1982). Phonetic structure of shouted voice. *Acustica* **51**, 80-89.
- Rostolland, D. et Parant, C. (1983). Influence du niveau sonore de la voix sur la durée des voyelles brèves. *11e Congrès Int. d'Acoustique*, 4 p.
- Umeda, N. (1975). Vowel duration in American English. *J. Acoust. Soc. Am.* **58**, 434-445.