

**LES INDICES ACOUSTIQUES DU TRAIT DE VOISEMENT
DANS LES OCCLUSIVES DU FRANÇAIS PARLÉ À MONTRÉAL**

BENOIT JACQUES

Université du Québec à Montréal
Montréal, Québec, Canada
H3C 3P8

Résumé

La distinction des occlusives entre sourdes et sonores lorsqu'elles sont en position initiale de syllabe peut reposer sur plusieurs indices. En français, on est amené à considérer le rôle prépondérant du VOT à cause de la tenue voisée des occlusives sonores. D'autres indices peuvent aussi contribuer à cette distinction; ce sont entre autres la durée de l'intervalle silencieux, la variation F_0 de la voyelle suivante, la pente et la durée des transitions, en particulier celles de T_1 . Nous avons vérifié l'importance de chacun de ces indices sur un vaste échantillon de 1302 consonnes occlusives initiales de syllabe accentuée et inaccentuée prononcées par quatre sujets francophones nés et vivant à Montréal. À partir de mesures de fréquences et de durées faites sur des sonagrammes, des compilations statistiques ont été effectuées. Les résultats montrent que, parmi les indices qui contribuent à la distinction sourde-sonore, le VOT conserve un rôle prépondérant.

La distinction des occlusives entre sourdes et sonores lorsqu'elles sont en position initiale de syllabe peut reposer sur plusieurs indices acoustiques. En français, l'on est amené à considérer comme indice principal le VOT selon la définition qu'en donnent Lisker et Abramson [1], parce que le voisement débute avant la rupture de l'occlusion et est compté en valeurs négatives pour les occlusives sonores, et qu'il débute après la détente ou coïncide avec celle-ci pour les occlusives sourdes; il est alors compté en valeurs positives ou il est égal à zéro.

Divers travaux portant sur le français et d'autres langues, notamment ceux de Fischer-Jørgensen [2], Serniclaes [3], Slis et Cohen [4], Santerre et Suen [5], Jeel [6] ont souligné la contribution d'autres paramètres dans la caractérisation du trait de voisement. Ces paramètres sont la durée de l'intervalle silencieux, la variation de F_0 au début de la voyelle suivante, la pente et la durée des transitions vers la voyelle suivante, notamment celles de T_1 .

Toutefois, les données disponibles ont souvent été obtenues à partir d'études effectuées sur des corpus limités quant à leur dimension ou encore à partir d'expériences de synthèse. Notre recherche poursuivait donc un double but: 1° vérifier le rendement du VOT et des autres indices acoustiques dans la distinction de voisement des occlusives dans le français de Montréal, 2° vérifier ce rendement sur un grand corpus compte tenu qu'une consonne donnée n'est jamais prononcée plusieurs fois de la même manière.

MÉTHODOLOGIE

Quatre (4) informateurs de sexe masculin âgés de 20 ans, nés et élevés à Montréal et n'ayant pas complété d'études au-delà du niveau du secondaire ont prononcé 558 phrases de quatre syllabes. Ceci a permis, entre autres, pour les besoins de la présente étude, la production de 1302 consonnes occlusives sourdes et sonores dans les trois positions suivantes:

- 1- Accentuée et intervocalique (AI), illustrée par /b/ dans l'énoncé «Ta paire de bottes» [taperdabot];
- 2- Inaccentuée et intervocalique (II), illustrée par /p/ dans le même énoncé;
- 3- Initiale absolue de phrase (IA), illustrée par /t/ suivi de /a/ dans le même énoncé.

De plus, comme la dénivellation et la durée de T_1 sont dépendantes de la voyelle adjacente, il fallait qu'il y ait une certaine régularité dans les contextes vocaux. Aussi, les consonnes étaient-elles suivies de façon systématique des voyelles /i/, /e/, /ɛ/, /A/, /ɔ/, /o/ et /u/.

L'enregistrement des phrases a été effectué dans les conditions les meilleures et on a tiré de chacun un sonagramme à bandes larges et un autre à bandes étroites. Le premier a servi à l'étude du VOT, de la durée de l'intervalle silencieux, ainsi que pour l'étude des variations de F_0 au début de la voyelle suivante. Le second a servi à l'étude des variations de F_0 au début de la voyelle suivante.

Pour toutes les mesures effectuées sur les tracés à bandes larges et étroites, des analyses multivariées

ont été effectuées par ordinateur. Les tableaux montrent les moyennes obtenues (moyennes générales et moyennes par position ou contexte, selon le cas) exprimées en centisecondes ou en Hz, le nombre de consonnes et les écarts-types par rapport aux moyennes.

RÉSULTATS

1. Le VOT

Le tableau 1 montre que le VOT a des valeurs négatives pour les consonnes occlusives sonores et des valeurs positives pour les occlusives sourdes. Les valeurs positives sont faibles dans les cas de /p/; on peut considérer que, pour cette consonne, le début du voisement coïncide avec l'explosion. Par contre, /b/ montre des VOTs négatifs importants, et ce dans les trois positions étudiées.

Tableau 1
VOT des consonnes occlusives

| | N | M | S | | N | M | S |
|------------|------------|--------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|
| /p/ | 254 | +1.1 | 2.9 | /b/ | 201 | -7.2 | 2.9 |
| AI | 106 | +0.47 | 3.9 | AI | 50 | -8.1 | 1.62 |
| II | 104 | +1.77 | 2.04 | II | 115 | -7.2 | 3.2 |
| IA | 44 | +1.02 | 0.68 | IA | 36 | -6.04 | 3.2 |
| /t/ | 276 | +3.6 | 2.8 | /d/ | 236 | -5.1 | 3.5 |
| AI | 96 | +4.1 | 2.6 | AI | 76 | -5.5 | 3.9 |
| II | 128 | +3.2 | 3.0 | II | 99 | -5.5 | 3.05 |
| IA | 52 | +3.5 | 2.6 | IA | 61 | -4.0 | 3.7 |
| /k/ | 216 | +3.65 | 1.95 | /g/ | 141 | -5.8 | 3.6 |
| AI | 65 | +4.3 | 1.6 | AI | 75 | -6.1 | 3.5 |
| II | 103 | +3.4 | 2.2 | II | 49 | -5.7 | 3.2 |
| IA | 48 | +3.3 | 1.8 | IA | 17 | -5.1 | 4.9 |

N = Nombre de consonnes

M = Moyenne

S = Écarts-type

Dans le cas des dentales et vélaires sourdes /t/ et /k/, le VOT montre des valeurs positives, de 3.2 cs. ou plus. Le début du voisement marque donc un retard par rapport à la détente, ce retard étant légèrement plus important lorsque la consonne est dans une position accentuée que lorsqu'elle est en position inaccentuée. Les occlusives sonores /d/ et /g/, pour leur part, ont des VOTs négatifs, mais les valeurs atteintes sont moins importantes que celles montrées par le VOT de /b/ dans des positions comparables. Pour ces deux consonnes, c'est en position initiale absolue que le début du voisement anticipe le moins sur l'explosion.

Par ailleurs, l'examen des écarts-types permet de constater qu'il y a peu de recouvrement dans les ensembles, ce qui signifie que, dans la grande majorité des cas, le VOT pourra être un indice suffisant servant à distinguer les occlusives sourdes des sonores. Toutefois, on doit noter que le VOT a un comportement différent selon le lieu d'articulation des consonnes: aussi, il y a lieu de considérer séparément la paire /p ~ b/ des paires /t ~ d/ et /k ~ g/. Les écarts-types montrent en effet que /p/ peut avoir un VOT négatif, un début de voisement qui anticipe légèrement sur l'explosion. Néanmoins, la distinction /p ~ b/ est sauvegardée la plupart du temps à cause des valeurs négatives importantes du VOT de /b/. Dans le cas des paires /t ~ d/ et /k ~ g/, il y a davantage d'équilibre entre les valeurs positives du VOT des sourdes et les valeurs négatives du VOT des sonores. Des possibilités de neutralisation subsistent toutefois surtout en position initiale absolue.

2. La durée de l'intervalle silencieux (SI)

La durée de l'intervalle silencieux ne peut contribuer à la distinction de voisement que pour les consonnes en position intervocalique. En position initiale, en effet, l'absence de segment précédent empêche de déterminer le début d'un tel intervalle. Le tableau 2 montre que, en moyenne, l'intervalle silencieux des occlusives sourdes excède légèrement en durée celui de leurs homologues sonores. Toutefois, exception faite de la paire /p ~ b/ en position accentuée intervocalique, la différence de durée est inférieure à 1 cs. et tous les écarts-types sont supérieurs à cette valeur. Par conséquent, un grand nombre des consonnes sonores de notre échantillon ont un SI plus long que leurs homologues sourdes. La durée supérieure du SI des occlusives sourdes est donc une tendance qui se dégage à partir d'un ensemble d'occurrences relativement vaste.

Tableau 2
Durée de la tenue des occlusives (cs.)

| | N | M | S | | N | M | S |
|------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|
| /p/ | 210 | 8.9 | 2.14 | /b/ | 165 | 8.06 | 1.56 |
| AI | 106 | 9.5 | 2.5 | AI | 50 | 8.2 | 1.6 |
| II | 104 | 8.4 | 1.6 | II | 115 | 8.02 | 1.5 |
| /t/ | 224 | 7.31 | 2.1 | /d/ | 175 | 6.49 | 1.53 |
| AI | 96 | 7.4 | 2.4 | AI | 76 | 6.6 | 1.5 |
| II | 128 | 7.2 | 1.8 | II | 99 | 6.4 | 1.56 |
| /k/ | 168 | 7.3 | 1.82 | /g/ | 124 | 6.8 | 1.65 |
| AI | 65 | 7.44 | 1.84 | AI | 75 | 6.9 | 1.6 |
| II | 103 | 7.2 | 1.8 | II | 49 | 6.6 | 1.76 |

3. La variation de F₀ au début de la voyelle suivante

Le tableau 3 montre la variation en Hz de F₀ au début de la voyelle suivante. Une quantité affectée du signe "plus" (+) indique une pente positive, à savoir que F₀ est plus aigu au point de contact avec la consonne et qu'il baisse ensuite. Dans le cas contraire, la quantité est affectée d'un signe "moins" (-). On peut observer dans ce tableau que le ton fondamental d'une voyelle suivant une occlusive sourde est plus élevé au point de contact avec cette consonne. Ce comportement se manifeste dans les trois positions étudiées. Par ailleurs, si la voyelle suit une occlusive sonore, la variation de F₀ apparaît comme étant très faible. On serait donc amené à conclure que la variation de F₀ constitue un indice important dans la distinction des occlusives entre sourdes et sonores. Toutefois, les écarts-types par rapport aux moyennes indiquent que les ensembles se recouvrent largement, de sorte que plusieurs consonnes, parmi les sourdes et parmi les sonores font varier F₀ de la voyelle suivante dans le sens contraire de celui indiqué par les moyennes.

Si la variation de F₀ peut ainsi contribuer à la distinction de voisement des occlusives, son rendement en tant qu'indice demeure limité, beaucoup de réalisations individuelles allant dans le sens contraire de celui attendu.

Tableau 3
Variation de F₀ au début de la voyelle suivante (±Hz)

| | N | M | S | | N | M | S |
|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|--------------|------------|
| /p/ | 293 | +3.7 | 7.5 | /b/ | 190 | +0.15 | 5.8 |
| AI | 98 | +2.2 | 8.2 | AI | 47 | +0.06 | 6.3 |
| II | 74 | +5.4 | 6.8 | II | 107 | +1.1 | 5.4 |
| IA | 41 | +4.1 | 6.8 | IA | 36 | -2.6 | 6.3 |
| /t/ | 246 | +5.0 | 6.2 | /d/ | 186 | +0.66 | 8.5 |
| AI | 86 | +4.8 | 7.5 | AI | 66 | +1.6 | 12.0 |
| II | 99 | +6.2 | 5.2 | II | 62 | -4.5 | 5.4 |
| IA | 51 | +3.8 | 6.3 | IA | 58 | -0.7 | 5.6 |
| /k/ | 185 | +5.5 | 7.6 | /g/ | 114 | +0.5 | 6.2 |
| AI | 57 | +4.6 | 7.8 | AI | 60 | +1.1 | 6.2 |
| II | 80 | +7.4 | 8.4 | II | 17 | +0.43 | 5.9 |
| IA | 48 | +4.3 | 5.7 | IA | 37 | -1.5 | 6.9 |

4. La transition T₁ de la voyelle suivante

Le tableau 4 montre pour les consonnes occlusives la dénivellation en Hz et la durée en centisecondes de T₁ selon la voyelle suivante.

Tableau 4
Dénivellation et durée de la T₁ de la voyelle suivante

| | Dénivellation (Hz) | | | Durée (cs.) | |
|------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | N | M | S | M | S |
| /p/ | 224 | 12 | 35 | 0.35 | 1.2 |
| i | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| e | 14 | 11.4 | 29 | 0.14 | 0.36 |
| ε | 36 | 13 | 38 | 0.43 | 1.13 |
| A | 27 | 33 | 61 | 1.05 | 1.97 |
| ɔ | 62 | 16 | 39 | 0.42 | 1.97 |
| o | 21 | 3.8 | 17 | 0.05 | 0.21 |
| u | 31 | 3 | 16 | 0.14 | 0.8 |
| /b/ | 197 | 20 | 47 | 0.48 | 1.08 |
| i | 23 | 3.4 | 16.6 | 0.04 | 0.2 |
| e | 14 | 2.8 | 10.6 | 0.07 | 0.26 |
| ε | 34 | 39 | 62 | 0.97 | 1.5 |
| A | 24 | 45 | 70 | 0.87 | 1.33 |
| ɔ | 41 | 36 | 50 | 0.96 | 1.36 |
| o | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| u | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| /t/ | 248 | 14.6 | 43.3 | 0.39 | 1.18 |
| i | 42 | 6.6 | 23 | 0.24 | 0.84 |
| e | 52 | 2 | 17 | 0.06 | 0.41 |
| ε | 29 | 11 | 28 | 0.46 | 1.18 |
| A | 43 | 47 | 77 | 1.2 | 1.75 |
| ɔ | 18 | 28 | 52 | 0.78 | 1.4 |
| o | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| u | 40 | 8 | 32 | 0.15 | 0.53 |
| /d/ | 193 | 33.4 | 60 | 1.36 | 5.2 |
| i | 44 | 6 | 24 | 1.35 | 7.6 |
| e | 43 | 17 | 39 | 0.40 | 0.88 |
| ε | 13 | 50 | 75 | 1.7 | 1.98 |
| A | 38 | 78 | 80 | 3.03 | 8.05 |
| ɔ | 22 | 65 | 72 | 1.65 | 1.77 |
| o | 8 | 16 | 45 | 0.5 | 1.4 |
| u | 25 | 9.8 | 29.7 | 0.34 | 0.96 |
| /k/ | 199 | 27.6 | 58 | 0.8 | 1.5 |
| i | 30 | 1.3 | 7.3 | 0.3 | 0.18 |
| e | 16 | 5.3 | 21 | 0.12 | 0.5 |
| ε | 25 | 82 | 91 | 2.4 | 2.6 |
| A | 30 | 51 | 76 | 1.1 | 1.5 |
| ɔ | 51 | 27 | 53 | 0.96 | 1.5 |
| o | 7 | 5.7 | 15 | 0.21 | 0.56 |
| u | 40 | 8 | 24 | 0.27 | 0.8 |
| /g/ | 123 | 54 | 63 | 1.7 | 2.0 |
| i | 16 | 5 | 20 | 0.12 | 0.5 |
| e | 15 | 17 | 48 | 0.46 | 1.24 |
| ε | 16 | 87 | 65 | 2.7 | 2.04 |
| A | 22 | 65 | 100 | 2.4 | 2.09 |
| ɔ | 31 | 106 | 69 | 3.2 | 2.01 |
| o | 12 | 13 | 36 | 0.5 | 1.24 |
| u | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 |

En général, le VOT positif d'une consonne non voisée entraîne une diminution de la dénivellation et de la durée de T₁. Toutefois, on a vu que le VOT de /p/ est bref et l'on peut constater que la T₁ de la voyelle suivante n'est pas vraiment diminuée en durée ou en dénivellation du fait que la consonne soit sourde.

La dénivellation et la durée de T₁ de la voyelle suivante contribuent donc à la distinction entre occlusives sourdes et sonores, surtout dans le cas des consonnes non labiales.

Pour ces consonnes, /t ~ d/ et /k ~ g/, ces paramètres ont un certain rendement à condition que la voyelle qui suit ne soit pas une voyelle dont le F₁ est bas, ce qui est le cas de /i/ et de /u/. Lorsque le contexte s'y prête, la durée de T₁ contribue à la distinction sourde-sonore parce que les transitions les plus longues sont toutes le fait de la consonne sonore. La dénivellation de la transition contribue aussi à cette distinction, toutefois, l'on note des recouvrements d'ensembles qui sont de nature à limiter le rendement de cet indice.

CONCLUSION

Les relevés effectués sur 1302 consonnes occlusives indiquent une tendance générale pour les sourdes à comporter un VOT positif et un intervalle silencieux plus long. De plus, F₀ est plus aigu au début de la voyelle suivante et les T₁ de cette voyelle ont des dénivellations moins fortes et des durées plus brèves. Les occlusives sonores, par contre, ont un VOT négatif et un intervalle silencieux plus bref. De plus, F₀ au début de la voyelle suivante ne varie guère et les T₁ de cette voyelle ont des dénivellations plus fortes et des durées plus longues.

Toutefois, il s'agit de tendances générales et non de comportements systématiques; dans bien des cas, en effet, un indice donné varie dans le sens contraire de celui attendu. On doit également noter l'influence du lieu d'articulation, de l'accent, de la position ainsi que du contexte vocalique.

En tenant compte de ces faits, l'on peut conclure que le VOT, la durée de l'intervalle silencieux, la variation de F₀ au début de la voyelle suivante, la dénivellation et la durée de T₁ de cette même voyelle sont tous des indices acoustiques pouvant contribuer à la distinction des occlusives entre sourdes et sonores lorsqu'elles sont en position initiale de syllabe. Parmi ces indices, même s'il ne peut à lui seul toujours rendre compte de la distinction de voisement, le VOT reste néanmoins prédominant, parce que c'est l'indice qui présente le moins de possibilités de neutralisations.

Références

- [1] Leigh Lisker et Arthur Abramson, «A Cross Language Study of Voicing in Initial Stops: Acoustical Measurements», *Word*, 20, 1964, pp. 384-422.
- [2] Eli Fischer-Jørgensen, «Les occlusives françaises et danoises d'un sujet bilingue», *Word*, 24, 1968, pp. 112-153.
Eli Fischer-Jørgensen, «PTK et "BDG" en position intervocalique accentuée», Albert Valdman (dir.), *Papers in Linguistics and Phonetics to the Memory of Pierre Delattre*, La Haye, Mouton, 1972, pp. 143-200.
- [3] W. Serniclaes, «La simultanéité des indices dans la perception du voisement des occlusives», *Rapports d'activités de l'Institut de phonétique*, Université libre de Bruxelles, 7/2, 1973, pp. 59-67.
W. Serniclaes et P. Bejter, «Différences interlinguistiques dans le traitement perceptif des indices de voisement», *Rapports d'activités de l'Institut de phonétique*, Université libre de Bruxelles, 12/1, 1977-1978, pp. 83-94.
- [4] I. H. Slis et A. Cohen «On the Complex Regulating the Voiced-Voiceless Distinction I, II», *Language and Speech*, 12, 1969, pp. 80-102 et 137-155.
- [5] Laurent Santerre et Ching Yee Suen, «Why Look for a Single Feature to Distinguish Stop Cognates», *Journal of Phonetics*, 9, 2, 1981, pp. 163-174.
- [6] Vivi Jeel, «An Investigation of the Fundamental Frequency of Vowels after Various Danish Consonants, in Particular Stop Consonants», *Annual Report of the Institute of Phonetics*, University of Copenhagen, 9, 1975, pp. 191-211.