

Article

« Controverse sur la croissance de la sonie des sons du langage »

Bernard Tranel et Ralph Vanderslice

Cahier de linguistique, n° 7, 1978, p. 77-88.

Pour citer cet article, utiliser l'information suivante :

URI: <http://id.erudit.org/iderudit/800054ar>

DOI: 10.7202/800054ar

Note : les règles d'écriture des références bibliographiques peuvent varier selon les différents domaines du savoir.

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter à l'URI <https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/>

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche. Érudit offre des services d'édition numérique de documents scientifiques depuis 1998.

Pour communiquer avec les responsables d'Érudit : info@erudit.org

CONTROVERSE SUR LA CROISSANCE DE LA
SONIE DES SONS DU LANGAGE*

1. INTRODUCTION

Une certaine divergence caractérise les résultats et les inférences théoriques de divers chercheurs en ce qui a trait à la relation entre l'intensité objective (mesurée instrumentalement) et l'intensité subjective (perçue) des sons du langage, autrement dit en ce qui a trait à la fonction de croissance de la sonie des sons du langage.

À la suite des travaux importants de S.S. Stevens en psychoacoustique¹, il est généralement admis que la sonie S croît comme une fonction exponentielle de la pression sonore P :

$$S = k P^n \quad (\text{où } k \text{ est une constante}),$$

soit, en coordonnées logarithmiques, et en faisant abstraction de la constante k :

$$\log S = n \log P.$$

* La recherche rapportée dans cet article fut effectuée alors que les auteurs étaient attachés au Center for Research on Language and Language Behavior, The University of Michigan, Ann Arbor, Michigan.

1. Le lecteur non-initié mais intéressé trouvera dans Stevens (1968-1969) un aperçu de ces recherches en français, et dans Piéron (1969) un examen général de la psychophysique et une vue critique de travaux de Stevens.

L'objet de la controverse est la valeur de l'exposant n dans le cas où les sons perçus sont des sons du langage et non des tons purs ou du bruit blanc.

Dans une expérience conduite à Harvard par Lane, Catania et Stevens (1961), il fut jugé que la sonie d'une voyelle /a/ présentée par l'intermédiaire d'un haut-parleur croît comme sa pression sonore élevée à la puissance 0,7 (fonction réceptrice). Ce résultat est raisonnablement proche de la valeur 0,6 obtenue pour l'exposant de la célèbre échelle des sones, qui est techniquement valide pour un ton pur de 1000 Hz, mais dont l'application peut être étendue à l'ensemble des tons purs et aussi au bruit blanc (Stevens, 1955).

Cependant, en ce qui concerne les jugements de sujets estimant la sonie de sons qu'ils émettent eux-mêmes, c'est-à-dire estimant leur niveau "autophonique", Lane, Catania, et Stevens obtinrent un exposant bien différent : environ 1,1 (fonction autophonique).

Autrement dit, ces résultats indiquent que si la pression sonore d'un son généré par une source extérieure au sujet triple, l'intensité subjective de ce son double ; par contre, pour que l'intensité subjective d'un son, double quand ce son est généré vocalement par un sujet, il suffit que ce sujet double à peine la pression sonore du son émis.

À partir de ces résultats et aussi avec l'appui d'autres études paramétriques importantes mettant en jeu le sidetone, ces auteurs proposèrent que les jugements autophoniques sont essentiellement basés sur des informations proprioceptives d'effort, plutôt que sur des informations d'ordre purement acoustique (comme c'est le cas dans l'estimation de la sonie de sons générés par une source extérieure).

Par la suite, à l'Université du Michigan, Lane (1962) obtint un exposant de 0,4 pour la fonction réceptrice de la voyelle /a/. Ce résultat fut interprété comme étant encore raisonnablement proche de la valeur 0,6 de l'échelle des sones.

A peu près en même temps, et aussi à l'Université du Michigan, Ladefoged et McKinney (1963) établirent que le travail effectué sur l'air pendant la production d'une voyelle augmente comme sa pression sonore à la puissance 1,2. Les auteurs inclurent aussi dans leur étude une fonction réceptrice, obtenue à Edimbourg, qui avait également un exposant de 1,2. Comme ils avaient pris soin de construire leur bande magnétique avec des mots-tests insérés dans un contexte linguistique, Ladefoged et McKinney conclurent que leur résultat était caractéristique de la fonction réceptrice quand les sons jugés sont perçus en tant que langage. Comme de plus leur fonction réceptrice était similaire à la fonction autophonique déterminée par Lane, Catania, et Stevens, et que la même fonction caractérisait les rapports entre travail et pression sonore d'une part, sonie et pression sonore d'autre part, ils en déduisirent que les auditeurs jugent la sonie des sons du langage générés extérieurement de la même manière que les locuteurs jugent leur propre sonie ou niveau autophonique, c'est-à-dire non pas par rapport à la pression sonore du signal acoustique, mais en termes de l'effort requis pour produire le son. Ladefoged et McKinney expliquèrent les exposants plus faibles obtenus par Lane en supposant que quand les stimuli sont des voyelles isolées, produites en l'absence de tout contexte linguistique, ils ne sont pas perçus comme du langage, mais comme du bruit sans sens, comparable par conséquent à des tons ou à du bruit blanc. Ils conclurent que "dans le cas des sons du langage, la sonie est directement reliée à l'effort physiologique, alors que dans le cas de la majorité des autres sons, elle dépend partiellement de la distance présumée de la source"
(p. 460)².

2. Il faut noter ici que Stevens (1959) a montré que l'échelle des sones ne peut pas en fait être expliquée par la théorie distantielle de la sonie proposée par Warren, Sersen et Pores (1958), puisque cette théorie prédit un exposant égal à 1, et non égal à 0,6.

Ladefoged et McKinney ne nièrent pas que "les caractéristiques du mécanisme de l'audition ne changent pas quand un sujet s'arrête de juger des bruits et commence à juger du langage" (p. 460), mais ils proposèrent que "son attitude change par rapport aux stimuli du test" (p. 460). La spécialisation des hémisphères cérébraux (cf. Lenneberg, 1967) pourrait être interprétée en faveur de cette hypothèse. Quoi qu'il en soit, l'argument nous a semblé suffisamment tenu, et le nombre d'inconnues suffisamment important, pour justifier une réplique de l'expérience.

2. MÉTHODE

La procédure utilisée par Ladefoged et McKinney fut suivie d'aussi près que possible, grâce à l'information contenue dans l'article même, et grâce aussi à des communications personnelles avec Ladefoged, qui eut l'obligeance de nous prêter la bande magnétique utilisée dans l'expérience originale.

Cette bande avait été "construite à partir des douze productions de chacun des cinq mots *bee*, *bay*, *bar*, *bore*, et *boo* pour lesquels les valeurs de G_p [pression sous-glottale] et L_p [pression sonore] étaient connues, plus cinq mots supplémentaires qui avaient été enregistrés en même temps" (p. 458). Afin que les sujets jugent la sonie de ces mots dans un "contexte linguistique normal", chacun des 65 mots avait été inséré à la fin de la phrase tronquée "Compare the words bar and ---". Les cinq phrases avec les mots supplémentaires avaient été placées au début de la bande magnétique pour familiariser les sujets avec leur tâche ; les jugements obtenus pour ces mots ne furent pas inclus dans les calculs. "Les 60 phrases restantes avaient été placées dans un ordre aléatoire sujet cependant aux conditions suivantes : 1) Le même mot ne se trouvait jamais à la fin de plus de deux phrases consécutives ; 2) Chaque groupe de six phrases contenait deux mots-tests produits avec une pression sous-glottale assez élevée, deux autres avec une pression sous-glottale moyenne, et deux autres

enfin avec une pression sous-glottale assez basse" (p. 458). Les niveaux d'intensité sonore couvraient environ 25 db.

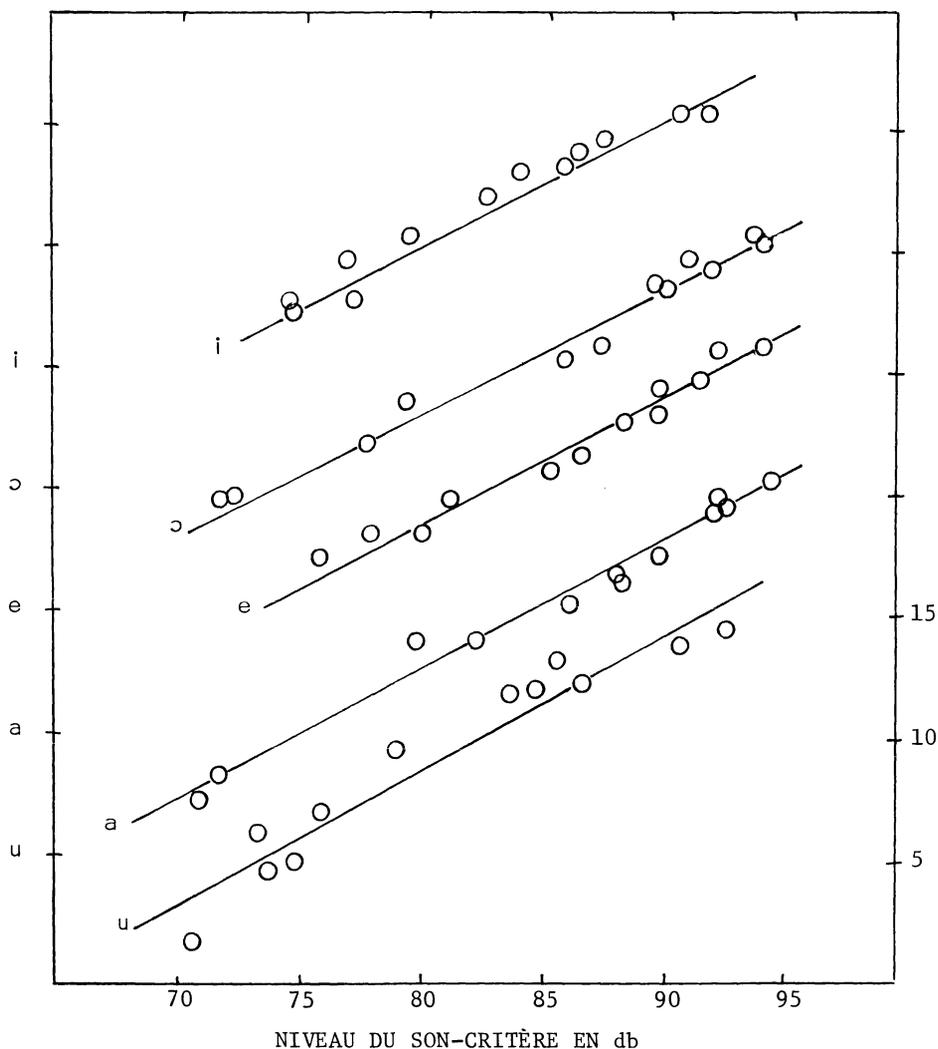
Comme dans l'expérience originale, on fit jouer cette bande magnétique dans une salle de classe au moyen d'un haut-parleur de bonne qualité, et à un niveau d'écoute confortable. Le bruit ambiant était bas.

22 sujets participèrent à l'expérience. Tous étaient des étudiants américains de premier cycle de l'Université du Michigan.

Suivant la démarche de Ladefoged et McKinney, pour obtenir les jugements des sujets, nous utilisâmes la méthode d'estimation de grandeur ; ainsi, pour chaque phrase, les sujets estimaient la sonie du mot-test par rapport à la sonie du premier mot (*bar*), qui était toujours au même niveau moyen, et auquel l'estimation de sonie référentielle 10 avait été attribuée. Les sujets inscrivaient leurs jugements numériques sur une feuille-réponse préparée à cet effet.

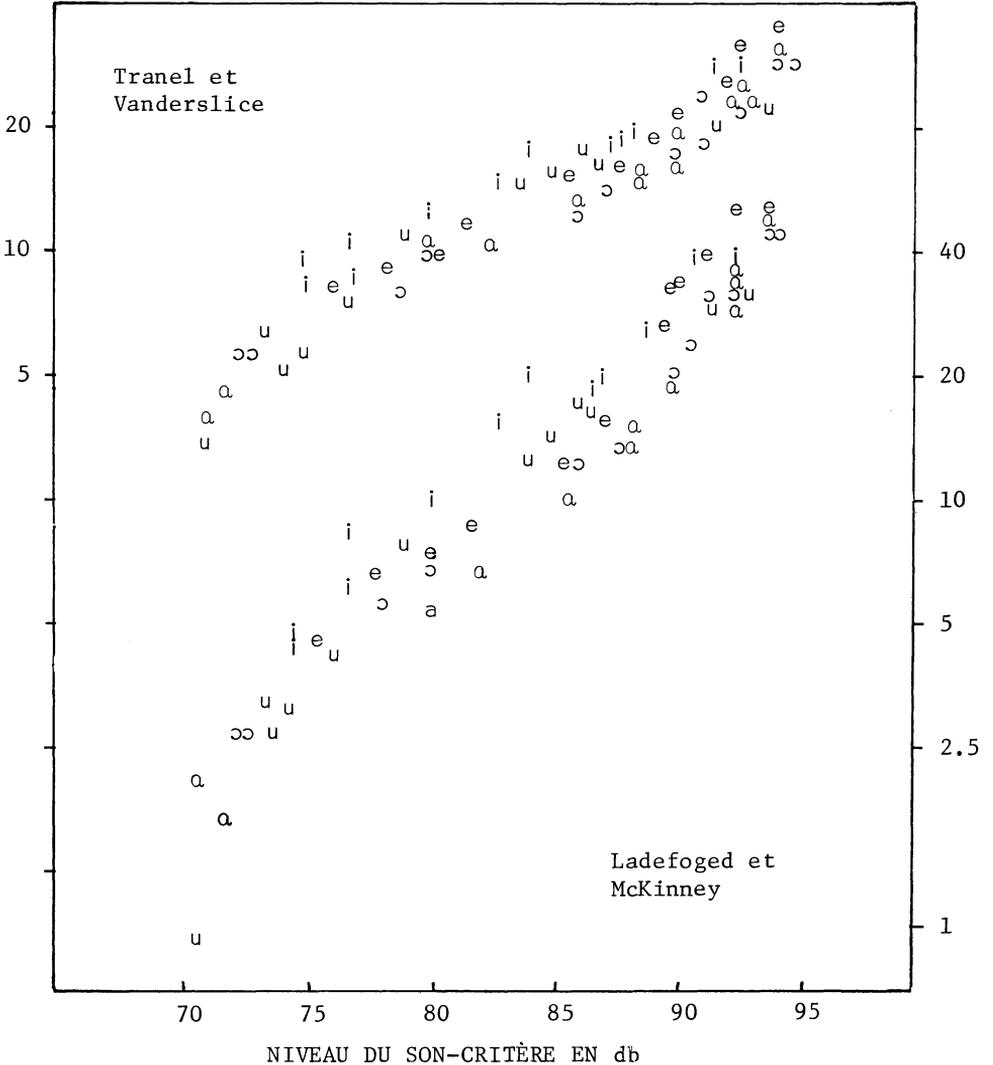
Les instructions suivantes (en anglais) furent données aux sujets sous forme orale et sous forme écrite : "Vous allez entendre un certain nombre de phrases de la forme *Compare the words bar and bay*. Dans chaque cas, vous devrez considérer le premier des deux mots comme une référence à laquelle la valeur 10 devra être assignée ; vous devrez ensuite essayer d'établir la sonie (*loudness*) relative du second mot en donnant par exemple le nombre 20 si vous considérez qu'il est deux fois plus fort que le premier mot, ou 5 si vous considérez qu'il est seulement deux fois plus faible, ou 7 s'il est un peu plus fort que deux fois plus faible, etc. Ainsi, pour chaque phrase, vous devrez écrire sur la feuille-réponse un seul nombre qui indiquera votre impression de la sonie relative du dernier mot et du mot précédent auquel une valeur arbitraire 10 est toujours assignée."

FIGURE I



Fonctions réceptrices de [i], [ɔ], [e], [a] et [u]. Chaque point est la moyenne de 22 déterminations, une pour chaque sujet. Les valeurs absolues des grandeurs subjectives peuvent être retrouvées en attribuant l'estimation 5 au point sur l'échelle de gauche où la voyelle considérée est indiquée.

FIGURE II



Comparaison graphique entre les résultats de Ladefoged et McKinney et ceux obtenus dans notre réplique de la même expérience. Pour les résultats de Ladefoged et McKinney, présentés dans la partie droite du graphe, les grandeurs subjectives se trouvent sur l'ordonnée de droite. Pour la réplique, dont les résultats sont présentés dans la partie gauche du graphe, les grandeurs subjectives se trouvent sur l'ordonnée de gauche.

3. RÉSULTATS

Les résultats obtenus dans cette réplique diffèrent de façon frappante de ceux obtenus par Ladefoged et McKinney dans leur expérience originale. Les exposants obtenus dans notre expérience sont les suivants : *bee* [i] : 0,60 ; *bay* [e] : 0,63 ; *bar* [a] : 0,68 ; *bore* [ɔ] : 0,61 ; *boo* [u] : 0,71 ; soit un exposant moyen de 0,65.

Convertis en coordonnées logarithmiques, ces résultats sont donnés dans la figure 1. Une comparaison graphique des résultats obtenus dans les deux expériences apparaît dans la figure 2.

4. DISCUSSION

Il est difficile d'expliquer la différence frappante entre les résultats de Ladefoged et McKinney et ceux que nous avons obtenus en utilisant la même bande magnétique, les mêmes instructions, les mêmes procédures.

La technique d'estimation de grandeur a été étudiée en détail par Stevens (1956), qui affirme qu'elle a donné des résultats consistants dans de nombreuses expériences. En plus, elle a été validée indirectement par la méthode de comparaison inter-modalités (ex. : Stevens, Mack et Stevens, 1960 ; Lane, Tranel et Sisson, 1970).

La suggestion de Ladefoged et McKinney que la différence entre leurs propres résultats et ceux de Lane, Catania et Stevens démontre que les sujets qui perçoivent les sons du langage d'une certaine manière et les bruits sans sens d'une autre manière, ne pourrait être maintenue, dans le cas présent, qu'en supposant que leurs sujets écossais perçurent les stimuli sur la bande magnétique comme du langage, mais que nos sujets américains perçurent les mêmes stimuli comme des bruits abstraits. Nous ne voyons aucune raison de maintenir une telle hypothèse.

Ce qu'il faudrait expliquer, c'est pourquoi leurs sujets, en face de sons variant sur 25 db, et à estimer par rapport à 10, donnè-

rent un nombre substantiel de jugements numériques fractionnaires inférieurs à 1, et également beaucoup aussi élevés que 100-120. En ce qui concerne nos propres sujets, écoutant la même bande magnétique, l'estimation la plus basse obtenue fut 1 (utilisée une fois), et la plus haute 50 (utilisée cinq fois, toujours par le même sujet). Serait-il possible que les sujets des deux groupes aient une conception des nombres différente, et que la divergence des résultats soit d'ordre socionumérique plutôt que psychophysique ? Il aurait été révélateur à cet égard d'avoir pour chaque groupe son échelle autophonique, sa fonction réceptrice pour les bruits abstraits, et ses réponses aux stimuli du test en termes d'appariement avec une autre modalité (par exemple la force dynamométrique ou la brillance) plutôt qu'avec des nombres.

En cherchant à expliquer la divergence des résultats, il faut aussi considérer les effets possibles dus aux expérimentateurs eux-mêmes. Mais nous prîmes grand soin d'éviter de donner à nos sujets quelque indice que ce soit en ce qui concerne les nombres qui pourraient être utilisés pour les estimations. De la même façon, Ladefoged est "tout à fait certain qu'aucune instruction ne fut donnée ... autre que celles qui se trouvaient sur la bande" (communication personnelle, mai 1969).

Les résultats rapportés ici concernant la fonction de croissance de la sonie des sons du langage nous forcent à conclure qu'il s'agit apparemment d'une fonction susceptible d'être perturbée par des modifications subtiles de paramètres encore non-identifiés.

Stevens lui-même était très conscient de la labilité extraordinaire des transducteurs sensoriels comme ceux des systèmes visuel et auditif. Cette variabilité potentielle rend possible, quand la dynamique du système est bien comprise, de "dire à l'avance comment arranger une expérience afin de produire des résultats consistants avec l'une des deux théories" (Stevens, 1963, p. 612).

Dans le cas de la sonie des sons du langage, notre connaissance actuelle des processus de l'audition ne semble pas être suffisante pour pouvoir expliquer les résultats contradictoires présentés ici. Il demeure de nombreux points de fait et d'interprétation qui restent mystérieux, mais que des expériences plus raffinées devraient pouvoir éclaircir.

Bernard Tranel
Université de Californie à Irvine

Ralph Vanderslice
Université de Pace

BIBLIOGRAPHIE

- LADEFAGED, P. et N. MCKINNEY (1963), "Loudness, sound pressure, and subglottal pressure in speech", *Journal of the Acoustical Society of America*, 35, 454-460.
- LANE, H. (1962), "Psychophysical parameters of vowel perception", *Psychological Monographs*, 76, 1-25.
- LANE, H., A. CATANIA et S.S. STEVENS (1961), "Voice level : Autophonic scale, perceived loudness, and effects of sidetone", *Journal of the Acoustical Society of America*, 33, 160-167.
- LANE, H., B. TRANEL et C. SISSON (1970), "Regulation of voice communication by sensory dynamics", *Journal of the Acoustical Society of America*, 47, 618-624.
- LENNEBERG, E. (1967), *Biological Foundations of Language*, New York : Wiley.
- PIERON, H. (1969), "La psychophysique", dans *Traité de Psychologie Expérimentale, Fascicule II. Sensation et Motricité*, par H. Piéron, R. Chocholle et J. Leplat, Paris : Presses Universitaires de France, 1-62.
- STEVENS, S.S. (1955), "The measurement of loudness", *Journal of the Acoustical Society of America*, 27, 815-829.
- (1956), "The direct estimation of sensory magnitudes - loudness", *American Journal of Psychology*, 69, 1-25.
- (1959), "On the validity of the loudness scale", *Journal of the Acoustical Society of America*, 31, 995-1003.

STEVENS, S.S. (1963), "The basis of psychological judgments", *Journal of the Acoustical Society of America*, 35, 611-612.

- (1968-1969), "Le quantitatif et la perception", *Bulletin de Psychologie*, 276 XXII 9-13, 696-715.

STEVENS, J.C., J. MACK et STEVENS, S.S. (1960), "Growth of sensation on seven continua as measured by force of handgrip", *Journal of Experimental Psychology*, 59, 60-67.

WARREN, R., E. SERSEN et E. PORES (1958), "A basis for loudness judgments", *American Journal of Psychology*, 71, 700-709.