

Perception Catégorielle des sons de parole chez des enfants avec Implant Cochléaire

Victoria MEDINA^{1,2}, Nathalie LOUNDON³, Denise BUSQUET³,
Nathalie PETROFF⁴ & Willy SERNICLAES²

1 UFR- Linguistique, Université Paris 7, Denis Diderot, 2 Place Jussieu – 75251 Paris Cedex 5

2 Leaple, UMR 8606, CNRS & Université Paris 5, René Descartes

3 Service ORL, Hôpital Trousseau

4 Service ORL, Hôpital Robert Debré

Tél.: +33 (0)144275693, medina_vicky@yahoo.fr

ABSTRACT

This experiment is aimed at examining categorical perception of speech sounds in children carrying a Cochlear Implant (CI). The results suggest that some CI children have difficulties in categorical perception compared to hearing children of the same age. They pave the way for further studies on the relationship between the rehabilitation of the auditory processes with CI, categorical perception of speech sounds and reading acquisition.

1. INTRODUCTION

La perception est catégorielle si les stimuli ne sont discriminables que dans la mesure où ils sont identifiés comme des phonèmes différents [1]. En d'autres termes, il y a Perception Catégorielle (PC) lorsque les différences entre stimuli d'un continuum sont imperceptibles tant qu'ils ne sont pas séparés par une frontière catégorielle. En éliminant la variabilité acoustique non pertinente pour accéder au lexique, la perception catégorielle a des implications fonctionnelles évidentes pour la communication parlée. Elle semble de plus jouer un rôle dans l'acquisition du langage écrit [2].

Les stimulations linguistiques au cours de la première année de vie modifient la perception catégorielle en l'adaptant aux oppositions phonémiques propres à la langue maternelle [3]. Dans le cas de l'enfant malentendant, on constate une détérioration dont la gravité dépend notamment de la durée de surdité sans implant [4]. L'Implant Cochléaire (IC) améliore l'audition, mais le développement du répertoire phonémique de l'enfant sourd implanté dépendra du niveau de développement phonologique qu'il a pu atteindre avant implantation [5]. Les enfants avec IC semblent rencontrer des difficultés dans le développement de leur perception phonologique au vu des difficultés de reconnaissance des consonnes et des voyelles [6]. On peut dès lors se demander si ces enfants rencontrent également des difficultés

dans la perception catégorielle des sons de la parole.

2. MÉTHODE

2.1. Sujets

Onze sujets entendants ont fait partie du groupe contrôle, dont l'âge s'étalait entre 6 et 11 ans. Le groupe d'enfants implantés comprenait 8 enfants sourds avec IC, dont 3 étaient suivis à l'hôpital Trousseau et 5 à l'hôpital Robert Debré   Paris. Leur âge s'étalait entre 5 ans 9 mois et 11 ans avec un minimum d'environ 3 ans d'implantation. Nous n'avons pas utilisé de critères d'exclusion en relation avec l'origine de la surdité ou le type de l'implant cochléaire.

2.2. Procédure

Nous avons sélectionné les participants au test de perception catégorielle (PC) en fonction de la réussite d'un test de discrimination de paires minimales simplifié, décrit ci-dessous. Le seuil de réussite choisi était de 75% de réponses correctes (RC), ce qui correspondait à un niveau significativement supérieur au seuil de hasard de 50% ($P < 0.05$). Un second critère de sélection était basé sur l'identification des stimuli situés aux extrêmes de continua de parole synthétique (de lieu d'articulation et de voisement) utilisés pour le test de PC, toujours avec un seuil de réussite de 75% RC. La PC a été testée chez les enfants qui ont rempli chacun de ces deux critères. Un test complet de paires minimales a été administré aux autres enfants, dont le seuil de réussite était inférieur à 75% RC. Le test de PC comprenait 2 parties. La première partie consistait en un test d'identification dans lequel les sujets devaient répondre par /b / ou /d / pour le continuum de lieu et /d / ou /t / pour le continuum de voisement. La seconde partie consistait en un test de discrimination de paires de stimuli identiques ou différents auquel les sujets devaient répondre par "pareil" ou "diff rent" (format AX). Les réponses étaient fournies par pression de touches de couleurs différentes sur un

clavier d'ordinateur. Le temps total de l'épreuve était d'environ 60 minutes.

2.3. Stimuli

Paires minimales: Nous avons utilisé les listes simplifiées et complètes de paires minimales de consonnes et de voyelles du PEPS [7], une version modifiée du TEPPP [8], basé sur des syllabes CV préenregistrées par un locuteur francophone. La liste complète des voyelles comprend les 10 voyelles du système minimal du français en contexte /f/. Elle comporte 10 paires de syllabes différentes (p.ex. /fo/-/fa/) et 10 paires dans lesquelles la même syllabe est répétée (p.ex. /fa/-/fa/), conçues pour l'évaluation de 4 traits vocaliques : aperture, antériorité, labialité et nasalité. La liste complète des consonnes comprend les 16 consonnes du français en contexte /a, u, i/. Elle comporte 16 paires "différent" et 16 paires "même", destinées à l'évaluation de 4 traits consonantiques : mode (3 catégories: Fricative, Latérale, Occlusive), lieu d'articulation (3 catégories: Labiale, Alvéolaire, Vélaire), voisement et nasalité. Les listes simplifiées consistent à tester simultanément plusieurs traits par paire (p.ex. labialité et antériorité, voisement et nasalité). Elles comportent 6 paires tant pour les voyelles que pour les consonnes.

Continua pour le test de PC. Un continuum de lieu d'articulation et un continuum de voisement ont été générés à l'aide d'un synthétiseur à formants en parallèle (réalisé par R. Carré, ENST). Le continuum de lieu est composé de 4 stimuli allant de /bə/ à /də/ (Figure 1). La fréquence de départ de la transition du F1 est fixe à 200 Hz, celle du F2 varie de 1168 Hz à 1604 Hz et celle de F3 de 2330 Hz à 3211 Hz. Les valeurs finales des transitions, correspondant à la partie stable de la voyelle, sont fixées à 500, 1500 et 2500 Hz respectivement pour F1, F2, F3. Un bruit de friction de 10 ms précède le début des transitions. Le VOT est de -90 ms. La F0 est fixe à 100 Hz, la durée des transitions est de 27 ms et celle de la partie stable de 154 ms.

Le continuum de voisement est composé de 8 stimuli allant de /də/ à /tə/ par modification du VOT, de -70 ms. à +70 ms, par pas de 20 ms (Figure 2). Les fréquences de départ des transitions des F1, F2 et F3 sont respectivement de 200, 2100 et 3100 Hz. Les valeurs finales des transitions, correspondant à la partie stable de la voyelle, sont identiques à celles utilisées pour le continuum /bə/ -/də/. La F0 est fixe à 120 Hz, la durée des transitions est de 24 ms et celle de la partie stable de 180 ms.

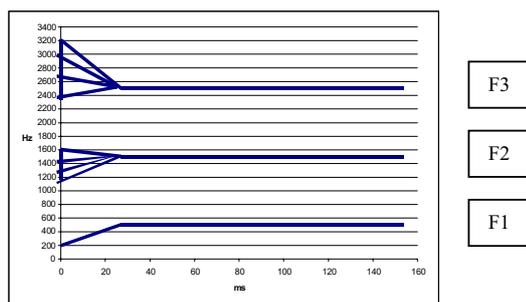


Figure 1 : Continuum de lieu d'articulation /bə/-/də/. Stimuli générés par modification des fréquences initiales des F2 et F3.

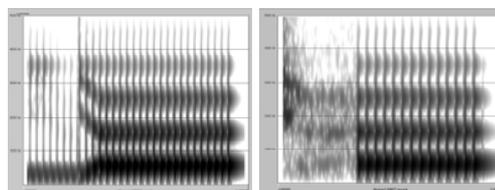


Figure 2 : Continuum de voisement /də/-/tə/. Stimuli générés par modification du VOT. Points extrêmes du continuum VOT -70 ms (à gauche), 70 ms (à droite).

3. RÉSULTATS

3.1. Test de discrimination de paires minimales

Liste simplifiée. La moyenne du groupe contrôle est de 12 réponses correctes sur 12 (paires de voyelles et consonnes), pour tous les enfants contrôles, soit 100 % RC. La moyenne du groupe IC est de 8.9, soit 75 % RC. La différence entre les 2 groupes est significative (U Mann-Whitney=5.5 ; $P < 0.05$). Sur les 8 enfants IC, 6 n'ont pas franchi les seuils de sélection pour passer le test de PC. Tous les enfants contrôles ont par contre rempli les conditions pour passer ce test.

Liste complète. Cinq parmi les six enfants IC qui n'ont pas réussi les pré-test ont reçu les listes complètes du PEPS, le sixième n'étant pas disponible. Pour les voyelles on a observé une bonne discrimination pour le trait d'aperture, avec 70% de réponses correctes (RC). Les traits de labialité et d'antériorité ont obtenu chacun 60% RC. Le trait le plus difficile à discriminer est la nasalité avec 35% RC. Bien que la relation entre RC et traits vocaliques, testées par ANOVA ne soit pas significative ($F(3,6) = 3.12$; $P > 0.05$), l'examen des contrastes individuels entre traits fait apparaître une différence significative entre les traits d'aperture et de nasalité ($P < 0.05$), ce dernier trait étant moins bien discriminé. Les résultats des consonnes de la liste complète montrent que les traits les mieux discriminés sont le voisement, avec 65% de RC, et la nasalité avec 60% de RC. Les traits de mode et de lieu d'articulation sont moins bien discriminés avec des scores de 53% et 55% respectivement. La

relation entre RC et traits consonantiques n'est cependant pas significative ($F < 1$).

3.2. Test de perception catégorielle

Continuum de lieu d'articulation /bə/ -/də/

Identification: La courbe d'identification de l'un des deux sujets implantés qui ont passé les tests de perception catégorielle (sujet IC 1) varie considérablement par rapport à la courbe du groupe contrôle (Figure 3). La courbe d'identification du second sujet qui a passé ces tests (IC 2) est plus proche de celle du groupe contrôle (Figure 3). L'interaction groupe-stimulus, testée par Régression Logistique (avec le VOT comme variable qualitative vu l'allure de la fonction obtenue pour IC1), n'est cependant pas significative ($\chi^2(7)=9.62$; $p=.21$).

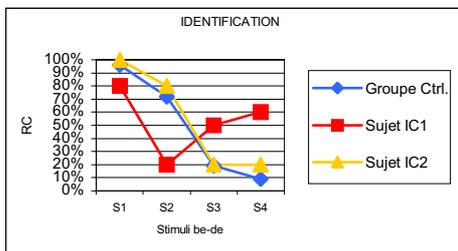


Figure 3 : Courbe d'identification du groupe contrôle et des sujets IC 1 et 2.

Discrimination: Pour le groupe contrôle, on observe une augmentation de la discrimination autour de la frontière d'identification (Figure 4, paire S2-S3). Les deux sujets implantés présentent un pic de discrimination semblable à celui des normo-entendants. L'interaction groupe-paire n'est pas significative ($\chi^2 < 1$).

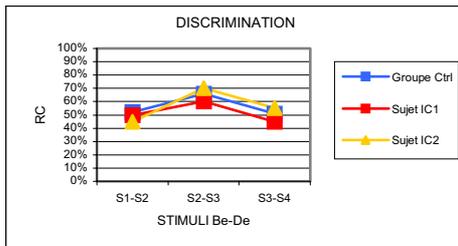


Figure 4 : Courbe de discrimination du groupe contrôle et des sujets IC1 et IC2.

Continuum de voisement /də/ -/tə/

Identification: Les enfants contrôles ont reconnu les stimuli avec VOT négatifs comme /də/ et les stimuli avec VOT positifs comme /tə/ (Figure 5). On voit que la frontière perceptive du sujet IC 1 se situe au voisinage de 0 ms VOT, comme pour les contrôles, mais les réponses non-voisées diminuent ensuite avec l'allongement du VOT positif pour redescendre à 60%. Pour le sujet IC 2 la frontière se situe à 10 ms VOT et elle est donc décalée vers les VOT positifs par rapport au groupe contrôle.

L'interaction groupe-stimulus n'est pas significative ($\chi^2(14)=16,1$, $p=.31$).

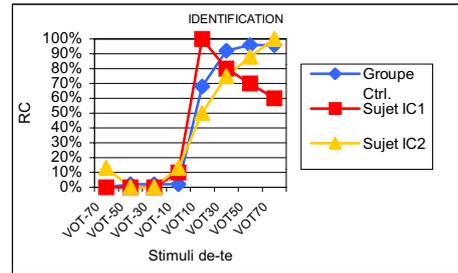


Figure 5 : Courbe d'identification du continuum de voisement du groupe contrôle et des sujets IC1 et IC2.

Discrimination: Pour le groupe contrôle, on observe une augmentation de la discrimination autour de la paire de VOT centrée sur 0 ms (VOT4- VOT5) et qui correspond à la frontière perceptive établie dans la tâche d'identification. Cependant, la paire de VOT centrée sur 20 ms (VOT5-VOT6) présente également un léger accroissement de discrimination. Le sujet IC 1 présente une chute de discrimination au lieu d'une augmentation autour de la paire de VOT centrée sur 0 ms (Figure 6). Par contre, la fonction de discrimination du sujet IC2 présente une courbe proche de celle des contrôles (Figure 6). L'interaction groupe-paire n'est pas significative ($\chi^2(10)=9.74$, $p=.46$), mais la différence de pic de discrimination entre contrôles et IC1 est significative (tests de contrastes: $\chi^2(1)=5.82$, $p=.016$; contrôles-IC2: $\chi^2 < 1$).

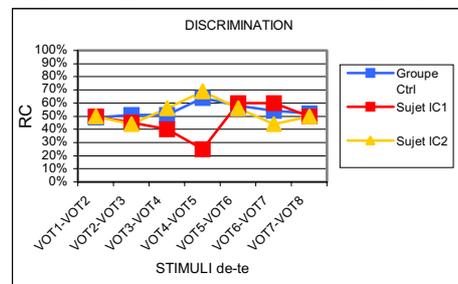


Figure 6 : Courbe de discrimination du continuum de voisement du groupe contrôle et des sujets IC1 et IC2.

4. DISCUSSION ET CONCLUSIONS

4.1. Discrimination des paires minimales

Les enfants implantés présentent des difficultés de discrimination de paires minimales par rapport aux enfants normo-entendants. Pour les enfants IC le trait vocalique le plus difficile à discriminer est la nasalité et le plus facile est l'aperture. Ceci ne semble pas être spécifique à la perception de la parole avec IC. L'examen de la perception des voyelles chez des sujets normo-entendants suggère que les distinctions d'aperture sont plus solides

(perceptivement) que les autres distinctions vocaliques (antériorité, labialité et nasalité) [9]. Des différences de perceptibilité existent également entre traits consonantiques [10], et les mêmes tendances apparaissent ici chez les enfants IC, quoique que de manière non significative. Afin d'accroître la puissance statistique, il serait intéressant de poursuivre cette étude avec un plus grand nombre d'observations par trait.

4.2. Perception catégorielle

Les enfants du groupe contrôle se caractérisent par une perception catégorielle du lieu et du voisement. Les deux enfants implantés qui ont participé au test de perception catégorielle présentent des profils très différents. L'enfant IC 2 est au moins aussi catégoriel que les enfants contrôles, avec un pic de discrimination plus élevé que la moyenne des contrôles, tant pour le lieu que pour le voisement. Par contre, l'enfant IC 1 présente des différences de perception catégorielle par rapport aux enfants entendants. Le pic de discrimination est inversé pour le voisement en dépit d'une fonction d'identification comparable à celle des contrôles. Pour le continuum de lieu d'articulation, cet enfant présente une fonction de discrimination comparable à celle des contrôles en dépit d'une fonction d'identification totalement discordante. En somme, cet enfant se caractérise par une dissociation entre performances d'identification et de discrimination. Les différences entre les performances des deux enfants implantés pourraient s'expliquer par la durée d'implantation et de rééducation. Le sujet IC 2 est en effet plus âgé d'un an et il a un an d'implantation de plus par rapport au sujet IC 1. Ce travail soulève aussi d'autres questions à propos la perception des enfants avec IC. On peut se demander pour quelles raisons l'un des enfants implantés de cette étude (IC 1) présente un déficit de perception catégorielle malgré une bonne discrimination de paires minimales. Peut-être s'agit-il de problèmes d'acuité auditive, les différences acoustiques impliquées dans les tests de perception catégorielle étant beaucoup plus fines que dans les paires minimales? Une autre possibilité d'explication est que la perception catégorielle demande non seulement une bonne discrimination des différences entre catégories, comme pour les paires minimales, mais également une moins bonne discrimination des différences intra-catégorielles. Des recherches ultérieures devraient nous permettre de spécifier les contributions de ces deux facteurs aux modalités de perception de la parole avec IC mises en évidence dans notre étude. Enfin, il serait intéressant d'étudier les relations entre les performances de perception catégorielle et de lecture avec IC, au vu des recherches menées chez les enfants normo-entendants dyslexiques [2, 11] ou non [12], et qui semblent indiquer une relation de cause à effet entre les deux phénomènes.

RÉFÉRENCES

- [1] A. Liberman, K. Harris, H. Hoffman, et B. Griffith. (1957). The discrimination of speech sounds within and across phoneme boundaries. *Journal of Experimental Psychology*, 54, 358-368.
- [2] W. Serniclaes, L. Sprenger-Charolles, R. Carré, & J. F. Démonet. (2001) Perceptual discrimination of speech sounds in dyslexics. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 44, 384- 399.
- [3] J. Werker et R. Tess. (1984). Cross-Language. Speech-perception: Evidence perceptual reorganization during the first year of life. *Infant Behavior and Development*, 7, 49-63.
- [4] R.T. Miyamoto, M.J. Osberger, S.L. Todd, A.M. Robbins, B.S. Stroer, S. Zimmerman-Phillips, A.E. Carney. (1995). Variables affecting implant performance in children. *Laryngoscope*, 104, 1120-1124.
- [5] W. Serniclaes, Ch. Ligny, F. Schepers, Th. Renglet & A.-L. Mansbach. (2002). Evaluation du bénéfice thérapeutique de l'Implant Cochléaire à l'aide de mesures de production de la parole. In W. Serniclaes, (Ed.) *Méthodes d'évaluation des performances de l'Implant Cochléaire - Methods for the assessment of Cochlear Implant performances*. (pp.31-48). Bruxelles: Etudes et Travaux N° 5, ILVP –ULB.
- [6] M.J. Osberger. (1995). Speech perception and production skills in children with cochlear implants. In *Profound deafness and speech communication*. G. Plant & K.-E. Spens Eds. London: Whurr, 231-261.
- [7] W. Serniclaes & F. Schepers. (2001) Evaluation des performances de l'enfant implanté à l'aide de mesures de production de la parole et autres compléments du TEPPP. *Actes de l'Atelier GEORIC*, Toulouse 29-30 novembre 2001.
- [8] J. Sillon, Piron et A. Uziel. Test d'Evaluation des Perceptions et Productions de la Parole (TEPPP). *Revue de Laryngologie, Otologie et Rhinologie*, 120, 219-225, 1999.
- [9] G. Papçun. (1980). Discriminate analyses of four imitation dialects. *UCLA WPP*, Feb. 80, 48.
- [10] G.A. Miller & P.E. Nicely. (1955) An analysis of perceptual confusions among some English consonants. *Journal of the Acoustical Society of America*, 27, 338-352.
- [11] W. Serniclaes, S. Van Heghe, Ph. Mousty, R. Carré & L. Sprenger-Charolles. (In press). Allophonic mode of speech perception in dyslexia. *Journal of Experimental Child Psychology*.
- [12] D. Burnham. (In press) Language specific speech perception and the onset of reading. *Reading and Writing*.