

Perception catégorielle et sujets cérébro-lésés : données préliminaires¹

Karin Klose

Résumé

Cet article décrit le phénomène de la perception catégorielle et présente les résultats obtenus à l'aide d'un test d'identification (continuum acoustique "camp-gant") avec des sujets cérébro-lésés : 12 sujets avec une lésion hémisphérique gauche et des troubles du langage associés (aphasie) et 6 sujets avec une lésion hémisphérique droite. Les patients aphasiques présentent une frontière catégorielle nette, analogue à celle des sujets avec lésion droite et des sujets contrôles. L'aphasie en tant que telle ne cause donc pas de troubles de perception catégorielle. Par contre les aphasiques se distinguent des autres sujets au niveau de la perception des extrémités du continuum.

1. Introduction

La catégorisation est un phénomène universel chez l'homme. Celui-ci analyse les objets et les événements de son environnement en termes de catégories, naturelles ou arbitraires.

On retrouve aussi ce phénomène dans la perception du langage, et ce à tous les niveaux : sémantique, syntaxique, lexical, etc. Au niveau phonétique, les sons du langage sont classés en catégories et ils sont perçus en fonction de celles-ci. Dans ce cas, on parle de perception catégorielle (que nous écrivons par la suite P.C.). A titre d'exemple, la P.C. nous permet de différencier le lexème *pain* du lexème *bain*. De plus, elle nous permet de les distinguer dans une phrase, qu'elle soit prononcée par X ou Y et ceci en dépit de variations acoustiques évidentes. Nous pouvons ainsi avoir une représentation unique des sons du langage à l'intérieur d'une communauté donnée, ce qui évite qu'il y ait autant de représentations que d'individus.

¹Cet article est issu d'un mémoire de diplôme d'orthophonie (Université de Neuchâtel, 1990) effectué lors d'un stage dans la division de Neuropsychologie du CHUV. Le mémoire a été réalisé en partie avec Florence Lambert (article publié dans ce numéro).

Les recherches sur la P.C. ont débuté au laboratoire Haskins à New Haven en 1957, sous la direction de A. Liberman. La première étude publiée par Liberman, Harris, Hoffman et Griffith (1957) a servi de modèle à beaucoup d'autres. Pour tester la P.C. il faut un continuum acoustique et deux tests (identification et discrimination). Le continuum est construit normalement de la manière suivante. Deux syllabes simples (formées d'une consonne et d'une voyelle) constituent les extrémités du continuum ; leur consonne diffère au moins par un trait. Dans la première expérience des chercheurs du laboratoire Haskins, il s'agissait du voisement. Entre ces deux syllabes sont construits une dizaine d'items intermédiaires qui varient de façon continue et qui relient ainsi par petites étapes les deux extrémités. Le continuum sert de base aux tests suivants :

a) *Un test d'identification* : il s'agit de reconnaître les stimuli présentés dans un ordre aléatoire. La tâche des sujets est d'identifier chaque item comme appartenant à la catégorie de l'une ou l'autre des extrémités du continuum.

b) *Un test de discrimination* : les stimuli du continuum sont présentés deux par deux selon la méthode dite ABX où A et B sont voisins sur le continuum et X semblable à A ou à B. Les sujets sont appelés à indiquer si le dernier des trois stimuli (X) est identique à A ou à B.

Afin d'illustrer ceci, prenons un continuum [bu]-[pu] qui varie selon le trait de voisement et analysons des données théoriques (exemple basé en partie sur l'illustration de Petitot-Cocordat (1984)). La figure 1 (page suivante) montre que l'auditeur classe les stimuli en deux catégories bien distinctes, représentées par les deux pôles du continuum ([bu] et [pu]). On remarque une pente qui correspond au passage abrupt d'une catégorie à l'autre. La frontière catégorielle se trouve au point où la pente est maximale. Lorsque dans un test de discrimination, les éléments sont présentés en triades ABX (ex. A correspond au premier élément, B au deuxième et X est à nouveau le premier élément), nous observons un pic

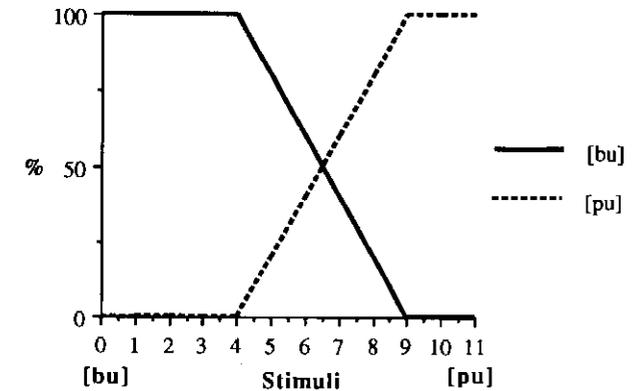


Figure 1 : Résultats obtenus lors d'une tâche d'identification des éléments d'un continuum [bu]-[pu]. Sur l'abscisse sont représentés les 11 éléments du continuum, allant de [bu] à [pu]. Sur l'ordonnée, figure le pourcentage de stimuli identifiés soit comme [bu] soit comme [pu] (d'après Petitot-Cocorda, 1984, p.249).

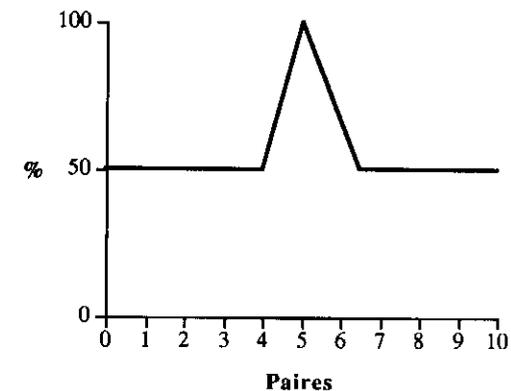


Figure 2 : Résultats obtenus lors d'une tâche de discrimination des éléments d'un continuum [bu]-[pu]. Sur l'abscisse sont indiquées les paires AB formées en progressant de [bu] à [pu] avec des stimuli voisins sur le continuum (1-2, 2-3,...). Le pourcentage de discrimination figure sur l'ordonnée (d'après Petitot-Cocorda, 1984, p.249).

de discrimination à l'emplacement de la chute dans la courbe d'identification (voir Figure 2, page précédente). Les stimuli identifiés comme appartenant à la même catégorie lors de la tâche d'identification ne sont pas, ou très difficilement, discriminés. Par contre, la discrimination inter-catégorielle est bonne. Dans la réalité, les résultats obtenus montrent rarement une P.C. aussi nette ce qui explique que l'on parle plutôt de degré de P.C.

La première étude des laboratoires Haskins a ouvert la voie à tout un champ d'expériences dans ce domaine. Les continuums sont construits à partir de matériel verbal qui diffère selon un ou plusieurs des traits suivants : voisement (ex. : [d] - [t]) ; point d'articulation (ex. : [b] - [d] - [g]) ; durée du silence (ex. : "Montrez-moi les chèques" / "Montrez-moi les ---chèques" perçu comme *tchèques*, Aubert & Assal, 1980). Certains stimuli non-verbaux offrent aussi une P.C. (ex.: les intervalles musicaux chez les musiciens). Les recherches ont parfois donné lieu à des résultats divergents quant à la présence ou l'absence de perception catégorielle. Repp (1983) donne un compte rendu des principales observations.

Différentes explications de la P.C. ont été avancées mais il faut souligner qu'aucune d'entre elles n'est entièrement satisfaisante et que bien des recherches devront encore être faites pour mieux cerner le problème. Nous allons brièvement décrire les courants principaux :

- La théorie motrice de la perception. Il s'agit d'une théorie générale de la parole. Selon ce modèle, la parole est perçue en faisant référence à la manière dont on articule les sons, et non aux différences acoustiques. Bien que la parole soit variable, les gestes articulatoires ne le sont pas ; l'interlocuteur y fait référence, ce qui lui permet d'identifier les phonèmes. Cette théorie expliquerait un sous-phénomène : la P.C.

- Le modèle du double traitement ("The dual-process Model"). Cette théorie fait l'hypothèse d'un traitement des sons du langage à deux niveaux : l'un auditif qui traduit les données auditives en paramètres acoustiques (il est lié à une mémoire auditive à très court terme) ; l'autre phonétique qui s'occupe de l'étiquetage phonétique et dont la trace mnésique est légèrement plus longue et rattachée à une mémoire phonétique.

- Le modèle de traitement unique ("Common Factor Model"). Il s'agit d'un modèle assez récent selon lequel la P.C. aurait lieu à un niveau psycho-acoustique, et non acoustique. Les stimuli sont classés dans des zones psycho-acoustiques qui coïncident avec les catégories phonétiques.

Le phénomène de la perception catégorielle a été étudié non seulement chez les sujets normaux (adultes et enfants) mais également chez les cérébro-lésés et, plus particulièrement, les aphasiques. L'aphasie apparaît souvent suite à une lésion cérébrale dans l'hémisphère gauche, l'hémisphère dominant pour le langage. Hécaen & Lantéri (1983) donnent la définition suivante de ce phénomène :

"Trouble de l'émission ou de la réception de signes verbaux, survenu en dehors de toute atteinte périphérique [bouche, langue, etc.], en rapport avec une lésion cérébrale localisée et circonscrite, et chez un sujet dont l'exercice de la parole était normal auparavant."

La lésion peut être due à un accident vasculaire (attaque, ictus...), à un traumatisme (accident, choc...) ou à un processus expansif (tumeur, abcès...). Au niveau clinique, les symptômes aphasiques sont variables. Ils comprennent des perturbations à différents niveaux, dans la perception et la production d'aspects phonétiques, phonologiques, syntaxiques et sémantiques du langage. Les tableaux diffèrent pour chaque patient selon la sévérité des troubles, la spécificité des difficultés langagières, les troubles associés, etc.

Plusieurs études de P.C. ont été effectuées avec des sujets cérébro-lésés à l'aide de tests d'identification (et parfois de discrimination). Certaines de ces expériences se servent de sons naturels, d'autres de sons synthétiques, mais proches du langage oral.² On remarque que, dans l'ensemble, les recherches effectuées avec différents continuums produisent des résultats concordants, à savoir :

²Certains auteurs ont utilisé un continuum voisé/non-voisé. Par exemple : Blumstein, Cooper, Zurif & Caramazza (1977) et Basso, Casati & Vignolo (1977). D'autres équipes de chercheurs ont fait varier leur continuum d'après le point d'articulation des phonèmes : Yeni-Komshian & Lafontaine (1983) et Blumstein, Tartter, Nigro & Statlander (1984). On trouve aussi une étude se basant sur la variation d'un intervalle de temps à l'intérieur d'un énoncé : Python-Thuillard & Assal (1987).

- les sujets avec lésions hémisphériques droites, ainsi que les sujets avec lésions hémisphériques gauches sans aphasie, ne montrent pas de résultats significativement différents des sujets de contrôle. Ils présentent tous une catégorisation nette des stimuli du continuum.

- la plupart des sujets aphasiques avec lésion gauche obtiennent des résultats significativement différents des sujets de contrôle. La majorité présentent en effet, pour les consonnes occlusives, soit une P.C. altérée, soit une absence de P.C. On peut noter cependant que tous les sujets aphasiques ne présentent pas une altération de la frontière catégorielle.

Ces résultats soulignent bien l'importance du rôle joué par l'hémisphère gauche dans la perception des phonèmes et donc des traits acoustiques (voisement, point d'articulation...). C'est cet hémisphère qui semble être également le siège principal des processus sous-jacents au phénomène de la P.C. Mais étant donné que les processus cérébraux mis en jeu lors de la perception phonétique sont encore trop peu connus, il convient de rester prudent quant à une localisation exacte de la perception du langage dans l'hémisphère gauche du cerveau.

Comme la plupart des expériences ont été faites en anglais, à l'aide de continuums qui mettent en valeur les traits importants de cette langue, il nous a semblé intéressant de mener une étude sur des patients aphasiques francophones à l'aide d'un test français (Grosjean et Dommergues, ce numéro). Ce test a l'avantage d'être en français (ce qui est rare dans la littérature), d'utiliser des consonnes occlusives (ce sont elles qui montrent le mieux la perception catégorielle) et d'être réalisé à partir de la parole naturelle et non de matériel synthétisé (comme c'est le cas dans la plupart des recherches). Il préserve donc les variables de la parole et reste proche du langage quotidien. Dans ce qui suit nous allons comparer les performances de sujets aphasiques à des sujets de contrôle et à des sujets avec lésions cérébrales droites dans une tâche d'identification.

2. Méthode

Sujets : 30 sujets ont participé à cette étude. Ils ont tous été choisis selon les critères suivants : droitiers (critère vérifié avec l'index de latéralisation d'Oldfield), francophones (le français comme première langue apprise et encore parlée) et sans baisse d'audition (critère vérifié à l'aide d'un audiogramme tonal dans les fréquences de la parole, c'est-à-dire entre 1000 et 3000 Hz. et ce jusqu'à 30 dB.). Le niveau socioculturel n'a pas été considéré comme un critère de sélection.

- 12 sujets-contrôles : 5 femmes et 7 hommes, de 27 à 69 ans, leur moyenne d'âge étant de 56 ans (écart-type = 12). Ils ont été choisis de façon à pouvoir être appariés suivant l'âge aux sujets aphasiques. Ils n'ont pas d'antécédents neurologiques.

- 12 sujets aphasiques : 3 femmes et 9 hommes, de 29 à 71 ans, leur moyenne d'âge étant de 55,7 ans (écart-type = 13,5). Ils ont tous une lésion strictement unilatérale, focalisée, d'origine vasculaire ou tumorale, vérifiée par un CT-Scan cérébral. Ces patients ont tous subi un test de compréhension auditive (le Token-Test d'après De Renzi & Faglioli, 1978) et leurs scores, corrigés en fonction du niveau socioculturel (nombre d'années de scolarité et formation professionnelle suivies) révèlent tous une compréhension auditive-verbale insuffisante, voire sévèrement déficitaire.

- 6 sujets avec lésion hémisphérique droite : 3 femmes et 3 hommes, de 50 à 64 ans, leur moyenne d'âge étant de 57 ans (écart-type = 5,5). Ils n'ont pas de troubles du langage. Ils ont également une lésion unilatérale, focalisée, d'origine non-traumatique, localisée grâce au CT-Scan.

Matériaux : La tâche d'identification a été limitée à 60 items en raison de la fatigabilité des patients. Les 12 items du continuum "camp-gant" sont donc présentés 5 fois, en ordre aléatoire. L'intervalle entre chaque stimulus est de 2 secondes. Deux cartes, l'une illustrant un camp et l'autre un gant, sont présentées au sujet. Celui-ci répond en pointant vers l'une des deux cartes.

Procédure : Avant le test, un entraînement a lieu, afin de s'assurer de la bonne compréhension de la consigne. L'examineur prononce 10 phrases du genre "montrez le camp" (5 fois) et "montrez le gant" (5 fois), dans un ordre aléatoire. Si le sujet n'obtient pas 90% de réponses correctes, un second entraînement a lieu. Si à nouveau le sujet n'atteint pas une performance de 90%, il est éliminé de l'étude. Puis on fait passer le test, de façon individuelle et dans une pièce calme, avec port du casque (à un volume d'audition de 40 dB.).

Analyse des données : Pour chaque courbe nous avons obtenu les deux mesures suivantes :

- L'emplacement de la frontière perceptive : Avant de calculer cet emplacement, nous avons dû déterminer si la frontière était présente (il fallait 60 à 80% de chute, sur 7 éléments au maximum). Puis, nous avons trouvé le point sur la frontière qui correspond au moment où le sujet perçoit 50% de "camp" et 50% de "gant". C'est également l'endroit où la pente de la frontière est maximale. L'emplacement a été calculé ainsi : à chaque point de la pente, nous avons attribué la valeur de prévision correspondante. A partir de ces valeurs, la ligne de régression a été calculée (c'est la droite qui se situe à une distance minimale de chaque point). L'endroit de cette pente qui correspond à 50% de "camp" nous donne l'emplacement de la frontière ; celle-ci est déterminée par sa valeur de prévision sur l'abscisse.

- L'indice d'ancrage : Pour obtenir cet indice il nous a fallu d'abord obtenir l'ancrage des extrémités du continuum. Celui-ci est donné par deux mesures, l'une correspondant à la moyenne des valeurs des points situés à gauche de la pente et l'autre par celle des points situés à droite. La valeur des points est calculée en % de variation par rapport à des valeurs "idéales" (stimuli perçus à 100% comme "camp" à gauche de la frontière ; stimuli perçus à 100% comme "gant" à droite de la pente). Cette mesure concerne donc la perception des stimuli intra-catégoriels, de part et d'autre de la frontière. Afin de pouvoir comparer ces valeurs d'ancrage entre les différentes populations étudiées, un calcul supplémentaire a été introduit : le calcul de l'indice d'ancrage (I.A.).

Pour trouver cet indice, la moyenne des valeurs d'ancrage des points à droite et à gauche de la frontière est calculée.

3. Résultats

Dans le Tableau 1 nous présentons les résultats obtenus pour l'emplacement de la frontière perceptive et l'indice d'ancrage.

Groupe	Emplacement de la frontière (msec)	Indice d'ancrage
Contrôles (n=12)	32,98 (8,57)	1,96 (2,67)
Lésions droites (n=6)	37,15 (17,04)	0,33 (0,75)
Lésions gauches (n=12)	28,93 (9,15)	9,63 (7,36)

Tableau 1. Moyennes et écart-types (entre parenthèses) des emplacements de la frontière perceptive et des indices d'ancrage pour les trois groupes : contrôles, lésions gauches et lésions droites.

- *Les sujets-contrôles* : Les résultats obtenus correspondent à notre attente. Les courbes ressemblent à celles des sujets-pilotes (ayant participé à la validation du test) dont la moyenne d'âge est plus basse. La moyenne de l'emplacement des frontières se situe à 32,98 msec de prévoisement (écart-type = 8,57). Elle était de 40 msec pour le premier groupe étudié, celui des sujets-pilotes (qui étaient plus jeunes). La frontière moyenne des sujets-contrôles est donc plus proche de l'extrémité "camp" que celle des sujets-pilotes qui classent plus tard les sons dans la catégorie /g/ (différence significative : $t = 2,20$; $df 22$; $p < 0,05$). L'indice d'ancrage moyen des sujets-contrôles est de 1,96 (écart-type = 2,67).

- *Les sujets avec lésion cérébrale droite* : Ces sujets présentent également tous une frontière perceptive nette. La moyenne des emplacements des frontières se situe à 37,15 msec de prévoisement (écart-type = 17,04). Elle n'est pas significativement différente de celle des sujets-contrôles ($t = 0,65$; $df 16$; N.S.). La moyenne des I.A. qui est

0,33 (écart-type = 0,75), n'est pas significativement différente de celle des sujets-contrôles ($t = 1,39$; $df 16$; N.S.).

- *Les sujets aphasiques* : Une frontière perceptive a pu être mise en évidence chez les sujets aphasiques mais elle est souvent peu nette (voir Figure 3 à la page suivante). L'emplacement de la frontière se situe en moyenne à 28,93 msec de prévoisement (écart-type = 9,15) ce qui n'est pas significativement différent des sujets-contrôles et des sujets avec lésions droites ($t = 1,07$; $df 22$; N.S. $t = 1,26$; $df 16$ N.S. respectivement). La valeur moyenne des I.A., par contre, est de 9,63 (écart-type = 7,36), valeur significativement différente de celle des sujets-contrôles et des sujets avec lésion hémisphérique droite ($t = 3,25$; $df 22$; $p < 0.01$ et $t = 2,91$; $df 16$; $p < 0.05$, respectivement).

4. Discussion

Les sujets aphasiques présentent pour la plupart une frontière perceptive mais ils se différencient de manière significative des deux autres groupes au niveau de la perception intra-catégoriel des stimuli. L'identification phonétique de ces stimuli n'est pas stable et quelques sujets semblent même présenter une ébauche de frontière à l'intérieur des catégories perceptives (le sujet 7 à l'item 8, par exemple). De plus, on remarque que les stimuli 1 et 12 (extrémités du continuum) ne sont pas toujours perçus correctement.

Comment interpréter la présence d'une frontière catégorielle mais une perception instable des extrémités du continuum? On ignore à quel moment le processus d'identification phonétique est altéré suite à la lésion cérébrale : input du stimulus (perception), traitement de l'information (catégorisation) et/ou réponse du sujet. Voici quelques hypothèses qui peuvent être avancées :

- Suite à une lésion cérébrale, des troubles apparaîtraient au niveau de l'analyse acoustique du stimulus. Les sujets auraient des difficultés à traduire en une image acoustique (analyse spectrale) l'onde sonore qu'ils perçoivent et de ce fait seraient incapables d'identifier toujours correctement ce qu'ils ont perçu.

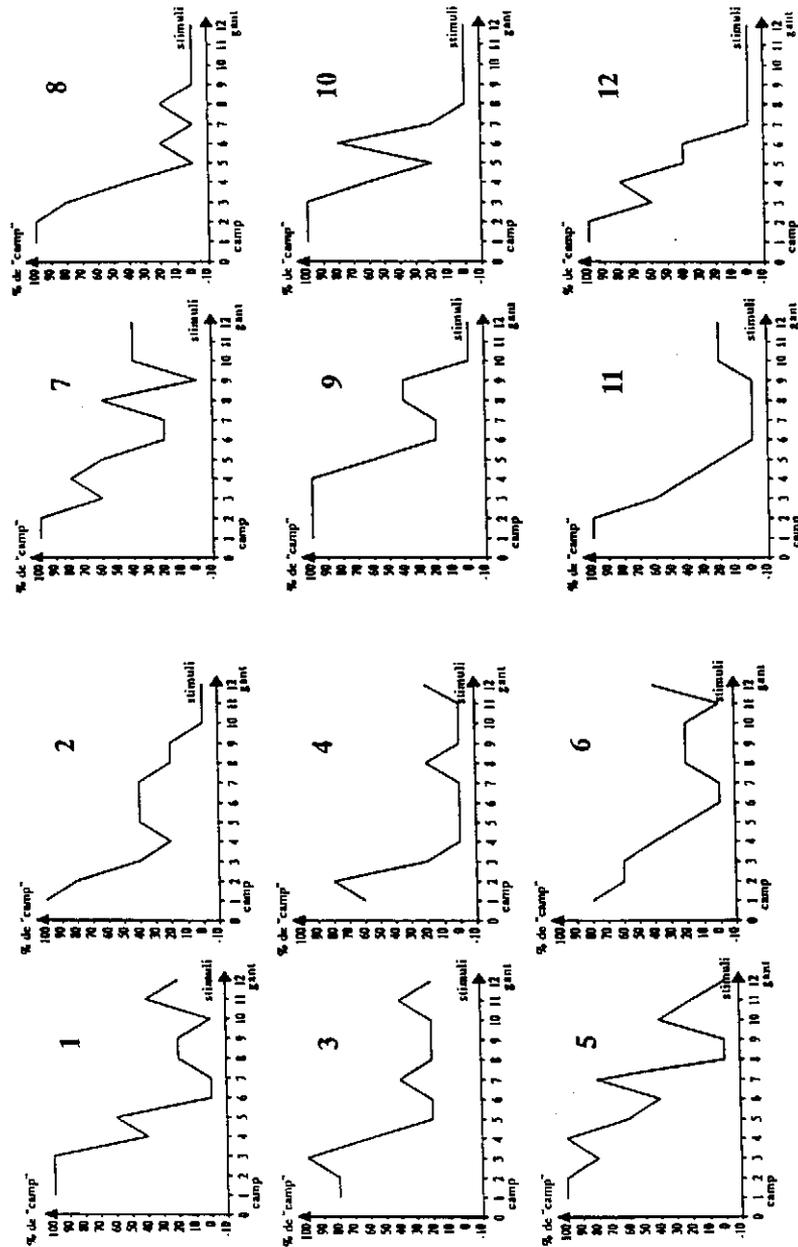


Figure 3. Les courbes d'identification des sujets aphasiques (n=12).

- Des difficultés existeraient au niveau phonétique : les sujets n'arriveraient pas à attribuer une étiquette phonétique à l'image acoustique perçue. Le passage de l'identité acoustique à l'identité phonétique serait troublé.

- Une perturbation au niveau de la réponse expliquerait également ces performances : le sujet aurait choisi correctement /k/ ("camp") ou /g/ ("gant") mais ferait une erreur lors de l'indication de l'image du camp ou du gant.

Il est probable que plusieurs des facteurs interviennent simultanément et différemment selon les types d'aphasie (Assal, 1974).

En guise de conclusion, notons qu'il serait intéressant de poursuivre ces recherches avec le même test mais avec un nombre plus important de sujets aphasiques afin de former des sous-groupes selon les différents syndromes aphasiques. Ceci permettrait d'approfondir les observations déjà réalisées et d'apporter de nouveaux éléments afin de mieux comprendre la perception catégorielle chez les sujets cérébro-lésés.

5. Bibliographie

- ASSAL, G. (1974): "Troubles de la réception auditive du langage lors de lésions du cortex cérébral", *Neuropsychologia*, 12, 399-401.
- AUBERT, C. & G. ASSAL (1980): "Perception du silence dans la parole : deux tests d'illusion auditive", *Revue Médicale Suisse Romande*, 100, 147-154.
- BASSO, A., G. CASATI & L.A. VIGNOLO (1977): "Phonemic identification defect in aphasia", *Cortex*, 13, 85-95.
- BLUMSTEIN, S.E., W.E. COOPER, E.B. ZURIF & A. CARAMAZZA (1977): "The perception and production of voice-onset-time in aphasia", *Neuropsychologia*, 15, 371-383.
- BLUMSTEIN, S.E., V.C. TARTTER, G. NIGRO & S. STATLENDER (1984): "Acoustic cues for the perception of place of articulation in aphasia", *Brain and Language*, 22, 128-149.

- GROSJEAN, F. & J.-Y. DOMMERGUES (1994): "Continuum acoustique "camp-gant" obtenu par hybridation : fiche descriptive", *Travaux neuchâtelois de linguistique (TRANEL)*, 21, 35-38.
- HECAEN, H. & L. LANTERI (1983): *Les fonctions du cerveau*, Paris, Masson.
- LIBERMAN, A.M., K. SAFFORD HARRIS, H.S. HOFFMAN & B.C. GRIFFITH (1957): "The discrimination of speech sounds within and across phoneme boundaries", *Journal of Experimental Psychology*, 5.
- PETITOT-COCORDAT, J. (1984): *Les catastrophes de la parole, de Roman Jakobson à René Thom*, Paris, Maloine.
- PYTHON-THUILLARD, F. & G. ASSAL (1987): "Troubles de la perception du langage chez les aphasiques : étude d'une illusion audio-verbale", *Archives de Psychologie*, 55, 305-313.
- DE RENZI, E. & P. FAGLIOLI (1978): "Normative data and screening power of a shortened version of the Token test", *Cortex*, 14, 41-49.
- REPP, B.H. (1983): "Categorical perception: Issues, methods, findings", in: LASS, N.J. (Ed.), *Speech and Language: Advances in Basic Research and Practice*, New-York, Academic Press.
- YENI-KOMSHIAN, G.H. & L. LAFONTAINE (1983): "Discrimination and identification of voicing and place contrasts in aphasic patients", *Canadian Journal of Psychology*, 37 (1), 107-131.