

# Origine du déficit de perception catégorielle des dyslexiques

*Souhila MESSAOUD-GALUSI, René Carré (ENST), Caroline Bogliotti (LEAPLE PVII), Willy Serniclaes (ULB)*

LEAPLE et ILPGA PIII  
CNRS-Université R. Descartes UMR 8606 LEAPLE  
7, Rue G.Môquet BP8 F-94801 Villejuif Cedex  
Mél: [souhila@vjf.cnrs.fr](mailto:souhila@vjf.cnrs.fr)

## ABSTRACT

The goal of the present experiment, was to determine if the perceptual deficit of dyslexic children is speech specific or auditory general. We tested categorical perception (discrimination task) using sinewaves analogs to a continuum ranging from [ba] to [da]. First, these stimuli were told to be noises, and then they were described as the corresponding syllables. As a control of speech perception, we also tested the categorical perception of a more natural sounding [ba]-[da] continuum. We proposed these tests to 10 years old dyslexics and to normal readers same age, and also to normal reading adults as an age control. We found out that in unnatural hearing condition categorical perception of speech is less consistent in 10 year-old normal readers than in adults. Moreover, the dyslexic show a less categorical pattern of perception than control, in speech condition only.

## 1. INTRODUCTION

Dans une des premières expériences faites sur la perception catégorielle (PC) des phonèmes [Lib57], on présentait à des sujets des paires de syllabes consonne-voyelle, dont la fréquence de la transition du deuxième formant augmentait par pas égaux. Les sujets ont identifié une première série de stimuli adjacents comme [ba], puis changeaient de manière abrupte et répondaient [da] pour les stimuli suivant et passaient à [ga] tout aussi abruptement pour les derniers stimuli du continuum. Les différences entre stimuli étaient mieux perceptibles lorsqu'elles représentaient deux catégories phonémiques différentes ([ba] et [da]) : ce phénomène est appelé perception catégorielle.

Les dyslexiques lors de tâches similaires réalisent des scores inférieurs à ceux de sujets contrôles [Man96]. Jusqu'à présent, les études visant à déterminer si ce déficit est auditif ou spécifiquement linguistique n'utilisaient pas les mêmes signaux pour évaluer les deux modalités d'écoute. De ce fait, l'origine de ce déficit reste controversée [Mod98]. Suite à l'étude de Serniclaes et al [Ser01], nous avons mesuré la PC dans les deux modalités chez des sujets de 10 ans, normo-lecteurs et dyslexiques, avec les mêmes signaux, grâce à un continuum de sons sinusoïdaux analogues aux syllabes

[ba]-[da]. Les différences entre les deux groupes de lecture pourront ainsi être attribuées au mode de perception et non aux différences acoustiques intrinsèques aux signaux. Ces signaux ont la particularité d'être perçus comme des sifflements si le sujet est naïf, alors qu'il percevra la syllabe correspondante si on l'informe qu'il entendra des [ba]-[da]. Les réponses de discrimination aux stimuli [ba]-[da] chez les dyslexiques devraient être inférieures à celles des normaux lecteurs à la paire marquant la frontière phonémique, tout en étant supérieures pour les paires intra-catégorielles. C'est ce qui est observé chez les sujets de 13 ans de l'étude de Serniclaes et al [Ser01], quand les analogues sont présentées comme étant des signaux de parole. Ceci indique que ce déficit est spécifiquement linguistique. Notre étude vise à répliquer ces résultats avec des sujets de 10 ans, de différents niveaux de lecture. En recueillant des données chez des sujets plus jeunes, nous pourrions mesurer la stabilité du déficit de PC chez les dyslexiques. De plus, nous comparerons les résultats à 10 ans à ceux d'adultes normo-lecteurs, afin d'évaluer l'effet de l'expérience linguistique sur la cohérence de la PC.

## 2. METHODOLOGIE

### 2.1 Sujets

Les 22 enfants de 10 ans en moyenne étaient tous monolingues et de langue maternelle française. Ils ont été répartis en groupes de lecture d'après le test de l'Alouette [Lef65]. Le premier groupe (G1) était constitué des 10 sujets dont le retard de lecture était supérieur à 18 mois. Le niveau de lecture des 12 autres (G2) est supérieur ou égal à leur âge chronologique. Leur QI verbal (TVAP [Del80]) et non-verbal (RAVEN [Rav81]) ont été mesurés, nous permettant d'inclure dans la cohorte exclusivement les sujets dans la norme.

Douze adultes ont également passé ces tests, leurs résultats sont fournis à titre comparatif, permettant d'évaluer l'effet de l'âge

### 2.1 Procédure

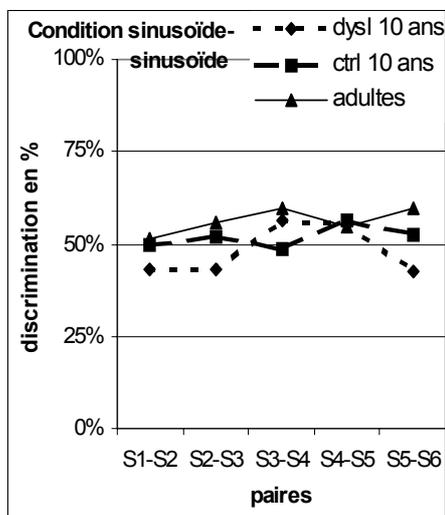
**Test [bada]** : Les deux extrêmes du premier continuum étaient obtenus en remplaçant les trois premiers formants des syllabes [ba] et [da] par des sons sinusoïdaux de même fréquence. Les stimuli intermédiaires étaient

obtenus en variant par pas égaux ces valeurs. Pour constituer le deuxième continuum, des modulations de basse fréquence ont été ajoutées au premier continuum afin qu'il semble disposer d'une fréquence fondamentale. Par conséquent il semble plus proche de la réalisation naturelle de [ba] et [da]. Les 6 signaux obtenus pour chaque continuum ont été présentés par paire de stimuli identiques ou adjacents le long du continuum dans un ordre aléatoire. Les sujets devaient les discriminer en indiquant si elles étaient identiques ou différentes. Le premier continuum de sinusoides analogues aux syllabes [ba-da], a été présenté deux fois : la première fois, les sujets étaient informés qu'ils devaient discriminer des bruits (condition sinusoïde-sinusoïde), et la seconde qu'ils devaient discriminer des syllabes [ba] et/ou [da] (condition sinusoïde-parole). Le second continuum était également décrit comme des syllabes (condition parole-parole), afin de contrôler la perception catégorielle des sinusoides analogues dans la dernière condition.

### 3. RESULTATS

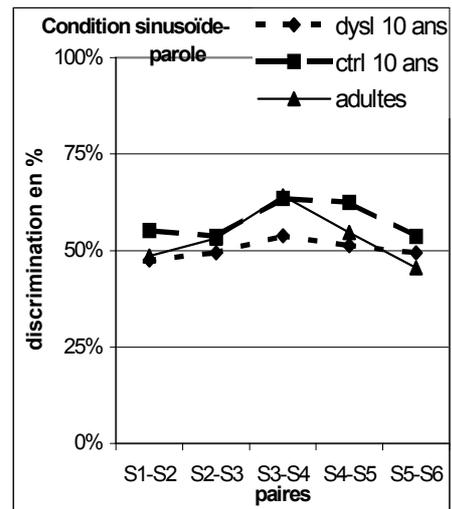
#### 3.1 Description des résultats.

**En condition sinusoïde-sinusoïde** (figure 1), tous les signaux de ce continuum décrit comme des bruits génèrent des scores autour de 50%, proches de ceux du hasard. Les adultes et les 10 ans des deux groupes réalisent des performances très hétérogènes.



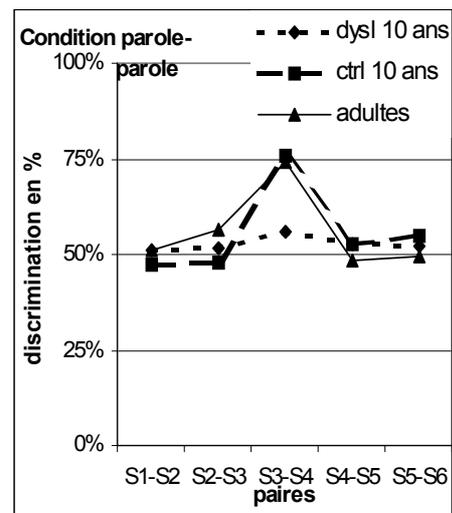
**Figure 1:** Performances de discrimination des adultes et des 10 ans (dyslexiques et normo-lecteurs) condition sinusoïde-sinusoïde.

**En condition sinusoïde-parole** (figure 2) la paire S3-S4 totalise le score de discrimination le plus important chez les bons lecteurs de 10 ans, et les adultes. La courbe de discrimination des dyslexiques est proche du hasard.



**Figure 2:** Performances de discrimination des adultes et des 10 ans (dyslexiques et normo-lecteurs) condition sinusoïde-parole.

**En condition parole-parole** (figure 3), on note un pic de discrimination pour tous les sujets entre S3 et S4. Ce pic est supérieur à celui observé en condition sinusoïde-parole, sauf chez les dyslexiques. Tous les autres stimuli sont discriminés au hasard (50%).



**Figure 3:** Performances de discrimination des adultes et des 10 ans (dyslexiques et normo-lecteurs) condition parole-parole.

#### 3.2 Analyse statistique.

Ces résultats descriptifs sont confirmés par les analyses statistiques. Nous avons tout d'abord mesuré l'effet général de la condition et du stimulus, grâce à une ANOVA comprenant, un facteur condition (3 modalités : conditions sinusoïde-sinusoïde, sinusoïde-parole et parole-parole) et un facteur paire (5 modalités : paires S1-S2, S2-S3, S3-S4, S4-S5, S5-S6).

**Les adultes:** L'interaction paire-condition est significative ( $F:(8-88)=3,45$   $p<0.0025$ ), alors que l'effet général de la condition ne l'est pas ( $F:(2-22)=1.34$ ). Cela s'explique par l'effet significatif de la paire dans les deux conditions parole. Plus les signaux sont proches de la parole naturelle plus l'effet est consistant : condition sinoïde-sinoïde ( $F:(4-44)=1$ ), condition sinoïde-parole ( $F:(4-44)=8.84$   $p<0.00025$ ), condition parole-parole ( $F:(4-44)=13.41$   $p<0.0001$ ).

**A 10 ans:** L'analyse indique une tendance à la significativité de l'effet de la condition ( $F:(2;40)=3.20$   $0.05<p<0.10$ ), et un effet significatif de l'interaction paire-condition ( $F:(8-160)=2.46$   $p<0.025$ ). Les performances de discrimination des sujets diffèrent donc en fonction de la condition. Comme pour les adultes la significativité de l'effet de la paire est plus notable en condition parole-parole ( $F:(4-80)=9.77$   $p<0.0001$ ) qu'en condition sinoïde-parole ( $F:(4-80)=3.56$   $p<0.025$ ) et en condition sinoïde-sinoïde ( $F:(4-80)=2.06$ ). Cette différence est due notamment, aux scores de discrimination à la frontière phonémique située à la paire S3-S4.

**Dyslexiques / Normo-lecteurs:** Pour cette analyse nous avons étudié, dans chaque condition, l'effet du groupe (2 modalités) et de la paire (5 modalités) dans chacune des conditions. En condition sinoïde-sinoïde, ni l'effet de la paire ( $F:(4-80)=2.06$ ), ni l'effet du groupe ( $F:(1-20)=2.35$ ), ni l'interaction groupe-paire ( $F:(4-80)=2.01$ ) ne sont significatifs. En revanche en condition sinoïde-parole, l'effet de la paire ( $F:(4-80)=3.56$   $p<0.005$ ) est significatif, contrairement à l'effet du groupe ( $F:(1-20)=2.95$ ) et à l'interaction groupe-paire ( $F:(4-80)<1$ ). En condition parole-parole l'effet de la paire ( $F:(4-80)=9.77$   $p<0.001$ ) et l'interaction groupe-paire ( $F:(4-80)=4.37$   $p<0.005$ ) sont significatifs, contrairement à l'effet du groupe ( $F:(1-20)=2$ ). Ce phénomène s'explique par la différence des scores en S3-S4 entre les deux groupes, qui résulte du score très faible des dyslexiques à ce point du continuum.

#### 4. DISCUSSION

L'objectif de cette expérience était de déterminer la nature et l'origine du déficit perceptif des dyslexiques. Dans ce but, nous avons évalué la perception catégorielle, chez des sujets dyslexiques et contrôles. Les mêmes signaux (sinoïdes analogues aux syllabes [ba]-[da]), ont été utilisés en condition parole et non-parole ; seule la consigne changeait. De plus, la perception de la parole est contrôlée par une troisième condition dans laquelle les syllabes [ba]-[da] sont plus naturelles. Si avec les analogues sinoïdaux, les performances diffèrent entre dyslexiques et normo-lecteurs en condition parole uniquement, cette différence pourrait être attribuée au système de traitement de l'information linguistique, et non aux stimuli.

##### 4.1 Condition sinoïde sinoïde.

Dans l'ensemble, les scores de discrimination dans cette condition sont proches du hasard. Les réponses supérieures à 50% sont réparties sur l'ensemble du continuum. L'effet de la paire n'est significatif ni chez les adultes, ni chez les 10 ans. L'interaction groupe de lecture-paire est également non significative.

##### 4.2 Condition sinoïde parole.

Contrairement à la condition précédente, l'effet de la paire est significatif chez les adultes et les 10 ans, lorsqu'ils perçoivent de la parole. Ces résultats peuvent s'expliquer par un pic de discrimination en S3-S4. Toutefois, le pic de discrimination des 10 ans est plus large, puisqu'il inclut également la paire S4-S5 adjacente. D'autre part, chez les enfants de 10 ans, l'interaction groupe-paire n'étant pas significative dans cette condition, nous ne pouvons constater aucune différence entre les groupes selon leur niveau de lecture.

D'autres expériences [Haz00] ont constaté la consolidation de la perception catégorielle des phonèmes au cours de l'acquisition du langage chez des sujets de 6 ans à 12 ans. Dans notre expérience, à l'inverse des sujets de 10 ans, les adultes divisent le continuum sinoïde-parole en deux catégories phonémiques. Le manque d'expérience linguistique des sujets de 10 ans a affecté la solidité de leurs catégories phonémiques, détériorées de surcroît par la difficulté de la tâche. La difficulté particulière de cette condition réside dans le manque de naturel des signaux.

Serniclaes et al. [Ser01] ont constaté que les dyslexiques de 13 ans ne perçoivent pas le continuum de manière catégorielle en condition parole (SP et PP). En revanche, les normo-lecteurs de 13 ans perçoivent les catégories phonémiques qui composent le continuum, tout comme les adultes de notre étude. Les divergences entre nos résultats et ceux de Serniclaes et al [Ser01] peuvent également s'expliquer par le manque d'expérience linguistique des sujets de 10 ans. A l'inverse des sujets de 13 ans, il est possible que le manque d'expérience linguistique n'ait pas permis aux bons lecteurs de 10 ans de développer une perception catégorielle plus mature que les dyslexiques.

##### 4.3 Condition parole-parole.

La perception catégorielle se manifeste dans cette condition, plus proche de la réalisation naturelle des syllabes. La paire S3-S4, qui chevauche la frontière phonémique, est la mieux discriminée quel que soit le groupe. En revanche, les stimuli localisés du même côté de la frontière (ex:S1,S2,S3) recueillent des scores proches du hasard et sont traités comme des sons appartenant à la même catégorie phonémique. Les bons lecteurs de 10 ans et les adultes réalisent des performances très similaires. Les différences apparaissent à la frontière phonémique, entre bons lecteurs et dyslexiques de 10 ans. Les premiers discriminent cette

paire à 74%, alors que le score des dyslexiques atteint seulement 56%. Les signaux chevauchant la frontière recueillent donc des scores moins importants chez les dyslexiques. Ces résultats montrent que le traitement des informations critiques de la parole est déficient chez les dyslexiques.

Ces résultats confirment l'efficacité de la perception catégorielle des phonèmes chez les sujets contrôles, tout en répliquant les difficultés des dyslexiques spécifiques à l'analyse des informations acoustiques cruciales à la parole [Ser01]. Les différences entre bons et mauvais lecteurs se manifestent uniquement lors du traitement des stimuli de parole. Dans cette condition, les pics de discrimination (S3-S4) des dyslexiques sont moins saillants que ceux des contrôles. La cohérence des catégories phonémiques des dyslexiques semble donc altérée. Le lien entre ce type de déficit et l'apprentissage de la lecture peut s'expliquer par le fait que pour apprendre à lire dans un système d'écriture alphabétique, il faut apprendre à relier les unités orthographiques (graphèmes) aux unités correspondantes de l'oral (phonèmes). Pour cela il faut d'abord pouvoir extraire ce phonème de la chaîne parlée. Or ce dernier n'est pas facilement identifiable à l'oral, en raison de la coarticulation. Pour associer un graphème au phonème correspondant, il faut également que les catégories phonémiques que l'auditeur a constituées soient bien spécifiées. L'enfant qui ne perçoit pas les phonèmes de manière catégorielle aura des difficultés à associer le phonème /p/ à la lettre « p » et /b/ à la lettre « b ». Le déficit de PC des dyslexiques pourrait donc expliquer leurs difficultés de lecture [Spr00].

## 5. CONCLUSION

Au cours de notre étude, nous avons constaté que les catégories phonologiques des enfants de 10 ans étaient plus fragiles que celles des adultes en condition sinusoïde-parole. Cela peut s'expliquer par le manque d'expérience linguistique des sujets de 10 ans. L'immaturité linguistique réduirait également le contraste entre bons et mauvais lecteurs, constaté par Serniclaes et al [Ser01]. Toutefois, en condition parole-parole les sujets de 10 ans confirment les résultats attendus : les catégories phonémiques des dyslexiques sont moins cohérentes que celles de leurs pairs normo-lecteurs.

**Remerciement** à Liliane Sprenger-Charolles qui dirige mes recherches et au Professeur Jacqueline Vaissière, qui m'ont conseillée lors de la rédaction cette communication. Ce projet a bénéficié d'une aide dans le cadre de l'ACI Cognitive 129 - Déficit dans la perception d'événements acoustiques complexes et type de dyslexie développementale (dyslexie phonologique ou de surface) : études longitudinales.

## 6. BIBLIOGRAPHIE

- [Del80] Deltour J.J. Hupkens D. (1980). "Test de vocabulaire actif et passif (5 et 8 ans) Issy-les Moulineaux : Edition de Psychologie appliquée.
- [Haz00] Hazan V. and Barrett S. (2000). "The development of phonemic categorization in children aged 6-12." *Journal of Phonetics* 28, pp 377-396
- [Lef65] Lefavrais P. (1965). " Test de l'Alouette." ECPA Paris
- [Lib57] Liberman A.M. Harris K.S. Hoffman H.S. Griffith B.C. (1957). "The discrimination of speech sounds within and across phoneme boundaries." *Journal of Experimental Psychology*, 54, pp 358-368.
- [Man96] Manis F.R. Mc Bride Chang C. Seidenberg M.S. Keating P. Doi L.M. Munson B. Petersen A. (1997). "Are speech perception deficits associated with developmental dyslexia." *Journal of Experimental Child Psychology*, 66, pp 211-235.
- [Mod98] Mody M. Studdert-Kennedy M. Brady S. (1997). "Speech perception deficits in poor readers : auditory processing or phonological coding?" *Journal of Experimental Child Psychology*. 64, pp 199-231.
- [Rav81] Raven J. (1981). "Progressive matrice.Manuel, PMC" Issy-les Moulineaux : Edition de Psychologie appliquée.
- [Ser01] Serniclaes W. Sprenger-Charolles L. Carré R. Démonet J.F. (2001). "Perceptual discrimination of speech sounds in developmental dyslexia." *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 44, pp 384-399.
- [Spr00] Sprenger-Charolles L. Colé P. Lacert P. Serniclaes W. (2000). "On subtypes of developmental dyslexia ". *Canadian Journal of experimental psychology*, 54, pp88-104.