

# Perception des voyelles et dyslexie développementale

Rida YOU<sup>1,2</sup> & Willy SERNICLAES<sup>1</sup>

1. Laboratoire de Psychologie de la Perception UMR 8158  
CNRS- Université Paris Descartes  
45, rue des Saints Pères, 75270 cedex 06 Paris, France
2. Laboratoire de Phonétique, Université Denis Diderot  
30, rue du Château des Rentiers, 75013 Paris, France  
rida-solrac.you@univ-paris5.fr  
willy.serniclaes@univ-paris5.fr

## ABSTRACT

Deficits in phonological processing are known to play a major role in the etiology of dyslexia and speech perception is a prerequisite condition for phonological processing. Dyslexia was ascribed to a specific mode of speech perception based on allophones rather than on phonemes. The question raised here is whether “allophonic perception” also applies to vowels. Discrimination data were collected for different French vowel contrasts, either phonemic or allophonic, in children affected by dyslexia and chronological age controls. The results showed some tendency for allophonic perception of vowels by dyslexic children.

### Key words:

vowels, dyslexia, allophonic perception

## 1. Introduction

La pertinence de la perception de la parole pour comprendre la dyslexie a été mise en évidence dans différents travaux sur la perception catégorielle. Ces travaux montrent que les enfants dyslexiques présentent un déficit de perception catégorielle des sons de la parole [1, 2, 3]. Ce déficit se caractérise non seulement par une perception plus faible des différences entre catégories phonémiques mais également par une meilleure discrimination des sons appartenant à la même catégorie. De plus, la sensibilité accrue aux différences intra-catégorielles semble provenir du fait que les dyslexiques sont plus sensibles aux distinctions phonémiques non pertinentes dans leur environnement [4, 5]. Ceci suggère que les dyslexiques ont un “mode allophonique de perception de la parole” qui, tout en étant sans conséquences importantes pour la communication orale, a de fortes implications pour l'acquisition de la lecture.

La pertinence de la perception allophonique pour expliquer le déficit spécifique de lecture réside dans l'importance centrale des unités phonémiques pour l'acquisition de la lecture. L'acquisition d'unités phonémiques semble avoir une importance capitale pour apprendre à lire, comme le suggèrent les recherches sur la conscience phonologique [6, 7]. L'exposition aux sons d'une langue particulière va normalement conduire une sélectivité sensori-neurale permettant d'acquérir la capacité “non naturelle” à lire un langage alphabétique [8]. Un enfant qui percevrait la parole avec des allophones plutôt que des phonèmes ne sera pas capable d'établir des relations graphème-phonème, ce qui désigne la perception allophonique comme étant le

déficit noyau de la dyslexie. Evidemment, une hypothèse alternative serait que la perception allophonique est la conséquence plutôt que la cause d'un manque d'expérience de la lecture, cette dernière pouvant contribuer à la perception de phonèmes. Cependant, une autre étude a permis de clarifier ce point. Lorsque des illettrés ont été comparés à des lettrés, les deux groupes présentaient les mêmes performances de perception catégorielle [9]. Ceci suggère que la perception allophonique est la cause plutôt que la conséquence de la dyslexie.

La perception allophonique ne fournit pas seulement une explication de la dyslexie. Elle est également compatible avec les explications les plus populaires de la dyslexie. La conscience phonémique, c'est-à-dire l'habileté d'analyse consciente des phonèmes, est le corrélant le plus fiable du déficit spécifique de lecture et elle a souvent été considérée comme étant la cause de la dyslexie [10, 11]. Cependant, tandis que les illettrés n'ont pas de déficit de perception catégorielle [9], ils n'ont qu'une faible conscience phonémique [12] ce qui suggère que cette dernière est partiellement la conséquence de la lecture [13]. La perception allophonique ne semble donc pas constituer un déficit plus profond que la conscience phonémique. Un autre corrélant bien connu de la dyslexie est le déficit de mémoire à court terme phonologique [14, 15]. Quoique moins fiable que le déficit de conscience phonémique, le déficit de mémoire phonologique est souvent considéré comme le coupable le plus probable dans la littérature actuelle sur la dyslexie. En supposant qu'il a une certaine vérité dans cette assertion, il devrait être clair qu'un déficit de mémoire phonologique est entièrement compatible avec la perception allophonique: comme les allophones sont beaucoup plus nombreux que les phonèmes, stocker les mots sous forme de chaînes d'allophones est beaucoup plus coûteux que de les stocker en phonèmes. Le déficit de mémoire à court terme phonologique pourrait donc être la conséquence de la perception allophonique, tandis que l'inverse n'est pas possible. De nouveau, tandis que les déficits phonologiques sont liés, la perception allophonique est conceptuellement plus fondamentale.

Peu d'études ont été menées sur la perception vocalique chez les dyslexiques. Lieberman et al. [16] ont montré que des dyslexiques développementaux adultes ont des difficultés dans l'identification de voyelles synthétiques de l'anglais. Dans cette étude, la tâche des sujets consistait à identifier les mots “had” “head” “hid” “hood”, présentés de manière auditive. Les résultats ont montré que les dyslexiques commettaient plus d'erreurs d'identification que les contrôles pour [a] par rapport à [ɔ] et ne commettaient pas plus d'erreurs que les contrôles pour identifier [i]. Les auteurs expliquaient ces résultats en

termes de confusion entre voyelles avec des configurations formantiques similaires. Concernant le déficit de perception catégorielle des dyslexiques, seules des oppositions consonantiques ont été utilisées dans les recherches antérieures. De même, la sensibilité accrue aux allophones a seulement été mise en évidence pour des oppositions consonantiques.

L'objectif du présent travail était de tester l'hypothèse de perception allophonique avec des oppositions vocaliques. Nos hypothèses étaient que la perception des voyelles des enfants dyslexiques montrerait à la fois une discrimination plus faible entre phonèmes vocaliques et entre allophones vocaliques du français par comparaison des contrôles de même âge chronologique. Ces hypothèses ont été testées avec trois paires minimales de voyelles naturelles, dont deux étaient phonémiques, a/ε et e/i, et la troisième allophonique, ε/e, dans la population étudiée.

## 2. Méthodologie

### 2.1. Participants

Huit enfants dyslexiques (4 filles et 4 garçons; groupe DYS) et 11 normolecteurs (6 filles et 5 garçons; NL) d'environ le même âge chronologique (Table 1) ont participé à l'expérience. Tous les enfants avaient un QI non verbal (testé par Matrices de Raven: [17]) normal et étaient des locuteurs francophones natifs de la région parisienne. Le groupe DYS avait un délai de lecture moyen de 21 mois. Le groupe NL a été choisi selon les indications fournies par les instituteurs (sans déficit de parole, d'apprentissage, ni problèmes de perception auditive) et leur âge de lecture était proche de leur âge chronologique (Table 1). Tous les enfants fréquentaient des écoles élémentaires classiques à Paris.

Le niveau de lecture évalué par le test "Alouette" [18] et le vocabulaire évalué par EVIP [19] des dyslexiques était significativement plus faible que celui des contrôles [t(17)=3.9, p<.001; t(17)=3.2, p<.005]. Cependant, les différences d'âge chronologique et de QI non verbal (score Raven) n'étaient pas significatifs [t(17)=1.2, p=.22; t(17)=1.5, p=.14]. Les résultats détaillés de ces tests sont fournis dans la Table 1.

Table 1. Age chronologique, âge de lecture, EVIP et score RAVEN.

	Dyslexique (N=8)		NL (N=11)	
	M	SD	M	SD
Âge chronologique (en mois)	106.1	11.8	115.7	15.7
Âge de lecture (en mois)	84.6	6.3	115.6	21.4
EVIP (vocabulaire non verbal)	95.1	17.4	125.1	21.7
Scores Raven (QI)	61.9	22	75.4	23.7

### 2.2. Corpus

Les stimuli étaient des voyelles isolées et des syllabes de parole naturelle prononcées par une locutrice francophone. Quatre voyelles variant en aperture sur la dimension frontale ont été utilisées: /i, e, ε, a/ (Figure 1) avec une durée de 193, 180, 160, 186ms respectivement. Les voyelles étaient produites dans trois contextes différents: isolément, incluses dans les syllabes CV /sa, se, si/ ou en syllabes CVC /sil, sel, sal/ avec une durée de 405, 410, 410, 359 (CV) et 489, 552, 526, 488 (CVC) ms respectivement. En français central, celui parlé dans la

région parisienne, les oppositions entre ces différentes voyelles sont phonémiques, à l'exception de l'opposition e/ε. Ce dernier est phonémique dans certaines variantes régionales du français et il n'est dès lors fonctionnel que dans certains contextes [20]: se/se est phonémique en CV, e/ε est phonémique en V, tandis que en CVC seul /se/ (et non /sel/) est possible (Table 2).

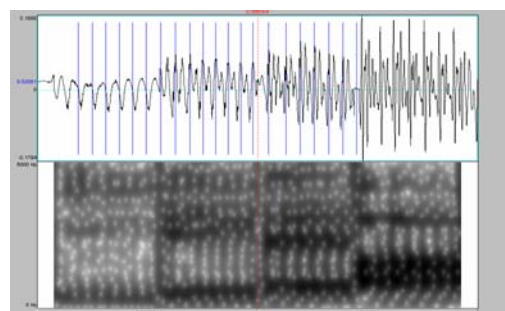


Figure 1. Spectrogramme des voyelles /i, e, ε, a/

Table 2. Statut Phonologique des stimuli.

	CVC	CV	V
Français central	Produit à la médiane de /ε/ et /e/	Produit à la médiane de /ε/ et /e/	Produit à la médiane de /ε / et /e/
Français régional (dans certains dialectes)	sel /sel*  /sel/ mot  /sel/ *pseudomot	/se / se/ /se/ mot /se/ mot décliné du verbe 'savoir'	ε / e /ε/ mot décliné du verbe 'être' /e/ mot

### 2.3. Procédure

Une tâche de discrimination AX a été utilisée. Pour chaque contexte (V, CV, CVC), les stimuli ont été présentés en trois paires, une pour chaque opposition: i/e, e/ε, ε/a. Chaque paire a été présentée cinq fois en deux ordres différents (p.ex. i/e et e/i), ce qui fait 50 paires pour chaque opposition dans chaque contexte. Les stimuli ont été présentés avec un IIS (Intervalle Inter-Stimuli) de 100ms et IIE (Intervalle Inter-Essais) de 1000ms. Des paires des stimuli identiques (i/i, e/e, ε /ε, a/a) ont également été présentées aux auditeurs pour contrôler les biais de réponse. Les enfants répondaient par choix forcé entre 'même' ou 'différent', en pressant la touche appropriée sur un clavier d'ordinateur. Avant de passer l'expérience, les enfants recevaient au préalable un entraînement destiné à les familiariser avec la tâche et les stimuli.

## 3. Résultats

Pour chaque opposition vocalique (p.ex. i/e et e/i) et chaque contexte (V, CV et CVC), des scores de discrimination correcte même-différent ont été calculés en prenant la moyenne des proportions de réponses 'différent' aux paires différents (p.ex. i/e et e/i) et des proportions réponses 'même' aux paires mêmes (p.ex. i/i et e/e). Ces scores ont été analysés à l'aide d'une Paire (3 niveaux) X Contexte (3 niveaux) X Groupe (2 niveaux) ANOVA à mesures répétées. La Figure 2 donne les scores de

discrimination moyens (convertis en arcsin $\sqrt{p}$ ) pour les trois oppositions, les deux groupes et les trois contextes (V, CV et CVC) pris conjointement. Comme attendu, les scores sont plus faibles pour DYS par rapport aux NL mais la différence entre groupes est plus faible pour la paire e/ε. L'effet Groupe et l'interaction Paire x Groupe sont marginalement significatifs (F (3,82) =1.16, p=.07; F (2,32) = 3.12, p=.06; respectivement). De plus, le contraste d'interaction Paire X Groupe e/ε par rapport a/ε & e/i (Allophonique / Phonémique) est significatif (F (1,16) = 6.93, p<.05).

Les résultats obtenus pour les paires a/ε, ε/e et e/i sont présentés séparément dans les Figures 3, 4 et 5 respectivement. Pour la paire a/ε, les différences entre les deux groupes sont assez constantes dans les différents contextes (Figure 3) tandis que pour la paire ε/e les différences entre groupes s'inversent dans le contexte CV (Figure 4) et pour la paire e/i, les différences entre groupes sont plus faibles dans les contextes CV et V (Figure 5). L'interaction Paire X Groupe est marginalement significative (F (2,32)=3,12, p=.06). Comme le statut phonologique de la paire ε/e est différent dans le contexte CVC par rapport aux autres contextes (Table 2), l'opposition qui nous intéresse est la suivante: Contexte (CVC vs. V et CV) X Paire (ε/e vs. a/ε & e/i) X Groupe. Ce contraste est également marginalement significatif (F (1,16)=3.70, p=.07).

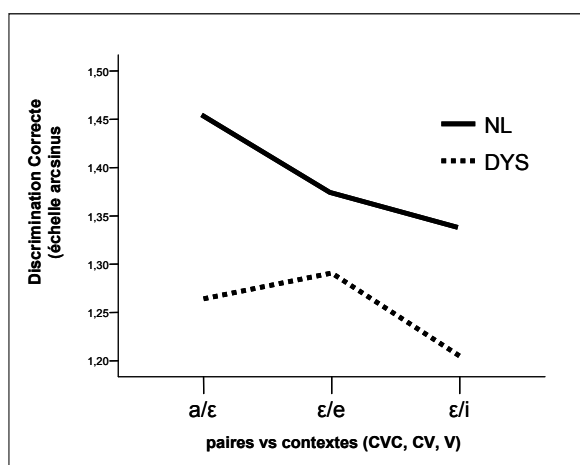


Figure 2. Pourcentage de discrimination correcte (en arcsin  $\sqrt{p}$ ) des paires de voyelles dans les 3 contextes: isolé/CV/CVC.

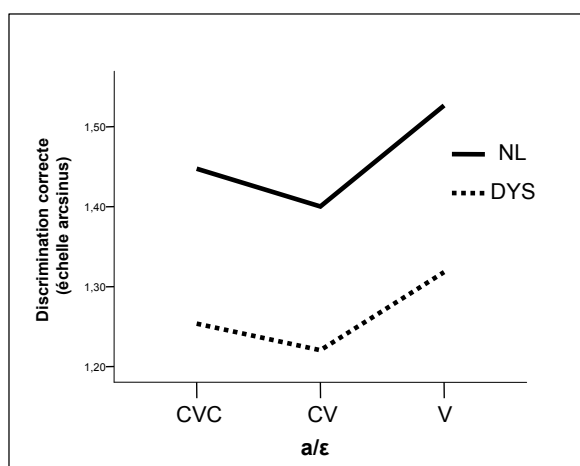


Figure 3. Pourcentage de discrimination correcte de la paire de voyelle /a-ε/ dans les 3 contextes: isolé/CV/CVC.

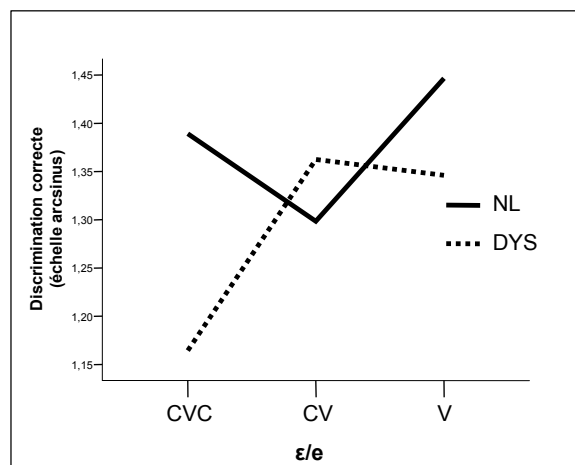


Figure 4. Pourcentage de discrimination correcte de la paire de voyelles /e-ε/ dans les 3 contextes: isolé/CV/CVC

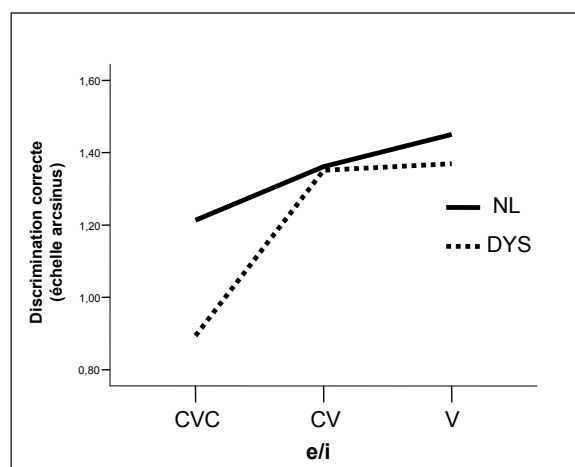


Figure 5. Pourcentage de discrimination correcte de la paire de voyelles /e-i/ dans les 3 contextes: isolé/CV/CVC.

#### 4. Discussion

Les résultats vont à l'appui de l'hypothèse que les enfants dyslexiques ont une perception réduite des oppositions phonémiques entre voyelles et une perception accrue des oppositions allophoniques. Les oppositions a/ε et e/i sont phonémiques et la discrimination de ces oppositions est plus faible pour les DYS par rapport aux NL.

Ceci était attendu d'après les résultats d'une étude antérieure montrant une identification réduite des voyelles de l'anglais par des dyslexiques développementaux adultes [16]. Cependant, les enfants dyslexiques de la présente étude mettent en évidence une meilleure perception relative de l'opposition e/ε qui est allophonique en français central. Ceci va à l'appui de l'explication allophonique de la dyslexie, qui postule que la dyslexie développementale provient de la perception de la parole avec des unités allophoniques plutôt que phonémiques.

Un autre aspect intéressant des résultats est que la meilleure discrimination de l'opposition e/ε par les enfants dyslexiques est plus marquée dans le contexte se/sε et moins marquée pour sel/sel. Ceci peut s'expliquer par la différence de statut phonologique de l'opposition e/ε dans les contextes. Dans les dialectes français où e/ε est phonémique, les oppositions se/sε et e/ε ont une fonction lexicale tandis que l'opposition sel/sel ne l'est pas car seul /ε/ est phonologiquement admissible (Table 2). La

différence de statut lexical entre les oppositions e/ɛ dans les contextes CV et V par rapport au contexte CVC n'est pas spécifique dans la présente étude, la prononciation du /e/ n'étant pas possible dans le contexte CVC en français. Le fait que les dyslexiques sont moins sensibles à l'opposition sel/sel par rapport aux oppositions se/sɛ et e/ɛ peut dès lors s'expliquer par l'implémentation d'une règle phonologique. Un auditeur qui perçoit /e/ et /ɛ/ comme des unités différentes, en dépit du fait que cette opposition est allophonique dans son dialecte, doit logiquement respecter les règles phonologiques qui s'appliquent à cette distinction dans les dialectes où elle est phonémique. Les enfants dyslexiques semblent utiliser cette règle contextuelle. Ceci fournit un argument supplémentaire en faveur de la perception allophonique des voyelles par les dyslexiques.

Malgré ses limitations en termes de taille d'échantillon et de puissance statistique, notre étude suggère que les enfants dyslexiques soient confrontés à des difficultés dans la représentation des phonèmes et ce non seulement pour les consonnes mais aussi pour les voyelles. Des études en cours ont pour objectif d'effectuer des comparaisons directes entre perception des voyelles et des consonnes chez un plus grand nombre des dyslexiques en tenant compte de différents paramètres acoustiques (type de parole, naturelle vs. synthétique, et durée). Et finalement, les comparer avec des enfants contrôles plus jeunes mais de même âge de lecture.

## Références

[1] J.J. Godfrey, A.K. Syrdal-Lasky, K.K. Millay, C.M. Knox. Performance of Dyslexic Children on Speech Perception Tests. *Journal of Experimental Child Psychology*, 32, 401-424, (1981).

[2] J.F. Werker & R.C. Tees. Speech perception in severely disabled and average reading children. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 41, 48-61, (1987).

[3] W. Serniclaes, L. Sprenger-Charolles, R. Carré & J.-F. Démonet. Perceptual discrimination of speech sounds in dyslexics. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 44, 384-399, 2001.

[4] W. Serniclaes, S. Van Heghe, P. Mousty, R. Carré, and L. Sprenger-Charolles. Allophonic mode of speech perception in dyslexia. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87, 336-361, 2004.

[5] C. Bogliotti, W. Serniclaes, S. Messaoud-Galusi & L. Sprenger-Charolles (Accepted). Discrimination of speech sounds by dyslexic children: Comparisons with chronological age and reading level controls. *Journal of Experimental Child Psychology*.

[6] P. E. Bryant & U. Goswami. Beyond grapheme-phoneme correspondence. *Cahiers de Psychologie Cognitive*, 7, 439-443, 1987.

[7] A. Castles & M. Coltheart. Is there a causal link from phonologic conscience to success in learn to read? *Cognition*, 91, 77-111, 2004.

[8] D. Burnham. Language specific speech perception and the onset of reading. *Reading and Writing: an Interdisciplinary Journal*, 16, 573-609, 2003.

[9] W. Serniclaes, P. Ventura, J. Morais, R. Kolinsky. Categorical perception of speech sounds in illiterate adults. *Cognition*, 98, B35-B44, 2005.

[10] L. Sprenger-Charolles, L.S. Siegel & P. Bonnet. Phonologic mediation and orthographic factors in reading and spelling. *Journal of Experimental Child Psychology*, 68, 134-155, 1998.

[11] J.C. Ziegler & U.C. Goswami. Reading acquisition, developmental dyslexia and skilled reading across languages: a psycholinguistic grain size theory. *Psychological Bulletin*, 131 (1), 3-167, 2005.

[12] J. Morais, L. Cary, J. Alegria, and P. Bertelson. Does conscience of speech as a sequence of phones arise spontaneously? *Cognition*, 7, 323-331, 1979.

[13] J. Morais, J. Alegria, & A. Content. The relationships between segmental analysis and alphabetic literacy: An interactive view. *Cahiers de Psychologie Cognitive. European Bulletin of Cognitive Psychology*, 7, 415-438, 1987.

[14] R.B. Katz, D. Shankweiler and I.Y. Liberman. Memory for item order and phonetic recoding in the beginning reader. *Journal of Experimental Child Psychology*, 32, 474- 484, 1981.

[15] P. Macaruso, J.L. Locke, S.T. Smith, S. Powers (1986). Short-term memory and phonologic coding in developmental dyslexia. *Journal Neurolinguistics*, 9(2), 135-146, 1986.

[16] P. Lieberman, R.H. Meskill, M. Chatillon, H. Schupack. Phonetic Speech Perception Deficits in Dyslexia. *Journal of Speech and Hearing Research*, 28, 480-486, 1985.

[17] Raven, J.C., & Anne, A.S.. *Progressive matrices: Manuel d'instruction*. France, 1964.

[18] P. Lefevrais. *Test de l'Alouette. Manuel: test d'analyse de la lecture et de la dyslexie*. Paris: Editions du Centre de Psychologie Appliquée, 1967.

[19] L.M. Dunn & C.M. Thériault-Whalen. *Echelle de Vocabulaire en Images Peabody (EVIP)*. Canada: Psycan, 1993.

[20] M. Monnot. The [e]-[ɛ] distinction in modern French: Phonetic and Phonologic Implications. In *Mid-America Linguistics Conference (MALC)*. Columbia, Missouri: University of Missouri Press, 1977.