

Particularités articulatoires associées à la dyslexie développementale phonologique : Une évaluation perceptive

Muriel Lalain, Noël Nguyen, Michel Habib

Laboratoire Parole et Langage, CNRS UMR 6057
Université de Provence
29 av. Robert Schuman, 13621 Aix-en-Provence, France
Tél. : ++33(0)4 42 95 36 68
Mél : muriel.lalain@lpl.univ-aix.fr

Abstract

This study investigates to what extent subtle articulatory aspects associated with phonological dyslexia contribute to identify the disorder. Productions of voiced and voiceless bilabial stops by ten dyslexic children and 2 groups of ten control children were evaluated by six trained phoneticians. The judges were presented with VCV sequences in a consonant identification task and a goodness rating task. The results revealed specific infra phonemic error patterns for the dyslexic children compared to the control groups. These perceived deviations from a standard pronunciation may characterize developmental phonological dyslexia. These results provide new evidence for the articulatory hypothesis. Moreover, we examine the potential implications for diagnosis and remediation.

1. Introduction

A partir des années 1980, le déficit de capacités phonémiques et les difficultés de conversion graphème/phonème, caractéristiques de la dyslexie développementale phonologique, ont été associés à un ensemble de désordres en production de la parole. Ceux-ci se manifesteraient à travers un rythme de lecture plus irrégulier chez des enfants dyslexiques que chez des sujets contrôles [Han86], une lenteur de lecture et un nombre important d'erreurs de sériation en répétition chez les sujets dyslexiques [Wol90]. D'après la théorie du feedback moteur articulatoire [Hei96], les enfants dyslexiques se montreraient incapables d'utiliser les informations sensorielles nécessaires au contrôle des mouvements articulatoires impliqués dans la production des sons de parole. Selon les partisans de cette théorie, les enfants dyslexiques ne seraient donc pas conscients de la position de leurs articulateurs durant l'acte de parole. D'après une étude portant sur l'accès à l'information articulatoire [Mon81], les enfants dyslexiques présenteraient des performances inférieures à celle des sujets contrôles lors d'une tâche consistant à pointer l'image du tractus vocal correspondant à un son présenté oralement. Des sujets dyslexiques soumis à un entraînement visant à attirer leur attention sur l'information articulatoire tactile et proprioceptive [Ale81] auraient montré une amélioration de leurs capacités phonémiques. Ces deux études ont apporté de

sérieux arguments en faveur de l'hypothèse défendue par Heilman et ses collaborateurs qui postulent que les conversions graphème/phonème entraînent une activation des représentations articulatoires précisément déficientes chez les enfants dyslexiques.

Dans le domaine de la phonétique, une étude menée au laboratoire Parole et langage [Lal01] a permis de mettre en évidence des mécanismes articulatoires caractéristiques de la dyslexie. La description de profils articulatoires à partir de données acoustiques et aérodynamiques montraient des erreurs de type-infra phonémique qui semblaient révéler un déficit au niveau de la réalisation articulatoire des segments plus qu'au niveau de leur encodage.

Cette étude tente de préciser dans quelle mesure les particularités articulatoires désormais associées au trouble peuvent participer à son identification. Elle concerne ainsi l'évaluation des productions de séquences VCV de sujets dyslexiques et contrôles par des experts. Les résultats montrent que les erreurs identifiées par les juges constituent un critère de distinction des sujets dyslexiques et normo-lecteurs.

2. Méthodologie

2.1 Sujets

Six adultes phonéticiens (2 hommes, 4 femmes) membres du laboratoire Parole et langage, entraînés à la transcription et à l'analyse segmentale de la parole ont participé à cette étude. Nous les qualifions du terme de « juges », au regard de leur fonction d'évaluateurs de l'objet de parole qui leur a été présenté.

2.2 Corpus

Les 316 stimuli de type VCV qui constituent le corpus ont été extraits d'un corpus plus important, qui se présentait sous la forme de phrases de type « CVCV dit CVCV encore », où C était soit l'occlusive bilabiale sonore [b] soit l'occlusive bilabiale sourde [p] et V était [a], [i] ou [u].

Chacune de ces 6 phrases a été produite par trois groupes de 10 sujets : un groupe de sujets dyslexiques et deux groupes de sujets contrôles appariés au premier en âge chronologique et en âge de lecture.

Les 10 sujets dyslexiques sont âgés de 10 ans 7 mois à 13 ans 10 mois et présentent un âge de lecture de 7-8 ans. Pensionnaires au centre de rééducation « les lavandes » à Orpierre (Sisteron), ils sont tous originaires de la région des Bouches du Rhône. Ils ont été sélectionnés par les spécialistes du centre à l'aide de différents exercices neuropsychologiques qui ont permis de diagnostiquer une dyslexie développementale de type phonologique en l'absence de tout trouble déficitaire de l'attention. Tous les sujets dyslexiques ont été enregistrés lors d'une tâche de répétition (DR) et de lecture de phrases (DL). Les 10 sujets contrôles appariés sur l'âge chronologique (AC) et sur l'âge de lecture (AL), ont été enregistrés à Bruxelles (Belgique). Les dix meilleurs lecteurs de chaque niveau de lecture ont été sélectionnés par leur enseignante. Ils ont pour leur part effectué la tâche de lecture de phrases uniquement. Les productions de ces trois groupes d'enfants ont ensuite fait l'objet d'une transcription phonétique.

Enfin, nous avons segmenté les parties du corpus comportant les consonnes [b] et [p] et les voyelles [a] et [i] de manière à isoler les séquences VC2V et VC5V : « CVCV dit CVCV encore ». Nous avons ainsi obtenu 316 stimuli, que nous avons ensuite enregistrés dans un ordre aléatoire sur le CD audio utilisé pour le test de perception. La durée totale du CD est de 33.10 mn, soit une durée totale de 66.20 mn pour l'ensemble du corpus.

2.3 Protocole expérimental

Le test se déroulait en deux étapes : chaque juge devait effectuer une transcription de la consonne dans la séquence VCV, puis un jugement de qualité de cette même consonne. Chaque séquence VCV était présentée à trois reprises avec un intervalle inter-stimuli de 500 ms, puis les juges disposaient de 4 s pour donner leur réponse.

Test de transcription : dans un premier temps, après avoir entendu chacun des 316 stimuli, chaque juge devait choisir parmi les 6 transcriptions proposées dans les grilles de réponses, celle qui, selon lui était la plus représentative du stimulus entendu. Ils devaient ainsi choisir parmi les transcriptions [b], [p] (consonnes occlusives bilabiales sonore et sourde) pour les segments correctement réalisés, [b̥] et [p̥] (des réalisations bilabiales sonore et sourde caractérisées par une occlusion incomplète du conduit vocal) et Xv et Xnv (réalisations sonore et sourde de segments semi-vocaliques ou vocaliques), pour les segments mal réalisés.

Test de jugement perceptif : dans un deuxième temps, à partir du même corpus, chaque juge avait pour tâche de donner sur une échelle de qualité de 1 à 5, la note reflétant selon eux la qualité de la consonne C présentée dans chaque stimulus VCV. La grille de réponse leur permettait de visualiser le stimulus cible (produit par les enfants des différents groupes), par exemple [p] ; ils devaient ensuite décider sur une échelle de 1 à 5 (pas représentatif à très représentatif) dans quelle mesure le stimulus perçu correspondait à la cible prototypique

annoncée. Les résultats ont été recueillis sur des feuilles de réponses pour chacune des deux parties du test, puis intégrés dans des tableaux pour le traitement statistique.

2.4 Traitement des données

Nous avons tout d'abord réduit le nombre de données afin d'obtenir un nombre équivalent de production par groupe et par contexte vocalique ; nous obtenons ainsi 108 stimuli, c'est-à-dire 27 stimuli VCV produits par 9 sujets dans chaque groupe, dans des contextes identiques. C'est donc sur les réponses données par les 6 juges lors des deux tests à ces 108 stimuli que nous avons effectué nos analyses statistiques. Pour chacune des différentes analyses, nous travaillons avec un seuil de significativité de .05. Plusieurs analyses ont été effectuées : tout d'abord nous nous sommes intéressés à la question de l'accord entre les juges pour laquelle nous avons utilisé une matrice et le test Z de corrélation. Ces tests statistiques ont été établis à partir des pourcentages de réalisations correctes d'après les 6 juges et pour chaque groupe en ce qui concerne le test transcription, et à partir des notes moyennes attribuées à chaque groupe par chaque juge concernant le test jugement de qualité.

Nous avons ensuite considéré les erreurs de production relevées dans chacun des groupes par chacun des six juges. Nous avons ainsi effectué une analyse de la variance à partir des pourcentages de réalisations correctes par groupe et par consonne d'après les 6 juges.

En ce qui concerne le test de transcription, il nous a paru intéressant de considérer la distribution des transcriptions en catégories proposée par les 6 juges pour chaque groupe et de voir si leurs réponses étaient dépendantes du groupe d'appartenance des locuteurs. Nous avons alors effectué un test d'ajustement analytique χ^2 (Khi2) à partir de tables de contingence présentant 5 degrés de liberté et une valeur critique $\chi^2_{.95}$ égale à 11.07.

Enfin, nous avons effectué les comparaisons planifiées a priori. Quatre comparaisons (C1, C2, C3, C4) ont été établies : C1 : DR/DL, C2 DL/AC, C3 DL/ AL, C4 AC/AL. Nous avons appliqué à nos résultats le critère de correction de Bonferroni qui nous a permis d'obtenir un seuil de significativité de .0125, inférieur au taux d'erreur de la famille de comparaisons.

3. Résultats

3.1 Accord des juges

Les résultats montrent un accord partiel entre les juges concernant le test de transcription : les résultats sont significatifs (<.05) pour 4 juges sur 6.

Pour le test de jugement perceptif, les résultats sont significatifs (<.05) pour 6 juges sur 6.

3.2 Analyse des erreurs de production

L'analyse de la variance effectuée à partir des pourcentages de réalisations correctes par groupe et par consonne ne montre pas de différence significative entre

les groupes : [b] DR/DL .85 DL/AC/AL .053 [p] DR/DL .50, DL/AC/AL .13.

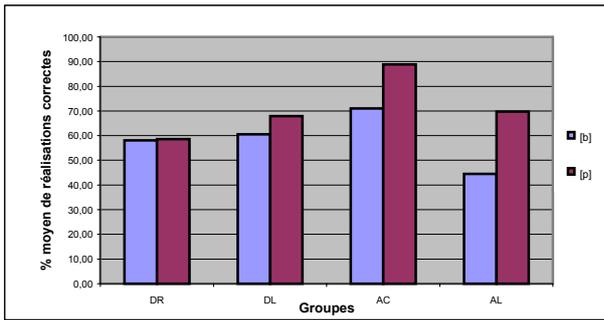


Figure 1 : Pourcentages moyens de réalisations correctes des consonnes [b] et [p] pour chaque groupe d'après les 6 juges.

3.3 Test de transcription

Le test d'ajustement analytique Khi2 montre que les transcriptions proposées par les juges constituent une variable indépendante de la variable groupe. Pour chacun des tests effectués, le χ^2 est inférieur à la valeur critique $\chi^2_{.95} = 11.07$. En effet nous obtenons les valeurs de χ^2 suivantes : DR/DL 0.98, DL/AC 0.78, DL/AL 0.51, AL/AC 0.16. En d'autres termes, les juges ne catégorisent pas la consonne entendue dans le stimulus VCV en fonction du groupe d'appartenance du locuteur de cette consonne.

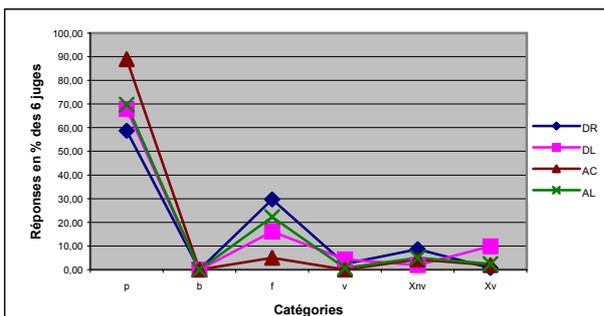
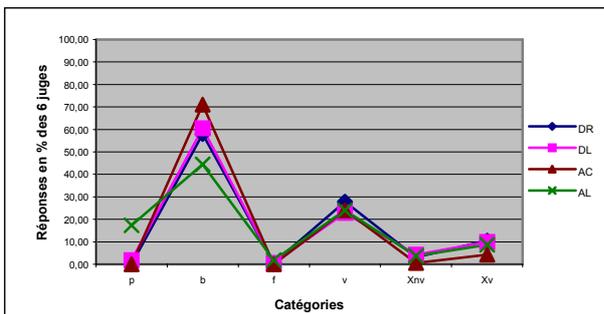


Figure 2 : Transcriptions en pourcentages des consonnes [b] et [p] proposées par les 6 juges, pour chaque groupe.

3.4 Test de jugement perceptif

Les notes moyennes attribuées par les juges montrent des performances plus élevées du groupe AC, pour les consonnes [b] (3.94) et [p] (4.32). Les groupes DR et DL ont des performances moyennes (respectivement 3.30 et 3.48) situées entre celles des groupes AC (3.94) et AL

(2.98) en ce qui concerne la consonne [b]. Par contre, les groupes DR et DL, montrent des performances inférieures (respectivement 3.29 et 3.66) aux groupes contrôles AC et AL (respectivement 4.32 et 3.87) lors de la production de la consonne [p].

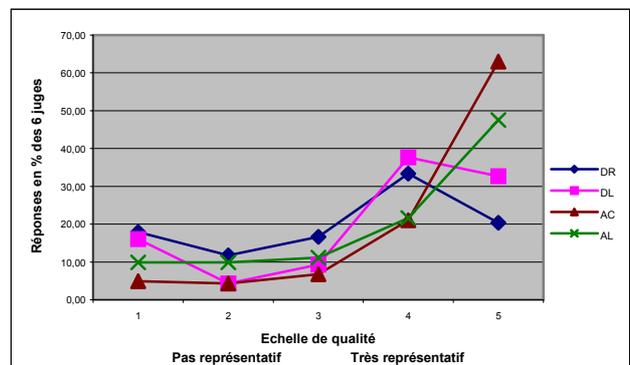
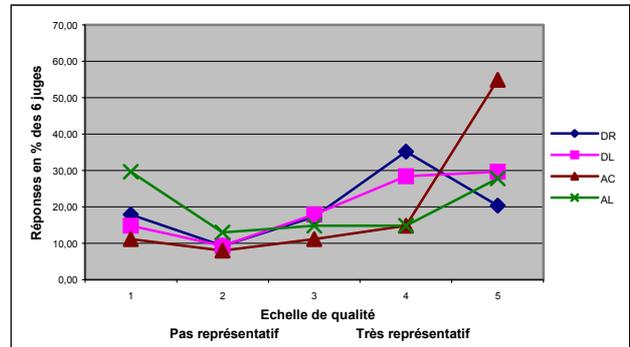


Figure 3 : Evaluation en pourcentages des productions des consonnes [b] et [p] par les 6 juges pour chaque groupe.

Les comparaisons planifiées a priori ne montrent pas de différence significative entre les différents groupes en ce qui concerne la production de la consonne [b] : DR/DL = .43, DL/AC=.14 DL/AL=.25, AC/AL=.01 En ce qui concerne la consonne [p], les résultats ne sont pas significatifs pour les comparaisons DR/DL = .10, DL/AL=.19, AC/AL=.03 En revanche on peut noter une différence significative entre les sujets dyslexiques en lecture et les sujets contrôles appariés sur l'âge chronologique, DL/AC=.001.

4. Discussion

Depuis sa première description en 1896, plusieurs hypothèses ont été proposées concernant les origines de la dyslexie. Dans le domaine de la neurologie des études récentes ont permis de préciser l'implication du déficit articulaire dans le déficit en lecture. Dans le domaine de la phonétique, la description de profils articulatoires d'enfants atteints de dyslexie développementale phonologique, a permis de mettre en évidence les particularités articulatoires caractéristiques de ce trouble. Cette étude offre des résultats parfaitement en accord avec les données précédemment évoquées : en effet, les conclusions apportées par l'analyse des erreurs de production et l'analyse des transcriptions, montrent que les productions des différents groupes sont considérées comme étant comparables par les différents juges, ce qui

montre que d'un point de vue catégoriel les productions des sujets dyslexiques ne se distinguent pas de celles des sujets contrôles. Par conséquent au niveau catégoriel, les erreurs ne semblent pas caractériser le trouble.

En revanche, l'évaluation des productions à un niveau plus fin, infra-catégoriel à partir de l'échelle de qualité montre que les erreurs identifiées constituent selon les juges un critère d'identification des locuteurs. En d'autres termes, les résultats suggèrent que les juges se montrent capables de distinguer les productions des sujets dyslexiques de celles des sujets contrôles. Concernant la réalisation de la consonne [b], tous les enfants semblent connaître des difficultés comparables à un niveau infra-catégoriel avec des réalisations caractérisées soit par une perte du voisement soit par une occlusion incomplète. En ce qui concerne la réalisation de la consonne [p], les résultats montrent des performances inférieures chez les sujets du groupe dyslexique. Les différences significatives émergeant de la comparaison des groupes DL/AC montrent bien que les sujets dyslexiques présentent des comportements articulatoires plus proches d'enfants plus jeunes que d'enfants du même âge. Par conséquent, c'est bien plus au niveau de la réalisation articulatoire des segments qu'au niveau de l'encodage lui-même que se situe le déficit articulatoire.

Il est possible que ce soit là une manifestation du retard de lecture pouvant trouver son origine dans un déficit des représentations articulatoires. On peut également penser que les résultats suggèrent plus généralement une déviance au niveau développemental dans l'acquisition du contrôle des gestes articulatoires impliqués dans l'acte de parole. Notre étude qui présentait des données en répétition pour les sujets dyslexiques semble suggérer que ces manifestations seraient observables au-delà de l'activité de lecture mais l'absence de données pour les sujets contrôles ne nous permet pas de conclure sur ce point. Une étude actuellement en cours, concernant la production en répétition nous permettra sans doute de discuter de la spécificité ou non des manifestations de ce déficit articulatoire à l'activité de lecture. Notre démarche pourrait s'inscrire alors dans la mouvance actuelle qui suggère que la dyslexie peut être une manifestation d'un déficit général concernant le contrôle temporel à des niveaux perceptifs et moteurs dépassant le domaine de la parole [Wol90].

S'ils constituent un argument supplémentaire en faveur de l'hypothèse d'un déficit moteur associé au trouble dyslexique, les résultats de cette étude peuvent également constituer une base de réflexion quant à l'élaboration de nouveaux bilans orthophoniques visant à évaluer les capacités articulatoires des enfants. En effet le test classiquement utilisé par les orthophonistes s'intéresse au niveau catégoriel et nos résultats montrent d'une part que les erreurs se situent à un niveau infra-catégoriel et d'autre part que leur évaluation semble nécessiter, de par leur caractère subtil, des conditions d'écoute particulières, sans doute différentes de celles offertes par une consultation orthophonique. Ces dernières remarques peuvent être expliquées pourquoi jusqu'à aujourd'hui, les difficultés articulatoires que rencontrent les enfants

dyslexiques n'ont pas suscité d'intérêt. D'un point de vue clinique, l'implication majeure de cette étude est sans doute la possible révision et l'adaptation des outils de dépistage et des programmes de rééducation.

Remerciements

Cette étude est financée par le programme de recherche Cognitive. Nos remerciements vont également à Didier Demolin qui a recueilli les données des sujets contrôles. Nous remercions aussi chaleureusement Michel Pitermann et Robert Espesser pour leurs précieux conseils concernant les analyses statistiques. Enfin nous adressons toute notre gratitude aux enfants et aux personnels des écoles et du centre « Les Lavandes » pour leur accueil et leur coopération.

Bibliographie

- [Ada99] Adair, J.C., Schwartz, R.L., Williamson, D.J., Raymer, A.M., & Heilman, K.M. (1999), Articulatory processes and phonological dyslexia, *Neuropsychiatry Neuropsychol. Behav. Neurol.*, 12, 121-127.
- [Ale91] Alexander, A.W., Andersen, H.G., Heilman, P.C., Voeller, K.K.S., & Torgesen, J.K. (1991), Phonological awareness training and remediation of analytic decoding deficits in a group of severe dyslexics, *Annals of dyslexia*, 41, 193-206.
- [Han86] Hanes, M.L. (1986), Rhythm as a factor of mediated and non-mediated processing in reading. In Evans, J.R. & Clynes, M. (Eds), *Rhythm in psychological, linguistic and musical processes* (pp. 99-130), Springfield, IL: Thomas.
- [Hei96] Heilman, K.M., Voeller, K. & Alexander, A.W. (1996), Developmental dyslexia: a motor articulatory feedback hypothesis, *Annals of neurology*, 39, 407-412.
- [Lal01] Lalain, M., Nguyen, N., Habib, M., (2001), Articulatory aspects of developmental phonological dyslexia, proceedings of the 4th International Speech Motor Conference, Nijmegen, The Netherlands, 13-16 Juin.
- [Mon81] Montgomery, D. (1981), Do dyslexics have difficulty accessing articulatory information?, *Psychological Research*, 43, 235-243.
- [Spi95] Spiegel M. R. (1995), *Theory and problems of statistics*, 2nd éd., pp.245-263.
- [Wol90] Wolff, P.H., Michel, G.F., & Ovrut, M., (1990), The timing of syllable repetitions in developmental dyslexia, *Journal of Speech and Hearing Research*, 33, 281-289.

Abstract

This study investigates to what extent subtle articulatory aspects associated with phonological dyslexia contribute to identify the disorder. Productions of voiced and voiceless bilabial stops by ten dyslexic children and 2 groups of ten control children were evaluated by six trained phoneticians. The judges were presented with VCV sequences in a consonant identification task and a goodness rating task. The results revealed specific infra phonemic error patterns for the dyslexic children compared to the control groups. These perceived deviations from a standard pronunciation may characterize developmental phonological dyslexia. These results provide new evidence for the articulatory hypothesis. Moreover, we examine the potential implications for diagnosis and remediation.

Résumé

Cette étude a pour objet d'examiner dans quelle mesure les particularités articulatoires associées à la dyslexie phonologique contribuent à identifier le trouble. Six phonéticiens, entraînés à l'analyse de la parole ont évalué, lors d'une tâche d'identification et d'une tâche de jugement de qualité, les consonnes occlusives bilabiales sonore [b] et sourde [p] produites par un groupe de dix sujets dyslexiques et deux groupes de dix sujets contrôles. Les résultats révèlent des erreurs de type infra-phonémique spécifiques aux sujets dyslexiques, qui semblent ainsi caractériser la dyslexie développementale phonologique. L'ensemble des résultats constituent un argument supplémentaire en faveur de l'hypothèse d'un déficit articulatoire associé au trouble. Ils offrent en outre la possibilité de considérer l'éventuelle adaptation des bilans articulatoires utilisés en consultation orthophonique ainsi que des programmes de rééducation.