



**HAL**  
open science

## Prosodie et lecture : particularités temporelles et mélodiques de l'enfant dyslexique en lecture et en narration

Muriel Lalain, Robert Espesser, Alain Ghio, Céline de Looze, César Reis,  
Luciana Mendonca-Alves

### ► To cite this version:

Muriel Lalain, Robert Espesser, Alain Ghio, Céline de Looze, César Reis, et al.. Prosodie et lecture : particularités temporelles et mélodiques de l'enfant dyslexique en lecture et en narration. *Revue de Laryngologie Otologie Rhinologie*, 2014, 135 (2), pp.71-82. hal-01485957

**HAL Id: hal-01485957**

**<https://hal.science/hal-01485957v1>**

Submitted on 20 Apr 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Prosodie et lecture : particularités temporelles et mélodiques de l'enfant dyslexique en lecture et en narration <sup>1</sup>

## Prosody and reading: Temporal and melodic particularities in dyslexic child in reading and narration

Lalain M. <sup>2</sup>  
Espesser R. <sup>2</sup>  
Ghio A. <sup>2</sup>  
De Looze C. <sup>4</sup>  
Reis C. <sup>3</sup>  
Mendonca-Alves L. <sup>3</sup>  
(Aix-en-Provence)

### Résumé

*Selon l'hypothèse phonologique, un déficit massif des habiletés phonologiques est à l'origine de la dyslexie. Ce déficit entraîne des difficultés de conversions graphème / phonème en lecture et des difficultés de production de mots et de phrases. L'origine du déficit phonologique n'est que partiellement expliquée par les théories magnocellulaire, cérébelleuse et articulatoire. Des travaux récents ont exploré les liens entre dyslexie et prosodie, en particulier le rôle de la phonologie suprasegmentale dans le développement des représentations phonologiques à travers l'étude de la sensibilité et de la lecture prosodique. Cet article examine différents paramètres prosodiques, en lecture et en narration chez des enfants dyslexiques et normo lecteurs. La précision de lecture, l'automatisme, la fréquence et la durée des pauses silencieuses, la durée des unités interpauses (IPUs) et les variations instantanées de F0 ont été analysées. Les résultats montrent des capacités de décodage correctes chez tous les sujets mais un défaut d'automatisation de cette procédure chez les dyslexiques. Les différences de fréquence, durée des pauses et des IPUs, et de variations de F0 observées entre les groupes confirment le lien entre lecture prosodique et défaut d'automatisation. Les durées des pauses en narration, plus importantes chez les dyslexiques constituent une particularité temporelle de leur production. Cette caractéristique temporelle reflète le coût cognitif engendré par une tâche de génération de parole impliquant des processus de sélection lexicale, planification syntaxique et programmation articulatoire. Ce résultat est un premier pas vers la mise en évidence d'un déficit phonologique suprasegmental en langage oral qui pourrait constituer un marqueur précoce de difficultés ultérieures en lecture.*

**Mots-clés :** Dyslexie, lecture prosodique, narration, sensibilité prosodique, conscience phonologique.

### Summary

*Dyslexia is widely associated to a massive phonological awareness deficit. This deficit leads to difficulties in grapheme to phoneme conversions in reading and difficulties in words and sentences productions. The origin of the phonological deficit is partially explained by the magnocellular, cerebellar and articulatory theories. Recently, an increasing number of studies demonstrated the relationship between prosody and reading and, more specifically, the potential key role of suprasegmental phonology in the healthy development of phonological representations. The aim of this study is to explore part of prosodic features in dyslexics and normal developing children in reading and narration tasks, in French. We examined reading accuracy, reading rate, pauses frequency and duration, inter-pausal units (IPUs) duration and instantaneous variations of F0. Results show correct decoding skills for all subjects but a lack of automation of this procedure for dyslexics. Differences in pauses frequency and duration, IPUS duration and F0 variations observed between dyslexics and controls confirm the link between prosodic reading and automaticity. The longer pause duration in narrative form a temporal feature of dyslexic's production. This temporal characteristic reflects the cognitive cost done by a speech generation task involving lexical selection, syntactic planning and articulatory programming processes. This result is a first step towards evidence of a suprasegmental phonological deficit in spoken language that could be an early marker of later reading difficulties.*

**Key-words:** Developmental dyslexia, prosodic sensitivity, reading prosody, narration.

1. Présentation au LXIX Congrès de la Société Française de Phoniatrie et des Pathologies de la Communication, Paris 14/10/13.
2. Aix-Marseille Université, CNRS UMR 7309, Laboratoire Parole et Langage, 5 avenue Pasteur, 13100 Aix-en-Provence, France.  
E-mail: muriel.lalain@lpl-aix.fr
3. Izabela Hendrix University, Belo Horizonte, Brasil.
4. Trinity College, Dublin, Ireland.

Article reçu : 12/04/14

accepté : 30/08/14

### INTRODUCTION

L'acte de lire est défini comme la mise en œuvre de mécanismes spécifiques à la lecture (capacités phonologiques) et non spécifiques (capacités de compréhension) qui permettent de décoder et comprendre un texte lu [1]. D'après Samuels [2], la lecture courante, fluente, est

caractérisée par la capacité à décoder un message et accéder à son sens, simultanément : la précision de lecture, la reconnaissance automatique des mots et l'expression orale (volume, intonation et rythme) témoignent de cette compétence et caractérisent la lecture fluente.

La dyslexie développementale est un déficit spécifique de l'acquisition du langage écrit qui se manifeste chez des enfants de niveau intellectuel normal, indemnes de tout trouble neurologique, moteur et/ou sensoriel et qui bénéficient d'un environnement scolaire et socio éducatif adaptés. La dyslexie est caractérisée par un retard significatif de l'âge de lecture par rapport à l'âge chronologique (-18 mois) ; ce retard impacte de manière significative les apprentissages scolaires et les activités de la vie quotidienne.

Il est aujourd'hui généralement admis que la dyslexie constitue un désordre cognitif secondaire à un déficit neurofonctionnel probablement d'origine génétique [3, 4].

Parmi les différentes hypothèses explicatives de la dyslexie, la théorie phonologique est la plus généralement admise : un déficit massif des représentations phonologiques serait à l'origine des difficultés en lecture [5] et se manifesterait également en langage oral, au niveau segmental [6]. Les hypothèses alternatives, en pointant des déficits visuel, auditif ou encore articuloire, expliqueraient pour leur part la comorbidité observée chez les sujets dyslexiques, et pourraient également participer de l'origine du trouble phonologique.

Si le déficit phonologique apparaît comme central dans la genèse de la dyslexie, la question de son origine reste entière ; récemment, quelques études ont mis en évidence les relations entre prosodie et lecture et en particulier le rôle central que pourrait jouer la phonologie suprasegmentale dans le développement des représentations phonologiques. Autour d'une théorie phonologique étendue au niveau suprasegmental, différents travaux ont ainsi mis en évidence un lien entre apprentissage de la lecture et sensibilité prosodique [7]. D'autres études ont examiné les caractéristiques prosodiques des faibles lecteurs [8-11]. Si le déficit phonologique est aujourd'hui objectivé en lecture et en langage oral au niveau segmental, on ne dispose d'aucune information concernant les caractéristiques suprasegmentales des enfants dyslexiques hors langage écrit.

Cet article propose une analyse de différents paramètres prosodiques de la lecture et de la narration d'enfants dyslexiques et normo-lecteurs. Des particularités prosodiques en narration pourraient en effet refléter un déficit phonologique au niveau suprasegmental ; la structure prosodique en langage oral pourrait ainsi constituer un indicateur précoce du déficit ultérieur de lecture.

## Les capacités phonologiques segmentales

### *La théorie phonologique*

La théorie phonologique est aujourd'hui la théorie dominante : depuis la fin des années 80, la dyslexie est présentée comme un déficit cognitivo-linguistique [3], [5, 12]. En 1979, Liberman et Shankweiler [13] mettent en évidence les relations entre langage oral et langage écrit dans l'apprentissage de la lecture dans un système alphabétique. La théorie phonologique désigne un déficit massif des capacités phonologiques qui permettent d'identifier, isoler et manipuler les unités du langage oral : les syllabes, les rimes et les phonèmes [14, 15]. L'origine de la dyslexie est ainsi attribuée à un déficit subtil du langage oral qui se manifeste par de faibles compétences phonologiques mises en évidence à partir de tâches spécifiques comme les tâches de comptage de syllabes et phonèmes, de détection de rimes, de suppression de phonèmes... Ces faibles capacités phonologiques s'accompagnent d'un déficit de mémoire à court terme et de difficultés d'accès lexical caractérisées par une lenteur dans les tâches de dénomination. Plusieurs études ont exploré les capacités phonologiques du point de vue de leur développement et de leur rôle dans l'apprentissage de la lecture. Des études longitudinales ont ainsi révélé une séquence développementale dans l'émergence des différents niveaux de conscience phonologique : syllabes, rimes puis phonèmes [14, 15]. Une forte relation a également été établie entre le niveau de conscience phonologique et le niveau de lecture [16]. Le rôle prédictif du niveau de conscience phonologique dans la réussite de l'apprentissage de la lecture a également été montré [17]. Enfin, un entraînement spécifique de la conscience phonologique permettrait d'améliorer les performances en lecture [18]. En définitive, la plupart des auteurs s'accordent sur le rôle essentiel des capacités phonologiques dans l'apprentissage de la lecture dans un système phonologique, lequel contribue à leur bon développement. Quelques études, enfin, ont exploré le déficit phonologique dans des tâches de langage oral. Ces travaux ont révélé des difficultés en production de syllabes [19], de mots [20, 21] et de phrases. Les résultats ont été interprétés en termes de déficit d'encodage phonologique et/ou de déficit d'exécution motrice.

### *Les théories alternatives*

Si le rôle des capacités phonologiques est parfaitement décrit depuis les travaux de Bradley et Bryant [5], les facteurs qui influencent leur bon développement sont peu connus. D'autres travaux ont permis d'explorer les capacités visuelles [22] et auditives [23, 27] des enfants dyslexiques. Quelques études ont examiné les capacités articuloires et perceptivo motrices [24-26]. Ces théories alternatives expliquent une partie de la comorbidité observée chez les enfants dyslexiques.

Selon la théorie auditive, les enfants dyslexiques auraient des difficultés à discriminer les sons de parole

sur la base de leur fréquence et de leur intensité [24]. Un déficit des processus auditifs entraînerait un défaut de catégorisation des sons de parole [27]. Les faibles lecteurs auraient également une moindre sensibilité perceptive à l'enveloppe d'amplitude que les normo-lecteurs [28].

Un déficit visuel subtil pourrait également impacter l'apprentissage de la lecture. Ce déficit serait caractérisé par une instabilité de la fixation binoculaire [22], un crowding effet [29], ou un défaut de sensibilité aux contrastes [30]. Des déficits visuo attentionnel ont également été observés [28]. Ces différentes perturbations visuelles pourraient être dues à un défaut de contrôle des mouvements des yeux consécutif d'un déficit du système visuel magnocellulaire [31].

Il existe également des arguments en faveur d'un déficit du cervelet : les enfants dyslexiques connaîtraient plus de difficultés que les normo-lecteurs dans des tâches motrices impliquant l'adresse [32], ou le rythme [33]. Ce déficit des capacités motrices, rythmiques et d'équilibre entraîneraient des difficultés plus générales d'apprentissage à travers un déficit d'automatisation des procédures.

Quelques travaux ont rapporté des particularités articulatoires ou perceptivo motrices [34]. Quelques études attestent ainsi de difficultés chez les enfants dyslexiques à identifier la position de leurs articulateurs dans des tâches de perception de phonèmes [35, 26]. Ces difficultés caractériseraient un déficit de la conscience articulatoire [25] à l'origine du développement de représentations phonologiques erronées.

Les déficits mis en évidence par les théories magnocellulaires visuelle et auditive, cérébelleuse et articulatoire peuvent être observés chez des sujets dyslexiques et en association du déficit phonologique, mais ne sont pas toujours présents. Ils peuvent ne concerner qu'une partie de la population dyslexique, ce qui invalide leur rôle causal dans la genèse du trouble. Seul le déficit phonologique proposé comme central par la théorie phonologique explique les difficultés d'apprentissage de la lecture.

### **Capacités phonologiques suprasegmentales**

#### *La sensibilité prosodique*

La phonologie suprasegmentale ou prosodie comprend les phénomènes d'intonation, de rythme et d'accent du langage oral. La sensibilité prosodique peut ainsi être définie comme la capacité à traiter les indices prosodiques du langage oral.

L'importance de la prosodie dans l'acquisition du langage oral est aujourd'hui clairement établie : plusieurs études ont montré que les traits prosodiques sont les premiers utilisés par les enfants au début de l'acquisition du langage [36-38]. En perception, les indices prosodiques permettent la segmentation du flux de parole en

syntagmes, mots et syllabes et permettent ainsi d'extraire les informations permettant de regrouper les différents éléments du langage en unités syntaxiques cohérentes [39]. Les indices prosodiques contribuent à la reconnaissance des mots, la désambiguïsation lexicale [40] et permettent de distinguer entre les différentes modalités de la phrase (déclarative, interrogative...) et la portée pragmatique (sarcasme...).

D'après la plupart des auteurs, la sensibilité prosodique fournit les bases de l'acquisition du langage oral et ouvre la voie au développement du langage écrit. En particulier, Wood [41] suggère que la sensibilité prosodique fournit un étayage au développement des capacités phonologiques en permettant à l'enfant de diriger son attention sur les éléments segmentaux de la parole. Wood et Terrel [42] ont montré que les faibles lecteurs ont de moins bonnes performances dans des tâches impliquant la sensibilité aux indices métriques et rythmiques du langage oral. Wood [41] et Holliman et al [43, 44] ont également montré le rôle prédictif de la sensibilité au rythme dans l'apprentissage de la lecture. Enfin, la sensibilité au rythme [7] et aux variations d'amplitude [45] a également été mise en lien avec les capacités phonologiques et l'apprentissage de la lecture.

Parallèlement à ces travaux, d'autres études se sont intéressées aux caractéristiques prosodiques en lecture des faibles lecteurs comparés aux lecteurs adultes et/ou experts.

#### *La lecture prosodique*

La lecture prosodique caractérise la réussite de l'apprentissage de la lecture. La lecture prosodique est caractérisée par un phrasé, des pauses, des variations mélodiques et une expressivité générale adaptés [46]. D'après Schreiber [47, 48], l'intégration de traits prosodiques au cours de la lecture indique que le texte est correctement compris et interprété. D'après Rasinski [49], l'une des façons d'étudier la prosodie en lecture est le recours aux échelles perceptives. Cependant, ces échelles ne permettent pas de mesure directe, objective. Quelques études se sont employées à décrire les caractéristiques de la lecture prosodique et des liens entre lecture prosodique et capacités de décodage ou encore entre lecture prosodique et compréhension. Ainsi dans une étude sur les durées des pauses, il a été montré que les bons lecteurs font des pauses plus brèves que les faibles lecteurs [9] : ainsi, plus la lecture est fluente, plus les pauses sont brèves et plus la F0 décroît en fin de phrase. Il a également été montré que la lecture prosodique est directement reliée à la qualité du décodage [8]. De même, d'autres auteurs [8, 11] ont montré un lien entre la compréhension en lecture et la prosodie, mais la nature de ce lien reste à établir. Quelques études enfin, ont établi une relation entre les capacités phonologiques et les capacités de lecture aux niveaux segmental et suprasegmental [51].

## Hypothèse

Dans cette étude, nous tentons de mettre en évidence de possibles particularités en langage oral, chez les enfants dyslexiques qui reflèteraient leur défaut de représentations phonologiques, établi au cours de l'acquisition du langage oral. Ce positionnement atypique est fondé sur un modèle intégré de production/perception de la parole, la Théorie de la perception pour le contrôle de l'action [52], selon laquelle les représentations émergent à partir de percepts multimodaux régularisés par des contraintes motrices. Les représentations déficitaires émergeraient d'un système de production/perception altéré. L'examen des caractéristiques suprasegmentales des productions en narration pourrait ainsi permettre la mise en évidence d'un possible déficit phonologique suprasegmental et l'identification de marqueurs précoces en langage oral, de possibles difficultés ultérieures en lecture. D'autre part, l'étude de la lecture prosodique permettra d'étudier la possible relation entre les capacités de lecture et les capacités phonologiques suprasegmentales.

## METHODE

### Corpus

Le corpus DySpoLec [53] a été établi à partir de l'enregistrement de sujets normaux lecteurs (Ndc, n = 10, 10 ans) et dyslexiques (Dys, n = 9, 11 ans). Développé spécifiquement pour l'examen de possibles particularités prosodiques, ce corpus est constitué de l'enregistrement de chacun des 19 sujets au cours d'une tâche de narration (narr) et d'une tâche de lecture (lect). La durée totale du corpus est d'environ 40 mn ; les durées de productions varient de 24s à 2,30 mn selon les sujets.

La totalité des enregistrements a fait l'objet d'une transcription orthographique (2 transcripteurs) qui a servi de base pour les niveaux d'annotation et transcription ultérieurs. La transcription orthographique a été effectuée sous Praat [54]. Nous avons utilisé Easy Align [55] pour obtenir une annotation semi automatique multi niveaux comprenant les phonèmes, les syllabes et les mots. Les vérifications et corrections ont été faites manuellement par deux phonéticiens.

### Analyses

L'examen de la lecture prosodique nécessite l'analyse de la précision et de la vitesse de lecture, ainsi que de différents paramètres prosodiques (fréquence et durée des pauses, vitesse d'articulation, durée des IPU, variation instantanée de F0).

Nous avons analysé la précision de lecture de chaque sujet en calculant le taux d'erreur de lecture en pourcentage. Un taux de précision supérieur ou égal à 90 % est interprété comme un niveau de décodage satisfaisant [49]. Nous avons également estimé le degré d'automatisme de lecture en considérant la vitesse de lecture en nombre de mots lus par minute. La vitesse de lecture de

référence est la vitesse de lecture moyenne du groupe de sujets normo lecteurs (Ndc). Une vitesse inférieure de 30 % à la vitesse de référence est interprétée comme un défaut de fluence en lecture consécutif d'un déficit d'automatisation du décodage [56].

Nous avons ensuite annoté trois types de pauses : (i) les pauses syntaxiques (Syntax) qui correspondent à la ponctuation et/ou à la structure sémantique et syntaxique ; (ii) les pauses entre les mots (Intermots), qui apparaissent dans un syntagme et ne sont pas dictées par la ponctuation ni par l'organisation syntaxique ; et (iii) les pauses qui apparaissent au sein d'un mot (Intramot). Nous avons compté les pauses et examiné leur fréquence en fonction du type de pause (Syntax/Intermots/Intramot), du type de tâche (narr vs lect) et du groupe (Ndc vs Dys). Nous avons ensuite analysé la durée des pauses en fonction du groupe (Ndc vs Dys) du type de pause (Syntax vs Intermots vs Intramot) et de la tâche (narr vs lect). Enfin, nous avons examiné la durée des syllabes pour chaque groupe et pour chaque tâche.

Nous avons également, à la suite de l'analyse des pauses, examiné les unités interpauses (IPUs): nous avons analysé la durées des IPU ainsi que les variations instantanées de F0 (IFOV). La F0 a été calculée avec le logiciel Praat [54] toutes les 10 ms. Afin de réduire les erreurs de détection, nous avons utilisé une méthode en 2 passes comme proposée par [57]. Nous utilisons la valeur moyenne des différences successives en valeur absolue pour quantifier la variation instantanée du f0 (IFOV), c'est-à-dire de trame à trame (pour une revue de ce type de paramètres et leur pertinence pour les séries temporelles, voir [58, 59]). Après avoir exclu les trames non-voisées, les différences successives sont calculées sur le logarithme du f0, si bien qu'après la transformation inverse nous obtenons la moyenne géométrique des rapports "redressés" de f0 (la valeur absolue de la différence de logarithme force le rapport à être > 1). Cette moyenne est calculée pour chaque IPU, par participant et par tâche. Nous précisons que ce calcul s'éloigne de la mesure du jitter qui elle, est fondée sur la différence cycle à cycle alors que dans notre cas, il s'agit de variations entre trames qui intègrent plusieurs périodes. Il s'agit bien d'une mesure de variation mélodique.

La première analyse qualitative concernait le degré de précision et d'automatisme de lecture. Les analyses quantitatives ont concerné la fréquence et la durée des pauses, puis la durée des Unités interpauses (IPUs) et enfin les variations de F0 au cours du temps (IFOV), en fonction du groupe (Ndc vs Dys) et de la tâche (narr vs lect). Les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel R [60, 61].

## RESULTATS

### Scores de lecture

Le taux de précision en lecture des différents sujets, calculé à partir du taux d'erreur en lecture du texte (les

autocorrections n'ont pas été comptabilisées comme des erreurs) révèle que tous les sujets présentent un niveau de décodage satisfaisant (supérieur ou égal à 90 % de précision) à l'exception de deux sujets dyslexiques (voir tableau I).

Les sujets Dys font plus de pauses que les Ndc en lecture (467 vs 205). En narration, le nombre total des pauses est comparable entre les deux groupes (189 vs 193). Pour les deux groupes, le nombre total de pauses est plus important en lecture. Les pauses Intramots sont caractéristiques des sujets Dys en lecture : ils produisent 89 % de ce type de pauses qui sont consécutives de leurs difficultés lexiques. Pour l'étude des caractéristiques prosodiques en langage non écrit, l'analyse de ce type de pause n'est pas pertinente. Elles ne sont donc plus prises en considération.

TABLEAU I : Précision et vitesse de lecture pour chaque sujet Ndc et Dys.

Sujets Ndc				Sujets Dys			
Précision en lecture (%)		Vitesse de lecture (WPM)		Précision en lecture (%)		Vitesse de lecture (WPM)	
s1	100	s1	130	s11	<b>88</b>	s11	78
s2	98	s2	200	s12	97	s12	48
s3	100	s3	180	s13	95	s13	53
s4	97	s4	168	s14	99	s14	70
s5	100	s5	176	s15	97	s15	<b>130</b>
s6	98	s6	140	s16	98	s16	73
s7	100	s7	132	s17	91	s17	43
s8	99	s8	160	s18	99	s18	87
s9	100	s9	126	s19	<b>87</b>	s19	68
s10	98	s10	157				

Les pauses Intermots sont considérablement plus représentées dans le groupe Dys que dans le groupe Ndc en lecture (278 vs 51). En revanche, en narration, le nombre de pauses Intermots est comparable entre les deux groupes (84 vs 88).

Le nombre de pauses syntaxiques (Syntax) est similaire entre les deux groupes quelle que soit la tâche. Ce type de pause est plus important en lecture qu'en narration, pour les deux groupes qui respectent les signes de ponctuation, seuls marqueurs de rythme et d'organisation sémantique et syntaxique.

La vitesse de lecture a été calculée en nombre de mots lus par minute (WPM). La vitesse de lecture moyenne du groupe de sujets Ndc constitue la vitesse de référence ; elle est de 157 WPM. Cette analyse révèle que la lecture peut être considérée comme fluente pour l'ensemble des sujets Ndc et pour un sujet Dys (s15). En revanche, le décodage, non automatisé, constitue toujours une charge cognitive importante pour 8 des 9 sujets Dys (score inférieurs de 30 % à la vitesse moyenne) qui ne peuvent donc pas être considérés comme des lecteurs fluents.

En termes quantitatifs, les fréquences d'apparition des pauses dans les deux groupes semblent donc dépendre à la fois de la tâche et de l'existence d'un déficit en lecture.

Ainsi, les sujets Ndc présentent de bonnes capacités de décodage automatisées, tandis que les sujets dyslexiques présentent un défaut d'automatisation du processus de décodage en dépit de bonnes compétences en conversion graphèmes/phonèmes.

Dans quelques cas, les durées des pauses excèdent 2 secondes. Nous avons exclu ces pauses de l'analyse des durées en raison de leur fréquence marginale.

### Fréquence et durée des pauses

La figure 2 montre la durée des pauses (< 2s) en fonction du type de pause, de la tâche et du groupe. Les durées sont plus longues pour les sujets Dys que pour les sujets Ndc quels que soient le type de pause et la tâche. Pour les deux groupes, les durées des pauses sont plus importantes en narration qu'en lecture.

Dans une première partie de l'analyse, nous avons relevé la fréquence d'apparition des différents types de pauses en fonction du groupe et de la tâche (cf tableau II).

La figure 3 montre que les pauses dont la durée est comprise entre 1s et 2s sont majoritairement observées chez les sujets Dys en lecture. Cet intervalle de temps reflète les différences attendues entre les deux groupes : en raison de leur déficit d'automatisme, les sujets Dys font de plus longues pauses. En revanche les pauses dont la durée est inférieure à 1s sont observées dans les deux groupes et dans les deux conditions. Elles correspondent également à la durée ordinaire des pauses [62]. Dans la suite des analyses, nous avons restreint notre intérêt aux pauses d'une durée inférieure à 1s qui selon nous constitue la frontière temporelle la plus pertinente.

TABLEAU II : Distribution des différents types de pauses selon les groupes et la tâche.

	Syntax		Intermots		Intramot		Total	
	Lect	Narr	Lect	Narr	Lect	Narr	Lect	Narr
Dys	141	103	278	84	48	2	467	189
Ndc	148	103	51	88	6	2	205	193

La figure 4 illustre les durées des pauses en fonction du type de pause, pour les deux groupes (Ndc vs Dys) et dans les deux conditions (narr vs lect). Un modèle linéaire mixte (package lme4 logiciel R, 2011) est estimé

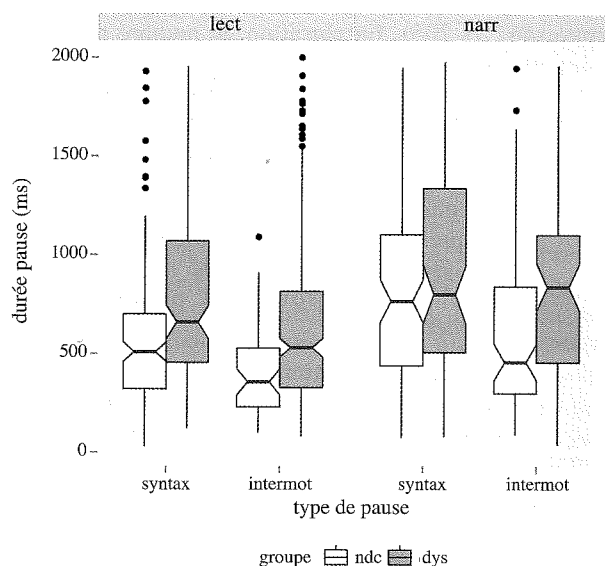


Fig. 2 : Durées des pauses (<2s) selon le type de pause, le groupe et la tâche.

avec le logarithme de la durée de la pause comme variable dépendante. Les prédictors sont le type de pause (facteur à 2 niveaux : Syntax vs Intermots), la tâche (facteur à 2 niveaux : narr vs lect) et le groupe (facteur à 2 niveaux : Ndc vs Dys), et leurs interactions. Un intercept aléatoire a été ajouté pour rendre compte de la variabilité intersujet. Le modèle comprend 723 observations. Une procédure régressive pas à pas a été utilisée pour supprimer les interactions non significatives. Aucune interaction n'est significative (toutes les p-values, basées sur des tests LRT (likelihood ratio test), sont supérieures à 0.28).

Le facteur groupe est significatif ( $\beta = 0.196$ ,  $t = 2.86$ ,  $pMCMC < 0.001$ ) : les pauses des Dys sont plus longues (environ 20 %) que celles des Ndc, quels que soient la tâche et le type de pause. Le facteur tâche est significatif ( $\beta = 0.109$ ,  $t = 2.27$ ,  $pMCMC < 0.05$ ) : les pauses sont plus longues (environ 11 %) en narration qu'en lecture, quels que soient le groupe et le type de pause. Le facteur type de pause est significatif ( $\beta = 0.185$ ,  $t = 4$ ,  $pMCMC < 0.0001$ ) : les pauses Syntax sont plus longues que les pauses Intermots (environ 20 %) quels que soient le groupe et la tâche (fig. 4).

Les durées des pauses sont ainsi plus longues chez les Dys que chez les Ndc en lect et narr. Les pauses sont pour les deux groupes, plus longues en narr qu'en lect et les pauses de type Syntax sont plus longues que les pauses de type Intermots.

Nous avons également examiné la vitesse d'articulation des deux groupes dans les deux conditions de parole. Nous avons cherché à comprendre si les différences temporelles observées entre les deux groupes étaient dues

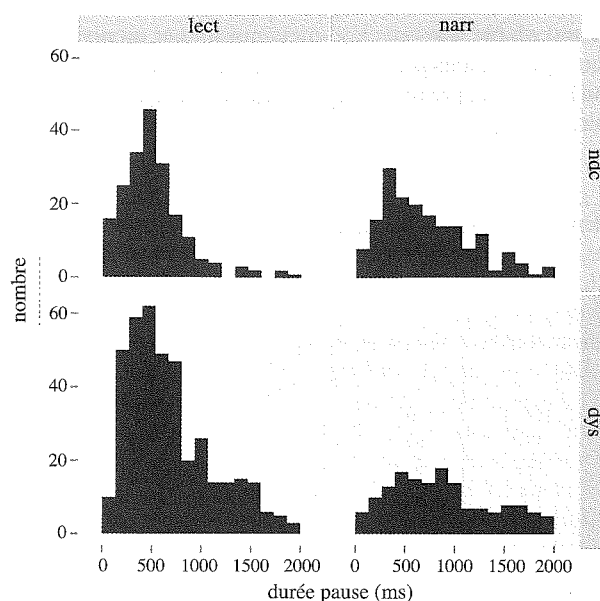


Fig. 3 : Histogramme des pauses (<2s) selon le groupe et la tâche.

exclusivement à la durée des pauses ou également au taux d'articulation. Dans cette étude, la mesure du taux d'articulation est basée sur la mesure de la durée des syllabes (fig. 5).

Pour la tâche de lecture, les durées de syllabes sont plus longues chez les sujets Dys que chez les sujets Ndc. En narration, les durées de syllabes sont comparables d'un groupe à l'autre. Nous avons également contrôlé le

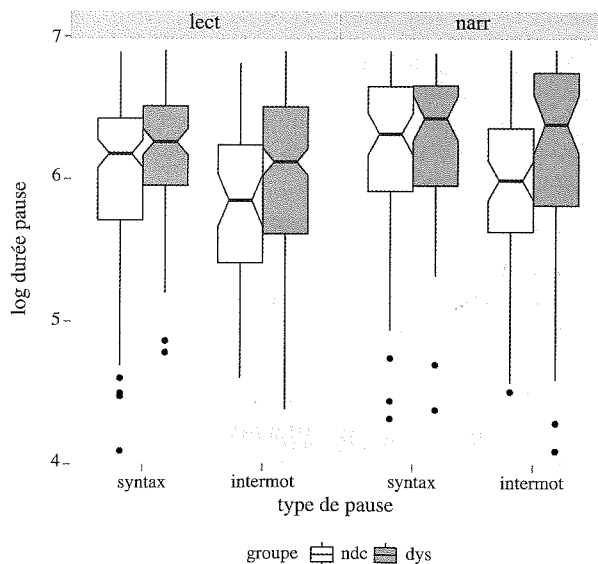


Fig. 4 : Selon la tâche et le groupe: logarithme de la pause (<1s) en fonction du type de pause.



nombre de phonèmes afin de tenir compte de la complexité syllabique (fig. 6).

Les durées de syllabe supérieures à 600ms et/ou les syllabes de plus de 4 phonèmes ont été exclues de l'analyse (i.e. environ 2.8% des données). Le modèle comporte 5367 mesures. Un modèle linéaire mixte est estimé avec le logarithme de la durée de la syllabe comme variable dépendante. Les prédicteurs sont le nombre de phonème de la syllabe (nps ; cette variable est centrée sur 2, i.e. le nombre moyen de phonèmes), la tâche (facteur à 2 niveaux : narr vs lect) et le groupe (facteur à 2 niveaux : Ndc vs Dys) et leurs interactions. Un intercept aléatoire est ajouté pour rendre compte de la variabilité inter sujets. Un autre intercept aléatoire est ajouté pour rendre compte des 377 séquences phonétiques qui constituent les 5367 syllabes. Ce modèle confirme la tendance observée en figure 6.

En narration, comme attendu, le nombre de phonèmes influençant la durée des syllabes pour les sujets Dys est très significatif ( $\beta = 0.27$ ,  $t = 9.5$ ,  $pMCMC < 0.0001$ ) : cette pente n'est pas distinguable de celle des sujets Ndc (le coefficient d'interaction groupe : nps n'est pas significatif ( $\beta = 0.004$ ,  $t = 0.13$ ,  $pMCMC = 0.84$ )). L'intercept (estimé pour nps = 2) pour les sujets Dys n'est pas distinguable de l'intercept des sujets Ndc ( $\beta = 0.0357$ ,  $t = -0.67$ ,  $pMCMC = 0.5$ ). Les deux droites de régression ne sont donc pas distinguables. Ainsi, quel que soit le nombre de phonème de la syllabe, les durées des syllabes des 2 groupes en narration sont indistingua-

bles. En lecture, la pente pour les sujets Dys n'est pas distinguable de celle de narration : le coefficient d'inter-

action n'est pas significatif ( $\beta = -0.0234$ ,  $t = -0.98$ ,  $pMCMC = 0.32$ ). La pente pour les sujets Ndc est supérieure à la pente des sujets Dys (le coefficient de la double interaction groupe:tâche:nps n'est pas significatif ( $\beta = 0.1$ ,  $t = 3.1$ ,  $pMCMC < 0.005$ )). L'intercept pour les sujets Dys (estimé pour nps = 2) est significativement plus élevé que l'intercept des sujets Ndc ( $\beta = 0.423785$ ,  $t = 19.66$ ,  $pMCMC < 0.0001$ ). La durée d'une syllabe de 2 phonèmes est environ 40 % plus élevée chez les Dys que chez les Ndc. D'après la différence de pente entre les deux groupes, le ratio de la durée Dys vs Ndc est maximal pour les syllabes d'un phonème et diminue lorsque le nombre de phonèmes augmente. Cette différence de pente suggère un effet plafond.

Les analyses ont montré que les durées des pauses sont systématiquement plus importantes chez les sujets Dys que chez les Ndc, quels que soient la tâche (lect vs narr) et le type de pauses (Syntax vs Intermots). En lecture, les différences de débit peuvent être expliquées par des durées de pauses et de syllabes plus longues chez les enfants Dys, tandis qu'en narration, seule la durée des pauses est plus importante. Ces résultats sont interprétés comme un marqueur d'effort cognitif dans une tâche de génération de parole chez les enfants Dys qui ne relève pas de leurs difficultés de lecture.

#### Durée des unités interpausales (Inter Pausal Units, IPU)

Un modèle linéaire mixte est estimé avec le logarithme de la durée d'IPUs comme variable dépendante ; les prédicteurs sont le groupe, la tâche et leurs interactions. Un intercept aléatoire est ajouté pour rendre compte de la variabilité inter sujets. Le modèle comprend

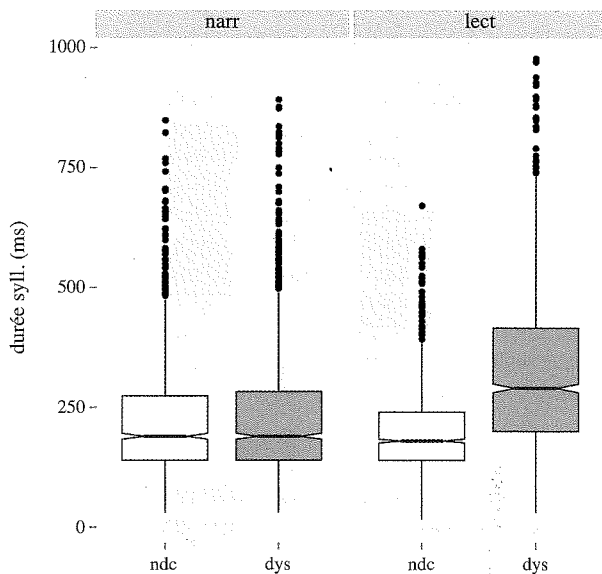


Fig. 5 : Durée des syllabes selon la tâche et le groupe.

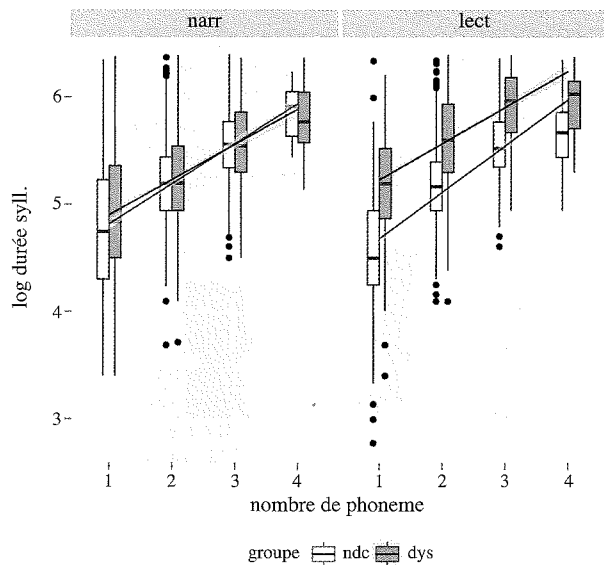


Fig. 6 : Log de la durée de la syllabe en fonction du nombre de phonèmes, selon la tâche et le groupe.



1086 observations. Le seuil de signification est de 0.025 puisque 2 contrastes ont été nécessaires pour obtenir les comparaisons voulues.

Les résultats ont montré que les durées d'IPU sont plus courtes de 32 % chez les sujets Dys comparés aux sujets Ndc en lecture ( $\beta = -0.392$ ,  $t = -4.1$ ,  $pMCMC < 0.001$ ). Les durées d'IPUs sont plus faibles de 17 % en narration par rapport à la lecture chez les sujets Ndc ( $\beta = -0.184$ ,  $t = -2.82$ ,  $pMCMC < 0.005$ ). Chez les enfants Dys, les durées d'IPUs en lecture sont plus brèves de 35 % ( $\beta = -0.423$ ,  $t = -7.43$ ,  $pMCMC < 0.001$ ) par rapport à la narration. En narration, les durées d'IPUs des sujets Dys et Ndc sont comparables ( $\beta = 0.215$ ,  $t = -2.09$ ,  $pMCMC = 0.043$ ) (fig. 7).

Les durées d'IPU sont ainsi moins longues chez les Dys (qui font plus de pauses) que chez les Ndc en lecture et comparables en narration. Les durées sont moins longues en narration chez les sujets Ndc qu'en lecture. On observe l'inverse chez les sujets Dys.

Le nombre moyen de syllabes produites par sujet Dys et Ndc, pris en compte pour l'effet tâche est le suivant :

Ainsi le nombre de syllabes produites en lecture est comparable entre les deux groupes. Tandis qu'en narration, le nombre de syllabes produites est plus important chez les sujets Dys.

#### Variations instantanées de F0

Un modèle linéaire mixte a été estimé avec la variable dépendante la variation instantanée de F0, comme

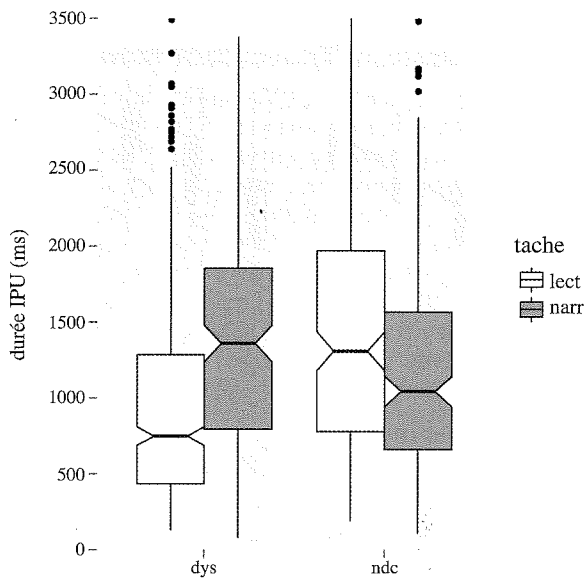


Fig. 7 : Les durées d'Unités Inter Pausales (IPUs) en ms, en fonction du groupe et de la tâche.

TABLEAU III : Nombre moyen de syllabes par sujet.

	Ndc	Dys	Diff (%)
lect	158	164	3.8
narr	112	148	32

définie au §2.2 p.8. Les prédicteurs étaient le groupe, la tâche et leurs interactions. Un intercept aléatoire a été ajouté afin de rendre compte de la variabilité inter sujets. Le modèle comporte 1093 observations. Le seuil de signification est de 0.025 puisque 2 contrastes ont été nécessaires pour obtenir les comparaisons voulues.

Les résultats ont montré que les variations instantanées de F0 (IF0V) sont plus faibles de 26 % chez les sujets Dys comparés aux sujets Ndc en lecture ( $\beta = -0.299$ ,  $t = -3.3$ ,  $pMCMC < 0.001$ ). En narration, les IF0V sont plus faibles de 10 % qu'en lecture chez les sujets Ndc ( $\beta = -0.095$ ,  $t = -2.5$ ,  $pMCMC < 0.025$ ). Chez les sujets Dys, les IF0V sont indistinguable en narration et en lecture ( $\beta = -0.05$ ,  $t = -1.73$ ,  $pMCMC = 0.089$ ). En narration, les IF0V sont indistinguable chez les sujets Dys et Ndc ( $\beta = 0.148$ ,  $t = 1.59$ ,  $pMCMC = 0.099$ ).

Les variations instantanées de F0 sont plus importantes chez les sujets Ndc que chez les Dys en lecture mais comparables en narration.

Les variations instantanées de F0 sont plus importantes en narration qu'en lecture chez les Ndc, alors qu'on ne peut mettre en évidence cette différence entre les deux tâches chez les sujets Dys.

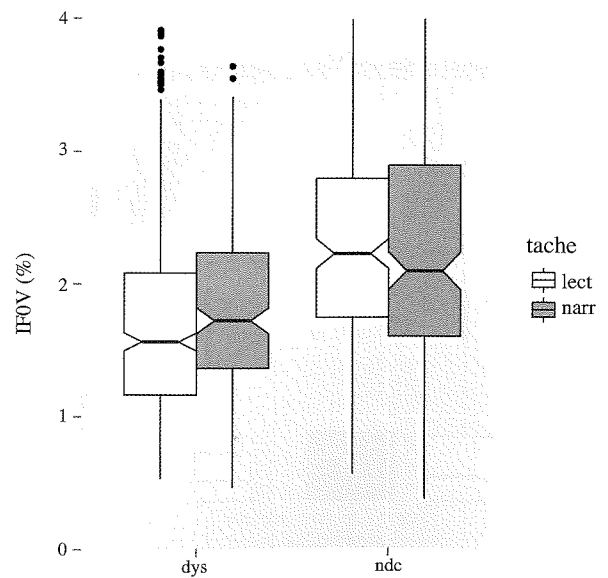


Fig. 8 : Variations instantanées de F0 (%) en fonction du groupe et de la tâche.

## DISCUSSION

Notre étude concerne les relations entre compétence en lecture et phonologie supra segmentale. Afin d'examiner cette relation, nous avons constitué un corpus audio spécifiquement dédié à l'étude des caractéristiques prosodiques en lecture et en narration.

Cette étude met en évidence des similitudes entre les deux groupes : ils présentent de bonnes capacités de décodage, la fréquence des pauses en narration et les durées des syllabes en lecture sont indistinguables.

En revanche, les deux groupes diffèrent quant à a) l'automatisation du processus de décodage, b) la fréquence des pauses et la durée des syllabes en lecture et c) la durée des pauses en lecture mais aussi et surtout en narration, d) la durée des IPU et les variations instantanées de F0 en lecture.

Les études antérieures indiquaient que les capacités de décodage constituaient l'une des 3 dimensions importantes pour la lecture [49]. Elles constituent un élément essentiel de l'identification automatique des mots qui participe, en conjonction avec la prosodie, à la construction du sens [50]. Nos résultats montrent que tous les sujets, hormis 2 dyslexiques, présentent des performances de décodage supérieures à 90 % ; Ce qui indique que les sujets sont capables de décoder le texte de manière efficace en effectuant les conversions graphèmes-phonèmes.

Les sujets normo lecteurs ont des résultats prévisibles compte tenu de leur absence de déficit en langage oral ou écrit. Les sujets dyslexiques présentent globalement de bons résultats : ils ont en effet suivi un programme de rééducation intensive ciblée sur les capacités phonologiques et l'apprentissage des correspondances graphème/phonème.

La vitesse de lecture calculée pour l'estimation du degré d'automatisation du décodage montre des différences entre les deux groupes. La reconnaissance automatique des mots est centrale dans la mise en œuvre d'une lecture fluente et dans la construction du sens. D'après [46], la reconnaissance des mots est automatique quand elle est rapide, aisée, et inconsciente. Nos résultats suggèrent que tous les sujets normo lecteurs et seulement un sujet dyslexique décodent facilement et reconnaissent automatiquement les mots. La majorité des sujets dyslexiques, en dépit de leurs bonnes capacités de décodage, ne sont donc pas capables d'identifier les mots de manière automatique, ce qui affecte la fluence en lecture.

Ces premières analyses de la précision et de la vitesse de lecture révèlent une première différence entre les deux groupes de sujets : en dépit de capacités de décodage comparables, les groupes diffèrent quant à leurs capacités d'identification automatique des mots ; les dyslexiques n'ont pas automatisé le processus de décodage.

L'étude de la fréquence des pauses en fonction du groupe et de la tâche révèle également des différences. Globalement, les sujets dyslexiques font deux fois plus de pauses que les sujets normo lecteurs en lecture. Le nombre total de pauses Intramot est très élevé pour les sujets dyslexiques ce qui reflète l'absence d'automatisation du décodage. Les sujets dyslexiques présentent de bonnes capacités de conversion graphème-phonème mais leur décodage est caractérisé par des temps de silence au sein d'un mot. Les pauses Intermots sont également plus fréquentes chez les sujets dyslexiques. Ces pauses ne correspondent pas à la structure syntaxique des phrases et sont plutôt induites par le défaut d'automatisation : le décodage demande donc un effort cognitif qui gêne la fluence. Ainsi, la fréquence élevée des pauses Intra et Intermots chez les sujets dyslexiques en lecture semble être le résultat de leurs faibles capacités à reconnaître les mots de manière automatique et confirme les résultats de l'analyse de la précision et de la vitesse de lecture. Les pauses Syntax, qui contribuent à la structure grammaticale et syntaxique de la phrase, apparaissent à une fréquence comparable entre les deux groupes en lecture. Ainsi, les dyslexiques et les normo lecteurs semblent traiter de manière similaire les marques de ponctuation qui constituent le seul indice visible des caractéristiques prosodiques du texte écrit.

En narration, les pauses Intramot n'apparaissent pas dans les deux groupes, ce qui confirme que ce type de pause est essentiellement dû au déficit d'automatisation. Les pauses Syntax et Intermots apparaissent respectivement à une fréquence comparable dans les deux groupes. D'après les études antérieures, les pauses Intermots correspondent au temps dévolu à l'accès lexical. Ces pauses dites d'hésitation [63] reflètent les opérations cognitives telles que la sélection lexicale ou sémantique. Ainsi d'après les études sur le rôle et la fréquence des pauses en narration, les pauses Syntax correspondraient à la structuration syntaxique du discours et à l'activité respiratoire tandis que les pauses Intermots seraient des pauses d'hésitation qui jouent un rôle dans la planification et l'organisation des énoncés. Les pauses intermots sont moins fréquentes que les pauses Syntax [64].

L'examen de la durée des pauses a déjà permis de mieux comprendre le lien entre cette variable temporelle de la parole et l'activité cognitive [65]. Notre analyse de la durée des pauses s'est centrée sur les pauses d'une durée inférieure à 1 seconde. Les résultats ont montré que les pauses Syntax qui structurent le discours et sont corrélées à l'activité respiratoire sont plus longues que les pauses d'hésitation pour les sujets dyslexiques et normo lecteurs. Ces résultats confirment ceux des études antérieures sur les pauses d'hésitation [65]. Nous avons également observé des différences de durée de pauses en fonction de la tâche : les durées sont plus longues en narration qu'en lecture pour les sujets dyslexiques et normo lecteurs. Il semble que la charge cognitive est plus

importante en narration qu'en lecture : les pauses sont moins nombreuses mais plus longues, ce qui traduit un processus de génération de parole caractérisé par une activité intense de recherche et de sélection lexicale [63-65]. Enfin, nous avons observé que les durées des pauses sont toujours plus élevées chez les sujets dyslexiques que chez les sujets normo lecteurs. En lecture, les sujets dyslexiques du fait de leurs difficultés, font des pauses plus nombreuses et plus longues. En revanche, en narration, la durée des pauses, plus importante chez les dyslexiques ne peut être expliquée par un déficit de capacité de lecture et constitue ainsi une particularité de leur production en langage oral. D'après les données de la littérature sur la durée des pauses, cette tâche de génération de parole pourrait constituer un effort cognitif coûteux en termes de sélection lexicale et de planification de l'énoncé.

Nos résultats révèlent aussi des différences entre les deux groupes en lecture quant au débit de parole : les syllabes sont plus longues chez les dyslexiques ; cette lenteur articulatoire relevée au niveau de la syllabe reflète sans doute le déficit de lecture. Ceci est confirmé par la disparition de cet allongement en narration. Ce sont ainsi les durées de pauses plus longues qui caractérisent la production des sujets dyslexiques en narration.

En lecture, les durées d'IPUs sont plus courtes chez les dyslexiques que chez les normo lecteurs : les dyslexiques font plus de pauses que les normo lecteurs à cause de leurs difficultés en lecture : ils ne font pas plus d'erreur (le taux de précision est > 90 %) mais ils font plus de pauses car le décodage demeure un effort cognitif coûteux en temps : pas d'automatisation. En conséquence, pour un nombre comparable de syllabes, ils produisent plus d'IPUs, plus courtes.

La différence du nombre de syllabes entre la narration et la lecture explique l'effet tâche retrouvé dans les deux groupes : en lecture, les dyslexiques produisent moins de syllabes qu'en narration et en conséquence font des IPUs plus courtes. A l'inverse, les durées d'IPUs sont plus courtes chez les normo lecteurs en narration car ils produisent moins de syllabes dans cette tâche. Par conséquent, les durées d'IPUs constituent une caractéristique suprasegmentale de la lecture des dyslexiques.

Les différences de variations instantanées de F0 plus faibles chez les sujets dyslexiques en lecture peuvent être expliquées par le manque de fluence. D'après [66], pour produire des variations prosodiques, un lecteur doit être capable de décoder sans effort et à une vitesse adaptée ; Les normo lecteurs et les dyslexiques ont un bon niveau en précision de lecture et sont donc capables de décoder le texte de manière efficace, cependant, seuls les normo lecteurs (et un dyslexique) présentent un bon niveau de fluence. Cet effet groupe peut ainsi être expliqué par le défaut d'automatisation du processus de décodage en lecture : les Dys décodent mais n'ont pas automatisé ce processus, qui demande encore des efforts cognitifs ce qui ne leur permet pas de focaliser sur les variations

prosodiques. Ce défaut d'automatisation est couramment observé chez les faibles lecteurs. Ce résultat confirme donc la relation entre automaticité et prosodie [8]. Les variations instantanées de F0 des dyslexiques en lecture sont plus faibles que celles des Ndc en dépit de scores de lecture comparables en décodage. Les résultats ne montrent donc pas de lien clair entre capacités de décodage et variations de F0.

Les variations instantanées de F0 sont plus faibles en narration qu'en lecture chez les sujets normo lecteurs ; ceci montre que probablement pour ce groupe, la narration est une tâche plus coûteuse que la lecture. Ainsi les ressources cognitives pour produire des variations prosodiques sont moins disponibles. D'après [63], une tâche de génération de parole comme la parole spontanée ou la narration demande plus de ressources cognitives qu'une tâche comme la lecture ; cet effet tâche peut s'expliquer par un coût cognitif lié à la génération de parole qui empêcherait les Ndc d'avoir suffisamment de ressources pour programmer un patron mélodique varié. Nous n'avons pas mis en évidence d'effet groupe pour la tâche de narration : les variations instantanées de F0 sont indistingables entre les deux groupes. Nous n'avons pas non plus retrouvé d'effet tâche chez les Dys.

## CONCLUSION

Cette étude apporte des arguments objectifs quant à la relation dyslexie-prosodie et confirme les résultats des travaux antérieurs. Schwanenflugel et al [8] avaient montré une relation entre les capacités prosodiques et la vitesse de décodage chez des enfants dyslexiques. Nos résultats relatifs à la vitesse de lecture, la fréquence des pauses Intramot, les durées des pauses et des syllabes, et des IPUs et les variations de F0, apportent des arguments supplémentaires en faveur de la relation entre lecture prosodique et automaticité. De plus, en narration, une tâche qui n'implique par les capacités de lecture, les Dys se montrent également plus en difficulté que les Ndc. Dans cette tâche de génération de parole, qui implique une sélection lexicale, une planification de la structure syntaxique, la programmation de gestes et de la respiration, les Dys présentent des difficultés qui semblent se manifester par des pauses significativement plus longues que les Ndc.

Enfin, les particularités de sensibilité prosodique mises en évidence par les études antérieures peuvent trouver un écho dans ces résultats en production de la parole.

Nos résultats montrent donc des particularités temporelles et mélodiques en lecture, directement reliées au défaut d'automatisation en particulier. Nous montrons également des particularités temporelles chez les enfants Dys en narration, particularités qui ne peuvent être expliquées par leurs difficultés lexiques. Ces particularités sont interprétées comme un marqueur d'effort cognitif en contexte de lecture et de génération de parole en contexte de narration.

Cependant d'autres travaux sont nécessaires pour examiner les aspects prosodiques chez les Dys : la parole produite en situation de narration d'images est un cas de parole intermédiaire entre la lecture et la parole spontanée : il serait probablement intéressant d'examiner les caractéristiques prosodiques en condition de parole spontanée. D'autre part, d'après les études sur l'organisation rythmique de la parole, il serait intéressant d'analyser les pauses pleines [65] par exemple et d'examiner des caractéristiques prosodiques plus fines comme la réalisation de l'allongement final.

*Remerciements : nous remercions les enfants et le personnel des écoles pour leur participation à cette étude. Un grand merci également à Renato Serra pour les illustrations du Tatou et à Loundou Linganzi pour son aide précieuse dans la constitution du corpus. Enfin, merci à Roxane Bertrand et Corine Astesano pour leur conseils avisés et précieux.*

## Bibliographie

- GOUGH PB, TURNER WE. Decoding, reading, and reading disability. *REMEDIATION AND SPECIAL EDUCATION*, 1986;7:6-10.
- SAMUELS SJ. Toward a model of reading fluency. In: *Samuels SJ & Farstrup AE. (Eds.). What research has to say about fluency instruction (24-46). Newark, DE: International Reading Association*, 2006.
- LIBERMAN IY. Segmentation of the spoken word. *Bulletin of the Orton Society*. 1973;23:65-77.
- HABIB M. The neurological basis of developmental dyslexia: An overview and working hypothesis. *BRAIN*. 2000;123:2373-2399.
- BRADLEY L, BRYANT PE. Categorizing sounds and learning to read – a causal connection. *NATURE*, 1983;301:419-421.
- SWAN D, GOSWAMI U. Picture naming deficit in Developmental dyslexia: The phonological representations hypothesis. *BRAIN AND LANGUAGE*. 1997; 56, 334-353.
- WHALLEY K, HANSEN J. The role of prosodic sensitivity in children's reading development. *JOURNAL OF RESEARCH IN READING*. 2006;29(3):288-303.
- SCHWANENFLUGEL PJ, HAMILTON AM, KUHN MR, WISENBAKER JM, STAHL SA. Becoming a fluent reader: Reading skill and prosodic features in the oral reading of young readers. *JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY*, 2004;96:119-129.
- CLAY MM, IMLACH RH. Juncture, pitch, and stress in reading. *JOURNAL OF VERBAL LEARNING AND VERBAL BEHAVIOR*. 1971;10: 133-139.
- ALVES LM, PINHEIRO A, REIS C, CAPELLINI S. Medidas objetivas de fluência de leitura e o processo de compreensão. In: *Barbosa T, Rodrigues C, Mello C, Capellini S, Mousinho R, Mendonça Alves L. (Org.). Temas em dislexia. Ied. São Paulo: Artes Médicas*, 2009:89-102.
- ALVES LM, REIS C, DA CONCEIÇÃO A, PINHEIRO A, CAPELLINI SA. Aspectos prosódicos temporais da leitura de escolares com dislexia do desenvolvimento. *REVISTA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FONOAUDIOLOGIA (IMPRESSO)*. 2009;14:197-204.
- SNOWLING MJ. *Dyslexia: A cognitive developmental perspective. Oxford: Blackwell*. 1987.
- LIBERMAN IY, SHANKWEILER D. Speech, the alphabet and teaching to read. In: *Resnik LB, & Weaver PA. (Eds.). Theory and practice of early reading, Hillsdale, NJ: Erlbaum*. 1979.
- ADAMS M. *Beginning to read. Cambridge, MA: MIT Press*. 1990.
- BRYANT P. Sensitivity to onset and rhyme does predict young children's reading: A comment on muter, hulme, snowling, and Taylor (1997). *JOURNAL OF EXPERIMENTAL CHILD PSYCHOLOGY*. 1998;71:29-37.
- MORAIS J, MOUSTY P, KOLINSKY R. Why and how phoneme awareness helps learning to read. In: *Hulme C, and Joshi RM. (Eds.). Reading and spelling: Development and disorders, Mahwah, NJ, USA: Lawrence Erlbaum Associates*. 1998:127-152.
- BLACHMAN B. The relation of rapid naming ability and language analysis ton kindergarten and first grade achievement. *JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY*. 1984;76:610-622.
- LUNDBERG I, FROST J, PETERSEN O-P. Effects of an extensive program for stimulating phonological awareness in preschool children. *READING RESEARCH QUARTERLY*. 1988;23:263-284.
- DURANOVIC M, SEHIC S. The speed of articulatory movements involved in speech production in children with dyslexia. *JOURNAL OF LEARNING DISABILITIES*. 2013;46(3):278-86.
- CATTS H. Speech production/phonological deficits in reading disabled children. *JOURNAL OF LEARNING DISABILITIES*. 1986;19:422-428.
- KAHMI AG, CATTS HW, MAUER D. Explaining speech production deficits in poor readers. *JOURNAL OF LEARNING DISABILITIES*. 1990;23(10):632-636.
- STEIN J, WALSH V. To see but not to read; the magnocellular theory of dyslexia. *TRENDS IN NEUROSCIENCE*. 1997;20:147-152.
- TALLAL P. Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children. *BRAIN LANG*. 1980;9:182-198.
- NICOLSON RI, FAWCETT AJ. Automaticity: A new framework for dyslexia research? *COGNITION*. 1990;35:159-182.
- HEILMAN KM, VOELLER K, ALEXANDER AW. Developmental dyslexia: A motor-articulatory feedback hypothesis. *ANNALS OF NEUROLOGY*. 1996;39:407-412.
- LALAIN M, VALLEE N, SCHWARTZ J-L. Du percept auditif au geste articuloire : les capacités perceptivo-motrices chez les enfants normo-lecteurs et dyslexiques. *Actes des JEP, Avignon, Juin 2008*.
- SERNICLAES W, VAN HEGHE S, MOUSTY P, CARRÉ R, SPRENGER-CHAROLLES L. Allophonic mode of speech perception in dyslexia. *JOURNAL OF EXPERIMENTAL CHILD PSYCHOLOGY*. 2004;87,4:336-361.
- GOSWAMI U, THOMSON J, RICHARDSON U, STAINTHORP R, HUGHES D, ROSEN S, et al. Amplitude envelope onsets and developmental dyslexia: A new hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2002;99(16):10911-10916.
- MARTELLI M, DI FILIPPO G, SPINELLI D, ZOCCOLOTTI P. Crowding, reading and developmental dyslexia. *J Vis*. 2009 Apr 17;9(4):14.
- LOVEGROVE WJ, BOWLING A, BADCOCK B, BLACKWOOD M. Specific reading disability: Differences in contrast sensitivity as a function of spatial frequency. *Science*, 1980; 210:439-40.
- STEIN J, WALSH V. To see but not to read; The magnocellular theory of dyslexia. *TRENDS IN NEUROSCIENCES*. 1997;20:147-152.
- RAMUS F, ROSEN S, DAKIN SC, DAY BL, CASTELLOTE JM, WHITE S, FRITH U. Theories of developmental dyslexia: Insights from a multiple case study of dyslexic adults. *BRAIN*. 2003;126: 841-865.
- WOLFF PH. Timing precision and rhythm in developmental dyslexia. *READING AND WRITING: AN INTERDISCIPLINARY JOURNAL*. 2002;15:179-206.
- GRIFFITHS S, FRITH U. Evidence for an articulatory awareness deficit in adult dyslexics. *DYSLEXIA*. 2002 8:14-2.
- MONTGOMERY D. Do dyslexics have difficulty accessing articulatory information. *PSYCHOL RES*. 1981;43:235-243.
- MEHLER J, JUSCZYK P, LAMBERTZ G, HALSTED N, BERTONCINI J, AMIEL-TISON C. A precursor of language acquisition in young infants. *COGNITION*. 1988 Jul;29(2):143-78.
- NAZZI T, FLOCCIA C, BERTONCINI J. Discrimination of pitch contours by neonates. *INFANT BEHAV. DEV*. 1998;21:779-784.
- JUSCZYK PW. How infants begin to extract words from speech. *TRENDS COGN SCI*. 1999 Sep;3(9):323-328.

39. CUTLER A, NORRIS D. The role of strong syllable in segmentation for lexical access. *JOURNAL OF EXPERIMENTAL PSYCHOLOGY: HUMAN PERCEPTION AND PERFORMANCE*. 1988;14(1): 113-121.
40. LINDFIELD KC, WINGFIELD A, GOODGLASS H. The role of prosody in the mental lexicon. *BRAIN LANG*. 1999 Jun 1-15;68(1-2): 312-7.
41. WOOD C. Metrical stress sensitivity in young children and its relationship to phonological awareness and reading. *JOURNAL OF RESEARCH IN READING*. 2006;29(3):270-287.
42. WOOD C, TERRELL C. Poor readers' ability to detect speech rhythm and perceive rapid speech. *BRITISH JOURNAL OF DEVELOPMENTAL PSYCHOLOGY*. 1998;16:397-413.
43. HOLLIMAN AJ, WOOD C, SHEEHY K. Sensitivity to speech rhythm explains individual differences in reading ability independently of phonological awareness. *BRITISH JOURNAL OF DEVELOPMENTAL PSYCHOLOGY*. 2008;26(3):357-367.
44. HOLLIMAN AJ, WOOD C, SHEEHY K. Does speech rhythm sensitivity predict children's reading ability 1 year later? *JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY*, 2010;102(2):356-366.
45. GOSWAMI U1, WANG HL, CRUZ A, FOSKER T, MEAD N, HUSS M. Language-universal sensory deficits in developmental dyslexia: English, Spanish, and Chinese. *J COGN NEUROSCI*. 2011 Feb;23(2):325-37.
46. KUHN MR, STAHL SA. Fluency: A review of developmental and remedial practices. *JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY*. 2003; 95:3-21.
47. SCHREIBER PA. On the acquisition of reading fluency. *JOURNAL OF READING BEHAVIOR*. 1980;12:177-186.
48. SCHREIBER PA. Understanding prosody's role in reading acquisition. *JOURNAL OF READING BEHAVIOR*. 1991;12:177-186.
49. RASINSKI TV. Assessing reading fluency. *Honolulu, HI: Pacific Resources for Education and Learning*. 2004.
50. KORiat A, GREENBERG SN, KREINER H. The extraction of structure during reading: Evidence from reading Prosody. *MEMORY AND COGNITION*. 2002;30:270-280.
51. MAGNE C, BROCK M. Reading acquisition and phonological awareness: Beyond the segmental level. *AMERICAN JOURNAL OF NEUROSCIENCE* 2012;3(1):10-16.
52. SCHWARTZ J-L, BASIRAT A, MÉNARD L, SATO M. The perception-for-Action-Control Theory (PACT): A perceptuo-motor theory of speech perception. *JOURNAL OF NEUROLINGUISTICS*. 2012; 25,5:336-354.
53. LALAIN M, MENDONCA-ALVES L. DySpolec, speech and language data repository. 2010;slidr 000782.
54. BOERSMA P, WEENINK D. Praat: doing phonetics by computer Computer program. Version 5.3.04, retrieved 12 January 2012 from <http://www.praat.org/>
55. GOLDMAN JP. EasyAlign: An automatic phonetic alignment tool under Praat. *Proceedings of InterSpeech, Firenze, Italy*. 2011.
56. DENO SL. Curriculum based measurement: The emerging alternative. *EXCEPTIONAL CHILDREN* 1985;52:219-232.
57. DE LOOZE C, GHIO A, SCHERER S, POUCHOULIN G, VIALLET F. Automatic analysis of the prosodic variations in Parkinsonian read and semi-spontaneous speech. *Proceedings of Speech Prosody, Shanghai, Chine, 22-25 mai 2012*.
58. VON NEUMANN J, KENT RH, BELLINSON HR, HART BI. The Mean Square Successive Difference. *THE ANNALS OF MATHEMATICAL STATISTICS*. 1941;12(2):153-162.
59. MEHL MR. Handbook of research methods for studying daily life. *Mehl MR, Conner TS. (Eds), Csikszentmihalyi M, Guilford Press, New York*, 2012.
60. R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria*. 2011. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>
61. BATES D, MAECHLER M, BOLKER B. lme4: Linear mixed-effects models using S4 classes. 2012, Maintainer: lme4-author@R-forge.wu-wien.ac.at.
62. BUTCHER A. Aspects of speech pauses: phonetics correlates and communicative functions. *Institut für phonetic des Universität Kiel*. 1981.
63. GOLDMAN-EISLER F. Experiments in spontaneous speech. *The Academic, Press*. 1968.
64. GROSJEAN F, DESCHAMPS A. Analyse des variables temporelles du français spontané. *PHONETICA*. 1972;26,3:129-156.
65. DUEZ D. Caractéristiques acoustiques et phonétiques des pauses remplies dans la conversation en français. *Travaux Interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage*. 2001;20:31-48.
66. LABERGE D, SAMUELS SJ. Toward a theory of automatic information processing in reading. *COGNITIVE PSYCHOLOGIST*. 1974;6: 293-323.

## Editorial

*In this special issue of the «Revue de Laryngologie» are once again compiled articles from papers presented at the October 2013 Congress of the French Society of Phoniatics.*

*The theme of the event was Neurolaryngology and several articles relating to laryngeal electromyography with its benefits and limits were presented by the guest speaker: Professor Philippe Dejonckere.*

*We will not be discussing EMG any further, but you will find articles about voice disorder in central nervous system pathologies (Parkinson, stuttering), work on diseases of the laryngeal vibrator (iatrogenic for benign lesions, salvaged by radiotherapy for limited laryngeal cancers). You can also read what is non-dependant on voice in the transsexuals communication.*

*Swallowing disorders are an important part of this issue where innovative ways of studies are presented: From clinical evaluation to pressional physical measurements.*

*This is an example of the polymorphism and wealth of Phoniatics that you will find here. Voice, language, communication, swallowing: Phoniatics is the study of the interface between man and his surroundings.*

*Thank you to the «Revue de Laryngologie», good reading and see you at the next Phoniatics congress to be held in Paris October 12th, 2015!!*

*Meanwhile, please join us at the thematic day of Phoniatics, to be held Saturday, June 20th, 2015 at the Lariboisière Hospital. The theme will be: «Management of benign lesions of the vocal folds and the principles of the phonosurgery».*

*Jean Paul MARIE, President*

