

# ÉVALUATION DE L'ÉCOUTE DICHOTIQUE CHEZ L'ENFANT DYSLEXIQUE

Hung Thai-Van et Evelyne Veuillet

Service d'Audiologie & d'Explorations Orofaciales, Hospices Civils de Lyon  
& Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon, Inserm U1028, CNRS UMR5292

## SOMMAIRE

Parmi les tests permettant de mesurer la reconnaissance des sons de parole en situation d'écoute compétitive, le test d'écoute dichotique est de plus en plus utilisé y compris chez l'enfant à partir de l'âge de huit ans. Il consiste à délivrer simultanément aux deux oreilles des informations verbales de même nature (substantifs, chiffres ou adjectifs) mais différents, puis de demander au sujet de répéter ce qu'il a entendu dans différentes conditions attentionnelles: attention partagée ou dirigée successivement sur chaque oreille. Ce test permet de mesurer les capacités d'intégration et de séparation binaurale qui sont cruciales pour sélectionner l'information auditive d'intérêt lorsqu'elle est délivrée en présence d'informations concurrentes. L'objectif de cette étude est de préciser les mécanismes sous-jacents à la faiblesse relative des aptitudes dichotiques décrite chez l'enfant dyslexique en se focalisant sur les compétences mises en jeu pour séparer binauralement les informations auditives. Pour ce faire, nous avons comparé les aptitudes dichotiques d'un groupe d'enfants normo-lecteurs et d'un groupe d'enfants dyslexiques appariés en genre, latéralité manuelle et âge chronologique. Les résultats confirment l'existence d'une dégradation des aptitudes dichotiques chez les enfants dyslexiques et montrent que cette dégradation n'est pas oreille-dépendante. Ils montrent également une dégradation des capacités d'attention dirigée et du déplacement de l'attention d'une oreille vers l'autre. Cette étude corrobore l'hypothèse d'une co-morbidité entre les troubles spécifiques d'apprentissage de la lecture et la présence d'un trouble du traitement auditif central.

## ABSTRACT

Among the various tests used for assessing speech sounds recognition in competing speech perception, there is a growing interest in using the dichotic listening test also for children above eight years of age. Dichotic listening consists in presenting different speech material (spondees, digits or adjectives) to both ears simultaneously; the subject then has to verbally reproduce either all the perceived words (free recall) or only those perceived in one ear (directed attention). This behavioral technique measures the ability to binaurally separate and integrate information, a crucial skill for speech sound feature extraction in the presence of concurrent auditory information. Here we aimed at investigating further the relative weakness of dichotic listening skills in dyslexic children more particularly the skills allowing the binaural separation. For this, dichotic aptitudes in a group of dyslexic children were compared with those of gender-, manual laterality- and age-matched controls. In line with literature data, dyslexic children were found to have deteriorated dichotic listening skills. The deterioration was found to equally affect the right ear and the left ear. In addition, directed auditory attention and attentional shift index were also found to be impaired. The results support the hypothesis that comorbidity between developmental reading disorder and central auditory processing disorder might occur.

## 1. INTRODUCTION

L'évaluation des compétences d'écoute dichotique repose sur la présentation simultanée de sons de parole différents aux deux oreilles (Broadbent, 1954). Pour le sujet testé, la tâche consiste à répéter soit l'ensemble des mots perçus (rappel libre) soit seulement ceux présentés à une des deux oreilles (attention dirigée). Ce test comportemental non-invasif permet de mesurer un aspect fondamental du traitement des sons de parole par le système nerveux auditif central, à savoir la capacité de ce dernier à séparer ou

intégrer l'information verbale délivrée binauralement. Il permet également de déterminer, pour un sujet donné, quelle est son oreille privilégiée pour l'écoute, Kimura (1967) expliquant l'avantage en faveur de l'oreille droite par une prédominance des voies auditives contralatérales et la spécialisation des aires corticales temporales gauches dans le traitement de la parole. Ce degré d'asymétrie auditive représente un indicateur indirect des différences de latéralité entre les deux hémisphères lorsqu'ils sont activés simultanément par les deux oreilles (Bryden, 1988; Hugdahl, 1995). Le type de matériel verbal utilisé est varié:

mots, chiffres, syllabes de type Consonne-Voyelle (CV) ou CVC, voire phrases. De plus, ce test dichotique trouve sa richesse dans la variété des conditions de passation qui permettent d'examiner soit l'attention partagée (rappel libre) soit l'attention sélective (attention dirigée vers une des deux oreilles). D'après Jerger & Martin (2006), c'est la combinaison de ces deux types de tâches (rappel libre et attention dirigée) qui est la plus à même de dissocier ce qui revient aux processus auditifs de ce qui revient aux processus cognitifs et aux fonctions exécutives (notamment aux capacités attentionnelles, mais également à la mémoire verbale à court-terme et à la vitesse de traitement de l'information délivrée). Cela est essentiel puisque depuis maintenant plusieurs années, les sujets pour qui un trouble du traitement auditif (TTA) est suspecté sont soumis à des procédures d'écoute dichotique (Jerger & Musiek, 2000). De même, du fait d'une forte comorbidité entre TTA et dyslexie (McArthur & Bishop, 2001), il peut s'avérer informatif d'administrer à des enfants présentant un trouble spécifique du langage, ce type de test évaluant certains processus auditifs centraux. Mais les premières études ont conduit les auteurs à s'interroger sur la fiabilité des résultats obtenus au moyen de cette procédure dichotique (Hiscock & Kinsbourne, 1982 ; 1995). Puis, après contrôle des facteurs cognitifs de biais, le test dichotique s'est révélé utile pour identifier, voire même catégoriser les enfants présentant un trouble du langage (Asbjornen et al., 2003). Les aptitudes dichotiques, mesurées au moyen d'épreuves d'intégration et de séparation binaurale, sont significativement altérées chez des enfants dyslexiques (Demanez et al., 2003a). Plus récemment, Moncrieff & Black (2008) ont confirmé l'existence d'un déficit d'intégration binaurale chez les enfants dyslexiques en montrant que leurs performances dichotiques sont plus faibles que celles d'enfants normo-lecteurs de même âge. Nous nous demandons à présent si les dyslexiques présentent également un déficit de séparation binaurale. Cette étude a donc pour objectif de comparer les capacités de séparation binaurale entre des enfants dyslexiques et normo-lecteurs, sachant qu'elles sont mises en jeu lorsque la procédure dichotique inclut la présentation de listes pour lesquelles on demande à l'enfant de déplacer son attention alternativement sur l'oreille droite et gauche (20 paires d'items constitués de chiffres ou d'adjectifs). Une comparaison des capacités de déplacement attentionnel a été réalisée. Enfin, pour le groupe des dyslexiques, nous avons mis en corrélation ce déplacement avec les capacités d'attention auditive.

## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 2.1 Participants

Quatre-vingt enfants âgés de 7 à 14 ans ont participé à cette étude. Ils étaient répartis en deux groupes de 40 enfants chacun appariés en âge: un groupe d'enfants normo-lecteurs (19 filles – 21 garçons) et un groupe d'enfants dyslexiques (17 filles – 23 garçons). Aucun de ces enfants ne présentait de déficit auditif, chacun présentant sur chaque oreille des seuils audiométriques en conduction aérienne inférieurs ou égaux à 15 dBHL entre 0.25 et 8 kHz. A l'issue de

l'interrogatoire et de l'examen clinique, aucun n'avait de troubles de l'attention avec ou sans hyperactivité, d'affection chronique psychologique ou neurologique. Tous avaient un niveau intellectuel normal évalué selon les critères du WISC 4 chez l'enfant dyslexique (Weschler, 2005) et au moyen des Matrices Progressives de Raven (PM47-édition 98, Raven et al., 1984) chez l'enfant normo-lecteur. Tous étaient droitiers ayant un score compris entre 71 et 100% au questionnaire de latéralité d'Edinburgh (Oldfield, 1971) et monolingues avec le français comme langue maternelle. Les enfants normo-lecteurs n'avaient jamais redoublé à l'école. Ils présentaient des performances de lecture correspondant à leur âge chronologique selon les critères du test de lecture « L'Alouette » (Lefavrais, 1965). Ce test évalue le niveau de lecture en se basant à la fois sur le décodage des mots et non-mots et sur la vitesse de lecture. L'anamnèse des enfants dyslexiques révélait des difficultés persistantes et spécifiques d'acquisition de la lecture : ils accusaient un retard de plus de 18 mois de l'âge de lecture par rapport à leurs pairs.

Ces caractéristiques sont résumées dans le Tableau 1.

**Tableau 1.** Caractéristiques des sujets normo-lecteurs et dyslexiques (Moyennes ± erreurs standards, minimum - maximum et valeurs des t-tests).

	Normo-lecteurs (n=40)	Dyslexiques (n=40)	T ou T, p (ddl=78)
Sexe	19 filles 21 garçons	17 filles 23 garçons	
Age chronologique (en mois)	125,1 ± 3 [92-168]	126,8 ± 2,3 [97-155]	t= 0,441, p=0,66
Age de lecture <sup>#</sup> (en mois)	125,8 ± 3 [97-169]	90,8 ± 1,4 [75-120]	T = 2378, p<0,001
Retard de lecture <sup>##</sup> (en mois)	0,7 ± 1,5 [-23-15]	36,1 ± 1,8 [19-59]	t= 15,569, p<0,001
Quotient intellectuel non verbal	41,7 ± 1,2 <sup>†</sup> [-25-54]	96,0 ± 2,3 <sup>‡</sup> [71-128]	---

<sup>#</sup>Test de lecture (Alouette, Lefavrais, 1967)

<sup>##</sup>Décalage entre l'âge chronologique et l'âge de lecture

<sup>†</sup>Matrices de Raven PM47: À noter qu'aucun des enfants normo-lecteurs ne présente un score de Raven en dessous du percentile 10 pour l'âge

<sup>‡</sup>Indice de raisonnement perceptif (WISC4, Weschler, 2005): considéré comme normal s'il est en-dessous de 70.

### 2.2 Procédure d'évaluation de l'écoute dichotique

L'écoute dichotique étant une écoute « à deux oreilles », on présentait simultanément à chaque oreille de l'enfant un stimulus différent. Les stimuli ainsi groupés en paires étaient de nature verbale (mots, chiffres), équilibrés acoustiquement, phonétiquement, linguistiquement et sémantiquement. L'écoute dichotique était évaluée dans deux conditions d'attention : la tâche de rappel libre (Oreille non désignée (OrNonDés)) et la tâche d'attention dirigée (Oreille désignée (OrDés)) mesurant respectivement l'intégration et la séparation binaurale.

Ce test est inclus dans le Bilan Auditif Central (BAC) de Demanez et al. (2003b). Il est constitué de cinq listes de 10 paires d'items (substantifs, adjectifs, chiffres) chacune utilisable à partir de l'âge de huit ans. L'épreuve complète

porte ainsi sur 50 paires d'items présentées soit en condition OrNonDés (« répéter les deux items perçus respectivement à droite et à gauche »), soit en condition OrDés (« répéter uniquement l'item perçu à droite ou à gauche »).

Les listes ont toujours été présentées dans l'ordre suivant :

- Liste de un substantif bisyllabique en condition OrNonDés (exemple : « maison » et « radis »);
- Liste de trois chiffres en condition OrDés (exemple : « 5-6-4 » et « 8-10-3 »);
- Liste de deux chiffres en condition OrNonDés (exemple « 5-6 » et « 8-10 »);
- Liste de deux adjectifs monosyllabiques en condition OrDés (exemple « brun-doux » et « grand-beau »);
- Liste de deux adjectifs monosyllabiques en condition OrNonDés (exemple « brun-doux » et « grand-beau »).

En condition OrNonDés (rappel libre), l'enfant devait répéter tous les items présentés à la fois à l'oreille droite et à l'oreille gauche (10 paires de 1 substantif, 10 paires de 2 chiffres et 10 paires de 2 adjectifs).

En condition OrDés (rappel dirigé), l'attention était dirigée soit :

- vers l'oreille droite (OrDrDés): on demandait à l'enfant de se concentrer sur l'oreille droite. Il devait ignorer les informations délivrées à l'oreille gauche et répéter les items entendus à droite ;
- vers l'oreille gauche (OrGaDés): on demandait à l'enfant de se concentrer sur l'oreille gauche. Il devait ignorer les informations délivrées à l'oreille droite et répéter les items entendus à gauche.

Cette condition OrDés a concerné deux listes d'items (trois chiffres et deux d'adjectifs), l'enfant devant d'abord répéter les cinq premiers items entendus dans l'oreille droite, puis les cinq suivants entendus dans l'oreille gauche. Ces 10 mêmes items ont alors été présentés une seconde fois, l'enfant commençant par porter son attention sur l'oreille gauche pour les cinq premiers items puis sur l'oreille droite pour les cinq suivants.

Seule la liste de paires de deux adjectifs monosyllabiques a été présentée dans les deux conditions d'écoute (OrDés et OrNonDés)

Les mesures ont été faites dans une cabine insonorisée. Les stimuli, administrés au moyen d'un lecteur CD relié à un audiomètre, étaient délivrés dans des écouteurs TDH39 à une intensité confortable de 60 dB SPL (correspondant à 100% d'intelligibilité pour chaque oreille). La durée totale de la procédure d'évaluation dichotique était de 20 minutes.

## 2.3 Paramètres dichotiques étudiés

L'évaluation de l'écoute dichotique a permis de calculer trois paramètres principaux :

- les aptitudes dichotiques qui mesurent les capacités du sujet à répéter tout ce qu'il a entendu
- la prévalence d'oreille qui permet de connaître l'oreille qui est privilégiée lors de l'écoute
- l'indice de déplacement attentionnel qui reflète les capacités de l'enfant à suivre les consignes en déplaçant son attention vers l'oreille désignée

Les aptitudes dichotiques (AD) s'évaluent par le nombre de paires d'items correctement et complètement répétés en consigne OrNonDés additionné du nombre d'items correctement reproduits en consigne OrDrDés et OrGaDés. Ce nombre final est multiplié par 2 pour obtenir une valeur exprimée en pourcentage.

La prévalence d'oreille (PO) est évaluée en dénombrant les réponses dites « exclusives » c'est-à-dire répétées justes (complètes) uniquement sur une oreille. En soustrayant ces réponses entre l'oreille droite et l'oreille gauche, en divisant ce nombre par la totalité des réponses exclusives et en le multipliant par 100, on obtient la prévalence d'oreille (PO). Une valeur positive indique un avantage en faveur de l'oreille droite alors qu'une valeur négative indique un avantage en faveur de l'oreille gauche.

Pour connaître le détail du mode de calcul des paramètres AD et PO, le lecteur peut se rapporter à la description qui en est faite par Demanez et al. (2003b).

L'indice de déplacement attentionnel (IDA) a été mesuré à partir des réponses obtenues en consigne OrDrDés et OrGaDés selon la procédure décrite par Asbjornsen & Hugdahl (1995). Ces auteurs ont proposé d'évaluer le facteur attentionnel en prenant en compte le nombre de réponses intrusives (c'est-à-dire le nombre de répétitions d'items présentés à l'oreille qui n'est pas désignée). Le calcul de l'IDA repose sur un ratio des réponses correctes et des réponses intrusives selon la formule suivante adaptée d'Asbjornsen et Bryden (1998) :

$$IDA = \ln \left[ \frac{(OD_{OrDrDés} * OG_{OrGaDés})}{(OD_{OrGaDés} * OG_{OrDrDés})} \right] \text{ avec}$$

- ✓  $OD_{OrDrDés}$  : nombre d'adjectif et chiffres répétés justes lorsqu'ils étaient présentés sur l'oreille droite et que l'enfant devait porter son attention sur l'oreille droite
- ✓  $OG_{OrGaDés}$  : nombre de mots et chiffres répétés justes lorsqu'ils étaient présentés sur l'oreille gauche et que l'enfant devait porter son attention sur l'oreille gauche

- ✓  $OD_{OrGaDés}$  : nombre de mots et de chiffres répétés justes lorsqu'ils étaient présentés sur l'oreille droite et que l'enfant devait porter son attention sur l'oreille gauche i.e. les réponses intrusives droites
- ✓  $OG_{OrDrDés}$  : nombre de mots et de chiffres répétés justes lorsqu'ils étaient présentés sur l'oreille gauche et que l'enfant devait porter son attention sur l'oreille droite i.e. les réponses intrusives gauches

## 2.4 Évaluation cognitive

Seuls les enfants dyslexiques avaient une évaluation neuropsychologique incluant pour certains d'entre eux (23 sur 40) la mesure de l'attention sélective auditive issue du sous-test de la batterie NEPSY proposée par Korkman et al. (1998).

## 2.5 Analyse des résultats

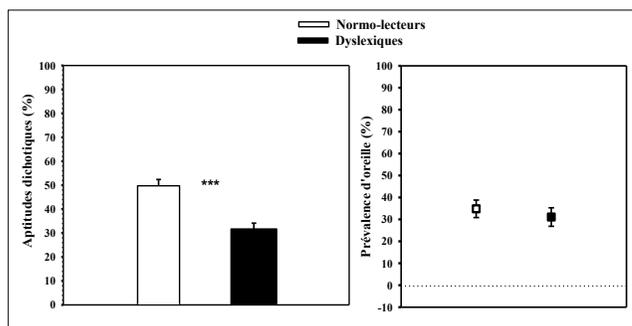
Toutes les variables ont été évaluées ou calculées séparément pour chaque enfant de l'étude. Des analyses statistiques paramétriques ou non paramétriques ont été conduites : test t de Student et T de Mann-Whitney comparant respectivement les âges chronologique et de lecture, tests t de Student pour comparer les AD, PO et IDA entre les deux groupes d'enfants (normo-lecteurs et dyslexiques) et Analyses de la Variance (ANOVA) à deux facteurs sur mesures répétées uniquement pour les facteurs Oreilles (deux niveaux) ou Listes (deux niveaux) et comme facteur non répété le Groupe (deux niveaux). En cas de significativité les ANOVA ont été suivies de tests de comparaison multiples des moyennes (test de Tukey). Pour les dyslexiques uniquement, un test de corrélation (coefficient de Pearson) a été effectué pour étudier le lien entre l'IDA et les capacités d'attention sélective (sous-test de la NEPSY).

La significativité est atteinte lorsque p est inférieur à 5%.

## 3. RÉSULTATS

### 3.1 Aptitudes dichotiques et prévalence d'oreille

La figure 1 compare les performances moyennes au test dichotique de chaque groupe d'enfants. La figure de gauche montre que les enfants dyslexiques présentaient des aptitudes dichotiques significativement plus faibles que celles des enfants normo-lecteurs ( $t(78) = 5.02, p < 0,001$ ). La figure à droite met en évidence que pour les deux groupes, la prévalence d'oreille correspondait à un avantage en faveur de l'oreille droite. Il n'y avait pas de différence significative de prévalence d'oreille entre les deux groupes d'enfants ( $t(78) = 0.645, p = 0,521$ ).



**Figure 1.** Comparaison des aptitudes dichotiques et de la prévalence d'oreille entre le groupe d'enfants dyslexiques et le groupe d'enfants normo-lecteurs ( $n=40$  dans chaque groupe). Le diagramme de gauche montre les aptitudes dichotiques, celui de droite la prévalence d'oreille. Les moyennes  $\pm$  erreur standard sont représentées. . \*\*\* :  $p < 0.001$ .

### 3.2 Performances dichotiques au sein de la condition d'oreille désignée (attention dirigée)

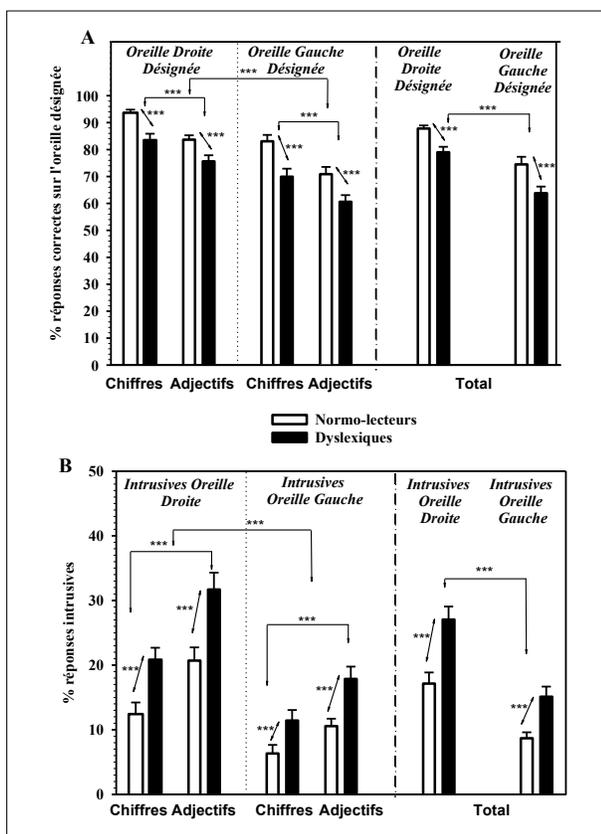
La figure 2 (gauche et centre) permet de comparer, entre les deux groupes d'enfants, les pourcentages moyens de réponses correctes (figure 2A) et de réponses intrusives (figure 2B) en fonction des conditions d'oreille désignée ( $OrDrDés$  et  $OrGaDés$ ) et du type de listes (chiffres et adjectifs). Les figures de droite correspondent aux données cumulées des scores obtenus après présentation des listes de chiffres et d'adjectifs.

L'observation de la figure 2A permet de constater que les items verbaux correctement répétés sur l'oreille désignée sont toujours moins nombreux chez les enfants dyslexiques. Cela est vrai aussi bien en présence de chiffres que d'adjectifs mais également en condition d'oreille désignée droite par rapport à gauche. Il y a ainsi toujours moins d'items correctement répétés en condition  $OrGaDés$  dans les deux groupes d'enfants. Des ANOVAs à 2 facteurs (groupe x oreilles) répétées sur le facteur « oreille » ont été réalisées pour chaque liste séparément. Pour la liste « adjectifs » il existe un effet significatif du facteur groupe ( $F(1,78) = 14,51, p < 0.001$ ) et du facteur oreille ( $F(1,78) = 41,02, p < 0.001$ ) avec une interaction non significative. Il en est de même pour les scores obtenus en réponse aux chiffres avec un effet significatif du facteur groupe ( $F(1,78) = 20,46, p < 0.001$ ) et du facteur oreille ( $F(1,78) = 45,02, p < 0.001$ ) en l'absence d'interaction significative. Les résultats ne diffèrent donc pas selon le matériel verbal utilisé (adjectifs ou chiffres).

Concernant les réponses intrusives, l'analyse détaillée par listes a montré que quelle que soit la liste présentée (figure 2B, gauche et centre), les enfants dyslexiques ont eu plus de difficultés que les normo-lecteurs pour ne pas répéter les items verbaux entendus dans l'oreille non-désignée commettant ainsi globalement plus de réponses intrusives. Toutefois les réponses intrusives droites étaient toujours plus nombreuses que les réponses intrusives gauches chez les normo-lecteurs comme chez les dyslexiques. Comme précédemment pour les réponses correctes, des ANOVAs à

deux facteurs (groupe x oreille) répétées sur le facteur oreille ont été réalisées sur les scores de réponses intrusives obtenus en réponse à chacune des deux listes (adjectifs et chiffres) séparément. En présence d'adjectifs, les facteurs groupe et oreille ont exercés tous deux un effet significatif (respectivement  $F(1,78)=17,58$ ,  $p<0.001$  et  $F(1,78)=44,75$ ,  $p<0.001$ ) sans interaction significative. Il en est de même lorsque des chiffres ont été présentés avec dans ce cas  $F(1,78)=12,69$ ,  $p<0.001$  pour le facteur groupe et  $F(1,78)=30,96$ ,  $p<0.001$  pour le facteur oreille en l'absence d'interaction significative entre les deux facteurs.

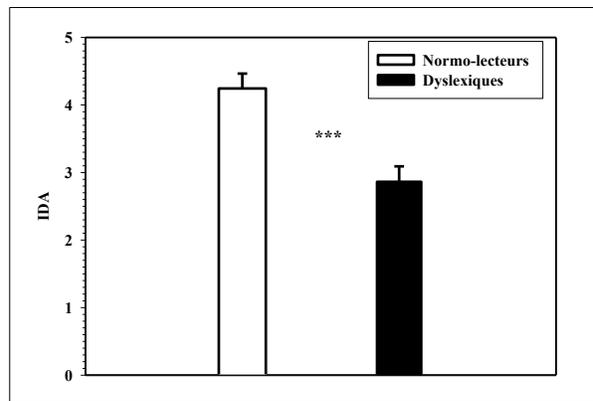
Les plus faibles pourcentages de réponses correctes et les plus fortes impossibilités d'inhiber l'écoute plus particulièrement sur l'oreille droite observés chez les enfants dyslexiques comparés à des normo-lecteurs ont suggéré l'existence de problèmes attentionnels dans la population dyslexique.



**Figure 2.** Comparaison du pourcentage moyen ( $\pm$  erreur standard) des réponses correctes (A) et intrusives (B) pour les deux listes présentées en condition d'oreille désignée (à gauche et au centre : listes séparées et à droite cumulé des deux listes) entre les deux groupes d'enfants. (\*\*\*) :  $p<0.001$ .

### 3.3 Déplacement Attentionnel

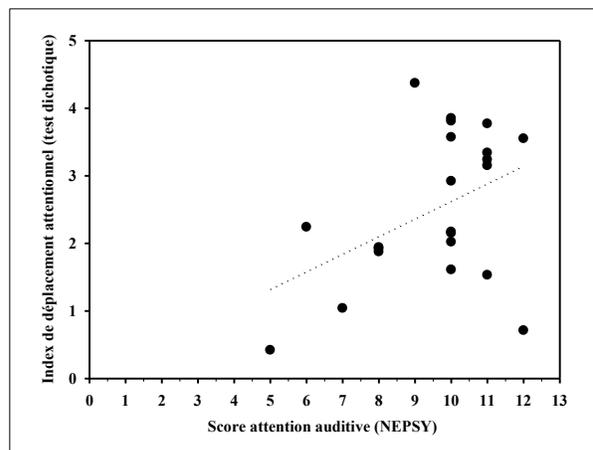
La figure 3 représente l'index de déplacement attentionnel (IDA) chez les enfants normo-lecteurs et dyslexiques. Il était significativement plus faibles pour le groupe des dyslexiques ( $t(78) = 4,38$ ,  $p < 0,001$ ).



**Figure 3.** Comparaison de l'index de déplacement attentionnel (IDA) entre les enfants normo-lecteurs et dyslexiques (moyenne  $\pm$  erreur standard, \*\*\* :  $p<0,001$ ).

### 3.4 Lien entre les capacités attentionnelles mesurées par l'évaluation neuropsychologique (NEPSY) et les compétences dichotiques

La figure 4 montre chez les enfants dyslexiques un lien significatif moyen ( $r=0,434$ ,  $p=0.04$ ) entre les capacités attentionnelles auditives et le déplacement attentionnel. Les enfants qui ont le plus de difficultés à déplacer leur attention (IDA faible) sont généralement ceux qui présentent les plus faibles scores neuropsychologiques d'attention.



**Figure 4.** Relation entre les scores attentionnels (NEPSY) et le déplacement attentionnel (test dichotique) chez les enfants dyslexiques.

## 4. DISCUSSION

Les résultats de cette présente étude mettent en évidence qu'en moyenne les aptitudes dichotiques sont réduites chez un groupe d'enfants dyslexiques droitiers alors que la prévalence moyenne d'oreille qui montre un avantage en faveur de l'oreille droite est comparable à celle observée dans un groupe d'enfants normo-lecteurs de même âge chronologique, latéralité manuelle et genre. Cette étude qui

visait à cibler plus particulièrement les performances mesurées en condition d'oreille désignée (rappel dirigé) met en évidence des déficits de séparation binaurale chez les enfants dyslexiques comparés au normo-lecteurs. Ils se caractérisent par des scores de répétition toujours plus faibles, et cela quel que soit le type de listes présentées (chiffres ou adjectifs) que ceux des enfants normo-lecteurs. Cela se vérifie que ce soit en condition d'écoute dirigée vers l'oreille droite ou gauche tout en présentant des pourcentages de réponses intrusives significativement plus élevés que les normo-lecteurs sur les deux oreilles. On a pu constater que chez les normo-lecteurs mais de manière encore plus marquée chez les dyslexiques, c'est sur l'oreille droite que les difficultés d'inhibition de l'écoute étaient les plus intenses.

Chez l'enfant dyslexique, malgré des résultats contradictoires attribuables à la diversité des procédures et du matériel verbal utilisés, les études antérieures concluent à un déficit de l'intégration binaurale, avec des performances significativement dégradées par rapport aux enfants normo-lecteurs appariés en âge chronologique (Moncrieff & Black, 2008). Ces enfants déficitaires dans l'acquisition de la lecture se caractérisent par des aptitudes dichotiques (réponses correctes sur les deux oreilles) significativement plus faibles que leurs pairs (Demanez et al., 2003a) ce que nous confirmons dans cette présente étude.

Concernant la prévalence d'oreille, deux principales configurations sont décrites chez les enfants dyslexiques dans la littérature. La première fait état d'asymétries non comparables à celles observées chez les enfants normo-lecteurs. Il a ainsi été décrit une forte asymétrie interaurale en faveur de l'oreille droite expliquée par des performances normales sur l'oreille droite mais significativement réduites sur l'oreille gauche (Lamm & Epstein, 1994 ; Morton & Siegel, 1991 ; Moncrieff & Musiek, 2002), comme cela est classiquement décrit chez les enfants présentant un trouble central de l'audition (Bellis & Ferre, 1999; Jerger et al., 1999; Musiek, 1999; Moncrieff, 2006). Cela laisse supposer l'existence d'un transfert inter hémisphérique altéré en accord avec le modèle de Kimura (1967). Des études anatomiques ont mis en évidence des différences de développement des fibres du corps calleux entre enfants dyslexiques et enfants normo-lecteurs (vonPlessen, 2002), venant ainsi corroborer l'hypothèse d'une moindre myélinisation dans un cerveau immature (Morton, 1994 ; Swanson & Cochran, 1991). D'autres études utilisant comme stimuli des syllabes de type CV, rapportent chez l'enfant dyslexique des performances symétriques avec un avantage en faveur de l'oreille droite nettement moins marqué que la normale (Boliek et al., 1988; Brunswick & Rippon, 1994; Kershner & Micaloff, 1992) voire même un déficit droit (Moncrieff & Black, 2008). Cette faiblesse de l'oreille droite persisterait durant l'adolescence et serait encore présente à l'âge adulte (Hugdahl et al., 1995). Cela a conduit à la formulation d'autres hypothèses et parmi elles celle d'un dysfonctionnement de l'hémisphère gauche ou

bien d'une hyper-activation concernant soit l'hémisphère droit seul soit les deux hémisphères (Kershner & Morton, 1990). Enfin d'autres études rapportent un avantage de l'oreille gauche chez l'enfant dyslexique lors de la tâche de rappel libre, suggérant la possibilité d'un planum temporel davantage développé à droite (Foster et al., 2002). Plus récemment, cette configuration de type « défaut d'asymétrie » se caractérisant par de plus forts avantages d'oreille a été interprétée selon le modèle de l'amblyopie dans la vision. Un enfant présentant ce phénomène apparenté à de « l'amblyaudio » (Moncrieff, 2011) présenterait des performances normales au niveau de l'oreille dominante et des performances significativement réduites à l'oreille non dominante assimilable à une « oreille paresseuse ». Il est intéressant de constater que cette déficience unilatérale, qui est potentiellement modifiable par l'entraînement (Moncrieff & Wertz, 2008), a été récemment reproduite au moyen d'un modèle animal de perte auditive de transmission (Popescu & Polley, 2010).

La seconde configuration est celle de performances réduites dans les deux oreilles. Dans ce cas, il est souvent bien difficile d'en départager les causes: déficit du langage, capacités intellectuelles réduites, manque de motivation, faiblesse de la mémoire de travail ou des processus attentionnels, fatigue. De plus, comme l'étude de Moncrieff & Black (2008) le montre, la détermination du côté déficitaire au test dichotique reste très tributaire de la procédure expérimentale utilisée avec des effets différents observés entre enfants dyslexiques et normo-lecteurs. La charge exercée par le facteur attentionnel est sans doute à l'origine de ces variabilités (Kinsbourne, 1970) et nos résultats viennent corroborer cette hypothèse. Les plus faibles capacités de séparation binaurale observées chez les enfants dyslexiques de cette étude s'accompagnent d'un déplacement attentionnel déficitaire, sachant que chez l'enfant dyslexique cet index est en lien avec ses capacités d'attention auditive. En comparaison aux normo-lecteurs, les performances des enfants dyslexiques sont significativement réduites sur les deux oreilles, laissant supposer, qu'entre les deux configurations précédemment décrites, ils correspondent plutôt à la seconde. Cependant, les réponses intrusives n'obéissent pas à ce schéma puisqu'elles sont beaucoup plus nombreuses chez les dyslexiques, plus particulièrement, même si aucune interaction ne s'est avérée être statistiquement significative, sur l'oreille droite. Leur déficit ne peut donc pas être imputé à un seul déficit verbal car dans ce cas toutes les réponses, qu'elles soient correctes ou intrusives auraient dû être moins nombreuses. Or nous observons qu'il existe des conditions attentionnelles faisant que l'enfant dyslexique peut répéter une plus grande quantité d'information de type verbal que l'enfant normo-lecteur. Lors d'une tâche de séparation binaurale, on peut expliquer ce fort taux de réponses intrusives par un défaut d'inhibition d'écoute sur l'oreille non désignée. Ainsi les résultats de cette étude sont à rapprocher avec l'absence de modulation de la prévalence de l'oreille droite au test dichotique lors du déplacement attentionnel rapportée chez l'enfant dyslexique (Hugdahl et al., 1998).

Bien qu'il soit spéculatif d'établir une relation de cause à effet entre anomalies des performances dichotiques et difficultés d'apprentissage de la lecture, deux études récentes permettent d'établir des passerelles. La première montre que parmi les enfants dyslexiques, ceux restant en échec scolaire en dépit d'une prise en charge scolaire et orthophonique et cela en dépit d'une prise en charge adaptée, sont plus enclins à présenter un déficit sur l'oreille droite lors d'une variante du test dichotique utilisant comme stimuli des syllabes de type CV où la consigne est de répéter la syllabe la mieux entendue afin de réduire l'effet de la mémoire de travail (Helland et al., 2008). Dans la seconde étude, des corrélations significatives ont été retrouvées chez l'enfant dyslexique entre les scores de reconnaissance de mots et les performances au test dichotique toujours avec des syllabes de type CV : les scores de reconnaissance de mots étaient d'autant plus faibles que les réponses de l'oreille gauche ainsi que les aptitudes dichotiques (réponses correctes sur les deux oreilles) étaient dégradées (Moncrieff & Black, 2008).

Les capacités d'intégration et de ségrégation binaurale sont très importantes dans une salle de classe où l'élève doit être capable d'extraire et surtout de privilégier le message oral délivré par l'enseignant. Toutefois, leurs mesures restent parfois encore difficiles à évaluer chez l'enfant dyslexique notamment lorsque certaines fonctions cognitives (attention mais aussi mémoire) sont altérées. Il a ainsi été observé que les aptitudes dichotiques, que ce soit pour l'attention dirigée vers l'oreille droite ou l'oreille gauche, étaient très dépendantes de l'empan mnésique de chiffres (Maerlender et al., 2004). A ce titre, la corrélation que nous avons pu mettre en évidence chez l'enfant dyslexique entre les mesures neuropsychologiques standards des capacités attentionnelles auditives et l'indice de déplacement attentionnel illustre parfaitement les interactions entre les voies auditives impliquées dans l'écoute dichotique et la maturation cognitive, d'autant plus qu'un lien significatif existait entre le score d'attention auditive et l'âge des enfants dyslexiques pour lesquels cette mesure était renseignée ( $r=0.536$ ,  $p=0.01$ ).

Ainsi, l'application en clinique du test dichotique chez des enfants, même lorsqu'il s'agit d'enfants en difficultés d'acquisition du langage écrit, permet de détecter d'éventuels déficits de traitement auditif. Ce test, dont l'utilisation remonte à plus de 50 ans et qui est tributaire de contrôle de type cognitif ou exécutif, est loin d'avoir livré tous ses secrets (Hugdahl, 2011). De futurs travaux permettront de mieux caractériser l'évolution des diverses performances dichotiques avec l'âge et l'acquisition du langage tout en comprenant mieux les bases neurales auditives sous-jacentes.

## RÉFÉRENCES

- Asbjornsen, A.E., and Bryden, M.P. (1998). "Auditory attentional shifts in reading-disabled students: quantification of attentional effectiveness by the attentional shift index," *Neuropsychologia* 36, 143-148.
- Asbjornsen, A.E., and Hugdahl, K. (1995). "Attentional effects in dichotic listening," *Brain Lang.* 49, 189-201.
- Asbjornsen, A.E., Helland T., Obrzut J.E., and Boliek, C.A. (2003). "The role of dichotic listening performance and tasks of executive functions in reading impairment: A discriminant function analysis," *Child Neuropsychol.* 9, 277-288.
- Bellis, T.J., and Ferre, J.M. (1999). "Multidimensional approach to the differential diagnosis of central auditory processing disorders in children," *J. Am. Acad. Audiol.* 10, 319-328.
- Boliek, C.A., Obrzut, J.E., and Shaw D. (1988). "The effects of hemispatial and asymmetrically focused attention on dichotic listening with normal and learning-disabled children," *Neuropsychologia* 26, 417-433.
- Broadbent, D.E. (1954). "The role of auditory localization in attention and memory span," *J. Exp. Psychol.* 47, 191-196.
- Brunswick N. and Rippon G. (1994). "Auditory event-related potentials, dichotic listening performance and handedness as indices of lateralization in dyslexic and normal readers," *Int J Psychophysiol.* 18, 265-275.
- Bryden, M.P. (1988). "An overview of the dichotic listening procedure and its relation to cerebral organization," In K. Hugdahl (Ed), *Handbook of dichotic listening: Theory, methods and research* (pp.1-43). Chichester, England: Wiley.
- Demanez, L., Boniver, V., Dony-Closon, B., Lhonneux-Ledoux, F., and Demanez, J.P. (2003a) "Central auditory disorders: some cohort studies," *Acta Oto-Rhino-Laryngol. Belgica* 57, 291-299.
- Demanez, L., Dony-Closon, B., Lhonneux-Ledoux, F., and Demanez, J.P. (2003b). "Central auditory processing assessment: a French speaking battery," *Acta Oto-Rhino-Laryngol. Belgica* 57, 275-290.
- Foster, L.M., Hynd, G.W, Morgan, A.E., and Hugdahl, K. (2002). "Planum temporale asymmetry and ear advantage in dichotic listening in developmental dyslexia and attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD)," *J. Int. Neuropsychol. Soc.* 8, 22-36.
- Helland, T., Asbjornsen, A.E., Hushovd, A.E., and Hugdahl, K. (2008). "Dichotic listening and school performance in dyslexia," *Dyslexia* 14, 42-53
- Hiscock, M., and Kinsbourne, M. (1982). "Laterality and dyslexia: A critical view," *Ann. Dyslexia* 32, 177-228.
- Hiscock, M., and Kinsbourne, M. (1995). "Progress in the measurement of laterality and implications for dyslexia research," *Ann. Dyslexia* 45, 249-268.
- Hugdahl, K. (1995). "Dichotic listening: probing temporal lobe functional integrity," In *Brain and Asymmetry*, ed. R.J. Davidson and K. Hugdahl. MIT Press, Cambridge, MA, 123-156.

- Hugdahl, K. (2011). "Fifty years of dichotic listening research," *Brain & Cognition* 76, 211-213.
- Hugdahl, K., Heiervang, E., Nordby, H., Smievoll, A.I., Steinmetz, H., Stevenson, J., and Lund, A. (1998). "Central auditory processing, MRI morphometry and brain laterality: applications to dyslexia," *Scand. Audiol. Suppl.* 49, 26-34.
- Hugdahl, K., Helland, T., Faerevaag, M.K. Lyssand, E.T., and Asbjornsen, A. (1995). "Absence of ear advantage on the consonant-vowel dichotic listening test in adolescent and adult dyslexics: Specific auditory-phonemic dysfunction," *J. Clin. Exp. Neuropsychol.* 17, 833-840.
- Jerger, J., and Martin, J. (2006). "Dichotic listening tests in the assessment of auditory processing disorders," *Audiol. Med.* 4, 25-34.
- Jerger, J., and Musiek, F.E. (2000). "Report on the consensus conference on the diagnosis of auditory processing disorders in school-aged children," *J. Am. Acad. Audiol.* 11, 467-474.
- Jerger, J., Chmiel, R., Tonini, R., Murphy, E., and Kent, M. (1999). "Twin study of central auditory processing disorder," *J. Am. Acad. Audiol.* 10, 521-528.
- Kershner, J., and Micaleff, J. (1992). "Consonant-vowel lateralization in dyslexic children: Deficit or compensatory development," *Brain & Lang.* 43, 66-82.
- Kershner, J., and Morton, L.L. (1990). "Directed attention dichotic listening in reading disabled children: A test of four models of maladaptative lateralization," *Neuropsychologia* 28, 181-198.
- Kimura, D. (1967). "Functional asymmetry of the brain in dichotic listening," *Cortex*, 3, 163-168.
- Kinsbourne, M. (1970). "The cerebral basis of lateral asymmetries in attention," *Acta Psychologica (Amst)* 33, 193-201.
- Korkman, M., Kirk, U., and Kemp, S. (1998). "NEPSY: a developmental neuropsychological assessment," San Antonio (TX): The Psychological Corporation.
- Lamm, O., and Epstein, R. (1994). "Dichotic listening performance under high and low lexical work load in subtypes of developmental dyslexia," *Neuropsychologia* 32, 757-785.
- Lefavrais, J. (1965). *Test de l'Alouette (révision 2005)*. Paris: ECPA.
- Maerlender, A.C., Wallis, D.J., and Isquith, P.K. (2004). "Psychometric and behavioural measures of central auditory function: the relationship between dichotic listening and digit span tasks," *Child Neuropsychol.* 10, 318-327.
- McArthur, G.M., and Bishop, D.V.M. (2001). "Auditory perceptual processing in people with reading and oral language impairments: Current issues and recommendations," *Dyslexia* 7, 150-170.
- Moncrieff, D.W. (2006). "Identification of binaural integration deficits in children with the competing words subset: standard score versus interaural asymmetry," *Int. J. Audiol.* 45, 545-558.
- Moncrieff, D.W. (2011) Dichotic listening in children: Age-related changes in direction and magnitude of ear advantage. *Brain & Cognit.* 76, 316-322.
- Moncrieff, D.H., and Black, J.R. (2008). "Dichotic listening deficits in children with dyslexia," *Dyslexia* 14, 54-75.
- Moncrieff, D.W., and Musiek, F. (2002). "Interaural asymmetries revealed by dichotic listening tests in normal and dyslexic children," *J Am. Acad. Audiol.* 13, 428-437.
- Moncrieff, D.W. and Wertz, (2008). Auditory rehabilitation for interaural asymmetry: preliminary evidence of improved dichotic listening performance following intensive training," *Int. J. Audiol.* 47, 84-97.
- Morton, L.L. (1994). "Interhemispheric balance patterns detected by selective phonemic dichotic laterality measures in four clinical subtypes of reading disabled children," *J. Clin Exp. Psychol.* 16, 556-567.
- Morton, L.L., and Siegel, S. (1991). "Left ear dichotic listening performance on consonant vowel combination and digits in subtypes of reading-disabled children," *Brain Lang.* 40, 162-180.
- Musiek, F.E. (1999). "Habilitation and management of auditory processing disorders: Overview of selected procedures," *J. Am. Acad. Audiol.* 10, 329-342.
- Oldfield, R.C. (1971). "The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory," *Neuropsychologia* 9, 97-113.
- Popescu, M.V. and Polley, D.B. "Deprivation disrupts development of binaural selectivity in auditory midbrain and cortex," *Neuron* 65, 718-731.
- Raven, J.C., Court, J.H., and Raven, J. (1984). "Manuel for Raven's progressive matrices and vocabulary scales," London: Lewis.
- Swanson, H.L. and Cochran, K.F. (1991). "Learning disabilities, distinctive encoding, and hemispheric resources," *Brain Lang.* 40, 202-230.
- von Plessen, K., Lundervold, A., Duta, N., Heiervang, E., Klauschen, F., Smievoll, A.I., Ersland, L., and Hugdahl, K. (2002). "Less developed corpus callosum in dyslexic subjects – a structural MRI study," *Neuropsychologia* 40, 1035-1044.
- Wechsler, D. (2005). *Manuel d'interprétation du WISC-IV*, 4e ed. Paris: ECPA.

For  
Digital Recorders

# Introducing

For  
USB A/D Systems

## PHANTOM POWER

### 7052PH

Measurement Mic System

#### 7052H Type 1.5™

Titanium Diaphragm

3Hz to >20 kHz

<20 dBA > 140 dBSPL

MK224 (<14 dBA to >134 dBSPL) Optional

#### 4048 Preamp

Superior  
IEC 1094 Type 1  
Long-term Stability  
Temperature and Humidity  
Performance

**Now in Stock**

**Phantom  
to IEPE/ICP  
Adaptor  
Supplies 3-4 mA  
Power  
Accelerometers  
Microphones**

#### ICP1248

A B  
C e  
O g  
u i  
S n  
t w  
i  
t  
h  
A  
C  
C  
O



**MATT™  
Family**

### Mic Attenuator

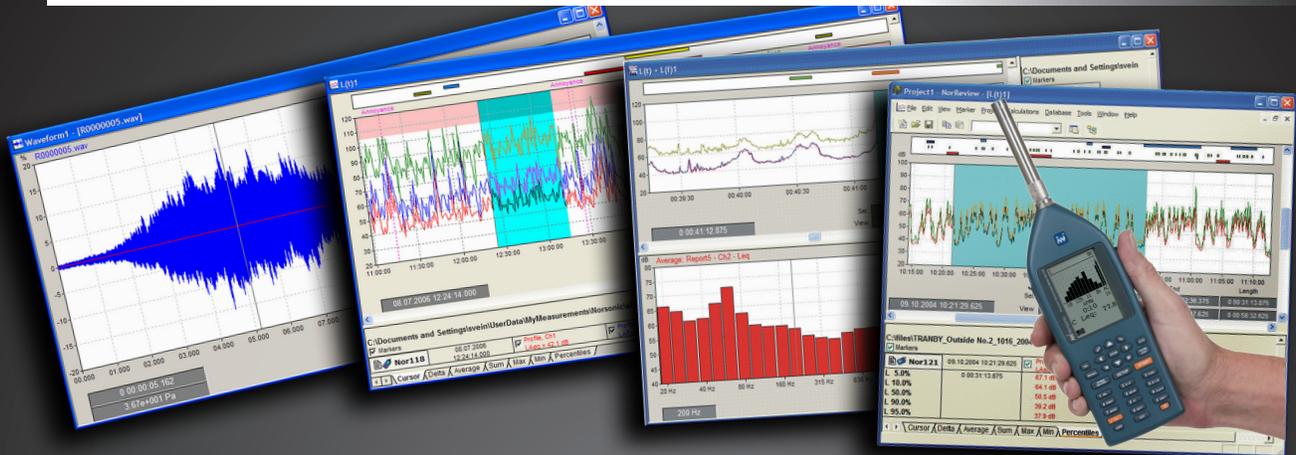
**Handle Higher Sound Pressure Levels**

ACO Pacific, Inc., 2604 Read Ave., Belmont, CA 94002

Tel: (650) 595-8588 FAX: (650) 591-2891 E-Mail: sales@acopacific.com

Web Site: www.acopacific.com

TM



The most complete Sound Level Meter on the market today! ➔

Specialists in Acoustic Measurement Instrumentation

**Integrated Solutions from World Leaders**

- Precision Measurement Microphones
- Intensity Probes
- Outdoor Microphones
- Sound Level Meters Type 1
- Ear Simulation Devices
- Speech Simulation Devices
- Calibrators
- Array Microphones
- Sound Quality
- Sound Intensity
- Sound Power
- Room Acoustics
- Noise Monitoring
- Dynamic Signal Analyzers
- Electro Dynamic Shaker Systems
- Doppler Laser Optical Transducers
- Laser Vibrometers
- Multi-Channel Dynamic Analyzer/Recorder



**Soundbook™**  
Designed for You:

- 2-4-8 Channel ✓
- IEC conform ✓
- PTB Approved ✓
- User friendly ✓
- General purpose ✓
- Tough (MIL) ✓
- Reliable ✓

