

RÉSUMÉ :

Des recherches récentes témoignent d'un lien entre les habiletés phonologiques et la perception musicale, celles-ci présentant en effet de nombreux traits communs avec la perception du langage. Nous avons comparé les performances dans des tâches musicales et des tâches phonologiques pour des enfants ayant des troubles dans l'apprentissage de la lecture. Nous n'avons pu distinguer les dyslexiques que par leurs plus faibles performances dans la discrimination phonologique comparativement à celles d'enfants appariés en âge lexique et en âge chronologique. Au CP, les enfants en difficulté d'apprentissage présentent des performances inférieures dans les deux domaines par rapport à des enfants « normo-apprenants ». Les résultats sont discutés dans le cadre des théories auditive et phonologique explicatives des troubles de la lecture.

MOTS CLÉS :

Dyslexie - Musique - Lecture - Habiletés phonologiques - Perception auditive.

Nathalie CHEVILLOT-JUNKER
Psychologue scolaire
Ecole A. Daudet
18, rue Charles Porcher
69009 Lyon
nathalie.chevillot@free.fr

Jean ECALLE
Maître de conférences
Université Lyon2, Laboratoire
EMC/DDL, UMR CNRS 5596
5, avenue Mendès-France
69676 Bron
Jenn.Ecalle@univ-lyon2.fr

Annie MAGNAN
Professeur, Université Lyon2,
Laboratoire EMC/DDL, UMR
CNRS 5596
5, avenue Mendès-France
69676 Bron
Annie.Magnan@univ-lyon2.fr

Vania HERBILLON
Neuropsychologue, Service de
Neuro-pédiatrie
Hôpital Lyon-Sud.
vania.herbillon@chu-lyon.fr

DYSLEXIE : RELATION ENTRE PERCEPTION MUSICALE ET HABILITÉS PHONOLOGIQUES

par Nathalie CHEVILLOT-JUNKER, Jean ECALLE,
Annie MAGNAN, Vania HERBILLON

SUMMARY: Dyslexia : link between musical processing and phonological processing

Recent studies have underlined a link between phonological processing and musical processing, which is quite close to language processing in many ways. We compared performances in musical perception tasks and in phonological tasks with dyslexic children, chronological age matched children and lexical age matched children (experiment 1) and poor and good readers in grade 1 (experiment 2). The results show that dyslexic children have poorer performances only in phonological discrimination, whereas first graders with difficulties in reading acquisition have weaker performances than normal beginning readers in both phonological and musical tasks. Results are discussed with auditory and phonological theories explaining difficulties in learning to read.

KEY-WORDS :

Dyslexia - Music - Reading - Phonological abilities - Auditory perception.

Le pourcentage d'enfants dyslexiques varie, selon les auteurs, de 3 à 10 %*. Le profil de dyslexie qui se traduit au niveau comportemental par des troubles persistants de lecture, conduit à des difficultés scolaires voire un échec lourd de conséquences sociales. L'enfant dyslexique a des difficultés pour développer des aptitudes cognitives spécifiques à la lecture*, notamment les procédures d'identification de mots écrits sont généralement déficientes et plus particulièrement, l'élaboration et l'utilisation des règles de correspondance graphème-phonème*. La dyslexie a, de ce fait, suscité un intérêt sans cesse croissant et de nombreuses recherches tentent de mieux caractériser cette population, ce trouble et ses origines*.

Malgré les avancées scientifiques récentes, le terme « dyslexie » reste absent d'un certain nombre de classifications. L'Organisation Mondiale de la Santé dans une 10^{ème} révision de la classification internationale des maladies (CIM-10), mentionne de façon peu précise « troubles spécifiques des acquisitions scolaires » parmi lesquels ceux qui affectent l'apprentissage du langage écrit. Selon la CIM-10, ce sont les enfants qui ont des résultats inférieurs à la moyenne de leur classe d'âge moins deux écart-types. La nosographie américaine, DSM-IV, parle de « troubles spécifiques du langage écrit » mais sans fournir d'indicateur opérationnel.

La définition de la dyslexie communément admise dans les recherches actuelles en psychologie cognitive et neurosciences cognitives prend en compte un retard de 18 mois à deux ans dans l'apprentissage de la lecture, malgré une intelligence normale en rapport avec l'âge chronologique, un temps de scolarisation normal, une absence de déficit d'acuité visuelle ou auditive et une absence de troubles psychologiques ou psychiatriques graves avérés. Ce travail se situe explicitement dans cette perspective.

LA DYSLEXIE : DIVERSES HYPOTHÈSES EXPLICATIVES

Les débats sur la définition de la dyslexie et son origine sont nombreux* pour un historique des études sur la dyslexie jusque dans les années 1990. Depuis une quinzaine d'années, les travaux conduits en neuropsychologie cognitive ont fortement contribué à une meilleure approche de ce trouble de l'apprentissage et un consensus semble s'établir aujourd'hui dans la communauté scientifique quant à l'existence de particularités neurologiques tant anatomiques que fonctionnelles*. Par ailleurs, des travaux récents soulignent le rôle des facteurs génétiques* minimisant ainsi le rôle des facteurs environnementaux dans le diagnostic de dyslexie. Dans ce sens, dès 1999, Frith souligne les risques d'une définition exclusivement comportementale - « dyslexia is not synonymous with reading failure »*- et suggère une définition de la dyslexie qui articule simultanément trois niveaux d'explication, biologique, cognitif et comportemental et qui considère l'impact des facteurs culturels pouvant aggraver ou réduire le déficit. L'origine des troubles phonologiques classiquement décrits dans la dyslexie donne lieu aujourd'hui à différentes théories explicatives*. La présence de troubles sensori-moteurs fréquemment associés à la dyslexie a conduit certains auteurs à proposer des hypothèses alternatives à la théorie phonologique* longtemps dominante pour expliquer l'origine des déficits phonologiques des dyslexiques.

Deux grandes orientations peuvent être dégagées des recherches sur l'origine de la dyslexie* : l'une, la théorie phonologique, présente la dyslexie comme un trouble spécifique du langage, l'autre la considère comme un déficit sensori-moteur général affectant différents domaines sensoriels. Elle regroupe quatre théories majeures : la théorie magnocellulaire, la théorie cérébelleuse, la théorie visuelle et la théorie auditive. Dans ce cas, le trouble phonologique est un trouble secondaire lié à un déficit sensoriel plus général.

La théorie phonologique* en référence aux modèles cognitivistes d'apprentissage de

*Habib, 1997 ; Ringard, 2000 ; Valdois, 2000

*Valdois, 2000

*Lecocq, 1991 ; Sprenger-Charolles et coll., 1999

*Ramus, 2003 ; Sprenger-Charolles et Colé, 2003, pour une revue

*voir Piérart, 1994

*voir Habib, 1997, pour une revue en français
*Byrne et coll., 2002 ; Marlow et coll., 2003 ; Snowling et coll., 2003

*Frith, 1999, p. 211

*Ramus, 2001

*Snowling, 2000

*Ramus, 2003

*Frith, 1985 ; Snowling, 2000

*Ecalé et Magnan, 2002, pour une synthèse

*Tallal, 1980; Tallal et coll., 1997

*Nicolson et coll., 2001

*Habib, 2000

*Stein et Walsh, 1997; Skottun, 2000

*Stein, 2001

*2003

*1997

*Besson et Schön, 2001

**Anvari et coll., 2002

*Castellengo et coll., 1994

*Papousck, 1995

*Patel et Peretz, 1997

*2002

*1993

la lecture*, repose sur l'idée que les représentations phonologiques (connaissances abstraites stockées en mémoire à long terme) sont sous-spécifiées. L'origine de ce déficit serait parole-spécifique et résulterait d'un dysfonctionnement de la zone péri-sylvienne de l'hémisphère gauche.

Selon la théorie auditive, un trouble auditif temporel général serait à l'origine du déficit phonologique*. Des difficultés à traiter des aspects spécifiques de l'information acoustique et plus particulièrement des difficultés pour identifier et juger correctement l'ordre de stimuli sonores de courte durée présentés en succession rapide pourraient engendrer la construction de représentations phonologiques altérées, des difficultés d'analyse du langage au niveau phonémique et donc des difficultés dans le développement de la lecture.

L'hypothèse majeure de la théorie cérébelleuse* est que des troubles moteurs sont à l'origine des troubles en lecture. Une déficience du cervelet, impliqué notamment dans le contrôle moteur et dans la gestion des automatismes, pourrait causer des troubles d'articulation, à leur tour responsables d'une élaboration dégradée des représentations phonologiques qui se traduit par des troubles en lecture*.

La théorie visuelle* postule un dysfonctionnement de la voie magnocellulaire conduisant à des troubles du traitement visuel chez certains dyslexiques.

Enfin, la théorie magnocellulaire* formule l'hypothèse d'une anomalie neurologique unique (concernant les magnocellules de toutes les voies sensorielles) qui serait à l'origine de troubles auditifs, visuels et/ou moteurs et de ce fait des troubles phonologiques occasionnant un retard en lecture.

Récemment, à partir des résultats d'un ensemble de recherches, Lyon, Shaywitz et Shaywitz* proposent de définir la dyslexie comme un trouble spécifique de l'apprentissage dont l'origine est neurobiologique et qui se caractérise par des difficultés de lecture et d'écriture et de faibles habiletés de recodage. Ce rapide état de la question sur la dyslexie suggère que celle-ci ne peut être réduite à la présence de faibles performances en lecture et son diagnostic ne peut être effectué sur le seul constat d'un déficit phonologique. Comme le souligne Gombert*, il convient de bien distinguer parmi la population d'enfants manifestant des troubles de l'apprentissage de la lecture ceux qui peuvent être qualifiés de dyslexiques (3 à 6 %) de ceux dont l'origine de l'échec est à rechercher dans les facteurs environnementaux.

HABILETÉS MUSICALES, HABILETÉS PHONOLOGIQUES ET LECTURE

Des travaux récents ont souligné chez des enfants normo-lecteurs le lien entre les habiletés musicales et les habiletés phonologiques* et la lecture**.

L'étude du lien entre habiletés musicales et lecture est motivée par l'existence de points communs entre la perception musicale et la perception du langage parlé. En effet, celles-ci présentent des propriétés structurelles communes : un phonème reste reconnaissable malgré un changement dans la durée, dans le ton, dans le timbre, dans le volume, d'orateur ou de contexte, tout comme une mélodie*. Des éléments développementaux similaires ont pu être mis en évidence*. Enfin elles mettent en œuvre des mécanismes perceptifs communs*.

Anvari et coll.* montrent chez 100 enfants de 4 et 5 ans une corrélation entre les performances à des tâches musicales (rythmes, mélodies et harmonies) et les performances à des tâches phonémiques (rimes, identification, segmentation, suppression de syllabes et de phonèmes). Concernant les performances à des tâches de lecture (identification de lettres et de mots), ils mettent en évidence une corrélation entre celles-ci et les performances aux tâches musicales uniquement pour les enfants de 4 ans. Pour les enfants de 5 ans seule une corrélation entre le traitement du ton et la lecture apparaît (le traitement du rythme n'est pas corrélé à la lecture).

Lamb et Gregory* étudient chez des enfants de 4-5 ans la relation entre leurs performances à des tâches musicales (discrimination de paires de notes et de paires d'accords variant par leur tonalité, discrimination de paires de sons différant par leur timbre) et à

des tâches de lecture (conceptualisation de l'écrit, association de mots, connaissance des sons, lecture de mots, lecture de pseudo-syllabes...) et des tâches phonologiques (allitérations et rimes). Ils concluent que seule la capacité à discriminer des différences de ton est liée à la lecture et à la capacité à discriminer des sons du langage.

Après avoir montré que le rythme était lié aux habiletés en lecture en testant 78 enfants de 7-8 ans à partir de tâches de vocabulaire, de lecture (test de Schonell : identification de mots et orthographe) et musicales (discrimination de tons et de rythmes), Douglas et Willats* ont mis au point un programme d'entraînement musical (sur la discrimination rythmique et tonale avec des procédures auditives et visuelles) auprès de 6 enfants en difficulté de lecture, pour une durée de six mois. Ils constatent que les enfants entraînés améliorent leurs compétences en lecture comparativement à ceux du groupe contrôle (soumis à des activités d'expression).

*1994

Barwick et coll.* administrent le test de lecture de Schonell et le test musical de Bentley (discrimination de tons, de mémoire tonale, d'analyse d'accords et de mémoire rythmique) à des enfants de 8 et 9 ans et montrent une corrélation entre la mémoire tonale et l'âge lexical et l'analyse d'accords et l'âge lexical. Ils proposent deux interprétations de ces résultats : soit l'entraînement musical aide au développement de compétences en lecture parce qu'il implique le développement de compétences liées, soit des traitements généraux de perception du son, d'analyse et de stockage sont impliqués dans les deux tâches.

*1989

Sprenger-Charolles et coll.* montrent, grâce à un suivi longitudinal, que des enfants diagnostiqués dyslexiques à 11 ans présentaient des troubles phonologiques à 5 ans mais pas de difficultés en perception musicale. Avant l'apprentissage de la lecture, seuls les tests d'analyse phonologique permettent, semble-t-il, de différencier les futurs dyslexiques des futurs normolecteurs.

*1999

Overy* montre que des entraînements musicaux basés sur des exercices de rythme et de tempo améliorent les habiletés en phonologie et en orthographe mais pas en lecture de 9 enfants dyslexiques (âge moyen 8;8 ans). Elle souligne également les difficultés d'enfants dyslexiques (15 dyslexiques et 11 contrôles d'âge moyen 9 ans) à des tâches de tempo mais pas à des tâches de tonalité. Pour l'auteur qui se situe dans l'hypothèse « auditive » à la suite des travaux de Tallal, « le traitement temporel pourrait constituer un mécanisme important explicatif du transfert potentiel des habiletés musicales vers les habiletés langagières »*.

*2003

Certaines études sur le lien entre la discrimination phonologique et la discrimination musicale trouvent leur origine dans la mise en évidence des troubles perceptifs des dyslexiques dans le traitement des fréquences*. En effet, une habileté à percevoir des différences infra-phonémiques, liée à la discrimination de différents tons en musique pourrait dépendre de l'habileté à extraire de l'information sur la fréquence des sons, comme le soulignent Lamb et Grégory*. Toutefois, l'origine du déficit perceptif auditif des dyslexiques n'est pas définitivement établi. Ainsi le déficit de perception catégorielle des sons de la parole proviendrait essentiellement d'une meilleure discriminabilité des différences acoustiques entre stimuli appartenant à la même catégorie phonémique*. Le débat entre les partisans d'un trouble du traitement temporel spécifiquement linguistique et ceux d'un trouble perceptif auditif général reste ouvert.

*ibid, p. 503, notre traduction

*Goswami et coll., 2002; Witton et coll., 2002

*1993

*Serniclaes et coll., 2001

Selon nous, le traitement temporel étudié dans les travaux se situant dans la théorie auditive n'est pas de même nature que le traitement temporel impliqué dans les activités musicales. Si on considère que les capacités de traitement analytique sur des séquences musicales (rythme, mélodie) peuvent s'exercer sur du matériel verbal, en particulier phonologique, alors on s'attend à ce que des enfants ayant des difficultés en lecture liées à des troubles du traitement phonologique aient des habiletés musicales peu développées. Au contraire, si les difficultés de traitement de l'information temporelle des dyslexiques sont hautement sélectives alors on s'attend à ce qu'elles ne se manifestent pas pour des séquences musicales mais seulement au niveau du traitement phonologique.

L'objectif de ce travail vise à comparer les niveaux d'habiletés musicales et d'habiletés phonologiques d'enfants normo-lecteurs à celui d'enfants dyslexiques et d'enfants de CP faibles lecteurs qui présentent des difficultés de traitement phonologique.

PRÉSENTATION DE L'EXPÉRIENCE

Nous étudions les performances dans des tâches phonologiques et de perception musicale auprès de deux échantillons d'enfants, l'un constitué de dyslexiques, l'autre d'enfants plus jeunes, en difficulté de lecture que l'on qualifiera dans la suite de l'étude de « faibles lecteurs ».

Population

61 enfants sans troubles psychologiques et présentant un niveau intellectuel normal ont participé à l'étude. Ils ont été répartis en deux groupes (tableau 1).

Le groupe 1, comptant 39 enfants, est composé de 13 enfants dyslexiques (DYS), diagnostiqués dans un centre de référence pour troubles des apprentissages chez l'enfant (Hôpital Lyon-Sud), et de deux sous-groupes de 13 normo-lecteurs, appariés en âge chronologique (AC) et lexical (AL); l'âge de lecture a été déterminé à partir du test de l'Alouette*. Ce test malgré son ancienneté reste l'un des tests les plus utilisés par les praticiens hospitaliers pour calculer un âge de lecture, nécessaire au diagnostic de dyslexie. L'utilisation massive de ce test a d'ailleurs conduit à un ré-étalonnage (en cours).

Le groupe 2 est composé de 22 enfants normalement scolarisés en classe de CP et répartis en 2 sous-groupes, l'un composé de 11 enfants normolecteurs (Norm), l'autre composé de 11 enfants en difficulté de lecture, (FL, faibles lecteurs), sélectionnés à partir d'un score de recodage phonologique au test d'identification de mots écrits, Timé 2*.

Ont participé à cette étude seulement des enfants dont le résultat au subtest Cubes de la WISC III était supérieur ou égal à 7, et ce pour éviter tout risque de déficience intellectuelle, le score à l'épreuve des Cubes étant fortement corrélé aux résultats globaux de la WISC III.

Tableau 1 : Caractéristiques des différents participants

	Groupe 1			Groupe 2	
	DYS	AL	AC	FL	Norm
Age moyen en mois (écart-type)	140,5 (14,9)	96 (10,3)	140,5 (14,9)	79,1 (3,9)	79,6 (3,3)
Age lexique moyen (écart-type)	98,5 (8,5)	98,2 (8,6)	134,7 (12,6)	78,1 (0,8)	84,2 (3,1)
Score de recodage phonologique (écart-type)				15,3 (2,9)	27 (4,2)
Nombre de sujets	13	13	13	11	11

Epreuves

La passation des tâches est individuelle. Aucune réponse verbale n'est demandée, celle-ci étant parfois plus difficile pour les sujets dyslexiques, en dehors de la tâche proprement dite. Les épreuves sont présentées dans un ordre contrebalancé pour éviter tout effet d'ordre de présentation.

Epreuve de discrimination de paires minimales (traitement phonologique implicite)

Elle permet d'évaluer le versant perceptif du traitement de l'information phonologique. Elle est tirée de la batterie d'épreuves de Van Reybroeck*, il s'agit de juger si les deux items d'une paire minimale sont identiques ou différents.

Le matériel comprend des mots (/ʃu/) et des non-mots (/plu/) monosyllabiques. Le test comporte 124 paires d'items également réparties en identiques (I) et différentes (D). Chaque paire varie selon le type d'opposition phonétique (voisement ou lieu d'articulation) et selon la structure syllabique (CV ou CCV) (tableau 2). Toutes les paires sont aléatoirement mélangées. Au cours de la passation, l'enfant doit signaler si les deux items entendus sont identiques ou différents à l'aide d'un dispositif imagé approprié.

*Lefavrais, 1967

*Ecalte, 2003

*2003

Tableau 2: Exemples de paires minimales

	Voisement		Lieu d'articulation	
	CV	CCV	CV	CCV
Identiques	pou-pou	plou-plou	dou-dou	tsou-tsou
Différentes	gou-kou	blou-plou	dou-bou	brou-drou

Epreuve de discrimination musicale

Elle est extraite des tests musicaux de Zenatti* et comporte trois séries (rythme, mélodie, harmonie) composées de 8 items chacune, soit 24 items. Dans chaque série, les items peuvent être identiques, différents sur le premier ou sur le deuxième élément.

Dans la série rythmique, chaque groupe musical est composé de deux cellules rythmiques, séparées par un silence. Dans la série mélodique, il s'agit de deux notes. S'il y a modification, l'importance du changement entre les notes est d'un ton. Dans la série harmonique il s'agit de deux accords de quatre notes. La modification d'un accord peut affecter les trois parties inférieures de l'accord ou l'ensemble des quatre parties de l'accord.

Dans chaque série, trois items présentent une modification du premier élément, trois items du deuxième élément et 2 items ne présentent aucune modification.

Au cours de la passation, le groupe musical est présenté, puis répété avec ou sans changement. L'enfant doit alors signaler, à l'aide de dessins appropriés, si les deux groupes sont identiques, différents en premier ou en second lieu.

*1980

RÉSULTATS

Population 1

Epreuve de discrimination de paires minimales

Les sujets ne répondent pas au hasard*, nous enregistrons un taux de réponses correctes moyen supérieur à 90 % pour les trois groupes.

Une ANOVA avec la variable intra-sujets type de paires (identique/différente) et la variable inter-sujets groupe (AL, AC, DYS), la variable dépendante étant le nombre de réponses correctes, montre un effet significatif du groupe, $F(2, 36) = 4,89$, $p = .01$, les dyslexiques ont des résultats plus faibles (DYS : 112,3 ; AC : 118,7 ; AL : 115,5) et un effet significatif du type de paires, $F(1, 36) = 19,03$, $p < .0001$, les paires identiques sont mieux perçues que les paires différentes (58,8 vs 56,7) mais pas d'effet significatif de l'interaction.

Une ANOVA a été réalisée avec le facteur inter-sujets groupe (AL, AC, DYS) et les facteurs intra-sujets trait phonétique (voisement vs lieu d'articulation) et type de syllabe (CV vs CCV), la variable dépendante étant le nombre de réponses correctes. L'analyse montre un effet significatif du groupe, $F(2, 36) = 4$, $p = .03$, les dyslexiques ont des performances plus faibles que le groupe AC (DYS : 42,5 ; AC : 45,1 ; AL : 42,4) mais pas de différence significative avec le groupe AL et un effet significatif du trait phonétique, $F(1, 36) = 38,28$, $p < .0001$, les paires qui s'opposent par le lieu d'articulation sont moins bien perçues que les paires qui s'opposent par le voisement (scores moyens : 20,6 vs 22,7), mais pas d'effet significatif du type de syllabe ni d'interactions. Cette dernière analyse porte uniquement sur 48 paires différentes afin d'harmoniser le nombre de paires différentes par le voisement, par le lieu d'articulation, simples et complexes (12 paires de chaque).

*Selon la loi binomiale ($p < .05$) et pour 124 items, les valeurs entre 51 et 72 réponses correctes sont susceptibles d'être aléatoires, or aucun de nos sujets n'obtient de valeur dans cet intervalle.

Tableau 3 : Performances (moyennes et écart-types ; max=12) en discrimination phonologique en fonction du groupe et du trait phonétique.

	voisement		lieu d'articulation	
	CV	CVC	CV	CVC
AL	11.46 (0.66)	11.31 (0.85)	9.92 (1.52)	9.69 (1.8)
AC	11.54 (0.52)	11.62 (0.87)	11.23 (1.01)	10.69 (0.85)
Dys	10.92 (1.19)	11.23 (0.73)	10.54 (1.13)	9.85 (1.28)

Epreuve de discrimination musicale

Une ANOVA avec le facteur intra-sujets niveau musical (Rythme, Mélodie, Harmonie) et le facteur inter-sujets groupe (AC, AL, DYS), la variable dépendante étant le nombre de réponses correctes, effectuée selon le plan S<G3>M3, montre un effet significatif du niveau de perception musicale, $F(2, 72) = 5,93$, $p = .004$, le niveau Harmonie est mieux perçu que les niveaux Rythme et Mélodie, entre lesquels il n'y a pas de différence significative (R : 6,8 ; M : 6,7 ; H : 7,5). En revanche l'effet du groupe n'est pas significatif.

Résultats individuels

La figure 1 présente les scores globaux aux 3 tâches musicales et à la tâche de discrimination phonologique. Elle souligne l'hétérogénéité des performances. On observe que cinq sujets dyslexiques ont des résultats proches de ceux des normolecteurs. La rééducation orthophonique des dyslexiques largement basée sur des exercices phonologiques pourrait réduire les difficultés de certains d'entre eux sur cet aspect mais sans augmenter leurs compétences en lecture. Si un entraînement phonologique améliore effectivement la qualité des représentations phonologiques, son effet sur les représentations orthophonologiques et la reconnaissance de mots écrits peut rester modéré*.

*Bus et Ijzendoorn, 1999 ; Ehri et coll., 2001

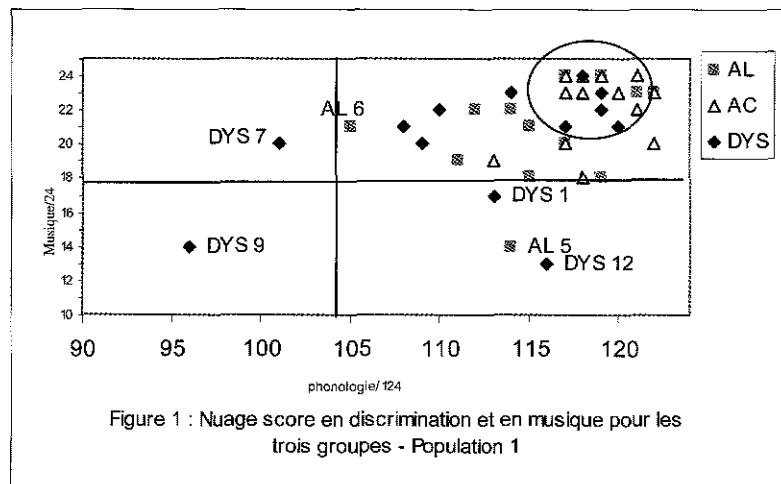


Figure 1 : Nuage score en discrimination et en musique pour les trois groupes - Population 1

Conclusion

A l'épreuve de discrimination de paires minimales, les paires identiques sont mieux perçues que les paires différentes, les dyslexiques les perçoivent moins bien que les normolecteurs appariés en âge lexique et chronologique. Tous les enfants perçoivent moins bien les paires s'opposant par le lieu d'articulation (versus par le voisement). Les dyslexiques ont des performances moins élevées que les normolecteurs sur ces paires. Les syllabes simples ne sont pas mieux perçues que les syllabes complexes. A l'épreuve musi-

cale, on constate un effet du type de tâche, Harmonie étant bien mieux traité que Rythme et Mélodie, et pas d'effet du groupe. L'hétérogénéité des performances des dyslexiques confirme la nécessité souvent mentionnée de ne pas se limiter à des études de groupes.

Population 2

Epreuve de discrimination de paires minimales

Les réponses des sujets ne se situent pas dans la zone du hasard, nous enregistrons un taux de réponses correctes de 89 % pour les normolecteurs et de 83 % pour les enfants faibles lecteurs. Une première ANOVA avec comme variable intra-sujets le type de paires (identique vs différent) et le facteur inter-sujets groupe (Normo vs FL), la variable dépendante étant le nombre de réponses correctes, souligne un effet significatif du groupe, $F(1, 20) = 6,94$, $p = .02$, les faibles lecteurs présentent des résultats inférieurs aux normolecteurs (102,5 vs 110,6), un effet significatif du type de paires, $F(1, 20) = 27,24$, $p < .0001$, les paires identiques sont mieux perçues que les paires différentes (58 vs 48,5). L'interaction groupes*aires est significative, $F(1, 20) = 4,23$, $p = .05$, elle est due à la difficulté des faibles lecteurs à effectuer des catégorisations phonémiques sur des paires différentes, alors que sur des paires identiques les deux groupes d'enfants ne se distinguent pas (Tableau 4).

Une seconde ANOVA effectuée comme précédemment sur 48 paires différentes avec le facteur inter-sujets groupe (Normo vs FL) et les facteurs intra-sujets trait phonétique (voisement vs lieu d'articulation) et type de syllabe (CV vs CCV) souligne un effet significatif du groupe, $F(1, 20) = 5,42$, $p = .03$, les enfants faibles lecteurs présentent des performances plus faibles que les normolecteurs (33,63 vs 38,8), et un effet significatif du type de syllabe, $F(1, 20) = 11,22$, $p = .003$, les syllabes simples sont mieux perçues que les syllabes complexes (19,4 vs 17,2). L'effet du trait phonétique n'est pas significatif, aucune interaction n'est significative (Tableau 4).

Tableau 4: Performances (moyennes et écart-types ; max=12) en discrimination phonologique en fonction du groupe, du type de paire et du type de syllabe.

	voisement		lieu d'articulation	
	CV	CVC	CV	CVC
Normolecteurs	10.45 (2.11)	10.18 (2.27)	10.18 (1.25)	8.82 (1.78)
Faibles lecteurs	8.82 (1.99)	7.64 (2.84)	9.36 (1.43)	7.82 (1.83)

Epreuve de discrimination musicale

Une ANOVA avec le facteur inter-sujets groupe (Normo vs FL) et le facteur intra-sujets niveau musical (Rythme, Mélodie, Harmonie), la variable dépendante étant le nombre de réponses correctes, met en évidence un effet significatif du groupe, $F(1, 20) = 8,47$, $p = .01$, les enfants faibles lecteurs ont des résultats inférieurs aux normolecteurs (14,1 vs 18,1), et un effet significatif du niveau musical, $F(2, 40) = 17,56$, $p < .0001$, les niveaux Rythme et Mélodie sont moins bien perçus que le niveau Harmonie (4,9 et 4,7 vs 6,5), aucune interaction n'est significative.

Résultats individuels

La figure 2 illustre l'importante hétérogénéité des profils des faibles lecteurs. On peut noter que seulement 3 enfants cumulent les difficultés dans les deux tâches.

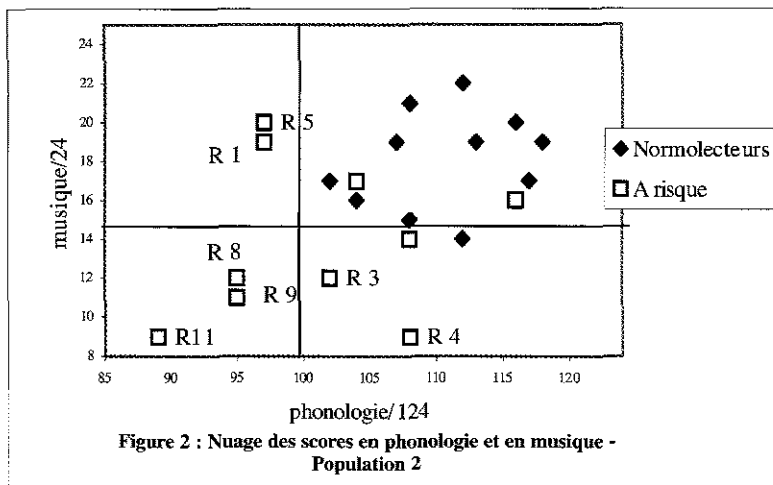


Figure 2 : Nuage des scores en phonologie et en musique - Population 2

Conclusion

A la tâche phonologique, les paires identiques sont mieux discriminées que les différentes, les syllabes complexes sont moins bien perçues que les simples, les faibles lecteurs perçoivent moins bien les syllabes que les normolecteurs, mais il n'y a pas de différence significative entre les paires s'opposant par le voisement ou le lieu d'articulation. A la tâche musicale, les faibles lecteurs discriminent moins bien les trois niveaux musicaux que les normolecteurs. Enfin, les trois niveaux donnent lieu à des scores différents : les tâches de Rythme et de Mélodie sont moins bien traitées que la tâche d'Harmonie.

DISCUSSION GÉNÉRALE

L'objectif de notre recherche était d'examiner les traitements phonologiques implicites et les capacités de perception musicale auprès de deux populations d'enfants en difficultés de lecture, des dyslexiques et des jeunes enfants faibles lecteurs.

Les performances des dyslexiques ne se distinguent pas de celles des deux autres groupes de normolecteurs à l'épreuve musicale. En revanche, à l'épreuve de traitement phonologique implicite, nous avons pu mettre en évidence une différence significative entre les trois groupes. Les performances des dyslexiques se distinguent de celles des normolecteurs appariés en âge lexical et chronologique sur une tâche phonologique qui met en évidence des difficultés de catégorisation phonémique. Toutefois, notons que les épreuves musicales étaient destinées à une population d'enfants plus jeunes (5-8 ans) et qu'elles ont entraîné des effets plafonds sur notre échantillon de dyslexiques plus âgés. Nos résultats sont compatibles avec ceux de Sprenger-Charolles et coll.* qui montrent dans leur étude longitudinale que seules les performances aux épreuves phonologiques distinguent les futurs dyslexiques des autres enfants et avec ceux de Morais et coll.* qui, utilisant une tâche de soustraction du phonème initial, montrent que les performances des dyslexiques sont nettement inférieures à celles de normo-lecteurs de première année primaire (respectivement, 14 % et 71 % de réponses correctes). En revanche, les performances des dyslexiques sont supérieures pour reproduire, au xylophone, une séquence de notes en omettant la première (29 % vs 17 %). Dans le même sens, Benson et coll.* observent que parmi les enfants ayant reçu une instruction sur des correspondances graphème-phonème et sur des correspondances symbole-note musicale, les normo-lecteurs de 1^{re} année ont transféré leur apprentissage sur de nouvelles paires pour les deux types de correspondance, tandis que les dyslexiques n'ont pu le faire que pour les correspondances symbole-note. Les dyslexiques sont donc capables d'extraction de règle sur les relations entre des stimuli auditifs et des stimuli visuels mais pas lorsqu'il s'agit d'ana-

*1999

*1984

*1997

lyser la parole en phonèmes. Cet ensemble de résultats alimente l'hypothèse d'un déficit spécifiquement linguistique.

Chez les apprentis lecteurs, nous constatons que les faibles lecteurs se distinguent des normolecteurs par des difficultés de catégorisation phonémique mais également sur la perception musicale. Toutefois, la prudence s'impose sur ce point puisque nous avons mentionné une forte hétérogénéité des performances et la présence de difficultés aux 2 tâches seulement pour 3 enfants.

La forte hétérogénéité des performances des enfants en difficultés (faibles lecteurs et dyslexiques) plaide en faveur de remédiations spécifiques en fonction des déficits propres à chaque enfant. Celles-ci pourraient prendre la forme d'entraînements multi-sensoriels combinant des entraînements phonologiques et des entraînements musicaux plus particulièrement axés sur les aspects mélodiques et rythmiques de manière analytique. Deux séries d'arguments expérimentaux soutiennent cette proposition. D'une part, les non-musiciens effectuent un traitement holistique de la musique alors que les musiciens ont une approche plus analytique*. D'autre part, les mécanismes de traitement de la lecture et de la musique s'alimentent l'un l'autre parce qu'ils sont liés*. Enfin, comme nous l'avons montré, les niveaux musicaux ne sont pas perçus de façon similaire : les tâches de Rythme et de Mélodie (traitement séquentiel), sont moins bien traitées que la tâche d'Harmonie (traitement simultané). Ainsi, lorsqu'on analyse les liens entre lecture et musique, il faut spécifier quelles composantes des deux domaines on veut étudier précisément.

Le traitement temporel impliqué dans les tâches musicales (par exemple dans les tâches de rythme) n'est pas de même nature que celui impliqué dans le traitement des transitions formantiques en perception de parole. Les effets de l'entraînement musical sur le développement des habiletés phonologiques montrés par Overy* semblent être dus à la focalisation sur des traitements analytiques : aider les enfants dyslexiques à mieux identifier des mélodies, des tons, des rythmes les conduit à mieux discriminer des unités phonologiques et donc à mieux orthographier par exemple, mais pas à mieux lire (dans ce dernier cas, les processus impliqués en identification de mots écrits ne sont plus de nature analytique). Finalement, les résultats d'Overy alimentent plus l'hypothèse phonologique que l'hypothèse auditive.

Pour tenter de répondre à la question du lien entre perception musicale et lecture, on pourrait envisager un suivi longitudinal d'enfants de maternelle ayant de faibles performances en habiletés phonologiques auxquels on proposerait des entraînements musicaux et dont le niveau phonologique serait évalué régulièrement. L'enjeu pédagogique consisterait à proposer une approche préventive des difficultés en lecture auprès de certains enfants identifiés à risque d'échec, la musique constituant en outre une activité (ré)éducative de type ludique.

A notre connaissance, parmi les systèmes d'aide à l'apprentissage actuels, il en existe peu qui intègrent un entraînement musical. A signaler toutefois l'étude de Kujala et coll.* qui associe perception musicale et support visuel* et celle d'Overy**.

Si l'on considère que les entraînements phonologiques restent dans l'état actuel de nos connaissances les entraînements les plus adaptés à la majorité des dyslexiques***, il serait envisageable de proposer aux enfants présentant un faible niveau d'habiletés phonologiques et musicales un entraînement musical en complément d'un entraînement phonologique. De tels entraînements multi-sensoriels nous paraissent constituer une orientation de recherche fructueuse.

*McAdams et Bigand, 1994

**Barwick et coll., 1989

*2003

*2001

*voir Ecalle et Magnan, 2002, pour une présentation détaillée de cette recherche

**2003

***Ramus, 2003; Magnan et Ecalle, in press; Magnan et coll., 2004; Veillet et coll., 2004

BIBLIOGRAPHIE

- ANVARI, S. H., TRAINOR, L. J., WOODSIDE, J., LEVY, B.A. (2002). Relations among musical skills, phonological processing, and early reading ability in preschool children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 83, 111-130.
- BARWICK, J., VALENTINE, E., WEST, R., WILDING, J. (1989). Relations between reading and musical abilities. *British Journal of Educational Psychology*, 59, 253-257.
- BENSON, N.J., LOVETT, M.W., KROEBER, C.L. (1997). Training and transfer-of-learning effects in disabled and normal readers : Evidence of specific deficits. *Journal of Experimental Child Psychology*, 64, 343-366.
- BESSON, M., SCHON, D. (2001). Comparison between language and music. *Annals of the New-York Academy of Sciences*, 930, 232-258.
- BUS, A. G., VAN IJENDOORN, M.A. (1999). Phonological awareness and early reading : A meta-analysis of experimental training studies. *Journal of Educational Psychology*, 91, 403-414.
- BYRNE, B., DELALAND, C., FIELDING-BARNESLEY, R., QUAIN, P., SAMUELSON, S., HOIEN, T., CORLEY, R., DEFRIES, J.C., WADSWORTH, S., WILLCUT, E., OLSON, R.K. (2002). Longitudinal twin study of early reading development in three countries : Preliminary results. *Annals of Dyslexia*, 52, 49-73.
- CASTELLENGO, M., DEUTSCH, D., DOWLING, W.J., MANTURZEWSKA, M., MIALARET, J.-P., DE LA MOTTE-HABER, H., RISSET, J.-C., SAMSON, S., SHUTER-DYSON, R., ZATORRE, R., ZENATTI, A. (1994). *Psychologie de la musique*. Paris : Presses Universitaires de France.
- DOUGLAS, S., WILLATS, P. (1994). The relationship between musical ability and literacy skills. *Journal of Research in Reading*, 17(2), 99-107.
- ECALLE, J. (2003) *Timé 2 : Test d'Identification de Mots Ecrits (niveau 2)*. Paris : ECPA.
- ECALLE, J., MAGNAN, A. (2002). *L'apprentissage de la lecture*. Paris : Armand Colin.
- EHRI, L.C., NUNES, S.R., WILLOWS, D.M., SCHUSTER, D.M., YAGHOUB-ZADEH, Z., SHANAHAN, T. (2001). Phonemic awareness instruction helps children learn to read : Evidence from the National Reading Panel's meta-analysis. *Reading Research Quarterly*, 36(3), 250-287.
- FRITH, U. (1985). Beneath the surface of developmental dyslexia, In K. Patterson, J. Marschall, M. Coltheart (Eds.), *Surface dyslexia* (pp. 310-330). London : Erlbaum.
- FRITH, U. (1999). Paradoxes in the definition of dyslexia. *Dyslexia*, 5, 192-214.
- GOMBERT, J.-E. (1997). Mauvais lecteurs : plus de dyssynotiques que de dyslexiques. *Glossa*, 56, 20-27.
- GOSWAMI, U., THOMSON, J., RICHARDSON, U., STAINTHORP, R., HUGUES, D., ROSEN, S. K., SCOTT, S. (2002). Amplitude envelope onsets and developmental dyslexia : A new hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99, 10911-10916.
- HABIB, M. (1997). *Dyslexie. Le cerveau singulier*. Marseille : Solal.
- HABIB, M. (2000). The neurological basis of developmental dyslexia : An overview and working hypothesis. *Brain*, 123, 2373-2399.
- KUJALA, T., KARMA, K., CEPIONENE, R., BELITZ, S., TURKKILA, P., TERVANIEMI, M., NÄÄTÄNEN, R. (2001). Plastic neural changes and reading improvement caused by audiovisual training in reading-impaired children. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(18), 10509-10514.
- LAMB, S. J., GREGORY, A. H. (1993). The relationship between music and reading in beginning readers. *Educational Psychology*, 13, 19-27.
- LECOCQ, P. (1991). *Apprentissage de la lecture et dyslexie*. Liège : Mardaga.
- LEFAYRAIS, P. (1967). *Test de l'Alouette*. Paris : E.C.P.A.
- LYON, G.R., SHAYWITZ, S.E., SHAYWITZ, B.A. (2003). A definition of dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 53, 1-14.
- MAGNAN, A., ECALLE, J. (in press). Audio-visual training in children with reading disabilities. *Computers & Education*
- MAGNAN, A., ECALLE, J., VEUILLET, E., COLLET, L. (2004). The effects of an audio-visual training program in dyslexic children. *Dyslexia*, 10(2), 131-140.
- MARLOW, A.J., FISHER, S.E., FRANCKS, C.J., MACPHIE, L., CHERNY, S.S., RICHARDSON, A.J., TALCOTT, J.B., STEIN, J.F., MONACO, A.P., & CARDON, L.R. (2003). Use of multivariate linkage analysis for dissection of a complex cognitive trait. *American Journal of Human Genetics*, 72, 561-570.
- MCADAMS, S., BIGAND, E. (1994). *Penser les sons*. Paris : PUF.
- MORAIS, J., CLUYTENS, M., ALEGRIA, J. (1984). Segmentation abilities of dyslexics and normal readers. *Perceptual and Motor Skills*, 58, 221-222.
- NICOLSON, R.I., FAWCETT, A.J., DEAN, P. (2001). Dyslexia, development and the cerebellum. *Trends in Neurosciences*, 24, 515-6.
- OVERY, K. (2003). Dyslexia and music. *Annals of the New-York Academy of Sciences*, 999, 497-505.
- PAPOUSEK, M. (1995). La sensibilité auditive du nourrisson. In I. Deliège & J. A. Sloboda, *Naissance et développement du sens musical* (pp. 101-130). Paris : PUF.
- PATEL, A.D., PERETZ, I. (1997). Is music autonomous from language. A neuropsychological appraisal. In I. Deliège (Ed.), *Perception and cognition of music* (pp.191-215). Paris : Psychology Press.
- PIERART, B. (1994). L'éclatement du concept de dyslexie. In J. Grégoire et B. Piérart (Eds), *Evaluer les troubles de la lecture. Les nouveaux modèles théoriques et leurs implications diagnostiques* (pp.17-31). Louvain-la-Neuve : De Boeck.

- RAMUS, F. (2001). Outstanding questions about phonological processing in dyslexia. *Dyslexia*, 7, 197-216.
- RAMUS, F. (2003). Developmental dyslexia : Specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction ? *Current Opinion in Neurobiology*, 13(2), 212-218.
- RINGARD, J.-C. (2000). A propos de l'enfant dysphasique, de l'enfant dyslexique. *Rapport ministériel*. Paris : MEN.
- SERNICLAES, W., SPRENGER-CHAROLLES, L., CARRE R., DEMONET, J.F. (2001). Perceptual discrimination of speech sounds in developmental dyslexia. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 44, 384-399.
- SKOTTUN, B.C. (2000). Mini Review. The magnocellular deficit theory of dyslexia: The evidence from contrast sensitivity. *Vision Research*, 40, 111-127.
- SNOWLING, M. (2000). *Dyslexia*. Oxford : Blackwell.
- SNOWLING, M.J., GALLAGHER, A., FRITH, U. (2003). Family risk of dyslexia is continuous : Individual differences in the precursors of reading skill. *Child Development*, 74(2), 358-373.
- SPRENGER-CHAROLLES, L., LACERT, P., COLE, P., SERNICLAES, W. (1999). Déficits phonologiques et métaphonologiques chez des dyslexiques phonologiques et de surface. *Rééducation Orthophonique*, 197, 25-52.
- SPRENGER-CHAROLLES, L., COLE, P. (2003). *Lecture et dyslexie. Approche cognitive*. Paris : Dunod.
- STEIN, J. (2001). The magnocellular theory of developmental dyslexia. *Dyslexia*, 7, 12-36.
- STEIN, J., WALSH, V. (1997). To see but not to read : The magnocellular theory of dyslexia. *Trends in Neurosciences*, 20, 147-152.
- TALLAL, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics and reading disabilities in children. *Brain and Language*, 9, 182-198.
- TALLAL, P., MILLER, S. L., JENKINS, W. M., MERZENICH, M. M. (1997). The role of temporal processing in developmental language - based learning disorders : Research and clinical applications. In B. A. Blachman (Ed), *Foundation of reading acquisition and dyslexia* (pp. 49-66). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- VALDOIS, S. (2000). Pathologies développementales de l'écrit. In M. Kail et M. Fayol (Eds.), *L'acquisition du langage. Le langage en développement. Au-delà de trois ans* (pp 247-278). Paris : Presses Universitaires de France.
- VAN REYBROECK, M. (2003). *Elaboration d'une batterie d'épreuves évaluant les compétences phonologiques*. Bruxelles : Université libre de Bruxelles, Faculté des Sciences psychologiques et de l'Education.
- VEUILLET, E., MAGNAN, A., ECALLE, J. (2004). Déficits auditifs perceptifs et capacités en lecture chez les enfants dyslexiques : effet d'un entraînement audio-visuel. *Revue de Neuropsychologie*, 14(1), 103-132.
- WECHSLER, D. (1996). *Wechsler Intelligence Scale for Children, WISC III*. Paris : ECPA.
- WITTON, C., STEIN, J.F., STOODLEY, C.J., ROSNER, B.S., TALCOTT, J.B. (2002). Separate influence of acoustic AM and FM sensitivity on the phonological decoding skills of impaired and normal readers. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(6), 866-874.
- ZENATTI, A. (1980). *Tests musicaux pour jeunes enfants*. Paris : EAP.