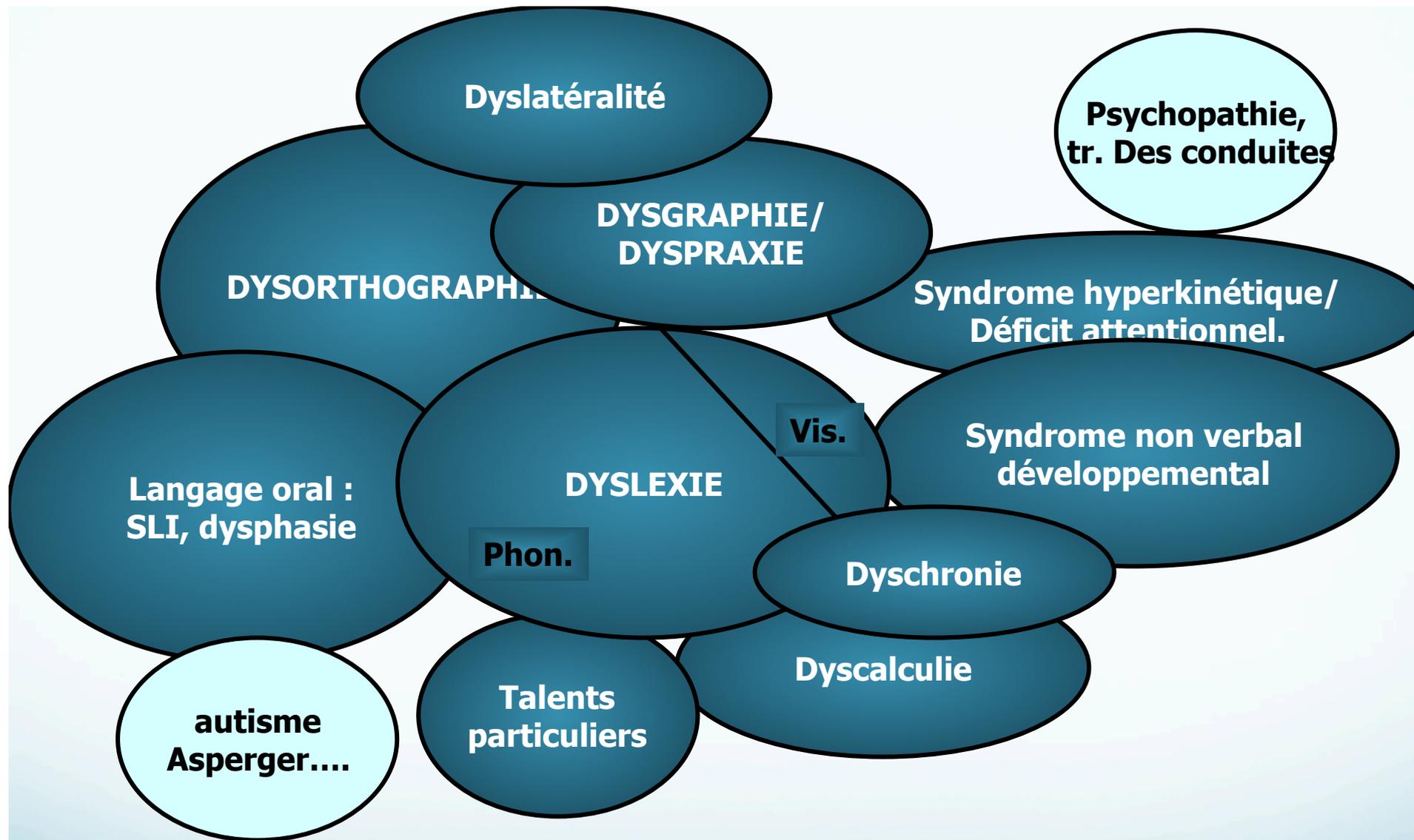
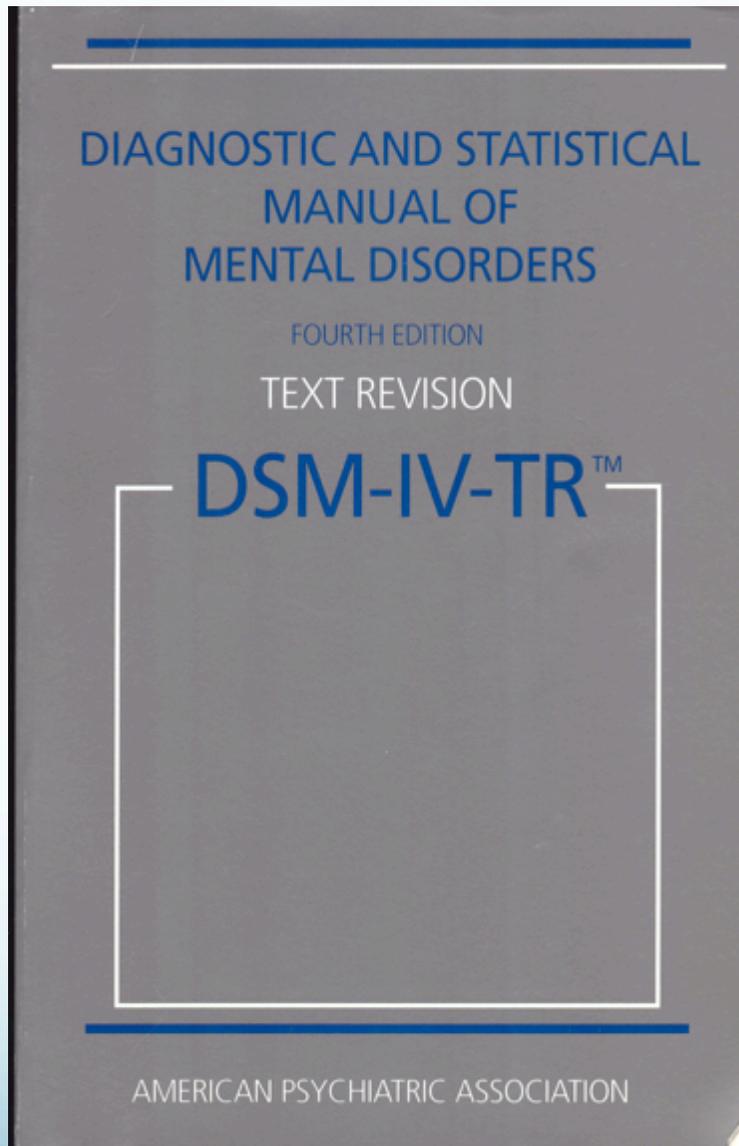


# Quelques avancées de la recherche sur la dyslexie et les troubles DYS

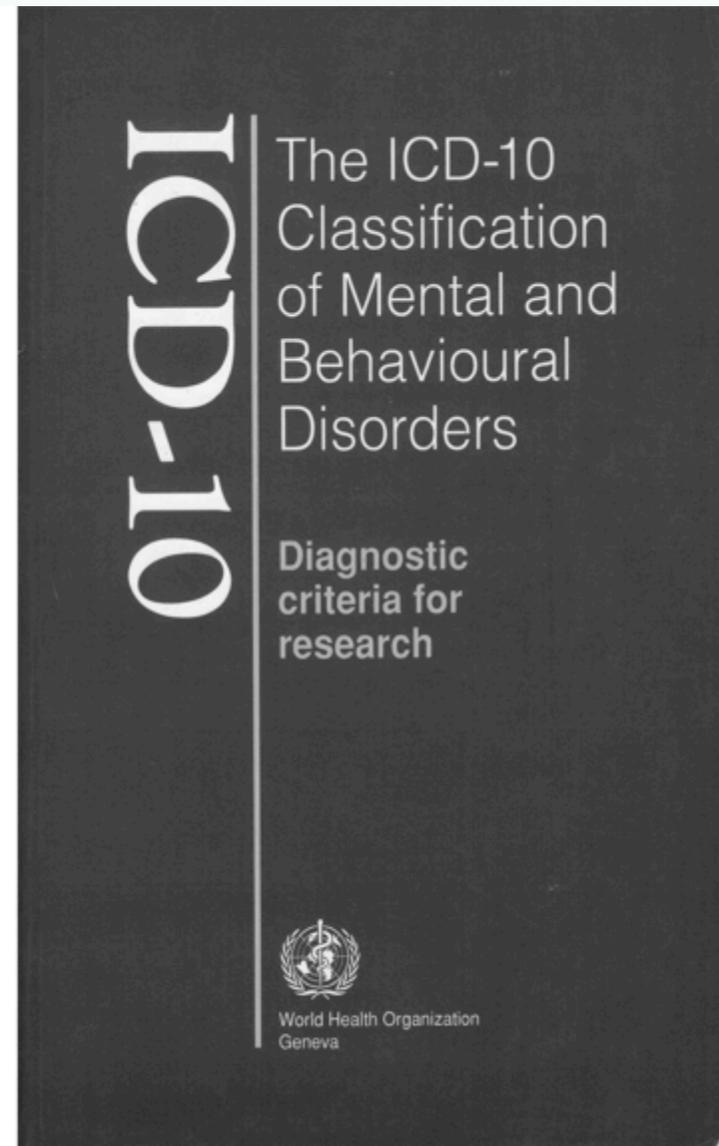
Michel Habib  
Résodys, Marseille



*La « constellation dys » : un point de vue de cliniciens*



1994



1992

# (ex) DSM-IV : troubles d'apprentissage

## Critères diagnostiques du F81.0 [315.001 Trouble de la lecture

- A. Les réalisations en lecture, de façon individuelle, sont nettement inférieures à celles attendues compte tenu de l'âge chronologique (mesuré par des tests standardisés).
- B. La perturbation décrite avec la réussite à l'appel à la lecture.
- C. S'il existe un déficit sensoriel, il ne dépasse pas celui des autres domaines habituellement affectés.

Note de codage : S'il existe un déficit sensoriel, code

## Critères diagnostiques du F81.2 [315.1 | Trouble du calcul

- A. Les aptitudes en calcul, évaluées par des tests standardisés, sont nettement inférieures à celles attendues compte tenu de l'âge chronologique (mesuré par des tests) et d'un enseignement approprié à son âge.
- B. La perturbation décrite avec la réussite à l'appel aux mathématiques.
- C. S'il existe un déficit sensoriel, il ne dépasse pas celui des autres domaines habituellement affectés.

Note de codage : S'il existe un déficit sensoriel,

## Critères diagnostiques du F81.8 [315.21 Trouble de l'expression écrite

- A. Les capacités d'expression écrite, évaluées par des tests standardisés, sont nettement inférieures à celles attendues compte tenu de l'âge chronologique du sujet, de son niveau intellectuel (mesuré par des tests) et d'un enseignement approprié à son âge.
- B. La perturbation décrite dans le Critère A interfère de façon significative avec la réussite scolaire ou les activités de la vie courante qui requièrent l'élaboration de textes écrits (p. ex., écrire avec des phrases grammaticalement correctes, en paragraphes bien construits).
- C. S'il existe un déficit sensoriel, les difficultés d'expression écrite dépassent celles habituellement associées à celui-ci.

Note de codage : S'il existe une affection médicale générale (p. ex., neurologique) ou un déficit sensoriel, coder ceux-ci sur l'axe III.

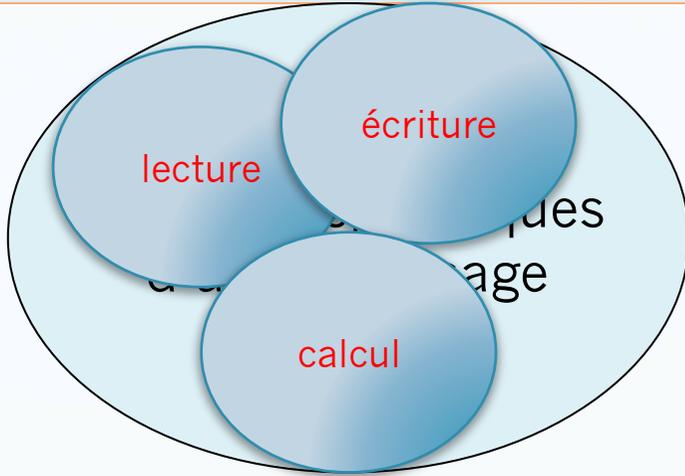
# DSM-5 : troubles spécifiques d'apprentissage

- A. Difficulté à apprendre et à utiliser les aptitudes académiques, comme indiqué par la présence **d'au moins un des symptômes** suivants, qui ont **persisté** depuis au moins 6 mois en dépit d'interventions ciblées:
- 1- lecture de mots inexacte, lente ou laborieuse
  - 2- difficulté à comprendre la signification de ce qui est lu (même si lu correctement)
  - 3- difficultés d'orthographe (spelling) : p.e. : ajout ou omission de lettres
  - 4- difficultés dans l'expression écrite (p.e. erreurs de ponctuation ou grammaticales, défaut d'organisation des paragraphes, manque de clarté de l'expression des idées)
  - 5- difficulté à maîtriser le sens des nombres, les faits numériques, ou le calcul
  - 6- difficulté dans le raisonnement mathématique (appliquer des concepts ou des faits dans la résolution de problèmes)
- B. Significativement en-dessous de ceux attendus pour l'âge et interfère significativement avec les performances académiques ou les occupations
- C. Commence durant les années d'école mais peut n'être manifeste que dès lors que les demandes excèdent les capacités limitées de l'individu
- D. Pas mieux expliquées par déficience intellectuelle, acuité auditive ou visuelle non corrigée, autres troubles neurologiques ou mentaux, adversité psycho-sociale...

# DSM-5: TROUBLES neurodéveloppementaux

Déficience intellectuelle

Tr de la communication



Troubles moteurs

Troubles du langage

Trouble de production du langage (speech sound disorder)

Trouble (pragmatique) de la communication sociale

Tr de l'acquisition des coordinations

Mvts stéréotypés

Disruptive, impulse control & conduct disorders

Autisme

Asperger

Troubles du spectre autistique

TDAH

CD

TOP

Intermittent explosive disorder

Trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité

# Trois profils de "troubles dys"

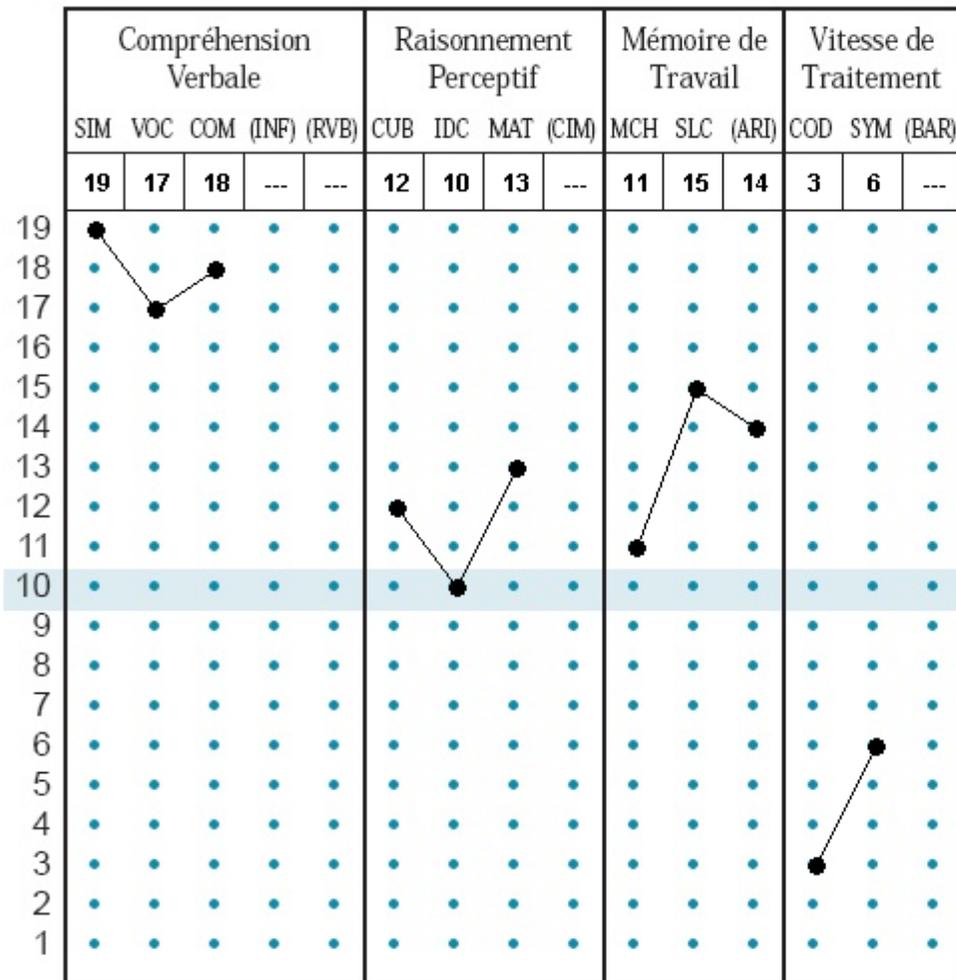
- **Le syndrome phonologique** : le plus fréquent, le plus classique, repose sur l'hypothèse du déficit phonologique exclusif (M. Snowling, F. Ramus...)
- **Le syndrome visuo-attentionnel**: généralement considéré comme un déficit des processus d'ajustement de la fenêtre attentionnelle (S. Valdois)
- **Le syndrome dyspraxique** : moins connu, peut être associé aux précédents, retard moteur et défaut d'automatisation (R. Nicolson)

Peuvent s'associer entre eux!

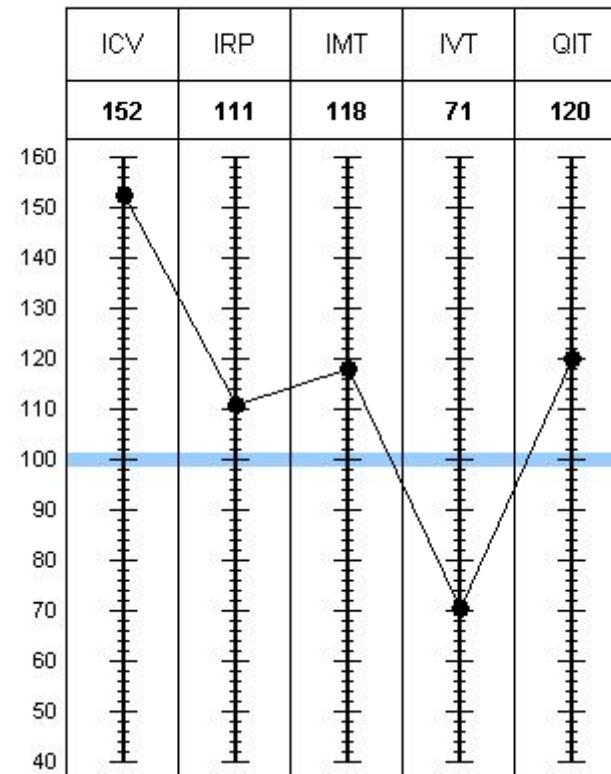
## Benjamin : 16 ans 8 mois. 1e S

Pas de retard moteur ni langage. Lenteur à l'habillage. Dyschronie importante. N'arrive pas à terminer ses devoirs. Pas de dysgraphie. Bilan ortho : lenteur de lecture significative

Profil des notes standard



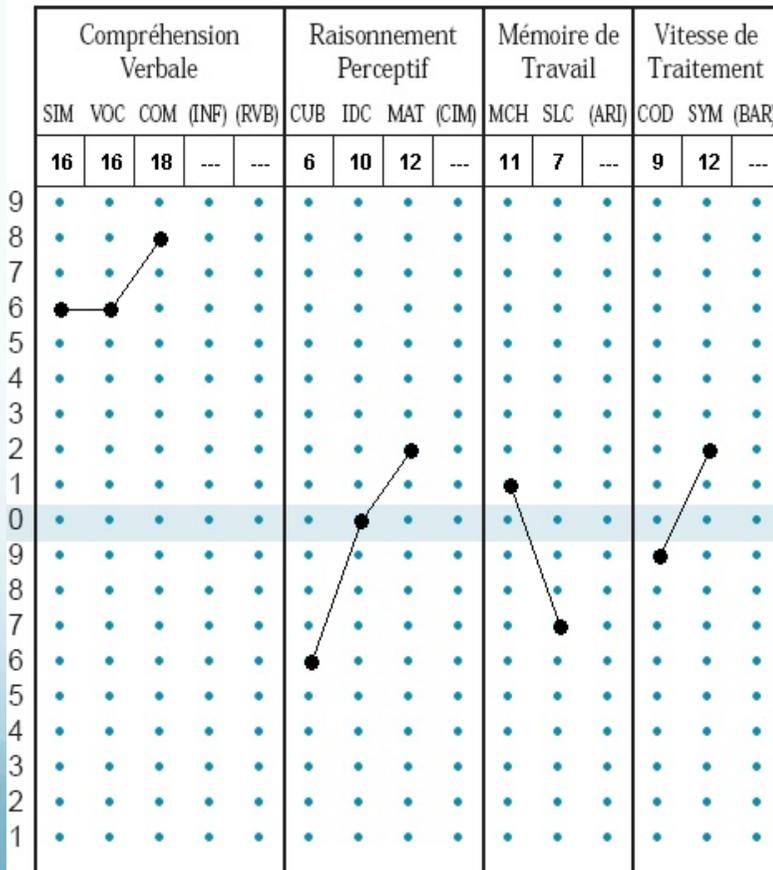
Profil des notes composites



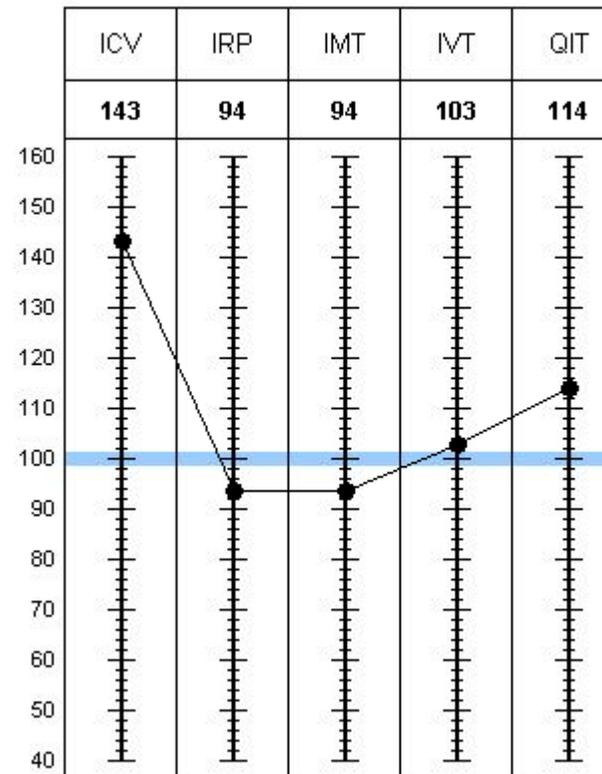
## Guillaume : 13 ans 11 mois – 4e

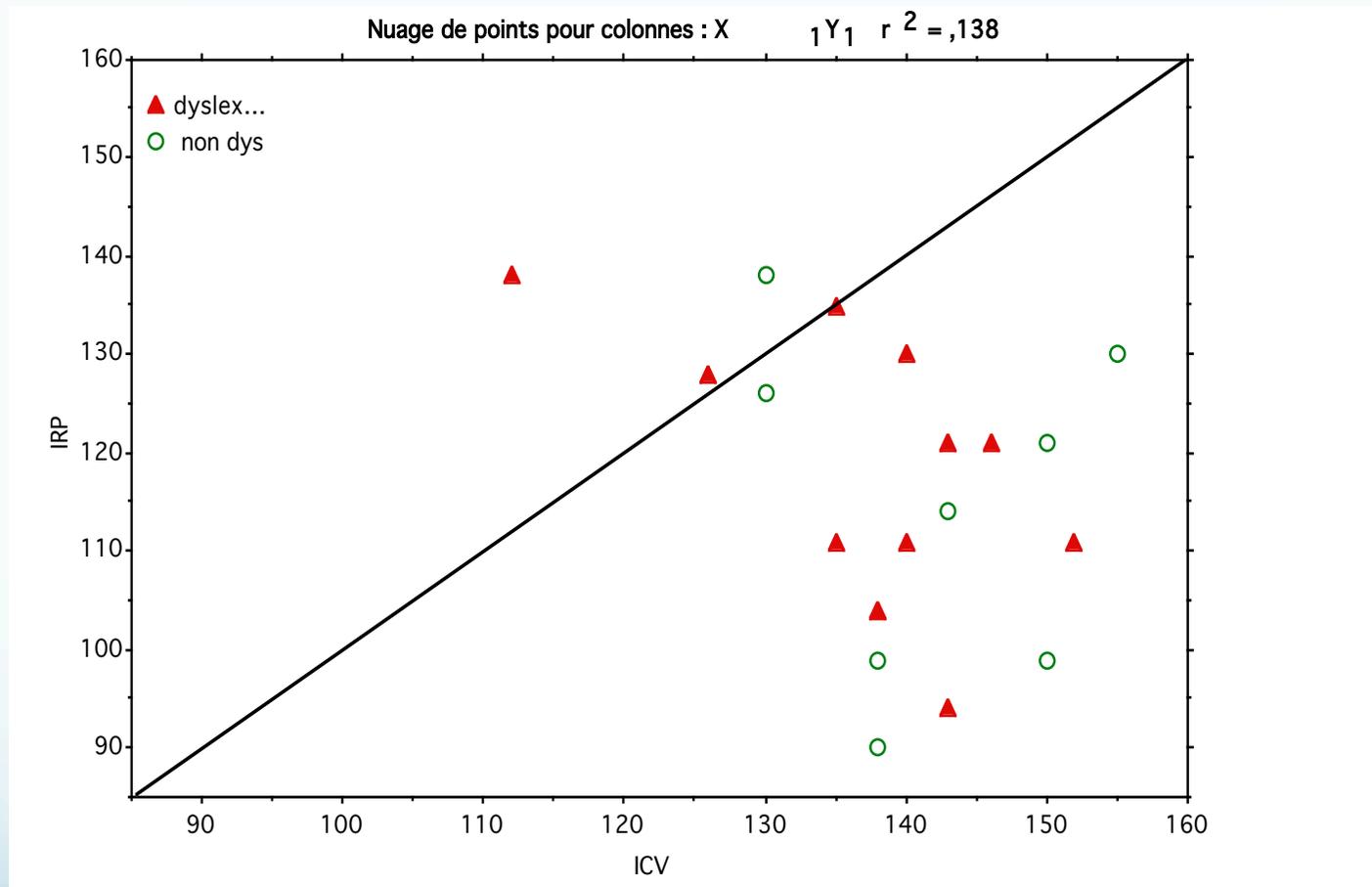
Tenue du crayon acquise difficilement, aime dessiner mais n' aime pas écrire. Dyslexie Visuelle partiellement résolue au cours du CP. Difficultés en géométrie. TB mémoire visuelle. Difficultés graphomotrices

Profil des notes standard



Profil des notes composites





profil cognitif de 20 enfants à fort potentiel intellectuel en difficulté scolaire (dont 12 en difficulté de lecture)

### **Incapacité d'Apprentissage Non-Verbal (NLD).**

#### **Critères proposés pour la recherche.**

*Rourke & al. 2002 : Annual Review of Psychology, 53, 309-339.*

1. Déficit bilatéral de la perception tactile, souvent plus marqué du côté gauche du corps. La perception tactile élémentaire peut devenir normale avec l'âge, mais l'interprétation des stimulations tactiles complexes demeure perturbée.
2. Déficiences bilatérales de la coordination psychomotrice, souvent plus marquées du côté gauche du corps. Les habiletés motrices simples et routinières peuvent devenir normales avec l'âge, mais les organisations complexes restent déficitaires ou se dégradent.
3. Déficience sévère des capacités d'organisation visuo-spatiale. La discrimination visuelle peut atteindre des niveaux normaux avec l'âge, en particulier si les informations sont simples. Mais les capacités d'organisation visuo-spatiale complexe se détériorent avec l'âge par rapport aux normes.
4. Difficulté substantielle dans la maîtrise des informations complexes et dans l'adaptation aux situations nouvelles. Forte tendance à recourir à la reproduction de schémas routiniers, à des réactions mémorisées et automatisées (souvent inappropriées au contexte), et incapacité à tenir compte du changement. Utilisation très fréquente de réponses verbales, en dépit des exigences de la situation. Ces propensions persistent ou s'aggravent avec l'âge.
5. Difficulté notable dans la résolution de problèmes non-verbaux et l'élaboration des concepts abstraits.
6. Distorsion de l'appréciation du temps. L'évaluation des durées et l'estimation des heures de la journée sont nettement perturbées.
7. Les mécanismes verbaux sont bien développés (par ex. la lecture de mots isolés, l'orthographe), voire supérieurs à l'âge, dans un contexte de défaut de compréhension de la lecture (surtout chez les grands enfants).
8. Verbose, propos répétitifs et verbalisation redondante, avec des anomalies du contenu du discours, et des troubles des aspects fonctionnels et pragmatiques du langage.
9. Déficiences substantielles des procédures opératoires des mathématiques et de la compréhension de la lecture des phrases, qui contrastent avec des capacités relativement bonnes dans la lecture des mots et en orthographe.
10. Déficiences sévères de la perception sociale, du jugement, et des interactions, aboutissant souvent à l'isolement ou à l'évitement. Facilement bouleversés dans des situations inhabituelles, avec une tendance marquée à l'anxiété, voire à la panique. Haut risque d'apparition de formes internalisées de psychopathologie (par ex. dépression) à la fin de l'enfance ou à l'adolescence.

Syndrome non-verbal  
développemental de Rourke  
(1989)

=

Syndrome hémisphérique droit  
développemental de Weintraub  
et Mesulam (1983) :

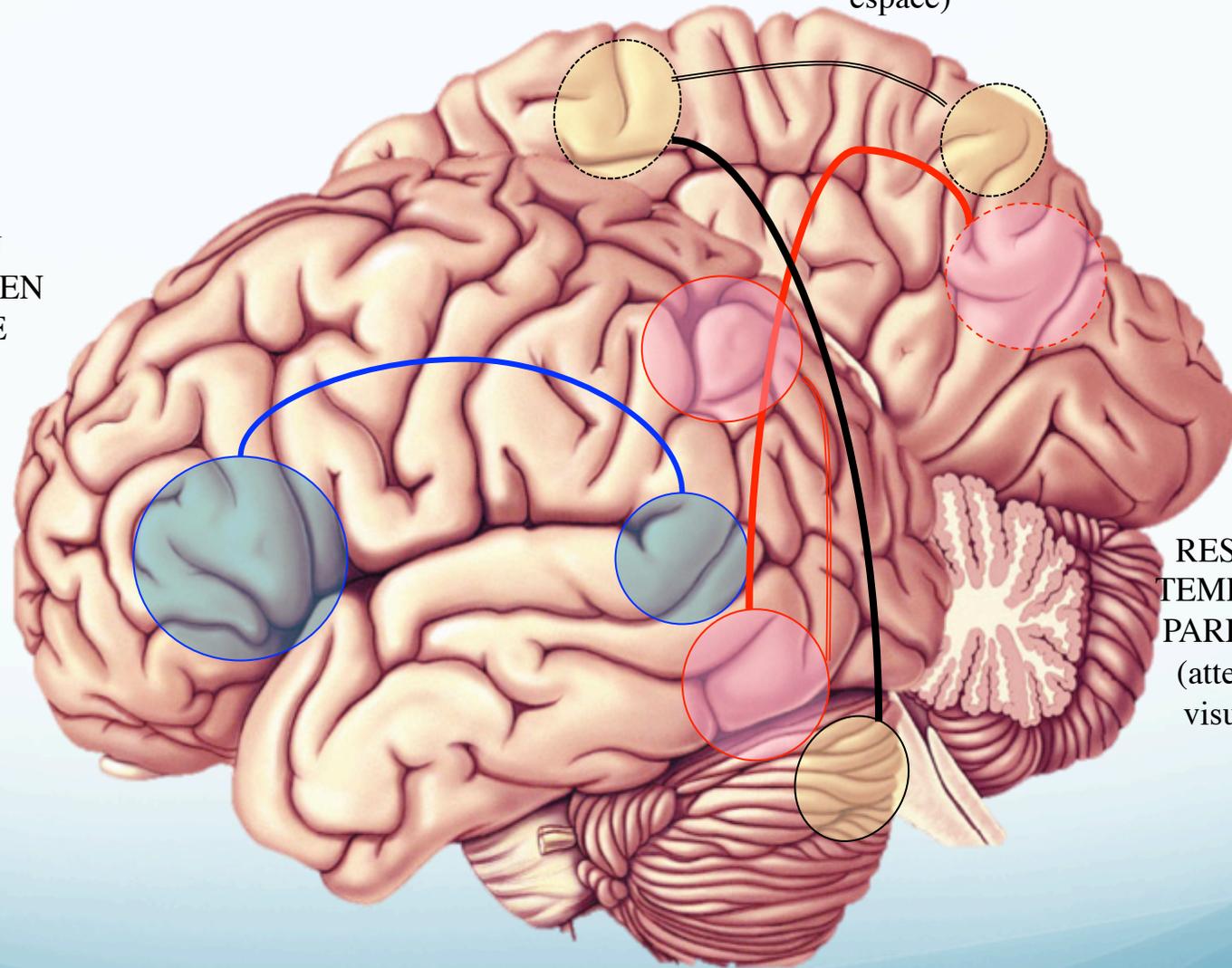
- trouble spatial
- trouble d'attention
- trouble du calcul
- défaut de coordination
- acquisitions langagières normales ou supérieures mais :
  - discours verbeux et redondant (trouble pragmatique)
  - défaut de perception sociale, humour, métaphores
  - défaut d'adaptation sociale : timidité excessive, isolement
  - composante génétique
  - question des limites avec s. d'Asperger

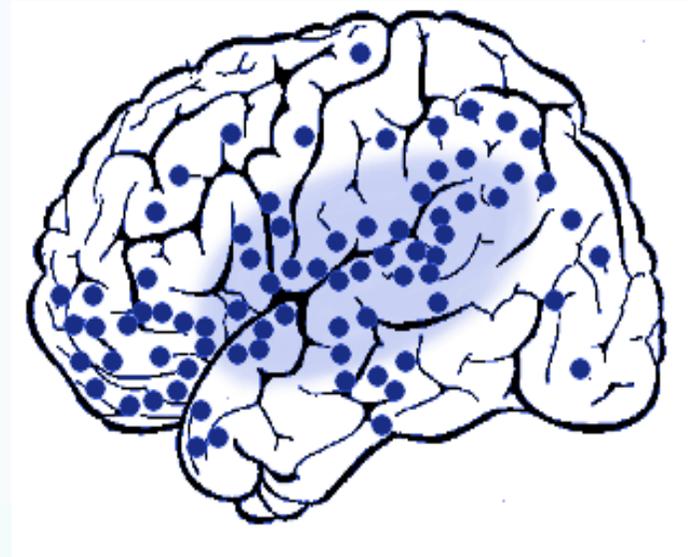
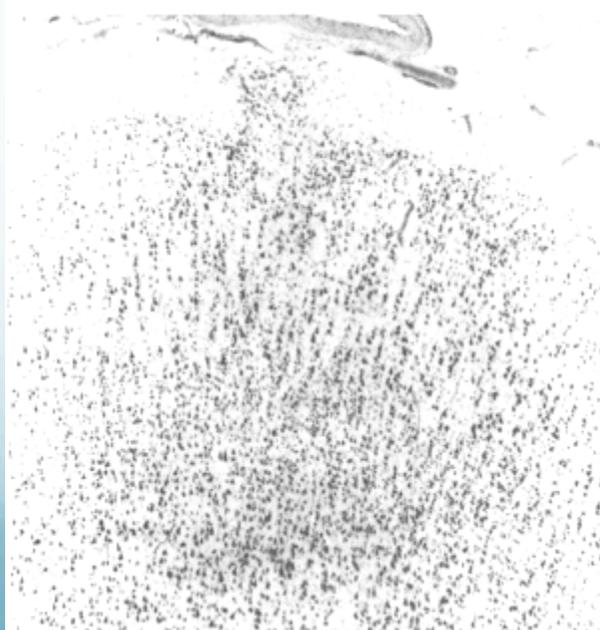
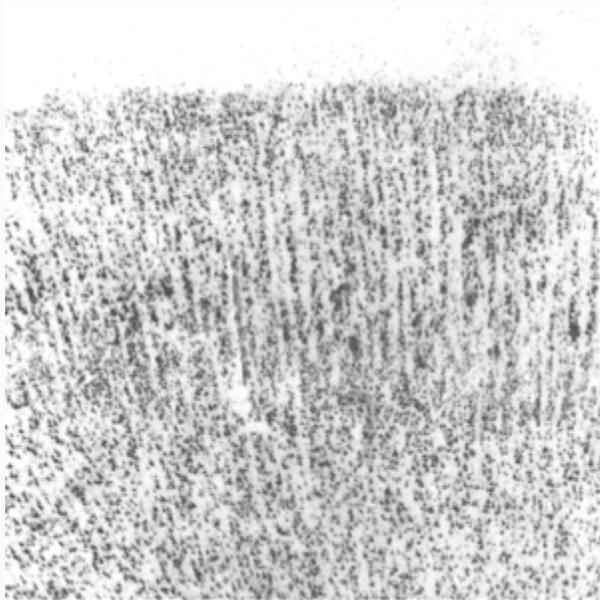
# Dyslexie : les causes et mécanismes

RESEAU  
PERISYLVIEN  
GAUCHE  
(langage)

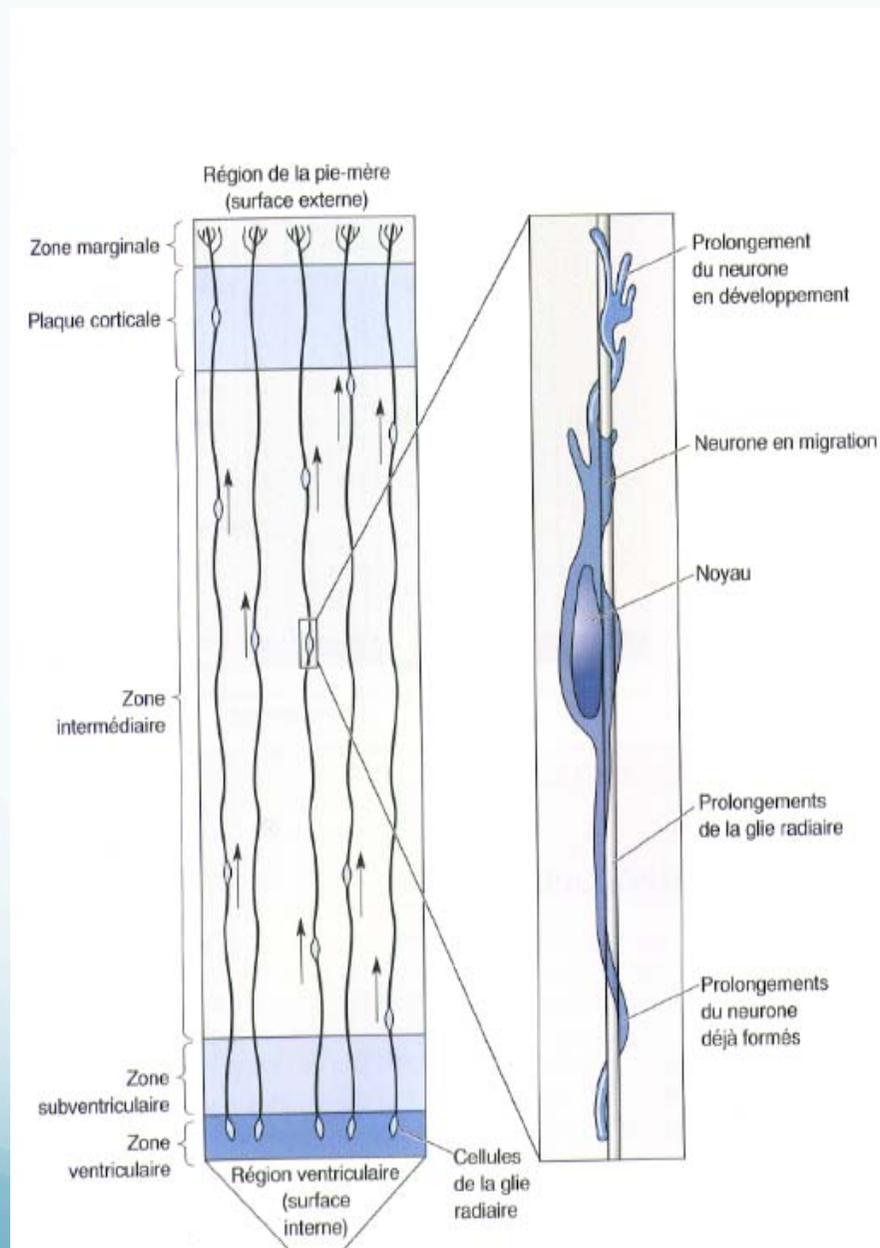
RESEAU CEREBELLO-  
PARIETO-FRONTAL  
(coordination, geste,  
espace)

RESEAU  
TEMPORO-  
PARIETAL  
(attention  
visuelle)





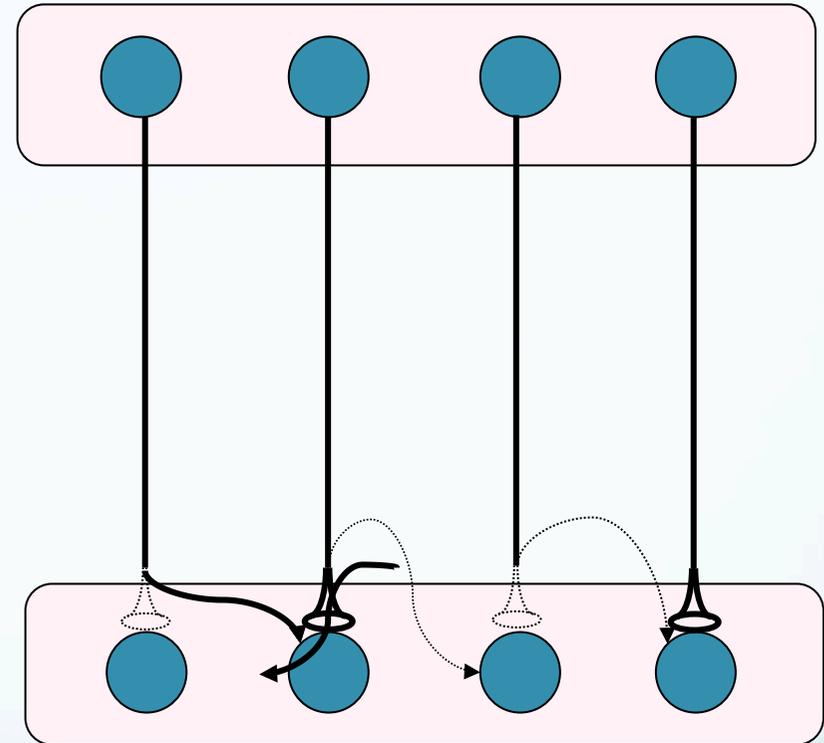
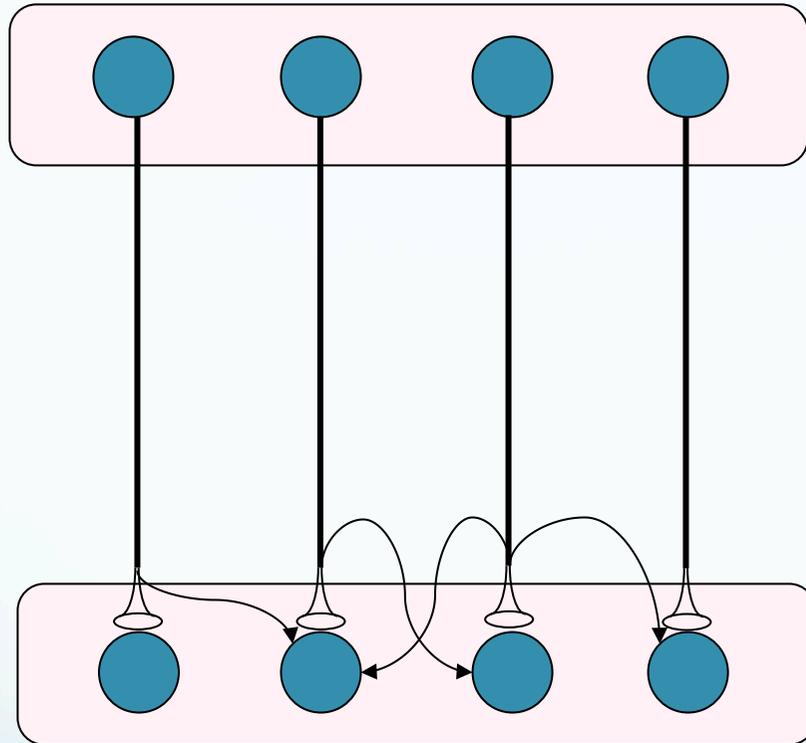
**Ectopies sur le cerveau  
dyslexique  
(Galaburda et al., 1979, 1985)**



## MIGRATION

### NEURONALE :

chaque neurone semble "choisir" son rail glial en fonction de la présence à la surface de ce dernier de certaines molécules, dites molécules d'adhésion

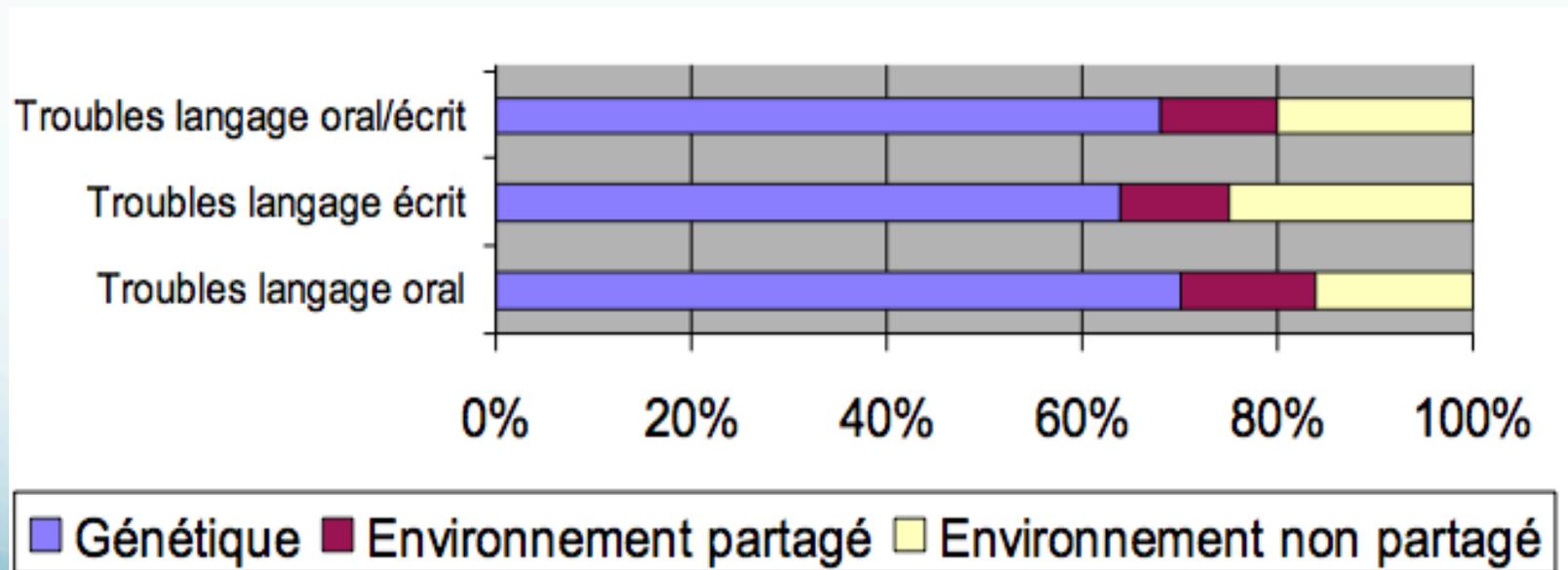


Synaptogénèse et perte sélective des prolongements : une base possible de l'apprentissage

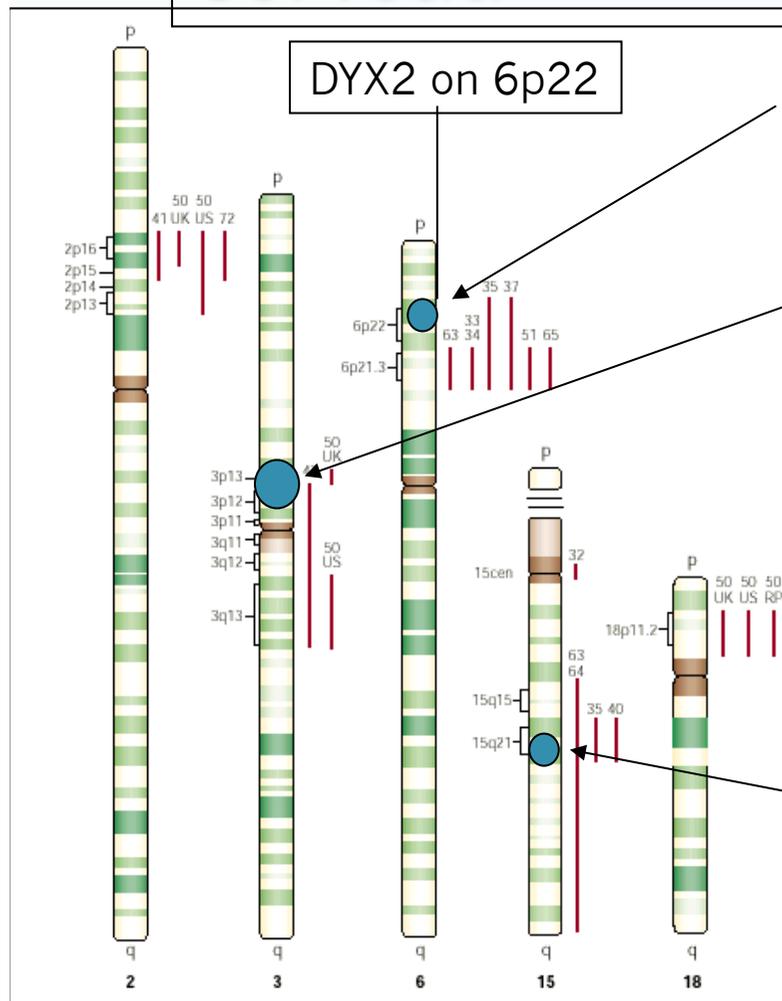
# Origine génétique possible

- Dyslexie 8 fois plus fréquente chez les enfants dont les parents ont une histoire de difficultés de lecture
- 25-60% des parents de dyslexiques ont également des difficultés de lecture
- Etude de jumeaux : taux de concordance : 68% pour monozygotes / 38% pour dizygotes.
- Liens entre dyslexie et marqueurs sur les chromosomes 6 (bras court; Grigorenko et al., 1997), 15 (bras long; Smith et al., 1983) et 18.

# Héritabilité des troubles du langage oral et écrit (Stromswold, 2001)



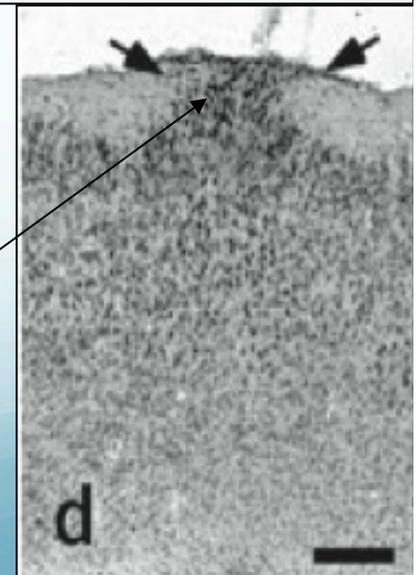
# Plusieurs gènes identifiés par les analyses de liaisons ont également un rôle connu dans le développement du cerveau



DCDC2 : un gène associé chez l'animal et chez l'homme à une migration neuronale anormale

ROBO1 : joue un rôle dans la régulation du passage de la ligne médiane par les axones calleux

Une manipulation in utero de DYX1C1 provoque des ectopies similaires à celles des humains dyslexiques



# Dyslexie : un modèle mais des théories multiples

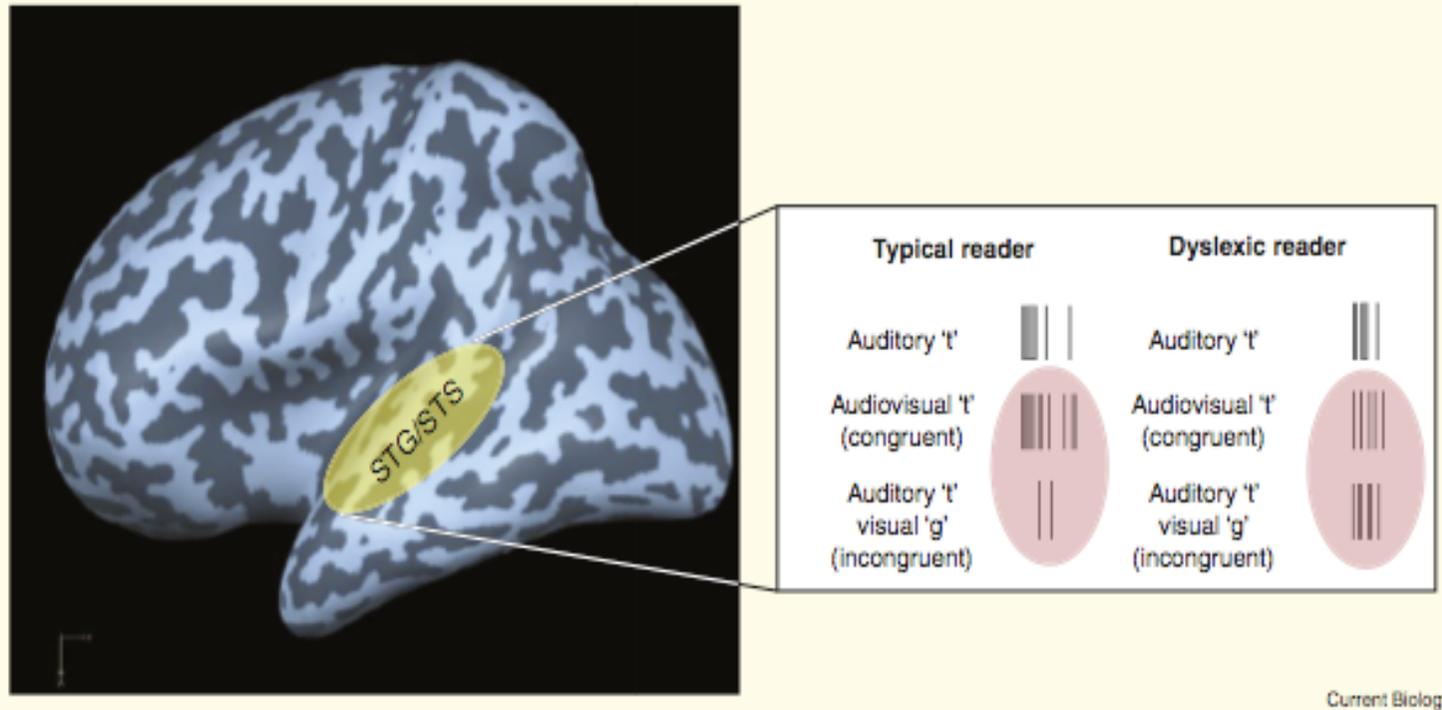
*Tableau I : les théories de la dyslexie*

- 1- *théorie phonologique (Ramus, Ziegler, Snowling...)*
- 2- *théorie magno-cellulaire (Stein)*
- 3- *théorie cérébelleuse (Fawcett et Nicolson)*
- 4- *théorie du déficit du traitement temporel (Tallal)*
- 5- *théorie du déficit d'intégration multimodale (Blomert)*
- 6- *théorie du déficit de la fenêtre attentionnelle (Valdois)*
- 7- *théorie de la mini-négligence gauche (Hari et al.)*
- 8- *théorie du « sluggish attentional shifting » ou SAS (déplacement attentionnel léthargique) (Hari & Renvall)*
- 9- *théorie du double déficit (Wolf et Bowers)*
- 10- *théorie du déficit d'ancrage (« anchoring ») (Ahissar)*
- 11- *théorie du « temporal sampling framework » (rise time, Goswami)*

# Dysconnectivité inter-modalitaire : une explication unitaire des troubles dys?



McGurk effect : an auditory /ba/ presented with a visual /ga/ is typically “heard” as /da/ (the reverse, i.e., auditory /ga/ and visual /ba/, tends to yield /bga/).



lorsque le stimulus est congruent (le sujet entend 't' et voit la lettre T), la décharge neuronale est moins bien organisée que chez le témoin; en outre, celle-ci est beaucoup plus importante qu'elle ne devrait l'être pour un stimulus incongruent (le sujet entend 't' et voit la lettre G).

--> pb d'intégration intermodale

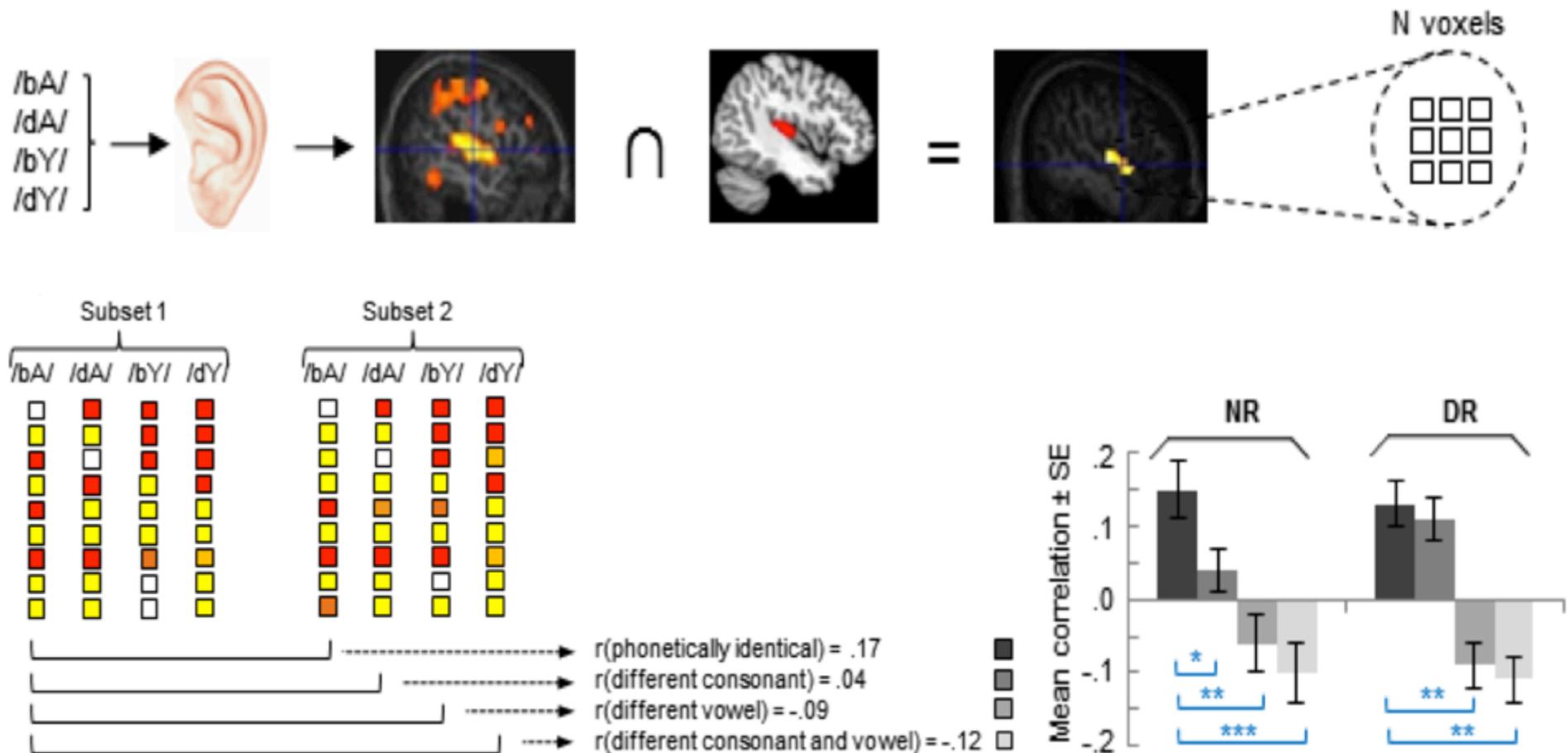


## Intact But Less Accessible Phonetic Representations in Adults with Dyslexia

Bart Boets *et al.*

*Science* **342**, 1251 (2013);

DOI: 10.1126/science.1244333

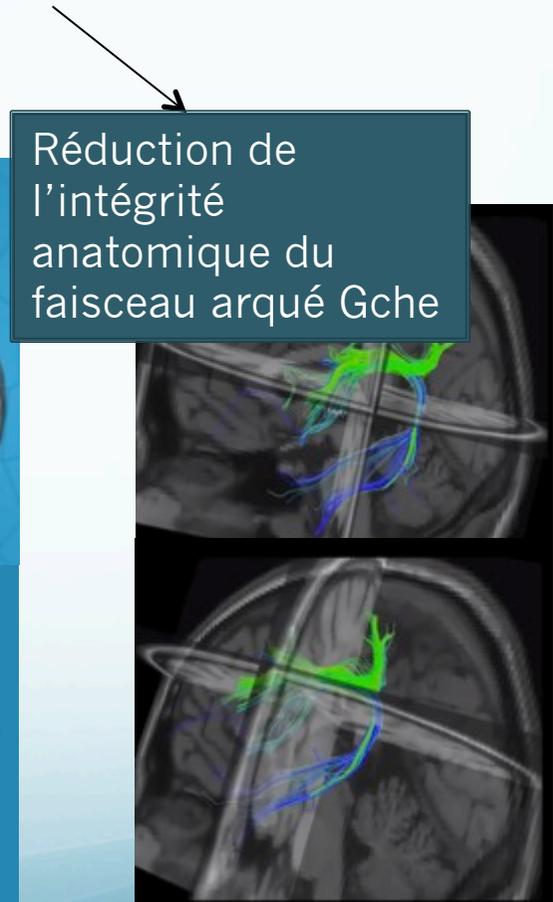
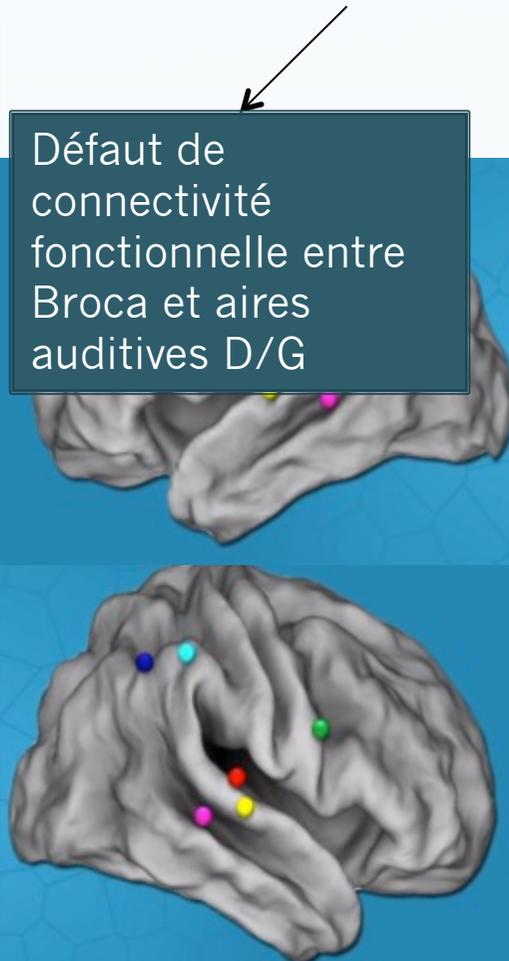
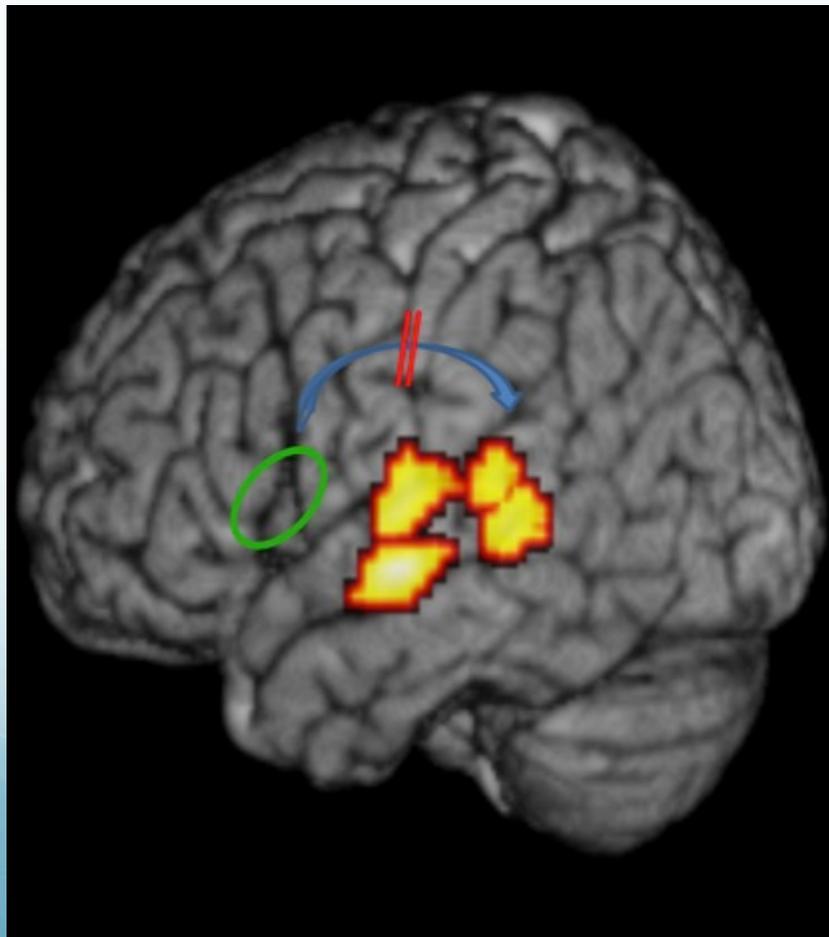


## Boets et al. : conclusions

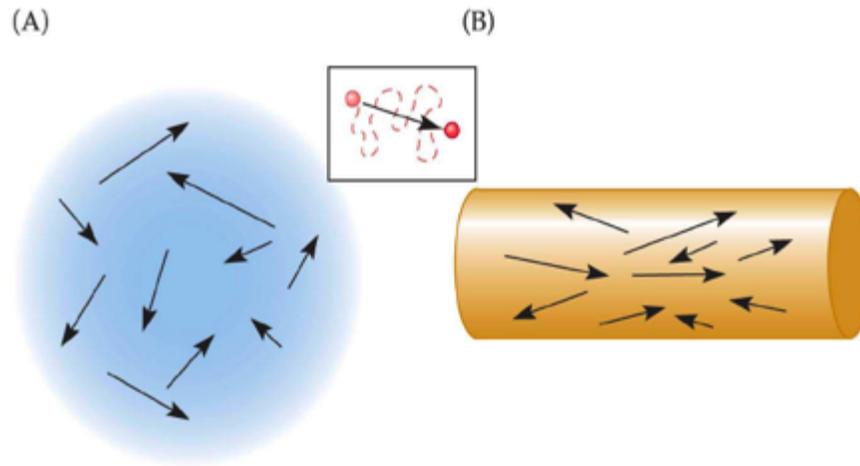
- les corrélations sont plus fortes au sein d'une catégorie qu'entre les catégories : signe la robustesse des représentations

- les représentations sont aussi robustes chez les DYS que chez les NL : représentations ne sont pas altérées/dégradées chez les DYS

→ Les DYS auraient un problème **d'accès à des représentations intactes**

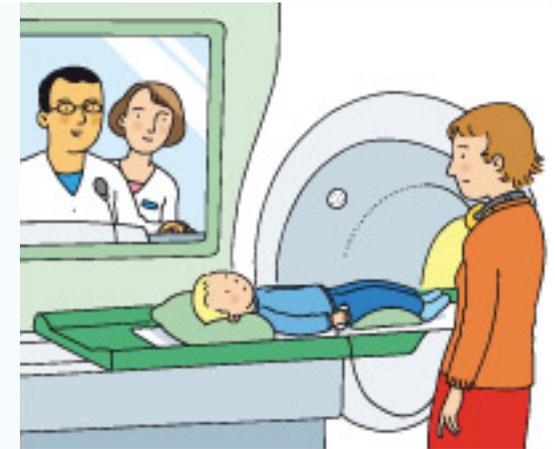


5.18 Isotropic and anisotropic diffusion.

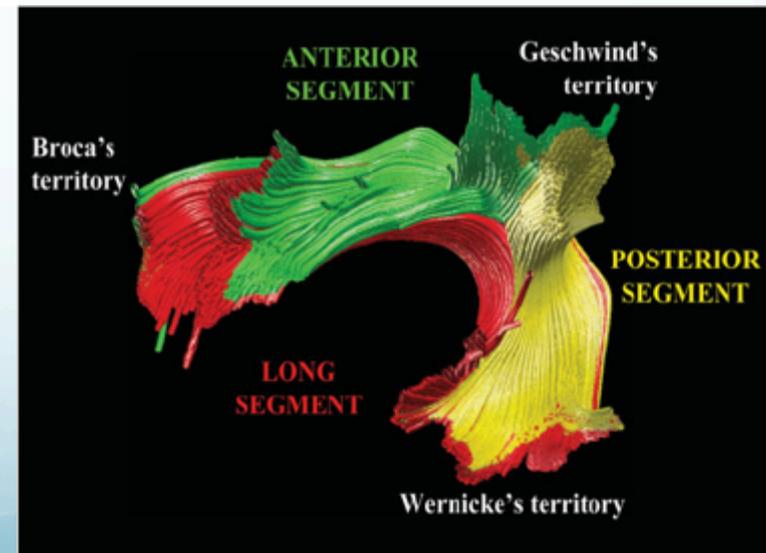


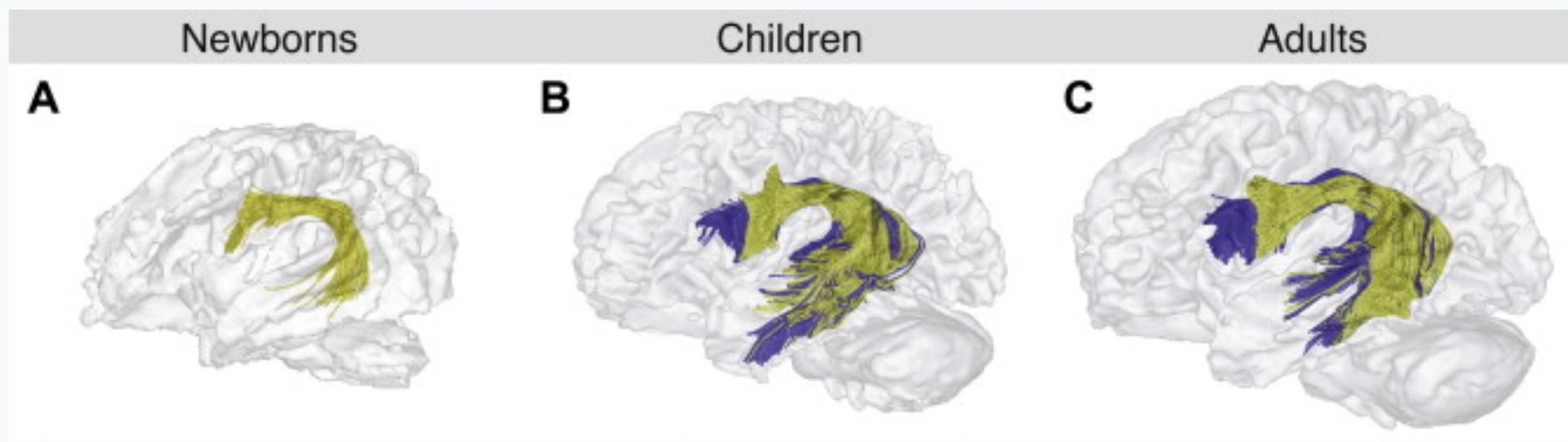
Diffusion tensor imaging (D.T.I.)

FUNCTIONAL MAGNETIC RESONANCE IMAGING Figure 5.18 © 2004 Saunders Associates, Inc.



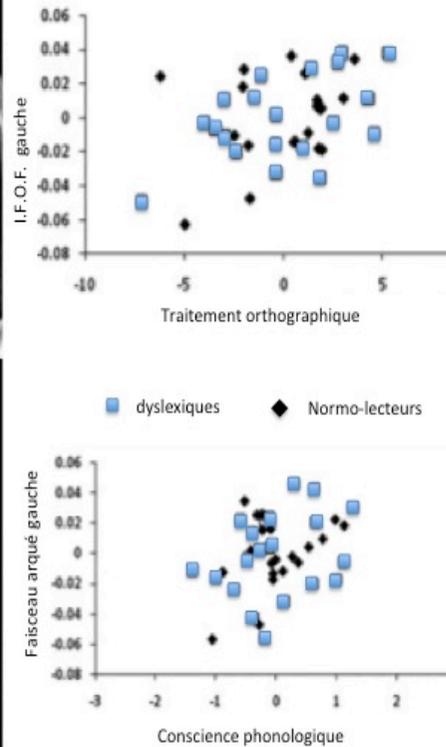
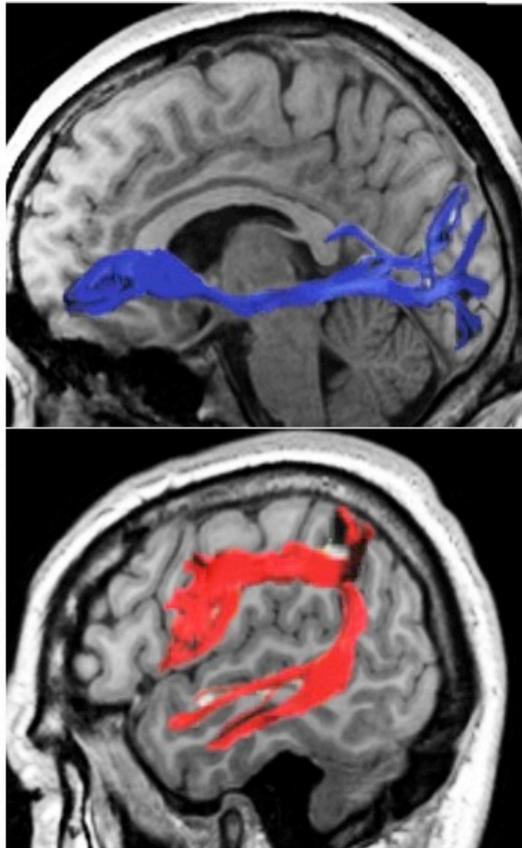
Le faisceau arqué : principal marqueur anatomique de la dyslexie





Le faisceau arqué, qui connecte les aires de Broca et de Wernicke est constitué de deux contingents : l'un ventral, présent dès la naissance, qui serait responsable du développement linguistique initial (fonctionnerait comme un extracteur de règles d'invariance dans la phonologie et la syntaxe). L'autre dorsal, n'apparaissant que vers 7ans, responsable de fonctions linguistiques plus complexes (sous l'influence de la lecture?).

[Brauer J, Anwander A, Perani D, Friederici AD.](#) Dorsal and ventral pathways in language development. [Brain Lang.](#) 2013 May 1.



Étude en tractographie des déficits phono-auditifs et orthographiques dans la dyslexie : dissociation entre une voie inférieure (faisceau fronto-occipital inférieur ou I.F.O.F.) et supérieure (faisceau arqué) dans la substance blanche de l'hémisphère gauche.

La voie supérieure et la voie inférieure sont respectivement corrélées avec l'efficacité dans une tâche de conscience phonologique et dans une tâche de traitement orthographique en lecture.

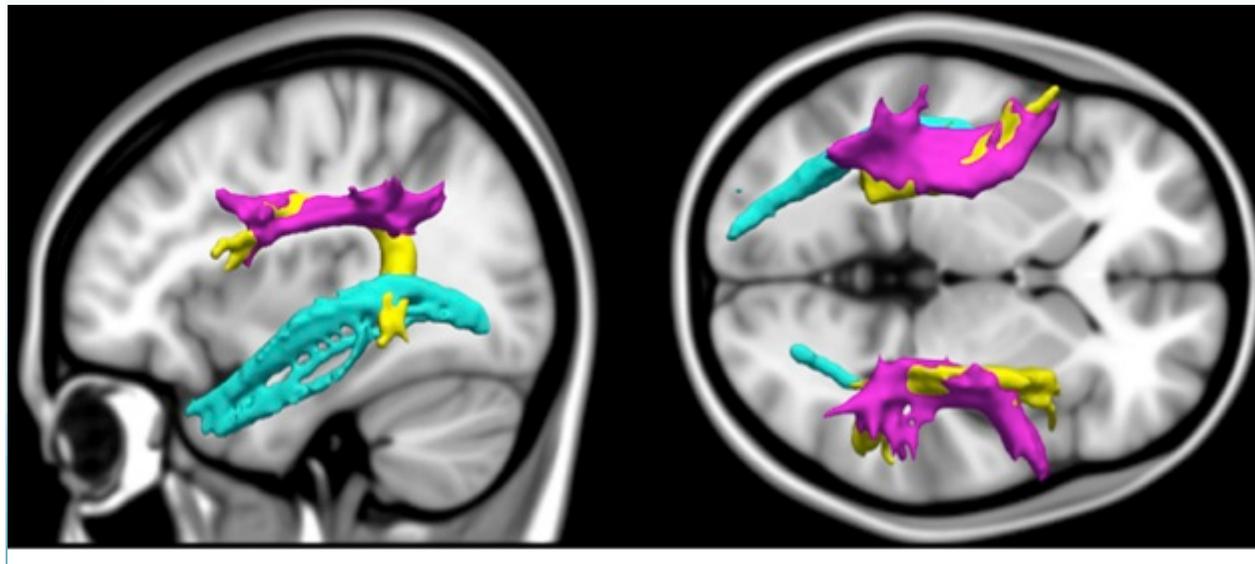
*D'après Vandermosten et al., 2012.*

Behavioral/Cognitive

## Tracking the Roots of Reading Ability: White Matter Volume and Integrity Correlate with Phonological Awareness in Prereading and Early-Reading Kindergarten Children

Zeynep M. Saygin,<sup>1\*</sup> Elizabeth S. Norton,<sup>1\*</sup> David E. Osher,<sup>1</sup> Sara D. Beach,<sup>1</sup> Abigail B. Cyr,<sup>1</sup> Ola Ozernov-Palchik,<sup>3</sup> Anastasia Yendiki,<sup>4</sup> Bruce Fischl,<sup>2,4</sup> Nadine Gaab,<sup>3</sup> and John D.E. Gabrieli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>McGovern Institute for Brain Research and Department of Brain and Cognitive Sciences and <sup>2</sup>Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory

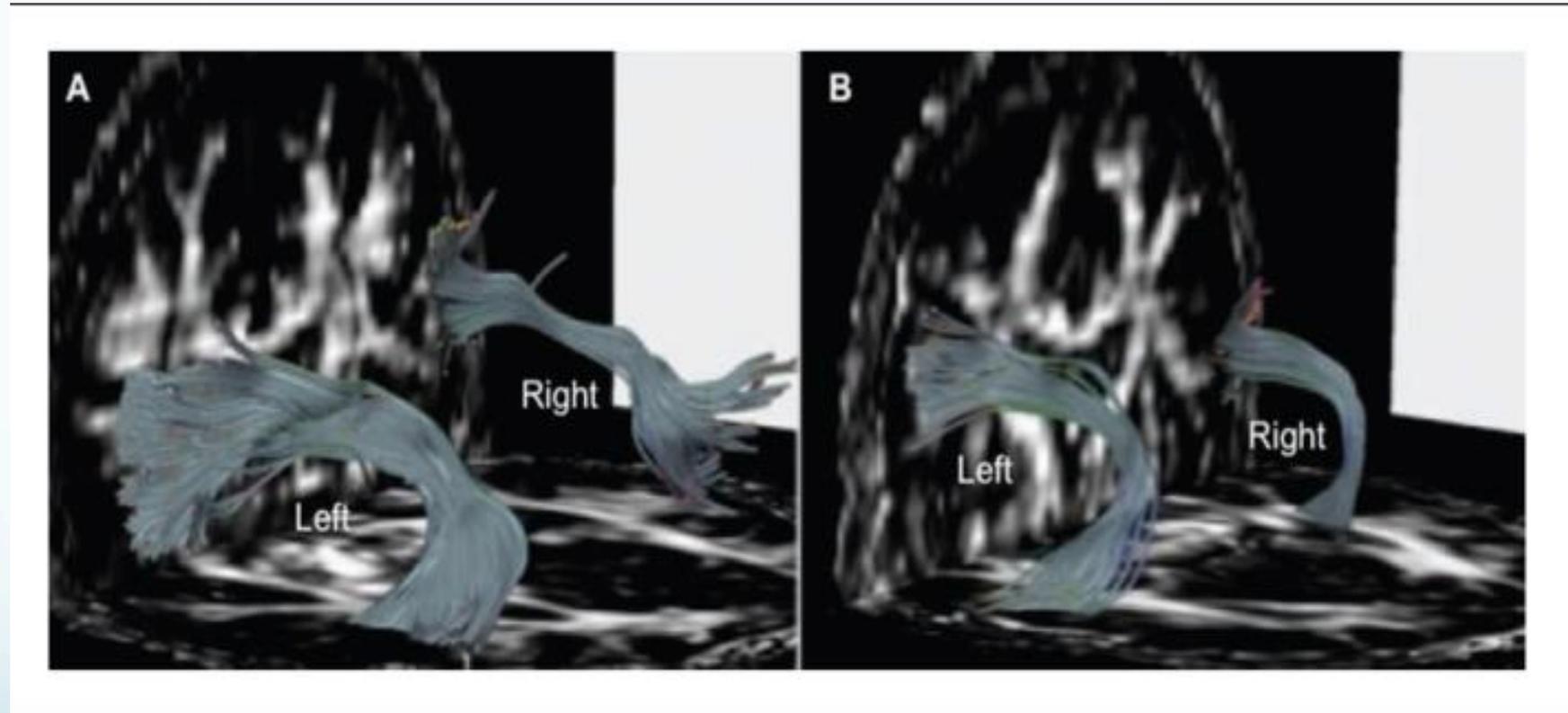


In kindergarten children, we found a correlation between phonological awareness for spoken language and indices of white matter organization of the left arcuate fasciculus, specifically volume and FA. This relationship was both anatomically and behaviorally specific; it was not observed in other tracts (left ILF, left SLFp, or right hemisphere homologs) or for other behavioral predictors of dyslexia. These results were observed in the whole group of 40 children with varied reading abilities in the first half of kindergarten and also in the subset of 18 children who were prereaders. The specific relation between phonological awareness and the left arcuate fasciculus was corroborated by an independent whole-brain analysis. The discovery that such a relation between white matter organization and one of the strongest behavioral predictors of dyslexia, poor phonological awareness, exists before formal reading instruction and substantial reading experience favors the view that differences in

# En définitive

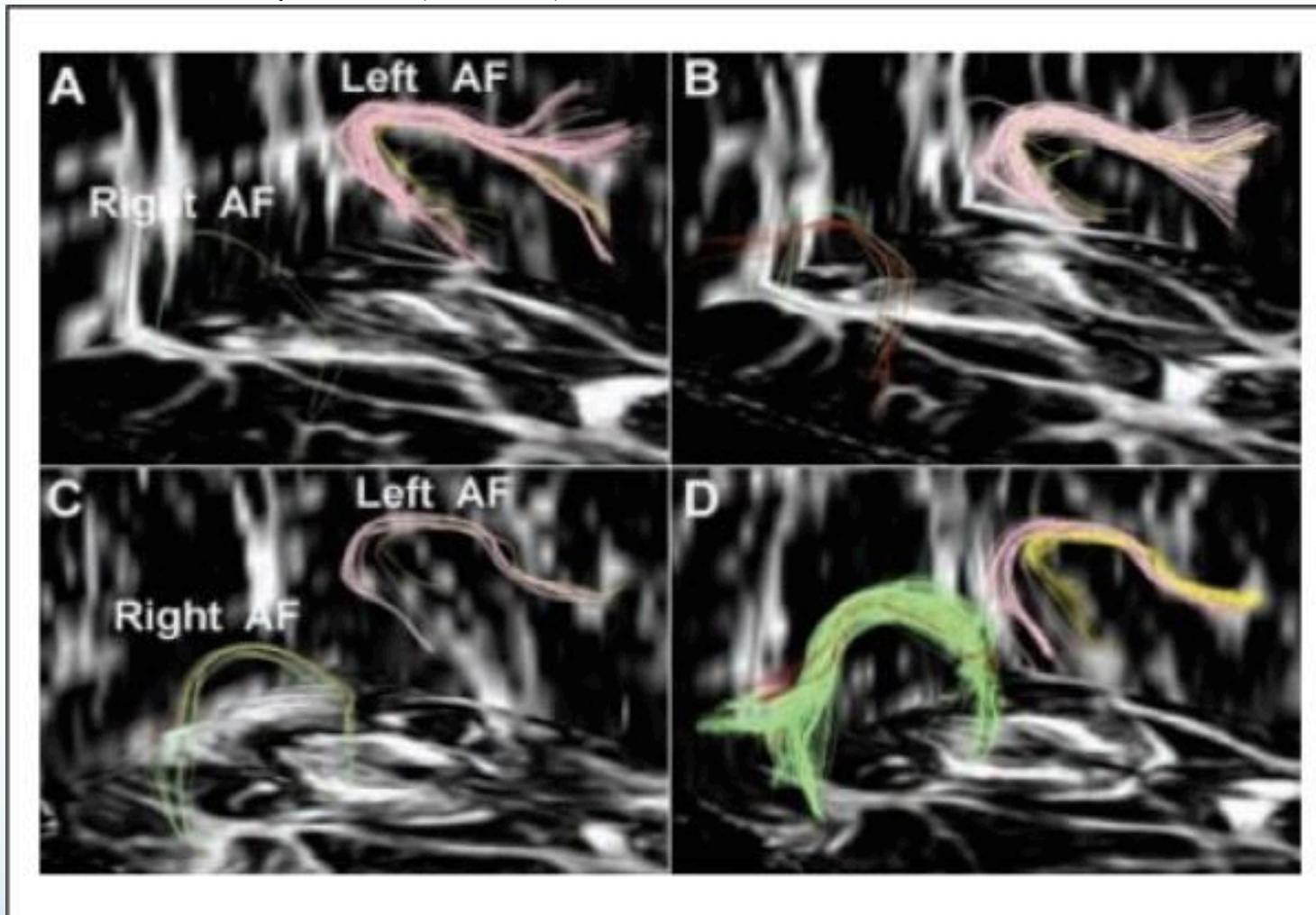
- Le faisceau arqué apparaît comme le principal et le plus robuste marqueur anatomique de la dyslexie
- Sa morphologie varie de façon notable chez l'adulte en fonction du degré d'illettrisme
- Chez l'enfant, son développement est en partie contemporain de l'acquisition de la lecture
- Les différences sont cependant déjà présentes avant l'apprentissage de la lecture et proportionnelles aux aptitudes phonologiques
- Elles s'atténuent après une rééducation efficace

(A) Faisceau arqué d'un musicien instrumentiste de 65 ans



(B) Faisceau arqué d'un sujet non musicien de 63 ans, apparié par ailleurs sur la latéralité manuelle, le sexe et le QI global

Enfant de 8 ans sans aucune expérience musicale  
scanné à deux reprises (A et B) à 2 ans d'intervalle



Enfant de 8 ans avant (C) et après (D) deux ans  
d'apprentissage d'un instrument à cordes

Changements dans le faisceau arqué  
après apprentissage d'un instrument



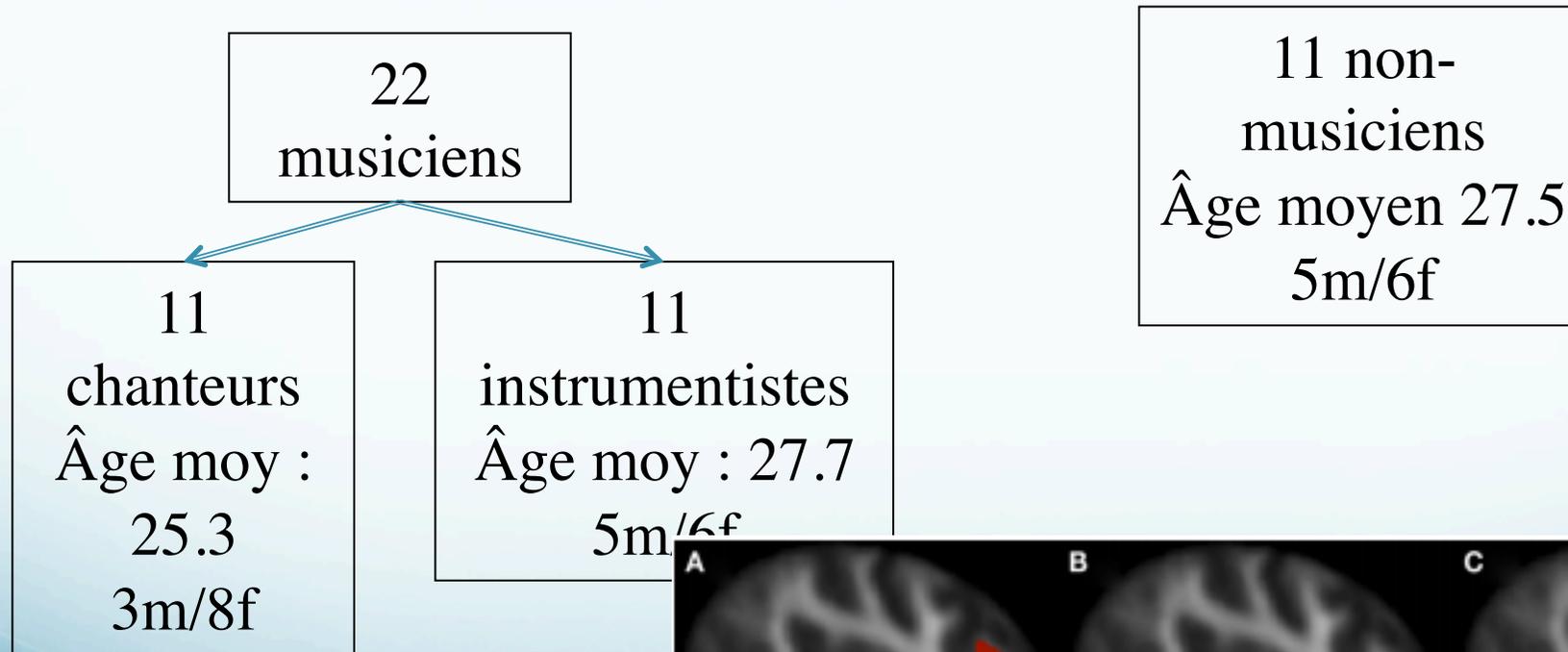
## Effects of practice and experience on the arcuate fasciculus: comparing singers, instrumentalists, and non-musicians

Gus F. Halwani<sup>1,2</sup>, Psyche Loui<sup>2</sup>, Theodor Rüber<sup>2,3</sup> and Gottfried Schlaug<sup>2\*</sup>

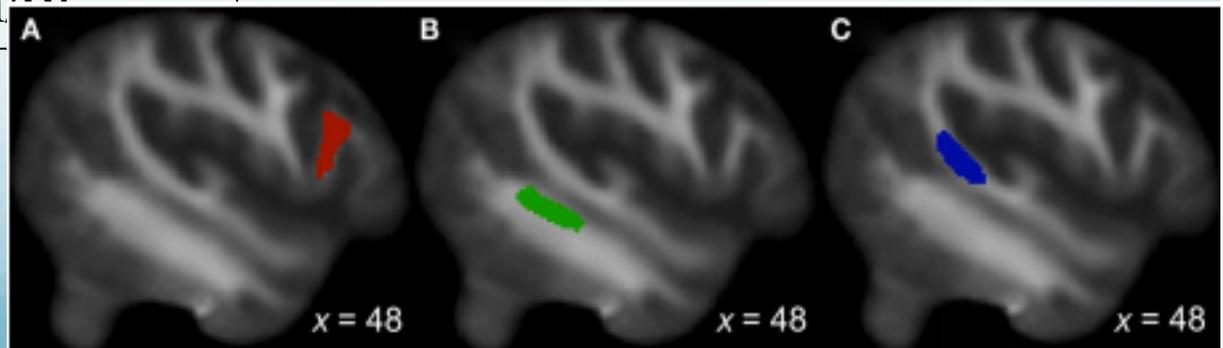
<sup>1</sup> Program in Speech and Hearing Bioscience and Technology, Harvard-MIT Division of Health Sciences and Technology, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, USA

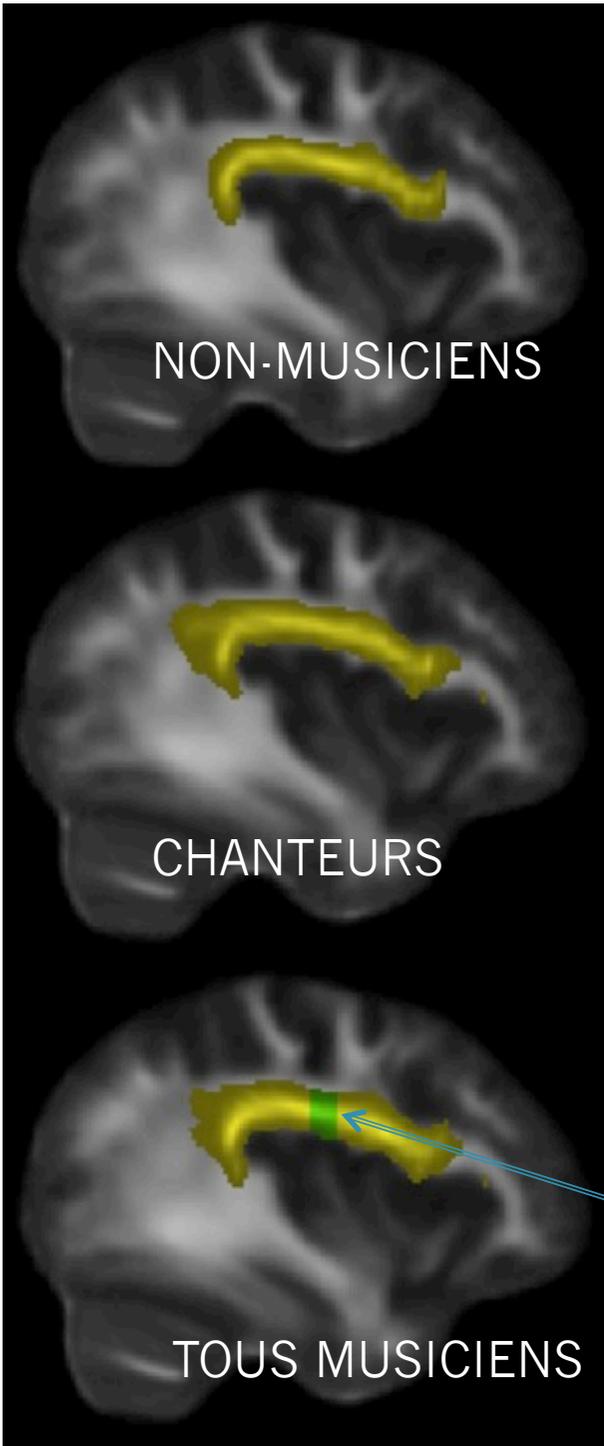
<sup>2</sup> Music and Neuroimaging Laboratory, Department of Neurology, Beth Israel Deaconess Medical Center/Harvard Medical School, Boston, MA, USA

<sup>3</sup> Department of Epileptology, Bonn University Hospital, Bonn, Germany



Détermination faisceau  
arqué ROI

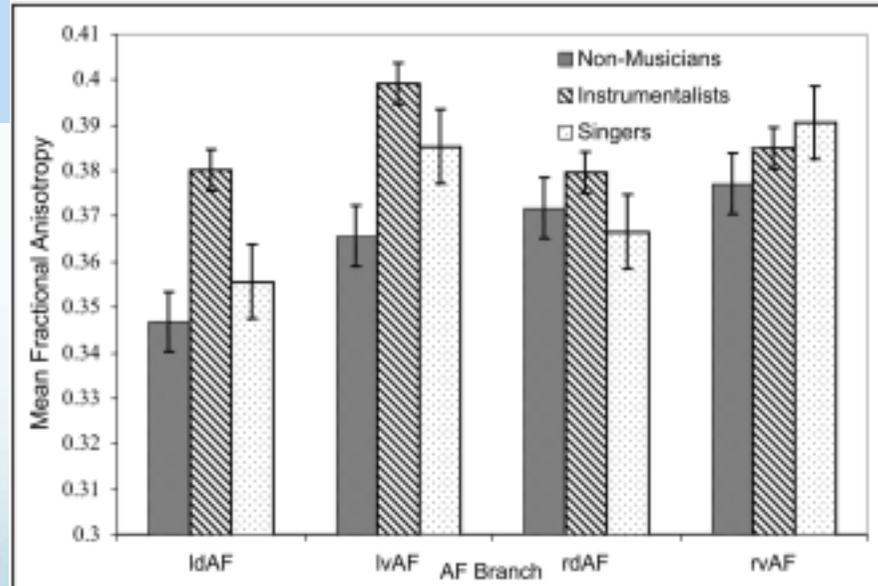
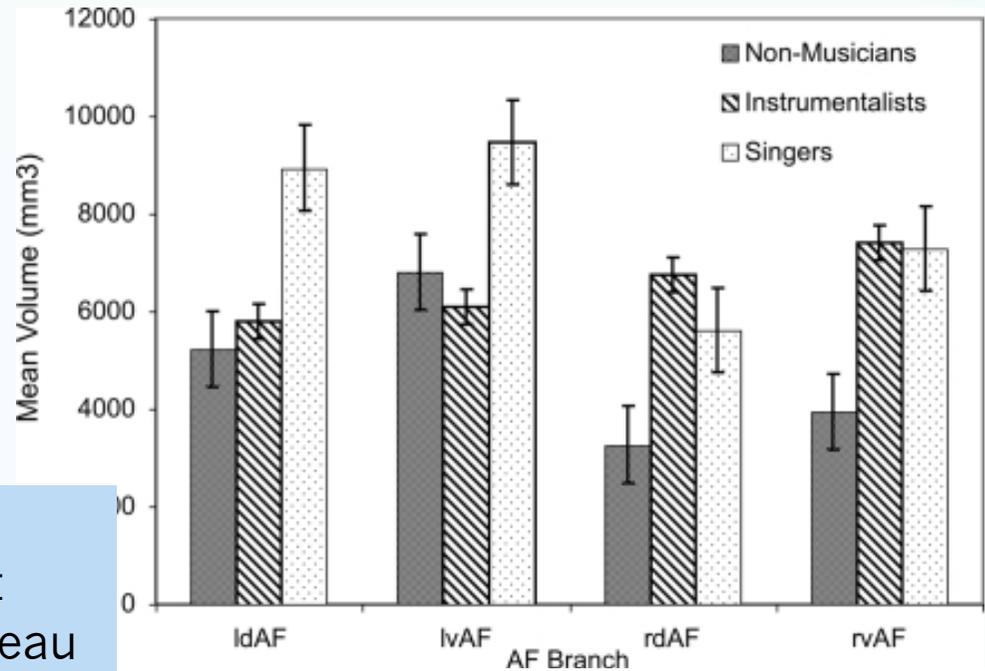




Différences  
prédominant  
dans le faisceau  
arqué gauche,  
partie dorsale

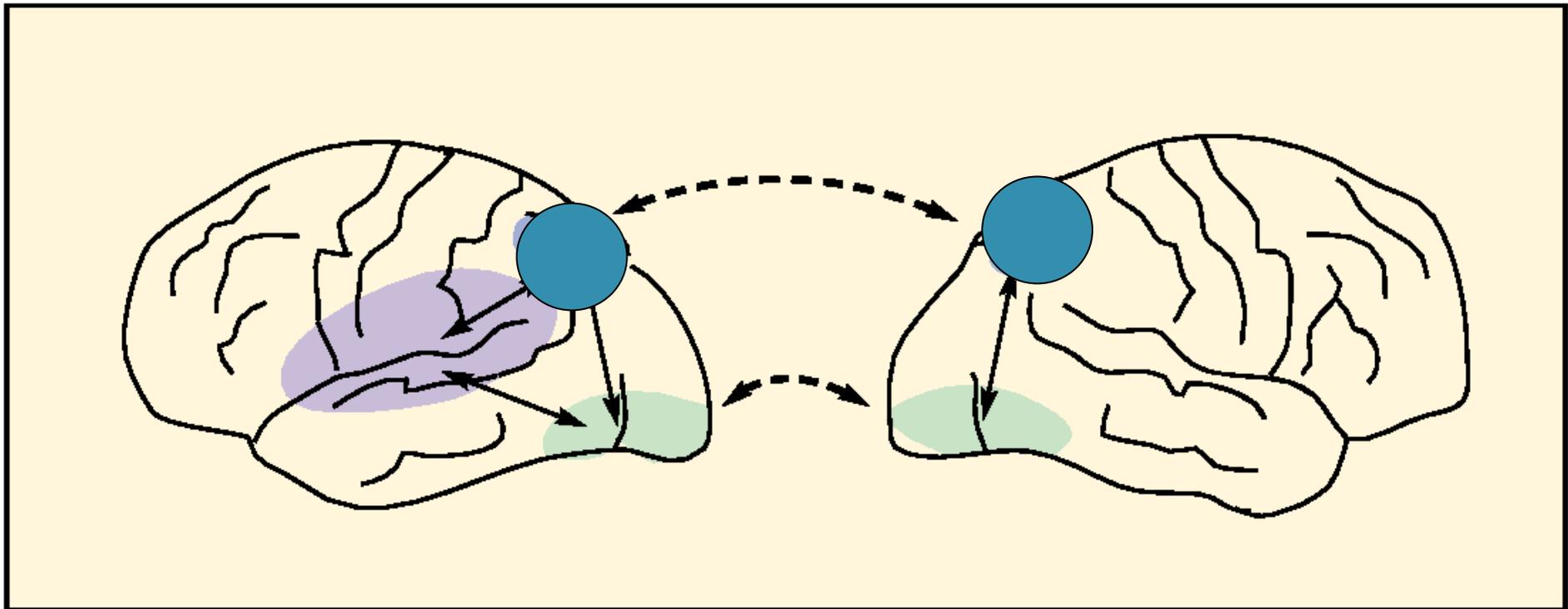
anisotropie

Zone de  
différence  
d'anisotropie

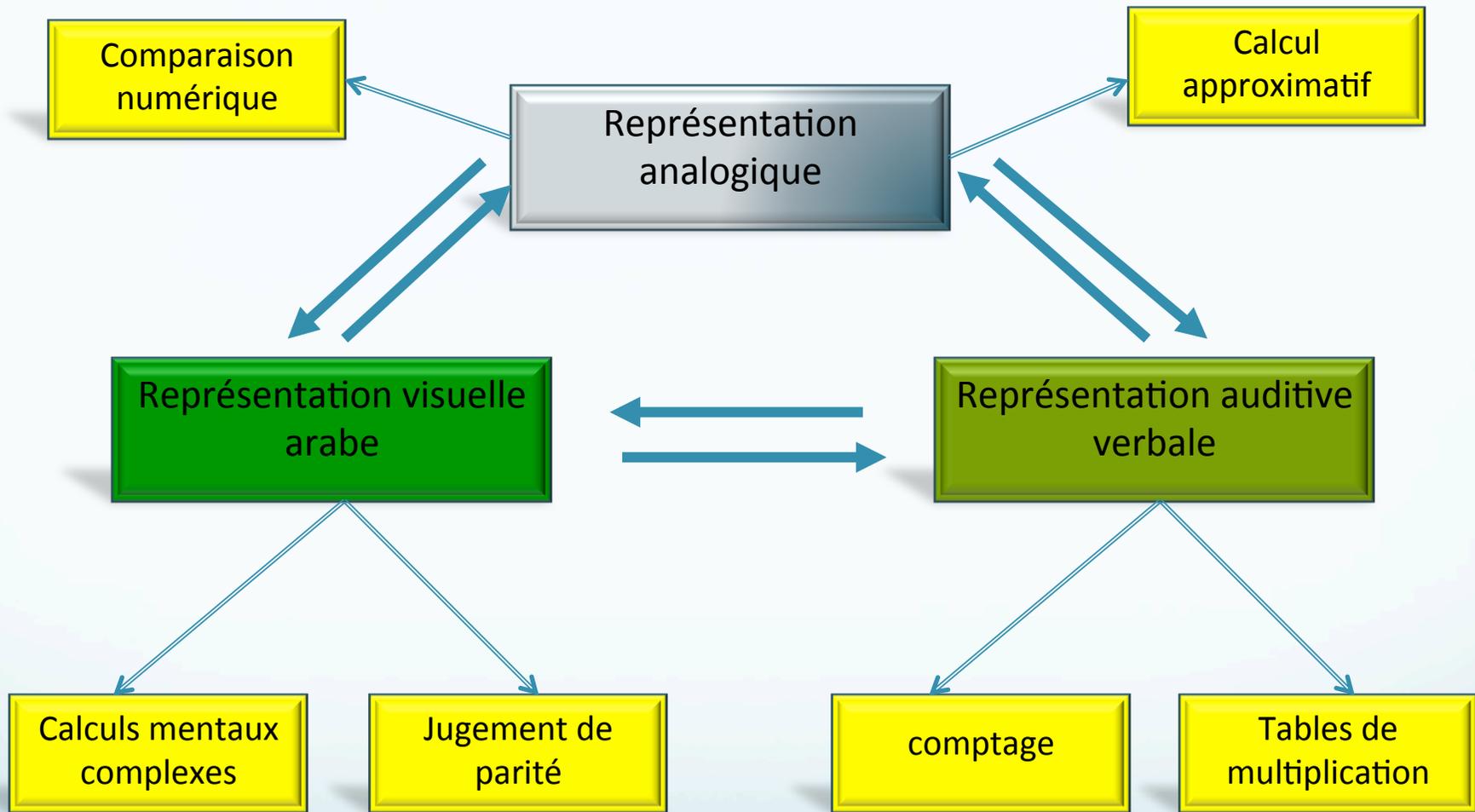


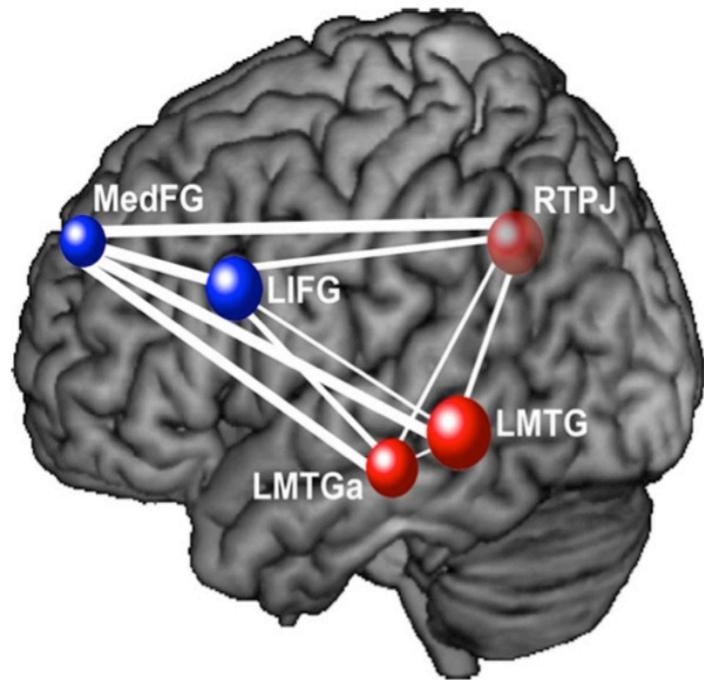
**FIGURE 3 | Mean FA for all branches of the AF in both hemispheres for all groups (l = left, r = right, d = dorsal, v = ventral). Error bars represent SE of the mean.**

Dyscalculie : défaut de connectivité entre les zones du traitement analogique (aire du « sens des nombres ») et les zones du langage oral et écrit

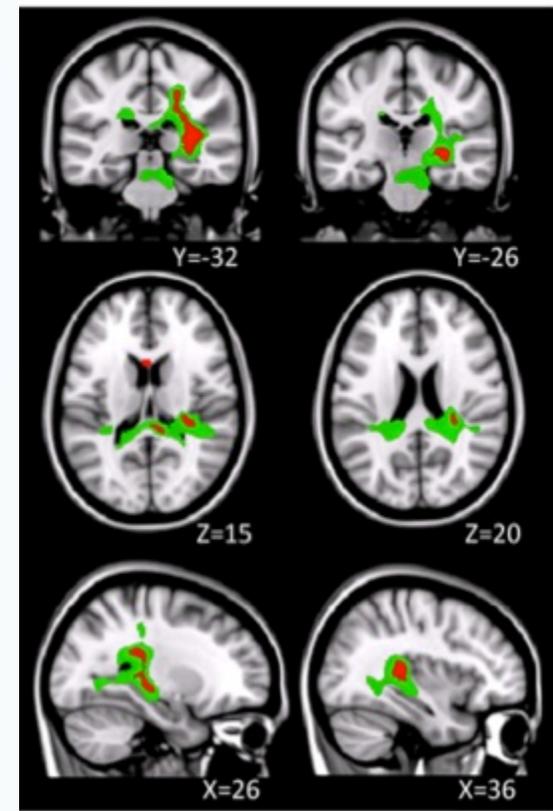


**Figure 3** - Implémentation anatomique du triple code (traitement visuel arabe en vert, traitement analogique en bleu et traitement langagier en violet).





**Autisme:** diagramme représentant le défaut de connectivité observé en IRMf lors d'une tâche de compréhension de texte. L'épaisseur des traits représente la significativité de la différence entre autistes et témoins. (Mason et al., 2008)



**Dyscalculie :** « DTI tractography suggests that long-range WM projection fibers linking the right fusiform gyrus with temporal-parietal GM are a specific source of vulnerability in DD » (Rykhlevskaia et al., 2009)

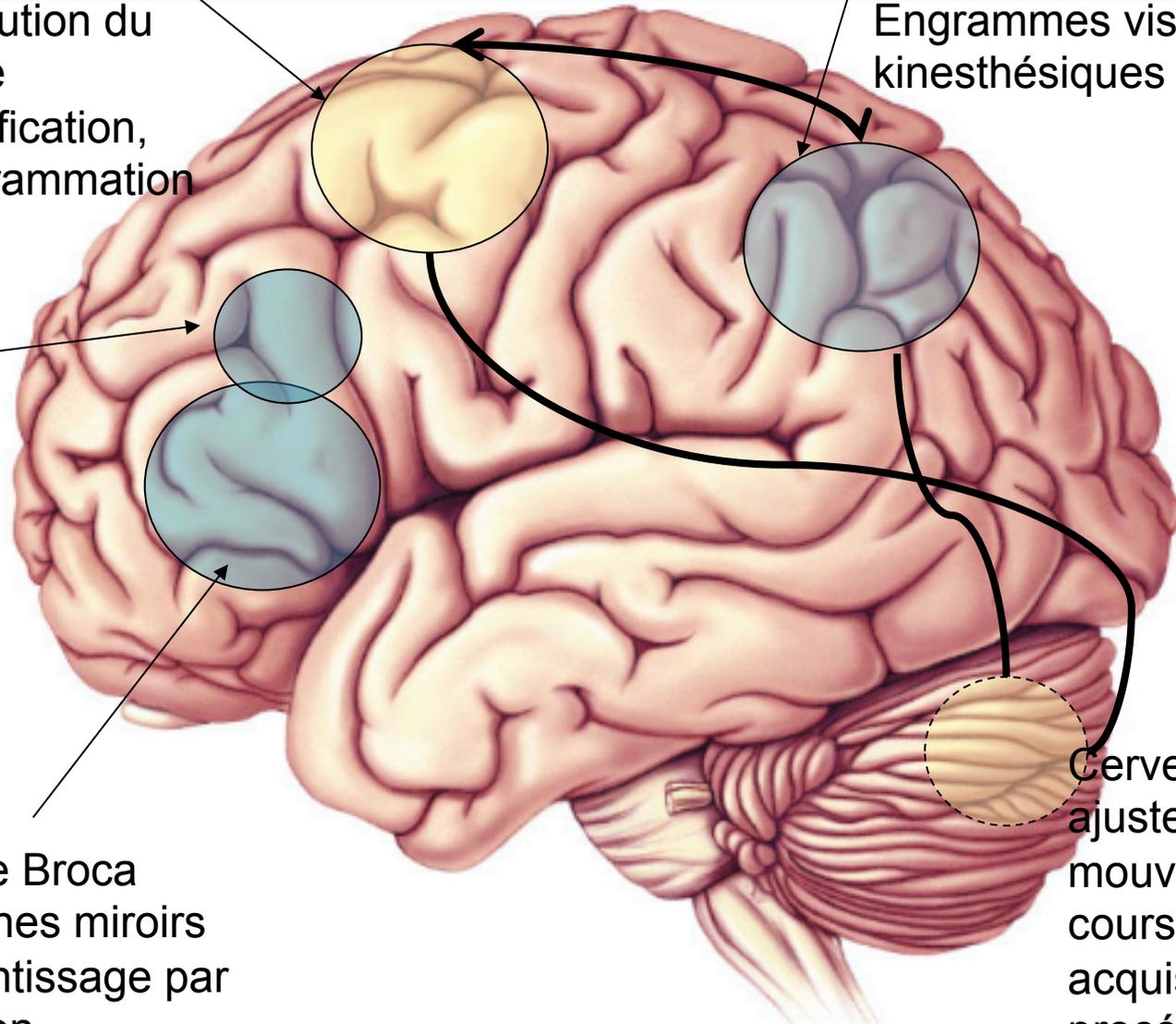
Cortex frontal  
(DLPFC)  
Exécution du geste  
Planification,  
programmation

Lobe pariétal :  
préparation du geste  
Engrammes visuo-  
kinesthésiques

Aire d'Exner :  
programmation  
du geste  
graphique

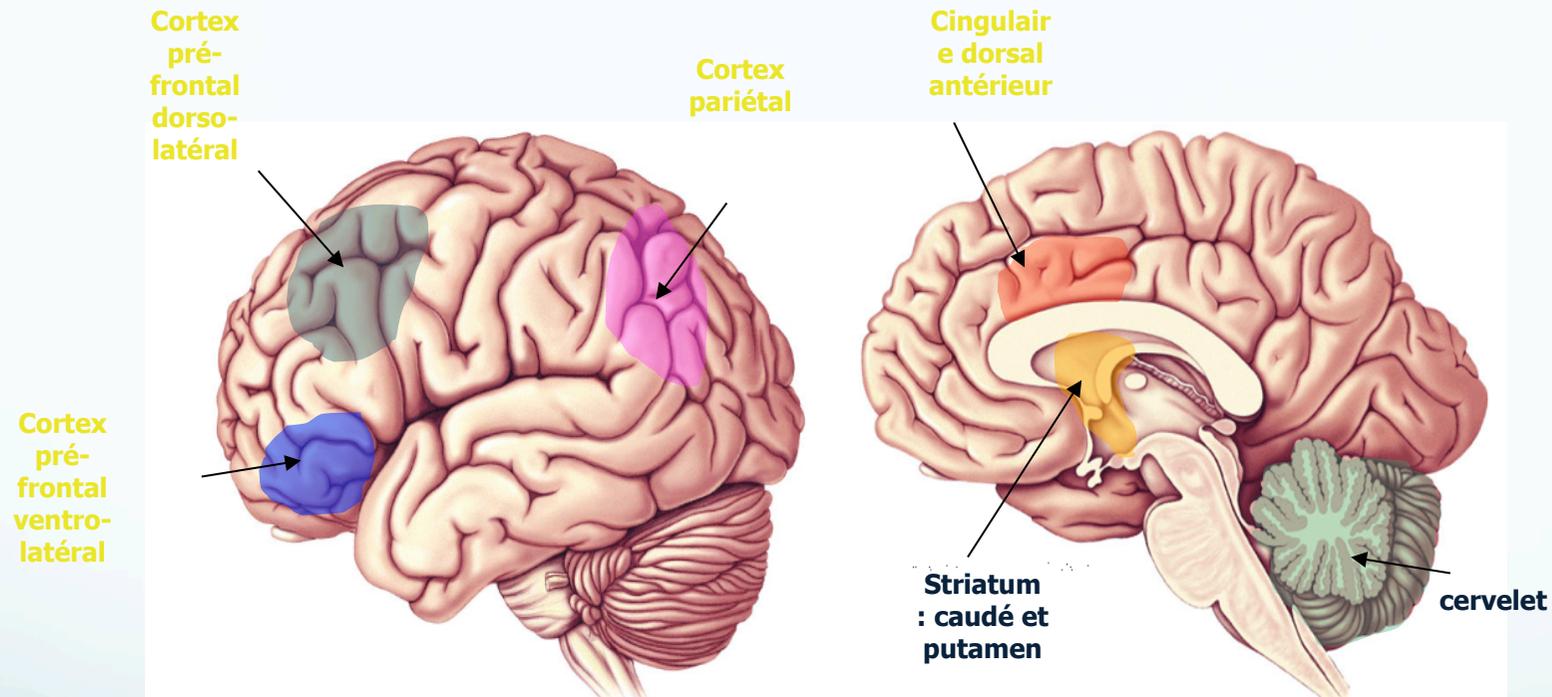
Aire de Broca  
Neurones miroirs  
Apprentissage par  
imitation

Cervelet :  
ajustement du  
mouvement en  
cours,  
acquisition de  
procédures,  
timing du  
mouvement



## Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder and Attention Networks

George Bush<sup>1,2,3,4</sup>



Les principales régions cérébrales dysfonctionnelles dans le TDAH (méta-analyse)

# Conclusion

- Les troubles « DYS » pourraient fort bien s'expliquer par un trouble de la connectivité inter-modalitaire (défaut dans les connexions à longue distance intra-cérébrales)
- La pratique d'un instrument de musique ou du chant est capable de modifier durablement la morphologie de ces connexions
- Un entraînement musical, et plus particulièrement l'apprentissage d'un instrument de musique, serait-il capable de modifier les connexions dysfonctionnelles chez les enfants souffrant de troubles DYS?



# cerveau, musique, dyslexie :

des ateliers pour rééduquer en apprenant un instrument



<http://www.resodys.org>



MéloDys

<http://melo-dys.e-monsite.com/>

# Une double finalité

- Elaborer un outil de rééducation en complément de la rééducation classique
  - Vise principalement la dyslexie, mais peut aussi être efficace sur les autres troubles (calcul, attention, mémoire...)
  - De conception similaire aux matériels utilisés en rééducation orthophonique (mais avec des matériels musicaux)
- Développer une pédagogie spécifique pour enfants dyslexiques
  - A partir de l'observation de difficultés particulières rencontrées par les dyslexiques dans l'apprentissage de la musique et/ou d'un instrument
  - Construction d'outils pédagogiques spécialement conçus pour compenser le trouble
  - Objectif apprentissage d'un instrument (au delà d'écouter, chanter et lire la musique)

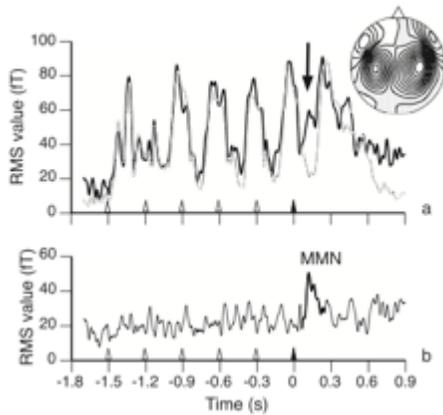
# État des lieux: l'apprentissage de la musique chez les enfants dys »

- des déficits significatifs dans 3 domaines particuliers :
  - **des difficultés de nature perceptive** (soit auditive soit visuelle soit dans l'intégration des deux types d'information)
  - **des difficultés de nature motrice et ou rythmique** (se manifestant dans des tâches de reproduction de rythme et tout particulièrement dans l'apprentissage des gestes relatifs à l'exécution instrumentale)
  - **des troubles non spécifiques** (de la concentration, de la mémoire et plus généralement des fonctions dites exécutives)

# Cortical Plasticity Induced by Short-Term Unimodal and Multimodal Musical Training

Claudia Lappe,<sup>1\*</sup> Sibylle C. Herholz,<sup>1\*</sup> Laurel J. Trainor,<sup>2,3</sup> and Christo Pantev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute for Biomagnetism and Biosignalanalysis, University of Münster, 48149 Münster, Germany, <sup>2</sup>Department of Psychology, Neuroscience, and Behaviour and the <sup>3</sup>McMaster Institute for Music and the Mind, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada L8S 4K1



Études en MEG de sujets non musiciens entraînés durant 8 sessions de 25 mn sur 2 semaines à jouer une mélodie des deux mains, guidés par un schéma du clavier marqué des doigtés, comparés à un groupe témoin ne jouant rien mais écoutant l'autre groupe apprendre à jouer!

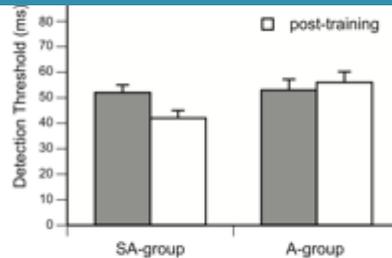


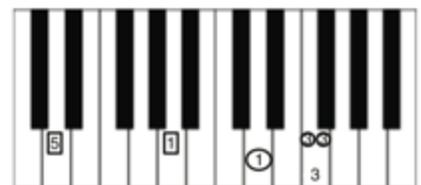
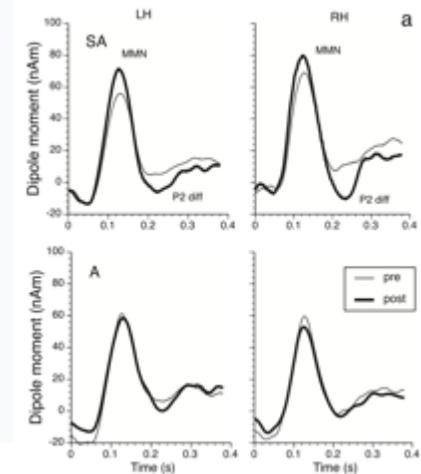
Figure 2. Group means of behavioral performance in the auditory discrimination test before and after training: pre, pretraining; post, posttraining. Error bars indicate SEM.

L'entraînement sensori-moteur et auditif (SA) améliore la discrimination de manière plus nette et provoque une MMN plus ample que l'entraînement auditif seul (A), tant pour la discrimination de mélodies que de rythmes

# Cortical Plasticity Induced by Short-Term Multimodal Musical Rhythm Training

Claudia Lappe<sup>1</sup>, Laurel J. Trainor<sup>2</sup>, Sibylle C. Herholz<sup>1,3</sup>, Christo Pantev<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Institute for Biomagnetism and Biosignalanalysis, University of Muenster, Münster, Germany, <sup>2</sup>Department of Psychology, Neuroscience & Behaviour and the McMaster Institute for Music and the Mind, McMaster University, Hamilton, Canada, <sup>3</sup>Montreal Neurological Institute, McGill University, Montreal, Canada





Des ateliers intensifs,  
complets et cohérents,  
utilisant la musique  
comme vecteur de  
rééducation et visant  
l'apprentissage  
multimodal sous tous  
ses aspects



# Etude préliminaire d'un entraînement musical intensif

- 12 enfants dyslexie sévère (multi-dys)
- 3 jours, 6 heures/jour 3 ateliers tournants (de 4)
  - Pédagogique : initiation au piano
  - Orthophonique : exercices auditifs (hauteur, durée, timbres, rythme)
  - Psychomoteur : percussions (rythme, tempo, motricité); danse folklorique de groupe

Avec la participation de : Céline Commeiras (orthophoniste), Alice Dormoy (enseignante musique), Tristan Desiles (doctorant), Muriel Coulon (enseignante spécialisée), Elodie Dourver (psychomotricienne), Anne-Cendrine Segond (éducatrice), Lalaina Rasolo (orthophoniste).

# Volet rééducatif: généralités (aspects auditifs)

- exercices ciblés sur les différents paramètres du son (hauteur, durée, rythme, pulsation) en particulier sur les éléments relevés comme particulièrement difficiles à traiter pour les enfants dys
- progression au sein de la tâche
  - Matériel utilisé (intervalles plus faibles, écart de durées réduite, nombre d'items)
  - augmentation progressive de la charge cognitive en stimulant FE (dble tâche, mémoire de travail d'avantage sollicitée, attention soutenue/sélective ),
- introduction de
  - supports visuels très simplifiés, le but n'étant pas de multiplier les codes déjà lourds à intégrer (portée, notation musicale)
  - tâches motrices

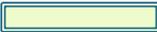
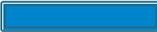
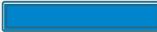
La hauteur:  
exemple  
d'exercice



## Associer une hauteur à une représentation visuelle graphique/motrice

Marche dans  
l'espace en  
écoutant les sons.  
Si le son est aigu,  
mets toi sur la  
pointe des pieds,  
s'il est grave,  
accroupis toi!

Écoute et dessine la  
position des sons. Si le  
son est aigu, colorie un  
trait du haut de la feuille,  
s'il est grave, colorie un  
trait du bas!

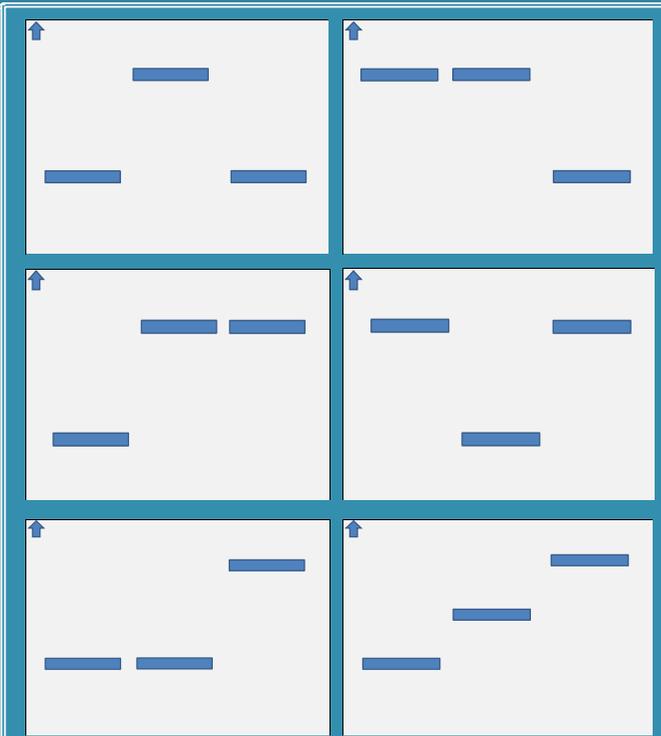
	<b>AIGU</b>	
		
1	2	3
		
	<b>GRAVE</b>	

La hauteur:  
exemple  
d'exercice



Associer une séquence entendue  
et une représentation visuelle

Parmi ces  
cartons, lequel  
correspond à  
ce que tu viens  
d'entendre?

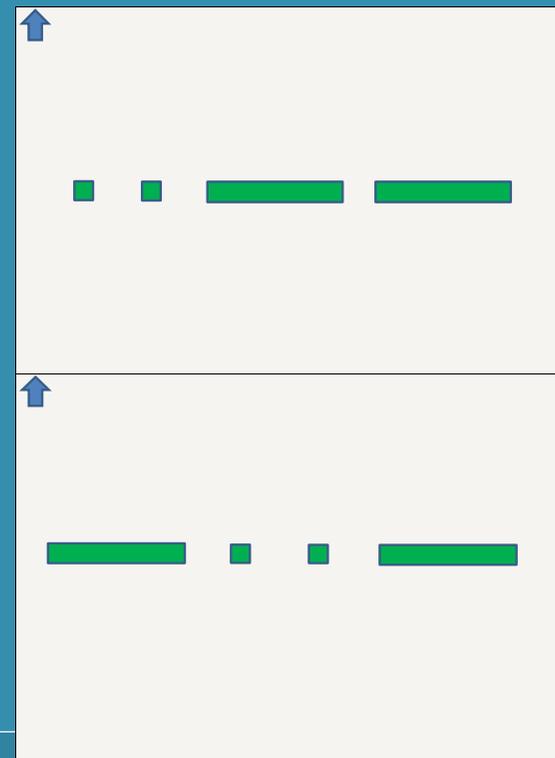


La durée:  
exemple  
d'exercice



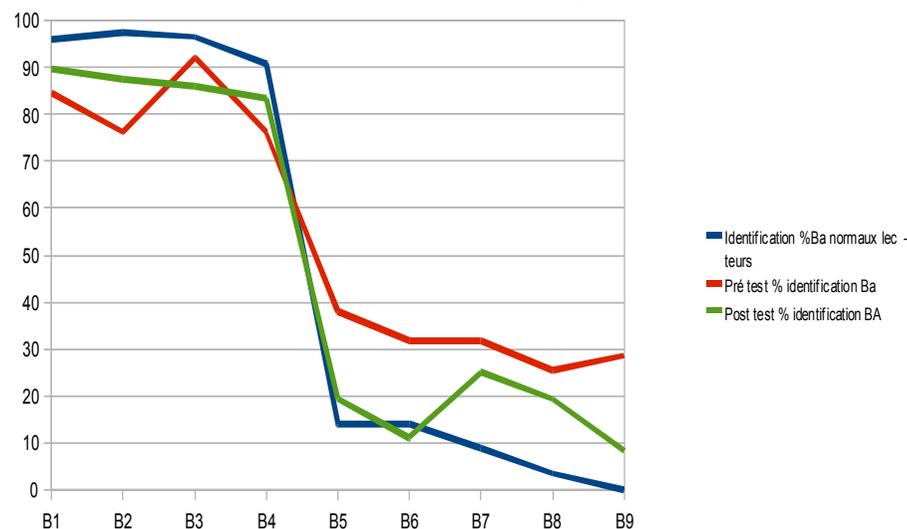
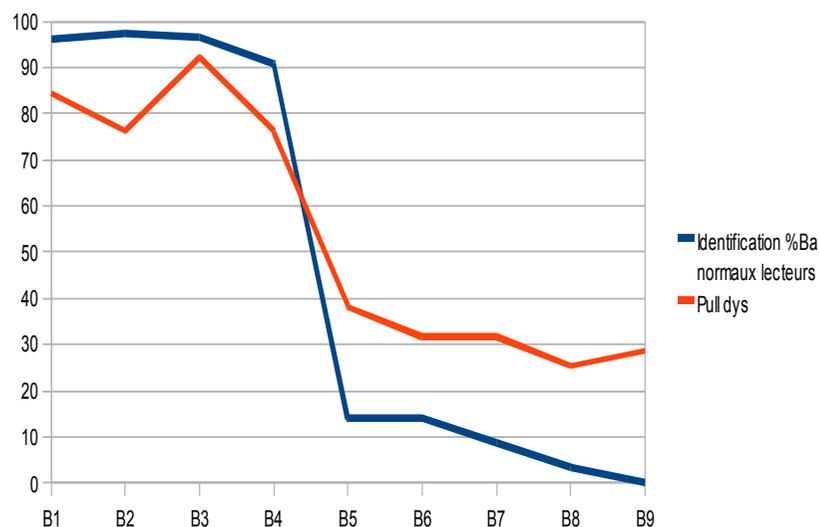
Associer une séquence entendue  
et une représentation visuelle

Parmi ces  
cartons, lequel  
correspond à  
ce que tu viens  
d'entendre?



# Résultats préliminaires : effet sur une épreuve de perception catégorielle ba/pa

ANOVA à mesures répétées  
 $F(1,21)=2,8; p=0.0051$



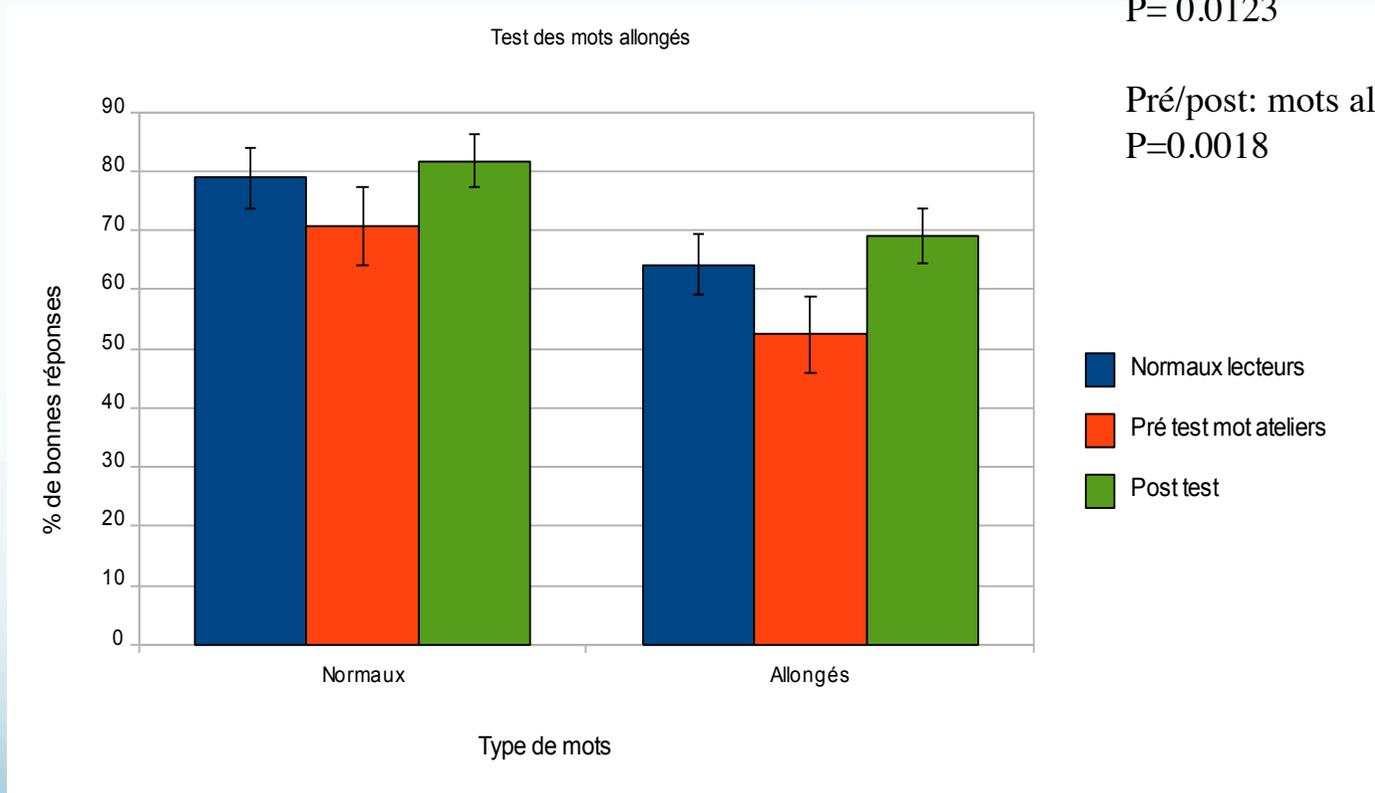
Comparaison avant/après atelier rééducatif :

- amélioration perception intra-catégorielle (moins de perception allophonique)
- amélioration perception inter-catégorielle (restitution de la pente de la frontière inter-catégorielle)

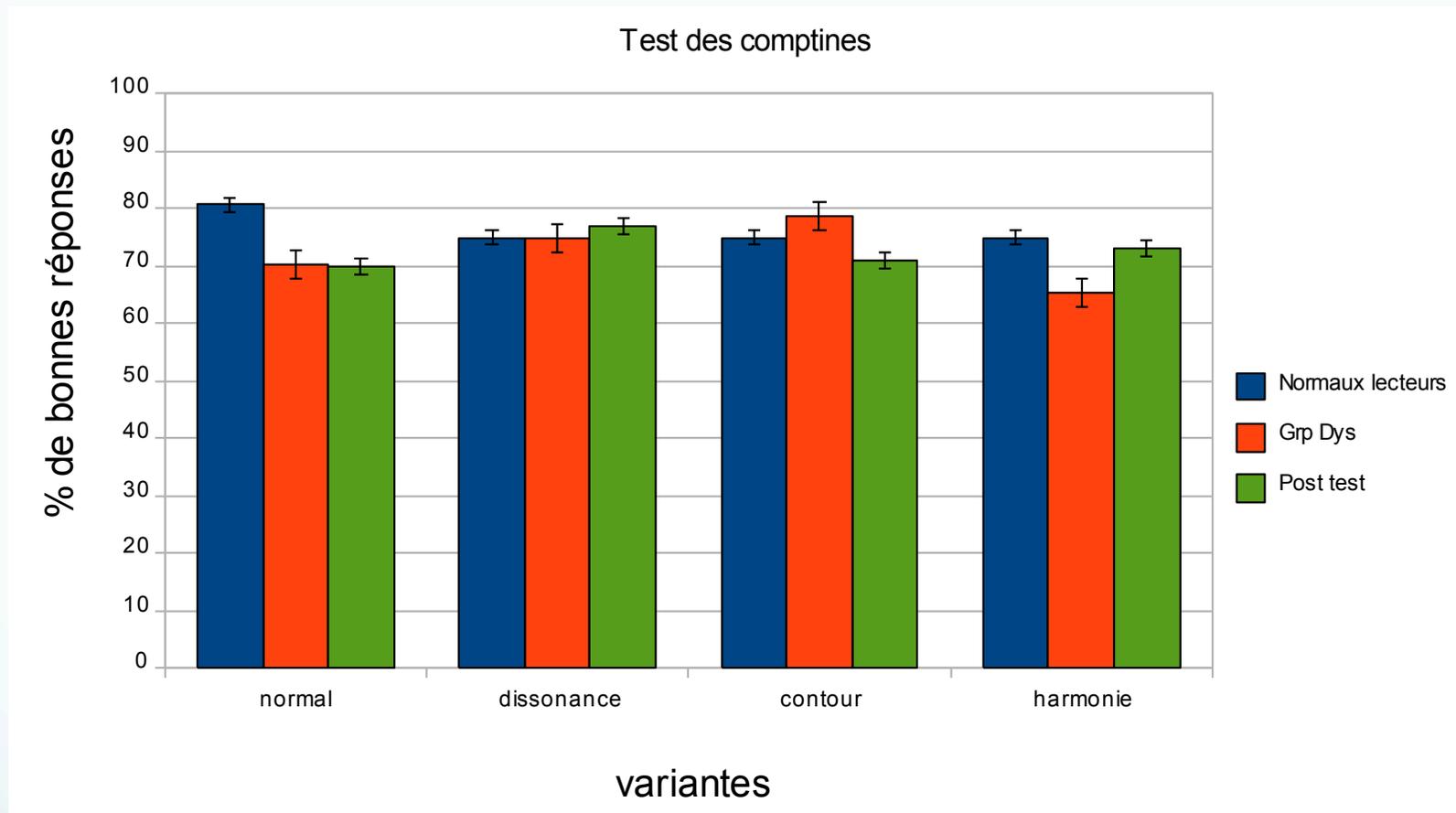
# Test de repérage de syllabes allongées

Pré/post : mots normaux  
P= 0.0123

Pré/post: mots allongés  
P=0.0018



## Comptines



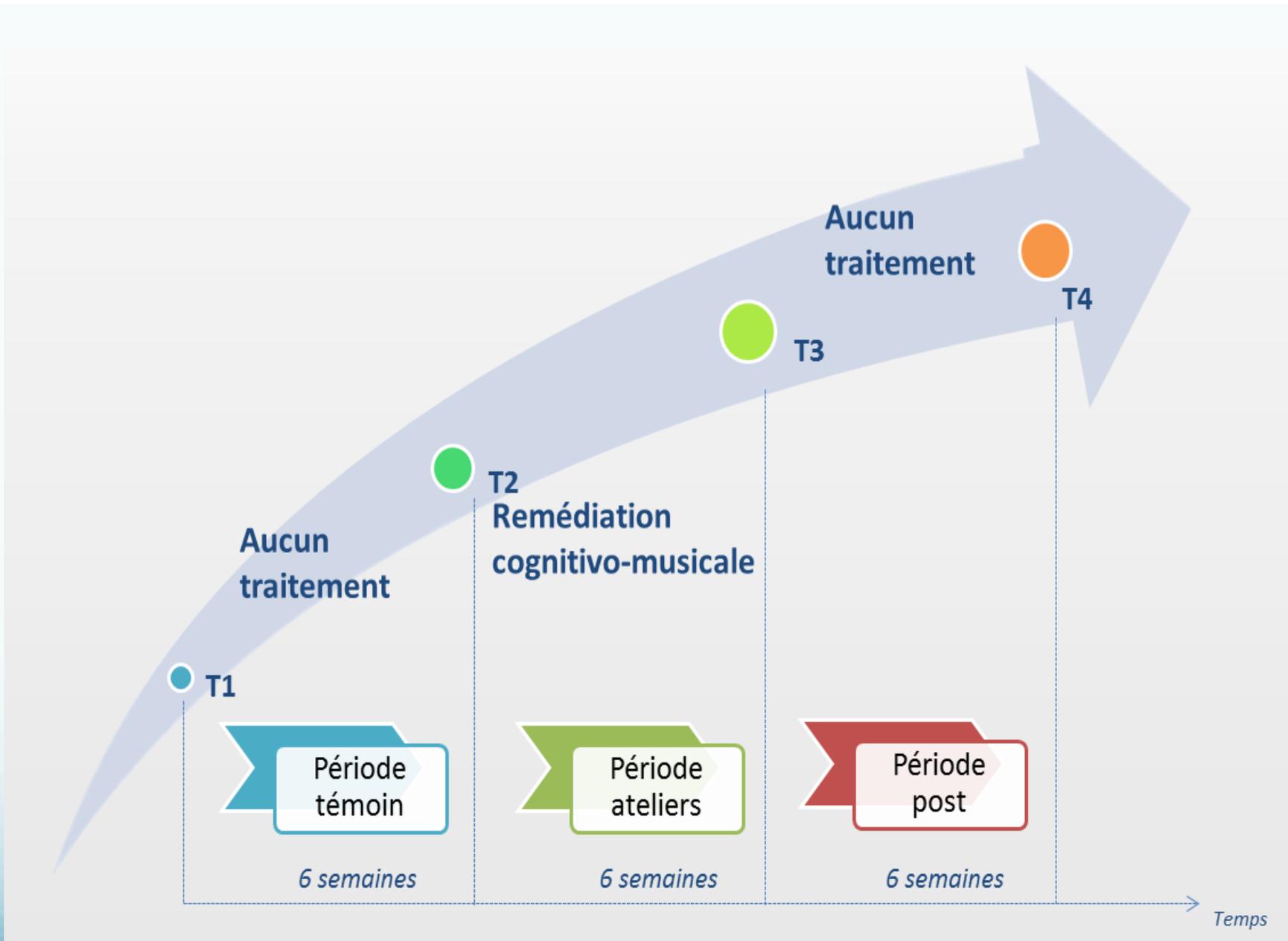
Conformément à nos prédictions, nous ne retrouvons pas de différences entre les différents groupes dans les résultats de ce test. Il n'y a pas non plus de différences avant et après les ateliers de musique.

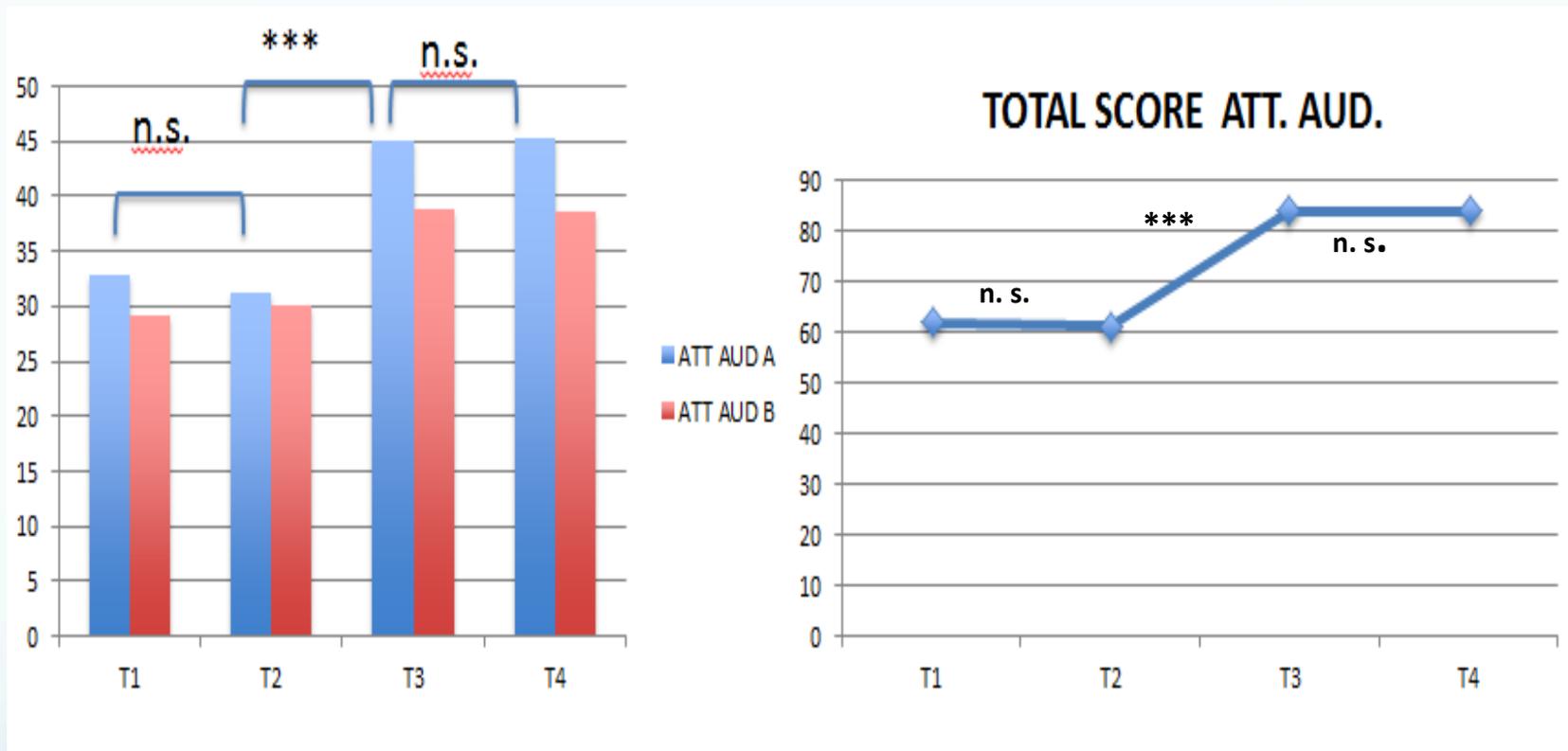
# Conclusion

- Cette étude préliminaire a démontré qu'un entraînement musical de trois jours seulement, pourvu qu'il soit intensif et basé sur des exercices à visée de renforcement des connexions inter-modalitaires, est capable de modifier de façon significative des variables linguistiques non spécifiquement entraînées
- L'effet à plus long terme reste à prouver, mais est très probable en regard de l'effet connu sur le cerveau de l'apprentissage d'un instrument de musique.
- Incitent en tout cas à développer des ateliers similaires sous une forme adaptable à la pratique rééducative ordinaire

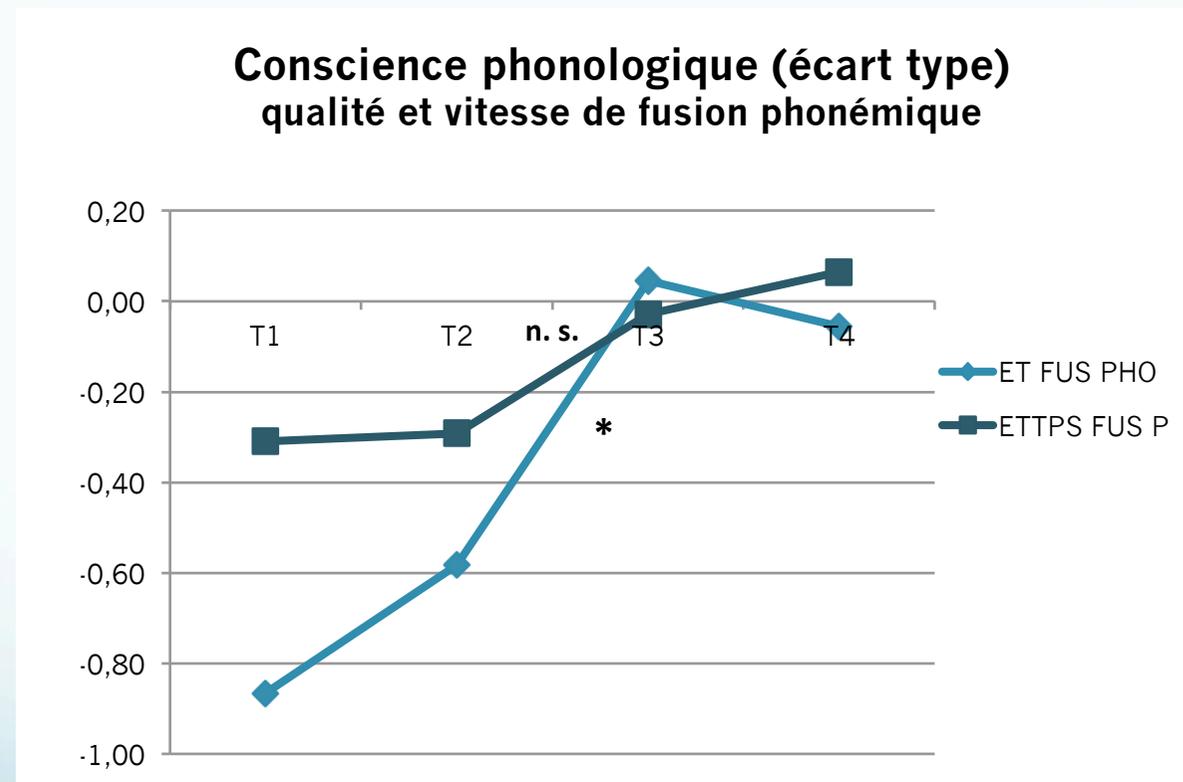
## Etude n°2 : dyslexiques en CLIS

- 12 enfants âgés de 7 à 12 ans, tous atteints d'un trouble spécifique du langage et/ou de la parole
- 4 filles 8 garçons
- Sur 6 semaines : deux séances d'orthophonie ou remédiation cognitivo-musicale d'une heure chacune en classe entière (12 enfants) puis deux ateliers musicaux d'une demi-heure : piano et percussion par groupe de quatre enfants.
- 4 mesures T1, T2, T3, T4 : entraînement entre T2 et T3 + deux périodes contrôles



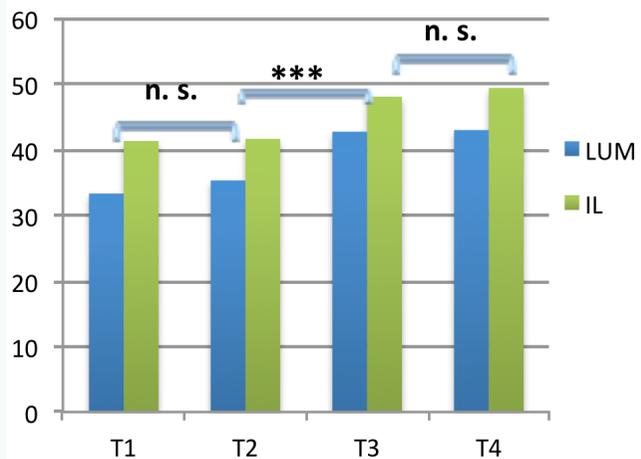


**Scores attention auditive  
soutenue (A), attention auditive  
divisée (B)**



*Amélioration significative pour l'exactitude de la fusion phonémique entre T2 et T3 ( $t=-2.901$ ;  $p=0.0144$ ), non significative entre T1 et T2 et entre T3 et T4. Résultats non-significatifs pour les écarts types de vitesse*

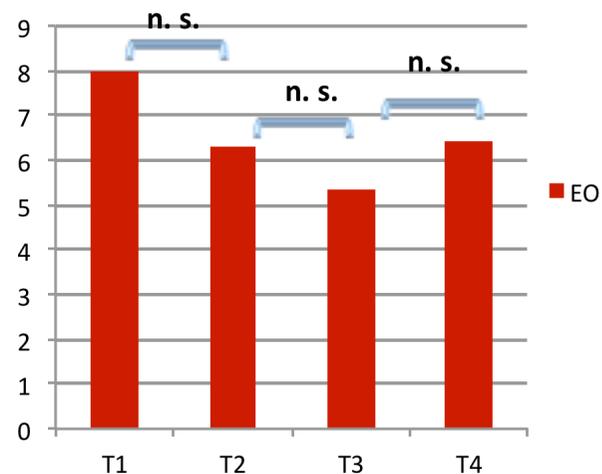
### Scores de lecture en une minute (LUM), et items lus (IL)



\*\*\* :  $p < 0,001$  ; \*\* :  $p < 0,01$  ; \* :  $p < 0,05$  ; + :  $p < 0,1$  ; n.s: non significatif

**Figure 12 : Histogramme illustrant les scores moyens obtenus pour (LUM) et (IL) pour les 4 mesures.** Amélioration significative pour (LUM) entre T2 et T3 ( $t = -5.583$  ;  $p = 0.0002$ ), et pour (IL) entre T2 et T3 ( $t = 7.489$  ;  $p < 0.0001$ ) ; non significative entre T1 et T2 et entre T3 et T4.

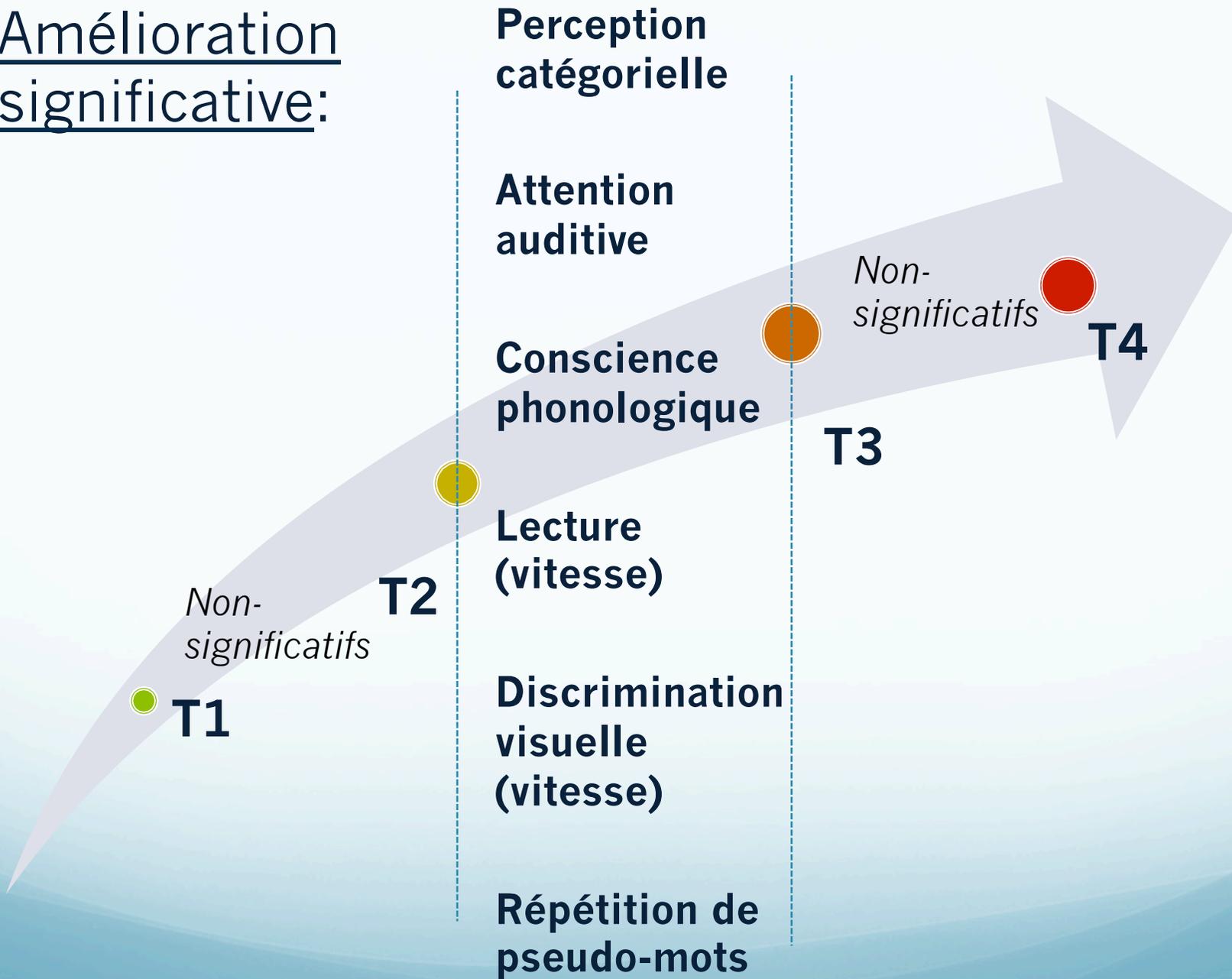
### Erreurs d'oralisation (EO)



\*\*\* :  $p < 0,001$  ; \*\* :  $p < 0,01$  ; \* :  $p < 0,05$  ; + :  $p < 0,1$  ; n.s: non significatif

**Figure 13 : Histogramme illustrant les scores moyens obtenus pour (EO) pour chacune des 4 mesures.** Résultats non significatifs malgré le recul du nombre d'erreurs à T3 .

Amélioration  
significative:



# En résumé (étude n°2)

- Le déficit de perception catégorielle caractéristique du trouble de perception des sons du langage des dyslexiques s'améliore significativement après un entraînement de 18h d'activités musicales à dominante intermodalitaire même étalées sur 6 semaines
- Cet effet se généralise également à diverses mesures du déficit cognitif, en particulier phonologique, lecture et attention auditive (mais pas attention visuelle, ni aptitudes graphiques).
- Autant qu'on puisse en juger sur les épreuves pratiquées, l'effet obtenu persiste 6 semaines après l'arrêt du traitement

# Etude n°3 : précurseurs de la lecture en maternelle

- 14 garçons et 10 filles, âgés de 4 ans 10 mois à 5 ans 9 mois.

		Dates	Durée
Bilan pré-entraînement	B1	23/09/13 au 4/10/13	2 semaines
Entraînement Musical / Arts Plastiques		18/10/13 au 31/01/14	12 semaines
Bilan 2	B2	03/02/14 au 14/02/14	2 semaines
Aucune intervention musicale		01/02/14 au 01/04/14	8 semaines
Bilan 3	B3	01/04/14 au 11/04/14	2 semaines

## Épreuves retenues:

### 1- Traitement de l'information visuelle

- Nombre de cloches en 1 mn (Gauthier, Dehaut, Joanette )
- Reconnaissance de lettres (S.Borel-Maisonny)

### 2- Langage en réception

- Vocabulaire TVAP (JJ.Deltour et D.Hupkens)
- Compréhension orale ECOSSE (P.Lecocq)

### 3- Langage en production

- Discours spontané
- Répétition de logatomes (S.Borel-Maisonny )
- Dénomination rapide de couleurs et d'images
- Test de closure grammaticale (JJ.Deltour)

### 4- Mémoire phonologique

- Empan de chiffres endroit (EVALO)

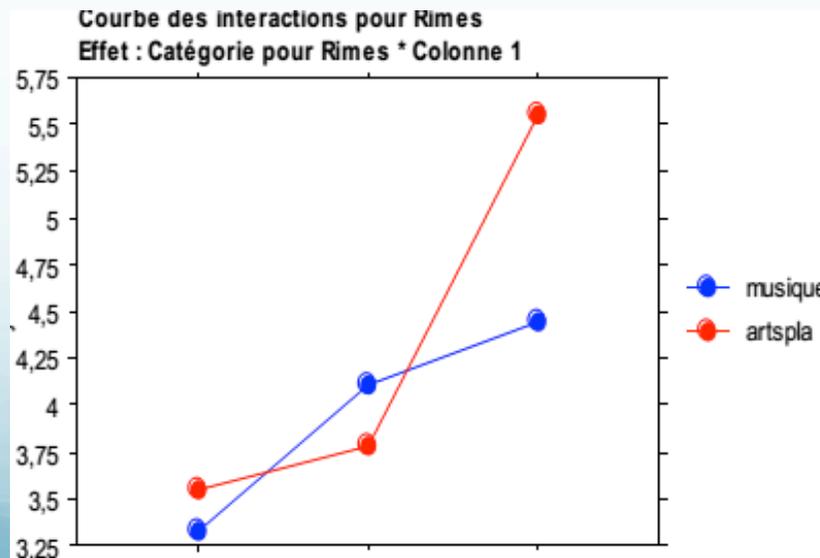
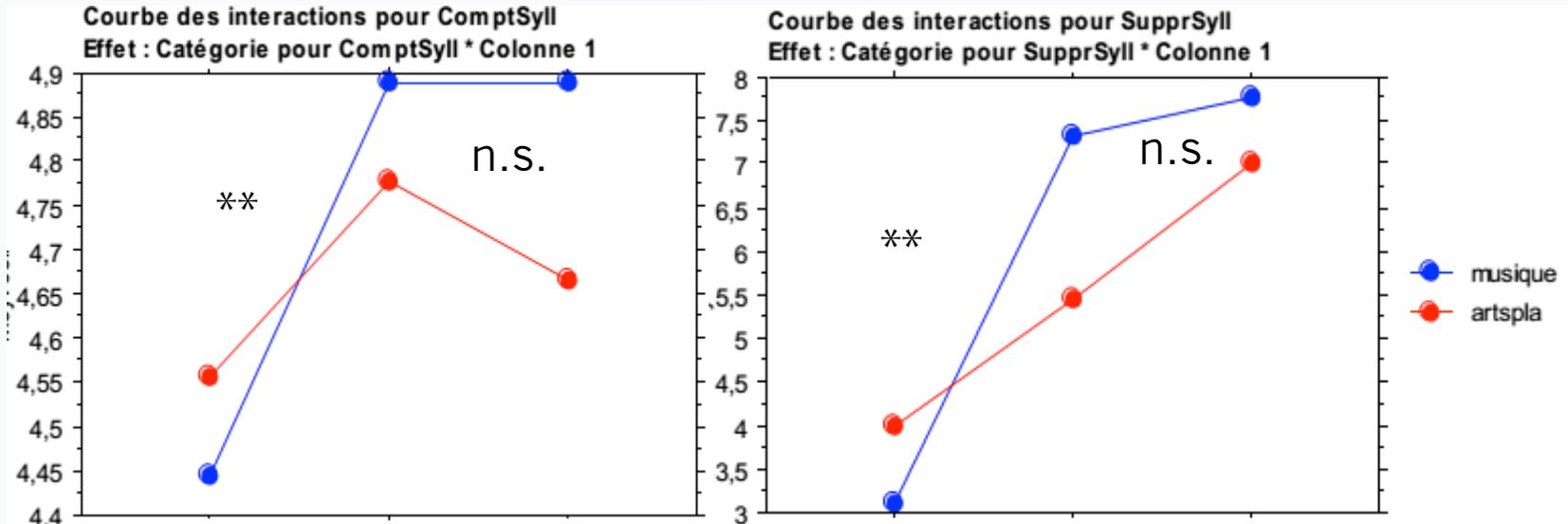
### 5- Mémoire de travail

- Empan de chiffres envers (EVALO)

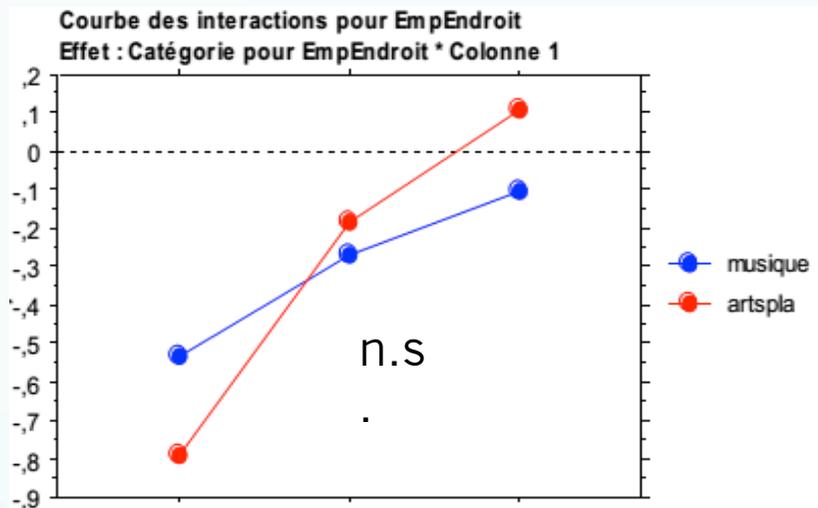
### 6- Conscience phonologique (M.Jacquier-Roux et M.Zorman)

- Rimes
- Comptage syllabique
- Suppression syllabique

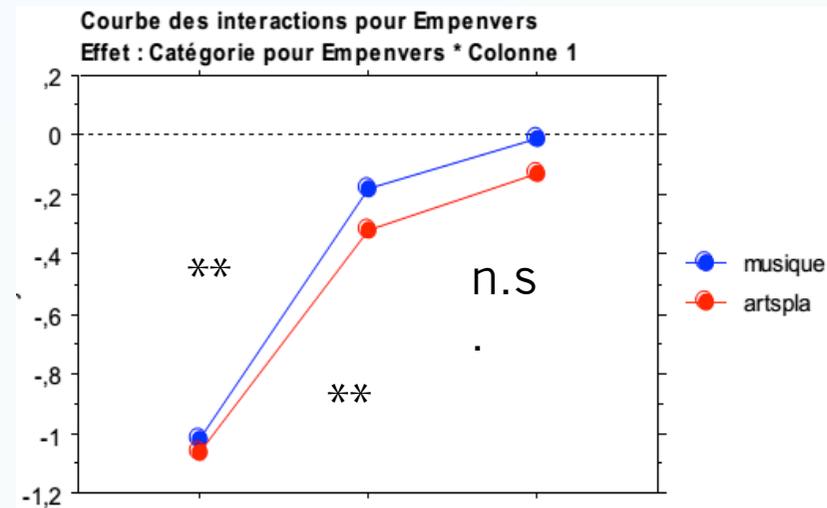
# Tests de conscience phonologique



# Mémoire auditivo-verbale



Empan endroit



Empan envers

# En résumé (étude n°3)

- Comme pour des enfants dyslexiques de primaire, des enfants de maternelle, sans pathologie avérée, mais provenant d'un milieu socialement fragile, améliorent également leurs performances en phonologie et en mémoire de travail.
- L'amélioration en mémoire de travail est similaire à celle du groupe témoin
- Diverses mesures de langage oral de même que des mesures de dénomination rapide s'améliorent également dans les deux groupes d'entraînement (musique et arts plastiques) au cours de la période d'entraînement

# Conclusion générale

- Il existe à présent des arguments solides pour affirmer que la pratique de la musique, au-delà de l'effet anecdotique sur l'intelligence, le raisonnement, ou l'apprentissage de la lecture, possède un réel effet sculptant sur les connexions intra-cérébrales, précisément déficientes ou mal organisées chez beaucoup d'enfants souffrant de troubles spécifiques d'apprentissage
- La condition principale de cette efficacité est le caractère intensif, répétitif et surtout intermodalitaire (visuo-auditivo-sensori-moteur) de l'entraînement.
- Certaines questions restent cependant à résoudre:
  - Âge optimal de cet effet?
  - Contribution de la partie motrice (chant?, danse?)
  - Et surtout mécanisme précis de l'effet : rôle de variables non spécifiques intrinsèques (attention, motivation), et extrinsèques (≠ musicothérapie)
- Dans tous les cas, on peut d'ores et déjà affirmer que l'apprentissage de la musique — et tout particulièrement la pratique d'un instrument — insuffisamment répandu dans notre pays, gagnerait à être généralisé, au moins à toute cette population d'enfants souffrant de troubles spécifiques d'apprentissage.
  - Cf le programme "sistema" vénézuélien : à étudier l'effet potentialisateur de l'apprentissage en groupe

**Auteurs :**



Michel Habib est neurologue au CHU de Marseille, où il a exercé dans le domaine des troubles cognitifs de l'adulte et de l'enfant avant de se spécialiser progressivement dans les troubles d'apprentissage. Il enseigne la neuropsychologie dans plusieurs universités françaises et outre-Atlantique. Fondateur de la Revue de neuropsychologie, co-responsable de la revue *Développements*, et auteur de plusieurs ouvrages et articles, il a consacré ces dix dernières années à mettre en place un réseau de professionnels (Résodys) autour de la dyslexie et des autres troubles d'apprentissage.



Orthophoniste, Céline Commeiras est responsable du pôle orthophonie au CPA-Provence et travaille en collaboration avec Résodys depuis de nombreuses années. Maîtresse de stage d'étudiants en orthophonie de la faculté de Marseille, elle a également codirigé des mémoires de recherche sur la dyscalculie et le rôle de la musique dans la remédiation des enfants Dys.

[www.deboeck.fr](http://www.deboeck.fr)

La **rééducation par la musique** des personnes présentant des difficultés d'apprentissage n'est pas une idée nouvelle : depuis l'Antiquité, la musique fascine les observateurs par ses effets psychoaffectifs et le bien-être général qu'elle procure aux personnes qui l'écoutent.

La méthode présentée dans cet ouvrage ne se réclame pas de la musicothérapie, mais plutôt de la **rééducation fonctionnelle** : contrairement à la première, largement basée sur des constatations empiriques où le cerveau n'a qu'une place secondaire, le présent travail suit la démarche inverse, partant des données acquises par la **recherche en neurosciences** pour déboucher sur la construction d'outils de remédiation. Les auteurs proposent donc une véritable théorie du fonctionnement cérébral qui explique l'efficacité de la musique dans la rééducation.

Fondée sur du matériel musical, la méthode répond aux critères habituels de la **rééducation orthophonique**. Elle est, de ce fait, principalement destinée aux orthophonistes qui y trouveront une mine d'informations et d'idées pour leur tâche de rééducateur. Les thérapeutes et enseignants de diverses disciplines pourront également puiser dans ces pages des pistes et des outils transposables à leur pratique.

**Public :**

- Orthophonistes
- Neuropsychologues
- Psychomotriciens
- Ergothérapeutes
- Rééducateurs
- Professeurs de musique

REORMU  
ISBN : 9 782353 272884



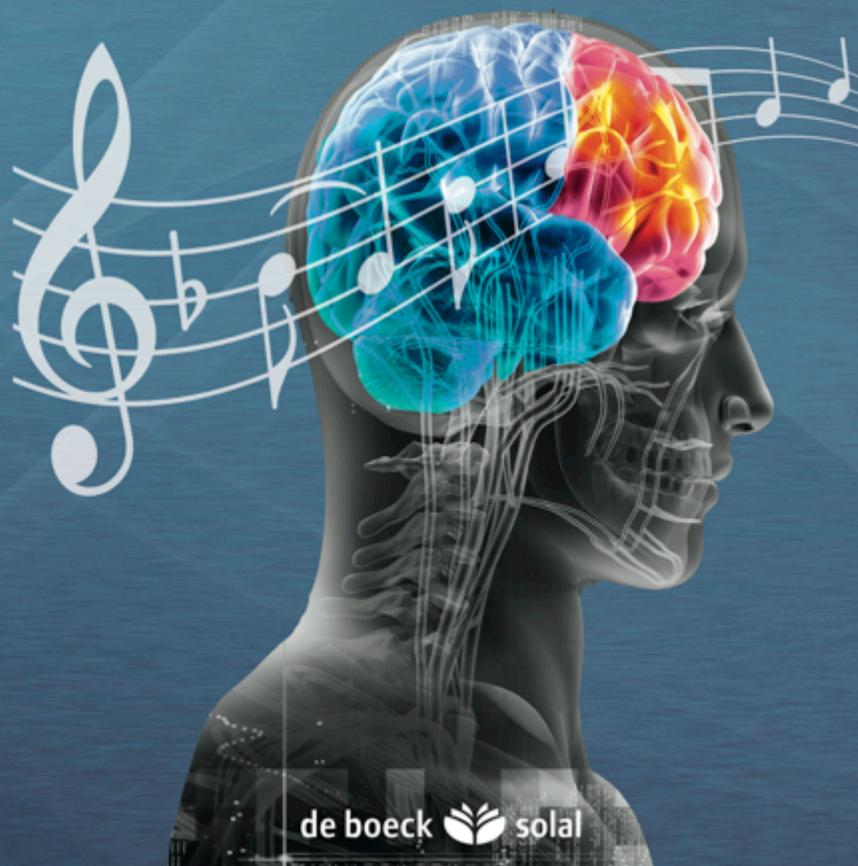
**Mélodys**

Michel Habib - Céline Commeiras

# Mélodys

## Remédiation cognitivo-musicale des troubles d'apprentissage

Michel Habib  
Céline Commeiras



de boeck  solal

*En collaboration avec : Mireille Besson & Julie Chobert (CNRS Marseille)*  
*Avec la participation de : Tristan Desiles (doctorant), Muriel Coulon (enseignante spécialisée), Elodie Dourver (psychomotricienne), Anne-Cendrine Segond (éducatrice), Lalaina Rasolo (orthophoniste) et les élèves du SESSAD-Résodys (étude n°1)*  
*Chloé Lardy, orthophoniste et les élèves et le personnel de la CLIS-DYS du collège Carnot à Toulon (étude n°2)*  
*Severine Barthe et Mélanie Millet, orthophonistes, et les élèves et enseignants de l'école maternelle Parmentier à Marseille (étude n°3)*