

Dyslexie et des troubles d'apprentissage : les principales avancées scientifiques

Michel Habib

Centre de Référence des Troubles d'Apprentissage,
CHU Timone

www.resodys.org

Groupe "team dys", Collège Campra, février 2012

DSM-IV: TROUBLES SPECIFIQUES D'APPRENTISSAGE

(CIM-10 : du développpt des aptitudes scolaires)

Tr de la communication et du langage

Dysphasie (SLI)

Retard de parole/langage

Autisme

Asperger

Troubles du spectre autistique

DYSLEXIE

DYSCALCULIE

Précocité intellectuelle inhomogène

TDAH

CD

TOP

Troubles de l'attention et comportements perturbateur

Tr. ECRITURE

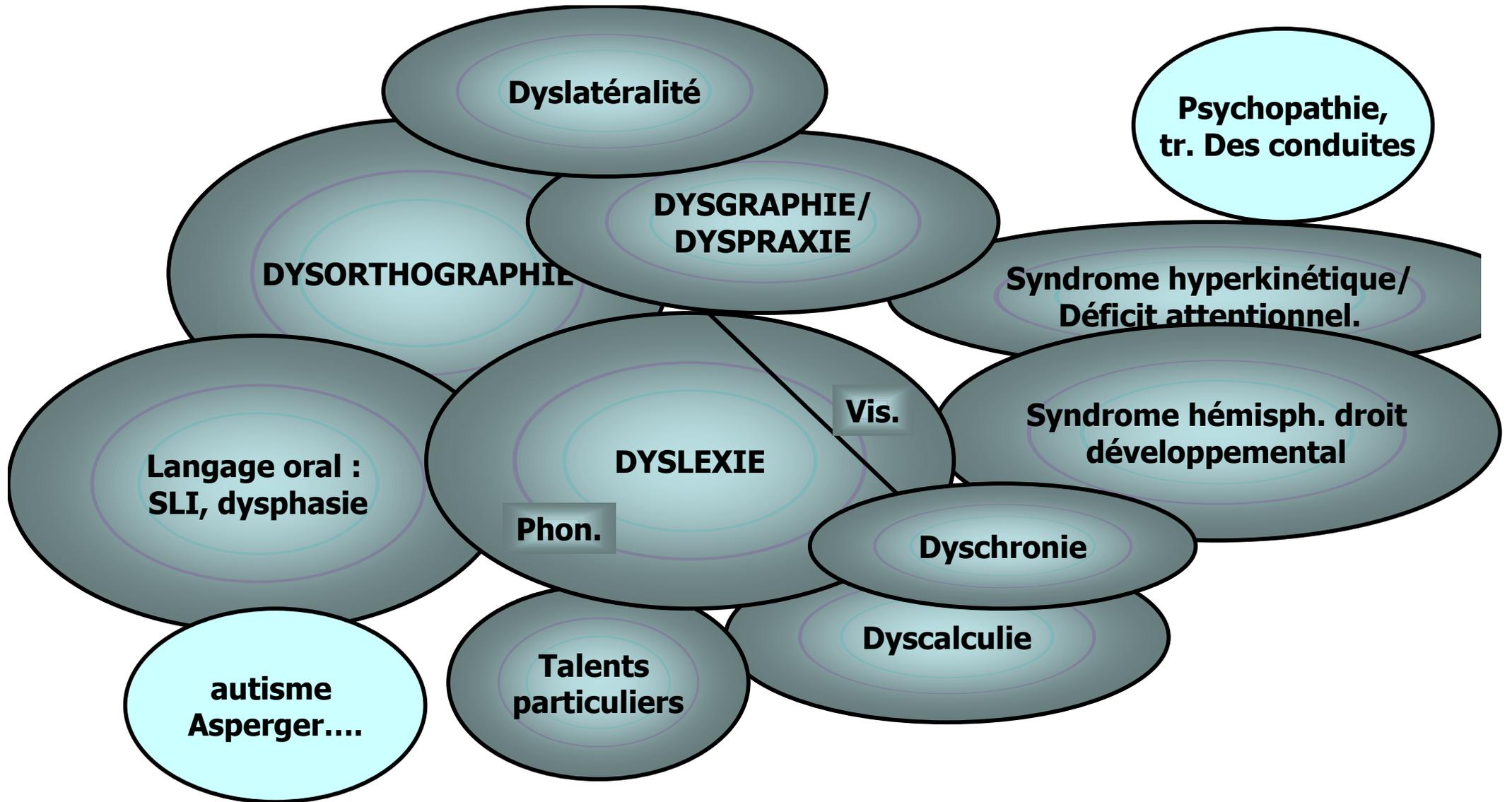
Tr. de l'acquisition des coordinations

dysgraphie

dyspraxie

Caractéristiques communes aux syndromes "dys"

- Plus fréquents chez les garçons (sauf dyscalculie)
- Survient en général au sein de familles prédisposées (génétiquement?)
- Aucun facteur environnemental (e.g. périnatal) décelable (sauf TDAH)
- Atteinte " focale " d'un module neurocognitif (langage, lecture, calcul, praxies, cognition spatiale...)
- Intégrité de l'efficacité intellectuelle générale : QI normal ou supérieur
- Fréquence des associations comorbides : " multi-dys "
- Généralement responsables de handicaps d'intensité variable, notamment dans les apprentissages scolaires
- Le motif de consultation de loin le plus fréquent : trouble de l'acquisition du langage écrit



La « constellation dys » : un complexe symptomatique suggérant des mécanismes communs

Trois profils de "dyslexies"

- **Le syndrome phonologique** : le plus fréquent, le plus classique, repose sur l'hypothèse du déficit phonologique exclusif
- **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, mais aussi survenir seul

Peuvent s'associer entre eux!

Le syndrome phonologique

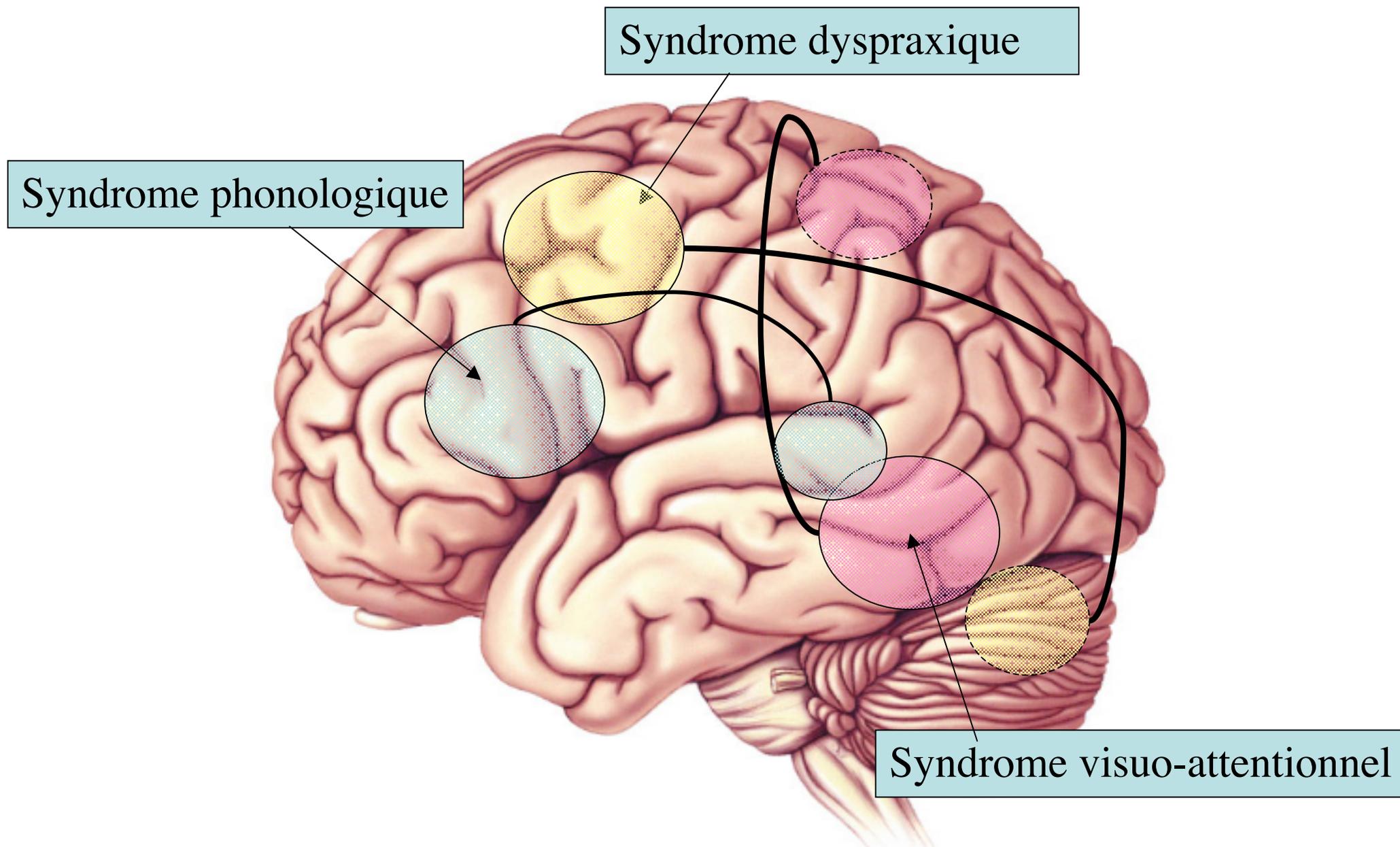
- Dyslexie (incapacité à entrer dans la conversion grapho-phonémique)
- antécédent de difficultés de langage oral, SLI, dysphasie ou simple retard de langage, dyscalculie facultative
- Difficultés en lecture = déficit principal dans le décodage, erreurs de conversion grapho-phonémique, trouble de la conscience phonologique, trouble de la mémoire immédiate auditivo-verbale, trouble de la dénomination rapide
- Plus tard : difficultés d'ordre lexical et pragmatique
- WISC-IV : ICV < IRP

Le syndrome visuo-attentionnel

- La dyslexie : idem (incapacité à entrer dans la conversion)
- décodage exact mais lenteur ou paralexies dérivationnelles/sémantiques, substitution des "petits mots" (mots fonction), 2 types :
 - pas d'antécédents de trouble langage oral, conscience phonologique normale, trouble attentionnel aux tests, trouble de la mémoire de travail.
 - dyslexie "mixte", initialement phonologique évoluant ensuite vers un profil visuo-attentionnel (disproportion entre importance du déficit phonologique et intensité de la dyslexie)
- WISC-IV : altération IMT et IVT
- Fréquente comorbidité avec troubles comportementaux extériorisés : hyperactivité, trouble des conduites (conséquences à l'adolescence)

Le syndrome dyspraxique

- Dyslexie en général plus modérée, volontiers erreurs visuelles
- retard des acquisitions motrices par rapport au langage, difficultés relatives dans les tâches de précision;
- dysgraphie, instabilité oculo-motrice, éventuellement trouble spatial, éventuellement dyscalculie spatiale,
- Dyschronie massive : appréciation d'une durée, placer un événement dans le temps
- éventuellement précocité intellectuelle,
- WISC-IV : IRP < ICV
- IVT ↓ ↓



Substrat hypothétique des 3 principaux syndromes dyslexie "plus"

LES MOYENS DE CONNAISSANCE

neuropathologie

macro

micro

Imagerie
morphologique

Surface (ROI)

VBM }
DTI } (Non ROI)

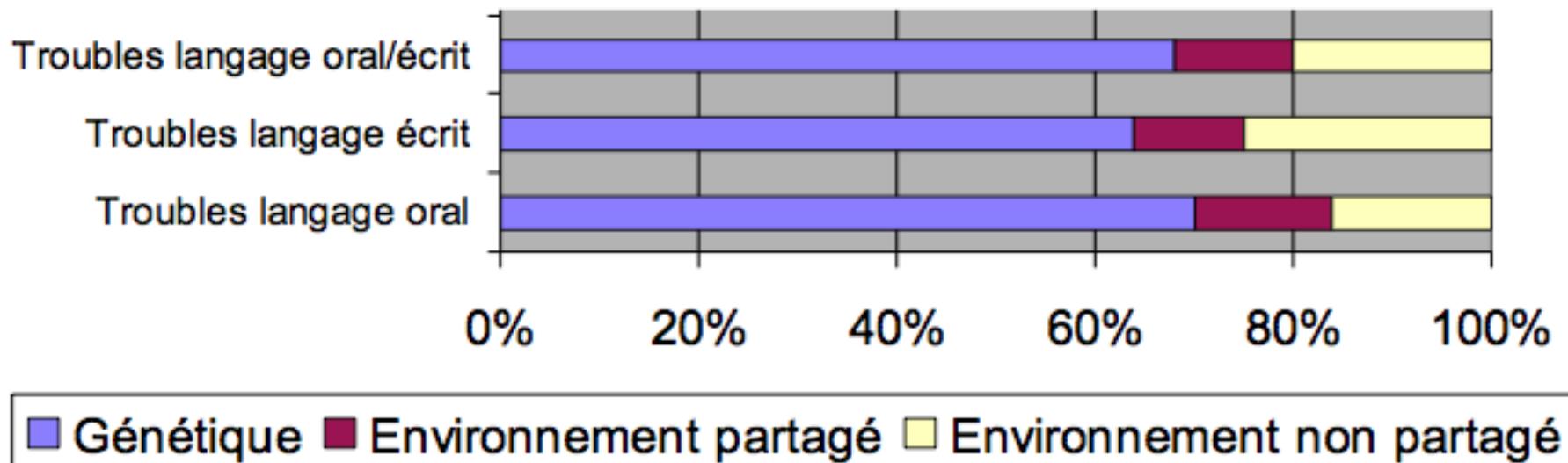
Imagerie
fonctionnelle

IRMf

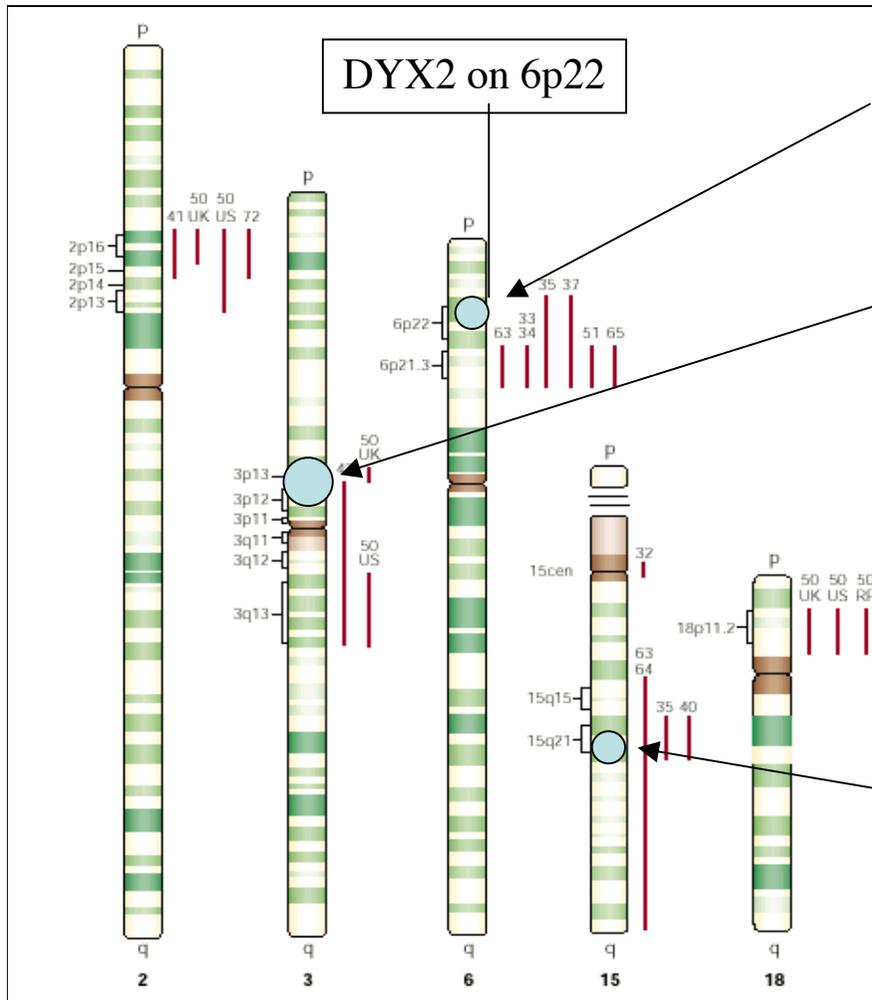
connectivité

Autres
(EEG,
MEG, PEV)

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



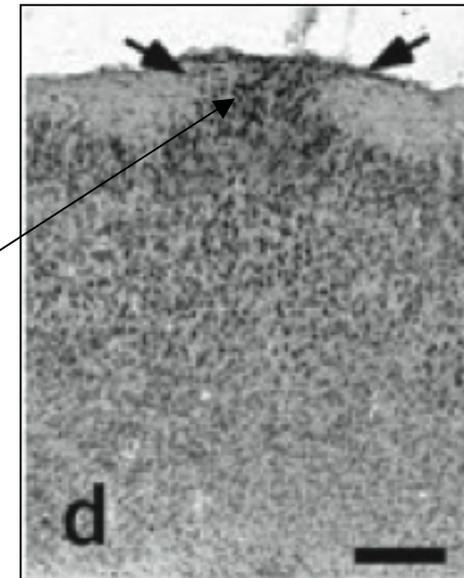
Plusieurs gènes identifiés par les analyses de liaisons ont également un rôle connu dans le développement du cerveau



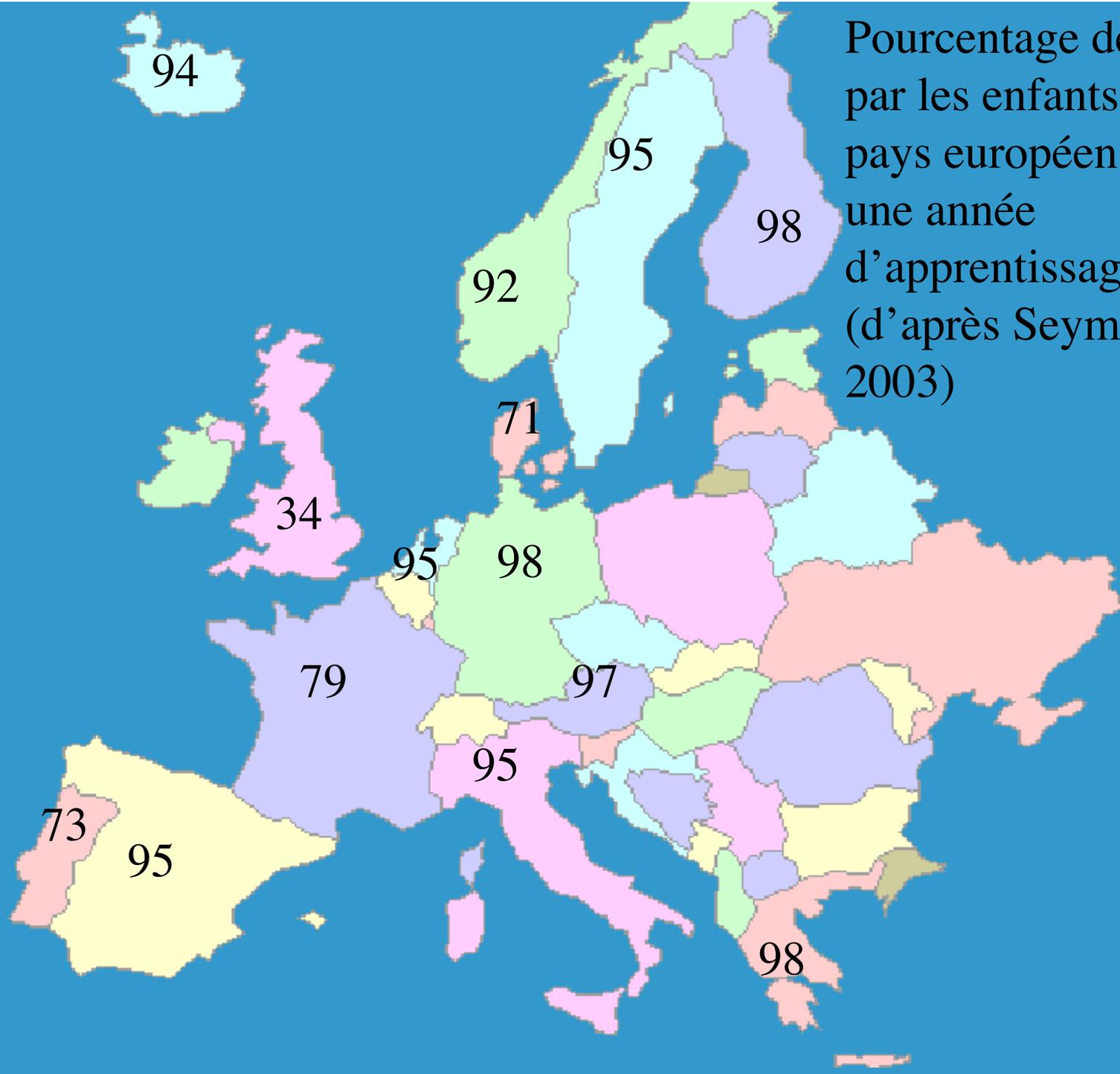
DCDC2 : un gène associé chez l'animal et chez l'homme à une migration neuronale anormale

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

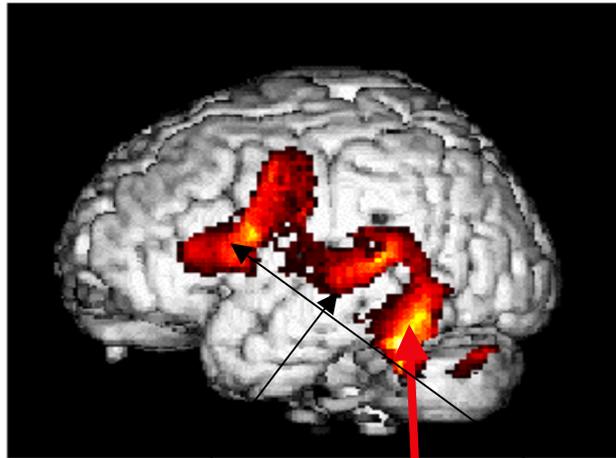
Une manipulation in utero de DYX1C1 provoque des ectopies similaires à celles des humains dyslexiques



Pourcentage de mots lus
par les enfants de 14
pays européens après
une année
d'apprentissage
(d'après Seymour et al.,
2003)



A

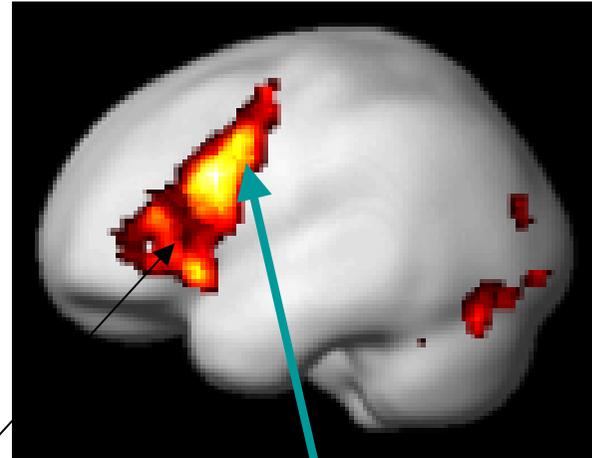
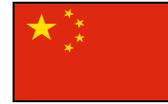


Wernicke's area

Broca's area (BA45)

Posterior temporal lobe (VWFA)

B



电
+
店

Middle frontal gyrus (BA9)

Siok et al., (2004)

A structural–functional basis for dyslexia in the cortex of Chinese readers

Wai Ting Siok^{†‡}, Zhendong Niu[§], Zhen Jin[¶], Charles A. Perfetti^{||}, and Li Hai Tan^{†††}

[†]Department of Linguistics and [‡]State Key Laboratory of Brain and Cognitive Sciences, University of Hong Kong, Pokfulam Road, Hong Kong;

[§]College of Computer Science and Technology, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China; [¶]Beijing 306 Hospital, Beijing 100101, China; and ^{||}Learning Research and Development Center, University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA 15260

Communicated by Robert Desimone, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, February 25, 2008 (received for review January 1, 2008)

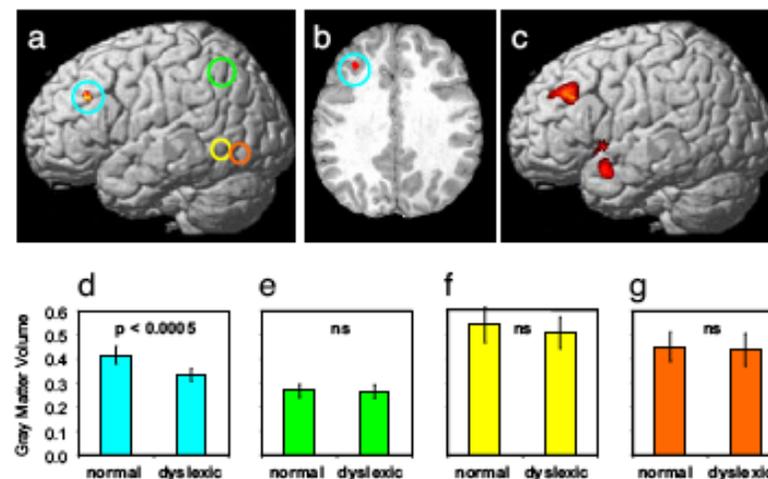


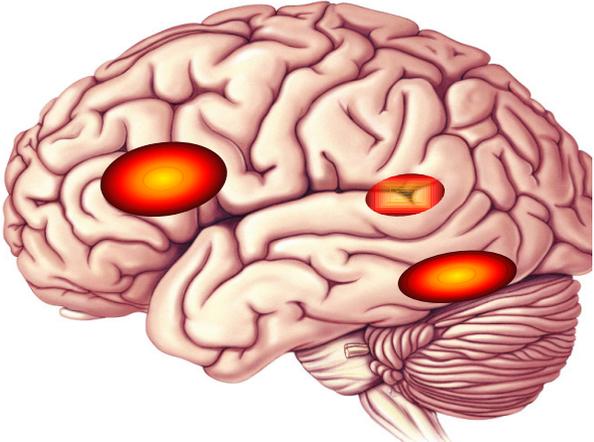
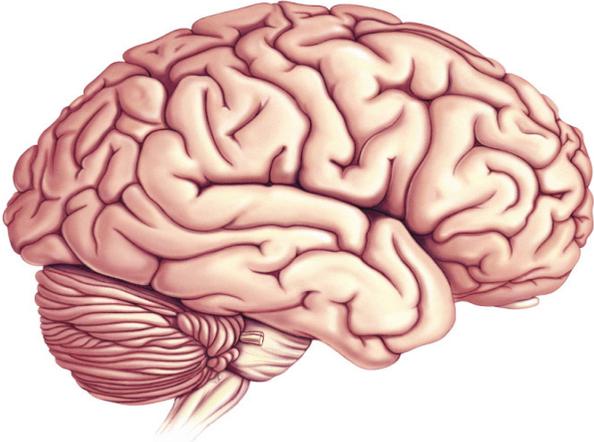
Fig. 1. Group differences in gray matter volume. (a, b, and c) A region in the left middle frontal gyrus (BA 9; $x = -32, y = 31, z = 28$) exhibited reduced volume in the dyslexic group, $P < 0.05$ corrected using the FWE correction for the whole brain. (d) At a less stringent uncorrected threshold of $P < 0.001$, reduced gray matter volume was seen in the left anterior temporal gyrus (BA 38/21) and the left Sylvian fissure, in addition to the left middle frontal gyrus. (e–g) ROI analysis of gray matter volume difference in the left posterior temporoparietal region (in green), the left middle temporal gyrus (in yellow), and the left inferior occipito-temporal cortex (in orange). No significant alteration was observed in these regions.

Parmi les aires sous-activées en IRMf, une région du GFMoy Gche présente une diminution significative du volume de substance grise

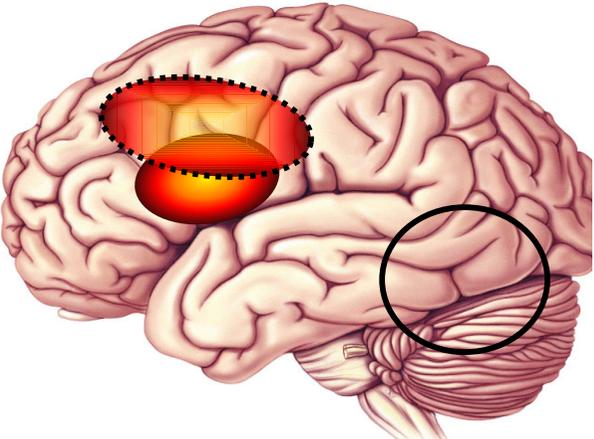
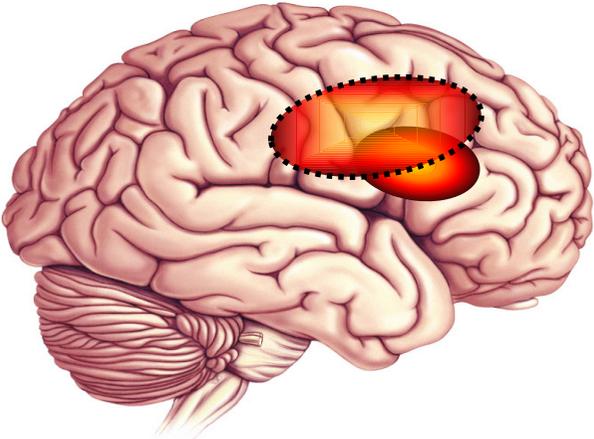
LEAT JETE

Témoins non dys

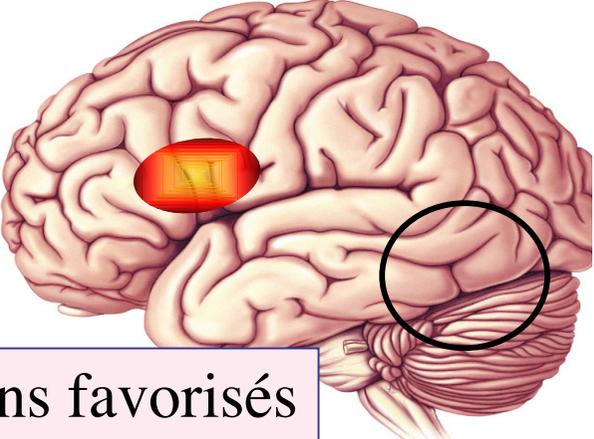
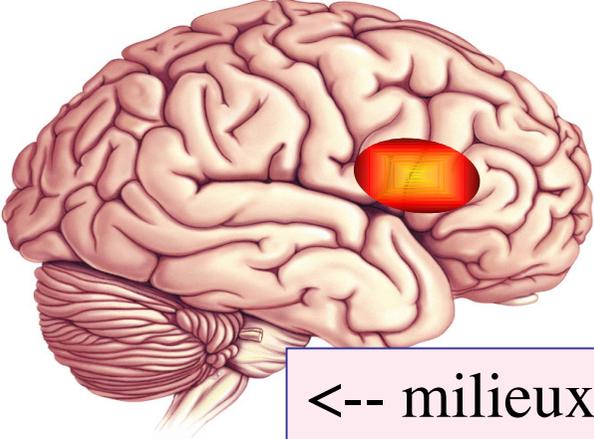
Riment?



Dyslexiques "compensés"



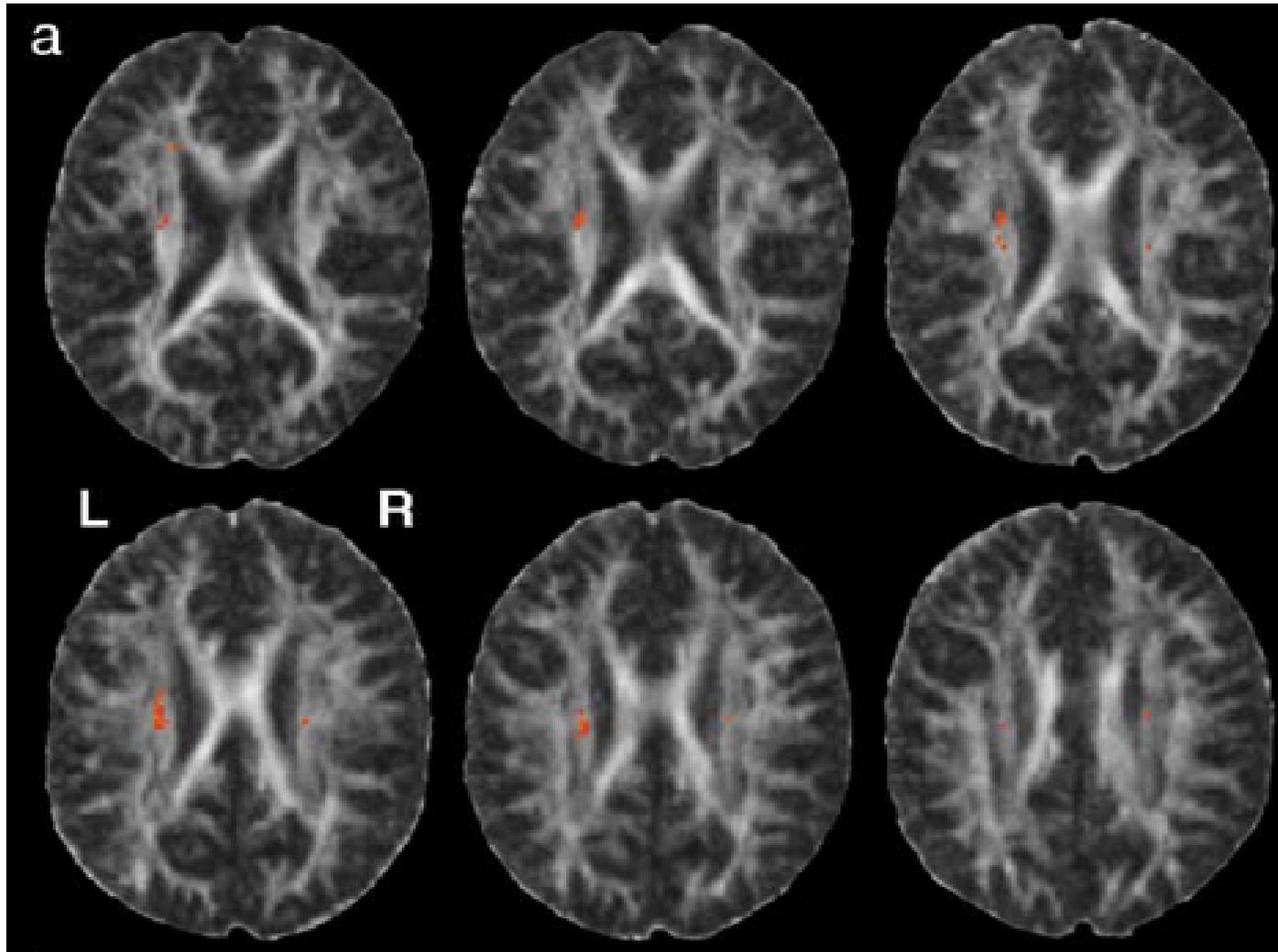
Dyslexiques "persistants"



<-- milieux moins favorisés

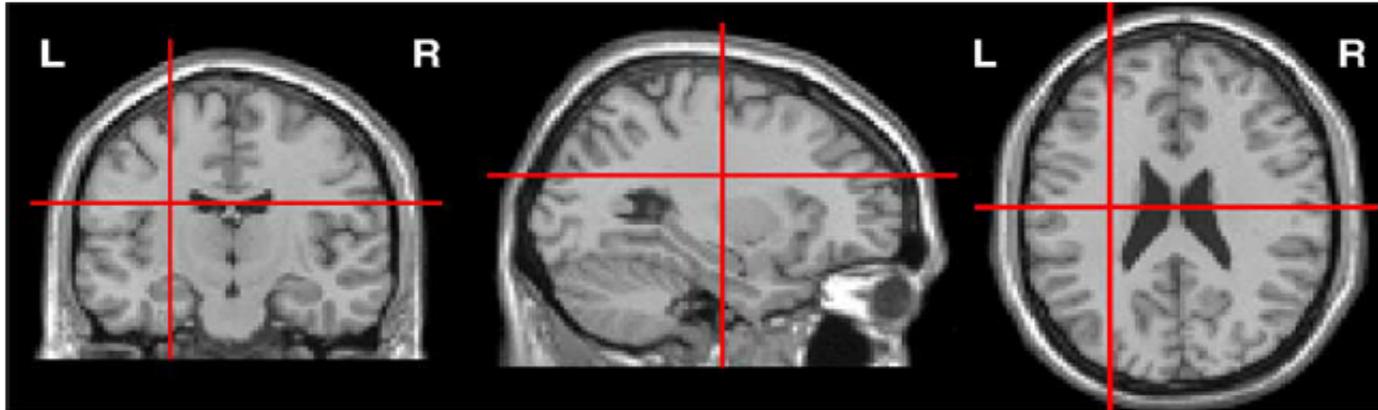
Imaging brain connectivity in children with diverse reading ability

Christian Beaulieu,^{a,*} Christopher Plewes,^a Lori Anne Paulson,^a Dawne Roy,^b Lindsay Snook,^a Luis Concha,^a and Linda Phillips^b

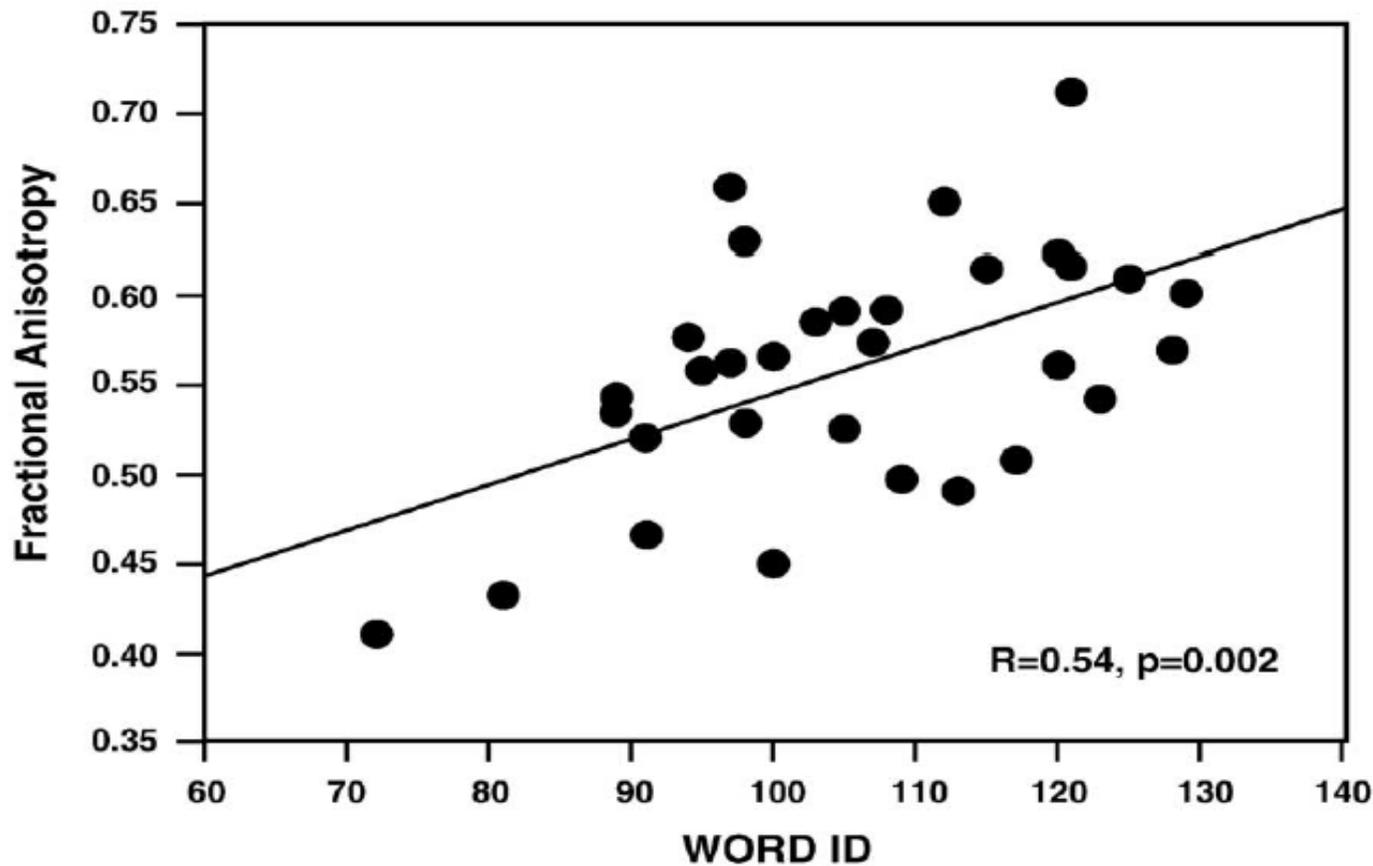


- 32 volunteers (14 male, 18 female).
- 8.3–12.9 years mean 11.1 ± 1.3 years
- 30/32 right handed.
- aptitudes en lecture variables évaluées par un test d'identification de mots

Corrélation avec performance en lecture : voxels de plus forte corrélation



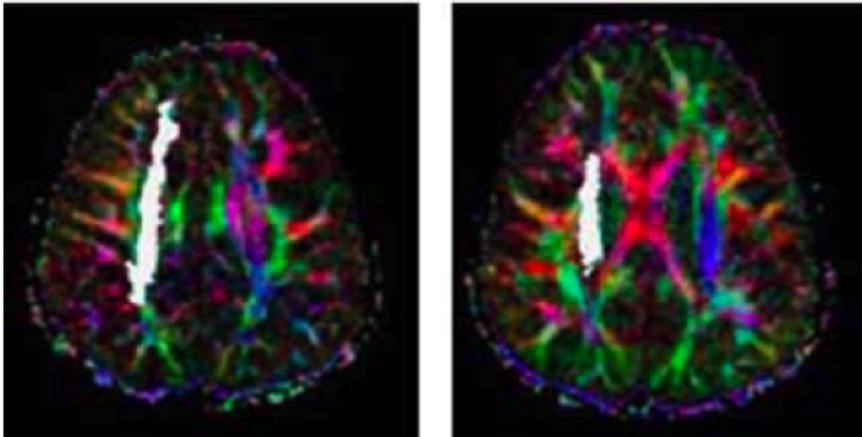
Voxel with Highest Correlation : (X, Y, Z) = (- 28, -14, 24)



Voxel of higher correlation with word identification rate

Left lateralized white matter microstructure accounts for individual differences in reading ability and disability[☆]

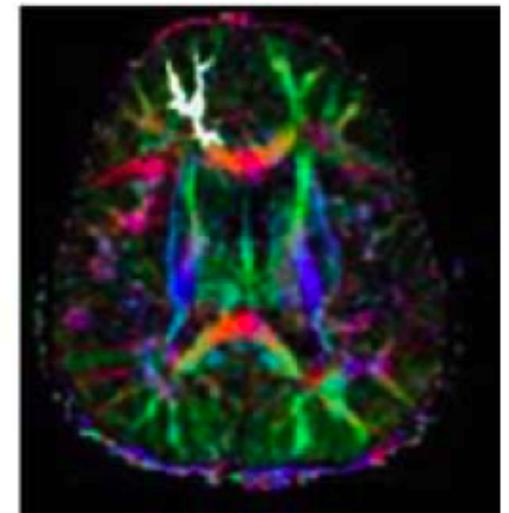
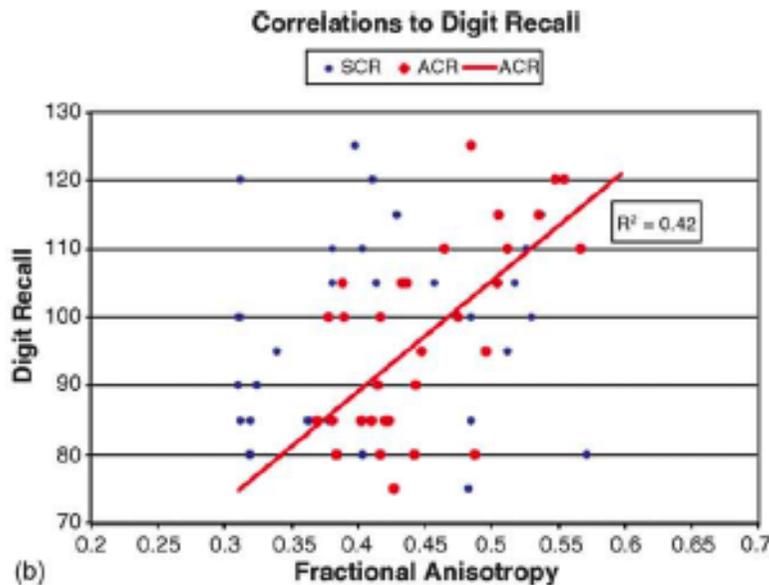
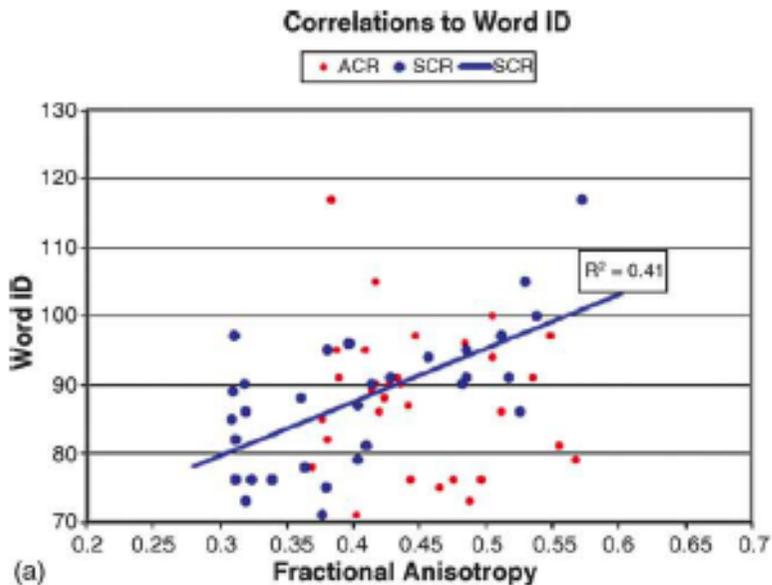
Sumit N. Niogi, Bruce D. McCandliss*



Centrum semi-ovale

Structure	Word ID	Word Attack	Digit Recall
CS right	0.38	0.14	0.35
CS left	0.58	0.25	-0.11
SCR right	-0.18	-0.02	-0.22
SCR left	0.64	0.37*	0.15
SLF right	-0.22	0.10	0.16
SLF left	-0.12	0.03	-0.16
ACR right	-0.18	-0.30	0.66
ACR left	-0.08	-0.11	0.61
PLIC right	0.28	0.05	0.17
PLIC left	-0.21	0.02	-0.19
LAT SCR	-0.61	-0.28	-0.26
LAT CS	-0.23	-0.12	0.32

DTI : 31 children, 6-10yr
21 NI, 10 dlx



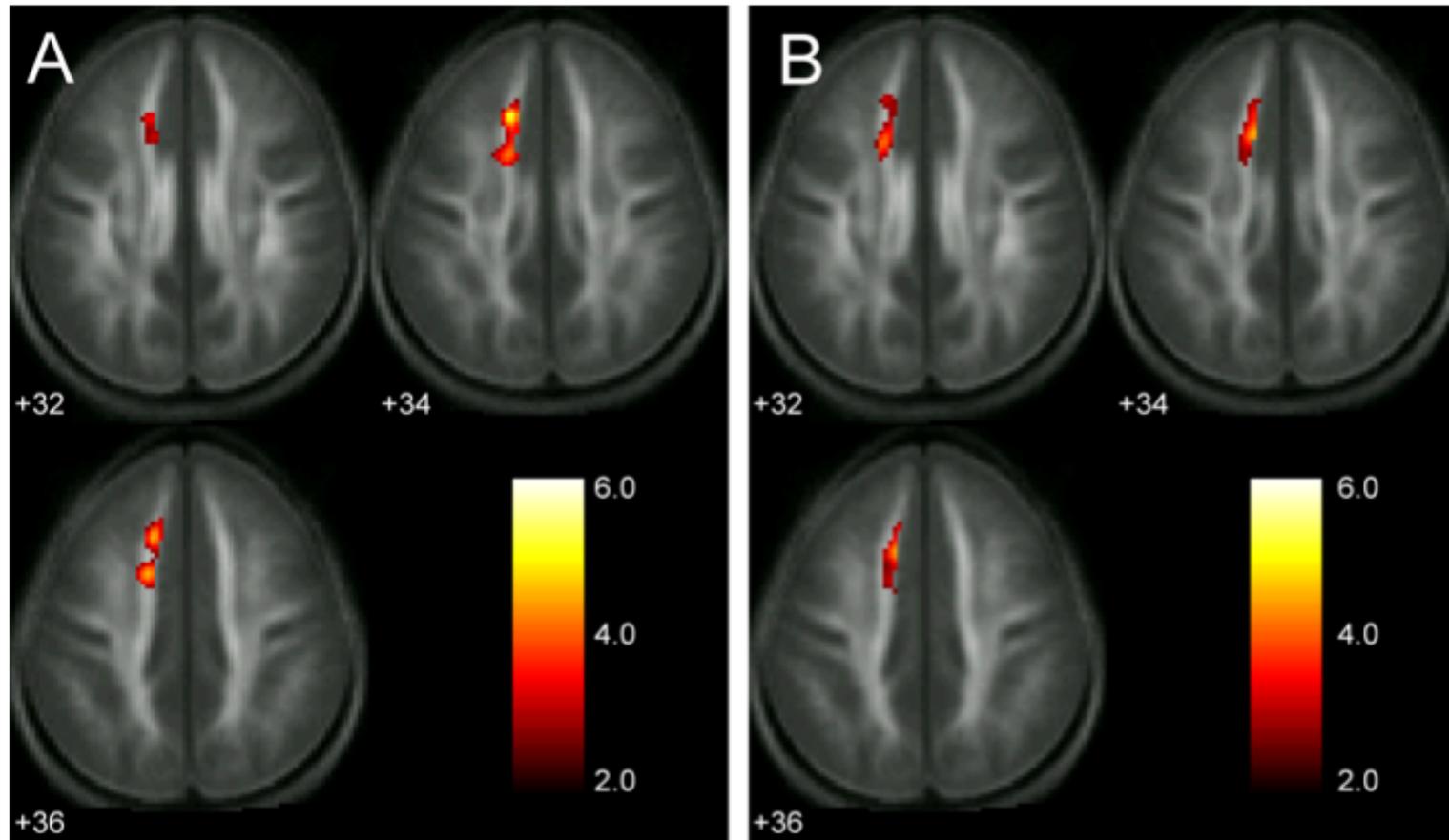
anterior corona radiata



Altering cortical connectivity: Remediation-induced changes in the white matter of poor readers

Timothy A. Keller¹ and Marcel Adam Just¹

¹Center for Cognitive Brain Imaging, Department of Psychology, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, USA



72 participants : 35 poor readers that received the treatment, 12 poor readers that did not receive the treatment, and 25 good readers that did not receive the treatment

Treatment : 100 hours of intensive reading instruction (one of 4 classical reading remediation programmes)

(A) Region where the poor reader group showed an increase in FA between the pre-remediation and post-remediation scans (peak $t(34) = 5.12$, at Montreal Neurological Institute (MNI) coordinates $_{-2} 28 36$, spatial extent = 450 voxels, $p < .05$ corrected for multiple comparisons). There were no areas where poor readers showed a decrease in FA between phases, nor were there any areas where the control group of good readers or the control group of unremediated poor readers showed either an increase or decrease in FA. (B) Region showing a significant difference in FA between good readers and all poor readers at the first scan (peak $t(70) = 4.66$, at MNI coordinates $_{-0} 20 38$, spatial extent = 418 voxels, $p < .05$ corrected for multiple comparisons).

Neural systems predicting long-term outcome in dyslexia

Fumiko Hoeft^{a,b,1}, Bruce D. McCandliss^c, Jessica M. Black^{a,d}, Alexander Gantman^a, Nahal Zakerani^a, Charles Hulme^e, Heikki Lyytinen^f, Susan Whitfield-Gabrieli^g, Gary H. Glover^h, Allan L. Reiss^{a,b,h}, and John D. E. Gabrieli^h

^aCenter for Interdisciplinary Brain Sciences Research, and ^bDepartment of Psychiatry and Behavioral Sciences, Stanford University School of Medicine, Stanford, CA 94129; ^cDepartment of Psychology and Human Development, Vanderbilt University, Nashville, TN 37203; ^dGraduate School of Social Work, Boston College, Chestnut Hill, MA 02467; ^eDepartment of Psychology, University of York, York YO10 5DD, United Kingdom; ^fDepartment of Psychology, University of Jyväskylä, 40351 Jyväskylä, Finland; ^gDepartment of Brain and Cognitive Sciences, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 02139; and ^hDepartment of Radiology, Stanford University School of Medicine, Stanford, CA 94305

Edited by Marcus E. Raichle, Washington University of St. Louis, St. Louis, MO, and approved November 2, 2010 (received for review June 24, 2010)

Utilisent une double méthodologie d'imagerie fonctionnelle et morphologique (DTI) pour prédire l'évolution à long terme du trouble de la lecture chez des pré-adolescents dyslexiques. Deux mesures particulières (activation du lobe frontal inférieur droit en IRMf et anisotropie du faisceau arqué droit en DTI) prédisent à elles seules 72% de la variance en termes d'évolution de la lecture sur 2,5 ans faisant suite au premier examen. Ces mesures sont des meilleurs prédicteurs de l'évolution que n'importe quelle combinaison de tests cognitifs réalisés sur la même période.

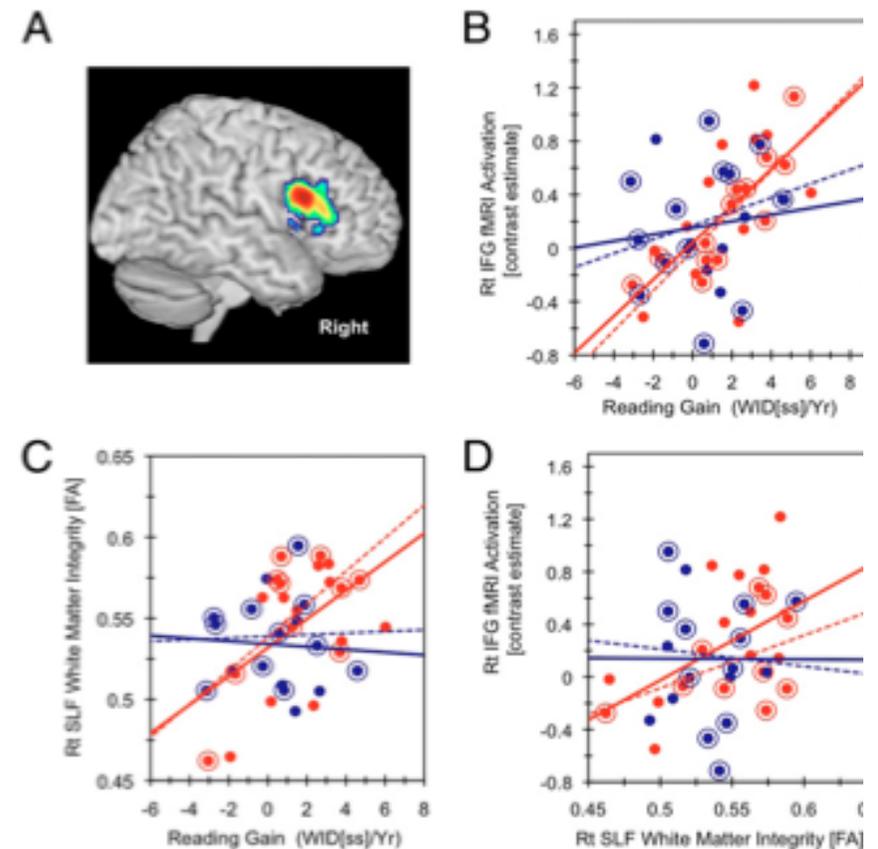
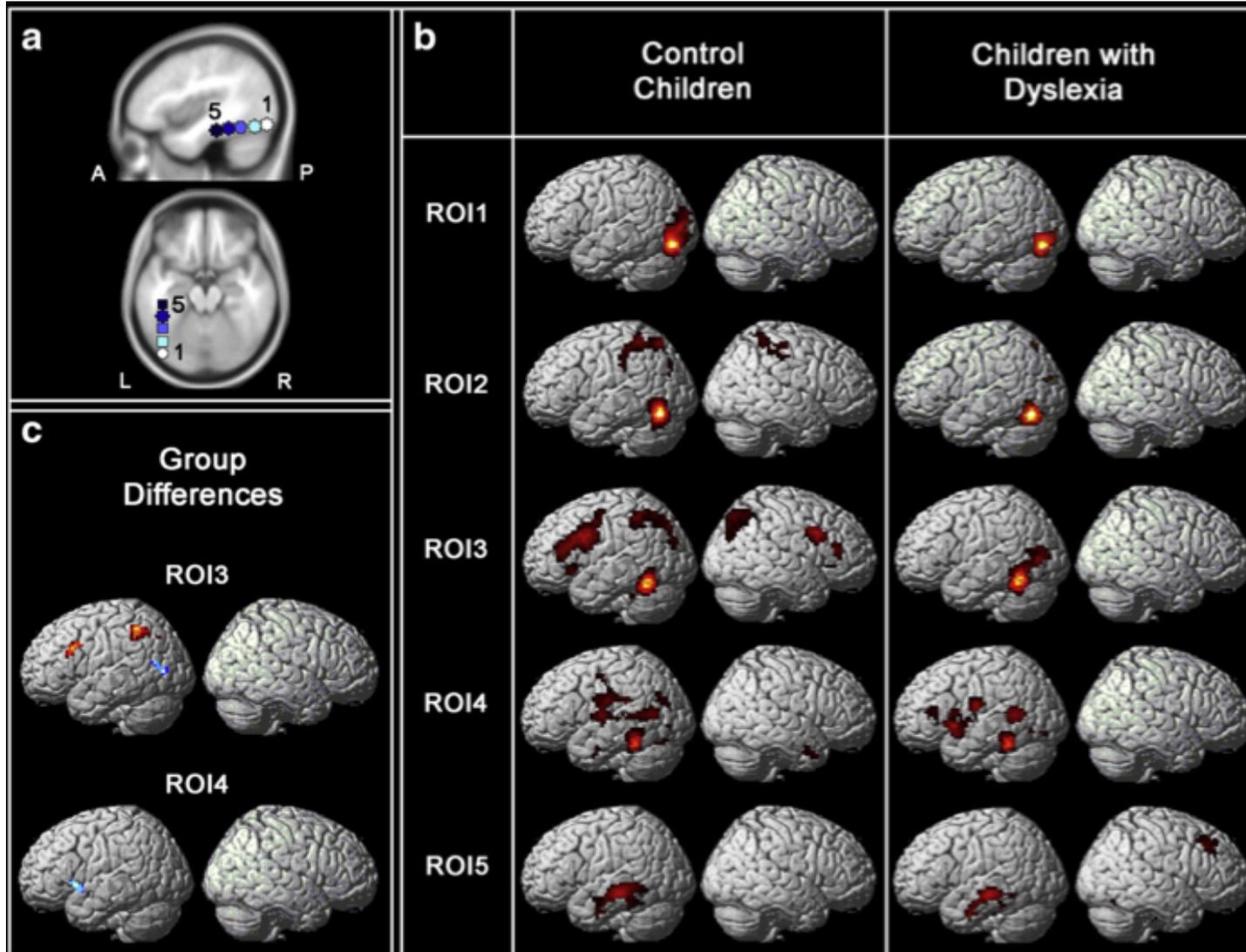


Fig. 2. fMRI and DTI predictors of reading gains in dyslexia. (A) Association between brain activation (rhyme > rest) and future reading improvement



The left occipitotemporal system in reading: Disruption of focal fMRI connectivity to left inferior frontal and inferior parietal language areas in children with dyslexia

Sanne van der Mark^{a,1}, Peter Klaver^{a,b,c,1}, Kerstin Bucher^a, Urs Maurer^{d,e}, Enrico Schulz^{d,f}, Silvia Brem^{d,g}, Ernst Martin^{a,c}, Daniel Brandeis^{c,d,h,*}



MRI was used to assess connectivity of the VWF-System in 18 children with dyslexia and 24 age-matched controls (age 9.7-12.5 years) using five neighboring left occipitotemporal regions of interest (ROIs) during a continuous reading task requiring phonological and orthographic processing.

First, the results revealed a focal origin of connectivity from the VWF-system, in that mainly the VWFA was functionally connected with typical left frontal and parietal language areas in control children. Adjacent posterior and anterior VWF-System ROIs did not show such connectivity, confirming the special role that the VWFA plays in word processing.

Second, we detected a significant disruption of functional connectivity between the VWFA and left inferior frontal and left inferior parietal language areas in the children with dyslexia.

Conforte l'hypothèse d'une déconnexion fonctionnelle entre la VWFA et les régions corticales fronto-pariétales

En résumé (1) : neurobiologie de la dyslexie

- Les découvertes initiales de Galaburda sur le cortex d'humains dyslexiques ont été ravivées par les études génétiques montrant des altérations de gènes impliqués dans le développement cérébral précoce.
- Il existe certainement une prédisposition génétique à la mise en place imparfaite de certains circuits corticaux
- Cette prédisposition se manifeste par un défaut de mise en place de précurseurs spécifiques (variables selon les caractéristiques de la langue)
- Interagit probablement avec le milieu et l'effet de l'expérience (pratique, rééducation, stratégies de compensation...) pour déterminer le niveau de déficit fonctionnel

En résumé (2) : neurobiologie de la dyslexie

- Les techniques modernes de traitement du signal IRM ont montré de façon convergente une anomalie structurale fine de la connectivité entre diverses régions cérébrales, en particulier hémisphériques gauches
- Il reste que ces anomalies, aussi robustes soient-elles, ne peuvent être tenues comme à coup sûr responsables du trouble de la fonction (e.g. lecture) dont elles peuvent tout aussi bien représenter la conséquence (plutôt que la cause)
- Il reste à réaliser des travaux longitudinaux, débutant si possible avant l'apprentissage lui-même, pour pouvoir affirmer le sens de la causalité



Twenty healthy, native English speaking children with (FHD+/ n = 10) and without (FHD_/n = 10) a family-history of developmental dyslexia, (mean age 5 years and 11 months)

Structural brain alterations associated with dyslexia predate reading onset

Nora Maria Raschle, Maria Chang, Nadine Gaab*

Children's Hospital Boston, Department of Medicine, Division of Developmental Medicine, Laboratories of Cognitive Neuroscience, 1 Autumn Street, Mailbox # 713, Boston, MA 02115, USA

Voxel-based morphometry revealed significantly reduced gray matter volume indices for pre-reading children with, compared to children without, a family-history of developmental dyslexia in left occipitotemporal, bilateral parietotemporal regions, left fusiform gyrus and right lingual gyrus. Gray matter volume indices in left hemispheric occipitotemporal and parietotemporal regions of interest also correlated positively with rapid automatized naming.

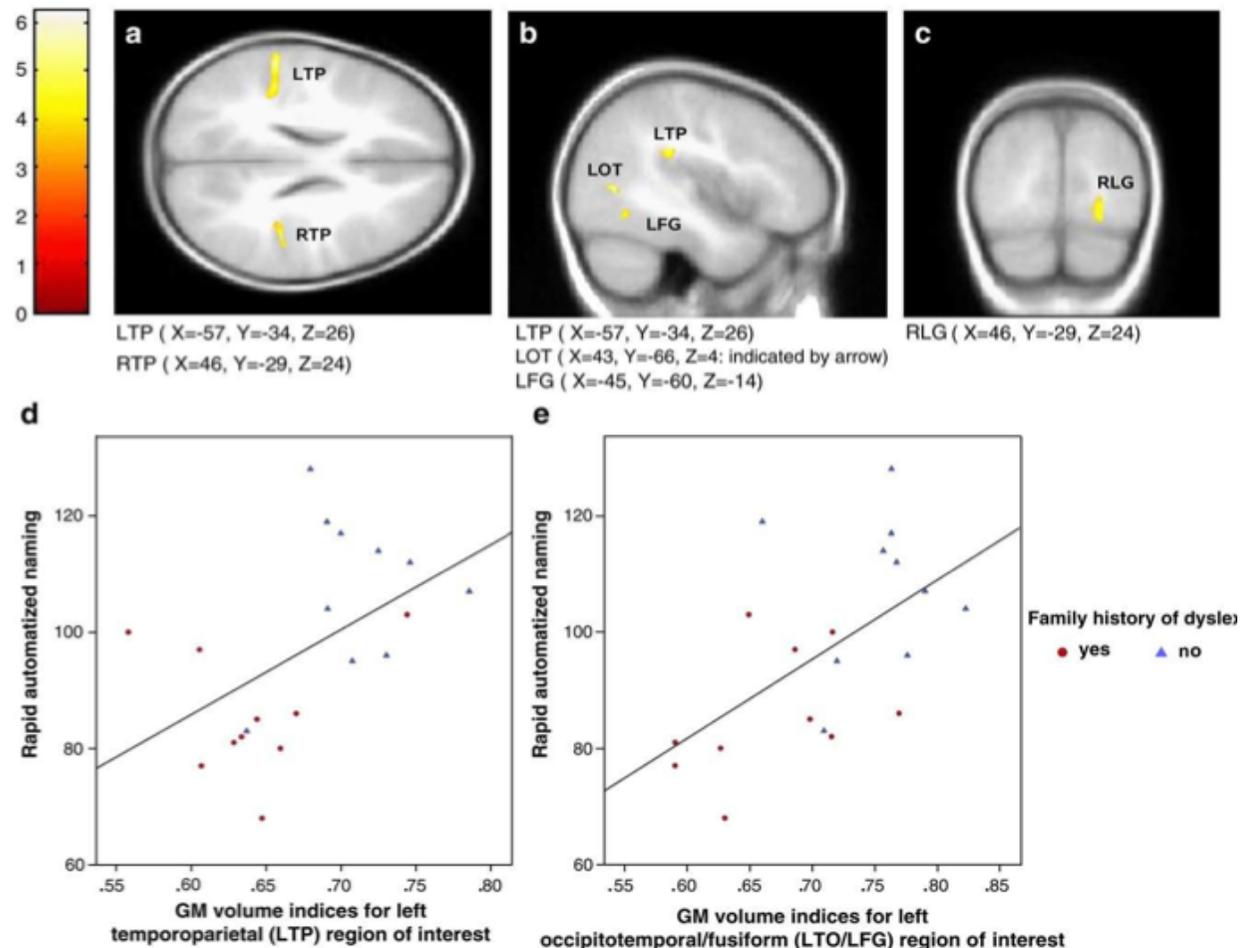


Fig. 1. [a-c] Statistical parametric maps showing brain areas with significant decreased gray matter volume indices in pre-reading FHD+ compared to FHD- children (a = axial, b = sagittal, c = coronal view). [d-e] Correlations between gray matter volume indices in the left parietotemporal (d) and left occipitotemporal (e) ROI and rapid automatized naming.

Functional characteristics of developmental dyslexia in left-hemispheric posterior brain regions predate reading onset

Nora Maria Raschle^{a,b}, Jennifer Zuk^a, and Nadine Gaab^{a,b,c,1}

^aLaboratories of Cognitive Neuroscience, Division of Developmental Medicine, Department of Medicine, Children's Hospital Boston, and ^bHarvard Medical School, Boston, MA 02115; and ^cHarvard Graduate School of Education, Cambridge, MA 02138

Edited by Michael Merzenich, W. M. Keck Center for Integrative Neuroscience, University of California, San Francisco, CA, and approved December 8, 2011 (received for review May 17, 2011)

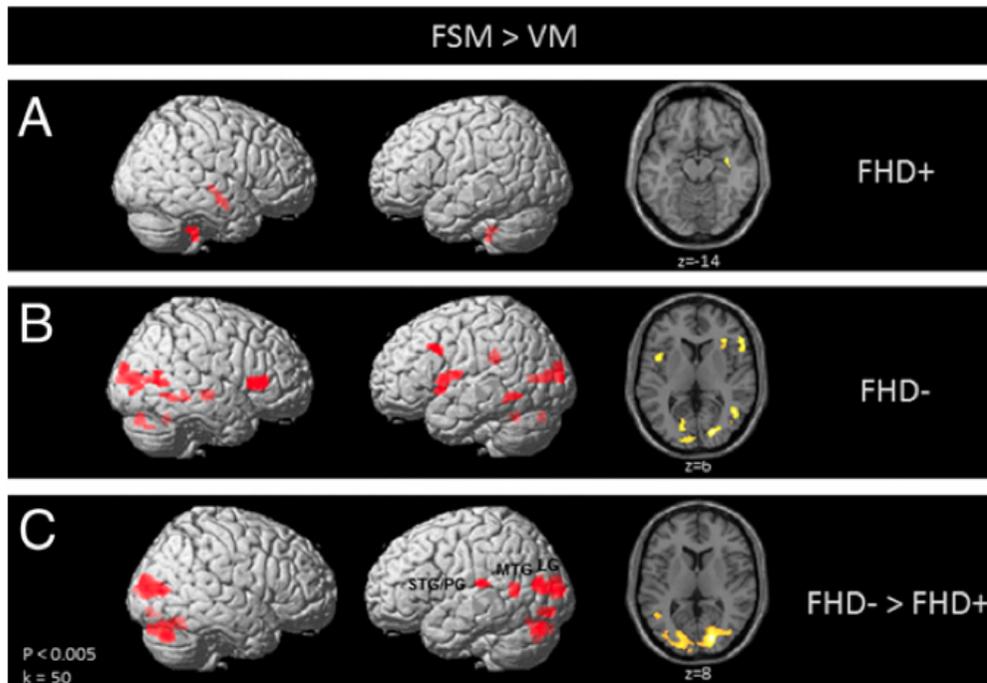


Fig. 1. Statistical parametric maps showing brain activation during phonological processing (FSM > VM) for children with (A) and without (B) a familial risk for DD, as well as group differences between children with

We investigate functional networks during phonological processing in 36 prereading children with a familial risk for DD ($n = 18$, average age = 66.50 mo) compared with age and IQ-matched controls ($n = 18$; average age = 65.61 mo). Functional neuroimaging results reveal reduced activation in prereading children with a family-history of DD (FHD+), compared with those without (FHD-), in bilateral occipitotemporal and left temporoparietal brain regions.

Furthermore, left occipitotemporal and temporoparietal brain activity correlates positively with prereading skills in both groups. Our results suggest that differences in neural correlates of phonological processing in individuals with DD are not a result of reading failure, but are present before literacy acquisition starts.

Infant brain responses associated with reading-related skills before school and at school age ☆

Les potentiels liés à l'événement (ERPs) chez le nouveau-né et le nourrisson permettent de prévoir les compétences en lecture en âge préscolaire et scolaire

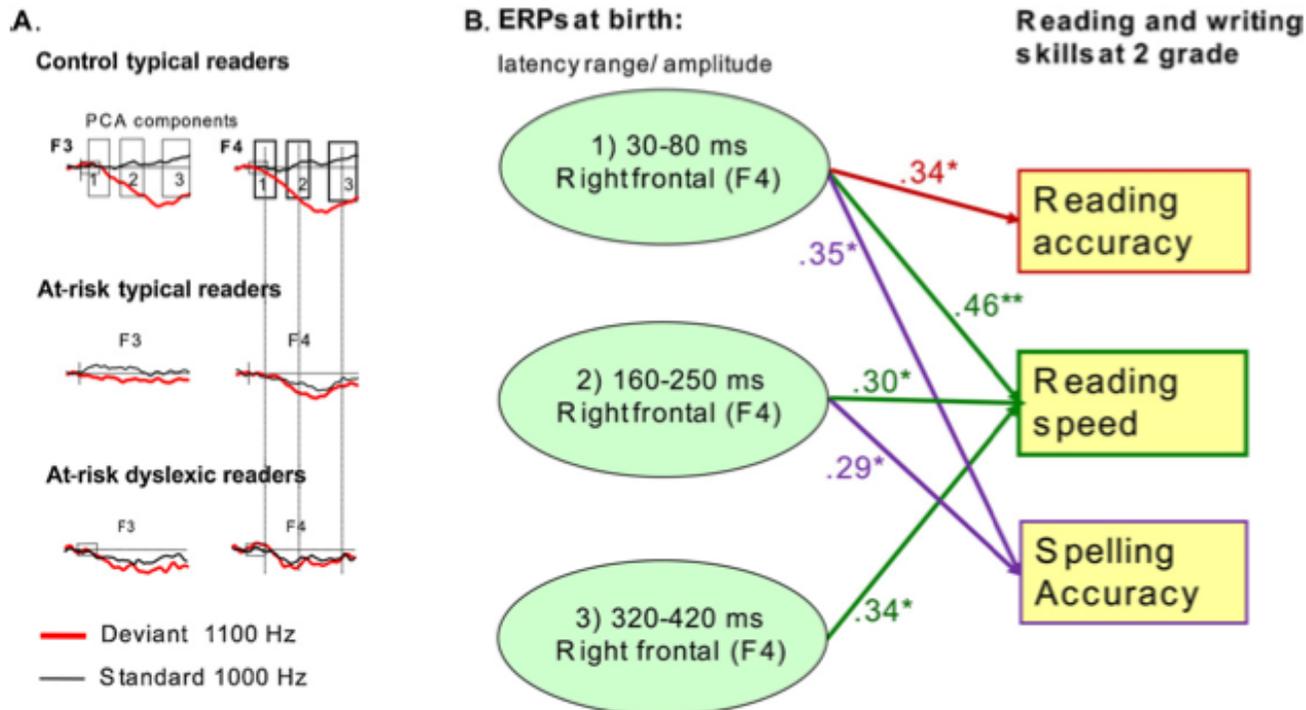
P.H.T. Leppänen*, J.A. Hämäläinen, T.K. Guttorm, K.M. Eklund, H. Salminen, A. Tanskanen, M. Torppa, A. Puolakanaho, U. Richardson, R. Pennala, H. Lyytinen

University of Jyväskylä, Finnish Center of Excellence for Learning and Motivation, Department of Psychology, P.O. Box 35, 40014, Finland

Received 26 May 2011; accepted 24 August 2011
Available online 17 September 2011

Infant brain responses are associated with reading-related skills

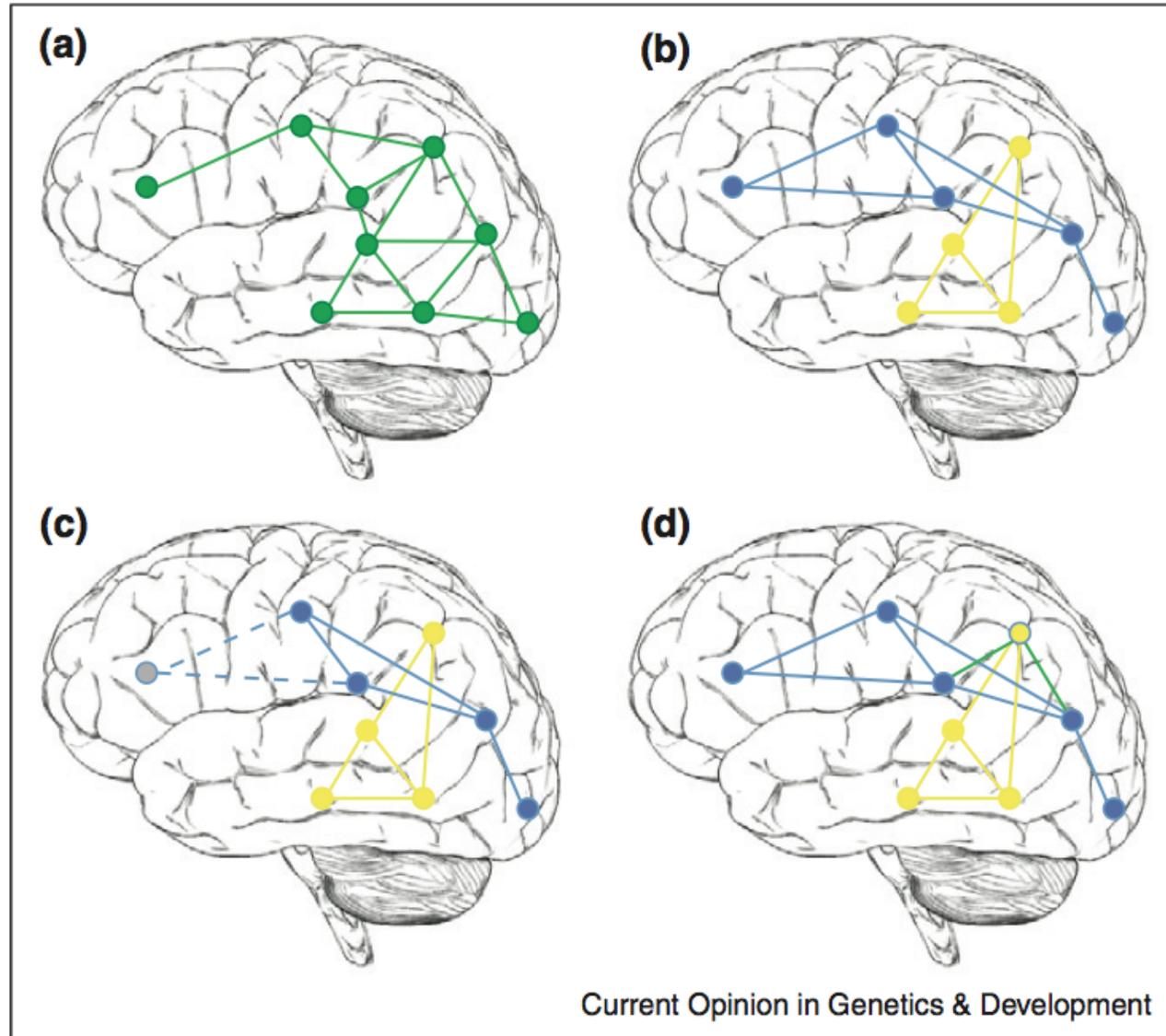
Patients et méthodes. ERP à la naissance, à 6 mois et en "grade 2" La moitié des enfants venaient de familles dont au moins un des parents était dyslexique (groupe à risque), l'autre moitié (groupe témoin) n'avaient aucun antécédent familial de dyslexie. *Résultats.* Les ERPs précoces étaient corrélés aux traitements phonologiques en âge préscolaire, aux capacités de dénomination de lettres et de perception de la durée des phonèmes ainsi qu'aux performances de lecture et d'écriture en âge scolaire. Ces corrélations étaient généralement plus fortes chez les enfants à risque.



also the at-risk children with later typical reading skills showed differences already in their responses to the pitch change at birth as compared to the control group typical readers. The smaller responses in both of the at-risk groups compared to the control group could suggest a genetically driven difference in the auditory system of at least a sub-group of at-risk children.

Jeune enfant : réseau d'aires corticales
répondant de manière encore non
spécifique à divers stimuli

Adulte : sous l'effet de l'apprentissage, ces aires ont
formé deux réseaux distincts, par élagage des
connexions courtes et renforcement des longues



Syndrome de
déconnexion
par défaut de
renforcement
des
connexions
distantes

Hyperconnectiv
ité locale
pouvant être
responsable de
synesthésie



Neuroanatomical correlates of developmental dyscalculia: combined evidence from morphometry and tractography

Elena Rykhlevskaia^{1,2}, Lucina Q. Uddin¹, Leeza Kondos¹ and Vinod Menon^{1,3,4*}

¹ Department of Psychiatry and Behavioral Sciences, Stanford University, CA, USA

² Department of Psychology, Stanford University, CA, USA

³ Program in Neuroscience, Stanford University, CA, USA

⁴ Symbolic Systems Program, Stanford University, CA, USA

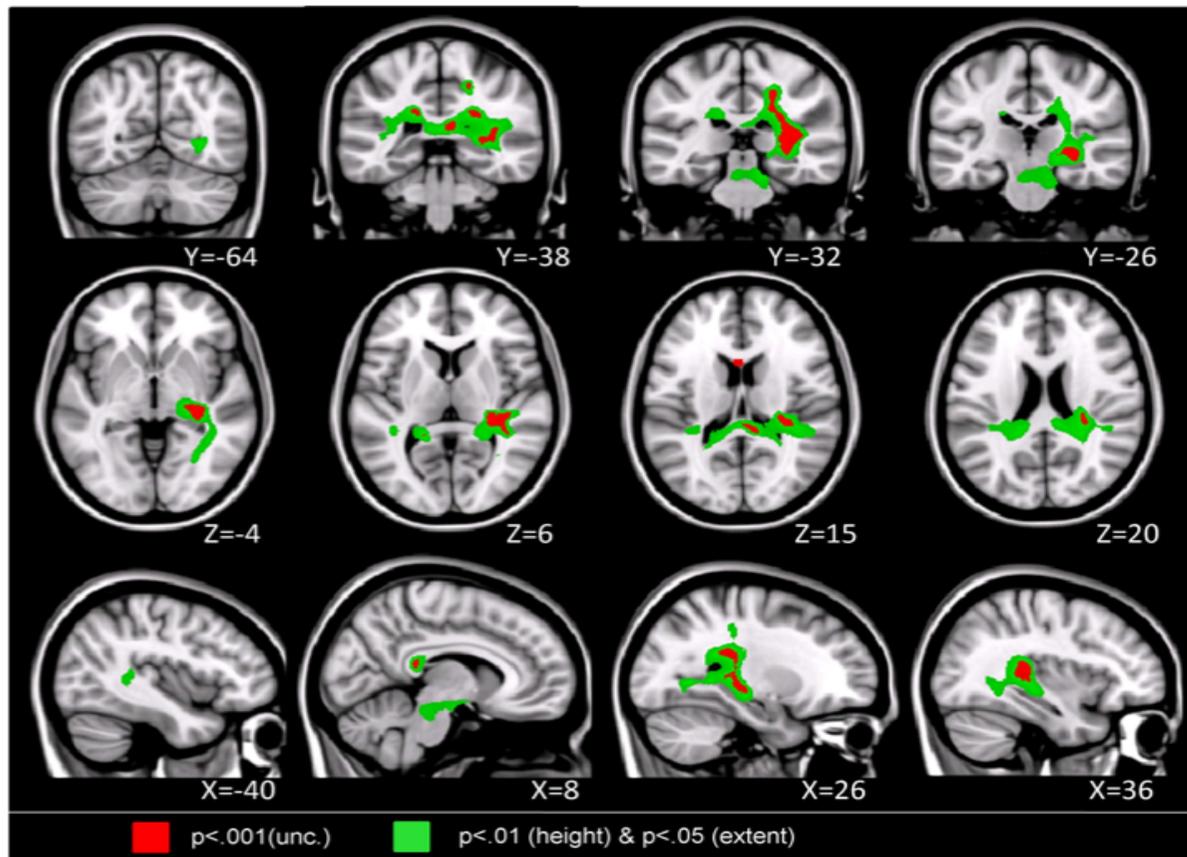
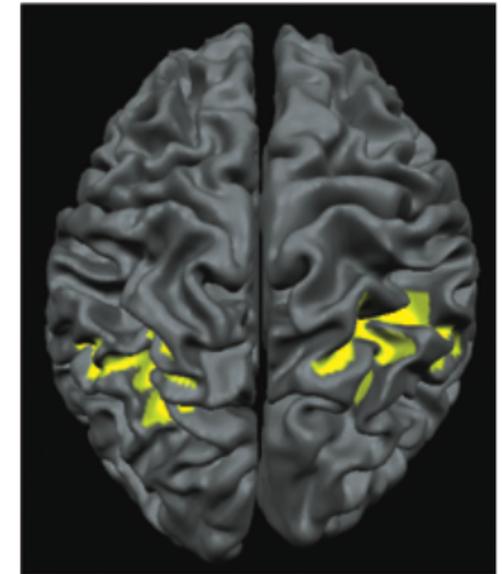


FIGURE 2 | Brain regions where children with DD showed significant white matter deficits, compared to TD children (two-sample *t*-test results for TD > DD contrast). Red: $p < 0.001$; Green: height threshold $p < 0.01$, extent threshold $p < 0.05$ with family-wise error correction for multiple comparisons and correction for non-isotropic smoothness.

DTI tractography suggests that long-range WM projection fibers linking the right fusiform gyrus with temporal-parietal WM are a specific source of vulnerability in DD

Dyscalculie : définition

- Trois critères de diagnostic :
 - 1) Les aptitudes arithmétiques, évaluées par des tests standardisés, sont nettement en dessous du niveau escompté compte tenu de l'âge du sujet, de son développement intellectuel et d'un enseignement approprié à son âge.
 - 2) Le trouble interfère de manière significative avec la réussite scolaire de l'enfant ou les activités de la vie courante
 - 3) Les difficultés mathématiques ne sont pas liées à un déficit sensoriel.

Traitement analogique (IPS) :

- appréciation des magnitudes
- comparaisons de quantités
- soustraction

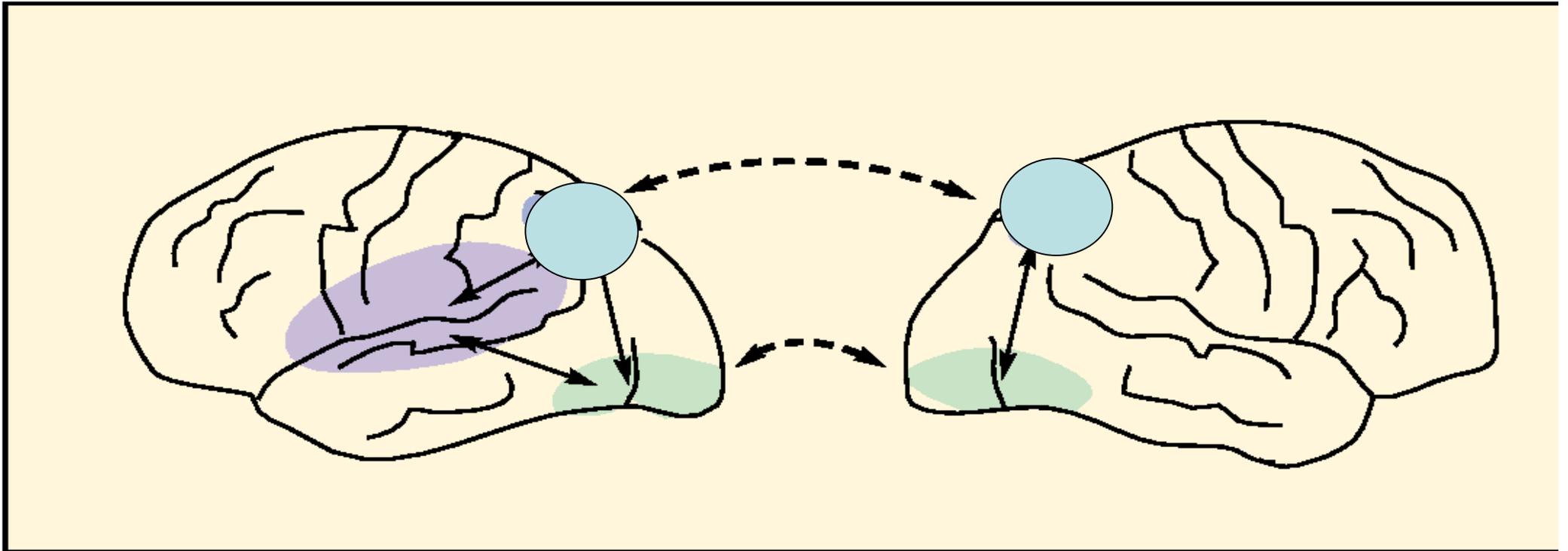
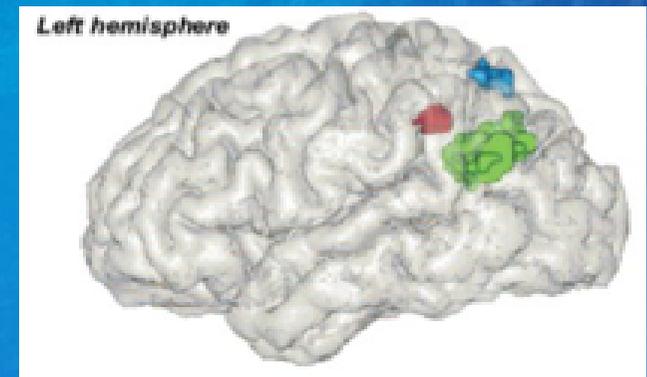


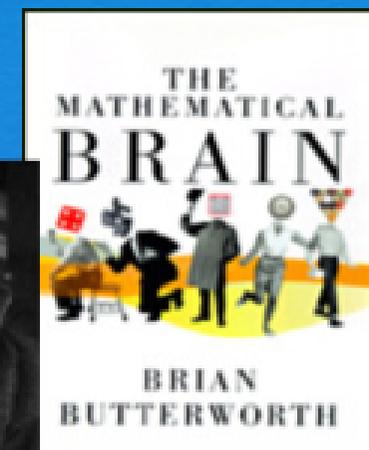
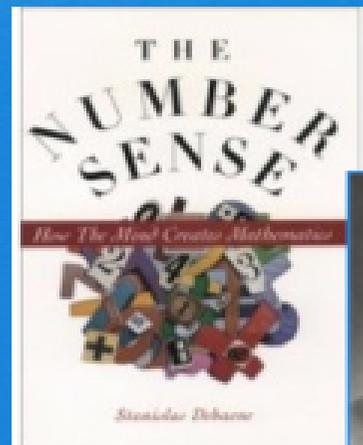
Figure 3 - Implémentation anatomique du triple code (traitement visuel arabe en vert, traitement analogique en bleu et traitement langagier en violet).

Numerical cognition

- Study of representation of number in the brain
- Methods: Animals, infants, cross-cultural linguistics, brain imaging, cognitive psychology
- Good introductory books:



Stanislas
Dehaene



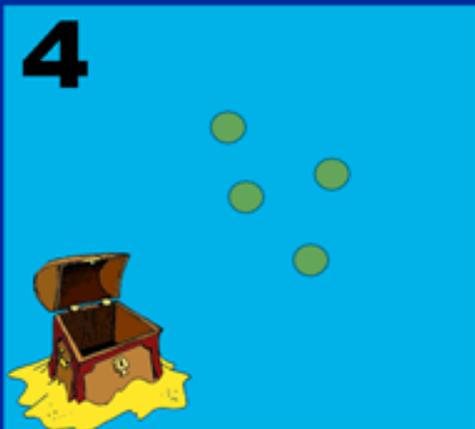


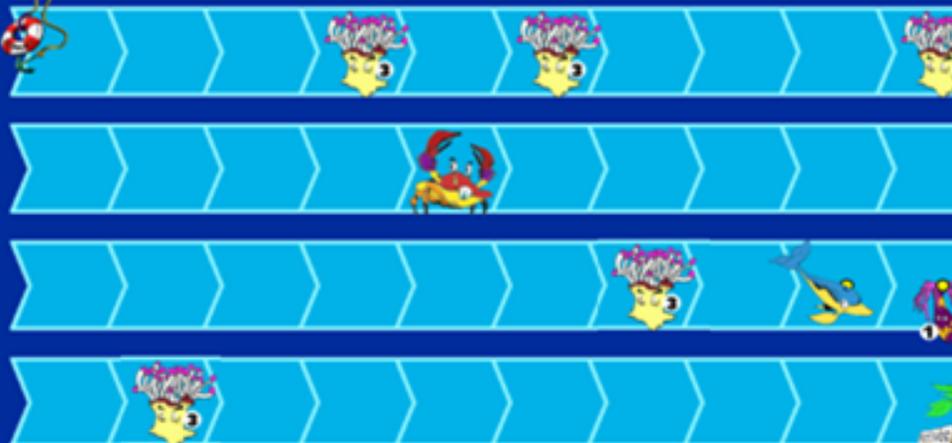
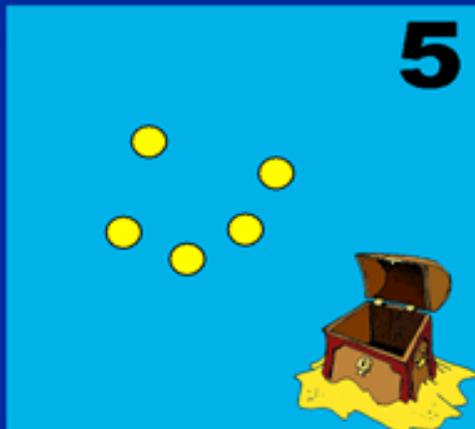


		2
	• • • •	4

4



5



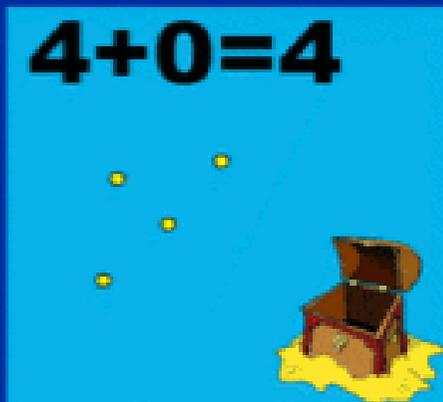
		



$6-4=2$

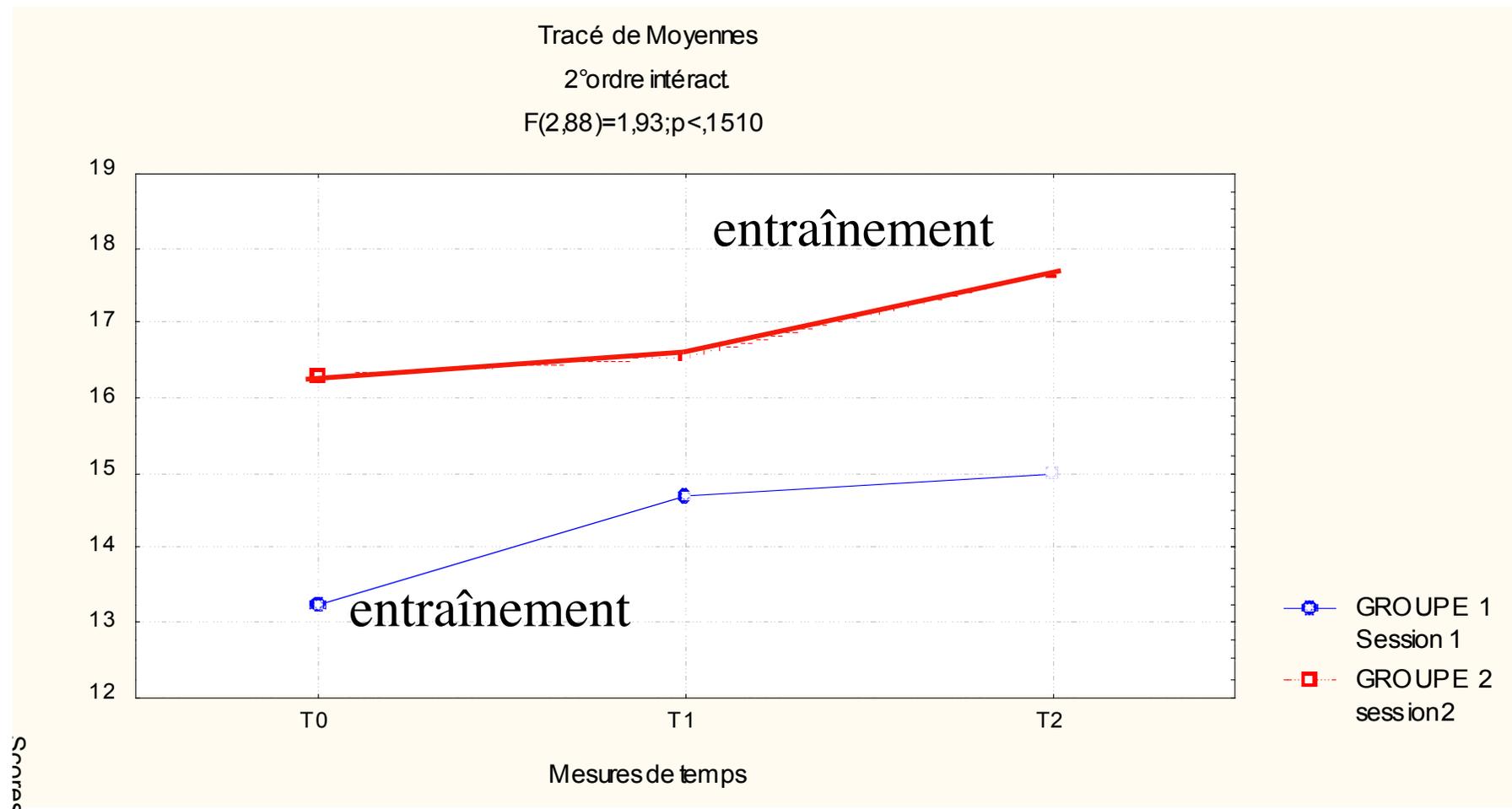


$4+0=4$







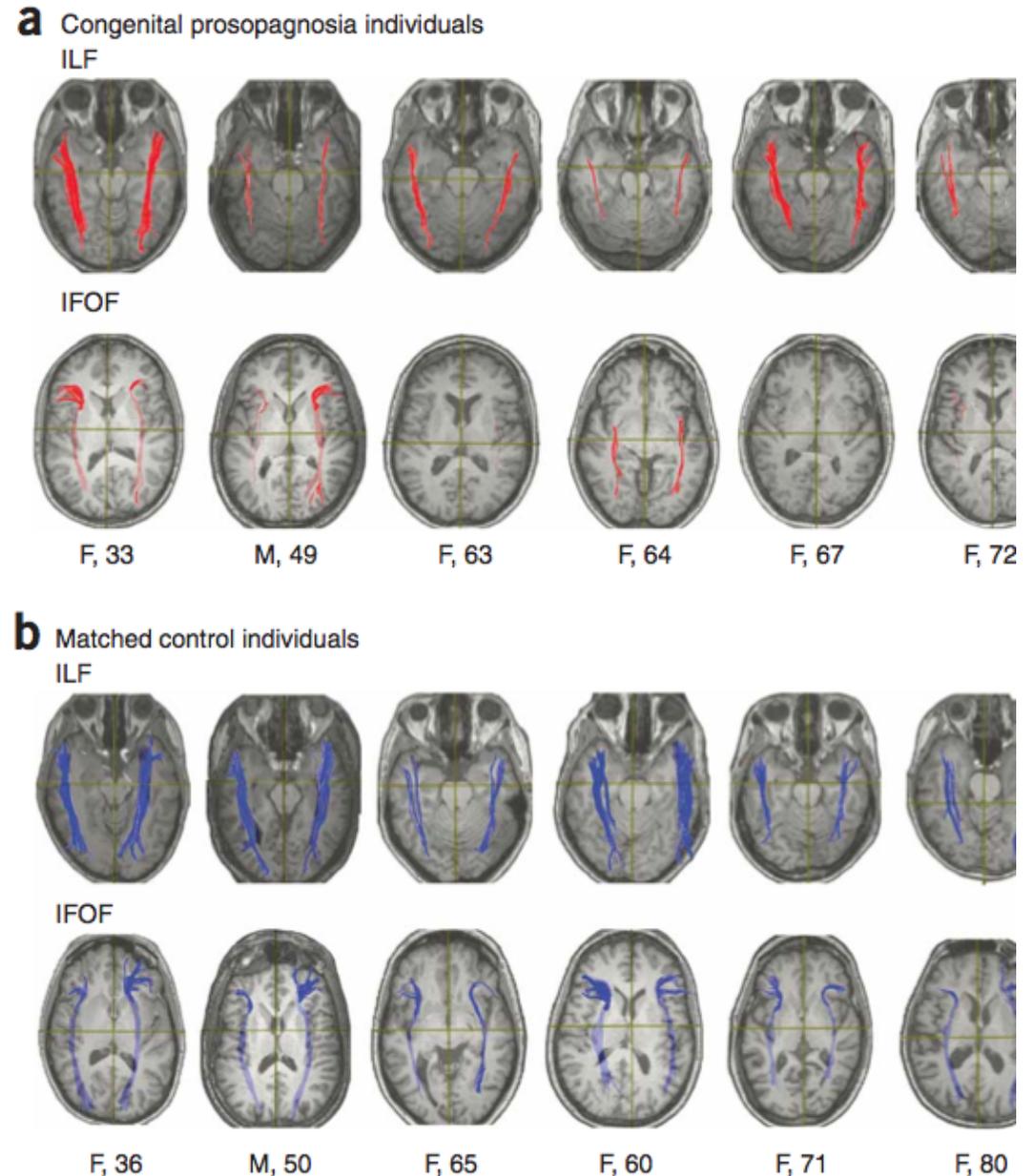
Effet d'un entraînement de 4 semaines avec "la course aux nombres"
(score global évaluation nationale CE1)

Reduced structural connectivity in ventral visual cortex in congenital prosopagnosia

Cibu Thomas^{1,2}, Galia Avidan³, Kate Humphreys⁴, Kwan-jin Jung⁵, Fuqiang Gao⁶ & Marlene Behrmann^{1,2}

Using diffusion tensor imaging and tractography, we found that a disruption in structural connectivity in ventral occipito-temporal cortex may be the neurobiological basis for the lifelong impairment in face recognition that is experienced by individuals who suffer from congenital prosopagnosia. Our findings suggest that white-matter fibers in ventral occipito-temporal cortex support the integrated function of a distributed cortical network that subserves normal face processing.

Tractography reveals a profound alteration in the structural integrity of the ILF and the IFOF in individuals with congenital prosopagnosia compared with their matched controls. Further analyses confirmed a reduction in the microstructural integrity of white matter along the trajectory of the ILF and IFOF in both hemispheres



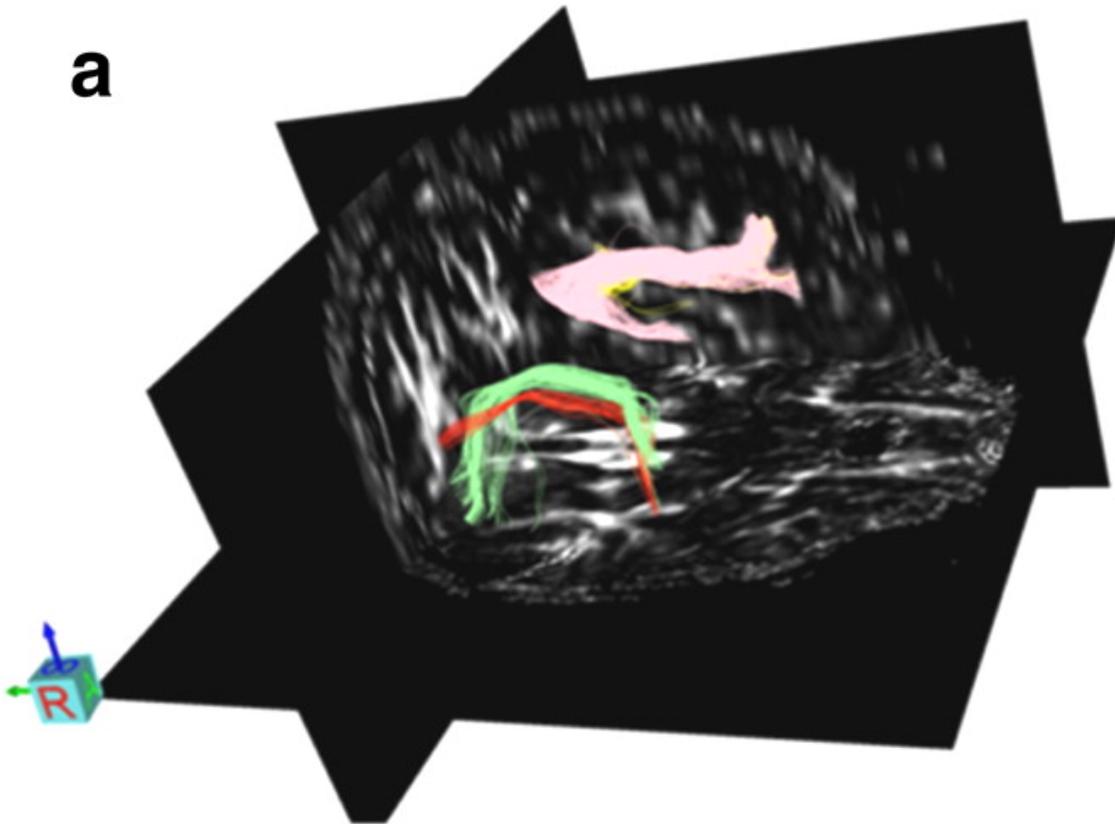
Tone Deafness: A New Disconnection Syndrome?

Psyche Loui,¹ David Alsop,² and Gottfried Schlaug¹

Departments of ¹Neurology and ²Radiology, Beth Israel Deaconess Medical Center and Harvard Medical School, Boston, Massachusetts 02215

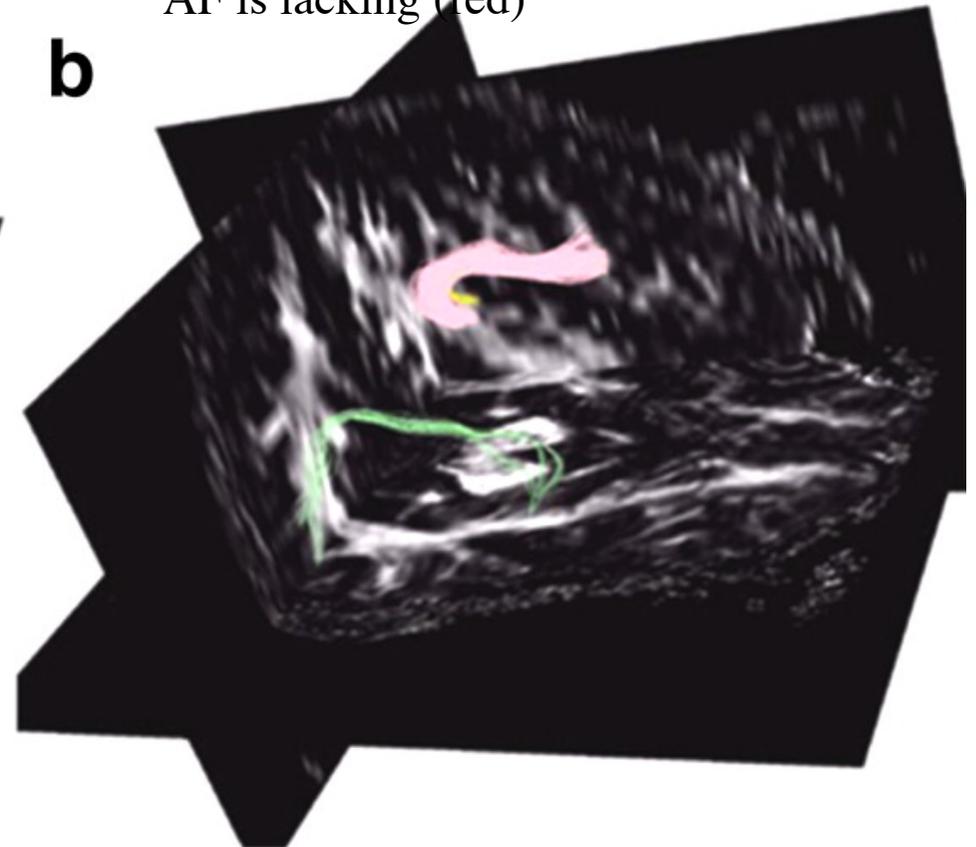
Tractography of a typical normal individual showing superior and inferior AFs bilaterally

a



Tractography of a typical tone-deaf individual showing hemispheric asymmetry in the AF. Right superior AF is lacking (red)

b



En définitive,

- Les différents syndromes "dys", malgré leur diversité, pourraient bien correspondre à un mécanisme neurodéveloppemental similaire, réalisant une dysconnexion fonctionnelle entre deux ou plusieurs modules traitant l'information simultanément sous des modalités différentes
- La manifestation de cette dysconnexion serait un trouble d'apprentissage, qui se manifesterait de façon d'autant plus nette que trois éléments seraient présents:
 - Le caractère multimodal de la connaissance à acquérir
 - La simultanéité temporelle des divers événements
 - La répétition un grand nombre de fois devant aboutir à une automatisation de la procédure (cf synapse de Hebb)