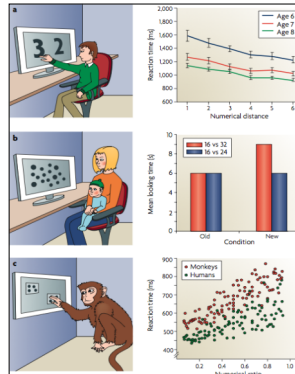


Nuevas concepciones sobre los mecanismos del calculo y discalculia

- Concepciones modernas sobre cerebro y calculo : descubriendo la ubicacion cerebral del “sentido de los números”
- Recientes aportos sobre el cerebro de los discalculicos : foco sobre el lobulo parietal
- Aptitudes básicas de calculo en disléxicos



Efecto de distancia : el tiempo de reaccion de decisi3n cual de dos números es mayor, decrece con la distancia entre los dos números.

Experiencias de habitaci3n en niños de 6 meses : pueden distinguir 16 de 32 pero no 16 de 24.

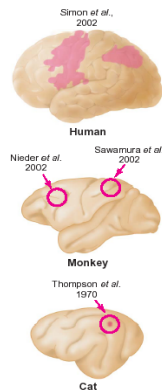
Aprendizaje de la seriaci3n en el mono : el tiempo necesario al simio para apoyar sucesivamente sobre teclas con numerosidades crecientes es proporcionado al ratio de numerosidad

Continuidad ontogenética et filogenética en los mecanismos de base de la representaci3n de las magnitudes.

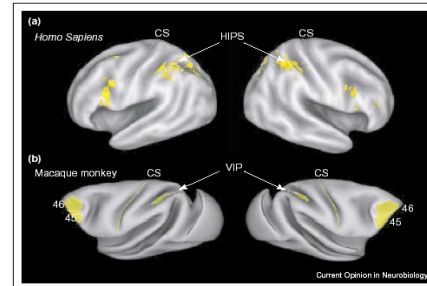
Single-Neuron Arithmetic

Stanislas Dehaene

Numerical neurons. Cerebral networks that may underlie the sense of number in mammals (77). The brain areas that are activated when we compute a simple subtraction, such as $11 - 5$, may encompass areas homologous to those in the monkey and cat brain, where neurons tuned to a specific number have now been recorded.



Tratamiento de la cantidad en humanos y primates no-humanos

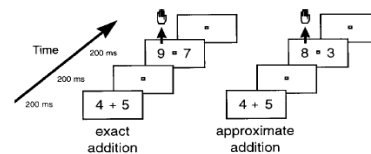


S. Dehaene : bases cerebrales de la intuici3n numérica (number sense)

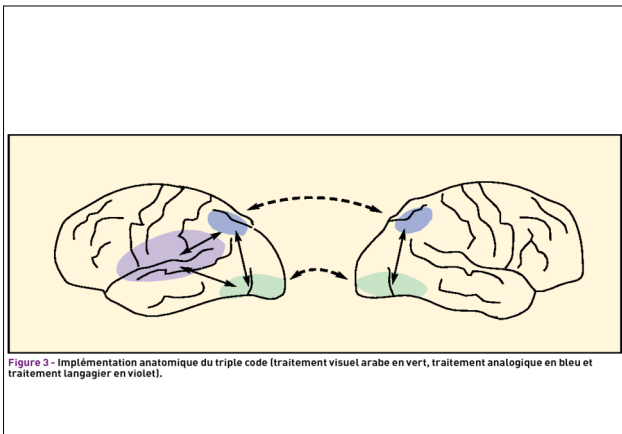
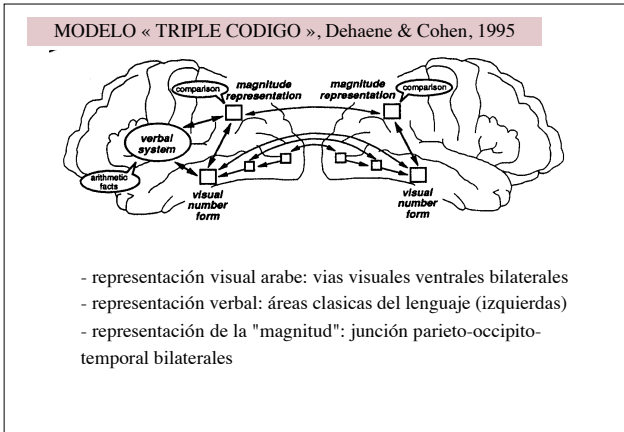
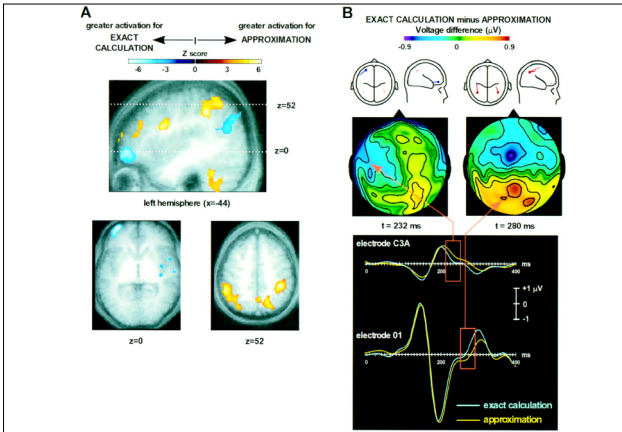
- Acalculia por caer cerebral
 - hombre de 60 a. (ACV parietal derecho) : mayor dificultad con subtracciones : $3-1=?$: 7
 - Oralmente como al escrito, en producci3n como en 'multiple choice'
 - Idem por tareas de comparaci3n : 6 más pequeño que 5; el numero quien cae entre 2 y $4=6$
- Dehaene & Cohen, 1997; Lemer et al., 2003 : dobles disociaciones entre aptitudes en restituci3n de echos aritméticos (multiplicaci3n) y “manipulaci3n mental de cantidades numéricas” (subtracci3n)
- Imageria funcional :IRMf
 - Problemas de aproximaci3n : $2+1=4$ ou $9?$
 - Problemas de calculo exacto : $2+1=3$ ou $5?$

Sources of Mathematical Thinking: Behavioral and Brain-Imaging Evidence

S. Dehaene,^{1*} E. Spelke,² P. Pinel,¹ R. Stanescu,¹ S. Tsivkin²



www.sciencemag.org SCIENCE VOL 284 7 MAY 1999



Neuroanatomical Substrates of Arabic Number Processing, Numerical Comparison, and Simple Addition: A PET Study

Mauro Pesenti, Marc Thioux, Xavier Seron, and Anne De Volder
 Université Catholique de Louvain, Belgium

Orientation judgment on numerical stimuli

screen 1: 3 2
screen 2: 3 2

third digit same orientation as pair?
Yes - No ?

500 msec

Comparison

screen 1: 3 2
screen 2: 3 2

third digit larger than the larger of pair?
Yes - No ?

500 msec

Comparison moins orientation =
Activation par. sup. gauche

Journal of Cognitive Neuroscience 12:3, pp. 461-479

A Supramodal Number Representation in Human Intraparietal Cortex

Neuron, Vol. 37, 719-725, February 20, 2003, Copyright ©2003 by Cell Press

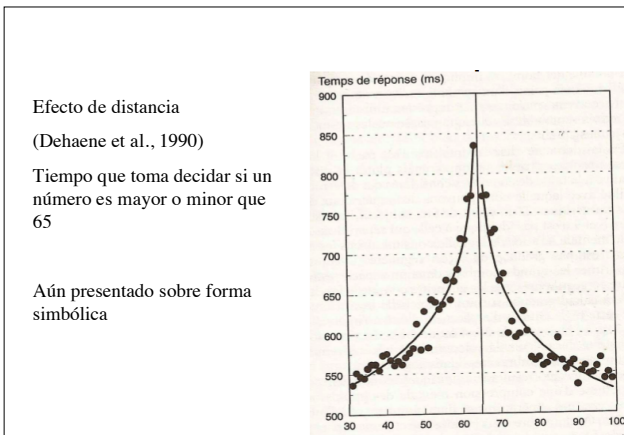
Evelyn Eger, Philipp Sterzer, Michael O. Rues, Anne-Lise Giraud, and Andreas Kleinschmidt
 Cognitive Neurology Unit, Department of Neurology, Johann Wolfgang-Goethe University, Frankfurt a.M., Germany

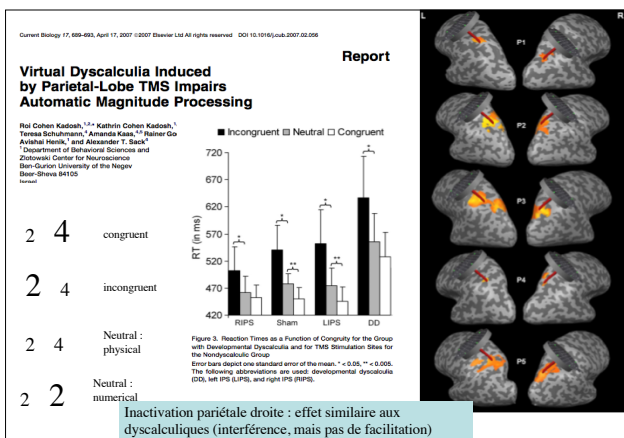
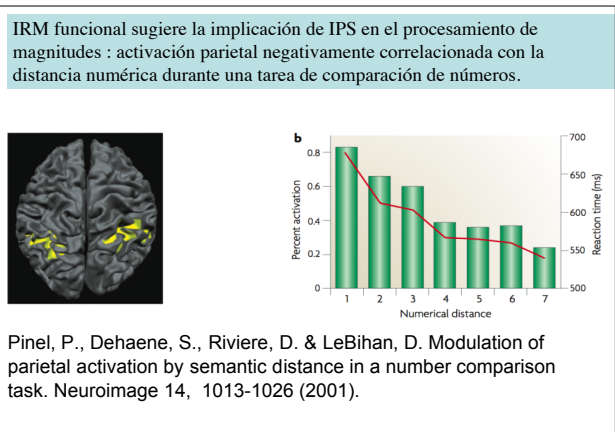
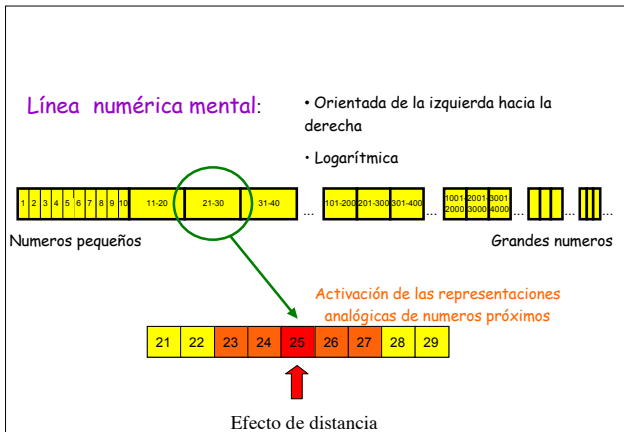
Question : hay o no una activación automática (implicita) de la representación de las cantidades?

Zona activada en común por cifras vistas y escuchadas.

MODALITY	visual	numbers	letters	colors
	auditory	"Two"	"Be"	"Red"

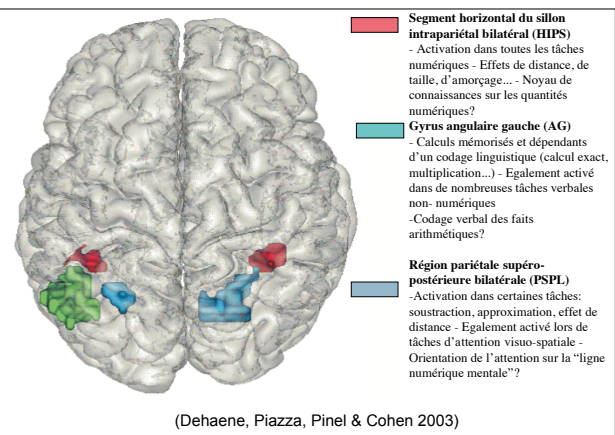
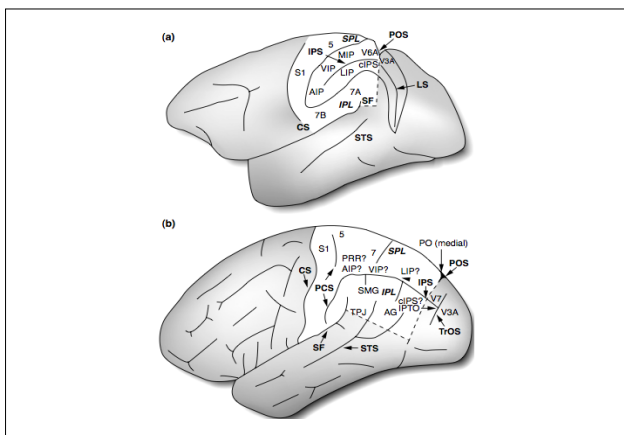
Se presenta a los sujetos cifras, letras o colores sobre una de los dos modalidades. Debe apoyar lo más rápido posible sobre una tecla por un target dado (cifra, letra o color).





Primera conclusion

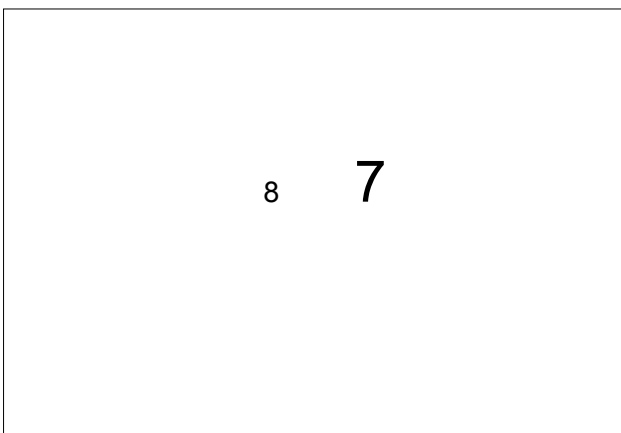
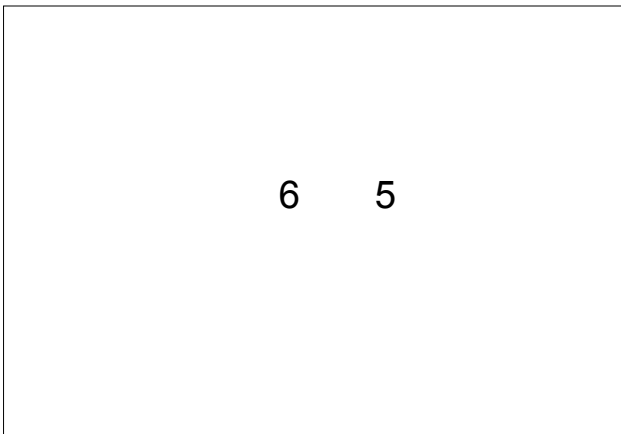
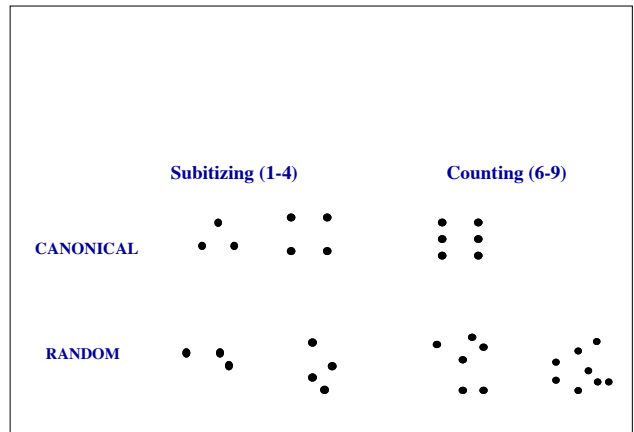
- Entonces, parece que existe en la corteza parietal humana (sulco intraparietal) un modulo especializado en el proceso de la magnitud.
- Su funcionamiento sería asimilable a la activación de una línea numérica mental orientada de la izquierda a la derecha, con forma logarítmica cuyo funcionamiento está caracterizado por el efecto de distancia.
- Ya no está totalmente claro si esta especialización concierne la magnitud en general o el caso particular de los números.
- El IPS también tiene otras funciones no numéricas, notablemente en el tratamiento de la atención espacial y no espacial, y por su conexiones con la corteza frontal superior, en las funciones ejecutivas en general



Un discalculico prototípico : Charles W (B. Butterworth)

- Charles W
 - Degree in psychology; postgraduate qualifications; always very bad at maths at school; finds shopping extraordinarily difficult. Takes 4-5 times as long as normals adding single digits; cannot subtract two digit numbers. Always calculates on his fingers (which makes multiplication hard).
 - Compensated dyslexic

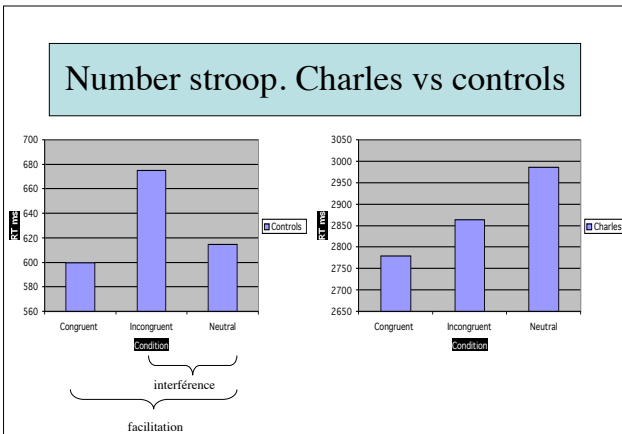
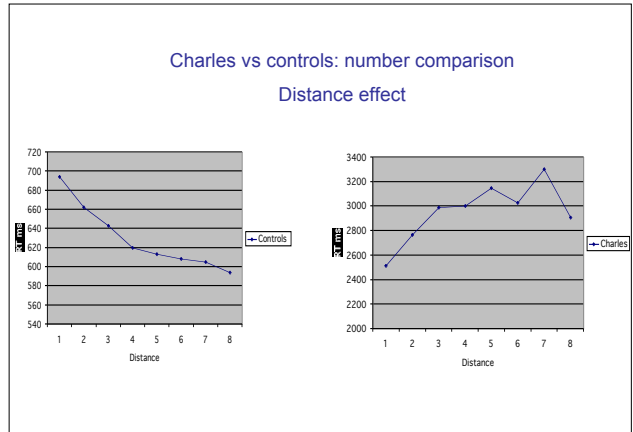
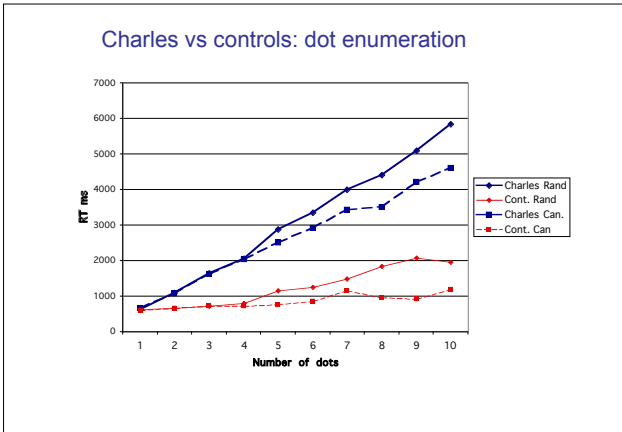
Butterworth, B. (1999). The mathematical brain. London: Macmillan.



Stroop conditions

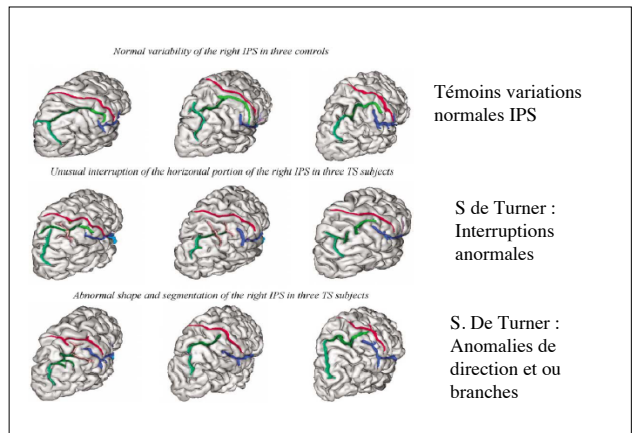
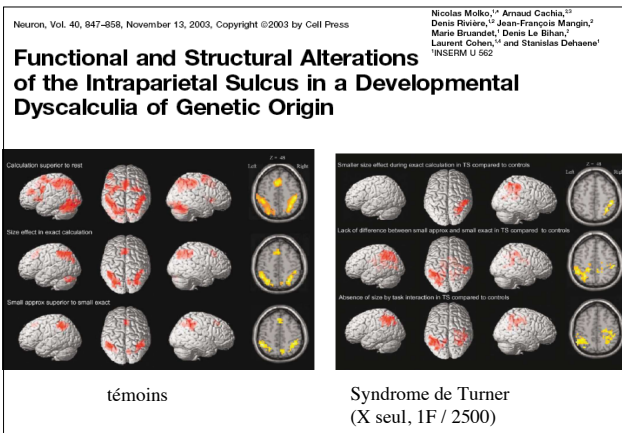
Tâche	Stroop conditions		
	Neutre (12)	Congruent (12)	Incongruent (12)
Numérique	3 6	3 6	3 6
Physique	3 3	3 6	3 6

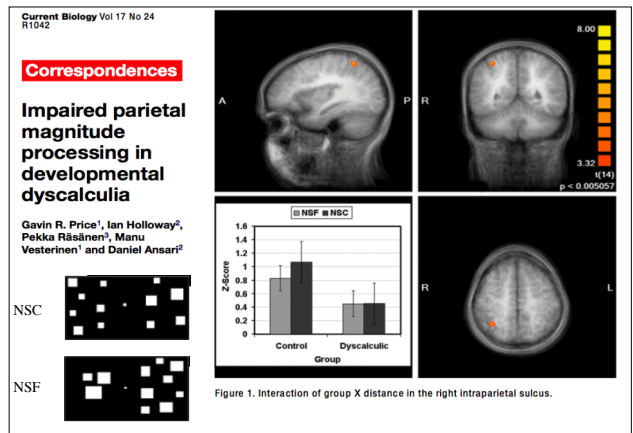
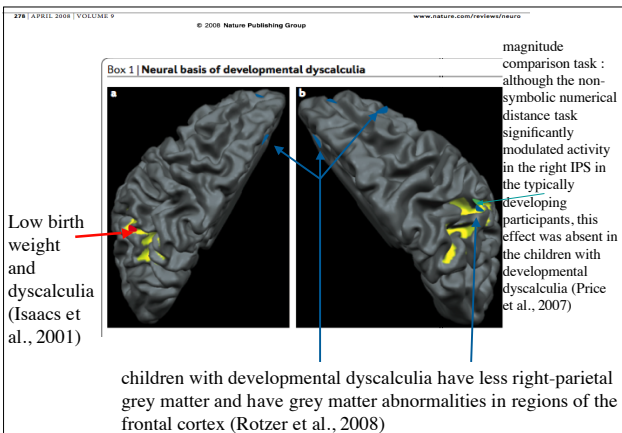
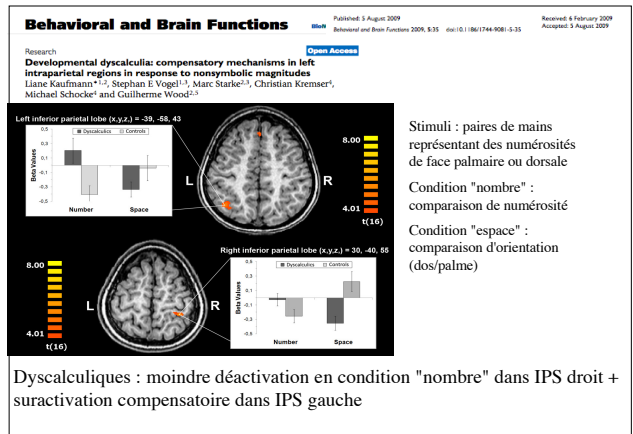
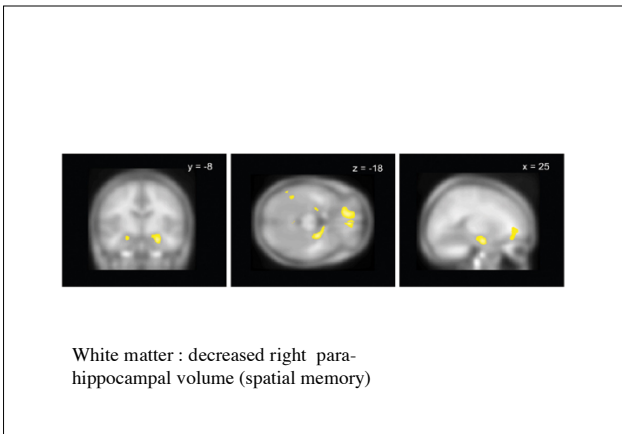
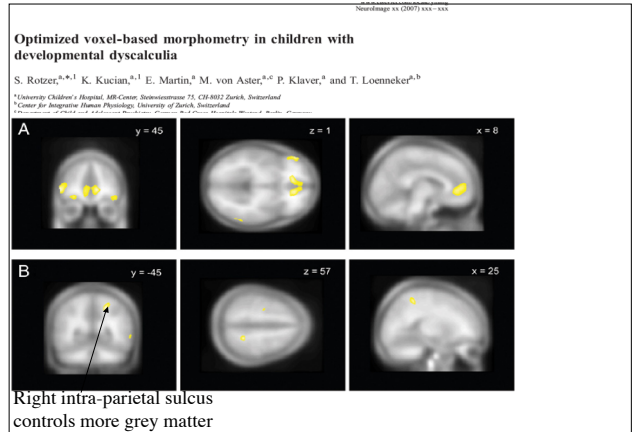
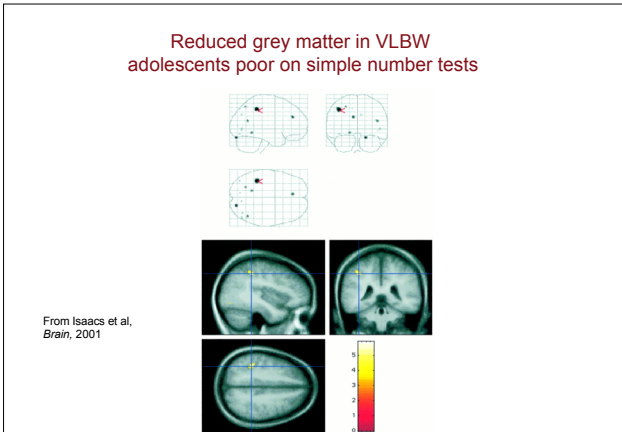
2 diferencias de valor numérica : 1 (ex2;3) et 5 (ex 7;2)
 2 diferencias de tamaño físico : 0,3/0,5 cm et 0,6/1cm
 Réponse : appuyer sobre la tecla del lado del numero mas alto



Segunda conclusión

- Existe una convergencia de argumentos sugiriendo un déficit del acceso automático a la representación de la magnitud en discalculicos
 - Alteración de reconocimiento de numerosidades pequeñas
 - Alteración del efecto de distancia
 - Alteración del efecto Stroop numérico
- Dicho déficit concierne la comparaciones simbólicas como no simbólicas, pero mas fuerte por la simbólicas





Tercera conclusión

- Existe un número creciente de argumentos sugiriendo que la disfunción característica en niños discalculicos esta ubicada al nivel de IPS
- La lateralización de dicha disfunción parietal es variable, mas a menudo a derecha
- La modulación de la activación de IPS por la distancia numérica es un argumento en favor de un trastorno específico de la representación de magnitud
- La disfunción de IPS no sería específica a los números sino sería amodal y dependiente de factores culturales, modificables por entrenamiento, etc...

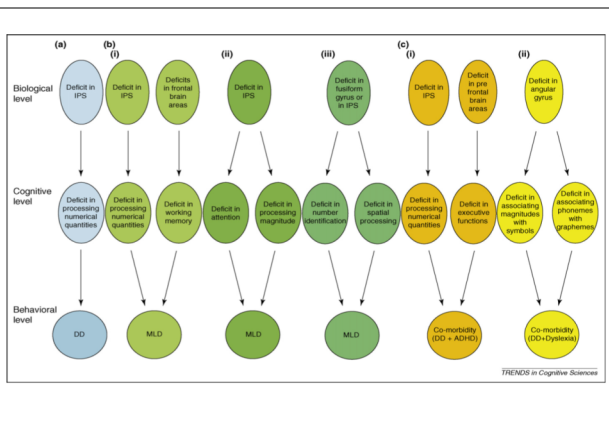
Review

Cell
PRESS

Developmental Dyscalculia: heterogeneity might not mean different mechanisms

Orly Rubinsten¹ and Avishai Henik²

¹Edmond J. Safra Brain Research Center for the Study of Learning Disabilities, Department of Learning Disabilities, University of Haifa, Israel
²Department of Psychology and Zlotowski Center for Neuroscience, Ben-Gurion University of the Negev, Beer-Sheva, Israel

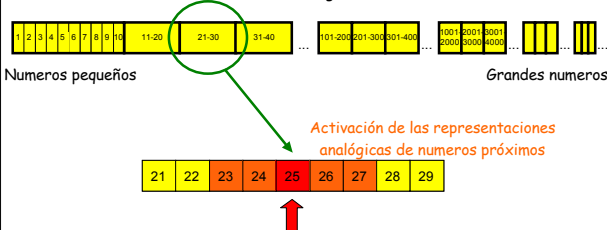


Aptitudes básicas de calculo en disléxicos

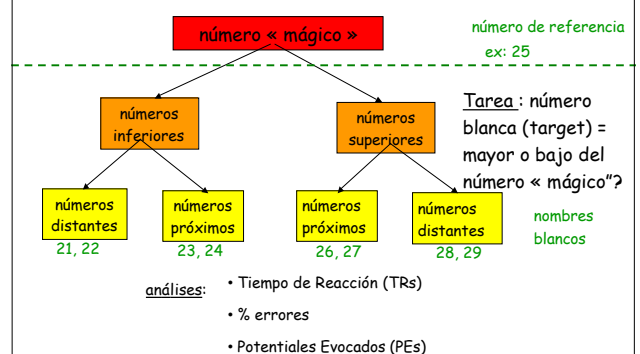
- 28 niños disléxicos, edad 7-11 a., y 30 niños normolectores recibieron una tarea de calculo simple (MAGI) con una exploración neuropsicologica detallada
- Escuchan los sujetos un numero "magico" (ex: 15, 25, 35...) al cual tienen que comparar otros numeros sea más grandes o más pequeños.
- Tienen que responder a cada uno por empujar una llave. TR y respuestas correctas son registradas.
- A sus espaldas, cada prueba varíe en distancia desde el numero mágico : próxima (distancia < 3); distante (≥ 3).

Línea numérica mental:

- Orientada de la izquierda hacia la derecha
- Logarítmica



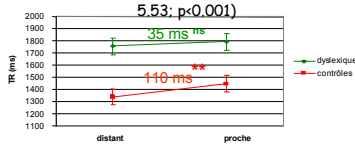
diseño experimental



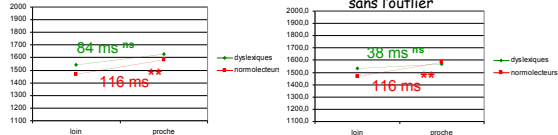
RESULTADOS / TRs

EXPERIENCIA 1 (18 disléxicos/18 normoleectores)

Interacción entre los efectos de factores Distancia y Grupo (F(1,34)=



Experiencia 2 (10 disléxicos/12 normoleectores)



Résumé: données comportementales

enfants NORMOLECTEURS: effet de distance

TR nombres proches > TR nombres distants

2 stratégies de calcul:

Calcul approximatif pour les nombres distants

Calcul exact pour les nombres proches



enfants DYSLEXIQUES: pas d'effet de distance significatif

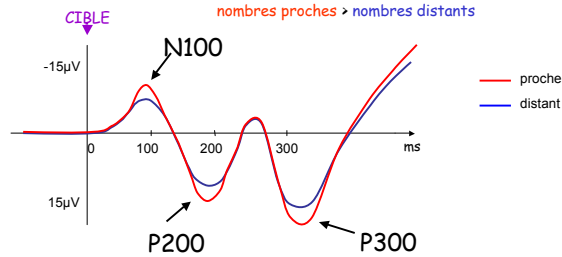
1 seule stratégie de calcul:

Calcul exact pour les nombres proches et distants (comptage)

HYPOTHESES - électrophysiologie

NORMOLECTEURS

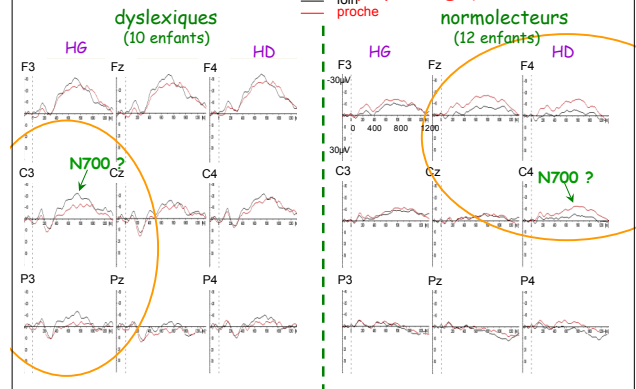
Amplitude composantes PE associées aux nombres proches > nombres distants



DYSLEXIQUES

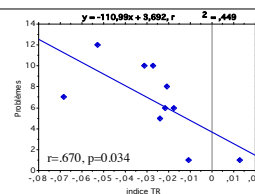
Pas d'effet de distance sur les composantes PE ?

DONNEES électrophysiologiques



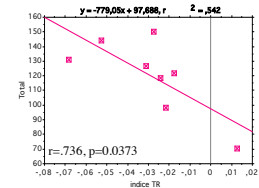
Estudio "MAGI" : conclusion

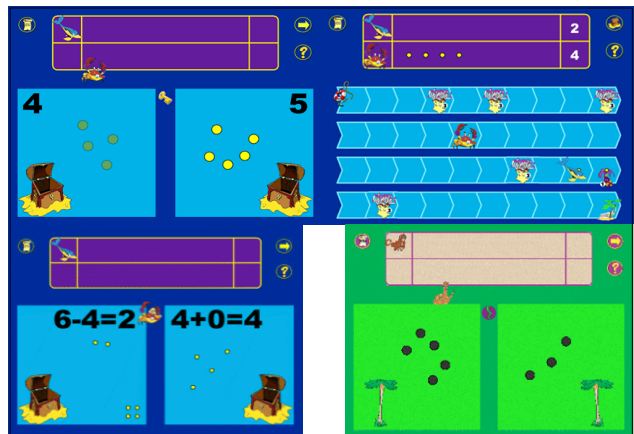
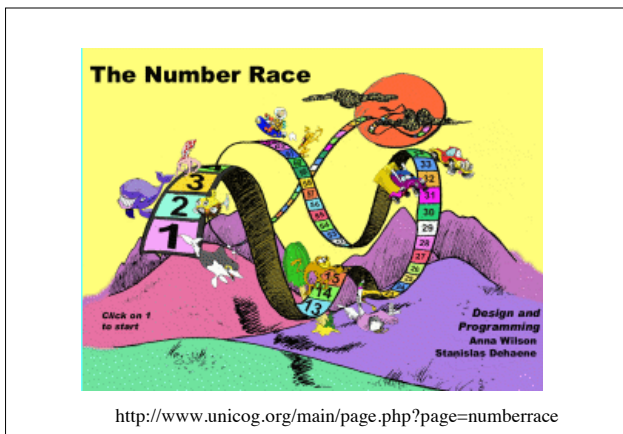
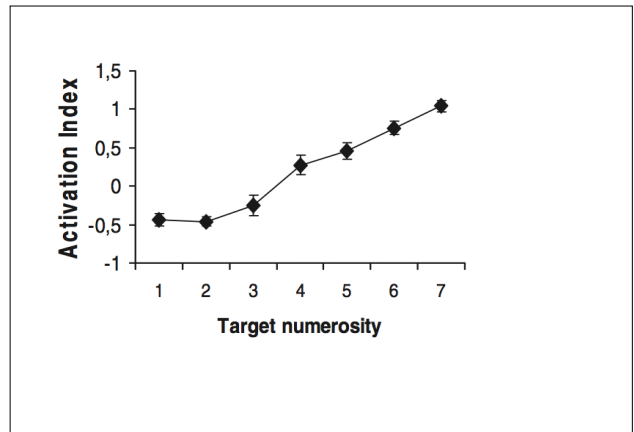
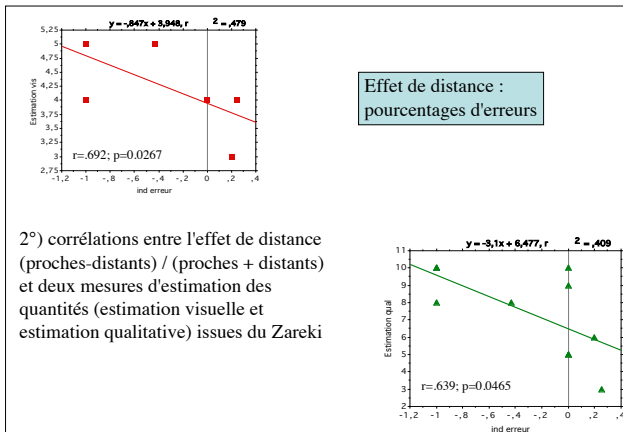
- La representación implícita y abstracta de una "distancia numérica" probablemente depende de la actividad del lóbulo parietal superior
- El desempeño de los disléxicos con esta tarea es globalmente inferior a lo que hacen controles apareados, sin efecto de distancia característico. Eso sugiere el probable uso por disléxicos de estrategias alternativas menos eficaces.
- El estudio electrofisiológico confirma el uso de estrategias atípicas para resolver tareas elementales de comparación numérica
- Entonces, es probable que los disléxicos utilizan sistemas neuronales hemisféricos izquierdos en lugar de estrategias hemisféricas derechas utilizadas por controles.



Effet de distance : temps de réaction

1° corrélations entre l'effet de distance (proches-distants) / (proches + distants) et deux mesures d'efficace générale en arithmétique (score total et subtest de problèmes du Zareki)





Eficacia de « number race » programo sobre las aptitudes aritméticas

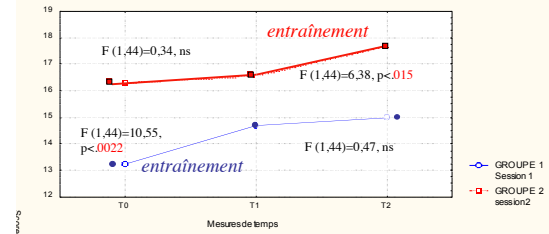
- 48 sujetos, edad media : 7.8 años (7.0 - 9.0).
- Proveniend de dos clases de secundo grado de una misma escuela
- Nivel intelectual de cada niño fue averigado previamente con sea batería WISC-IV y/o no-verbal evaluación (PM47)
- Exclusión si desempeños estan bajo del 25° cent. al PM 47 y/o bajo 8/19 al subtest Similitudes del WISC.
- Zareki (corta batería de investigación de discalculia en Francès): 6 niños diagnosticados como discalculicos



Protocole d'entraînement

- Entraînement quotidien, 1/2 heure par jour durant 4 semaines
- Design expérimental : la population totale a été divisée en deux groupes représentant approximativement la moitié de chacune des deux classes. Deux sessions de 4 semaines séparées par les vacances de février
- 3 mesures des capacités arithmétiques scolaires à T0, T1 et T2
- Le groupe 1 a réalisé l'entraînement lors des 4 premières semaines (T0 à T1), le groupe 2 pendant les 4 semaines suivantes (T1 à T2)

Résultats (1)



Amélioration significative des performances en arithmétique seulement lors de la période spécifiquement entraînée

Résultats (2) : mesure des subtests du Zareki®

- un effet significatif sur les subtests
 - « comptage oral à rebours » [F (1,90)= 10,95, p<.001] ;
 - « Dictée de nombres » [F (1,90)= 17,53, p<.0001] ;
 - « Position de nombres sur une échelle verticale » [F (1,90)= 17,30, p<.0001] ;
 - « calcul mental oral » [F (1,90)= 30,32, p<.0001] ;
 - « Problèmes arithmétiques présentés oralement » [F (1,90)= 11,93, p<.001]
- un effet non significatif sur les subtests
 - « dénombrement de points » [F (1,90)= .058, ns]
 - « comparaison de deux nombres présentées oralement » [F (1,90)= .080, ns] ;
 - « estimation visuelle de quantité » [F (1,90)= .09, ns] ;
 - « estimation qualitative de quantités en contexte » [F (1,90)= .30, ns] ;
 - « comparaison de deux nombres écrits » [F (1,90)= 2,40, ns].

Conclusion

- Este estudio confirma la utilidad de un entrenamiento adaptativo específico de la representación de magnitud (comparaciones simbólicas Y numéricas) sobre las aptitudes matemáticas de niños en curso de aprendizaje de cálculo.
- Paradojamente, el efecto concierne menos el código analógico (aproximación, comparaciones, que sería esperado) como varias otras tareas menos específicas como calculo mental o resolución de problemas.
- Puede sugerir un rol crucial del sistema de representación de magnitud sobre el desarrollo de aptitudes matemáticas generales (sin descartar que la mejoría sea independiente del entrenamiento).

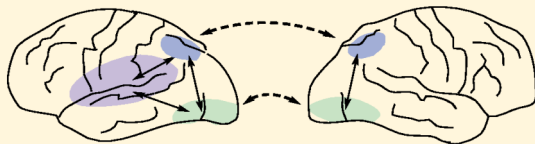
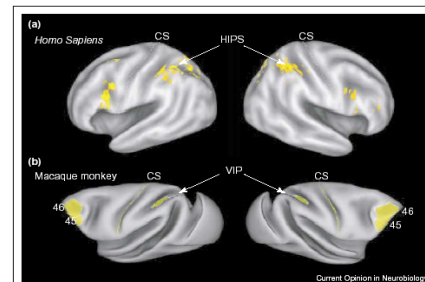
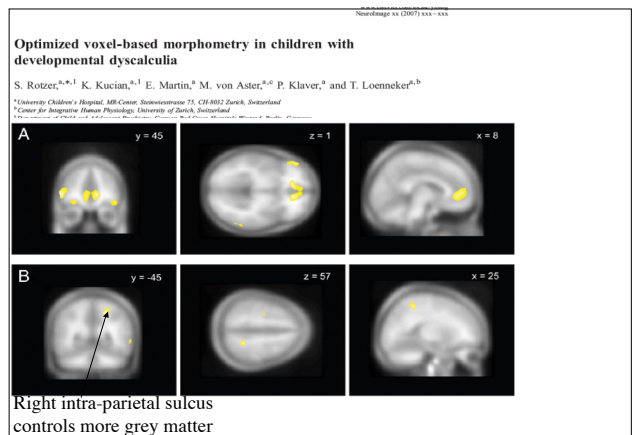
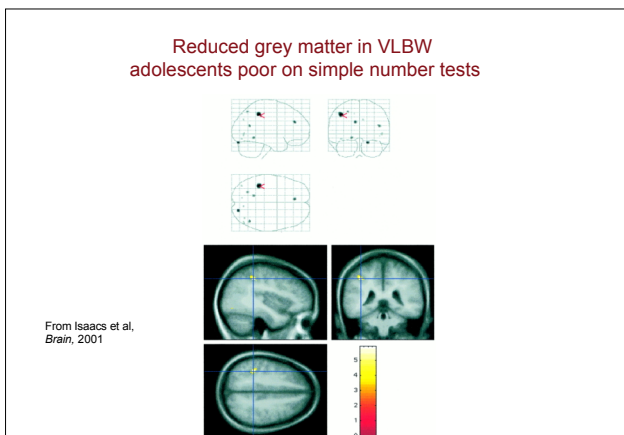
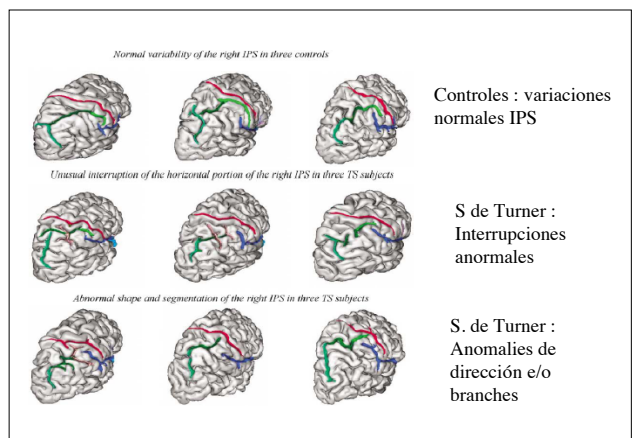
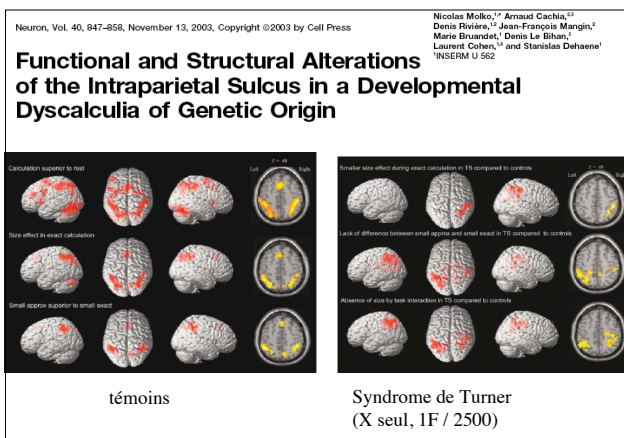
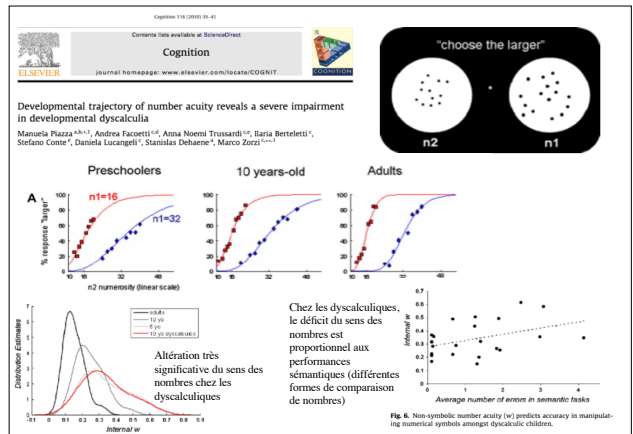
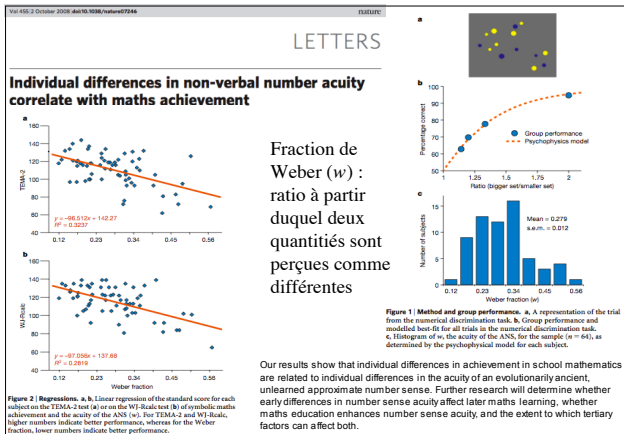
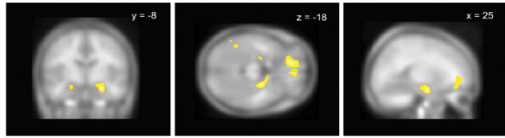


Figure 3 - Implémentation anatomique du triple code (traitement visuel arabe en vert, traitement analogique en bleu et traitement langagier en violet).

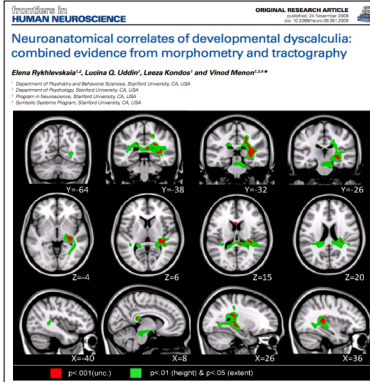
Traitement de la quantité chez les humains et primates non humains







White matter : decreased right para-hippocampal volume (spatial memory)



Voxel-based morphometry (VBM) revealed reduced **grey matter (GM) bilaterally** in superior parietal lobule, intra-parietal sulcus, fusiform gyrus, parahippocampal gyrus and right anterior temporal cortex in children with DD. VBM analysis also showed reduced **white matter (WM) volume** in right temporal- parietal cortex. DTI revealed reduced fractional anisotropy (FA) in this WM region, pointing to significant right hemisphere micro-structural impairments.

FA was significantly correlated with the Numerical Operations butnot the Mathematical Reasoning subscore of the WIAT-II, suggesting that WM deficits are primarily related to fact retrieval and computation, rather than verbal problem solving skills

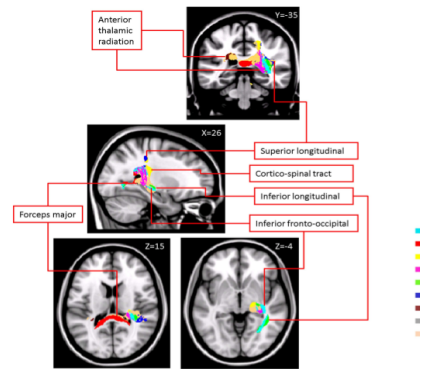
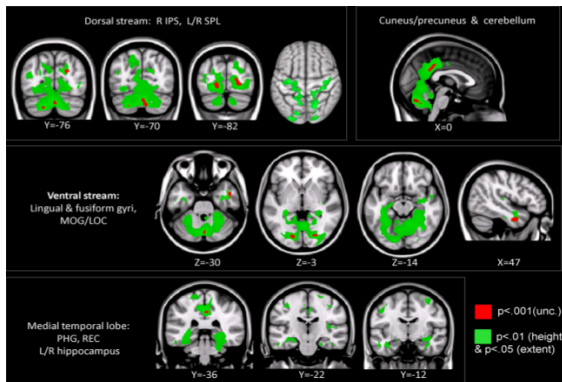
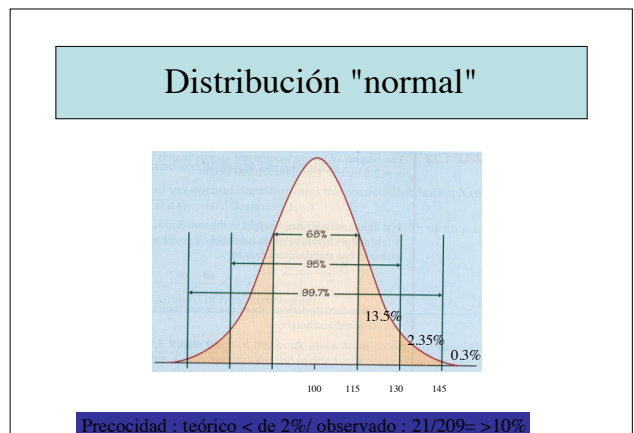
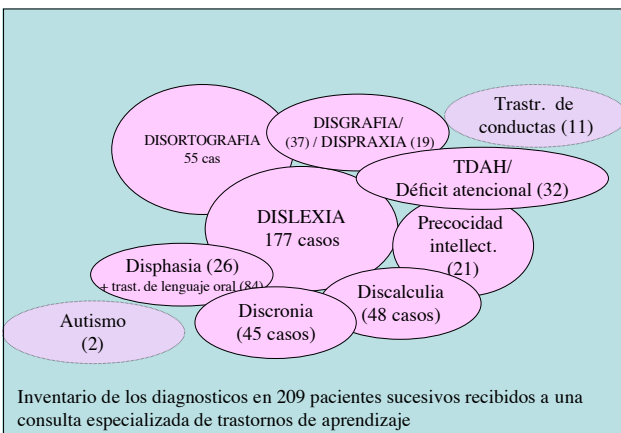
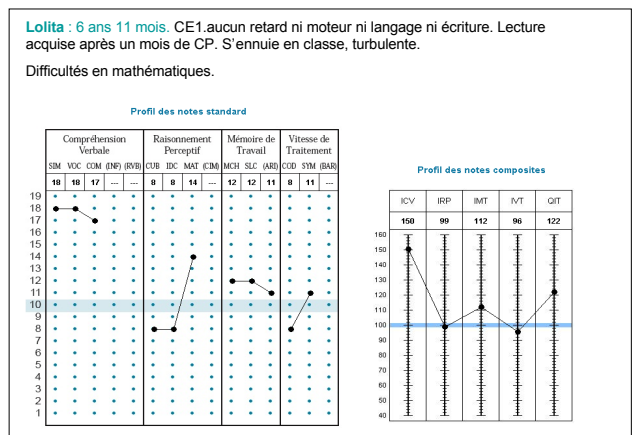
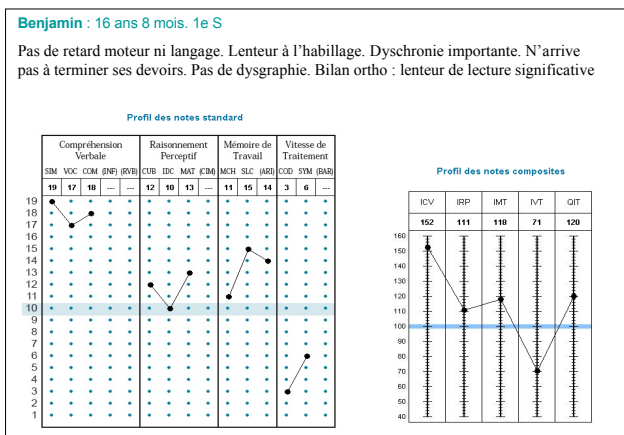
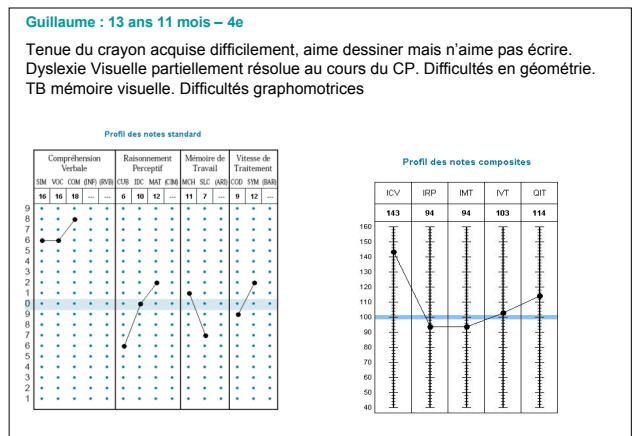
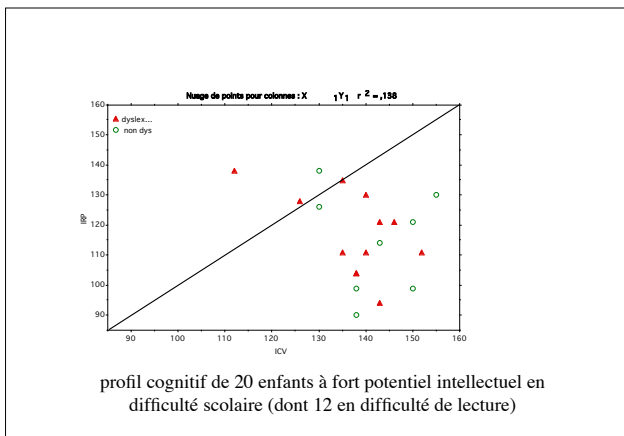
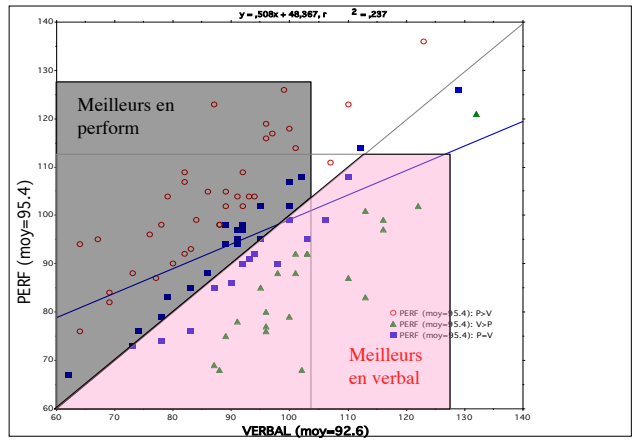
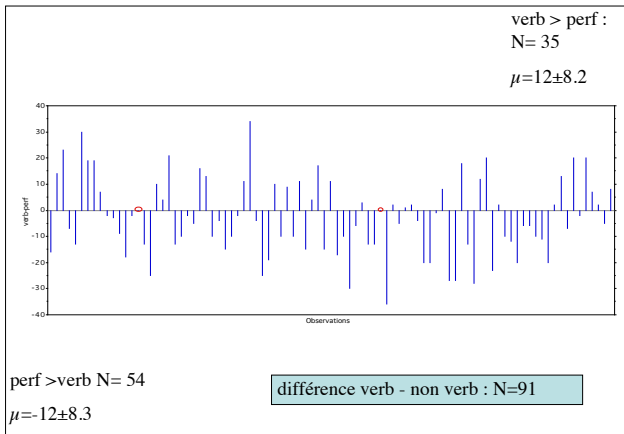


FIGURE 3 | White matter tracts in brain regions where children with DD showed significant gray matter deficits, labeled using the JHU white matter atlas.



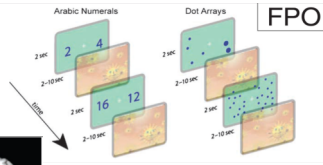




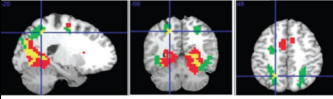
The Neural Development of an Abstract Concept of Number

Jessica F. Cantlon^{1,2}, Melissa E. Libertus¹, Philippe Pine^{3,4,5,6}, Stanislas Dehaene^{3,4,5,6}, Elizabeth M. Brannon¹, and Kevin A. Peirahrey¹

Niños de 6-7 años y adultos activan las mismas zonas cuando deben comparar dos numerosidades, sea números en notación árabe, o una disposición de puntos.



FPO



- Adults
- 6- to 7-year-olds
- Adults and 6- to 7-year-olds

Ccl : existe bien un sistema independiente del modo de notación permitiendo antes de todo aprendizaje, acceder la representación des las cantidades.

El rete activado por niños y adultos incluye ambas regiones temporooccipitales medianas, y las dos regiones parietales. Si embargo, adultos activan mas específicamente las regiones parietales y niños activan también las regiones frontales