

# Dyslexie et syndrome apparentés : où en est la recherche neuroscientifique?

Michel Habib

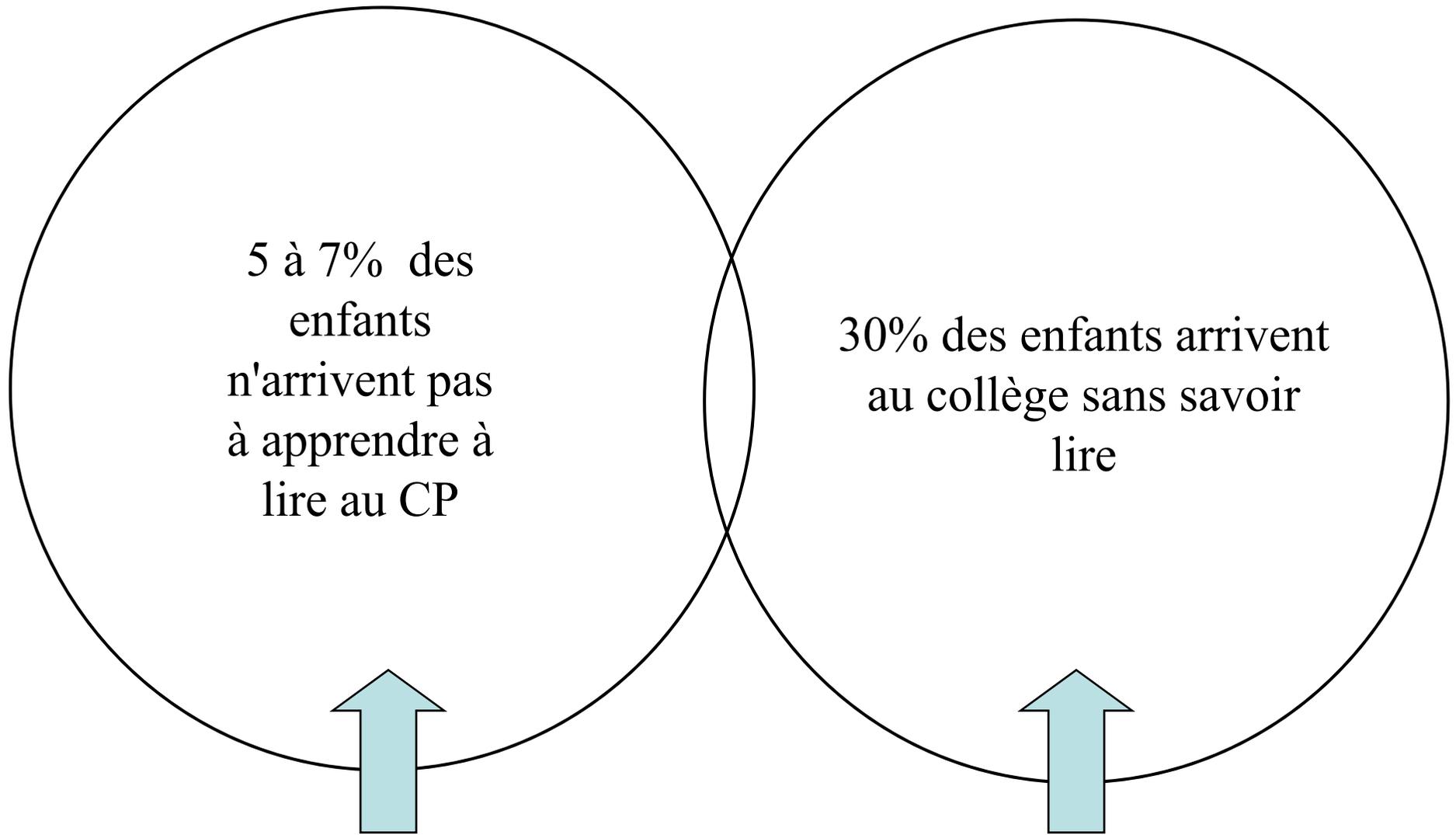


# Trois principaux messages

- Le cerveau du dyslexique souffre d'une dysfonction des aires corticales du langage
- L'environnement joue un rôle majeur sur les anomalies constatées
- La dyslexie et les autres troubles d'apprentissage entretiennent des relations étroites mais complexes



Nécessité d'une approche pluri-disciplinaire : exemple d'un réseau de santé

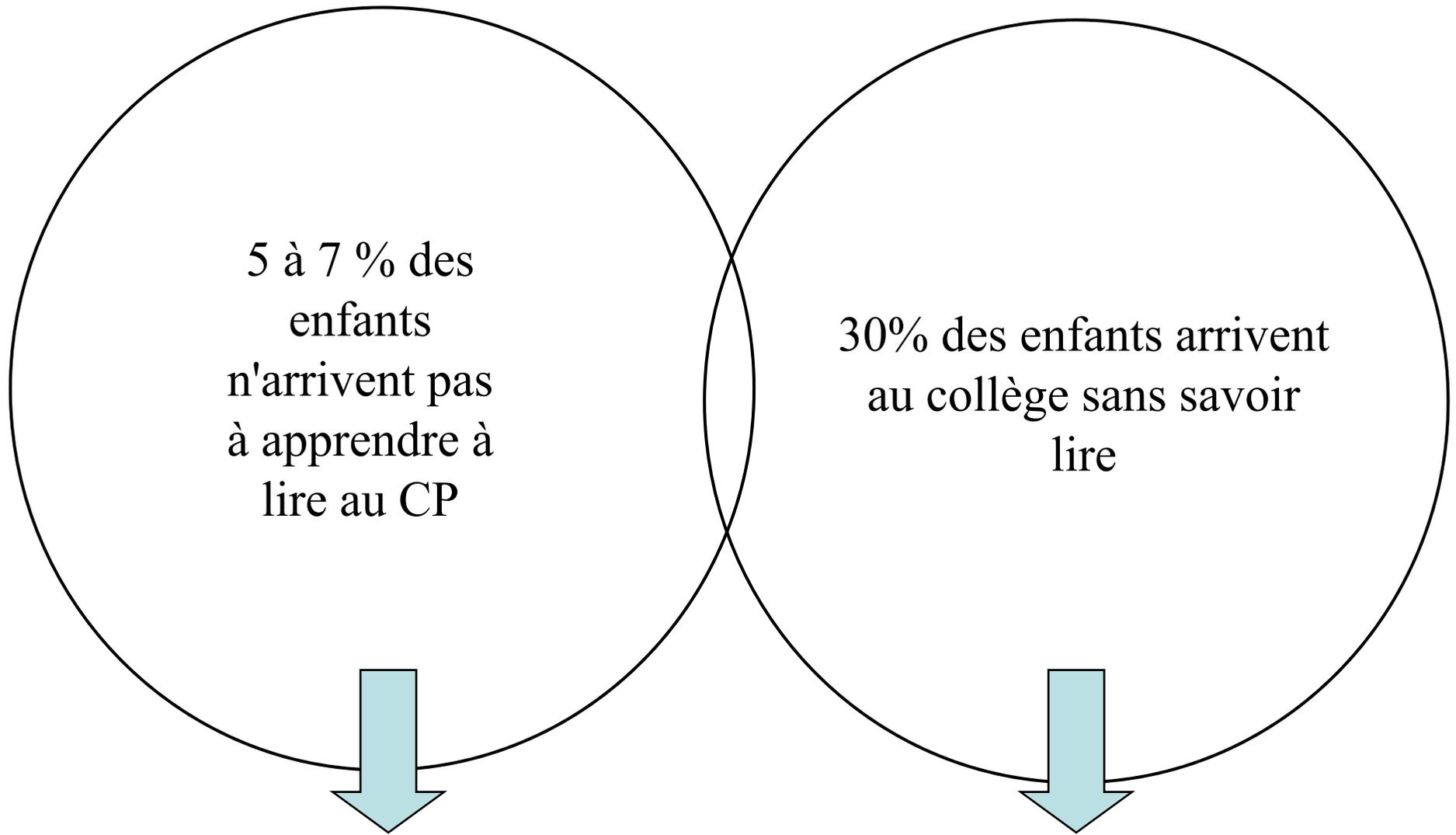


5 à 7% des  
enfants  
n'arrivent pas  
à apprendre à  
lire au CP

30% des enfants arrivent  
au collège sans savoir  
lire

Facteurs neurobiologiques

Facteurs d'environnement

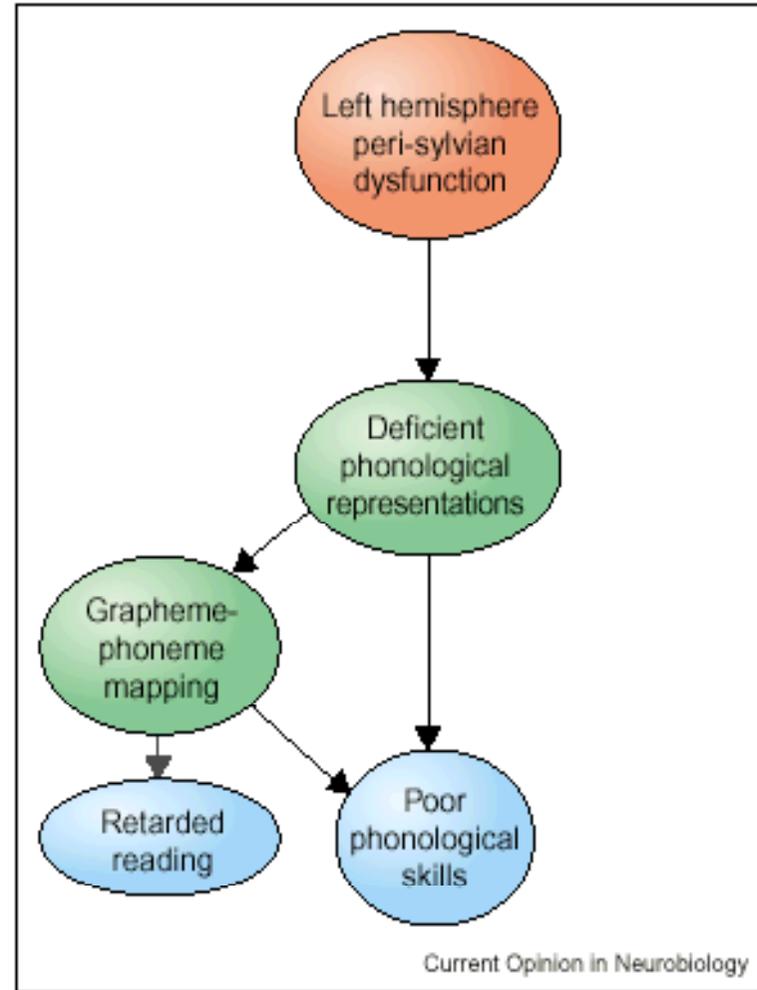
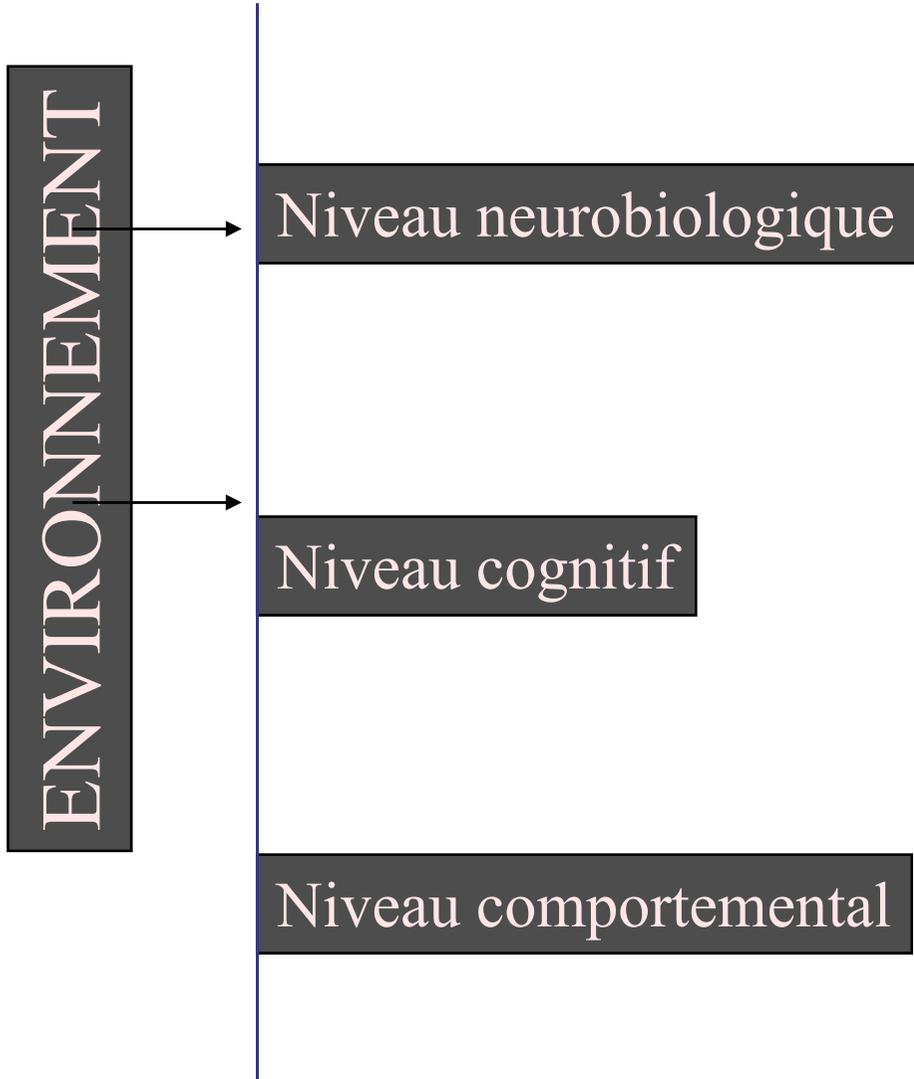


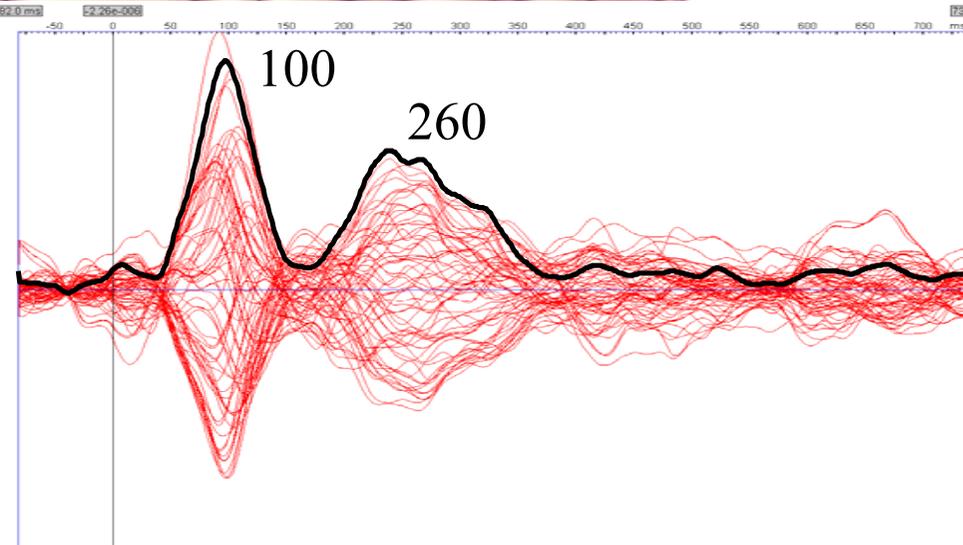
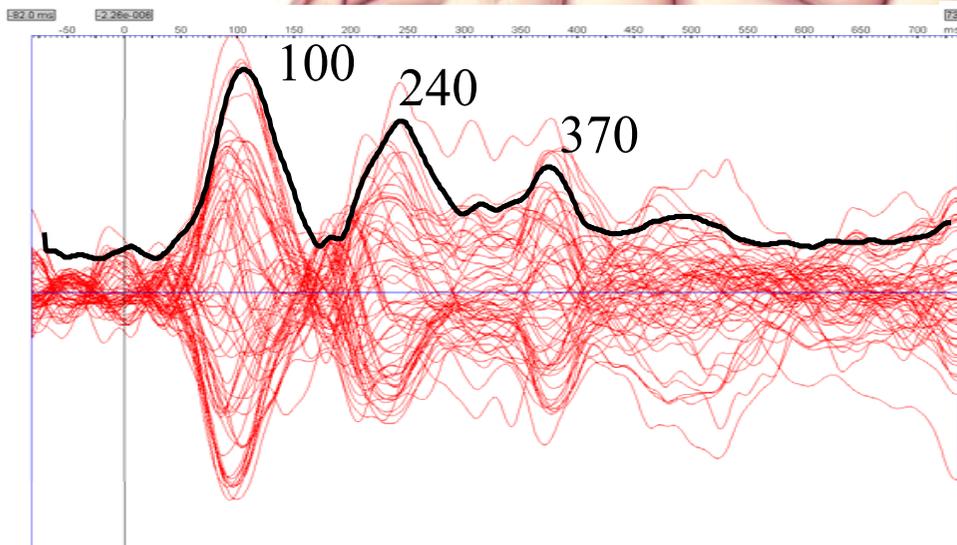
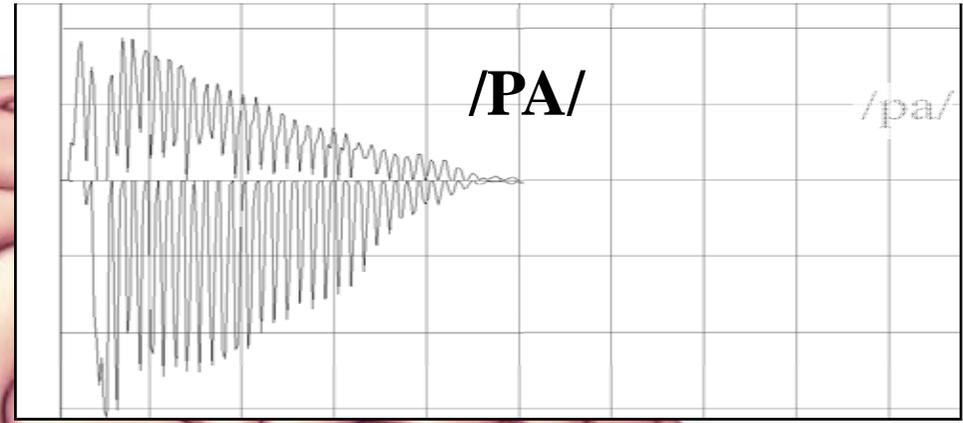
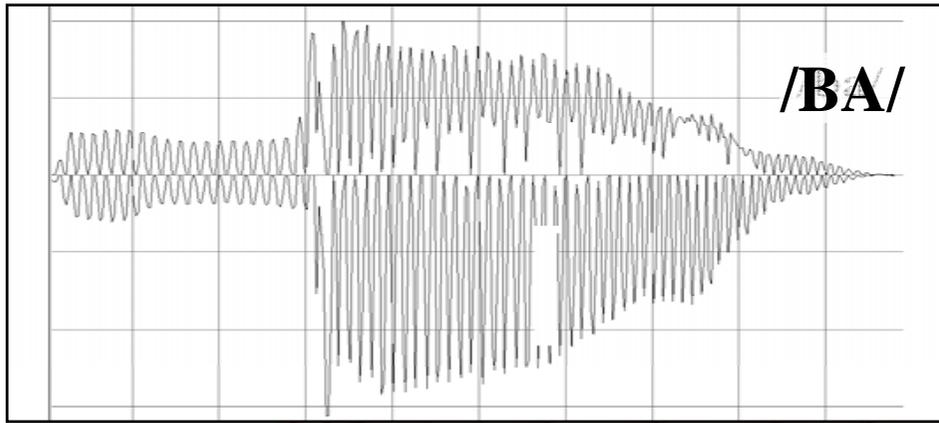
Réponse "médicale"

Réponse pédagogique

# Le cerveau du dyslexique

- Possède une organisation déficiente au niveau de l'aire du langage (génétique)
- Ne distingue pas parfaitement les phonèmes contenus dans la parole
- Ne peut manipuler volontairement les sons de la langue (conscience phonologique)
- Ne peut associer graphèmes et phonèmes
- Ne développe pas de procédure de reconnaissance globale des mots

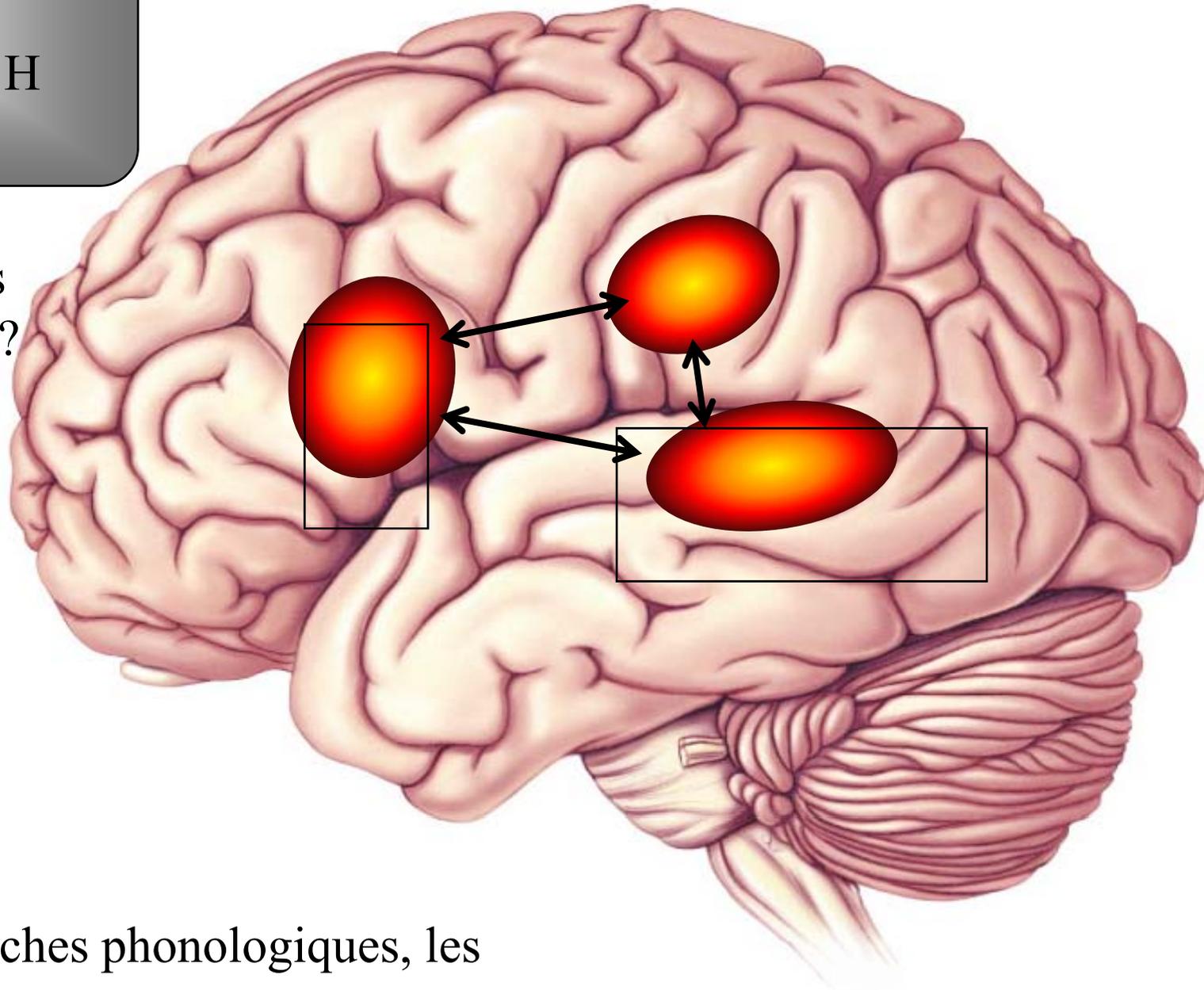




Les aires auditives ne sont pas capables de recruter des groupes de neurones de façon synchrone à la succession d'éléments acoustiques caractérisant les phonèmes

G H

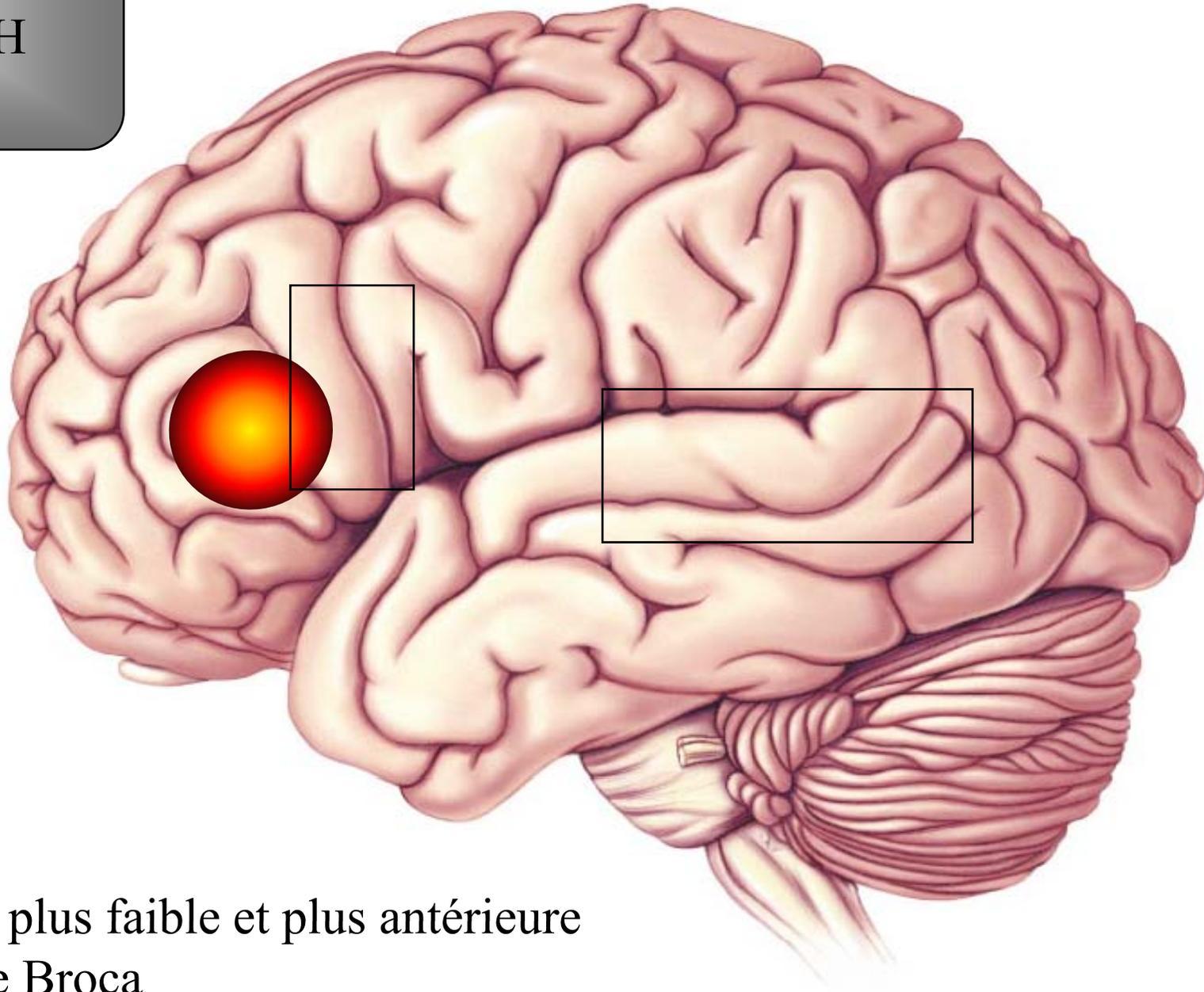
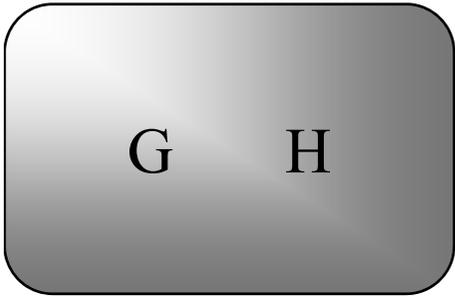
Lettres  
riment?



Lors de tâches phonologiques, les  
aires du langage ne peuvent  
s'activer correctement

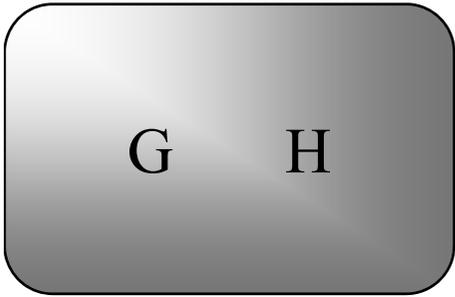
Temple et al., *P.N.A.S.* (2003)

# Enfant dyslexique

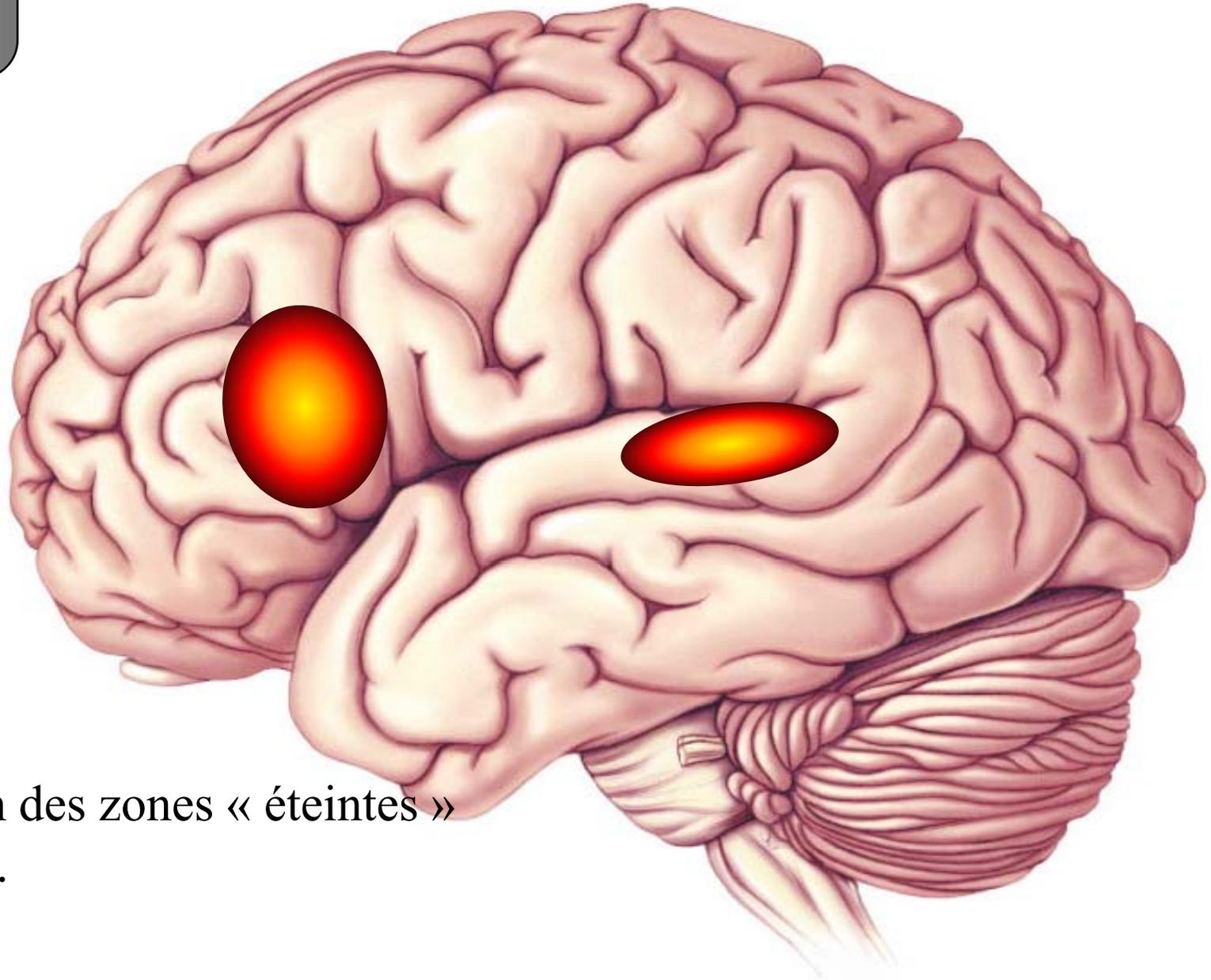


Activation plus faible et plus antérieure  
de l'aire de Broca

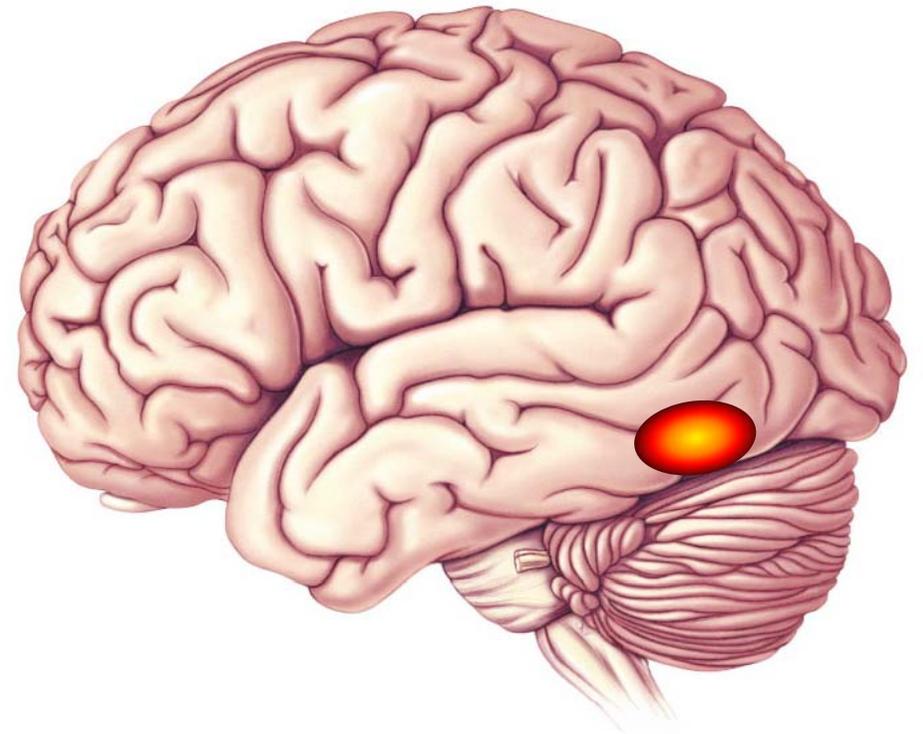
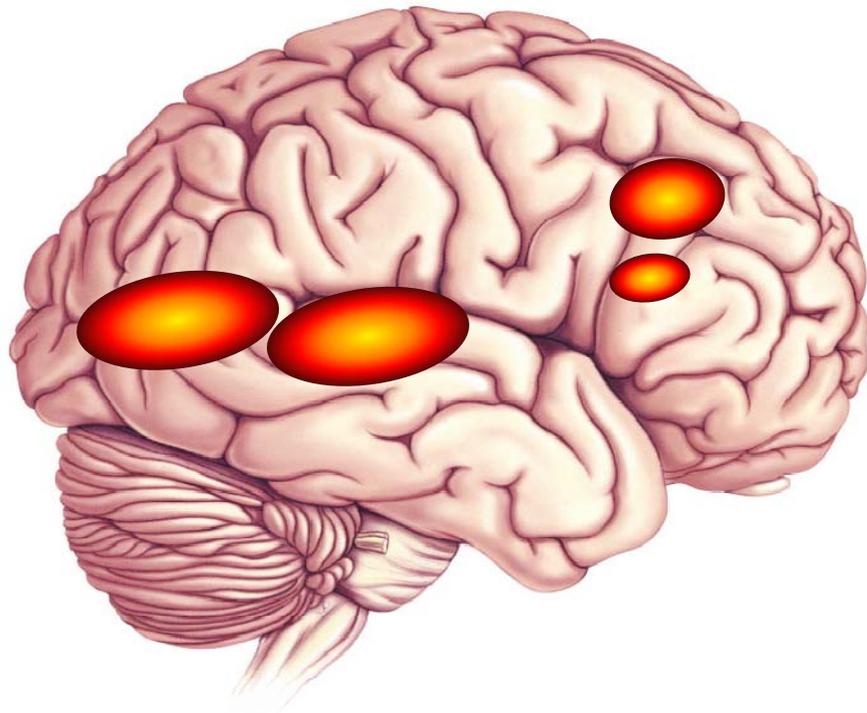
Absence d'activation postérieure



## Enfant dyslexique après entraînement (Fastforward®)



Réapparition des zones « éteintes »  
Mais aussi...



... apparition de zones non activées précédemment (et non activées chez le témoin) : mécanisme de compensation? réorganisation?

# Conclusion n°1

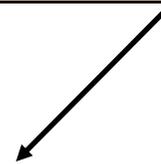
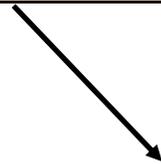
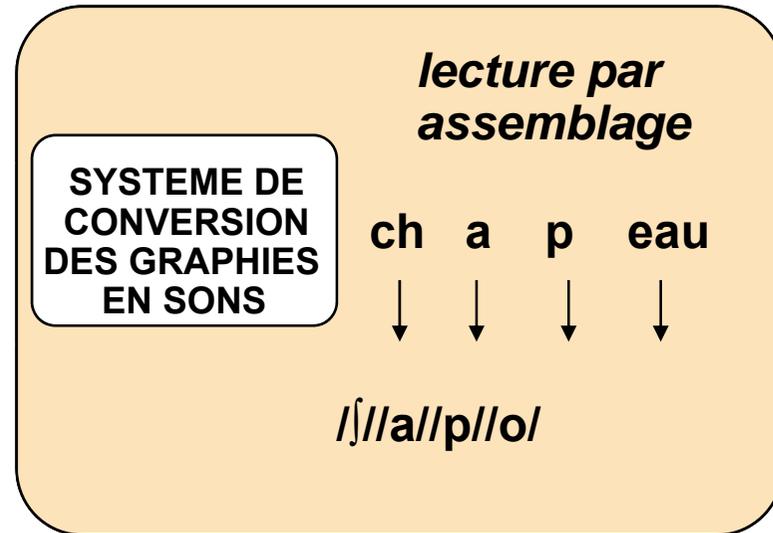
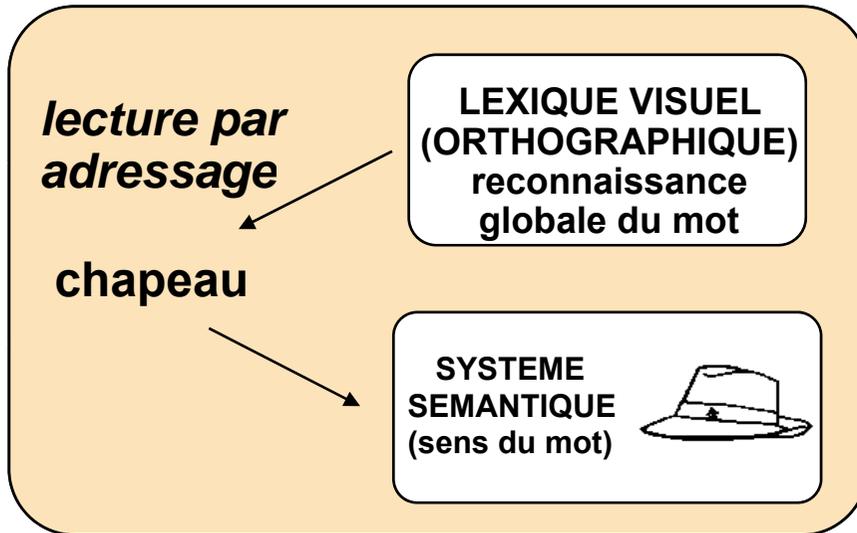
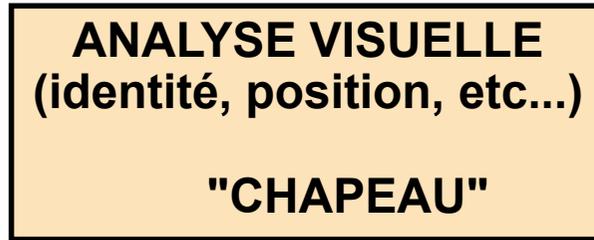
- Les aires du langage sont insuffisamment activées chez le dyslexique lors d'exercices phonologiques
- Un entraînement intensif de quelques semaines, focalisé sur le système déficient, non seulement réactive les zones affaiblies mais sollicite des zones "muettes" des deux hémisphères
- Donc l'entraînement (une intervention extérieure) a modifié l'organisation cérébrale dans le sens d'une probable meilleure connectivité entre des zones habituellement inutilisées

bol

confortablement

tambenefoneclor

**"CHAPEAU"**



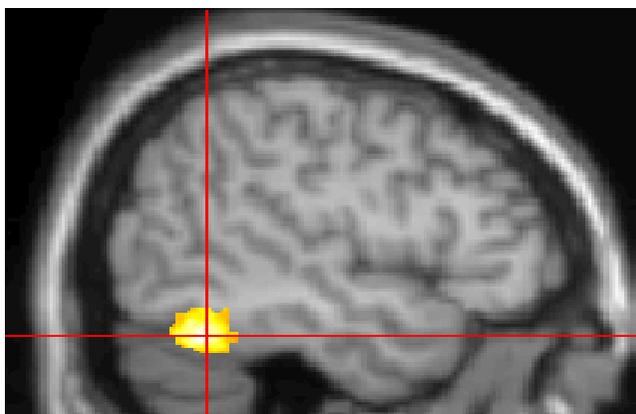
**production orale**  
*/ʃ a p o /*

# ILBA 37 : aire de la forme visuelle des mots

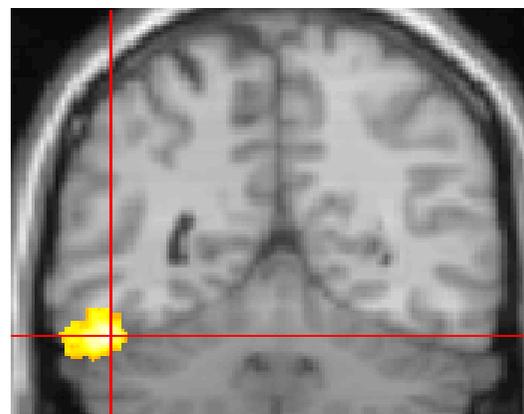


Attribue un statut linguistique à une suite de lettres

sagittal

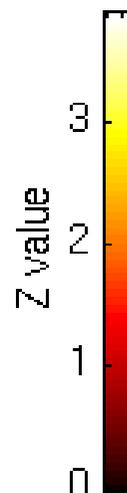
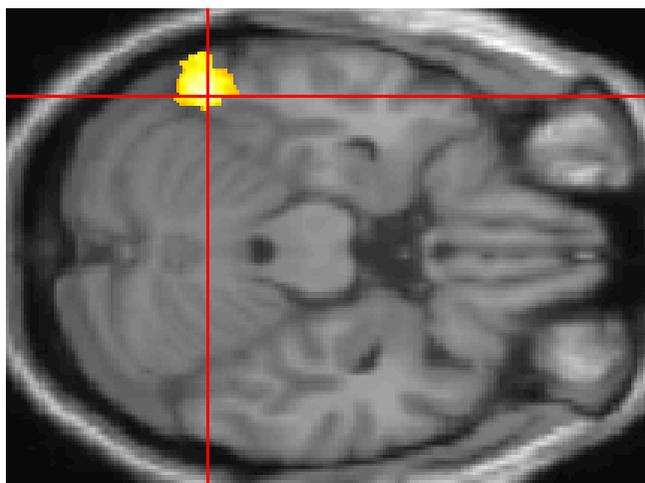


coronal



Reading Words in Controls  
compared to Dyslexics

transverse



(Chanoine et al., 1998)

Most significant difference dyslexics/controls =  
left infero-lateral Brodman's area 37

# Neural Systems for Compensation and Persistence: Young Adult Outcome of Childhood Reading Disability

Sally E. Shaywitz, Bennett A. Shaywitz, Robert K. Fulbright, Pawel Skudlarski,  
W. Einar Mencl, R. Todd Constable, Kenneth R. Pugh, John M. Holahan,  
Karen E. Marchione, Jack M. Fletcher, G. Reid Lyon, and John C. Gore

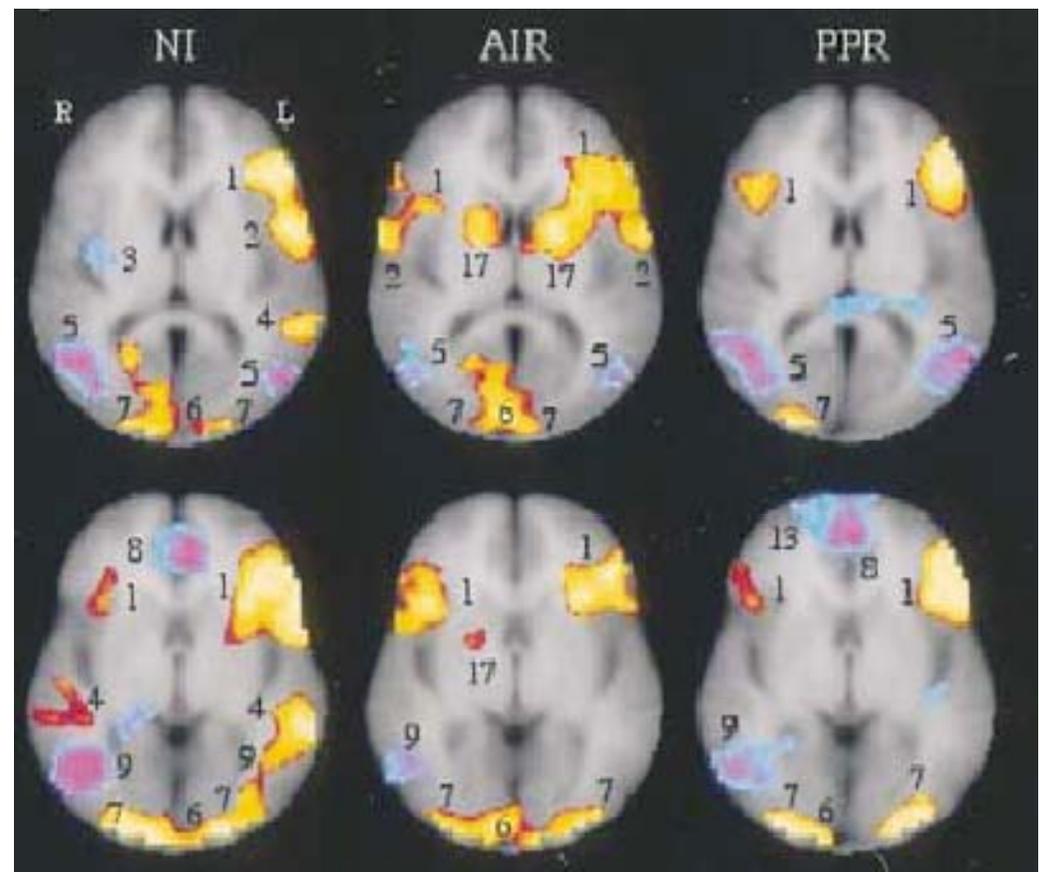
3 groups :

NI (non-impaired)

AIR (compensated)

PPR (persistent poor)

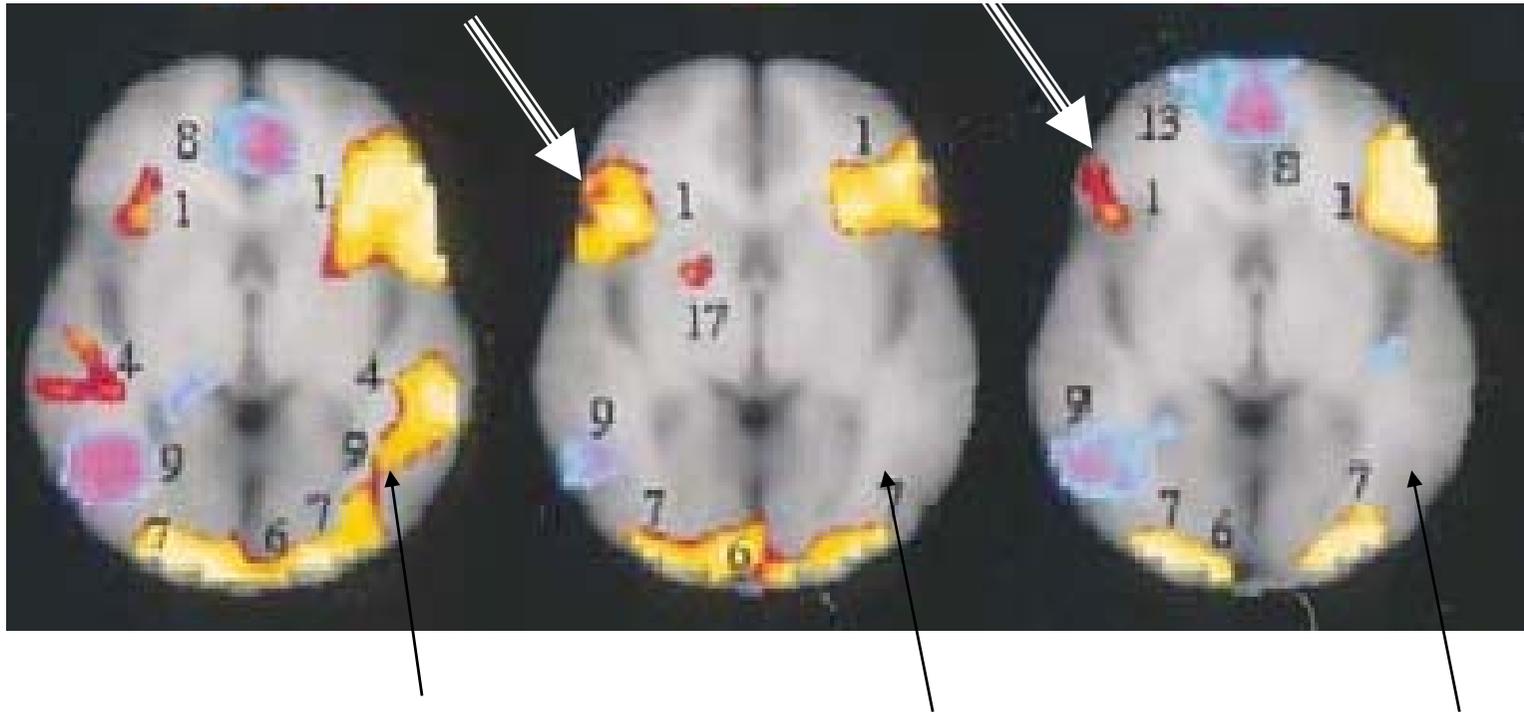
Jugement de rimes « do [LEAT] and  
[JETE] rhyme? »



NI

AIR

PPR



1°) Les dyslexiques "compensés" activent des zones non en jeu chez le normolecteur

2°) Les dyslexiques persistants comme les compensés n'activent pas l'aire de la forme visuelle des mots

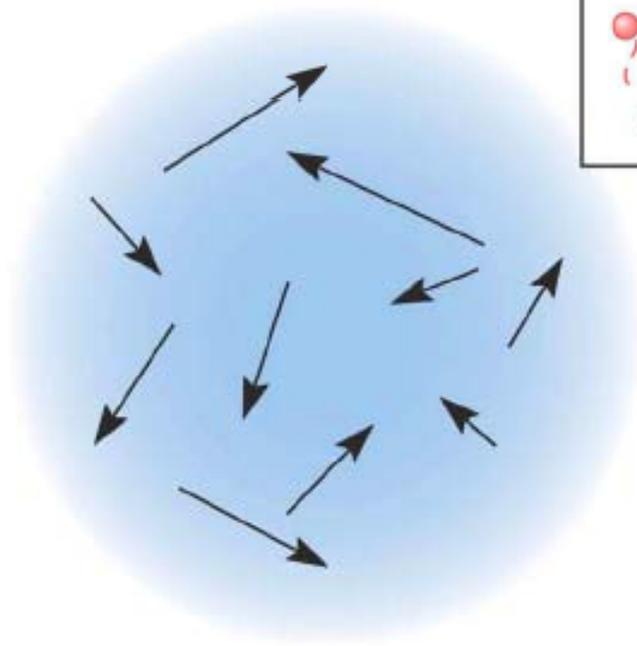
3°) Les dyslexiques persistants proviennent plus souvent de milieux défavorisés

## Conclusion n°2

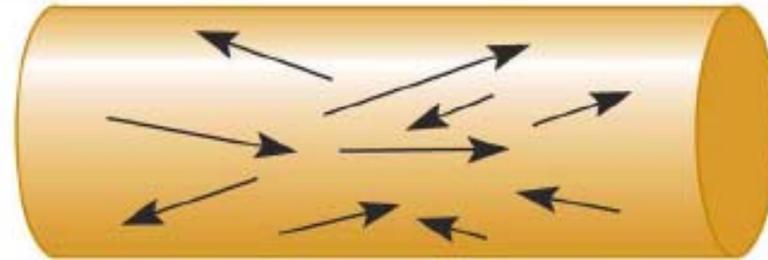
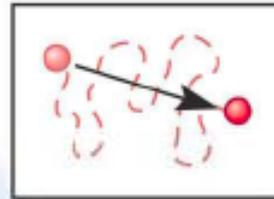
- A égalité de sévérité initiale, le milieu dans lequel évolue l'individu va déterminer au moins en partie non seulement sa capacité de récupération, mais également l'aptitude de son cerveau à recruter d'autres zones pour faciliter cette récupération
- La reconnaissance rapide des mots, finalité de la lecture, est sous la dépendance d'une aire spécialisée qui attribue un statut linguistique à une suite de lettres
- L'absence de mise en jeu de l'aire de la forme visuelle des mots est la conséquence commune à terme, quel que soit le degré de récupération du trouble (et quelle que soit la raison du défaut d'apprentissage de la lecture)

## 5.18 Isotropic and anisotropic diffusion.

(A)



(B)



# CHILDREN'S READING PERFORMANCE IS CORRELATED WITH WHITE MATTER STRUCTURE MEASURED BY DIFFUSION TENSOR IMAGING

Gayle K. Deutsch<sup>1\*</sup>, Robert F. Dougherty<sup>1</sup>, Roland Bammer<sup>2</sup>, Wai Ting Siok<sup>1</sup>, John D.E. Gabrieli<sup>1</sup>  
and Brian Wandell<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Department of Psychology, Stanford University, Stanford, CA, USA; <sup>2</sup>Department of Radiology, Stanford University, Stanford, CA, USA)

358

Gayle K. Deutsch and Others

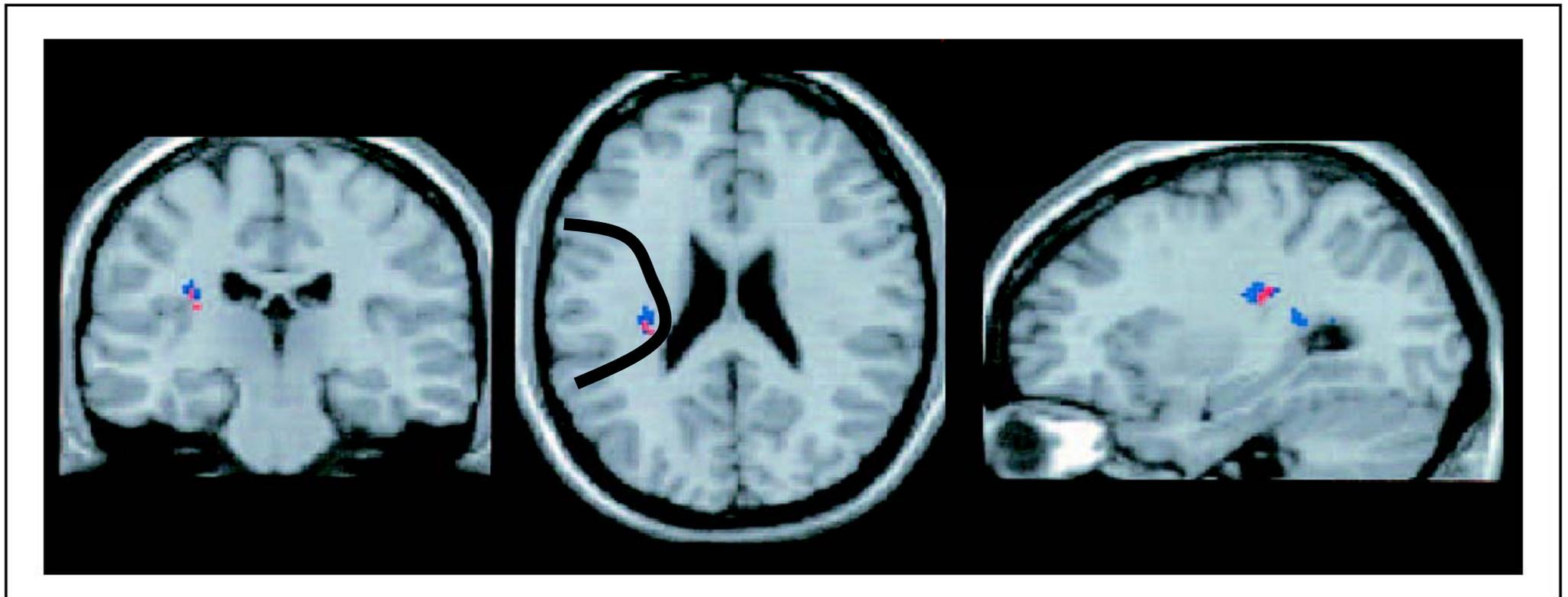
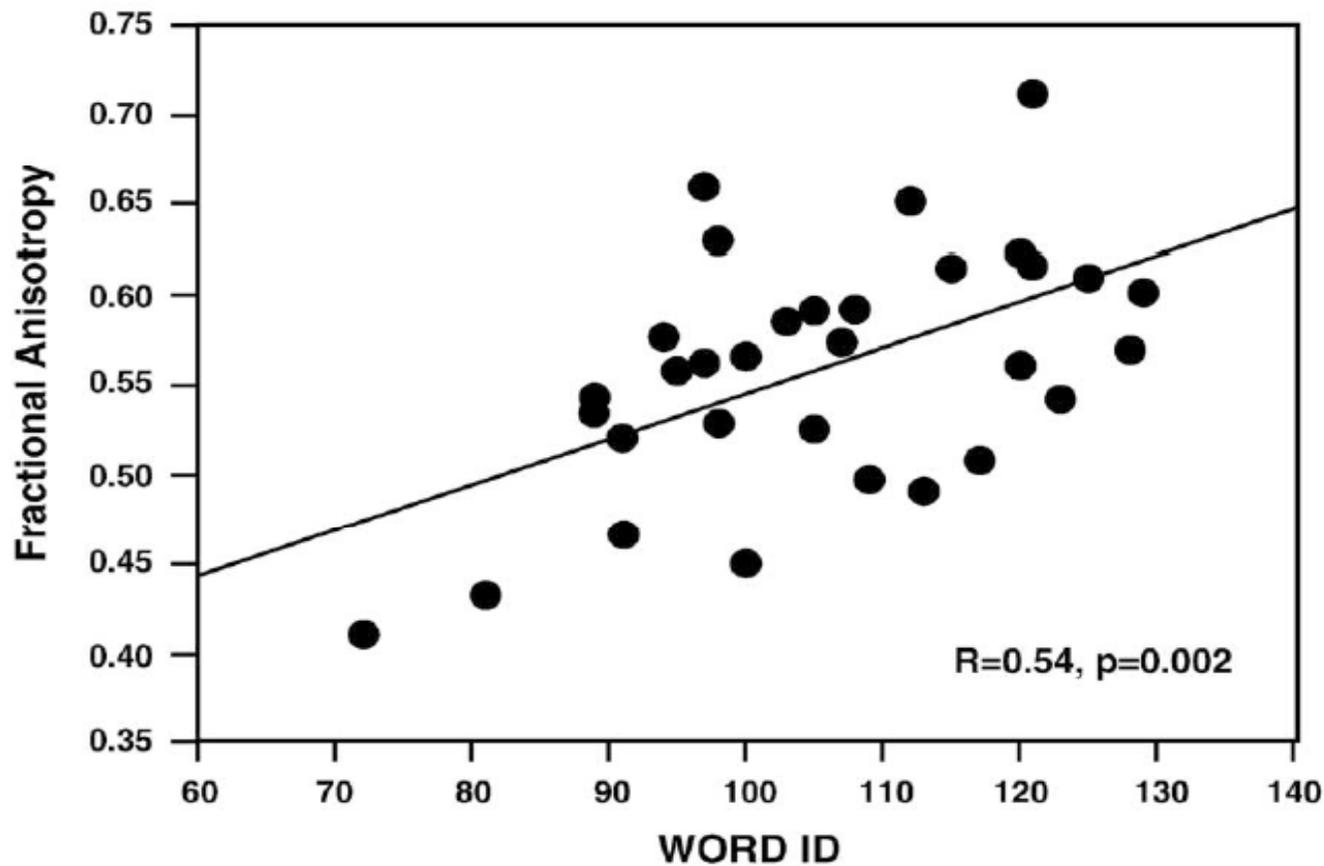


Fig. 1 – Brain regions that showed significant differences in normal and poor reading children are presented. Left temporo-parietal regions are shown in three slices of the SPM99 T1 canonical brain. Red indicates voxels with significant group differences in FA and blue indicates voxels with significant differences in CI.



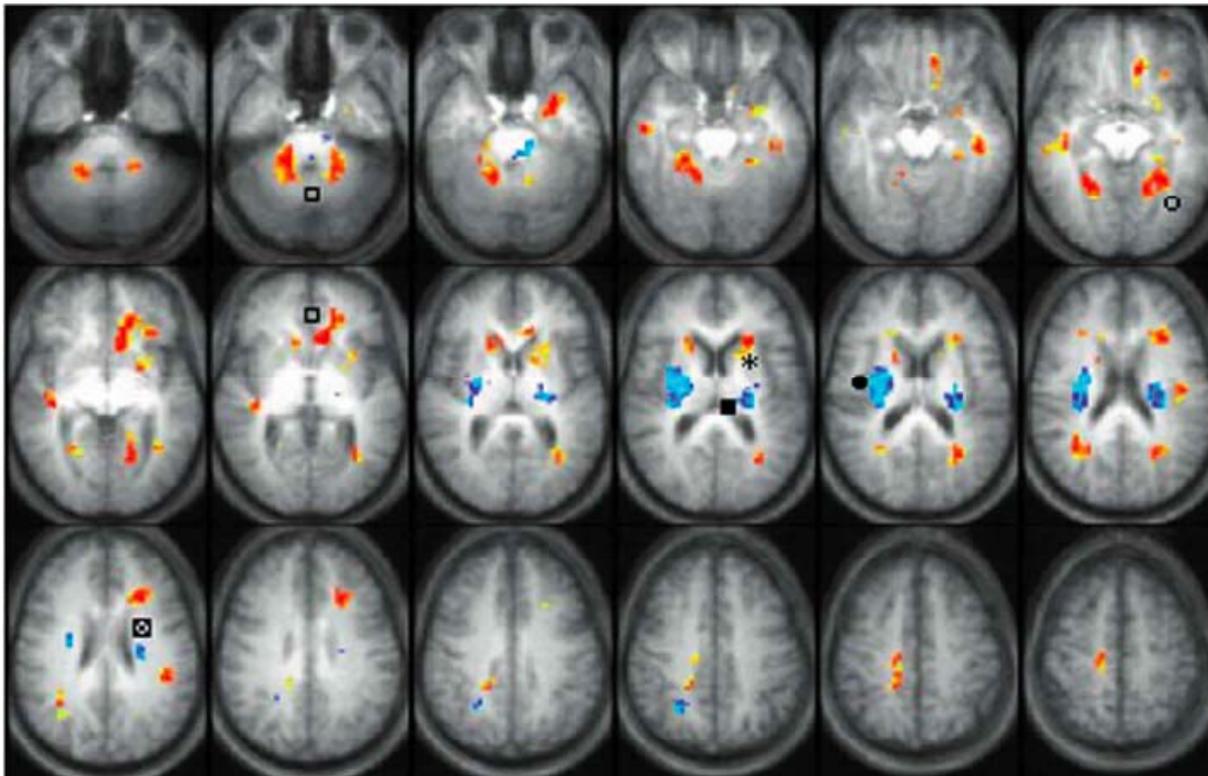
Voxel with Highest Correlation :  $(X, Y, Z) = (-28, -14, 24)$



Voxel of higher correlation with word identification rate

## Differences in white matter architecture between musicians and non-musicians: a diffusion tensor imaging study

Vincent J. Schmithorst\*, Marko Wilke



Anisotropie plus forte (■) ou plus faible (■) chez les musiciens

La plus forte anisotropie dans le genou du corps calleux traduit le plus fort besoin de coordination intermanuelle

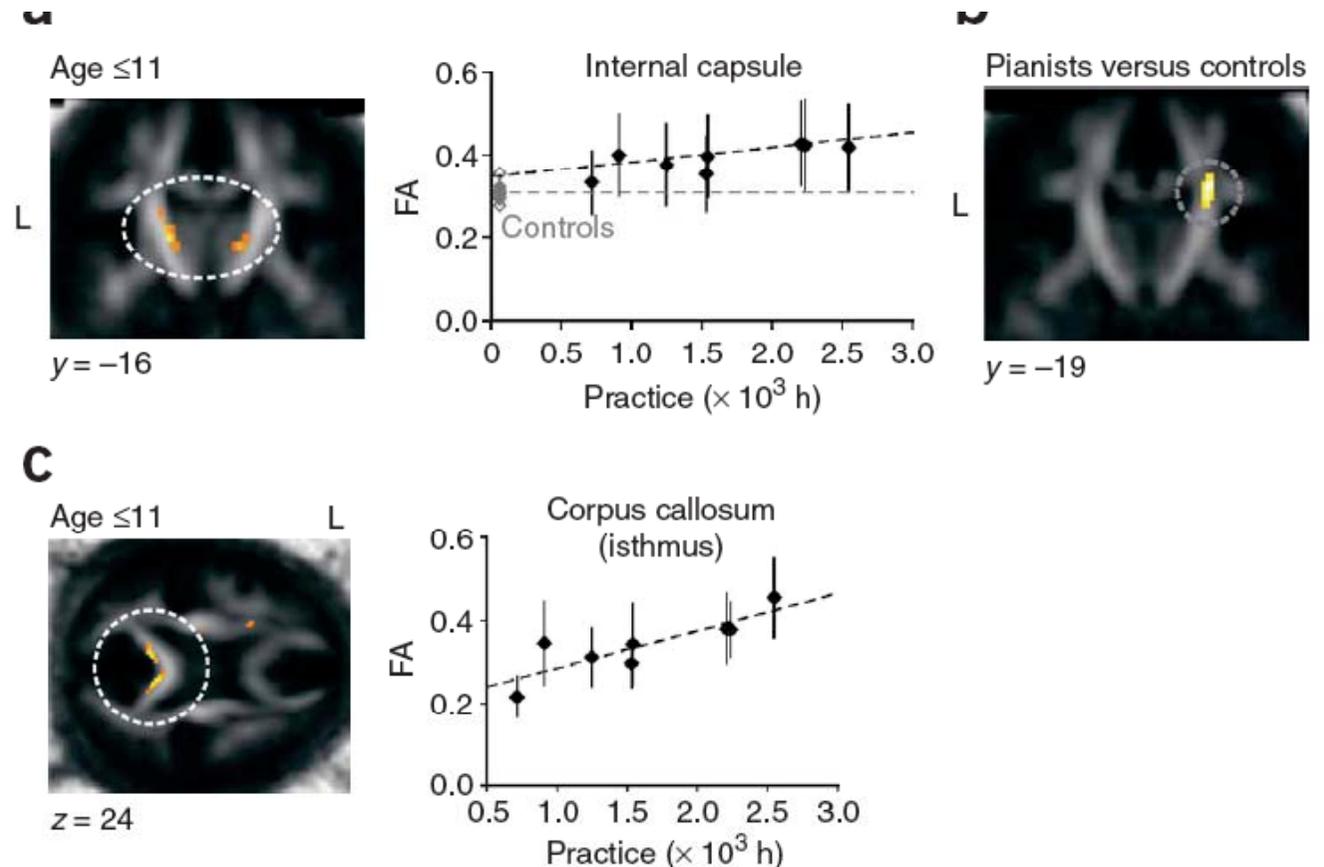
La plus faible anisotropie dans la corona radiata et la capsule interne traduit l'automatisation de l'acte moteur

# Extensive piano practicing has regionally specific effects on white matter development

Sara L Bengtsson<sup>1</sup>, Zoltán Nagy<sup>1,2</sup>, Stefan Skare<sup>2</sup>, Lea Forsman<sup>1</sup>, Hans Forssberg<sup>1</sup> & Fredrik Ullén<sup>1</sup>

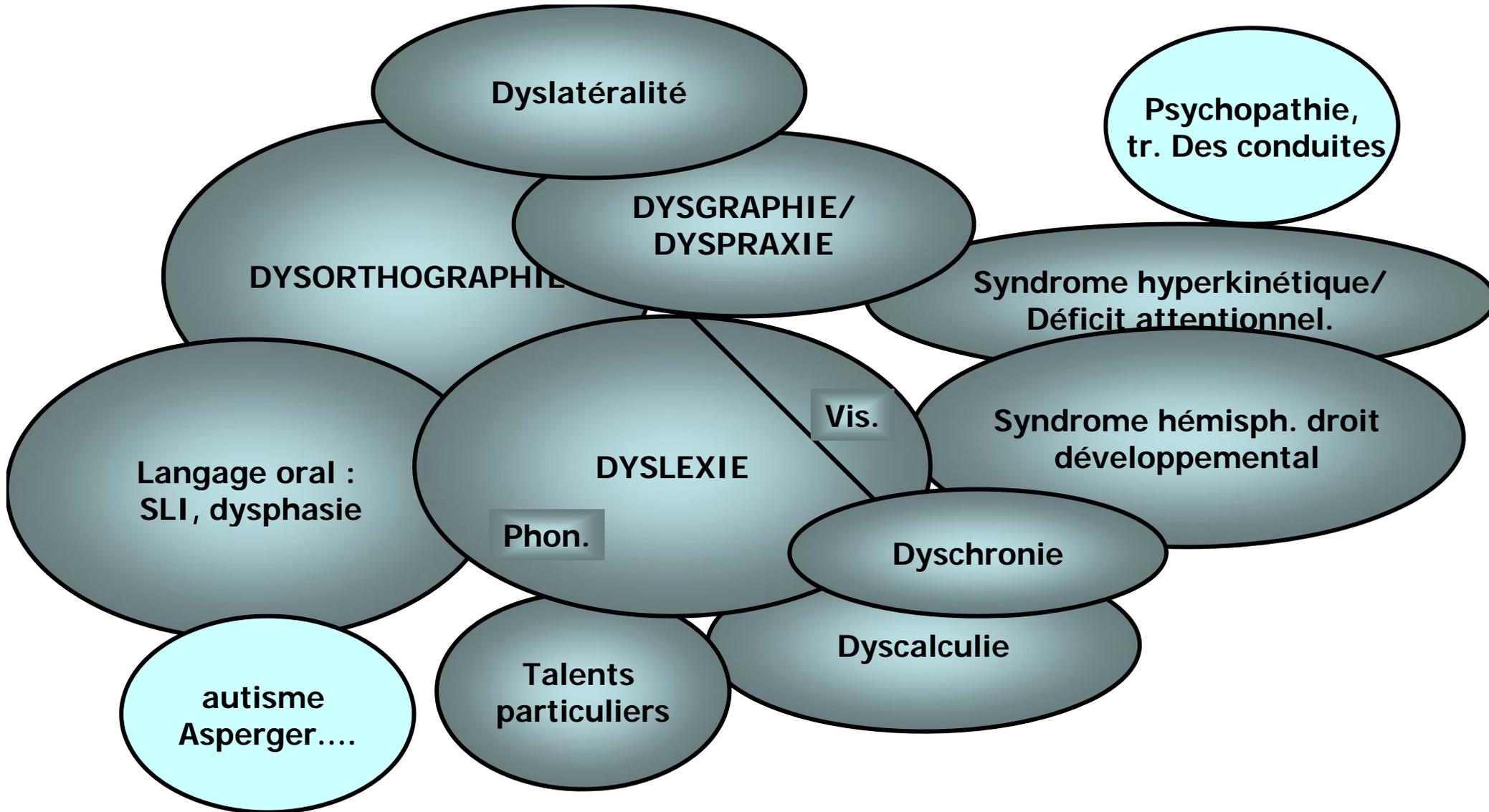
Using diffusion tensor imaging, we investigated effects of piano practicing in childhood, adolescence and adulthood on white matter, and found positive correlations between practicing and fiber tract organization in different regions for each age period. For childhood, practicing correlations were extensive and included the pyramidal tract, which was more structured in pianists than in non-musicians. Long-term training within critical developmental periods may thus induce regionally specific plasticity in myelinating tracts.

VOLUME 8 | NUMBER 9 | SEPTEMBER 2005 **NATURE NEUROSCIENCE**

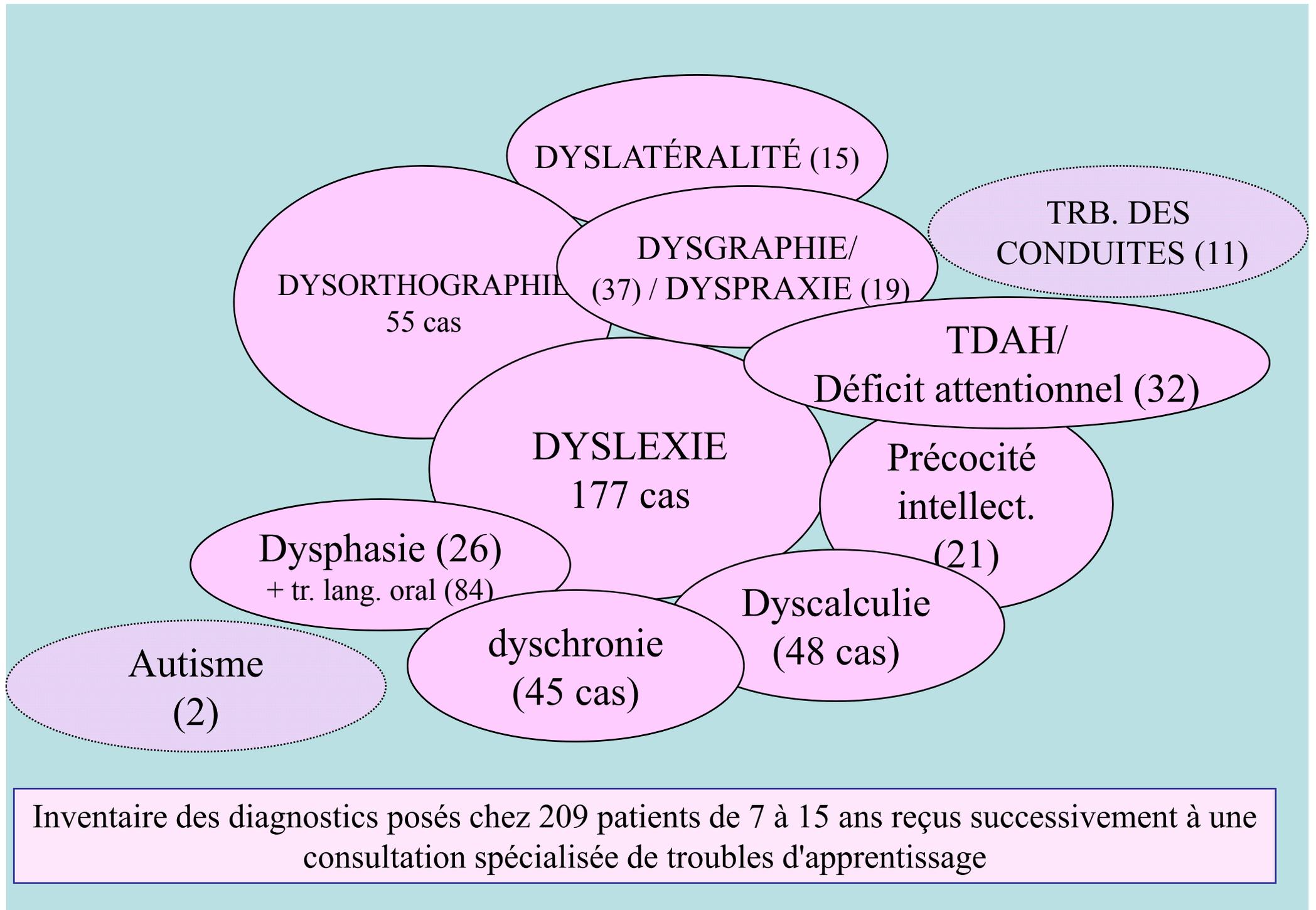


## Conclusion n°3

- L'organisation même des faisceaux de connexions au sein de l'hémisphère gauche est anormale chez le dyslexique
- Cela suggère une "dysconnexion fonctionnelle" entre différentes zones corticales
- L'anomalie est proportionnelle à l'efficacité en lecture, y compris chez des sujets non dyslexiques
- Cette anomalie a toute chance d'être la conséquence du mauvais fonctionnement de la lecture

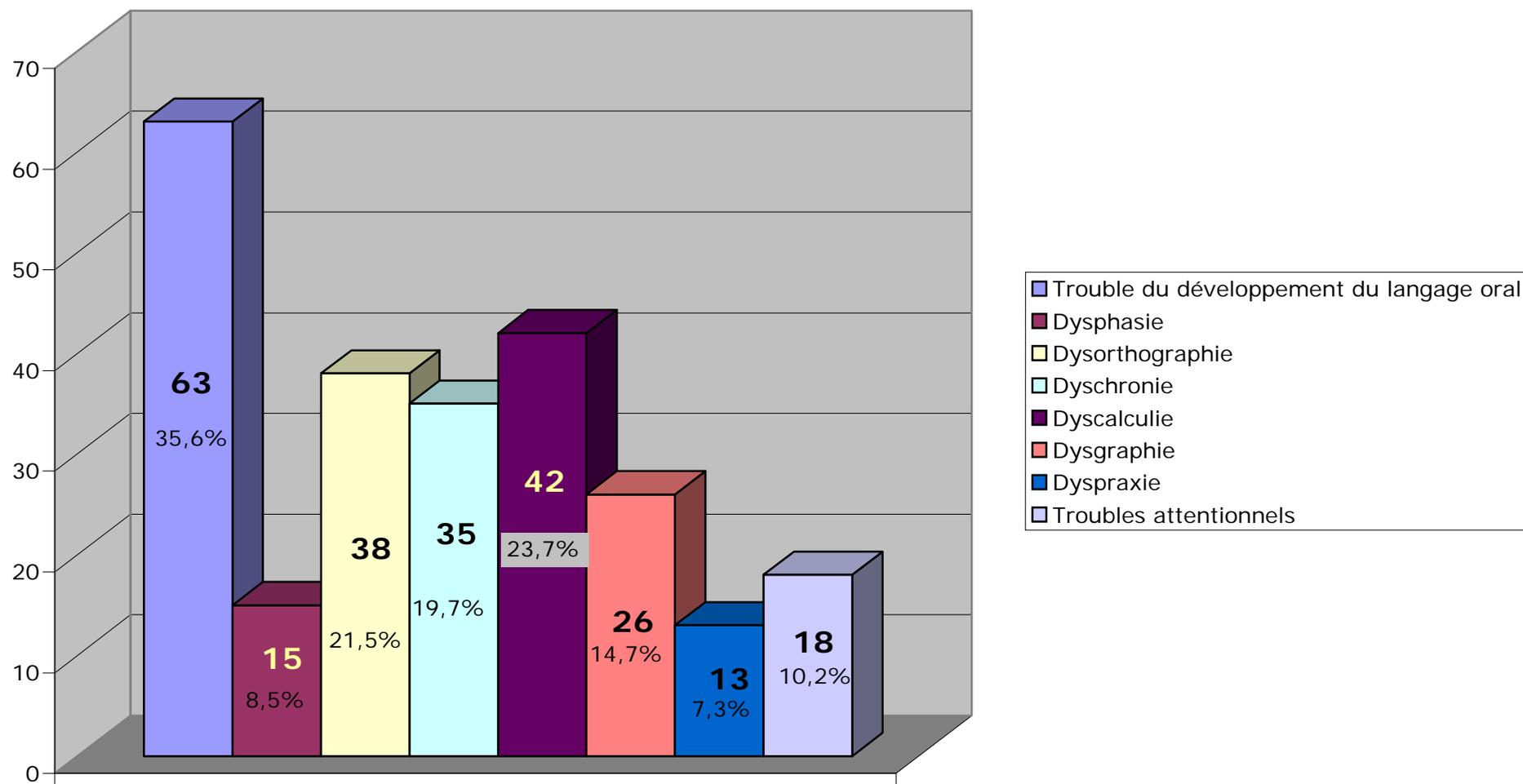


*La « constellation dys » : un complexe symptomatique suggérant des mécanismes communs*



Inventaire des diagnostics posés chez 209 patients de 7 à 15 ans reçus successivement à une consultation spécialisée de troubles d'apprentissage

### dyslexie (N=177) : comorbidités



<http://ist.inserm.fr/basisrapports/dyslexie.html>



## Conclusion n°4

- Le dyslexique ne souffre quasiment jamais SEULEMENT de troubles de la lecture
- Plus souvent que le contraire, ses difficultés en lecture s'accompagnent d'autres domaines de déficits (dyscalculie, dyspraxie, dysgraphie)
- Mais aussi talents particuliers (précocité) et troubles des conduites (associées à l'hyperactivité)

Expérience clinique

Évolution de la recherche  
scientifique

3 constatations

1 - dyslexie = atteinte multi-modulaire

→ intervention de *plusieurs professionnels*

2 - l'analyse du déficit se fait de plus en plus précise

→ *l'évaluation = élément central* de la prise en charge

3 - il existe un continuum de sévérité

→ mise en jeu des moyens doit être *graduée*

## Forme habituelle :

*prise en charge orthophonique limitée dans le temps + reconnaissance  
précoce par le milieu scolaire = aménagements  
et éventuellement mesures  
de remédiation (RASED)*

## Forme de sévérité intermédiaire

*Bilans dans les Unités de bilans  
du réseau en lien avec  
équipes éducatives*

## Forme très sévère\*

*Bilans en CHU  
Établ spécialisés  
CLIS, UPI,  
SESSADS*

- \*troubles du langage sévère persistant à l'entrée au primaire
- trouble de la lecture ne faisant pas ses preuves après une rééducation intensive
- **multiplicité des modules déficitaires**

(langage, calcul, motricité...)

Avignon (84)

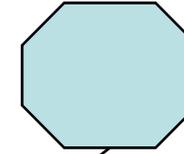
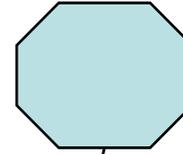
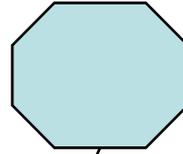
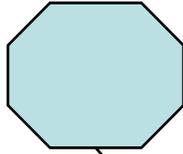
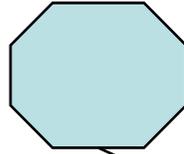
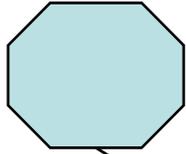
Aix (13)

Salon (13)

Martigues (13)

Marseille-Est

Toulon (83)



6 pôles de  
proximité =  
6 équipes  
pluridiscipli  
naires

Coordination centrale

Centre de  
référence  
CHU

Mission de formation

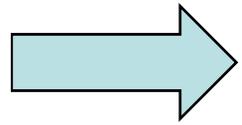
Convention formation  
E.N.

D.U.

Mission de recherche

Convention INCM  
CNRS

Résodys : période de constitution  
(2002-2004) : FAQSV

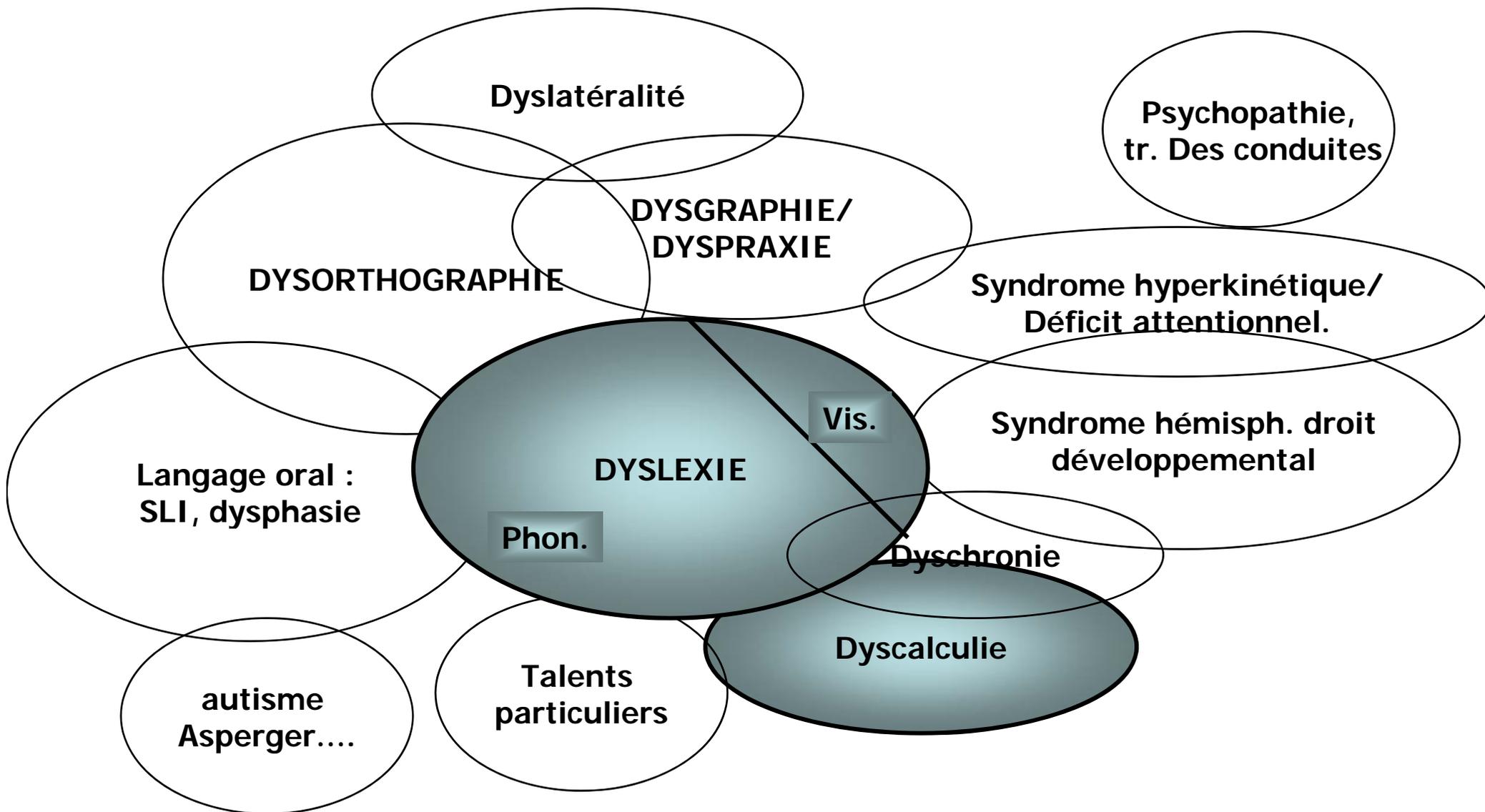


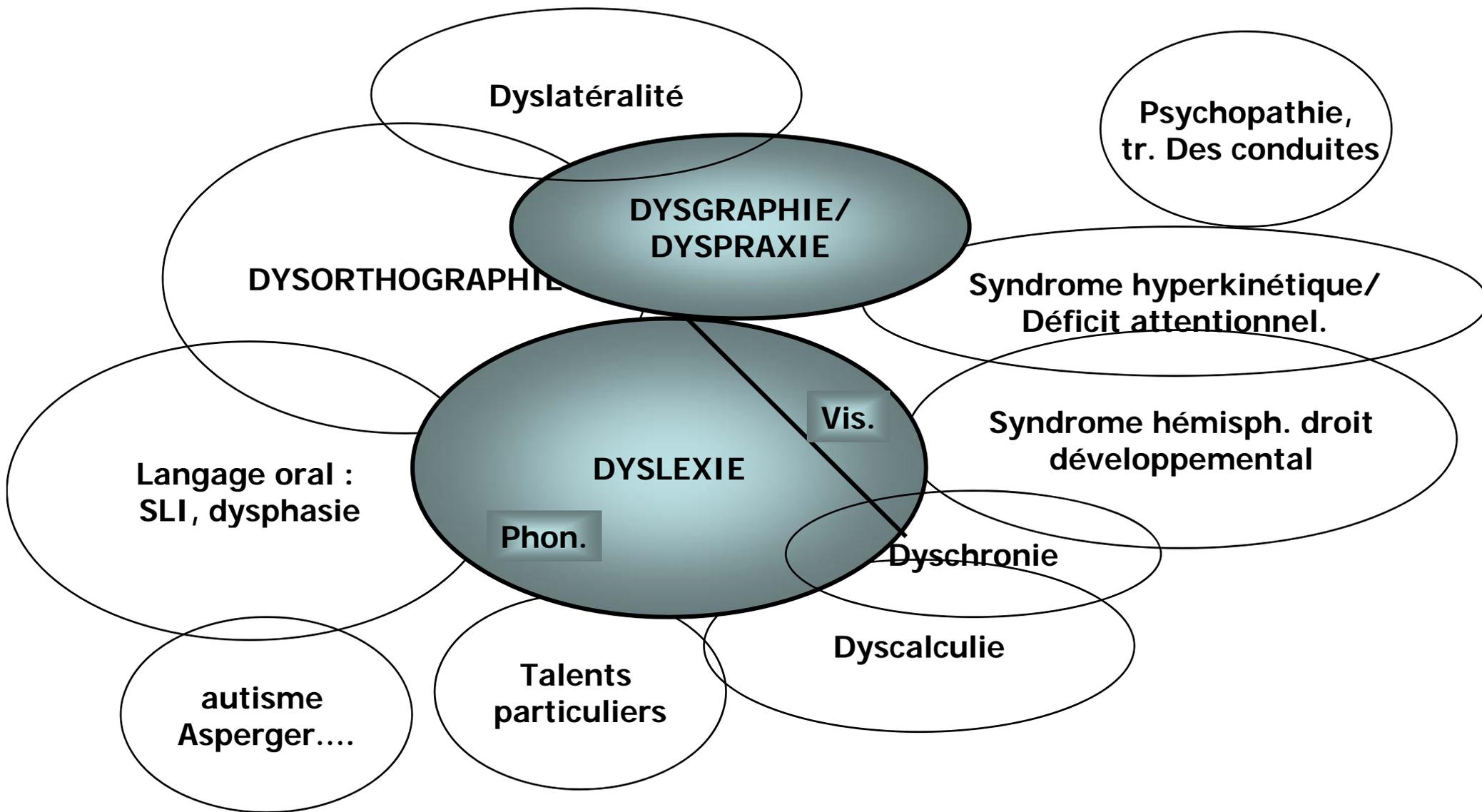
à partir d'octobre 2004 : financement DRDR

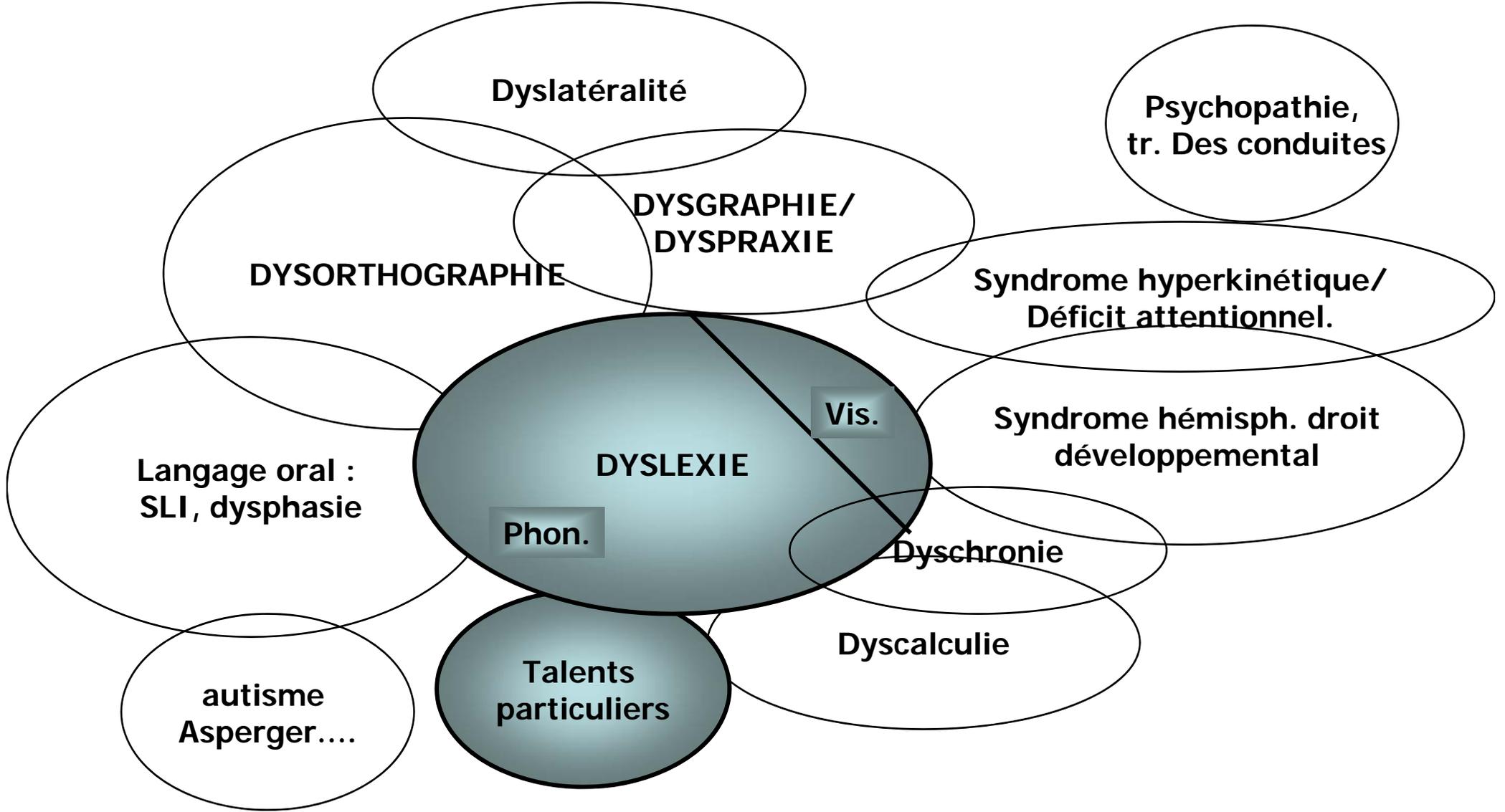
## Les Unités de Bilans de Résodys

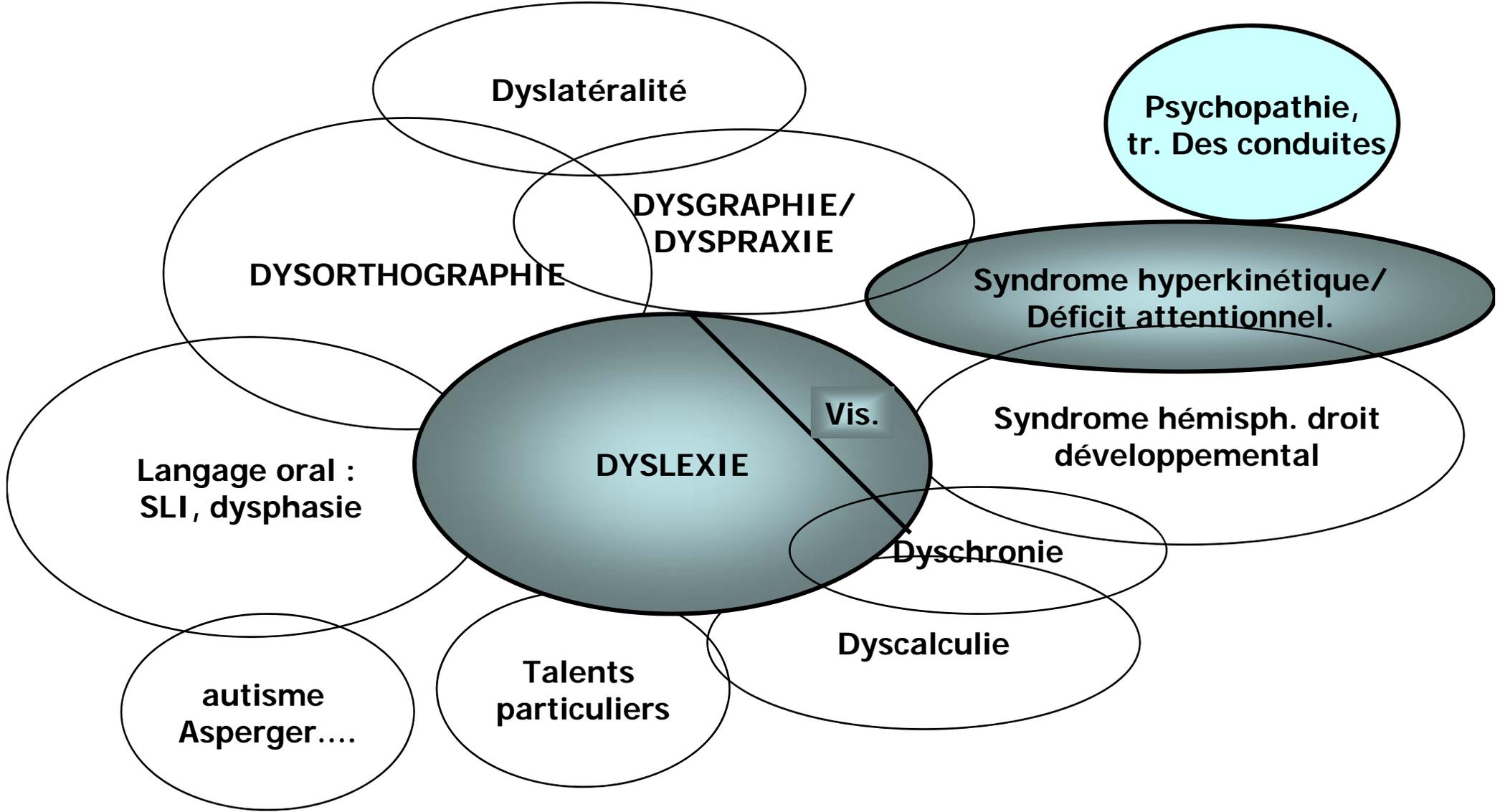
- Favoriser le regroupement de praticiens
- Susciter un mode de fonctionnement multidisciplinaire
- Centrer l'activité et la réflexion autour de l'évaluation
- Permettre la prise en charge d'actes jusqu'alors non remboursés
- Rémunérer le temps passé en réunion de synthèse
- Désengorger le centre de référence du CHU

# Les recherches en cours à Résodys









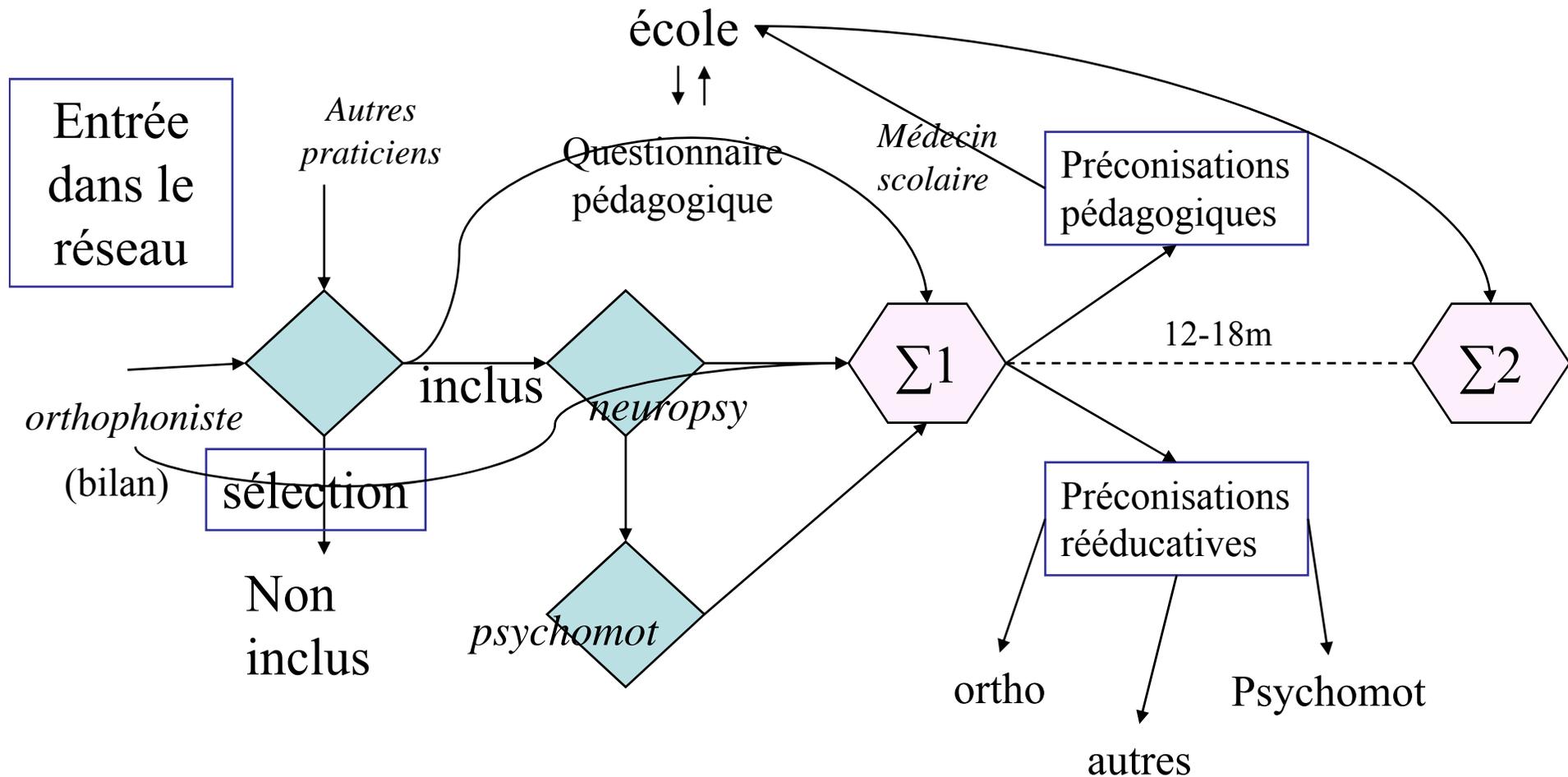
# Conclusion

- Les diverses formes de troubles spécifiques d'apprentissage partagent probablement des mécanismes communs encore peu connus
- L'élucidation de ces mécanismes pourrait avoir d'importantes conséquences sur le diagnostic, le suivi et le traitement de ces troubles
- Leur impact pédagogique est un domaine encore totalement inexploré qui devra se développer dans les années à venir
- L'avancée rapide des connaissances impose un lien étroit et permanent entre les différents partenaires qui oeuvrent autour de l'enfant et les équipes de recherche

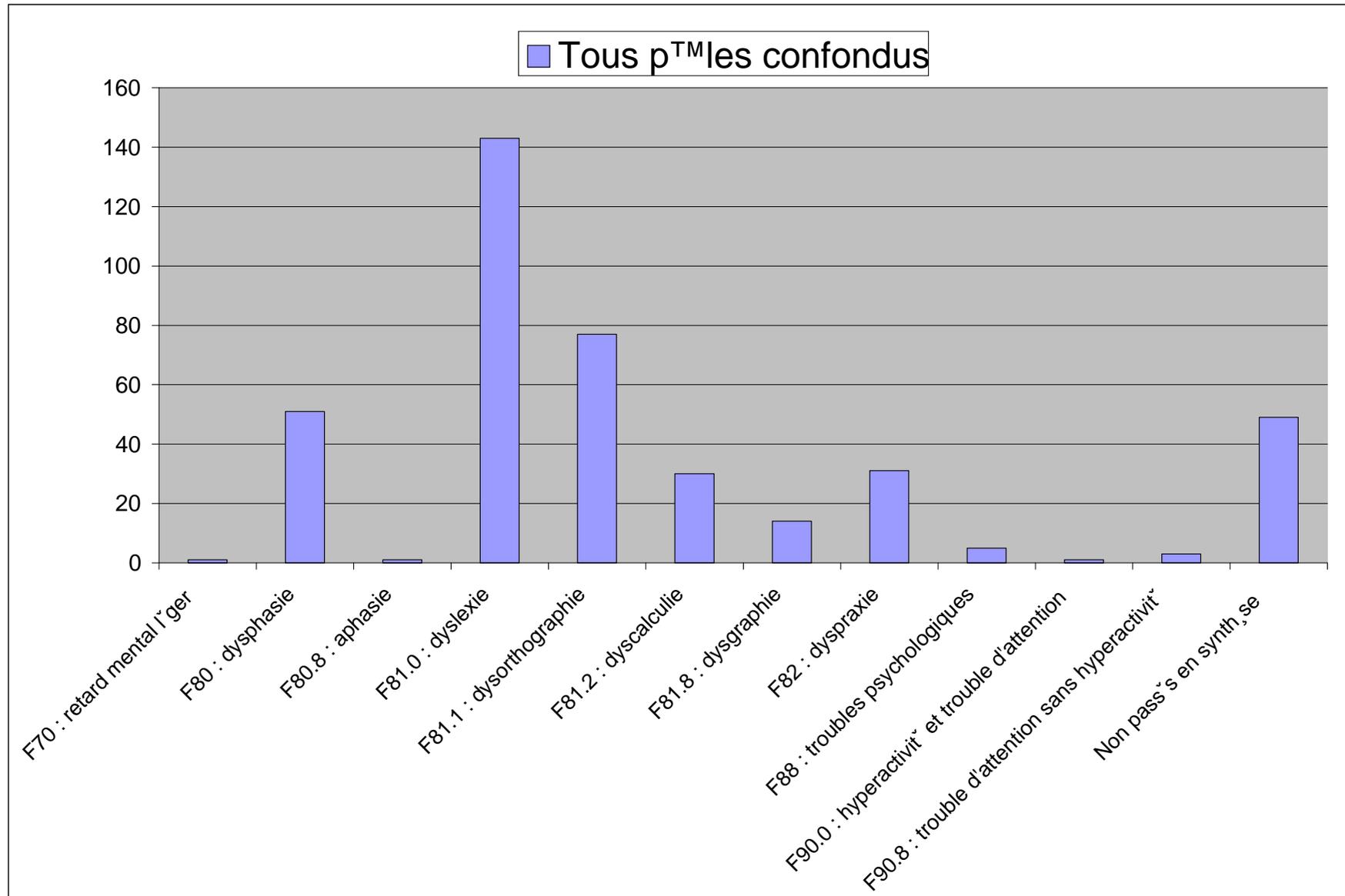




# Résumé du Parcours - patient



# Diagnostic après synthèse 1



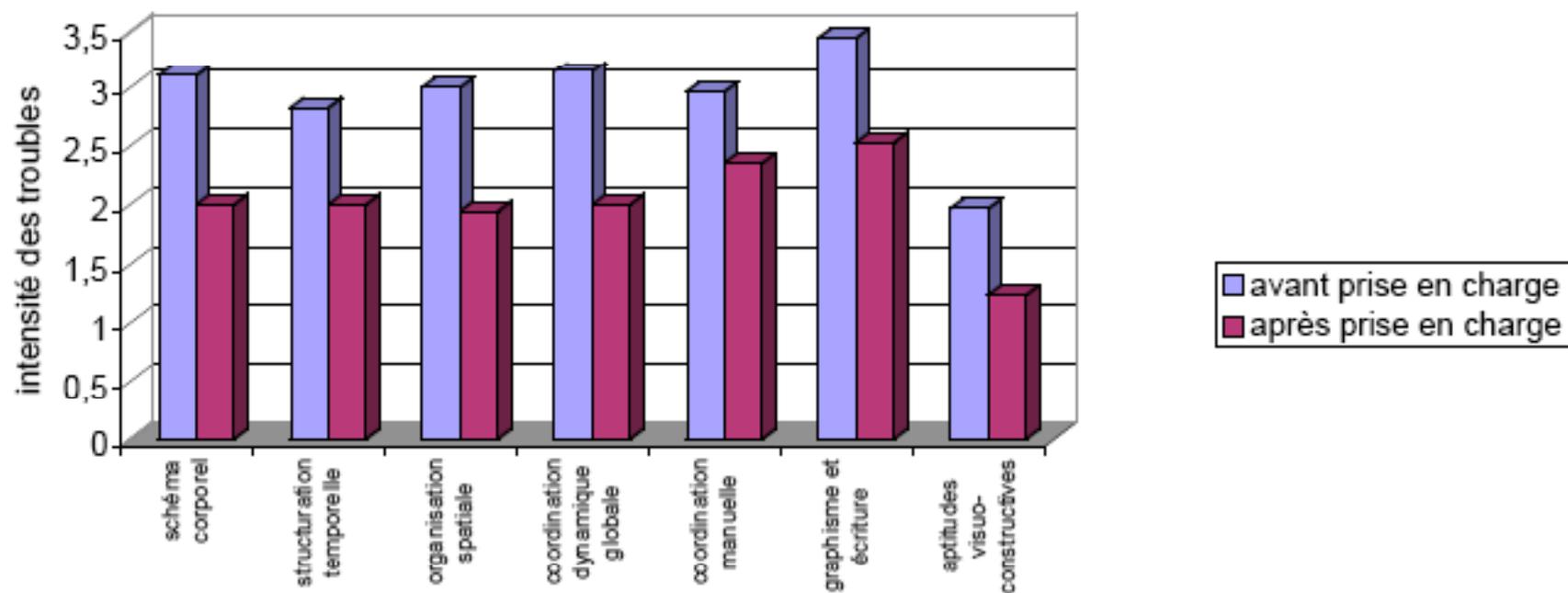
## PROFIL L2MA - 9 ans

	Note	- σ	-3	-2	-1	m	+1	+2
<b>LANGAGE ORAL</b>								
<i>Evocation du mot</i>								
Fluence phonétique - FLP	5			3	8	13	18	23
Fluence Sémantique - FLS	12			5	12	20	27	34
Antonymes ou contraires - ANT	2			1	3	5	7	9
<i>Expression</i>								
Phonologie (répétition de « mots difficiles » - NER)	15		13	9	6	2		
Phonologie (répétition de « mots difficiles » - CRE)	23		20	22	25	28		
Vocabulaire (dénomination) - VOC	11		2	6	10	15	19	23
<i>Intégration</i>								
Intégration morphosyntaxique - IMS	0			0	2	4	7	9
<i>Compréhension</i>								
Compréhension de consignes complexes - CCC	15		2	6	9	13	17	20
<b>LANGAGE ÉCRIT</b>								
<i>Lecture-compréhension</i>								
Les ours CE2 - OU1	4		2	3	4	5	6	
Les ours CM1 - CM2 - OU2			2	4	6	8	10	
Lecture-Flash – Score - LF1	0	2	6	7	8	9	10	
Lecture-Flash – Temps - LF2	0		273	221	169	117	66	14
Lecture-Flash – Pondéré - LF3	0		293	237	182	126	70	15
Morphosyntaxe - LMS	0	4	3	6	9	12	15	
<i>Lecture-stratégie</i>								
Mots sans signification - MSS	7	3	13	15	17	19		
Mots réguliers - MRE	4	6	7	8	9	10		
Mots irréguliers - MIR	0	8	6	7	8	9	10	
<i>Orthographe</i>								
Dictée de logatomes - LOG	1	5	7	9	11	13	15	
Dictée de texte CE2 - CM1 - phonétique - DP1	0	2	8	10	12	14	16	
Dictée de texte CE2 - CM1 - usage - DU 1	0		1	5	10	14	19	23
Dictée de texte CE2 - CM1 - grammaire - DG1	0			1	4	7	9	12
Dictée de texte CE2 - CM1 - total - DD1	0	4	11	19	27	34	42	50
Récit écrit « Les ours »								
<b>MÉMOIRE</b>								
Rappel de mots - MMO	2		0	2	3	4	5	6
Rappel de mots avec aide visuelle - MVI	5		1	2	4	5	6	
Rappel différé de mots - MDI	3		0	1	2	4	5	6
Séquence de chiffres « à l'endroit » - CED	1			1	2	3	4	5
Séquence de chiffres « à l'envers » - CEV	1				1	2	4	5
Rappel de phrases - MPH	0				1	4	8	
<b>ATTENTION</b>								
Attention continue « test de barrage » - ATT	15		15	11	7	3		
<b>APTITUDES VISUO-MOTRICES</b>								
Test visuo-moteur - TVM	48		7	14	22	29	36	44

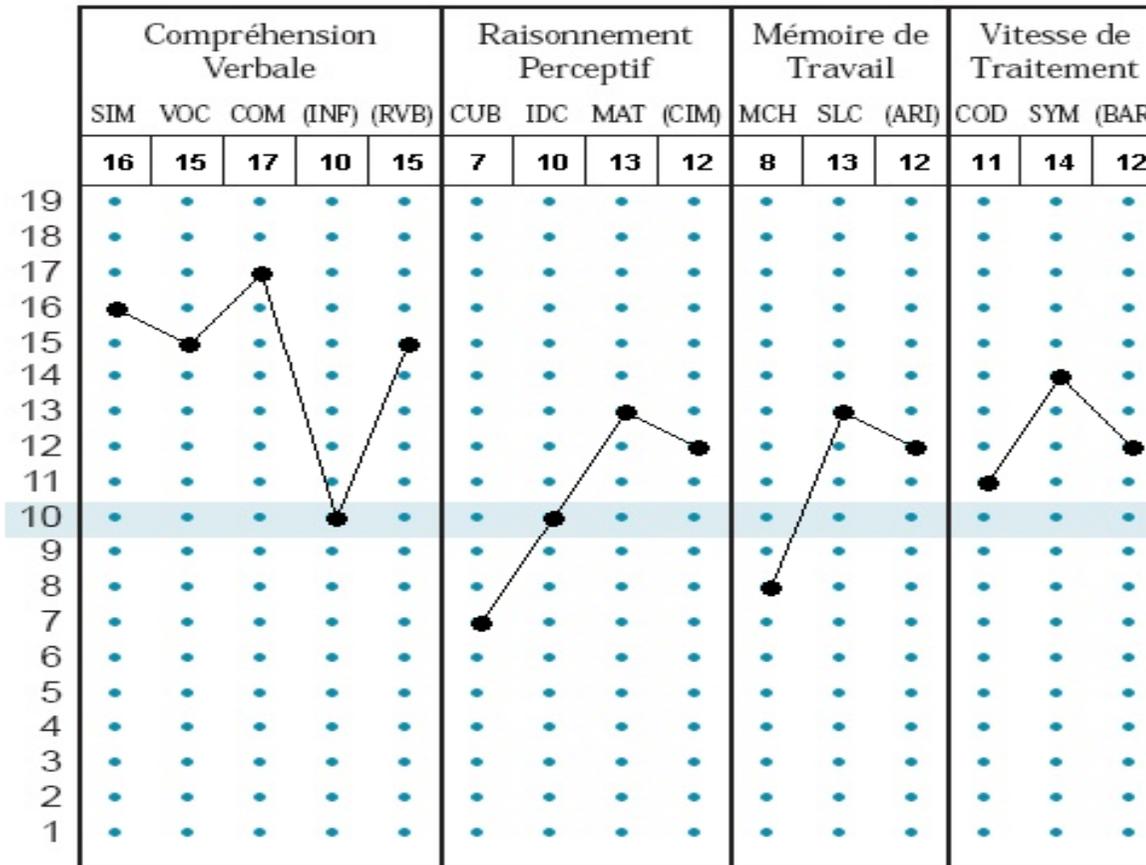
QuickTime™ et un  
décompresseur TIFF (LZW)  
sont requis pour visionner cette image.



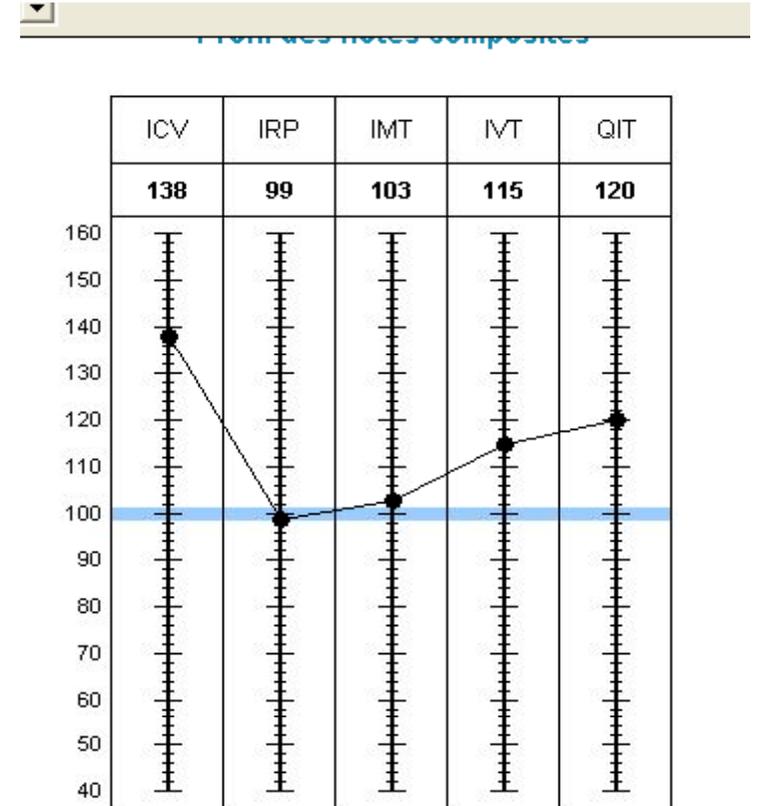
### Evolution des troubles psychomoteurs après prise en charge au sein de Résodys



Profil des notes standard

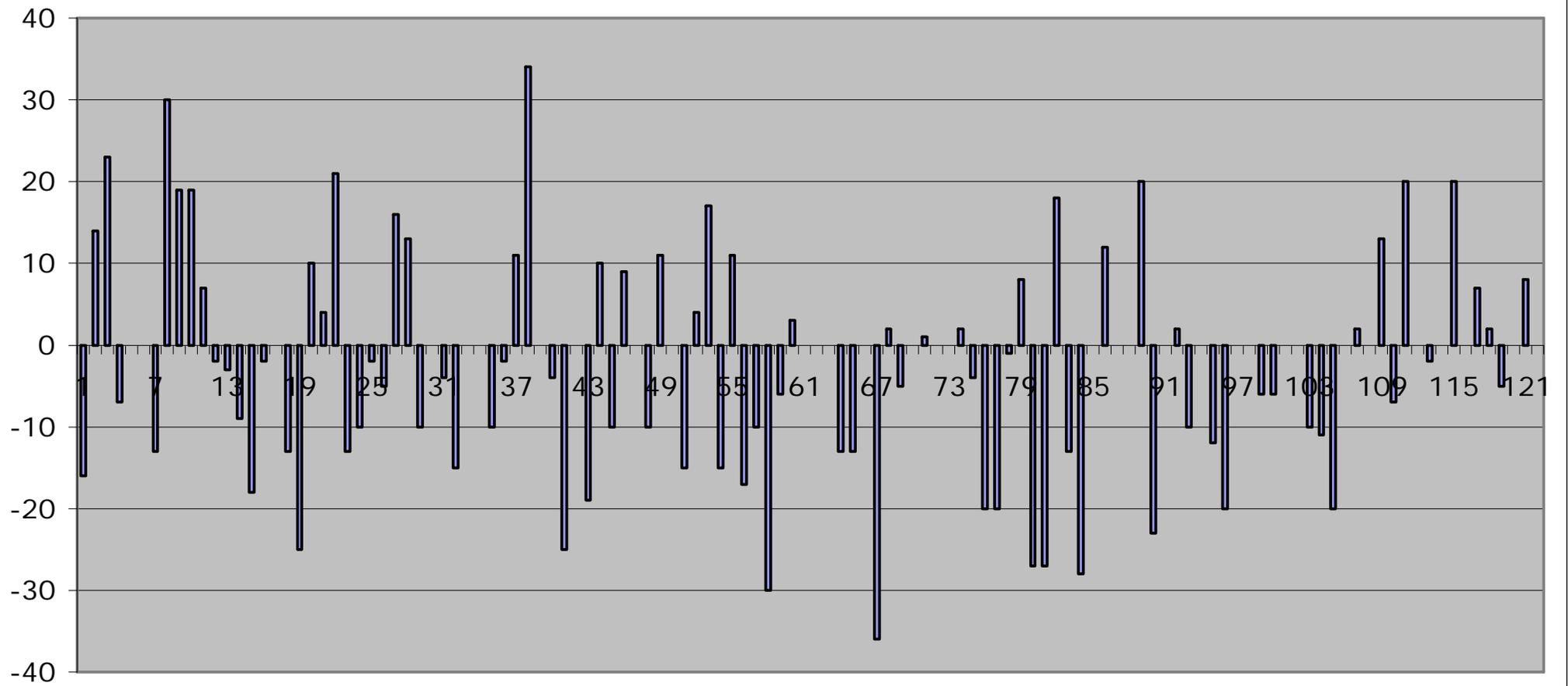


M... Félix (10;2)



Motif ; tr comportement à l'école, travaille peu, perturbe

ecart verb-perf



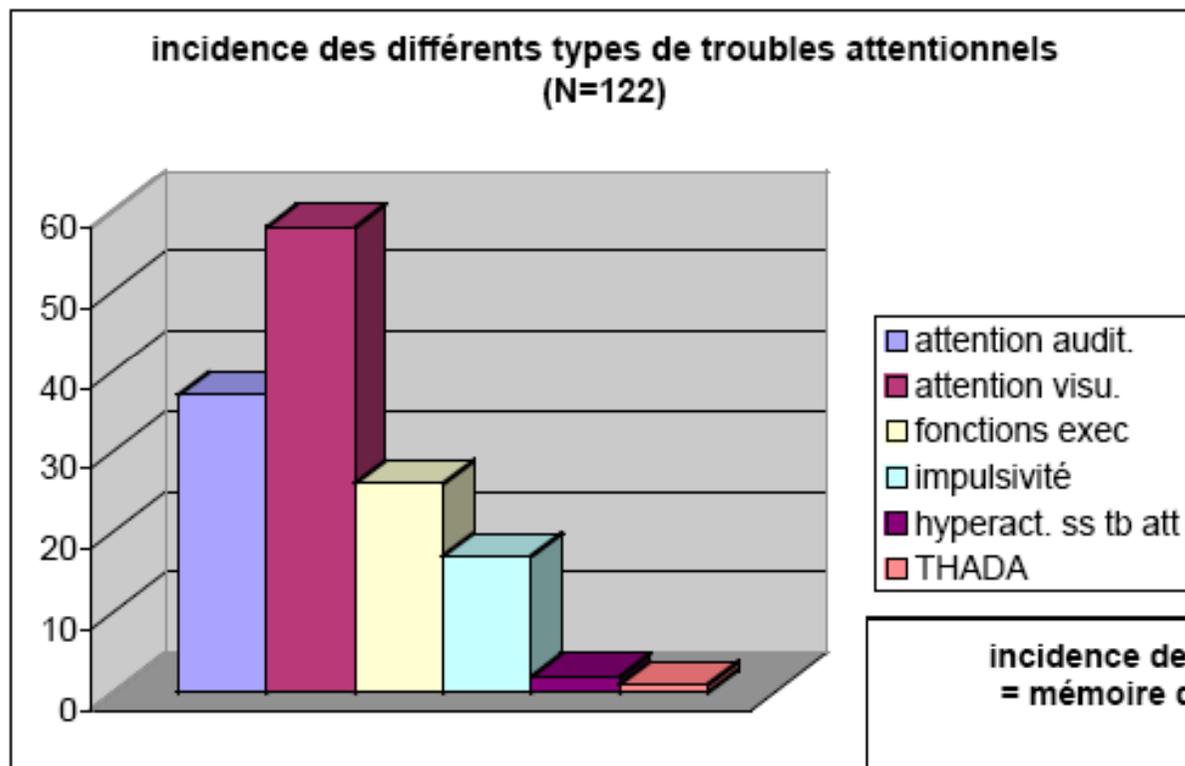


Figure 3.4 : troubles attentionnels

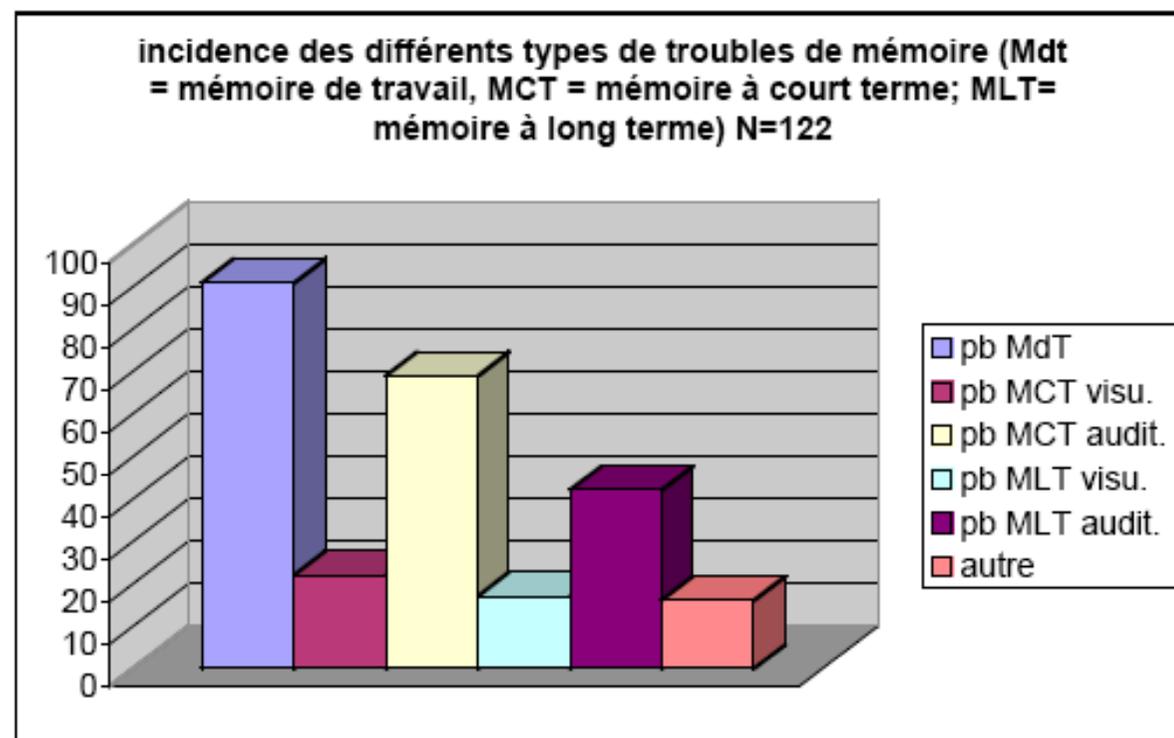


Figure 3.5 : troubles mnésiques