

# Le cerveau qui apprend (ou n'apprend pas bien): quels enseignements pour l'enseignant?

Michel Habib

Neurologue, CHU de Marseille  
Directeur Médical, Résodys/Neurodys

Educational

# L'école éclairée par la science

sous la direction de  
**STANISLAS DEHAENE**



Travaux du Conseil scientifique  
de l'éducation nationale



## NEUROSCIENCE in EDUCATION

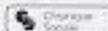
The good, the bad and the ugly



### Les neurosciences au cœur de la classe

Sous la direction de  
**Pascale Toscani**

Préface de Bruno della Chiesa  
2<sup>e</sup> édition



FRANCIS EUSTACHE  
BÉRENGÈRE GUILLERY-GIRARD

## LA NEUROÉDUCATION LA MÉMOIRE AU CŒUR DES APPRENTISSAGES



### neurosci l'éducat

orie à la pratique en classe

Sous la direction de  
**Pascale Toscani**

ce de Eustache Postface de Franck Devière



### structions of science in Early ood Education

andenbroeck with  
os, Wim Flas,  
Mariett Olsson,  
nn, Dave Wastell and  
e

Contexting Early Childhood

## mind, brain, & education

Neuroscience Implications for the Classroom

- Daniel Borsoi
- Jessica A. C.
- Darlene Cook
- Sharmela D.
- Kate G.
- Margaret D. Ellis
- Matthew F.
- Kurt W. Fischer
- Julian G.
- Maria K.
- Kate M.
- Mary Helen M.
- Therese O.
- Michael J.
- David A.
- Diana L.
- Judy W.

Copyrighted material

Pédagogie/Formation

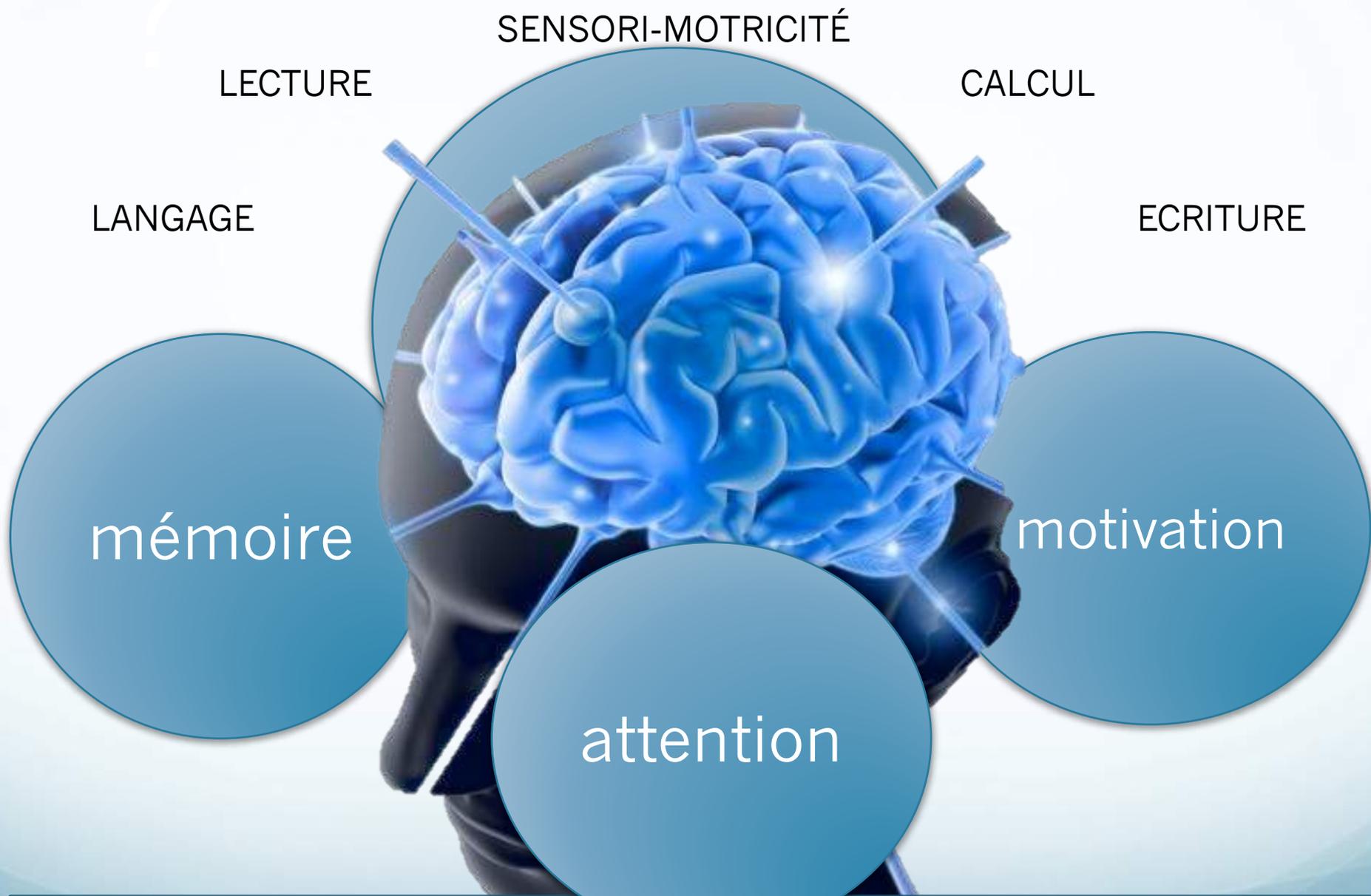


Pédagogie/Formation

ISBN 978-2-3501-1492-1

# Quelques questions à l'ordre du jour

- Neurosciences et pédagogie : quelle utilité pour l'enseignant?
  - La neuroplasticité : un mécanisme fondamental de l'apprentissage
  - La mémoire et les mémoires : plusieurs façons d'apprendre
  - Les deux piliers de l'apprentissage : attention et motivation
  - L'organisation modulaire du fonctionnement cognitif
- L'enfant « dys » : qui (est-il?), comment (fonctionne son cerveau?), pourquoi (est-il dys)?
  - Définitions, classifications
  - Les trois grands profils
  - Causes et mécanismes
    - Le cerveau dyslexique : imagerie cérébrale morphologique et fonctionnelle
    - Deux facteurs d'environnement ayant une influence démontrée : la langue maternelle et le statut socio-économique de la famille
    - Les implications pour le thérapeute et l'enseignant
- Une nouvelle place pour l'enseignant au sein du parcours de l'enfant dys : les recommandations de la HAS
- CONCLUSION . Une piste majeure pour juguler l'échec scolaire en milieu socialement fragilisé : le programme Musadys.



Partie I : Neurosciences et pédagogie : quelle utilité pour l'enseignant?



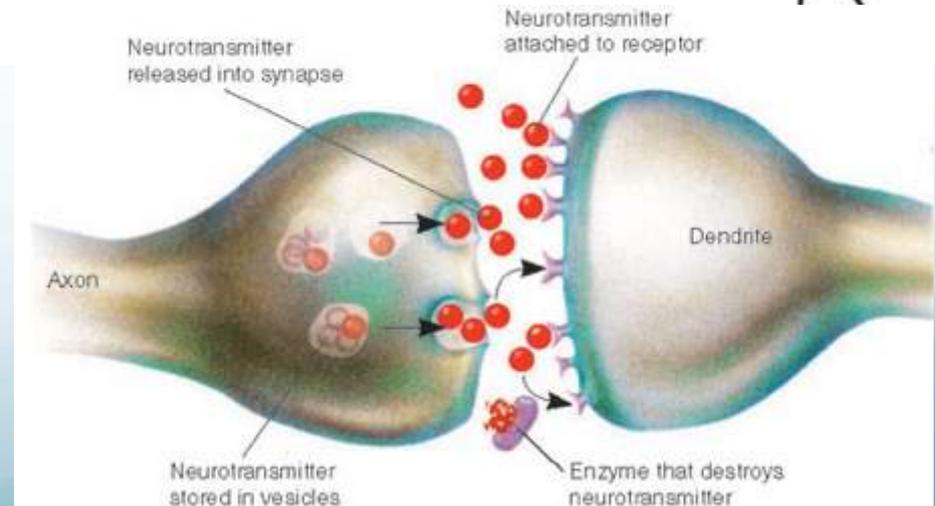
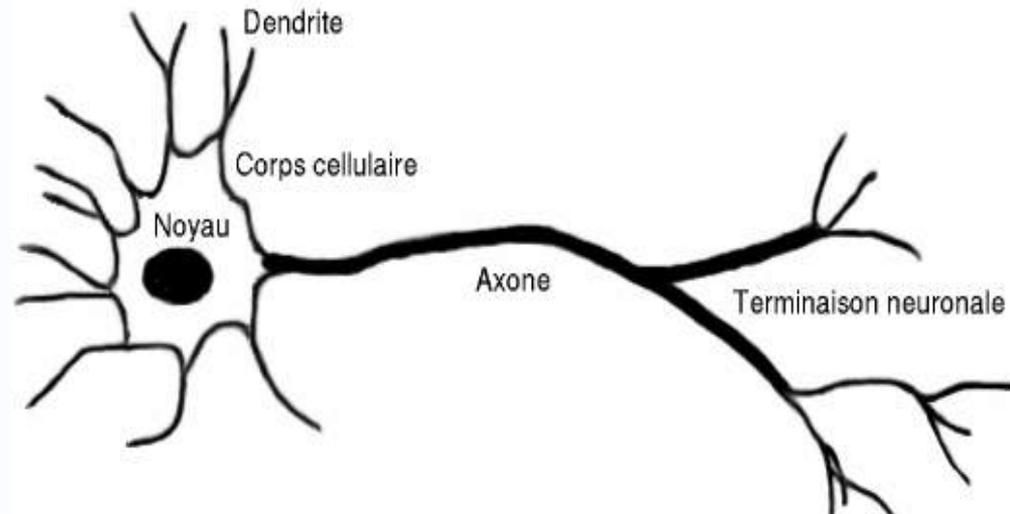
Apprendre  
exploite une  
propriété du  
cerveau : la  
plasticité

# Une propriété fondamentale du cerveau en développement : la plasticité

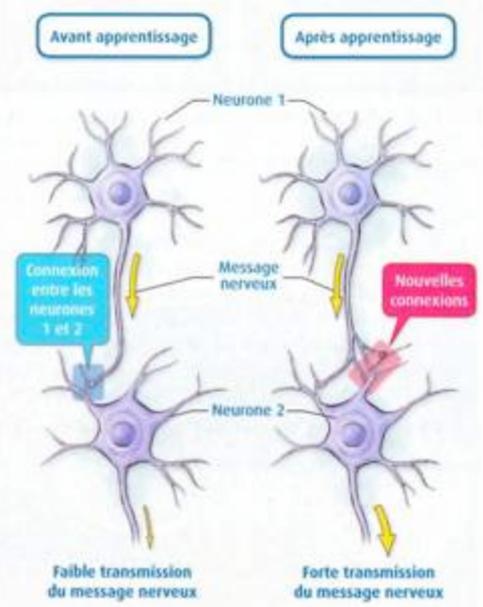
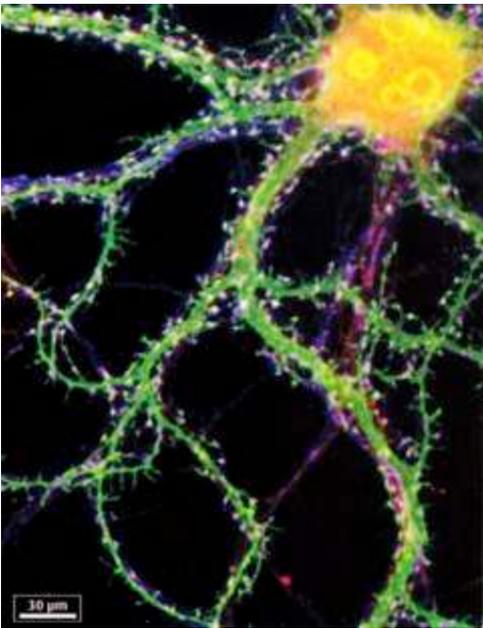
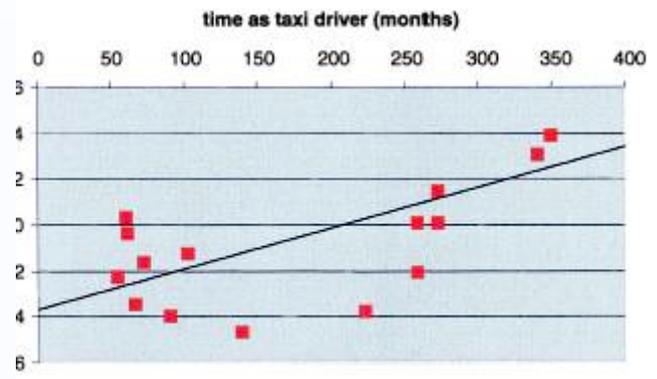
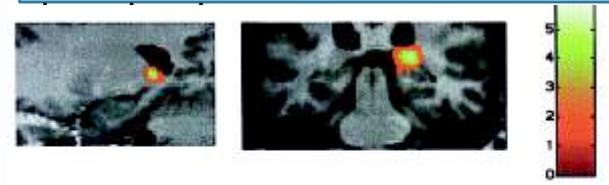
- C'est la capacité du cerveau à modifier sa structure et son fonctionnement au cours du temps
- Plusieurs acceptions :
  - Plasticité développementale : le cerveau se modifie avec l'âge
  - Plasticité-apprentissage : modifications en fonctions de la répétition d'un environnement/exercice de la fonction
  - Plasticité restauration : tendance à reconstruire ce qui a été détruit lésionnellement

# Qu'est-ce que la plasticité cérébrale?

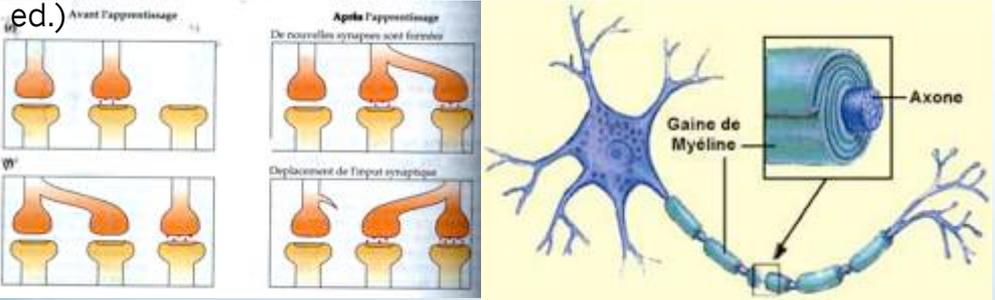
- Capacité du cerveau à remodeler ses connexions synaptiques (Hebb, 1949)
- Résulte de l'apprentissage, la mémoire et l'adaptation à des lésions cérébrales



# Zones de plus forte densité de pixels chez les chauffeurs de taxi



Chaque neurone du cortex établit environ 10 000 connexions synaptiques avec d'autres neurones (points blancs sur l'image de gauche). Lors d'un apprentissage de nouvelles synapses s'établissent entre les neurones du cortex et d'autres peuvent disparaître. Il en résulte une modification des réseaux neuronaux dans le cerveau, c'est la **plasticité cérébrale**. SVT 1ere S (Belin ed.)



# Juggling training in naive adults

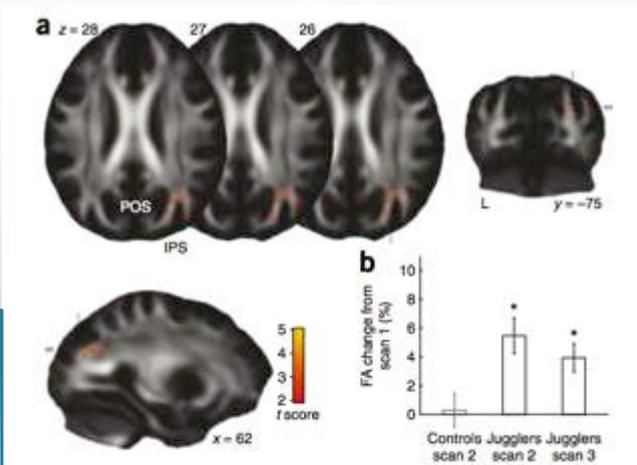
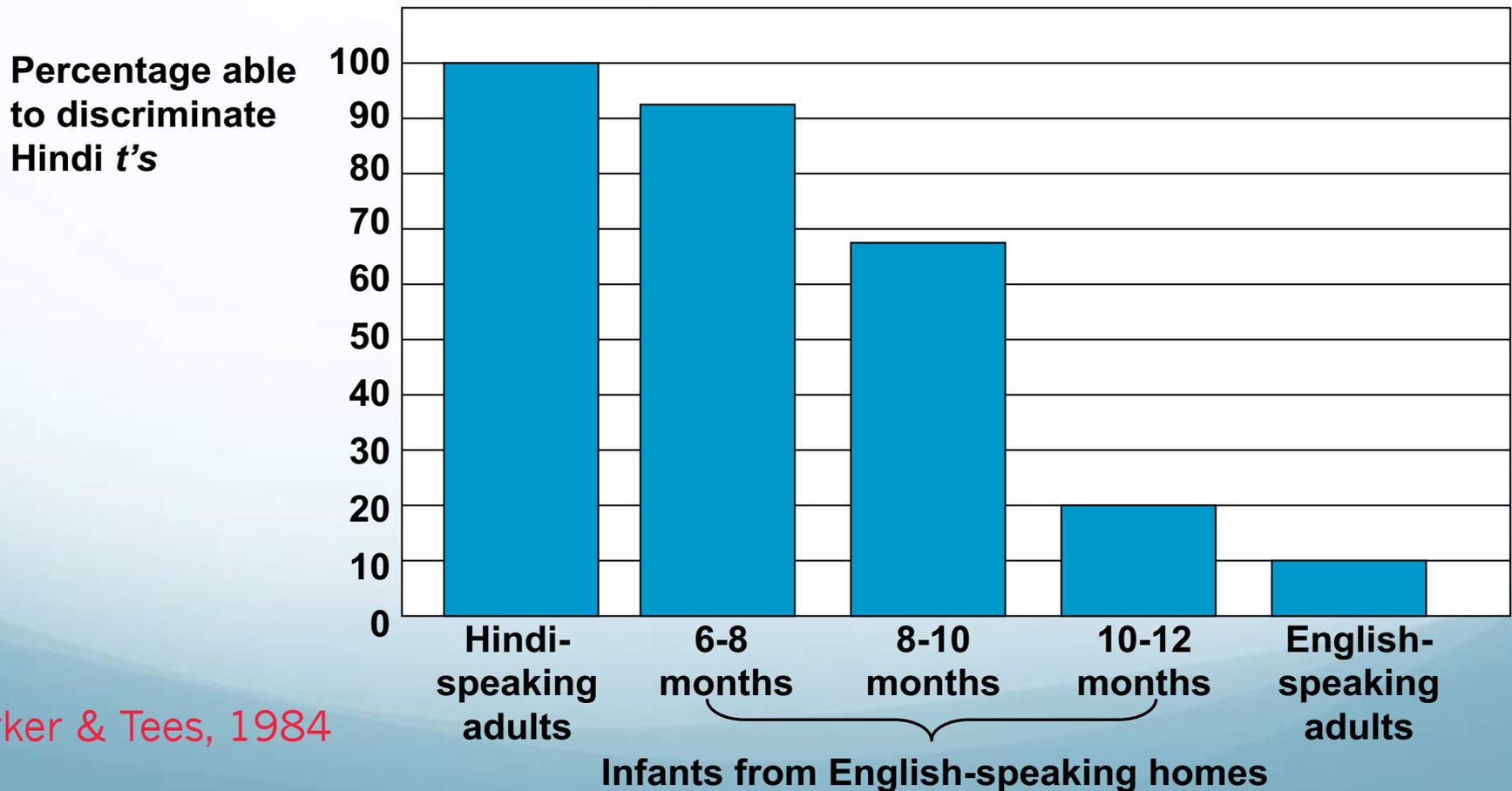
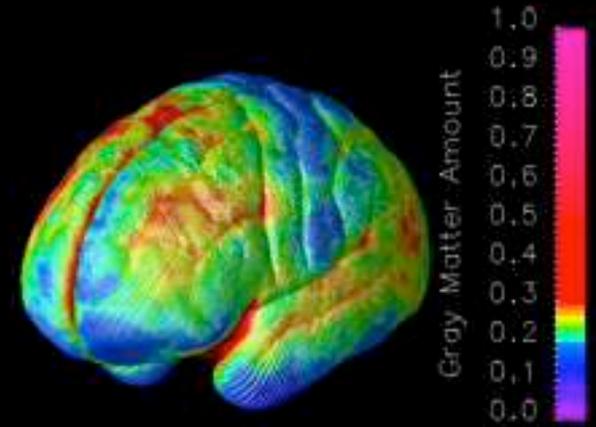
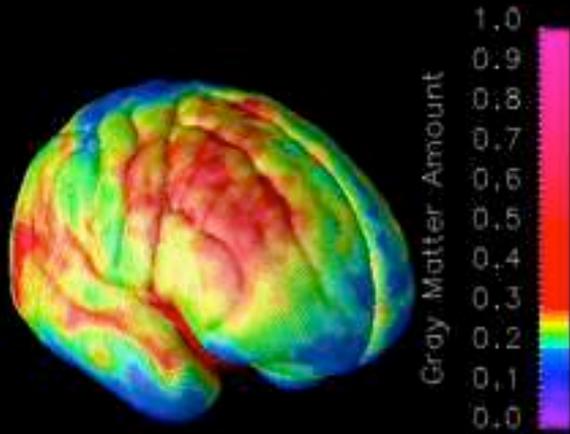


Figure 1 Fractional anisotropy increases after juggling training.

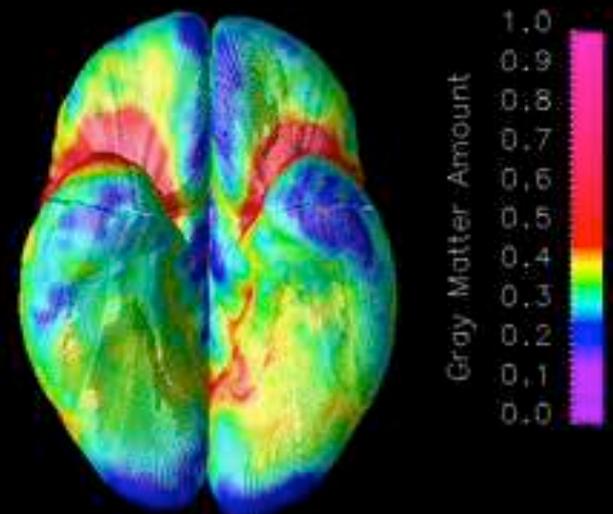
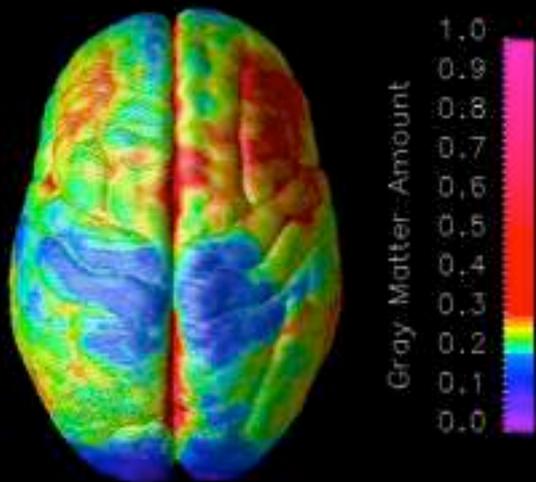
# Perception de la parole

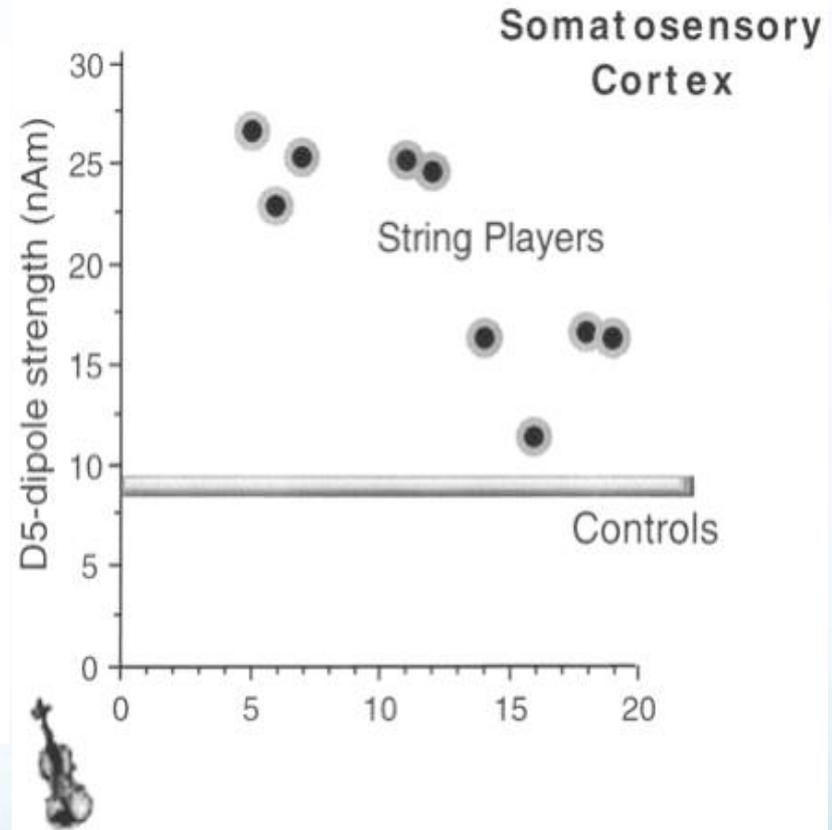
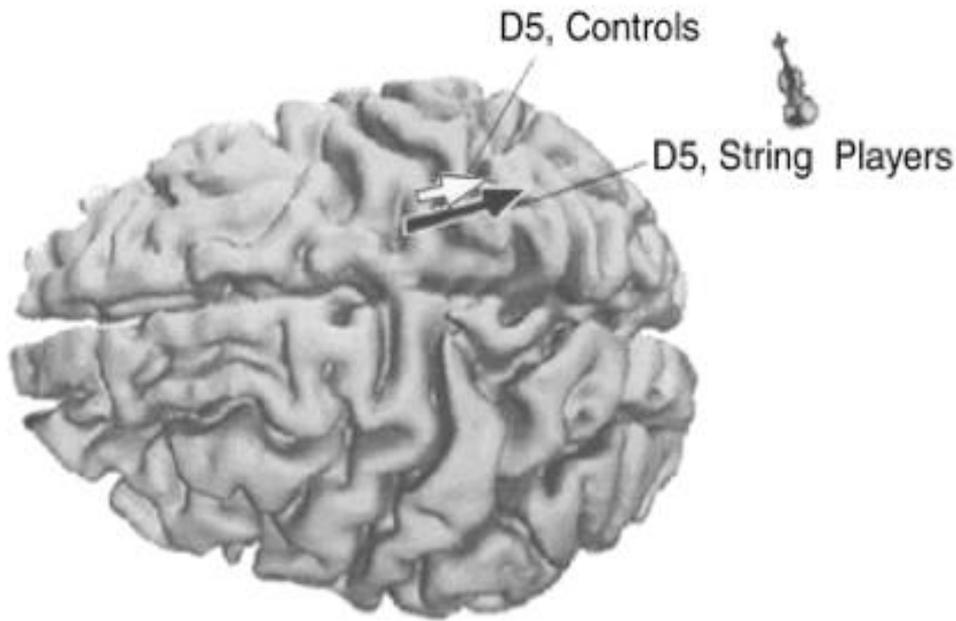
- Si les bébés sont capables de reconnaître tous les sons de parole dès la naissance, leurs capacités initiales précoces de discrimination de contrastes phonétiques “étrangers” déclinent entre 6 et 12 mois



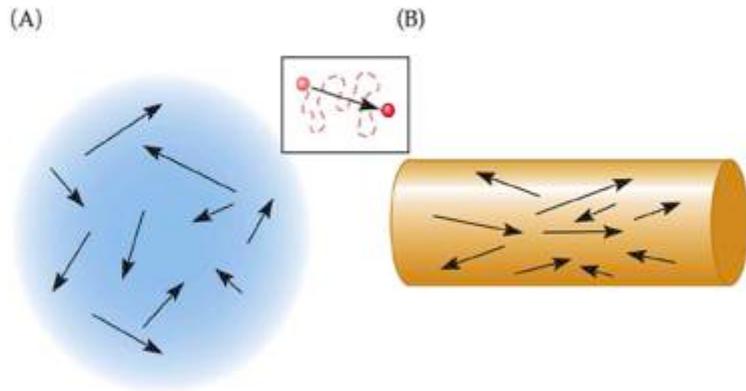


gray matter maturation over the cortical surface between ages 4 and 21 (Gogtay et al. /pnas, 2004)



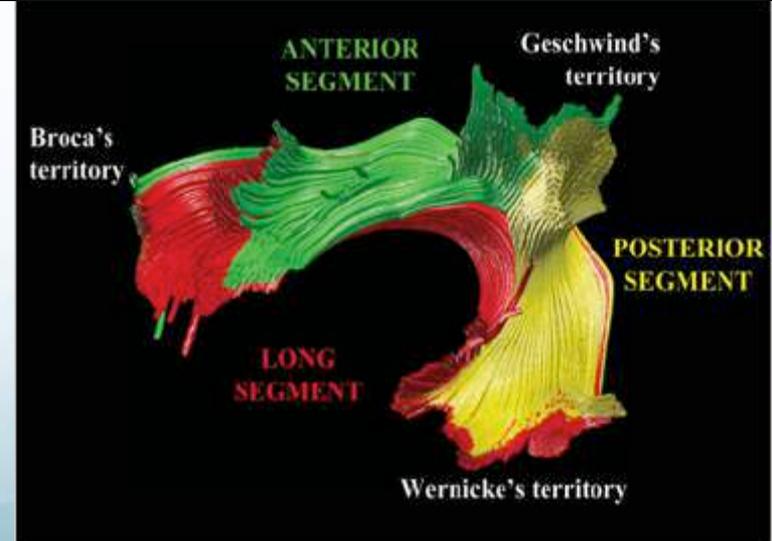
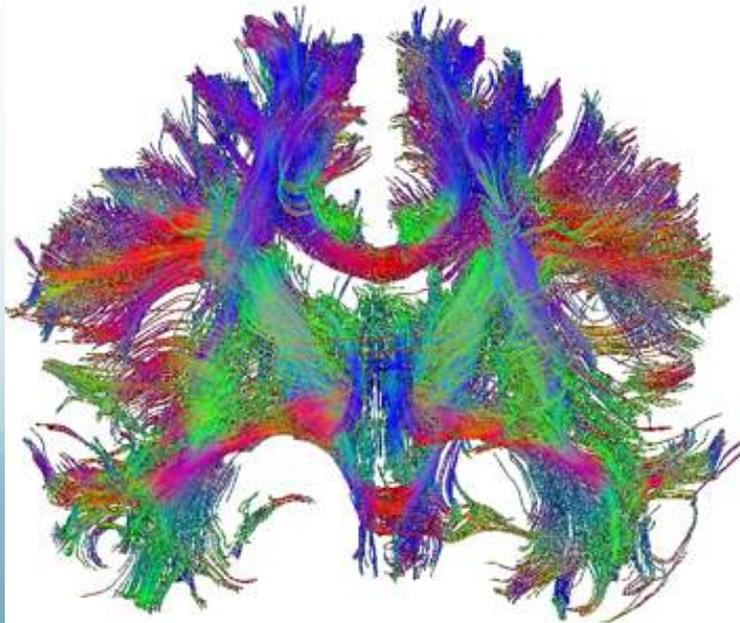


Left hand fifth finger in string instrument players (MEG study, Elbert et al., 1998).  
Larger dipole in right somatosensory area. Effect of learning age.



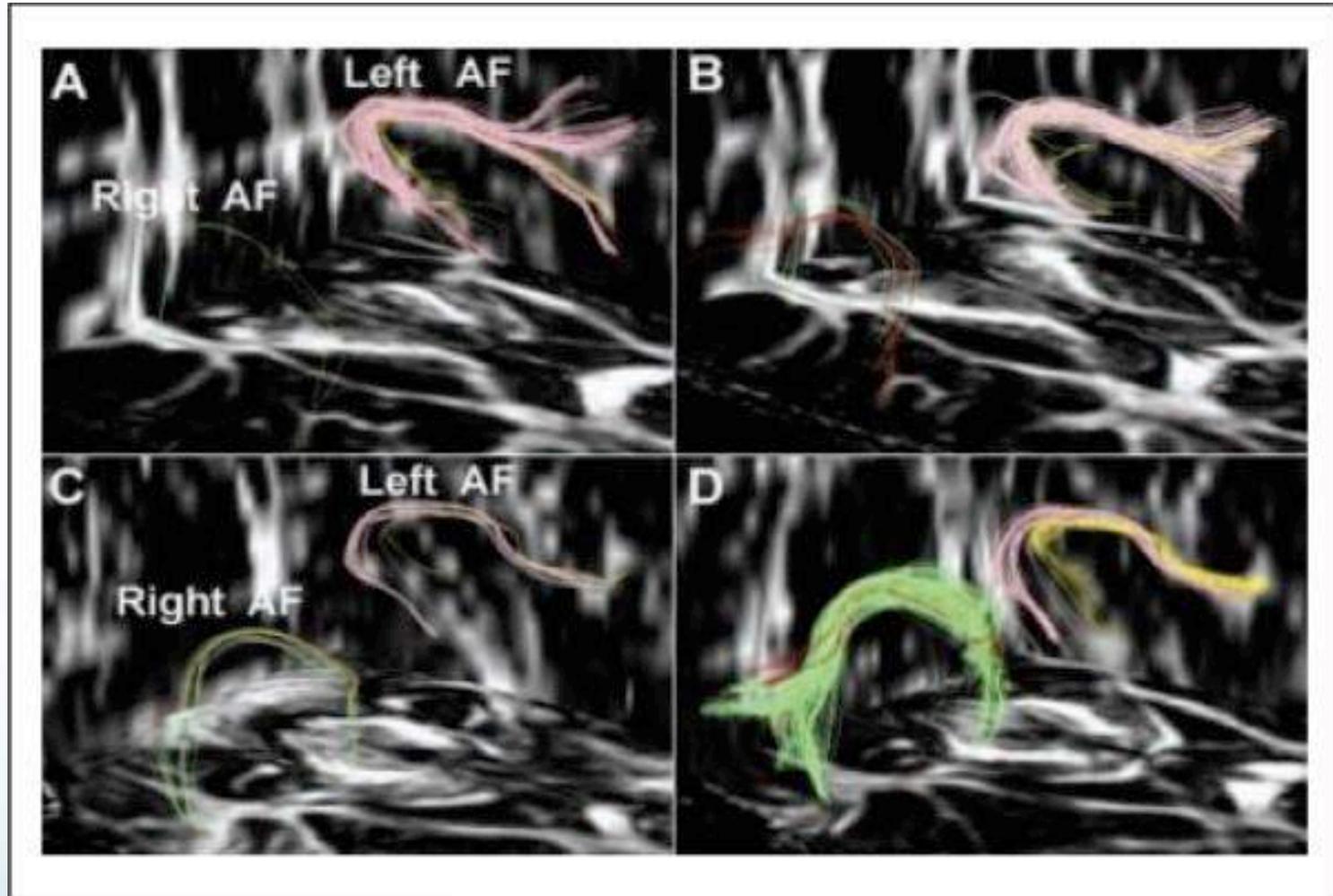
FUNCTIONAL MAGNETIC RESONANCE IMAGING Figure 5.18 © 2004 Elsevier Academic, Inc.

Diffusion tensor imaging (D.T.I.)



Fasciculus arcuatus

8-year-old child without instrumental music training scanned twice (A and B) 2 years apart



8-year-old child before (C) and 2 years after (D) instrumental music training involving a string instrument.

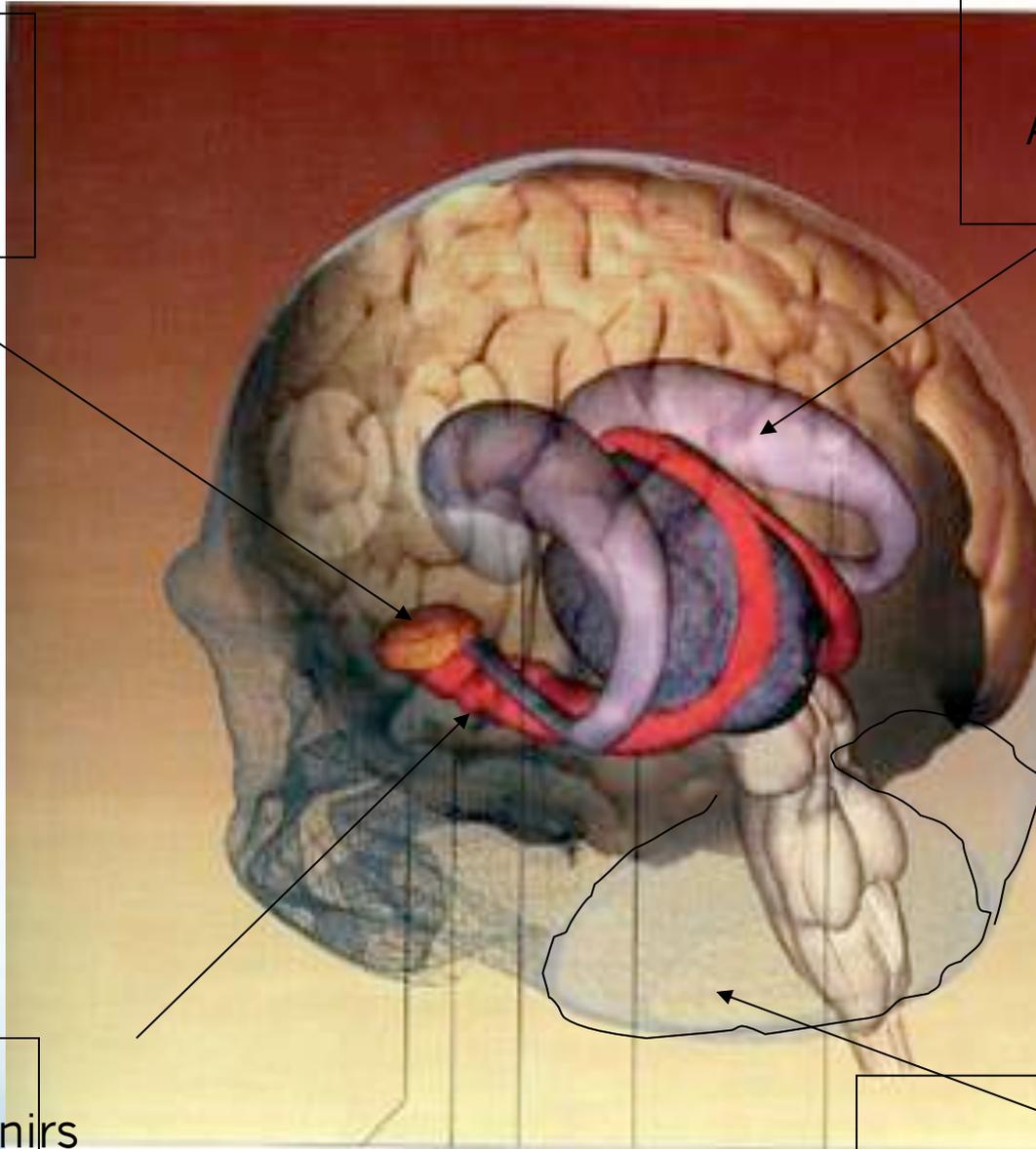
Le faisceau arqué est sculpté par l'apprentissage d'un instrument



# Cerveau et mémoire(s)

L'amygdala :  
La « rencontre  
des souvenirs et  
du désir »

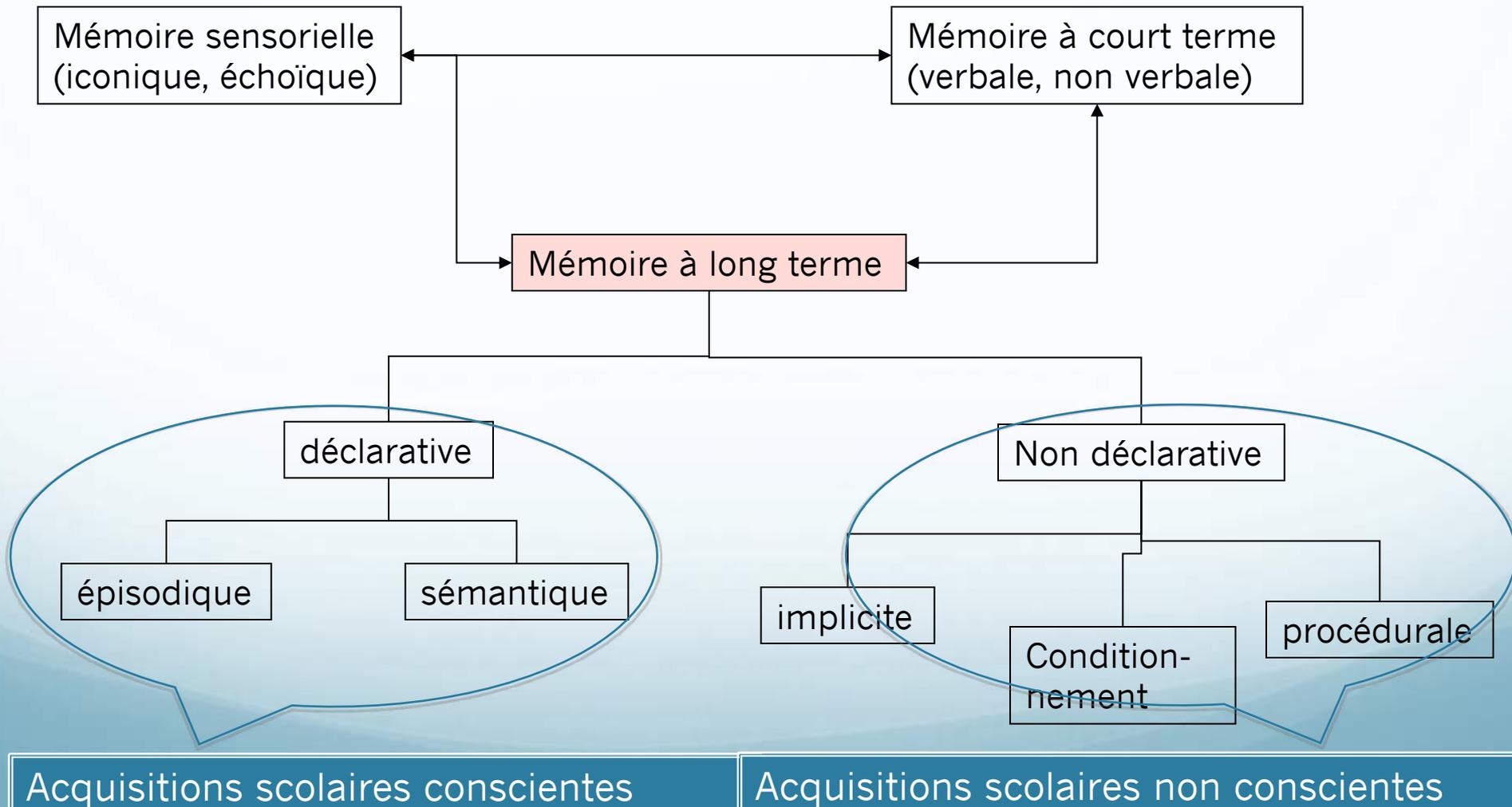
Le striatum  
(ganglions de la  
base)  
Apprentissage avec  
renforcement



L'hippocampe:  
Former des souvenirs  
(et les consolider)

Le cervelet :  
automatisation et  
apprentissage  
« supervisé »

# Mémoires : des modules séparables



# Mémoire procédurale

- Elle permet l'acquisition et l'amélioration progressive des performances motrices ou cognitives.
- Conduire sa voiture ou manger sans devoir être totalement concentré sur ces tâches...
- La mémoire procédurale est inconsciente, non pas au sens freudien de souvenir refoulé, mais parce qu'elle est constituée d'automatismes sensorimoteurs si bien intégrés que nous n'en avons plus conscience.
- L'apprentissage y est laborieux, long, mais durable (contrairement aux apprentissages scolaires « classiques »: rapides, parfois sans effort, souvent fugaces)



Les deux piliers  
de  
l'apprentissage :  
attention et  
motivation

# Les deux piliers de l'apprentissage : (1) attention



L'attention est une fonction de notre cerveau!

Plusieurs types d'attention sont nécessaires pour apprendre :

- **l'attention sélective** : sélectionne les informations pertinentes parmi les non pertinentes, écarte les distracteurs ;
- **l'attention soutenue** : permet de maintenir l'attention sur un temps long, elle est fatigante cognitivement et nécessite des pauses ;
- **l'attention divisée** : est nécessaire pour traiter deux informations simultanément, elle est aussi fatigante. L'attention divisée est sollicitée dans les situations de double tâche. Pour qu'elle puisse fonctionner relativement bien, il faut que l'une des deux tâches soit automatisée.

Enfin, il faut pouvoir passer rapidement d'une attention à une autre ou d'un point d'attention à un autre, grâce à la **flexibilité attentionnelle**

## Flexibilité attentionnelle

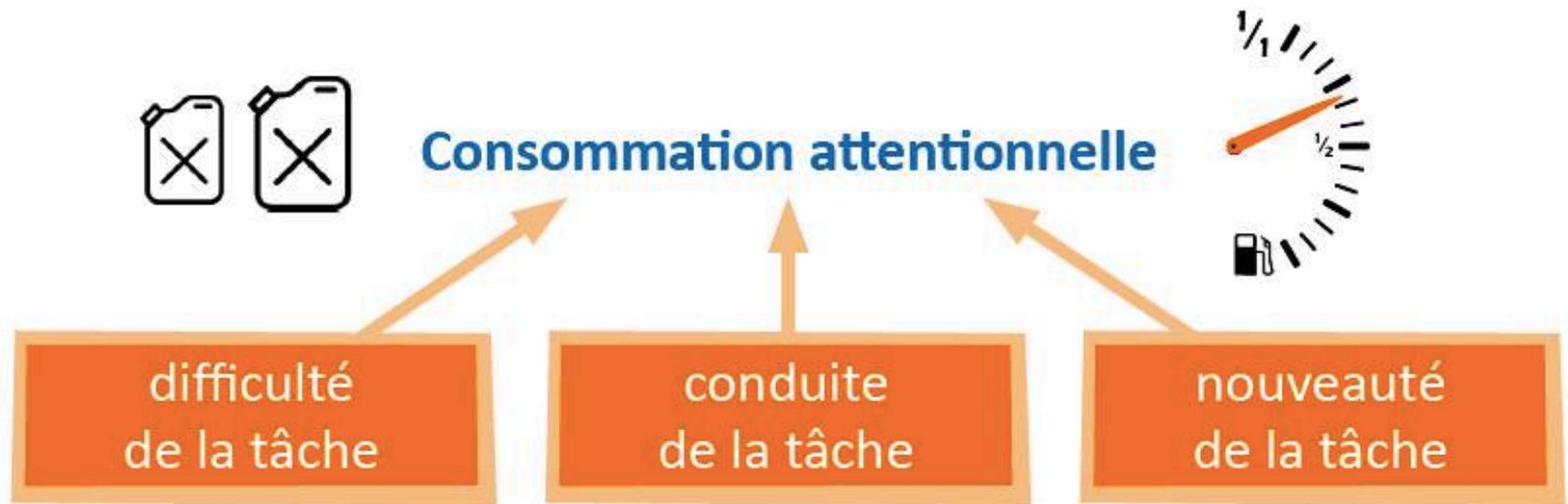
*changer*

Attention sélective  
*sélectionner*

Attention soutenue  
*maintenir*

Attention divisée  
*partager*

# Notion de ressources attentionnelles



Chacun a son propre « jerrican » attentionnel dont la taille peut varier et qui peut avoir des fuites en cours de route.

Suivant les tâches à accomplir, la consommation varie, il faut aller plus ou moins souvent faire le plein (pause attentionnelle) pour le remplir.

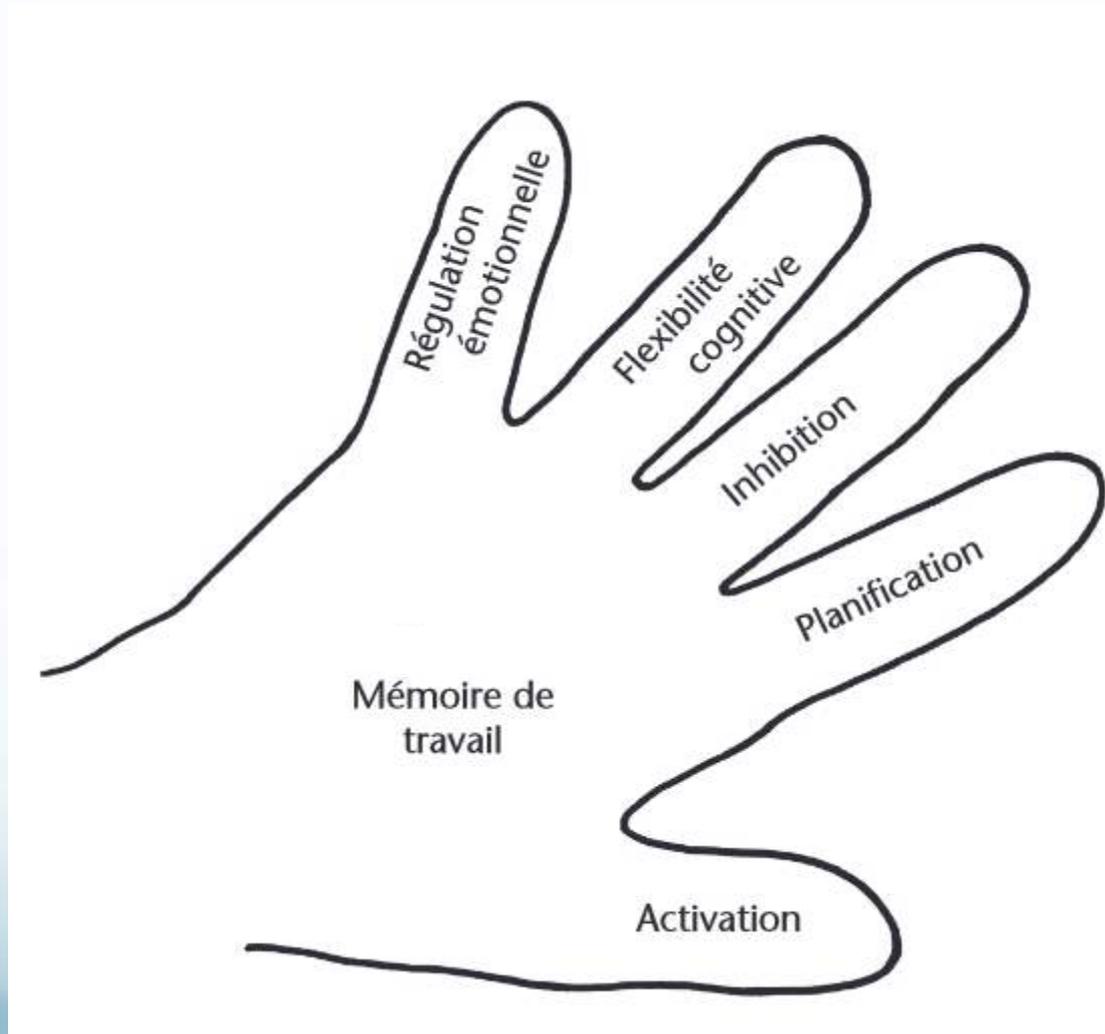
# Notion de contrôle exécutif

- Après 3 ans, durant la période pré-scolaire, l'enfant développe des capacités d'inhibition qui lui permettent de résister aux interférences, de contrôler les parasitages de l'action
- Cela a été démontré par des épreuves de type « Stroop adapté » (dire « nuit » devant l'image du soleil et « jour » devant l'image de la lune) ou encore de type go/no-go (donner une réponse pour un type de stimulus et ne pas donner de réponse pour un autre type de stimulus).
- Le même mécanisme permet de résister aux automatismes, aux distracteurs extérieurs, et aux impulsions liées à la réaction à un stimulus interne ou externe

# Vers une conception plus large de l'attention:

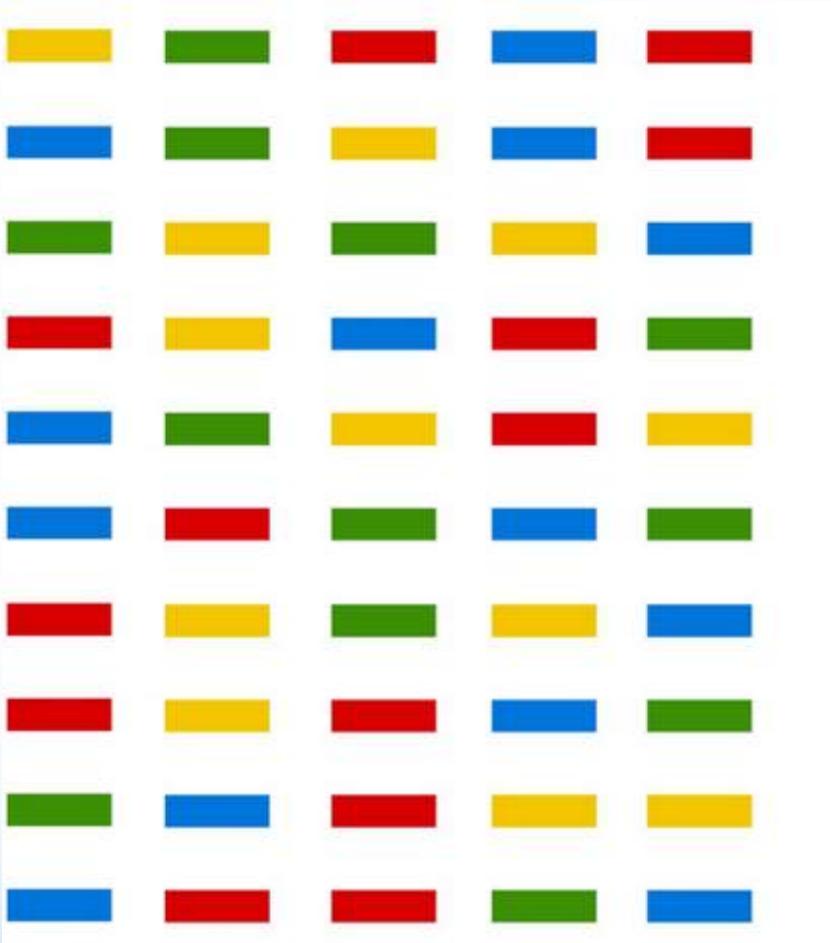
- Attention = système neuronal de ressource à capacité limitée capable
  - de réagir instantanément à un stimulus externe (ou interne) possédant une valeur **signifiante** pour l'individu (réactivité)
  - de sélectionner parmi les stimuli possibles (externes ou internes) les plus **pertinents** (sélectivité)
  - d'abandonner une routine pour une autre plus **pertinente** dans la tâche en cours (flexibilité)
  - distribuer les ressources cognitives et énergétiques à différentes tâches mentales en fonction des **besoins** du moment (partage/division)
- Attention : indissociable de la notion d'inhibition
  - Concerne le contrôles des comportements, des impulsions, de la distraction
  - Composantes :
    - contrôler sa disponibilité mentale
    - Réfléchir avant d'agir
    - S'auto-surveiller pour éviter le pièges : contrôler les comportements automatisés
    - Rester attentif et résister aux distractions

# FONCTIONS EXÉCUTIVES



Les fonctions exécutives	Les caractéristiques 
L'activation	Maintien du niveau d'activité nécessaire à une exécution réussie
L'inhibition de l'impulsivité	Concerne le contrôle du comportement, de la distraction et des impulsions
La flexibilité cognitive	L'ajustement aux exigences et aux contraintes de la situation ou de la tâche, au choix des stratégies à mettre en œuvre pour résoudre un problème et à la capacité de penser de façon divergente.
L'organisation/ planification	L'habileté à gérer des tâches actuelles et futures, à gérer la dimension temporelle des événements et à établir des liens entre les connaissances
La mémoire de travail	La capacité de retenir momentanément l'information et de la traiter dans le but de compléter une tâche en cours.
La régulation émotionnelle	Inclut des processus d'évaluation, d'« auto surveillance» et de modification des réactions émotionnelles, qui visent la poursuite d'objectifs

Nommer la couleur de l'encre:



Nommer la couleur de l'encre:

BLEU	JAUNE	BLEU	ROUGE	BLEU
VERT	JAUNE	ROUGE	VERT	JAUNE
VERT	ROUGE	VERT	JAUNE	JAUNE
JAUNE	ROUGE	JAUNE	VERT	BLEU
BLEU	ROUGE	JAUNE	JAUNE	VERT
ROUGE	BLEU	VERT	JAUNE	VERT
ROUGE	JAUNE	BLEU	ROUGE	VERT
BLEU	VERT	JAUNE	JAUNE	JAUNE
BLEU	ROUGE	ROUGE	JAUNE	ROUGE
VERT	BLEU	ROUGE	VERT	BLEU

# INHIBITION

- La capacité à contrôler ou bloquer les informations, les habitudes, les stratégies, les intuitions (automatiques)
- Inhibition :
  1. Sensorielle : résister aux distracteurs (informations non pertinentes)
  2. Motrice : bloquer des réactions inadaptées
  3. Emotionnelle : contrôle des émotions



# Mémoire de travail

Le concept théorique de mémoire de travail suppose qu'un système à capacité limitée, qui maintient et stocke des infos temporairement, soutient les processus de la pensée humaine en fournissant une interface entre:

- **perception,**
- **mémoire à long terme**
- **action.**

# Modèle à composantes multiples (Baddeley, 1986)

**Administrateur Central amodal**  
**Système de contrôle à capacité attentionnelle limitée**



**Boucle phonologique**  
Modalité auditivo-verbale  
Capacité de stockage limité

**Calepin visuo-spatial**  
Modalité visuo-spatiale  
Capacité de stockage limité

Les différentes composantes de la MDT jouent un rôle clé dans plusieurs activités quotidiennes:

- le raisonnement
- la compréhension du langage
- l'apprentissage de vocabulaire
- la lecture

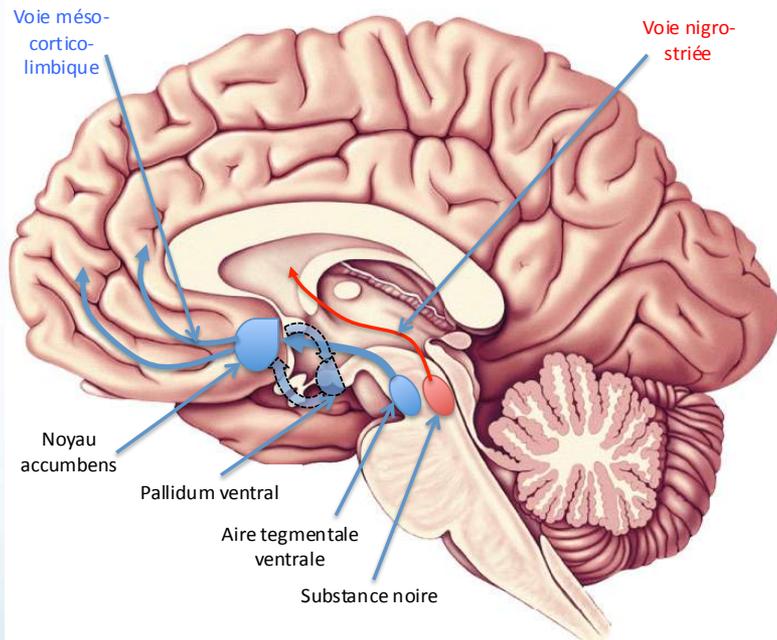
# Mémoire de travail

Lorsque peu développée, ce qu'on peut observer chez l'élève:

- Peut oublier les consignes verbales ou les tâches à exécuter dans un délai très court
- Perd le fil de ce qu'il est en train de faire
- Perd de vue son objectif
- Ne soutient pas son attention
- Ne termine pas son travail s'il n'est pas aidé
- Demande de répéter la consigne
- Raconte difficilement les événements de la journée ou de la semaine
- Se souvient peu de ses émotions
- Reproduit difficilement quelque temps plus tard ce qu'il savait déjà

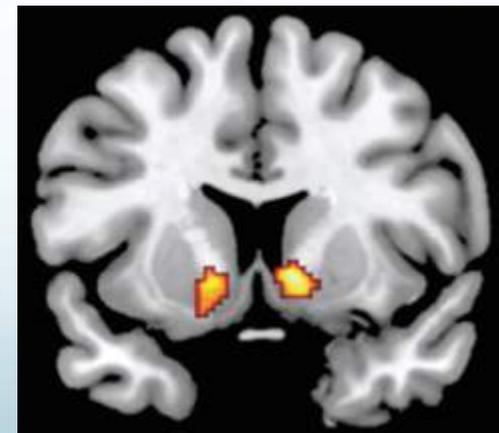
# Les deux piliers de l'apprentissage : (2) motivation

- La motivation est une autre fonction (séparée) de notre cerveau!



Le « système de la récompense »

La motivation humaine est soutenue par l'activité d'un circuit reliant diverses structures profondes du cerveau archaïque avec des zones corticales impliquées dans la régulation des émotions et des comportements (circuit limbique).



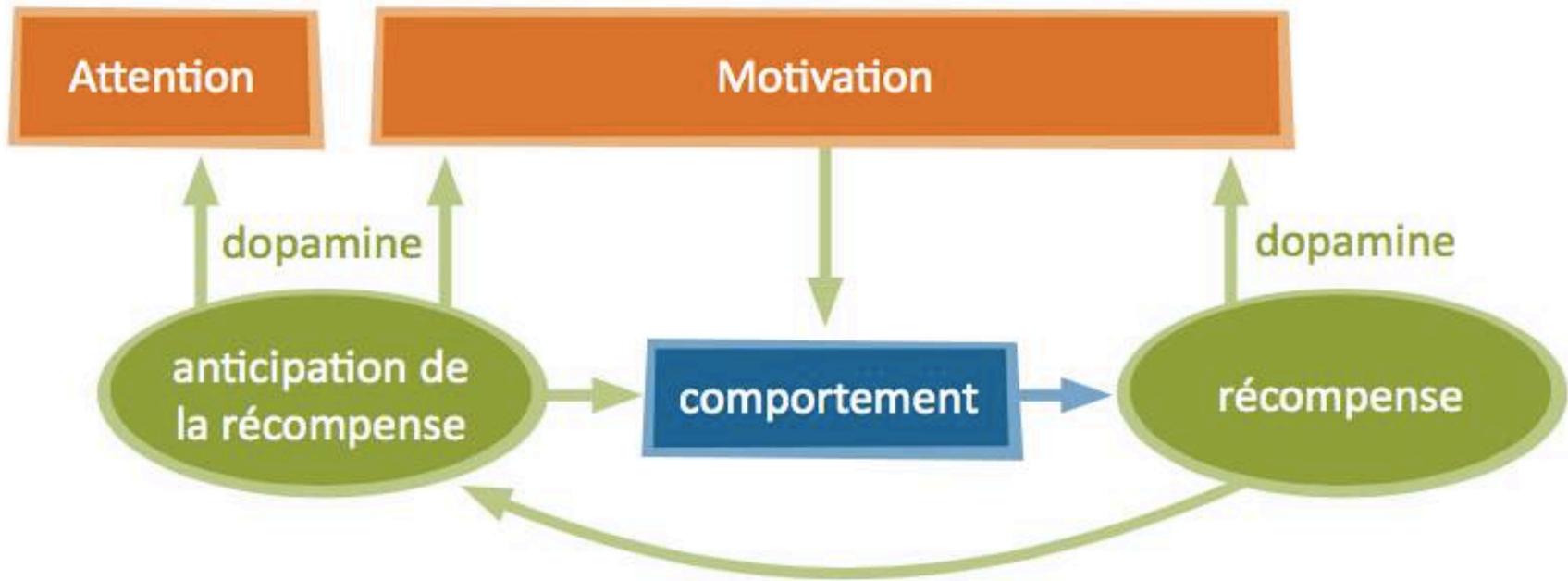
Noyau accumbens activé lors d'une tâche de gambling en IRM fonctionnelle

# Psychologie de la motivation

- **Motivation:** décrit les forces internes (envie) et/ou externes (récompense) qui, pour un comportement, produisent :
  - - le **déclenchement** : passer de l'inaction à l'action en se mobilisant intellectuellement ou physiquement ;
  - - la **direction** : se mobiliser dans un but précis
  - - l'**intensité** : se mobiliser intensément pour atteindre le but ;
  - - la **persistance** : se mobiliser longuement pour atteindre le but.

## De l'action

- L'exposition à des **échecs répétés** entraîne une résignation. Cette **résignation** a un effet négatif sur la **motivation**, la **cognition** et les **émotions**.

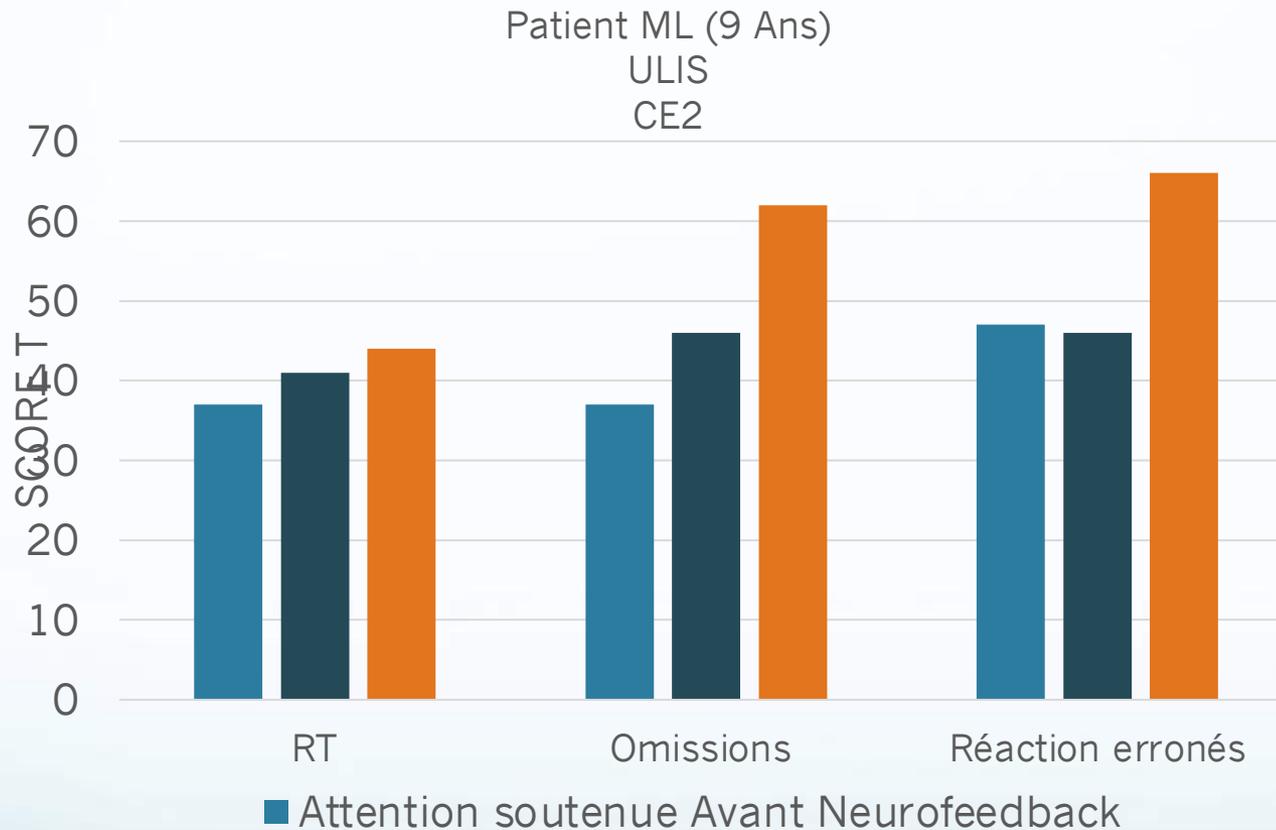


Pour renforcer la motivation, il est nécessaire d'éprouver un **sentiment d'efficacité personnelle**. Ce sentiment se construit à partir de différentes expériences :

- la **maîtrise** : exposition à des situations où l'élève réussit une activité ;
- la **comparaison sociale** : situation où l'élève obtient une réussite meilleure que ses pairs ;
- la **persuasion** : réception de retours positifs sur les compétences de l'élève par des personnes qu'il juge crédibles.

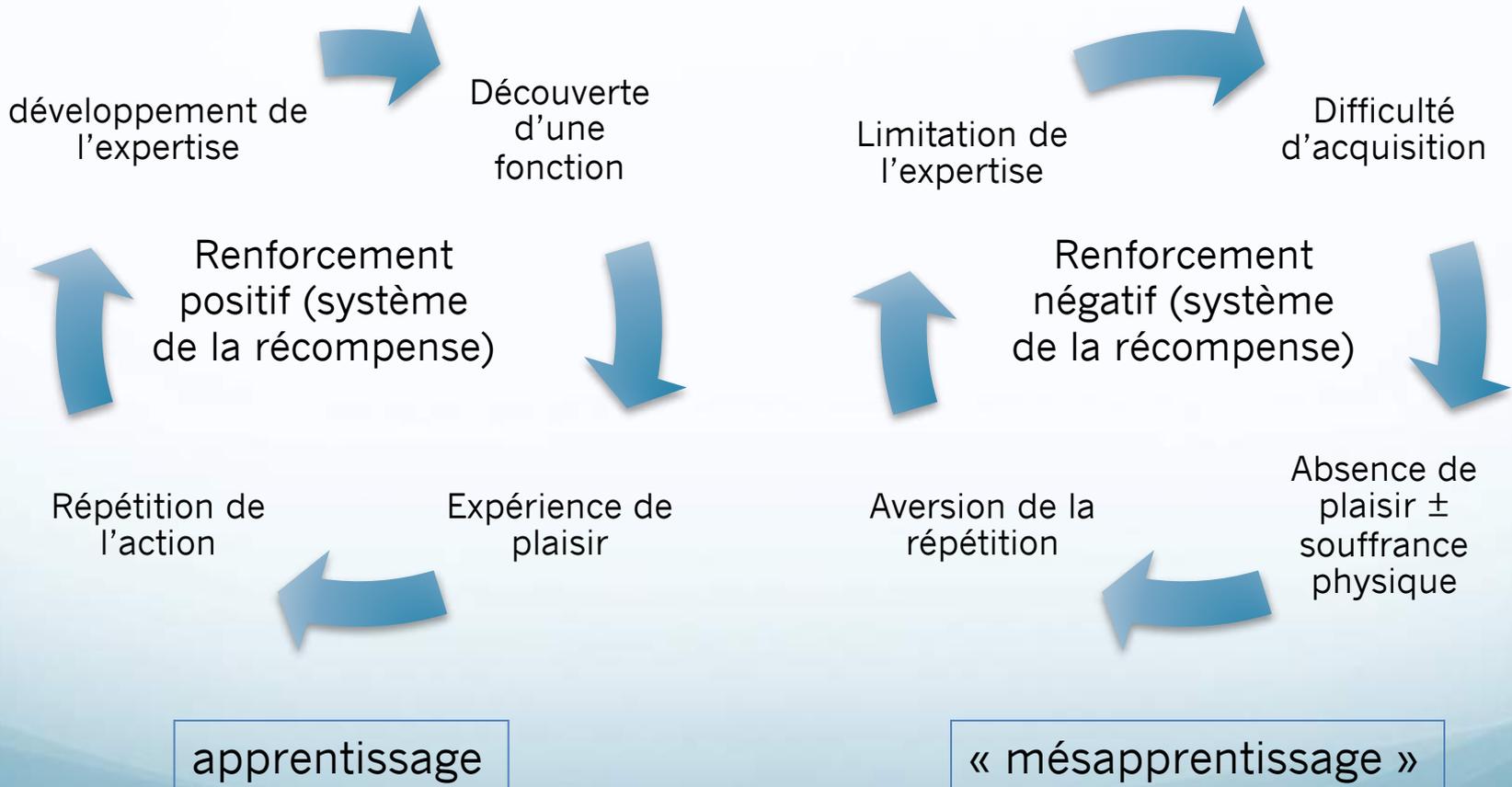
Les **émotions** peuvent avoir un effet positif ou négatif sur le sentiment d'efficacité personnelle.

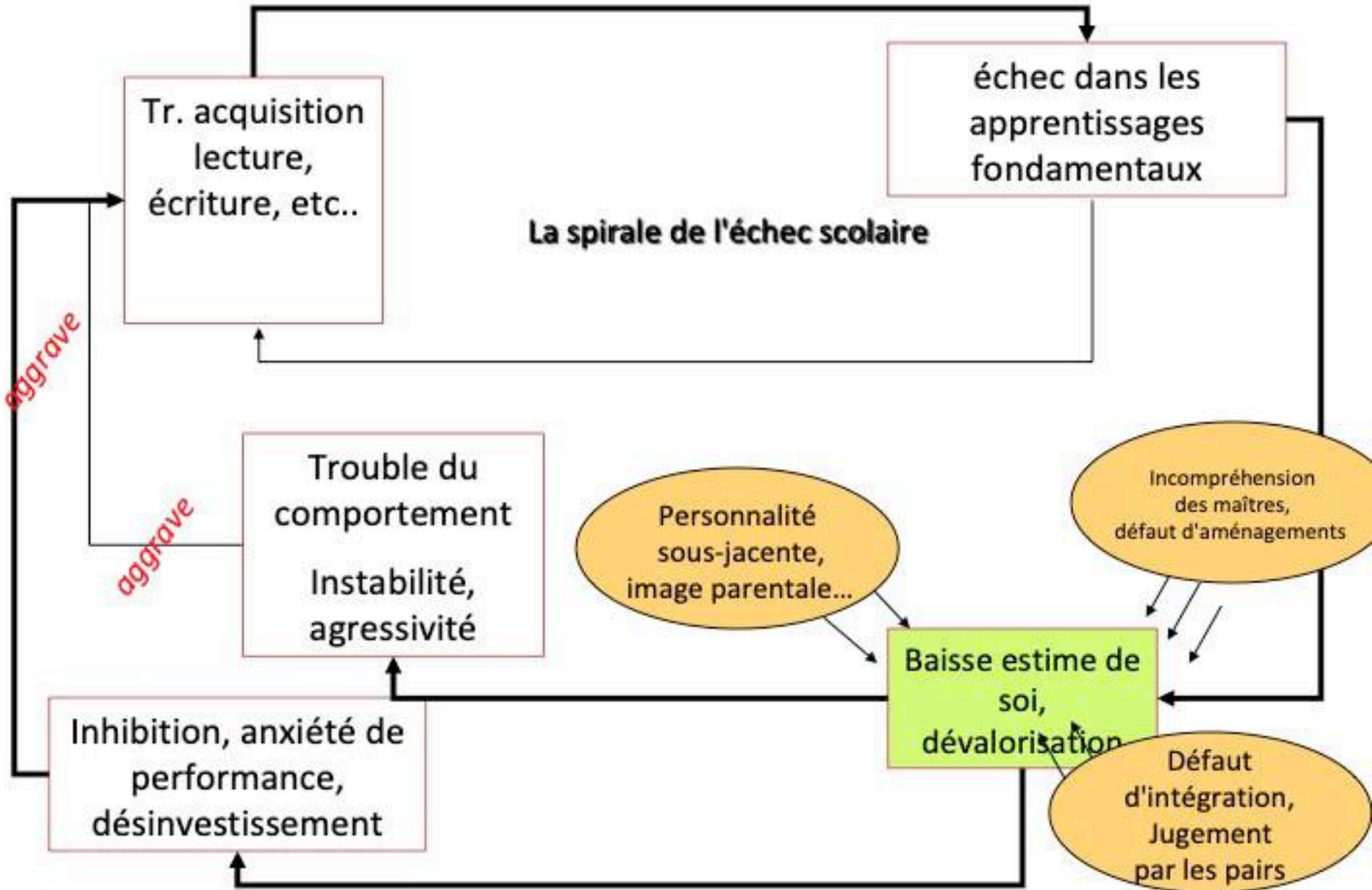
# Retest de l'attention 09/11/2020



Bleu foncé : Amélioration de l'attention soutenue après le neurofeedback  
Orange: Amélioration de l'attention soutenue après le Neurofeedback + récompense

# L'apprentissage : entre contrainte et plaisir = la motivation à apprendre







Ile partie : les troubles

# Un concept de base

- Le système cognitif de l'enfant apprenant est constitué de modules distincts étroitement interconnectés mais ayant des rôles spécifiques
  - Langage
  - Perception et cognition spatiale
  - Calcul
  - Écriture et motricité distale
  - Lecture
  - Attention
  - Mémoire ....
- Les troubles spécifiques d'apprentissages sont des troubles *neuro-développementaux* qui peuvent être la conséquence du mauvais fonctionnement d'un ou *plusieurs* de ces modules
- Ils épargnent l'intelligence générale mais peuvent altérer le raisonnement dans un ou plusieurs secteurs cognitifs
- Ils sont d'origine en grande partie génétique, mais peuvent se manifester de manière quantitativement différente selon diverses variables d'environnement : langue, culture, niveau socio-économique, etc...

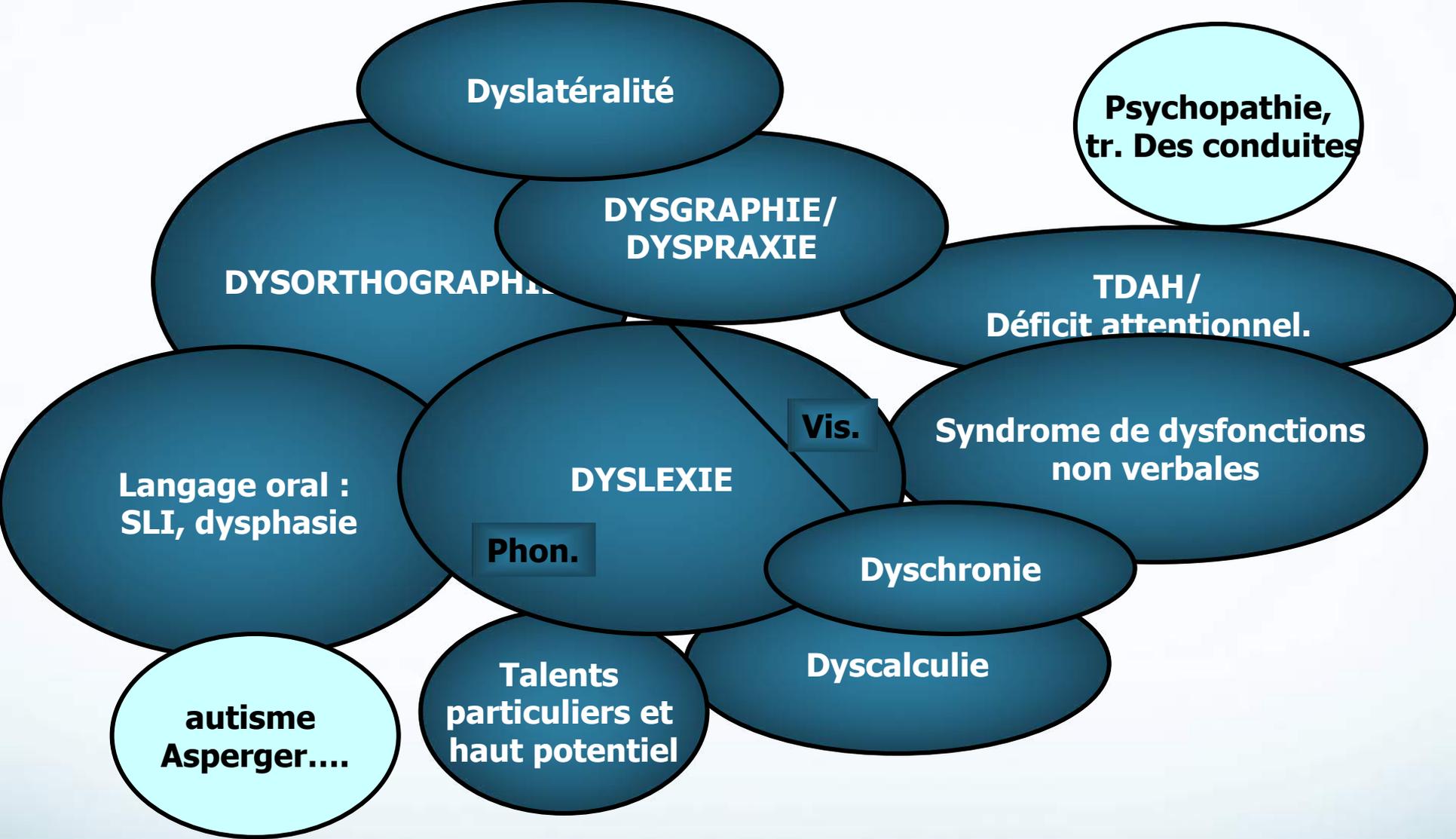
# Quelques notions à garder à l'esprit sur les troubles dys

- Caractéristique principale :
  - intelligence normale ou haute
  - profil cognitif hétérogène

→ **points faibles et points forts**

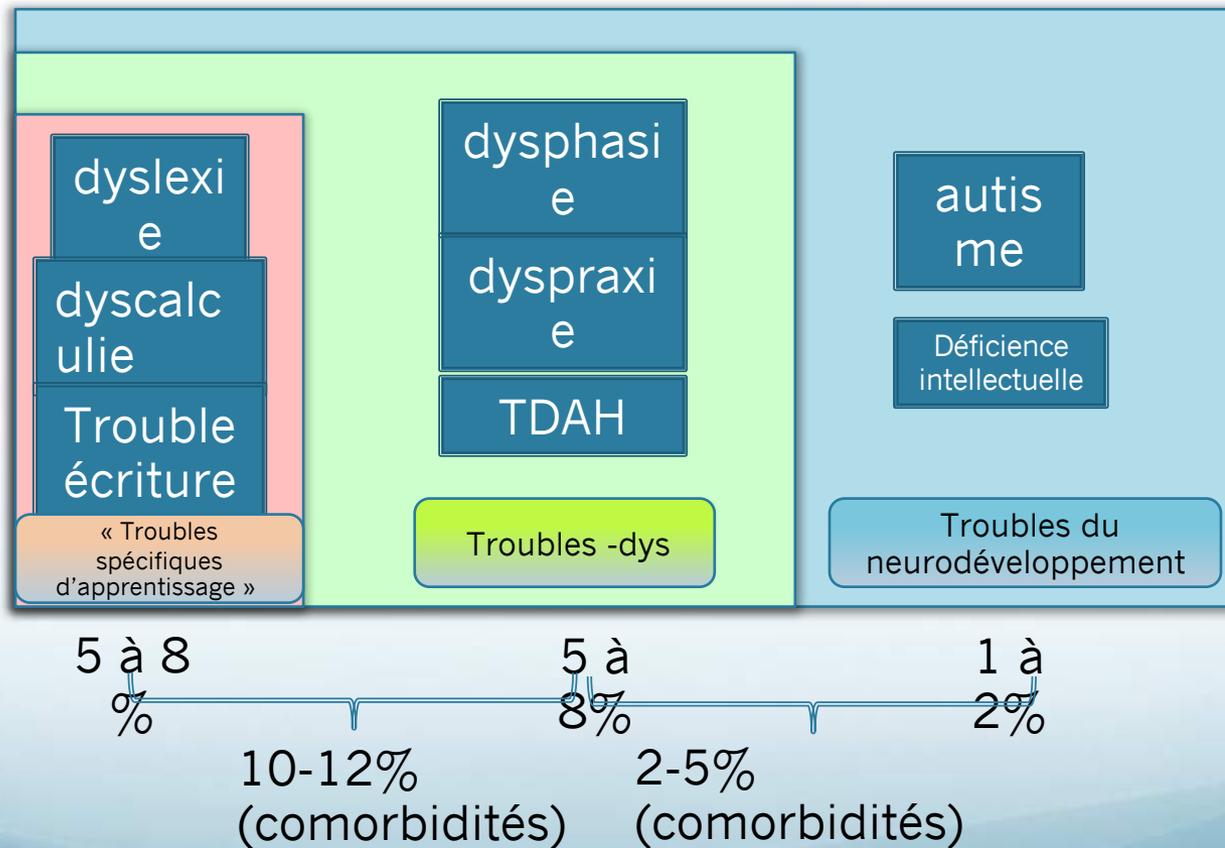
- Fragilité de l'estime de soi (universelle et entretenue par le sentiment d'échec)
- Nécessité d'adapter la pédagogie à la spécificité de chaque profil cognitif (si possible échange avec les rééducateurs)

→ **pas de recette toute faite**



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

# Le DSM5 et le trouble du neurodéveloppement



# Trois profils de "troubles dys"

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

Peuvent s'associer entre eux!

# Le profil 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 profil visuo-attentionnel

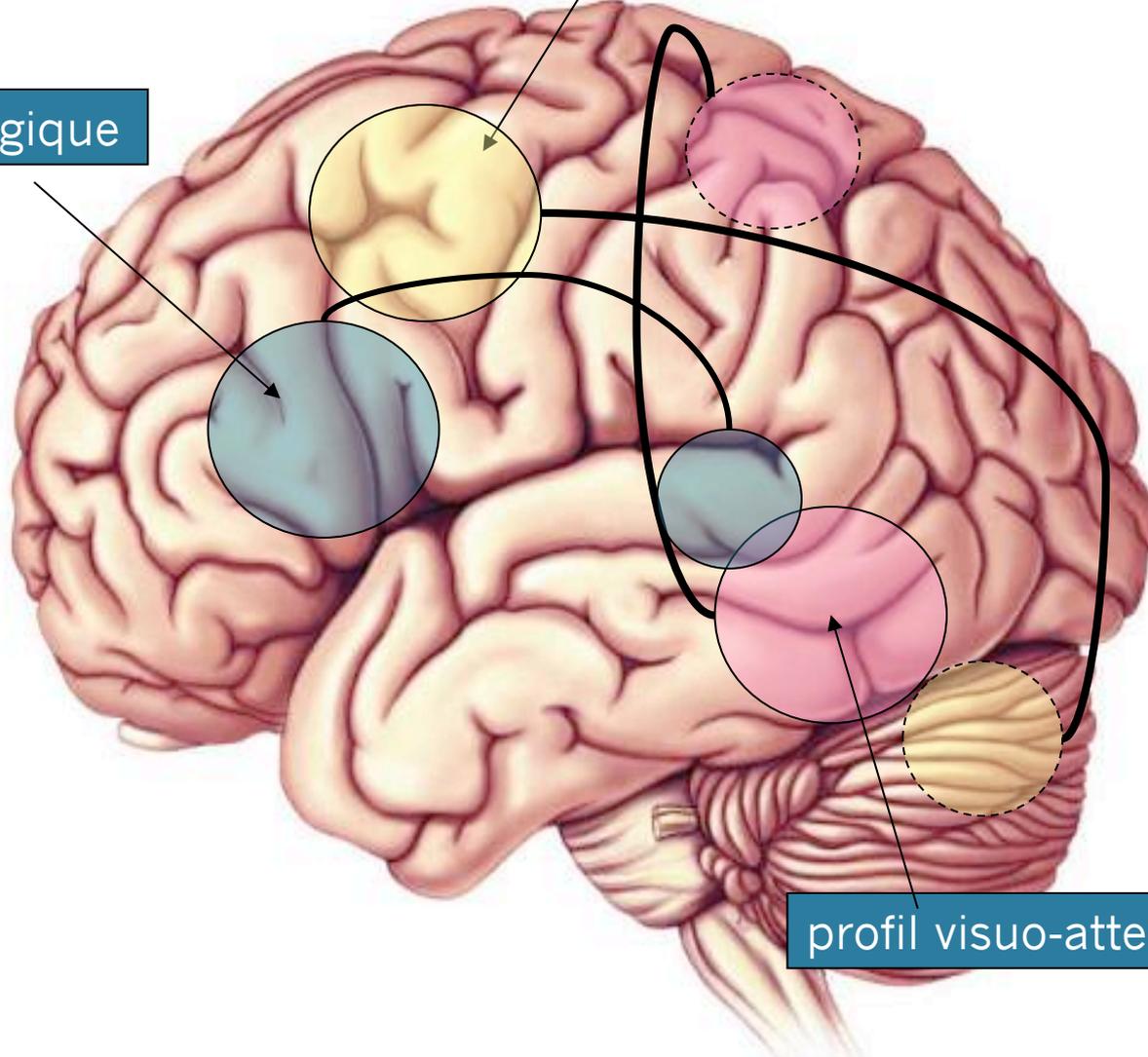
- La dyslexie : idem (incapacité à entrer dans la conversion)
- décodage exact mais lenteur ou paralexies dérivationnelles/sémantiques, substitution des "petits mots" (mots fonction), 2 types :
  - pas d'antécédents de trouble langage oral, conscience phonologique normale, trouble attentionnel aux tests, 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 profil 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 ↓↓

profil dyspraxique

profil phonologique

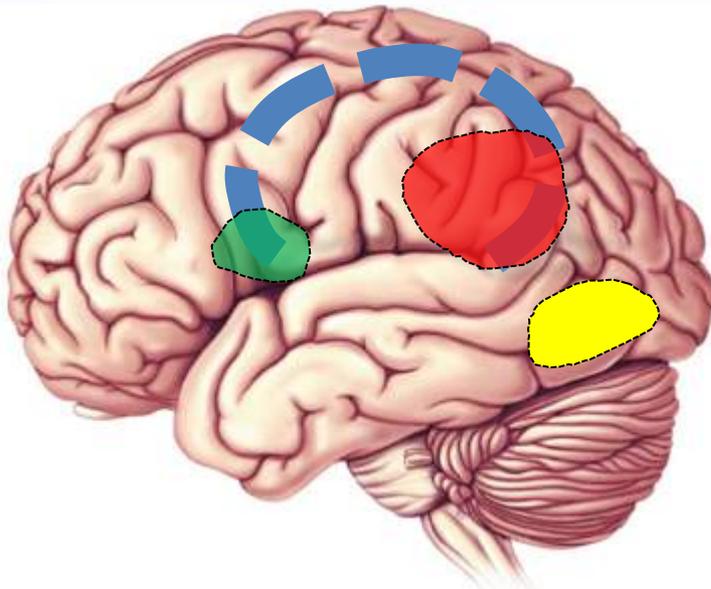


profil visuo-attentionnel

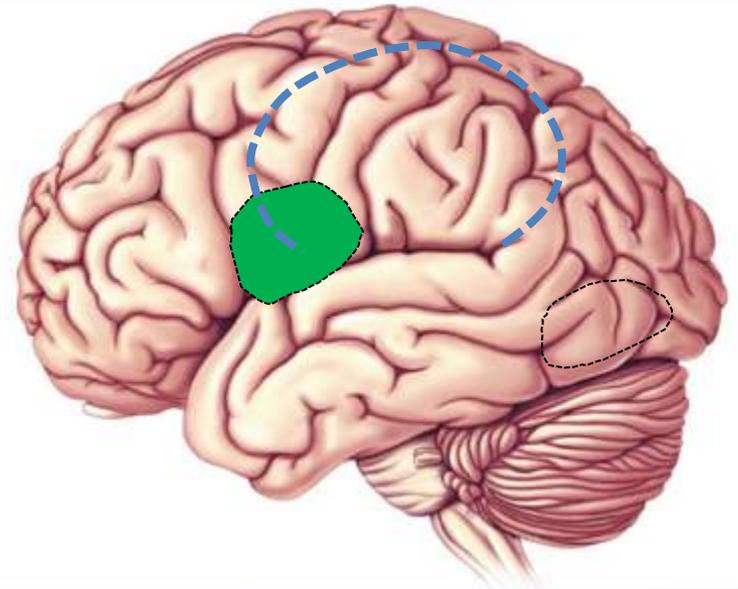
Substrat hypothétique des 3 principaux profils des troubles « dys »

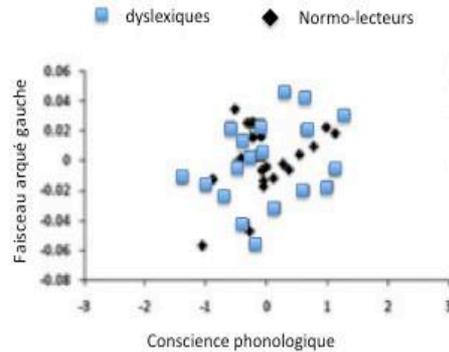
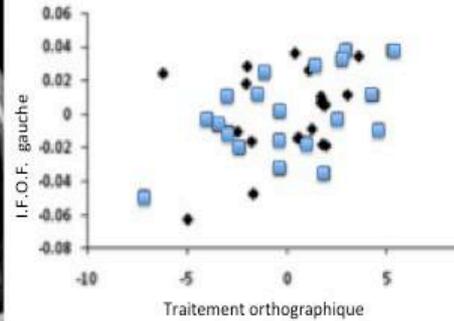
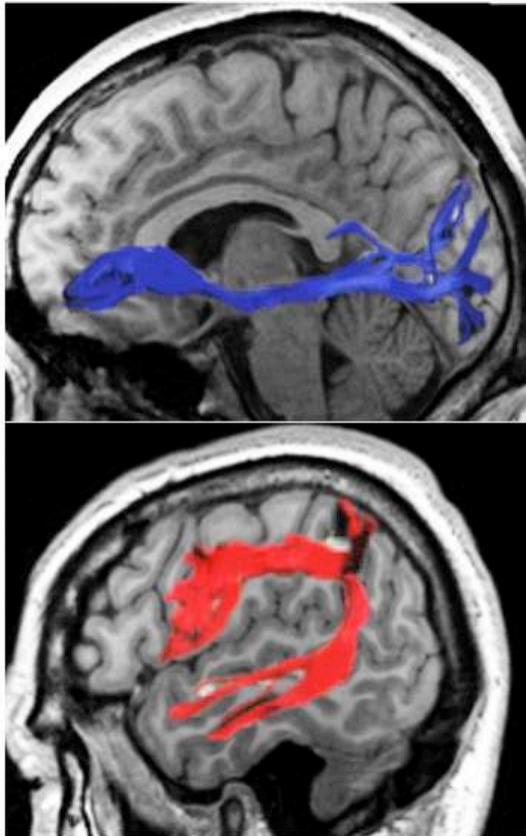
# Le cerveau du dyslexique : du déficit à la compensation

Cerveau « standard »



Cerveau dyslexique





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.

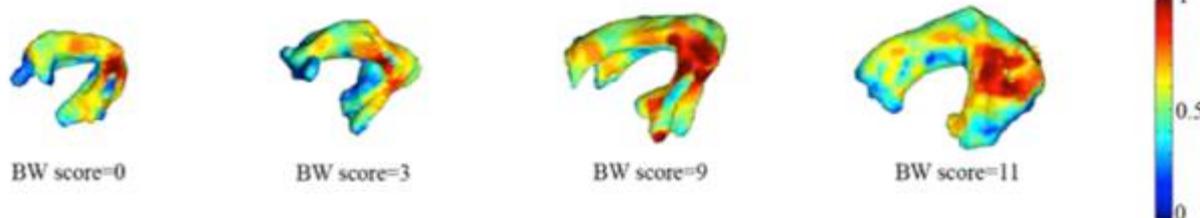
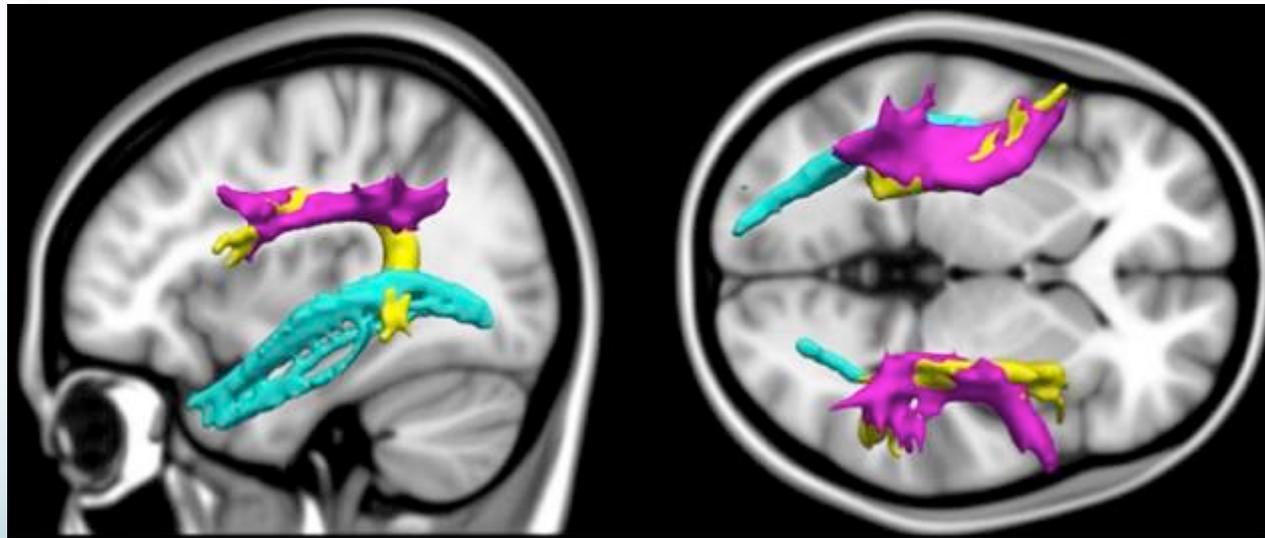
*D'après Vandermosten et al., 2012.*

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

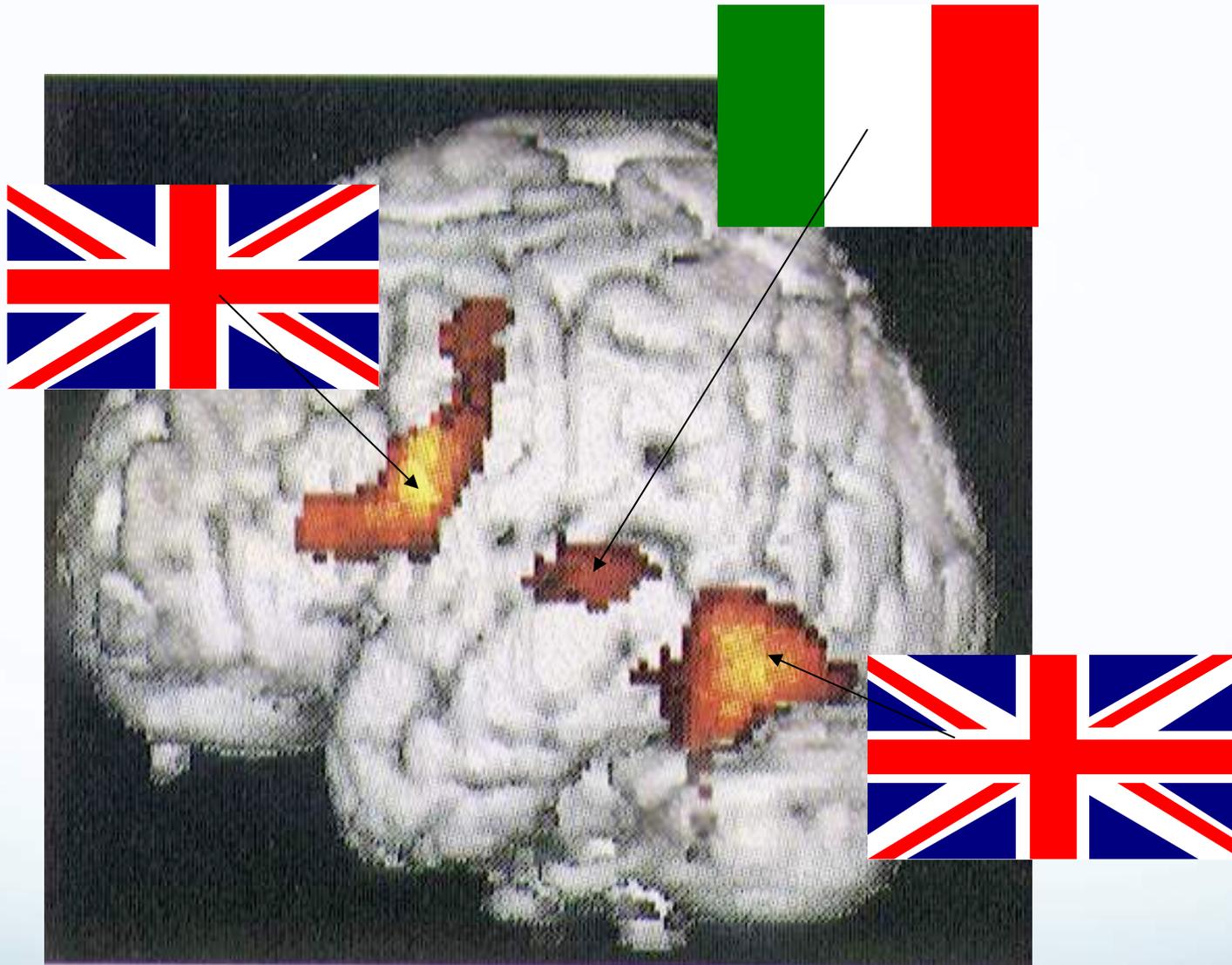


40 enfants de différents niveaux de capacités de conscience phonologique en première moitié de maternelle et 18 pré-lecteurs. Corrélation avec l'organisation (taille et anisotropie) du faisceau arqué dans les deux populations :  
→ les différences d'organisation du FA ne sont pas la conséquence de l'acquisition de la lecture.  
→ Pas de telle corrélation avec les autres faisceaux

Corrélation entre le score de conscience phonologique en maternelle et la morphologie du faisceau arqué (volume et anisotropie)

# 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.



Paulesu et al. (2000)  
A cultural effect on brain function

TRANSPARENT

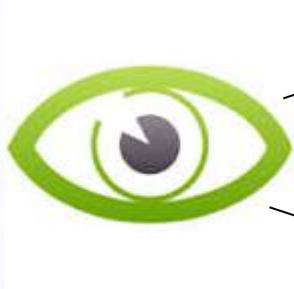


<u>langue</u>	Nombre de phonèmes	Nombre de graphèmes	% de mots lus en fin de CP
Italien	30	32	95%
Espagnol	32	45	92%
Allemand	40	85	92%
Français	35	130	<b>82%</b>
<b>Anglais</b>	<b>40</b>	<b>1120</b>	<b>32%</b>

OPAQUE

# Exemple...

quand je vois la lettre « i », comment  
« chante »-t-elle dans :



- Fish ?
- Bird ?
- Nice ?



# Exemple...

- Suite de lettres « **ough** » :

« **tough** »

« **though** »

« **through** »

- Et quand c'est différent en anglais US et GB!!

**oughtn't**

UK



/ˈɔː.t̪ənt/

US



/ˈɑː.t̪ənt/



/i:/ ( i "long" )



• **e** : we**e**, **e**vening

• **ee** : she**ee**p, che**ee**se

• **ea** : **ea**, cle**ea**n

• **ie** : pie**ie**ce, fie**ie**ld

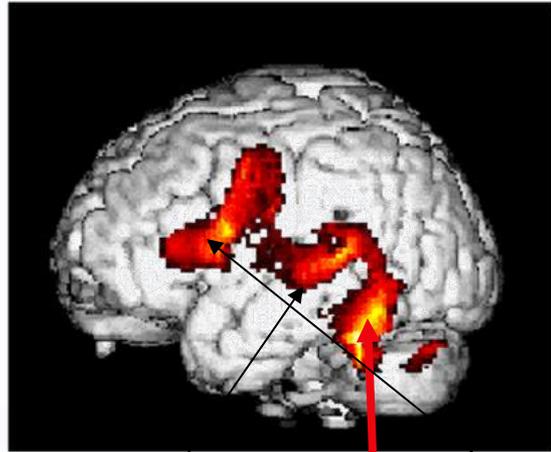
**ei** : rece**ei**ve

**ey** : key**ey**

**eo** : peo**eo**ple

**i** : maga**i**zine

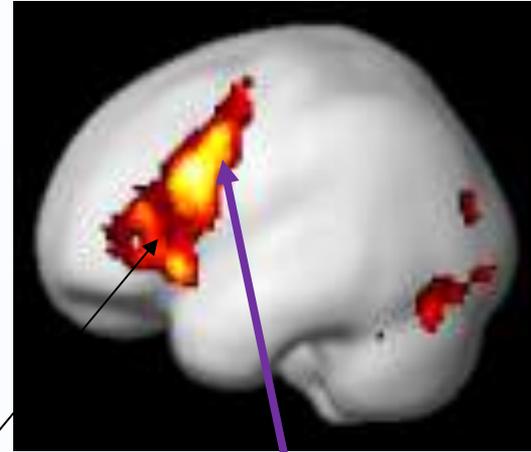
A



Wernicke's area

**Posterior temporal lobe (VWFA)**

B



电  
+  
店

Broca's area (BA45)

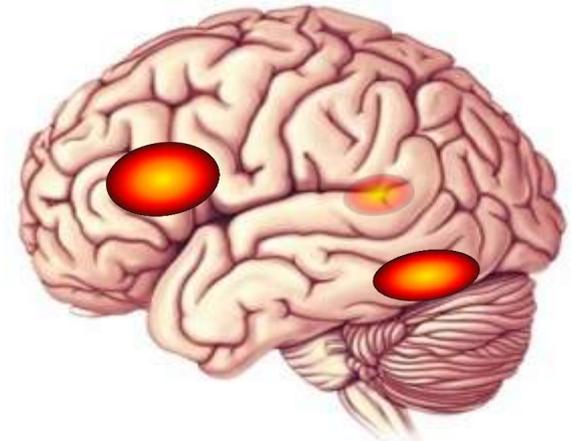
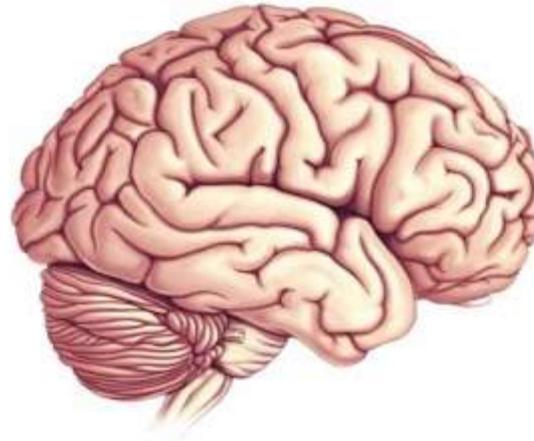
**Middle frontal gyrus (BA9)**

Siok et al., (2004)

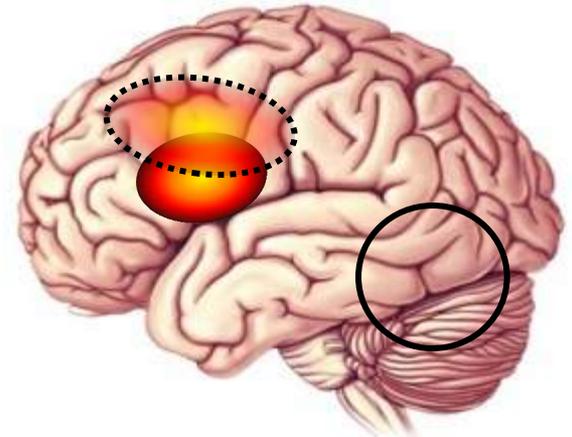
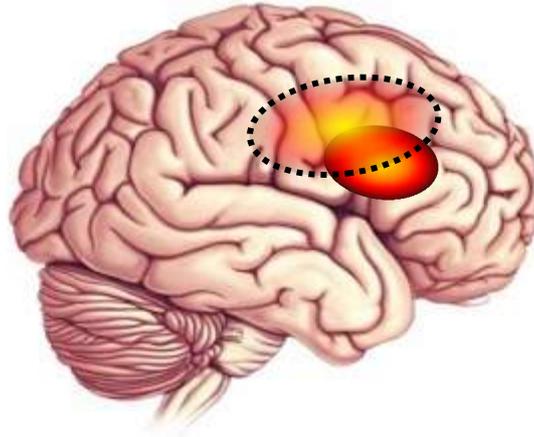
LEAT JETE

Témoins  
non dys

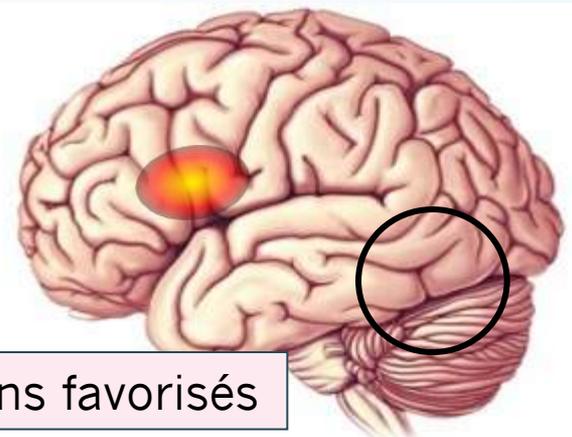
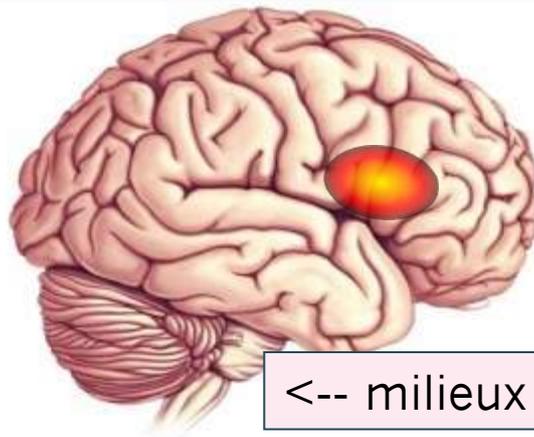
Riment?



Dyslexiques  
"compensés"



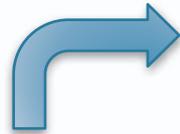
Dyslexiques  
"persistants"



<-- milieux moins favorisés

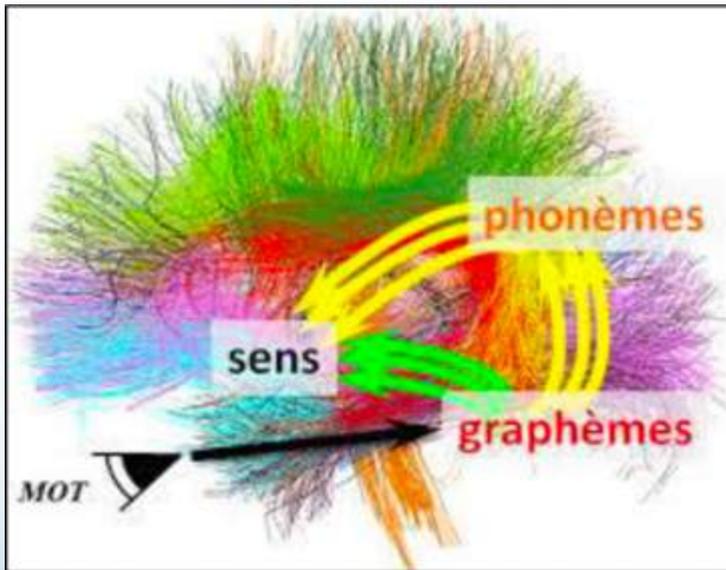
# Les deux circuits de la lecture avant 5 ans

Prédisposition génétique vs statut socio-économique (SSE)



***Moins développée chez les enfants à risque de dyslexie***

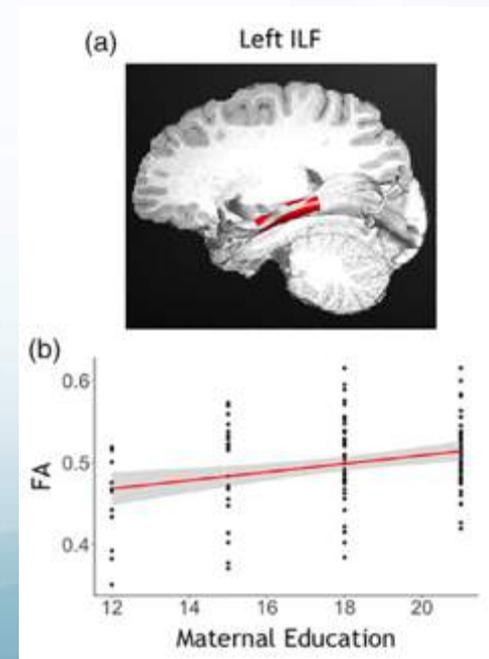
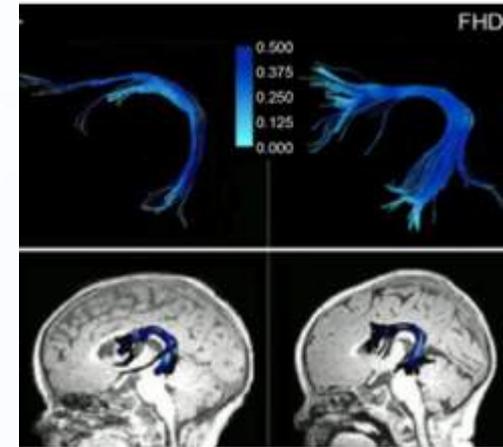
Voie dorsale : « lire par les sons » (phonologique)



Voie ventrale : « lire par le sens » (sémantique)



***Moins développée chez les enfants à faible SSE***



## ORIGINAL ARTICLE

**Socioeconomic Status and Reading Disability:  
Neuroanatomy and Plasticity in Response  
to Intervention**Rachel R. Romeo<sup>1,2,†</sup>, Joanna A. Christodoulou<sup>2,3,4,†</sup>, Kelly K. Halverson<sup>2</sup>,  
Jack Murtagh<sup>2</sup>, Abigail B. Cyr<sup>2</sup>, Carly Schimmel<sup>2</sup>, Patricia Chang<sup>2</sup>,  
Pamela E. Hook<sup>3</sup> and John D.E. Gabrieli<sup>2,4,5</sup><sup>†</sup>Division of Medical Sciences, Harvard Medical School and Harvard University, Boston, MA 02115, USA.

65 dyslexiques de 6 à 9 ans étaient assignés à soit un groupe contrôle (liste d'attente) soit à un groupe entraîné (« seing stars », programme intensif multisensoriel d'entraînement de la lecture et de l'orthographe) durant 6 semaines (4 heures/j). L'amélioration entre avant et après de même que le volume cortical sont corrélés négativement au statut socio-économique.

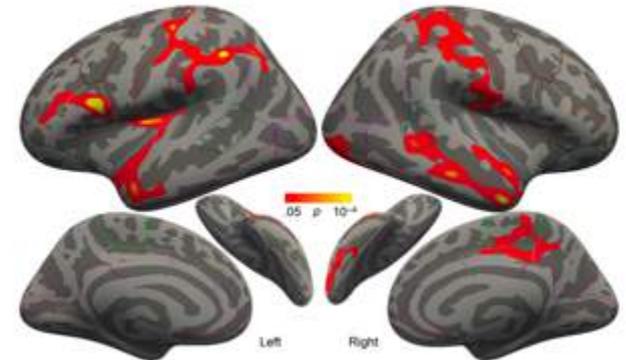


Figure 1. Correlation between SES and cortical thickness, controlling for age and gender. Colored regions exhibited significantly thicker cortex with higher SES at base line. Outlines represent the cortical parcellations from the Desikan-Killiany gyral-based atlas.

Corrélation positive entre épaisseur corticale et statut socio-économique : les plus aisés ont un cortex plus épais

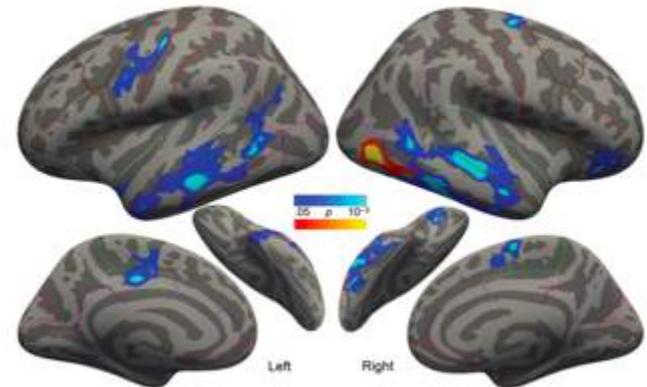


Figure 7. Regions exhibiting significant correlations between changes in cortical thickness and SES (cool colors) or RD severity (warm colors) among all children who received intervention, controlling for gender. Outlines represent the cortical parcellations from the Desikan-Killiany gyral-based atlas.

Corrélation négative entre augmentation d'épaisseur et SES : les plus aisés gagnent moins en épaisseur corticale que les plus défavorisés

# En résumé,

- Le cerveau du dyslexique est caractérisé par une dysfonction, probablement d'origine neurodéveloppementale, de différentes aires corticales du cerveau, principalement dans l'hémisphère gauche (langage)
- Anatomiquement, les faisceaux de connexion reliant entre elles ces aires sont également moins bien structurés, et ce probablement en rapport avec une fragilité génétique de ces systèmes
- En revanche, l'intensité de la dysfonction comme la déviance structurelle semblent fortement sensibles à divers facteurs d'environnement et culturels, expliquant que des interventions, mêmes tardives, soient capable d'améliorer significativement le trouble.
- Parmi ces facteurs d'environnement, deux ont été particulièrement étudiés : la langue maternelle et le niveau socio-économique. Ce dernier est sans doute celui dont l'intervention est la plus massive, bien qu'encore très mal connue. Les données les plus récentes semblent démontrer que les individus provenant de milieux les plus défavorisés sont ceux qui bénéficient le plus d'interventions de remédiation.



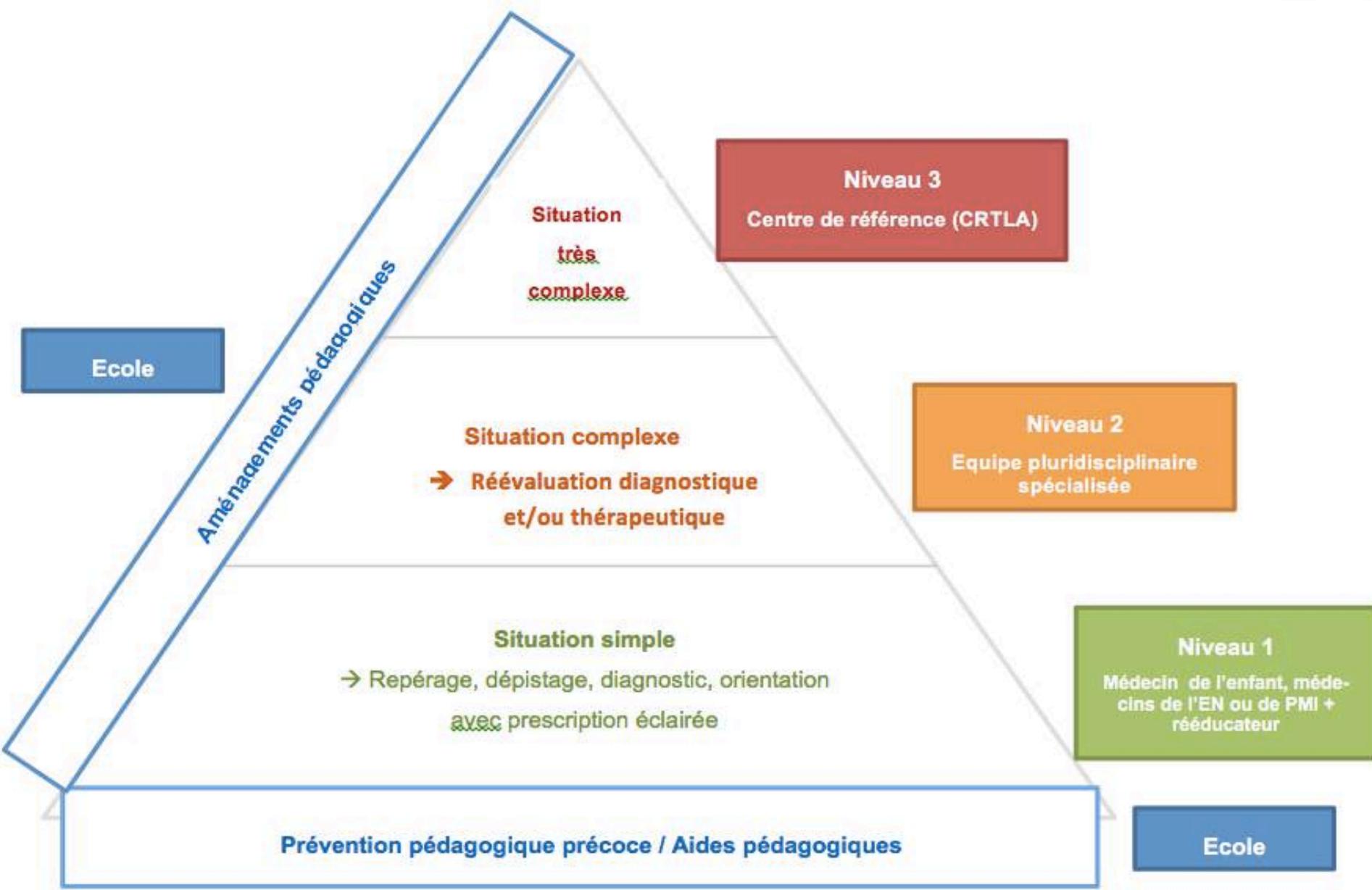
Ille partie : une nouvelle place  
pour l'enseignant dans le parcours de  
l'enfant dys

# Le parcours de soins de l'enfant dys et de sa famille

## Comment améliorer le parcours de soins d'un enfant avec troubles spécifiques du langage et des apprentissages ?

La prise en charge des troubles spécifiques du langage et des apprentissages chez l'enfant nécessite la mise en œuvre d'une démarche diagnostique pluridisciplinaire graduée. Lorsqu'elle est précoce et adaptée, elle permet de prévenir ou d'atténuer les conséquences des troubles. Sa mise en œuvre nécessite une coordination des interventions des acteurs des secteurs pédagogiques, sanitaires, médicosociaux et sociaux, sous la forme d'un parcours structuré.

Cette fiche décrit les éléments clés de ce parcours, et les conditions à réunir pour sa mise en œuvre.



Ecole

Aménagements pédagogiques

Situation très complexe

Niveau 3  
Centre de référence (CRTLA)

Situation complexe  
→ Réévaluation diagnostique et/ou thérapeutique

Niveau 2  
Equipe pluridisciplinaire spécialisée

Situation simple  
→ Repérage, dépistage, diagnostic, orientation avec prescription éclairée

Niveau 1  
Médecin de l'enfant, médecins de l'EN ou de PMI + rééducateur

Prévention pédagogique précoce / Aides pédagogiques

Ecole

## Ecole

1. identification de la difficulté et de la gêne
2. Information des parents par l'enseignant
3. Pédagogie différenciée en petits groupes à besoins similaires
4. En l'absence d'amélioration malgré les aides : mise en place d'un Projet Personnalisé de Réussite Educative (PPRE)

Si absence d'amélioration **en 3 à 6 mois** malgré les aides, en lien avec les parents

### Réunion de l'équipe éducative

CR adressé au médecin de l'enfant et aux parents

Si l'enfant a **besoin d'aménagements et d'adaptations pédagogiques**

→ **Mise en place d'un plan d'accompagnement personnalisé (PAP)** à la demande de la Famille ou du Conseil des maîtres ou du Conseil de classe, après avis du médecin de l'EN.

Suivi du PAP assuré par les enseignants

Si l'enfant a une **limitation d'activité ou restriction de participation à la vie en société, la famille peut saisir la maison départementale pour le Handicap (MDPH)**

Les professionnels :

- transmettent précisément toutes les informations (bilans pour les médecins, situation scolaire pour l'école),
- aident la famille à préciser ses demandes

La MDPH statuera sur la nécessité d'un Programme Personnalisé de Scolarisation (PPS), ou d'une orientation de l'enfant et de son accompagnement, et transmettra si demande de compensation financière pour soins non remboursés

L'enseignant référent assurera le lien entre la famille et les intervenants, et animera l'équipe de suivi de scolarisation.

Suivi du PPS par l'enseignant référent qui anime les réunions de l'équipe de suivi de scolarisation

# L'entrée dans le parcours



## 1. Repérage de l'enfant avec difficultés dans la vie quotidienne, sociale et/ou scolaire

Toute difficulté :

- du **graphisme** et de la **motricité**
- dès 4-5 ans en cas de difficultés avec retentissement scolaire ou dans la vie quotidienne, particulièrement à 7 ans et après (pour l'écriture, l'organisation, la manipulation des outils)
- du **langage écrit** : dès le CP si les étapes de déchiffrement et de transcription ne sont pas en adéquation avec l'évolution attendue, particulièrement en CE1 et après
- du **calcul** : dès le CP en cas de difficultés sévères et après tout au long de la scolarité
- face à des difficultés d'attention, une hyperactivité motrice, et une impulsivité



## 2. Mise en place d'une pédagogie différenciée auprès des élèves en difficulté d'apprentissage

- Les enseignants informent rapidement et précisément l'enfant et ses parents des difficultés qu'ils ont repérées, et mettent en œuvre des mesures pédagogiques spécifiquement adaptées aux difficultés de l'élève, à ses capacités et caractéristiques personnelles.
- Ces mesures permettent :
  - de proposer une aide très précoce dont on sait qu'elle est plus efficace ;
  - d'éviter une médicalisation de retard d'apprentissages sensibles aux interventions pédagogiques ciblées.

## **Rôle de l'enseignant**

Une pédagogie adaptée permet de réduire les difficultés d'apprentissages et d'orienter uniquement les élèves le nécessitant vers des professionnels de santé.

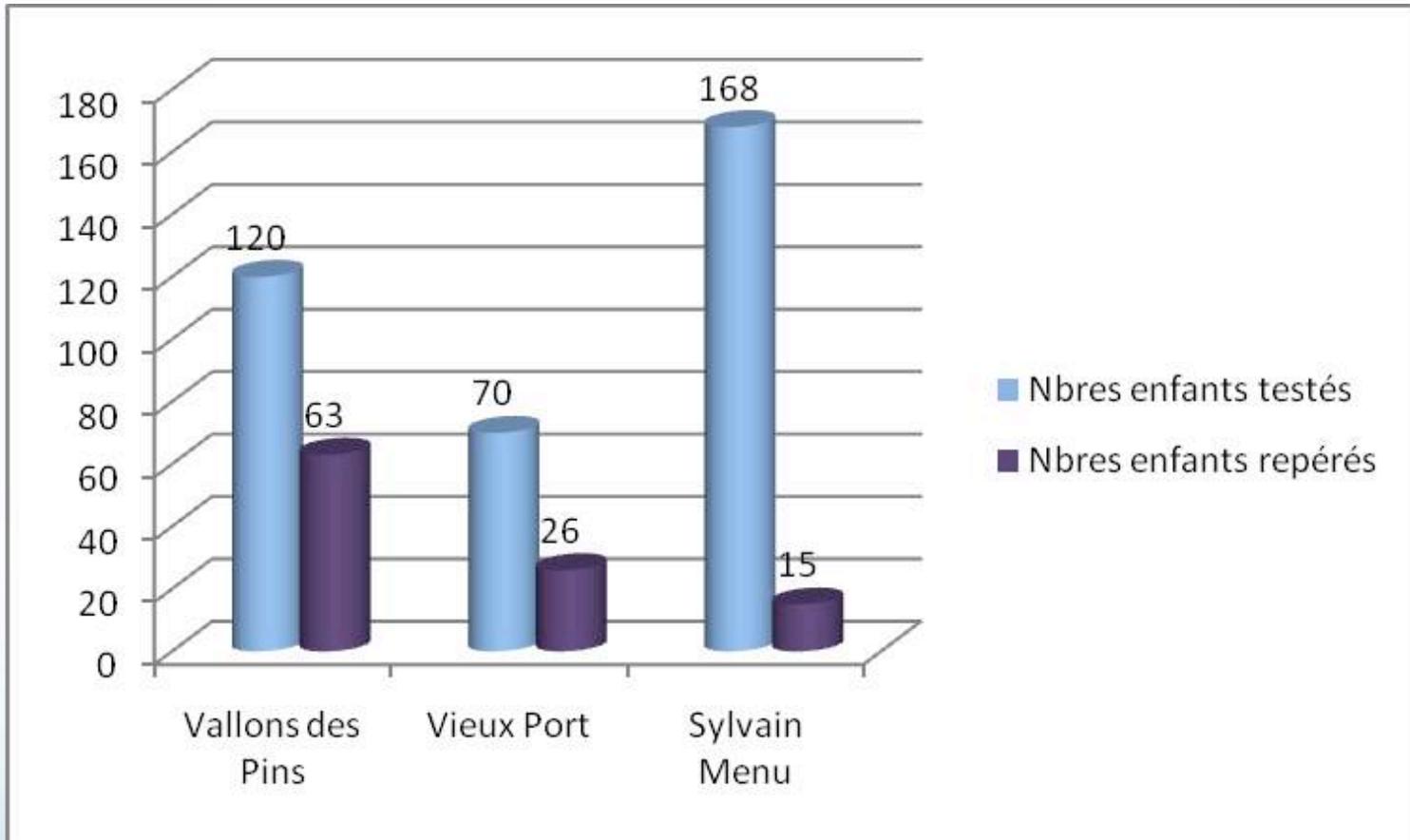
L'enseignant intervient à 4 niveaux :

1. Repérer des difficultés retentissant sur les apprentissages attendus dans une classe d'âge, et les objectiver par des évaluations normées,
2. Mettre en œuvre des mesures pédagogiques ciblées sur une difficulté repérée,
3. Demander l'intervention des professionnels de santé en cas de difficultés d'apprentissages persistantes à l'issue de remédiations pédagogiques,
4. Participer à la mise en place d'adaptations pédagogiques dans le cadre de dispositifs (PAP/PPS).

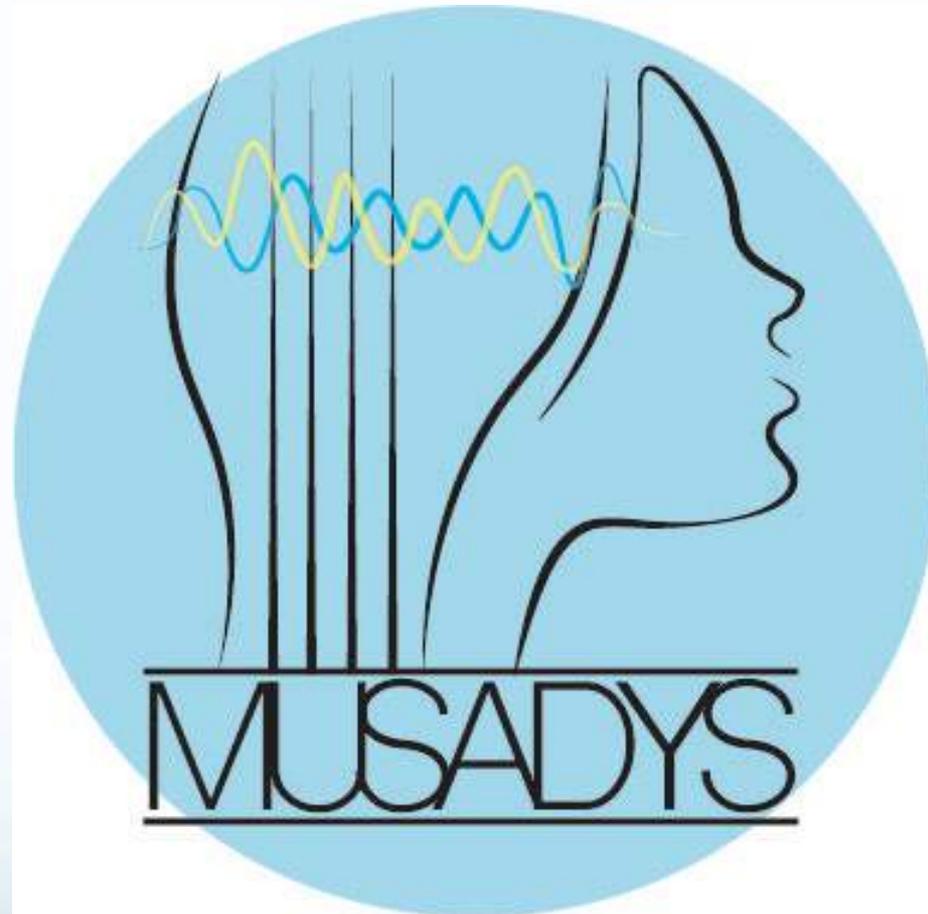
En cas de troubles spécifiques du langage et des apprentissages, le projet de scolarisation doit être articulé avec le projet de soins.

# Le cas particulier des écoles en secteurs socialement fragiles

- Incidence des troubles doublée voire triplée
  - Dédoubllement des classes de CP et CE1 : unanimement reconnue comme utile → travail en sous-groupes à besoins similaires
  - Plus grande nécessité d'accompagnement des familles (Déficit d'informations et d'accès aux soins)
  - Manque voire absence de ressources de soins de proximité (orthophonistes+++)
- ➔ La seule issue possible : développer les remédiations dans l'école



Nombre d'enfants repérés positifs par l'épreuve de dictée (Réperdys) sur l'ensemble des 6<sup>ème</sup> de trois établissements scolaires du secondaire de Marseille : rôle du statut socio-économique.



MUSADYS

DYSLEXIE

Déficit de conversion grapho-phonémique

Déficit dans le domaine linguistique

Déficit dans le domaine visuo-attentionnel

Déficit dans le domaine des « praxies »

Domaine cognitivo-émotionnel et interactions sociales

INTERVENTIONS TRANSVERSALES

Domaines d'altérations cognitives

Langage, lexique, syntaxe, phonologie

Visuo-grosies et attention visuelle

Coordination motrice (TDC) et trouble visuo-spatial

Circuit langagier

Circuit visuo-attentionnel

Circuit fronto-pariététo-cérébelleux (praxies)

INTERVENTIONS COGNITIVES SPÉCIFIQUES

# 1 Music Therapy for Children With Autistic Spectrum Disorder and/or Other Neurodevelopmental Disorders: A Systematic Review

Hanna Mayer-Benarous<sup>1</sup>, Xavier Benarous<sup>2,3</sup>, François Vonthron<sup>4</sup> and David Cohen<sup>1,5\*</sup>

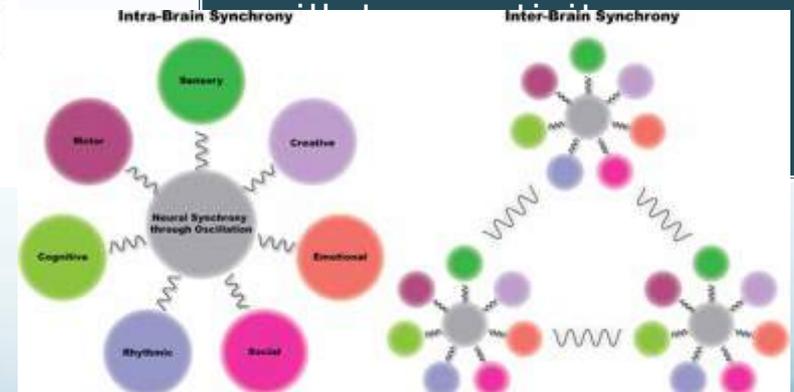
Front. Hum. Neurosci., 07 January 2021 | <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.584312>



# 2 Dance on the Brain: Enhancing Intra- and Inter-Brain Synchrony

Julia C. Basso<sup>1,2,3\*</sup>, Medha K. Satyal<sup>4</sup> and Rachel Rugh<sup>5,6</sup>

Two highly promising avenues for future researches with a common goal : facilitating the synchronization of





[ABOUT US](#)

[PROGRAMS](#)

[AFFILIATES](#)

[BLOG](#)

[CONTACT](#)

[CONTRIBUTE](#)

## OUR MISSION:

**TO PROMOTE** the positive development of children through music.

**TO BUILD** healthy communities.

**TO DEVELOP** children as ambassadors of peace, hope, and understanding.



[LEARN MORE](#)

Submit your email address to stay up to date with us!

[SUBMIT](#)



Calendar of Events

Samedi, 6 décembre

RESEARCH

09.03.14

## Music and the Developing Brain: Results from Our Partnership with Northwestern University

Some very exciting results were found in our research partnership with [Northwestern University!](#)

One research question Dr. Nina Kraus is trying to answer is "Can music offset the ever-widening academic gap between rich and poor?" Results of the research suggest that it does, and Harmony Project students are proving just that!

For the past three years, we've been working with Dr. Kraus and her team of researchers to study the

# Longitudinal Effects of Group Music Instruction on Literacy Skills in Low-Income Children

Jessica Slater<sup>1,2</sup>, Dana L. Strait<sup>1,2,3\*</sup>, Erika Skoe<sup>1,2,3\*</sup>, Samantha O'Connell<sup>1,2\*</sup>, Elaine Thompson<sup>1,2</sup>, Nina Kraus<sup>1,2,3,4,5,6\*</sup>

<sup>1</sup>Auditory Neuroscience Laboratory, Northwestern University, Evanston, Illinois, United States of America, <sup>2</sup>Department of Communication Sciences, Northwestern

November 2014 | Volume 9 | Issue 11 | e113383

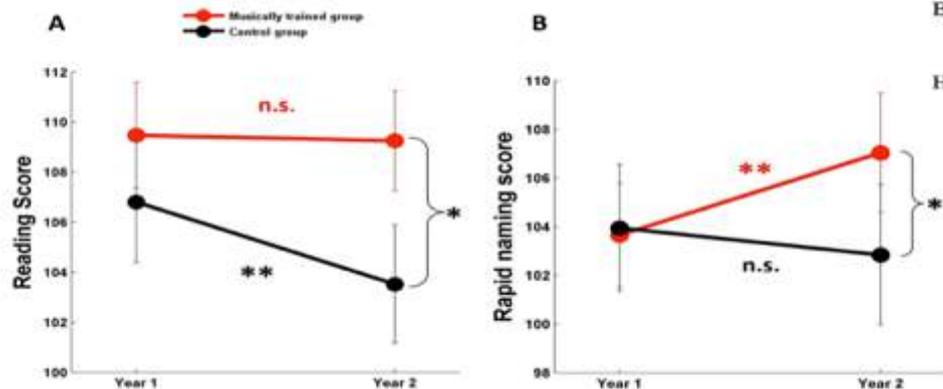


Figure 1. Music training supports reading abilities and rapid naming. (A) The children who received music training (n = 23) maintained their

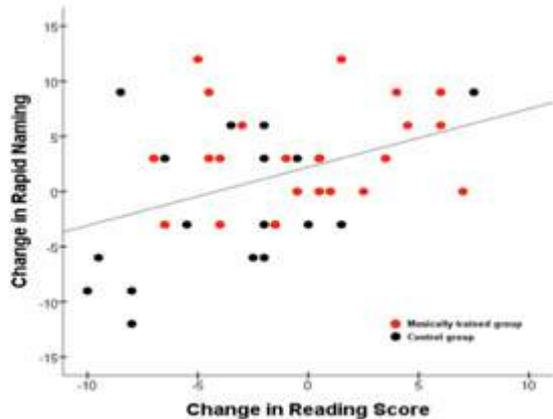


Figure 2. Improvement in rapid naming relates to reading improvement. Year-over-year improvement in rapid naming was correlated with the change in composite reading score across all participants (r = .413, n = 903, p = .43).

Harmony Project Program	Typical class participation	Number of children
Alexandria Elementary School	One-hour instrumental classes twice a week plus a two hour string ensemble rehearsal each week	3
Beyond the Bell	Twice-weekly two-hour ensemble rehearsals. These include pull-out sectional rehearsals, which are similar to large instrumental classes at other sites.	9
EXPO Center (YOLA)	One-hour instrumental music classes each week and a three hour ensemble rehearsal each week.	3
Hollywood	One-hour instrumental classes twice a week plus a three-hour ensemble rehearsal (concert band) each week.	4
		<b>19</b>

42 Spanish-English bilingual elementary school children (mean age 8.3 years)

The training group (n=23) began music classes with the Harmony Project after the initial assessment, while the control children (n=19) remained on the organization's waiting list to begin music classes the following year.

# Music training with Démos program positively influences cognitive functions in children from low socio-economic backgrounds

Myliène Barbaroux<sup>1\*</sup>, Eva Dittinger<sup>1,2,3</sup>, Mireille Besson<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CNRS & Aix-Marseille University, Laboratoire de Neurosciences Cognitives (LNC, UMR 7291), Marseille, France, <sup>2</sup> CNRS & Aix-Marseille University, Laboratoire Parole et Langage (LPL, UMR 7309), Aix-en-Provence, France, <sup>3</sup> Brain and Language Research Institute (BLRI), Aix-en-Provence, France

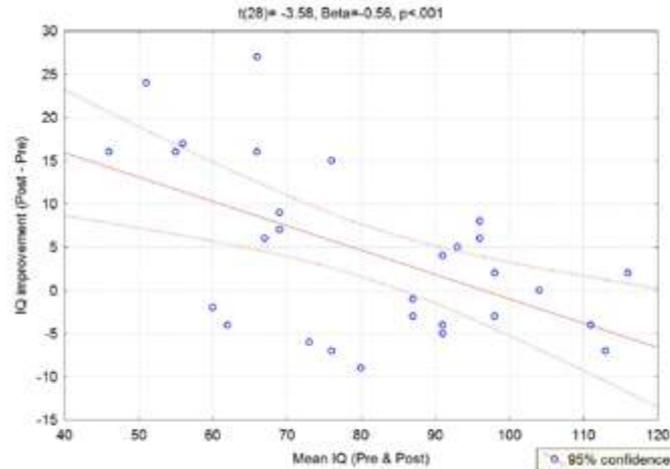
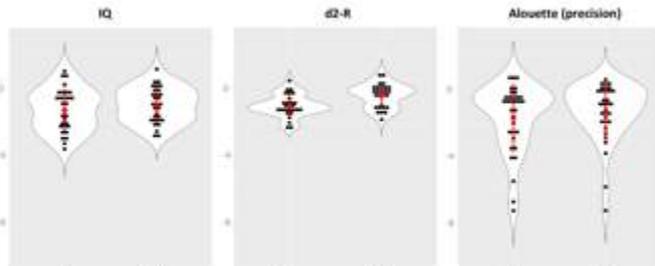
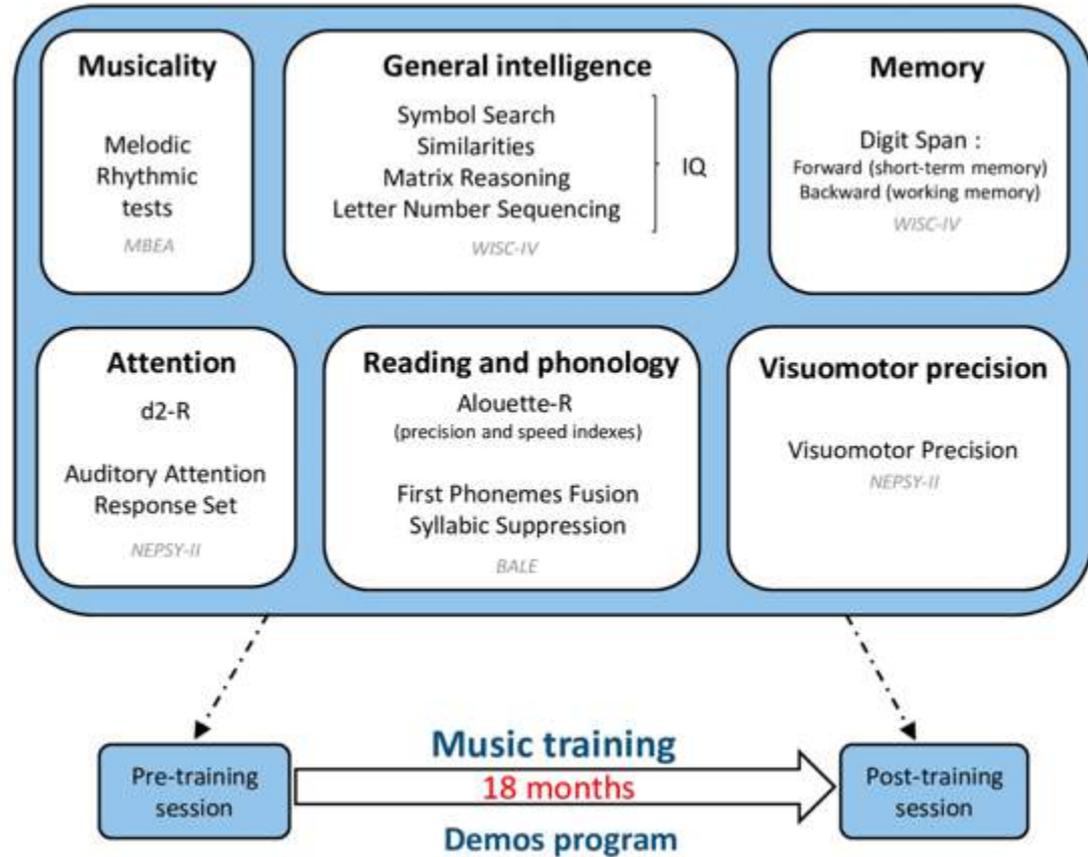
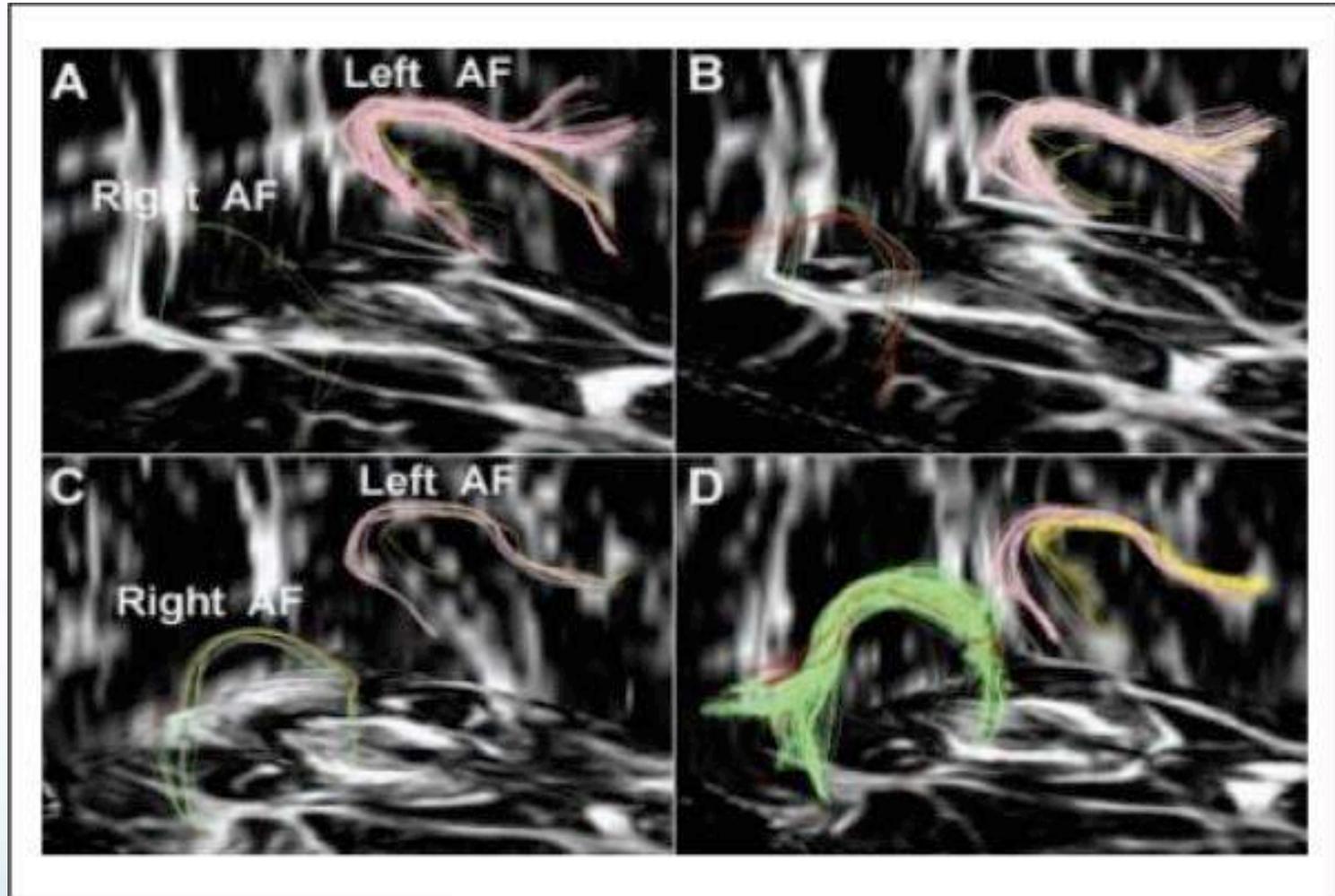


Fig 5. Results of simple regression analysis showing a significant correlation ( $p < .001$ ) between initial IQ score and improvement in IQ.



35 enfants de milieux socialement défavorisés (apprentis d'Auteuil) recevaient 2 heures par semaine pendant 18 mois le programme « Demos » de la Philharmonie de Paris, sans groupe contrôle

8-year-old child without instrumental music training scanned twice (A and B) 2 years apart



8-year-old child before (C) and 2 years after (D) instrumental music training involving a string instrument.

Changes in the arcuate fasciculus after instrumental music training

# La connectivité cérébrale



Pour pouvoir communiquer entre elles, les différentes régions du cerveau ont besoin d'ajuster, de synchroniser le rythme de leurs oscillations. Tout se passe exactement comme lors **du jumelage de deux appareils électroniques** : tant que les deux processeurs ne se sont pas mis en phase, ils ne peuvent communiquer entre eux. C'est ce qui se passerait dans le cerveau des enfants dys : à cause de la mise en place déficiente de leurs connexions réciproques, les régions impliquées dans un apprentissage ou une fonction cognitive ne parviendraient pas à se synchroniser, provoquant le trouble dans un apprentissage donné.

ARTICLE

Open Access

## Music improves social communication and auditory-motor connectivity in children with autism

Megha Sharda<sup>1,2</sup>, Carola Tuerk<sup>1</sup>, Rakhee Chowdhury<sup>1</sup>, Kevin Jamey<sup>1,2</sup>, Nicholas Foster<sup>1,2</sup>, Mélanie Custo-Blanch<sup>1,2</sup>, Melissa Tan<sup>1</sup>, Aparna Nadig<sup>1,2</sup> and Krista Hyde<sup>1,2</sup>

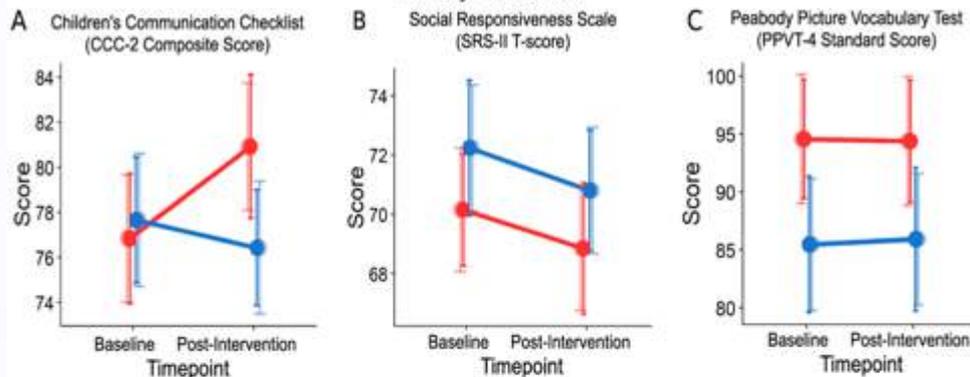
Communication scores were higher in the music group post-intervention (difference score = 4.84,  $P = .01$ ). Associated post-intervention resting-state brain functional connectivity was greater in music vs. non-music groups between auditory and subcortical regions ( $z = 3.94$ ,  $P < .0001$ ) and auditory and fronto-motor regions ( $z = 3.16$ ,  $P < .0001$ ). Post-intervention brain connectivity was

### Intervention Design

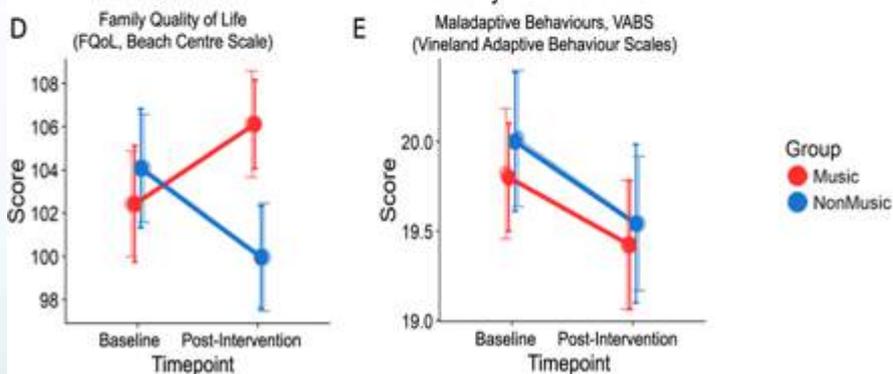
Session Structure	Music OR Non-Music	Skills targeted
Hello Greeting	• 8-12 weeks of 45 minute, one-on-one sessions	Communication
4 choice pictogram		Social reciprocity and turn-taking
Activity 1	• Combination of child- and therapist-led interaction	Sensorimotor integration
Activity 2		Emotion regulation
Activity 3	• 9-11 activities counterbalanced over sessions	
Activity 4		
Clean up and Goodbye		

Both interventions involved 45-minute individual weekly sessions conducted over 8–12 weeks by the same accredited therapist (M.T.) using established approaches. Using a child-centric approach, MT made use of musical instruments, songs and rhythmic cues while targeting communication, turn-taking, sensorimotor integration, social appropriateness and musical interaction. NM was designed as a structurally matched “active comparison” play-based intervention to control for non-specific factors, such as positive treatment expectancies, intervention support, therapist attention and emotional engagement.

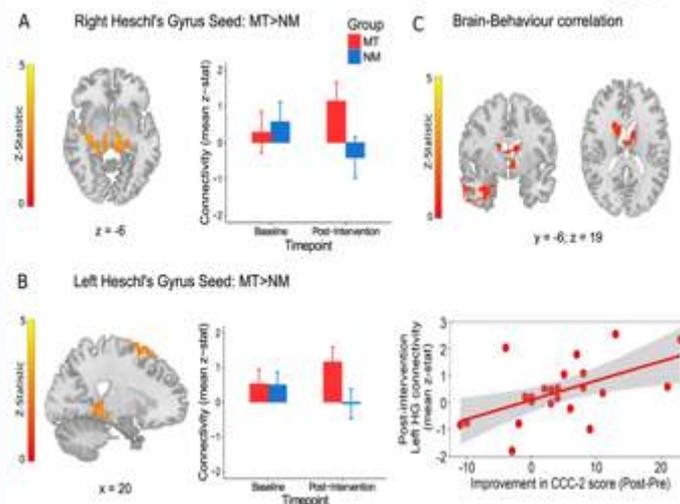
### Primary Outcomes



### Secondary Outcomes



### Greater auditory-motor and subcortical connectivity post-intervention in Music group



### Reduced overconnectivity between auditory and visual cortex post-intervention in Music group

