

Formation Melodys/Musadys, Orly, septembre 2022

# Musique, cerveau et apprentissage

Ce qu'il faut savoir pour aider au mieux les élèves en difficulté

Michel Habib  
Neurologue, Marseille

<http://www.resodys.org>

FORMADYS

Aix\*Marseille  
université



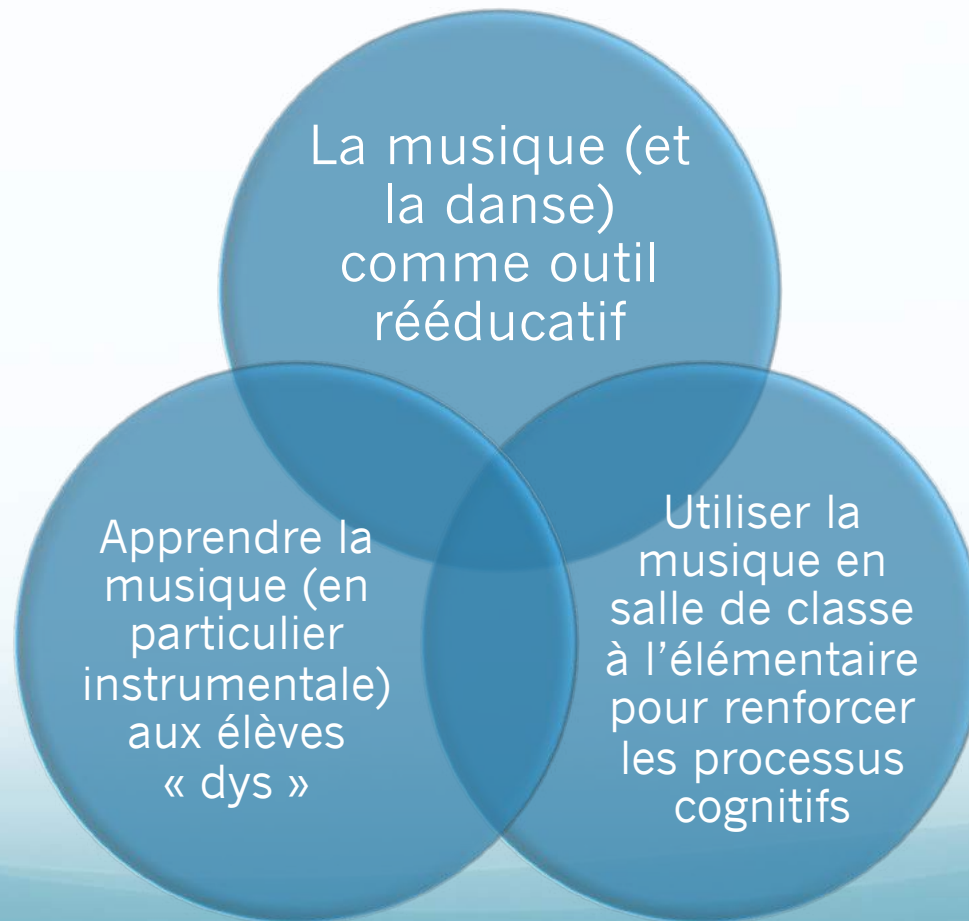
NEURODYS  
PACA

# Introduction : Mélodys® / Musadys® trois objectifs complémentaires et indissociables



<http://www.melodys.org/>

<https://www.facebook.com/groups/798236933605101>



- Erasmus « art et apprentissage »  
<https://www.aaerasmus.educart.be/>
- La mallette « musique à l'école »  
<https://www.resodys.org/presentation-du-projet-Musadys>
- Cités Educatives

# Synopsis

1ere partie : cerveau, musique et apprentissage, quelques données de base

- I/ Le cerveau qui apprend la musique: un modèle de plasticité cérébrale
  - Qu'est-ce que la plasticité cérébrale
  - Les particularités du cerveau du musicien
  - Focus sur la connectivité
- II/ Apprendre la musique possède des effets sur les fonctions cognitives : pourquoi? Comment?
  - La musique, le langage et la lecture : une théorie linguistique de la musique
  - La multimodalité comme clé de l'apprentissage musical (et de l'effet de la musique sur les apprentissages en général)
  - Le rythme et la pulsation au centre de l'effet de la musique sur le cerveau
  - Les neurones miroirs : un système au sein du cerveau spécialisé dans la musique et la danse
- III/La lecture : un cas de figure exemplaire
  - Les modèles de la lecture
  - De la lecture des mots à la lecture des notes

# Synopsis (2)

2eme partie : apprendre la musique à l'enfant dyslexique

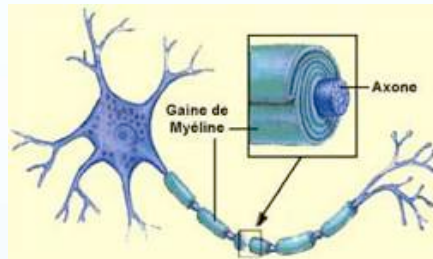
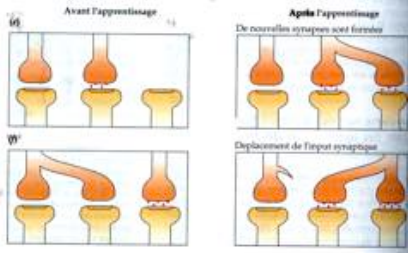
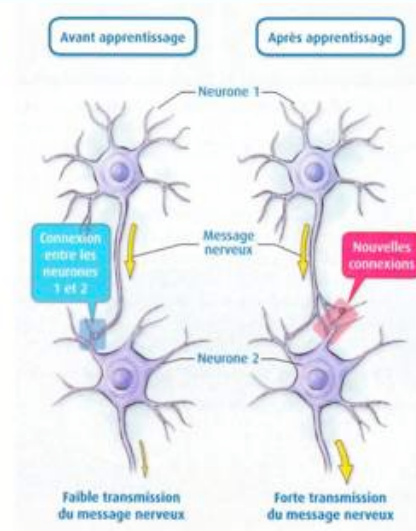
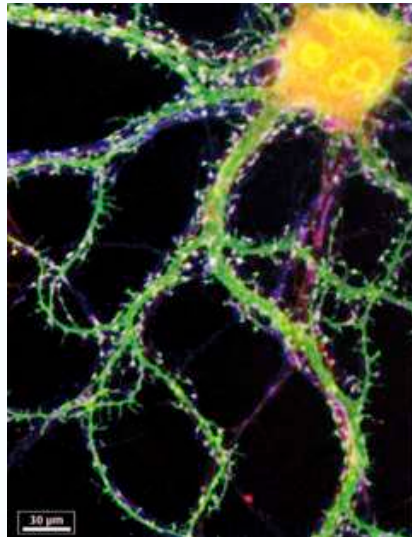
- I/ L'enfant dyslexique : qui est-il? Pourquoi est-il dyslexique? Pourquoi et en quoi la musique lui serait-elle bénéfique?
- II/ Quelques pistes pour une pédagogie réfléchie et différenciée
  - Au-delà du bien-être et de l'équilibre émotionnel
  - Les obstacles liés au langage : le vocabulaire, la syntaxe, la phonologie
  - Les obstacles liés à l'attention et aux fonctions exécutives: attention soutenue et partagée, attention auditive et visuelle, fonctions exécutives et mémoire de travail
  - Les obstacles liés à la motricité et au rythme
- III/ Mélodys® / Musadys® : la rencontre de la pédagogie et de la rééducation
  - Une pédagogie scientifiquement fondée
  - Une rééducation en lien étroit avec la pédagogie
  - Musadys en tant qu'outil de la prévention pédagogique
- la danse comme exemple de remédiation de la cognition sociale

1ere partie : cerveau, musique et  
apprentissage, quelques données de base

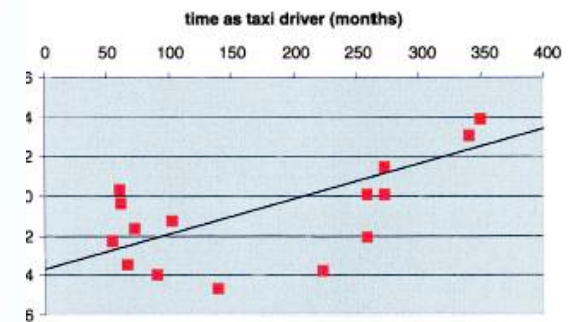
## I/ Le cerveau qui apprend la musique: un modèle de plasticité cérébrale







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



Juggling training in naive adults

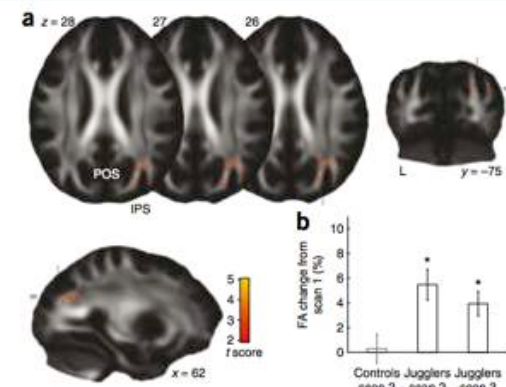
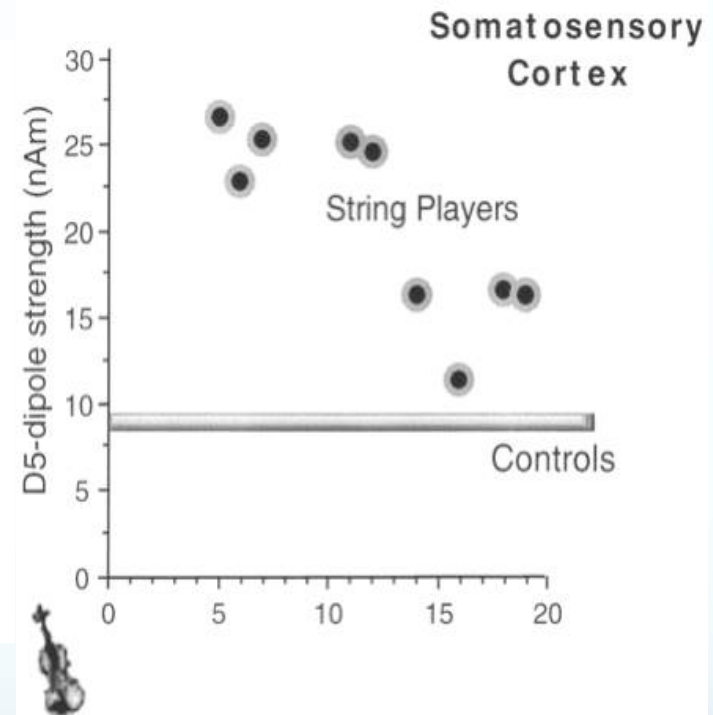
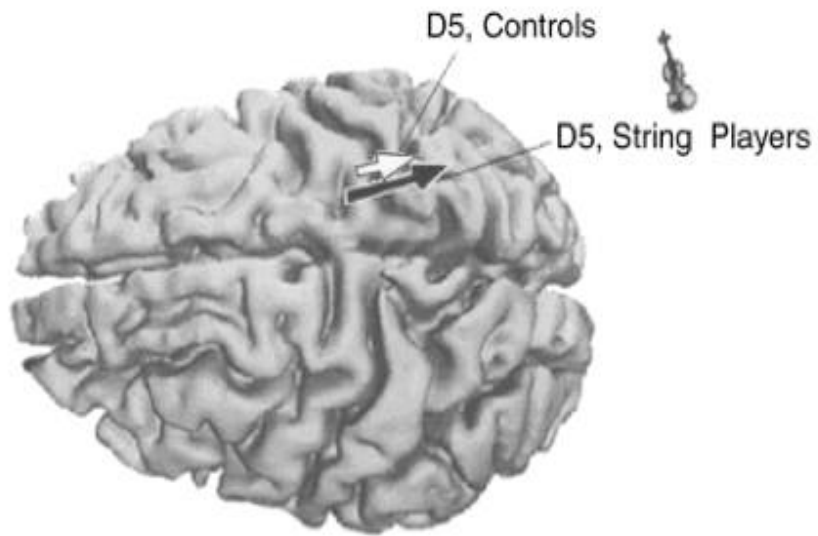


Figure 1 Fractional anisotropy increases after juggling training.



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



## Effects of Music Training on the Child's Brain and Cognitive Development

GOTTFRIED SCHLAUG,<sup>a</sup> ANDREA NORTON,<sup>a</sup> KATIE OVERY,<sup>a</sup>  
AND ELLEN WINNER<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Department of Neurology, Music and Neuroimaging Laboratory, Beth Israel Deaconess Medical Center/Harvard Medical School, Boston, Massachusetts 02215, USA

<sup>b</sup>Department of Psychology, Boston College, Boston, Massachusetts 02215, USA

professional keyboard players, who reported approximately twice as much weekly practice time as the amateur musicians, have significantly more gray matter in several brain regions, including the primary sensorimotor cortex, the adjacent superior premotor and anterior superior parietal cortex bilaterally, mesial Heschl's gyrus (primary auditory cortex), the cerebellum, the inferior frontal gyrus, and part of the lateral inferior temporal lobe, than either the amateur musicians or the nonmusicians.

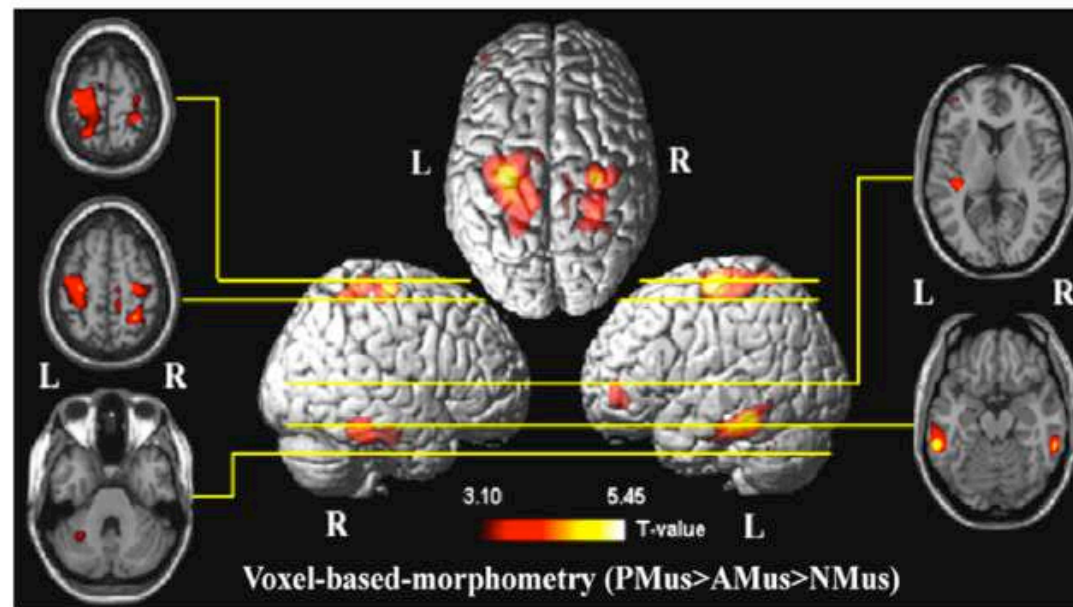
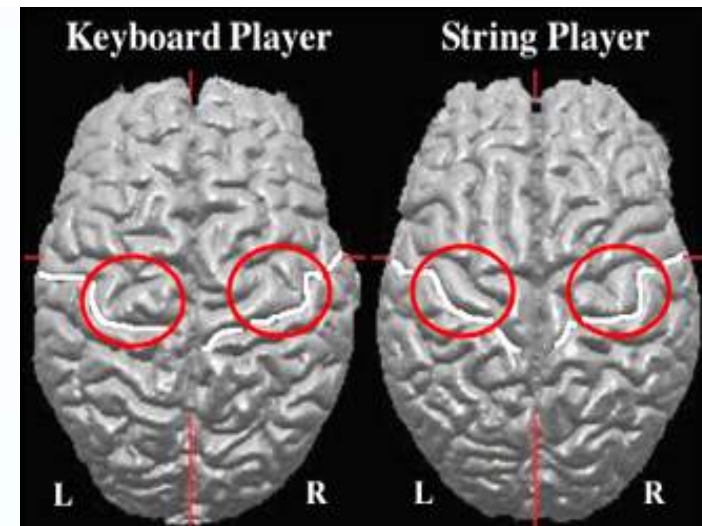
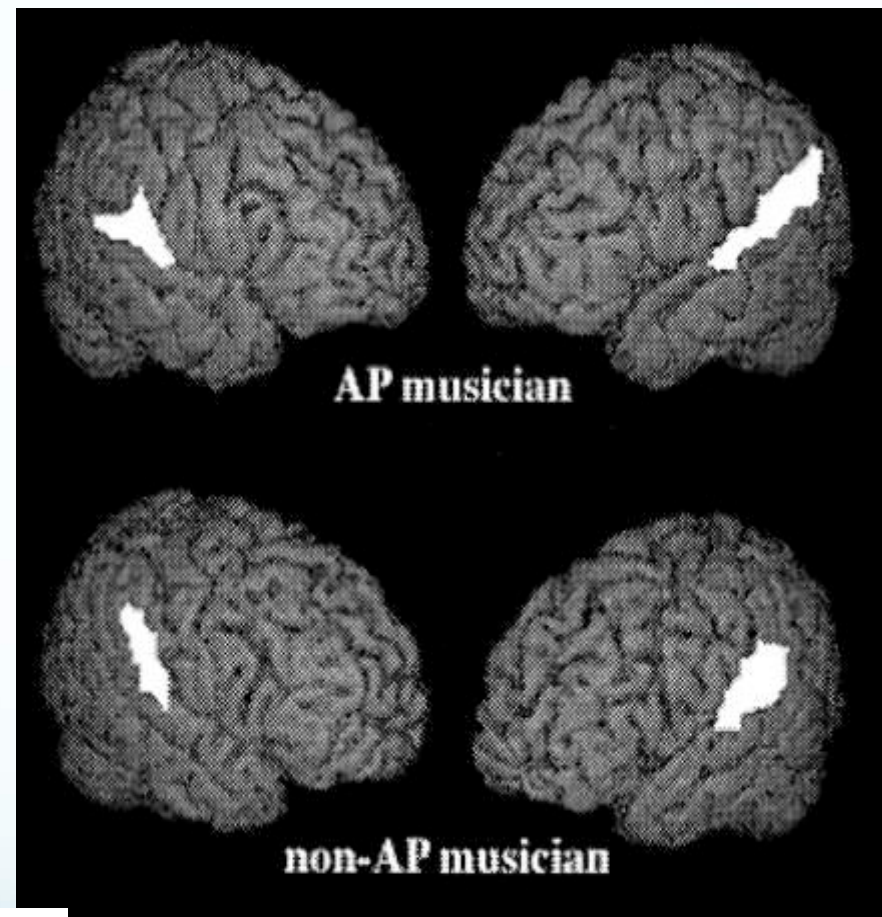


FIGURE 1. A voxel-based morphometric analysis of nonmusicians compared with amateur and professional musicians.

Planum asymmetry is larger in musicians with absolute pitch (AP)



| Subject                           | $\delta PT$               | PT size (mm <sup>2</sup> ) |            |
|-----------------------------------|---------------------------|----------------------------|------------|
|                                   |                           | Left                       | Right      |
| AP musicians ( <i>n</i> = 27)     | -0.50 (0.27) <sup>a</sup> | 1381 (449)                 | 822 (236)  |
| Non-AP musicians ( <i>n</i> = 24) | -0.24 (0.14)              | 1350 (340)                 | 1062 (267) |
| Nonmusicians ( <i>n</i> = 27)     | -0.28 (0.24)              | 1341 (306)                 | 008 (285)  |

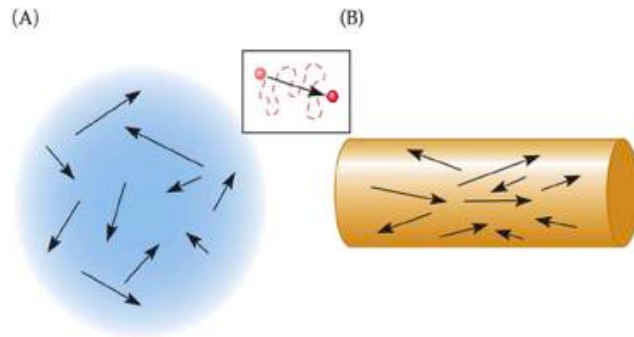
<sup>a</sup>Significant differences between AP musicians and non-AP musicians as well as between AP-musicians and nonmusicians.

GOTTFRIED SCHLAUG

The Brain of Musicians: A Model for Functional and Structural Adaptation

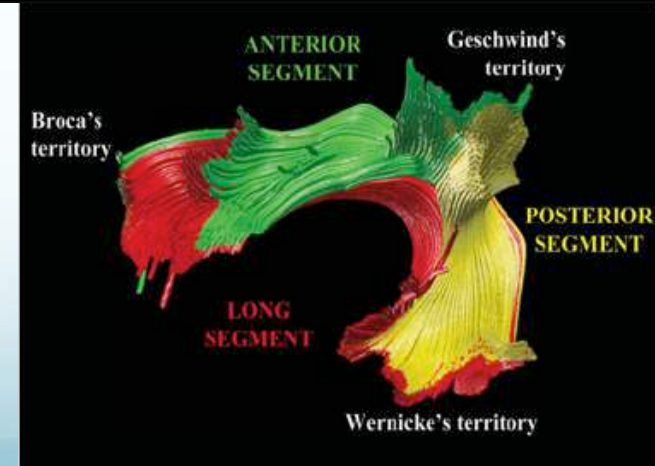
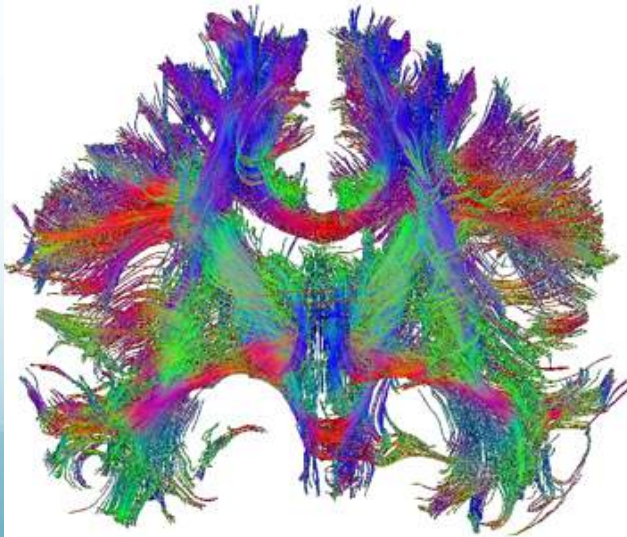
Ann NY Acad Sci 2001 930: 281-299.

5.18 Isotropic and anisotropic diffusion.



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

Diffusion tensor imaging (D.T.I.)



Fasciculus arcuatus





# En résumé : Le cerveau qui apprend la musique: un modèle de plasticité cérébrale

- Le cerveau du musicien est morphologiquement singulier : certaines zones, celles impliquées dans la perception auditive et celles impliquées dans la motricité sont plus développées
- Le faisceau arqué, qui unit des zones sensorielles aux zones motrices du cerveau, apparaît d'après les travaux les plus récents comme la cible principale de cet effet « sculptant » de la musique sur le cerveau.
- Cet effet de la musique sur le faisceau arqué est détectable après quelques semaines seulement d'apprentissage intensif et probablement étroitement lié à la pratique d'une association systématique entre perception du rythme, observation visuelle de la représentation des sons et production d'un geste répétitif.

Cont....

- Ainsi, les particularités du cerveau du musicien sont très probablement liées non à une compétence innée, mais à un effet de l'exercice de l'instrument, tout particulièrement la nécessité pour tout apprentissage musical de développer des connexions à distance entre différentes aires du cortex, en particulier entre les aires auditives, visuelles et motrices.
- La composante motrice semble être cruciale à l'effet de l'apprentissage musical sur le cerveau, dans la mesure où un entraînement même intensif uniquement sensoriel (visuel et auditif) est beaucoup moins efficace à modifier le fonctionnement (et sans doute la structure) du cerveau sous-jacent
- Le danseur professionnel, quant à lui, possède également des caractéristiques de meilleure connectivité, mais dans d'autres zones que le musicien, plutôt impliquées dans le contrôle moteur.





II/ Apprendre la musique possède des effets sur les fonctions cognitives

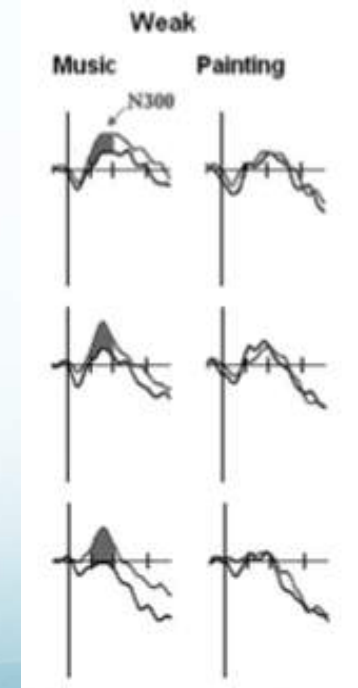
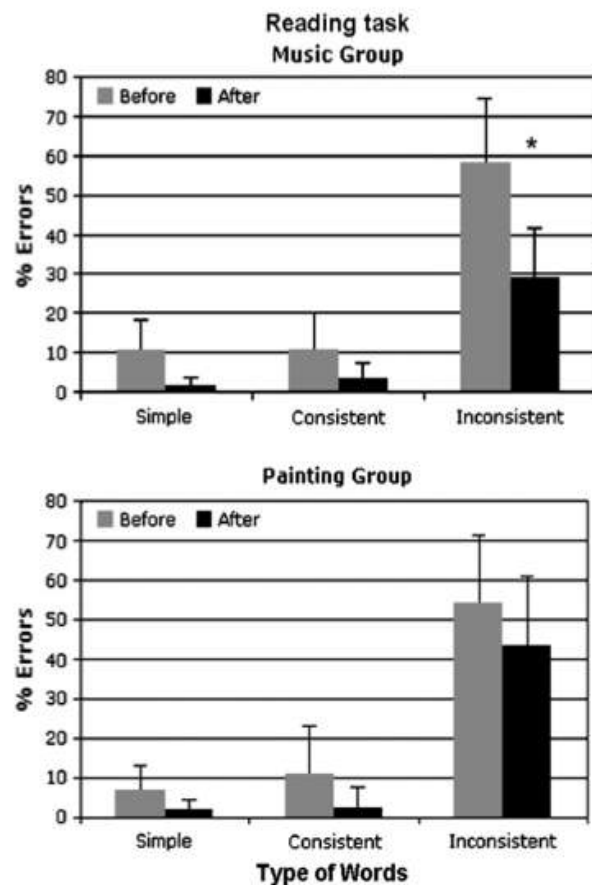
# Transfer effect between music and non-musical abilities in children

- Literacy (Anvari et al., 2002; Moreno & Besson, 2007)
- Verbal memory (Chan et al., 1998; Ho et al., 2003)
- Vocabulary and non-verbal reasoning (Forgeard et al., 2008)
- Visuo-spatial processing (Costa-Giomi, 1999)
- Mathematics (Cheek & Smith, 1999)
- IQ (Schellenberg, 2004)
- Second language learning (White et al., 2013; Yang et al., 2014)
- Executive function & frontal activation during task-switching (Zuk et al., 2014)
- Visual and auditory information processing speed (Bugos and Mostafa, 2011)
- Visual attention (Roden et al., 2014; Martens et al. (2015)

## Musical Training Influences Linguistic Abilities in 8-Year-Old Children: More Evidence for Brain Plasticity

Sylvain Moreno<sup>1</sup>, Carlos Marques<sup>2</sup>, Andreia Santos<sup>1</sup>,  
Manuela Santos<sup>2</sup>, São Luís Castro<sup>2</sup> and Mireille Besson<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut de Neurosciences Cognitives de la Méditerranée, CNRS-Marseille-Universités, 31-Chemin Joseph Aiguier, 13402 Marseille Cedex 20, France and <sup>2</sup>Universidade do Porto, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Rua Dr. Manuel Pereira Silva, 4200-392 Porto, Portugal

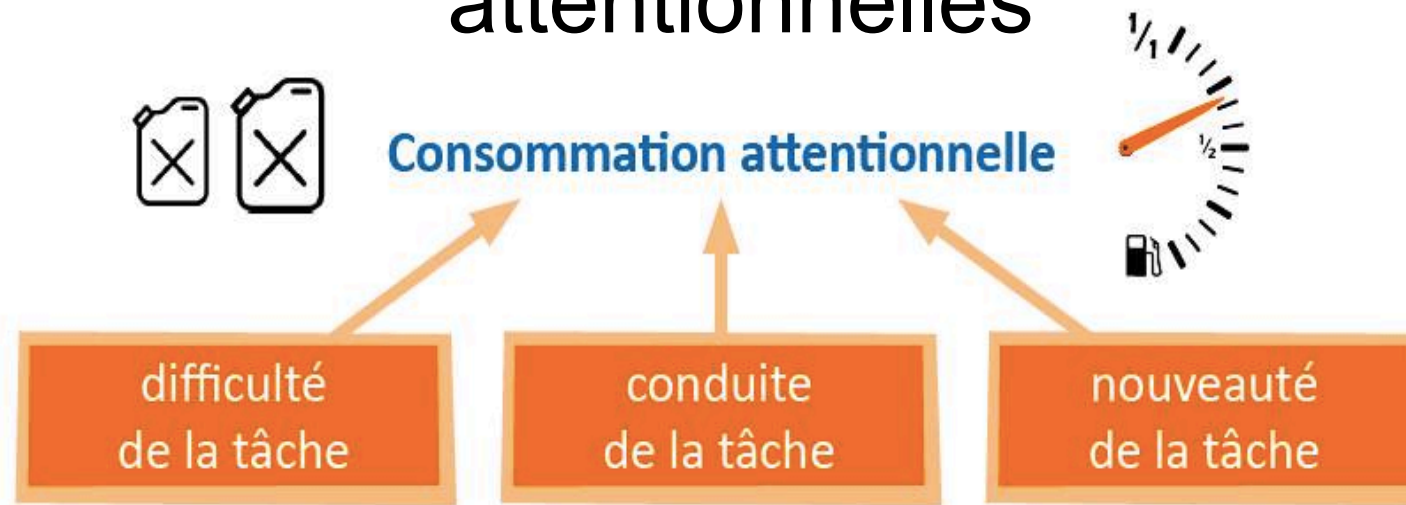


# Explication n°1 : une théorie linguistique de l'effet de la musique sur le cerveau

Explication n°2 : effet non  
spécifique sur l'attention, la  
motivation et les fonctions  
exécutives



# 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.

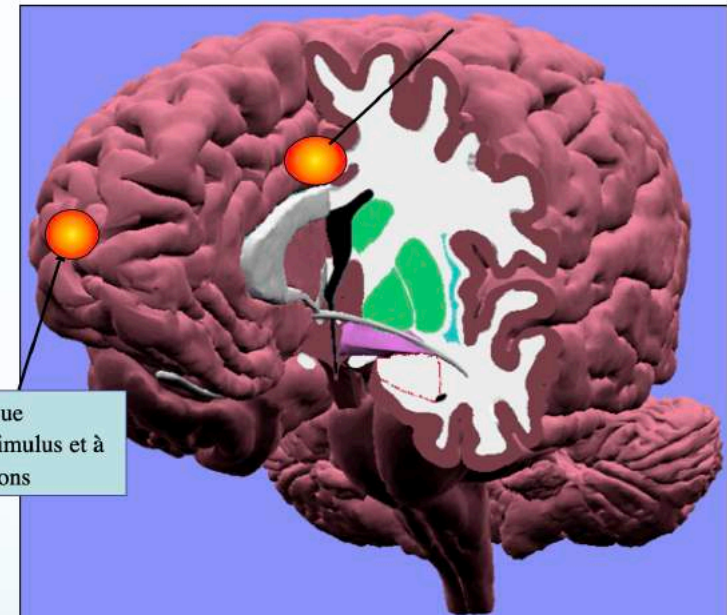
les différentes composantes des fonctions exécutives

- **La stratégie:** composante permettant d'effectuer le choix autogénéré des moyens les plus appropriés pour atteindre le but attendu
- **la planification:** permet l'agencement et l'ordonnancement temporel en terme de priorité des différentes étapes nécessaires à la mise en place de la stratégie
- **le maintien de l'information:** permet de maintenir en activation le plan jusqu'à sa réalisation complète
- **la flexibilité mentale:** cette composante est nécessaire pour l'adaptation du plan d'action en fonction des contingences environnementales
- **l'inhibition:** capacité à résister aux interférences et à renoncer à tout comportement inadapté ou automatique

Allocation de ressources

Inhibition cognitive

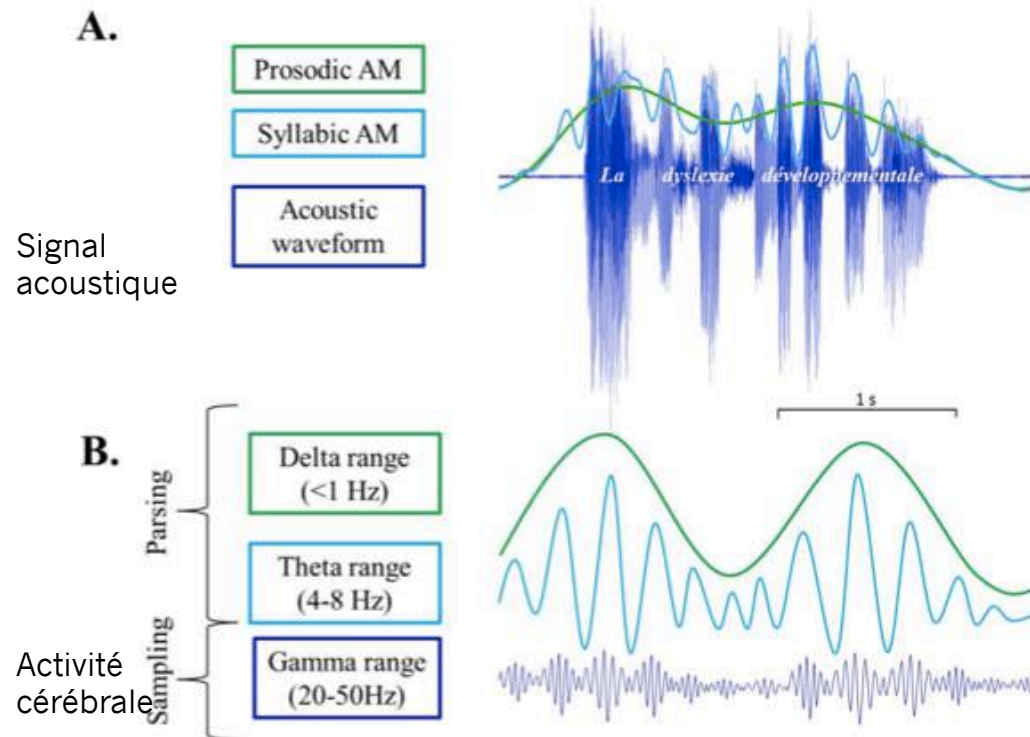
Cingulaire: Détecte tout changement et réalloue l'attention



Préfrontal : alloue l'attention au stimulus et à ses représentations

Le lobe frontal et ses deux propriétés fondamentales

Explication n°3 : effet sur les rythmes  
d'oscillations corticales du cerveau



L'ajustement cortical au rythme de la parole: les oscillations delta = prosodie; Théta = syllabe; gamma = phonème  
Les oscillations delta et théta vont faciliter l'encodage phonémique reflétée dans l'activité gamma

Le défaut d'ajustement des oscillations corticales : le chaînon manquant

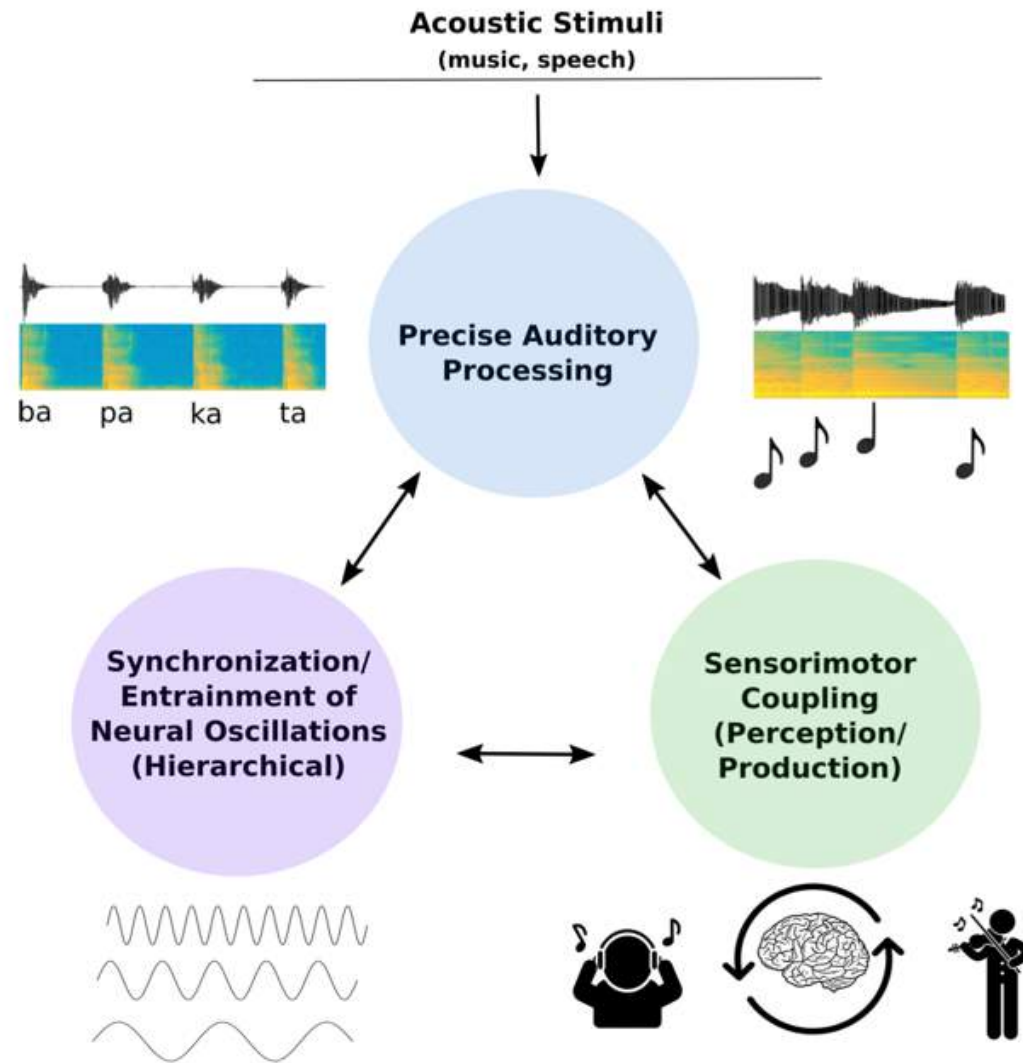


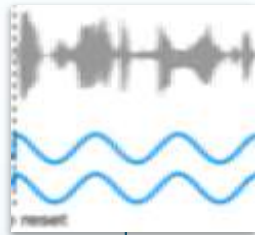
Figure 2. The *processing rhythm in speech and music* (PRISM) framework proposes three



# En bref,



Le caractère oscillatoire du fonctionnement cérébral est sans doute la clé de voûte de l'effet du rythme et de la musique sur le cerveau



Les oscillations corticales ont tendance à s'aligner temporellement avec les stimuli à caractère rythmique, dont le langage et la lecture. Les pathologies du langage (dyslexie, dysphasie) seraient liées à un défaut de cet ajustement



Les mécanismes de l'attention seraient également sous-tendus par une succession rythmique d'états de conscience plus ou moins active dont l'altération pourrait être à l'origine de certains états pathologiques (TDAH)

# 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.

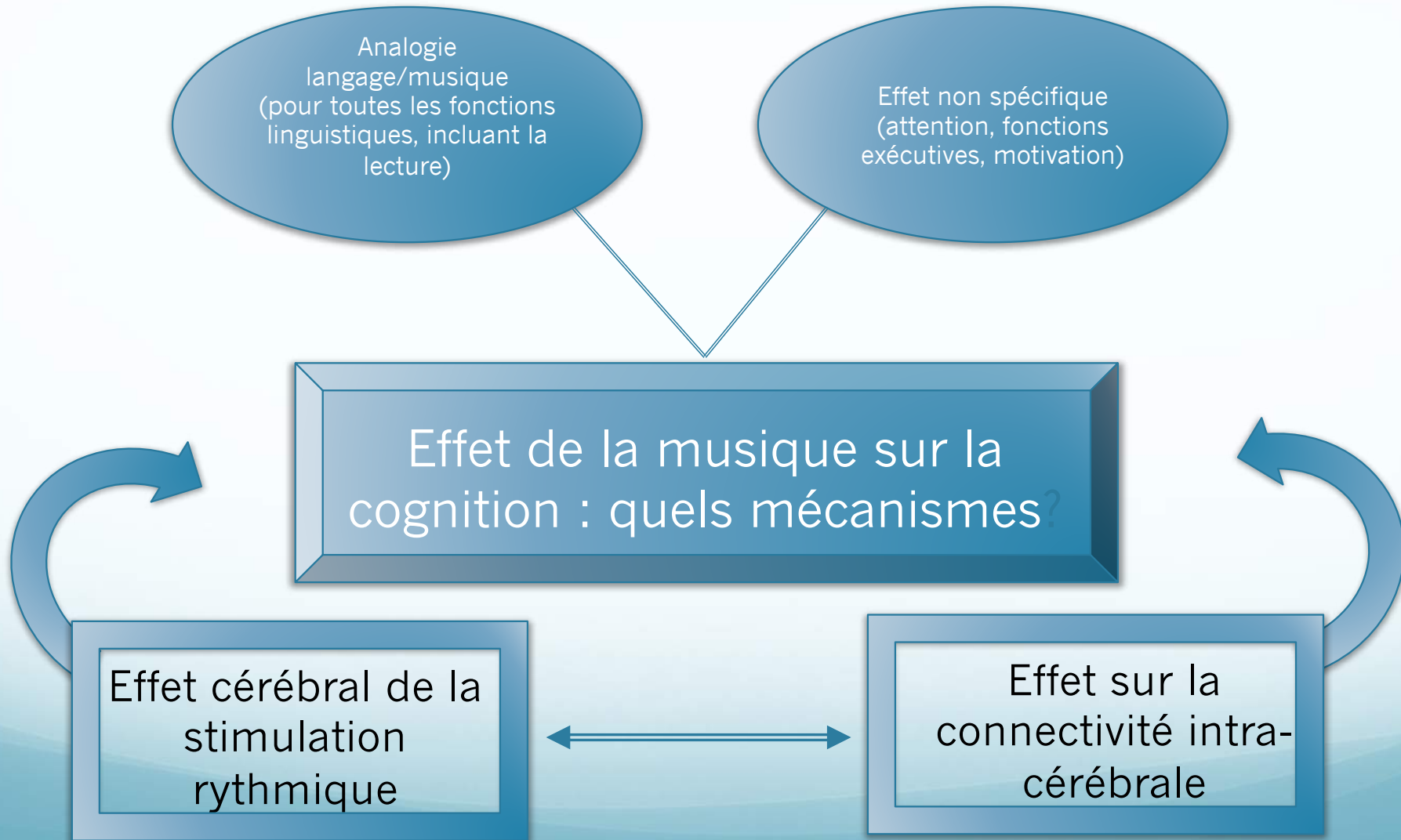
Analogie  
langage/musique  
(pour toutes les fonctions  
linguistiques, incluant la  
lecture)

Effet non spécifique  
(attention, fonctions  
exécutives, motivation)

Effet de la musique sur la  
cognition : quels mécanismes?

Effet cérébral de la  
stimulation  
rythmique

Effet sur la  
connectivité intra-  
cérébrale



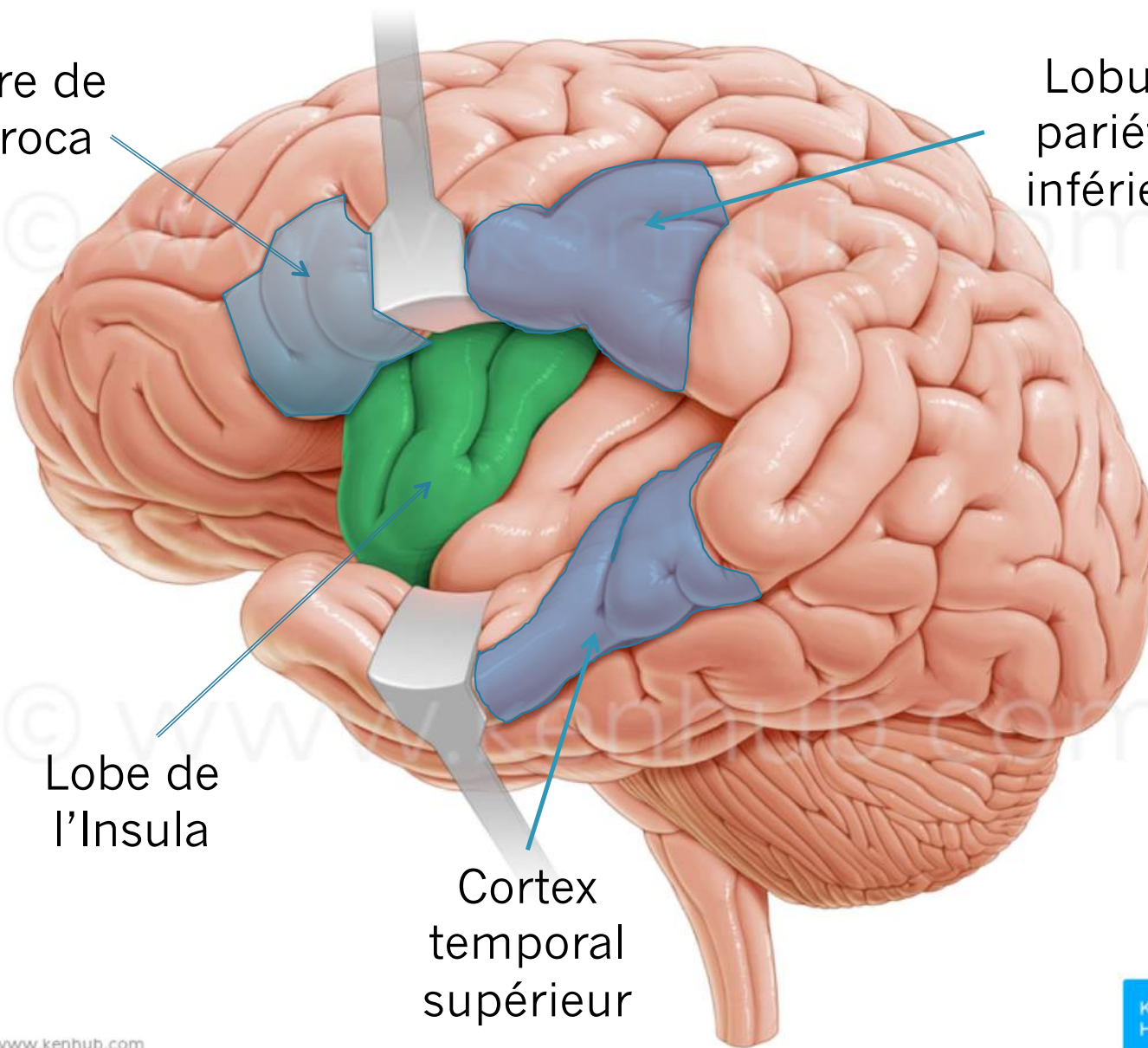
# Explication n°4 : effet sur le système des neurones miroirs

Aire de Broca

Lobule pariétal inférieur

Lobe de l'Insula

Cortex temporal supérieur

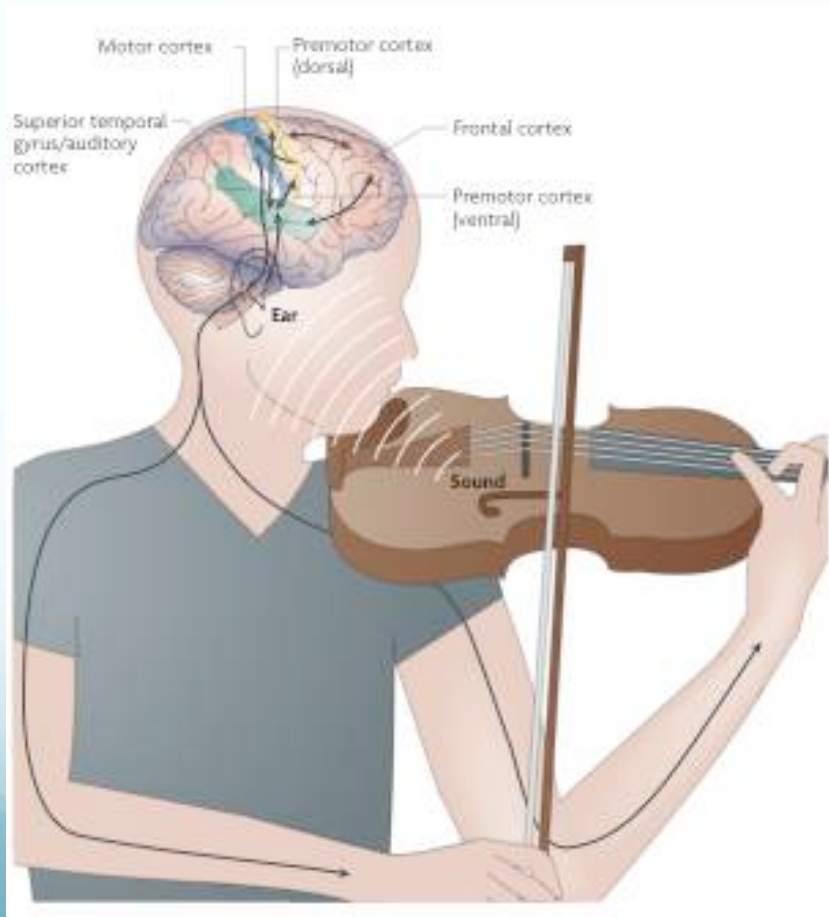


# Rôles supposés des neurones miroir

- Comprendre les actions d'autrui
- Anticiper les intentions et états mentaux d'autrui (théorie de l'esprit)
- Apprentissage par imitation
- Contrôle (et apprentissage) du langage
- Mécanisme de l'empathie, compréhension des affects d'autrui
- Musique, danse +++



## Rôle du système miroir dans l'apprentissage



- Lorsqu'on apprend à jouer d'un instrument, on active en permanence tout un réseau qui unit la perception des sons (système auditif), le contrôle du geste (cortex moteur) et le système miroir (cortex préfrontal)
- Avec l'exercice, le cortex moteur va apprendre à entendre les sons, et le cortex auditif à les jouer
- Les neurones miroirs joueraient ainsi un rôle favorisant sur la plasticité cérébrale et, par là, sur les apprentissages en général

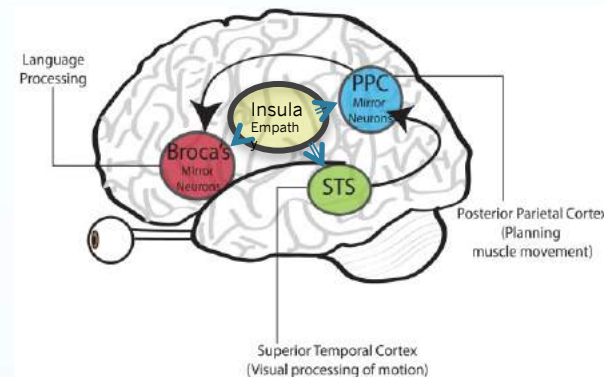
# Musique et neurones miroirs : un substrat idéal

Un système à la fois sensoriel et moteur

Un système spécialisé dans l'apprentissage

Un système intrinsèquement lié à la production d'émotions

Un système dédié au partage

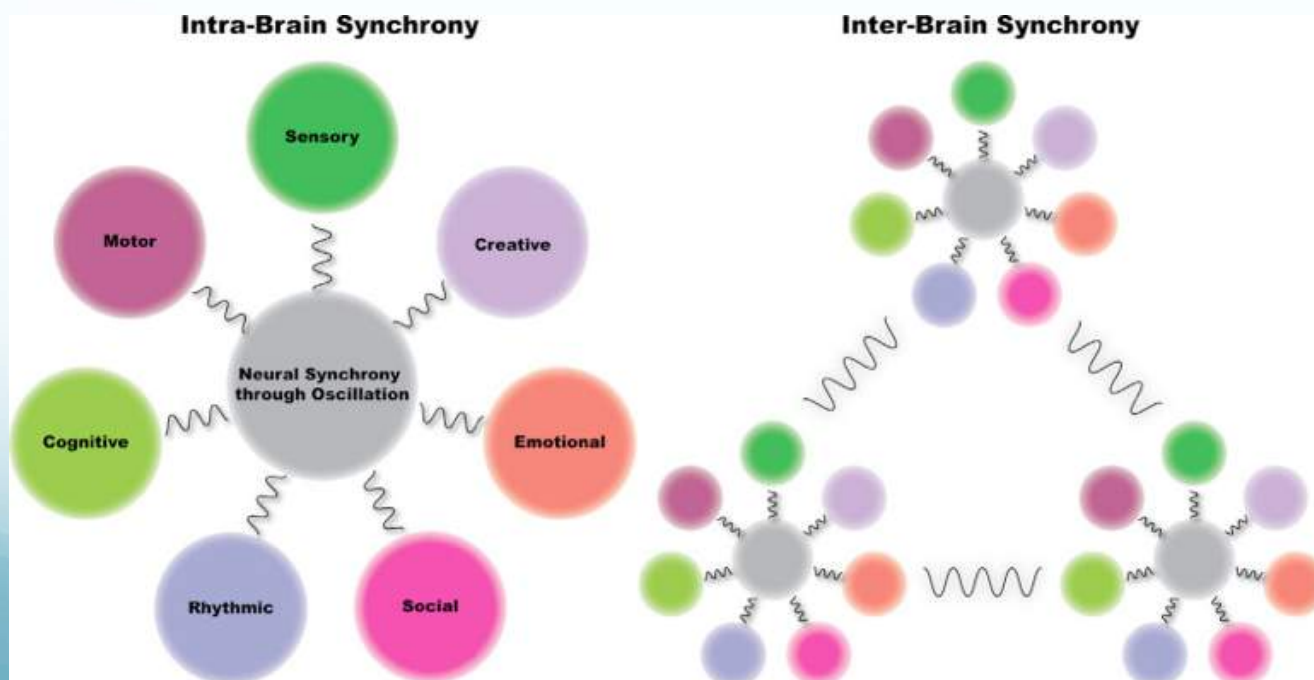




## Dance on the Brain: Enhancing Intra- and Inter-Brain Synchrony

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

<sup>1</sup>Department of Human Nutrition, Foods, and Exercise, Virginia Tech, Blacksburg, VA, United States, <sup>2</sup>Center for



L'hypothèse de la synchronicité de la danse - nous émettons l'hypothèse que la danse améliore la synchronie neurale dans les régions du cerveau soutenant sept domaines neurocomportementaux: sensoriel, moteur, cognitif, social, émotionnel, rythmique et créatif. De plus, nous émettons l'hypothèse **que lorsque nous nous engageons dans la danse avec les autres, la dynamique cérébrale entre les individus se synchronise**. Autrement dit, la danse améliore à la fois la synchronisation intra et inter-cérébrale. Enfin, nous postulons que nous nous engageons dans la danse dans un but de récompense intrinsèque, ce qui, à la suite de l'augmentation induite par la danse de la synchronie neurale, conduit à une coordination interpersonnelle améliorée.

# Neural Substrates of Spontaneous Musical Performance: An fMRI Study of Jazz Improvisation

Charles J. Limb<sup>1,2\*</sup>, Allen R. Braun<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Language Section, Voice, Speech and Language Branch, National Institute on Deafness and Other Communication Disorders, National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, United States of America, <sup>2</sup> Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery and Peabody Conservatory of Music, Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland, United States of America



*over-learned*

*improvised*

JazzCtrl



JazzImprov (example)

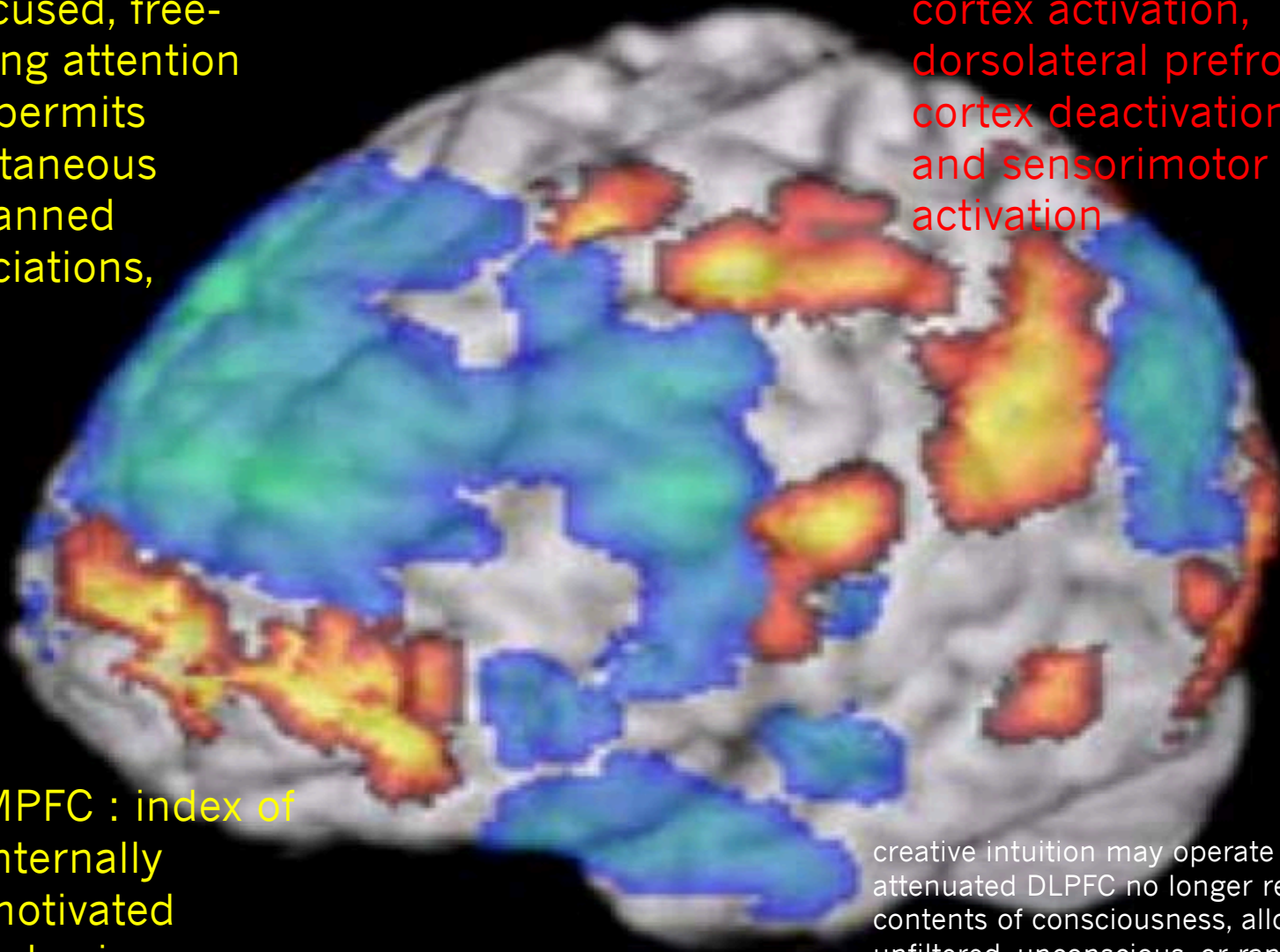




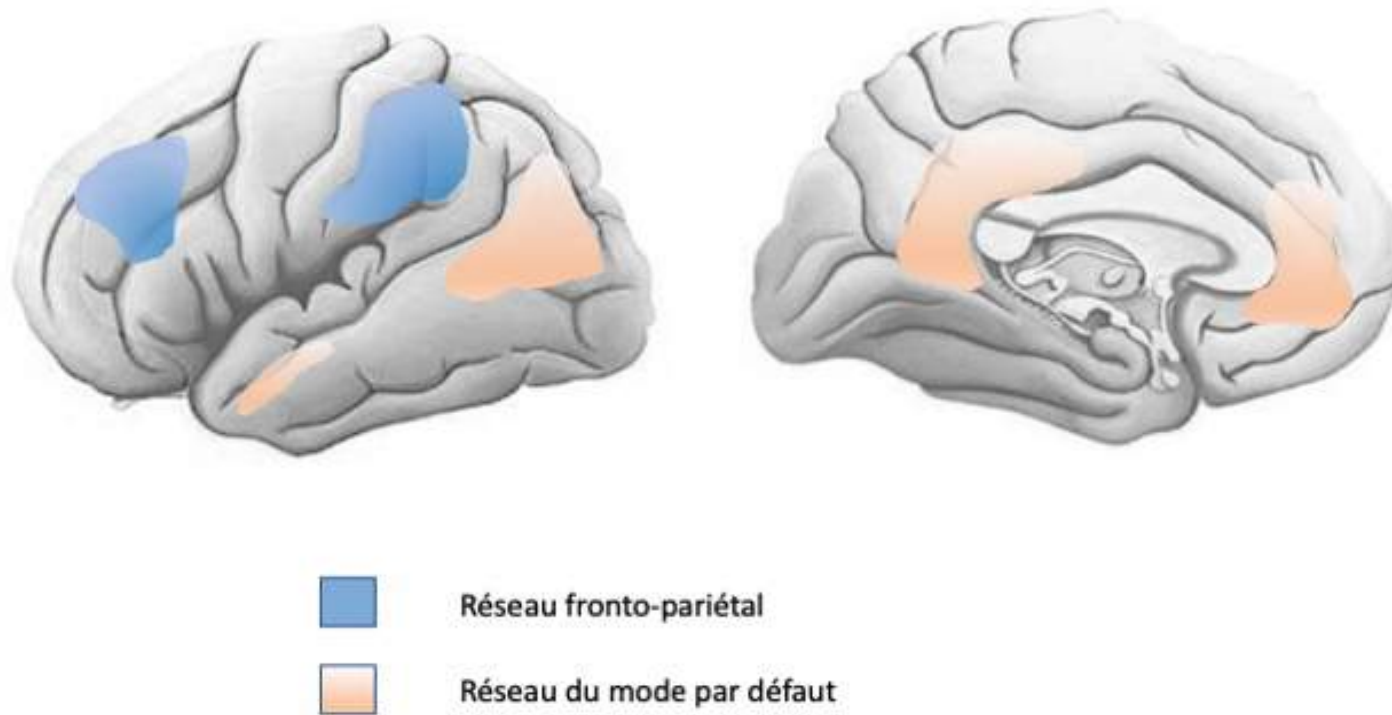
DLPFC deactivation :  
defocused, free-  
floating attention  
that permits  
spontaneous  
unplanned  
associations,

Medial prefrontal  
cortex activation,  
dorsolateral prefrontal  
cortex deactivation,  
and sensorimotor  
activation

MPFC : index of  
internally  
motivated  
behavior



creative intuition may operate when an  
attenuated DLPFC no longer regulates the  
contents of consciousness, allowing  
unfiltered, unconscious, or random  
thoughts and sensations to emerge



*Les deux circuits dont l'activité est proportionnelle au Quotient Intellectuel : le réseau fronto-pariétal situé sur la face latérale haute des hémisphères (figure de gauche) et le circuit du mode par défaut, situé majoritairement sur la face interne.*



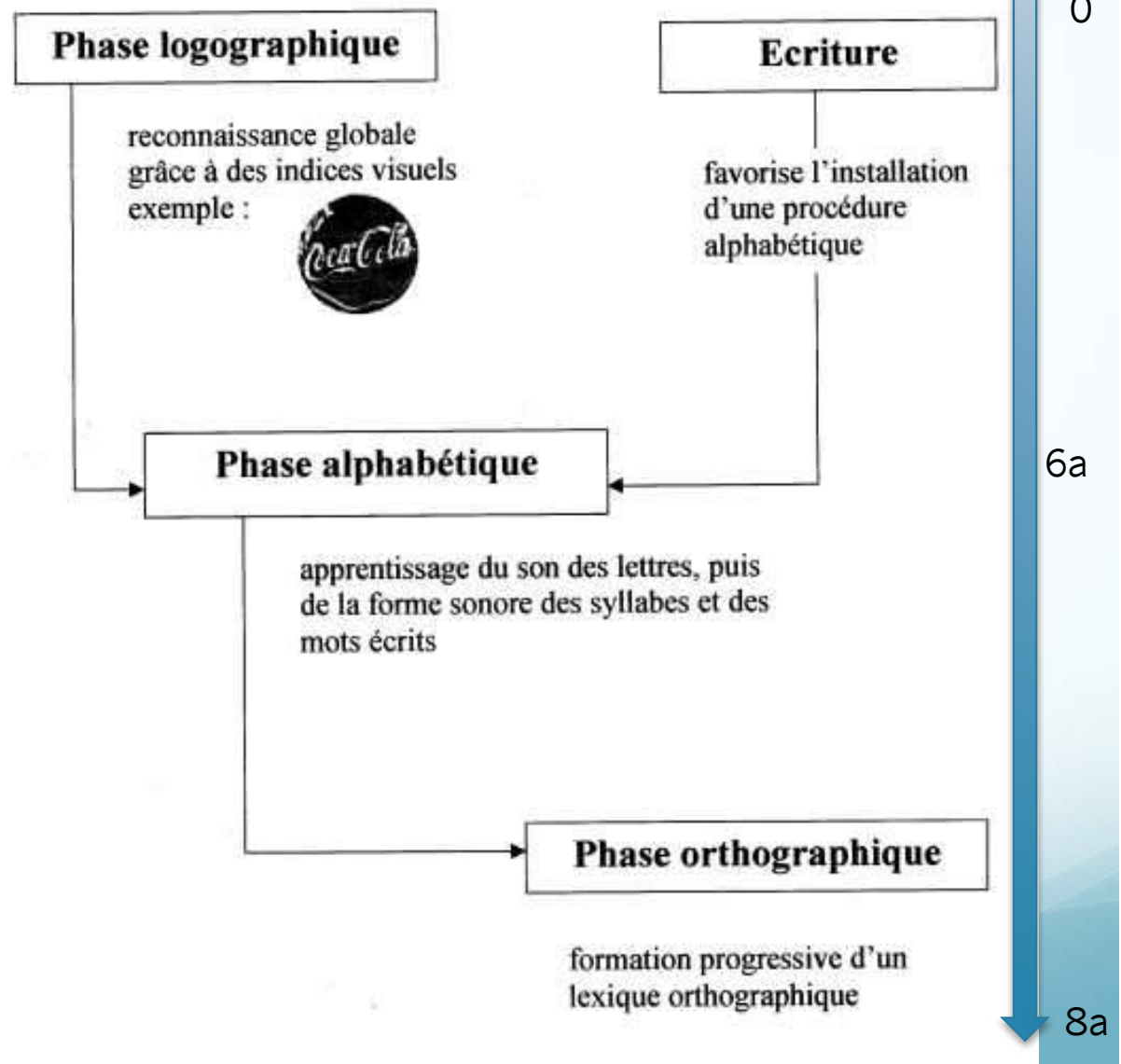


### III/Mécanismes cérébraux de la lecture : des mots aux notes de musique

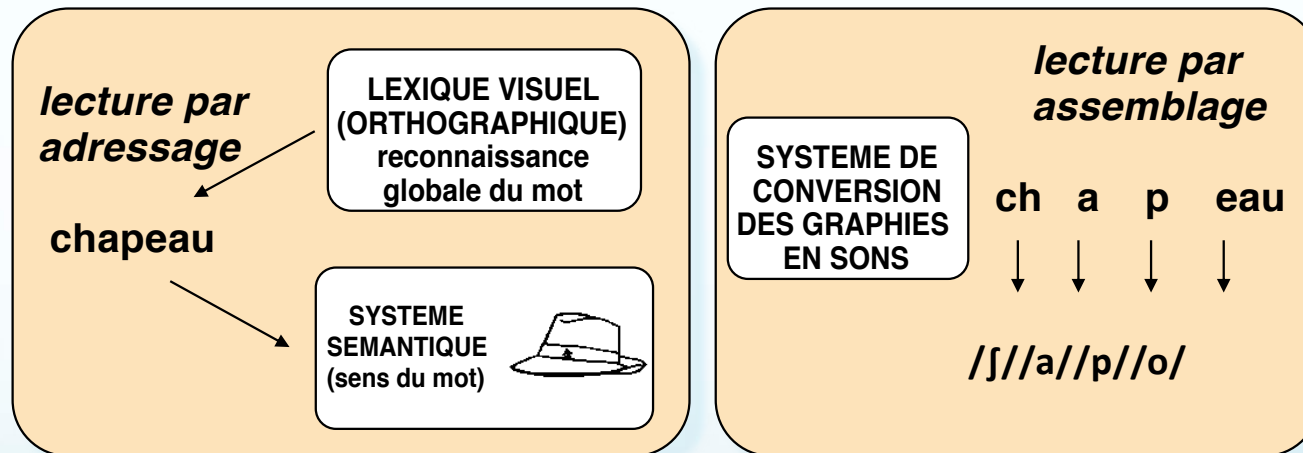
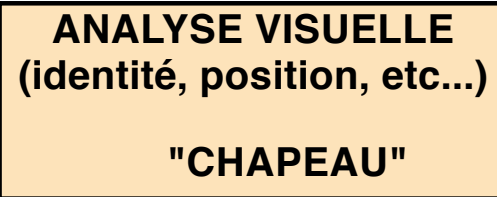
# Les étapes de l'apprentissage de la lecture

Précurseurs nécessaires :

- Phonétique
- Phonologique
- Visuel
- Lexical
- Morphologique



"CHAPEAU"



production  
orale  
/ʃ a p o /

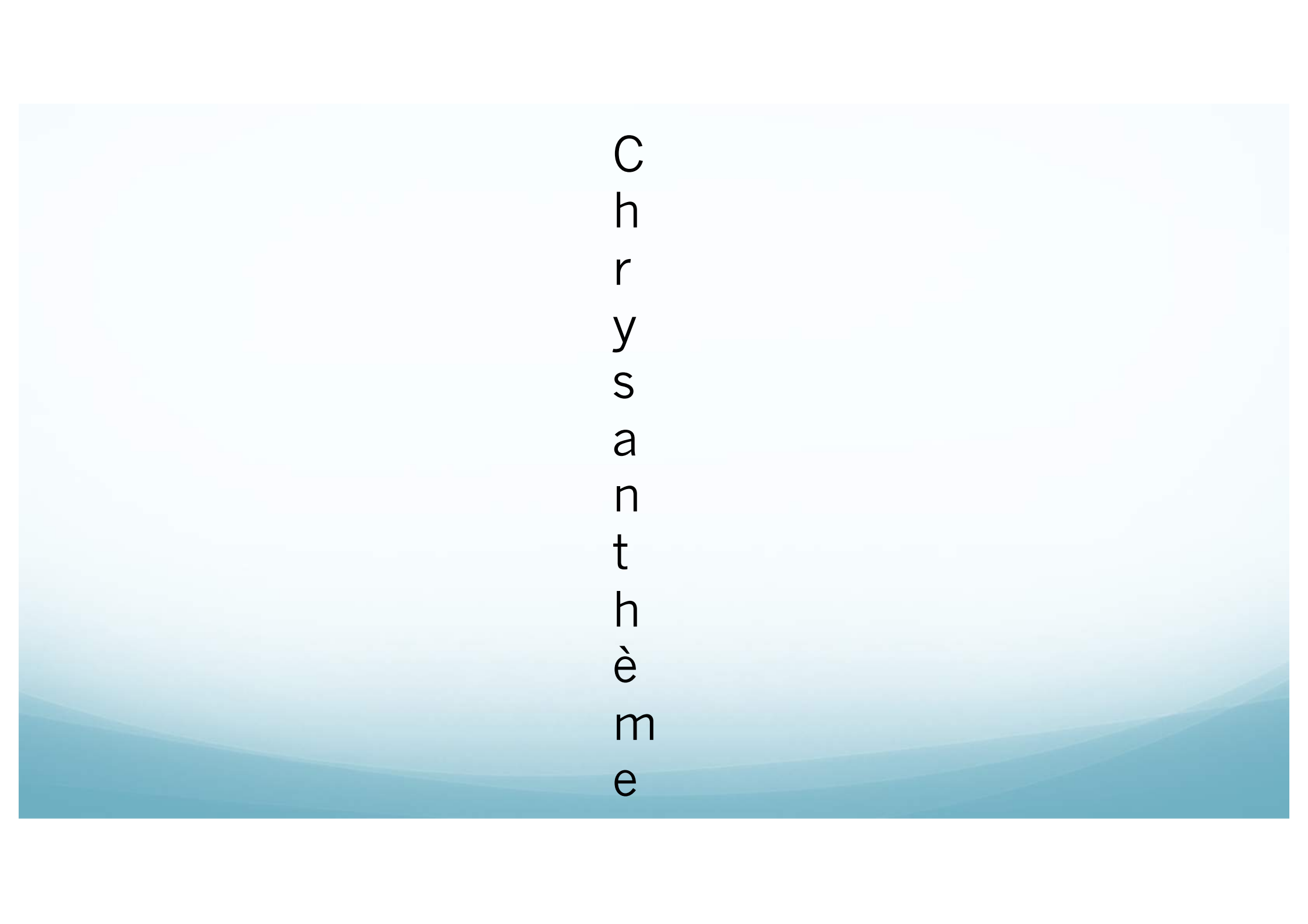
bol

confortablement



tambenefoneclor

chrysanthème

The background of the slide features a series of overlapping, wavy bands in various shades of blue and white, creating a soft, abstract, and textured effect.

C  
h  
r  
y  
s  
a  
n  
t  
h  
è  
m  
e

## Notes and discussion

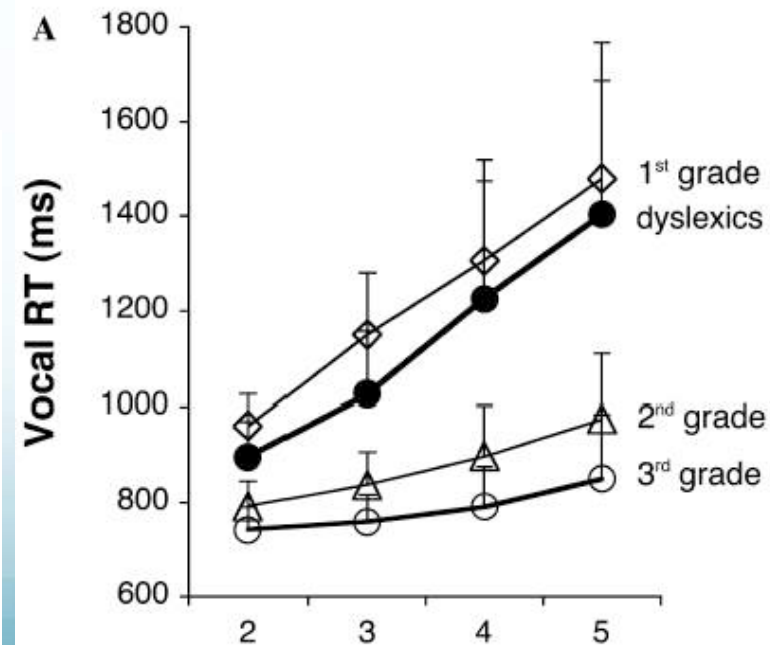
## Word length effect in early reading and in developmental dyslexia

Pierluigi Zoccolotti<sup>a,b,\*</sup>, Maria De Luca<sup>b</sup>, Enrico Di Pace<sup>a</sup>, Filippo Gasperini<sup>b</sup>,  
Anna Judica<sup>b</sup>, Donatella Spinelli<sup>b,c</sup>

MT Reading test

|           |              | Speed           | Accuracy       | Comprehension |
|-----------|--------------|-----------------|----------------|---------------|
| Controls  | First grade  | .39<br>(.35)    | -.10<br>(.58)  | .51<br>(.79)  |
|           | Second grade | .42<br>(.30)    | .19<br>(.64)   | .63<br>(.52)  |
|           | Third grade  | .33<br>(.46)    | -.005<br>(.57) | .63<br>(.65)  |
| Dyslexics | Third grade  | -2.45<br>(1.82) | -3.31<br>(.92) | -.70<br>(.92) |

Performance of dyslexic and control subjects on the MT battery. *z* scores based on Italian normative data (Cornoldi & Colpo, 1988) are reported. Negative values indicate performances below the norm. *z* scores were used because subjects were of different ages (6–8 years) and norms vary with age.

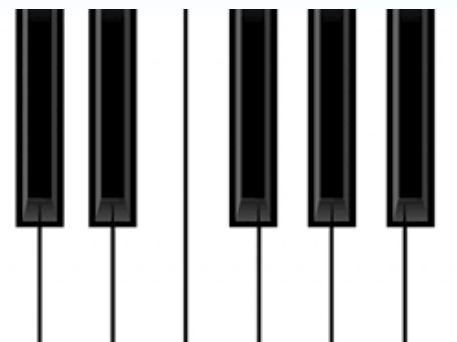


# Analogie lecture mots/musique

lettre      Nom de la lettre

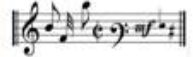
syllabe      Assemblage des phonèmes

Mot écrit      Reconnaissance du mot



| MOTS                                      | MUSIQUE                                                      |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Apprentissage du nom des lettres          | Association note lue / nom de la note                        |
| Conversion graphème-phonème               | Associations notes/hauteurs                                  |
| Reconnaissance globale des mots familiers | Reconnaissance de phrases/accords                            |
| Écriture des lettres et des mots          | Association notes/ mouvement (chant ou mouvement des doigts) |

## Lecture et transcodages : analogie MOTS/MUSIQUE

| MOTS                                    |                                           |                                                                                                         | MUSIQUE                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                          |                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Niveau visuel                           | Niveau sonore                             | Niveau moteur                                                                                           | Niveau visuel                                                                                                                                                                                                            | Niveau sonore                                                                                                                            | Niveau moteur                                                                                                                              |
| <b>Lettre</b><br>(ex : f)               | Nom de la lettre<br>(ex : <u>effe</u> )   | Prononciation<br>(lecture à voix haute)<br>Lettre tracée en Script/<br><u>cursive</u> /majuscule<br>... | Note<br><br><br>Position sur l'instrument<br>        | Nom de la note : /la/<br><br>Hauteur de la note :<br> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Ecriture</u> de la note</li> <li>• Jeu sur l'instrument</li> <li>• Chant de la note</li> </ul> |
| <b>Graphème</b><br>(ex. : <u>[ch]</u> ) | Phonème<br>(ex. : <u>/j/</u> )            | Prononciation<br><br>Succession de lettres tracées                                                      | <u>valeurs</u> <br><u>succession de valeurs</u><br> | Durée<br><br><u>rythme</u>                                                                                                               | Id.                                                                                                                                        |
| <b>Syllabe</b><br><u>[pa]</u>           | Assemblage des phonèmes<br>/p/+a/         | Succession de positions articulaires<br><br>Succession de lettres                                       | Succession de symboles<br>                                                                                                             | Phrase <u>non sens</u>                                                                                                                   | Id.                                                                                                                                        |
| <b><u>mot</u></b>                       | Reconnaissance globale des mots familiers | Idem + accès au sens du mot isolé                                                                       | <u>superposition</u> ou succession de plusieurs notes<br>                                                                            | Accord ou suite d'intervalles                                                                                                            | Id.                                                                                                                                        |
| <b><u>phrase</u></b>                    | Lecture de succession de mots             | Idem+ accès au sens de l'assemblage de mots (syntaxe)                                                   |                                                                                                                                      | Phrase signifiante ( <u>succession</u> de valeurs conventionnelles = syntaxe musicale)                                                   | Id.                                                                                                                                        |

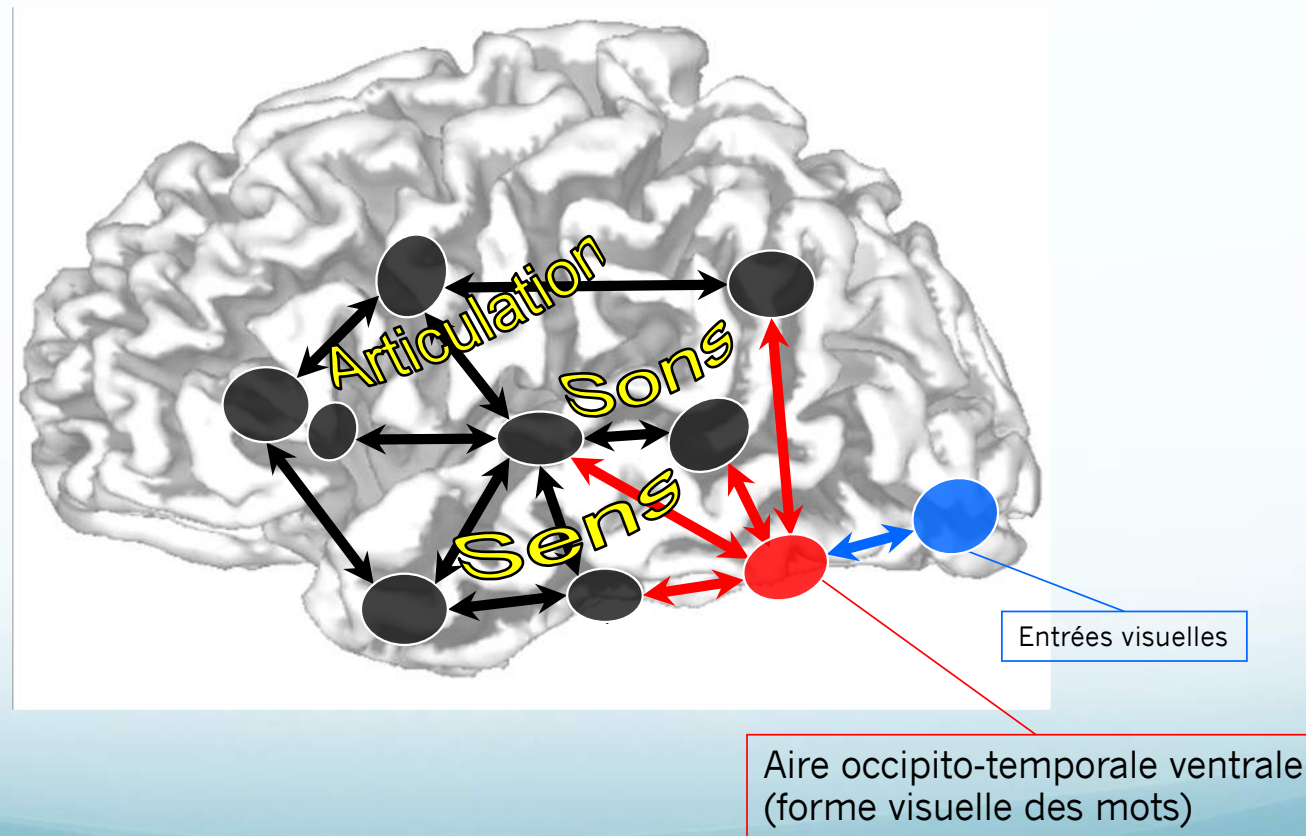


# Lecture et musique : une affaire de connexions

# Quel circuit cérébral mobilise-t-on pour lire?

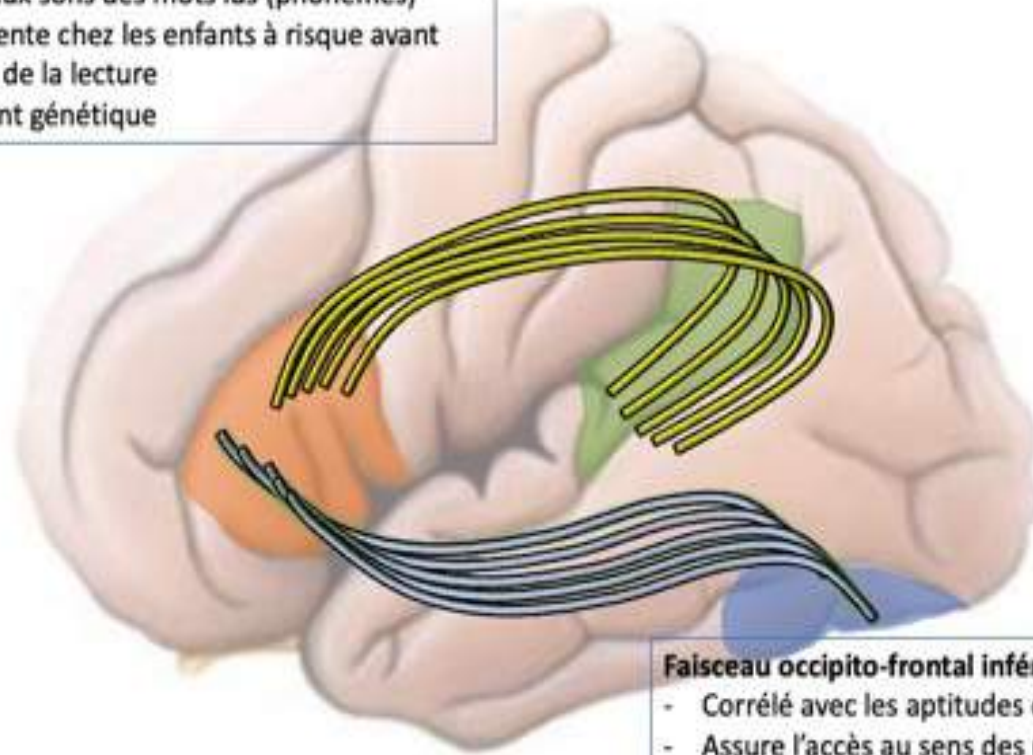
Apprendre à lire consiste à

- créer une **représentation visuelle abstraite** des mots écrits
- la mettre en connexion avec les aires cérébrales codant pour les **sons** et le **sens**



**Faisceau arqué (voie dorsale) :**

- Corrélié avec les aptitudes phonologiques
- Assure l'accès aux sons des mots lus (phonèmes)
- Altération présente chez les enfants à risque avant l'apprentissage de la lecture
- Fort déterminant génétique



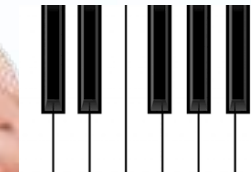
**Faisceau occipito-frontal inférieur (voie ventrale) :**

- Corrélié avec les aptitudes orthographiques
- Assure l'accès au sens des mots lus
- Peu modifié chez les enfants à risque
- Très dépendant du milieu socio-culturel



Cortex moteur  
primaire :  
contrôle du geste  
moteur

Cortex pariétal :  
représentation  
spatiale des  
notes



Cortex sensori-  
moteur  
operculaire:  
contrôle de la  
voix chantée



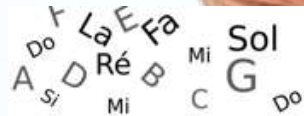
Cortex auditif  
primaire :  
perception des  
sons



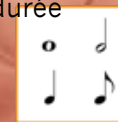
Cortex auditif  
associatif:  
perception des  
attributs des sons



Aire de Broca :  
nom des notes



Représentation  
de la durée



Représentation  
de la hauteur



Cortex occipital :  
perception des  
traits visuels

Amygdala :  
perception des  
émotions



Cervelet :  
automatisation et  
rythme

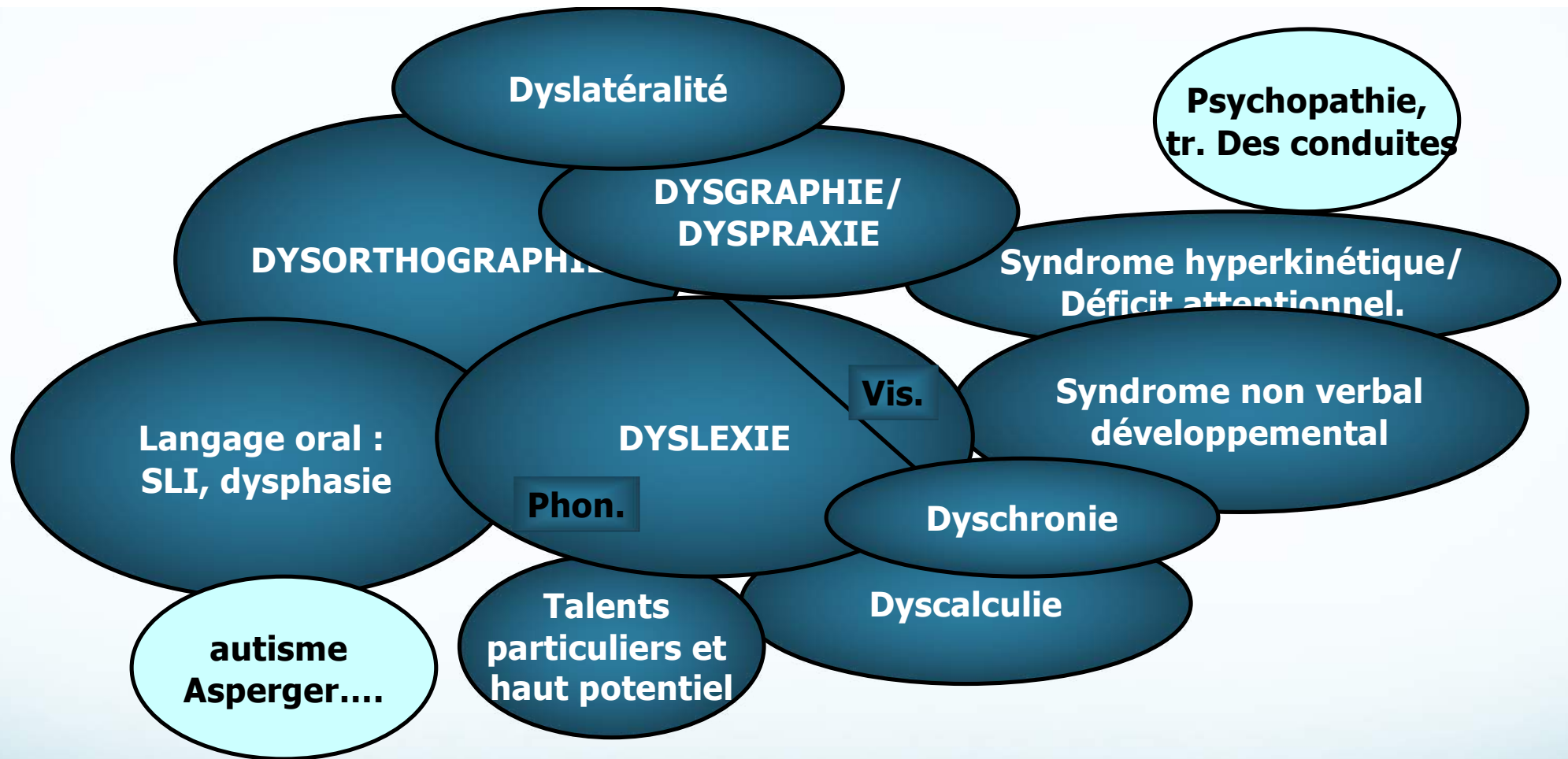


III/ L'enfant dyslexique : qui est-il?  
Pourquoi est-il dyslexique? Pourquoi  
et en quoi la musique lui serait-elle  
bénéfique?

# L'enfant dys : comment le reconnaître

- Avant tout : un enfant normalement intelligent qui n'arrive pas à apprendre : Toujours être à l'affût de dissociations
  - Entre l'apparente intelligence générale et le niveau de réussite dans les tâches scolaires
  - Entre les difficultés dans un domaine et pas dans un autre
- Comprendre que le système cognitif est organisé de manière modulaire : les grandes fonctions du cerveau déterminent les principaux domaines de l'apprentissage :
  - Langage
  - Lecture, écriture, orthographe
  - Calcul, sens du nombre, raisonnement arithmétique
  - Capacités spatiales et coordination du geste
  - Mémoire (à long terme, à court terme...)
  - Attention
  - Cognition sociale
- Les troubles spécifiques d'apprentissages peuvent être la conséquence du mauvais fonctionnement d'un ou plusieurs de ces modules : LES TROUBLES « DYS »





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

# DSM-5: Troubles du neuro développement



# Are neurodevelopmental disorders discrete conditions?

Emilia Misheva considers the evidence.



The British  
Psychological Society  
Promoting excellence in psychology

the  
psychologist...



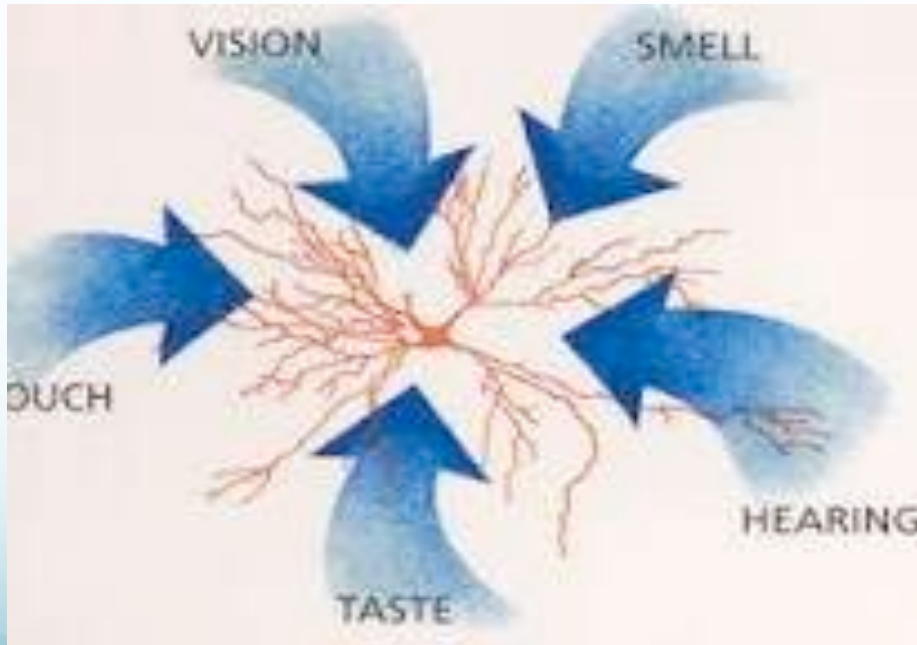
*There is abundant evidence to indicate that neurodevelopmental disorders tend to co-occur, rather than existing as individual conditions. Could this 'comorbidity' reflect an overall atypical course of neural development, which manifests in various ways?*



Cette « co-morbidité » pourrait-elle refléter une trajectoire anormale du développement neuronal, qui se manifesterait de différentes manières?

# Quels mécanismes communs?

Défaut d'intégration trans-modalités



*Cross-modal integration*

Défaut de traitement temporel



*Timing*

Défaut d'intégration trans-modalités: une explication classique (mais longtemps négligée) de l'incapacité à lire des dyslexiques

|                                                                                     |                                                                                                      |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|                                                                                     |                     | [ m ] |
|    | <br>mM un mouton |       |
|  | la pomme                                                                                             |       |
|                                                                                     | ma mi mu                                                                                             |       |

*La transcription  
graphème-phonème*





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





# Mapping symbols to sounds: electrophysiological correlates of the impaired reading process in dyslexia

Andreas Widmann<sup>1\*</sup>, Erich Schröger<sup>1</sup>, Mari Tervaniemi<sup>2,3</sup>, Satu Pakarinen<sup>2</sup> and Teija Kujala<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup> Institute of Psychology, University of Leipzig, Leipzig, Germany

<sup>2</sup> Cognitive Brain Research Unit, Cognitive Science, Institute of Behavioural Sciences, University of Helsinki, Helsinki, Finland

<sup>3</sup> Center of Excellence in Interdisciplinary Music Research, University of Jyväskylä, Jyväskylä, Finland

<sup>4</sup> Cicero Learning, University of Helsinki, Helsinki, Finland

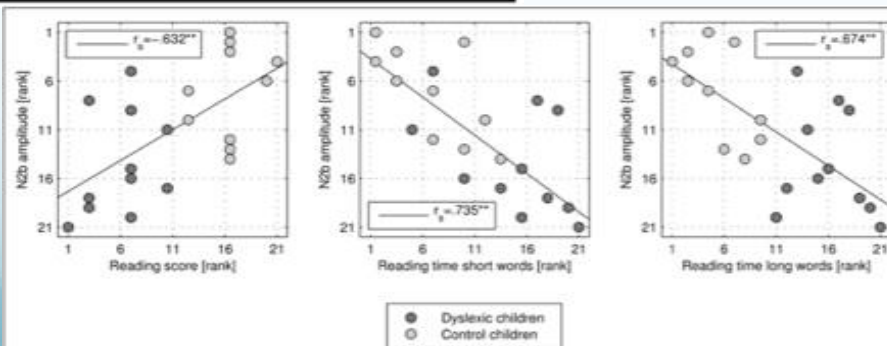
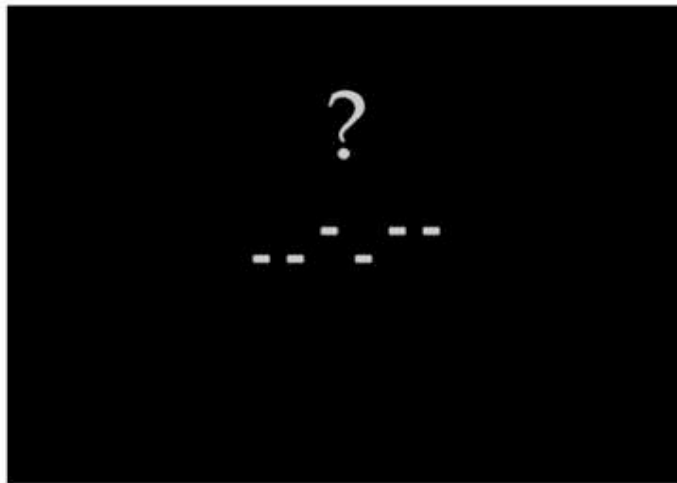
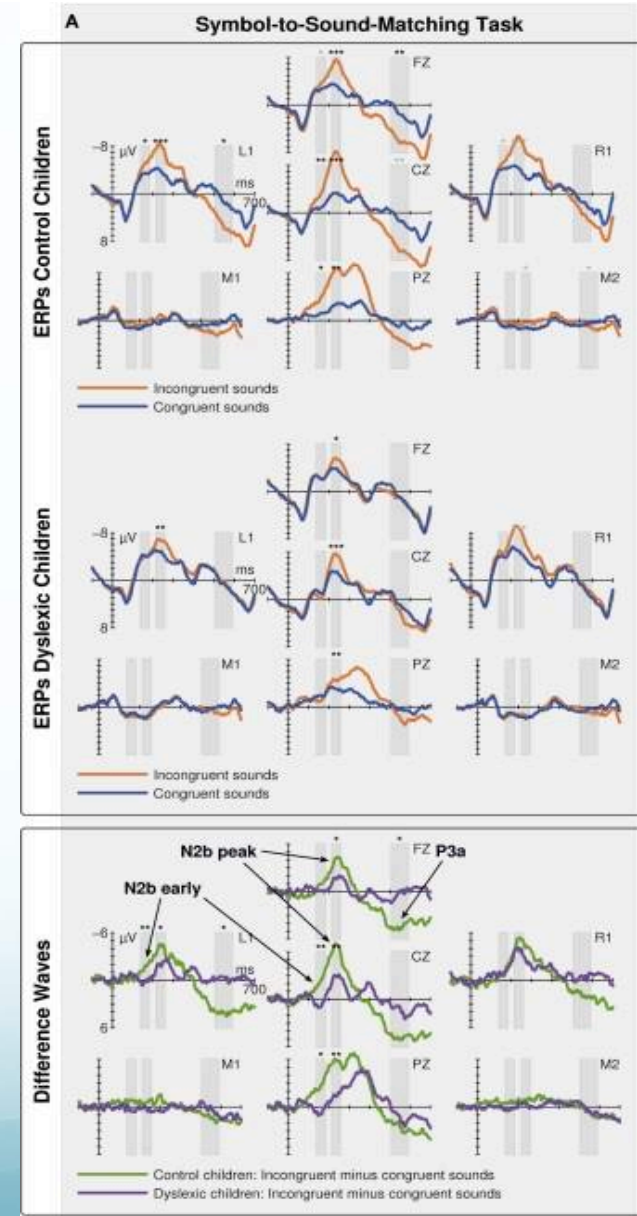
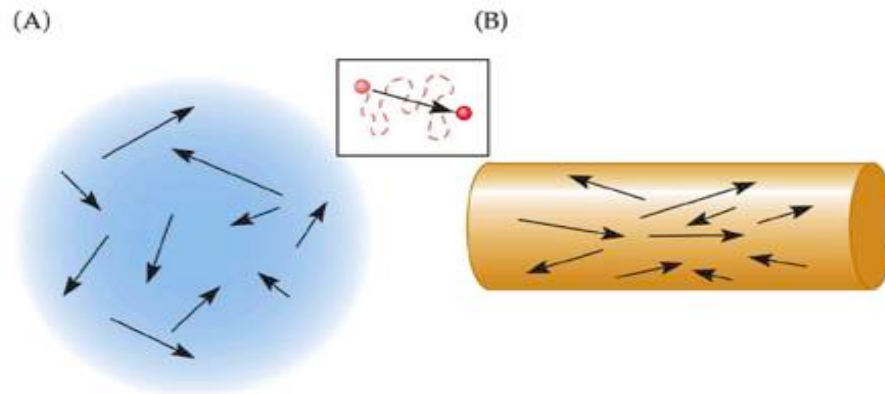


FIGURE 3 | Scatter plot and correlation of N2b amplitude rank (negative up) at electrode location Cz and rank of reading score, and reading time of short and long words, respectively.



5.18 Isotropic and anisotropic diffusion.

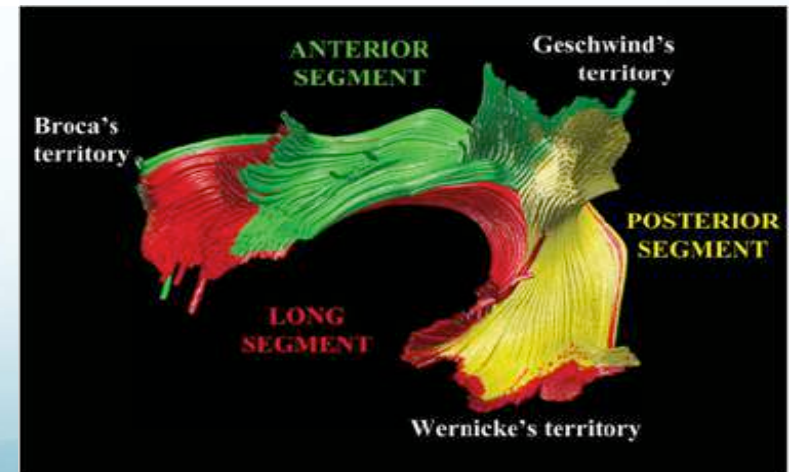


Diffusion tensor imaging (D.T.I.)

FUNCTIONAL MAGNETIC RESONANCE IMAGING, Figure 9.18 © 2004 Elsevier Associates, Inc.



Le faisceau arqué : principal marqueur anatomique de la dyslexie



Le défaut de connectivité intra-cérébrale : une constante en imagerie cérébrale, une explication unitaire des troubles dys

## DYSLEXIE

Faisceau arqué : procure à l'aire de Broca l'accès aux représentations phonémiques

Aire de Broca

Aire de Wernicke

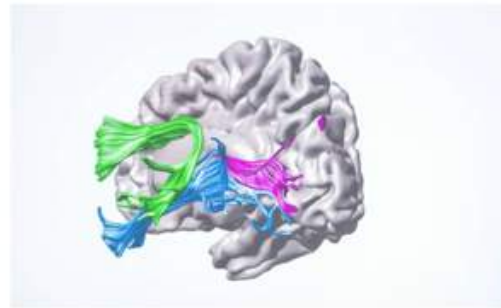
Processeur phonologique : permet de programmer, séquencer, segmenter le signal de parole

Stockage de la forme auditive des sons de parole (phonèmes)

JUNE 14, 2018

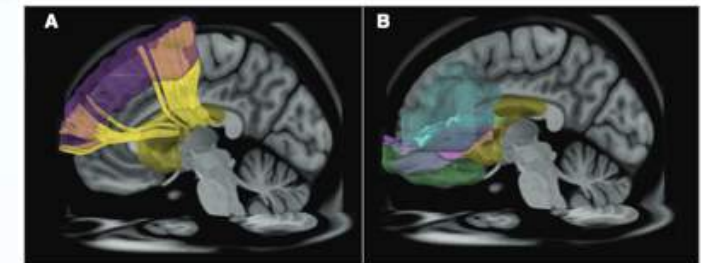
## Study shows how intensive instruction changes brain circuitry in struggling readers

by Kim Eckart, University of Washington



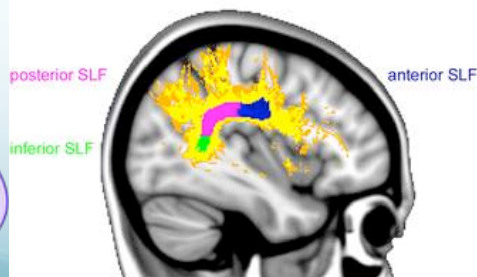
This illustration of the brain shows the arcuate fasciculus (green); infer...

## DYSGRAPHIE

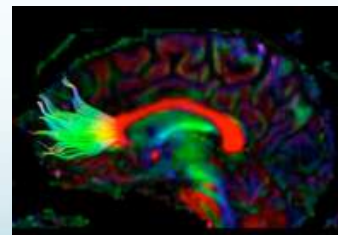


Mais aussi.....

ROIs of the superior longitudinal fasciculus

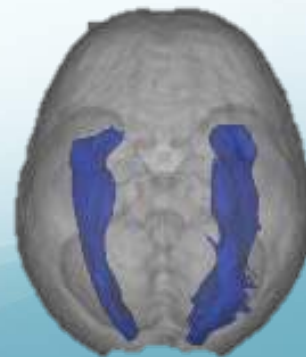


## DYSCALCULIE



## TDAH

## DYSPHASIE





Special issue: Review

# Altered white matter connectivity as a neural substrate for social impairment in Autism Spectrum Disorder

CORTEX 62 (2015) 158–181

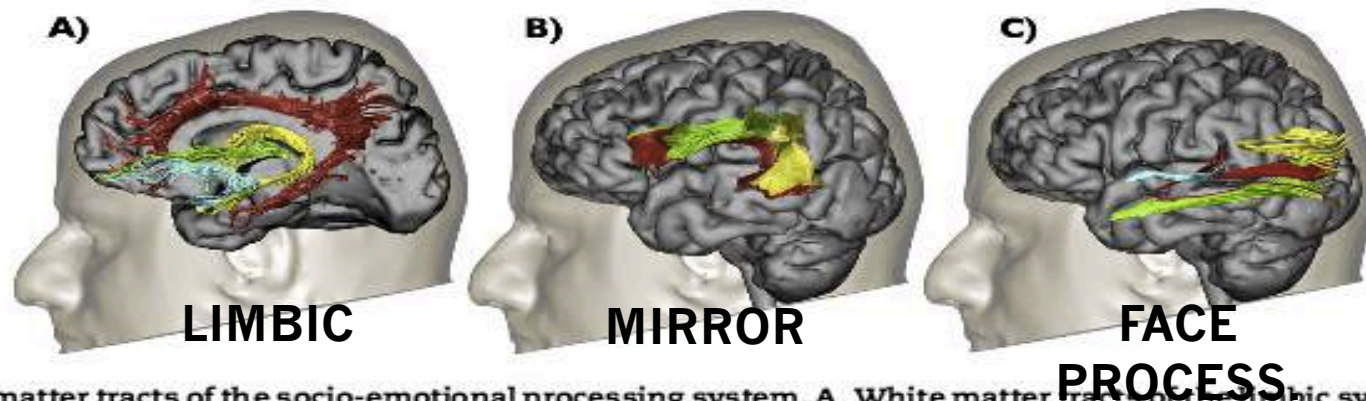
Stephanie H. Ameis<sup>a,b,\*</sup> and Marco Catani<sup>c</sup>

<sup>a</sup> The Hospital for Sick Children, Department of Psychiatry, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada

<sup>b</sup> Child, Youth and Family Program, Research Imaging Centre, The Campbell Family Mental Health Institute, The Centre for Addiction and Mental Health, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada

<sup>c</sup> NATBRAINLAB, Department of Forensic and Neurodevelopmental Sciences, Institute of Psychiatry PO50, King's College London, London, UK

The uncinate fasciculus and frontal and temporal thalamic projections mediate limbic connectivity and integrate structures responsible for complex socioemotional functioning. Impaired development of limbic connectivity may represent one neural substrate contributing to ASD social impairments.



**Fig. 1 – White matter tracts of the socio-emotional processing system. A. White matter tracts of the limbic system: cingulum bundle (red), uncinate fasciculus (blue), fornix (yellow), mammillo-thalamic tract (black), anterior thalamic projections (green). B. White matter tracts linking the mirror neuron system; segments of the arcuate fasciculus are presented: long segment (red), anterior segment (green), posterior segment (yellow). C. White matter tracts of the face processing system; the inferior longitudinal fasciculus (green) is presented along with white matter tracts of the visual pathway: splenium fibres (yellow), optic radiations (red), optic tract (blue).**

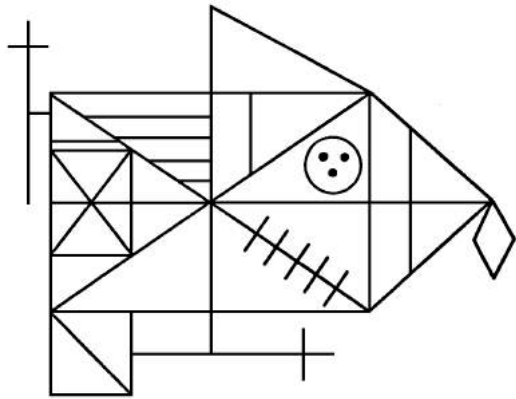
Ainsi, l'intégration trans-modalités est une piste sérieuse pour expliquer la dyslexie, mais aussi la co-occurrence avec d'autres troubles.....

Or, la musique a précisément pour effet d'améliorer l'intégration trans-modalités.....

## IV/ À côté de la dyslexie : dyspraxie et TDAH

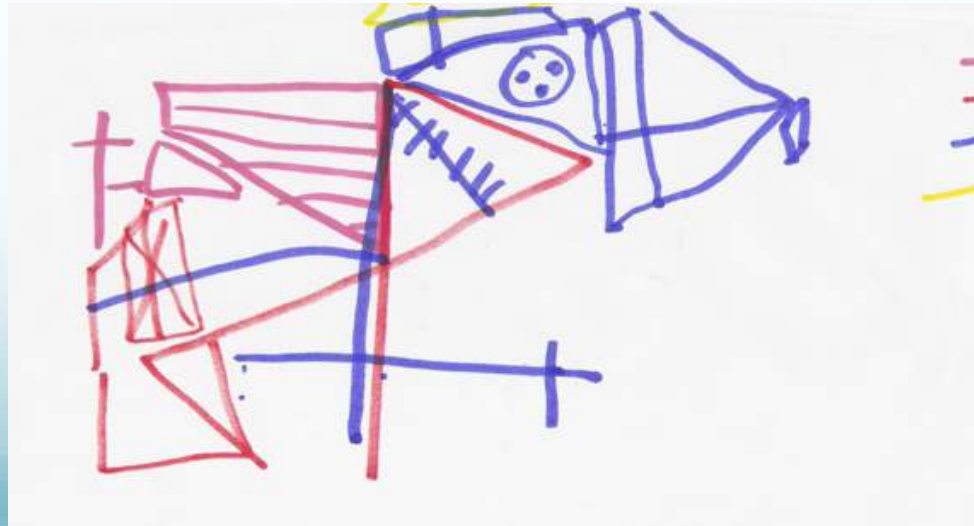


# « LA DYSPRAXIE visuo-spatiale »



Reproduction avec modèle de la  
figure de Rey

L. -10 ans-CM1  
Dyspraxie constructive  
visuo-spatiale



# dysgraphie

id dit au petit Prince: Vous n'avez rien de  
simple, on voit bien que le cœur  
est invisible pour les yeux. C'est le temps  
où pour la mosaïque qui fait si mal,  
responsable pour toujours de se que tu

Ratus est un cinéma. Pendant le film, il mange des cacahuètes et  
la mouche grise. Il fait du bruit chaque fois qu'il glisse sa patte  
dans le sac. ) **Dictée**

Après le film, M. Ratus, dis un septième.  
quel égoïste! quelle femme - ) **Copie**  
dans l'obscurité, Ratus continue à faire des flûtes.

=> pas plante d'ours piquet ....

= diff qd copie page ....

Logopie  
bicade  
gaspier  
d'her  
spite  
orthon

# « LA DYSPRAXIE »

## SES DIFFÉRENTES FORMES

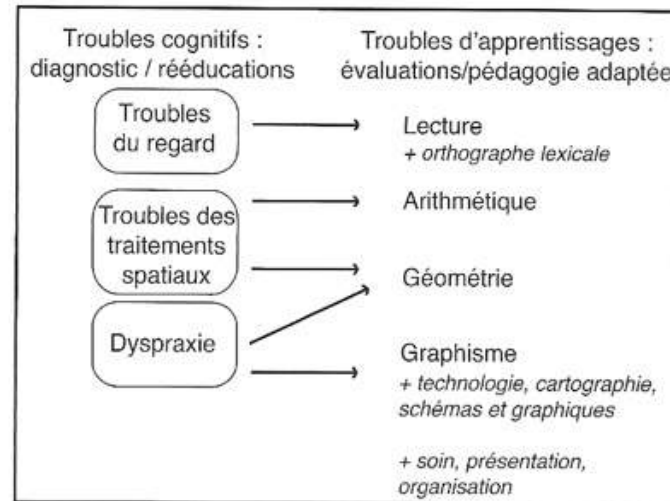


Fig. 1.39. – Dyspraxies visuospatiales : répercussions scolaires.

[De M. Mazeau (2009)]

## LE VRAI PROBLÈME ....

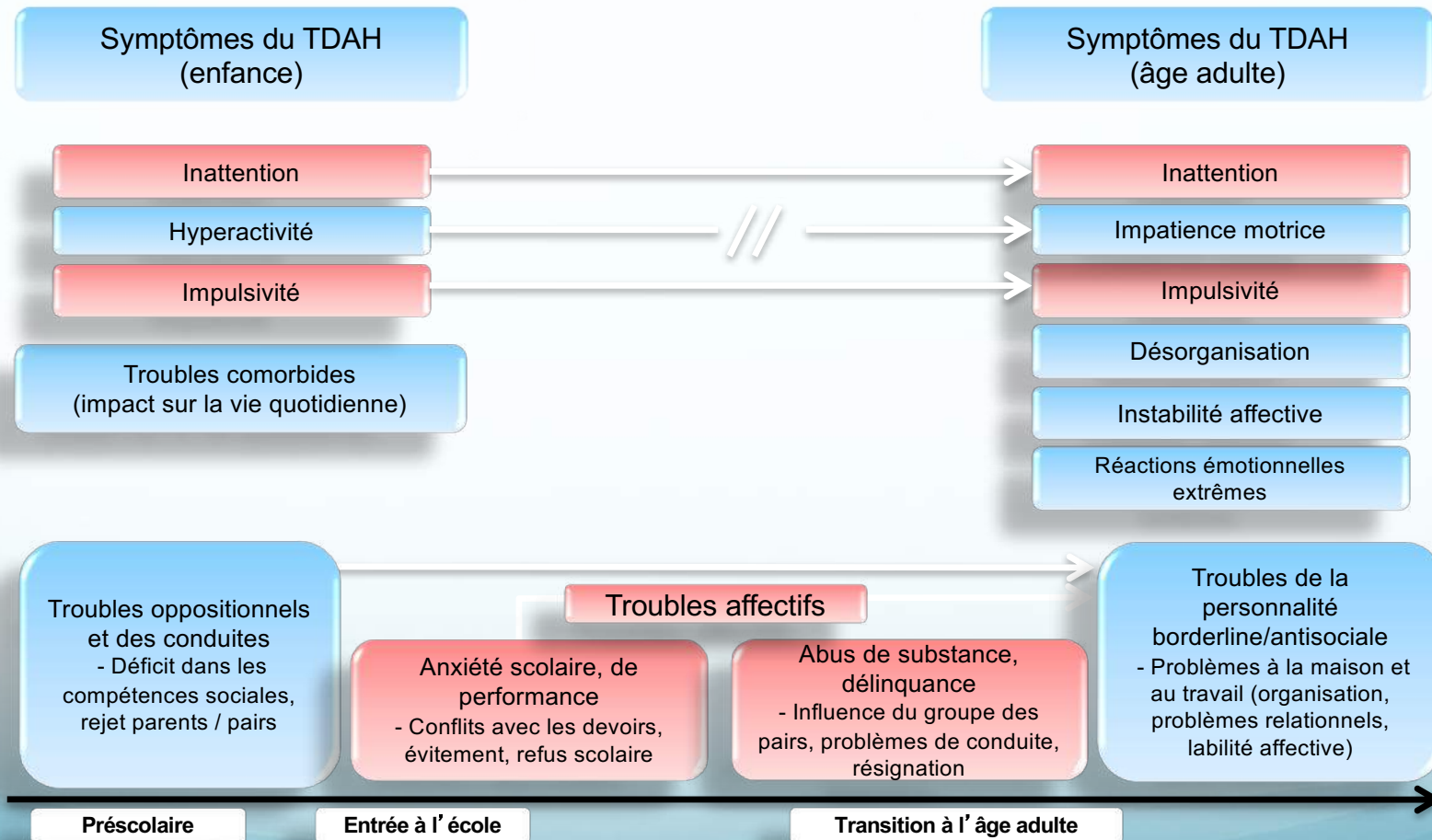
Le pb, c'est la  
« double tâche »

- ✗ Ce n'est PAS que l'enfant écrive « mal » ...
- ✗ C'est qu'il ne peut pas se relire
- ✗ C'est que son écriture manuelle ne sera pas **AUTOMATISEE** : elle nécessitera toujours un contrôle attentionnel massif, *aux dépens des tâches « de haut niveau »*
- ✗ C'est la lenteur (documents incomplets)
- ✗ C'est l'aspect sale et brouillon (documents inutilisables)

*Ecrire à la main le handicape +++*

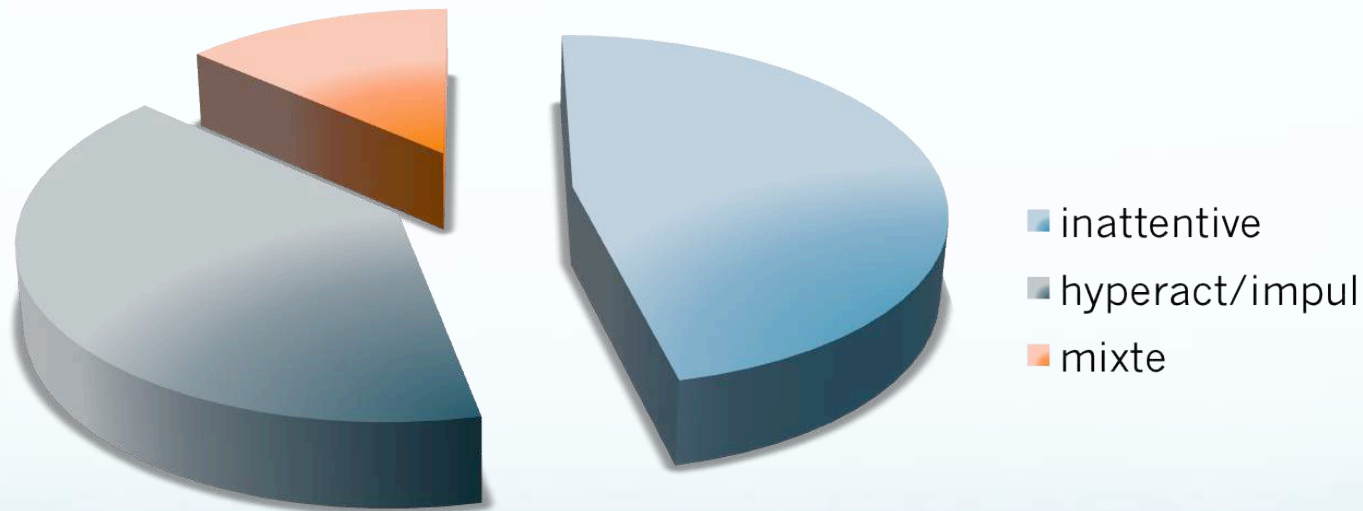


# TDAH : Des symptômes qui varient au cours du développement



# Incidence en France : 3,5%

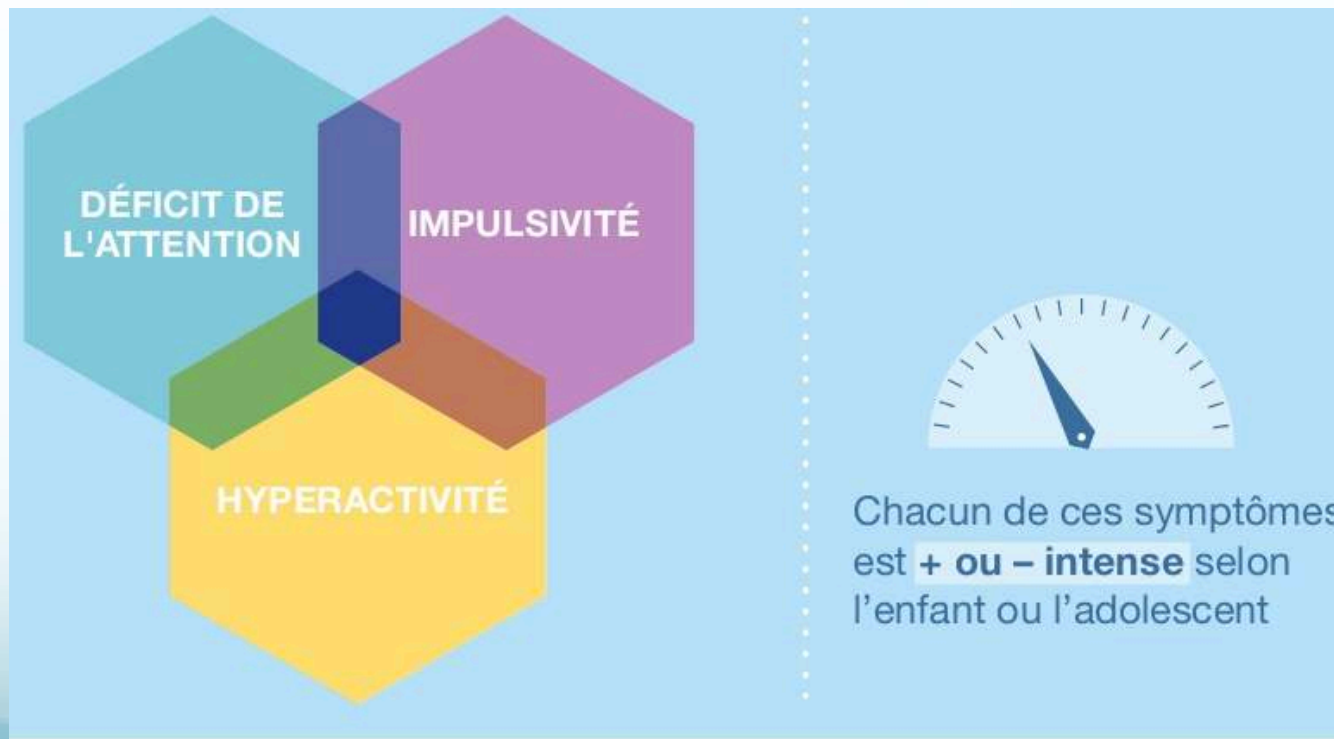
Lecendreux et al., 2010





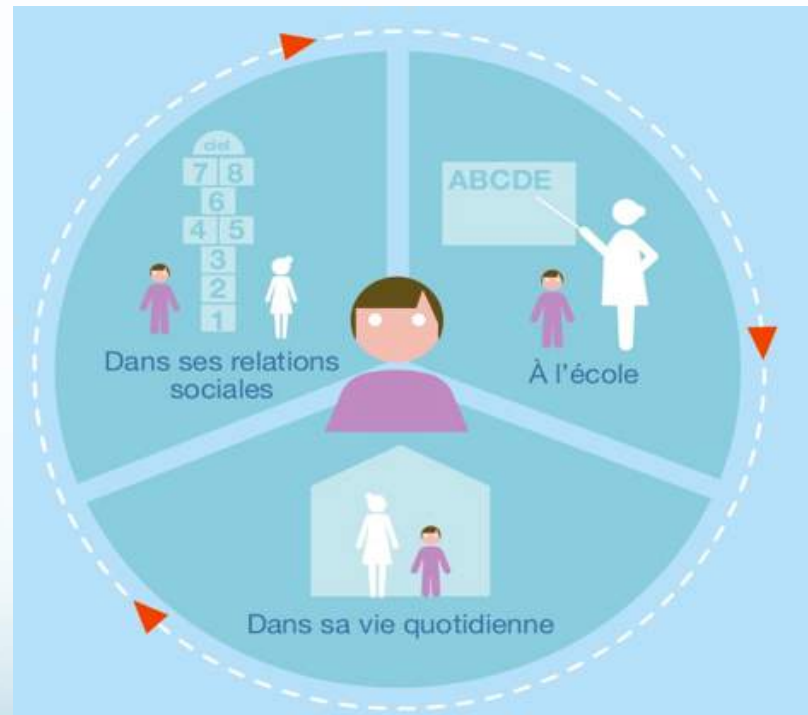
## 3 symptômes différents

- On assimile souvent le TDAH à des enfants turbulents.
- Il s'agit pourtant d'un trouble complexe qui associe 3 symptômes différents



## Une souffrance qui affecte le quotidien

- Le TDAH peut engendrer une souffrance et avoir un impact négatif sur le quotidien de l'enfant ou de l'adolescent .



Si cette souffrance affecte chaque moment du quotidien et persiste dans le temps, une prise en charge est nécessaire .

| <i>Pour chaque item, choisissez la colonne qui décrit mieux l'enfant:</i>                                               | Pas du tout | Un peu | Souvent | Très souvent |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------|---------|--------------|
| 1. Souvent ne parvient pas à prêter attention aux détails ou fait des fautes d'étourderie dans ses travaux scolaires    |             |        |         |              |
| 2. A souvent de la difficulté à soutenir son attention dans les tâches ou dans les jeux                                 |             |        |         |              |
| 3. Semble souvent ne pas écouter lorsqu'on lui parle personnellement                                                    |             |        |         |              |
| 4. Souvent ne se conforme pas aux consignes et ne parvient pas à terminer ses travaux scolaires                         |             |        |         |              |
| 5. A souvent de la difficulté à organiser ses tâches ou ses activités                                                   |             |        |         |              |
| 6. Souvent, évite, a en aversion ou fait à contrecoeur les tâches qui nécessitent un effort mental soutenu              |             |        |         |              |
| 7. Perd souvent les objets nécessaires à ses tâches ou activités (p. ex., devoirs de classe, stylos ou livres)          |             |        |         |              |
| 8. Se laisse souvent distraire par des stimulus externes                                                                |             |        |         |              |
| 9. A des oublis fréquents dans les activités de la vie quotidienne                                                      |             |        |         |              |
| 10. A souvent de la difficulté à maintenir sa vigilance, se concentrer sur des requêtes, ou à exécuter des instructions |             |        |         |              |
| 11. Agite souvent les mains ou les pieds                                                                                |             |        |         |              |
| 12. Se lève souvent en classe alors qu'il devrait rester assis                                                          |             |        |         |              |
| 13. Souvent, court ou grimpe partout, dans des situations où cela est inapproprié                                       |             |        |         |              |
| 14. A souvent du mal à se tenir tranquille dans les jeux ou les activités de loisirs                                    |             |        |         |              |
| 15. Est souvent en mouvement ou agit souvent comme s'il était monté sur des ressorts                                    |             |        |         |              |
| 16. Parle souvent trop                                                                                                  |             |        |         |              |
| 17. Laisse souvent échapper la réponse à une question qui n'est pas encore entièrement posée                            |             |        |         |              |
| 18. A souvent de la difficulté à attendre son tour                                                                      |             |        |         |              |
| 19. Se met souvent en colère                                                                                            |             |        |         |              |
| 20. Conteste souvent ce que disent les adultes                                                                          |             |        |         |              |
| 21. S'oppose souvent activement ou refuse de se plier aux demandes ou aux règles des adultes                            |             |        |         |              |
| 22. Contrarie souvent les autres délibérément                                                                           |             |        |         |              |
| 23. Fait souvent porter aux autres la responsabilité de ses erreurs ou de sa mauvaise conduite                          |             |        |         |              |
| 24. Est souvent susceptible ou facilement agacé par les autres                                                          |             |        |         |              |
| 25. Est souvent fâché et plein de ressentiment                                                                          |             |        |         |              |
| 26. Se montre souvent méchant ou vindicatif (veut se venger)                                                            |             |        |         |              |

**Annexe IV : exemple  
d'outil de diagnostic  
pouvant être utilisé par le  
médecin de premier  
recours :  
SNAP-IV**