



Mylène Barbaroux



NEUROÉDUCATION ET APPRENTISSAGE MUSICAL

Mireille Besson

*CNRS & Aix-Marseille Université
Laboratoire de Neurosciences Cognitives
Equipe Musique, Langage, Ecriture*



Eva Dittinger



Orchestre des jeunes
Démonos Marseille

*Dispositif d'Education Musicale et
Orchestrale à vocation Sociale*



Musique et Cerveau

Langage et Cerveau

***Comment l'apprentissage de la musique
Influence l'apprentissage d'une langue étrangère ?***

Programme Démonos: Philharmonie de Paris

Neuroéducation

La musique dans le cerveau

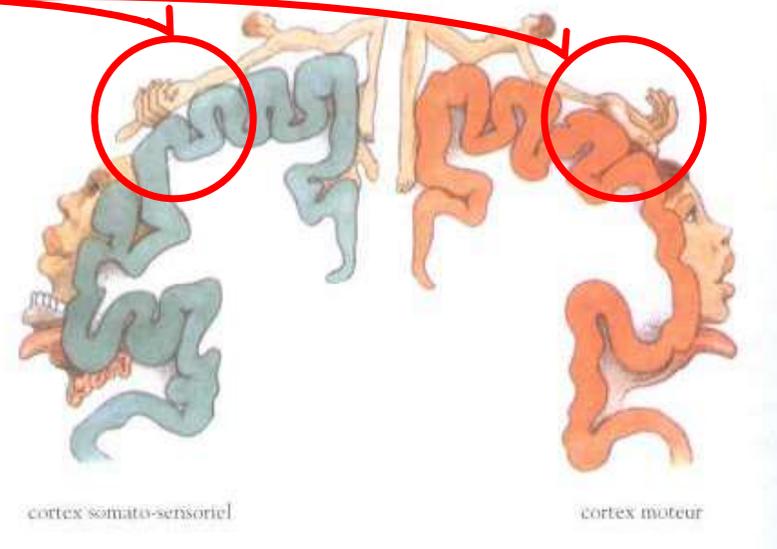


Piano (e.g., Schlaug et al, 1995)



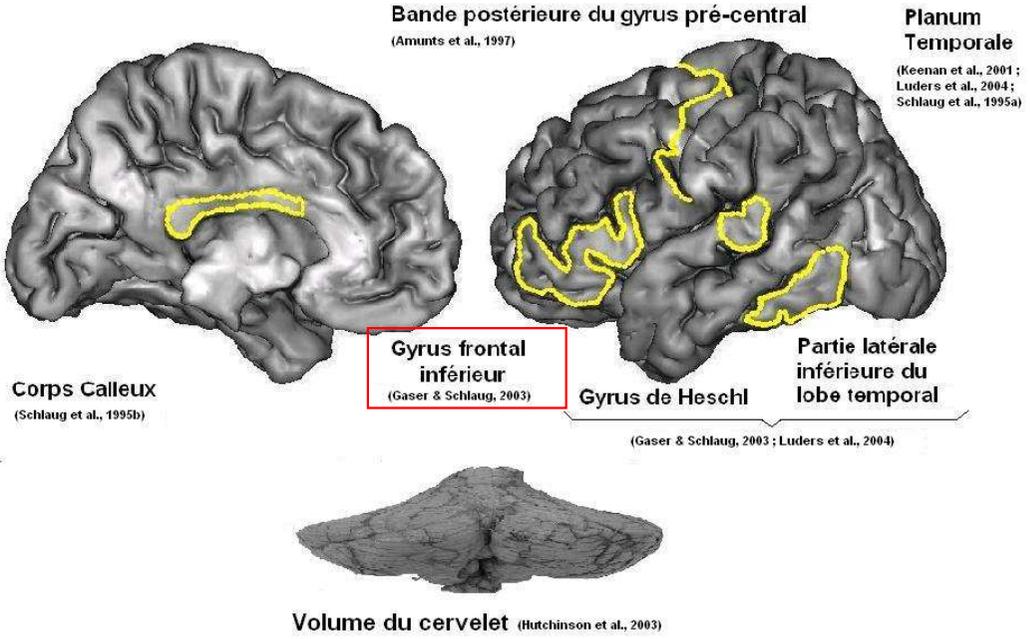
Jouer d'un instrument influence l'anatomie cérébrale

Le cerveau musicien comme modèle de plasticité cérébrale:
la capacité du système nerveux à s'adapter aux influences environnementales
(Strobach & Karbach, 2016)





Le cerveau musicien



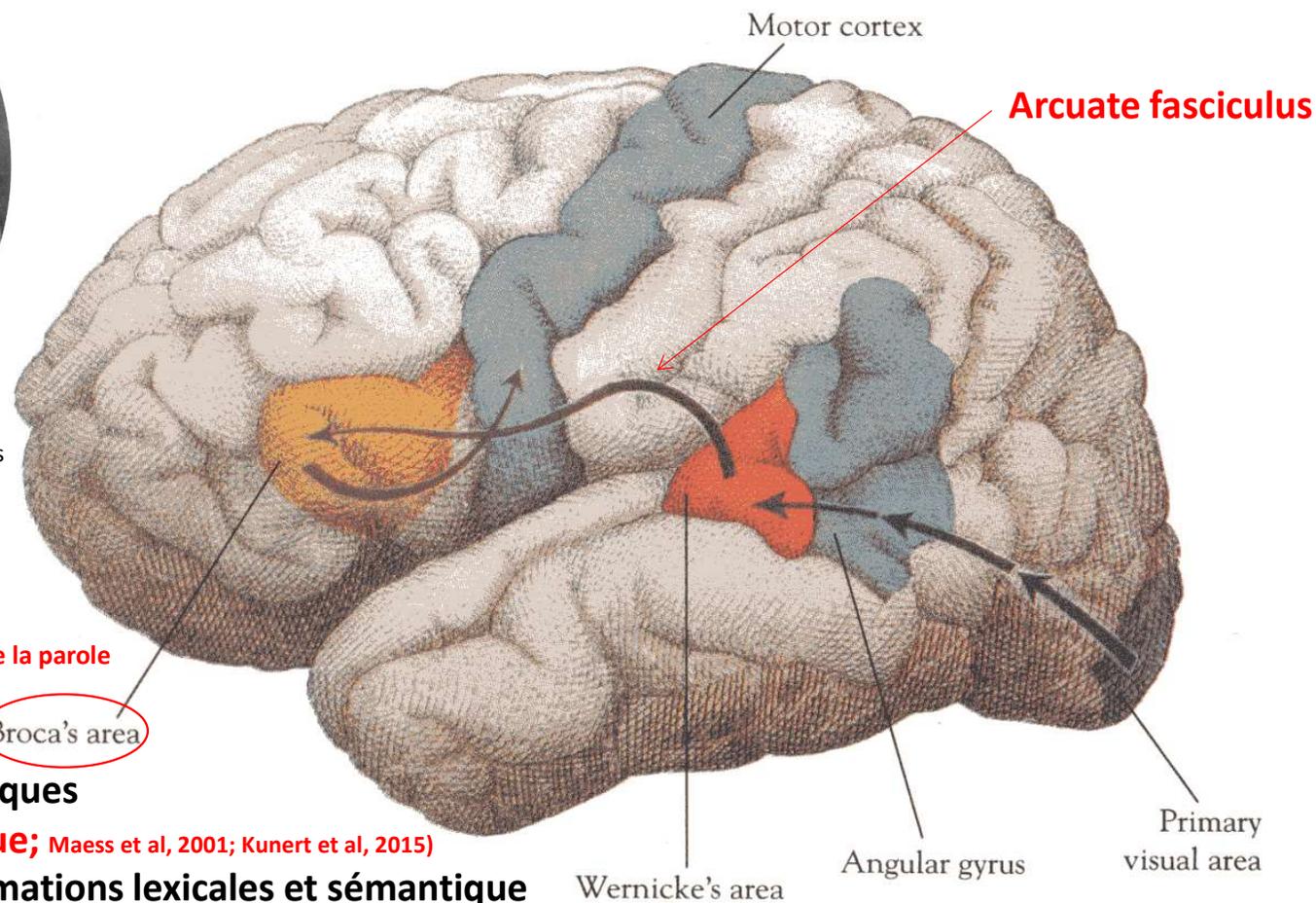
Heschl gyrus (Schneider et al, 2002), **planum temporale** (Keenan et al, 2001; Luders et al, 2004; Schlaug et al, 1995b), **inferior frontal gyrus** (Gaser & Schlaug, 2003; Luders et al, 2004), **pre-motor cortex** (Amunts et al, 1997), **cerebellum** (Hutchinsons et al, 2003), **gray matter volume in GH** (Gaser & Schlaug, 2003; Schneider et al, 2002...) **corpus callosum** (Schlaug et al, 1995a; Schmithorst et al, 2002; Ozturk et al.,2002)...

Le langage dans le cerveau



Broca, 1824-1880

Lateralisation des fonctions cérébrales
Patients aphasiques
(patient Leborgne)



Production de la parole

Broca's area

Structures Syntaxiques

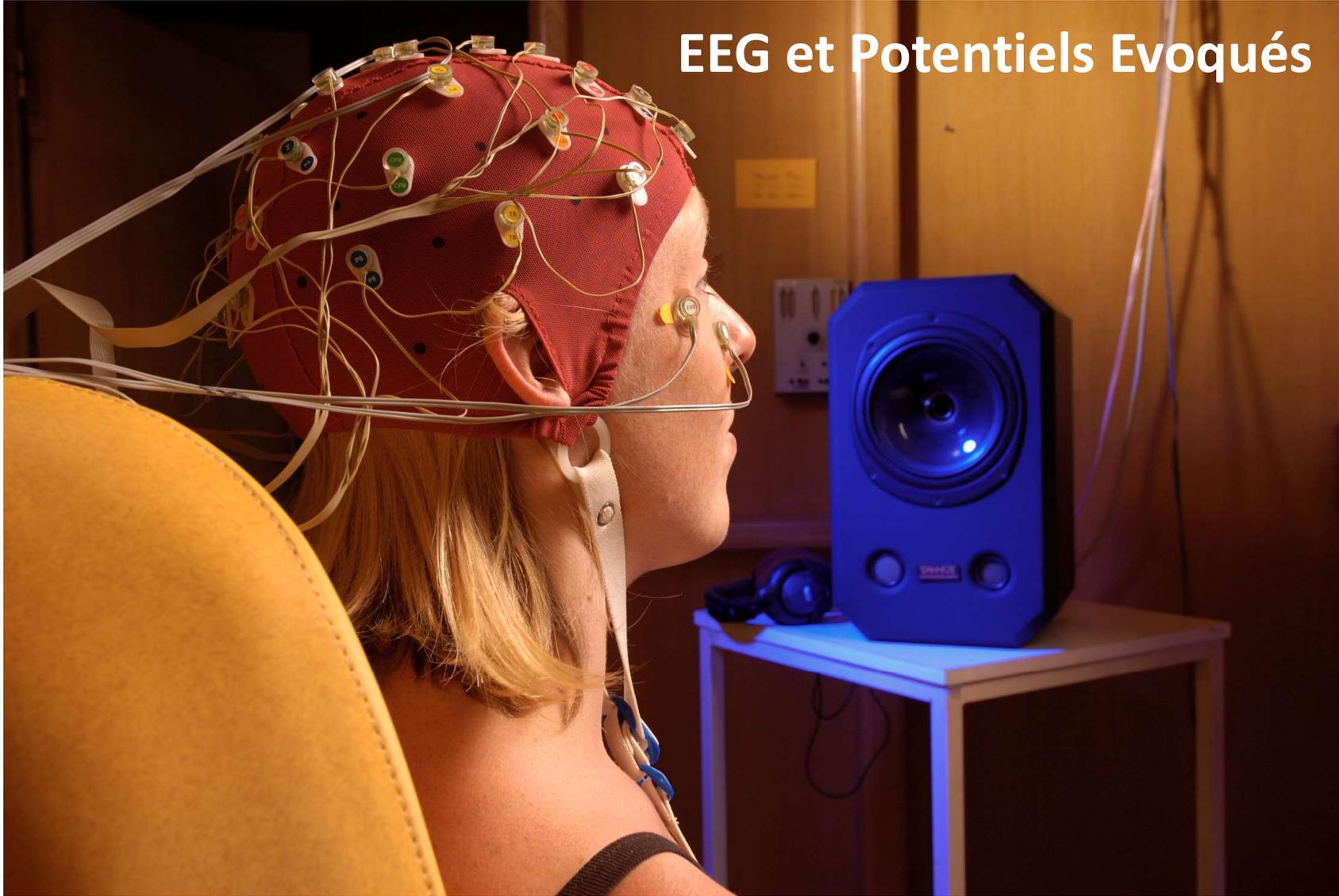
(langage & musique; Maess et al, 2001; Kunert et al, 2015)

Phonologie, informations lexicales et sémantique

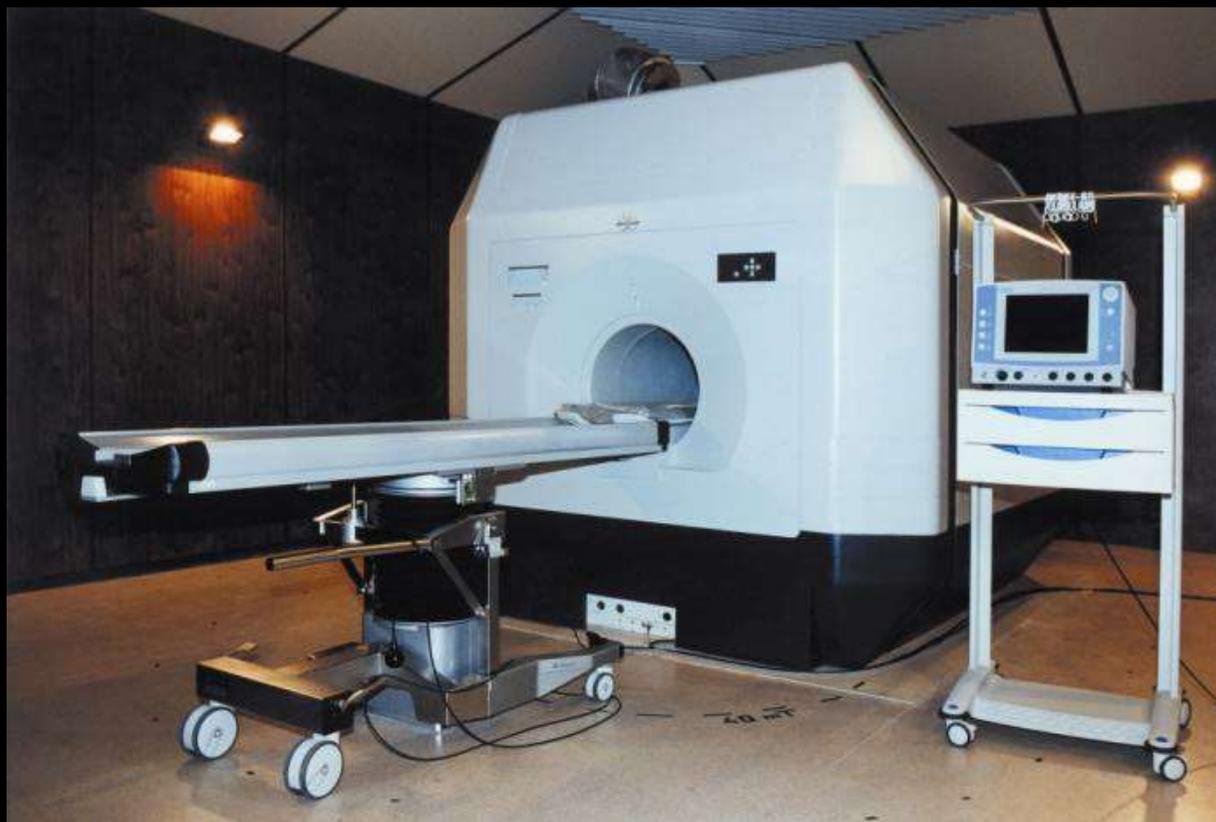
(Shahin et al, 2009)

Mémoire de travail verbale et non-verbale; fonctions exécutives (Hagoort, 2014)

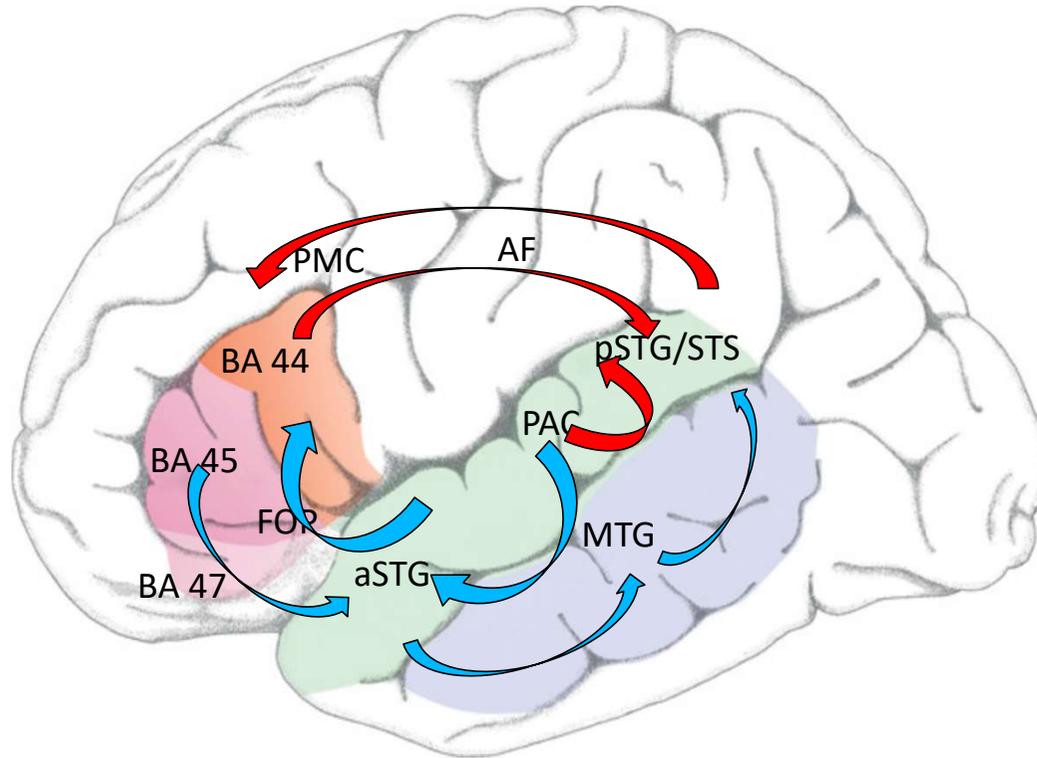
EEG et Potentiels Evoqués



Imagerie par Résonance Magnétique anatomique (IRM) et fonctionnelle (IRMf)



Le langage dans le cerveau



Deux systèmes ventraux:

Correspondance son-sens (sémantique):

Traitement ascendant (bottom-up):

PAC vers aSTG vers BA44

Traitement descendant (top-down):

BA45 vers aSTG vers MTG vers STS

Deux systèmes dorsaux:

Correspondance auditive-motrice (route dorsale):

Traitement ascendant (bottom-up):

PAC via pSTG/STS vers PMC

Traitement descendant (top-down):

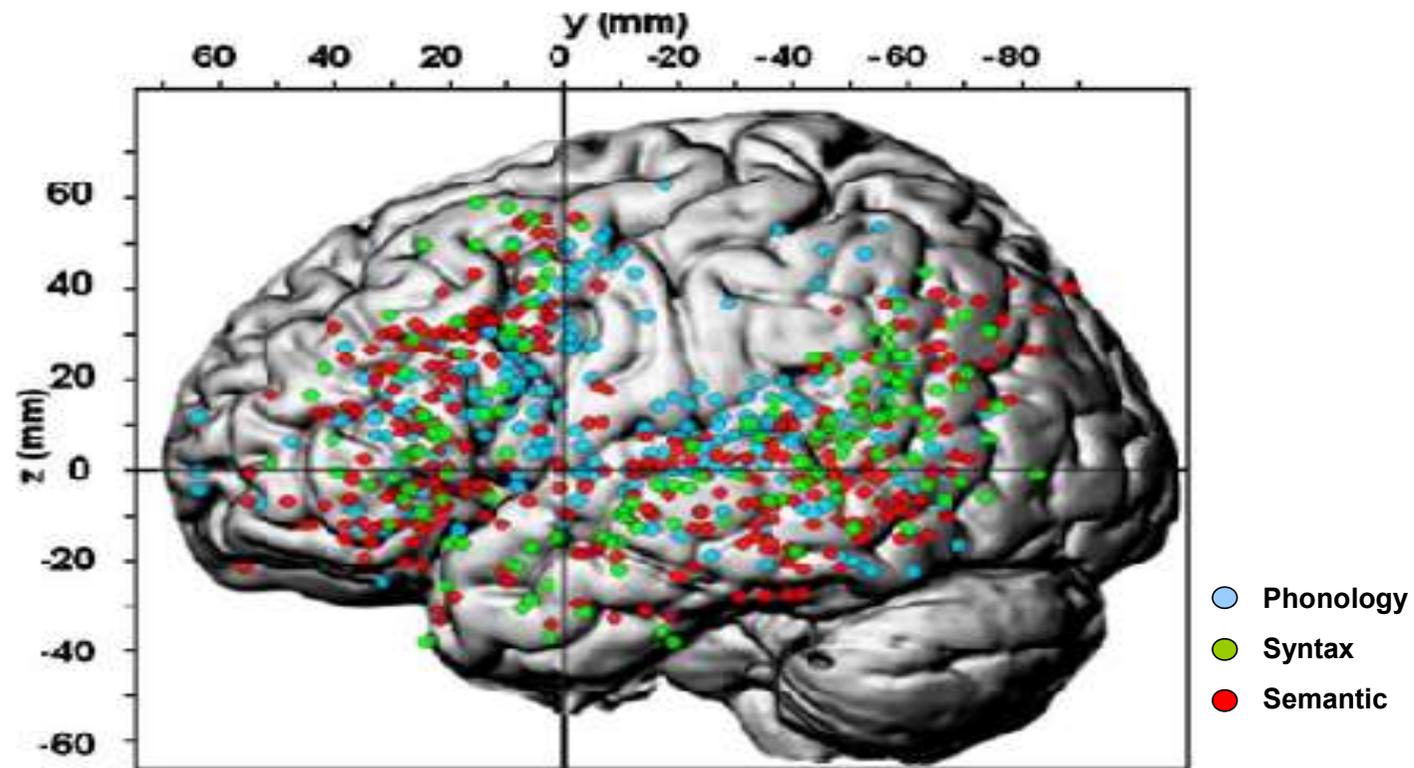
BA 44 vers pSTG/STS via AF

Compréhension du langage parlé et production du langage

Friederici, TICS 2012, 16:262-268

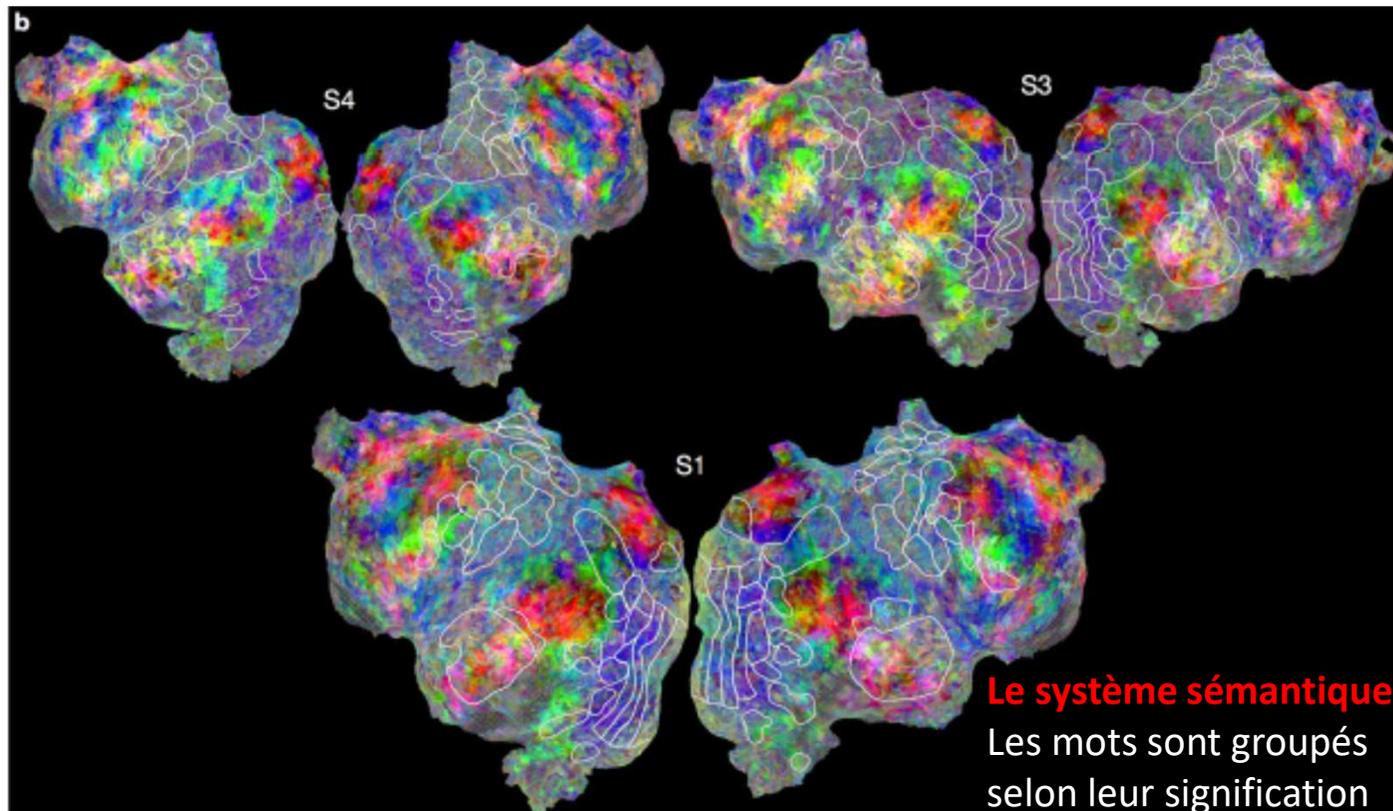
“The cortical language circuit: from auditory perception to sentence comprehension”

Le langage dans le cerveau



Vigneau et al., 2006

Pas UNE région cérébrale mais un **ensemble distribué** de régions cérébrales



Natural speech reveals the semantic maps that tile human cerebral cortex

Alexander G. Hutha, Wendy A. de Heerb, Thomas L. Griffithsa,b, Frédéric E. Theunissena,b,
and Jack L. Gallanta,b

Helen Wills Neuroscience Institute, University of California, Berkeley, CA 94720, USA

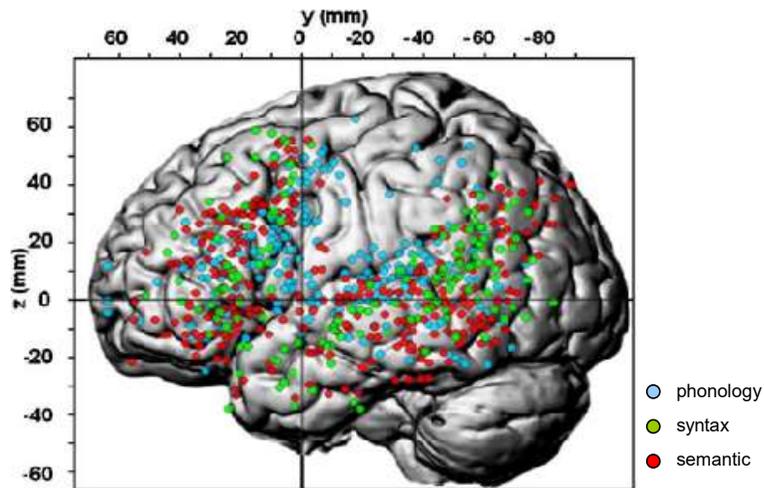
Department of Psychology, University of California, Berkeley, CA 94720, USA

Nature. 2016 April 28; 532(7600): 453–458. doi:10.1038/nature17637.

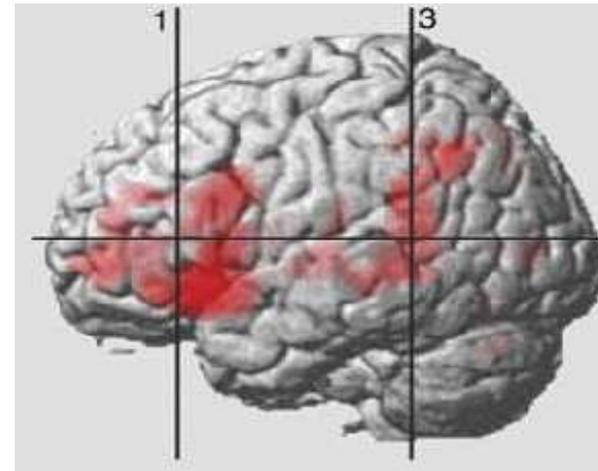
<https://www.youtube.com/watch?v=k61nJkx5aDQ>

Langage et musique dans le cerveau (IRMf)

Régions cérébrales similaires (chevauchement, « overlap »)



Langage (Vigneau et al. 2006)



Musique (Koelsch et al. 2005) *IRMf*

Primary auditory cortex, inferior frontal cortex, superior temporal gyrus, planum temporale, corpus callosum, arcuate fasciculus, cerebellum, ...

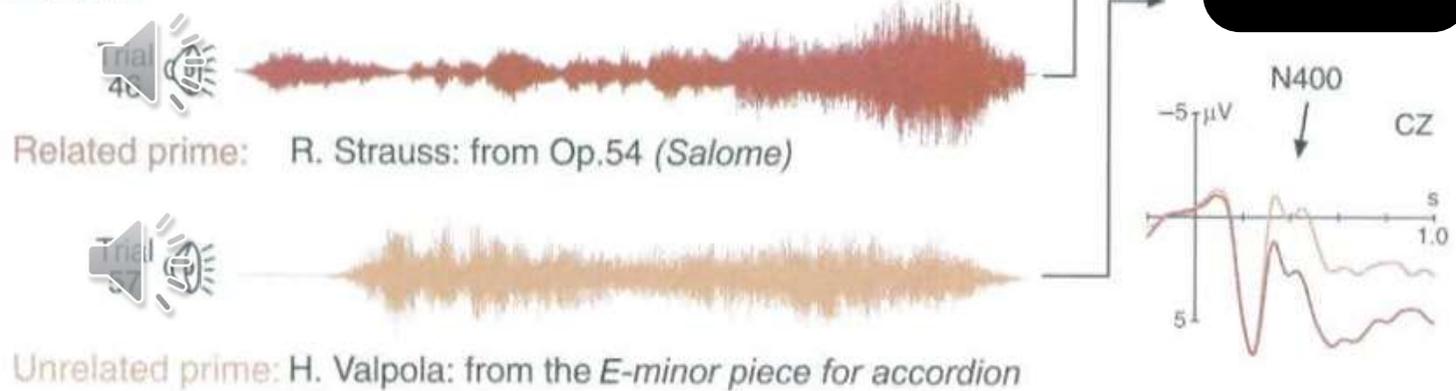
(Brown et al, 2004; Koelsch et al, 2002, 2004; Levitin & Menon, 2003; Maess et al, 2001; Meyer et al, 2002; Schön et al, 2010; Tzourio et al, 1997; Vigneau et al, 2006; Vaquero et al, 2016; Zatorre et al, 2002, ...)

Koelsch et al, *Music, language and meaning: Brain signatures of semantic processing*, NN, 2004

a Language



b Music



Mélancolie



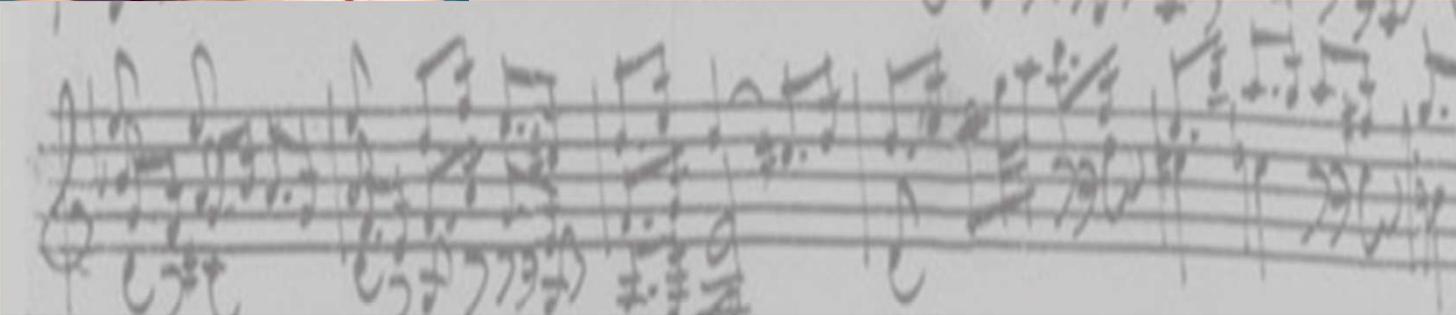
Eva Dittinger



Mylène
Barbaroux



Stefan
Elmer

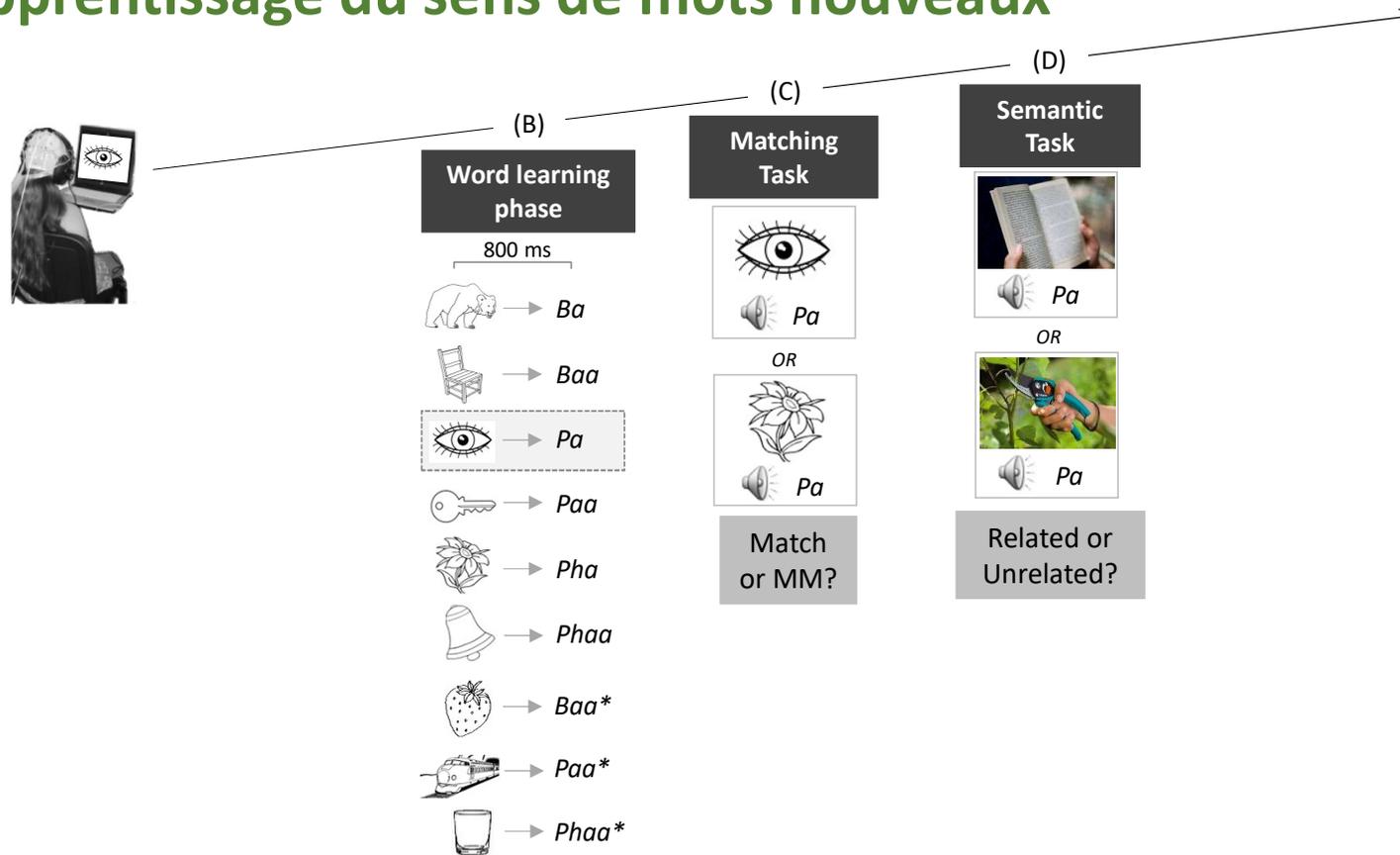


***Apprentissage de la musique et
apprentissage d'une langue étrangère ?***

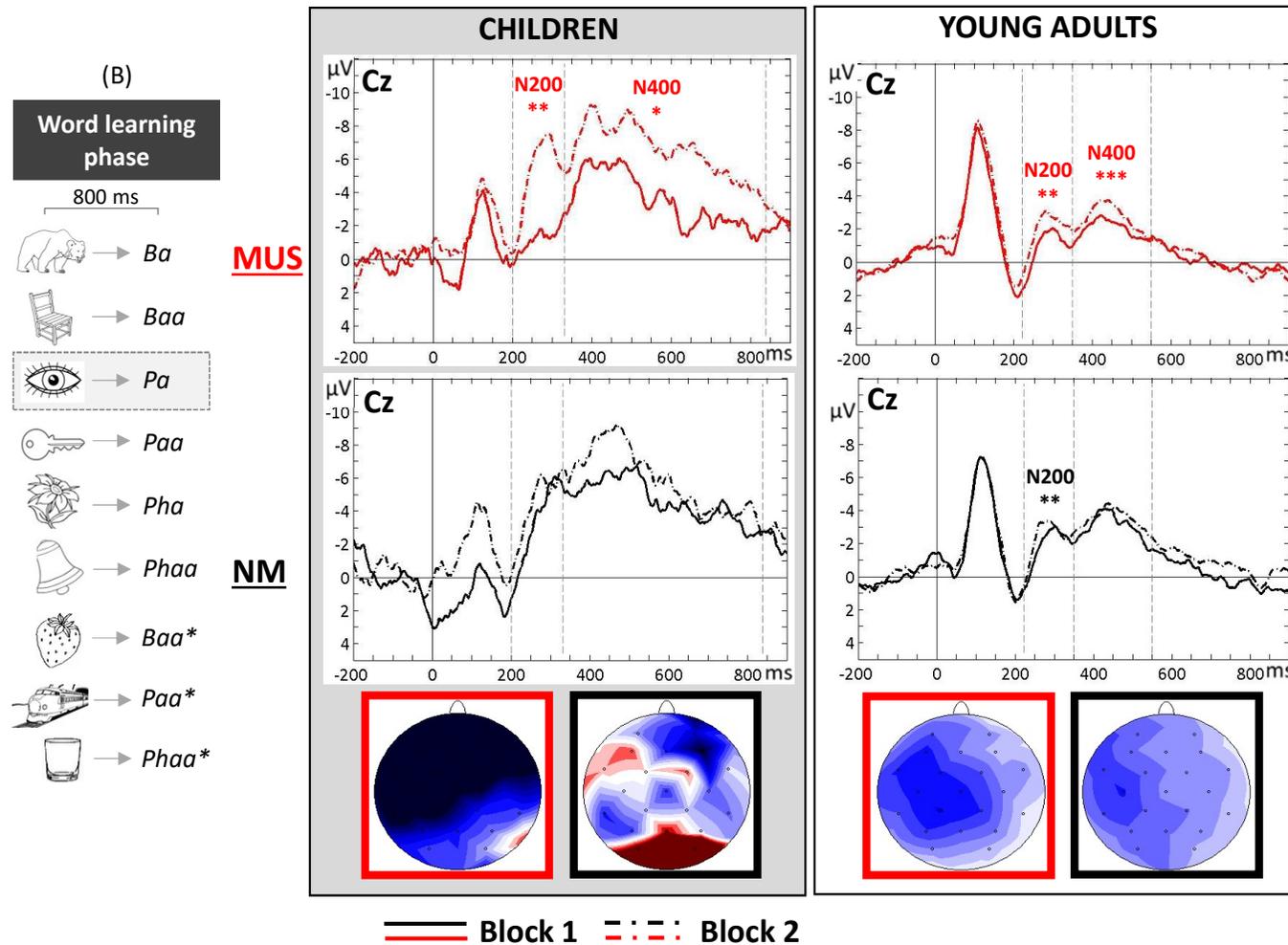
occident. Dans les autres cas.



Apprentissage du sens de mots nouveaux



Les musiciens encodent plus rapidement les mots d'une langue étrangère



Phase de test: Résultats

Intégration plus rapide du sens des mots dans les réseaux sémantiques chez les musiciens

(D)

Semantic Task



Pa

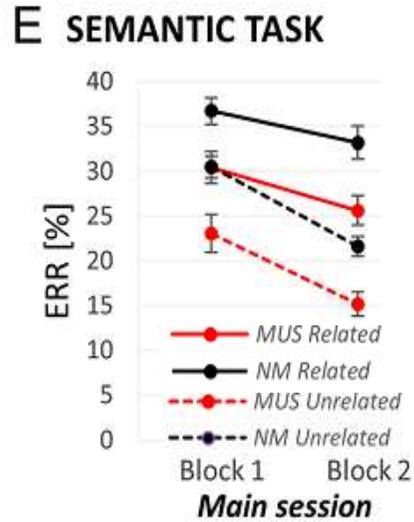
OR



Pa

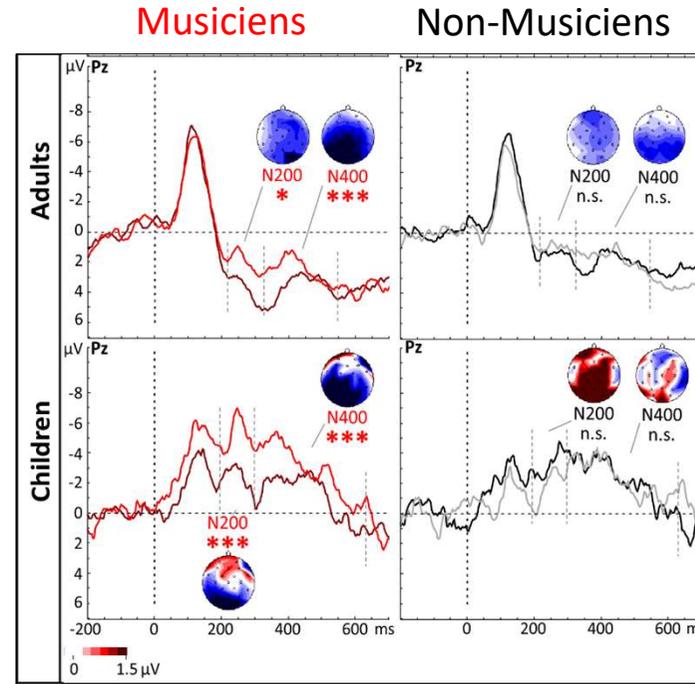
Related or Unrelated?

12 repetitions / word
(6 Related, 6 Unrelated)

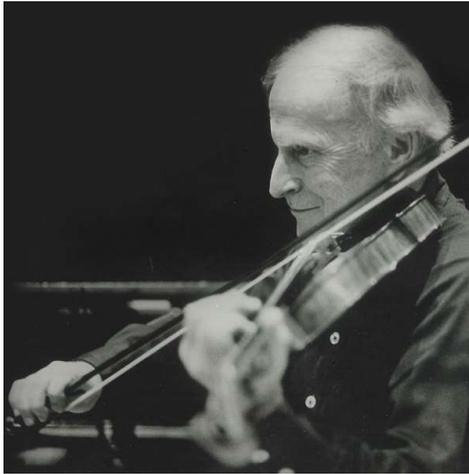


Les musiciens (jeunes adultes et enfants) ont plus de facilités pour apprendre une langue étrangère quand les phonèmes n'appartiennent pas au répertoire phonémique du français

Tâche sémantique



Programmes de réhabilitation par la musique



1963: premier programme



Vénézuéla:

Années 1970
1 million d'enfants
Impact sociétal
pas d'évaluation scientifique



Etats-Unis, Los Angeles:

Equipe de recherche: **Prof Nina Kraus**
Evaluation très sérieuse de l'impact du projet
niveau neurophysiologique et comportemental



France, Philharmonie de Paris:

Notre équipe de recherche
Evaluation très sérieuse de l'impact du projet
niveau neurophysiologique et **comportemental**





Dispositif d'éducation musicale et orchestrale à vocation sociale



Ecoles Vitagliano (Dir. M.L. Fazi) et Ozanam (Dir. C. Certain & G. O'Neill)

PRE

Novembre/décembre 2015

54 enfants

du CP au CM2 (6-12 ans)



18 mois

POST

Mai/juin 2017

35 enfants

du CE1 à la sixième (7-13 ans)

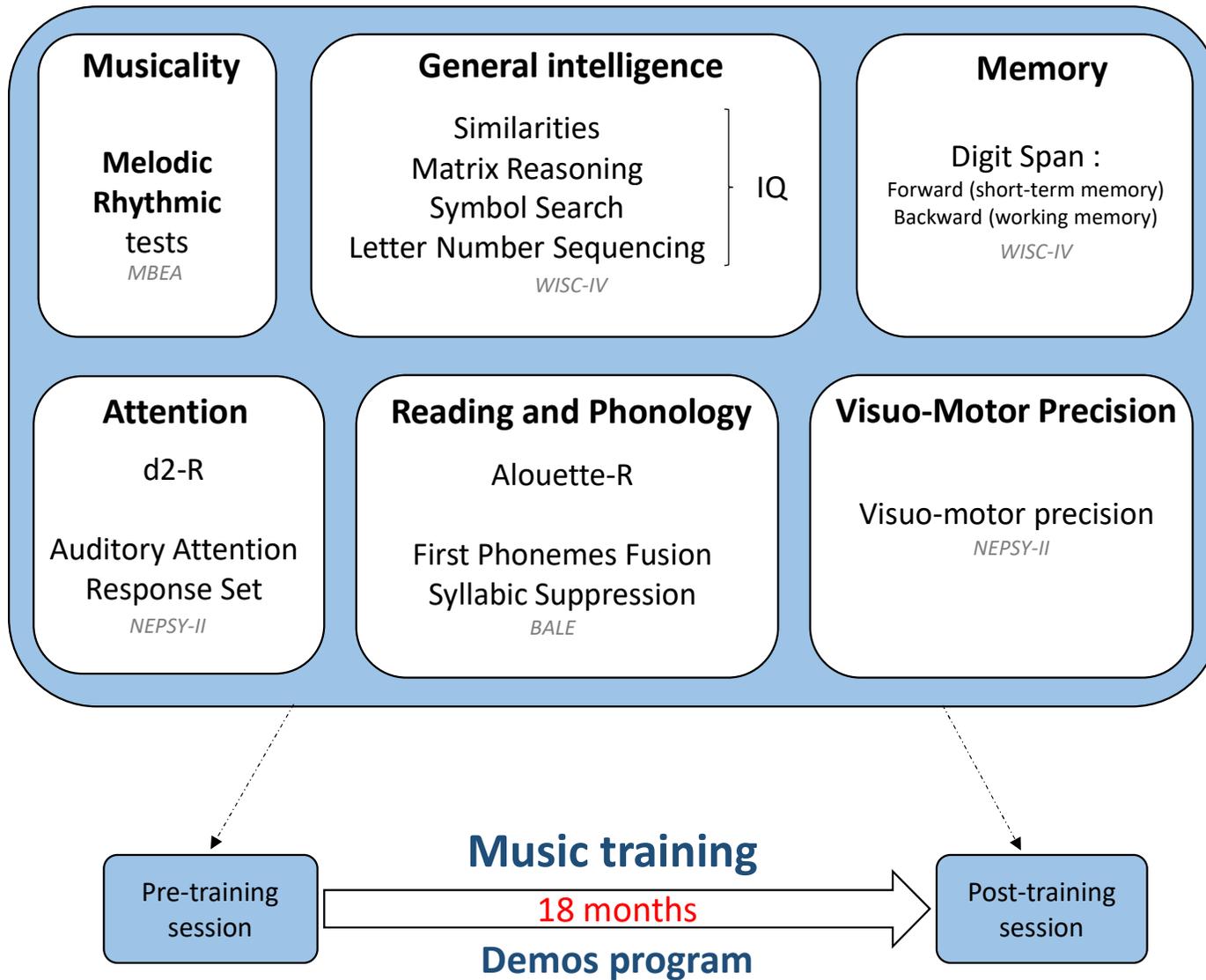
Taux d'attrition élevé...
(relativement peu d'enfants
dans cette étude)

Milieu très modeste

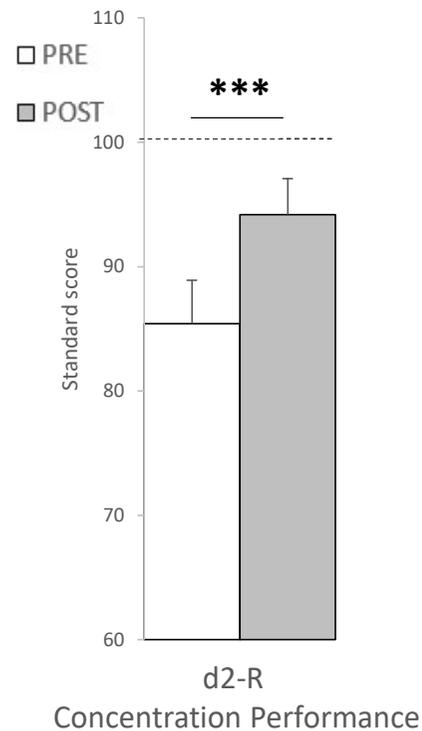
Apprentissage musical: 2 heures, 2 fois par semaine + orchestre: 1 fois par mois

Etude longitudinale (18 mois): tester la causalité



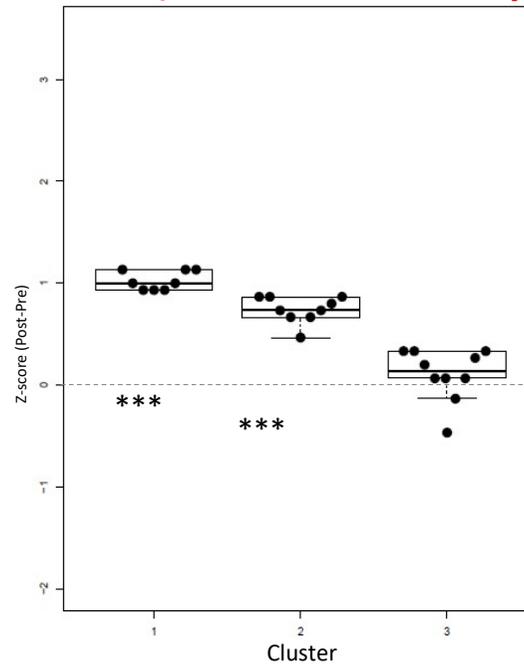


Capacités de concentration



Taille de l'effet (d de Cohen): 0.82

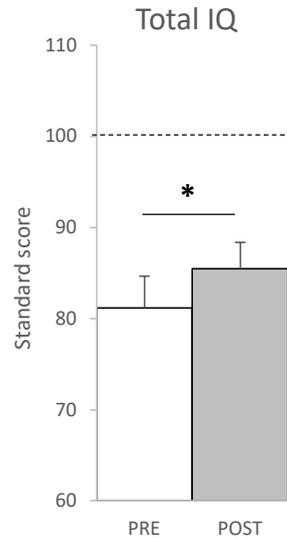
Analyses de Groupe: d2-R (concentration ability)



L'apprentissage musical améliore les capacités de concentration de 63% des enfants (37% pas d'amélioration). *Merci Jérémey!*

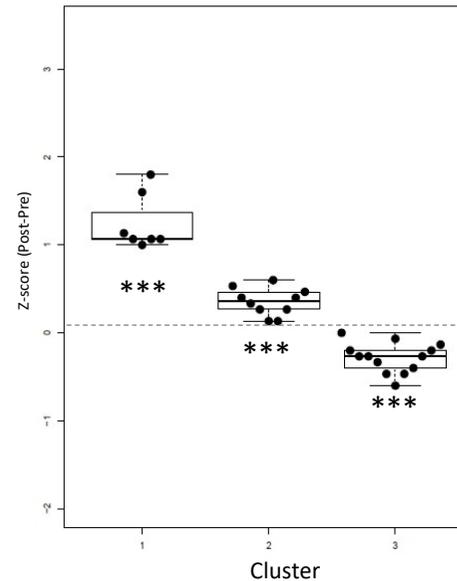
La capacité à focaliser son attention est centrale à la réussite des apprentissages

Intelligence générale (QI)



Taille de l'effet (d de Cohen): 0.24

Analyses de Groupe: QI Total



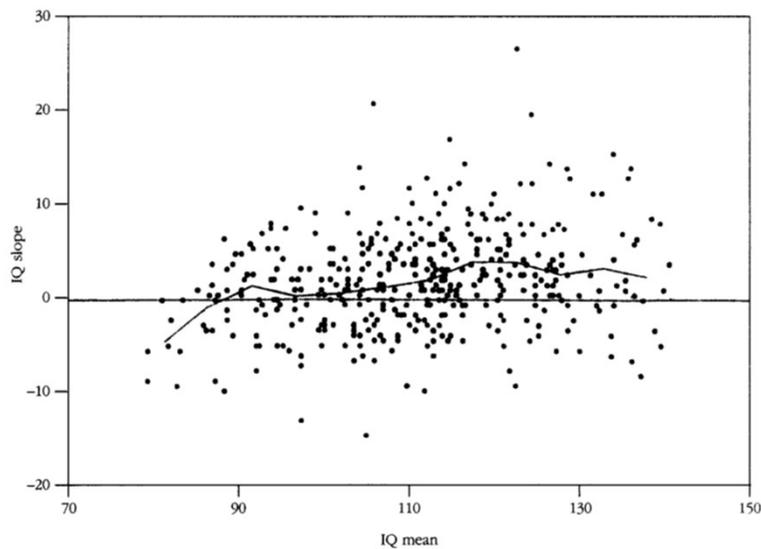
Amélioration du QI après apprentissage musical:

- Forte (23 % des enfants)
- Moyenne (33% des enfants)

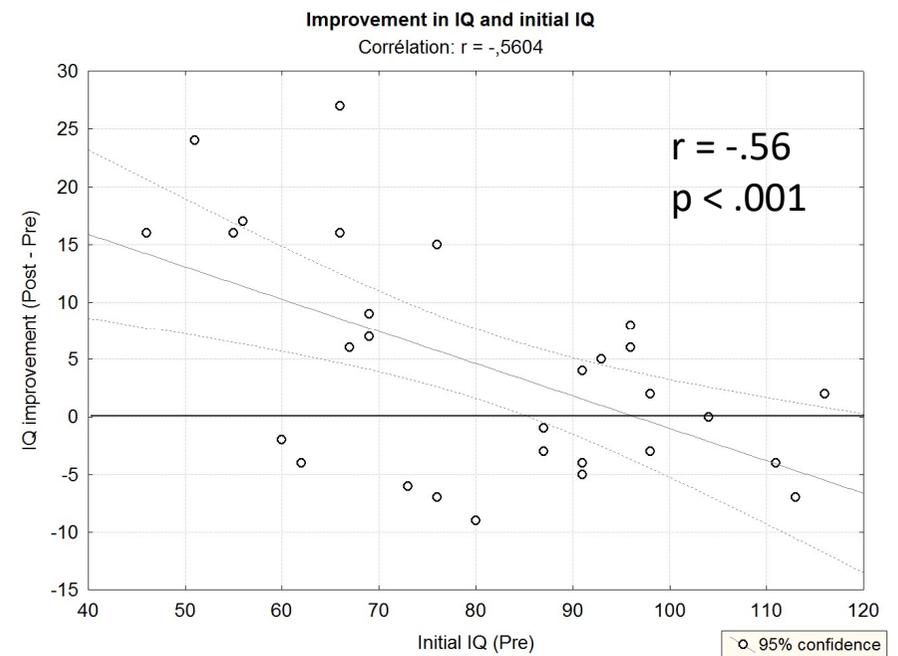
Détérioration du QI: moyenne (43% des enfants)

Intelligence générale (QI)

Shaywitz & Shaywitz (1995) : un QI initial élevé (>110) tend à augmenter au cours de la scolarité, alors qu'il tend à diminuer pour les enfants avec un QI initial faible (< ou = 80)



Démos: cet effet est modifié par la pratique musicale (Linnavalli et al., 2018; Swaminathan & Schellenberg, 2018)



Le programme Démos aiderait les enfants à contrecarrer la diminution du QI souvent observée au cours de la scolarité dans les milieux les plus modestes (Hackman, Farah & Meaney, 2010; Shaywitz & Shaywitz, 1995).

Projet DEMOS

L'évaluation scientifique du programme DEMOS montre des effets positifs de l'apprentissage de la musique sur le développement cognitif d'enfants de milieux sociaux modestes

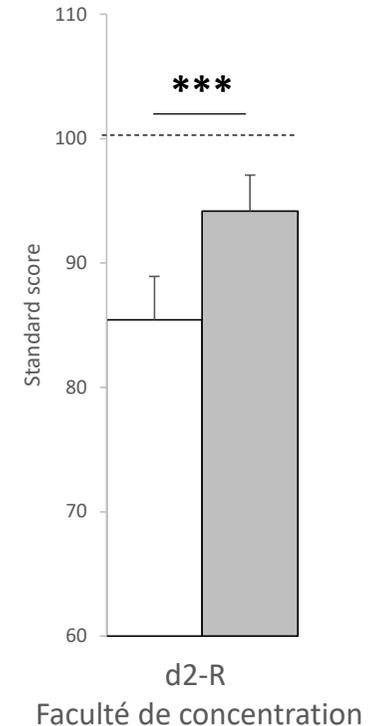
L'évaluation scientifique du programme DEMOS ne démontre pas que ces effets sont spécifiques à la musique: absence d'un groupe de contrôle actif...

Neuroéducation

Comment utiliser ces résultats issus de recherches en Neurosciences Cognitives pour informer l'éducation et, éventuellement, pour développer de nouvelles méthodes pédagogiques?

Projet DEMOS: lien assez direct... psychologie cognitive, psychologie de l'éducation
Mais attention, pas d'amélioration de la concentration chez 37% des enfants
L'apprentissage d'un instrument n'améliore pas systématiquement la concentration...

Musique et apprentissage d'une langue étrangère: le lien est moins direct
surtout avec les données d'activité cérébrale qui sont néanmoins très importantes
pour le chercheur...



Références: Blay & Laval, 2019; Goswami, 2006; 2011; Tervaniemi, Tao & Huotilainen, 2018

Phase de test: Résultats

Intégration plus rapide du sens des mots dans les réseaux sémantiques chez les MUS jeunes adultes et enfants

(D)

Semantic Task



Pa

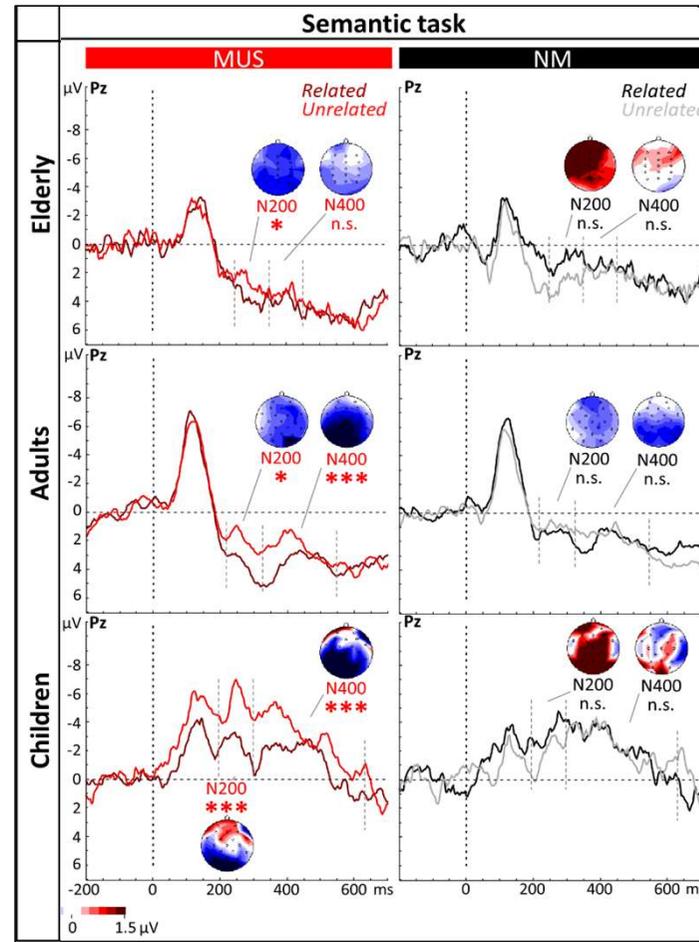
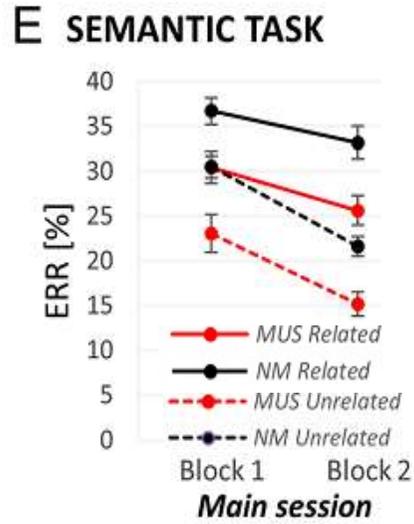
OR



Pa

Related or Unrelated?

12 repetitions / word
(6 Related, 6 Unrelated)



Liens entre données comportementales et cérébrales?

Neuroéducation

De manière générale, forte demande des éducateurs pour des méthodes « basés scientifiquement »

Est-ce que ces méthodes existent? Est-ce que les chercheurs en neurosciences cognitives peuvent proposer des méthodes directement applicables dans la salle de classe (neurosciences de l'éducation)?

Fort développement des produits commerciaux (« *packages: train your brain* » ...)



« **Apprendre, c'est progresser:** Inscrivez-vous à la lettre d'information de Mozilla... ! »

Neuromythes: les enfants « visuels », « auditifs » « kinesthésiques »
les enfants cerveau gauche, cerveau droit
période critique pour les apprentissages
la musique rend plus intelligent....

***Les neuromythes sont dangereux parce qu'ils ne sont pas complètement justes
mais pas complètement faux!***

Neuroéducation

La Neuroéducation est un problème complexe:

- Le cerveau est immensément complexe
(eg, différents niveaux d'organisation de la biologie moléculaire aux neurosciences intégratives)

- Pas de théorie unifiée du fonctionnement du cerveau

(eg, les modèles ont évolué aux cours de l'histoire (*Blay, 2013, 2017*):

17^{ème} & 18^{ème} : le cerveau comme une machine (*Descartes, Locke,...*)

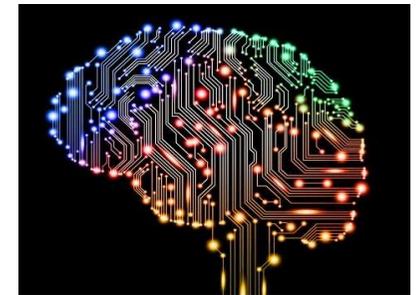
19^{ème} & 20^{ème} : le cerveau comme des circuits électriques et des réactions chimiques

20^{ème} & 21^{ème} : le cerveau comme un ordinateur (*Turing, 1936; von Neumann, 1950...*)



De la mécanique (différentes parties connectées par des engrenages)

à l'électronique (micro-processors gouvernés par des algorithmes)



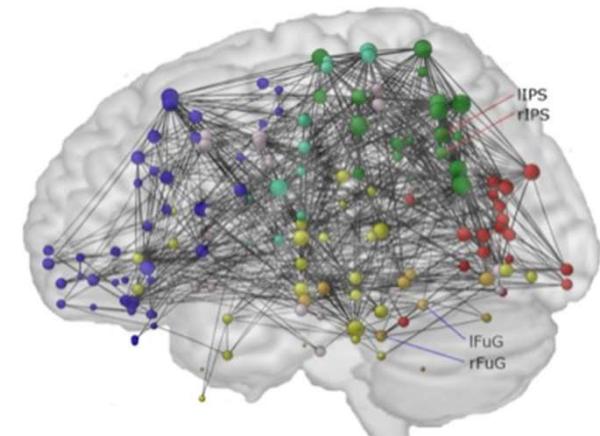
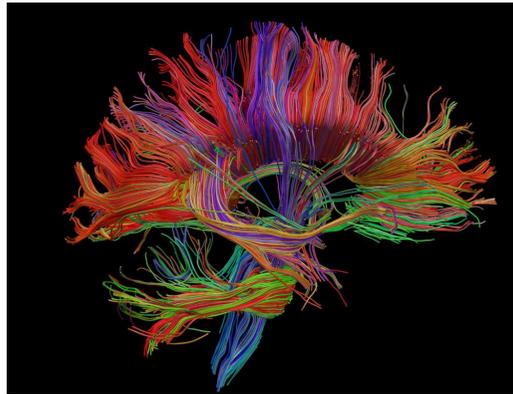
De la phrénologie aux réseaux de neurones...

Une structure cérébrale = une fonction (perceptive, cognitive, motrice, émotionnelle)

Une structure cérébrale = plusieurs fonctions



Une fonction = plusieurs structures



Quelles conséquences pour la neuroéducation?

Merci pour votre attention!

