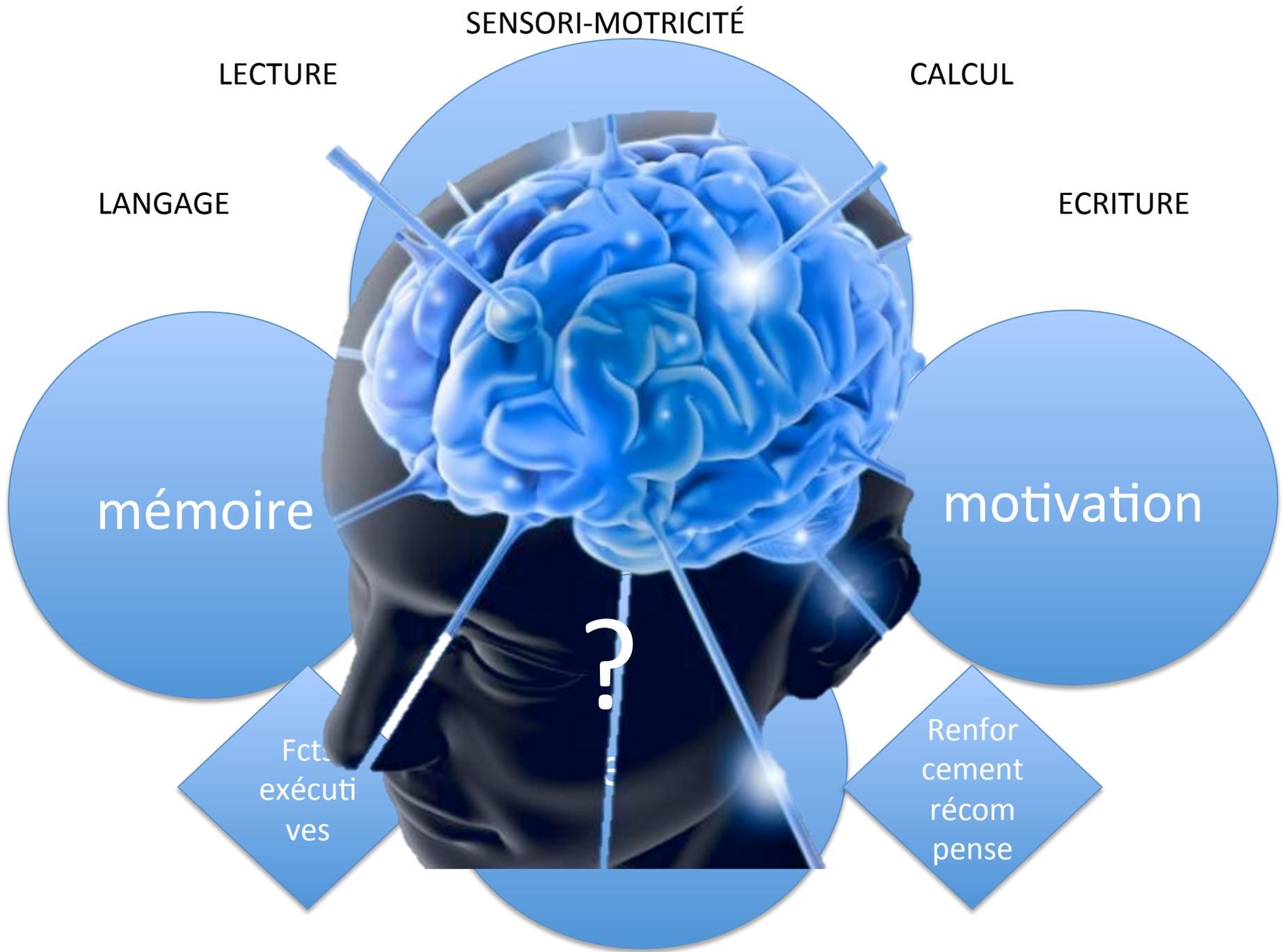


Le cerveau qui apprend. Comment cela fonctionne... et dysfonctionne

Michel Habib

Neurologue, CHU de Marseille



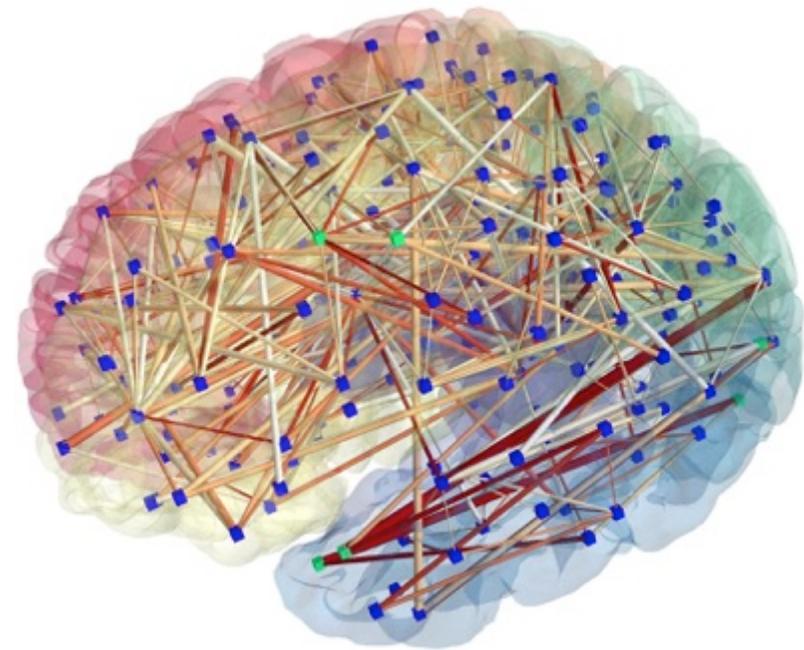


L'effet de
l'apprentissage
sur le cerveau :
plasticité

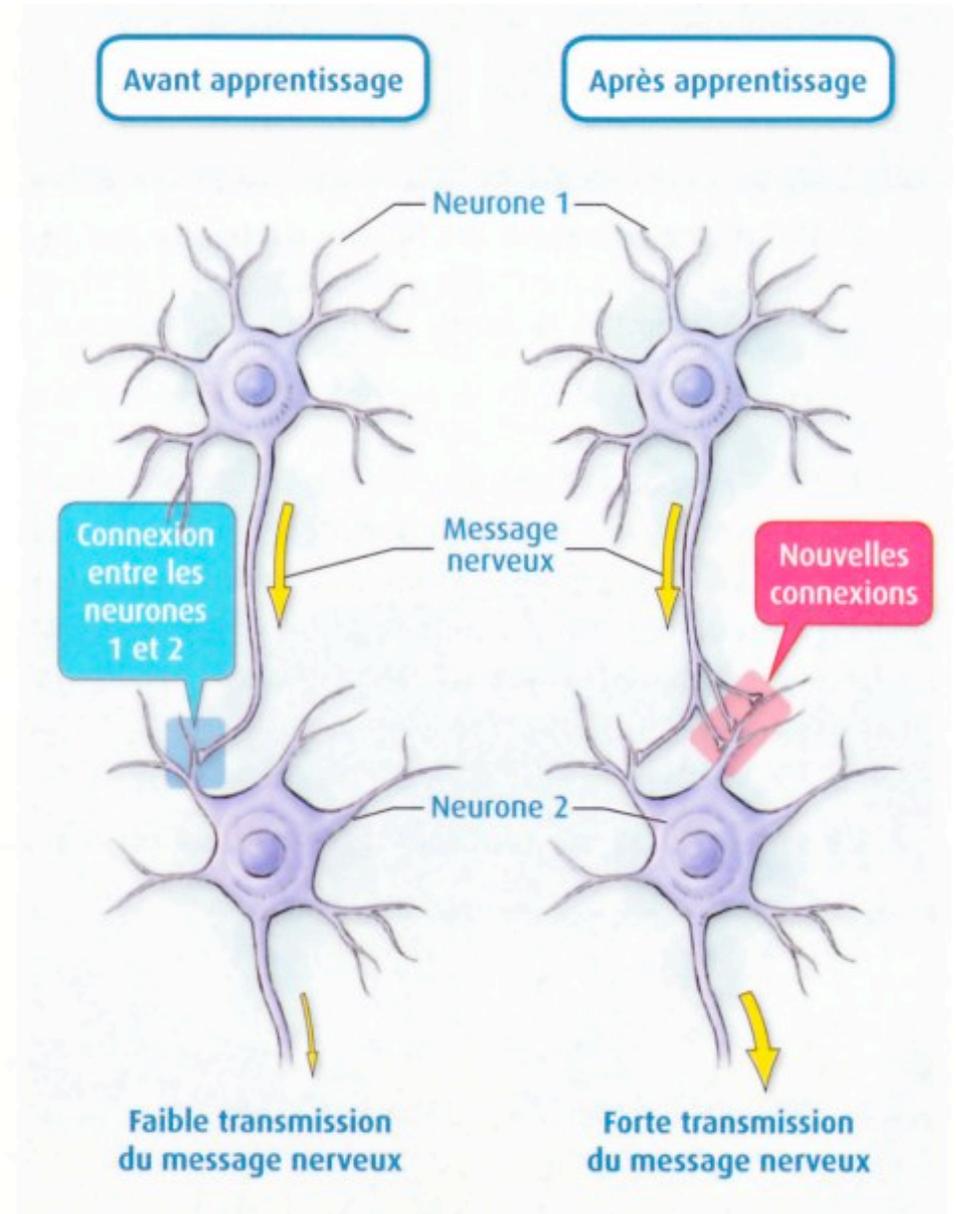
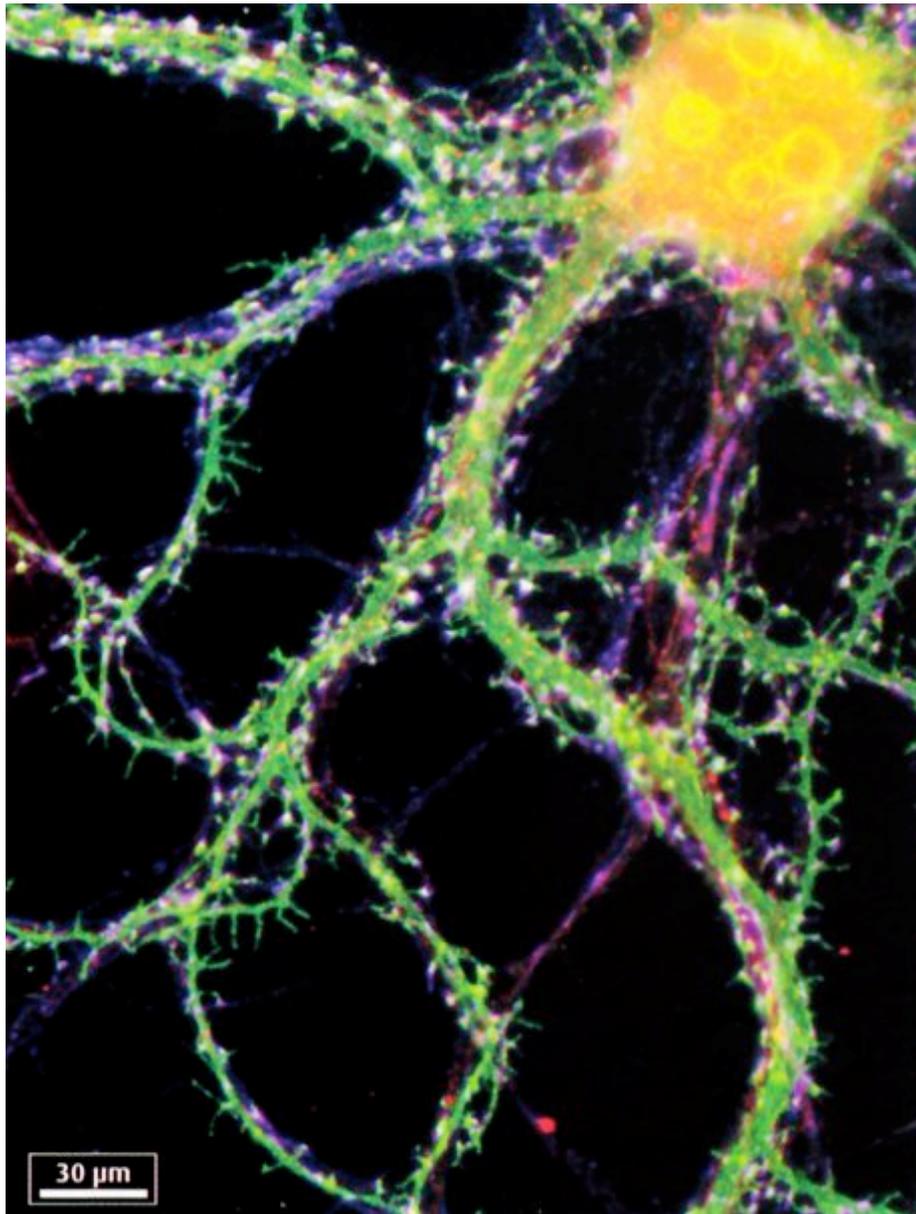


Le cerveau est composé de 100 milliards de cellules (les neurones et les cellules gliales) constituant de multiples structures (réseaux neuronaux, modules) en interaction les unes avec les autres.

Les réseaux neuronaux forment des «modules » qui sont des sous-ensembles anatomo-fonctionnels au sein desquels les neurones sont plus fortement liés entre eux qu'avec les autres neurones. Le fonctionnement cognitif (aussi bien normal que pathologique) est une résultante de l'activité coordonnée de l'ensemble des modules



Le cerveau : organe d'apprentissage

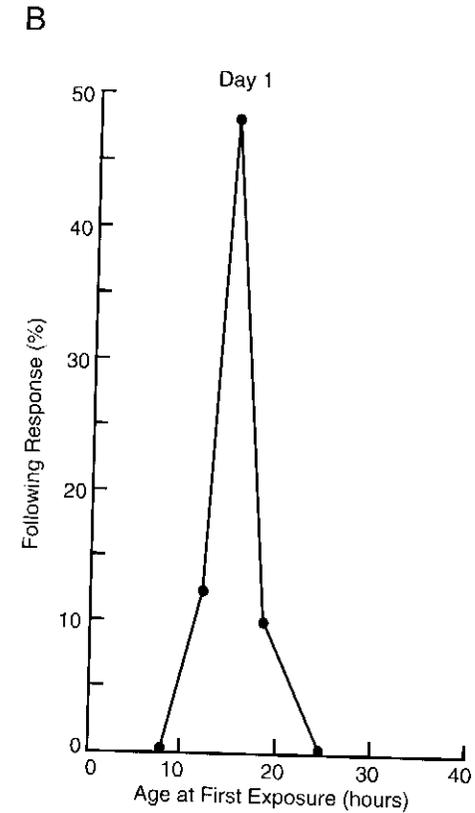


Chaque neurone du cortex établit environ 10 000 connexions synaptiques avec d'autres neurones (points blancs sur l'image de gauche). Lors d'un apprentissage de nouvelles synapses s'établissent entre les neurones du cortex et d'autres peuvent disparaître. Il en résulte une modification des réseaux neuronaux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

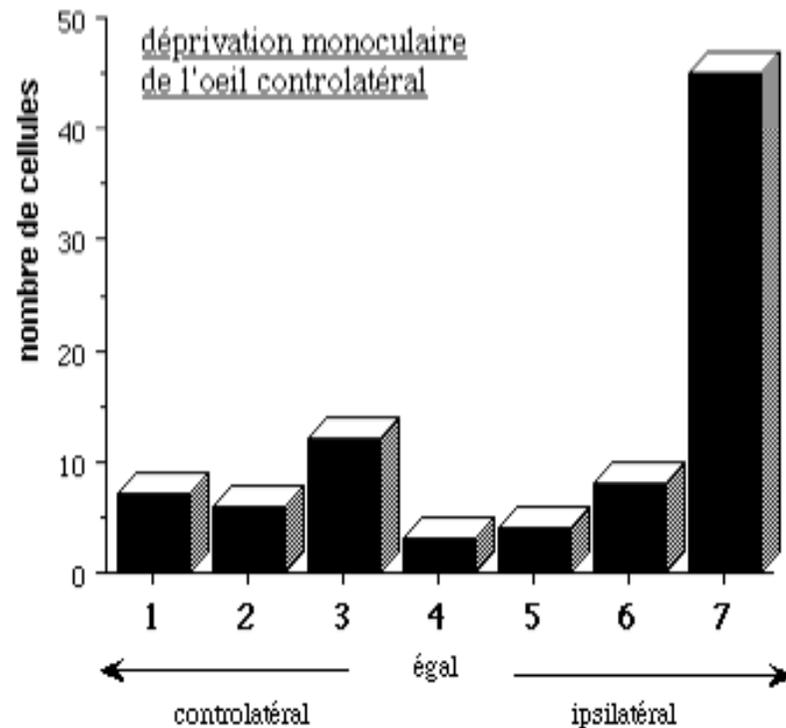
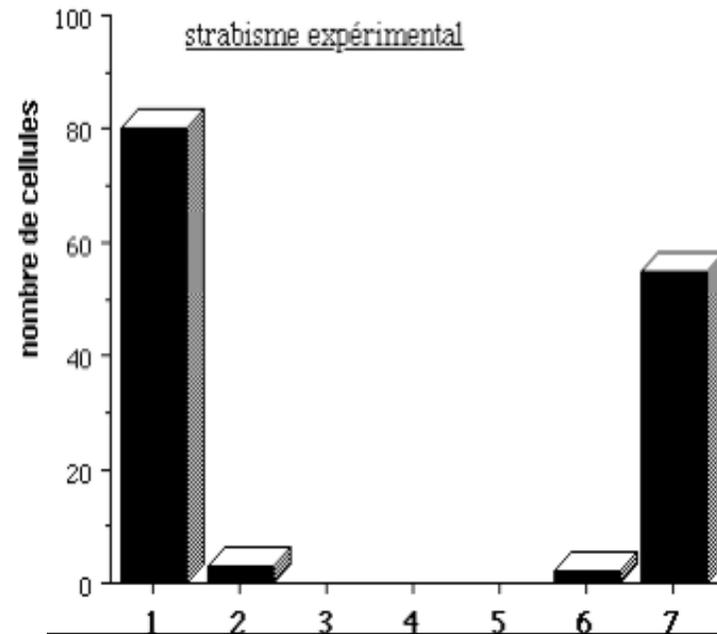
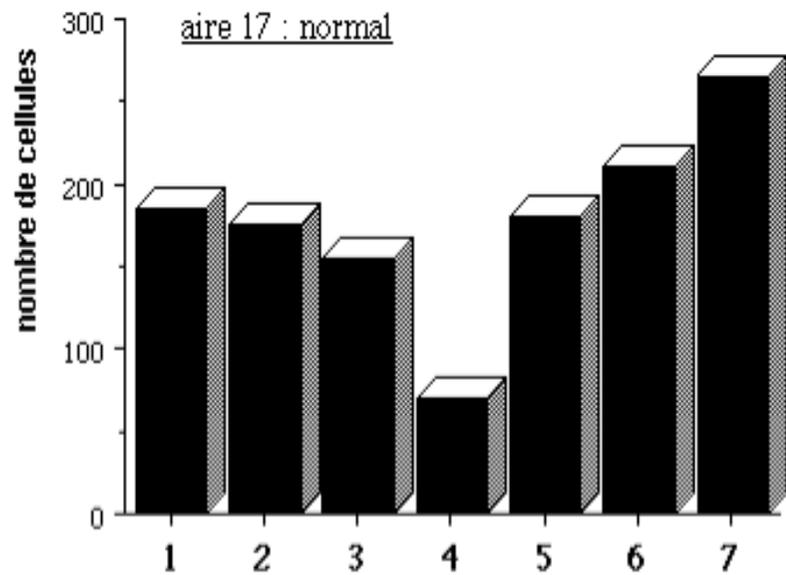
Filial Imprinting



Heinroth, 1911; ducklings vs. goslings
Konrad Lorenz, 1970; critical period for imprinting



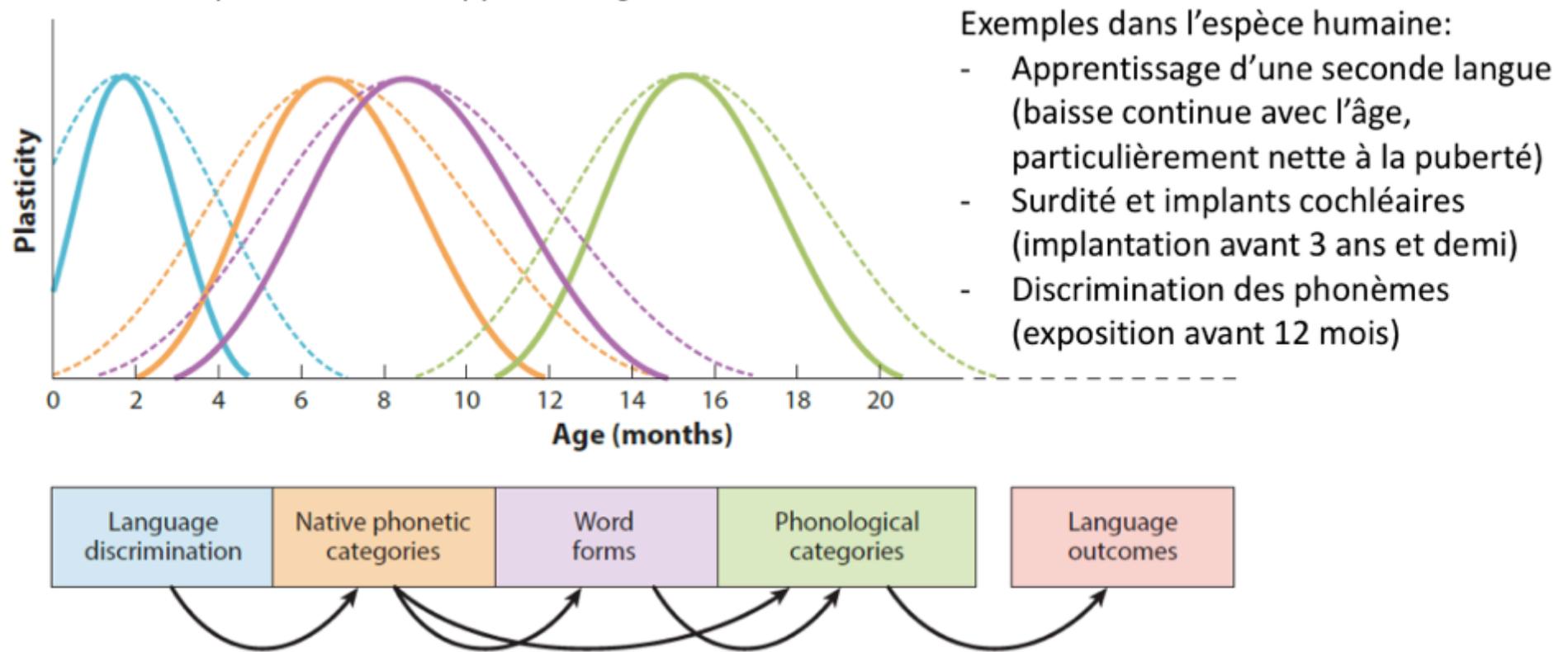
Critical period for parental imprinting in ducklings



Colonnes de dominance oculaire

les chatons commencent à ouvrir spontanément les yeux à l'âge de 9 jours. Si, à l'âge de 10 jours, on occlut la paupière d'un œil, un à deux mois après, les enregistrements électriques des neurones corticaux montrent que la quasi-totalité des neurones corticaux de l'aire 17 ne répondent qu'à la stimulation de l'œil resté ouvert, ceux normalement activés par l'œil occlus étant définitivement inactivés. Si cette expérience est réalisée chez l'animal adulte, aucune modification corticale n'est observée.

Limites de la plasticité cérébrale : la notion de période critique



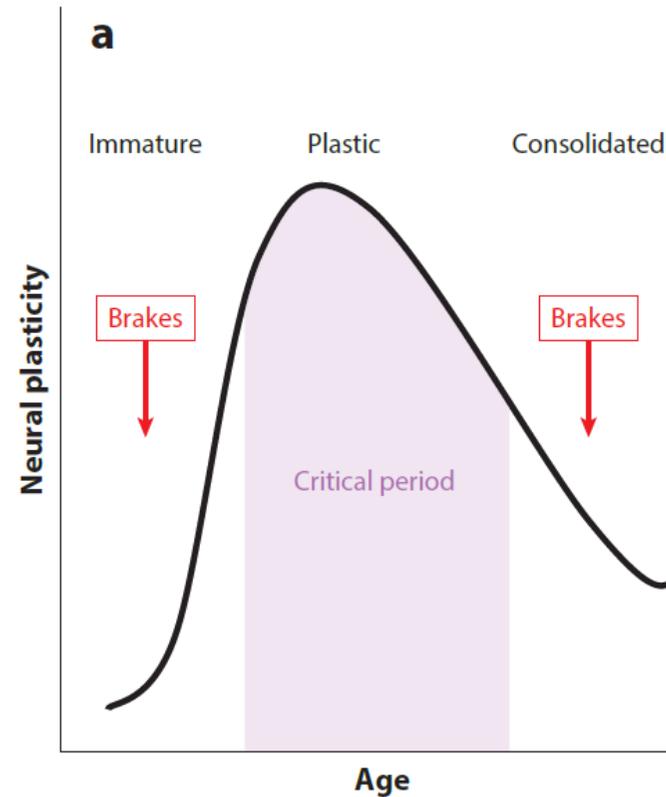
Werker, J. F., & Hensch, T. K. (2014). Critical Periods in Speech Perception: New Directions. *Annual Review of Psychology*. doi:10.1146/annurev-psycho-010814-015104

Les périodes critiques peuvent être modulées: la plasticité peut se refermer ou se rouvrir

Exemples :

- L'exposition aux benzodiazépines peut accélérer l'ensemble de la fenêtre critique.
- L'enrichissement de l'environnement augmente les capacités d'apprentissage; la peur les réduit.

(Cette modulation est liée à un changement de la fraction de synapses inhibitrices sur les cellules en panier exprimant la parvalbumine.)



L'exemple des orphelinats en Roumanie

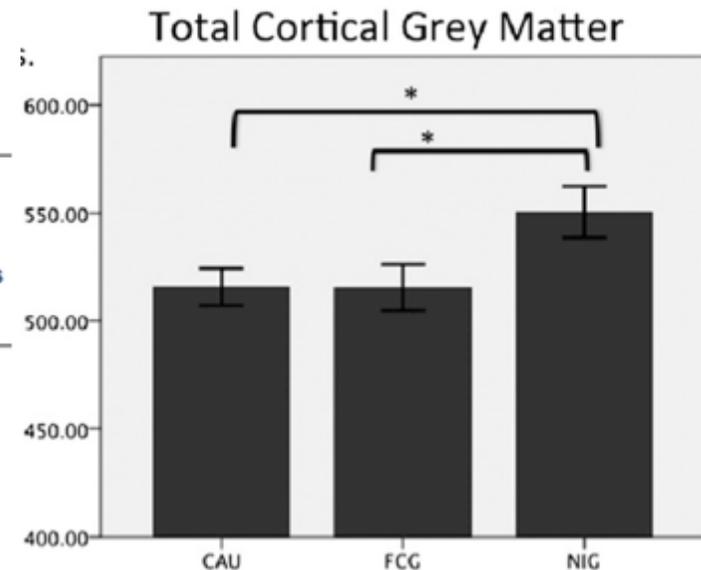
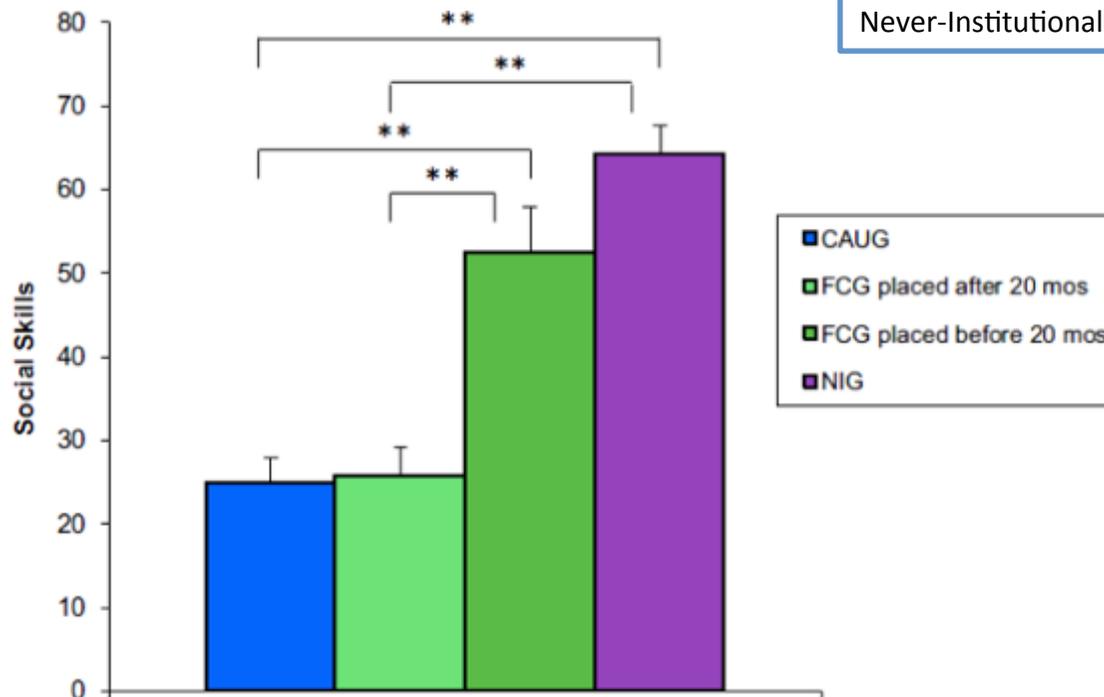
Le “Bucharest Early Intervention Project” dirigé par Chuck Nelson montre l'importance d'un placement familial précoce: Les enfants placés dans des familles montrent des avantages nets de développemental physique et mental

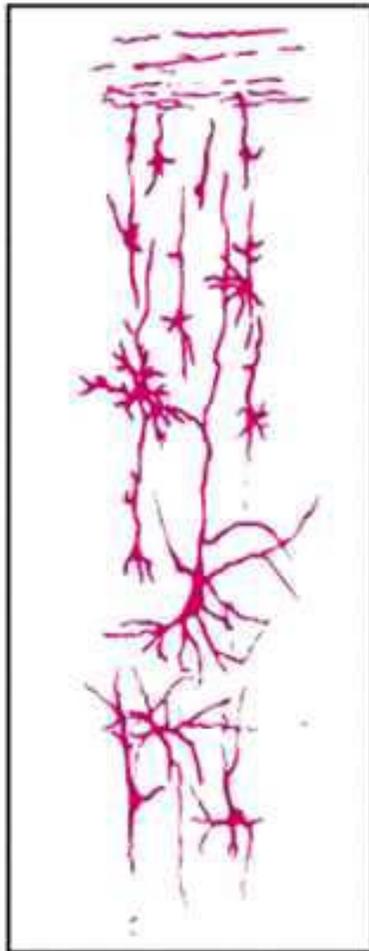
→ Par exemple, avantages dans l'identification de mots et de pseudo-mots, et dans les compétences sociales.

→ Et ce, en dépit d'anomalies de volume de matière grise.

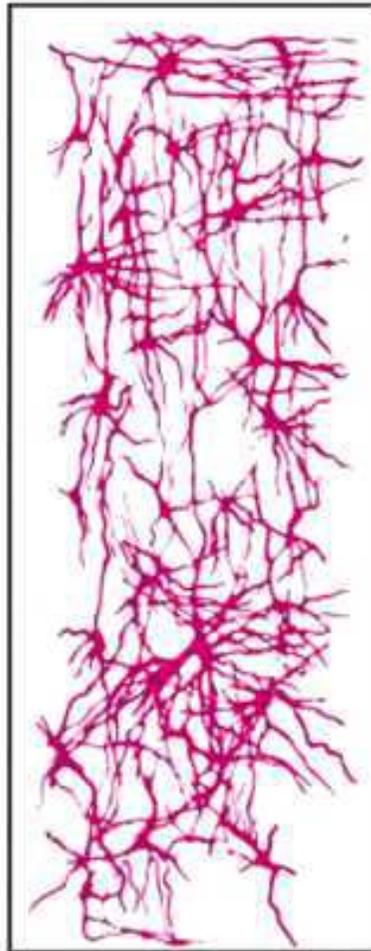
→ Plus le placement est précoce, plus l'effet est net. Pas d'anomalie détectée chez les enfants placés avant 20 mois.

Care As Usual Group (CAUG): enfants restés en institution
- Foster Care Group (FCG): enfants placés dans des familles à divers âges. -
Never-Institutionalized Group (NIG): enfants restés dans leur famille

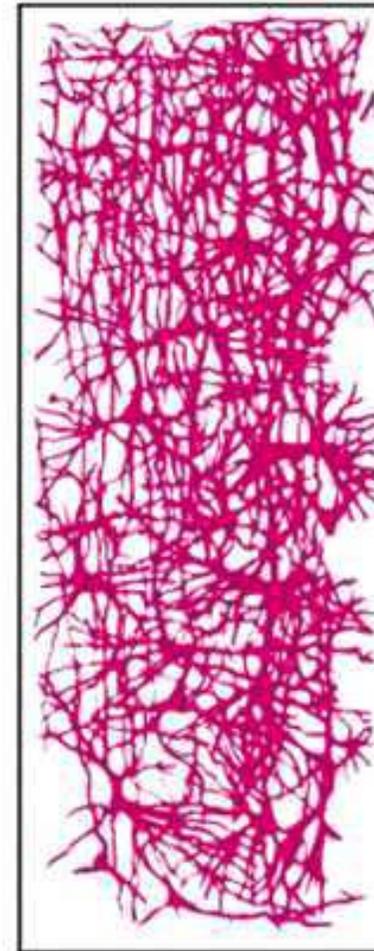




At birth



3 months

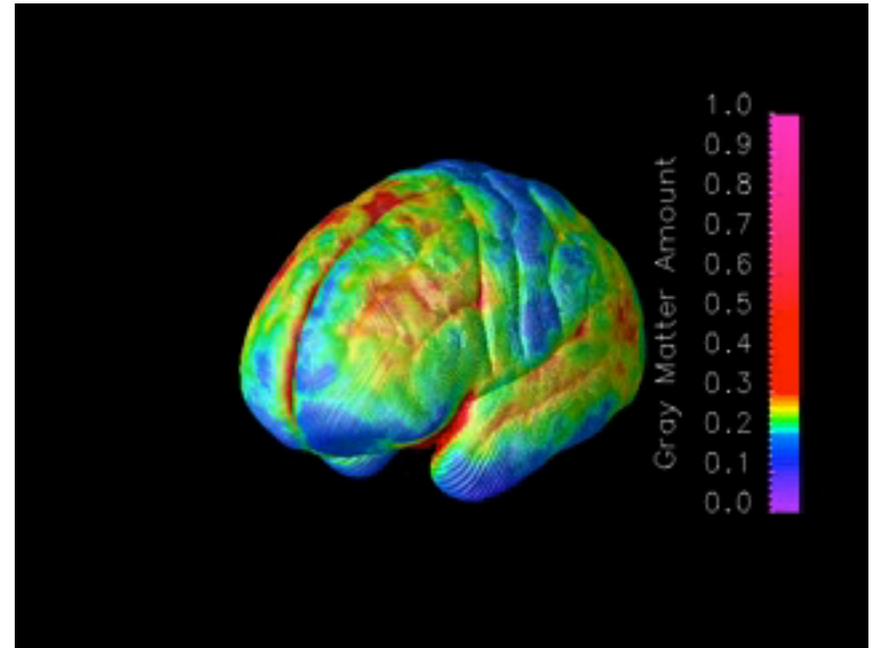
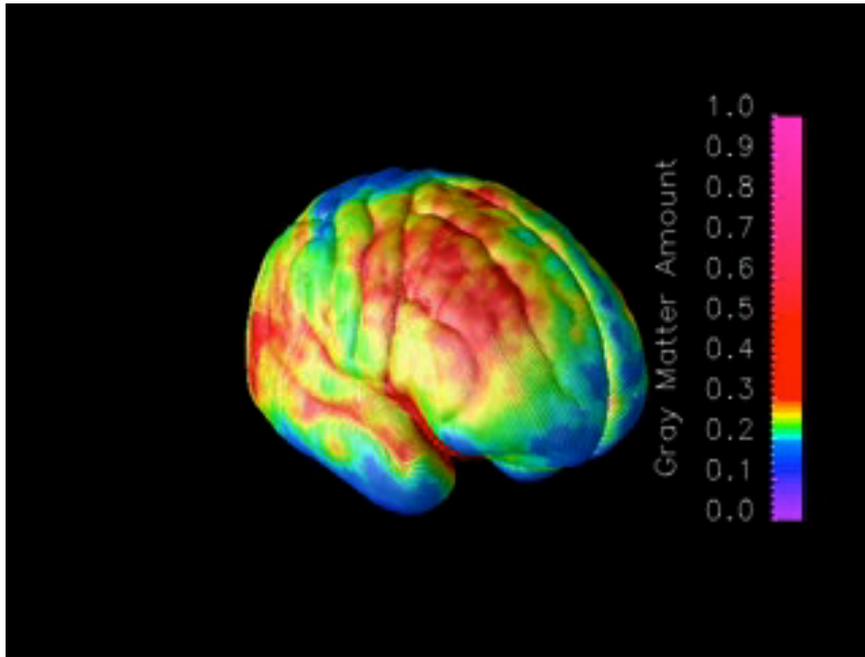


15 months

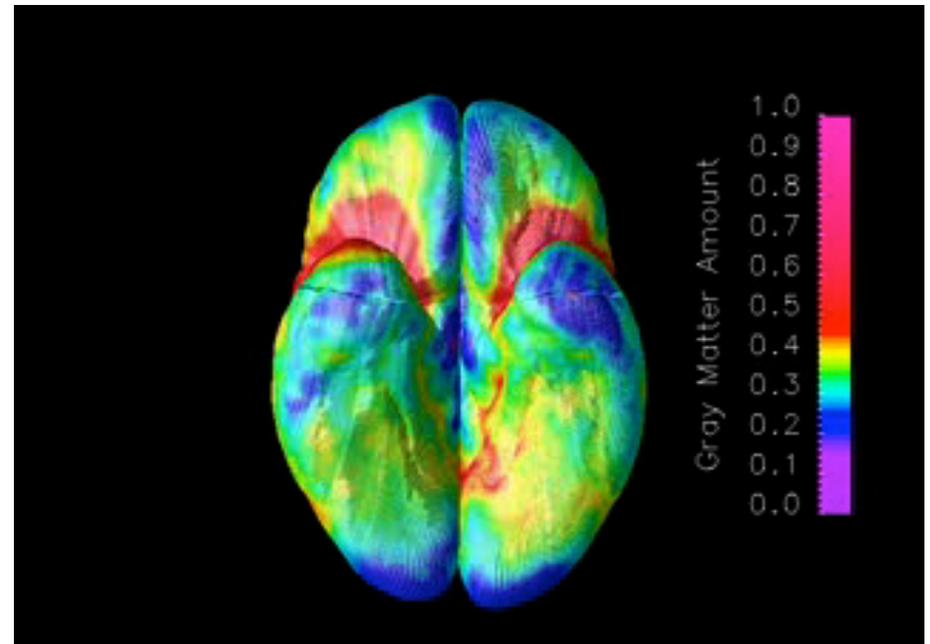
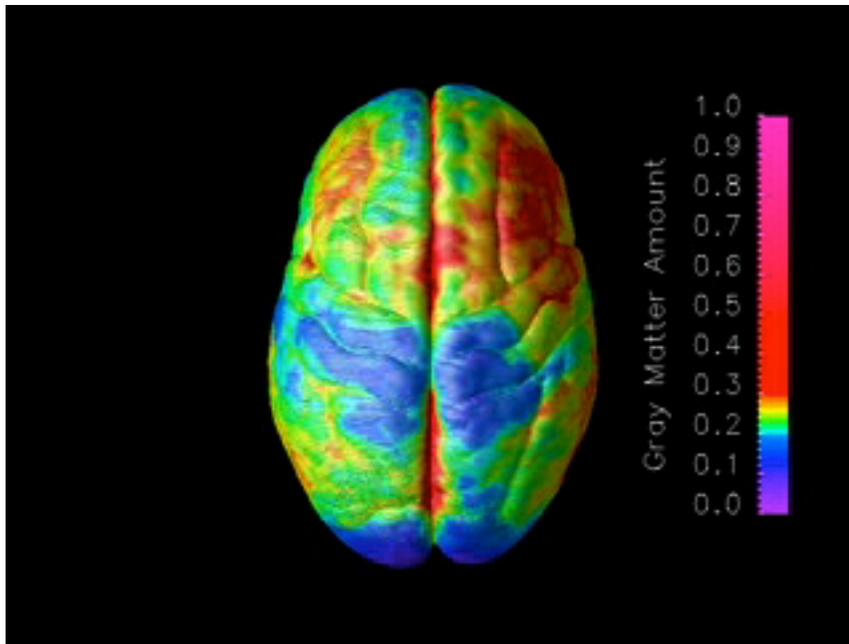
Prolifération dendritique : atteint son maximum vers 2 ans : ensuite, perte de milliers de connexions ("pruning"). Vers 16 ans, seulement la moitié des synapses persistent

Developpement post-natal

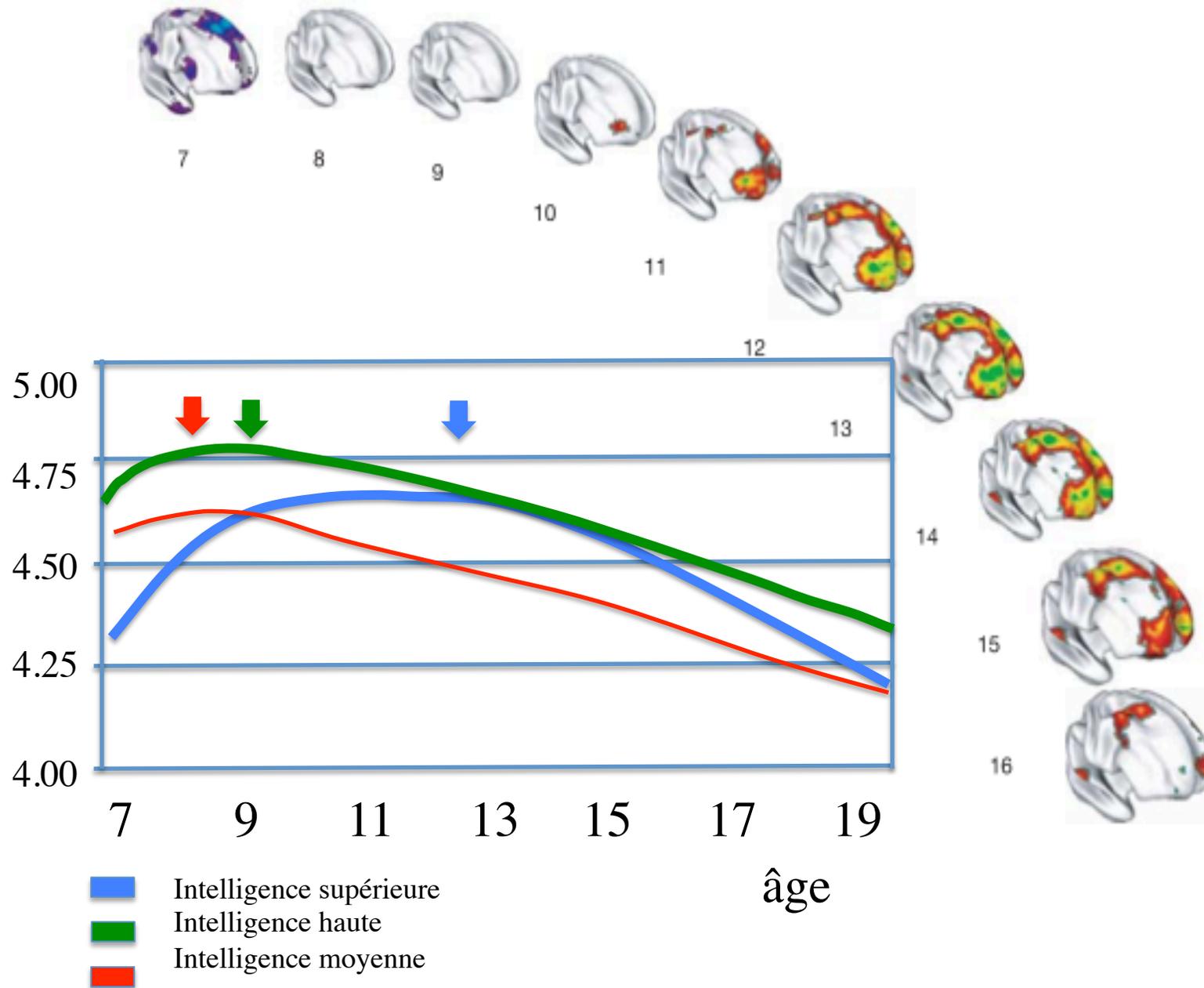
- A la naissance, le cerveau pèse un quart de son poids final chez l'adulte (1300-1500g)
- Vers deux ans, il a atteint la moitié de son poids final
- Pendant les deux premières années de vie, le cortex double et atteint les dimensions adultes
- Durant cette période, les synapses, dendrites, et la myéline se forment.
- Puis le volume du cortex commence à diminuer selon un tempo très inégal selon les régions, ce qui correspond grosso modo à la myélinisation des fibres intra-corticales :
 - Déjà terminée dans le cortex visuel à l'âge de 2 ans,
 - Elle continue jusqu'à la fin de l'adolescence, et peut-être au-delà pour le cortex frontal



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



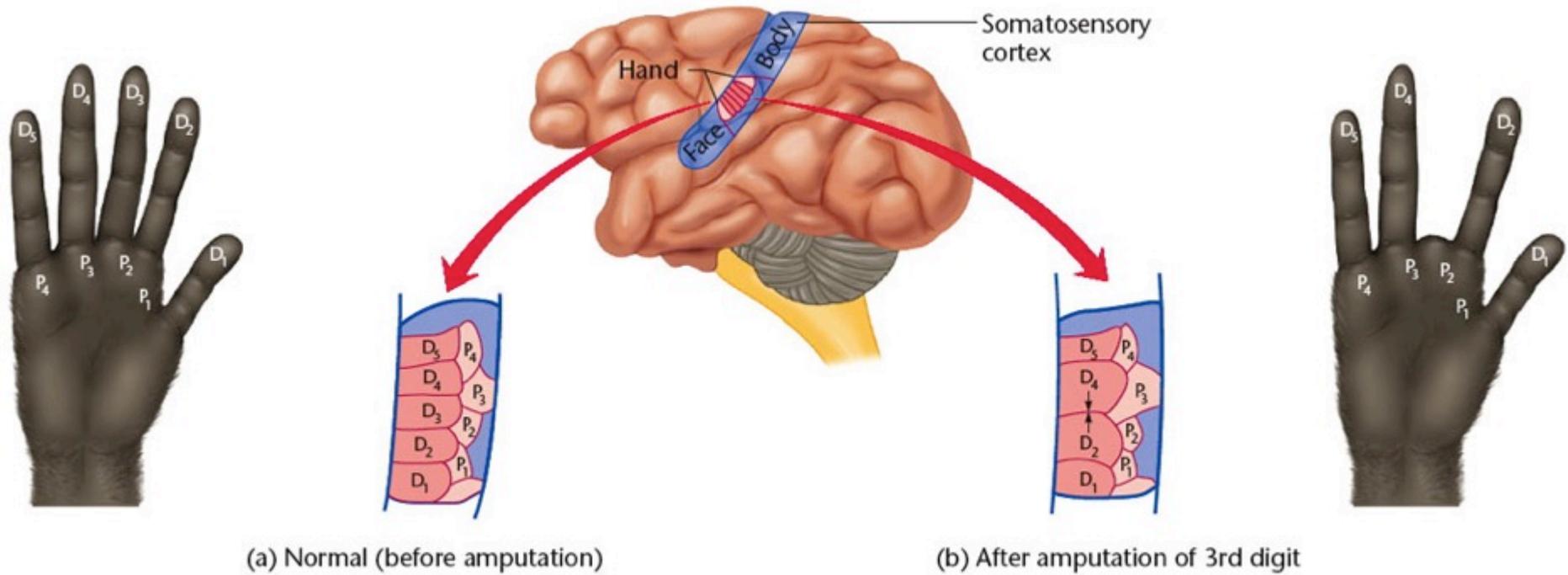
Épaisseur du cortex et intelligence



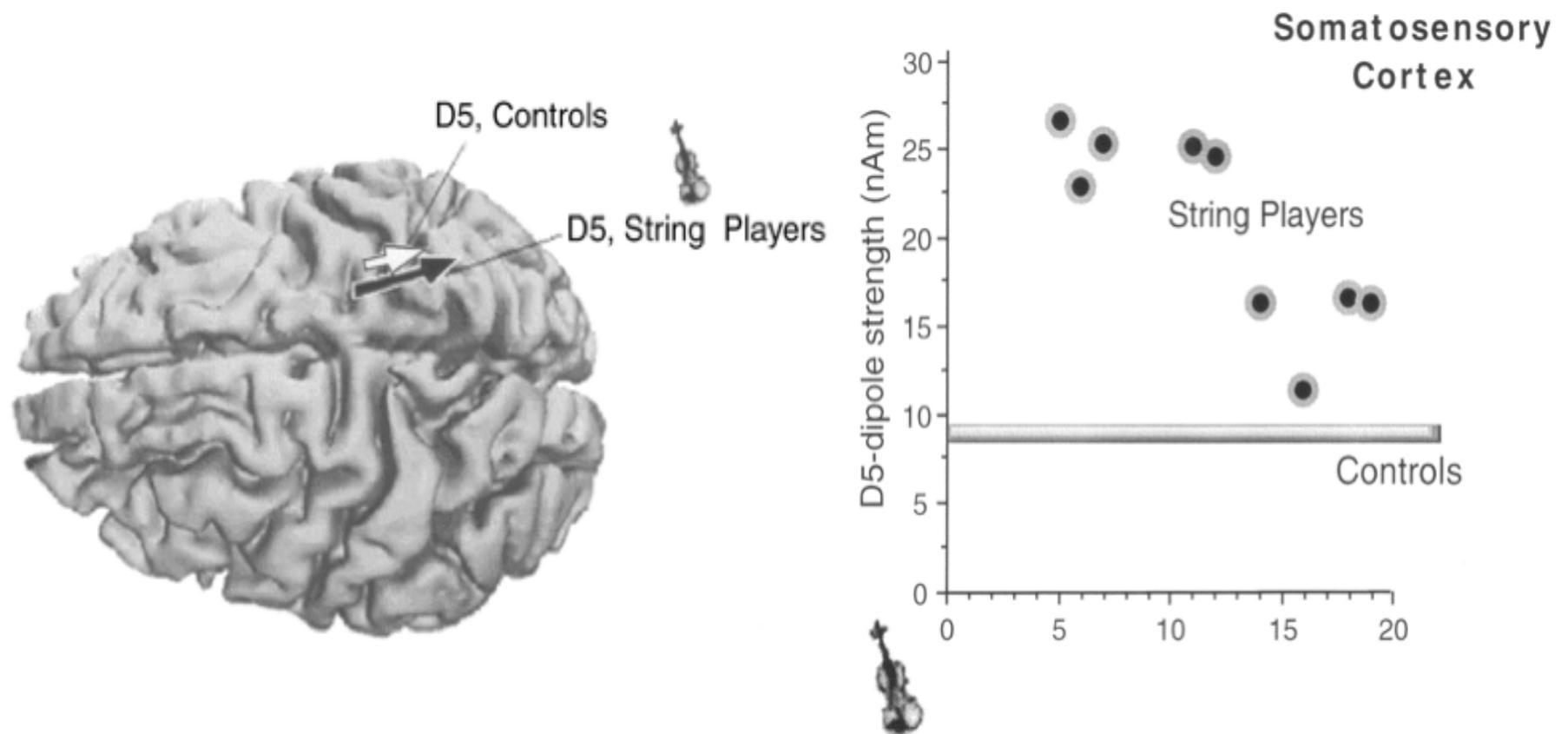
Plasticité cérébrale : définition

Plasticité cérébrale (= neuroplasticité): capacité du système nerveux central (SNC) à modifier sa structure et sa fonction en réponse à des contraintes.....

- Internes:
 - développement, maturation, vieillissement
 - expérience
 - atteintes du SNC (lésions).
 - Externes:
 - nouvelles acquisitions (entraînement)
 - enrichissement/déprivations sensorielles
 - substances pharmacologiques
- etc....et ceci tout au long de la vie



© 2007 Thomson Higher Education

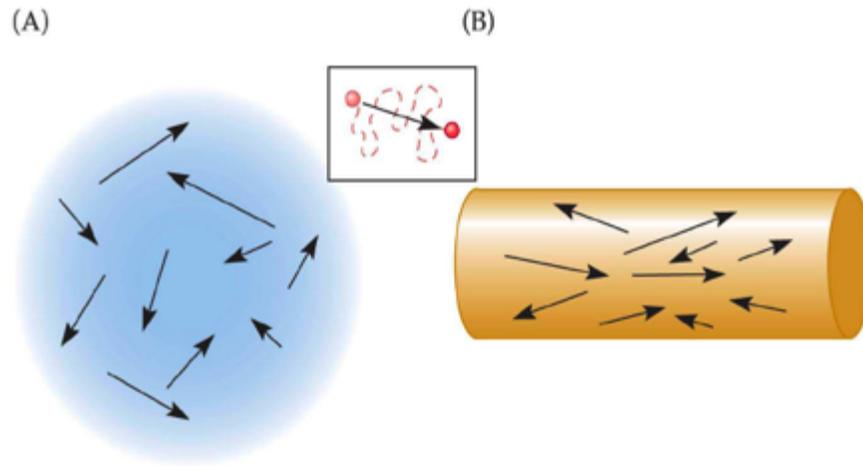


Left hand fifth finger in string instrument players (MEG study, Elbert et al., 1998). Larger dipole in right somatosensory area. Effect of learning age.

Plasticité sur le cerveau humain

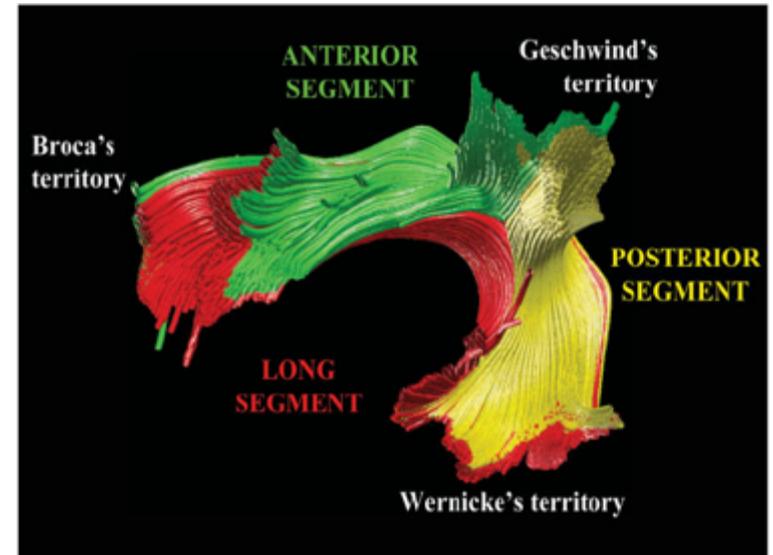
Jacini et al., 2009	Sports	Cross-sectional	VBM	Judo players showed larger GM volume in frontal and prefrontal cortex
Jäncke et al., 2009	Sports	Cross-sectional	VBM, DTI	Golfers showed Larger GM volumes in premotor and parietal cortices; smaller FA along the internal and external capsule and the parietal operculum
Di Paola et al., 2013	Sports	Cross-sectional	VBM	Mountain climbers showed significantly larger vermian lobule volumes
Draganski et al., 2004	Sports	Longitudinal	VBM	Three months' juggling practice-induced GM expansion in mid-temporal area (visual) and posterior intraparietal sulcus (spatial), followed by a decreased to baseline levels after 3 months with no practice
Bezzola et al., 2011	Sports	Longitudinal	VBM	Forty hours of golf training showed an association with gray matter increases in a task-relevant cortical network
Amunts et al., 1997	Music	Cross-sectional	MRI	Hand motor area was larger in professional musicians than in non-musicians
Gaser and Schlaug, 2003	Music	Cross-sectional	VBM	GM volume differences in sensorimotor cortex, premotor cortex, and cerebellum
Han et al., 2009	Music	Longitudinal	DBM	Fifteen months of musical training in early childhood showed structural change in brain areas which are known to be involved in control of playing a musical instrument

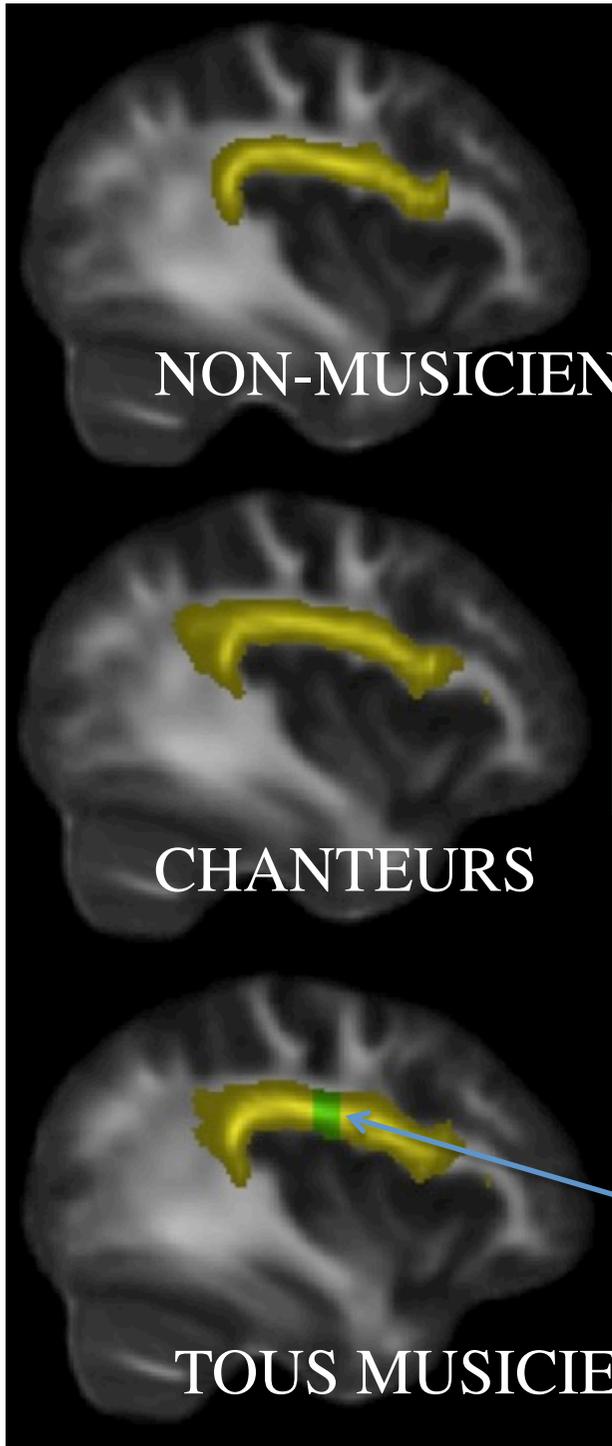
5.18 Isotropic and anisotropic diffusion.



FUNCTIONAL MAGNETIC RESONANCE IMAGING Figure 5.18 © 2004 Strauer Associates, Inc.

Diffusion tensor imaging (D.T.I.)





Volume

Différences
prédominant dans
le faisceau arqué
gauche, partie
dorsale

anisotropie

Zone de
différence
d'anisotropie

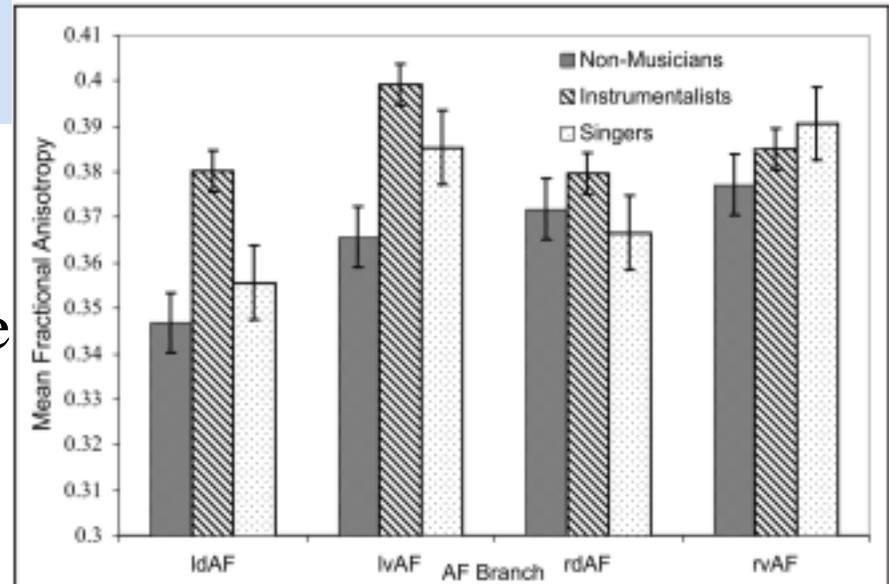
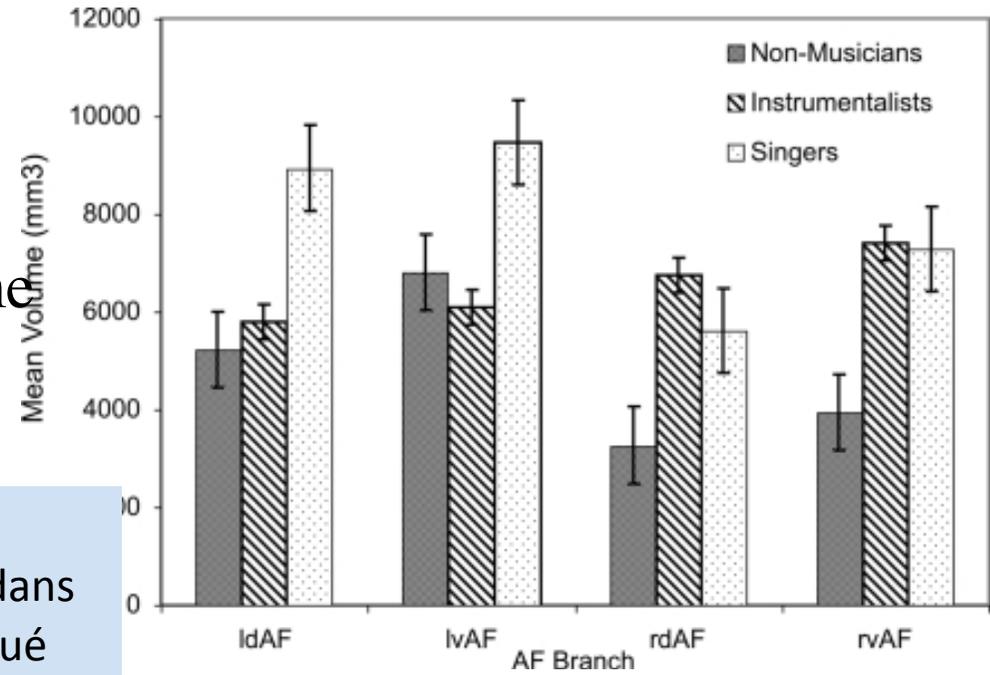
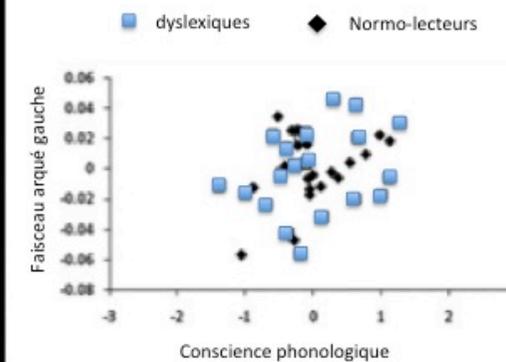
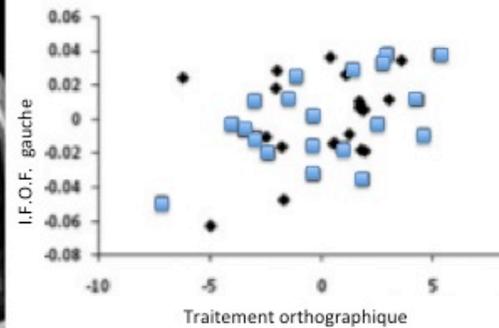
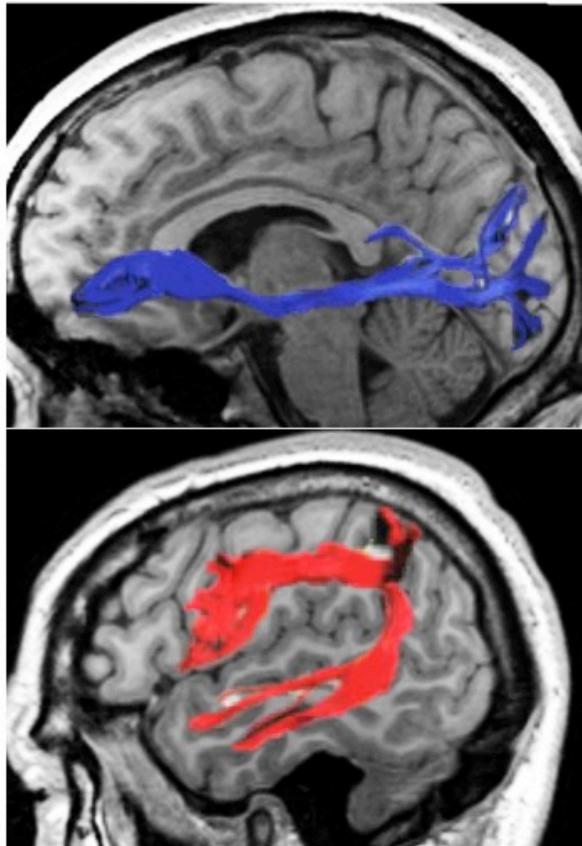


FIGURE 3 | Mean FA for all branches of the AF in both hemispheres for all groups (l = left, r = right, d = dorsal, v = ventral). Error bars represent SE of the mean.

A tractography study in dyslexia: neuroanatomic correlates of orthographic, phonological and speech processing

Maaïke Vandermosten,^{1,2,3} Bart Boets,^{1,2,4} Hanne Poelmans,^{1,2} Stefan Sunaert,³ Jan Wouters² and Pol Ghesquière¹

¹ Parenting and Special Education Research Unit, Katholieke Universiteit Leuven, A. Vesaliusstraat 2, PO Box 3705, 3000 Leuven, Belgium



Etude en tractographie des déficits auditif et orthographique chez les dyslexiques ; dissociation entre une voie inférieure (orthographique) et une voie dorsale (phonologique et perception de la parole)



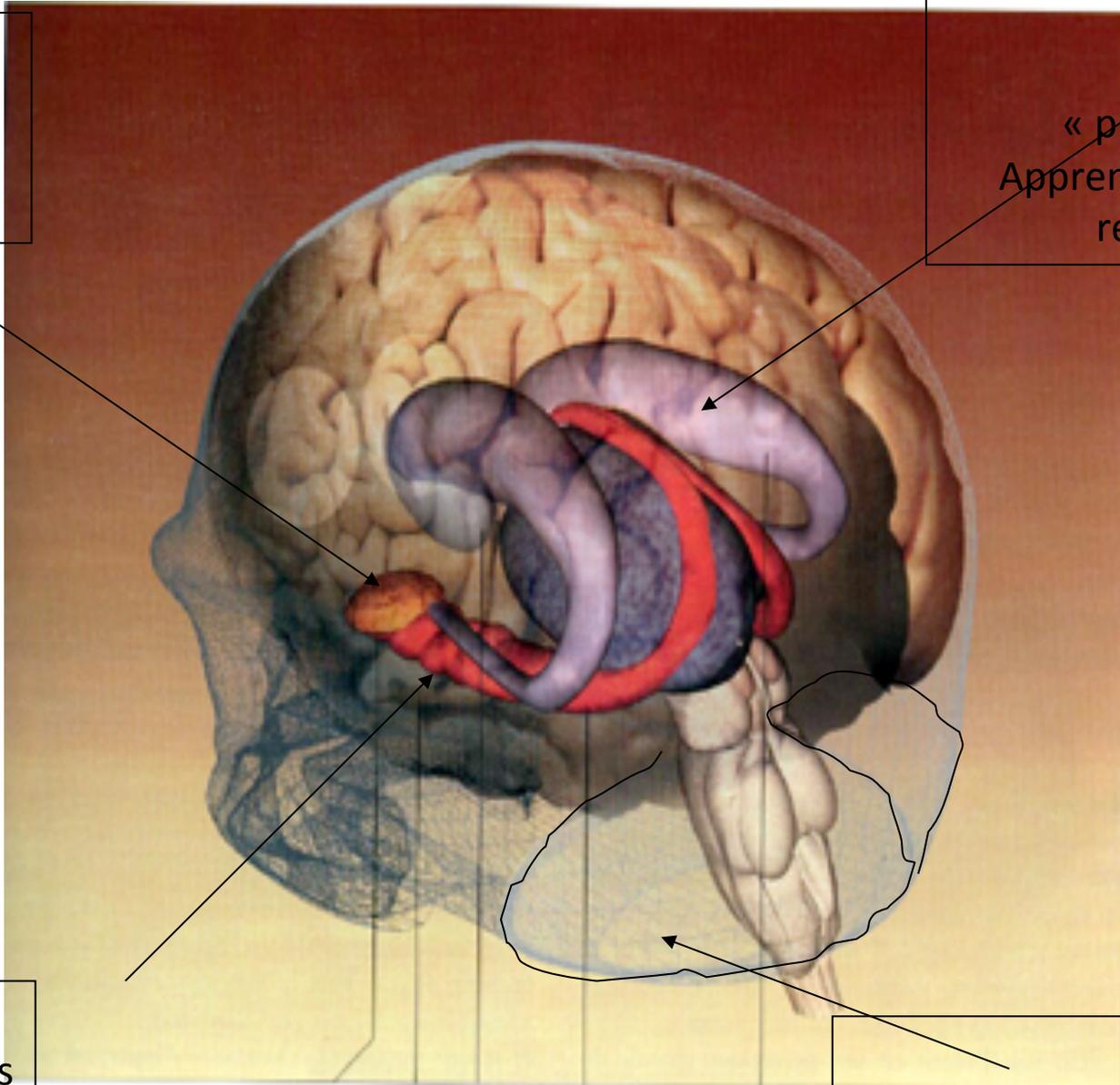
Cerveau et
mémoire(s)

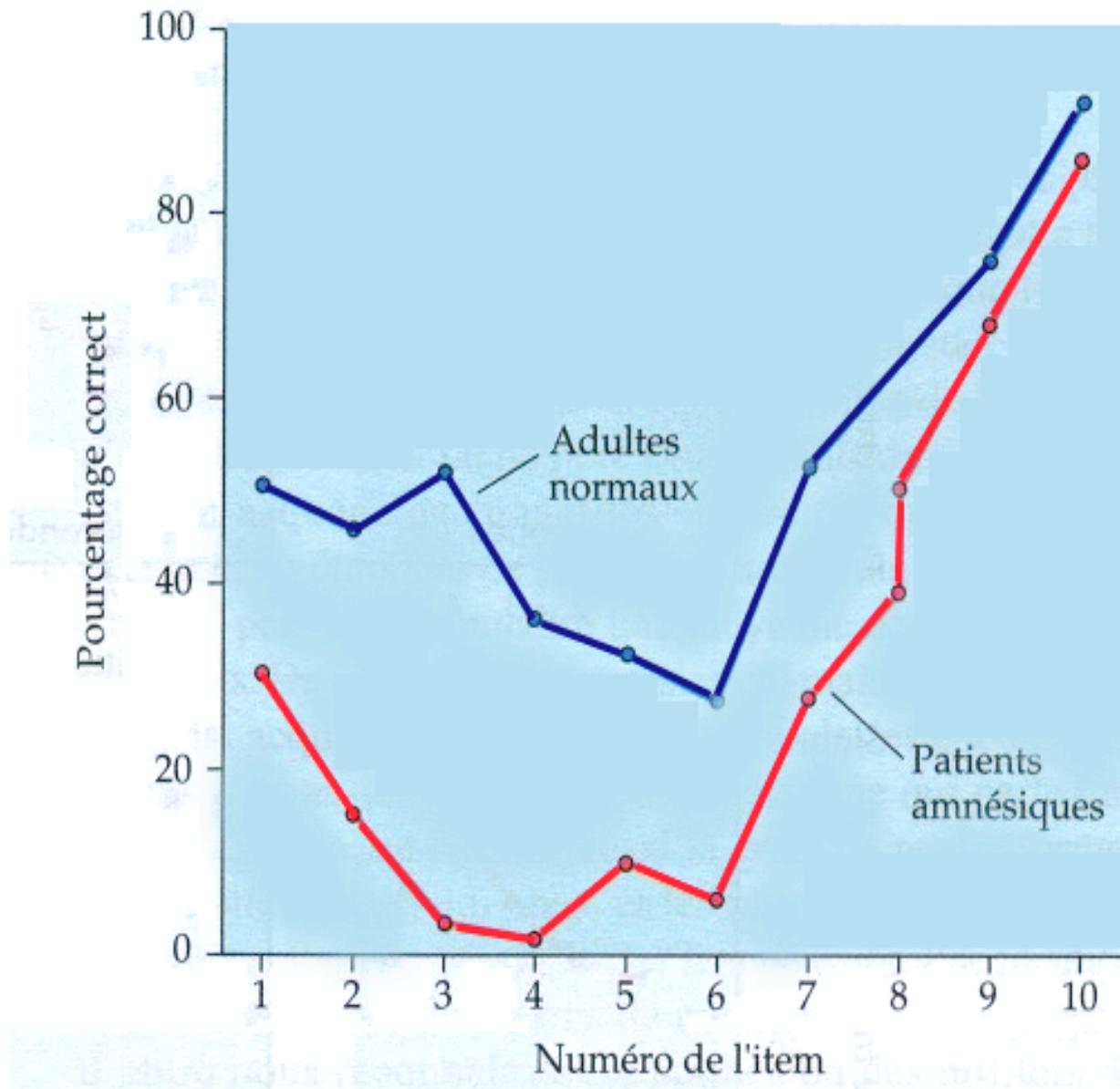
L'amygdala :
La « rencontre des souvenirs et du désir »

Le striatum (ganglions de la base)
Mémoire « procédurale »
Apprentissage avec renforcement

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

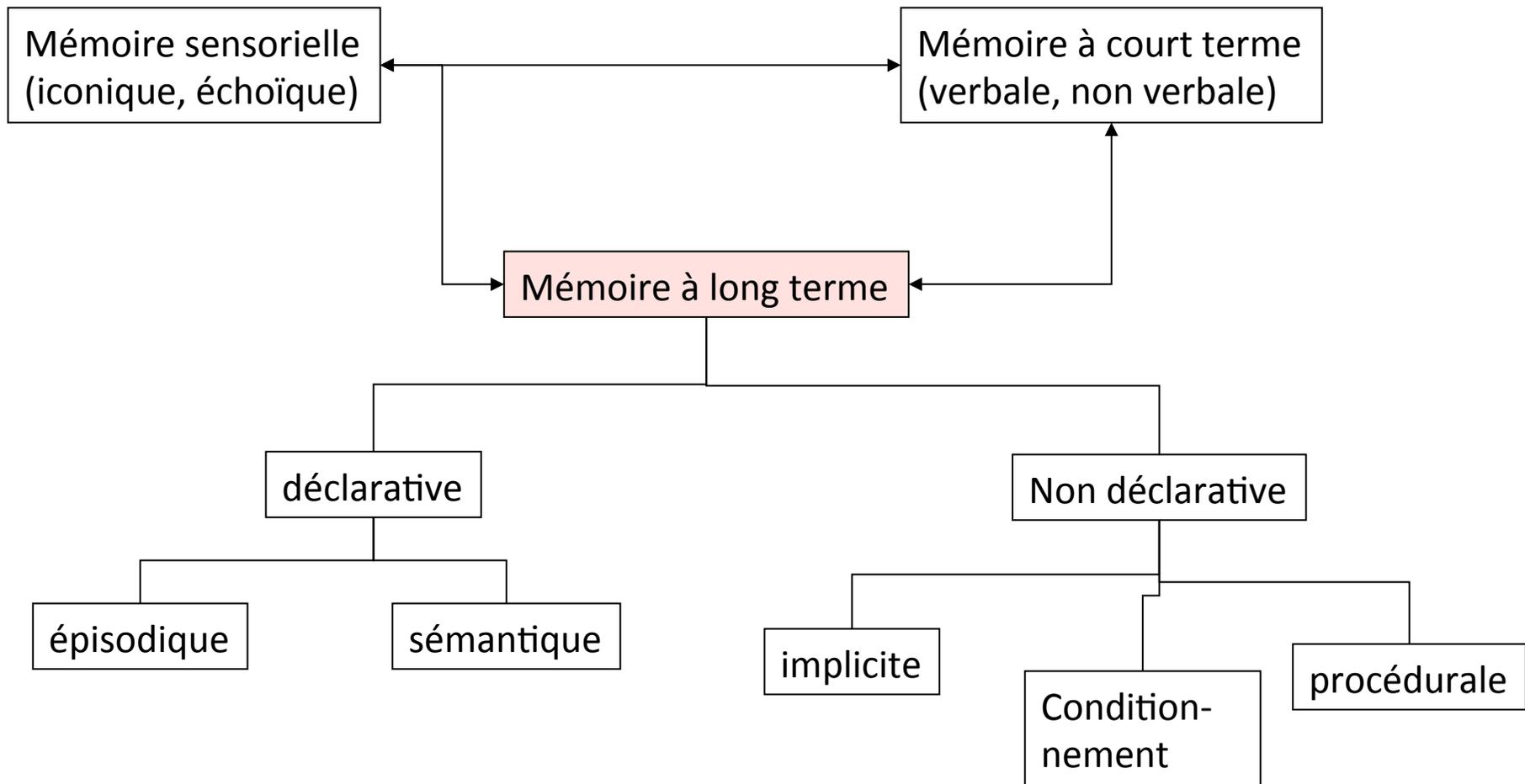
Le cervelet :
automatisation et apprentissage « supervisé »





Apprentissage d'une liste : effet de récence et de primauté

Mémoires : des modules séparables



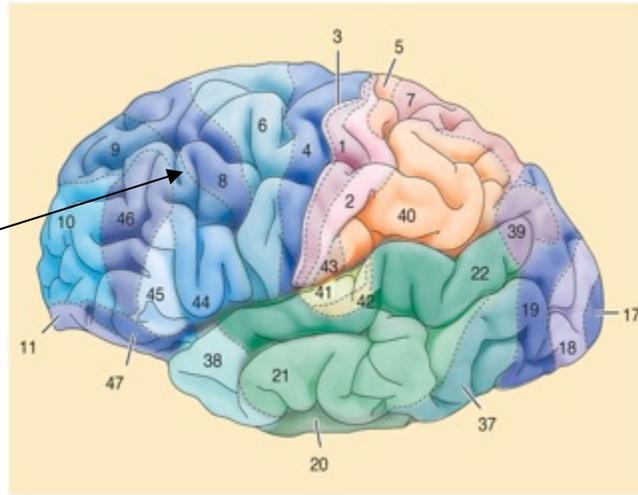
Mémoire procédurale

- 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.



Lobe frontal et
fonctions
exécutives

Lobe frontal



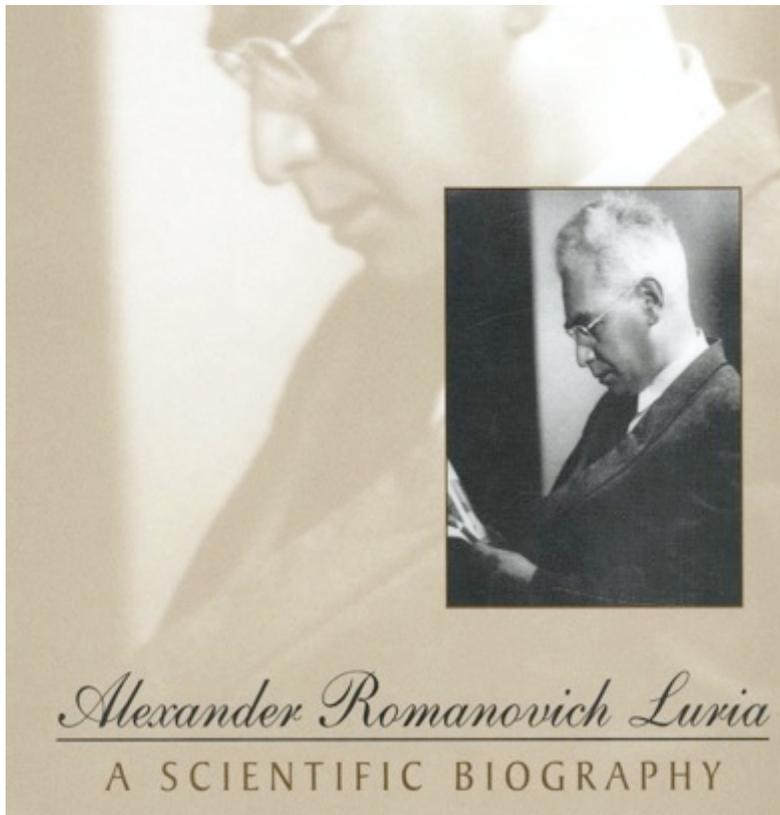
FUNCTIONAL MAGNETIC RESONANCE IMAGING, Figure 4.22 (Part 1), © 2003 Sinauer Associates, Inc.



The Working Brain

An Introduction to Neuropsychology

A.R. Luria



Approche de Luria (1966)

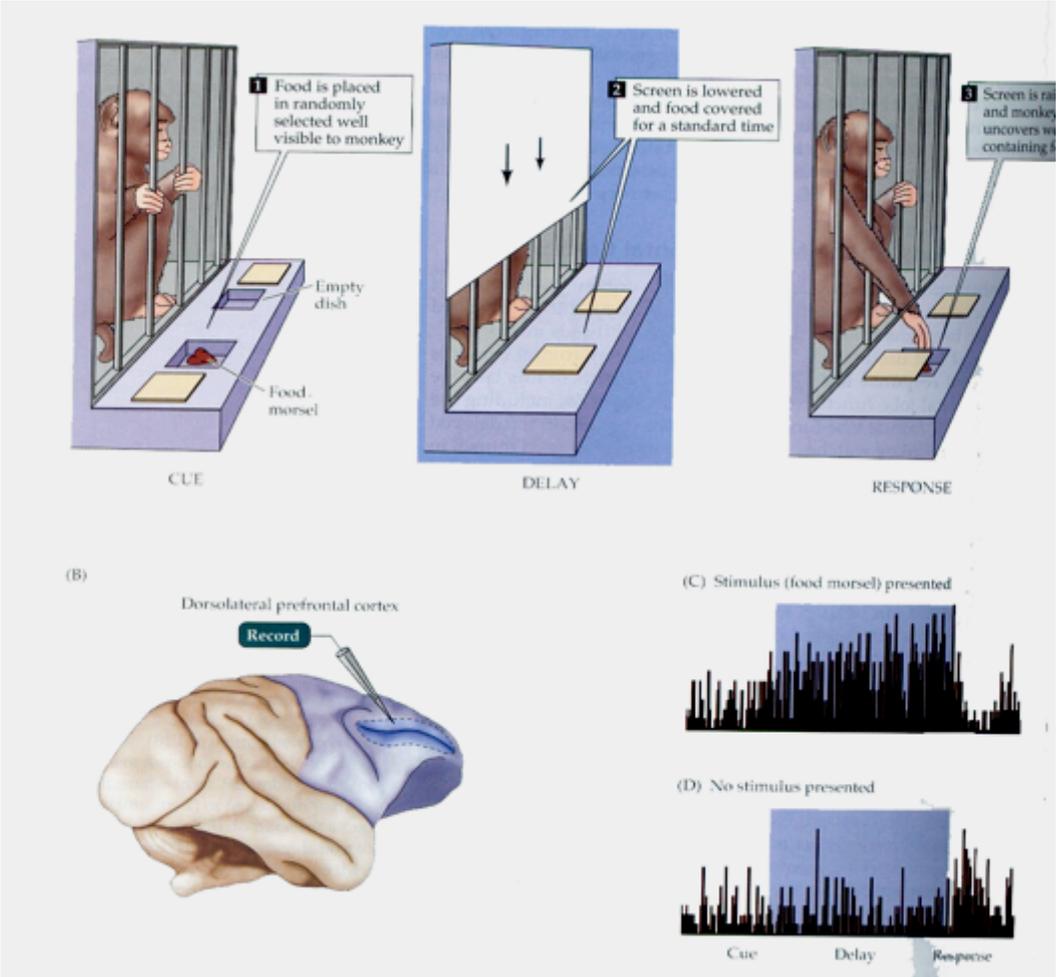
- Rôle des lobes frontaux dans la régulation de l' action
 - En contrôlant les structures postérieures et sous-corticales
- 4 opérations fondamentales
 - Formulation d'un objectif
 - Planification
 - Exécution (contrôle on line et séquençage des étapes)
 - Vérification

les fonctions sous-tendues par le lobe frontal permettent un contrôle inhibiteur sur le reste de l'encéphale, particulièrement dans les situations nécessitant de spécifier le but, initier l'action et la pré-programmer, agencer les différentes séquences et vérifier que le but est atteint.

Luria (1966)



Fuster (1994; 1997)



- cortex préfrontal est spécifiquement engagé dans la représentation de la *structure temporelle* des conduites

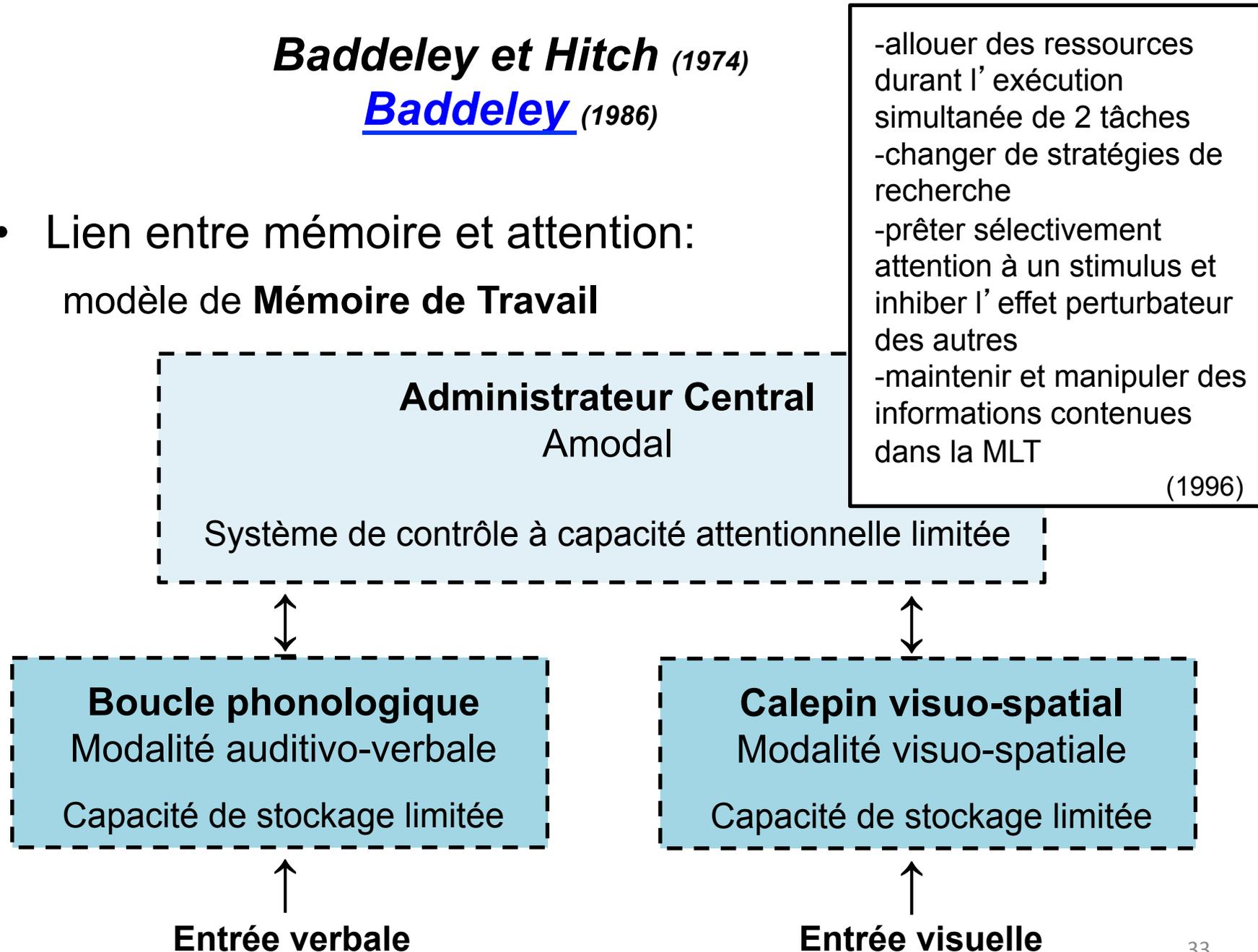
- 3 fonctions
 - une mémoire active transitoire (≈mém de travail)
 - Une fonction de préparation de l'action : plan
 - Une fonction de contrôle des interférences (externes ou internes : persévération)

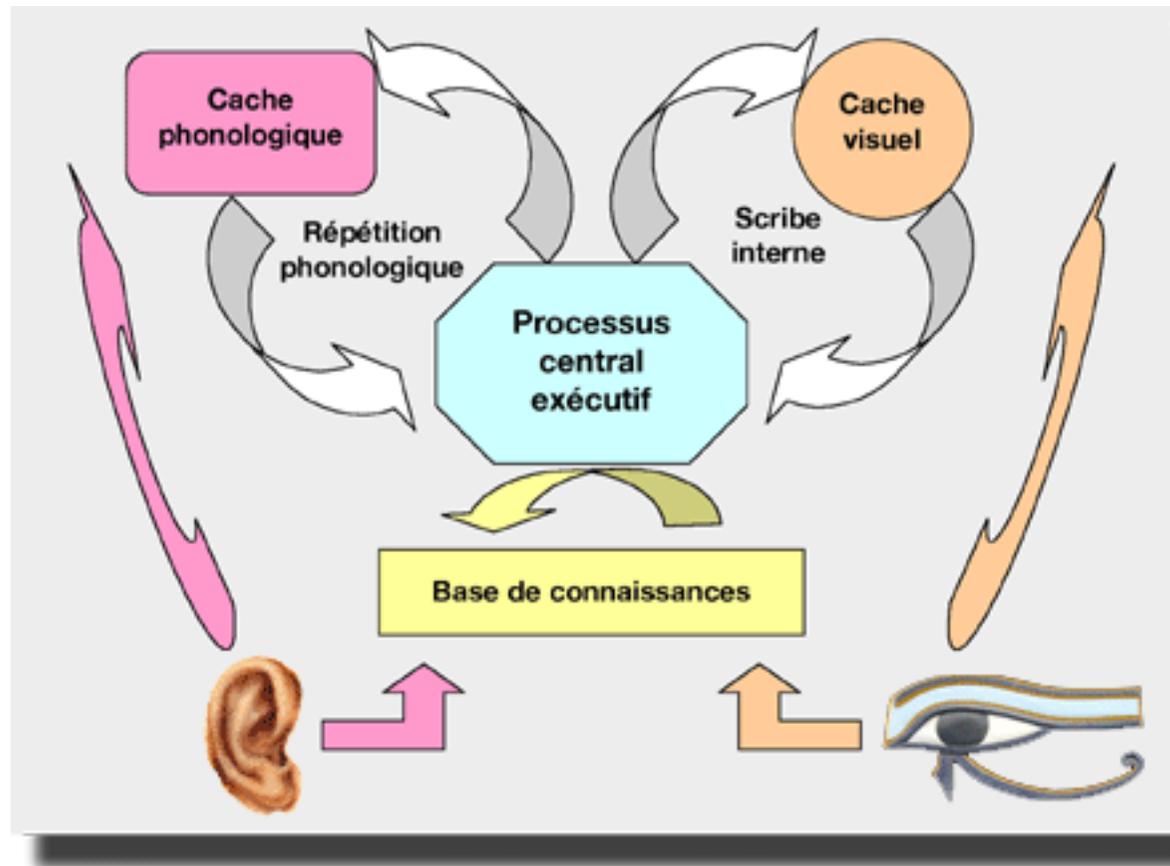
-> « si maintenant ceci, alors plus tard cette action-là »
 « si plus tôt cela, alors maintenant cette action-ci »

Baddeley et Hitch (1974)

Baddeley (1986)

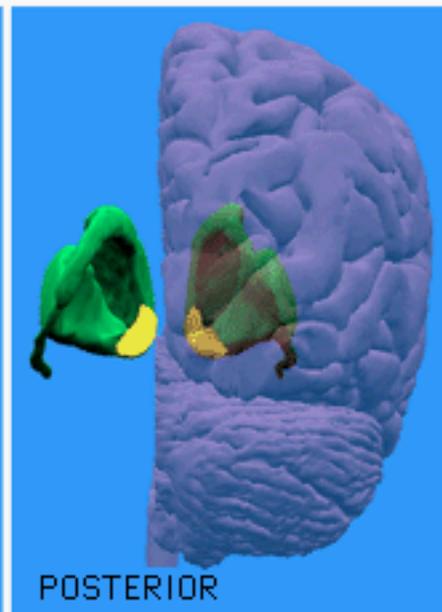
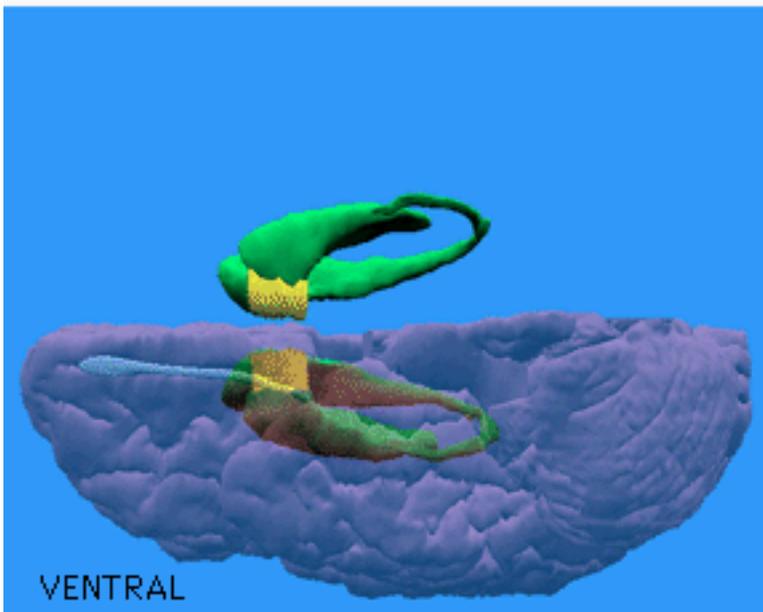
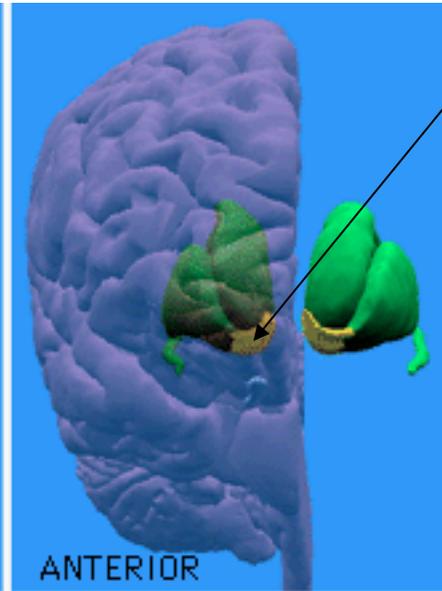
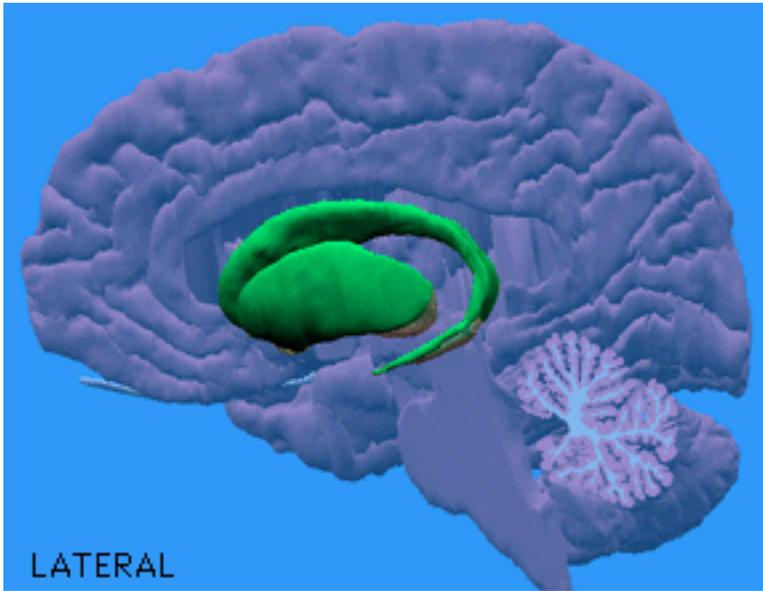
- Lien entre mémoire et attention:
modèle de **Mémoire de Travail**



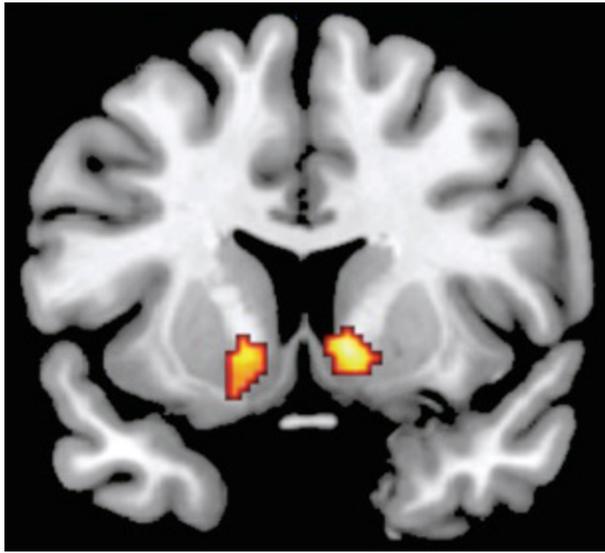




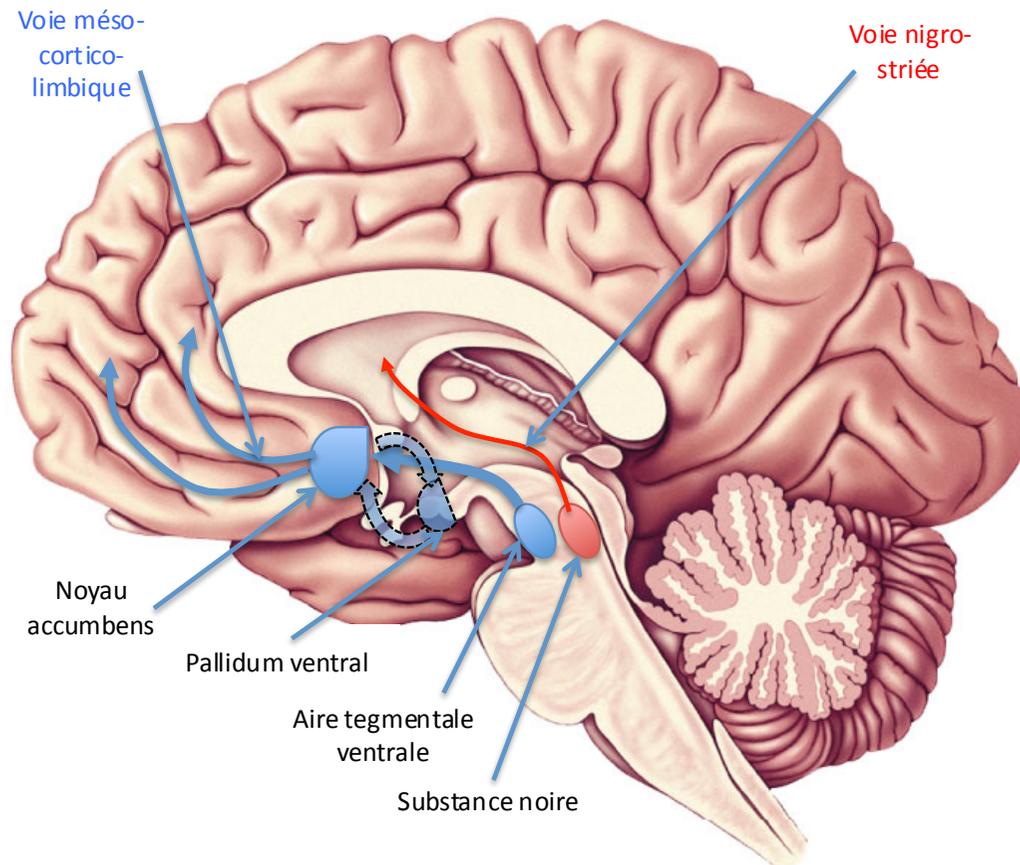
Motivation et
récompense



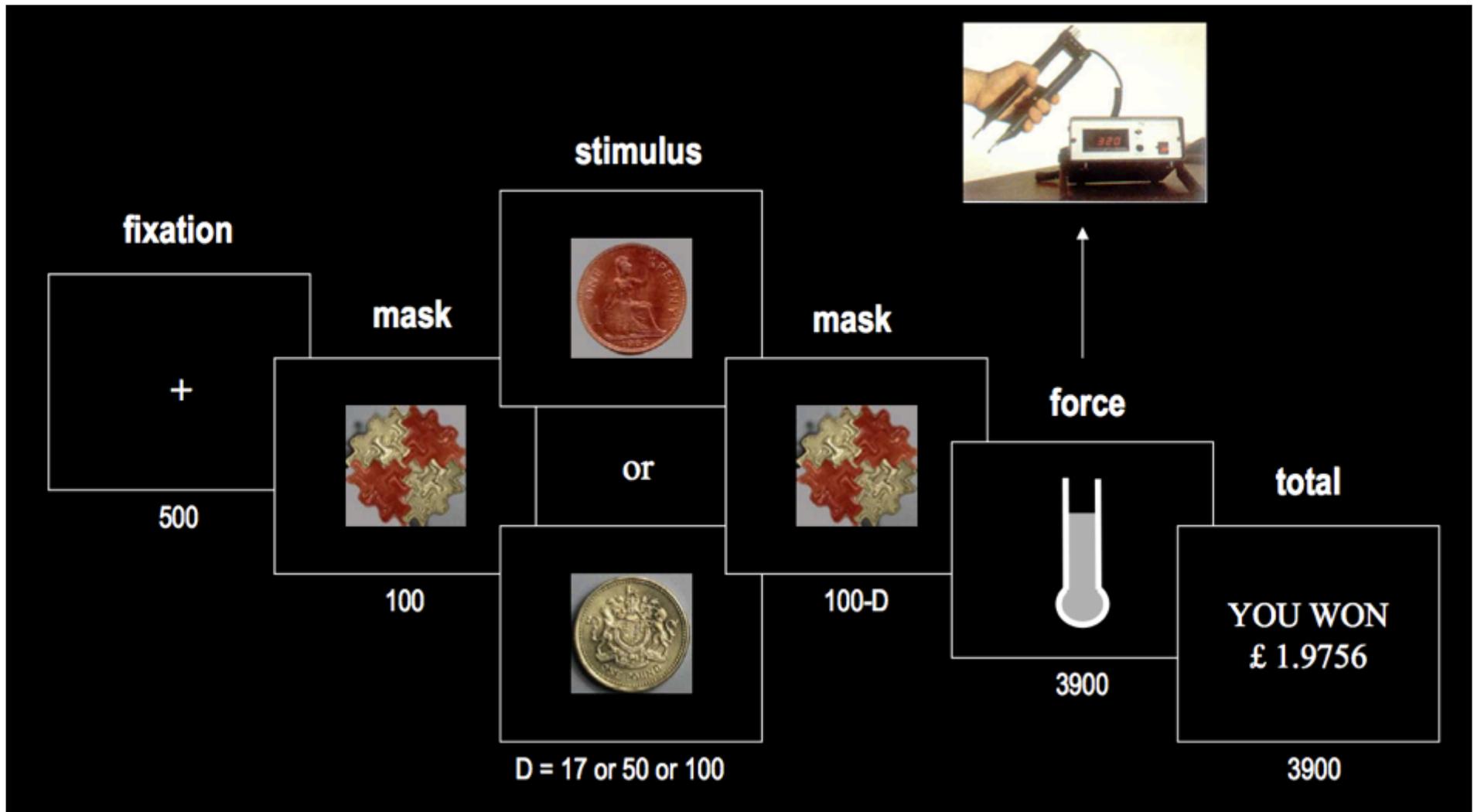
Noyau accumbens
Chez l'animal : en activité lors de l'anticipation d'une récompense, l'évaluation de la magnitude d'une récompense
Chez l'homme impliqué dans les conduites à risque et addictives et dans le plaisir associé à divers stimuli (aliments, chocolat, sexe, musique, méditation...)



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



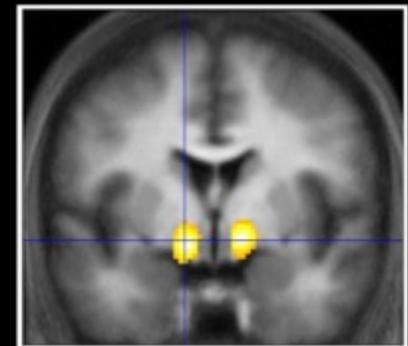
Le « système de la récompense »



Matthias Pessiglione : « translating money into force »

Perception subliminale de l'amorce préalable à la récompense

La différence d'activation entre « pence » et « pounds » se projette sur le noyau accumbens

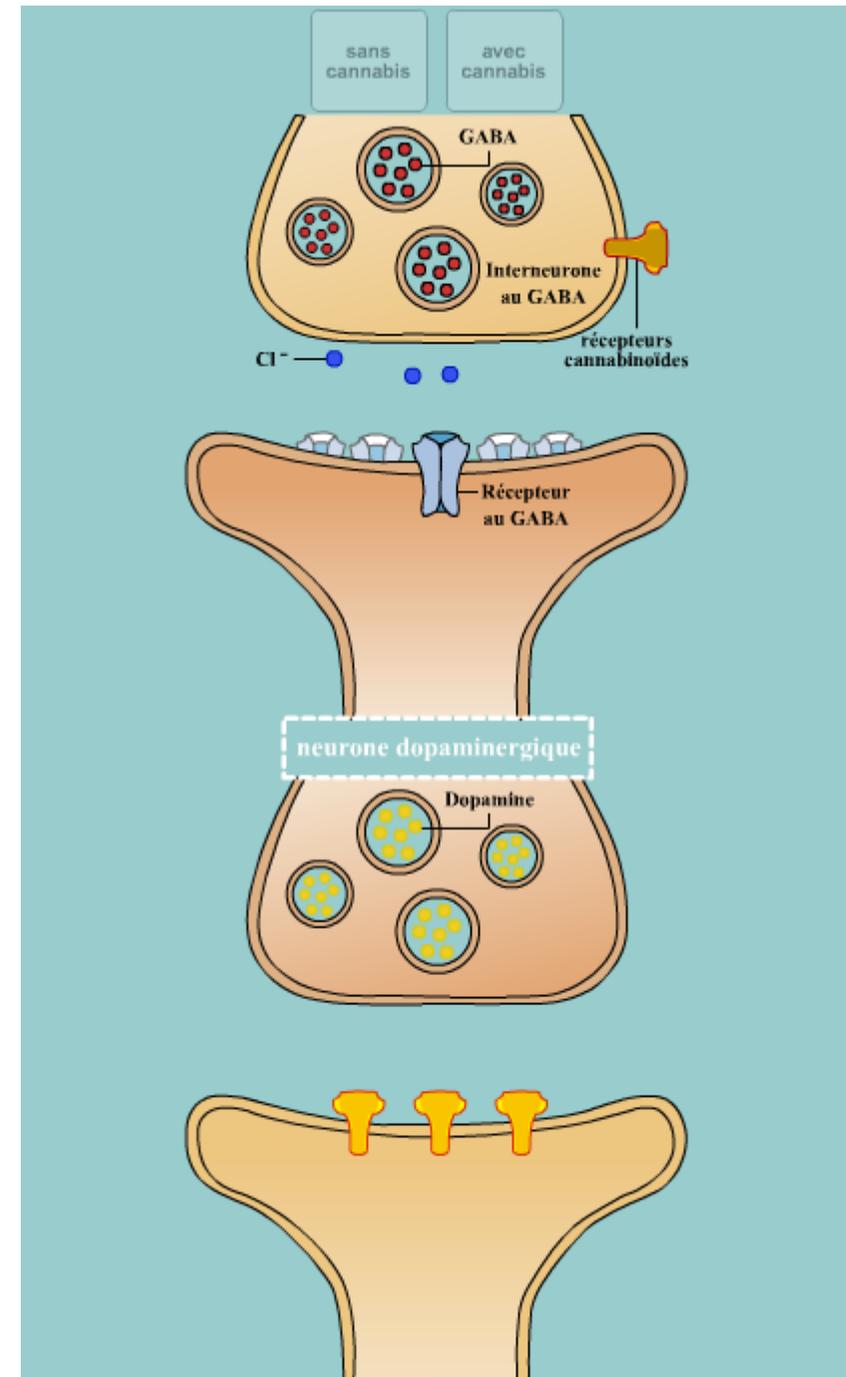


Système de la récompense et consommation de Cannabis

La sensation d'euphorie légère, de relaxation et de perceptions auditives et visuelles amplifiées que produit la marijuana s'explique presque entièrement par son action sur les récepteurs cannabinoïdes. Ces récepteurs sont présents un peu partout dans le cerveau et une molécule endogène qui s'y lie naturellement, l'anandamide, a été identifiée.

L'anandamide participe à la régulation de l'humeur, de la mémoire, de l'appétit, de la douleur, de la cognition et des émotions. Lorsqu'on introduit du cannabis dans l'organisme, son ingrédient actif, le Delta-9-tetrahydrocannabinol (ou THC), peut donc perturber toutes ces fonctions.

Dans le circuit de la récompense (figure) on observe comme pour d'autres drogues, une augmentation de libération de la dopamine par levée de l'inhibition sur les interneurons gabaergiques qui possèdent des récepteurs CB1.





Non-User



CannabisUser

Neurobiology of Disease

Cannabis Use Is Quantitatively Associated with Nucleus Accumbens and Amygdala Abnormalities in Young Adult Recreational Users

Jodi M. Gilman^{1,4,5}, John K. Kuster^{1,2,*}, Sang Lee^{1,6,*}, Myung Joo Lee^{1,6,*}, Byoung Woo Kim^{1,6}, Nikos Makris^{3,5}, Andre van der Kouwe^{4,5}, Anne J. Blood^{1,2,4,5,†}, and Hans C. Breiter^{1,2,4,6,†}

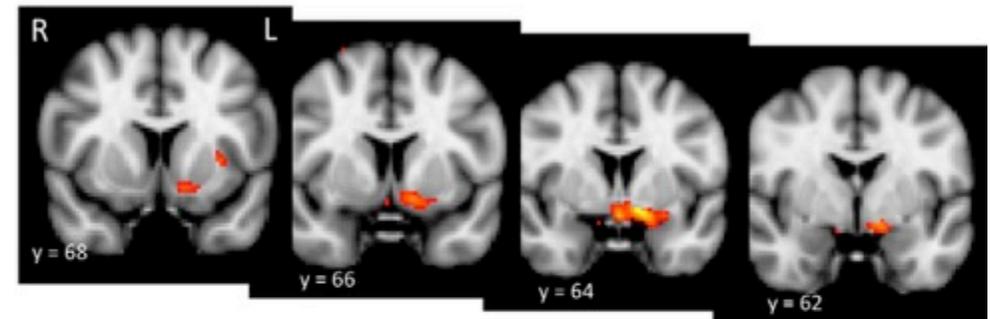
+ Show Affiliations

Augmentation de la densité dans diverses régions du système de la récompense (noyau accumbens, amygdala).

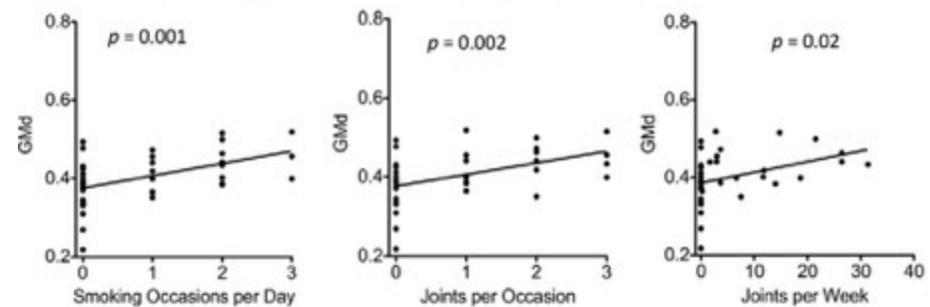
Volume du ny accumbens gauche proportionnel à la consommation de cannabis.

A rapprocher des constatations sur les modèles animaux : chez le rat, taille des dendrites et nombre d'épines dendritiques augmentent en fonction de l'exposition au Δ -9-tetrahydrocannabinol (THC)

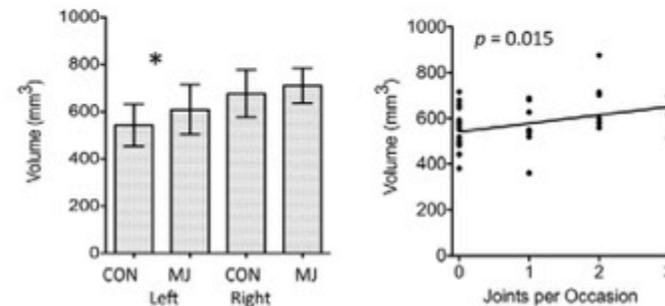
A Gray Matter Density: Marijuana > Control Participants



B Associations Drug Use Behavior and Gray Matter Density in Left Nucleus Accumbens



C Volume and Associations with Drug Use in Left Nucleus Accumbens



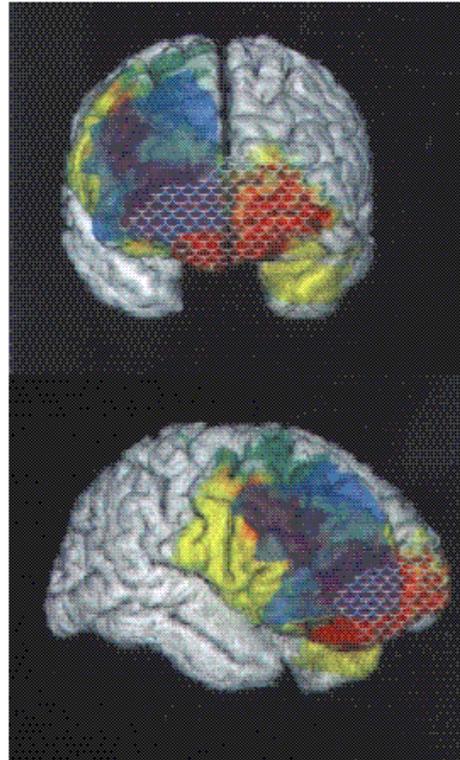
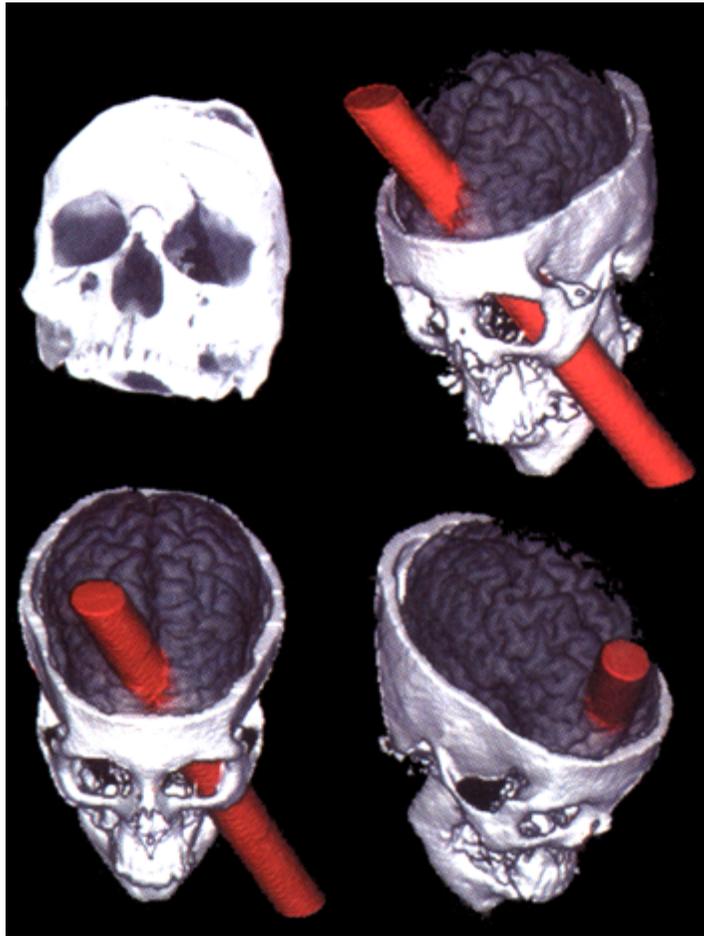
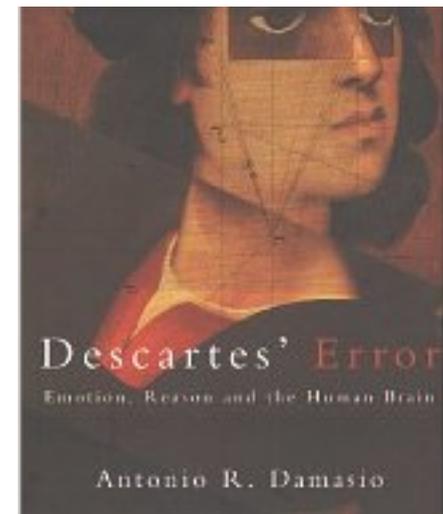


Fig. 2. MAP-3 overlap showing regions of frontal lobe damaged by lesions in early childhood (cross-hatched) or adulthood (colored). Courtesy of Hannah Damasio.

Lésions provoquant une altération du jugement moral chez 6 sujets avec lésions tardives (âge adulte) et deux sujets avec lésion précoce.



....et pour en savoir plus

Les « troubles dys » sont à la fois un problème de société d'une brûlante actualité et une thématique scientifique en pleine effervescence : en une vingtaine d'années, le thème, au début essentiellement psycho-pédagogique, est devenu central en neurosciences et en neuropsychologie.

Cet ouvrage, didactique par essence, **fait le point sur l'état des données scientifiques** dans ce domaine et insiste sur la nécessité d'une **interdisciplinarité** (incluant le maître d'école) qui prenne en compte les soubassements neurobiologiques de ces troubles : pour l'enfant en difficulté, il est nécessaire que tous les professionnels qui l'entourent partagent une même connaissance et puissent accéder à une compréhension profonde de cette incapacité à apprendre, dont le caractère biologique et constitutionnel n'est plus à prouver.

Dans ce texte, l'auteur défend en outre l'idée que la recherche et la clinique peuvent faire bon ménage dans cette branche de la médecine et fournit au lecteur les informations les plus actuelles sur le sujet.

L'ouvrage s'adresse aux professionnels en quête d'une connaissance complète et moderne du sujet, mais également aux non-spécialistes qui ont besoin d'en connaître les rudiments scientifiques afin de construire leur propre conception des troubles dys.



L'auteur

Michel Habib est neurologue au CHU de Marseille, où il a exercé dans le domaine des troubles cognitifs de l'adulte et de l'enfant avant de se spécialiser progressivement dans les troubles d'apprentissage. Il enseigne la neuropsychologie dans plusieurs universités françaises et outre-Atlantique. Fondateur de la *Revue de Neuropsychologie*, co-responsable de la *Revue Développements*, et auteur de plusieurs ouvrages et articles, il a consacré ces dix dernières années à mettre en place un réseau de professionnels (Résodys) autour de la dyslexie et des autres troubles d'apprentissage.

GALDYS

ISBN : 978-2-35327-262-4



Publics :

- Neuropsychologues et psychologues
- Orthophonistes
- Enseignants et éducateurs spécialisés
- Psychomotriciens
- Ergothérapeutes

www.deboeck.fr

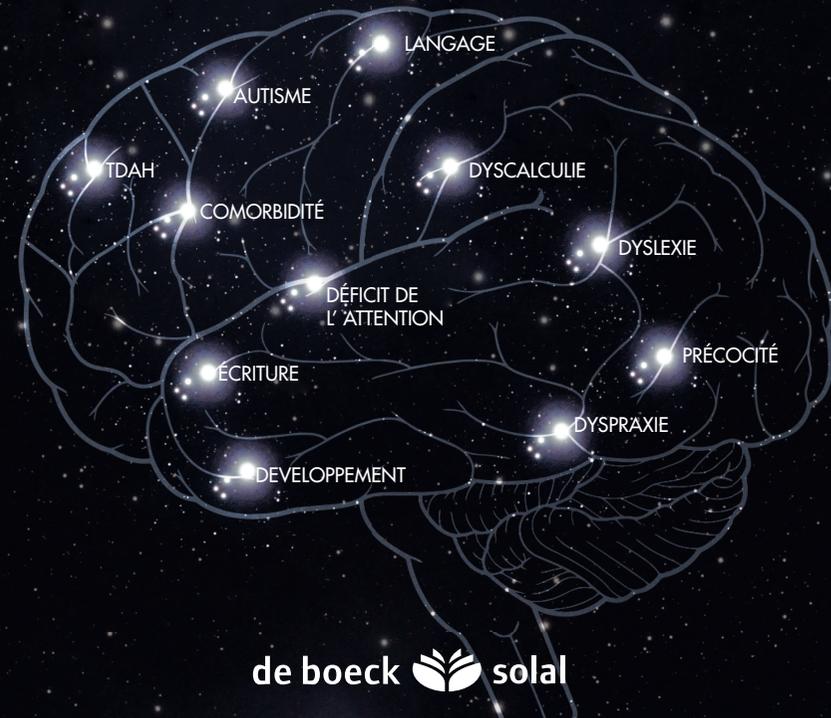
MICHEL HABIB

LA CONSTELLATION DES DYS

LA CONSTELLATION DES DYS

Bases neurologiques de
l'apprentissage et de ses troubles

MICHEL HABIB



de boeck  solal