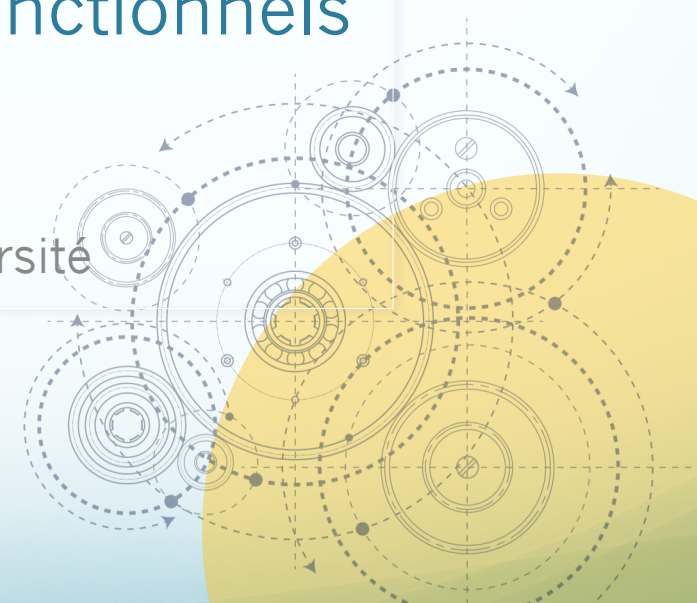


Cerveau et fonctions exécutives : état des lieux des travaux de neuro- imagerie et des modèles neurofonctionnels

Michel HABIB
NeurodysPACA et Aix-Marseille Université

<http://www.neurodyspaca.org>



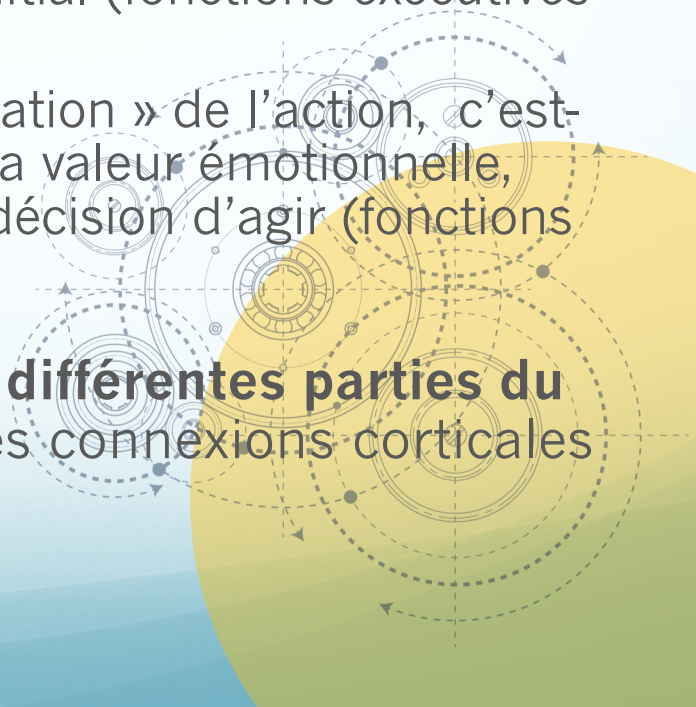
Synopsis

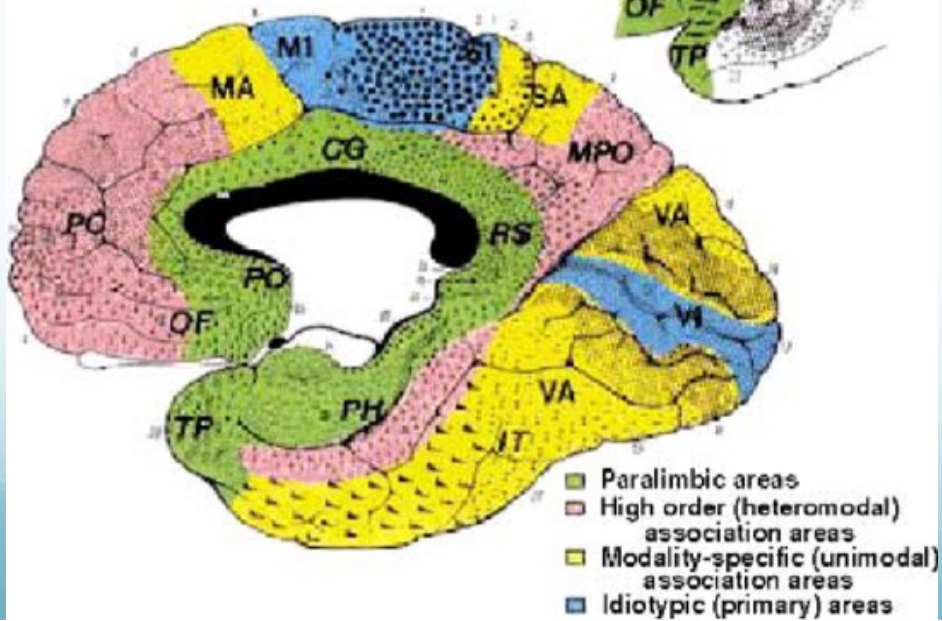
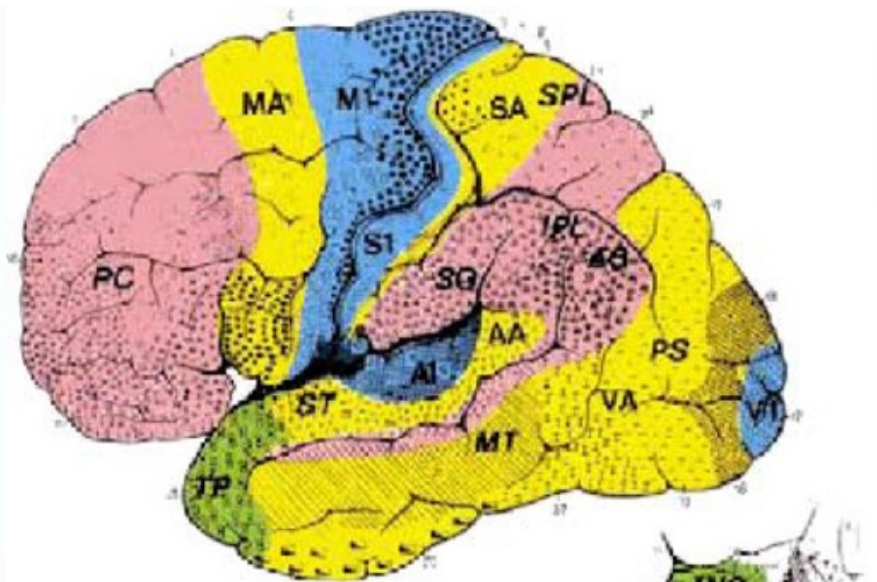
- Fonctions exécutives et lobe frontal : une brève évocation de quelques faits marquants
- Le cortex pré-frontal : diversité des structures, unité des connexions
- Un apport décisif de l'imagerie cérébrale : la connectivité fonctionnelle et les réseaux exécutifs
- Deux illustrations parmi les TND : TDAH et TSA



Fonctions exécutives =

- Les fonctions de notre système neuro-cognitif qui permettent de réaliser les différentes étapes de toute **action dirigée vers un but**,
 - La réalisation de l'action, depuis son initiation, sa planification, jusqu'à la vérification terminale de son adéquation au plan initial (fonctions exécutives dites « froides ou *cool-executive* »)
 - Mais aussi toutes les étapes préalables de « justification » de l'action, c'est-à-dire l'évaluation, en général infra-consciente, de la valeur émotionnelle, motivationnelle et sociale des stimuli menant à la décision d'agir (fonctions exécutives « chaudes ou *hot-executive* »)
- Elles sont principalement implémentées dans les **différentes parties du cortex préfrontal**, en relation avec ses nombreuses connexions corticales et sous-corticales.

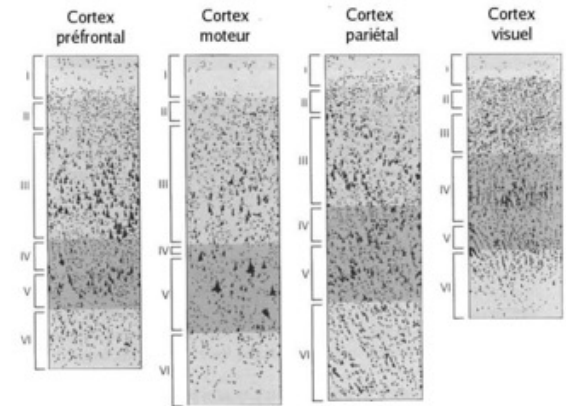




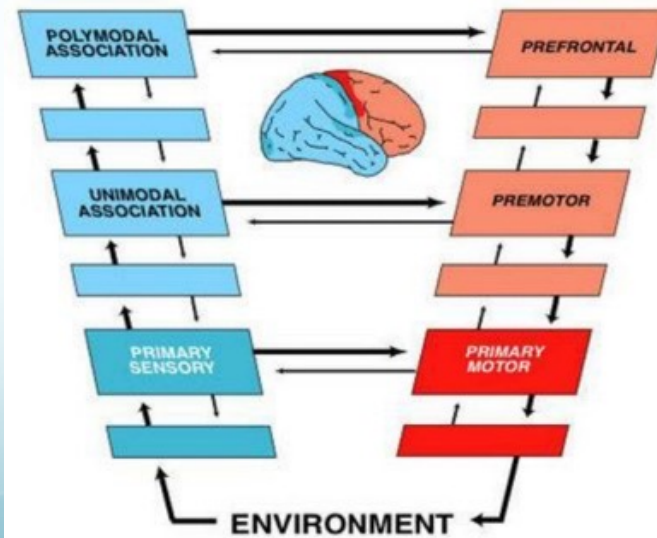
- Paralimbic areas
- High order (heteromodal) association areas
- Modality-specific (unimodal) association areas
- Idiotypic (primary) areas

EXTRAPERSONAL SPACE

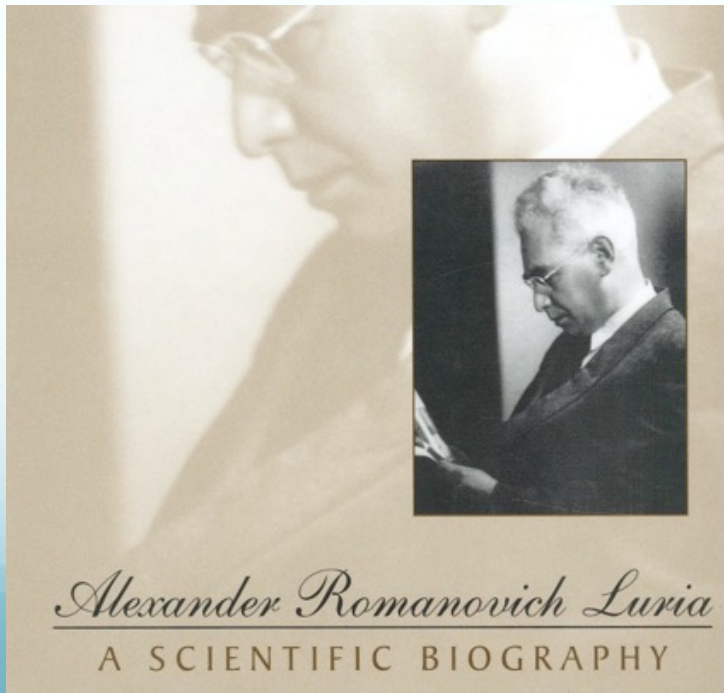
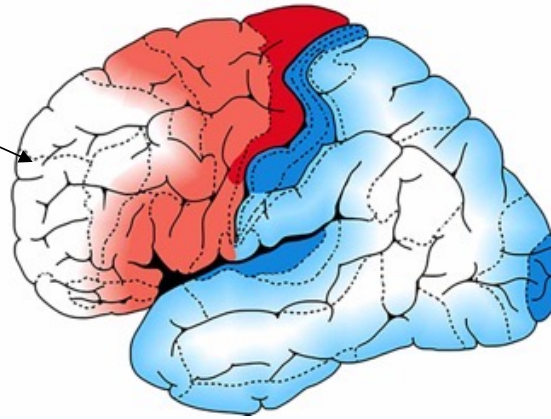
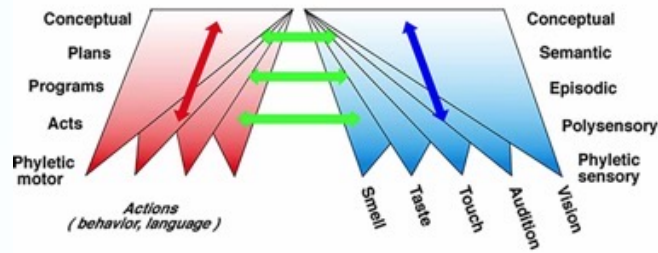
primary sensory and motor areas
IDIOTYPIC CORTEX
modality-specific (unimodal) association areas
HOMOTYPICAL ISOCORTEX
high-order (heteromodal) association areas
temporal pole - caudal orbitofrontal anterior insula-cingulate-parahippocampal
PARALIMBIC AREAS
septum - s. innominata- amygdala-piriform c.-hippocampus
LIMBIC AREAS (CORTICOID + ALLOCORTEX)



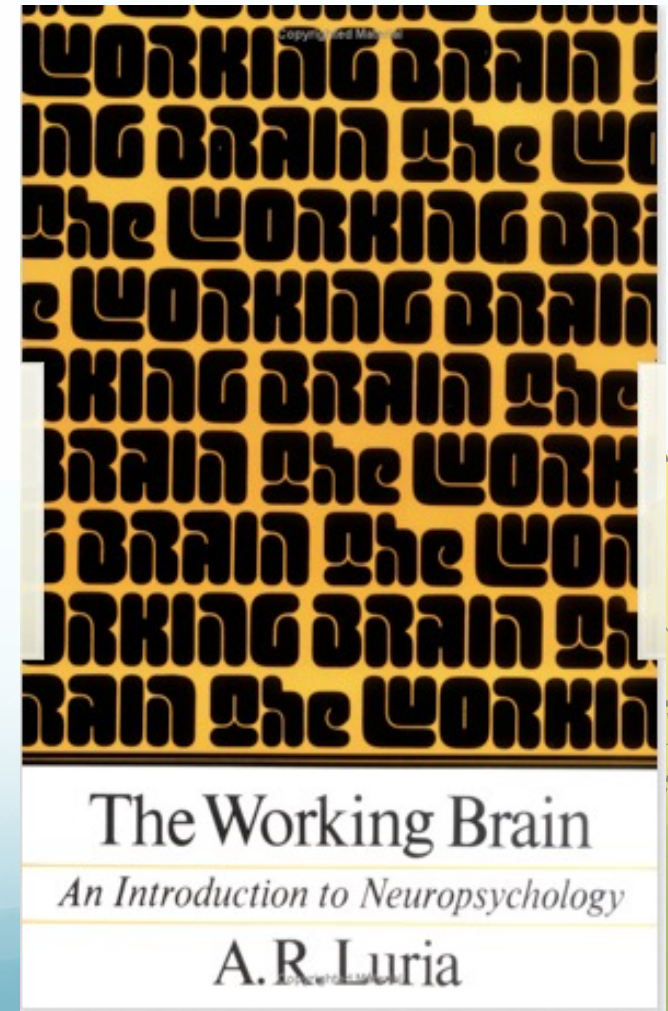
**HYPOTHALAMUS
INTERNAL MILIEU**



Cortex
préfrontal



1902-1977





F. Lhermitte : comportements d'imitation (1981) et d'utilisation (1983) : « dépendance à l'environnement »



UTILIZATION BEHAVIOUR

249



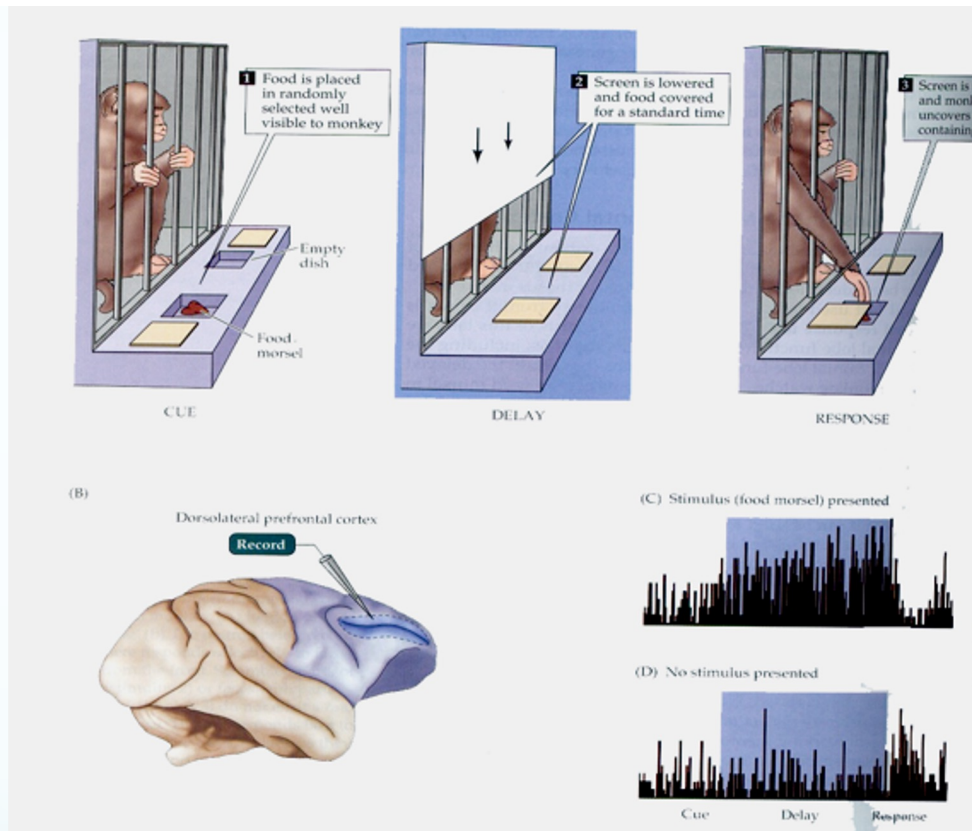
Approche de Luria (1966)

- 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)

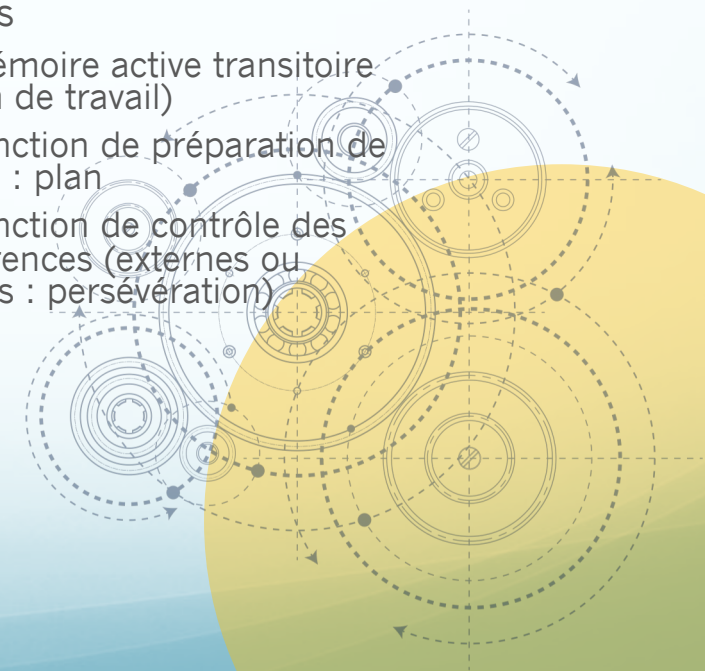




Fuster (1994; 1997)

- 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 »



Fonctions Exécutives

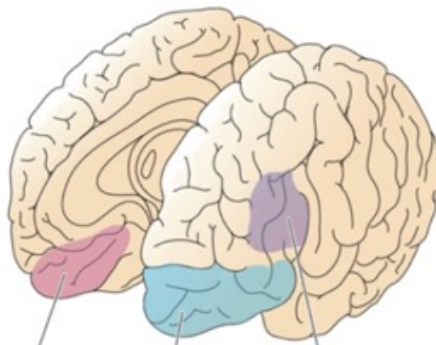
FE « chaudes » :

Autorégulation comportementale,
prise de décision affective,

Cognition sociale (théorie de
l'esprit, empathie)

FE « froides » :

Planification, résolution de
problème, abstraction, inhibition,
flexibilité



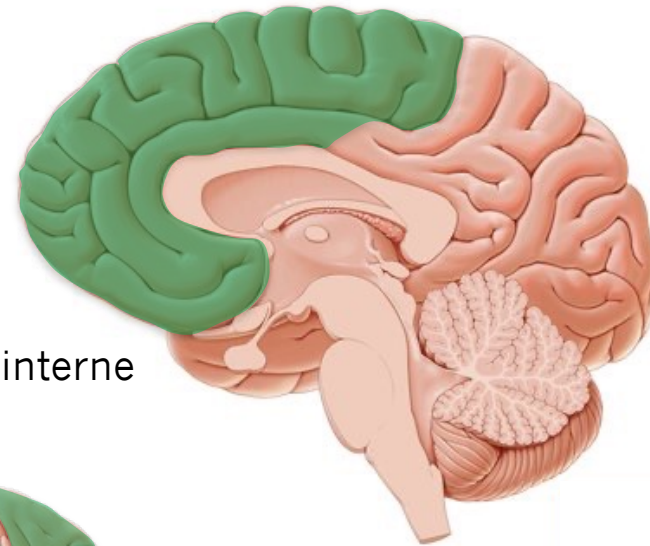
Cortex préfrontal Ventromédial Cortex préfrontal Orbitofrontal Cortex préfrontal Dorsolatéral



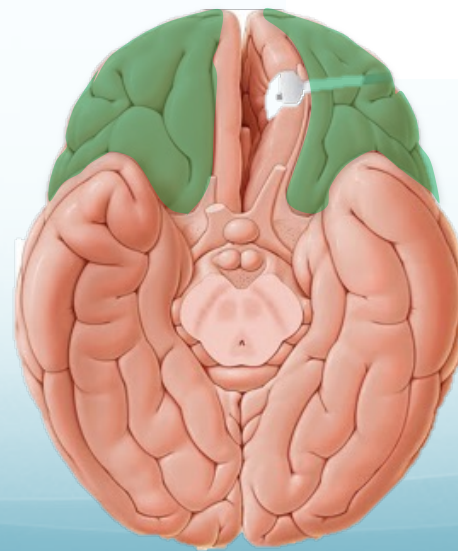
LOBE FRONTAL : cerveau de l'action/exécution



Vue latérale



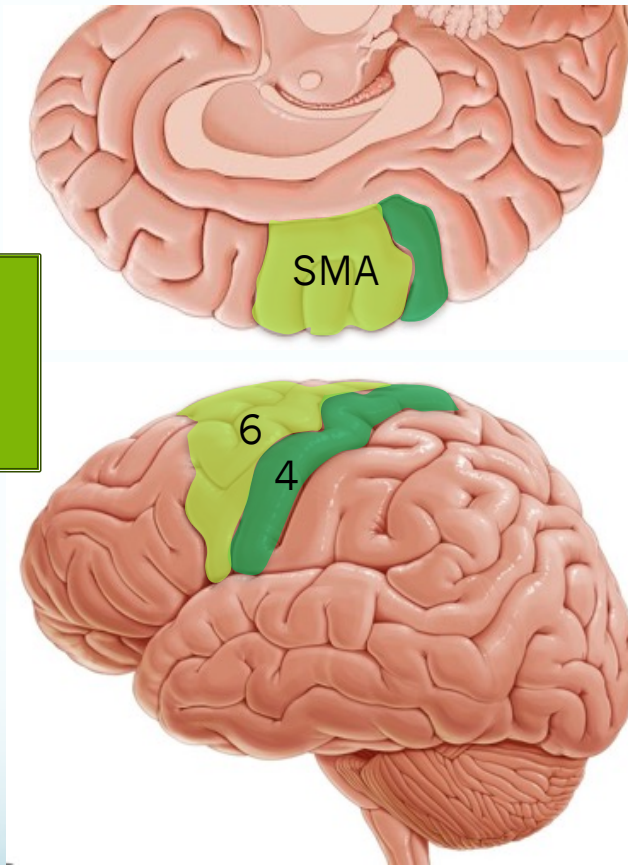
Vue interne

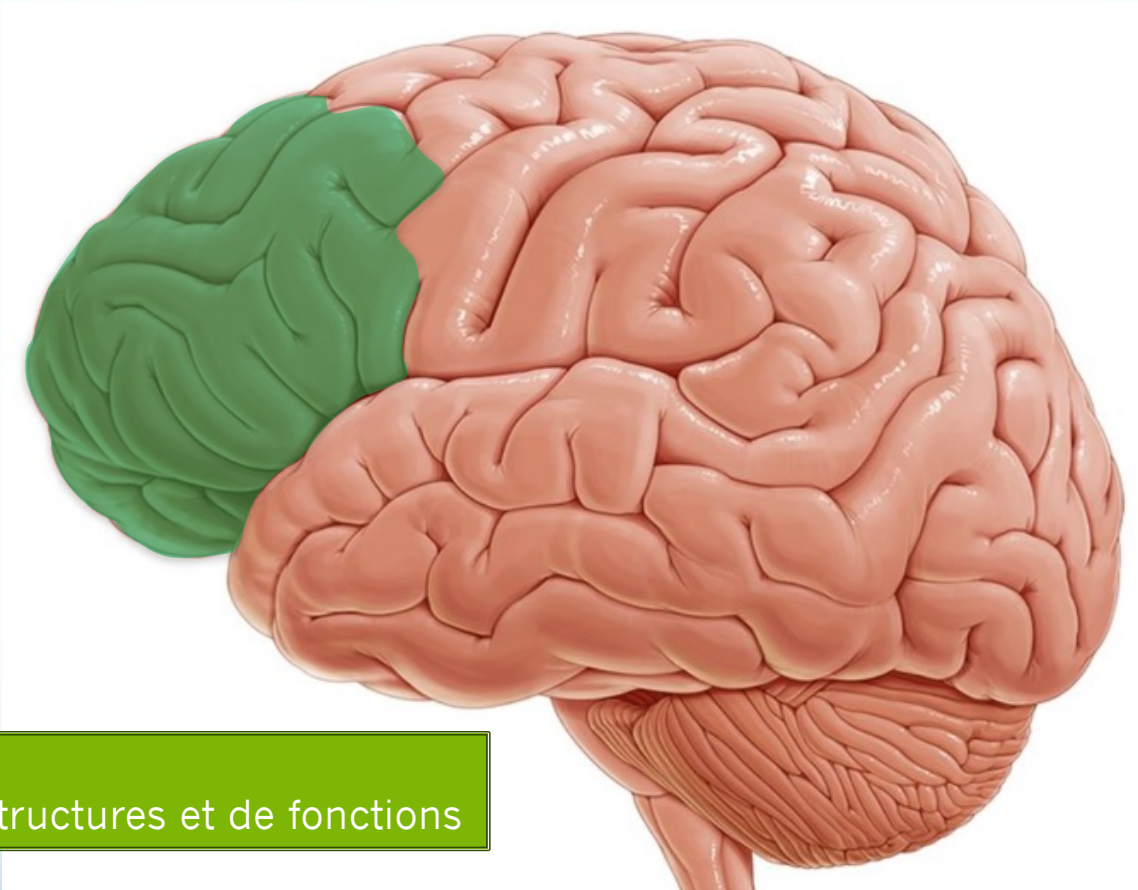
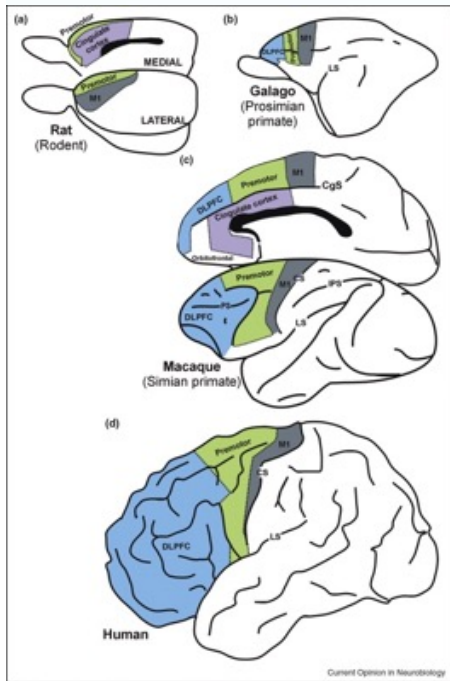


Vue inférieure



Cortex moteur (4) et
prémoteur (6 & SMA) :
Initiation et exécution
du geste



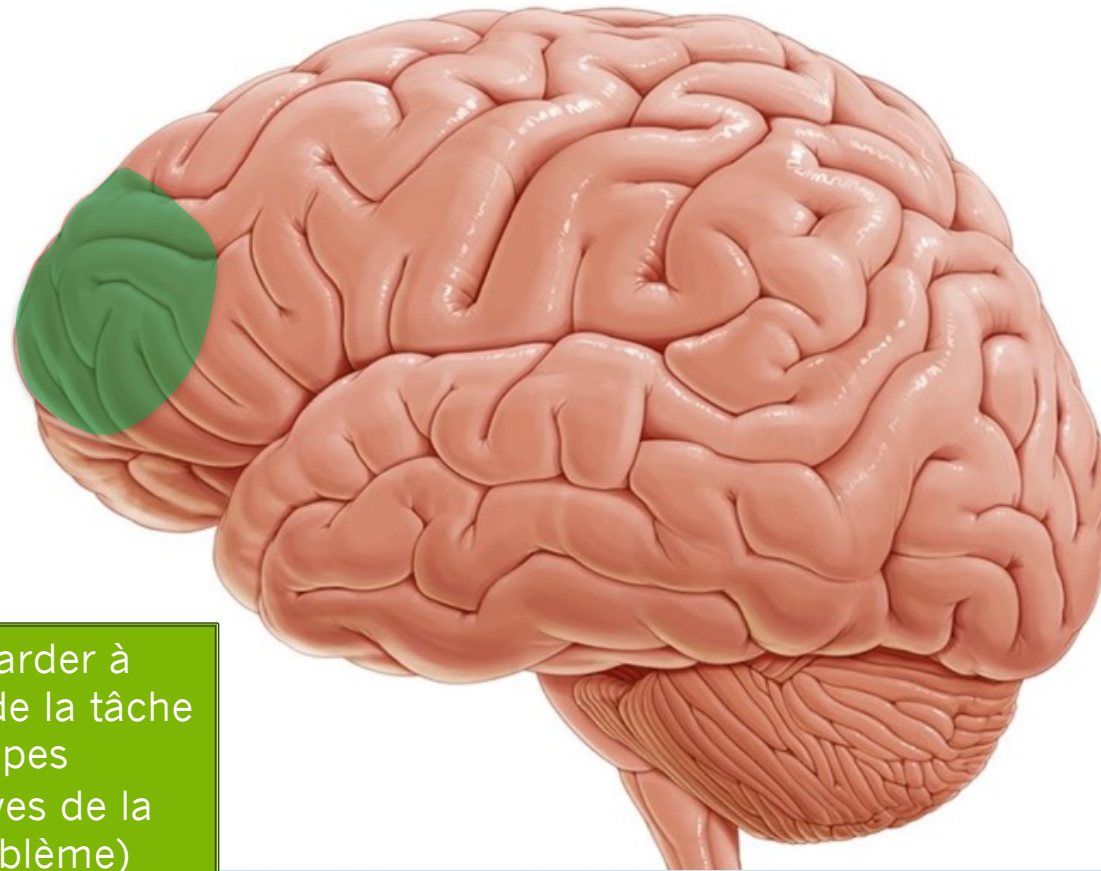


Cortex préfrontal :
Une mosaïque de structures et de fonctions



Cortex préfrontal dorso-latéral
(cortex associatif multi-modal) :
abrite les fonctions exécutives
« froides » et régule les ressources
attentionnelles + mémoire de
travail
Planification des mouvements à
motivation exogène





Cortex fronto-polaire : garder à l'esprit le but principal de la tâche tout en explorant les étapes intermédiaires successives de la tâche (résolution de problème)

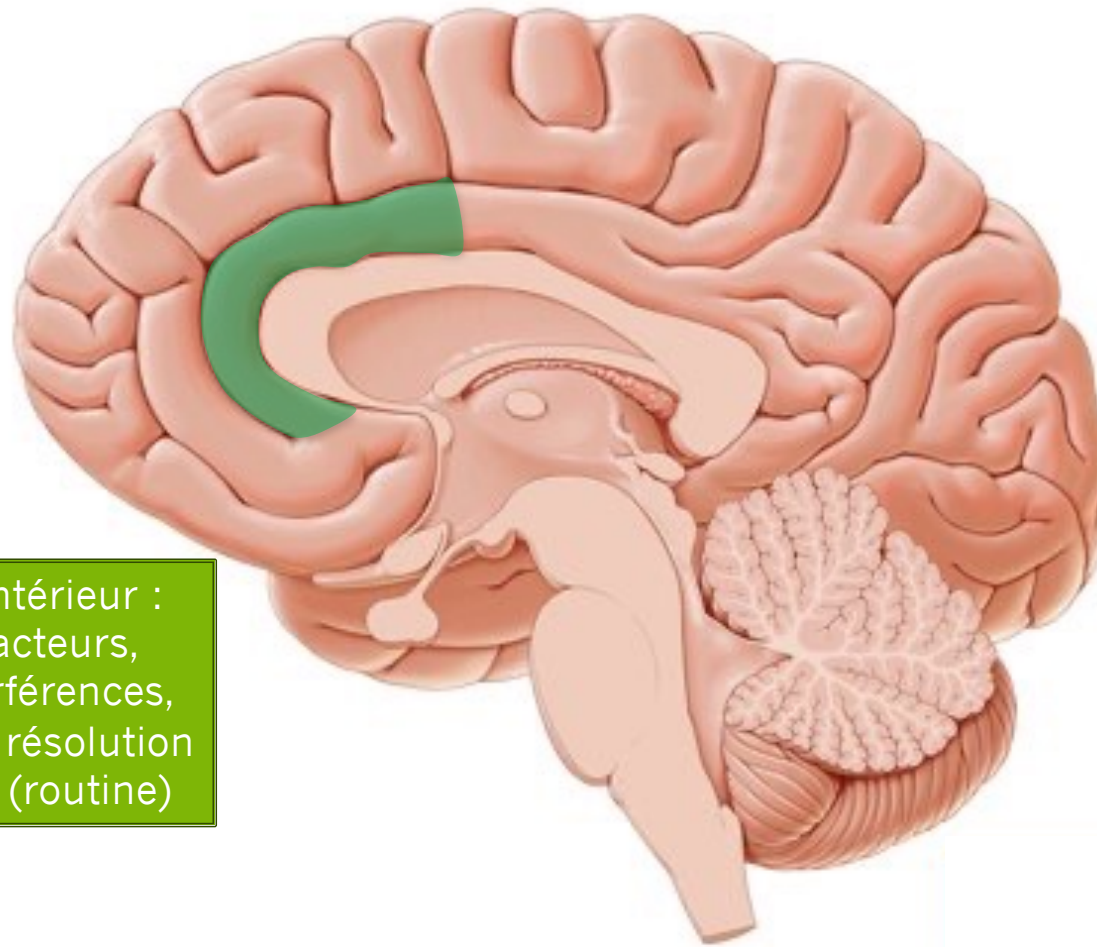


Cortex préfrontal médian : « tableau de bord » encode intention, action, récompense, soi et autrui



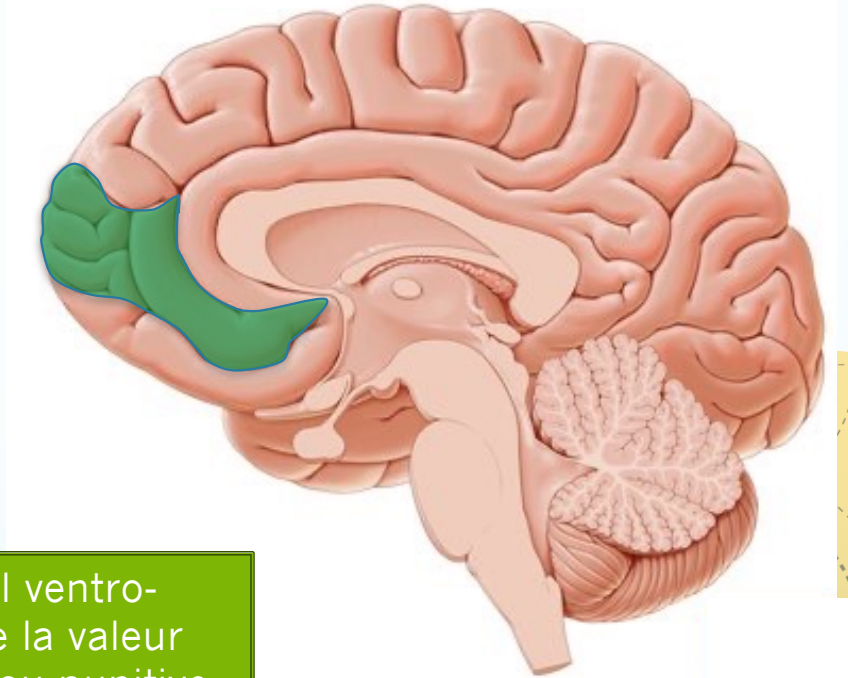
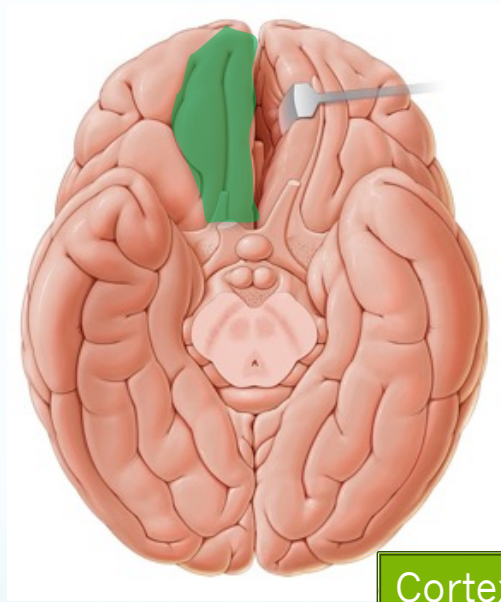
Cortex préfrontal
médian +
cingulaire :
Planification des
mouvements à
motivation
endogène



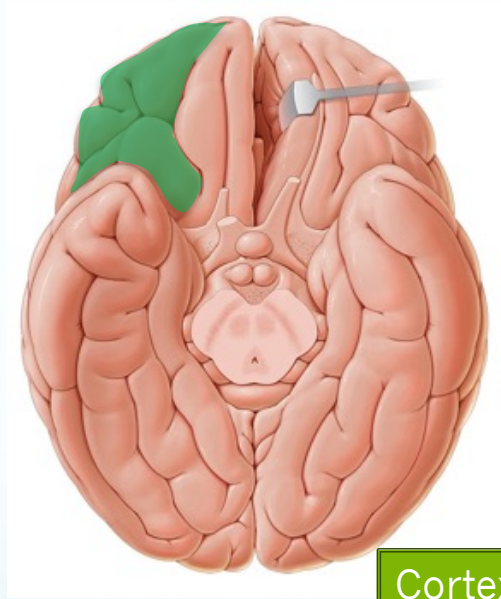


Cortex cingulaire antérieur :
inhibition des distracteurs,
résistance aux interférences,
shifting (flexibilité), résolution
de conflits internes (routine)





Cortex préfrontal ventro-médian : encode la valeur récompensante ou punitive des stimuli émotionnels. Prise de décision personnelle



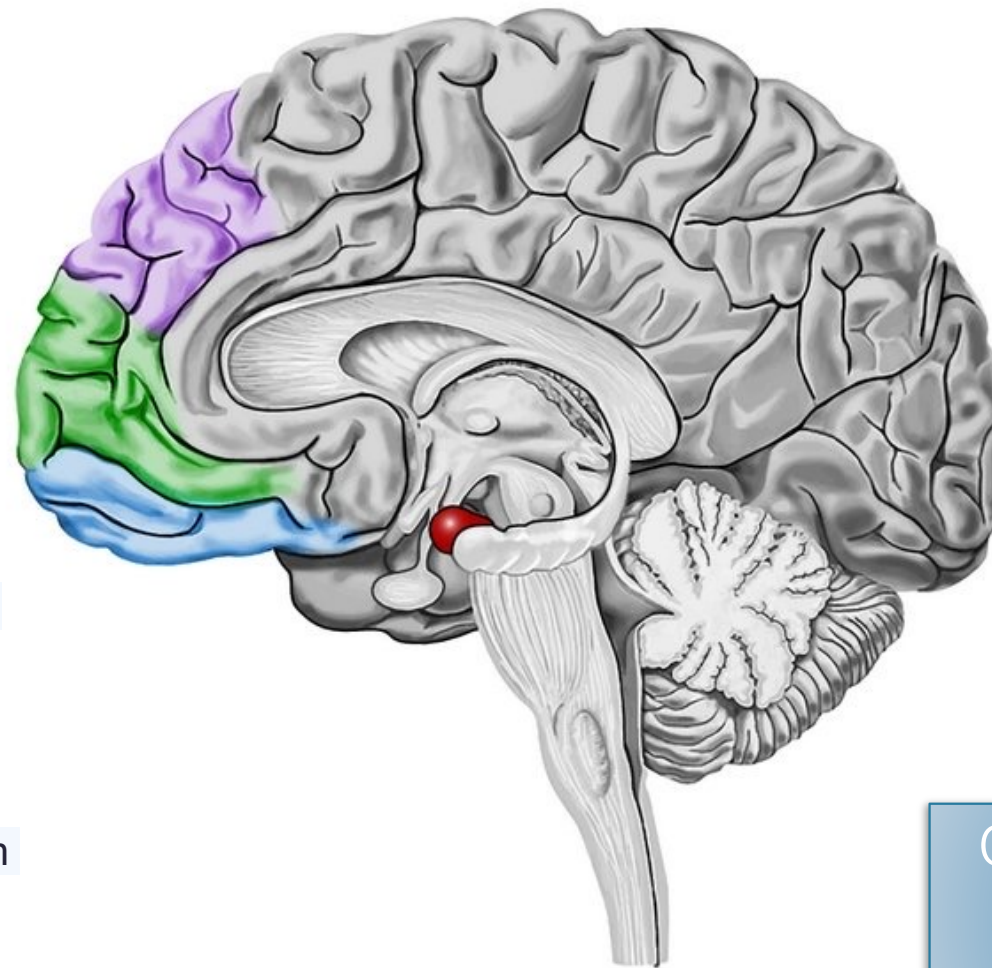
Cortex orbito-frontal latéral:
intègre le contexte et oriente
le choix entre différentes
options en vue de prises de
décisions (notamment
sociales)



intégration entre
émotion et cognition
+ processus qui
sous-tendent la
réévaluation
cognitive

Dorsal MPFC : régulation
des comportements
appropriés après
évaluation.

Ventral MPFC : évaluation
de la saillance
émotionnelle des stimuli



 Amygdala
 OFC

 Ventral MPFC
 Dorsal MPFC

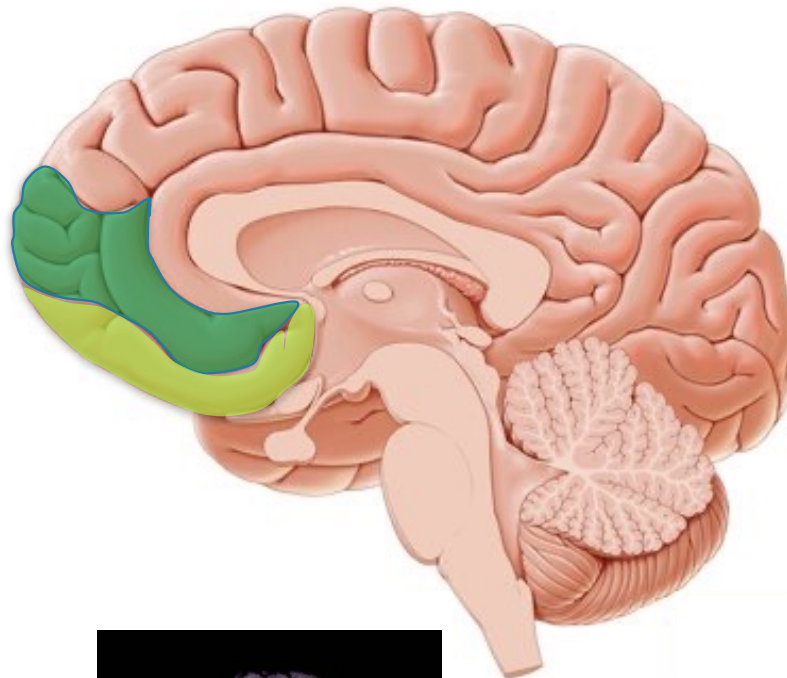
Cortex préfrontal
médian :
modulation de la
réactivité de
l'amygdala et
médiation de la
régulation
émotionnelle (effet
inhibiteur top-
down sur l'activité
de l'amygdala)

Cortex pré-frontal
et régulation
émotionnelle

Rôle complémentaire du cortex préfrontal ventro-médian (VMPFC) et orbito-frontal (OFC)

Prise de décision sociale

Le VMPFC se concentre davantage sur la compréhension des états mentaux d'autrui, tandis que le OFC est plus impliqué dans la perception et l'évaluation des signaux sociaux. Il intègre cette information sociale pour guider les comportements et les prises de décision sociales.

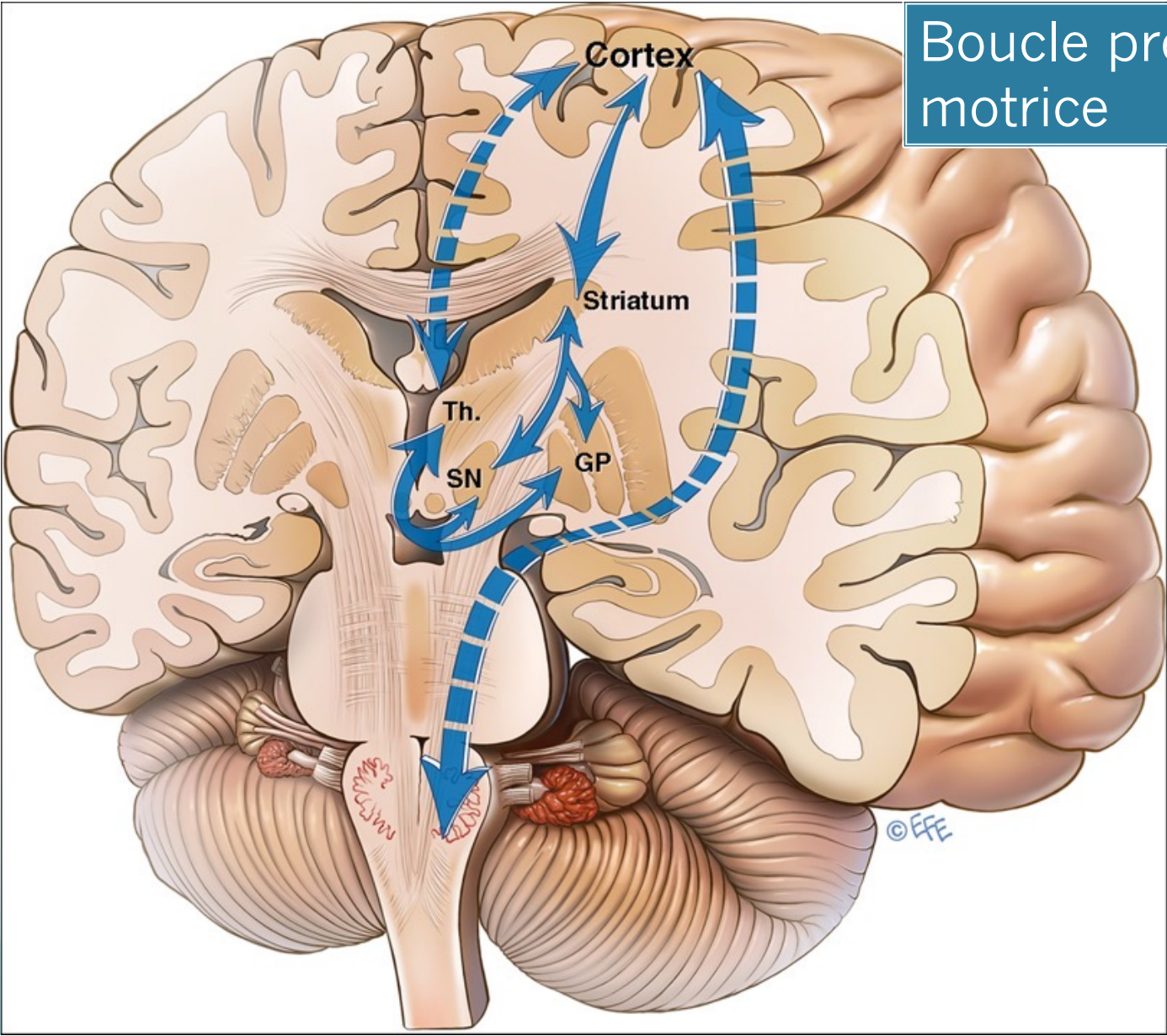


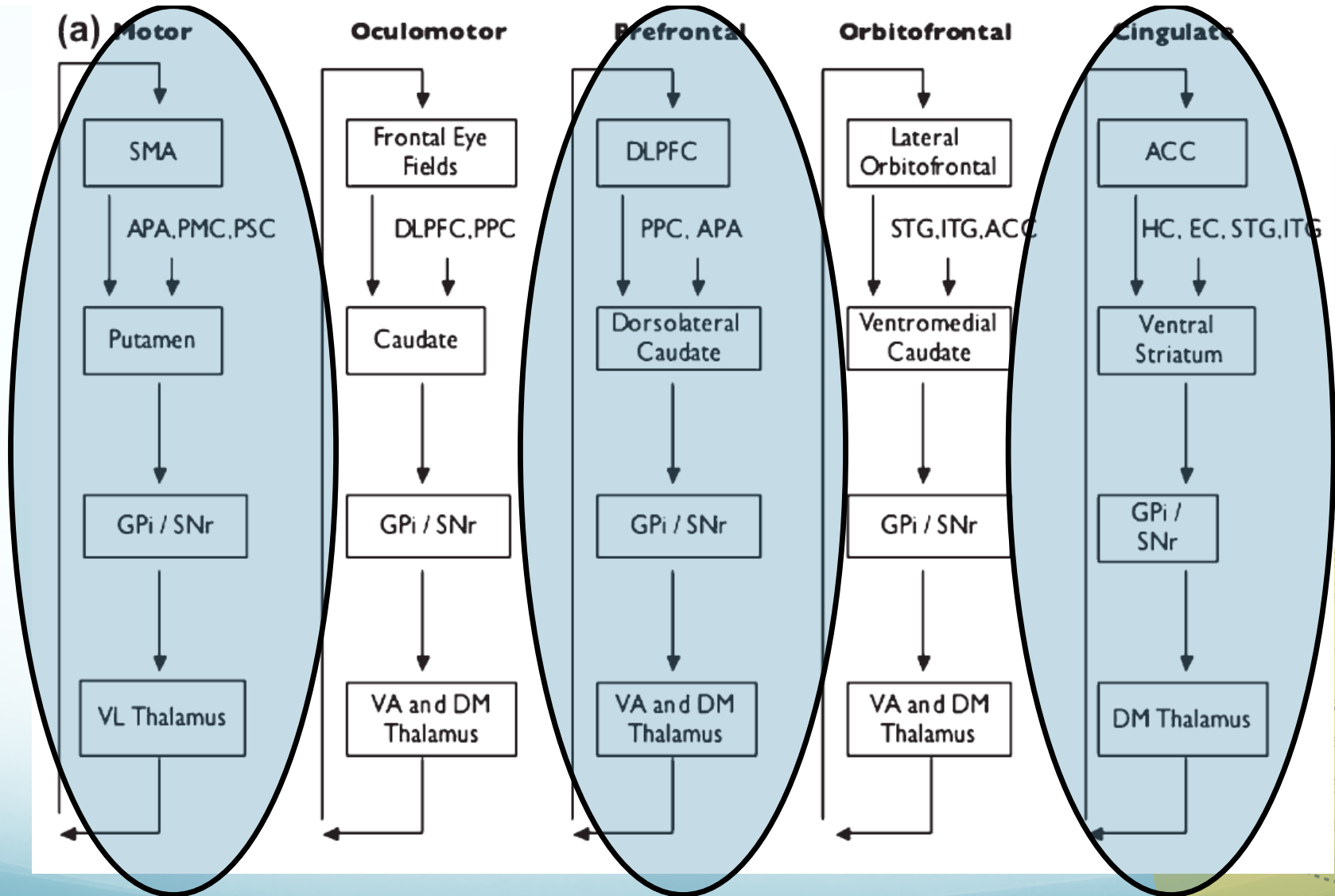
Jugements moraux et moralité des comportements

Le VMPFC est plus spécifiquement adapté aux dilemmes moraux personnels impliquant un préjudice direct, tandis que le OFC contribue plus largement aux préoccupations sociales et de réputation dans la prise de décision morale. Déficiences dissociables : Les dommages causés au VMPFC peuvent nuire au jugement moral et à la capacité de peser les conséquences émotionnelles des actions, tandis que les dommages causés au OFC peuvent entraîner des déficits dans l'anticipation des conséquences sociales et sur la réputation des choix moraux.



Boucle pré-motrice

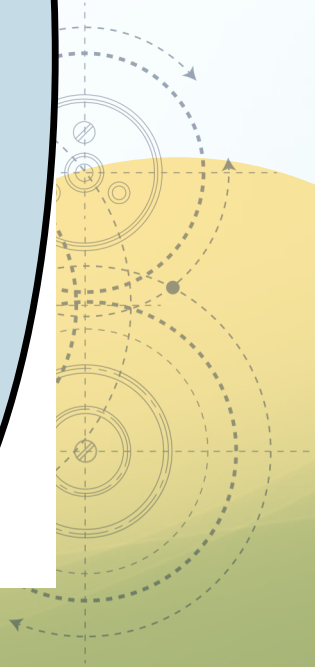




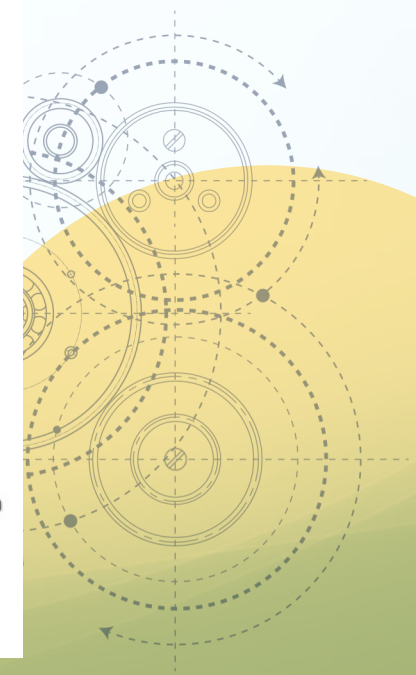
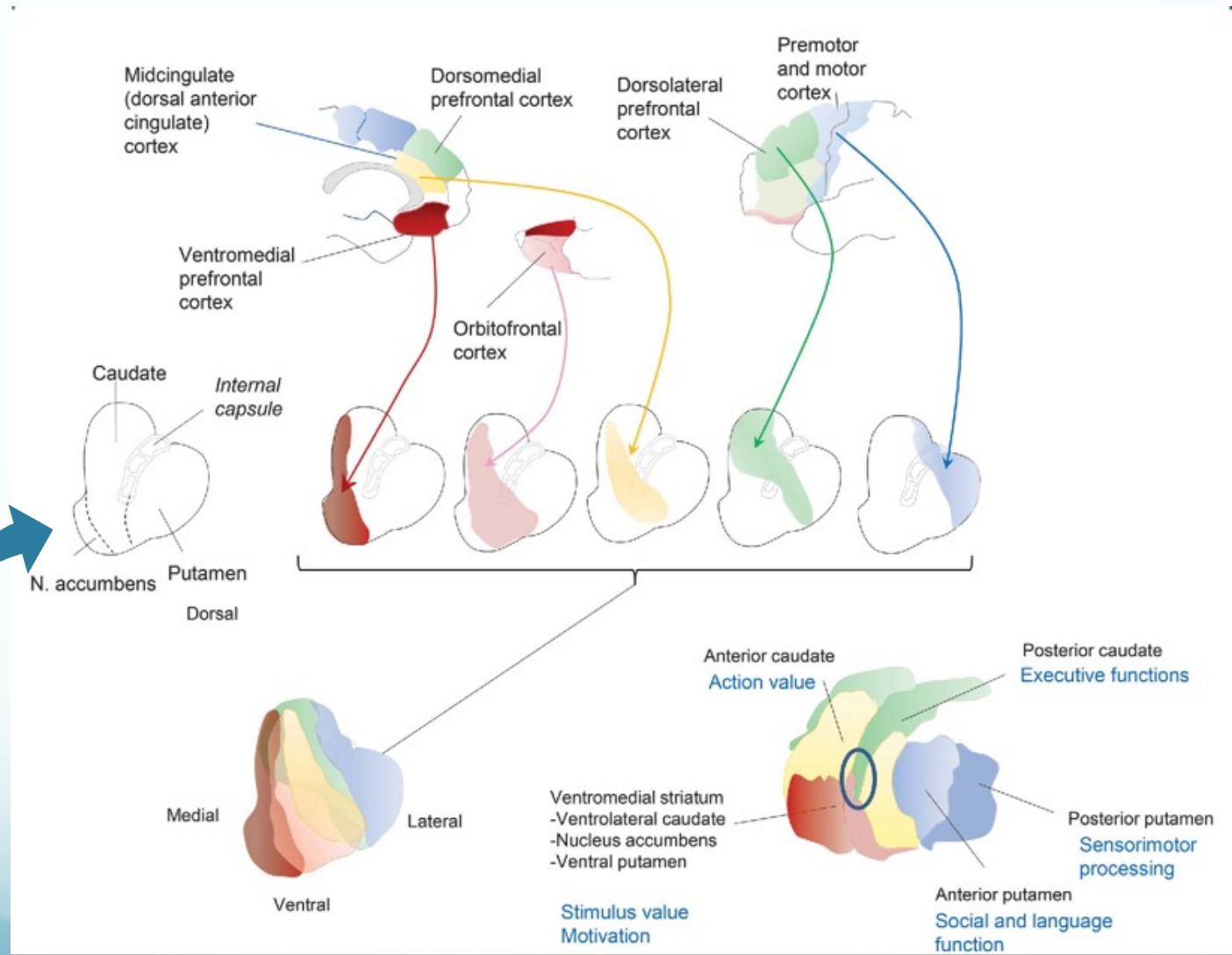
Circuit dorsal ou
moteur

Circuit cognitif

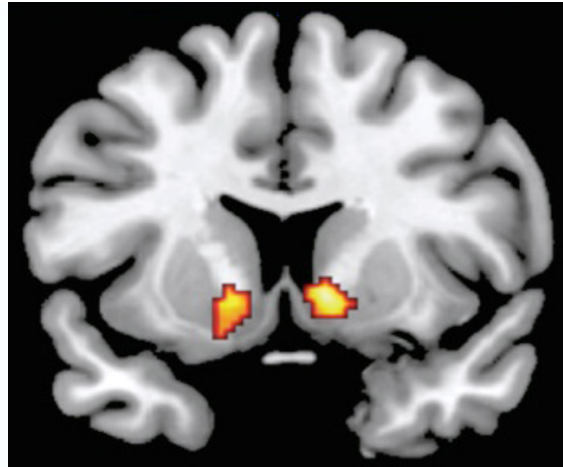
Circuit ventral ou
limbique



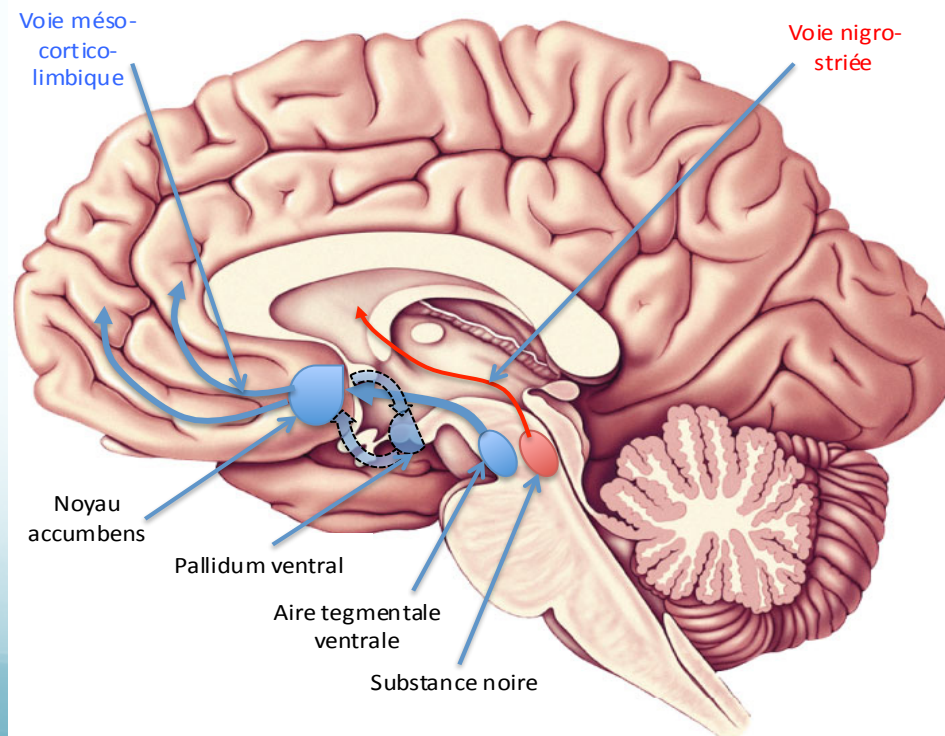
C'est ici que tout commence!



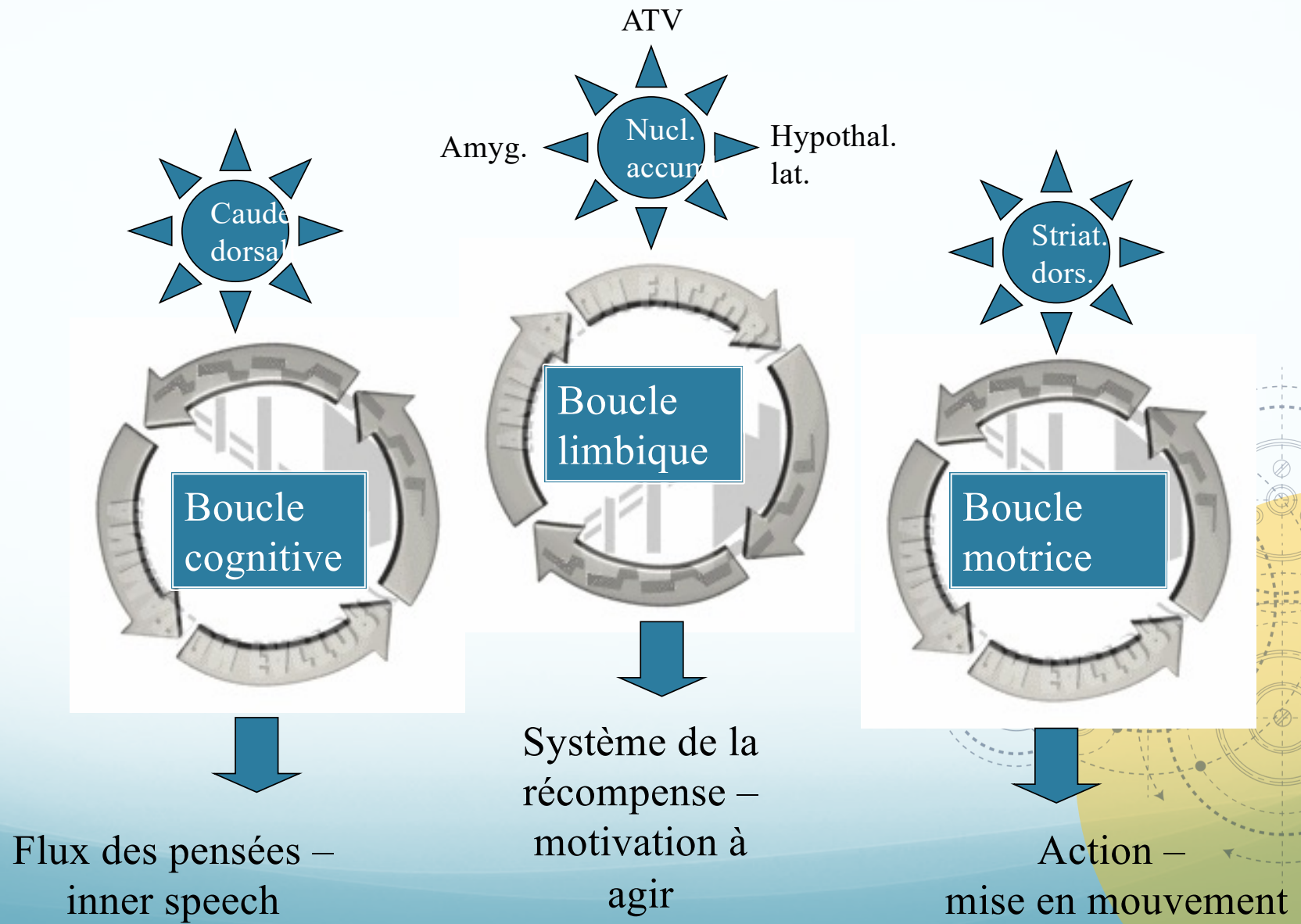
Haber SN. Corticostriatal circuitry. Dialogues Clin Neurosci 2016;18:7-21.



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

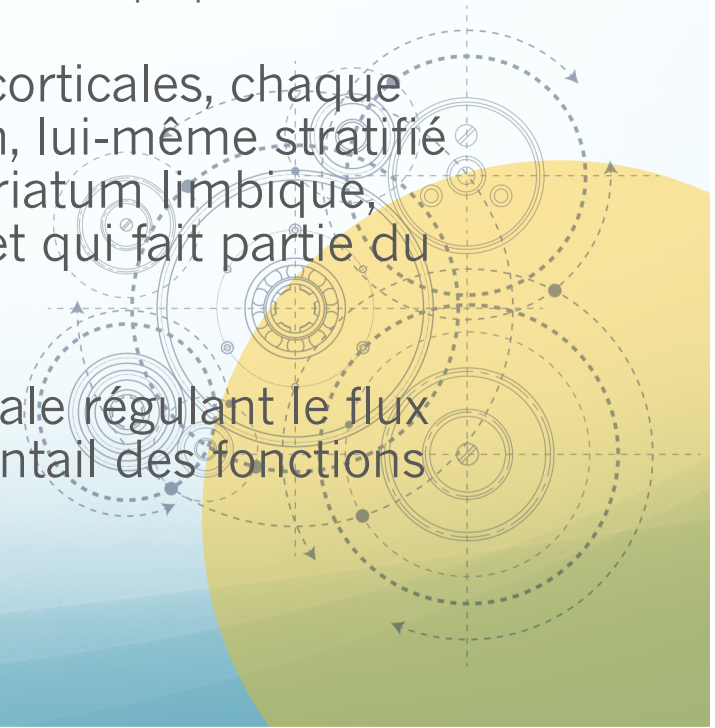


Le « système
de la
récompense »



En définitive, une continuité corticale et sous-corticale

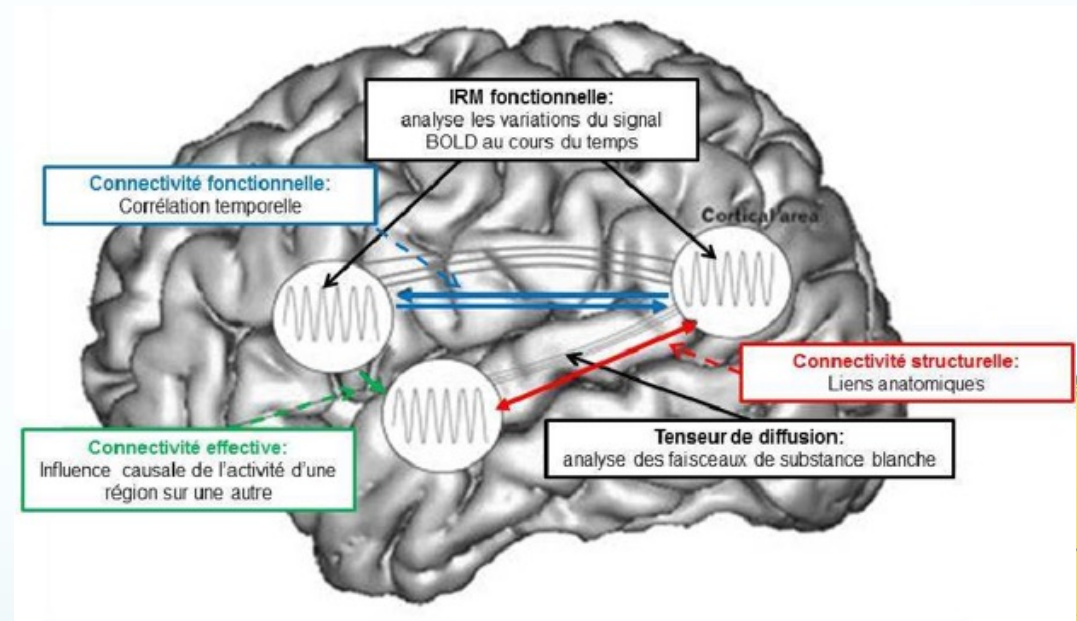
- L'organisation très spéciale du cortex préfrontal
 - Fait d'une succession d'aires adjacentes, depuis les plus ventrales et antérieures, appartenant au cortex paralimbique, en charge des parties motivationnelle et émotionnelle de l'action
 - Jusqu'aux plus dorsales et postérieures qui régulent la fonction motrice proprement dite
- Doublée d'une organisation en boucles cortico-sous-corticales, chaque région projetant sur une région adjacente du striatum, lui-même stratifié depuis le néo-striatum purement moteur, jusqu'au striatum limbique, archaïque, véritable centre cérébral de la motivation et qui fait partie du circuit de la récompense.
- Assure une continuité à la fois corticale et sous-corticale régulant le flux continu de la pensée et de l'action qui préside à l'éventail des fonctions exécutives



Imagerie cérébrale et fonctions exécutives



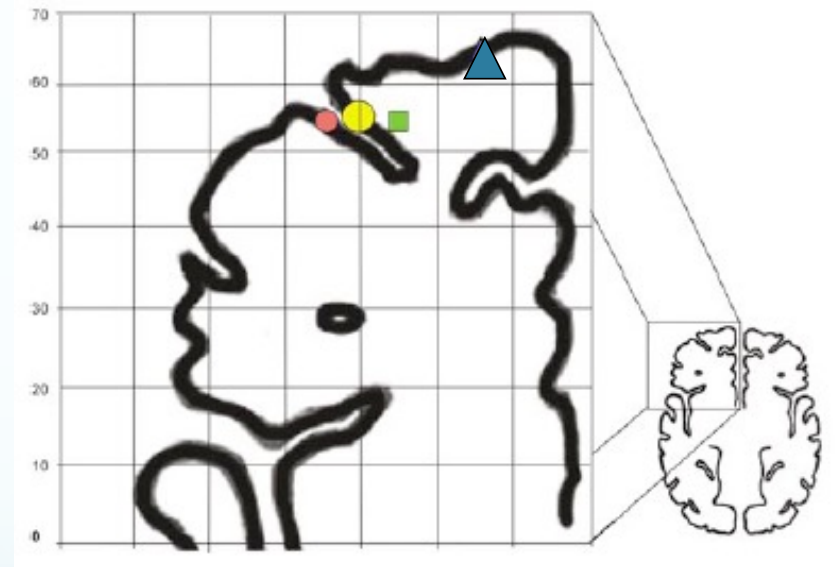
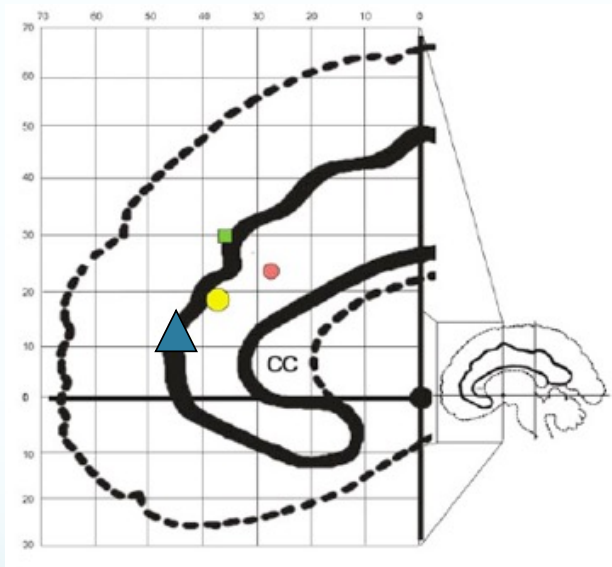
brain imaging executive child : 2377
brain imaging executive child ADHD : 344
brain imaging executive child autism : 213
brain imaging executive child epilepsy : 107
brain imaging executive child dyslexia: 59
Brain imaging executive child gaming : 37
brain imaging executive child DCD :18
brain imaging executive neurofibromatosis : 18
brain imaging executive child music : 20
brain imaging executive child bilingualism : 18
brain imaging executive child dyscalculia : 7



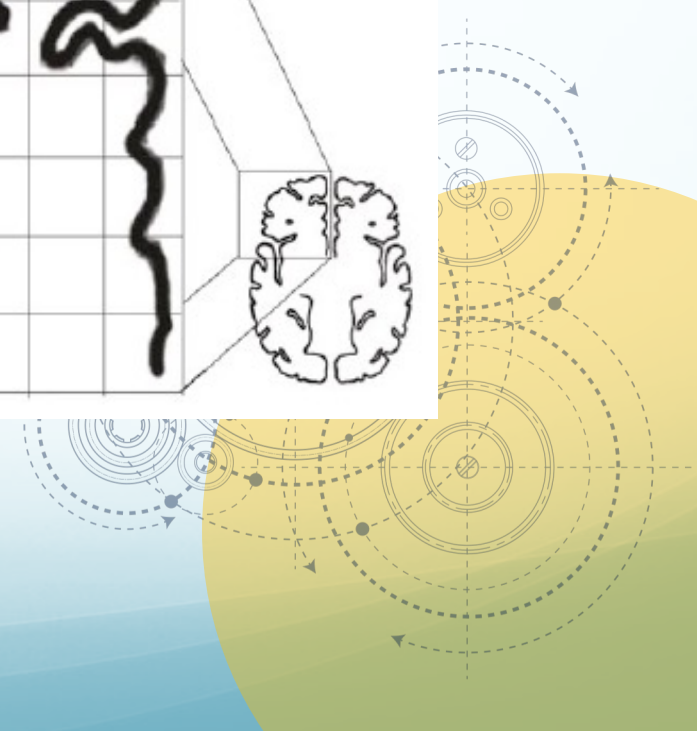
Méta-analyses :

- activation likelihood estimation (ALE) meta-analysis.

- IA : **Neurosynth**, a Web-based platform that uses text mining to extract activation coordinates



- ▲ Tâche de conflit spatial
- Tâche de type Flanker
- Tâche de type Stroop Couleur
- Zone de conjonction des trois tâches



Anterior Cingulate Cortex Dysfunction in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Revealed by fMRI and the Counting Stroop

George Bush, Jean A. Frazier, Scott L. Rauch, Larry J. Seidman, Paul J. Whalen, Michael A. Jenike, Bruce R. Rosen, and Joseph Biederman

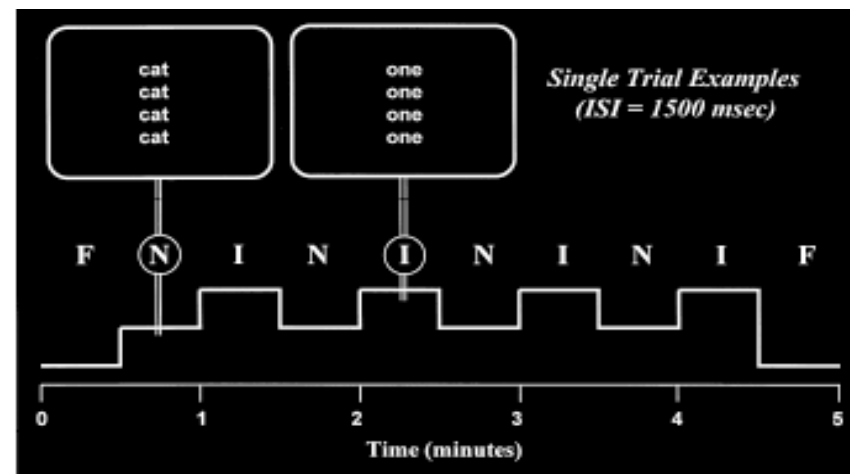
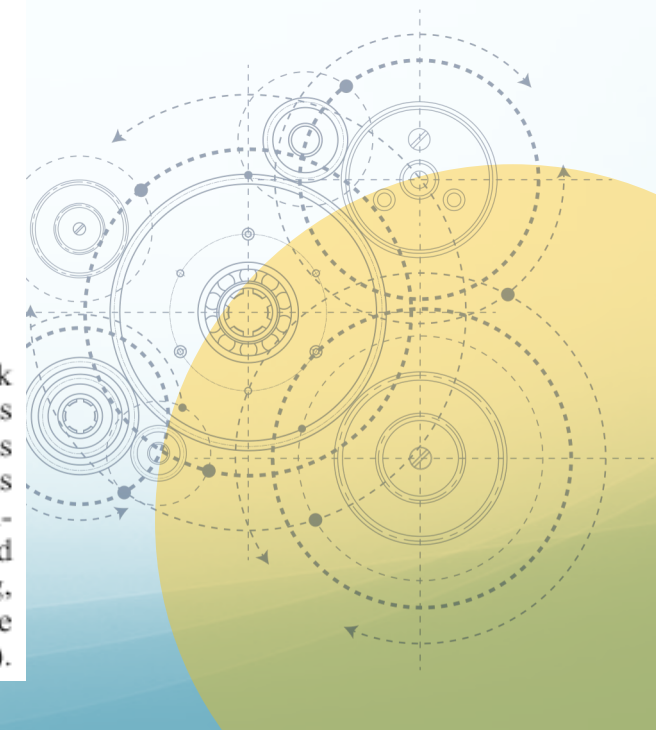
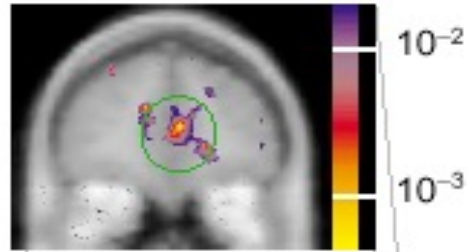


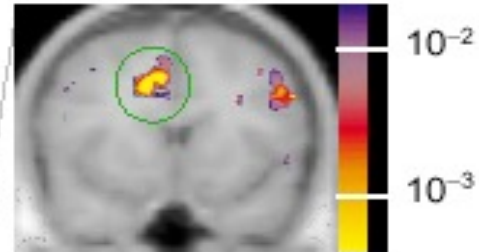
Figure 1. The Counting Stroop task: trial examples and block design. The top portion of this combination figure depicts examples of single trials for the two types of stimuli. Subjects were told that they would see sets of one to four identical words appear on the screen, and were instructed to report, via button-press, the number of words in each set, regardless of word meaning. During "neutral" trials, common animal names (dog, cat, bird, or mouse) were used. During "interference" blocks, the words consisted of number names (one, two, three, or four).



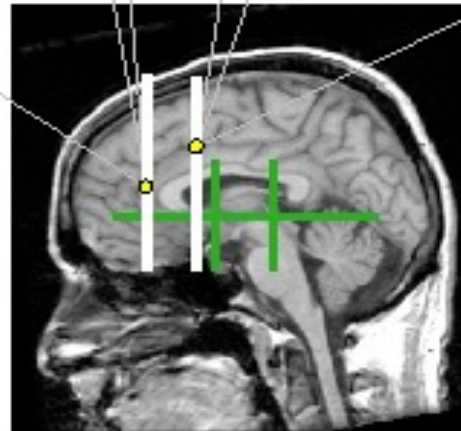
Emotional
Counting Stroop
(Affective division)



Counting
Stroop
(Cognitive division)



murder
murder
murder
murder



three
three
three
three

trends in Cognitive Sciences

Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex

George Bush, Phan Luu and Michael I. Posner



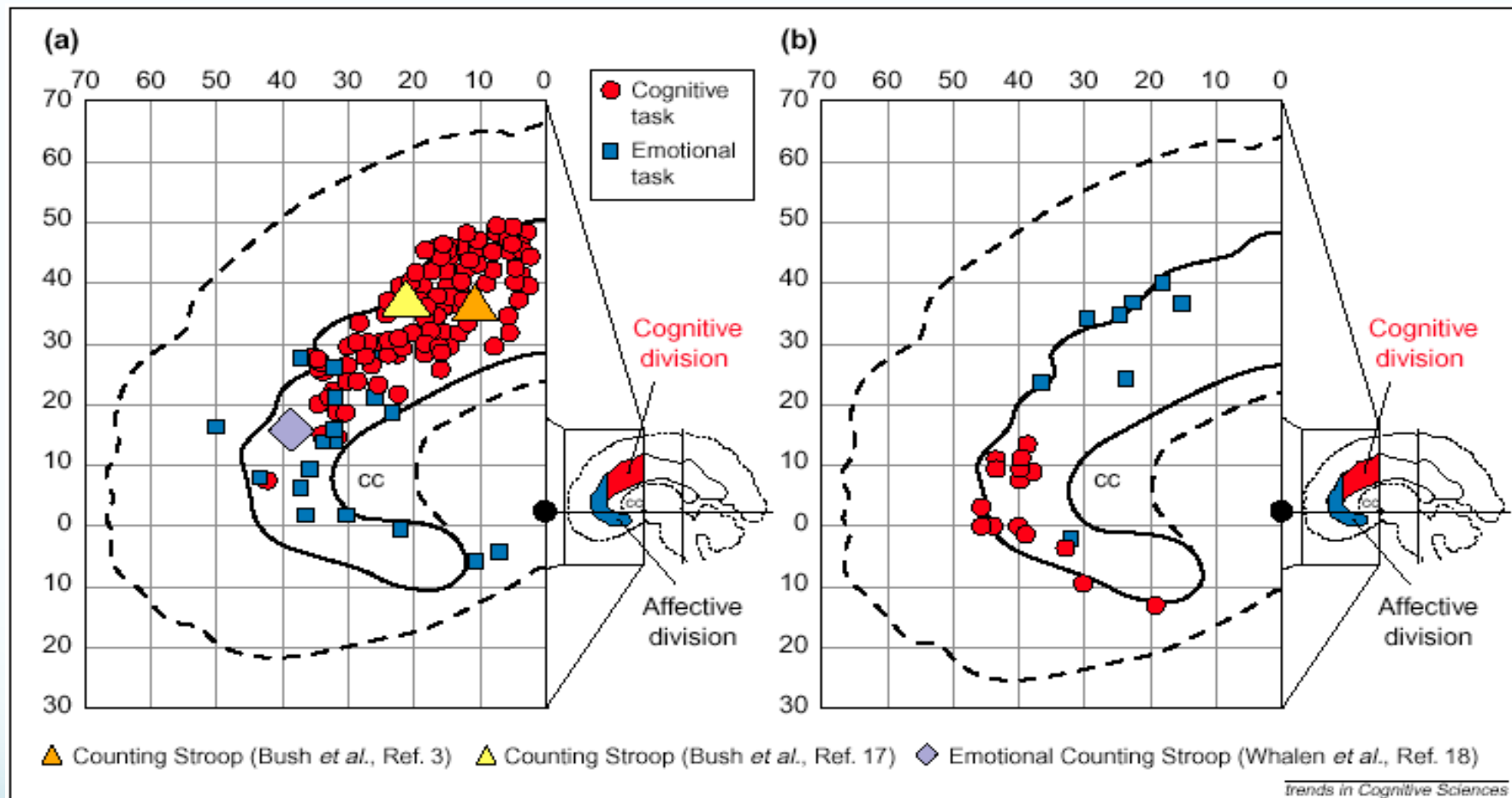
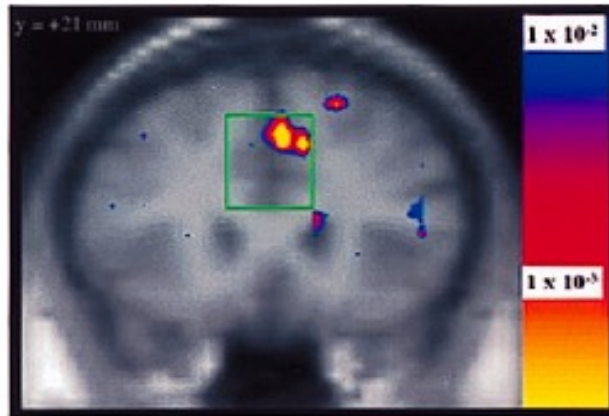
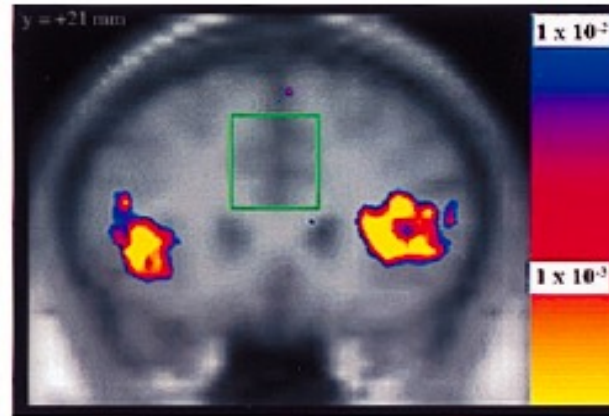


Fig. 2. Meta-analysis of activations and deactivations during cognitive and emotional studies. Activations **(a)** and deactivations **(b)** are shown in 2-D spatial coordinates. The cognitive division is activated by Stroop and Stroop-like tasks divided attention tasks, and complex response selection tasks. It is deactivated (i.e. shows reduced blood flow or MR signal) by emotional tasks. The affective division is activated by tasks that relate to affective or emotional content, or symptom provocation. It is deactivated by cognitively demanding tasks. A direct comparison within the same subjects supports the cognitive versus affective distinction. The orange triangle indicates the activation of the cognitive division during the cognitive Counting Stroop³. The same group of subjects activated the affective division (blue diamond) while performing the Emotional Counting Stroop¹⁸. Although matched normal controls activated the cognitive division during the Counting Stroop (yellow triangle), subjects with attention-deficit/hyperactivity disorder failed to activate the region¹⁷. Abbreviation: CC, corpus callosum.

Normal Controls

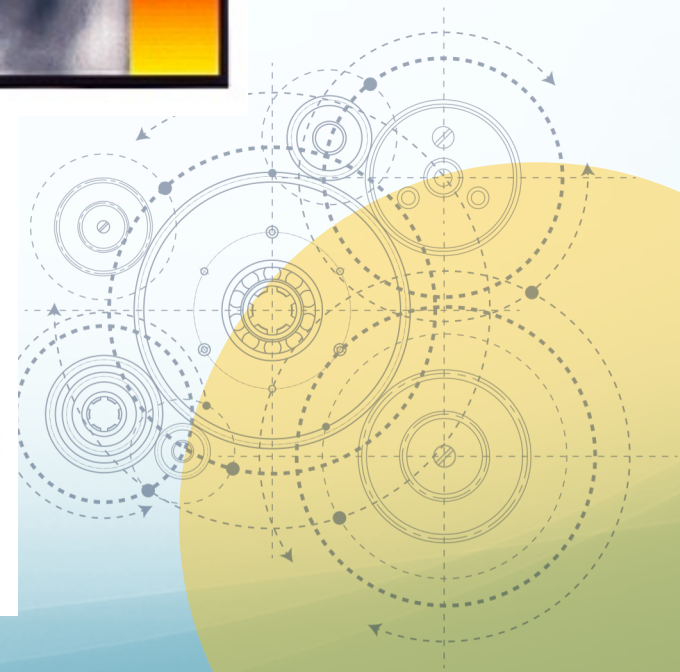
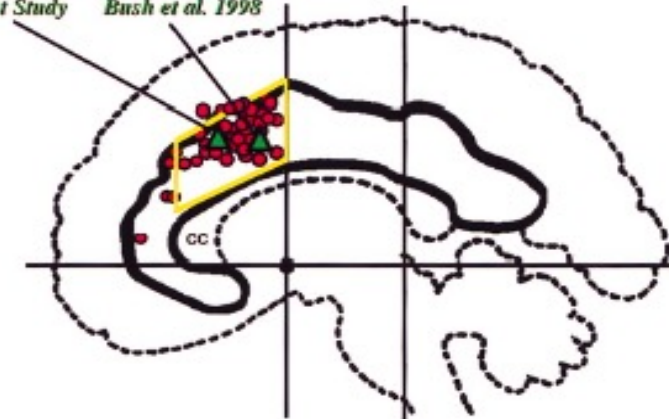


ADHD



Counting Stroop Studies

Present Study Bush et al. 1998

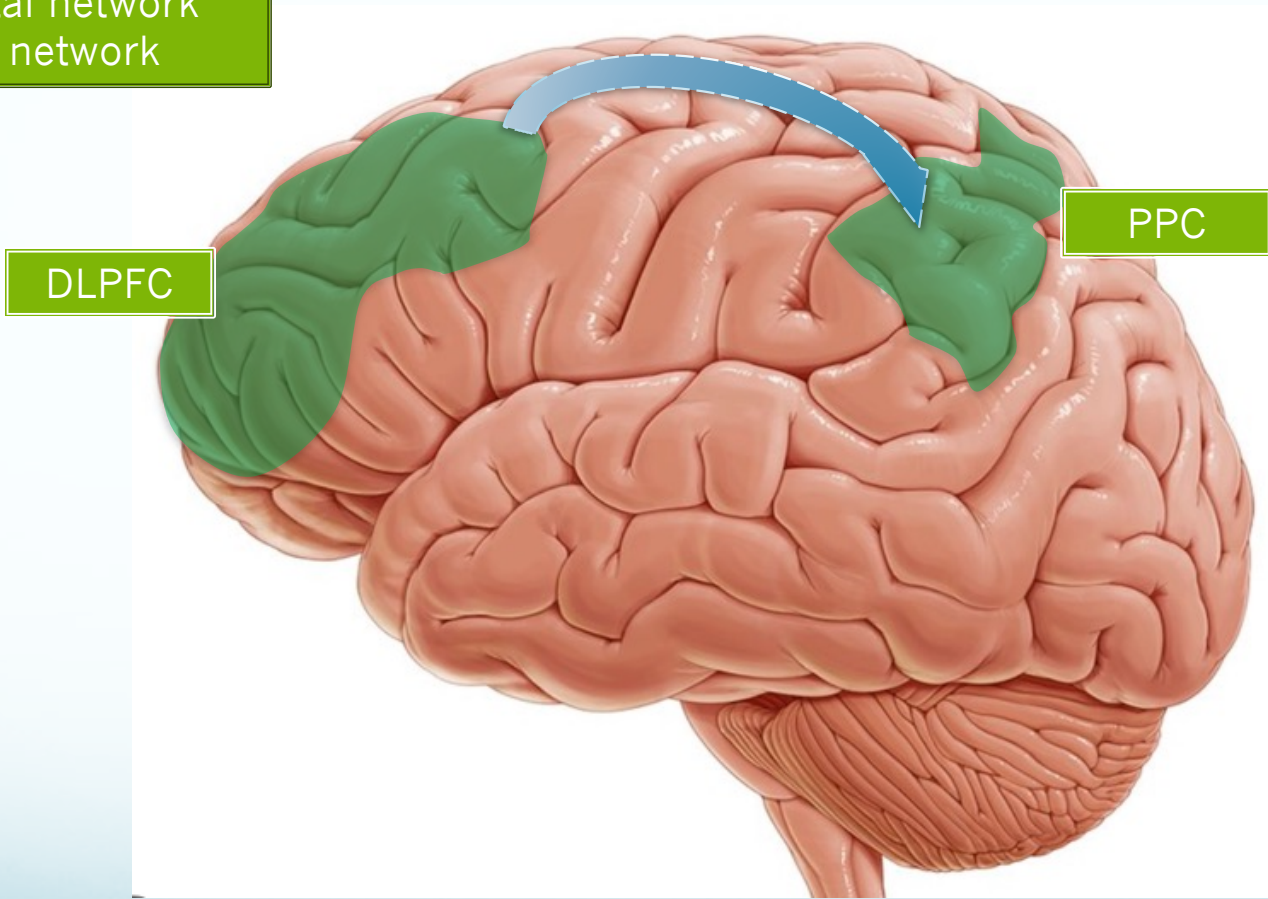


Miyake et al.(2000)

- Unité et diversité des fonctions exécutives
- Étude des différences individuelles dans 3 fonctions exécutives classiques: examiner la ‘séparabilité’ de
 - La fonction de mise à jour
 - Les capacités de flexibilité
 - Les processus d’inhibition
- → 3 fonctions séparables mais modérément corrélées
- Processus communs = unité de base du fonctionnement exécutif

Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contribution to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cogn Psychol*, 41, 49-100.

Central executive network
= Fronto-parietal network
= Task-positive network

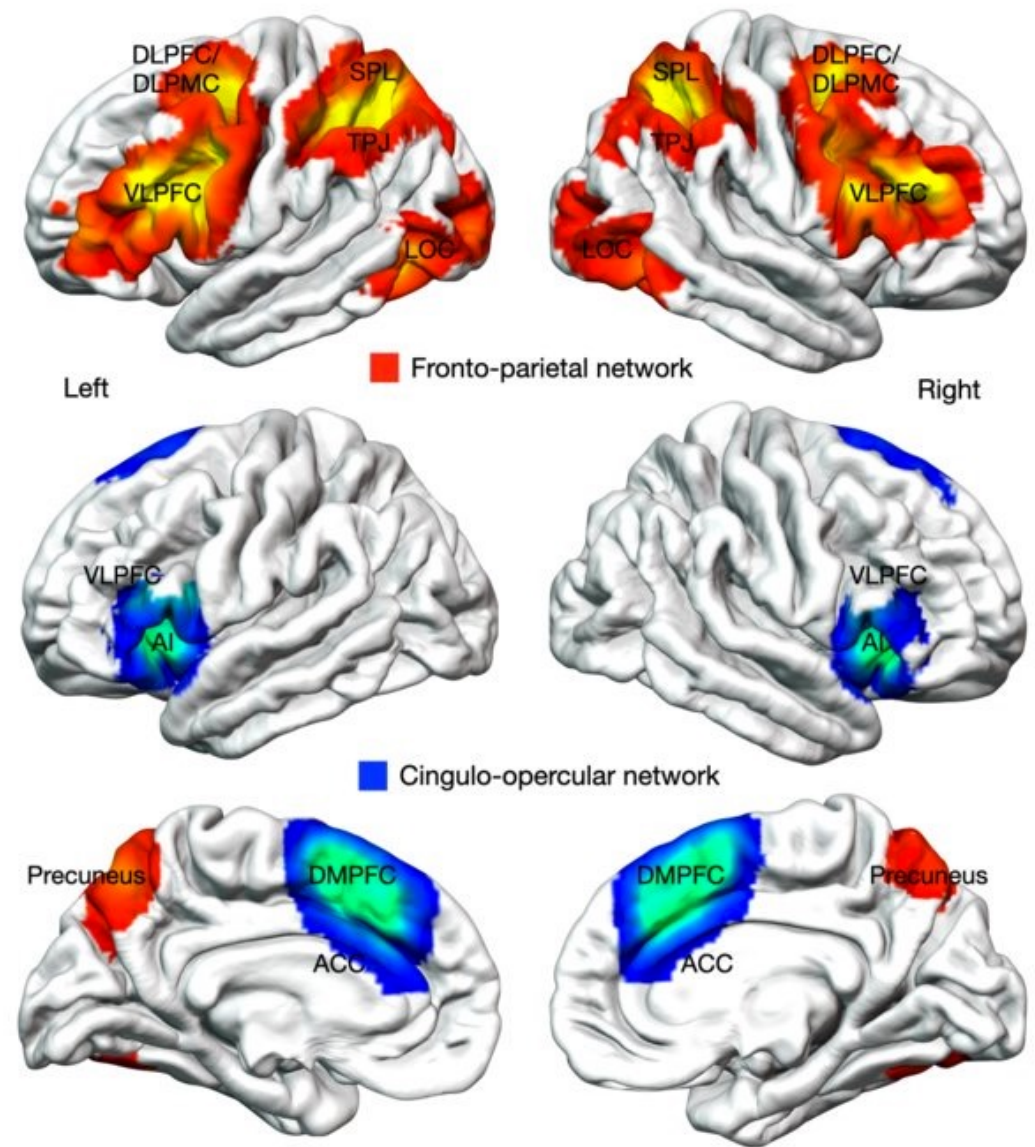


Les deux circuits systématiquement (et variablement) activés dans les 3 principales fonctions exécutives :

- inhibition
- mise à jour de la MdT
- switching (flexibilité)

Réseau fronto-pariétal

Réseau Cingulo-operculaire

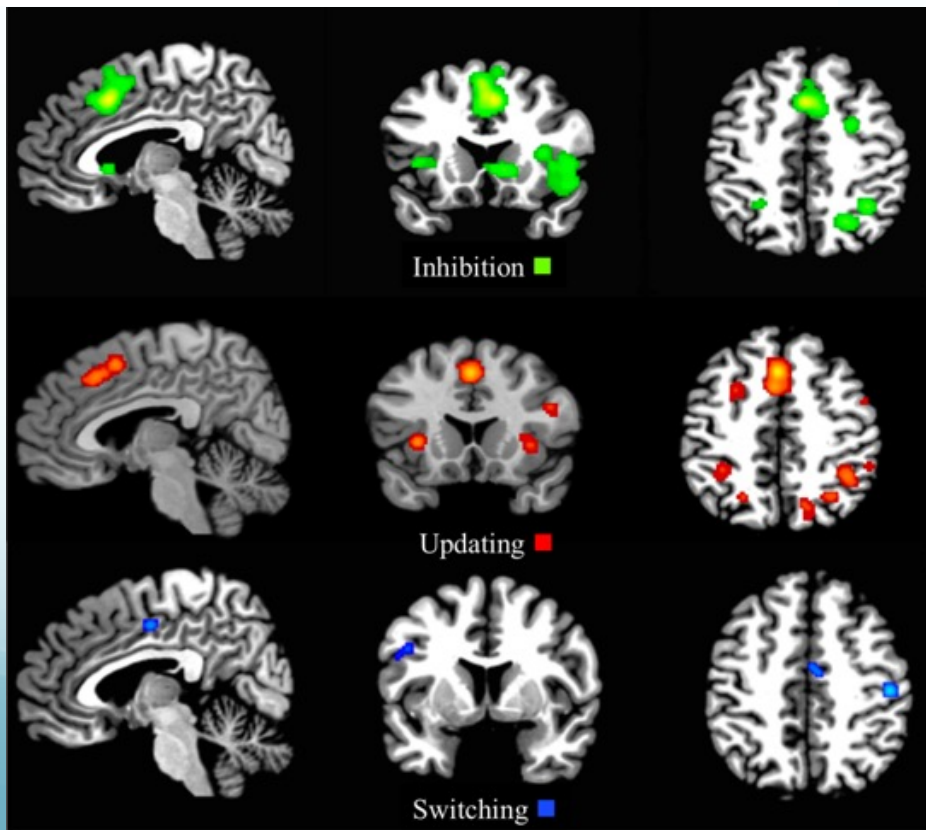




Informing the Structure of Executive Function in Children: A Meta-Analysis of Functional Neuroimaging Data

Róisín McKenna*, T. Rushe and Kate A. Woodcock*

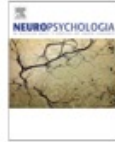
School of Psychology, Queen's University, Belfast, Northern Ireland



Système superviseur des
fonctions exécutives =
« common executive »



FIGURE 6 | Common executive (inhibit, switch) and updating ($x = 47, y = 13, z = 46$). Significant conjunction and contrast analysis results for common executive (inhibit, switch) and updating. Regions of significant conjunction (eight clusters—red) and contrast (four clusters—blue) are displayed. The clusters indicating non-shared activation were found when the common executive (inhibit, switch) dataset was subtracted from the updating dataset.



Inhibit, switch, and update: A within-subject fMRI investigation of executive control

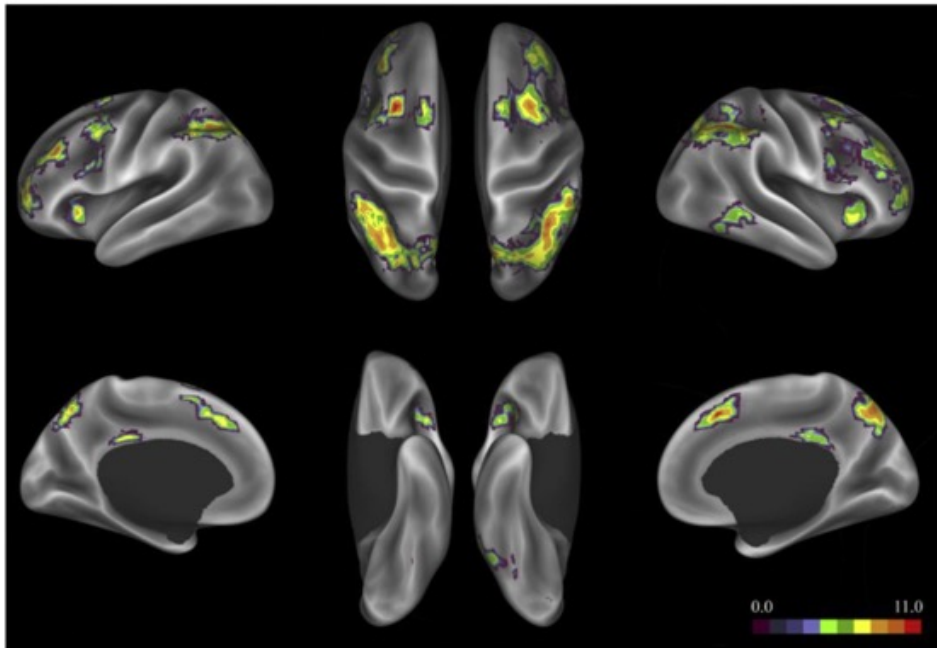
Sabrina Lemire-Rodger^a, Jaeger Lam^a, Joseph D. Viviano^a, W. Dale Stevens^a,
R. Nathan Spreng^{b,c,d}, Gary R. Turner^{a,*}

^a Department of Psychology, York University, Toronto, ON, Canada

^b Laboratory of Brain and Cognition, Montreal Neurological Institute, Department of Neurology and Neurosurgery, McGill University, Montreal, Quebec, Canada

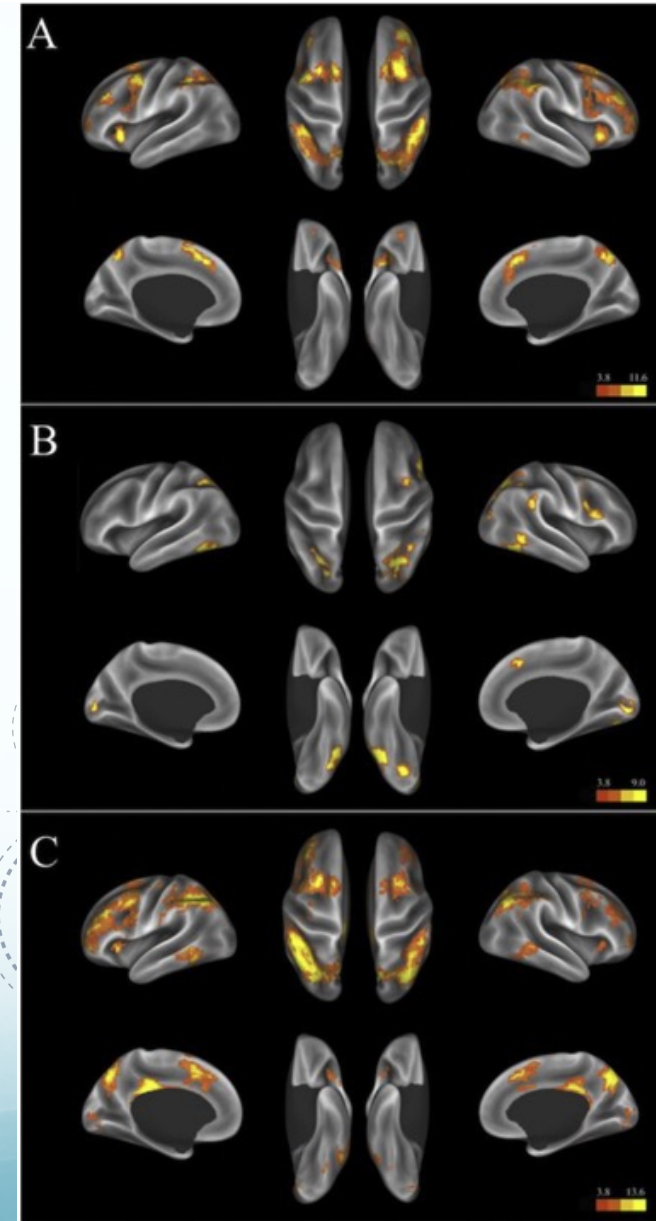
^c Departments of Psychiatry and Psychology, McGill University, Montreal, Quebec, Canada

^d Douglas Mental Health University Institute, Verdun, Quebec, Canada



Group-level contrast of the three executive control processes (working memory updating, inhibition, task switching) versus the perceptual-motor control task.

Panel A:
Working memory updating;
Panel B:
Inhibition;
Panel C:
Task switching.



Cognitive and behavioural flexibility: neural mechanisms and clinical considerations

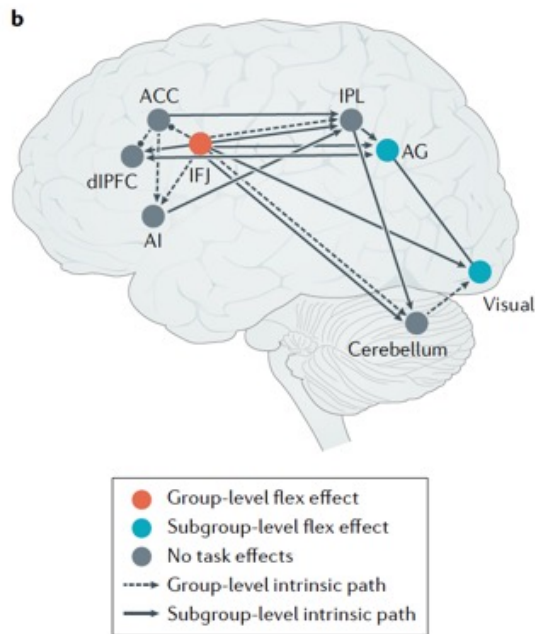
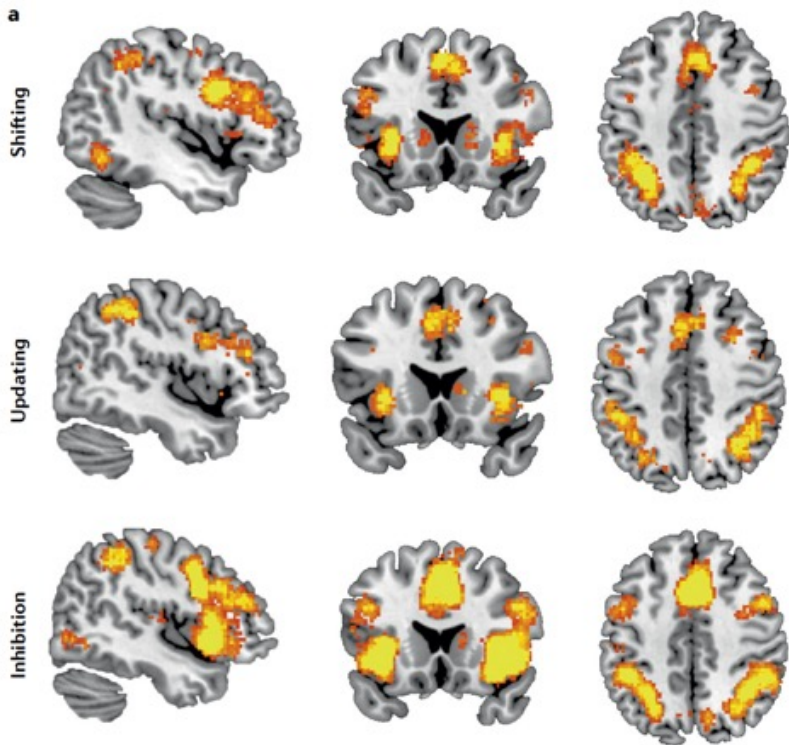
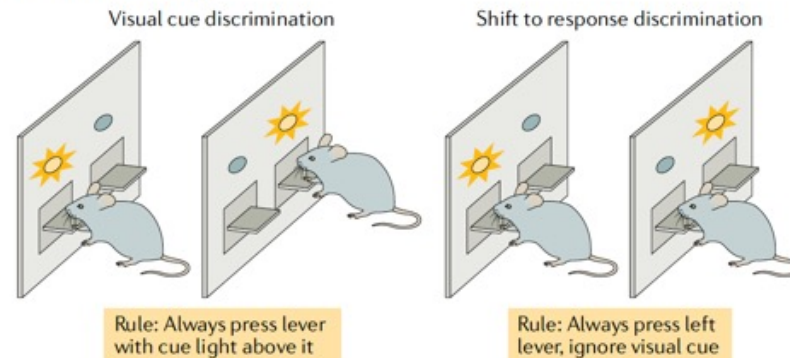
Lucina Q. Uddin^{1,2}

Abstract | Cognitive and behavioural flexibility permit the appropriate adjustment of thoughts and behaviours in response to changing environmental demands. Brain mechanisms enabling flexibility have been examined using non-invasive neuroimaging and behavioural approaches in humans alongside pharmacological and lesion studies in animals. This work has identified large-scale functional brain networks encompassing lateral and orbital frontoparietal, midcingulo-insular and frontostriatal regions that support flexibility across the lifespan. Flexibility can be compromised in early-life neurodevelopmental disorders, clinical conditions that emerge

a Wisconsin Card Sorting Test

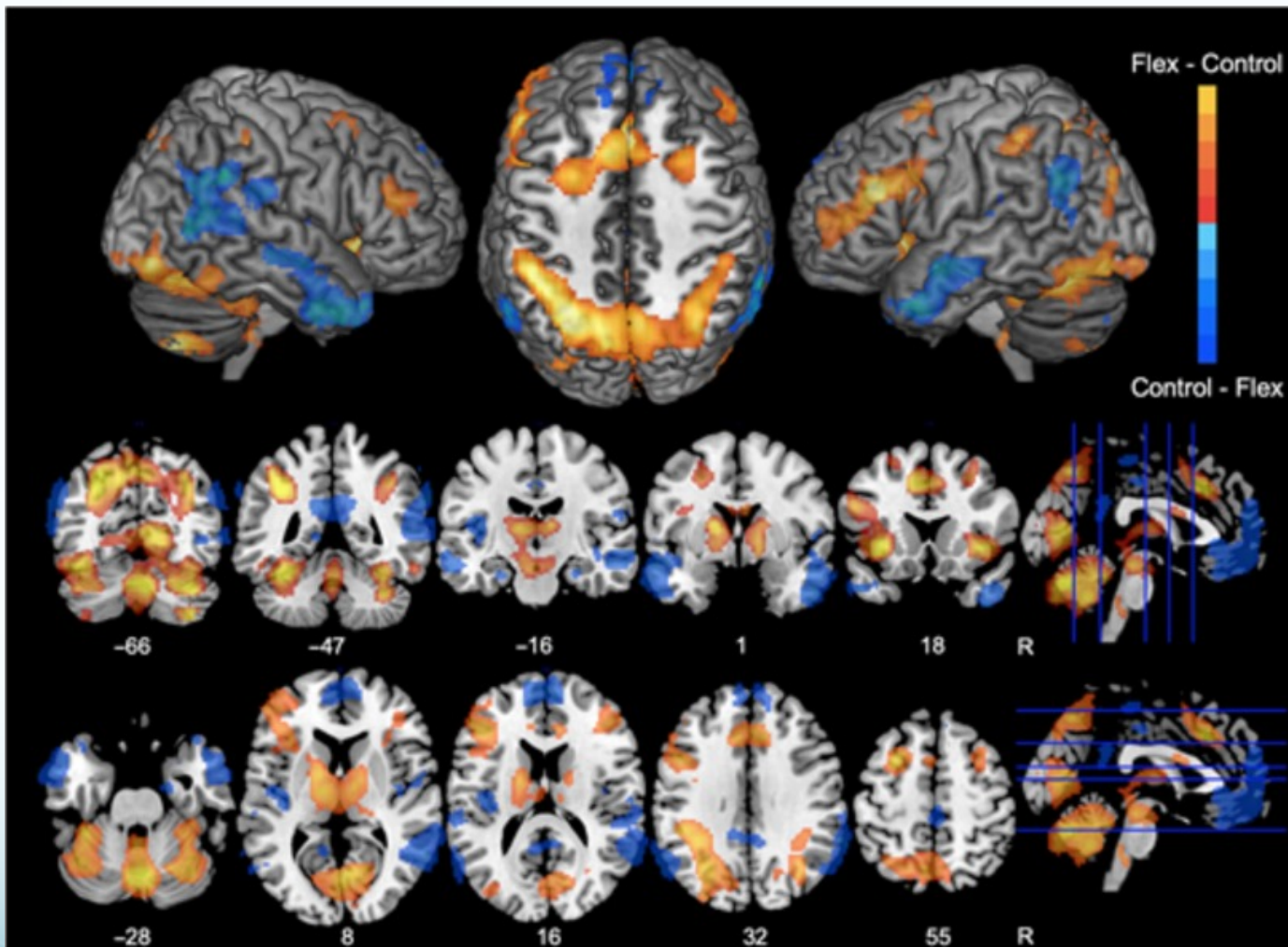


b Reversal learning



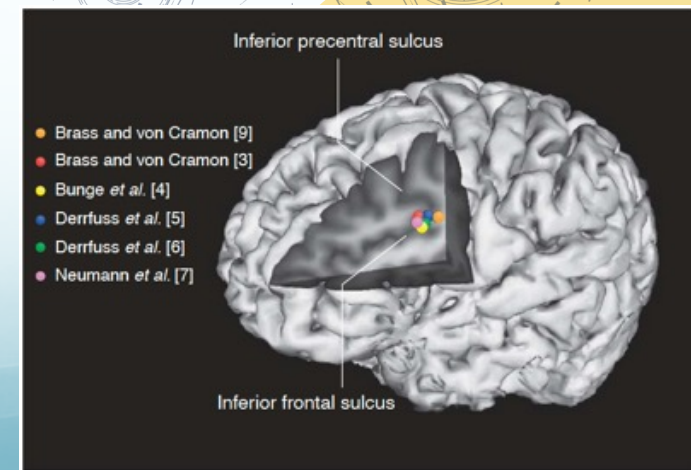
Core cognitive processes and brain network interactions underlying flexibility in the human brain. a | Three latent variables that constitute executive function are referred to as 'shifting (flexibility)', 'updating (working memory)' and 'inhibition'. **Automated meta-analyses of published functional neuroimaging studies can be conducted with**

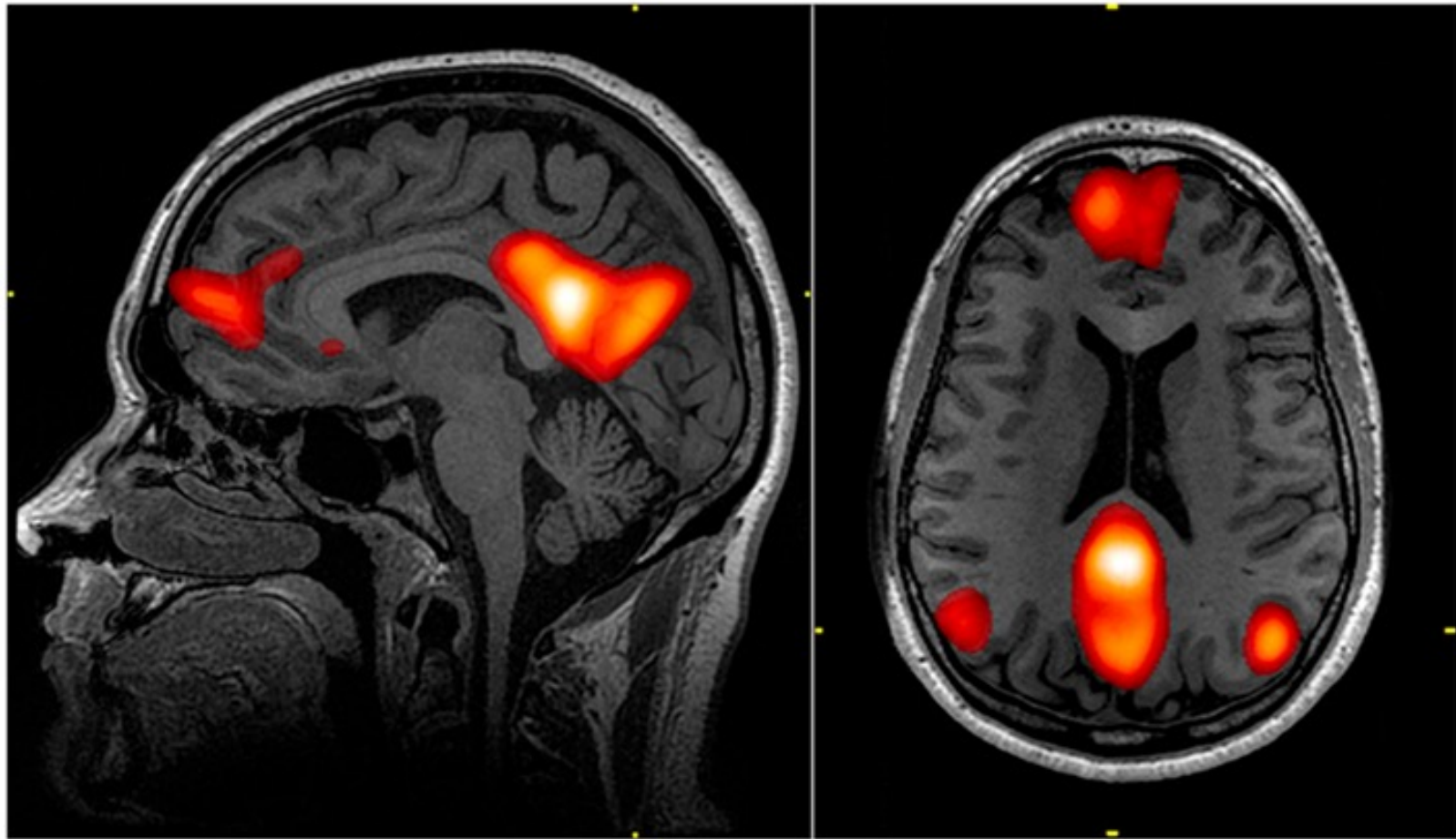
Neurosynth, a Web-based platform that uses text mining to extract activation coordinates from studies reporting on a specific psychological term of interest and machine learning to estimate the likelihood that activation maps are associated with specific psychological terms, thus creating mapping between neural and cognitive states

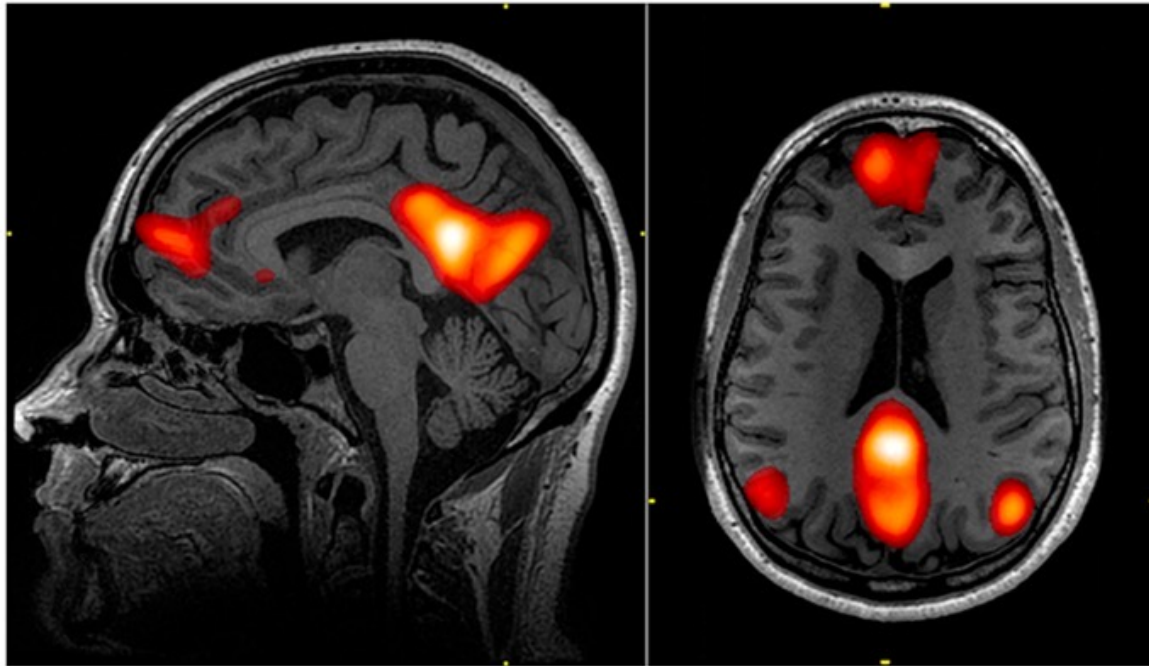


Dans une tâche impliquant la flexibilité cognitive (type WCST), activation d'un réseau fronto-pariétal bilatéral, d'un réseau cingulo-operculaire et déactivation du réseau « mode par défaut (DMN) ».

On note une activation particulièrement robuste d'une petite zone à la jonction frontale inférieure (IFJ) qui serait un « hub » à l'interface de la motricité (sillon précentral) et du contrôle cognitif (sillon frontal inférieur)



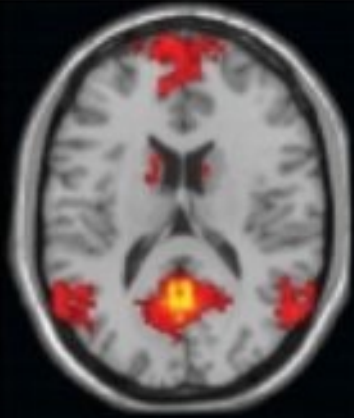




Réseau du mode par défaut (« default-mode network, DMN)

Le réseau du mode par défaut : est activé au « repos », lorsque le cerveau cesse ou se désengage d'une tâche, d'une pensée, d'une focalisation attentionnelle, lors de la rêverie diurne (« daydream »), le vagabondage mental (« mind-wandering ») et dans la méditation et l'improvisation.

Mais le point crucial est que les mêmes régions qui sont plus actives au repos que lors d'une tâche requérant les ressources attentionnelles **sont également actives lors de certaines tâches cognitives** qui ont toutes en commun les états de conscience de soi (autonoïétiques) : le rappel de souvenirs autobiographiques et la planification d'événements futurs



Default Mode Network

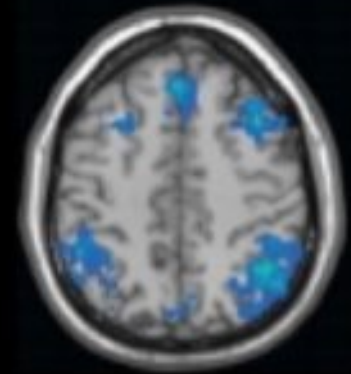
Activates when not performing a task; daydreaming, mind-wandering, thinking about others



Salience Network

Switching between the Default Mode Network and the Central Executive Network

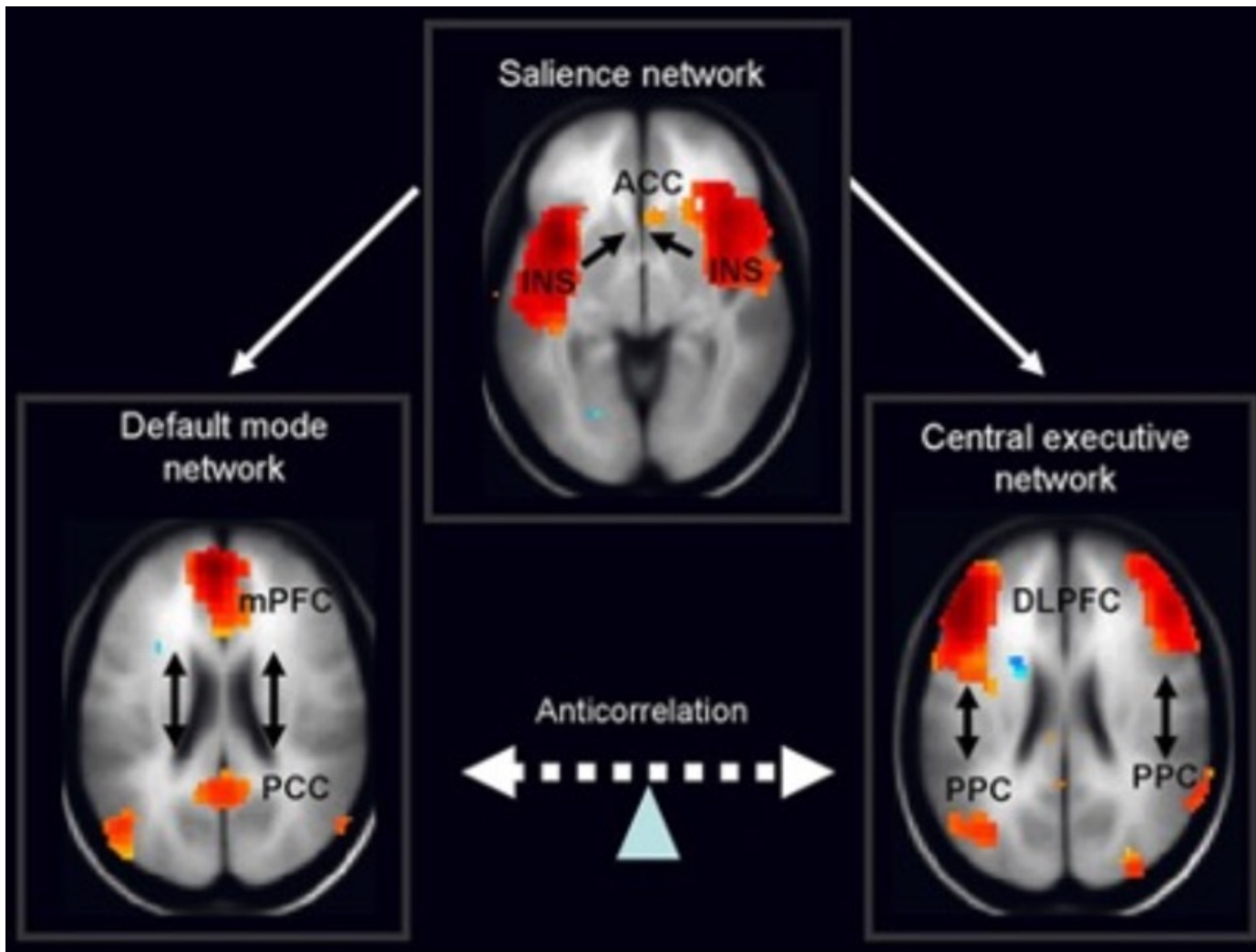
Sensory and limbic Inputs



Central Executive Network

Engages your conscious brain to think and maintains attention on a prioritized task

« Le réseau de saillance serait un peu comme un commutateur, **permettant de passer du réseau du mode par défaut au réseau de contrôle exécutif**. Le réseau de contrôle exécutif est le troisième système qui intervient. Il serait activé quand il est nécessaire de se concentrer ou de contrôler le cours de ses pensées.



The model specifically hypothesizes a **central role for the SN in aberrant salience assignment and mapping of external and internal events**, leading to altered dynamic temporal interactions with the FPN and DMN. **Misattribution of salience** and the resulting dysregulation in engagement of appropriate task-relevant brain networks is thus predicted to be a proximal factor underlying cognitive impairments, and evidence in support of this model has been accumulating over the past decade in **multiple psychiatric disorders**.

children with ADHD had weaker time-averaged cross-network interactions among the SN, CEN, and DMN, and that the degree of these brain aberrations were related to severity of inattention symptoms.

Cai W, Chen T, Szegletes L, Supekar K, Menon V. Aberrant Time-Varying Cross-Network Interactions in Children With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder and the Relation to Attention Deficits.. *Biol Psychiatry Cogn Neurosci Neuroimaging*. 2018 Mar;3(3):263-273.

Menon V. Large-scale brain networks and psychopathology: a unifying triple network model. *Trends in cognitive sciences*. 2011;15:483-506.

Review Article

*Gao and Shuai contributed to the work equally.

Cite this article: Gao Y et al (2019). Impairments of large-scale functional networks in attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analysis of resting-state functional connectivity. *Psychological Medicine* 1-11. <https://doi.org/10.1017/S003329171900237X>

Received: 16 February 2019

Impairments of large-scale functional networks in attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analysis of resting-state functional connectivity

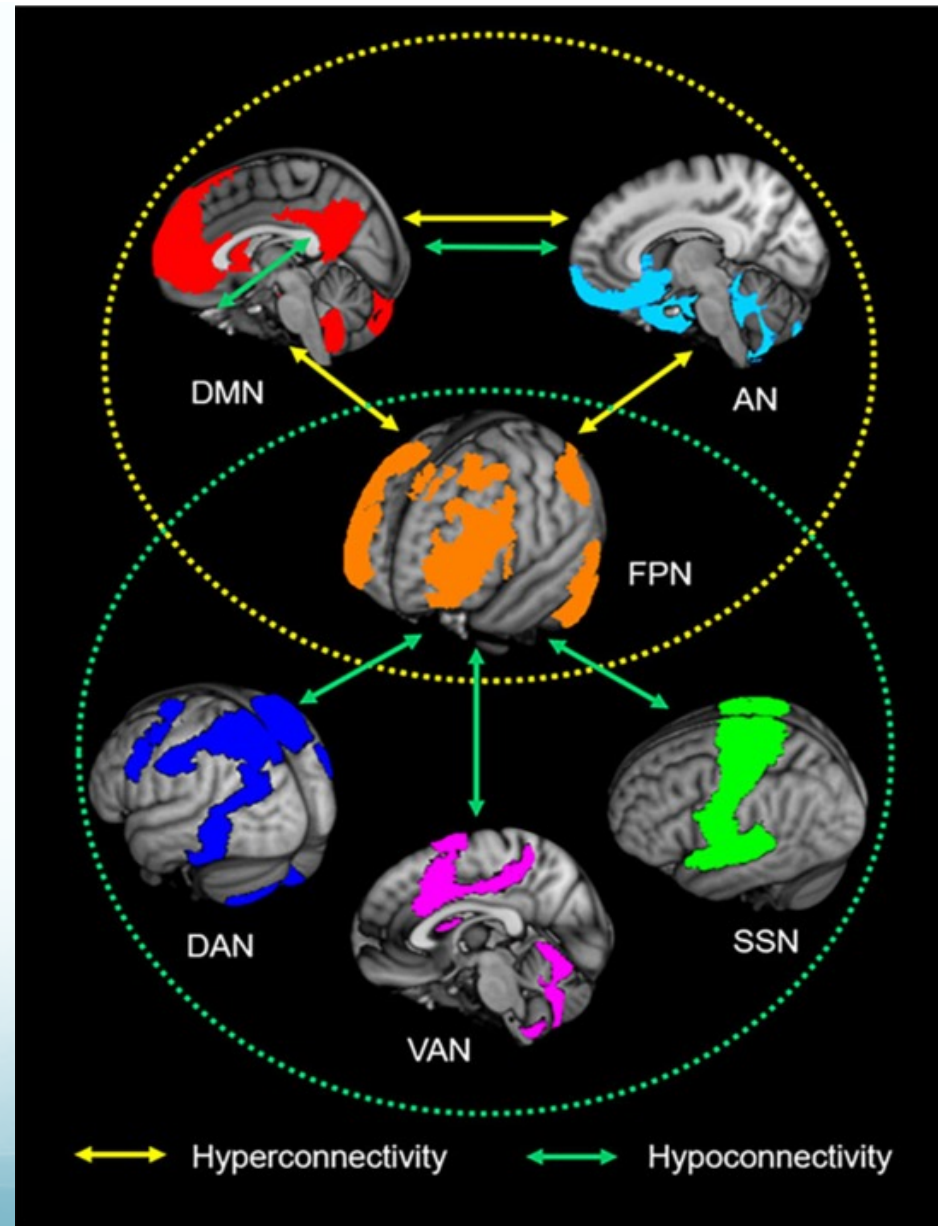
Yingxue Gao^{1*}, Dandan Shuai^{1*}, Xuan Bu¹, Xinyu Hu¹, Shi Tang¹, Lianqing Zhang¹, Hailong Li², Xiaoxiao Hu², Lu Lu², Qiyong Gong^{1,2} and Xiaoqi Huang^{1,2}

¹Huazhi MR Research Center (HMRRC), Department of Radiology, West China Hospital of Sichuan University, Chengdu, PR China and ²Psychoradiology Research Unit of the Chinese Academy of Medical Sciences (2018RX0211), West China Hospital of Sichuan University, Chengdu, PR China

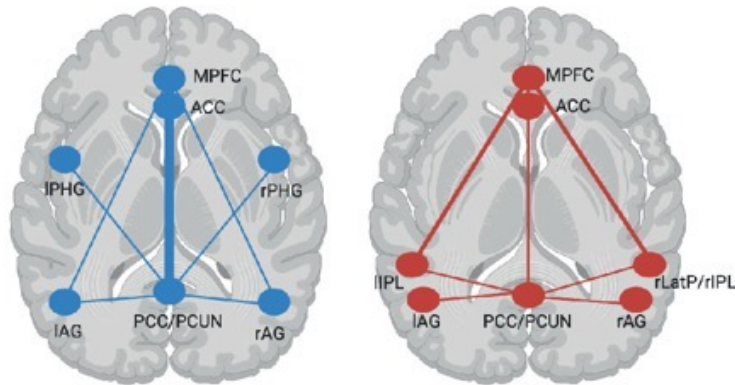
Abstract

Altered resting-state functional connectivity (rsFC) has been noted in large-scale functional

Neurocognitive network dysfunction patterns of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). The yellow circle represents the aberrant interplay among the default mode network (DMN), frontoparietal network (FPN) and affective network (AN) in ADHD. The green circle represents ADHD-associated hypoconnectivity between the FPN and the dorsal attention network (DAN), ventral attention network (VAN) and somatosensory network (SSN). The overlap of the patterns suggests that the FPN is a core intrinsic network of ADHD pathophysiology

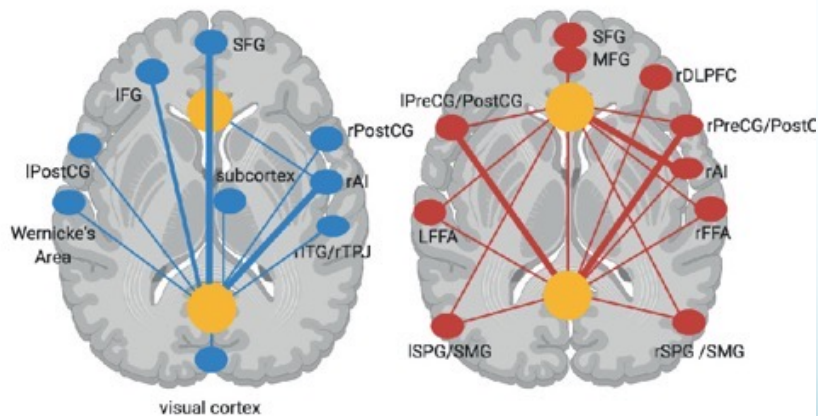


B Intra-DMN



● Underconnected
● Overconnected

C Inter-DMN



- Revue de 29 études de la connectivité DMN chez des adolescents avec TSA (11.2-21.6 a.)
 - La moitié : hypo-connectivité intra et inter DMN
 - Seulement 5/29 : hyperconnectivité, notamment avec régions visuelles et sensori-motrices
 - 9/29 : patron d'hypoconnectivité intra et hyperconnectivité avec les réseaux central-executive et sensori-moteur.
- Ces anomalies de connectivité sont corrélées aux déficits d'interaction sociale et non aux comportements répétitifs/intérêts restreints

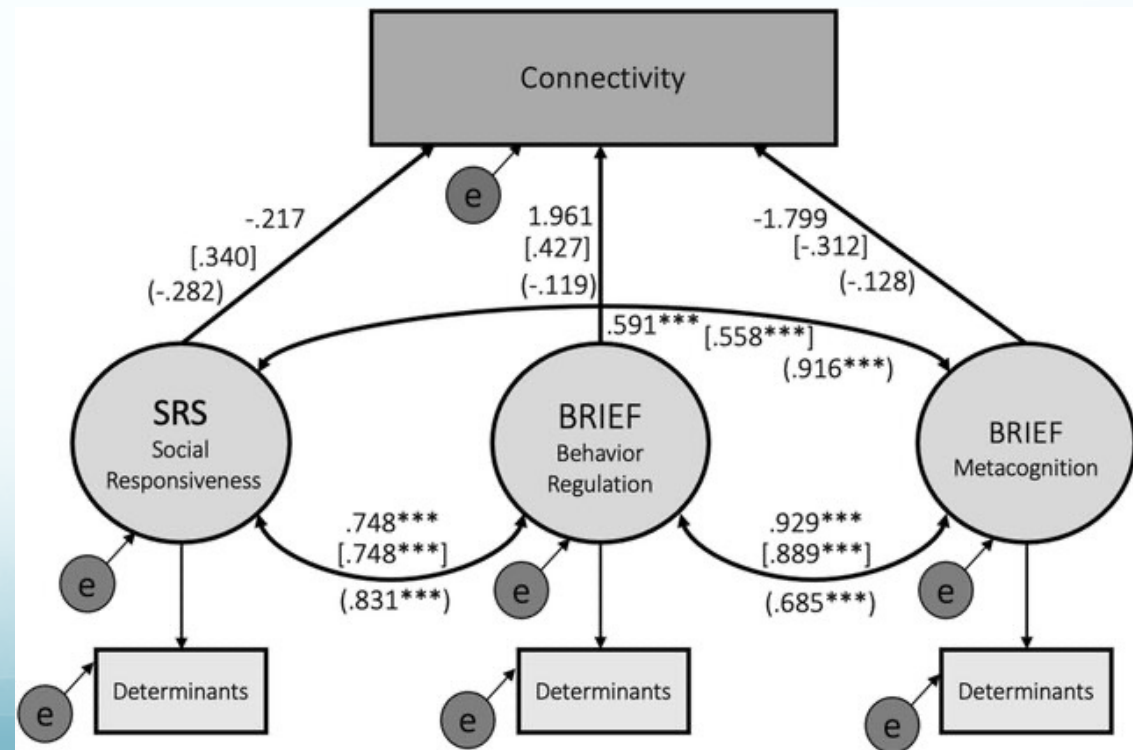




Central Executive and Default Mode Networks: An Appraisal of Executive Function and Social Skill Brain-Behavior Correlates in Youth with Autism Spectrum Disorder

Jessica Blume¹ · Chathurika S. Dhanasekara² · Chanaka N. Kahathuduwa³ · Ann M. Mastergeorge¹

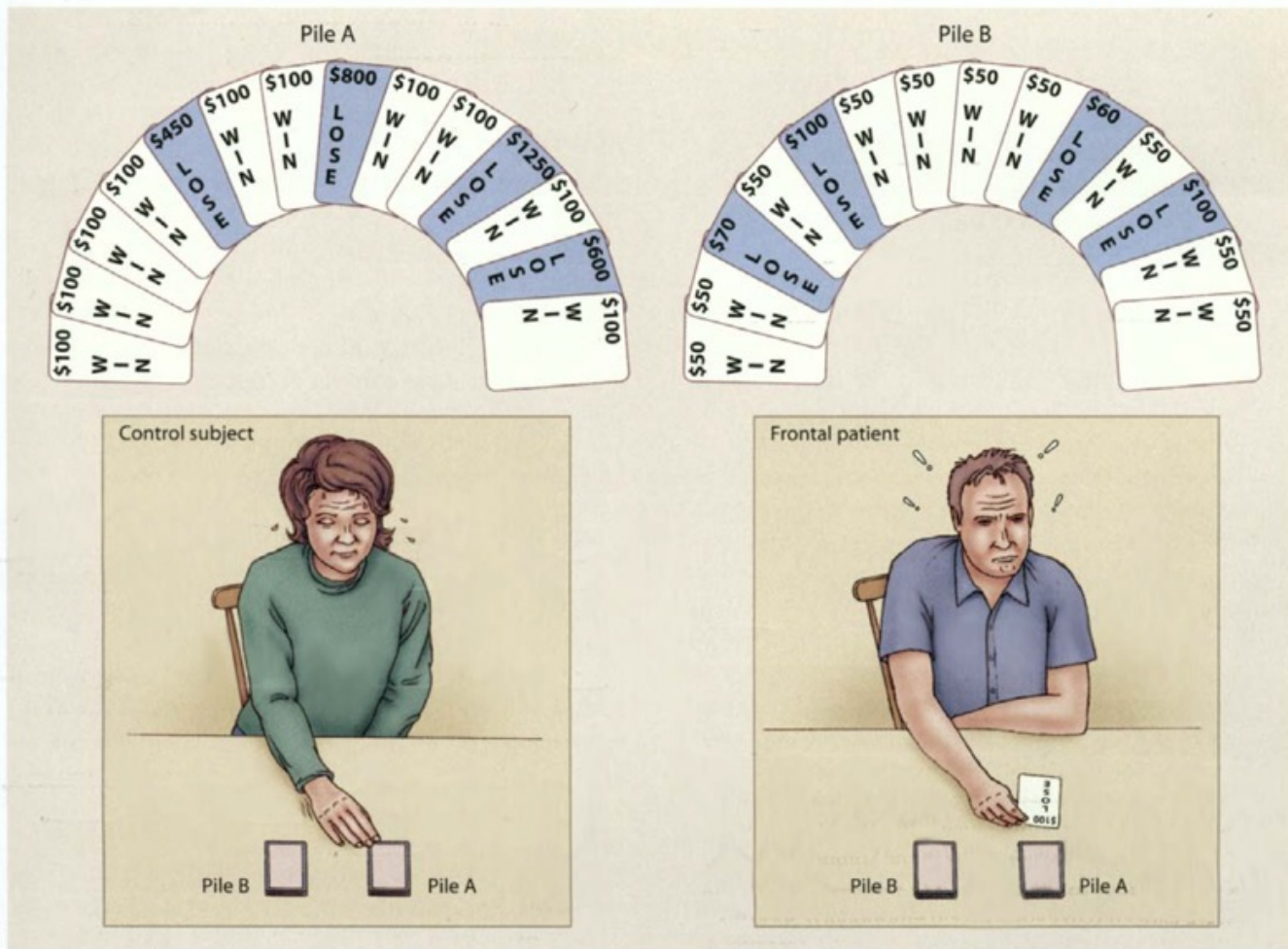
- Les difficultés de régulation comportementale seraient attribuables à un défaut de connectivité entre CEN et DMN
- Les difficultés dans les aptitudes sociales seraient exacerbées par un défaut de connectivité intra-DMN
- Une augmentation de connectivité intra-CEN serait liée à des forces métacognitives.



Fonctions exécutives « chaudes » (« hot-executive »): un terrain encore en friche



EMOTIONAL DECISION. The somatic marker hypothesis

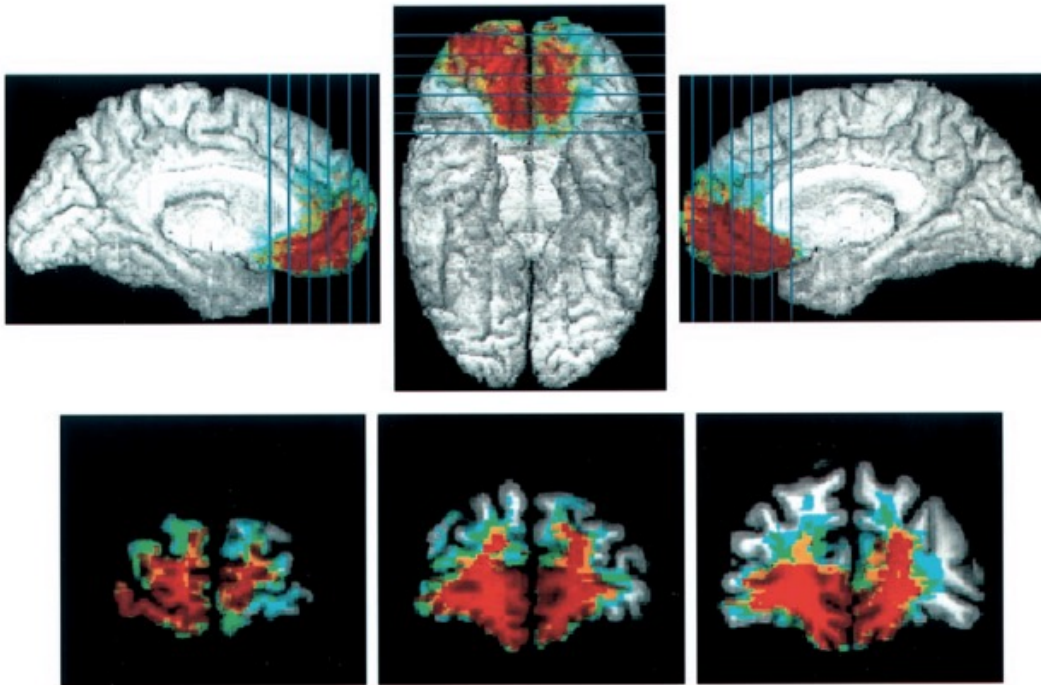


Emotion, Decision Making and the Orbitofrontal Cortex

Antoine Bechara, Hanna Damasio and Antonio R. Damasio

Department of Neurology, Division of Behavioral Neurology and Cognitive Neuroscience, University of Iowa College of Medicine, Iowa City, IA 52242, USA

Overlap de 13 patients avec lésions orbito-frontales et sociopathie acquise (Bechara et al., 2000)



Cerebral Cortex Mar 2000;10:295-307;

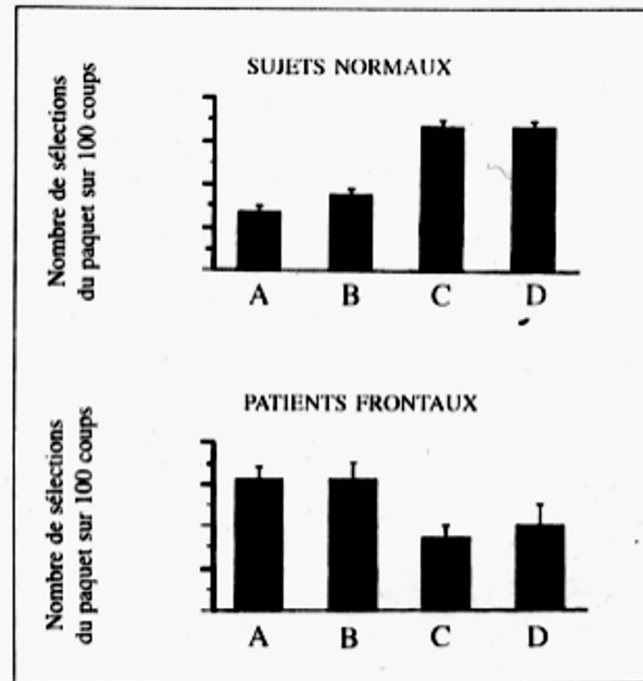


Figure 9-2. Diagramme montrant les résultats des différents types de sujets au « test du jeu de poker », en termes de fréquence de choix des paquets respectifs. Les sujets normaux préfèrent globalement retourner les cartes des paquets C et D, tandis que les patients souffrant de lésions frontales font les choix opposés. Cette différence de comportement est statistiquement significative.



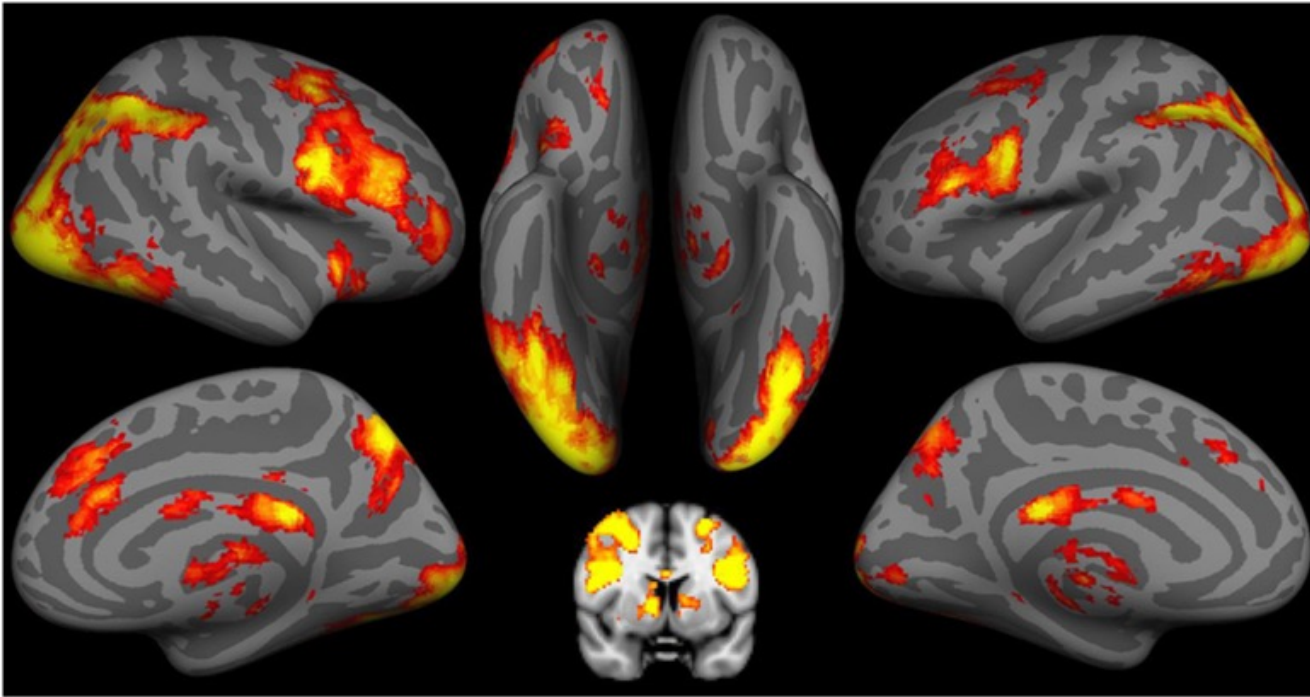
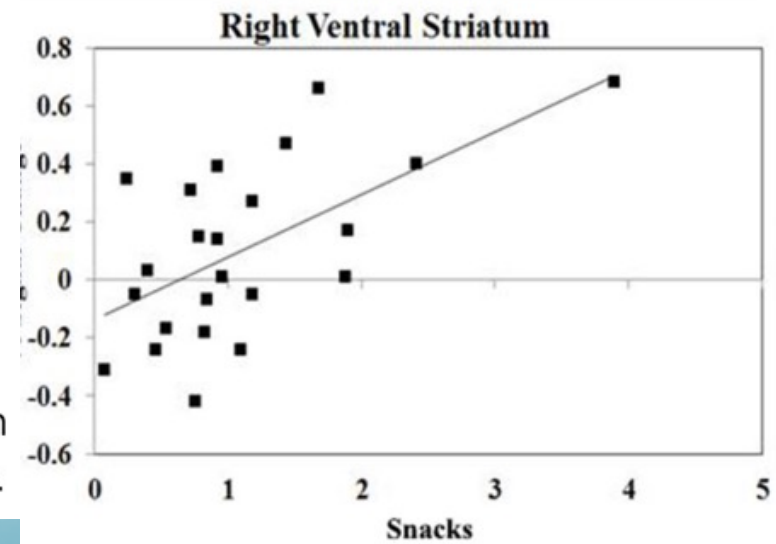
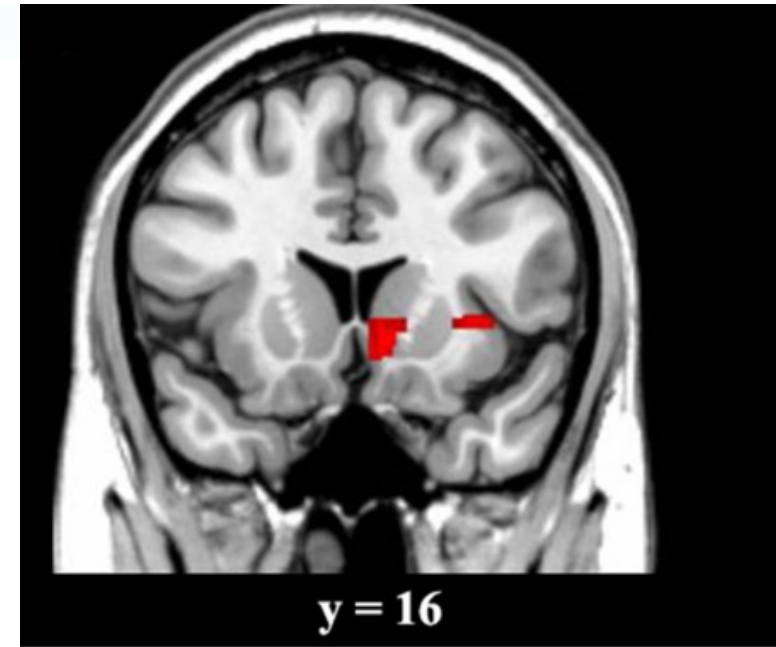


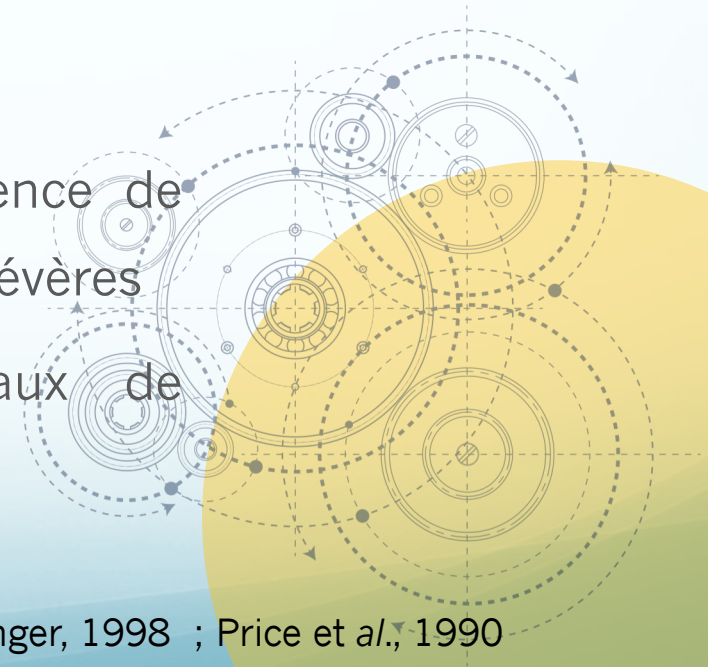
FIGURE 2 | fMRI results of the Iowa Gambling Task (IGT) during the decision stage. Both the impulsive system, including the bilateral putamen/caudate, and the reflective system including the bilateral dorsoateral prefrontal cortex (DLPFC), ventromedial prefrontal cortex (VMPFC), and anterior cingulate cortex (ACC) are involved in the decision stage of the IGT. Activation in IGT also includes insula and visual cortex.



Lésions précoces

- Mécanisme neuropsychologique commun à l'adulte
- Distinctions spécifiques à l'enfant :
 - Comportement antisocial évolutif (absence de récupération)
 - Manifestations comportementales plus sévères
 - Réponse émotionnelle inadéquate
 - Scores faibles aux dilemmes moraux de Kohlberg

Anderson et al., 1999 ; Blair et Cipolotti, 2000 ; Eslinger, 1998 ; Price et al., 1990

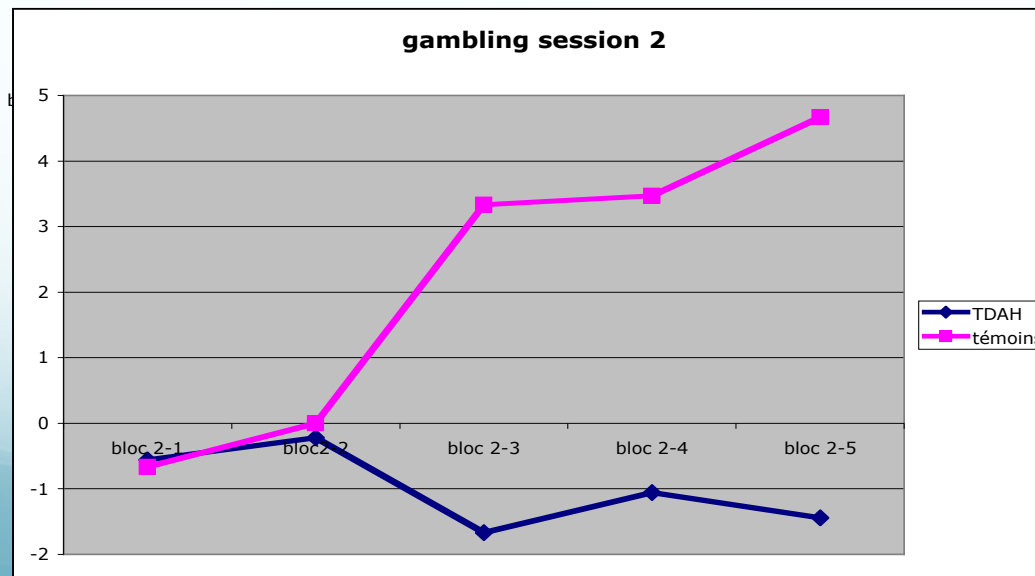


Gambling test (d' après Bechara)

Nb de tirages piles
avantageuses -
désavantageuses

TDAH (N=22)

Témoins (N=15)



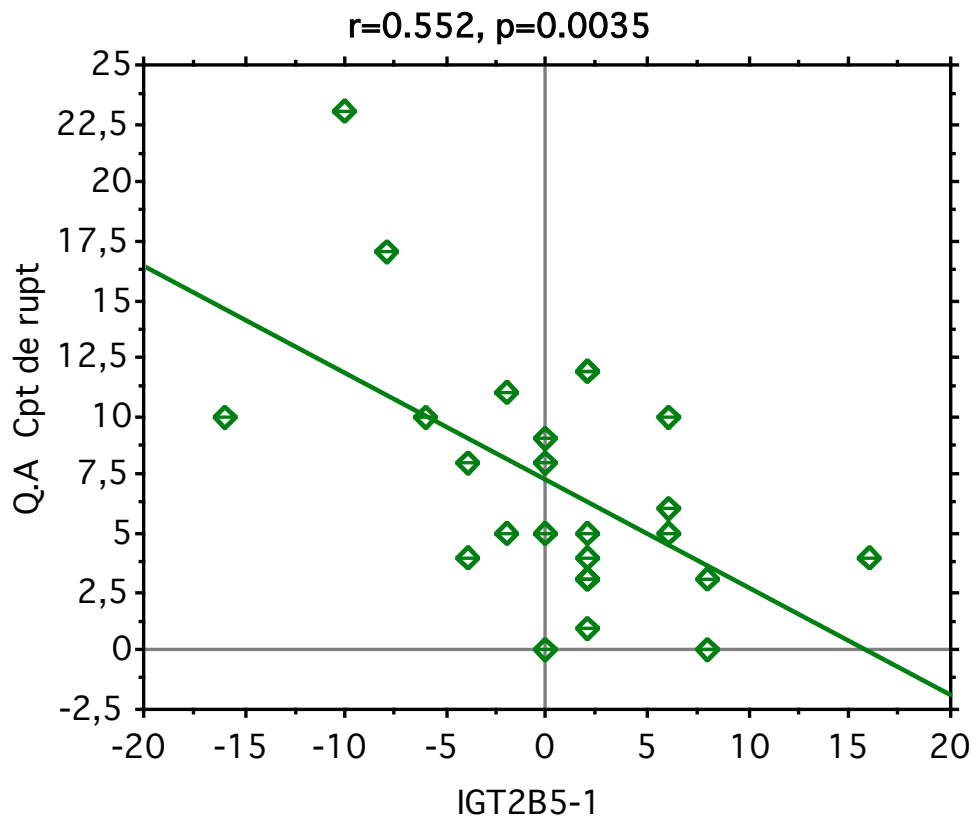
ANOVA à mesures répétées

1ere session:

- effet du groupe $p=0.066$
- interaction répétition $p=0.083$

2me session:

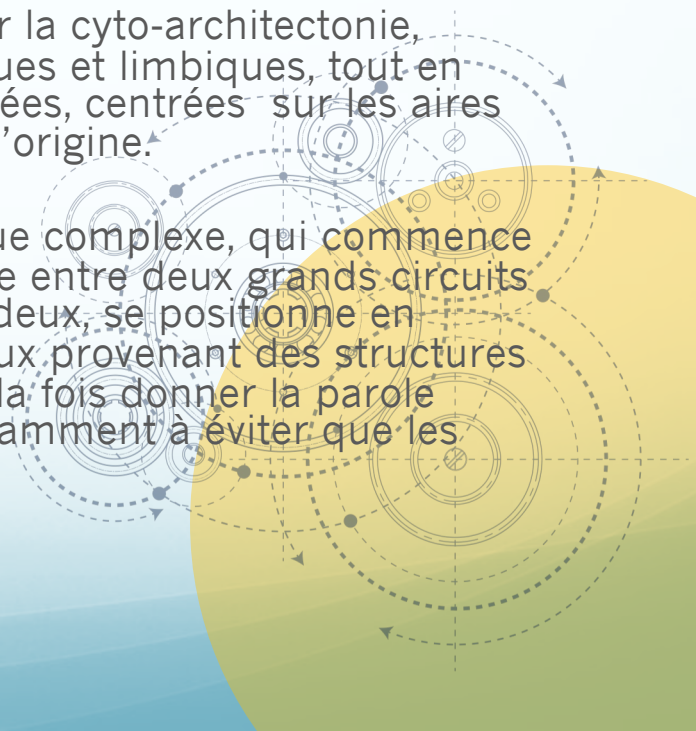
- effet du groupe $p=0.0508$
- interaction répétition $p=0.0011$



Corrélation entre l'indice de choix désavantageux (5^e-1^{er} blocs) lors de la deuxième passation et le score de "comportement de rupture" au questionnaire d'Achenbach (TDAH seuls)

En conclusion

- La connaissance de l'anatomie du cortex préfrontal et de ses connexions, jointe aux progrès de l'imagerie fonctionnelle et morphologique, incitent à concevoir le « système pré-frontal » non plus comme une mosaïque aléatoire de fonctions, mais comme une organisation subtilement hiérarchisée, dévolue à la fonction agissante du cerveau humain
- Cette hiérarchie suit scrupuleusement la progression suggérée par la cyto-architecture, depuis le cortex moteur primaire jusqu'aux structures paralimbiques et limbiques, tout en obéissant à une structuration en boucles réentrantes interconnectées, centrées sur les aires corticales, elles-mêmes hiérarchisées en fonction de leur cortex d'origine.
- Finalement, l'incrustation de ce double système dans la dynamique complexe, qui commence à se faire jour, des réseaux cognitifs obéit à un principe de balance entre deux grands circuits : le réseau dit exécutif et le réseau du mode par défaut. Entre les deux, se positionne en permanence le réseau de saillance, informé en continu des signaux provenant des structures limbiques et dont le rôle est celui d'un « modérateur », qui doit à la fois donner la parole successivement à chacun des protagonistes, tout en veillant constamment à éviter que les deux parlent en même temps pour que le débat reste audible.



Conclusion (suite)

- Dans le TDAH, modèle de dysfonction du contrôle exécutif, le déficit , en grande partie génétique, du métabolisme des neuromédiateurs (notamment dopamine et norépinéphrine) aboutit à une dysrégulation des systèmes méso-strié et méso-limbique, dont une des manifestations est un dérèglement de deux réseaux : le système de la récompense, d'où une intolérance au délai, et le système du mode par défaut, qui ne parvient pas à se réprimer lors d'une activité motrice ou mentale volontaire
- Dans l'autisme, une hyperconnectivité intrinsèque des 3 réseaux (DMN, SN et EN) serait à l'origine d'un « isolement » des circuits devenant incapables de réguler les différentes fonctions exécutives (incluant théorie de l'esprit et régulation émotionnelle). L'hypoconnectivité inter-réseaux serait un phénotype commun entre TSA et TDAH.

