

3^e heure :

LES RÉSEAUX DU CERVEAU

connectome

spécialisation cérébrale ?

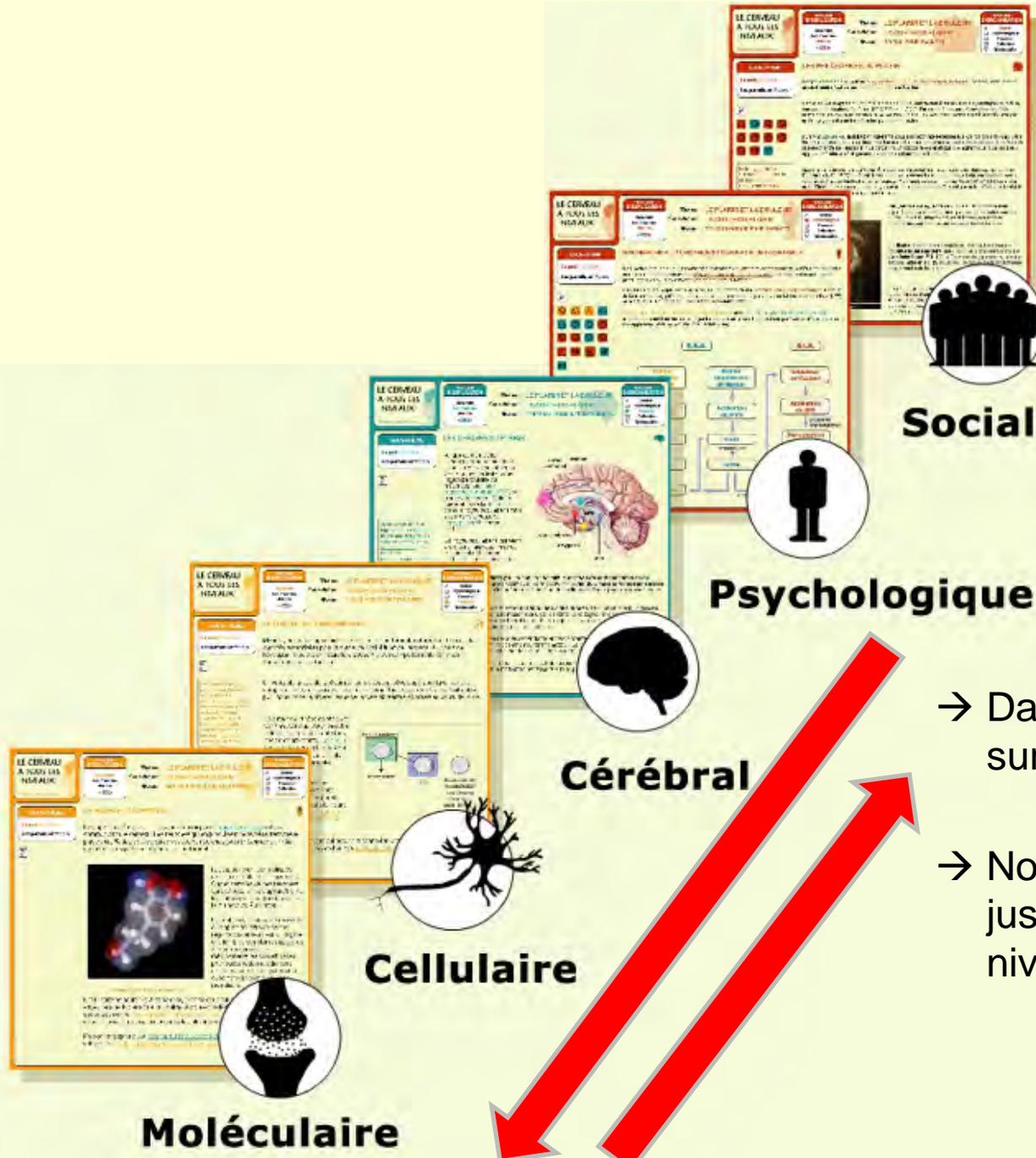
neuromodulation

réseaux

attention

conscience

émotion



Social

Psychologique

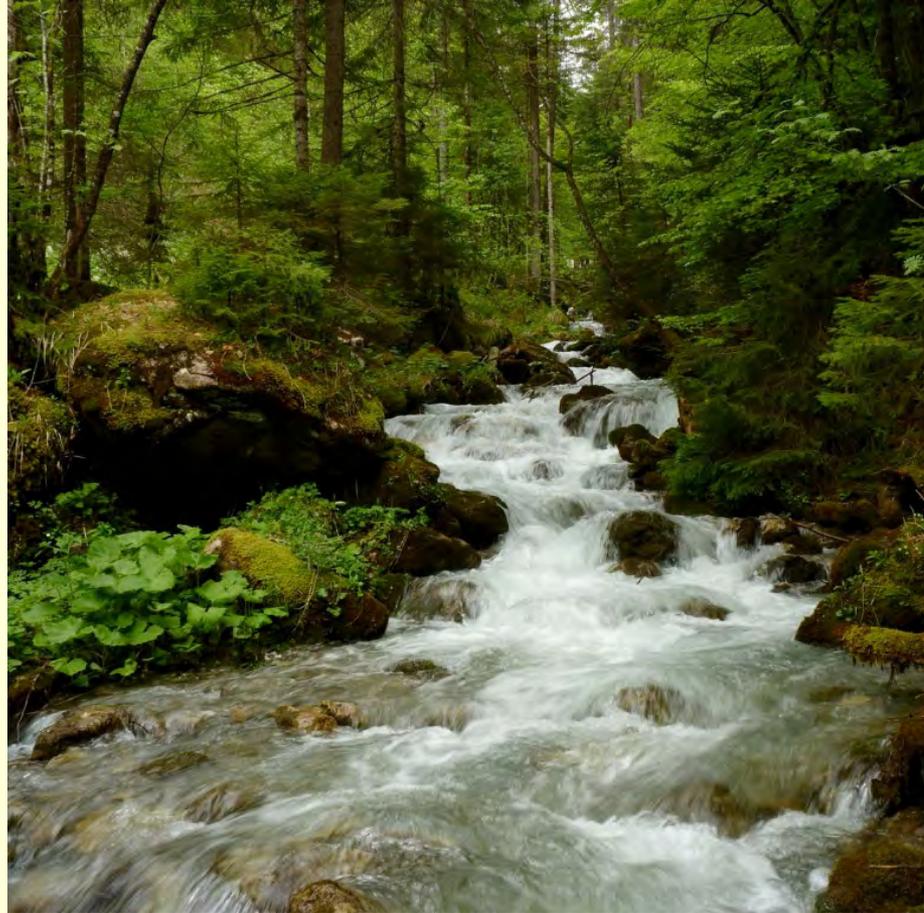
Cérébral

Cellulaire

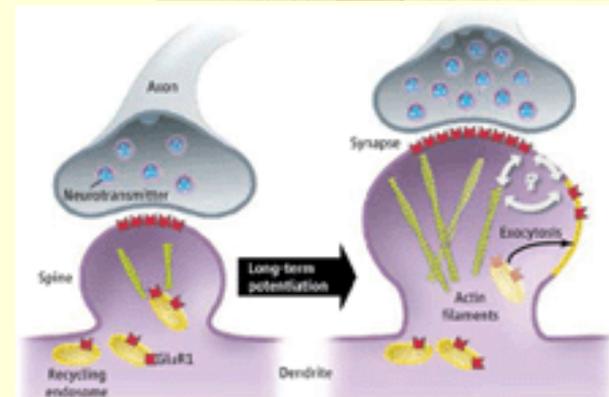
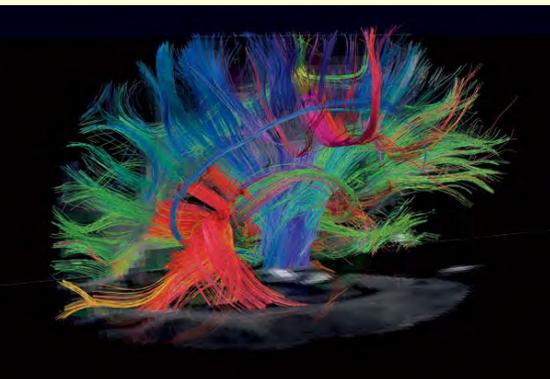
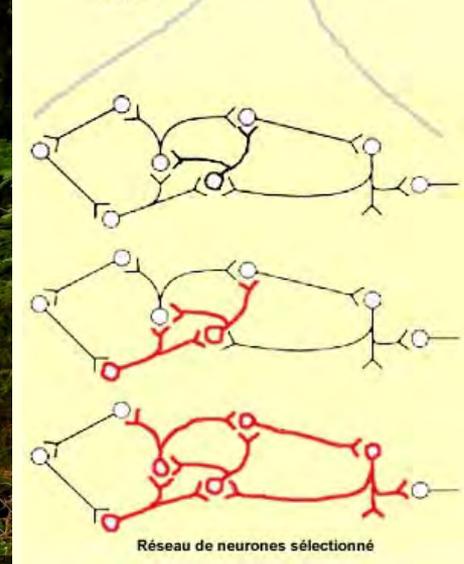
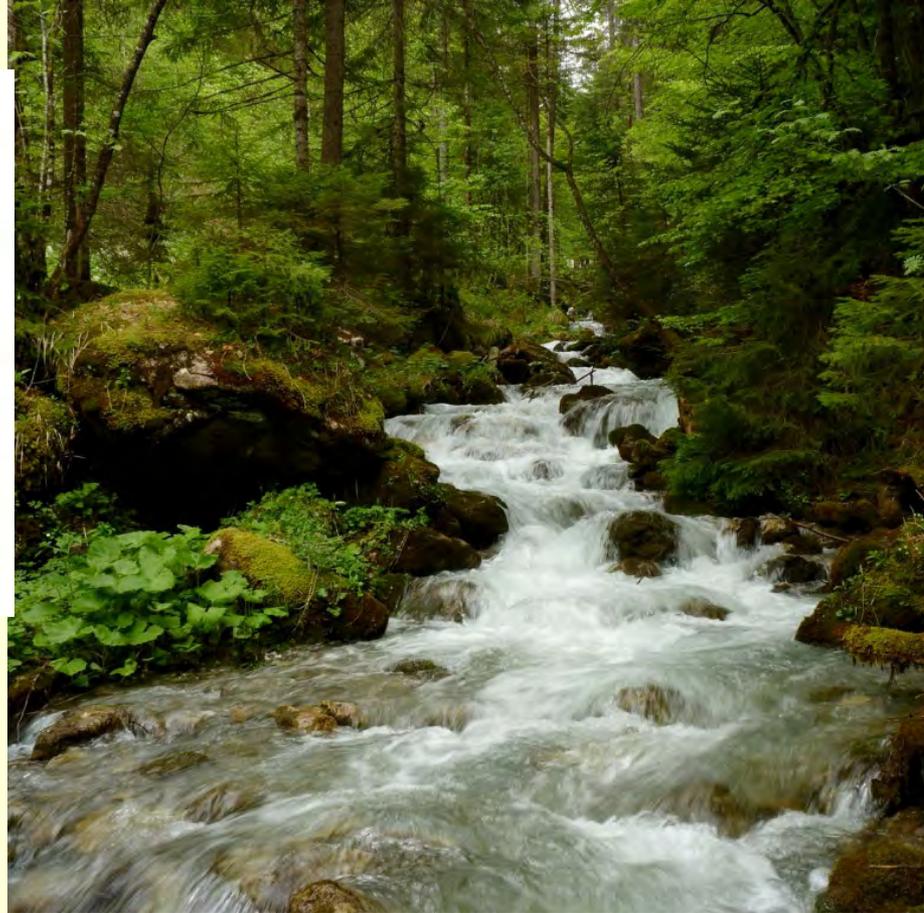
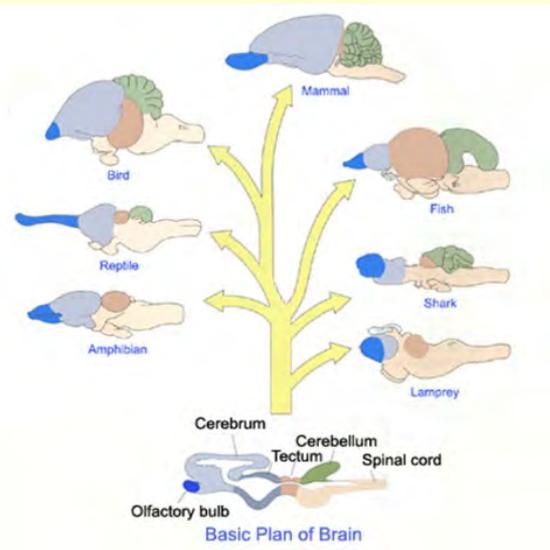
Moléculaire

→ Dans la prochaine heure :
surtout au niveau **cérébral**

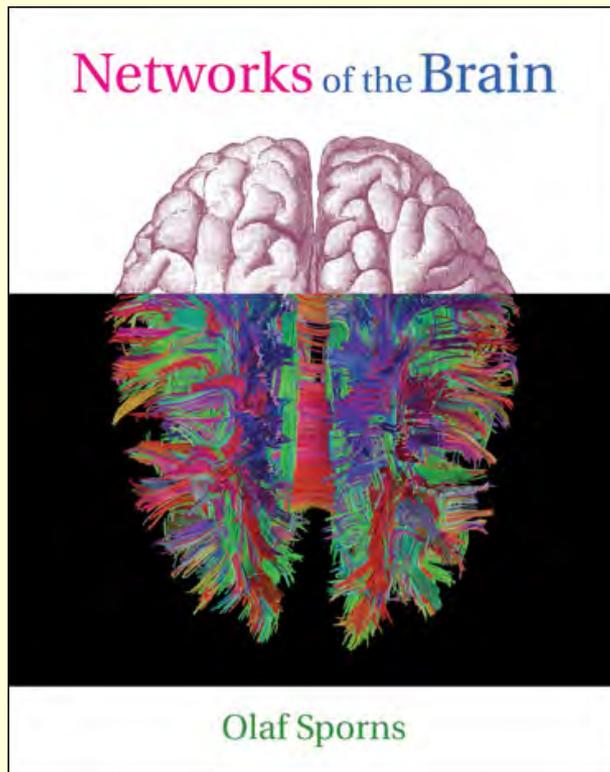
→ Notre parcours global
jusqu'ici en termes de
niveaux d'organisation



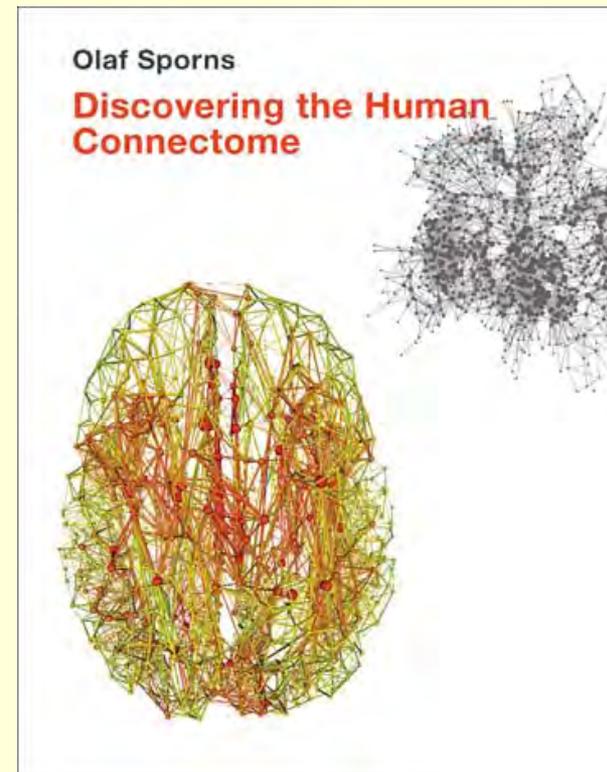
Nous sommes un peu comme un torrent...



Il y a plusieurs grands projets qui tentent d'établir la carte des voies nerveuses du cerveau humain.

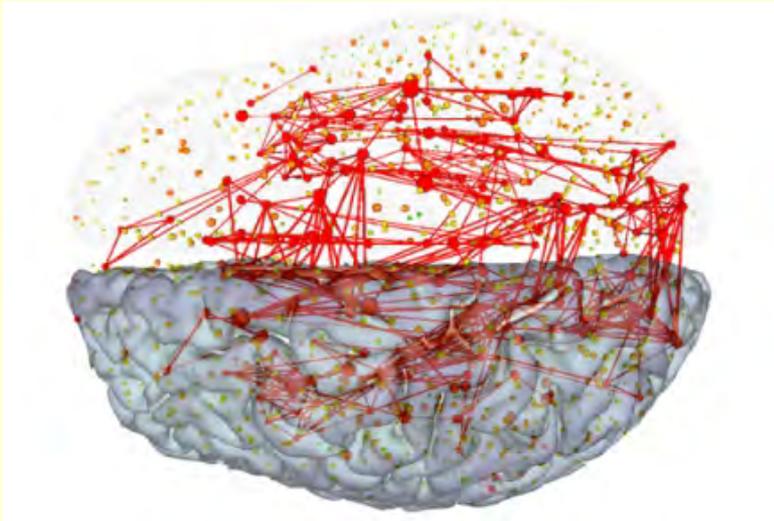


2010



2012

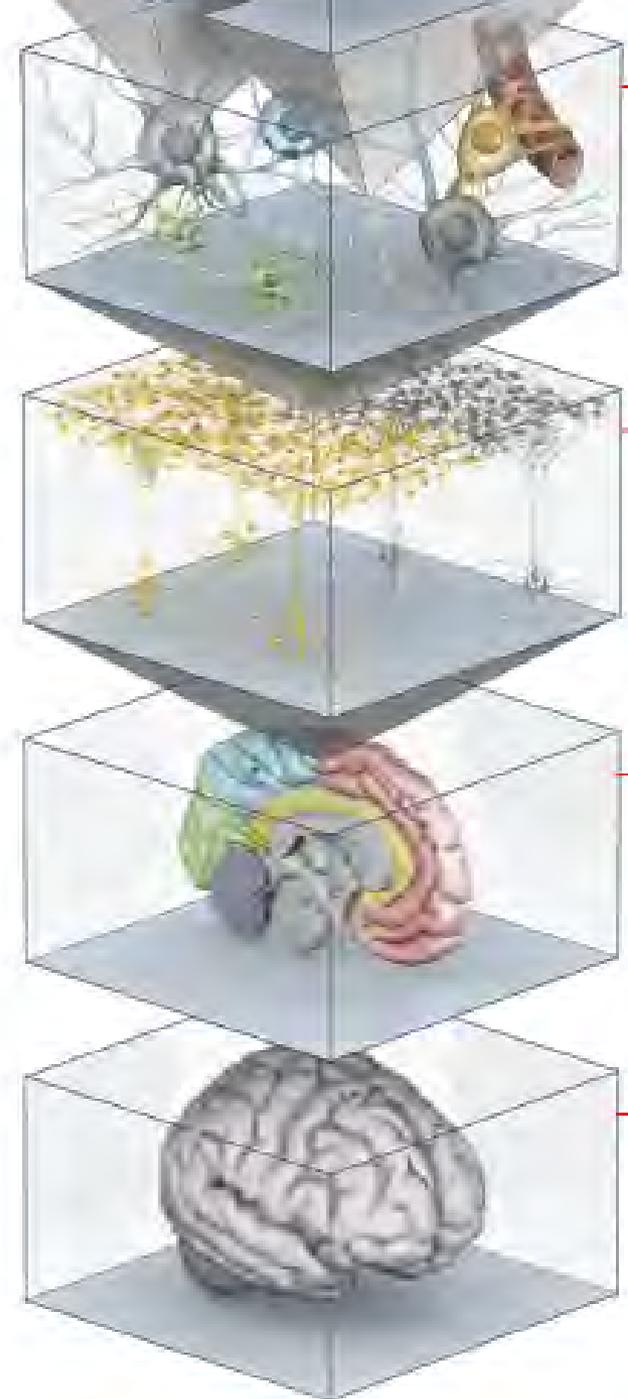
Le « **connectome** » (par analogie au génome) est le nom donné au projet de cette cartographie de nos réseaux cérébraux densément interconnectés.



*“The **connectome** is the complete description of the structural connectivity (the physical wiring) of an organism’s nervous system.”*

(Sporns et al., 2005, Hagmann, 2005),

Mais il y a un problème d'échelle

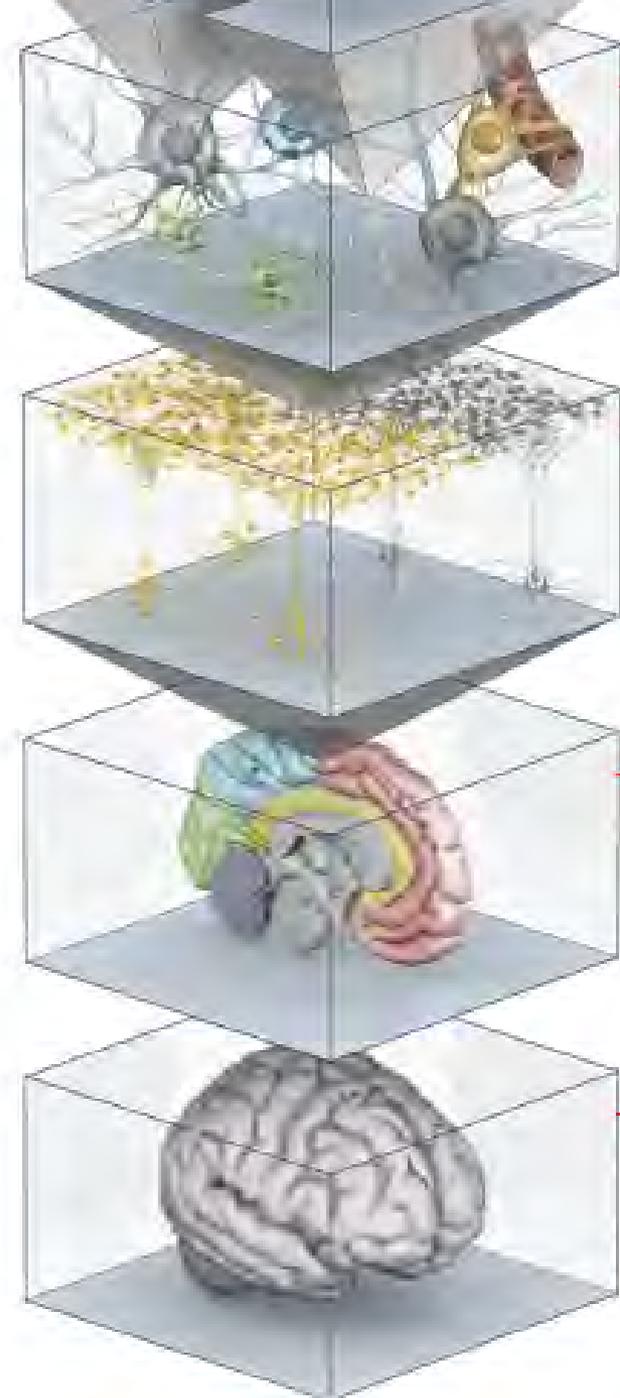


Aucune technique ne permet de considérer en même temps ce qu'il a...

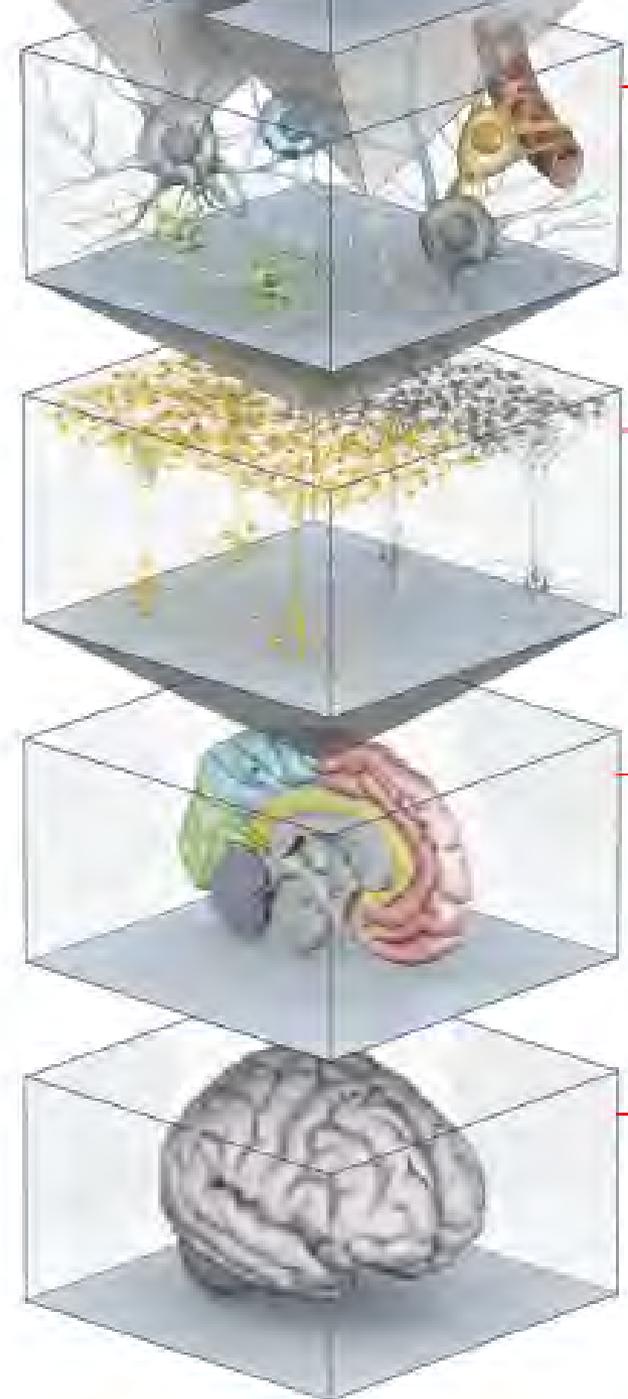
à l'échelle « micro »

à l'échelle « meso »

à l'échelle « macro »



l'échelle « micro »



À l'échelle « micro » :

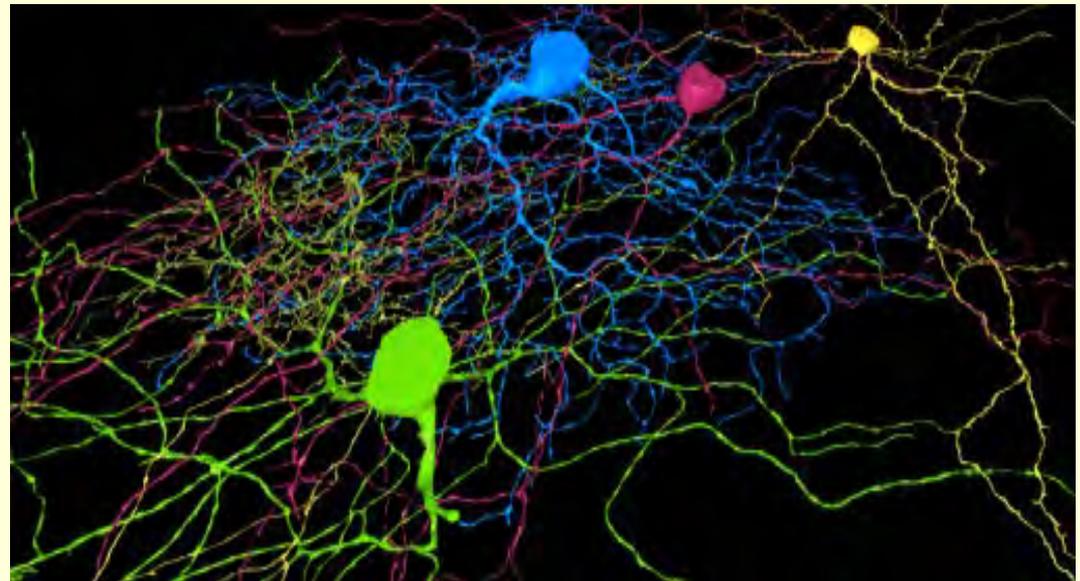
Méthode / Technique :

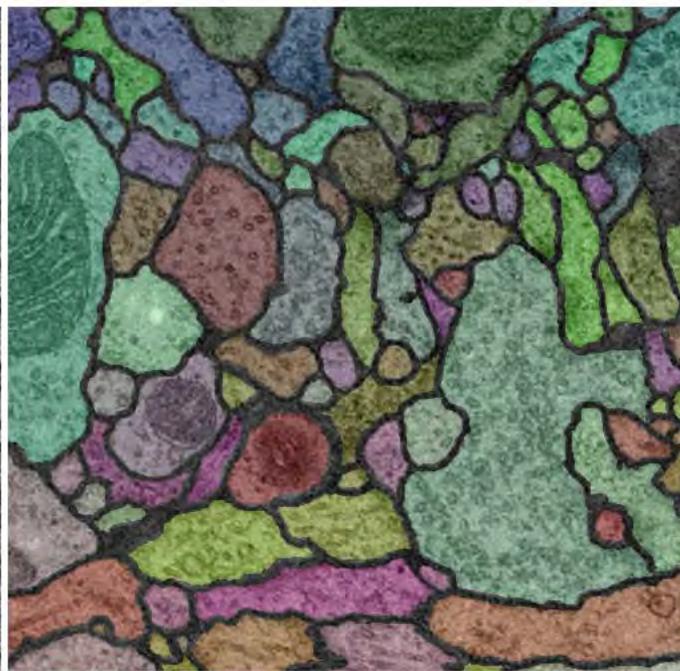
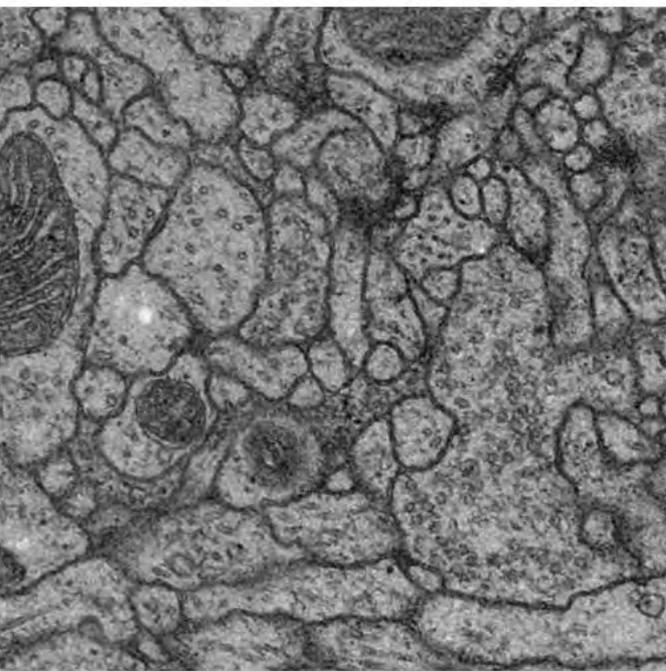
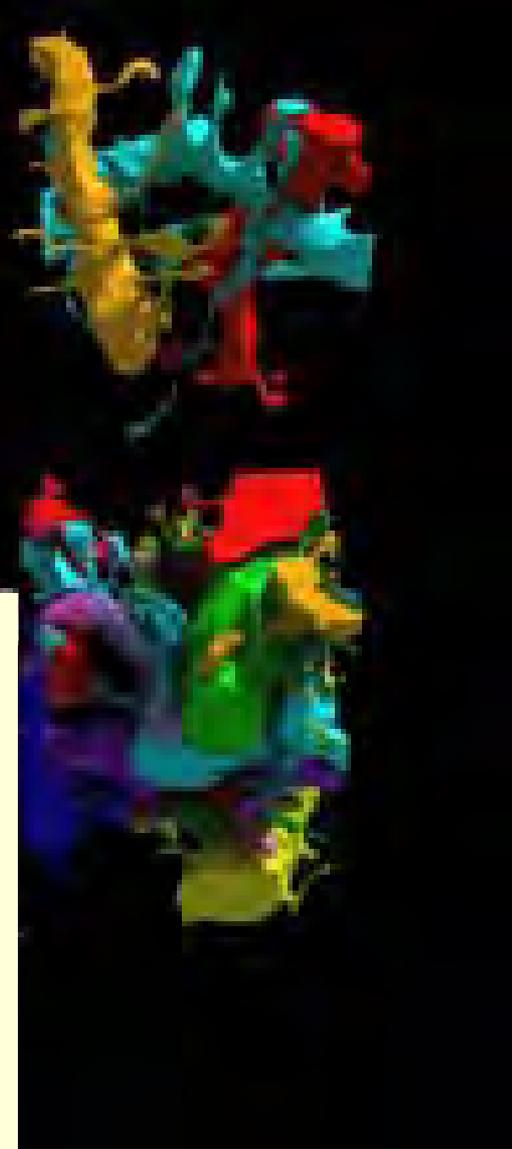
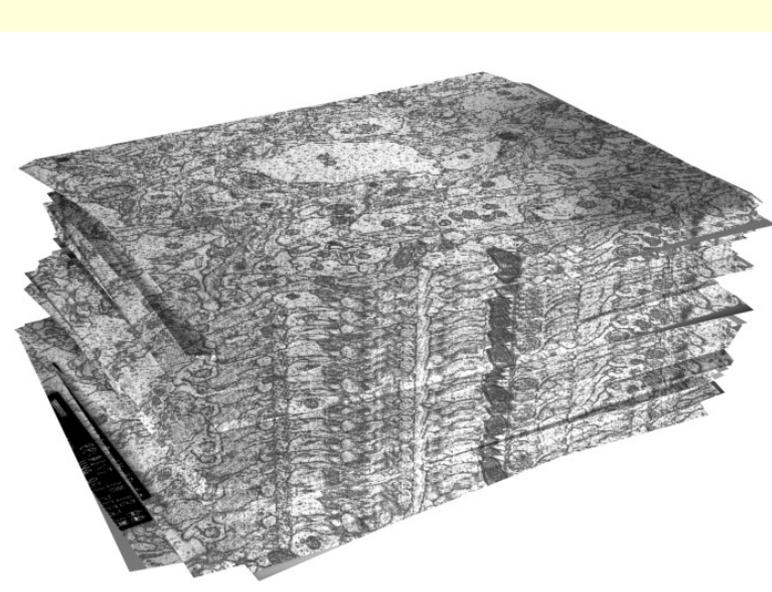
Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Aidez à cartographier nos connexions neuronales

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2013/06/10/aidez-a-cartographier-nos-connexions-neurones/>

« **EyeWire** », mené par **Sebastian Seung**, que l'on pourrait traduire par « le câblage de l'œil », se concentre uniquement sur un sous-groupe de **cellules ganglionnaires de la rétine** appelées « cellules J » et fait appel au public.

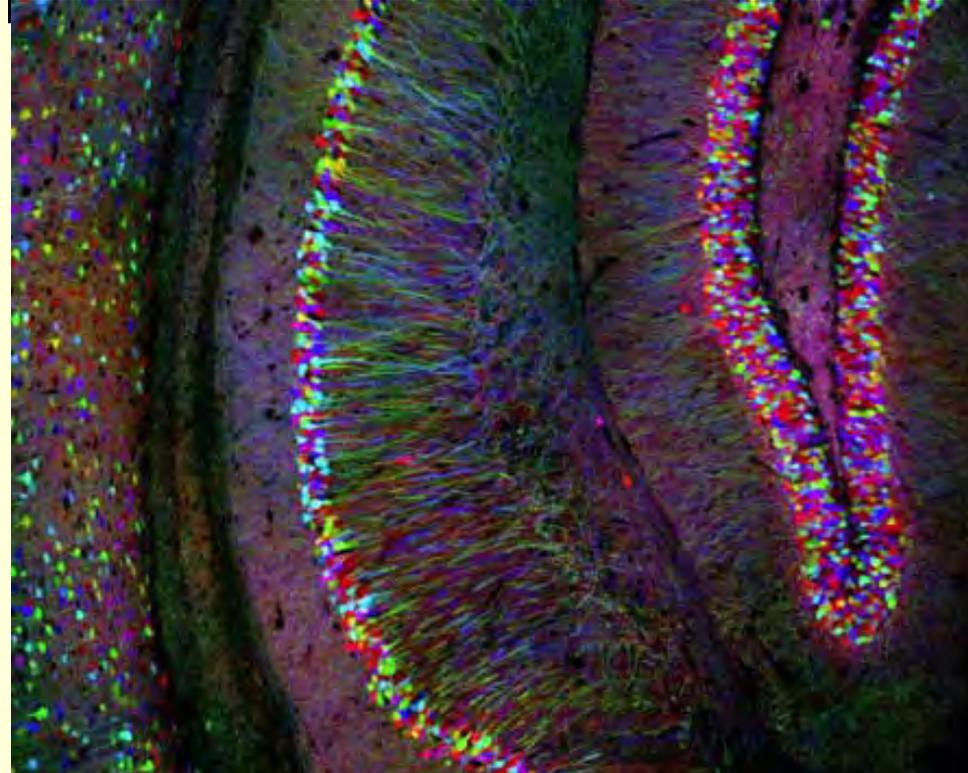
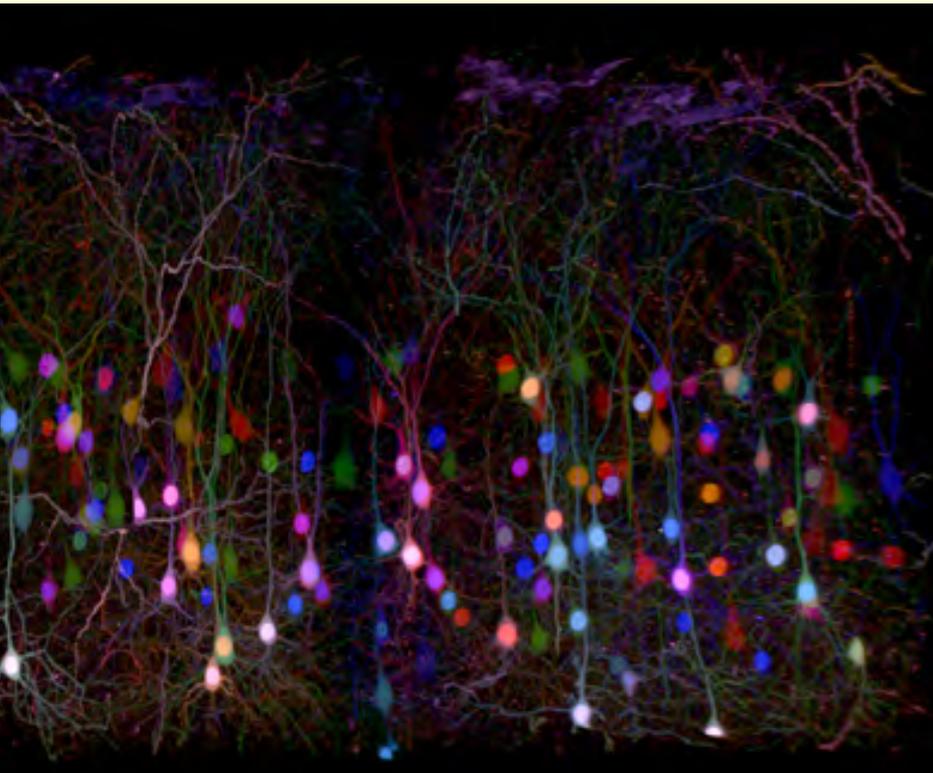




C'est aussi la démarche de :
Jeff Lichtman, *Professor of
Molecular and Cellular Biology*
Harvard University

<http://www.hms.harvard.edu/dms/neuroscience/fac/lichtman.php>

Avec sa coloration **Brainbow**,

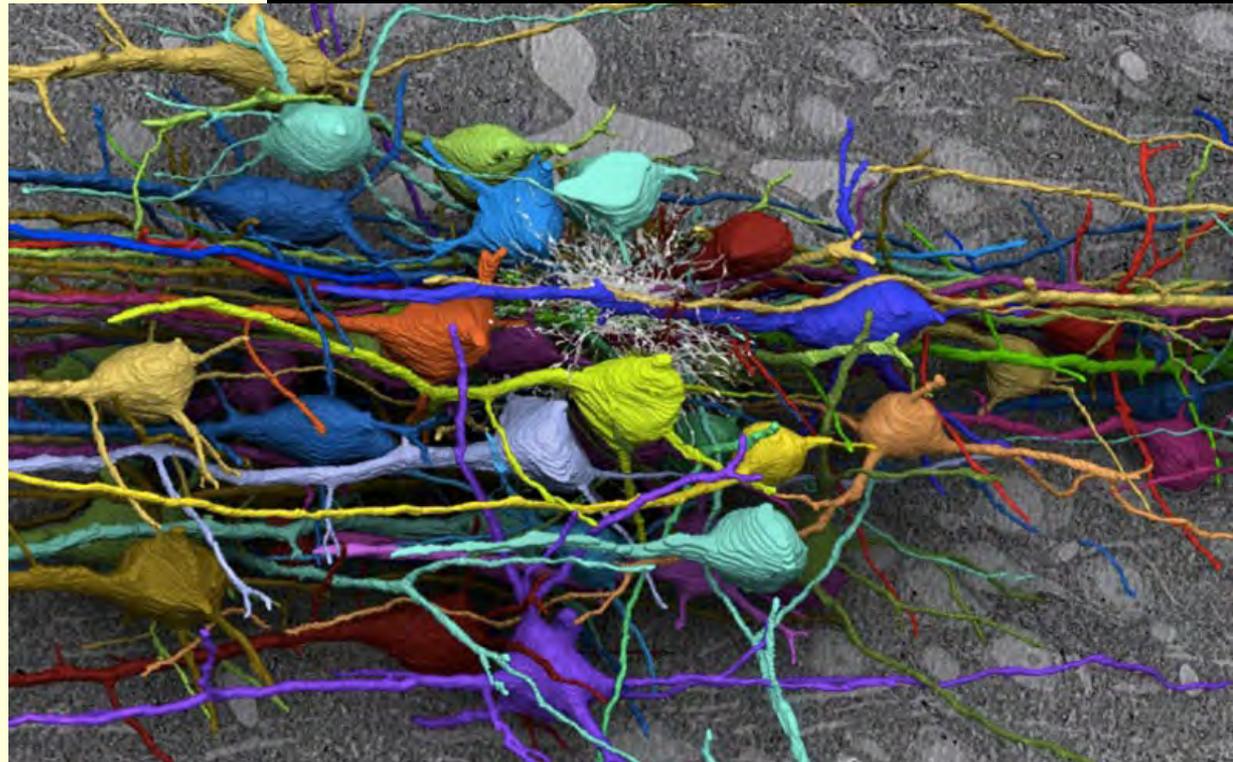


C'est aussi la démarche de :
Jeff Lichtman, *Professor of
Molecular and Cellular Biology*
Harvard University

<http://www.hms.harvard.edu/dms/neuroscience/fac/lichtman.php>

Avec sa coloration **Brainbow**,
mais aussi :

*“In addition we have
developed automated
tools to map neural
connections
(connectomics) at
nanometer resolution
using a new method of
serial electron
microscopy.”*



Cell, Volume 162, Issue 3, p648–661, **30 July 2015**

Saturated Reconstruction of a Volume of Neocortex

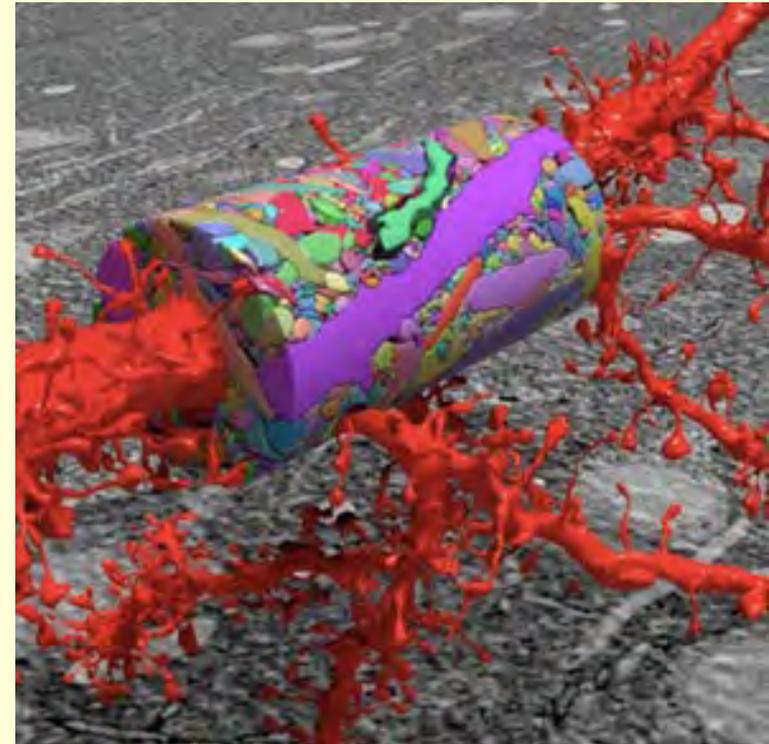
<http://www.cell.com/cell/abstract/S0092-8674%2815%2900824-7>

Video: An incredibly detailed tour through the mouse brain :

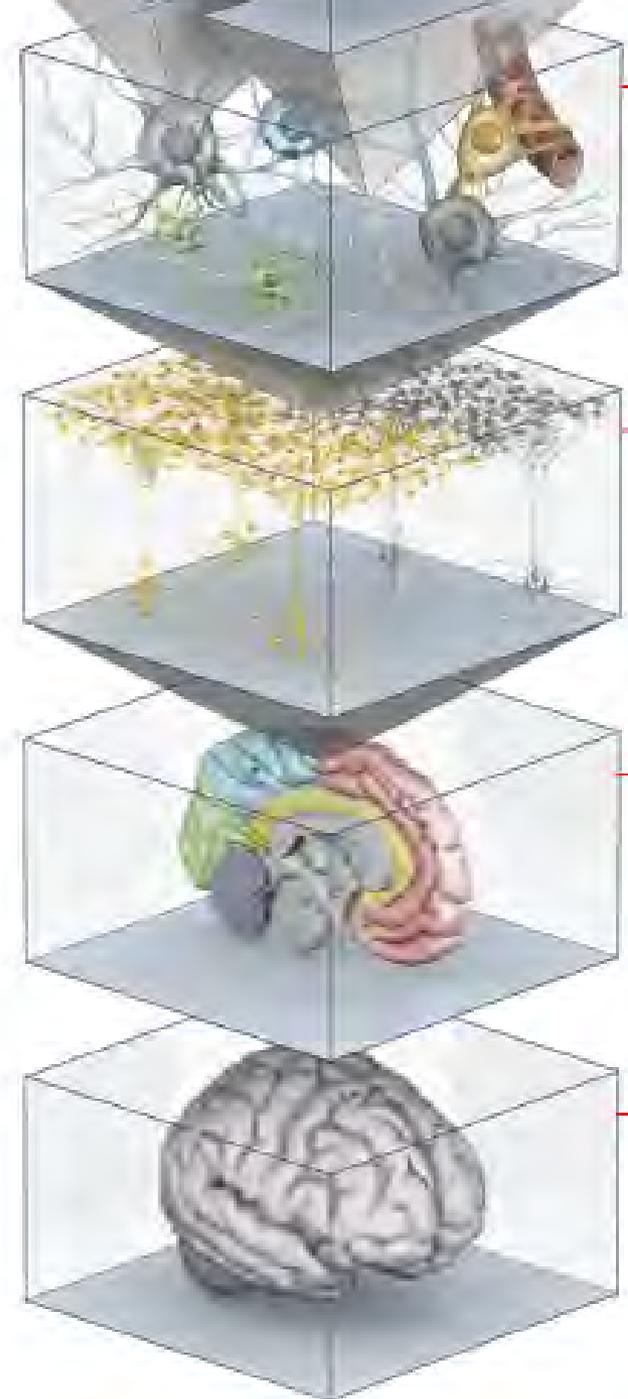
<http://news.sciencemag.org/brain-behavior/2015/07/detailed-video-mouse-brain-will-make-you-think-twice-about-studying>

Without seeing the brain's wiring on a synaptic level, some neuroscientists believe we'll never truly understand how it works.

Others worry that a flood of data will drown the field...



l'échelle « meso »



À l'échelle « meso » :

Méthode / Technique :

Mouse Brain Architecture Project

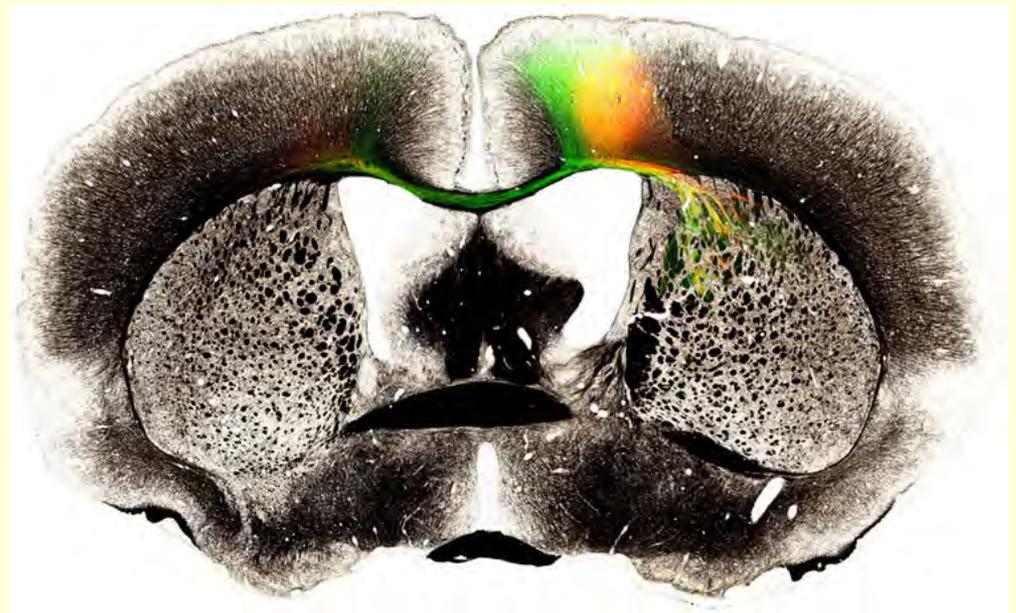
<http://brainarchitecture.org/mouse/about>

Projet de cartographie de l'ensemble des connexions cérébrales de la souris à l'échelle « **mésoscopique** », plus fine que celle que l'on peut obtenir avec l'imagerie cérébrale, mais allant moins dans le détail que la microscopie électronique, capable de montrer le détail des synapses.
(mais applicable sur des cerveaux entiers que pour de très petits cerveaux, comme celui de la mouche à fruits)

Les neurobiologistes du Cold Spring Harbor Laboratory, aux États-Unis, ont rendu public le **1^{er} juin 2012** les premiers 500 téraoctets de données.

Ce genre de projet est rendu possible par les bas coûts et les grandes capacités de **stockage** des ordinateurs d'aujourd'hui.

Ils étaient simplement impensable il y a une dizaine d'années à peine.



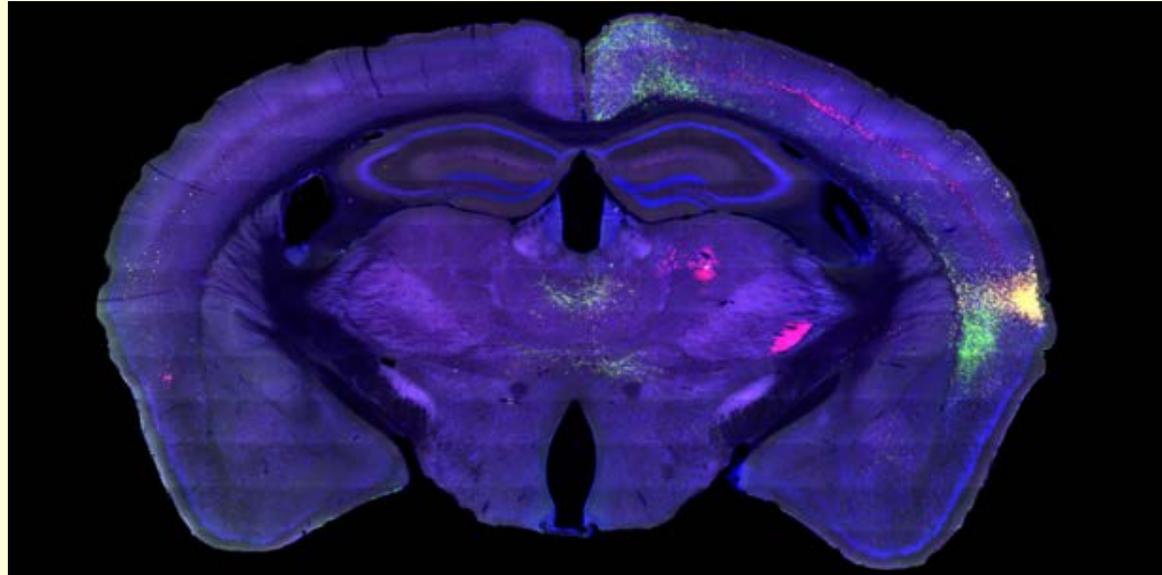
Neural Networks of the Mouse Neocortex

Zingg B., Hintiryan H., Gou L., Song M., Bay M., Bienkowski M., Foster N., Yamashita S., Bowman I. & Toga A. & Dong H.W. (2014).

Cell, 156 (5) 1096-1111.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0092867414002220>

Mouse Connectome Project (MCP)



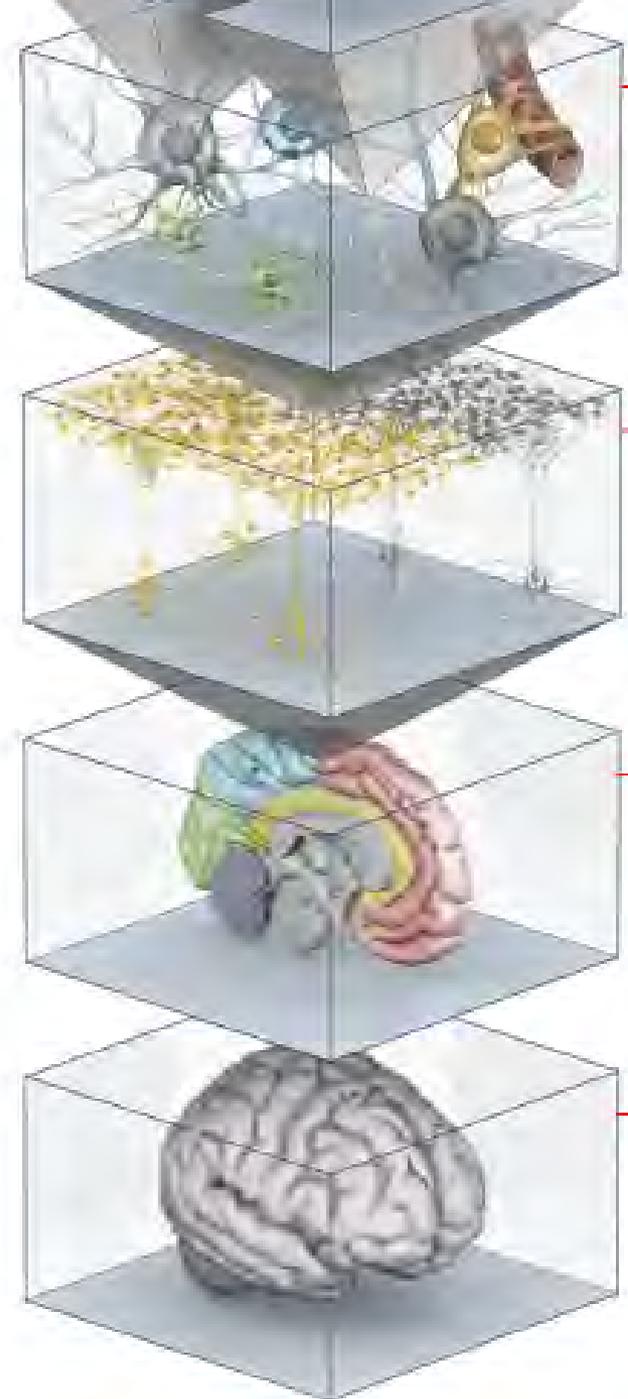
*“The MCP also used an advanced method to map the brain circuits better: **double coinjection tract tracing**.*

*The researchers injected one **anterograde** tracer, which travels down the axons of the cell, and one **retrograde** tracer, which travels up toward the cell body, simultaneously to examine the input and output pathways of the cortex.”*

Mapping the Information Highway in the Brain

<http://knowingneurons.com/2014/03/26/mapping-the-information-highway-in-the-brain/>
<http://knowingneurons.com/2014/03/26/mapping-the-information-highway-in-the-brain/>

l'échelle « macro »



À l'échelle « macro » :

BigBrain

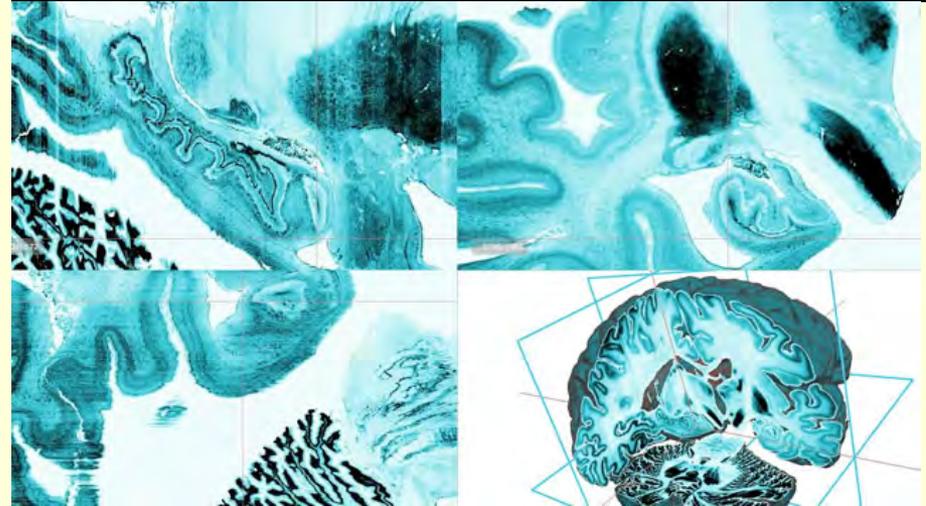
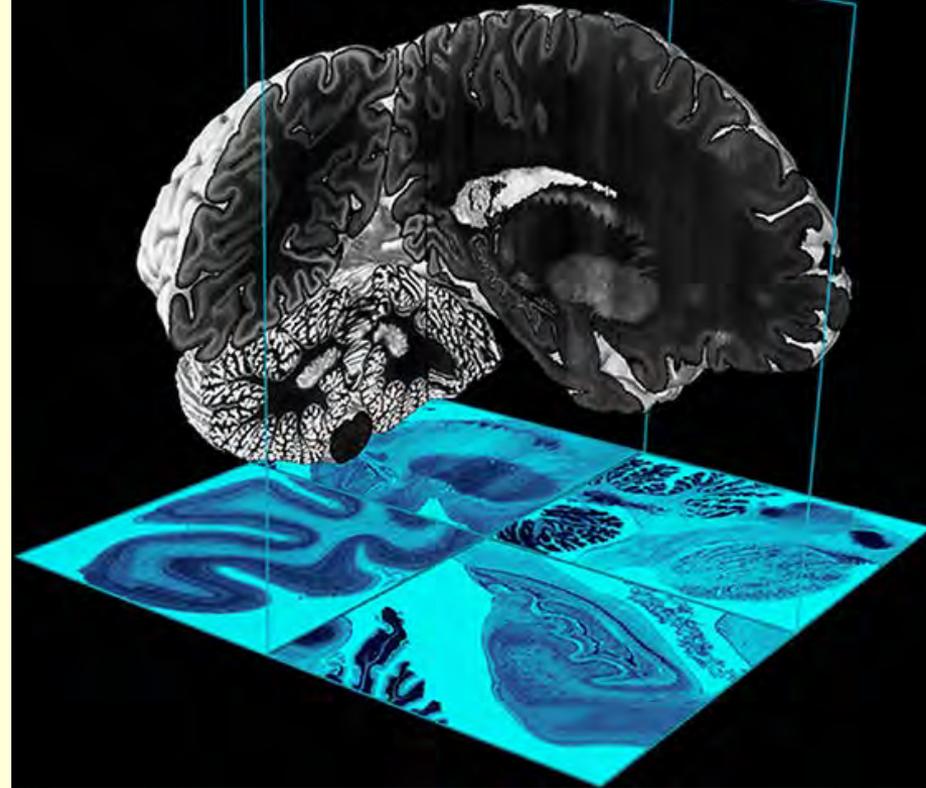
Un groupe international de chercheurs en neurosciences ont tranché, imagée et analysé le cerveau d'une femme de 65 ans, pour créer **la carte la plus détaillée de l'intégralité d'un cerveau humain.**

Cet atlas 3D a été rendu public en **juin 2013** et est le fruit du travail de scientifiques du Montreal Neurological Institute et du German Forschungszentrum Jülich et fait partie du Human Brain Project.

3D Map Reveals Human Brain in Greatest Detail Ever

<http://www.livescience.com/37605-human-brain-mapped-in-3d.html>

Méthode / Technique :



L'atlas a été réalisé grâce à la compilation de 7400 des tranches de ce cerveau conservé dans de la paraffine, chacune plus fine qu'un cheveu humain (20-microns).

Il a fallu 1000 heures pour les imager à l'aide d'un scanner à plat, générant ainsi 1 milliard de milliards d'octets de données pour **reconstruire le modèle 3D du cerveau sur un ordinateur.**



Des **cerveaux de référence** ont déjà été cartographiés avec l'IRMf, mais ils n'ont une résolution que de 1 mm cube alors que les tranches de 20 μm de BigBrain permettent une **résolution 50 fois meilleure.**

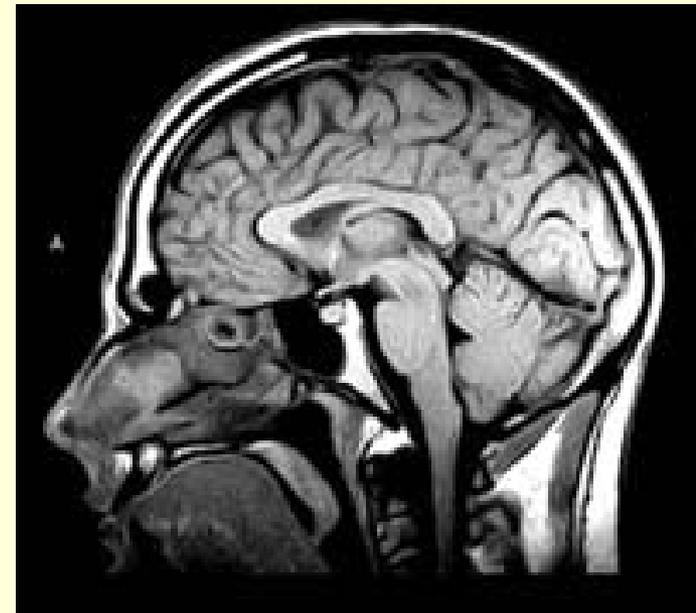
Chez des sujets vivants maintenant...

L'imagerie par résonance magnétique (IRM)

L'avènement de l'IRM à la fin des années **1970** a eu l'effet d'une bombe dans le milieu médical.

Cette nouvelle technique n'utilisait *ni les rayons X*, ni les ultrasons, mais faisait plutôt appel aux **champs magnétiques** en exploitant des propriétés physiques de la matière au niveau sub-atomique,

en particulier de l'eau qui constitue environ les trois quart de la masse du corps humain.



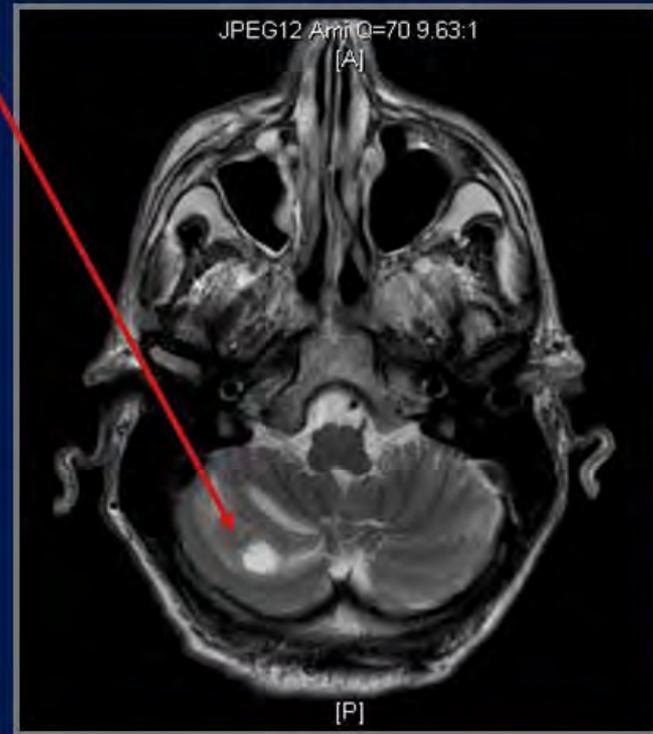
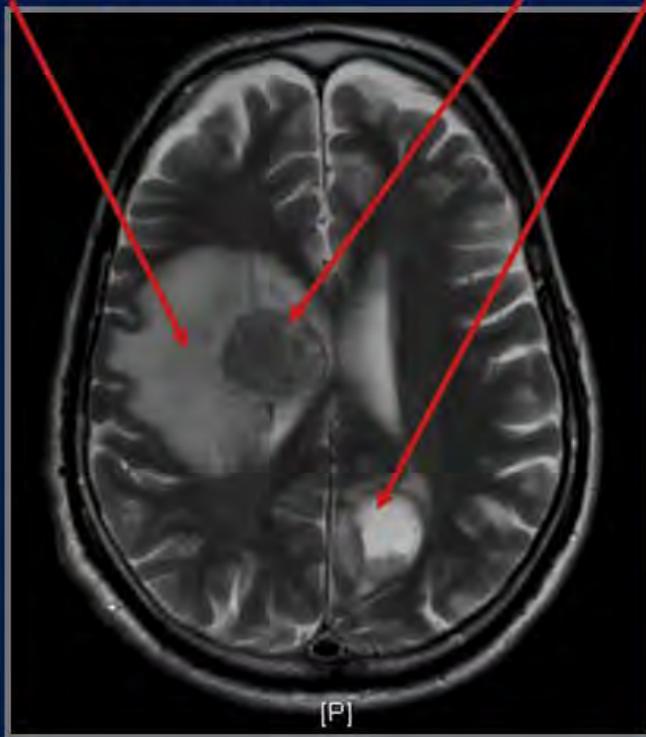
L'IRM, en plus
d'une **définition
supérieure au
CT scan** (rayons
X assistés par
ordinateur),



Brain Metastases on MRI Images

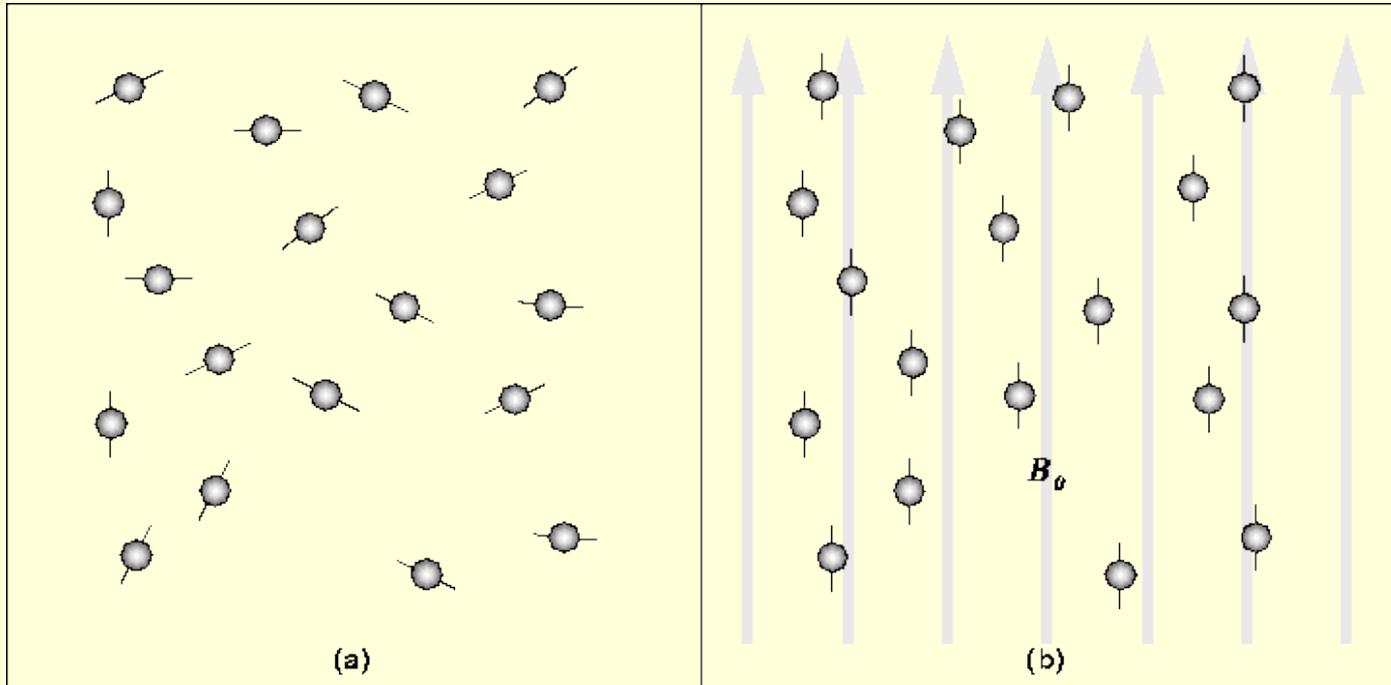
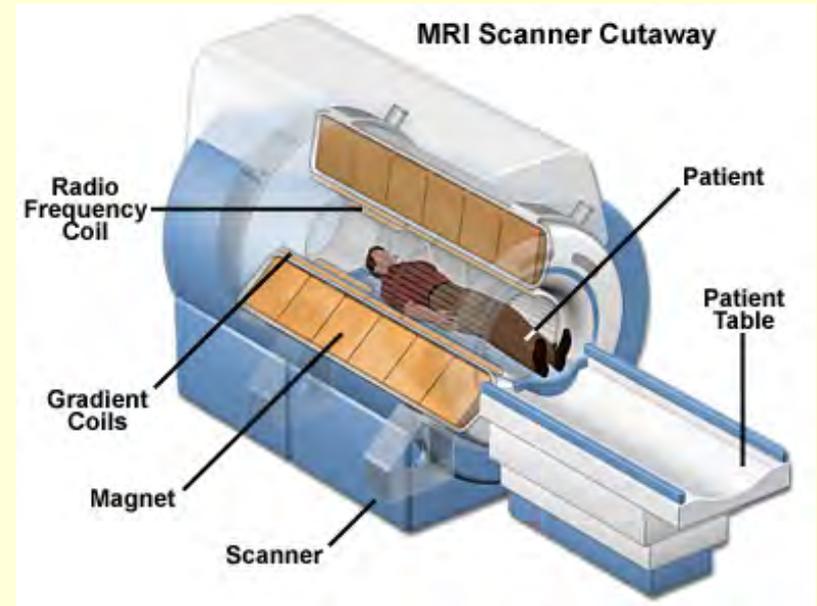
Edema (swelling)

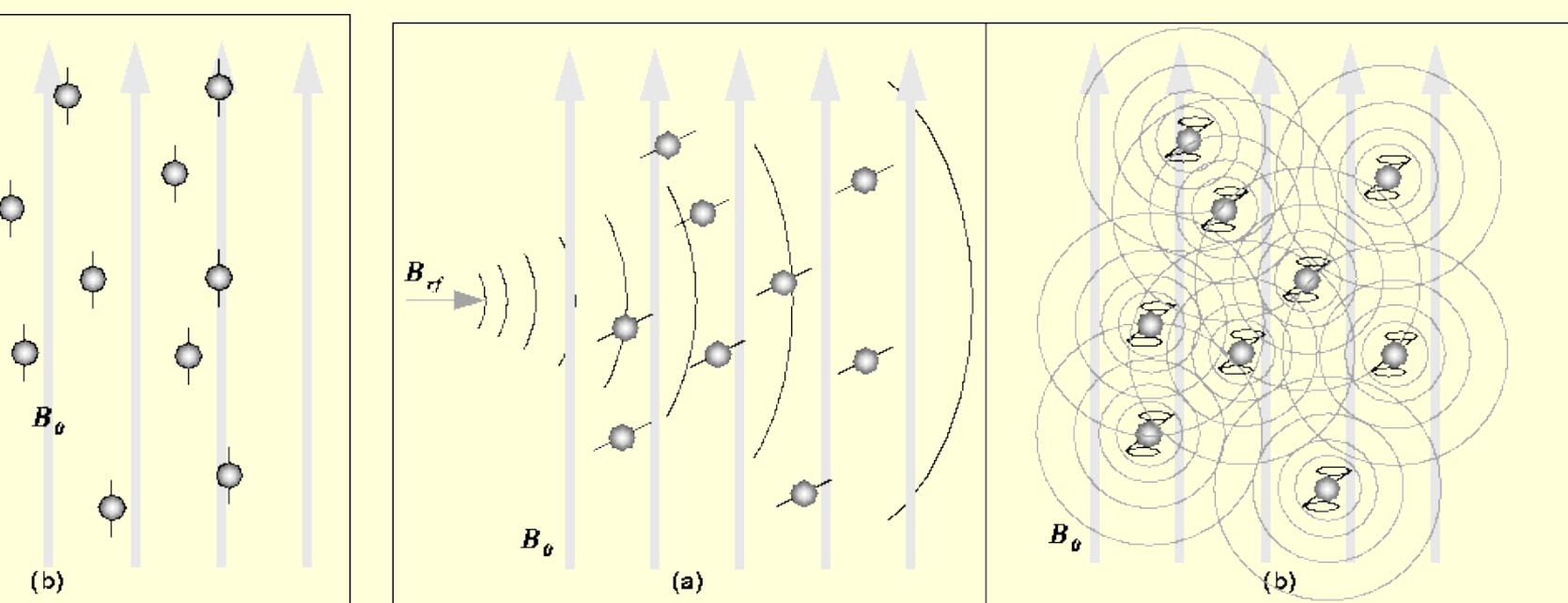
Brain metastases



Principe de fonctionnement :

- le **champ magnétique** de l'appareil de résonance magnétique **va aligner** celui, beaucoup plus faible, de chaque proton des **atomes d'hydrogène** contenus dans l'eau des différents tissus de l'organisme;





- la région dont on veut avoir une image est ensuite bombardée par des **ondes radios**;
- à l'arrêt des ondes radios, les protons retournent à leur alignement original en **émettant un faible signal radio** (la fameuse «résonance magnétique»);
- l'intensité de la résonance magnétique est **proportionnelle à la densité des protons dans le tissu**, et par conséquent à son taux d'hydratation;
- des capteurs spéciaux relaient cette information à un ordinateur qui combine ces données pour créer des images de coupe du tissu dans différentes orientations.



Le sujet reçoit les consignes et est introduit dans le scan d'IRMf.



Au bout de quelques minutes, l'ordinateur est en mesure de produire des images structurales en [IRM](#) de coupes sagittales (à gauche) et axiale (à droite) du cerveau du sujet.

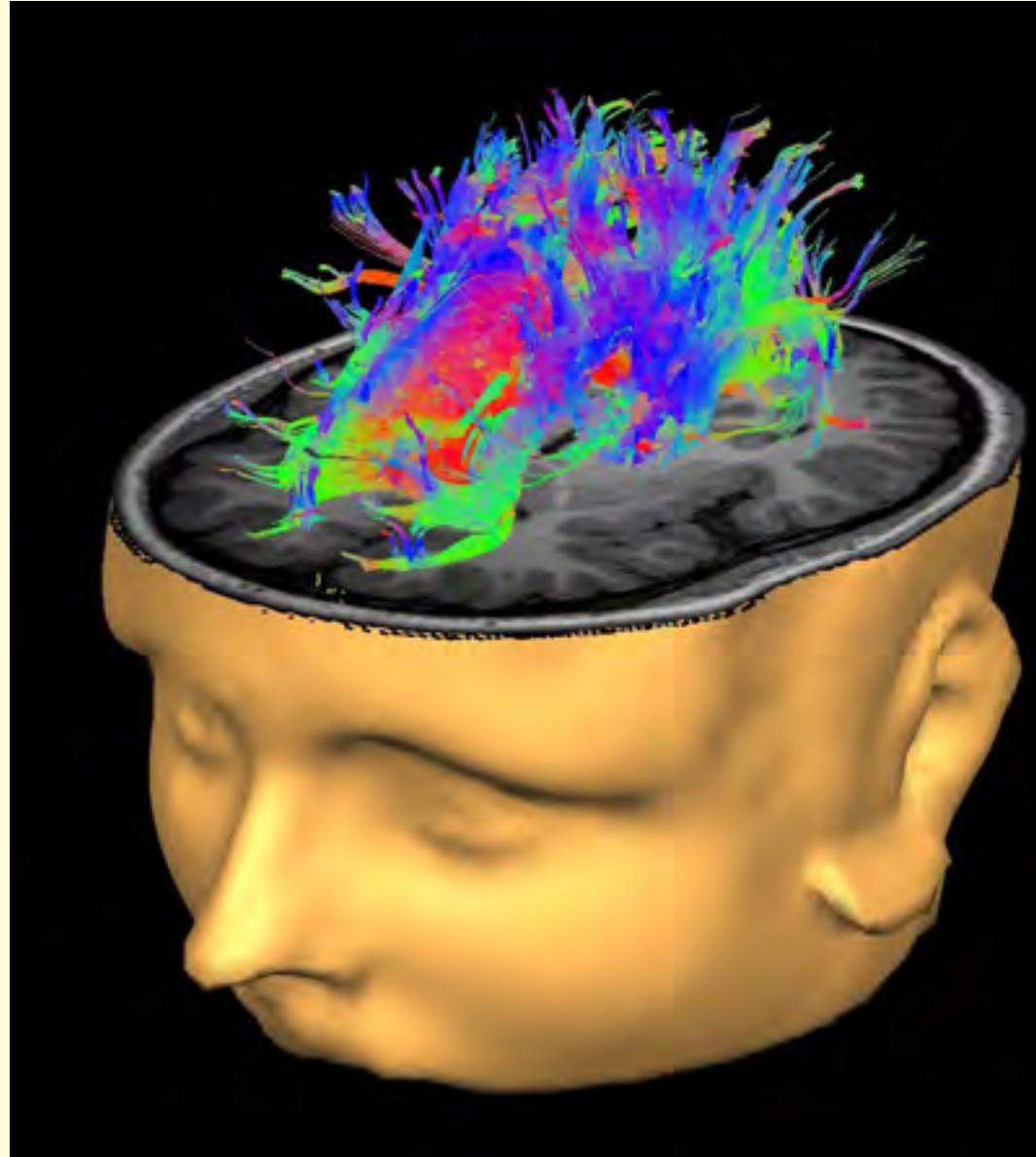


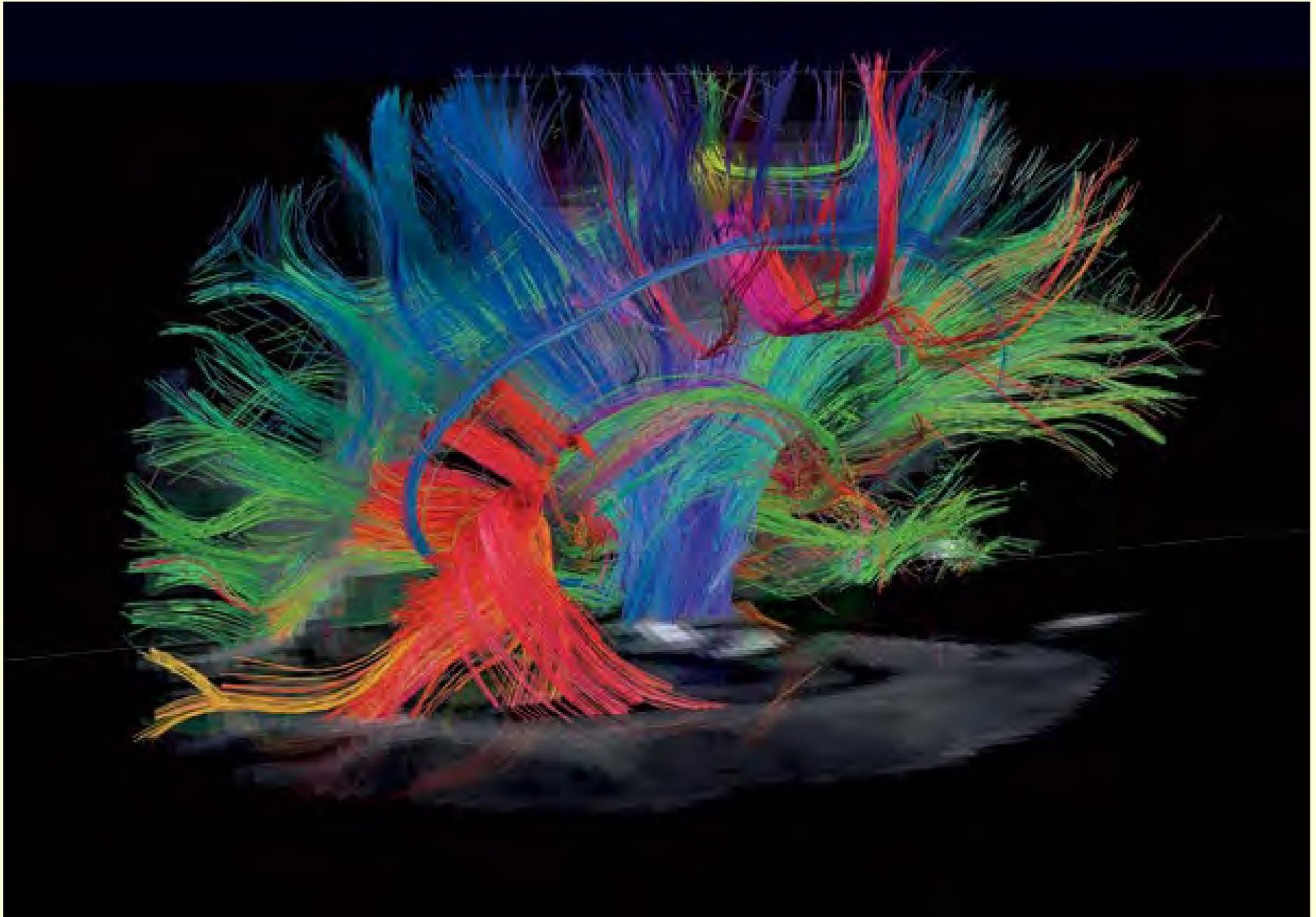
Une coupe sagittale mettant en évidence l'intérieur de l'hémisphère cérébral gauche du sujet.

Toujours chez des sujets vivants...

Imagerie de diffusion :

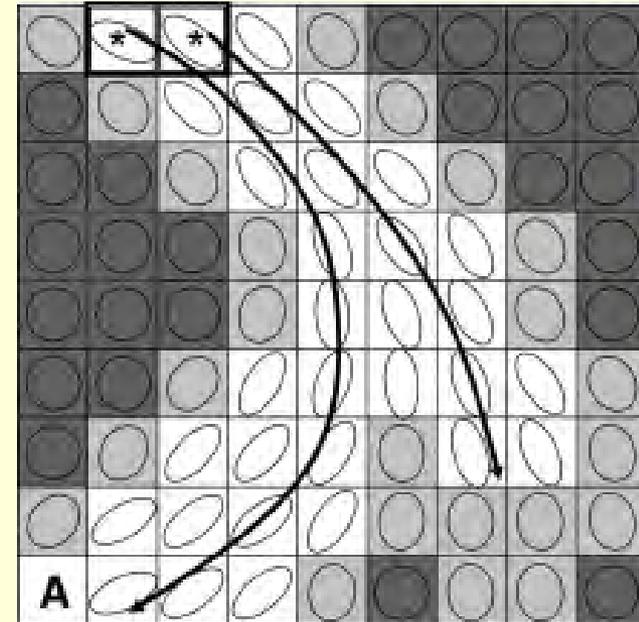
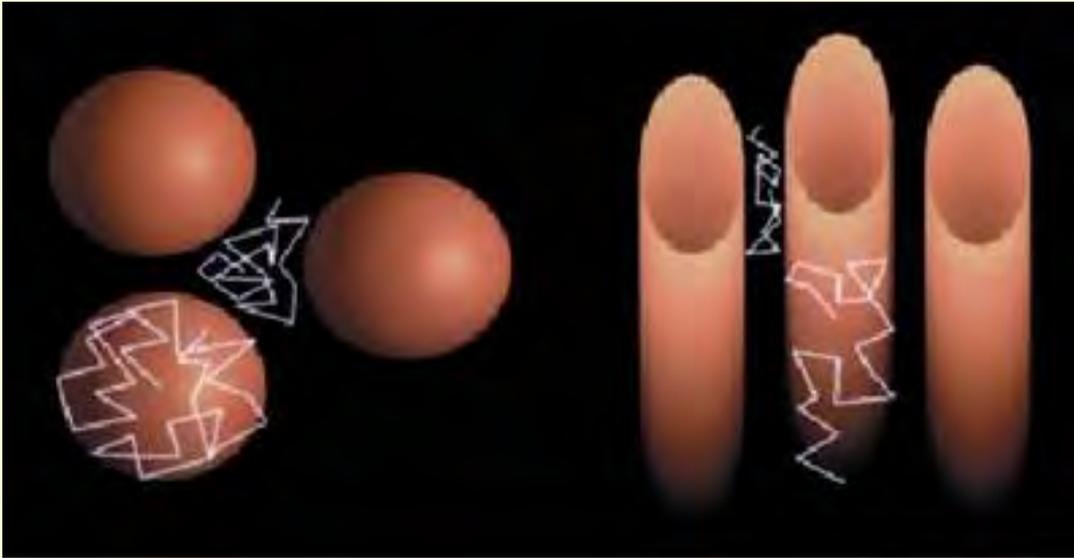
permet de voir les grands faisceaux de neurones chez un sujet vivant.



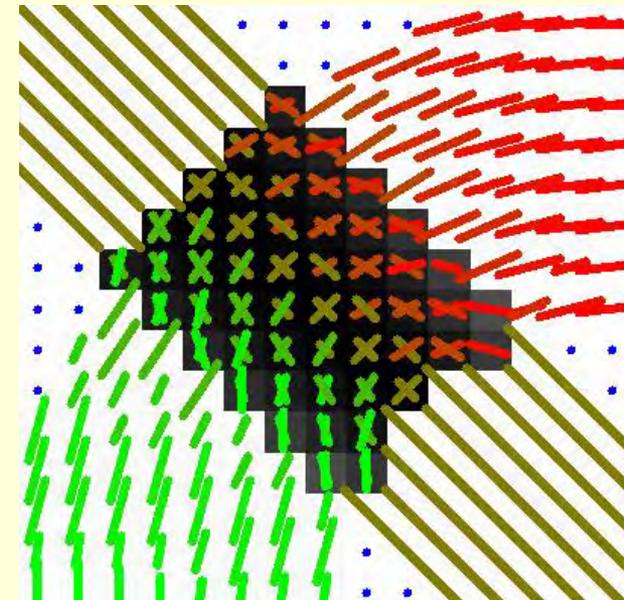


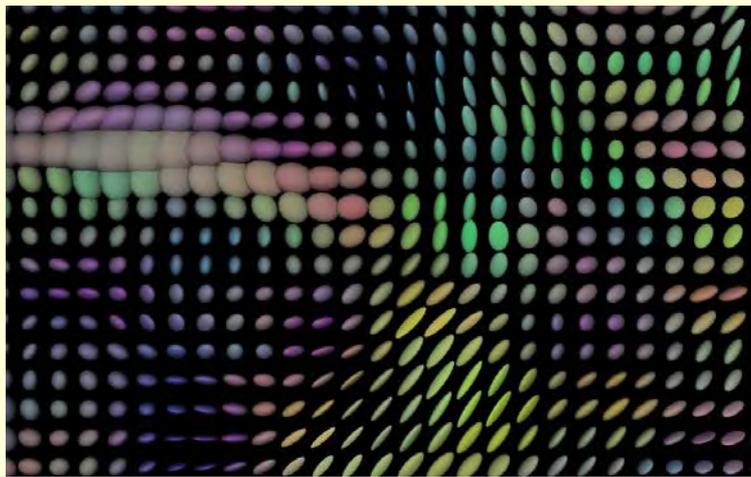
Principe à la base de l'imagerie de diffusion

Diffusion Tensor Imaging (DTI)



diffusion spectrum imaging (DSI)





PD Orientation Viewer

Scheme file options

no flip
 flip x
 flip y
 flip z
 Y X Z
 SAVE SC

Show vectors
 Zoom

Grey gamma

 RGB gamma

96 137 0
0.704768 0.176565 -0.687114 (0.000000)

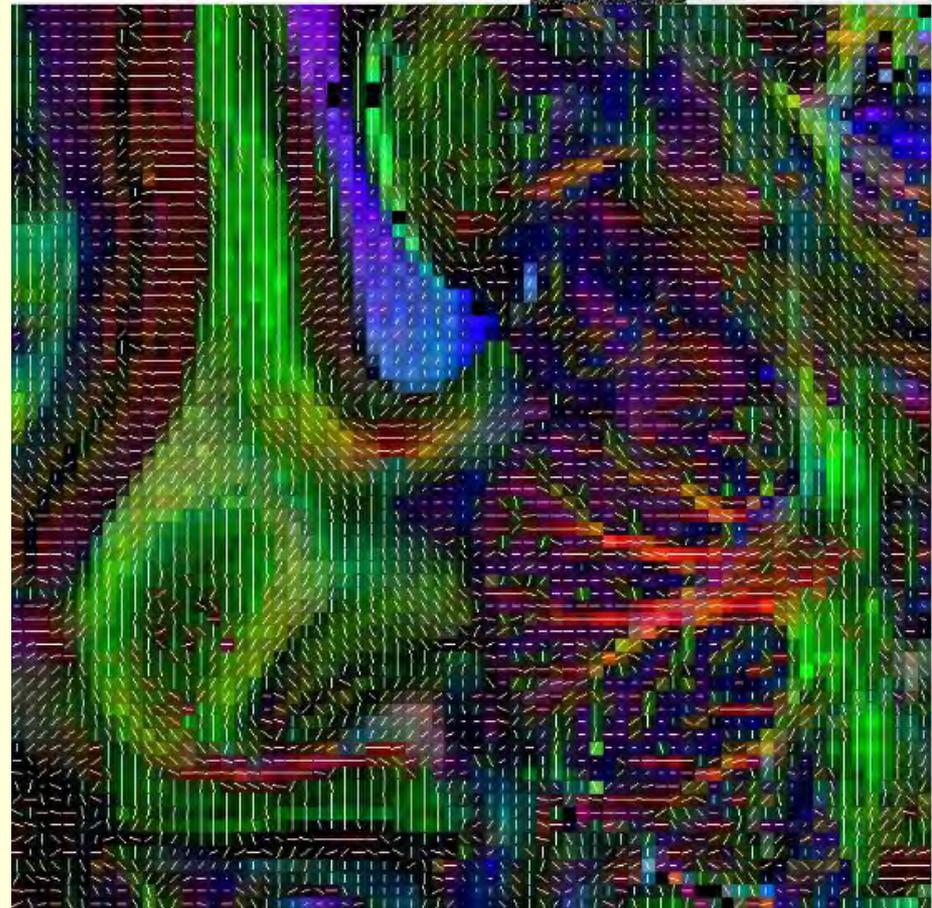
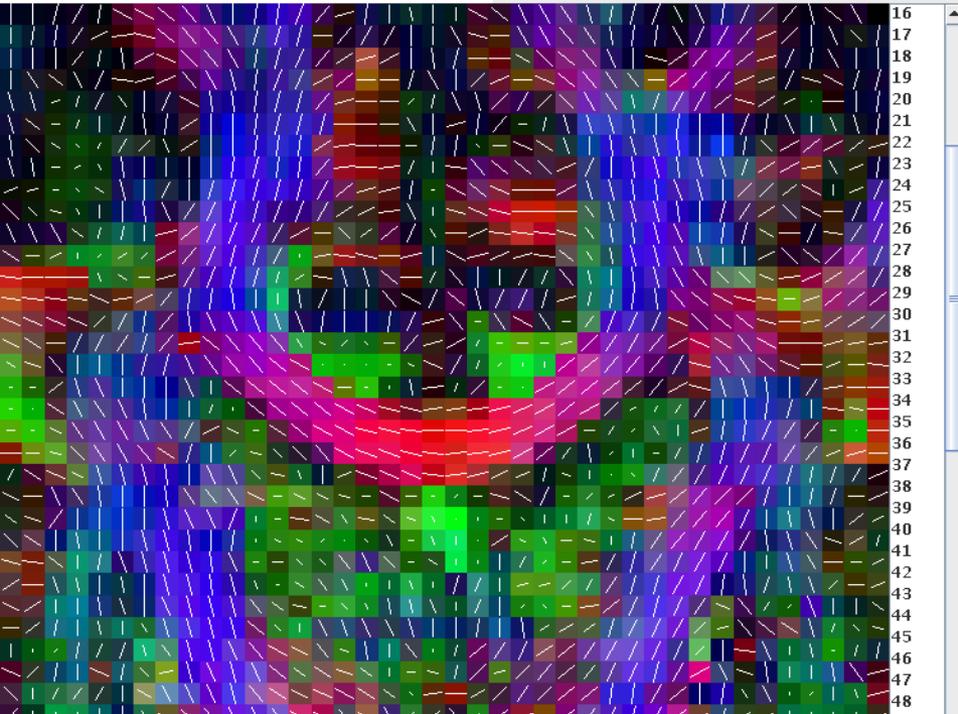
PD Orientation Viewer

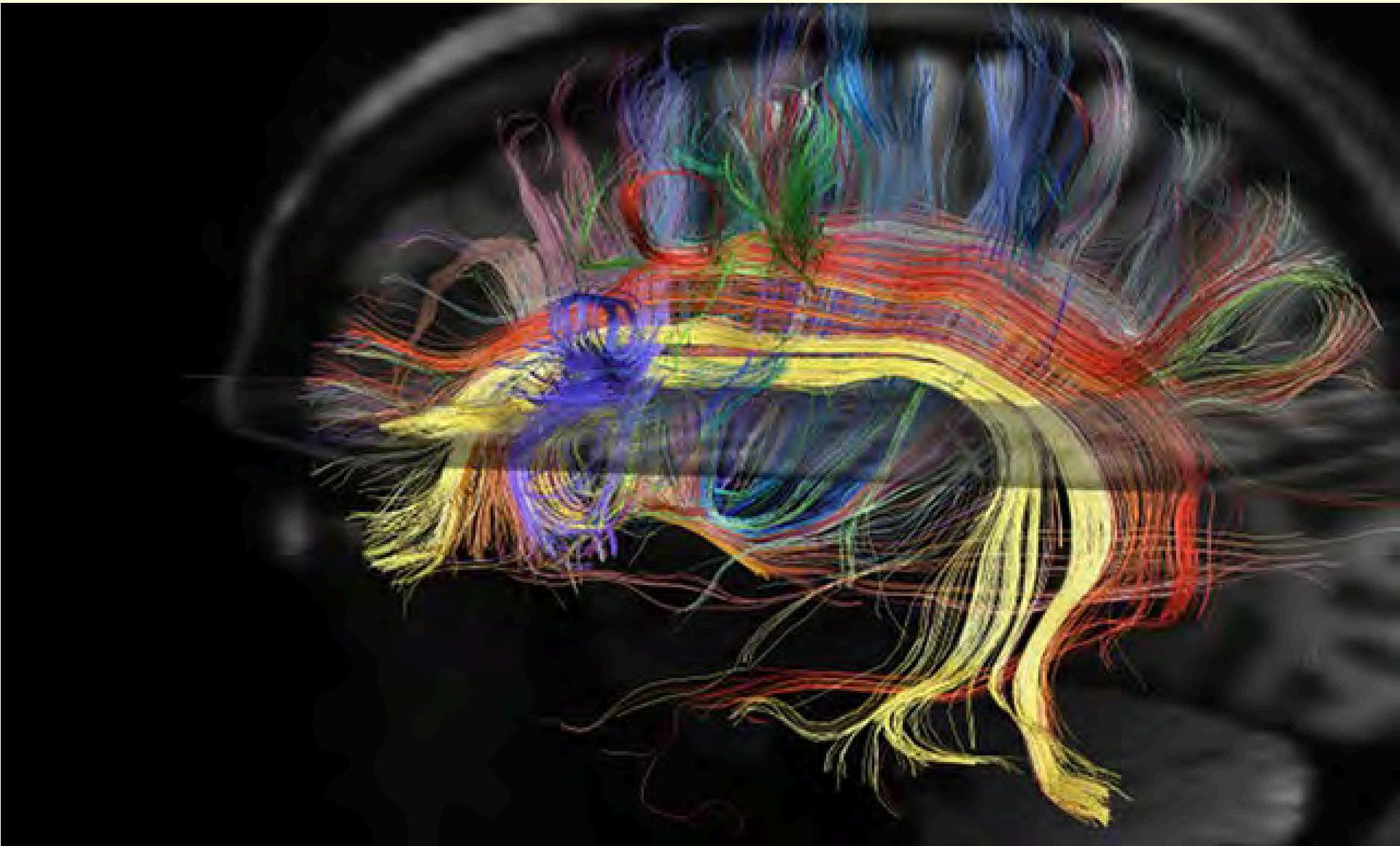
Show vectors
 Zoom

Grey gamma 0.7

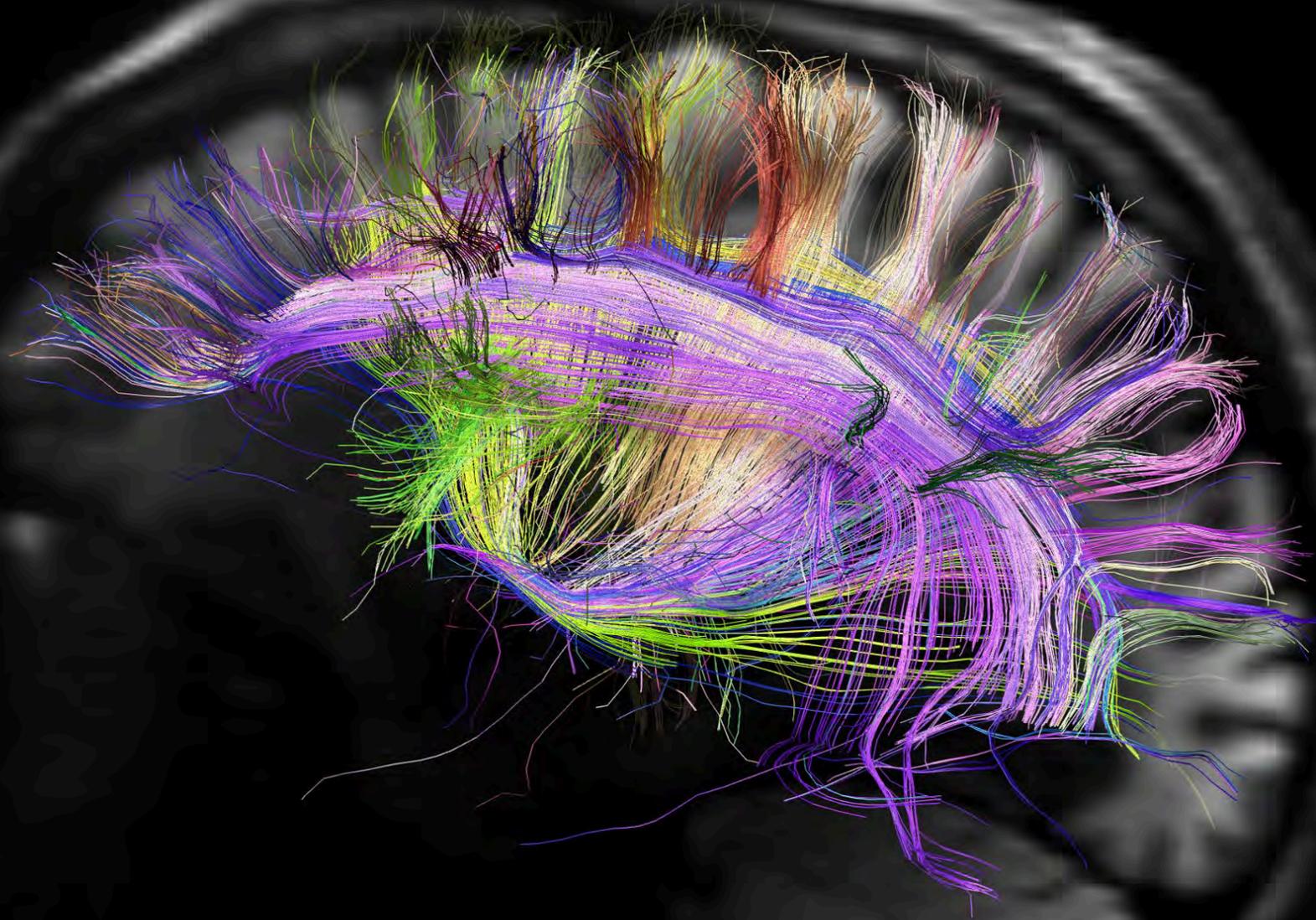
 RGB gamma 1.0

74 56 37
-0.293338 0.759015 0.581248 (0.135361)





Courtesy of VJ Wedeen and LL Wald, Martinos Center, Harvard Medical School, Human Connectome Project



Sherbrooke Connectivity Imaging Lab > Videos

http://scil.dinf.usherbrooke.ca/?page_id=468&lang=en

Le prestigieux **National Geographic** s'est intéressé aux travaux d'un informaticien de l'Université de Sherbrooke et d'un neurochirurgien du Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke (CHUS).

«Mon travail, c'est d'enlever la tumeur sans abîmer l'état des connexions encore fonctionnelles. Ces images nous permettront d'être beaucoup plus précis lorsqu'on va essayer de limiter l'étendue de la tumeur qu'on va enlever», explique le **neurochirurgien, David Fortin**.
[qui travaille en collaboration avec **Maxime Descoteaux** et son équipe]

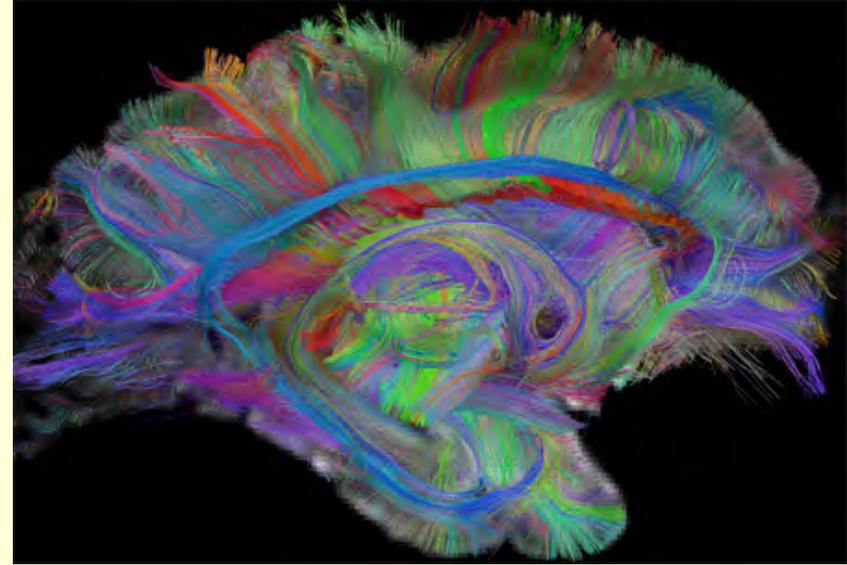
<http://tvanouvelles.ca/lcn/infos/regional/sherbrooke/archives/2014/01/20140127-192013.html>

27 janvier **2014**



Maxime Descôteaux et David Fortin

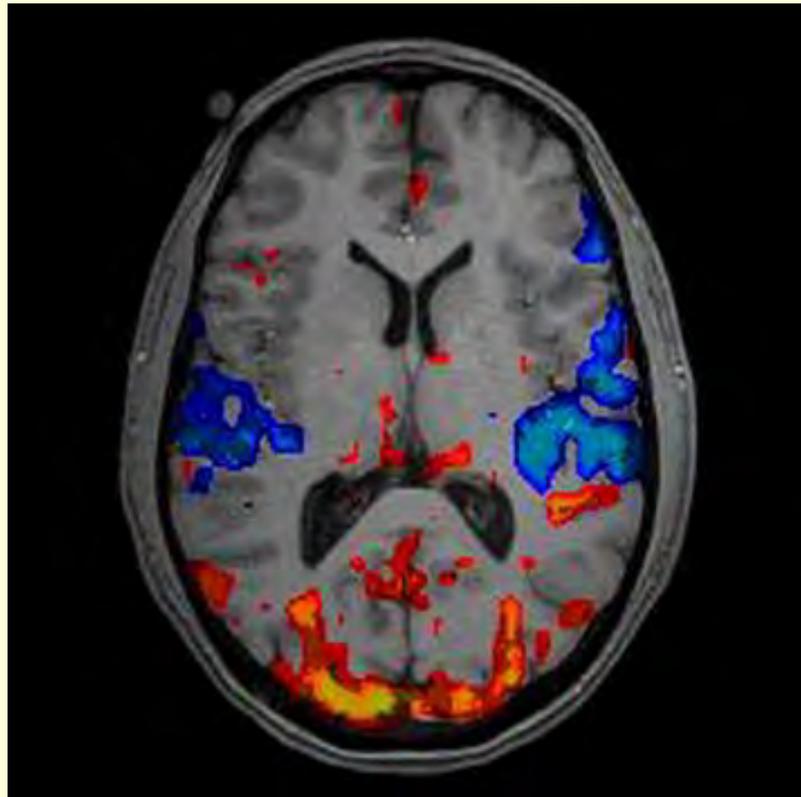
Limite / critique à l'IRM de diffusion :

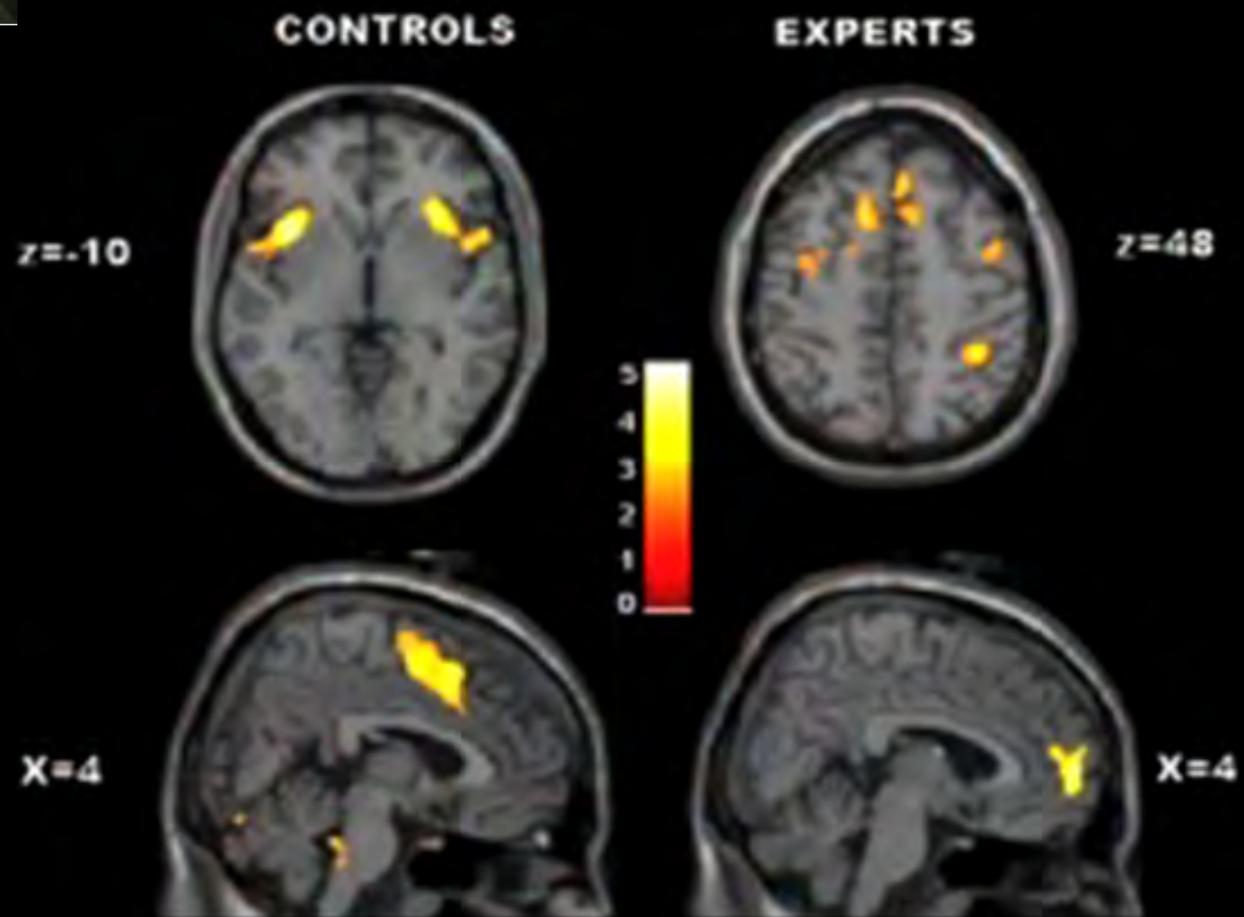


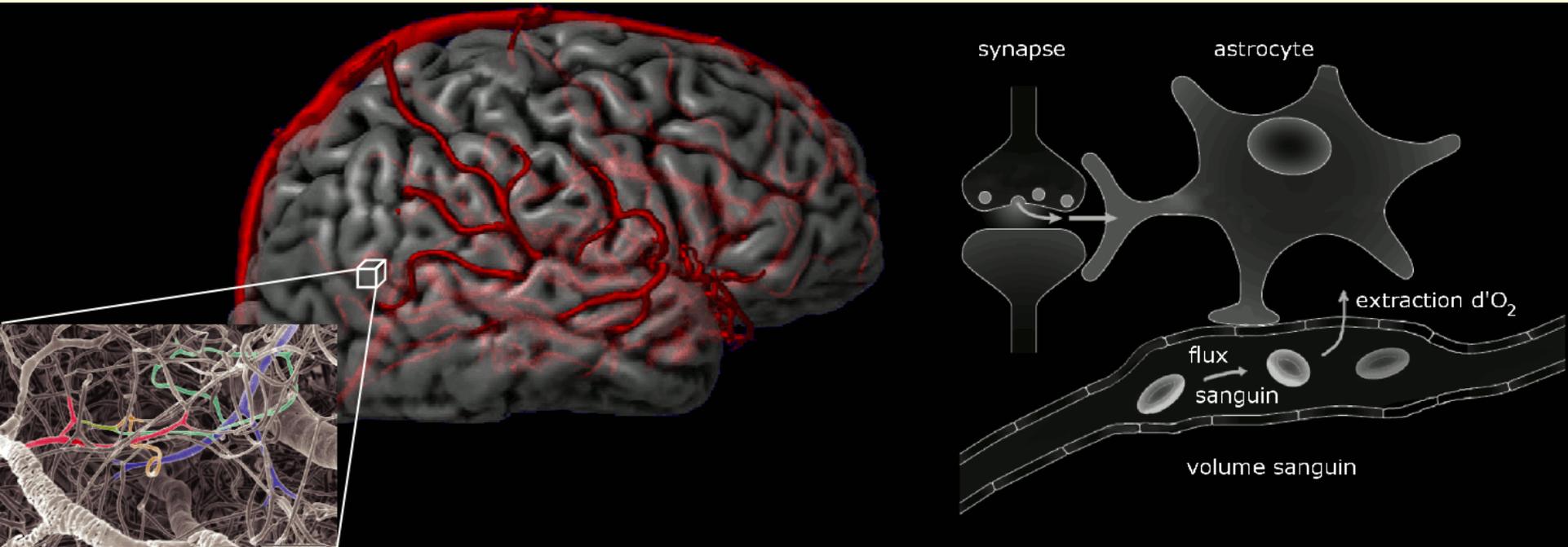
Ne voit pas les nombreux embranchements des axones (collatérales) que l'on observe sur les colorations traditionnelles à haute-résolution car avec l'IRM de diffusion chaque faisceau contient des milliers d'axons.

« The brain is not made up of point-to-point connections, it's made up of trees. »

Imagerie par résonance
magnétique fonctionnelle (IRMf)





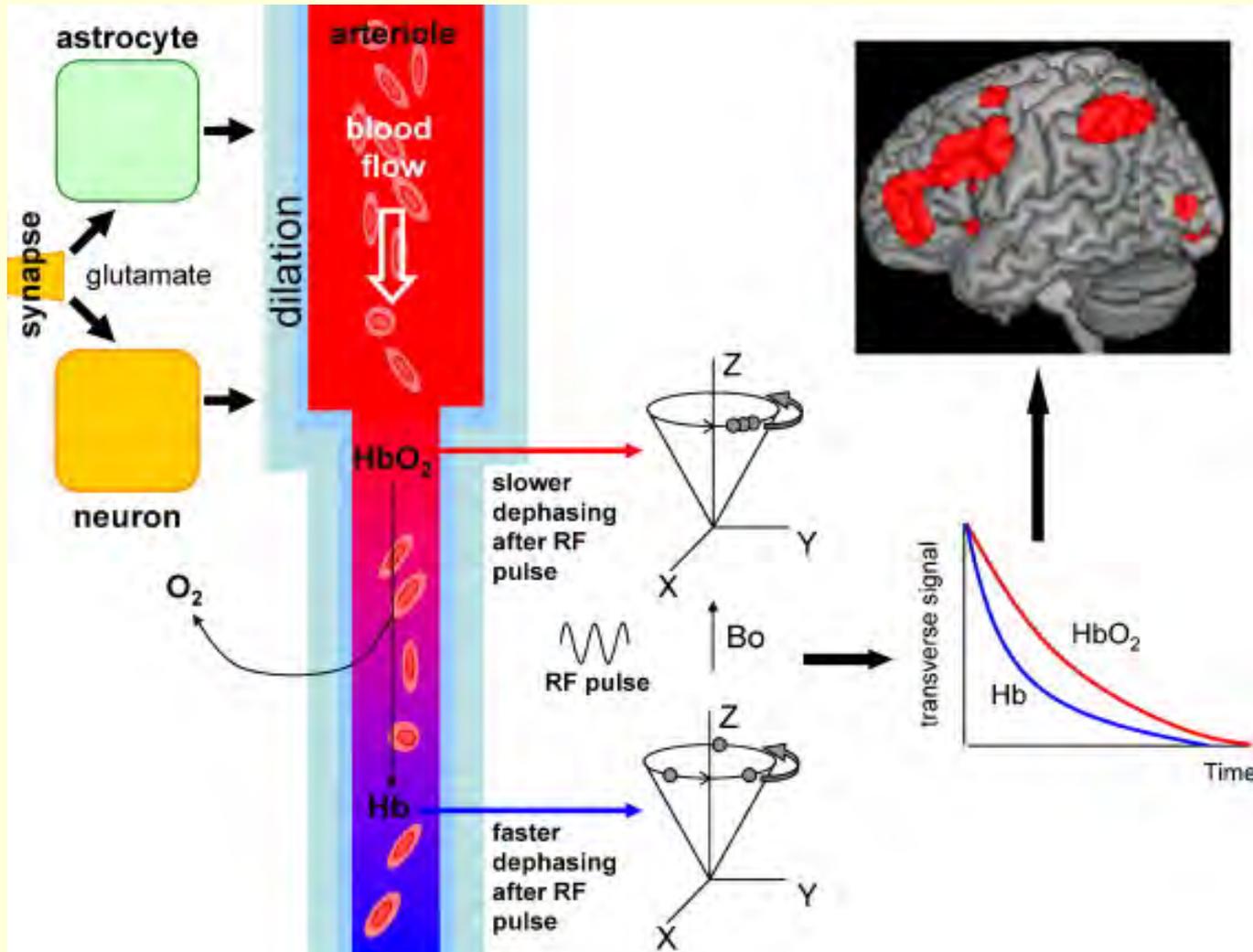


Tirée de Pierre Bellec

https://www.google.ca/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0ahUKEwir7vTM45rLAhXJ2D4KHf0cAG8QFgg4MAM&url=http%3A%2F%2Fwww.bic.mni.mcgill.ca%2Fusers%2Fpbellec%2Fdata%2Freview_Isni.pdf&usq=AFQjCNGBiKg_wv2lF4DtIlo-0AvIsu1E_A&sig2=ty0vWUO22VVjepAAr_hCbw&cad=rja

(Figure adaptée de Harrison, 2002 and Pike, MNI (left panel) ; Heeger et Ress, 2002, Nature reviews neuroscience, 3 : 142-151 (right panel))

Cette **désoxy-hémoglobine** (l'hémoglobine débarrassée de son oxygène) a la propriété d'être paramagnétique : sa présence engendre dans son voisinage une faible perturbation du champ magnétique.



Parce que **le ratio signal / bruit est plutôt bas** avec l'IRMf :

- on peut manquer des choses, par exemple un petit groupe de neurones étant actifs dans une zone plus large qui ne l'est pas; ou l'inverse, un petit groupe de neurones moins actifs dans une zone très activée.
- on doit faire les expériences sur plusieurs sujets et utiliser des **méthodes statistiques** pour identifier ce qui est significatif dans les fluctuations observées. Cela veut donc dire qu'il y aura plusieurs façons d'analyser les données et de les interpréter. Ce qui fait dire à certains que : "If you try them all, you're going to find something"...
- ces méthodes statistiques peuvent être mal comprises ou mal utilisées;
Par exemple :

POWER FAILURE: WHY SMALL SAMPLE SIZE UNDERMINES THE RELIABILITY OF NEUROSCIENCE

Katherine Button et al.

Nature Reviews Neuroscience, avril **2013**

Le nombre de sujets participant aux études d'imagerie cérébrale serait en général **trop petit** pour assurer la fiabilité du phénomène décrit.

Selon l'analyse de Button, sur 48 expériences d'imagerie publiées durant l'année 2011, la plupart n'aurait une puissance statistique qu'avoisinant les **20 %**.

Autrement dit, il n'y aurait **qu'une chance sur cinq** que l'activation cérébrale suspectée soit mise en évidence de manière fiable.

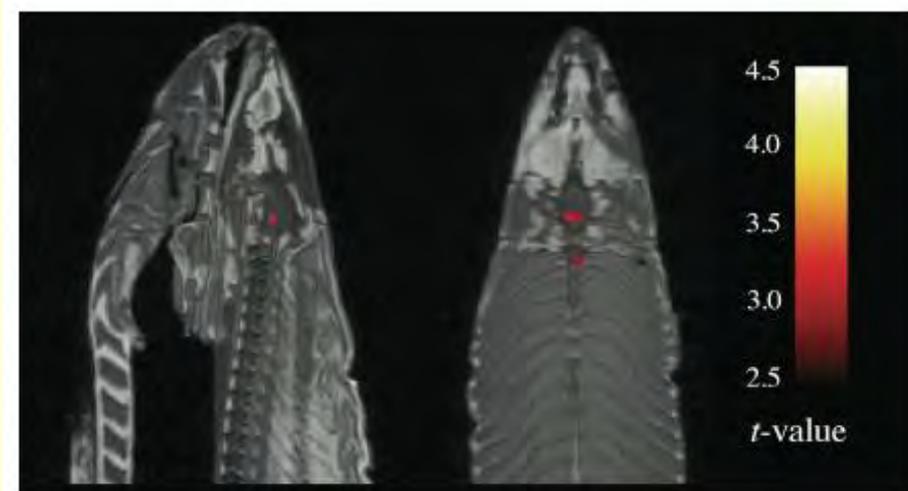
Bref, si les premières études d'imagerie ont pu identifier les circuits cérébraux de comportements simples avec de petits échantillons de sujets seulement, les effets recherchés aujourd'hui sont beaucoup plus subtils et nécessiteraient des échantillons autrement plus grands.

Et finalement :

L'une des critiques les plus médiatisées, de par son caractère impertinent et provocateur : l'histoire du saumon mort dont certaines régions du cerveau et de la moelle épinière **s'activaient en réponse à des stimuli sociaux conçus pour des humains !**

En réalité, il n'y avait évidemment pas d'activation cérébrale, mais la méthodologie et les calculs faits par l'appareil de résonance magnétique fonctionnel (IRMf) faisaient apparaître des taches de couleur au niveau du cerveau.

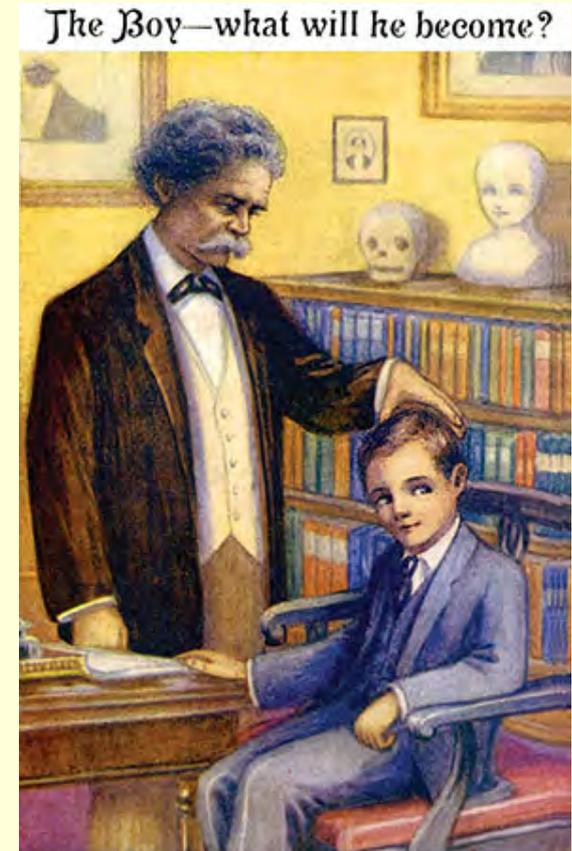
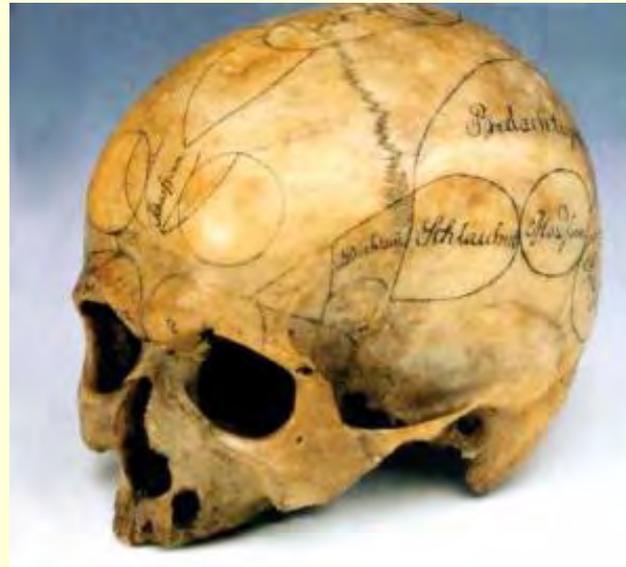
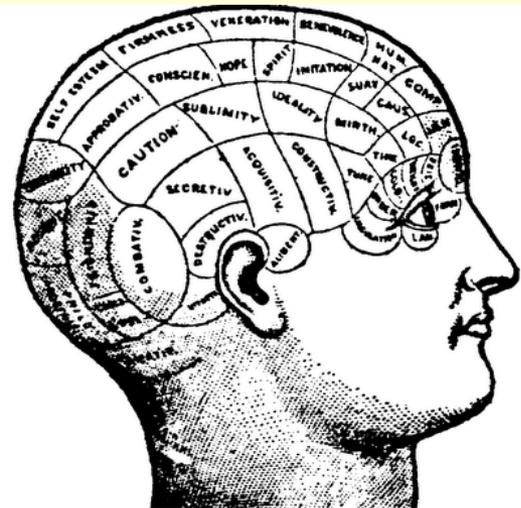
Alors qu'il devait servir de simple test pour **calibrer les contrastes de l'appareil**, le célèbre saumon mort allait devenir le caillou dans le soulier que l'IRMf traîne encore aujourd'hui...



Bref, pour certains :

L'IRMf ne serait qu'une **forme moderne de la phrénologie !**

Ou encore : la « **Blobology** »,
la « science des tâches de couleur » !



« **Not this ridiculous fMRI phrenology shit again !** »

9 octobre 2011 | 0 Commentaire

Découverte de la région du cerveau qui permet de faire la différence entre l'imagination et la réalité.



3^e heure : LES RÉSEAUX DU CERVEAU

connectome

spécialisation cérébrale ?

neuromodulation

réseaux

attention

conscience

émotion

Newly Discovered Brain Region Helps Make Humans Unique

By Tia Ghose, Staff Writer | January 28, 2014 12:00pm ET

f 864

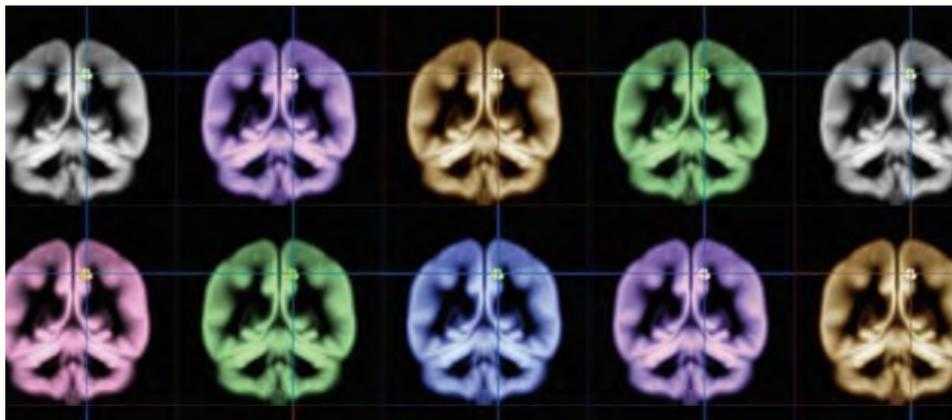
t 77



Scientists have identified a part of the brain that seems to be unique to humans.

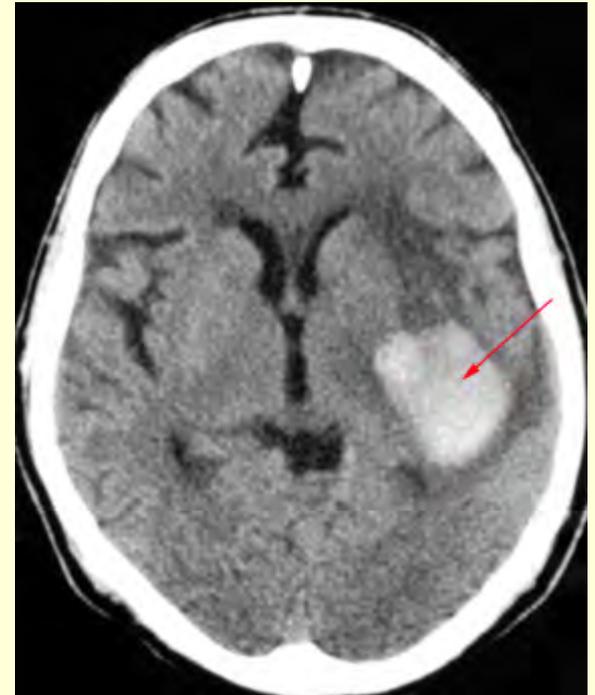
Scientists have located the happiness center in the brain

AFP Relaxnews | 24 November, 2015 12:08



Débat / Controverse :

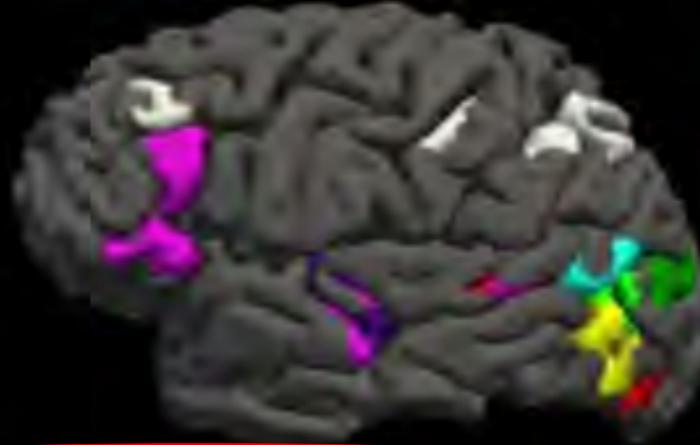
Neuropsychology in general, and the neuropsychological assessment of brain injury patients in particular, has long been associated with support for the **localization** side of this spurious debate, because when focal (i.e. highly localized) brain injuries appear to result in **very specific cognitive deficits**, it can be hard to resist the conclusion that the patient has damaged (and the scientist has thereby discovered) “the” brain region for the impaired aspect of cognition.



“Strict localization” :

Nancy Kanwisher

<http://nancysbraintalks.mit.edu/>



- ?
- The human mind and brain contains a set of highly specialized components, each solving a different, specific problem.

In that sense, yes we are glorified insects, cognitively.

- But at the same time:

we may have more of these specialized components

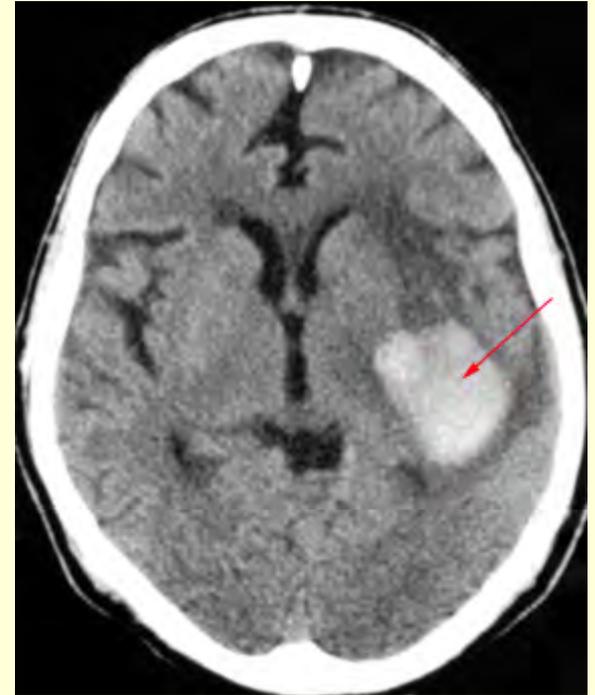
we may have a few extra fancy ones unique to humans

we *also* have general-purpose machinery enabling us to go beyond these narrow domains

Plusieurs données remettent en question une conception très **spécialisée** des aires cérébrales héritée en grande partie de l'idée de **module spécialisé** (cognitivisme, Fodor...).

Débat / Controverse :

Of course, one should resist, if for no other reason (and there are so many other reasons!) than **the injury might merely have cut off communication between the brain regions actually responsible for the impaired ability.**



“Functional specialization” has become one of the enduring theoretical foundations of cognitive neuroscience.

Specialization alone, however, cannot fully account for most aspects of brain function.

Mounting evidence suggests that **integrative processes and dynamic interactions across multiple distributed regions and systems** underpin cognitive processes as diverse as visual recognition [2], language [3], cognitive control [4], emotion [5], and social cognition.”

Network hubs in the human brain

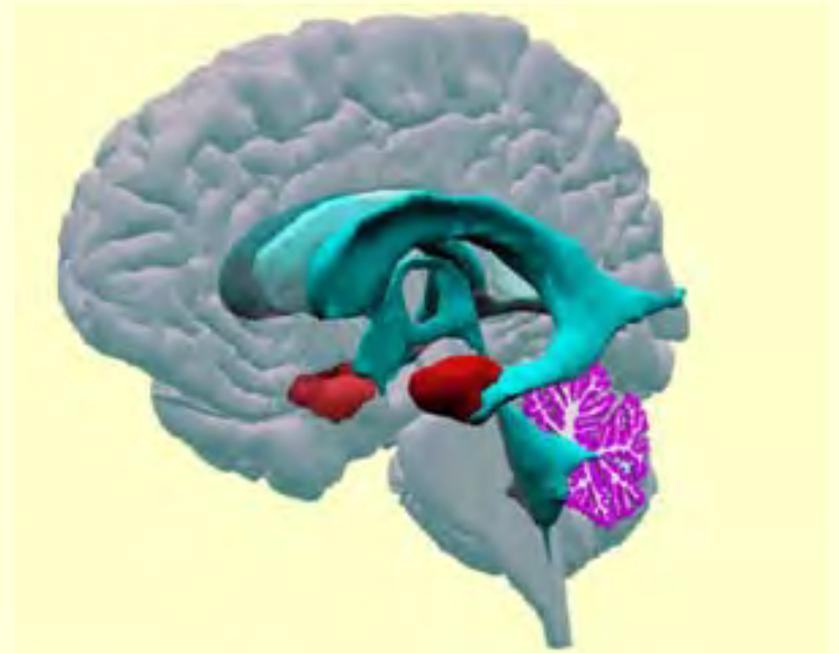
Martijn P. van den Heuvel, Olaf Sporns

[http://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/pdf/S1364-6613\(13\)00216-7.pdf](http://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/pdf/S1364-6613(13)00216-7.pdf)

Exemple :



Amygdale = peur ?



Exemple :



Amygdale ~~X~~ peur ?

Non. Amène une composante de « préoccupation » qui, en collaboration avec d'autres régions, va correspondre à différents états affectifs.



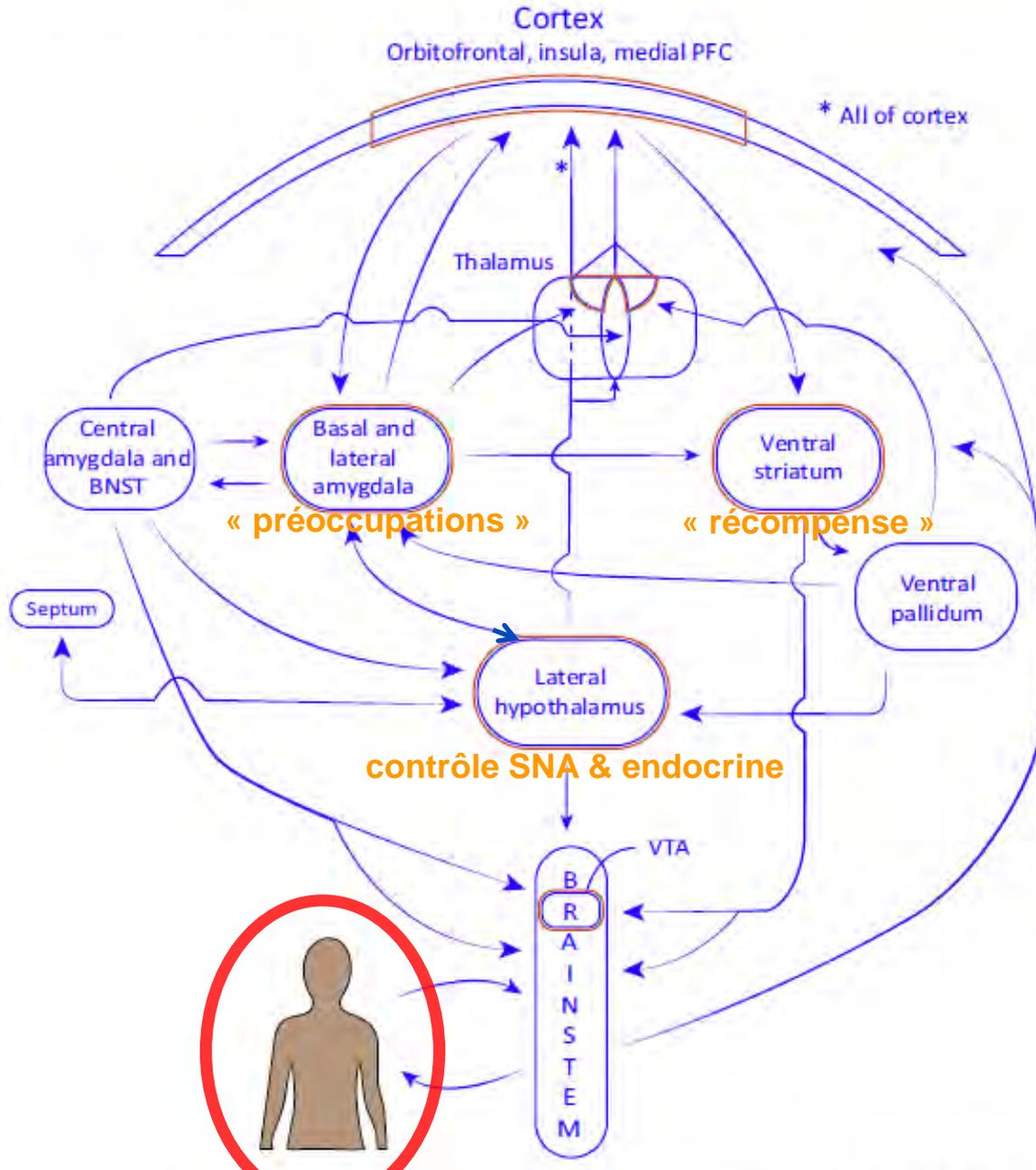
Exemple :

As an additional recommendation, a complementary summary can be generated by characterizing the (multiple) functions of specific circuits of interest which can be summarized via a **'functional diversity profile'**.

For example, **in the case of the amygdala [...], it would involve arousal, vigilance, novelty, attention, value determination, and decision making, among others.**

Amygdale = peur ?

Non. Amène une composante de « préoccupation » qui, en collaboration avec d'autres régions, va correspondre à différents états affectifs.

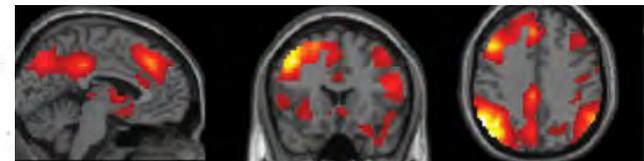
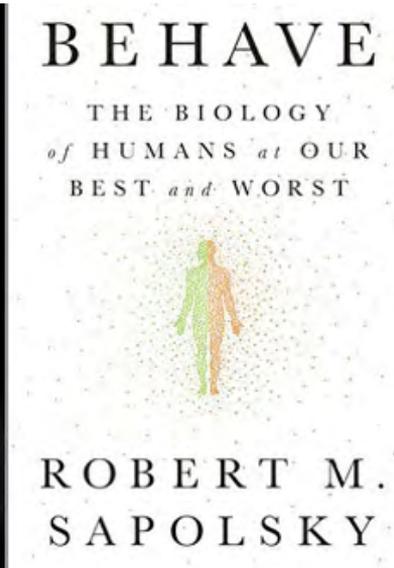


Autrement dit,
l'amygdale n'agit pas seule :

elle s'intègre dans différents circuits cérébraux impliquant plusieurs structures,

ici dans un réseau relié aux **émotions.**

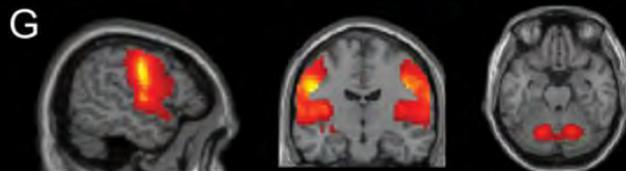
large. Given that every brain region is getting projections from and sending projections to a zillion other places, it is rare that an individual brain region is “the center for” anything. Instead it’s all networks where, far more often, a particular region “plays a key role in,” “helps mediate,” or “influences” a behavior. The function of a particular brain region is embedded in the context of its connections.



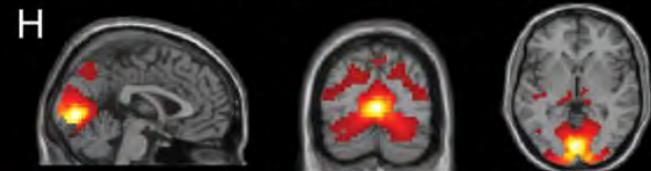
Working memory network (left)



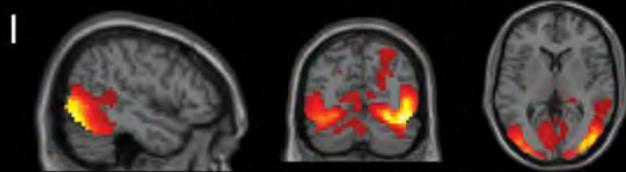
Sensorimotor network I



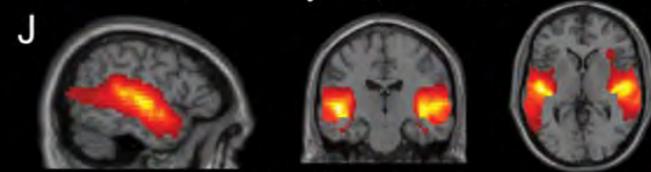
Sensorimotor network II



Primary visual network



Secondary visual network



Auditory network

Lundi, 7 novembre 2016

Le débat sur la spécialisation fonctionnelle du cerveau



Lundi, 9 mars 2015

La « réutilisation neuronale » pour enfin sortir de la phrénologie ?



Lundi, 9 mars 2015

La « réutilisation neuronale » pour enfin sortir de la phrénologie ?

Dans son livre *After Phrenology : Neural Reuse and the Interactive Brain*, **Michael Anderson** nous propose d'aller au-delà de la phrénologie

avec une approche alternative fondée sur ce qu'il appelle la « **réutilisation neuronale** » (« neural reuse », en anglais).

Le cerveau est aussi complexe parce que c'est du bricolage sur des milliers et des millions d'années !

AFTER PHRENOLOGY

Neural Reuse and the Interactive Brain



MICHAEL L. ANDERSON

Le bricolage
de l'évolution



Précis of After Phrenology: Neural Reuse and the Interactive Brain

To be published in Behavioral and Brain Sciences (in press)

Cambridge University Press **2015**

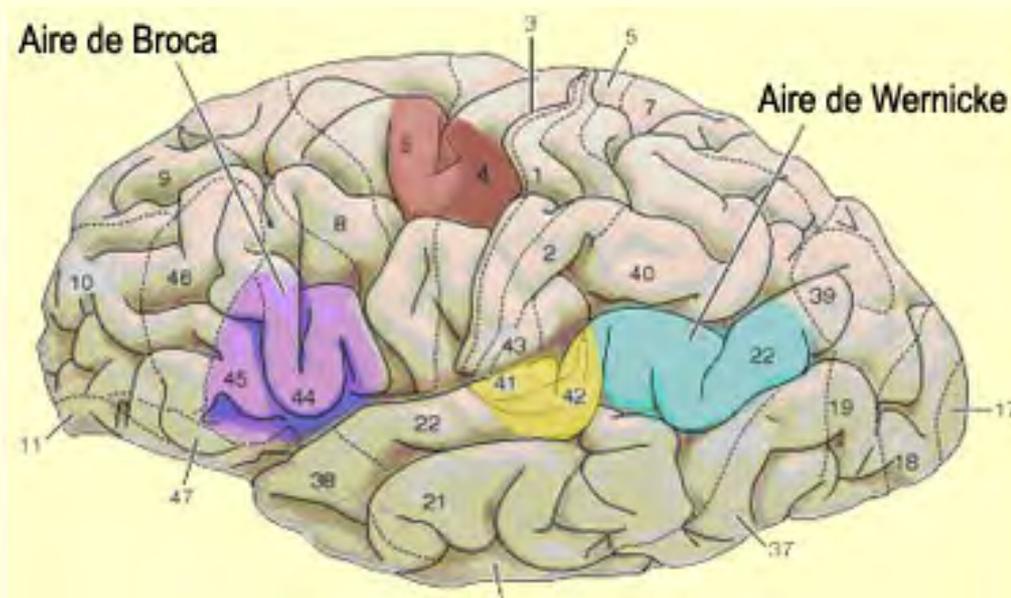
http://journals.cambridge.org/images/fileUpload/documents/Anderson_M_BBS-D-15-00178_preprint.pdf

“Neural reuse is a form of neuroplasticity whereby **neural elements originally developed for one purpose are put to multiple uses.**

Since one takes a step back and considers statistical analyses of **vast collections of neuroimaging results**, the picture is far less clear [...].

There are few, if any, neural regions dedicated to a single specific cognitive function. Neural systems are pluripotent, in the sense that most regions are implicated in a wide and diverse range of different functions.

Pour illustrer comment il semble y avoir, en réalité, très peu de régions cérébrales dédiées à une fonction cognitive unique, prenons une méta-analyse de 3 222 études d'imagerie cérébrale effectuée par Russell Poldrack en 2006.



Cette étude démontre que l'aire de Broca, typiquement associée au langage, est **plus fréquemment activée** dans des tâches **non langagières** que dans des tâches liées au langage !

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

[Après « L'erreur de Descartes », voici « L'erreur de Broca »](#)

[Parler sans aire de Broca](#)

[Repenser la contribution de l'aire de Broca au langage](#)

Et de la même façon, il semblerait que la plupart des régions du cerveau, et même des régions très petites, peuvent être activées par **de multiples tâches.**



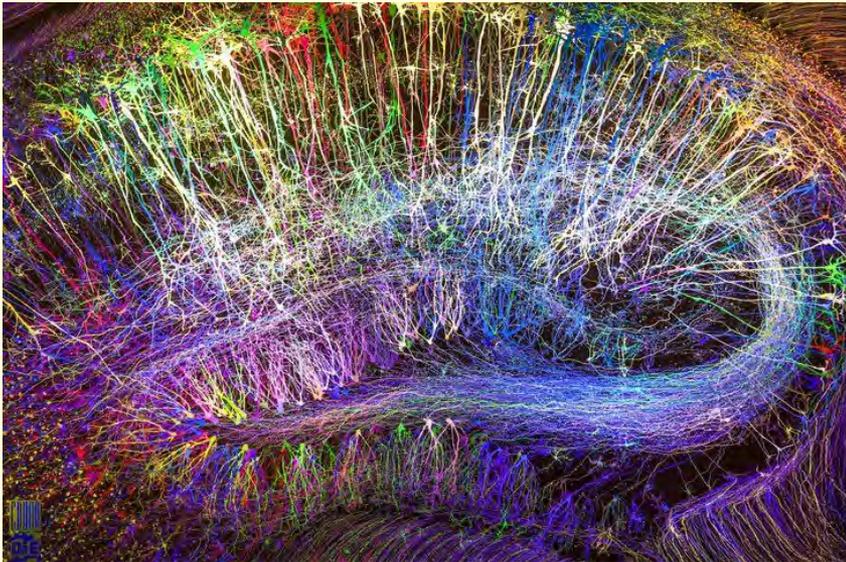
Cela dit, ce n'est pas parce qu'il y a très peu de chance de trouver des « centre de » quoi que ce soit dans le cerveau que l'on ne peut pas y trouver des structures cérébrales bien **différenciées** avec circuits neuronaux capables d'effectuer des calculs particuliers.

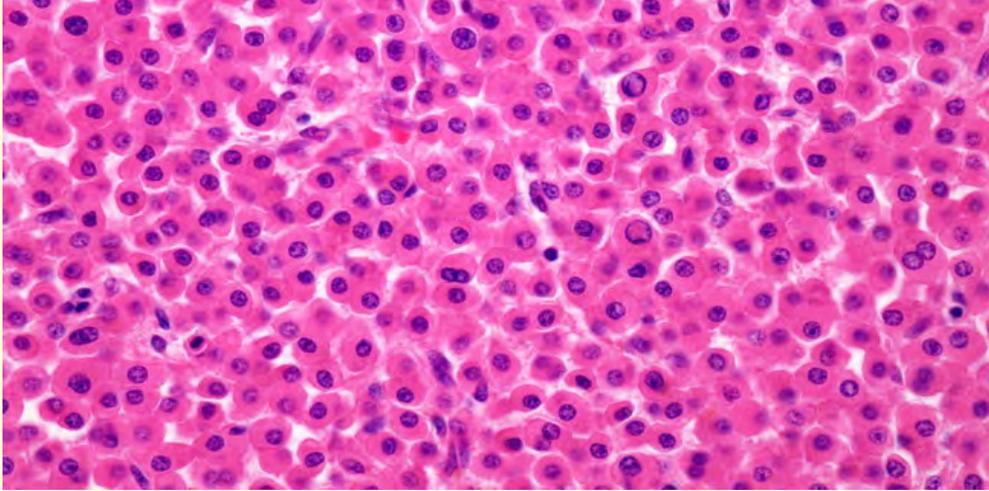
Car on trouve effectivement beaucoup de ces structures aux **capacités computationnelles particulières** mais auxquelles on ne peut accoler une étiquette fonctionnelle unique, comme les circuits de

l'hippocampe

ou du

cervelet.





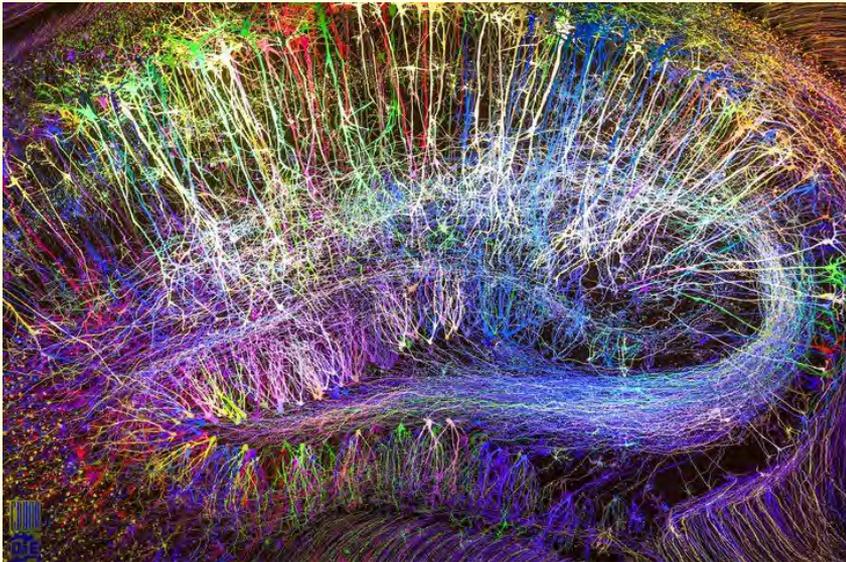
En comparaison, les cellules du foie se ressemblent toutes et sont réparties de façon homogène dans le foie.

Plutôt monotone à côté du cerveau !

l'hippocampe

ou du

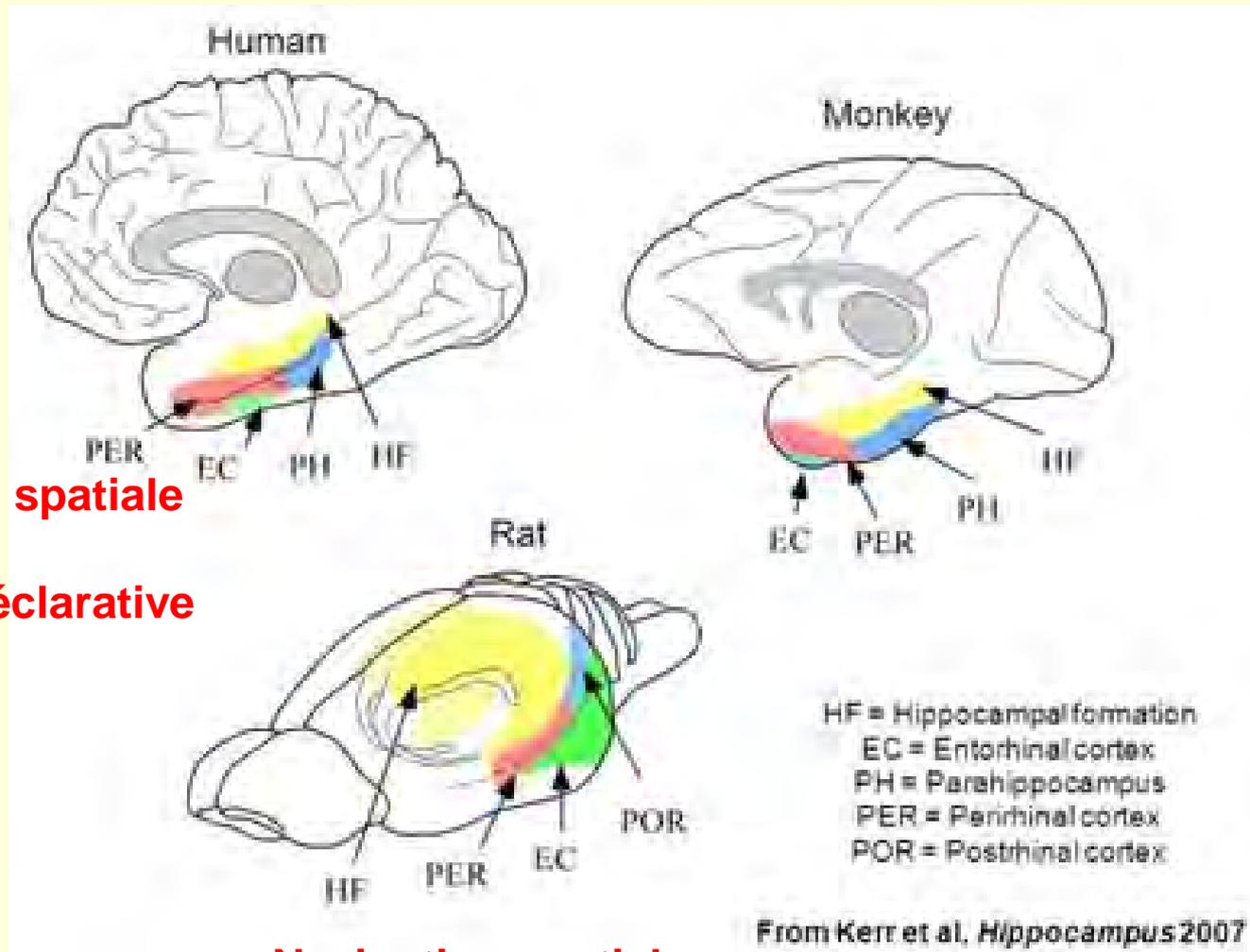
cervelet.



Exemples de « réutilisation neuronale »

J'ai déjà mentionné
le cas de
l'hippocampe...

Navigation spatiale
+
Mémoire déclarative



Navigation spatiale

En voici un autre à propos du langage, justement...

Rappel de base sur le langage :

- **Lexique** : mots et leur signification, irrégularités de certains verbes

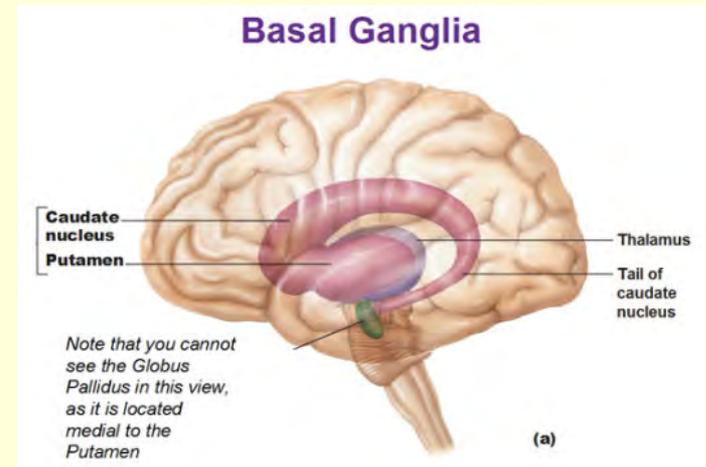
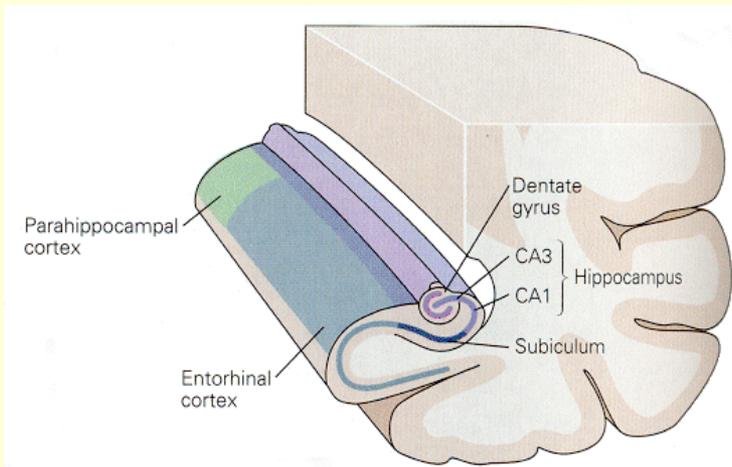
La **mémoire déclarative** est impliquée dans l'apprentissage d'items et d'événements arbitraires. Elle serait donc utilisée dans l'apprentissage du **lexique**.

La **mémoire déclarative** implique l'**hippocampe** pour céder ensuite la place à un rôle prépondérant du néocortex.

- **Grammaire** : règles, hiérarchies

La **mémoire procédurale** est impliquée dans l'apprentissage implicite de séquences, de règles ou de catégories. Et elle semble être mise à profit pour l'apprentissage de la **grammaire**.

La **mémoire procédurale** implique les **noyaux gris centraux**.



→ Ullman propose que ces systèmes de mémoire sont **réutilisés ou recyclés** pour l'apprentissage du **langage**.

The Declarative/Procedural Model:

A Neurobiological Model of Language Learning, Knowledge, and Use

Michael T. Ullman (2016)

https://www.google.ca/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjej_DK8KvSAhUh_4MKHZdSBG4QFggcMAA&url=https%3A%2F%2Fbrainlang.georgetown.edu%2Fsites%2Fbrainlang%2Ffiles%2Fdocuments%2FFullman_bookchapter_16_1.pdf&usq=AFQjCNEFg1WC_il6gNGtanEa4Dk2B5yHAA

Language is learned in brain circuits that predate humans

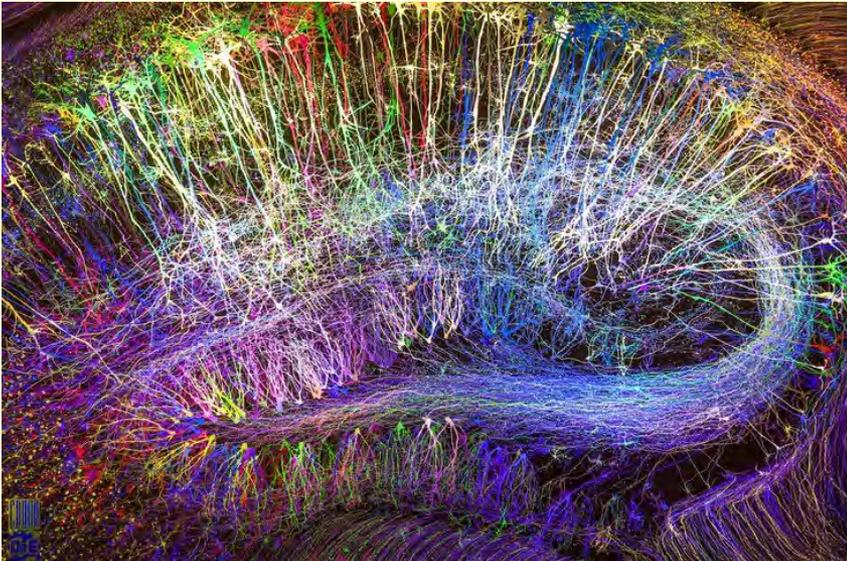
January 29, 2018

https://medicalxpress.com/news/2018-01-language-brain-circuits-predate-humans.html?utm_content=buffer07863&utm_medium=social&utm_source=facebook.com&utm_campaign=buffer

Phillip Hamrick et al., "**Child first language and adult second language are both tied to general-purpose learning systems,**" *PNAS* (**2018**).

www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1713975115

S'il y a d'innombrables régions **différenciées** dans le cerveau,
il faut que celles-ci soient capable d'entrer en **collaboration**
avec d'autres régions pour **former des réseaux**.



l'hippocampe



cervelet.

Il devient alors nécessaire de postuler l'existence de mécanismes capables de faire en sorte que ces différentes régions différenciées **se trouvent** pour former des réseaux fonctionnels.

On pense ici bien entendu à des phénomènes de **synchronisation d'activité oscillatoire** des neurones (on y viendra dans un instant...).

Mais d'autres mécanismes de recherche de coalitions pourraient impliquer par exemple la **sélection de circuits latents** grâce à la **neuromodulation** qui vont permettre d'aller chercher le bon sous-ensemble de régions pour une situation donnée.

3^e heure : **LES RÉSEAUX DU CERVEAU**

connectome

spécialisation cérébrale ?

neuromodulation

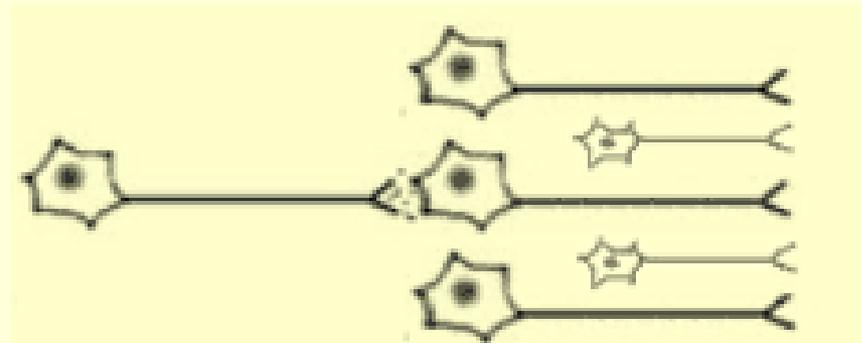
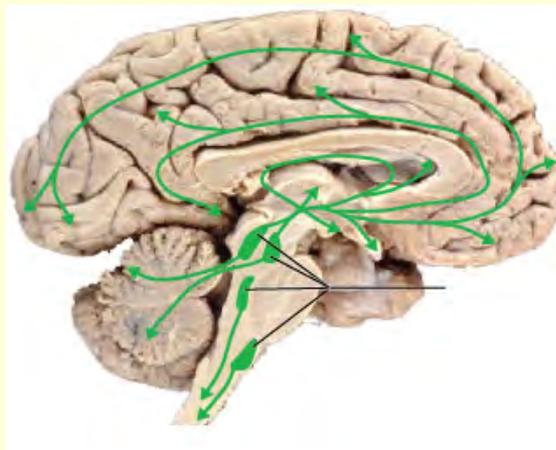
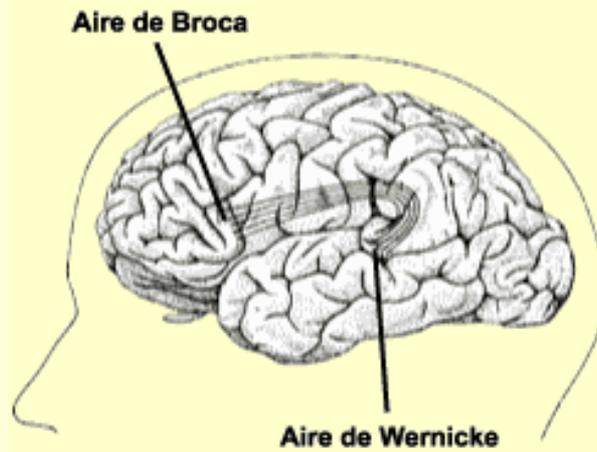
réseaux

attention

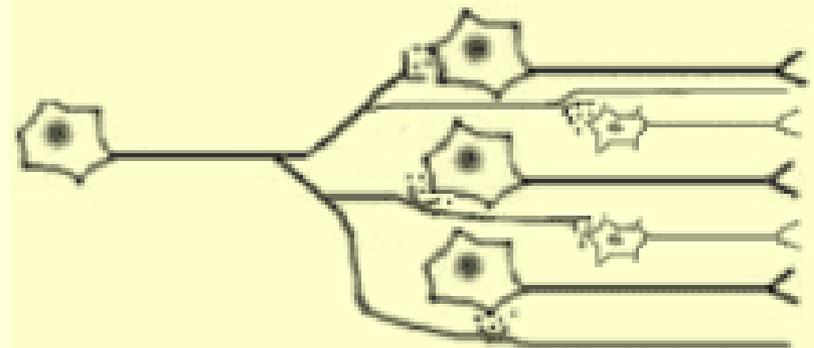
conscience

émotion

Concept / Cadre théorique :



Neurotransmission



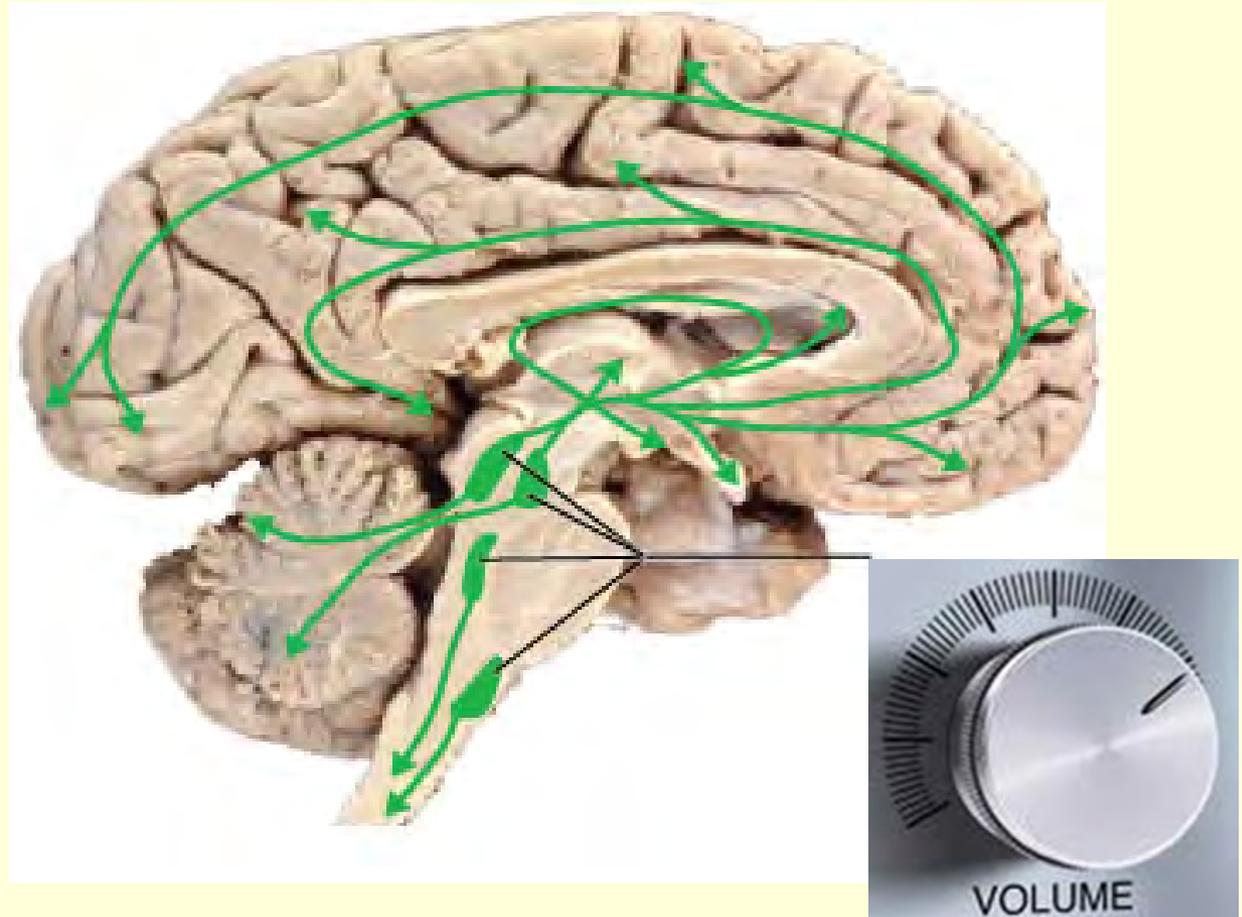
Neuromodulation

Neuromodulation

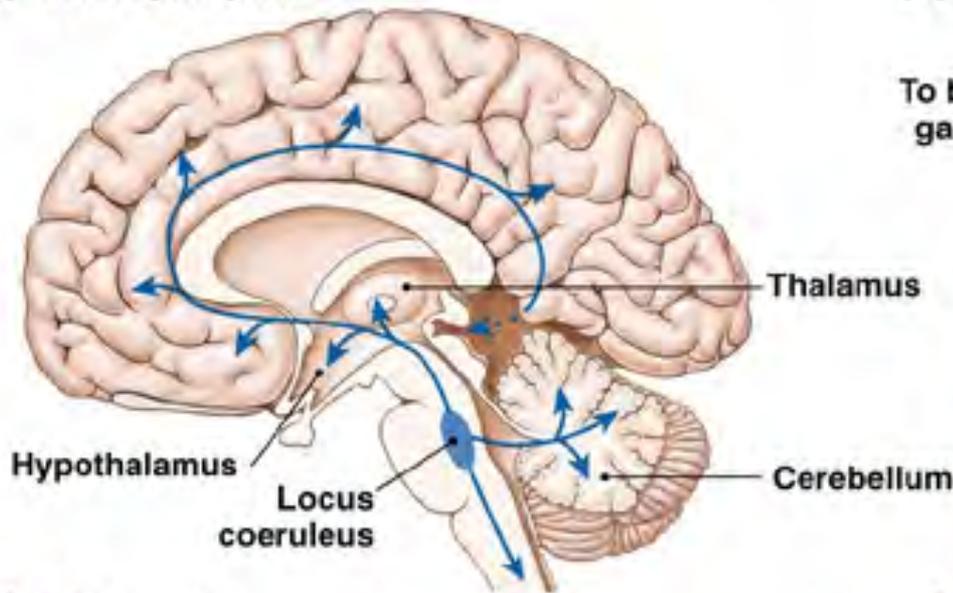
→ Agit à une échelle **de temps plus lente** que la neurotransmission et à une échelle **spatiale plus vaste**.

Les **neuromodulateurs** peuvent changer :

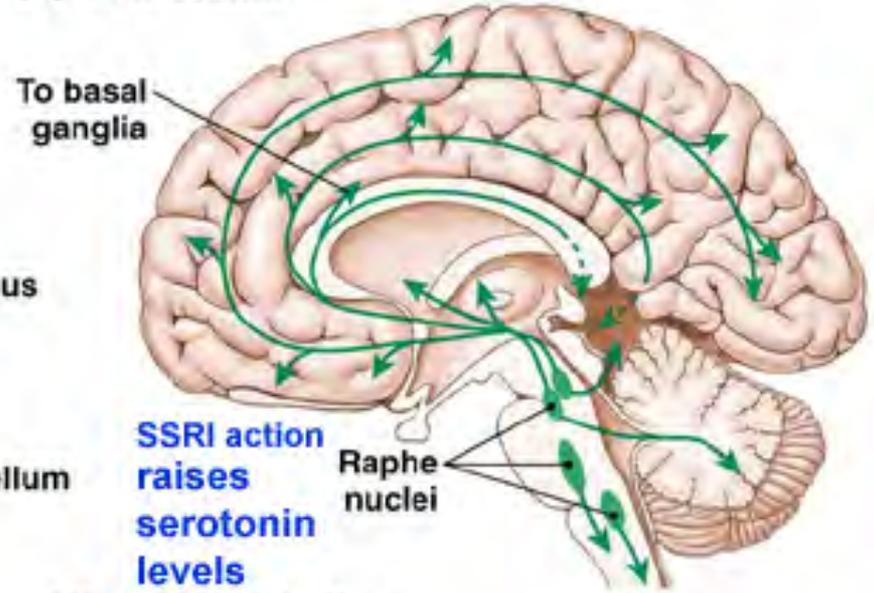
- l'efficacité d'une synapse;
- l'excitabilité d'une cellule;
- le gain sensoriel
- l'activité oscillatoire d'une population de neurones
- Etc.



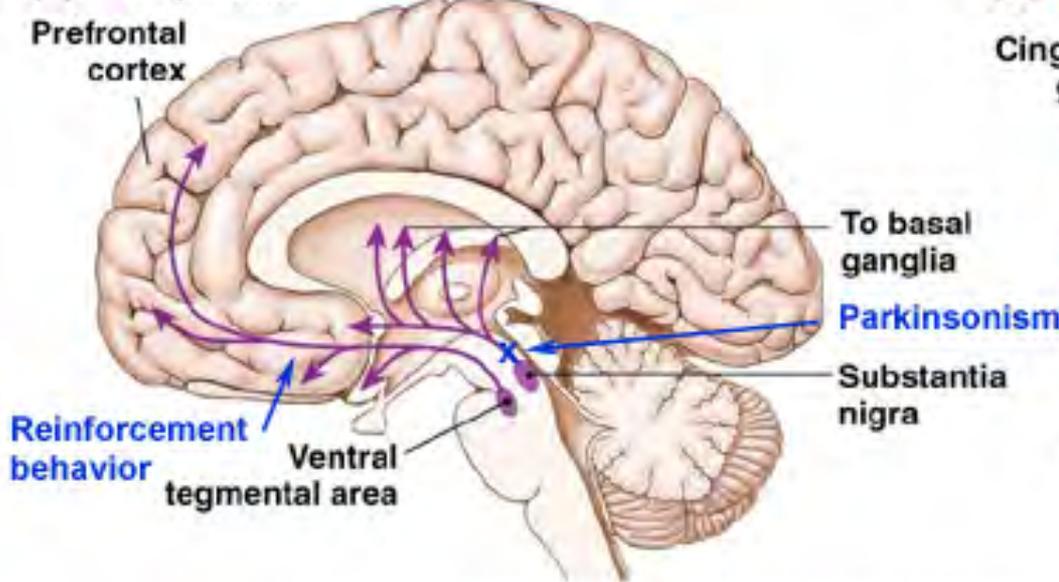
(a) ● Norepinephrine



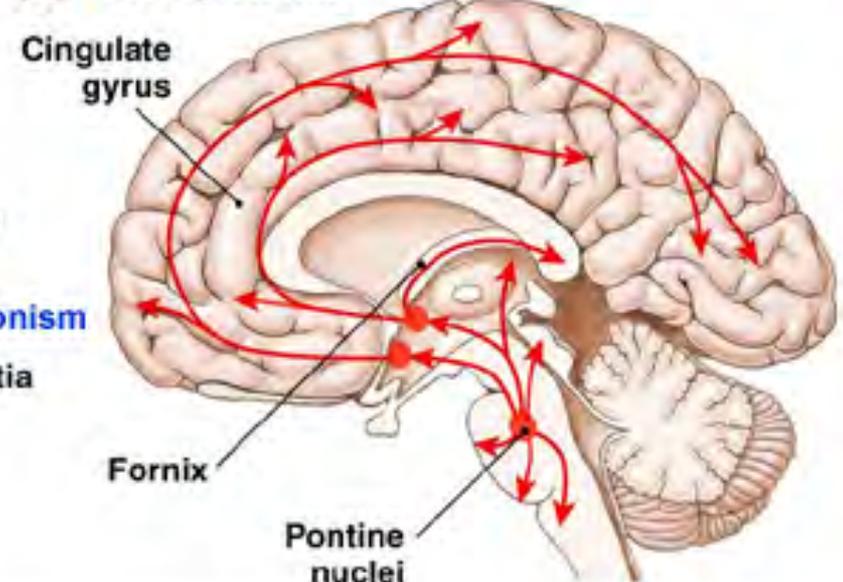
(b) ● Serotonin



(c) ● Dopamine



(d) ● Acetylcholine

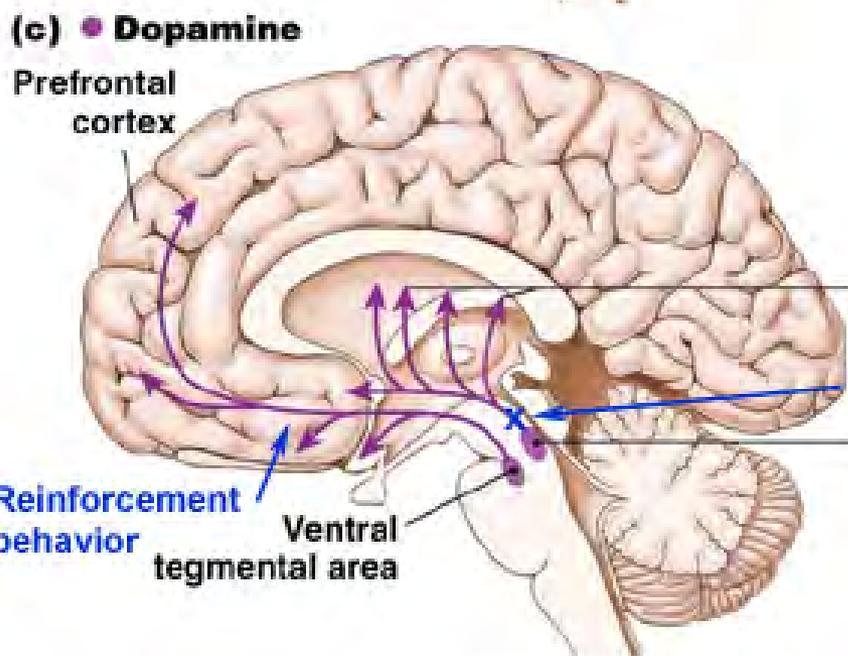


→ Dans le cerveau humain, on pourrait parler par exemple du rôle neuromodulateur de la **dopamine** qui influence plusieurs neurotransmetteurs.

Getting 'High' On Your Own Supply

October 19, 2015

http://blogs.discovermagazine.com/crux/2015/10/19/natural-highs-in-the-body/#.Vx6A-jHX_uO



Copyright © 2007 Pearson Edu.

- Elle amplifie les effets de l'**ocytocine**, nous aidant à créer des liens avec nos enfants et nos proches.

- Elle performe une véritable "danse" avec la **sérotonine** pour influencer notre humeur.

- Elle travaille conjointement avec nos **endocannabinoïdes** et nos **endorphines** pour nous aider faire des associations entre, par exemple, l'exercice ou la bouffe épicée et le plaisir.

Autre exemple :

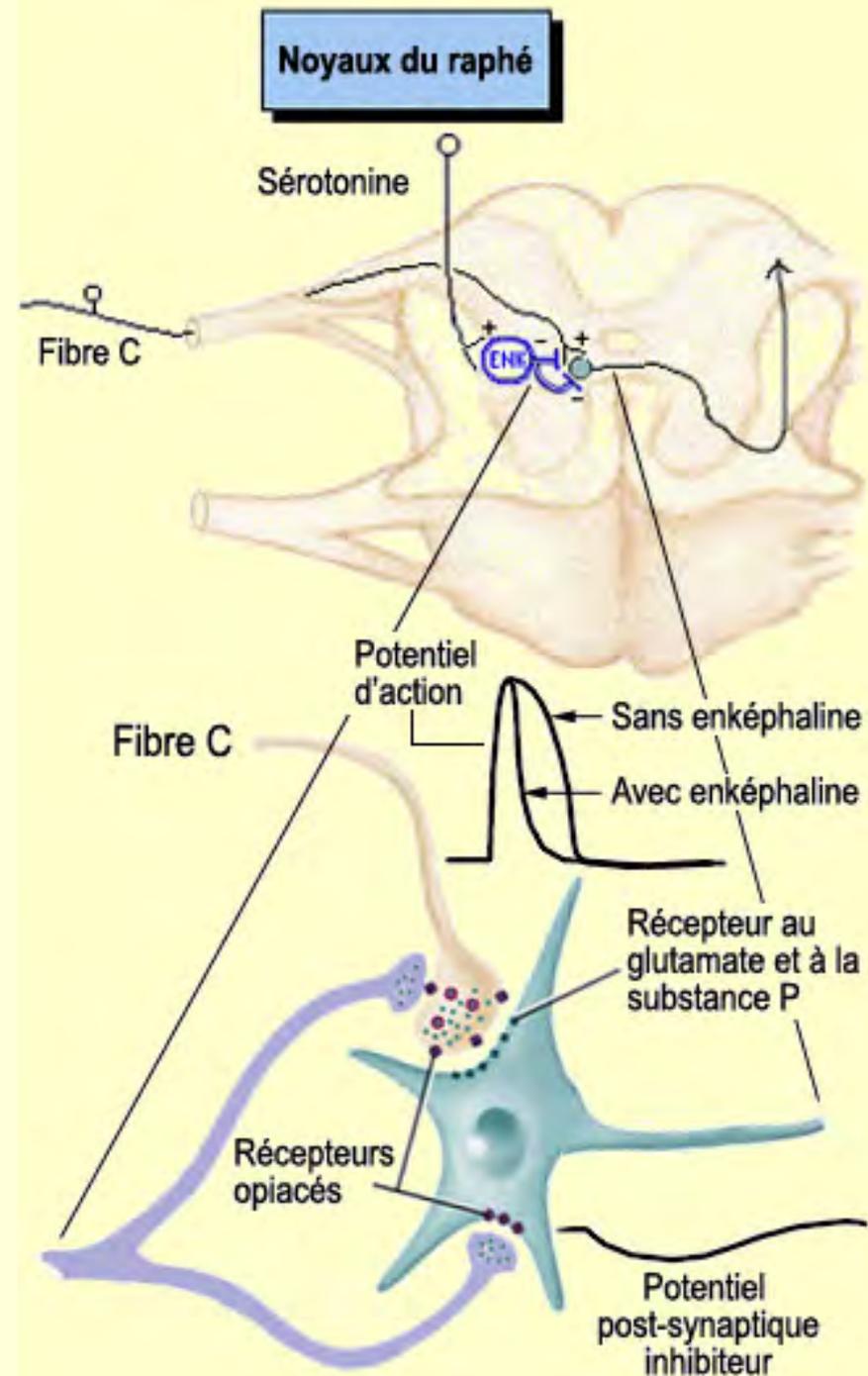
le stress peut induire une **analgésie** grâce à une **neuromodulation**

(cela fait partie de ce qu'on appelle le "contrôle descendant" de la douleur)

L'activation de récepteurs opioïdes (par des endorphines, par exemple) **diminuent** alors la libération de neurotransmetteurs de neurones nociceptifs,

ou encore l'excitabilité des voies nociceptives,

réduisant ainsi la sensation de douleur.



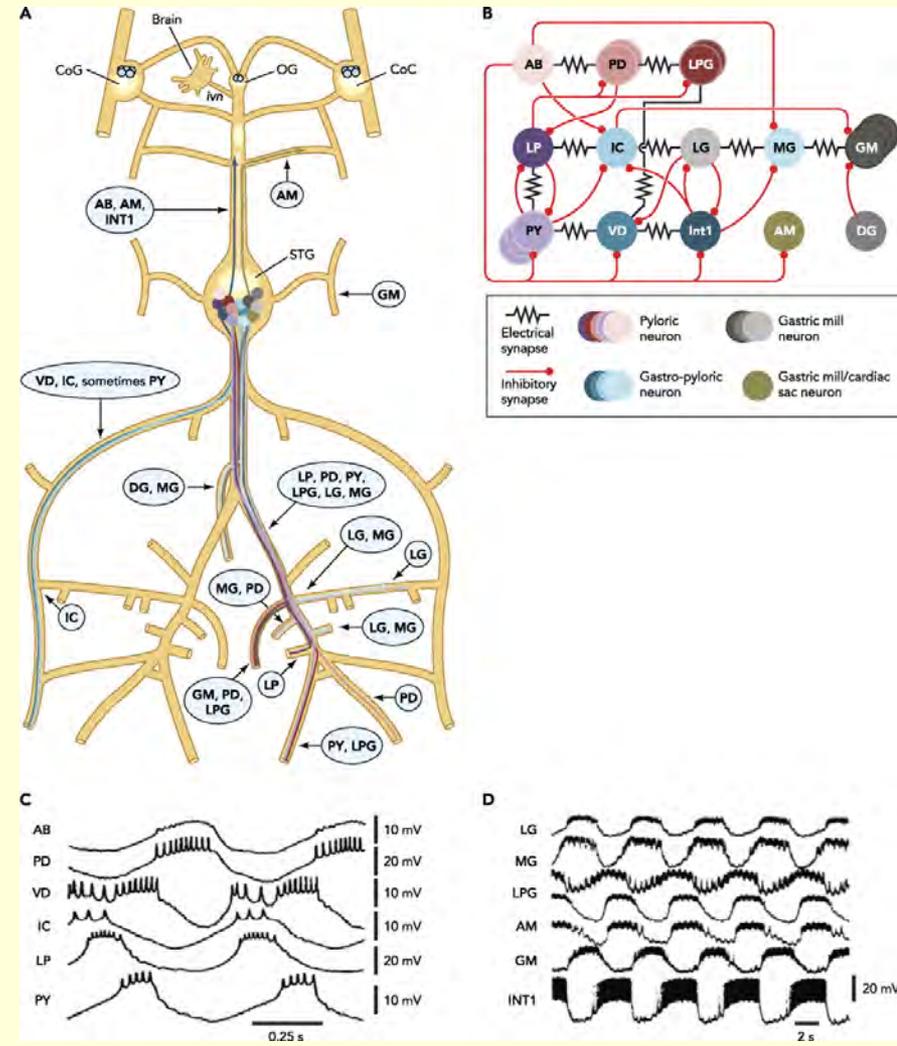
“Quand on a commencé à étudier les neuromodulateurs sur les ganglions somatogastriques du homard, on a réalisé que **le même circuit pouvait avoir plusieurs types d’outputs différents dépendamment des neuromodulateurs qu’on lui appliquait.**

Le même circuit pouvait être en quelque sorte **reconfiguré** par son environnement neuromodulateur.

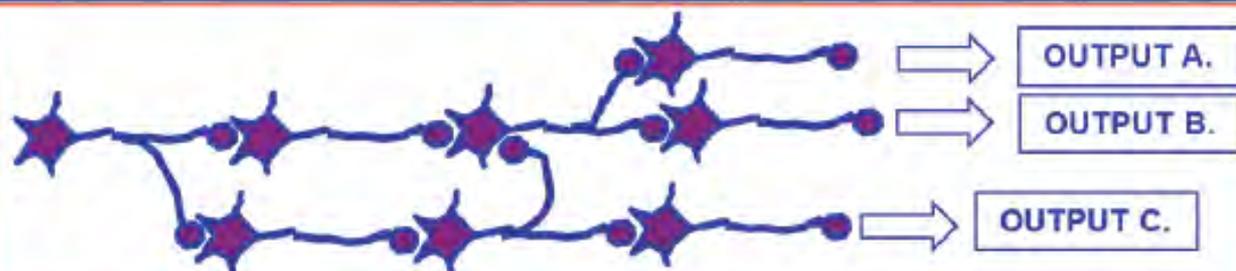
Et cette idée s’applique aujourd’hui quand on considère des phénomènes comme les états émotionnels ou les troubles mentaux. »

Brain Science Podcast 56 :
Eve Marder

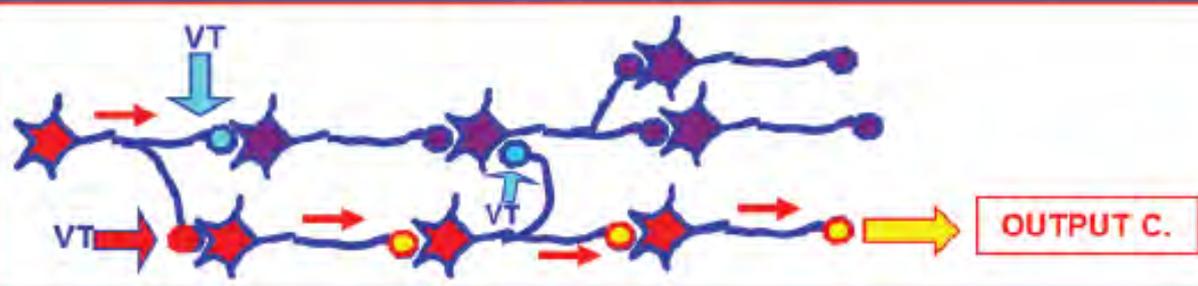
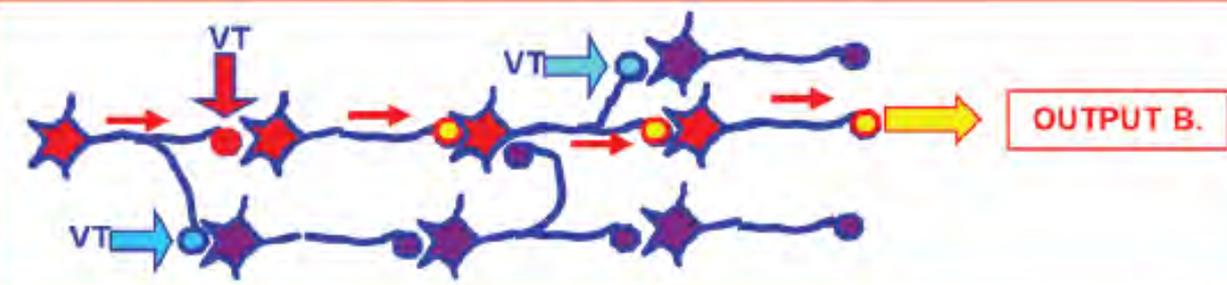
<http://brainsciencepodcast.com/bsp/interview-with-neuroscience-pioneer-eve-marder-phd-bsp-56.html>



A NEW MECHANISM FOR THE UNDERSTANDING OF THE INTEGRATIVE ACTIONS OF NEURAL NETWORKS
 CAN BE DEDUCED FROM THE **CONCEPT OF VT** AND FROM THE **EXISTENCE OF POLYMORPHIC NETWORKS**



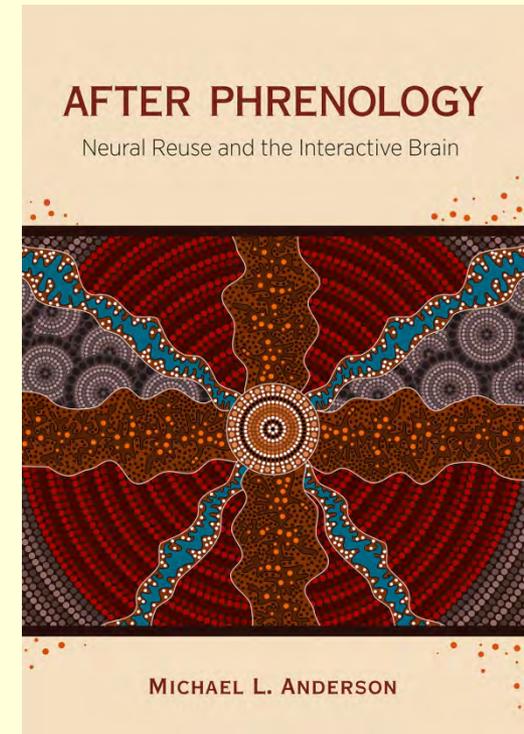
- UPREGULATING VT SIGNAL
- DOWNREGULATING VT SIGNAL
- UPREGULATED SYNAPSE
- DOWNREGULATED SYNAPSE
- ACTIVE SYNAPSE
- INACTIVE SYNAPSE
- INFORMATION FLOW



THREE DIFFERENT
 OUTPUTS
A. B. C.
 FROM THE SAME
 NEURONAL NETWORK
 THANKS TO THE
 MODULATORY ACTIONS OF
 VT SIGNALS

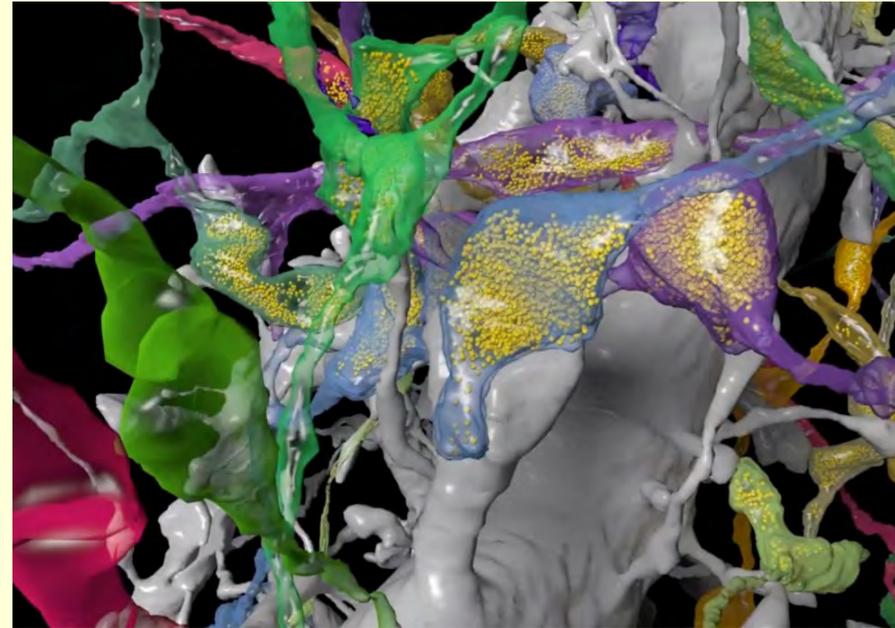
La **neuromodulation** augmente les possibilité de “recyclage neuronal”

ce qui permet de tirer de ressources neuronales restreintes le maximum de comportements possibles (pour mieux s'adapter à son environnement).



Chaque carte du connectome à l'échelle micro encode de multiples circuits dont certains seront à un moment donné **actifs** ou **latent**.

Bargmann (2012) a suggéré qu'étant donné le caractère ubiquitaire de la neuromodulation, on peut s'attendre à ce que la plupart de la circuiterie neuronale soit structurellement sur-connectée.



Un circuit donné aura donc un certain nombre d'utilisations possibles, dont seulement certaines sont disponibles à un moment donné **dépendant de l'état de neuromodulation de l'organisme.**

Beyond the connectome: how neuromodulators shape neural circuits.

Bargmann CI (2012)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22396302>

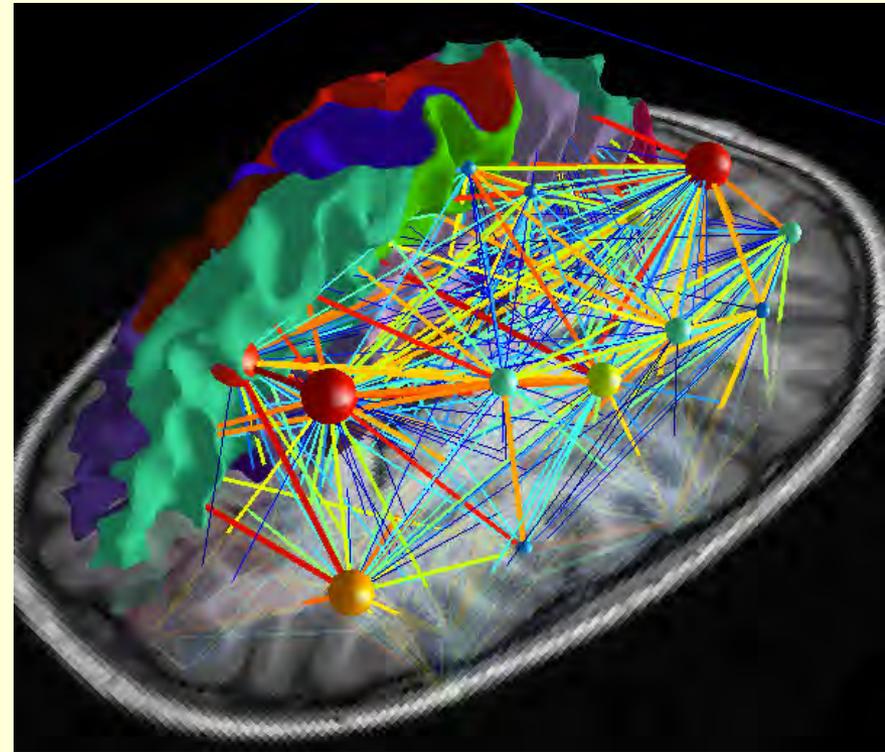
Le même circuit pouvant avoir plusieurs types d'outputs différents dépendamment des neuromodulateurs qu'on lui applique, cela fait dire à Olaf Sporns :

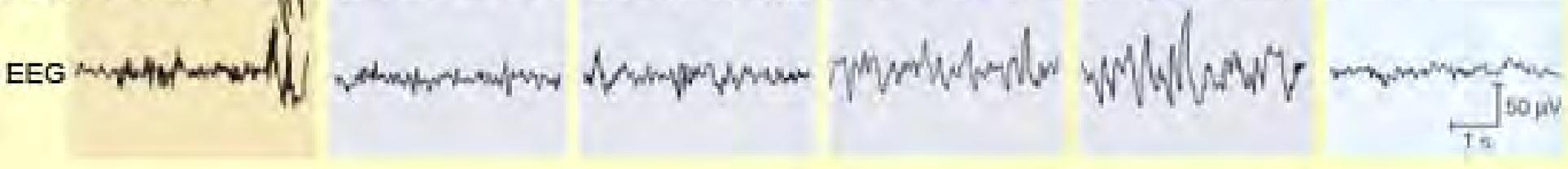
“The message here is that **having the structural layout**—the wiring diagram of the circuit—**alone, may not be the whole story.**”

Il faut enfin rappeler aussi le lien entre **neuromodulation** et **oscillations** :

“Oscillations of neural networks in the brain have long been associated with different brain states, and **neuromodulators** seem to play a critical role in the **induction and modulation of these oscillations**”

Extrait du site web du laboratoire de Henry Markram
<http://markram-lab.epfl.ch/cms/lang/en/pid/88189>





ÉVEIL

I

II

III

IV

REM

RÊVE

SOMMEIL PROFOND

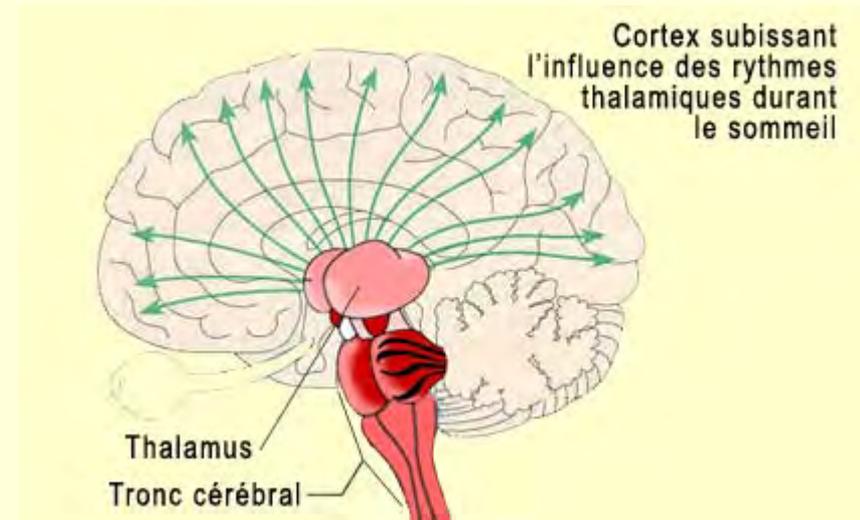


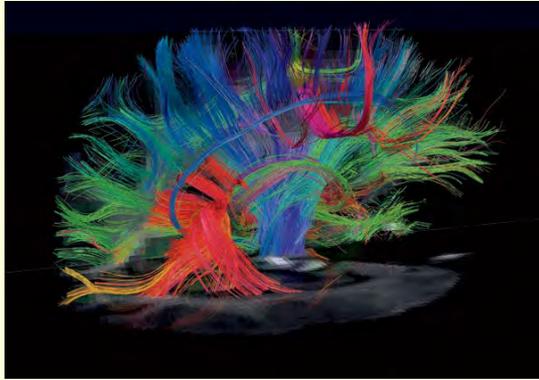
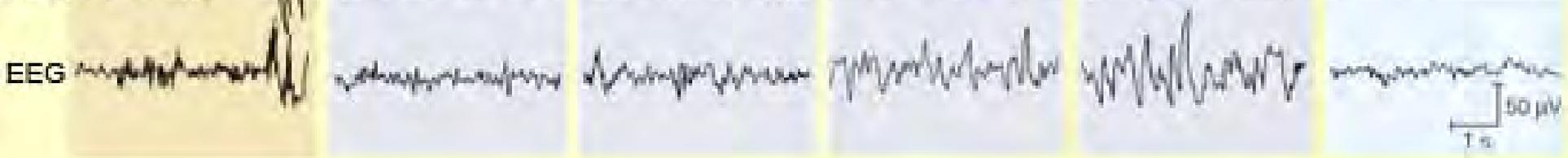
Il faut enfin rappeler aussi le lien entre **neuromodulation** et **oscillations** :

“Oscillations of neural networks in the brain have long been associated with different brain states, and **neuromodulators** seem to play a critical role in the **induction and modulation of these oscillations**”

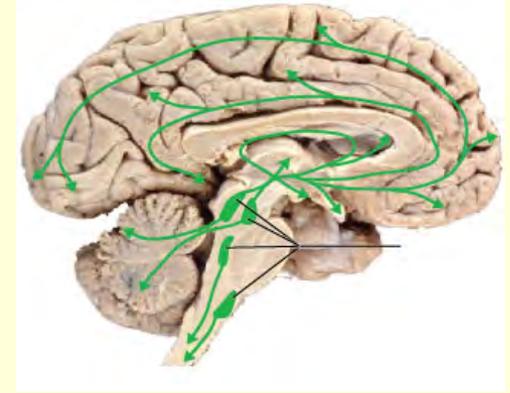
Extrait du site web du laboratoire de Henry Markram

<http://markram-lab.epfl.ch/cms/lang/en/pid/88189>



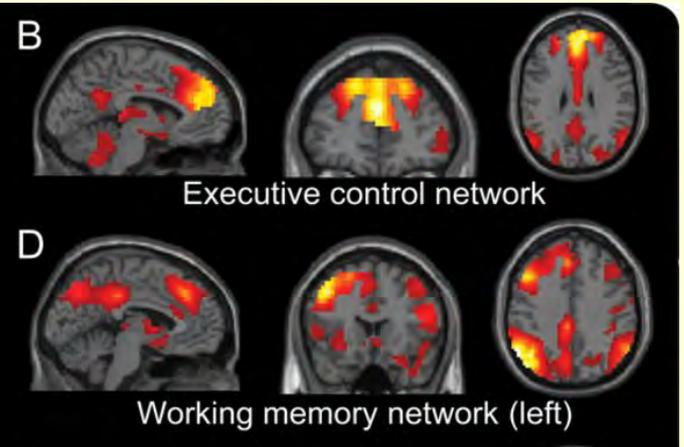
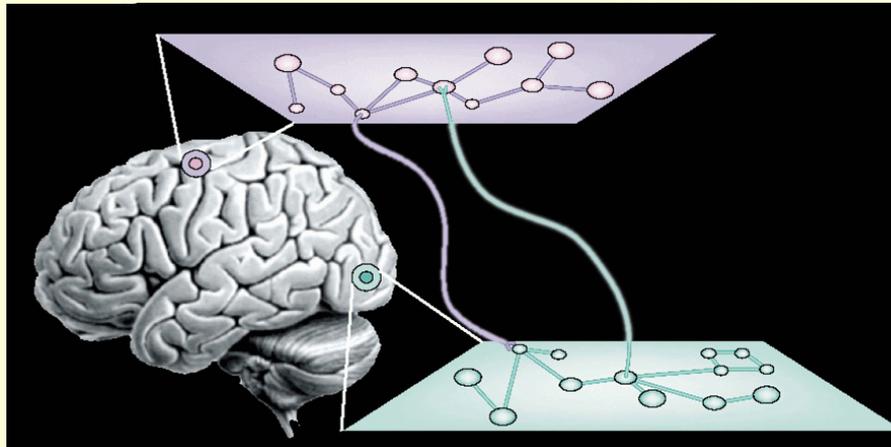


Bref, la neuromodulation
et l'activité nerveuse
sont **intimement liées.**



Les deux contribuent à ce que des régions éloignées dans le cerveau puissent « travailler ensemble ».

Mais c'est la synchronisation de l'activité nerveuse capable de former des **réseaux transitoires qui va permettre en bout de ligne de faire face aux changements rapides de l'environnement.** Donnons-en un premier exemple...



3^e heure : **LES RÉSEAUX DU CERVEAU**

connectome

spécialisation cérébrale ?

neuromodulation

réseaux

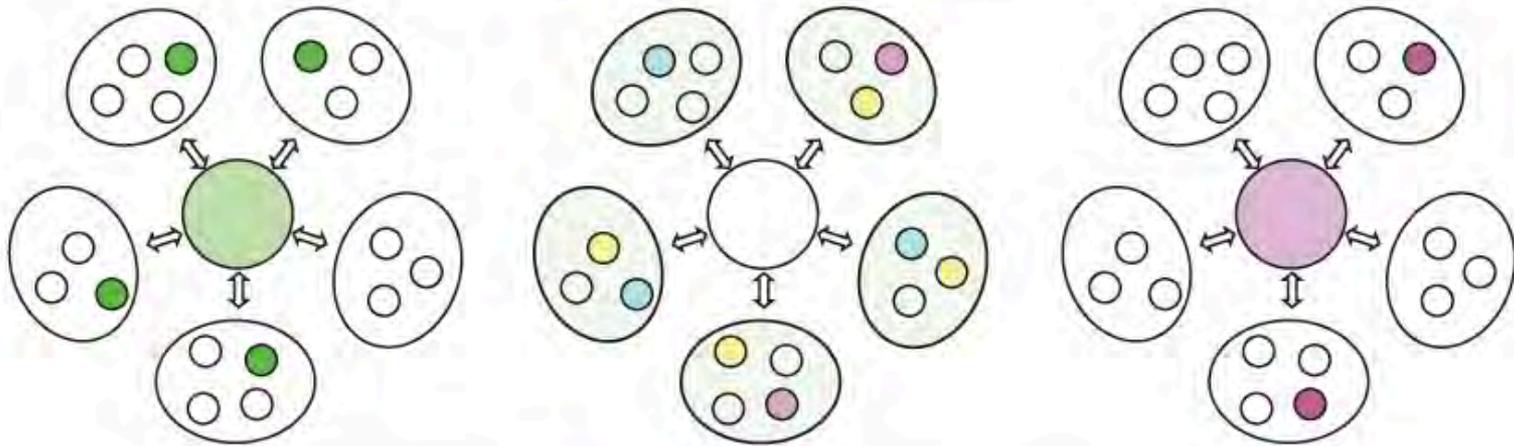
attention

conscience

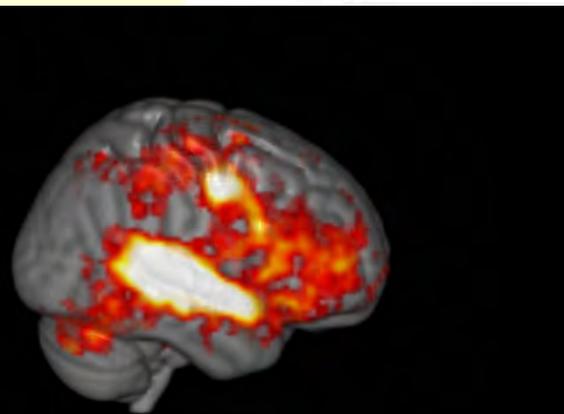
émotion



On assiste à une **compétition** entre différentes **coalitions** d'assemblées de neurones



serial procession of broadcast states punctuated by competition



(Exemple fictif)

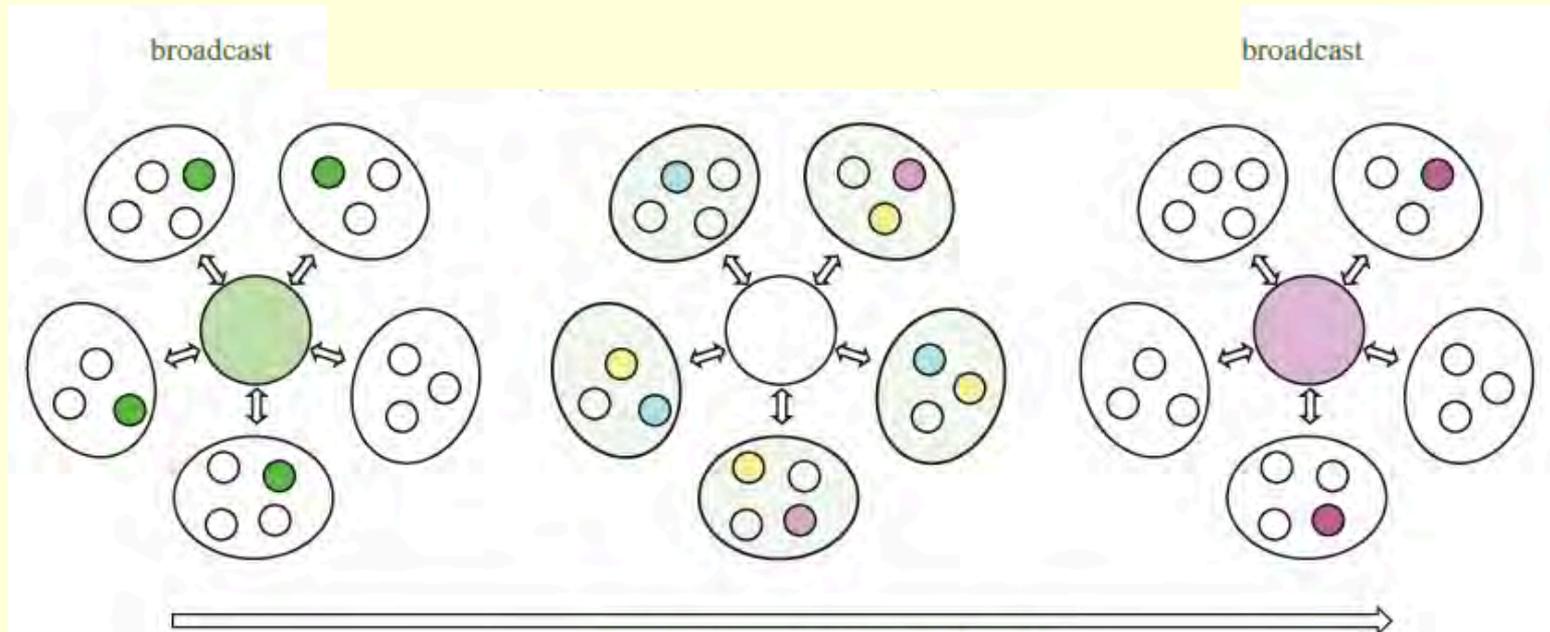
<http://lespierresquichantent.over-blog.com/2015/09/premiers-resultats-d-une-collaboration-en-neurosciences.html>

et un sous-réseau cognitif finit par s'imposer et devenir **le** mode comportemental approprié pour une situation donnée.

Concept / Cadre théorique :

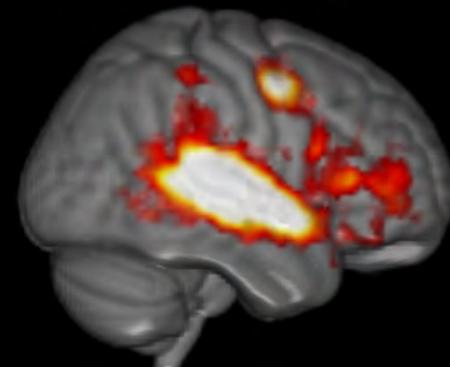
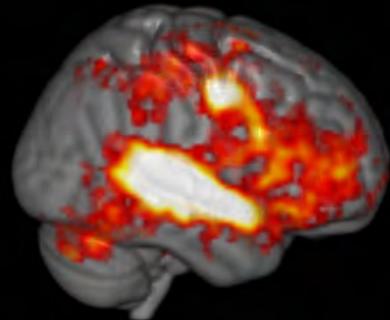
« Winning coalition »

(on y reviendra avec les
« **compétitions d'affordances** »)



serial procession of broadcast states
punctuated by competition

Nous reviendrons dans un instant (en parlant des processus attentionnels) sur ce qui amène telle ou telle coalition à « gagner »...



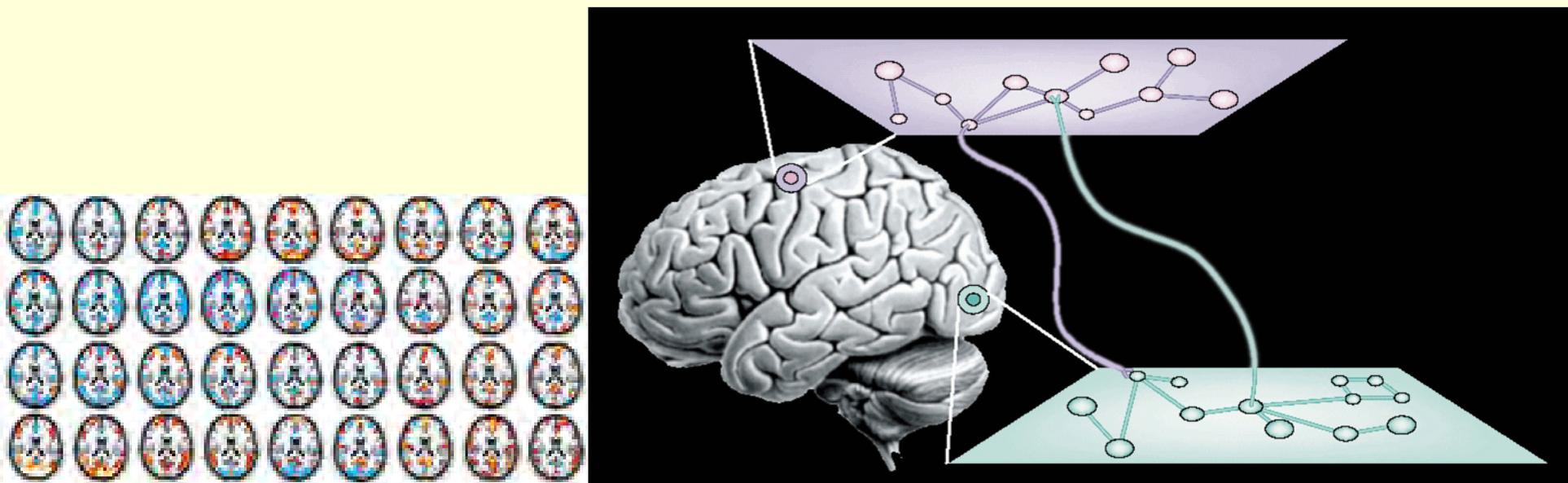
Méthode / Technique :

La connectivité fonctionnelle (fcMRI)

Quelles régions cérébrales forment des réseaux, coopèrent ou « travaillent ensemble » ?

Tirée de Pierre Bellec
https://www.google.ca/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0ahUKEwi r7vTM45rLahXJ2D4KHf0cAG8QFgg4MAM&url=http%3A%2F%2Fwww.bic.mni.mcgill.ca%2Fusers%2Fpbellec%2Fdata%2Freview_Isni.pdf&usg=AFQjCNGBiKg_wv2lF4Dtll o-0Avlsu1E_A&sig2=ty0vWUO 22VVjepAAr_hCbw&cad=rja

(Figure adaptée de Varela et al 2001, Nature Reviews Neuroscience, 2, 229-239)



Visual



Auditory



Sensorimotor



Default mode



Control



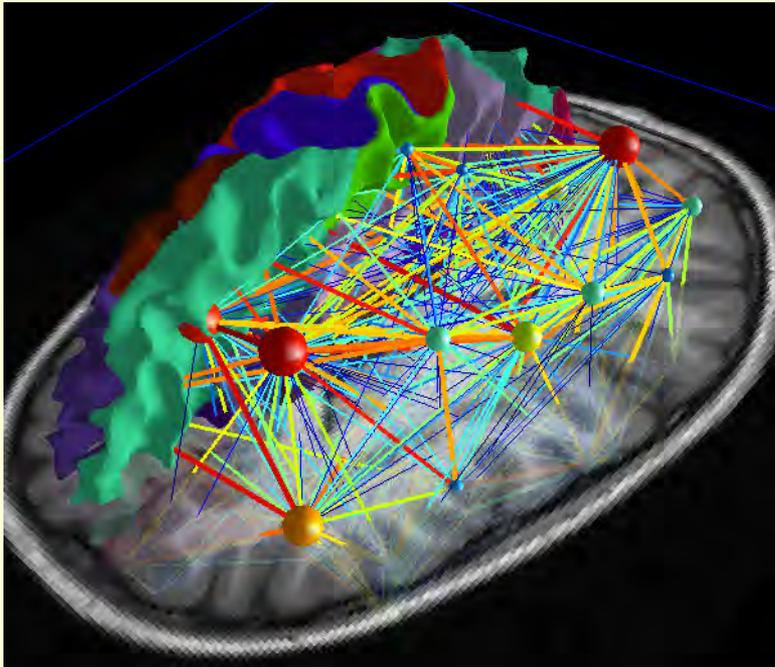
Dorsal attention

On établit la **connectivité fonctionnelle**

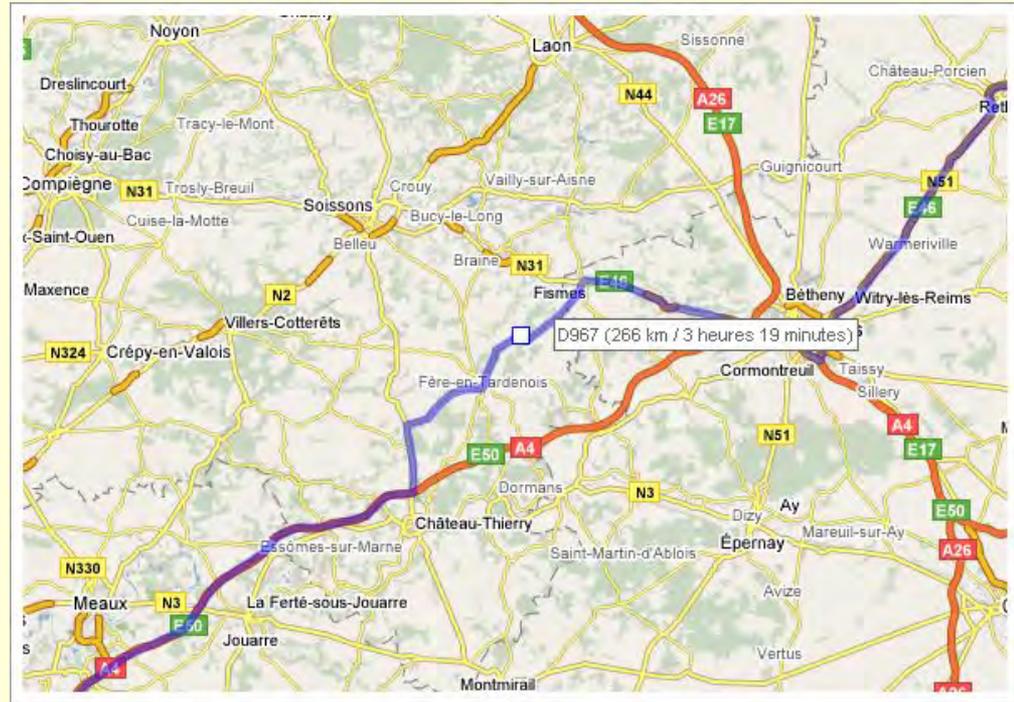
(**fcMRI** ou rs-fcMRI (pour « resting state » fcMRI)) entre différentes régions du cerveau :

en mesurant les fluctuations spontanées à basse fréquence du signal BOLD (que l'on associe aux fluctuations à basse fréquence des « local field potentials »),

on tente d'identifier des régions qui fluctuent au même rythme et en phase et qui ont ainsi naturellement tendance à « **travailler ensemble** ».

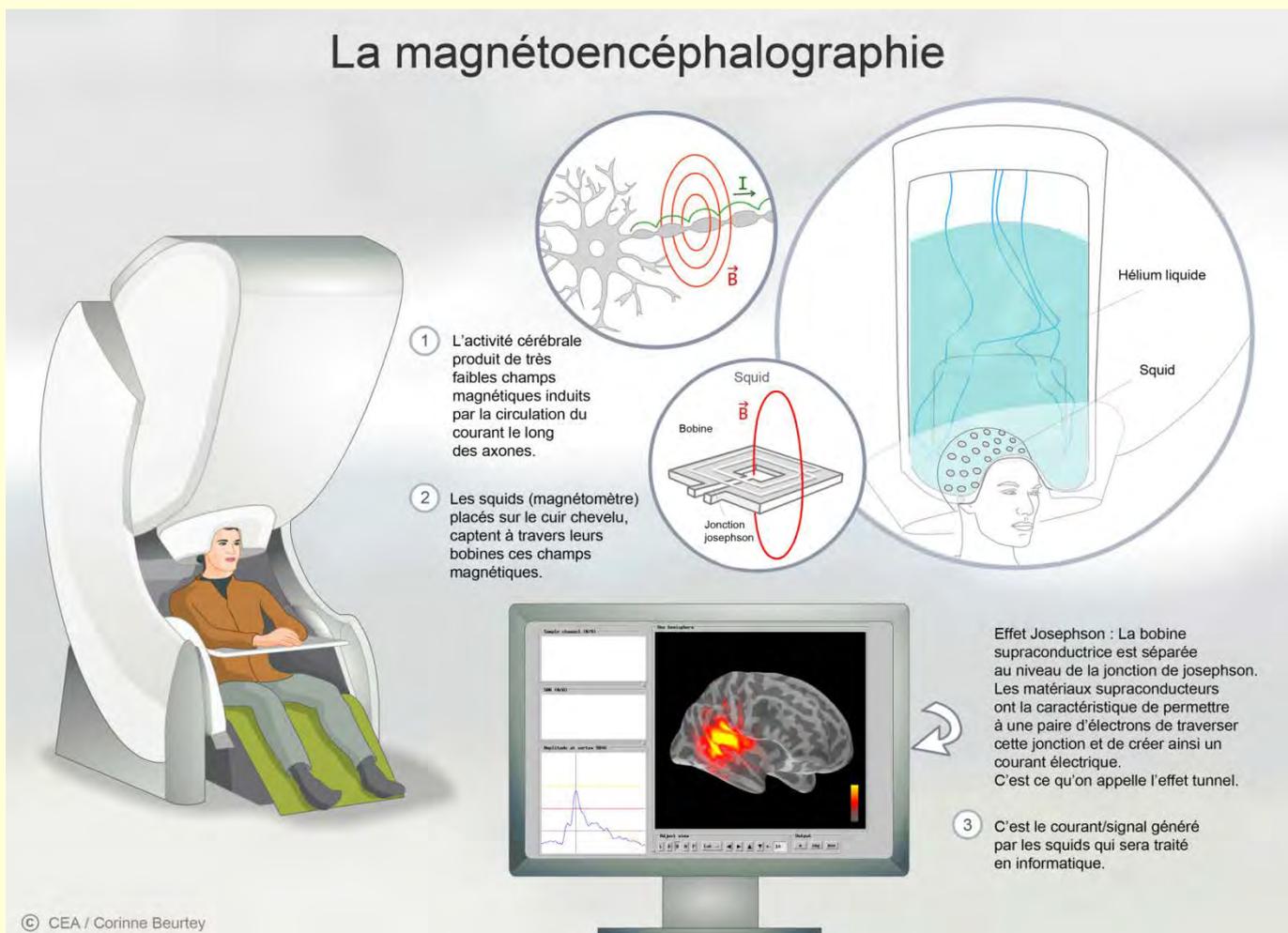


<http://its5www.epfl.ch/diffusion>



Measuring functional connectivity using MEG: Methodology and comparison with fMRI

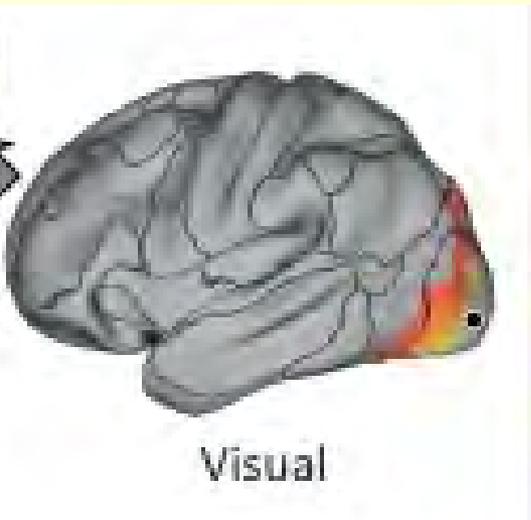
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3224862/>



Donc on peut le faire avec les deux techniques : IRMf et MEG.

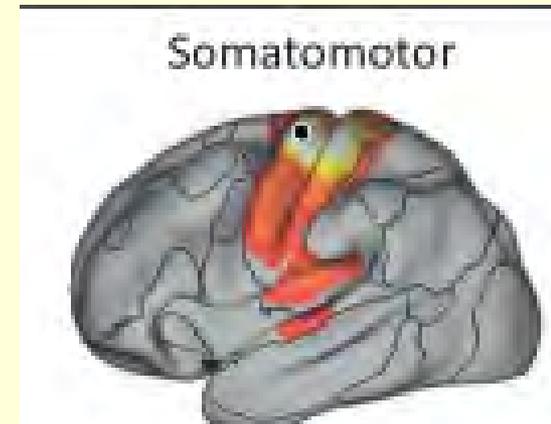
fc-IRM :

Comment ça marche et qu'observe-t-on ?



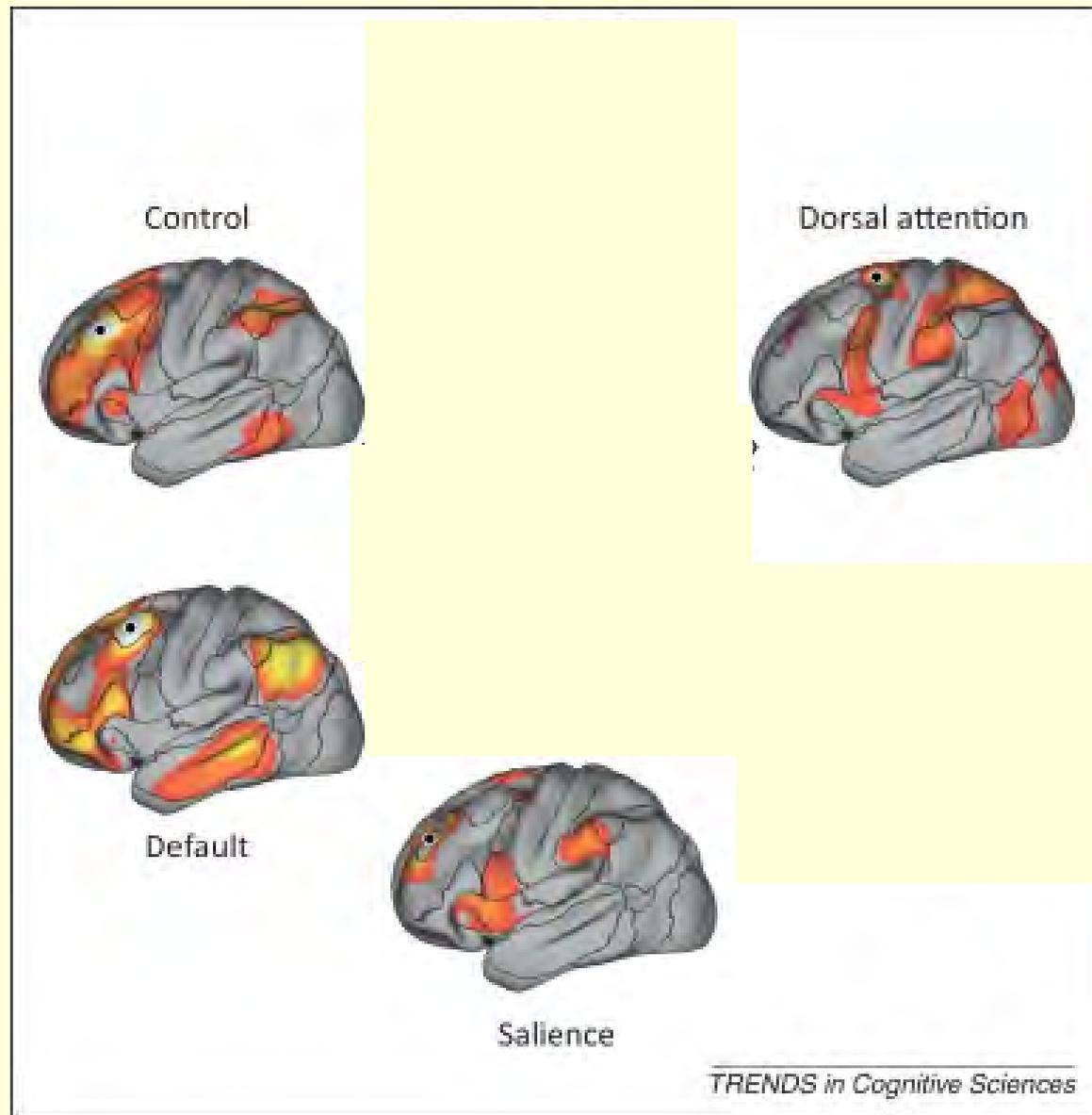
Si la « région semence » est placée dans les zones sensorielles et motrices **primaires**,

les réseaux obtenus affichent une **connectivité largement locale** (réseaux visuels et sensorimoteurs).



Mais si la « région semence » est placée dans les zones associatives, on observe des **réseaux distribués à l'échelle du cerveau entier**.

Et plus un comportement peut être considéré comme nouveau ou récent d'un point de vue évolutif, plus ce domaine cognitif utilise des circuits répartis dans un réseau plus large que les fonction plus anciennes (sensori-motrice, par exemple).



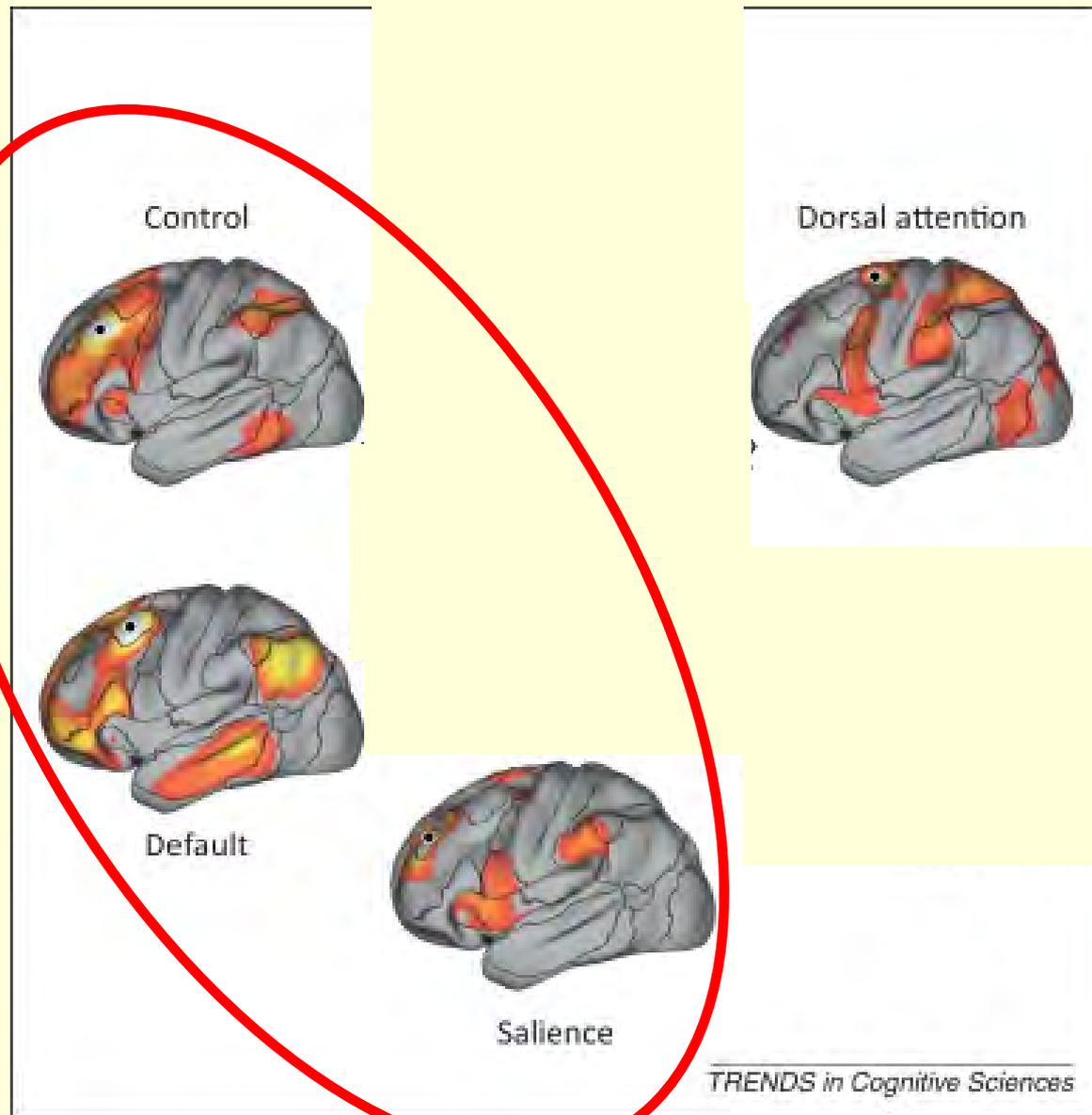
The evolution of distributed association networks in the human brain, Randy L. Buckner & Fenna M. Krienen, Trends in Cognitive Sciences, Vol. 17, Issue 12, 648-665, **13 November 2013**

À l'approche classique d'IRMf où les sujets effectuent une tâche cognitive et où les zones colorées indiquent les régions où le signal BOLD augmente,

on a donc maintenant une autre approche avec la fcMRI où les **fluctuations lentes synchrones** (ou cohérentes) du signal BOLD deviennent un indicateur de **tout le réseau** impliqué dans un état quelconque.

Mapping Functionally Related Regions of Brain with Functional Connectivity MR Imaging (2000)

<http://www.ajnr.org/content/21/9/1636.full>

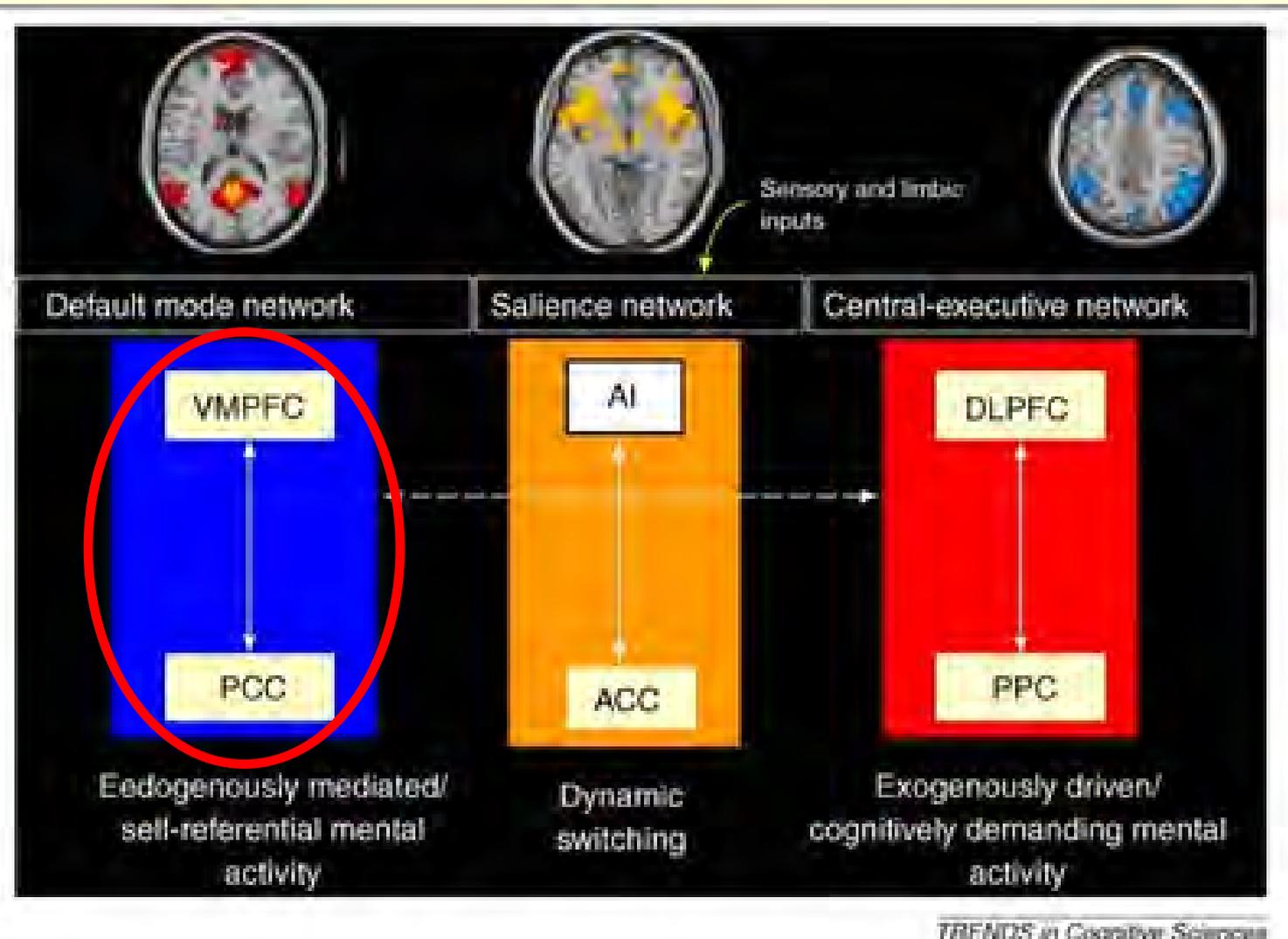


The evolution of distributed association networks in the human brain, Randy L. Buckner & Fenna M. Krienen, Trends in Cognitive Sciences, Vol. 17, Issue 12, 648-665, **13 November 2013**

The Brain as a Network: Focusing Your Network

By Dr. Kevin McGrew | Dec 22, 2011

http://www.creativitypost.com/psychology/the_brain_as_a_network_focusing_your_network



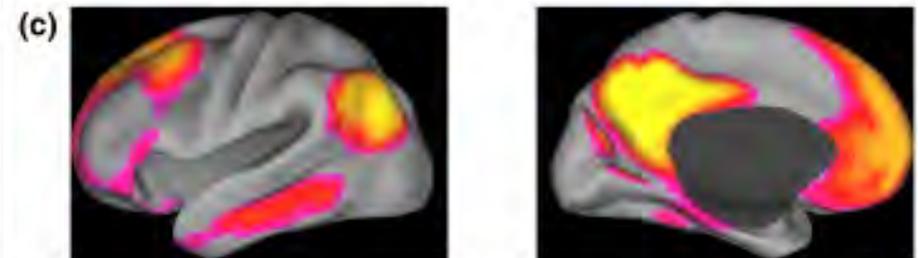
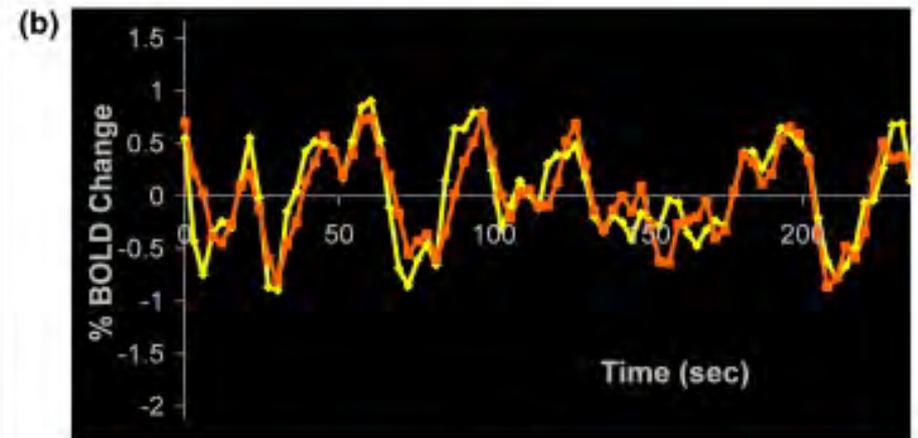
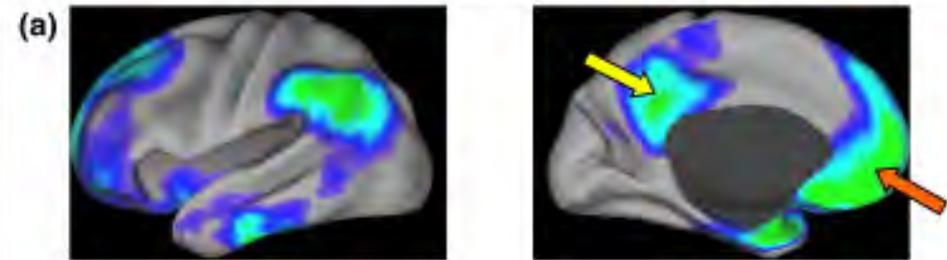
En (b), activité temporelle des
patterns de cohérence avec
comme régions de référence

(en (a)) :

le **cortex cingulaire postérieur**
(flèche jaune)

et le **cortex préfrontal ventral
médian** (flèche orange)

Le tracé très cohérent reflète
aussi le pattern de cohérence de
tout le réseau du mode par défaut
(en (c)).



TRENDS in Cognitive Sciences

Two views of brain function

Marcus Raichle (2010)

<http://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/fulltext/S1364-6613%2810%2900029-X>

A default mode of brain function:

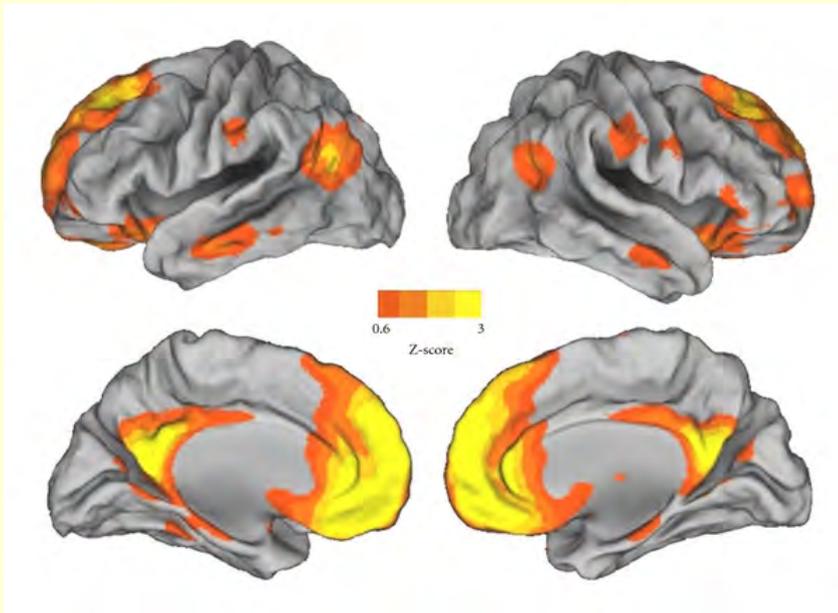
A brief history of an evolving idea

Marcus E. **Raichle** and Abraham Z. Snyder

Received 5 January **2007**

Raichle et ses collègues ont renversé la perspective jusque-là admise :

au lieu de voir ces régions comme étant désactivées durant les tâches, ils les ont considéré comme étant **plus actives** quand les sujets ne **faisaient aucune tâche.**

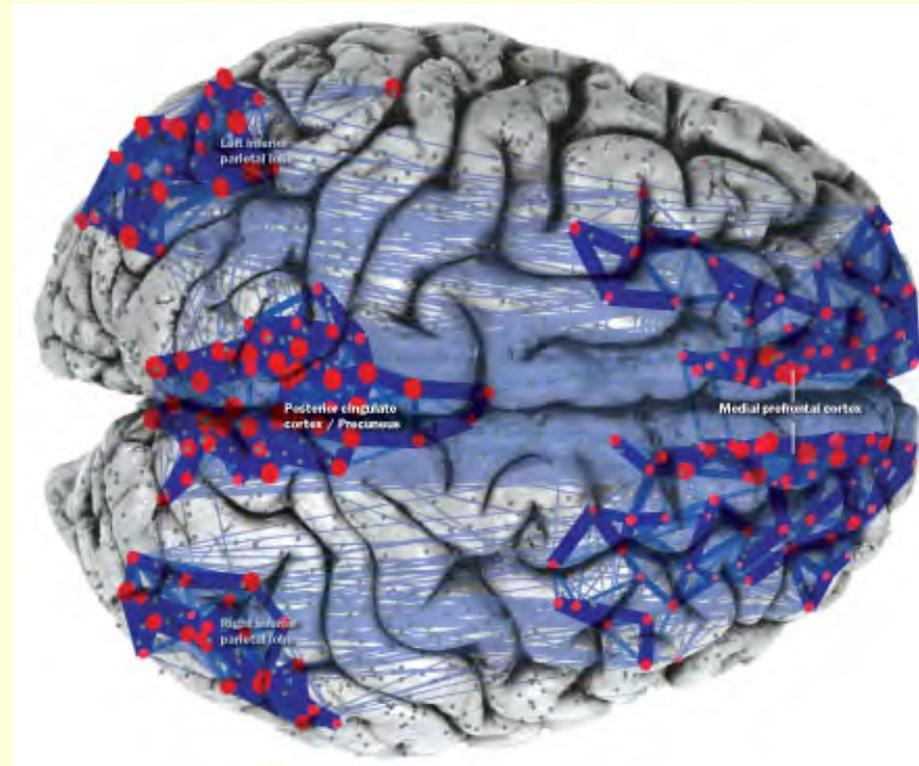


On a par la suite montré que ces régions du réseau du mode par défaut sont **connectées anatomiquement** [2009].

Réseau du mode par défaut

Les régions impliquées dans ce circuit sont déjà connues pour être plus actives quand :

- notre esprit vagabonde (quand on est « dans la lune »);
- lorsqu'on évoque des souvenirs personnels;
- qu'on essaie de se projeter dans des scénarios futurs;
- ou de comprendre le point de vue des autres.



Selon des auteurs comme Philip Gerrans, le réseau du mode par défaut peut être vu de deux façon :

1) comme un **système de simulation** qui aurait évolué pour nous permettre de simuler des expériences en l'absence de stimuli déclencheurs.

Il permet :

- de nous libérer des contingences sensori-motrices du moment
- d'imaginer des situation futures à partir de l'expérience mémorisée
- de ressentir les émotions associées à ces scénarios futurs pour aider à déterminer si l'on passe à l'action ou non

Lors de ces simulations (aussi appelées “**mental time travel**” en anglais), les éléments narratifs sont organisés par un ou des **objectifs généraux**

(par exemple : repasser mentalement un discours que l'on doit faire un peu plus tard dans la journée)

The Measure of Madness

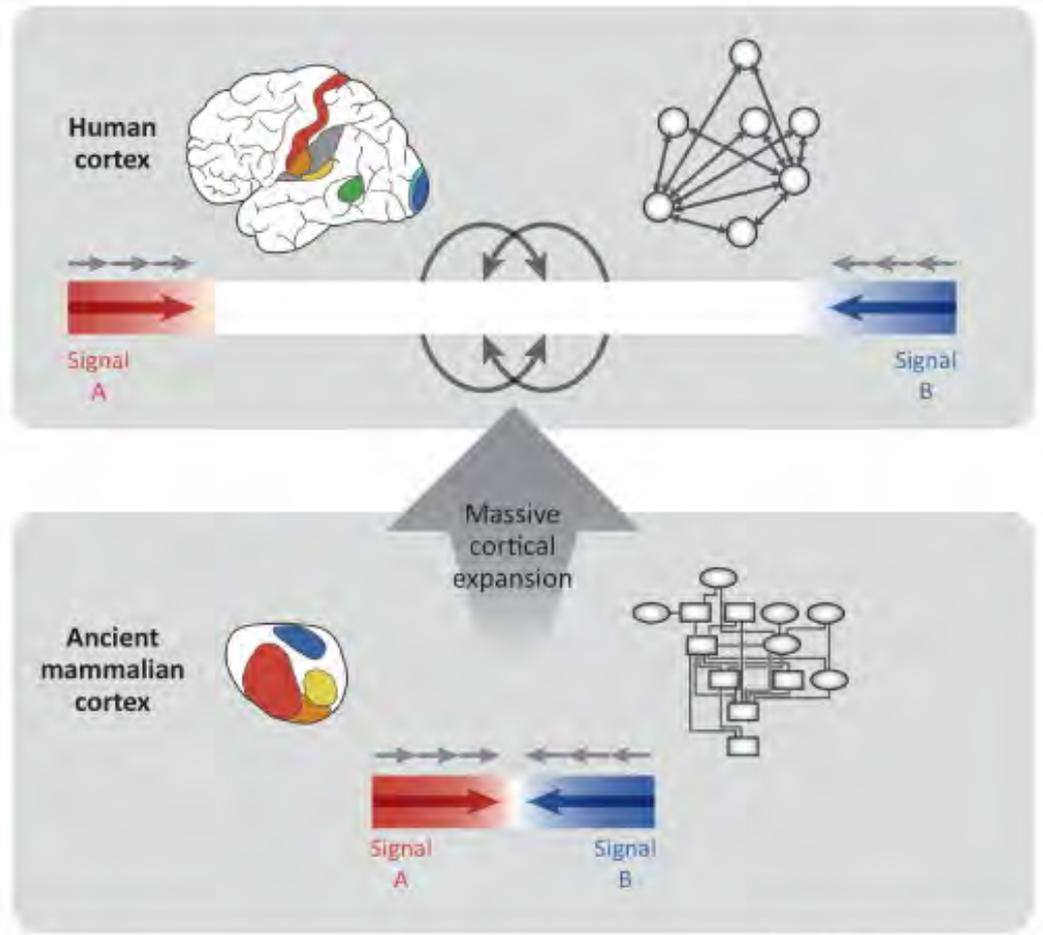
Philosophy of Mind, Cognitive
Neuroscience, and Delusional Thought
Philip Gerrans **2014**

Chapter 4 : The Default Mode Network

<https://muse.jhu.edu/chapter/1234152>

Rappelons que...

Concept / Cadre théorique :

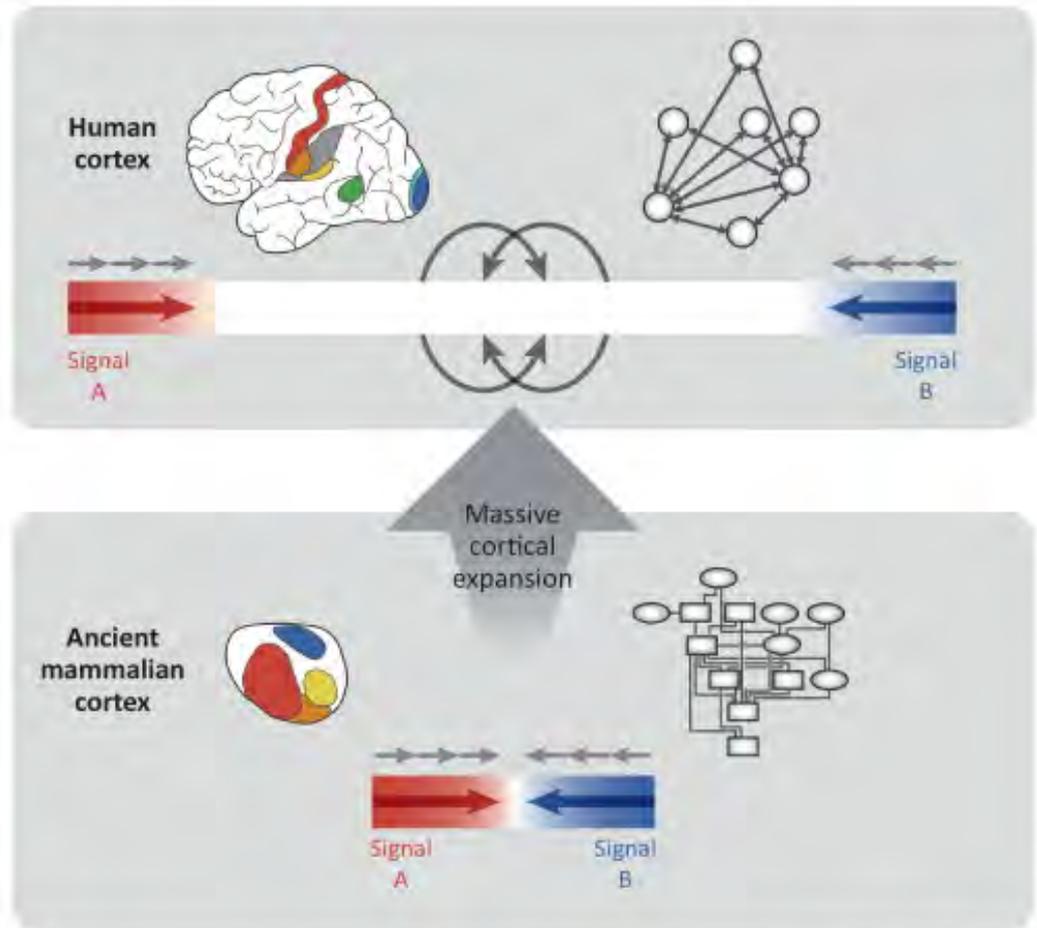


TRENDS in Cognitive Sciences

...au début de la vie,
tout se fait en « **online** »

Et progressivement, on aura l'option supplémentaire de faire du « **offline** »

Concept / Cadre théorique :



TRENDS in Cognitive Sciences

...au début de la vie,
tout se fait en « **online** »

2) Le mode par défaut peut également n'avoir aucun objectif ou problème à résoudre.

C'est alors qu'il se met réellement dans son **mode par défaut de repos** ("screensaver mode", en anglais) et c'est à ce moment que l'on se retrouve "**dans la lune**" ("daydreaming or mind-wandering", en anglais), donc avec très peu de structure narrative pour organiser les pensées.

Why Your Brain Needs More Downtime

Research on naps, meditation, nature walks and the habits of exceptional artists and athletes reveals how mental breaks increase productivity, replenish attention, solidify memories and encourage creativity

By Ferris Jabr on October 15, **2013**

<https://www.scientificamerican.com/article/mental-downtime/>

↑ « idées noires » ?



© Can Stock Photo



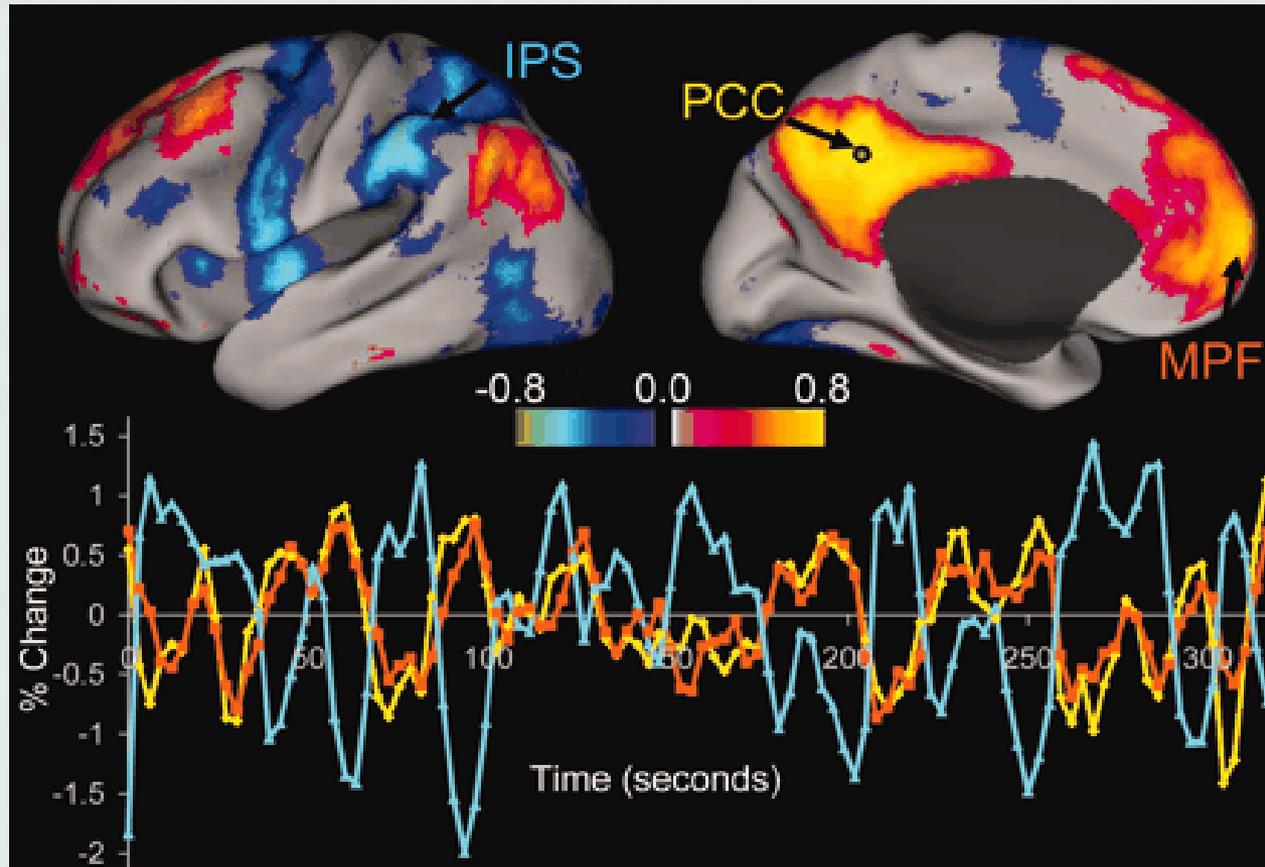
Dorsal Attention Network



Default Mode Network



anti-corrélation entre les activités de ces deux systèmes visible dans leur activité spontanée au repos



Réseau du mode par défaut en psychiatrie : d'abord ces deux articles qui introduisent les données de base en **2007** et **2012** :

Aberrant “Default Mode” Functional Connectivity in Schizophrenia

Volume 164 Issue 3, March, 2007, pp. 450-457

THE AMERICAN JOURNAL OF PSYCHIATRY March 2007 Volume 164
Number 3

Default Mode Network Activity and Connectivity in Psychopathology

Annual Review of Clinical Psychology

Vol. 8: 49-76 (Volume publication date April 2012)

First published online as a Review in Advance on January 6, 2012

<http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-clinpsy-032511-143049?journalCode=clinpsy>

Modèles impliquant le réseau du mode par défaut en psychiatrie **pour la dépression** :

Depressive Rumination, the Default-Mode Network, and the Dark Matter of Clinical Neuroscience

J. Paul Hamilton, Madison Farmer, Phoebe Fogelman, Ian H. Gotlib

Received: July 28, 2013; Received in revised form: February 9, 2015; Accepted: February 11, 2015; Published Online:

February 24, 2015

<http://www.biologicalpsychiatryjournal.com/article/S0006-3223%2815%2900143-2/abstract>

Default mode network mechanisms of transcranial magnetic stimulation in depression.

[Liston C](#)¹, [Chen AC](#)², [Zebley BD](#)³, [Drysdale AT](#)⁴, [Gordon R](#)⁴, [Leuchter B](#)⁴, [Voss HU](#)⁵, [Casey BJ](#)⁴, [Etkin A](#)², [Dubin MJ](#)⁴. Biol Psychiatry. 2014 Oct 1;76(7):517-26. doi:

10.1016/j.biopsych.2014.01.023. Epub **2014 Feb 5**.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24629537>

April 25, 2016

Essential role of default mode network in **higher cognitive processing**.

http://mindblog.dericbownds.net/2016/04/essential-role-of-default-mode-network.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+Mindblog+%28MindBlog%29

[...]

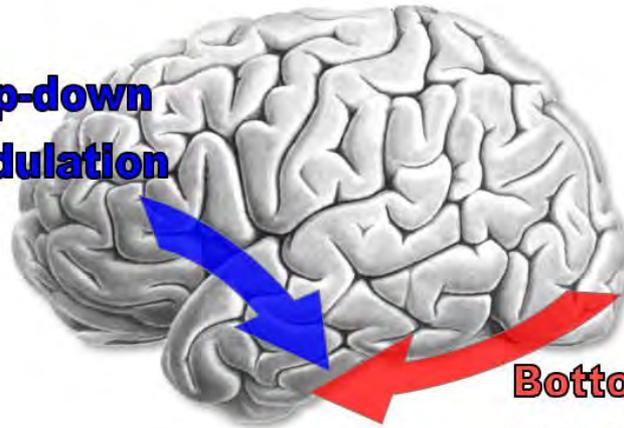
Recent evidence, however, implicates the DMN in **self-referential and memory-based processing**.

We provide robust evidence for this network's active **contribution to working memory** by revealing dynamic reconfiguration in its interactions with other networks and offer an explanation within the global workspace theoretical framework.

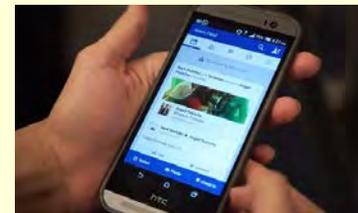
Concept / Cadre théorique :



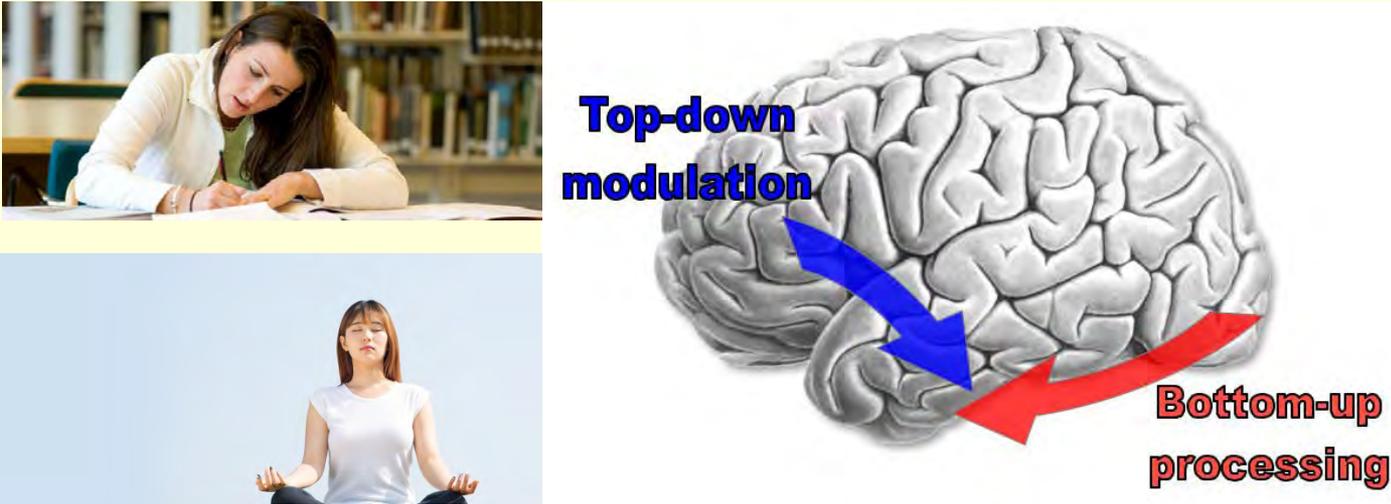
**Top-down
modulation**



**Bottom-up
processing**



L'**attention** fait partie de ce que l'on appelle les « fonctions exécutives » qui sont une famille de processus typiquement « **top down** ».



Le **cortex préfrontal** joue un rôle-clé dans le soutien des fonctions exécutives, mais également d'autres régions cérébrales.

Ces fonctions se **développent graduellement** au début de la vie et peuvent être **améliorées** (ou **dégradées**) par différents facteurs durant toute la vie adulte.

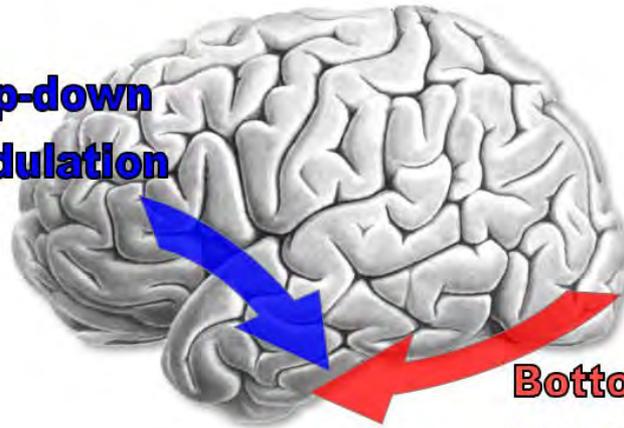
On a l'habitude d'y inclure des processus généraux comme :

- la mémoire de travail
- le contrôle inhibiteur
- la flexibilité cognitive

À partir desquels d'autres « fonctions exécutives » **de plus haut niveau** se construisent (planification, raisonnement, résolution de problèmes, élaboration de stratégies, etc.)



**Top-down
modulation**



**Bottom-up
processing**

(à une époque plus « calme et frugale », la recherche de nouvelles **ressources prometteuses** a été un mécanisme adaptatif fondamental de notre cerveau qui demeure donc très sensible au « bottom up »)

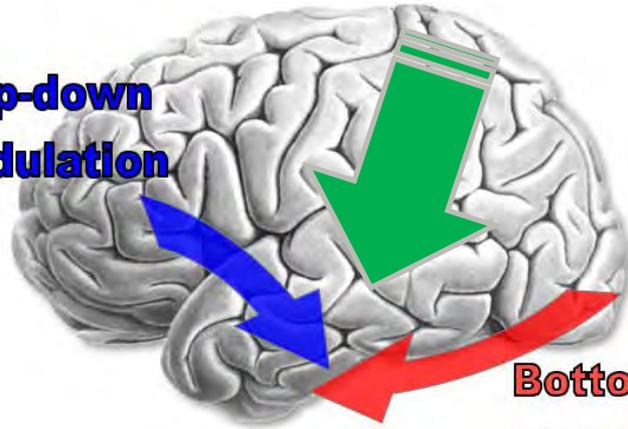
Des « fonctions exécutives » comme l'**attention** peuvent être sollicitées pour **contrer** des stimuli « **bottom up** » **trop intrusifs...**

Quand on parle de flexibilité cognitive, de penser "outside the box", **box** =

...mais aussi pour **éviter** certains **automatismes comportementaux ou de pensée** (comme **l'inhibition** qui implique plus d'effort, mais peut être payant comme on le verra un peu plus loin).



Top-down modulation



Bottom-up processing

3^e heure : **LES RÉSEAUX DU CERVEAU**

connectome

spécialisation cérébrale ?

neuromodulation

réseaux

attention

conscience

émotion

Maîtres et esclaves de notre attention

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2013/03/11/2463/>

« Nous sommes à la fois maîtres et esclaves de notre attention. Nous pouvons l'orienter et la focaliser, mais elle peut aussi nous échapper, être captée par des événements ou objets extérieurs. »

- **Jean-Philippe Lachaux,**

Lachaux rappelle que nous vivons dans un monde riche et chaotique que notre cerveau **ne peut pas appréhender dans sa globalité**.

Il n'a donc pas le choix de **sélectionner** à tout moment certains aspects de son environnement.

Rester attentif
(et concentré sur
des notions
complexes...) sur
une longue période
devient difficile pour
la plupart des gens
après un certain
temps.

C'est pourquoi il est
bon de prévoir lors
d'un cours ou un
exposé un moment
où l'on va pouvoir
relâcher un peu son
attention.

Et d'identifier ces
moments comme tel.

En voici donc un...





“ I don't think the world's greatest pickpocket would be known, do you? ... I'm more a student of human nature.

- Apollo Robbins



http://www.youtube.com/watch?v=LoUSO_Mj1TQ

(2:37 à 5: 25 (3 min.), sur le faisceau de l'attention)

Neuroscience Meets Magic - by Scientific American

<http://www.youtube.com/watch?v=i80nVAwO5xU>

4:00 à 9:13 (5 minutes)

(notions abordées : Top down control,
Bottom up control, mirror neurons)



<http://www.youtube.com/watch?v=MG2HPtbV-80>

Le contrôle du « haut vers le bas » (ou « **top down** ») constitue un formidable filtre qui nous empêche d'être distrait par d'autres stimuli que ceux qui concerne la tâche à effectuer.



Au point de nous rendre « **aveugles** » à des choses qui peuvent être assez surprenantes...

La version « 2.0 »

http://www.youtube.com/watch?v=IGQmdoK_ZfY&feature=relmfu

Hahaha...

<http://www.youtube.com/watch?v=z9aUseqgCiY>

Clues

<http://www.youtube.com/watch?v=ubNF9QNEQLA>

Person swap (Building on the work of Daniel Simons' original "[Door Study](#),")

<http://www.whatispsychology.biz/perception-change-blindness-video>



La « cécité attentionnelle »

Daniel Simons explique que dans la vie de tous les jours, on passe notre temps à manquer des éléments présents dans notre champ de vision.

Ce qui nous rend si confiants en nos sens, c'est justement que nous **n'avons pas conscience de tout ce que nous ne remarquons pas** .

On assume donc bien naïvement que l'on perçoit toujours tout.



Limites de l'attention :

On ne peut pas réaliser deux tâches véritablement en même temps (à part bien sûr les comportements devenus automatiques...)

« **multitasking** » → on peut apprendre à alterner rapidement entre **deux** tâches (mais si on introduit une 3^e tâches, les performances chutent...)

Le mythe du cerveau multitâche

Émilie Auvrouin (2010)

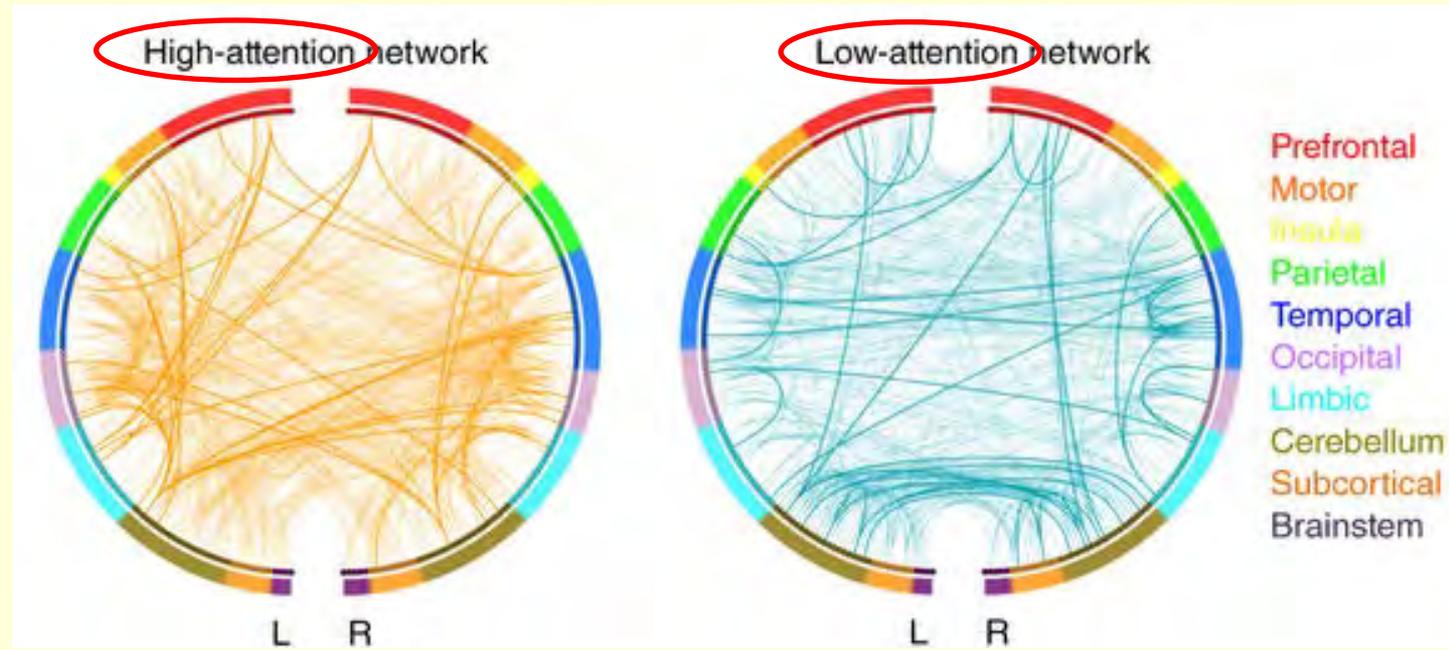
http://www.pourlascience.fr/ewb_pages/a/actu-le-mythe-du-cerveau-multitache-24989.php

Donc en résumé, lorsque nous sommes engagés dans une tâche donnée, les stimuli non-pertinents peuvent devenir littéralement **invisibles**.

Et s'ils restent visibles, leur traitement est massivement différé, voir écarté. (Notion de « goulot d'étranglement central »)

A neuromarker of sustained attention from whole-brain functional connectivity

Nature
Neuroscience 19,
165–171 (2016)
<http://www.nature.com/neuro/journal/v19/n1/full/nn.4179.html>



Des « signatures » de réseaux construits à partir des patterns de connectivité de cerveau d'individus plus ou moins bons pour soutenir leur attention.

Ça veut dire qu'on peut analyser le pattern de connectivité fonctionnelle de votre cerveau (voir quelles régions ont tendance à « travailler ensemble »), et ensuite prédire à quel point vous aller être capable de soutenir votre attention dans une tâche d'attention subséquente !

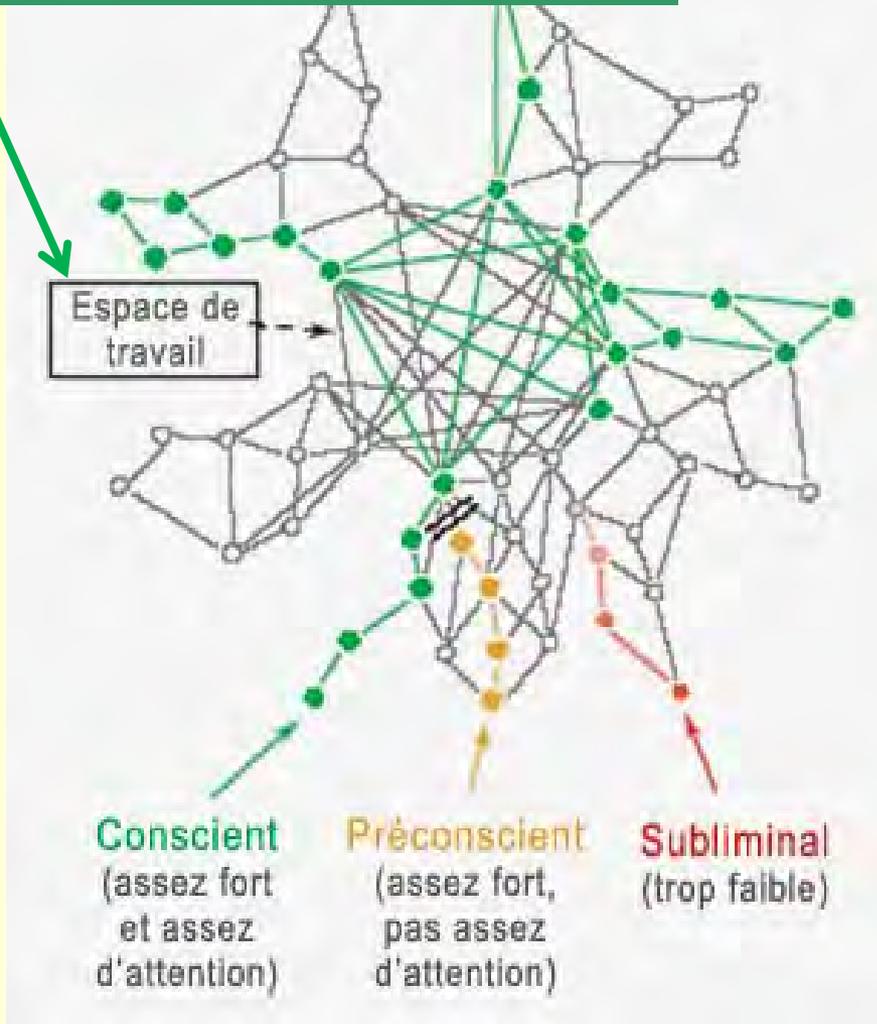


Cécité au changement

http://www.gocognitive.net/sites/default/files/change_blindness.v.0.93_0.swf

<http://www.cs.ubc.ca/~rensink/flicker/download/Dinner.mov>

Concept / Cadre théorique :



3^e heure : LES RÉSEAUX DU CERVEAU

connectome

spécialisation cérébrale ?

neuromodulation

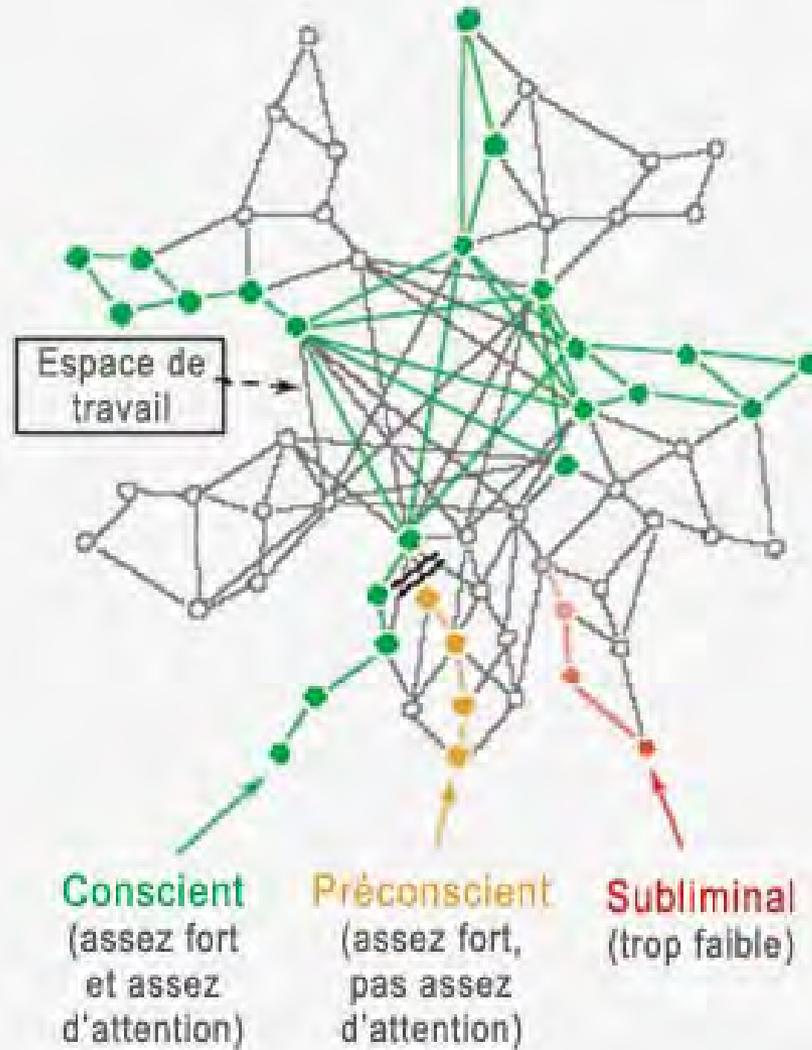
réseaux

attention

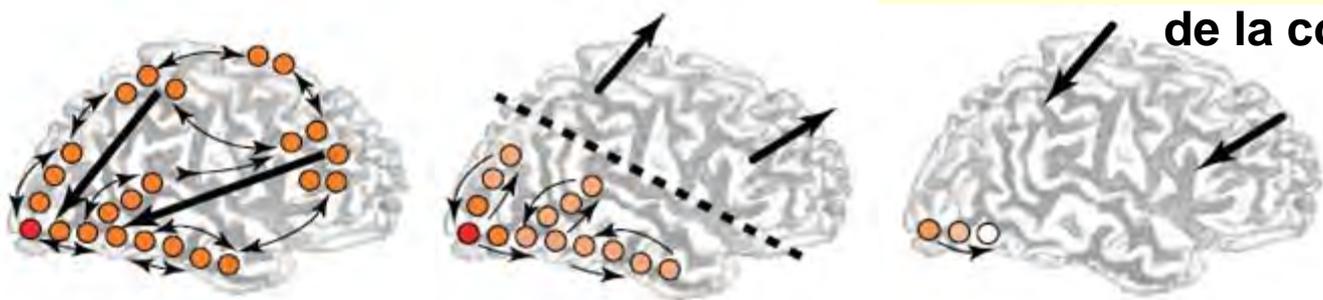
conscience

émotion

La perception consciente et **les niveaux de conscience**



- un premier niveau de traitement **subliminal** où l'activation de bas en haut n'est **pas suffisante** pour déclencher un état d'activation à grande échelle dans le réseau;
- un second niveau **préconscient** qui possède suffisamment d'activation pour accéder à la conscience mais est temporairement mis en veilleuse par **manque d'attention de haut en bas**;
- un troisième niveau **conscient**, qui envahit l'espace de travail global lorsqu'un stimulus préconscient reçoit suffisamment d'attention pour **franchir le seuil de la conscience**.

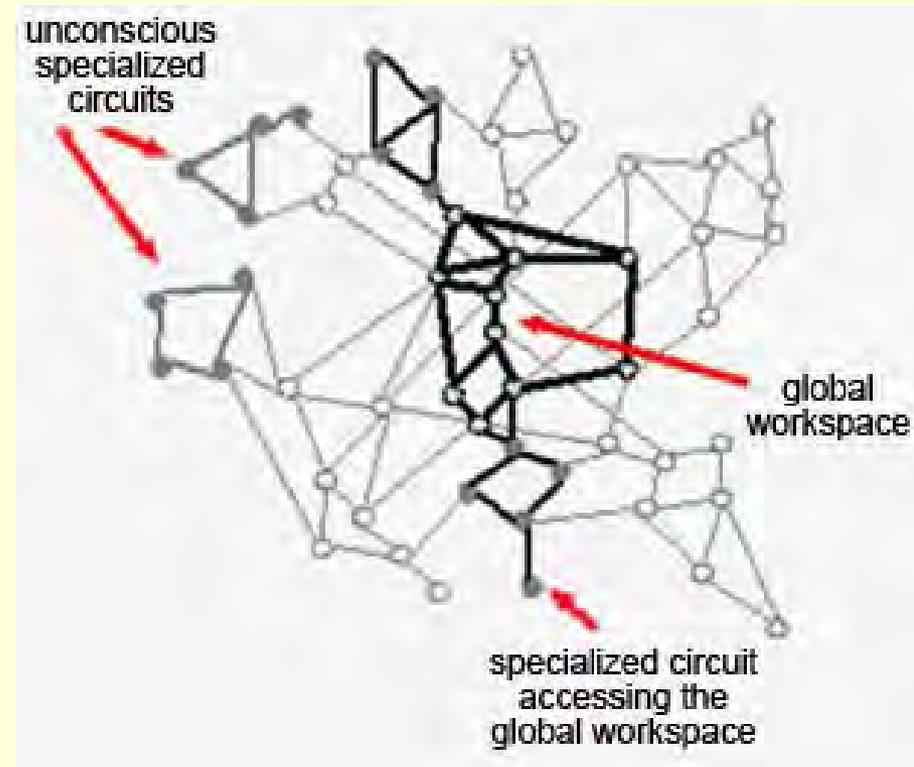
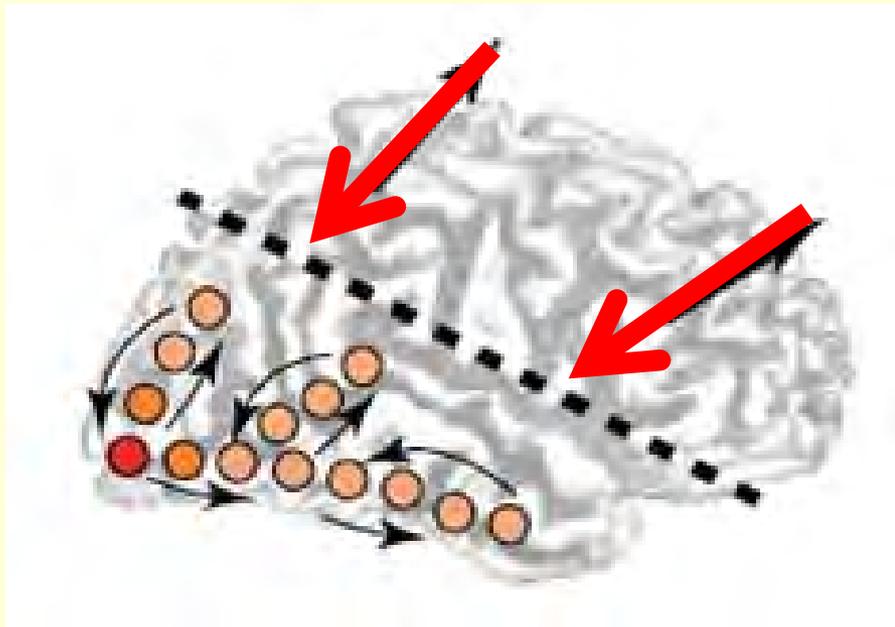


Que le mot soit perçu ou pas, les 275 premières millisecondes (ms) sont identiques : seul le **cortex visuel** est activé. Cela correspond bien au traitement modulaire bien connu du cortex visuel.

Mais par la suite, quand le mot est vu consciemment, l'activation est largement amplifiée et réverbérée d'abord à travers le **cortex frontal** (dès 275 ms), ensuite **préfrontal** (dès 300 ms), **cingulaire antérieur** (dès 430 ms) et finalement **pariétal** (dès 575 ms).

Mais lorsque le mot n'est pas vu consciemment, l'activation demeure localisée dans le **cortex visuel** et s'éteint progressivement jusqu'à ce que toute activité cesse à partir de 300 ms.

Peut-on avoir accès aux processus ou aux éléments préconscients (ou inconscients) ?



Nisbett, Richard, & Wilson, Timothy. (1977).
**Telling more than we can know:
Verbal reports on mental processes.**
Psychological Review, 84, 231-259.

<http://people.virginia.edu/~tdw/nisbett&wilson.pdf>



On demande à des gens de **mémoriser des paires de mots**. Table-chaise, fenêtre-porte, pain-beurre, etc. Pour certaines personnes, il y a une paire de mot bien particulière... la paire **océan-lune**.

On leur demande ensuite quelle est votre marque de poudre à lessiver préférée? Les personnes du groupe qui a dû retenir la paire de mots *océan-lune* choisissent beaucoup plus **la poudre à lessiver Tide**.

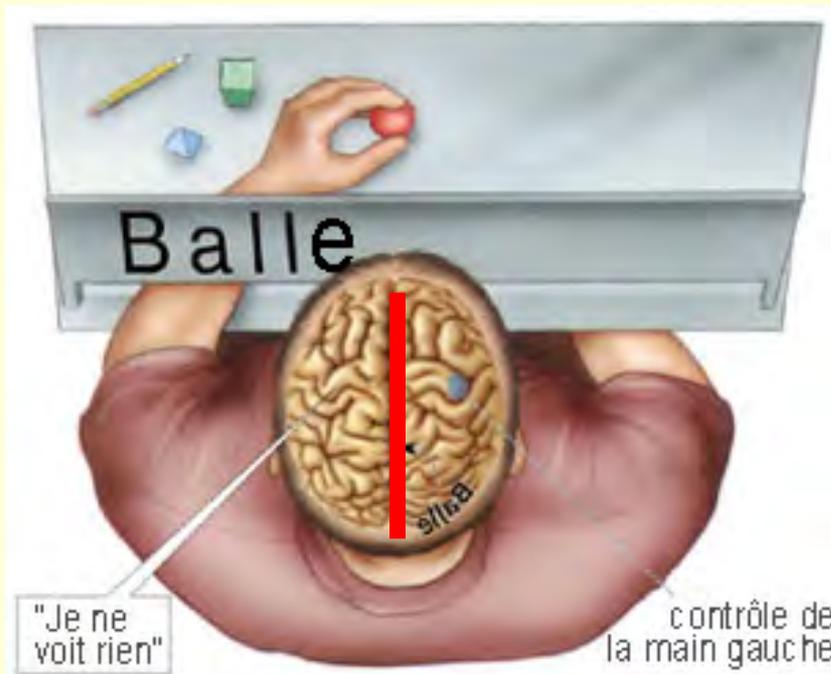
L'expérience se déroule en anglais, et notez qu'en anglais, Tide veut dire **marée**... phénomène physique bien connu lié à l'interaction entre la lune et l'océan.... notre paire de mots mémorisée.

On demande ensuite aux gens **pourquoi avez-vous choisi la poudre Tide**. Ils sont incapable de faire le lien avec la paire de mots et font plutôt référence au fait que la boîte est jolie et que sa couleur attire l'attention, ou au fait que leur maman utilisait cette poudre quand ils étaient petits.

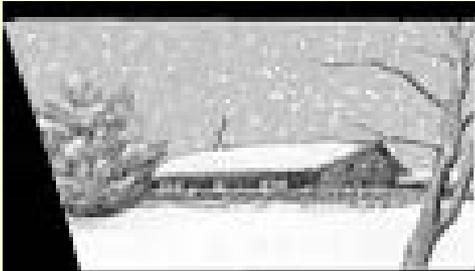
Bref, nous sommes très peu capables de faire le lien entre une cause et sa conséquence dès lors qu'il s'agit d'influences subtiles, mais nous avons par contre **toujours une explication valide ou probable ou plausible à avancer**.

Cela rejoint d'autres expériences, dont celle avec les sujets à **cerveau divisé** (« split-brain »)...

Patients épileptiques au « cerveau divisé » (« split brain », en anglais)

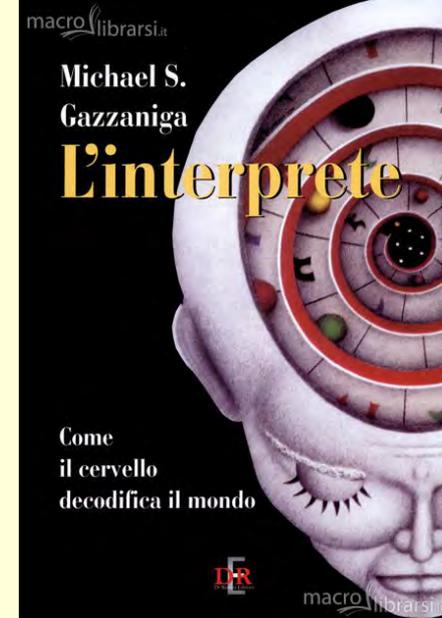
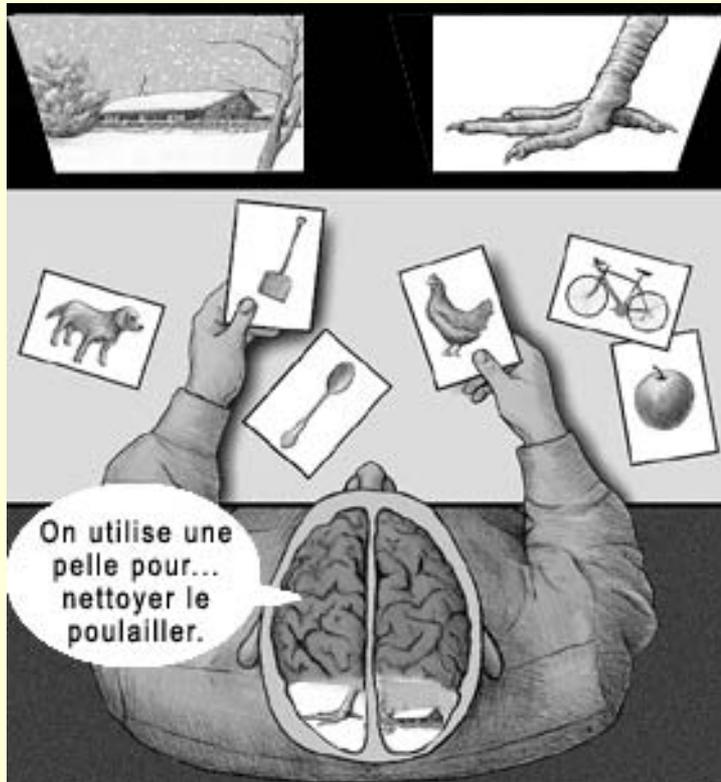


Michael Gazzaniga
dans les années 1960



On utilise une pelle pour... nettoyer le poulailler.

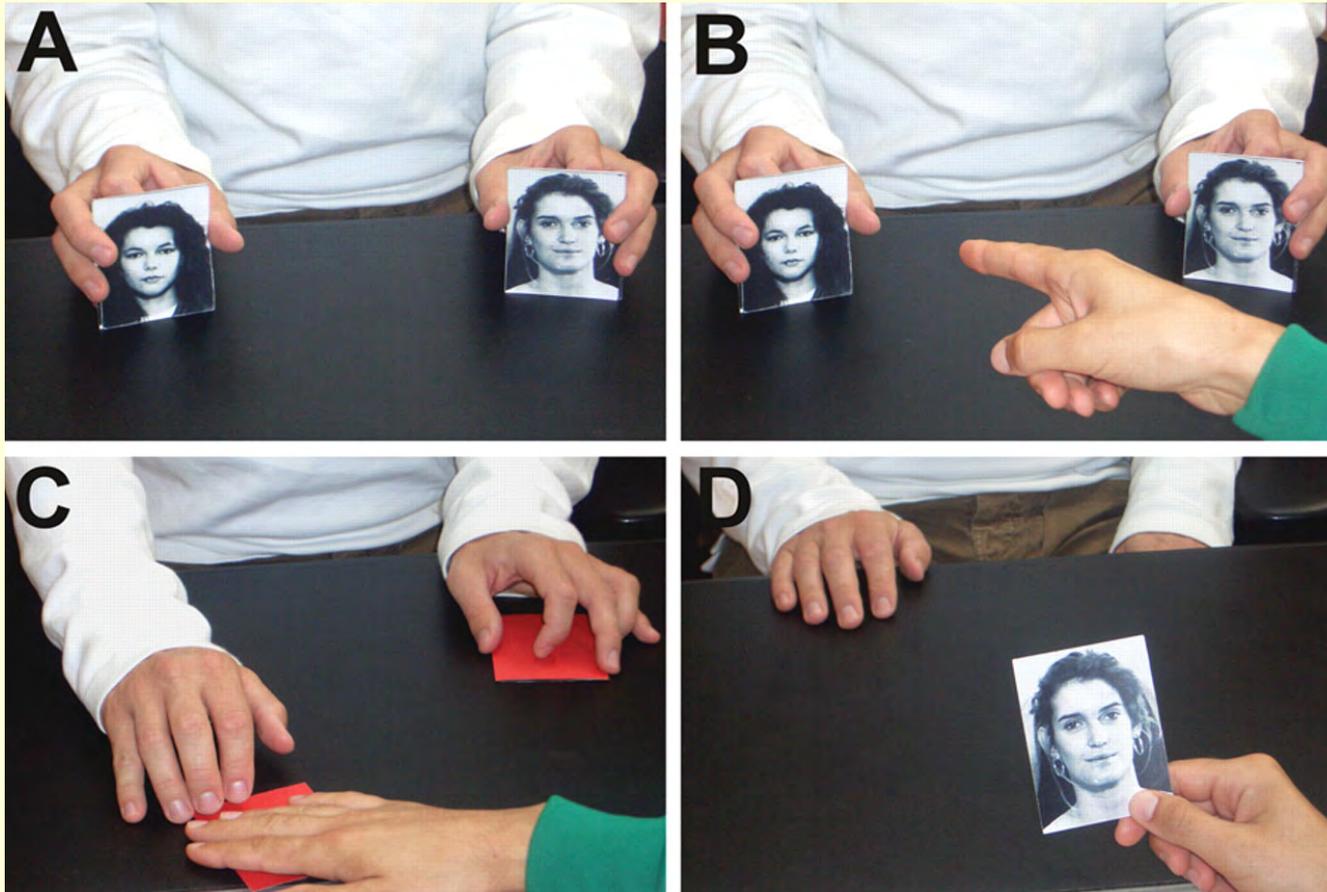
L'hémisphère gauche va **rationaliser** ou **réinterpréter** la séquence d'événements de manière à rétablir une impression de **cohérence** au comportement du patient.



...dans le cortex frontal gauche non seulement des patients au cerveau divisé mais chez **tous les êtres humains**

Expliquerait à quel point notre **cerveau est prompt à fournir des justifications langagières** pour expliquer nos comportements.

Failure to detect mismatches between intention and outcome in a simple decision task. Johansson, P., Hall, L., Sikström, S., & Olsson, A. (2005).



“We call this effect **choice blindness.** “
(nommée après les deux autres)

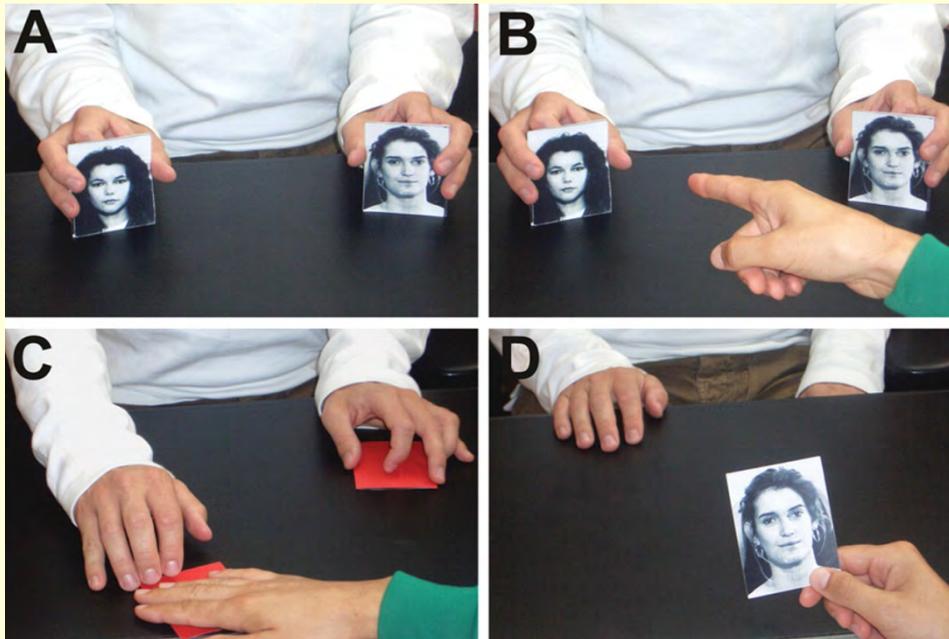
Les auteurs concluent qu'on ne semble pas avoir un accès conscient aux raisons derrière nos choix. **On les rationalise plutôt a posteriori.**

Sauf que...

A gap in Nisbett and Wilson's findings? A first-person access to our cognitive processes.

Petitmengin C., Remillieux A., Cahour C., Carter-Thomas S. (2013).

http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/94/04/22/PDF/A_first-person_access.pdf



Les auteurs de cette étude ont repris le protocole de Johansson, mais en introduisant pour certains choix une personne qui aidait le sujet à rendre plus explicite les motivations de ses choix.

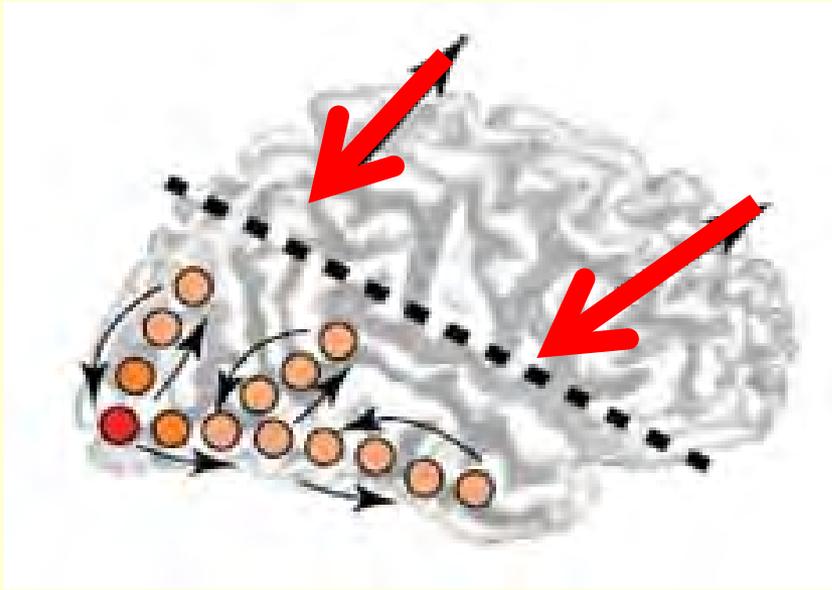
80% des sujets ainsi assistés détectaient la manipulation !

Les auteurs concluent que si nous sommes habituellement inconscients de nos processus décisionnels, on pourrait y accéder par certaines démarches introspectives.

Thèse de Krystèle Appourchaux (2012):

« Varela et Shear parlent ainsi de « phénomènes subpersonnels ou non conscients », qui ne sont pas ordinairement présents à la conscience, mais qui peuvent néanmoins être accessibles grâce aux méthodes que nous venons de décrire.

Ils dénoncent « le préjugé naïf selon lequel la ligne de démarcation entre ce qui est strictement subpersonnel et ce qui est conscient est fixe », puisque des techniques de conversion de l'attention et d'explicitation font **reculer le seuil entre ce qui parvient à la conscience et ce qui reste de l'ordre du « préréfléchi ».** »



Conscient, inconscient et émotions



3^e heure : **LES RÉSEAUX DU CERVEAU**

connectome

spécialisation cérébrale ?

neuromodulation

réseaux

attention

conscience

émotion



Antonio Damasio

*Neuroscientist
& Author*

Les émotions ont été programmées par l'évolution génétique pour **mobiliser le plus efficacement possible les ressources de l'organisme** au service du bon fonctionnement des organes sensoriels et effecteurs.



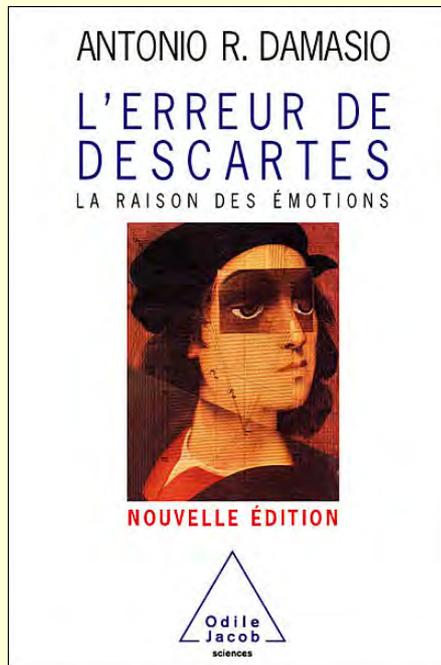
Antonio Damasio

*Neuroscientist
& Author*

Les émotions se traduisent par diverses **modifications corporelles.**

Celles-ci sont **à la fois** le signal permettant **au cerveau de les enregistrer** et **le moyen** dont dispose l'organisme pour **affronter victorieusement** les facteurs internes et externes visant à **déstabiliser son homéostasie.**

Ces modifications corporelles **n'ont pas besoin d'être conscientes** pour jouer leur rôle protecteur.



Antonio Damasio, dans *L'Erreur de Descartes* publié en 1994 : la pensée consciente dépend substantiellement de la perception **viscérale** (**pas nécessairement conscientes**) que nous avons de notre corps.

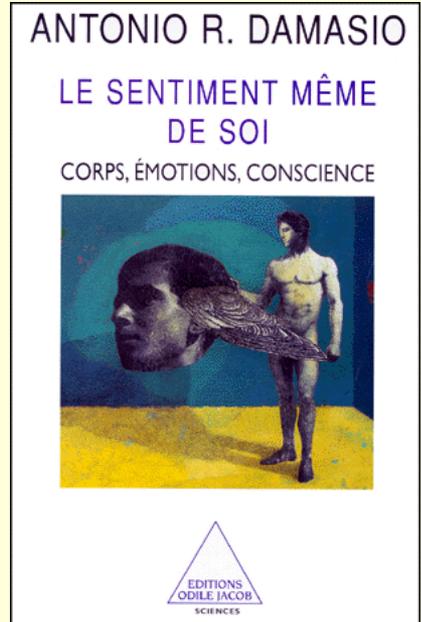
Nos décisions conscientes découlent de raisonnements **abstrait**s mais Damasio montre que ceux-ci s'enracinent dans notre perception corporelle.

En 1999, dans *Le sentiment même de soi*, Damasio développe son modèle pour rendre compte des différents niveaux possibles de la **conscience de soi**.

Le monitoring viscéral décrit plus haut devient le **proto-soi**, une perception d'instant en instant de l'état émotionnel interne du corps rendue possible, entre autres, par **l'insula**.

Par la suite, une perception du monde extérieur devient consciente quand elle est mise en relation avec ce proto-soi. Cette concordance appelée **conscience noyau** par Damasio («core consciousness», en anglais) correspond à la question «Qu'est-ce que je ressens face à cette scène visuelle ou à cette phrase, par exemple ?». De nombreuses espèces animales pourraient être pourvues de ce sentiment du «ici et maintenant».

Un troisième niveau, la **conscience étendue**, devient possible lorsque l'on peut se représenter ses expériences conscientes dans le passé ou le futur par l'entremise de la mémoire et de nos fonctions supérieures permettant la conceptualisation abstraite.



A Network Model of the Emotional Brain

<http://www.cell.com/action/showImagesData?pii=S1364-6613%2817%2930036-0>

Luiz Pessoa

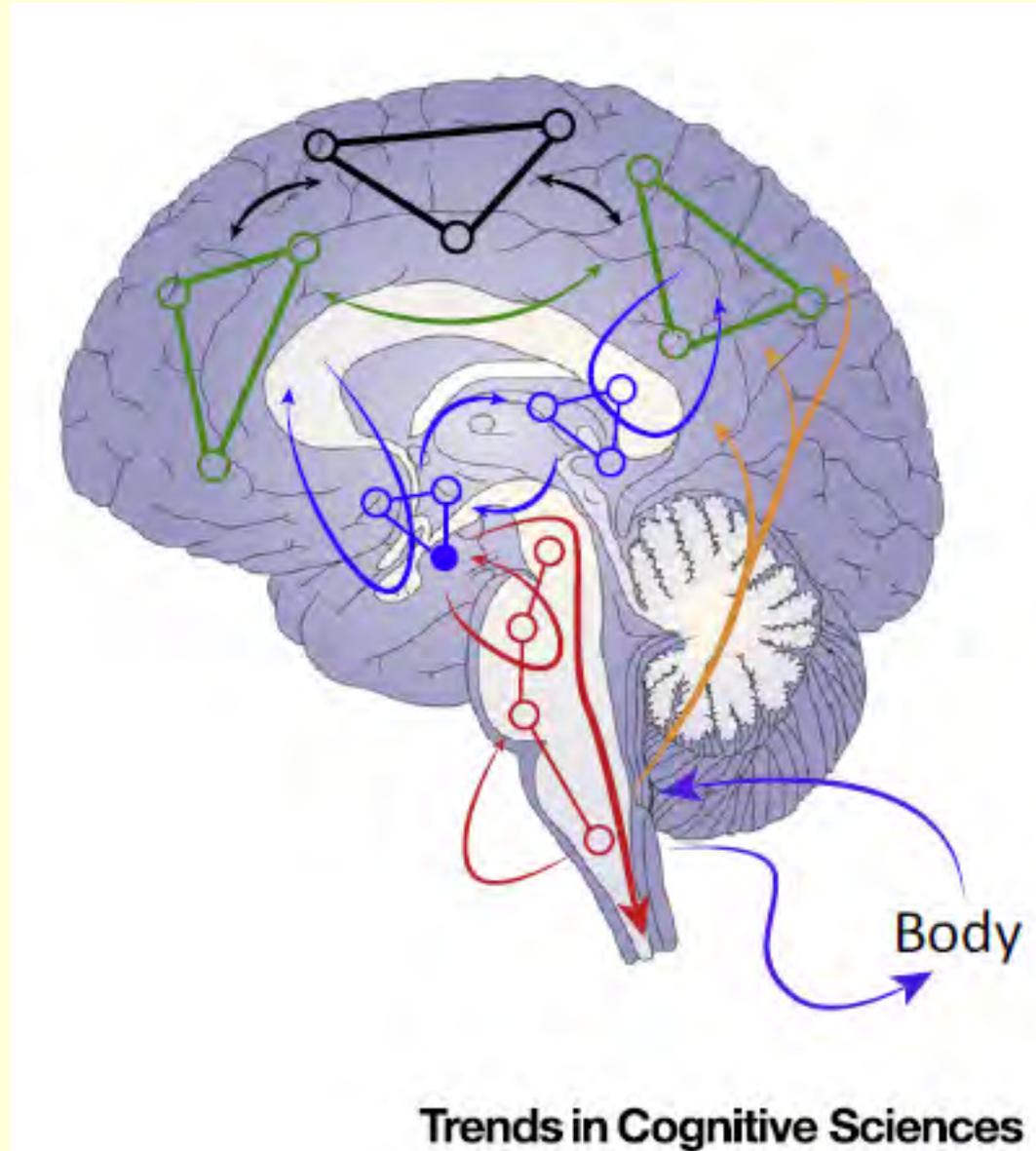
Trends in Cognitive Sciences

May 2017

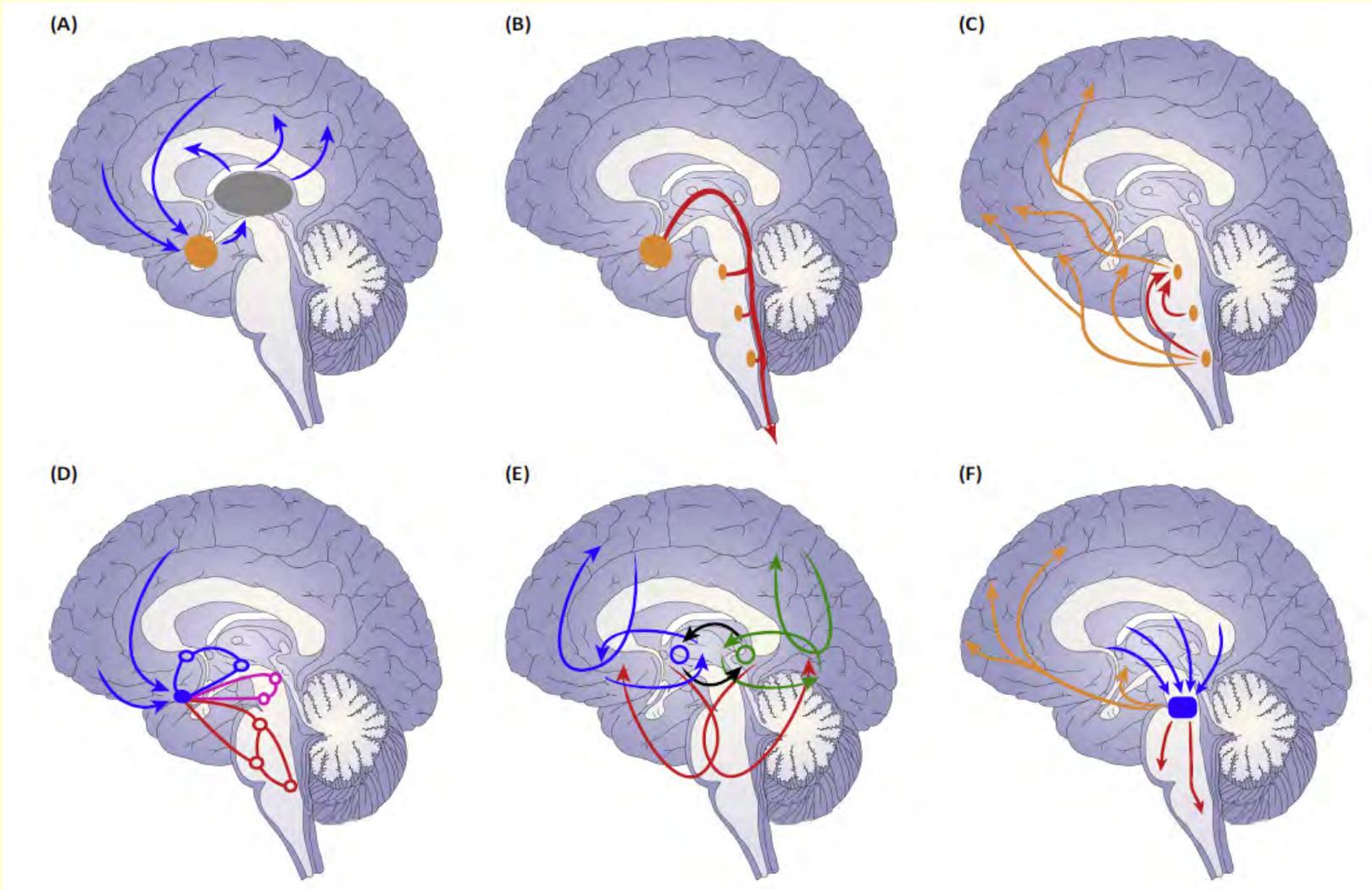
On en arrive aujourd'hui,
et c'est ce que propose
Pessoa, à une conception
intégrée à large échelle

de **circuits corticaux**
et **sous-corticaux**

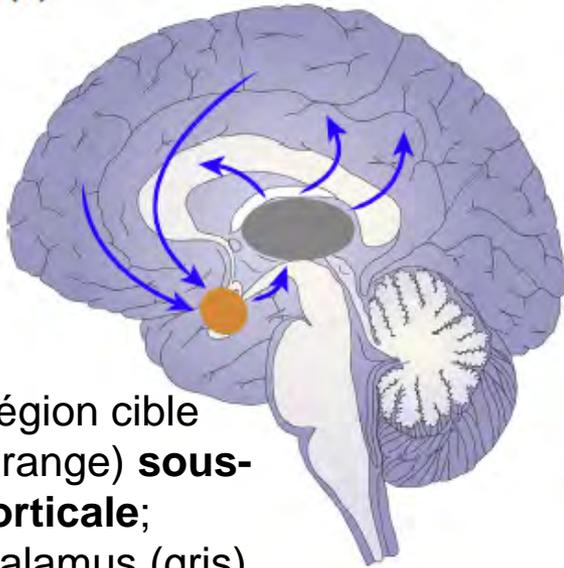
permettant des
régulations corporelles
complexes.



On doit essayer de comprendre les bases neuronales des émotions avec ce qu'on sait aujourd'hui des **grands principes organisationnels des réseaux cérébraux**, c'est-à-dire en les replaçant dans une architecture cérébrale **non modulaire**, avec une **forte superposition de réseaux** (la réutilisation neuronale de M. Anderson) qui sont très **dynamiques** et **sensibles aux contextes**.

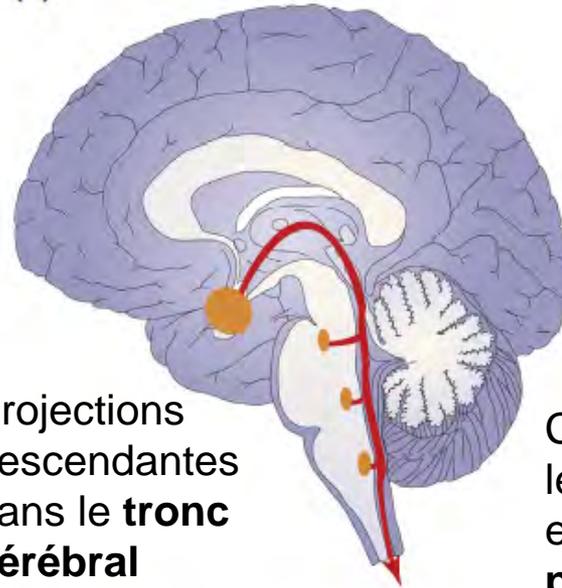


(A)



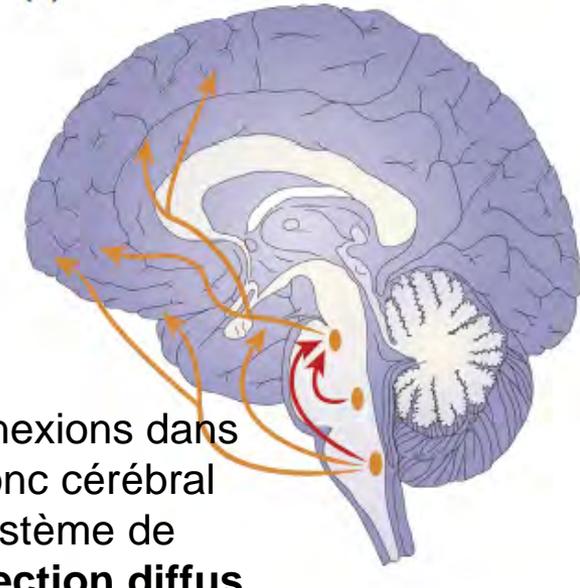
Région cible
(orange) **sous-**
corticale;
thalamus (gris)

(B)



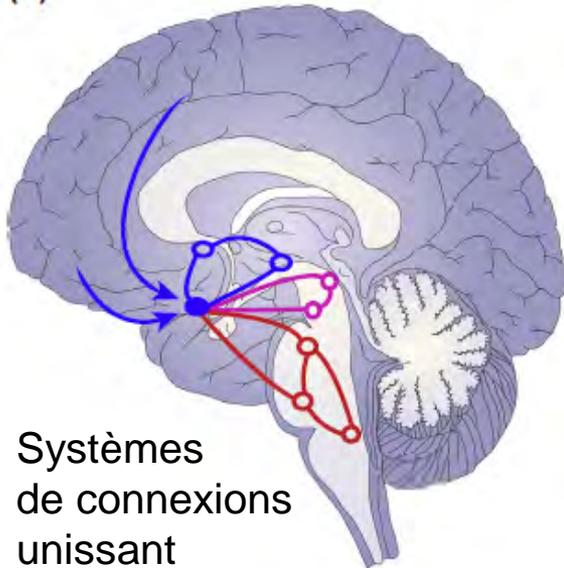
Projections
descendantes
dans le **tronc**
cérébral

(C)



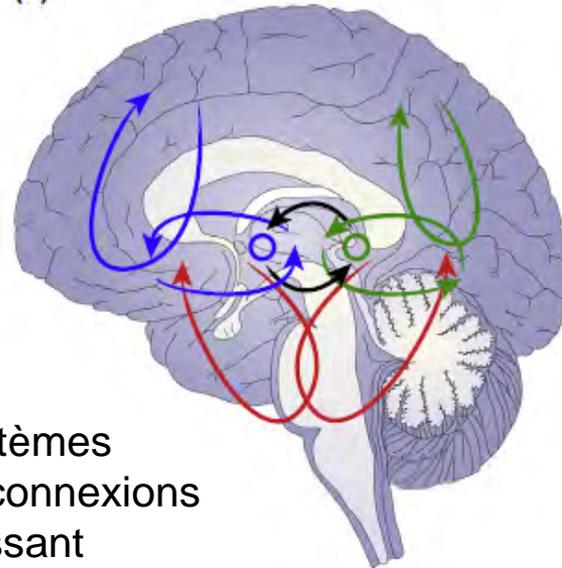
Connexions dans
le tronc cérébral
et système de
projection diffus

(D)



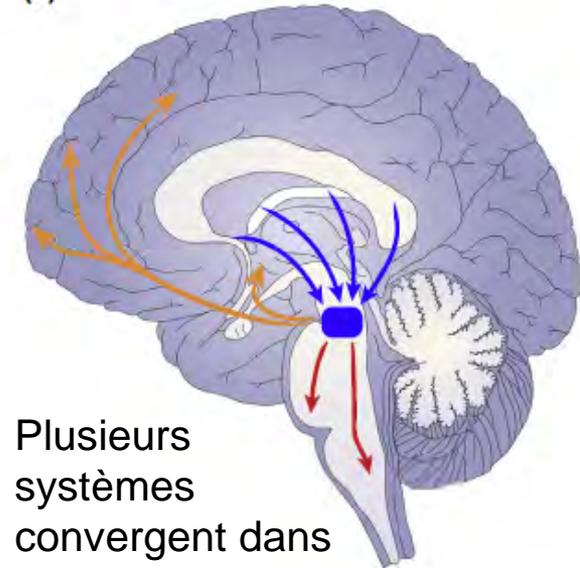
Systèmes
de connexions
unissant
plusieurs niveaux
« **verticaux** »

(E)

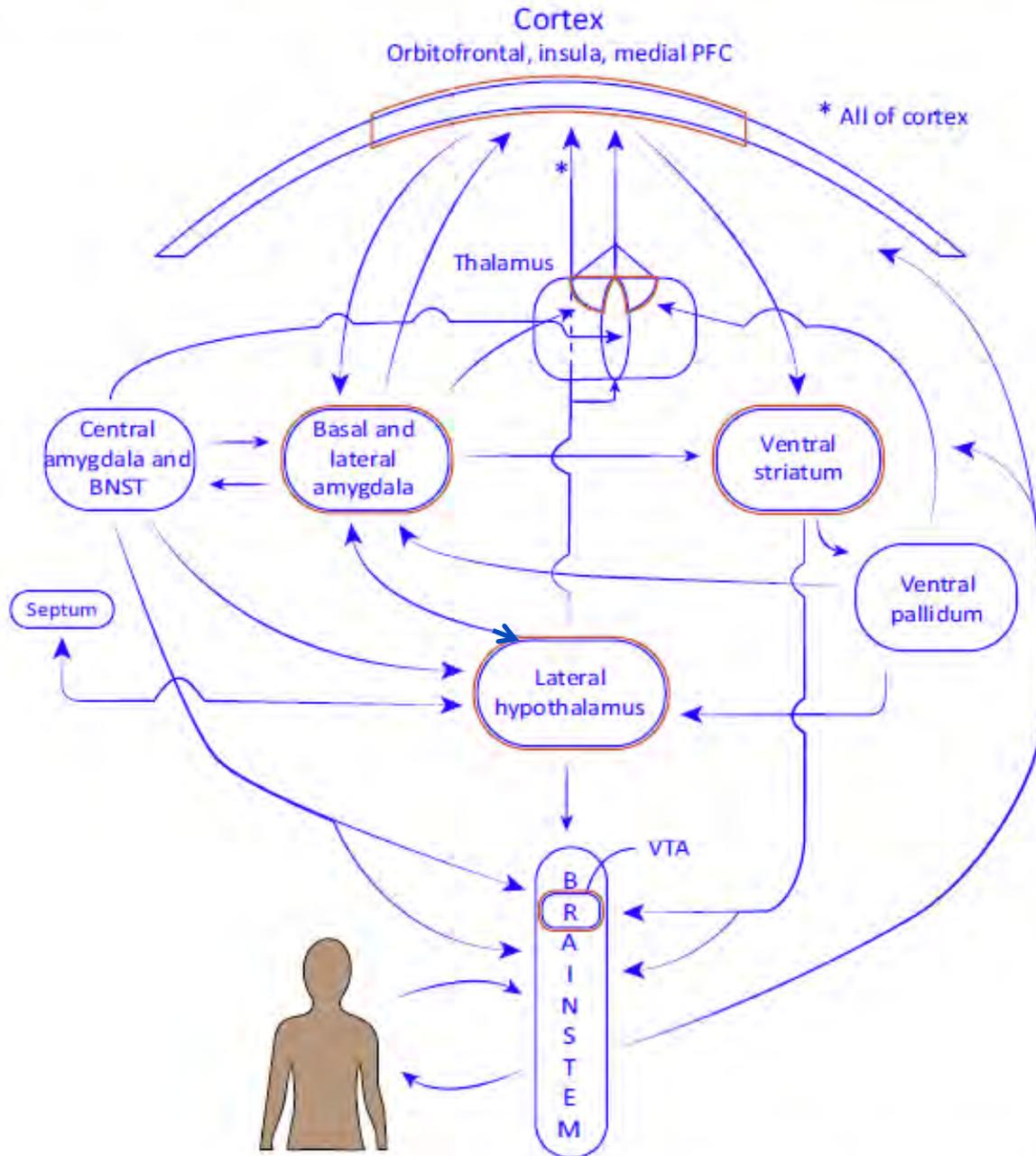


Systèmes
de connexions
unissant
plusieurs niveaux
sous-corticaux

(F)



Plusieurs
systèmes
convergent dans
des « **hubs** »
sous-corticaux

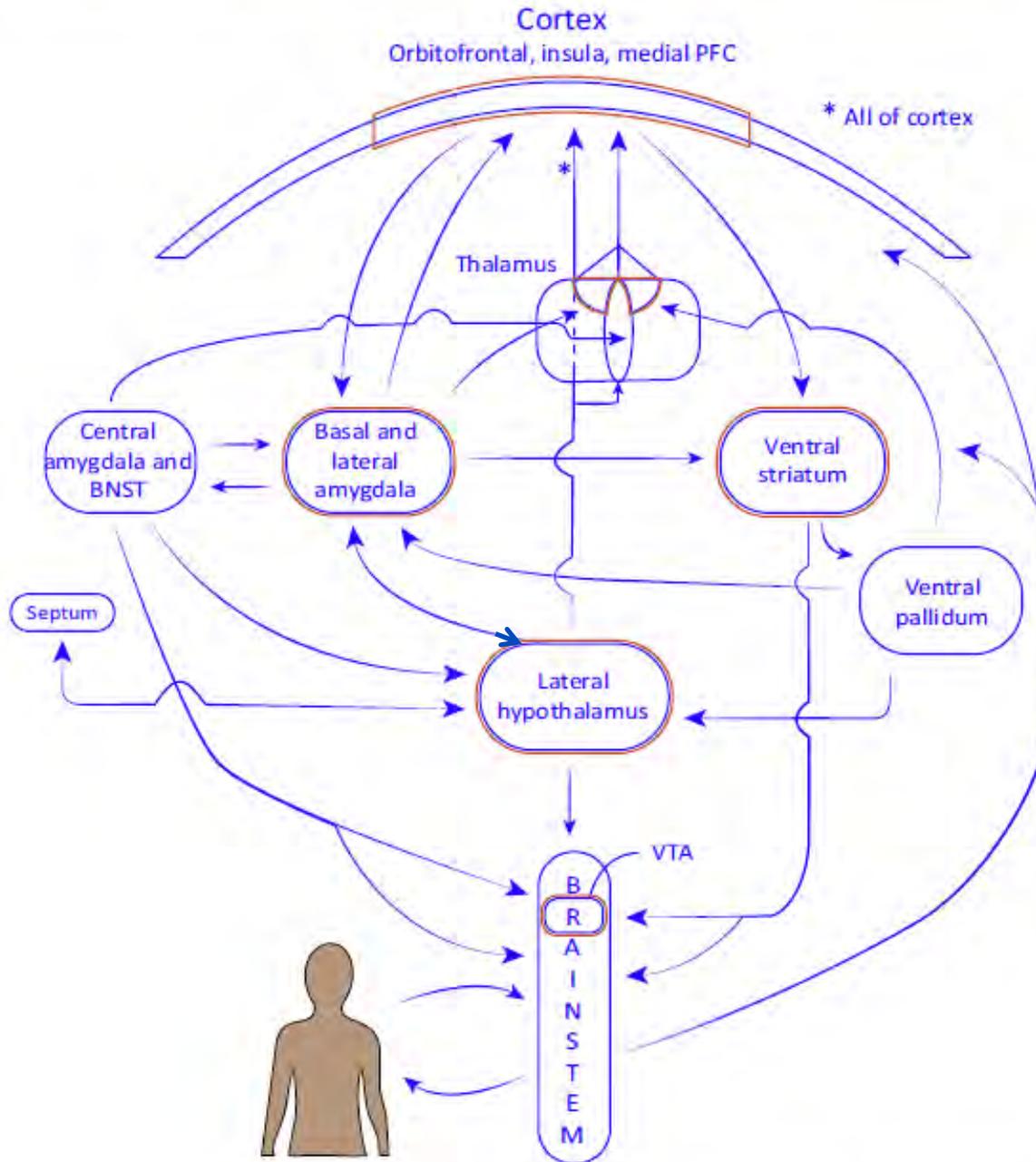


Seules **certaines** connexions sont montrées.

En orange : sites de convergences (“hubs”).

L’approche des **systems fonctionnels intégrés** se démarque des conceptions où certaines structures cérébrales constituaient le “cerveau émotionnel”.

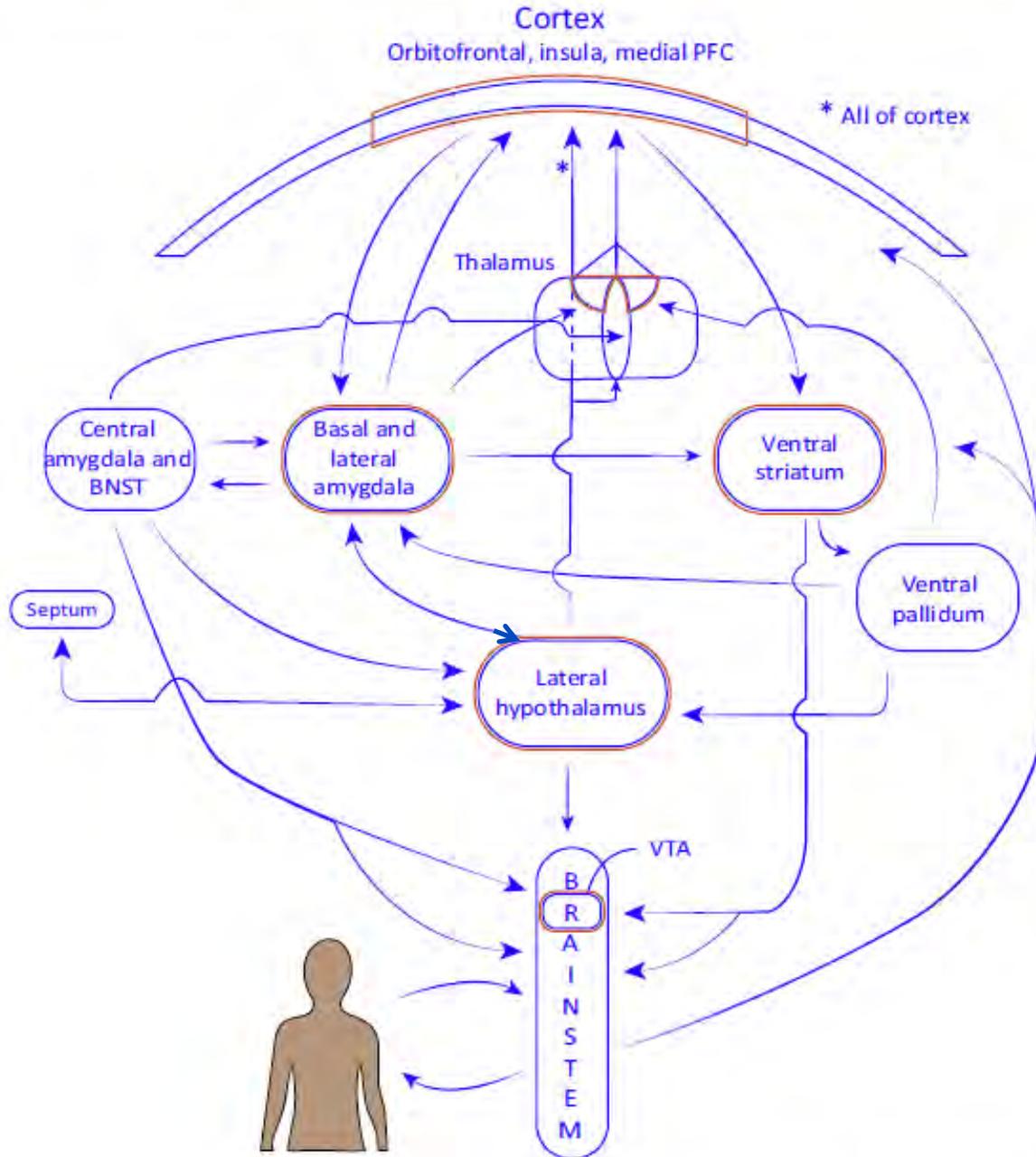
L’émotion est vue ici comme une propriété d’un réseau à beaucoup plus **large échelle**.



Les états émotionnels sont **très distribués** au lieu de correspondre aux traditionnelles “régions reliées aux émotions” (comme l’amygdale ou le réseau par défaut).

Les “signatures d’activité cérébrales” liées aux émotions semblent hautement **dépendantes du contexte** (sont peu généralisables d’une tâche à l’autre)

Donc pour Pessoa, il n’y a **pas**, dans un sens général, de **circuits spécialisés** pour les émotions.



Bref, le problème n'est plus de comprendre quelle régions contrôle telle autre,

mais de **comprendre la dynamique entre les régions,**

c'est-à-dire comment les signaux de multiples régions **évoluent collectivement.**

Ce qui est sensiblement plus difficile que de simplement identifier des régions qui en excitent ou en inhibent d'autres...

Monday, **July 16, 2018**

What is consciousness, and could machines have it?

http://mindblog.dericbownds.net/2018/07/what-is-consciousness-and-could.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+Mindblog+%28MindBlog%29

I want to point to a lucid [article by Dehaene, Lau, and Koulder](#) that gives the most clear review I have seen of **our current state of knowledge on the nature of human consciousness**, which we need to define if we wish to consider the question of machines being conscious like us. Here is the abstract, followed by a few edited clips that attempt to communicate the core points :

We suggest that the word “consciousness” conflates two different types of information-processing computations in the brain: the **selection of information for global broadcasting**, thus making it flexibly available for computation and report (C1, consciousness in the first sense),

and the **self-monitoring of those computations**, leading to a subjective sense of certainty or error (C2, consciousness in the second sense).

We argue that despite their recent successes, current machines are still mostly implementing computations that reflect unconscious processing (C0) in the human brain. We review the psychological and neural science of unconscious (C0) and conscious computations (C1 and C2) and outline how they may inspire novel machine architectures.

C1: Global availability

This corresponds to the transitive meaning of consciousness (as in “The driver is conscious of the light”)... We can recall it, act upon it, and speak about it. This sense is synonymous with “having the information in mind”; among the vast repertoire of thoughts that can become conscious at a given time, only that which is globally available constitutes the content of C1 consciousness.

C2: Self-monitoring

Another meaning of consciousness is reflexive. It refers to a self-referential relationship in which the cognitive system is able to monitor its own processing and obtain information about itself. This sense of consciousness corresponds to what is commonly called introspection, or what psychologists call “meta-cognition”—the ability to conceive and make use of internal representations of one’s own knowledge and abilities.

CO: Unconscious processing: Where most of our intelligence lies

...many computations involve neither C1 nor C2 and therefore are properly called “unconscious” ...Cognitive neuroscience confirms that complex computations such as face or speech recognition, chess-game evaluation, sentence parsing, and meaning extraction occur unconsciously in the human brain—under conditions that yield neither global reportability nor self-monitoring. The brain appears to operate, in part, as a juxtaposition of specialized processors or “modules” that operate nonconsciously and, we argue, correspond tightly to the operation of current feedforward deep-learning networks.