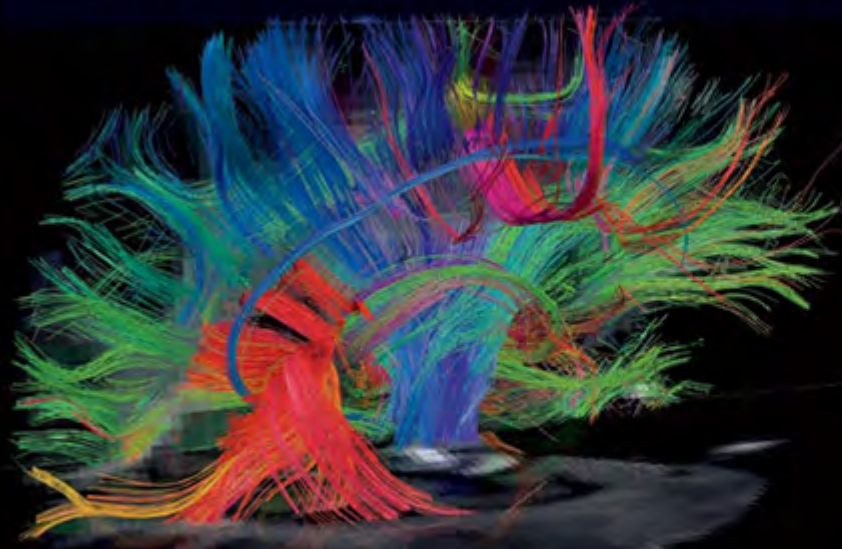


Pourquoi le cerveau a besoin du corps et de l'environnement pour penser

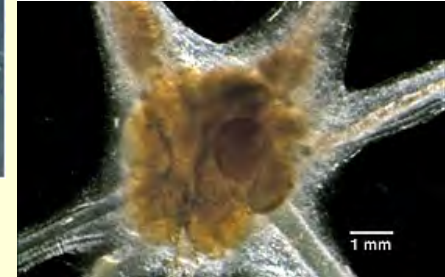
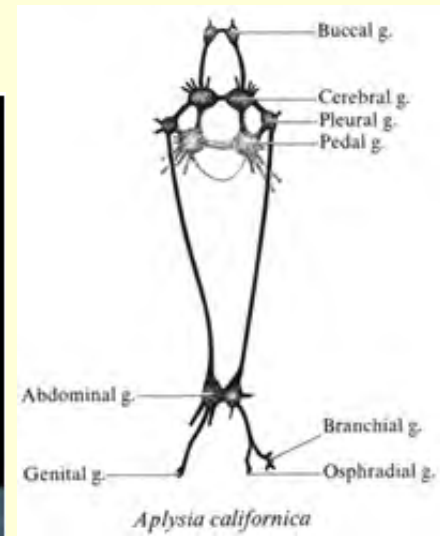
Cerveau :
l'histoire d'un organe pas comme les autres

19 avril 2017

Ceci n'est pas un ordinateur



D'où je vous parle :
mon background...



QUÉBEC SCIENCE

LES DÉBROUILLARDS
DRÔLEMENT SCIENTIFIQUE !

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Un site web interactif sur le cerveau et les comportements humains

- Visite guidée
 - Plan du site
 - Diffusion
 - Présentations
 - Nouveautés
-
- English

Principes fondamentaux



Du simple au complexe

- ✦ Anatomie des niveaux d'organisation
- ✦ Fonction des niveaux d'organisation



Le bricolage de l'évolution

- ✦ Notre héritage évolutif

Le développement de nos facultés

- ✦ De l'embryon à la morale



Le plaisir et la douleur

- ✦ La quête du plaisir
- ✦ Les paradis artificiels
- ✦ L'évitement de la douleur



Les détecteurs sensoriels

- ✦ La vision



Le corps en mouvement

- ✦ Produire un mouvement volontaire

Fonctions complexes



Au coeur de la mémoire

- ✦ Les traces de l'apprentissage
- ✦ Oubli et amnésie



Que d'émotions

- ✦ Peur, anxiété et angoisse



De la pensée au langage

- ✦ Communiquer avec des mots



Dormir, rêver...

- ✦ Le cycle éveil - sommeil - rêve
- ✦ Nos horloges biologiques



L'émergence de la conscience

- ✦ Le sentiment d'être soi

Dysfonctions



Les troubles de l'esprit

- ✦ Dépression et mania-co-dépression
- ✦ Les troubles anxieux
- ✦ La démence de type Alzheimer

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Chercher dans le blogue

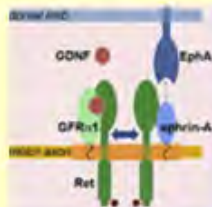
Envoyer

Catégories

- Au coeur de la mémoire
- De la pensée au langage

Lundi, 13 février 2012

Des protéines qui guident le câblage cérébral



Le cerveau humain contient des millions de fois plus de connexions entre ses neurones que les quelque 20 000 ou 25 000 gènes contenus dans l'ADN de nos cellules. Et pourtant, durant le développement de notre cerveau, les extrémités des axones de nos neurones en développement ressemblent à de véritables « **têtes chercheuses** » qui réussissent à trouver leur cible spécifique à travers la soupe moléculaire complexe que constitue le milieu extracellulaire.

Instituts de recherche en santé du Canada

Le cerveau à tous les niveaux est financé par l'**Institut des neurosciences, de la santé mentale et des toxicomanies (INSMT)**, l'un des 13 **instituts de recherche en santé du Canada (IRSC)**.

L'INSMT appuie la recherche dans différents domaines afin de réduire l'incidence des maladies du cerveau. L'INSMT fait ainsi progresser notre compréhension

Les Power Points de chaque présentation seront accessibles en pdf.

The screenshot shows the homepage of the website 'Le Cerveau à tous les niveaux'. The main navigation menu includes: Mode d'emploi, Visite guidée, Plan du site, Diffusion, Présentations, Nouveautés, and English. A red arrow points to a button labeled 'L'école des profs' in the 'Présentations' section, which is also circled in red. Other sections include 'Fonctions complexes' (Au cœur de la mémoire, Que d'émotions, De la pensée au langage, Dormir, rêver...), 'Les troubles de l'agripp' (Dépression et trouble bipolaire, Les troubles anxieux, La démence de type Alzheimer), and 'Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX' with a featured article titled 'Neurones inhibiteurs : plus qu'un simple frein'.

The collage features several elements:

- A classroom scene with a teacher at the front and students at desks.
- A brain diagram with green nodes and connecting lines.
- Text boxes with the following content:
 - "L'école des profs"**
 - Cours intensifs de perfectionnement en neurosciences cognitives**
 - (cliquez ici pour les détails)
 - Fonctions supérieures, libre arbitre et éducation
 - Vers une cognition incarnée
 - Des réseaux de neurones qui oscillent de manière dynamique
 - D'où venons-nous et que faisons-nous ?
 - Ancienne et nouvelle grammaire de la communication

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Retour à l'accueil

Niveau d'explication

Débutant
Intermédiaire
Avancé

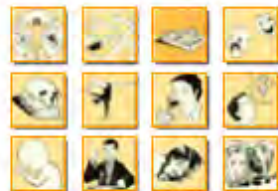


Niveau d'organisation

- △ Social
- Psychologique
- Cérébral
- Cellulaire
- ▽ Moléculaire

Thème

Le plaisir et la douleur



Sous-thème

La quête du plaisir

Les paradis artificiels

L'évitement de la douleur

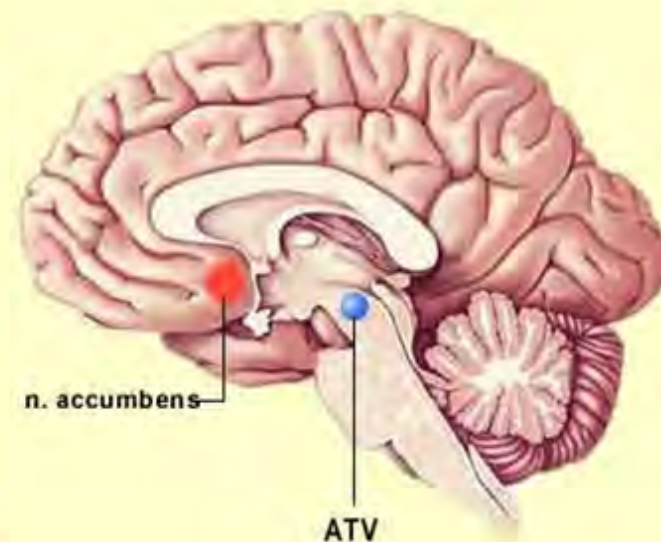


Un stimulus sensoriel qui n'apporte ni récompense ni punition est rapidement ignoré et oublié. C'est le phénomène de l'habituation qui nous fait oublier le contact de nos vêtements avec notre peau ou le tic tac de l'horloge du bureau.

LES CENTRES DU PLAISIR

1

Pour qu'une espèce survive, ses individus doivent en premier lieu assurer leurs fonctions vitales comme se nourrir, réagir à l'agression et se reproduire. L'évolution a donc mis en place dans notre cerveau des régions dont le rôle est de "récompenser" l'exécution de ces fonctions vitales par une sensation agréable.



Ce sont ces régions, interconnectées entre elles, qui forment ce que l'on appelle le **circuit de la récompense**.

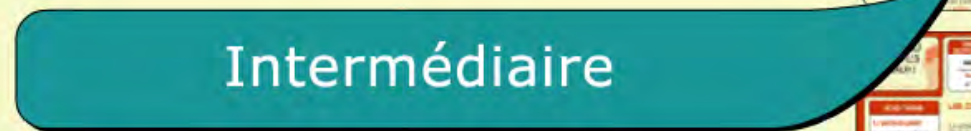
L'aire tegmentale ventrale (ATV), un groupe de neurones situés en plein centre du cerveau, est particulièrement importante dans ce circuit. Elle reçoit de l'information de plusieurs autres régions qui l'informent du niveau de satisfaction des besoins fondamentaux ou plus spécifiquement humains.

3 niveaux d'explication

Niveau d'explication

Débutant
Intermédiaire
Avancé

◀ ◻ ▶



LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Titre: LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!
Thème: LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!
Mots-clés: Cerveau, Neurologie, Anatomie

LES DIFFÉRENCES DU CERVEAU




Le cerveau est un organe complexe qui contrôle toutes les fonctions de notre corps. Il est divisé en différentes régions, chacune ayant des fonctions spécifiques. Les différences de structure et de fonction entre les régions du cerveau sont ce qui nous permet de penser, d'apprendre et de nous adapter à notre environnement.

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Titre: LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!
Thème: LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!
Mots-clés: Cerveau, Neurologie, Anatomie

LES DIFFÉRENCES DU CERVEAU



Le cerveau est un organe complexe qui contrôle toutes les fonctions de notre corps. Il est divisé en différentes régions, chacune ayant des fonctions spécifiques. Les différences de structure et de fonction entre les régions du cerveau sont ce qui nous permet de penser, d'apprendre et de nous adapter à notre environnement.

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Titre: LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!
Thème: LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!
Mots-clés: Cerveau, Neurologie, Anatomie

LES DIFFÉRENCES DU CERVEAU



Le cerveau est un organe complexe qui contrôle toutes les fonctions de notre corps. Il est divisé en différentes régions, chacune ayant des fonctions spécifiques. Les différences de structure et de fonction entre les régions du cerveau sont ce qui nous permet de penser, d'apprendre et de nous adapter à notre environnement.



5 niveaux d'organisation

The image displays five educational slides, each titled "LE CERVEAU A TOUT LES NIVEAUX" (The Brain at All Levels), arranged in a descending staircase pattern from top-right to bottom-left. Each slide is accompanied by a circular icon representing that level of organization:

- Social:** The top slide shows a group of people icon. The text discusses "LES FONCTIONS SOCIALES DU CERVEAU" (Social Functions of the Brain).
- Psychologique:** The second slide shows a single person icon. The text discusses "LES FONCTIONS PSYCHOLOGIQUES DU CERVEAU" (Psychological Functions of the Brain).
- Cérébral:** The third slide shows a brain silhouette icon. The text discusses "LES FONCTIONS CÉRÉBRALES DU CERVEAU" (Cerebral Functions of the Brain).
- Cellulaire:** The fourth slide shows a neuron icon. The text discusses "LES FONCTIONS CELLULAIRES DU CERVEAU" (Cellular Functions of the Brain).
- Moléculaire:** The bottom slide shows a molecular structure icon. The text discusses "LES FONCTIONS MOLÉCULAIRES DU CERVEAU" (Molecular Functions of the Brain).

Moléculaire

Cellulaire

Cérébral

Psychologique

Social

Depuis 2013 :

« Neurotroubadour » !

(merci Harper...)



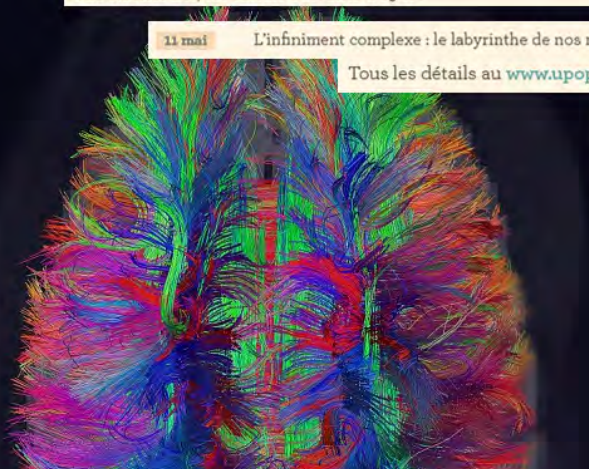
DES COURS DONNÉS DANS **GRATUITS** les BARS et les CAFÉS

Parlons cerveau
Parlons cerveau
Parlons cerveau
Parlons cerveau

Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur... **Les trois infinis : le petit, le grand et le complexe**

Les séances, présentées par Bruno Dubuc, ont lieu au bar Les Pas Sages, 951, rue Rachel Est, les lundis suivants à 19 h :

11 mai L'infiniment complexe : le labyrinthe de nos neurones
Tous les détails au www.upop.com



DEUX INCLASSABLES DU XXE SIÈCLE: WALTER BENJAMIN ET HENRI LABORIT

FÉVR. 13
Première du film « Sur les traces d'Henri Laborit »
Samedi, 19h, L'Auditoire

FÉVR. 24
Les intuitions de Laborit sur le cerveau
Mercredi, 19h, L'Auditoire



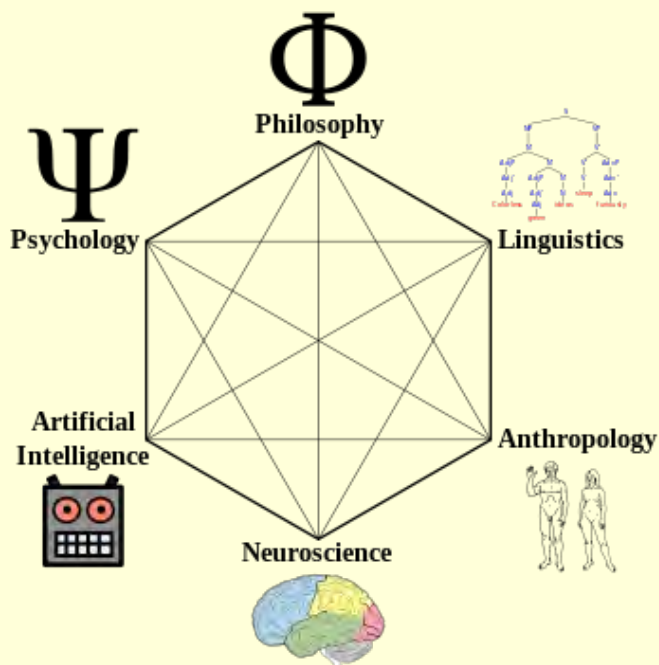
- Accueil
- L'Institut
- Études
- Recherche
- Membres
- Communication
- Nous contacter

» Conférences

» Instituts d'été

» Cognitio

PERCEPTION
ET ACTION



ISC8000 -
Séminaire d'introduction
aux sciences cognitives :
éléments et méthodologie



« La cognition incarnée »

Pourquoi le cerveau a besoin du corps et de l'environnement pour penser



Moléculaire

Cellulaire

Cérébral

Psychologique

Social

avril 19

Cerveau : l'histoire d'un organe pas comme les autres

Pourquoi le cerveau a besoin du corps et de l'environnement pour penser



Social

Psychologique

Cérébral

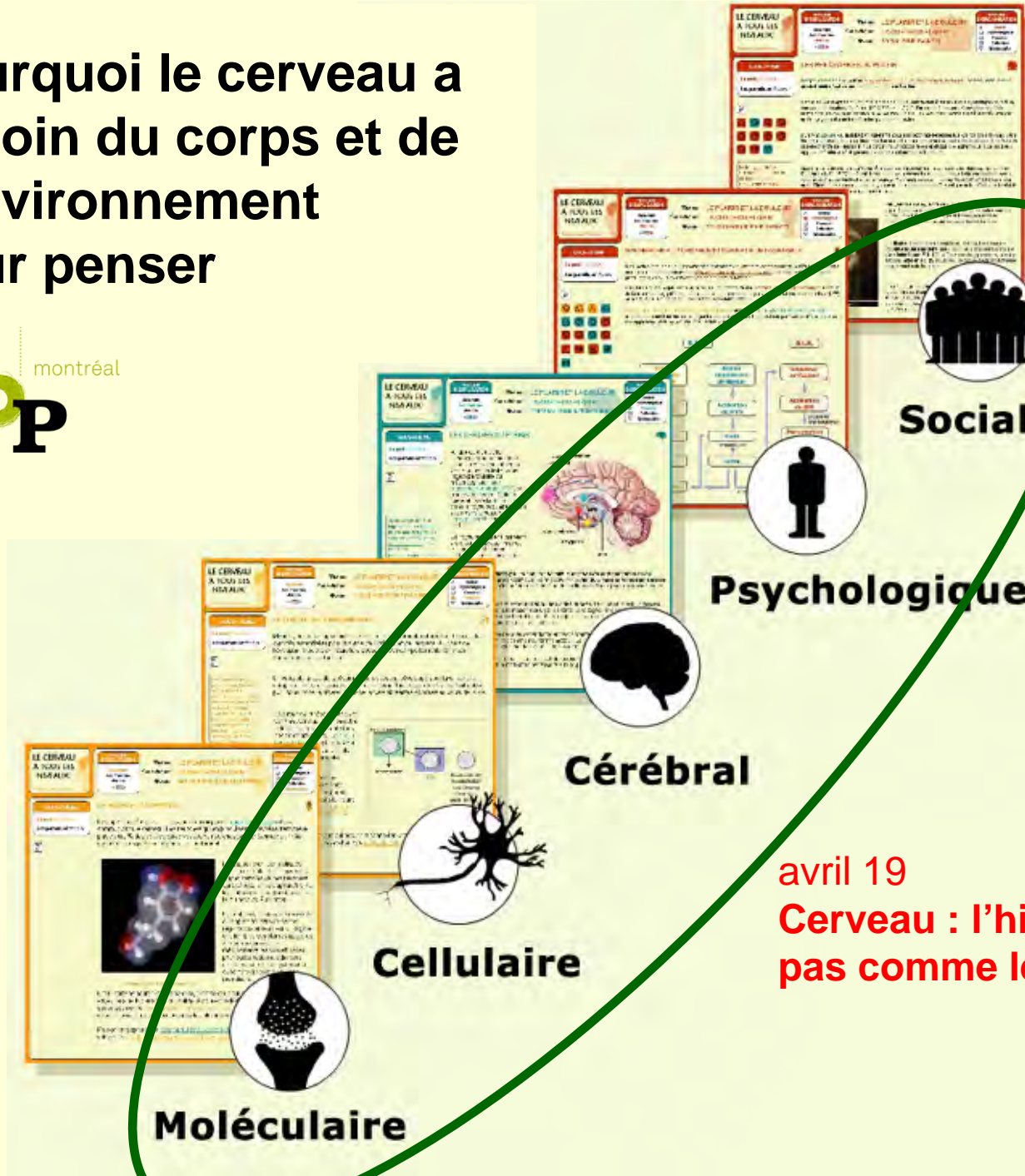
Cellulaire

Moléculaire

avril 26
Cerveau et corps
ne font qu'un
(la cognition
incarnée)

avril 19
Cerveau : l'histoire d'un organe
pas comme les autres

Pourquoi le cerveau a besoin du corps et de l'environnement pour penser



mai 3
Cerveau-corps-environnement
(les sciences cognitives énaactives)

avril 26
Cerveau et corps ne font qu'un
(la cognition incarnée)

avril 19
Cerveau : l'histoire d'un organe pas comme les autres

Pourquoi le cerveau a besoin du corps et de l'environnement pour penser



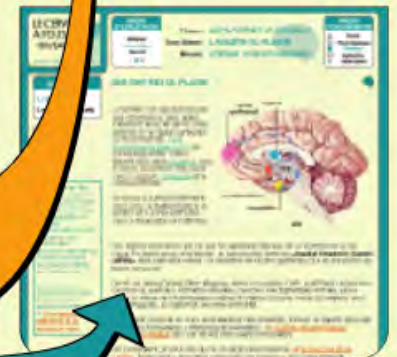
Chaque séance commence au niveau débutant, puis intermédiaire...

...et comprend un petit 15 minutes avancé après la pause ! ;-)

Débutant

Intermédiaire

Avancé



Pourquoi le cerveau a besoin du corps et de l'environnement pour penser

Séance 1

Cerveau : l'histoire d'un organe pas comme les autres

Plan

Introduction :

Intro « wow! » classique

Cette complexité appelle des métaphores

L'étude du cerveau pose plusieurs problèmes

LA caractéristique unique du cerveau humain

L'histoire d'un organe pas comme les autres

Les bases du fonctionnement cérébral

(permettant de classer les bonnes et les mauvaises métaphores)

En guise de conclusion :

petite incursion vers le corps et les comportements

Intro « wow! » classique

(qui permet pas de comprendre grand-chose)

**85 milliards
de neurones**

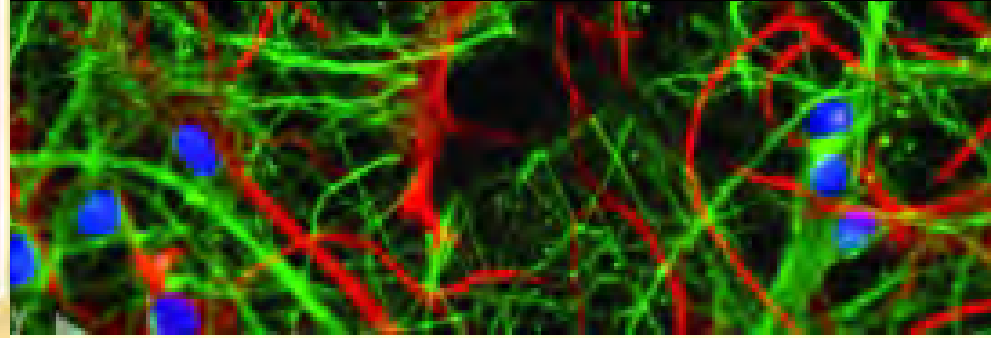
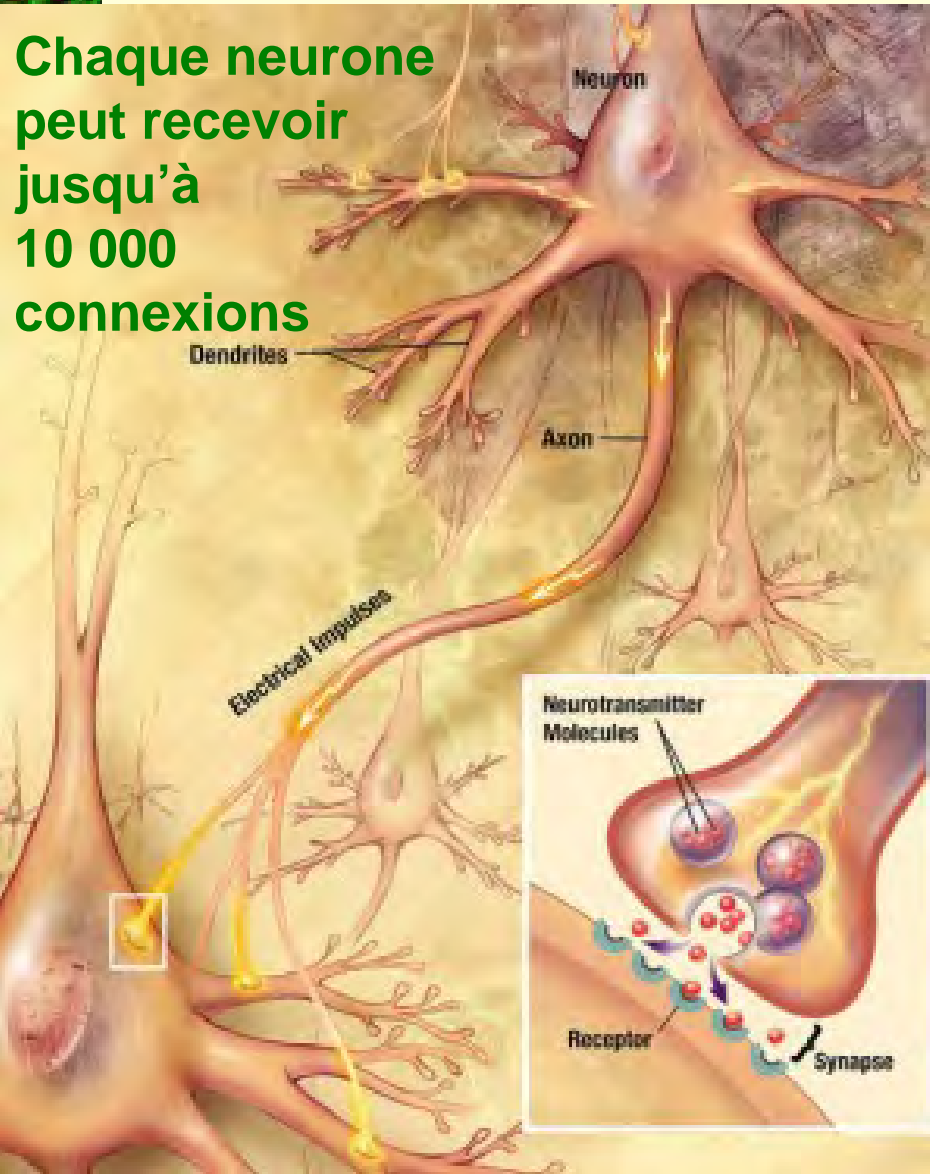
**(et autant
de cellules
gliales)**

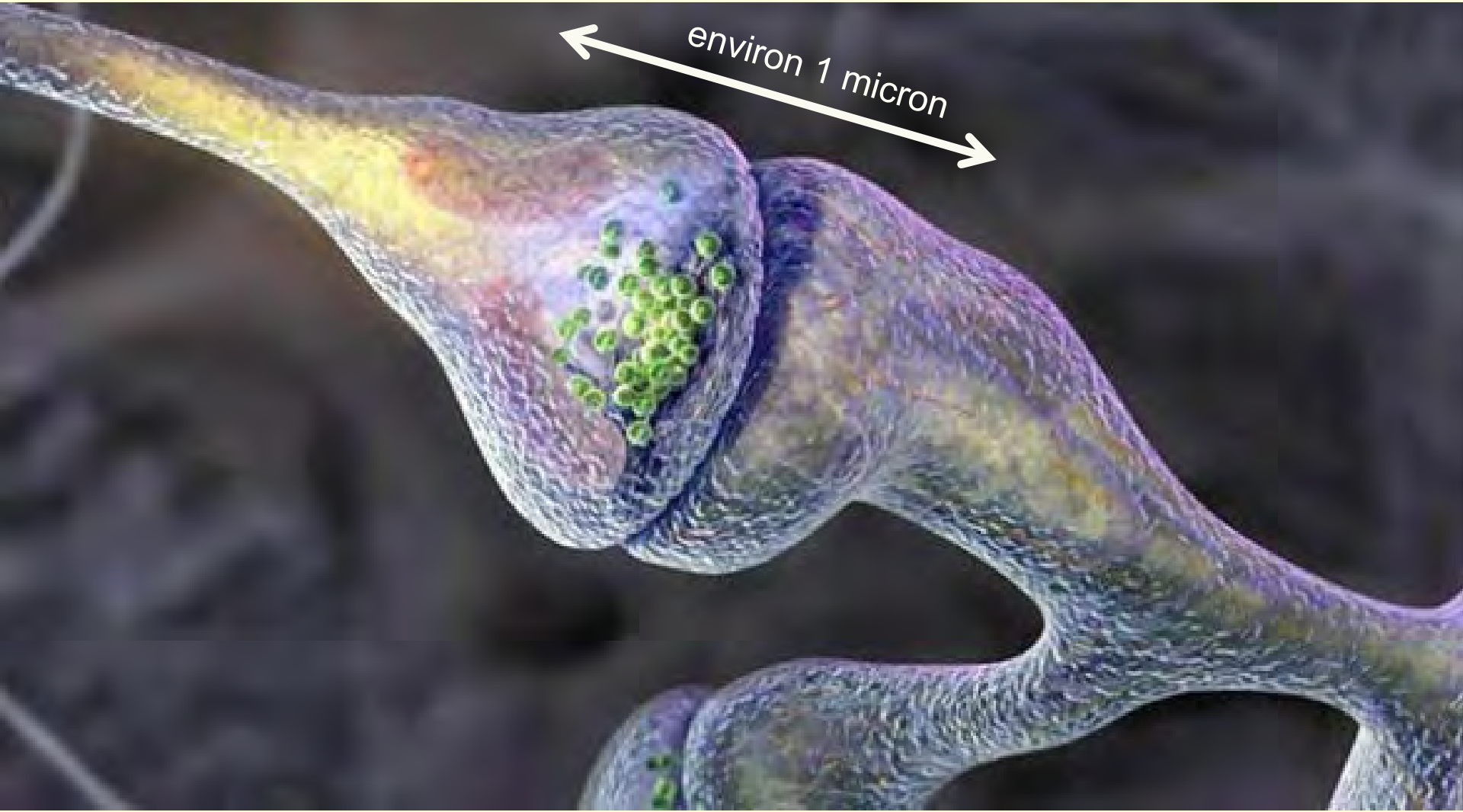


Intro « wow! » classique

(qui permet pas de comprendre grand-chose)

Chaque neurone
peut recevoir
jusqu'à
10 000
connexions



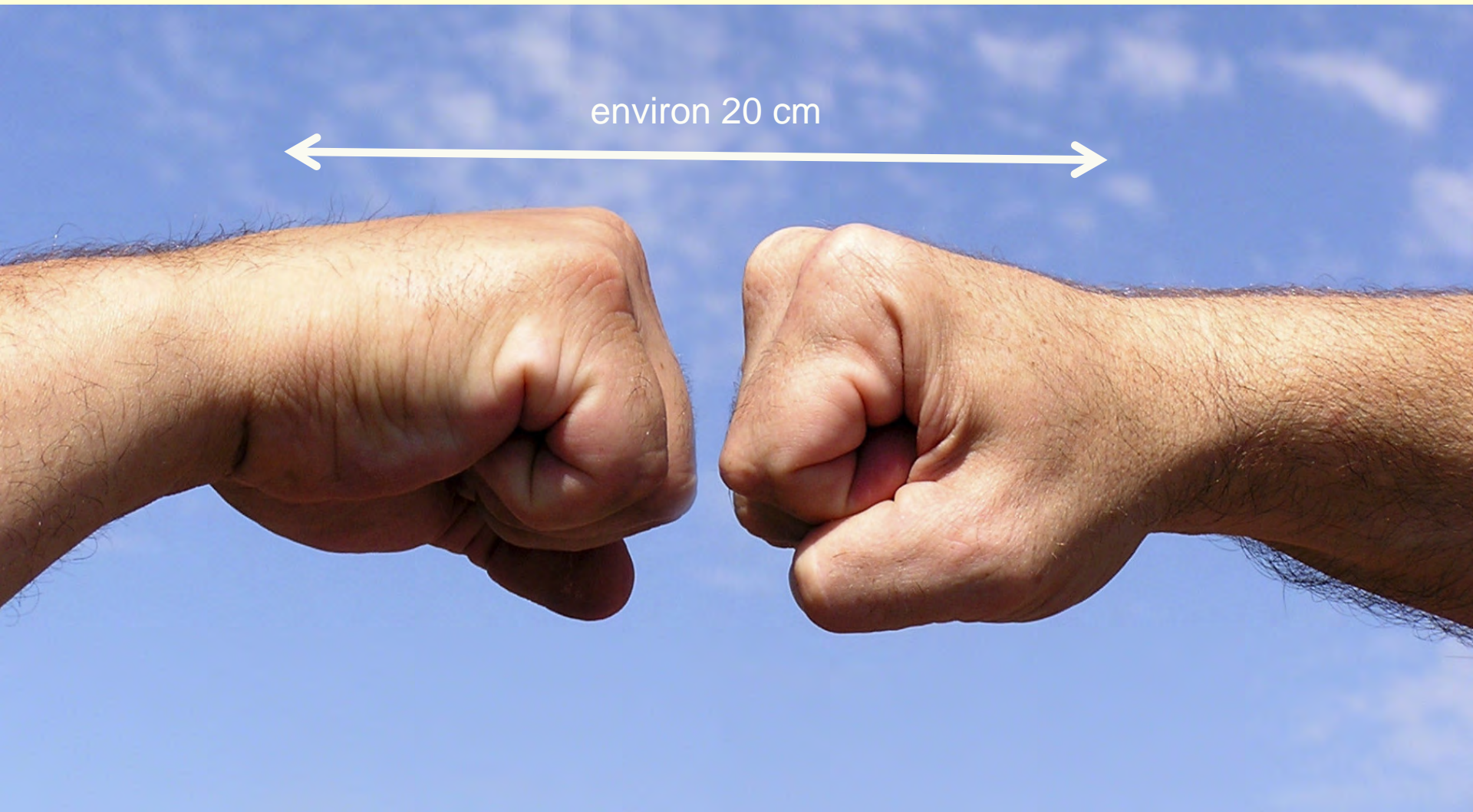


environ 1 micron

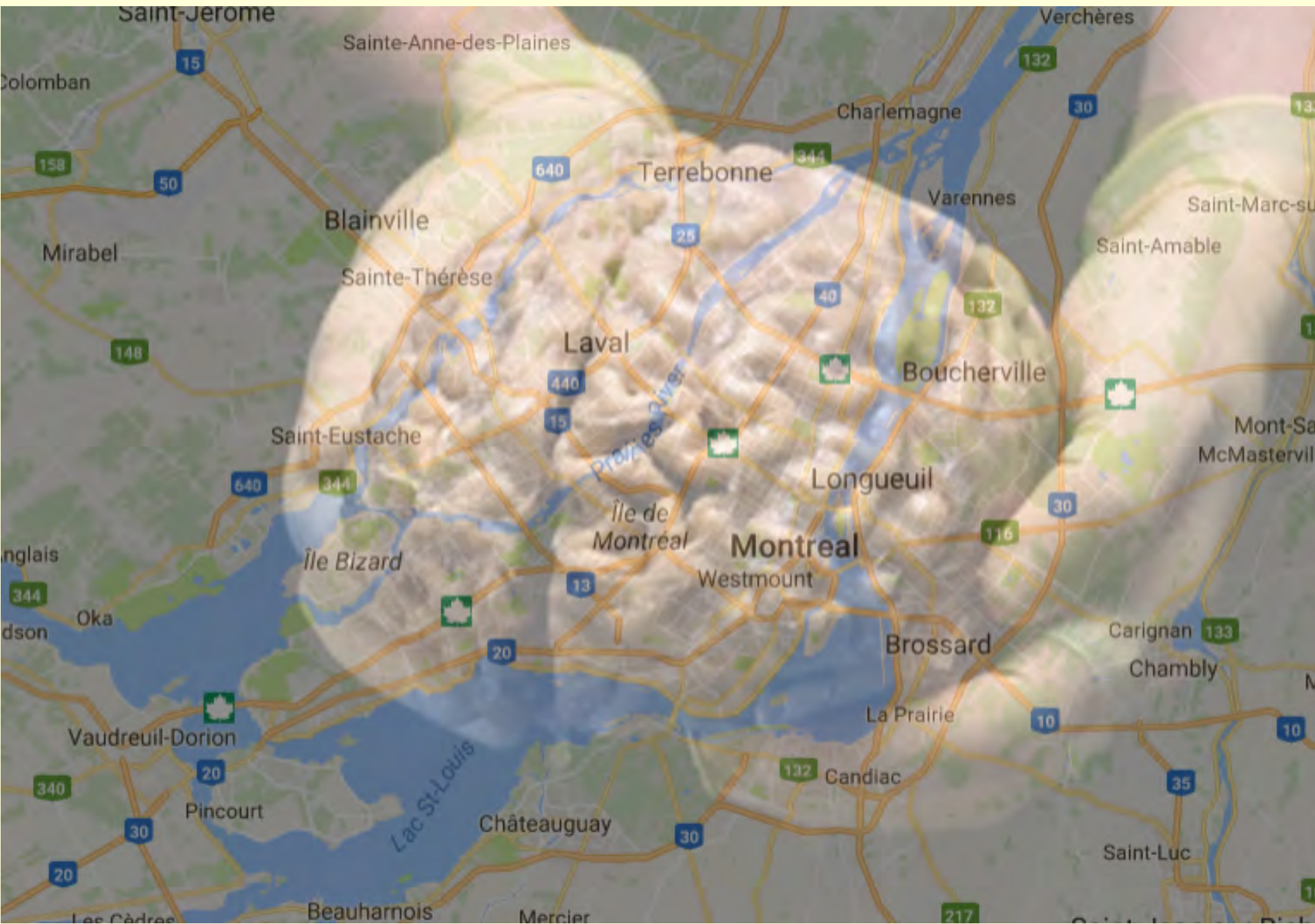


environ 20 cm

Quelle devrait être la taille d'un cerveau
dont les synapses auraient la taille de deux poings ?

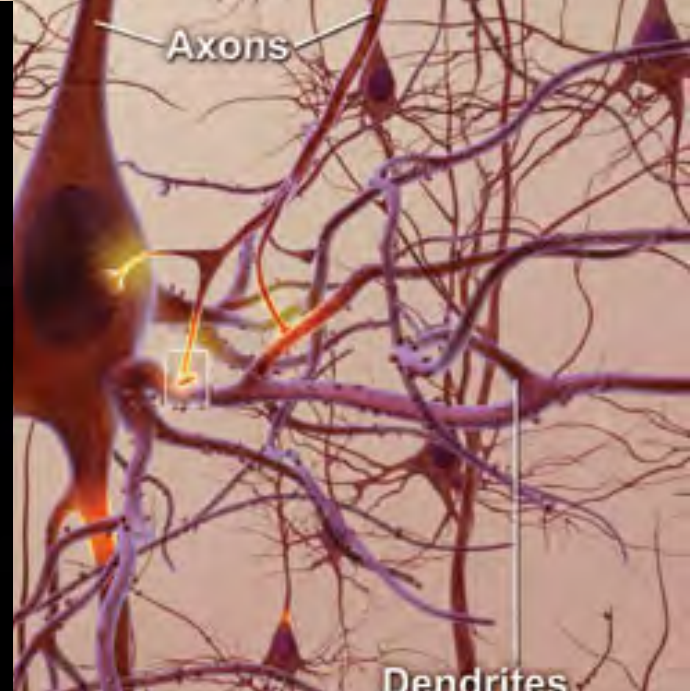


Alors : $0,2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} / 0,000 \text{ } 001 \text{ m} = 40 \text{ } 000 \text{ m} = \mathbf{40 \text{ km}}$

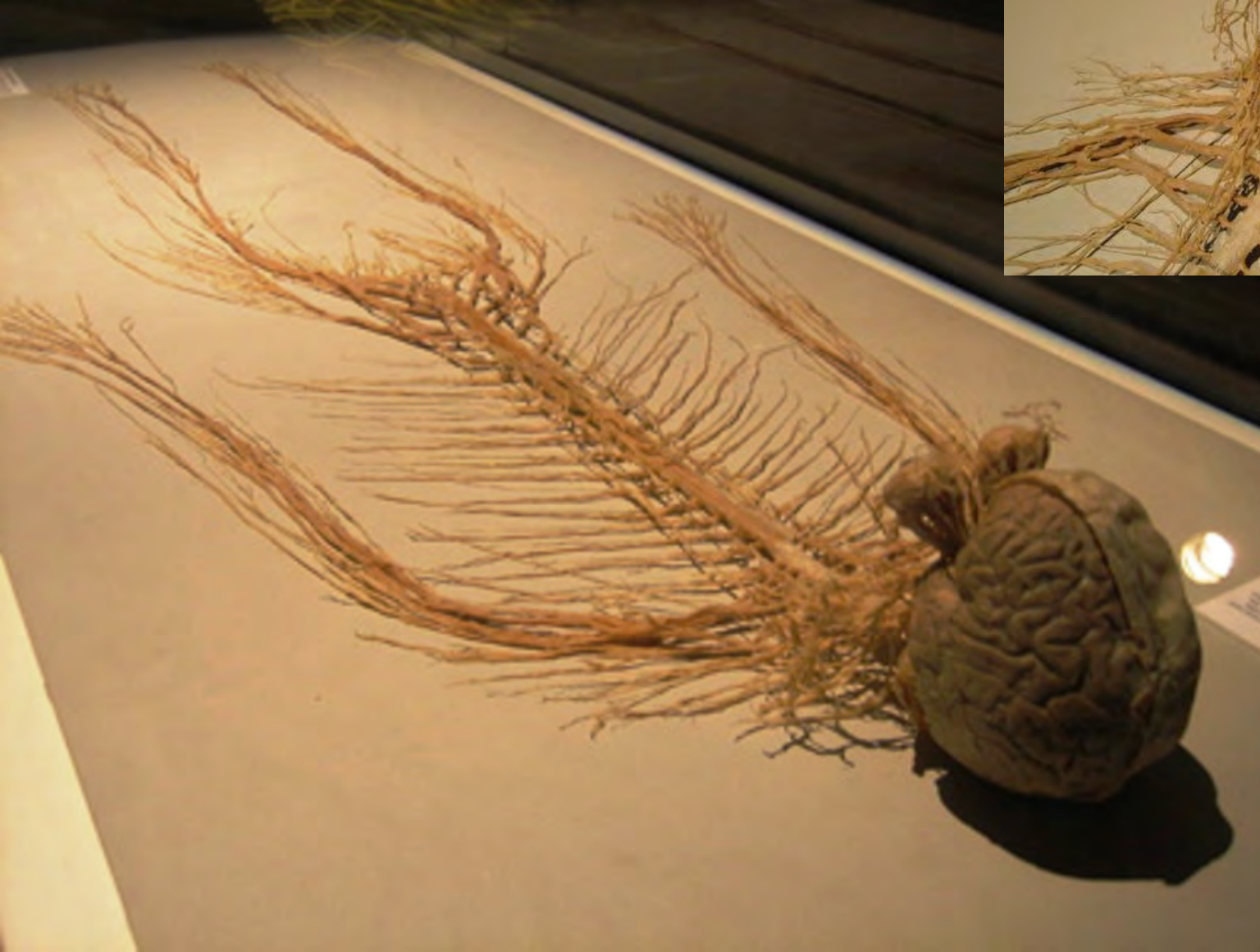


Et si on mettait
bout à bout tous
ces petits câbles,

on a estimé
qu'on pourrait
faire plus de
**4 fois le tour
de la Terre**
avec le contenu
d'un seul cerveau
humain !

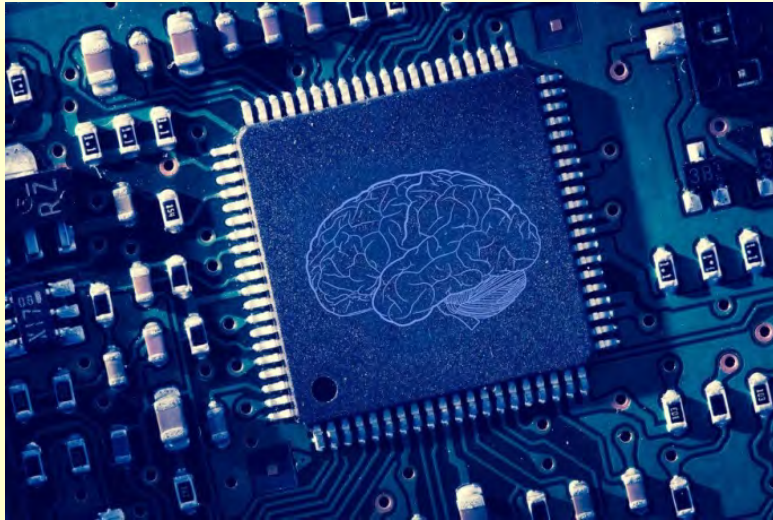


Sans parler de tous les nerfs du système nerveux **périphérique** et des **nerfs crâniens**...



avril 26
**Cerveau et
corps ne
font qu'un
(la cognition
incarnée)**

Cette complexité appelle des métaphores



Software



Sistema Operativo



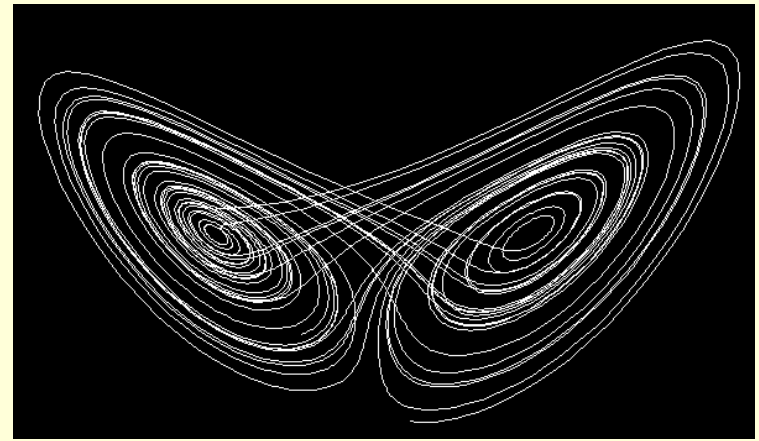
MS Word



Antivirus

Hardware







On va voir dans un instant
lesquelles sont bonnes et
lesquelles le sont moins...

L'étude du cerveau pose plusieurs problèmes

- Problème de « consistance »
- Problème de dimension
- Problème d'échelle temporelle
- Problème d'échelle spatiale

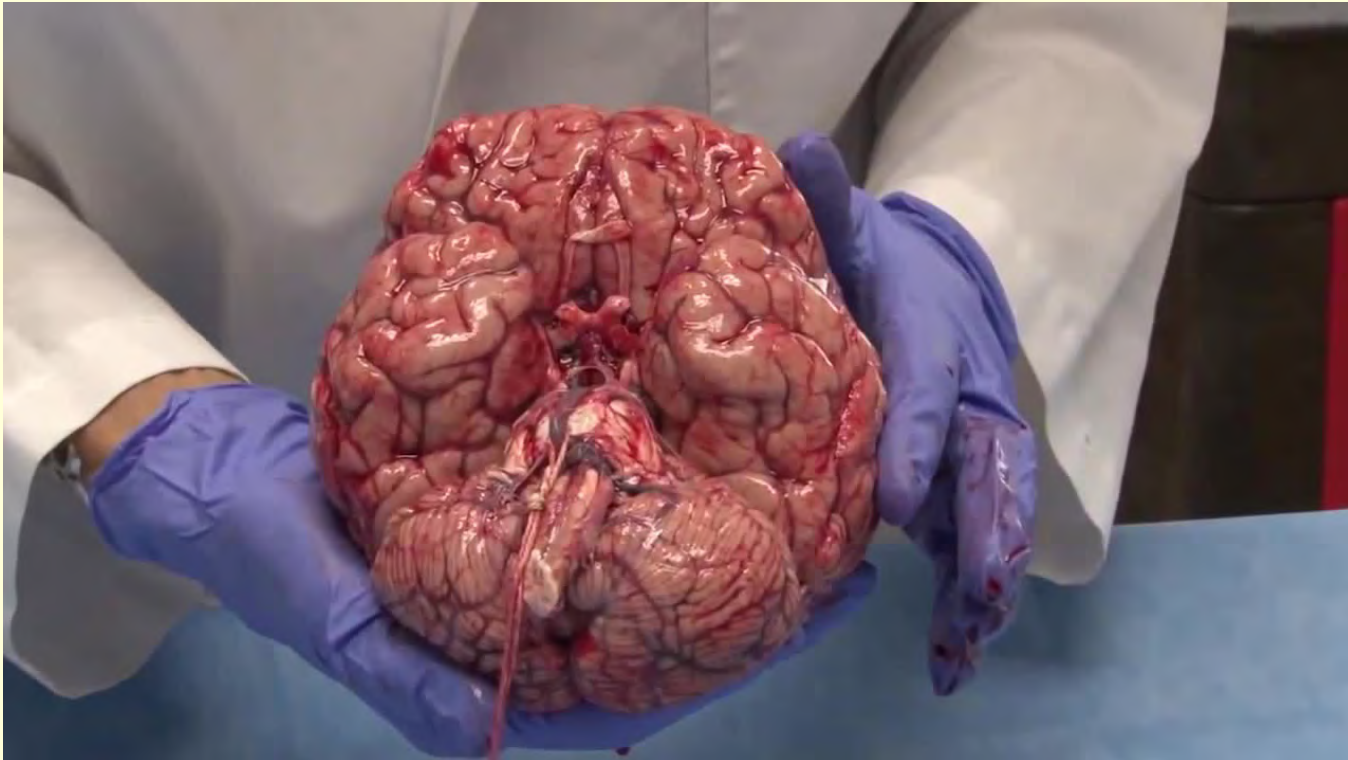
Problème de « consistance »

The Unfixed Brain

<https://www.youtube.com/watch?v=jHxyP-nUhUY> (à 1:21)

Jan 9, 2013

In this teaching video, Suzanne Stensaas, Ph.D., Professor of Neurobiology and Anatomy at the University of Utah School of Medicine, demonstrates the properties and anatomy of an unfixed brain. **WARNING:** The video contains graphic images, a human brain from a recent autopsy.



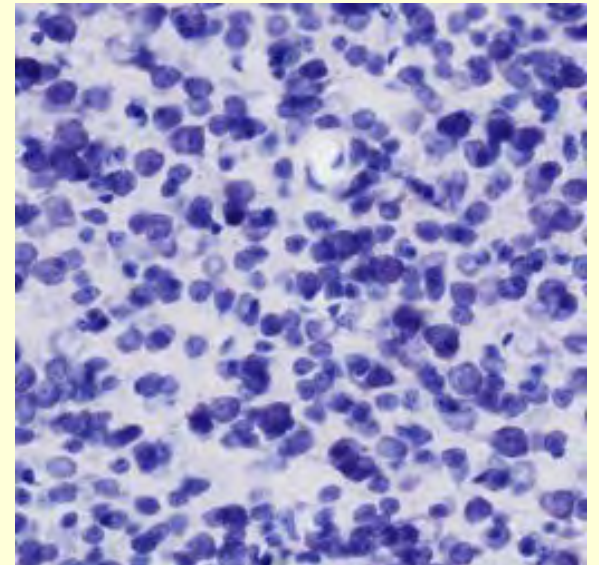
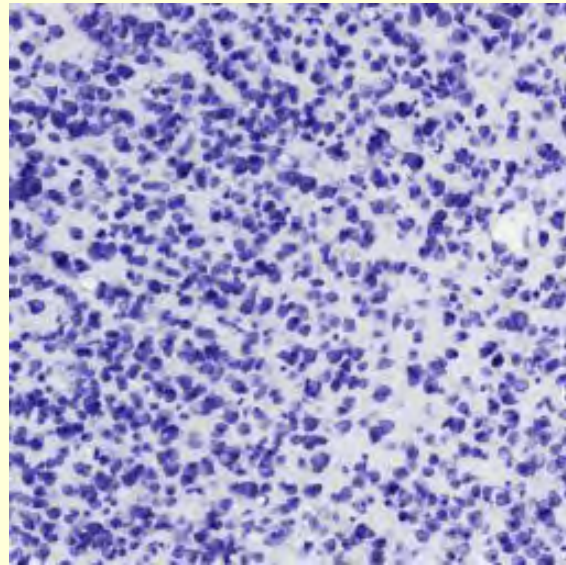
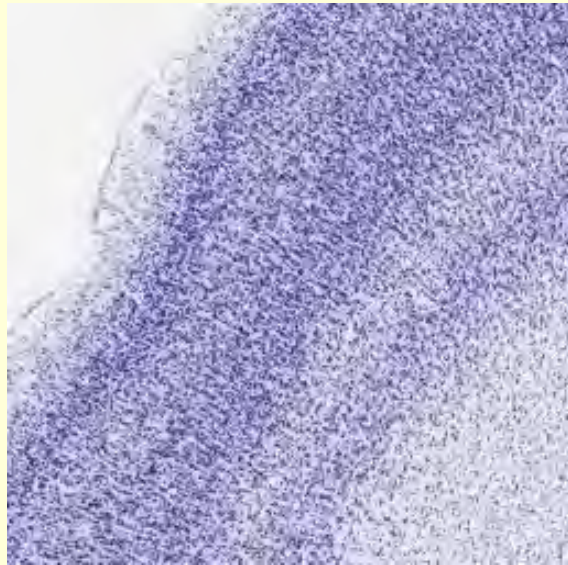
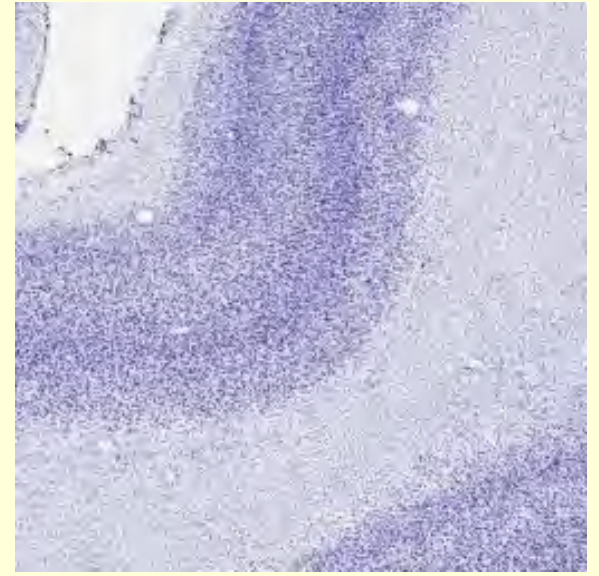
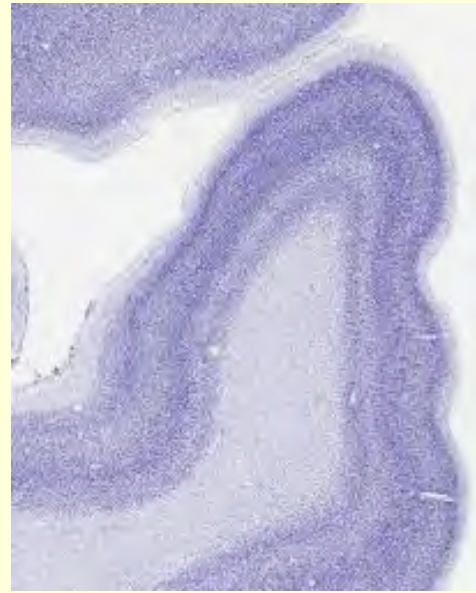
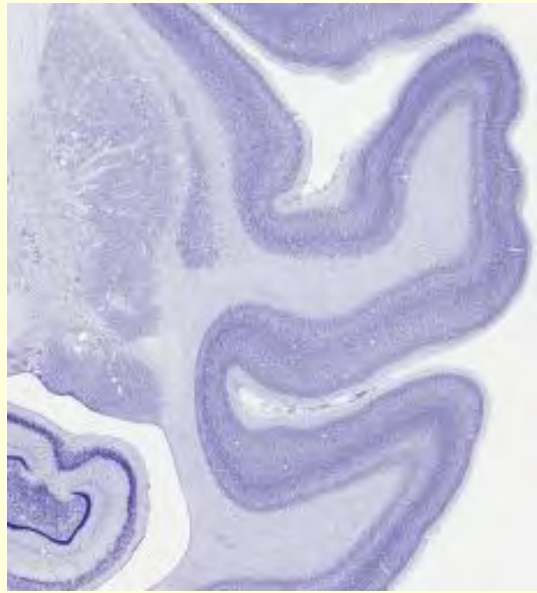
Problème de dimension

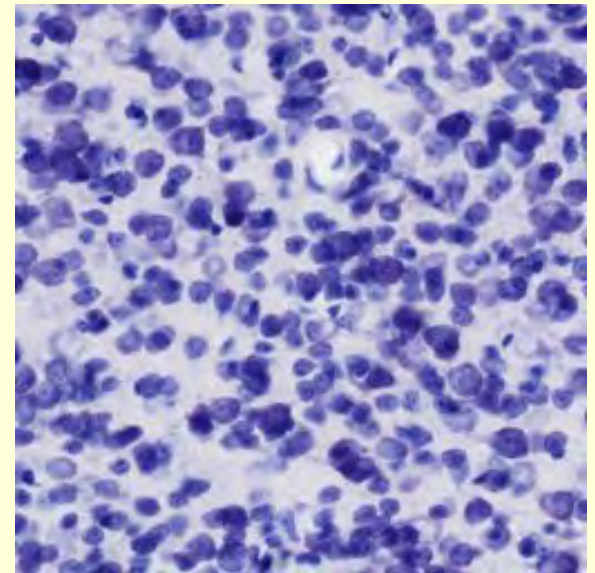
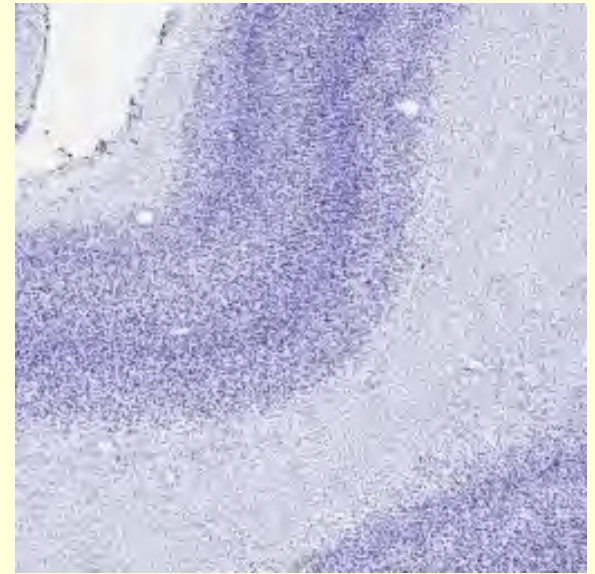
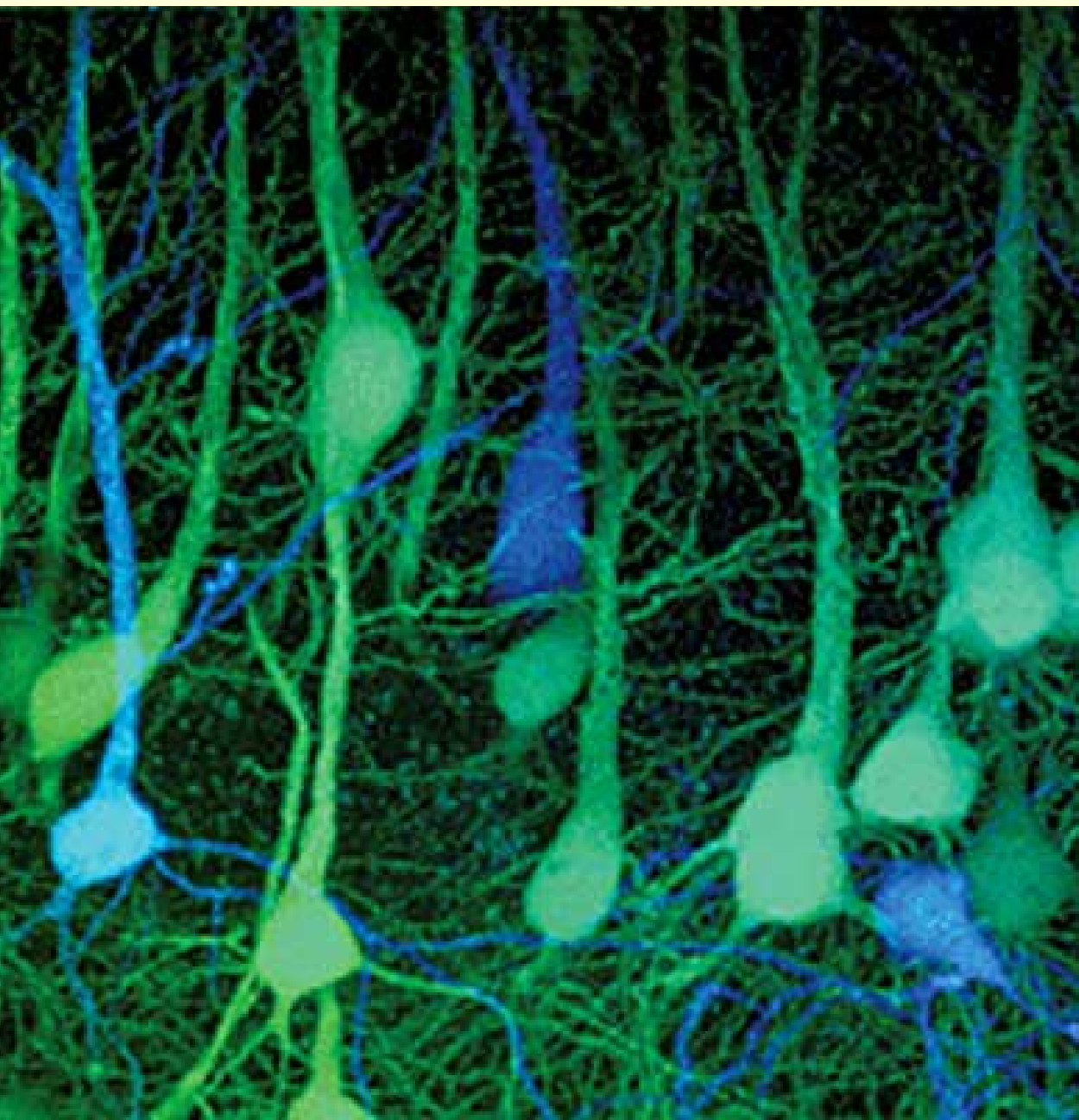


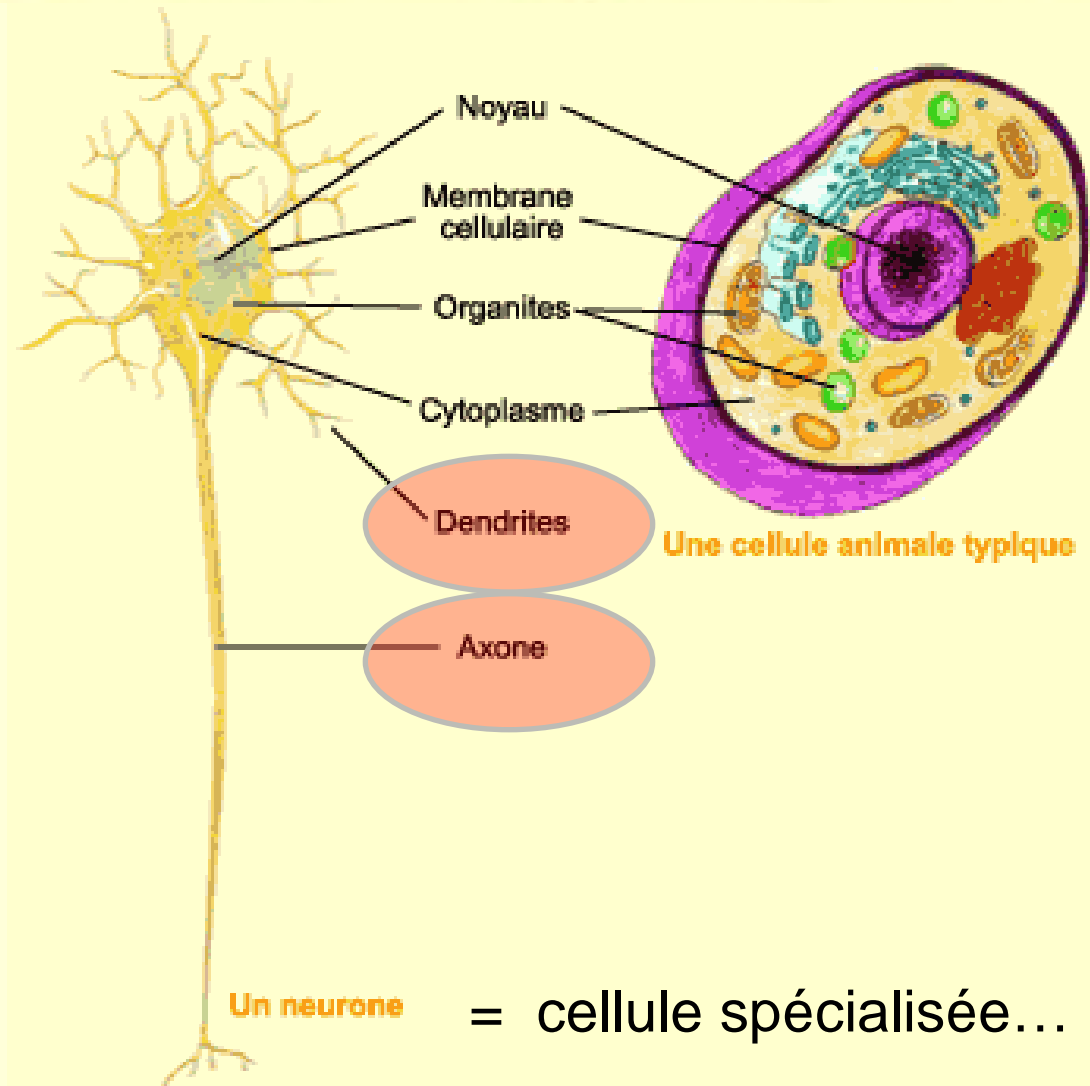
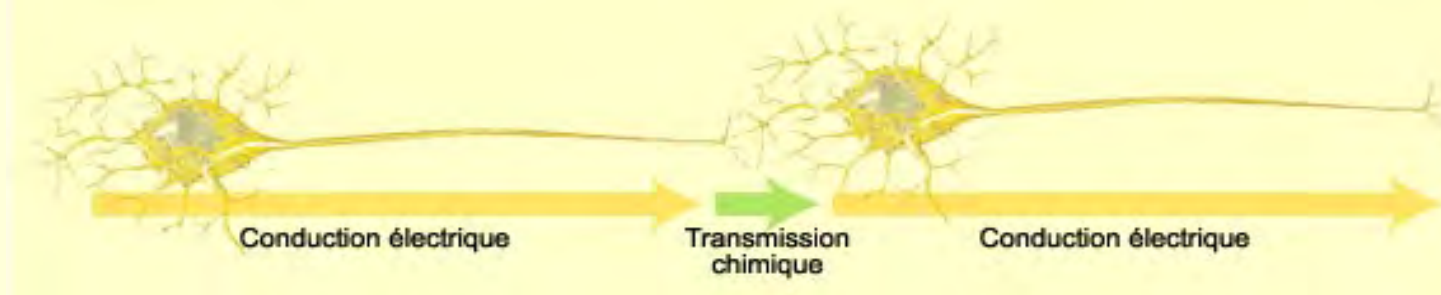
On vit dans un monde tridimensionnel et les objets, un arbre comme notre cerveau, ont aussi **3 dimensions**.



Or l'observation du cerveau avec différents types de microscopes nous oblige à couper le cerveau en **minces tranches quasi bidimensionnelles** pour pouvoir l'observer.



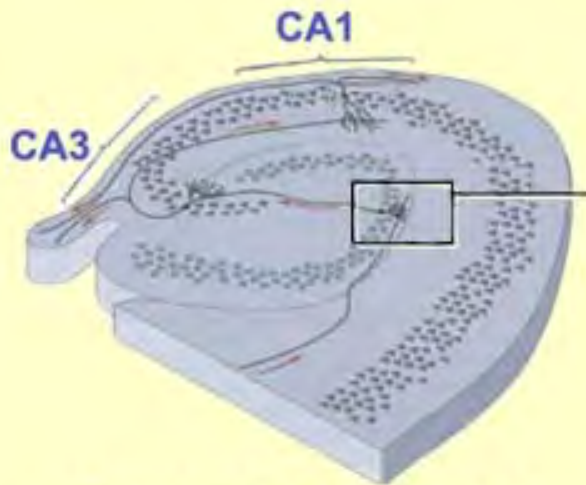




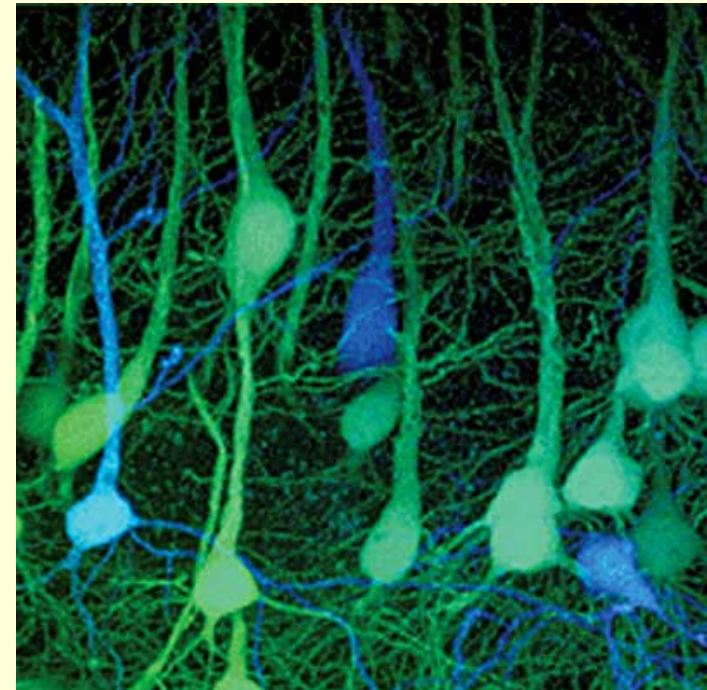
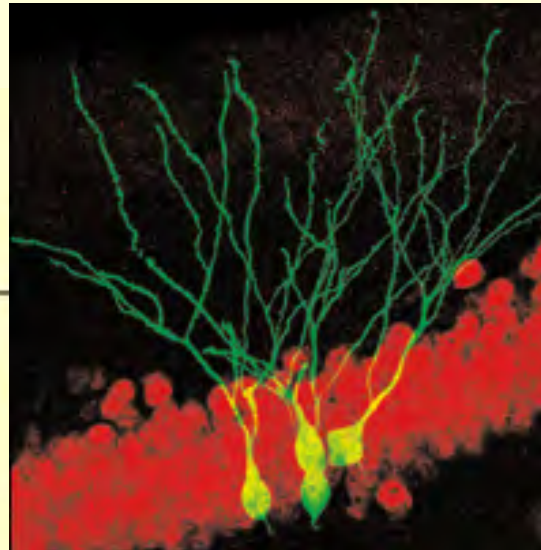
Problème de dimension



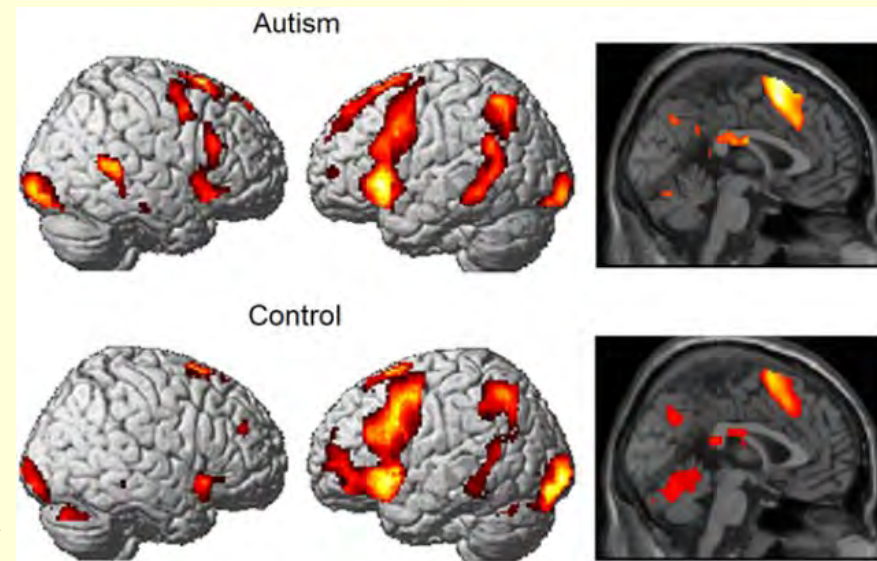
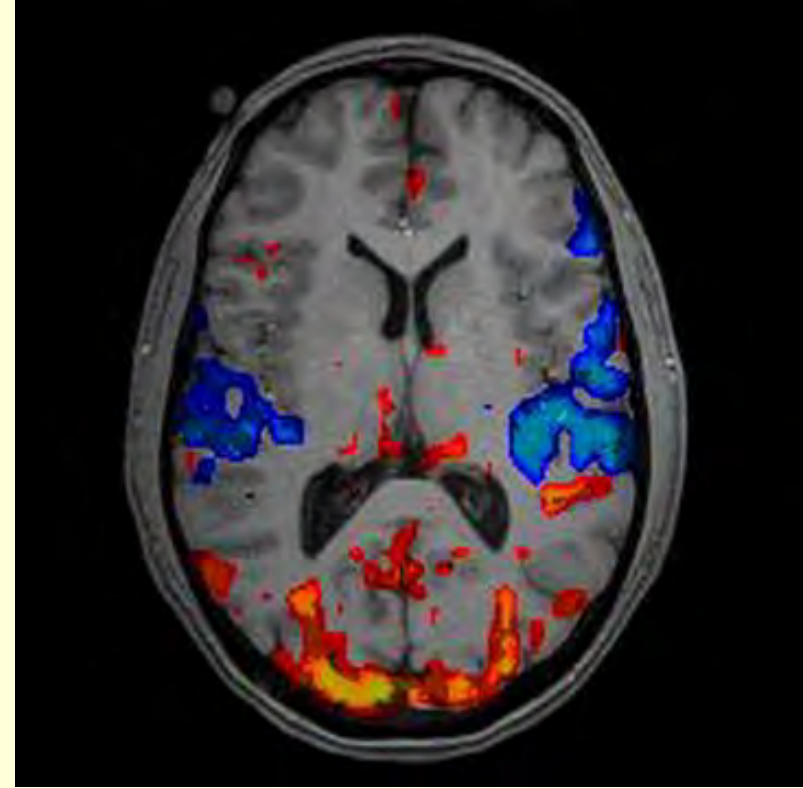
Le problème, donc, quand on fait des tranches, c'est qu'on **perd** la richesse des trois dimensions de l'arbre dendritique des neurones ou de la divergence des voies neuronales dans diverses directions.



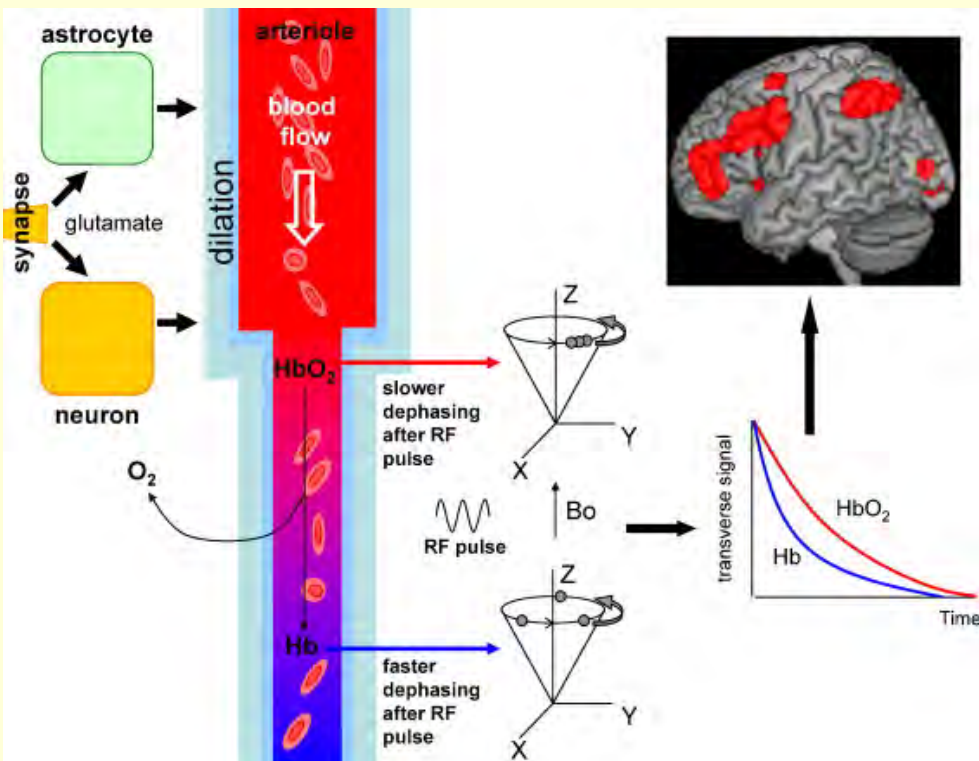
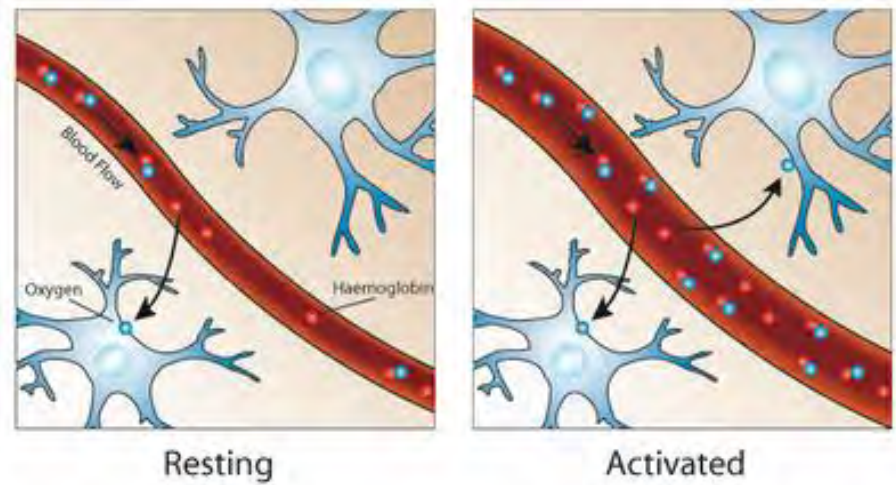
Coupe de l'hippocampe



Bien sûr il y a les différentes techniques d'imagerie cérébrale comme l'IRMf.



L'IRMf n'est qu'une mesure **indirecte** des processus physiologique dont les rapports avec l'activité neuronale sont complexes.



Neurophysiological and metabolic basis of the BOLD signal



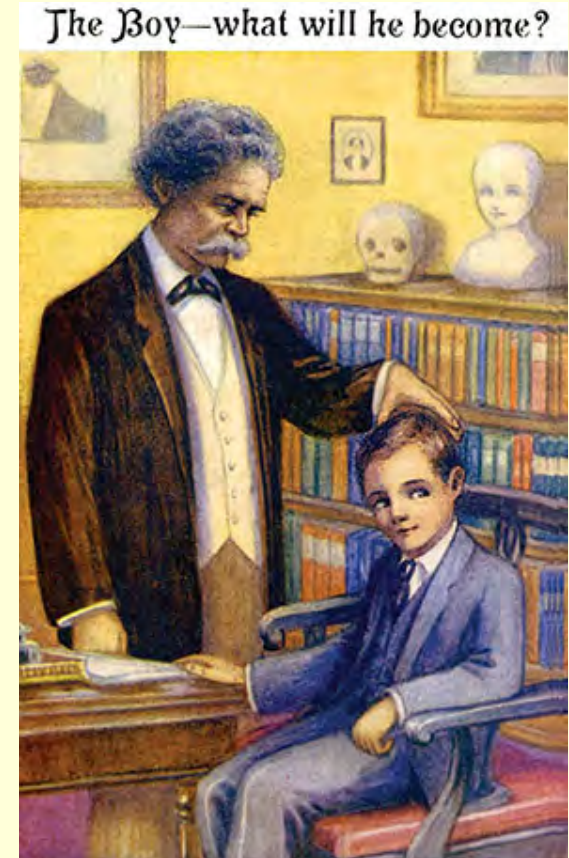
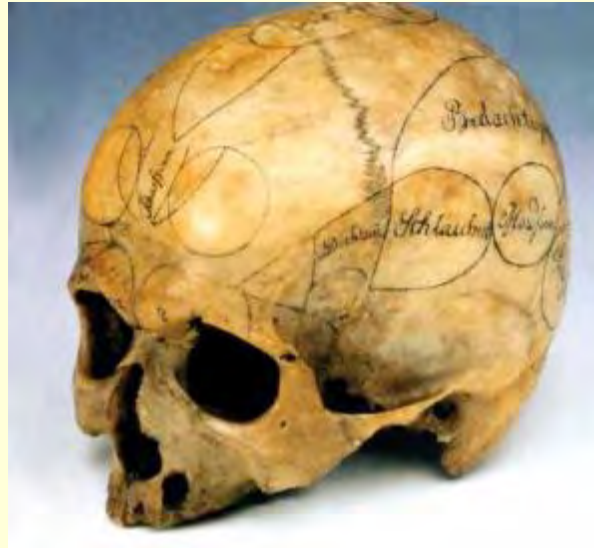
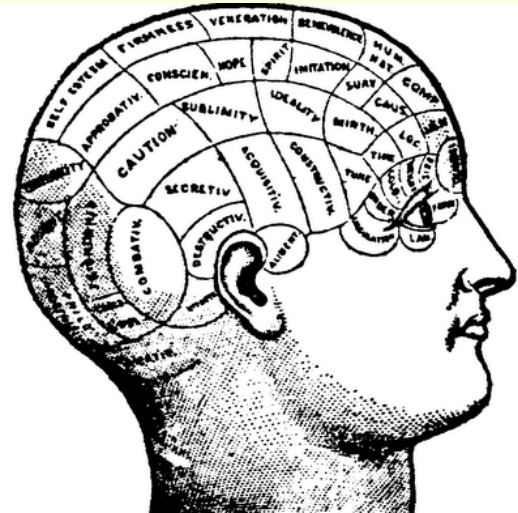
How to interpret fMRI and compare it to other methods

S.F.W. Neggers

Rudolf Magnus Institute for Neuroscience, Division of Brain Research
University Medical Center Utrecht
(b.neggers@umcutrecht.nl)

Bref, pour certains :

L'IRMf se rapproche d'une **forme moderne de la phrénologie...**



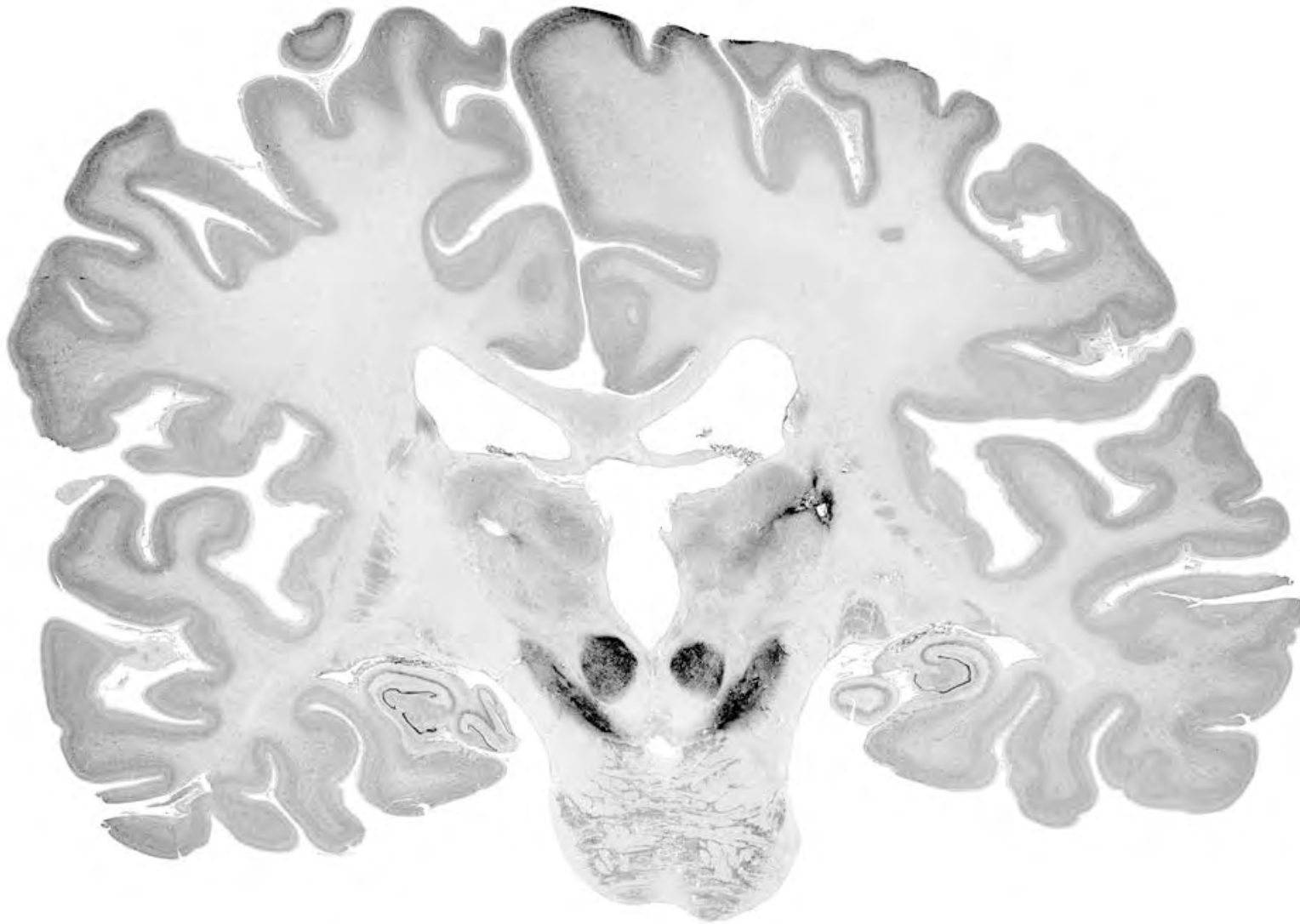
« La question du « où dans le cerveau » n'est sans doute pas la bonne question, car presque tout le cerveau est impliqué dans presque tous les comportements. »

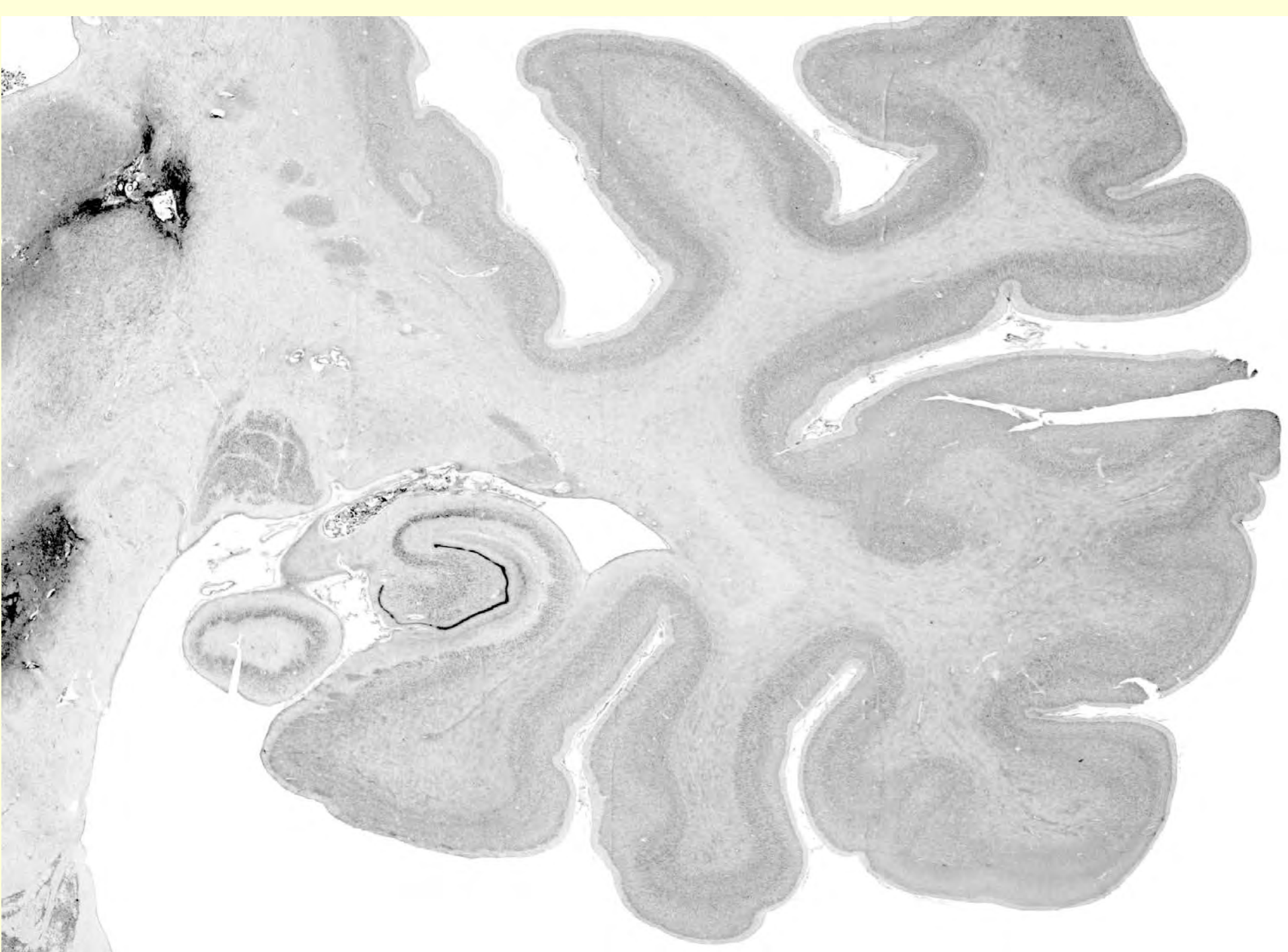
- William Uttal

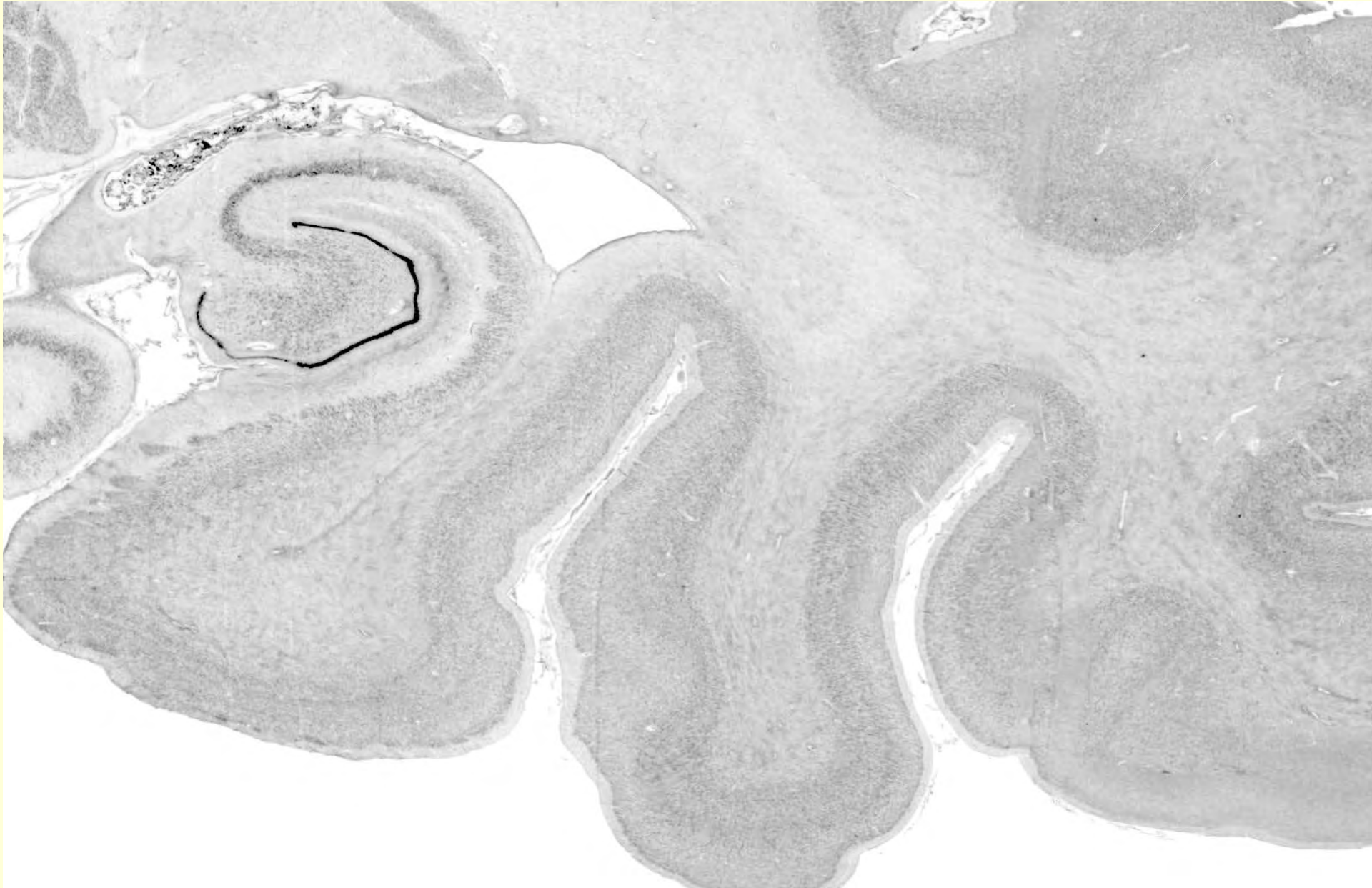
(auteur de *The New Phrenology: The Limits of Localizing Cognitive Processes in the Brain* (2001))

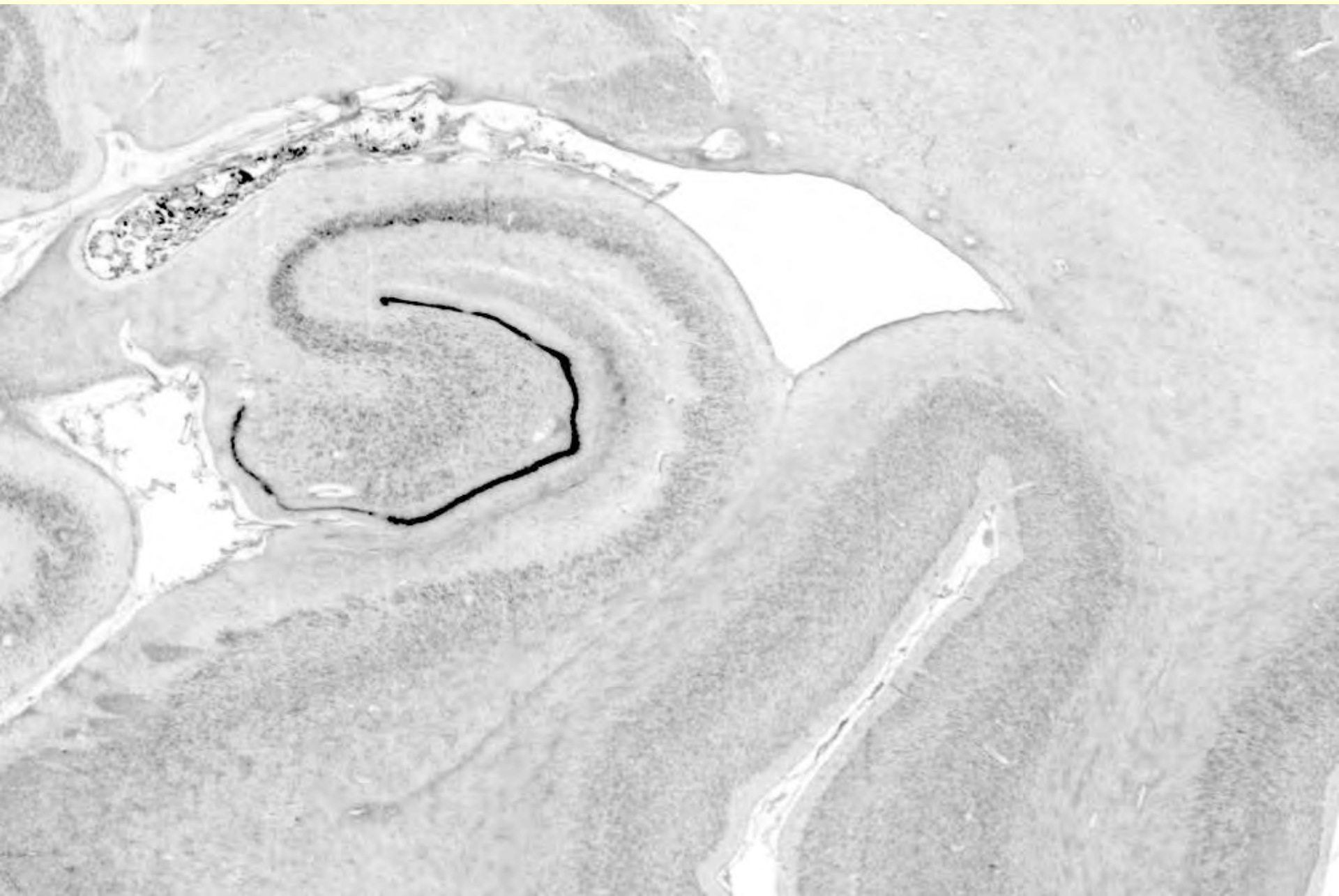
Problème d'échelle spatiale

Partons du cerveau entier...

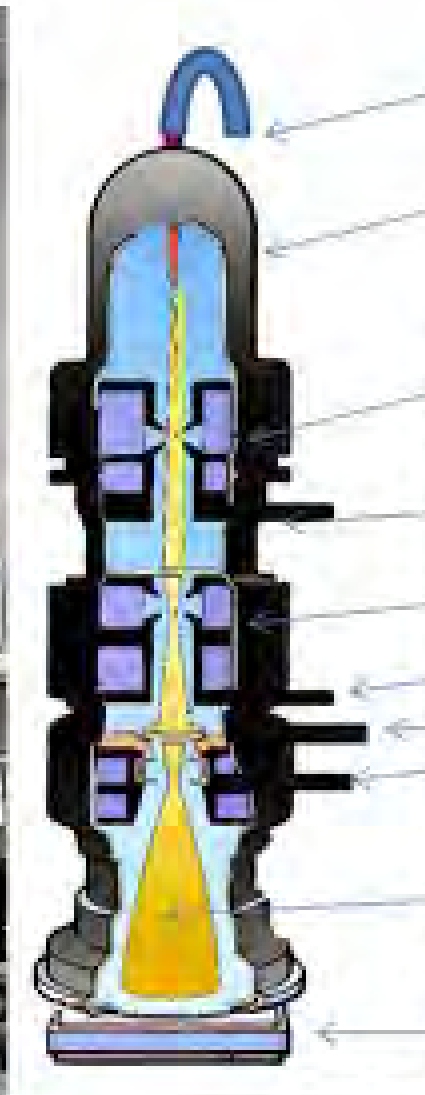




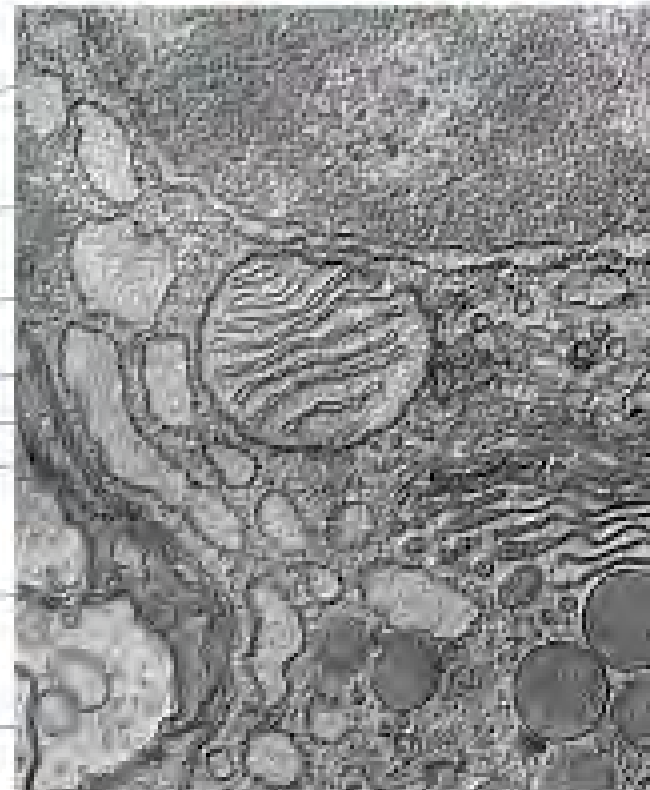




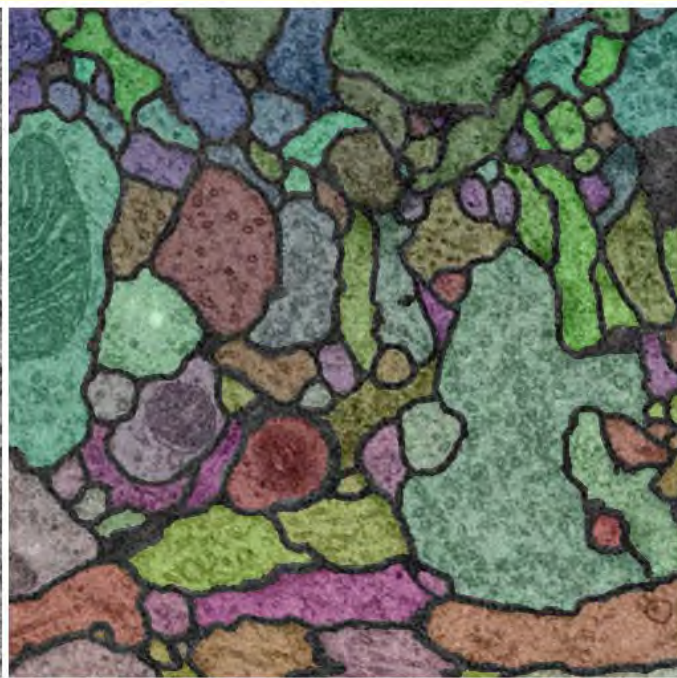
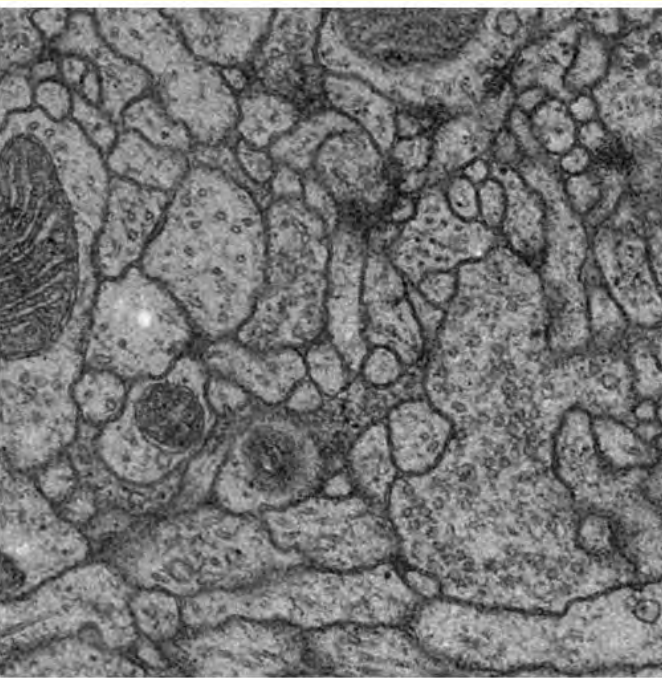
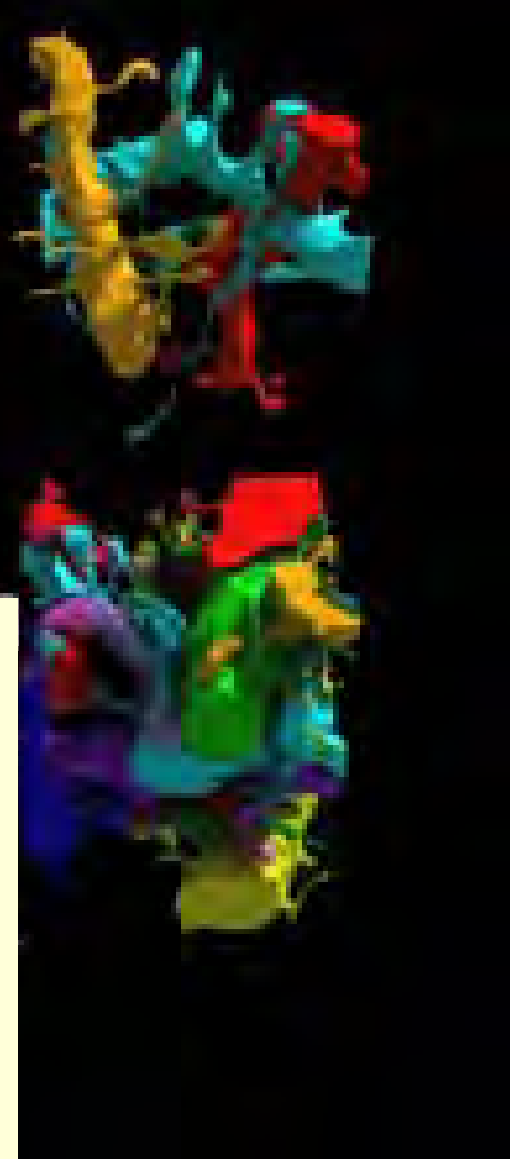
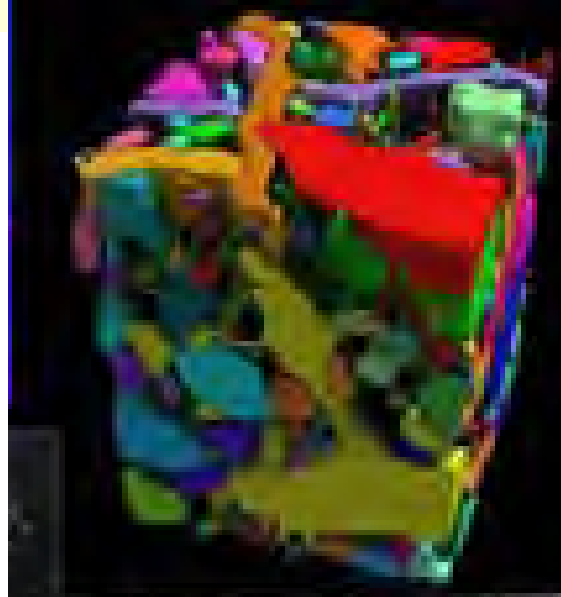
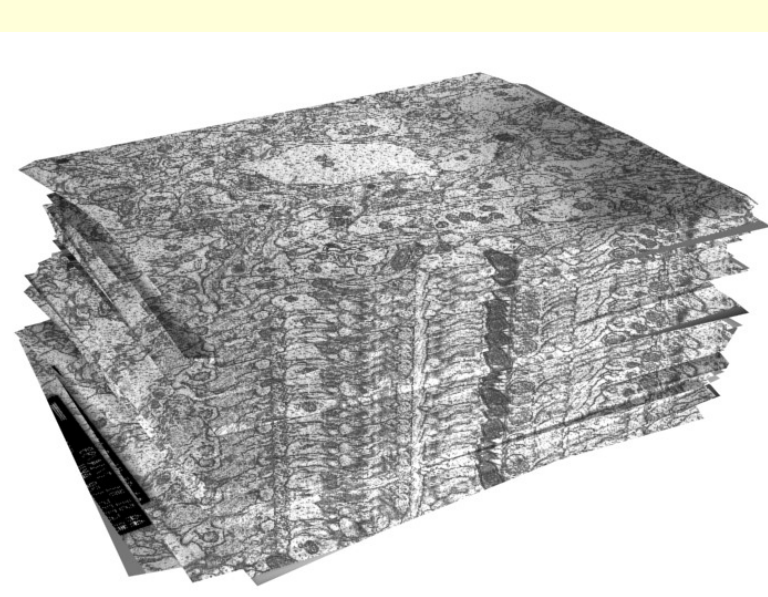
Pour grossir encore plus, il faut utiliser...



TEM



...le microscopie électronique (« Transmission Electron Microscopy » (TEM))



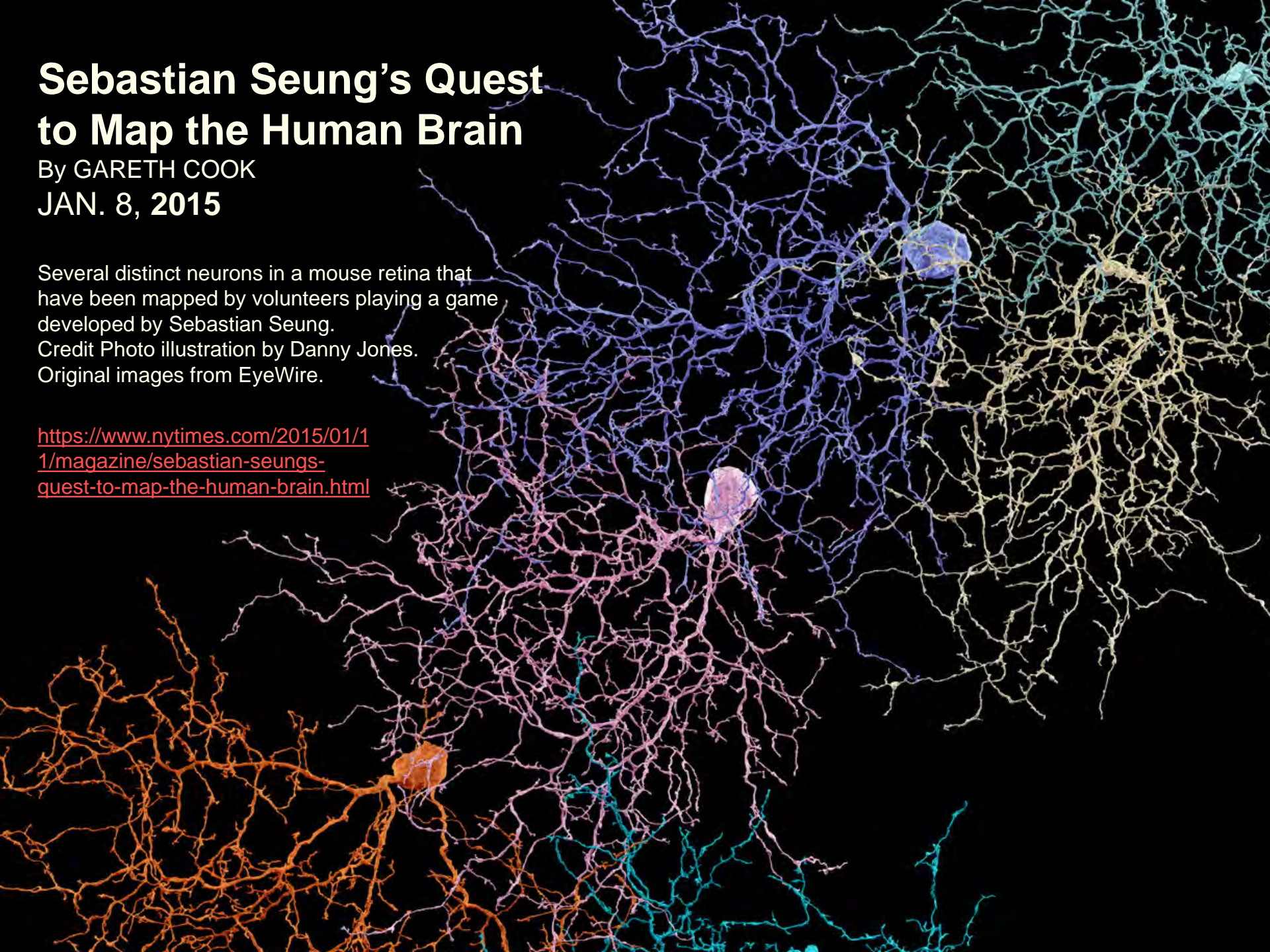
Sebastian Seung's Quest to Map the Human Brain

By GARETH COOK

JAN. 8, 2015

Several distinct neurons in a mouse retina that have been mapped by volunteers playing a game developed by Sebastian Seung.
Credit Photo illustration by Danny Jones.
Original images from EyeWire.

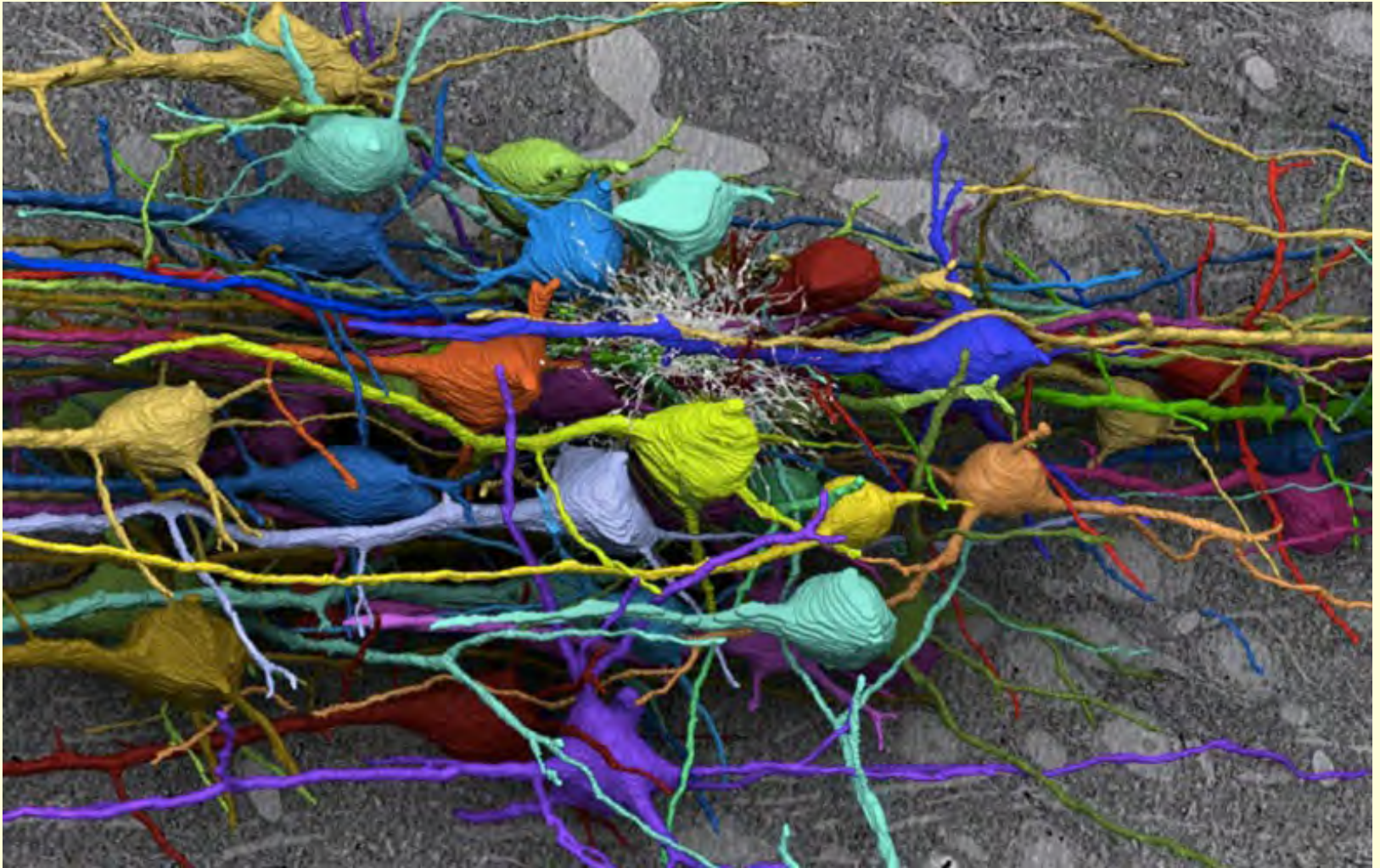
<https://www.nytimes.com/2015/01/11/magazine/sebastian-seungs-quest-to-map-the-human-brain.html>



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 entre autres sa coloration
« **Brainbow** »



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

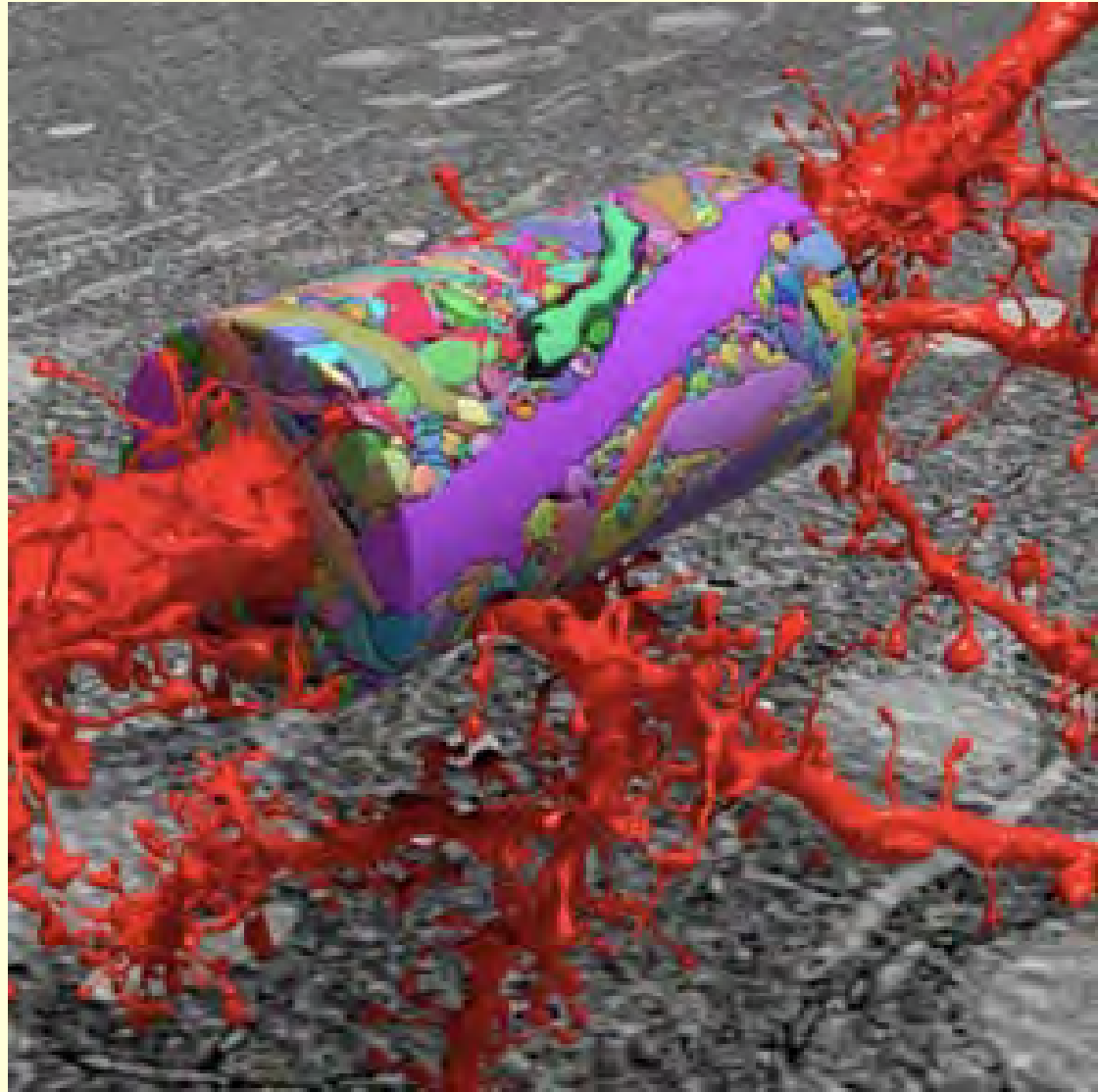
Saturated Reconstruction of a Volume of Neocortex

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

Video : An incredibly detailed tour through the mouse brain :

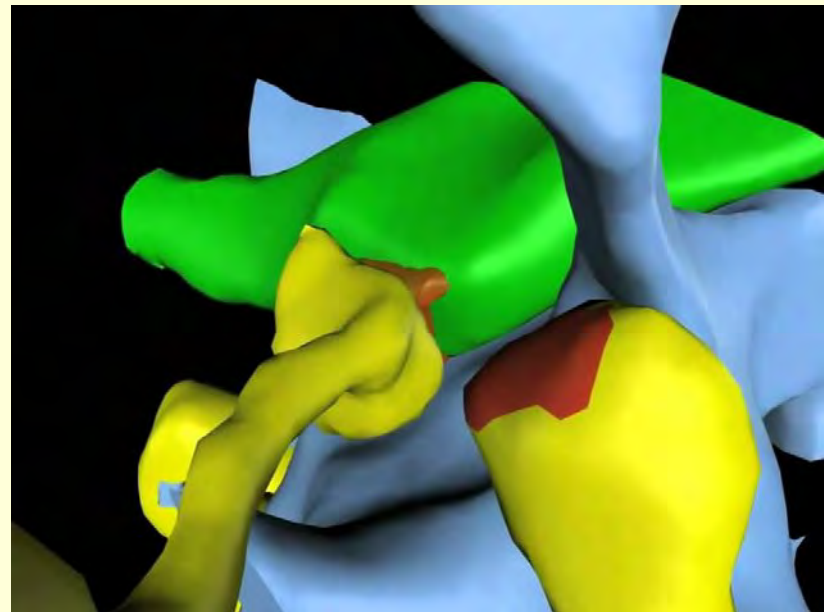
<http://news.sciencemag.org/brain-behavior/2015/07/detailed-video-mouse-brain-will-make-you-think-twice-about-studying>

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



Waltz through hippocampal neuropil

Reconstruction of a block of hippocampus from a rat approximately 5 micrometers on a side from serial section transmission electron microscopy in the lab of Kristen Harris at the University of Texas at Austin in collaboration with Terry Sejnowski at the Salk Institute and Mary Kennedy at Caltech.



Voir le court segment du vidéo où l'on ajoute en bleu les **cellules gliales** (0:45 à 2:00):

<http://www.youtube.com/watch?v=FZT6c0V8fW4>

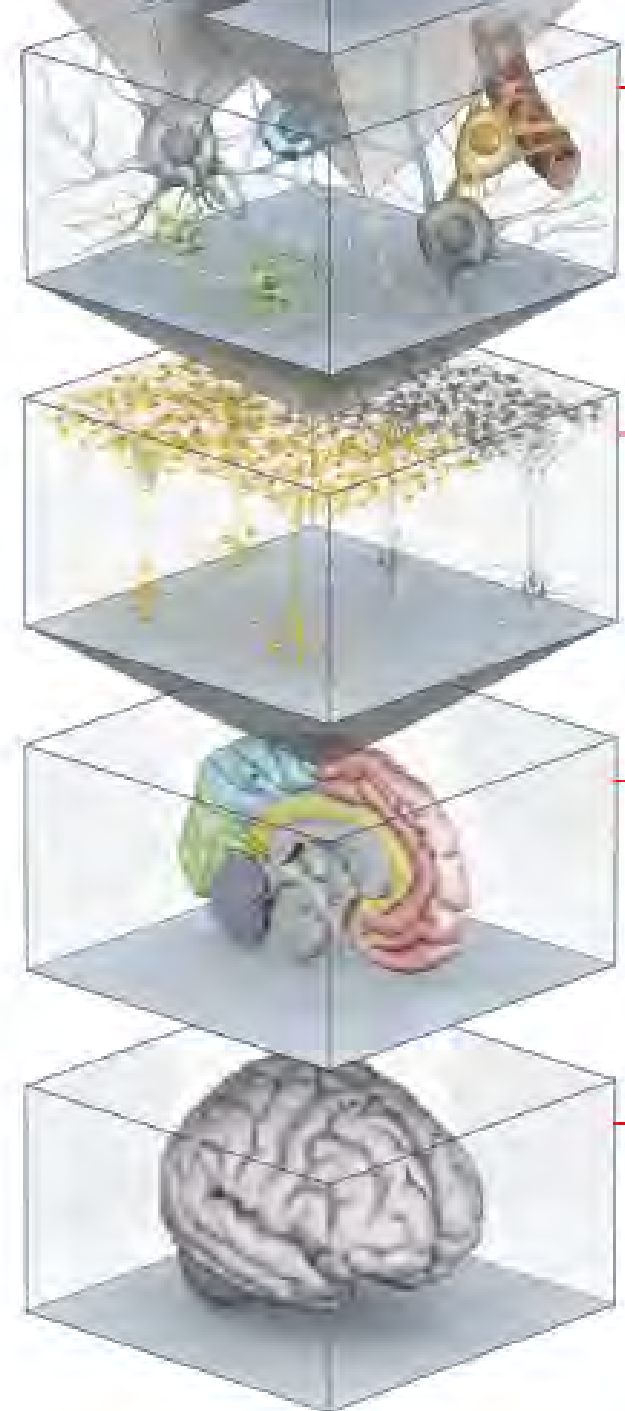
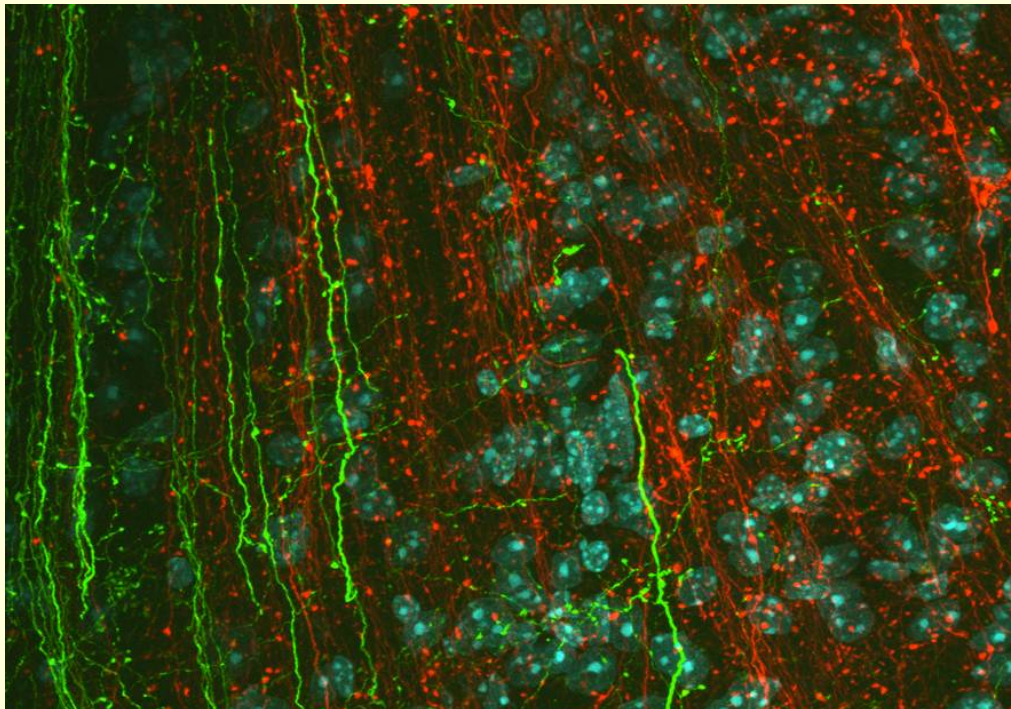
Ultrastructural Analysis of Hippocampal Neuropil from the Connectomics Perspective
Neuron, Volume 67, Issue 6, p1009–1020, 23 September **2010**

<http://www.cell.com/neuron/abstract/S0896-6273%2810%2900624-0>

Problème d'échelle spatiale

Donc on peut voir les synapses individuelles, mais on ne sait pas quels sont les neurones connectés.

On voit certains groupes de neurones en connecter d'autres, mais on ne voit ni les synapses, ni la position de ces neurones dans les structures cérébrales.

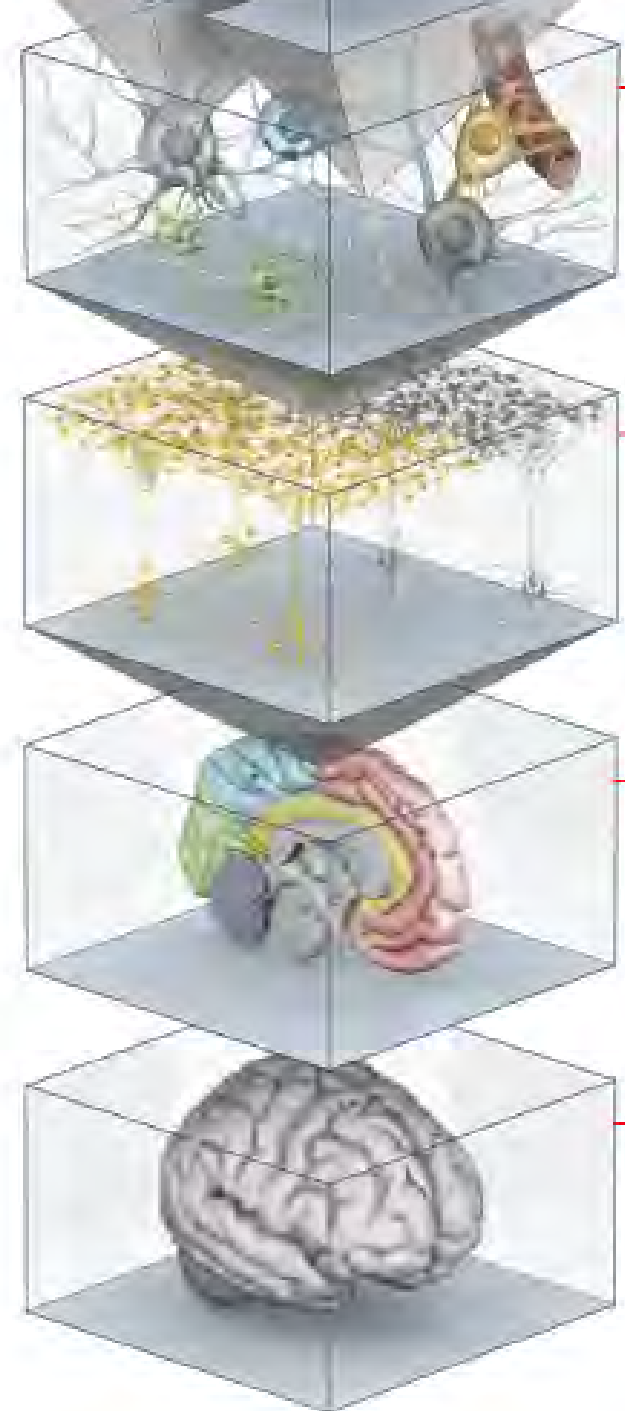
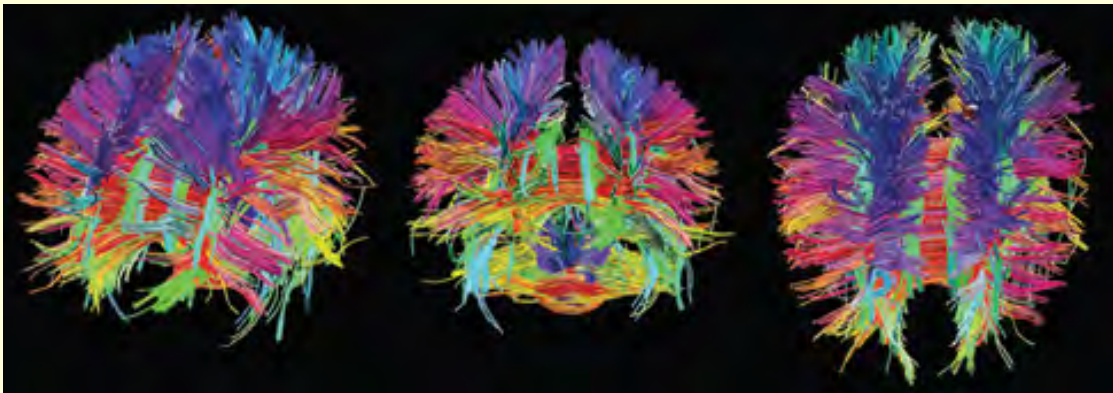


Problème d'échelle spatiale

Donc on peut voir les synapses individuelles, mais on ne sait pas quels sont les neurones connectés.

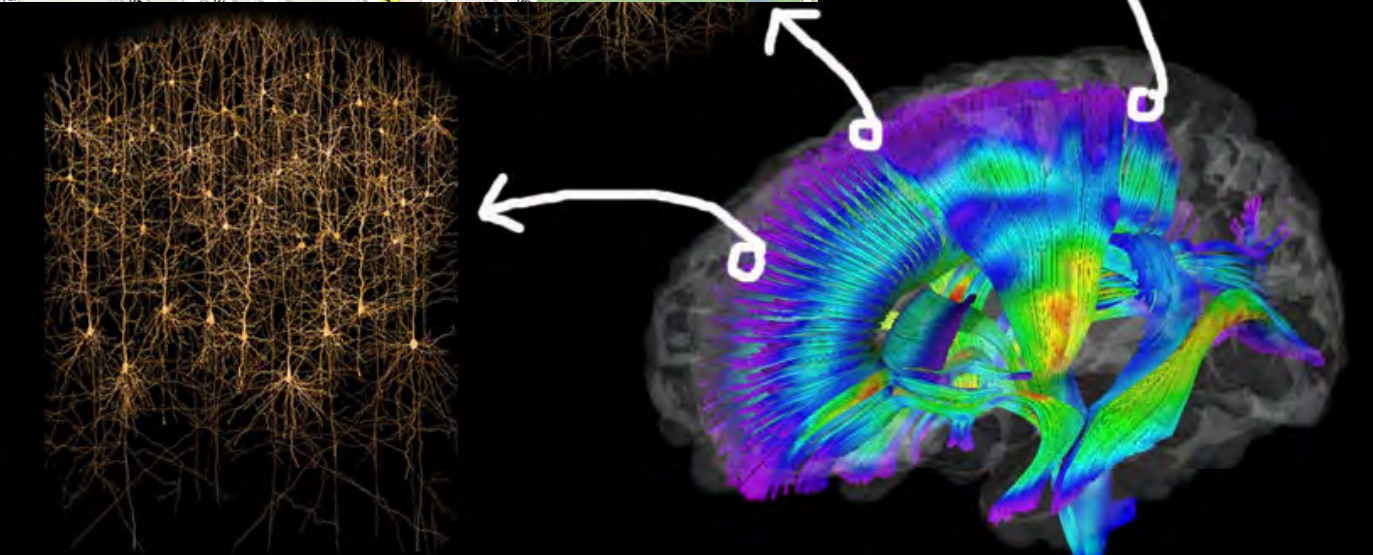
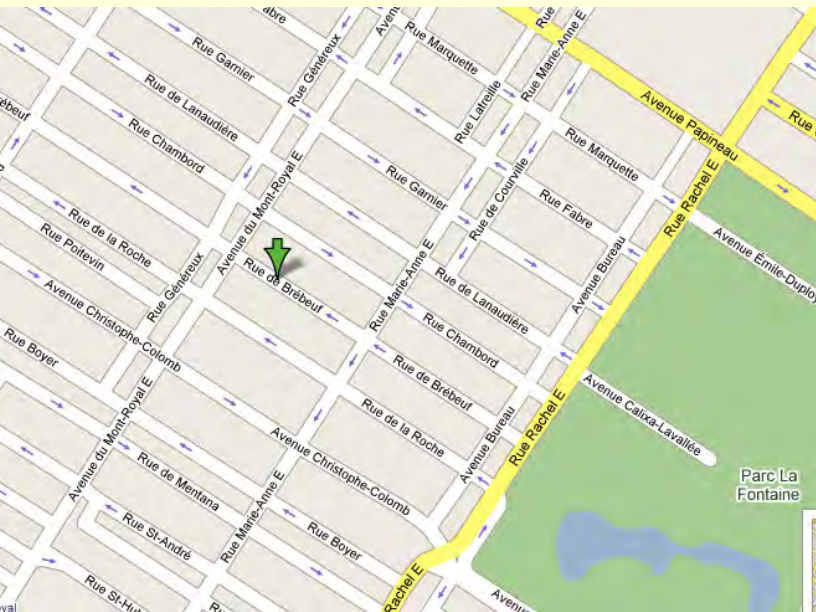
On voit certains groupes de neurones en connecter d'autres, mais on ne voit ni les synapses, ni la position de ces neurones dans les structures cérébrales.

On voit les grands faisceaux entre les structures cérébrales, mais pas les groupes de neurones d'où ils partent, et encore moins les synapses.



Problème d'échelle spatiale

...et petites rues locales

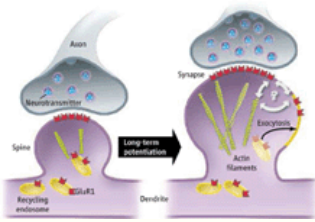
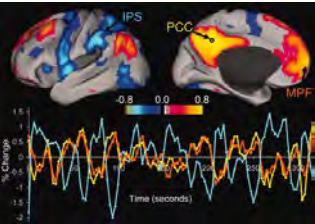


Grandes
autoroutes...

Problème d'échelle temporelle

Échelle de temps :

Processus dynamiques :



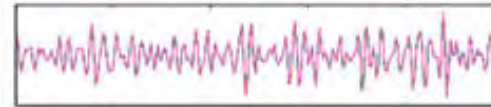
10^{-3} s

10^{-1} s

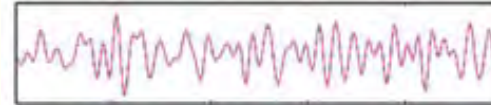
10^1 s

10^6 s

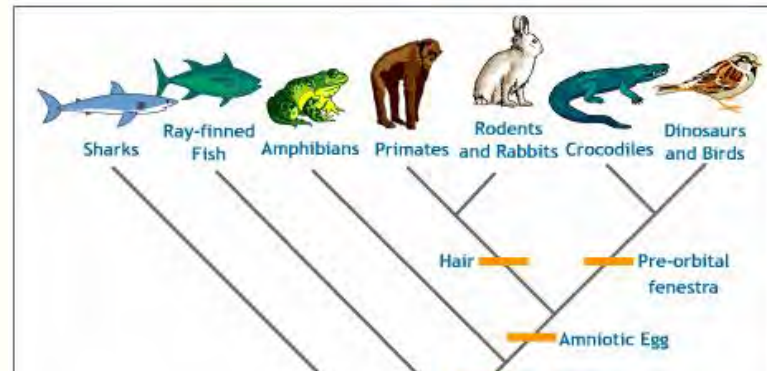
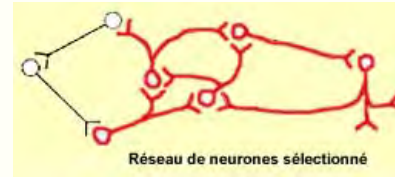
10^{13} s



Gamma
40 - 70hz



Beta
12 - 40hz



Perception et action devant des situations en temps réel grâce à des coalitions neuronales synchronisées temporairement

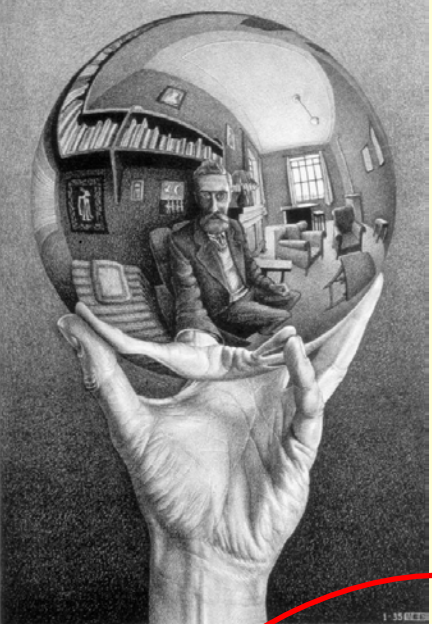
L'apprentissage durant toute la vie par la plasticité des réseaux de neurones

Développement du système nerveux par des mécanismes épigénétiques

Évolution biologique qui façonne les plans généraux du système nerveux

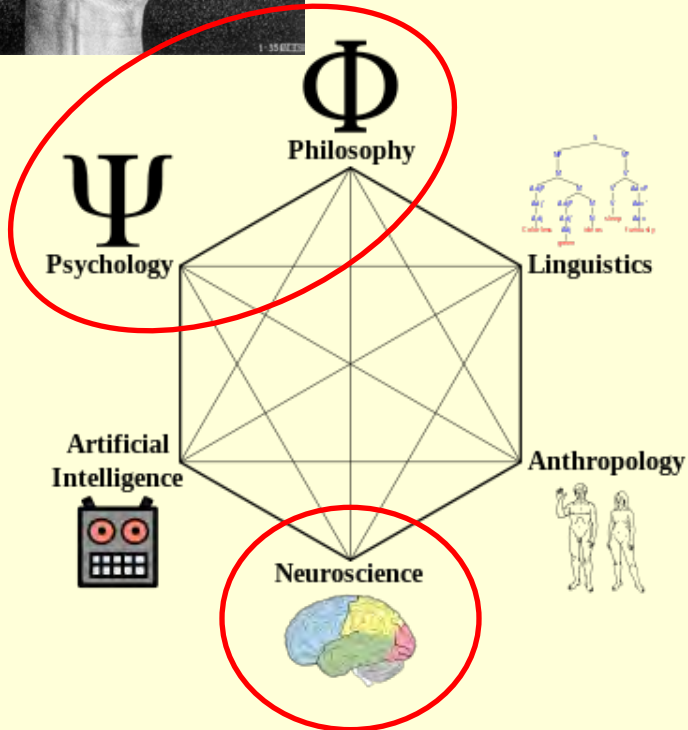
Et on n'a pas encore parlé de **LA caractéristique** unique du cerveau humain comparé à tout autre objet...





Approche
« subjective »
ou

à la 1^{ère}
personne



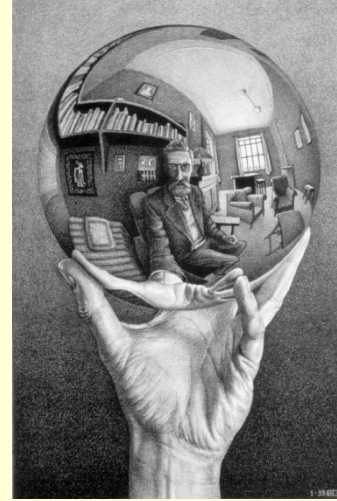
Approche « objective »
ou à la 3^e personne





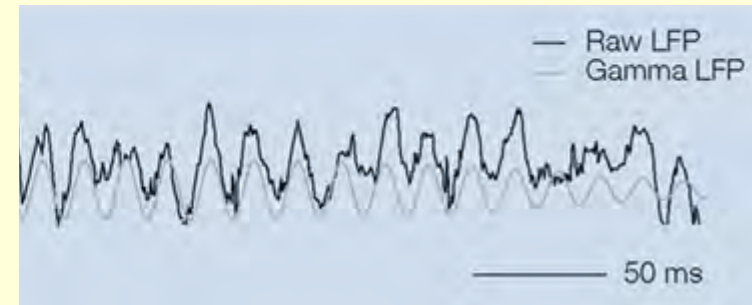
Le rouge que l'on ressent à la vue de cette pomme...

...c'est notre sentiment « subjectif » ou à la 1^{ère} personne.

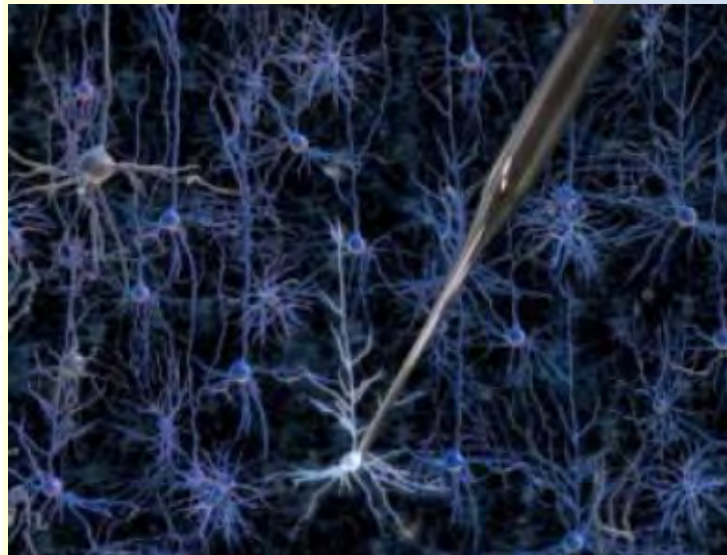
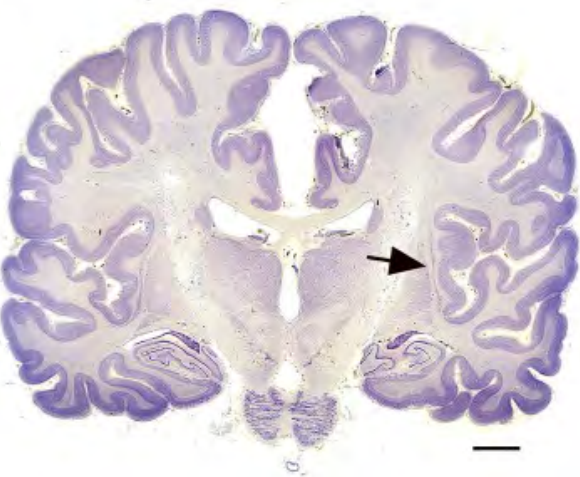


Mais il est où le rouge dans notre cerveau ?

Car si on regarde dans le cerveau, on voit juste de l'activité électrique qui parcourt des neurones, i.e. des ions qui traversent des membranes...!

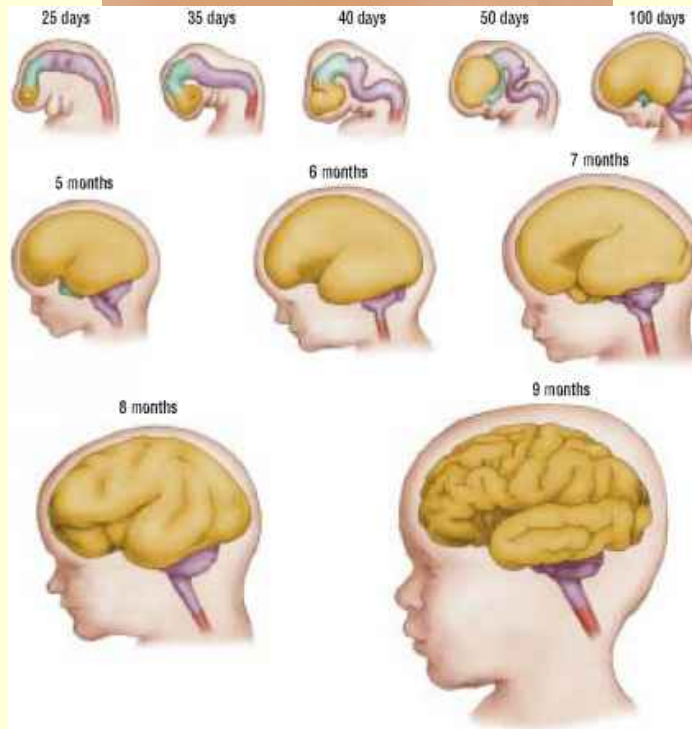
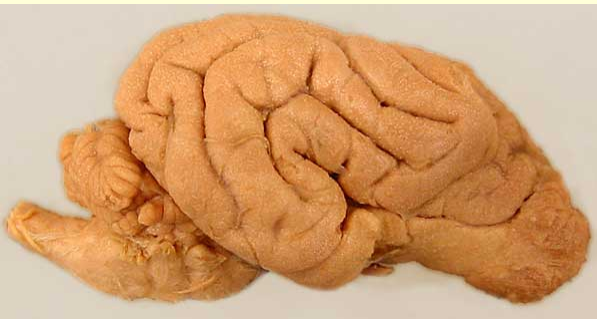
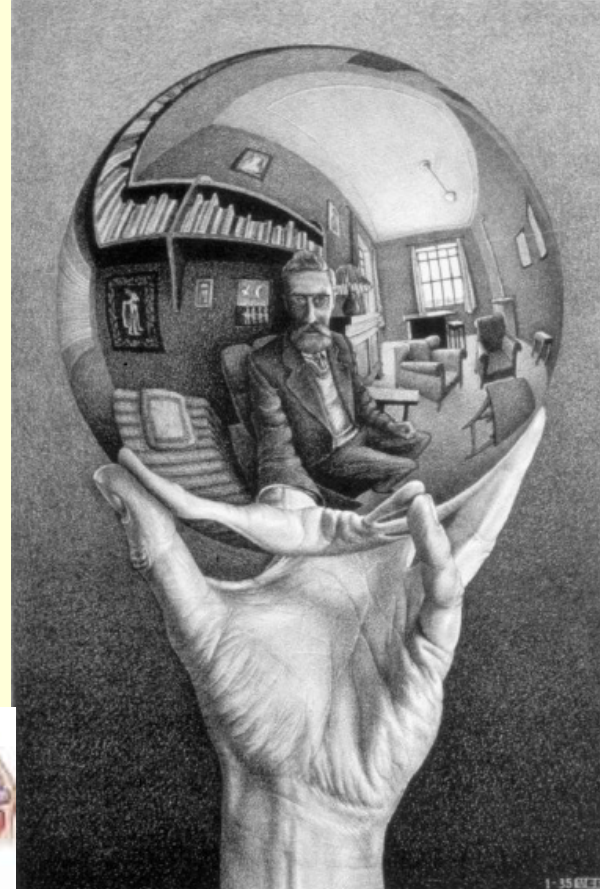


B



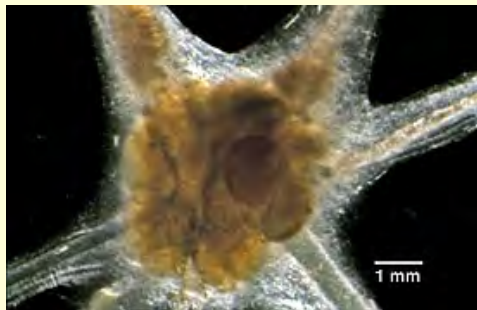
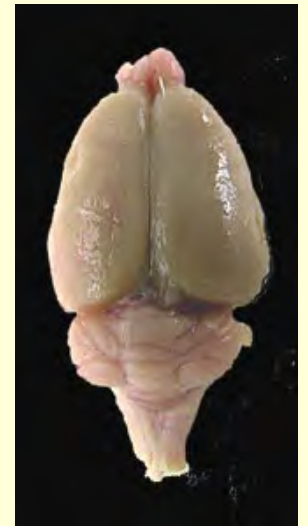
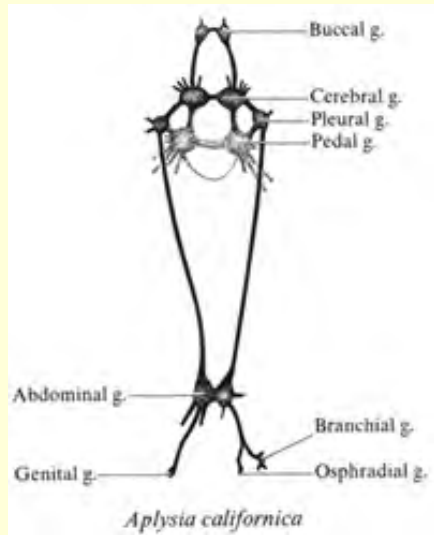
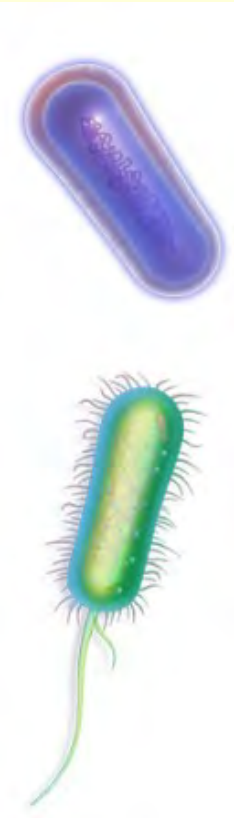
Donc il faut tenter de relier le subjectif à l'objectif (le cerveau).



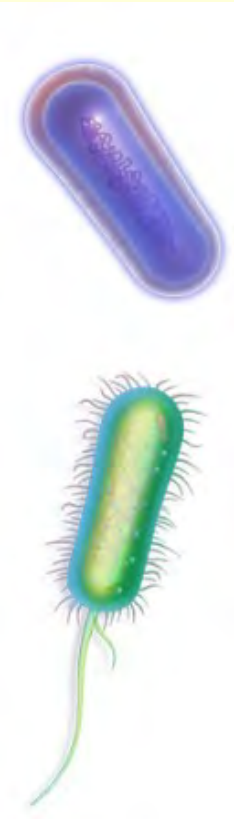


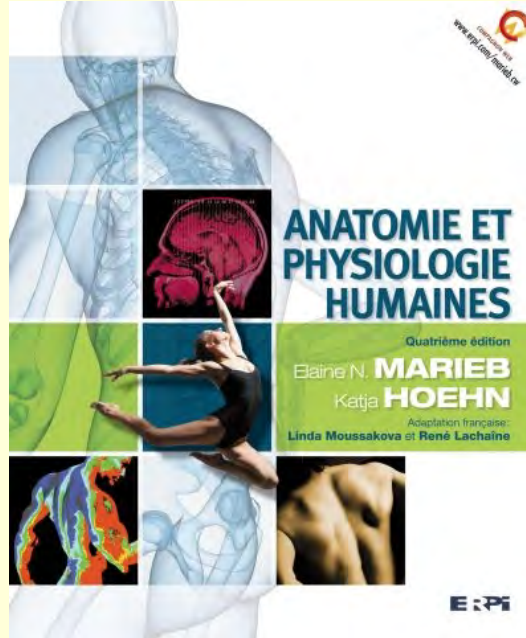
Donc il faut tenter de relier le subjectif à l'objectif (le cerveau).





Il faut reculer dans le temps
pour essayer de comprendre où commence le « mind » !



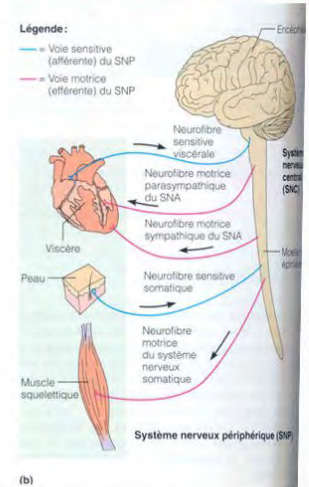
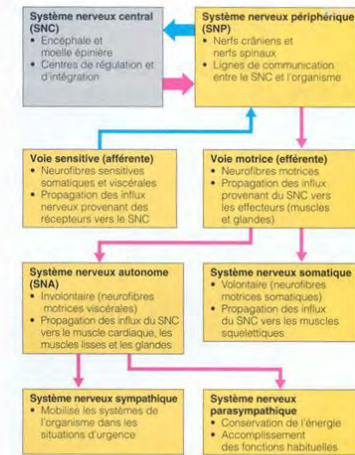


Parce qu'essayer de comprendre le cerveau humain actuel en présentant son **organisation** et ses **fonctions**

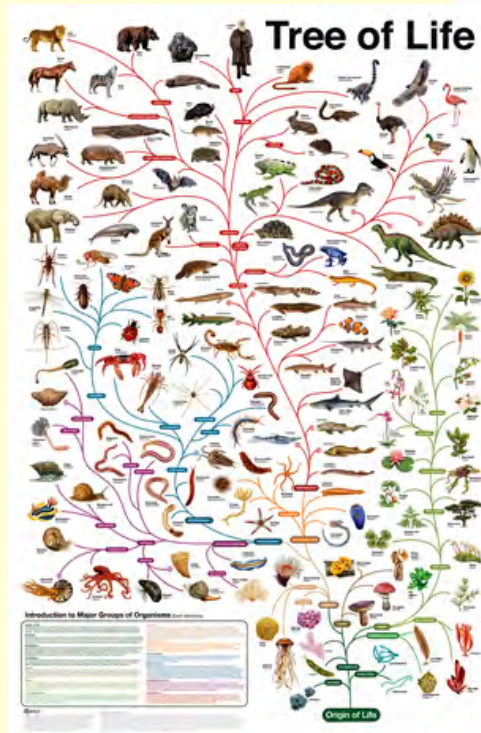
en faisant pratiquement abstraction de sa longue **histoire évolutive**

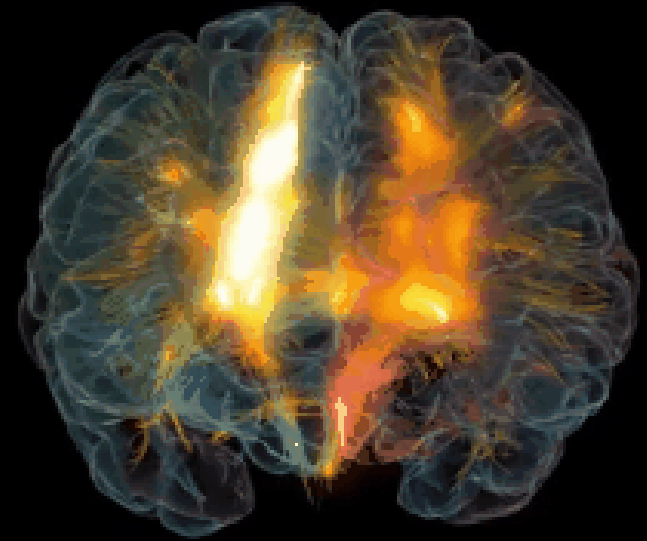
ne peut déboucher que sur une compréhension **superficielle** de celui-ci.

Organisation du système nerveux



Marieb, 1999







Il faut tenter d'enraciner notre compréhension du cerveau et du « mind » non seulement dans les origines de la vie mais dans les principes même qui gouvernent et contraignent la croissance de la complexité !



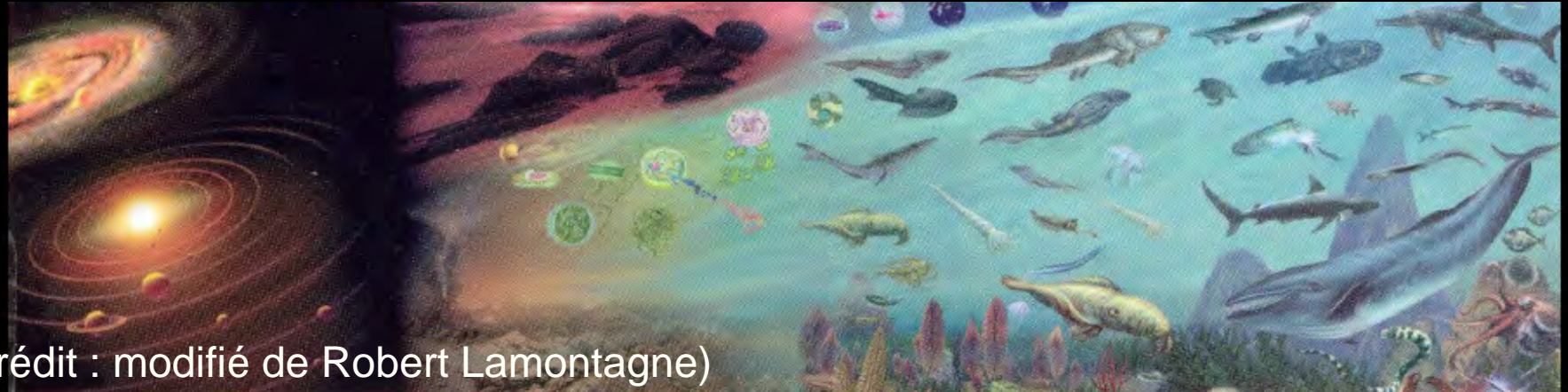
Et pour être sûr de ne rien manquer à propos de
l'histoire d'un organe pas comme les autres...

Croissance de complexité

(ce qui ne veut pas dire que l'humain en soit la finalité !)

Vous êtes nés il y a 13,7 milliards d'années

Évolution cosmique, chimique et biologique



(Crédit : modifié de Robert Lamontagne)

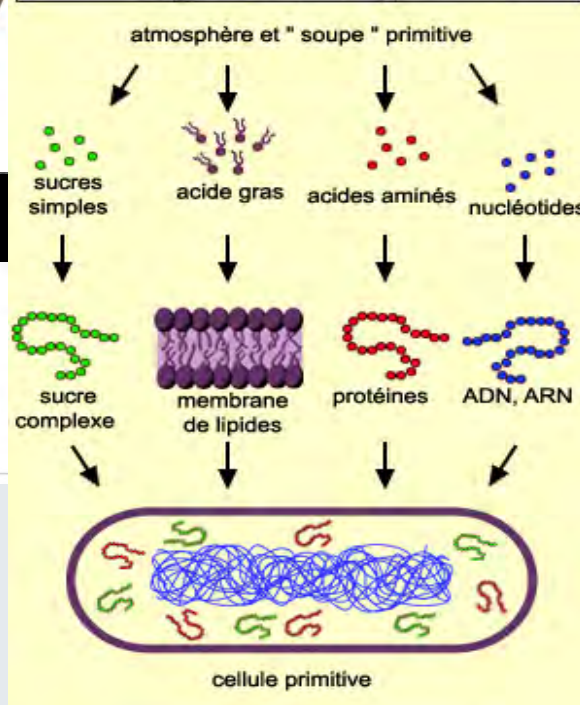
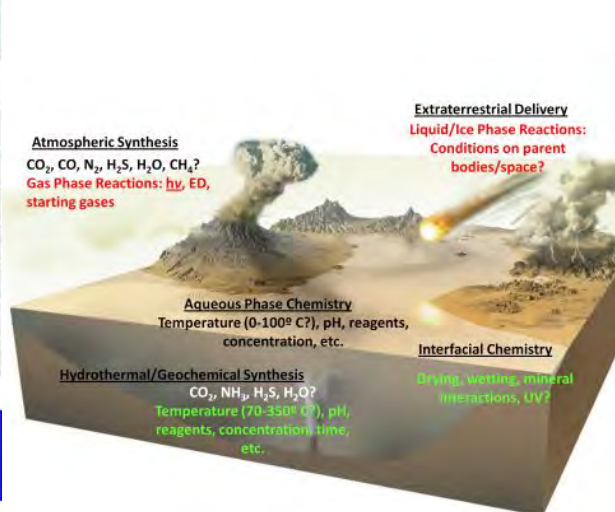


Croissance de complexité

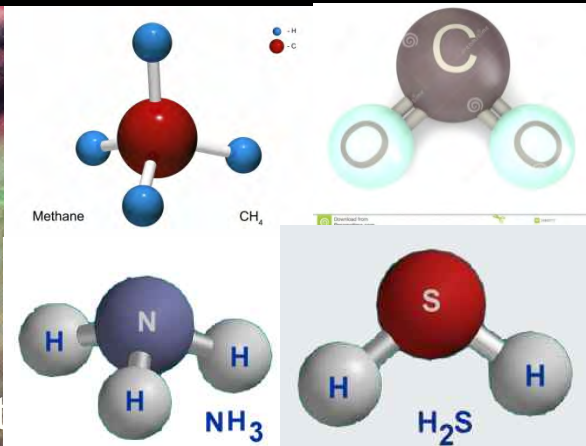
(ce qui ne veut pas dire que l'humain en soit la finalité !)

Tableau Périodique des Éléments

1 H																		18 He	
2 He																		10 Ne	
3 Li												10 Ar				18 Kr			
4 Be												36 Kr				54 Xe			
5 B												54 Xe				86 Rn			
6 C												86 Rn				118 Og			
7 N												118 Og							
8 O																			
9 F																			
10 Ne																		18 Ar	
11 Na												36 Kr				54 Xe			
12 Mg												54 Xe				86 Rn			
13 Al												86 Rn				118 Og			
14 Si												118 Og							
15 P																			
16 S																			
17 Cl																			
18 Ar																		18 Kr	
19 K												36 Kr				54 Xe			
20 Ca												54 Xe				86 Rn			
21 Sc												86 Rn				118 Og			
22 Ti												118 Og							
23 V																			
24 Cr																			
25 Mn																			
26 Fe																			
27 Co																			
28 Ni																			
29 Cu																			
30 Zn																			
31 Ga																			
32 Ge																			
33 As																			
34 Se																			
35 Br																			
36 Kr																		36 Kr	
37 Rb												54 Xe				86 Rn			
38 Sr												86 Rn				118 Og			
39 Y												118 Og							
40 Zr																			
41 Nb																			
42 Mo																			
43 Tc																			
44 Ru																			
45 Rh																			
46 Pd																			
47 Ag																			
48 Cd																			
49 In																			
50 Sn																			
51 Sb																			
52 Te																			
53 I																			
54 Xe																		54 Xe	
55 Cs												86 Rn				118 Og			
56 Ba												118 Og							
57 La																			
58 Ce																			
59 Pr																			
60 Nd																			
61 Pm																			
62 Sm																			
63 Eu																			
64 Gd																			
65 Tb																			
66 Dy																			
67 Ho																			
68 Er																			
69 Tm																			
70 Yb																			
71 Lu																			
72 Hf																			
73 Ta																			
74 W																			
75 Re																			
76 Os																			
77 Ir																			
78 Pt																			
79 Au																			
80 Hg																			
81 Tl																			
82 Pb																			
83 Bi																			
84 Po																			
85 At																			
86 Rn																		86 Rn	
87 Fr												118 Og				118 Og			
88 Ra												118 Og							
89 Ac																			
90 Th																			
91 Pa																			
92 U																			
93 Np																			
94 Pu																			
95 Am																			
96 Cm																			
97 Bk																			
98 Cf																			
99 Es																			
100 Fm																			
101 Md																			
102 No																			
103 Lr																			
104 Rf																			
105 Db																			
106 Sg																			
107 Bh																			
108 Hs																			
109 Mt																			
110 Ds																			
111 Rg																			
112 Uub																			
113 Uut																			
114 Uuq																			
115 Uup																			
116 Uuh																			
117 Uuq																			
118 Uuo																			



Évolution cosmique, chimique



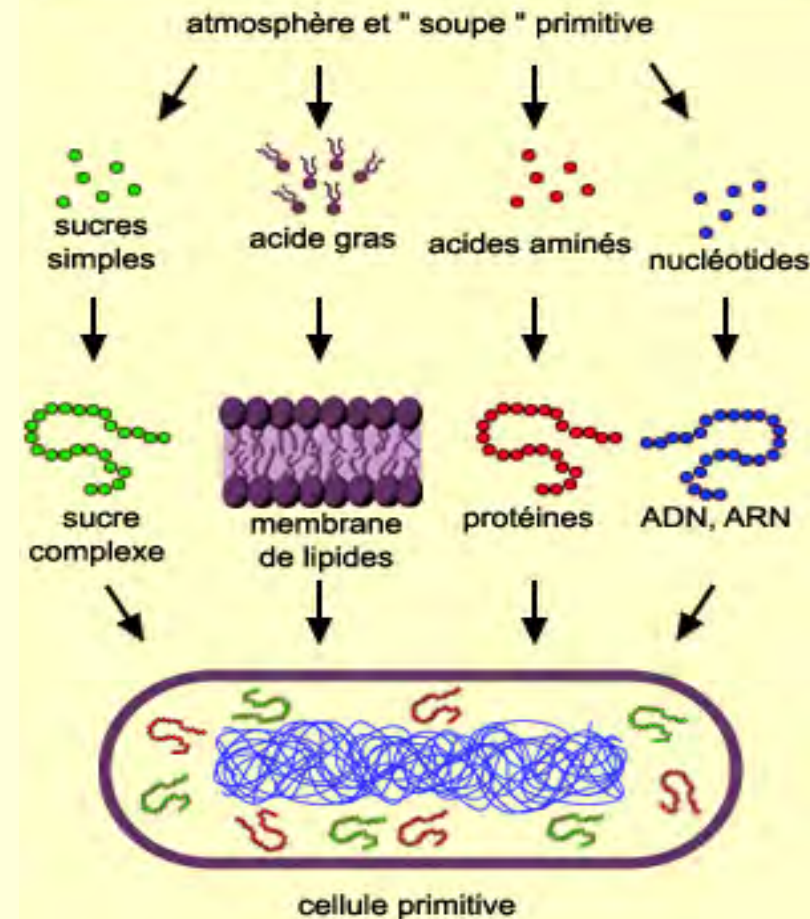
(Crédit : modifié de Robert Lamont)

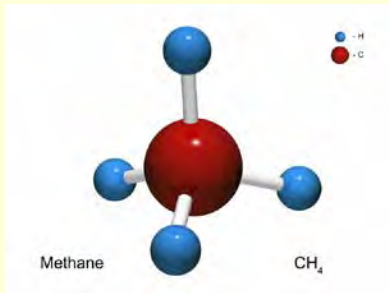
Les définitions de la vie sont souvent des listes de critères comprenant des éléments comme :

Développement ou croissance
Métabolisme
Motilité
Reproduction
Réponse à des stimuli
Etc.

Le biologiste Radu Popa a listé plus de 300 définitions de la vie...dont aucune ne fait l'unanimité !

<http://planete.gaia.free.fr/sciences/vivant/presque.html>
http://carlzimmer.com/articles/2012.php?subaction=showfull&id=1329948013&archive=&start_from=&ucat=15&



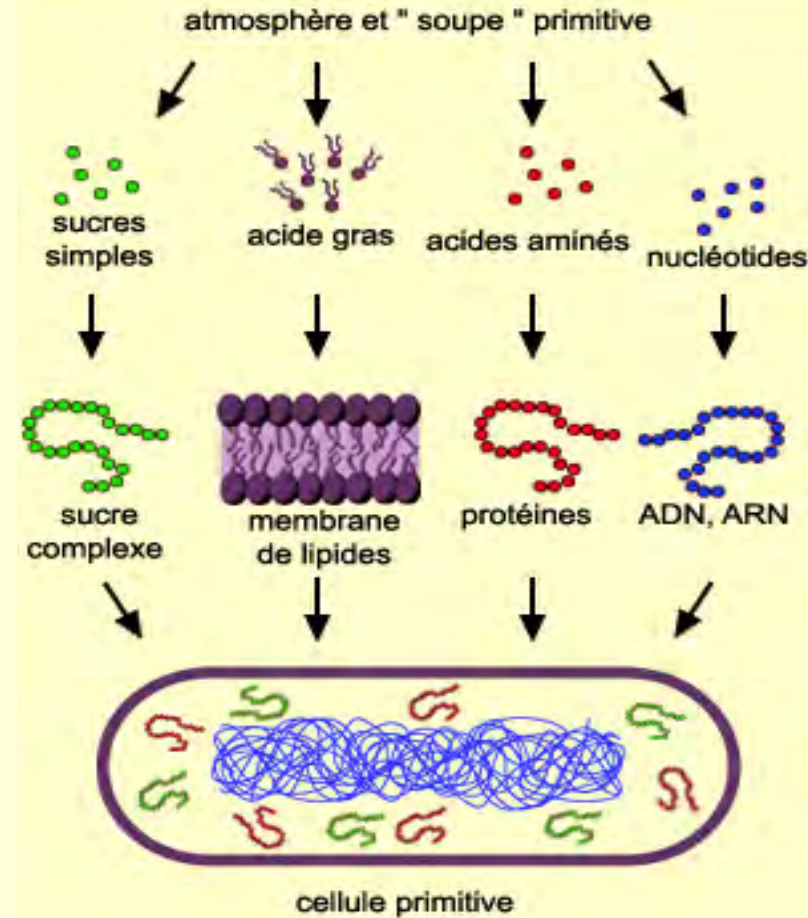
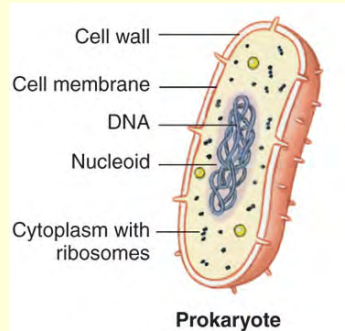


Non

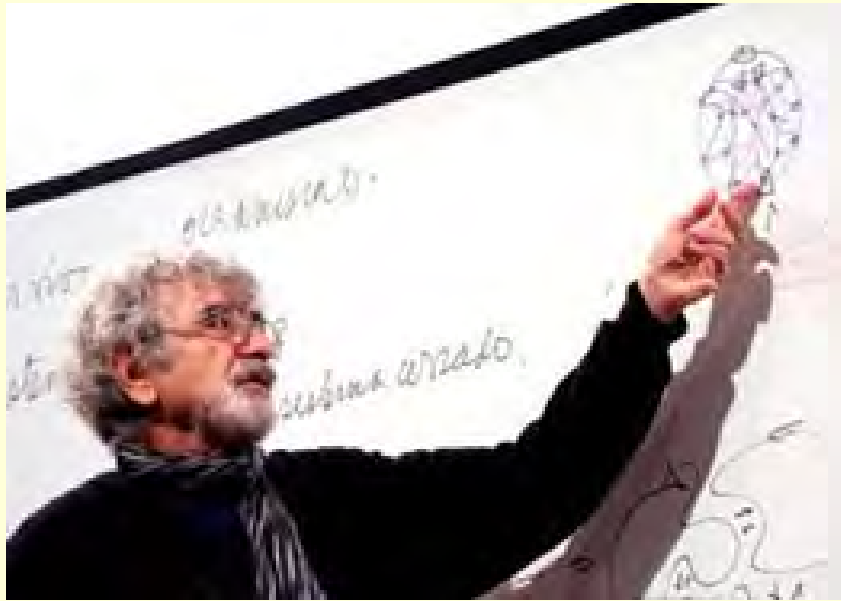


?

Oui



Dans les années 1970, Humberto Maturana et Francisco Varela vont tenter de **théoriser une définition minimale d'un être vivant** avec la notion **d'autopoïèse**.

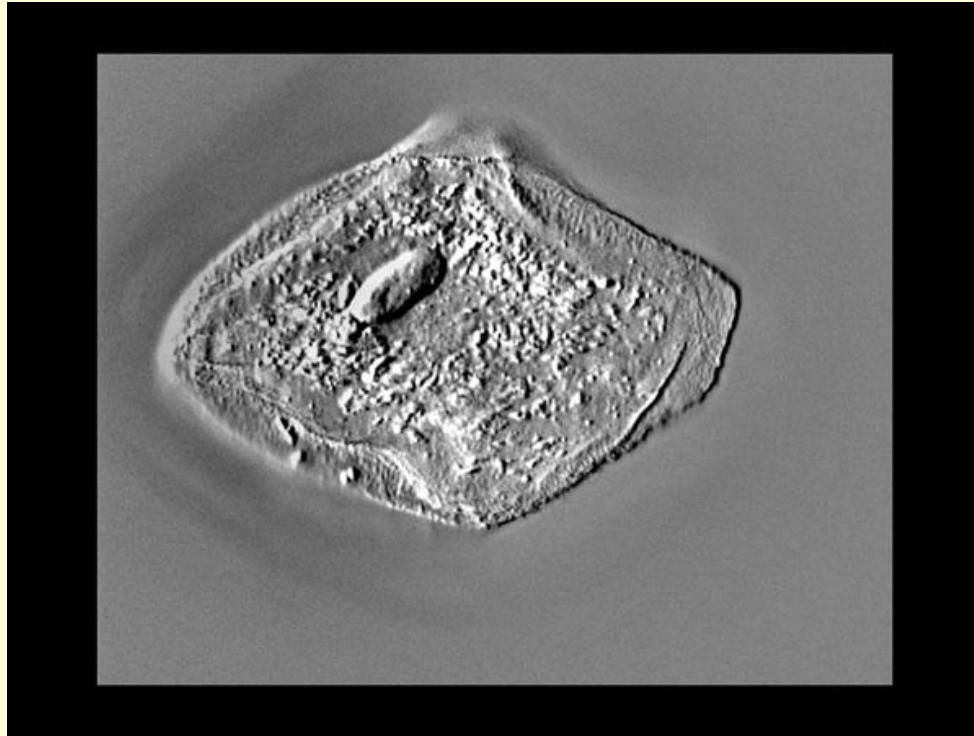


« Notre proposition est que les être vivants sont caractérisés par le fait que, littéralement, ils sont continuellement en train de **s'auto-produire**. »

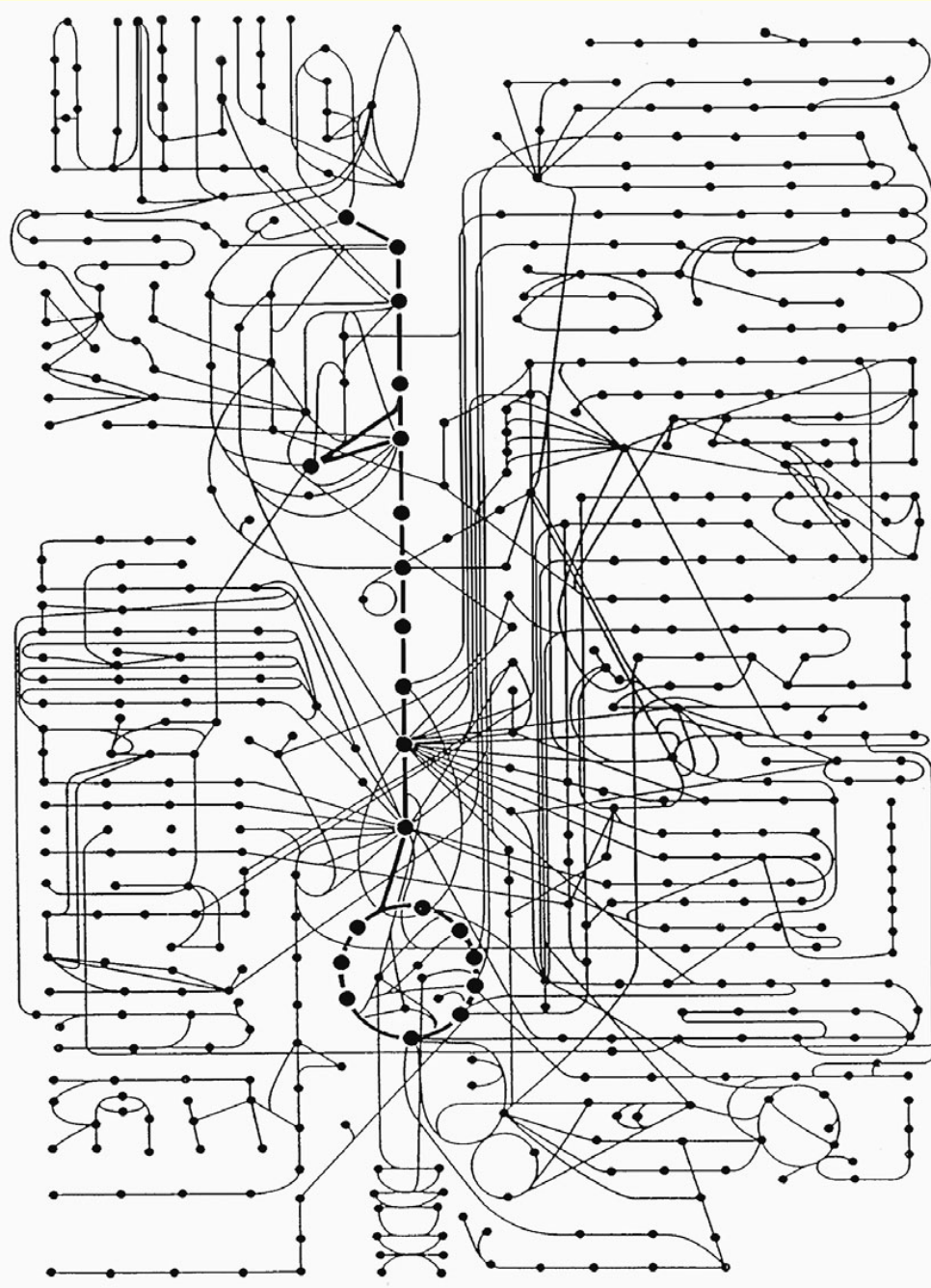
- Maturana & Varela, *L'arbre de la connaissance*, p.32

Du grec autos, soi, et poiein, produire, un système **autopoïétique** est :

« un **réseau complexe d'éléments** qui, par leurs interactions et transformations, **régénèrent constamment le réseau** qui les a produits. »

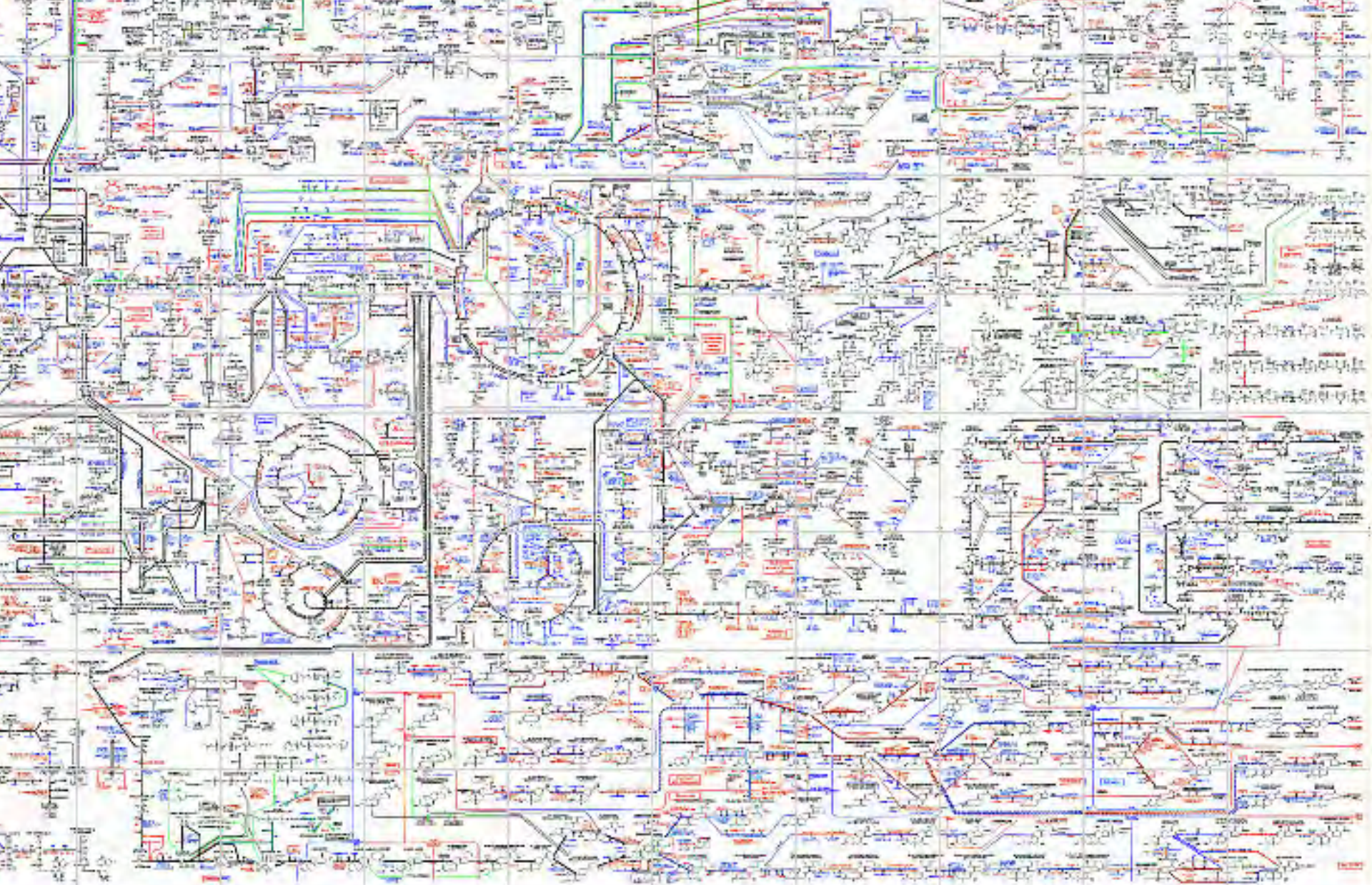


An image of a human buccal epithelial cell obtained using Differential Interference Contrast (DIC) microscopy
(www.canisius.edu/biology/cell_imaging/gallery.asp)



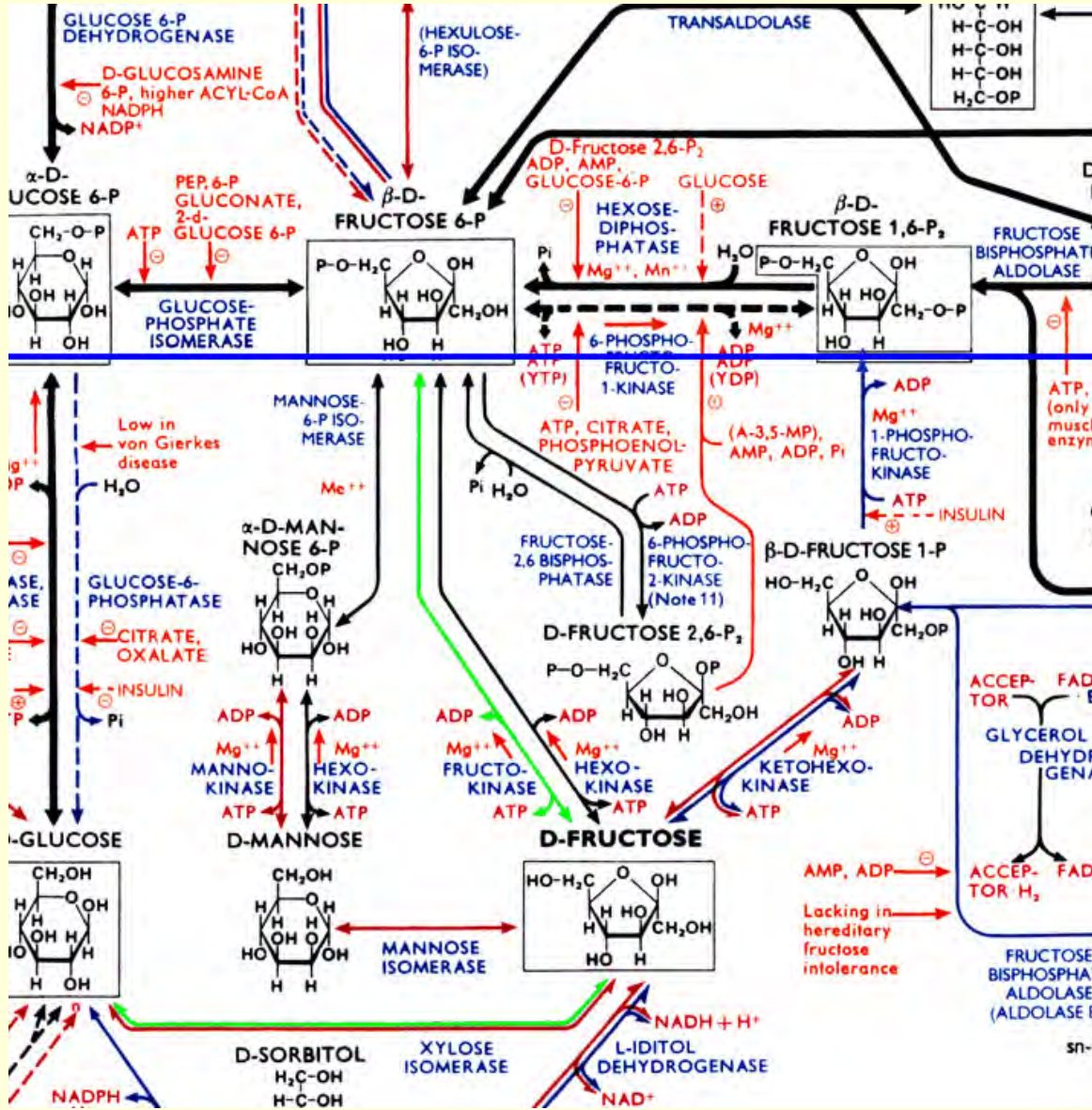
« un réseau »...

= des éléments qui entretiennent
des relations



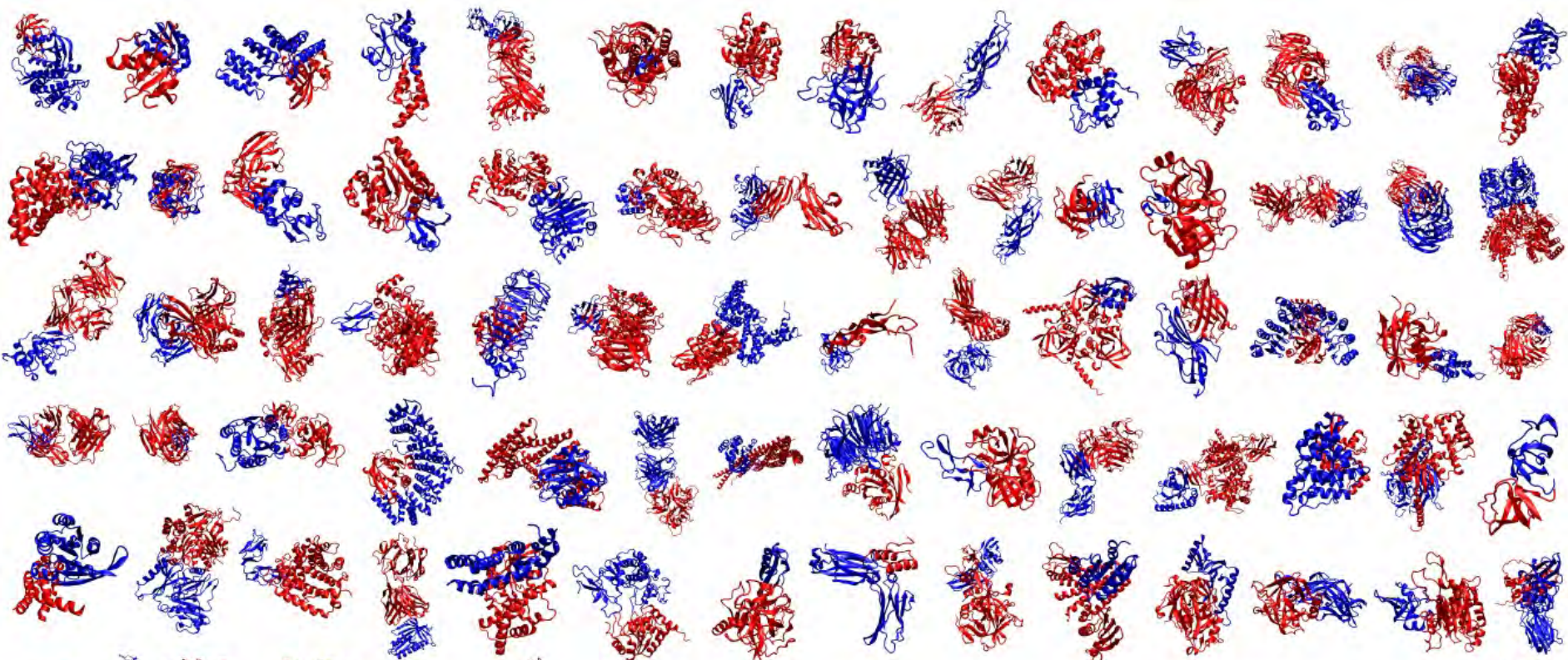
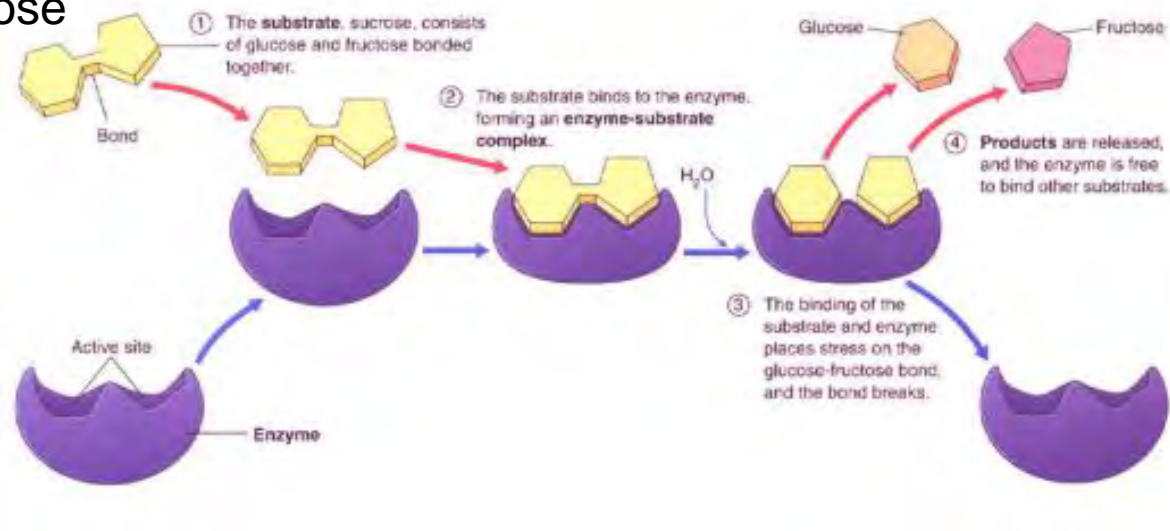
« un réseau complexe »... = cascades de réactions biochimiques dans une cellule

« un réseau complexe d'éléments »... : enzymes (protéines), ADN, etc.

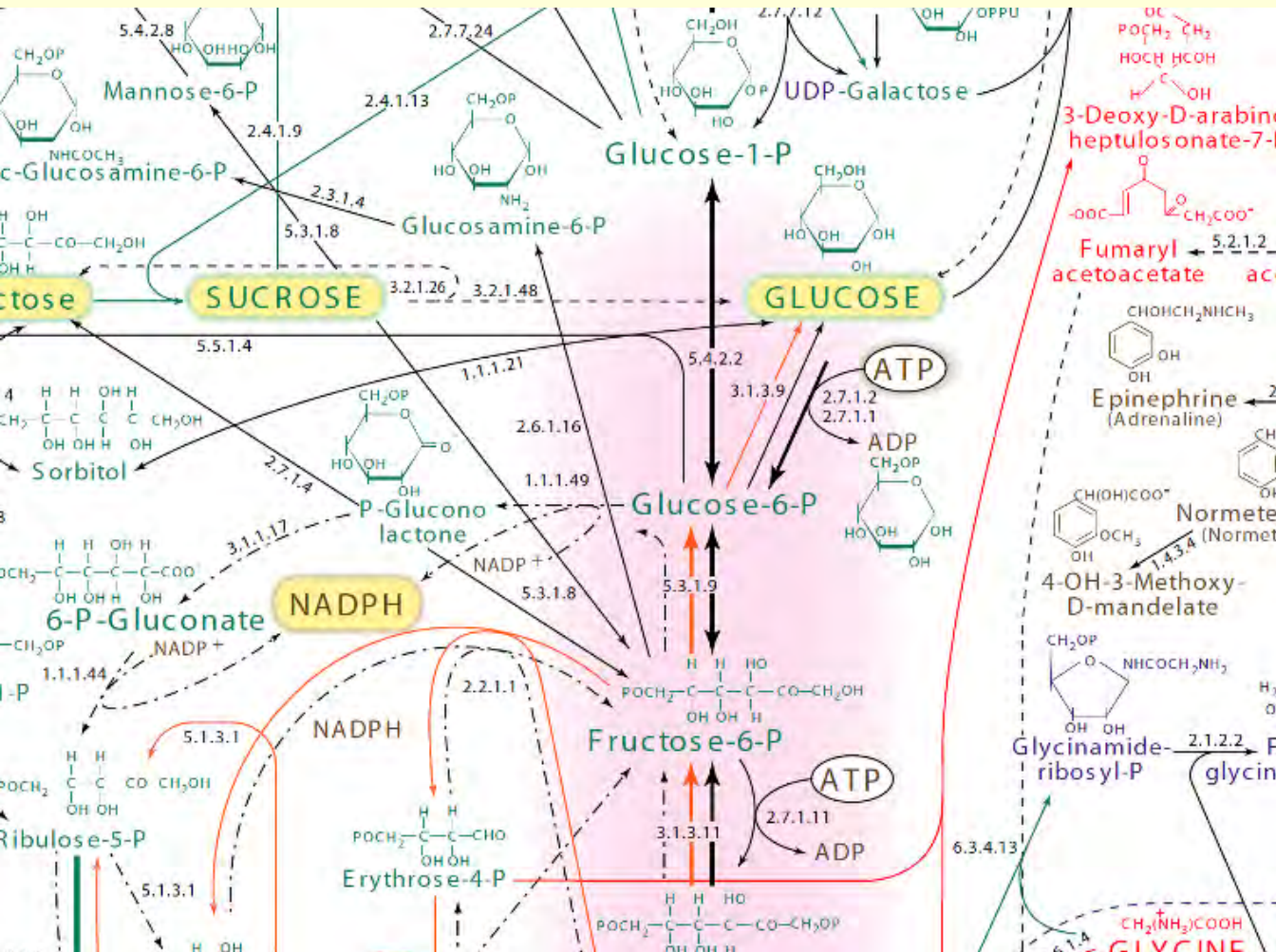


Ce qu'on appelle le « métabolisme »

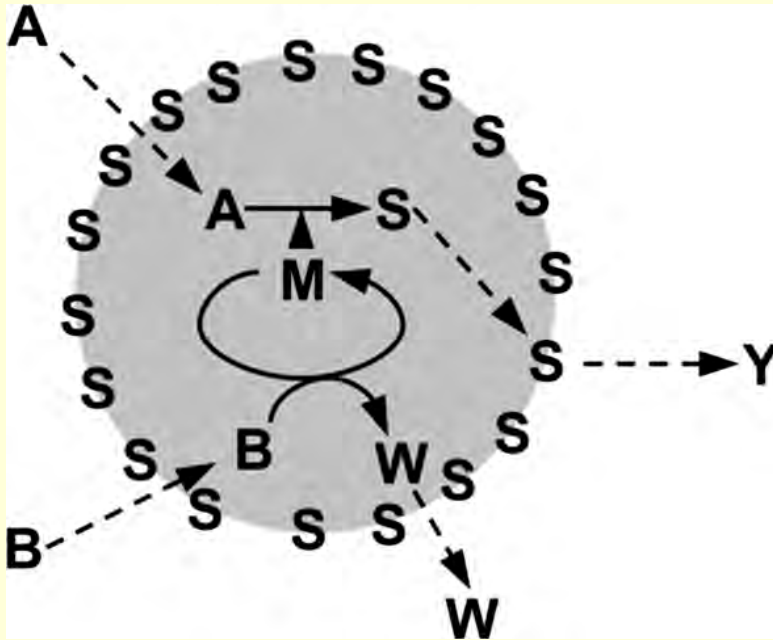
sucrose



« un réseau complexe d'éléments »... : enzymes (protéines), ADN, etc.



..qui régénèrent constamment, par leurs interactions et transformations, le réseau qui les a produits.



<http://www.humphath.com/spip.php?article17459>

Toute cellule est donc un **système ouvert** (du point de vue thermodynamique), qui :

- a besoin de nutriments
- rejette des déchets
- construit sa propre **frontière** et tous ses **composants internes**, qui vont eux-mêmes engendrer les processus qui produisent tous les composants, etc.

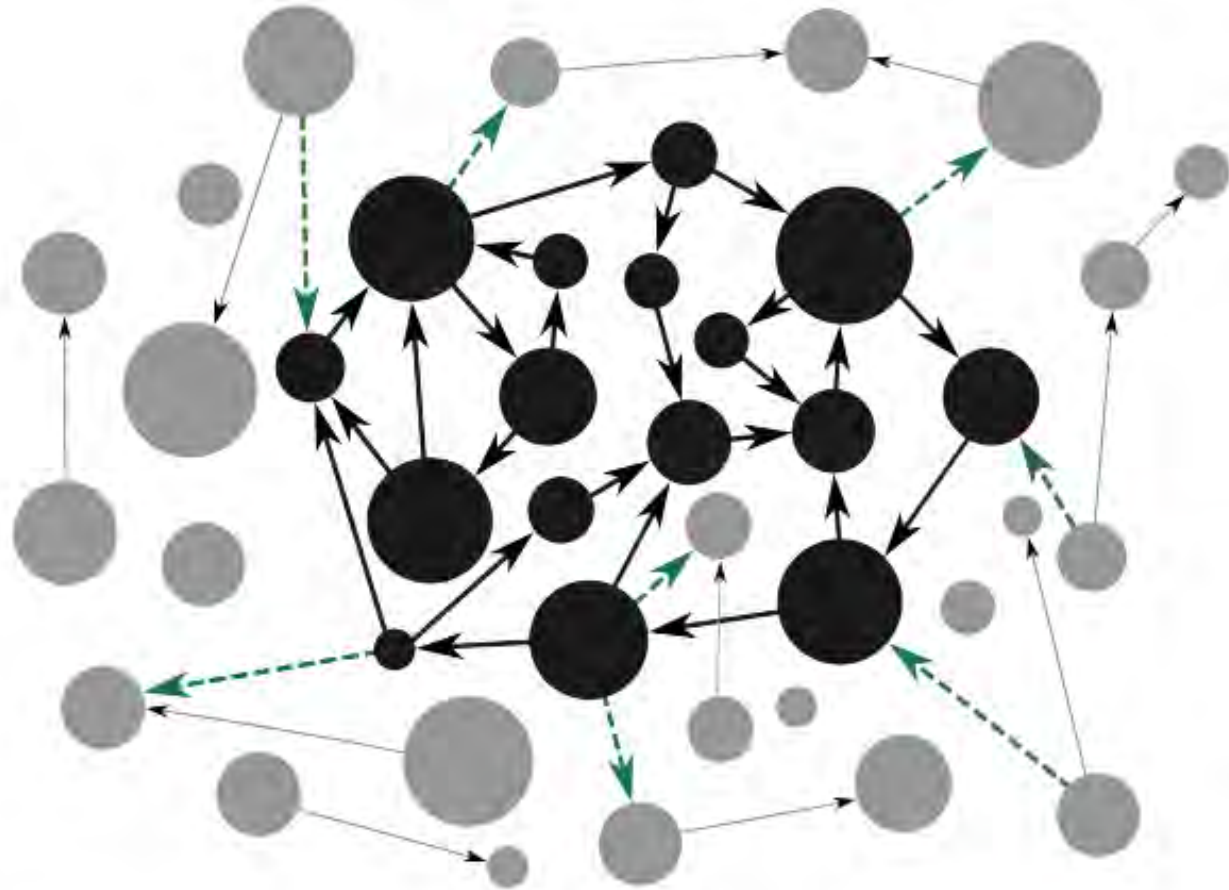
(mais le système est **fermé** du point de vue **opérationnel**)

Varela parle de
« **clôture
opérationnelle** »,
des systèmes vivants

car elle ne se confond
évidemment pas avec
une paroi étanche.

En noir : une cellule

(des molécules se
fixent sur sa
membrane, des ions
traverse cette
membrane, etc.)

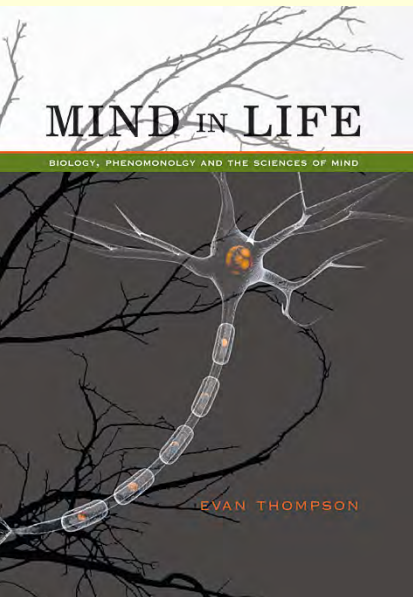


Copyright Ezequiel Di Paolo, 2013. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported License. http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.en_US

Pourquoi s'attarder sur ce genre de détail ?
Pourquoi essayer de **comprendre ce qu'est la vie** ?

Parce que la « cognition incarnée »
veut tenir compte du corps entier
d'un **organisme vivant** !

Mais aussi parce que les toutes premières
manifestations de la vie ont peut-être déjà
à voir avec la cognition...



« **Mind in life** » :
une continuité entre la
vie et la pensée
(2007)

Evan Thompson

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2012/10/15/mind-in-life-une-continuite-entre-la-vie-et-la-pensee/>

C'est l'idée que l'autopoïèse
implique une sorte de couplage
entre l'organisme et
l'environnement qui serait la
**cognition dans sa forme
minimale.**

Pourquoi s'attarder sur ce genre de détail ?
Pourquoi essayer de **comprendre ce qu'est la vie** ?

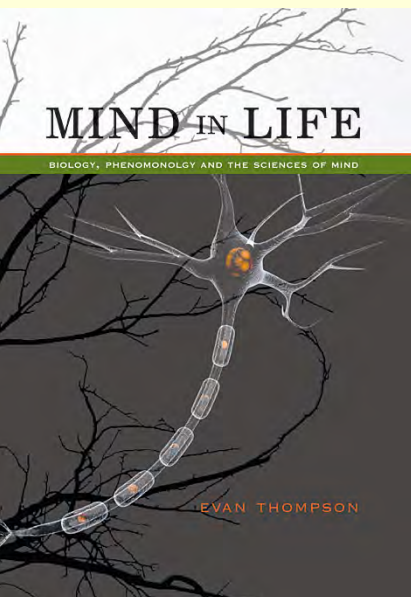
Parce que la « cognition incarnée »
veut tenir compte du corps entier
d'un **organisme vivant** !

Mais aussi parce que les toutes premières
manifestations de la vie ont peut-être déjà
à voir avec la cognition...

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Lundi, 17 avril 2017

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2017/04/17/6441/>



Article

Where There is Life There is Mind: In Support of a Strong Life-Mind Continuity Thesis

Michael D. Kirchhoff ^{1,*} and Tom Froese ²

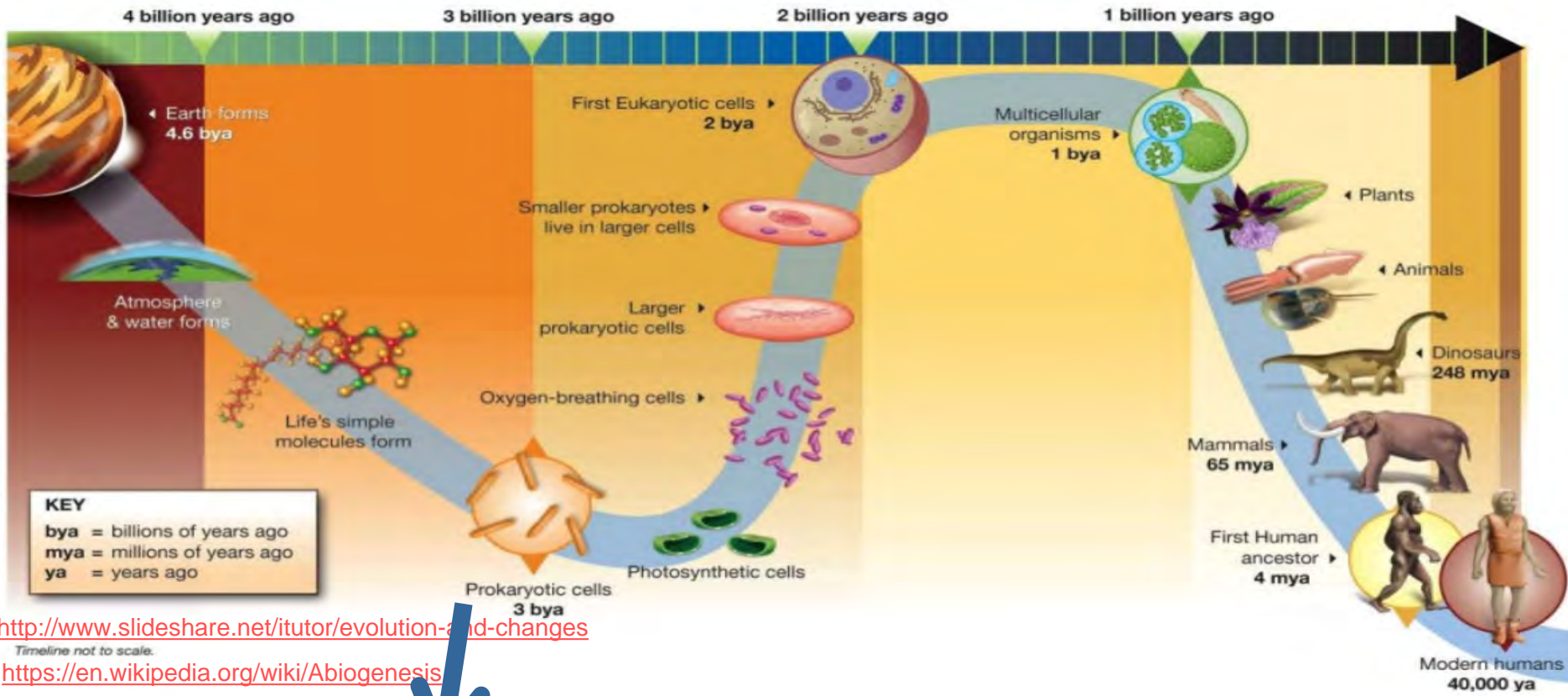
¹ Department of Philosophy, Faculty of Law, Humanities and the Arts, University of Wollongong, Wollongong 2500, Australia

² Department of Computer Science, Research Institute for Applied Mathematics and Systems, National Autonomous University of Mexico, 04510 Mexico City, Mexico; t.froese@gmail.com

* Correspondence: kirchhof@uow.edu.au; Tel.: +61-4221-5742

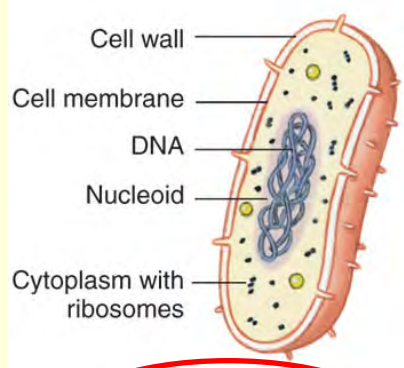
Academic Editors: Gordana Dodig-Crnkovic and Robert Lowe

Received: 22 February 2017; Accepted: 11 April 2017; Published: 14 April 2017



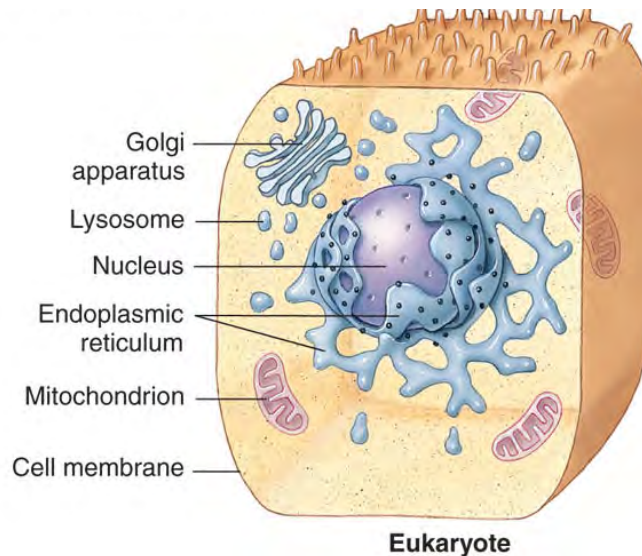
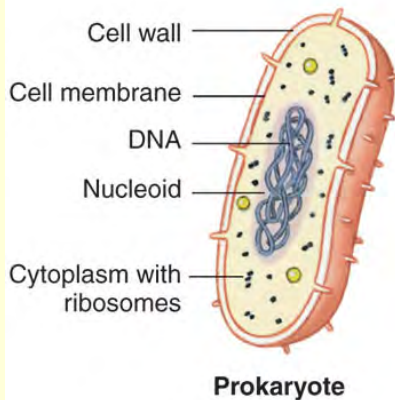
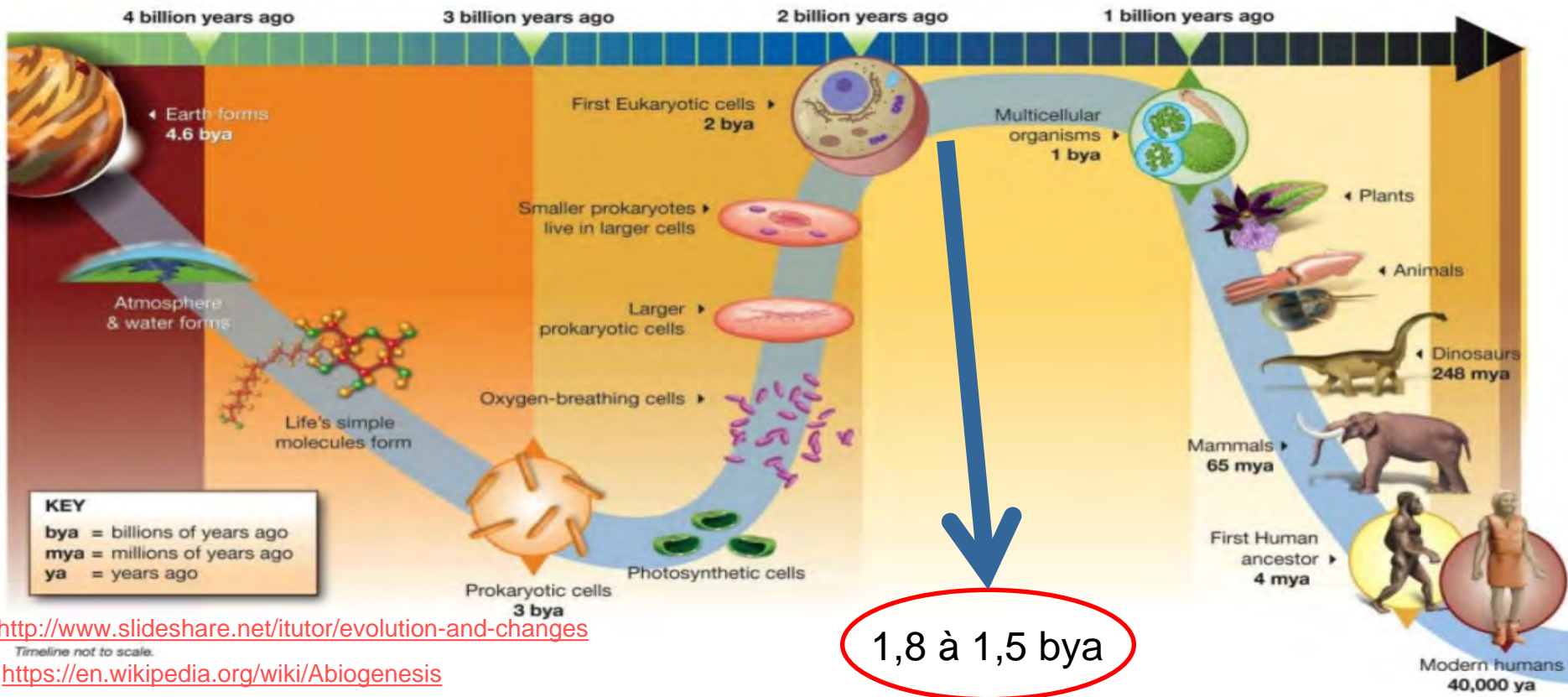
<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Abiogenesis>

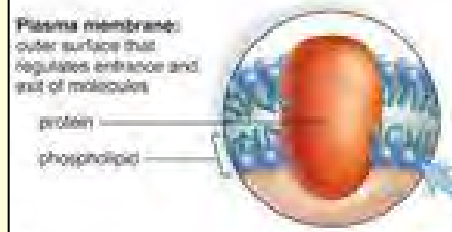
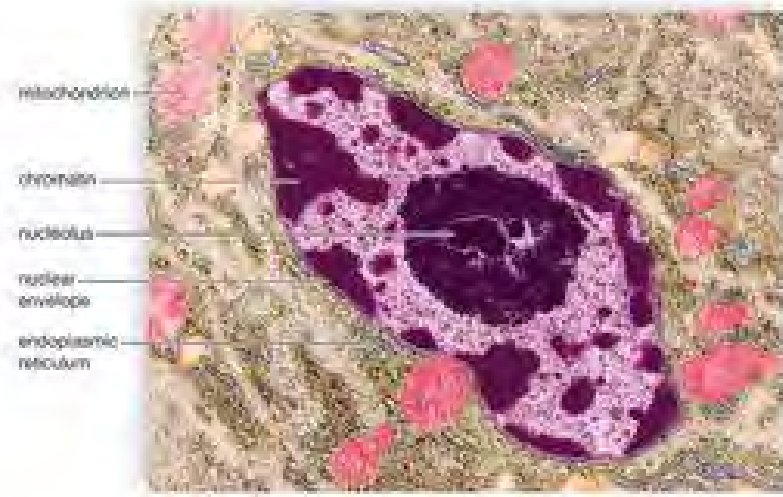


Prokaryote

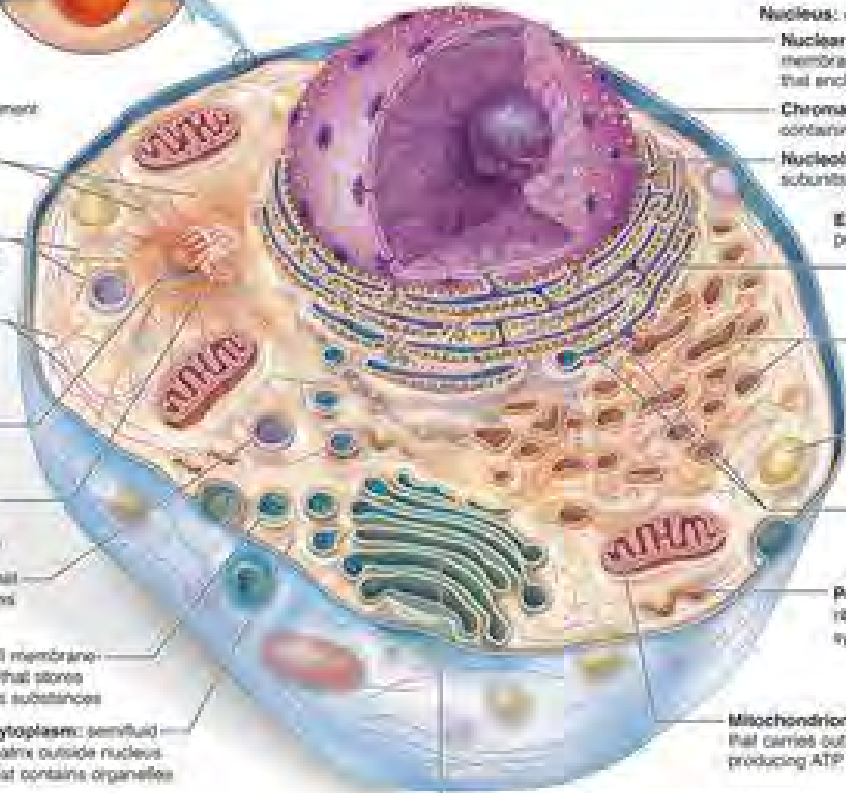
3,5 bya



Les réseaux complexes se « compartimentalisent »

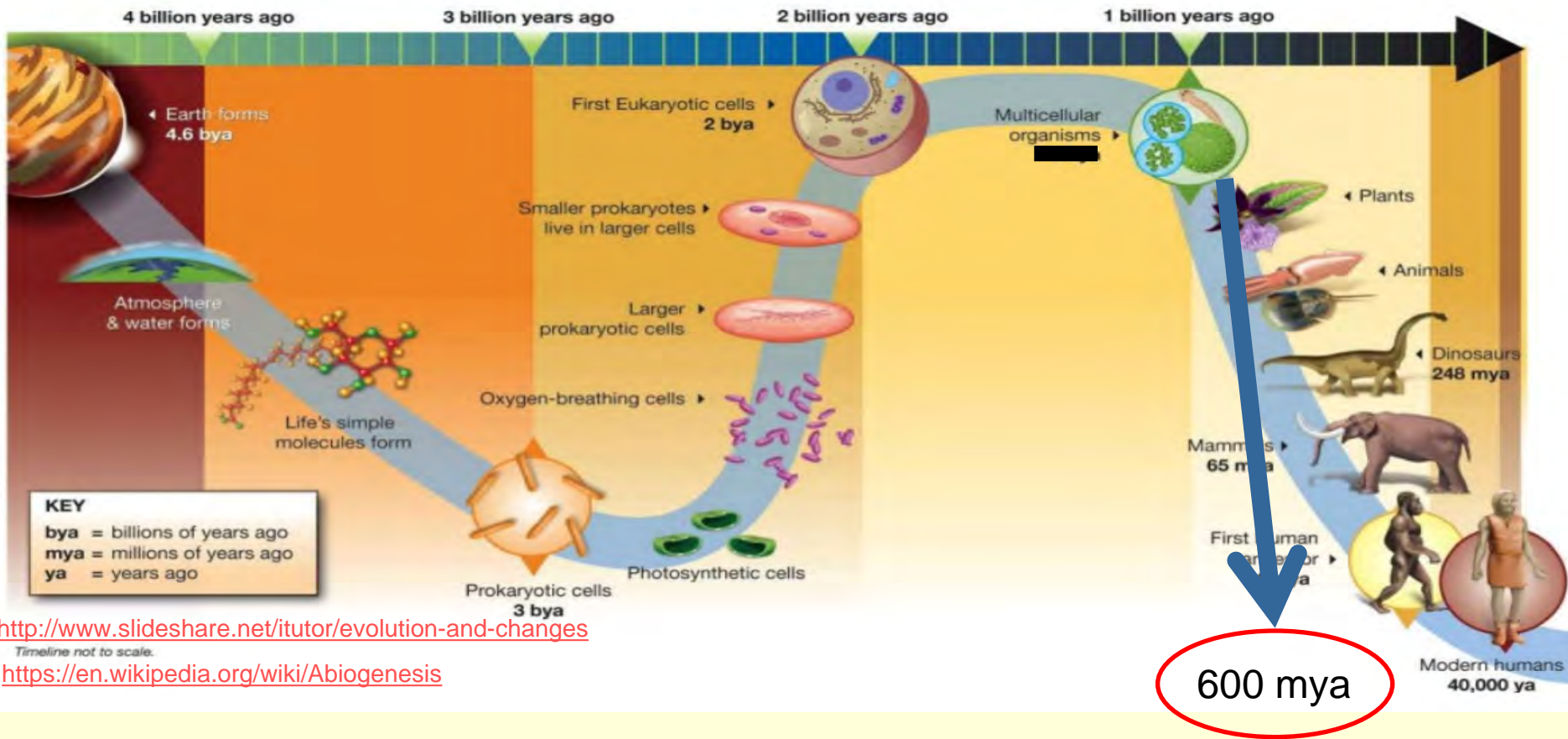


- Cytoskeleton:** maintains cell shape and assists movement of cell parts:
 - Microtubules:** protein; cylinders that move organelles
 - Intermediate filaments:** protein fibers that provide stability of shape
 - Actin filaments:** protein fibers that play a role in change of shape
- Centrioles*:** short cylinders of microtubules of unknown function
- Centrosome:** microtubule organizing center that contains a pair of centrioles
- Lysosome*:** vesicle that digests macromolecules and even cell parts
- Vesicle:** small membrane-bounded sac that stores and transports substances
- Cytoplasm:** semifluid matrix outside nucleus that contains organelles



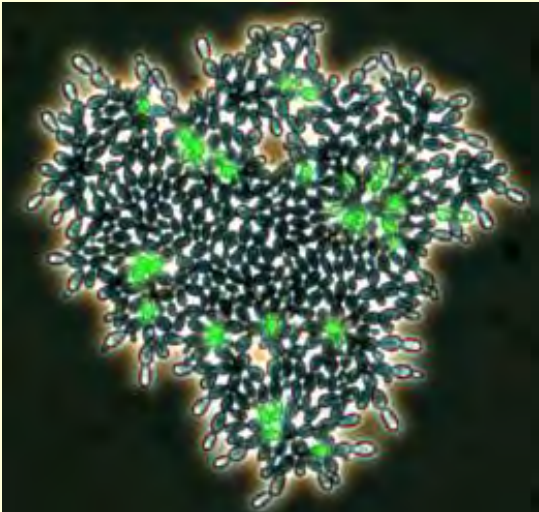
- Nucleus:** command center of cell
- Nuclear envelope:** double membrane with nuclear pores that encloses nucleus
- Chromatin:** diffuse threads containing DNA and protein
- Nucleolus:** region that produces subunits of ribosomes
- Endoplasmic reticulum:** protein and lipid metabolism
 - Rough ER:** studded with ribosomes that synthesize proteins
 - Smooth ER:** lacks ribosomes; synthesizes lipid molecules
- Peroxisome:** vesicle that is involved in fatty acid metabolism
- Ribosomes:** particles that carry out protein synthesis
- Polyribosome:** string of ribosomes simultaneously synthesizing same protein
- Mitochondrion:** organelle that carries out cellular respiration, producing ATP molecules
- Golgi apparatus:** processes, packages, and secretes modified proteins

*Not in plant cells

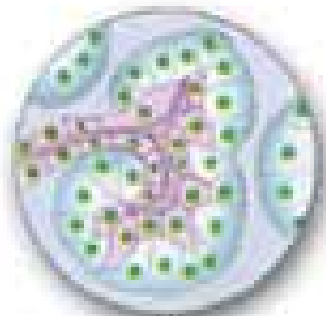


<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Abiogenesis>

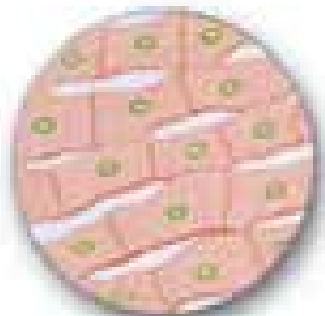
Et puis, après des essais infructueux il y a environ 2 milliards d'années, l'émergence de la vie **multicellulaire** apparaît véritablement il y a un peu plus de 600 millions d'années.



Chez les multicellulaires, on va aussi assister au phénomène de **spécialisation cellulaire**...



cellule
pancréatique



cellule
cardiaque



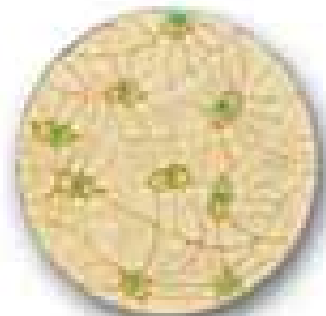
cellule
sanguine



cellule
pulmonaire



ovule



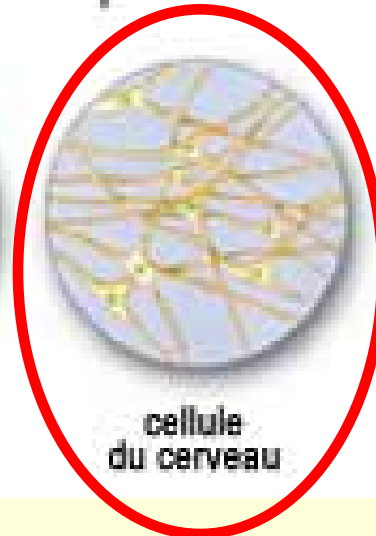
cellule
osseuse



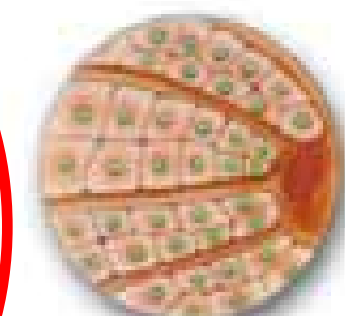
cellule
de la rate



cellule
musculaire



cellule
du cerveau



cellule
du foie

Mais avant de poursuivre avec l'avènement
des **systemes nerveux** chez les animaux...

il faut rappeler ici le 2^e principe de la thermodynamique



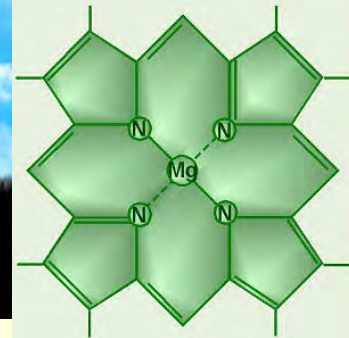
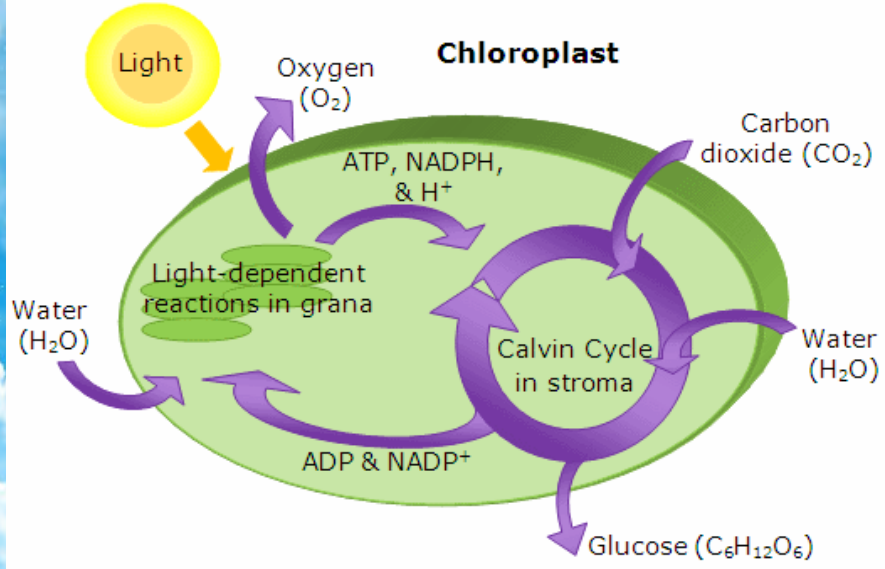
1293. Ruines de l'Église de la NEUVILLETTE

www.ACTUACJIT.fr.com



« La seule raison d'être d'un être vivant, c'est **d'être**,
c'est-à-dire de **maintenir sa structure.** »

- Henri Laborit



Plantes :

photosynthèse

grâce à l'énergie du soleil

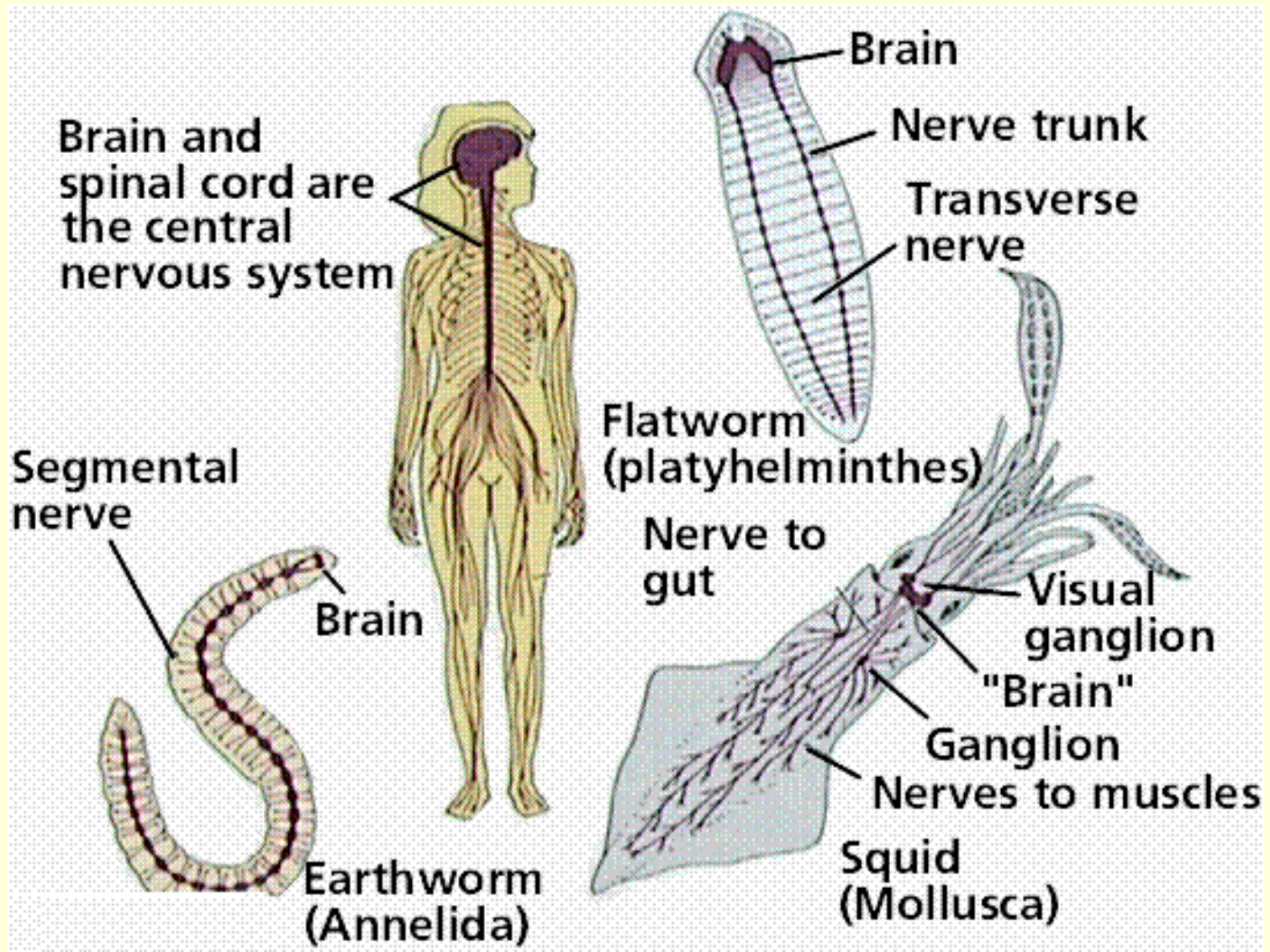




Animaux :

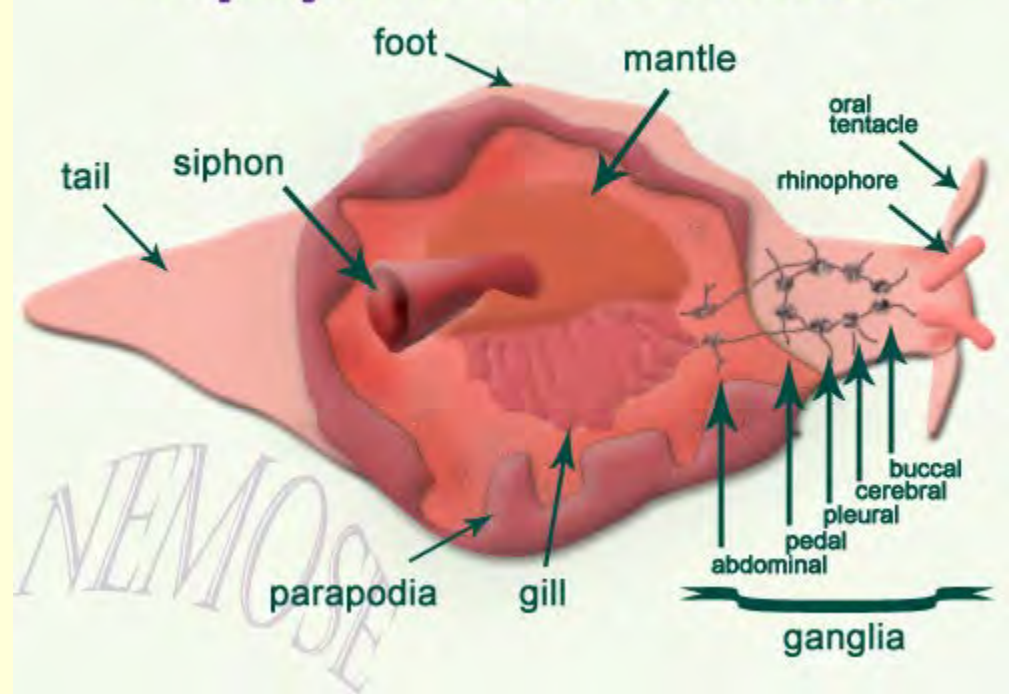
autonomie motrice
pour trouver leurs ressources
dans l'environnement

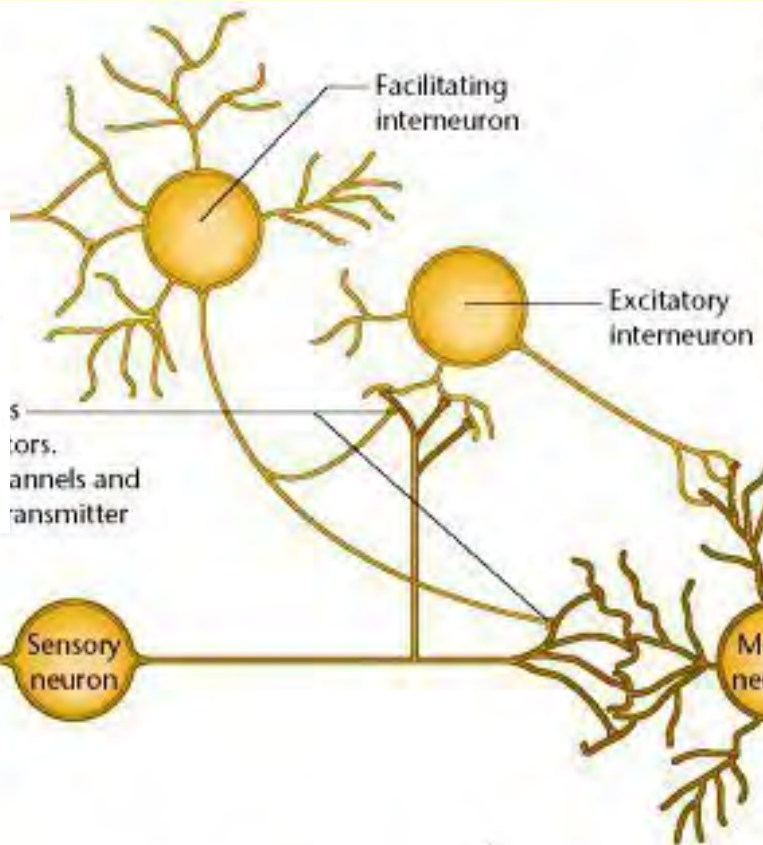
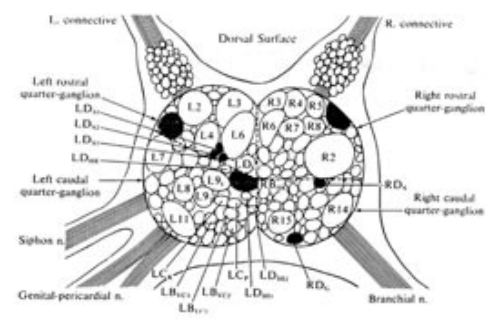
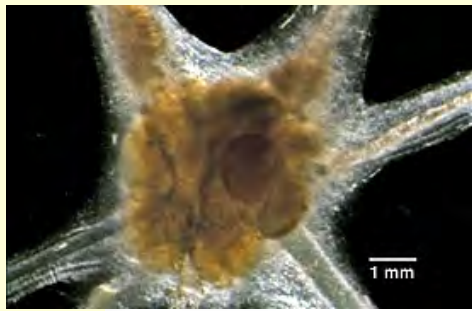
Systemes nerveux !





Aplysie
(mollusque marin)

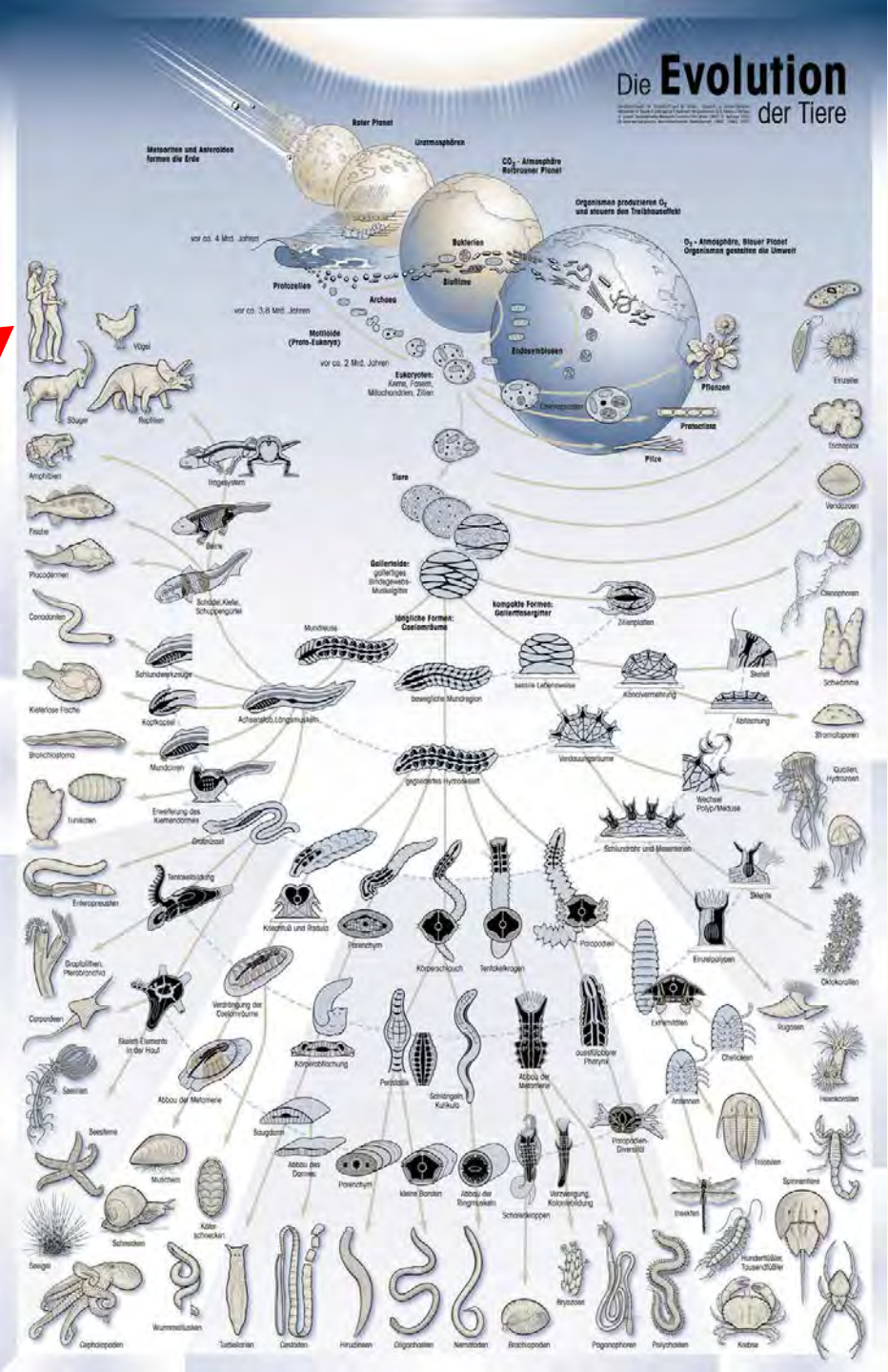
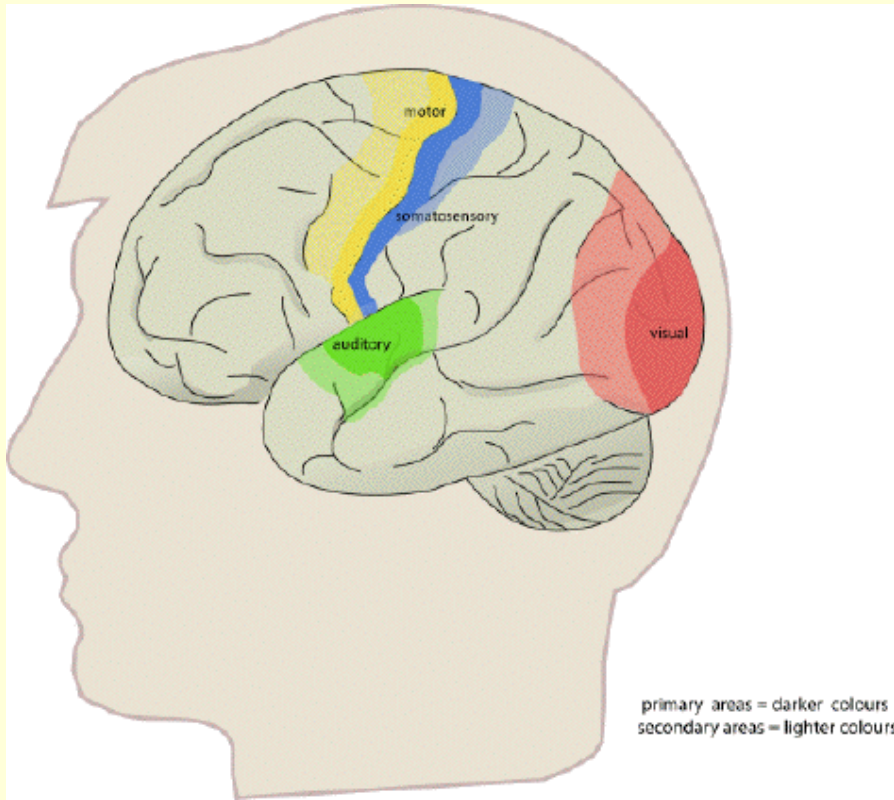




Une boucle sensori - motrice

Pendant des centaines de millions d'années, c'est cette boucle-sensorimotrice qui va se complexifier...

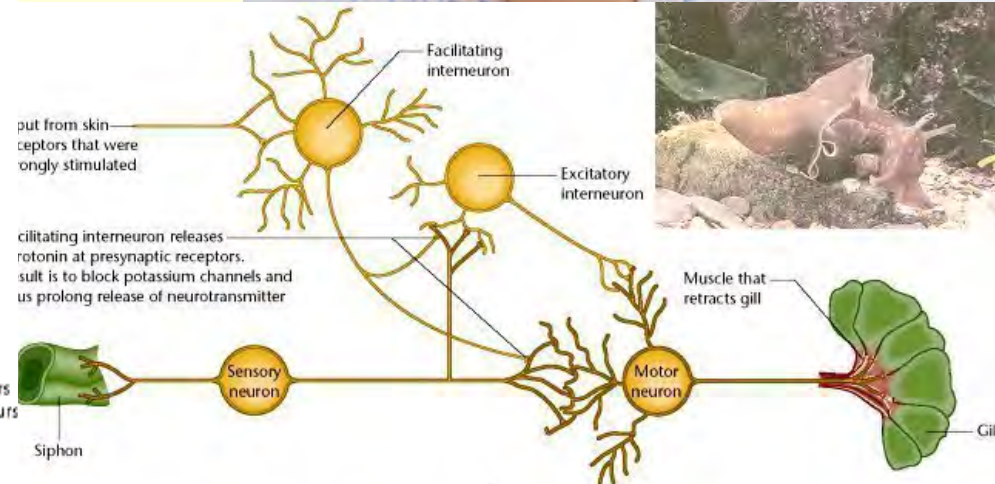
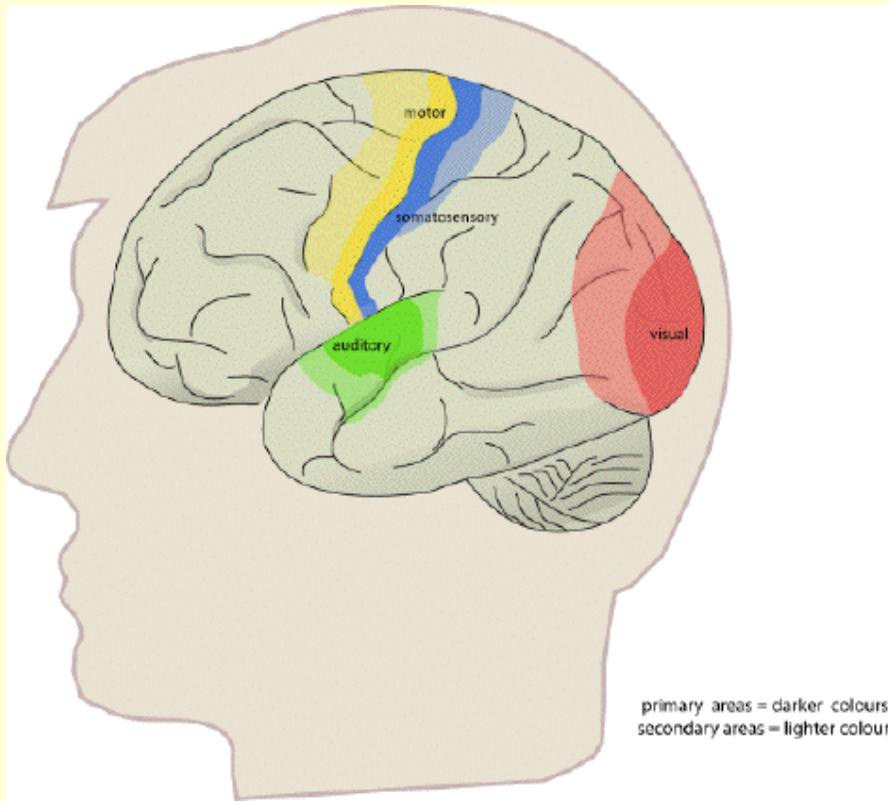
...et l'une des variantes sera nous !



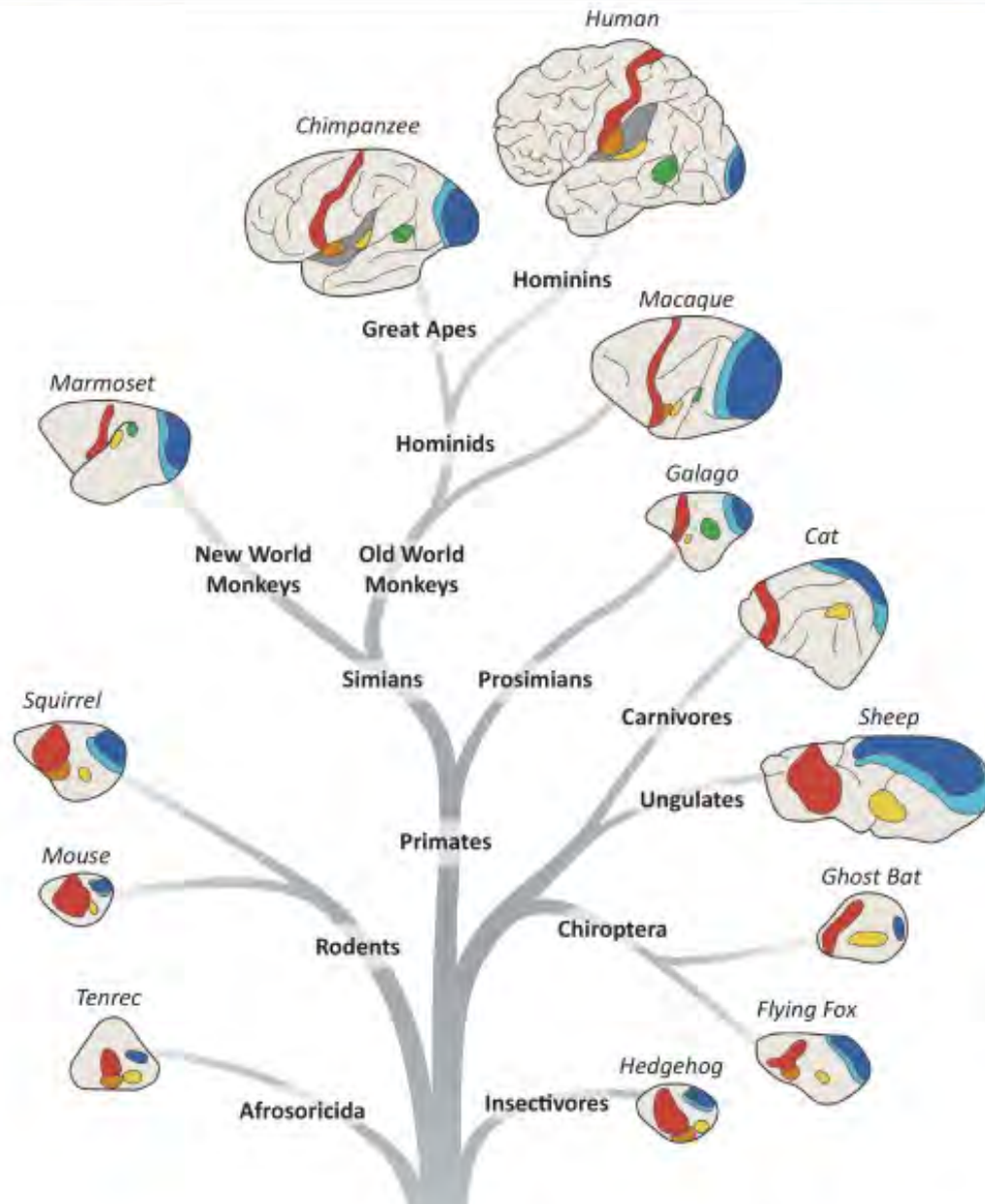
Le cerveau humain est encore construit sur cette **boucle perception – action**,

mais la plus grande partie du cortex humain va essentiellement **moduler cette boucle**,

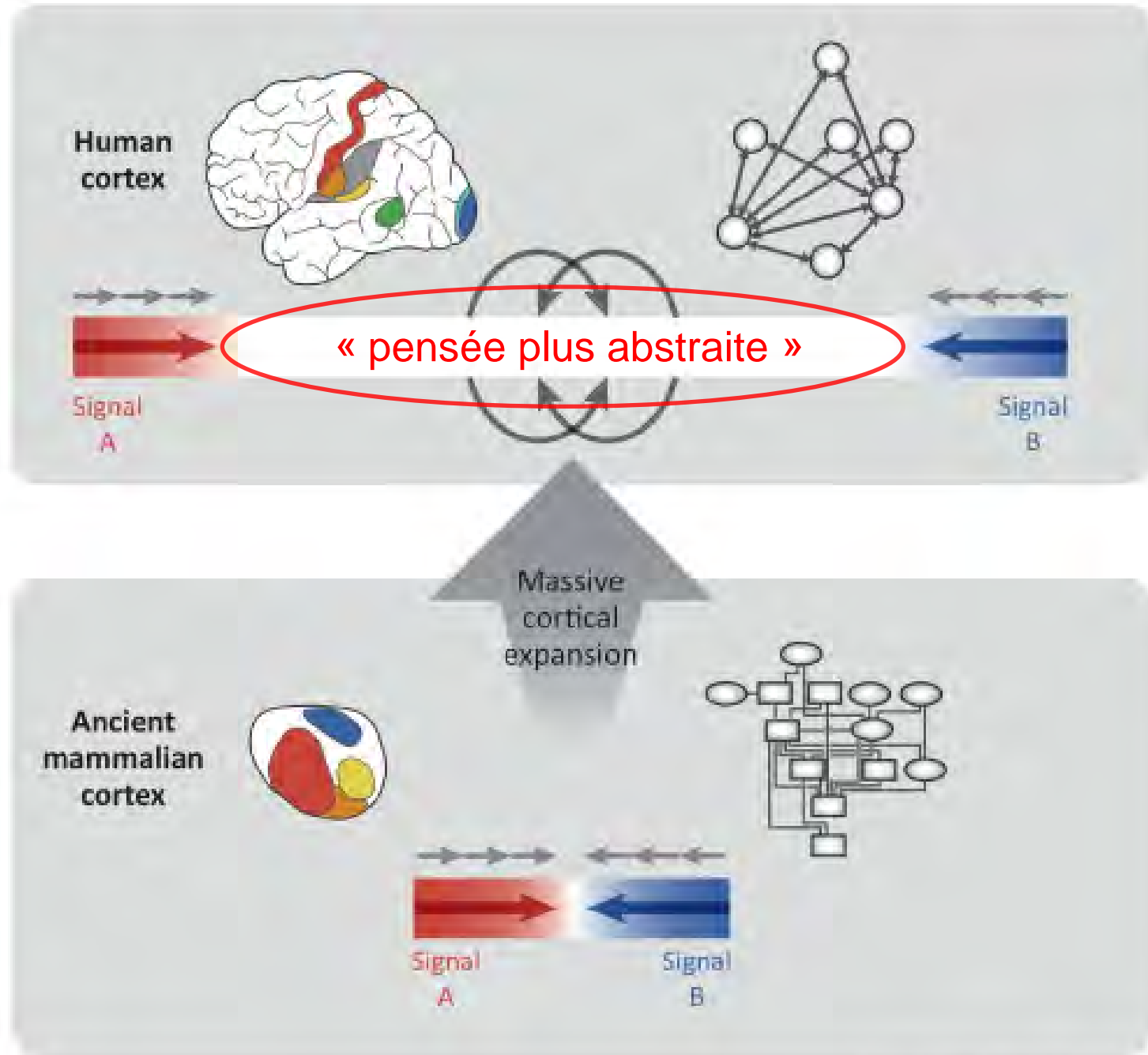
comme les inter-neurones de l'aplysie.

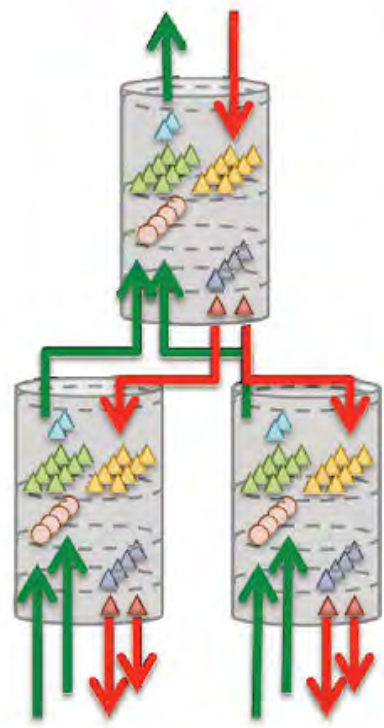
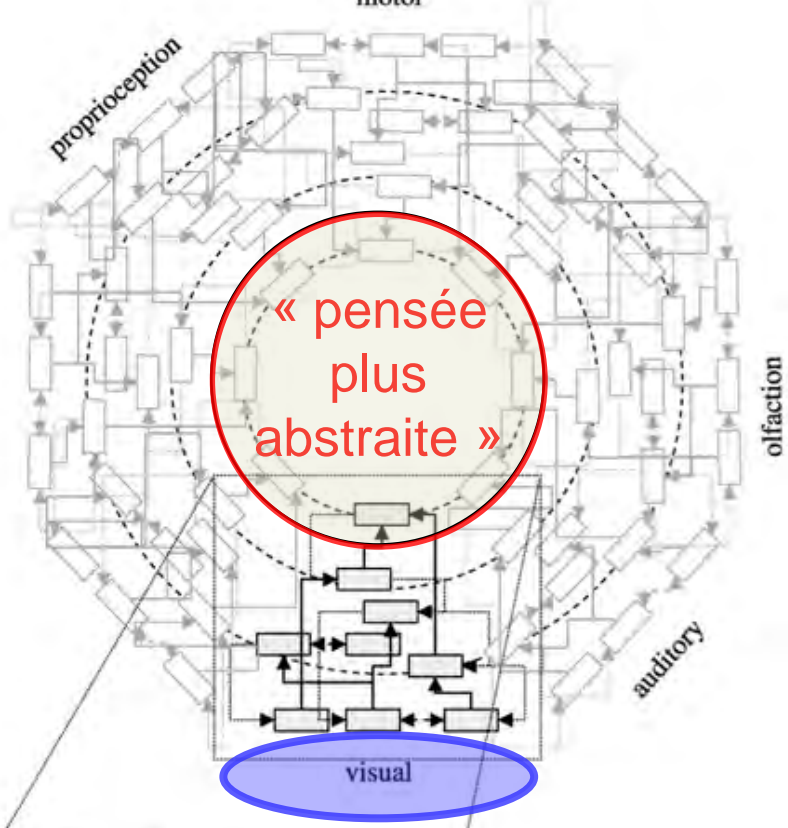
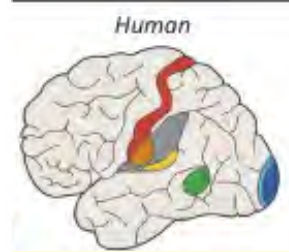


On l'a dit, ces **aires associatives** ont pris beaucoup d'expansion durant l'évolution des **mammifères**

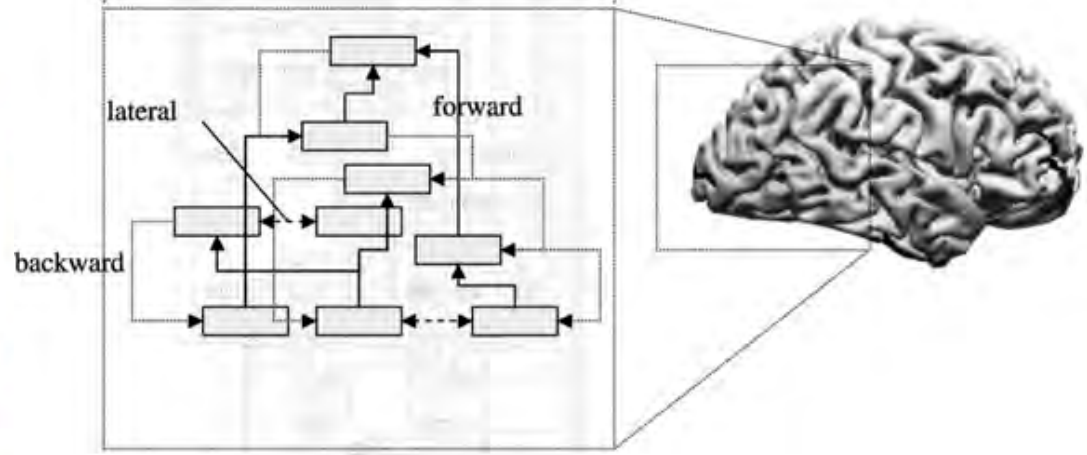


pour culminer
chez l'humain
où elles sont
plus ou moins
détachées des
cortex
sensoriels.

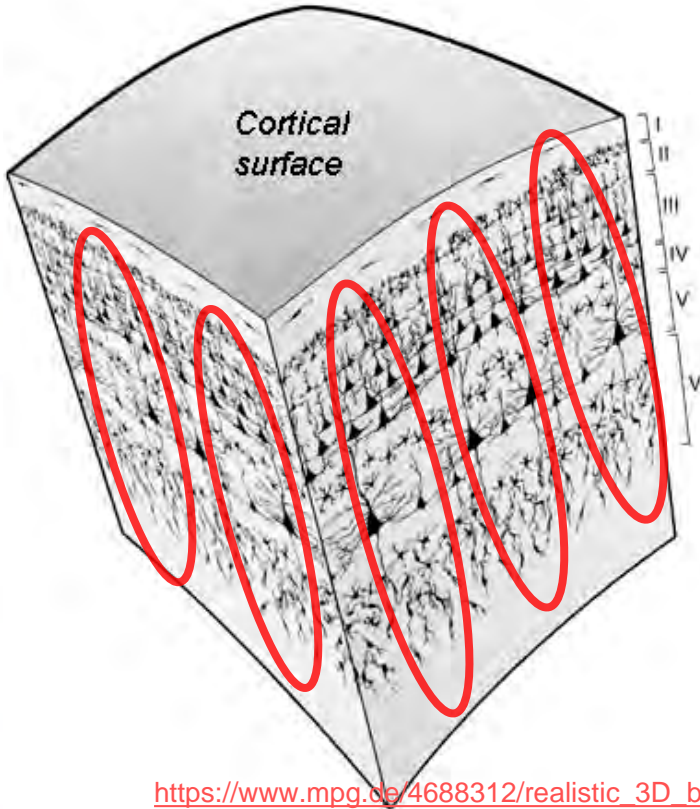
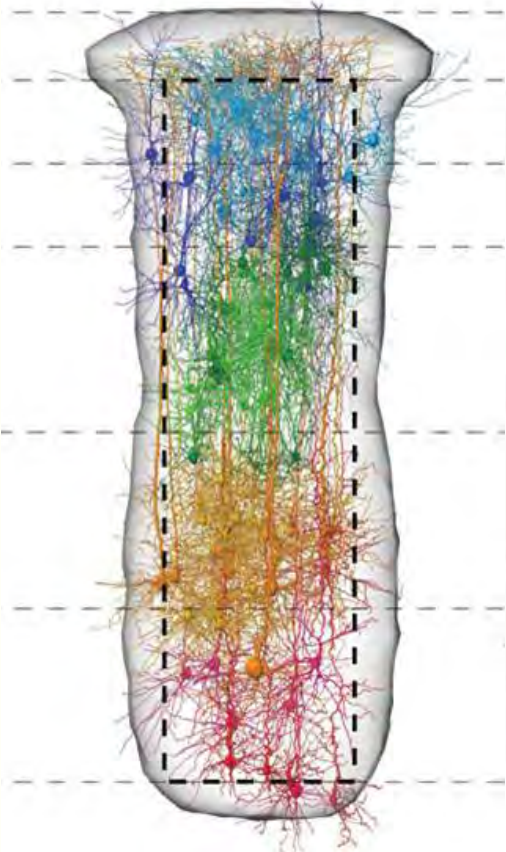
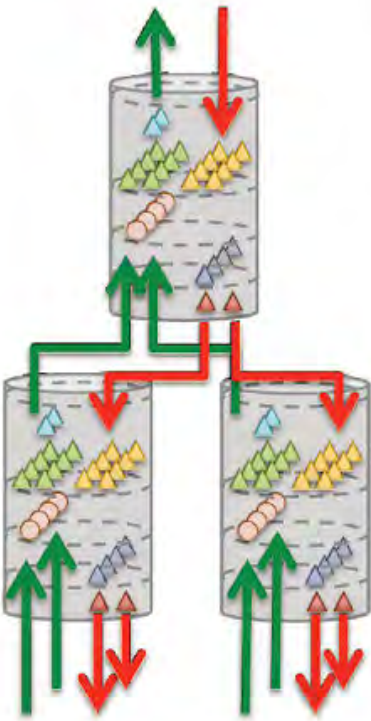
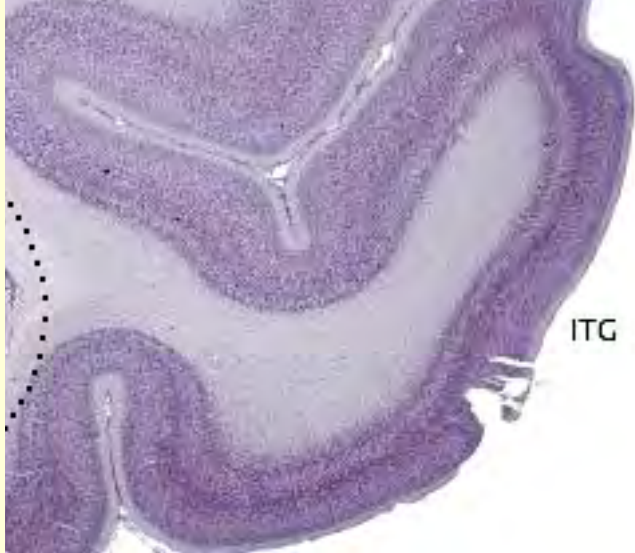




processing hierarchy

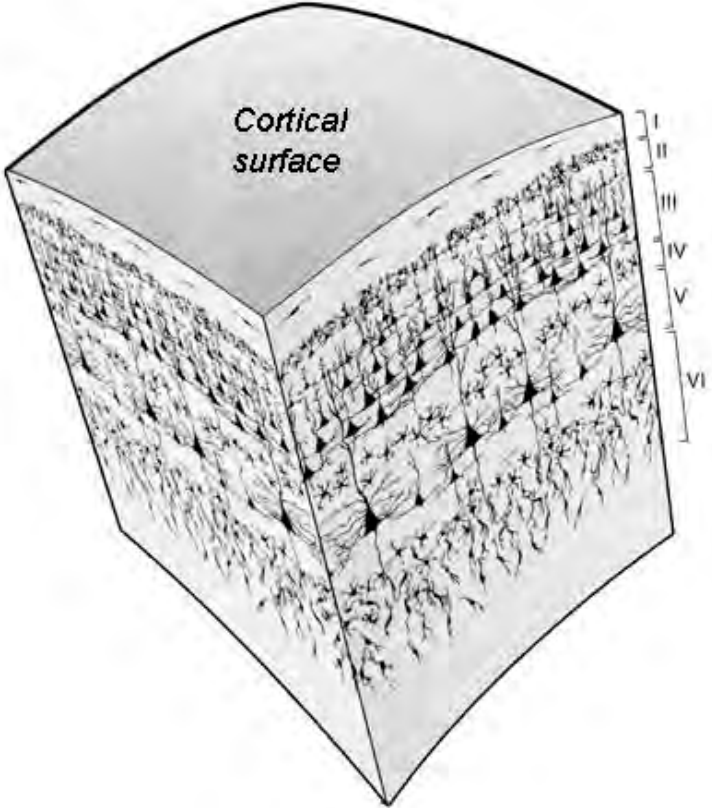
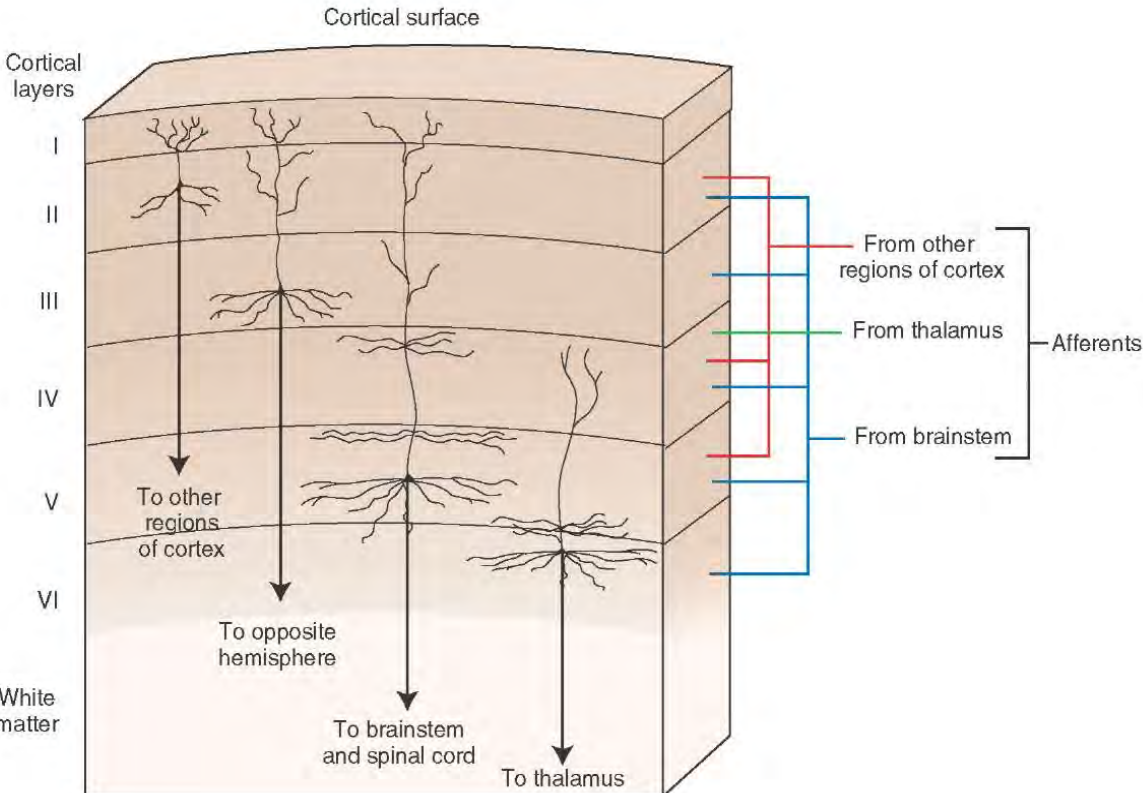
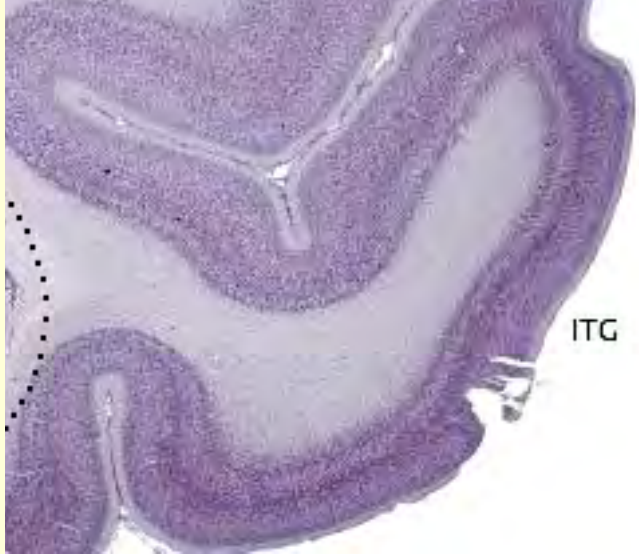


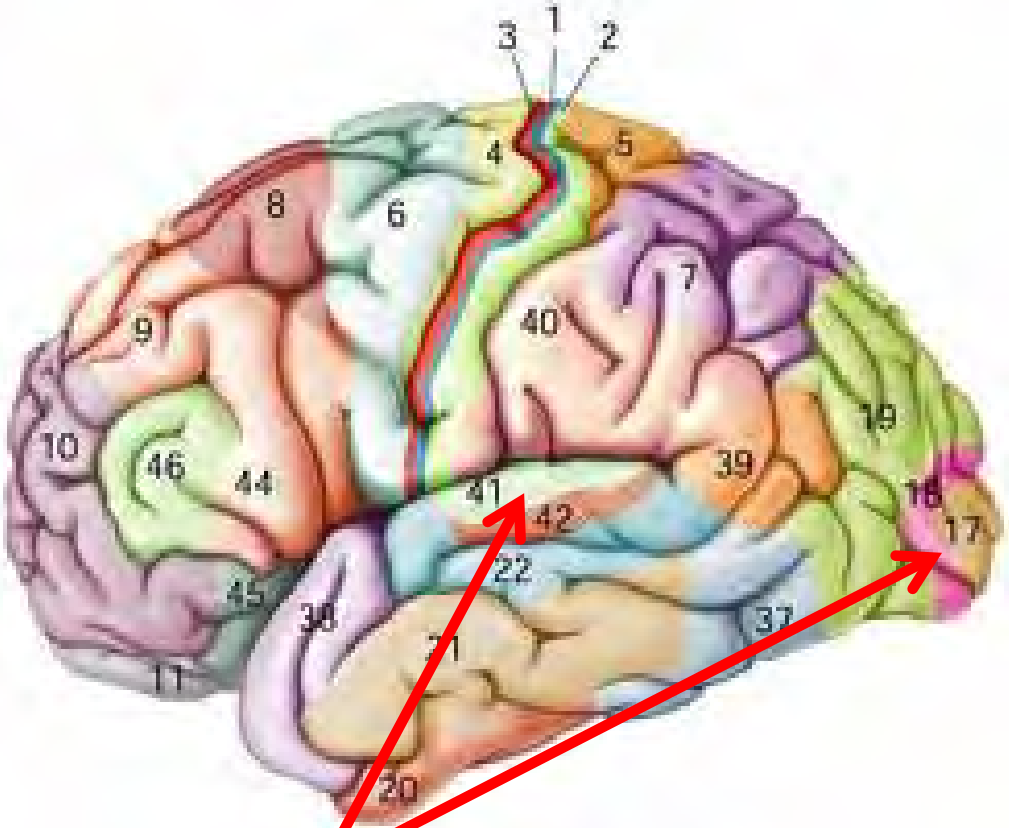
Dans le cortex, il y a une organisation en **colonnes** : les neurones ont des connexions préférentielles à la **verticale**...



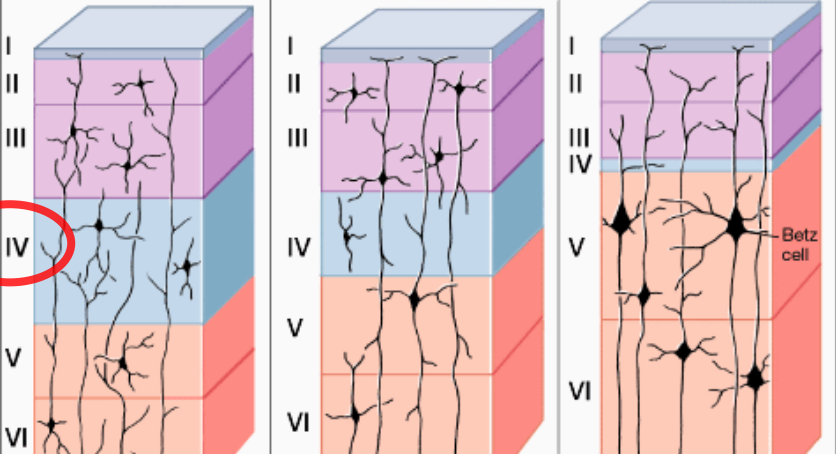
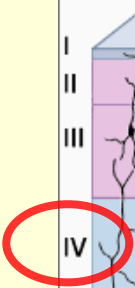
Dans le cortex, il y a une organisation en **colonnes** : les neurones ont des connexions préférentielles à la **verticale**...

...en plus d'une organisation en **couches horizontale** (apparentes avec diverses colorations)



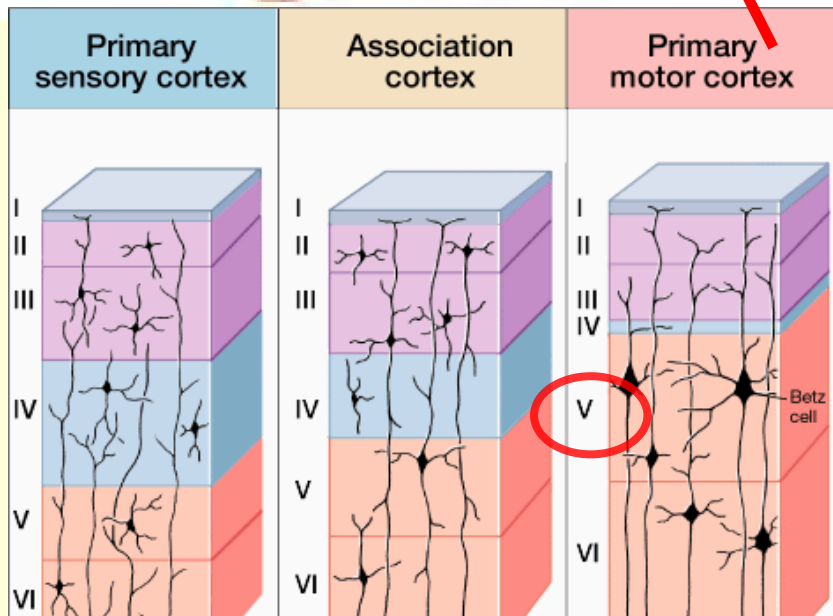
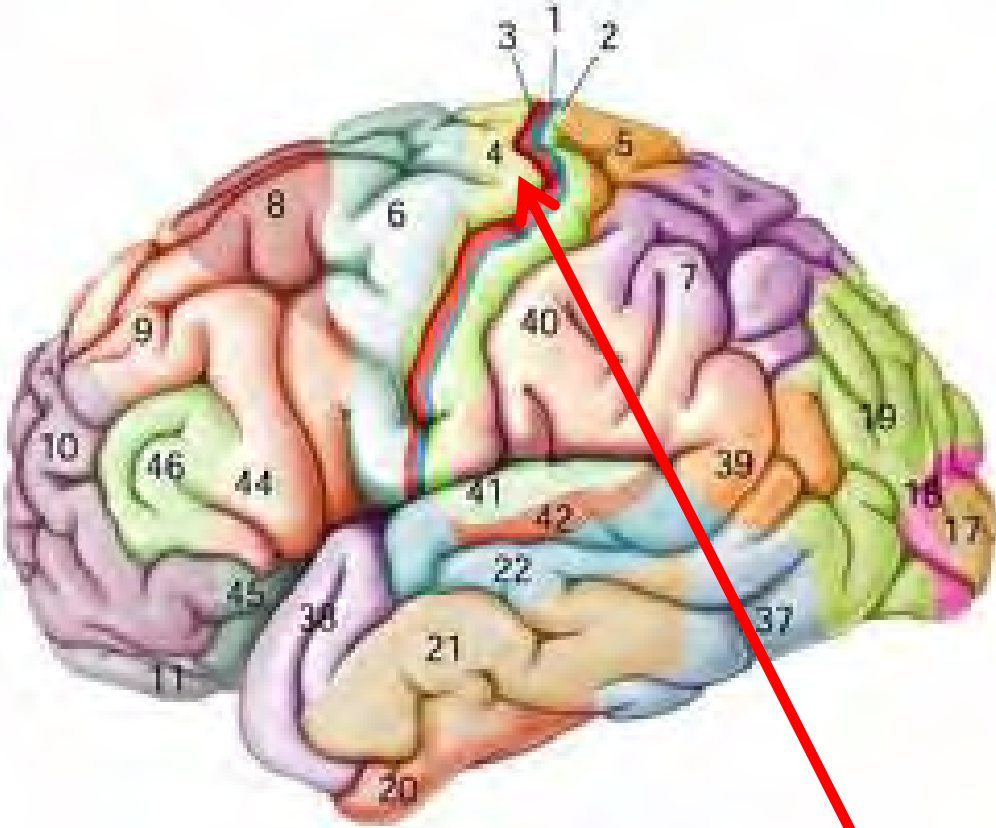
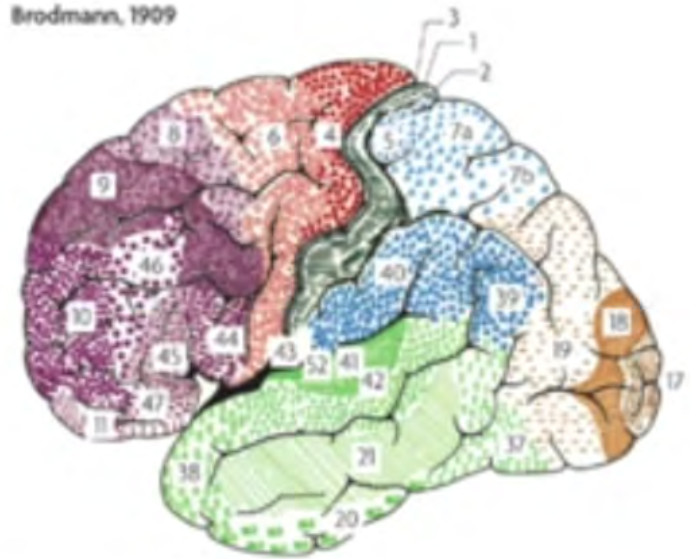


Primary sensory cortex	Association cortex	Primary motor cortex
------------------------	--------------------	----------------------



Brodmann, 1909

Brodmann, 1909

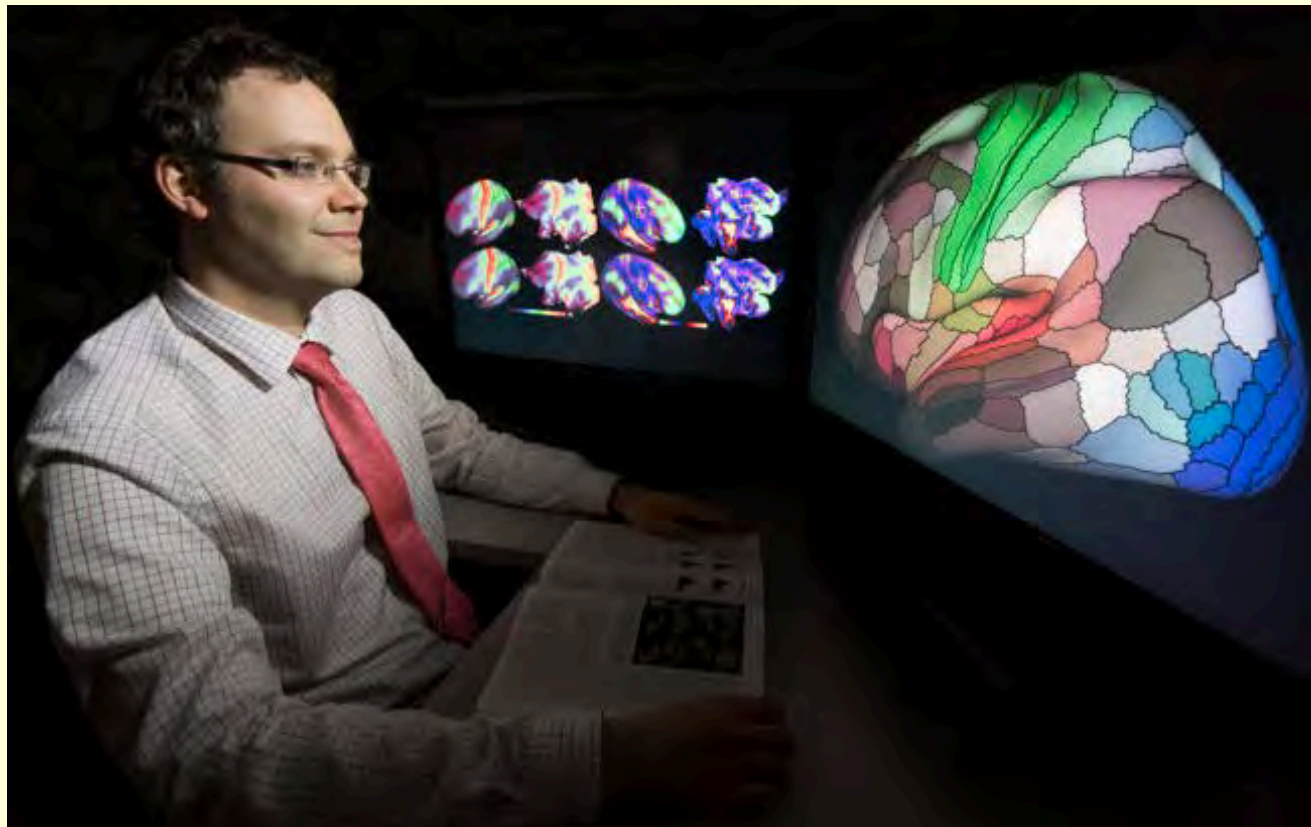


Carte basées sur la cytoarchitecture c'est-à-dire la **densité**, la **taille** des neurones et le **nombre de couches** observées sur des coupes histologiques.

Nature. 2016 Aug 11;536(7615):171-8.

A multi-modal parcellation of human cerebral cortex.

Glasser MF, Coalson TS, Robinson EC, Hacker CD, Harwell J, Yacoub E, Ugurbil K, Andersson J, Beckmann CF, Jenkinson M, Smith SM, Van Essen DC.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27437579>



**Cortical
brain maps
at the
highest
resolution
to date**

<http://humanconnectome.org/about/pressroom/nature-article-cortical-brain-maps-at-the-highest-resolution-to-date/>

July 20, **2016**

Matthew Glasser, Ph.D. of the Van Essen lab at Washington University in St. Louis.

En se basant sur des données du Human Connectome Project, ils ont pu caractériser **180 régions cérébrales par hémisphère** délimitées par des changements nets dans la cytoarchitecture, la fonction, la connectivité et/ou la topographie.

(97 nouvelles régions en plus des 83 déjà connues)

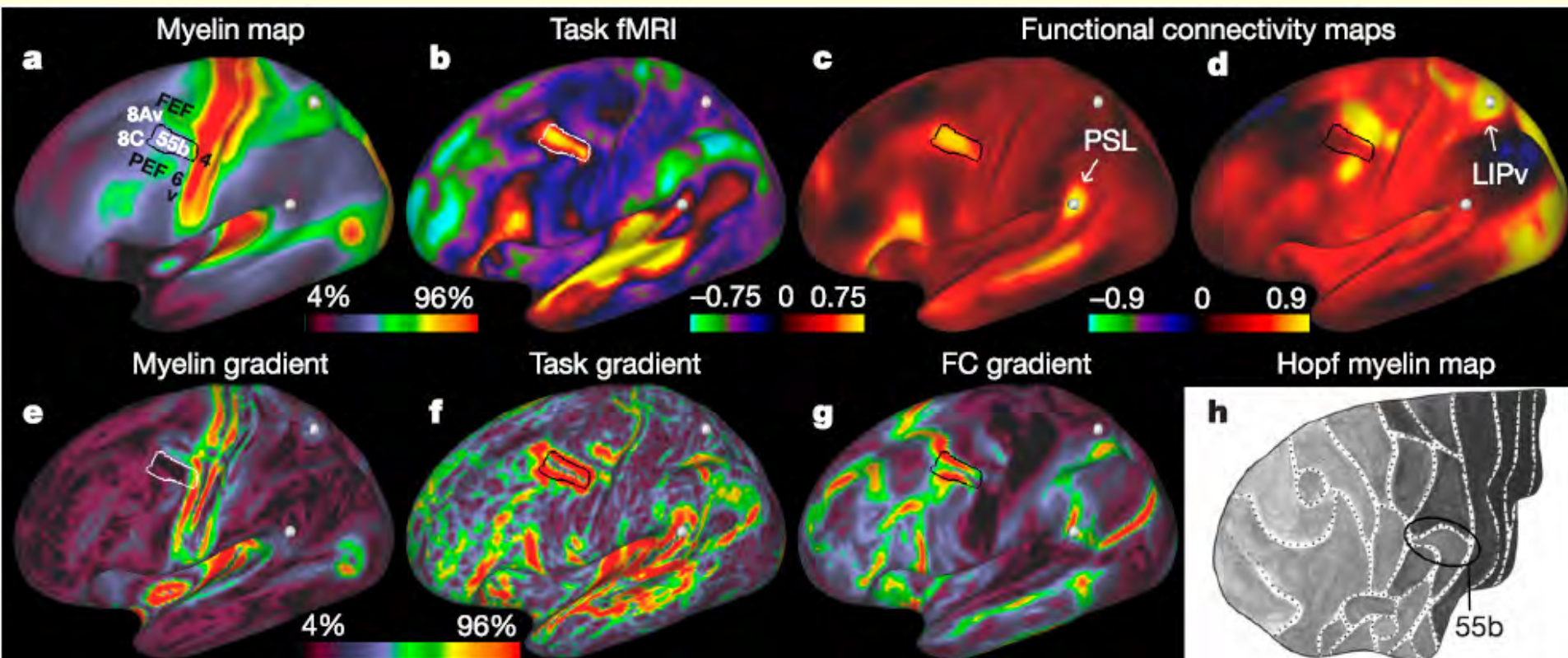
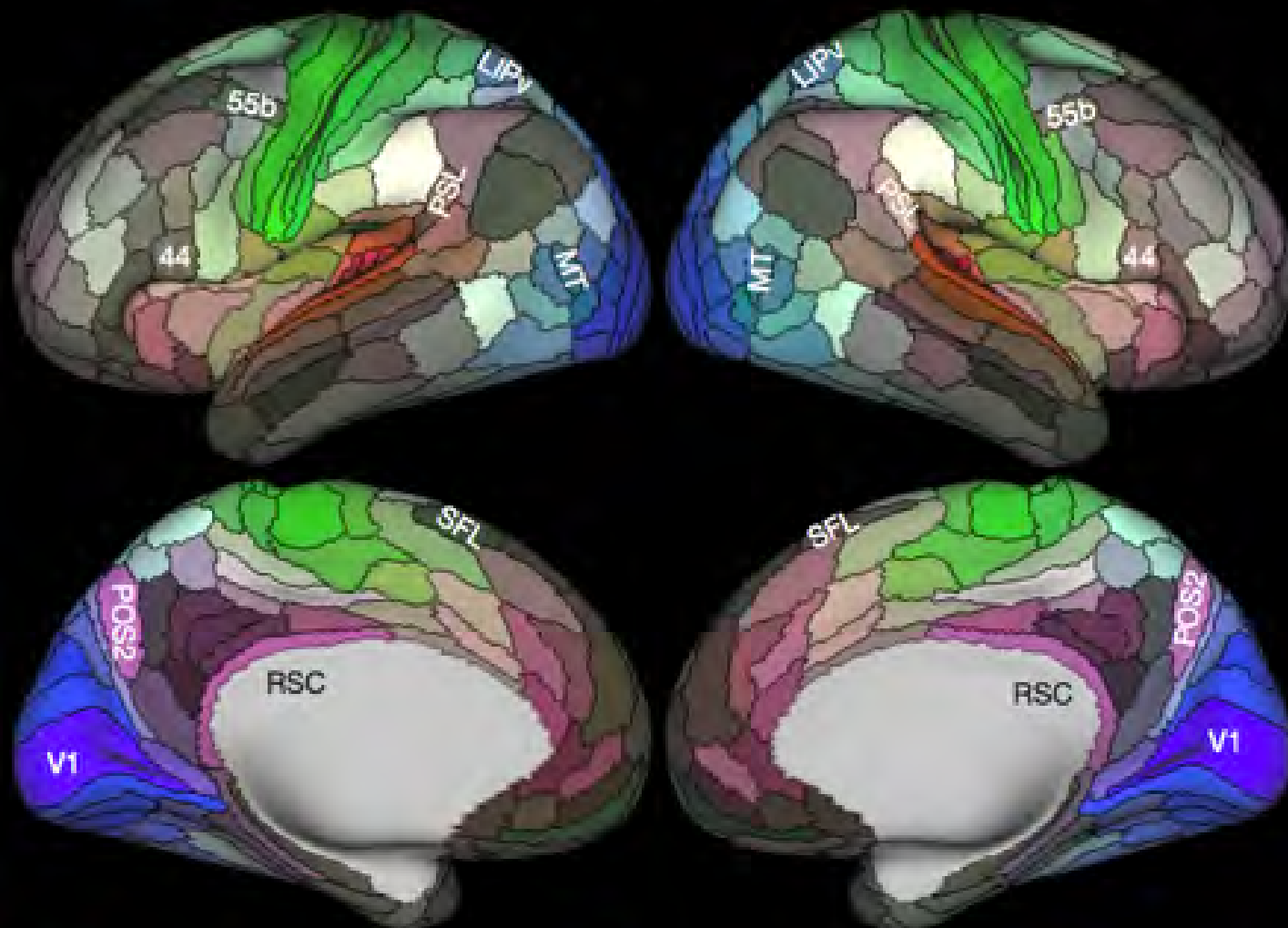


Figure 2 | Parcellation of exemplar area 55b using multi-modal information.

The HCP's multi-modal cortical parcellation (HCP_MMP1.0)



Auditory



Sensory/motor



Visual



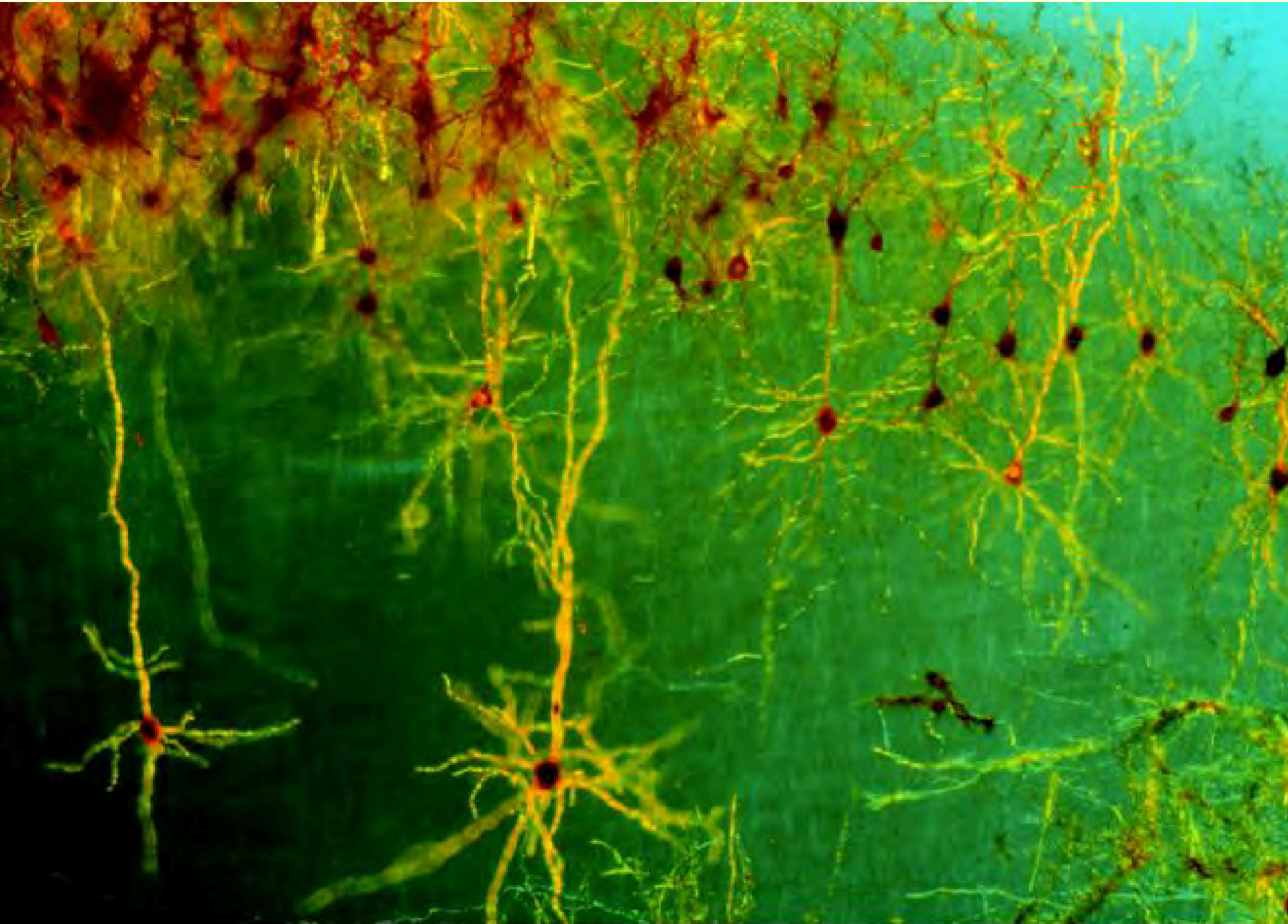
Task positive



Task negative





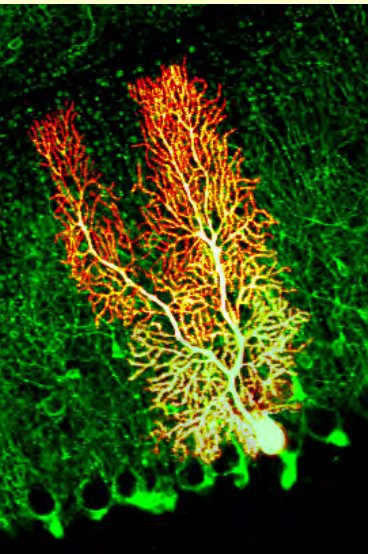
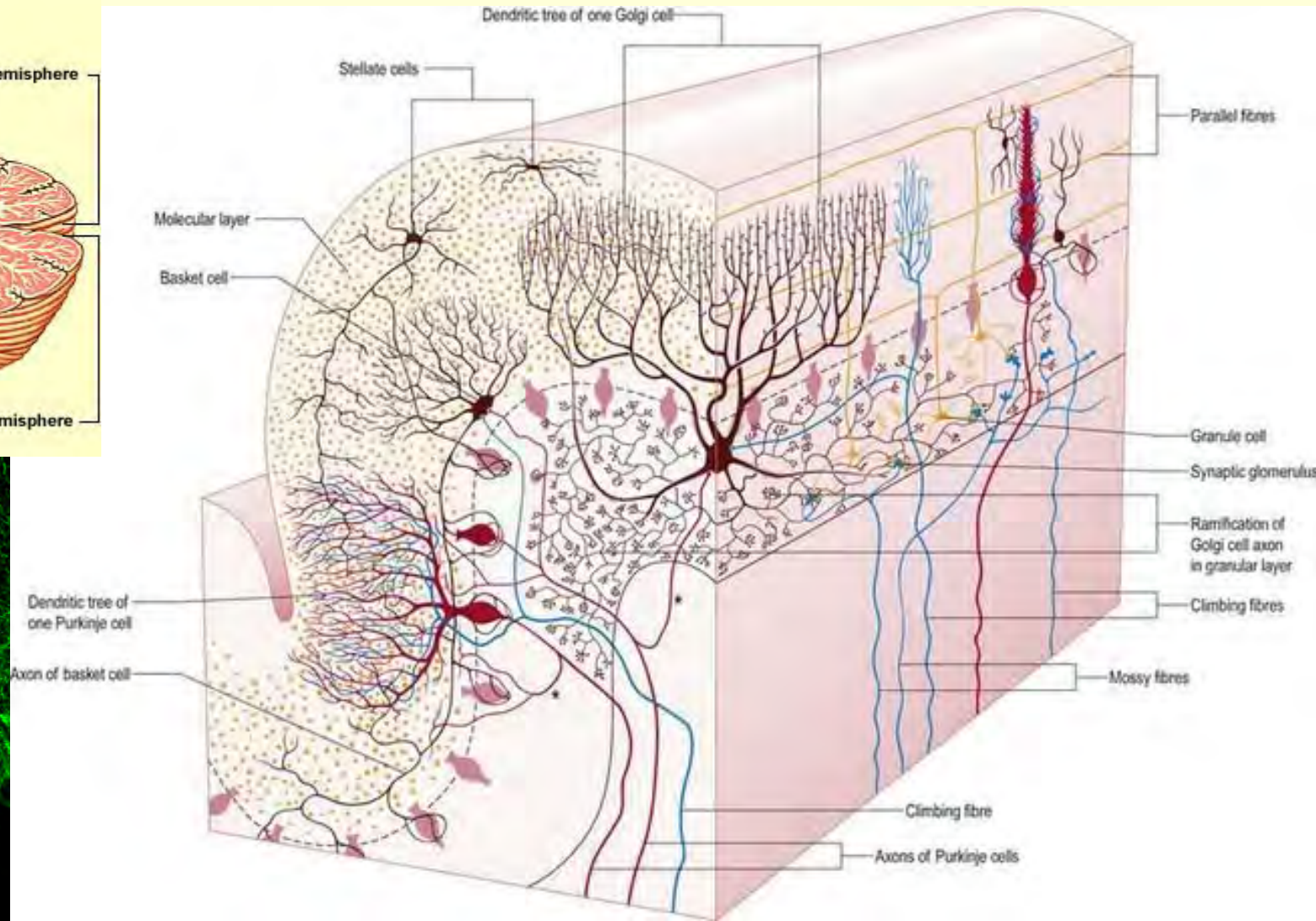
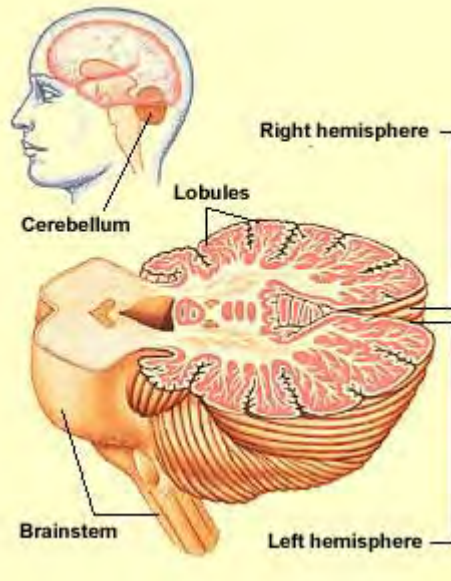


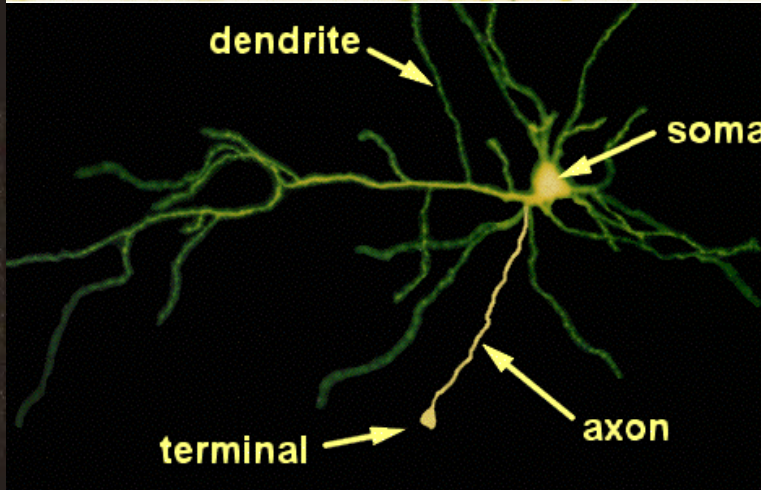
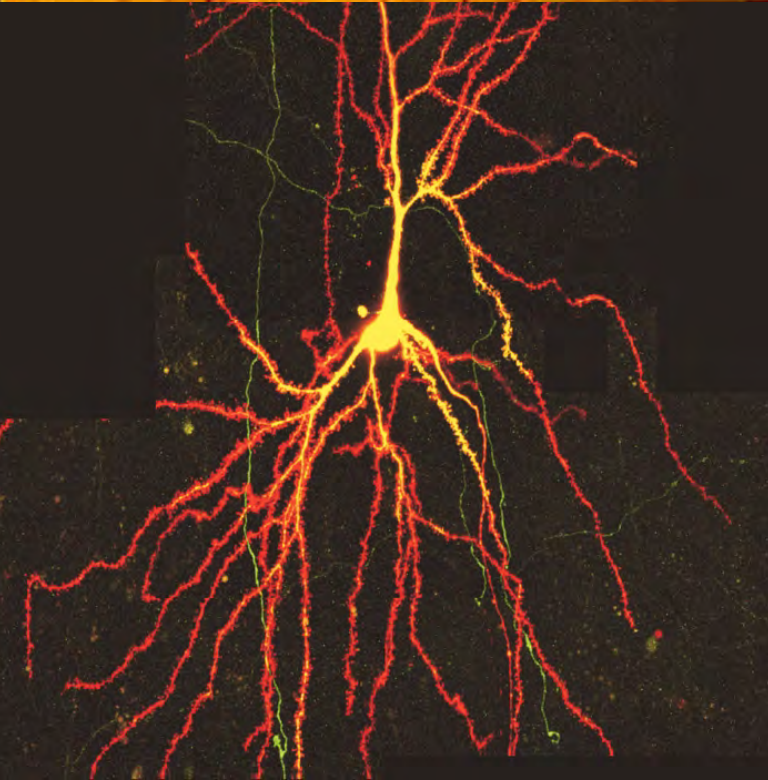
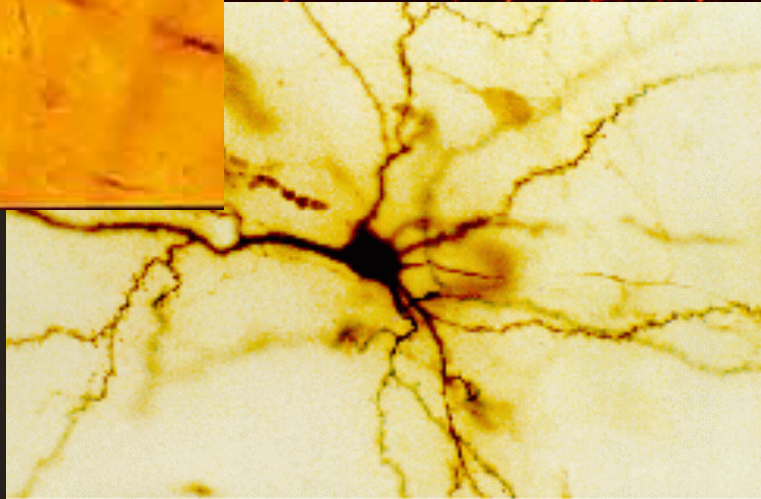
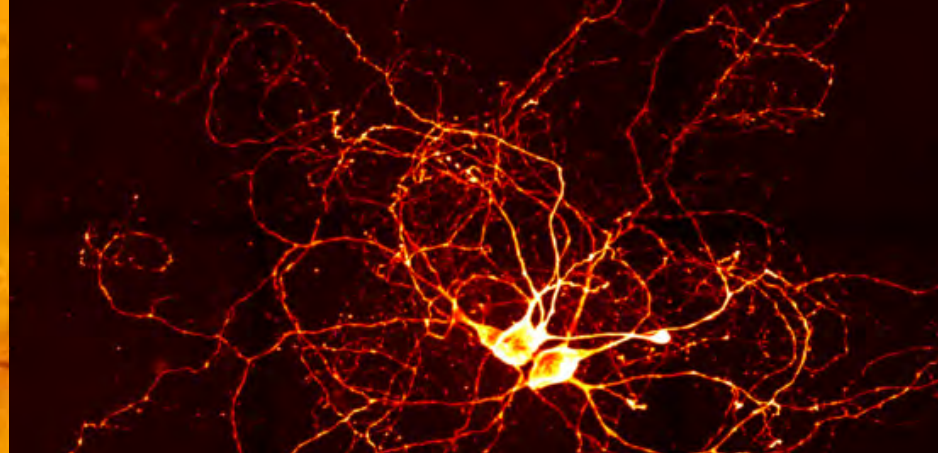
Pyramidal neurons of mouse cortex. Picture: Tobias Bonhoeffer, MPI of Neurobiology



Certains « **arbres dendritiques** » peuvent recevoir des inputs de milliers de neurones différents, jusqu'à 100 000 pour certains.

Grande variabilité de forme des neurones qui s'explique par leur pattern de connectivité avec les autres neurones, qui lui-même dépend de la fonction de ce circuit nerveux.



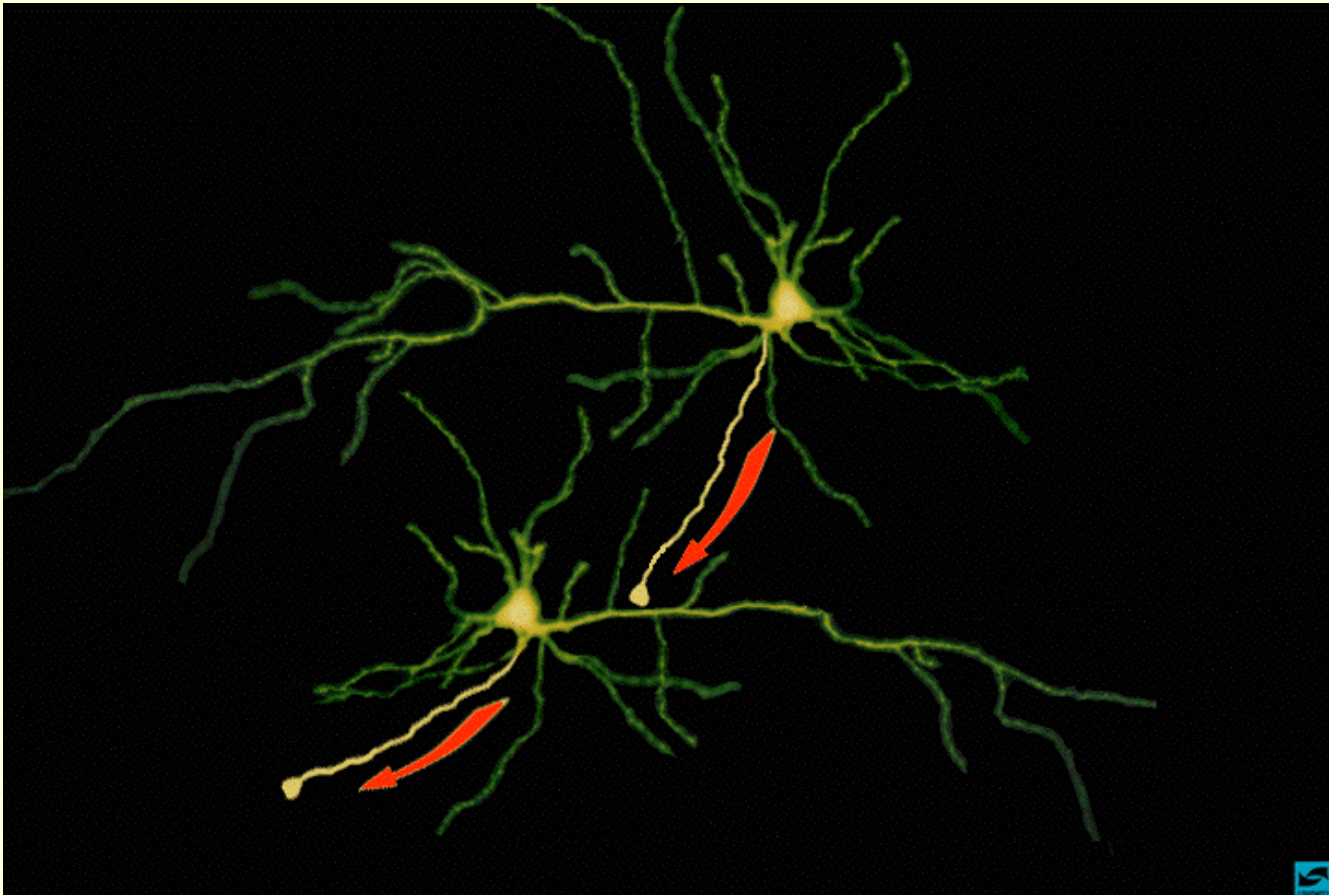


On estime à plus de 1 000 au moins le nombre de types de neurones différents

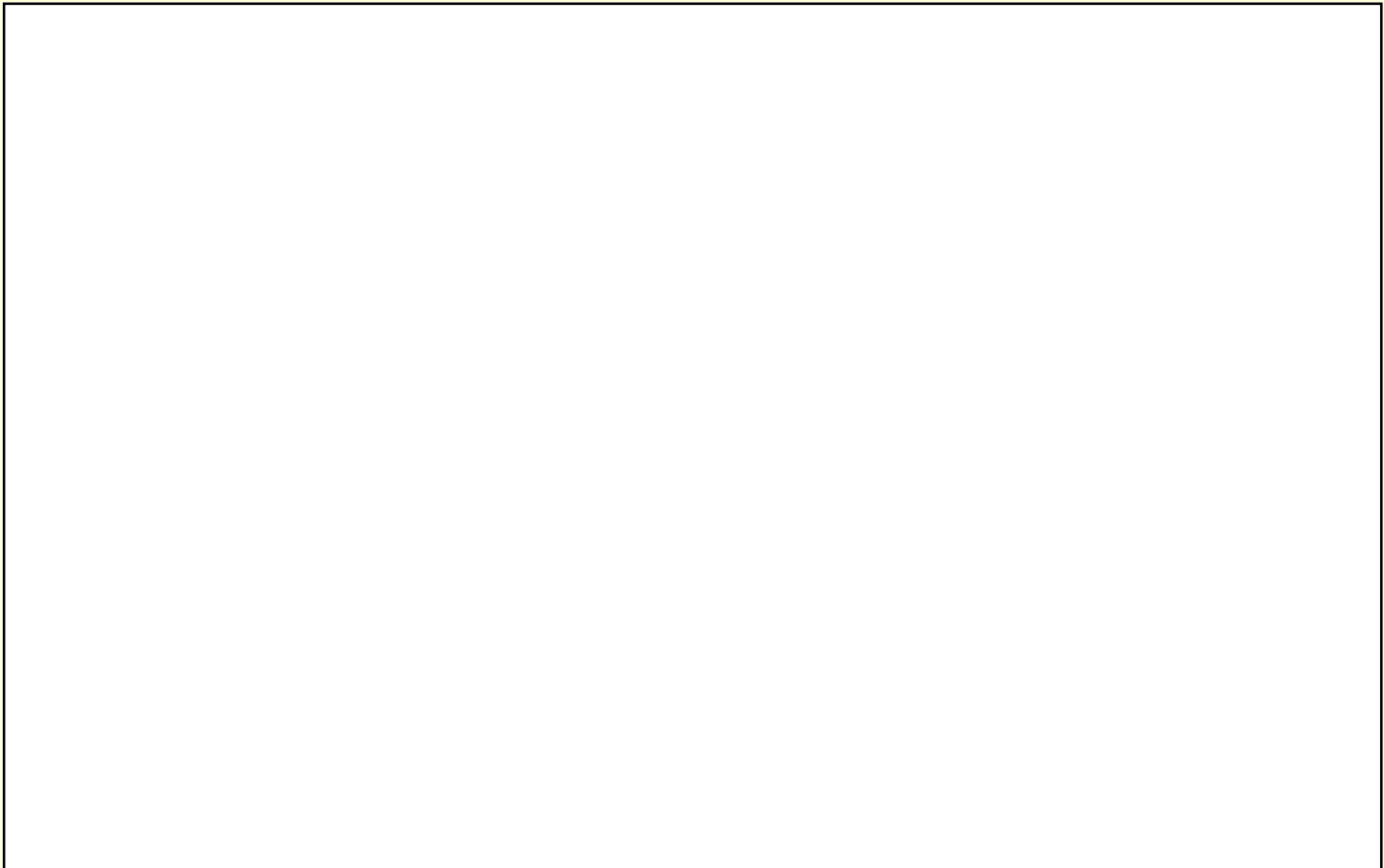
(et peut-être beaucoup plus, voire un continuum de types...).

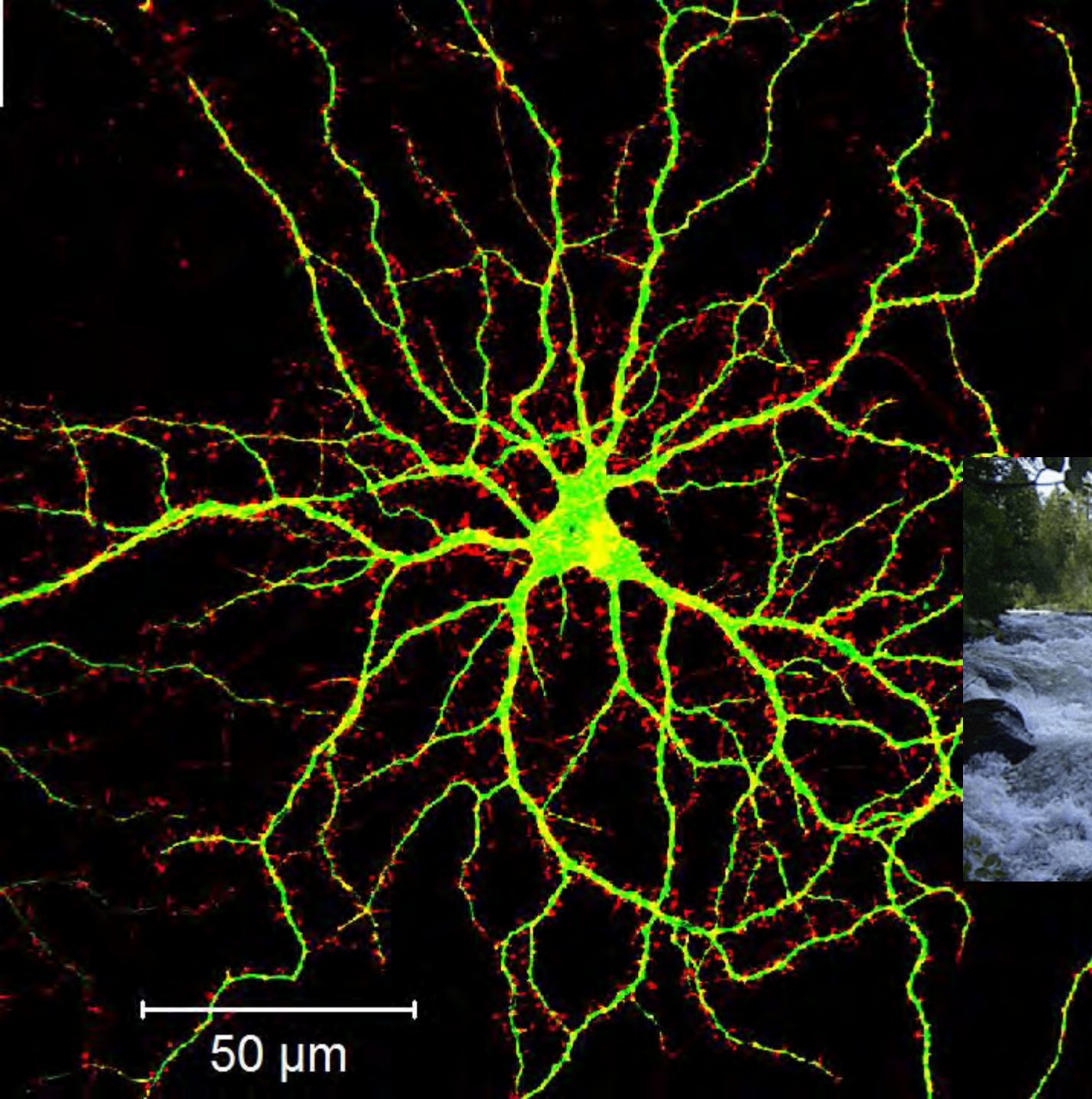
<http://jonlieffmd.com/blog/how-many-different-kinds-of-neurons-are-there>

*« Le fait qu'une cellule vivante se soit adaptée en une structure capable de recevoir et **d'intégrer** des données, de **prendre des décisions** fondées sur ces données, et **d'envoyer des signaux** aux autres cellules en fonction du résultat de cette intégration est un exploit remarquable de l'évolution. »*



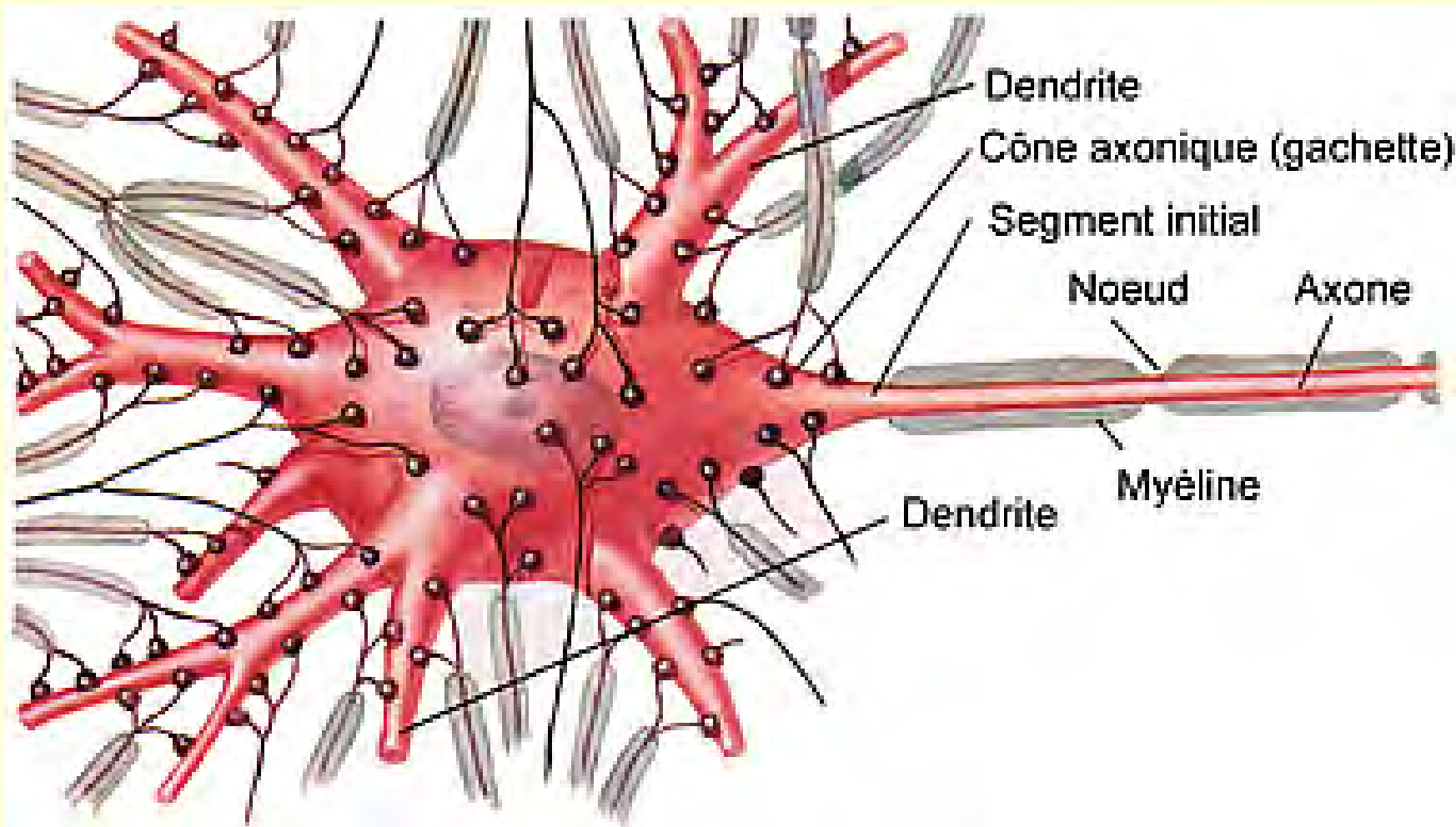
*« Le fait qu'une cellule vivante se soit adaptée en une structure capable de recevoir et **d'intégrer** des données, de **prendre des décisions** fondées sur ces données, et **d'envoyer des signaux** aux autres cellules en fonction du résultat de cette intégration est un exploit remarquable de l'évolution. »*



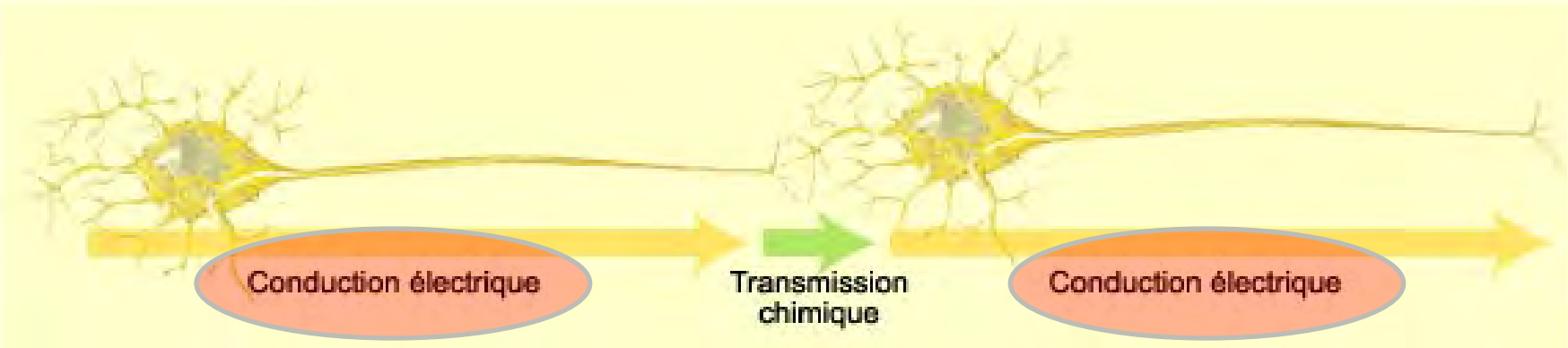


Chaque neurone est donc un **intégrateur** extrêmement dynamique

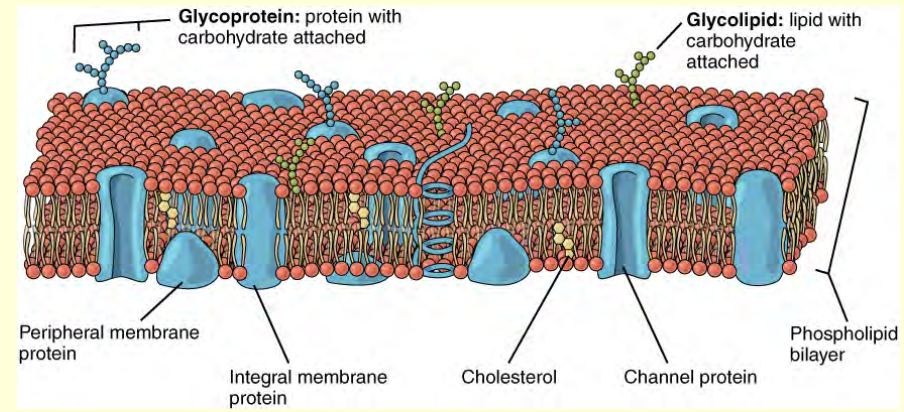
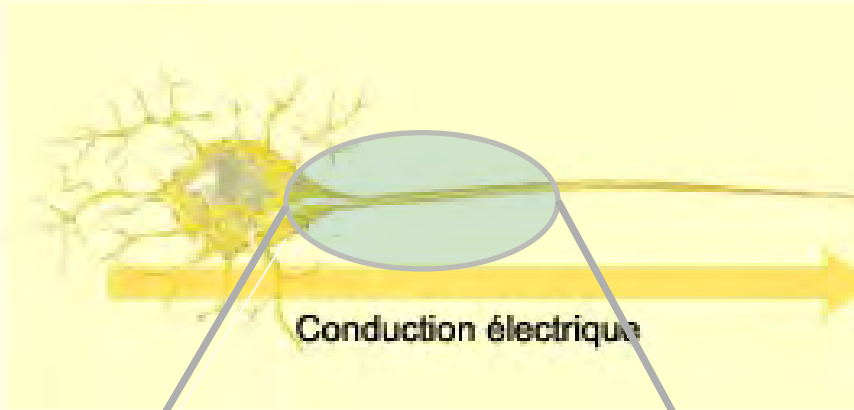




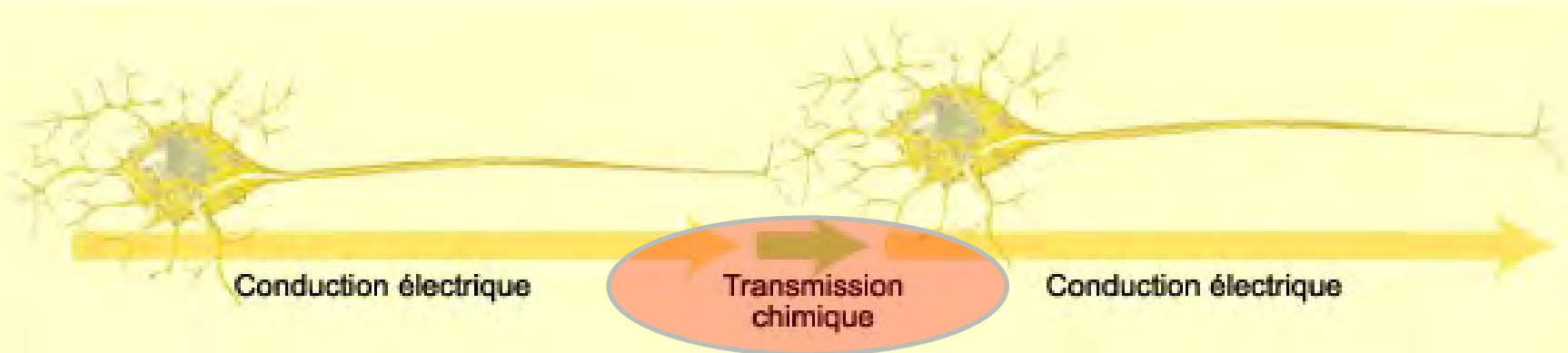
Les neurones ont des dendrites et des axones pour communiquer **rapidement** avec d'autres neurones



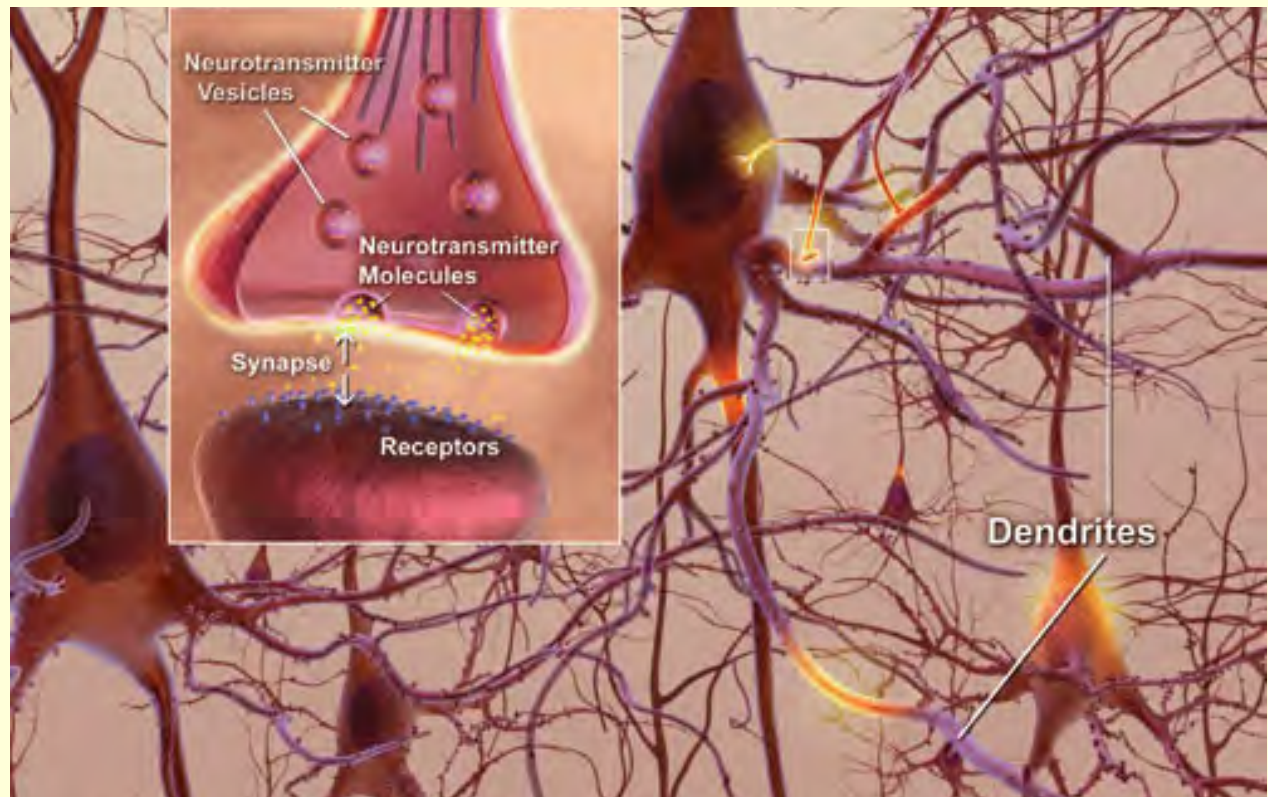
Les influx nerveux,
ou potentiels d'action

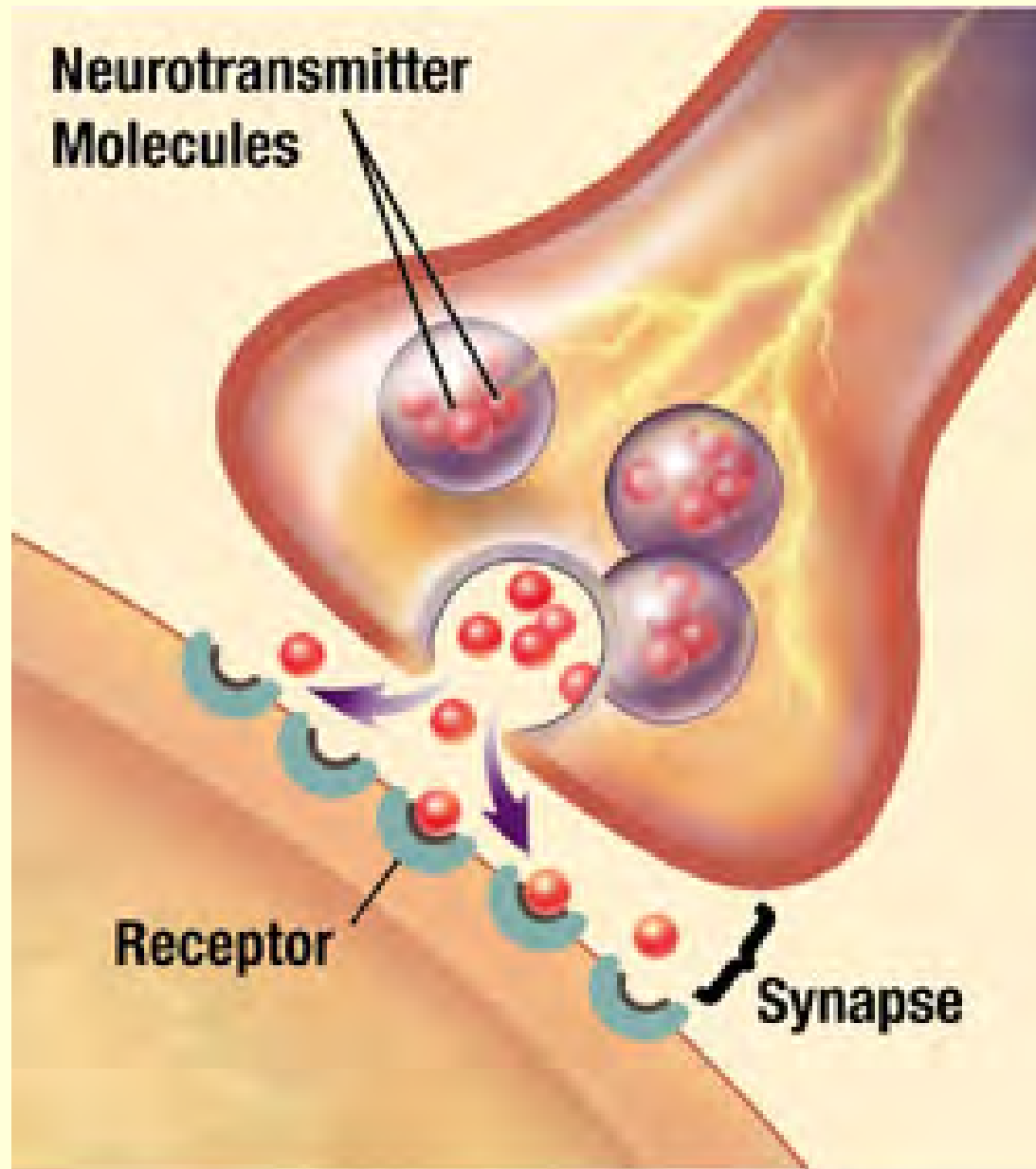


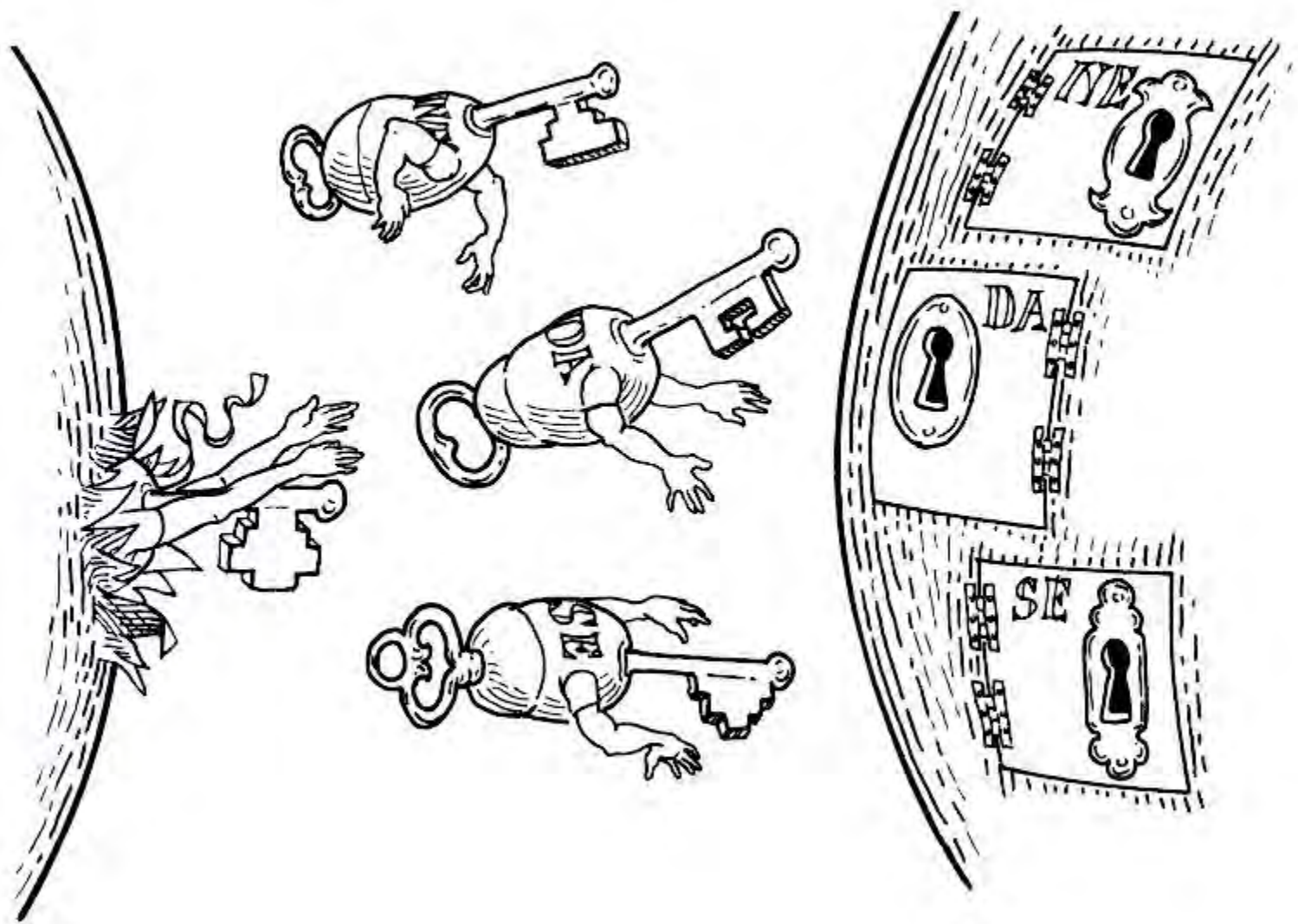


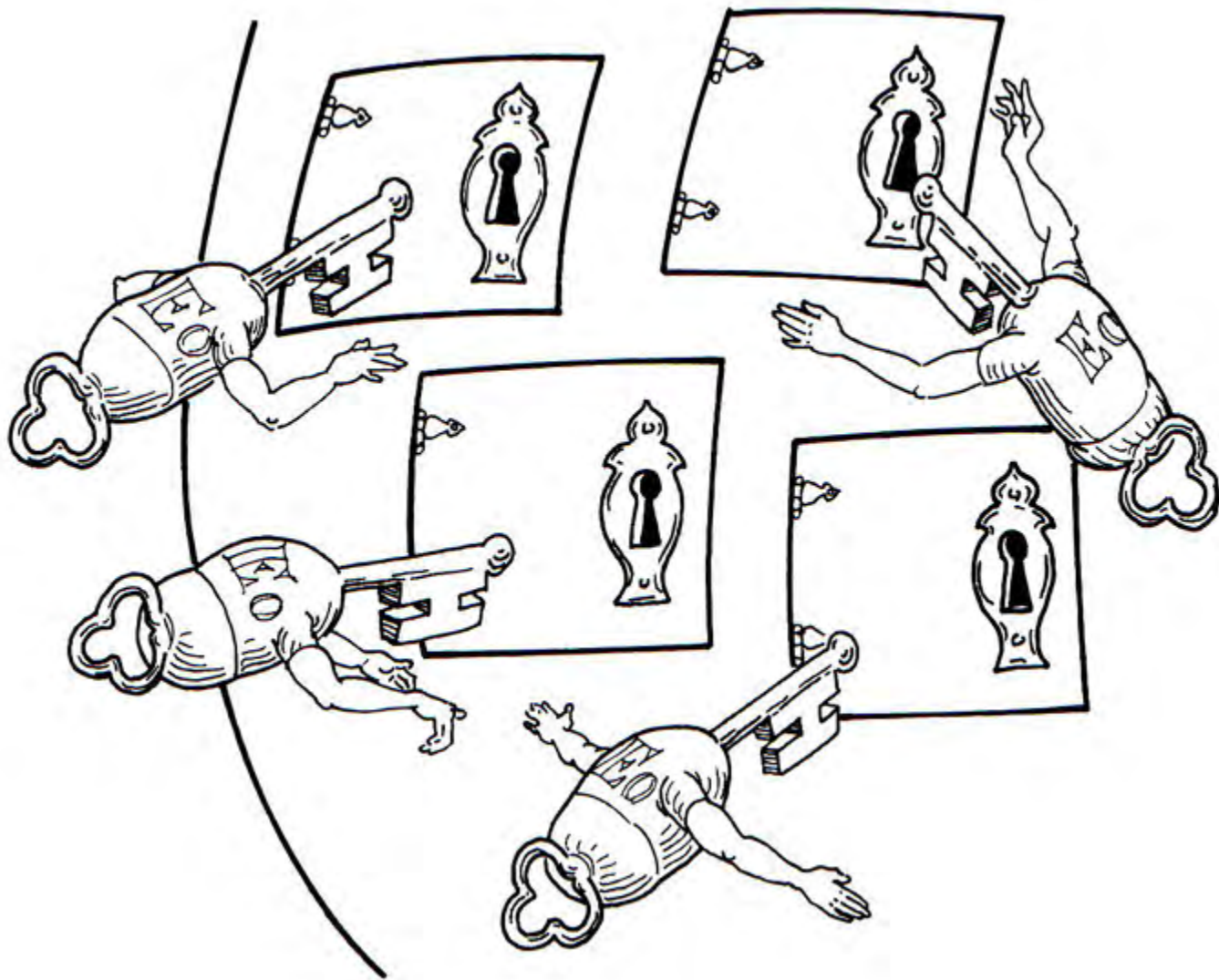


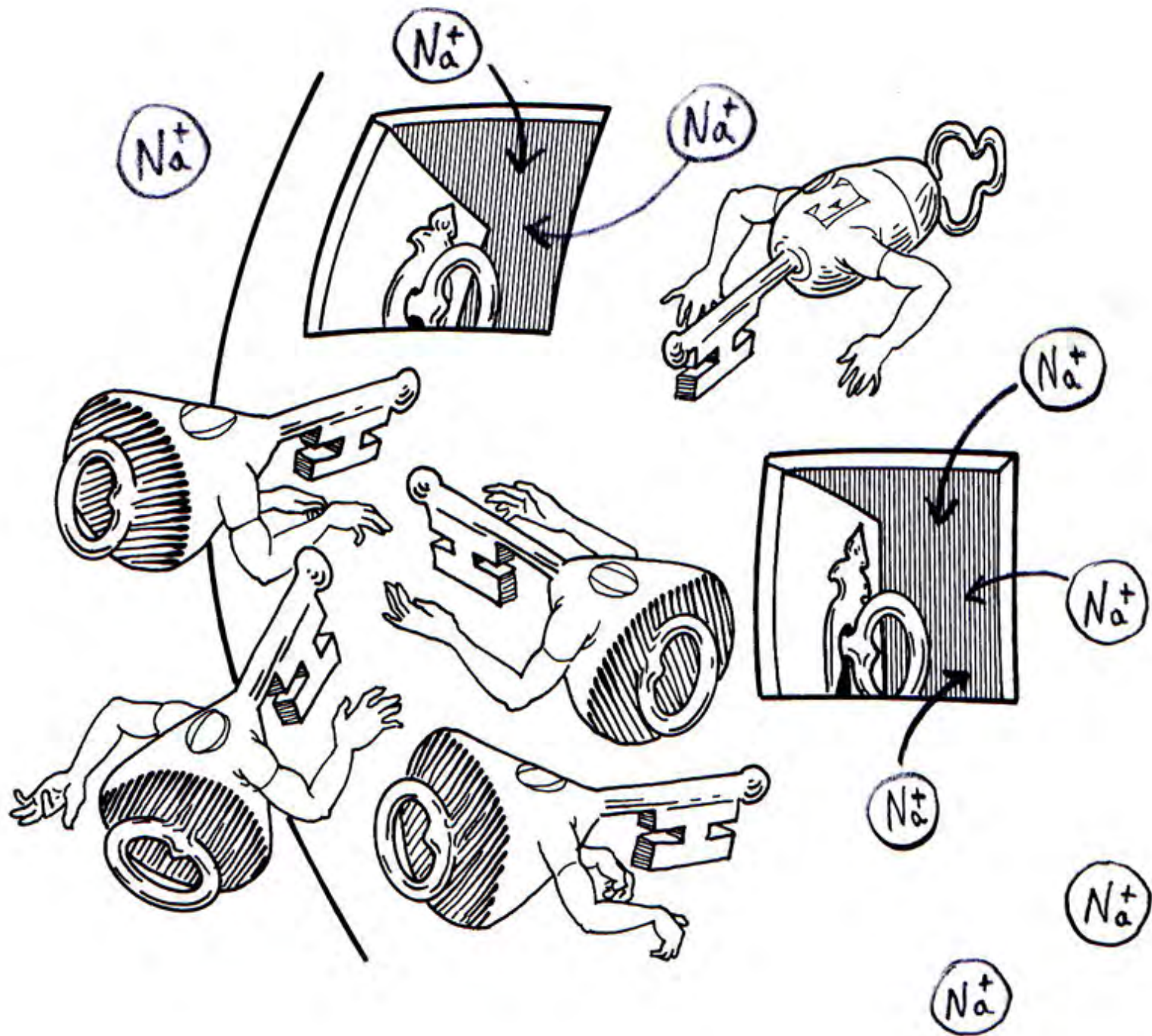
Comment se transmet l'influx nerveux si les neurones ne se touchent pas ?











Presynaptic cell

Postsynaptic cell

action potential



Synaptic vesicles containing neurotransmitter

Presynaptic membrane

Voltage-gated Ca^{2+} channel

1 Ca^{2+}

Synaptic cleft

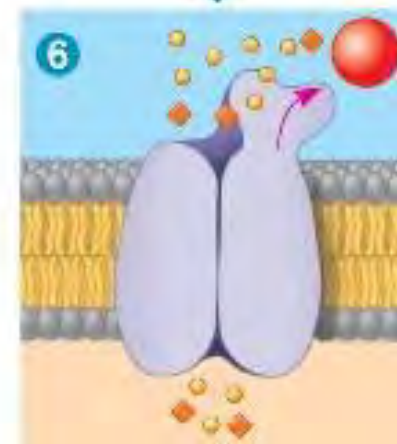
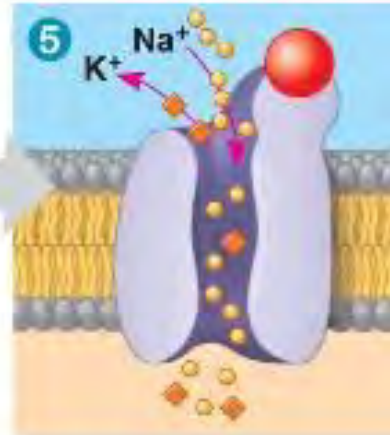
2

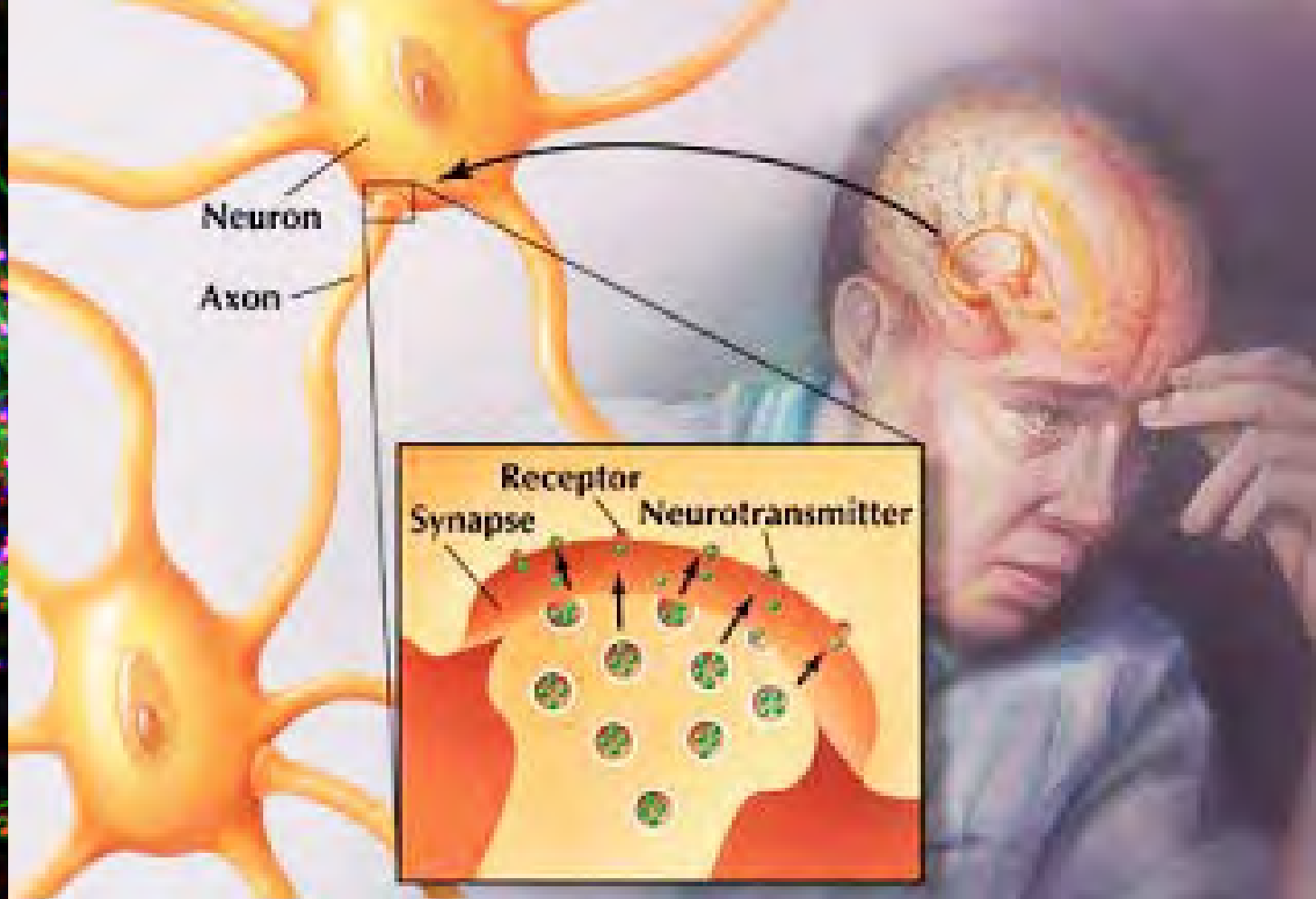
3

4

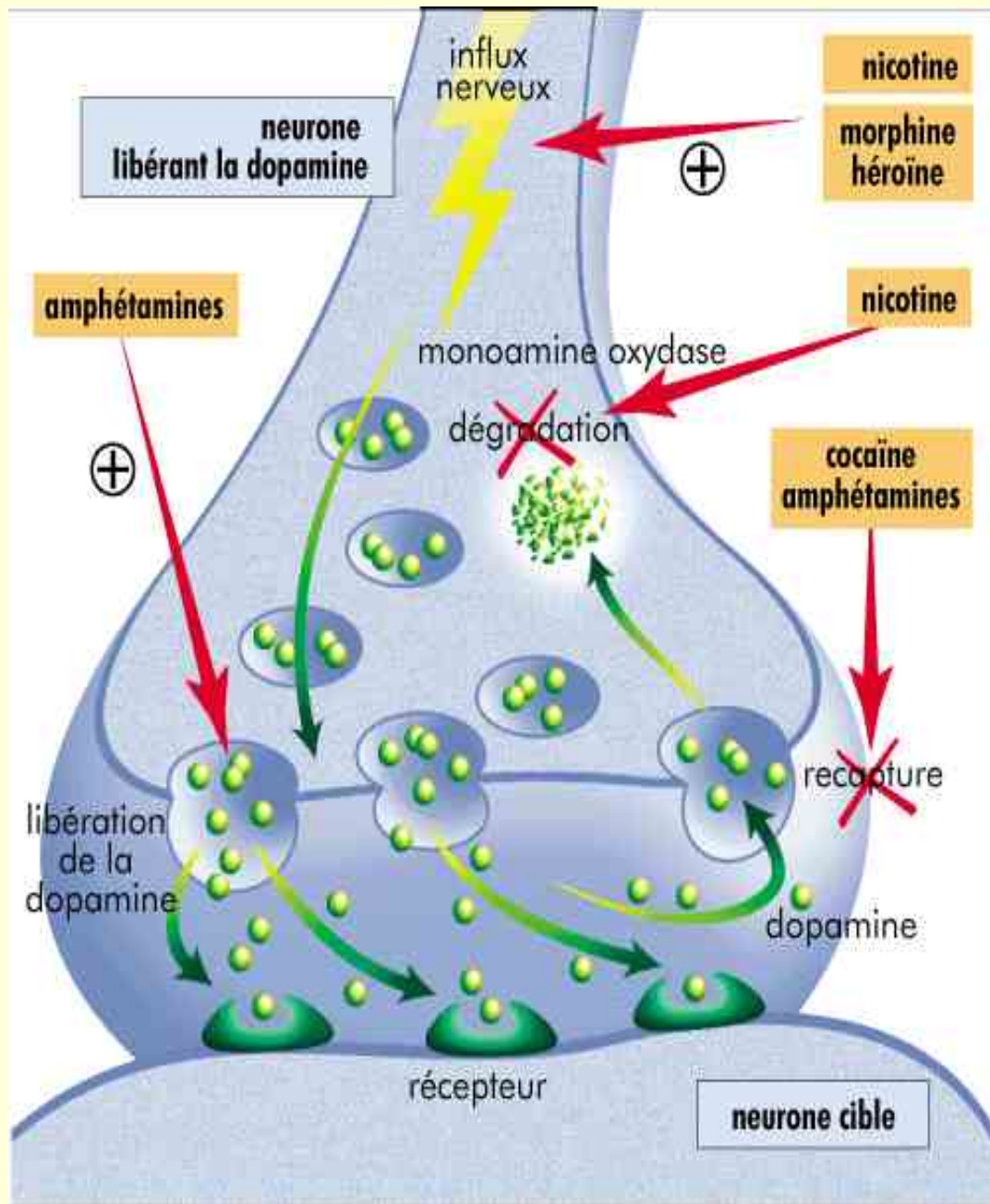
Ligand-gated ion channels

Postsynaptic membrane



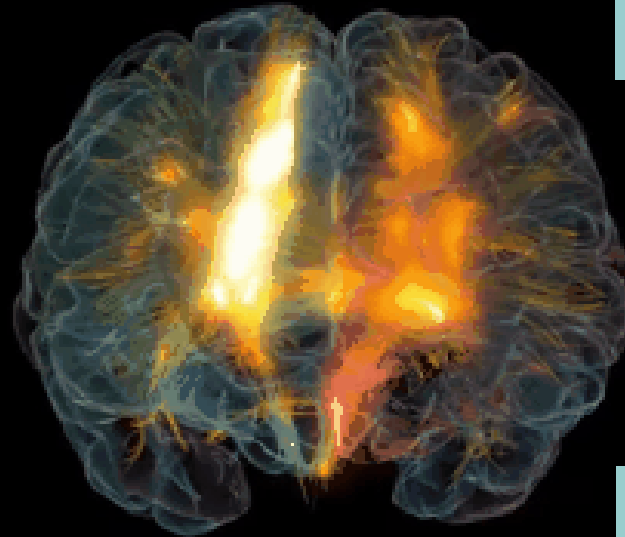
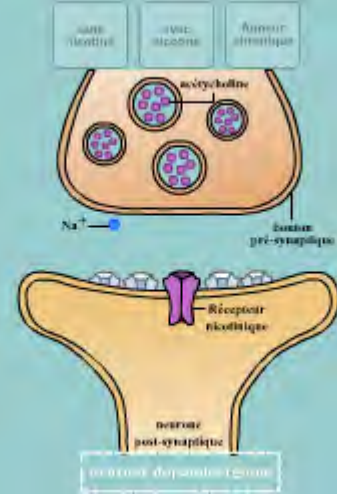
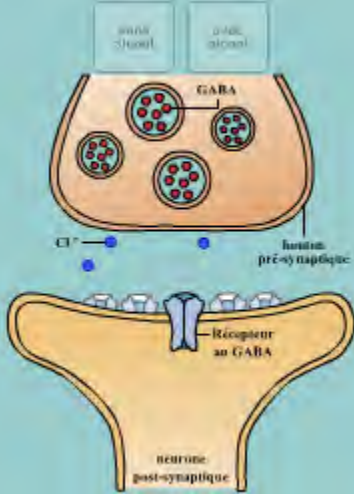


C'est à la synapse qu'agissent
la grande majorité des
médicaments et
des **drogues**



Nicotine

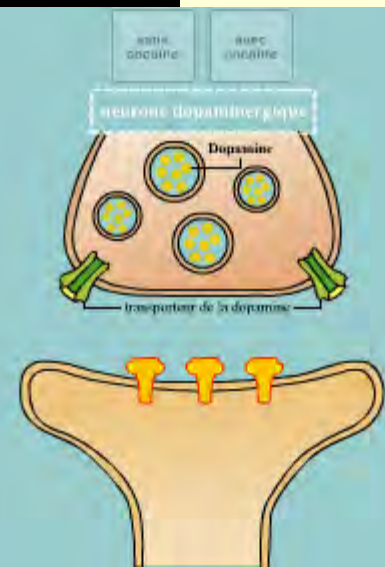
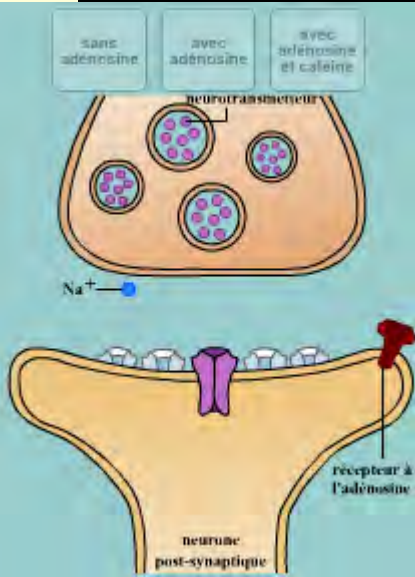
Alcool



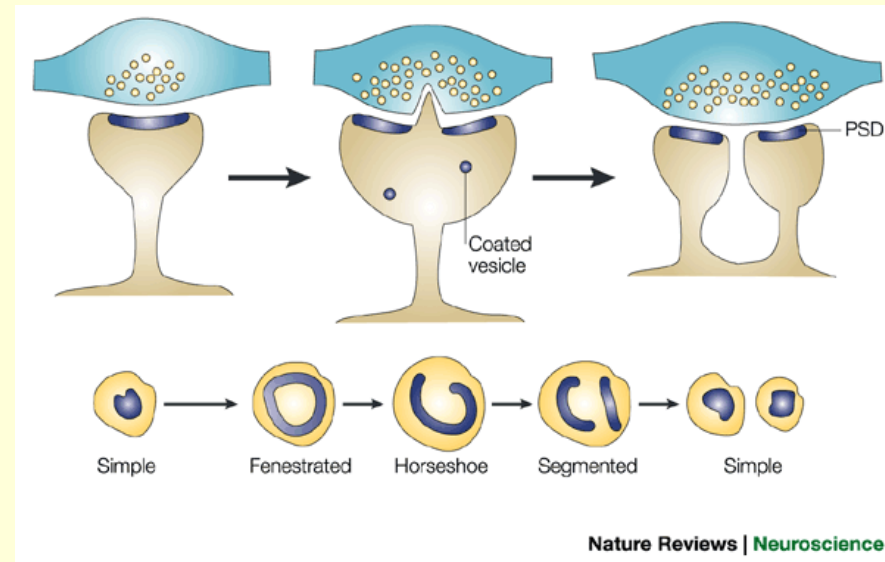
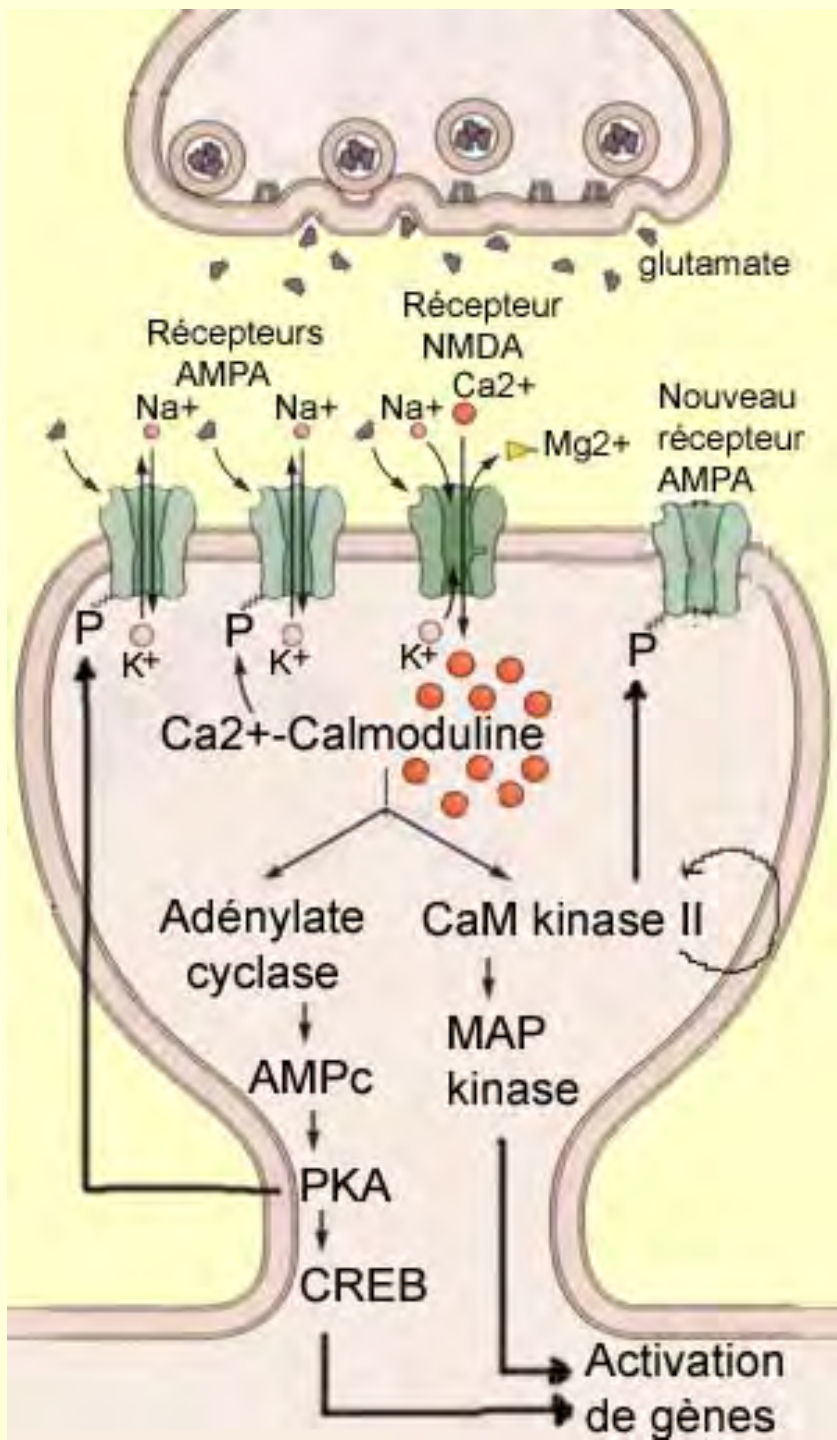
http://lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i_03/i_03_m/i_03_m_par/i_03_m_par.html

Cocaïne

Caféine

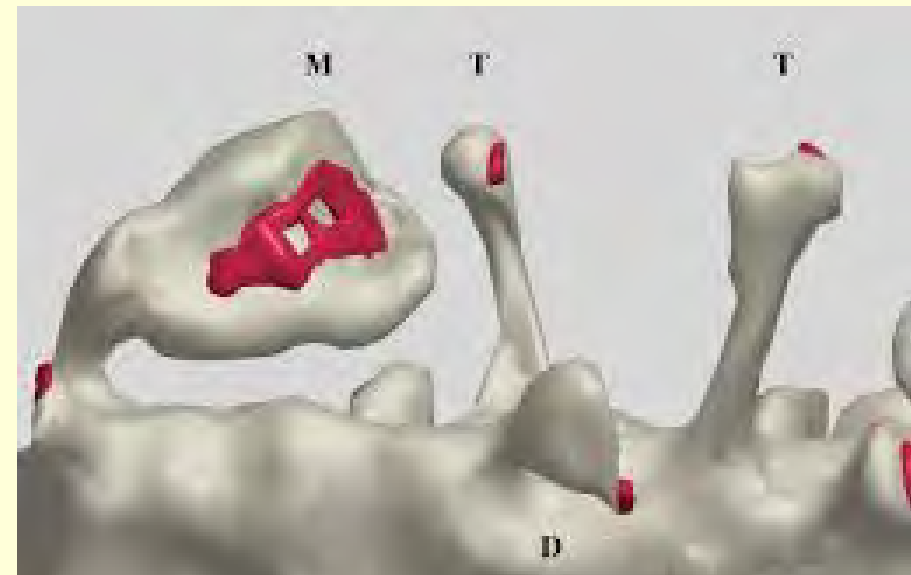
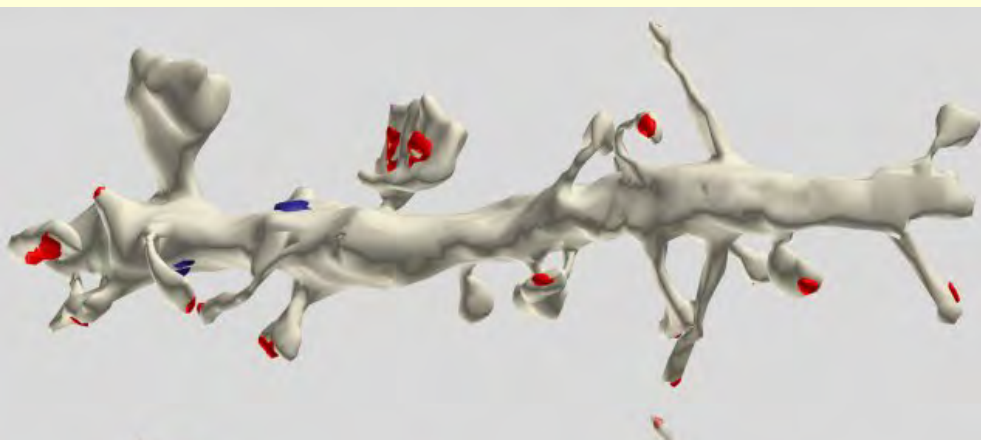






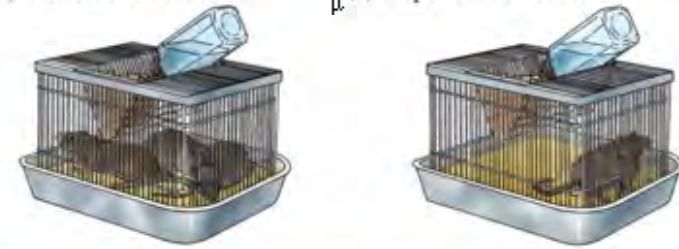


La taille et la forme de ces épines dendritiques ne sont **pas fixes** mais peuvent être au contraire **très plastique**.



a) Standard condition

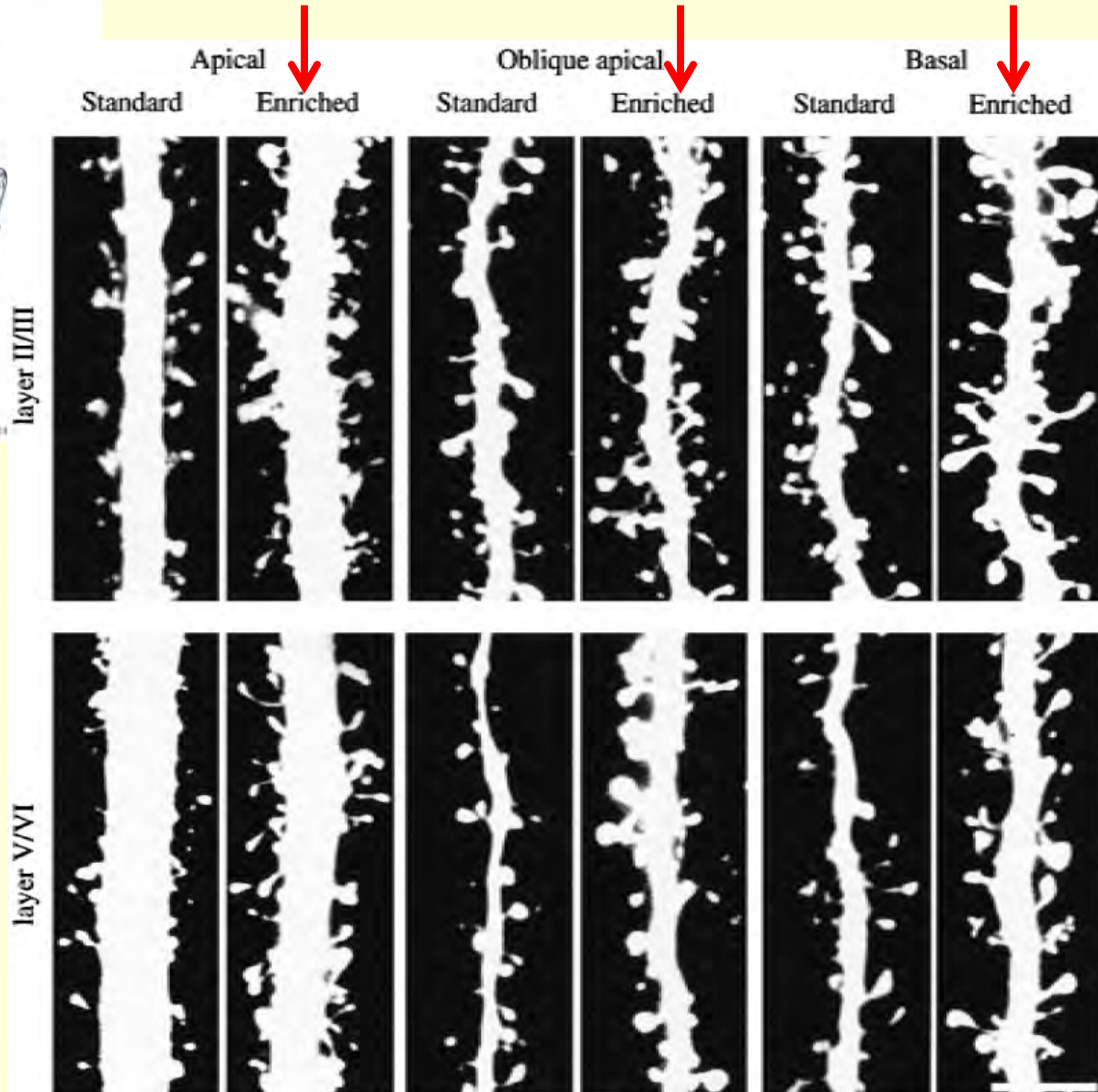
b) Impoverished condition



(c) Enriched condition

Psychology 6e, Figure 17.17

Les neurones pyramidaux du groupe venant de l'environnement enrichi ont davantage d'épines dendritiques que ceux des rats du groupe standard à la fois dans les couches II/III et V/VI.



Épines dendritique de neurones du cortex somatosensoriel de rats adultes ayant grandi dans des cages **standard** ou dans un environnement **enrichi** durant 3 semaines.

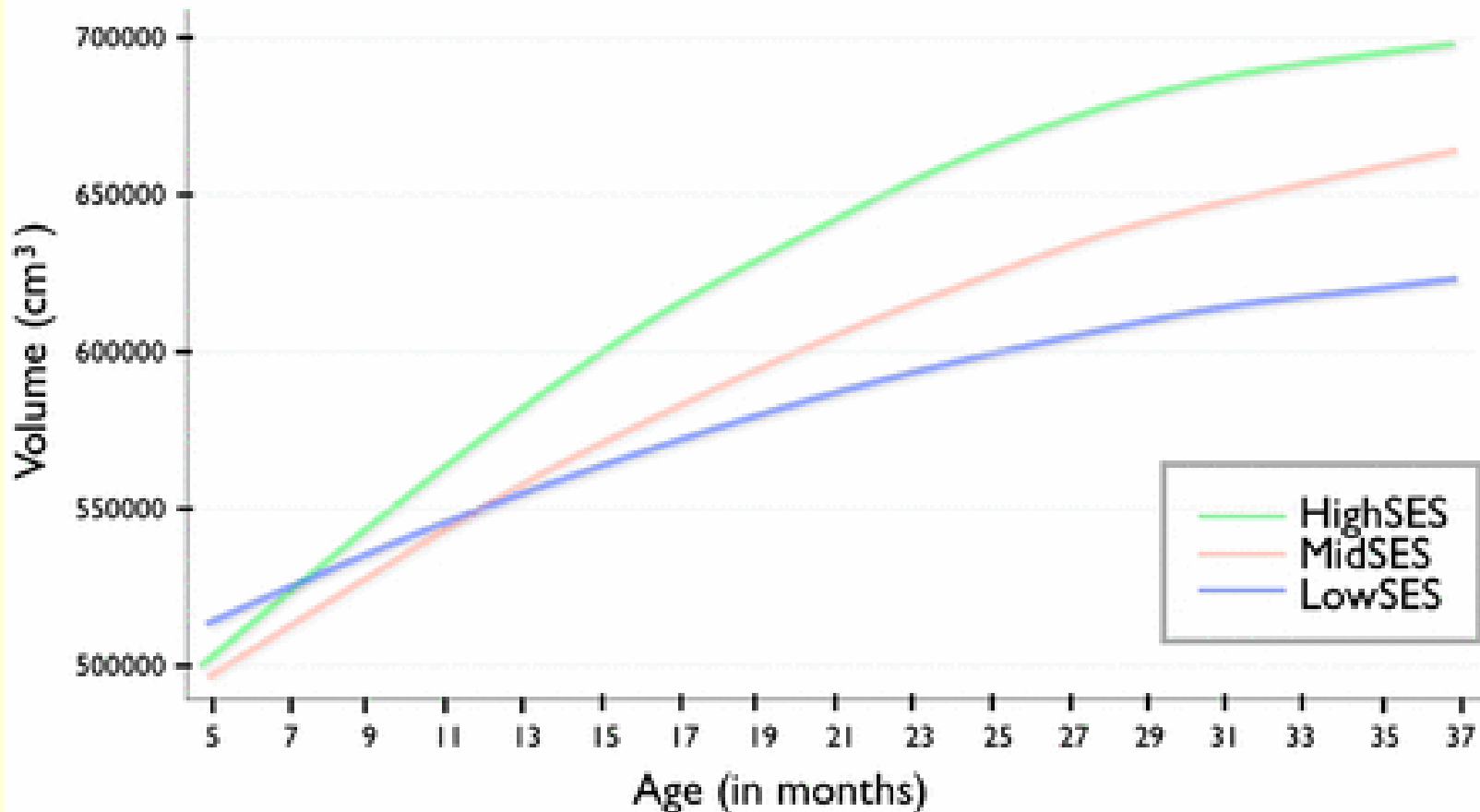
Wednesday, **February 03, 2016**

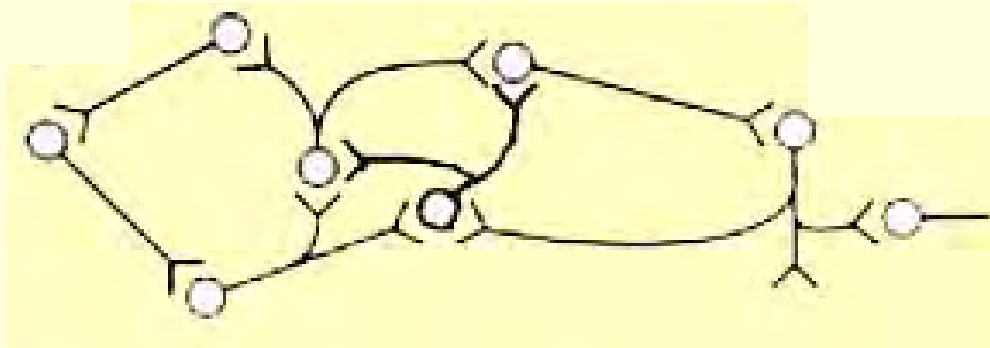
The neuroscience of poverty.

http://mindblog.dericbownds.net/2016/02/the-neuroscience-of-poverty.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+Mindblog+%28MindBlog%29

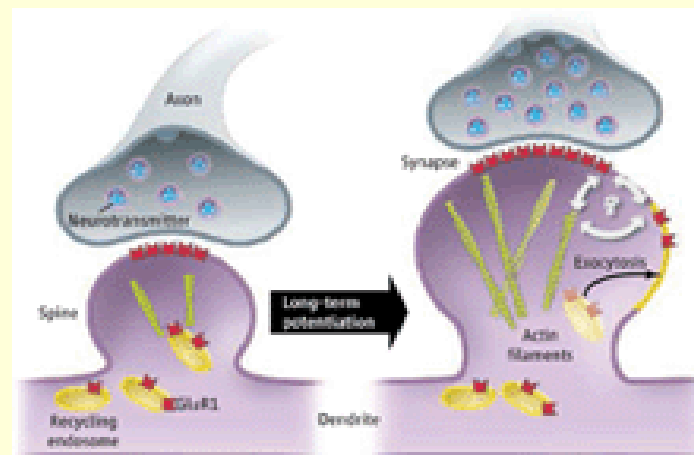
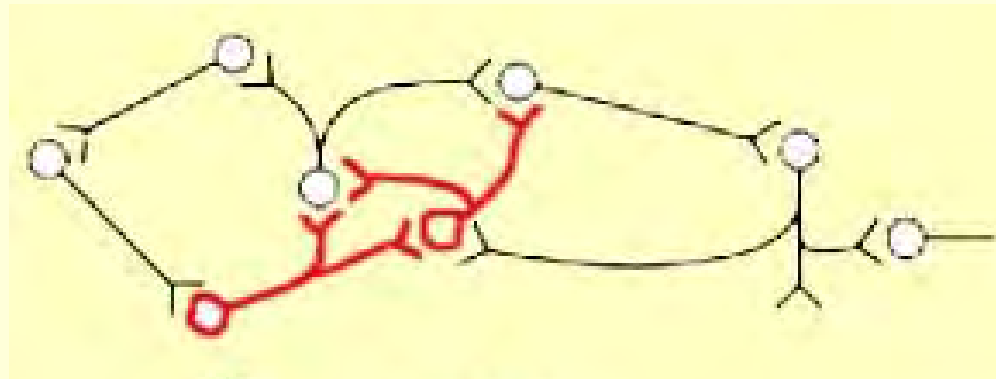
Total Gray Matter

Surtout dans le lobe frontal et l'hippocampe.





Qu'arrive-t-il lorsqu'on apprend ?

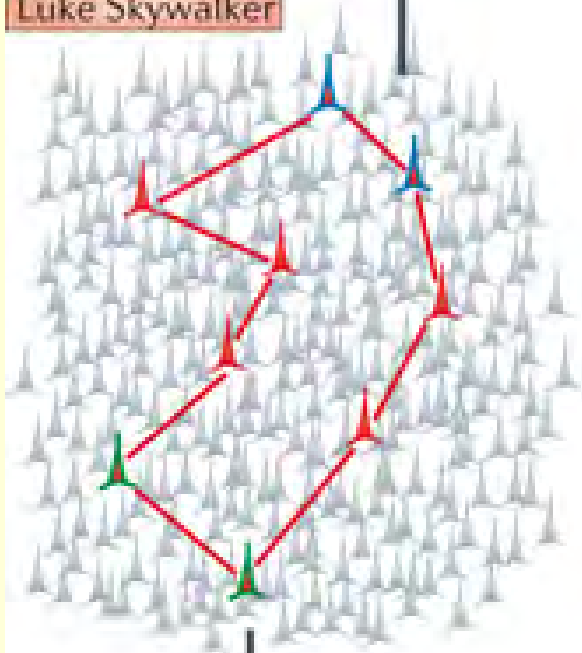




Qu'arrive-t-il lorsqu'on apprend ?



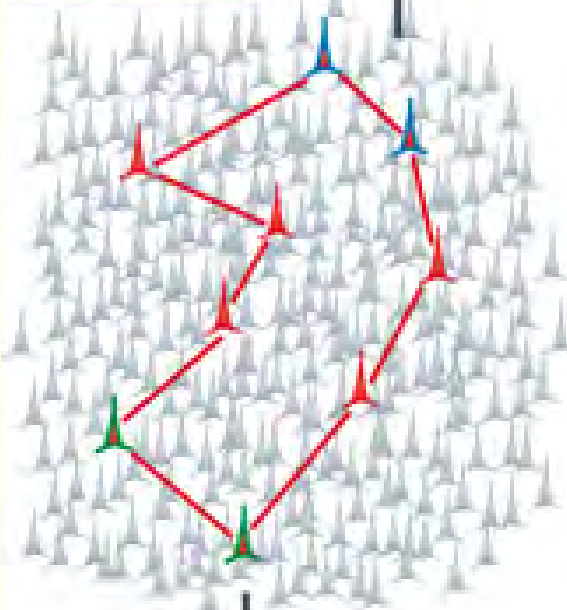
Luke Skywalker



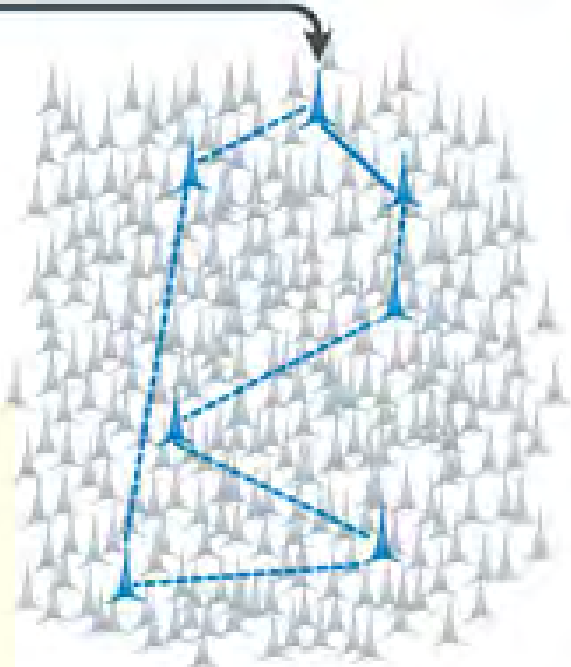
Et ce sont ces réseaux de neurones sélectionnés qui vont constituer ce qu'on appelle **l'engramme** d'un souvenir.



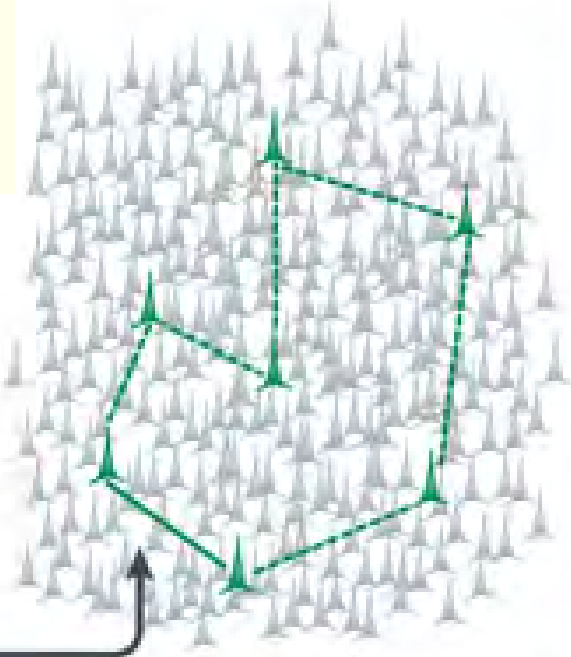
Luke Skywalker



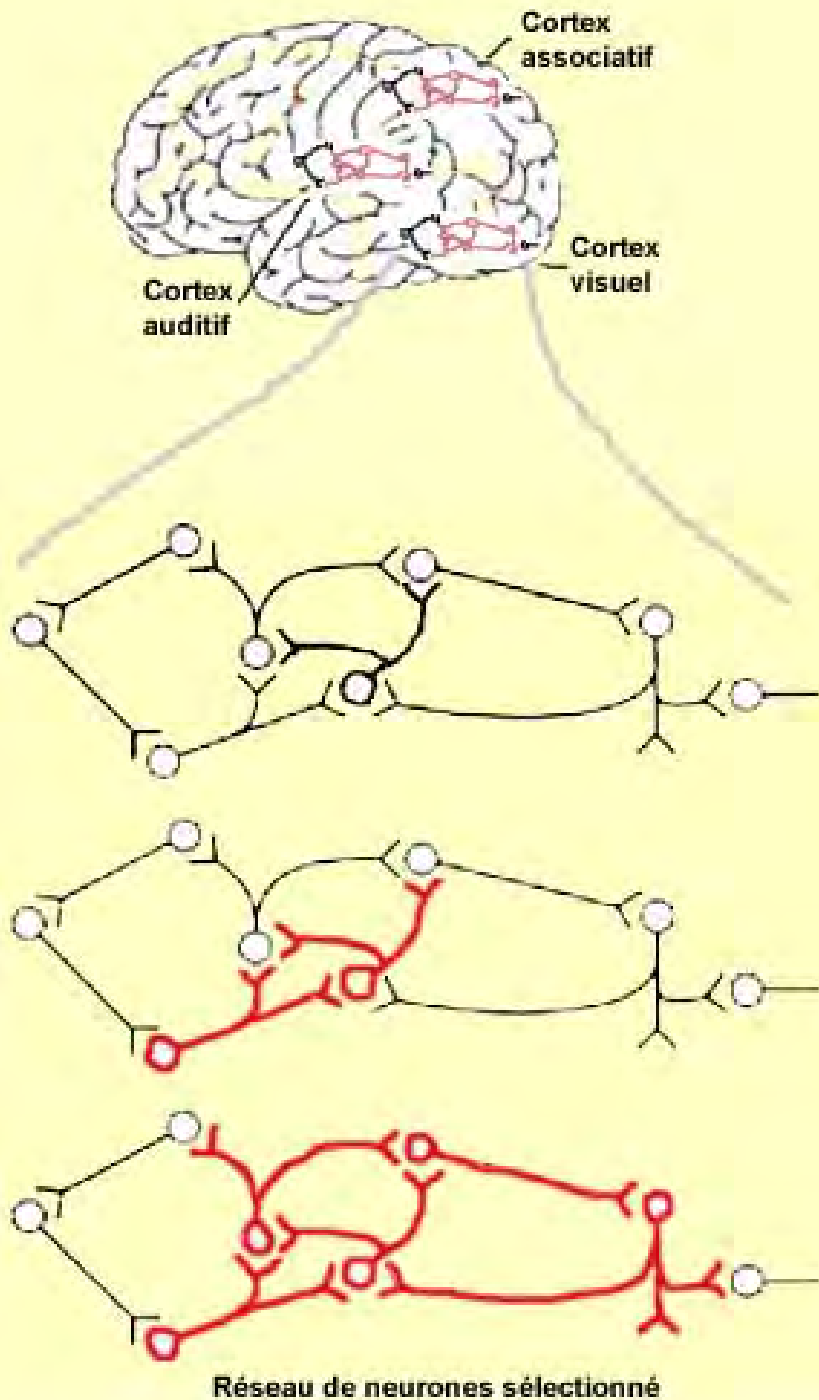
C'est aussi de cette façon qu'un concept ou un souvenir peut en évoquer un autre...



Yoda



Darth Vader



Le substrat physique de notre mémoire au niveau cellulaire serait donc ces **réseaux** ou « **assemblées de neurones** » **sélectionnés**

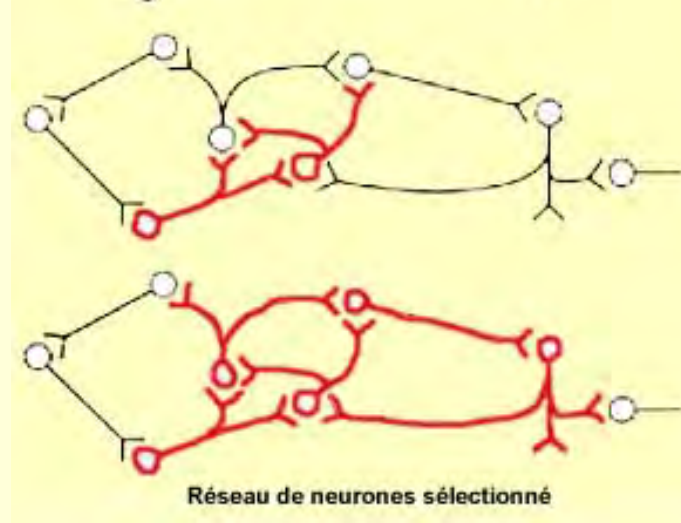
(les “cell assemblies” de Donald Hebb).

Par conséquent, notre mémoire n'est pas stockée dans notre cerveau comme l'est celle d'un ordinateur sur un disque dur ou un livre dans un tiroir ou une étagère.



Ces synapses n'étant jamais exactement les mêmes jour après jour...

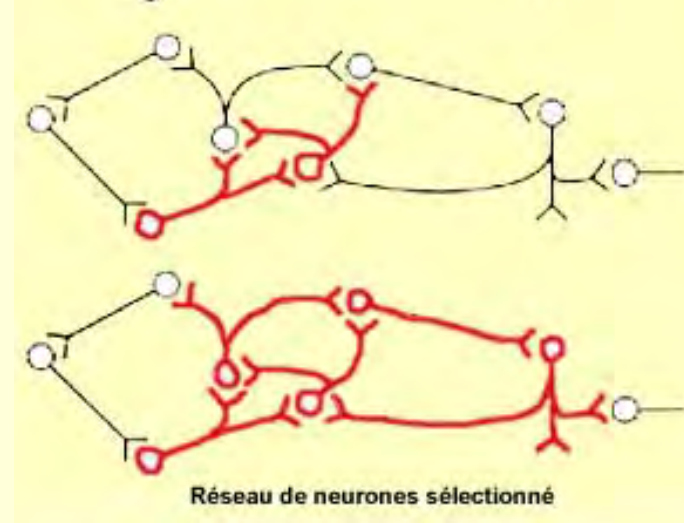
La mémoire humaine est forcément une **reconstruction**.



Ces synapses n'étant jamais exactement les mêmes jour après jour...

La mémoire humaine est forcément une **reconstruction**.

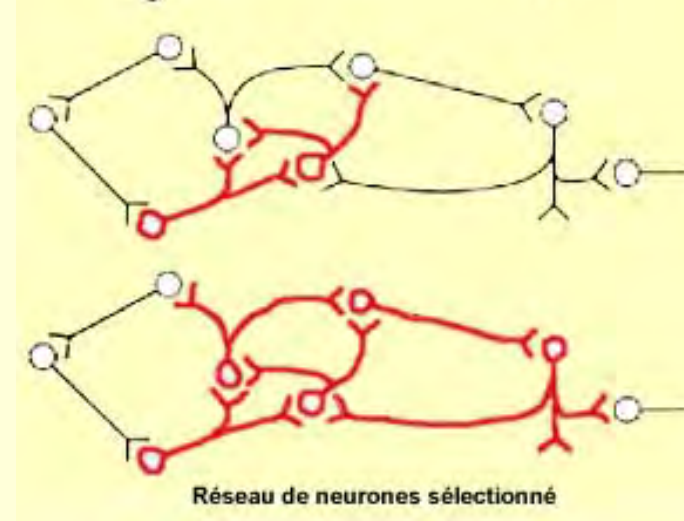
D'où, par exemple, le phénomène des « faux souvenirs ».



Ces synapses n'étant jamais exactement les mêmes jour après jour...

La mémoire humaine est forcément une **reconstruction**.

D'où, par exemple, le phénomène des « faux souvenirs ».



La **théorie de l'engramme mnésique** proposé par Richard Semon en 1923 a été presque **complètement ignorée** jusqu'à tard dans les années 1970.

Depuis quelques années, notamment grâce à l'optogénétique, elle revient en force :

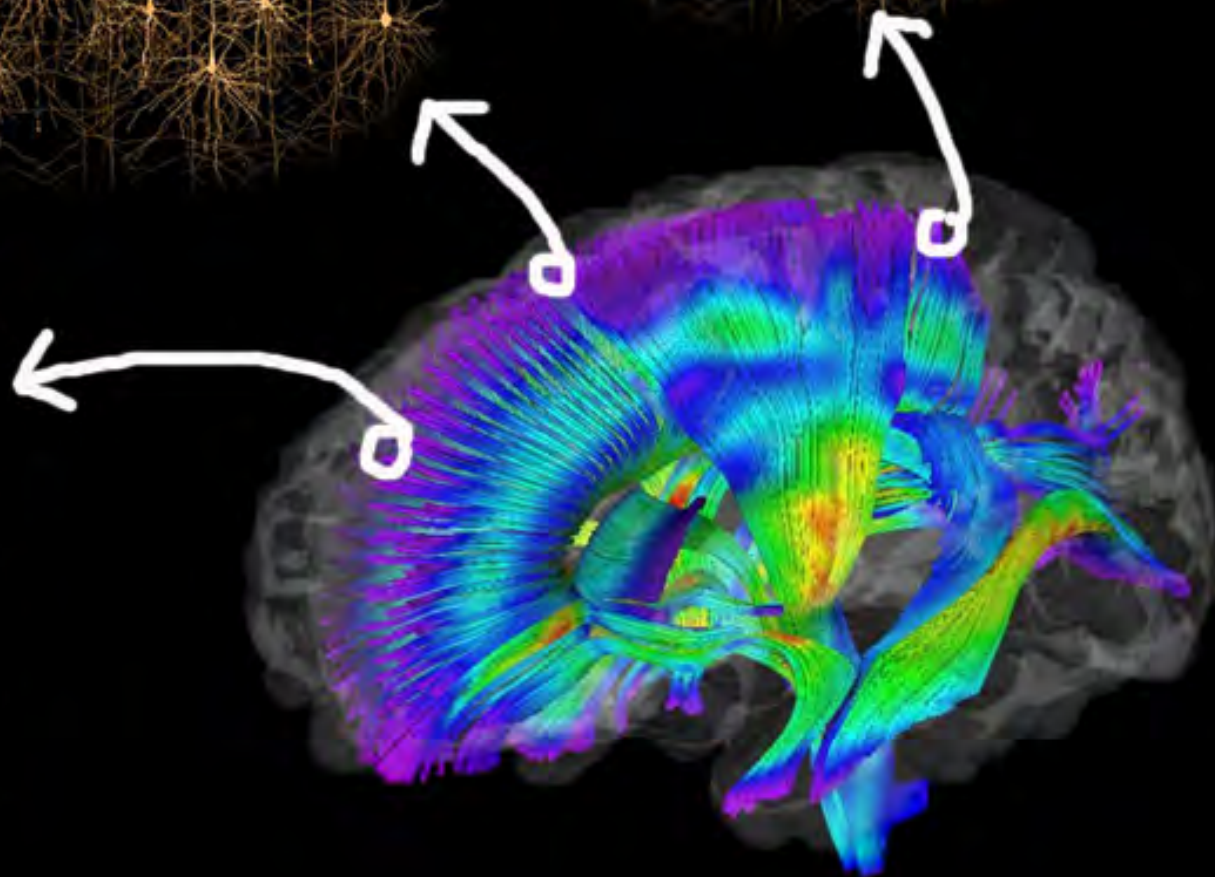
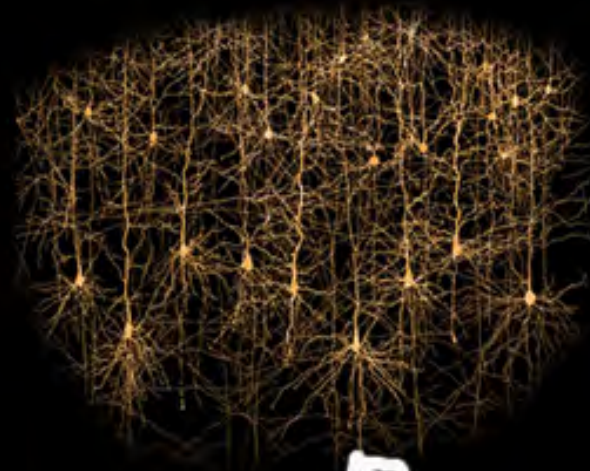
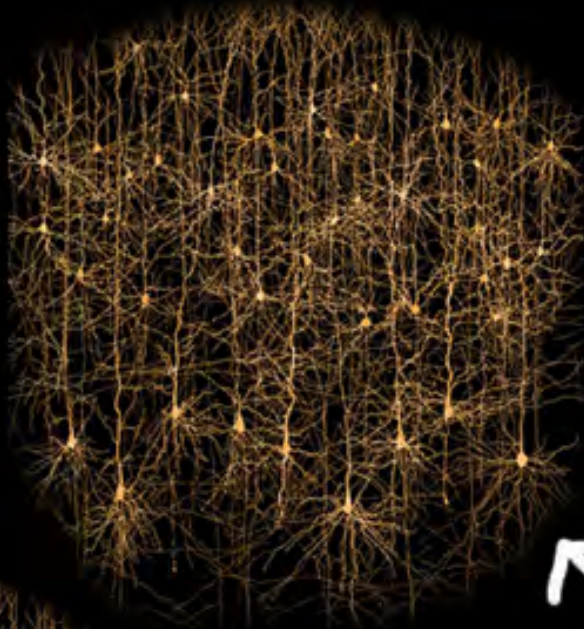
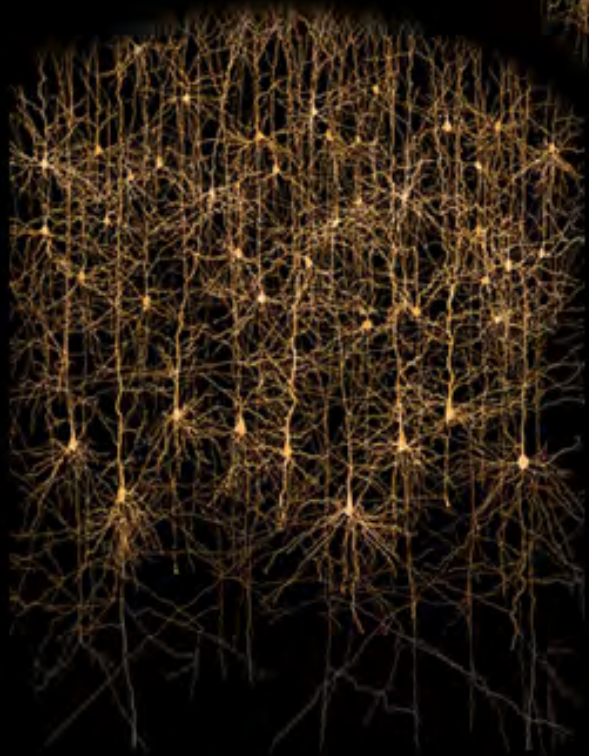
Identification and Manipulation of Memory Engram Cells (2014)

[Xu Liu^{1,2,3}, Steve Ramirez¹, Roger L. Redondo^{1,2}, Susumu Tonegawa^{1,2}](http://symposium.cshlp.org/content/79/59.full)
<http://symposium.cshlp.org/content/79/59.full>

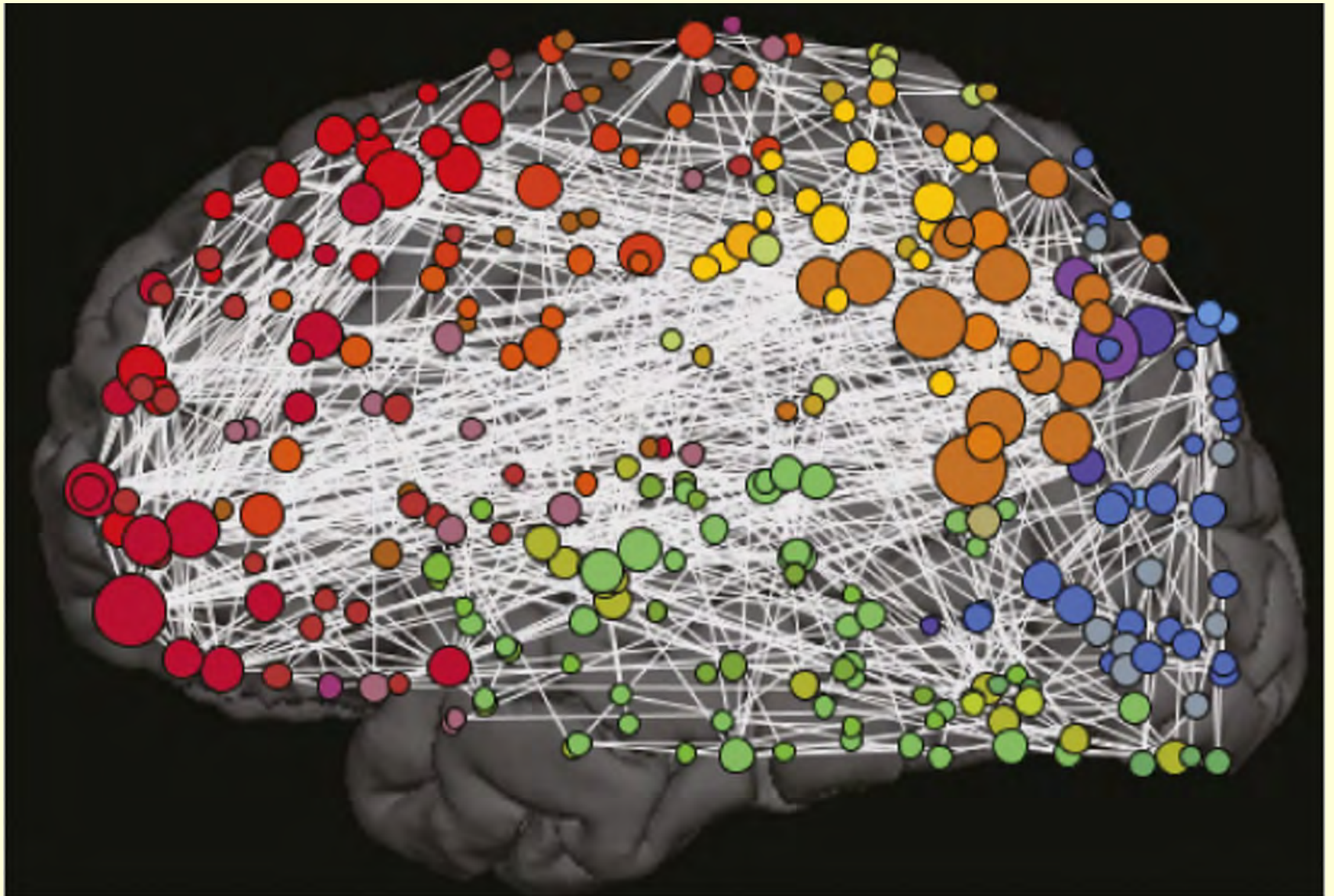
What is memory? The present state of the engram (2016)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4874022/>

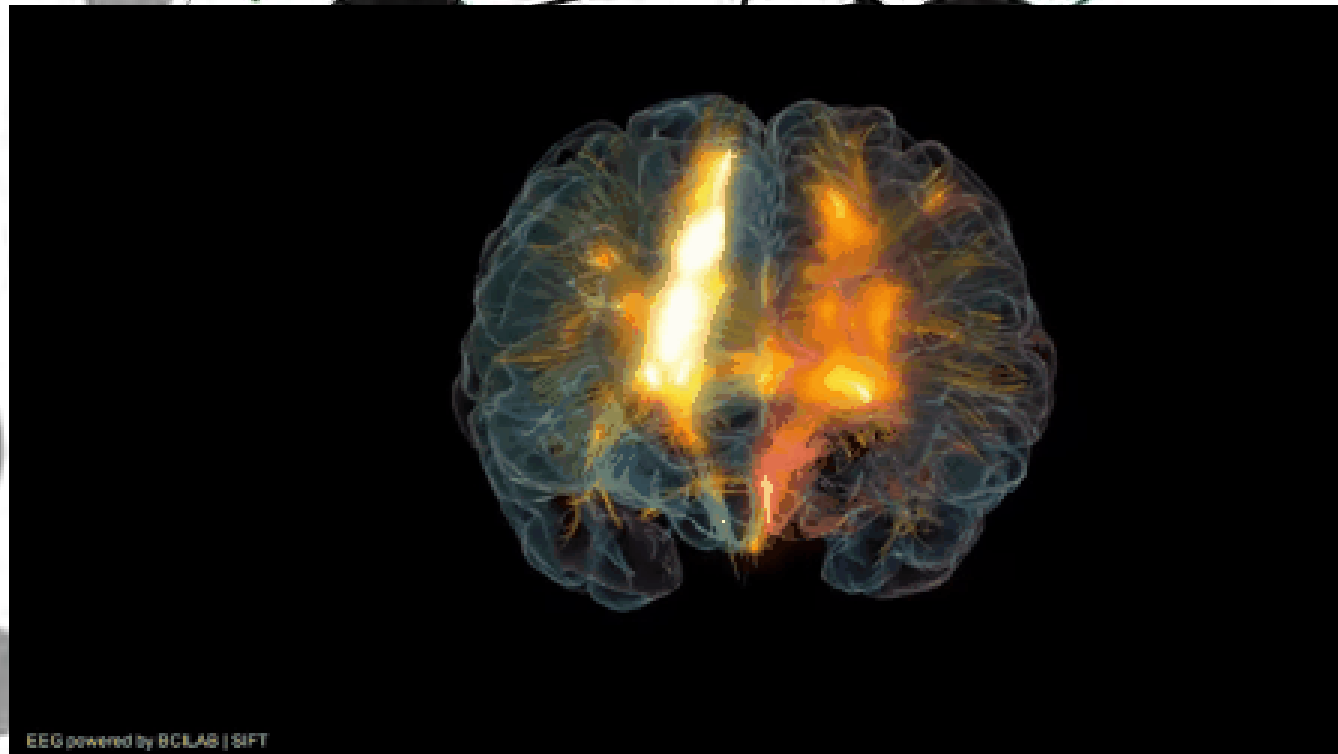
Donc qu'on soit
au niveau des
assemblées
de neurones
sélectionnées...



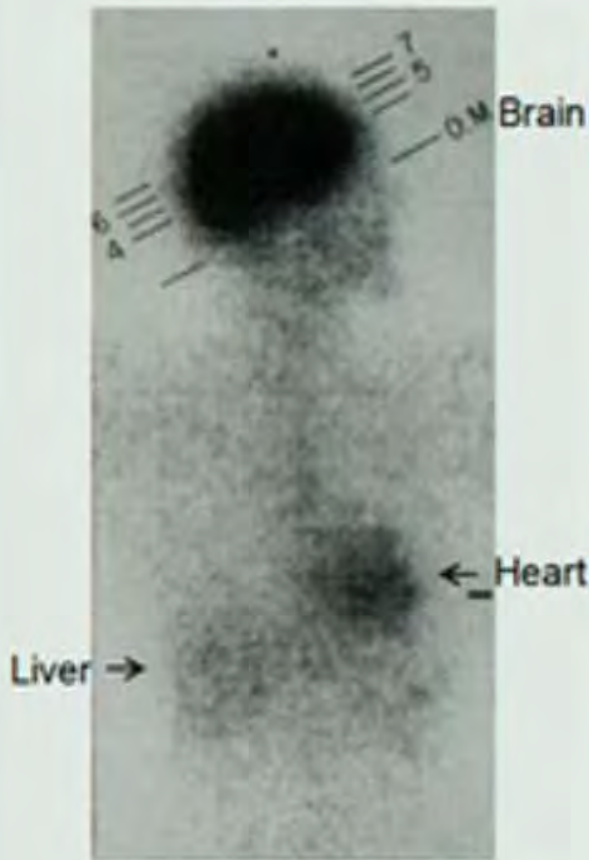
...ou au niveau du cerveau entier...



C'est toujours
une histoire de
réseaux
dynamiques !



Resting Metabolism



Alavi & Reivich (2002)

C'est à cause de toute cette activité intrinsèque que le cerveau, qui ne représente environ que **2 % du poids** du corps humain,

mobilise pourtant en permanence environ **20 % du glucose et de l'oxygène** de notre organisme.

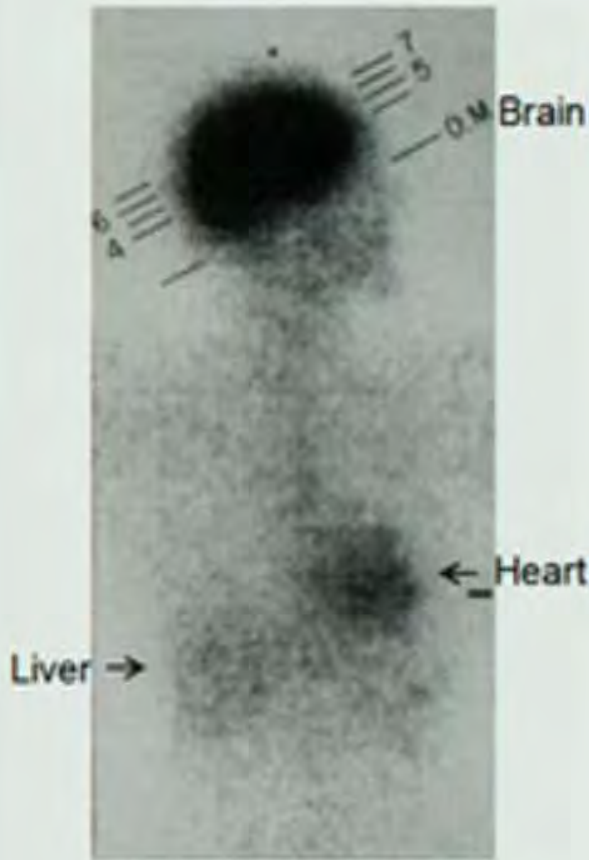
Et ce, même quand on est dans la lune ou quand on dort !

SYMPOSIUM 2: The Connectome: Mapping the Brain (Boston, 2011)

Marcus Raichle

<http://thesciencenetwork.org/programs/one-mind-for-research/symposium-2-the-connectome-mapping-the-brain> (6:30 à 17 min.)

Resting Metabolism



Alavi & Reivich (2002)

C'est à cause de toute cette activité intrinsèque que le cerveau, qui ne représente environ que **2 % du poids** du corps humain,

mobilise pourtant en permanence environ **20 % du glucose et de l'oxygène** de notre organisme.

Si seulement 10% de notre cerveau n'était utilisé, à 50% d'utilisation, il prendrait déjà 100% de l'énergie consommée...

Oups !

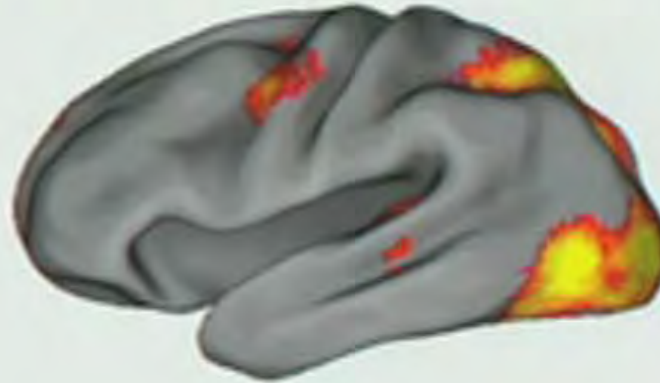


An Historical View

Reflexive

(Sir Charles Sherrington)

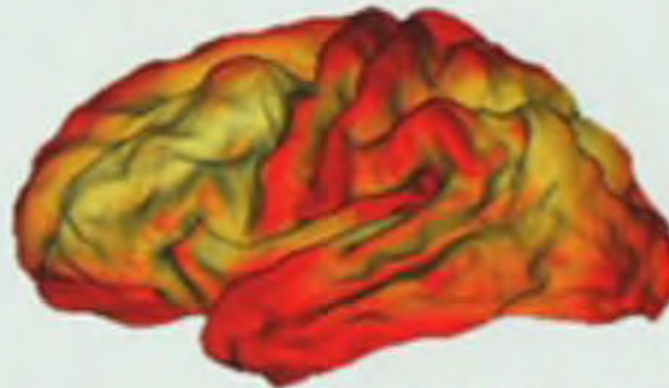
On est passé d'une conception **passive** d'un cerveau qui attend ses inputs de l'environnement pour y réagir...



Intrinsic

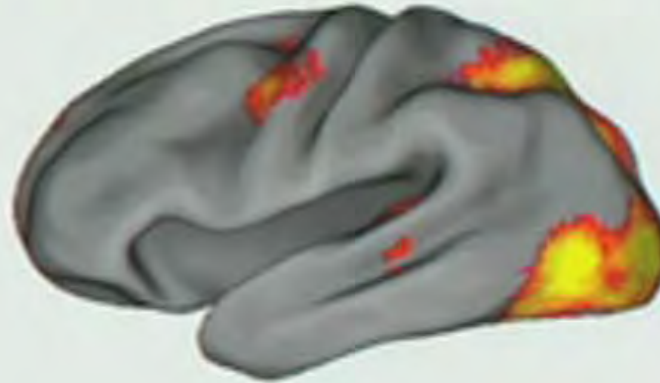
(T. Graham Brown)

à une conception d'un cerveau **actif** ayant toujours une activité endogène dynamique

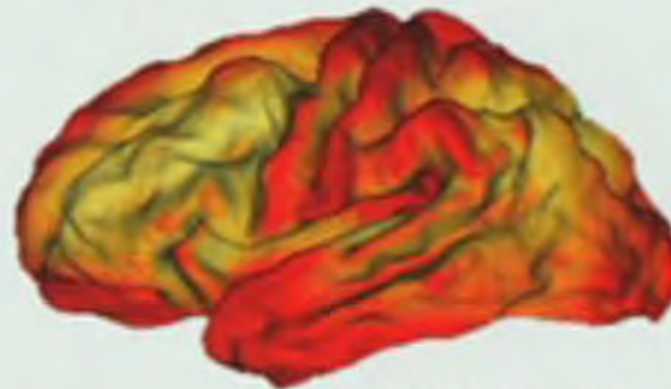


An Historical View

Reflexive
(Sir Charles Sherrington)

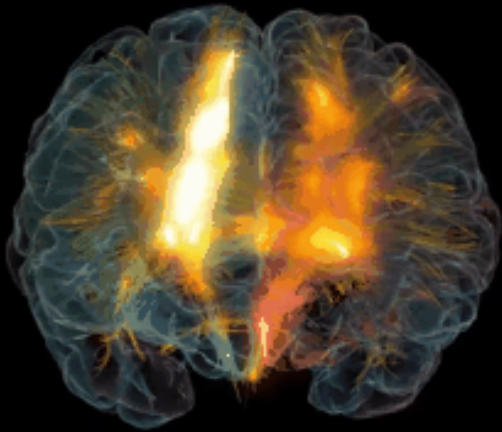


Intrinsic
(T. Graham Brown)



« Il pleut tout
le temps
dans notre
cerveau ! »

Il faut penser le cerveau en terme **d'activité dynamique**, comme des musiciens...



...des musiciens de jazz, car :

« There is no boss in the brain »

- Michael Gazzaniga



« Nous sommes le résultat d'une double dérive,
celle de notre **lignée évolutive**
et celle de l'histoire d'une **trajectoire de vie** »

- Francisco Varela

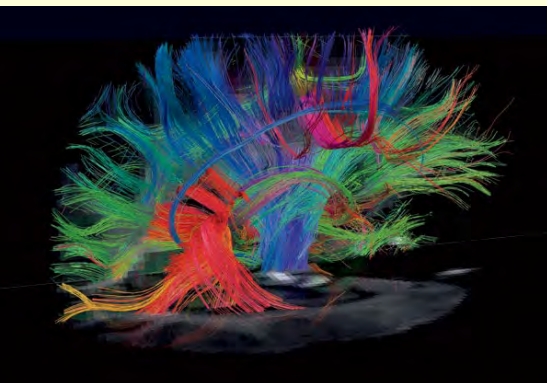
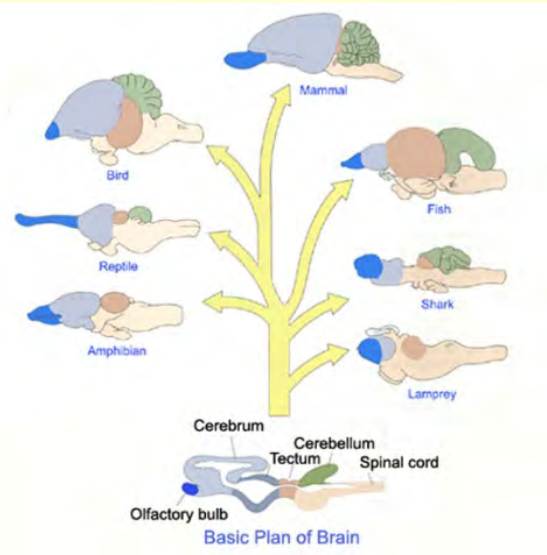
Mais ma métaphore préférée pour illustrer cela...

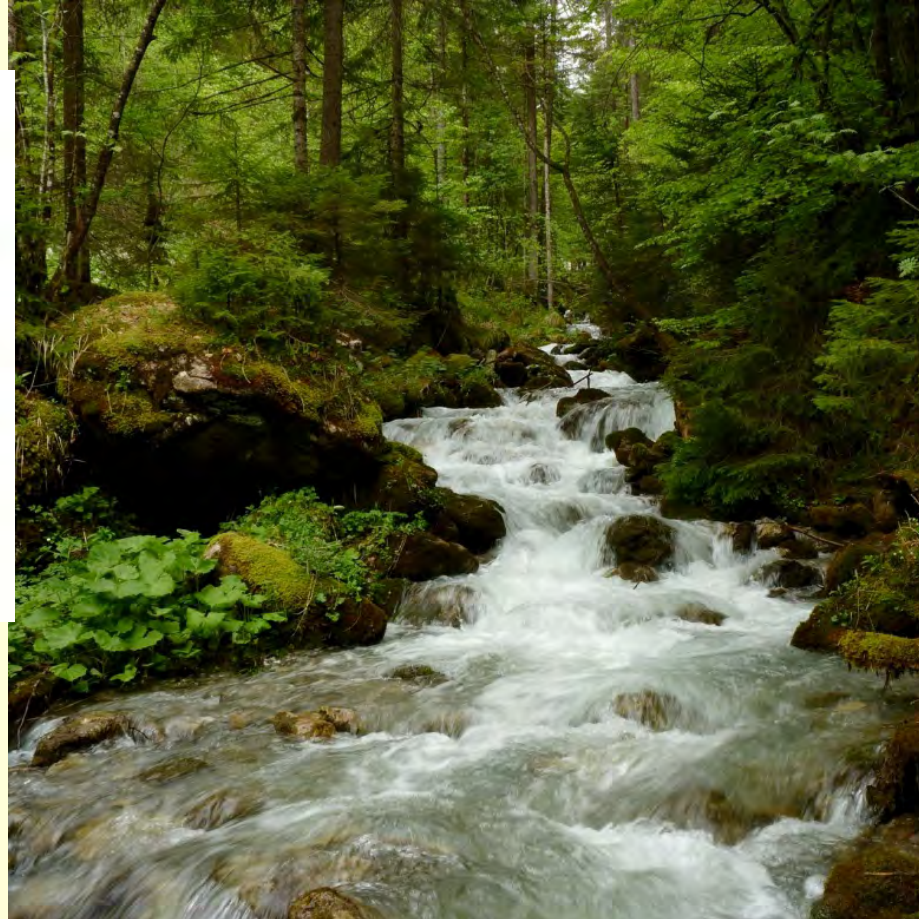
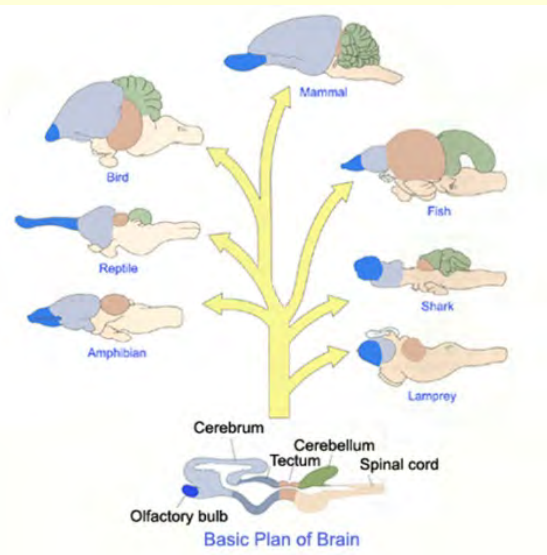




Le flux de l'eau est l'activité électrique du cerveau qui fluctue constamment.

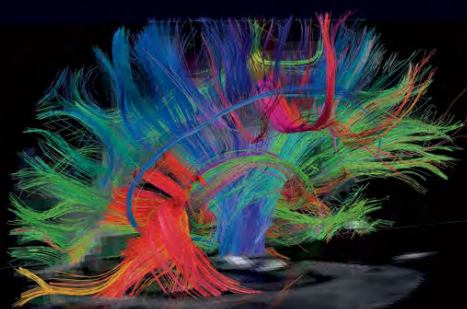
Et ces fluctuations sont contraintes par le système nerveux humain issu de sa longue histoire évolutive.

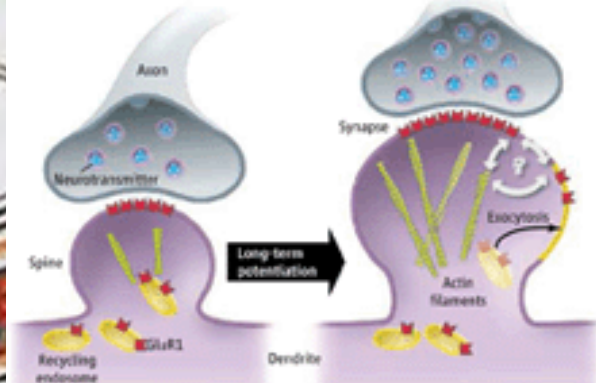
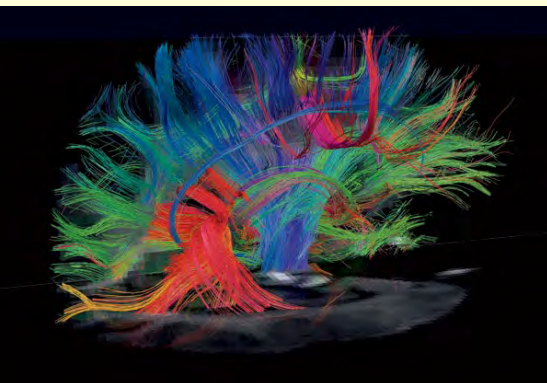
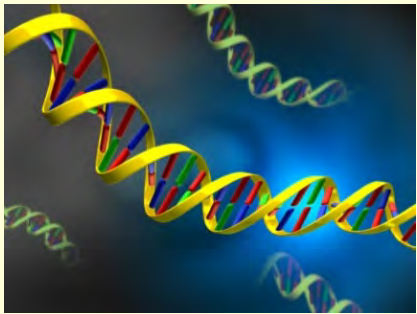
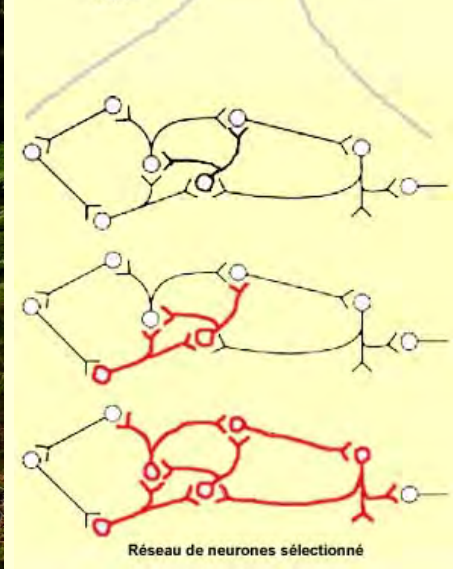
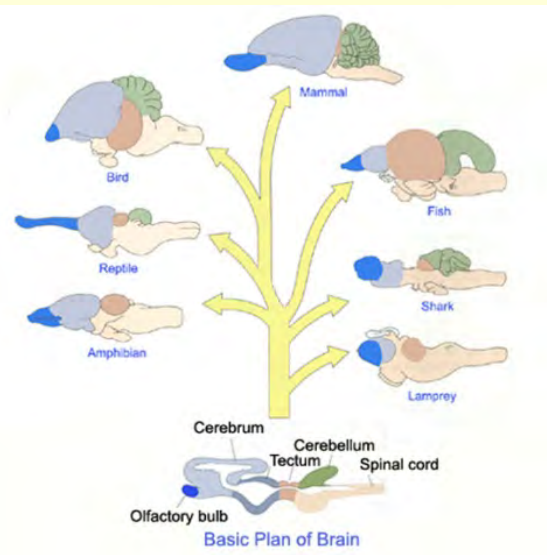


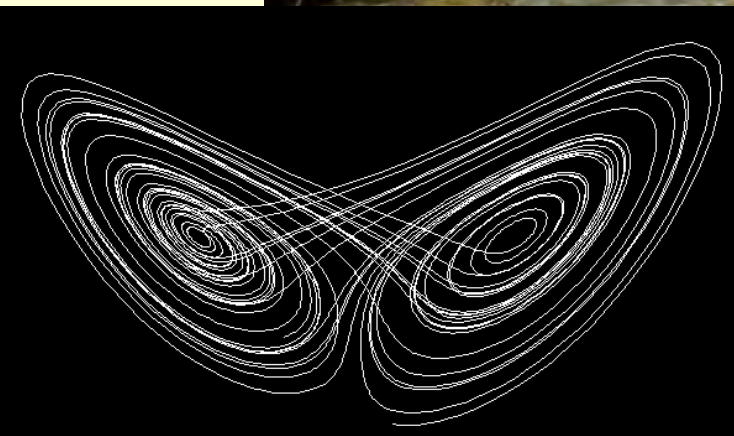


Mais sur une échelle de temps plus longue, le lit de la rivière est **érodé** par l'eau et **se modifie**.

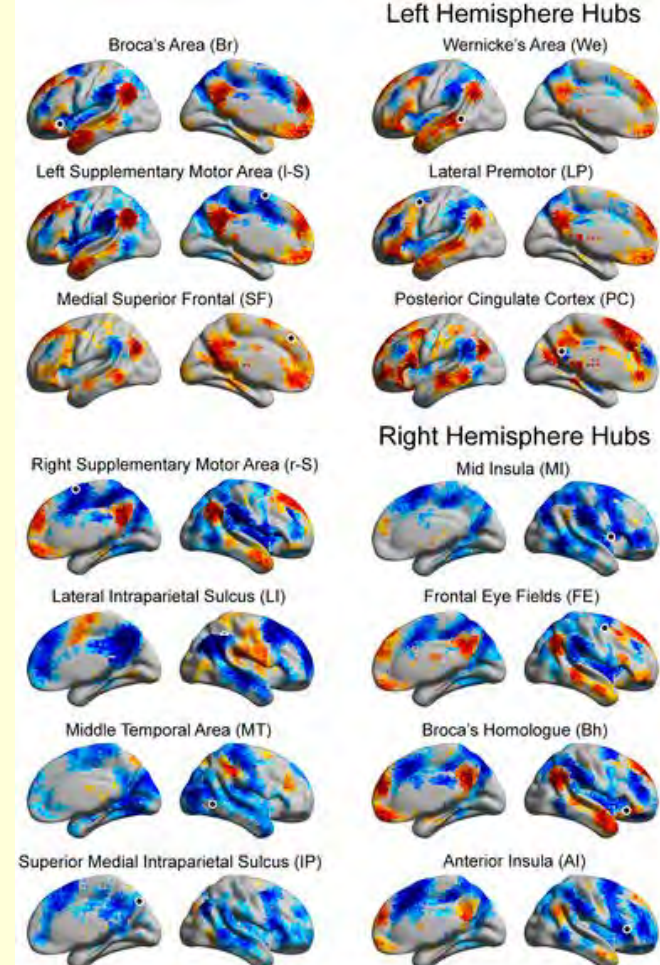
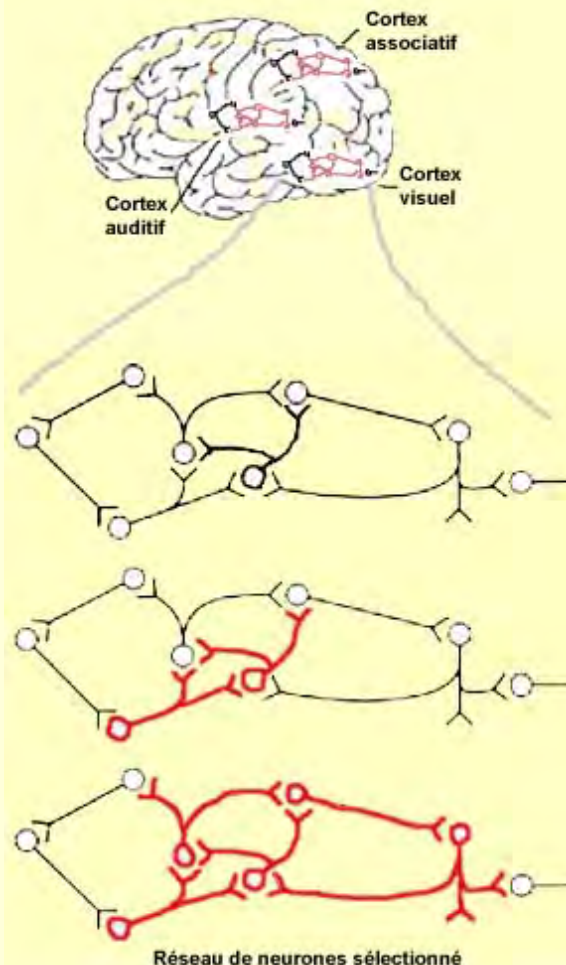
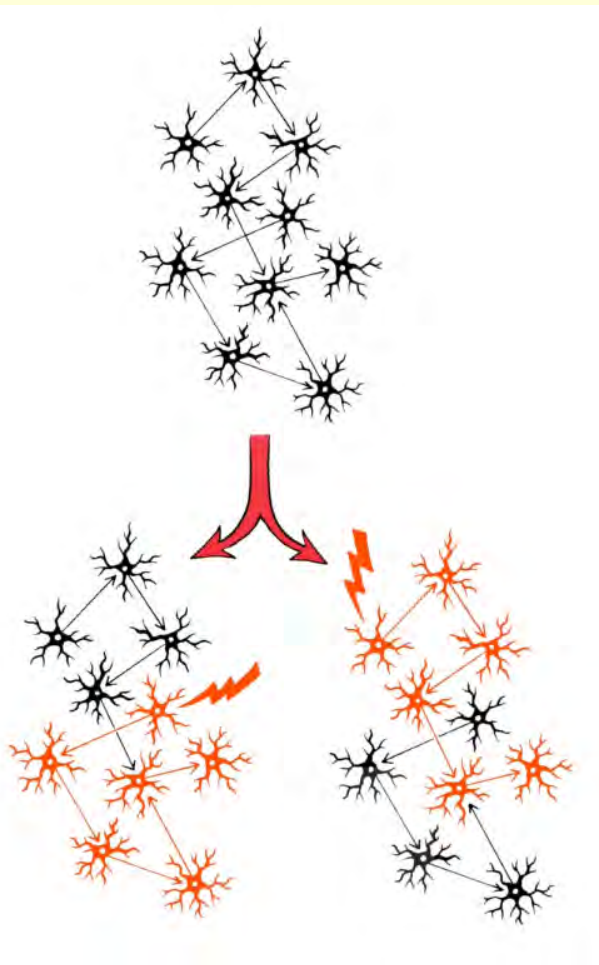
Tout comme les petites routes de nos circuits nerveux sont modifiées par notre histoire de vie.

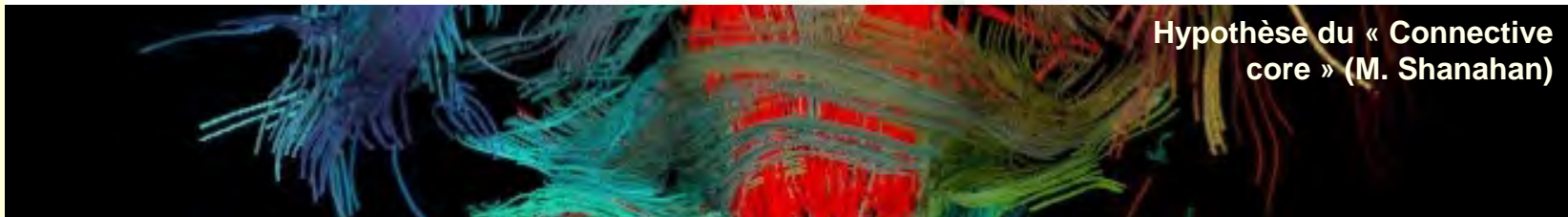
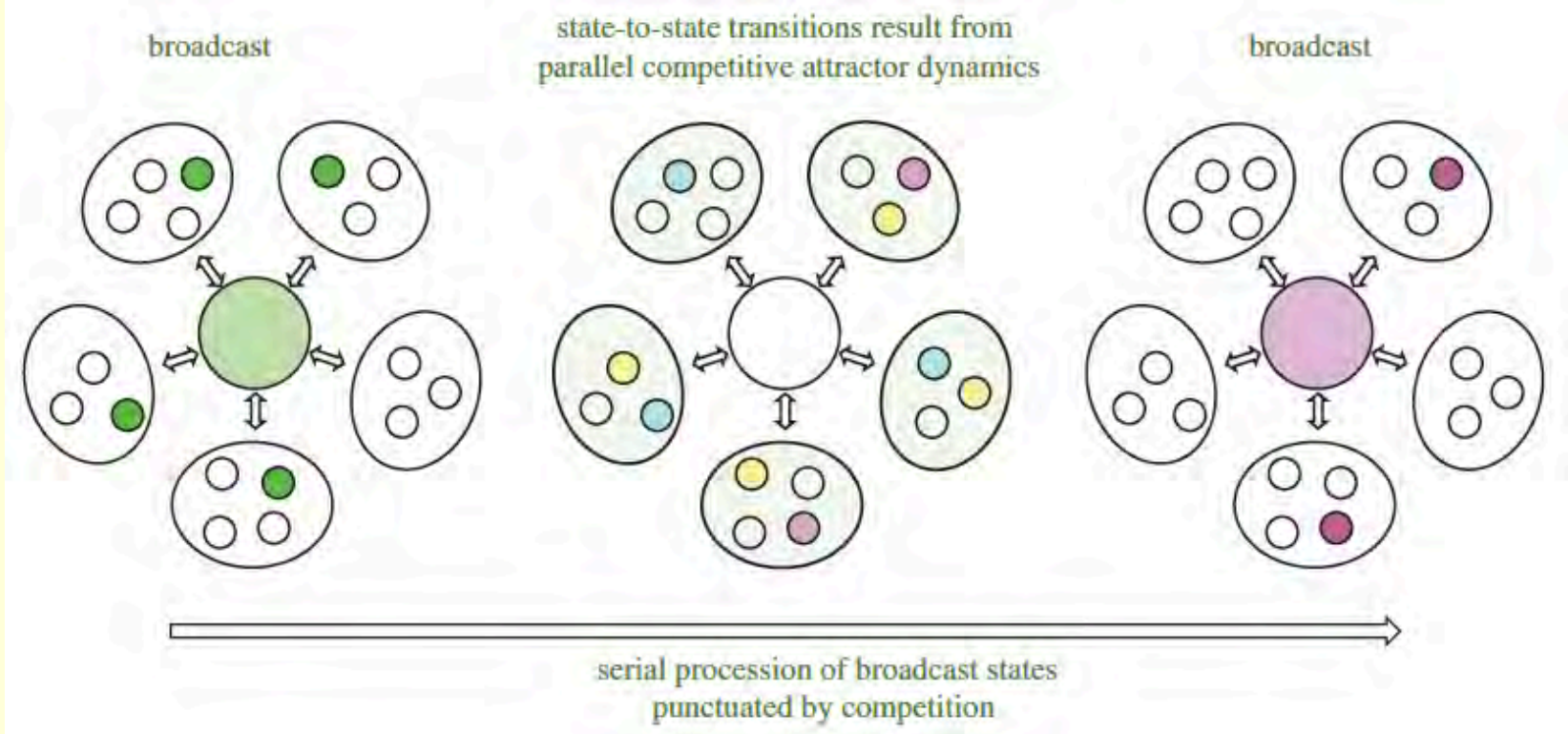






Rappelons que les oscillations et les synchronisations d'activité dans notre cerveau permettent la formation **d'assemblées de neurones transitoires** non seulement dans certaines structures cérébrales, mais dans des réseaux **largement distribués** à l'échelle **du cerveau entier**.





Hypothèse du « Connective core » (M. Shanahan)

...le cerveau est anatomiquement « surconnecté » et doit trouver une façon de mettre en relation (de « **synchroniser** » ?) à tout moment les meilleures « assemblées de neurones » pour faire face à une situation.

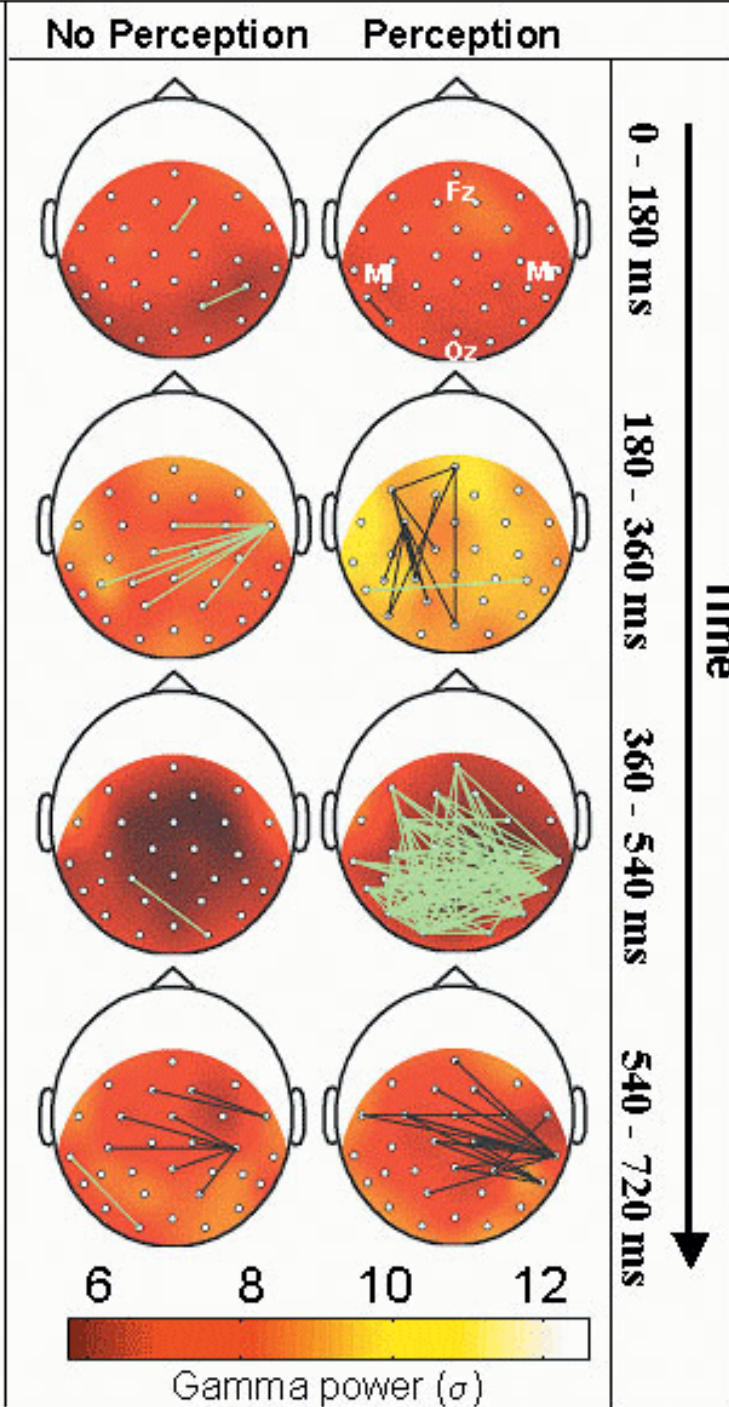


'Mooney' faces

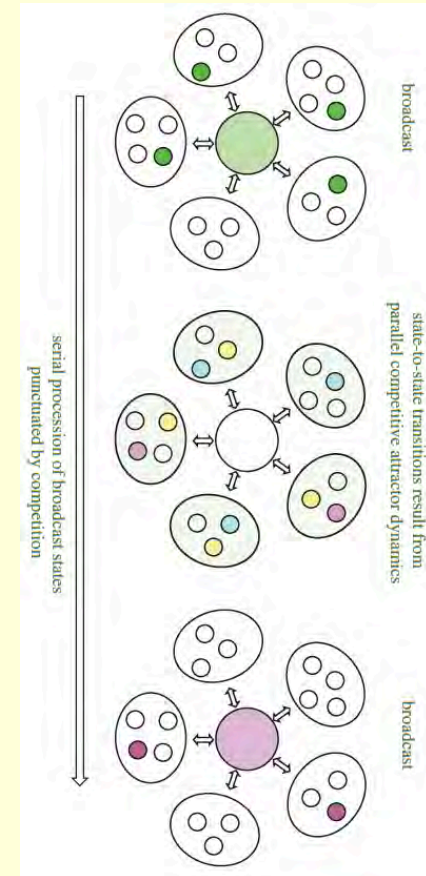
Significant phase locking

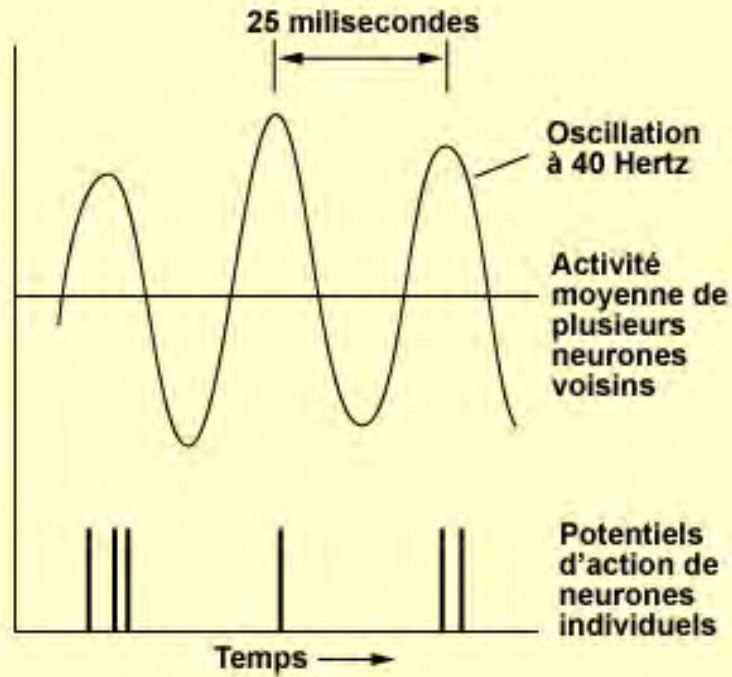
Significant phase scattering

(from Rodriguez *et al*, 1999).



Ces configurations d'activité émergentes surgissent d'un fond d'activité désordonnée par le biais d'activités **oscillatoires synchronisées.**





Oscillations

(selon un certain rythme
(en Hertz))

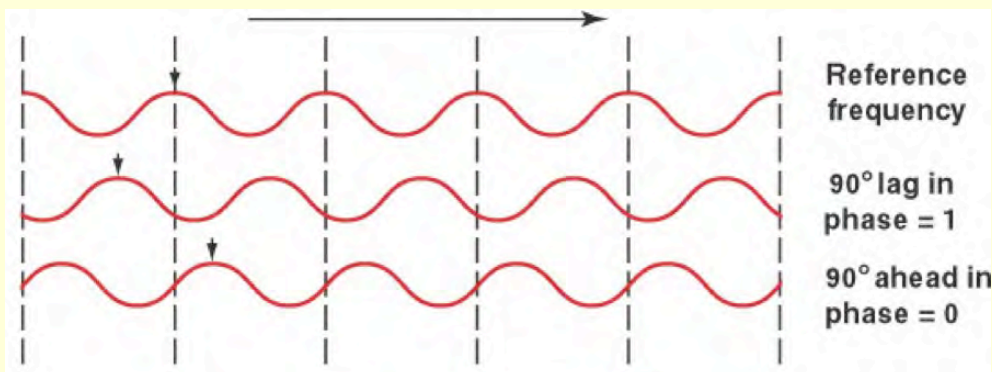
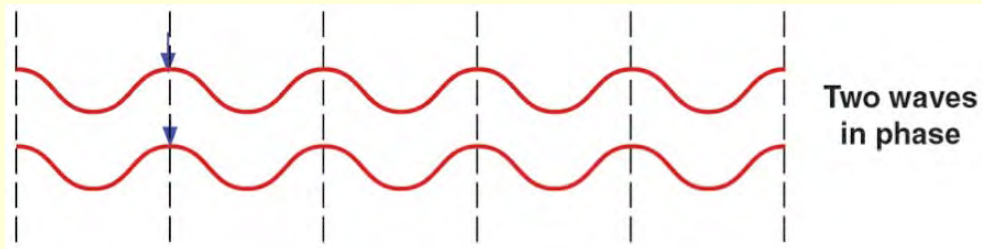
et

Synchronisation

(activité simultanée)

ou non

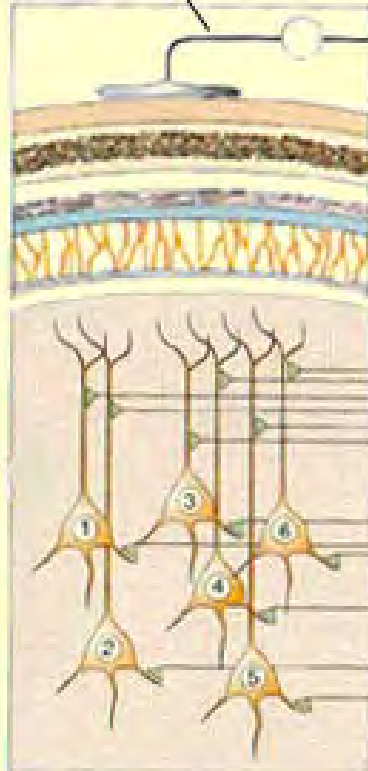
(sont des phénomènes
différents mais souvent liées)



EEG :
niveau « macro »

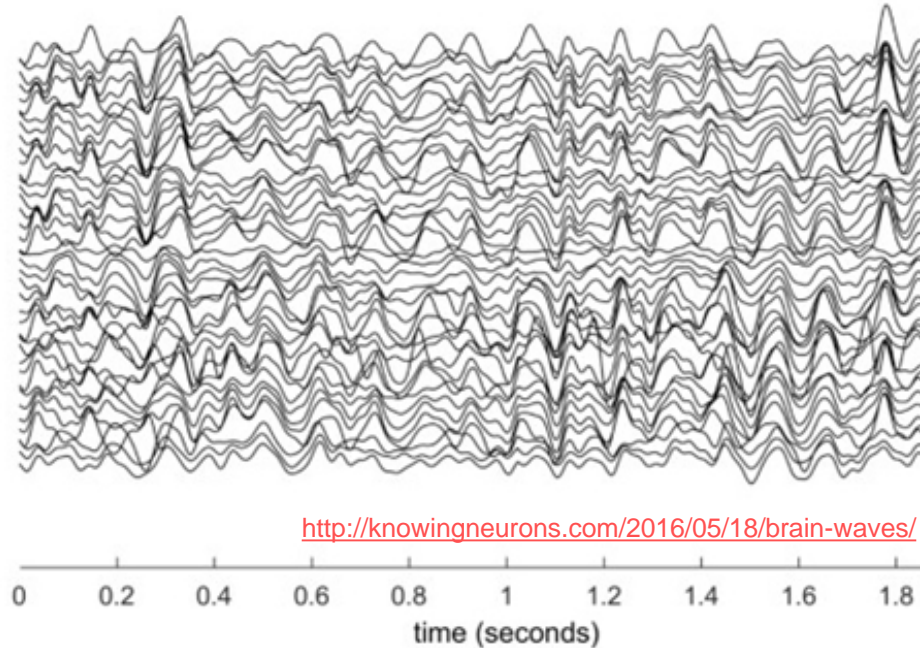
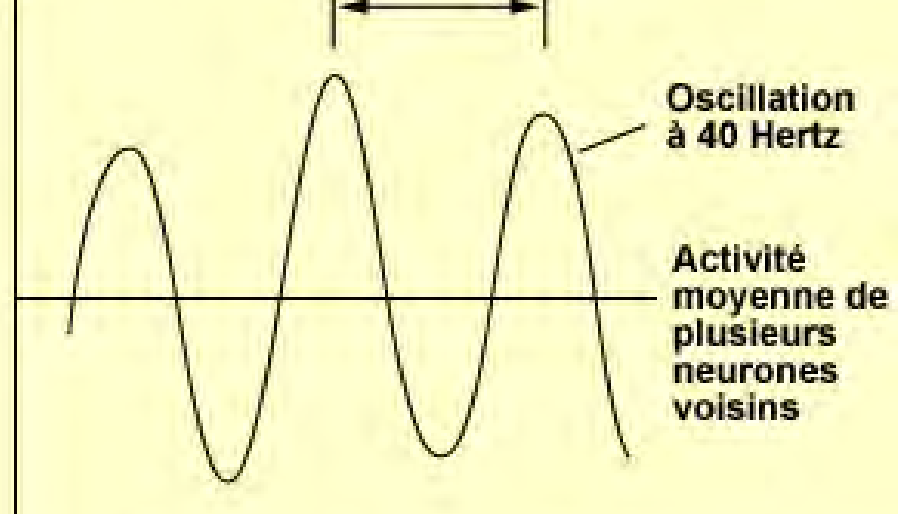


Électrode d'EEG

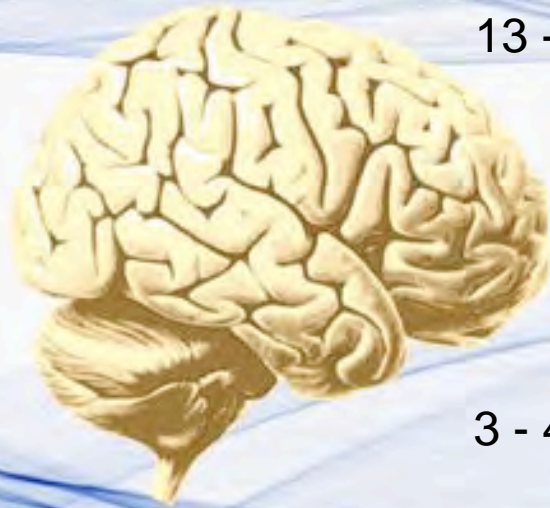


“Local field potentials” :
niveau « meso »

Potentiels d'action :
niveau « micro »



EEG brainwaves



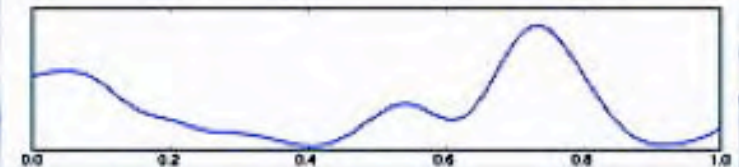
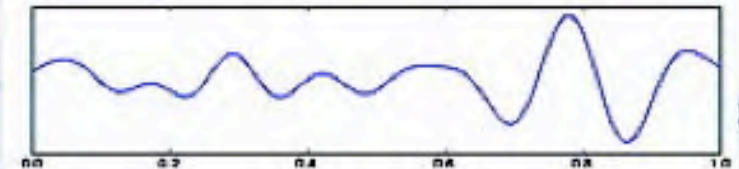
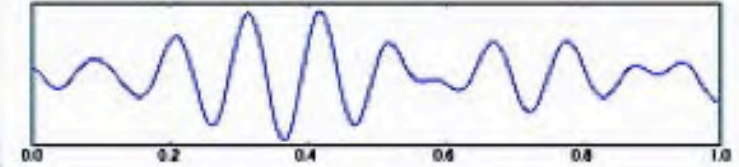
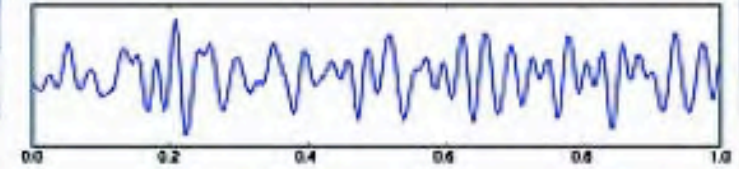
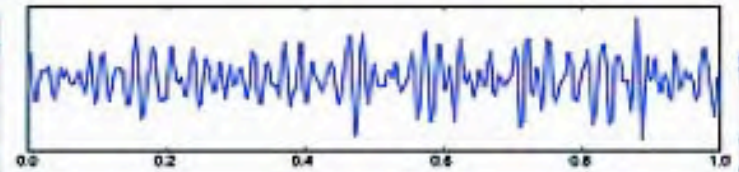
> 30 - 35 Hz **Gamma**
Problem solving,
concentration

13 - 15 à 60 Hz **Beta**
Busy, active mind

8 à 12 Hz **Alpha**
Reflective, restful

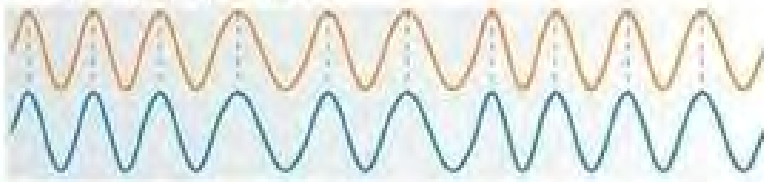
3 - 4 à 7- 8 Hz **Theta**
Drowsiness

0,5 à 3 -4 Hz **Delta**
Sleep, dreaming



A

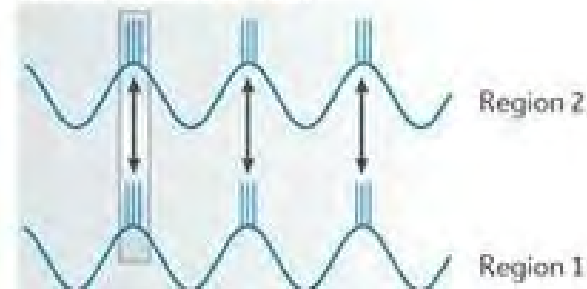
Phase synchronization



Les **oscillations** sont une façon très **économe** pour le cerveau de favoriser une synchronisation d'activité neuronale **soutenue**, rappelle György Buzsáki.

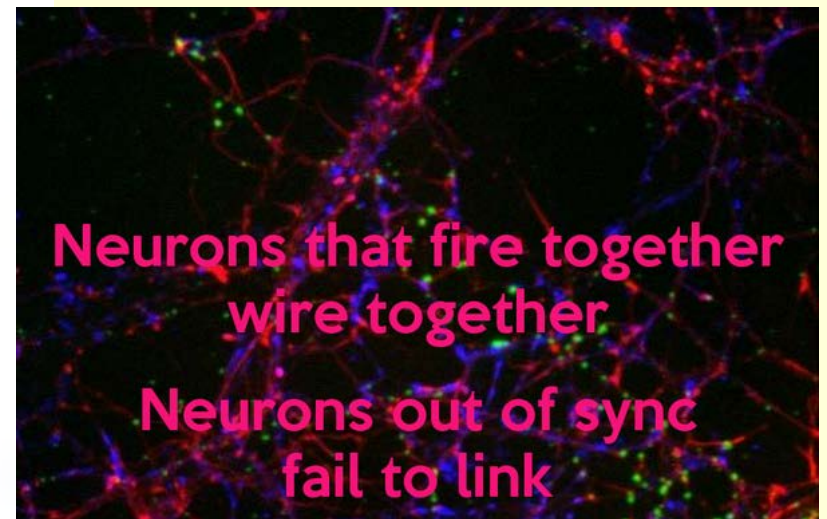
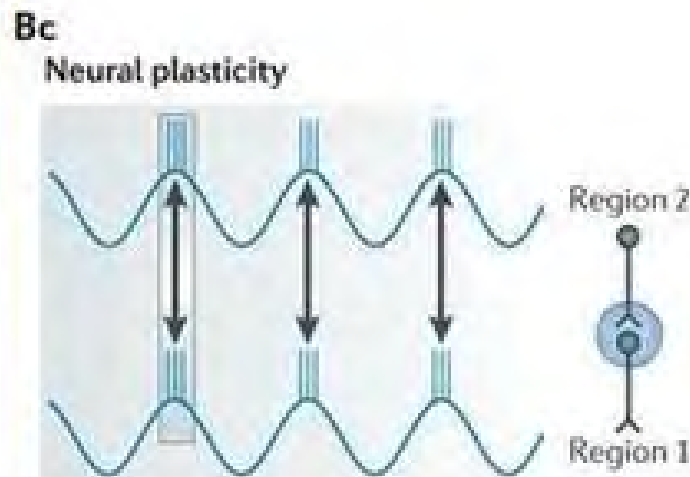
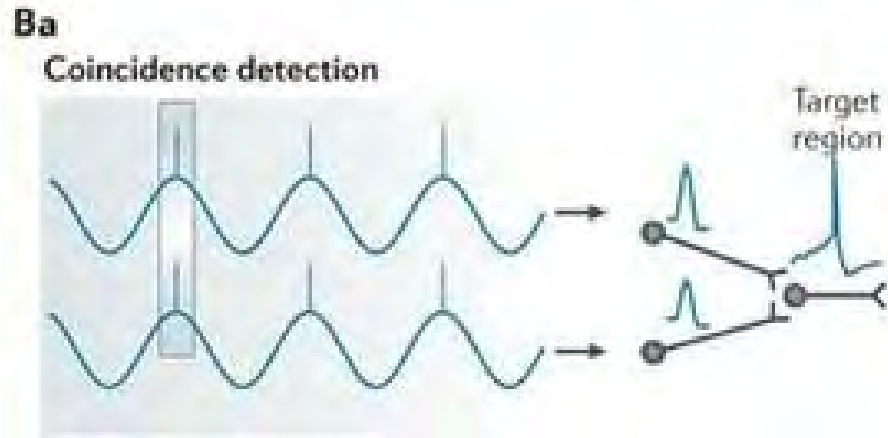
Car lorsque deux populations de neurones oscillent au **même rythme**, il devient beaucoup **plus facile** pour elles de synchroniser un grand nombre d'influx nerveux en adoptant simplement la **même phase** dans leur oscillation.

Neural communication

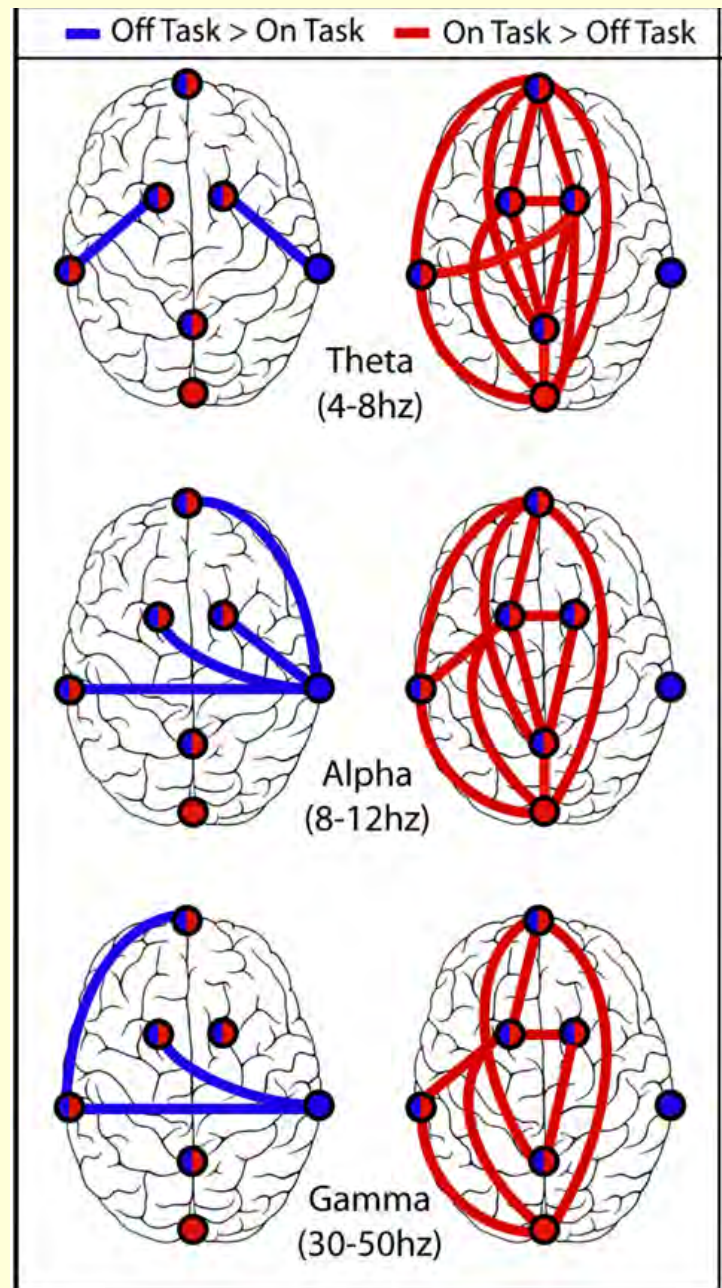


Du coup, ce sont des assemblées de neurones **entières** qui se « reconnaissent et se parlent ».

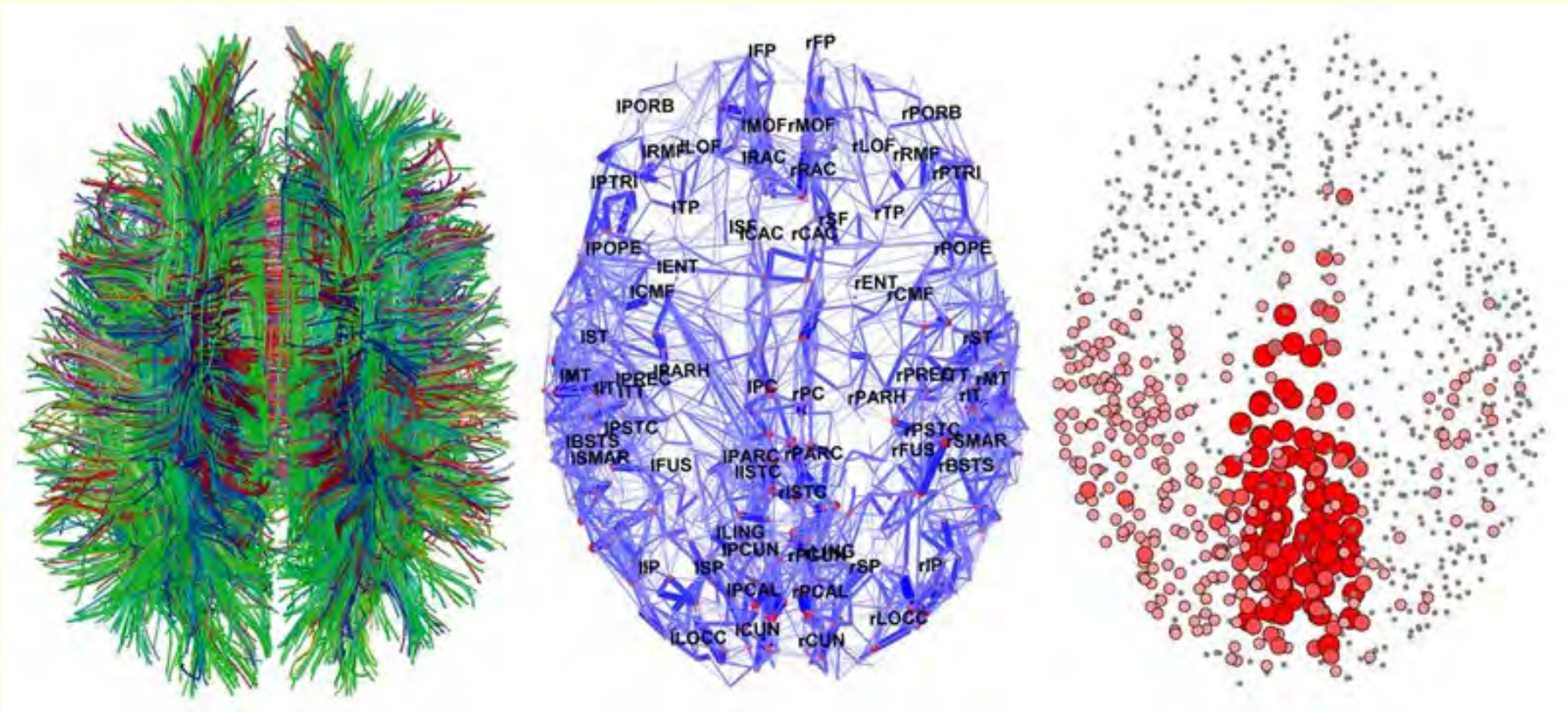
D'autres rôles fonctionnels possibles pour les oscillations neuronales



Différentes régions synchronisées par différents rythmes



À partir de l'organisation d'un **système complexe en réseau** comme le cerveau, on peut ainsi dégager un certain nombre de "hubs", c'est-à-dire de points de passage plus fréquemment utilisés pour construire les coalitions entre assemblées de neurones.

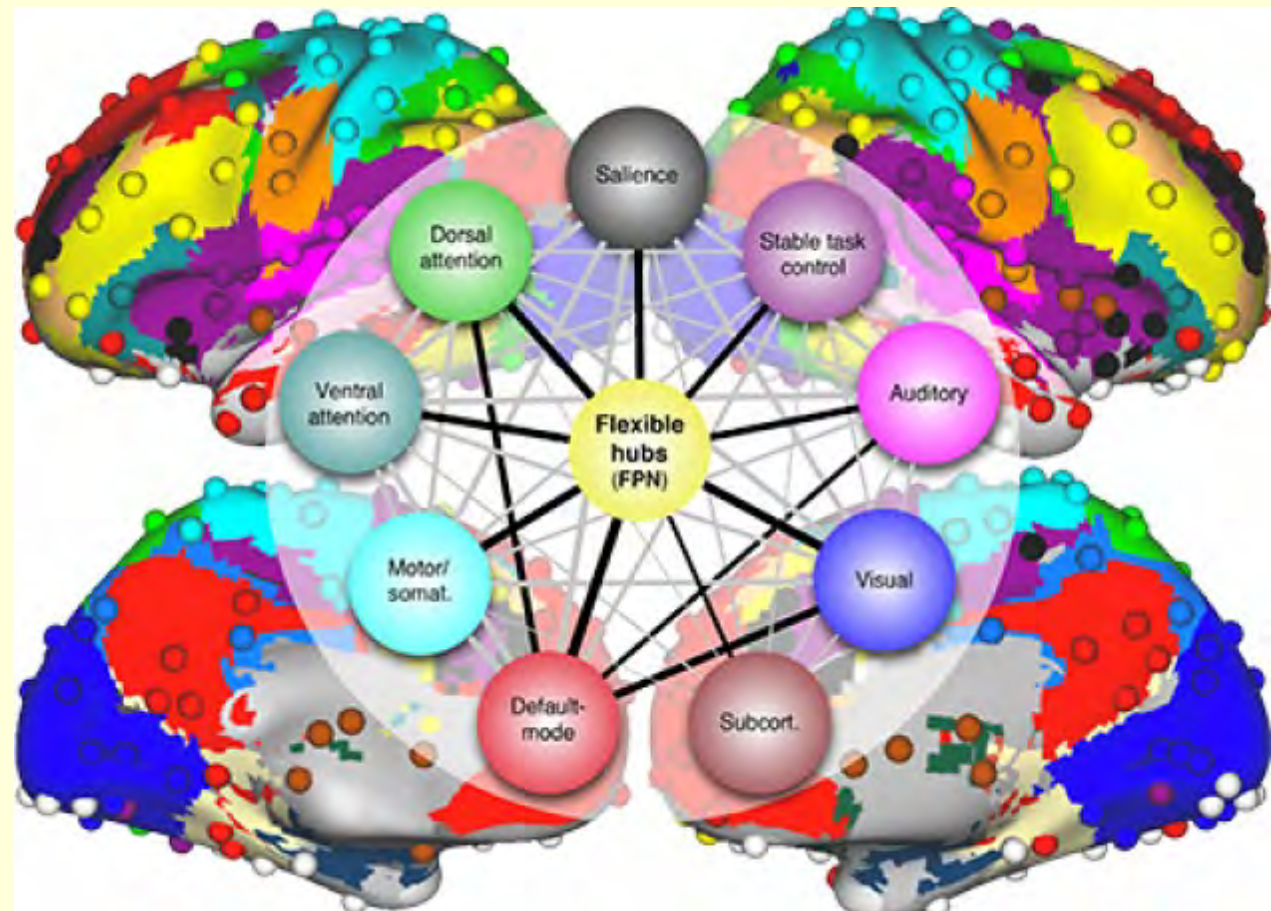


The fiber architecture of the human brain as revealed by diffusion imaging (left), a reconstructed structural brain network (middle) and the location of the brain's core, its most highly and densely interconnected hub (right).

Multi-task connectivity reveals flexible hubs for adaptive task control

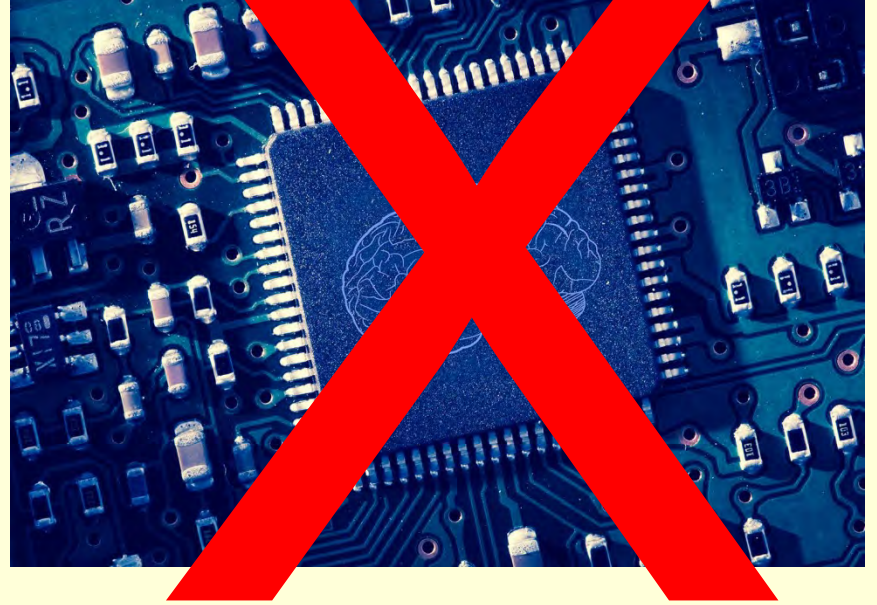
•Michael W Cole, et al. Nature Neuroscience 16, 1348–1355 (2013)

Cette étude détaille la position centrale d'un "flexible hub" permettant de **basculer** d'un réseau fonctionnel à un autre parmi les 9 principaux décrits comprenant 264 sous-régions.





Neuromythe à oublier

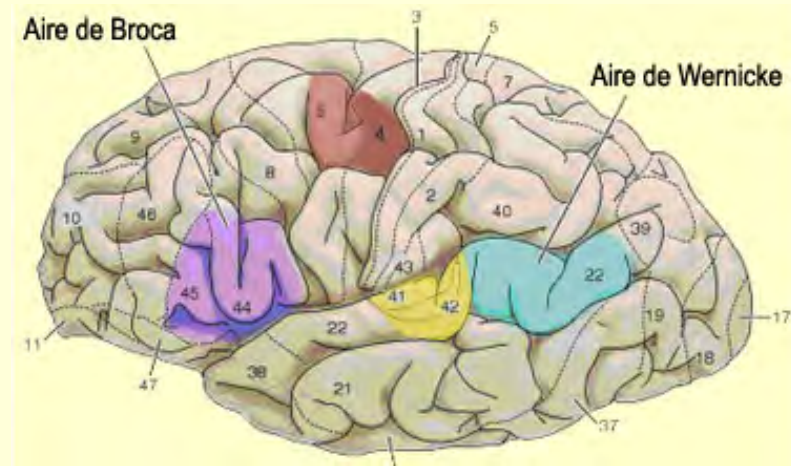
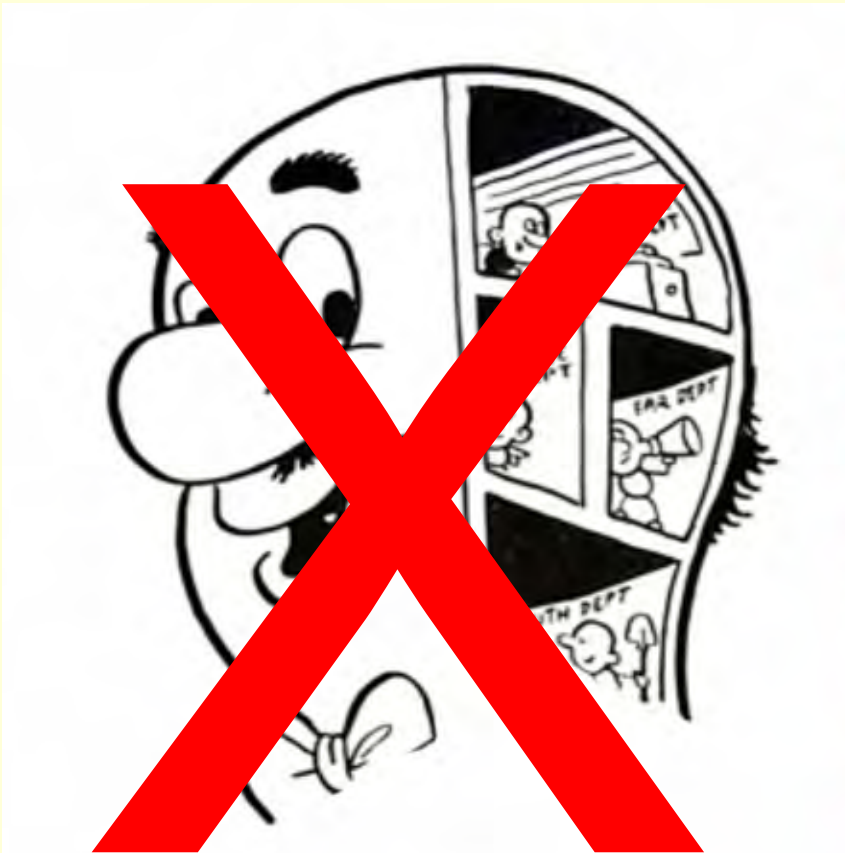


Pas de « centre de.. »
dans le cerveau.

« There is no boss in the brain. »

- M. Gazzaniga

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



“For example, Russell Poldrack (2006) estimates [...] that current **evidence for the notion that Broca’s area is a “language” region is fairly weak**, in part because it was more frequently activated by **non-language** tasks than by language-related ones.” (Michael Anderson)



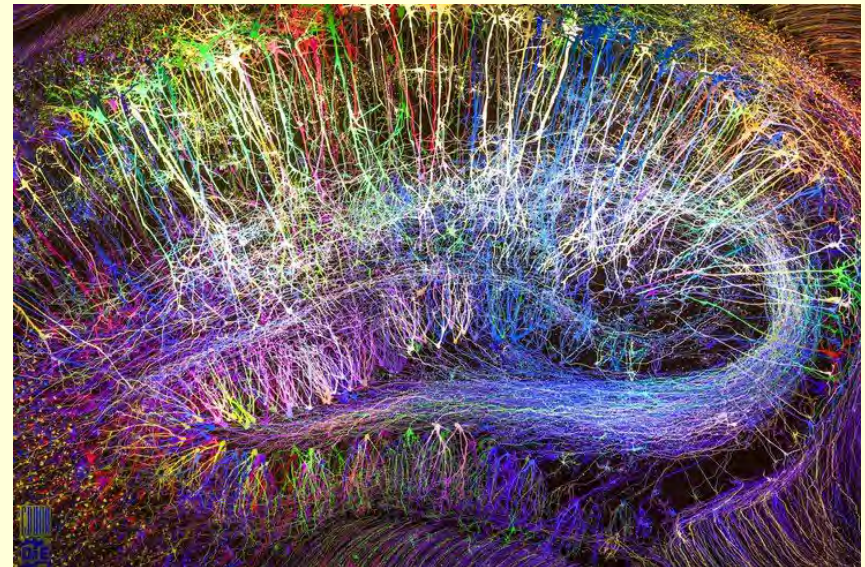
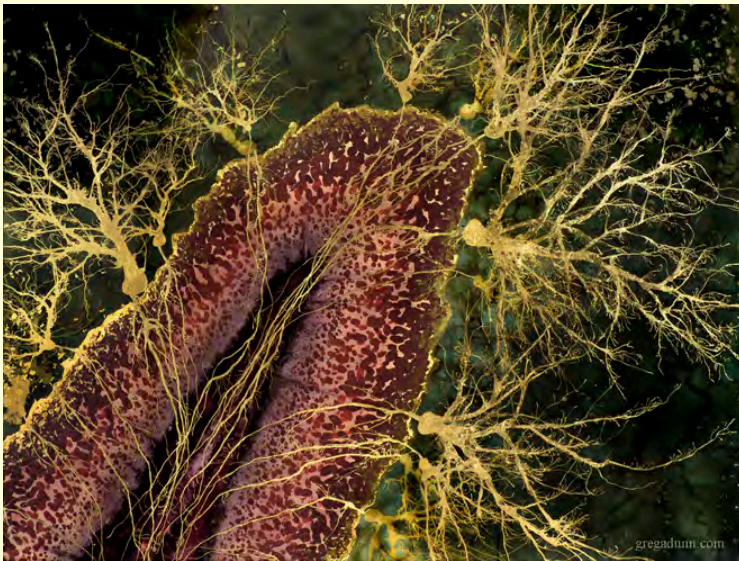
Cela dit, ce n'est pas parce qu'il y a très peu de chance de trouver des « centre de » quoi que ce soit dans le cerveau que l'on ne peut pas y trouver des structures cérébrales bien **différenciées** avec circuits neuronaux capables d'effectuer des calculs particuliers.

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

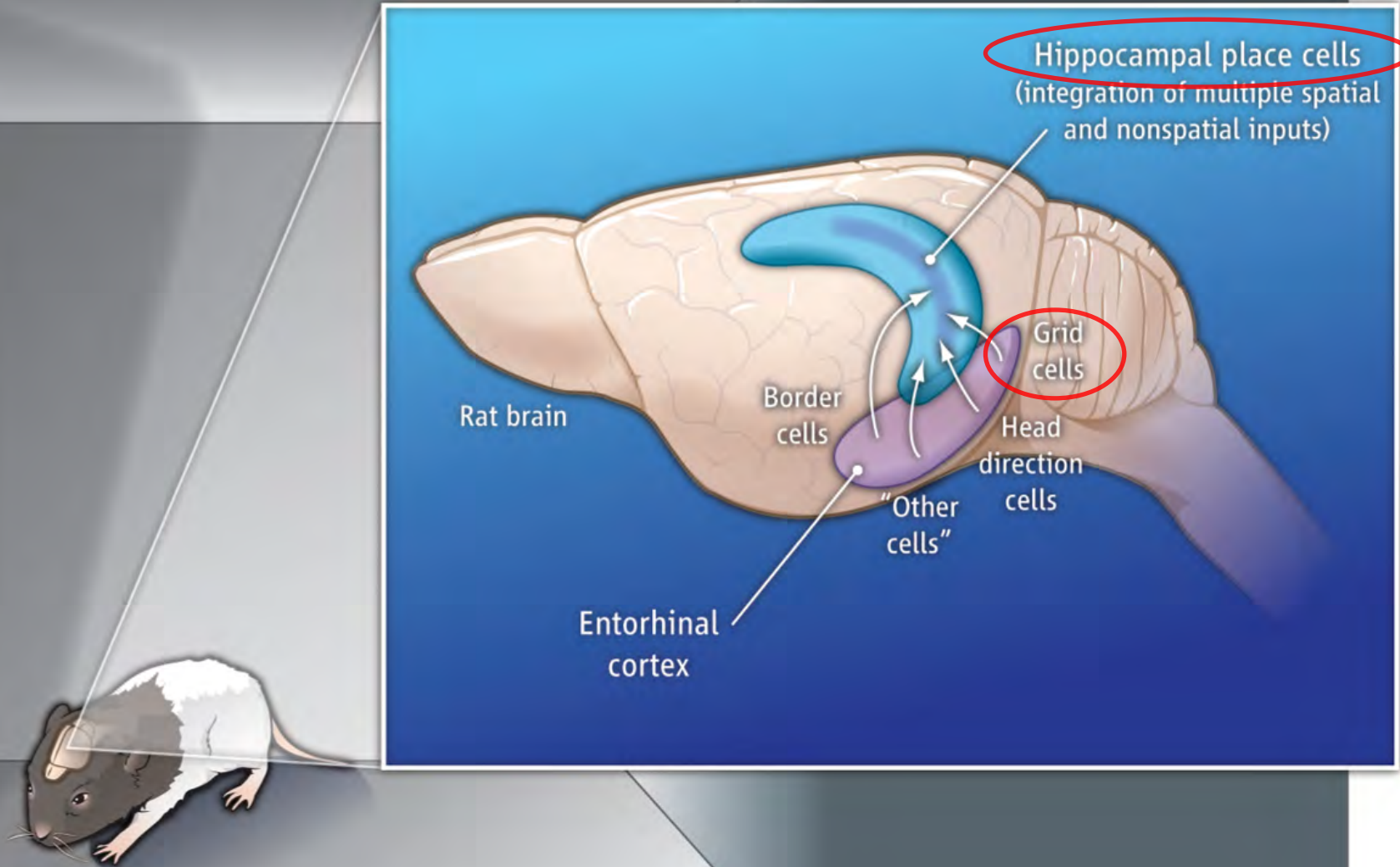
cervelet

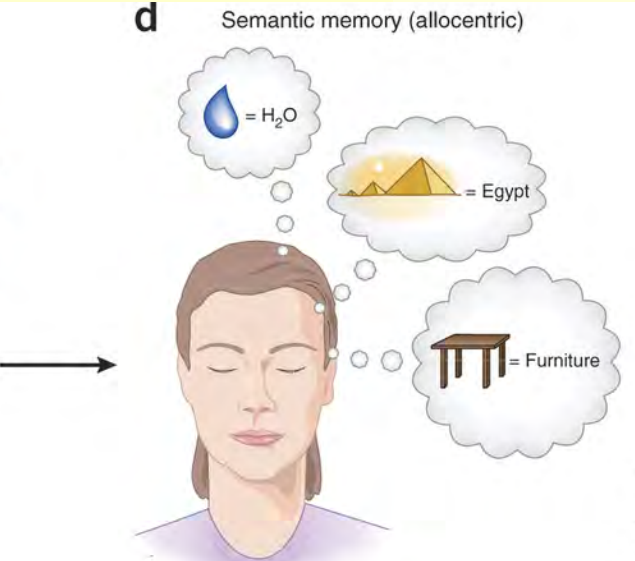
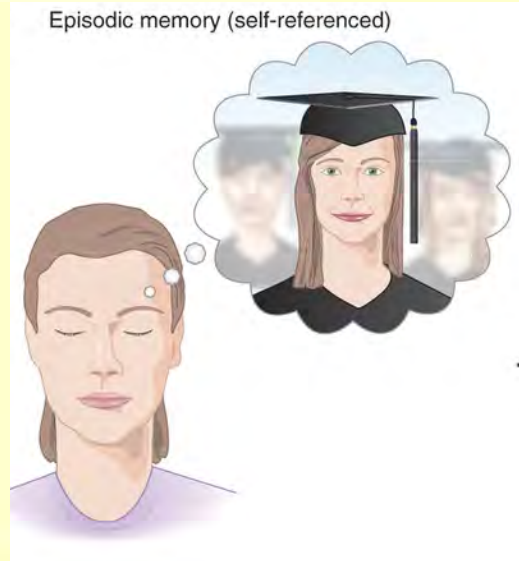
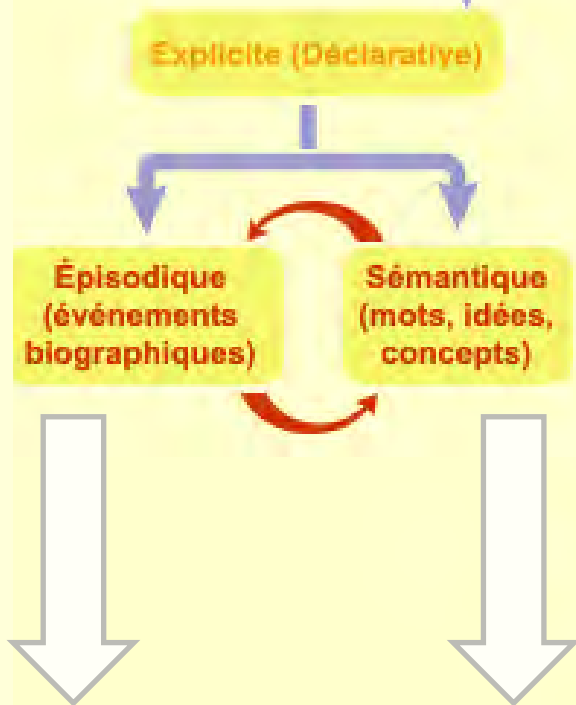
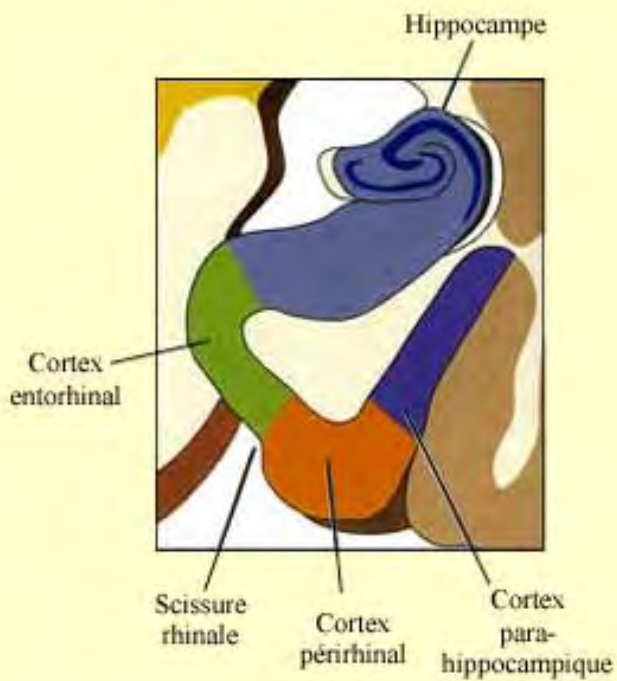
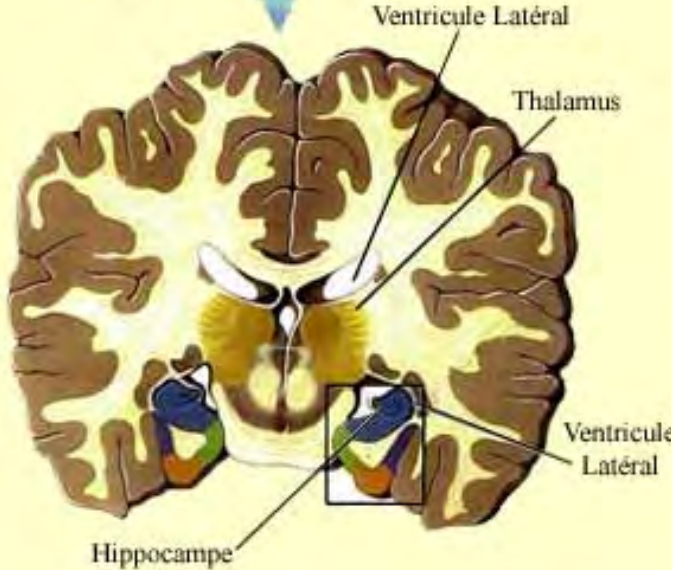
ou de

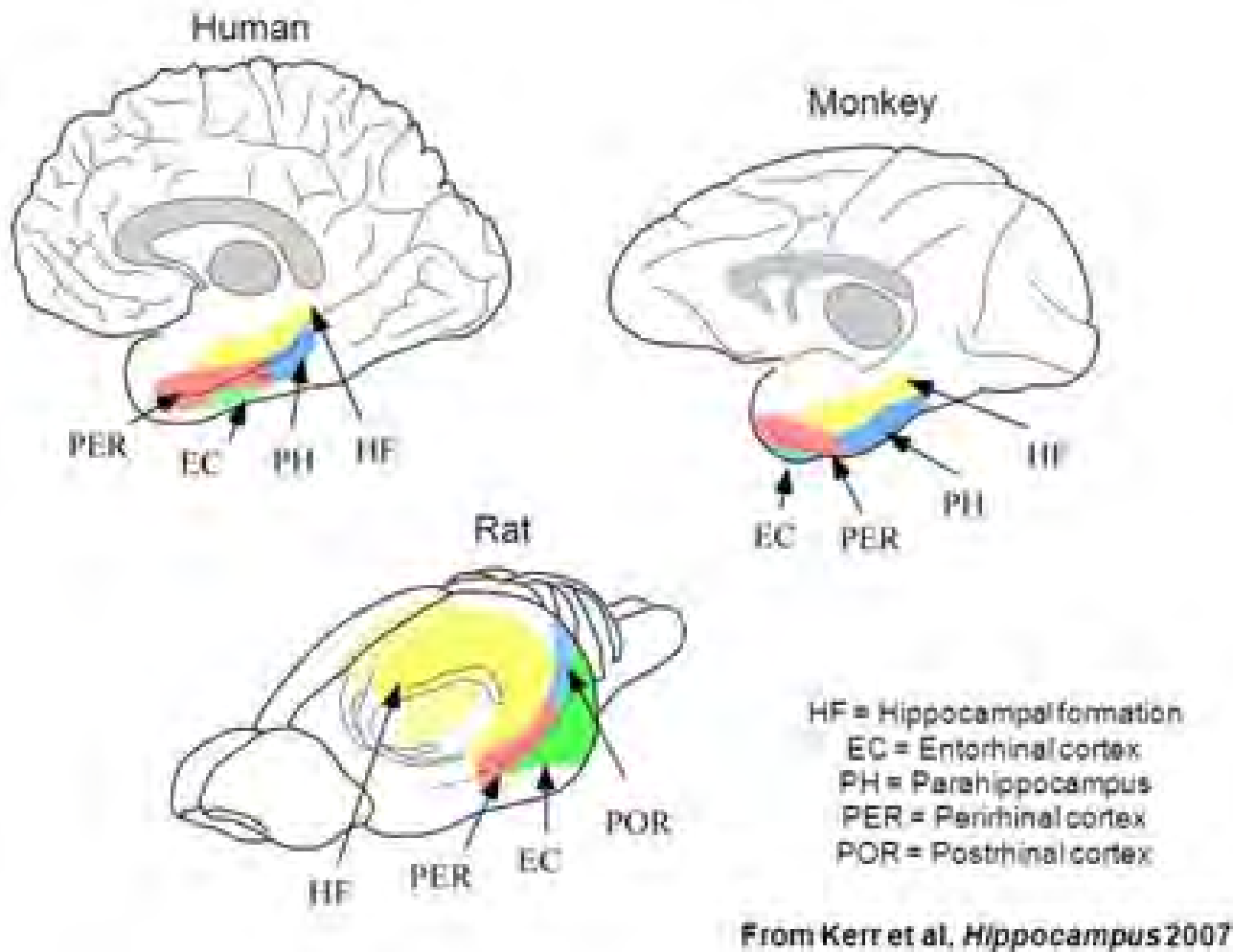
l'hippocampe



Le système de grid cells serait impliqué de la navigation mentale.







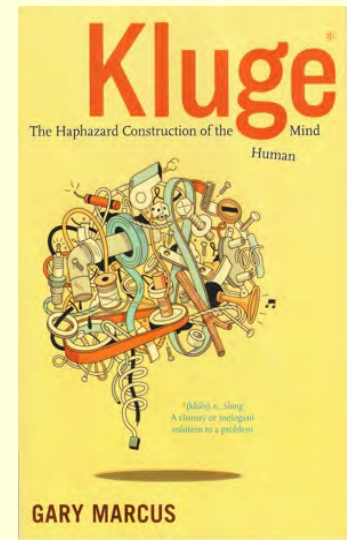
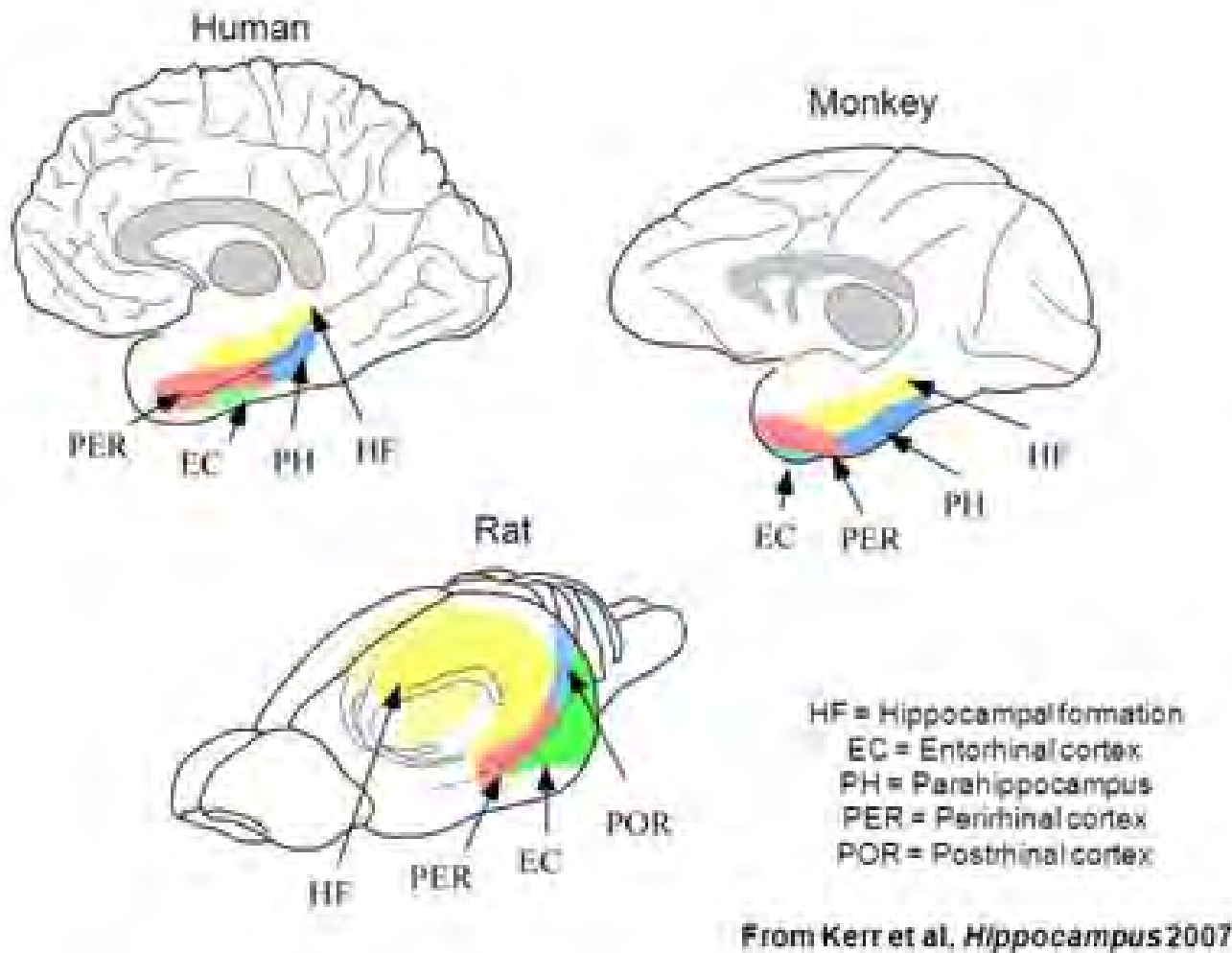
Memory, navigation and theta rhythm in the hippocampal-entorhinal system

György Buzsáki & Edvard I Moser
 January 2013

http://www.nature.com/neuro/journal/v16/n2/full/nn.3304.html?WT.ec_id=NEURO-201302

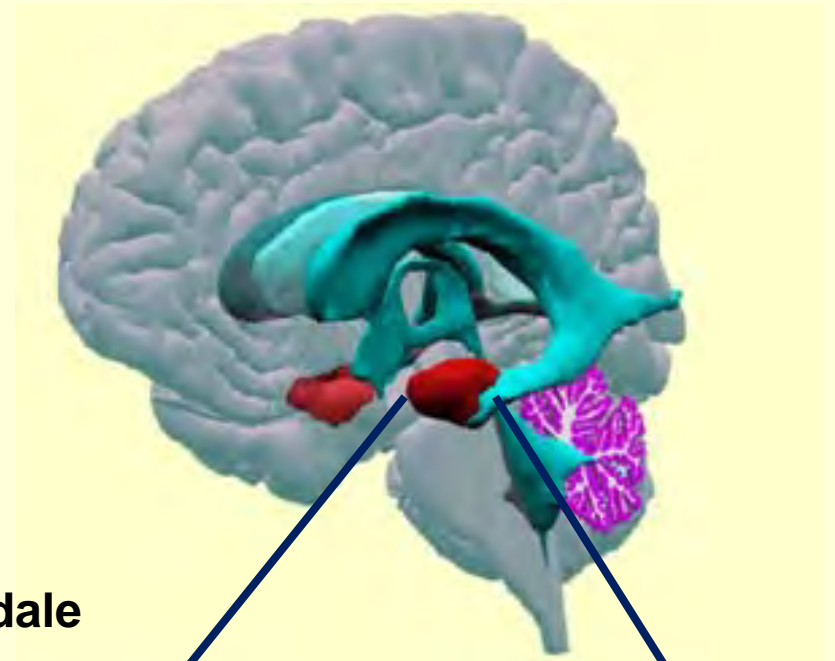
D'où leur hypothèse d'une continuité phylogénétique de la navigation spatiale et de la mémoire chez les mammifères, y compris chez l'humain :

« we propose that mechanisms of memory and planning have evolved from mechanisms of navigation in the physical world »

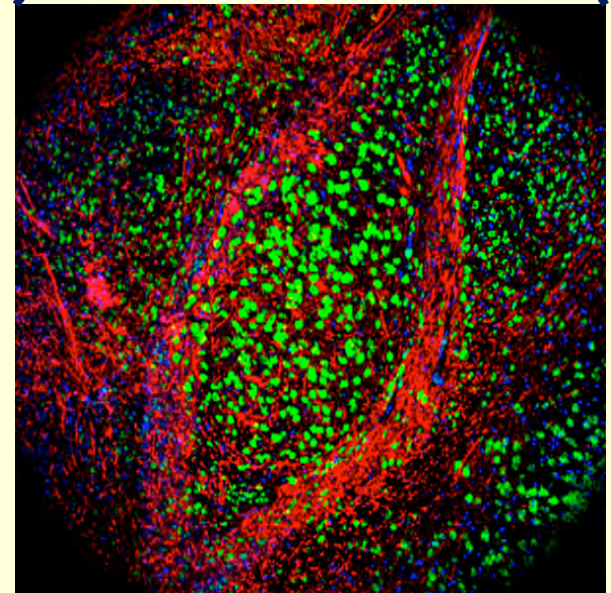


D'où leur hypothèse d'une continuité phylogénétique de la navigation spatiale et de la mémoire chez les mammifères, y compris chez l'humain :

« we propose that mechanisms of memory and planning have evolved from mechanisms of navigation in the physical world »



On peut prendre aussi l'exemple de l'**amygdale**



Exemple :



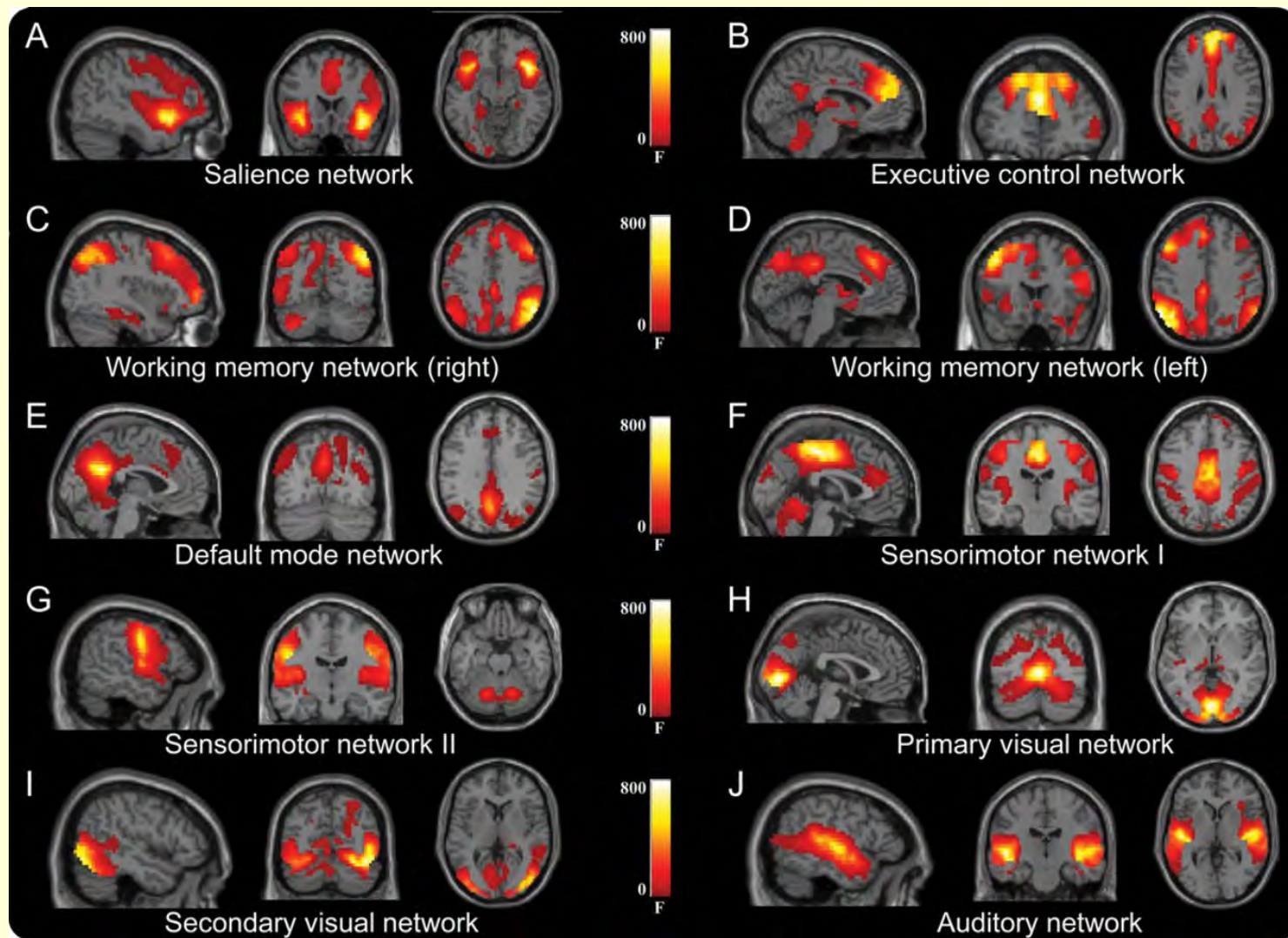
Amygdale ~~X~~ peur ?

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



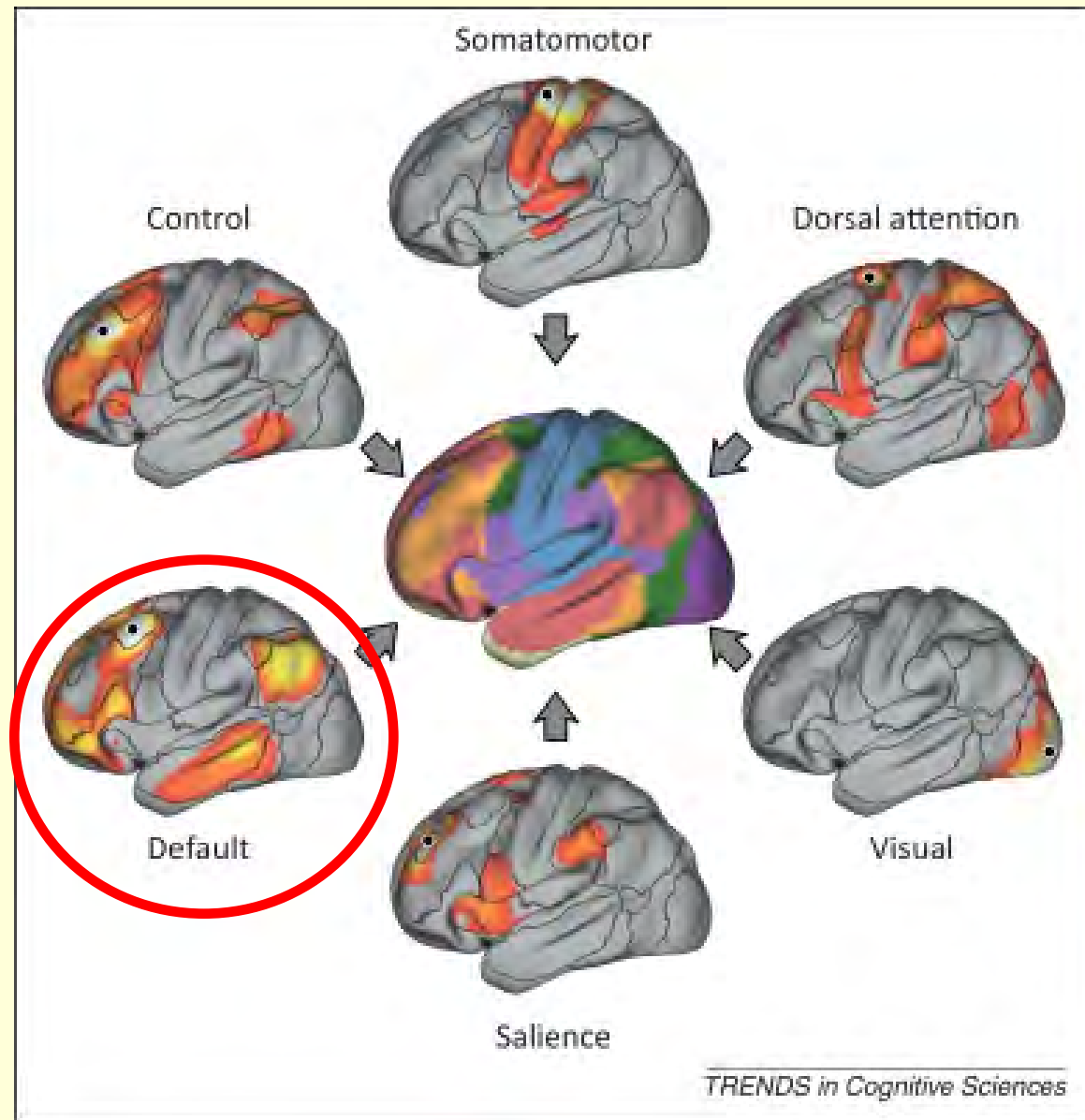
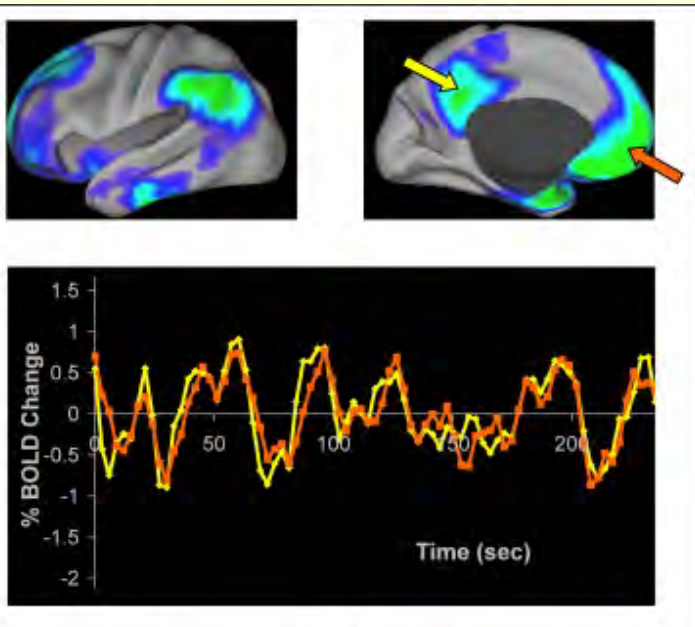
Si l'amygdale peut être active dans des situations si différentes, **c'est qu'elle n'agit pas seule**.

Elle s'intègre dans **différents circuits cérébraux impliquant plusieurs structures**.



On a pu identifier plusieurs de ces réseaux cérébraux à large échelle actifs dans différentes situations

(corrélation d'oscillations lentes à partir d'une zone prise comme référence)

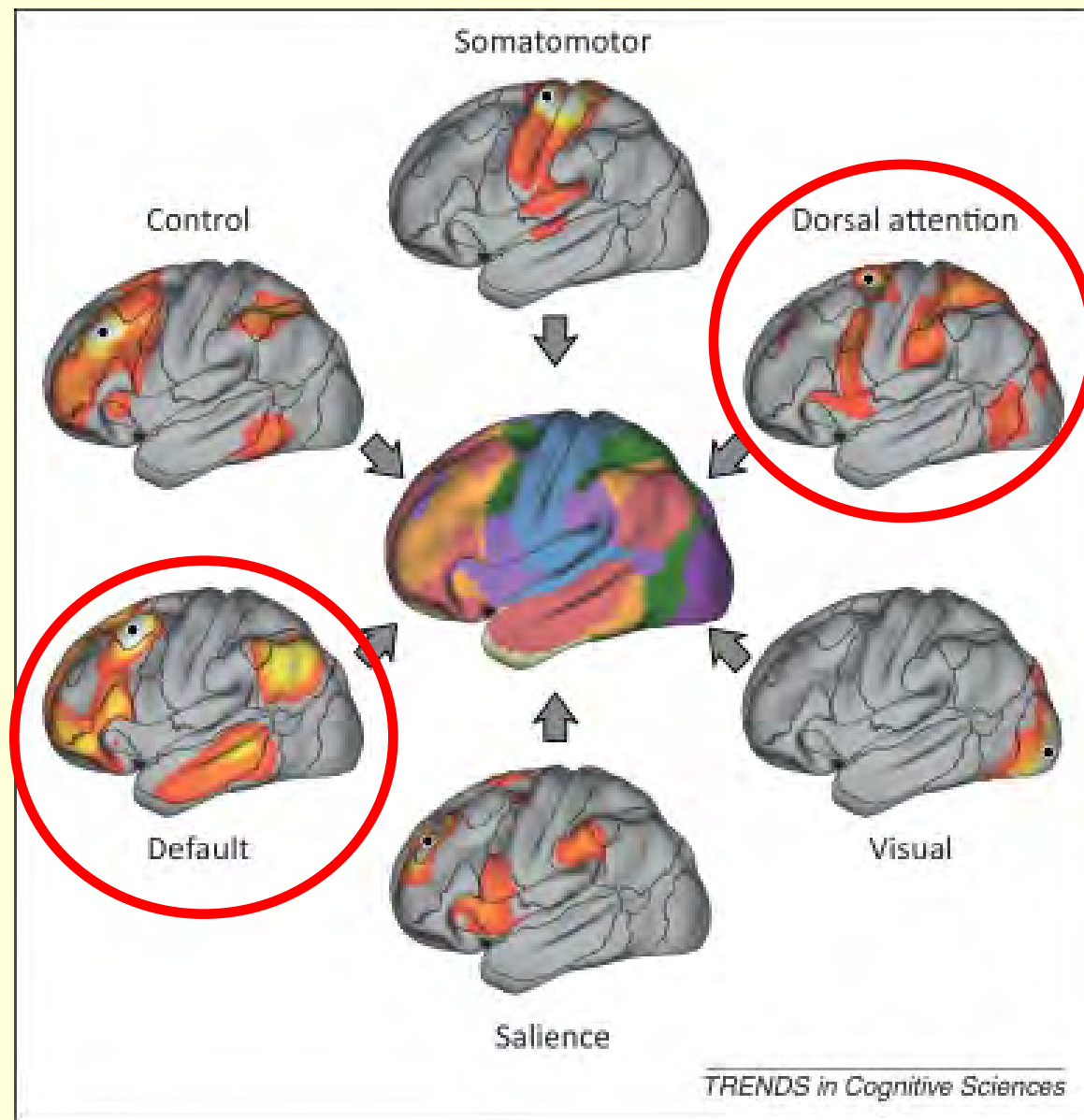


The evolution of distributed association networks in the human brain, Randy L. Buckner & Fenna M. Krienen, Trends in Cognitive Sciences, Vol. 17, Issue 12, 648-665, [13 November 2013](#)

On est souvent dans **deux états mentaux qui s'opposent** et sont, d'une certaine façon, mutuellement exclusifs.

Soit nous sollicitons notre réseau de **l'attention** pour nous concentrer sur une tâche cognitive pour la résoudre.

Ou soit notre **réseau du mode par défaut** nous repasse des extraits de ce film de notre vie personnelle et sociale quand nous sommes peu sollicité par notre environnement.



Et c'est ce que l'on observe :

une **anti-corrélation** entre les activités de ces deux systèmes qui est visible dans leur activité spontanée au repos,

The human brain is intrinsically organized into dynamic, anticorrelated functional networks
Fox et al (2005) PNAS
<http://www.pnas.org/content/102/27/9673.full>

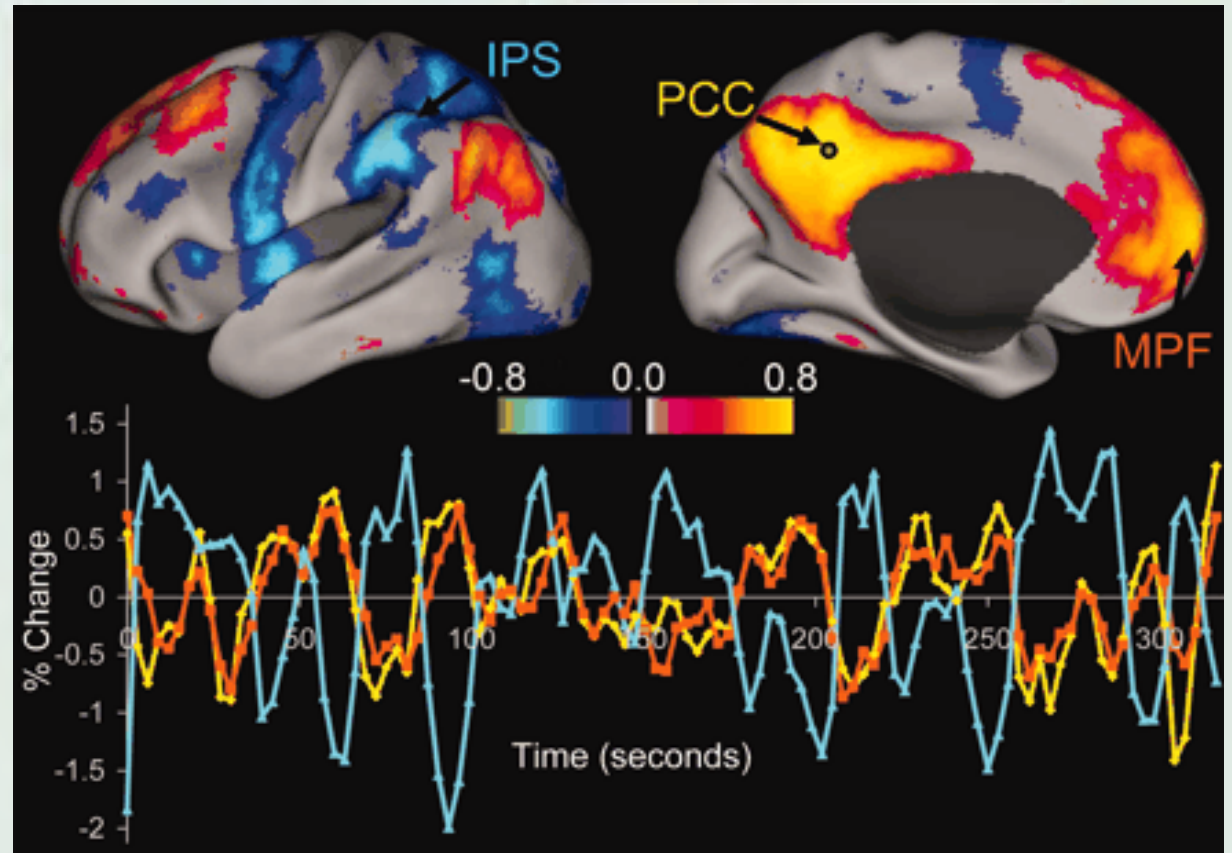
↑ « idées noires » ?



Dorsal Attention Network



Default Mode Network



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

February 24, 2015

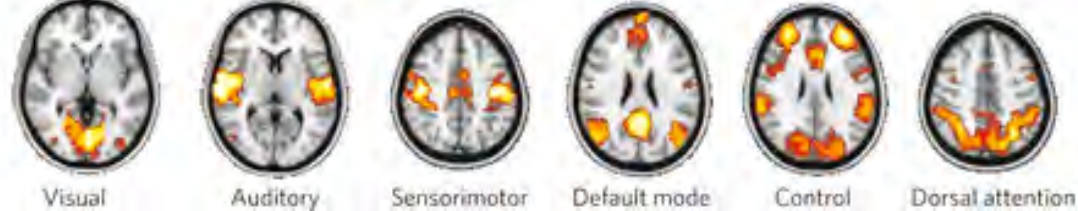
<http://www.biologicalpsychiatryjournal.com/article/S0006-3223%2815%2900143-2/abstract>

Default mode network mechanisms of transcranial magnetic stimulation in depression.

Liston C, Chen AC, Zebley BD, Drysdale AT, Gordon R, Leuchter B, Voss HU, Casey BJ, Etkin A, Dubin MJ.

2014 Feb 5.

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



Visual

Auditory

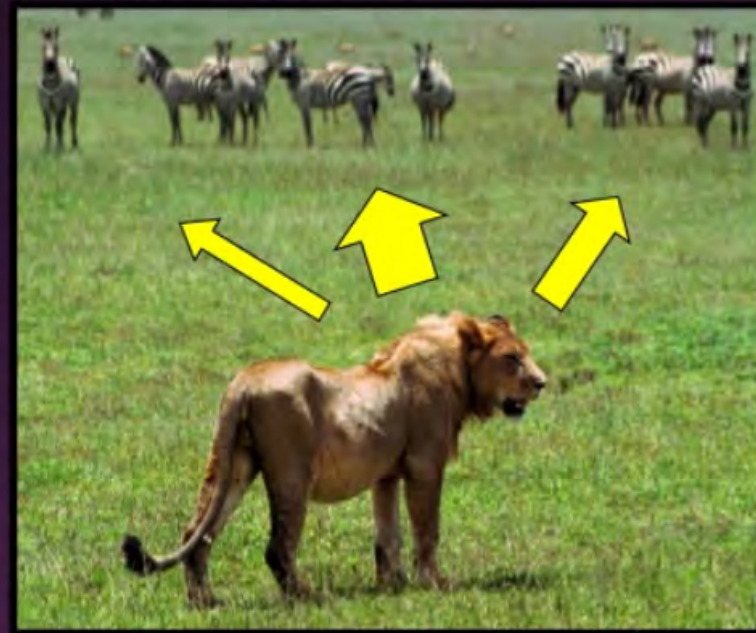
Sensorimotor

Default mode

Control

Dorsal attention

Ces réseaux ne sont évidemment pas les seules configurations que notre cerveau peut prendre. Car à tout moment, le monde lui présente des possibilités d'action. D'où une **succession de configurations changeantes** qui surgissent continuellement.



On va en parler à la séance #3

- The world presents animals with multiple opportunities for action ("affordances")
- Cannot perform all actions at the same time
- Real-time activity is constantly modifying affordances, introducing new ones, etc.

Paul Cisek Model - No "Decision" "Decision-Making"

<http://www.slideshare.net/BrainMoleculeMarketing/uqam2012-cisek>

En guise de conclusion :

petite incursion vers le **corps**
et les **comportements...**

Grâce à nos facultés d'apprentissage, notre organisme développe **une multitude de dispositions à agir** face à telle ou telle situation

qui sont autant de « **micro-identités** » associées à des « **micro-mondes** ».

(Francisco Varela)

Ces micro-mondes, correspondent à l'**émergence** de sous-ensembles de neurones provisoirement reliés entre eux à force d'interactions sensori-motrices récurrentes avec notre environnement.



Si l'on prend l'exemple d'un déjeuner, on dispose de tout un savoir faire complexe (manipulation des assiettes, position du corps, pause dans la conversation, etc.) que l'on exécute sans avoir à réfléchir.



Puis on arrive au bureau, et on entre dans un nouvel état d'esprit, avec un mode de conversation différent, des postures différentes, des jugements différents.



Entre le deux, il y a eu une **bifurcation**, une **micro-rupture** qui a marqué le passage d'un miro-monde à un autre.

Ces micros-ruptures, on en vit des dizaines par jour et elles passent inaperçues.

D'autres ruptures sont plus apparentes, plus conscientes, comme lorsque vous vous apercevez que votre portefeuille n'est pas dans la poche où il devrait être.

Un nouveau monde surgit brusquement, vous vous arrêtez, votre tonalité émotionnelle change, vous avez peur de l'avoir perdu, vous retournez vivement sur vos pas en espérant que personne ne l'a pris, etc...



Autre exemple de ruptures apparentes, voire constantes :

lorsque nous allons pour la première fois dans **un pays étranger**, il y a alors absence très nette de disposition à agir face à des micro-mondes pour la plupart inconnus.



Lorsqu'un micro-monde est **inconnu**, il nous faut élaborer une nouvelle micro-identité, processus qui devient alors **conscient**.

Et c'est dans ces moments qu'une certaine **créativité** peut s'exprimer dans le choix des comportements...

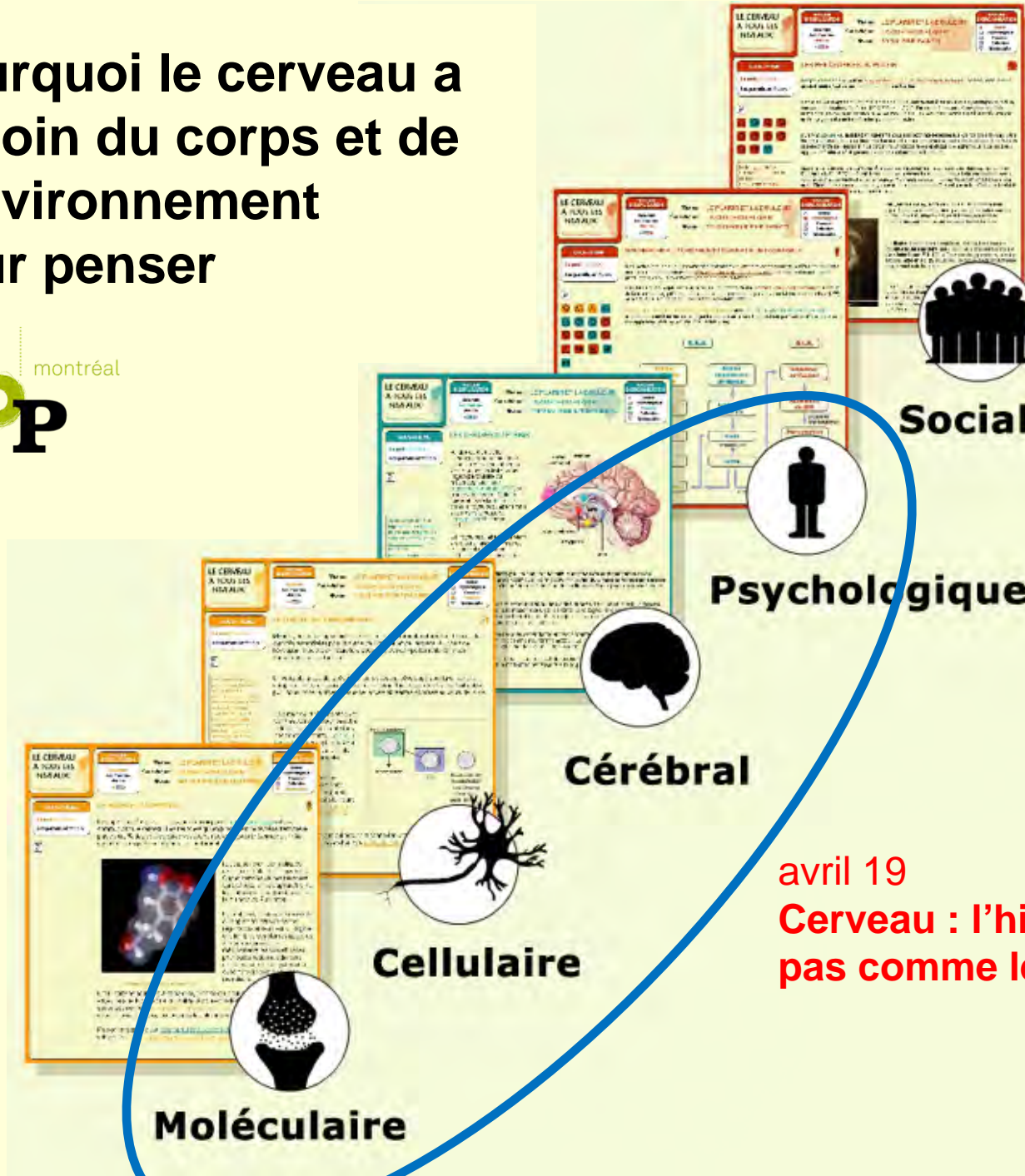
Par conséquent, toutes ces micro-identités en réponse à différents micromondes ne formeraient **pas un « moi » unitaire réel**,



mais **une succession de configurations changeantes** qui surgissent et se dissipent constamment,

ce que Francisco Varela appelle un « **moi virtuel** » issu des propriétés émergentes (ou auto-organisatrices) de notre cerveau.

Pourquoi le cerveau a besoin du corps et de l'environnement pour penser



avril 26
Cerveau et corps
ne font qu'un
(la cognition
incarnée)

avril 19
Cerveau : l'histoire d'un organe
pas comme les autres

Après la pause :

Ordinateur et cerveau, un combat à finir...





Au coeur de la machine. Démystifier l'informatique et son impact sur la société

<http://www.upopmontreal.com/hiver-2017/au-coeur-de-la-machine-demystifier-linformatique-et-son-impact-sur-la-societe/>

Professeur-e(s)
Mathieu Petitpas

20 février au 18 avril 2017

Cognitivism

Domine les sciences cognitives du milieu des années 1950 aux années 1980.

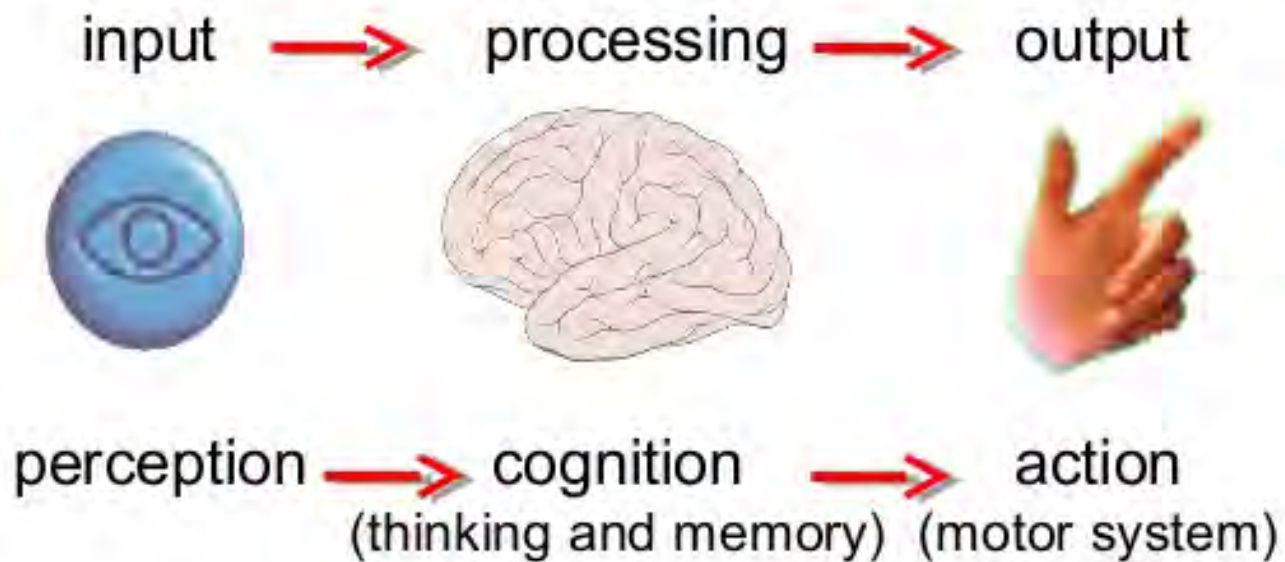


Considère à nouveau l'esprit qu'il compare à un ordinateur.

Ici, la cognition c'est le traitement de l'information :

la **manipulation de symbole** à partir de règles.

computational analogy



Cela conduit à la thèse de « **réalisation multiple** » inspirée directement de la métaphore avec l'ordinateur où le cerveau serait le « hardware » et la cognition le « software »

(et donc le software pourrait « rouler » sur différents hardware...)



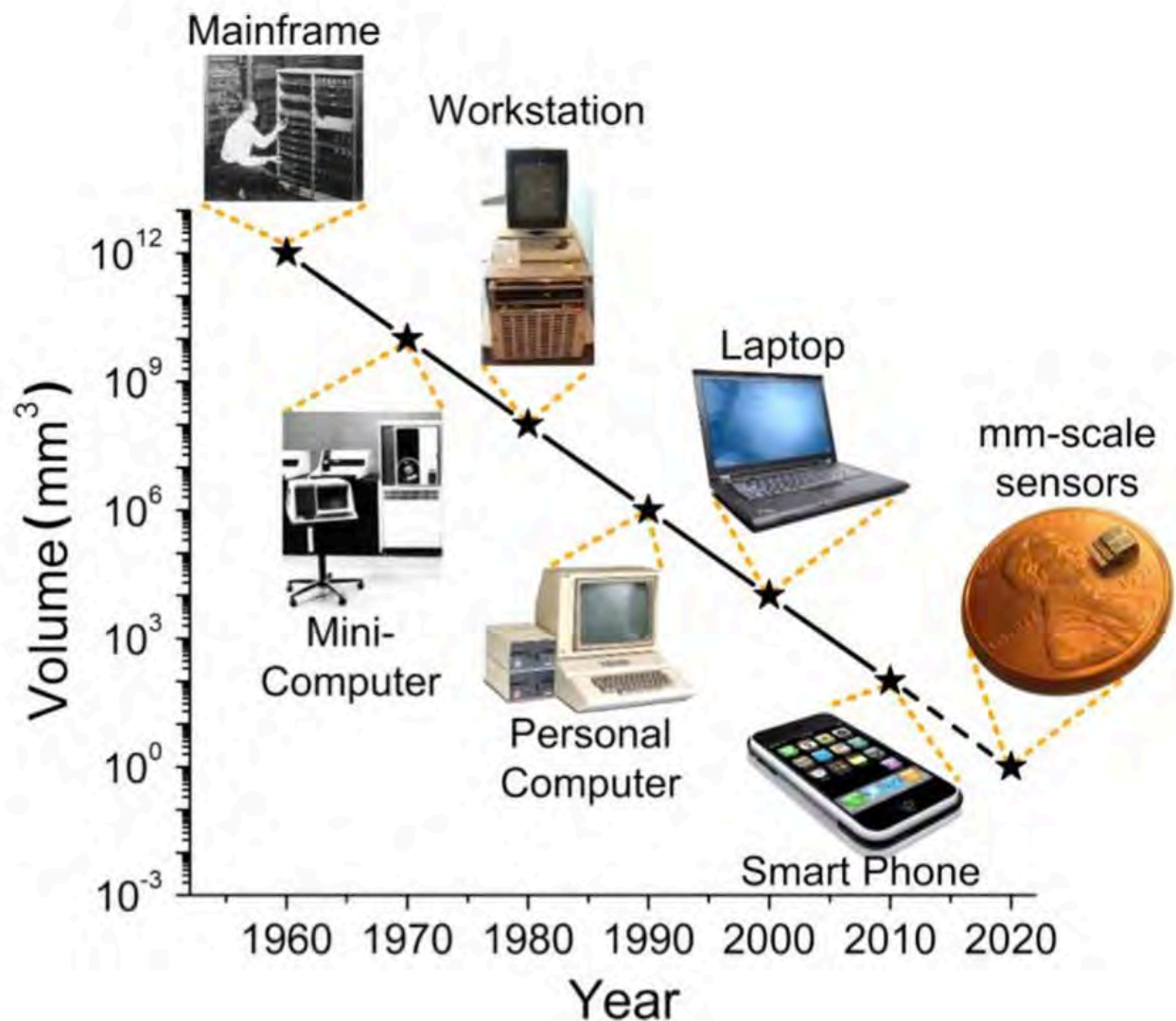
Dans ce modèle, la nature du substrat physique qui permet la cognition importe peu.

Il est peut-être bon de rappeler ici que tout au long de l'Histoire occidentale, les technologies de pointe d'une époque ont toujours influencé les analogies utilisées pour tenter de comprendre l'esprit humain.

- les pompes et les fontaines étaient les métaphores dominantes derrière la conception de l'âme dans la Grèce Antique;
- la théorie des humeurs a dominé la médecine occidentale pendant 2000 ans;
- les engrenages et les ressorts des horloges ont joué un rôle similaire pour la pensée mécanisme durant le siècle des Lumières
- l'hydraulique était à l'honneur avec le concept de libido de Freud;
- les panneaux de contrôle avec fils des téléphonistes ("telephone switchboards") ont été utilisés par les behavioristes pour expliquer les réflexes;
- Etc...



Ce n'est donc pas surprenant que la "révolution cognitive", qui s'est faite en parallèle avec le développement de l'ordinateur, ait naturellement adopté cette métaphore.



Mais peu importe la technologie qui guide nos réflexions sur la cognition humaine,

il y a toujours le **risque que la métaphore puisse être poussées trop loin....**

Software



Sistema Operativo



MS Word



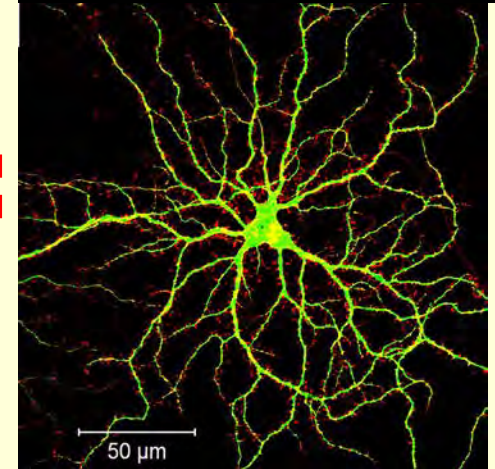
Antivirus

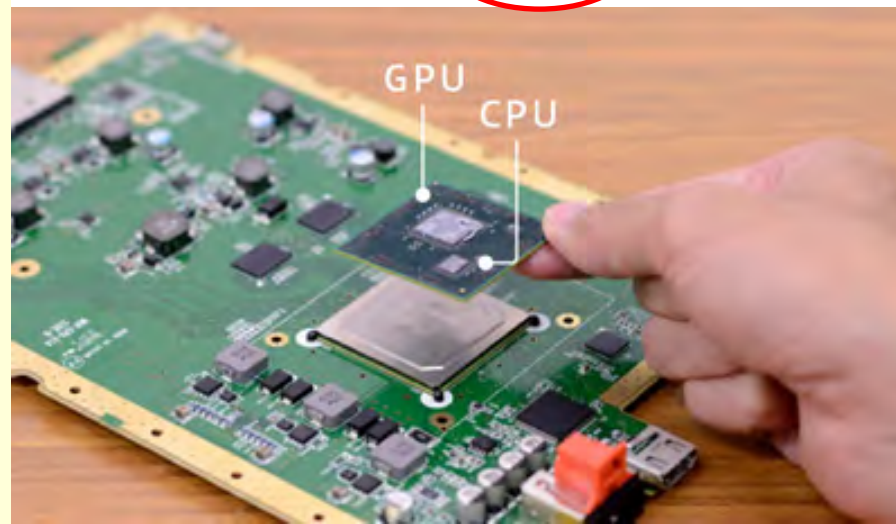
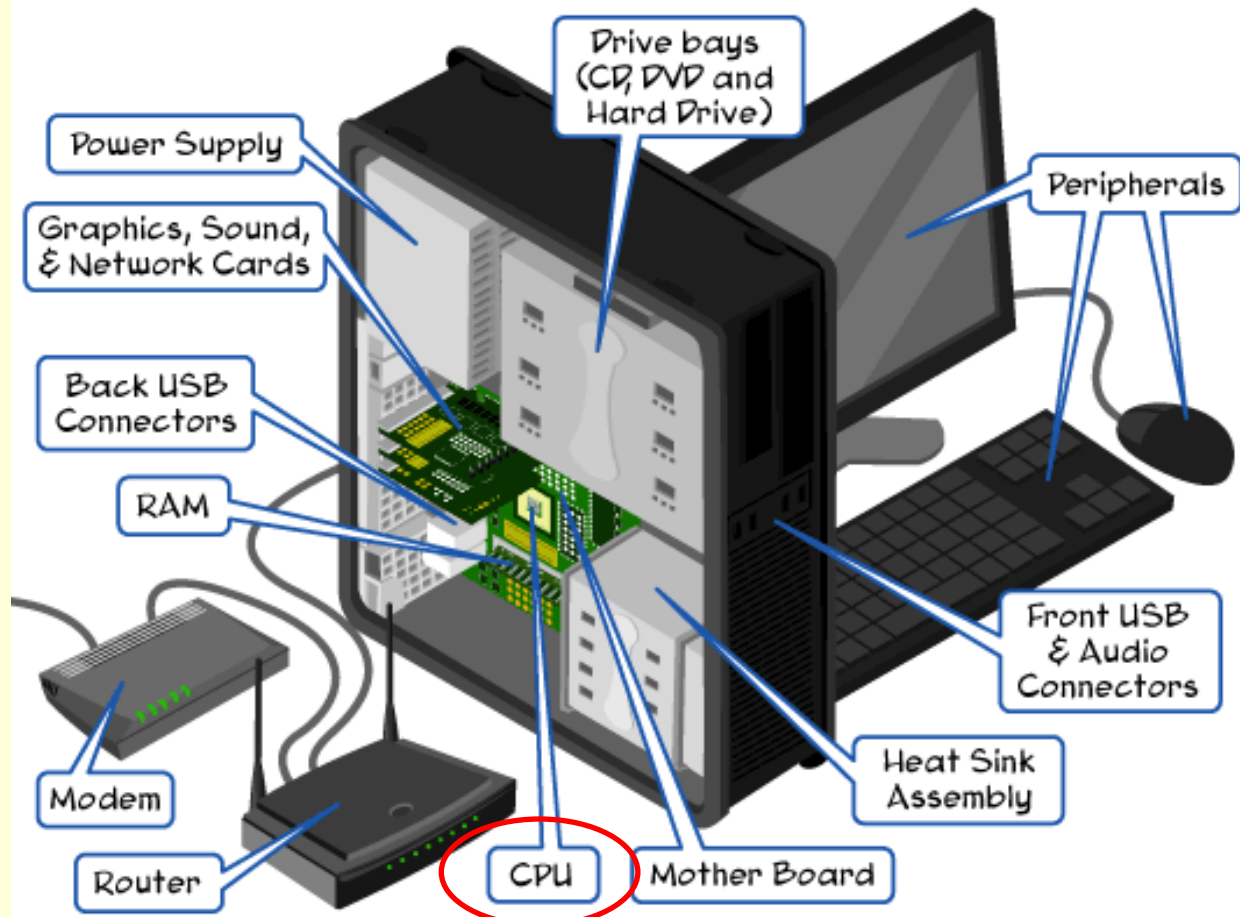
Hardware



?

=



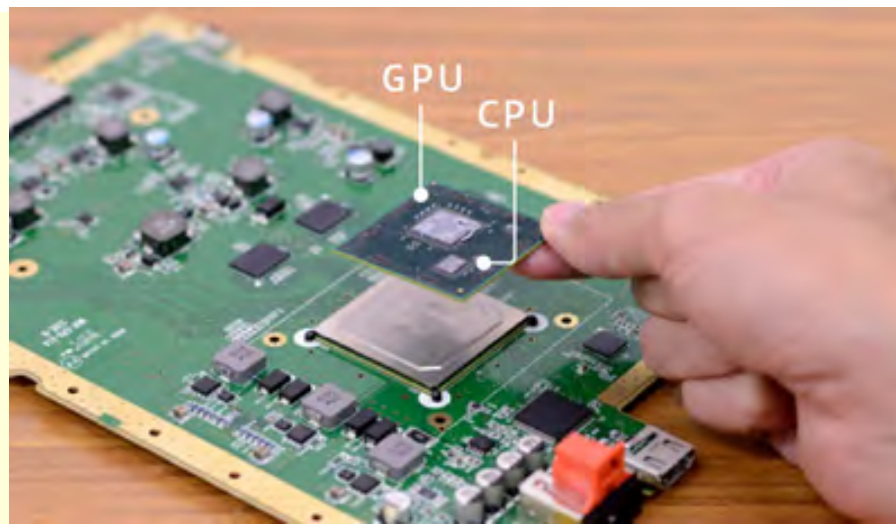


A CPU (Central Processing Unit), or processor as it is sometimes called, is the main chip in the computer and is located on the Motherboard.

The CPU is often referred to as the brain of the computer.

!?!?

<http://www.slideshare.net/DanielAtkinson96/internal-components-of-the-computer>





Un **processeur** (ou **unité centrale de traitement, UCT**, en anglais *central processing unit, CPU*) est un composant présent dans de nombreux dispositifs électroniques qui exécute les instructions machine des programmes informatiques.

Avec la mémoire, c'est notamment l'un des composants qui existent depuis les premiers ordinateurs et qui sont présents dans tous les ordinateurs.

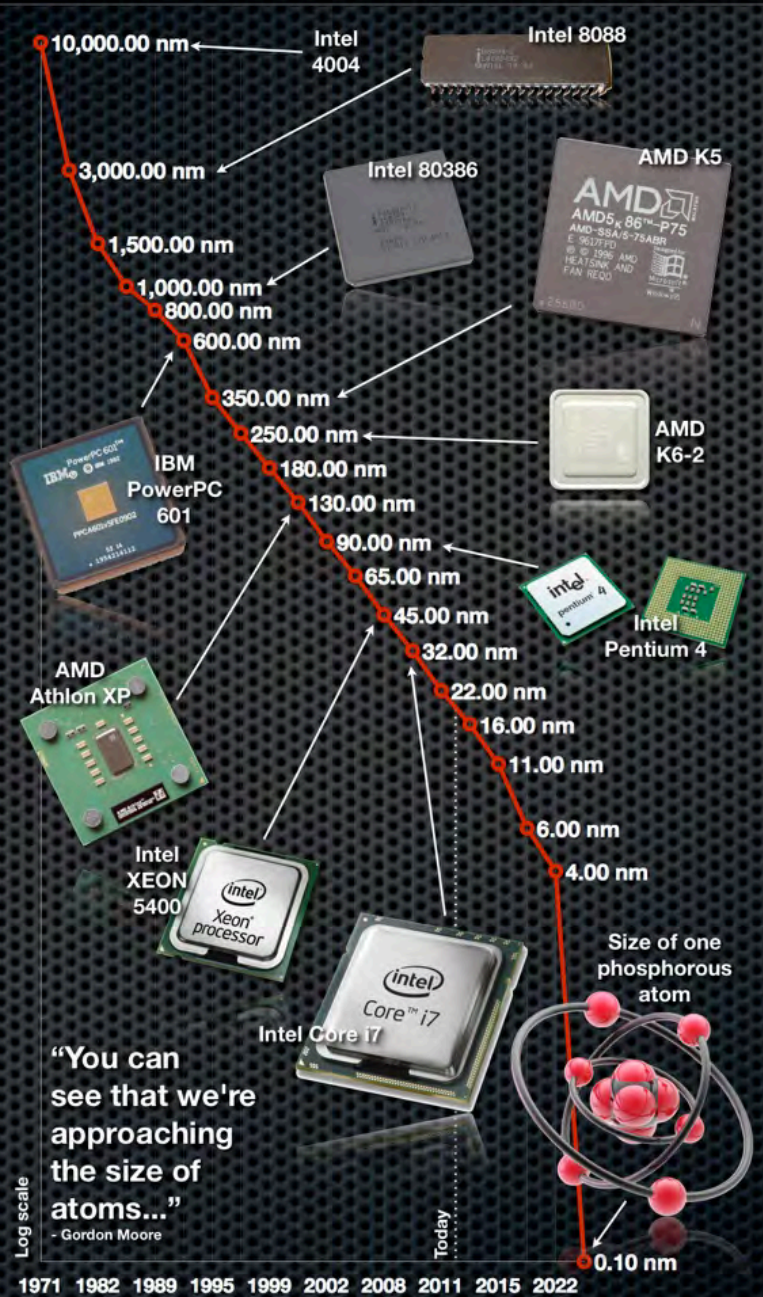
L'invention du transistor en 1948 a ouvert la voie à la miniaturisation des composants électroniques.





How small can a transistor be?

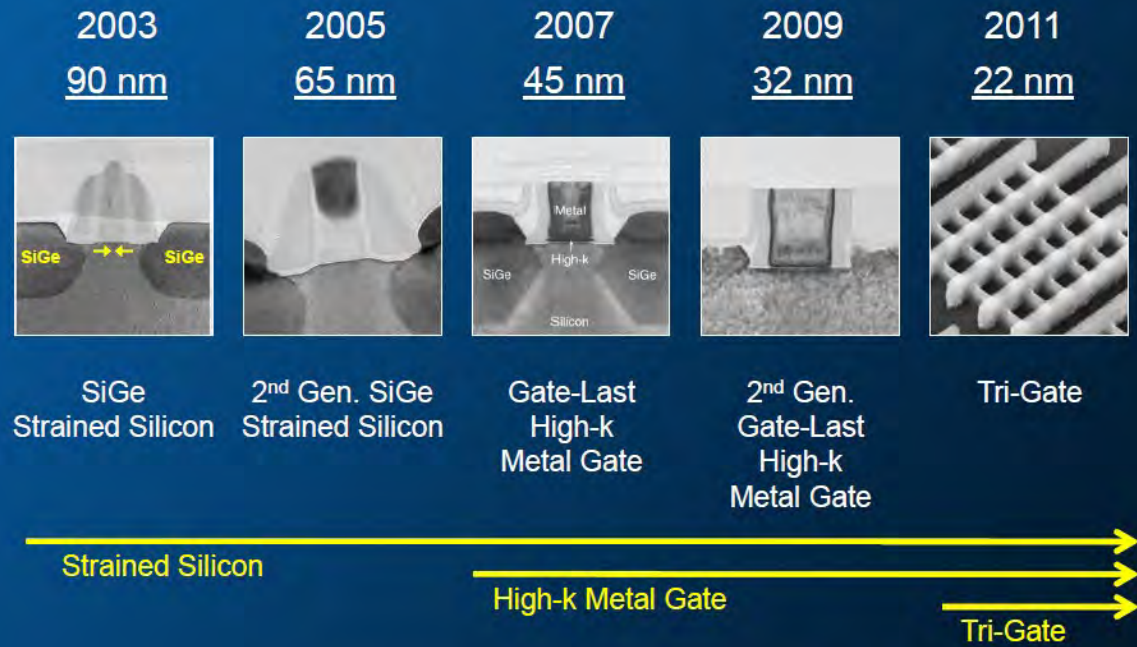
The evolution of microprocessor manufacturing processes



1971 1982 1989 1995 1999 2002 2008 2011 2015 2022

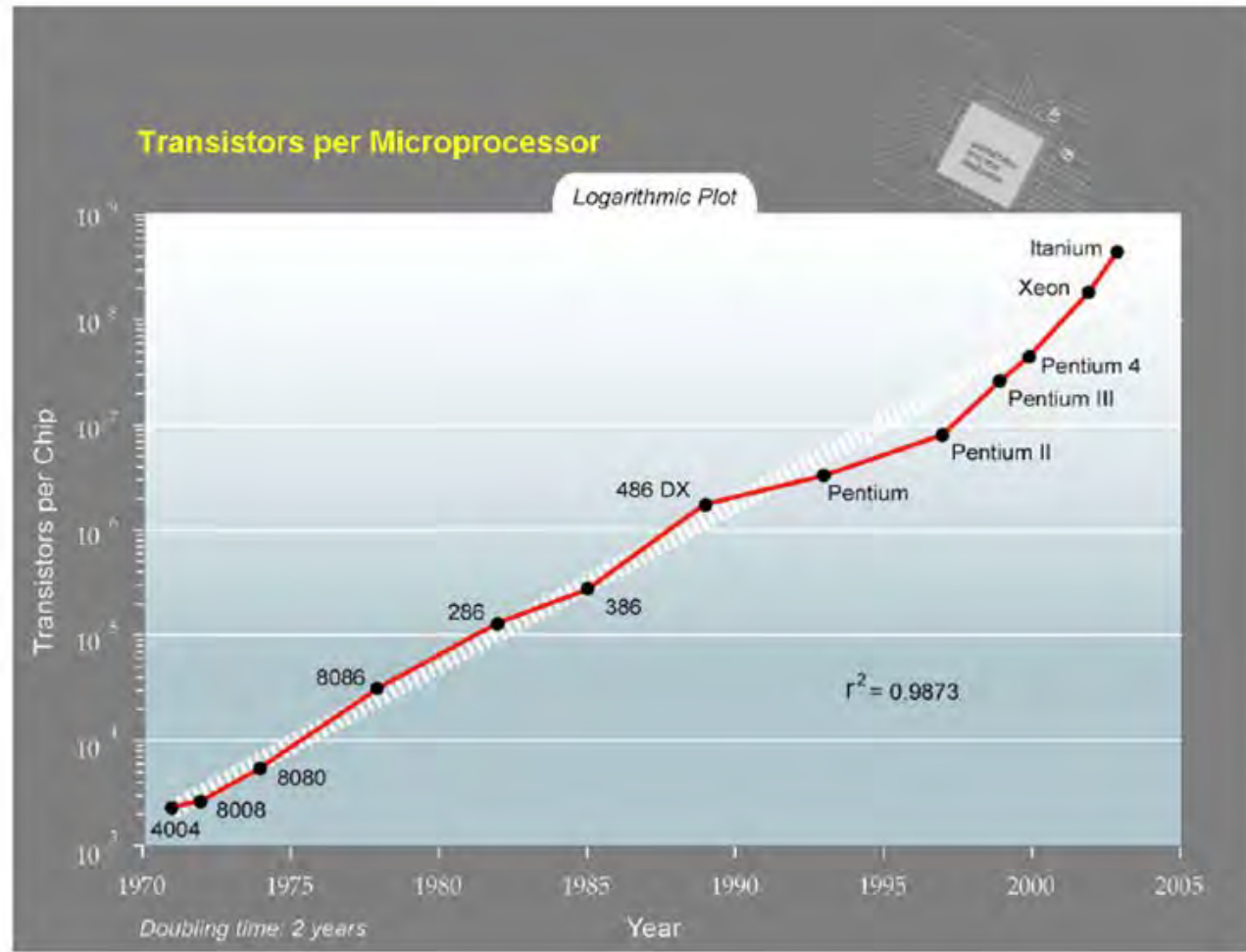


The Golden Age of Transistor Innovation



Can innovation driven scaling continue?

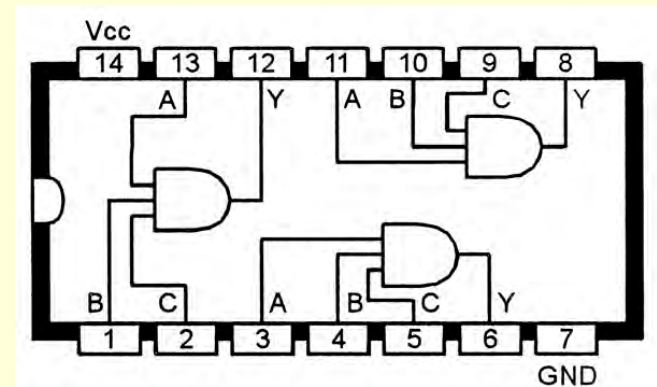
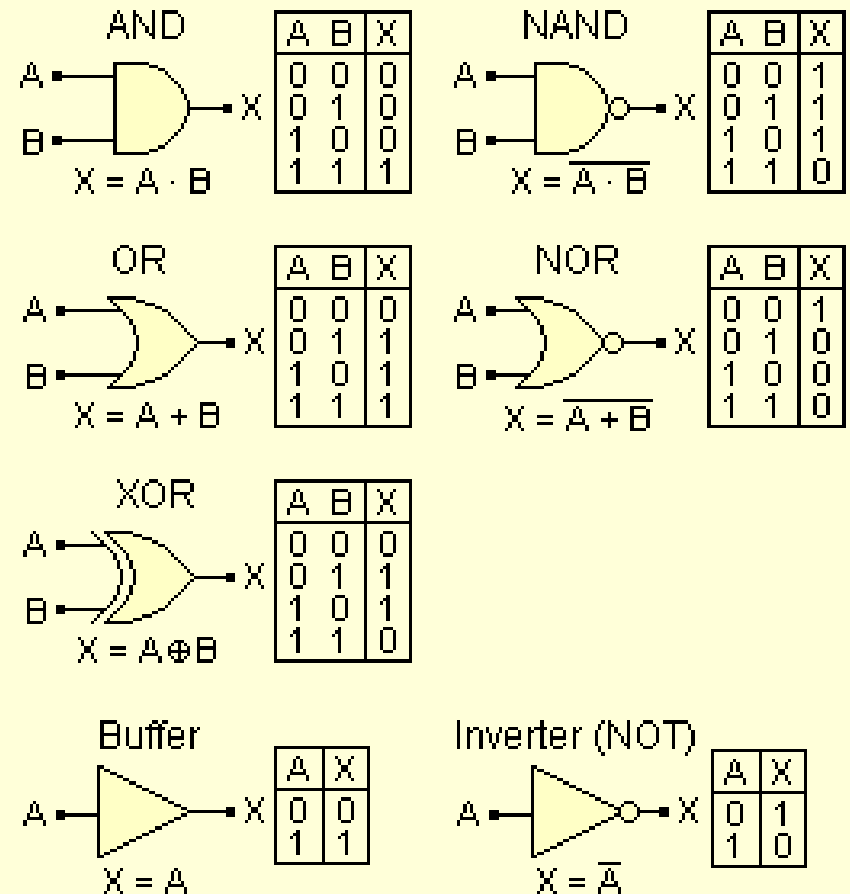


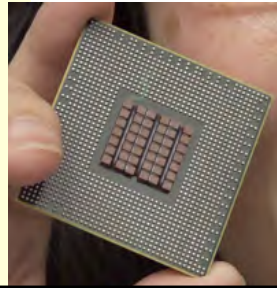


Les transistors fonctionnent de façon **binaire** : soit avec des “0” (absence de courant) ou avec des “1” présence de courant.

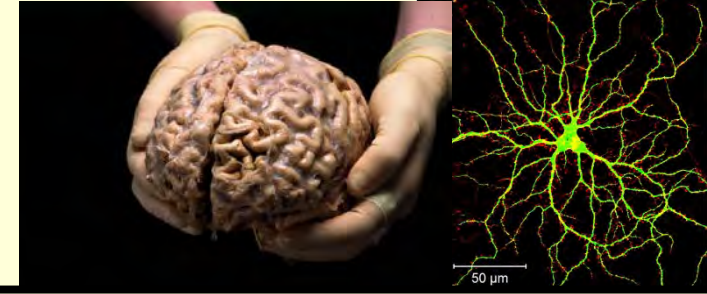
Et différentes opérations **logiques** ou **mathématiques** peuvent être implémentées sur des transistors.

Et plusieurs transistors sont ensuite agencés sur des microprocesseurs (CPU).





Hardware

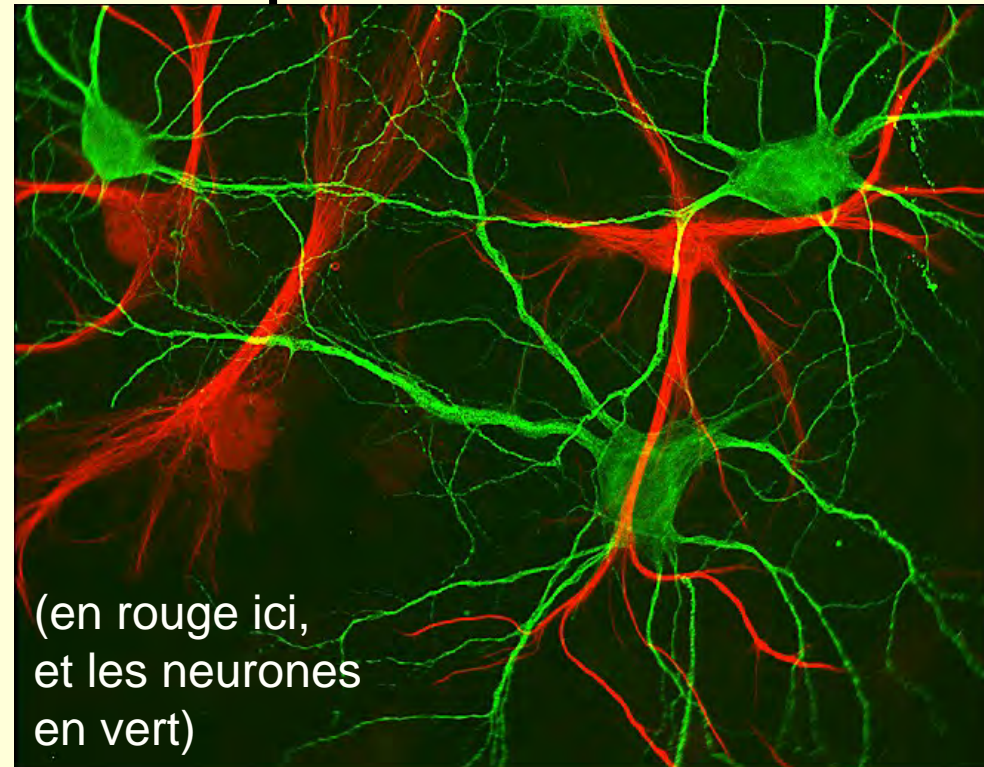


Nombre
d'unités
de base

10^{10} Transistors

10^{11} Neurones

+ autant de
Cellules gliales !

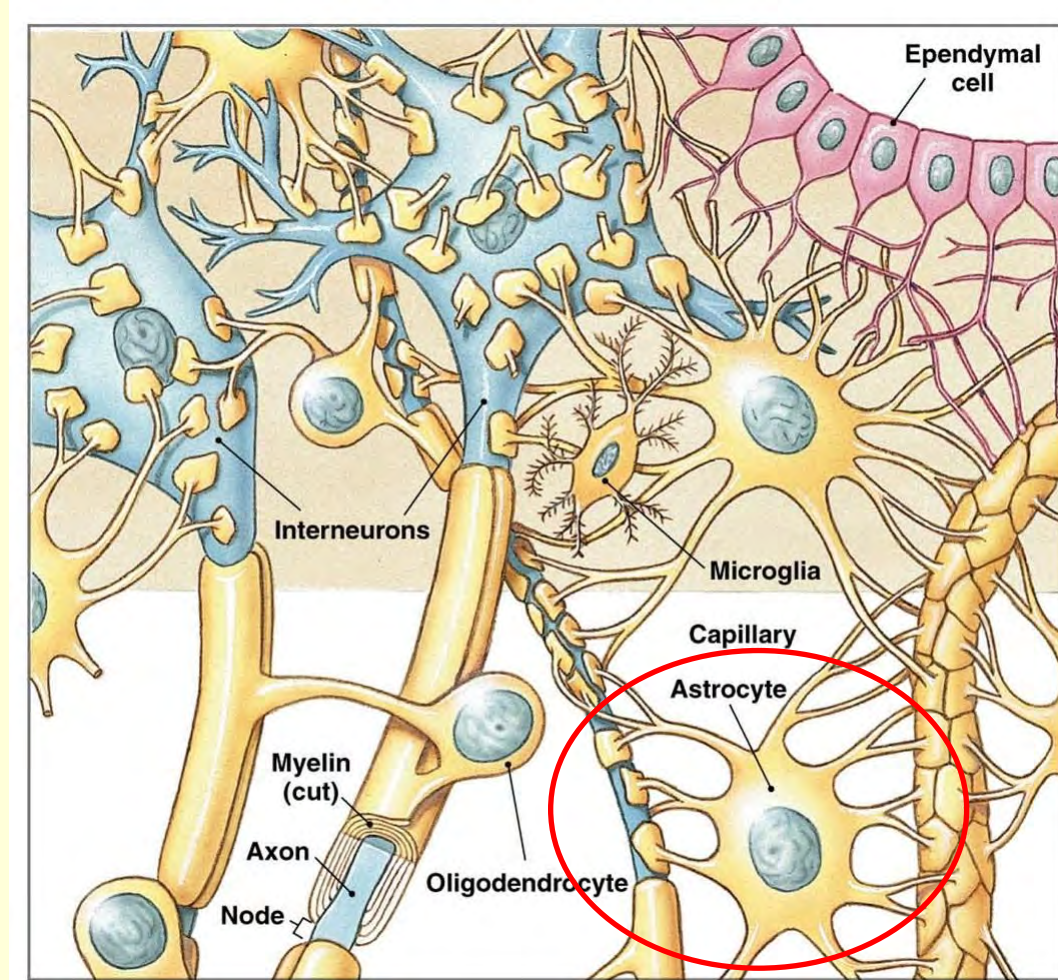


(en rouge ici,
et les neurones
en vert)

Différents types de cellules gliales

En une phrase :
(on va détailler plus loin...)

Les **astrocytes** approvisionnent les neurones en nutriments et assurent l'équilibre du milieu extracellulaire.

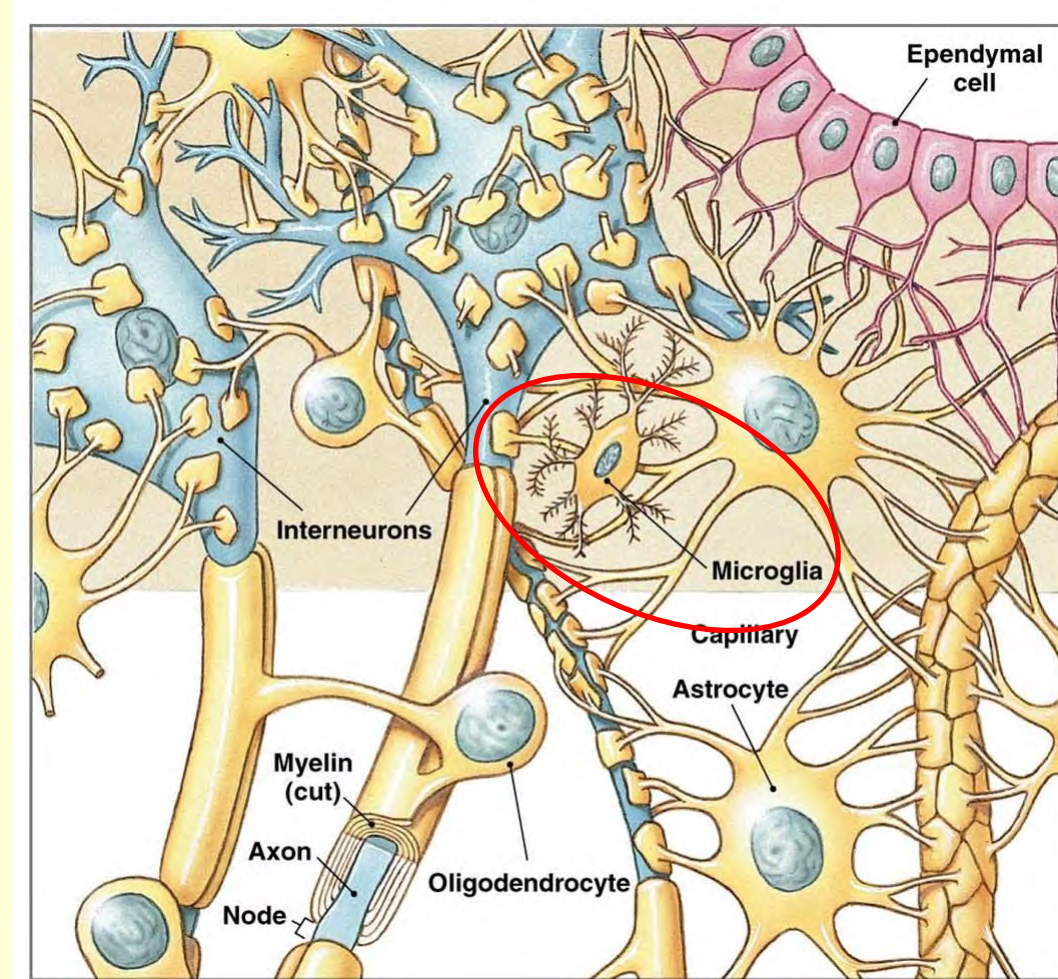


Différents types de cellules gliales

En une phrase :
(on va détailler plus loin...)

Les **astrocytes** approvisionnent les neurones en nutriments et assurent l'équilibre du milieu extracellulaire.

La **microglie** : les macrophages du cerveau.



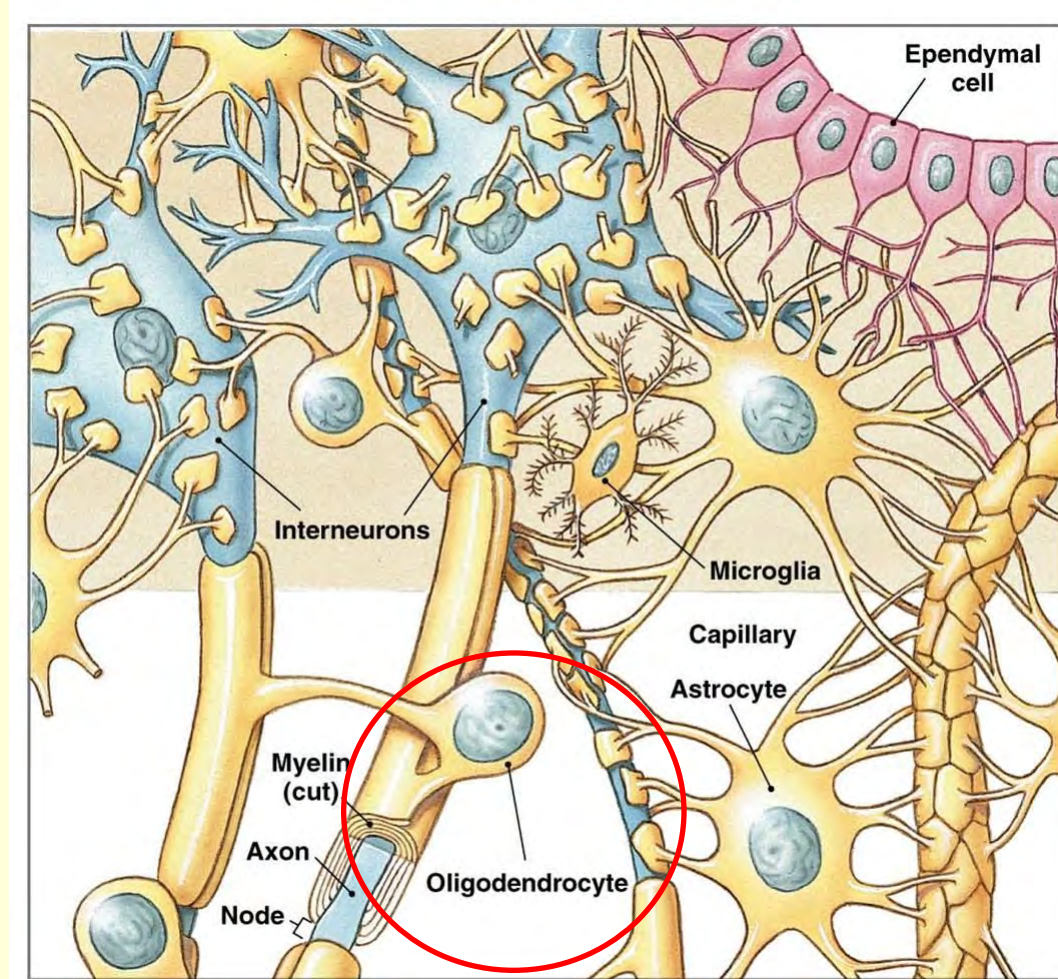
Différents types de cellules gliales

En une phrase :
(on va détailler plus loin...)

Les **astrocytes** approvisionnent les neurones en nutriments et assurent l'équilibre du milieu extracellulaire.

La **microglie** : les macrophages du cerveau.

Les **oligodendrocytes** constituent la gaine de myéline qui entourent les axones de nombreux neurones.

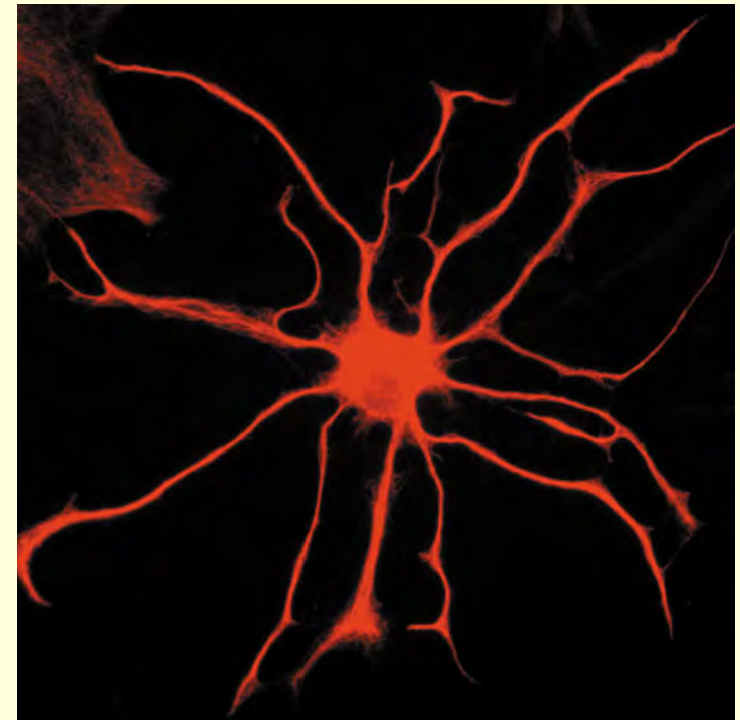
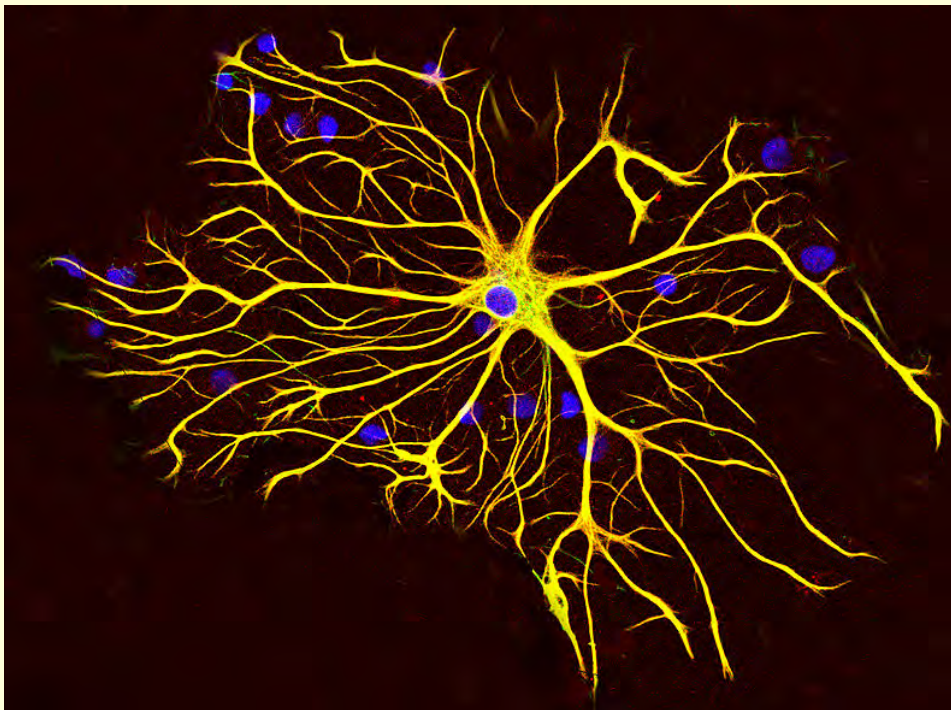
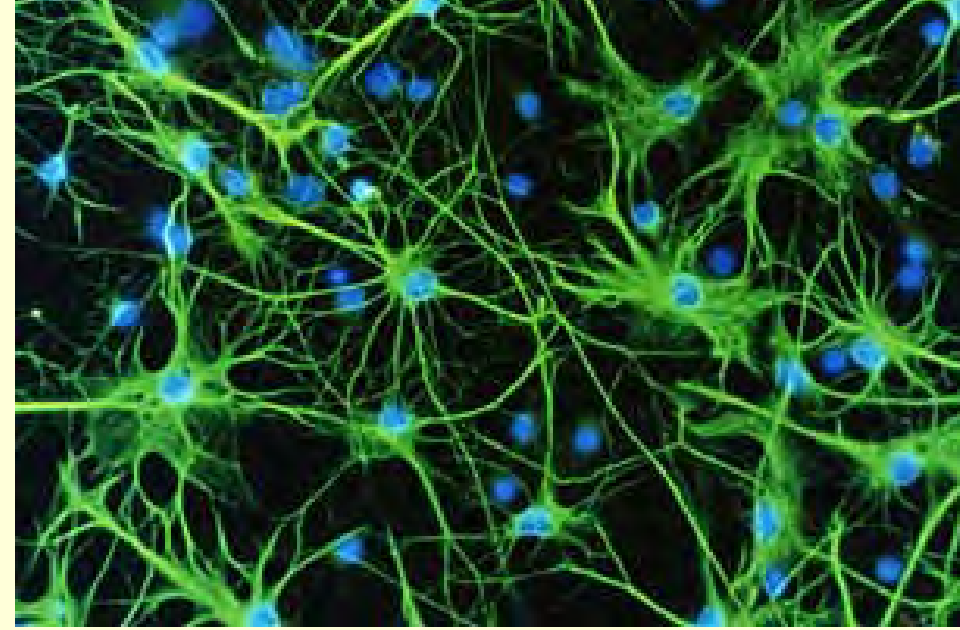


Astrocytes

Fantastic Astrocyte Diversity

August 2, **2015**

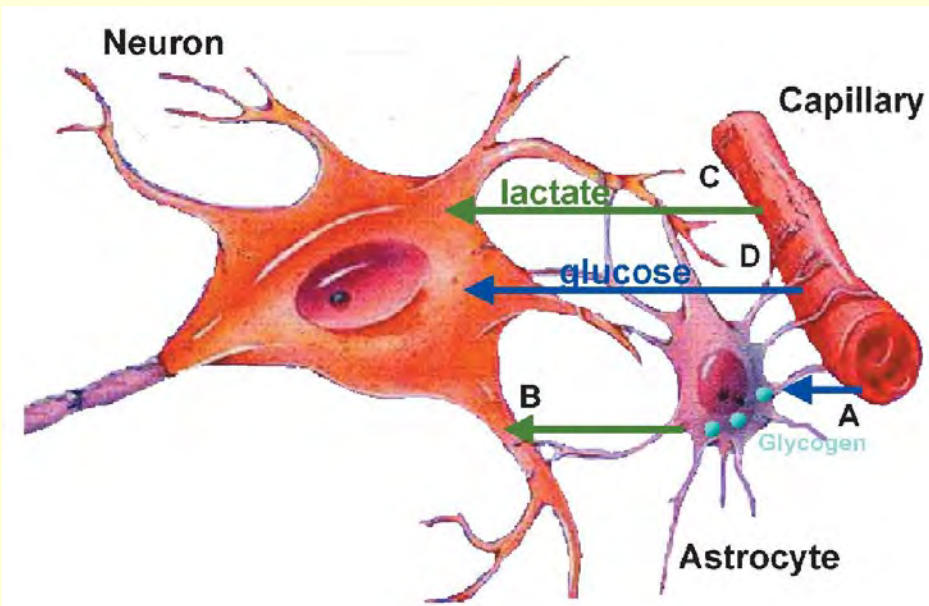
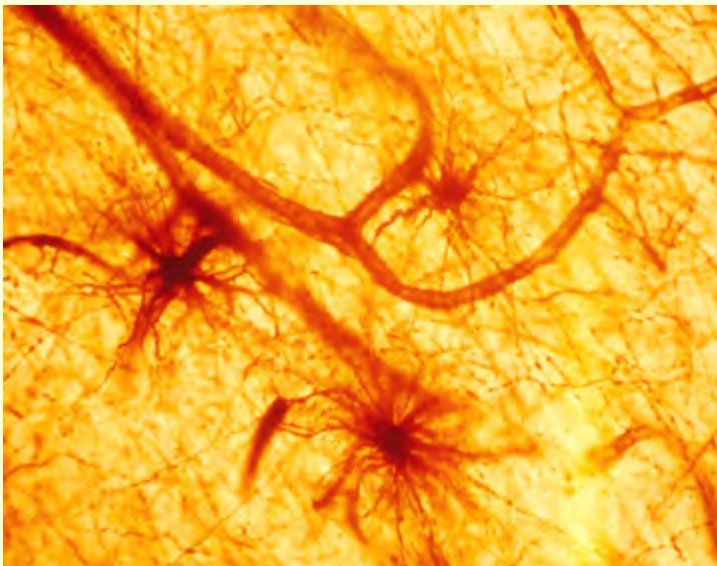
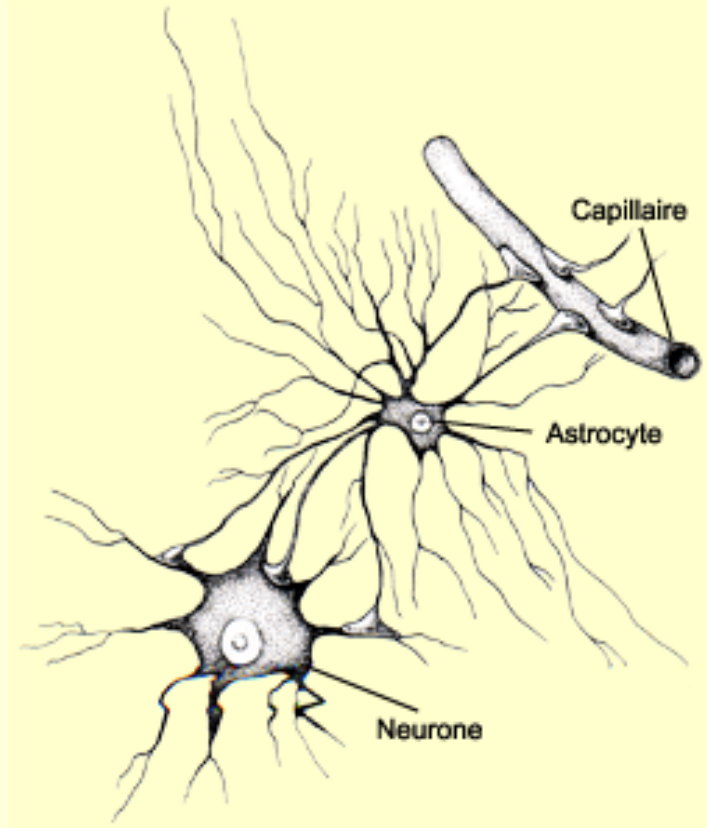
http://jonlieffmd.com/blog/fantastic-astrocyte-diversity?utm_source=General+Interest&utm_campaign=3a0ae2f9c3-RSS_EMAIL_CAMPAIGN&utm_medium=email&utm_term=0_471703a831-3a0ae2f9c3-94278693



Astrocytes

On connaît depuis longtemps leur rôle de pourvoyeur du glucose nécessaires à l'activité nerveuse.

Grâce à leurs "pieds" apposés contre la paroi des capillaires sanguins cérébraux, le glucose peut pénétrer dans les astrocytes où il est partiellement métabolisé et retransmis aux neurones.



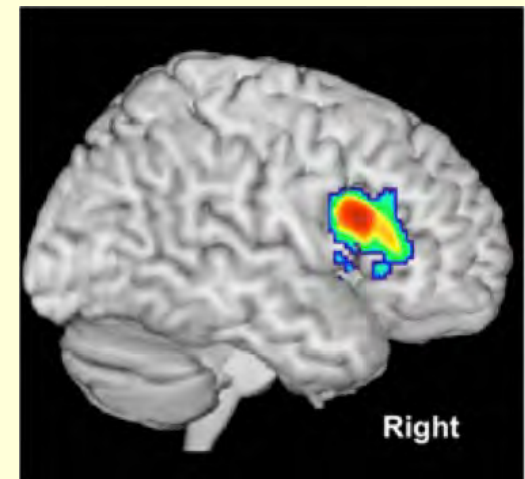
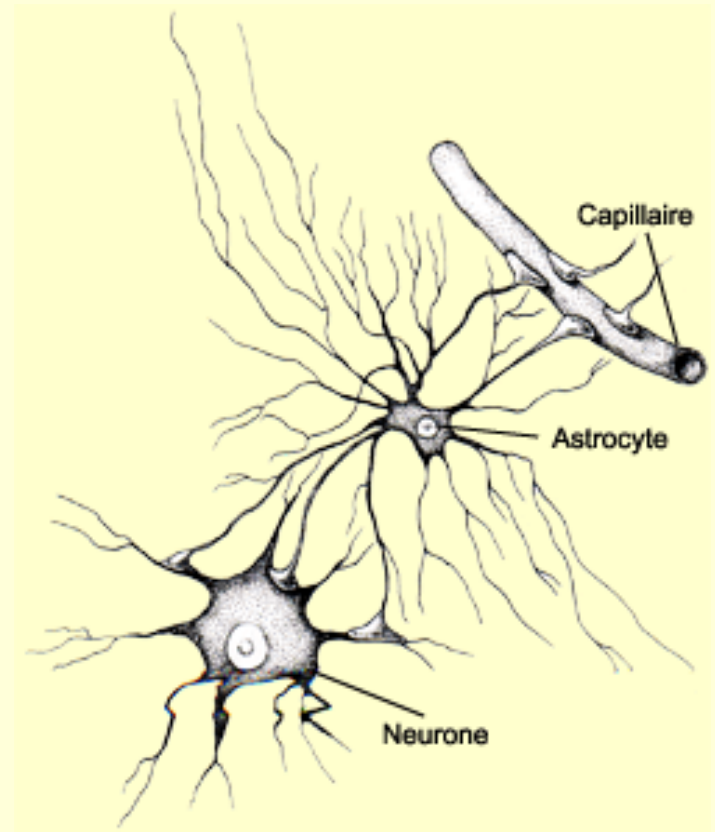
Astrocytes

On connaît depuis longtemps leur rôle de pourvoyeur du glucose nécessaires à l'activité nerveuse.

Grâce à leurs "pieds" apposés contre la paroi des capillaires sanguins cérébraux, le glucose peut pénétrer dans les astrocytes où il est partiellement métabolisé et retransmis aux neurones.

On sait qu'une activité neuronale plus intense dans une région du cerveau favorise un apport plus élevé de glucose **en activant le travail des astrocytes.**

C'est d'ailleurs le phénomène exploité par l'imagerie cérébrale...



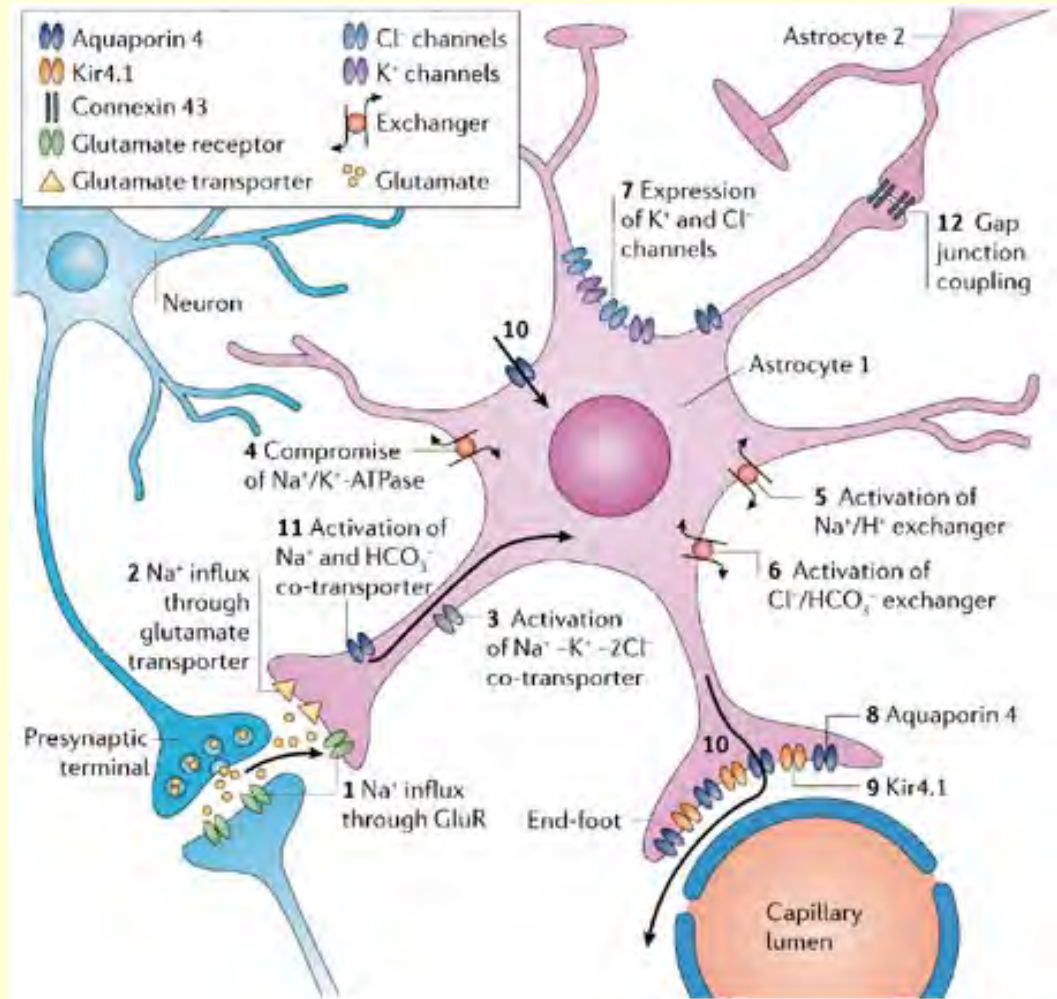
Glutamate Released from Glial Cells Synchronizes Neuronal Activity in the Hippocampus

María Cecilia Angulo, Andreï S. Kozlov, Serge Charpak, and Etienne Audinat. *The Journal of Neuroscience*,

4 August 2004.

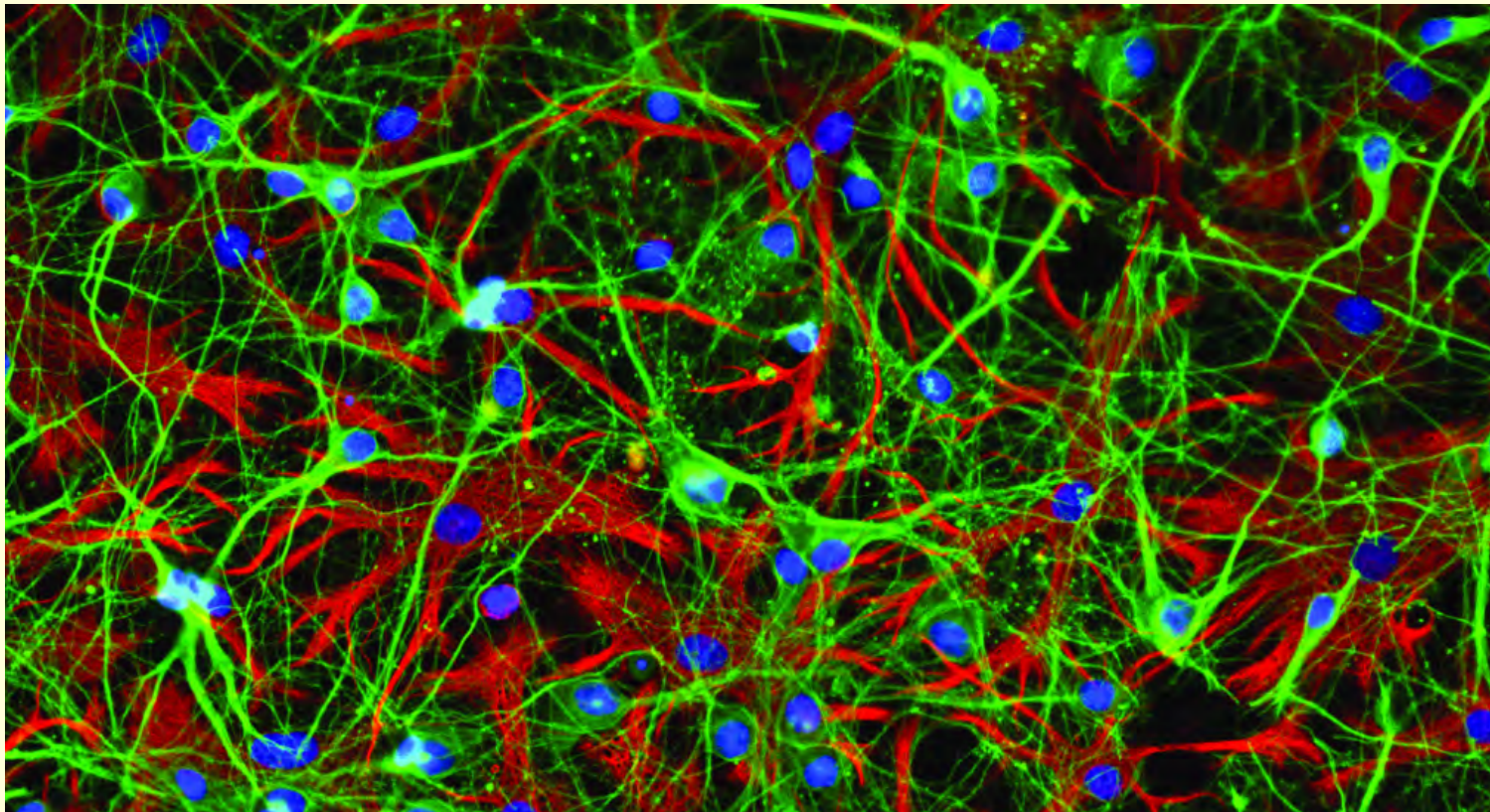
Cet article démontre que du **glutamate** relâché par des cellules gliales génère un courant transitoire

dans les neurones pyramidaux d'hippocampe de rats par l'entremise de **récepteurs NMDA**.



Un astrocyte peut être connecté à des milliers de différents neurones, pouvant ainsi contrôler leur excitabilité grâce à **ce réseau encore plus grand que celui formé par les neurones.**

Le glutamate relâché par les cellules gliales pourrait ainsi contribuer à **synchroniser** l'activité neuronale dans l'hippocampe.



*Neurons and astrocytes isolated from rat hippocampus stained for DNA (blue), neuronal-specific β III-tubulin (green) and **astrocyte-specific GFAP (red).***

Bref :

“**Most neuroscientists are still extremely neuron-centric,**” thinking almost exclusively in terms of neuronal activity when explaining brain function, while ignoring glia..”

- Mo Costandi,
scientific writer

"It's very obvious that we have to redefine our approach to the brain, and to **stop dividing it into neurons and glia.**"

- Alexei Verkhratsky,
neurophysiologist,
University of Manchester

THE
OTHER BRAIN



From Dementia to Schizophrenia,
How New Discoveries about the
Brain Are Revolutionizing Medicine
and Science

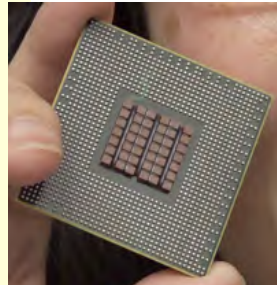
R. DOUGLAS FIELDS, Ph.D.

No Brain Mapping Without Glia

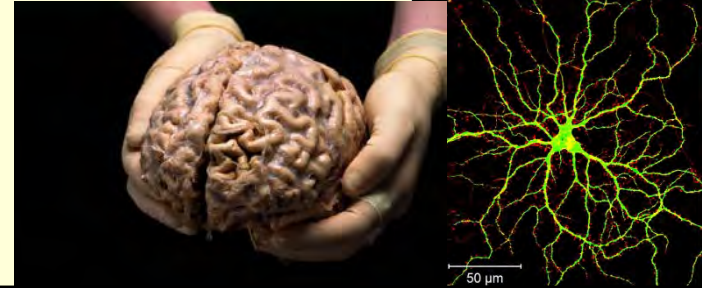
May 17, **2015**

Jon Lieff

http://jonlieffmd.com/blog/no-brain-mapping-without-glia?utm_source=General+Interest&utm_campaign=048f7a464d-RSS_EMAIL_CAMPAIGN&utm_medium=email&utm_term=0_471703a831-048f7a464d-94278693



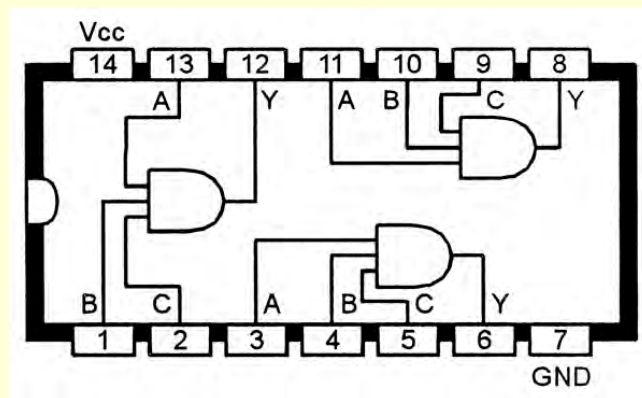
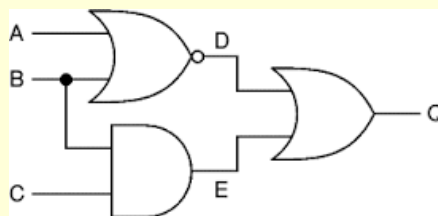
Hardware



Nombre
d'unités
de base

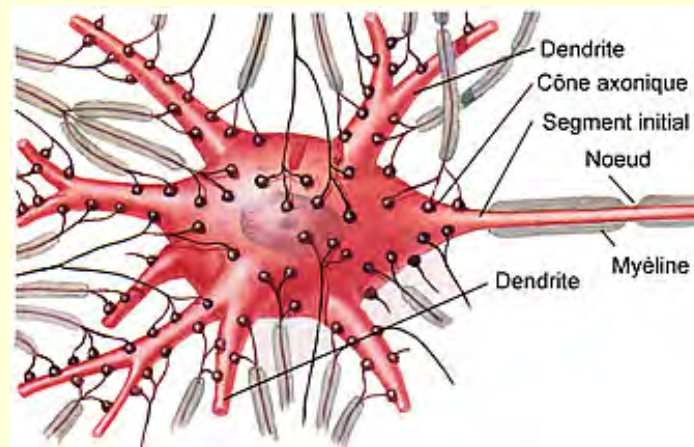
10^{10} Transistors

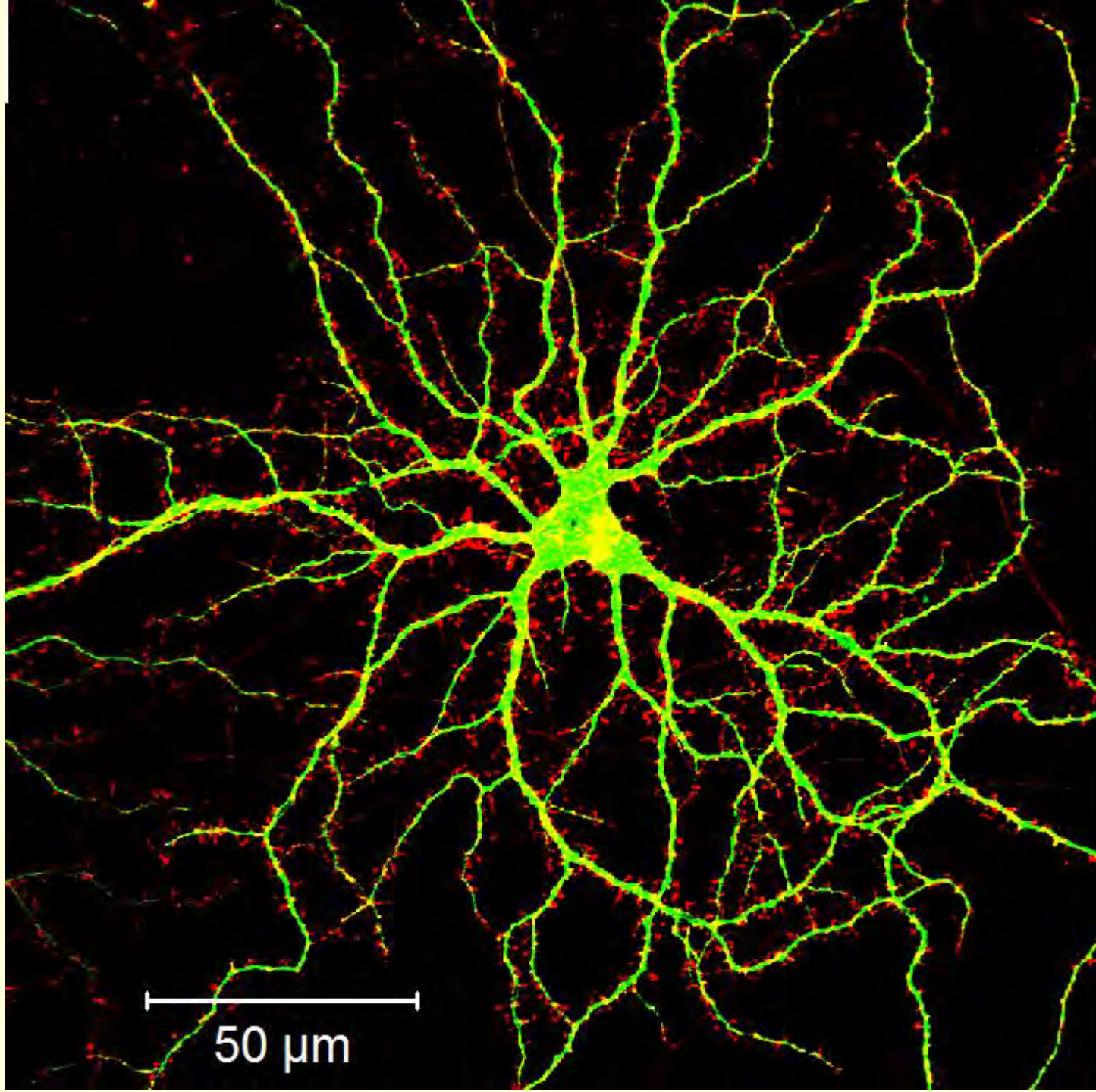
Peu connectés

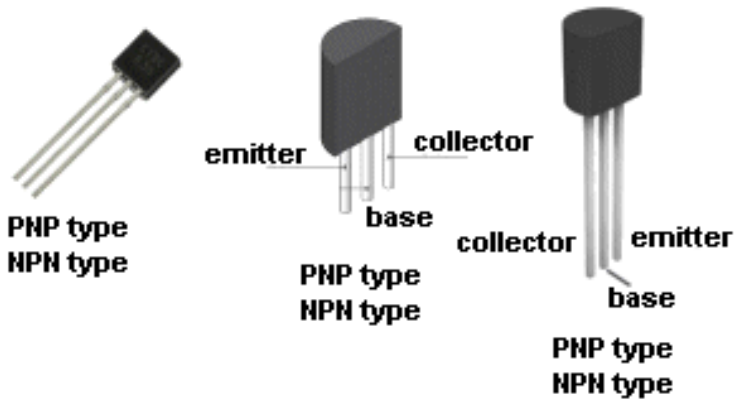
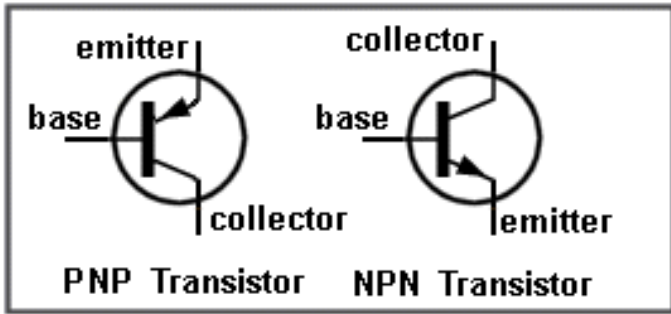


10^{11} Neurones
(+ autant de cellules gliales)

Très connectés
(10^4 par neurone)

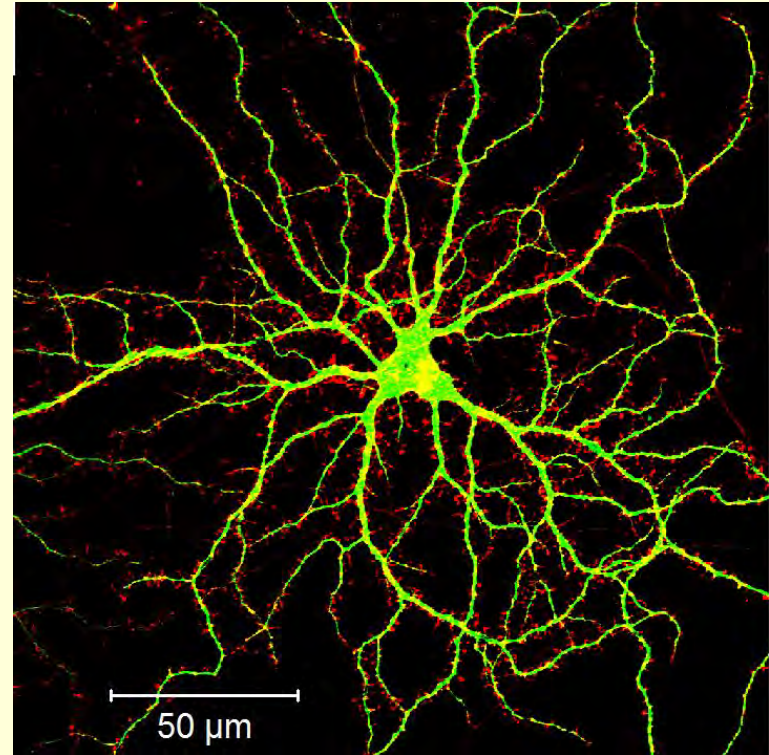




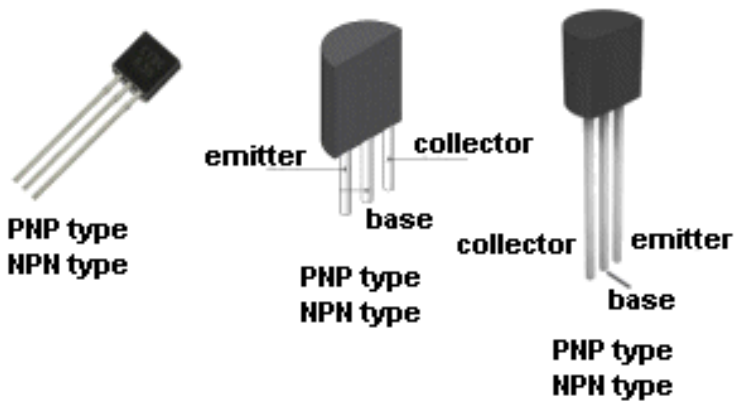
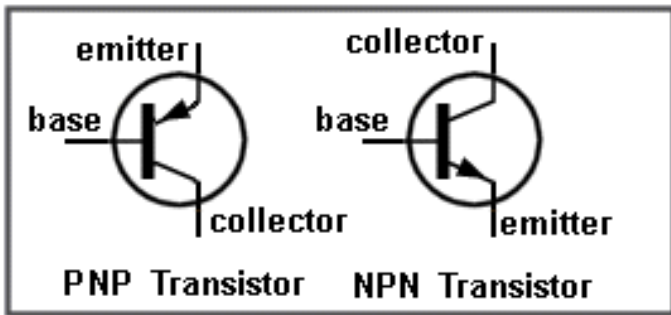


?

=

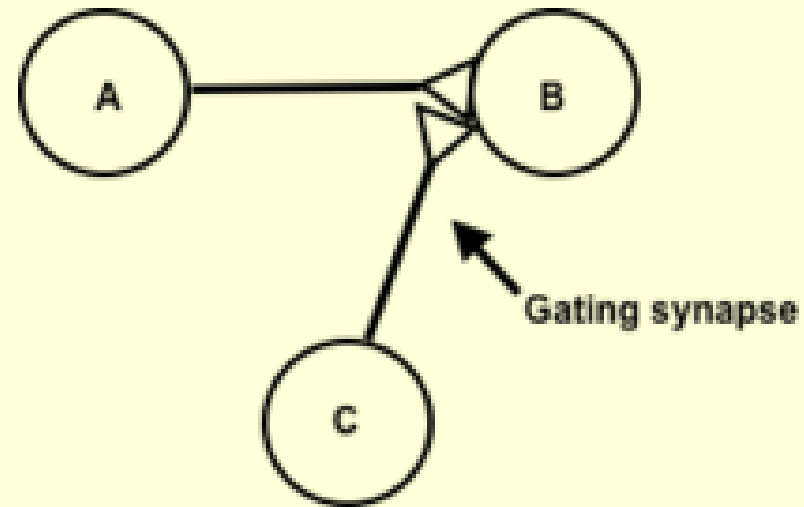


Non



?

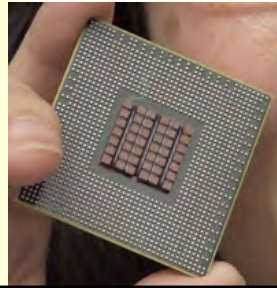
=



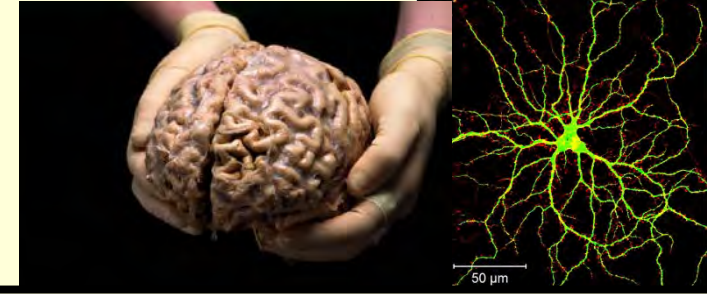
An axo-axonal gated synapse:

Neuron C gates the synapse between Neuron A and B.

Oui ?



Hardware



Nombre
d'unités
de base

10^{10} Transistors

Peu connectés

Vitesse de
traitement

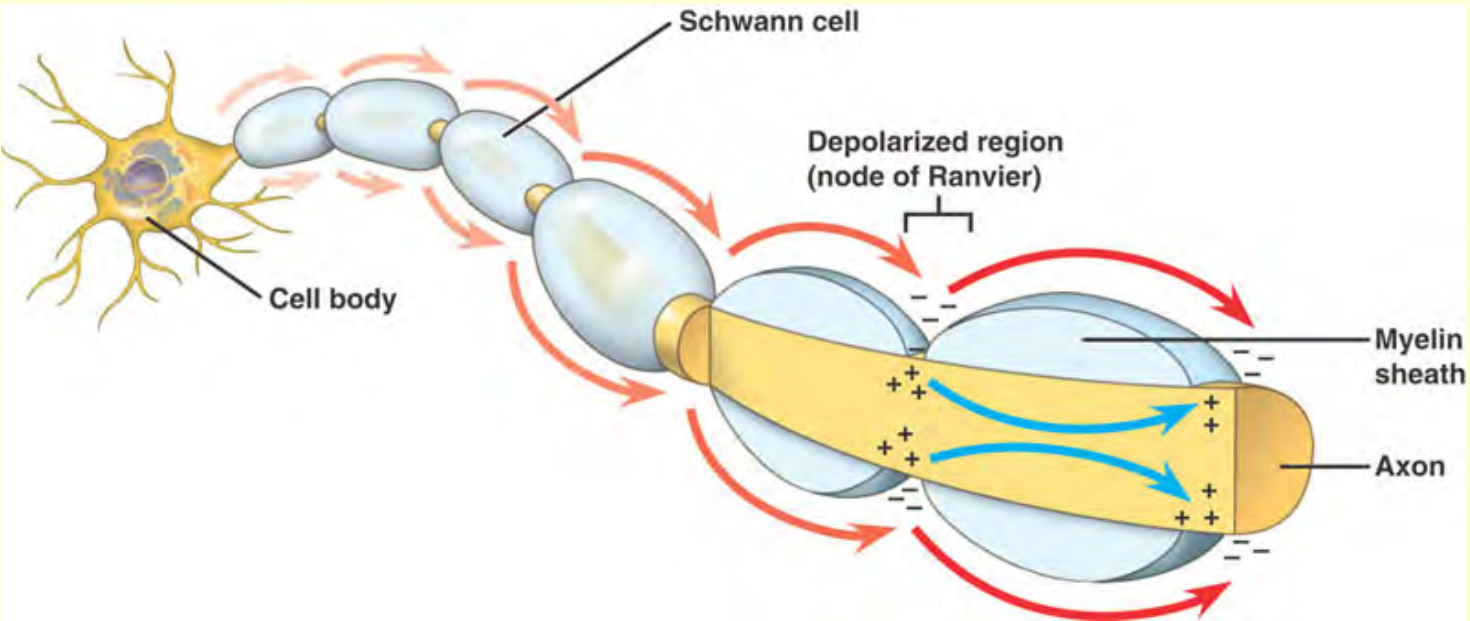
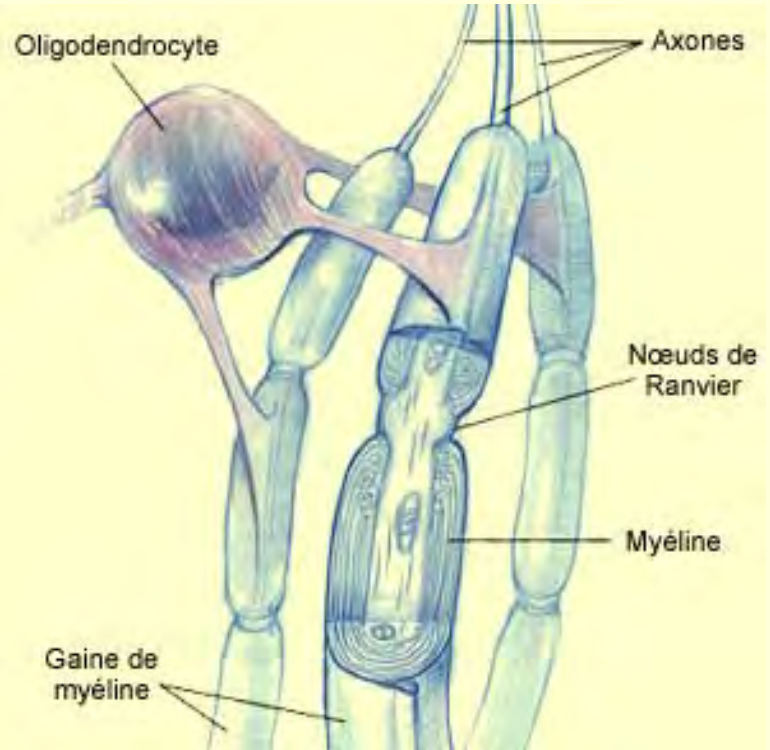
Horloge : 10 GHz
(10 milliardième de sec.)

1011 Neurones
(+ autant de cellules gliales)





Très connectés
(10^4 par neurone)

Pas d'horloge
(réactions biochimiques au
100 millionième de sec.,
Influx nerveux: 2 millième sec.)

Oligodendrocyte



Différentes vitesses de l'influx nerveux

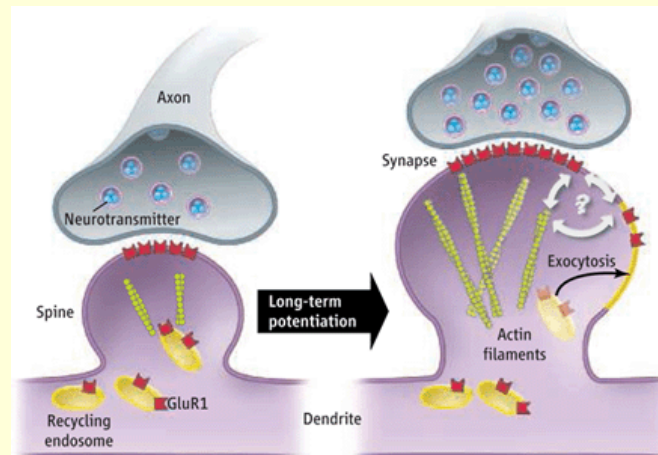
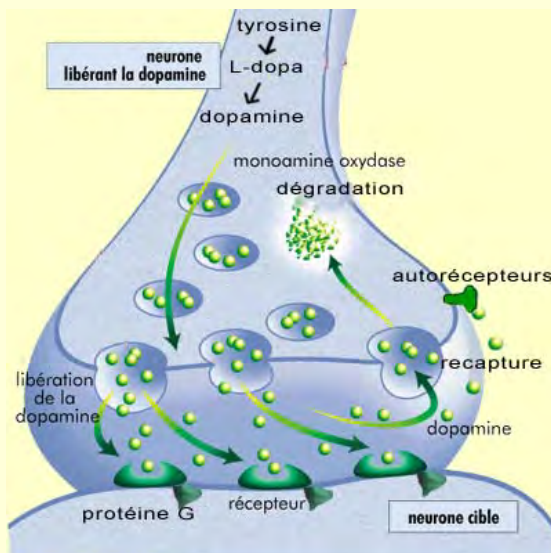
Type de fibre nerveuse	Information véhiculée	Gaine de myéline	Diamètre (en micro-mètres)	Vitesse de conduction (en m/s)	
A-alpha	Proprioception	myélinisée	13 - 20	80 - 120	
A-beta	Toucher	myélinisée	6 - 12	35 - 90	
A-delta	Douleur (mécanique et thermique)	myélinisée	1 - 5	5 - 40	
C	Douleur (mécanique, thermique et chimique)	non-myélinisée	0.2 - 1.5	0.5 - 2	

300 à 400 km/h

120 à 300 km/h

40 à 120 km/h

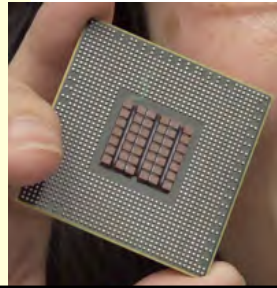
2 à 7 km/h



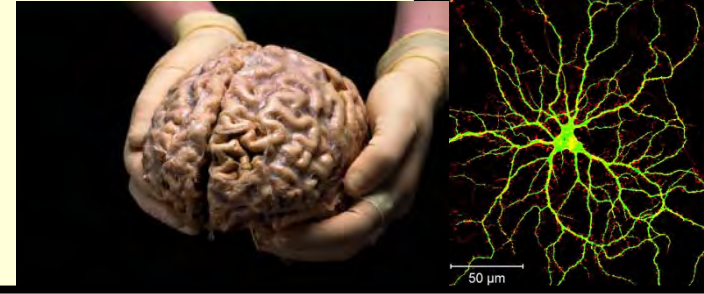
- Disponibilité du neurotransmetteur

- Temps de diffusion de celui-ci

- Efficacité de la synapse selon son histoire, etc.



Hardware



Nombre
d'unités
de base

10^{10} Transistors

Peu connectés

Vitesse de
traitement

Horloge : 10 GHz
(10 milliardième de sec.)

Type de
computation

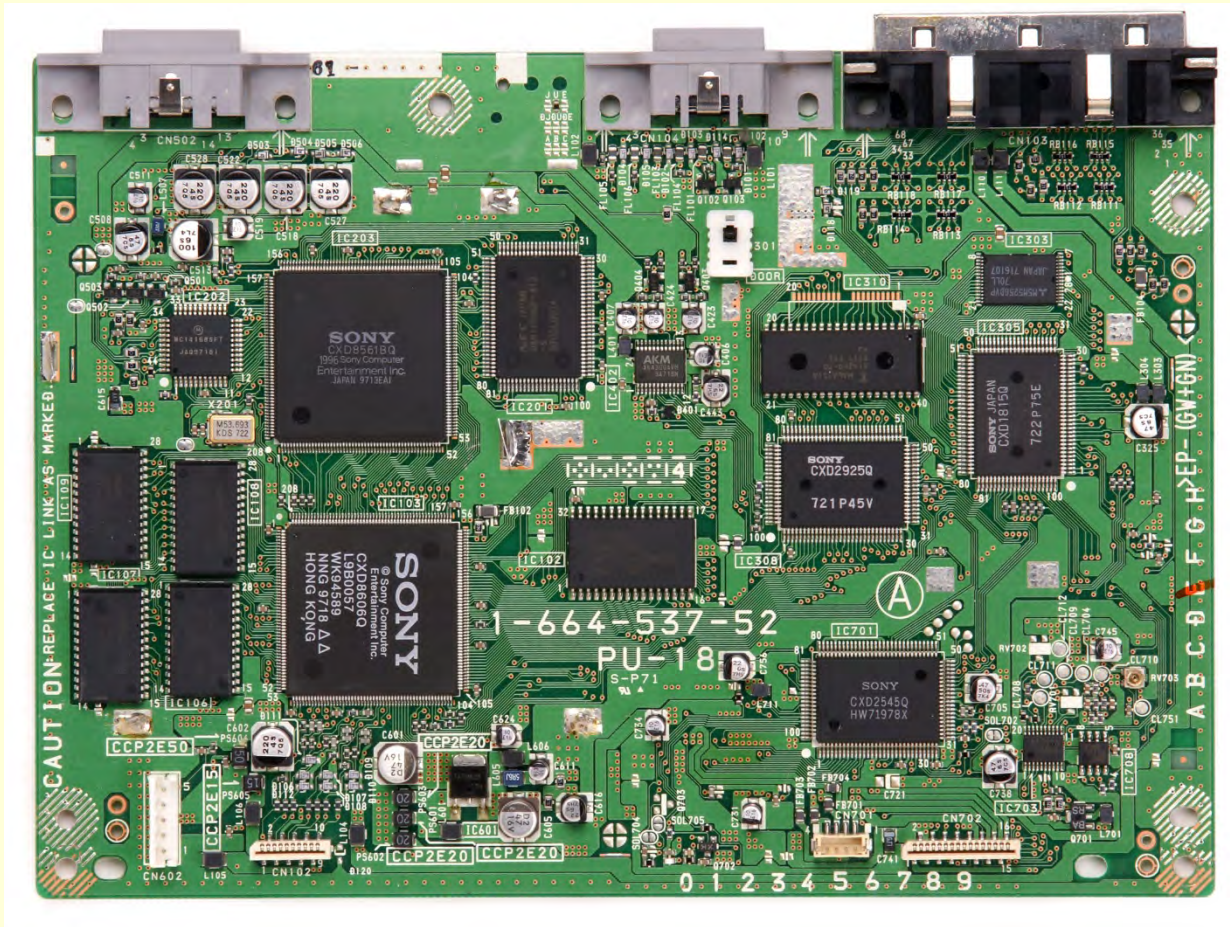
Traitement de l'information
en série (séquentiel)
mais aussi en parallèle

10^{11} Neurones
(+ autant de cellules gliales)

Très connectés
(10^4 par neurone)

Pas d'horloge
(réactions biochimiques au
100 millionième de sec.,
Influx nerveux: 2 millième sec.)

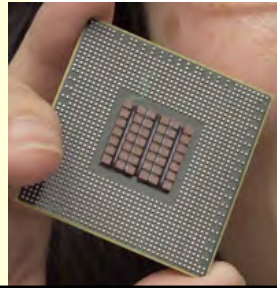
En série **ENTRE** les diverses composantes de l'ordinateur...



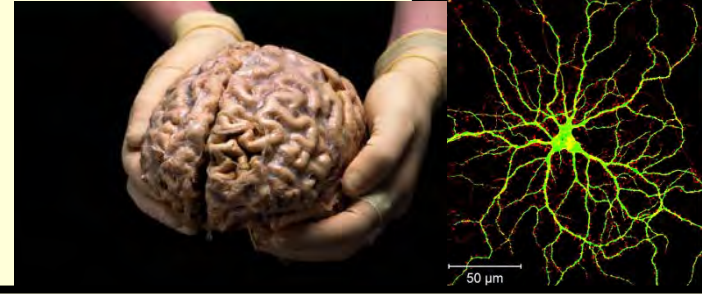
De plus, les ordinateurs digitaux peuvent maintenant contenir **plusieurs CPU** qui travaillent en **parallèle**.

...mais en parallèle **DANS** un processeur :

chaque processeur est composé de centaines de millions de petites portes logiques qui fonctionnent en **parallèle**.



Hardware



Nombre
d'unités
de base

10^{10} Transistors

Peu connectés

Vitesse de
traitement

Horloge : 10 GHz
(10 milliardième de sec.)

Type de
computation

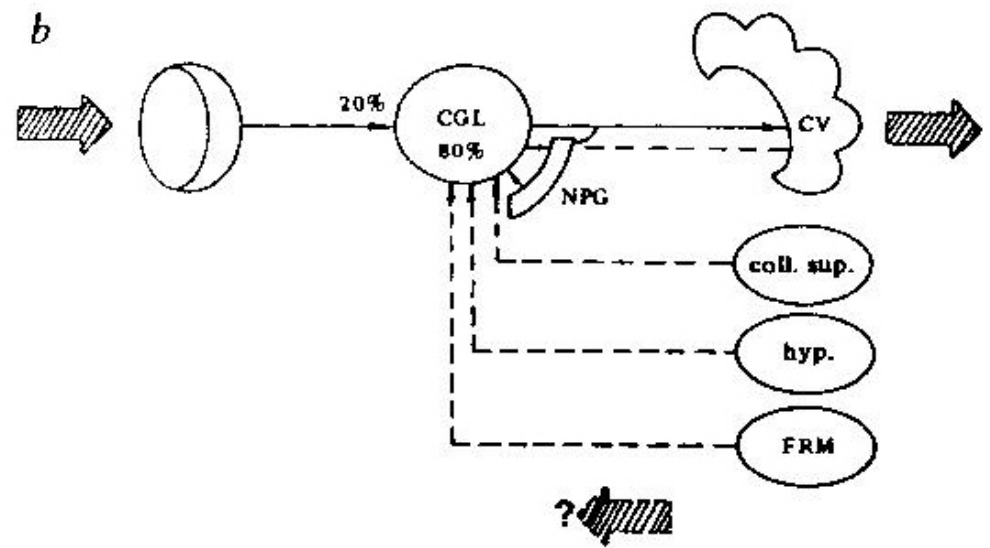
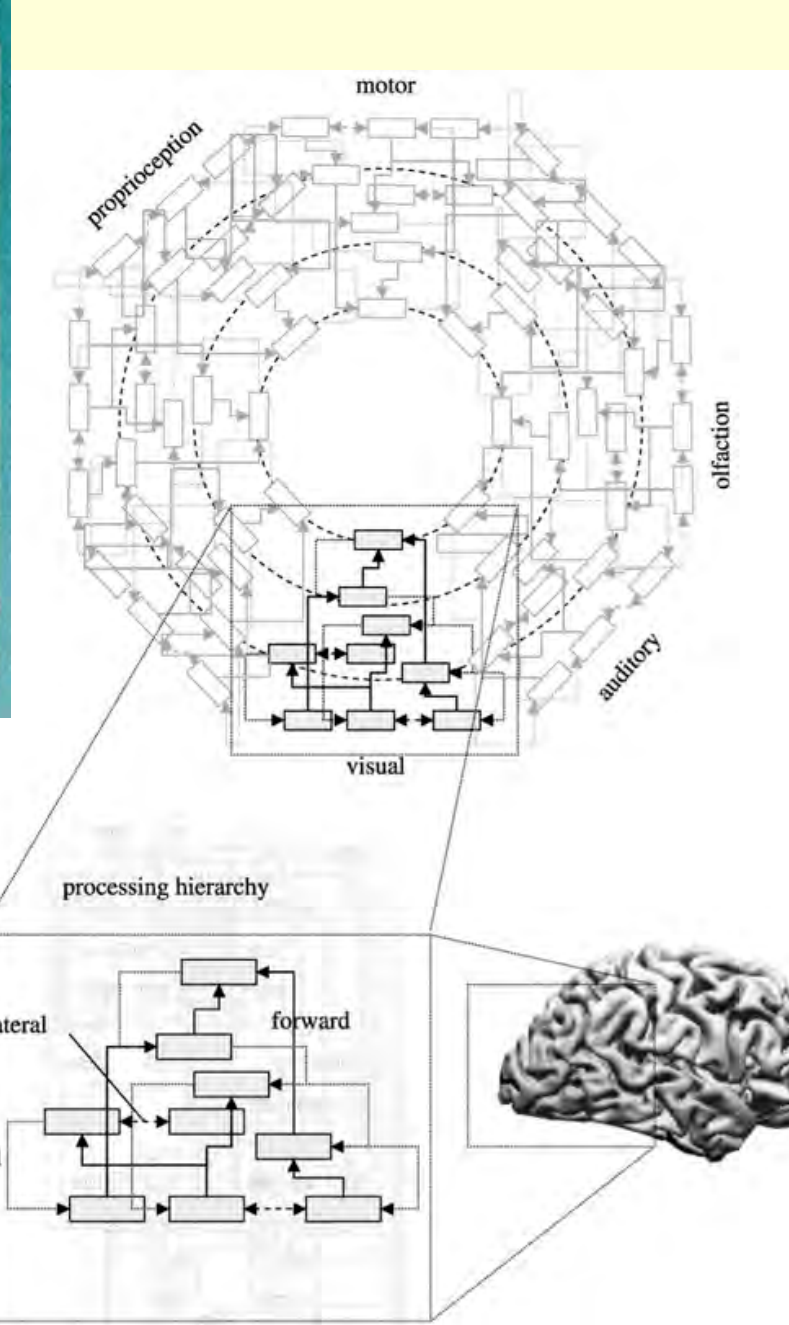
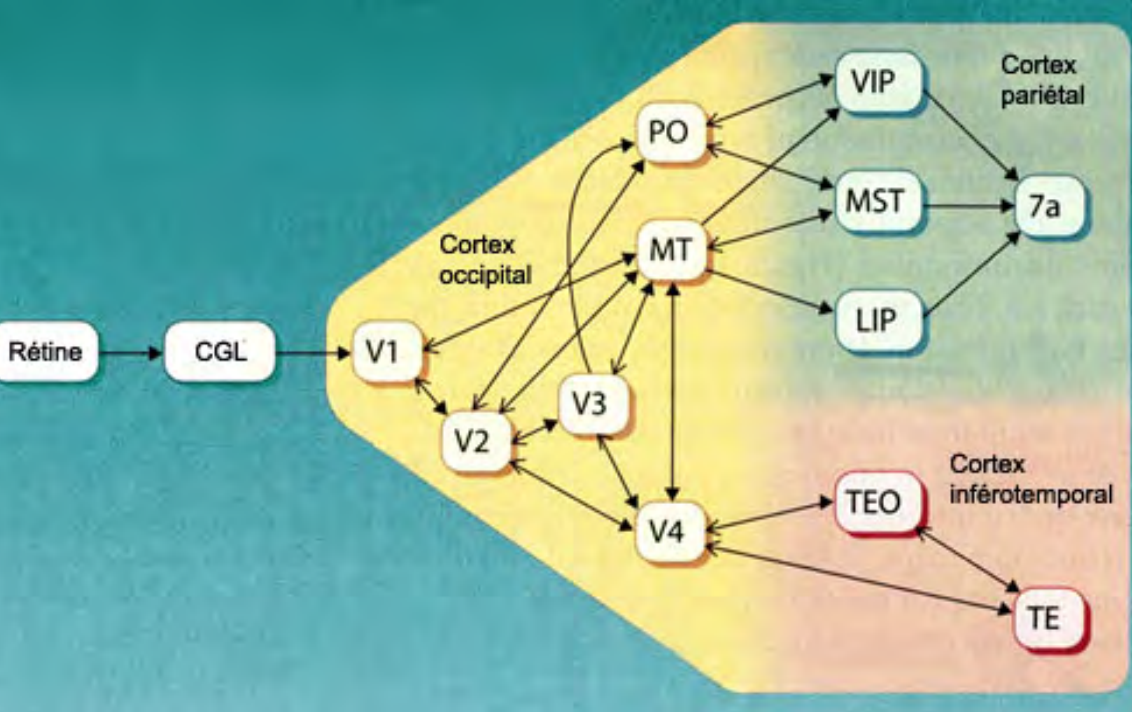
Traitement de l'information
en série (séquentiel)
mais aussi en parallèle

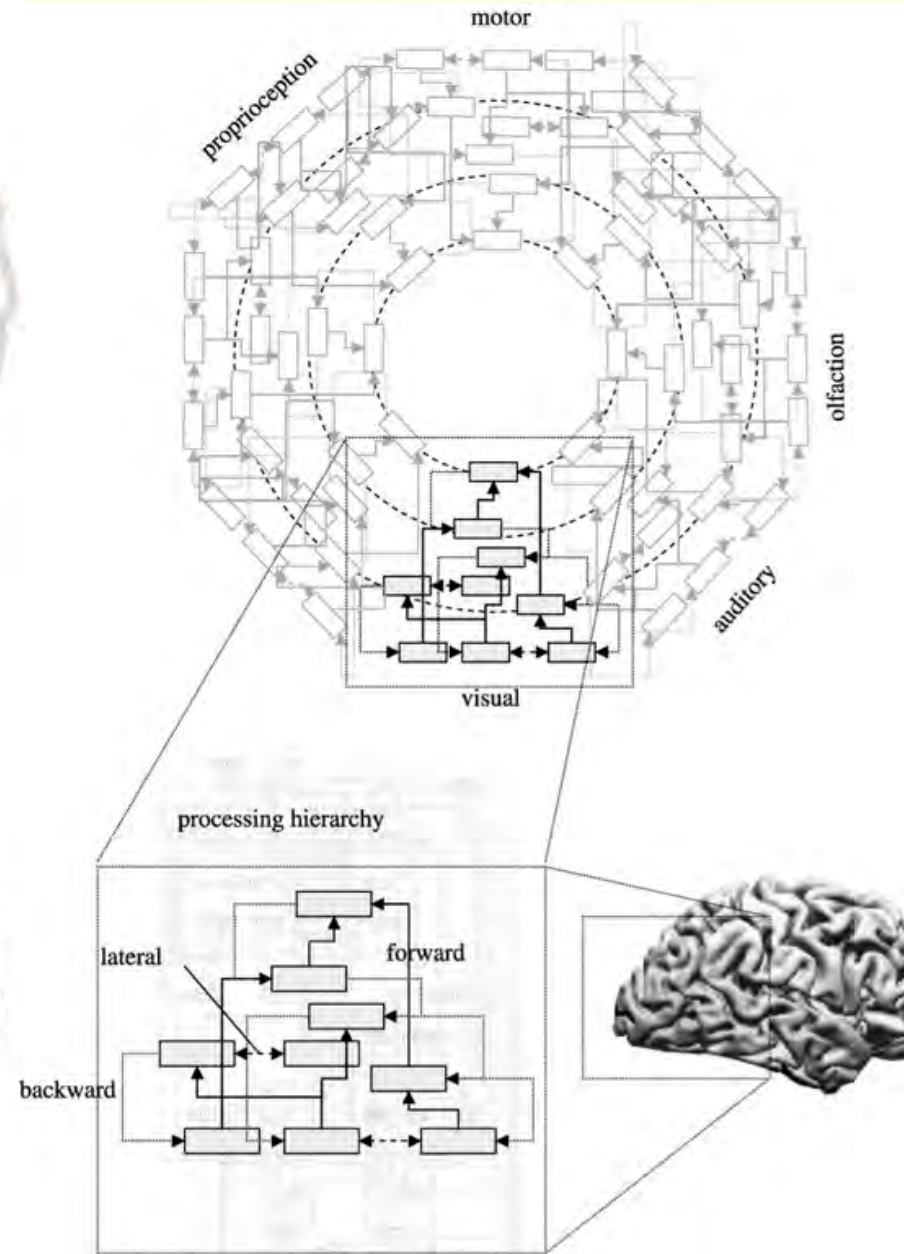
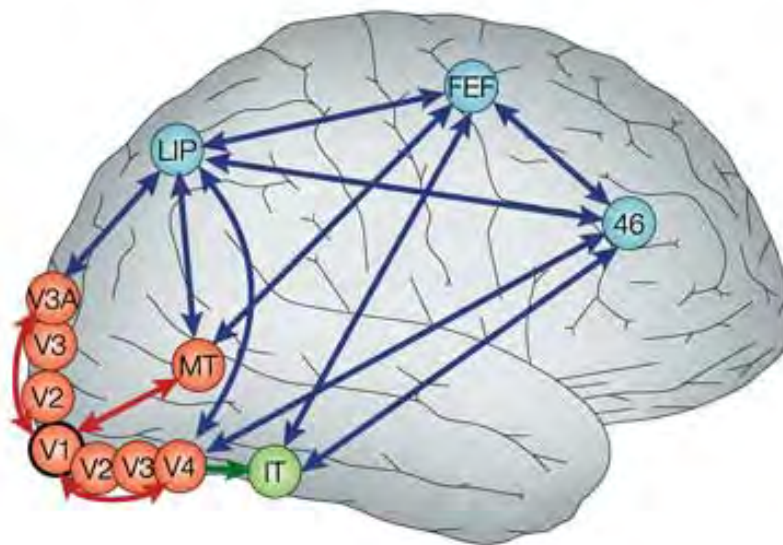
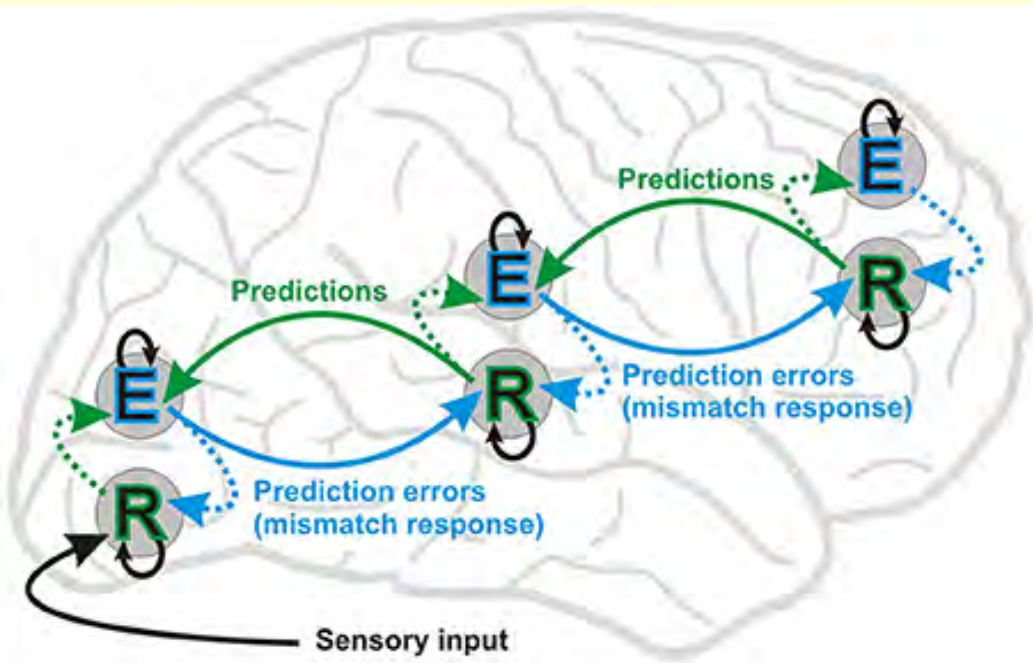
10¹¹ Neurones
(+ autant de cellules gliales)

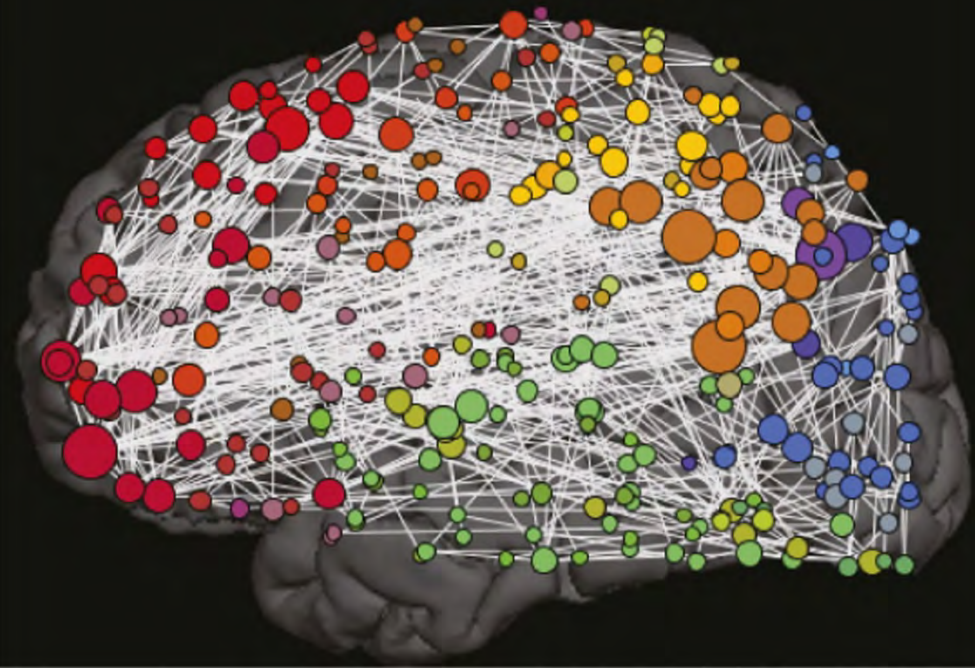
Très connectés
(10^4 par neurone)

Pas d'horloge
(réactions biochimiques au
100 millionième de sec.,
Influx nerveux: 2 millième sec.)

Traitement de l'information
massivement **en parallèle**
(et **un peu en série**)



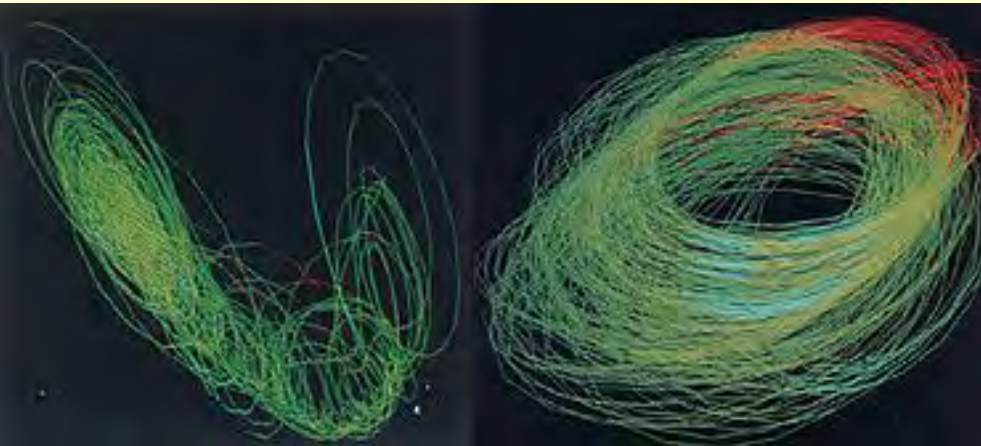




Le cerveau est donc **massivement interconnecté**, formant un réseau d'une extrême complexité.

À tout moment, de l'information est traitée **en parallèle** à une multitude d'endroits dans ce réseau.

Et les configurations transitoires qui en résultent...



...remplissent à la fois des fonctions de **mémoire** et de **traitement de l'information**.

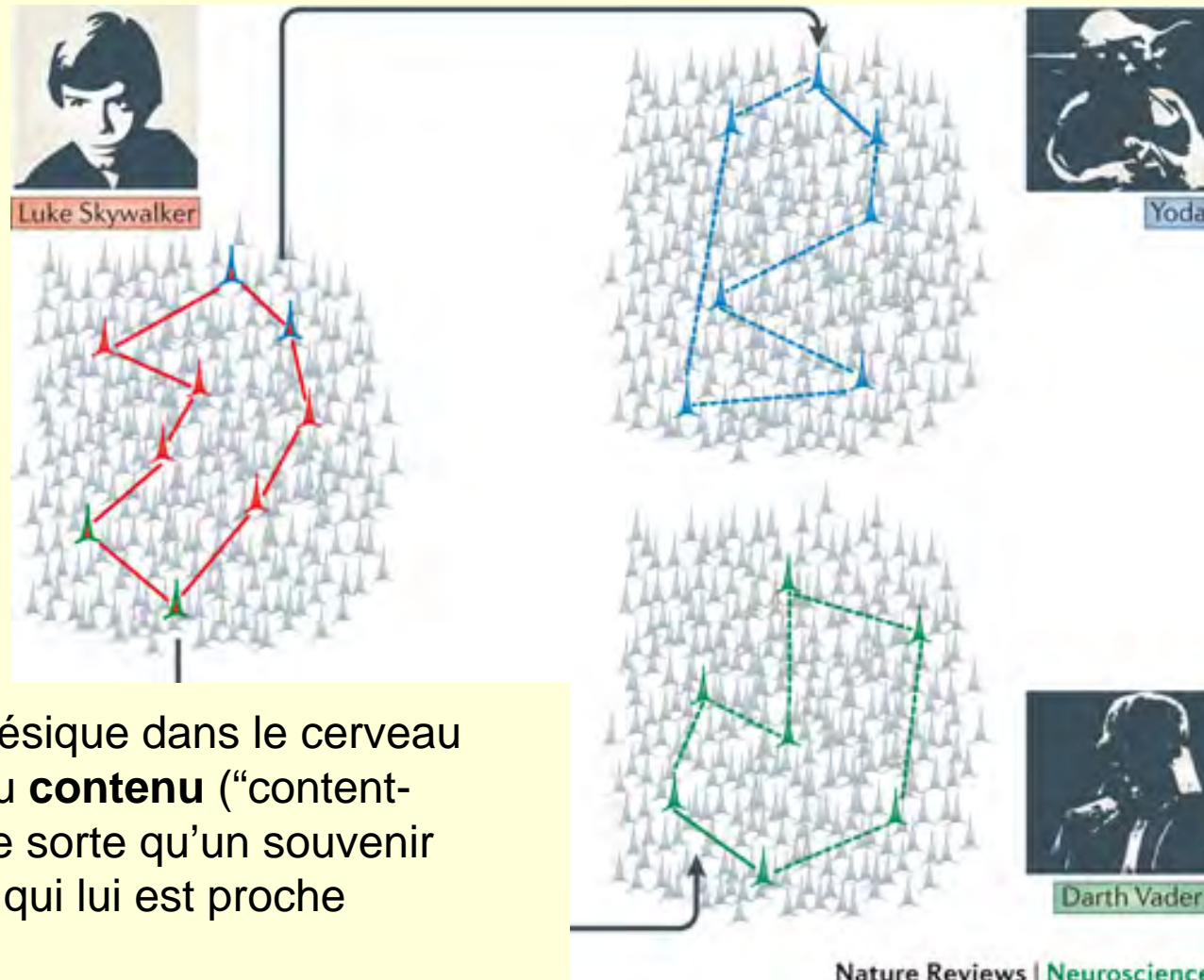
Mais il semblerait, au moins dans certains cas, que le système nerveux puisse effectuer ces opérations dans des sous-systèmes distincts (comme CPU et disque dur de l'ordinateur)

Aussi :

(pas dans mon tableau car je l'ai noté trop tard...)

Dans la plupart des mémoires d'ordinateur, les informations sont classées **par adresses** ("byte-addressable memory" qui correspond à un nombre entier naturel),

alors que l'engramme mnésique dans le cerveau est adressé en fonction du **contenu** ("content-addressable memory"), de sorte qu'un souvenir peut en évoquer un autre qui lui est proche ("spreading activation").





Deep Learning:

Intelligence from Big Data

<http://machinelearningmastery.com/what-is-deep-learning/>

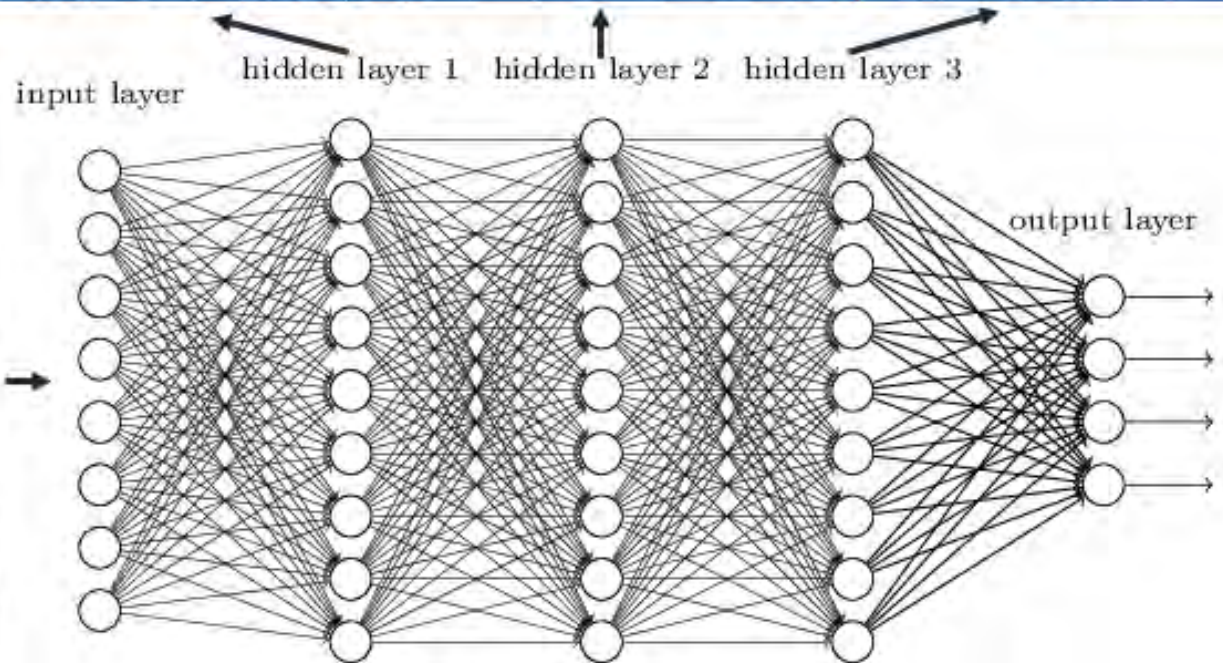
On s'en va de plus en plus vers ça...

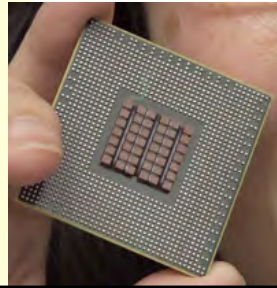


- Réseaux de neurones virtuels multicouches (des dizaines, voire des centaines)
- Grande quantité de données accessibles (pour entraîner les réseaux)

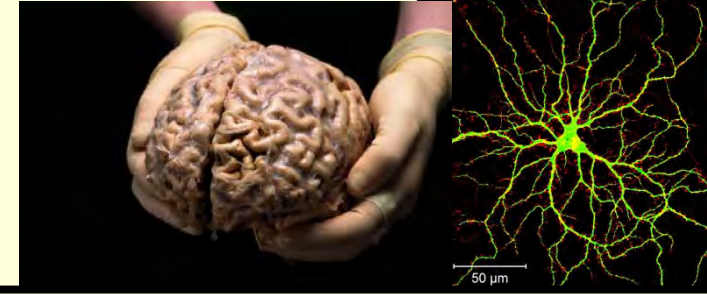
<http://machinelearningmastery.com/what-is-deep-learning/>

Deep neural networks learn hierarchical feature representations





Hardware



Nombre
d'unités
de base

10^{10} Transistors

Peu connectés

Vitesse de
traitement

Horloge : 10 GHz
(10 milliardième de sec.)

Type de
computation

Traitement de l'information
en série (séquentiel)
mais aussi en parallèle

via une connectivité fixe

10¹¹ Neurones
(+ autant de cellules gliales)

Très connectés
(10^4 par neurone)

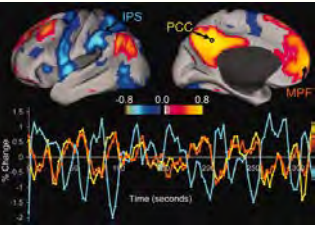
Pas d'horloge
(réactions biochimiques au
100 millionième de sec.,
Influx nerveux: 2 millième sec.)

Traitement de l'information
massivement en parallèle
(et un peu en série)

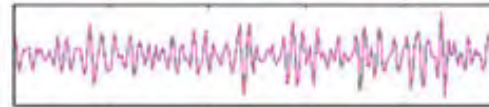
connectivité **adaptative**
(plastique)

Échelle de temps :

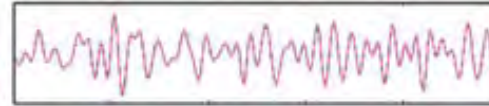
Processus dynamiques :



$10^{-3} s$

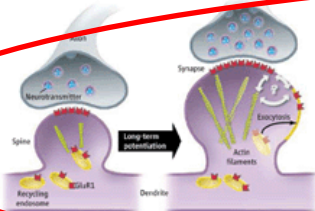


Gamma
40 - 70hz

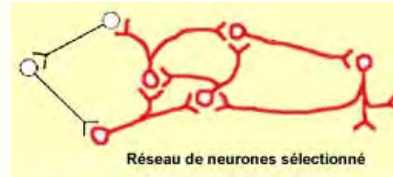


Beta
12 - 40hz

Perception et action devant des situations en temps réel grâce à des coalitions neuronales synchronisées temporairement



$10^{11} s$



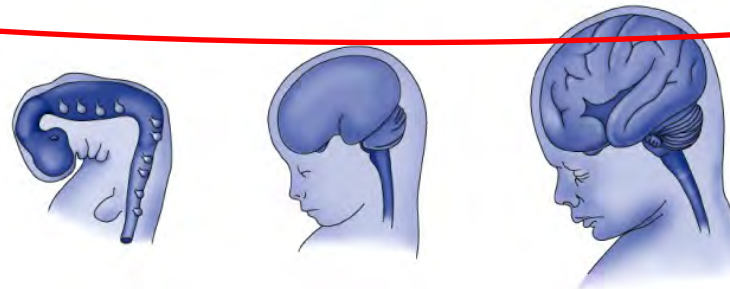
Réseau de neurones sélectionné



L'apprentissage durant toute la vie par la plasticité des réseaux de neurones



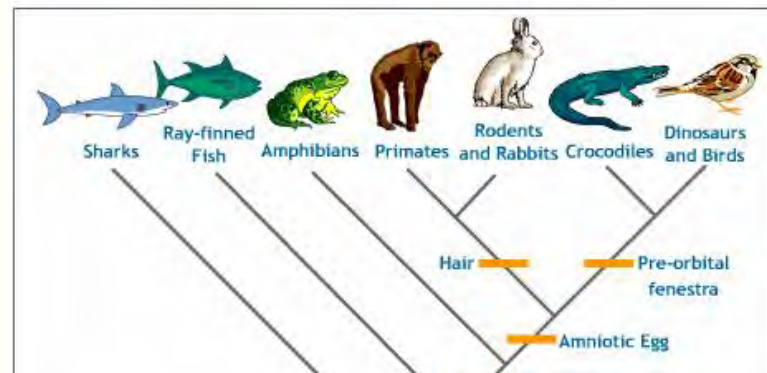
$10^6 s$



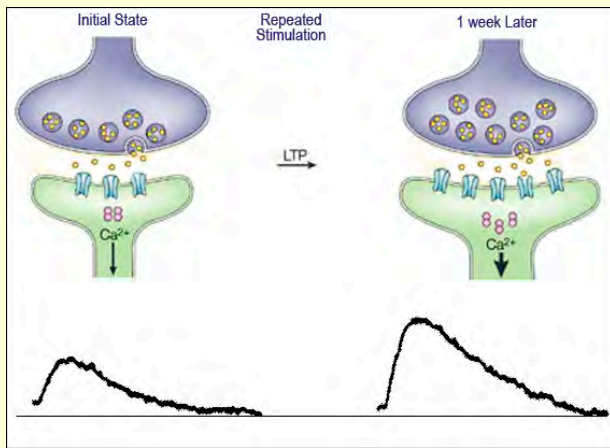
Développement du système nerveux par des mécanismes épigénétiques



$10^{13} s$

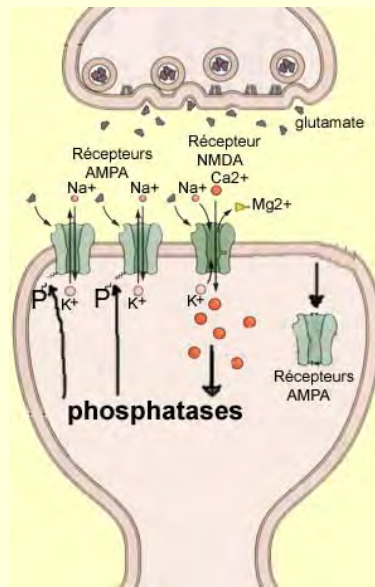


Évolution biologique qui façonne les plans généraux du système nerveux



La potentialisation à long terme (PLT)

Caractère auto-organisateur du cerveau (car système vivant), absent de l'ordinateur.

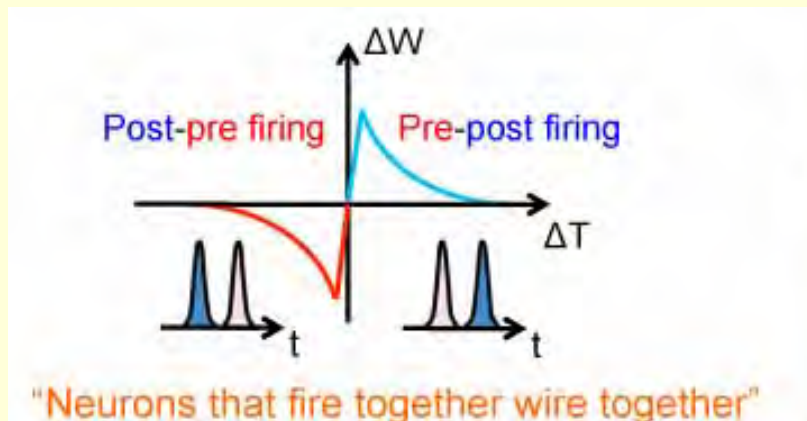


La dépression à long terme (DLT)

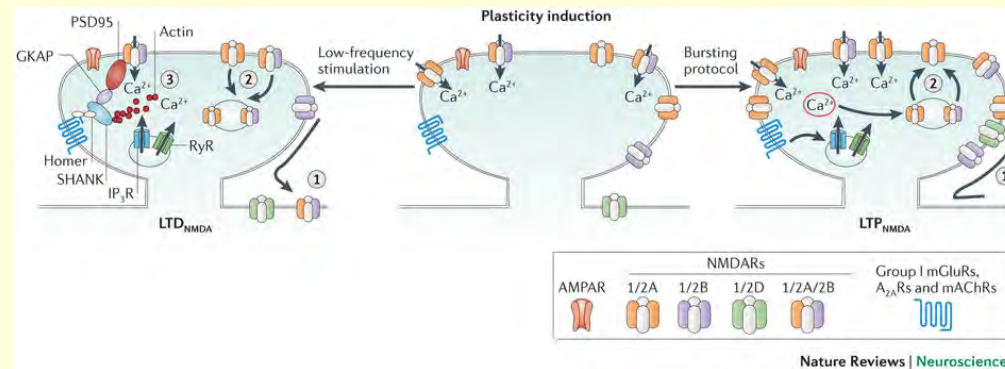


More than synaptic plasticity: role of nonsynaptic plasticity in learning and memory (2010)

Mozzachiodi, R., Byrne, J.H.

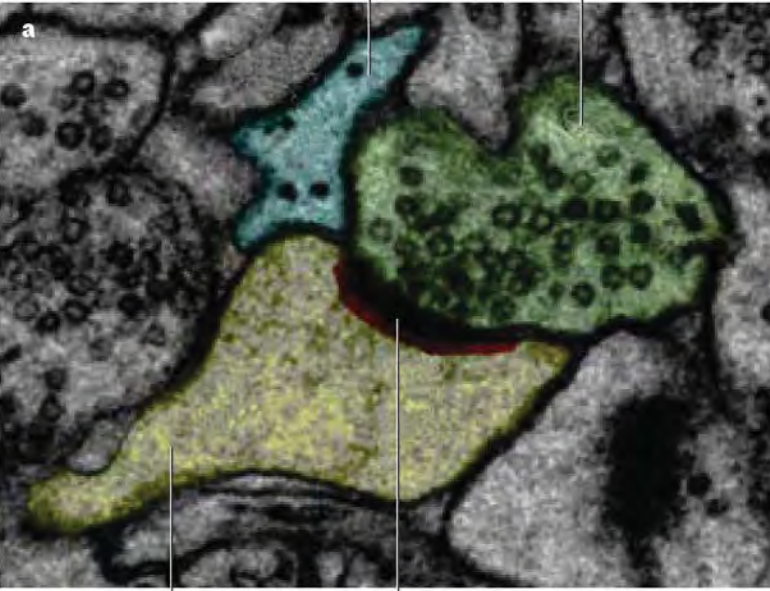


Spike-timing-dependent plasticity (STDP)



Échange de sous-unités du récepteur NMDA !!?

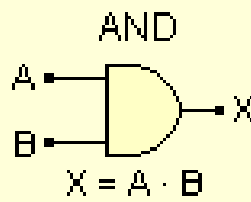
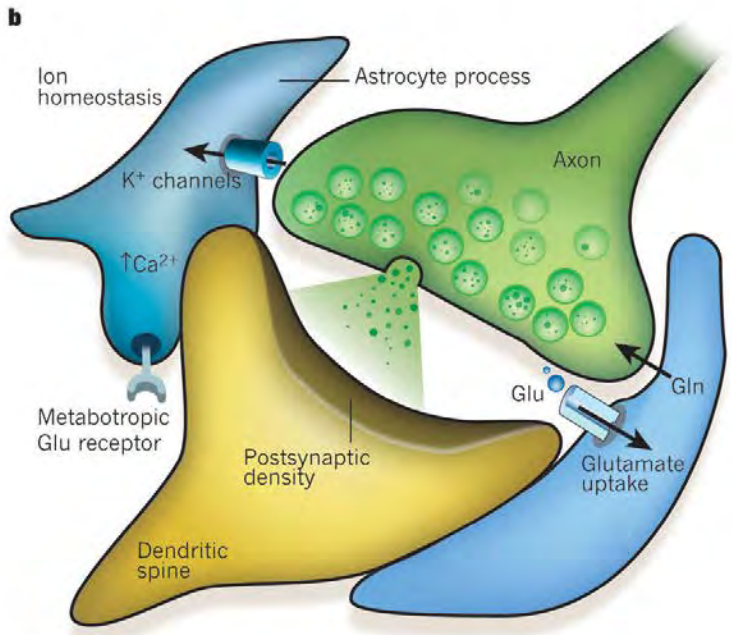
Astrocyte process Axon



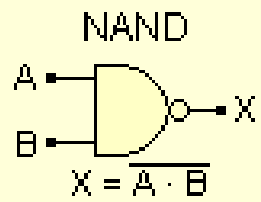
Spine Postsynaptic density

Sans parler de l'influence d'une **cellule gliale** jamais loin de la moindre synapse...

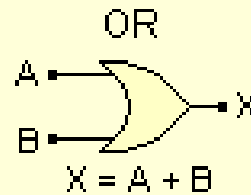
...qui est donc infiniment plus complexe que la porte logique d'un transistor.



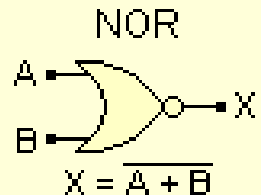
A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



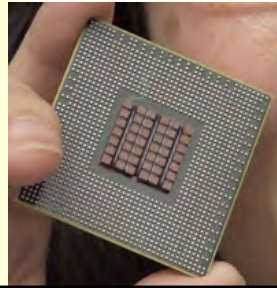
A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



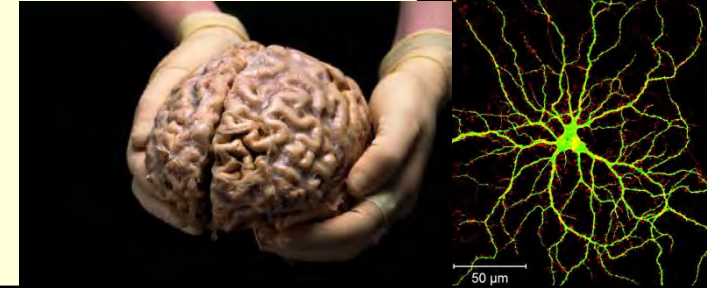
A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



Hardware



Nombre
d'unités
de base

10^{10} Transistors

Peu connectés

Vitesse de
traitement

Horloge : 10 GHz
(10 milliardième de sec.)

Type de
computation

Traitement de l'information
en série (séquentiel)
mais aussi en parallèle

via une connectivité fixe

Digital

1011 Neurones
(+ autant de cellules gliales)

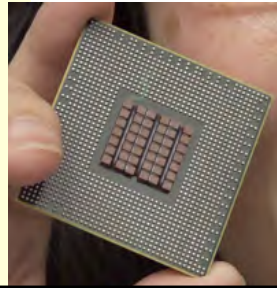
Très connectés
(10^4 par neurone)

Pas d'horloge
(réactions biochimiques au
100 millionième de sec.,
Influx nerveux: 2 millième sec.)

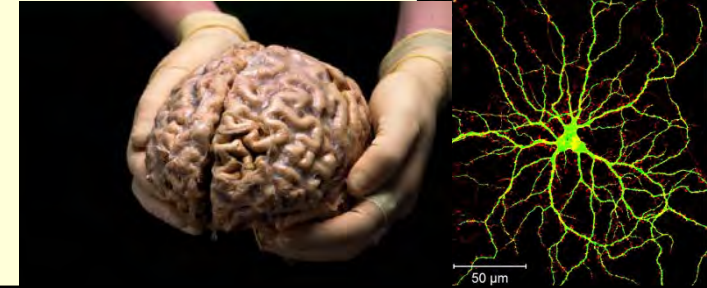
Traitement de l'information
massivement en parallèle
(et un peu en série)

connectivité adaptative (plastique)





Hardware



Nombre
d'unités
de base

10^{10} Transistors

Peu connectés

Vitesse de
traitement

Horloge : 10 GHz
(10 milliardième de sec.)

Type de
computation

Traitement de l'information
en série (séquentiel)
mais aussi en parallèle

via une connectivité fixe

Digital

10¹¹ Neurones
(+ autant de cellules gliales)

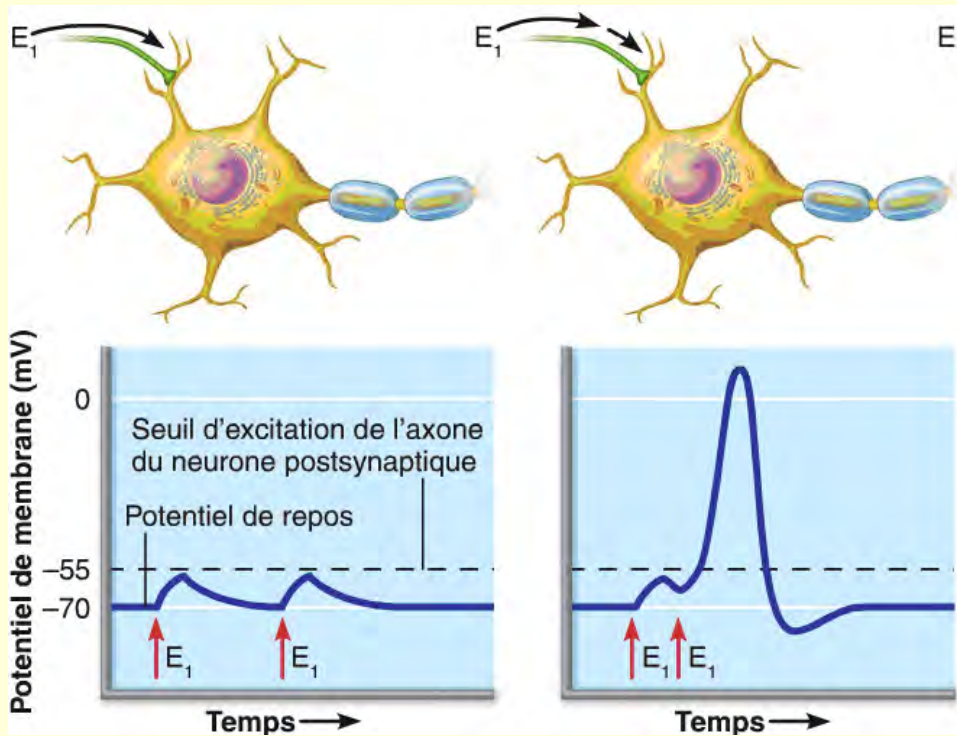
Très connectés
(10^4 par neurone)

Pas d'horloge
(réactions biochimiques au
100 millionième de sec.,
Influx nerveux: 2 millième sec.)

Traitement de l'information
massivement en parallèle
(et un peu en série)

connectivité adaptative (plastique)

« **Neural computation** »



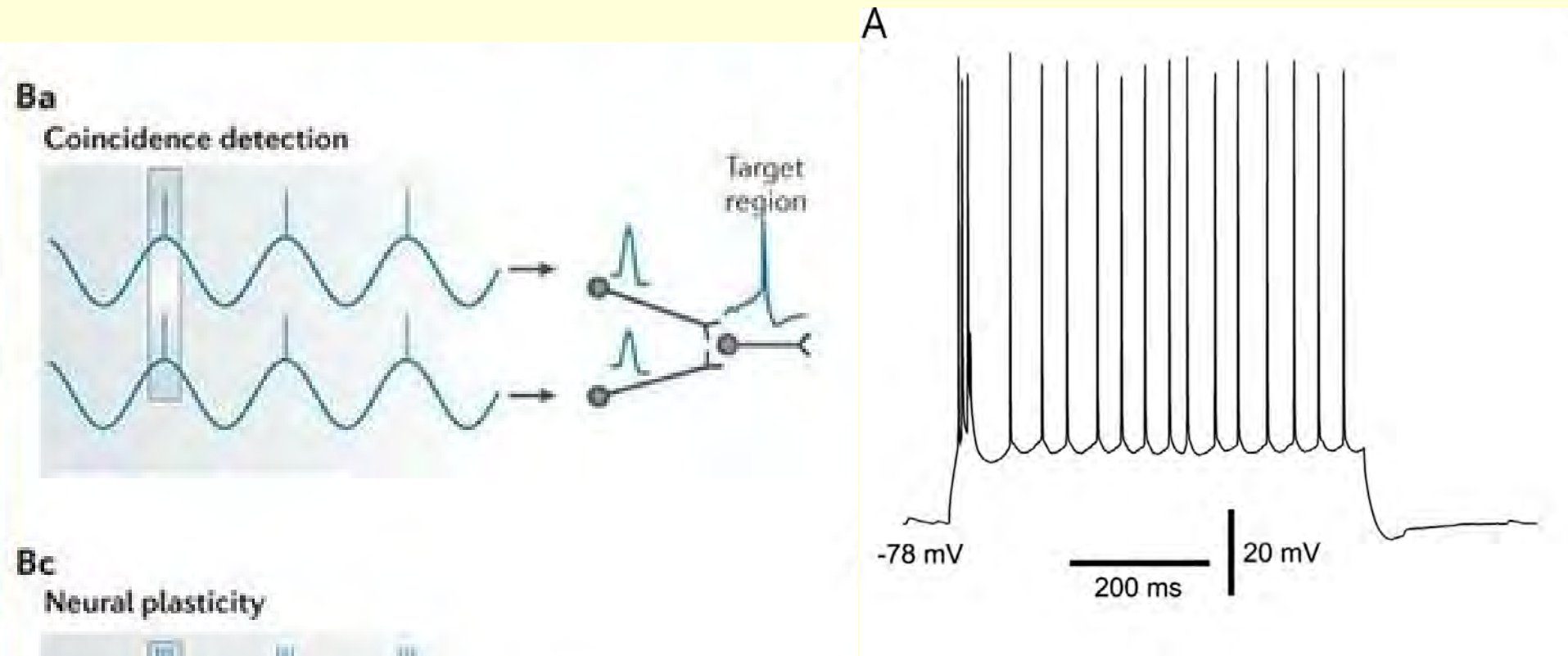
Depuis les années 1960, on a beaucoup répété que le système nerveux effectuait des computation **digitales** comme les ordinateurs parce que le potentiel d'action a une nature "tout ou rien".

Mais aujourd'hui, pratiquement tous les neuroscientifiques **ont délaissé cette conception des computations neuronales commes des computations digitales.**

En réalité...

Les “véhicules computationnels” primaires du système nerveux, **les trains de potentiels d'action**, sont irrémédiablement graduels dans leur propriétés fonctionnelles.

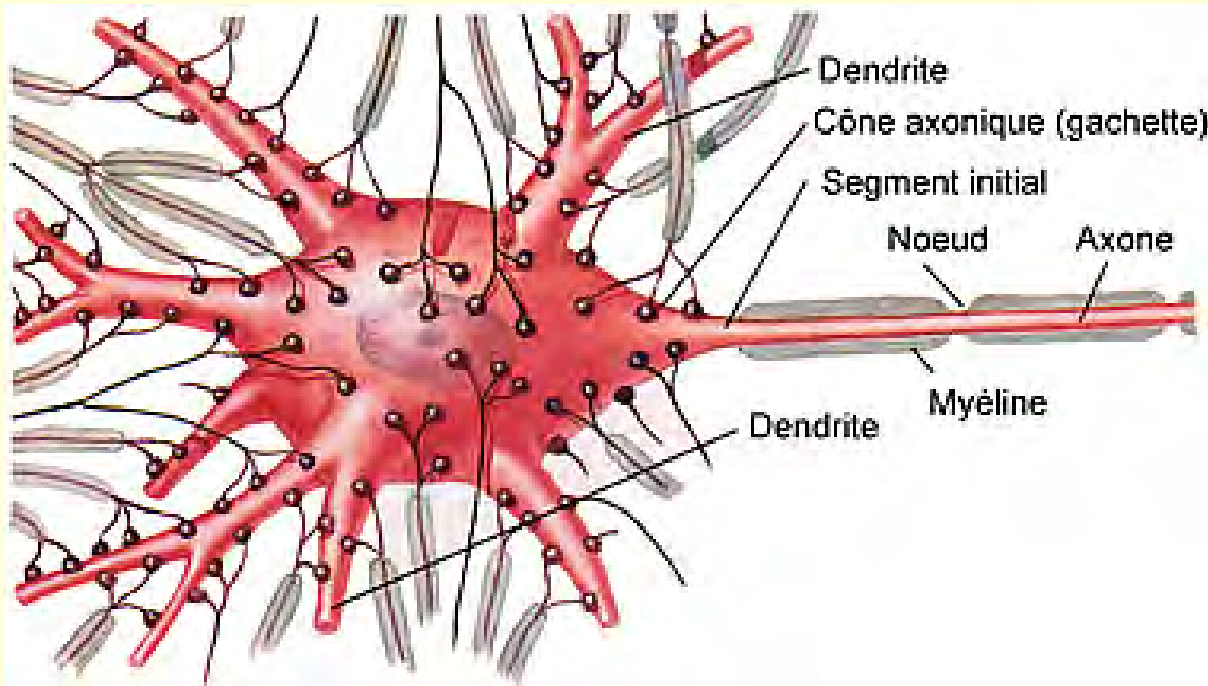
Autrement dit, la pertinence fonctionnelle du signal neuronal dépend d'aspects non digitaux du signal comme **le taux de décharge des potentiels d'action**, la **synchronisation de l'activité neuronale**.



En réalité...

Les “véhicules computationnels” primaires du système nerveux, **les trains de potentiels d'action**, sont irrémédiablement graduels dans leur propriétés fonctionnelles.

Autrement dit, la pertinence fonctionnelle du signal neuronal dépend d'aspects non digitaux du signal comme **le taux de décharge des potentiels d'action**, la **synchronisation de l'activité neuronale**, ou le simple fait que chaque neurone est un **intégrateur analogue** dont le potentiel de membrane **fluctue constamment**.

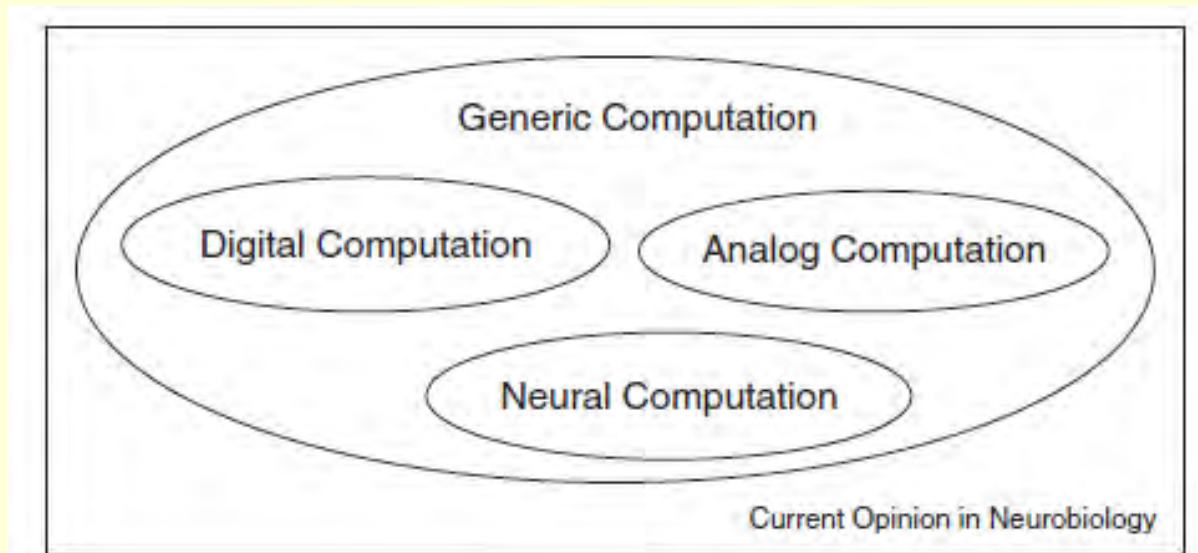


Par conséquent, un signal neuronal typique **n'est pas une suite de “0” ou de “1”** sous quelque forme que ce soit et n'est donc pas une computation digitale.

Cela ne veut pas dire que la computation neuronale est de type analogique, i.e. qui utilise un signal continu.

Car le signal nerveux est fait d'unités fonctionnelles discontinues que sont les potentiels d'action.

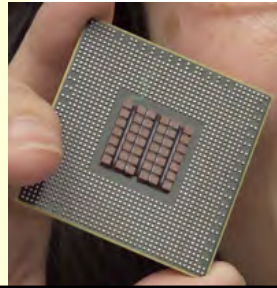
Par conséquent, les computations neuronales semblent être ni digitales, ni analogues, **mais bien un genre distinct de computation.**



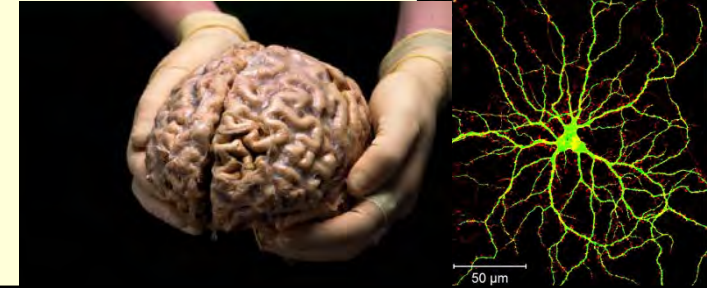
Some types of generic computation. Neural computation may sometimes be either digital or analog in character, but, in the general case, neural computation appears to be a distinct type of computation.

Piccinini, G., Shagrir, O. (2014). **Foundations of computational neuroscience.**

Current Opinion in Neurobiology, 25:25–30.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959438813002043>



Hardware



Nombre
d'unités
de base

10^{10} Transistors

Peu connectés

1011 Neurones
(+ autant de cellules gliales)

Très connectés
(10^4 par neurone)

Vitesse de
traitement

Horloge : 10 GHz
(10 milliardième de sec.)

Pas d'horloge
(réactions biochimiques au
100 millionième de sec.,
Influx nerveux: 2 millième sec.)

Type de
computation

Traitement de l'information
en série (séquentiel)
mais aussi en parallèle

Traitement de l'information
massivement en parallèle
(et un peu en série)

via une connectivité fixe

connectivité adaptative (plastique)

Digital

« Neural computation »

Meilleur pour

Problèmes logiques,
mathématiques, etc.

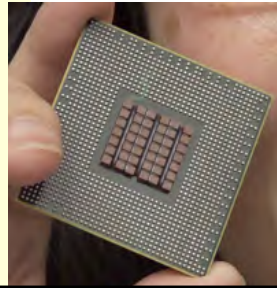


Bon d'accord, il y a eu quelques avancées récentes grâce au « **deep learning** » (réseaux connexionnistes avec de nombreuses couches)...

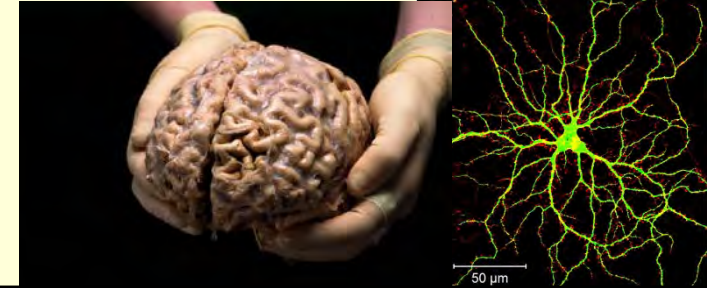
Exemple : jeu d'échecs

- Système formel
- Ensemble fini de pièces
- Position de départ
- Ensemble de règles de transition





Hardware



Nombre
d'unités
de base

10^{10} Transistors

Peu connectés

1011 Neurones
(+ autant de cellules gliales)

Très connectés
(10^4 par neurone)

Vitesse de
traitement

Horloge : 10 GHz
(10 milliardième de sec.)

Pas d'horloge
(réactions biochimiques au
100 millionième de sec.,
Influx nerveux: 2 millième sec.)

Type de
computation

Traitement de l'information
en série (séquentiel)
mais aussi en parallèle

Traitement de l'information
massivement en parallèle
(et un peu en série)

via une connectivité fixe

connectivité adaptative (plastique)

Digital

« Neural computation »

Meilleur pour

Problèmes logiques,
mathématiques, etc.

Problèmes **plus flous** (vision,
langage, émotion, etc.)

...mais il y a quand même quelques affaires que où les ordinateurs ne sont pas encore capables de faire comme les humains.



DOCUMENT
EDWARD SNOWDEN FACE
À UN RESPONSABLE DES SERVICES
SECRETS AMERICAINS

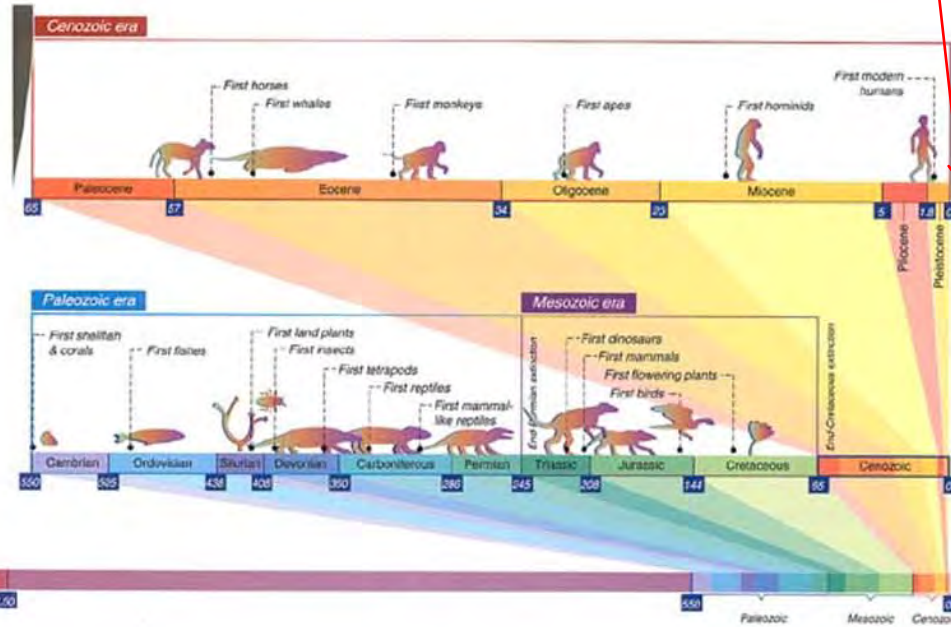
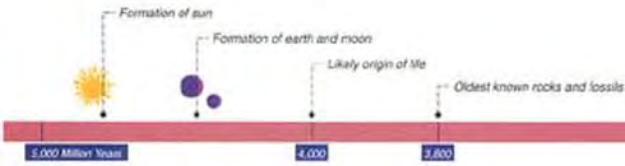
Prise: 7,90 € (couvert) - 7,90 € (hors couvert) - 7,90 € (hors couvert)
Abonnement: 12,90 € (couvert) - 12,90 € (hors couvert) - 12,90 € (hors couvert)
ISSN: 1284-8311 - France: 04 20 20 20 20

M 06296 - 28H - F: 7,90 € - RD



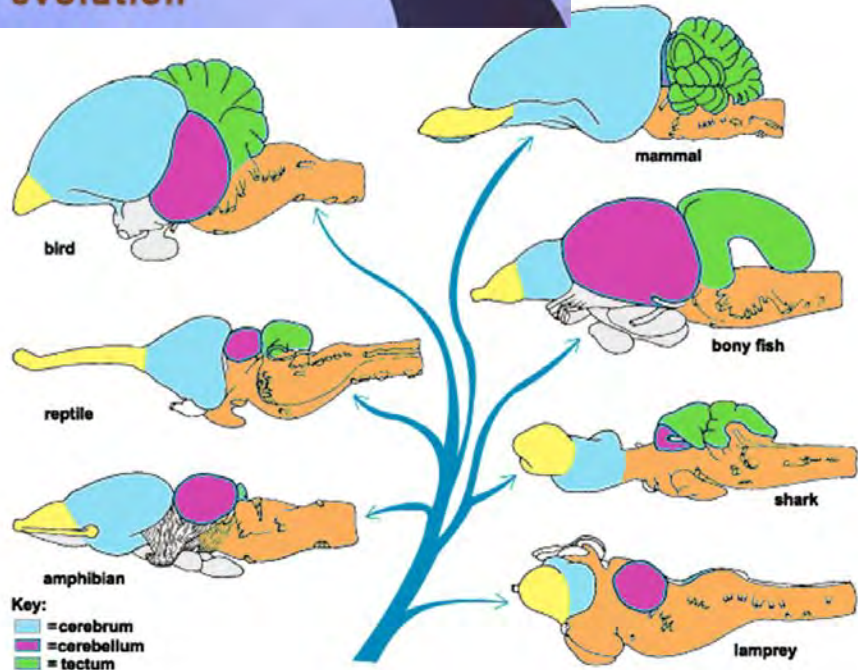


BitChess.fr

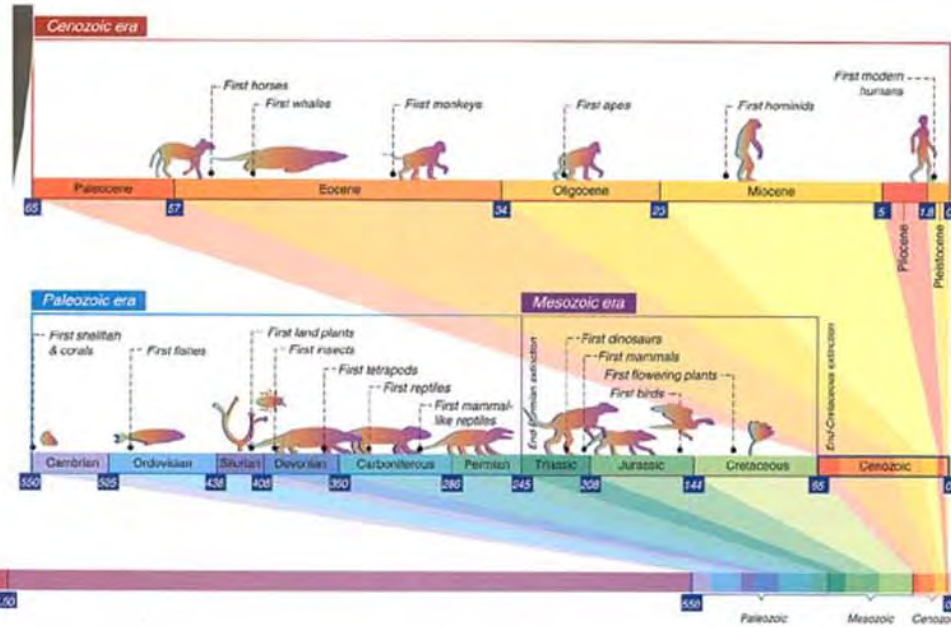




Notre cerveau, bricolage de l'évolution



Bitzress.fr



...mais il y a quand même quelques affaires que où les ordinateurs ne sont pas encore capables de faire comme les humains.



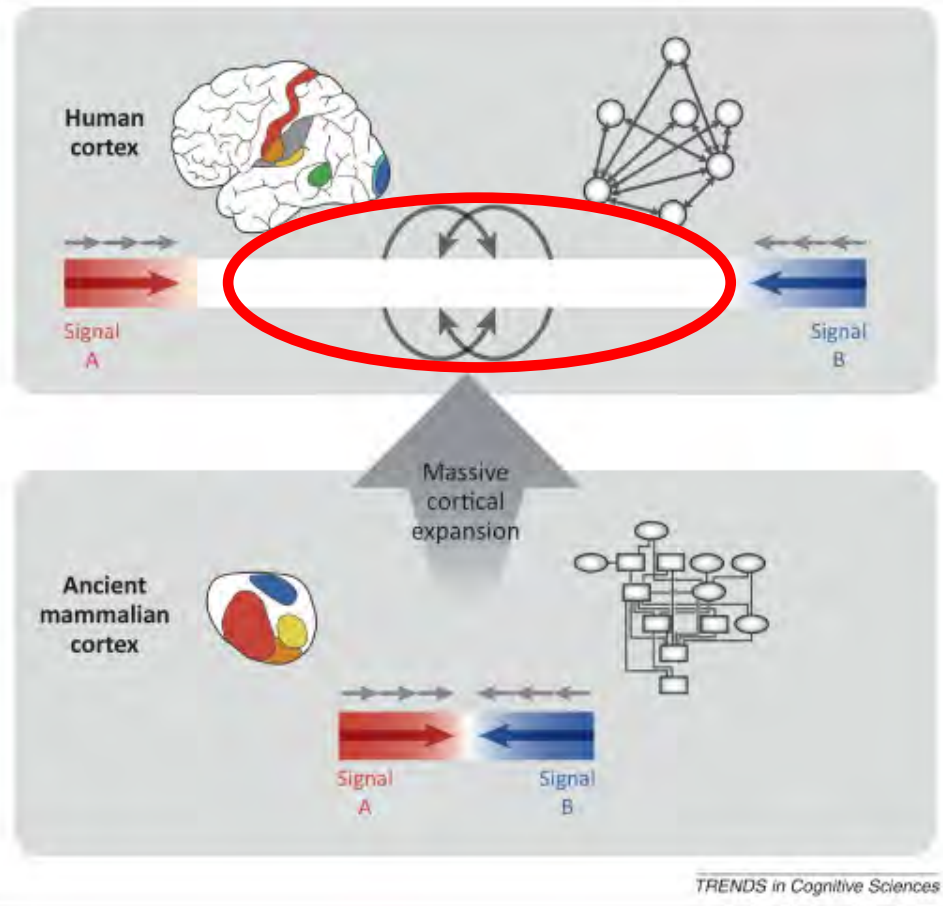
DOCUMENT
EDWARD SNOWDEN FACE
À UN RESPONSABLE DES SERVICES
SECRETS AMERICAINS

Prise: 7,90 € (couvert) - 7,90 € (hors couverture) - Prix de vente: 9,90 €
Abonnement: 12,00 € (couvert) - 12,00 € (hors couverture) - 12,00 € (hors couverture)
ISSN 1253-0178 - N° 10 - 1000 - 1000 - 1000

M 06296 - 28H - F: 7,90 € - RD



...mais il y a quand même quelques affaires que où les ordinateurs ne sont pas encore capables de faire comme les humains.



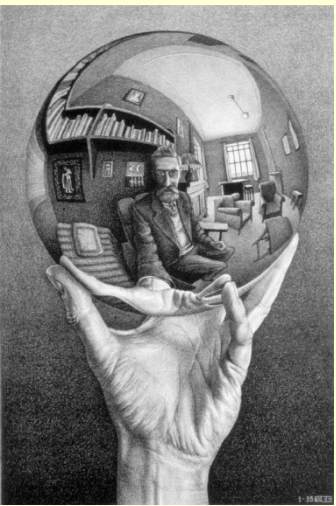
DOCUMENT
EDWARD SNOWDEN FACE
À UN RESPONSABLE DES SERVICES
SECRETS AMERICAINS

M 06296 - 28H - F: 7,90 € - RD



Le « off-line »...

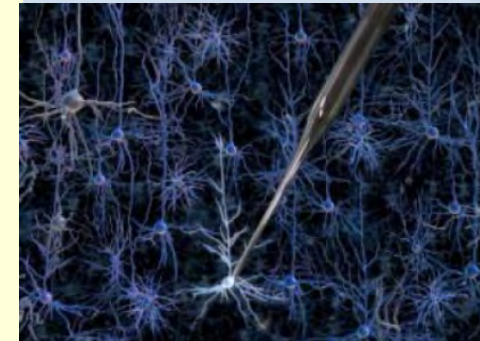
...à partir du « on-line » !

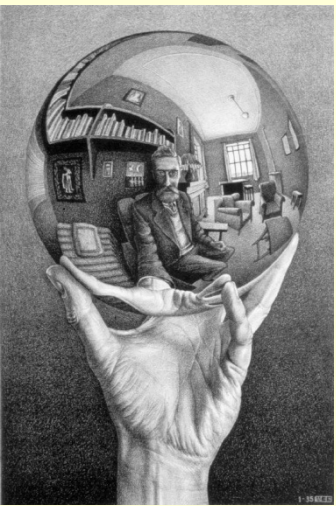


Le « mind » (la « pensée subjective »)
émerge de l'activité biologique du cerveau.

Tout changement dans le « mind »
s'accompagne de changements dans le cerveau.

Donc :

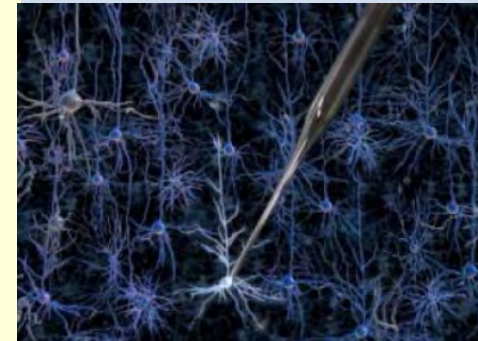




Le « mind » (la « pensée subjective »)
émerge de l'activité biologique du cerveau.

Tout changement dans le « mind »
s'accompagne de changements dans le cerveau.

Donc :



Cela dit, ce qui se passe dans le **corps** et dans l'**environnement** vont aussi influencer le « mind »...

Pourquoi le cerveau a besoin du corps et de l'environnement pour penser



Social

Psychologique

Cérébral

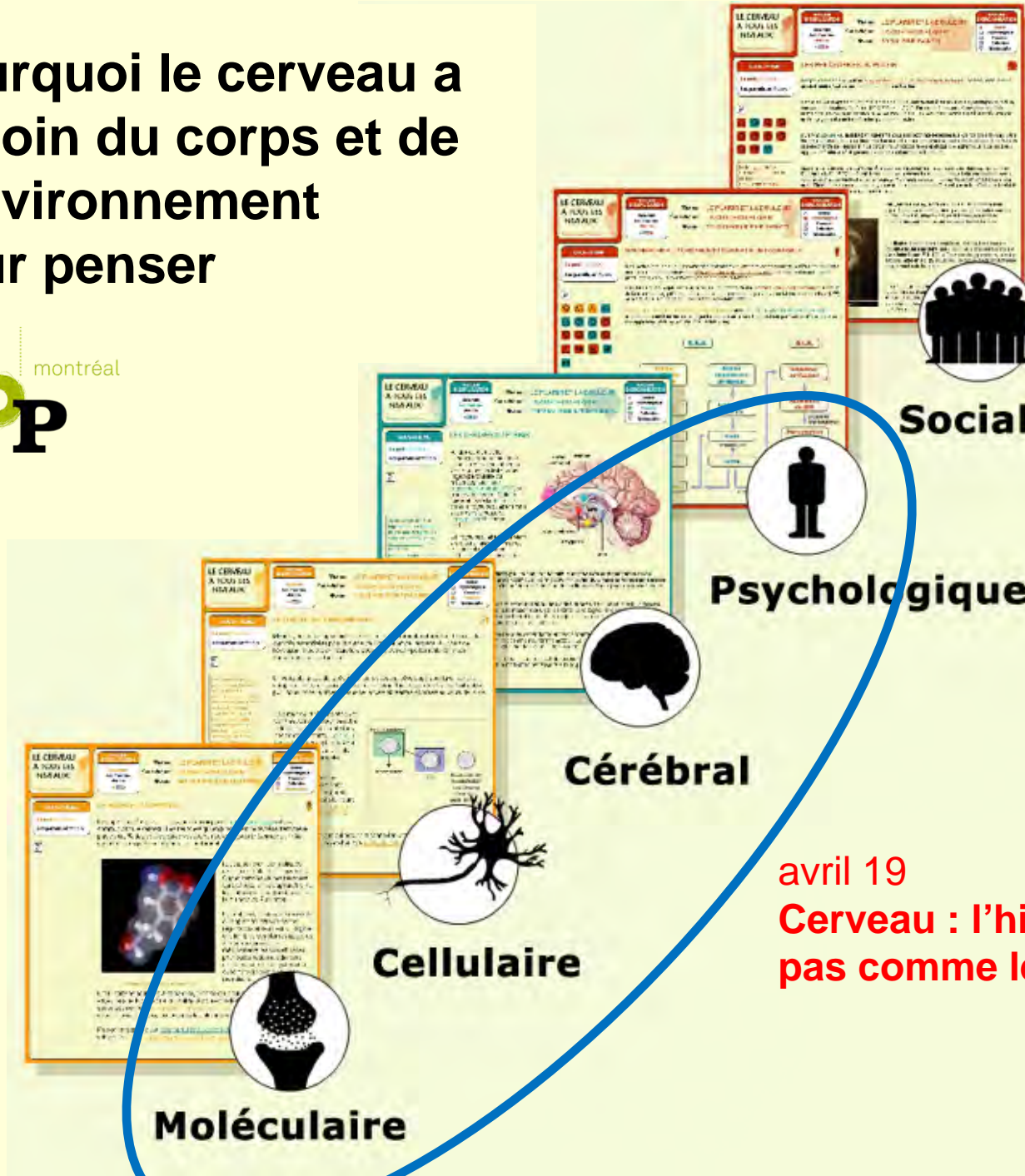
Cellulaire

Moléculaire

avril 19

Cerveau : l'histoire d'un organe pas comme les autres

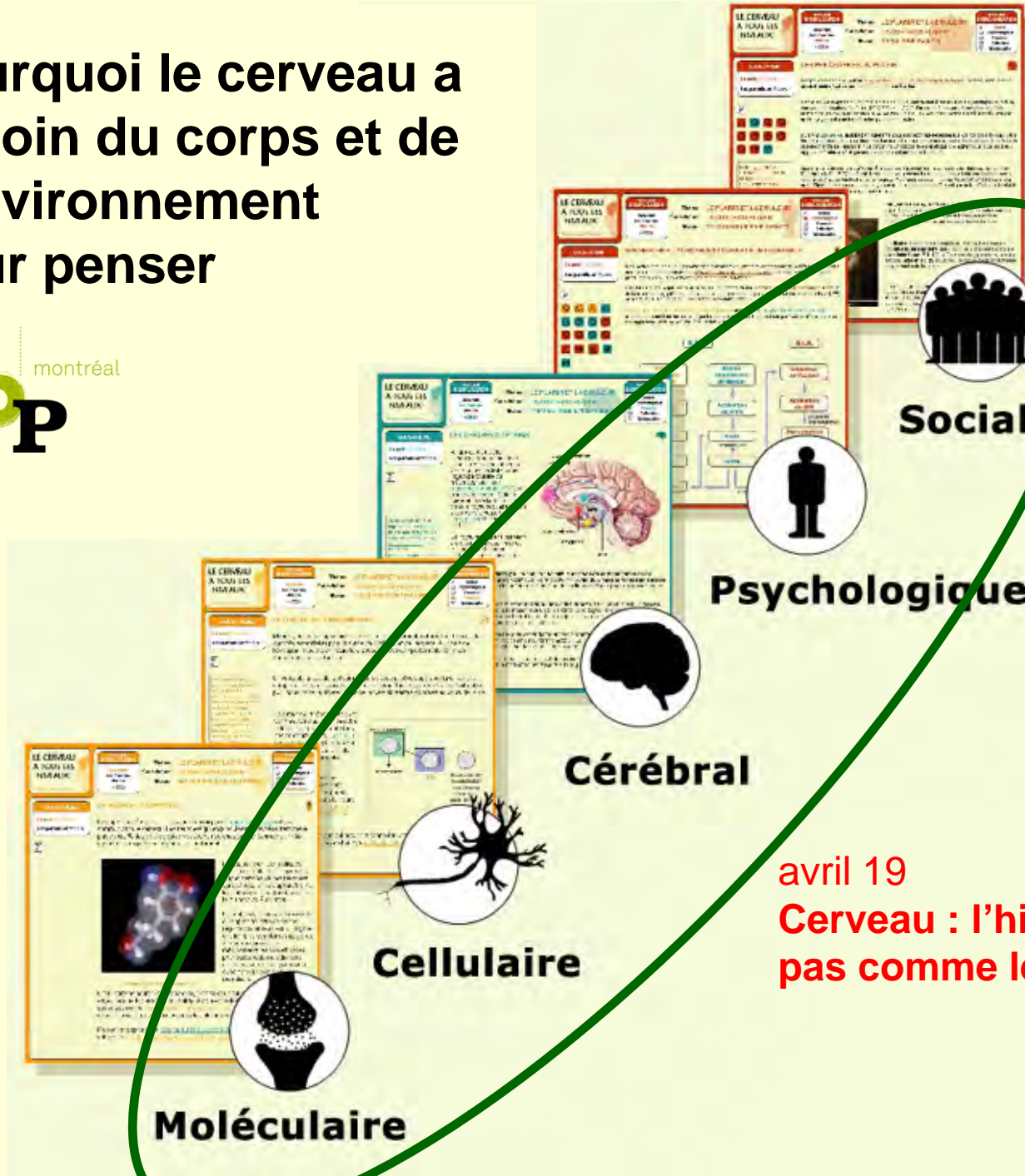
Pourquoi le cerveau a besoin du corps et de l'environnement pour penser



avril 26
Cerveau et corps
ne font qu'un
(la cognition
incarnée)

avril 19
Cerveau : l'histoire d'un organe
pas comme les autres

Pourquoi le cerveau a besoin du corps et de l'environnement pour penser



mai 3
Cerveau-corps-environnement
(les sciences cognitives énaactives)

avril 26
Cerveau et corps ne font qu'un
(la cognition incarnée)

avril 19
Cerveau : l'histoire d'un organe pas comme les autres