

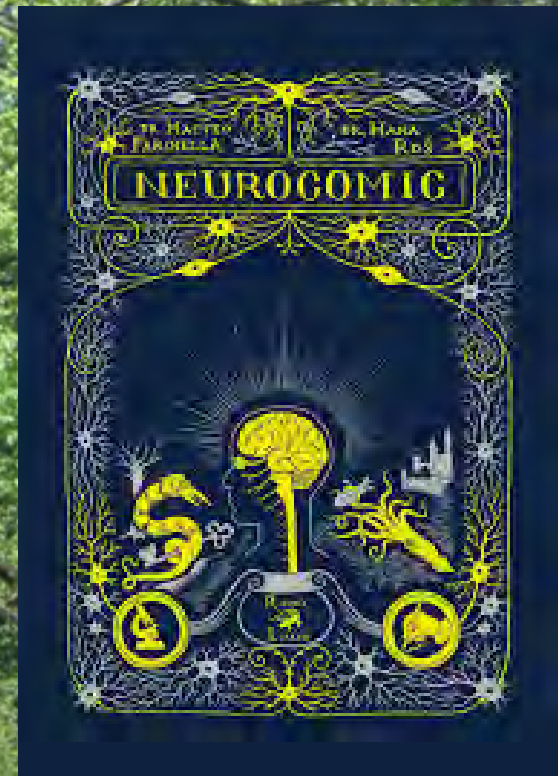
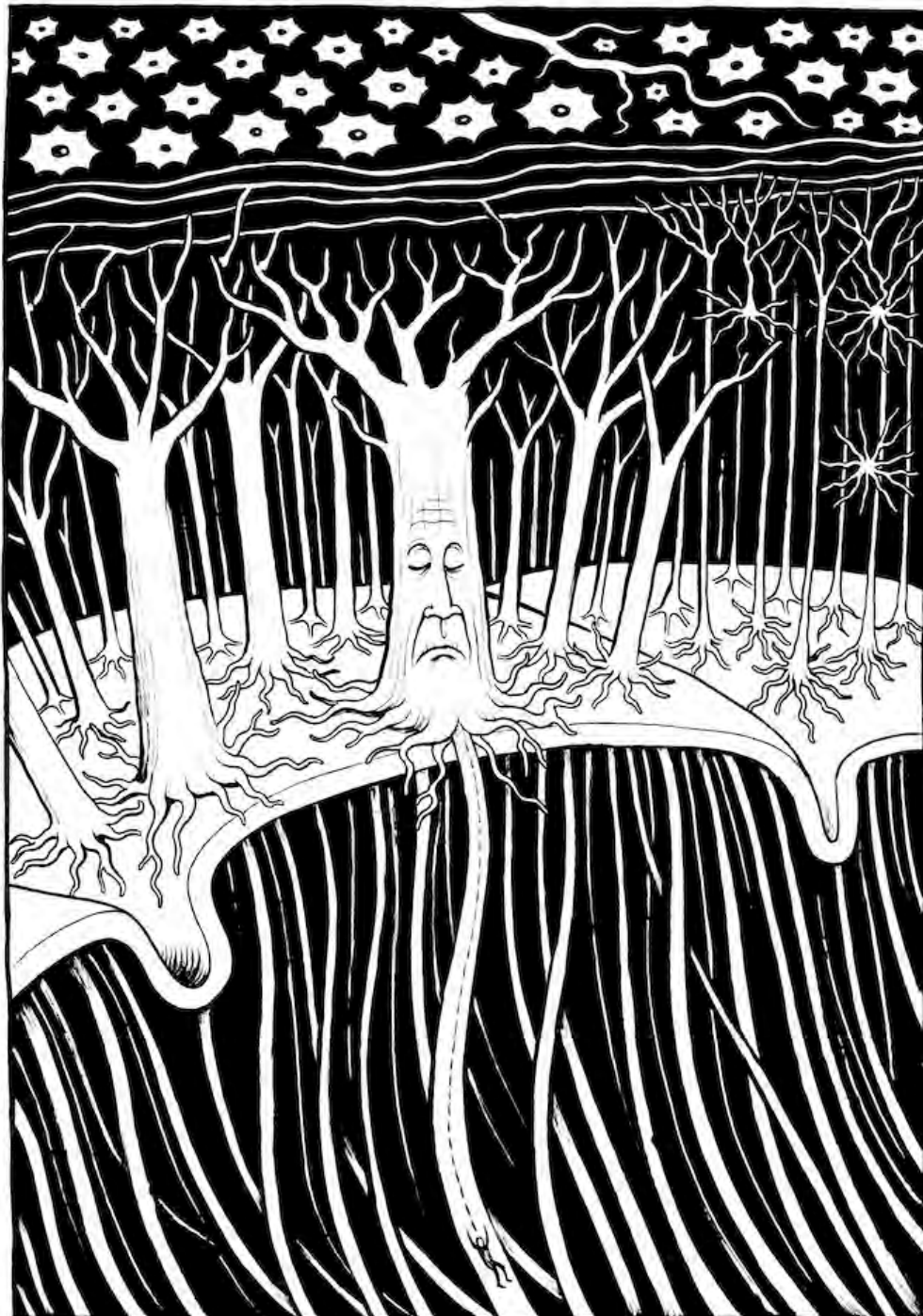
Notre cerveau, bricolage de l'évolution



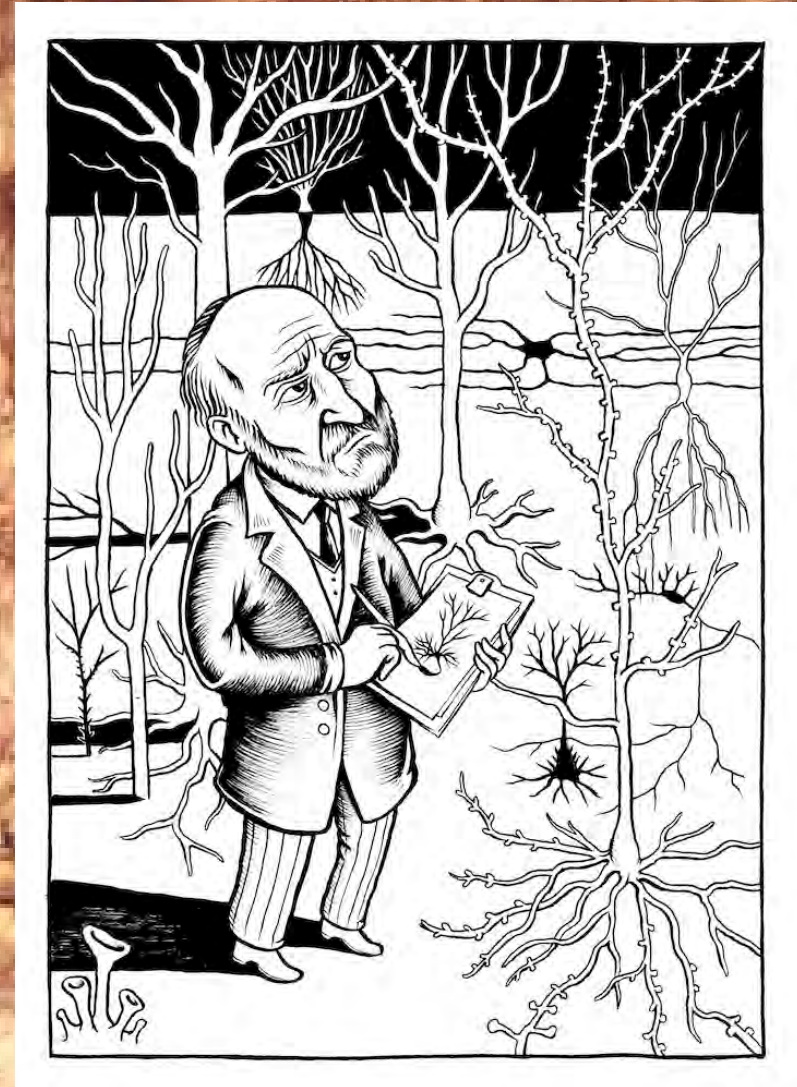
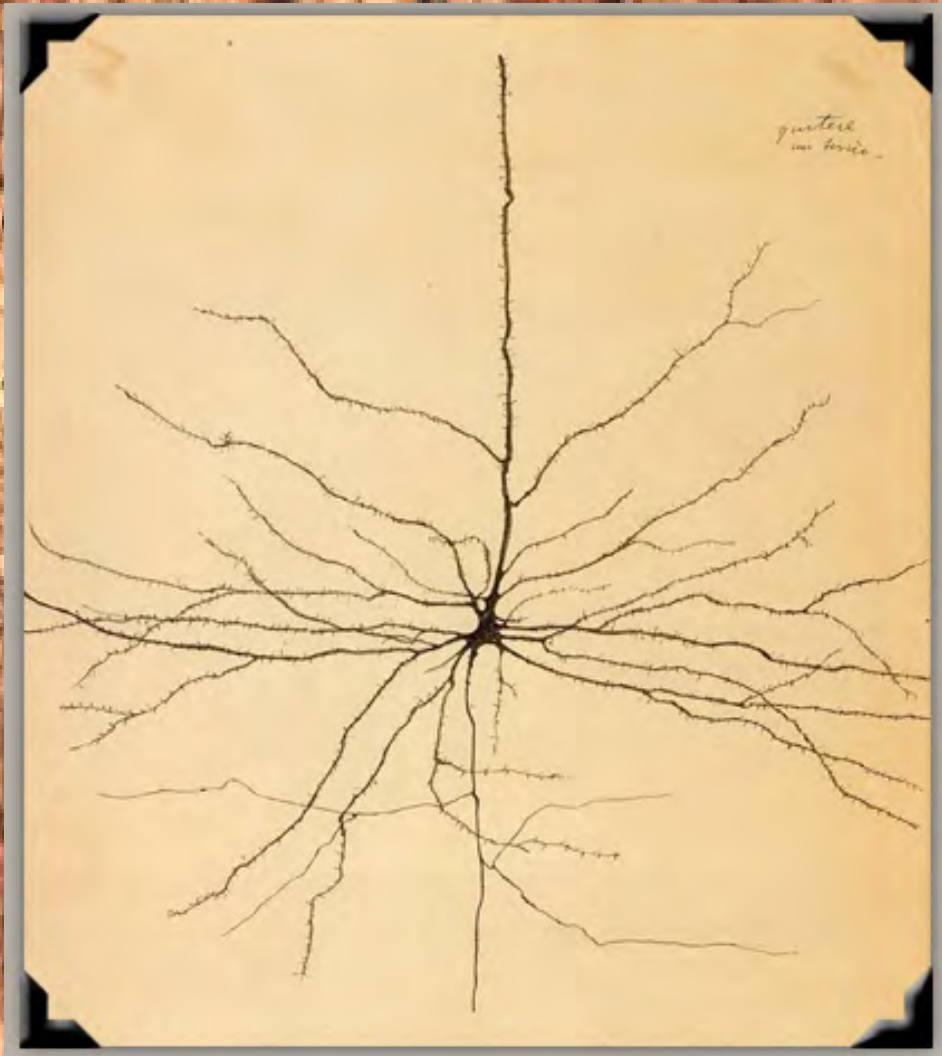


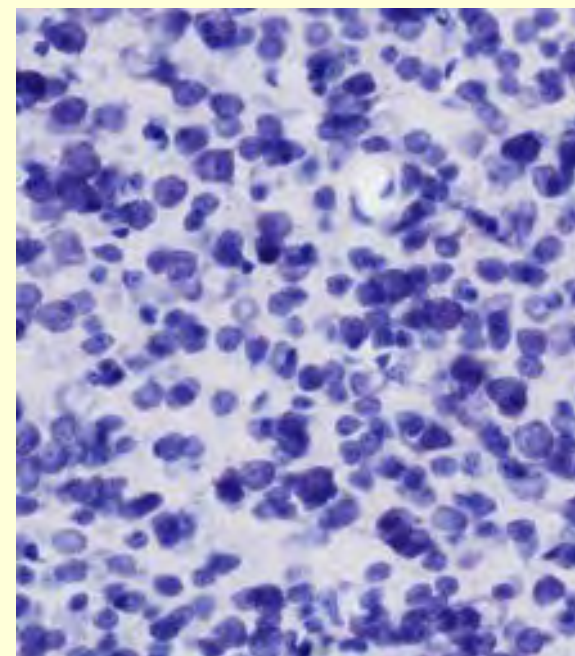
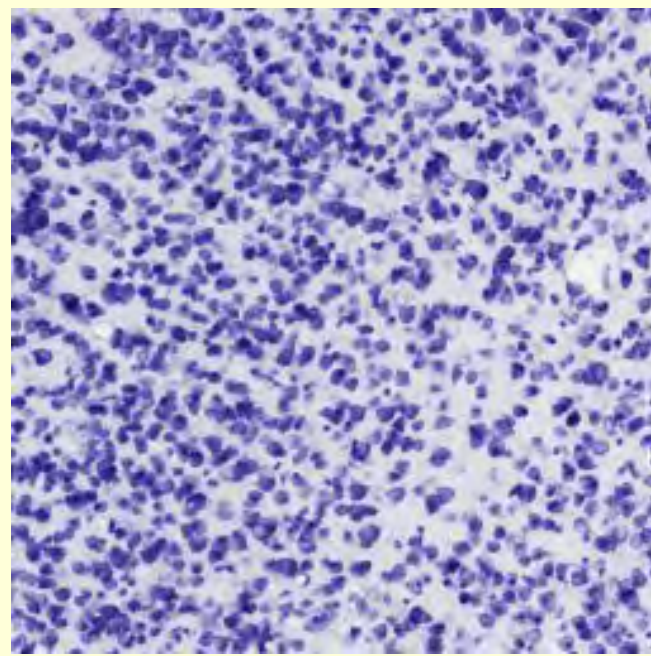
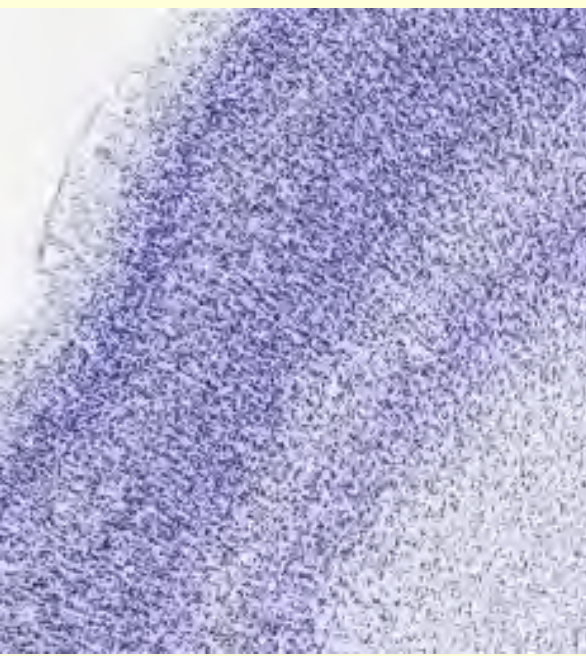
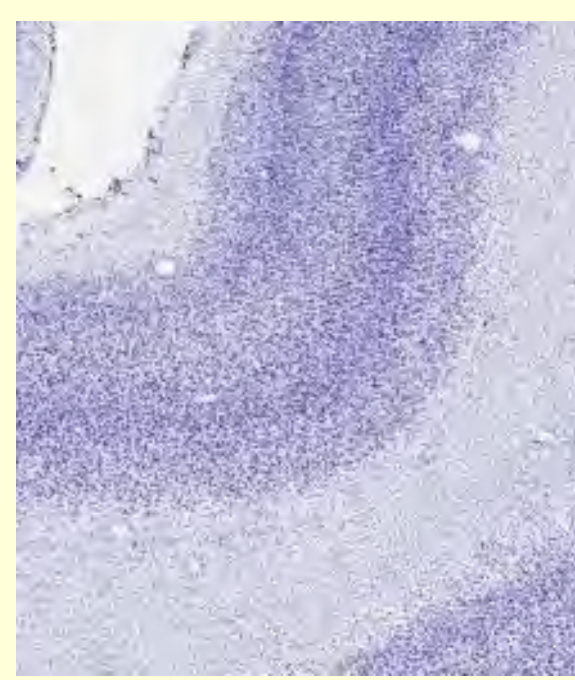
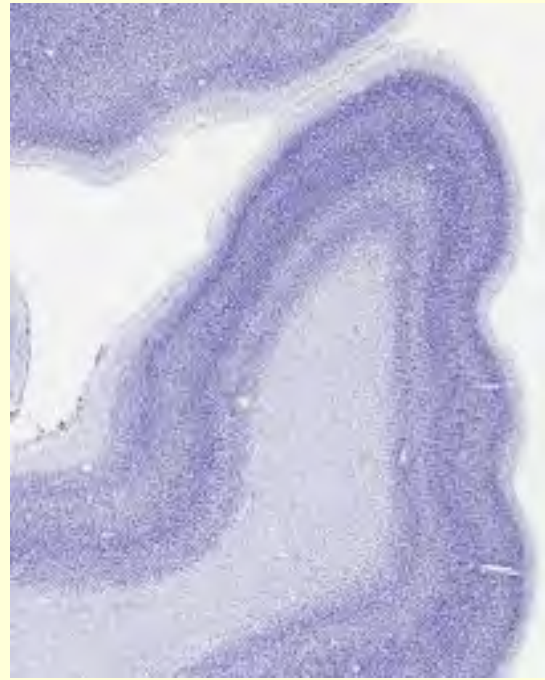
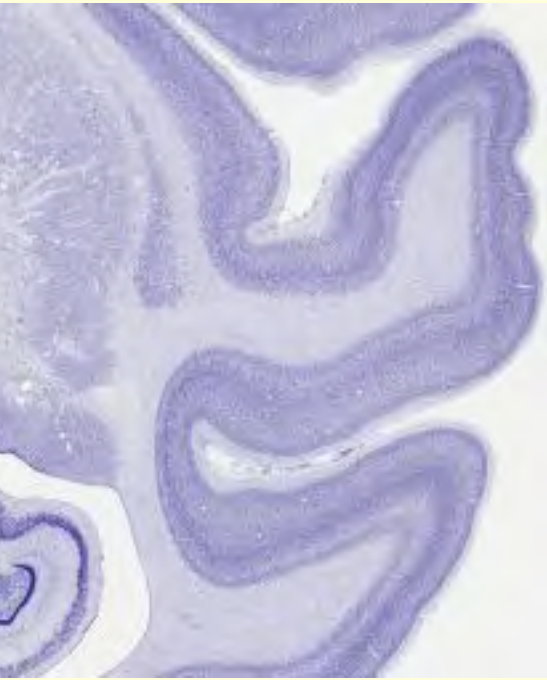




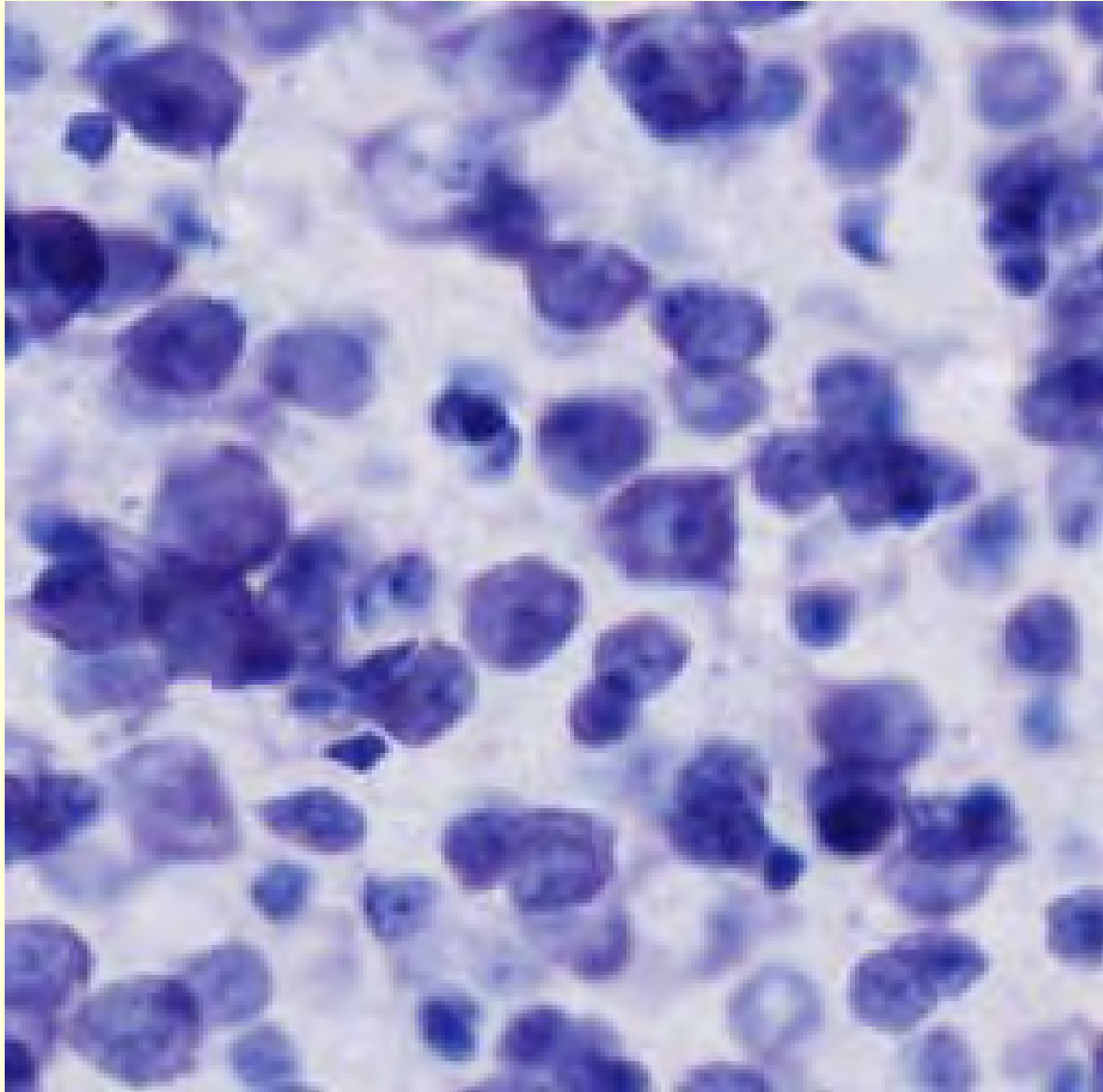


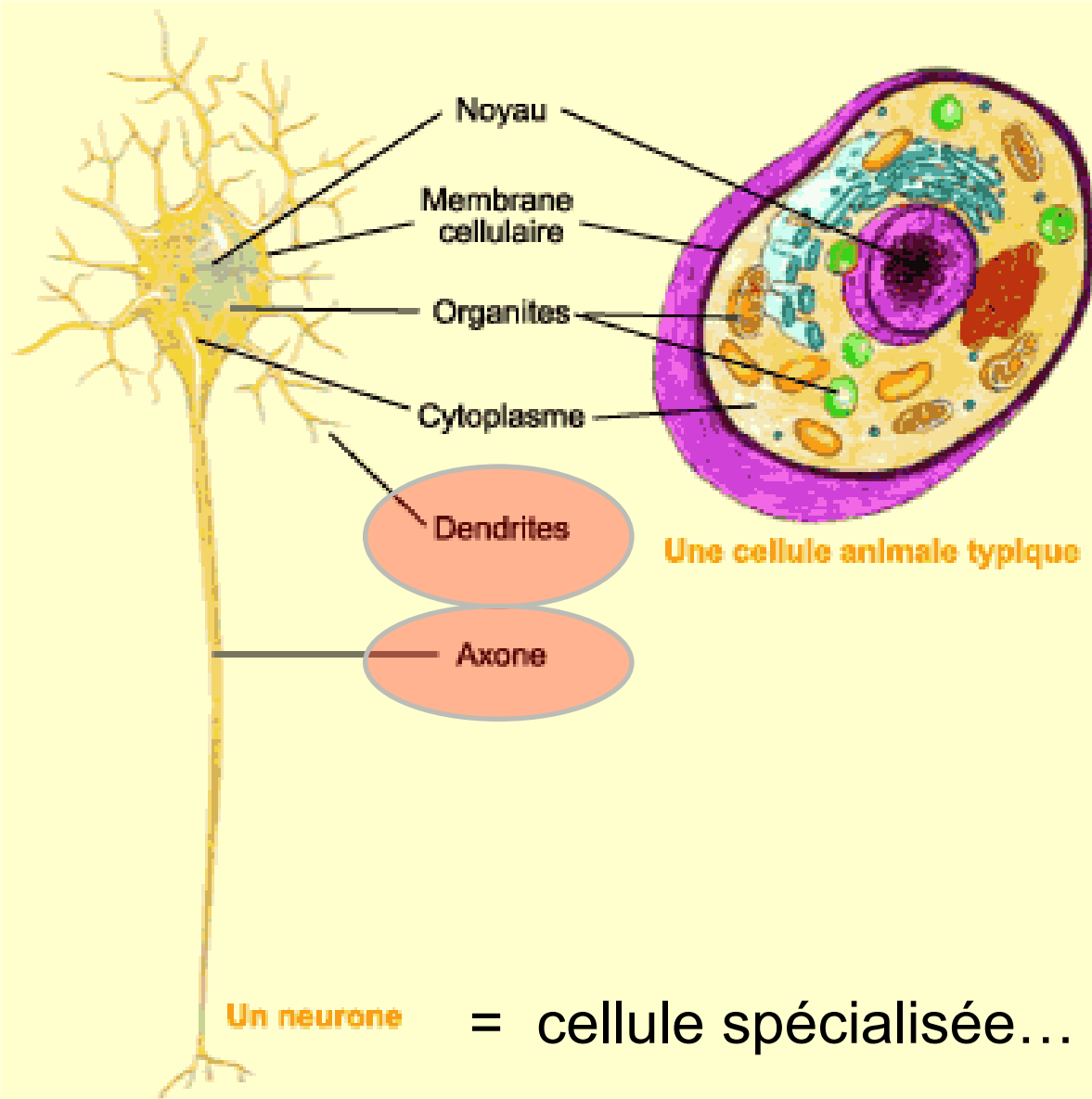
Depuis plus d'un siècle, on utilise toutes sortes de techniques de coloration pour mieux comprendre l'**anatomie** du cerveau.





matière grise : corps cellulaires des cellules du cerveau, les neurones

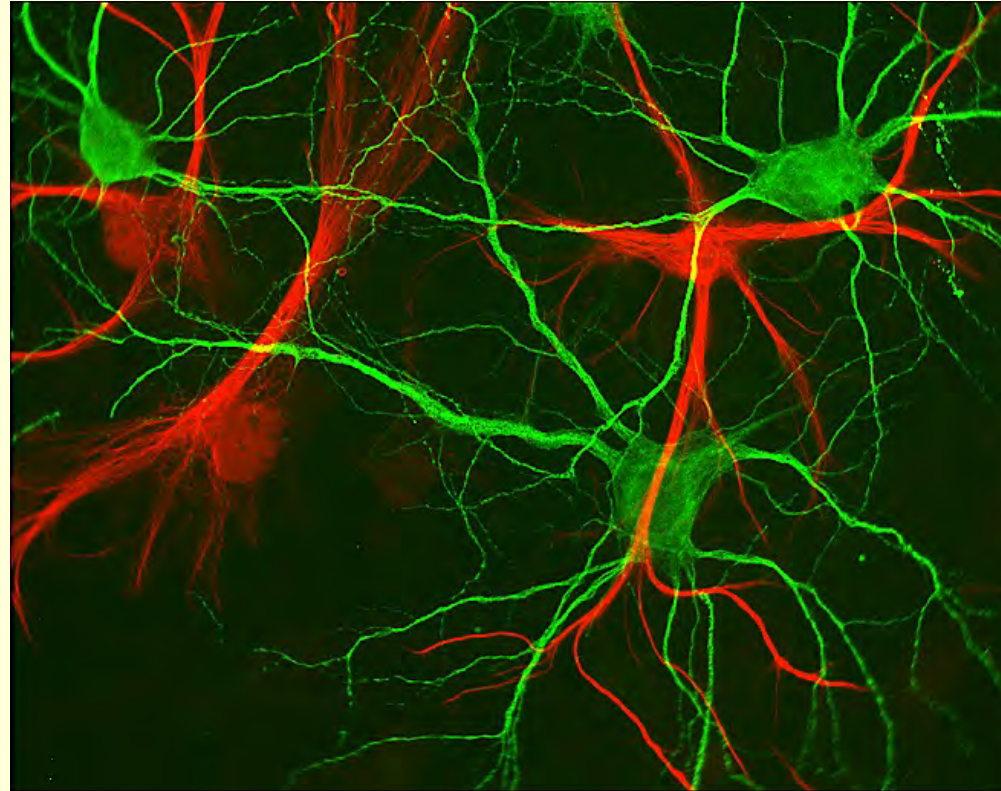




**Mais il y a aussi
« l'autre moitié du cerveau » :**

les cellules gliales !

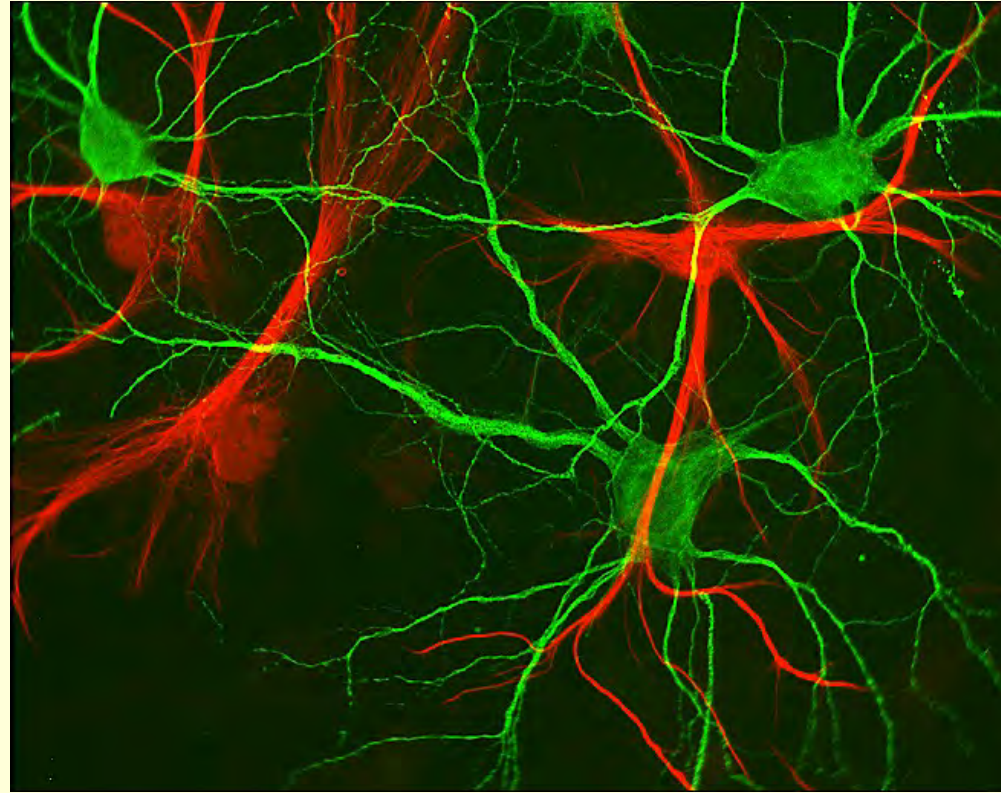
(en rouge ici,
et les neurones en vert)

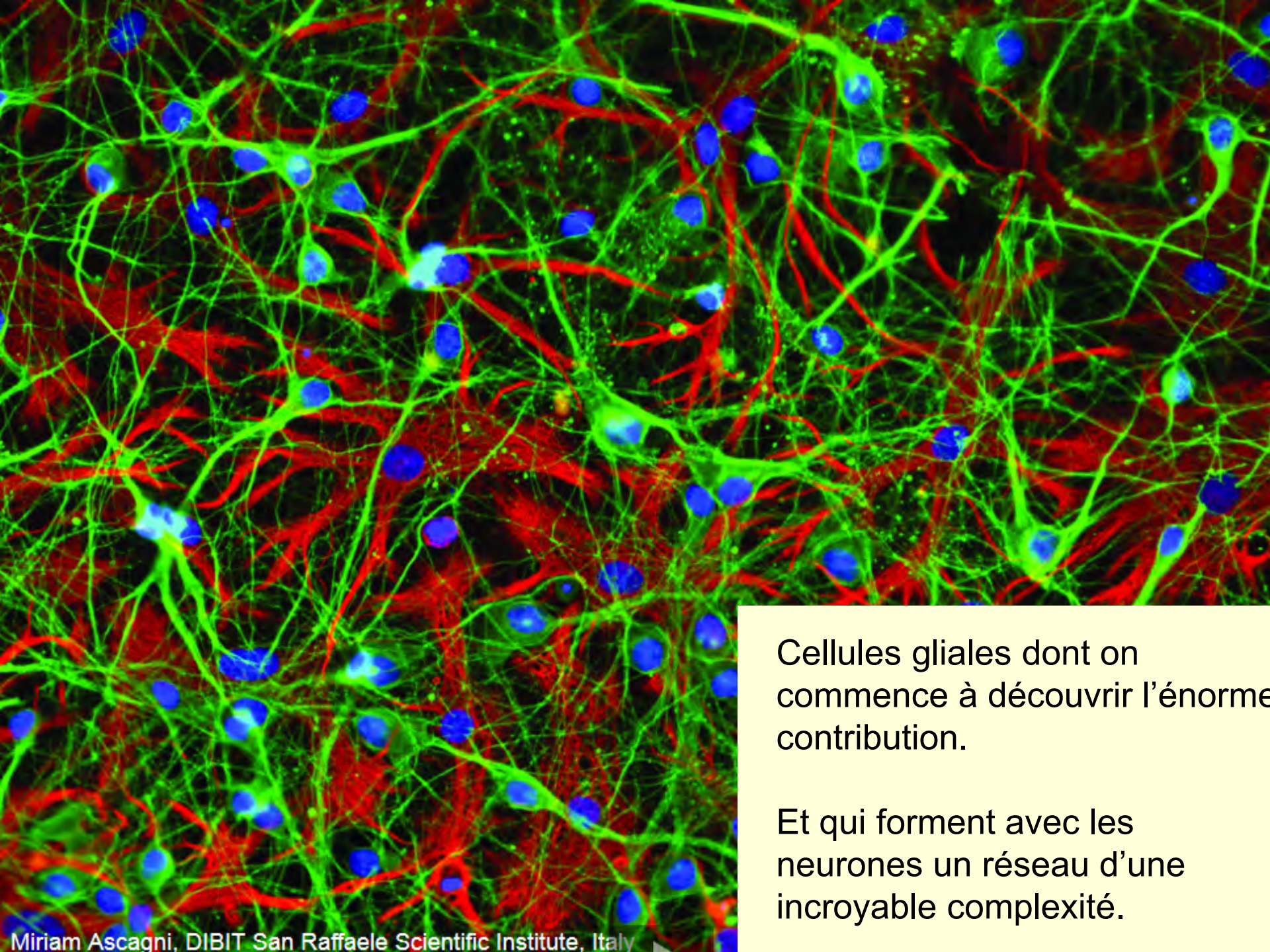


85 000 000 000
cellules gliales

+

85 000 000 000
neurones !





Cellules gliales dont on commence à découvrir l'énorme contribution.

Et qui forment avec les neurones un réseau d'une incroyable complexité.



LE CERVEAU À NIVEAU SOCIAL

Thème: L'APPRENTISSAGE

Objectifs: Comprendre comment le cerveau apprend à travers les interactions sociales.

Contenus: Apprentissage social, rôle des autres, imitation, observation.

Activités: Jeux de rôle, observation de vidéos, débats.

Évaluation: Questionnaire, exposé oral.

LE CERVEAU À NIVEAU PSYCHOLOGIQUE

Thème: L'APPRENTISSAGE

Objectifs: Comprendre les processus psychologiques de l'apprentissage.

Contenus: Mémoire, attention, motivation, émotions.

Activités: Exercices de mémoire, tests d'attention, études de cas.

Évaluation: Quiz, rédaction.

LE CERVEAU À NIVEAU CÉRÉBRAL

Thème: L'APPRENTISSAGE

Objectifs: Comprendre les bases neurologiques de l'apprentissage.

Contenus: Anatomie du cerveau, neurotransmetteurs, plasticité.

Activités: Anatomie du cerveau, diagrammes, expériences.

Évaluation: Diagramme, exposé.

LE CERVEAU À NIVEAU CELLULAIRE

Thème: L'APPRENTISSAGE

Objectifs: Comprendre les mécanismes cellulaires de l'apprentissage.

Contenus: Neurones, synapses, transmission synaptique.

Activités: Schémas de neurones, diagrammes de synapses.

Évaluation: Schéma, exposé.

LE CERVEAU À NIVEAU MOLÉCULAIRE

Thème: L'APPRENTISSAGE

Objectifs: Comprendre les bases moléculaires de l'apprentissage.

Contenus: Protéines, enzymes, molécules de signalisation.

Activités: Schémas moléculaires, diagrammes de voies de signalisation.

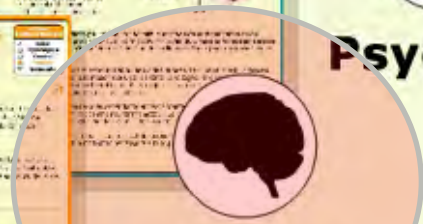
Évaluation: Schéma, exposé.



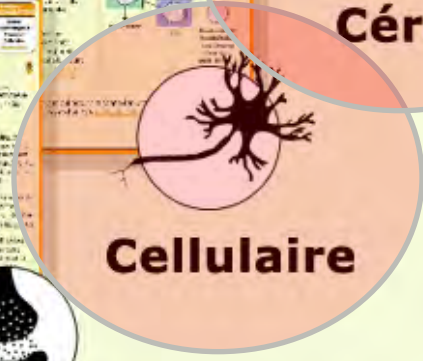
Social



Psychologique



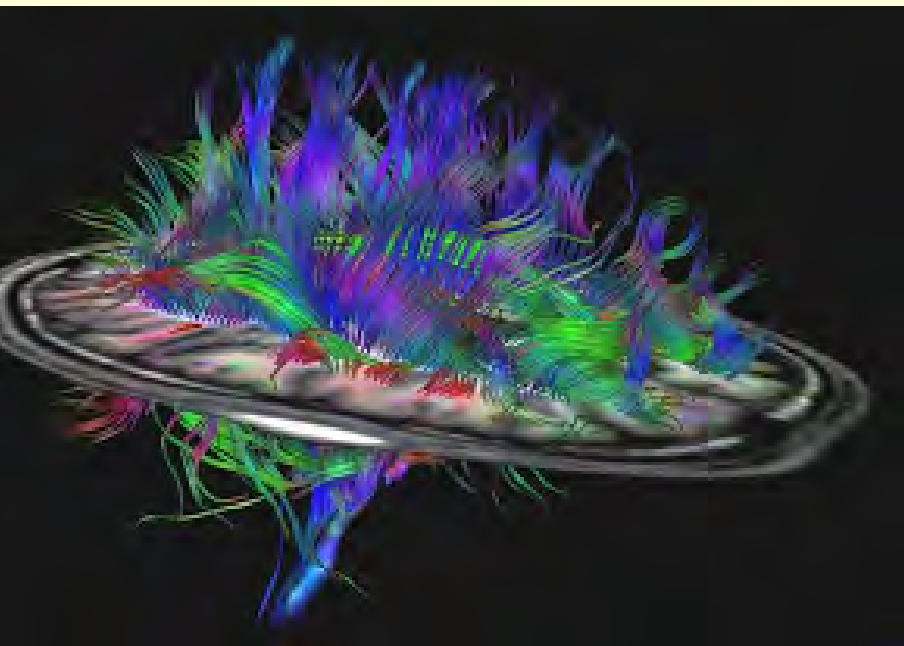
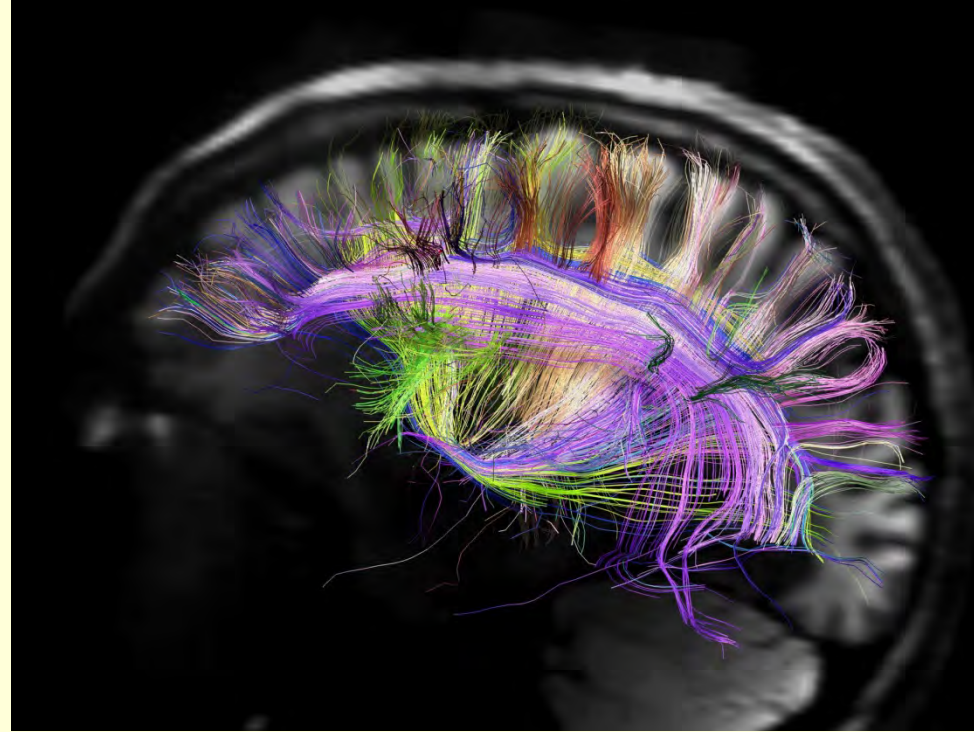
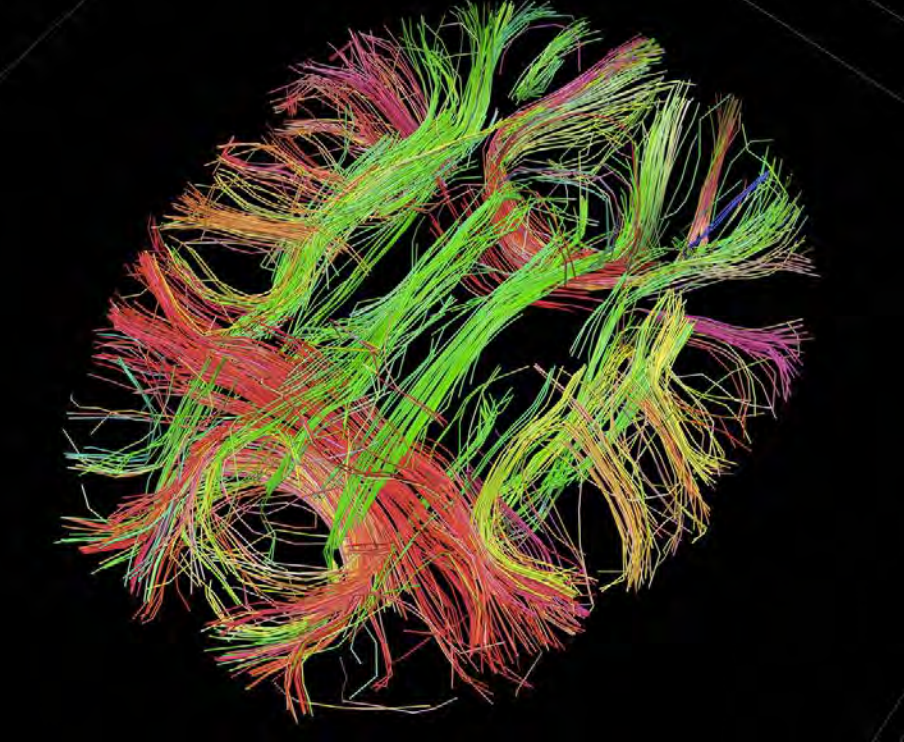
Cérébral



Cellulaire



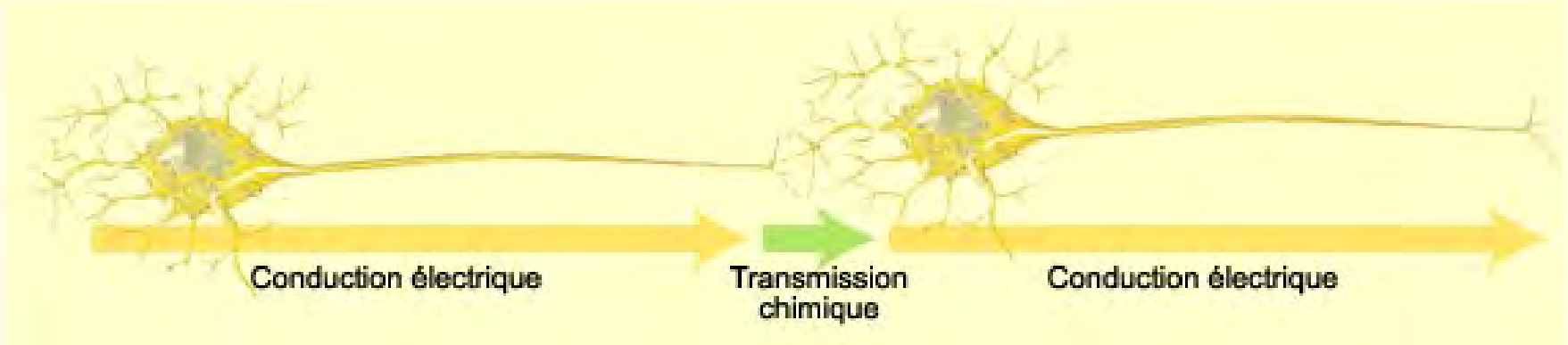
Moléculaire

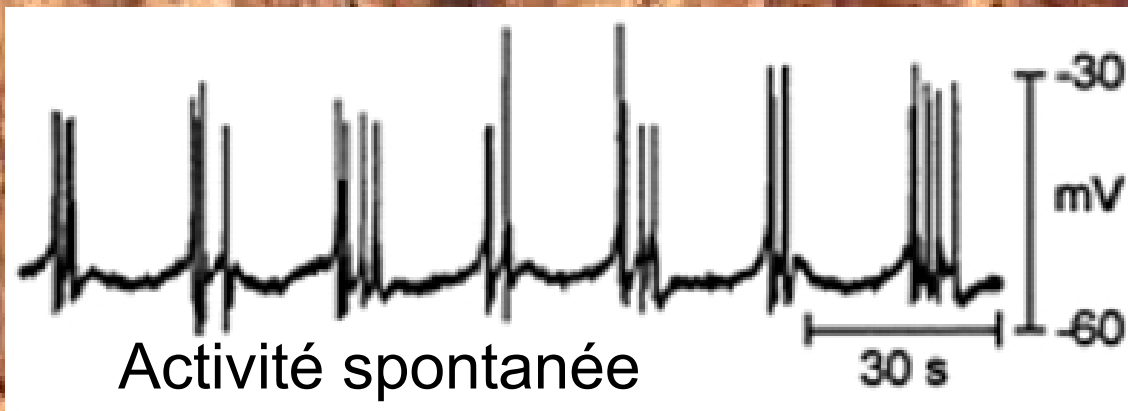


On dispose aujourd'hui de puissants outils comme l'IRM de diffusion pour observer les grands faisceaux de fibres qui traversent notre cerveau

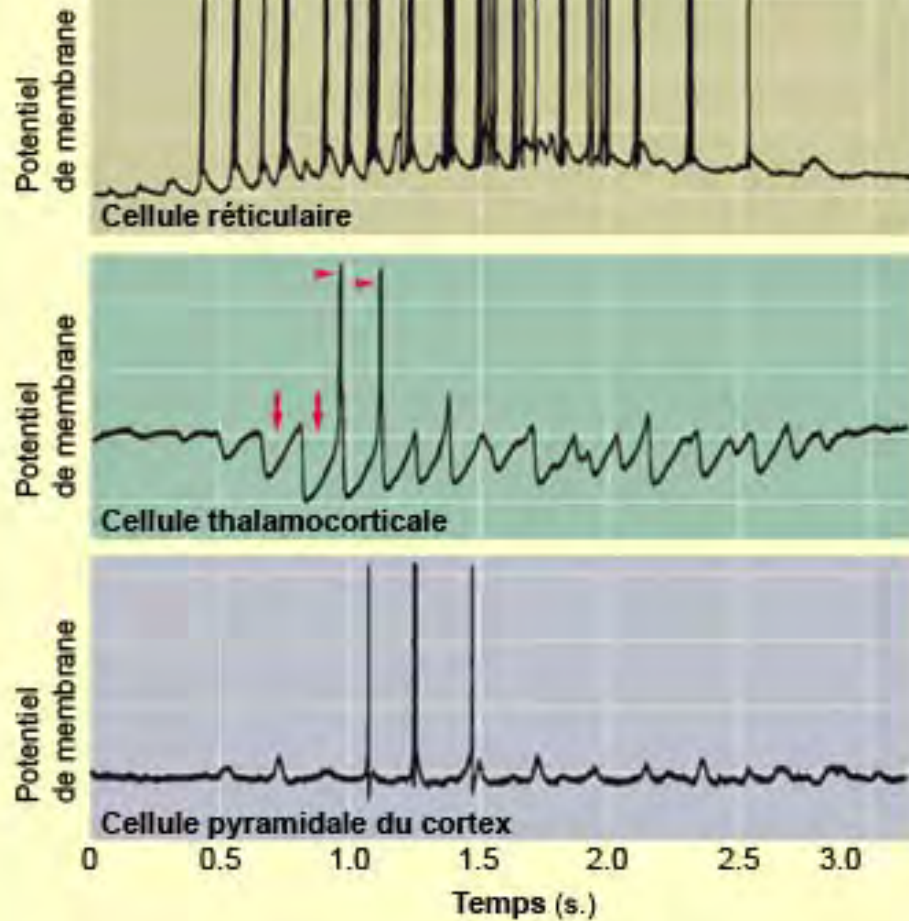
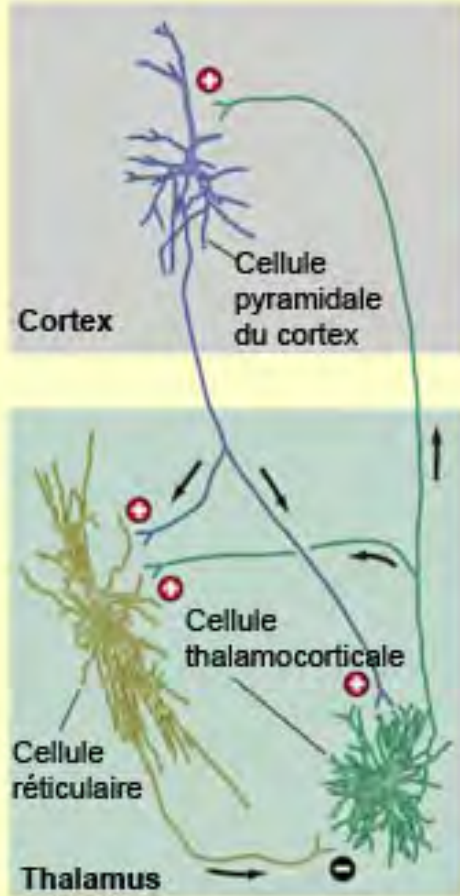
(on est toujours d'un point de vue **anatomique** uniquement ici)

Or les neurones ont des dendrites et des axones pour assurer leur **fonction** qui est de communiquer rapidement avec d'autres neurones

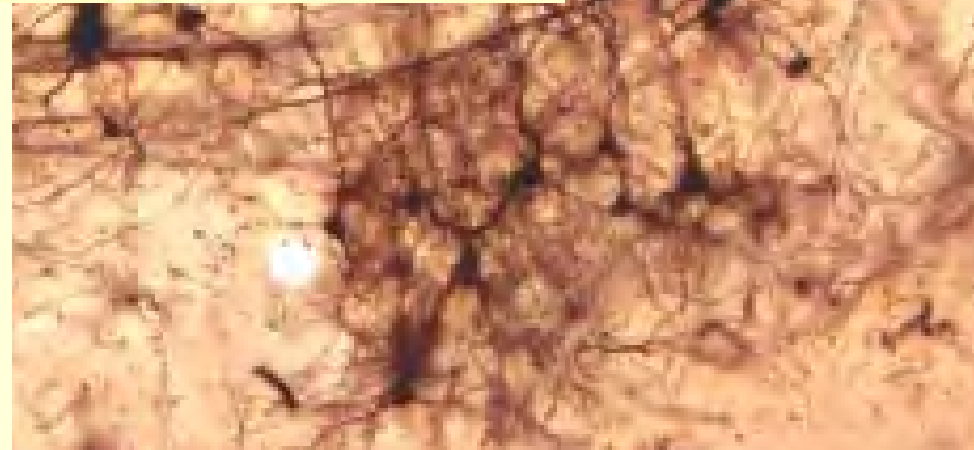




Et chacun de ces
85 000 000 000 de
neurones peut faire jusqu'à
10 000 connexions
avec d'autres neurones.



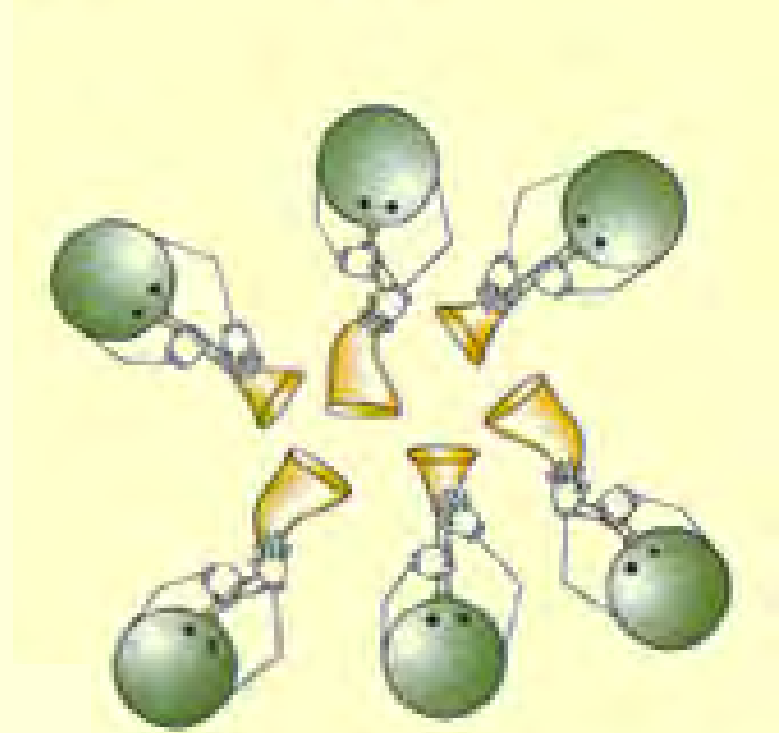
Et chacun de ces
85 000 000 000 de
neurones peut faire jusqu'à
10 000 connexions
avec d'autres neurones.

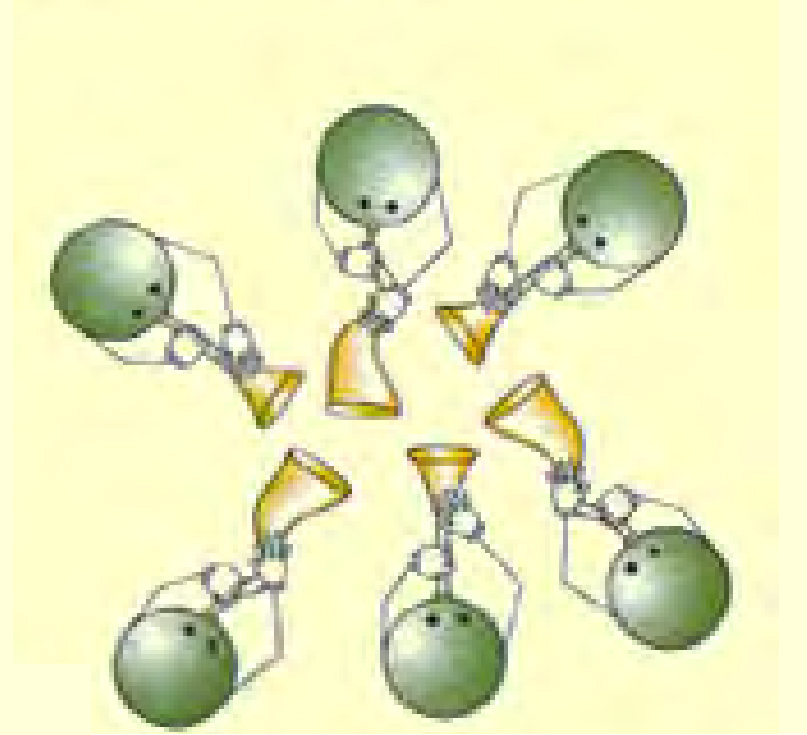
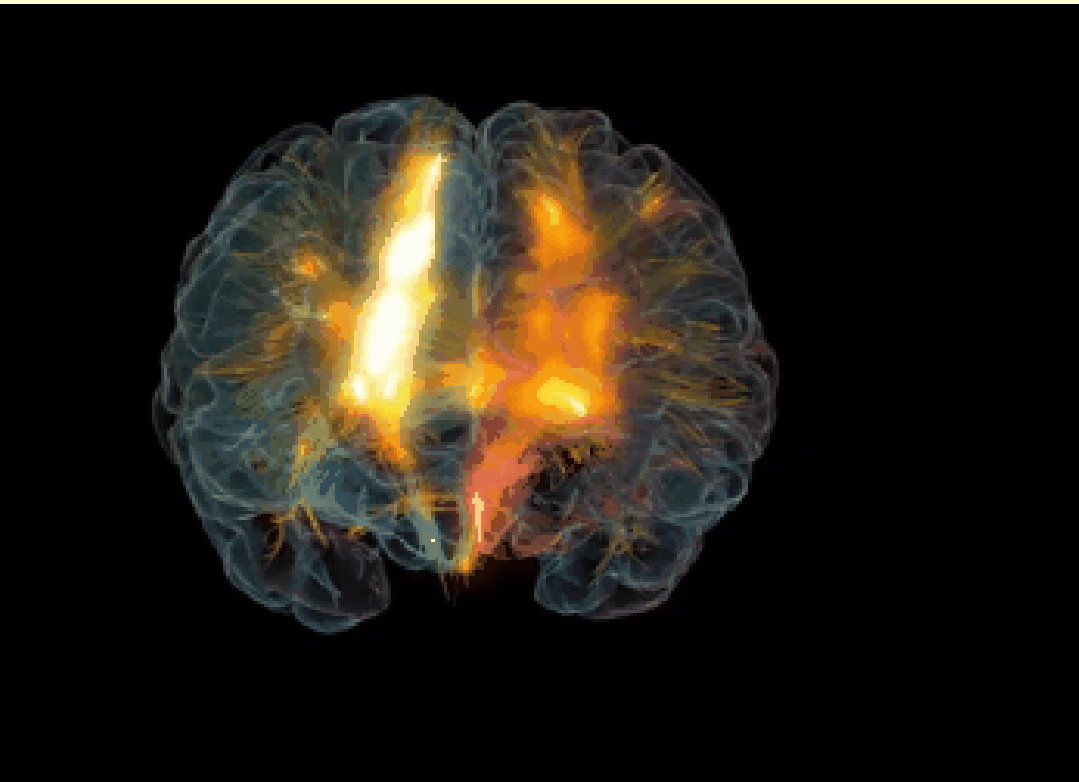


Chaque neurone « joue » quelque chose qui va influencer d'autres neurones...

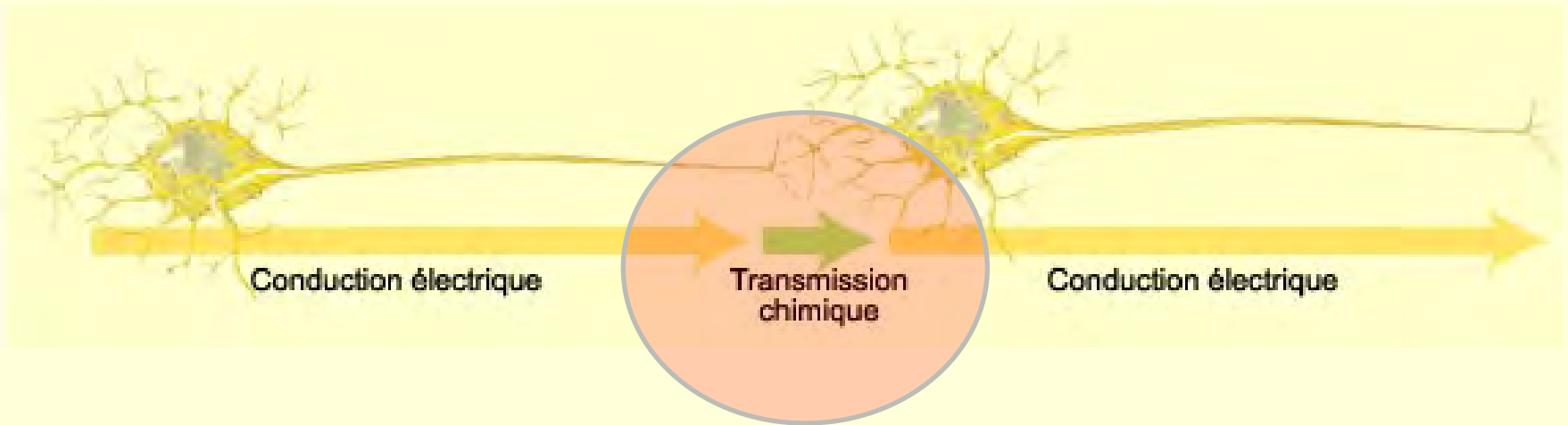
...et en même temps va lui aussi être influencé par d'autres neurones.

Un peu comme des musiciens qui « jamment » ensemble !





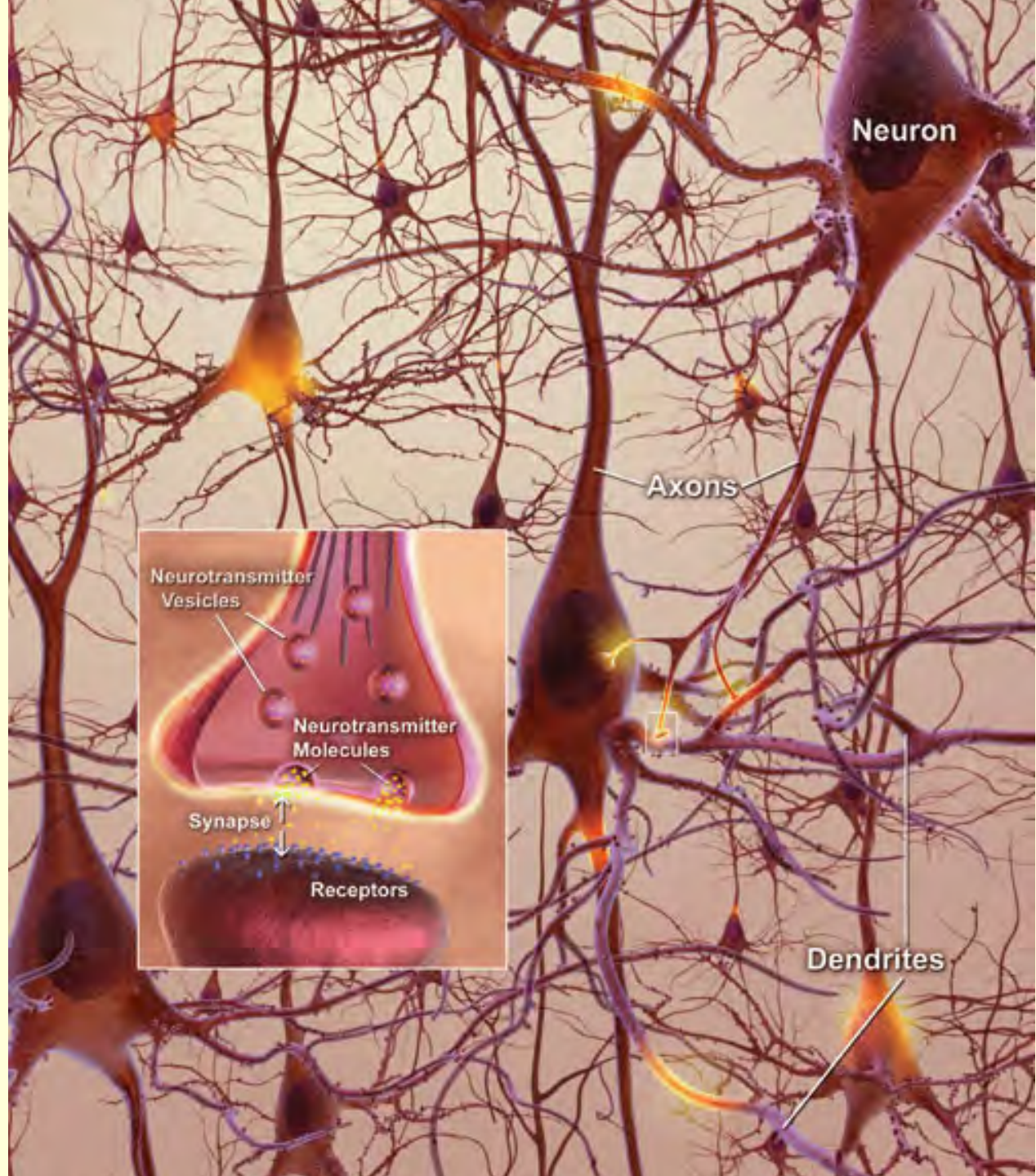
Or les neurones ont des dendrites et des axones pour assurer leur **fonction** qui est de communiquer rapidement avec d'autres neurones





Neuron

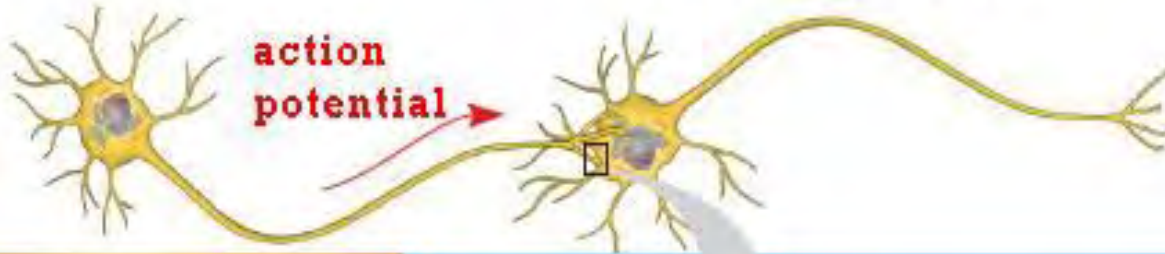
Dendrites



Presynaptic cell

Postsynaptic cell

action potential



Synaptic vesicles containing neurotransmitter

Presynaptic membrane

Voltage-gated Ca^{2+} channel

1 Ca^{2+}

Synaptic cleft

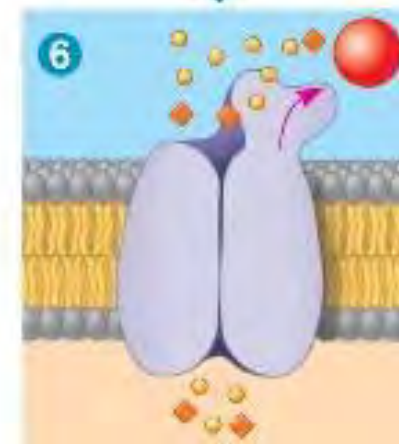
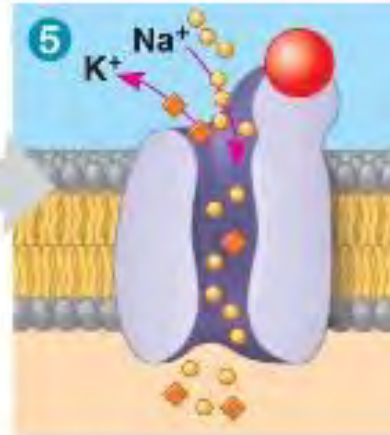
2

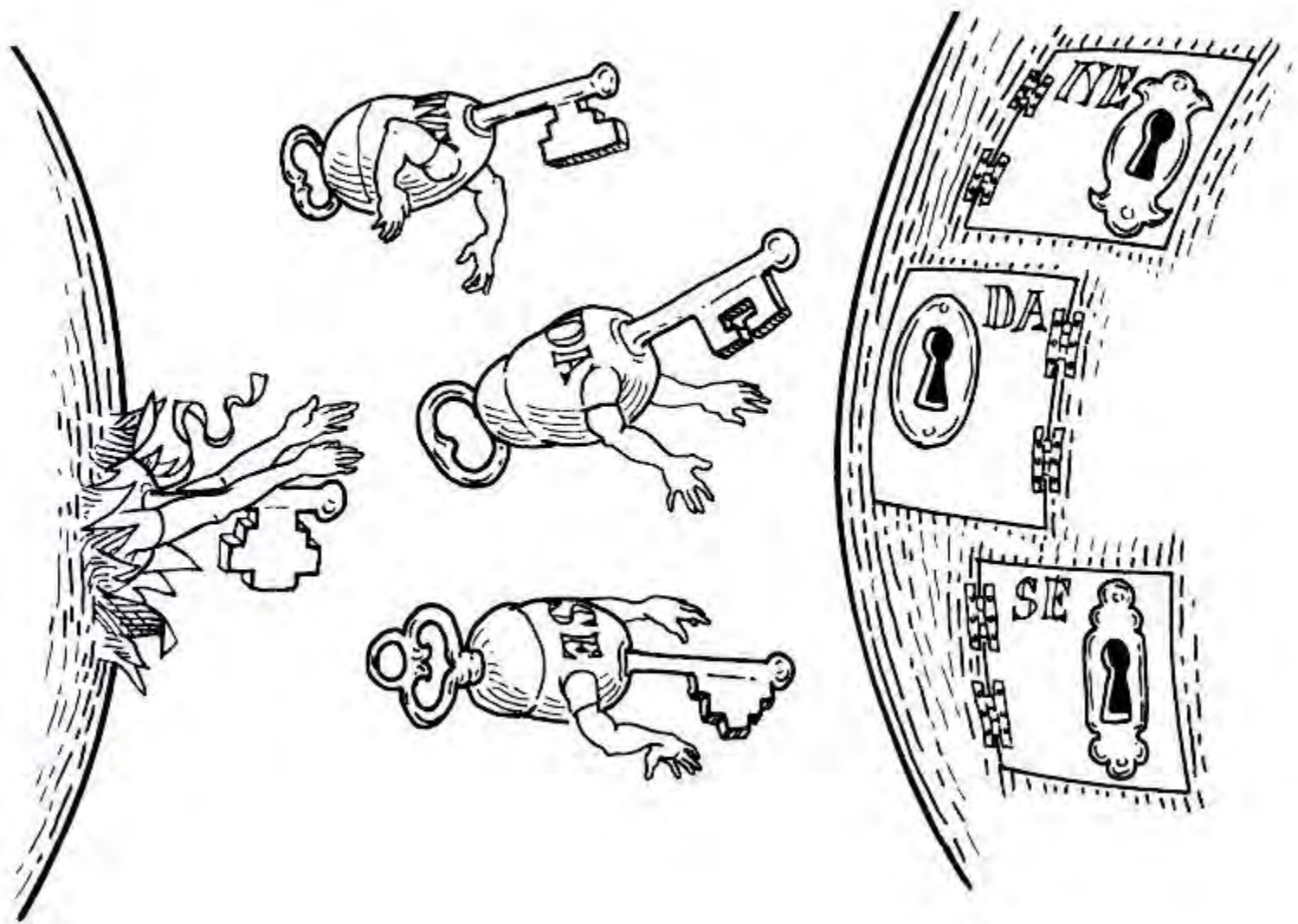
3

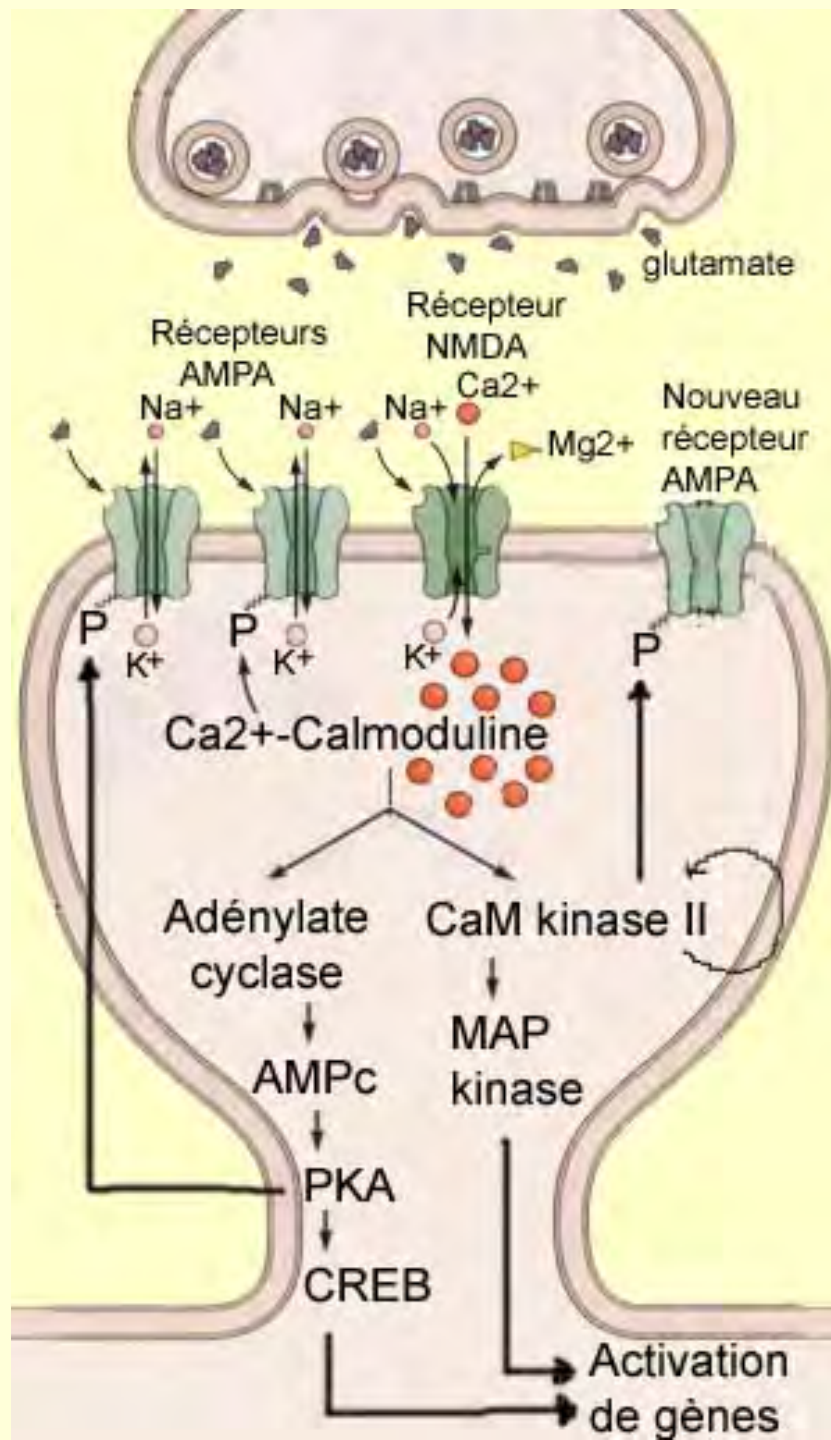
4

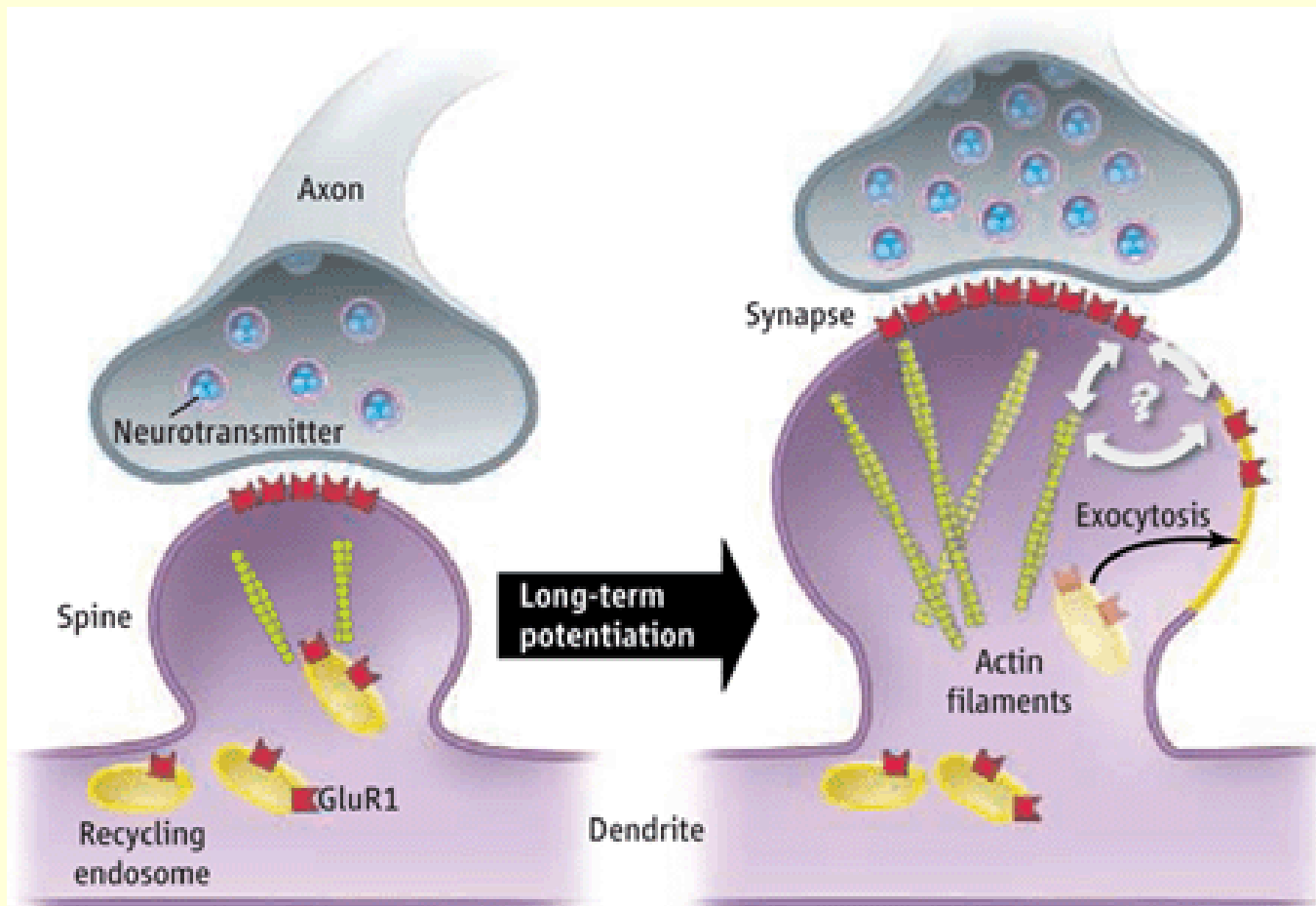
Ligand-gated ion channels

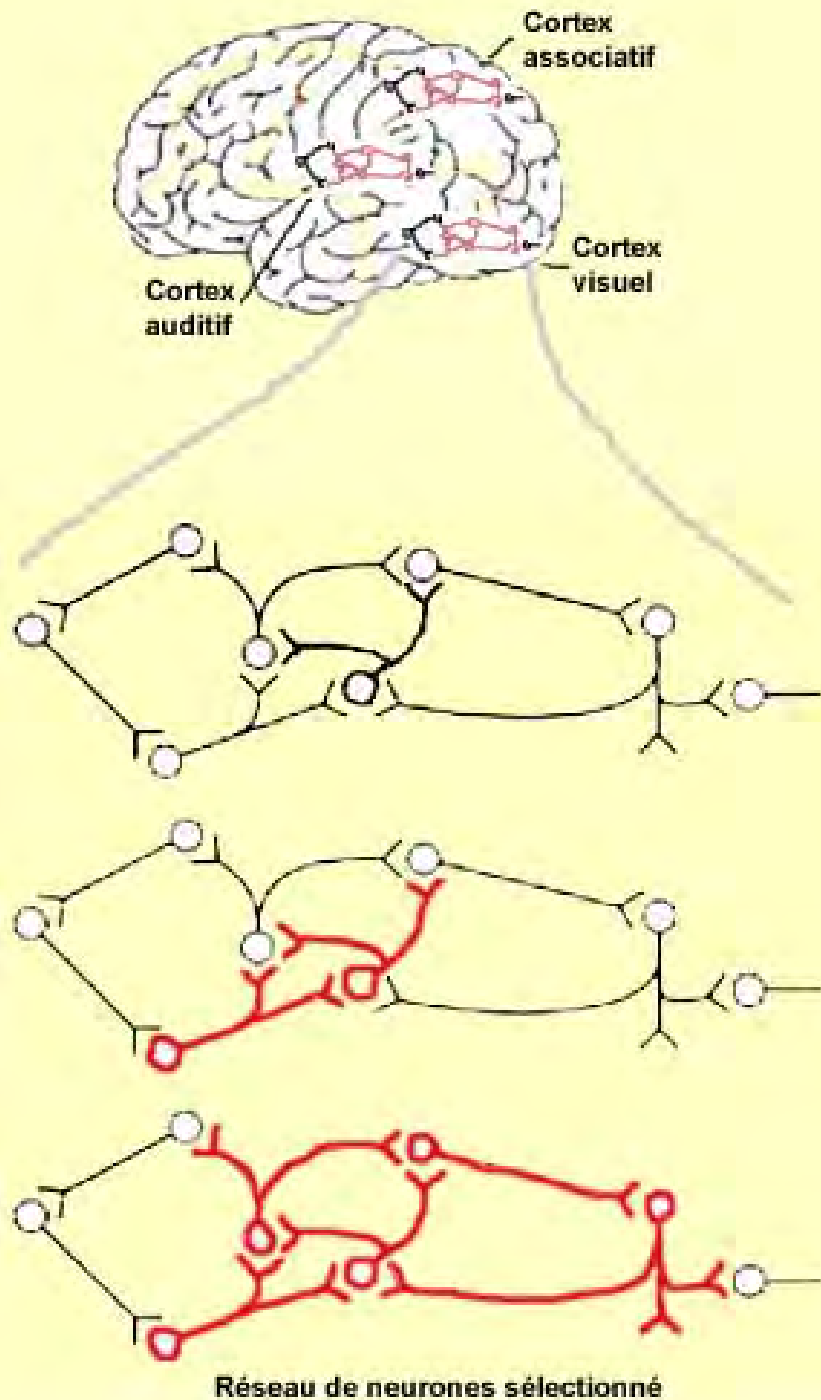
Postsynaptic membrane











Nos neurones aiment faire des liens, et donc notre mémoire aussi !



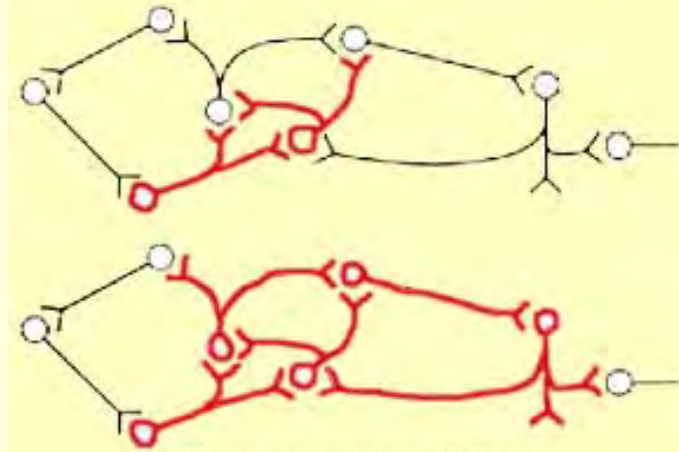


Neuromythe à oublier



Notre cerveau n'étant jamais exactement le même jour après jour...

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



Réseau de neurones sélectionné





Parce qu'on veut parler de :

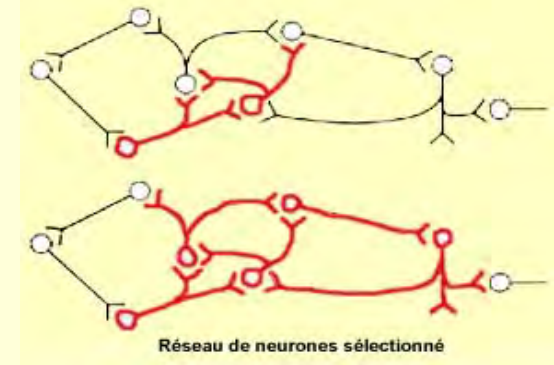
« de notre dépendance à Facebook à la simple remarque qui nous met à l'envers, en passant par notre mémoire biographique ou notre capacité de trouver le local d'un cours »

The image features a collage of educational slides titled "LE CERVEAU À NOS NIVEAUX" (The Brain at Our Levels). The slides are arranged in a grid-like fashion, with some overlapping. Each slide contains text, diagrams, and images related to brain function. Overlaid on this collage are five overlapping circles, each representing a level of organization:

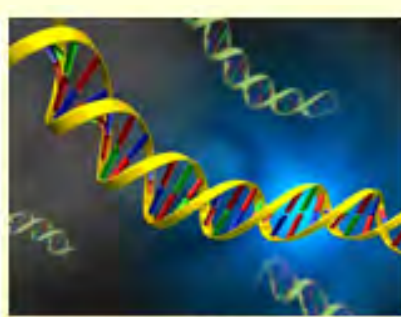
- Social:** Represented by a circle containing a silhouette of a group of people.
- Psychologique:** Represented by a circle containing a silhouette of a single person.
- Cérébral:** Represented by a circle containing a silhouette of a brain.
- Cellulaire:** Represented by a circle containing a silhouette of a neuron.
- Moléculaire:** Represented by a circle containing a silhouette of a molecular structure.



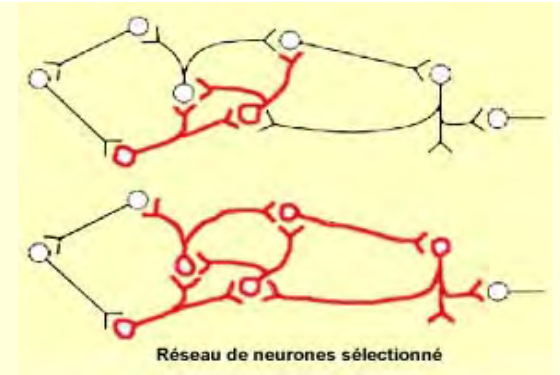
Car les « petites routes »
de nos réseaux de
neurones se modifient
constamment...



les **traces** que laissent les
expériences de notre vie dans
notre système nerveux (circuits
de neurones renforcés) nous
font **diverger** de qui l'on était
auparavant.



Plans généraux
du système nerveux
provenant de nos gènes



les **traces** qui se sont accumulées durant l'évolution (les mutations dans l'ADN) ont fait **diverger** les espèces;

les **traces** que laissent les expériences de notre vie dans notre système nerveux (circuits de neurones renforcés) nous font **diverger** de qui l'on était auparavant.

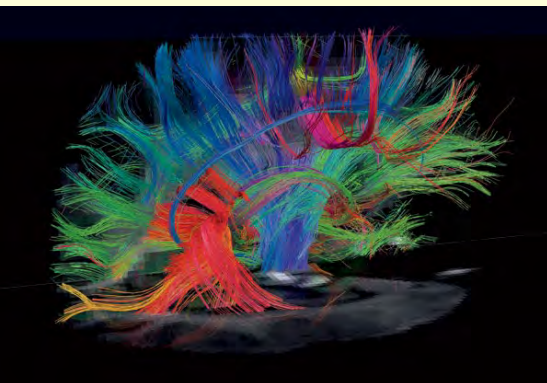
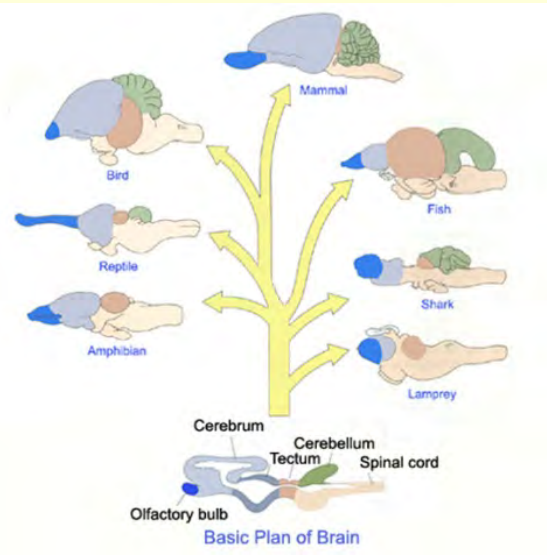
On peut ainsi considérer
la psychologie d'un individu
comme...

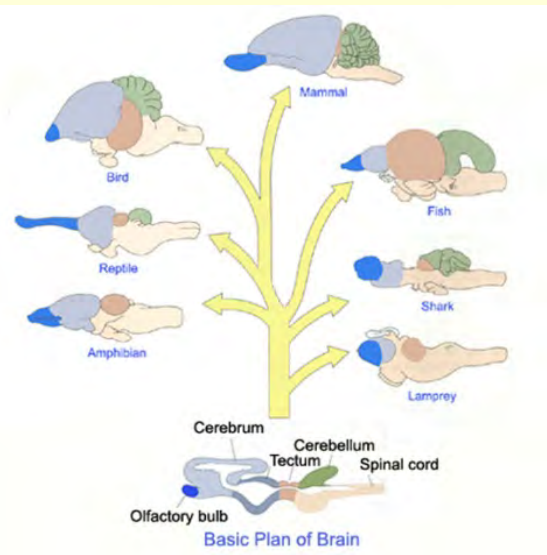




Le flux de l'eau est l'activité électrique du cerveau qui fluctue constamment.

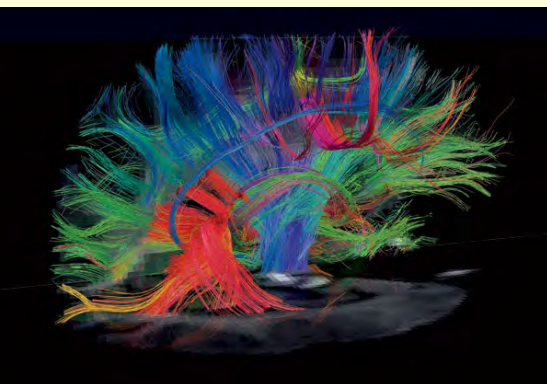
Et ces fluctuations sont contraintes par le système nerveux humain issu de sa longue histoire évolutive.

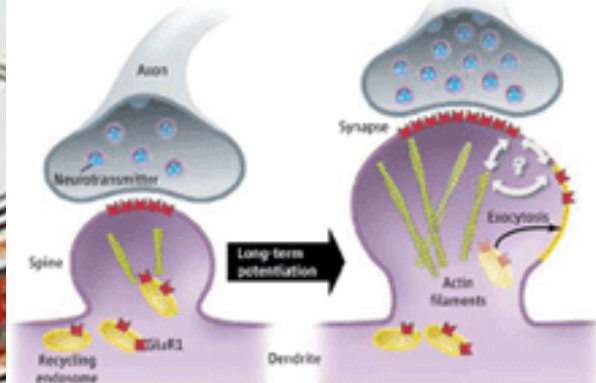
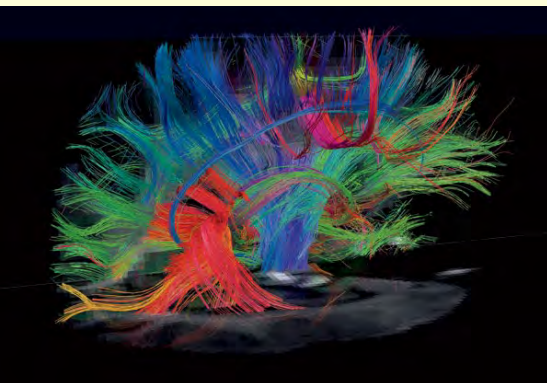
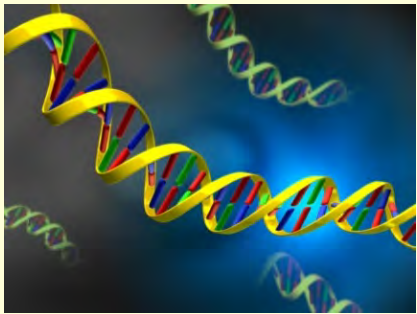
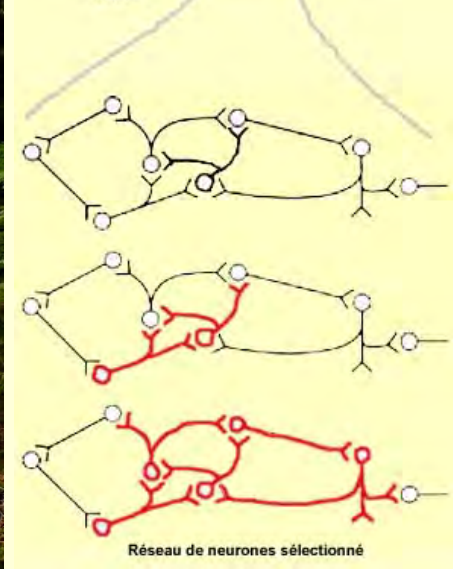
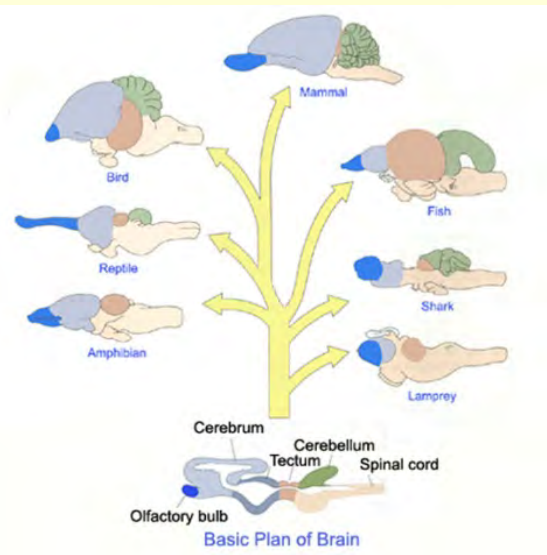




Mais sur une échelle de temps plus longue, le lit de la rivière est **érodé** par l'eau et **se modifie**.

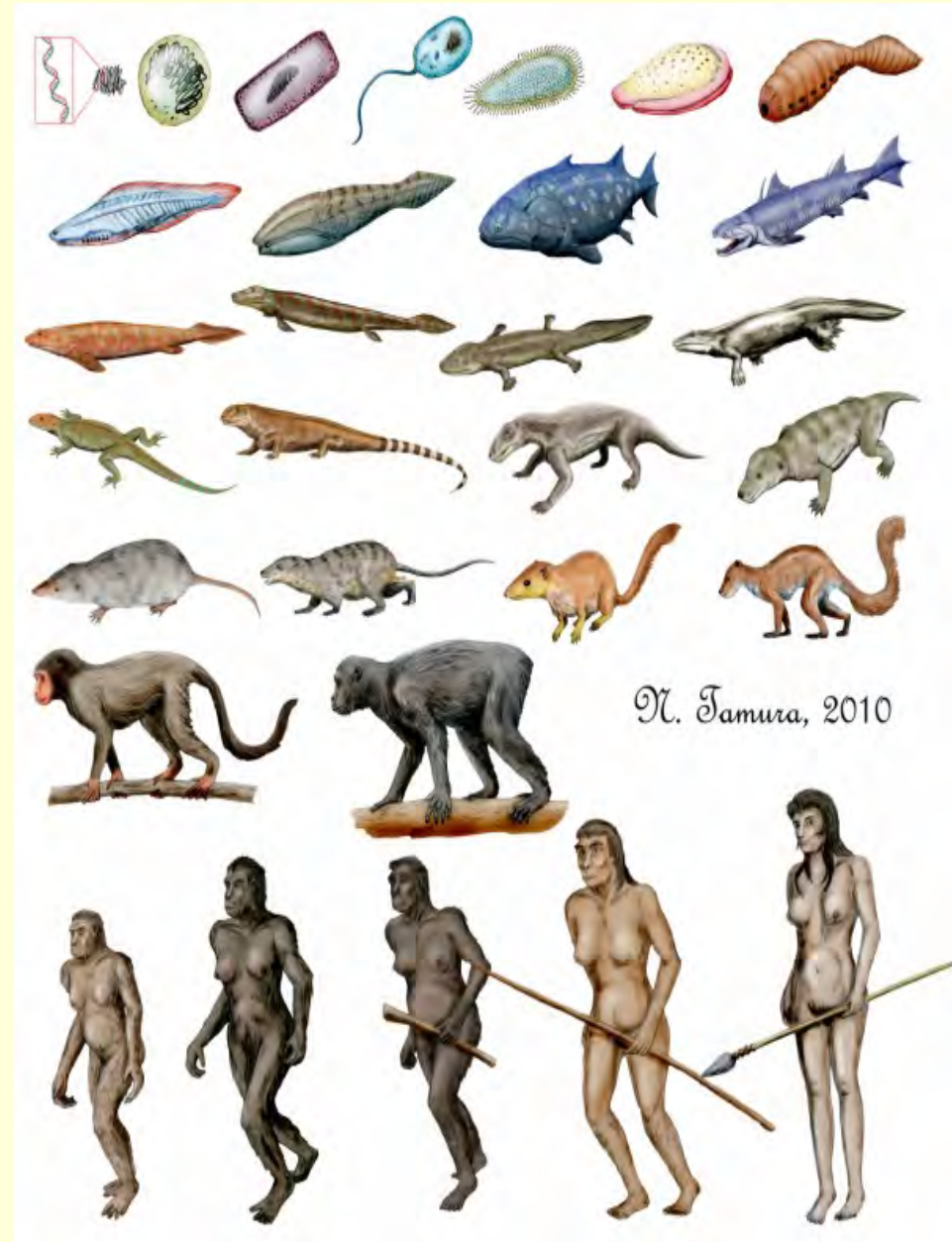
Tout comme les petites routes de nos circuits nerveux sont modifiées par notre histoire de vie.



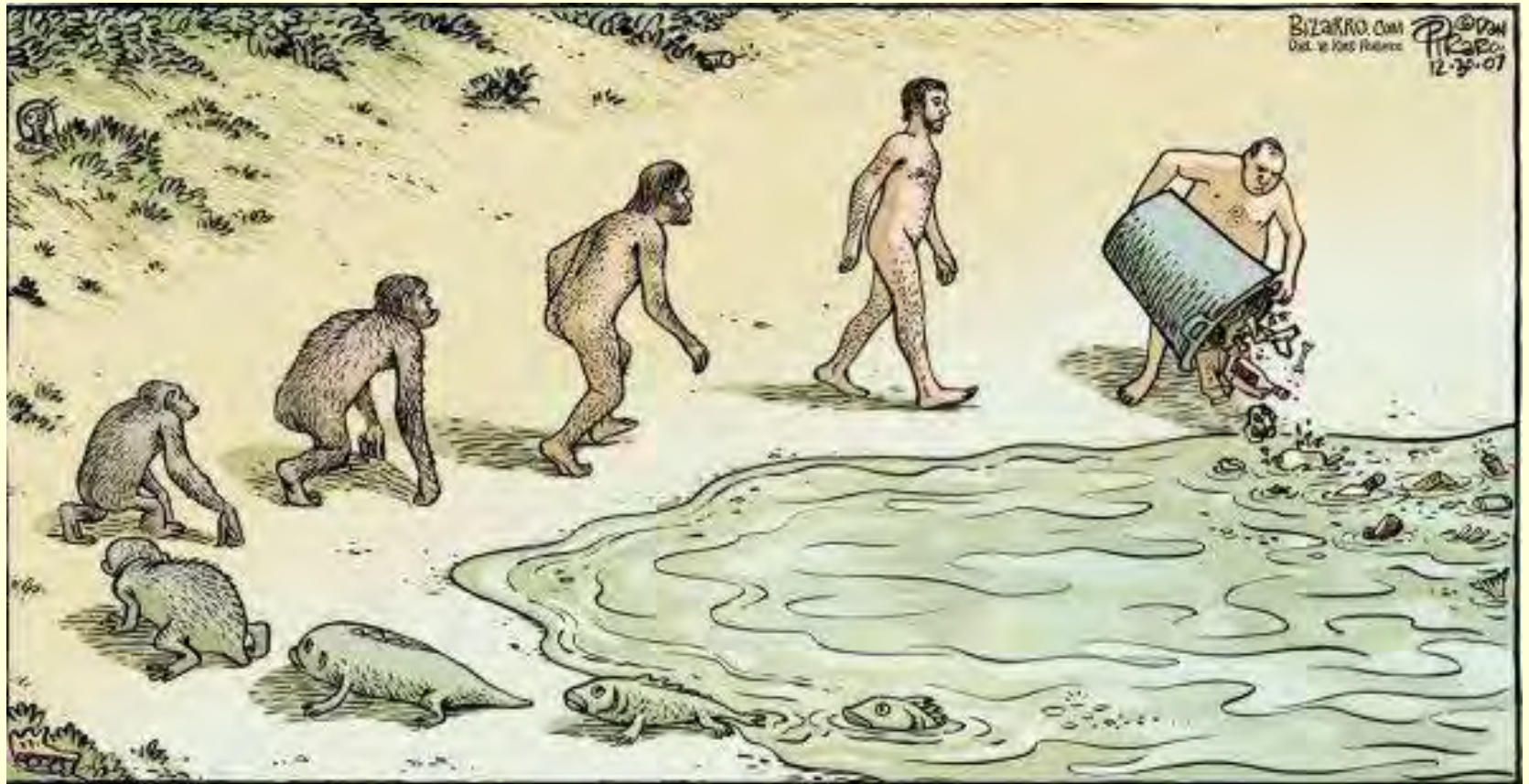


« Rien en biologie n'a de sens, si ce n'est à la lumière de l'évolution »,

disait le généticien
Theodosius Dobzhansky
(1900-1975)

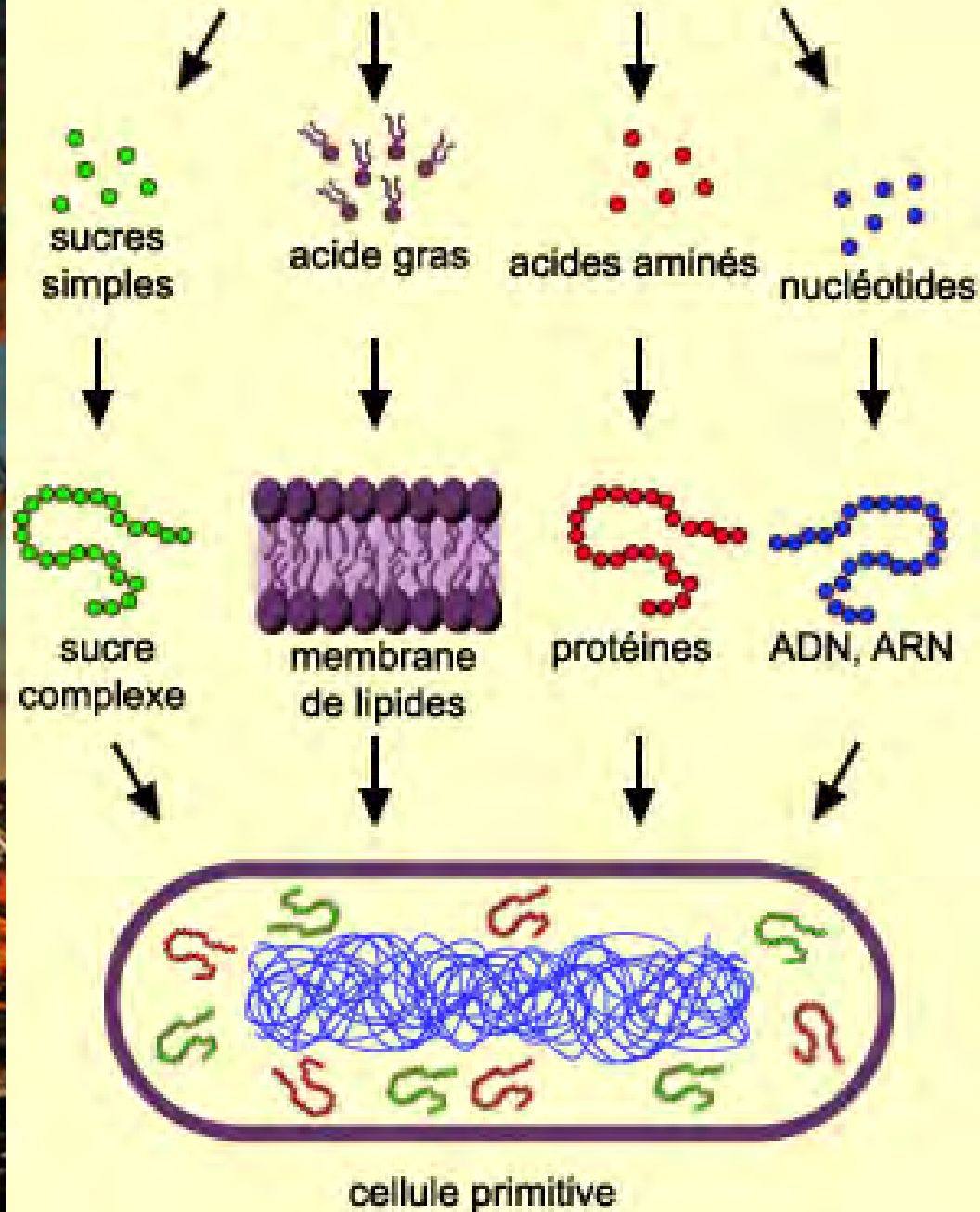


On va donc tenter de résumer rapidement quelques événements importants **dans la longue évolution** qui a mené jusqu'au cerveau humain, « summum de l'intelligence »...





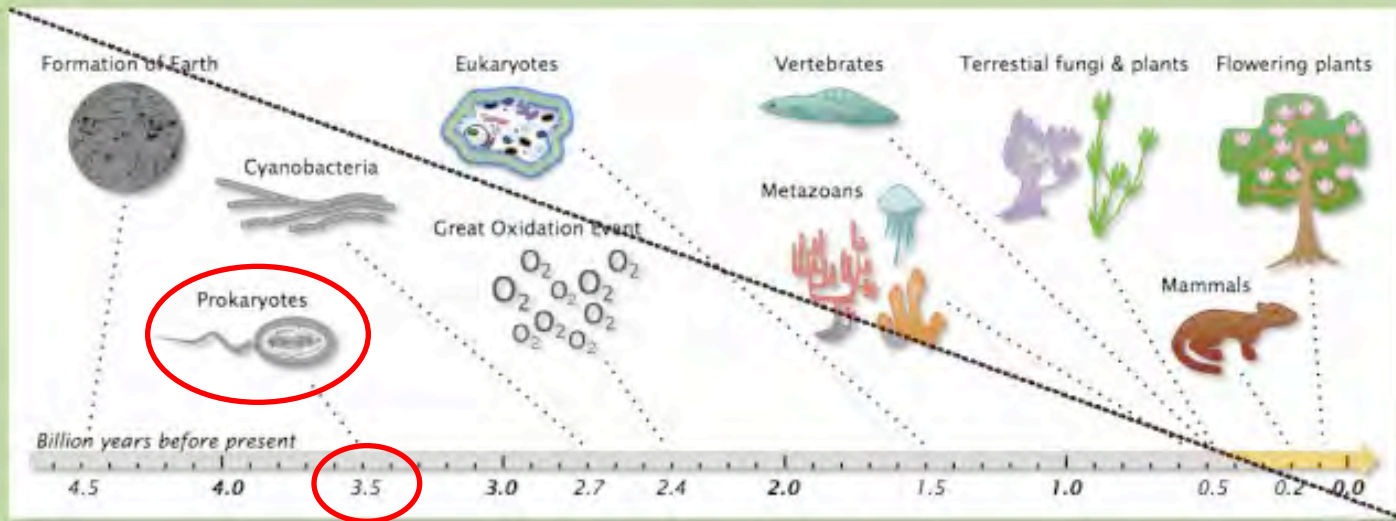
atmosphère et " soupe " primitive



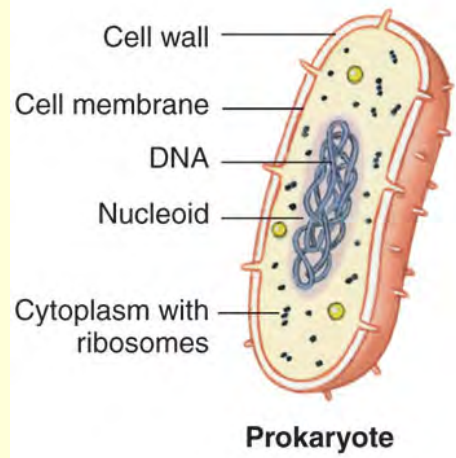
First
Oceans

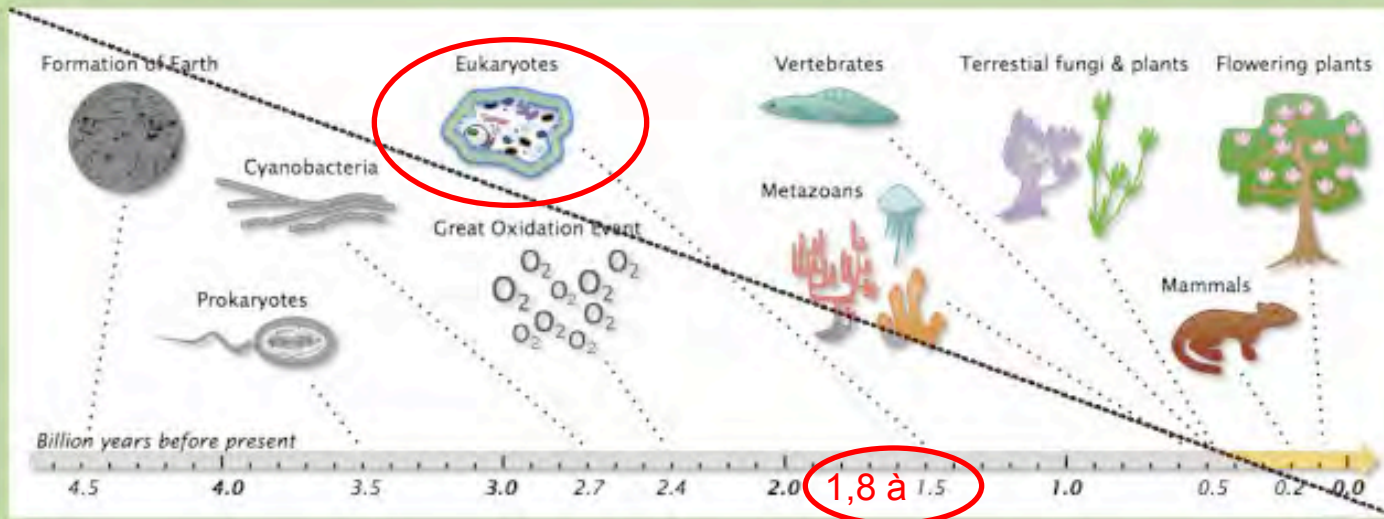


3.8 Billion
years ago

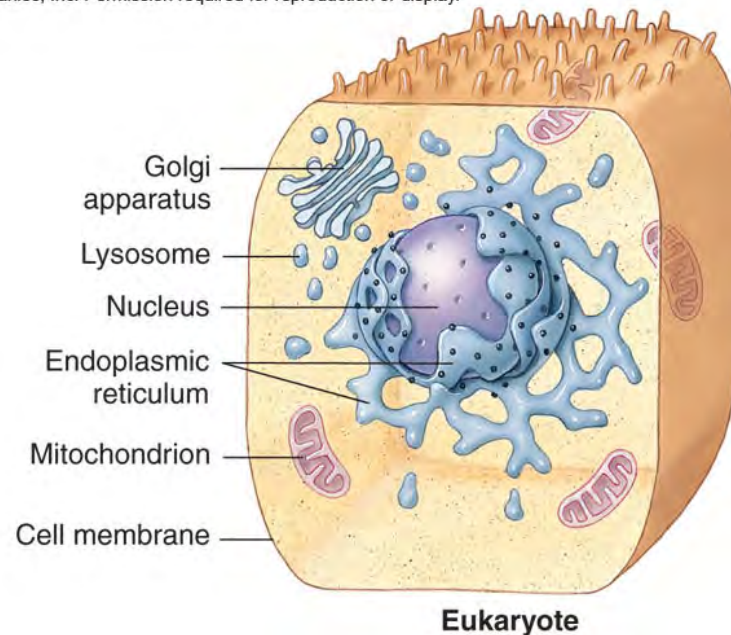
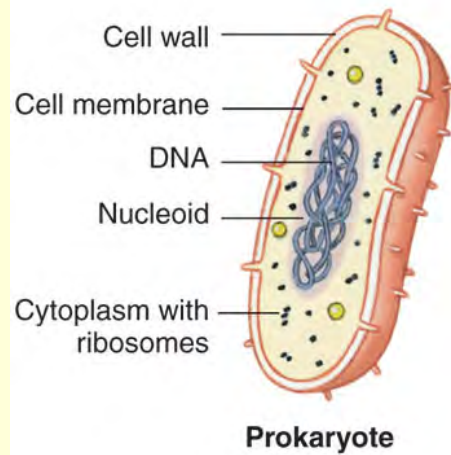


Copyright © The McGraw-Hill Co

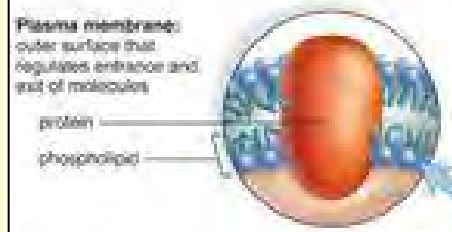
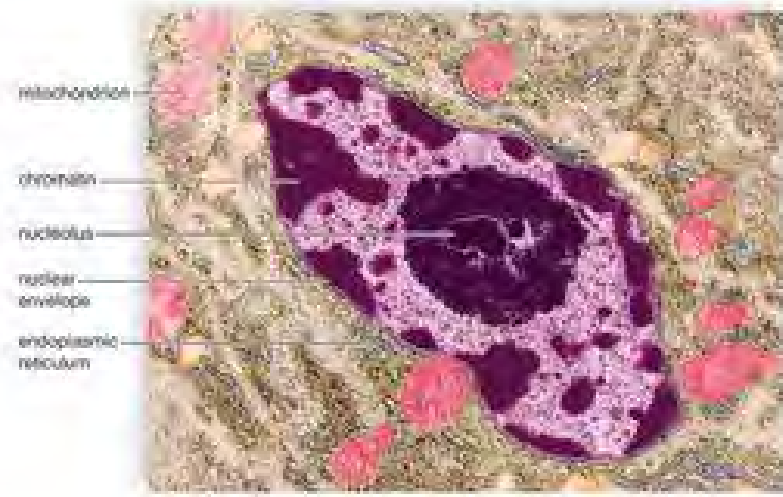




Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



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

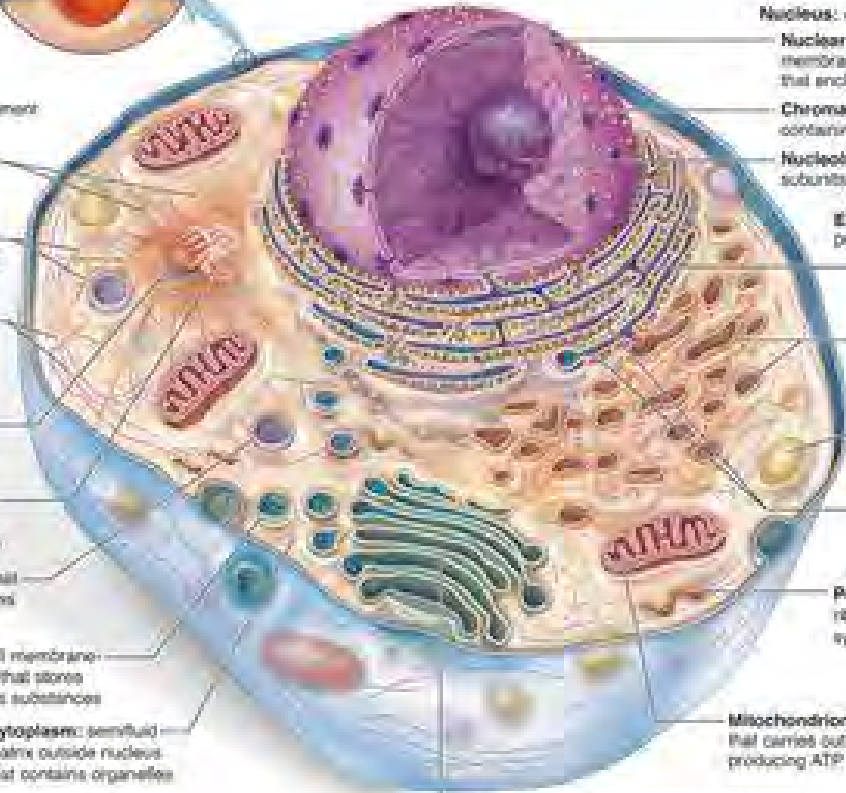
Centrioles*: short cylinders of microtubules of unknown function

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

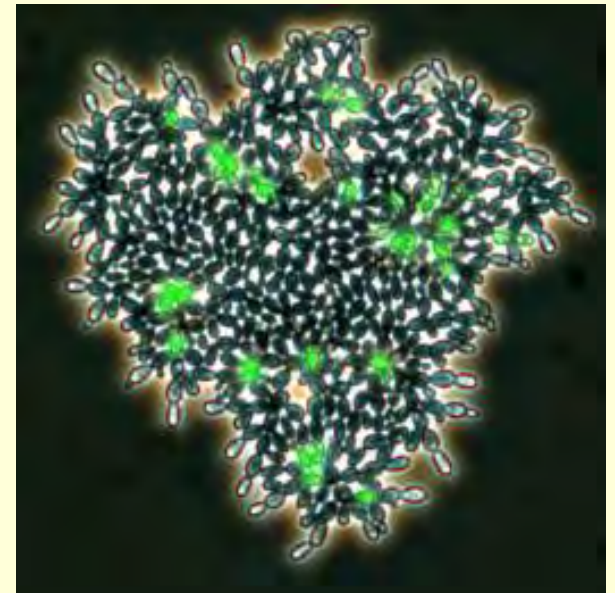
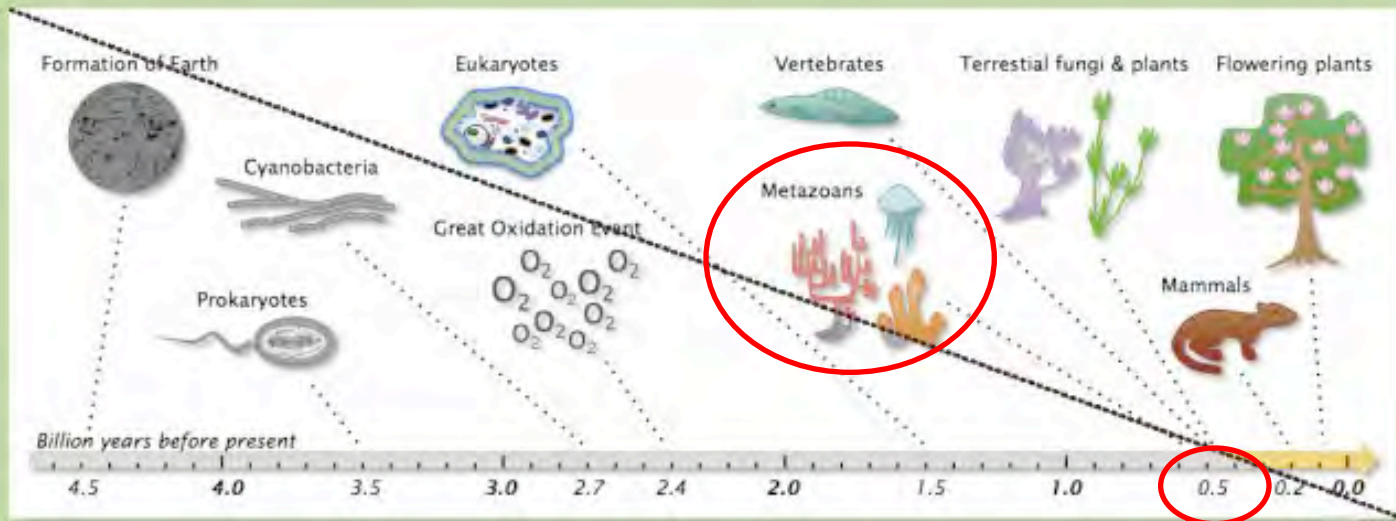
Ribosomes: particles that carry out protein synthesis

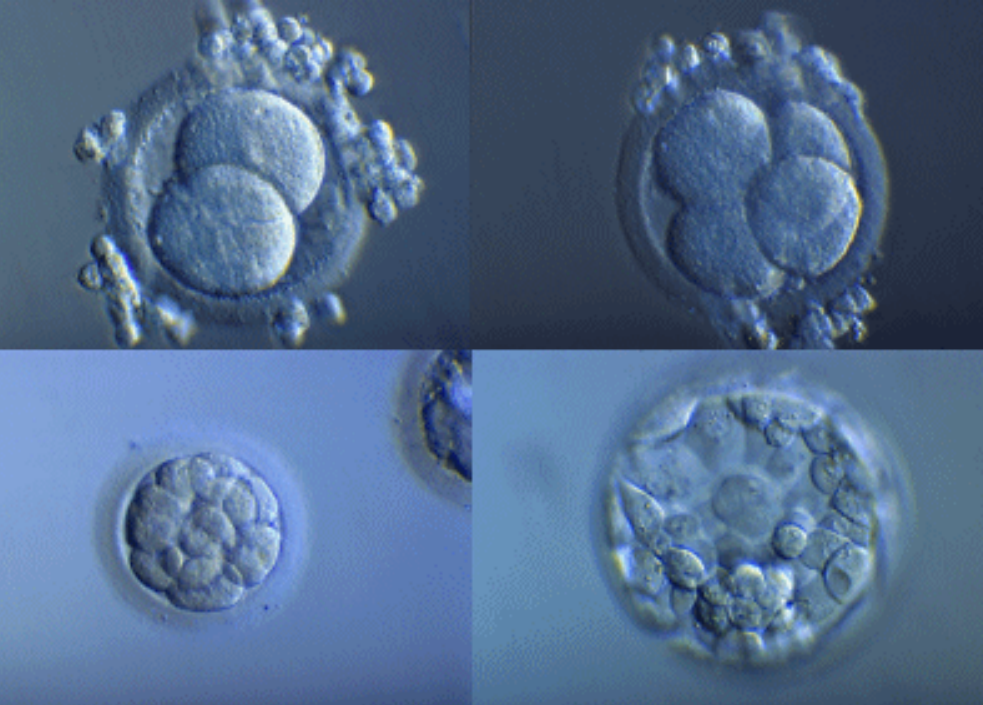
Polyribosome: string of ribosomes simultaneously synthesizing same protein

Mitochondrion: organelle that carries out cellular respiration, producing ATP molecules

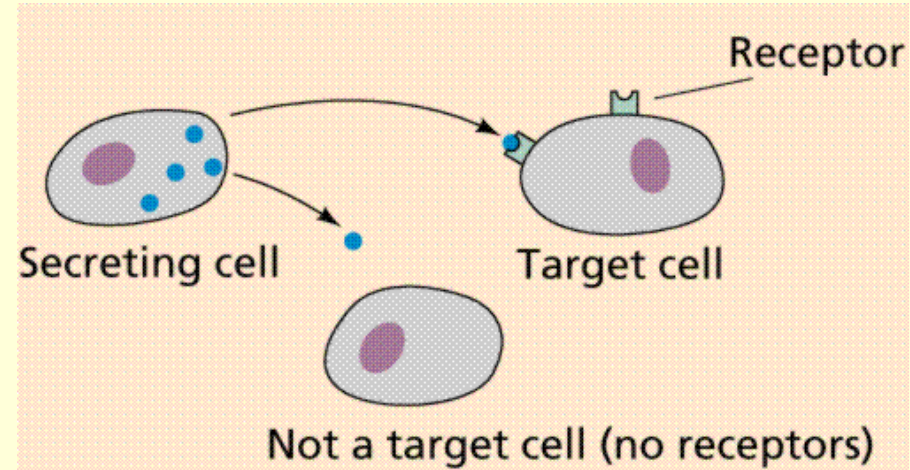
Golgi apparatus: processes, packages, and secretes modified proteins

*Not in plant cells

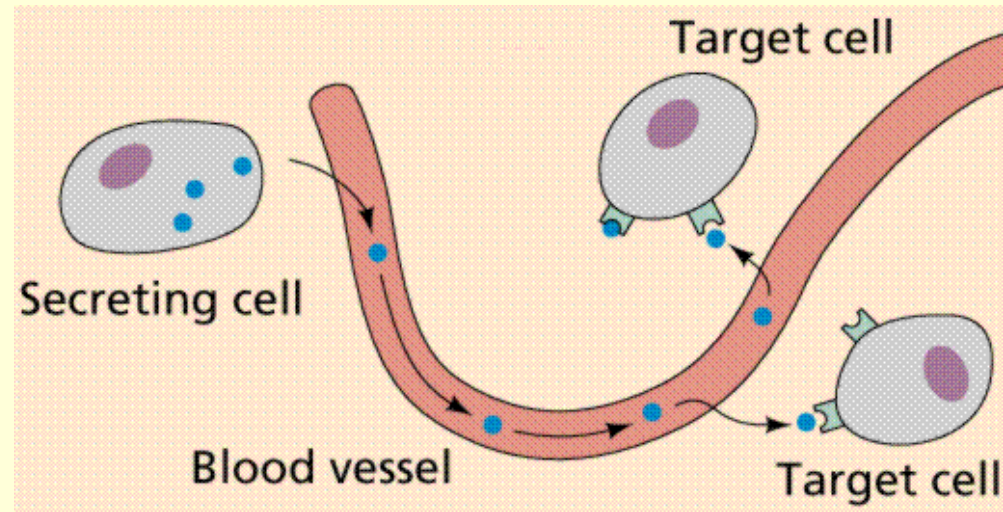




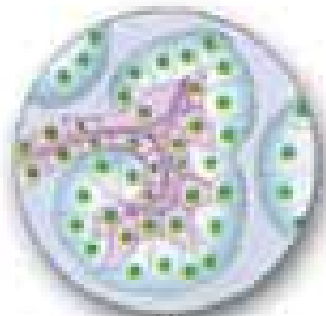
...mais aussi neurotransmetteurs et récepteur des neurones du **système nerveux !**



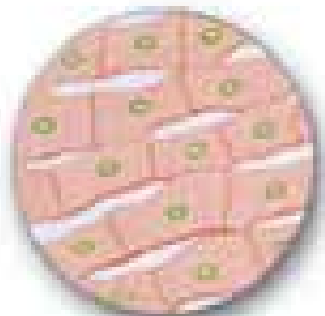
Hormones !
(système endocrinien)



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



cellule
pancréatique



cellule
cardiaque



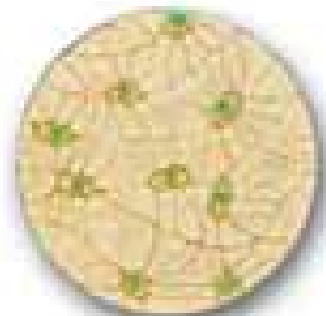
cellule
sanguine



cellule
pulmonaire



ovule



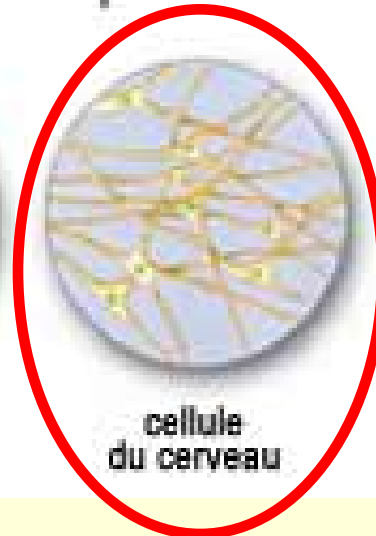
cellule
osseuse



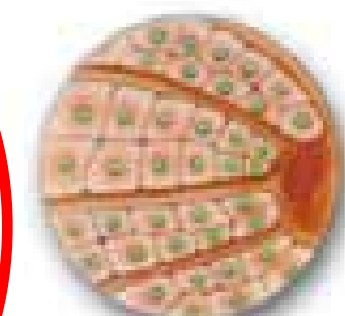
cellule
de la rate



cellule
musculaire



cellule
du cerveau



cellule
du foie

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

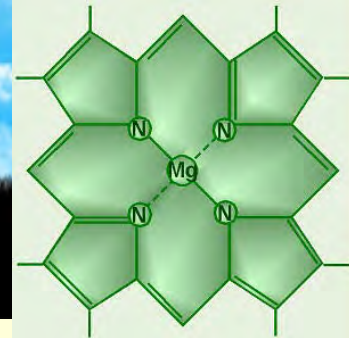
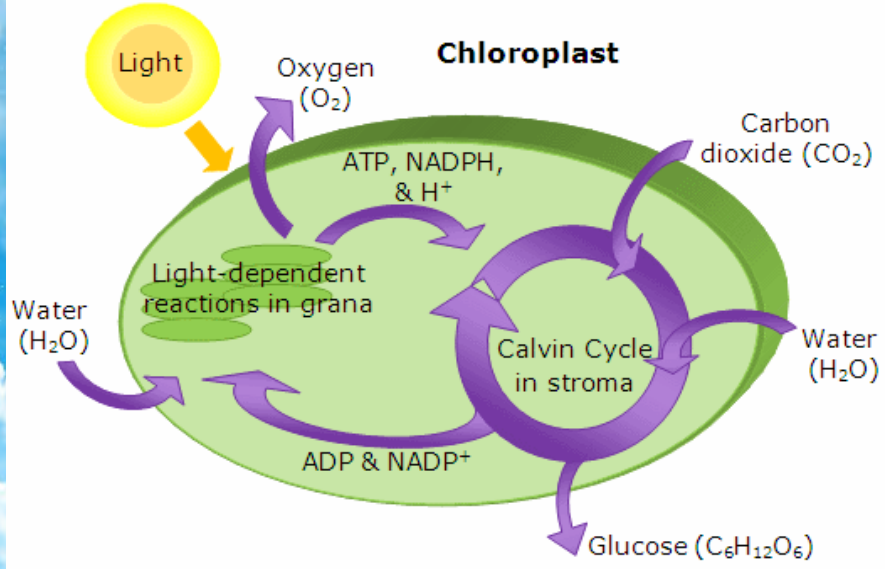
il faut rappeler ici le 2^e principe de la thermodynamique





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

- Henri Laborit

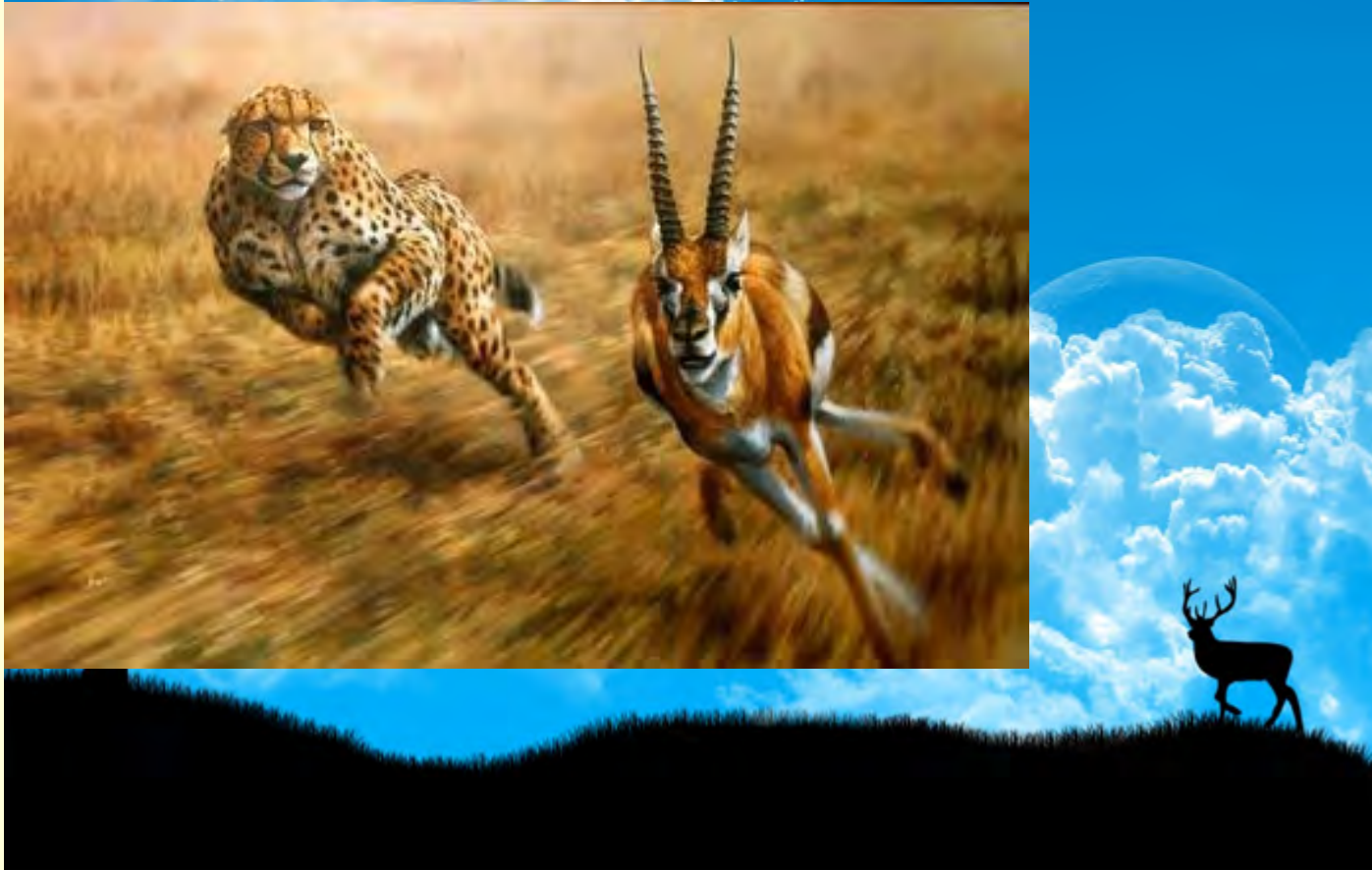


Plantes :

photosynthèse

grâce à l'énergie du soleil

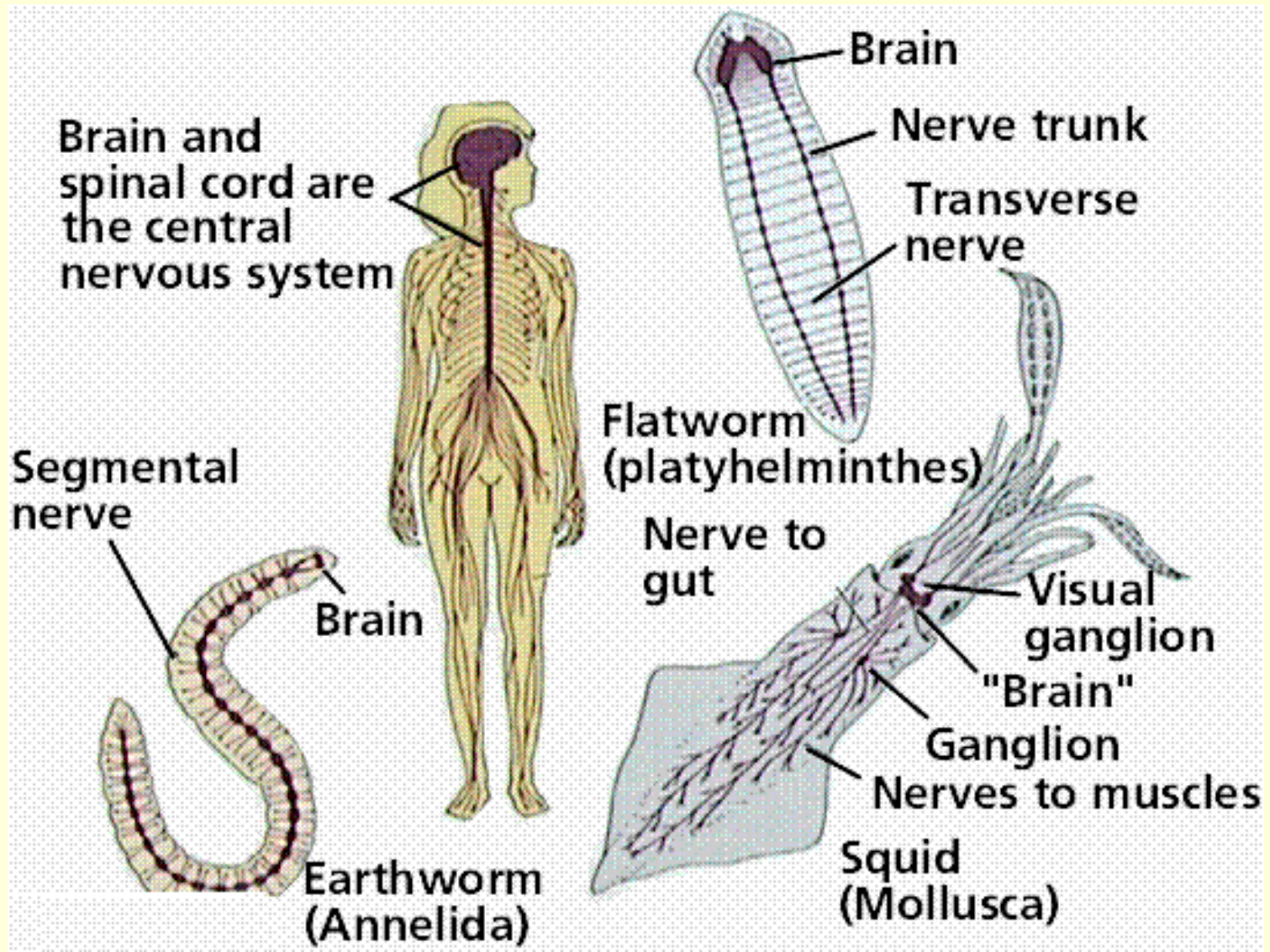




Animaux :

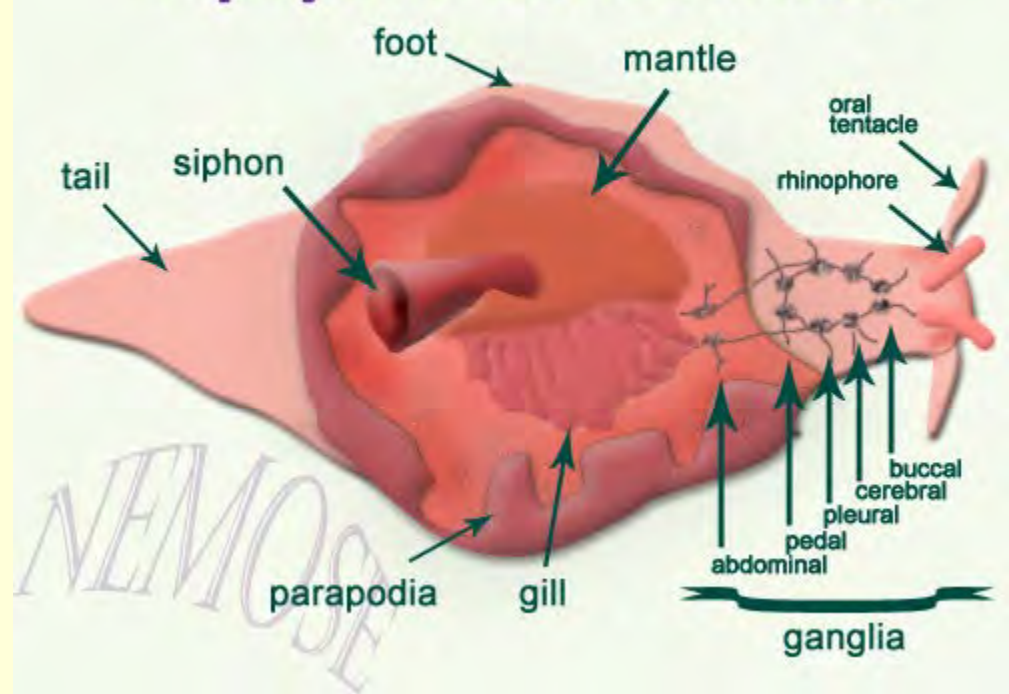
autonomie motrice
pour trouver leurs ressources
dans l'environnement

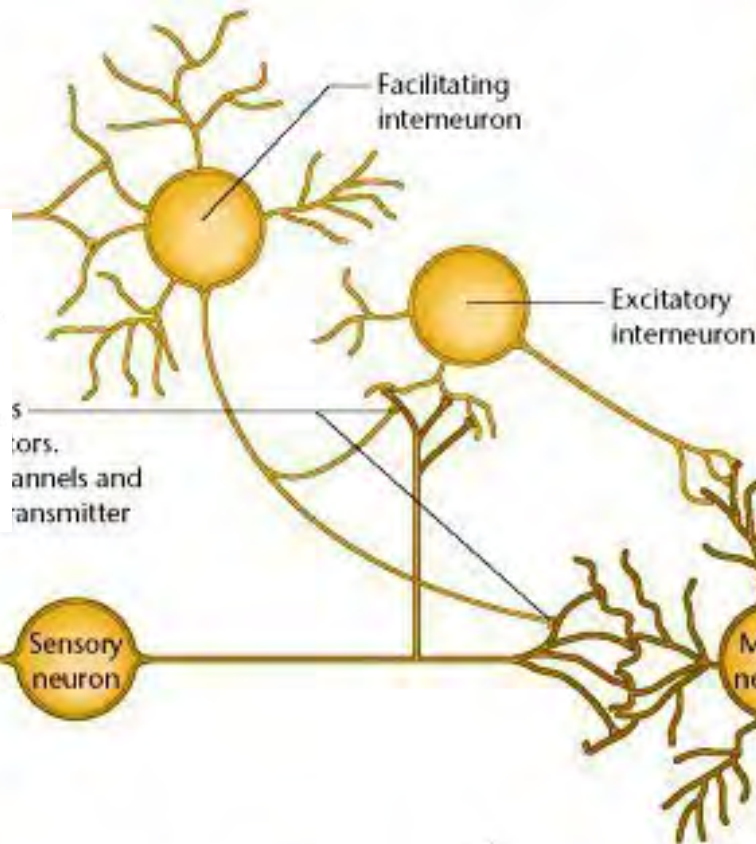
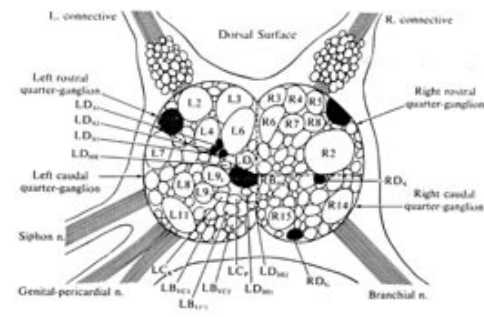
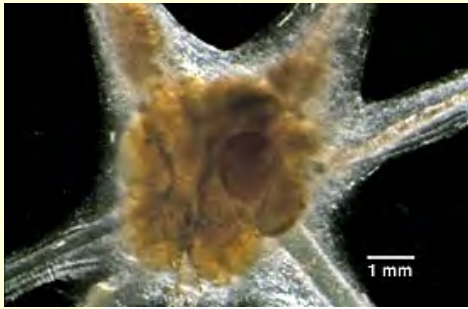
Systemes nerveux !





Aplysie
(mollusque marin)

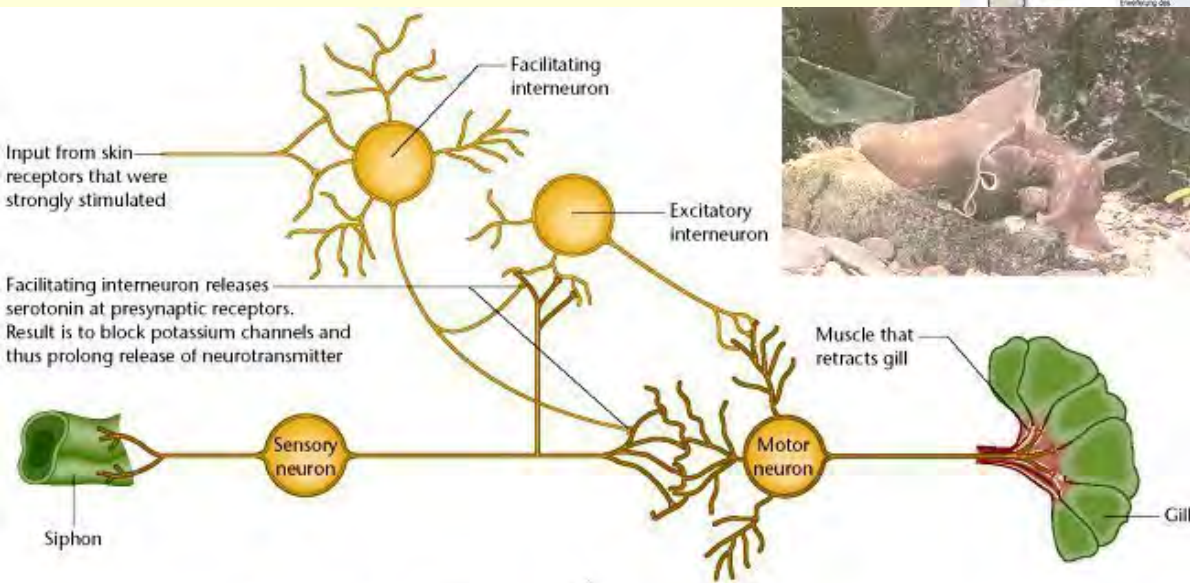
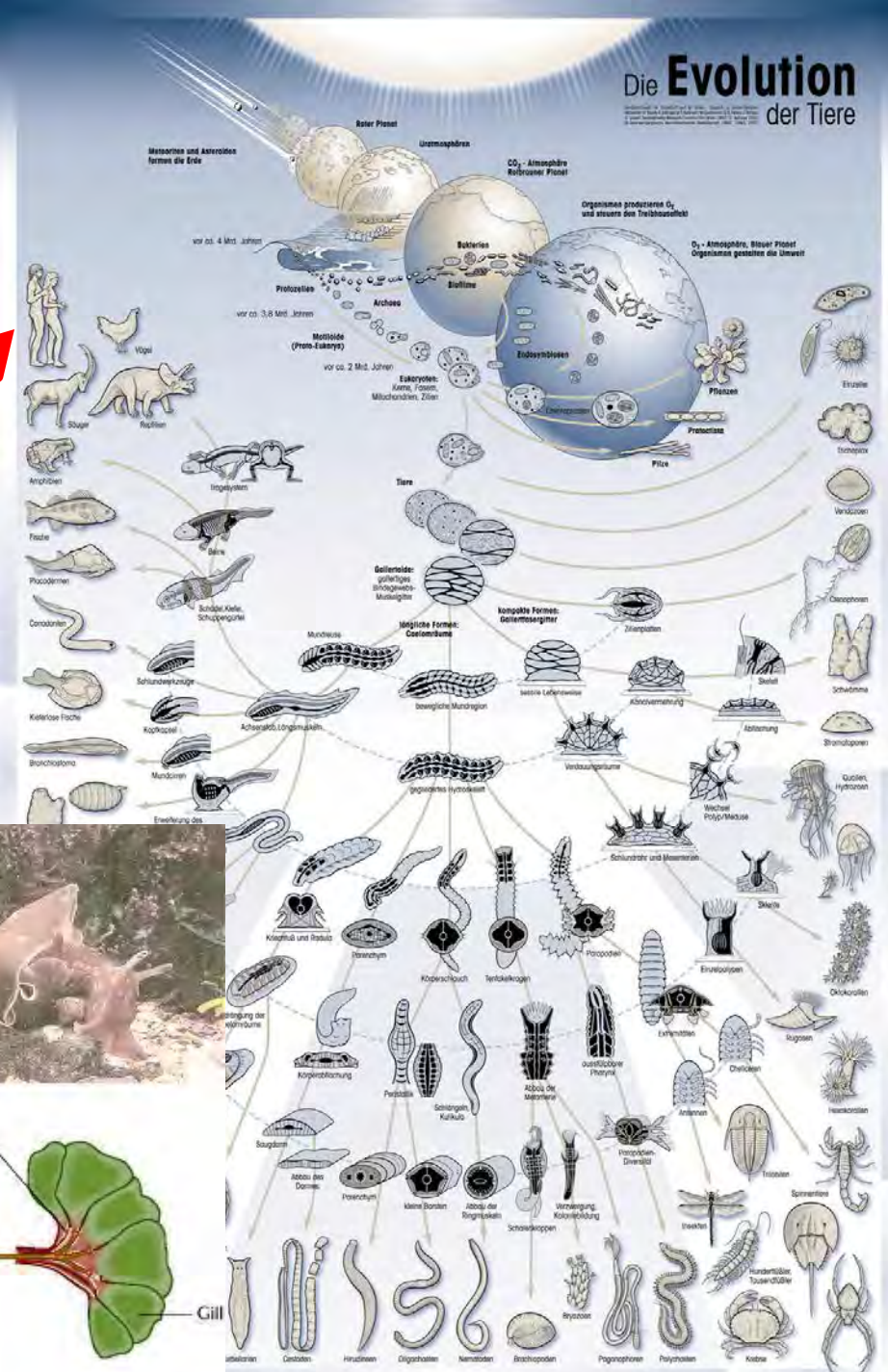




Une boucle sensori - motrice

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

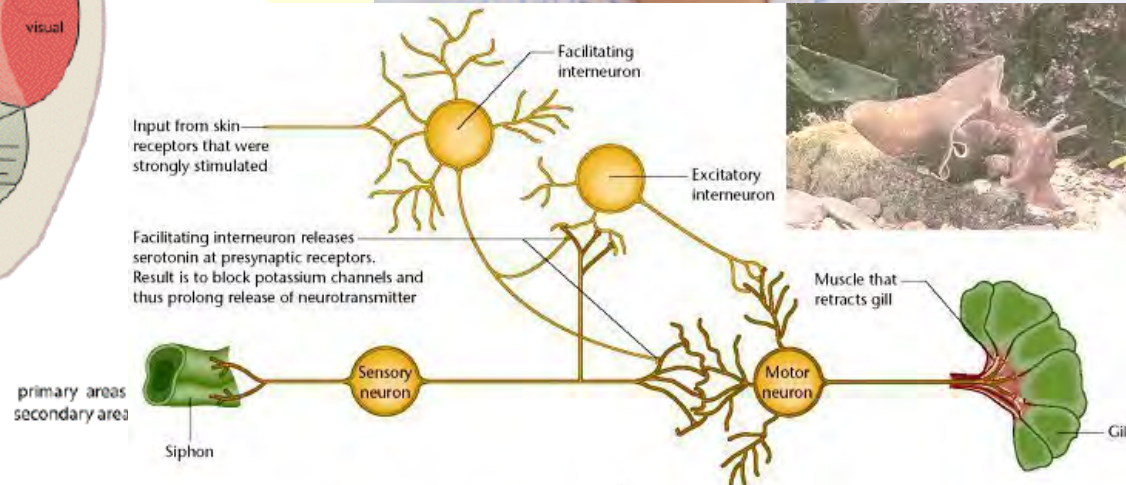
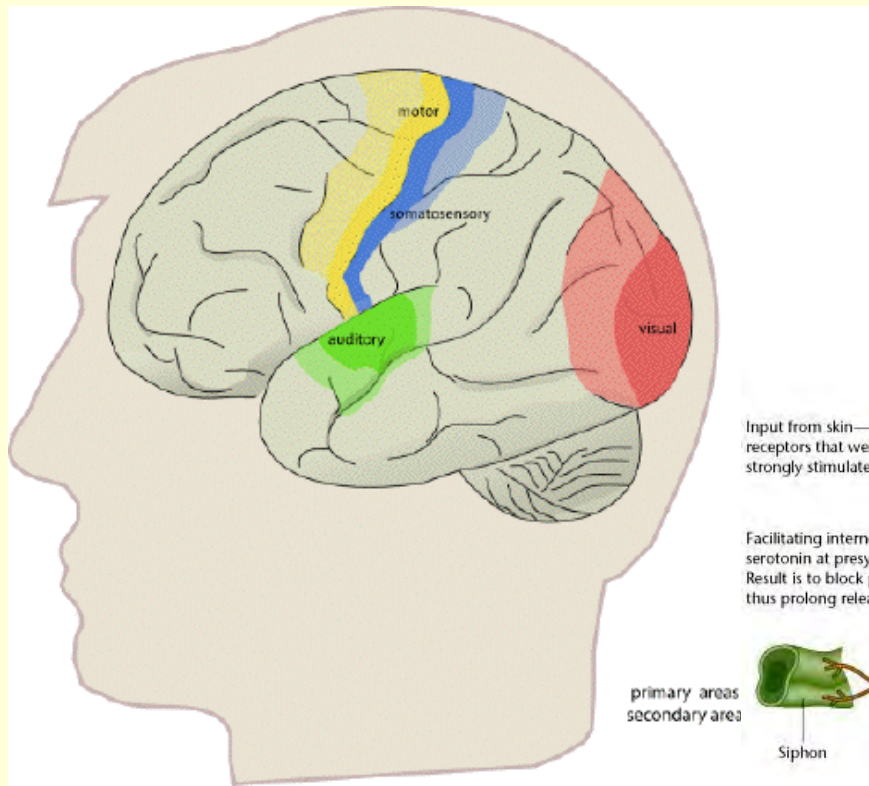
...pour en arriver à nous !



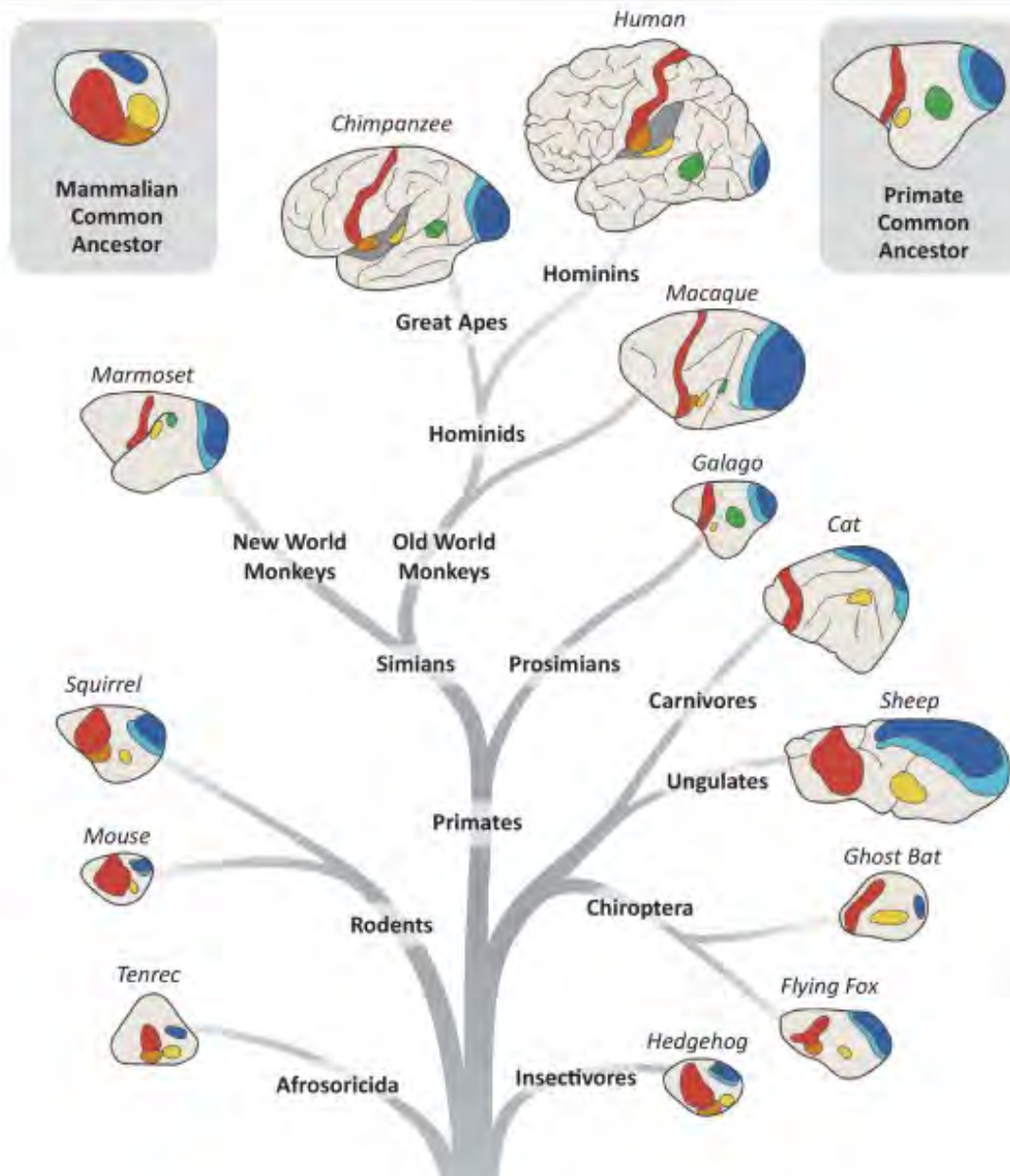
Le cerveau humain est encore construit sur cette **boucle perception – action**,

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

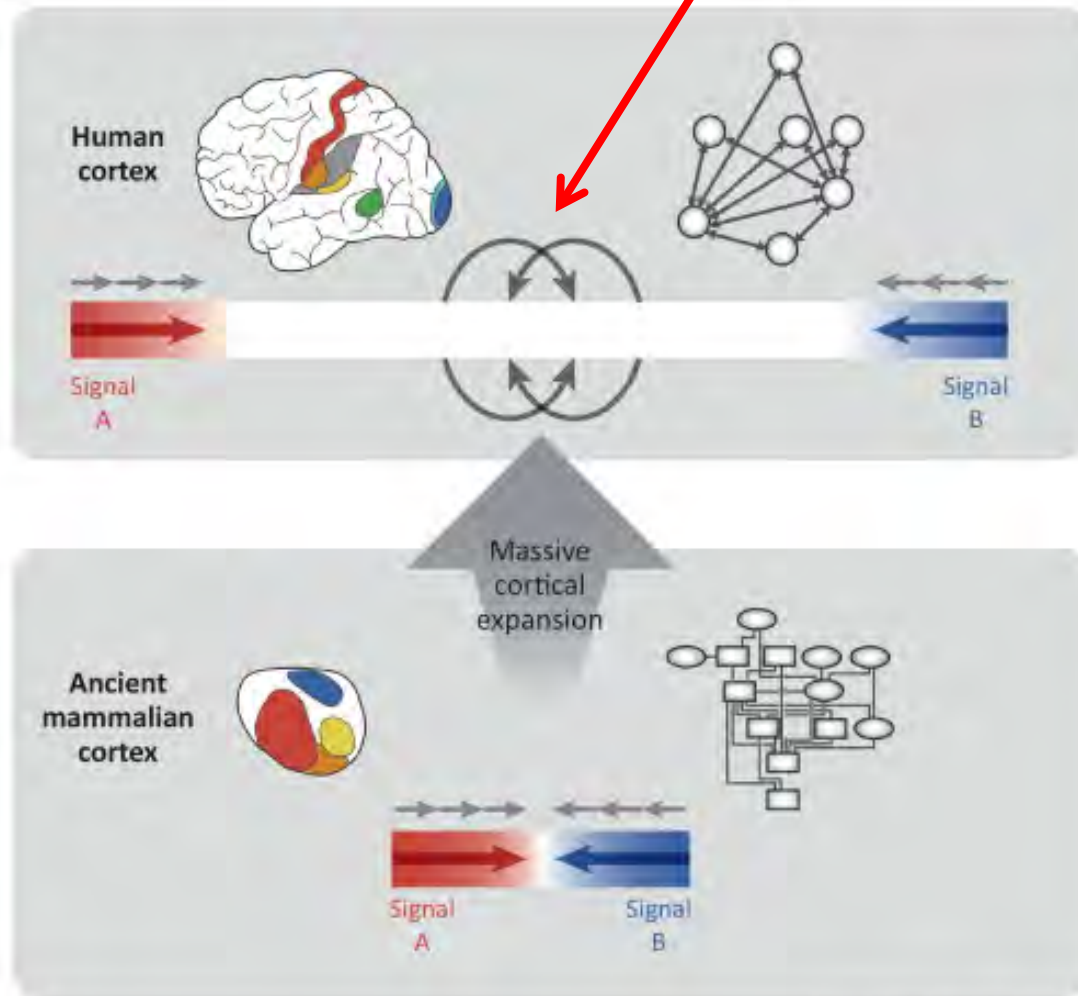
comme les inter-neurones de l'aplysie.



Plus largement, ce que l'on observe durant l'évolution des **mammifères**, c'est un accroissement des aires associatives :

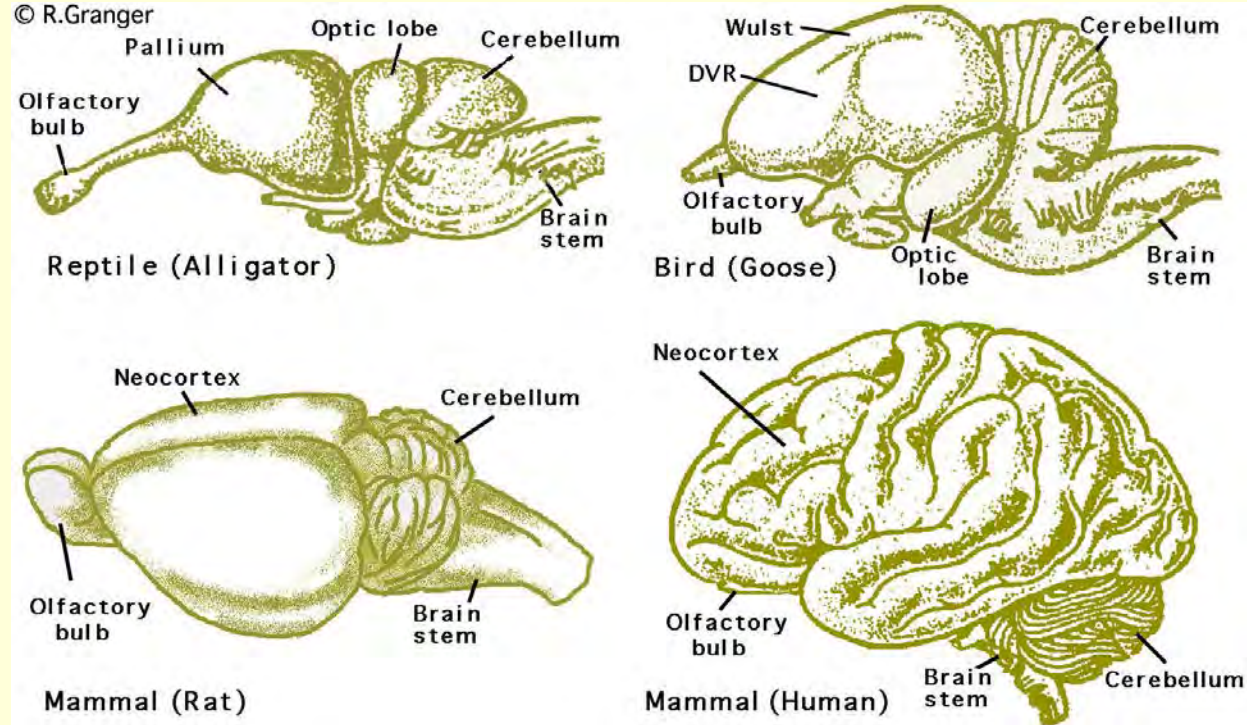


Une partie de plus en plus grande de cortex associatif émerge **entre** les gradients qui définissent les systèmes sensoriels.



The evolution of distributed association networks in the human brain

<http://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/retrieve/pii/S1364661313002210?returnURL=http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364661313002210?showall=true#Summary>

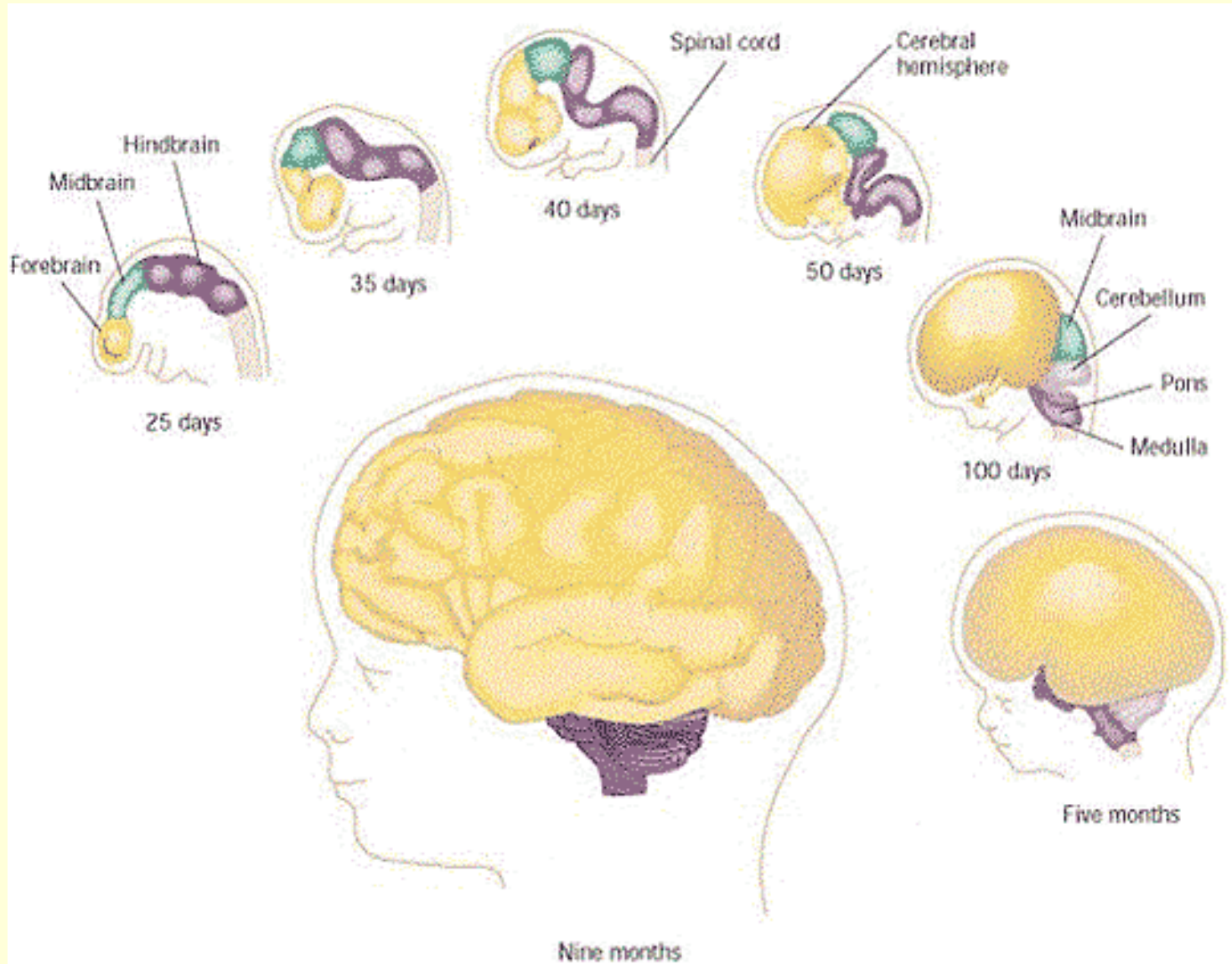


Durant l'évolution, les différentes structures cérébrales ne croissent pas toutes au même rythme.

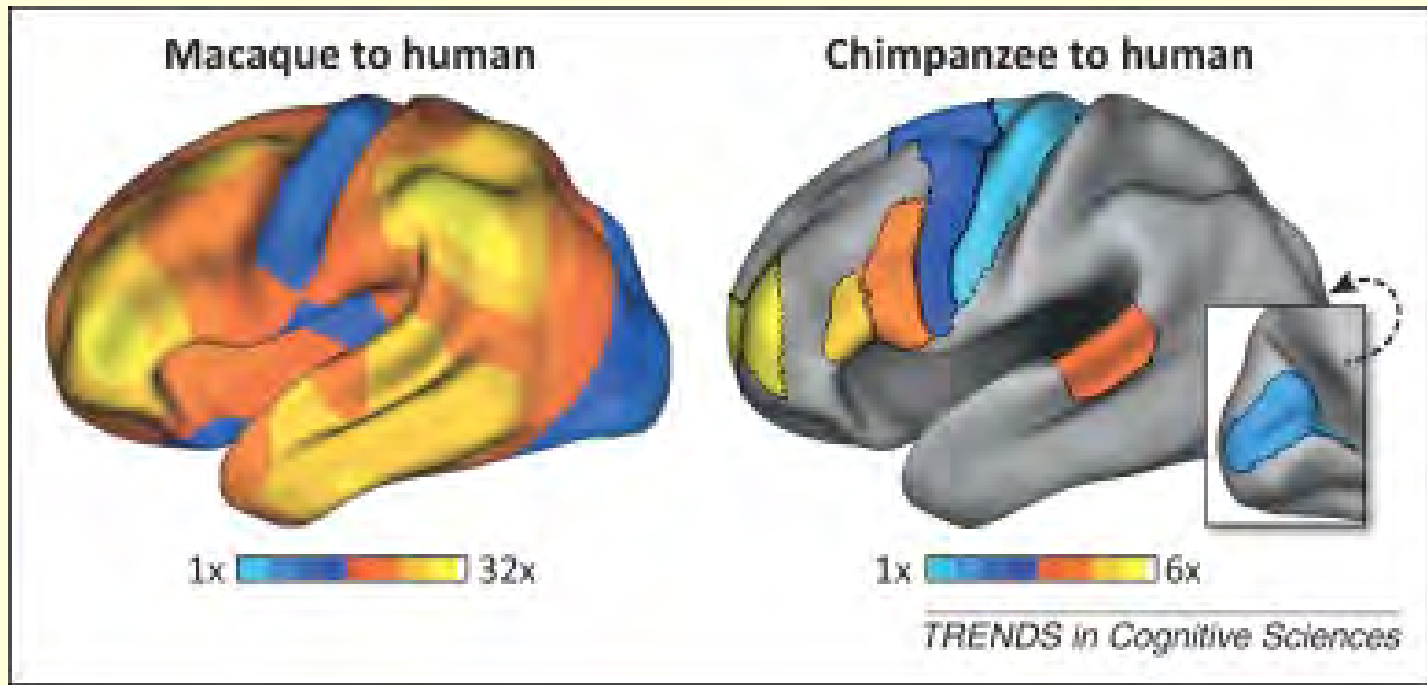
Pour le **cervelet**, impliqué dans la coordination des mouvements musculaires, son poids par rapport au reste du cerveau est remarquablement constant chez tous les mammifères.

À l'opposé, celui du **néocortex** varie grandement selon les espèces. Les poissons et les amphibiens en sont complètement dépourvus, tandis que le néocortex représente **20 % du poids du cerveau d'une musaraigne et... 80 % de celui de l'humain !**

Développement du cortex dans le cerveau humain



C'est durant la transition des primates à l'humain que le **néocortex s'est le plus développé**.

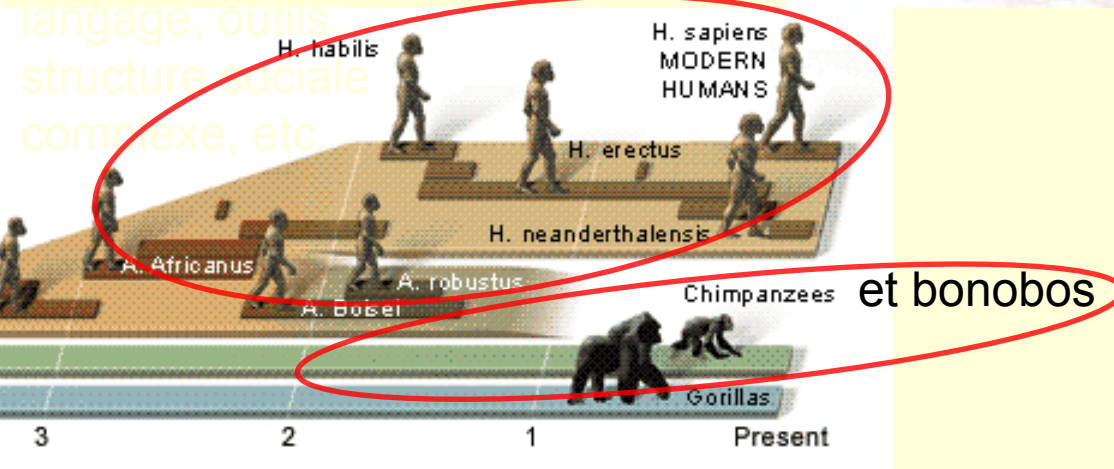


Les couleurs représentent ici la valeur de l'augmentation de surface nécessaire pour que chaque région soit transposée du cerveau de **macaque** et du cerveau de **chimpanzé** au **cerveau humain**.

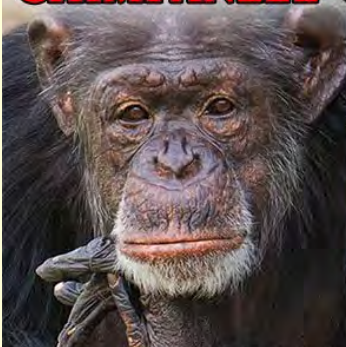
(dont notre ancêtre commun avec le premier auraient vécu il y a environ 25 millions d'années et 5-7 millions d'années pour le second).

Mais rien de comparable aux transformations cognitives chez les hominidés durant à peine plus longtemps (3 millions d'années)

- langage, outils, structure sociale complexe, etc.



CHIMPANZEE vs **BONOBO**



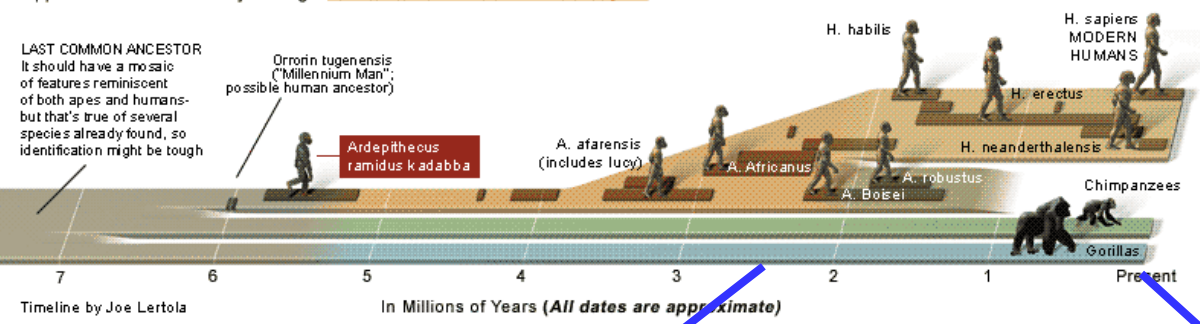
WHICH TEAM War, violence & **MEN** rule

ARE YOU ON? Peace, love & **WOMEN** rule



Évolution divergente chimpanzés / bonobos
il y a **1-2 millions d'année** a donné :

- organisation sociale différente (bonobos: matriarcale; chimpanzé: dominée par mâle alpha)
- utilisation d'outils présente chez l'un (chimpanzé) mais pas chez l'autre.



Cultural history

The demands of complex technology may have pushed human culture to accelerate, though it seems to have evolved not steadily but in leaps and bounds

©NewScientist

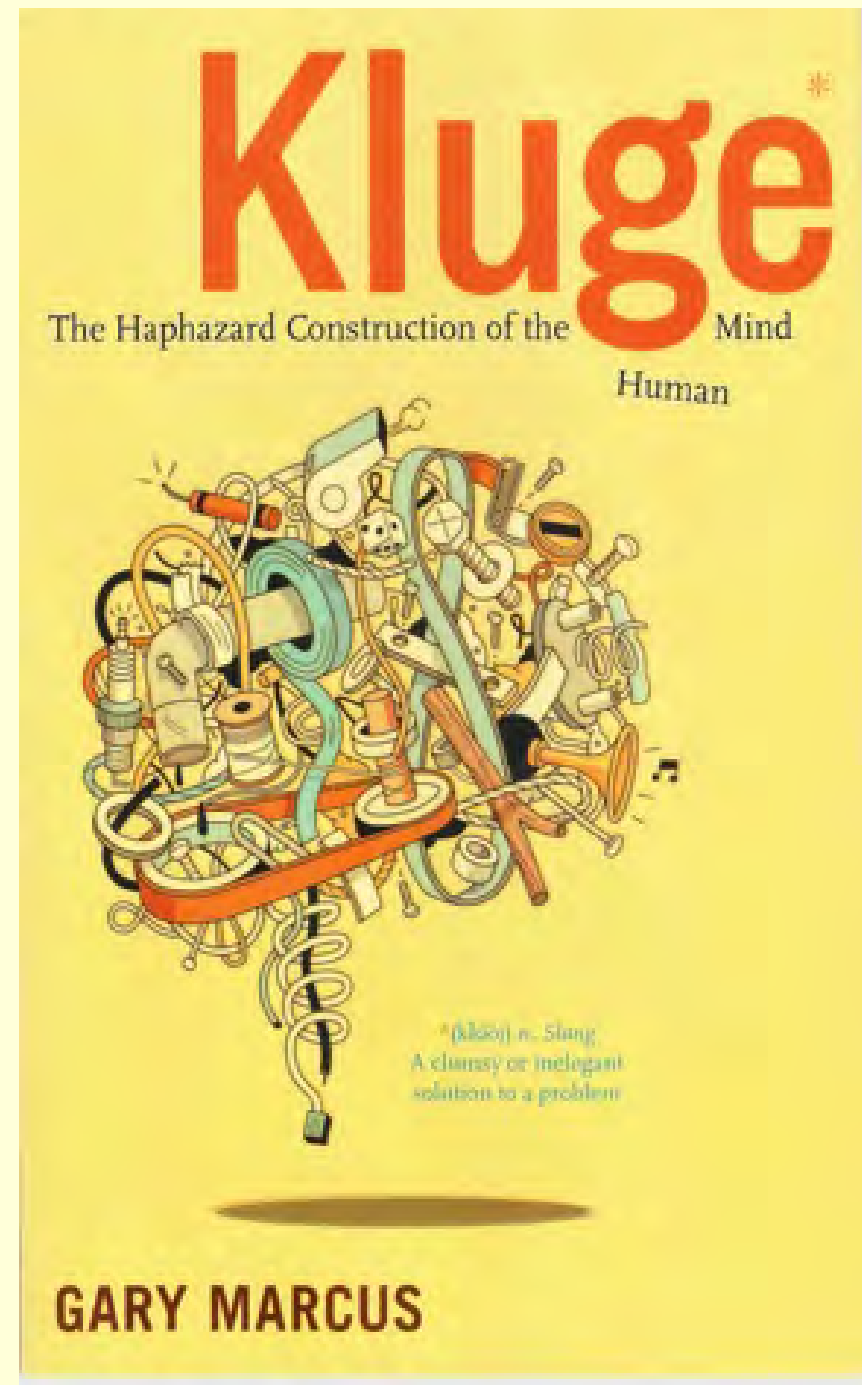




« L'évolution travaille sur ce qui existe déjà. [...]

La sélection naturelle opère à la manière **non d'un ingénieur, mais d'un bricoleur**; un bricoleur qui ne sait pas encore ce qu'il va produire, mais **recupère** tout ce qui lui tombe sous la main. »

- François Jacob
(Le Jeu des possibles, 1981)



** (kløʝ) n. - Slung
A clumsy or inelegant
solution to a problem*

Le bricolage
de l'évolution



Kluge

The Haphazard Construction of the Mind
Human

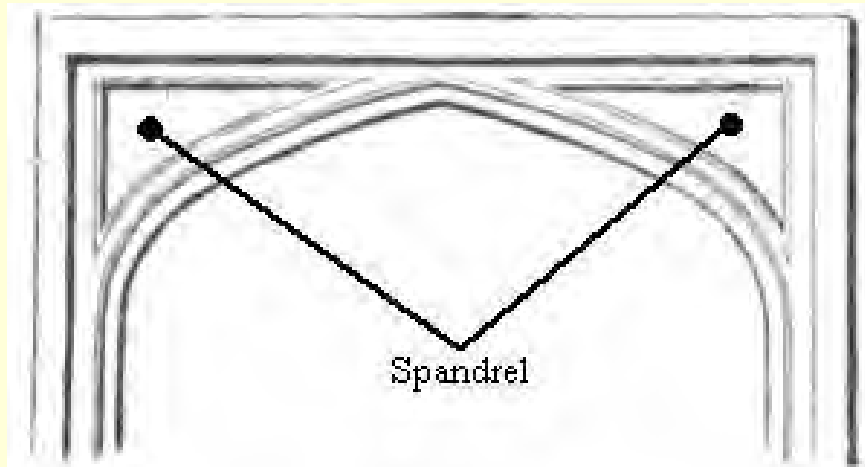


(klōoj) n. Slung
A clumsy or inelegant
solution to a problem

GARY MARCUS



Cette idée de bricolage s'apparente au concept d'« **exaptation** » (S. Jay Gould) :

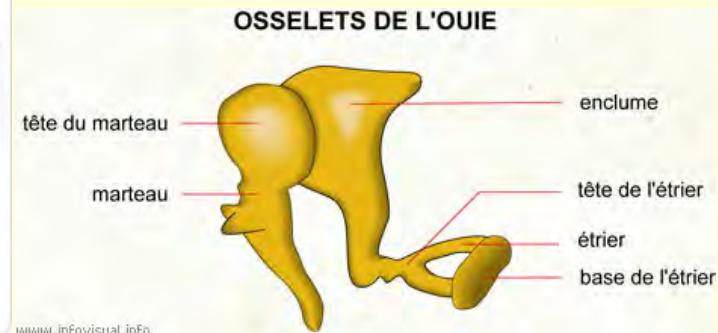
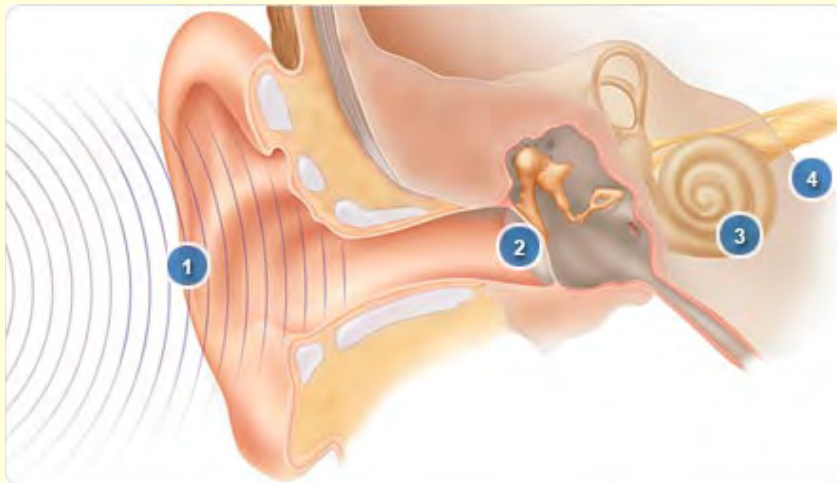


une structure biologique ayant évolué en vue d'une fonction précise mais qui se trouve **réutilisée** ou **recyclée** pour une autre fonction.



Exemple 1 : les plumes de l'oiseau, d'abord apparue pour la thermorégulation

Exemple 2 : les osselets de l'oreille interne, d'abord apparus comme des os de la mâchoire



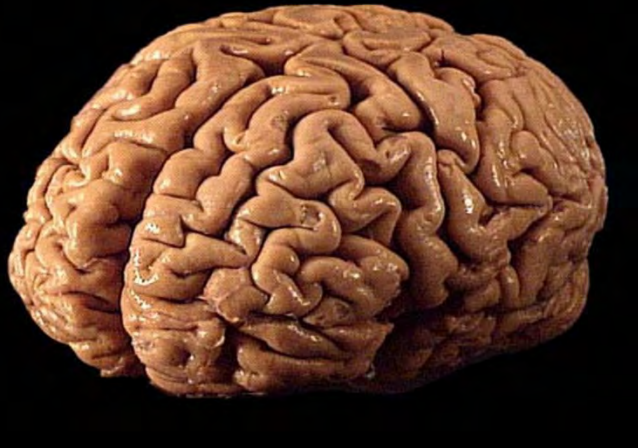
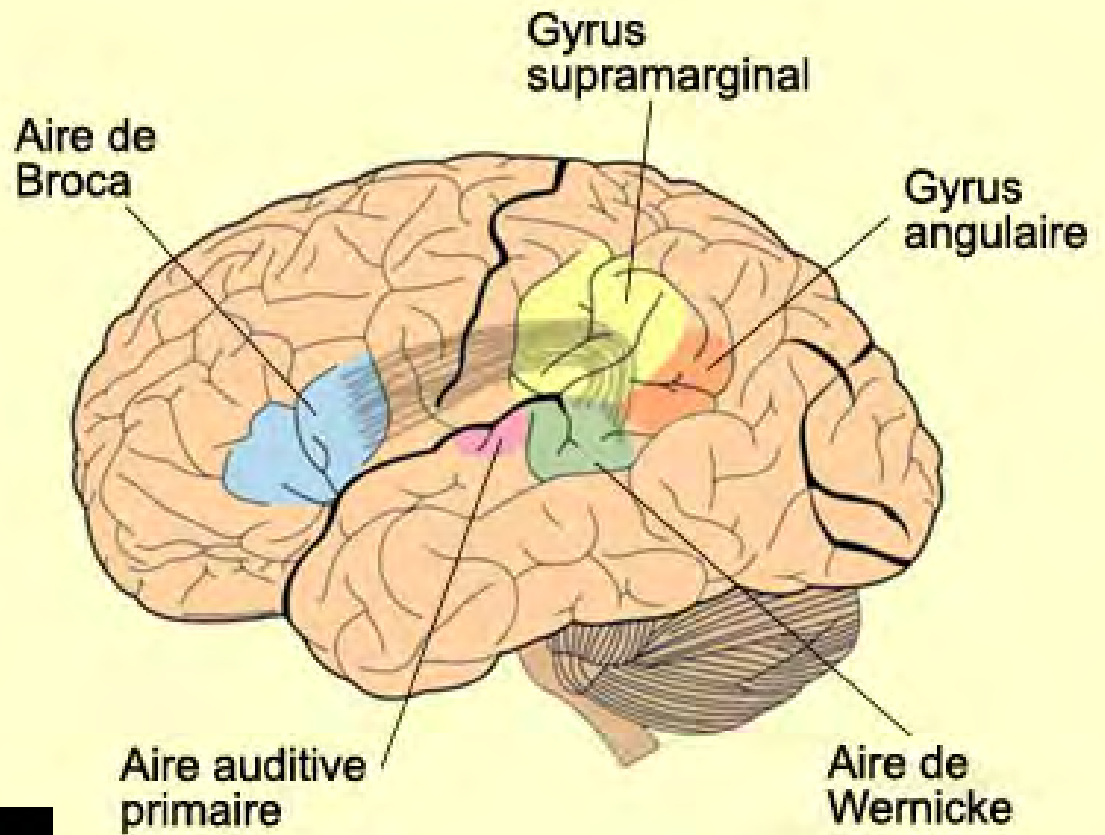
Exemple 3 : la **lecture**

Qu'est-ce que lire pour un neurobiologiste ?



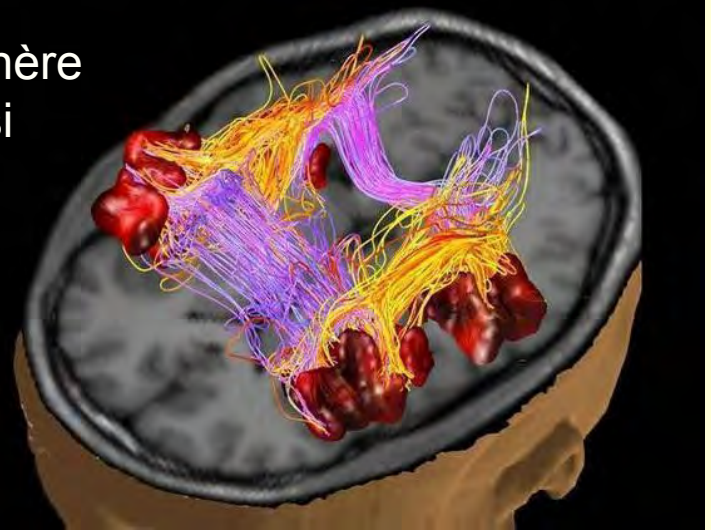
C'est rendre
accessibles les
aires du langage...

(situées dans
l'hémisphère gauche
pour la majorité
des gens)



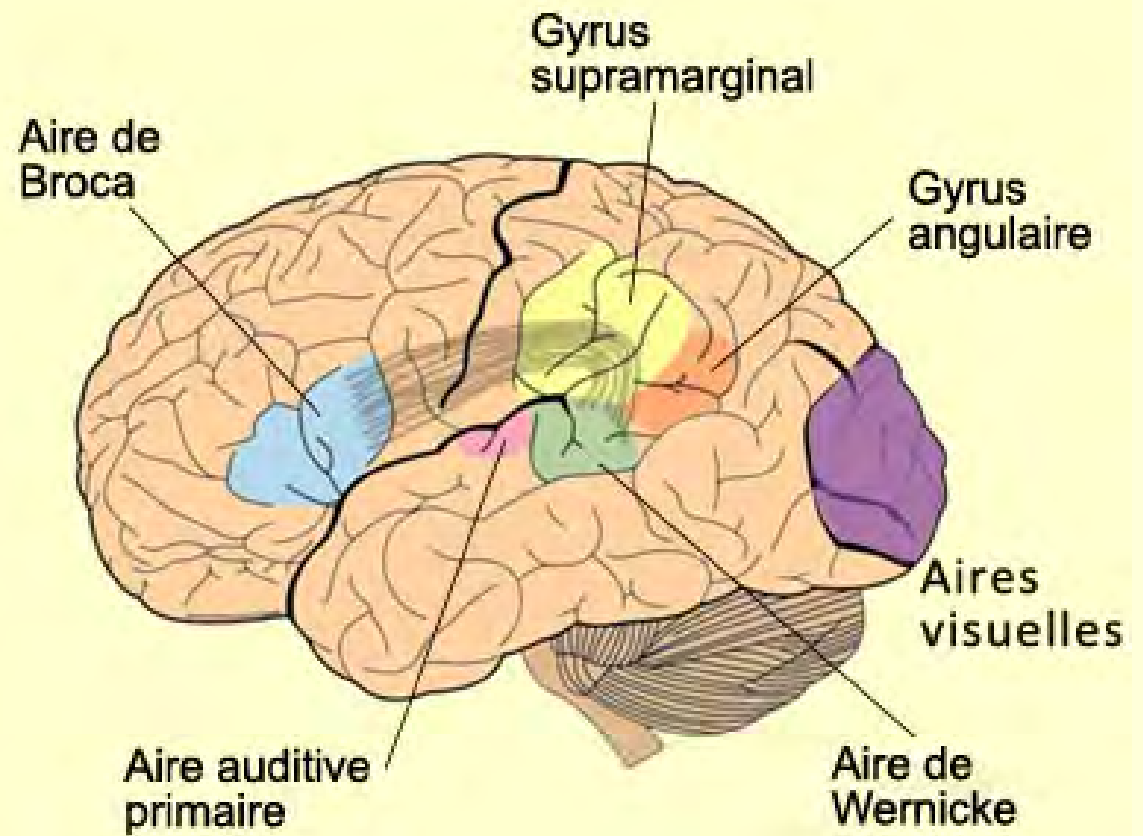
- Hémisphère
droit aussi

- réseau



C'est rendre
accessibles les
aires du langage...

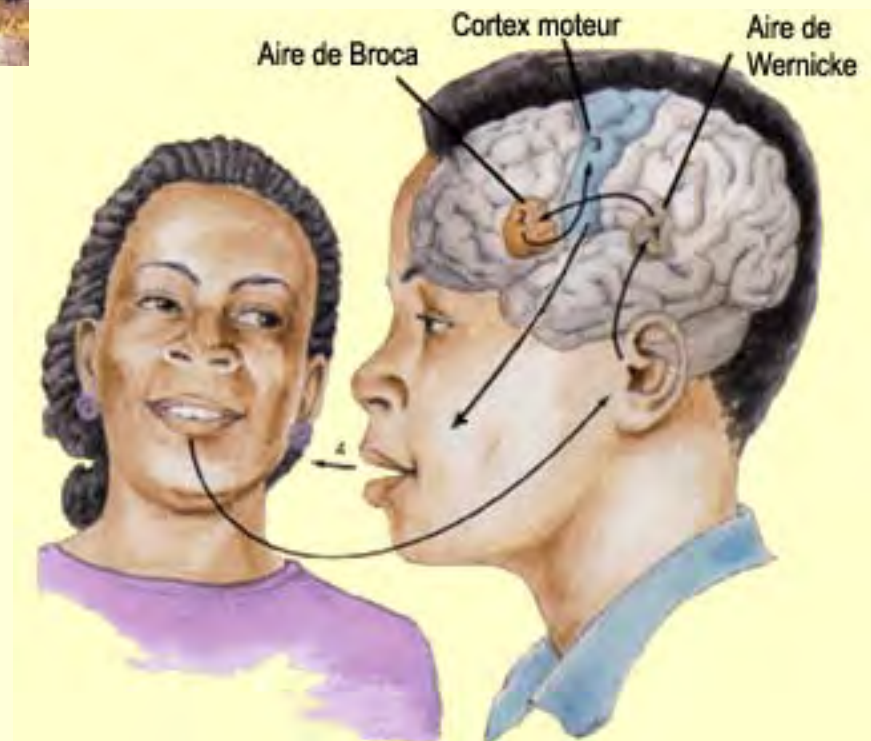
...par les
aires visuelle !

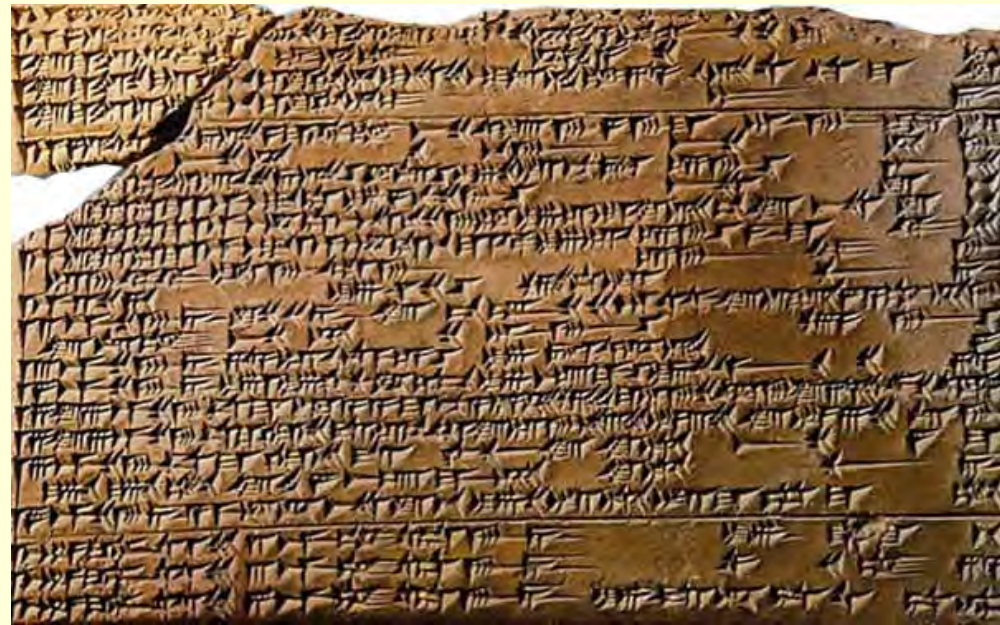




Si des circuits cérébraux ont pu être **sélectionnés pour le langage** durant l'hominisation...

(des centaines de milliers d'années)





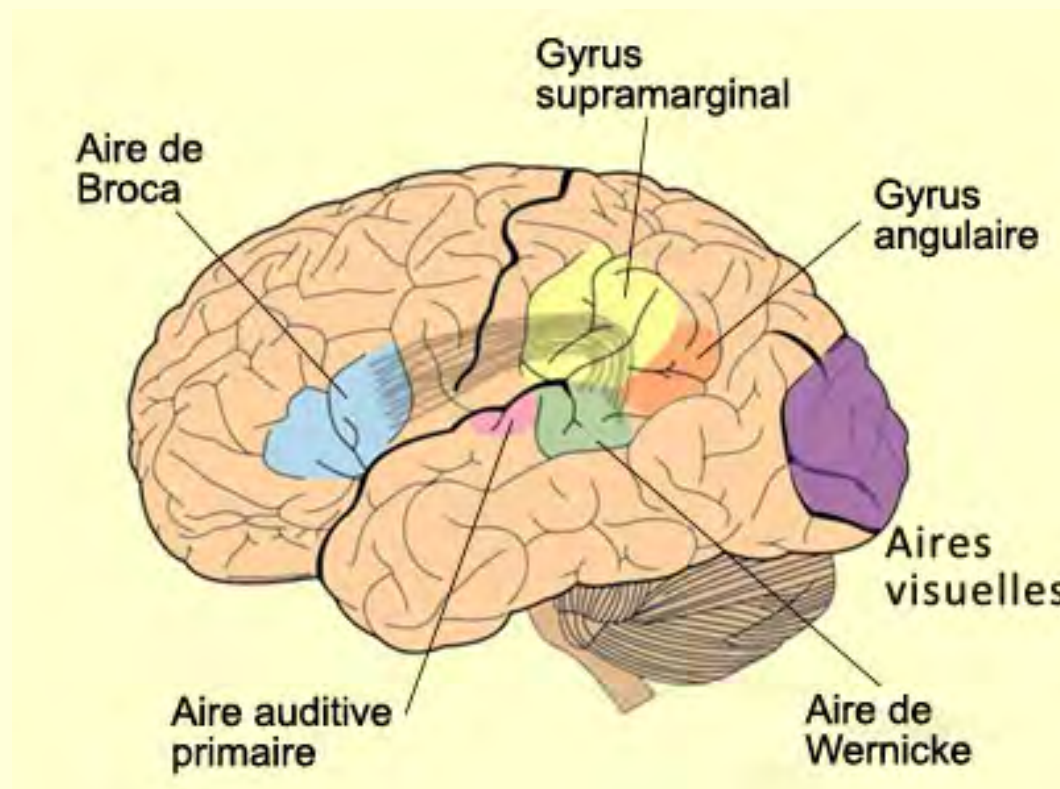
...il est difficile d'imaginer
des circuits cérébraux
sélectionnés pour l'écriture.

(quelques milliers d'années)

L'une des plus vieilles formes d'écriture :
il y a environ **5 400** ans chez les **Babyloniens.**

Comment alors expliquer que le cerveau humain arrive à lire ?

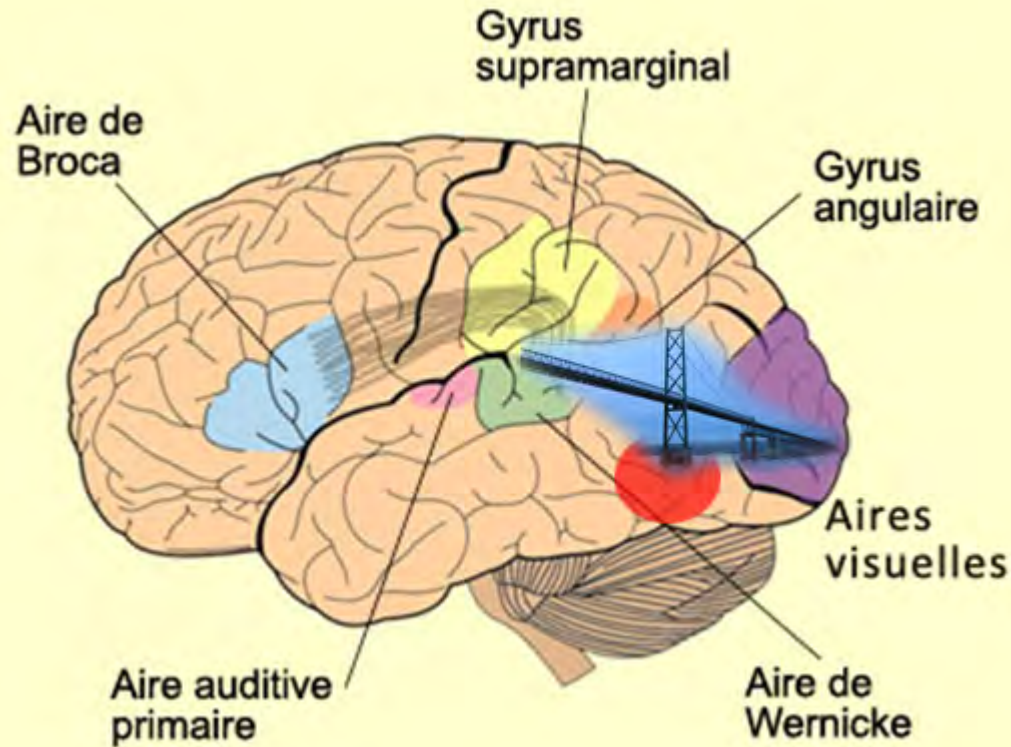
Comment parvient-il à donner accès aux aires du langage par les aires visuelles ?



LES NEURONES
DE LA LECTURE



préface de
Jean-Pierre Changeux



Selon Dehaene et ses
collègues :

grâce à une région
**spécialisée pour la
lecture.**

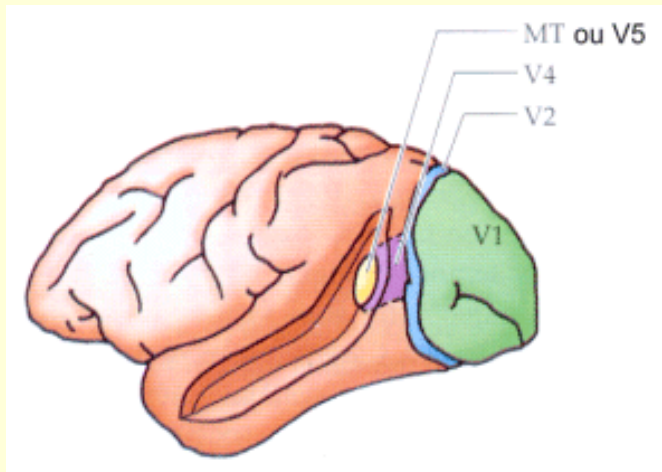
Mais comment peut-on avoir une région aussi spécialisée
pour une chose pour laquelle nous n'avons pas évolué ?

L'hypothèse de Dehaene et ses collègues est que nous avons **recyclé** cette région qui s'est probablement d'abord mise en place pour jouer un rôle plus ancien et fondamental qui est la **reconnaissance visuelle des formes**,

pour l'adapter à la reconnaissance des formes **des lettres des systèmes d'écriture**.

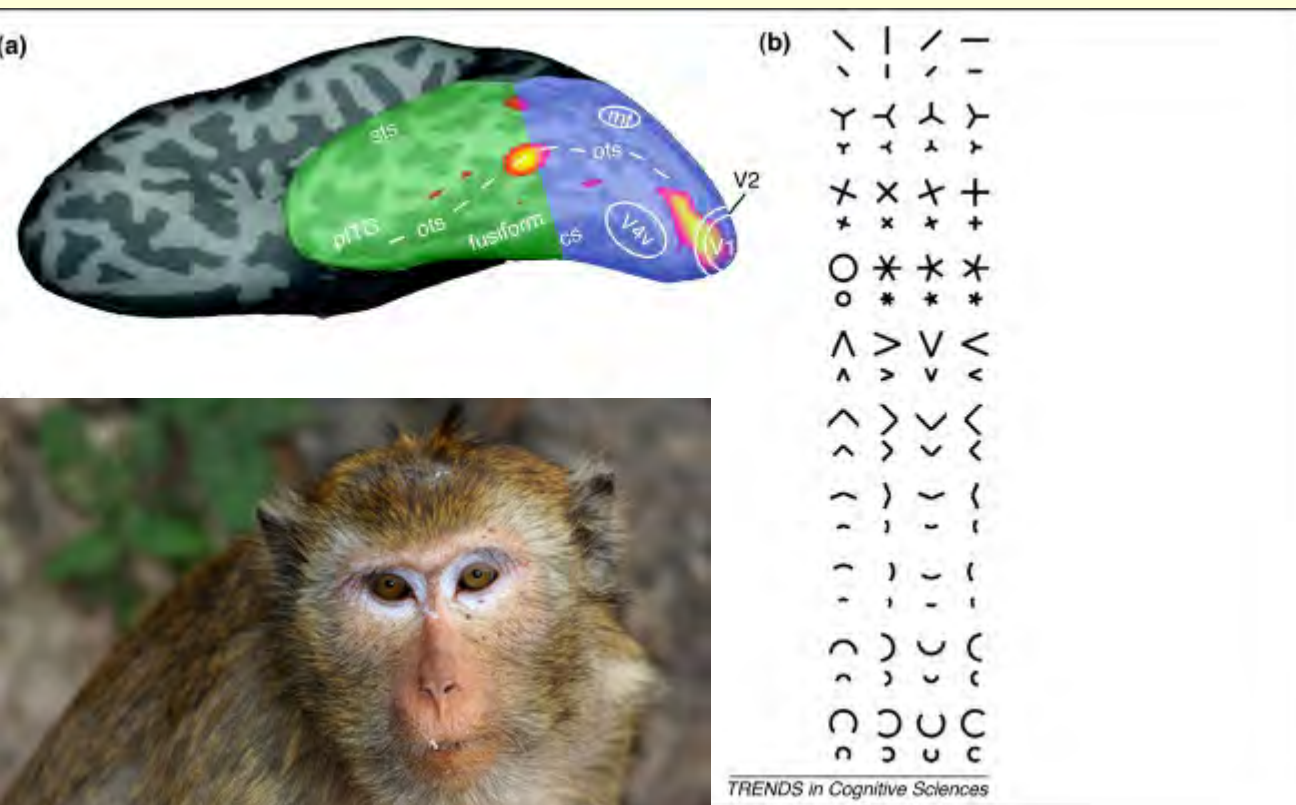


Chez le singe macaque :



- Similitudes entre des aires visuelles, dont la **présence de l'aire occipito-temporale ventrale**
- L'enregistrement dans un neurones de cette aire montre une réponse seulement pour un objet sur 100 (une chaise, par exemple)
- Répond en fait à **certaines propriétés de ces objets**
(ex : si un neurone répond à un cube, on lui présente une forme en T et il répond autant sinon plus)

Or, plusieurs de ces formes simples ressemblent à nos lettres, pourrait être des lettres...



Il y a donc déjà, dans le cerveau du singe, des neurones répondant à un véritable alphabet de ces formes simples qui l'aident à percevoir les objets multiformes présents dans la nature.

Ces formes simples sont très utiles pour reconnaître des propriétés qu'on appelle **non accidentelles** ou **invariantes** des objets.

Par exemple, si vous avez un objet qui en cache un autre, la jonction des arrêtes va former un T, ce qui nous aiderait à déterminer quelle forme est devant telle autre.

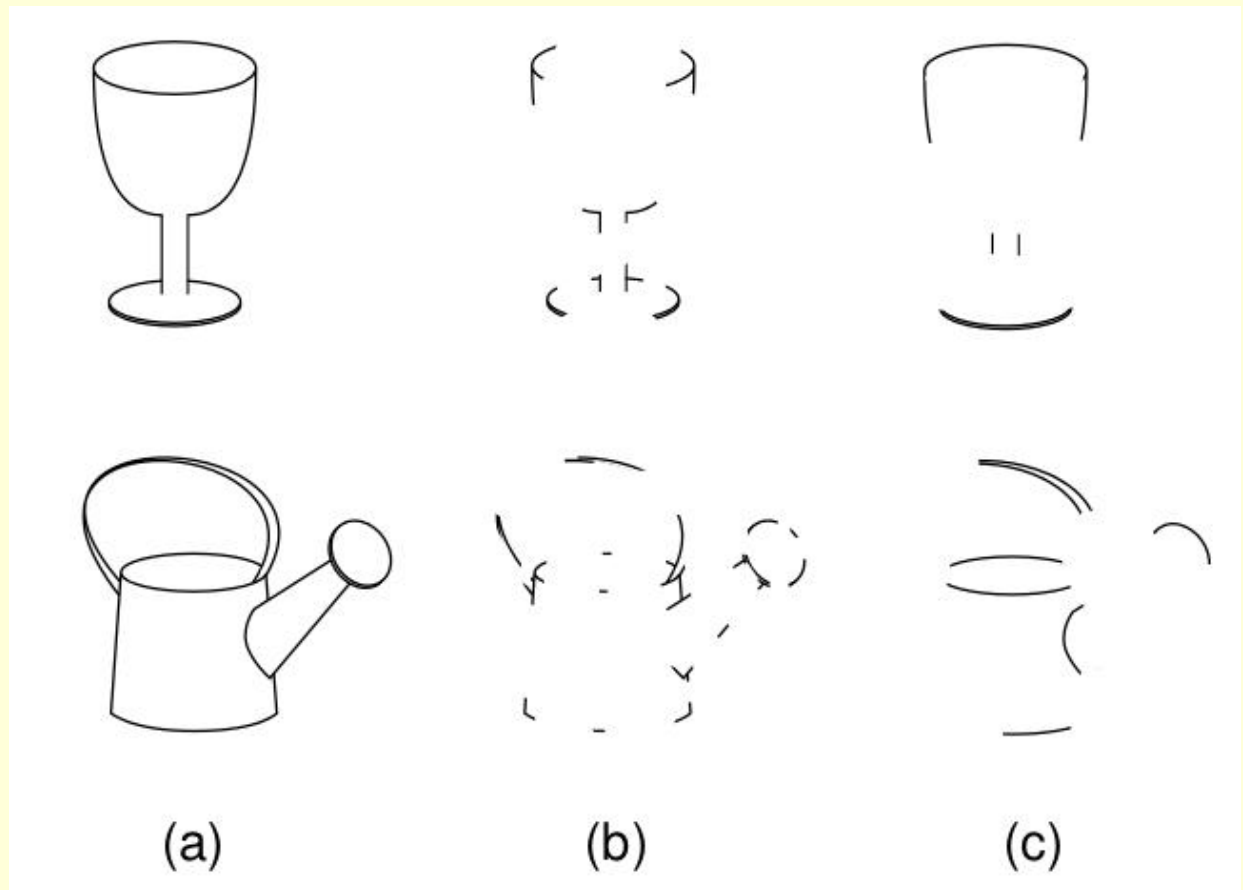


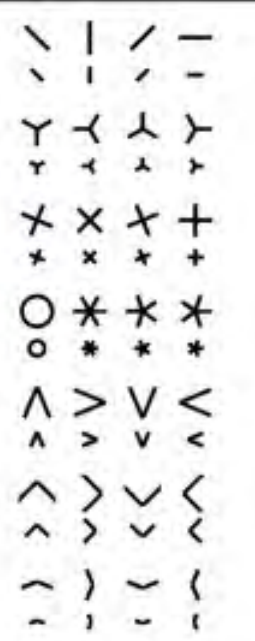
Chez l'humain aussi, ces formes sont très importante dans la reconnaissance visuelle.

Irving Biederman, **1987**.

Il est plus **facile** de reconnaître un dessin si l'on cache de longues sections des lignes du dessin (b)

que si l'on cache seulement les intersections de ces lignes (c).





Notre région **occipito-temporale ventrale**, qui était donc déjà présente chez nos cousins primates, va nous permettre de reconnaître les arrêtes et les jonctions des lettres de nos alphabets, comme elle permettait déjà la reconnaissance de ces arrêtes et de ces jonctions pour les objets naturels.

D'où l'idée **ce n'est pas notre cerveau qui a évolué pour lire** (il n'a pas eu le temps), mais que c'est nous qui, culturellement, avons **favorisé certaines formes arbitraires dans nos alphabet**.

Le **recyclage neuronal** est donc rendu possible par des systèmes d'écriture qui prennent parti de notre facilité à détecter ces formes particulières fréquentes dans la nature.

English	Theban	Malachin
A	𐤀	𐤀
B	𐤁	𐤁
C	𐤂	𐤂
D	𐤃	𐤃
E	𐤄	𐤄
F	𐤅	𐤅
G	𐤆	𐤆
H	𐤇	𐤇
I	𐤈	𐤈
J	𐤉	𐤉
K	𐤊	𐤊
L	𐤋	𐤋
M	𐤌	𐤌
N	𐤍	𐤍
O	𐤎	𐤎
P	𐤏	𐤏
Q	𐤐	𐤐
R	𐤑	𐤑
S	𐤒	𐤒
T	𐤓	𐤓
U	𐤔	𐤔
V	𐤕	𐤕
W	𐤖	𐤖
X	𐤗	𐤗
Y	𐤘	𐤘
Z	𐤙	𐤙

Exemple 4 : **l'orientation spatiale et la mémoire**

Mardi, 14 octobre 2014

Un Nobel pour les travaux sur les neurones de l'orientation spatiale

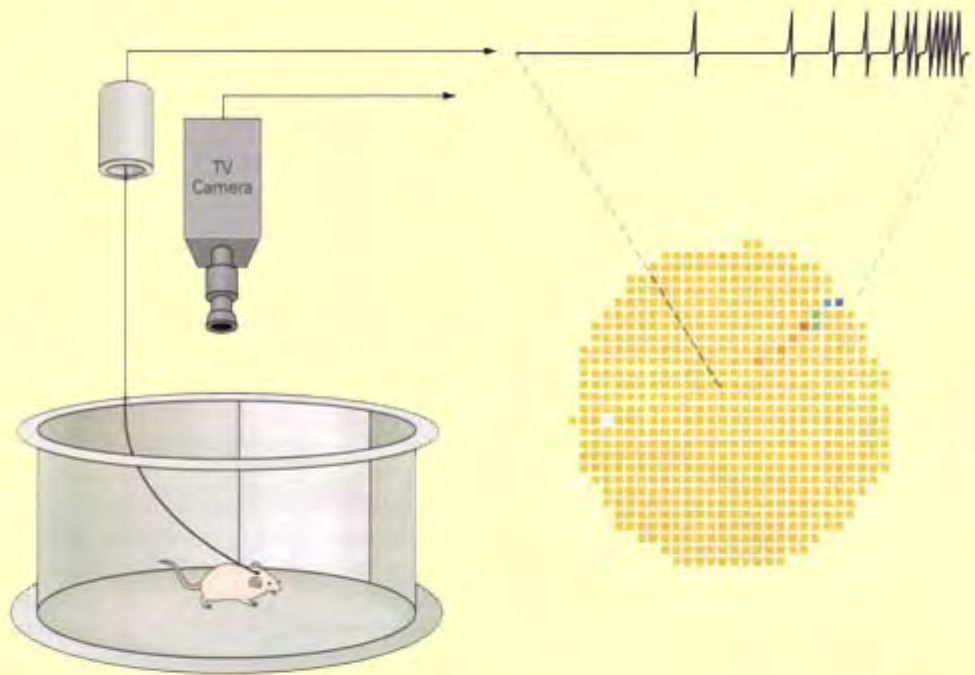
<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2014/10/14/un-nobel-aux-travaux-sur-les-bases-neurales-de-lorientation-spatiale/>

Prix Nobel de médecine 2014 attribué à Américano-Britannique John O'Keefe et au couple norvégien May-Britt et Edvard Moser pour leur recherches sur le «**GPS interne**» du cerveau.

Mais bien avant l'invention de ce gadget, nos ancêtres chasseurs-cueilleurs ont su s'orienter dans leur environnement pour migrer, suivre le gibier ou simplement retrouver leur campement.

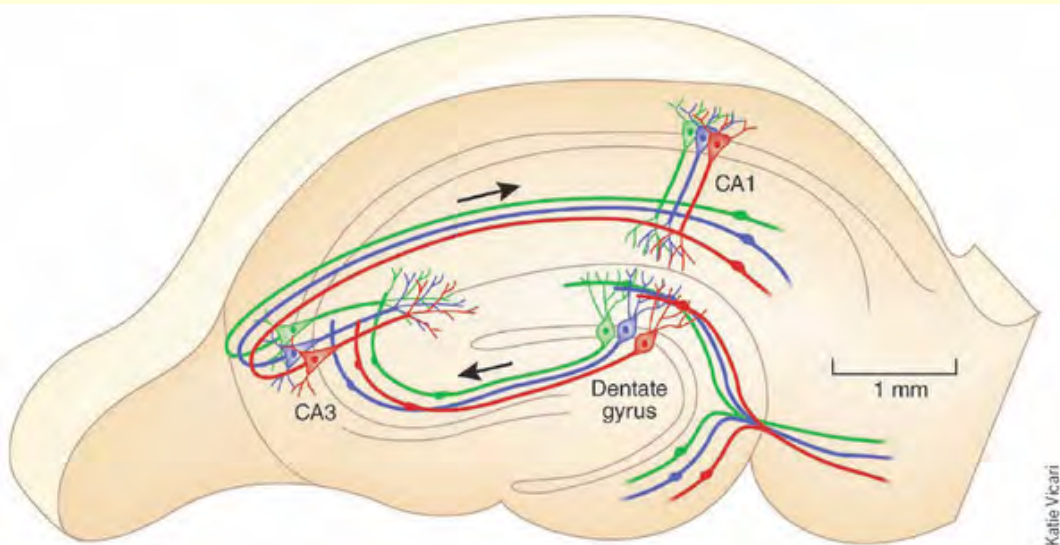
Et que la sélection naturelle a dû opérer là-dessus...



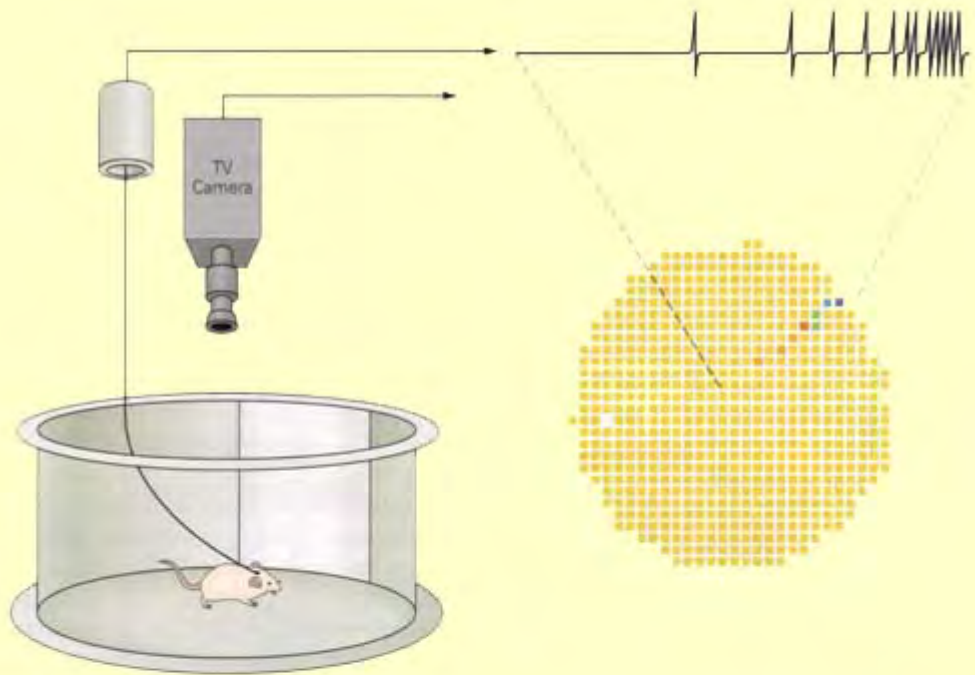


De sorte que, aujourd'hui, on possède tous cette capacité de se construire des cartes mentales pour s'orienter, comme le font d'ailleurs bien d'autres espèces animales.

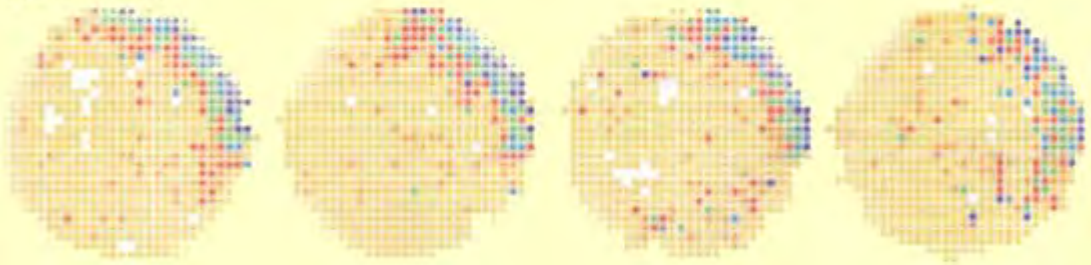
C'est d'ailleurs avec les **rats** que John O'Keefe a fait ses expériences, au début des années 1970, grâce à un dispositif innovateur permettant à l'animal de se déplacer librement et d'enregistrer en même temps l'activité de neurones de l'hippocampe.



Tranche d'**hippocampe** de rat.



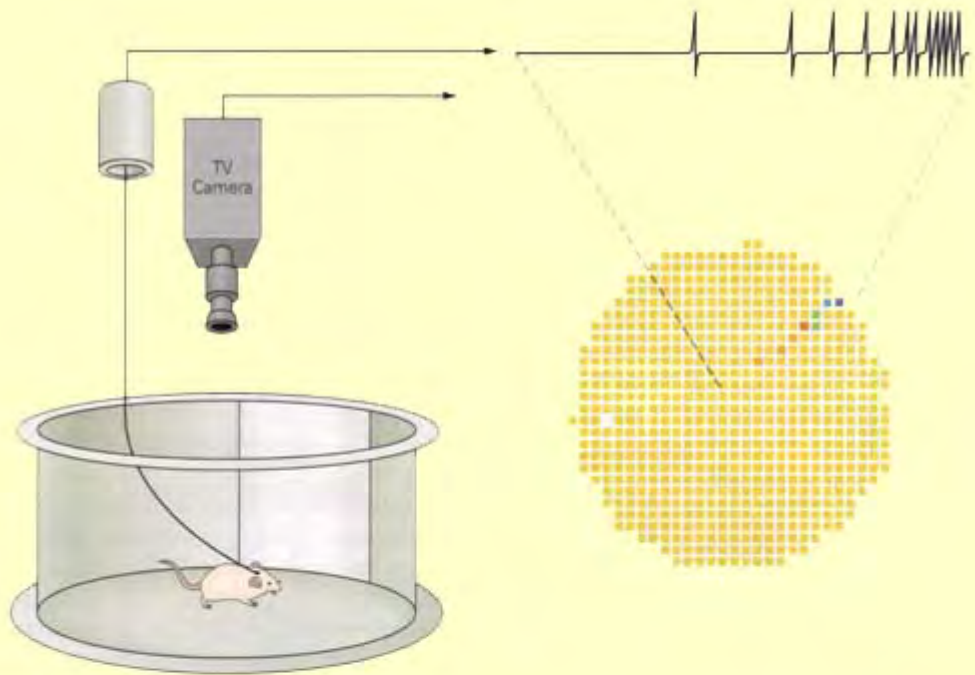
1. Souris normale



De sorte que, aujourd'hui, on possède tous cette capacité de se construire des cartes mentales pour s'orienter, comme le font d'ailleurs bien d'autres espèces animales.

C'est d'ailleurs avec les **rats** que John O'Keefe a fait ses expériences, au début des années 1970, grâce à un dispositif innovateur permettant à l'animal de se déplacer librement et d'enregistrer en même temps l'activité de neurones de l'hippocampe.

O'Keefe observe que certains neurones de l'hippocampe devenaient plus actifs quand l'animal se trouvait dans à **un endroit particulier** dans sa cage, et pas ailleurs.



1. Souris normale



De sorte que, aujourd'hui, on possède tous cette capacité de se construire des cartes mentales pour s'orienter, comme le font d'ailleurs bien d'autres espèces animales.

C'est d'ailleurs avec les **rats** que John O'Keefe a fait ses expériences, au début des années 1970, grâce à un dispositif innovateur permettant à l'animal de se déplacer librement et d'enregistrer en même temps l'activité de neurones de l'hippocampe.

Article récent (**2013**) sur les place cells :

Forming Memories, One Neuron at a Time

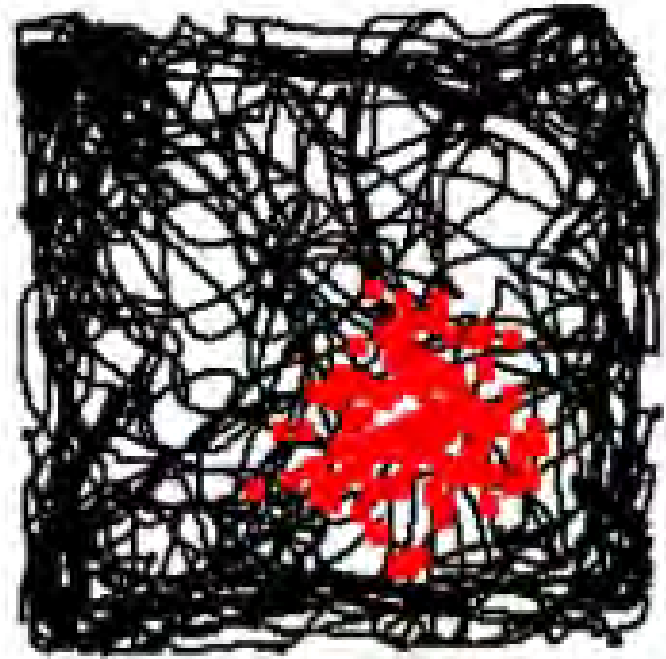
http://knowingneurons.com/2013/04/10/forming-memories-one-neuron-at-a-time/?blogsub=confirming#blog_subscription-2

You Are Here: Mapping The World With Neurons

<http://knowingneurons.com/2013/04/08/you-are-here-mapping-the-world-with-neurons/>

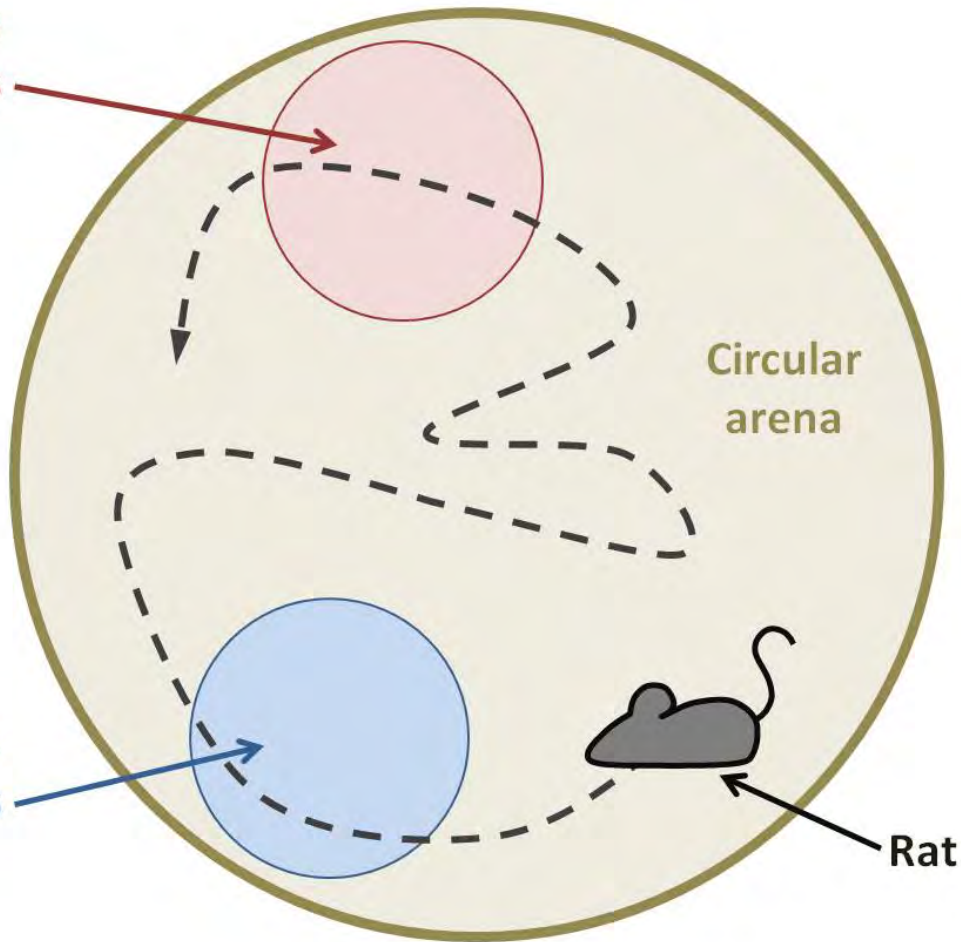
On a bientôt compris qu'à chaque endroit dans la cage on pouvait trouver de ces « cellules de lieu »

(« place cells », en anglais) dont l'augmentation d'activité pouvait renseigner l'animal sur l'endroit où il se trouvait.



A place cell fires in one place in a square box

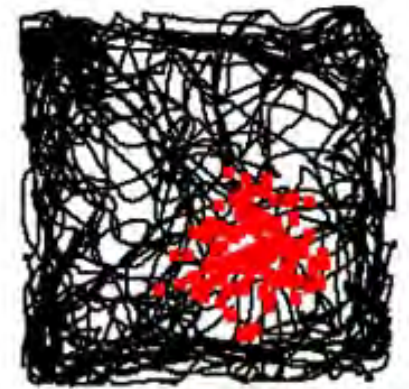
Cell A fires
when rat is
here



Cell B fires
when rat is
here

Circular
arena

Rat

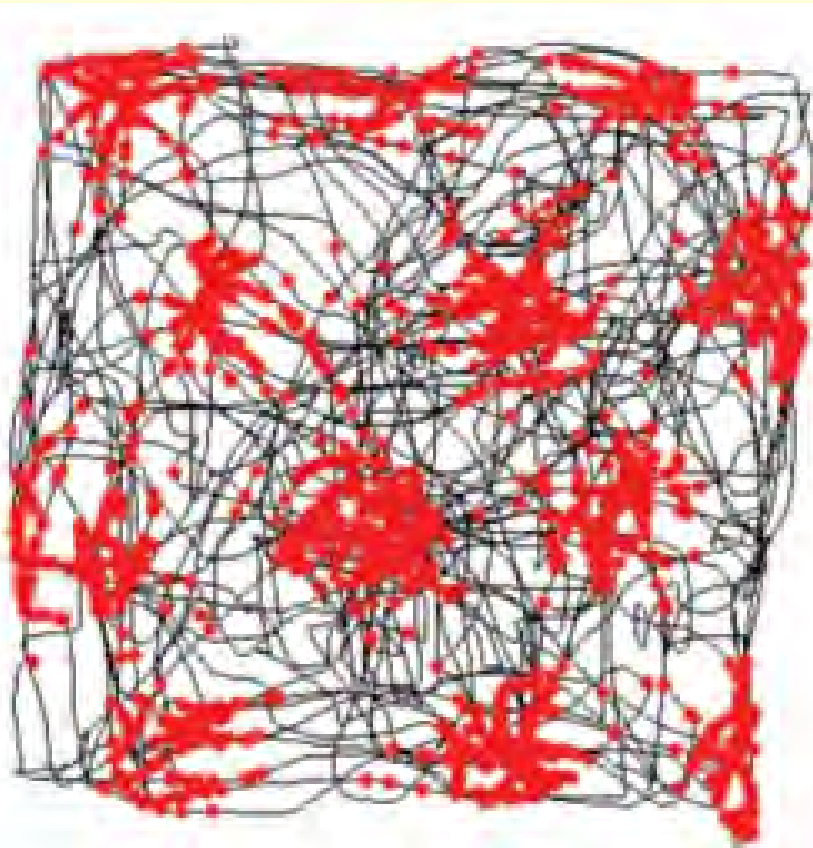


A place cell fires in one
place in a square box

Mais c'est la découverte des **cellules de quadrillage ou de grille** (« **grid cells** », en anglais), par May-Britt et Edvard Moser au milieu des années 2000, qui allait révéler toute la complexité de notre système de navigation.

Cette fois, les neurones semblaient s'activer un peu n'importe où quand le rat se promenait dans la cage.

Mais en cartographiant sur une longue période tous les endroits provoquant une activation pour l'une de ces cellules situées dans le cortex enthorinal (la « porte d'entrée » de l'hippocampe), les Moser ont constaté que la cellule faisait feu à intervalle régulier dans l'espace, et que l'ensemble de ces points formait une **véritable grille hexagonale** quadrillant tout l'espace.



A grid cell (from Hafting et al) fires in evenly spaced peaks all over the box

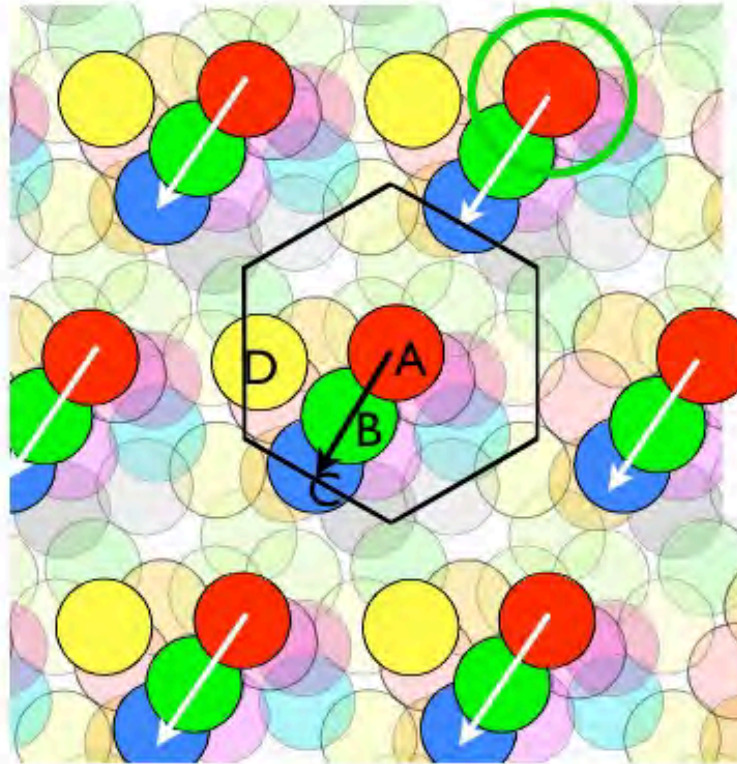
Grid Cell firing patterns in a module code movement distance and direction

When animal is on a bump of Grid Cell A and moves a particular distance and direction, Grid Cells B and C will fire.

firing: A → B → C

=

from position A move SW a certain distance



Chaque grid cell va avoir sa propre grille, légèrement décalée des autres

(ici on voit les 4 grilles de 4 grid cells de différentes couleurs)

Cela veut dire que quand le rat se déplace, différentes grid cells vont être **successivement** activées.

Cellules de lieu :

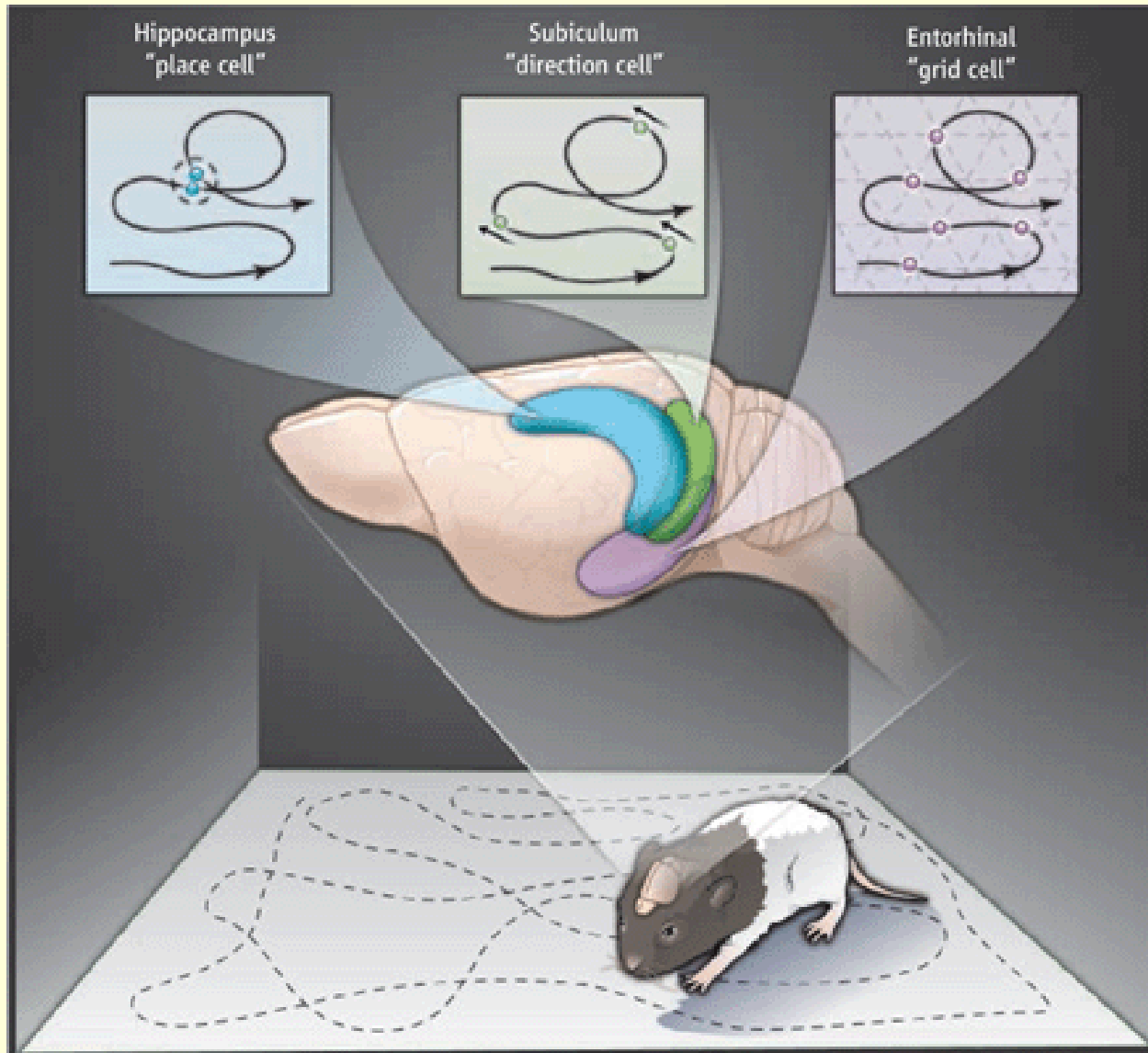
O'Keefe and Dostrovsky,
début 1970

Les cellules de direction de la tête

J. B. Ranck Jr.,
Milieu 1980

« Grid cells » :

Edvard and May-Britt Moser
Milieu 2000





Donc l'idée qui émerge est la suivante :

les cellules de lieu de l'hippocampe se comportent comme un navigateur sur l'océan, mettant à jour sa position en utilisant deux types d'input : la navigation **mentale** et **à vue**.

Le système de grid cells serait responsable de la navigation mentale,

et d'autres voies de l'hippocampe apporteraient de l'information sensorielle pour la navigation à vue.

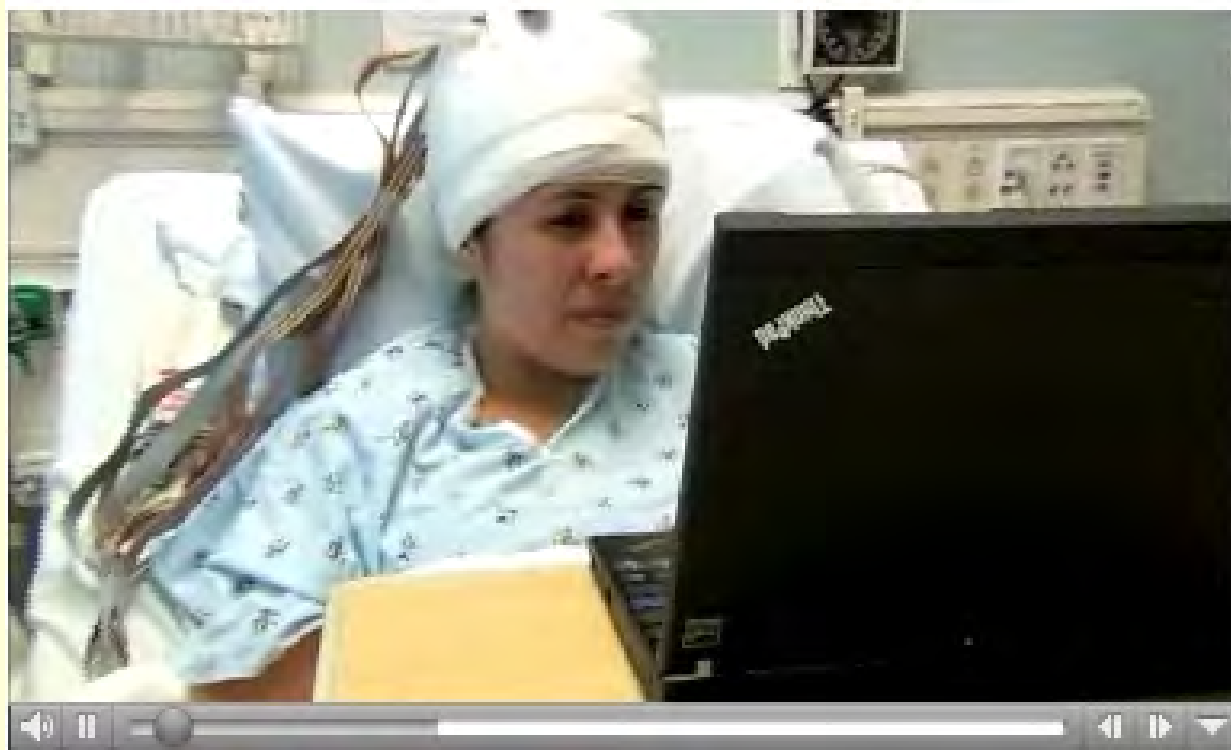
Mais qu'est-ce qui nous dit que les choses se passent de façon similaire chez l'humain ?

Pas évident, en effet, d'enregistrer directement des cellules de quadrillage chez un humain avec des électrodes enfoncées dans son hippocampe pendant qu'il se promène dans un parc...



Une étude publiée en **2013** a toutefois profité du fait qu'un patient alité en attente d'une chirurgie pour l'épilepsie avait des électrodes intracrâniennes dans l'hippocampe.

Et ils ont réussi à mettre en évidence des cellules de quadrillage avec un jeu vidéo d'une ville virtuelle.



Et les hypothèses n'ont pas tardées
pour faire d'autres liens rats / humains.

Dont celle-ci, fort intéressante...

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

György Buzsáki & Edvard I Moser

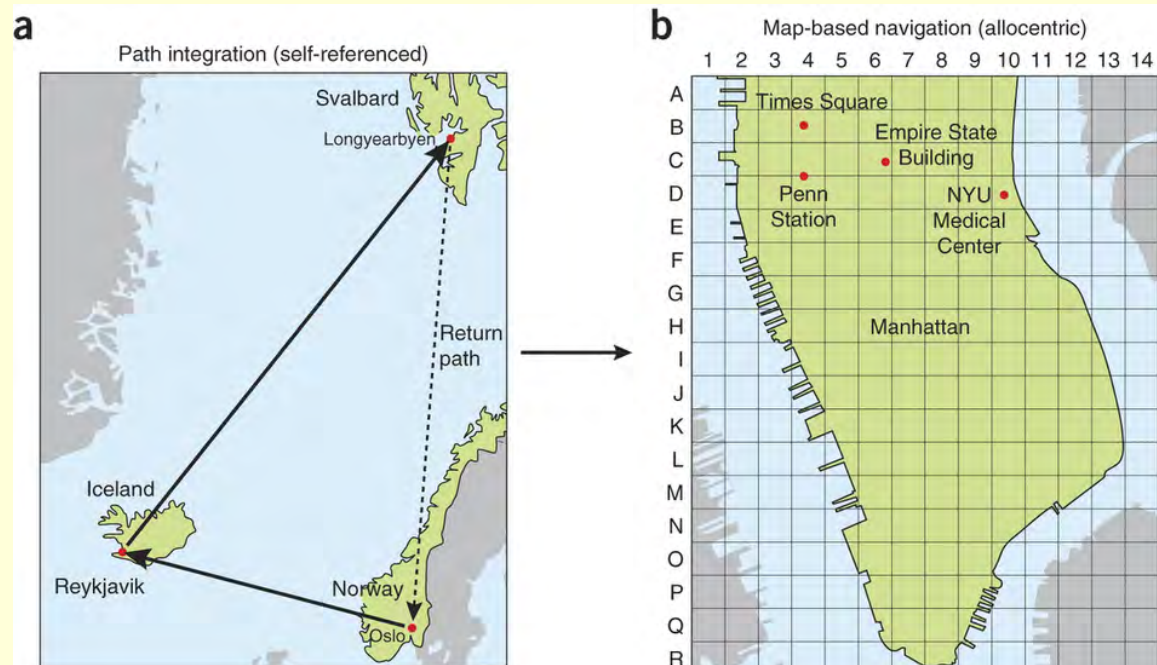
Published online 28 **January 2013**

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

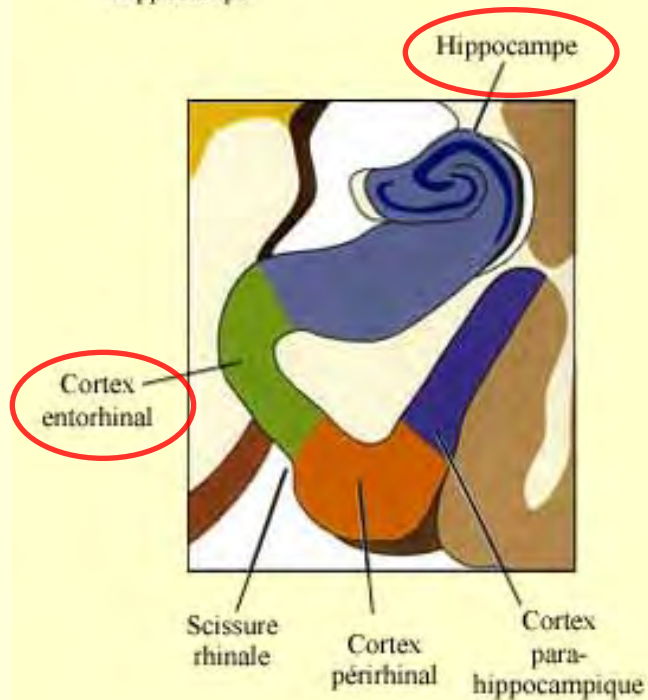
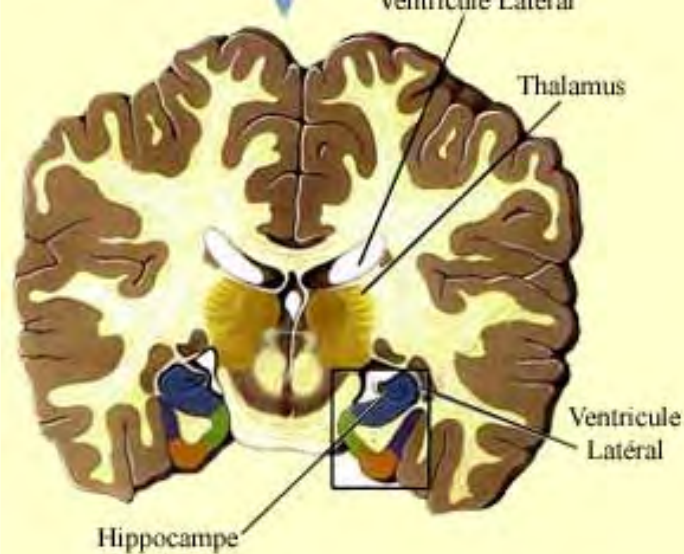
Les auteurs rappellent que pour naviguer dans l'espace, on dispose de **deux mécanismes interreliés** qui fonctionnent normalement ensemble :

- 1) Navigation **egocentrique** (“parcours mental”) : calcule les coordonnées basées sur l'intégration des déplacements et la connaissance des positions préalables
- 2) Navigation **allocentrique**: (“navigation à vue”) basée sur les relations spatiales entre les indices dans l'environnement);

La **disponibilité** plus ou moins grande d'indices extérieurs peut toutefois **favoriser** plus ou moins l'une des deux stratégies (peu d'indices ou l'obscurité favorisant par exemple le système egocentrique).



Or les structures
cérébrales
impliquées dans
la navigation
spatiale sont les
même qui sont
impliquées dans
la mémoire
déclarative
humaine, soit
**l'hippocampe et
le cortex
entorhinal.**

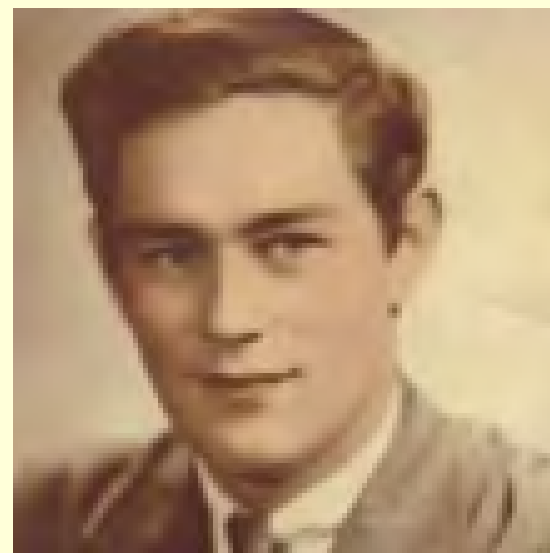


Mémoire à long terme

~~Explicite (Déclarative)~~

~~Épisodique
(événements
biographiques)~~

~~Sémantique
(mots, idées,
concepts)~~

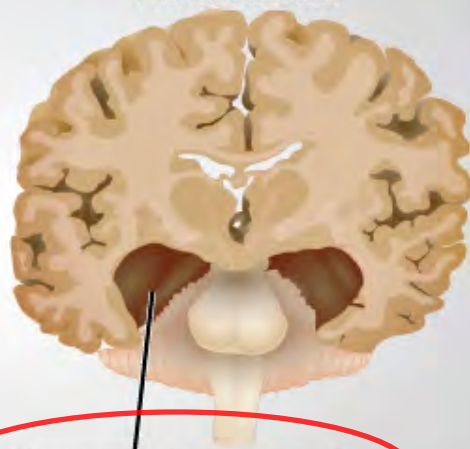


Normal brain



Hippocampus

H.M.'s brain

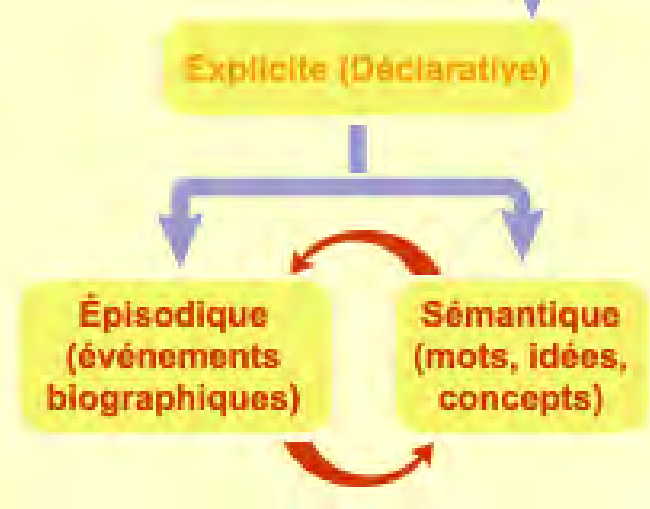


Hippocampus removed

Et comme pour la navigation, la mémoire déclarative prend deux formes distinctes :

la **mémoire sémantique**, celle de nos connaissances sur les choses dans le monde,

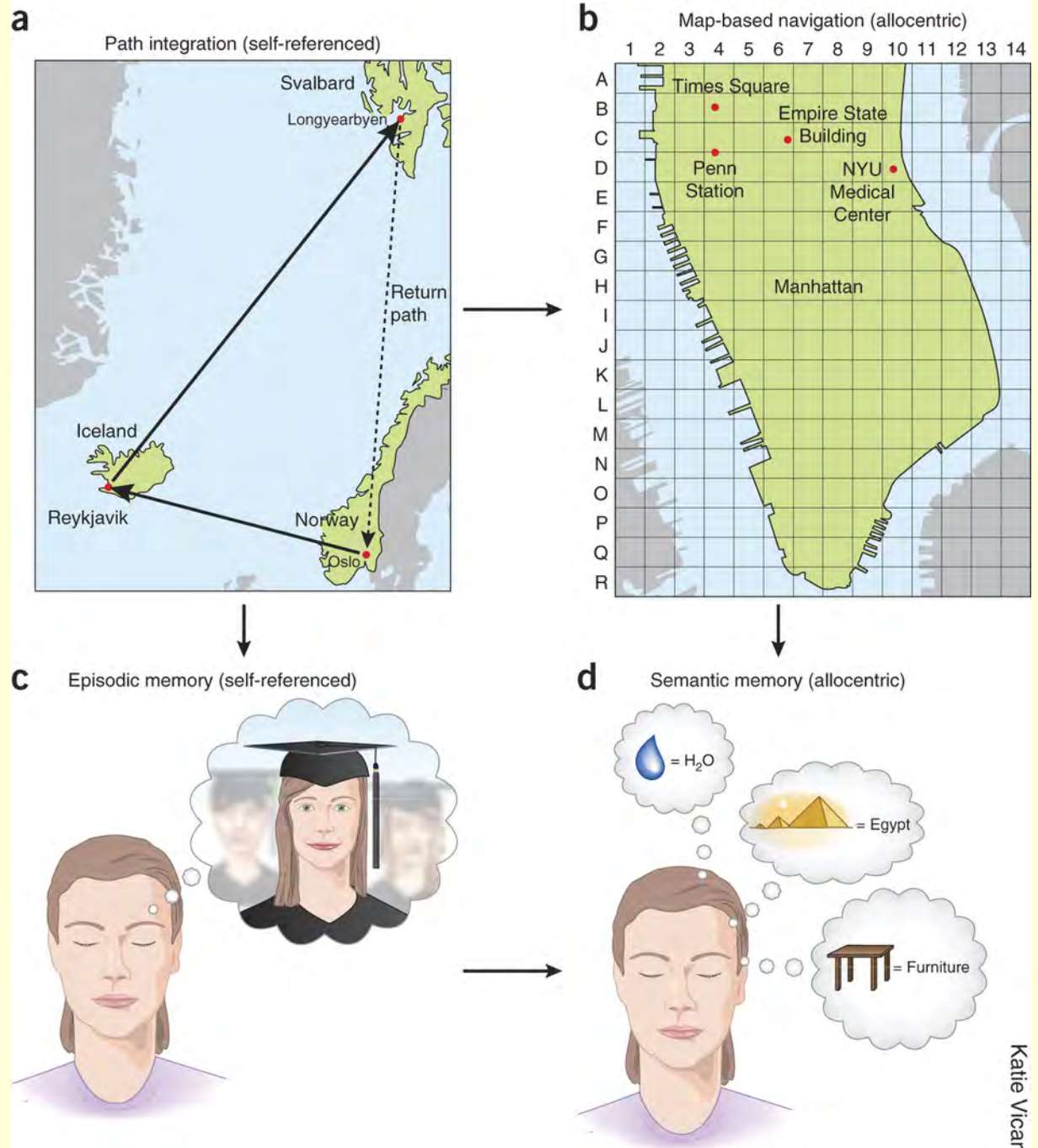
et la **mémoire épisodique**, celle de notre histoire de vie à la première personne.



Les auteurs de l'article proposent que notre mémoire **sémantique** dériverait de nos capacités de navigation allocentrique

et notre mémoire **épisodique** de nos capacités de navigation égocentrique.

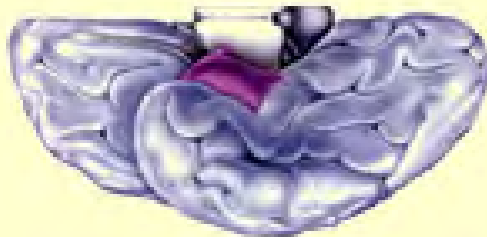
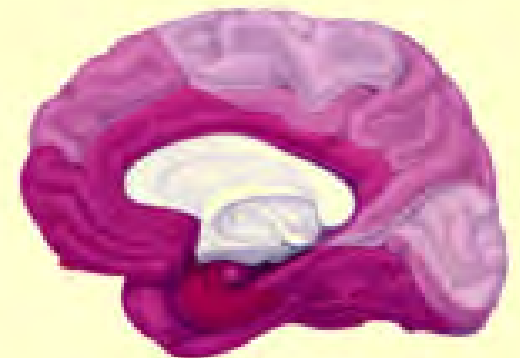
Et les mêmes réseaux de neurones supporteraient les **deux formes de voyage, spatiale et temporelle**.



Ce qui s'accorde avec les premiers symptômes que l'on observe avec l'Alzheimer :

pertes de mémoire

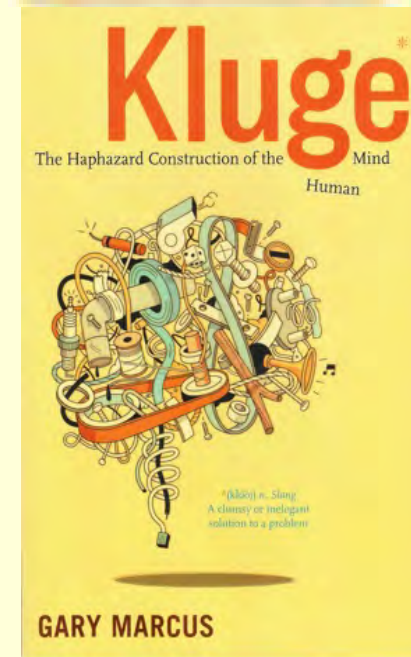
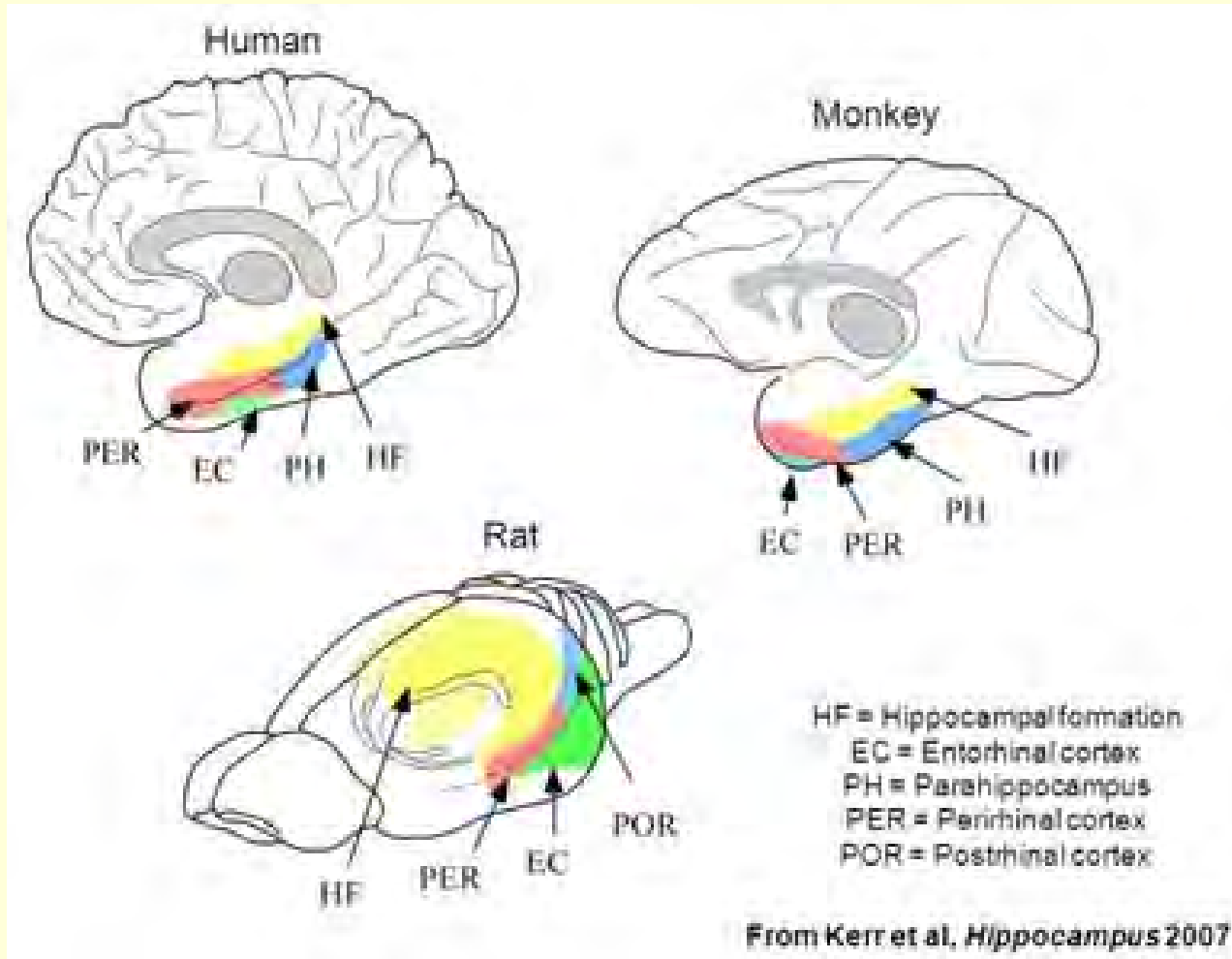
et désorientation.



stade léger

stade modéré

stade avancé



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

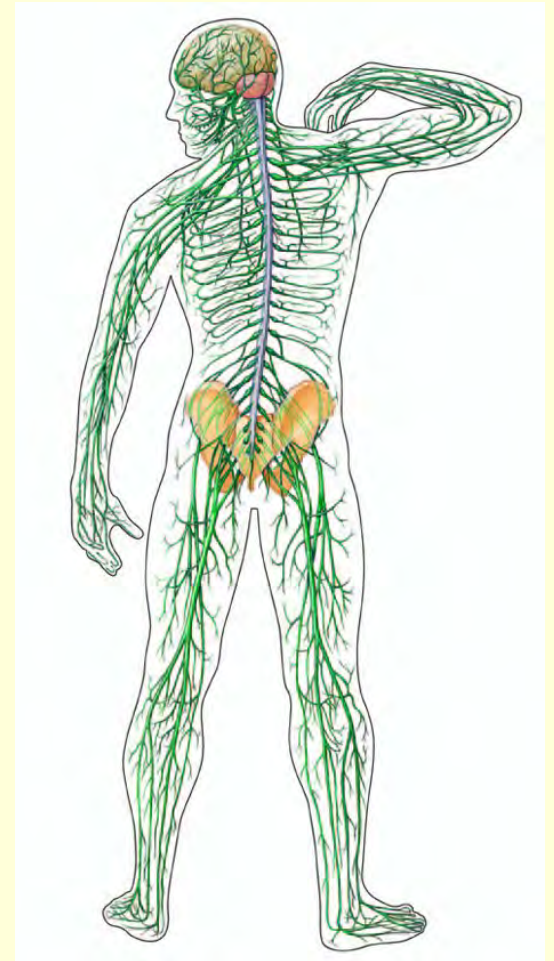
« we propose that mechanisms of memory and planning have evolved from mechanisms of navigation in the physical world”

« La mémoire du passé n'est pas faite pour se souvenir du passé, elle est faite pour prévenir le futur.

La mémoire est un instrument de **prédiction.** »

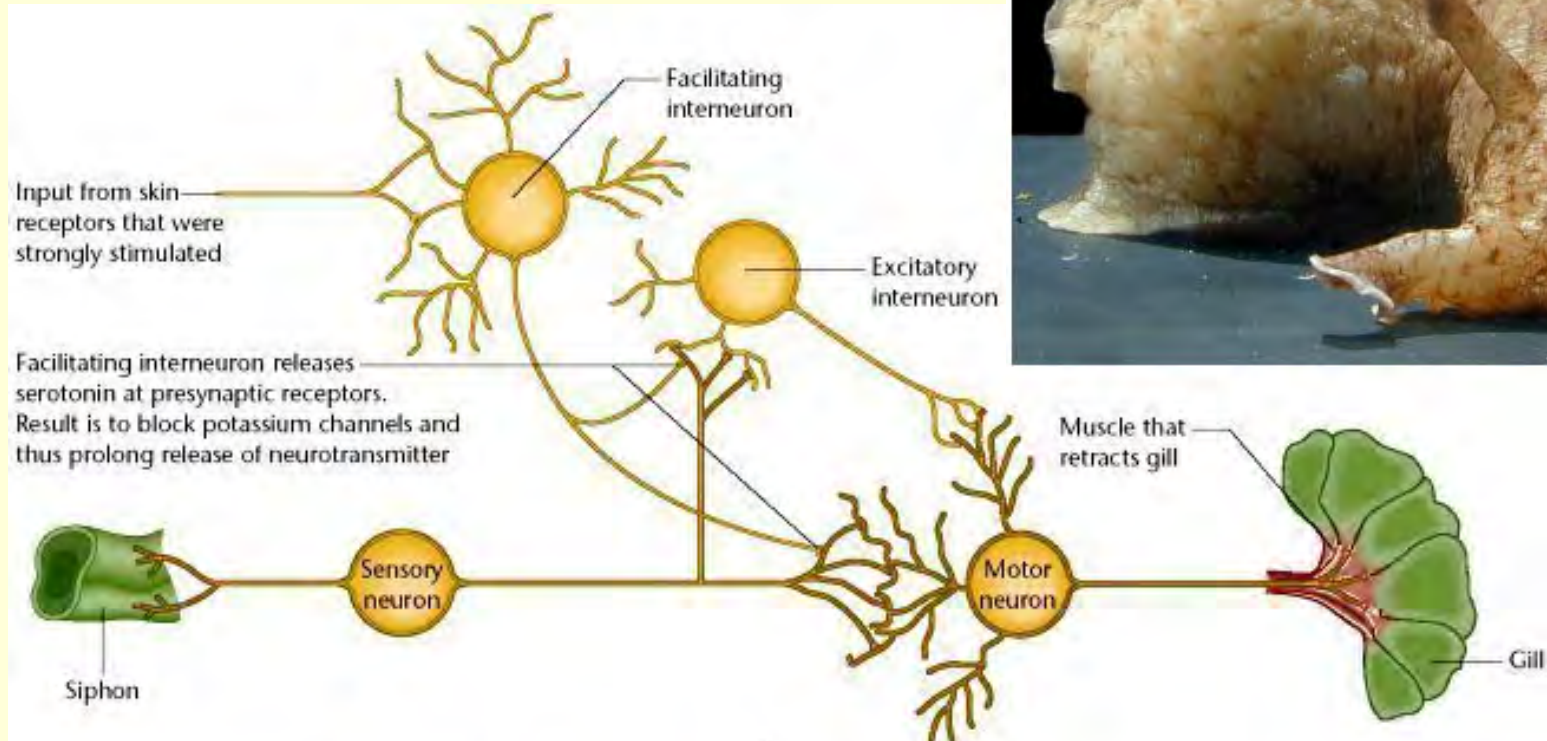
- Alain Berthoz

Encore une fois,
une perspective évolutive
sera très éclairante...

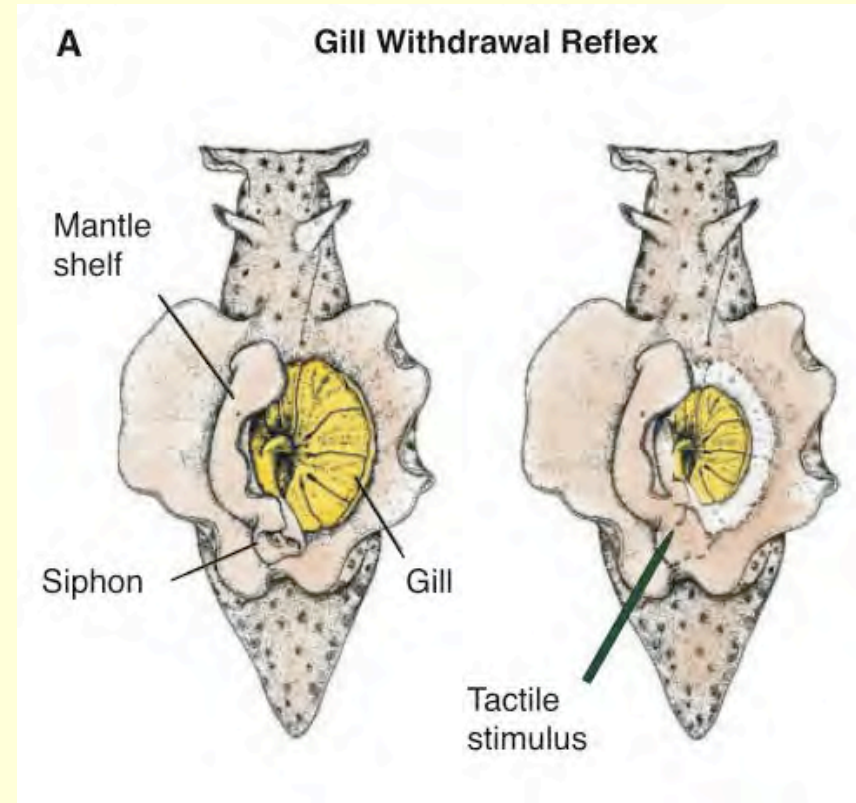


Déjà chez un mollusque comme l'aplysie,

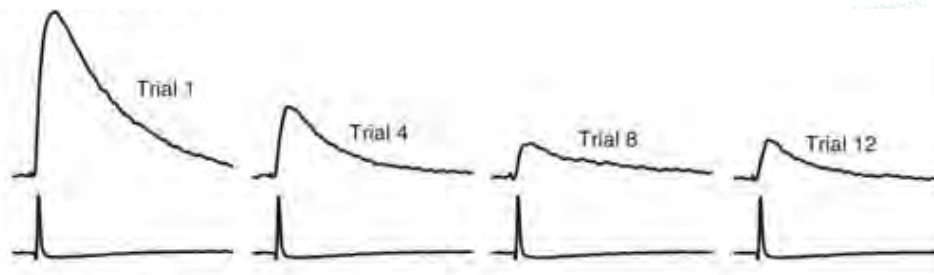
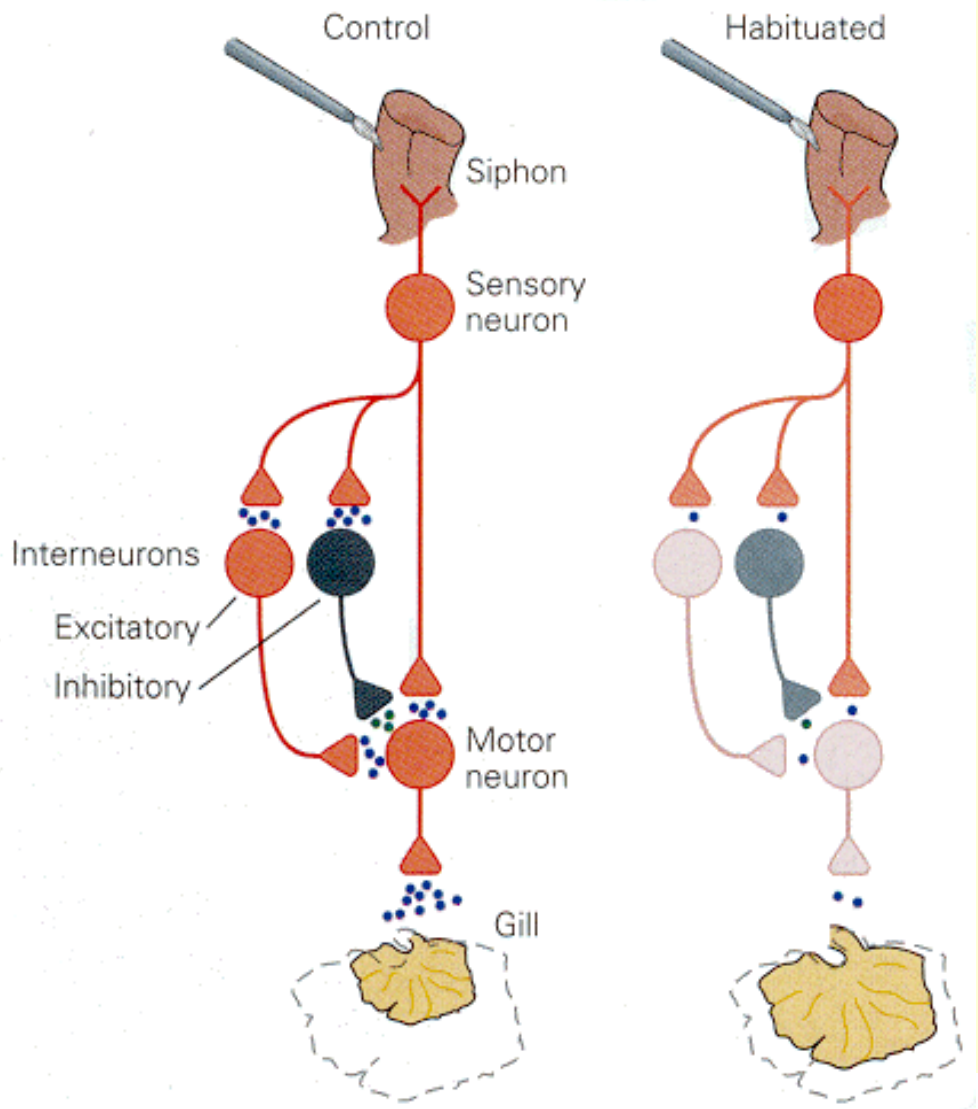
avec les circuits que font ses 20 000 neurones...



...on voit apparaître des formes
simples d'apprentissage et de
mémoire

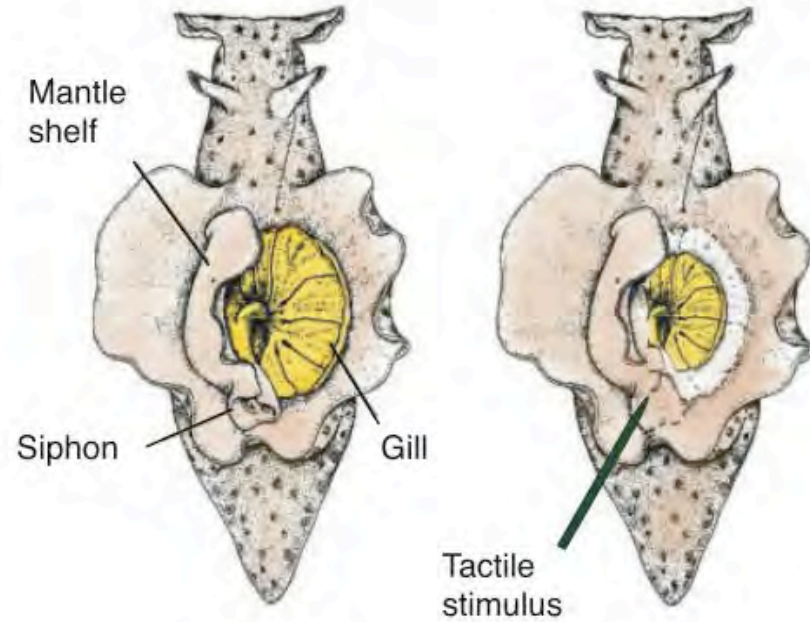


L'habituation



A

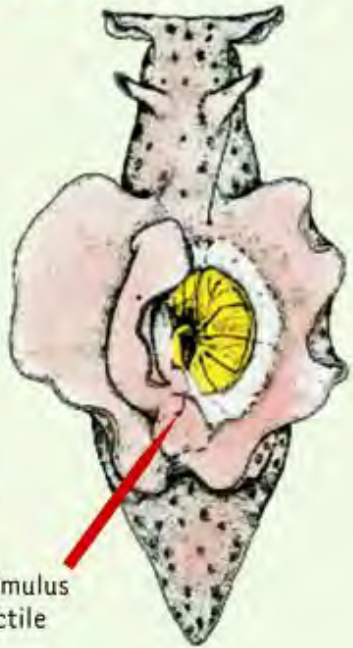
Gill Withdrawal Reflex



L'habituation

- Exemple : l'horloge que l'on n'entend plus

État de l'ouïe



Stimulus tactile

Sensibilisation



Stimulus tactile

Choc sur la queue

Autre mécanisme d'apprentissage :

La sensibilisation

Exemple : on réagit davantage à un faible son après en avoir entendu un très fort

(on va sans doute remarquer la sonnerie de l'horloge après que le détecteur de fumée soit parti)

Mémoires

Associatives

Non associatives

Conditionnement

classique et opérant

Habituation et Sensibilisation

Conditionnement classique

On apprend que 2 stimuli sont associés.

Before conditioning

**FOOD
(UCS)**

**SALIVATION
(UCR)**



BELL

NO RESPONSE



During conditioning

**BELL +
FOOD
(UCS)**

**SALIVATION
(UCR)**

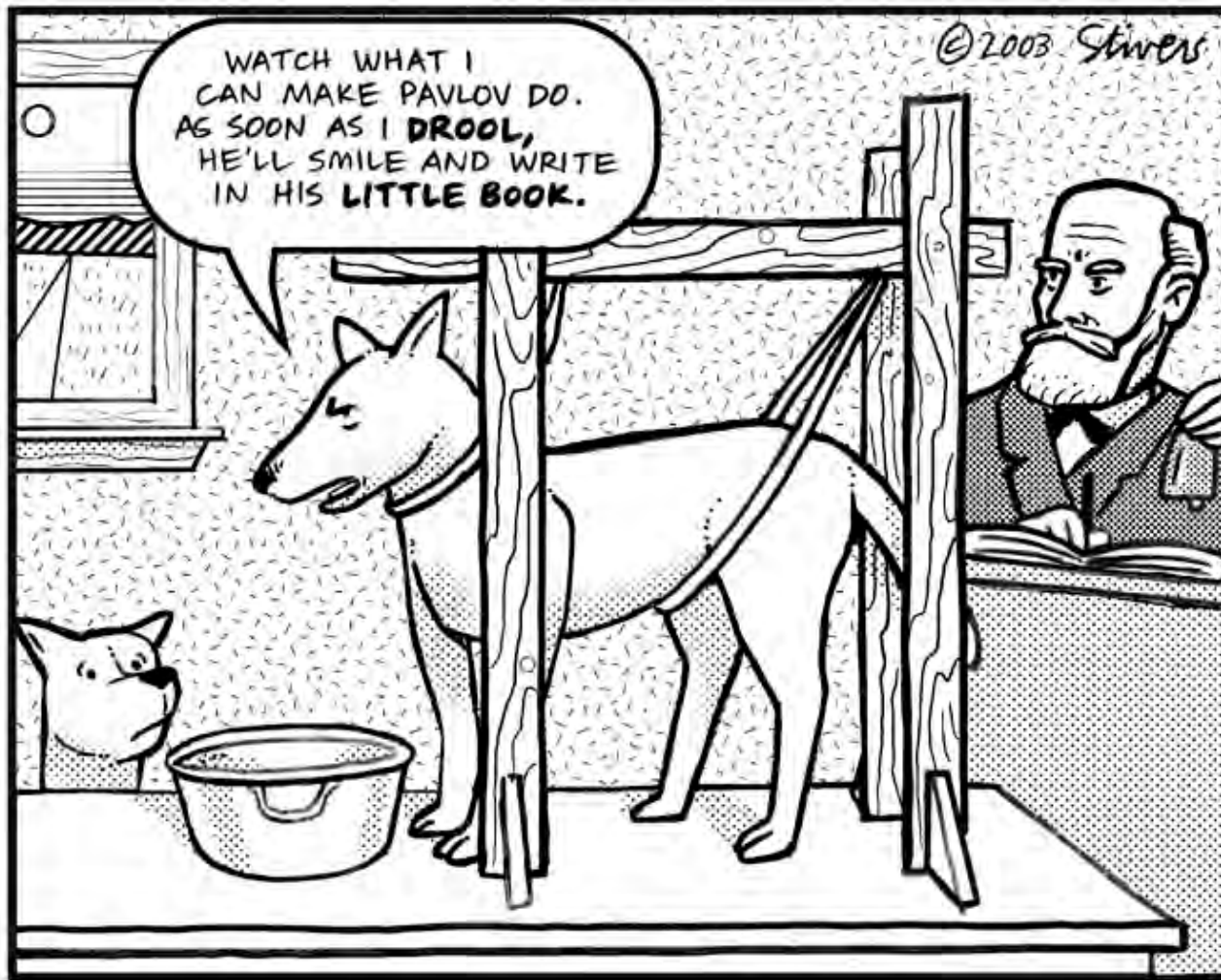


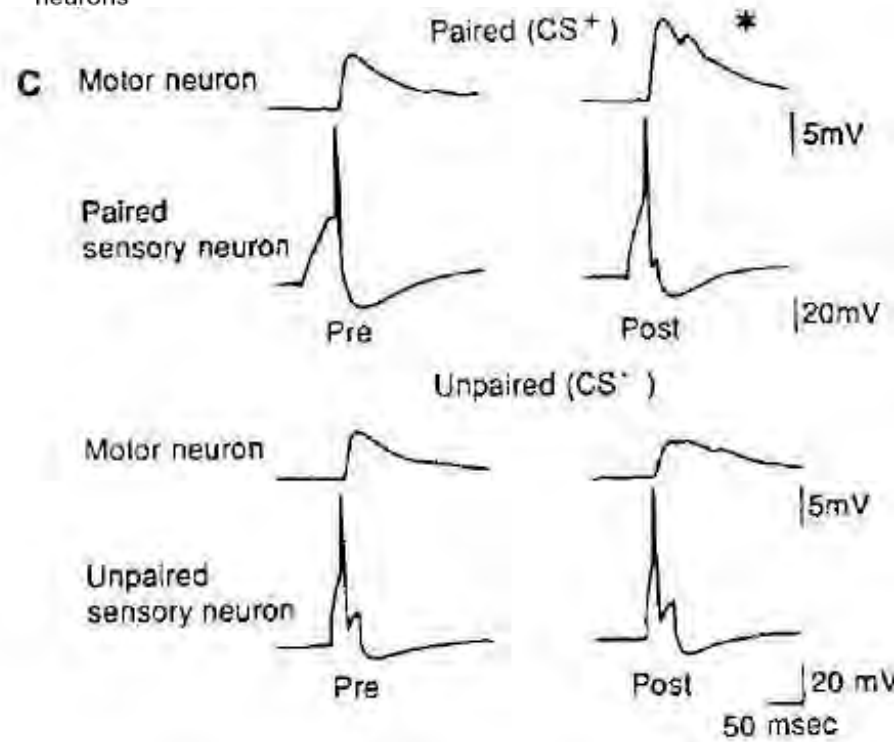
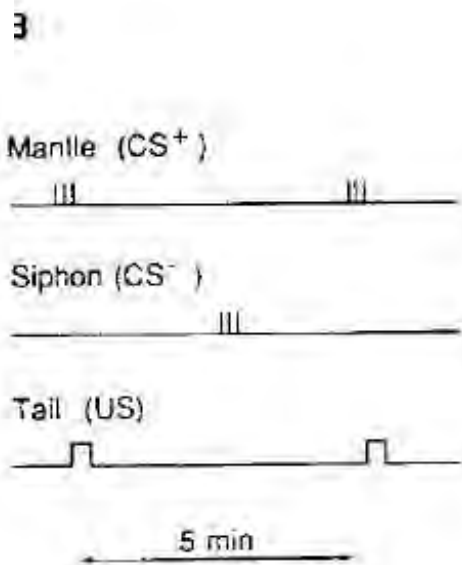
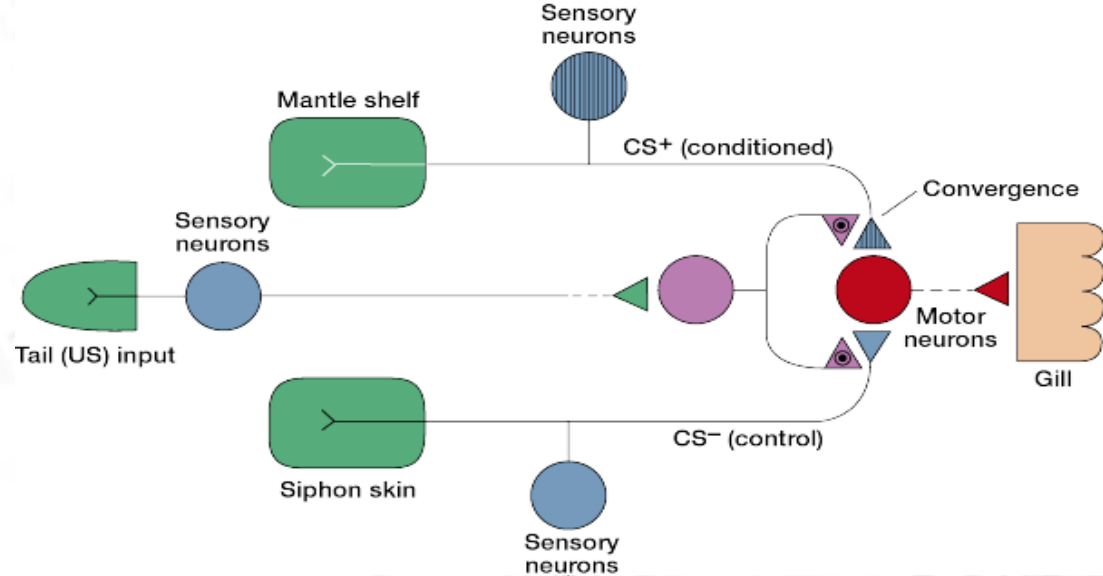
After conditioning

**BELL
(CS)**

**SALIVATION
(CR)**







Conditionnement classique...

...déjà chez l'aplysie

**TOUS LES JOURS
JE LAVE MON CERVEAU
AVEC LA PUB**

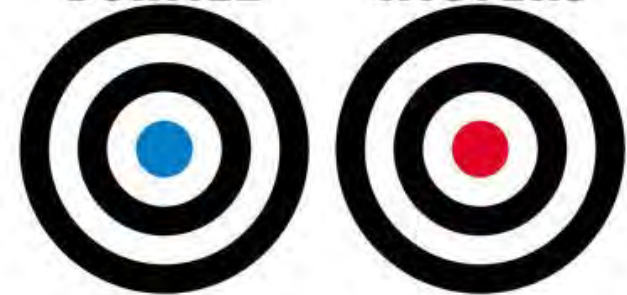


« Je suis effrayé par les automatismes qu'il est possible de créer à son insu dans le système nerveux d'un enfant.

Il lui faudra dans sa vie d'adulte une chance exceptionnelle pour s'évader de cette prison, s'il y parvient jamais. »

- Henri Laborit

**LES MÉDIAS VEILLENT
DORMEZ CITOYENS**





Éloge de la suite

autour d'Henri Laborit et d'autres parcours qui l'ont croisé

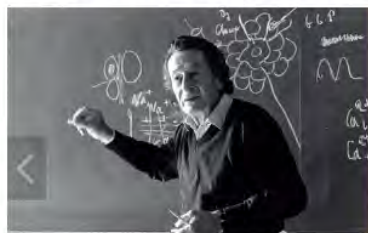
À PROPOS
DU FILM
→

- POURQUOI CE FILM ?
- SYNOPSIS
- PERSONNAGES
- BANDE-ANNONCE



POURQUOI CE SITE ?	BIOGRAPHIES	LIVRES	ARTICLES	AUDIO	VIDÉO	PHOTOS	CITATIONS	CONTACT
--------------------	-------------	--------	----------	-------	-------	--------	-----------	---------

LA SUITE... (INFLUENCES DEPUIS SON DÉCÈS EN 1995, ET PROJETS EN COURS)



NON CLASSÉ

Ce site est en cours de construction et n'est pas prêt à être consulté ! Revenez nous voir le 21 novembre 2014...

Publié le 30 août 2014 • Laisser un commentaire

DERNIERS ARTICLES

COMME L'EAU QUI JAILLIT

Comme l'eau qui jaillit

Publié le 16 novembre 2014 • Laisser un commentaire

« Depuis ma tendre enfance, je m'arrête toujours devant un jet d'eau, parce que pour

OÙ ÊTES-VOUS ?

Vous êtes sur un site web qui tente de rassembler le plus de documents possible autour de l'oeuvre d'Henri Laborit dans le but d'en faire profiter gratuitement le plus grand nombre. Un film en préparation sur des parcours qui ont croisé Laborit utilise également ce site comme vitrine.

Le site a été lancé le 21 novembre 2014, date à

"Tant qu'on n'aura pas diffusé très largement à travers les Hommes de cette planète la façon dont fonctionne leur cerveau, la façon dont ils l'utilisent et tant que l'on n'aura pas dit que jusqu'ici cela a toujours été pour dominer l'autre, il y a peu de chance qu'il y ait quoi que ce soit qui change."

- Henri Laborit, dernière phrase du film *Mon oncle d'Amérique* (1980)

Né en 1914, Henri Laborit fut d'abord chirurgien de la marine française où il bouscula plusieurs concepts de la médecine.

www.elogedelasuite.net

Mémoires

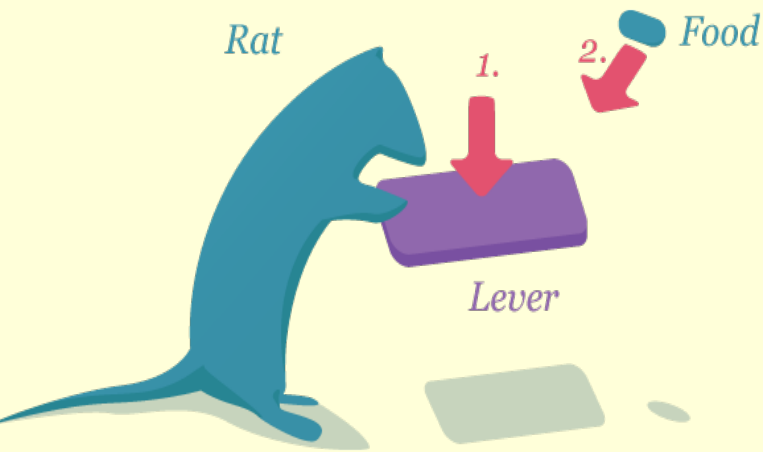
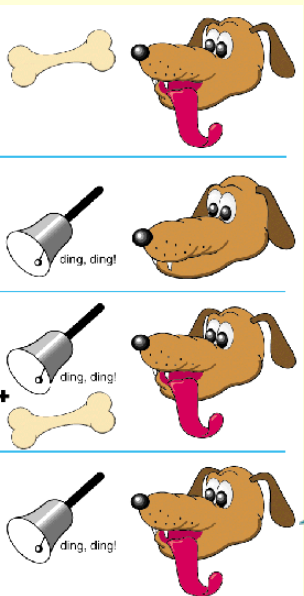
Associatives

Non associatives

Conditionnement

Habituation et Sensibilisation

classique et opérant positif (récompense)

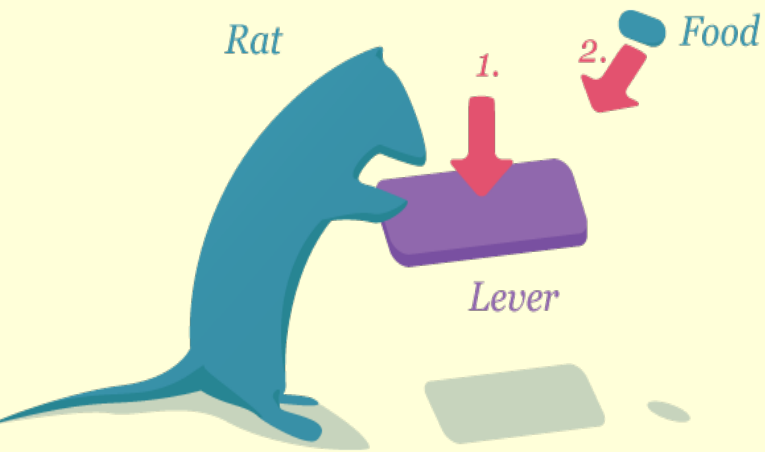
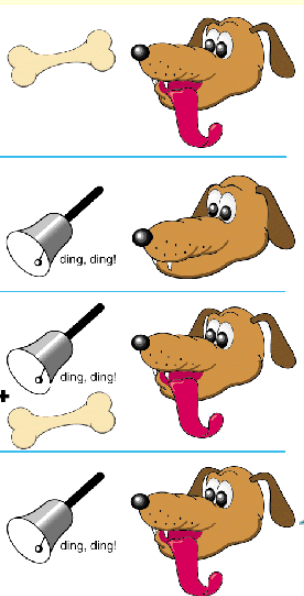


Mémoires

Associatives

Conditionnement

classique et opérant positif (récompense)



Mémoire à long terme

« on apprend sans
s'en rendre compte »

Implicite (Non-déclarative)

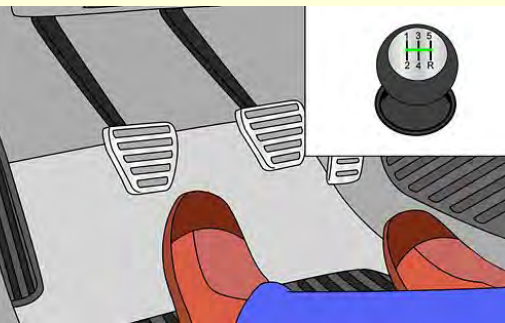
Non associatives

Habitude
Sensibilisation

Associatives

Conditionnement
classique et opérant

Procédurale
(habiletés)



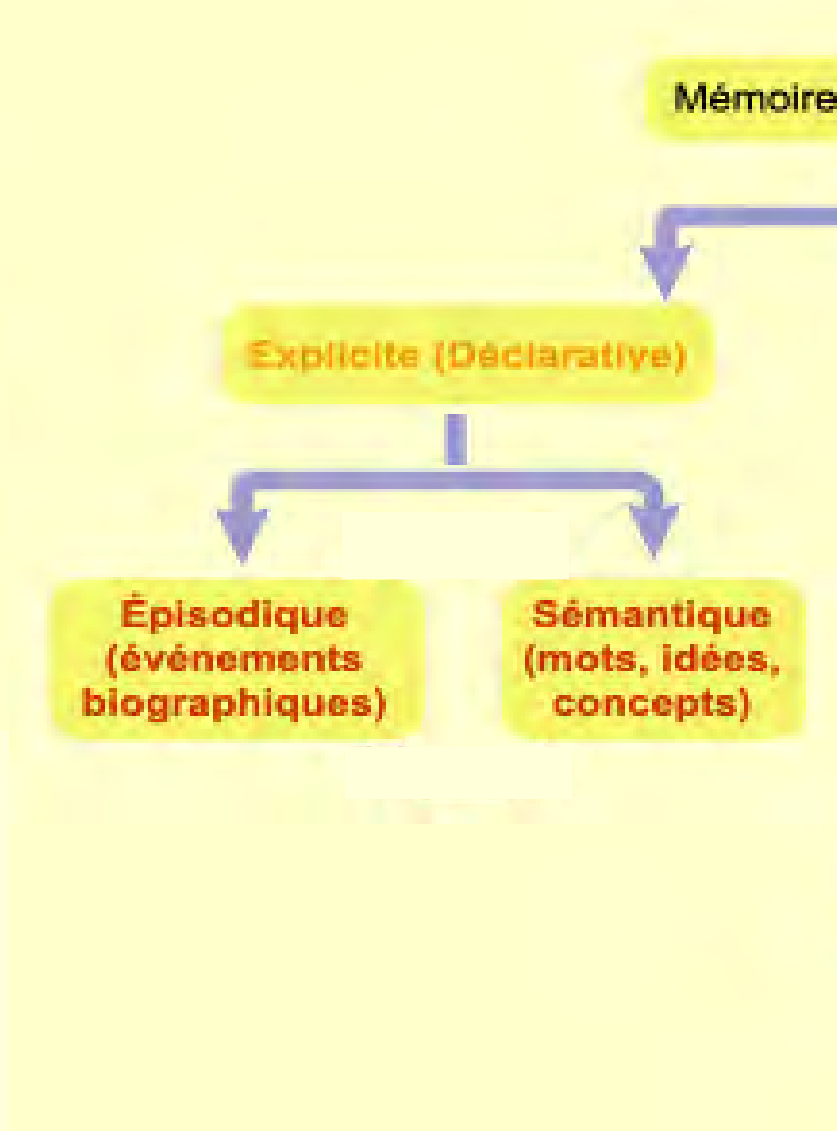
Mémoire à long terme

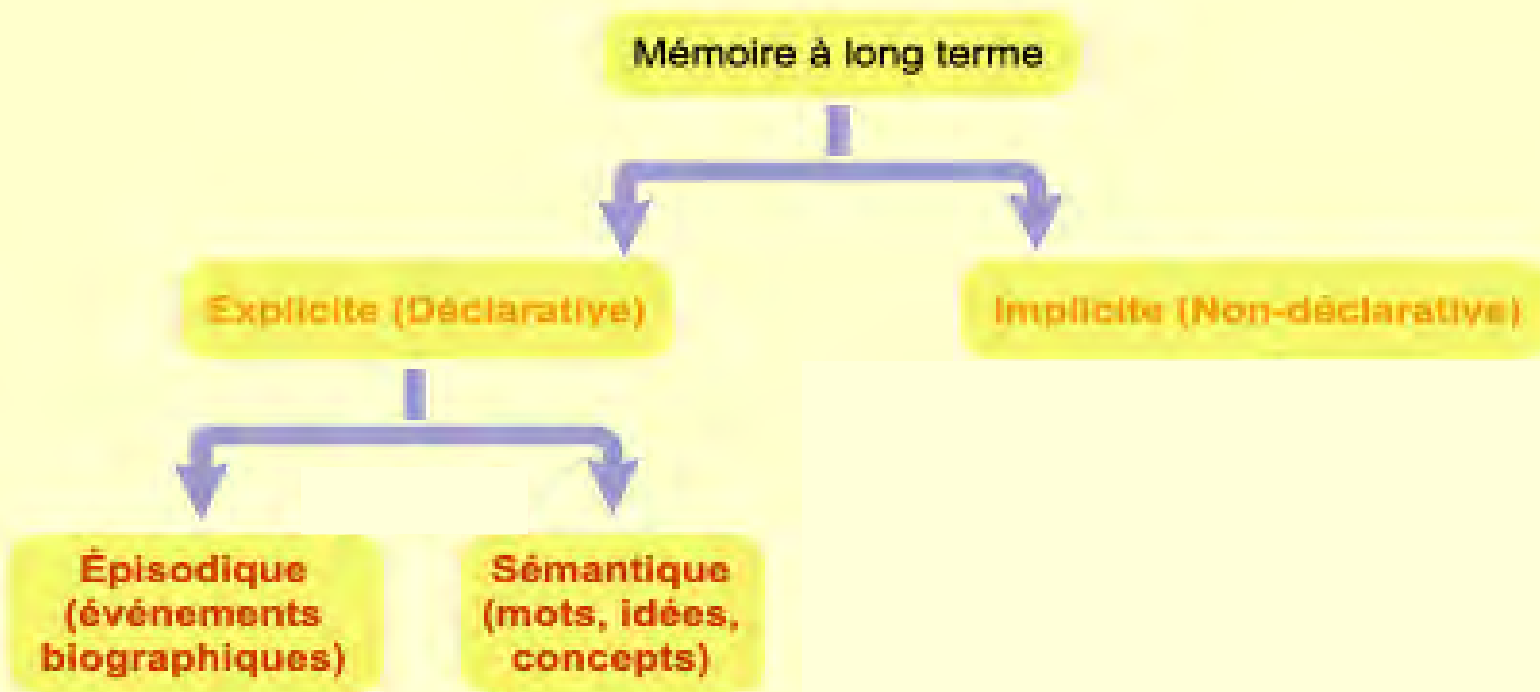
Explicite (Déclarative)

Implicite (Non-déclarative)

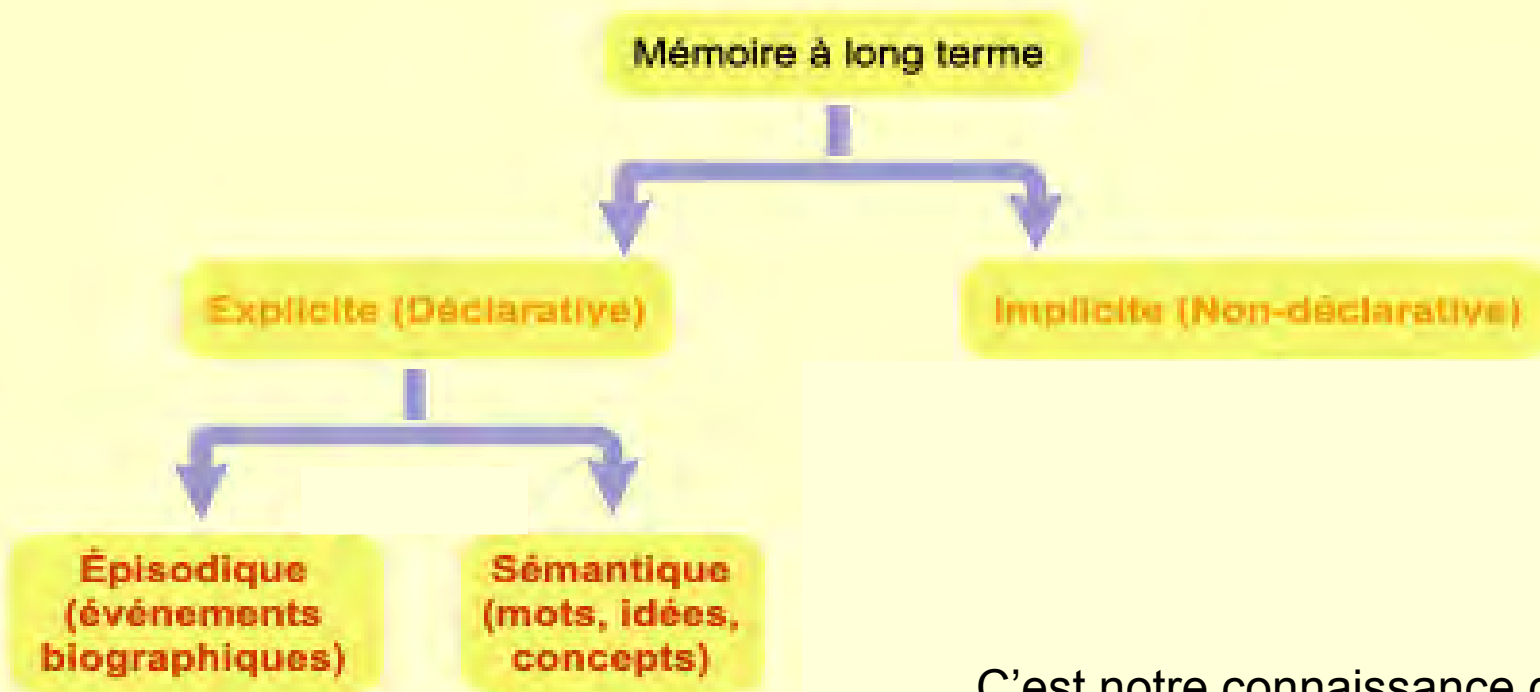
Épisodique
(événements
biographiques)

Sémantique
(mots, idées,
concepts)





On est l'acteur des événements qui sont mémorisés avec tout leur contexte et leur charge émotionnelle.



C'est notre connaissance du monde dont une grande partie nous est accessible rapidement et sans effort.



Mémoire à long terme

Explicite (Déclarative)

Implicite (Non-déclarative)

Épisodique
(événements
biographiques)

Sémantique
(mots, idées,
concepts)

Non associatives

Habitude
Sensibilisation

Associatives

Conditionnement
classique et opérant

Procédurale
(habiletés)

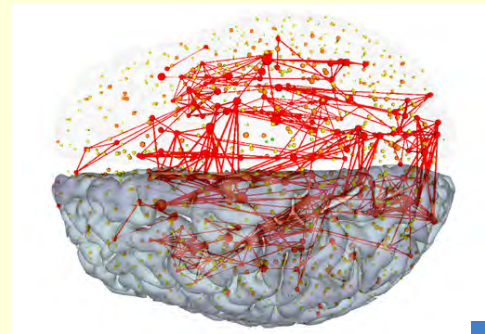
Mémoire à long terme

Explicite (Déclarative)

Implicite (Non-déclarative)

Épisodique
(événements
biographiques)

Sémantique
(mots, idées,
concepts)



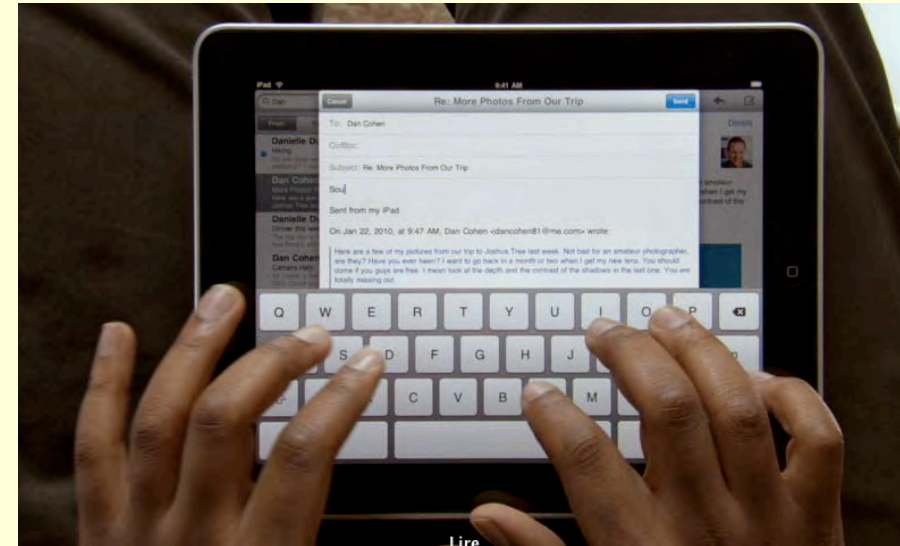
Nos processus conscients, **explicites**, ne correspondent qu'à la pointe émergé de l'iceberg.

La partie immergée représente l'immense majorité de nos processus cognitifs qui sont des **habitudes automatisées** que l'on fait sans y penser !



Un événement nouveau ou imprévu nous force à prendre une **décision consciente**.





Mais le plus souvent, la plupart des choses que l'on fait, on le fait sans y penser...





Deux systèmes de pensée dans le même cerveau?

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2011/06/13/deux-systemes-de-pensee-dans-le-meme-cerveau/>

L'idée que notre pensée sous-tend des mécanismes de raisonnement de différentes natures est très ancienne.

Ce qu'on appelle aujourd'hui les **théories à processus duaux** (« dual process theories », en anglais) s'inscrivent dans cette longue tradition.

En gros, c'est l'idée que cohabitent dans notre cerveau deux grands types de processus cognitifs :

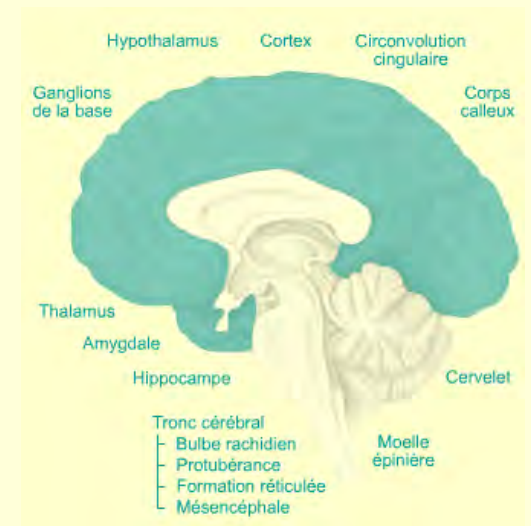
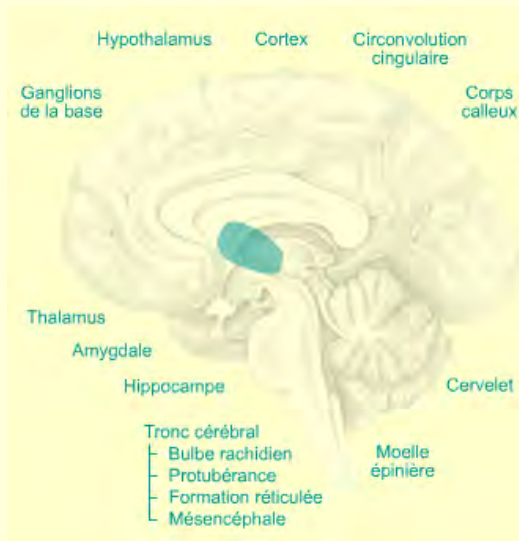
un premier type **rapide, automatique et inconscient;**

et un second **plus lent, plus flexible** et nécessitant un **contrôle conscient.**

**le système 1 aurait
des origines
évolutives les plus
anciennes**



**Le système 2
serait apparu
plus récemment
au cours de
l'évolution**



le système 1 aurait
des origines
évolutives les plus
anciennes



Le système 2
serait apparu
plus récemment
au cours de
l'évolution

Exhibit 1

A Comparison of System 1 and System 2 Thinking

System 1
"Fast"

DEFINING CHARACTERISTICS

Unconscious
Effortless
Automatic

WITHOUT Self-Awareness or Control

"What You See Is All There Is"

System 2
"Slow"

DEFINING CHARACTERISTICS

Deliberate and Conscious
Effortful
Controlled Mental Process

WITH Self-Awareness or Control

Logical and Skeptical

Le premier, qualifié parfois aussi de « pensée heuristique », repose sur des croyances, des habitudes, des stéréotypes, des idées reçues depuis tout petit.

Dans un monde complexe où l'on est submergé d'informations contradictoires de toutes sortes -> plus confortable et opérationnel.

Mais il biaise notre pensée en faveur de savoirs déjà acquis et nous empêche parfois de faire des distinctions importantes.



Ces deux modes de pensée auraient chacun leurs **avantages** et leurs **inconvénients**

À l'opposé, la pensée dite « algorithmique » est logique, rationnelle, et elle procède par déductions, inférences et comparaisons.

Plus lente et difficile d'accès, mais c'est grâce à elle que l'on peut sortir de la routine et des ornières de nos conditionnements et que l'on peut voir au-delà des apparences.

L'exemple des programmes politiques des partis versus le « look » des candidat.es.



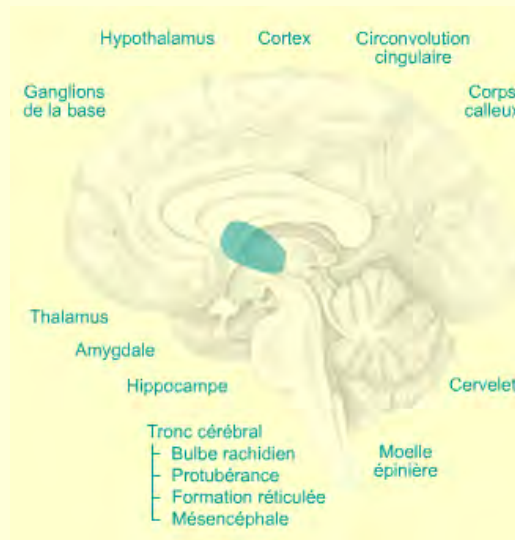
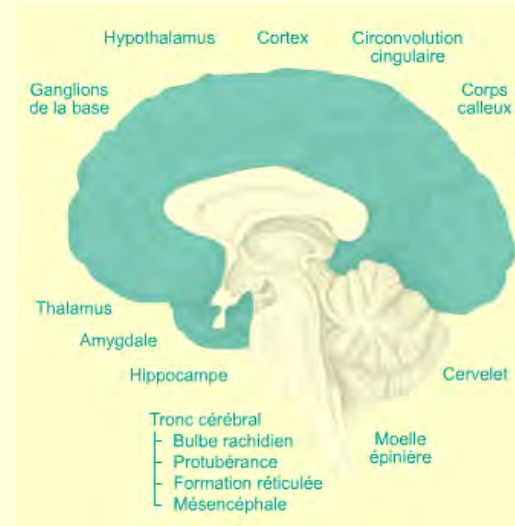
Autre exemple

« **Le système 2** est notre petite voix intérieure, celle qu'on associe à notre libre arbitre. Elle est toutefois constamment **en pourparlers « secrets »** avec les processus inconscients du système 1 qui serait, selon plusieurs auteurs, le système dominant par défaut. »

Applying the new science to brands



**TOUS LES JOURS
JE LAVE MON CERVEAU
AVEC LA PIIB**





Le **BLOGUE** du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

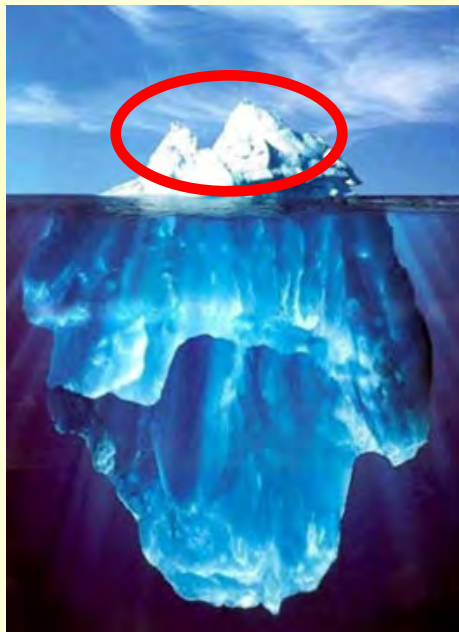
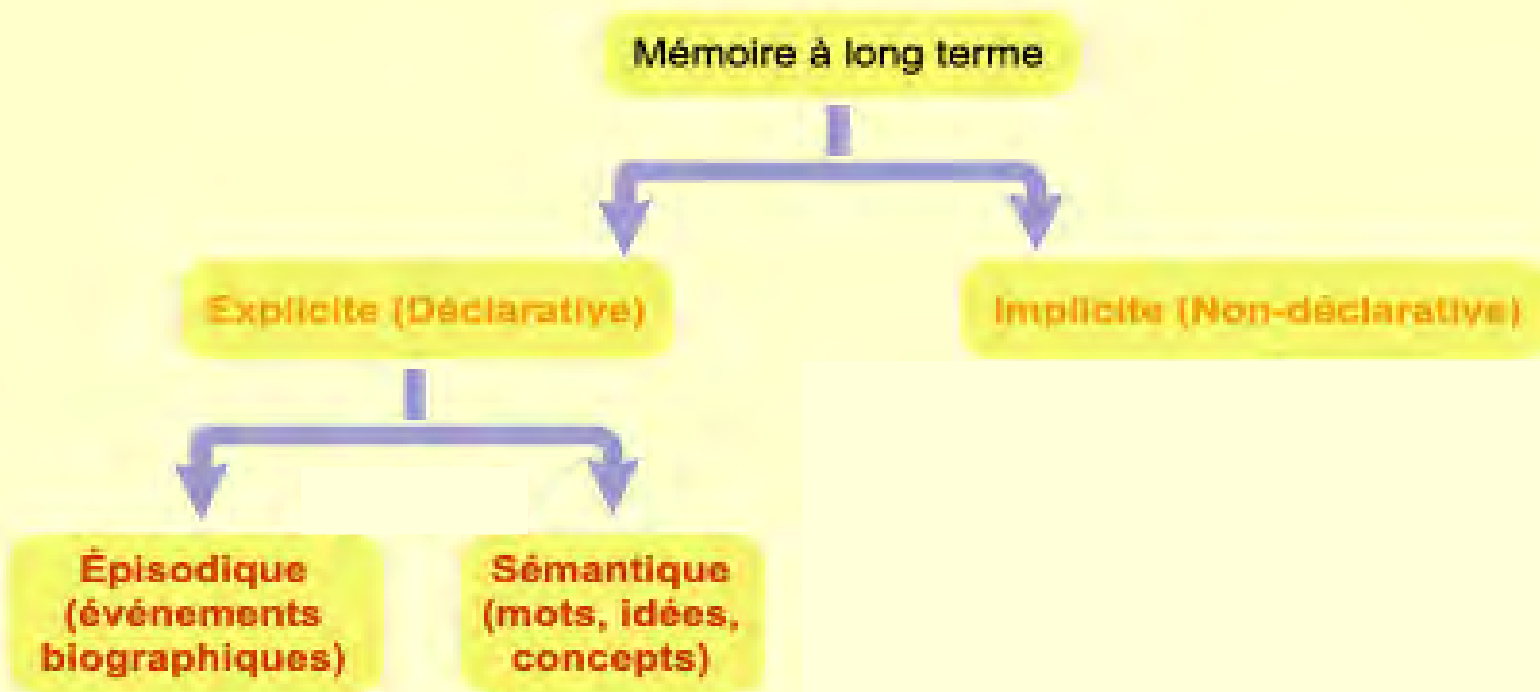
Lundi, 2 novembre 2015

L'inhibition préfrontale à la rescousse de l'esprit critique

« Il est très difficile de penser librement. Nos croyances plongent des racines interminables dans notre passé lointain, notre éducation, le milieu social où nous vivons, le discours des médias et l'idéologie dominante. Parfois, elles nous empêchent de réfléchir au sens propre. »

- Olivier Houdé

- l'accès au mode raisonnement, autrement dit à une pensée plus libre, passe d'abord par le **blocage** du mode automatique toujours prêt à s'exprimer le premier (le « système 1 »).
- Impossible, donc, d'exercer sa pensée critique si l'on ne réussit pas, dans un premier temps, à faire taire cette irrépressible envie d'apporter cette première réponse rapide qui nous vient spontanément à l'esprit.
- Exemple : La mère de Toto...

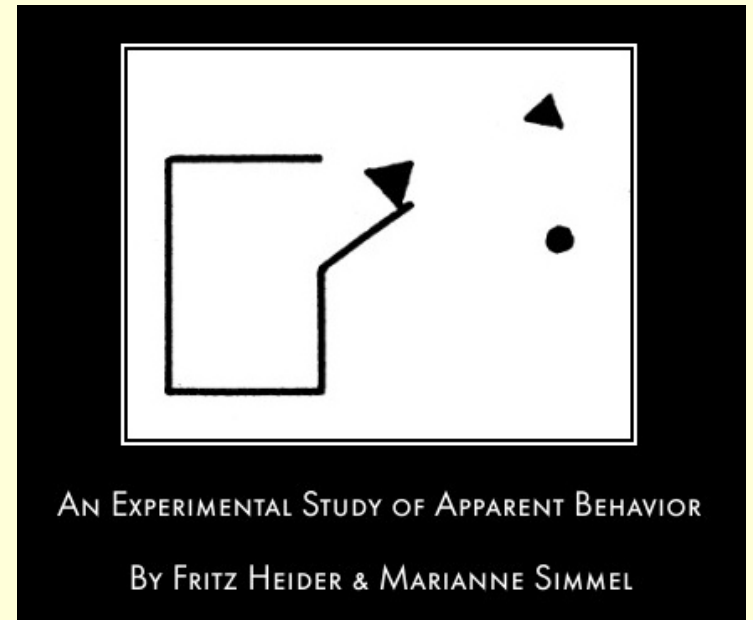


La difficulté de ce type de tâche de raisonnement est de parvenir à **inhiber le contenu sémantique** qui nous vient à l'esprit par les réseaux de « connaissances générales ».

Nous sommes portés à **croire** que ce qui est doté de mouvement a le statut **d'agents**,

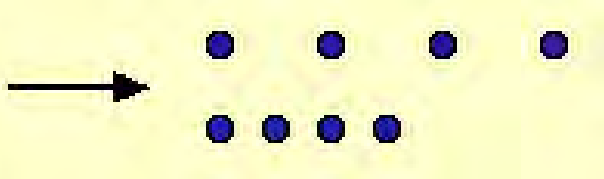
et nous croyons du même coup que ces agents ont des **intentions** humaines !

(**Fritz Heider**, milieu des années 1940).





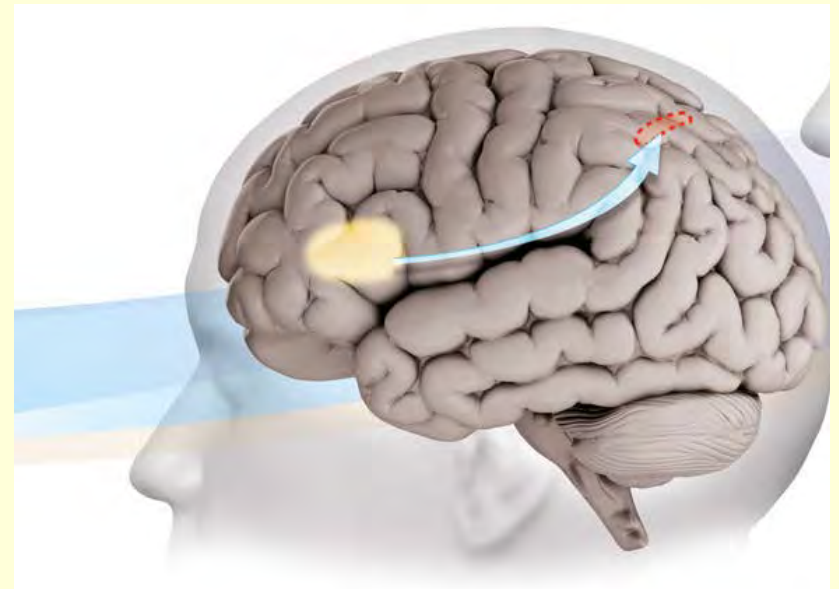
Les enfants, plus que personne, sont sujets aux croyances.



Vers l'âge de 6-7 ans, ou avec l'aide d'un parent avant, l'enfant parvient à mettre entre parenthèses sa croyance spontanée pour examiner la situation au moyen de ses outils logiques.

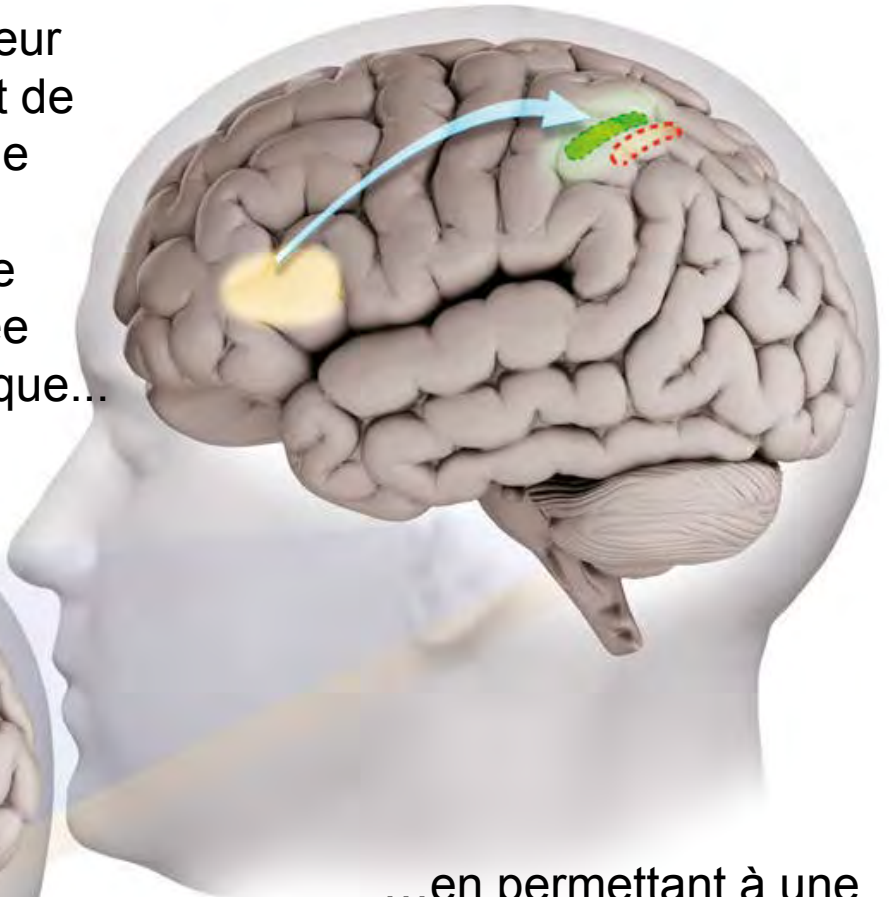
Ce que l'équipe de Houdé a mis en évidence, c'est que des neurones de notre **cortex préfrontal inférieur** projettent leur axone vers d'autres zones du cerveau impliquées dans ces automatismes de pensée

(le **sillon intrapariétal latéral**, par exemple).



Dans ces zones, d'autres neurones dits «inhibiteurs» vont prendre le relais localement pour faire taire des populations entières de ces neurones déjà en train de s'activer automatiquement par le stimulus perçu.

Ce cortex préfrontal inférieur constitue donc une sorte de commutateur qui permet de basculer de la pensée heuristique à la pensée algorithmique...



...en permettant à une zone du cortex pariétal associé au comptage de s'activer.

Bref, le cortex préfrontal inférieur permet de bloquer les automatismes mentaux pour activer une pensée discursive et logique.



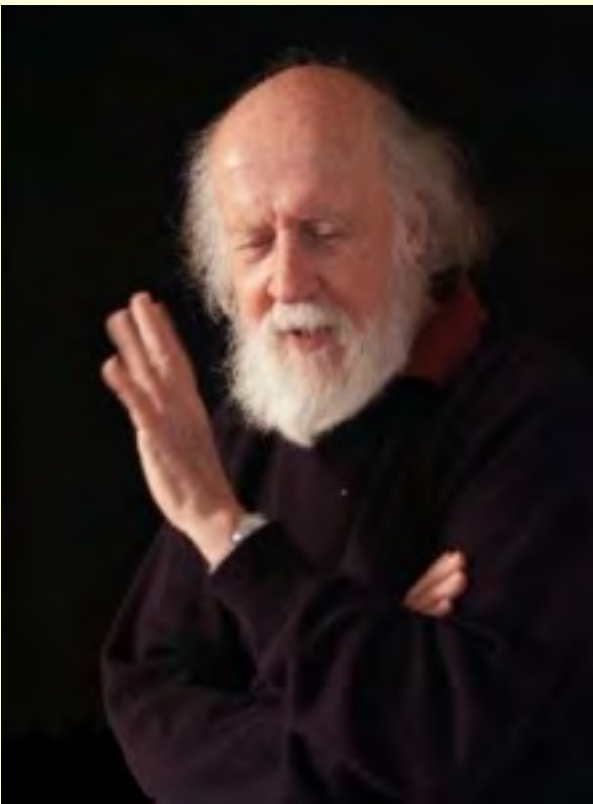
Ce serait donc ce type de câblage inhibiteur qui nous permet de résister courageusement (!) à notre instinct ancestral pour le sucre.

Fort utile dans notre passé de chasseur-cueilleur où les calories étaient rares, celui-ci est devenu néfaste pour la santé aujourd'hui avec les tonnes de sucre raffiné facilement accessibles.

Apprendre à exercer son esprit critique, c'est donc entre autres apprendre à utiliser les **capacités d'autorégulation** et **d'inhibition** de son cortex préfrontal.

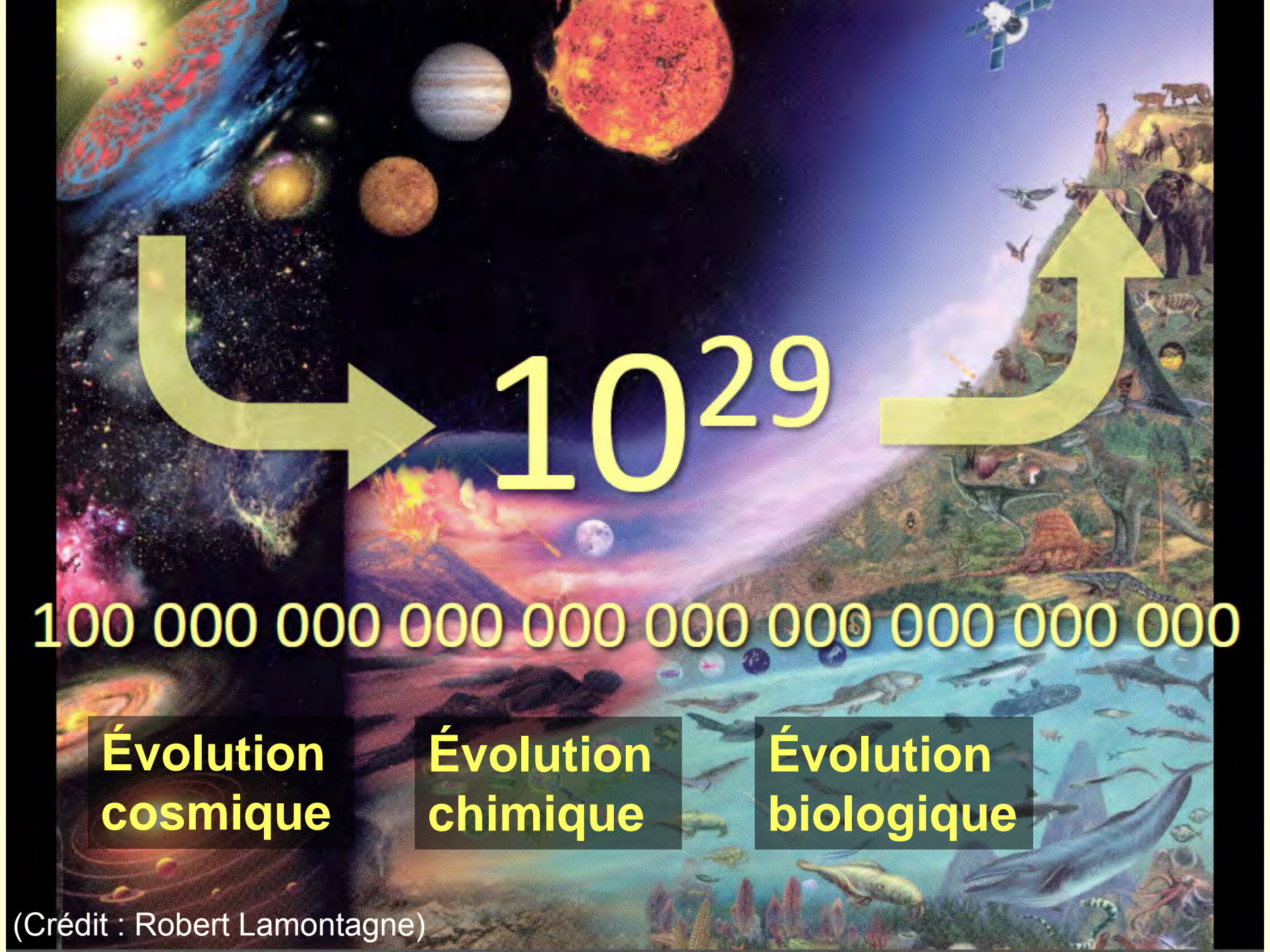
En guise de conclusion

« Quand vous prenez conscience de votre existence, vous faites l'acte le plus extraordinairement complexe qui n'ait jamais été fait dans l'Univers et cela exige que 100 milliards de milliards de milliards de quarks et d'électrons jouent un rôle précis pour que vous soyez en mesure de penser. »



Plus de **13,7 milliards d'années** d'organisation et de complexification depuis le Big Bang ont été nécessaires pour concrétiser ce simple fait. »

- Hubert Reeves



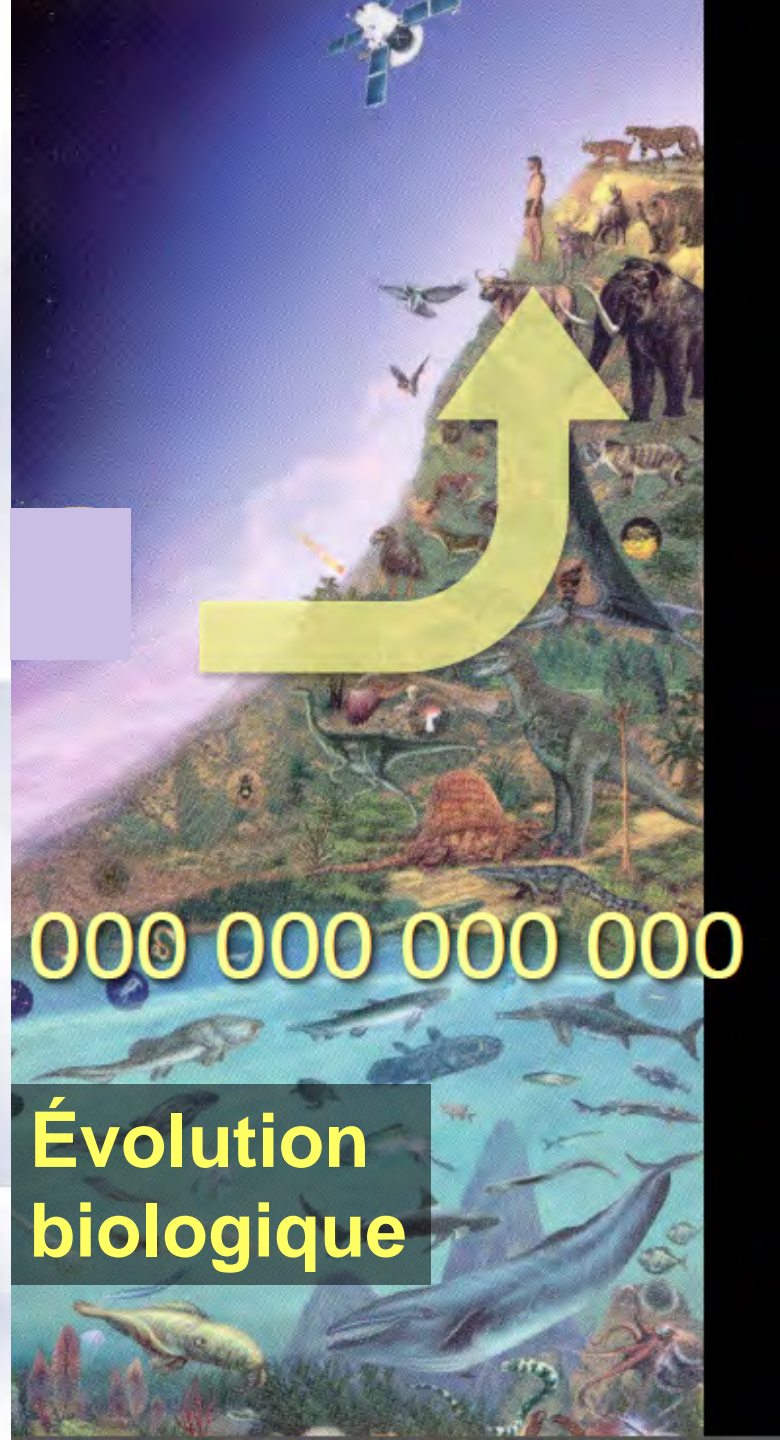
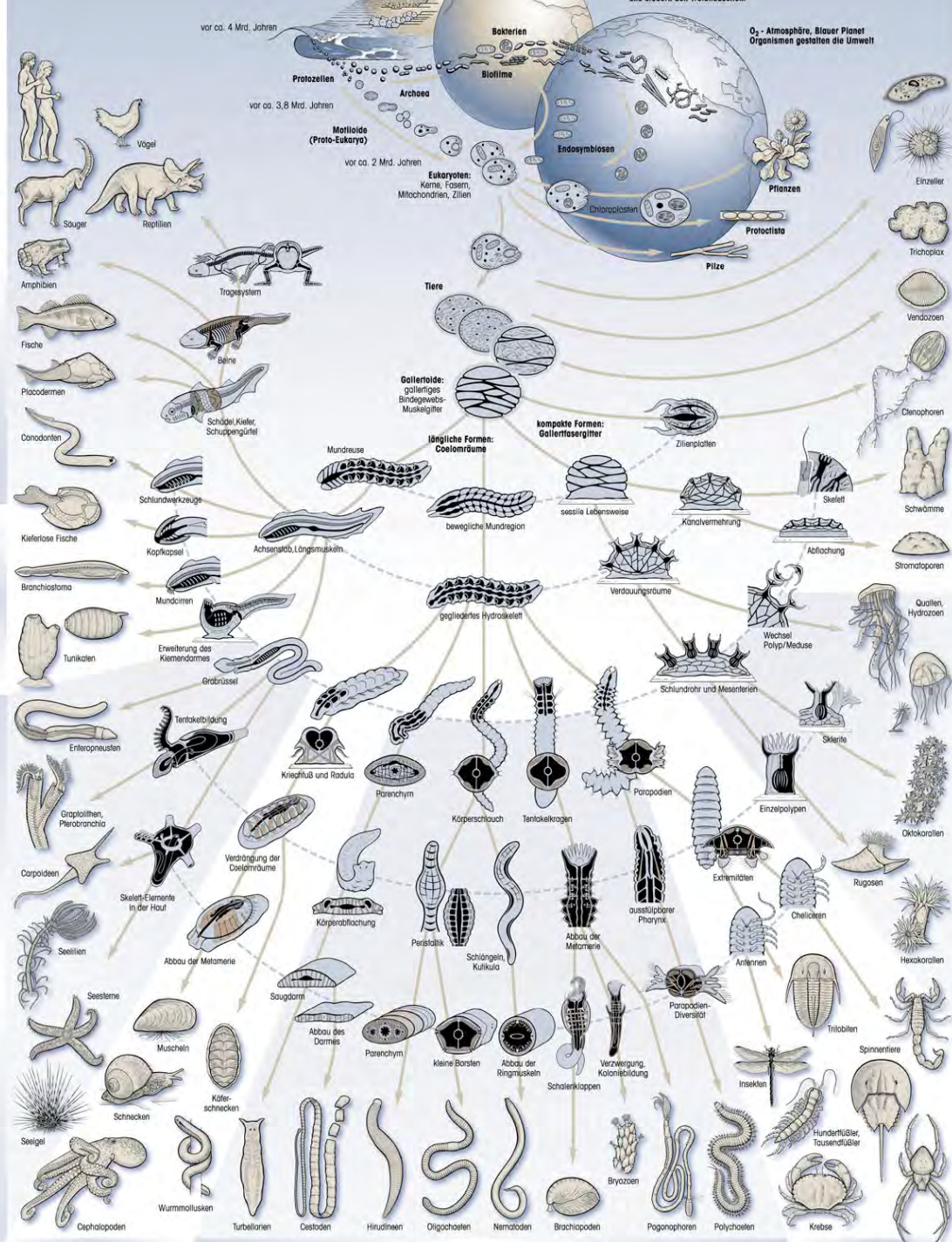
10^{29}

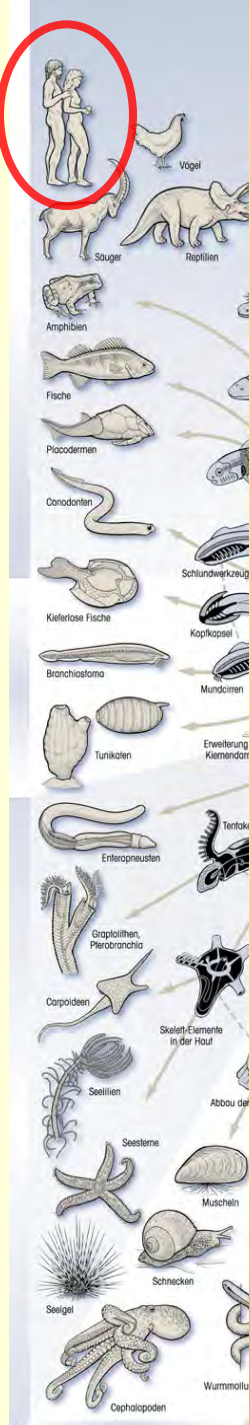
100 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000

**Évolution
cosmique**

**Évolution
chimique**

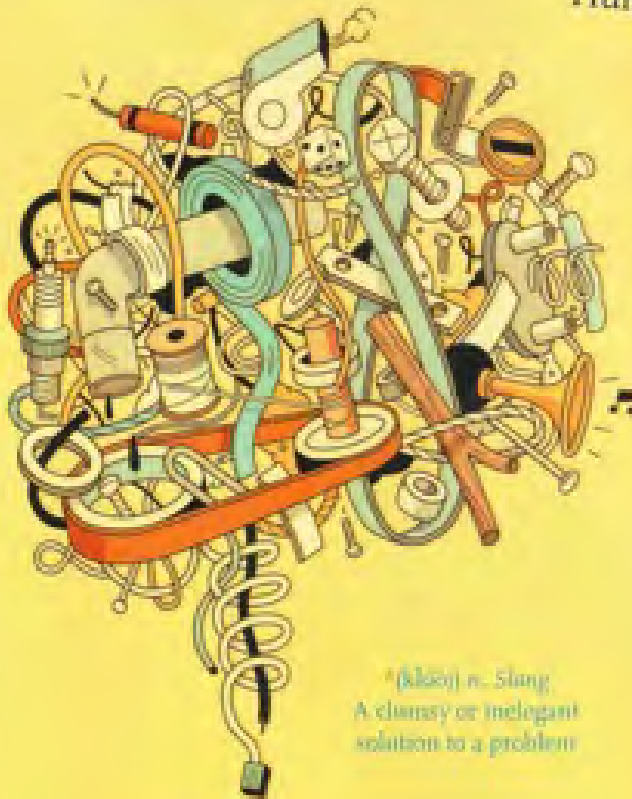
**Évolution
biologique**





Kluge

The Haphazard Construction of the Mind
Human



*(Kluge) n. Slang
A clumsy or inelegant
solution to a problem*

GARY MARCUS

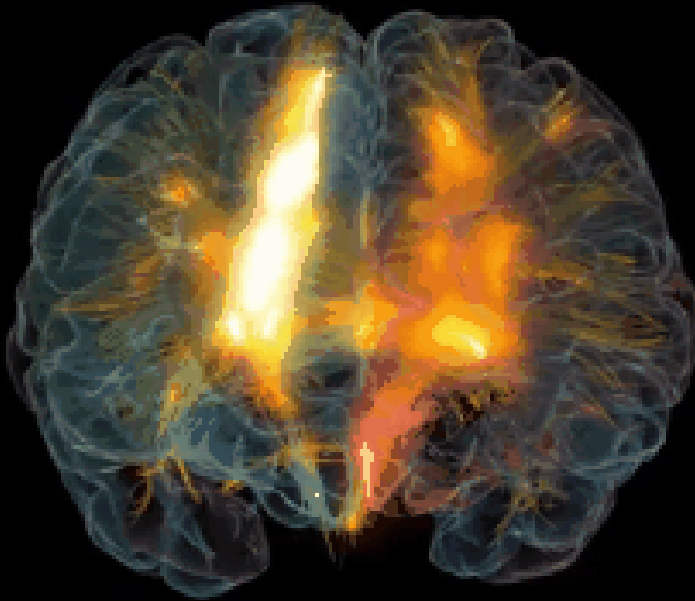
(ce qui ne veut pas dire que l'humain en soit la finalité de cette évolution, même si on a tendance à le placer en haut !)



000 000 000 000

Évolution biologique

Une « patente à gosse » ou un bricolage
qui est loin d'avoir livré tous ses secrets...



...mais dont la connaissance de la longue histoire
peut nous aider à un peu mieux nous comprendre.

Merci de votre attention,



et bon appétit !