

Qu'est-ce que les neurosciences ont à dire sur ce que nous sommes ?

Cégep du Vieux-Montréal

25 février 2018



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

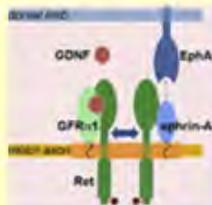
Envoyer

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

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

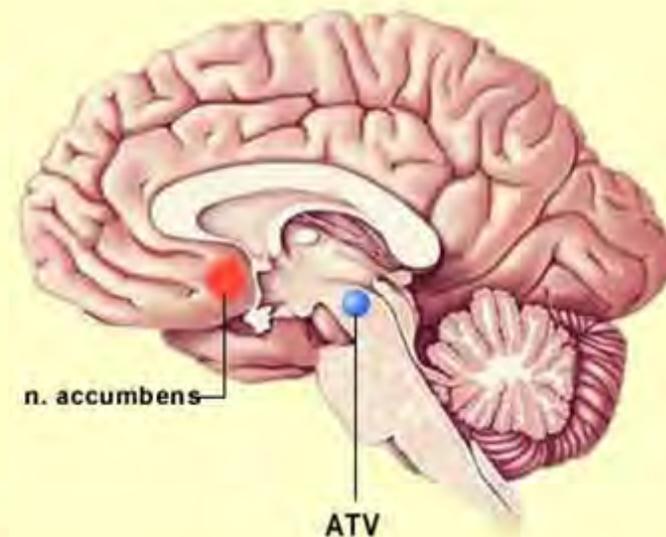
L'évitement de la douleur



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

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 TOUTES LES ÉCHELLES

LE DÉBUTANT

Le cerveau est un organe complexe qui permet de penser, de sentir, de bouger et de communiquer. Il est composé de milliards de neurones qui sont connectés entre eux pour former un réseau complexe.



LE CERVEAU À TOUTES LES ÉCHELLES

L'INTERMÉDIAIRE

Le cerveau est un organe complexe qui permet de penser, de sentir, de bouger et de communiquer. Il est composé de milliards de neurones qui sont connectés entre eux pour former un réseau complexe.



LE CERVEAU À TOUTES LES ÉCHELLES

L'AVANCÉ

Le cerveau est un organe complexe qui permet de penser, de sentir, de bouger et de communiquer. Il est composé de milliards de neurones qui sont connectés entre eux pour former un réseau complexe.



Débutant

Intermédiaire

Avancé

5 niveaux d'organisation



Social

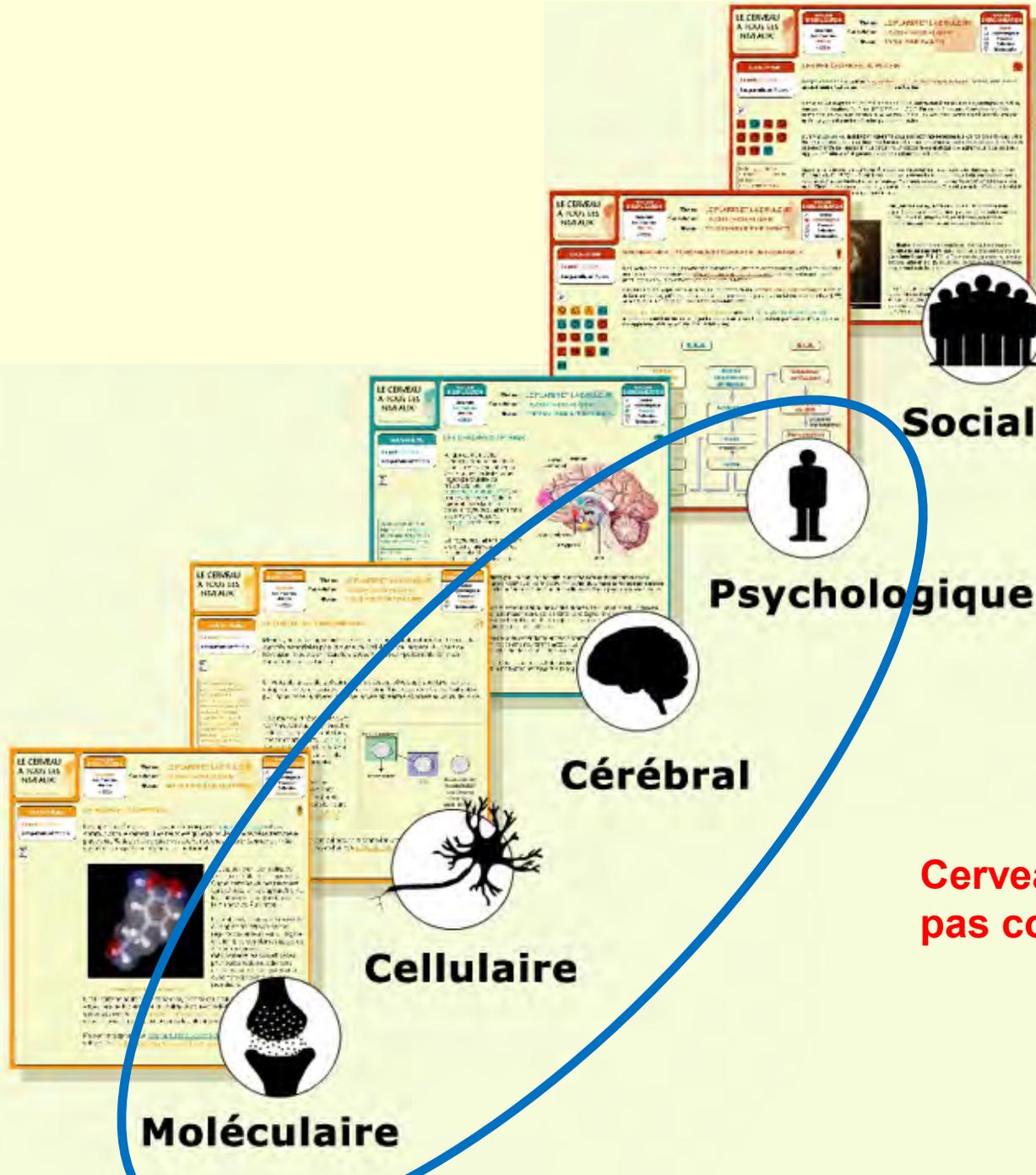
Psychologique

Cérébral

Cellulaire

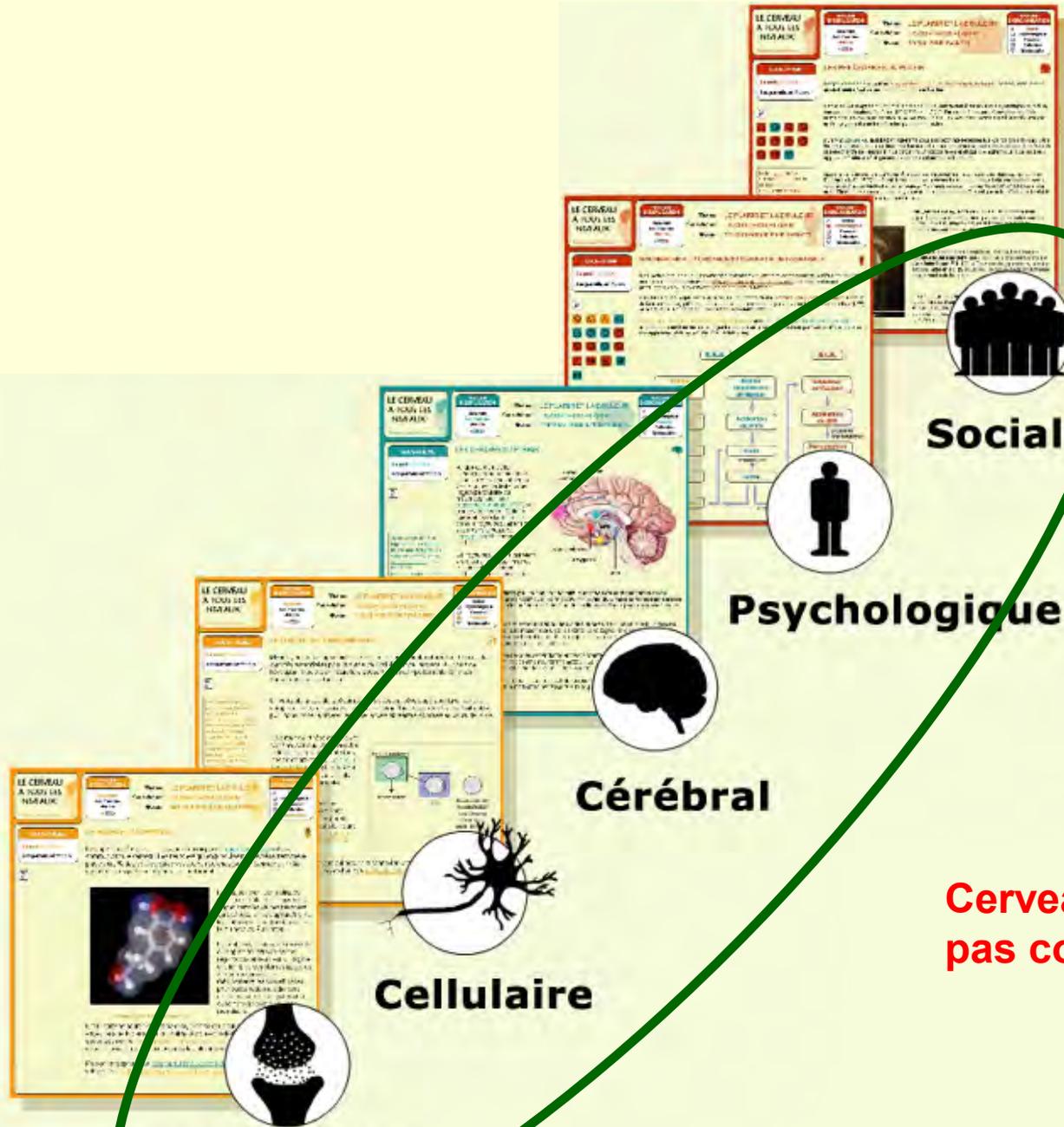
Moléculaire

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



**Cerveau et corps
ne font qu'un**

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



**Cerveau-
corps-
environnement**

**Cerveau et corps
ne font qu'un**

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

Identité

Bonheur

Conscience

Liberté



Social



Psychologique



Cérébral



Cellulaire



Moléculaire



**Cerveau-
corps-
environnement**

**Cerveau et corps
ne font qu'un**

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

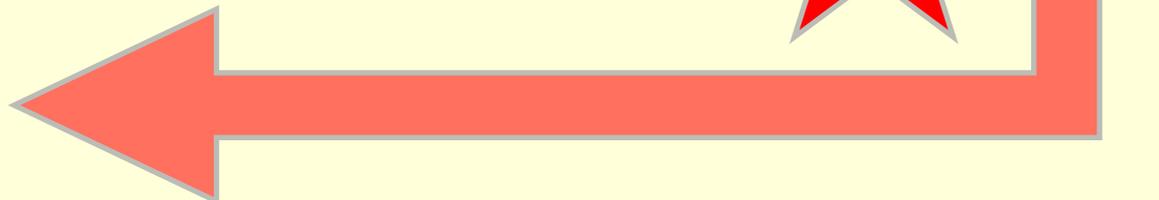
Identité

Bonheur

Conscience

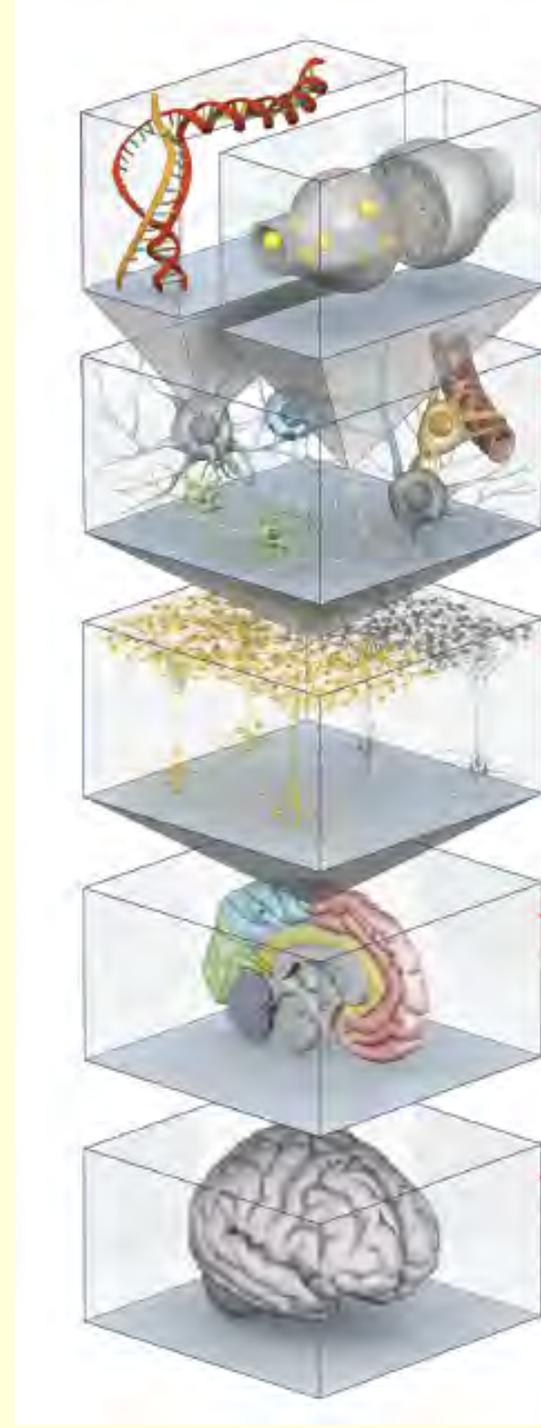
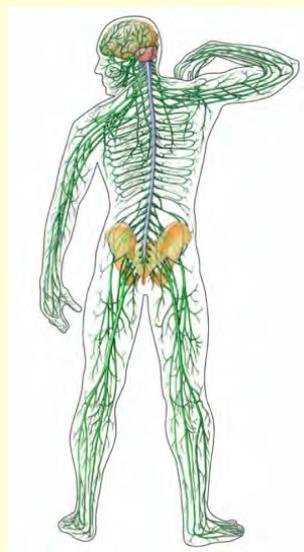
Liberté

Où sont-ils ?



Le social
(corps-cerveau-environnement)

L'individu
(corps-cerveau)



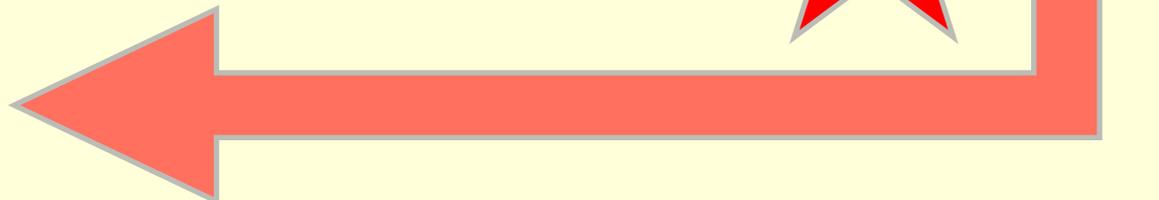
Identité

Bonheur

Conscience

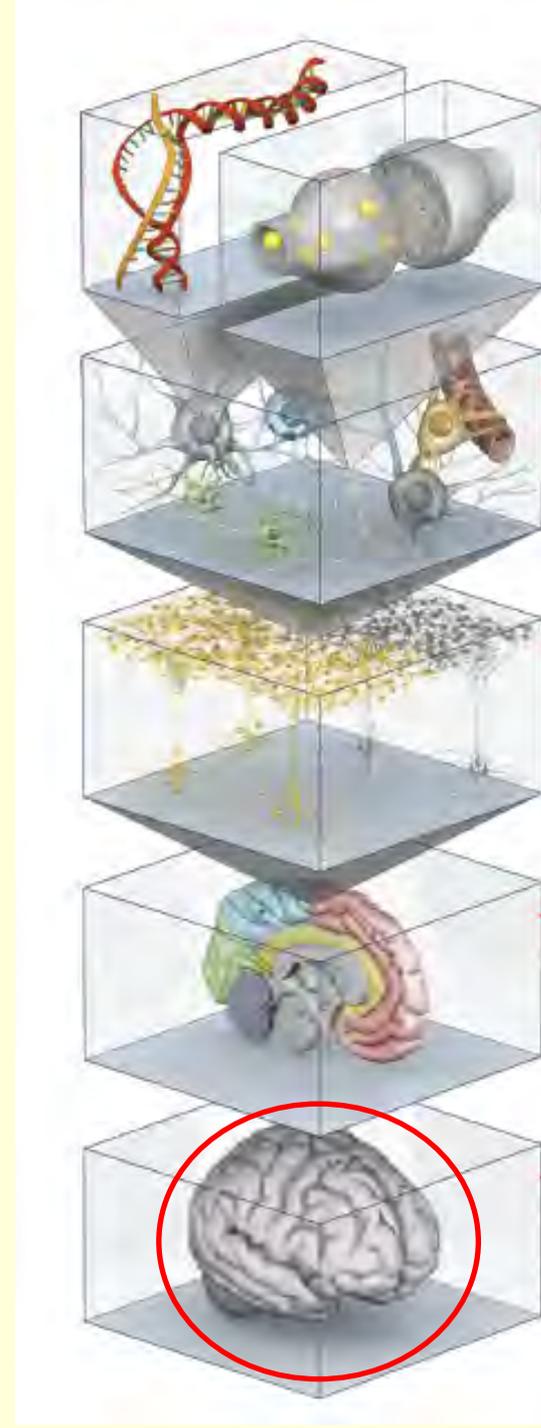
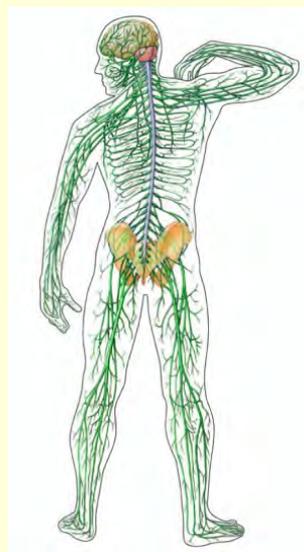
Liberté

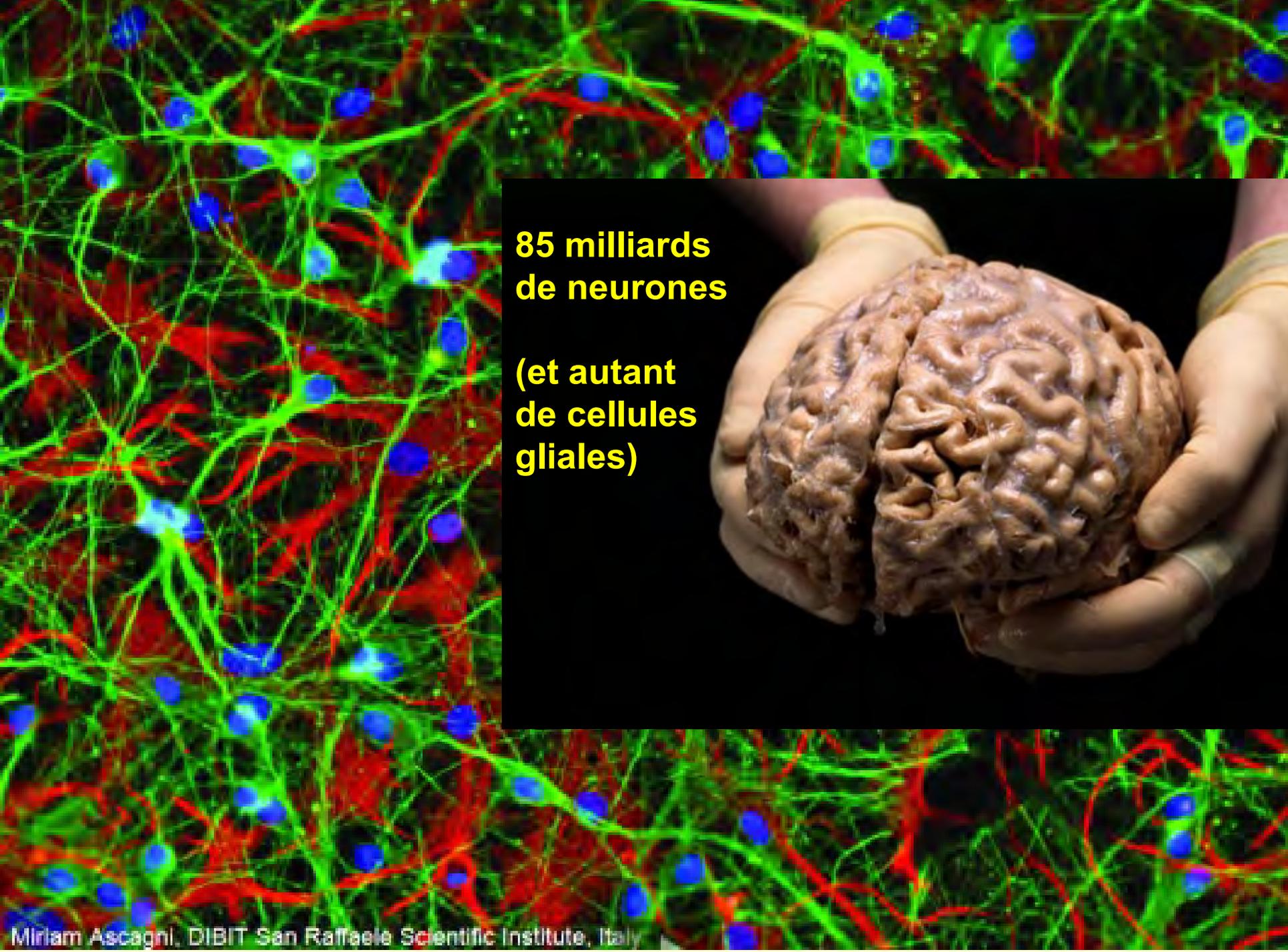
Où sont-ils ?



Le social
(corps-cerveau-environnement)

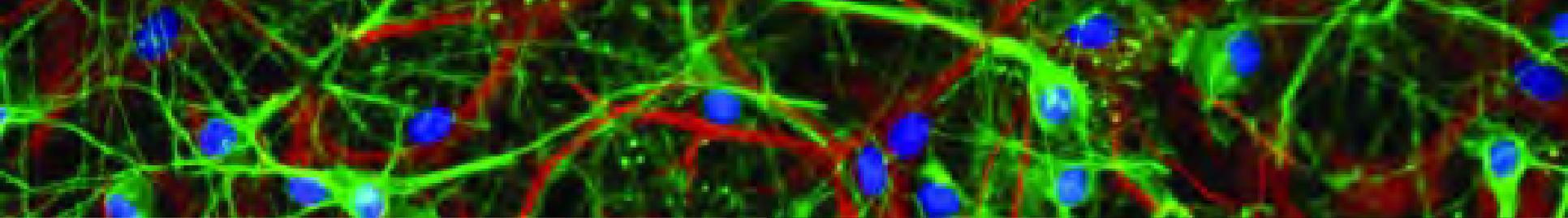
L'individu
(corps-cerveau)



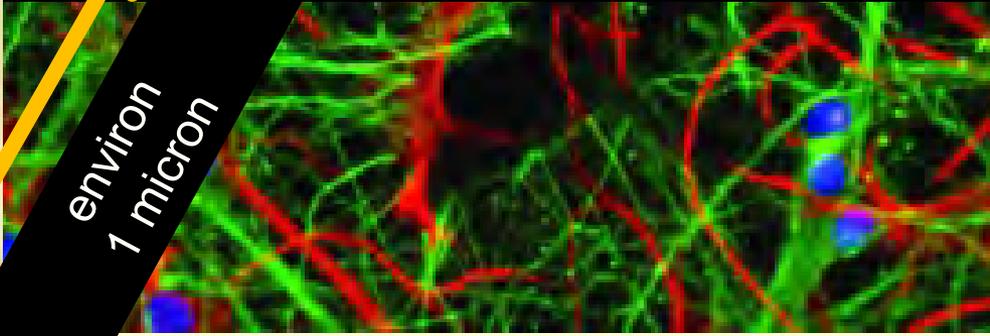
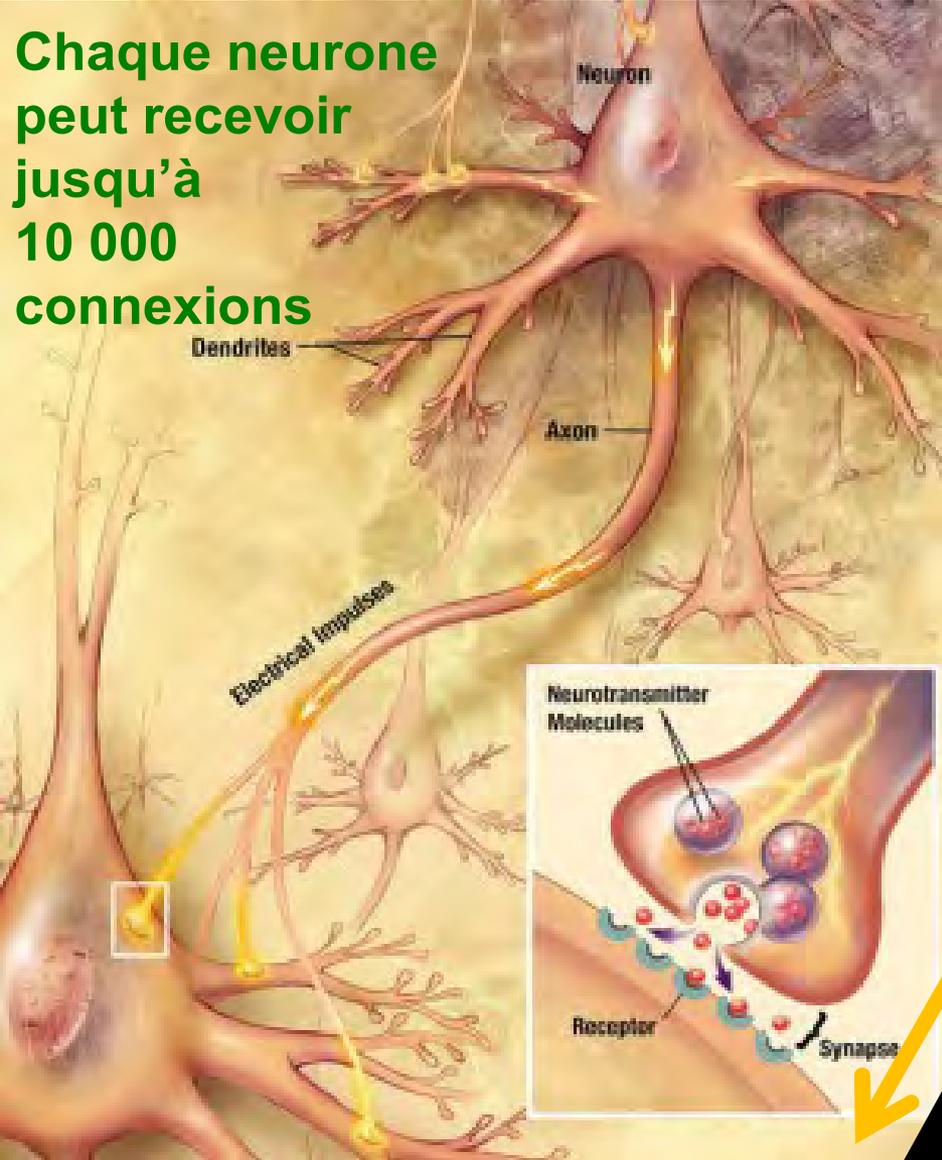


**85 milliards
de neurones**

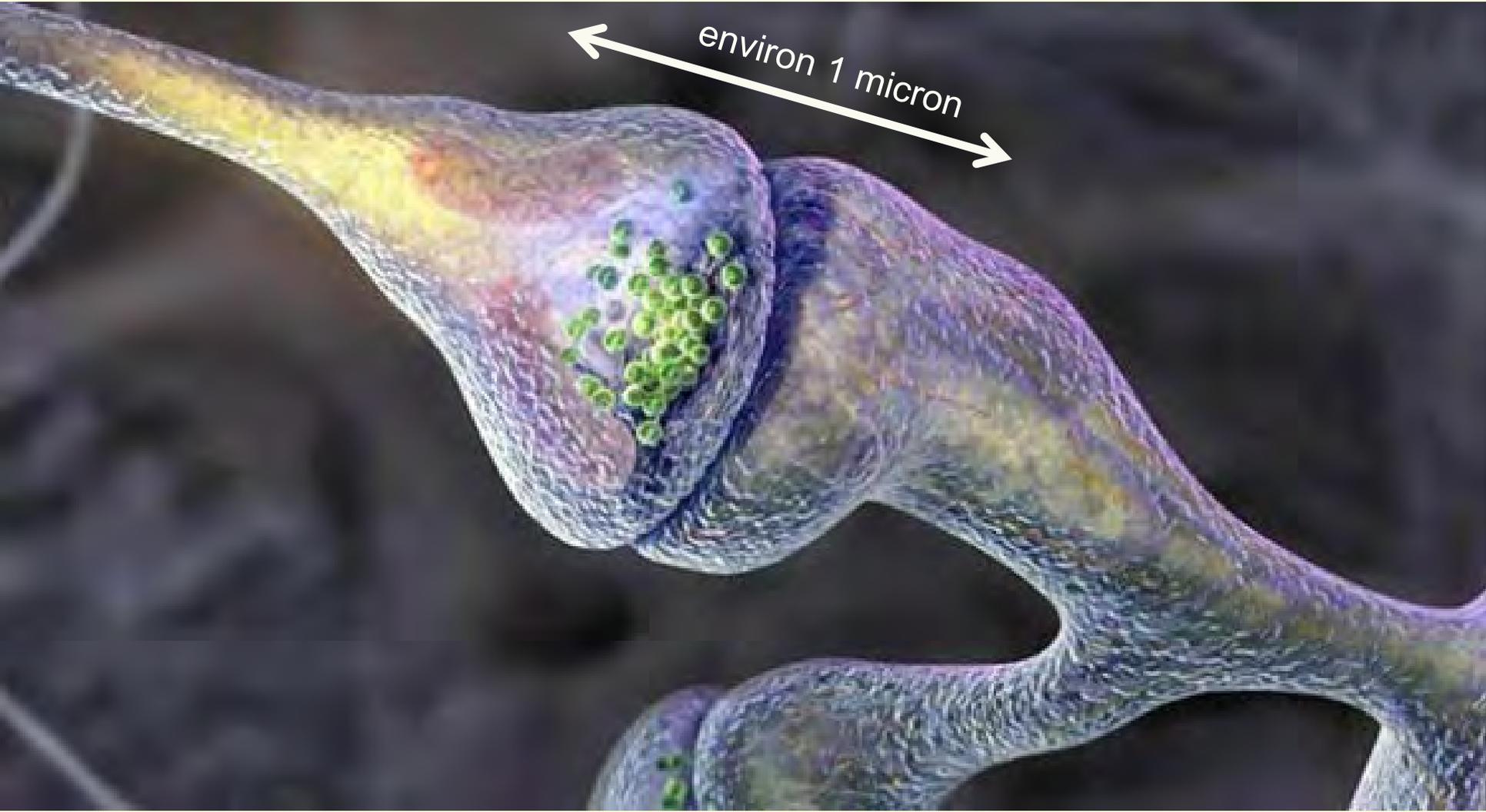
**(et autant
de cellules
gliales)**



Chaque neurone peut recevoir jusqu'à 10 000 connexions



environ 1 micron

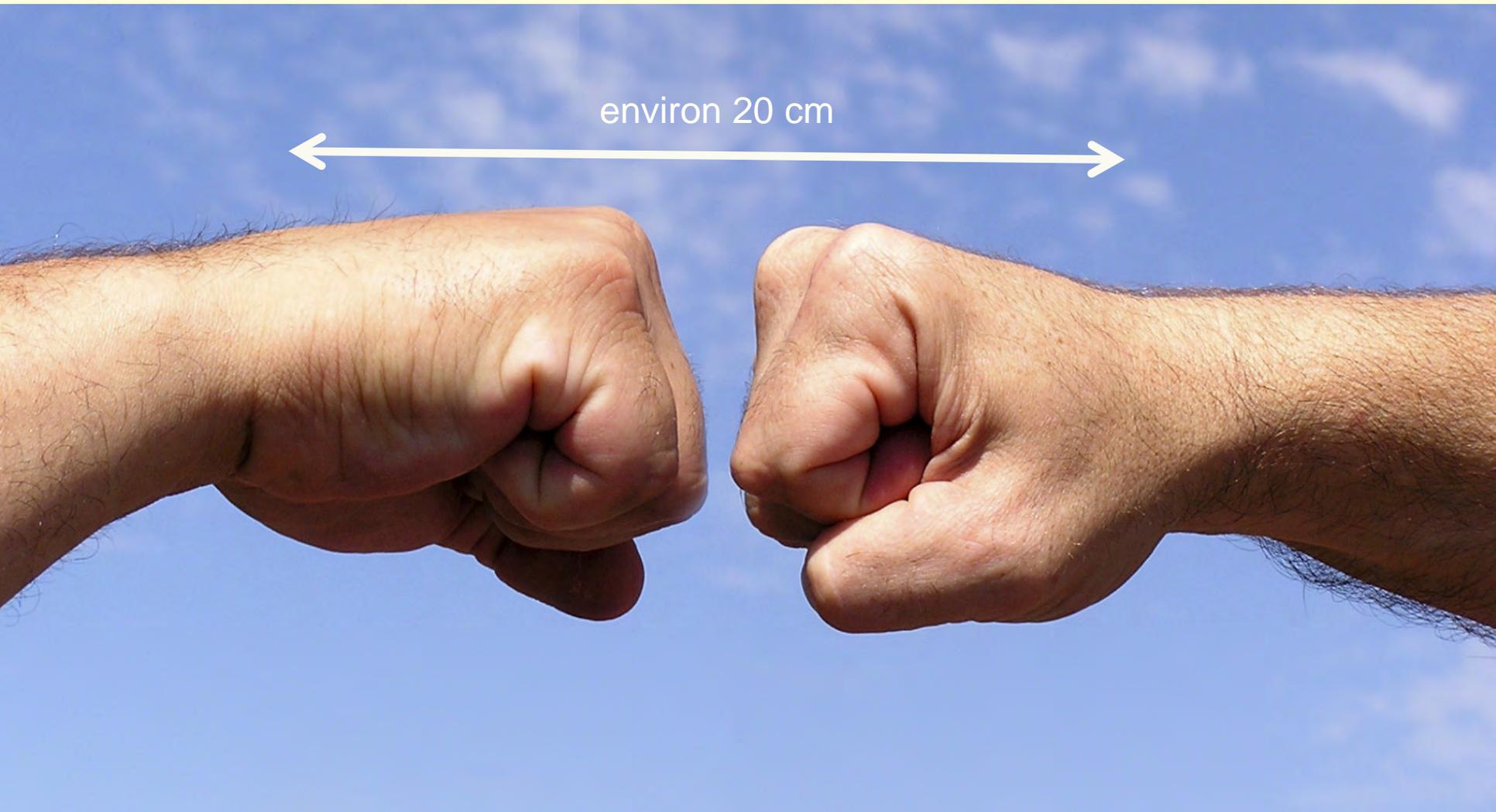


environ 1 micron

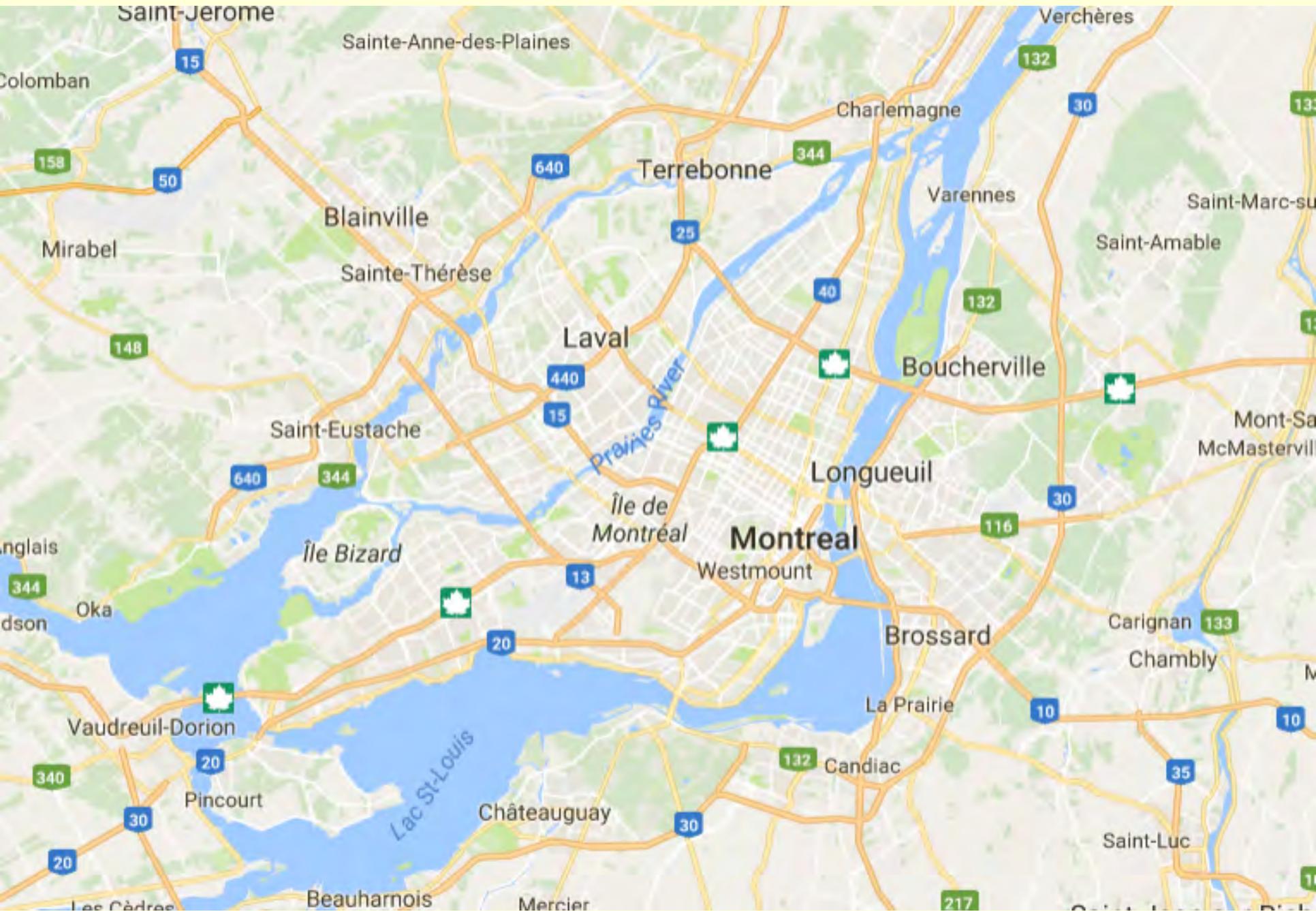


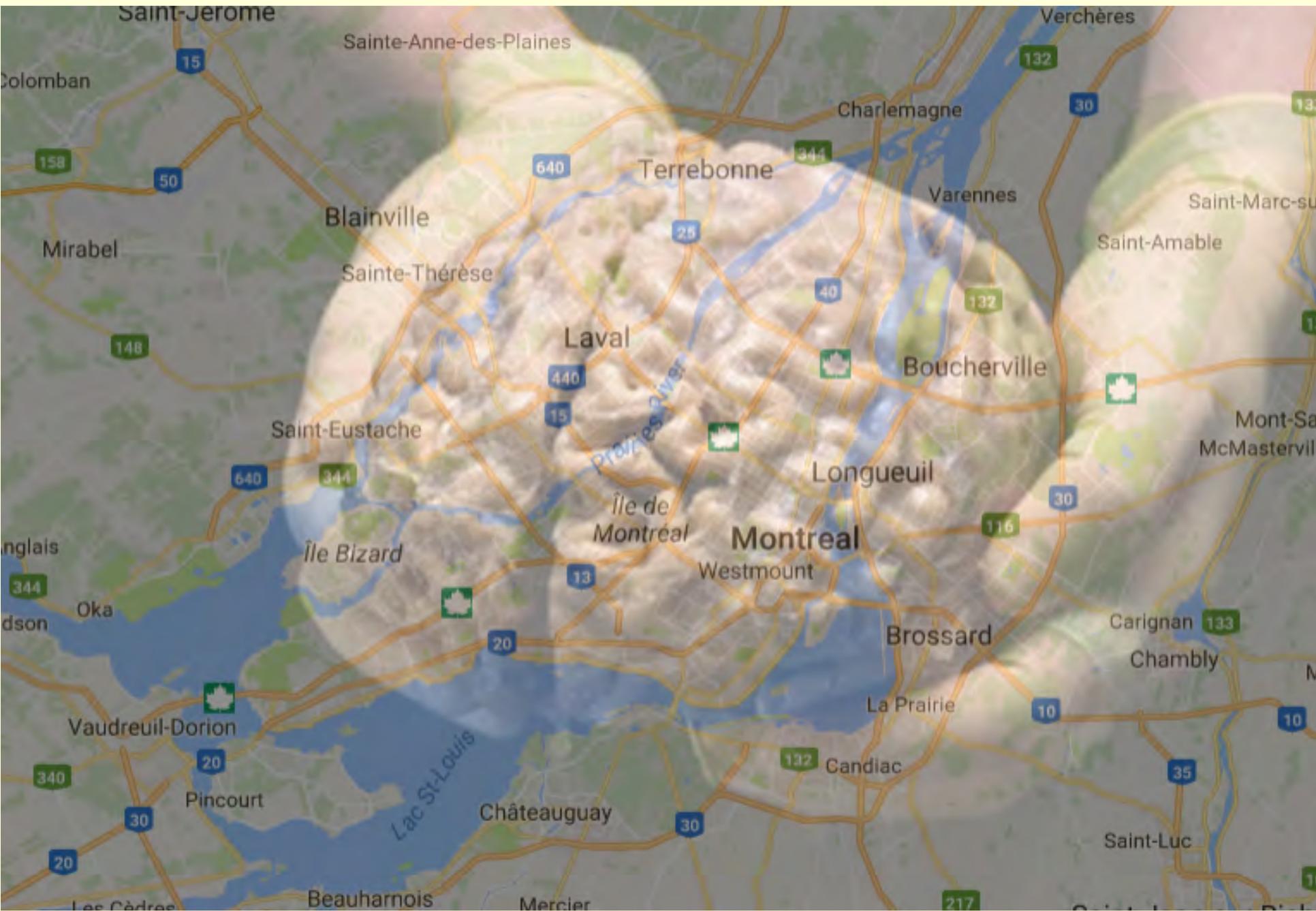
environ 20 cm

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



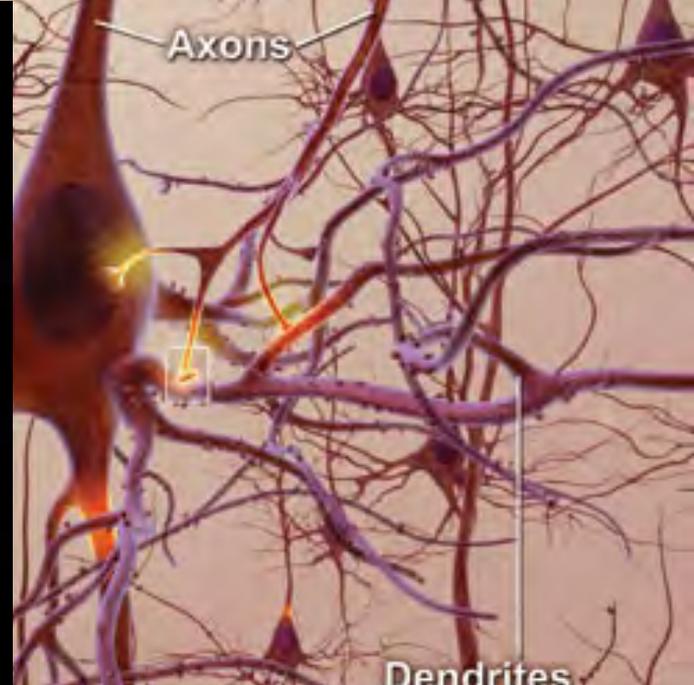
Alors : $0,2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} / 0,000\ 001 \text{ m} = 40\ 000 \text{ m} = \mathbf{40 \text{ km}}$





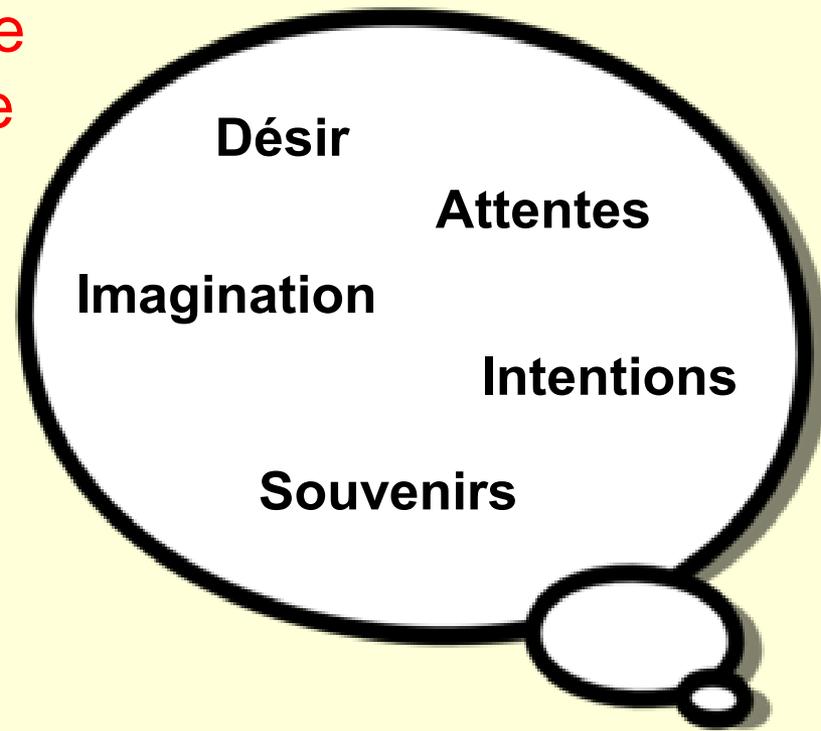
Et si on mettait
bout à bout tous
ces petits câbles,

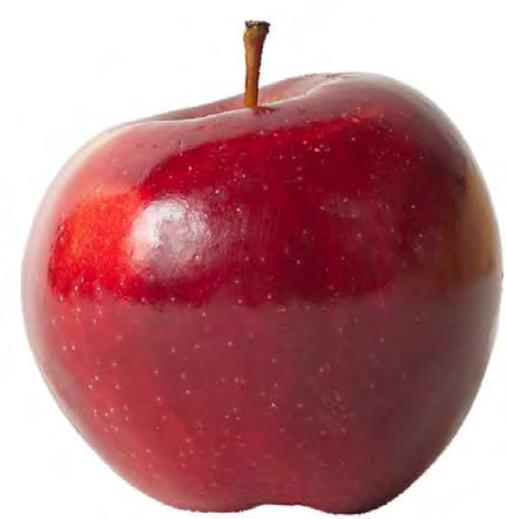
on a estimé
qu'on pourrait
faire plus de
4 fois le tour
de la Terre
avec le contenu
d'un seul cerveau
humain !



Mais il y a quelque chose d'encore plus fou avec le cerveau quand on y pense bien...

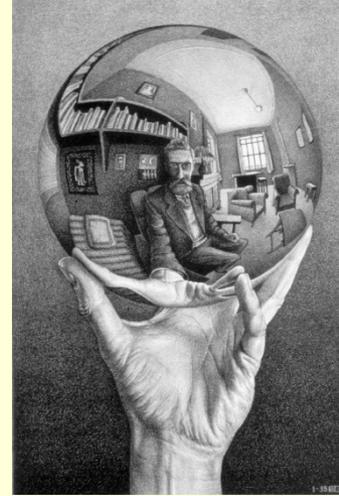
...et c'est l'aspect **subjectif** qui est **LA** caractéristique **unique** du cerveau comparé à tout autre objet...





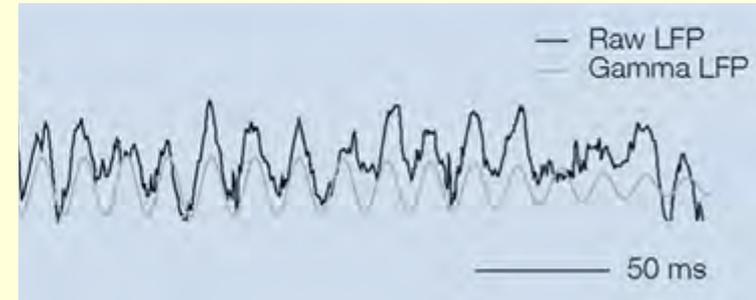
Le rouge que l'on ressent à la vue de cette pomme...

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

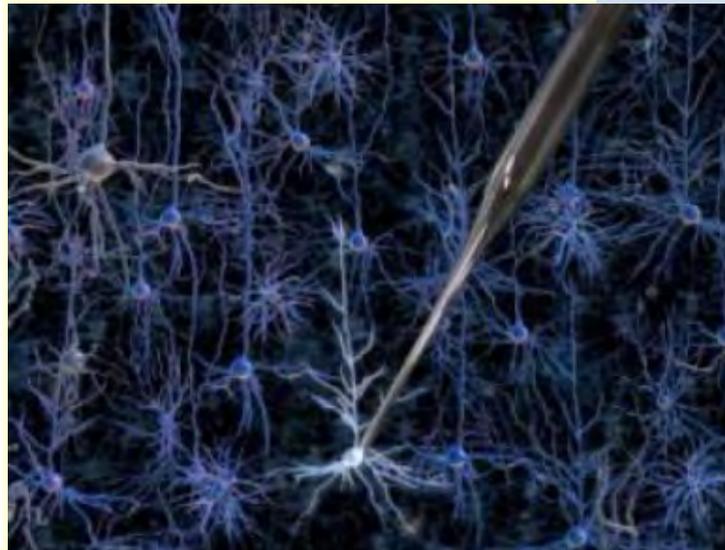
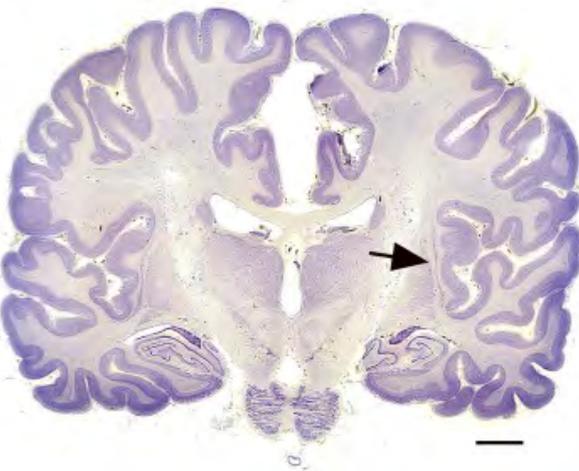


Mais il est où le rouge dans notre cerveau ?

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



B

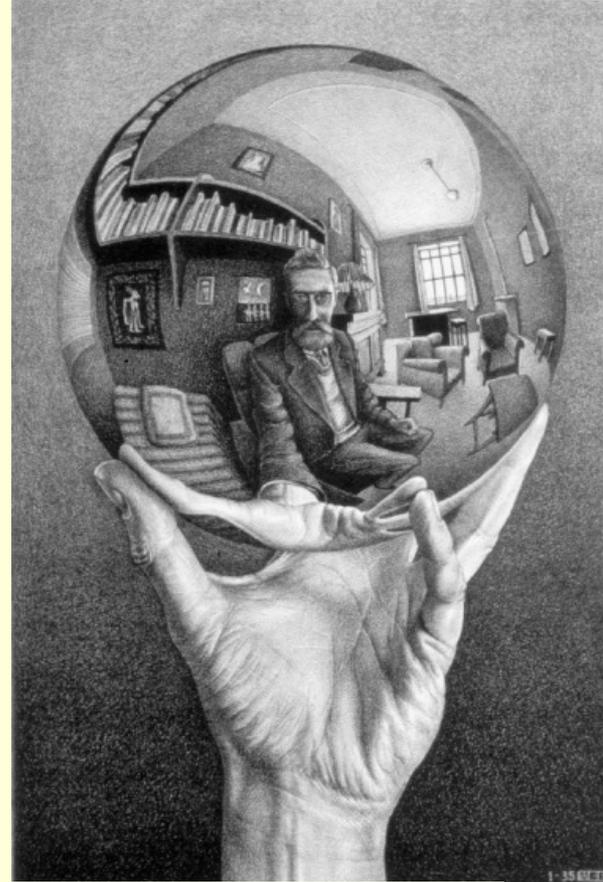


Et la grande difficulté c'est de tenter de relier le subjectif à l'objectif (le cerveau).

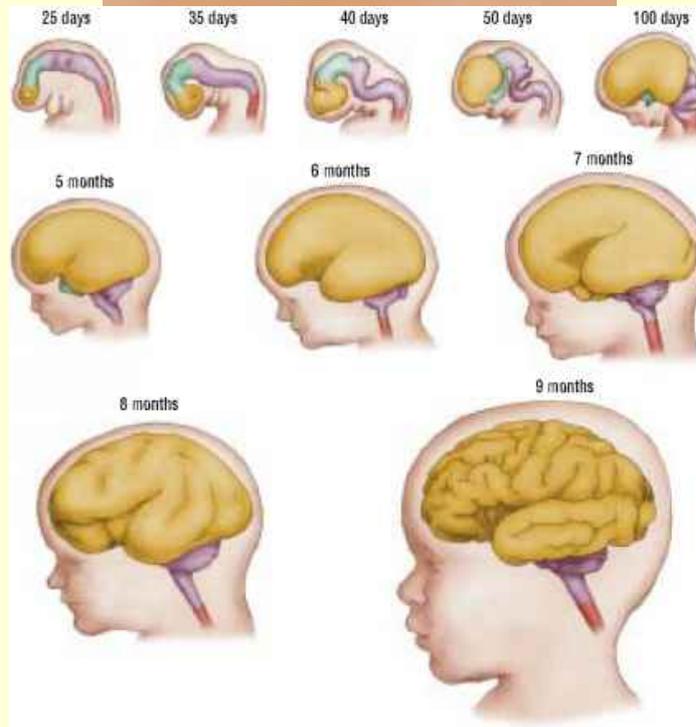
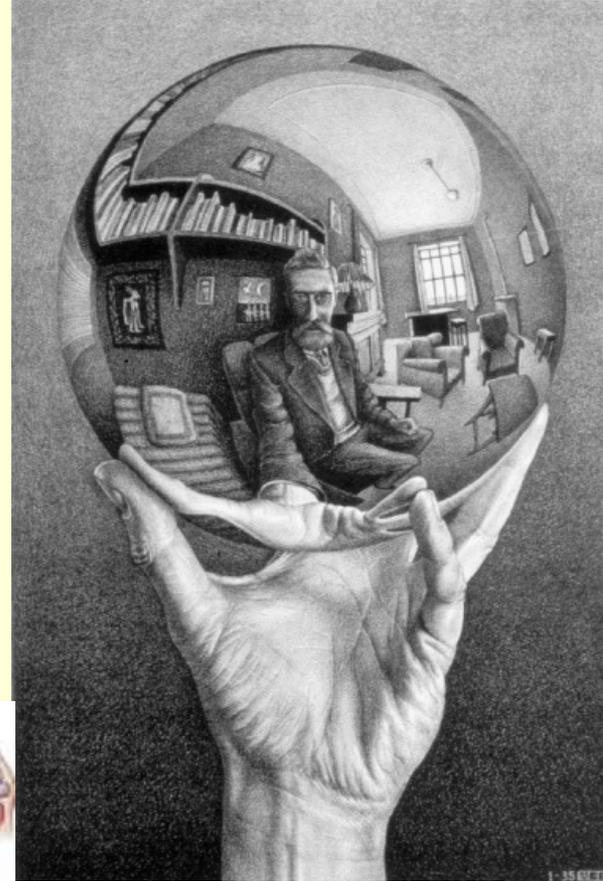


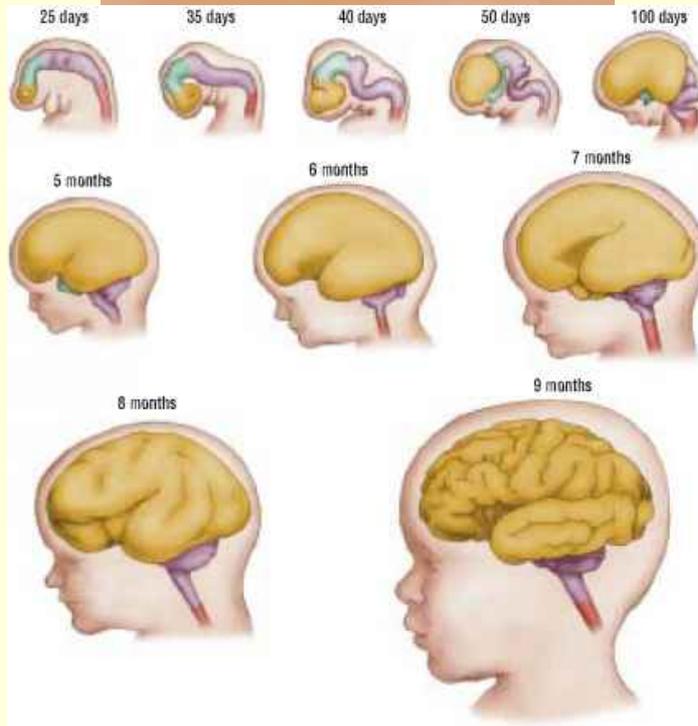
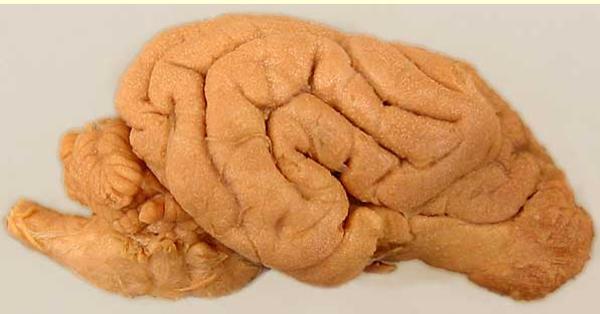
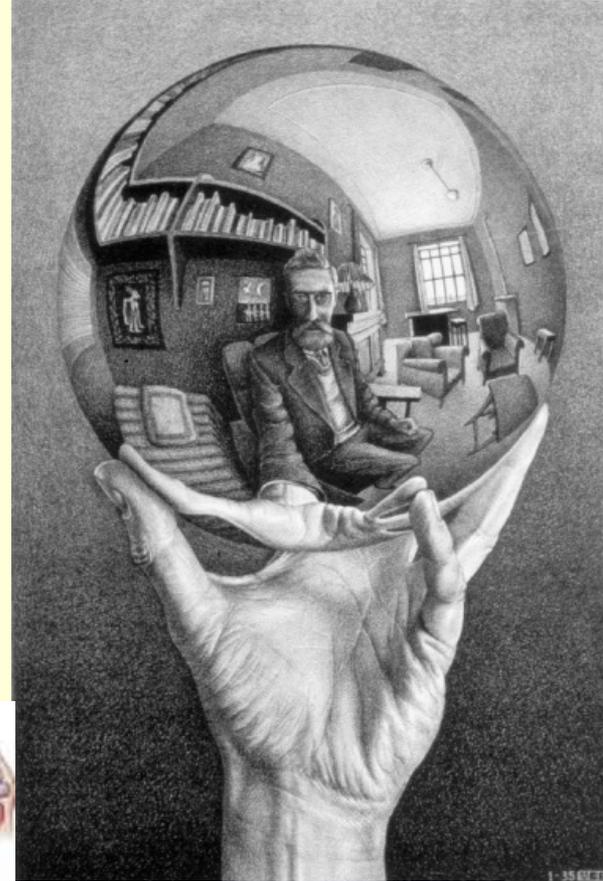
Mais ça commence **quand**
le « subjectif » ?

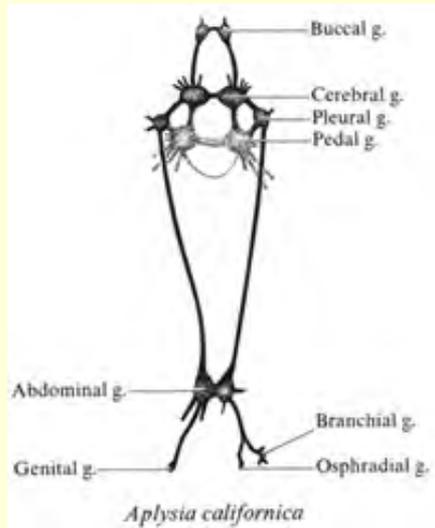
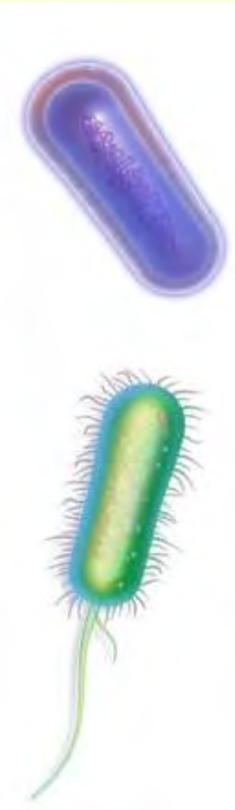
Ce qu'on appelle aussi
la « conscience subjective »...



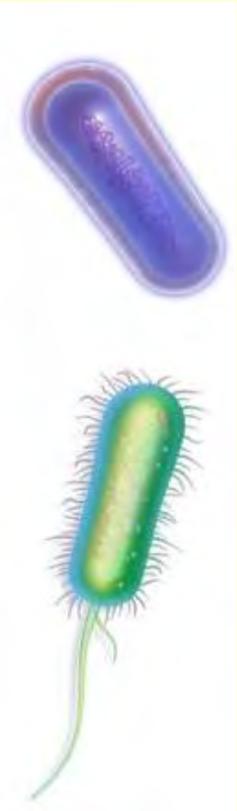
Difficile d'avoir accès
à sa subjectivité...

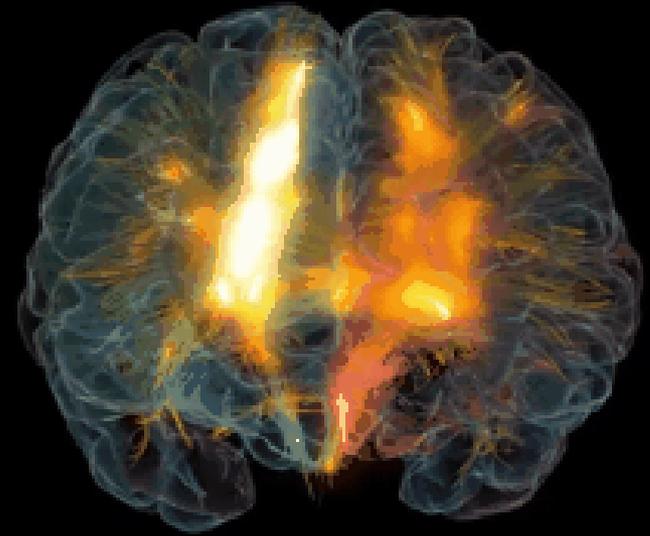






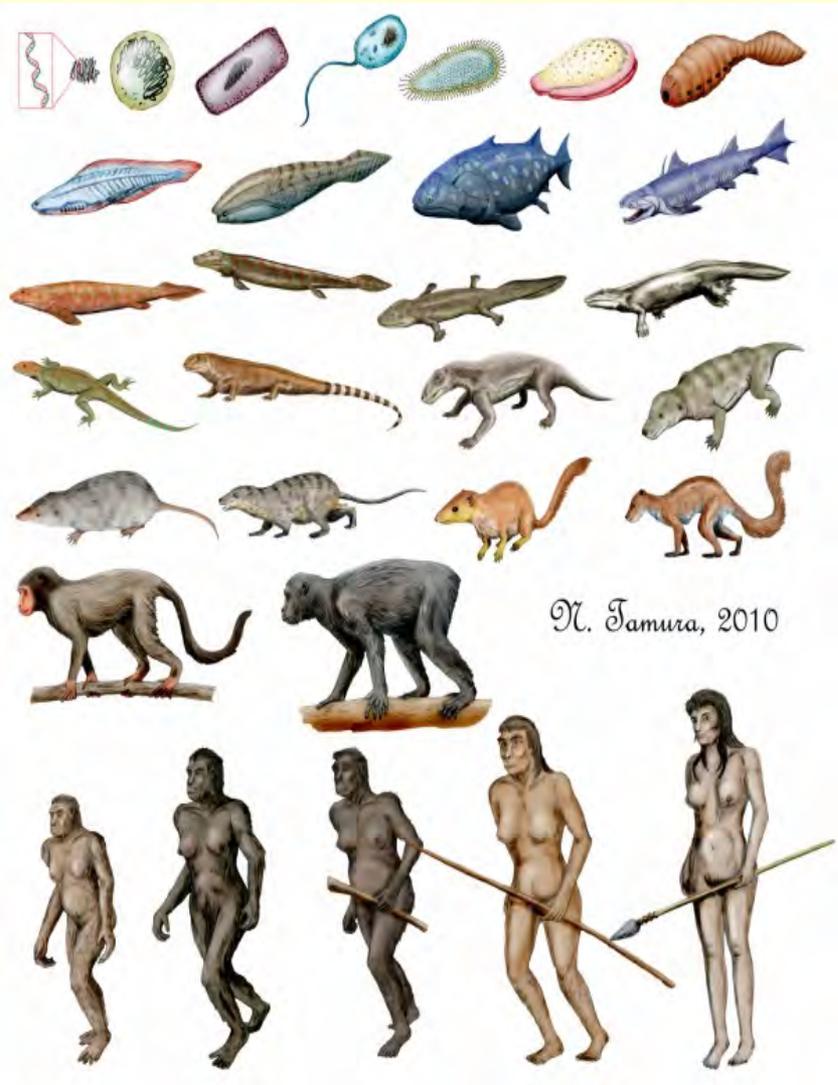
Il va falloir **reculer dans le temps**
pour essayer de comprendre où commence le « mind » !











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

- Theodosius Dobzhansky (1900-1975)





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

Évolution cosmique, chimique et biologique



(Crédit : modifié de Robert Lamontagne)

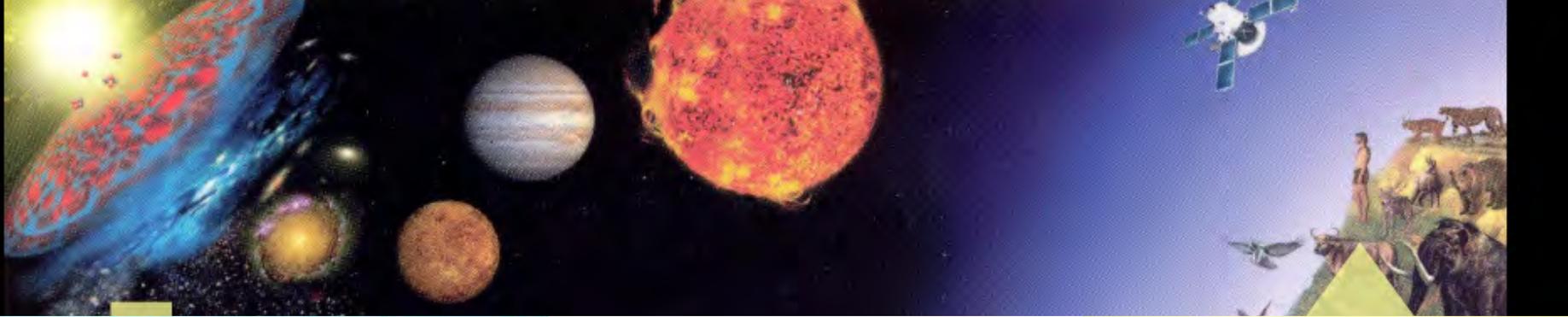


Tableau Périodique des Éléments

1 H Hydrogène																		18 He Hélium	
2 He Hélio																		10 Ne Néon	
3 Li Lithium												19 K Potassium		36 Ar Argon					
4 Be Béryllium												20 Ca Calcium		54 Xe Xénon					
5 B Bore												21 Sc Scandium		86 Rn Radon					
6 C Carbone												22 Ti Titane							
7 N Azote												23 V Vanadium							
8 O Oxygène												24 Cr Chrome							
9 F Fluor												25 Mn Manganèse							
10 Ne Néon												26 Fe Fer							
												27 Co Cobalt							
												28 Ni Nickel							
												29 Cu Cuivre							
												30 Zn Zinc							
												31 Ga Gallium							
												32 Ge Germanium							
												33 As Arsenic							
												34 Se Sélénium							
												35 Br Brome							
												36 Kr Krypton							
												37 Rb Rubidium							
												38 Sr Strontium							
												39 Yttrium							
												40 Zr Zirconium							
												41 Nb Niobium							
												42 Mo Molybdène							
												43 Tc Technétium							
												44 Ru Ruthénium							
												45 Rh Rhodium							
												46 Pd Palladium							
												47 Ag Argent							
												48 Cd Cadmium							
												49 In Indium							
												50 Sn Étain							
												51 Sb Stibium							
												52 Te Tellure							
												53 I Iode							
												54 Xe Xénon							
												55 Cs Césium							
												56 Ba Baryum							
												57 La Lanthane							
												58 Ce Cérium							
												59 Pr Praseodyme							
												60 Nd Néodyme							
												61 Pm Prométhée							
												62 Sm Samarium							
												63 Eu Europium							
												64 Gd Gadolinium							
												65 Tb Terbium							
												66 Dy Dysprosium							
												67 Ho Holmium							
												68 Er Erbium							
												69 Tm Thulium							
												70 Yb Ytterbium							
												71 Lu Lutécium							
												72 Hf Hafnium							
												73 Ta Tantalum							
												74 W Tungstène							
												75 Re Rhenium							
												76 Os Osmium							
												77 Ir Iridium							
												78 Pt Platine							
												79 Au Or							
												80 Hg Mercure							
												81 Tl Thallium							
												82 Pb Plomb							
												83 Bi Bismuth							
												84 Po Polonium							
												85 At Astatine							
												86 Rn Radon							
												87 Fr Francium							
												88 Ra Radium							
												89 Ac Actinium							
												90 Th Thorium							
												91 Pa Protactinium							
												92 U Uranium							
												93 Np Neptunium							
												94 Pu Plutonium							
												95 Am Americium							
												96 Cm Curium							
												97 Bk Bérillium							
												98 Cf Californium							
												99 Es Einsteinium							
												100 Fm Fermium							
												101 Md Mendelevium							
												102 No Nihonium							
												103 Lr Lawrencium							
												104 Rf Rutherfordium							
												105 Db Dubnium							
												106 Sg Seaborgium							
												107 Bh Bohrium							
												108 Hs Hassium							
												109 Mt Meitnerium							
												110 Ds Darmstadtium							
												111 Rg Roentgenium							
												112 Cn Copernicium							
												113 Nh Nihonium							
												114 Fl Flerovium							
												115 Lv Livermorium							
												116 Ts Tennessine							
												117 Uu Ununseptium							
												118 Uu Ununoctium							

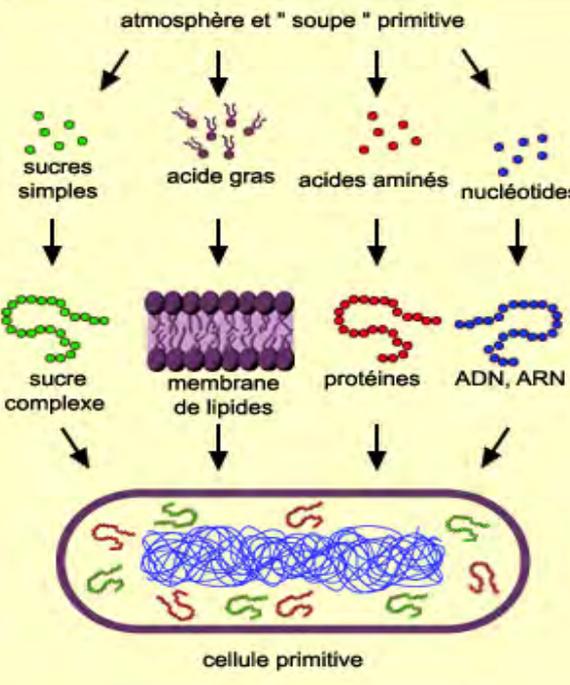
Atmospheric Synthesis
 CO_2 , CO , N_2 , H_2S , H_2O , CH_4 ?
 Gas Phase Reactions: $h\nu$, ED, starting gases

Extraterrestrial Delivery
 Liquid/Ice Phase Reactions:
 Conditions on parent bodies/space?

Aqueous Phase Chemistry
 Temperature (0-100° C?), pH, reagents, concentration, etc.

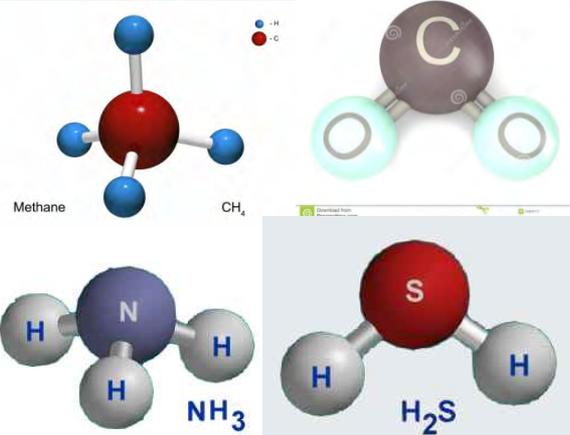
Hydrothermal/Geochemical Synthesis
 CO_2 , NH_3 , H_2S , H_2O ?
 Temperature (70-350° C?), pH, reagents, concentration, time, etc.

Interfacial Chemistry
 Drying, wetting, mineral interactions, UV?



Évolution cosmique,

chimique



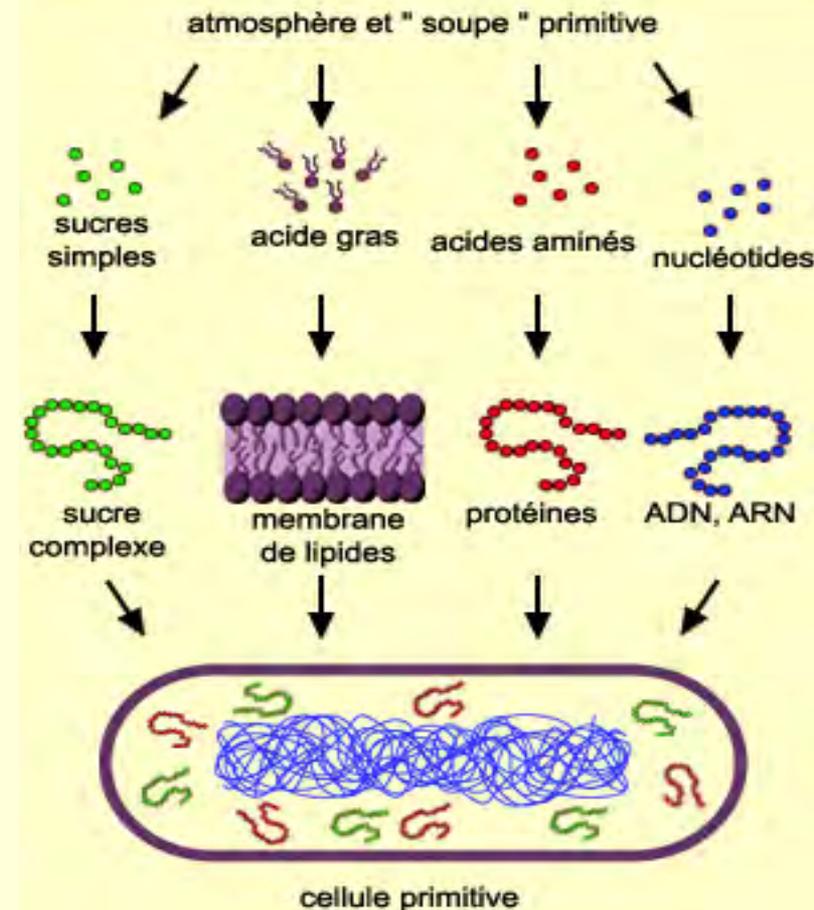
(Crédit : modifié de Robert Lamont)

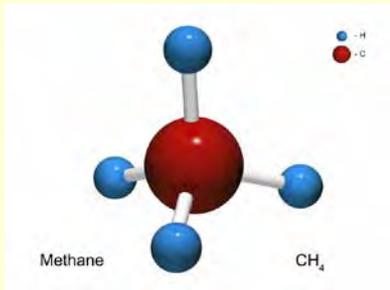
Les définitions de la vie sont souvent des listes de critères comprenant des éléments comme :

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

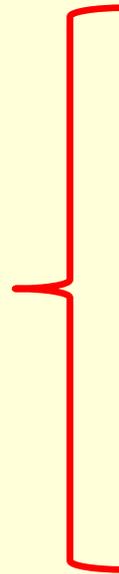




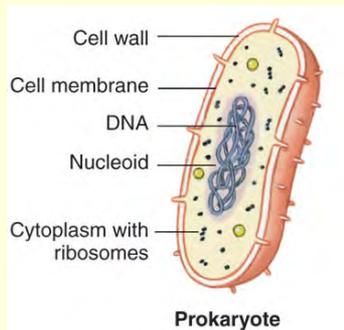
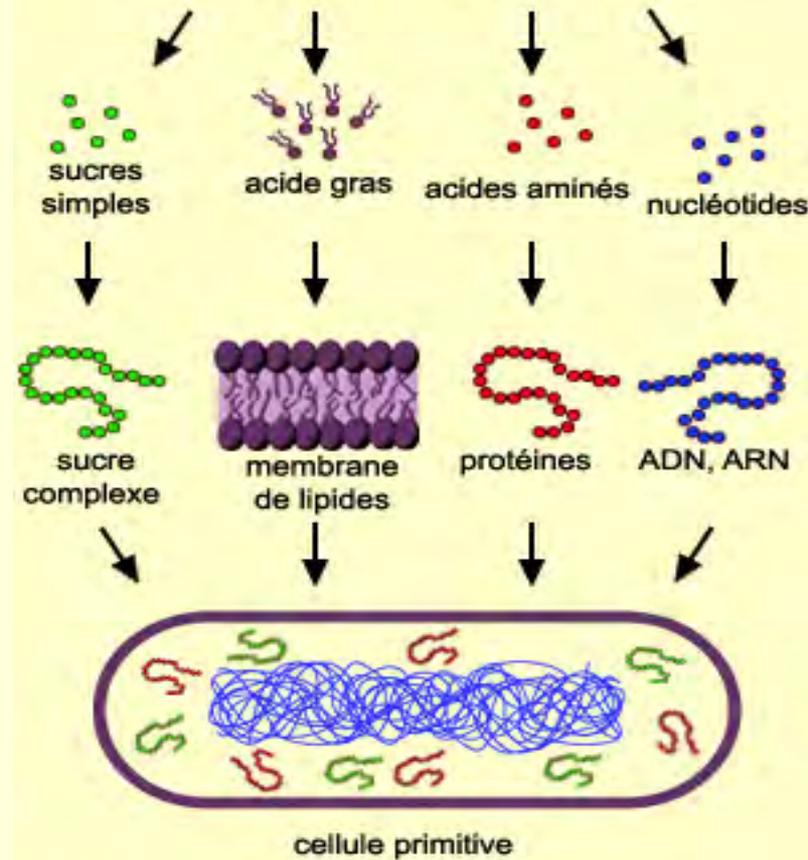
Non



?

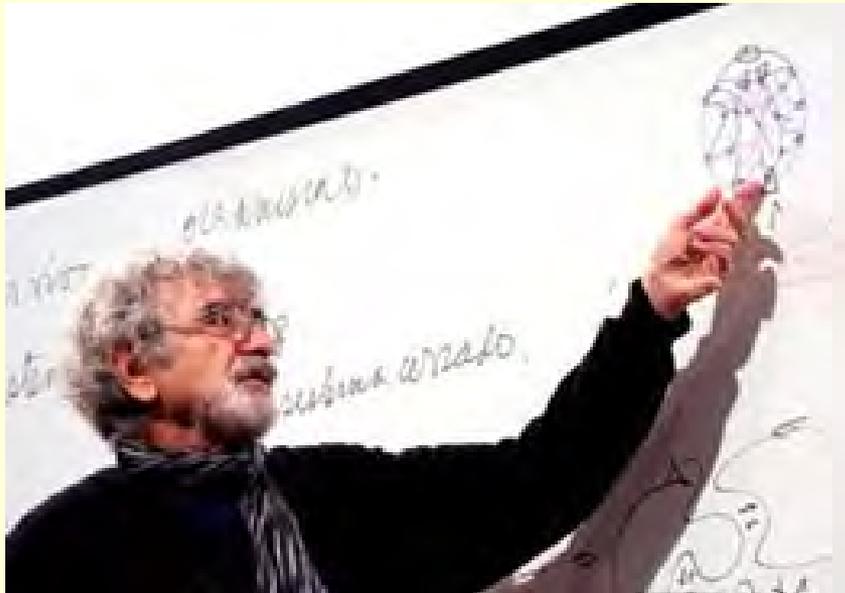


atmosphère et "soupe" primitive



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**.

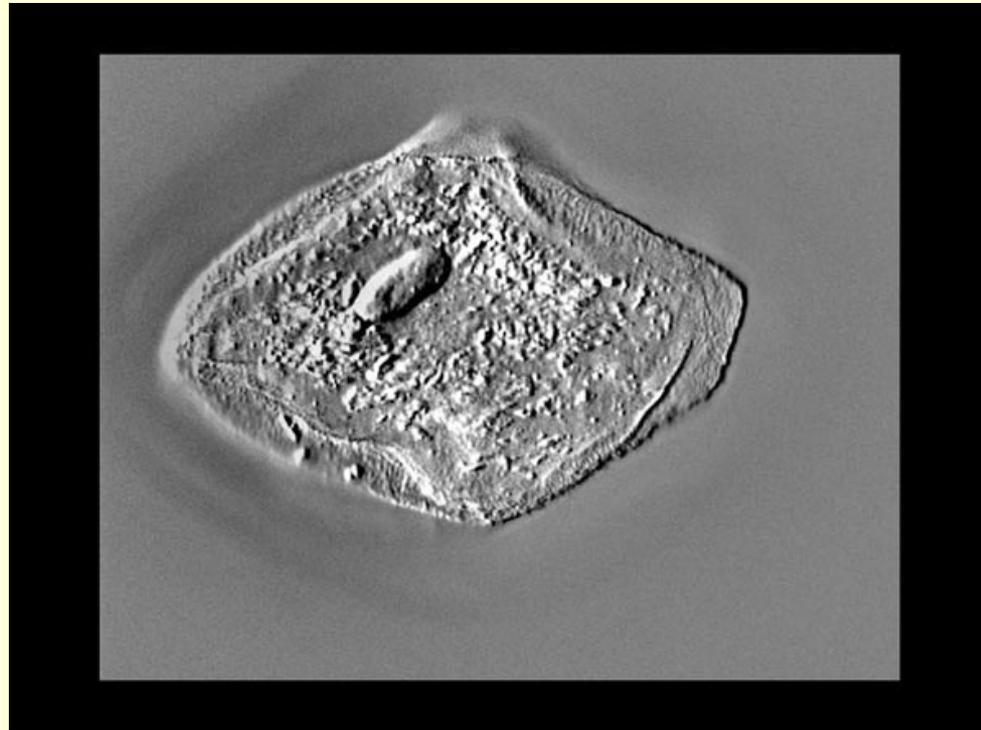


« Notre proposition est que les être vivants sont caractérisés par le fait que, littéralement, ils sont continuellement en train de **s'auto-produire**. »

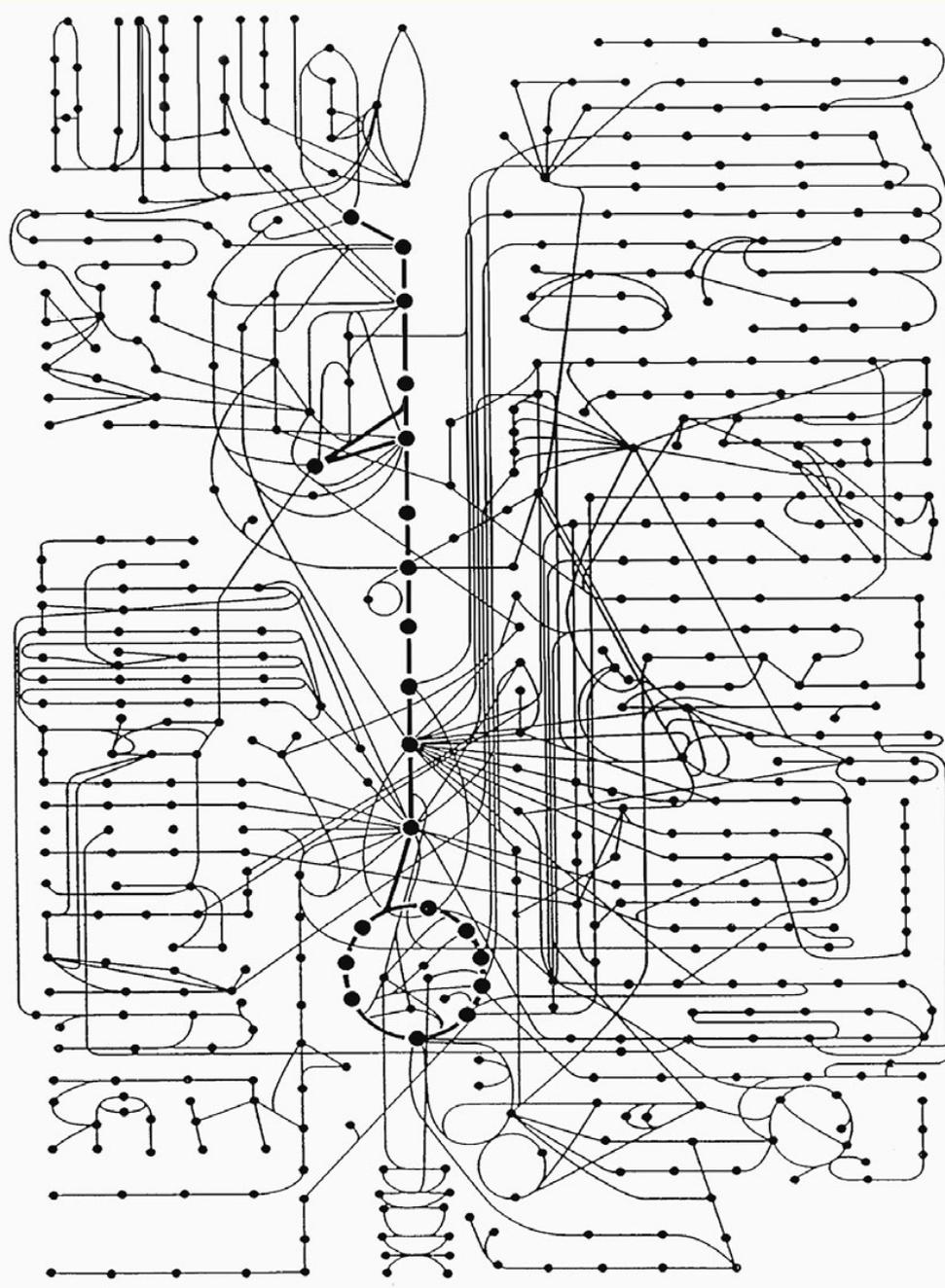
- Maturana & Varela, *L'arbre de la connaissance*, p.32

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. »

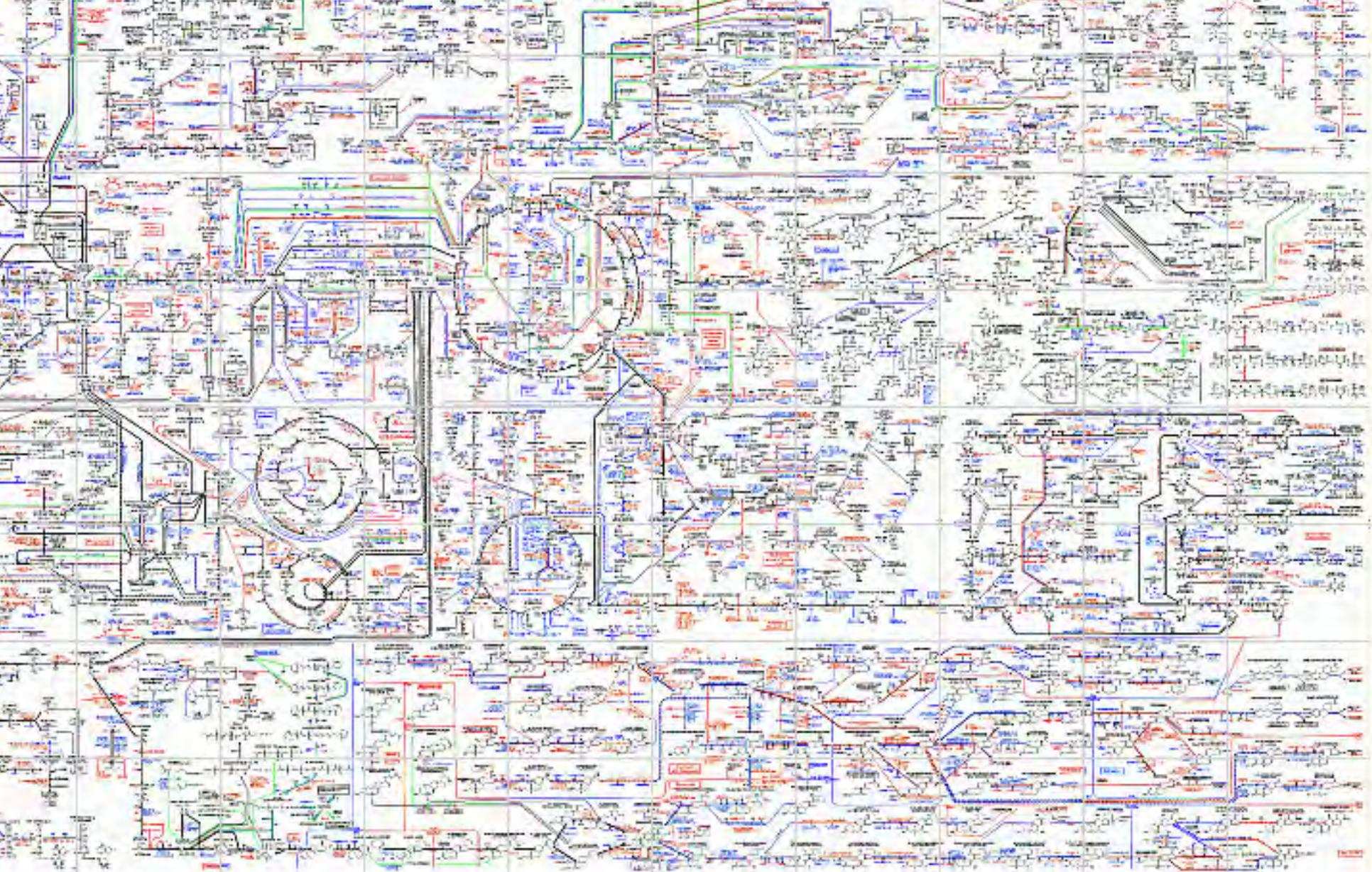


An image of a human buccal epithelial cell obtained using Differential Interference Contrast (DIC) microscopy
(www.canisius.edu/biology/cell_imaging/gallery.asp)



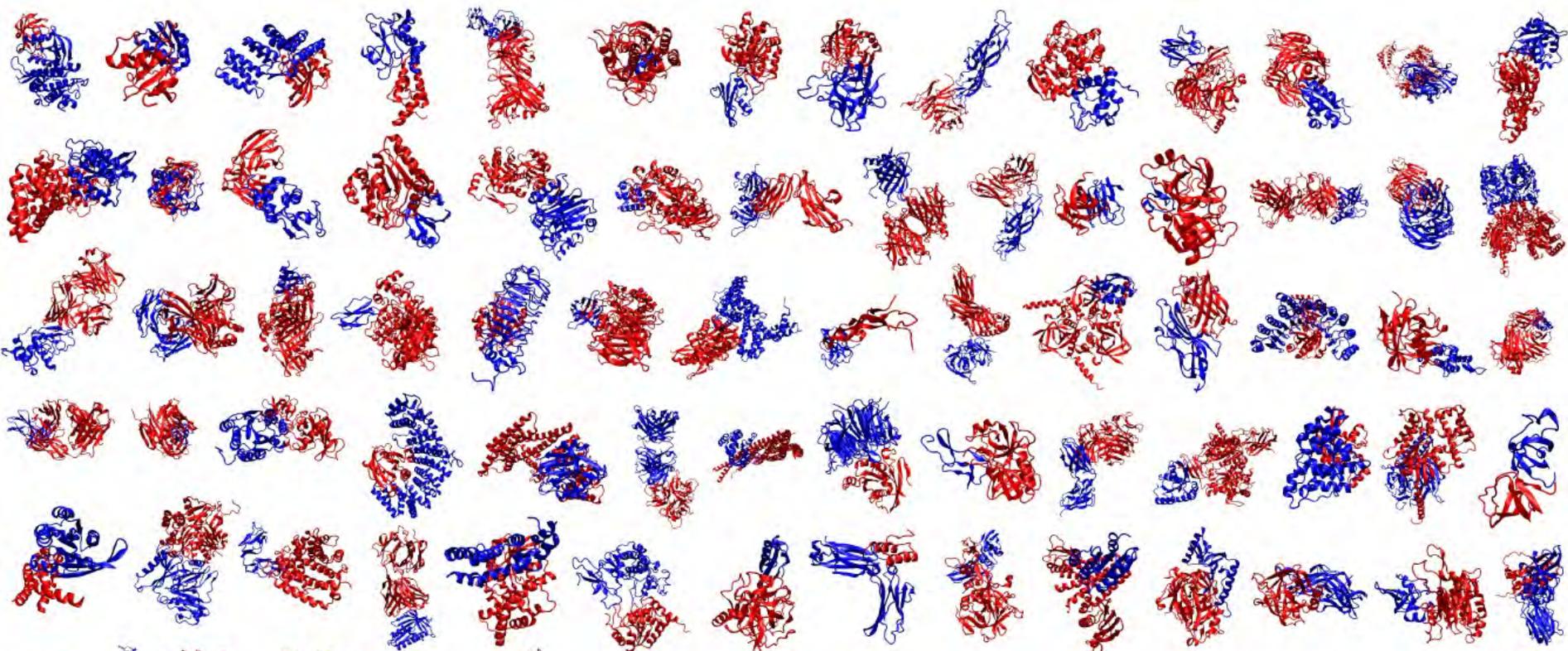
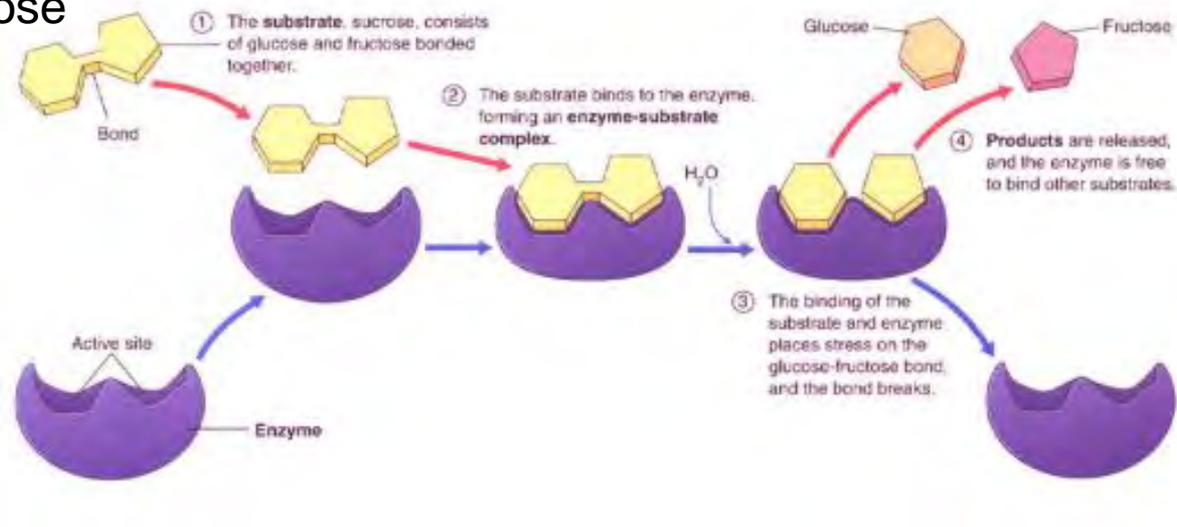
« un réseau »...

= des éléments qui entretiennent
des relations

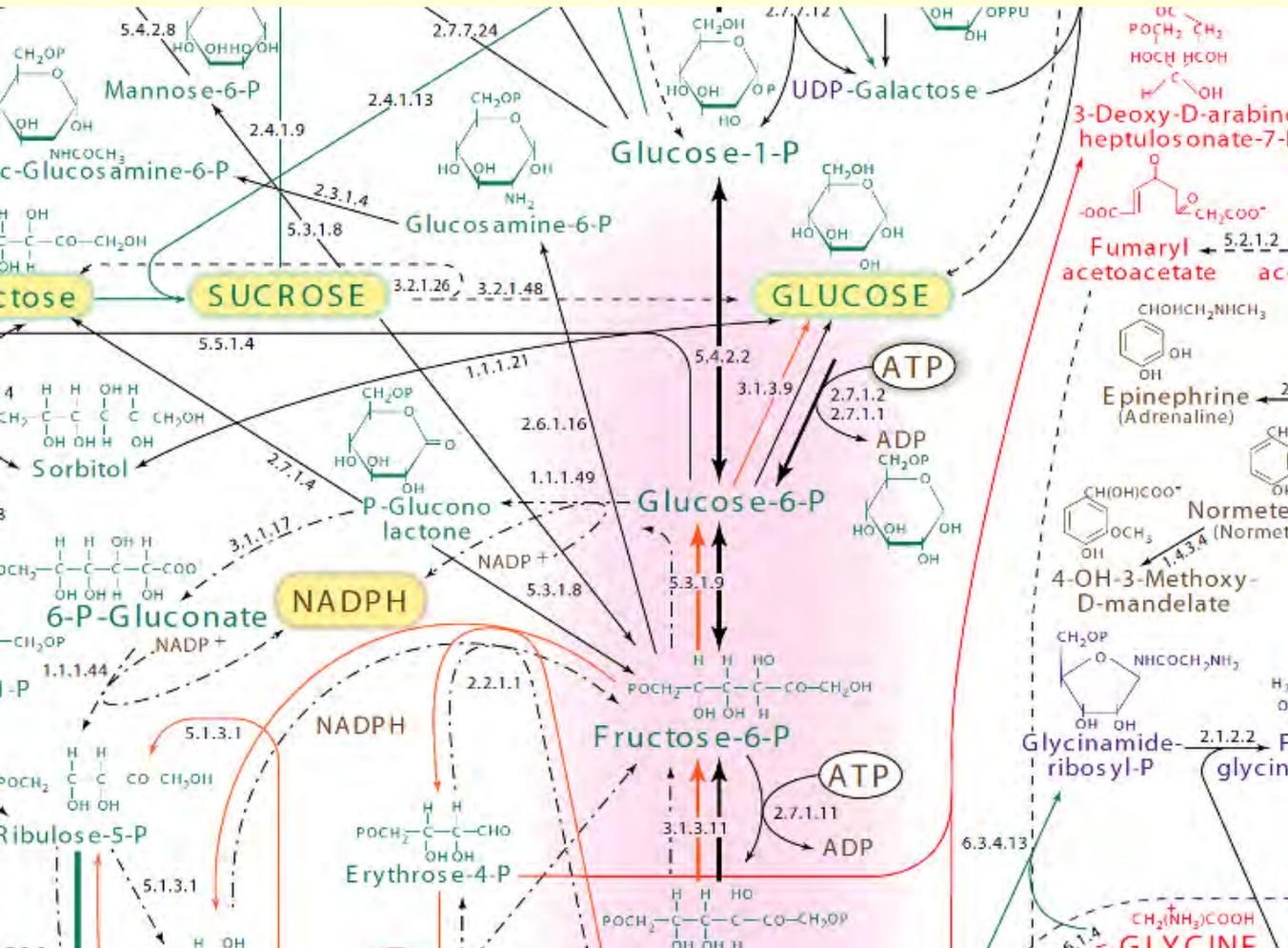


« un réseau complexe »... = cascades de réactions biochimiques dans une cellule

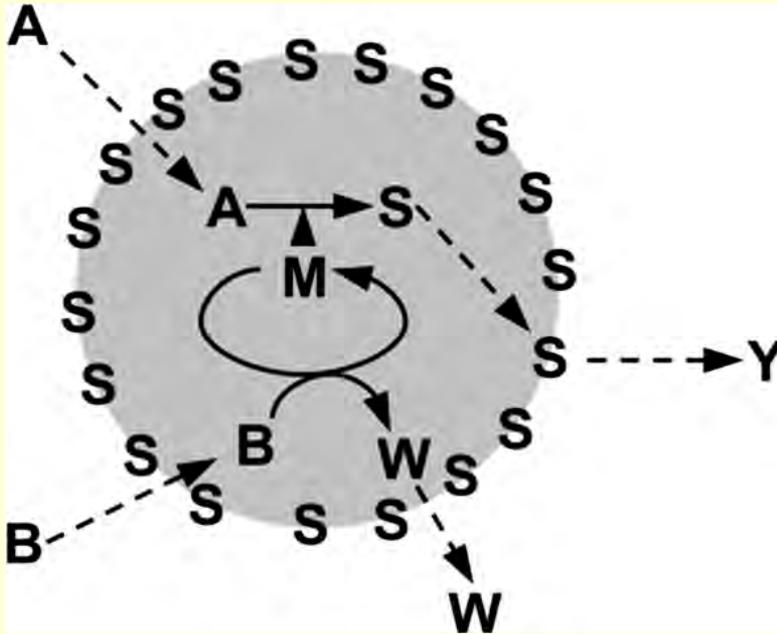
sucrose



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



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

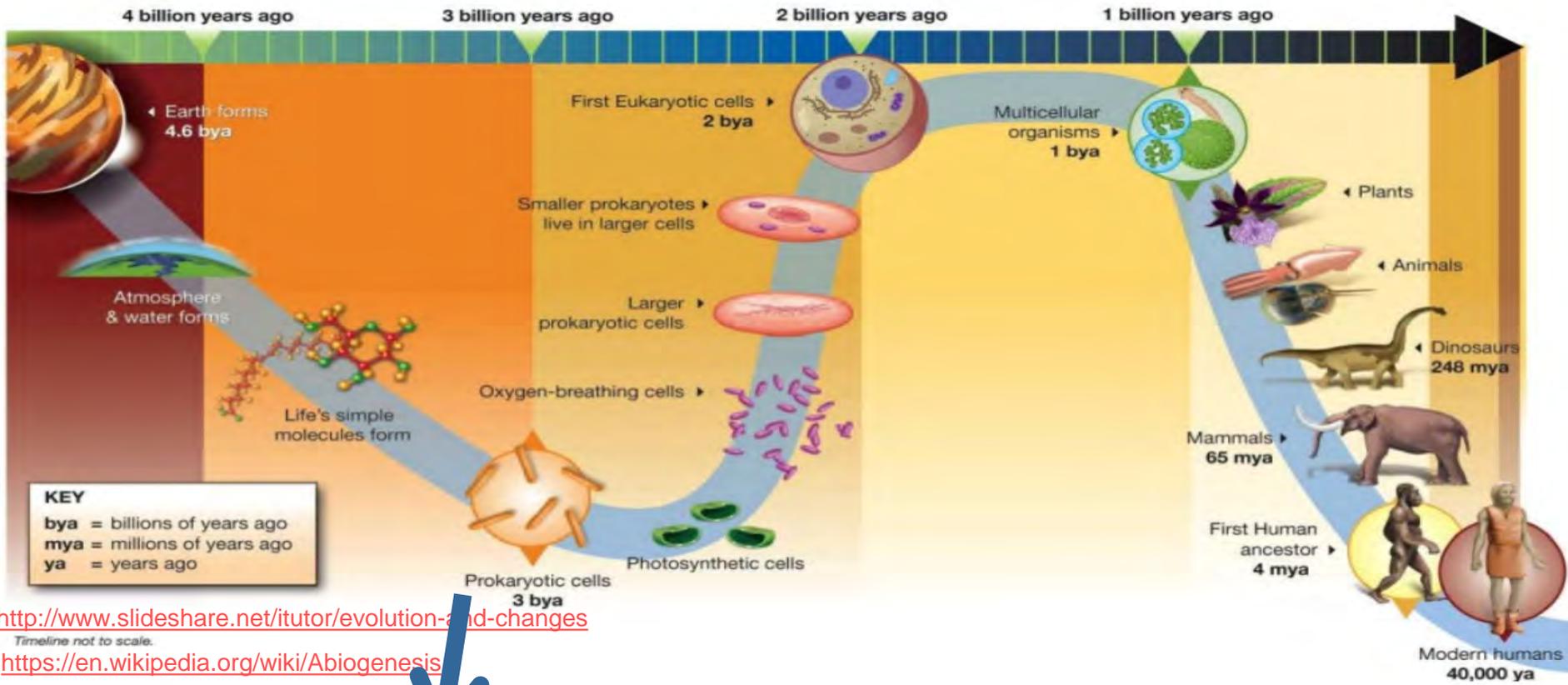


<http://www.humphath.com/spip.php?article17459>

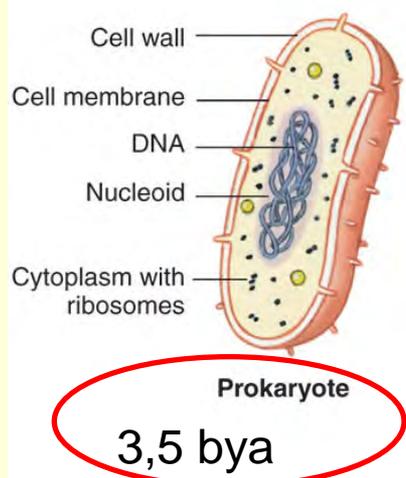
Toute cellule est donc un **système ouvert** (du point de vue thermodynamique), qui :

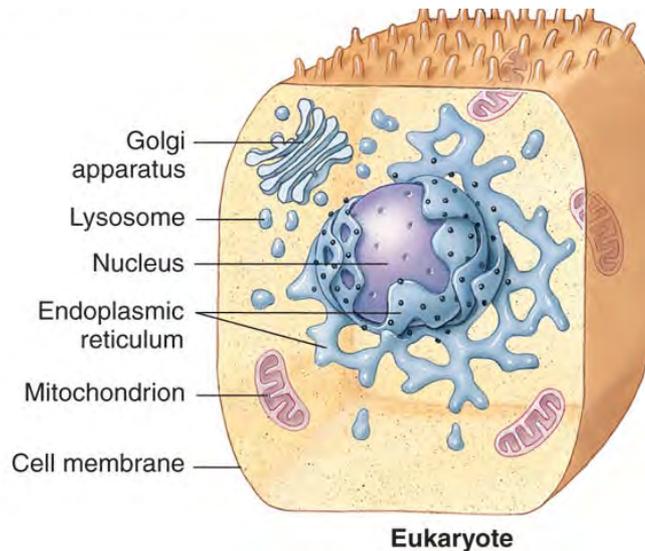
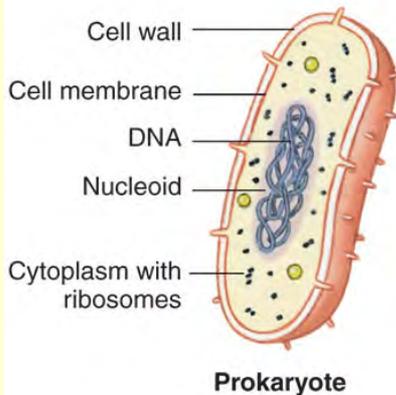
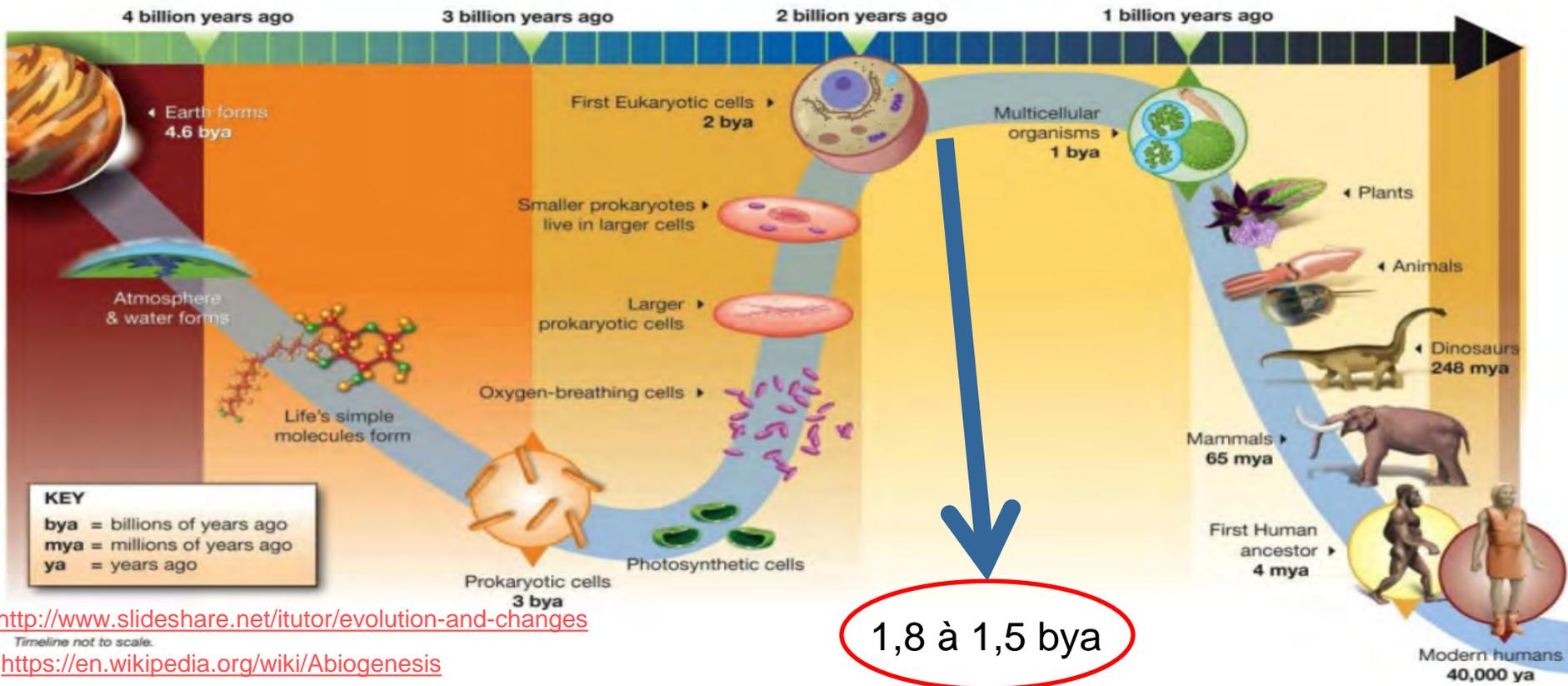
- a besoin de nutriments
- rejette des déchets
- construit sa propre **frontière** et tous ses **composants internes**, qui vont eux-mêmes engendrer les processus qui produisent tous les composants, etc.



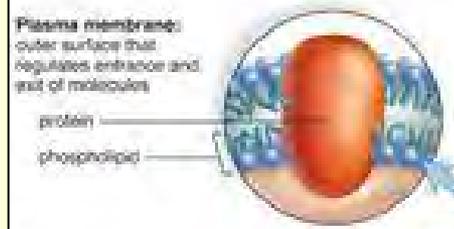
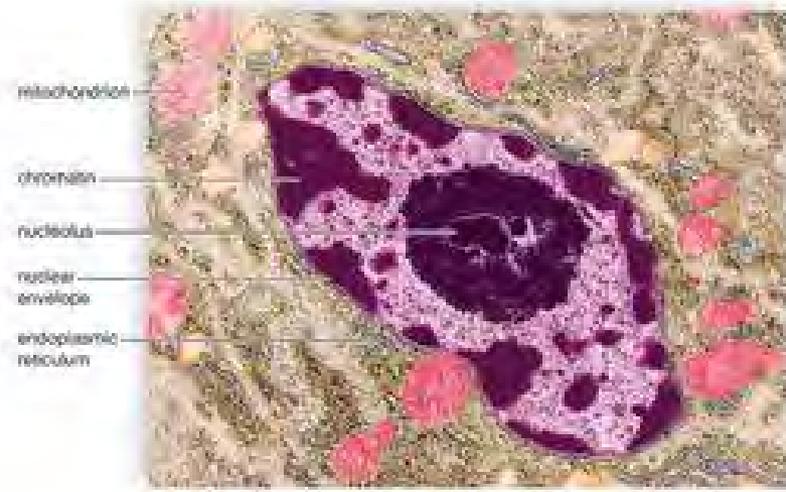


<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Abiogenesis>

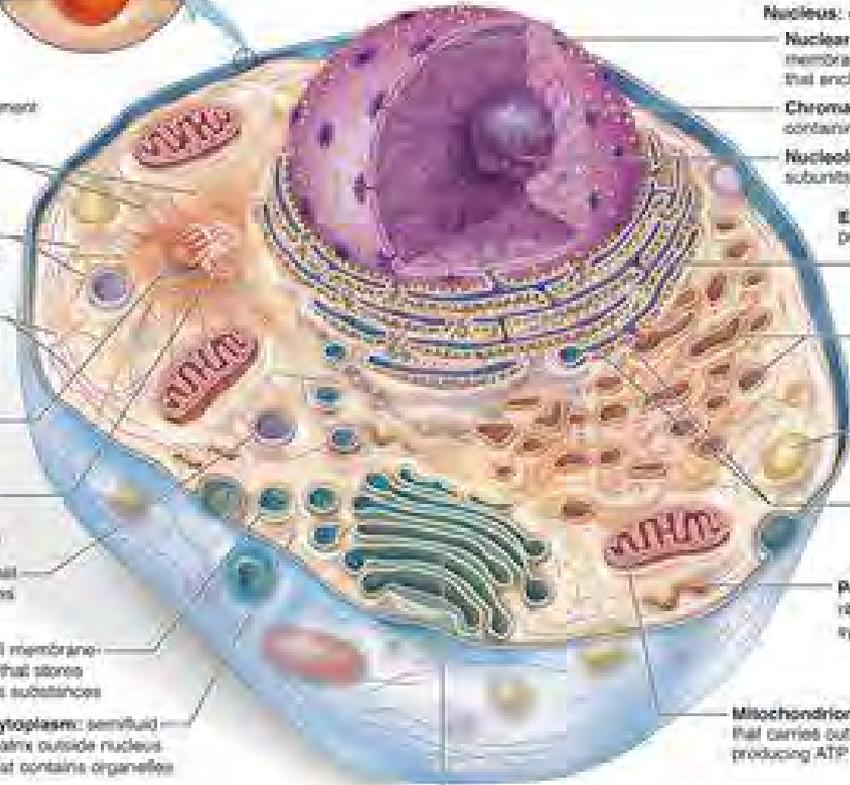




Les réseaux complexes se « compartimentalisent »

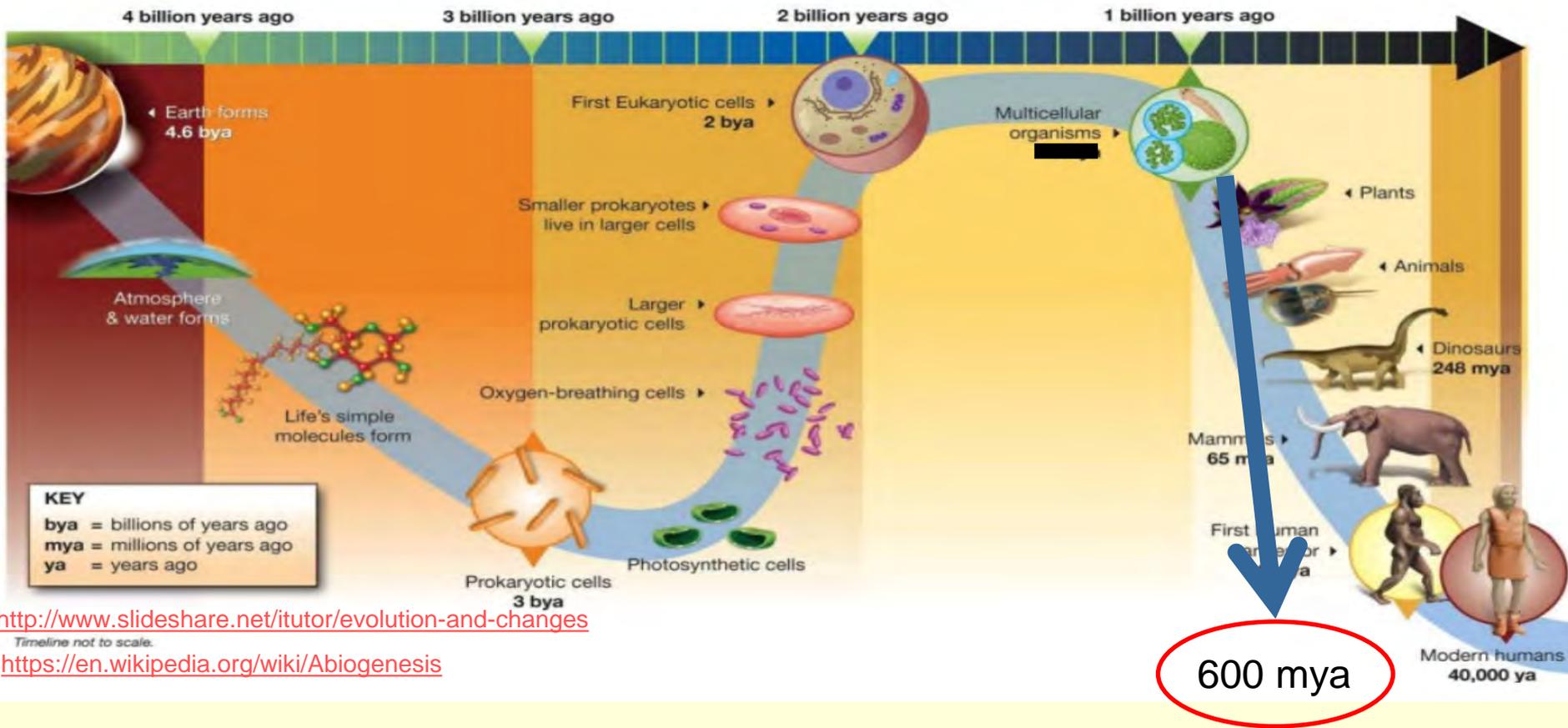


- Cytoskeleton:** maintains cell shape and assists movement of cell parts:
 - Microtubules:** protein; cylinders that move organelles
 - Intermediate filaments:** protein fibers that provide stability of shape
 - Actin filaments:** protein fibers that play a role in change of shape
- Centrioles*:** short 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



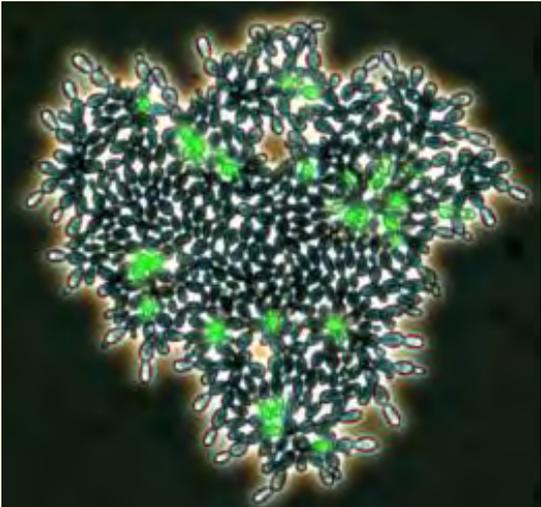
- Nucleus:** command center of cell
- Nuclear envelope:** double membrane with nuclear pores that encloses nucleus
- Chromatin:** diffuse threads containing DNA and protein
- Nucleolus:** region that produces subunits of ribosomes
- Endoplasmic reticulum:** protein and lipid metabolism
 - Rough ER:** 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



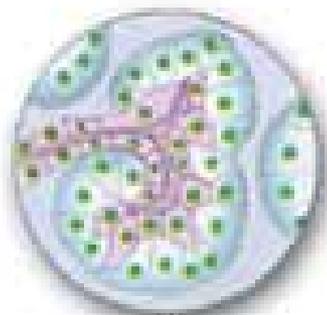
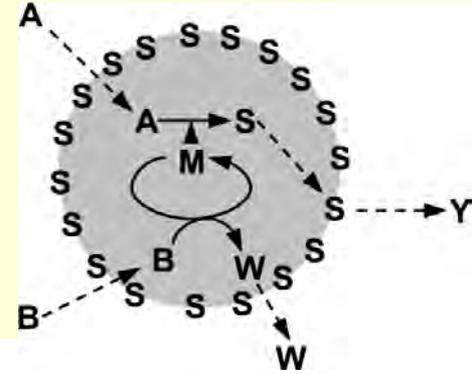
<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Abiogenesis>

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.

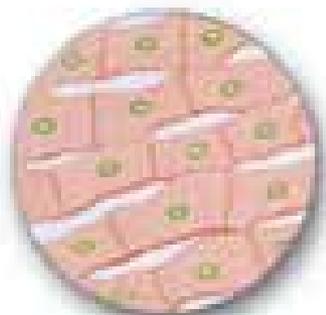


Chez les multicellulaires, on va aussi assister au phénomène de **spécialisation cellulaire**...

...mais toutes ces cellules sont des systèmes autopoïétiques !



cellule
pancréatique



cellule
cardiaque



cellule
sanguine



cellule
pulmonaire



ovule



cellule
osseuse



cellule
de la rate



cellule
musculaire

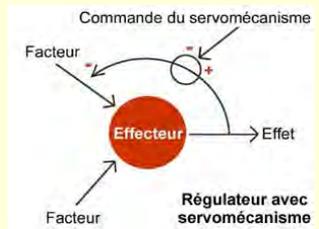
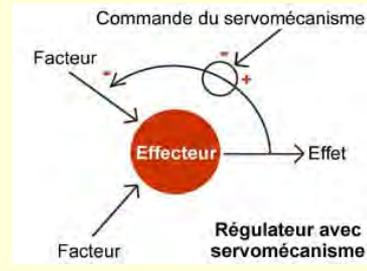
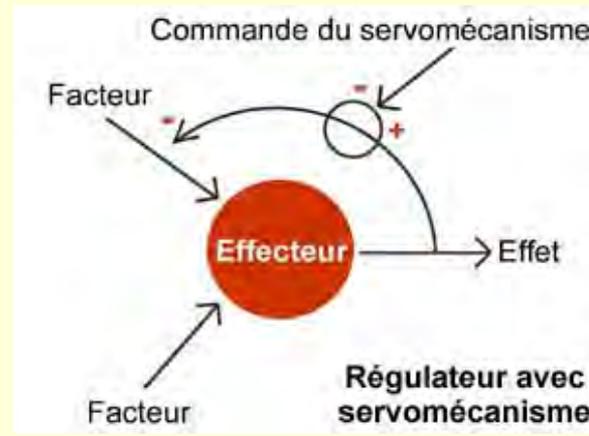
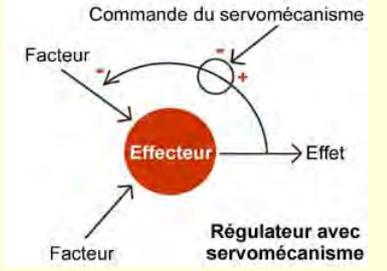
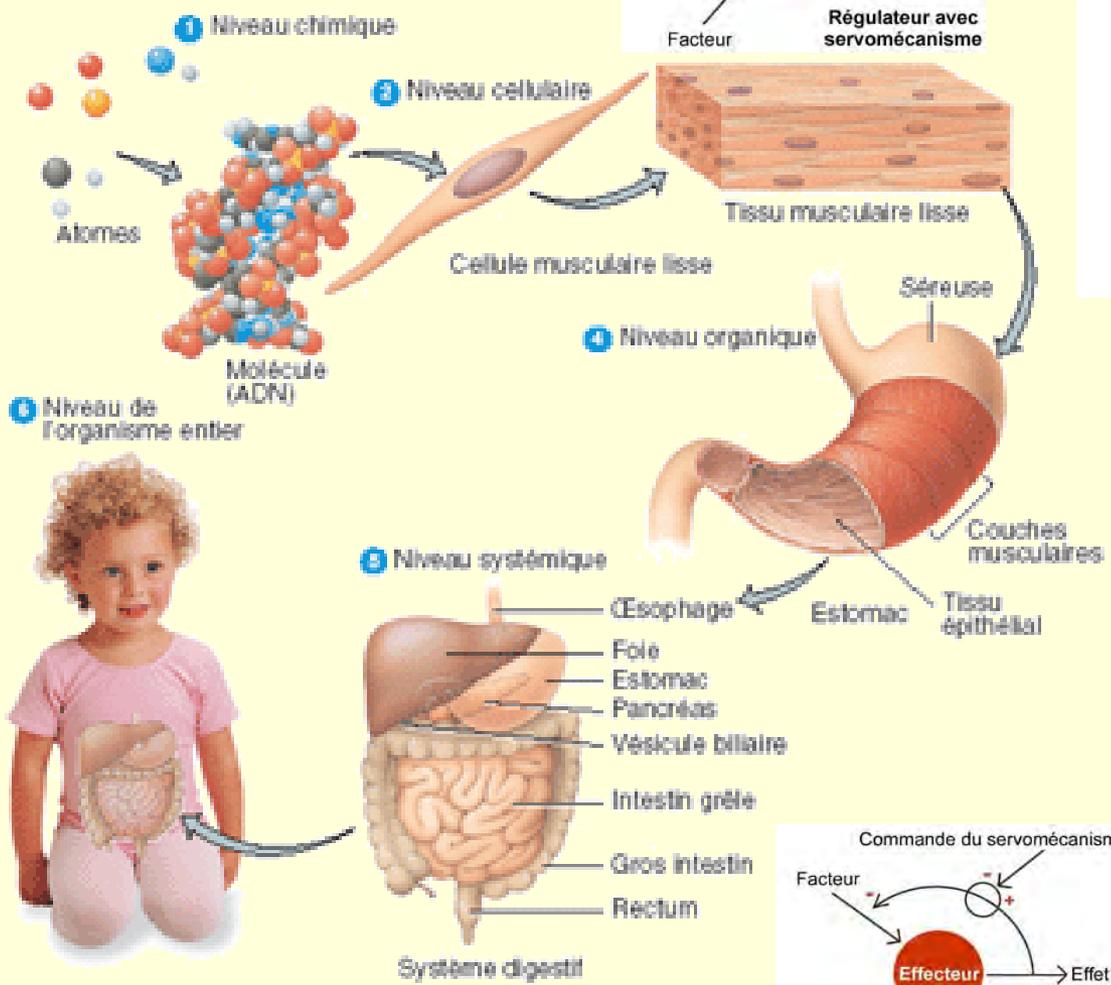


cellule
du cerveau



cellule
du foie

Niveaux d'organisation structurale du corps humain (Figure 1.1)



Avant de considérer les particularité du **systems nerveux** chez les animaux...

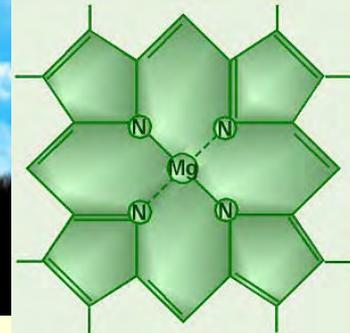
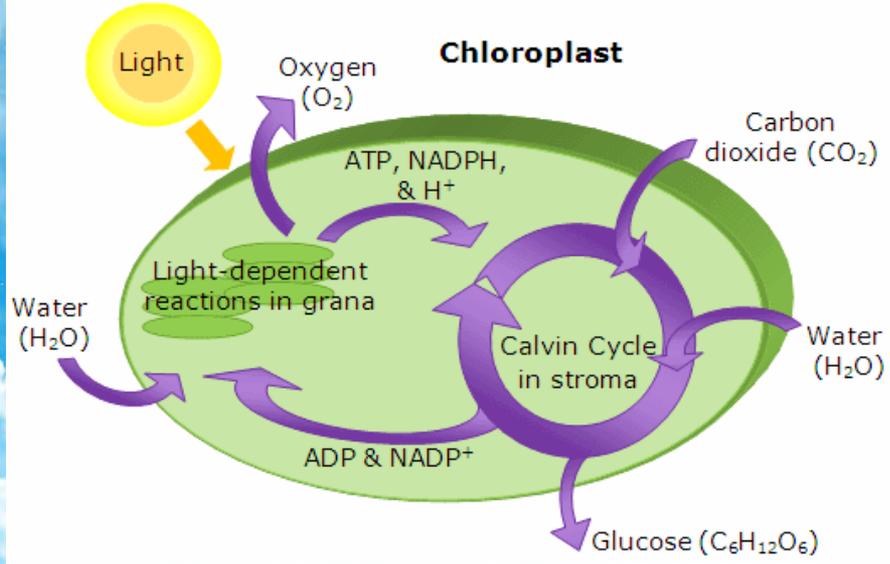
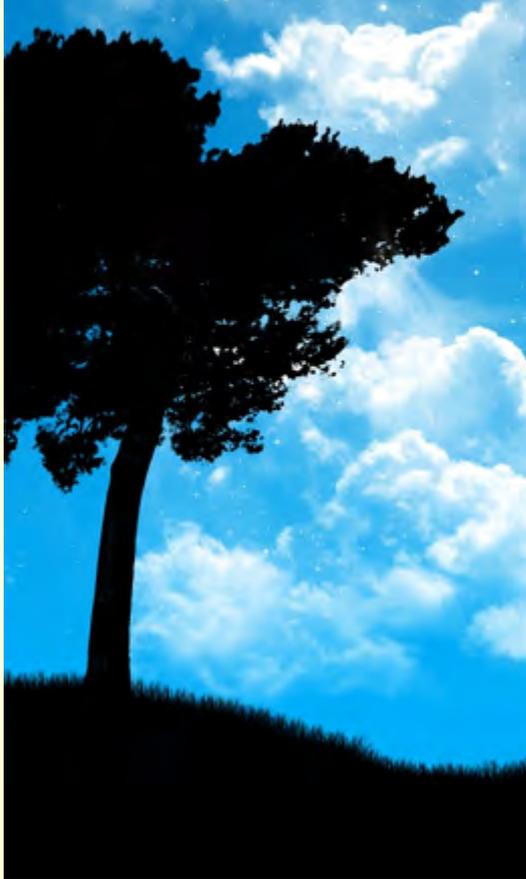
il faut rappeler ici le 2^e principe de la thermodynamique





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

- Henri Laborit

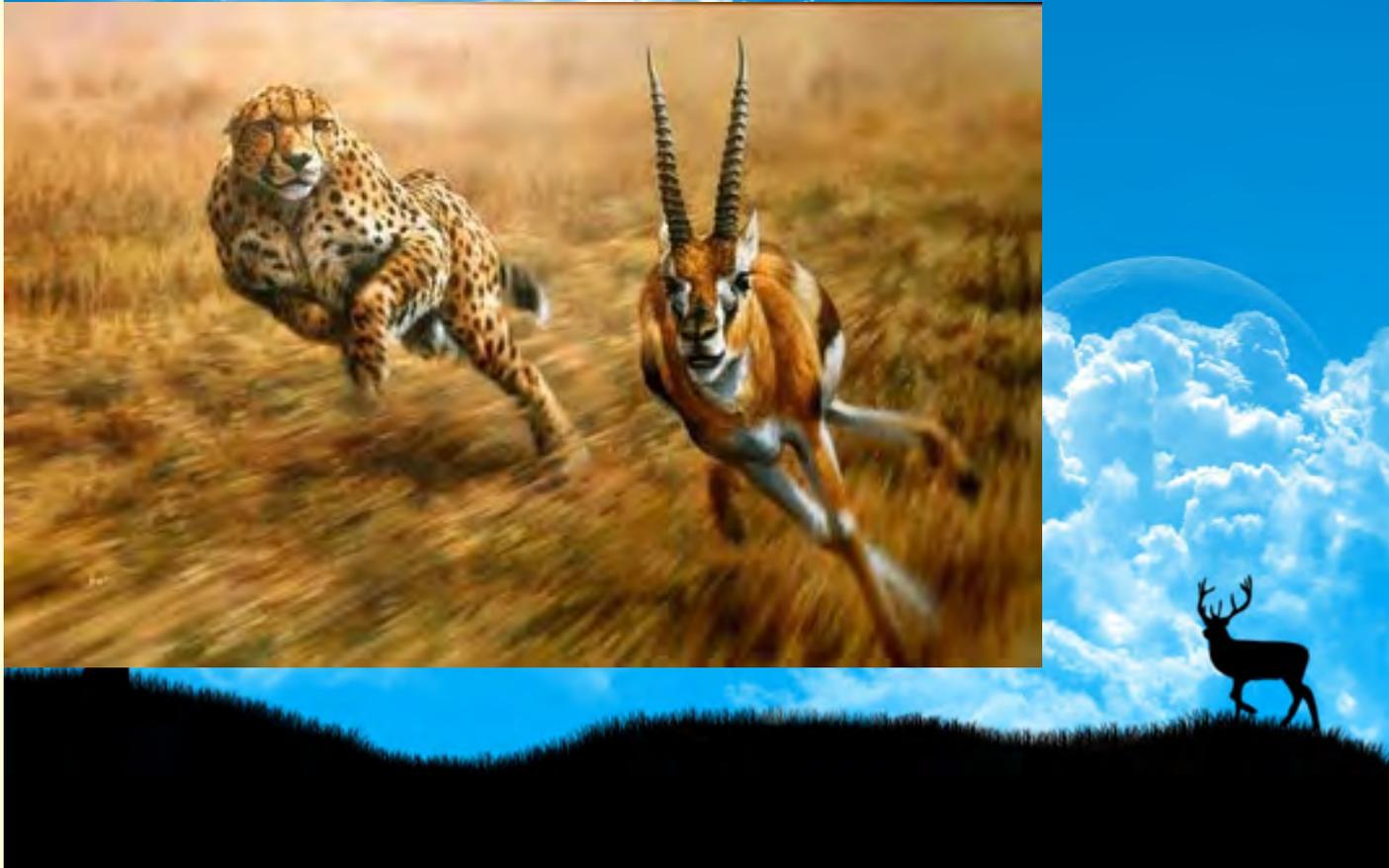


Plantes :

photosynthèse

grâce à l'énergie du soleil

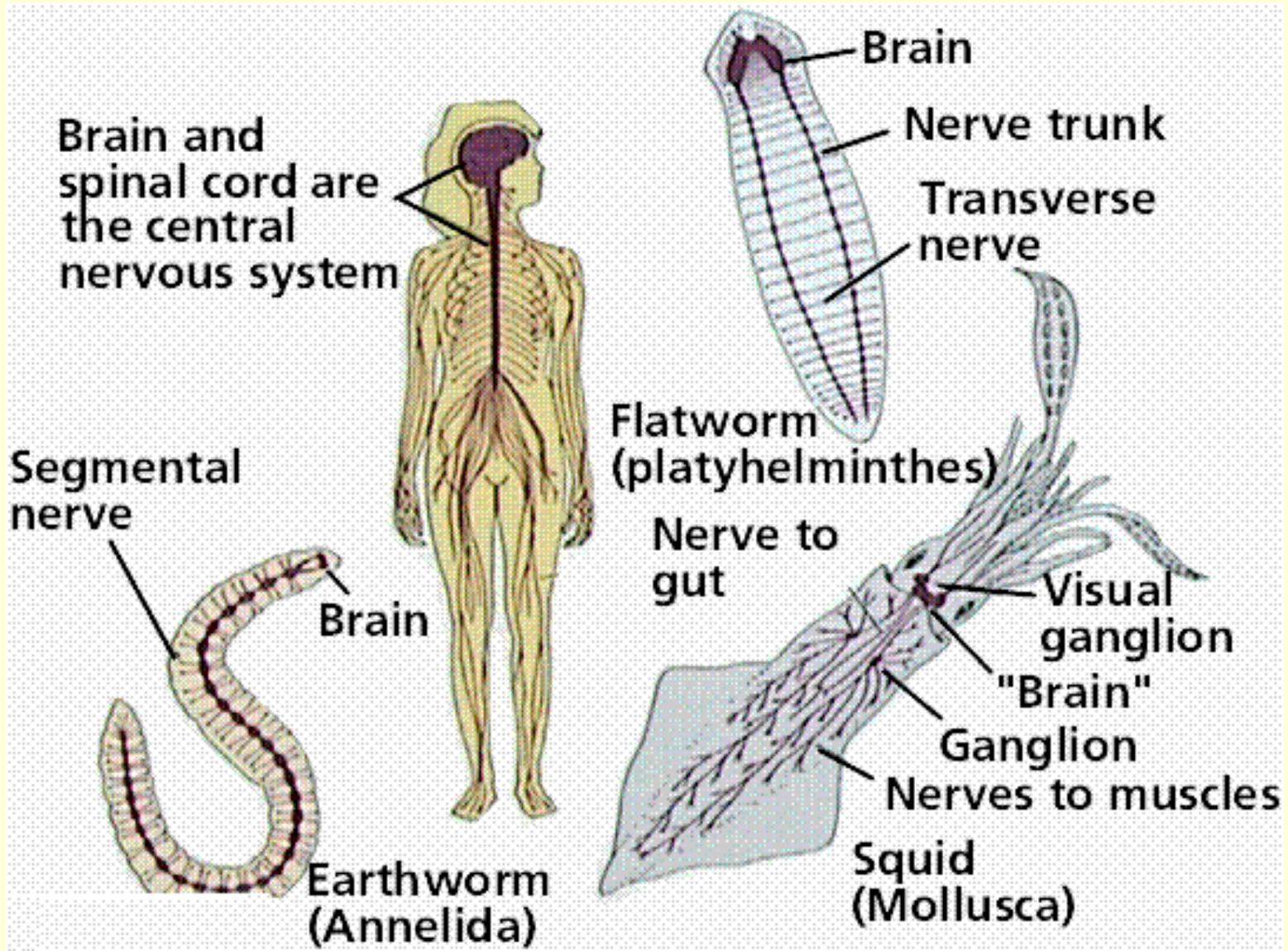




Animaux :

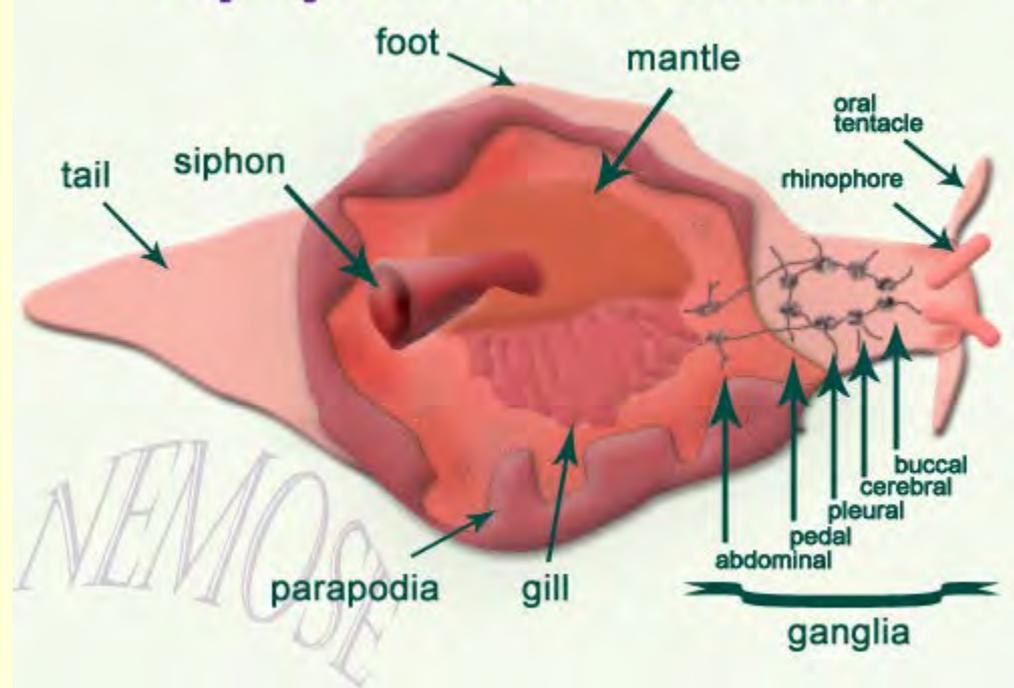
autonomie motrice
pour trouver leurs ressources
dans l'environnement

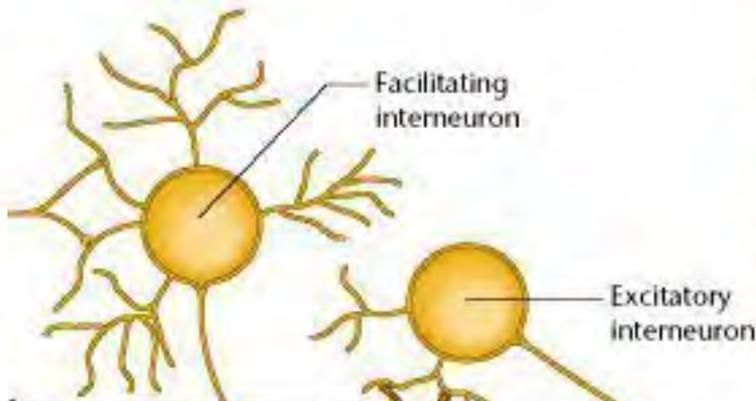
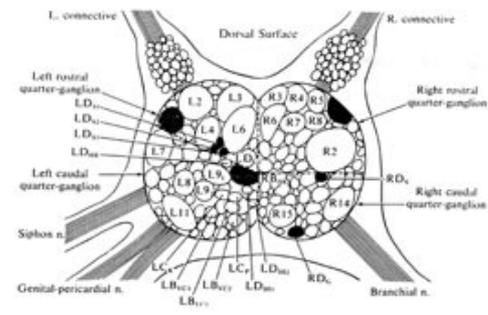
Systemes nerveux !





Aplysie
(mollusque marin)





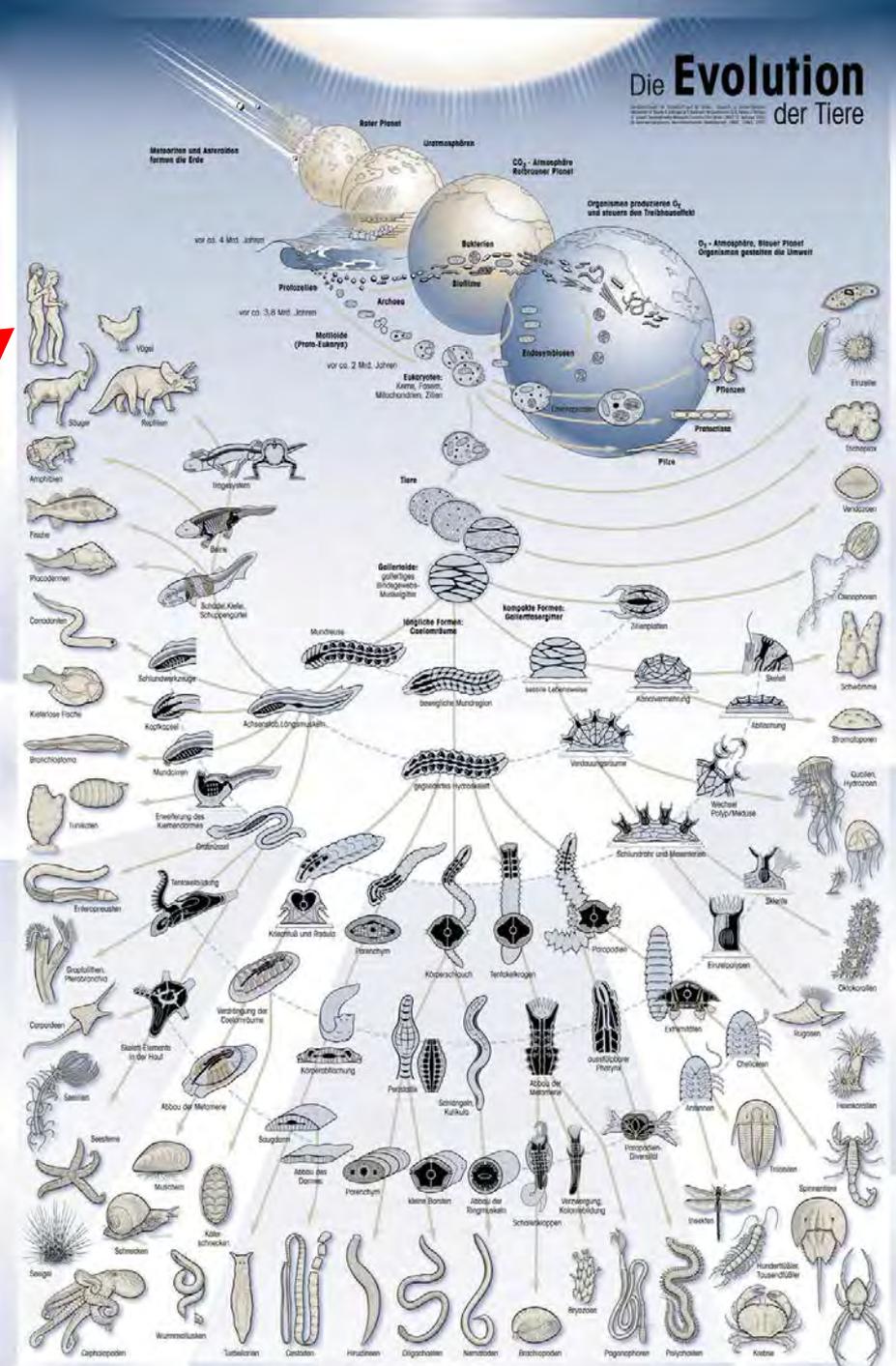
Synapses, neurotransmitter



Une boucle sensori - motrice

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

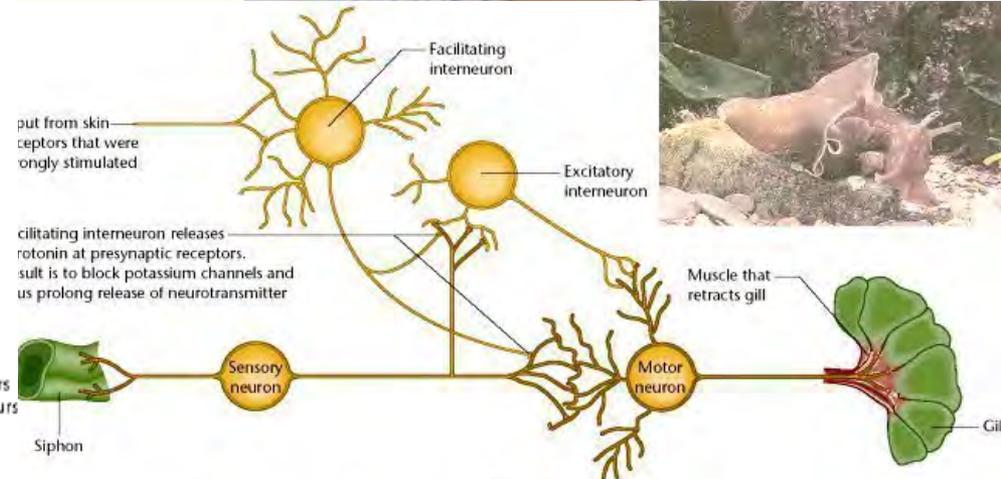
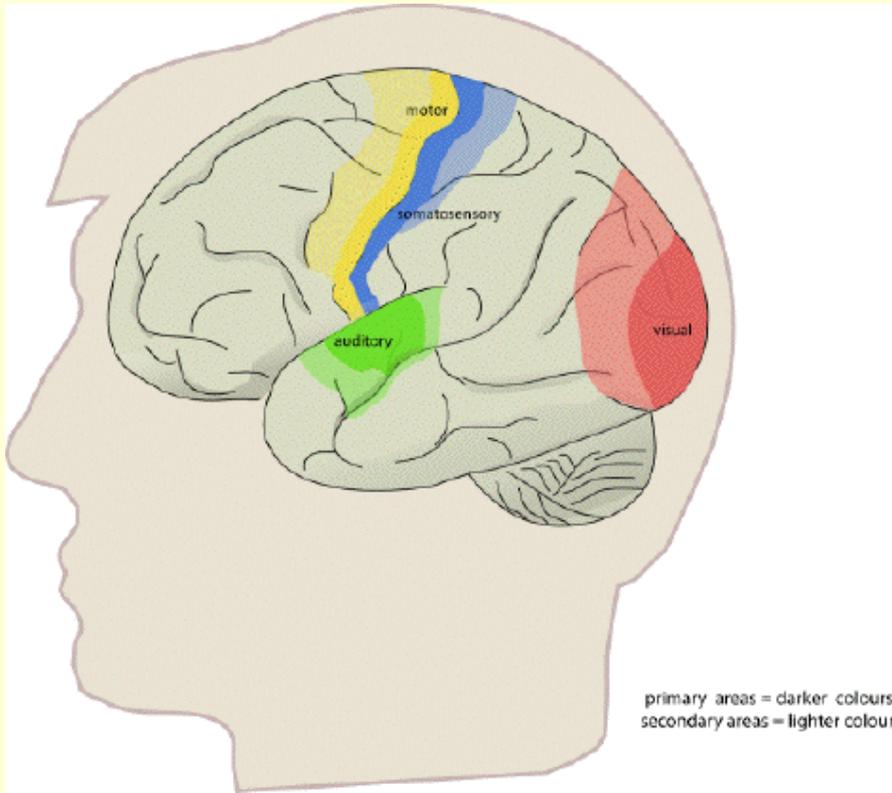
...et l'une des variantes sera nous !

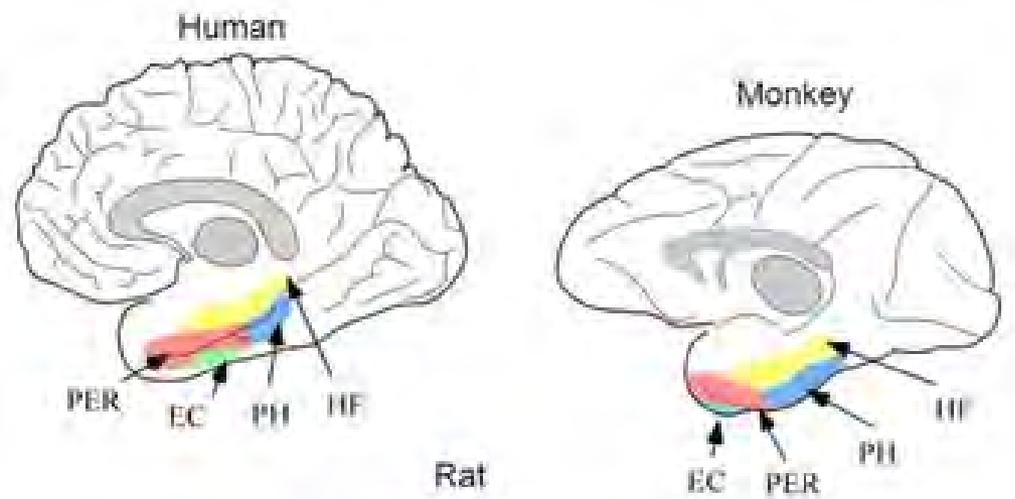


Le cerveau humain est encore construit sur cette **boucle perception – action**,

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

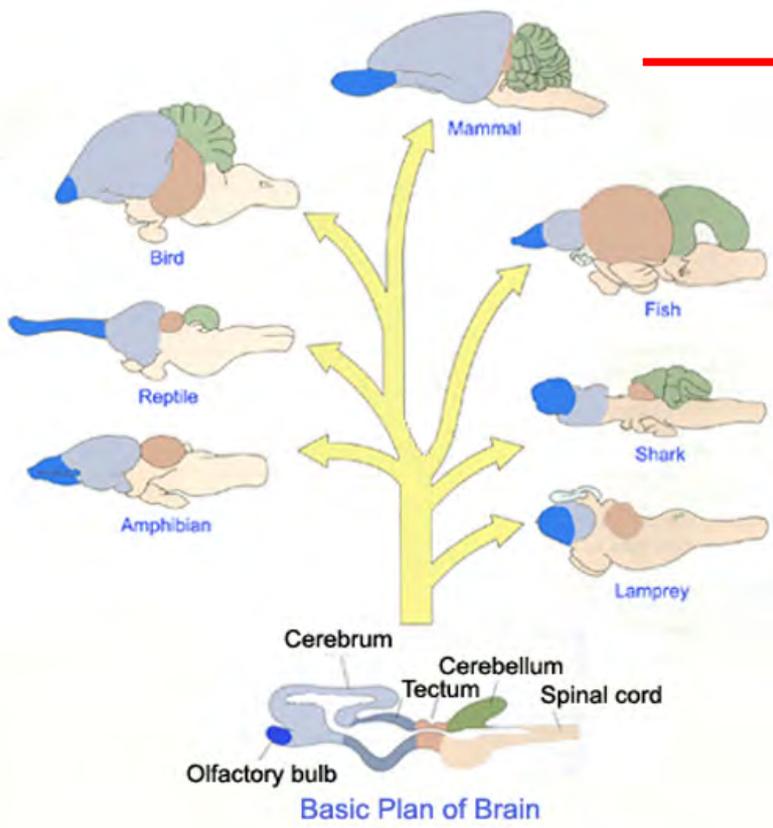
comme les inter-neurones de l'aplysie.





HF = Hippocampal formation
 EC = Entorhinal cortex
 PH = Parahippocampus
 PER = Perirhinal cortex
 POR = Postrhinal cortex

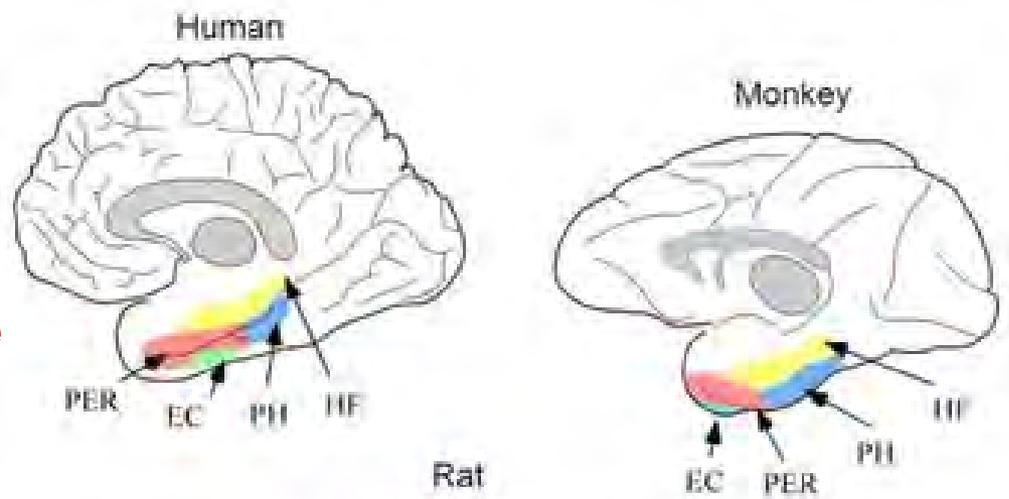
From Kerr et al, *Hippocampus* 2007



Navigation spatiale

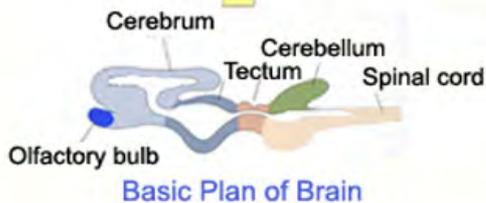
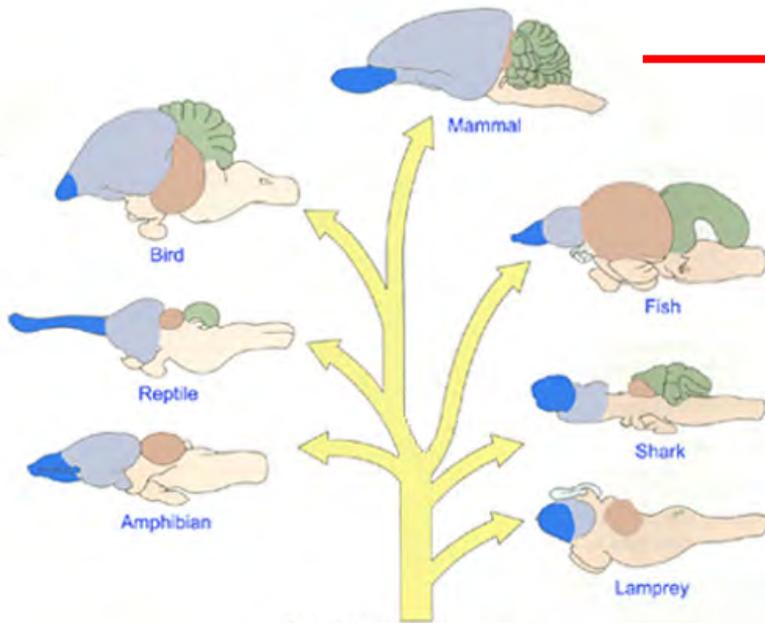


Navigation spatiale + Mémoire déclarative



HF = Hippocampal formation
EC = Entorhinal cortex
PH = Parahippocampus
PER = Perirhinal cortex
POR = Postrhinal cortex

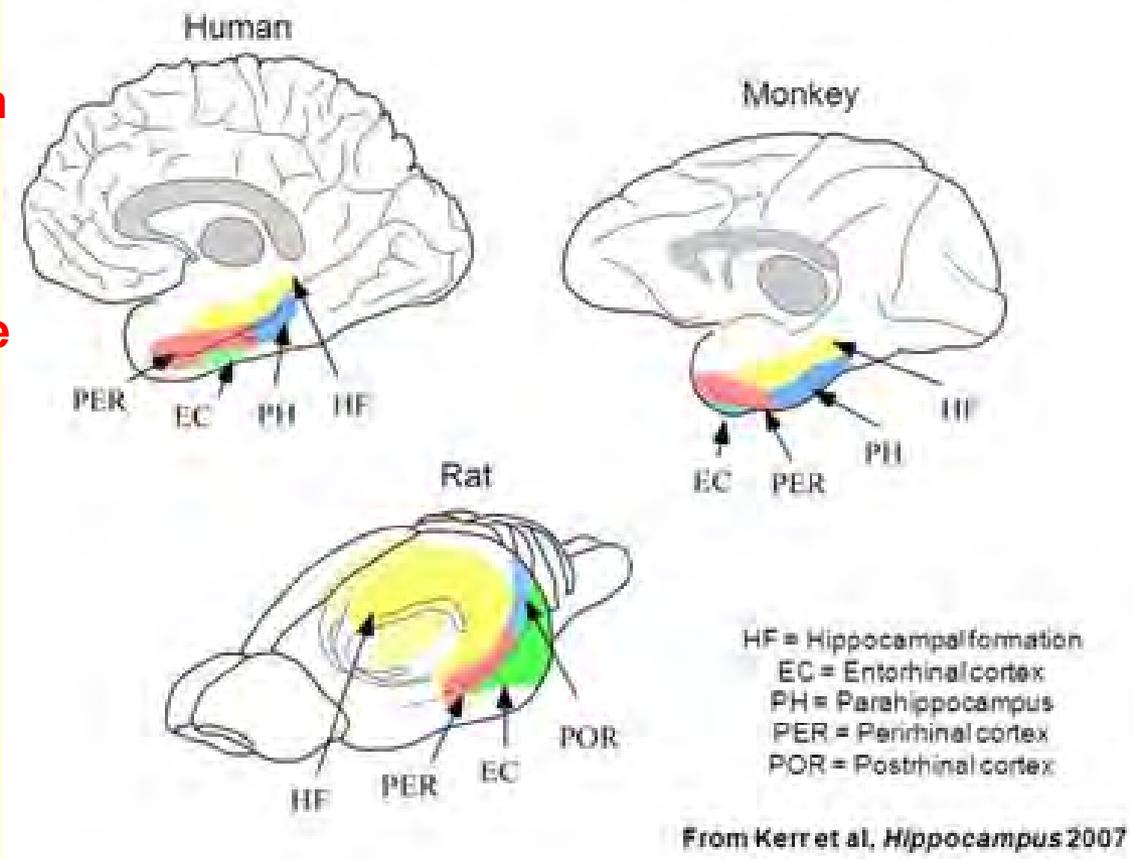
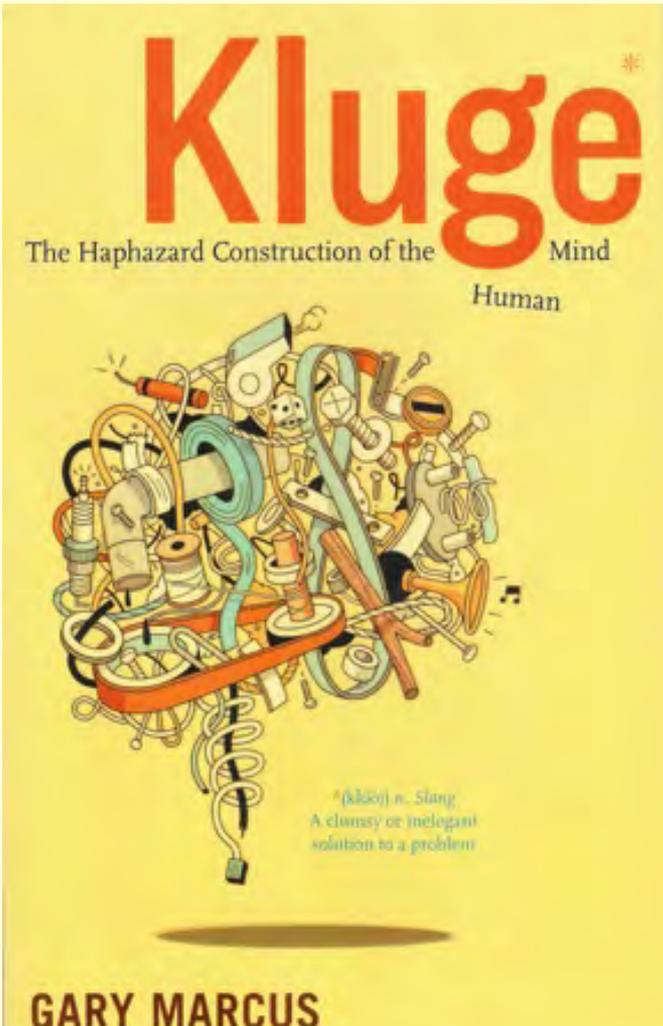
From Kerr et al, *Hippocampus* 2007



Navigation spatiale



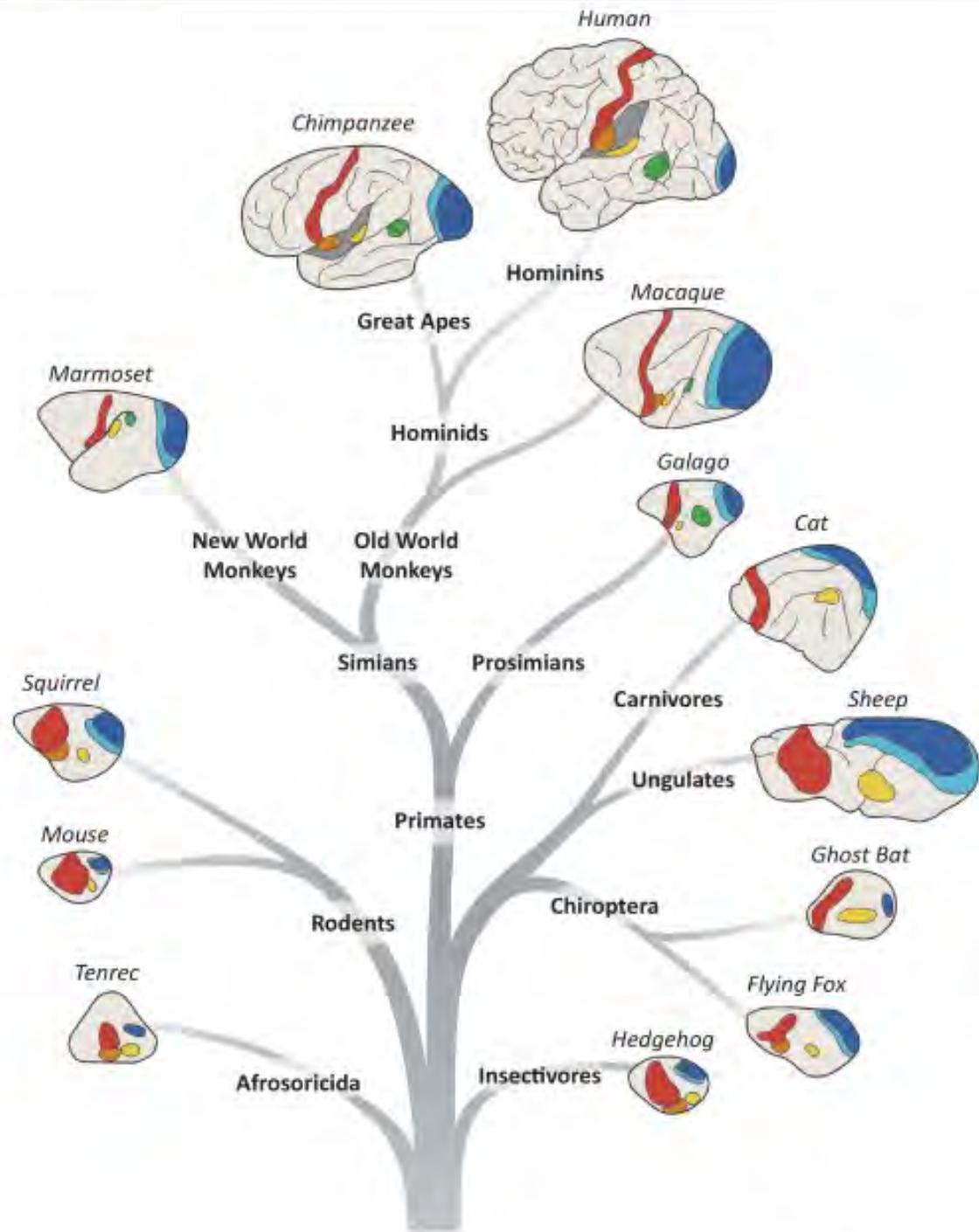
**Navigation spatiale
+
Mémoire déclarative**

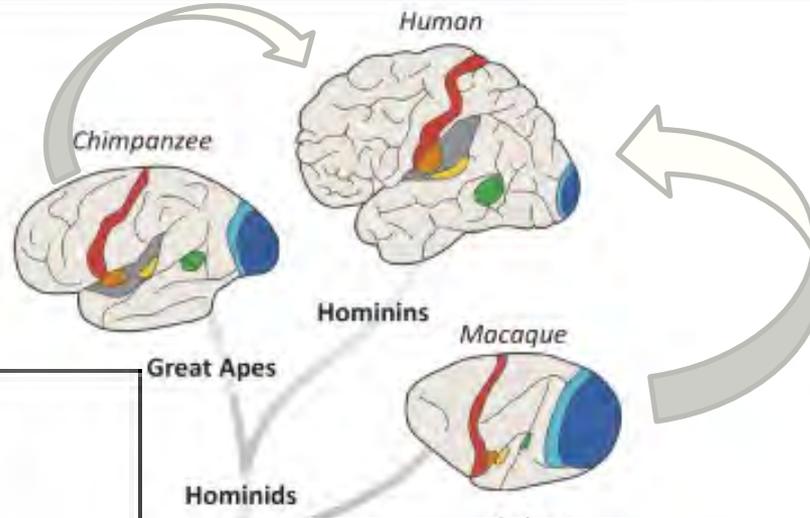


Navigation spatiale

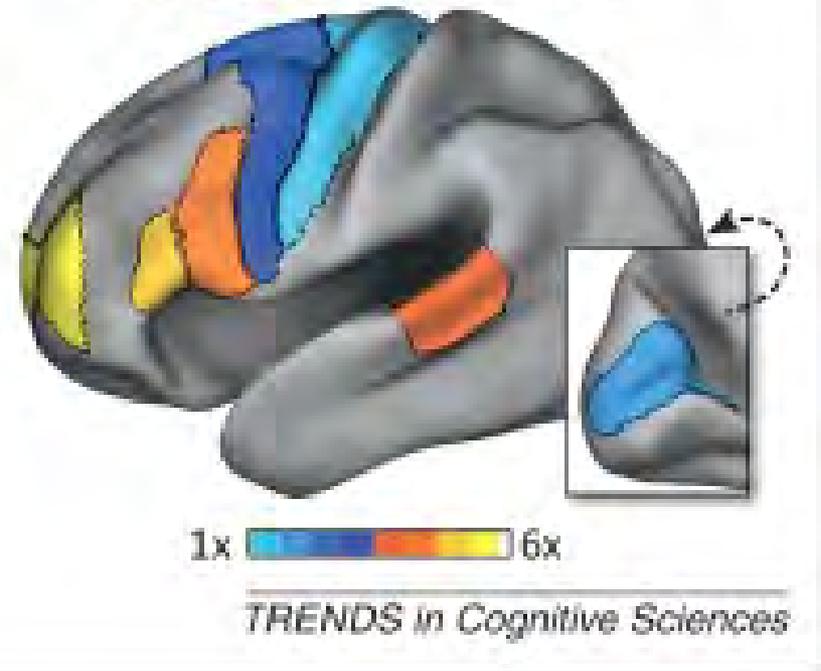
« Recyclage neuronal »



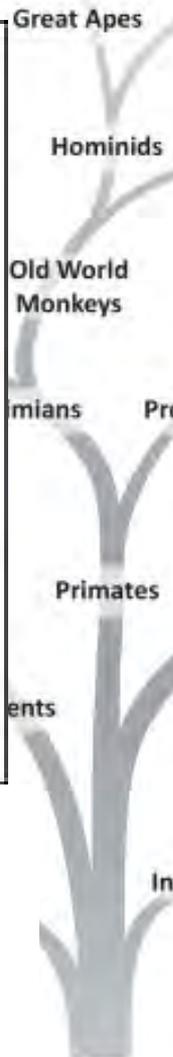




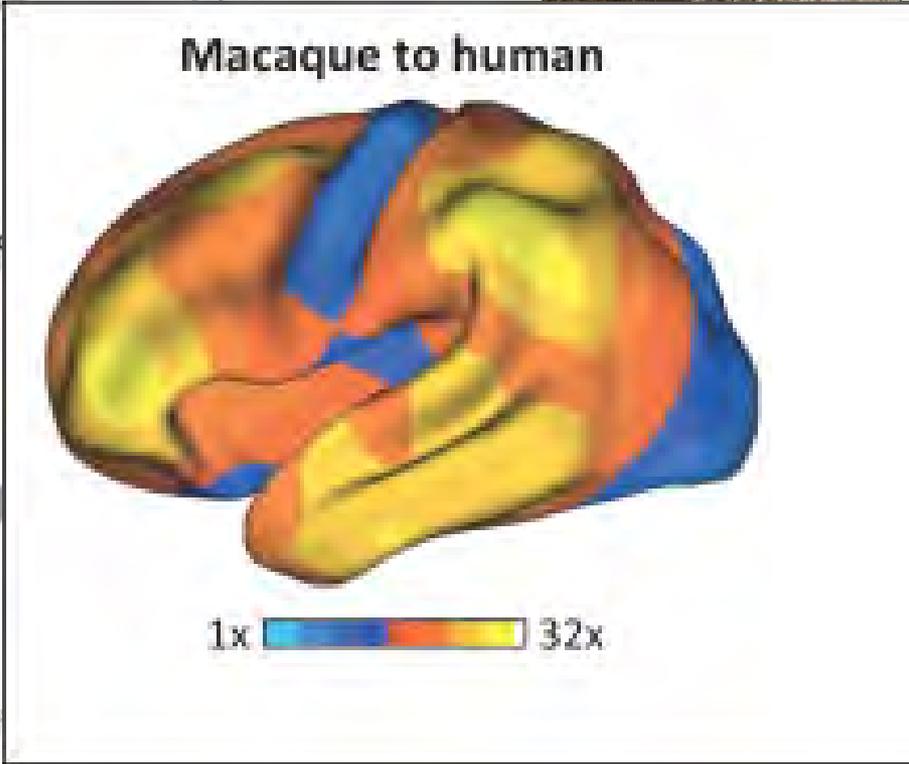
Chimpanzee to human



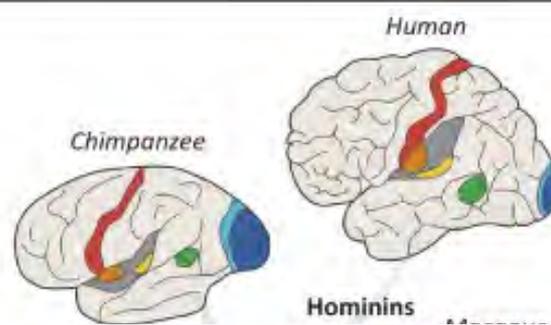
Ancêtre commun :
environ 6-7 millions d'années



Macaque to human



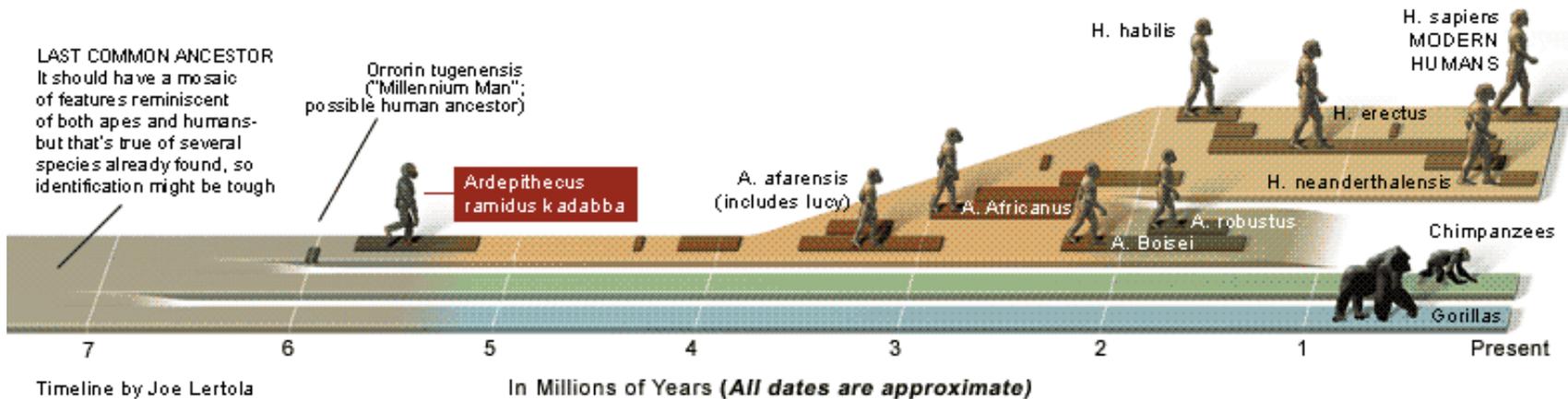
Ancêtre commun :
environ 25 millions d'années



THE PROCESS OF HOMINISATION

A WALK THROUGH HUMAN EVOLUTION

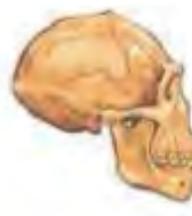
The newest fossils have brought scientists tantalizingly close to the time when humans first walked upright—splitting off from the chimpanzees. Their best guess now is that it happened at least 6 million years ago [Click here to read the cover story >>](#)



Proconsul



Australopithecus



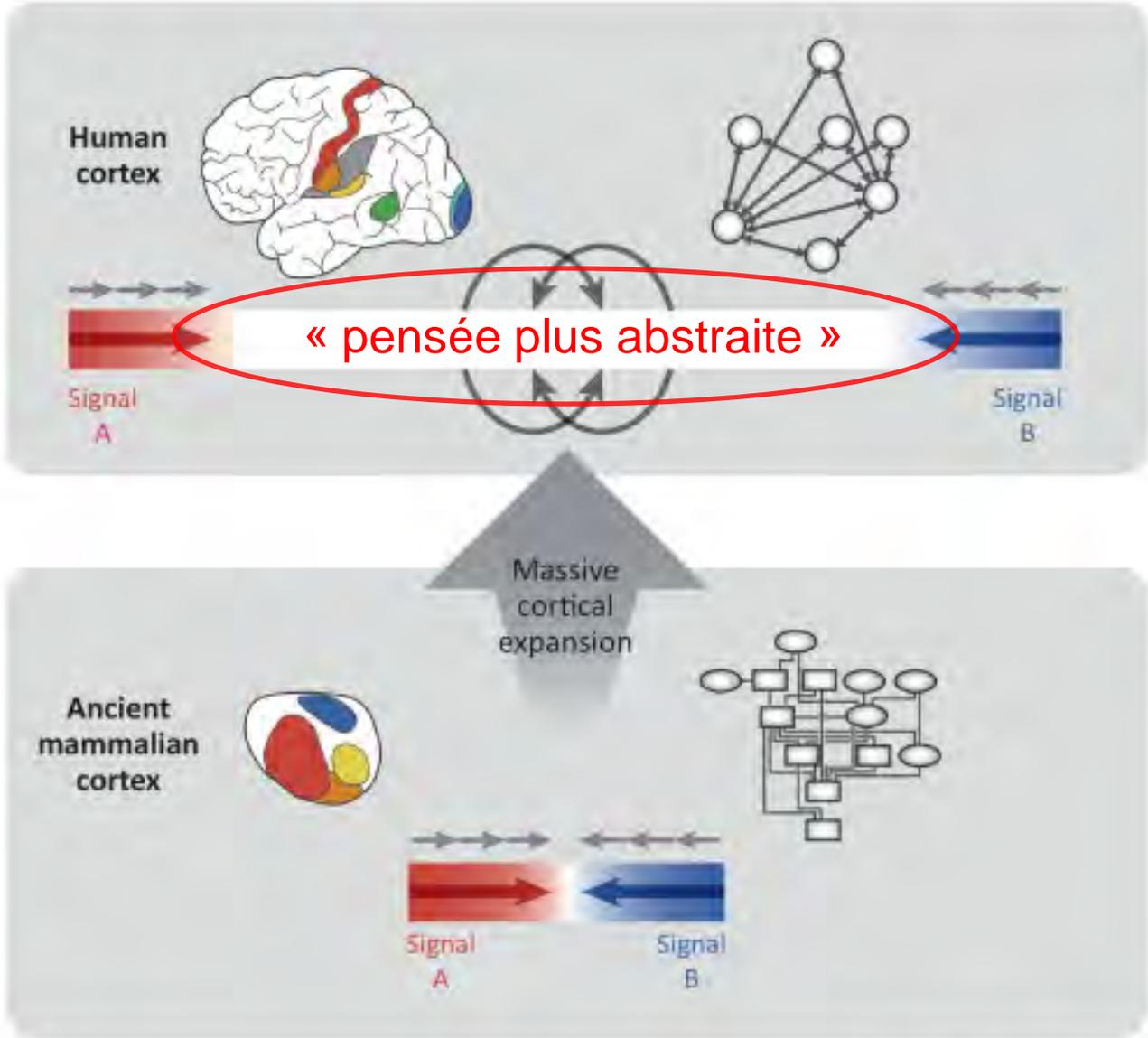
Homo erectus



Neanderthal



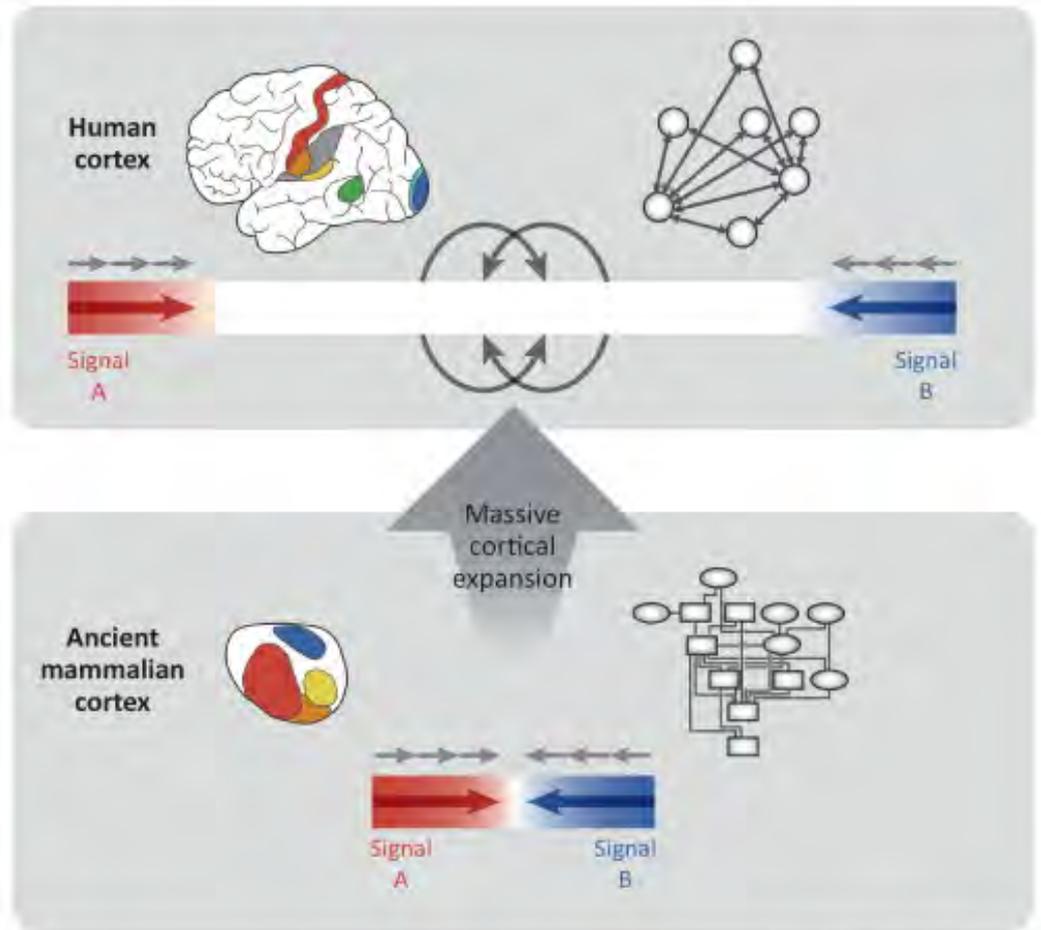
Homo sapiens



TRENDS in Cognitive Sciences

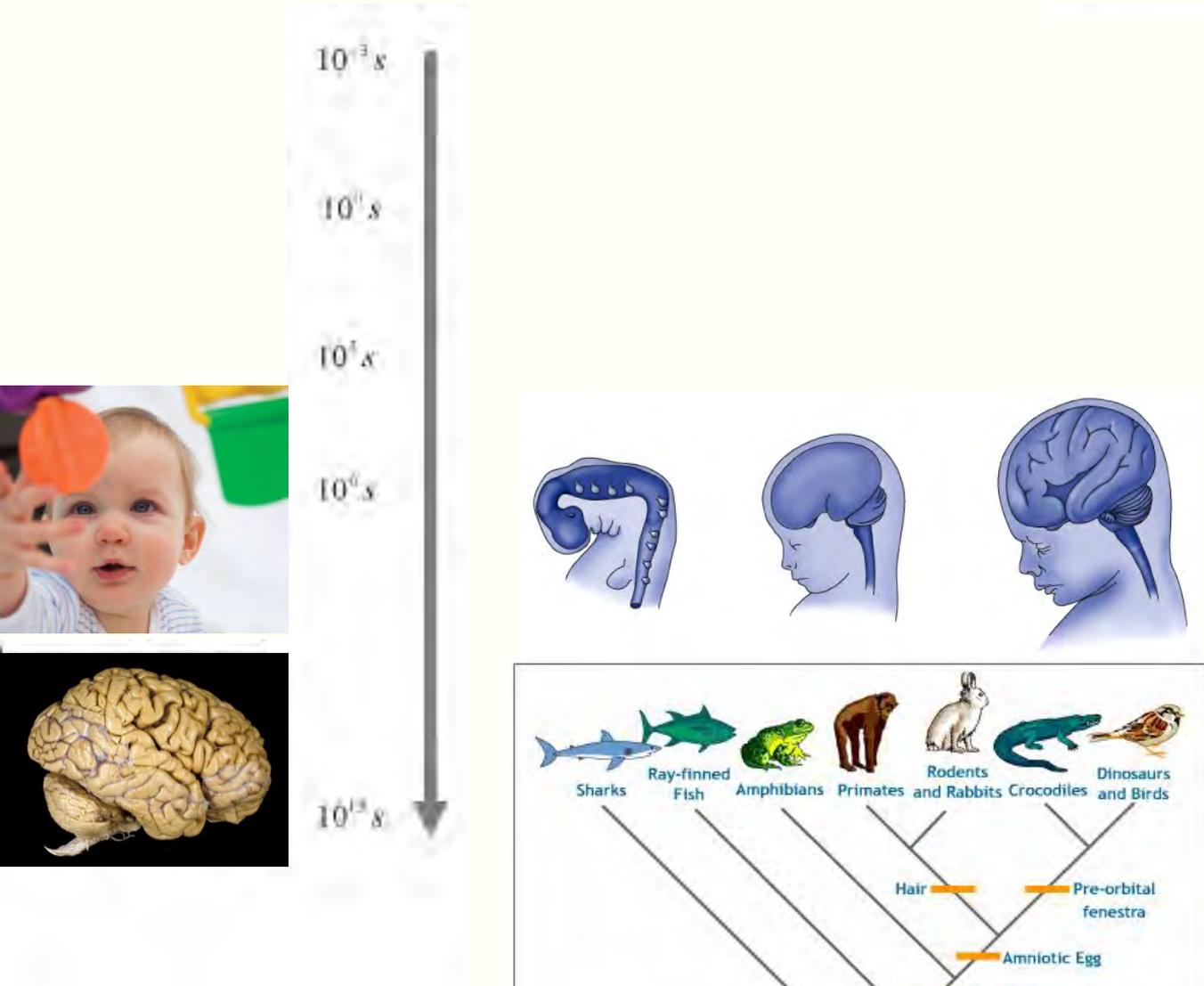
TRENDS in Cognitive Sciences

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



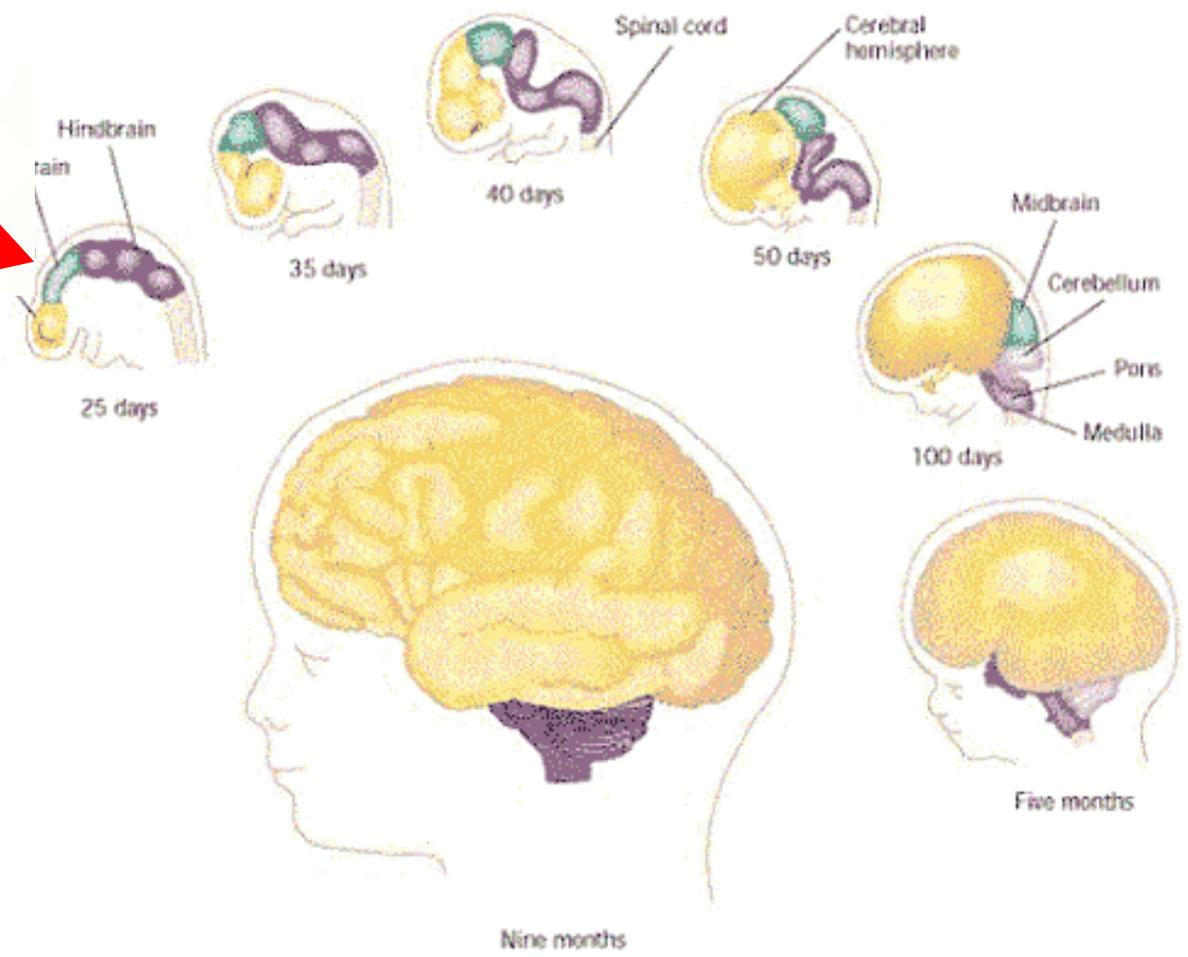
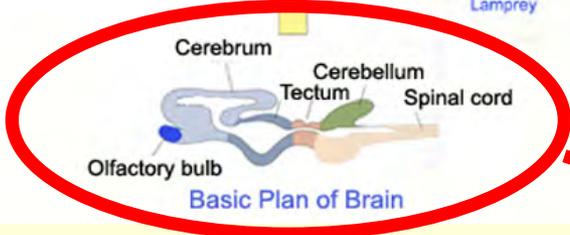
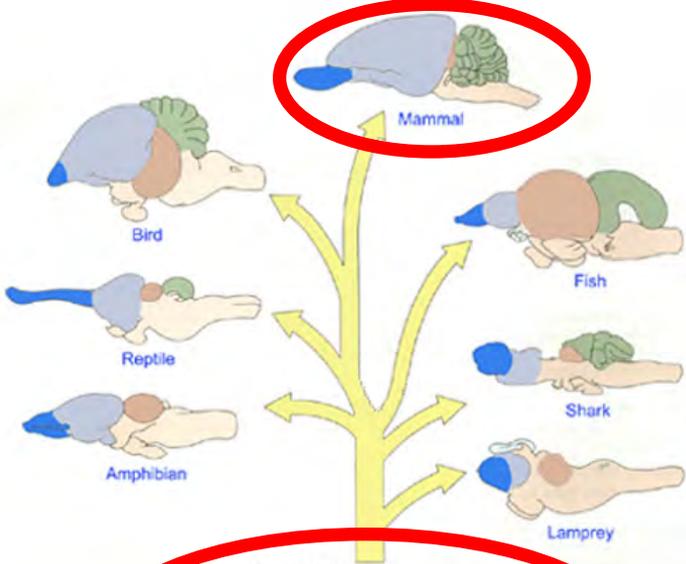
...au début de la vie, tout se fait en « online »

Des processus dynamiques à différentes échelles de temps :



Développement
du système nerveux
(incluant des mécanismes
épigénétiques)

Évolution biologique
qui façonne les plans
généraux du système
nerveux

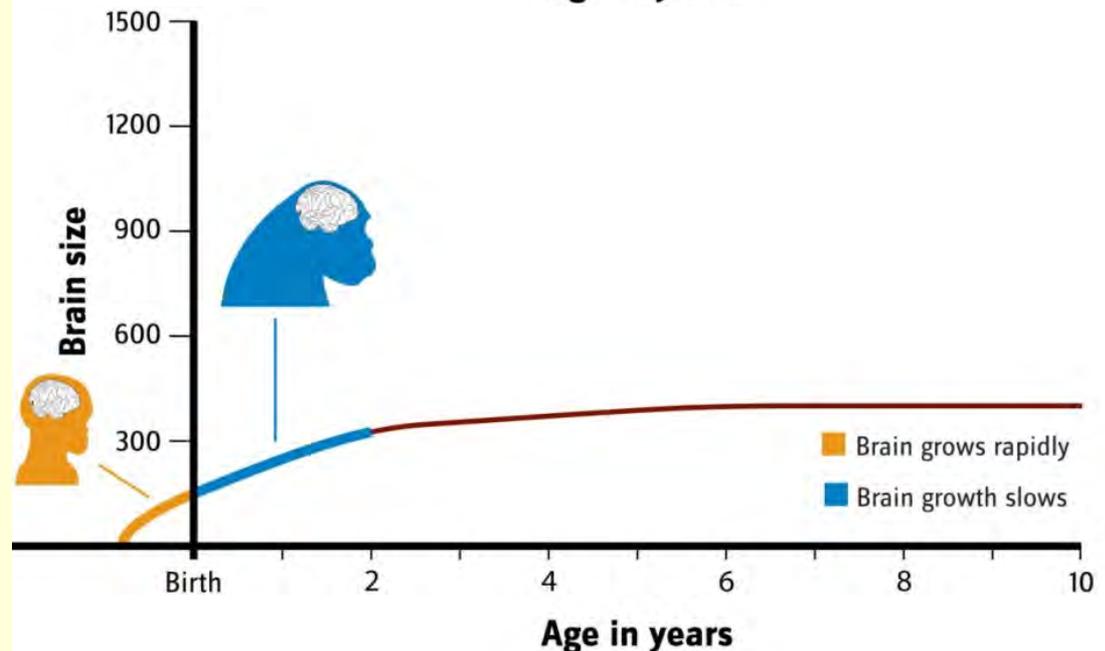
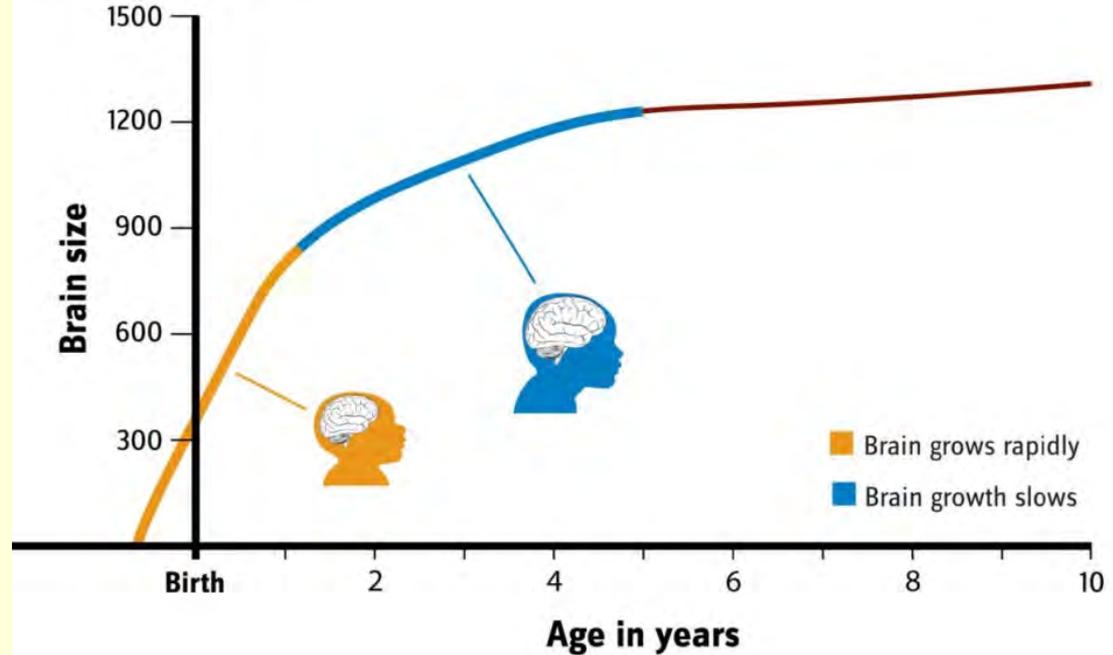


À la naissance, le cerveau humain ne représente que **25 %** du volume qu'il atteindra à l'âge adulte.

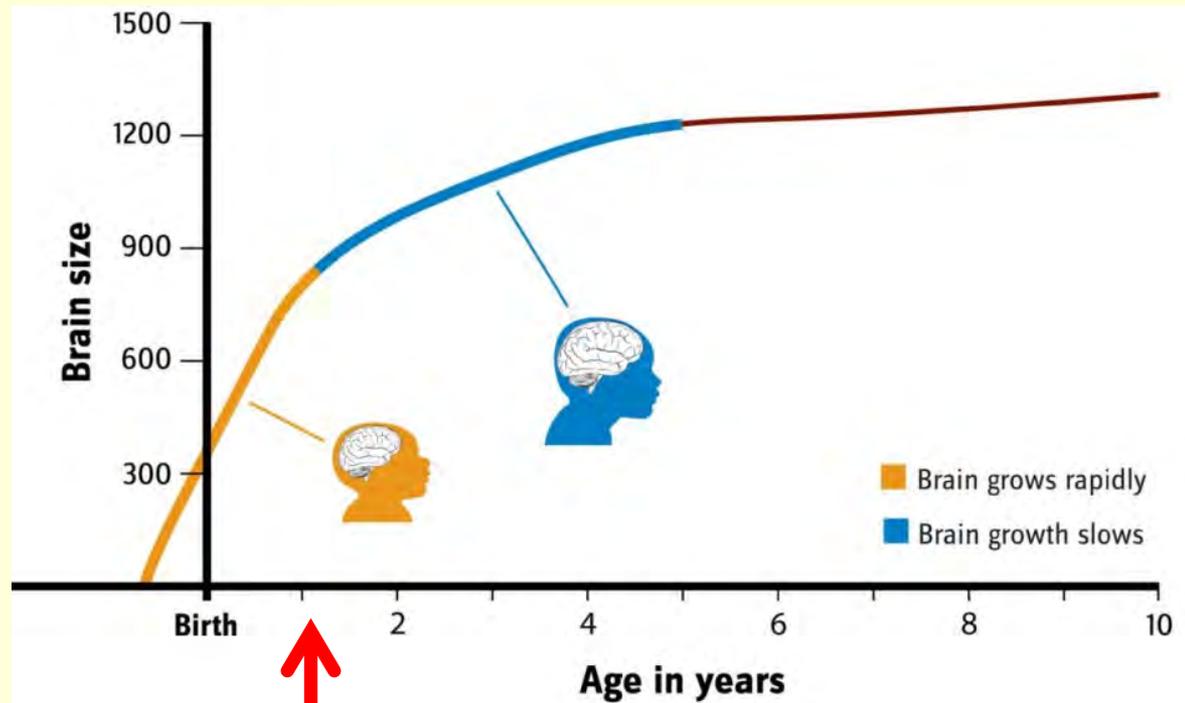
Chez le chimpanzé nouveau-né, cette proportion est de **40 %**.

À cause de son volume cérébral trois fois plus grand que le chimpanzé, le bébé humain naît à un stade relativement **inachevé** de son développement :

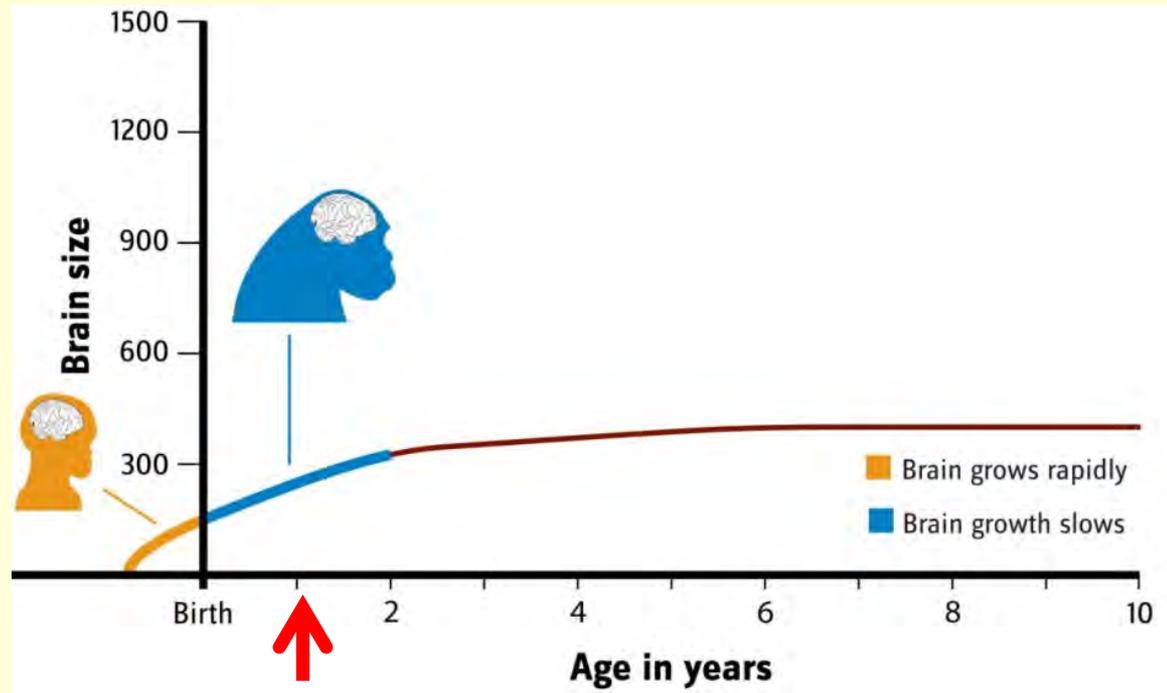
il est de loin **le moins précoce de tous les primates (« néoténie »)**.



À un an, le cerveau n'a atteint que **50 %** de son volume final chez l'humain,

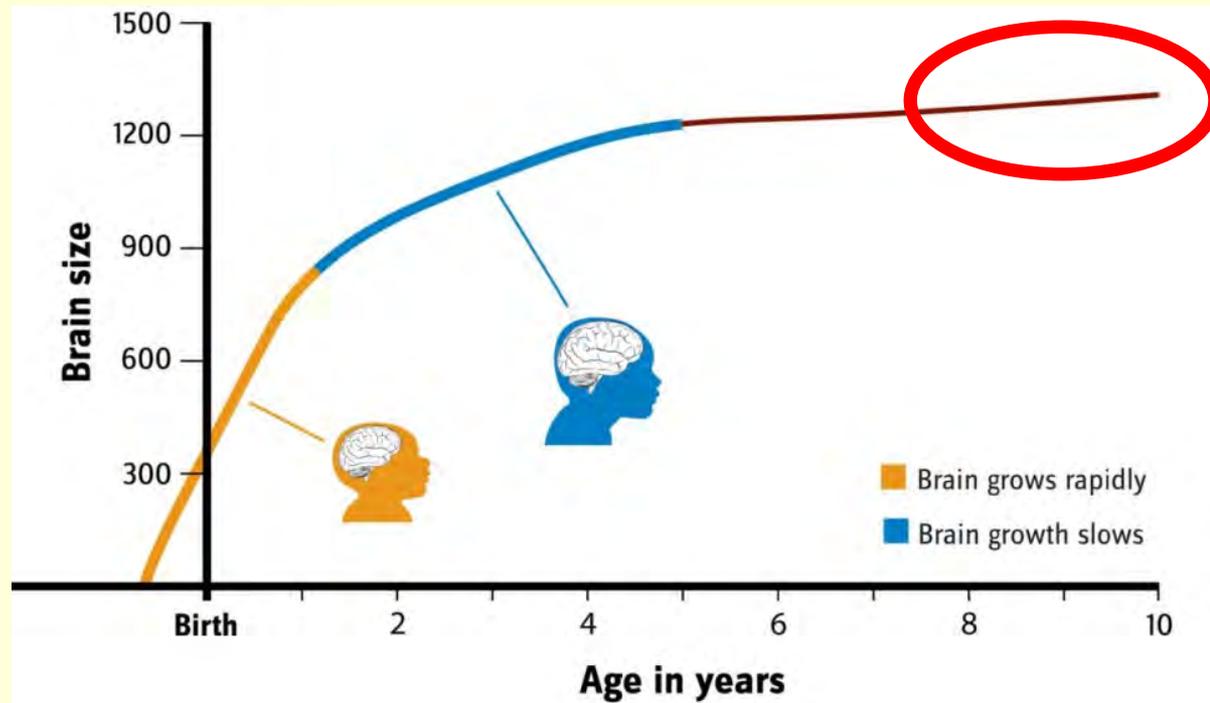


mais **80 %** chez notre plus proche parent

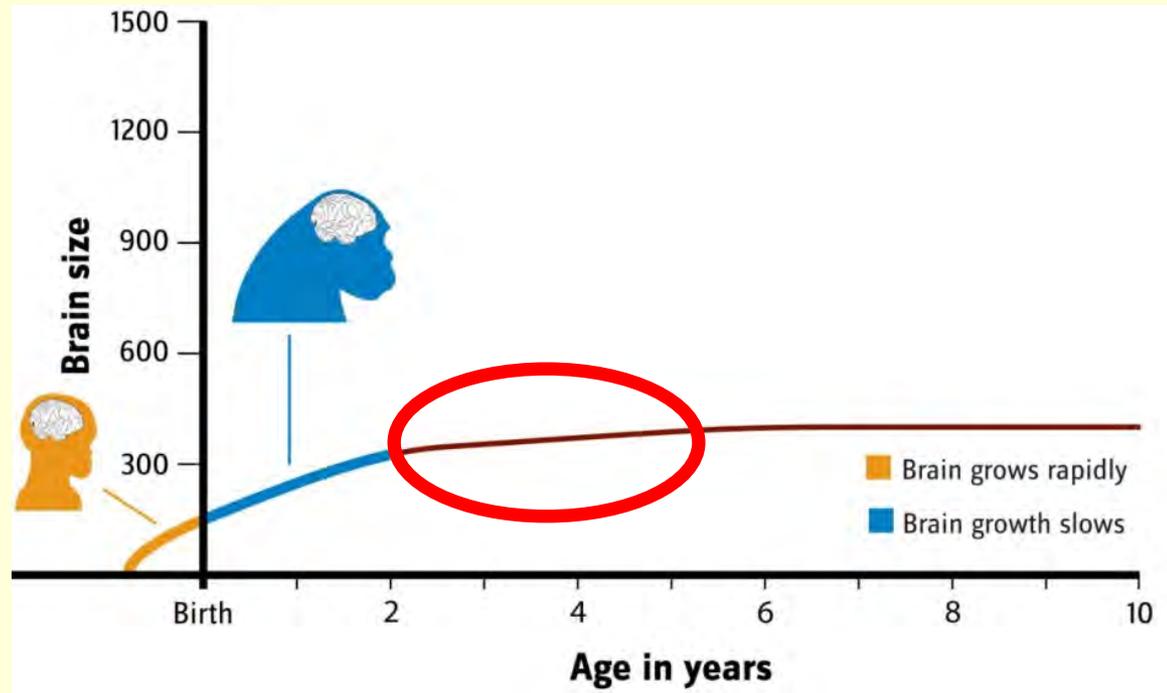


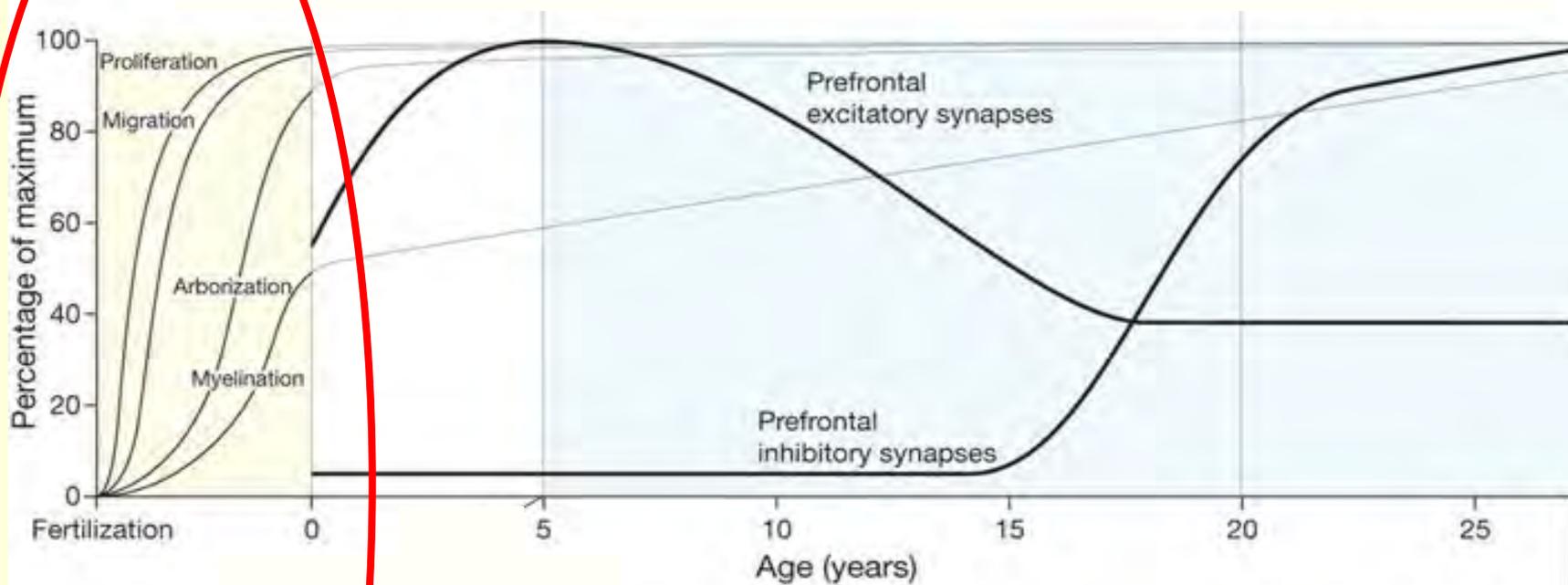
Le cerveau humain continue de croître jusqu'à **plus de dix ans.**

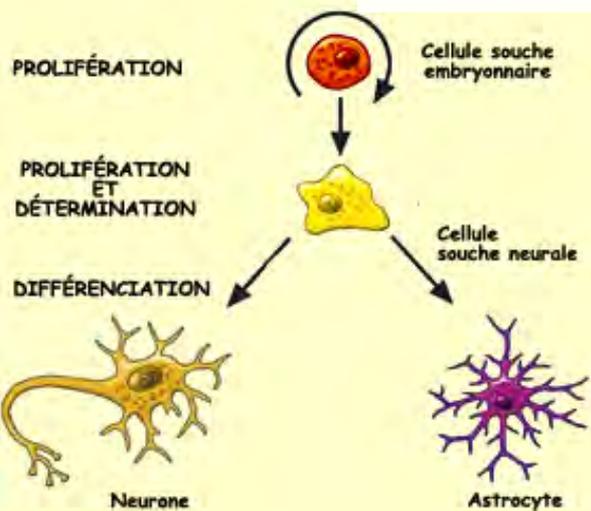
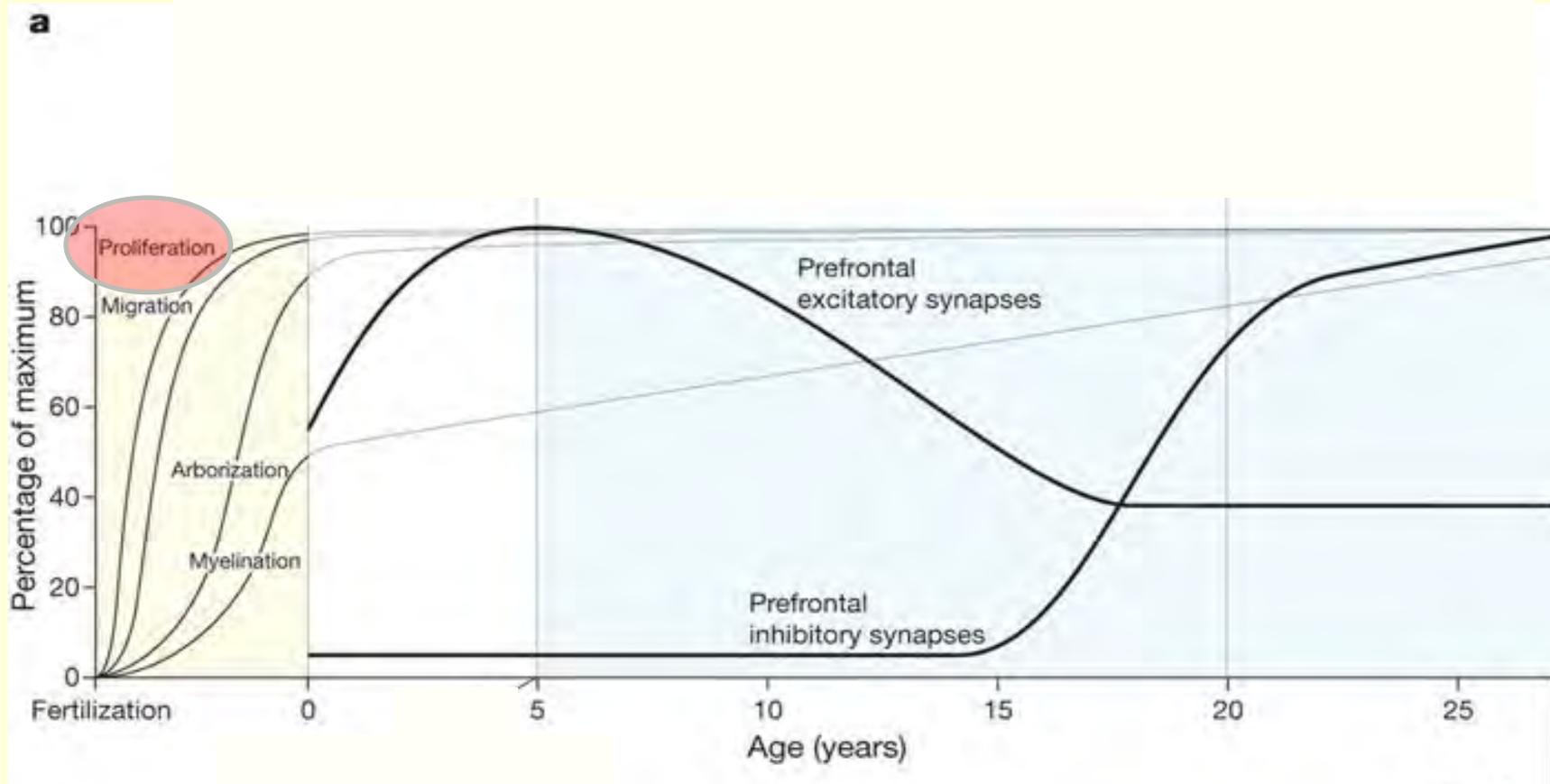
Donc beaucoup plus de temps pour les apprentissages **culturels** chez l'humain...

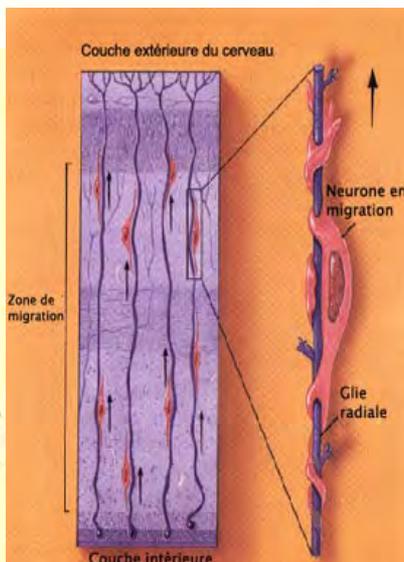
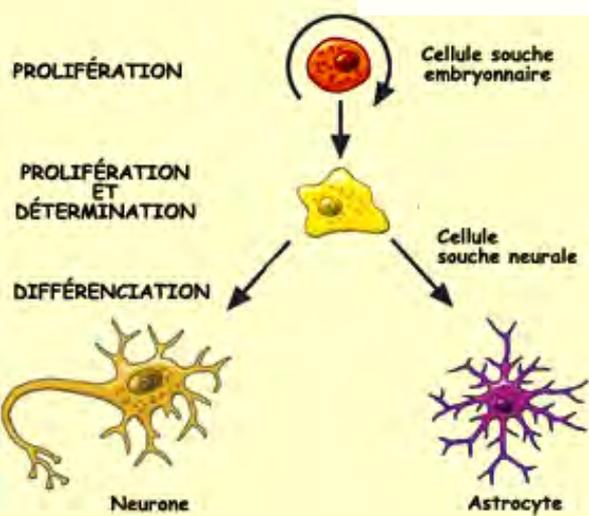
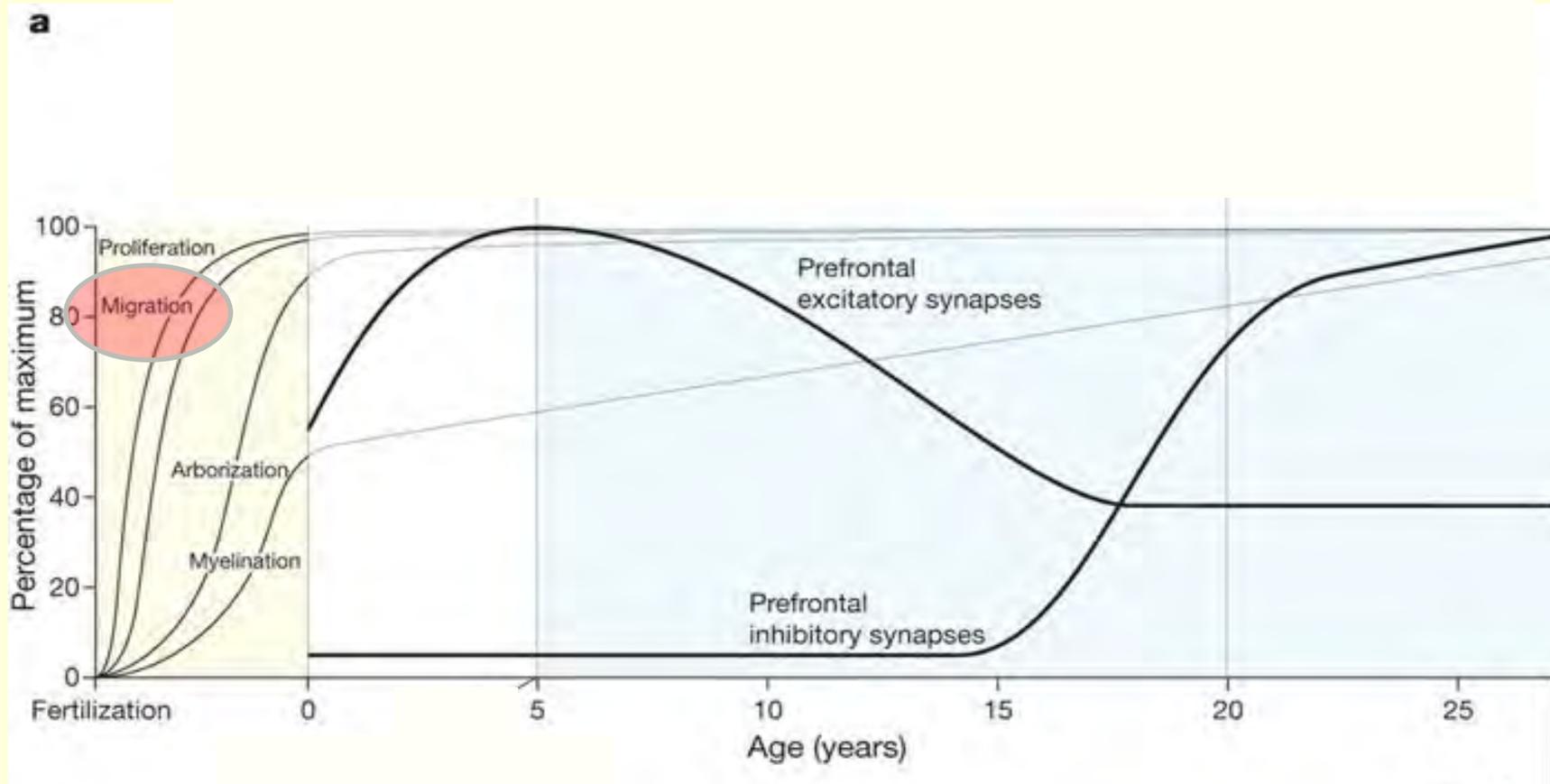


Celui du chimpanzé arrête à l'âge de **trois ou quatre ans.**





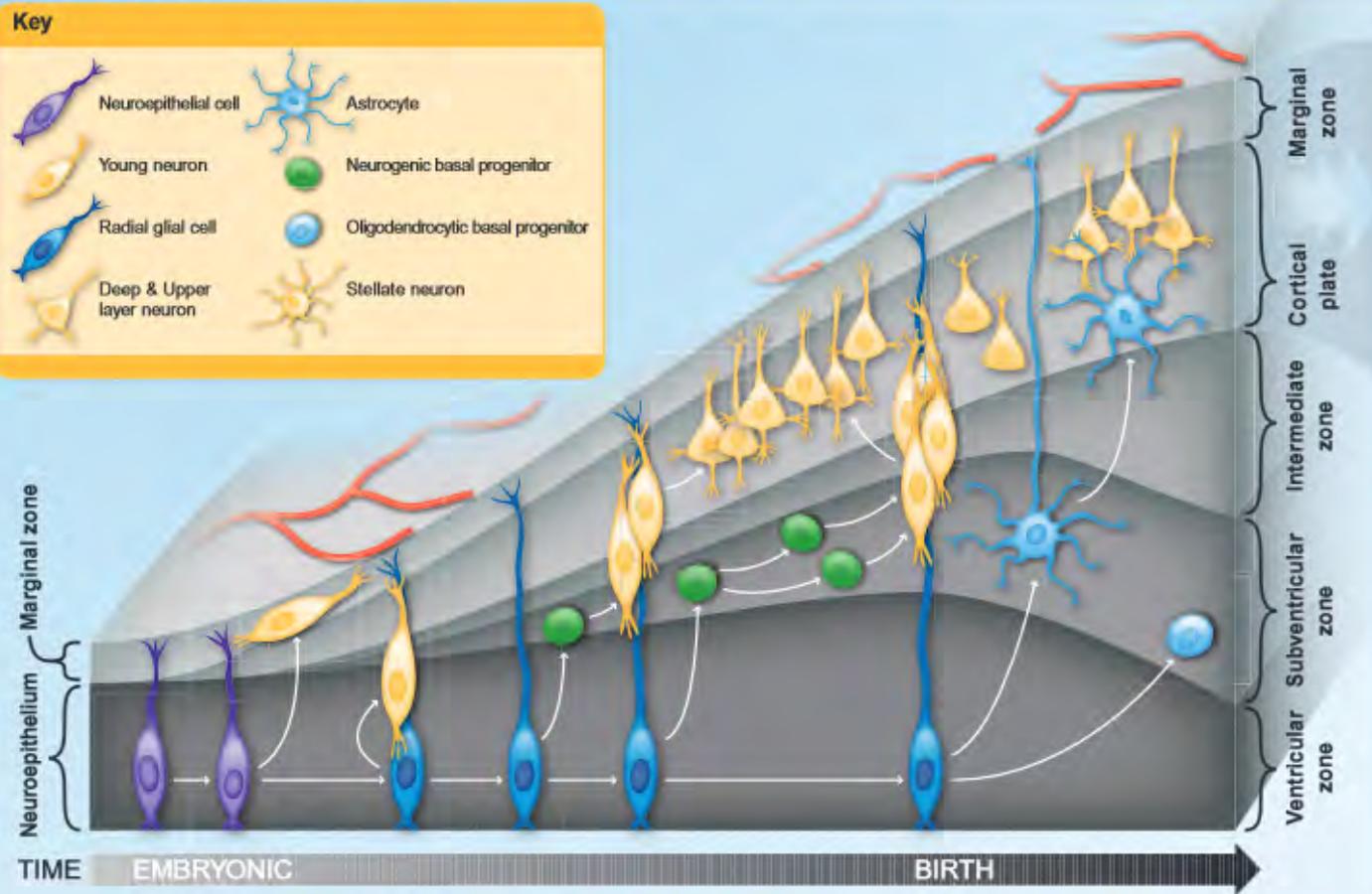




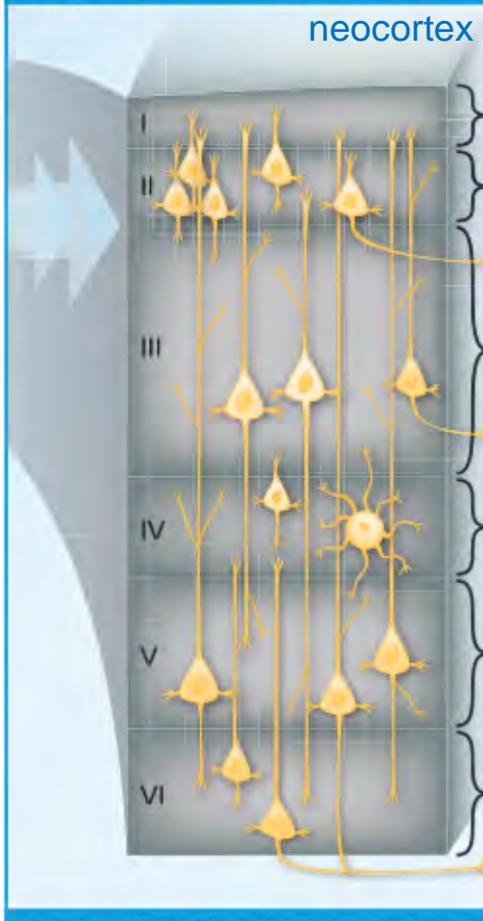
cela va globalement donner lieu à une véritable chorégraphie permettant par exemple ici aux **6 couches du cortex** de se structurer correctement.

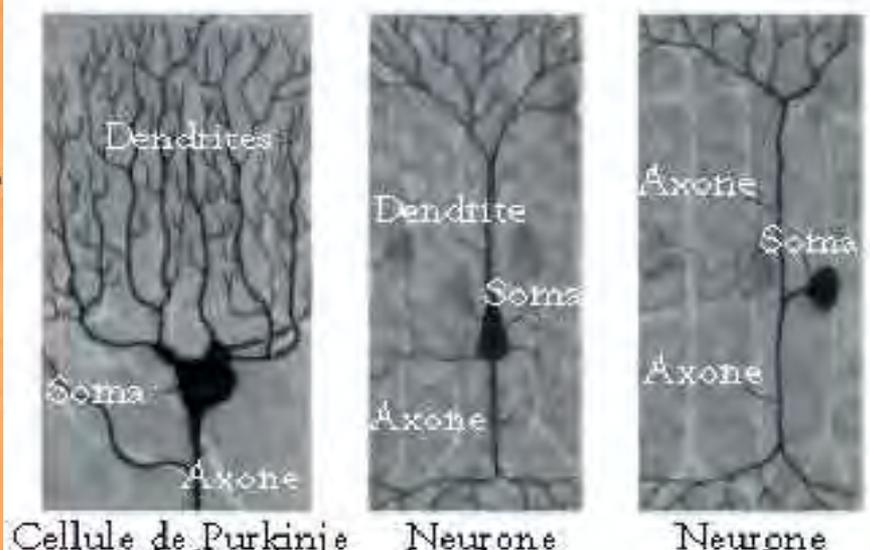
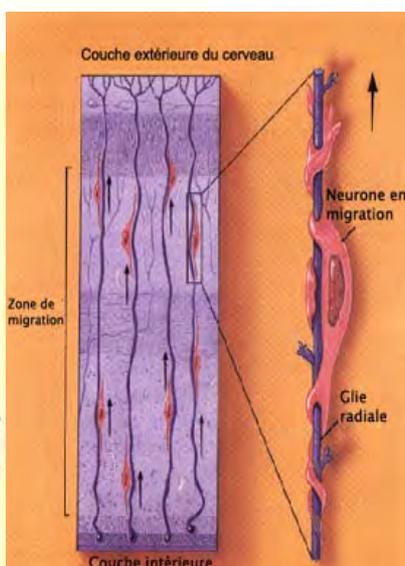
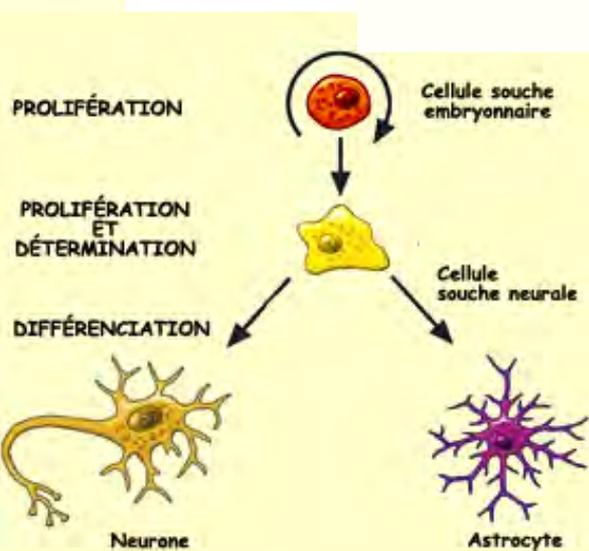
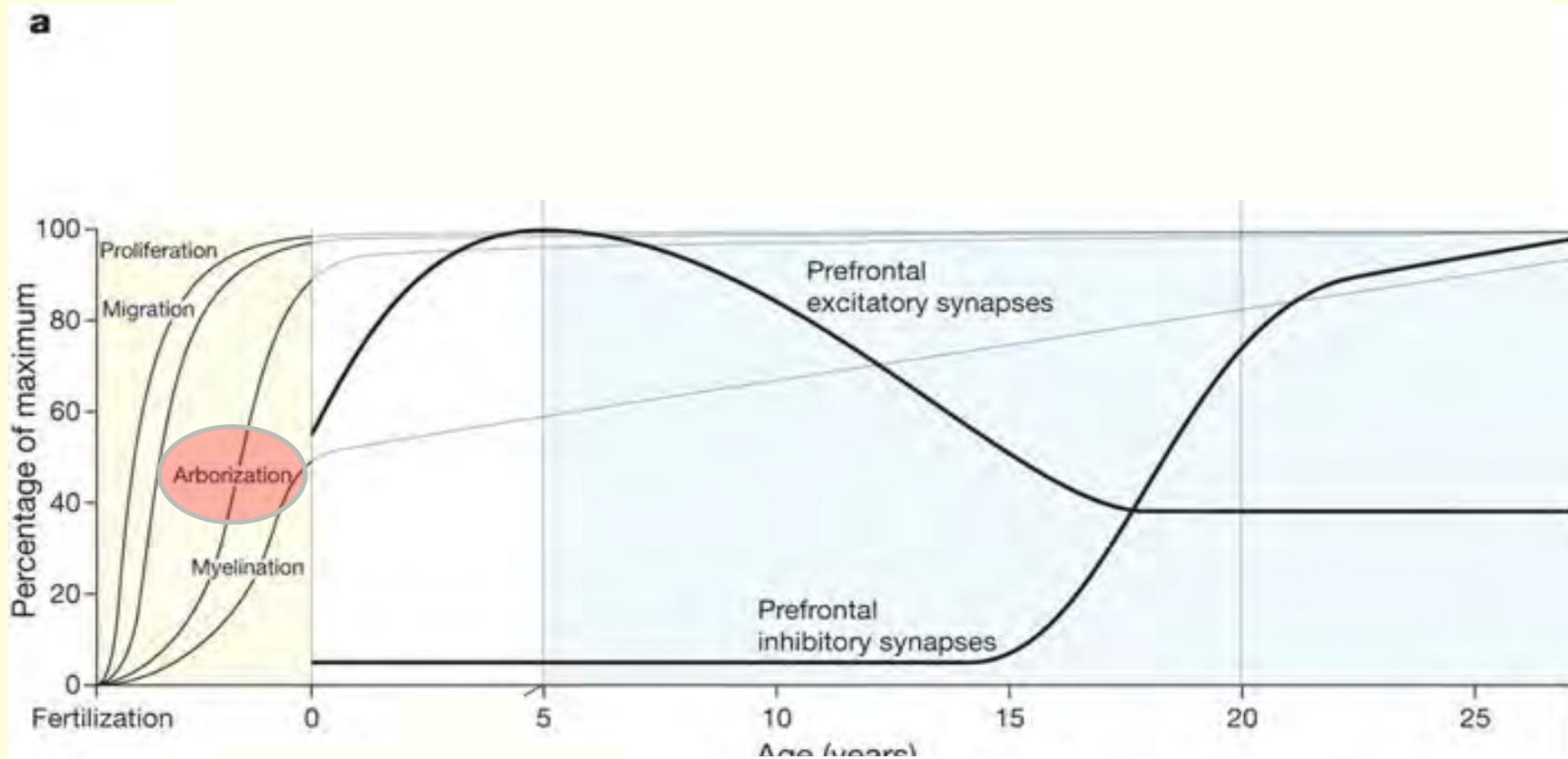


Temporal development of the neocortex



Layered structure of developed neocortex





LE CERVEAU A NOS LES NIVEAUX

PROBLEME : Pourquoi les personnes atteintes de maladie d'Alzheimer ont-elles des troubles de la mémoire ?

QUESTION : Comment les cellules du cerveau communiquent-elles entre elles ?

REPERES : Les neurones, les synapses, les neurotransmetteurs.

CONCLUSION : La maladie d'Alzheimer est causée par une accumulation de protéines anormales dans le cerveau, ce qui perturbe la communication entre les neurones.

LE CERVEAU A NOS LES NIVEAUX

PROBLEME : Pourquoi les personnes atteintes de maladie d'Alzheimer ont-elles des troubles de la mémoire ?

QUESTION : Comment les cellules du cerveau communiquent-elles entre elles ?

REPERES : Les neurones, les synapses, les neurotransmetteurs.

CONCLUSION : La maladie d'Alzheimer est causée par une accumulation de protéines anormales dans le cerveau, ce qui perturbe la communication entre les neurones.

LE CERVEAU A NOS LES NIVEAUX

PROBLEME : Pourquoi les personnes atteintes de maladie d'Alzheimer ont-elles des troubles de la mémoire ?

QUESTION : Comment les cellules du cerveau communiquent-elles entre elles ?

REPERES : Les neurones, les synapses, les neurotransmetteurs.

CONCLUSION : La maladie d'Alzheimer est causée par une accumulation de protéines anormales dans le cerveau, ce qui perturbe la communication entre les neurones.

LE CERVEAU A NOS LES NIVEAUX

PROBLEME : Pourquoi les personnes atteintes de maladie d'Alzheimer ont-elles des troubles de la mémoire ?

QUESTION : Comment les cellules du cerveau communiquent-elles entre elles ?

REPERES : Les neurones, les synapses, les neurotransmetteurs.

CONCLUSION : La maladie d'Alzheimer est causée par une accumulation de protéines anormales dans le cerveau, ce qui perturbe la communication entre les neurones.

LE CERVEAU A NOS LES NIVEAUX

PROBLEME : Pourquoi les personnes atteintes de maladie d'Alzheimer ont-elles des troubles de la mémoire ?

QUESTION : Comment les cellules du cerveau communiquent-elles entre elles ?

REPERES : Les neurones, les synapses, les neurotransmetteurs.

CONCLUSION : La maladie d'Alzheimer est causée par une accumulation de protéines anormales dans le cerveau, ce qui perturbe la communication entre les neurones.



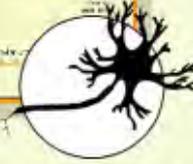
Social



Psychologique



Cérébral

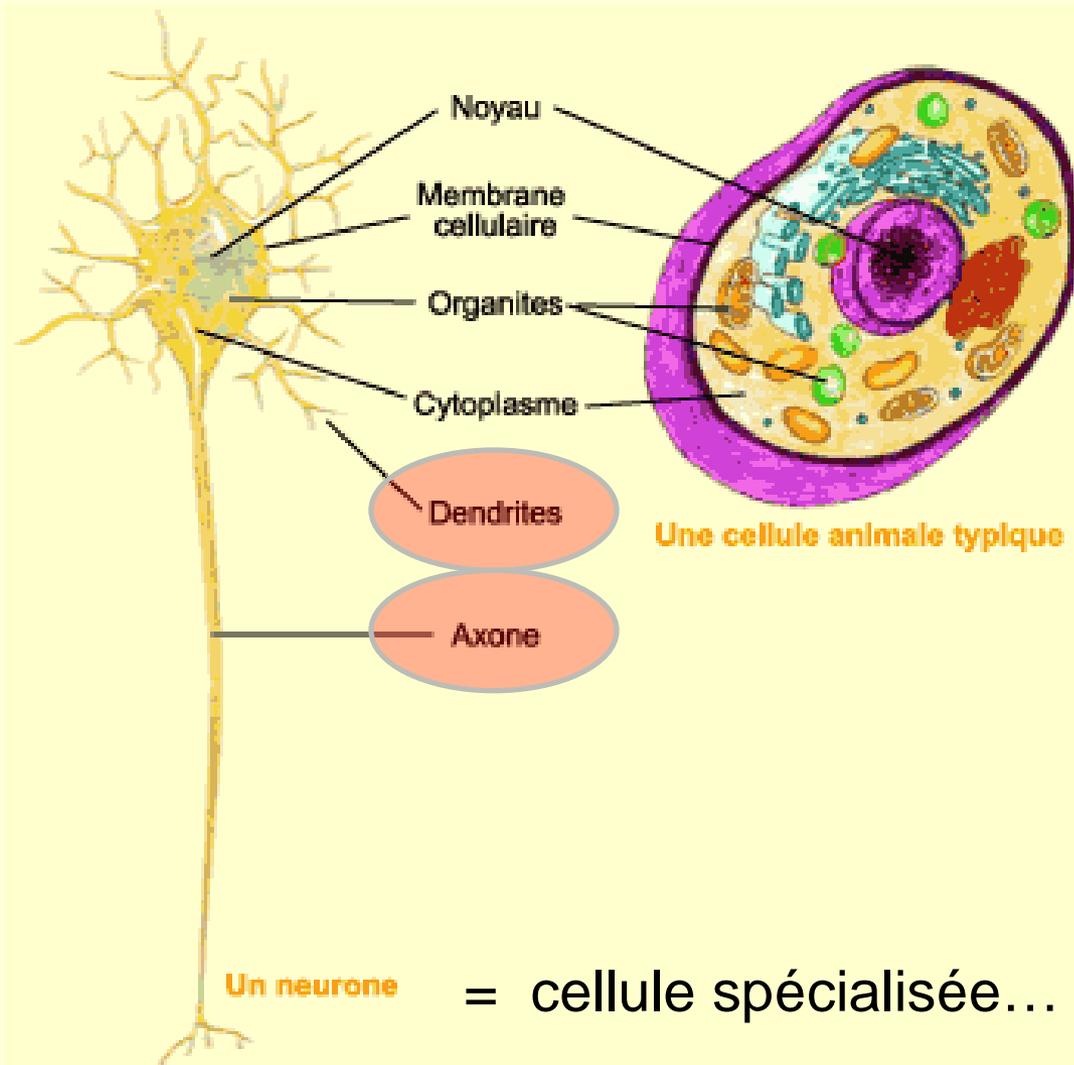


Cellulaire

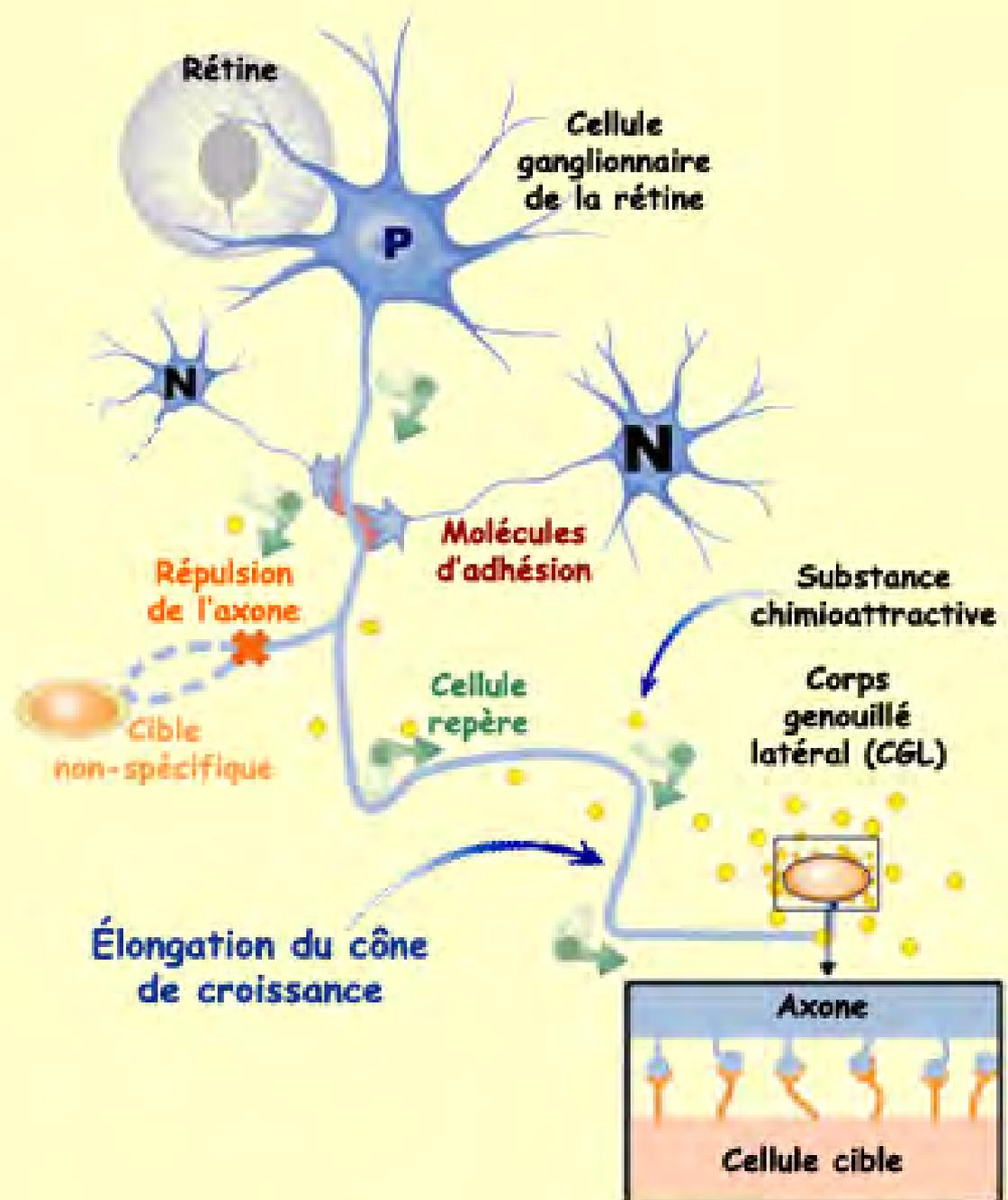


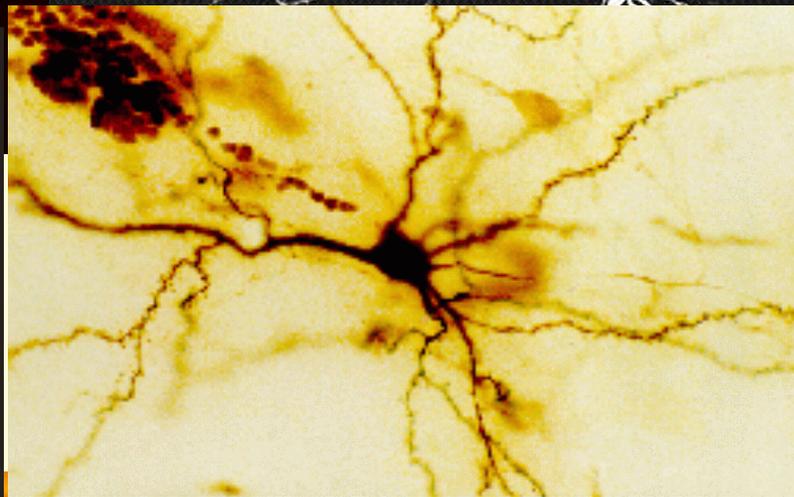
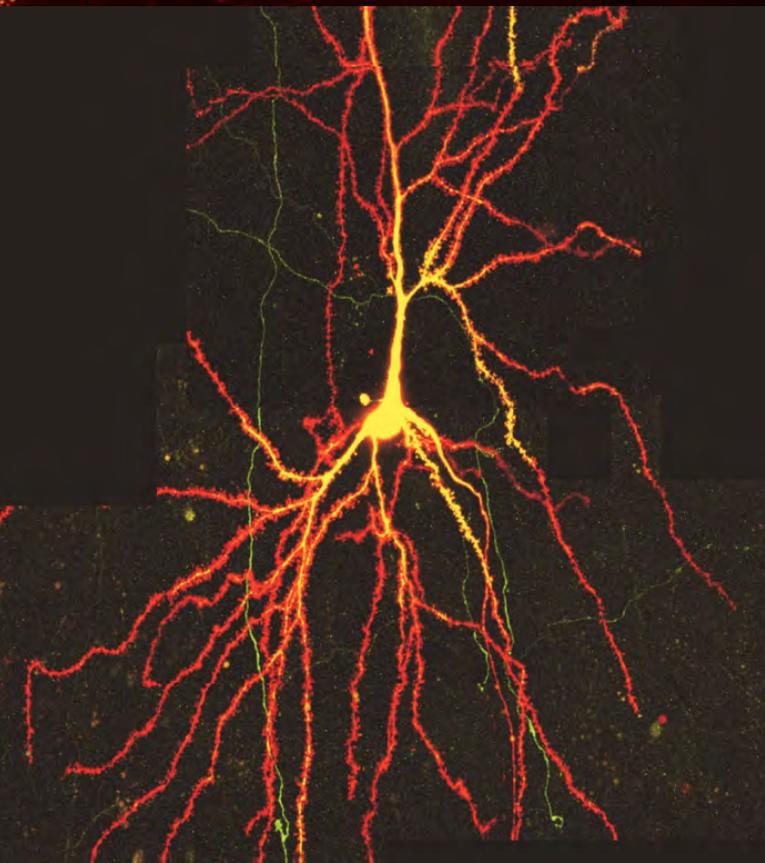
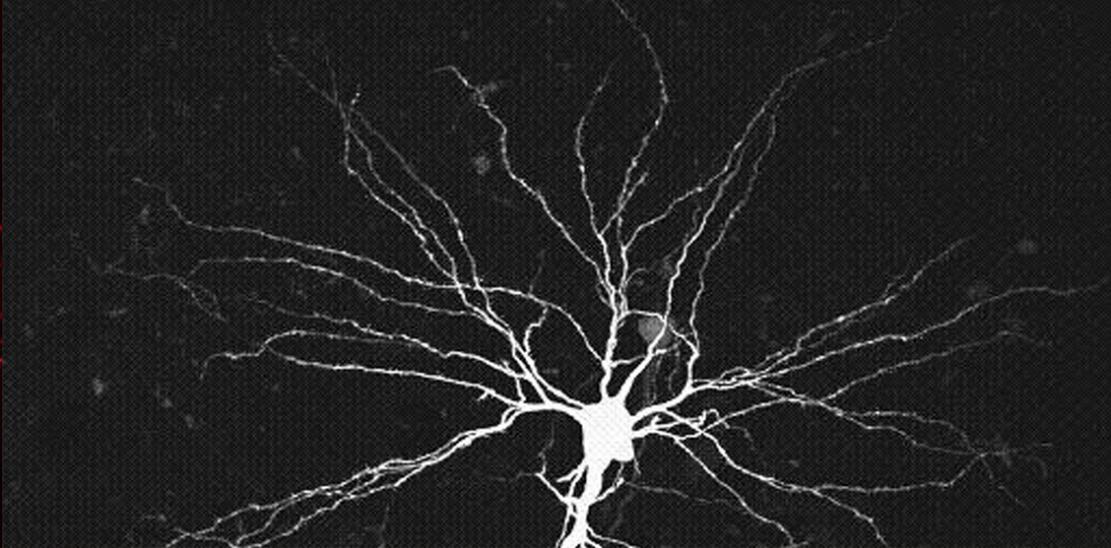
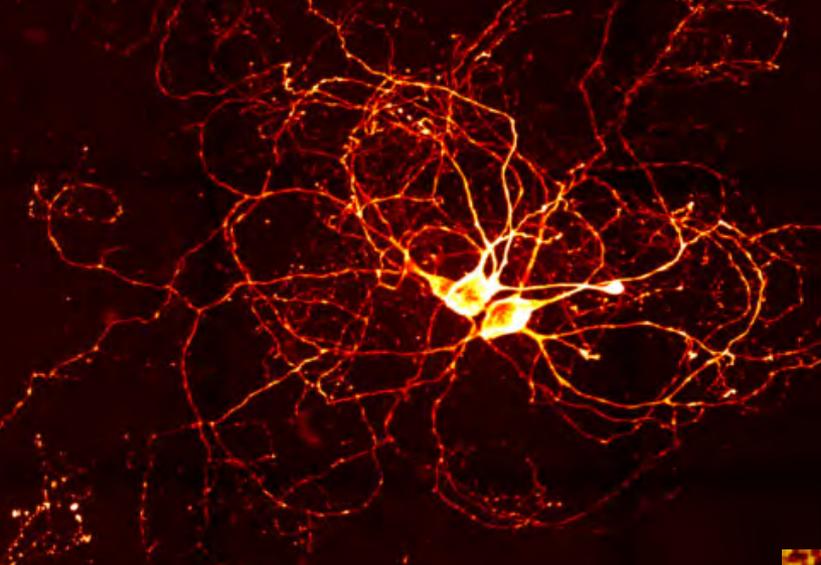
Moléculaire





Différents
mécanismes
collaborent pour
permettre aux
axones d'atteindre
leur **cellule cible**;



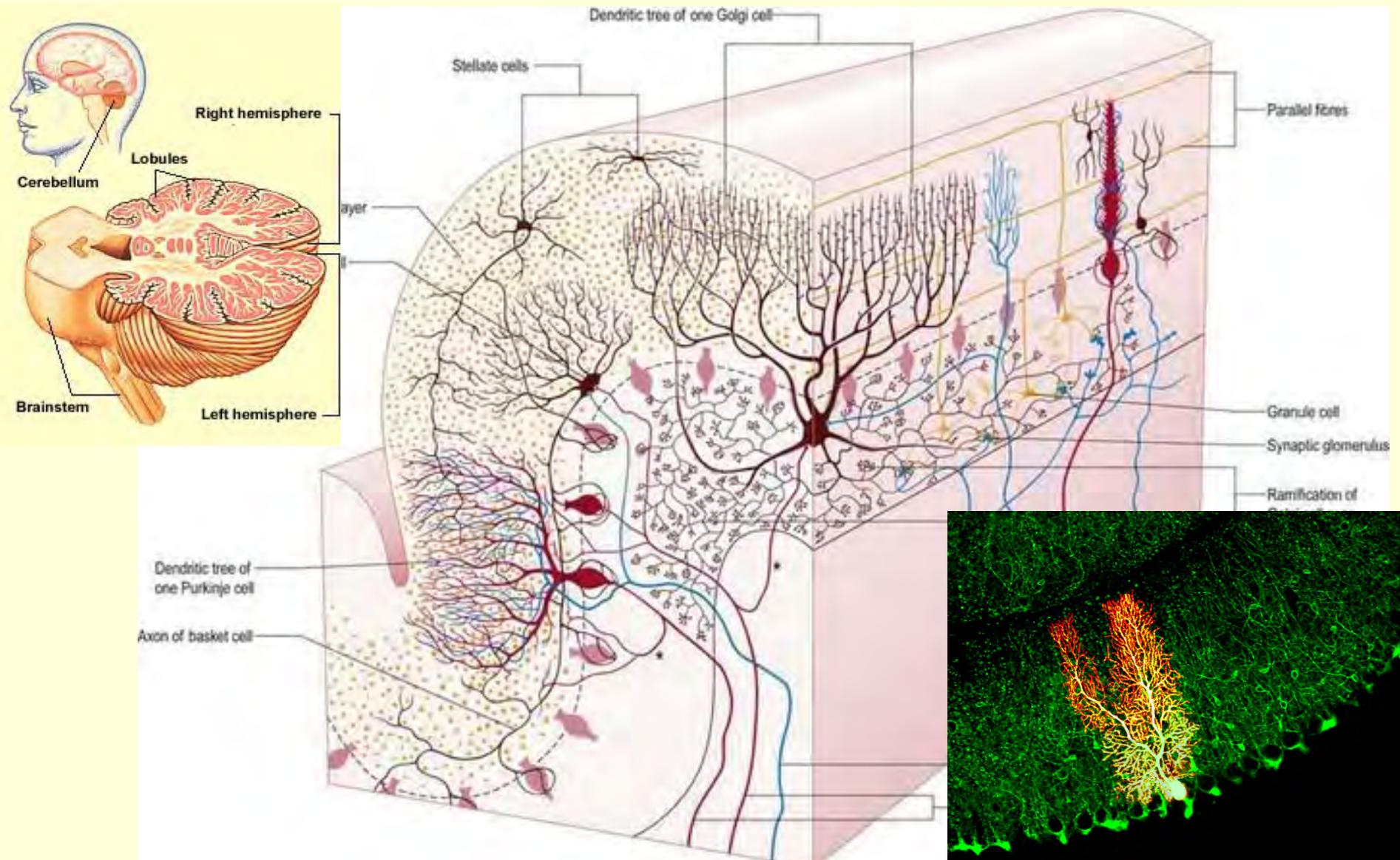


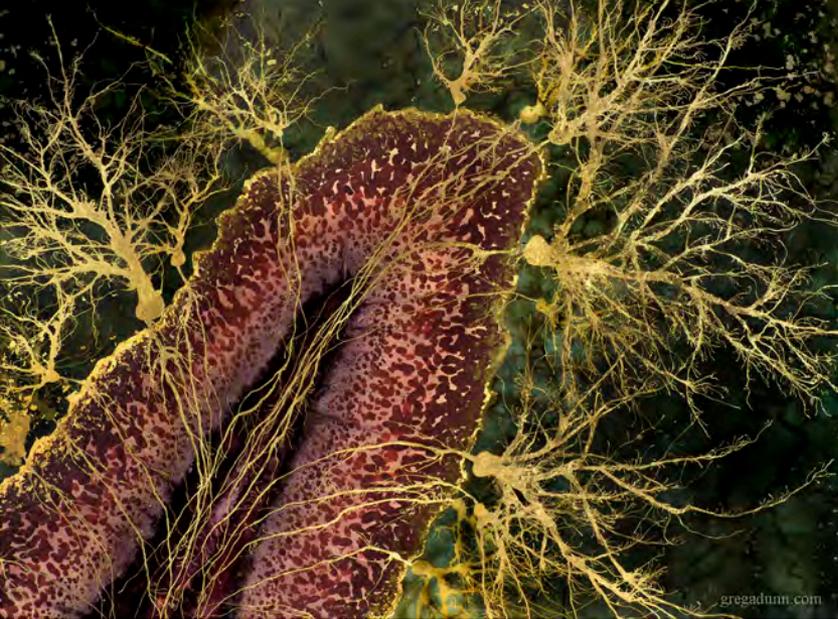
Très grand nombre de types de neurones différents

(estimé à plus de 1 000 et peut-être beaucoup plus, voire un continuum de types...).

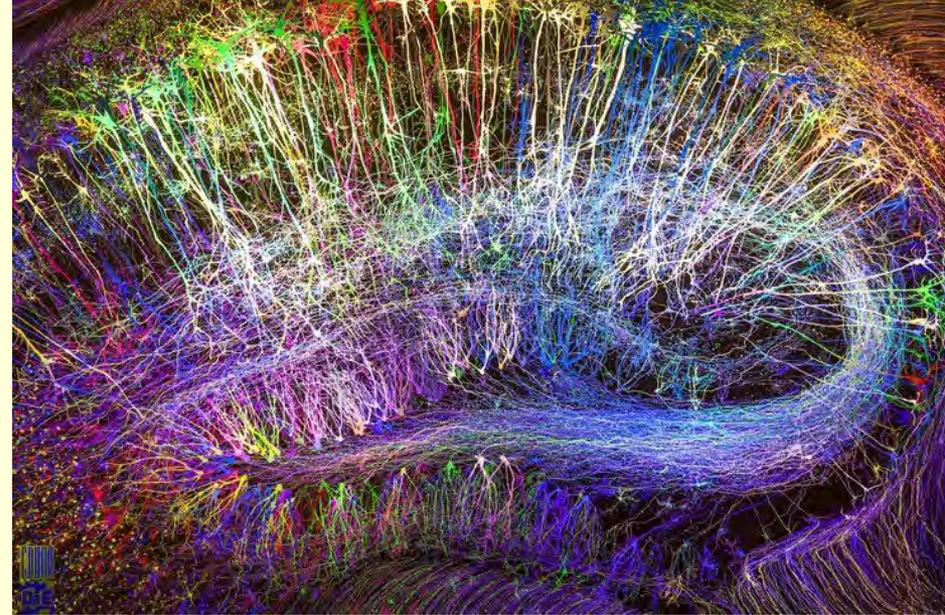
<http://jonlieffmd.com/blog/how-many-different-kinds-of-neurons-are-there>

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.





Cervelet

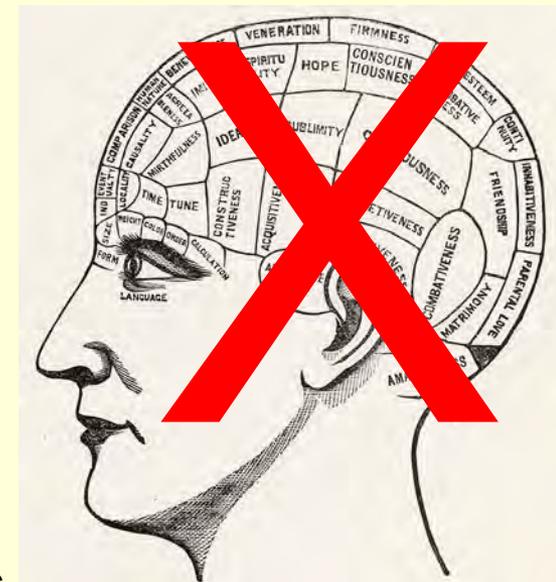


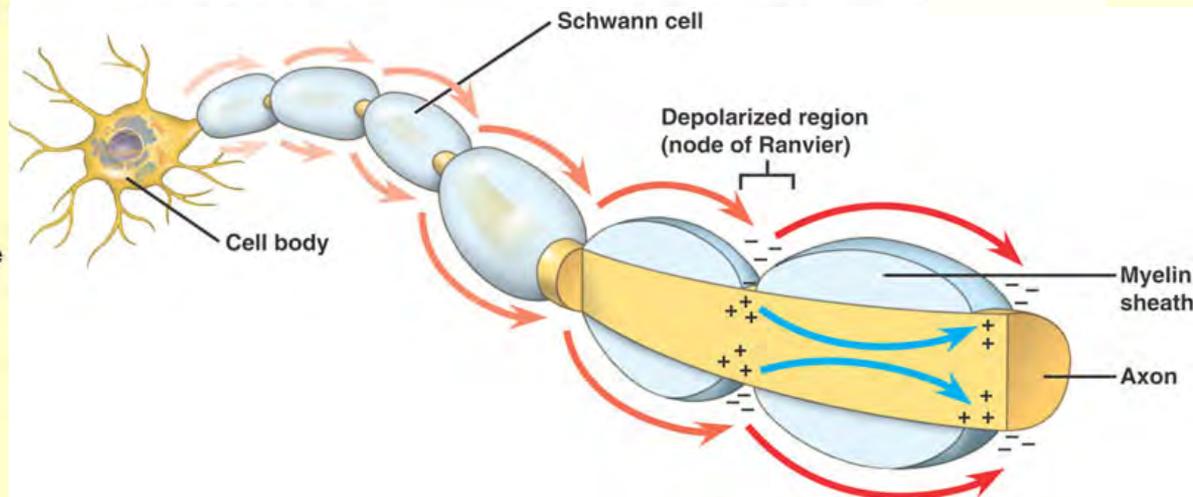
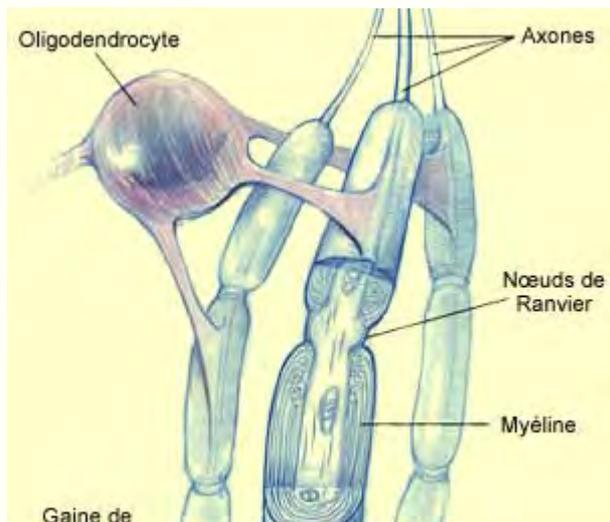
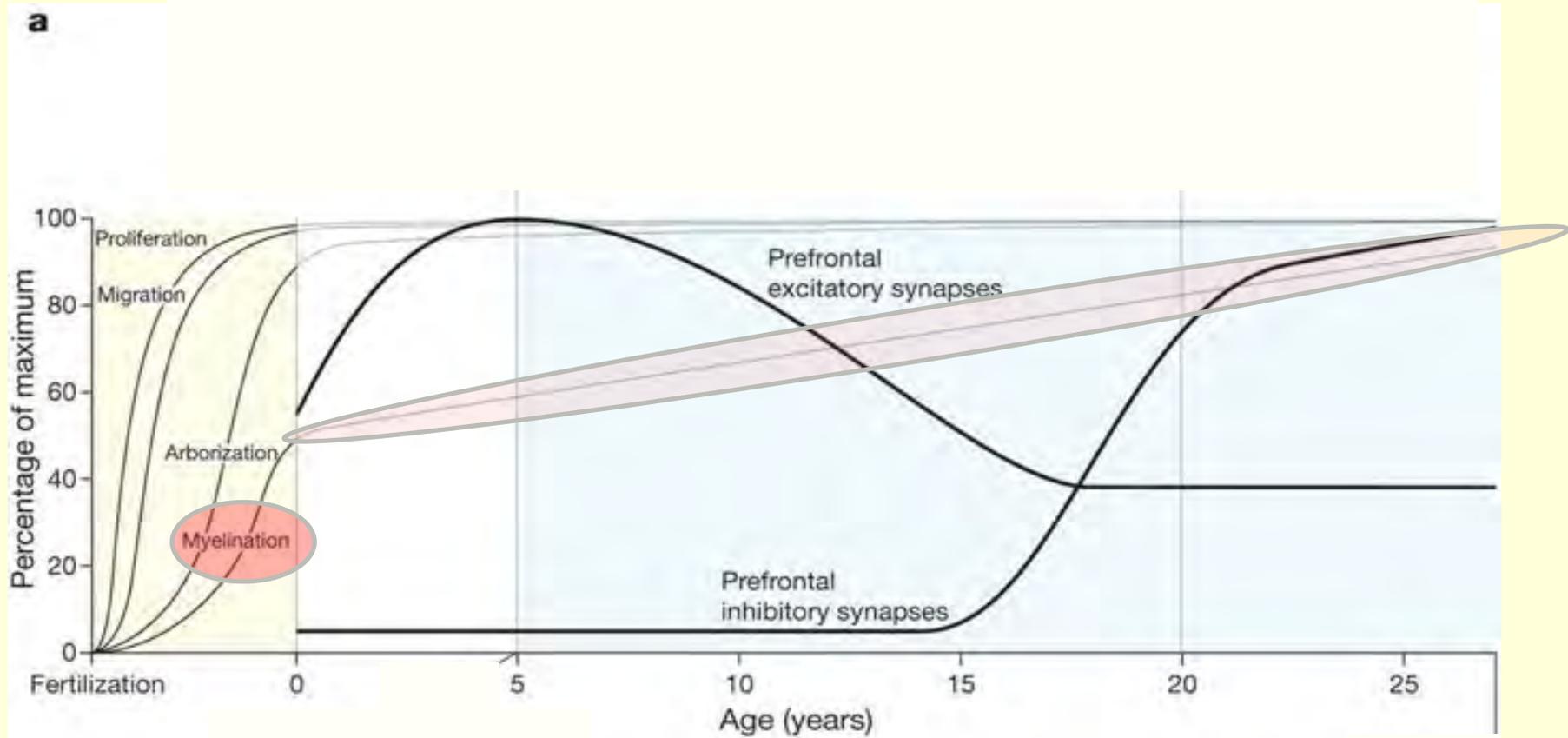
Hippocampe

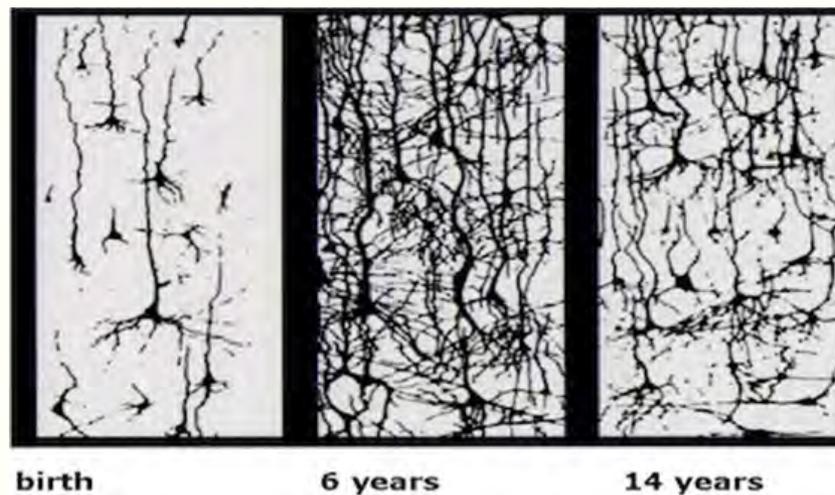
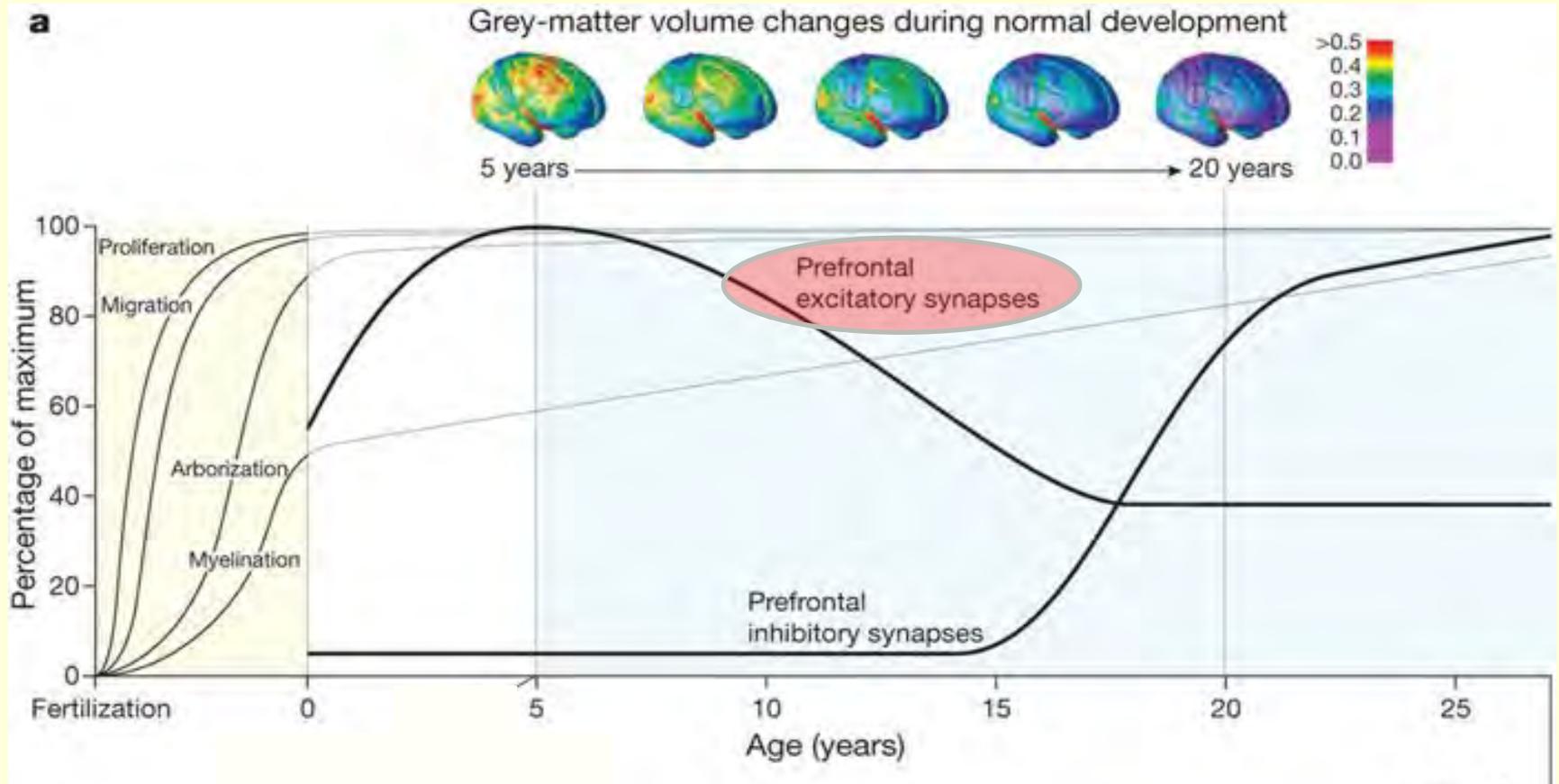
On observe de nombreuses structures cérébrales **différenciées** avec circuits neuronaux capables d'effectuer des calculs particuliers,

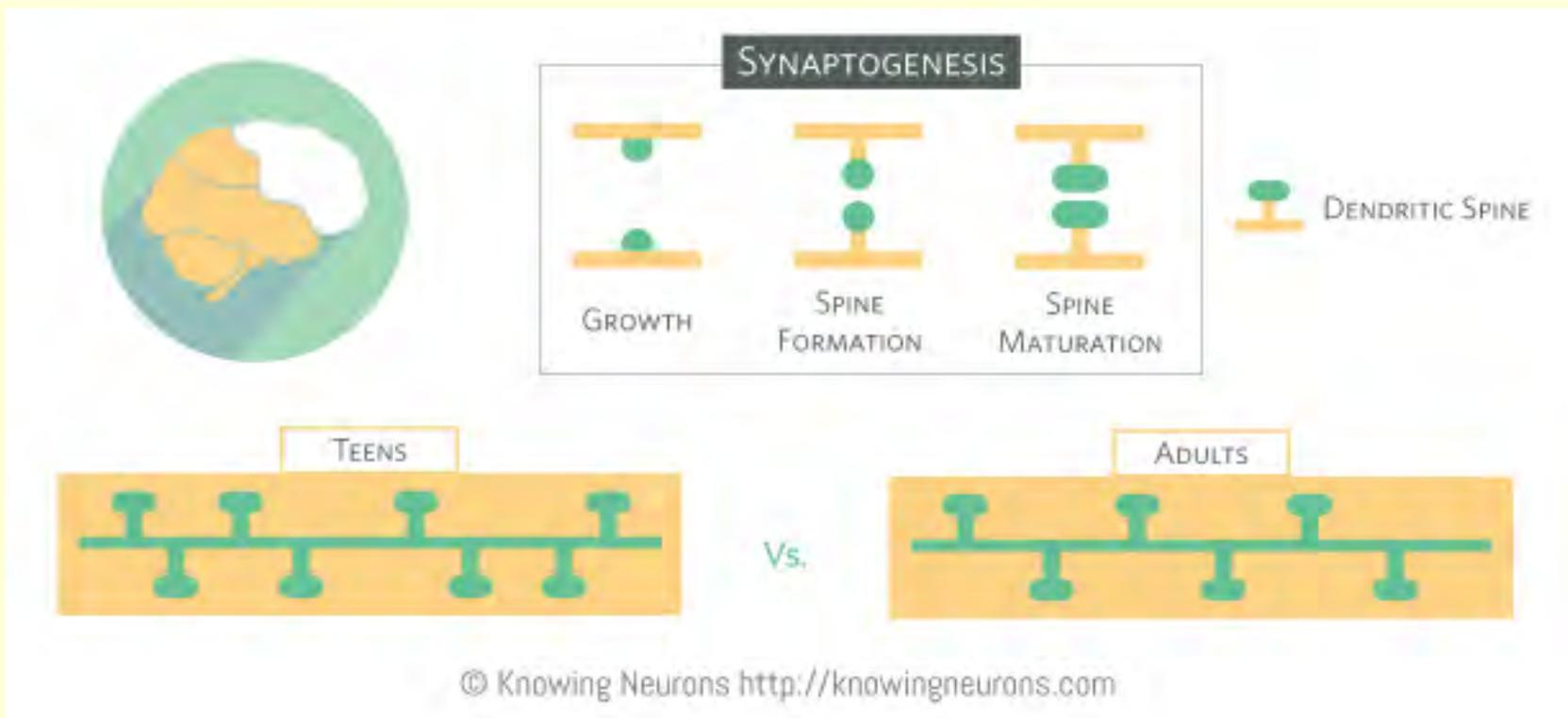
ce qui ne veut pas dire qu'il s'agit de régions **spécialisées** pour **une fonction** particulière.

Il faudra que ces régions différenciées soient capables d'entrer en collaboration avec d'autres régions pour **former des réseaux**...







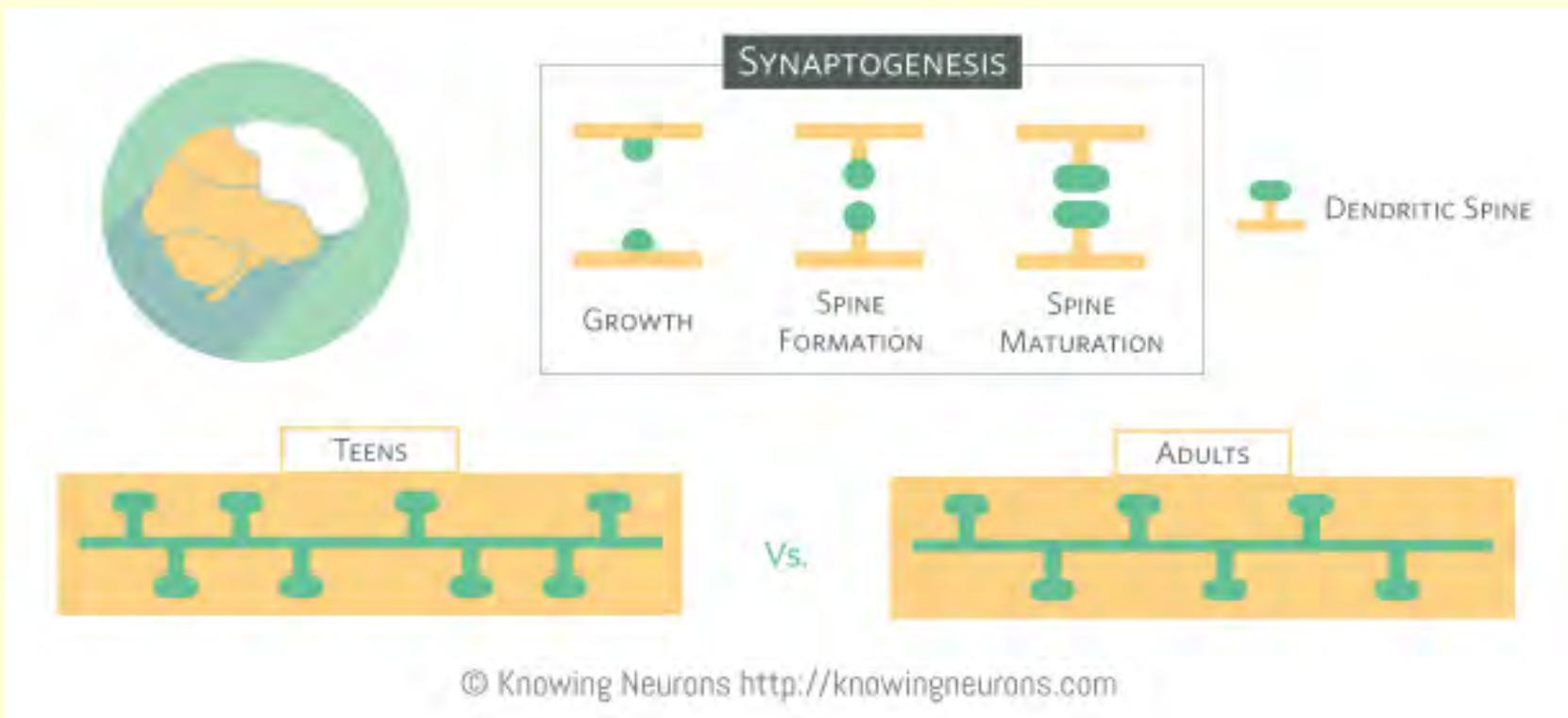


À la puberté, la densité des épines dendritiques dans le cortex préfrontal est de **deux à trois fois plus grande que chez l'adulte.**

Smells Like Teen Synapses: A Look Inside Adolescent Brains and Behaviors

Posted on November 18, **2015**

<http://knowingneurons.com/2015/11/18/smells-like-teen-synapses-a-look-inside-adolescent-brains-and-behaviors/>

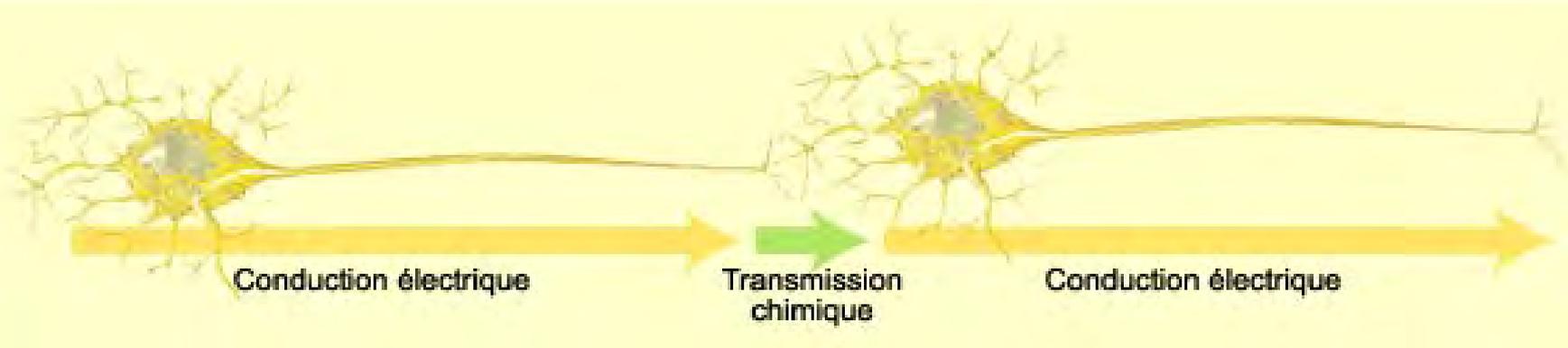


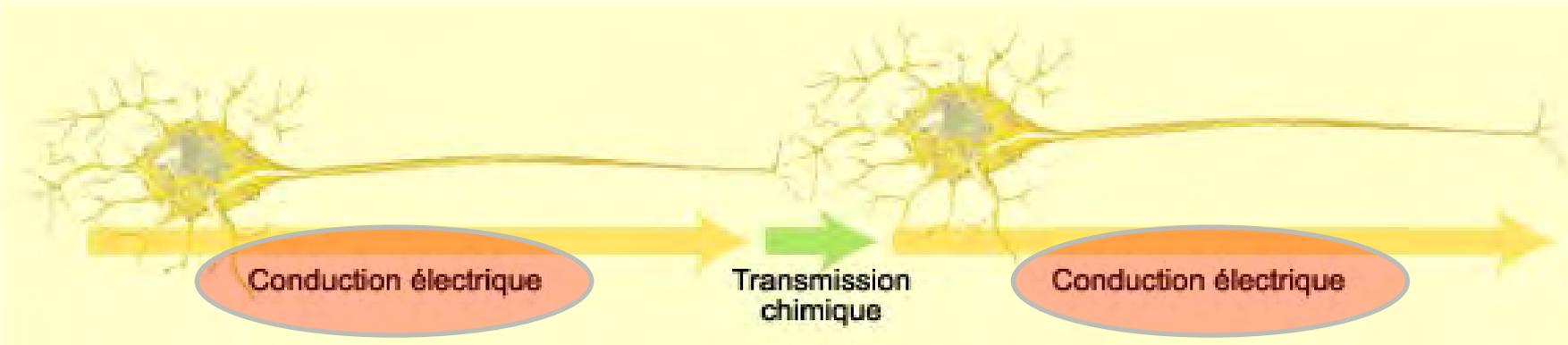
Ce grand “réservoir” de connexions synaptiques va permettre au cerveau de s’adapter à son milieu...

...**en éliminant** les synapses moins utilisées durant l’adolescence sur la base des expériences rencontrées par la personne.

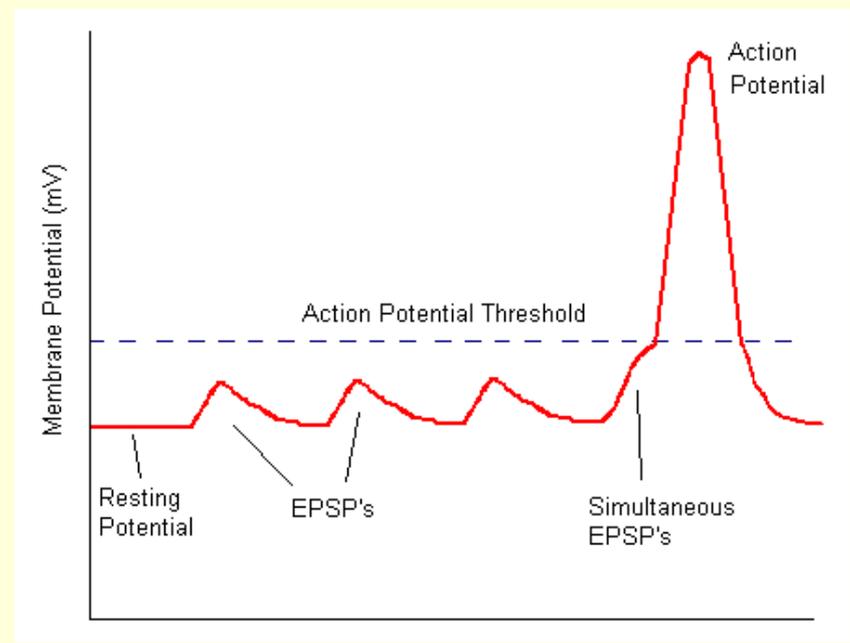
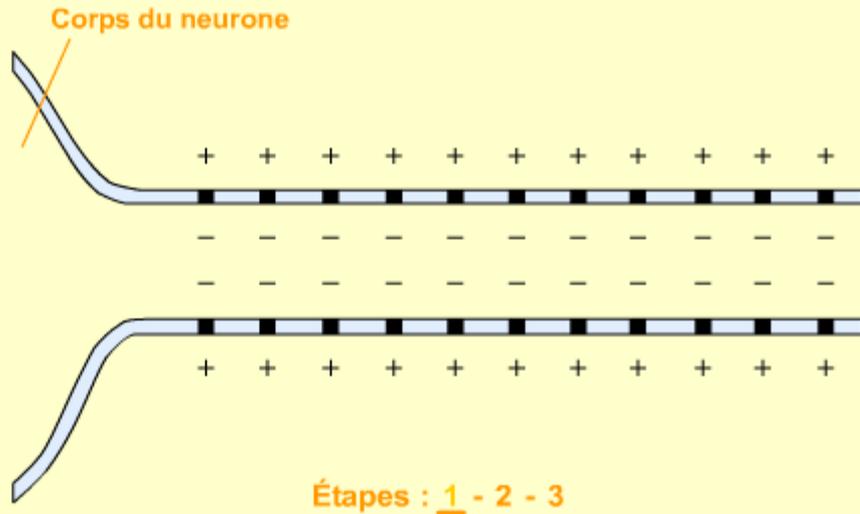
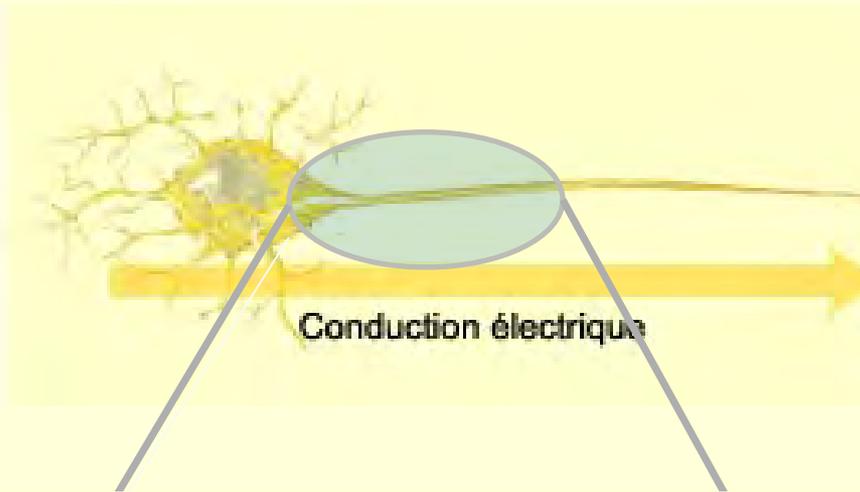
Toujours une bonne façon « d’ajuster » notre identité à notre culture...

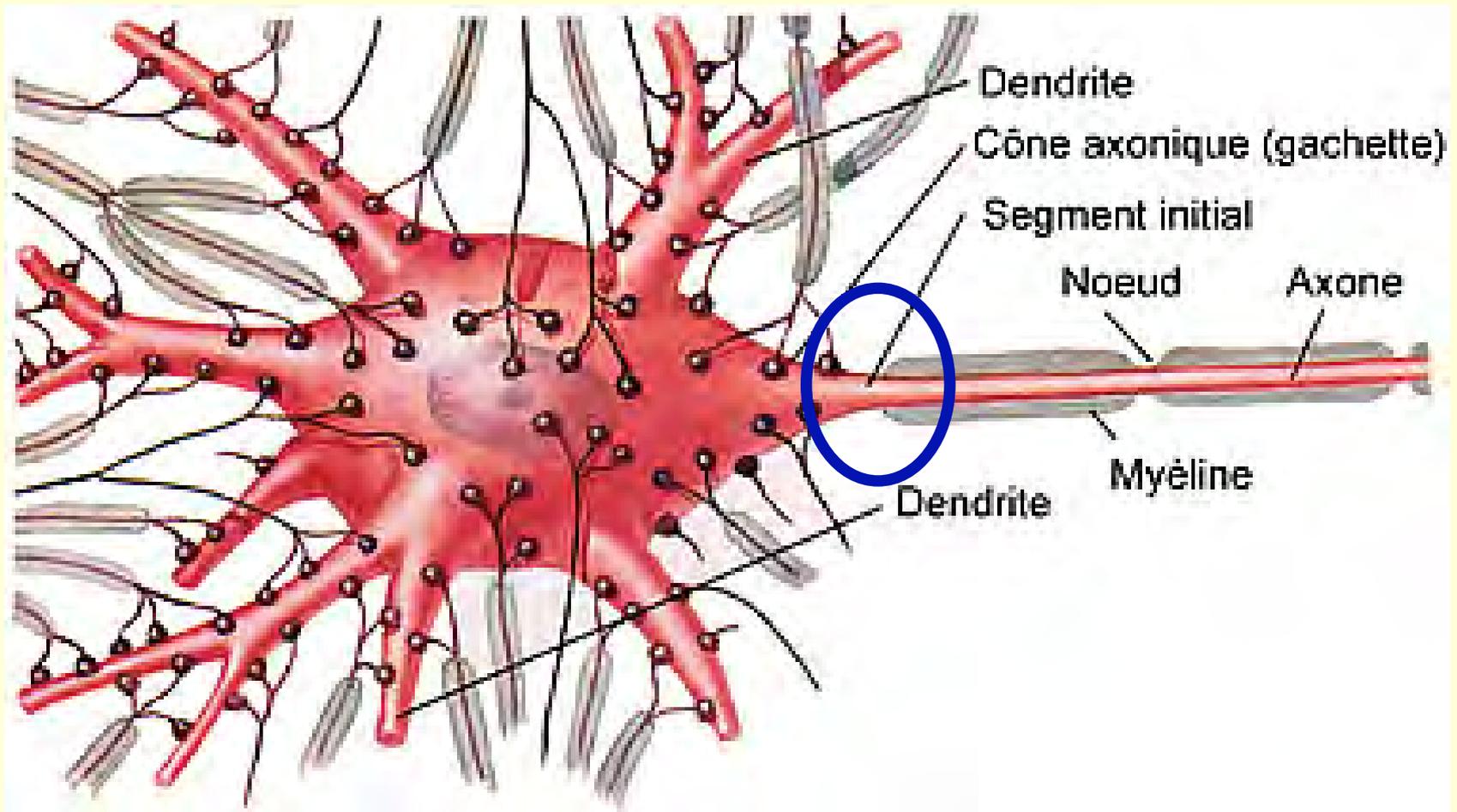
On finalise ainsi notre développement grâce à l'activité dans nos circuits de neurones générée par les **interactions** répétées de notre boucle sensori-motrice avec notre **environnement**.

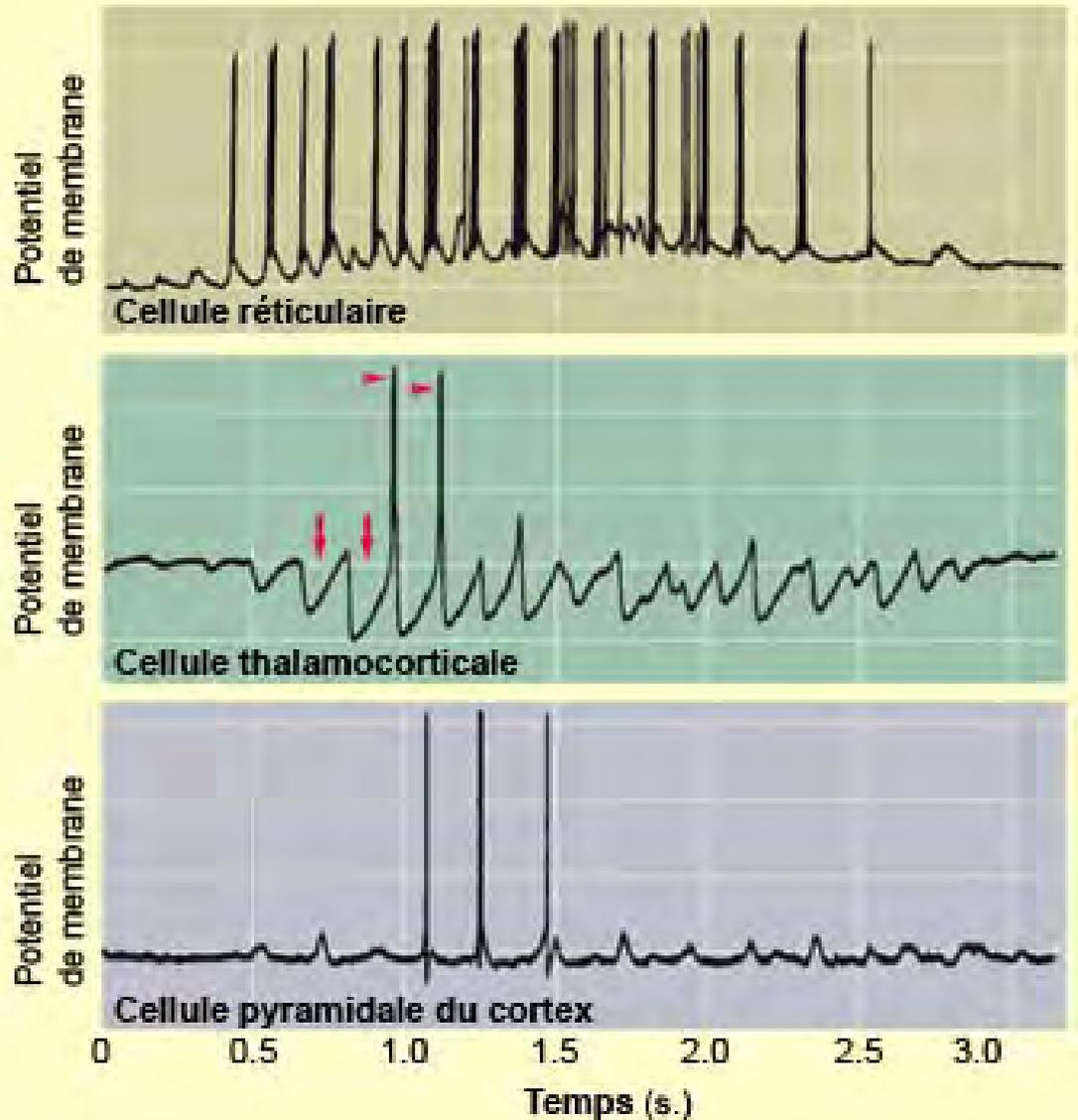
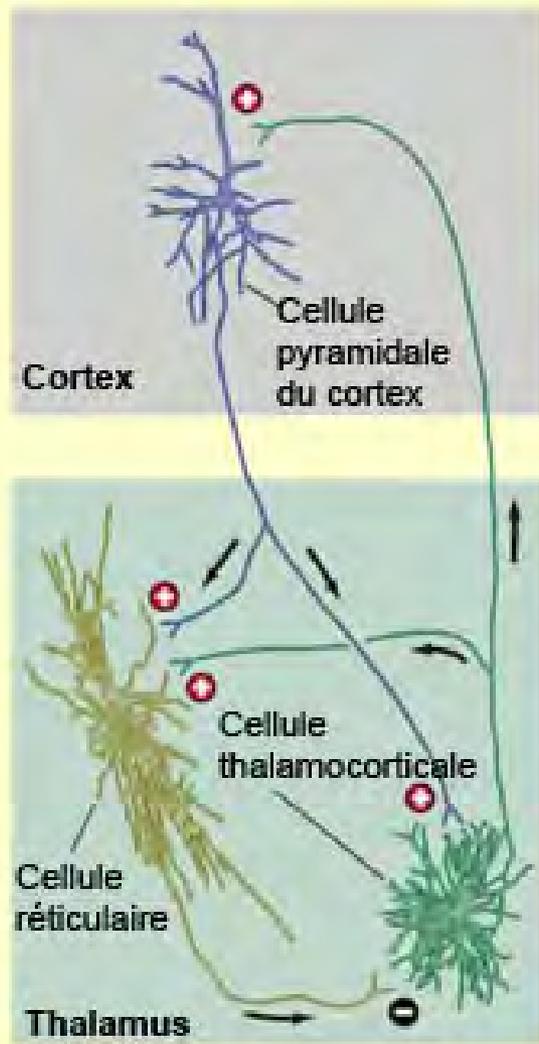




Cette activité nerveuses dans les circuits neuronaux est rendue possible par **deux mécanismes complémentaires**

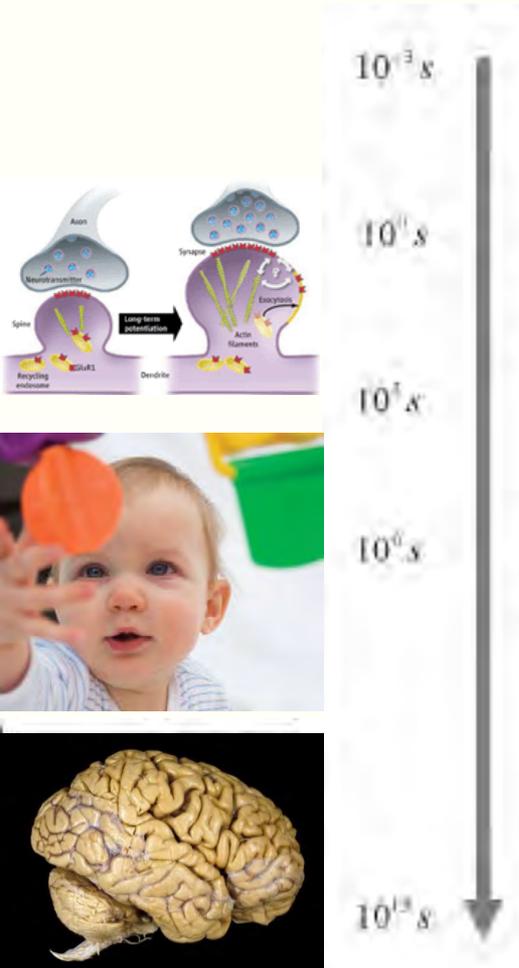






grâce à leurs prolongements, les neurones créent des **réseaux très interconnectés** où l'activité d'un neurone peut influencer l'activité de plusieurs autres

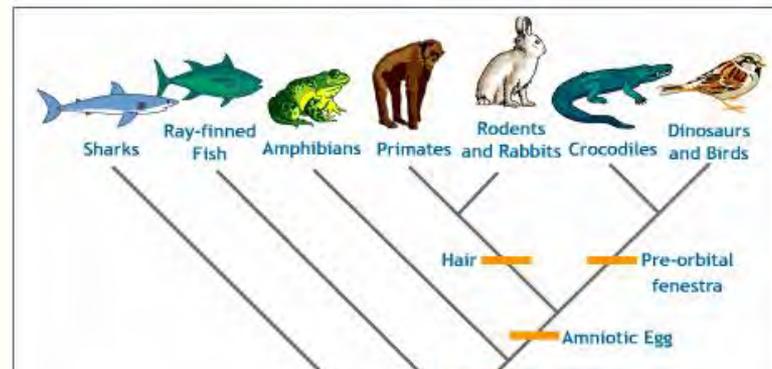
Des processus dynamiques à différentes échelles de temps :



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



Développement du système nerveux (incluant des mécanismes épigénétiques)

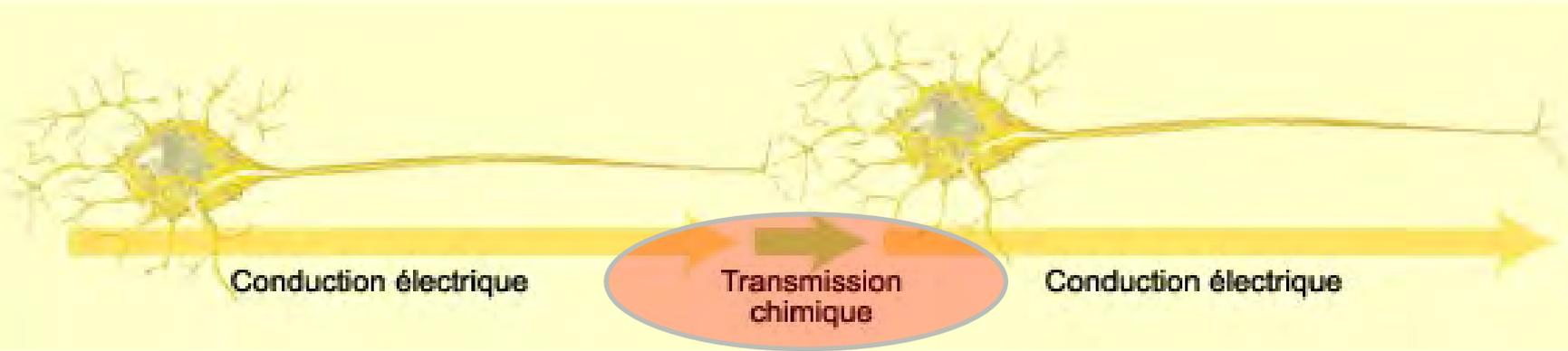


Évolution biologique qui façonne les plans généraux du système nerveux



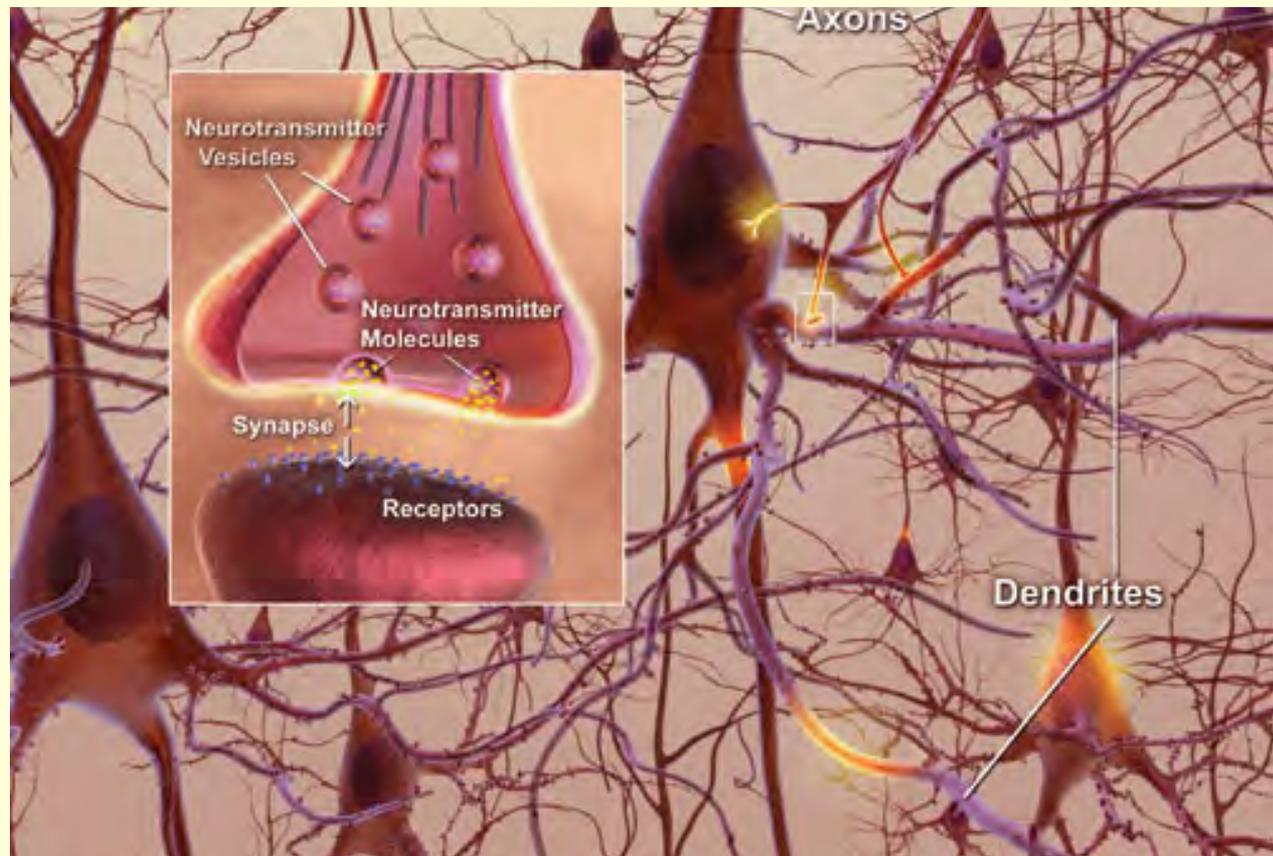
Neuron

Dendrites



Les neurones ne se touchent pas.

Mais alors, comment se transmet l'influx nerveux ?



LE CERVEAU A NOS JOURS NEURALE

PROBLEME : Pourquoi le cerveau est-il si complexe ?

QUESTION : Comment le cerveau traite-t-il l'information ?

REponse : Le cerveau est un organe complexe qui traite l'information de manière hiérarchique et parallèle. Il est capable de résoudre des problèmes complexes en utilisant des stratégies de résolution de problèmes.

LE CERVEAU A NOS JOURS NEURALE

PROBLEME : Pourquoi le cerveau est-il si complexe ?

QUESTION : Comment le cerveau traite-t-il l'information ?

REponse : Le cerveau est un organe complexe qui traite l'information de manière hiérarchique et parallèle. Il est capable de résoudre des problèmes complexes en utilisant des stratégies de résolution de problèmes.

LE CERVEAU A NOS JOURS NEURALE

PROBLEME : Pourquoi le cerveau est-il si complexe ?

QUESTION : Comment le cerveau traite-t-il l'information ?

REponse : Le cerveau est un organe complexe qui traite l'information de manière hiérarchique et parallèle. Il est capable de résoudre des problèmes complexes en utilisant des stratégies de résolution de problèmes.

LE CERVEAU A NOS JOURS NEURALE

PROBLEME : Pourquoi le cerveau est-il si complexe ?

QUESTION : Comment le cerveau traite-t-il l'information ?

REponse : Le cerveau est un organe complexe qui traite l'information de manière hiérarchique et parallèle. Il est capable de résoudre des problèmes complexes en utilisant des stratégies de résolution de problèmes.

LE CERVEAU A NOS JOURS NEURALE

PROBLEME : Pourquoi le cerveau est-il si complexe ?

QUESTION : Comment le cerveau traite-t-il l'information ?

REponse : Le cerveau est un organe complexe qui traite l'information de manière hiérarchique et parallèle. Il est capable de résoudre des problèmes complexes en utilisant des stratégies de résolution de problèmes.



Social



Psychologique



Cérébral

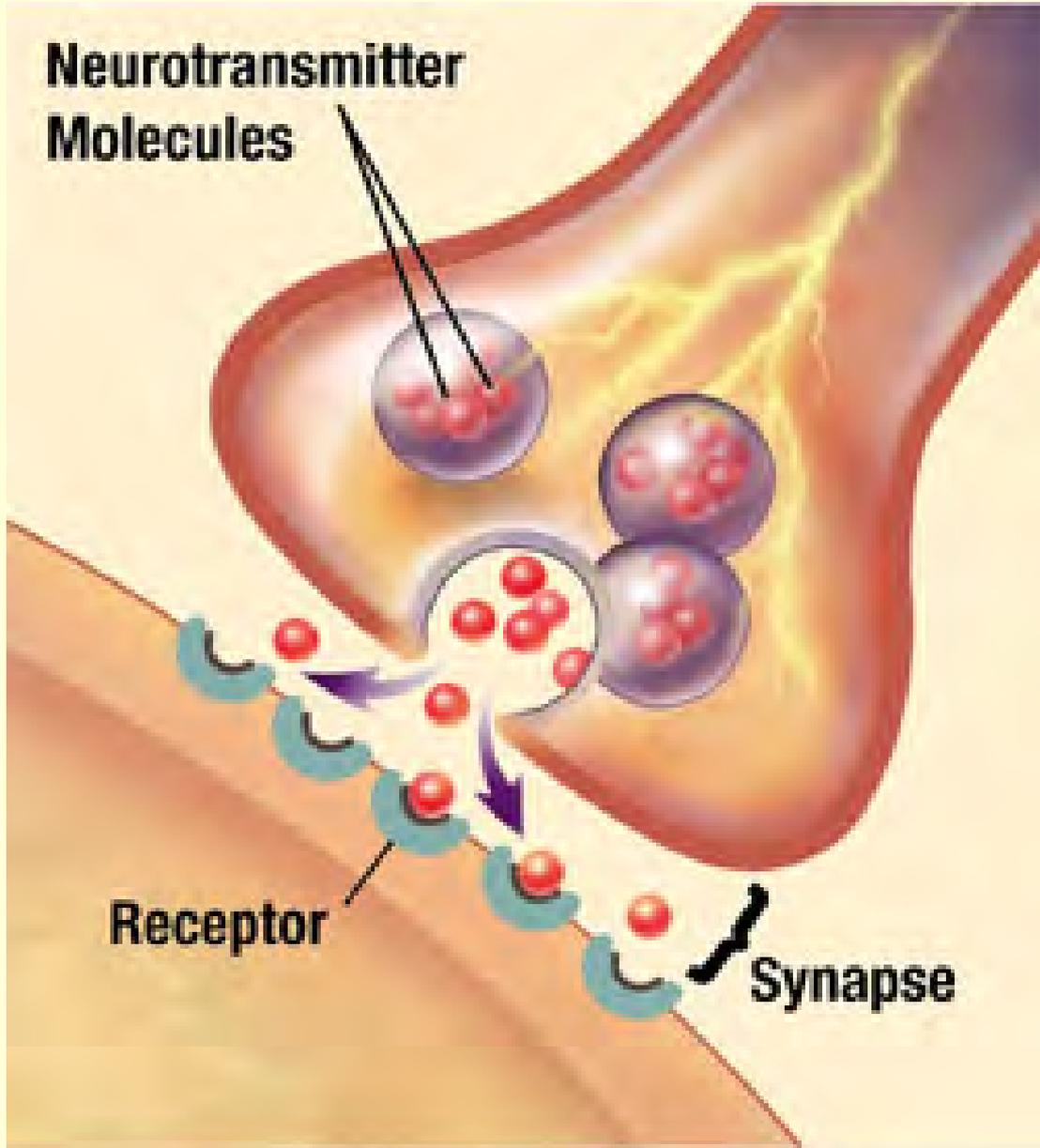


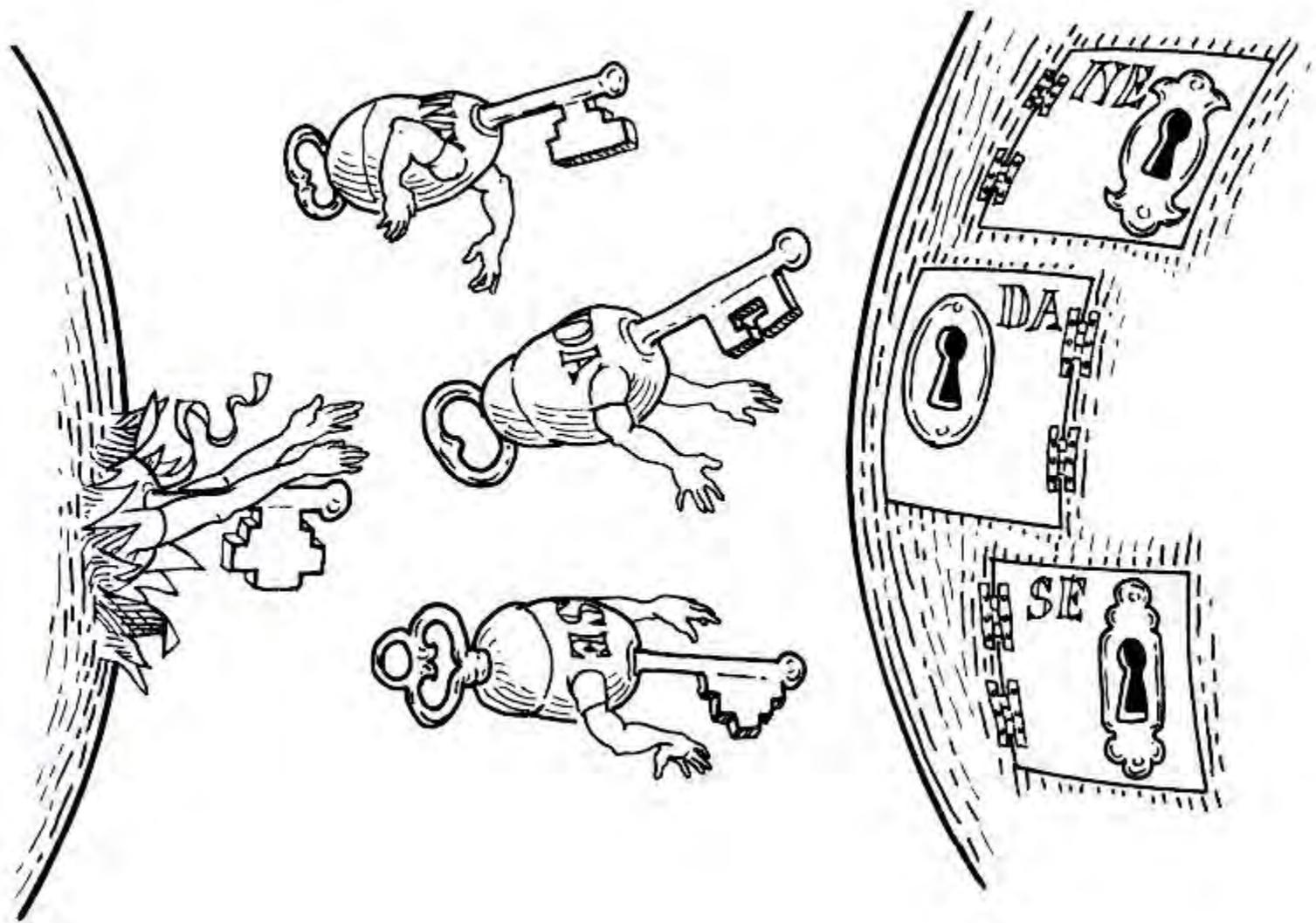
Cellulaire

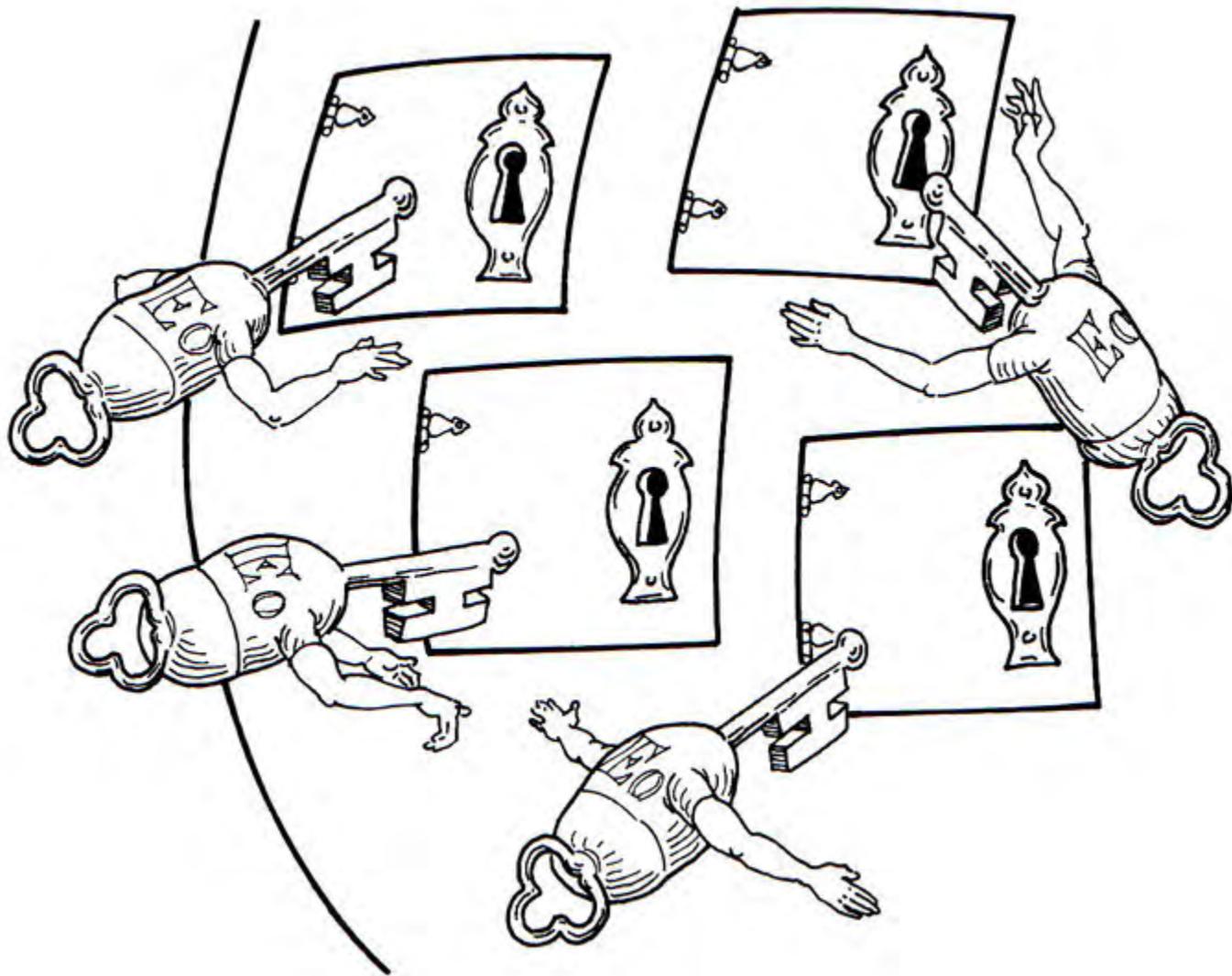


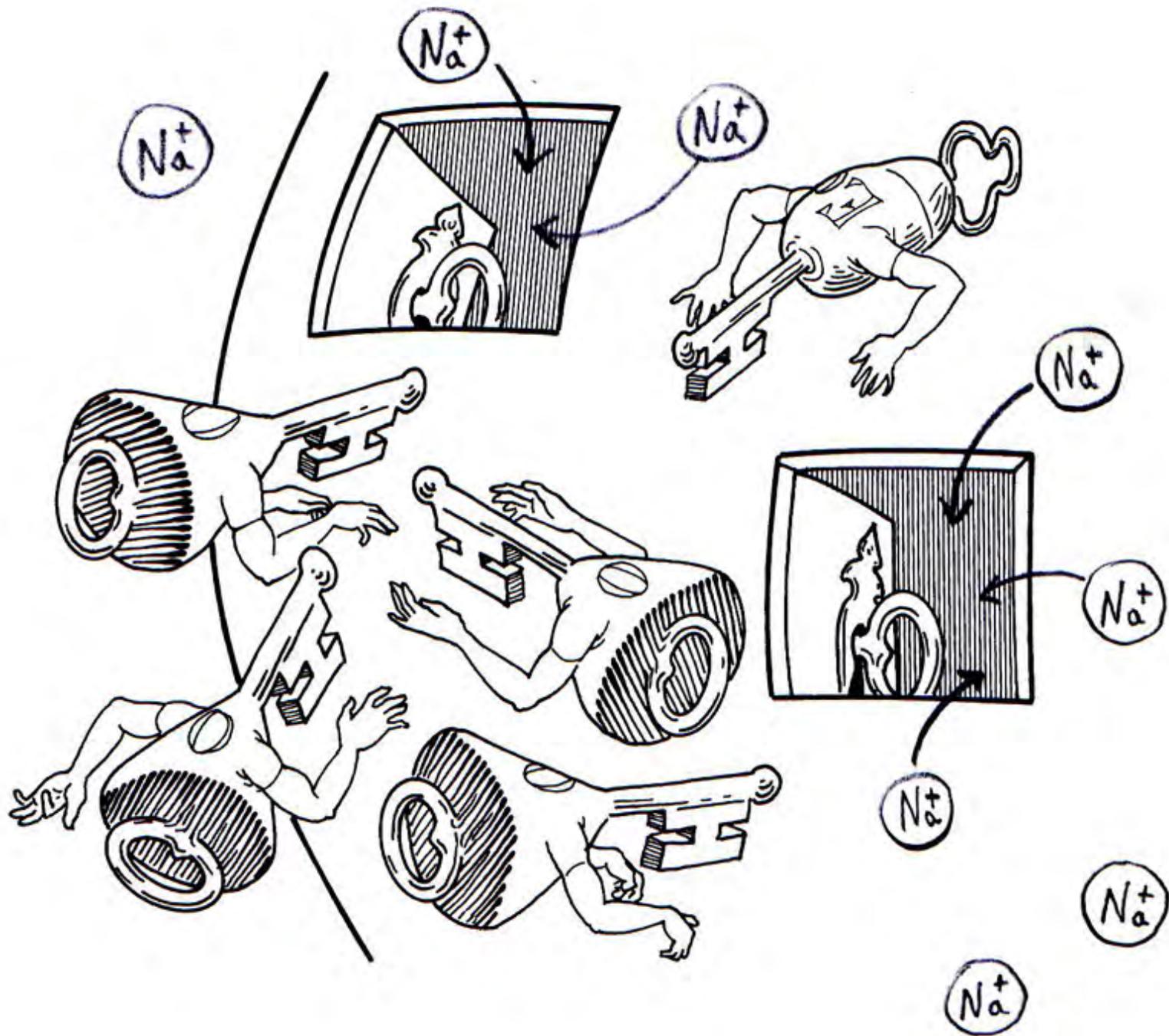
Moléculaire







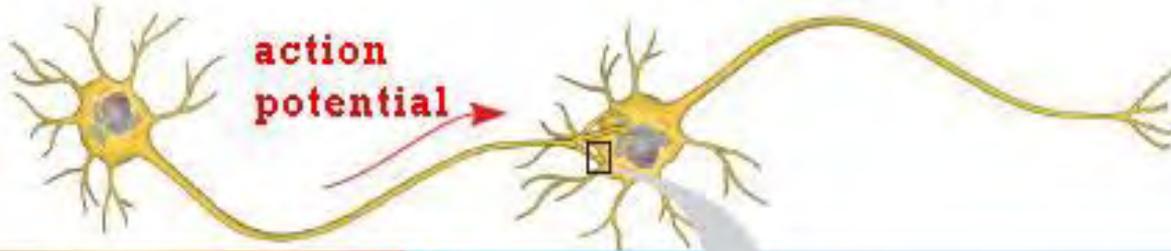




Presynaptic cell

Postsynaptic cell

action potential



Synaptic vesicles containing neurotransmitter

Presynaptic membrane

Voltage-gated Ca^{2+} channel

1 Ca^{2+}

Synaptic cleft

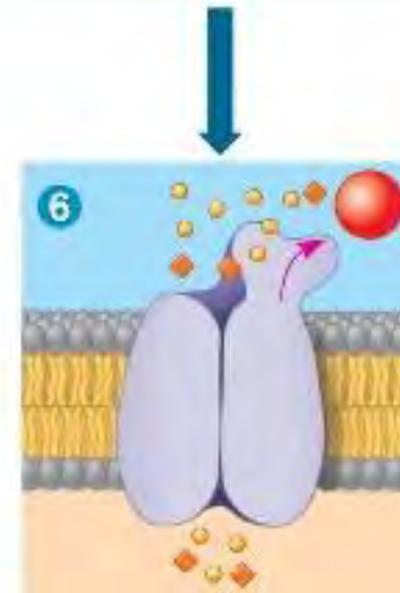
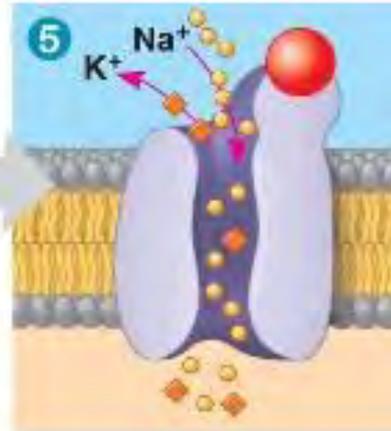
2

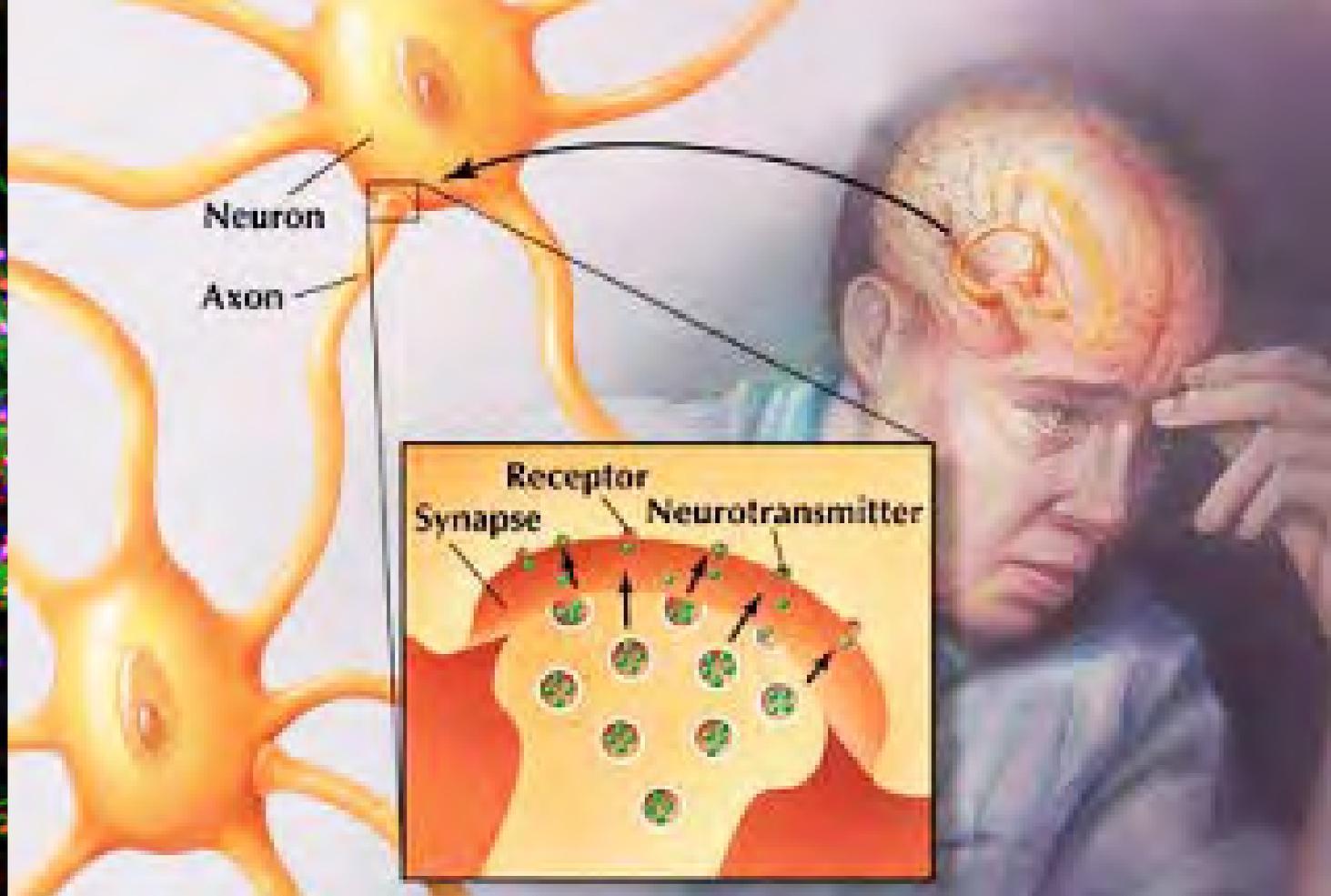
3

4

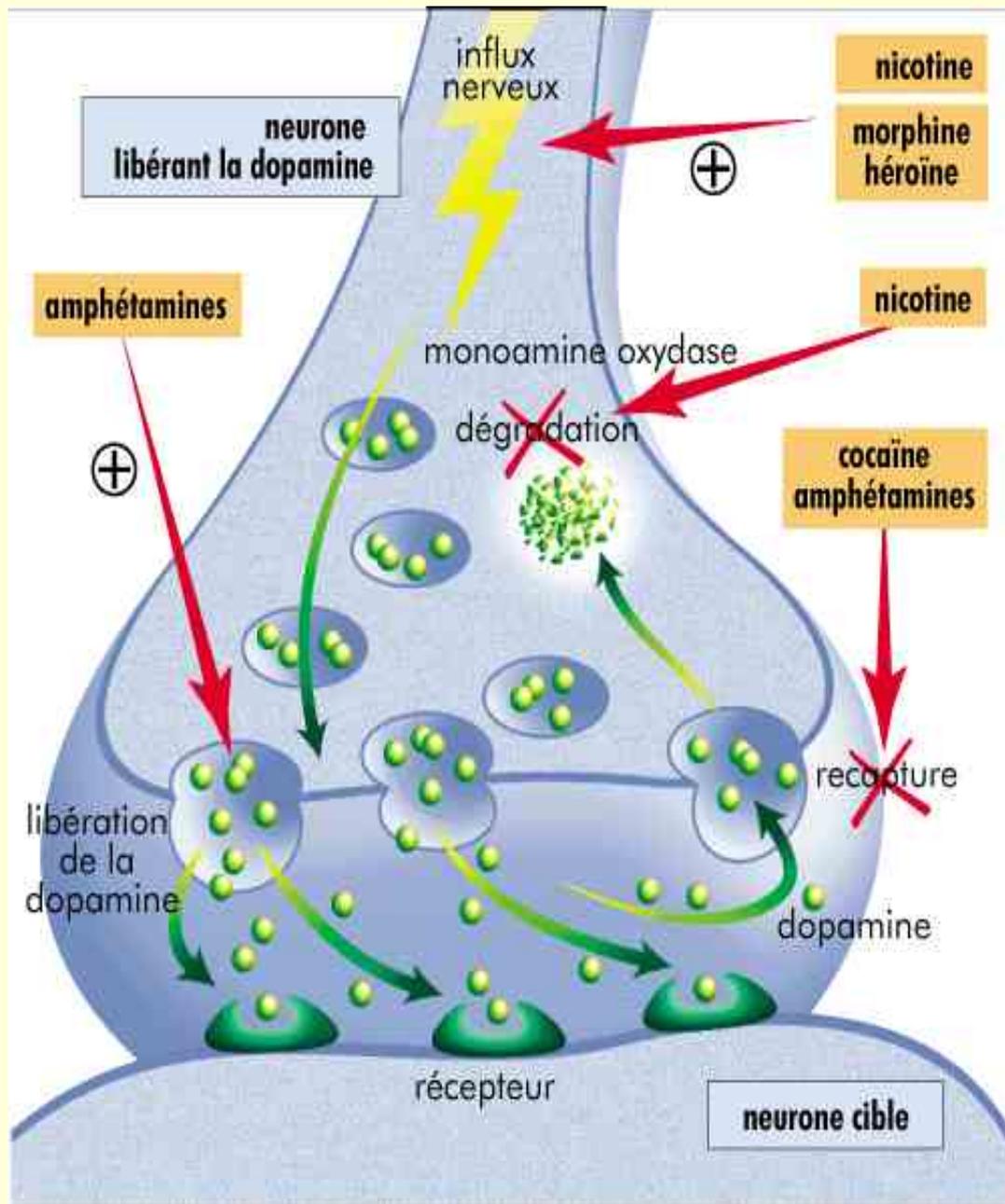
Ligand-gated ion channels

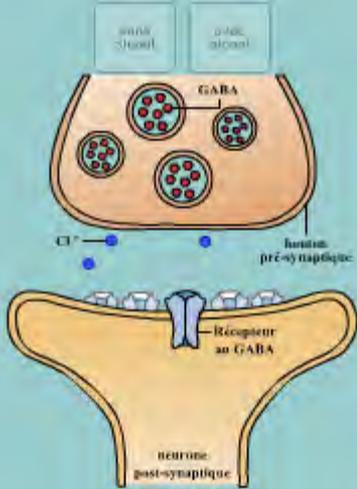
Postsynaptic membrane





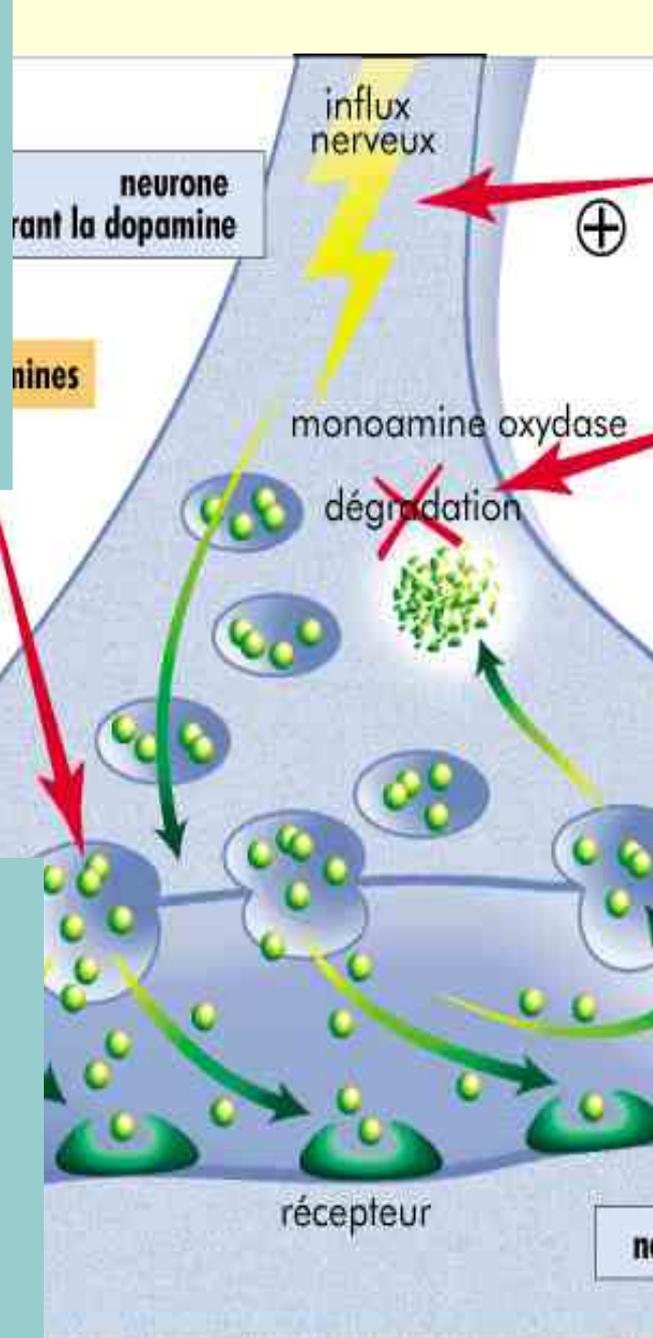
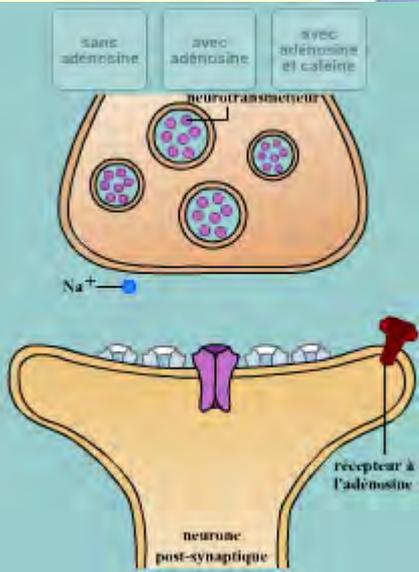
C'est à la synapse qu'agissent
la grande majorité des
médicaments et
des **drogues**



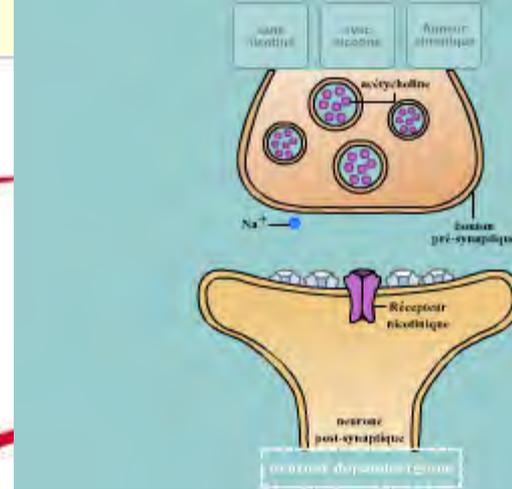


Alcool

Caféine



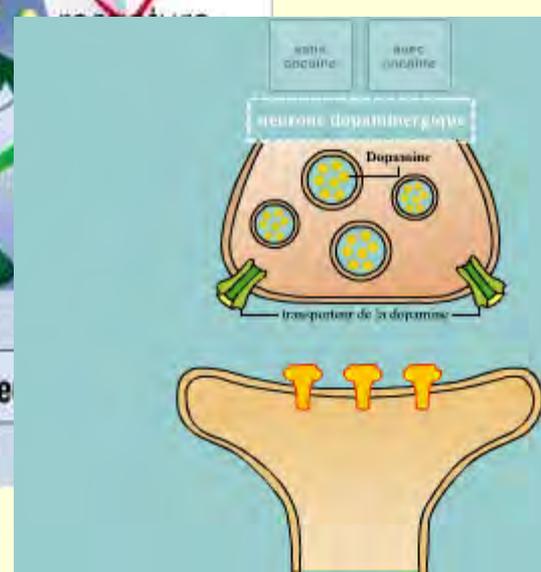
Cocaïne



Nicotine

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

**cocaïne
amphétamines**



Le caractère légal ou illégal d'une drogue n'est pas corrélé avec sa dangerosité.

Illégales



Légales



Le caractère légal ou illégal d'une drogue n'est pas corrélé avec sa dangerosité.

Illégales

Légalement



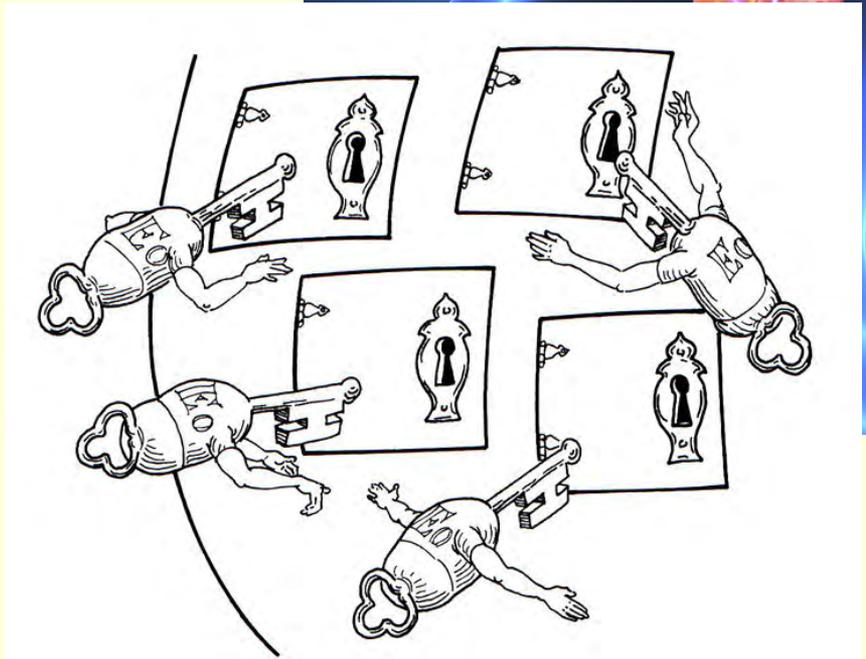
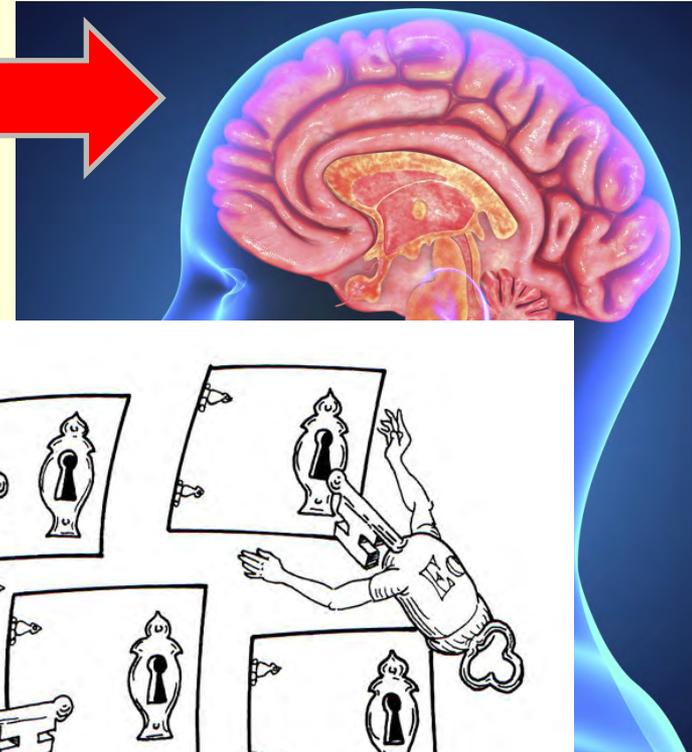
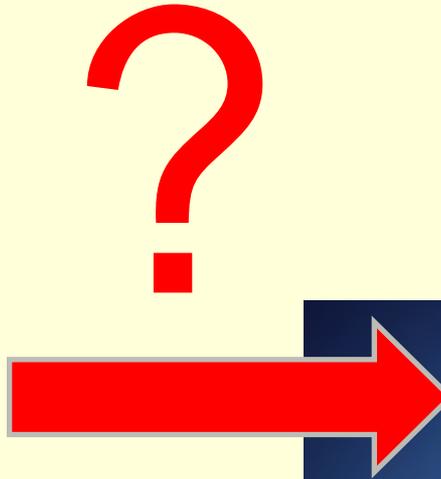


Pavot
(opium)

Tabac
(nicotine)



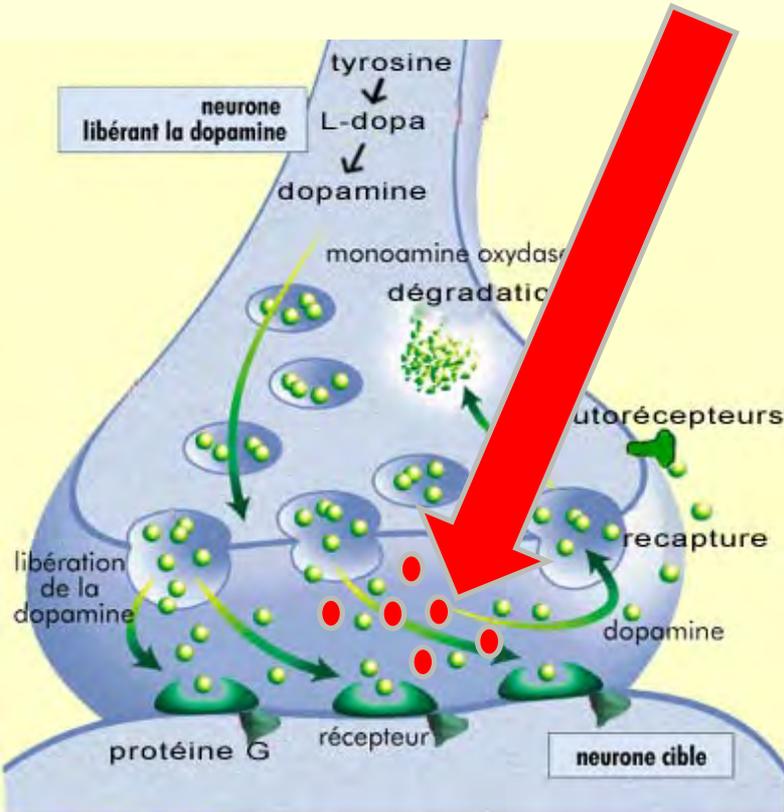
Cannabis
(THC)



l'apport extérieur :

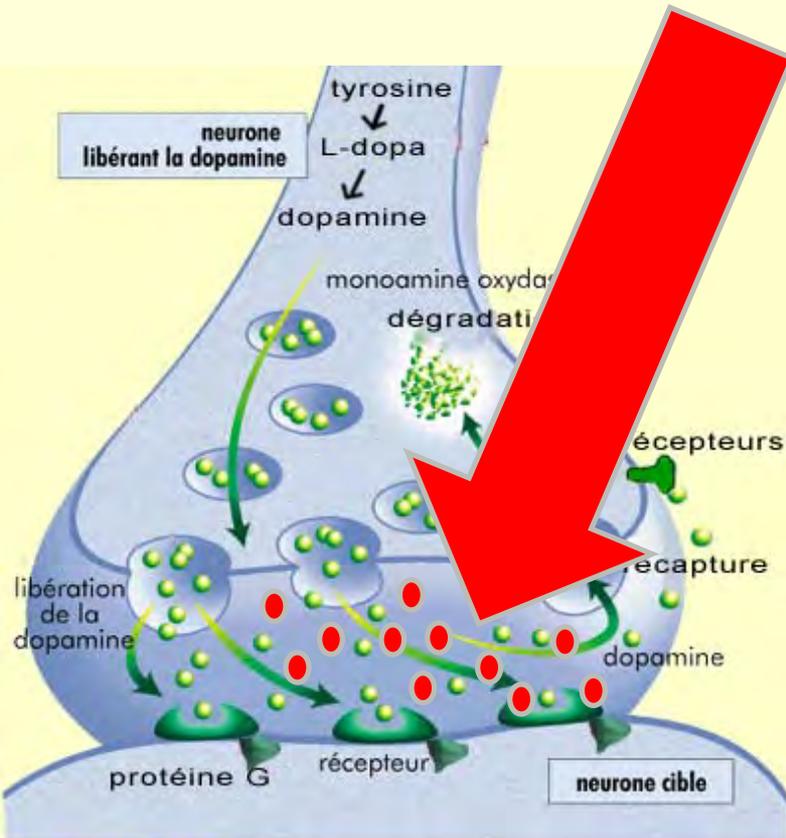
dépend de la **dose** et de la **fréquence** des consommations

**Consommation récréative
ou occasionnelle**



l'apport extérieur :

dépend de la **dose** et de la **fréquence** des consommations



Consommation récréative
ou occasionnelle

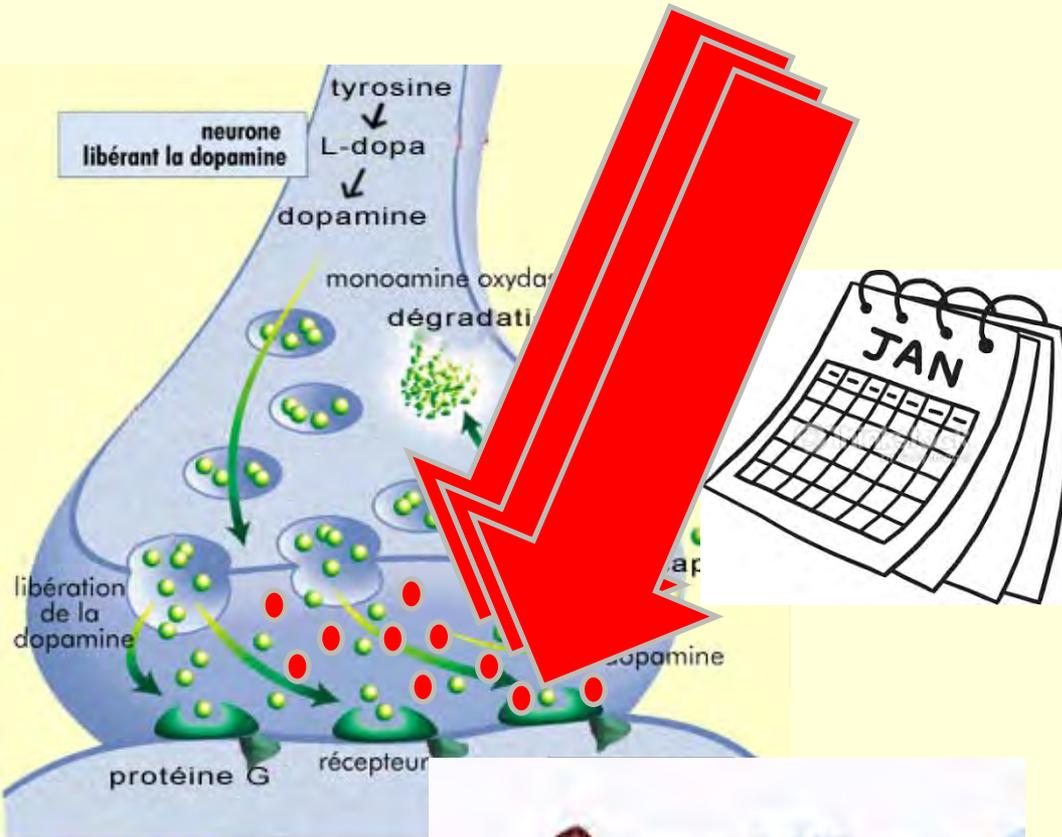
Abus



Ici, on n'est plus vraiment heureux...
surtout le lendemain matin !

l'apport extérieur :

dépend de la **dose** et de la **fréquence** des consommations



Consommation récréative
ou occasionnelle

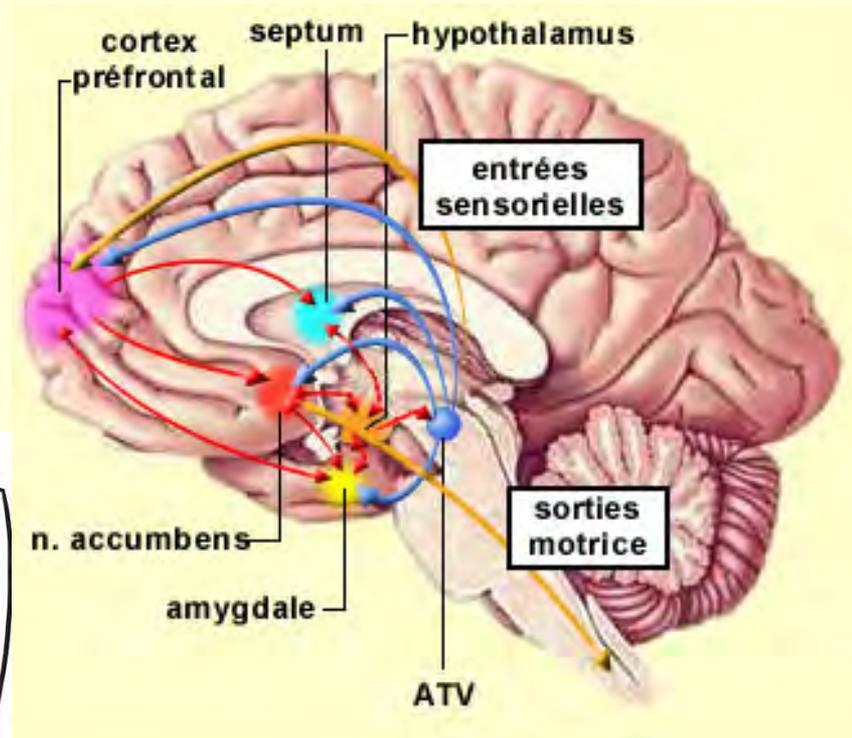
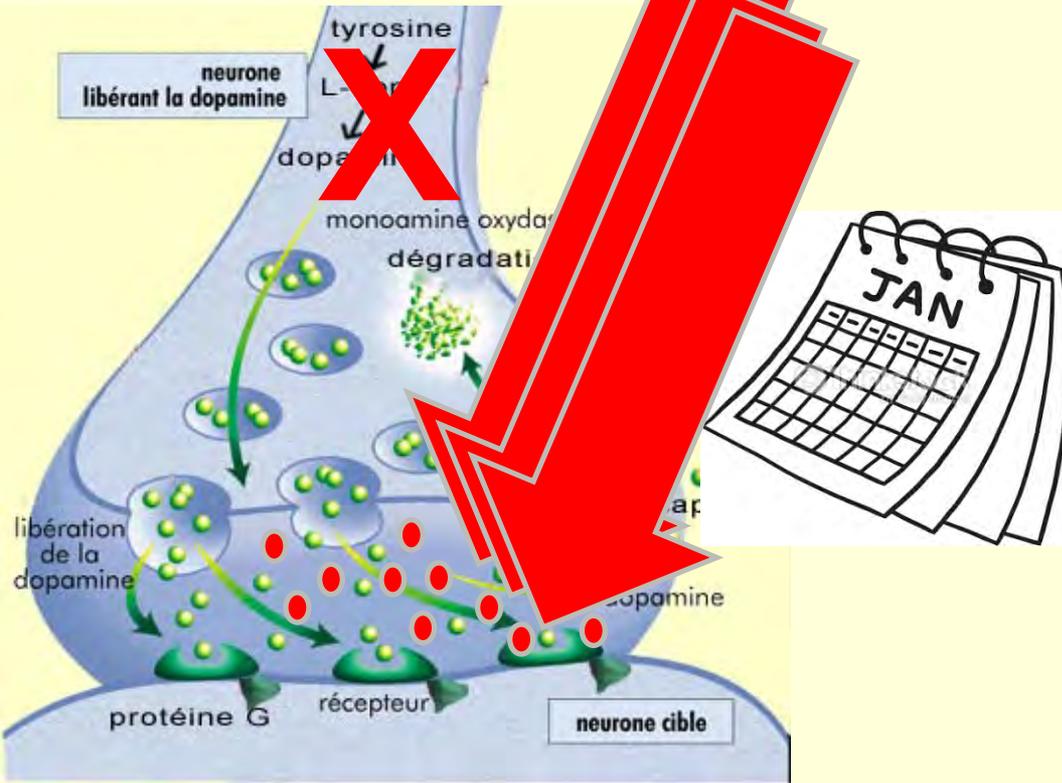
Abus

Dépendance

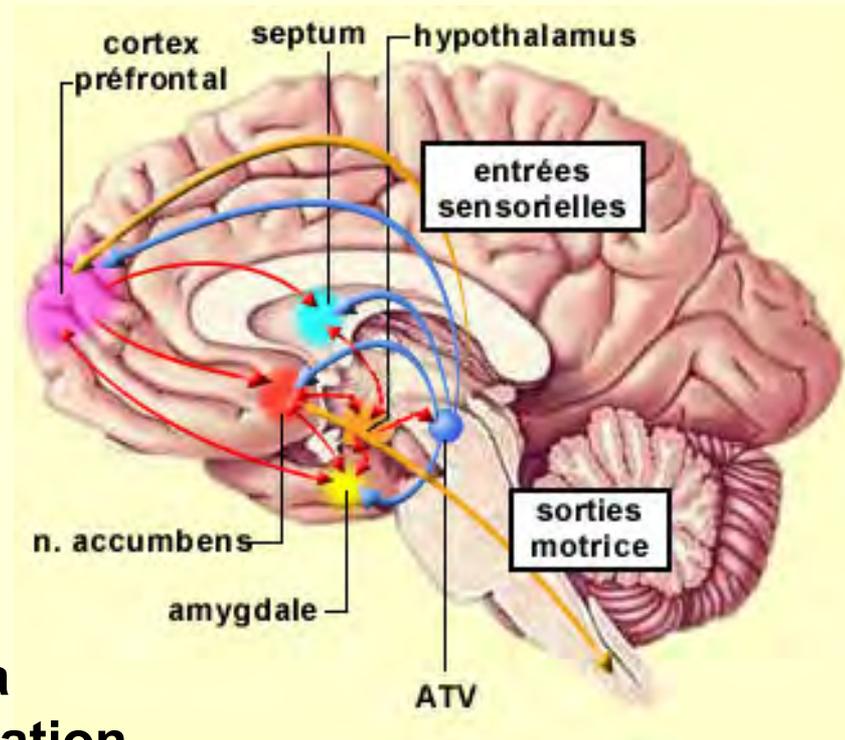
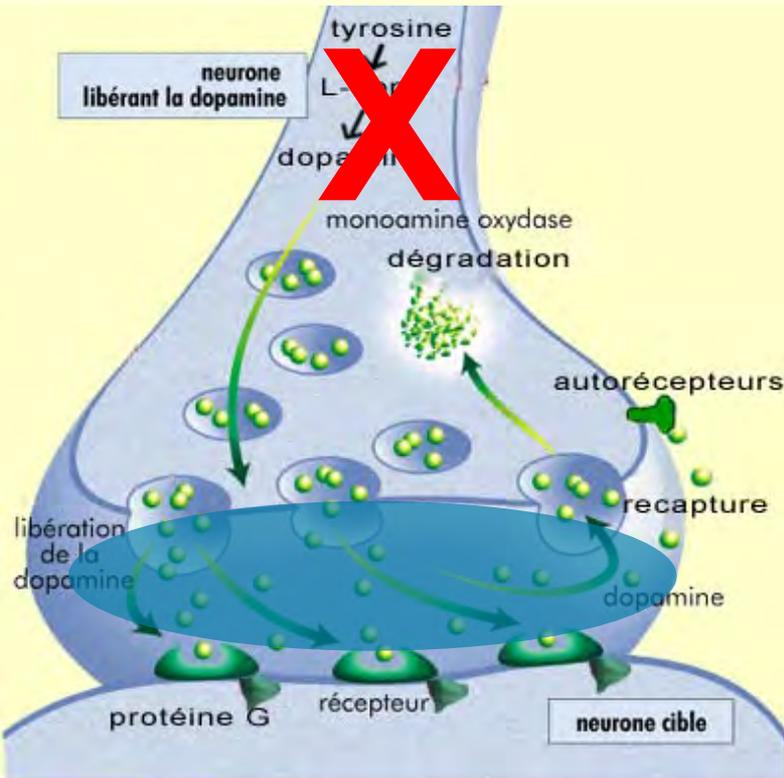
Ici, c'est plutôt
l'enfer que
le paradis...



syndrome de sevrage



syndrome de sevrage



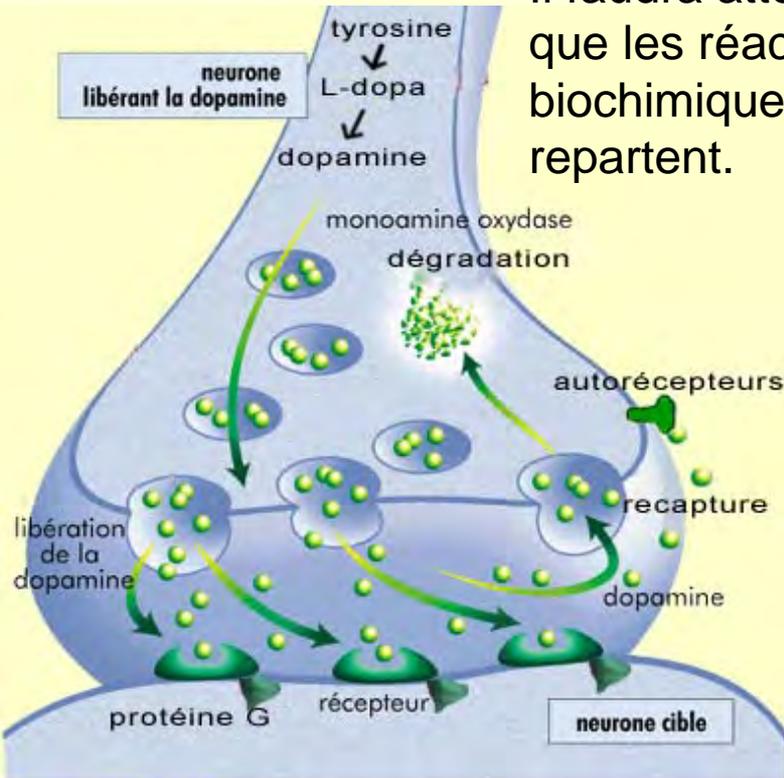
Arrêt de la consommation

L'équilibre fragile de ces interactions complexe se trouve dérégulé.

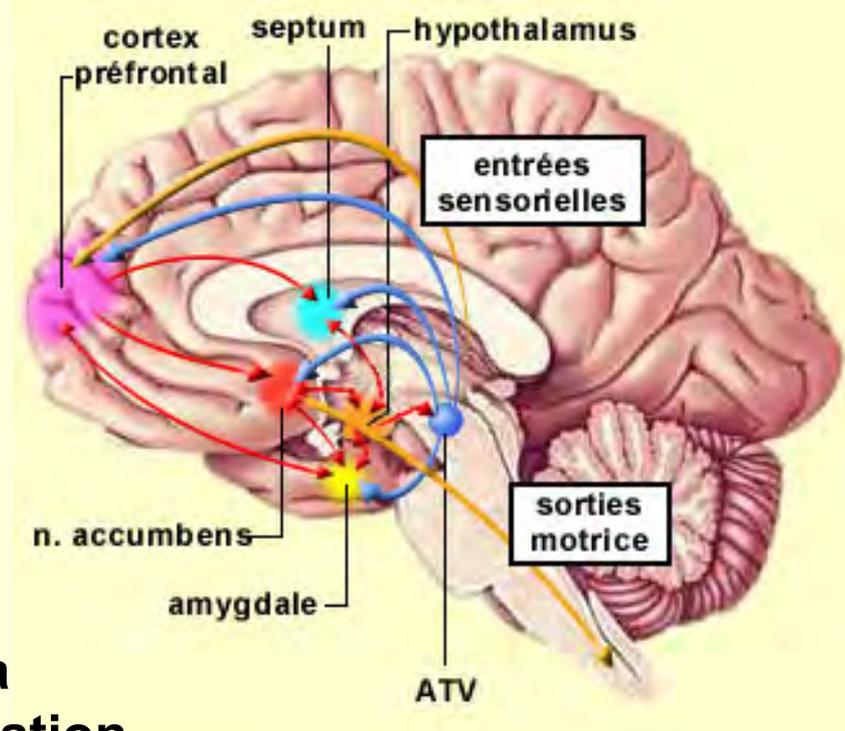


syndrome de sevrage

Il faudra attendre que les réactions biochimiques repartent.



Et que la neurotransmission normale soit rétablie.



Arrêt de la consommation

L'équilibre fragile de ces interactions complexe se trouve dérégulé.



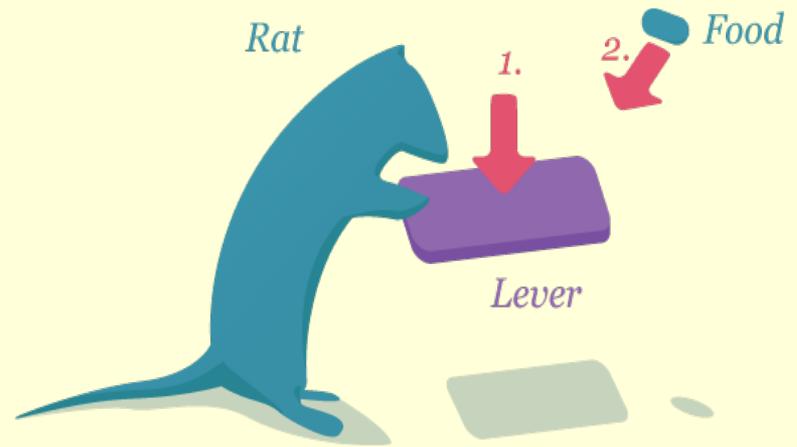
[Petite parenthèse...]

En passant, il est aussi possible de développer des comportements de **dépendance** **SANS** prise de substances !

Qu'est-ce qui rapporte plus d'argent aux États-Unis que les films, les parcs d'amusement thématiques et le baseball RÉUNIS ?



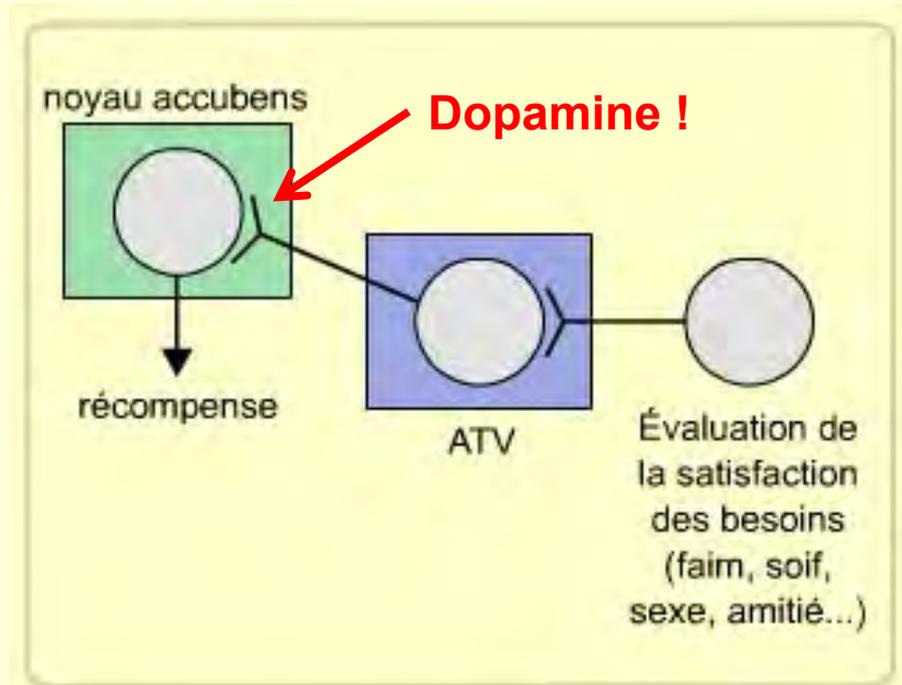
En passant, il est aussi possible de développer des comportements de **dépendance** **SANS** prise de substances !



La dépendance aux jeux

Ici, ce n'est plus la prise d'une substance qui influence le cerveau et donc le comportement,

mais **l'inverse** : un comportement qui va amener le cerveau à **augmenter la production de certaines molécules addictives !**



Vous connaissez aussi très bien deux autres grandes catégories de **comportements** qui vont modifier la chimie du cerveau :

Les comportements **sportifs**



Les comportements **amoureux**



Vous connaissez aussi très bien deux autres grandes catégories de **comportements** qui vont modifier la chimie du cerveau :

Les comportements **sportifs**



Les comportements **amoureux**



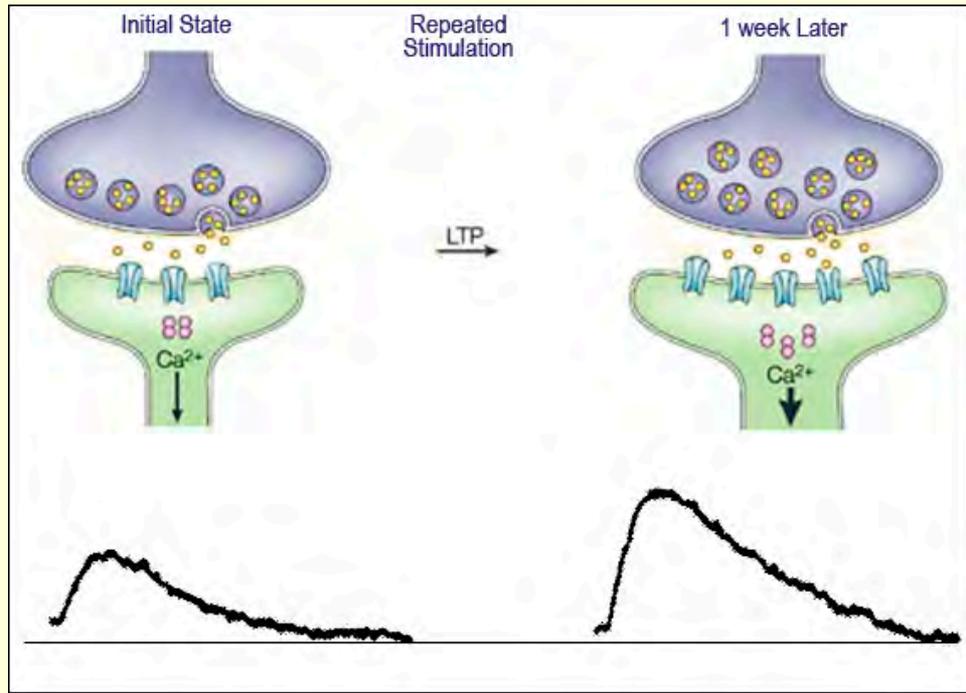
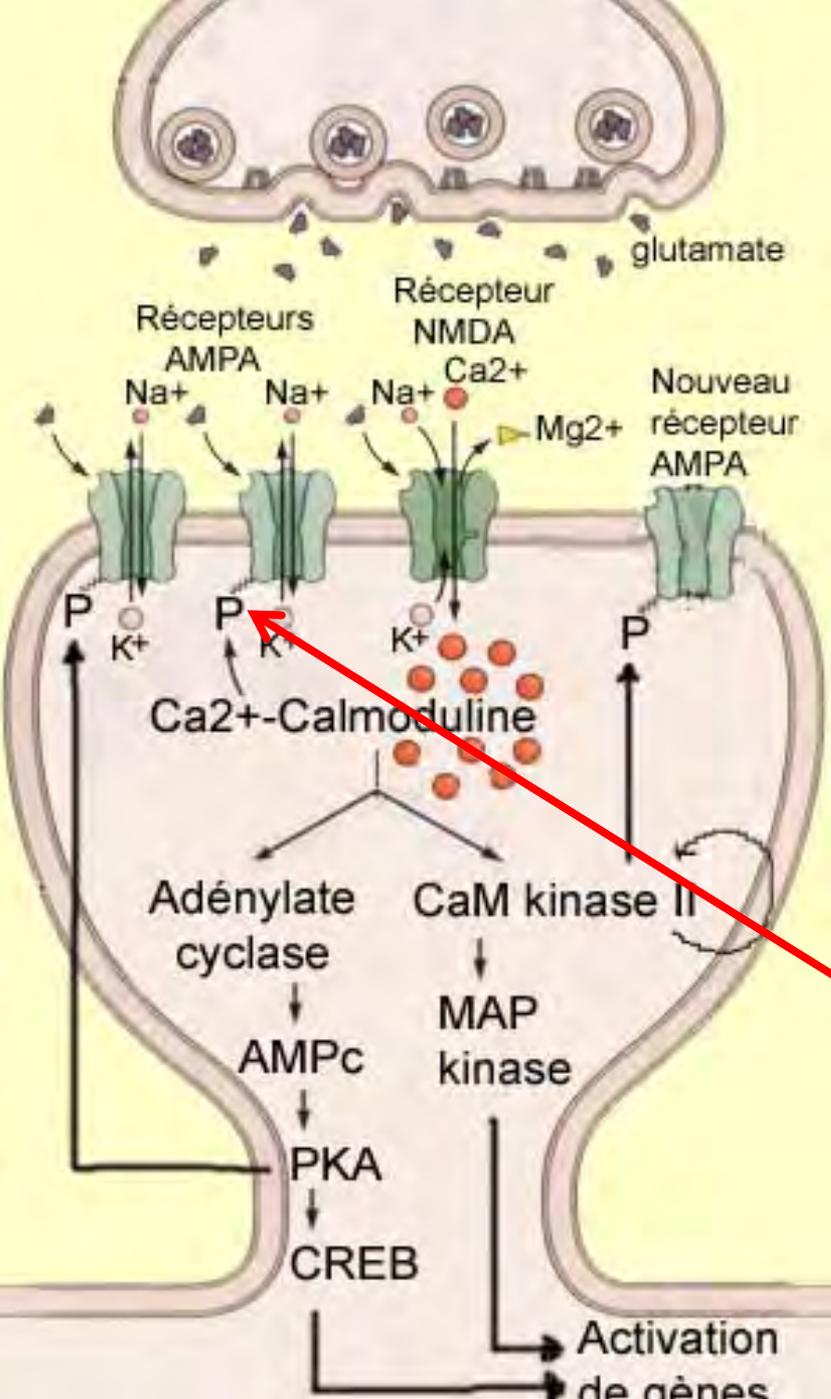
La pratique régulière a ici un effet bénéfique sur la santé ! ;-)

Et déclenche la sécrétion de nombreuses molécules :

dopamine, bien sûr, mais aussi **endorphine**, **ocytocine**, etc.

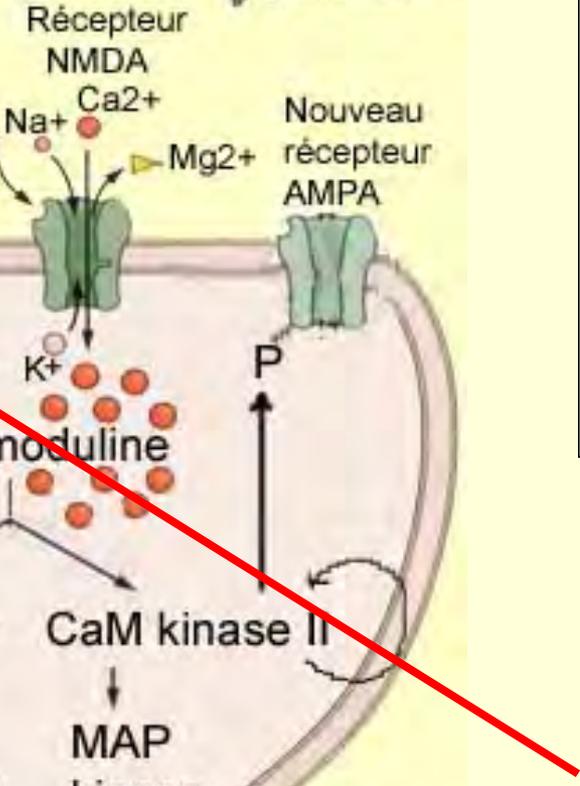
[\[Fermer la parenthèse \]](#)

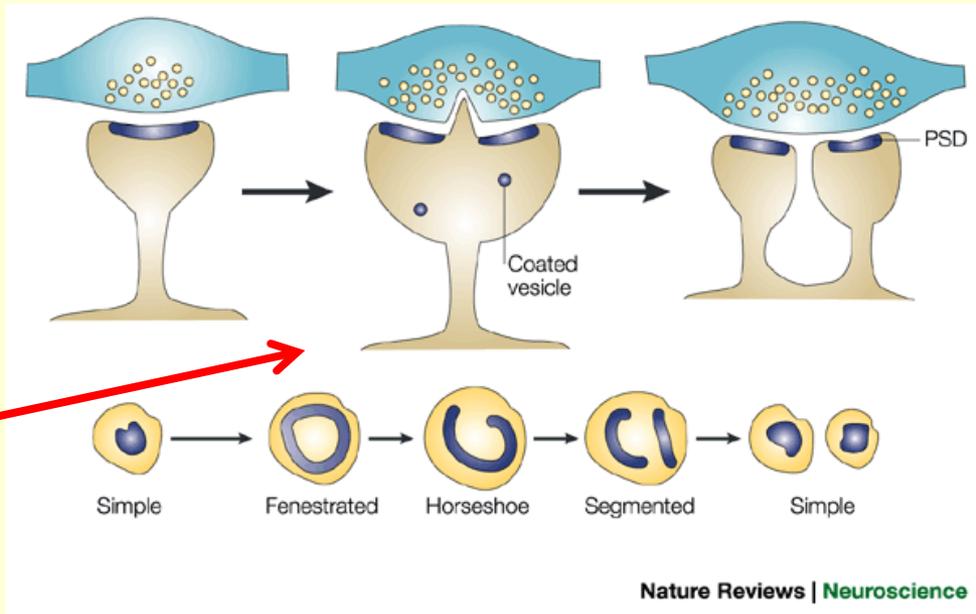
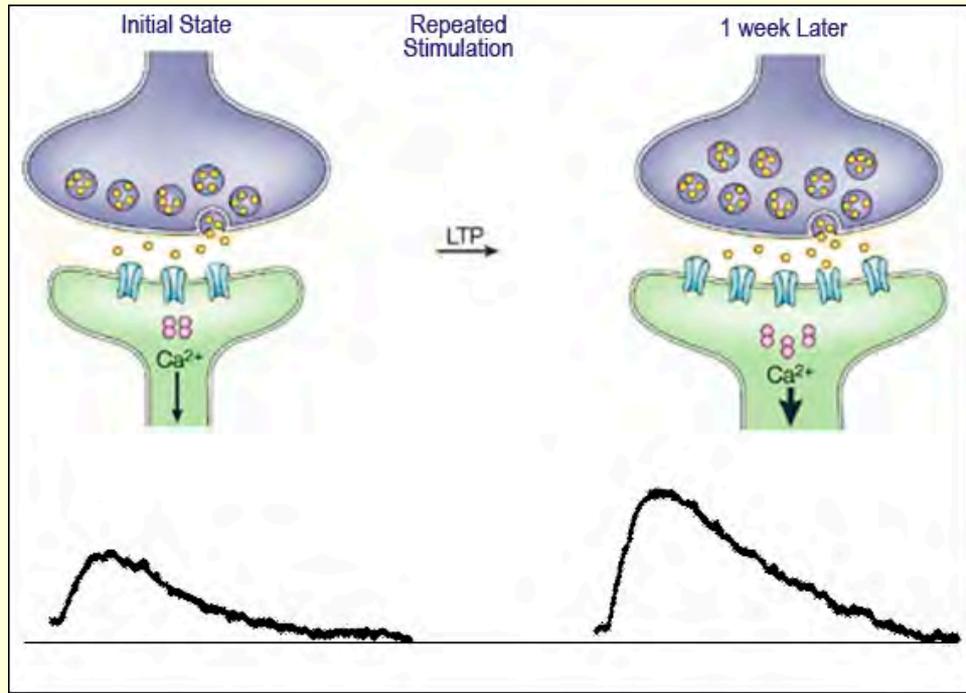
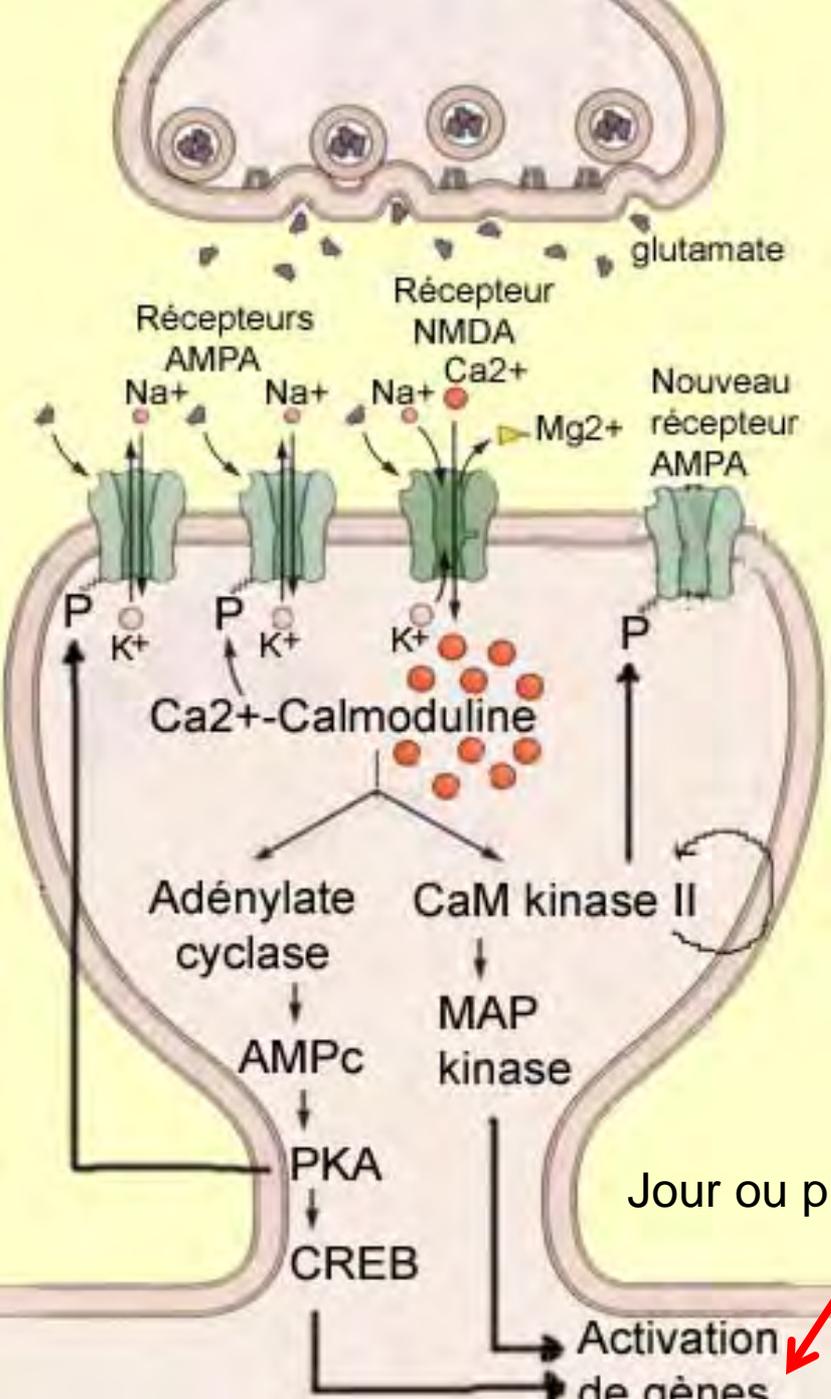




Ordre de grandeur temporelle :

Minutes ou heures

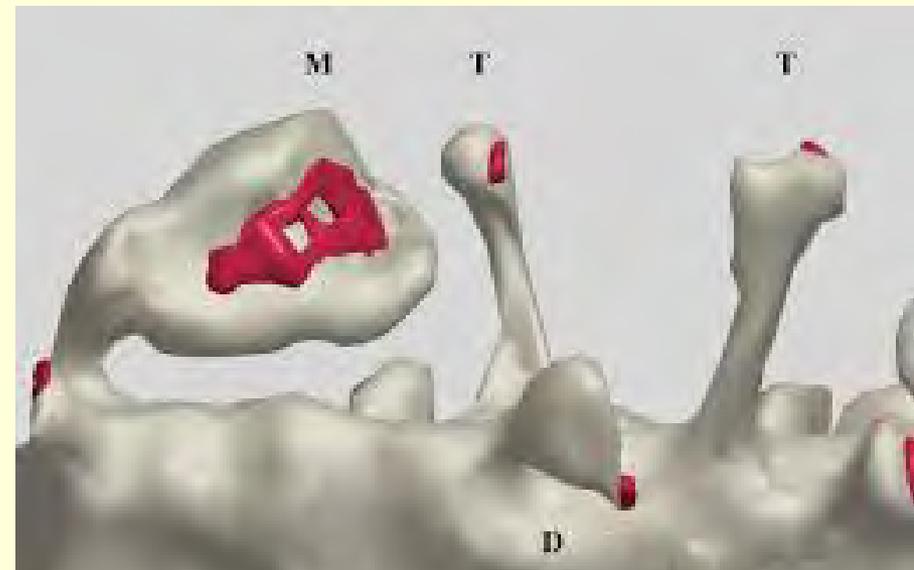
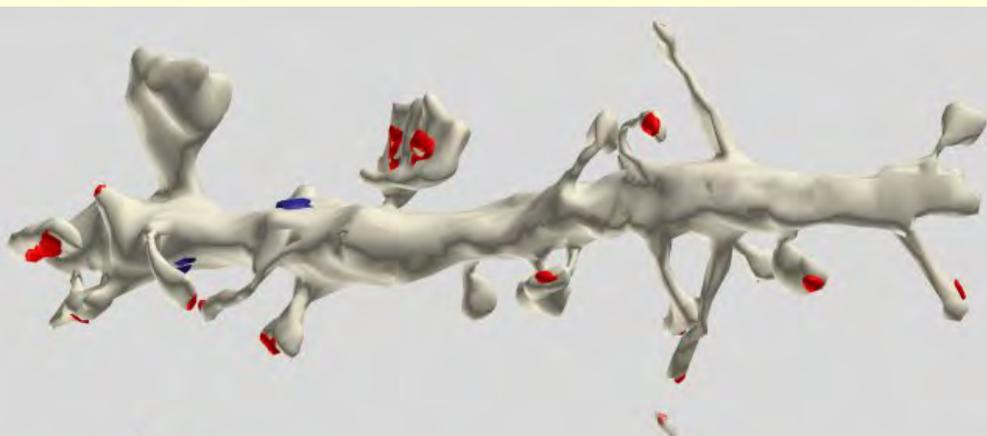




Jour ou plus

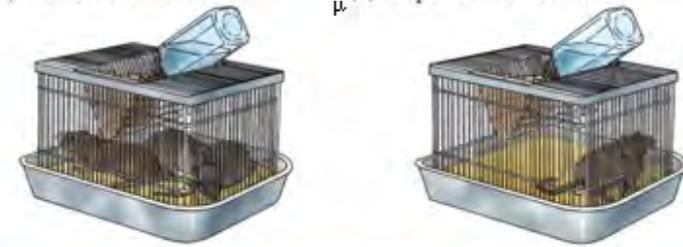


La taille et la forme de ces épines dendritiques ne sont **pas fixes** mais peuvent être au contraire **très plastique**.



a) Standard condition

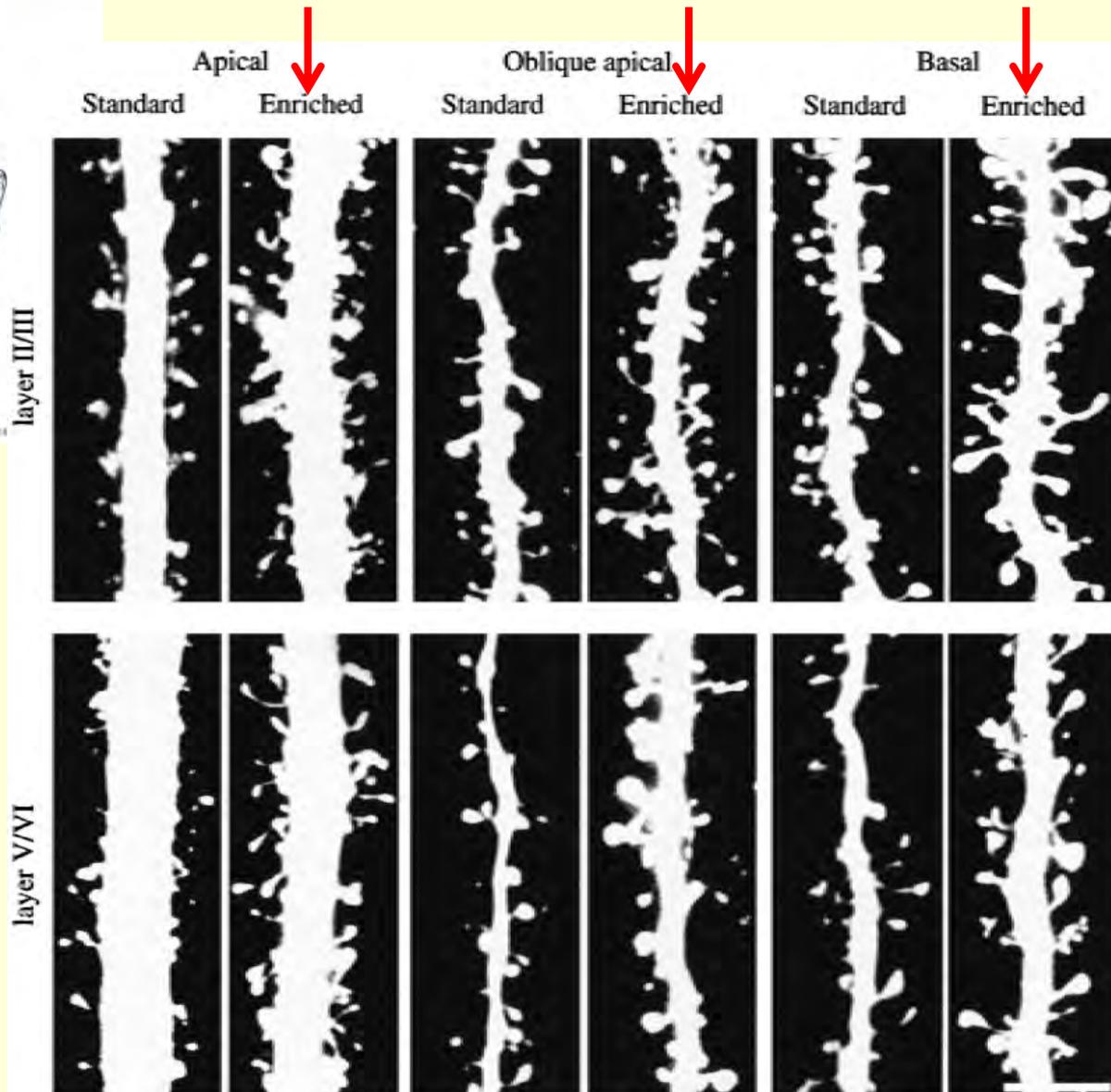
b) Impoverished condition



(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.

Changes in grey matter induced by training

Nature, 2004

Bogdan Draganski*, Christian Gaser†, Volker Busch*, Gerhard Schuierer‡, Ulrich Bogdahn*, Arne May*

https://www.researchgate.net/publication/305381022_Neuroplasticity_changes_in_grey_matter_induced_by_training

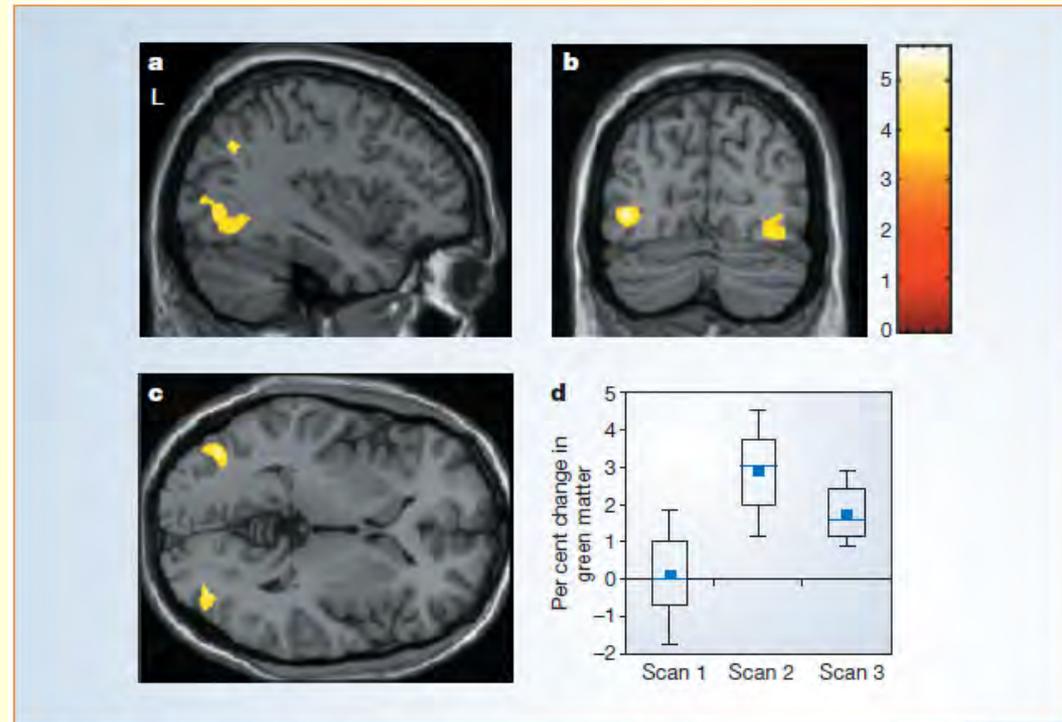


Figure 1 Transient changes in brain structure induced while learning to juggle. **a–c**, Statistical parametric maps showing the areas with transient structural changes in grey matter for the jugglers group compared with non-juggler controls. **a**, Sagittal view; **b**, coronal view; **c**, axial view. The increase in grey matter is shown superimposed on a normalized T1 image. The left side (L) of the brain is indicated. A significant expansion in grey matter was found between the first and second scans in the mid-temporal area (hMT/V5) bilaterally (left: $x, -43; y, -75; z, -2$, with $Z = 4.70$; right: $x, 33; y, -82; z, -4$, with $Z = 4.09$) and in the left posterior intraparietal sulcus ($x, -40; y, -66; z, 43$ with $Z = 4.57$), which had decreased by the time of the third scan. Colour scale indicates Z scores, which correlate with the significance of the change. **d**, Relative grey-matter change in the peak voxel in the left hMT for all jugglers over the three time points. The box plot shows the standard deviation, range and the mean for each time point.

NATURE | VOL 427 | 22 JANUARY 2004 | www.nature.com/nature

Augmentation de l'épaisseur de 2 régions du cortex 3 mois après être devenu « **expert** », puis **diminution** après 3 mois **d'inactivité**.

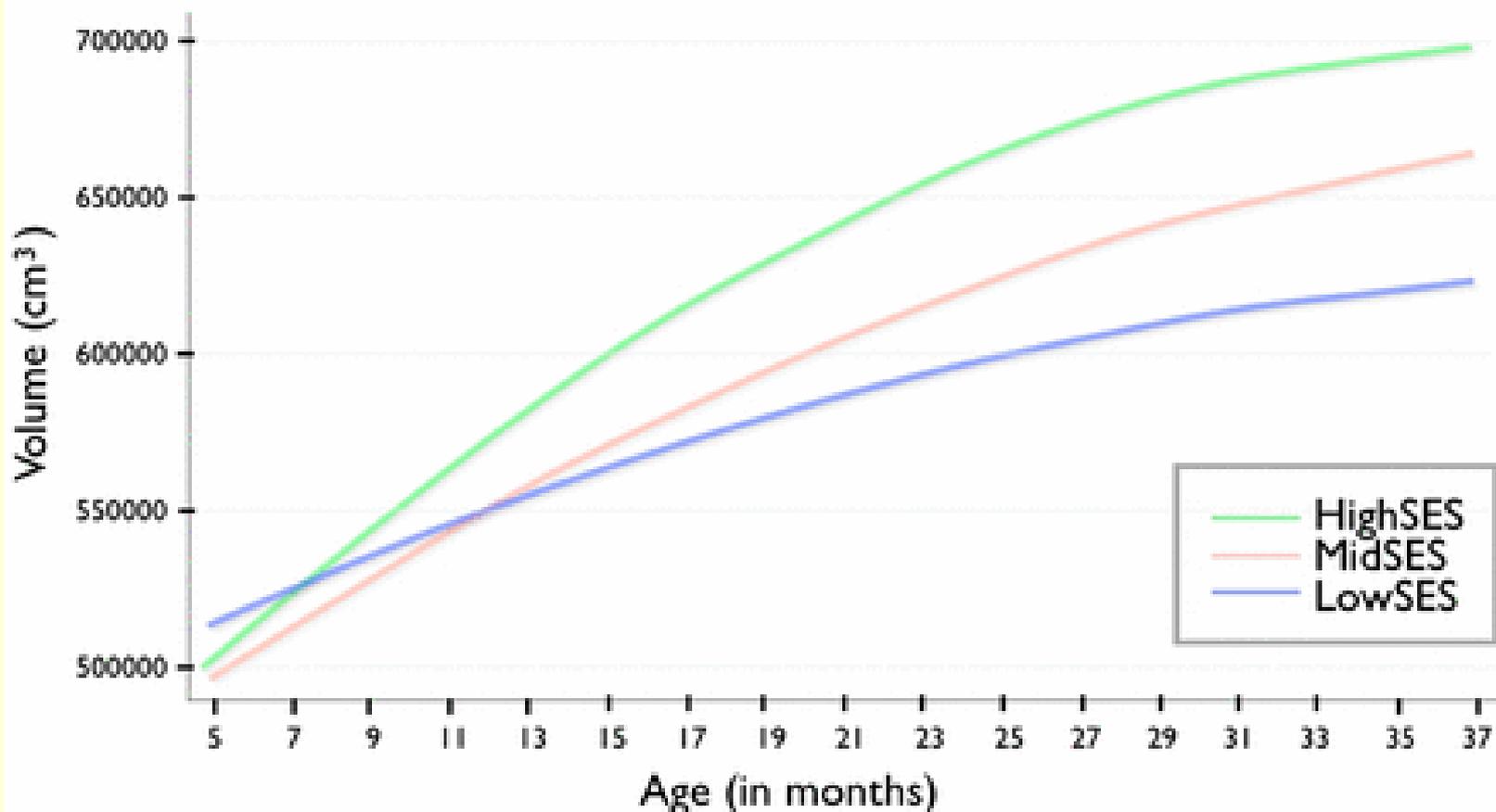
Wednesday, **February 03, 2016**

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

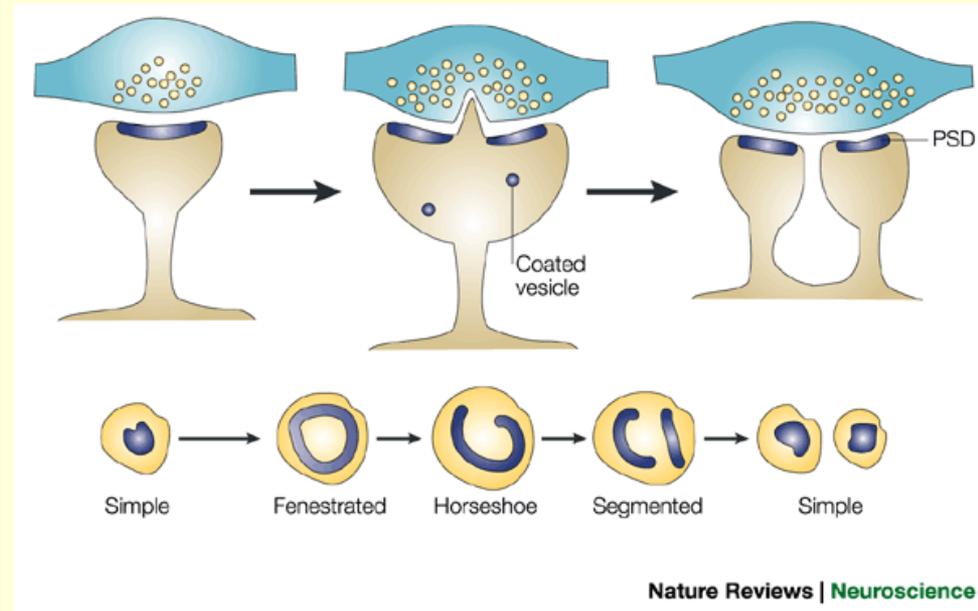
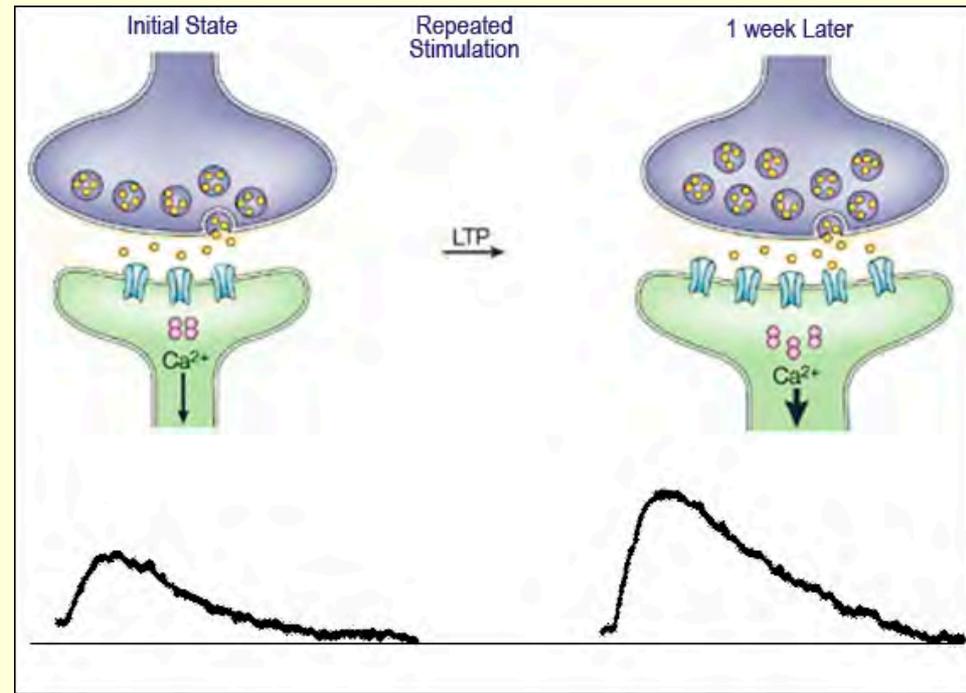
Total Gray Matter

Surtout dans le lobe frontal et l'hippocampe.



La **potentialisation à long terme (PLT)** est l'un des mécanismes les plus documentés derrière les phénomènes d'apprentissage et de mémoire.

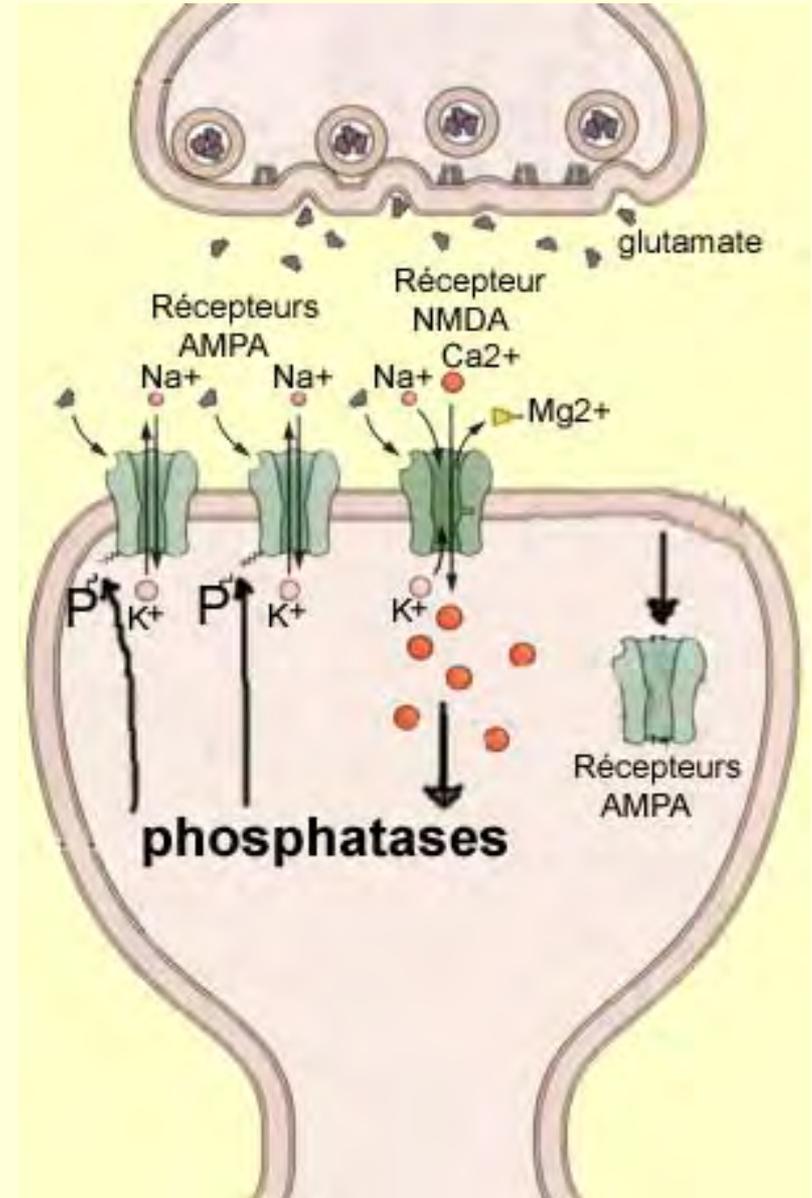
Mais il y en a beaucoup d'autres !



La **potentialisation à long terme** (PLT) est l'un des mécanismes les plus documentés derrière les phénomènes d'apprentissage et de mémoire.

Mais il y en a beaucoup d'autres !

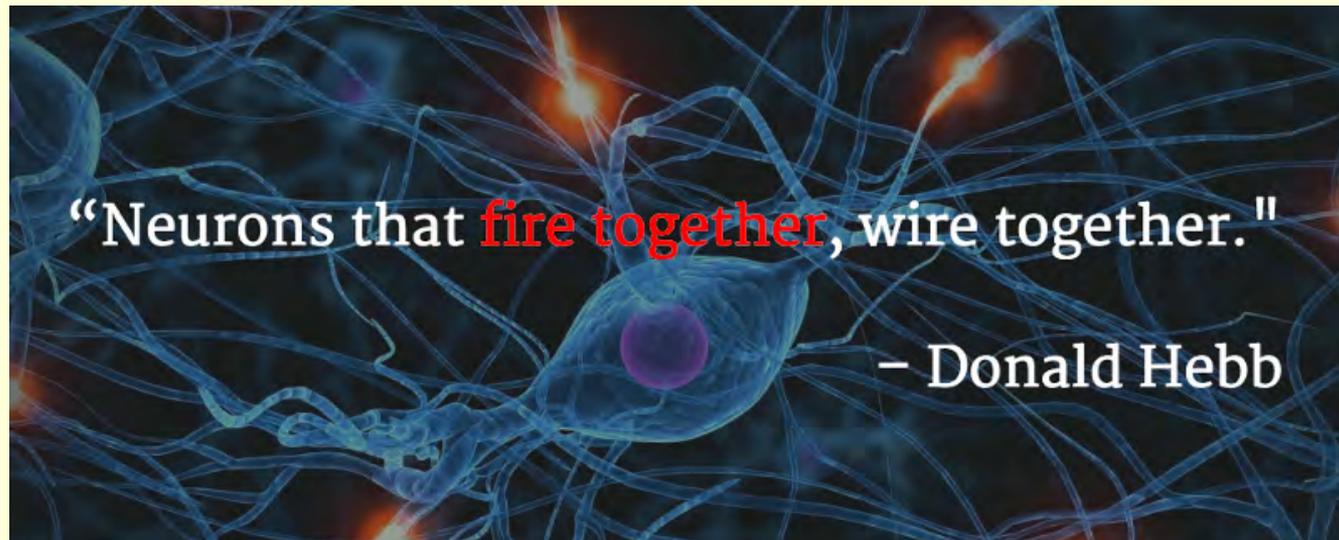
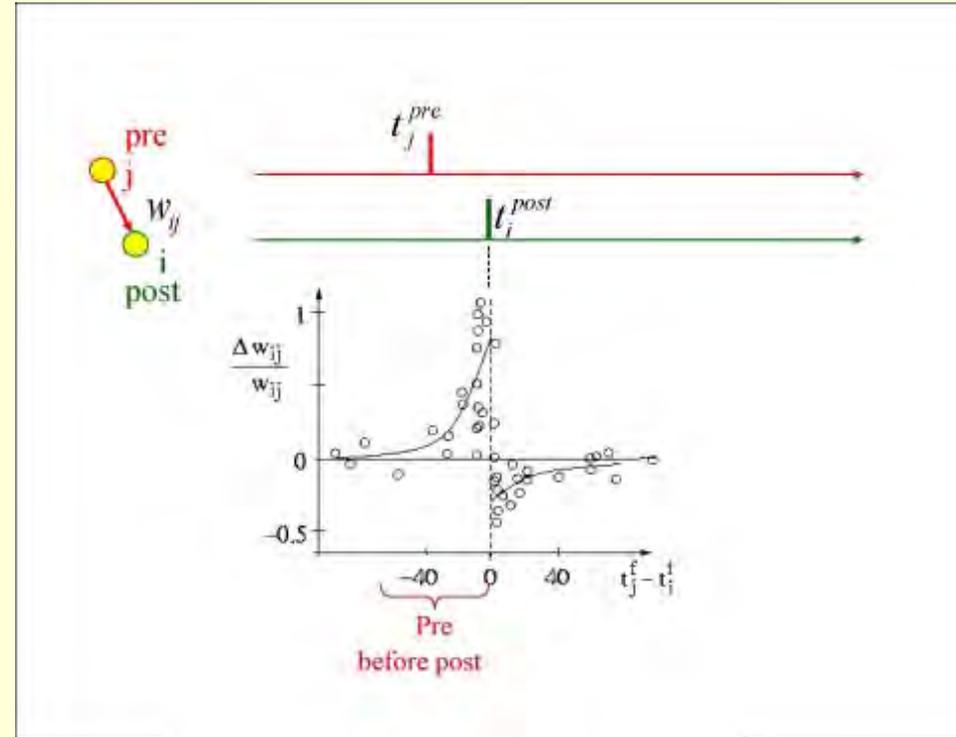
- La **dépression à long terme** (DLT)



La **potentialisation à long terme (PLT)** est l'un des mécanismes les plus documentés derrière les phénomènes d'apprentissage et de mémoire.

Mais il y en a beaucoup d'autres !

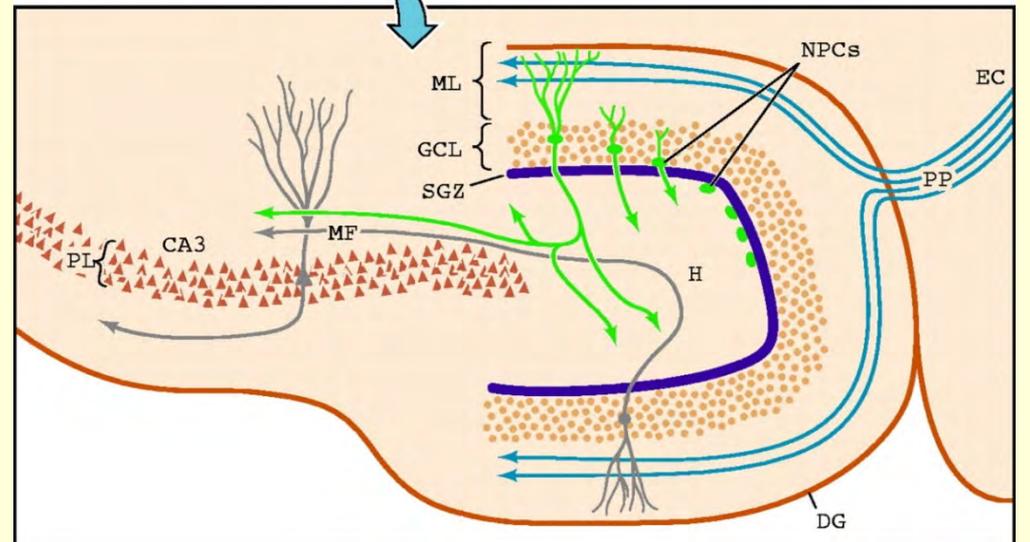
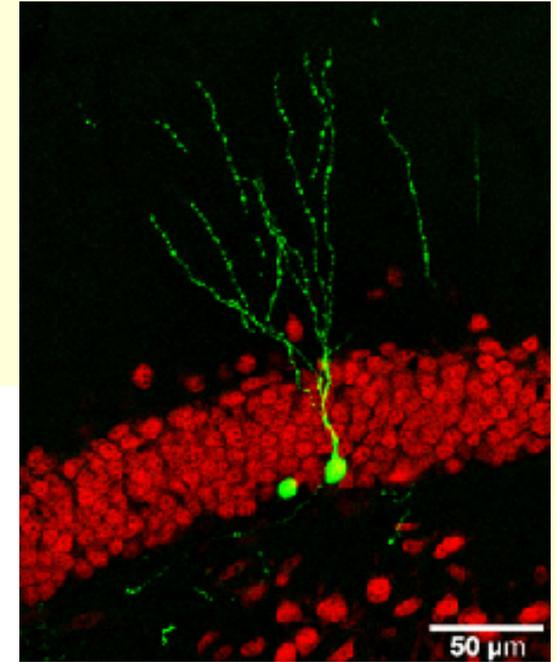
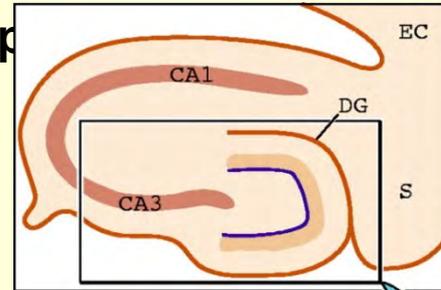
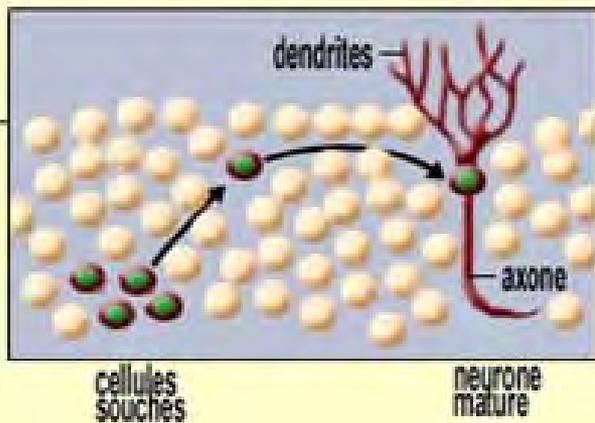
- La **dépression à long terme (DLT)**
- La **plasticité dépendante du temps d'occurrence des impulsions** (« Spike-timing-dependent plasticity » ou STDP)



La **potentialisation à long terme (PLT)** est l'un des mécanismes les plus documentés derrière les phénomènes d'apprentissage et de mémoire.

Mais il y en a beaucoup d'autres !

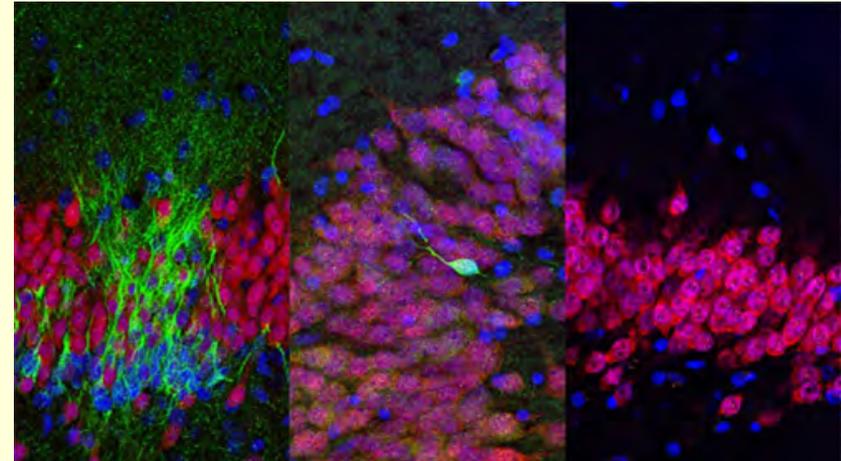
- La **dépression à long terme (DLT)**
- La **plasticité dépendante du temps d'occurrence des impulsions** (« Spike-timing-dependent plasticity » ou STDP)
- La neurogenèse, etc...



27 mars 2018

La neurogenèse dans le cerveau humain adulte remise en question

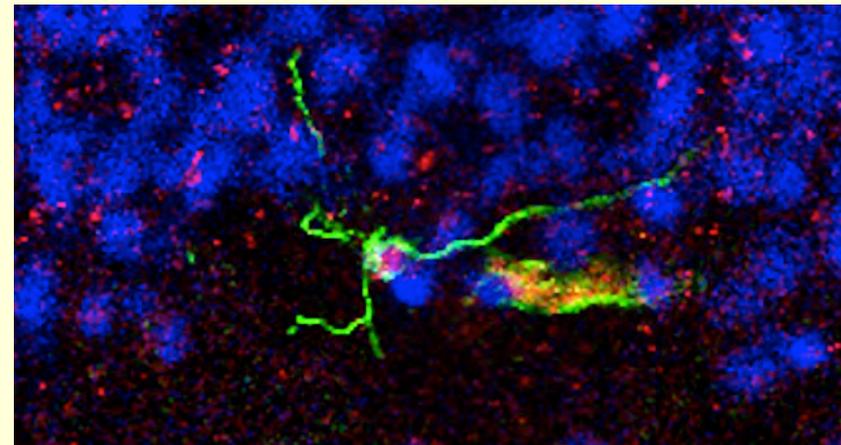
<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2018/03/27/la-neurogenese-dans-le-cerveau-humain-adulte-remise-en-question/>

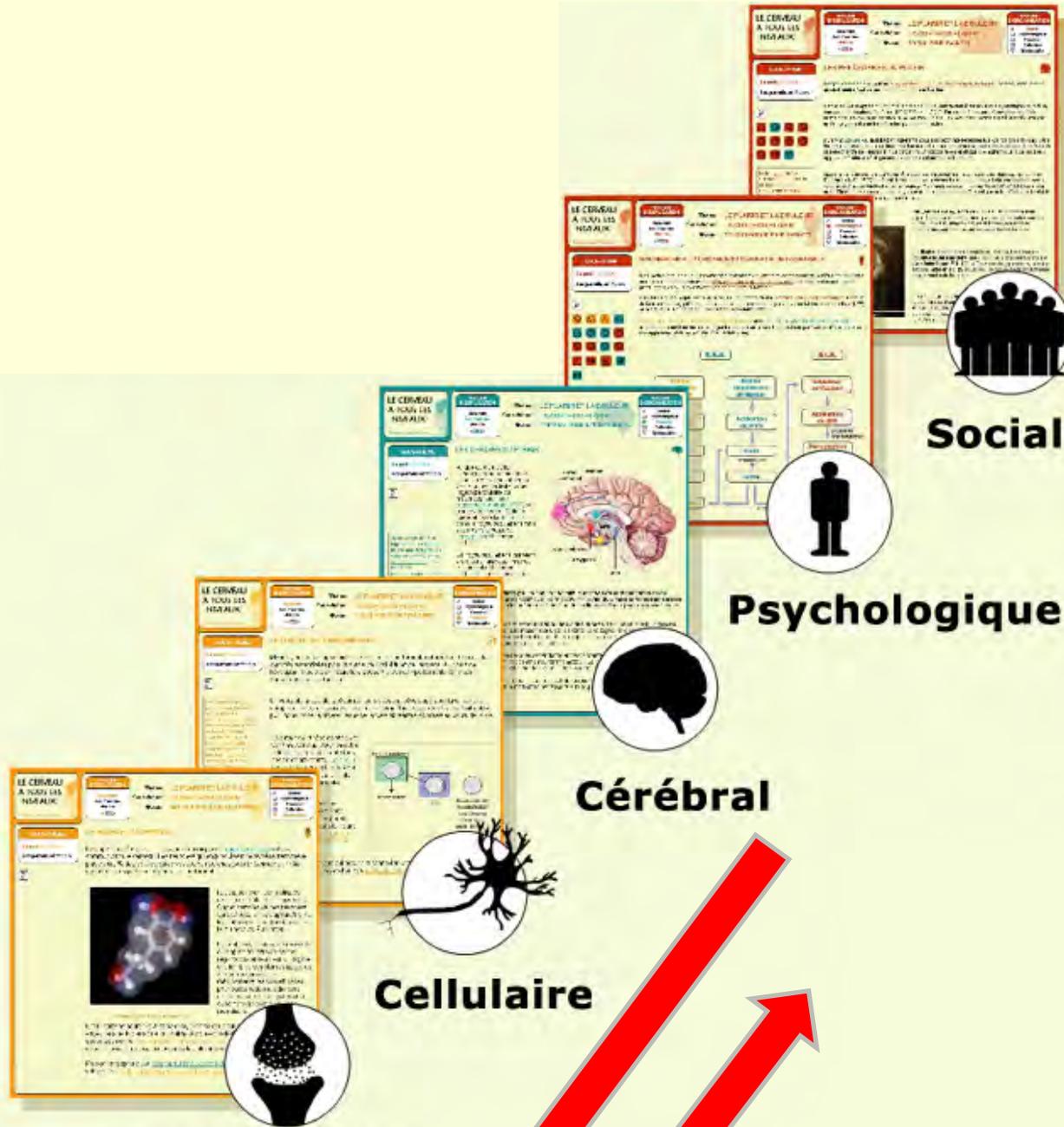


17 avril 2018

Neurogenèse dans le cerveau humain adulte ? Après le récent « non », un « oui » tout aussi affirmatif !

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2018/04/17/neurogenese-dans-le-cerveau-humain-adulte-apres-le-recent-non-un-oui-tout-aussi-affirmatif/>





Social

Psychologique

Cérébral

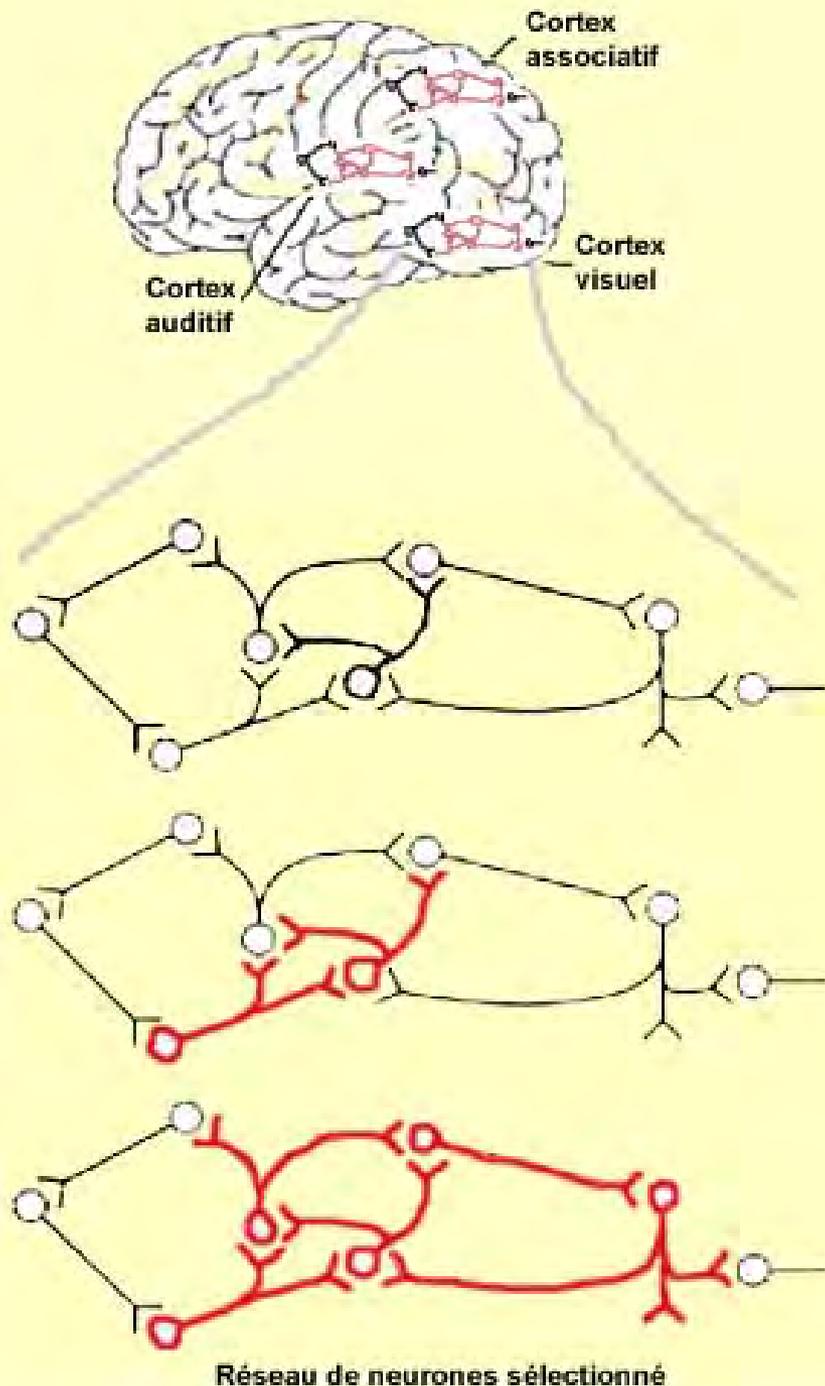
Cellulaire

Moléculaire

Assemblées de neurones

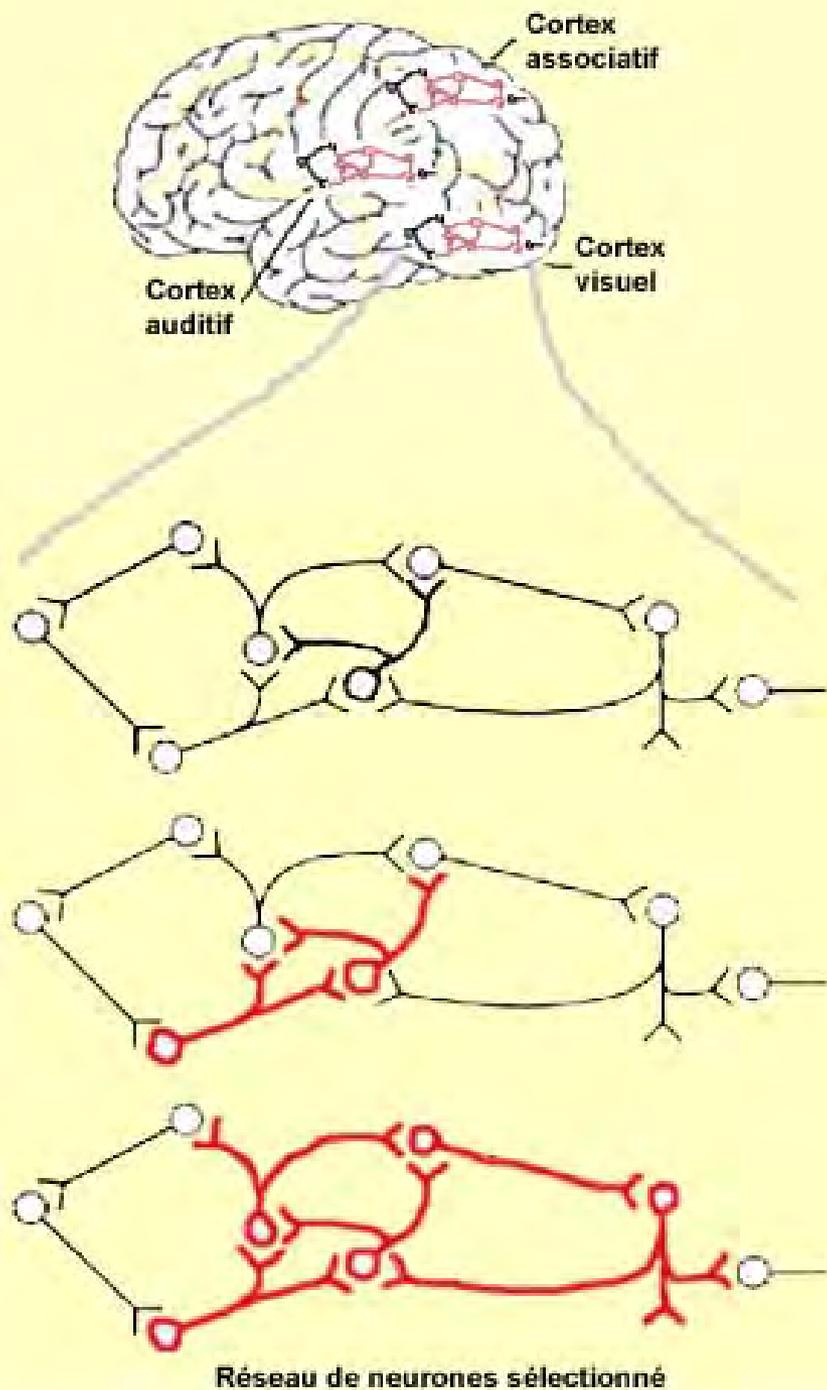


Étudier, s'entraîner, apprendre...



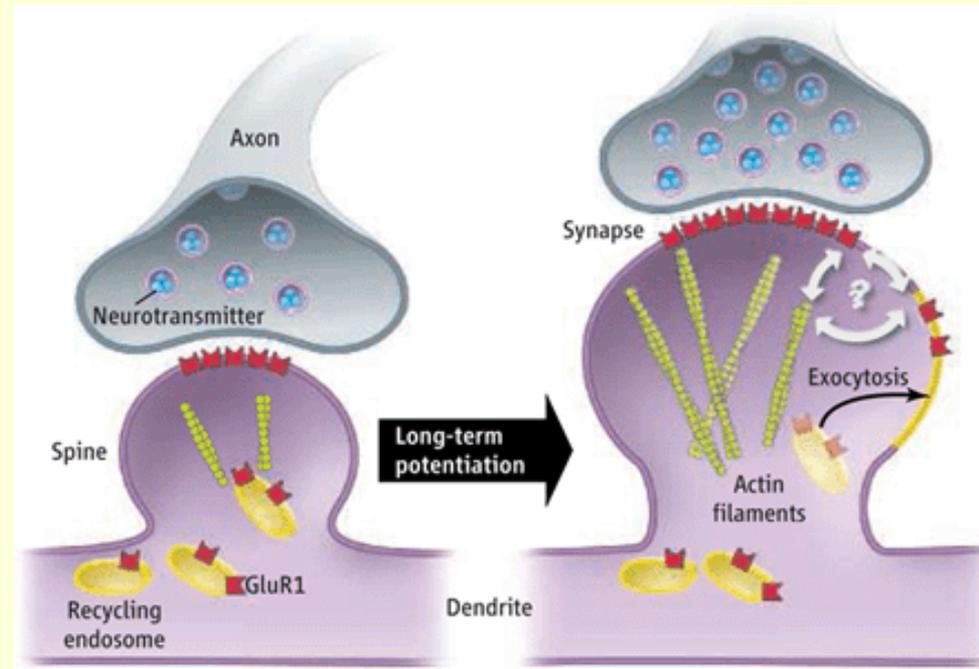
...c'est renforcer des connexions neuronales.

pour former des groupes de neurones qui vont devenir **habitués** de travailler ensemble.



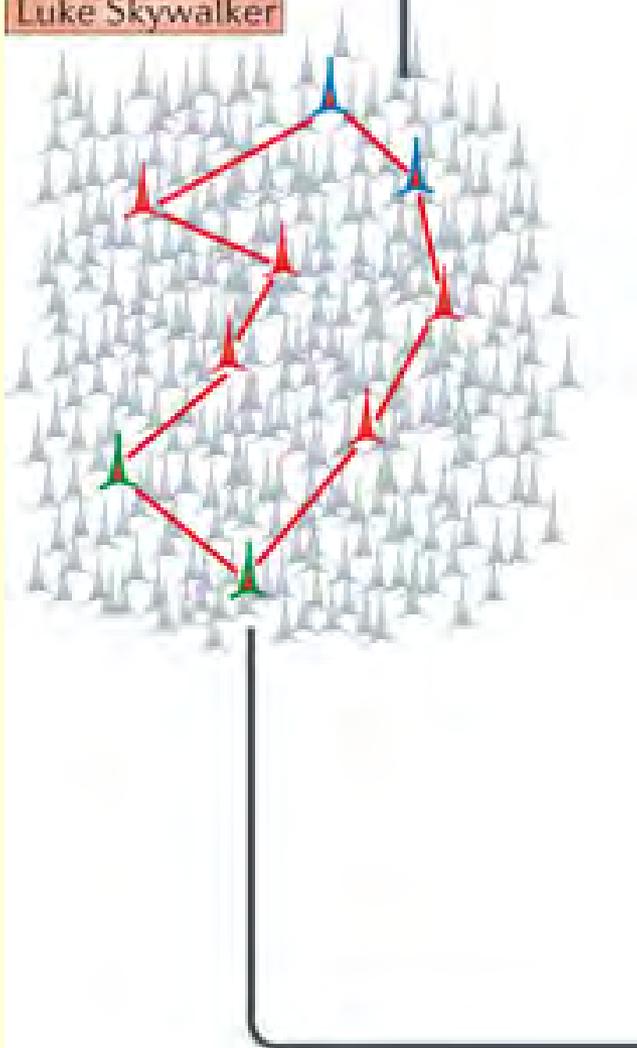
Comment ?

Grâce aux synapses qui varient leur efficacité !





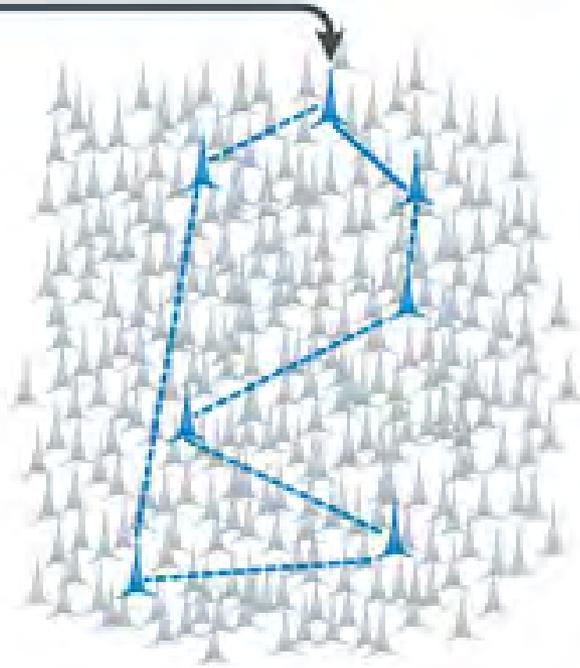
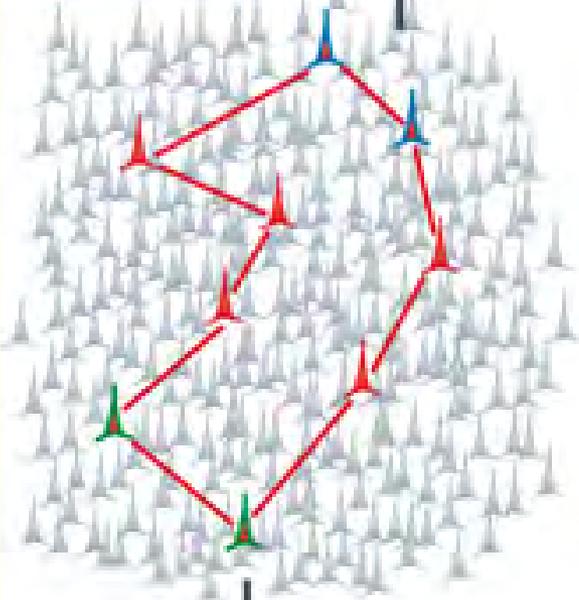
Luke Skywalker



Et ce sont ces réseaux de neurones sélectionnés qui vont constituer le support physique (ou « l'engramme ») d'un **souvenir**.

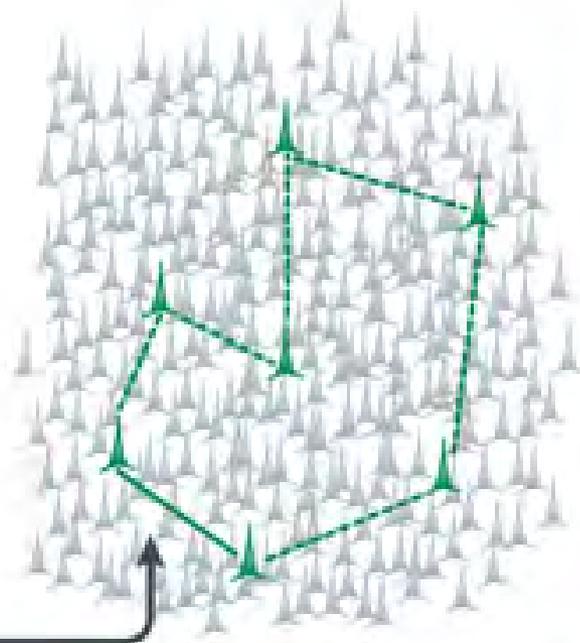


Luke Skywalker



Yoda

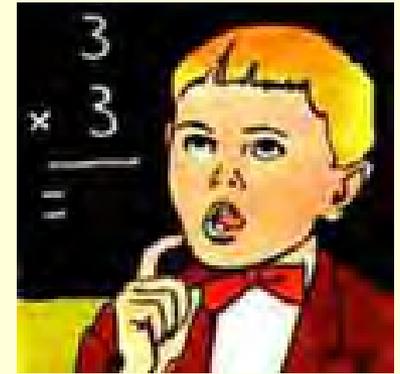
C'est aussi de cette façon qu'un **concept** ou un **souvenir** peut en évoquer un autre...



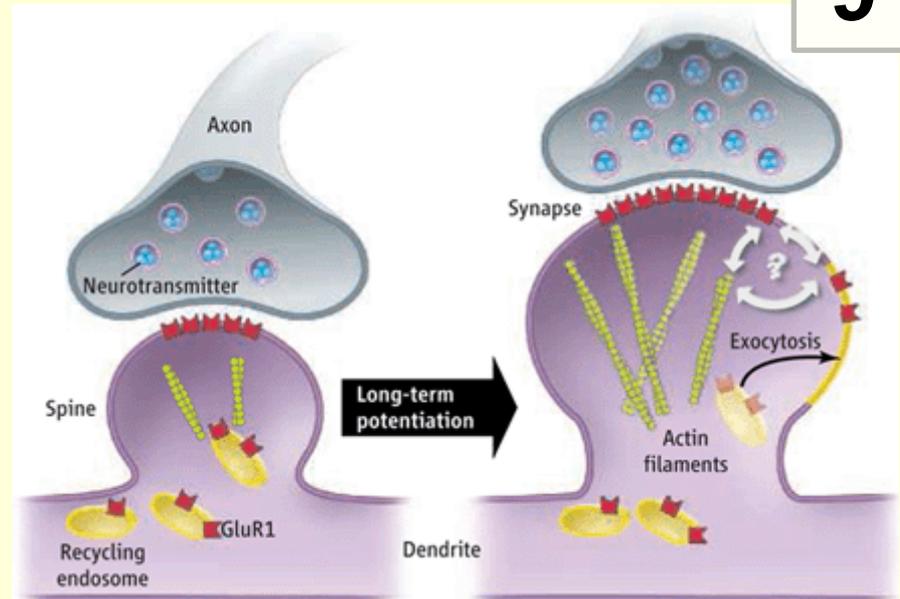
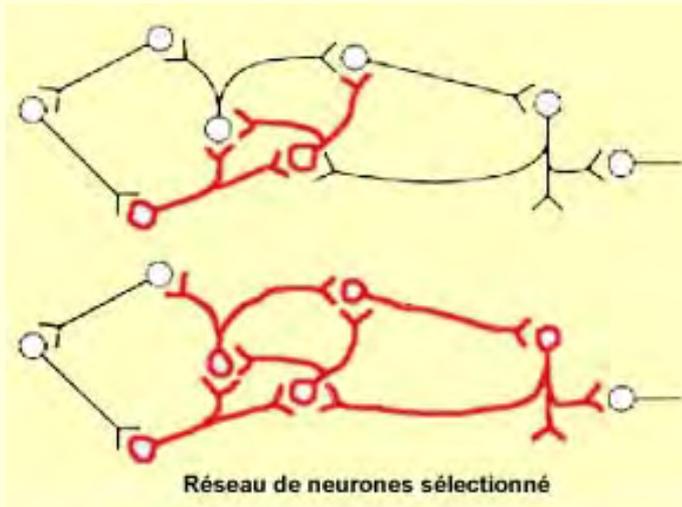
Darth Vader



Ça veut aussi dire que
l'intelligence
ce n'est pas quelque chose
qui est fixé d'avance.



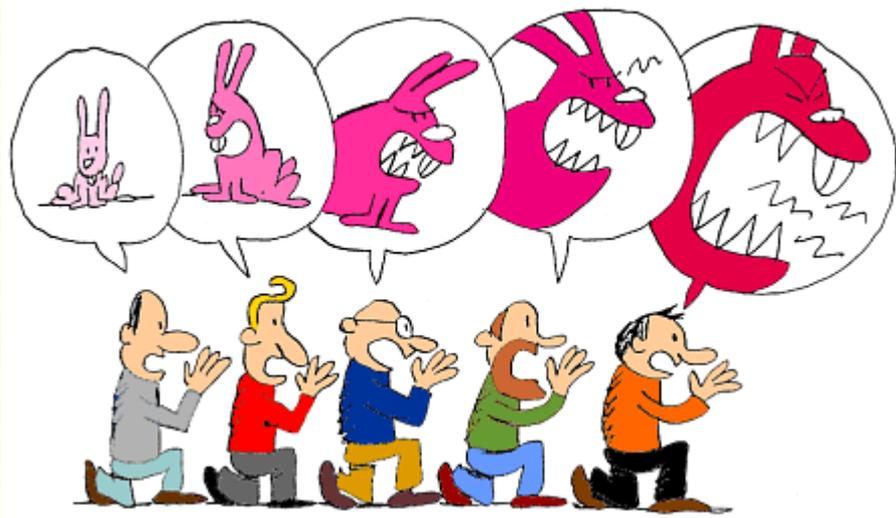
9



Au contraire, on peut tous **apprendre et s'améliorer** durant toute
notre vie parce que notre cerveau se modifie constamment !

Question quiz :

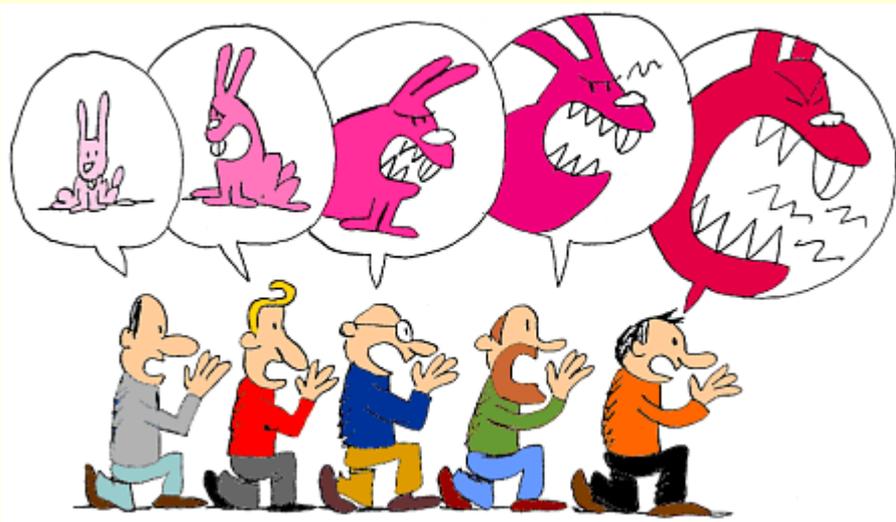
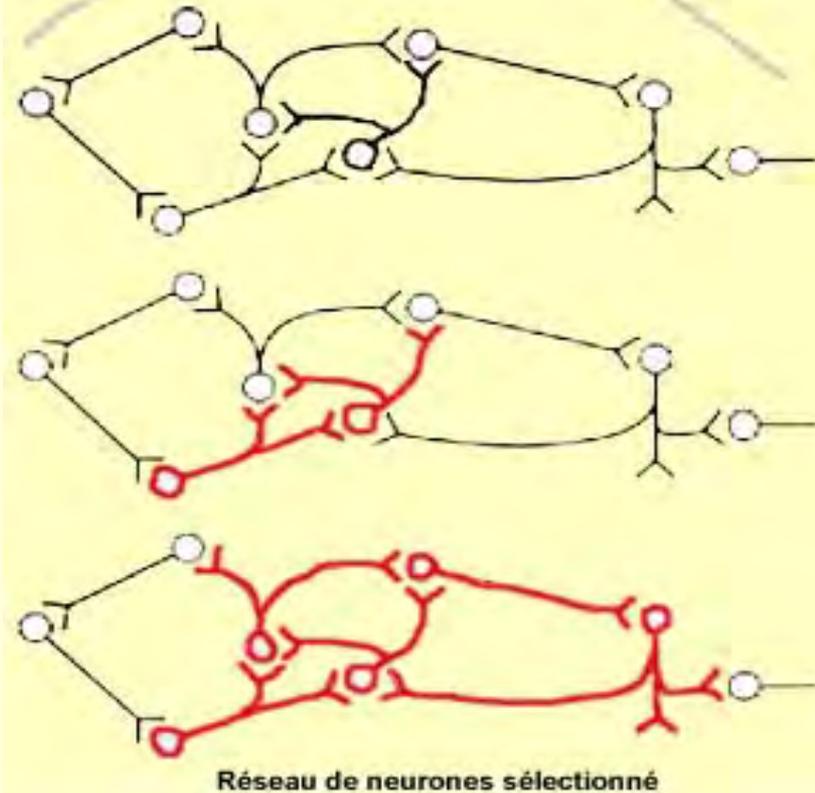
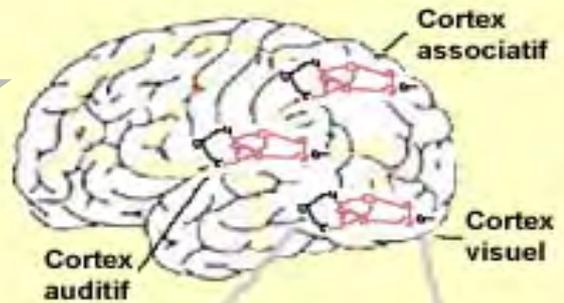
Sachant cela, quelle
serait la meilleure
métaphore
pour la mémoire
humaine ?



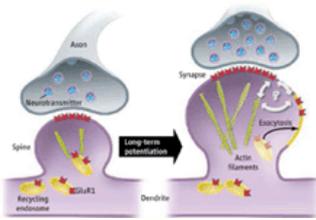
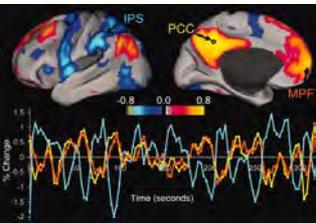
La mémoire humaine est forcément une **reconstruction**.

Notre cerveau, et donc notre **identité**, n'est donc jamais exactement la même au fil des jours...

Déjà, elle n'est plus tout à fait la même que lorsque vous êtes rentrés dans cette pièce !



Des processus dynamiques à différentes échelles de temps :



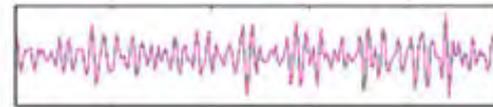
$10^{-3} s$

$10^{11} s$

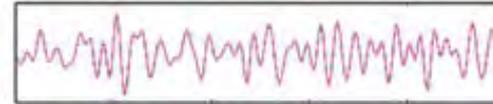
$10^4 s$

$10^6 s$

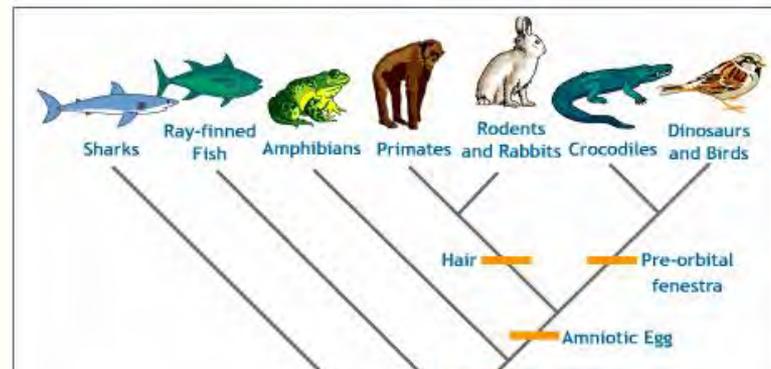
$10^{13} s$



Gamma
40 - 70hz



Beta
12 - 40hz

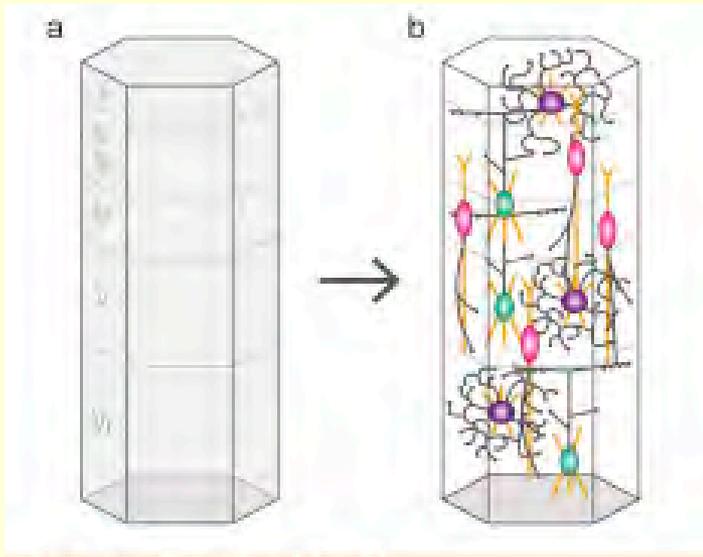


Perception et action devant des situations en temps réel grâce à des coalitions neuronales synchronisées temporairement

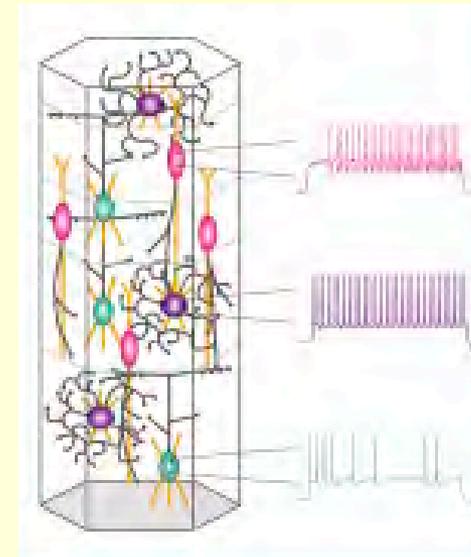
L'apprentissage durant toute la vie par la plasticité des réseaux de neurones

Développement du système nerveux par des mécanismes épigénétiques

Évolution biologique qui façonne les plans généraux du système nerveux

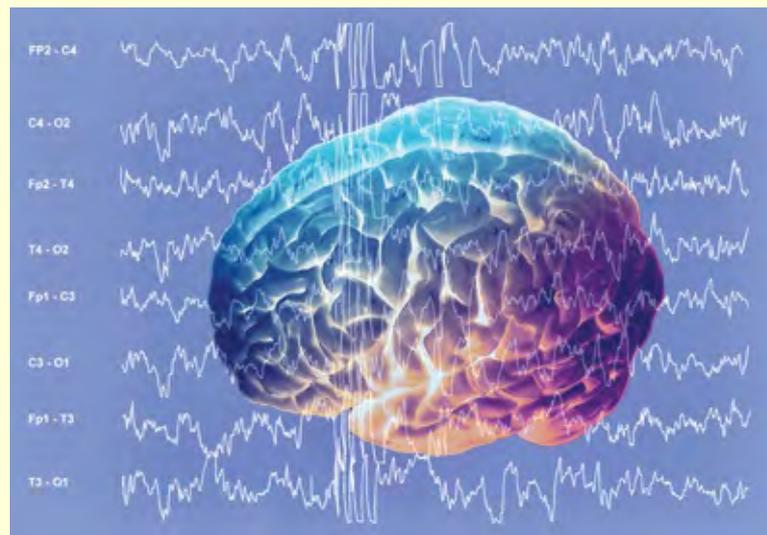


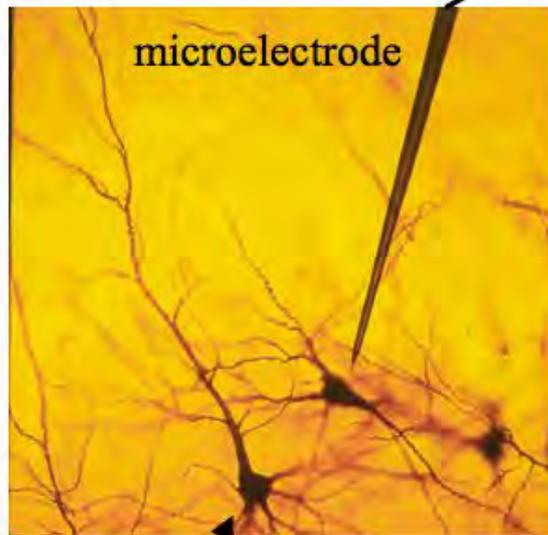
Donc après avoir placé un peu
l'anatomie des circuits nerveux...



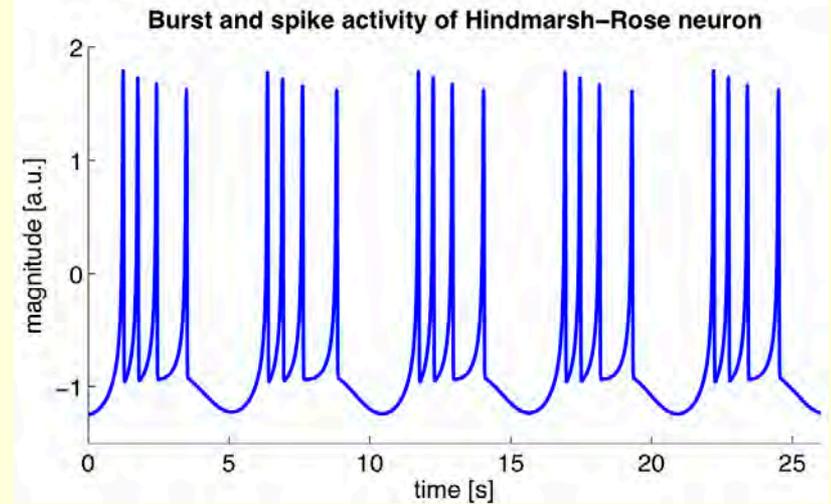
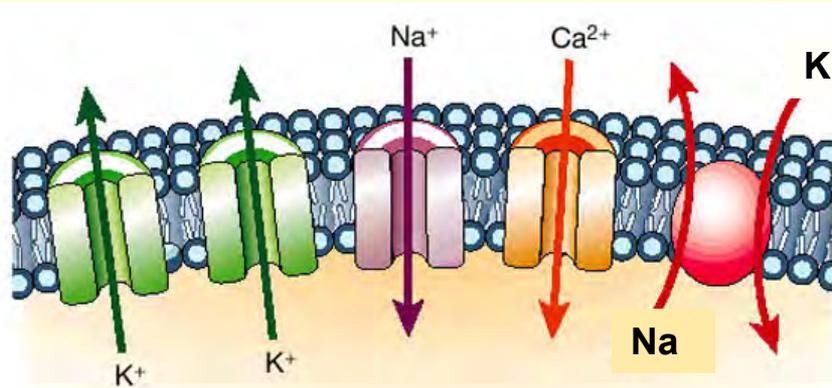
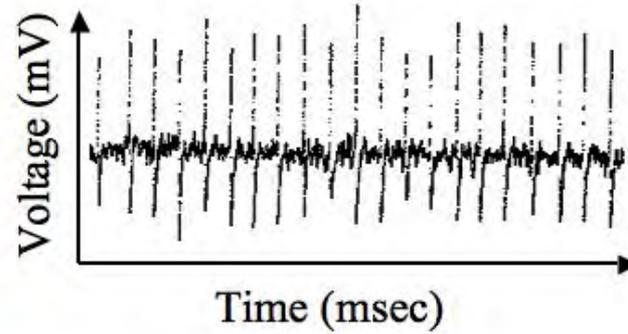
et avoir introduit l'activité électrique
dans ces circuits...

on va maintenant observer
l'apparition de **variations
cycliques** dans cette
activité électrique
à différentes échelle,
incluant à l'échelle du
cerveau entier.

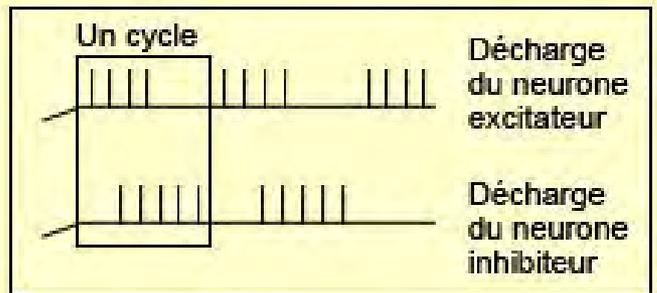
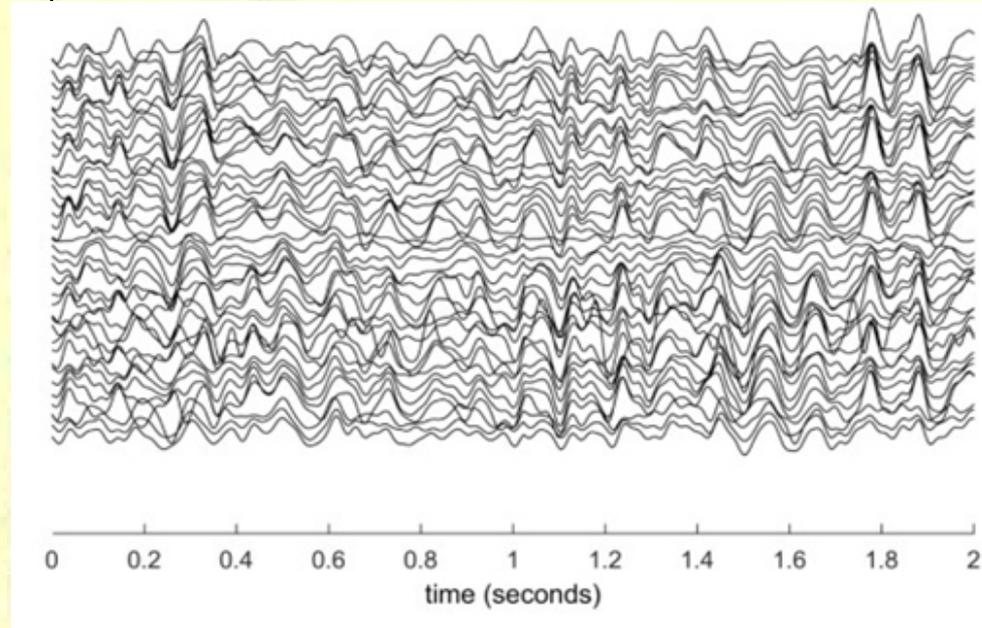
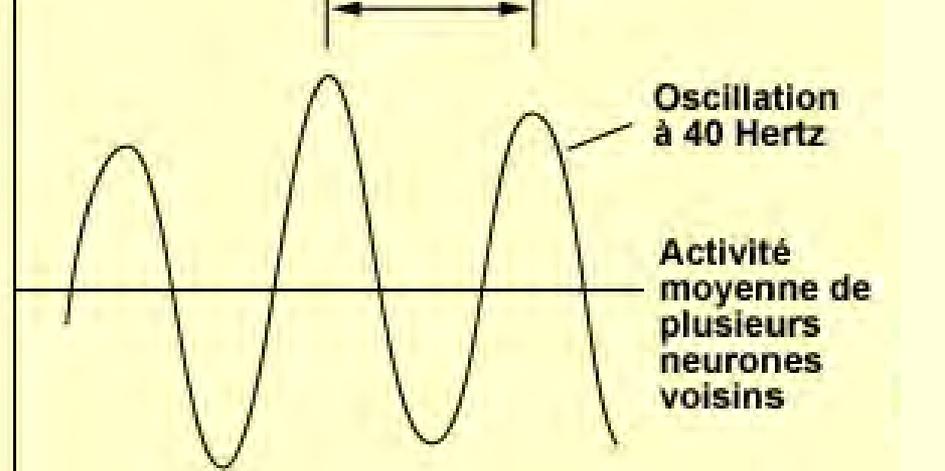
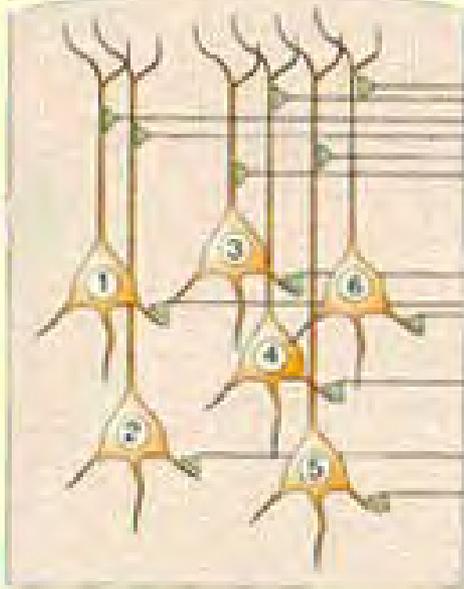
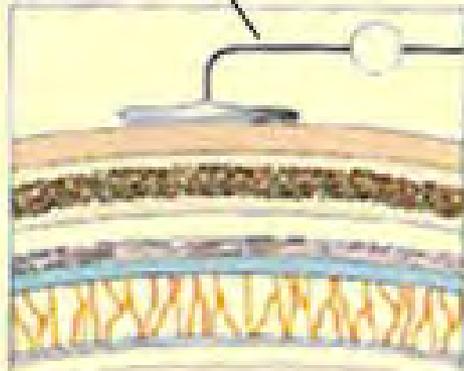




Cortical pyramidal cell (Golgi stain)

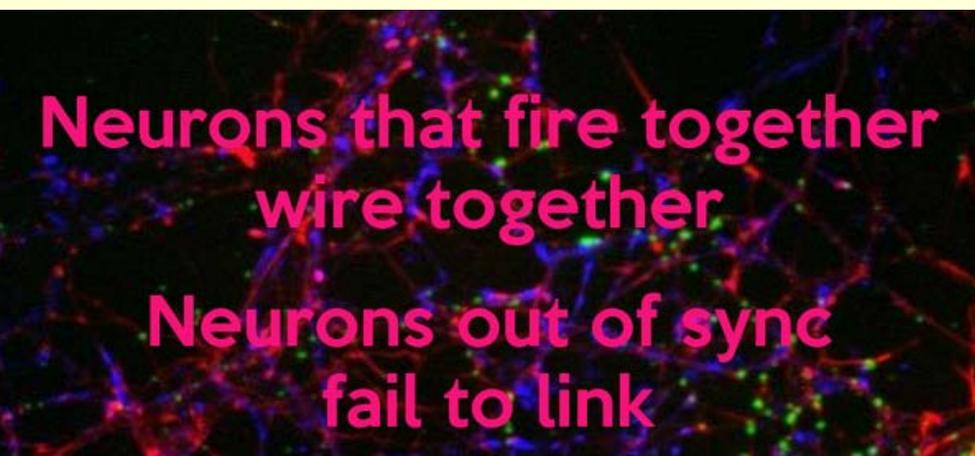
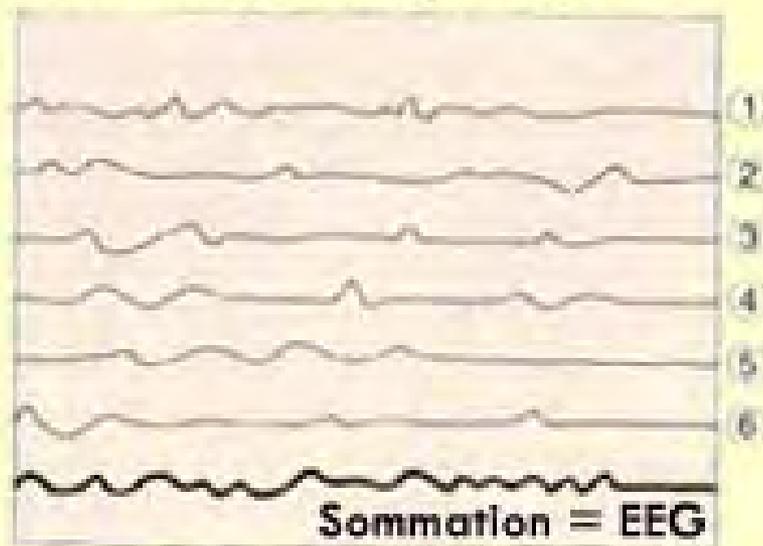


Électrode d'EEG

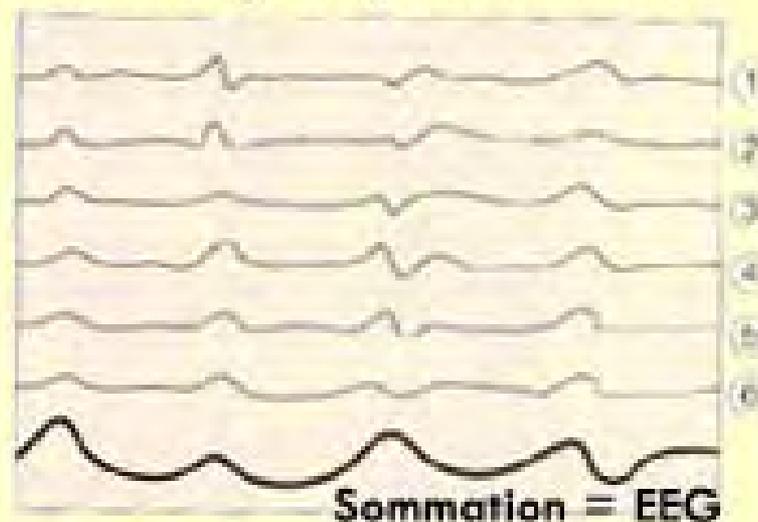


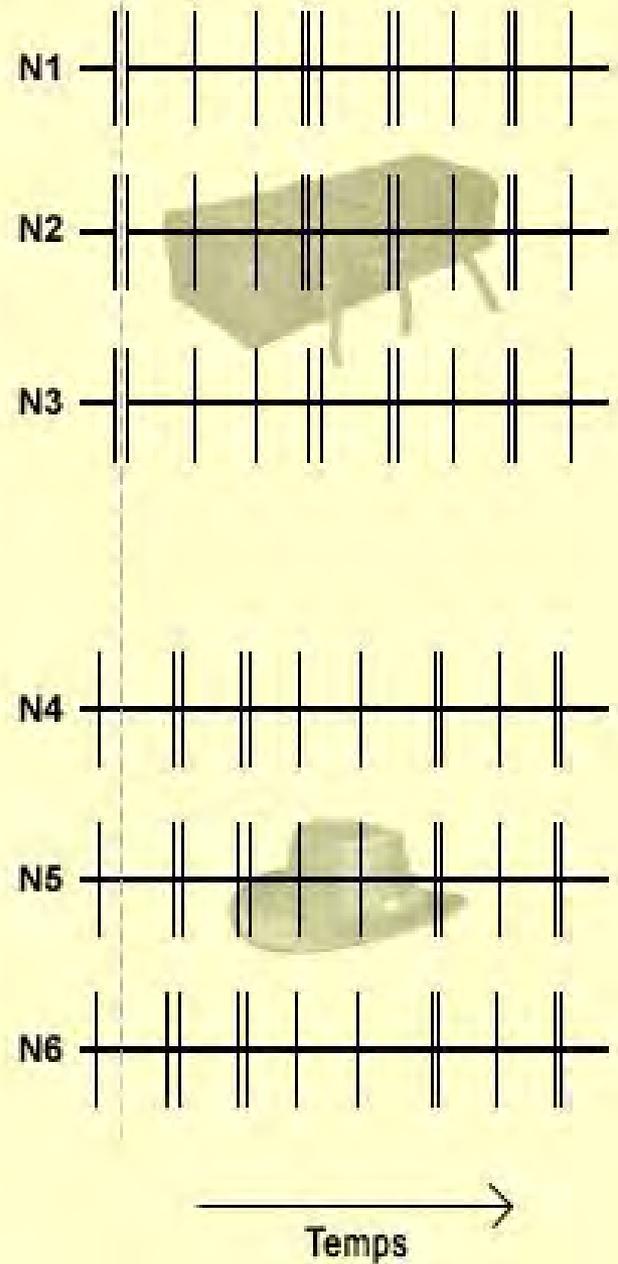
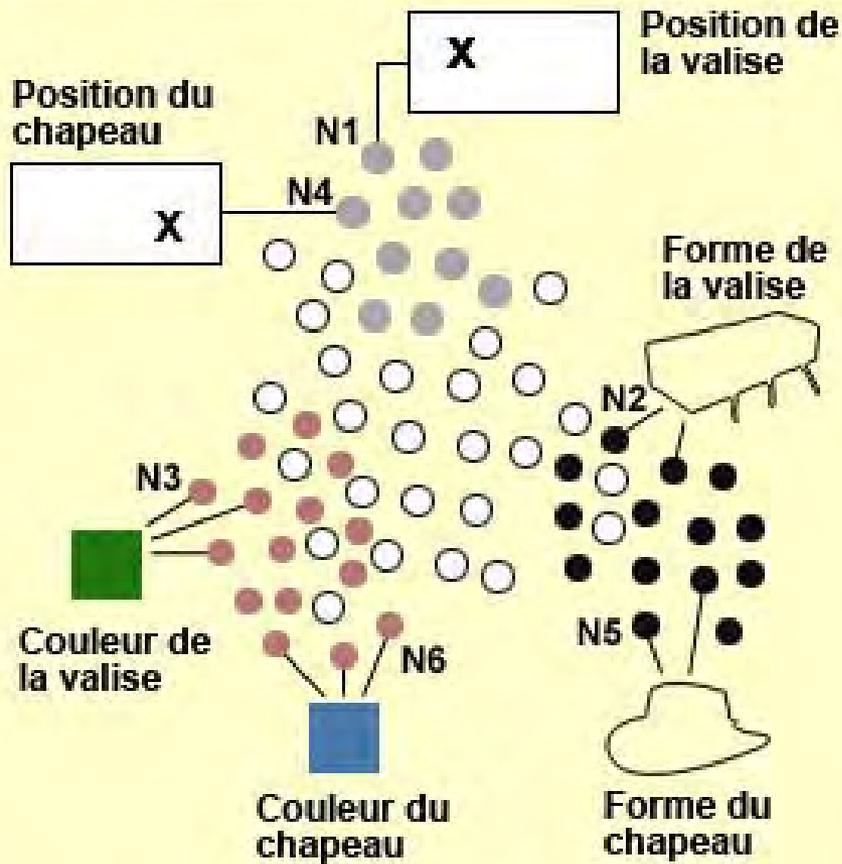


Décharges irrégulières



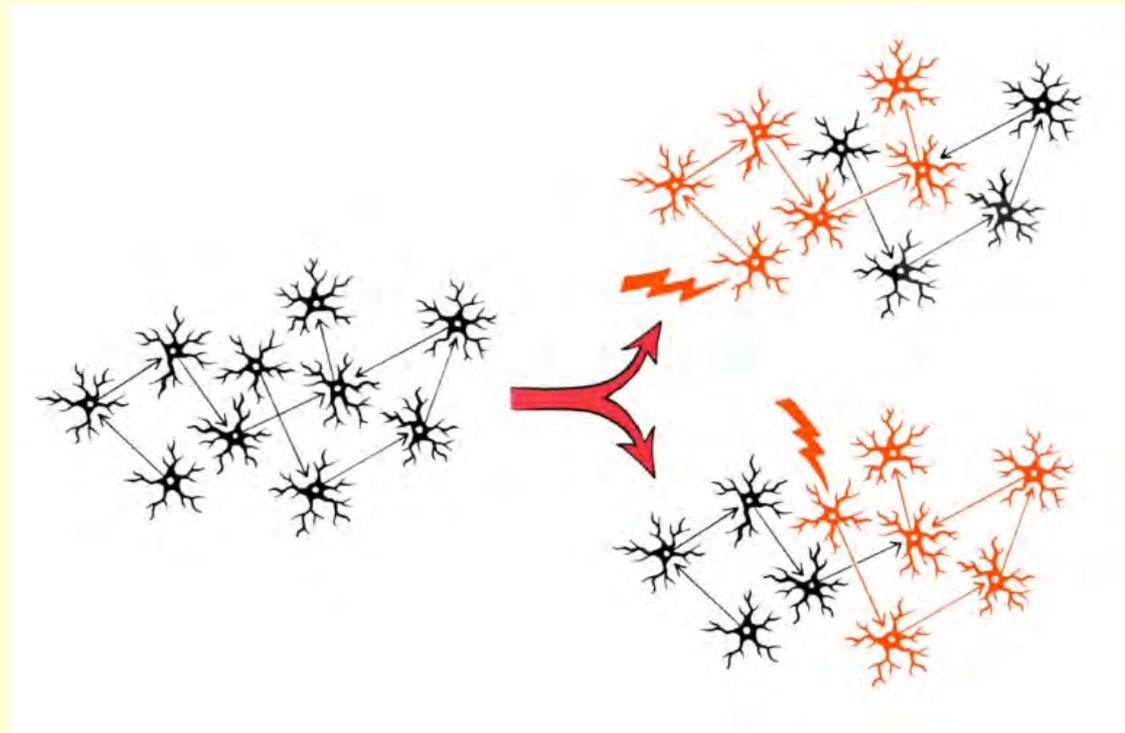
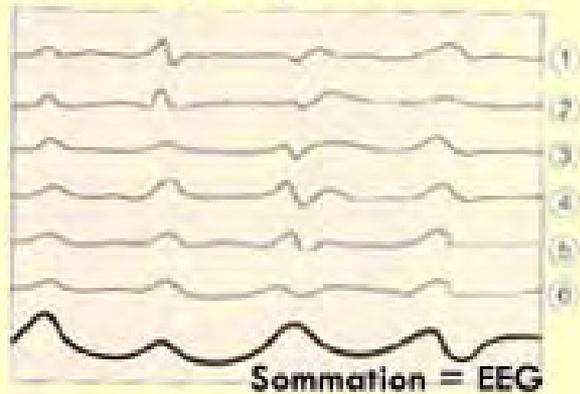
Décharges synchronisées





Car la synchronisation des oscillations rend possible la formation d'assemblées de neurones transitoires

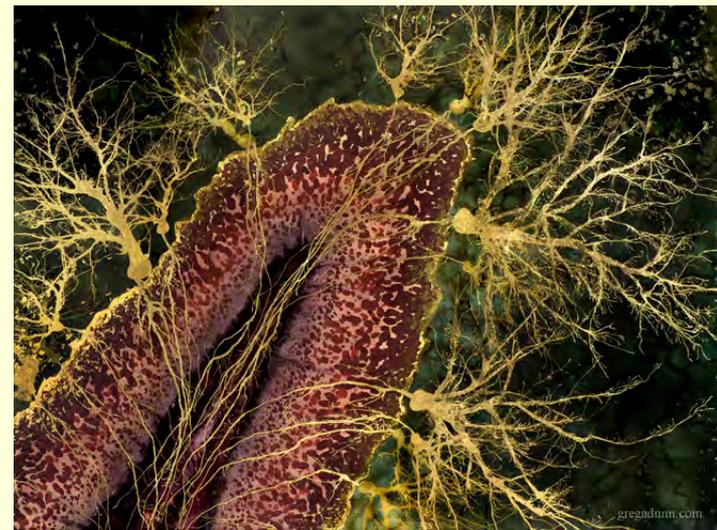
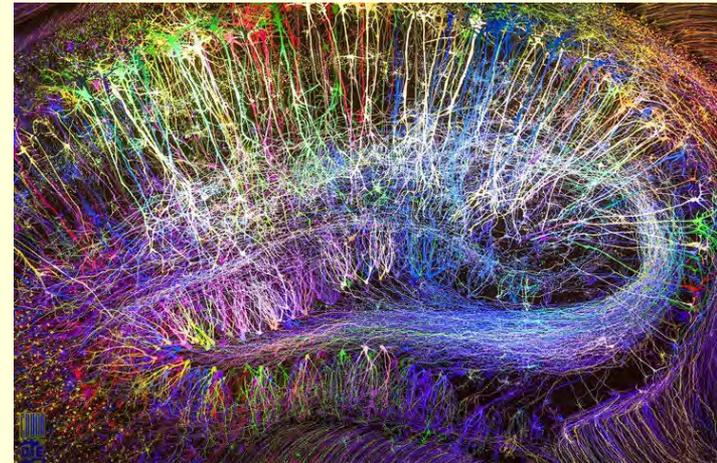
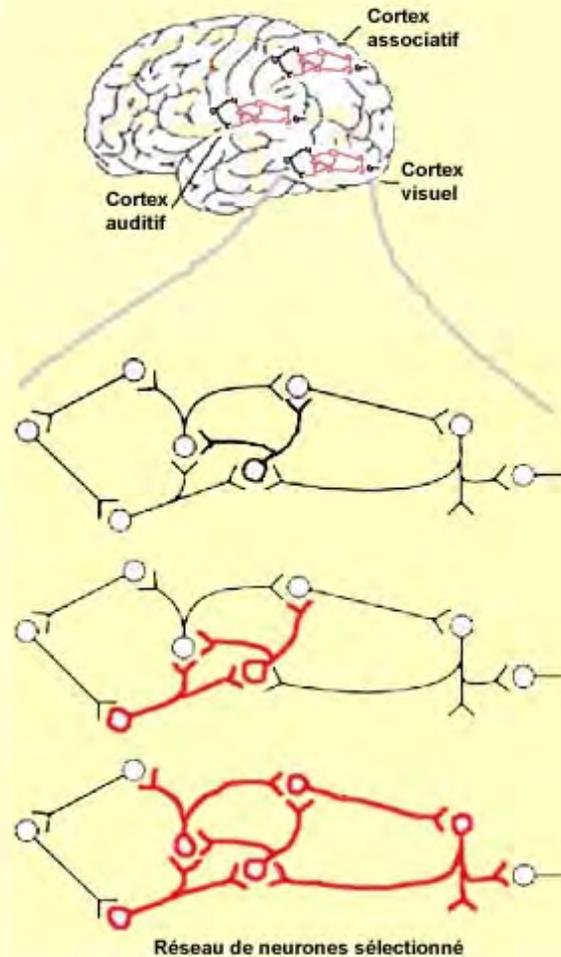
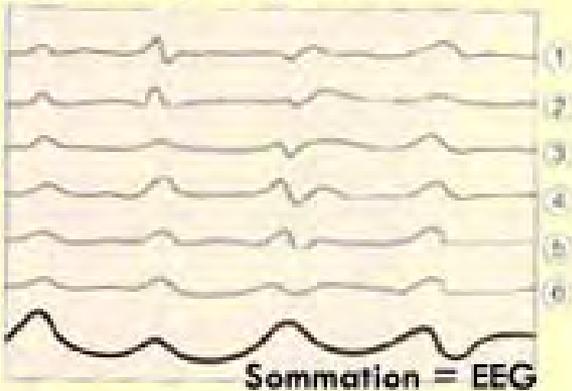
Décharges synchronisées



Car la synchronisation des oscillations rend possible la formation **d'assemblées de neurones transitoires**

qui se produisent non seulement dans certaines structures cérébrales,

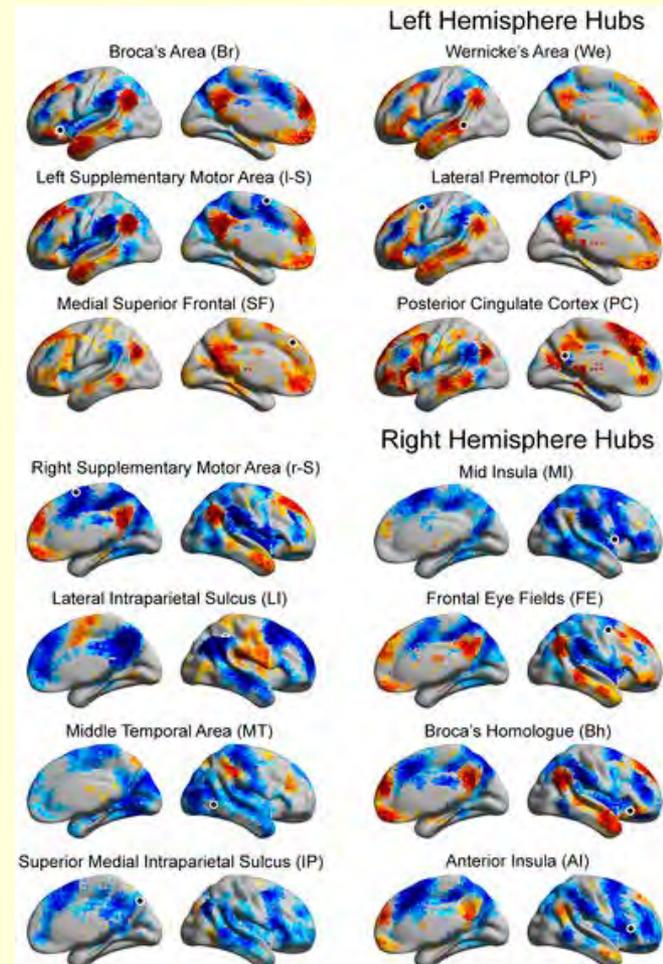
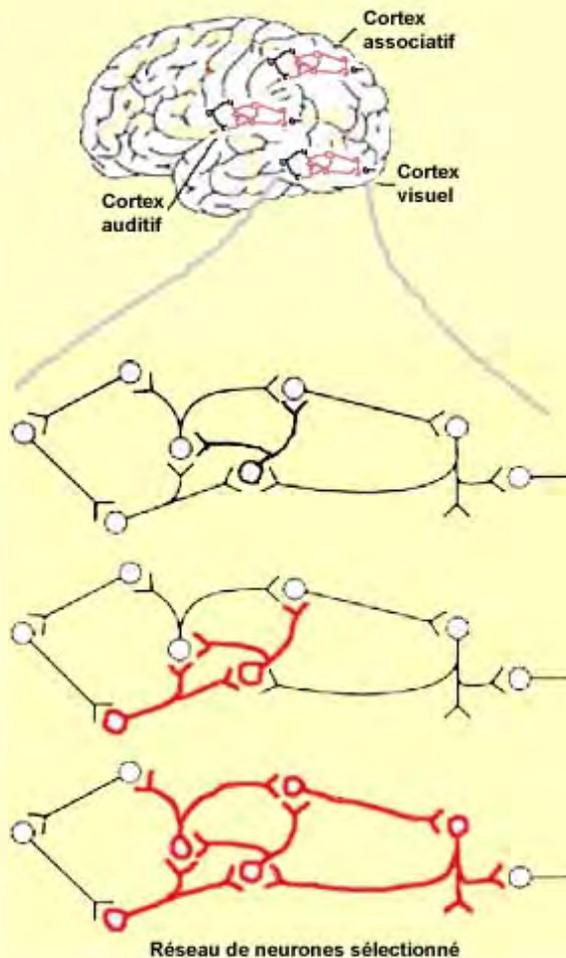
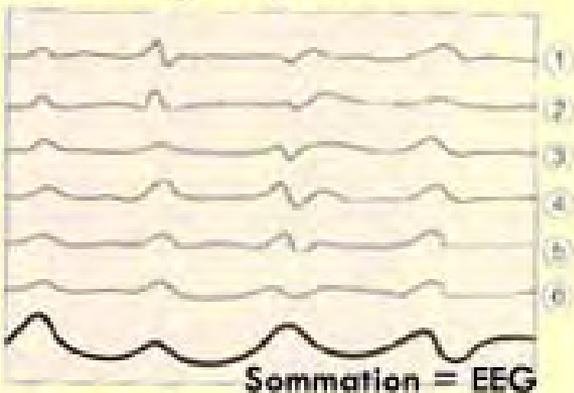
Décharges synchronisées



Car la synchronisation des oscillations rend possible la formation d'assemblées de neurones transitoires

qui se produisent non seulement dans certaines structures cérébrales, mais dans des réseaux largement distribués à l'échelle du cerveau entier.

Décharges synchronisées



LE CERVEAU A NOS LES NIVEAUX

Social

Psychologique

Cérébral

Cellulaire

Moléculaire

LE CERVEAU A NOS LES NIVEAUX

Social

Psychologique

Cérébral

Cellulaire

Moléculaire

LE CERVEAU A NOS LES NIVEAUX

Social

Psychologique

Cérébral

Cellulaire

Moléculaire

LE CERVEAU A NOS LES NIVEAUX

Social

Psychologique

Cérébral

Cellulaire

Moléculaire

LE CERVEAU A NOS LES NIVEAUX

Social

Psychologique

Cérébral

Cellulaire

Moléculaire

LE CERVEAU A NOS LES NIVEAUX

Social

Psychologique

Cérébral

Cellulaire

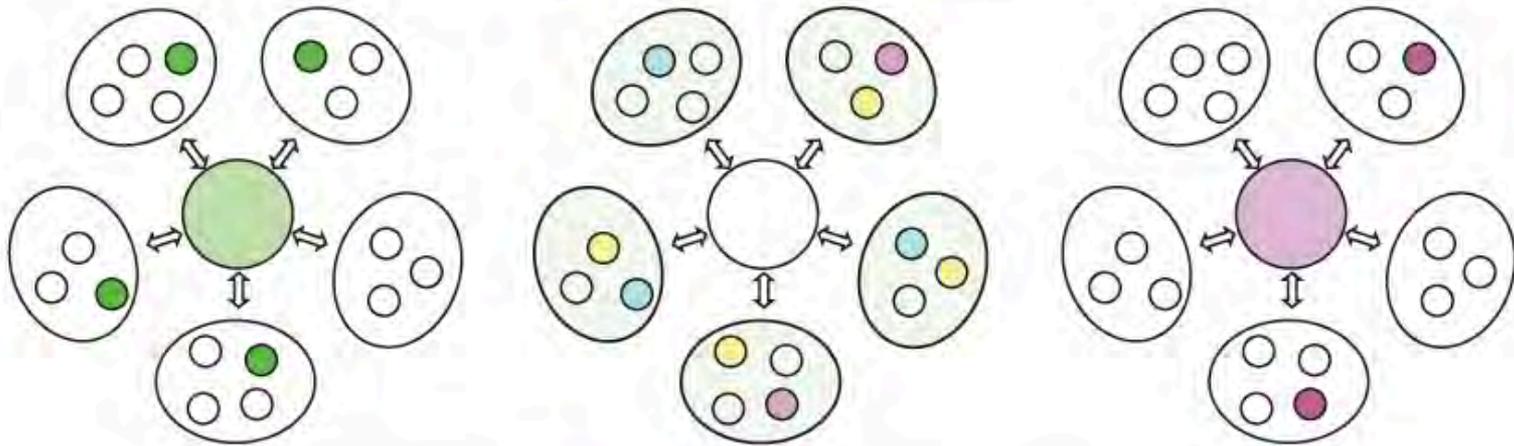
Moléculaire



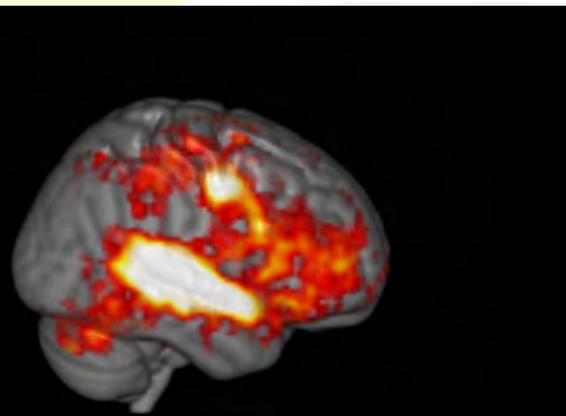
Il ne faut pas oublier qu'il y a tellement de connexions dans notre cerveau qu'il doit trouver une façon de **mettre en relation** (de « synchroniser »...) les meilleures « assemblées de neurones » pour faire face à une situation.



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



serial procession of broadcast states
punctuated by competition



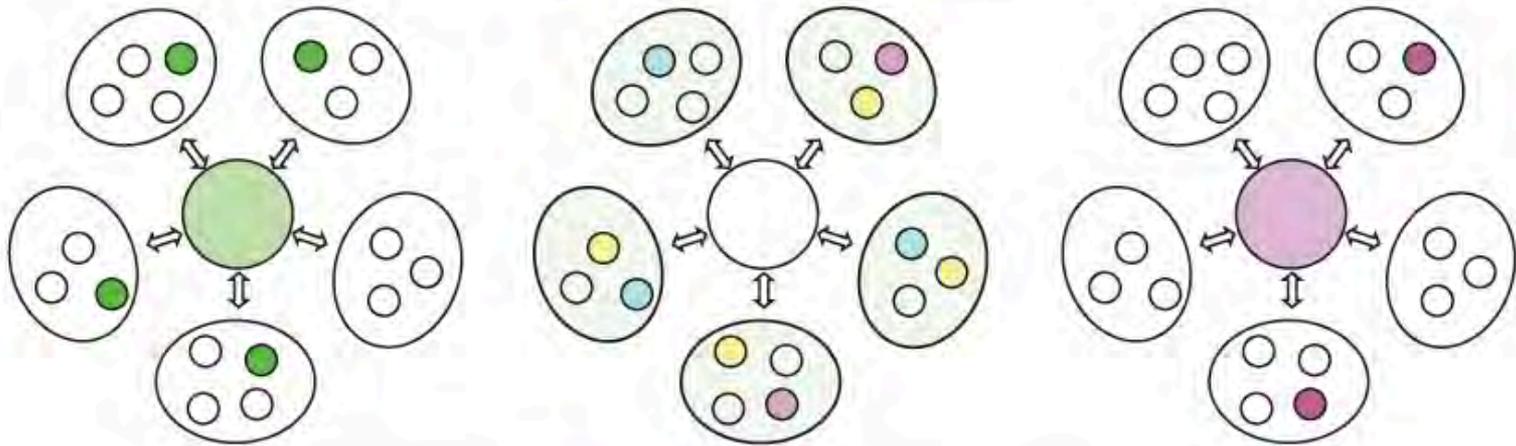
(Exemple fictif)

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

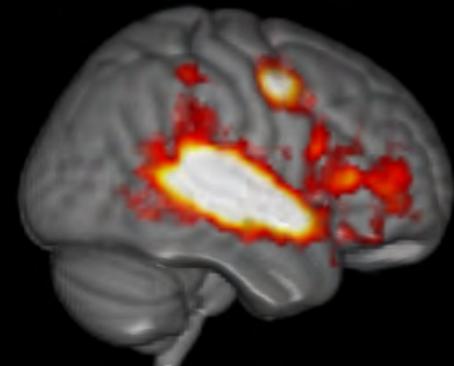
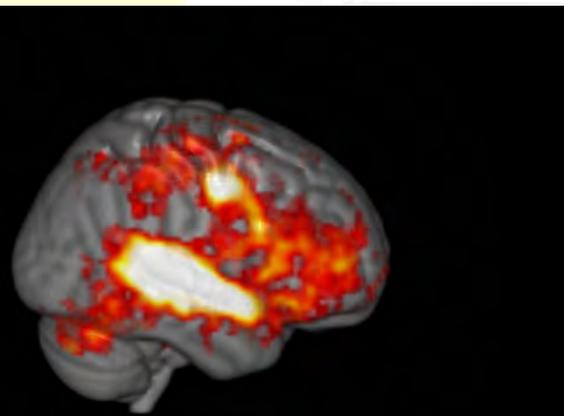
et un sous-réseau cognitif finit par s'imposer et devenir **le** mode comportemental approprié pour une situation donnée.



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



serial procession of broadcast states
punctuated by competition



(Exemple fictif)

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



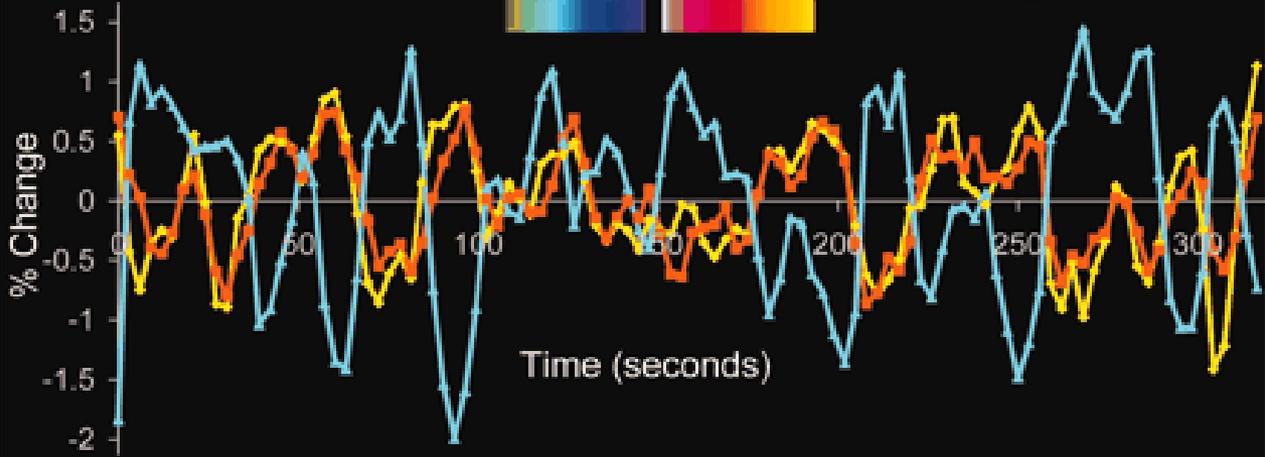
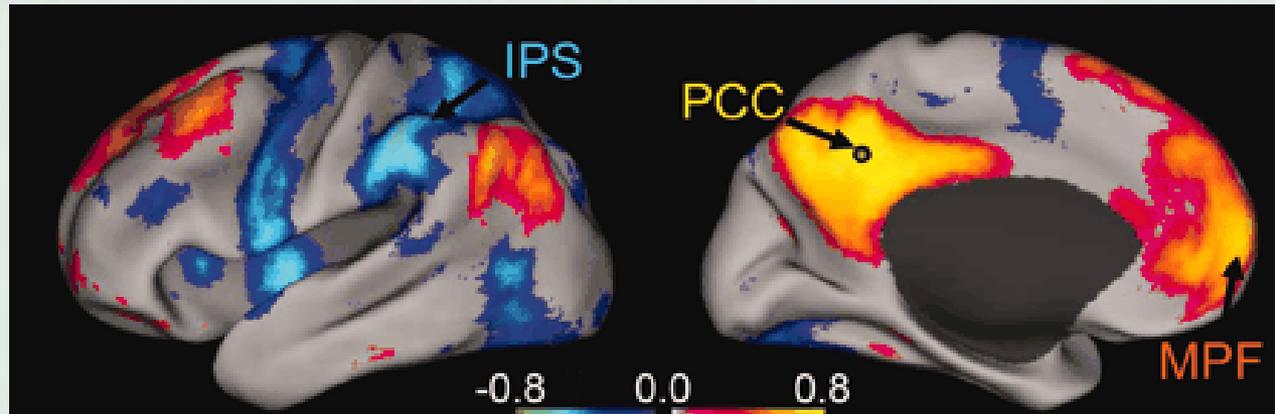
© Can Stock Photo



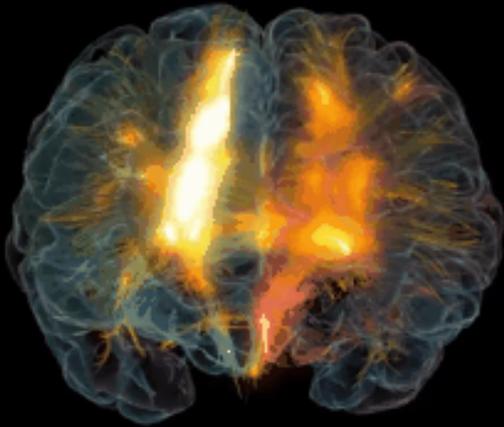
Dorsal Attention Network



Default Mode Network



Il faut donc 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



An Historical View

Reflexive

(Sir Charles Sherrington)

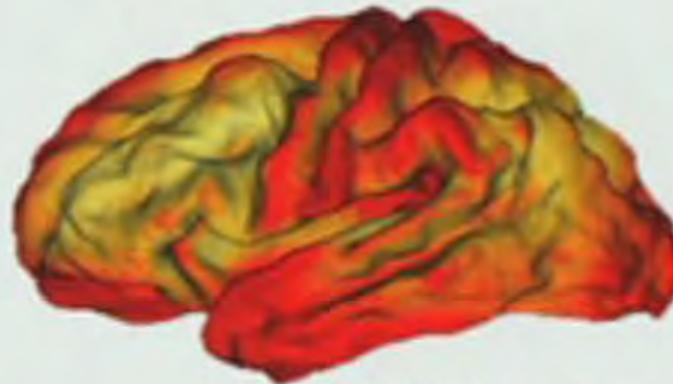
On est passé d'une conception **passive** d'un cerveau qui attend ses inputs de l'environnement pour y réagir...



Intrinsic

(T. Graham Brown)

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

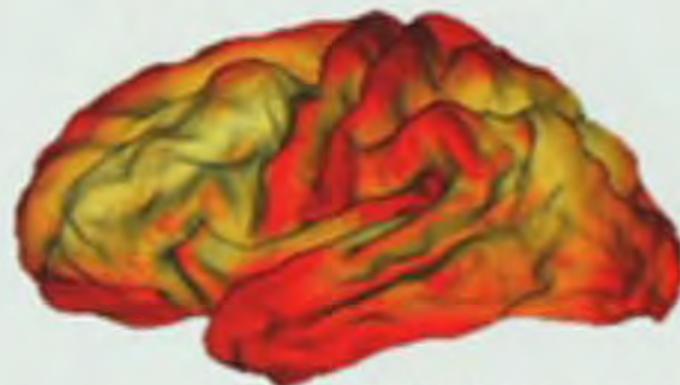


An Historical View

Reflexive
(Sir Charles Sherrington)



Intrinsic
(T. Graham Brown)

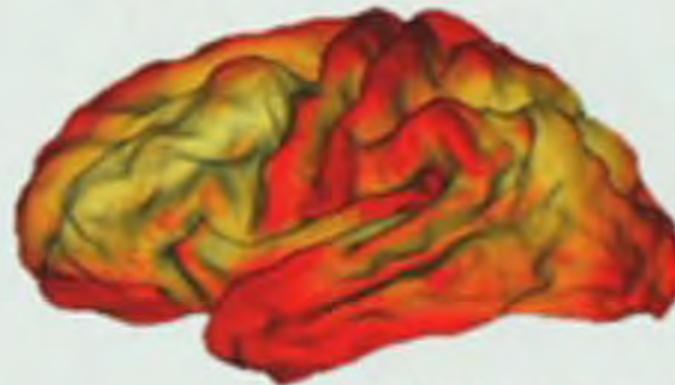


An Historical View

Reflexive
(Sir Charles Sherrington)



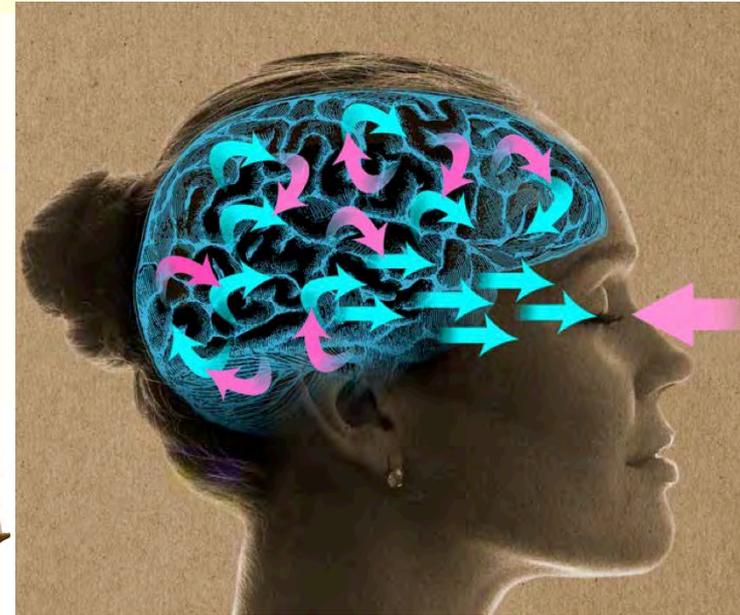
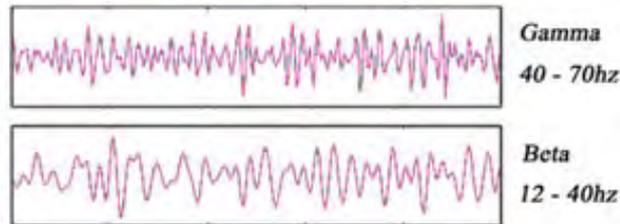
Intrinsic
(T. Graham Brown)



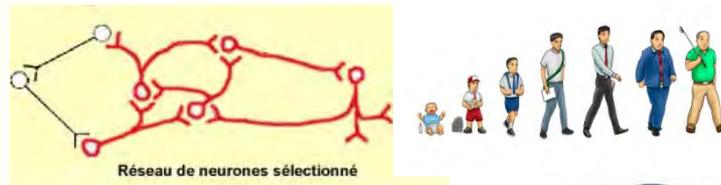
**« Il pleut tout
le temps
dans notre
cerveau ! »**

Des processus dynamiques à différentes échelles de temps :

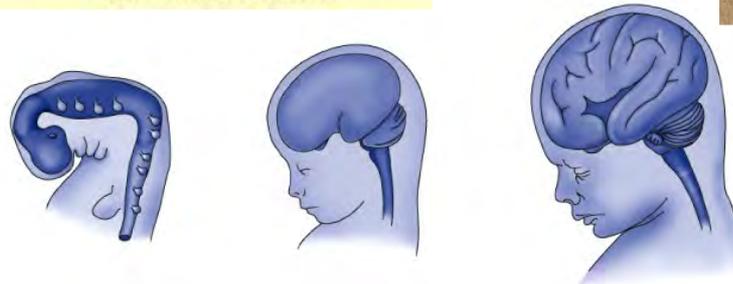
Perception
et action



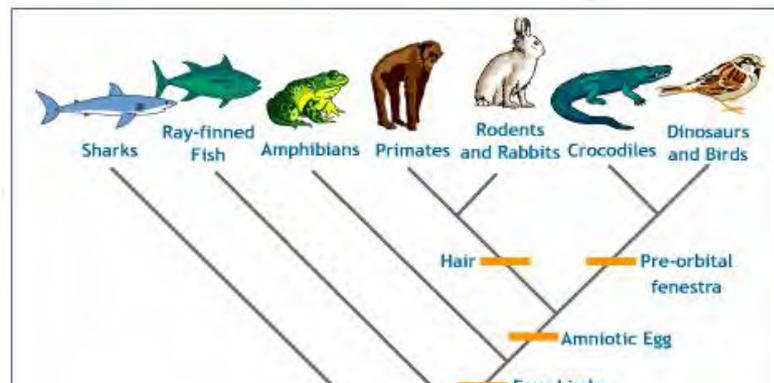
Apprentissage



Développement



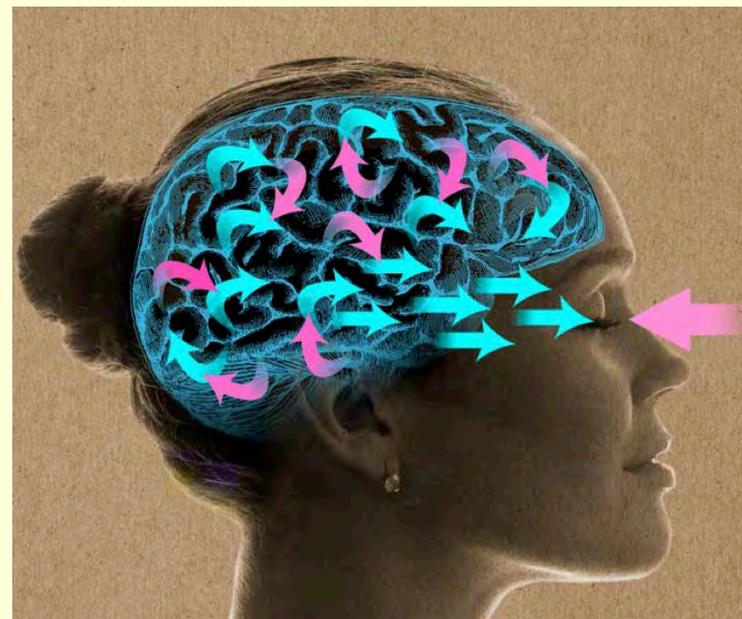
Évolution
biologique

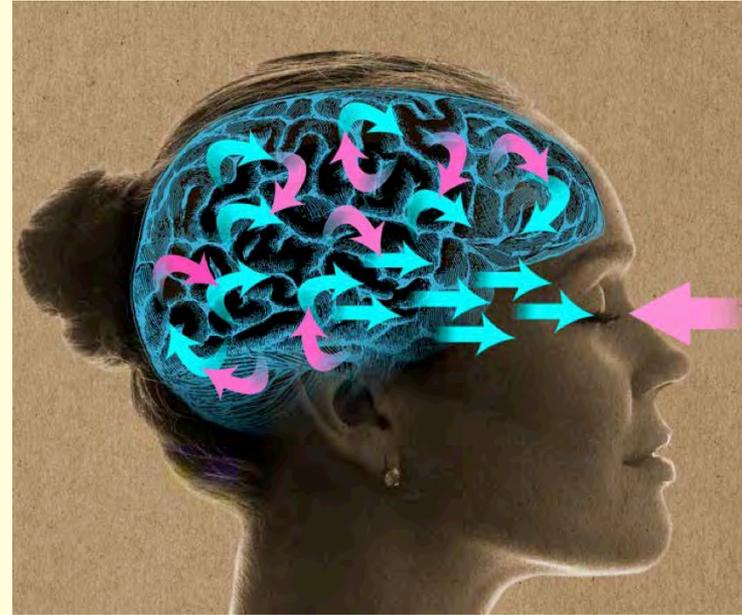


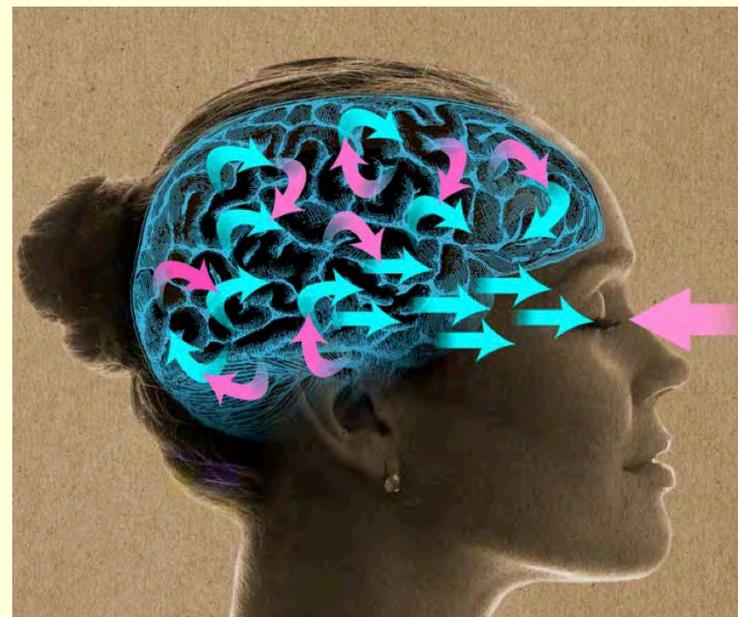
Nous sommes
une **machine à faire
des prédiction**

qui se base sur des
modèles internes
construits tout au long de
notre **longue** histoire !

(innée et acquise)

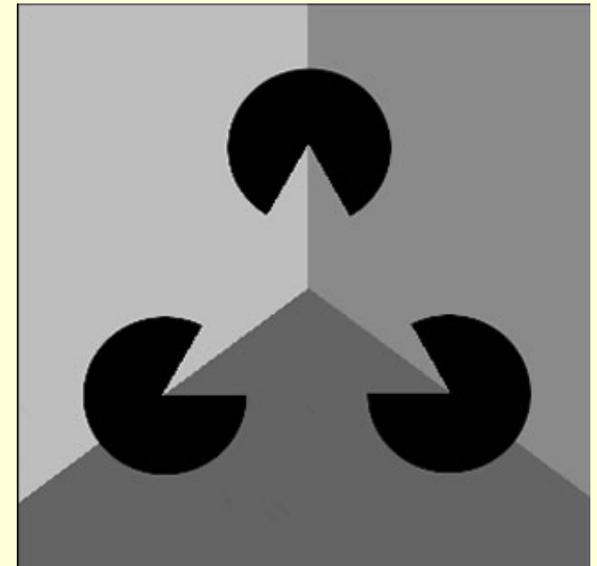
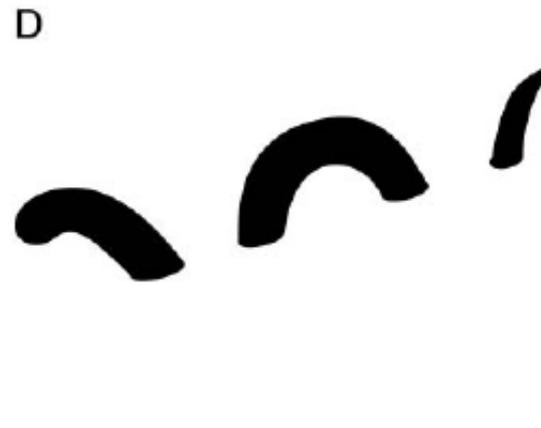
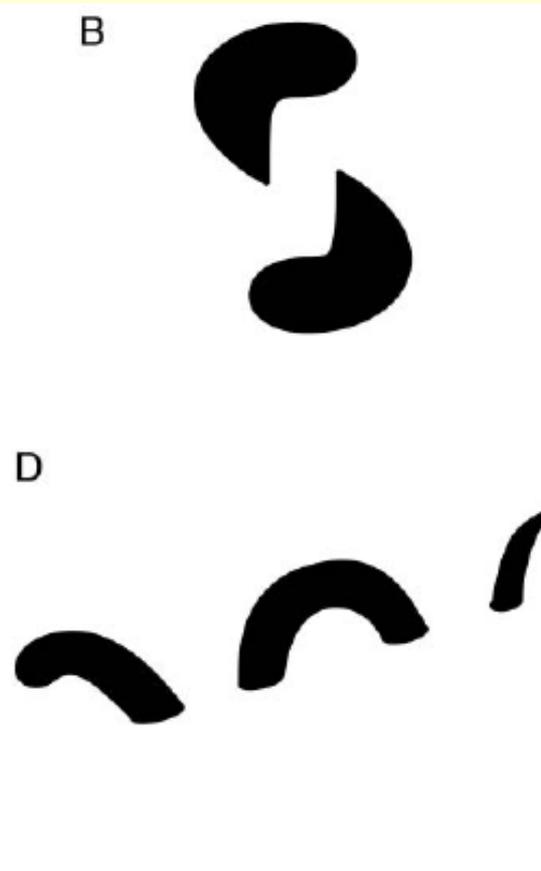
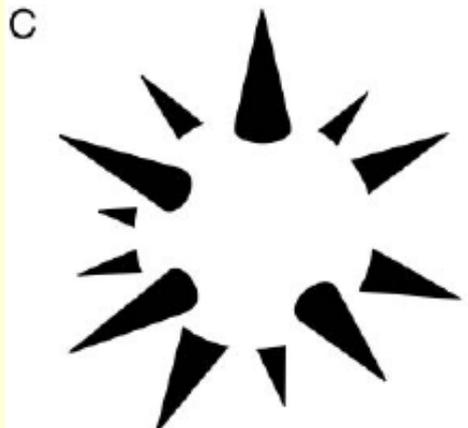
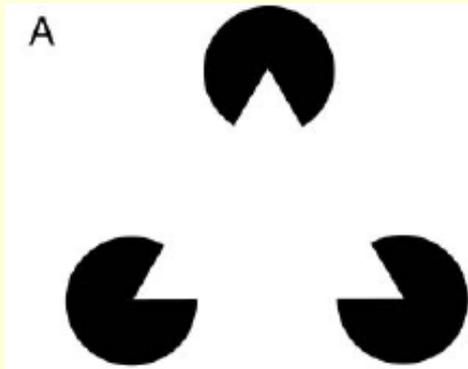
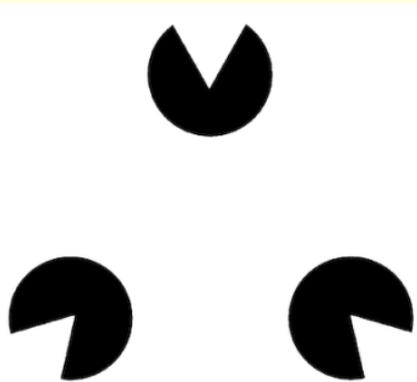


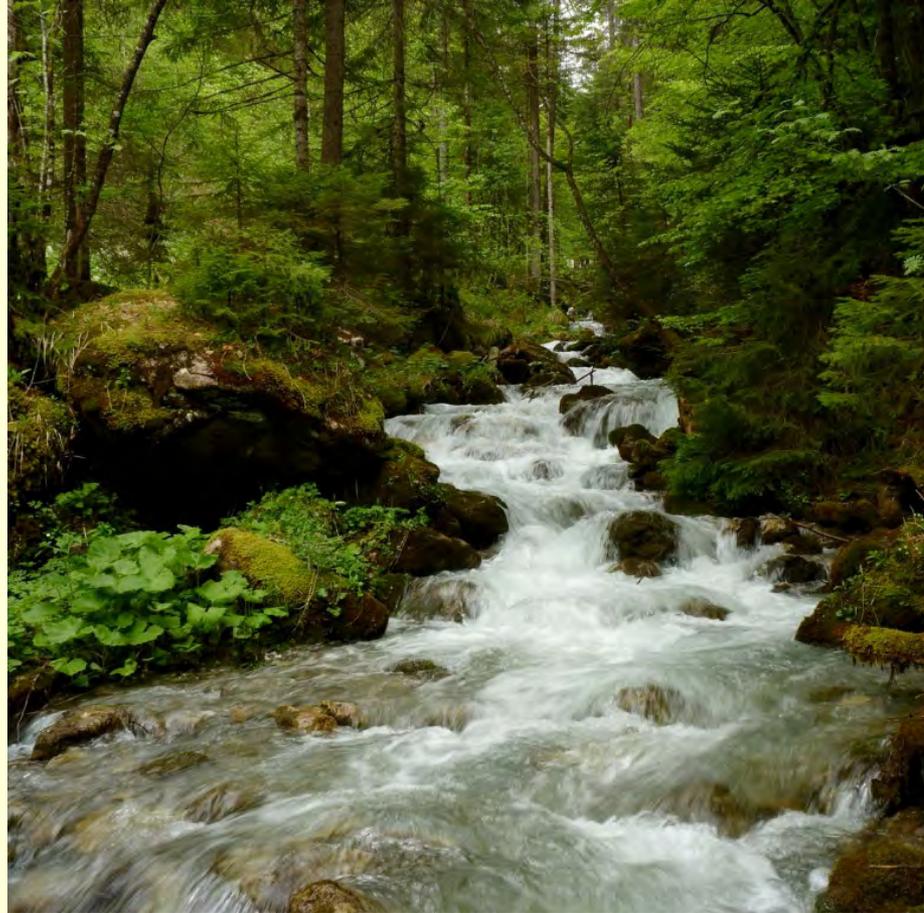




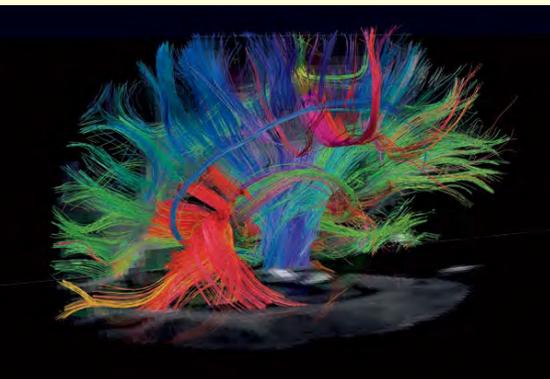
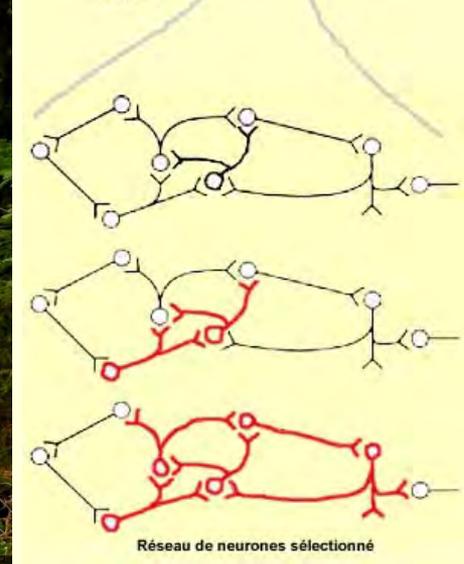
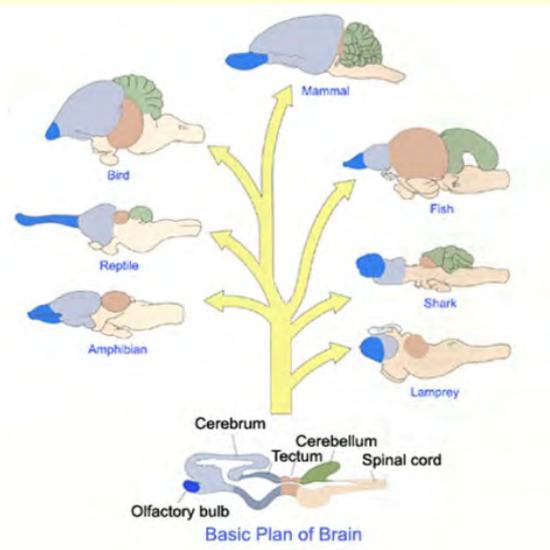


Caractéristiques fondamentale de notre identité :
celle de **projeter des hypothèses** sur le monde
pour mieux agir... et mieux survivre!

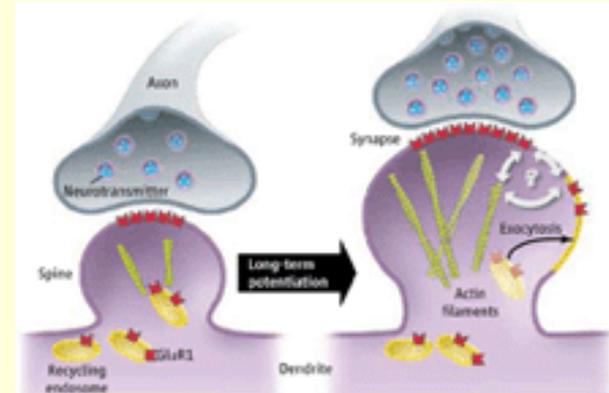




Nous sommes un peu comme un torrent...



Votre identité dépend donc ...

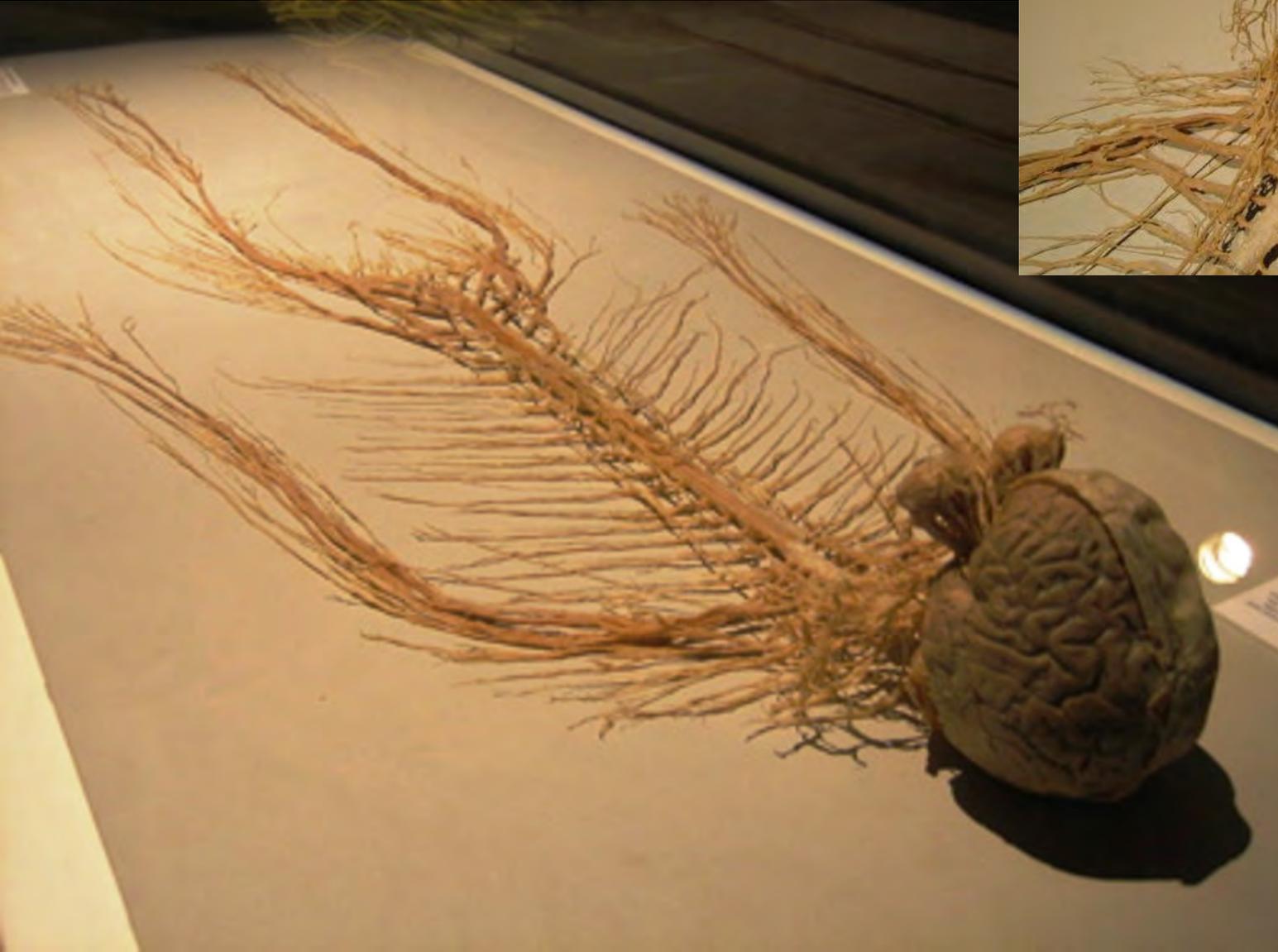


...de ce qui
a façonné



et façonne à tout moment
votre cerveau !

Car ce cerveau, il est intimement lié à un corps et il a de tout temps évolué avec lui !



Pendant longtemps :

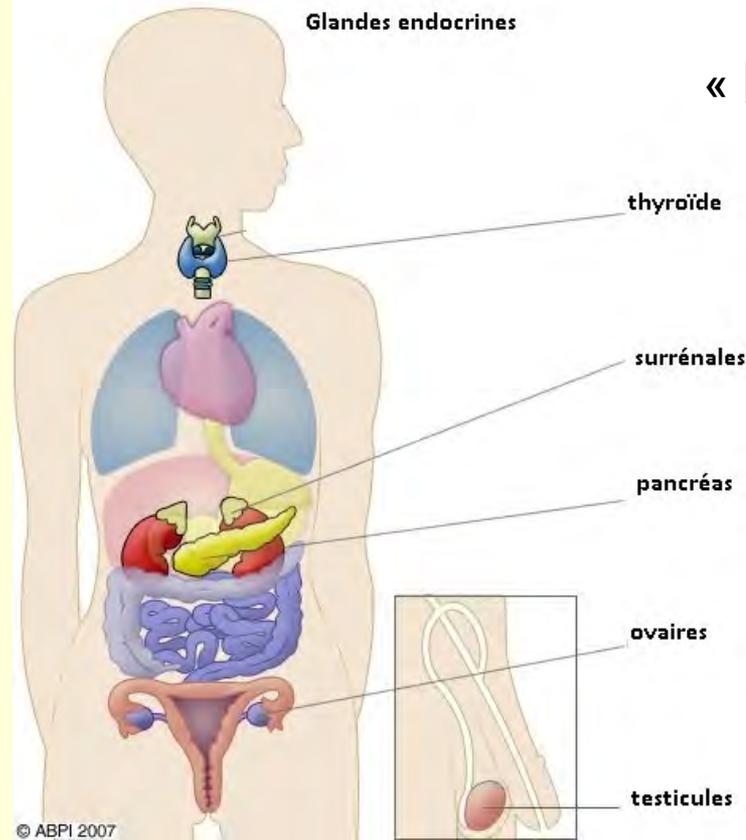
Cerveau

neurotransmetteurs



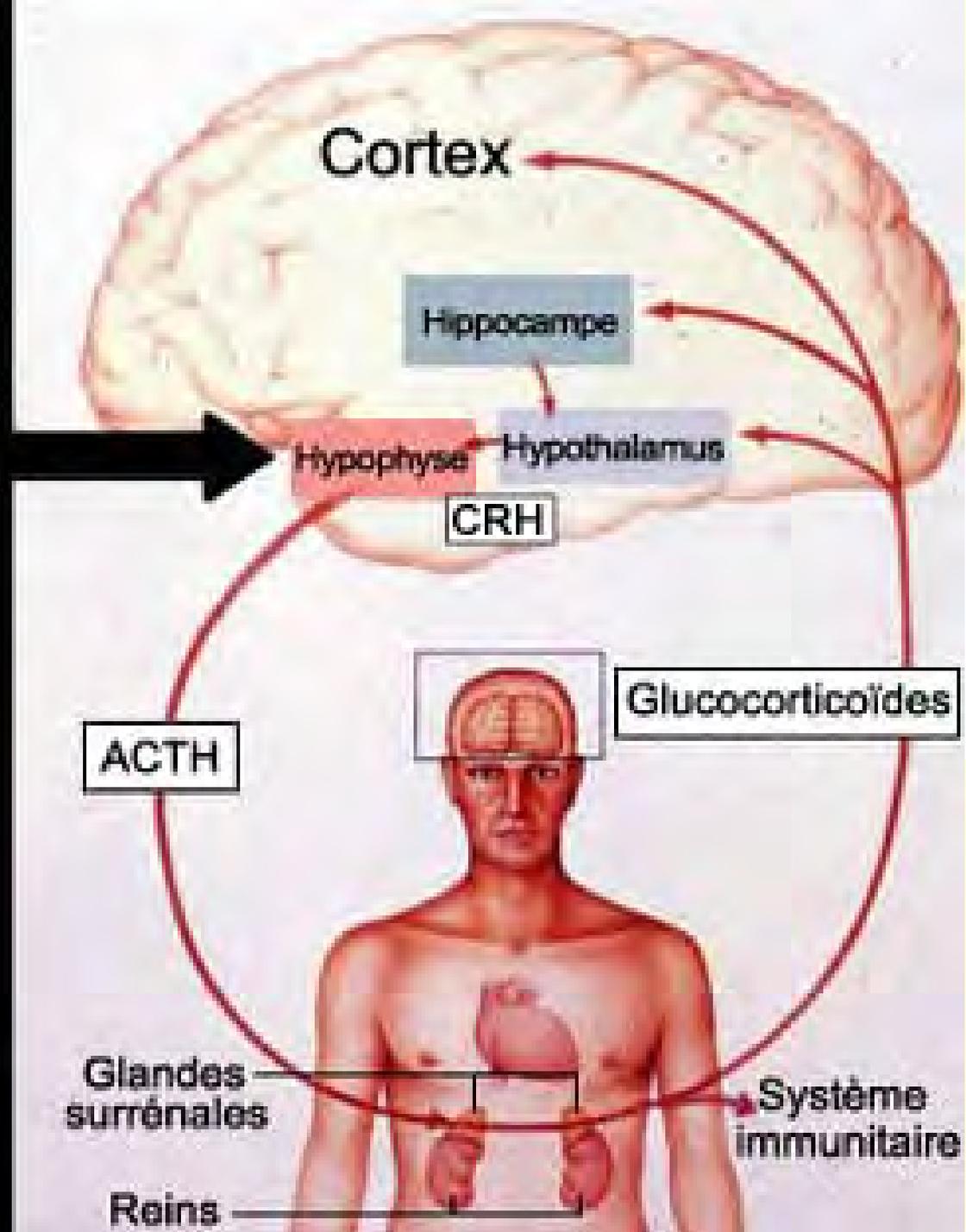
Corps

hormones



« Neurohormone »

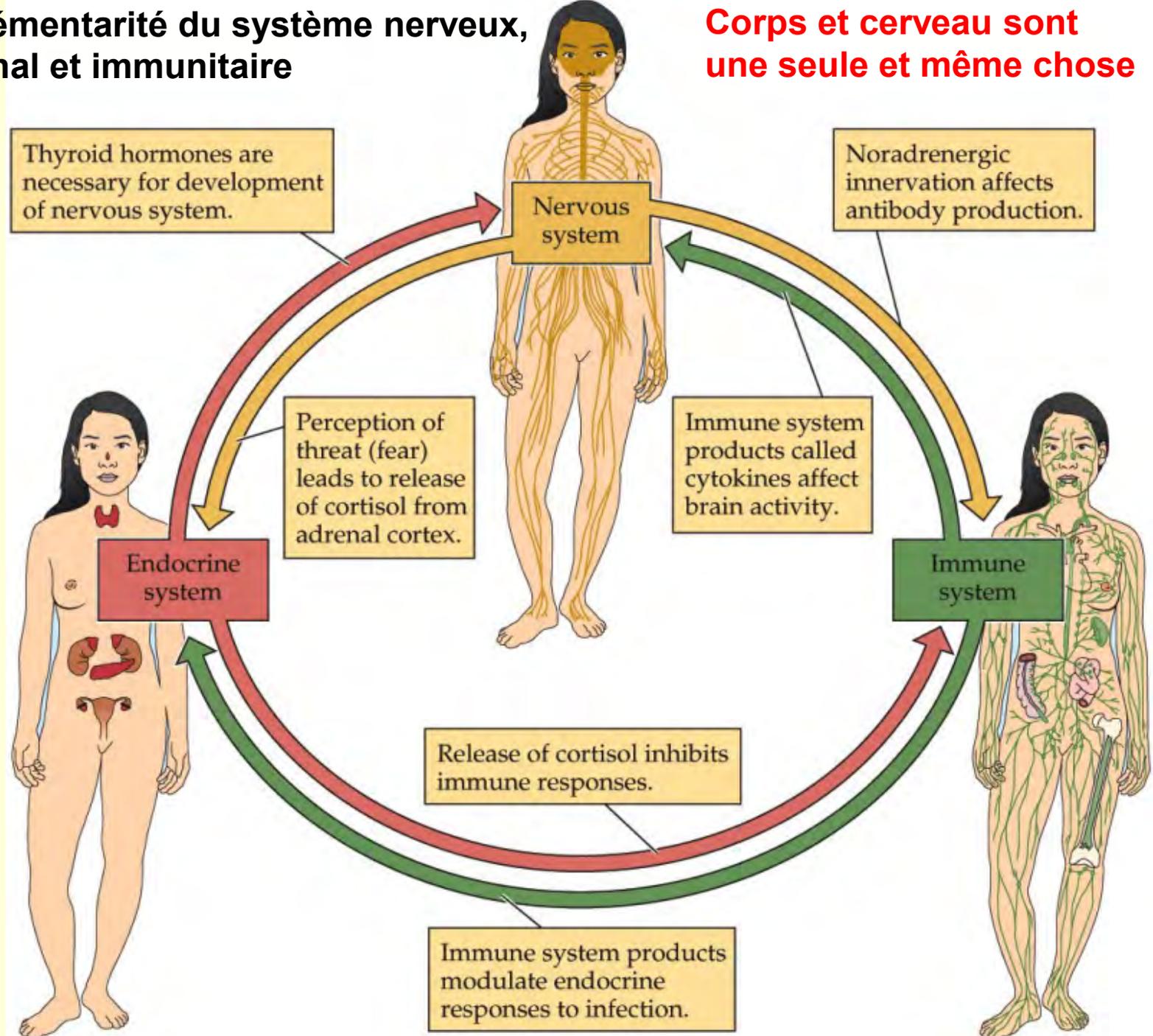
Stress



Régulation en constance

Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire

Corps et cerveau sont une seule et même chose





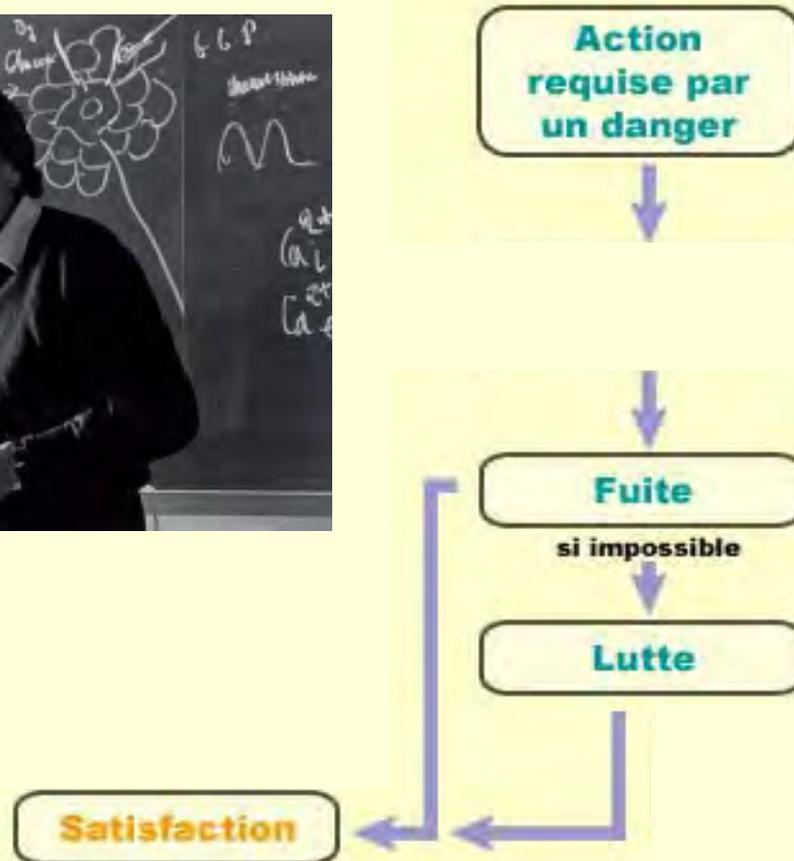
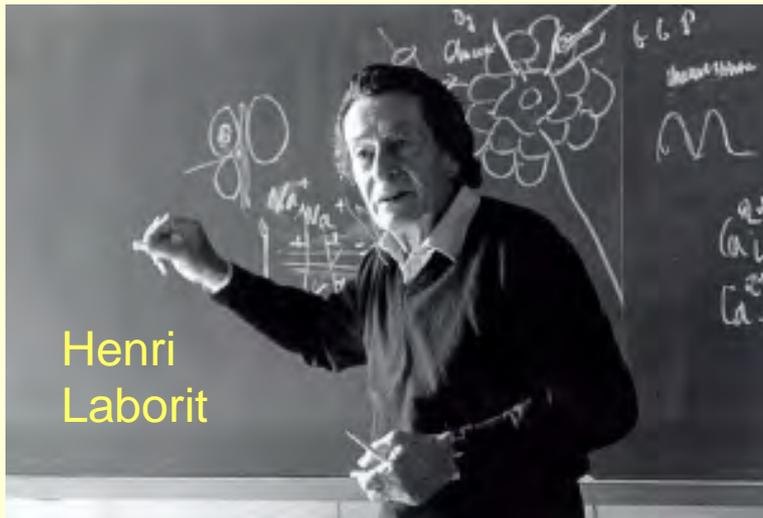
Donc d'une part,

les pensées qu'a notre cerveau peuvent influencer notre corps **négativement**,

comme dans le cas du **stress**.

Dans plusieurs de ses ouvrages, dont « **L'inhibition de l'action** » (1979) <http://www.elogedelasuite.net/?p=580>

Henri Laborit explique que la perception par le cerveau d'un danger menaçant la survie de l'organisme met en branle dans tout le corps plusieurs mécanismes favorisant la **fuite ou la lutte**.



Nos réactions physiologiques à une menace viennent de la nécessité de **sauver sa peau !**

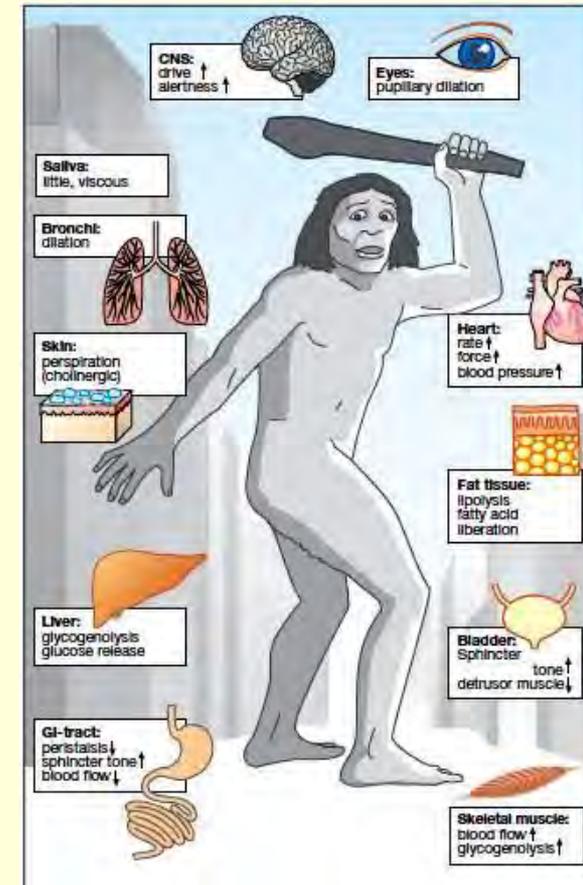
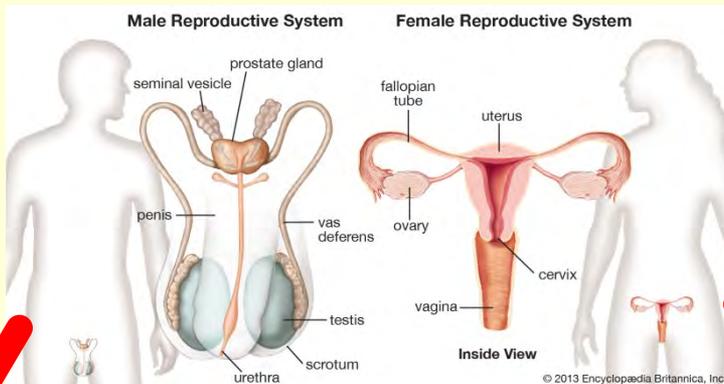
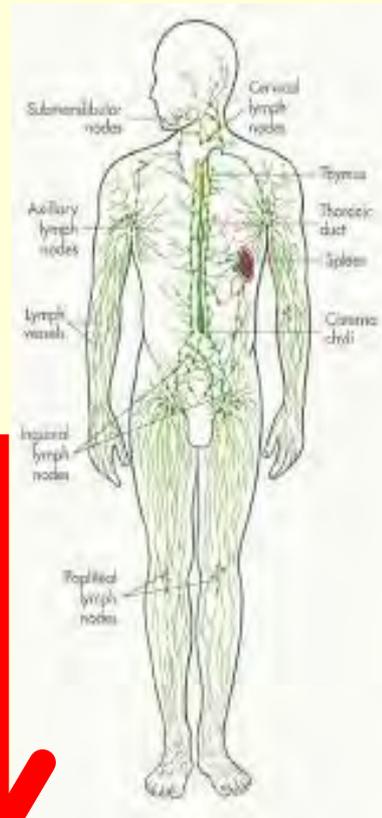
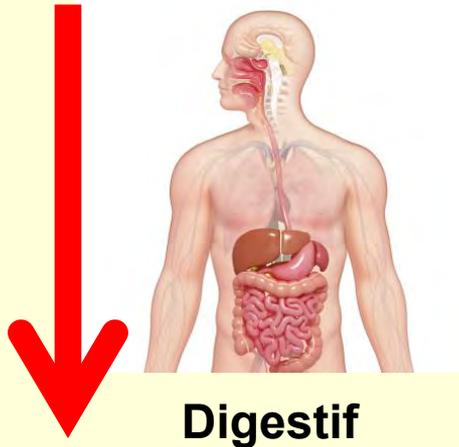
Que ce soit pour **fuir** ou, s'il ne peut pas, pour **se battre**, il y aura de vastes remaniements nerveux et hormonaux chez l'individu menacé pour allouer le plus de ressources possible aux muscles et au système cardiorespiratoire.



A. Responses to sympathetic activation

Mais qui dit plus de ressources à certains systèmes dit forcément **moins de ressources dans d'autres** : les systèmes digestif, reproducteur ou immunitaire pâtiront ainsi pendant un court instant de cette réallocation nécessaire pour assurer la survie de l'organisme.

Cela aura peu d'effet si la fuite ou la lutte élimine la présence du prédateur et que tout revient à la normale après ce stress de **courte durée** (ou « stress aigu »).





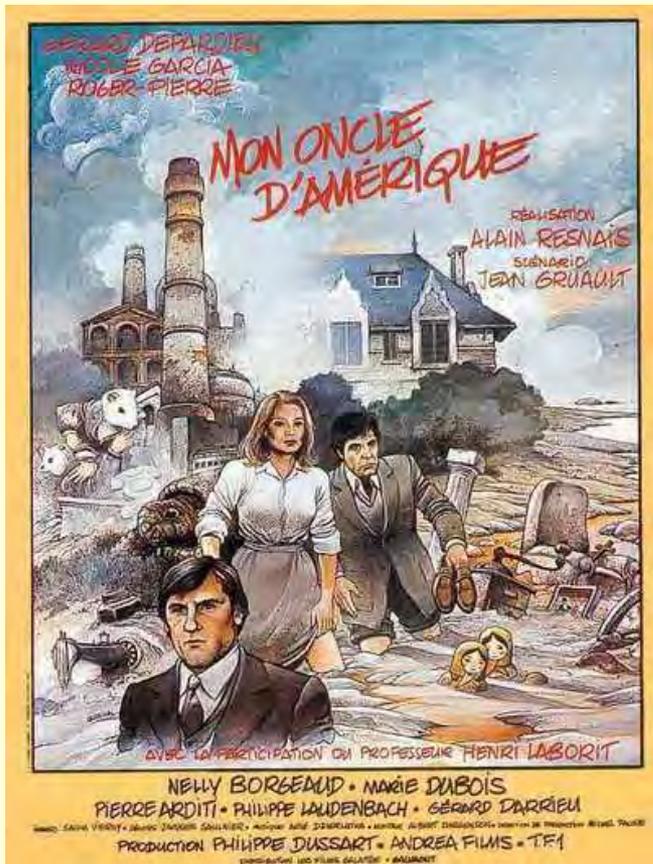
Même chose dans une troisième situation où un rongeur traversant un champ ouvert, par exemple, aperçoit un oiseau de proie au-dessus de lui.

Ne pouvant ni fuir ni lutter, **il fige sur place**, en espérant que l'oiseau ne le verra pas.

Si c'est le cas, encore une fois le stress **aigu** ne dure pas et le rongeur en est quitte pour une bonne frousse.

Mais qu'en est-il s'il dure, c'est-à-dire si le stress devient **chronique** ?
C'est là que les choses **se compliquent...**





Pour illustrer ceci, une expérience de Laborit qu'il décrit dans le film *Mon oncle d'Amérique*.



**Action
requisse par
un danger**



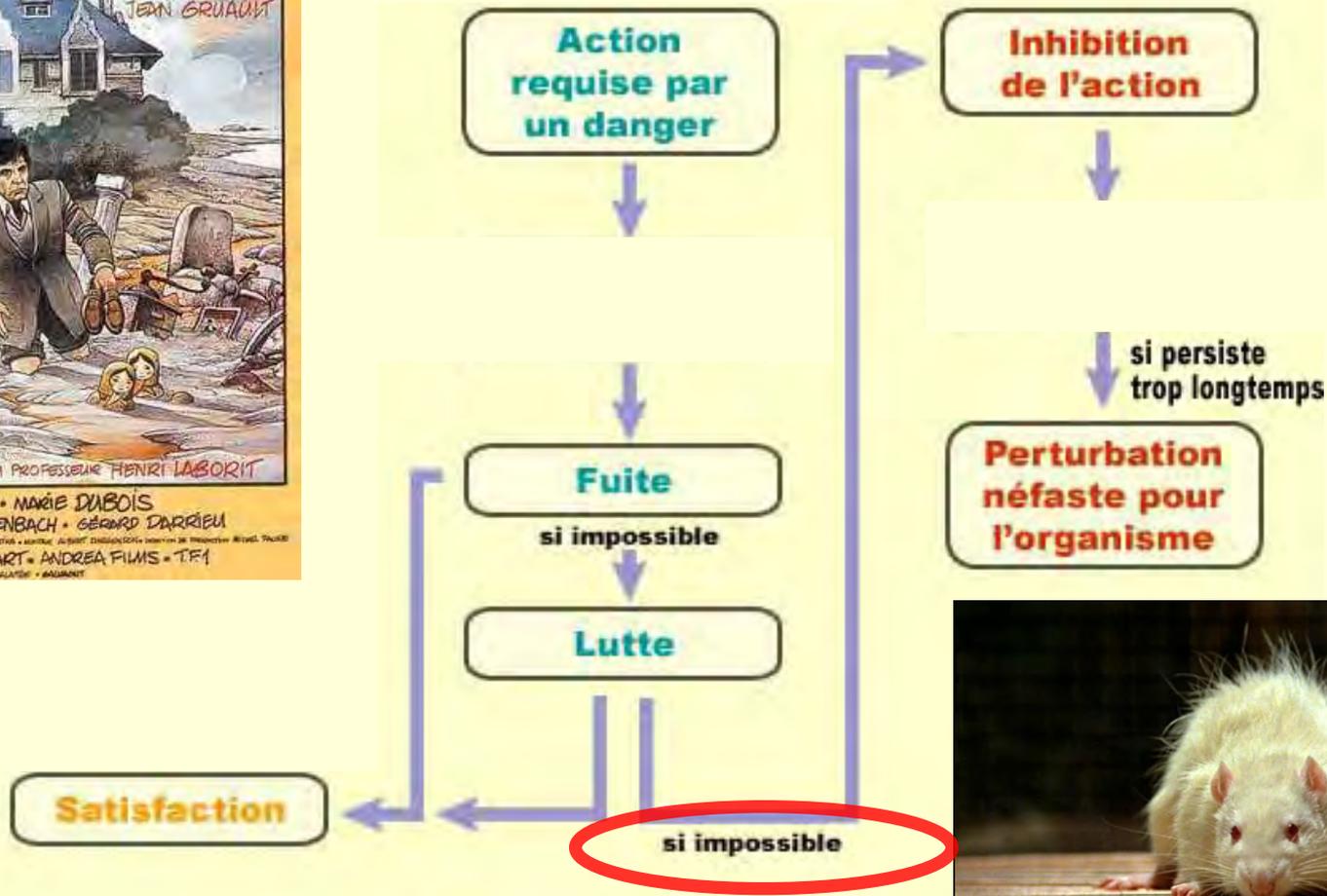
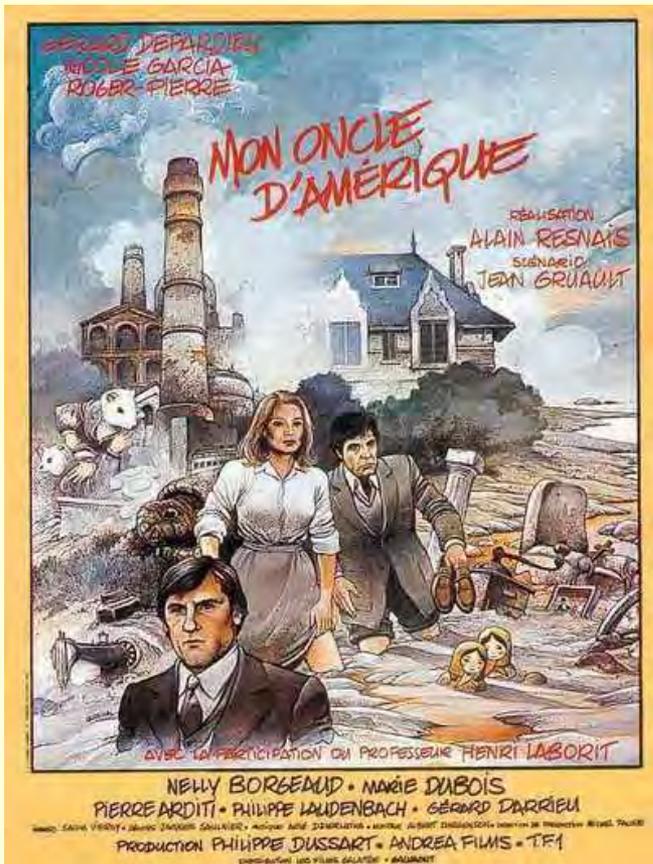
**Fuite
si impossible**



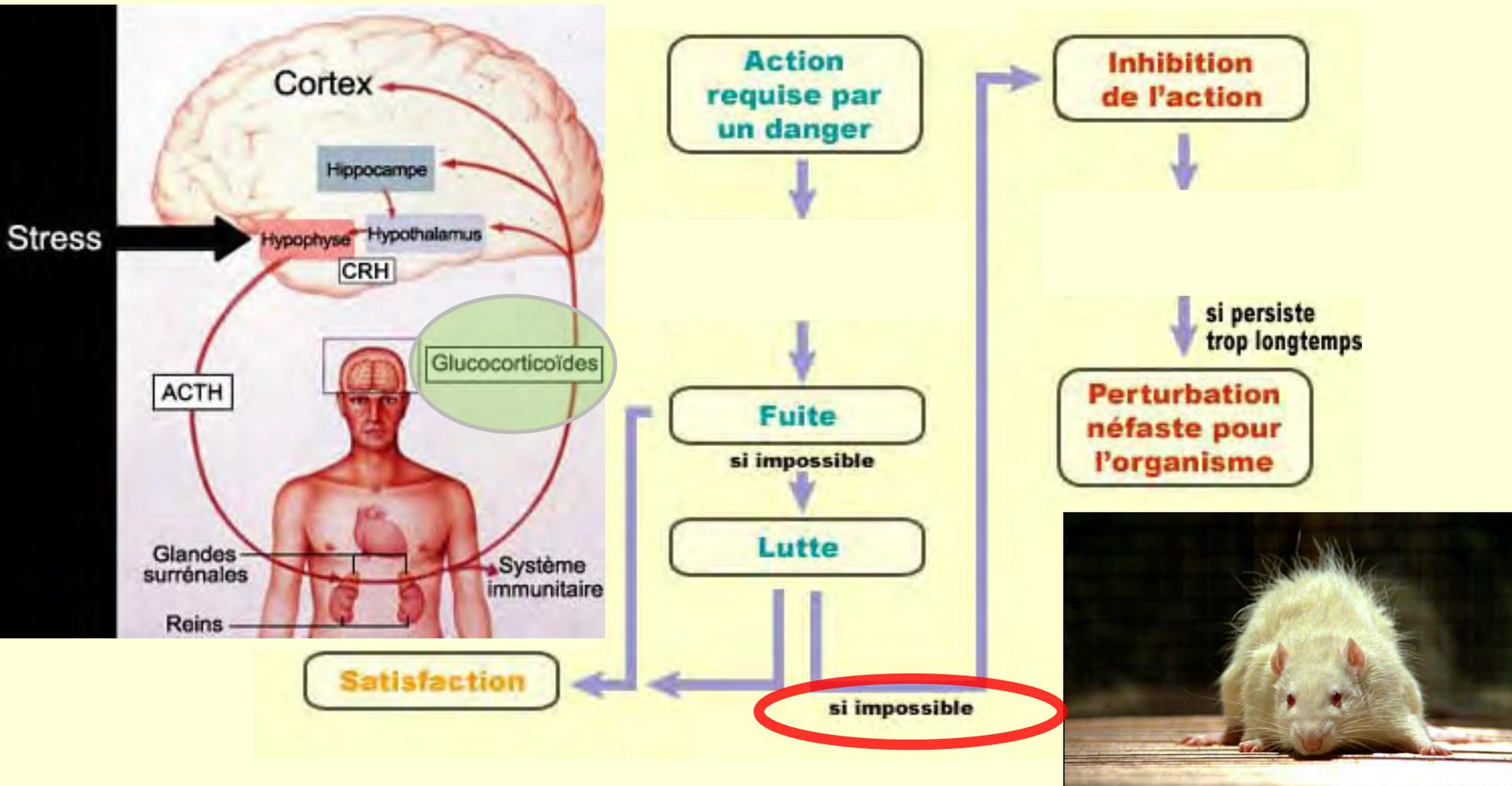
Lutte

Satisfaction





Certaines hormones, comme les glucocorticoïdes, qui demeurent alors à un taux élevé dans le sang durant une **longue période**, vont **affaiblir le système immunitaire** et même affecter le cerveau.





Les **ressources** moindres allouées durant un stress chronique au système immunitaire lui feront alors un tort considérable et ouvrira la porte à de nombreuses pathologies.



Impact de la pauvreté sur le système immunitaire

→ Un statut social bas **diminue les fonctions immunitaires**

La position relative d'un singe rhésus dans la hiérarchie de dominance de son groupe affecte son système immunitaire :



- plus le rang d'un singe est bas dans la hiérarchie, **moins il produit de cellules immunitaires** d'un certain type
- et plus il active de gènes reliés à **l'inflammation**
- parmi les individus **subordonnés**, ceux qui se faisaient **le plus toletter** ("grooming") étaient ceux qui avaient les processus inflammatoires les **moins élevés**.

Social status alters immune regulation and response to infection in macaques

Noah Snyder-Mackler et al. *Science* 25 Nov **2016**.

<http://science.sciencemag.org/content/354/6315/1041>

Ce qui nous ramène à **l'inhibition de l'action chez l'humain**, car c'est exactement ce que les individus subordonnés subissent chroniquement.



Et à deux conséquences importantes de ces études :

- Le **soutien social** semble avoir un effet bénéfique important sur les phénomènes inflammatoires néfastes induits par l'inhibition de l'action.
- Ces derniers semblent être **rapidement réversible** avec des changements environnementaux bénéfiques (changement de groupe de l'animal)

Très rapidement, en fait : le fait de prendre une position « de **dominance** » ou « de **soumission** » peut induire les remaniements hormonaux correspondants dans le corps.

Quand notre posture influence notre cerveau

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2014/04/28/quand-notre-posture-influence-notre-cerveau/>

Que ce soit chez les chats, les loups ou les grands singes, lorsqu'un animal affirme sa dominance sur un congénère, il le fait en adoptant **une posture qui le fait paraître plus gros**.

Mettre nos mains sur nos hanches ou lever les bras au ciel après une victoire sont des postures universelles de **dominance**.

À l'opposé, une position du corps recroquevillée est un signe aussi certain de **soumission** chez tous les humains.



Amy Cuddy et son équipe ont donc simplement demandé à des sujets de **mimer ces postures pendant deux minutes** et ont ensuite regardé si certains niveaux d'hormones avaient changé. Lesquelles ?

Celle que l'on sait le plus associées à la dominance dans le monde animal, soit la **testostérone**, alors élevée, et le **cortisol**, alors bas.

Or les dosages avant / après la prise de posture dominante par les sujets reflétait exactement cela : hausse du taux de testostérone et baisse de celui de cortisol ! Même chose au niveau comportemental : **la prise de risque**, bien connue pour sa corrélation positive avec le niveau de confiance, augmentait également.

Quant aux sujets qui avaient adopté une posture de **soumission** avant les tests, ils ont, pour leur part, montré exactement les fluctuations **inverses**.



Dans plusieurs de ses ouvrages, Laborit rappelle que l'être humain dispose, grâce à son **vaste cortex associatif**, de capacités d'imagination qui lui offrent d'autres options que la seule fuite physique.



Cette fuite dans **l'imaginaire** peut l'être au niveau :

- **artistique**
- **scientifique**
- **de notre vie personnelle**
- **des structures sociales**

Bien sûr, idéalement, il faut chercher les causes ultimes de l'inhibition de l'action.

Et bien souvent, elles se retrouvent dans les **inégalités sociales** qu'il faut donc combattre (une bonne façon d'ailleurs de ne pas être en inhibition de l'action !).



Cela dit, outre les luttes politiques nécessaires pour changer cet environnement,

l'individu semble avoir un pouvoir beaucoup plus grand qu'on croit sur son propre corps.

Un pouvoir **positif** cette fois,

comme dans le cas de **l'effet placebo**.

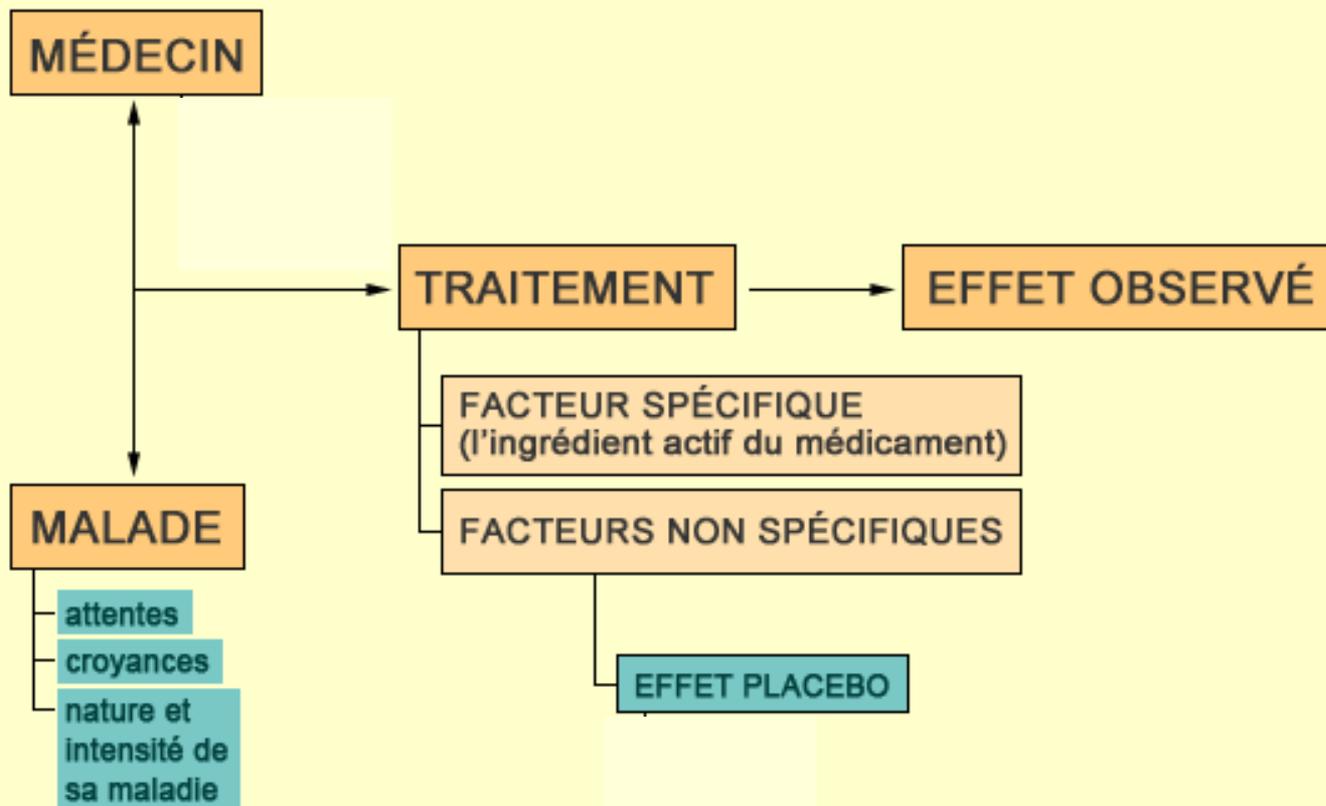


L'effet placebo

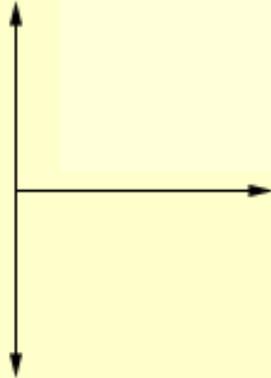


L'effet placebo se fonde donc sur une tromperie, mais une tromperie qui démontre justement le pouvoir de la pensée de la personne trompée sur son propre corps.

Tromperie, ou plutôt, **auto-tromperie**, car tout part de la conviction du patient que le traitement qui lui est administré sera efficace.

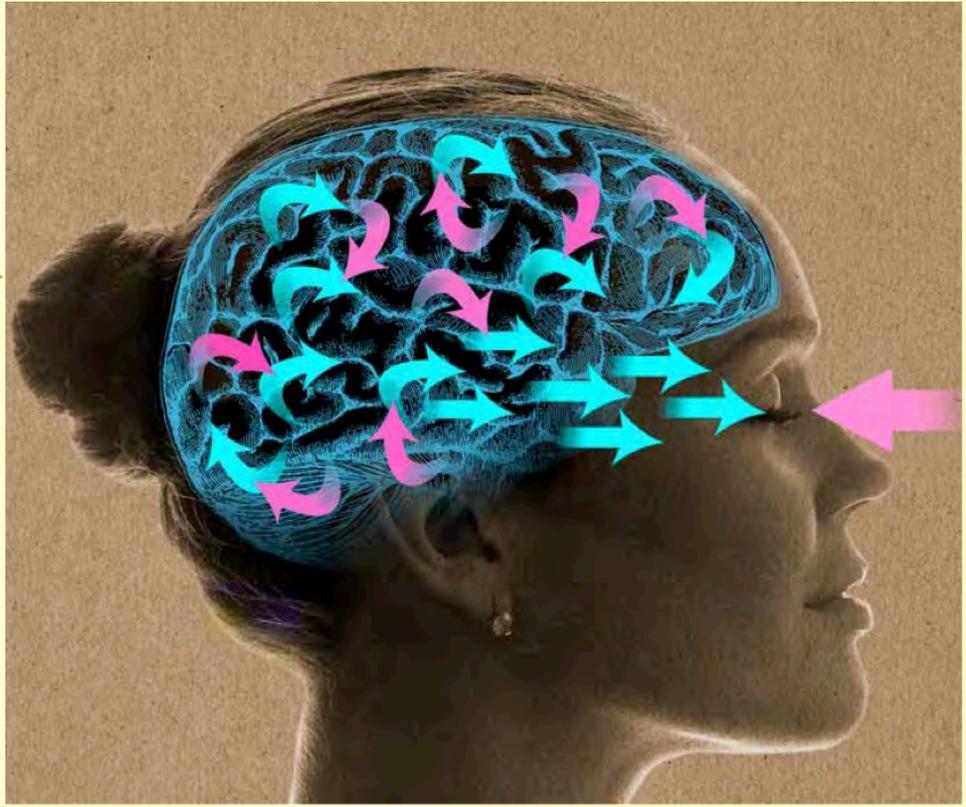


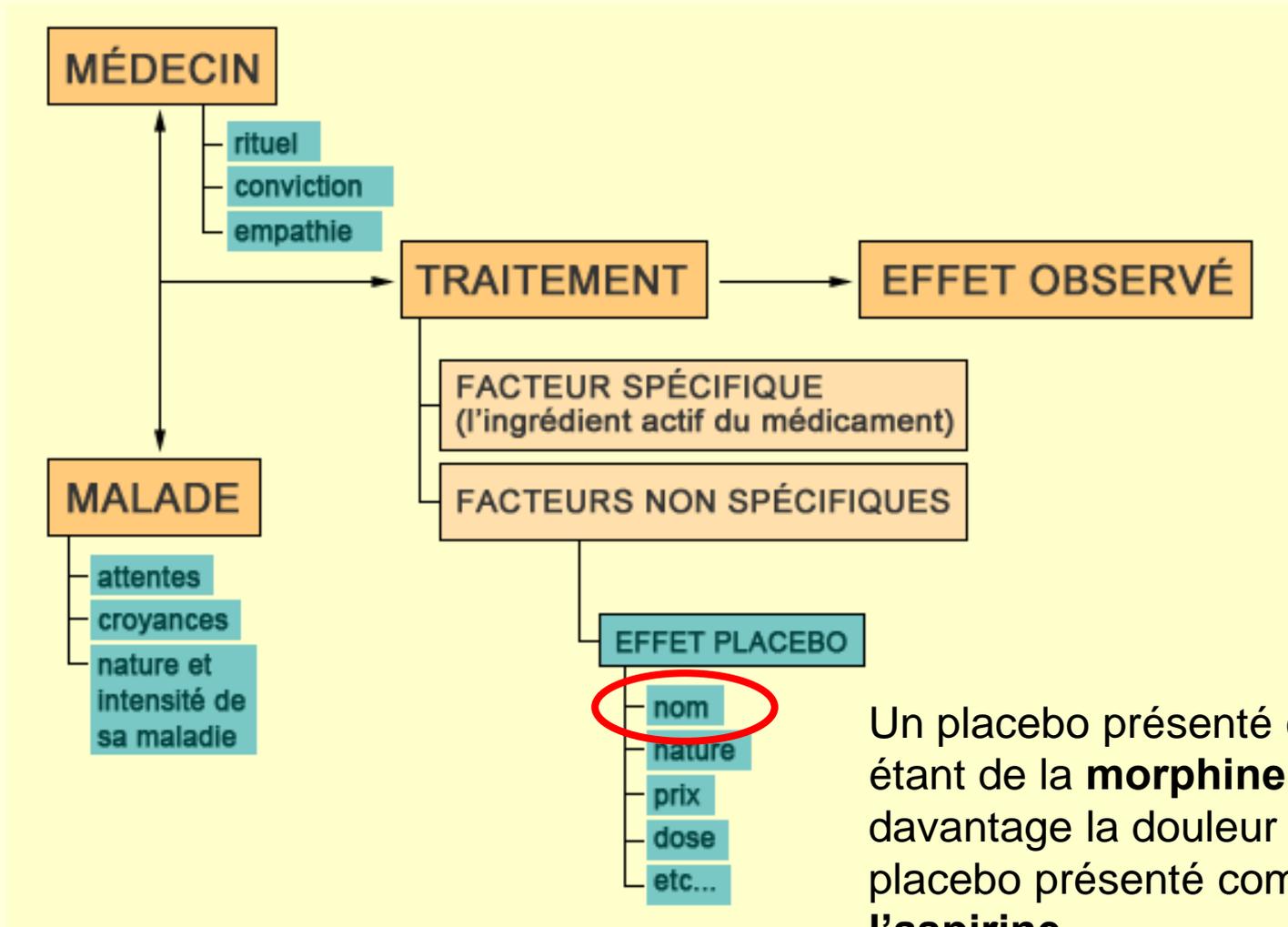
MÉDECIN



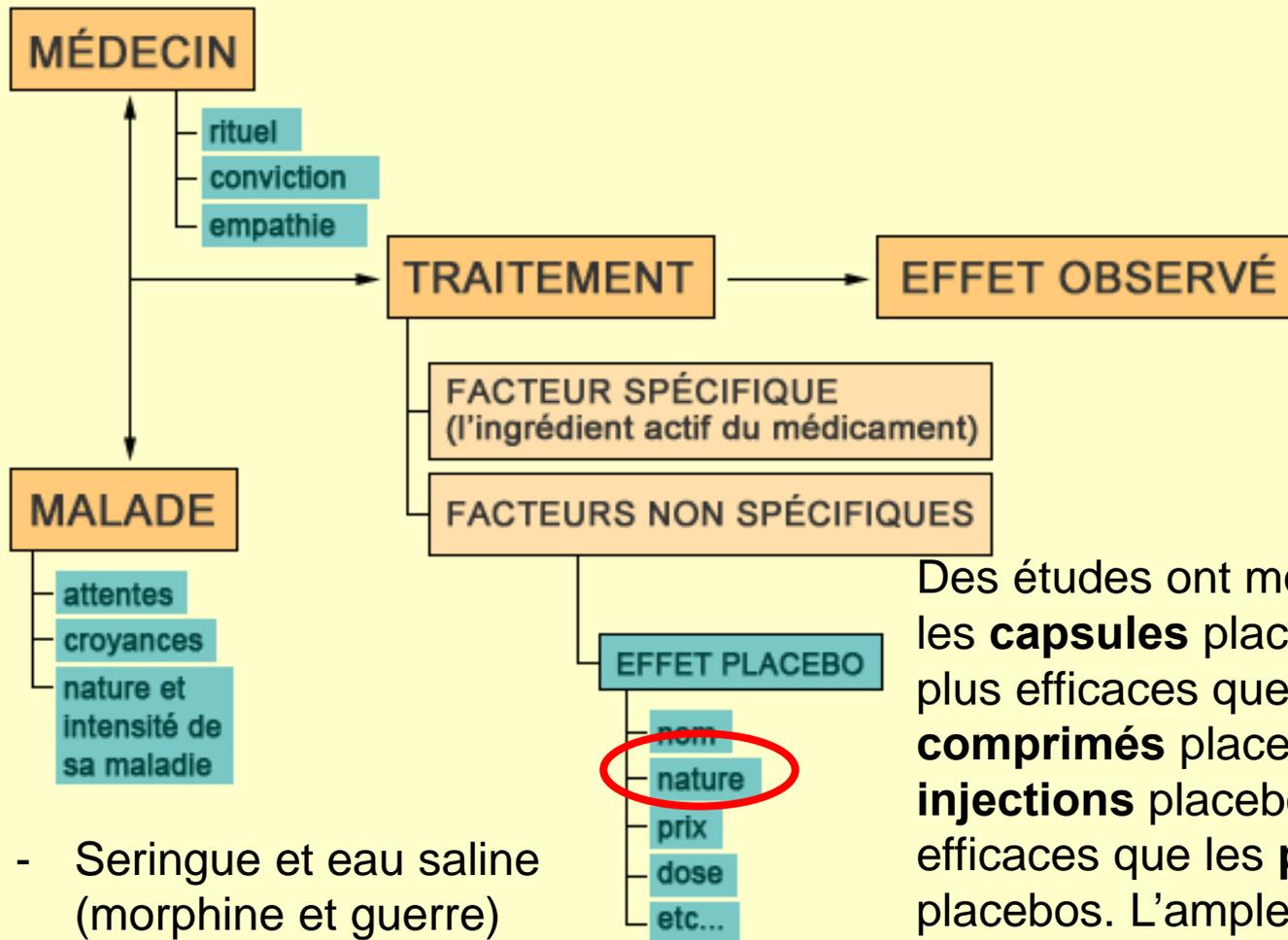
MALADE

- attentes
- croyances
- nature et intensité de sa maladie



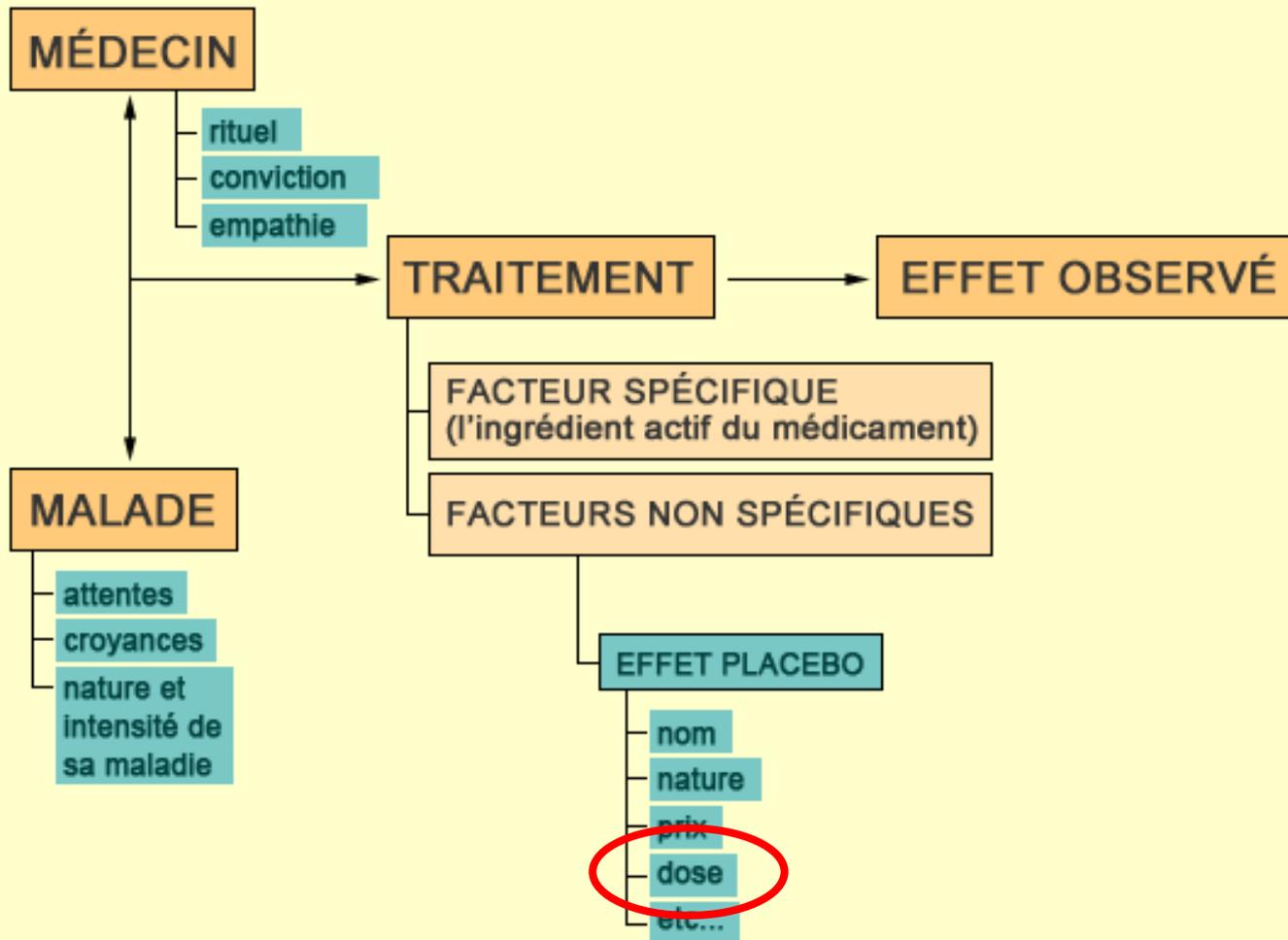


Un placebo présenté comme étant de la **morphine** soulage davantage la douleur qu'un placebo présenté comme de **l'aspirine**.



- Seringue et eau saline (morphine et guerre)
- Incision au genou (fausse opération)

Des études ont montré que les **capsules** placebos sont plus efficaces que les **comprimés** placebos, et les **injections** placebos sont plus efficaces que les **pilules** placebos. L'ampleur de l'effet placebo semble donc s'accroître avec le caractère **invasif** de l'intervention.



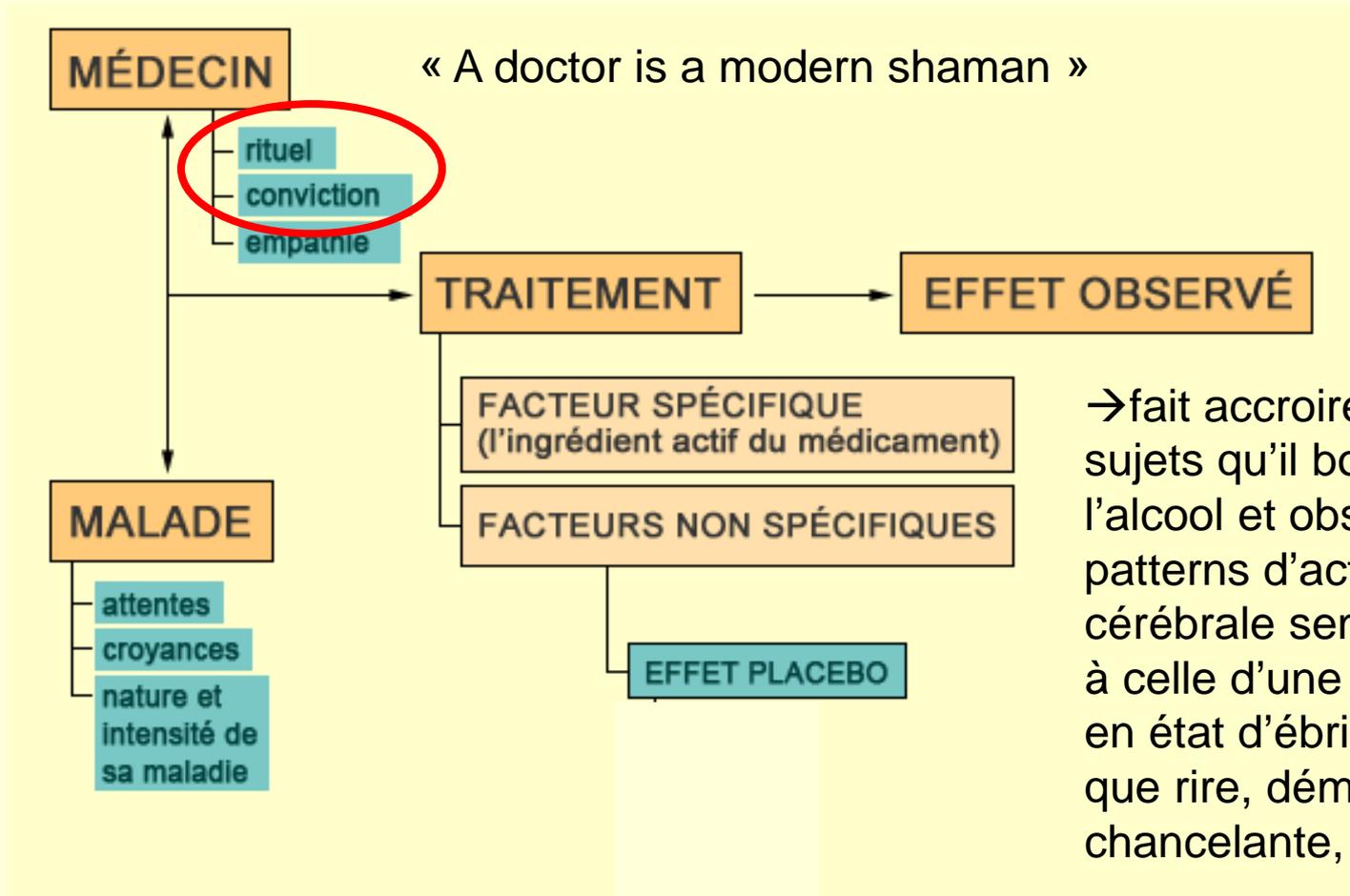
Une étude désormais classique publiée par B. Blackwell en 1972 montre que **l'effet placebo se manifeste clairement chez le sujet sain**, en l'occurrence ici des étudiants en médecine. Ces 56 étudiants avaient accepté de se soumettre à une expérience qui portait, leur disait-on, sur les effets d'une prise unique d'une drogue **stimulante** ou **sédative**.

Les étudiants furent donc répartis en quatre groupes différents et l'on demanda au premier groupe de prendre **une pilule sédative bleue**, au second **deux pilules sédatives bleues**, au troisième **une pilule stimulante rose**, et au quatrième **deux pilules stimulantes roses**. Ce que les étudiants ignoraient, c'est qu'en réalité toutes les pilules étaient des placebos qui ne contenaient que des ingrédients inertes.

Or parmi les étudiants qui avaient reçu les placebos «sédatifs», plus des deux tiers rapportèrent se sentir somnolents, et ceux qui avaient pris deux de ces pilules bleues se sentaient plus somnolents que ceux qui n'en avaient pris qu'une seule. Et inversement, une large proportion des étudiants qui avaient pris les placebos «stimulants» rapportèrent se sentir moins fatigués.

En outre, environ le tiers des participants, tous groupes confondus, se plainquirent **d'effets secondaires** comme des maux de tête et des vertiges. Et encore une fois, l'effet ressenti était proportionnel à la **dose** de placebo reçu, c'est-à-dire plus sévère, chez ceux qui avaient reçu **deux** pilules. Seulement 3 des 56 étudiants affirmèrent n'avoir ressenti aucun effet appréciable suite à l'ingestion des pilules.

La relation de confiance qui s'établit avec le thérapeute est l'un des facteurs le favorisant le plus.



→ fait accroire à des sujets qu'il boivent de l'alcool et observe des patterns d'activité cérébrale semblable à celle d'une personne en état d'ébriété, ainsi que rire, démarche chancelante, etc.) !

The Nature of Things : Brain Magic: The Power of Placebo

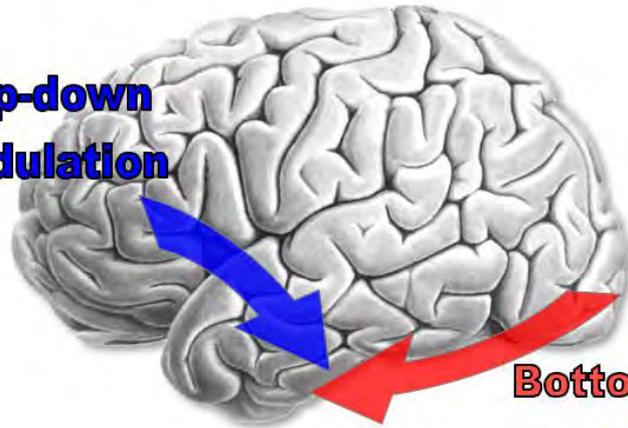
August 7, 2014 <http://www.cbc.ca/natureofthings/episodes/brain-magic-the-power-of-the-placebo>

The Raz Lab in Brain Magic: The Power of Placebo

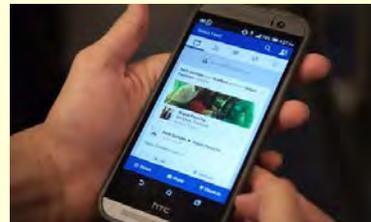
<https://vimeo.com/117024196>
(de 2:00 à 8:00)



**Top-down
modulation**



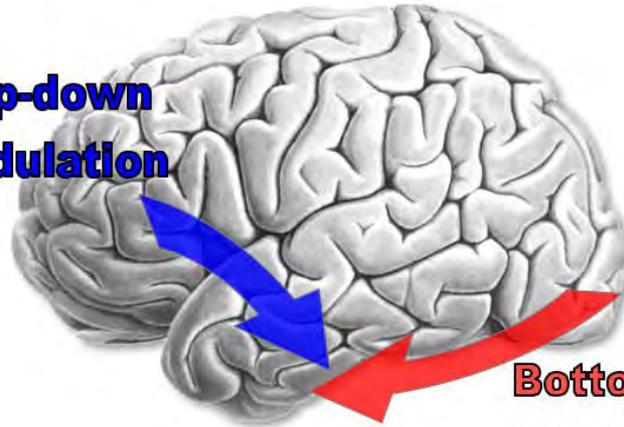
**Bottom-up
processing**



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



**Top-down
modulation**



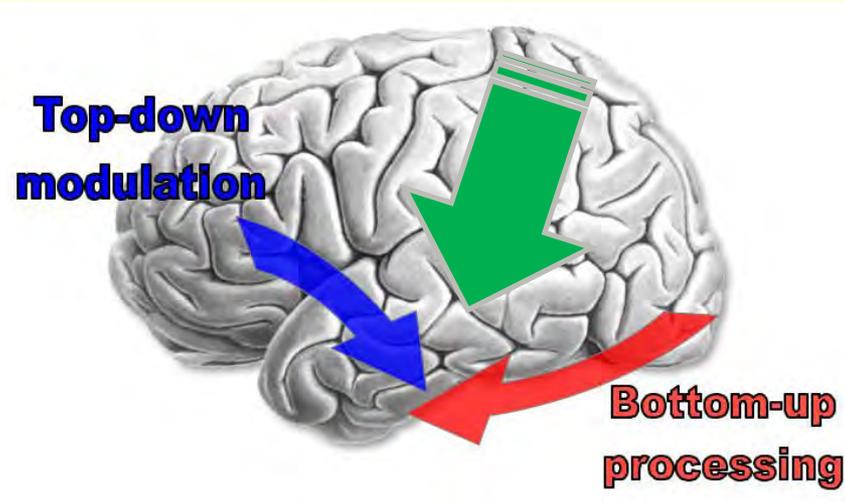
**Bottom-up
processing**



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

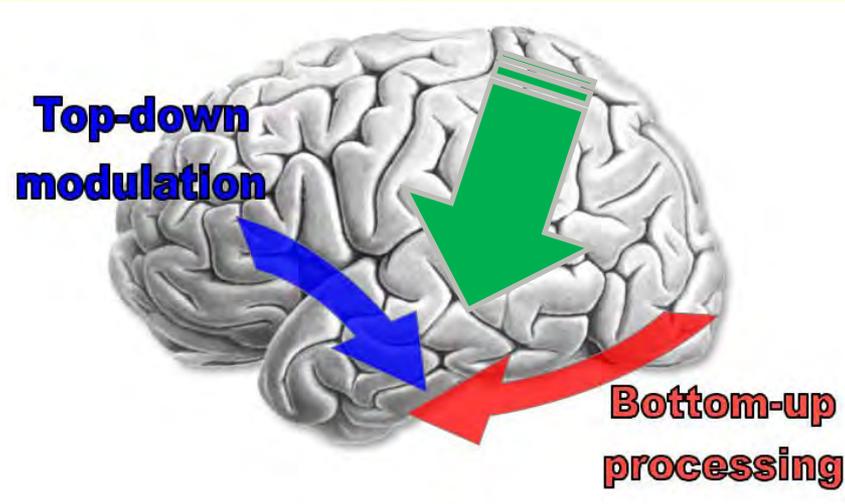


D'autres « fonctions exécutives » comme l'**inhibition** peuvent être sollicitées pour **contrer** certains **automatismes comportementaux ou de pensée**.



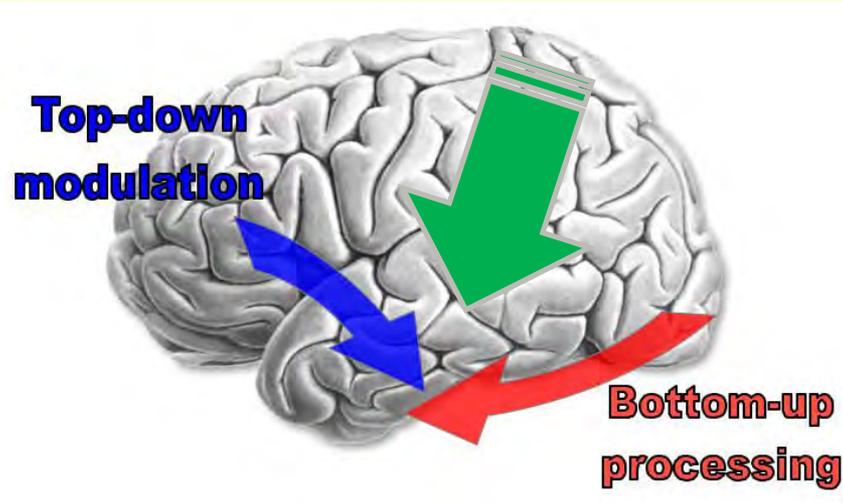
Quand on parle de flexibilité cognitive, de penser “outside the box”

D'autres « fonctions exécutives » comme **l'inhibition** peuvent être sollicitées pour **contrer** certains **automatismes comportementaux ou de pensée.**



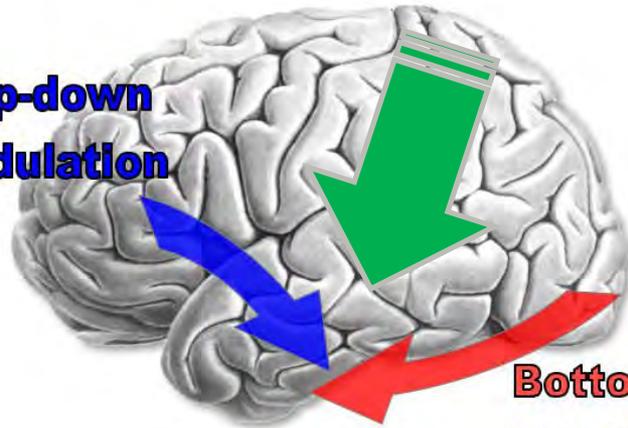
Quand on parle de flexibilité cognitive, de penser "outside the box" =

D'autres « fonctions exécutives » comme l'**inhibition** peuvent être sollicitées pour **automatismes comportementaux ou de pensée.**





**Top-down
modulation**

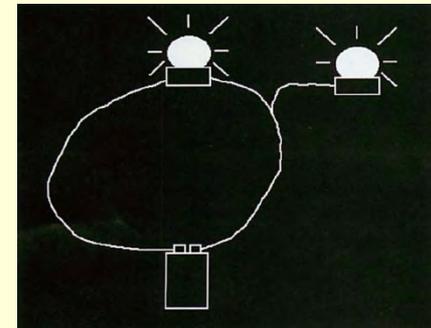


**Bottom-up
processing**

Inhibition : mécanismes qui permettent la **suppression** des cognitions et des actions **inappropriées**...



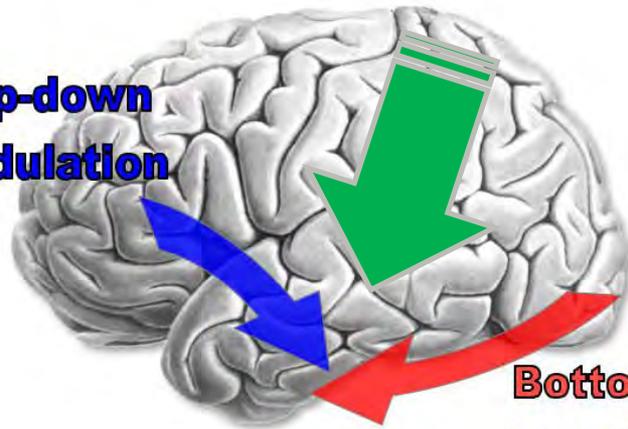
innées....



ou acquises....

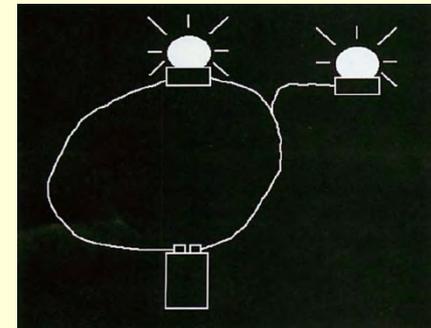


**Top-down
modulation**



**Bottom-up
processing**

Inhibition : mécanismes qui permettent la **suppression** des cognitions et des actions **inappropriées**...



ainsi que la **résistance** aux interférences de l'information non-pertinente.

Exemple

Lorsque l'on demande à des personnes d'écrire « **je les porte** » alors qu'elles sont en situation d'interférences (perturbées dans leur concentration), même celles qui ont un très bon niveau de français écrivent « je les portes ».

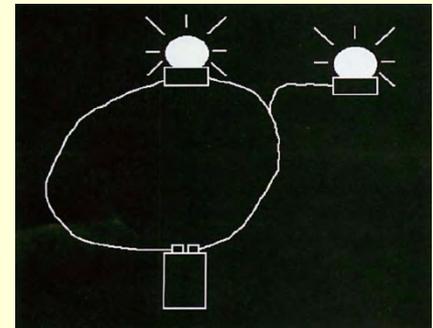
Leur cerveau applique l'automatisme « les = pluriel = s ».

Pour donner la bonne réponse, il doit mettre en oeuvre un **mécanisme d'inhibition court-circuitant l'automatisme.**

[Science et Vie Hors série #278, Mars **2017**, p.30]

Il peut arriver que l'inhibition échoue et qu'on « succombe »...

Que se passe-t-il souvent alors
chez des être comme nous doués de langage ?





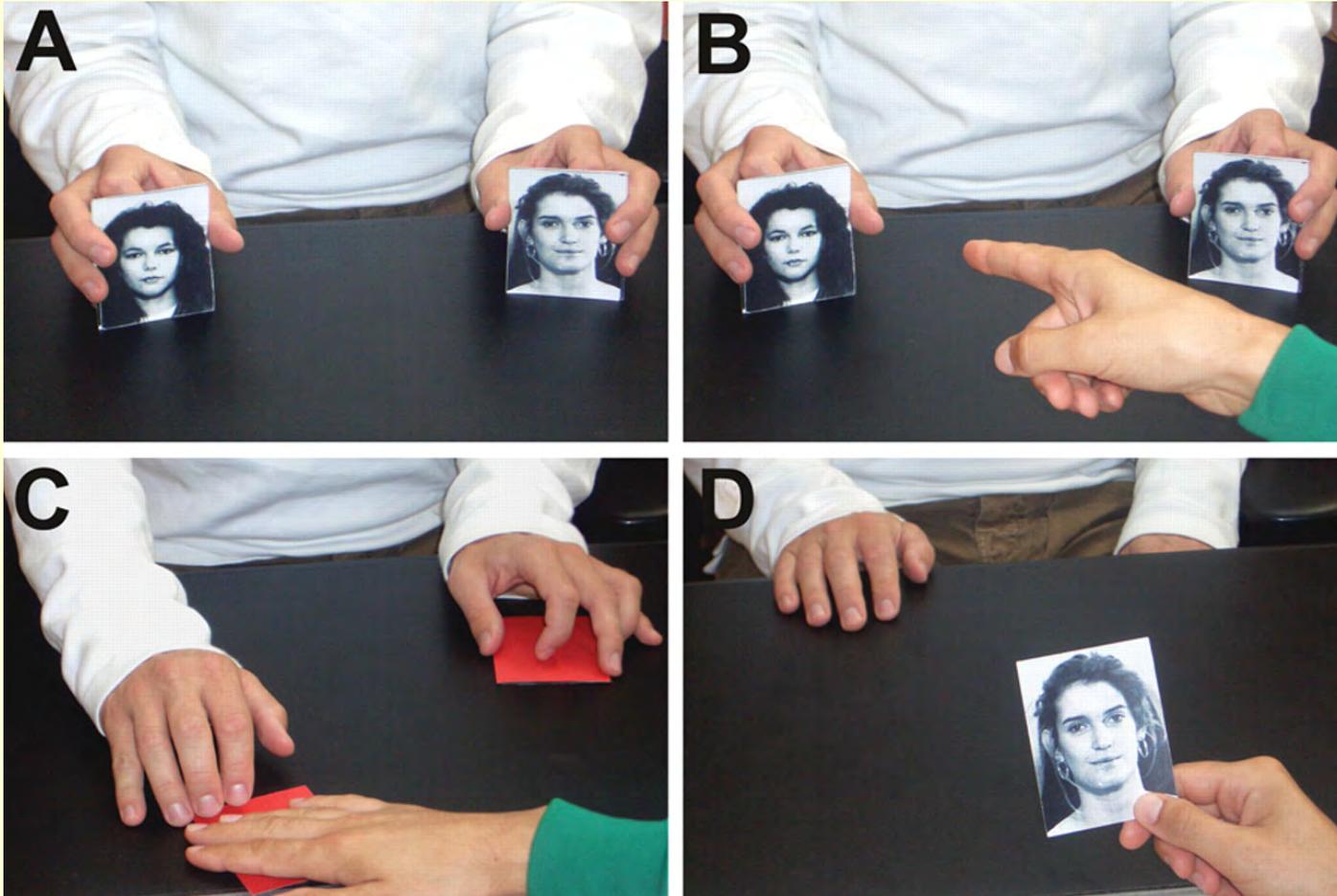
L'analogie, cœur de la pensée p.145

Paul arrive en retard au resto qu'on lui avait chaudement recommandé et où il avait réservé. Sa table a été donnée à quelqu'un d'autre. Il dit à sa copine tout joyeux :
« ce quartier regorge de restos sympas, c'est bien plus romantique d'en découvrir un ensemble ! »

Plus tard, il ne reste plus du plat qu'il voulait à l'autre resto. « Pas grave, justement il faut que je perde des calories ! » Et il commande un truc léger qu'il n'aurait jamais pris sinon...

Ce genre de situation « ...contient les germes de la notion de réduction de la dissonance cognitive et, plus généralement, des cas de **rationalisation**, c'est-à-dire des cas où une justification plus ou moins tirée par les cheveux est élaborée **a posteriori** en vue de restaurer l'état d'équilibre du système cognitif. »

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



On ne semble pas avoir toujours un accès conscient aux raisons derrière nos choix. **On les rationalise souvent a posteriori.**

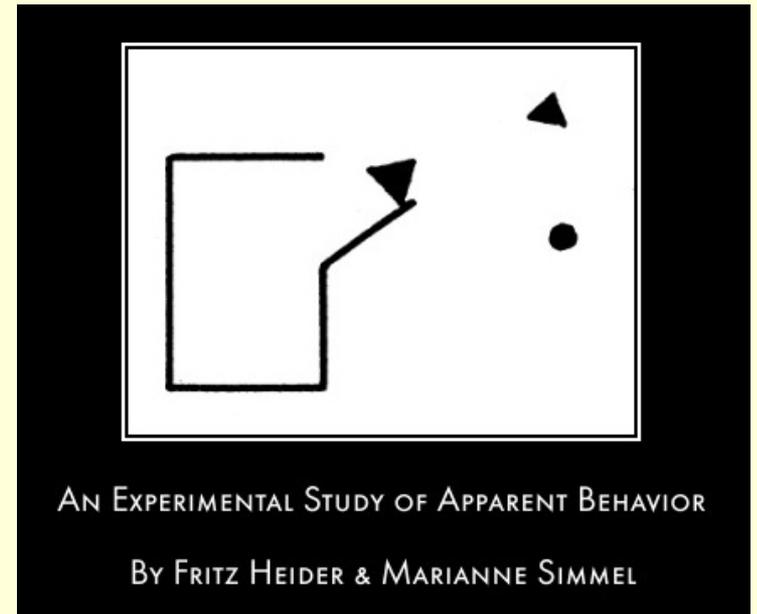
Si on peut se tromper sur nos propres intentions, qu'en est-il de notre évaluation des intentions des autres ?



Nous sommes portés à attribuer
le statut d'agent,

et même des **intentions** humaines,
au moindre objet en mouvement

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



A fortiori, **nous avons un fort sentiment d'être l'agent**
qui accomplit tous nos comportements.



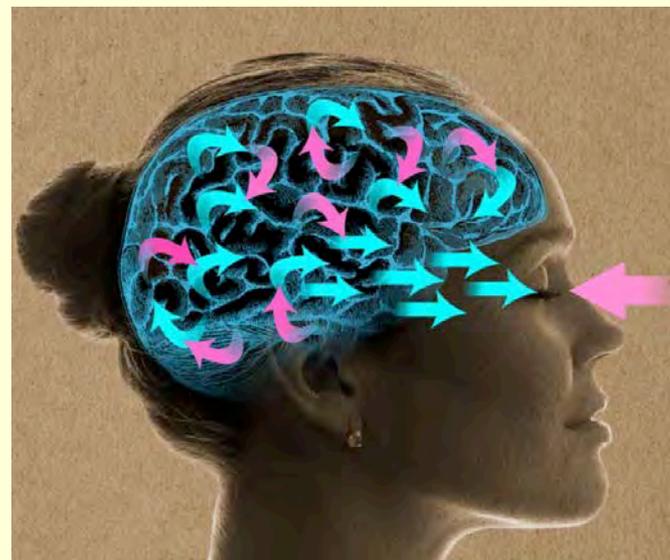
Ce sentiment qui contribue à notre identité semble quelque chose que le cerveau des humains génère spontanément,

sans doute à cause de notre grande interdépendance sociale où les intentions des autres ont toujours beaucoup compté pour nous.

Car à quoi pense notre système nerveux central l'écrasante majorité du temps?

Aux autres ! À nos amoureux, à nos amis, à nos enfants, etc.

Sans cesse, le cerveau tente de percer les intentions des autres pour pouvoir agir en conséquence.



LE CERVEAU A NOS LES NIVEAUX

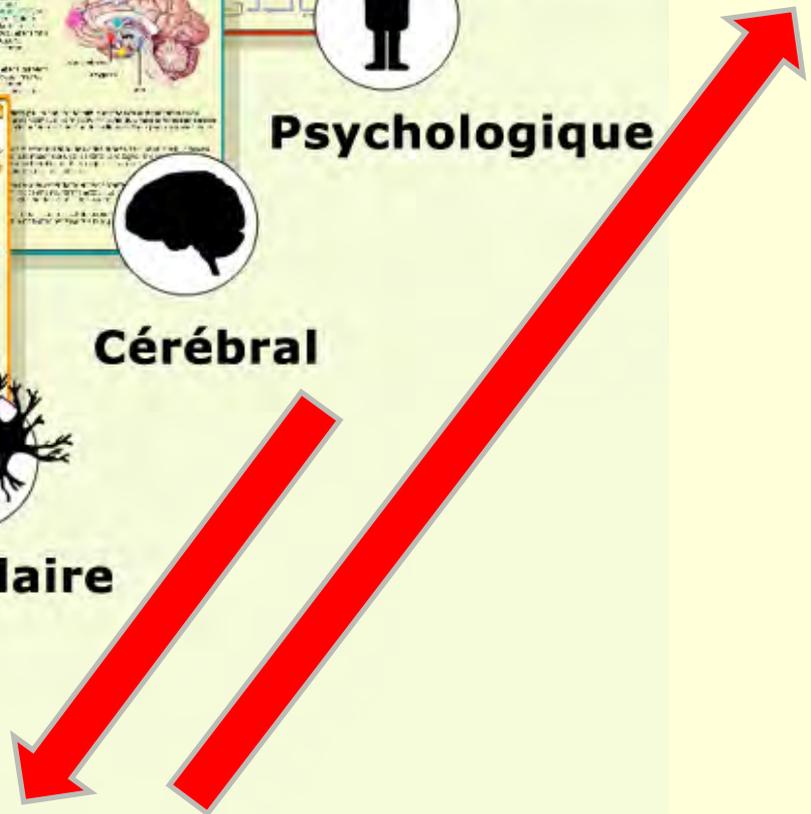
Social

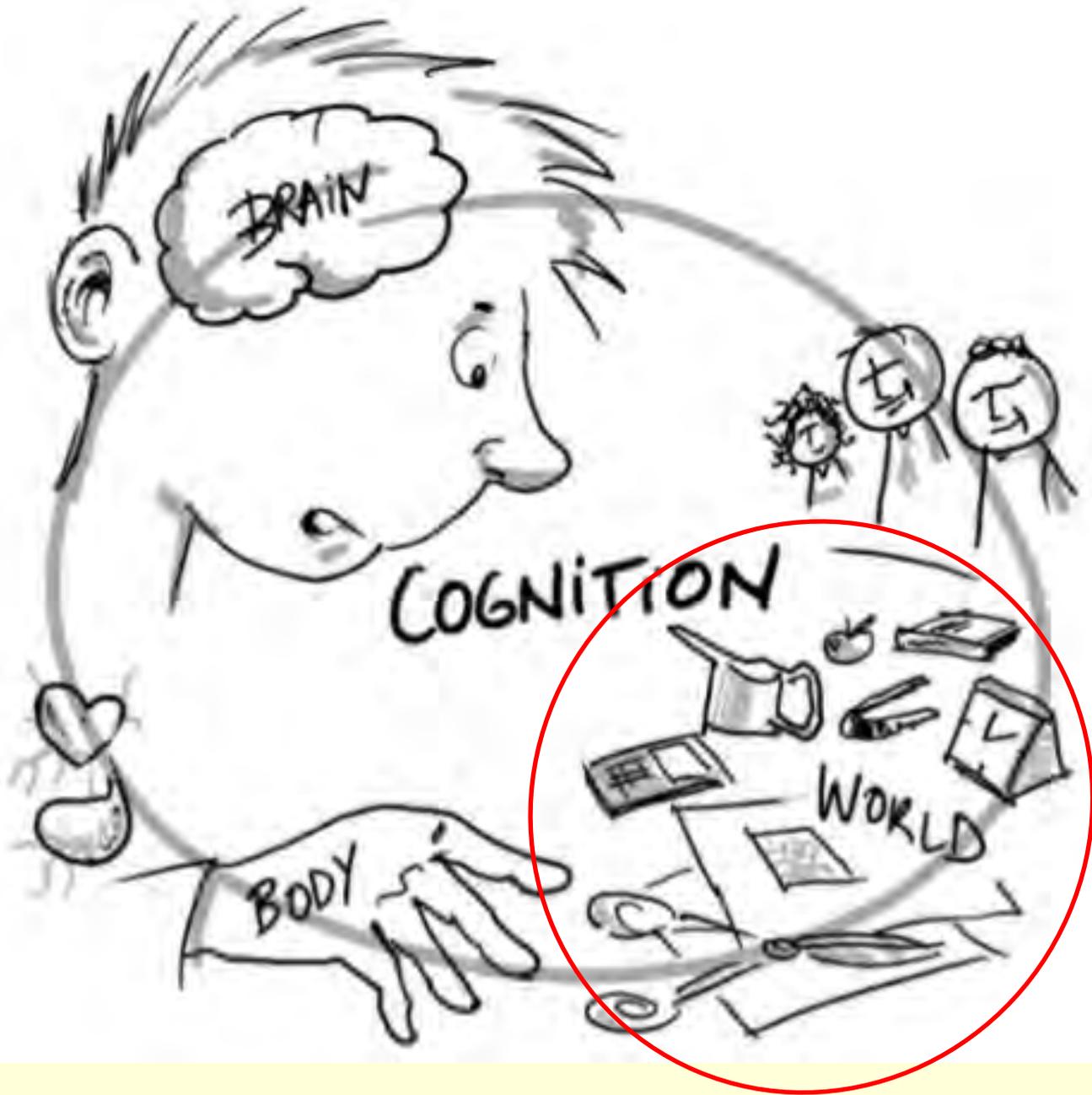
Psychologique

Cérébral

Cellulaire

Moléculaire





Dans la vie de tous les jours, on agit spontanément et efficacement sur le monde qui nous entoure, sans délibération ou réflexion.



Affordance



Source: raftfurniture.co.uk



Source: blockrocktools.com

Affordance refers to the **actual** and **perceived** attributes of a product or process that suggest its uses

Design for ALL



Une affordance dépend à **la fois** d'un objet et d'un organisme.

Elle est forcément **relationnelle**

(ne dépend pas seulement des propriétés physiques de l'objet).

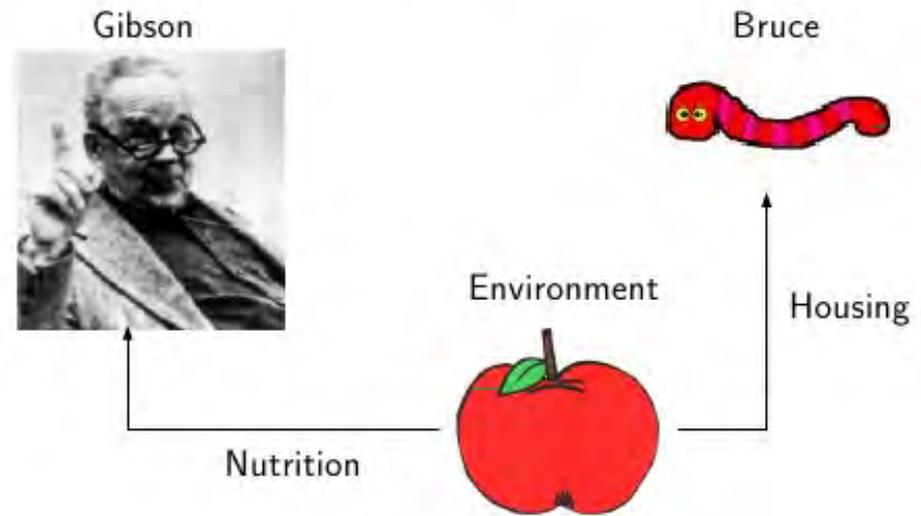
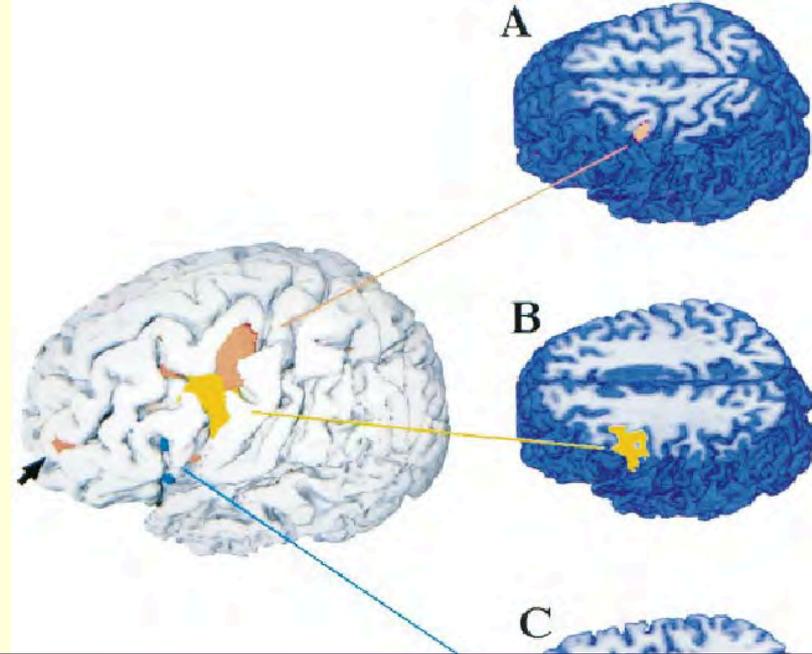
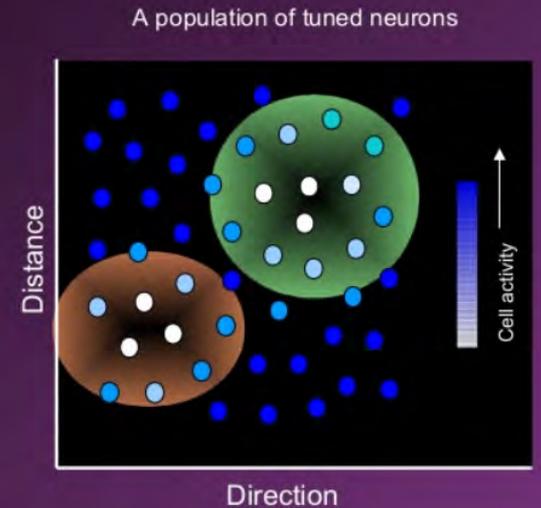


Figure 5: Tree affordance to bird, person, monkey, and squirrel

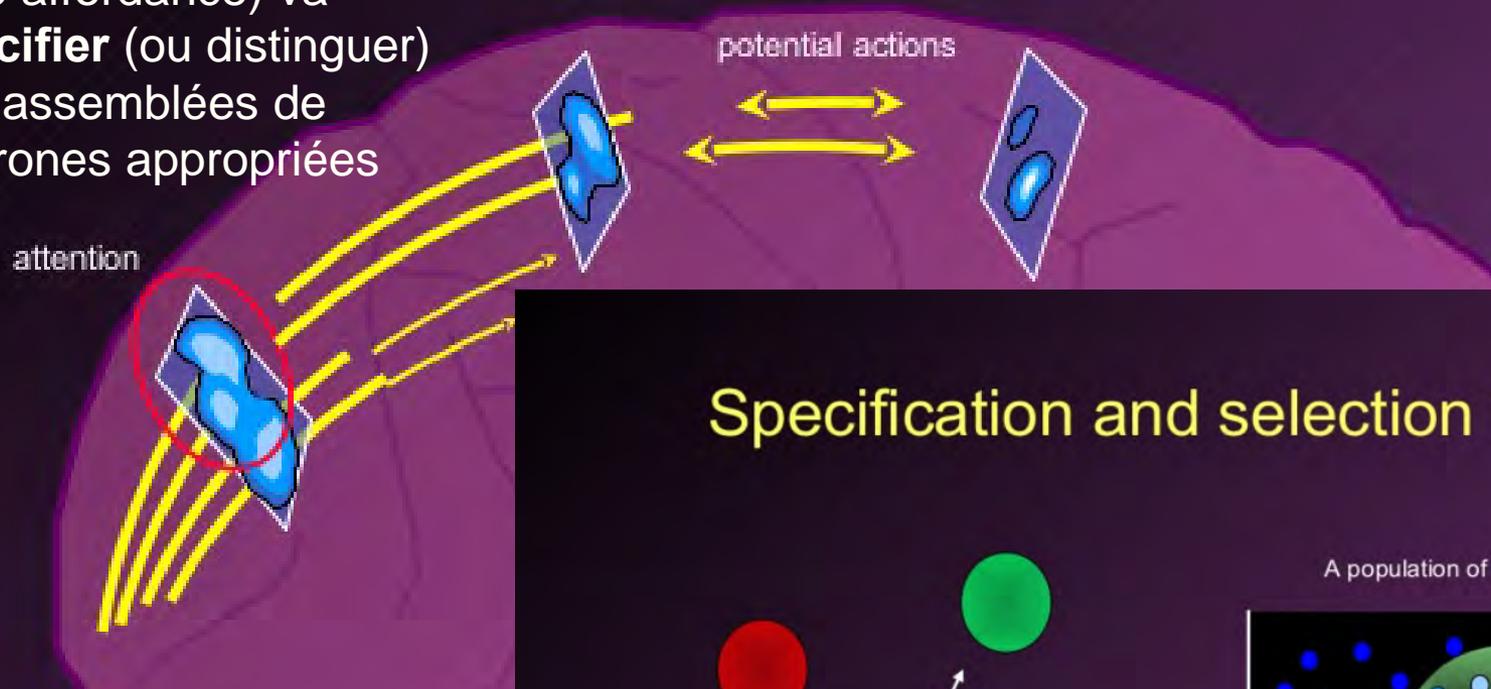




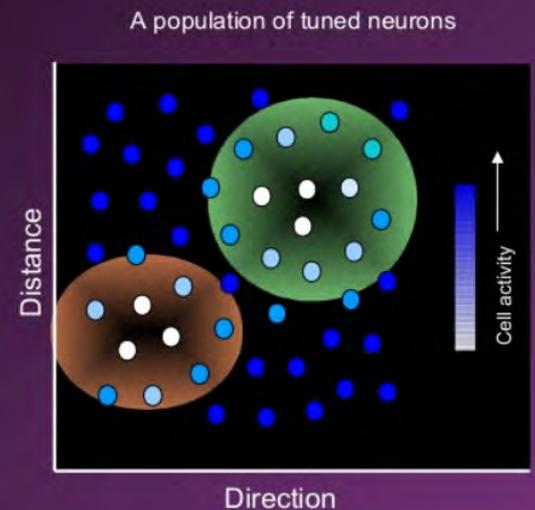
Specification and selection in parallel



Une situation donnée
(une affordance) va
spécifier (ou distinguer)
des assemblées de
neurones appropriées

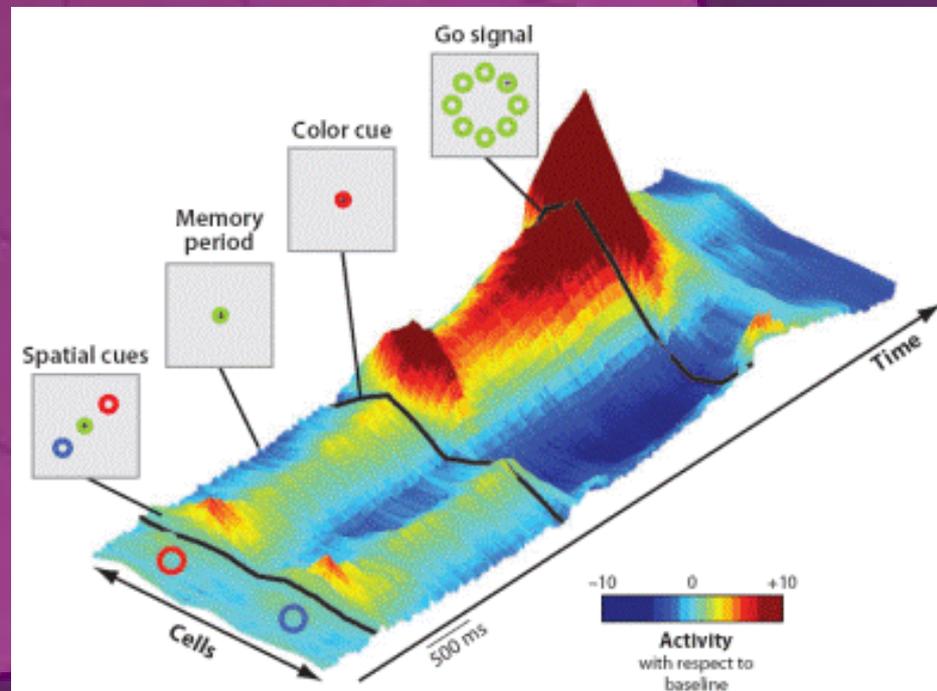
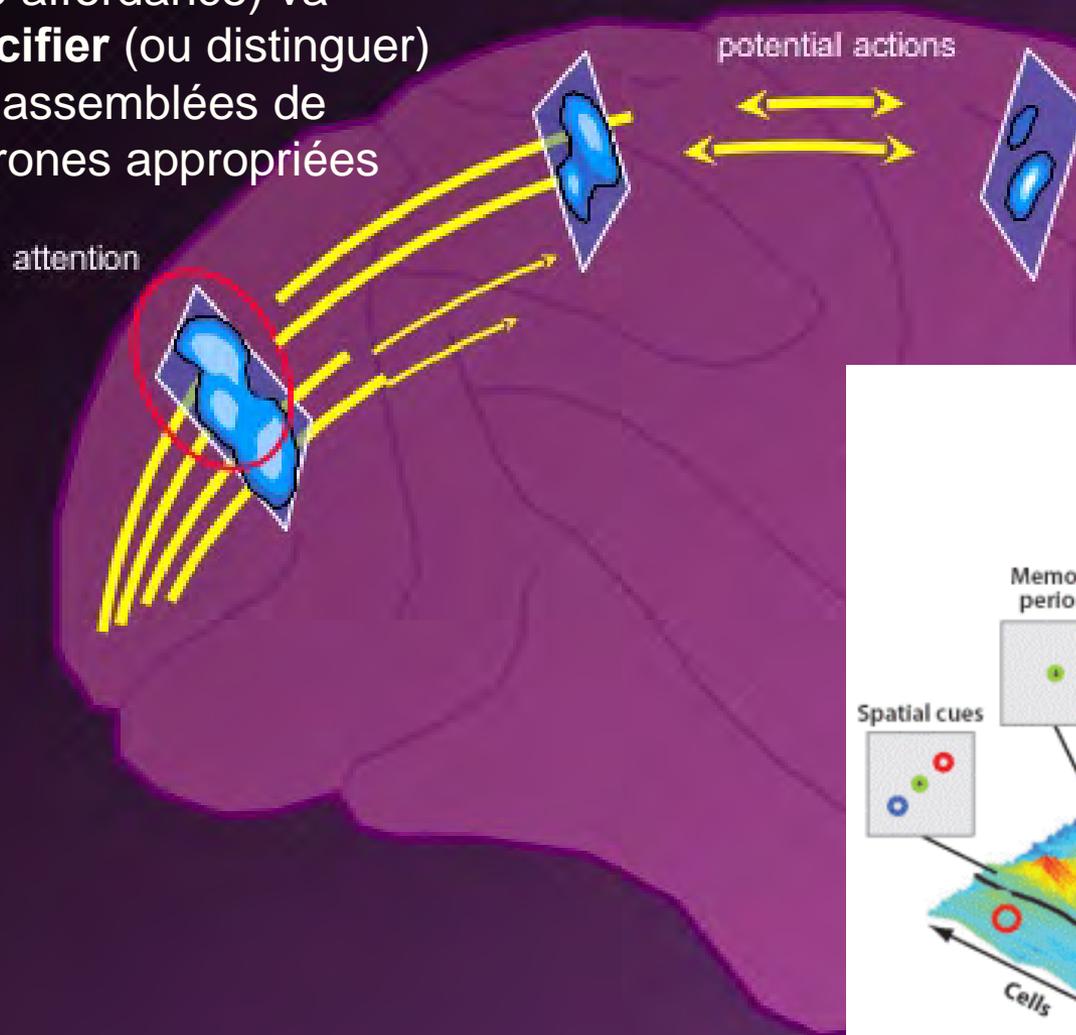


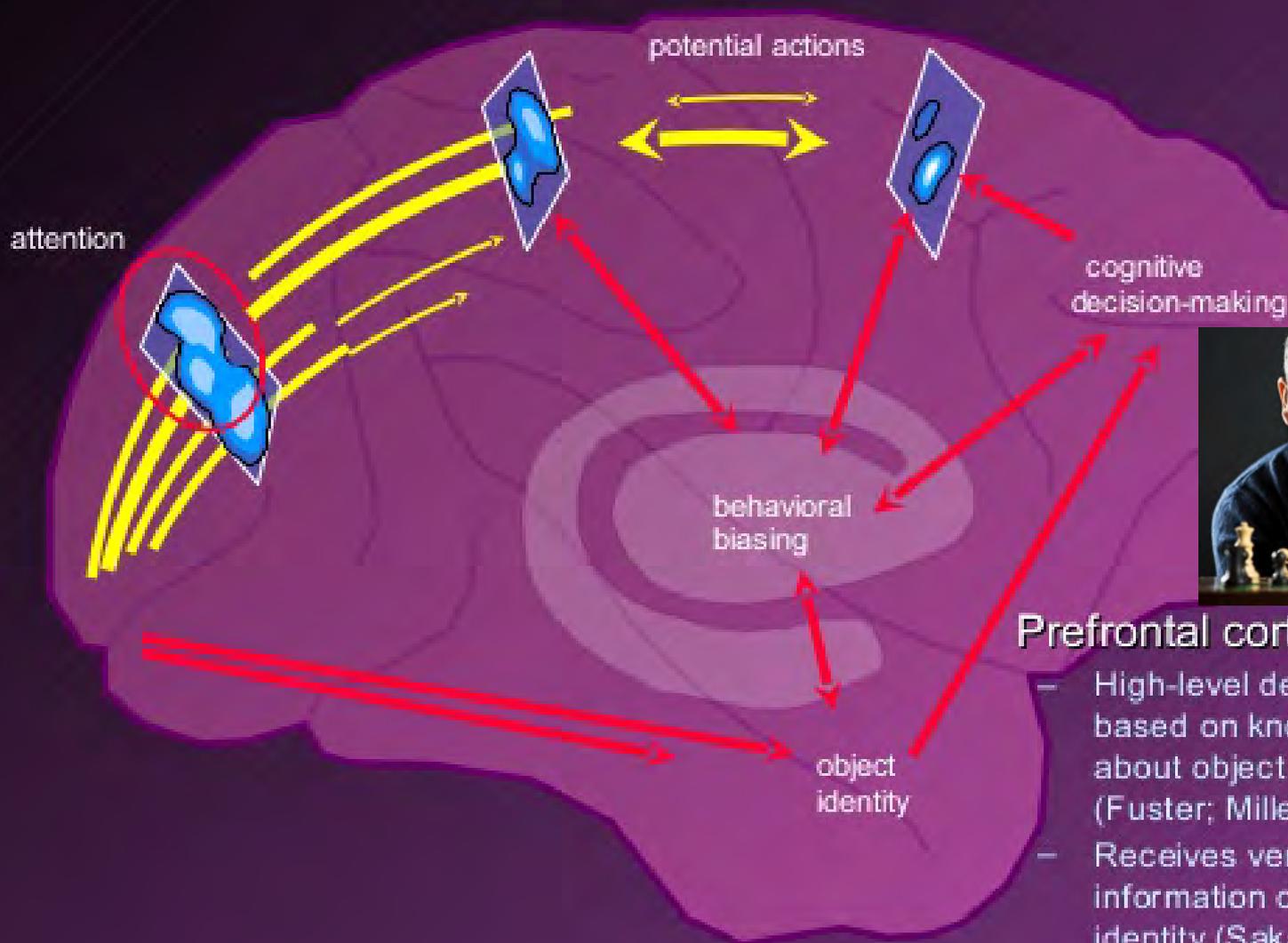
Specification and selection in parallel



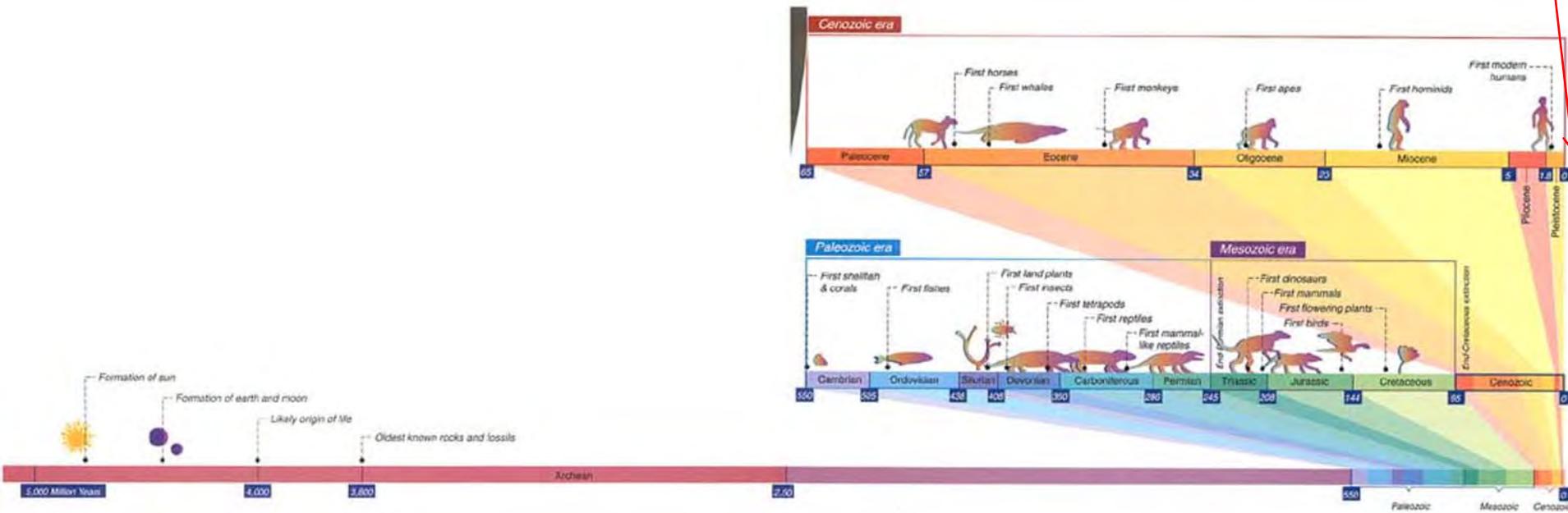
Une situation donnée
(une affordance) va
spécifier (ou distinguer)
des assemblées de
neurones appropriées

Une compétition (par
inhibitions réciproques)
a lieu et qu'un groupe de
neurone « gagnant » va être
sélectionné pour un
comportement

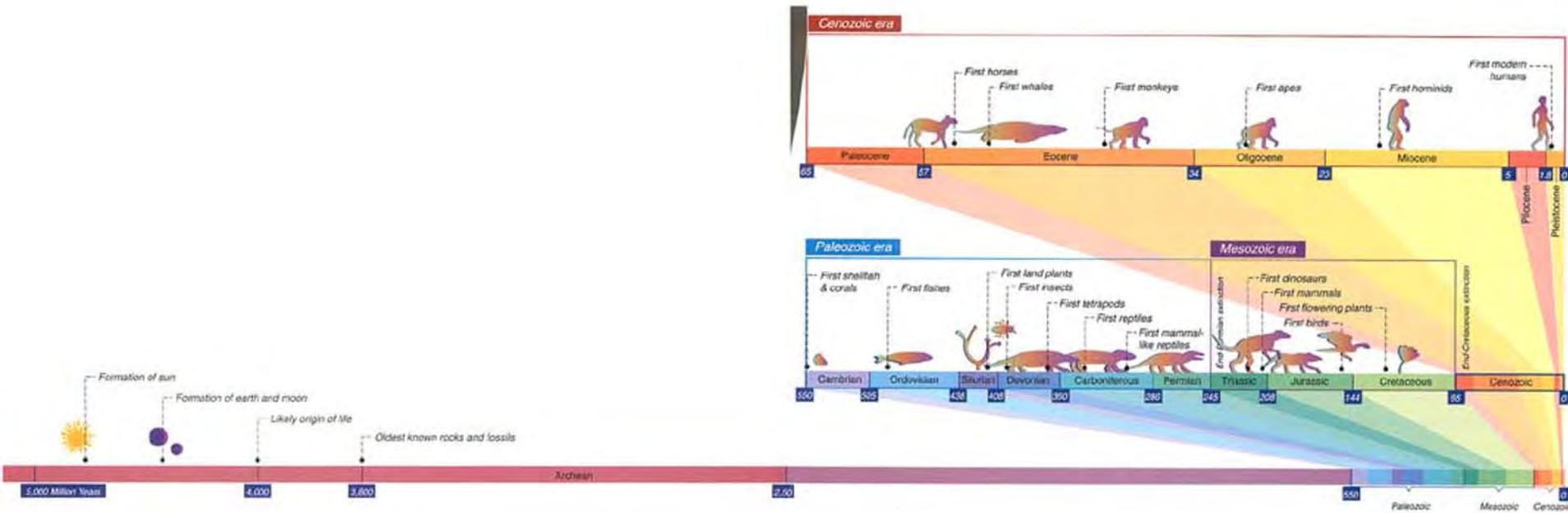
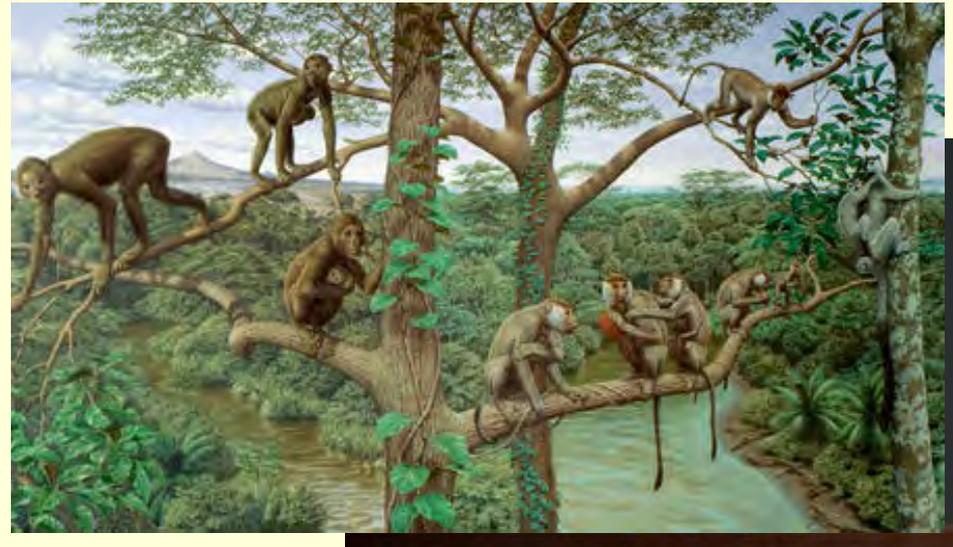




Mais on n'a pas évolué pour jouer aux échecs...

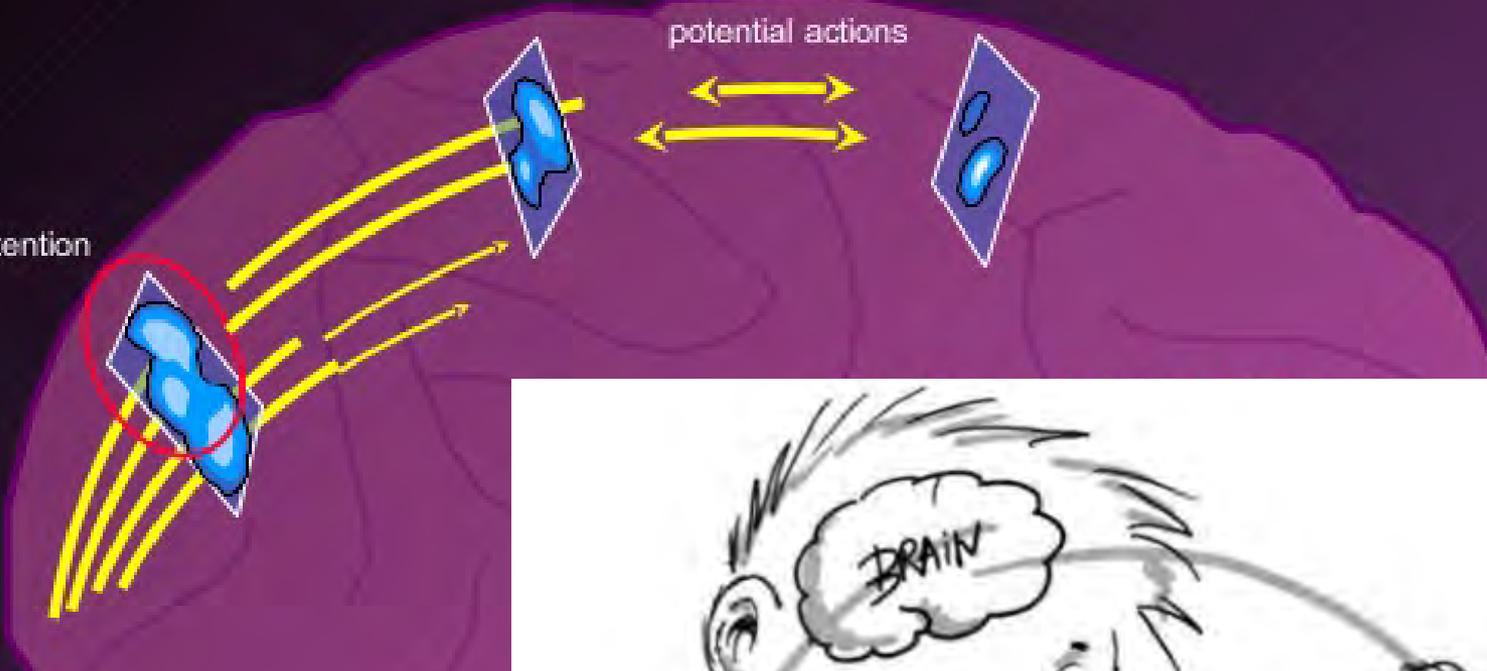


On a surtout évolué pour être capable de se déplacer sans se casser la gueule...

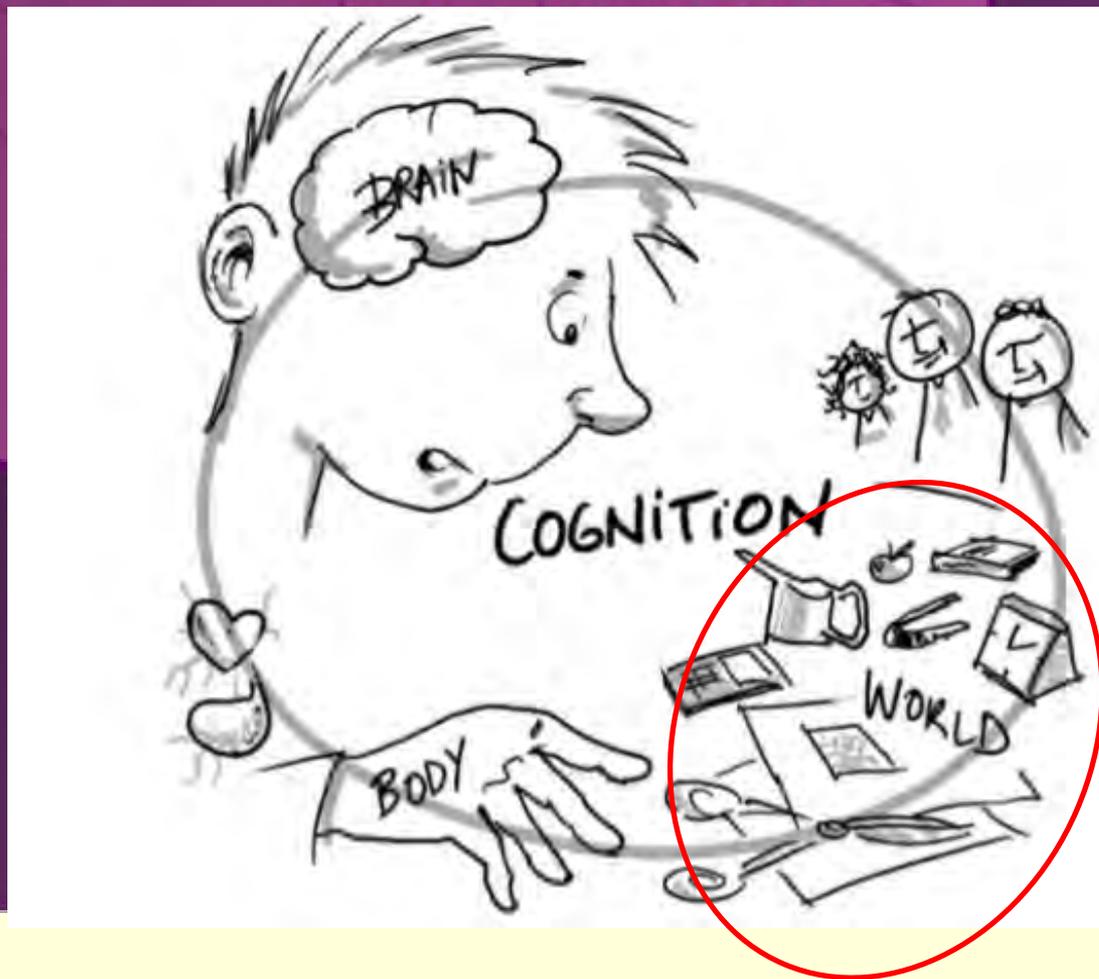


attention

potential actions



Comme notre monde d'affordance pénètre en permanence dans notre cerveau...

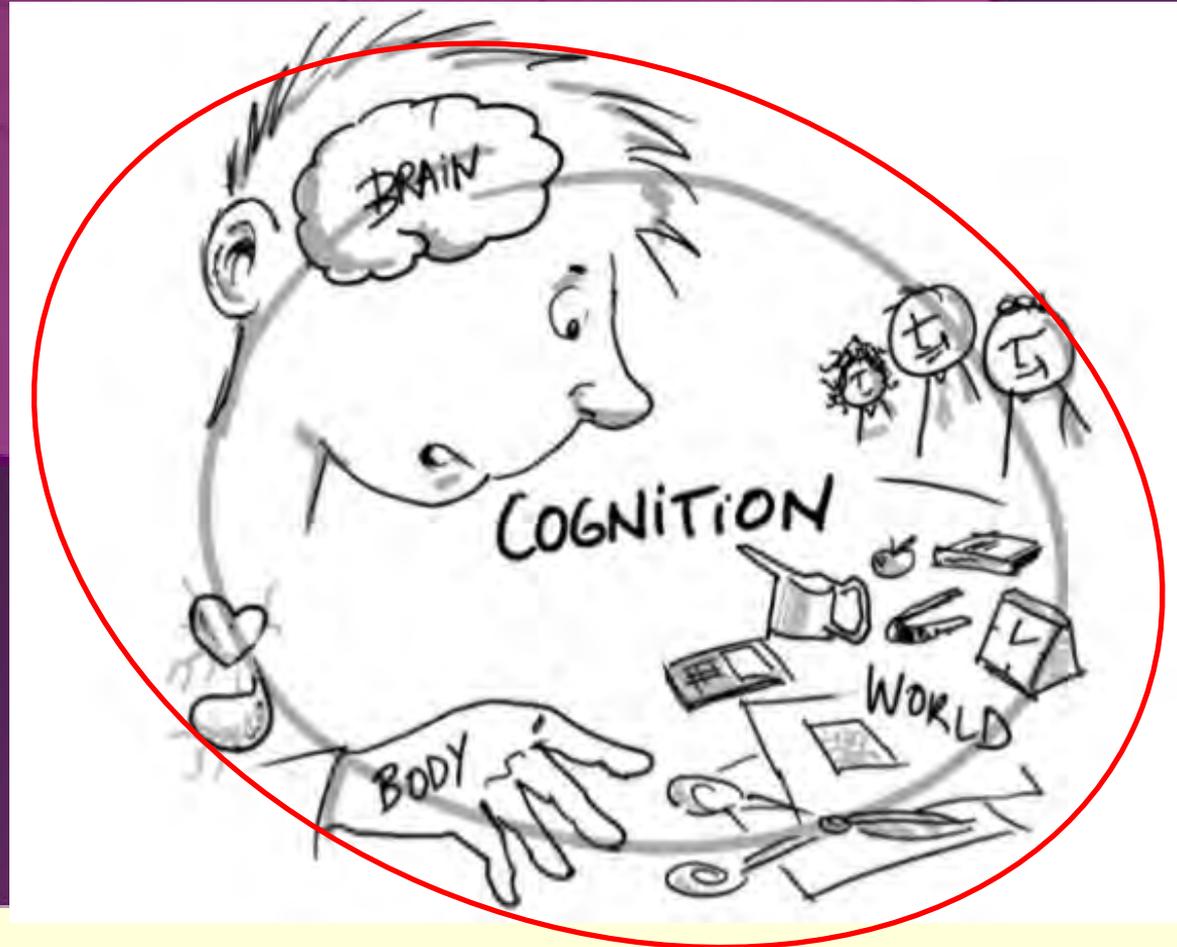


attention

potential actions



Comme notre monde d'affordance pénètre en permanence dans notre cerveau...

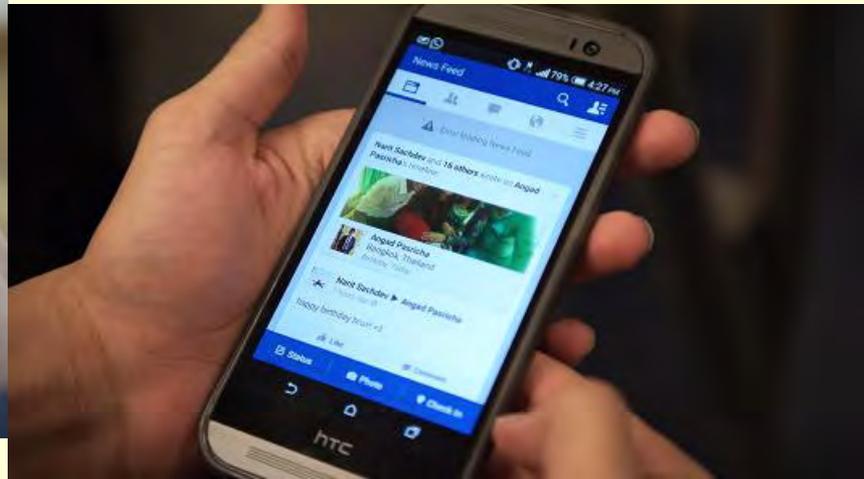
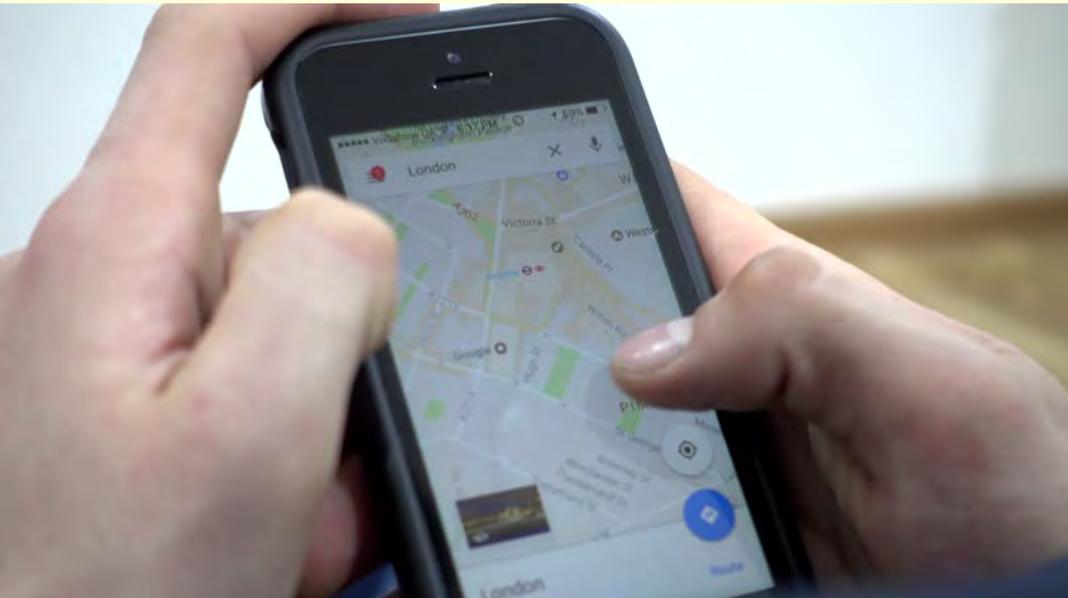
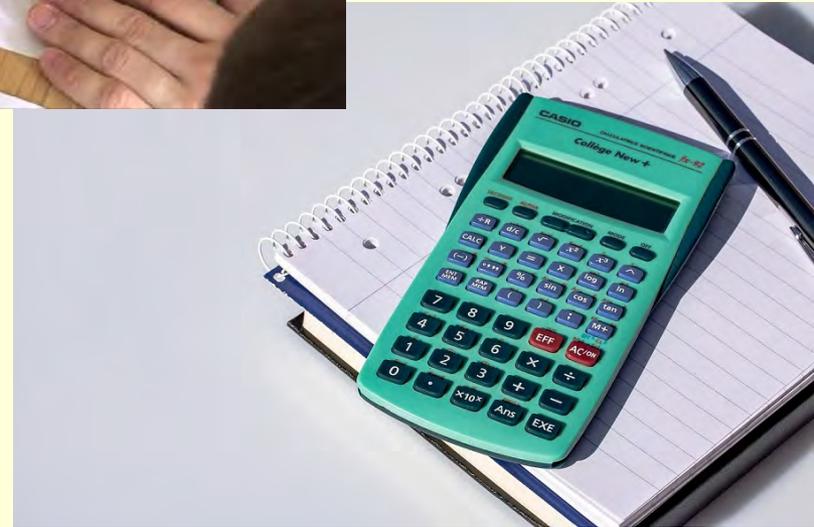


...certains pensent que ce monde fait partie intégrante de notre cognition !

$$597 \times 983 = ?$$



Comment se rendre à votre
cégep de Montréal ?



We're not addicted to smartphones, we're addicted to social interaction

<https://www.mcgill.ca/newsroom/channels/news/were-not-addicted-smartphones-were-addicted-social-interaction-284522>

Front. Psychol., 20 February 2018 |
**Hypernatural Monitoring: A Social Rehearsal
Account of Smartphone Addiction**

[Samuel P. L. Veissière^{1,2,3,4*}](#) and [Moriah Stendel^{1,3,4}](#)
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2018.00141/full>



Notre extrême interdépendance aux autres peut avoir des effets pervers si on ne fait pas attention. Surtout quand on est jeune...



→ Conclusion d'une méta-analyse de 148 études réalisées sur plus de 300 000 personnes :

- vivre seul avec peu de contact avec sa communauté est aussi **toxique que le tabagisme, l'alcoolisme, l'obésité ou vivre sans activité physique !**

Loneliness and Social Isolation as Risk Factors for Mortality. A Meta-Analytic Review

Julianne Holt-Lunstad et al. *Perspectives on Psychological Science*, March 11, **2015**.

<http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1745691614568352?journalCode=pssa&>

Notre extrême interdépendance aux autres peut avoir des effets pervers si on ne fait pas attention. Surtout quand on est jeune...



Tout comme la pression des pairs, l'isolement social peut mener à l'abus de substance

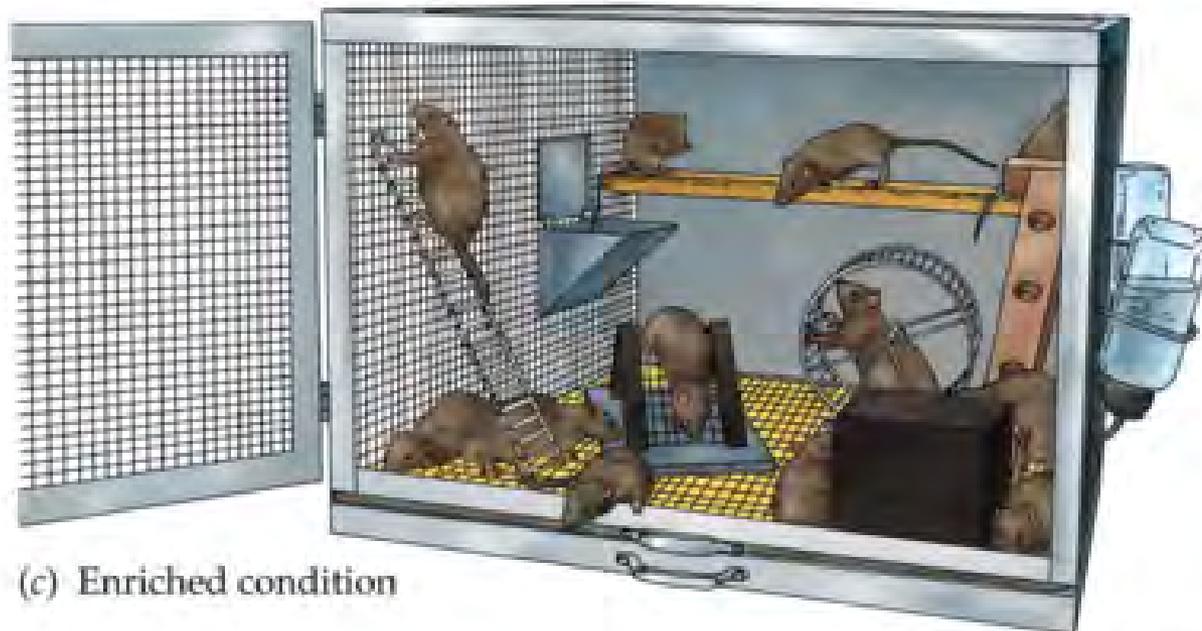
et peut-être à la dépendance.



Mais je voudrais vous laisser sur une note positive en vous racontant une petite histoire sur la dépendance et le milieu social...



(b) Impoverished condition



(c) Enriched condition

**L'opposé de la dépendance,
ce n'est pas tant la sobriété,
mais c'est la connexion avec les autres !**

20%
Heroinomane



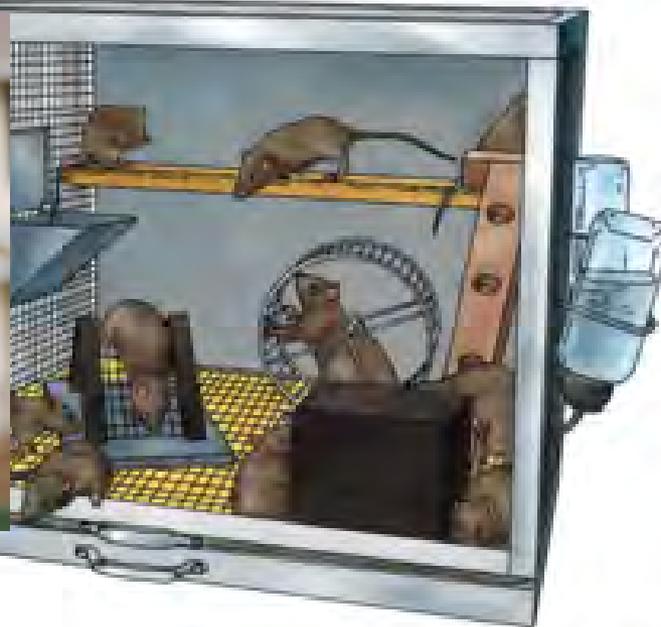
(b) Impoverished condition

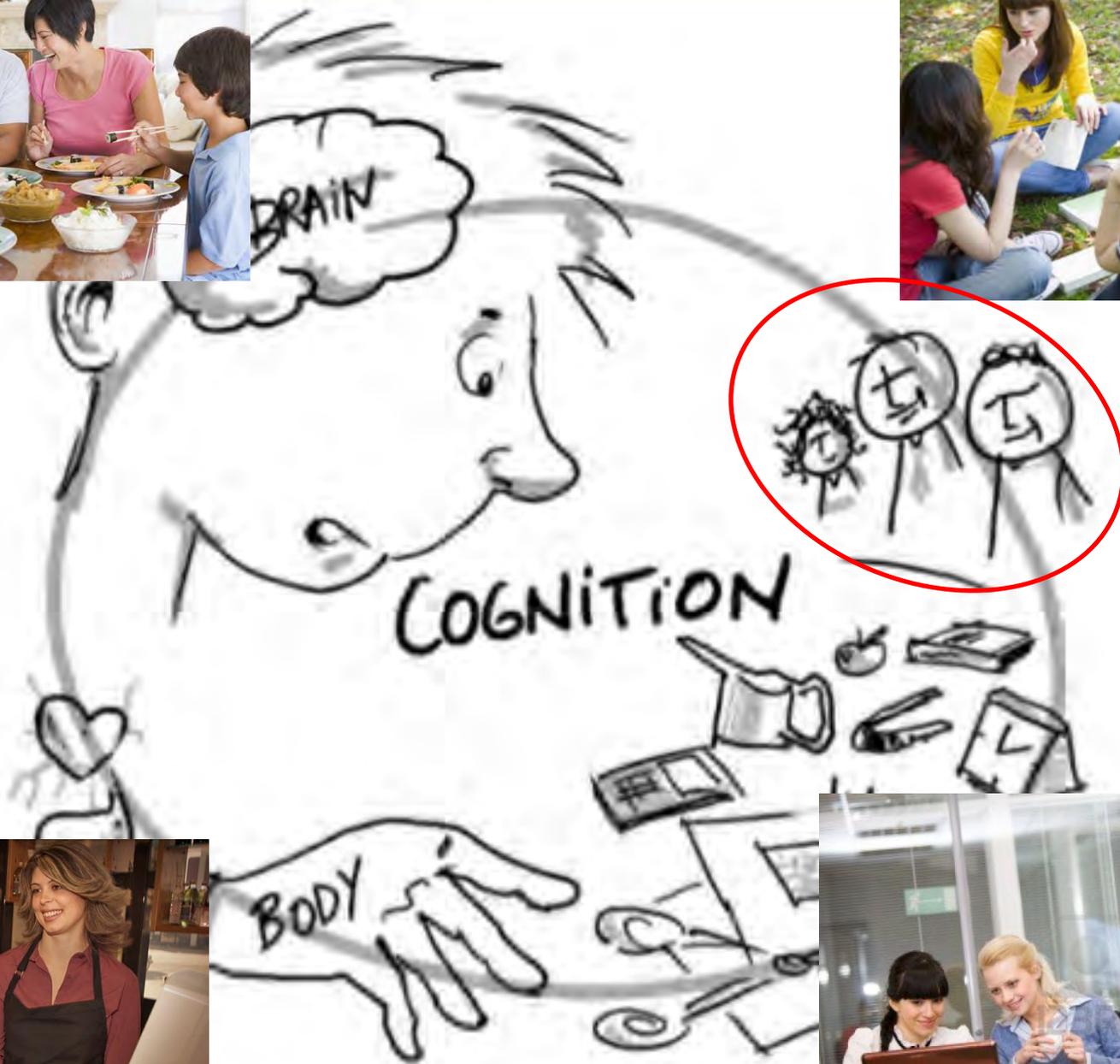


De ceux-
là,
95% ont
cessé la
prise
d'héroïne
de retour
dans leur
famille.



(c) Enriched condition







Certains pensent qu'on n'aurait pas UNE identité, mais un MULTITUDE de **micro-identités**, une **succession de configurations changeantes**,



Visual



Auditory



Sensorimotor



Default mode



Control



Dorsal attention



qui surgissent et se dissipent en réponse à des « affordances » ou des situations sociales particulières.



L'impression, tenace, qu'il existe bel est bien un « je », un agent unifié, viendrait d'une nécessité sociale,



une conséquence de nos **capacités linguistiques narratives**.

Autrement dit :

« Je dis « je »
parce que tu m'as dit « tu ».

- Albert Jacquard





LE CERVEAU À TOUT LES NIVEAUX

Social

Psychologique

Cérébral

Cellulaire

Moléculaire



LE CERVEAU À TOUT LES NIVEAUX

Social

Psychologique

Cérébral

Cellulaire

Moléculaire

Je vous remercie
de votre attention !