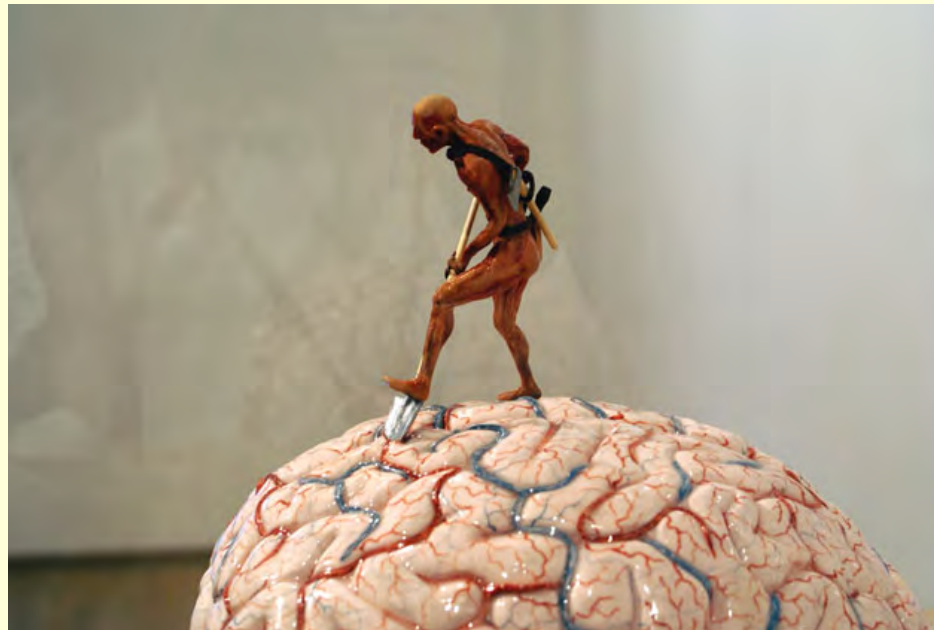


# École des profs



8 juin 2018





# École des profs



ACCUEIL

HORAIRE

À PROPOS

ARCHIVES

PROPOSER UNE ACTIVITÉ

FAIRE UN DON

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

 UNIVERSITÉ DE  
SHERBROOKE | Voir au futur

Accueil / Université du troisième âge

## Université du troisième âge

Accueil

Programmes

Bénévolat

UTA en bref

L'UTA et vous...

Étudiants

Profes



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



# LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

- Mode d'emploi
- Visite guidée
- Plan du site
- Diffusion
- Présentations
- Nouveautés
- English

Recherche -> site + blogue

Google™ Recherche | 🔍

## 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

**Nouveau!** "L'école des profs"

## Fonctions complexes



### Au coeur de la mémoire

- Les traces de l'apprentissage
- Oubli et amnésie



### Que d'émotions

- Peur, anxiété et angoisse
- Désir, amour, attachement



### 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 manico-dépression
- Les troubles anxieux
- La démence de type Alzheimer

## Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Accueil du site

Recherche -> blogue

Recherche -> blogue

Billets par catégorie

Abonnez-vous !

Lundi, 5 septembre 2016

### « La cognition incarnée », séance 1 : Survol historique des sciences cognitives et présentation du cours



Comme promis il y a deux semaines, voici donc un bref aperçu du premier cours sur la « cognition incarnée » que

## Faire un don

nous permet de continuer

Après nous avoir appuyés pendant plus de dix ans, des resserrements budgétaires ont forcé l'INSMT à interrompre le financement du Cerveau à tous les niveaux le 31 mars 2013.

Malgré tous nos efforts (et malgré la reconnaissance de notre travail par les organismes

# LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Retour à l'accueil

## Niveau d'explication

Débutant  
Intermédiaire  
Avancé

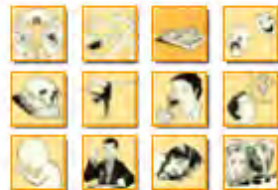


## Niveau d'organisation

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

### Thème

#### Le plaisir et la douleur



### Sous-thème

La quête du plaisir

Les paradis artificiels

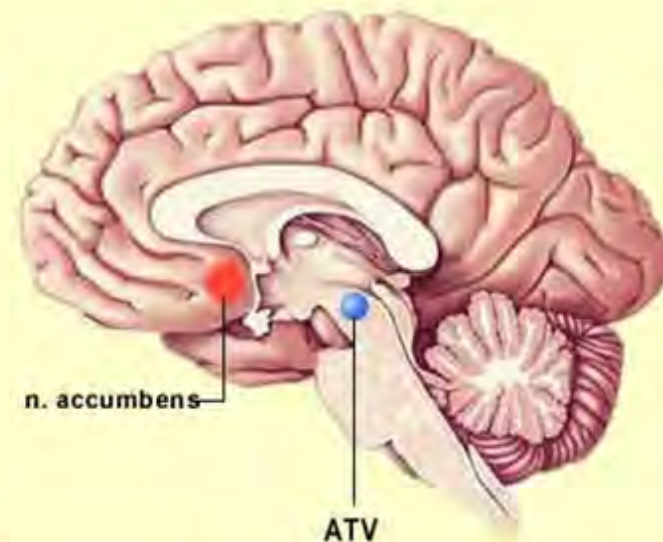
L'évitement de la douleur



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**.

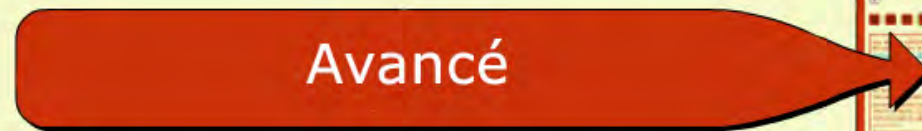
**L'aire tegmentale ventrale (ATV)**, un groupe de neurones situés en plein centre du cerveau, est particulièrement importante dans ce circuit. Elle reçoit de l'information de plusieurs autres régions qui l'informent du niveau de satisfaction des besoins fondamentaux ou plus spécifiquement humains.

# 3 niveaux d'explication

**Niveau d'explication**

Débutant  
Intermédiaire  
Avancé

◀ ◻ ▶



**LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!**

**Thème:** LE CERVEAU  
**Objectifs:** Comprendre le rôle du cerveau dans le corps humain.

**LES DIFFÉRENTS NIVEAUX DE LA CÉRÉBELLUM**




Le cervelet est une petite structure cérébrale située à l'arrière du crâne, en dessous du grand cerveau. Il est composé de deux hémisphères et est responsable de la coordination des mouvements, de l'équilibre et de la posture.

**LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!**

**Thème:** LE CERVEAU  
**Objectifs:** Comprendre le rôle du cerveau dans le corps humain.

**LES DIFFÉRENTS NIVEAUX DE LA CÉRÉBELLUM**



Le cervelet est une petite structure cérébrale située à l'arrière du crâne, en dessous du grand cerveau. Il est composé de deux hémisphères et est responsable de la coordination des mouvements, de l'équilibre et de la posture.

**LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!**

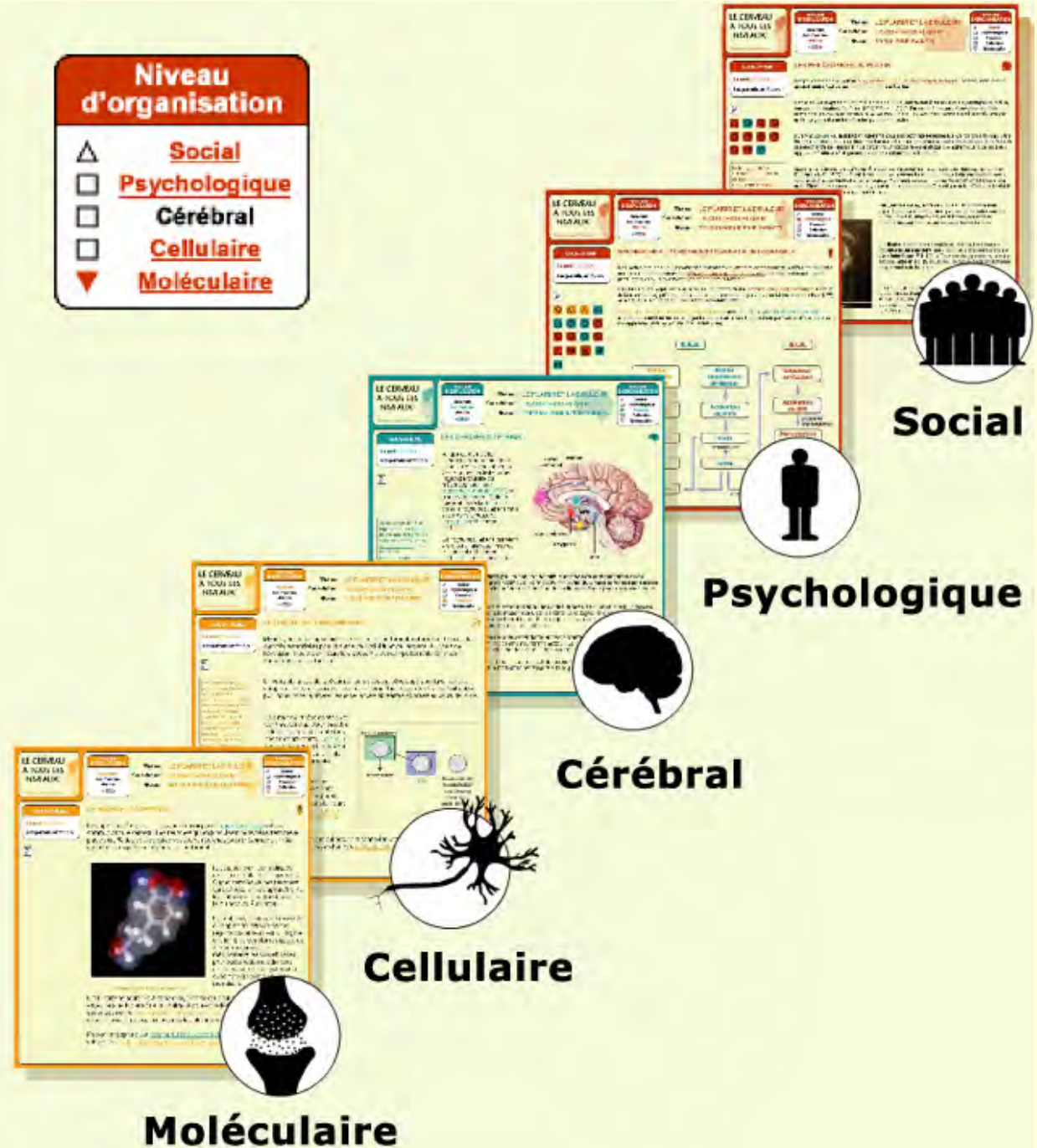
**Thème:** LE CERVEAU  
**Objectifs:** Comprendre le rôle du cerveau dans le corps humain.

**LES DIFFÉRENTS NIVEAUX DE LA CÉRÉBELLUM**



Le cervelet est une petite structure cérébrale située à l'arrière du crâne, en dessous du grand cerveau. Il est composé de deux hémisphères et est responsable de la coordination des mouvements, de l'équilibre et de la posture.

# 5 niveaux d'organisation







# The neural basis of cognitive functions

Language

Perception

Decision making

Learning

Memory

Emotion

Consciousness

Attention

 UNIVERSITÉ DE  
SHERBROOKE | Voir au futu

**20h**

Accueil / Université du troisième âge

Université du troisième âge

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

**42h**



# Plan :

Intro :

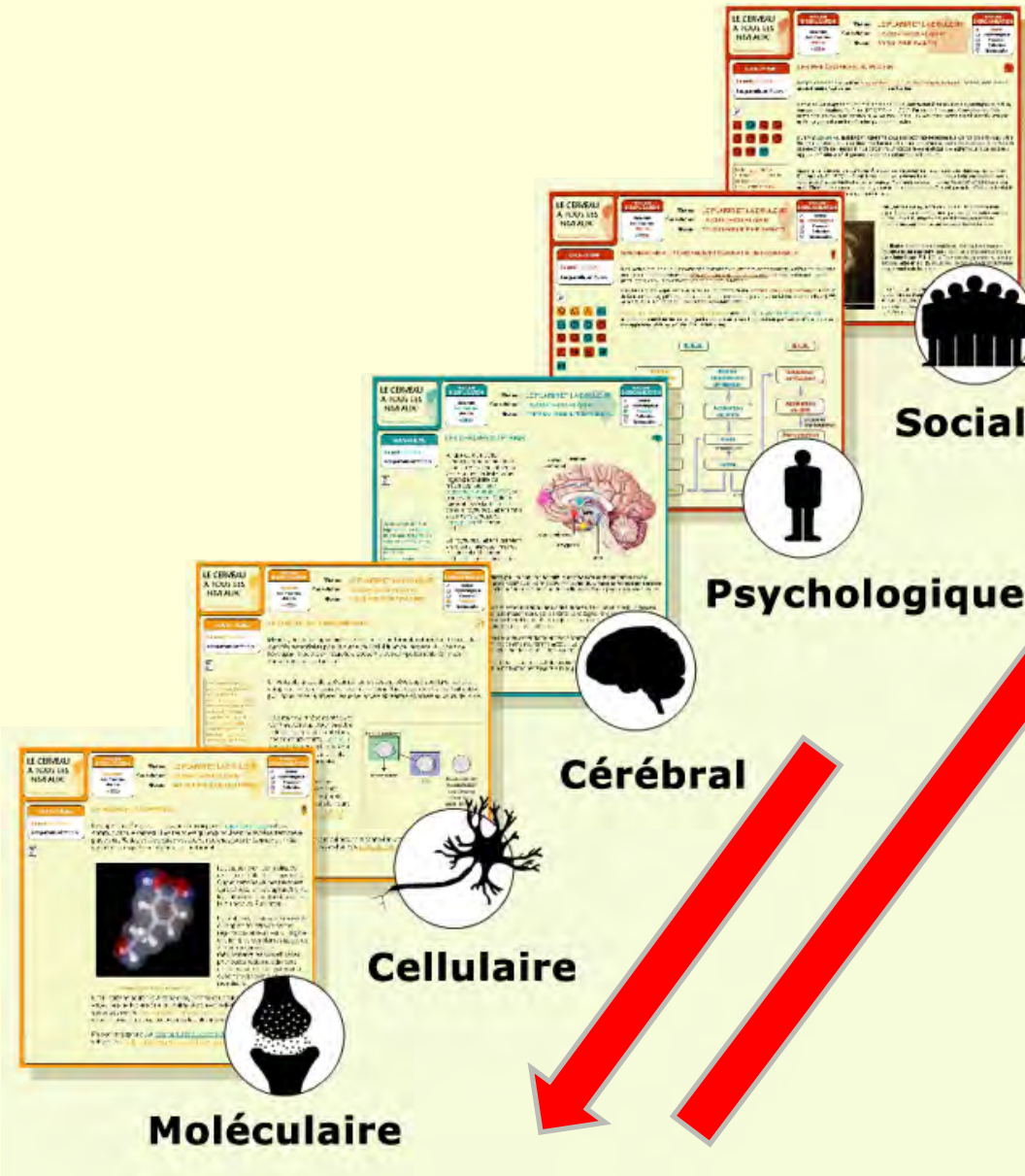
**D'où venons-nous ?** (environ 10-15 min.)

Première partie :

**Le cerveau dynamique à tous les niveaux** (environ 1h30)

Deuxième partie :

**Prise de décision, langage et libre arbitre** (environ 1h)



**Social**

**Psychologique**

**Cérébral**

**Cellulaire**

**Moléculaire**

Deuxième partie :  
**Prise de décision,  
langage et libre arbitre**

Première partie :  
**Le cerveau dynamique  
à tous les niveaux**

# Plan :

Intro :

**D'où venons-nous ?** (environ 10-15 min.)

Première partie :

**Le cerveau dynamique à tous les niveaux** (environ 1h30)

Deuxième partie :

**Prise de décision, langage et libre arbitre** (environ 1h)

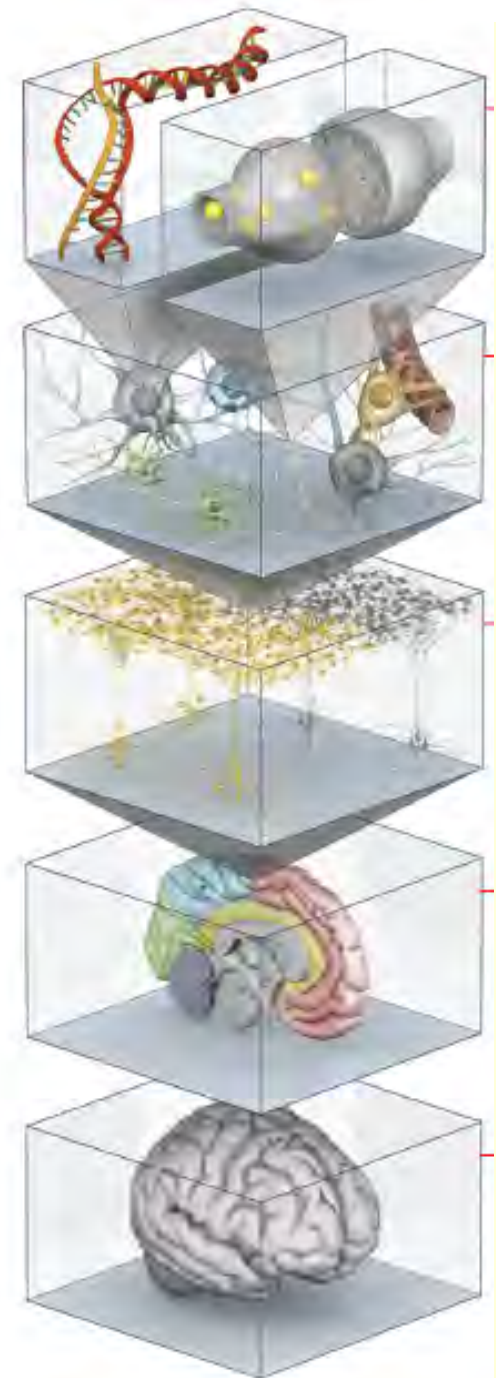
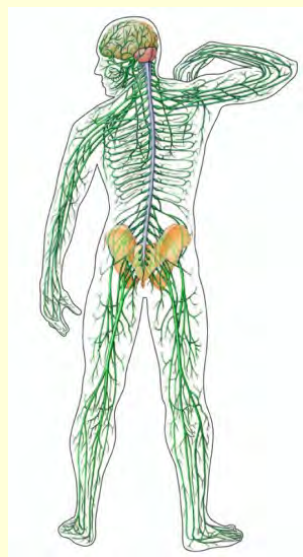
# LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!



Le social  
(corps-cerveau-environnement)



L'individu  
(corps-cerveau)



Désir

Attentes

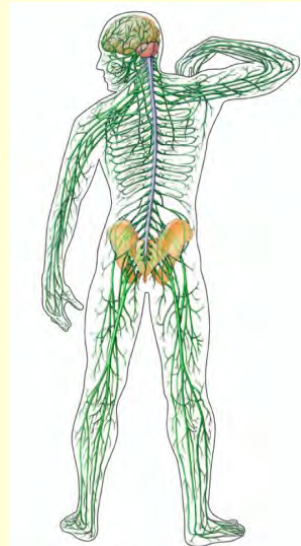
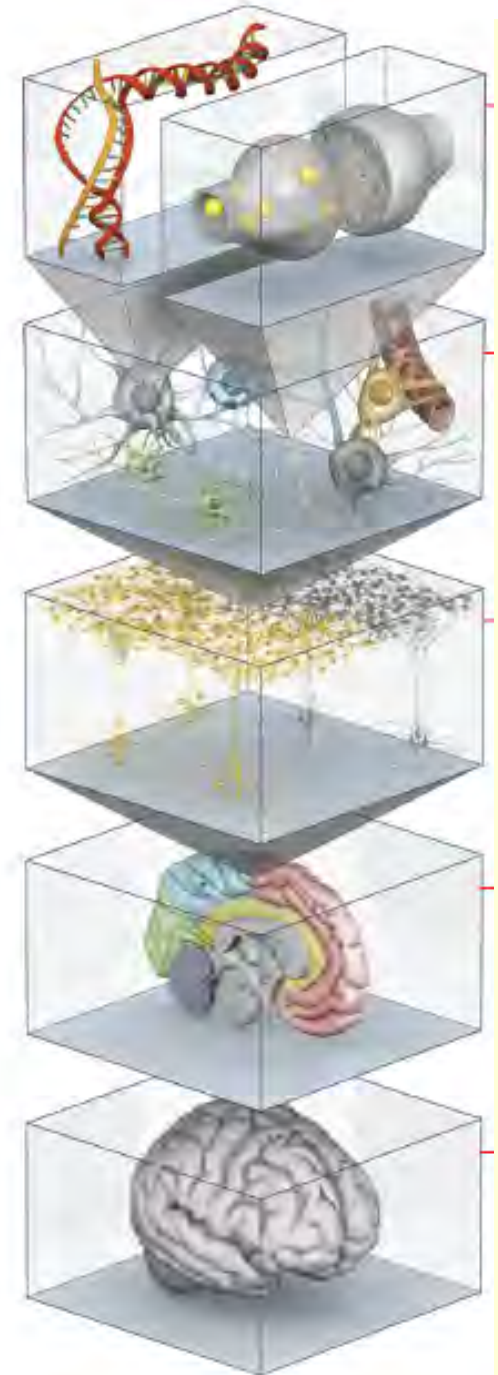
Imagination

Intentions

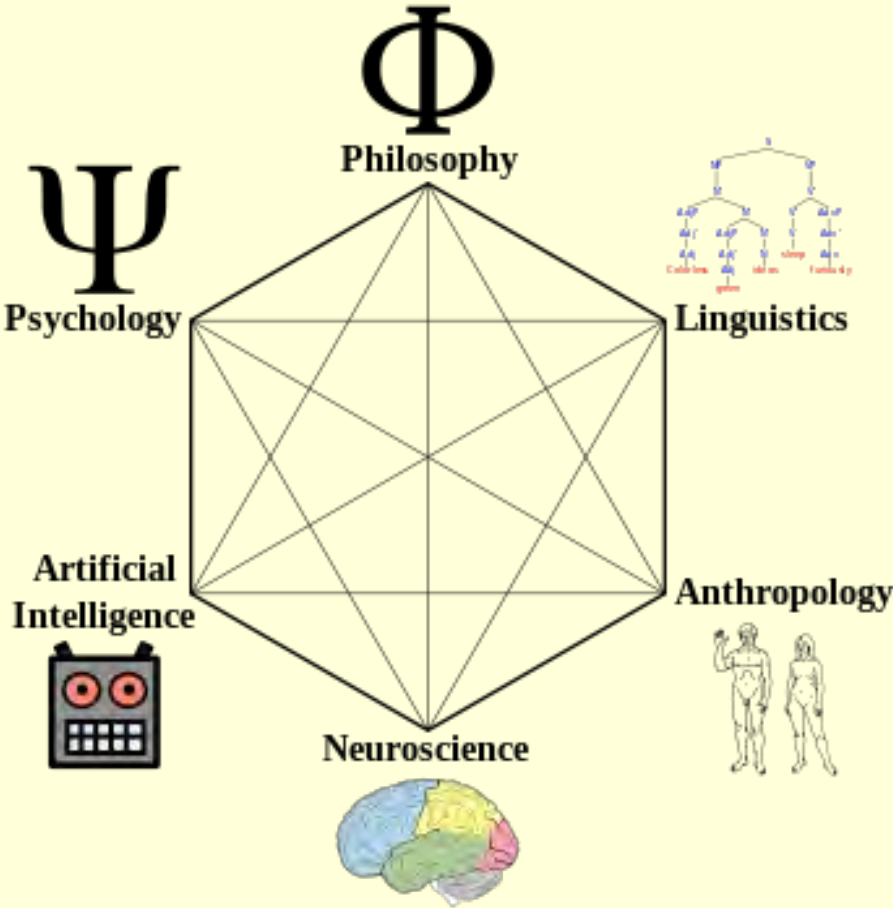
Souvenirs

L'aspect **subjectif** est **LA** caractéristique **unique** du cerveau comparé à tout autre objet...

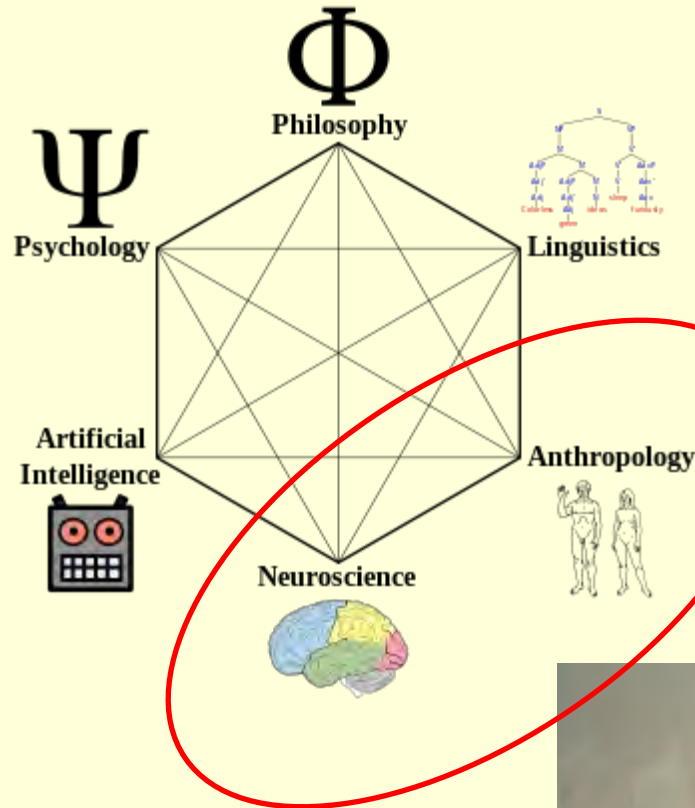
L'individu  
(corps-cerveau)



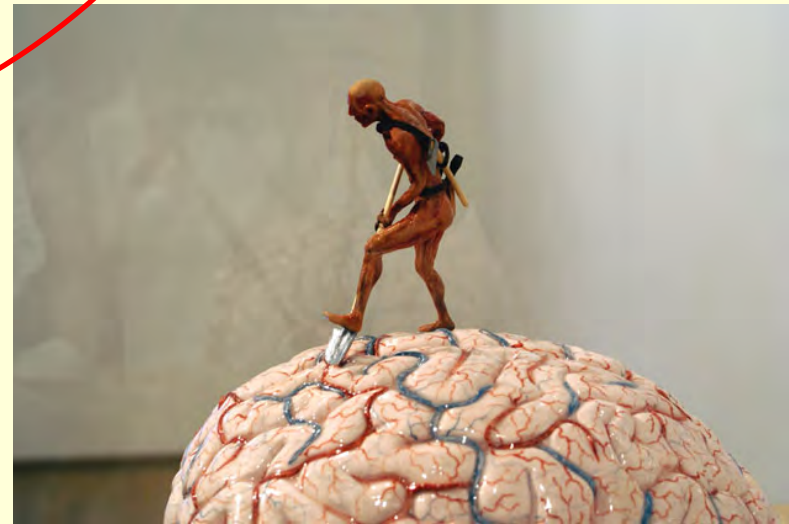
Dans le vaste domaine de ce qu'on appelle les « **sciences cognitives** »,



certaines disciplines vont s'intéresser davantage à

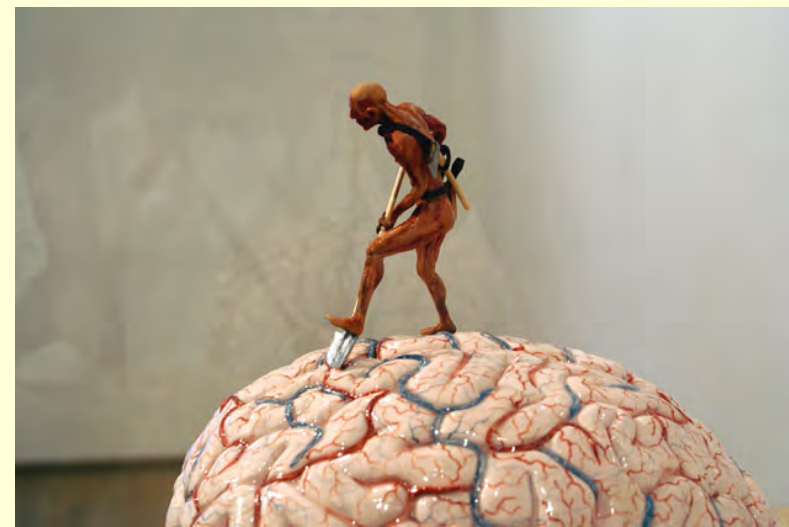
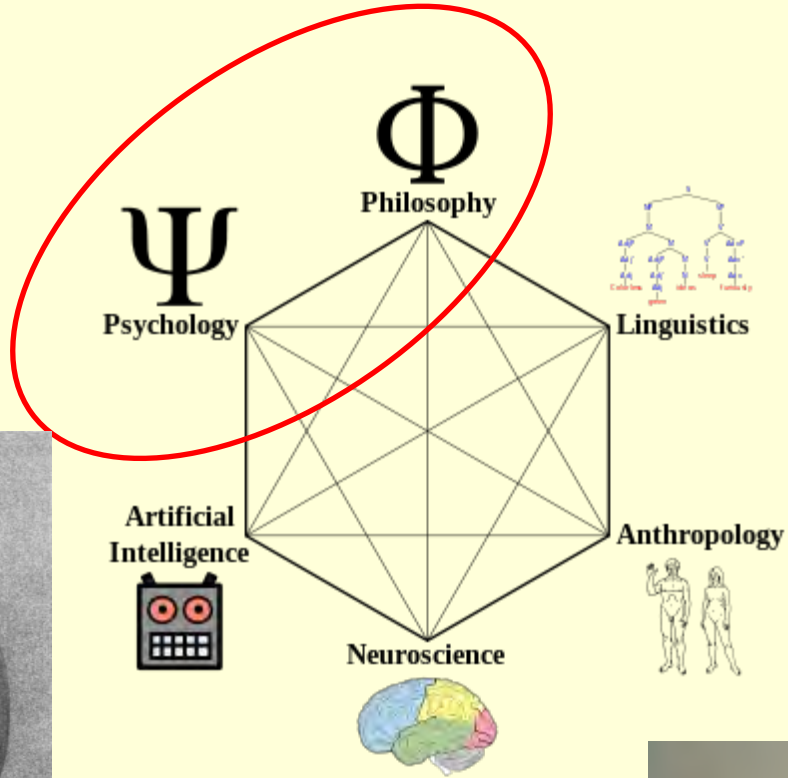


l'aspect « objectif »  
ou à la 3<sup>e</sup> personne



et d'autres à

l'aspect « subjectif »  
ou à la 1<sup>ère</sup> personne



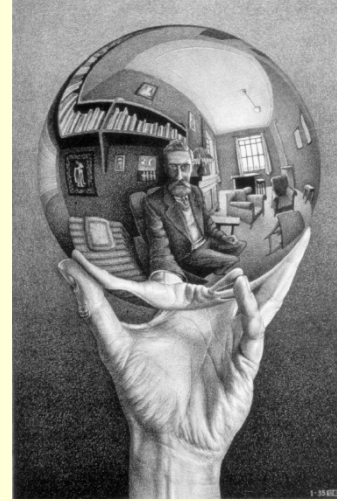


Et ce n'est pas facile de concilier les deux...



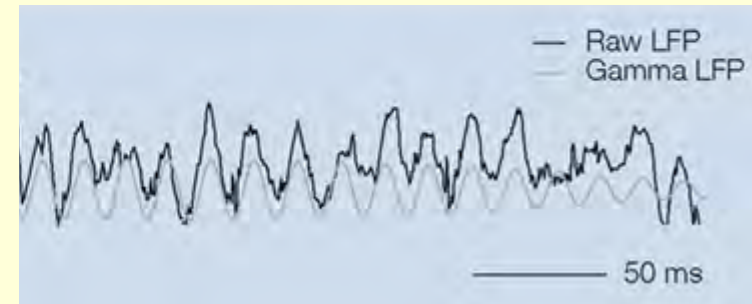
Le rouge que l'on ressent à la vue de cette pomme...

...c'est notre sentiment « subjectif » ou à la 1<sup>ère</sup> personne.

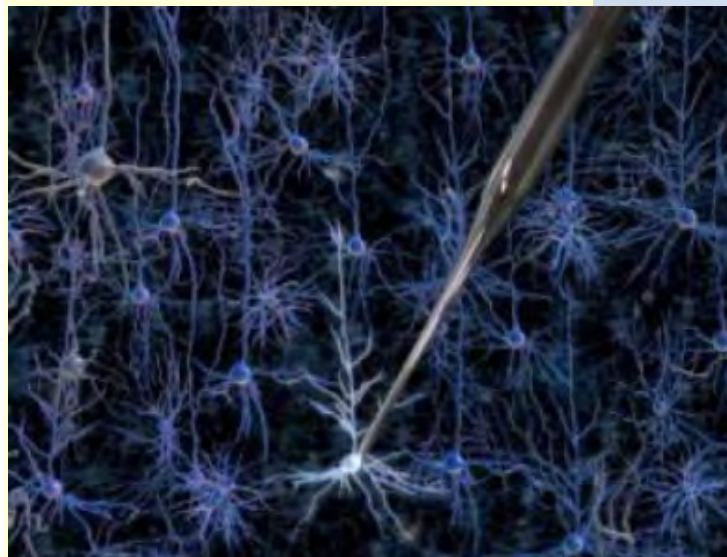
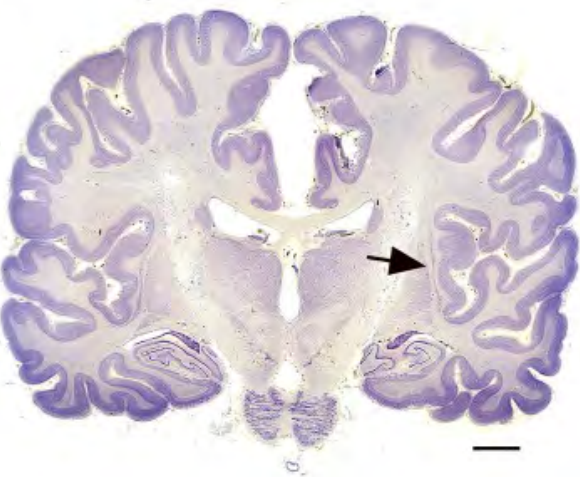


**Mais il est où le rouge dans notre cerveau ?**

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



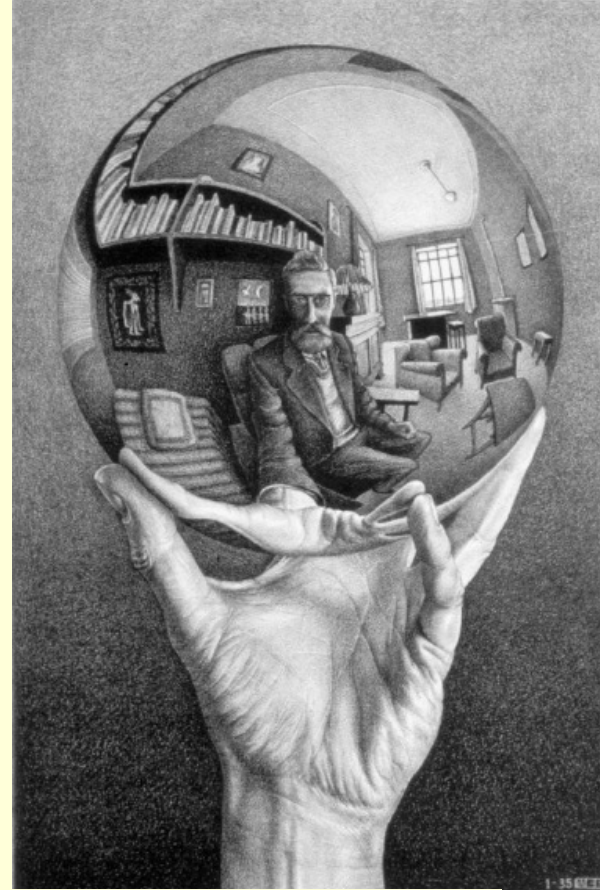
B



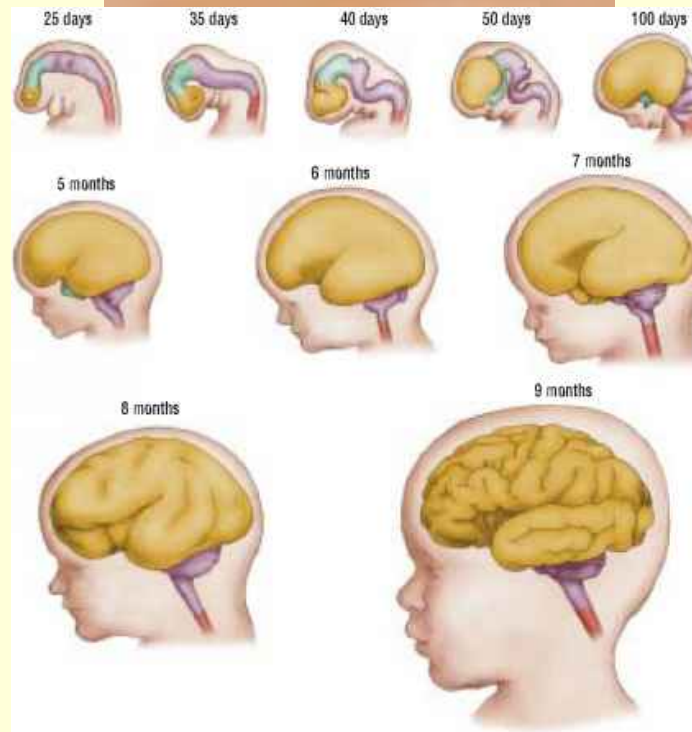
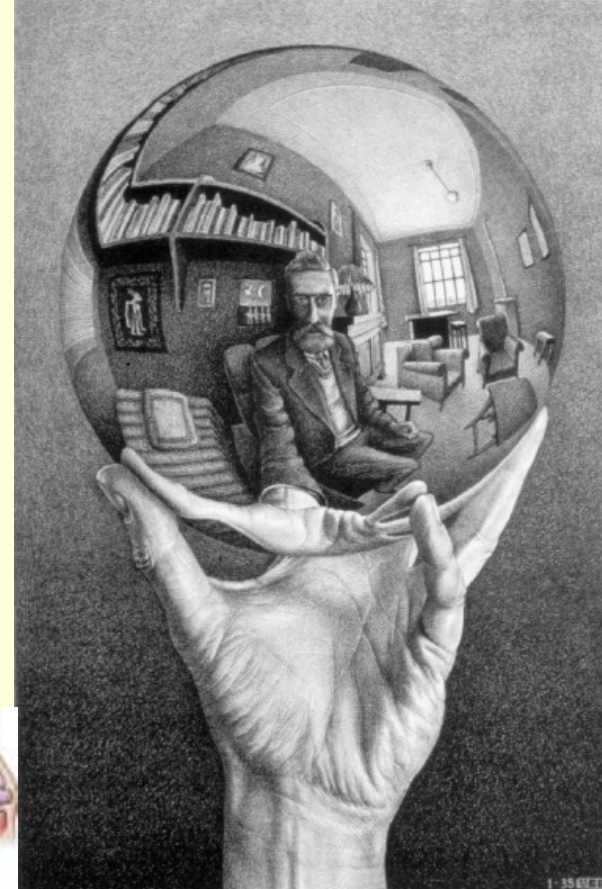
Le niveau neuronal ou moléculaire n'est pas le bon niveau pour voir des analogies intéressantes avec notre pensée...  
**Il y est toutefois nécessaire !**

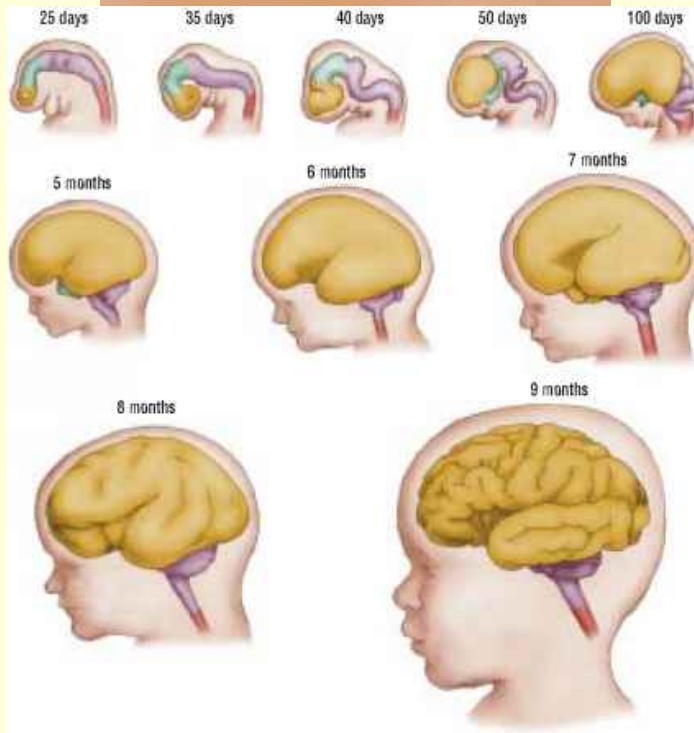
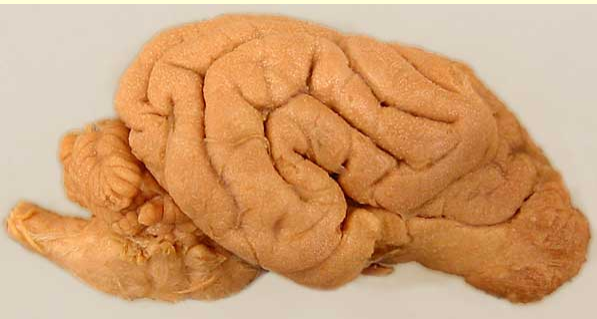
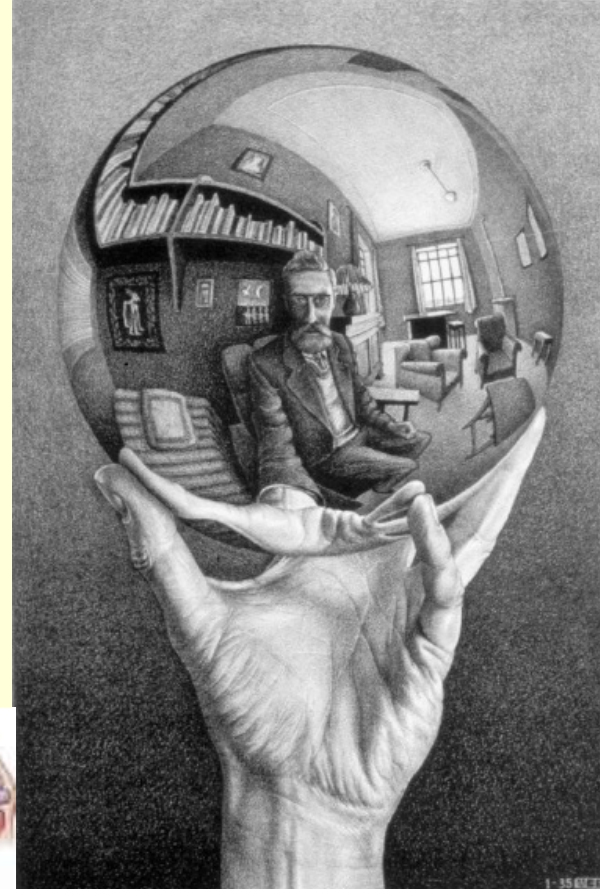
Mais ça commence **quand**  
le « subjectif » ?

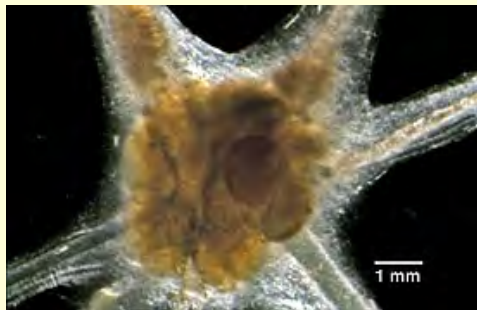
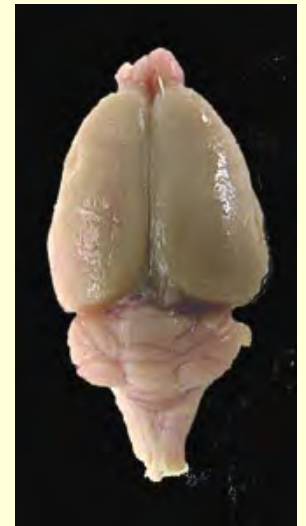
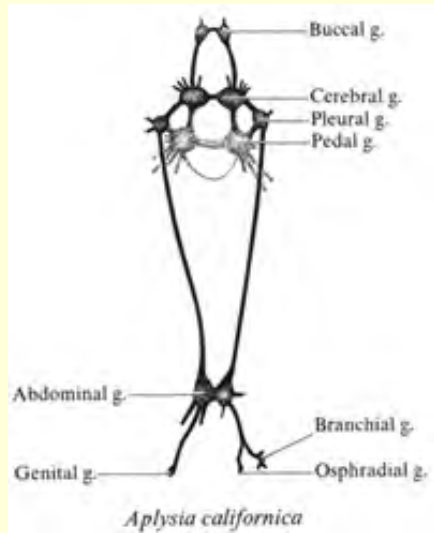
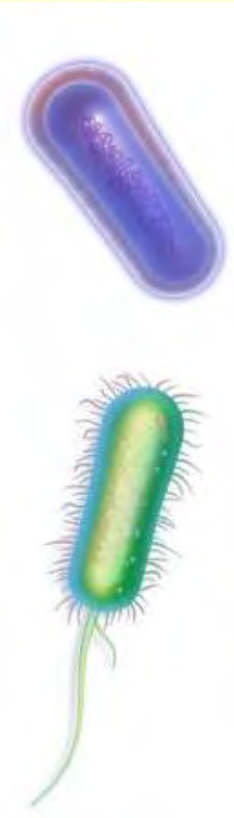
Ce qu'on appelle aussi  
la « conscience subjective »...



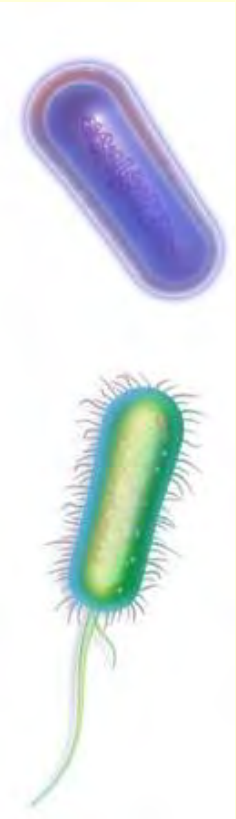
Difficile d'avoir accès  
à sa subjectivité...

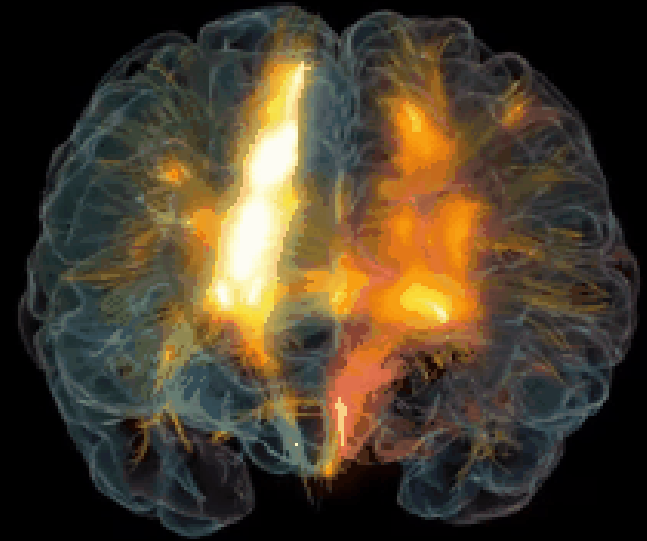






Il va falloir **reculer dans le temps**  
pour essayer de comprendre où commence le « mind » !

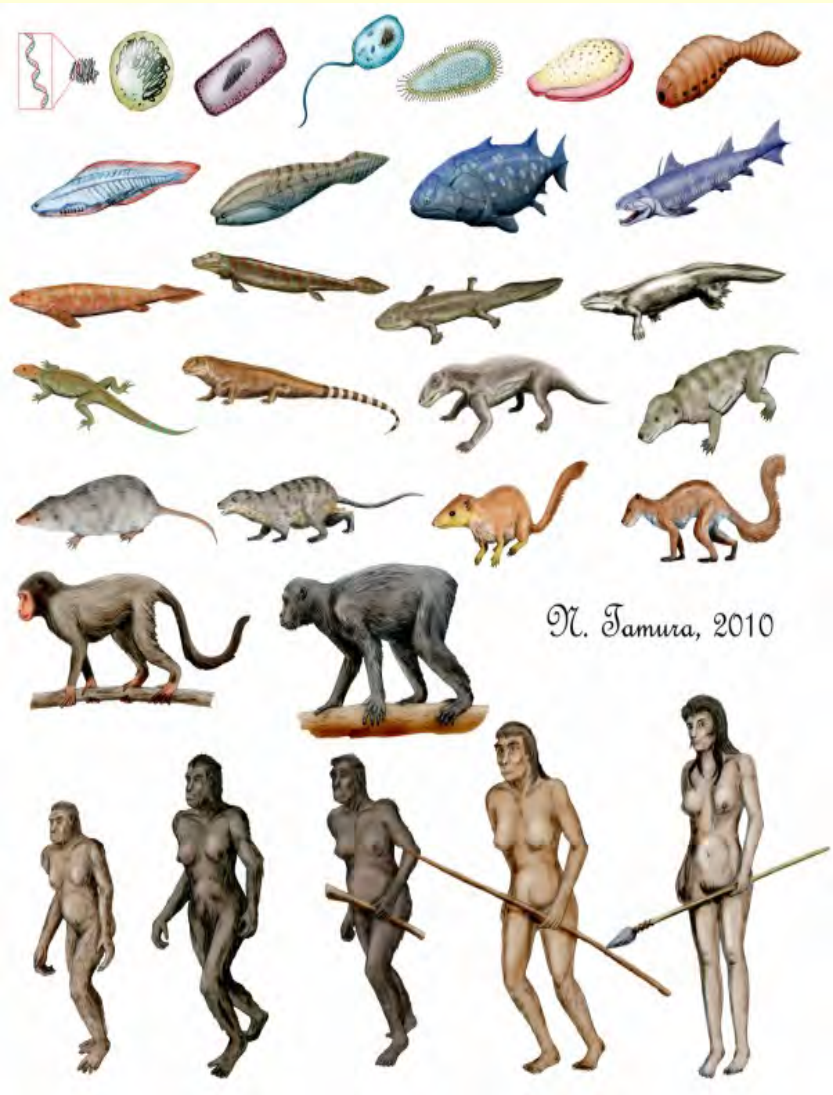








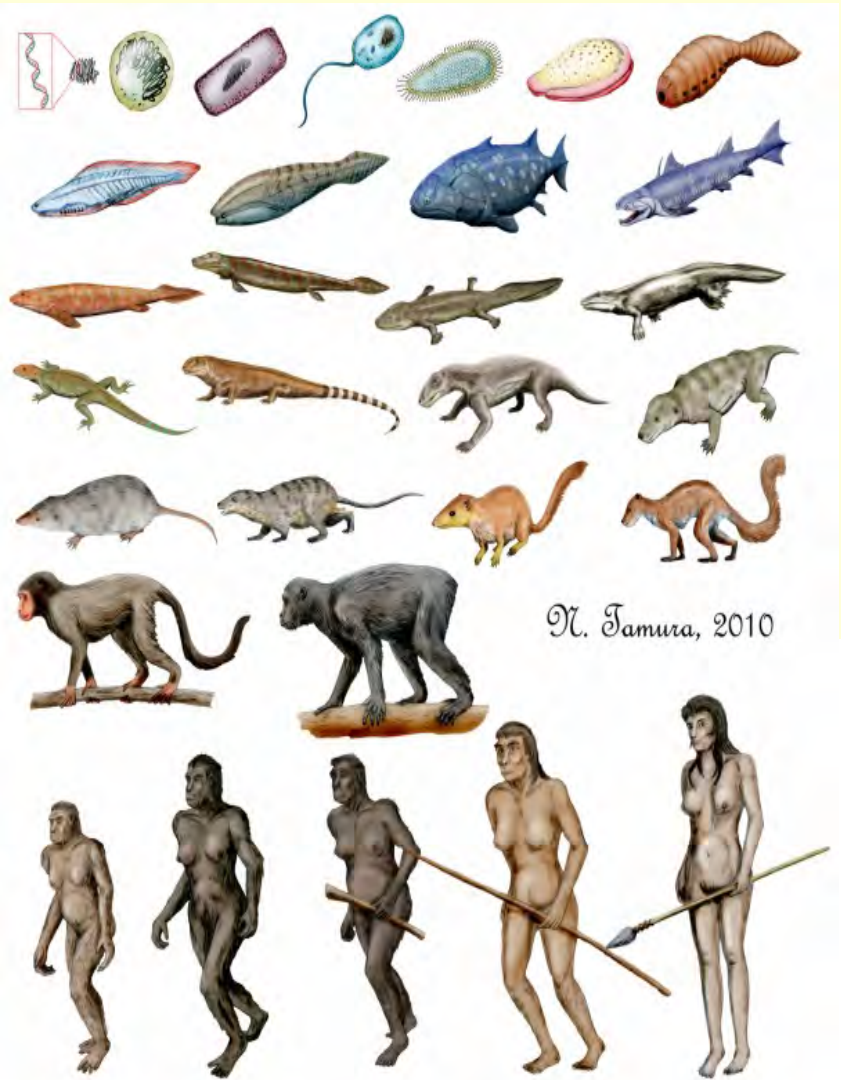




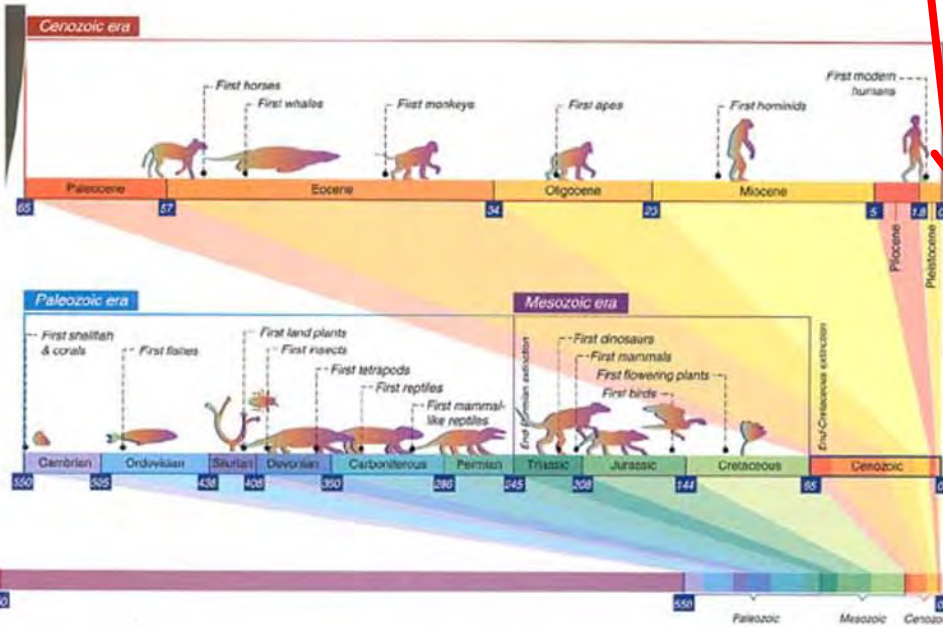
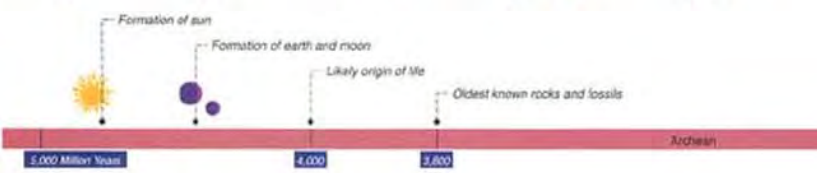
« Rien en biologie n'a de sens, si ce n'est à la lumière de l'évolution »

- Theodosius Dobzhansky (1900-1975)



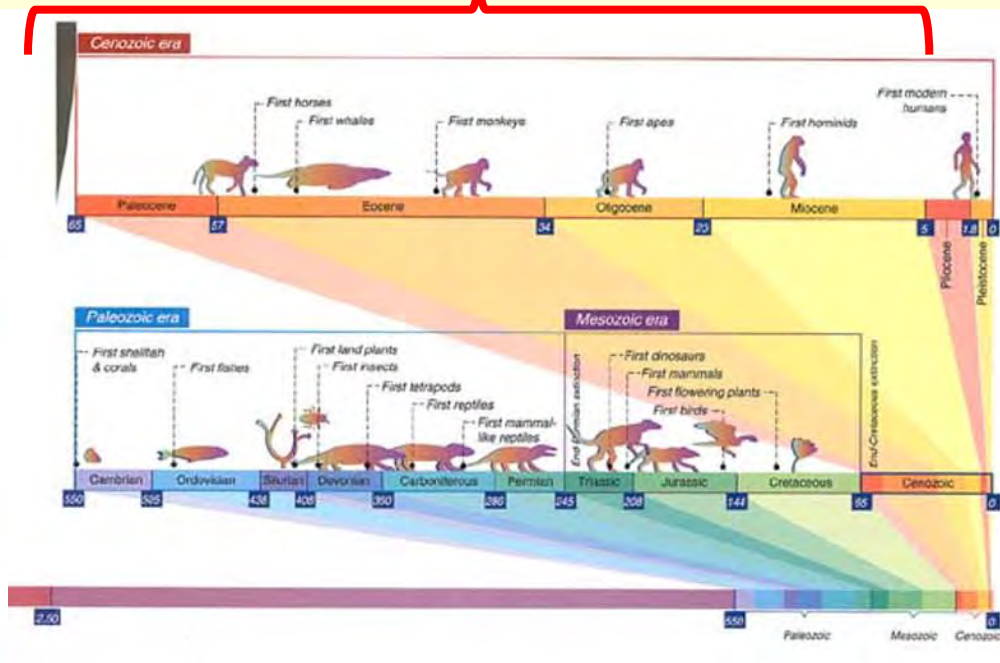
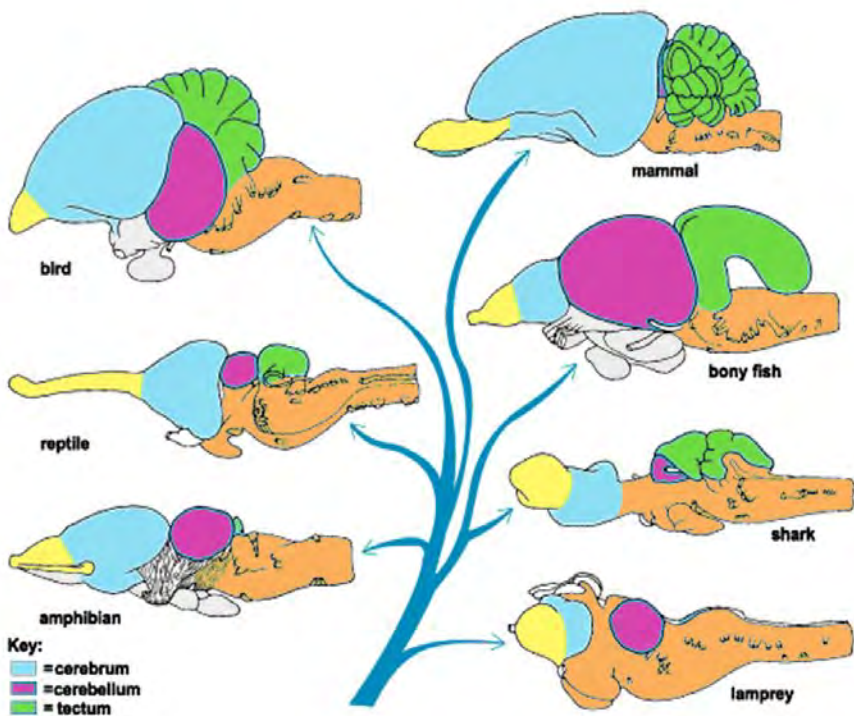


N. Tamura, 2010





# Notre cerveau, bricolage de l'évolution



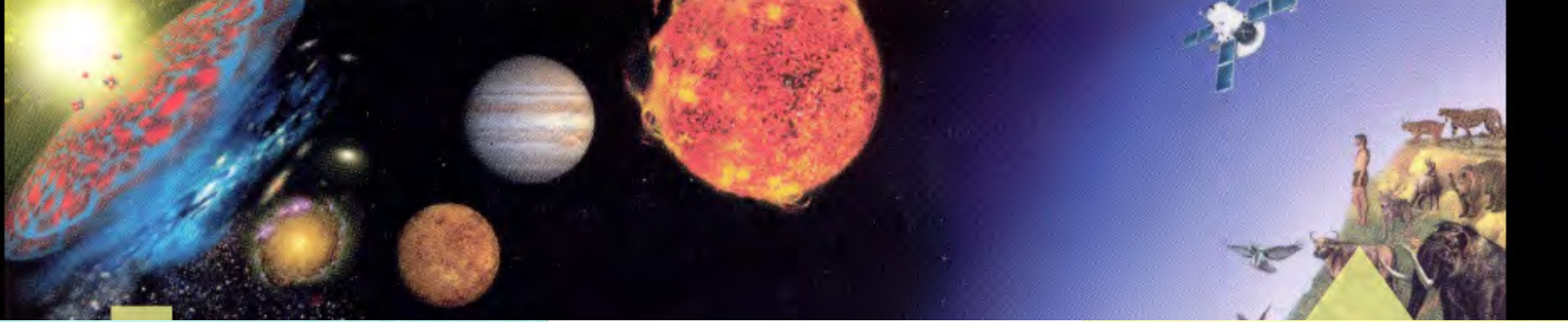


Vous êtes nés il y a  
13,7 milliards  
d'années

**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 Wolfram							
												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 Rg Röntgenium							
												105 Bh Bohrium							
												106 Hs Hassium							
												107 Mt Meitnerium							
												108 Uu Ununseptium							
												109 Uuq Ununquadium							
												110 Uup Ununpentium							
												111 Uuh Ununhexium							
												112 Uuq Ununquadium							
												113 Uuh Ununhexium							
												114 Uuq Ununquadium							
												115 Uuh Ununhexium							
												116 Uuq Ununquadium							
												117 Uuh Ununhexium							
												118 Uuq Ununquadium							
												119 Uuh Ununhexium							
												120 Uuq Ununquadium							

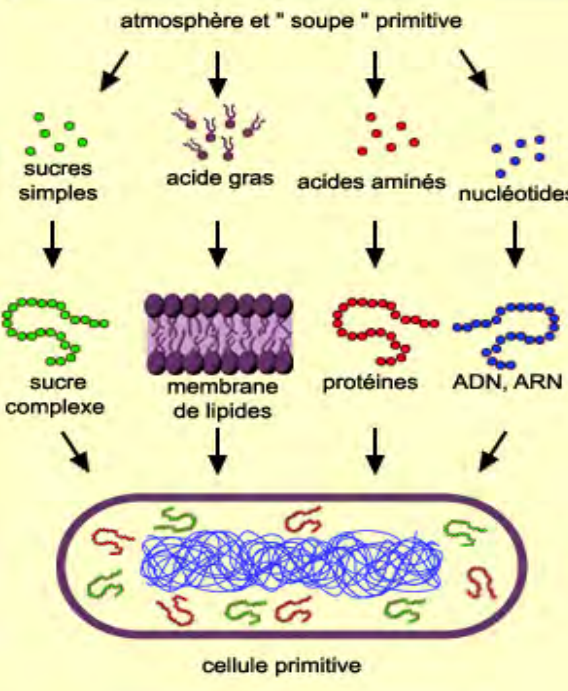
**Atmospheric Synthesis**  
 $CO_2, CO, N_2, H_2S, H_2O, CH_4?$   
 Gas Phase Reactions: *hy, ED, starting gases*

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

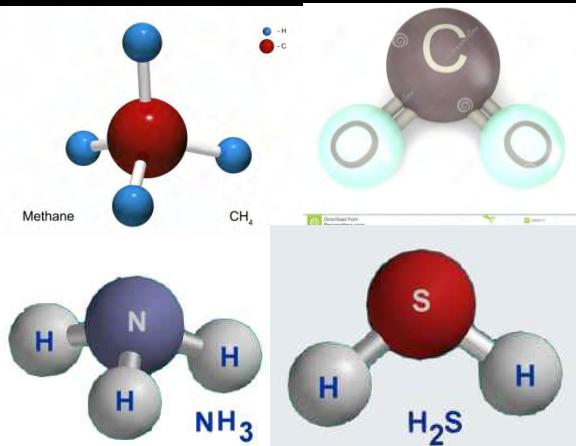
**Aqueous Phase Chemistry**  
 Temperature (0-100° C?), pH, reagents, concentration, etc.

**Interfacial Chemistry**  
 Drying, wetting, mineral interactions, UV?

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



## Évolution cosmique, chimique



(Crédit : modifié de Robert Lamont)

il faut rappeler ici le 2<sup>e</sup> principe de la thermodynamique

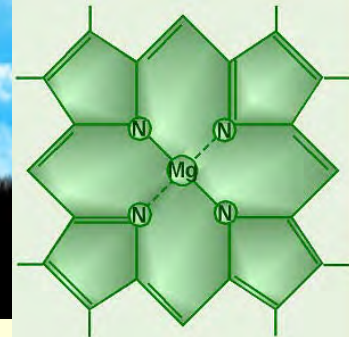
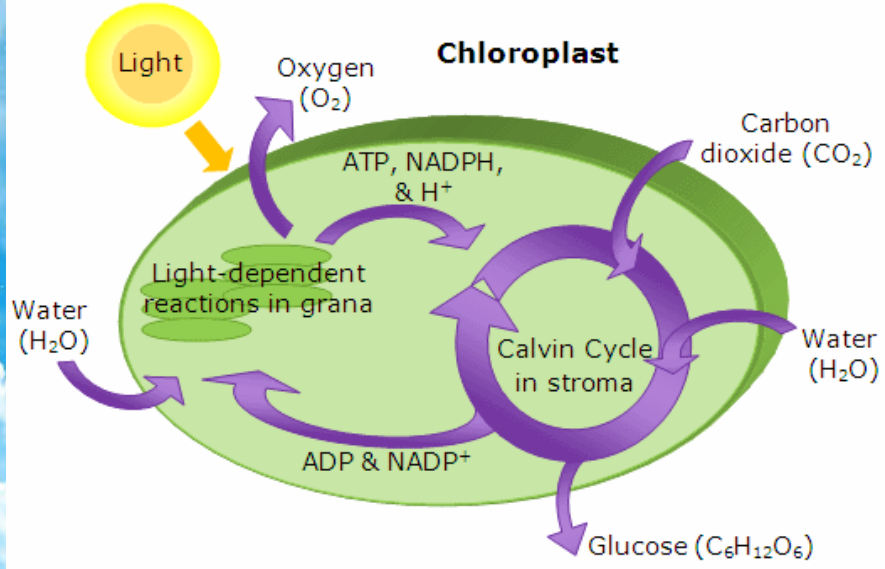






« La seule raison d'être d'un être vivant, c'est **d'être**,  
c'est-à-dire de **maintenir sa structure.** »

- Henri Laborit

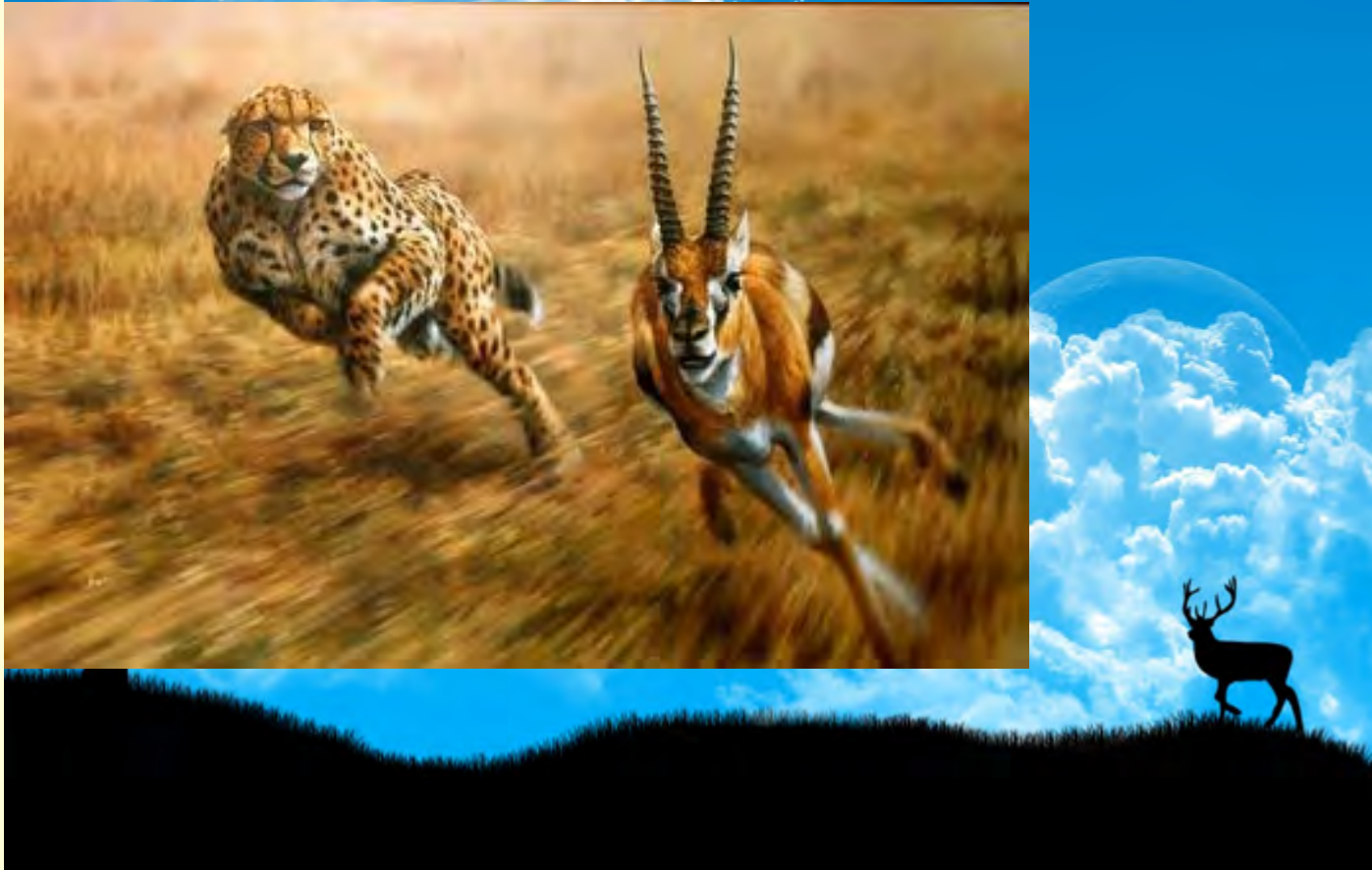


Plantes :

photosynthèse

grâce à l'énergie du soleil

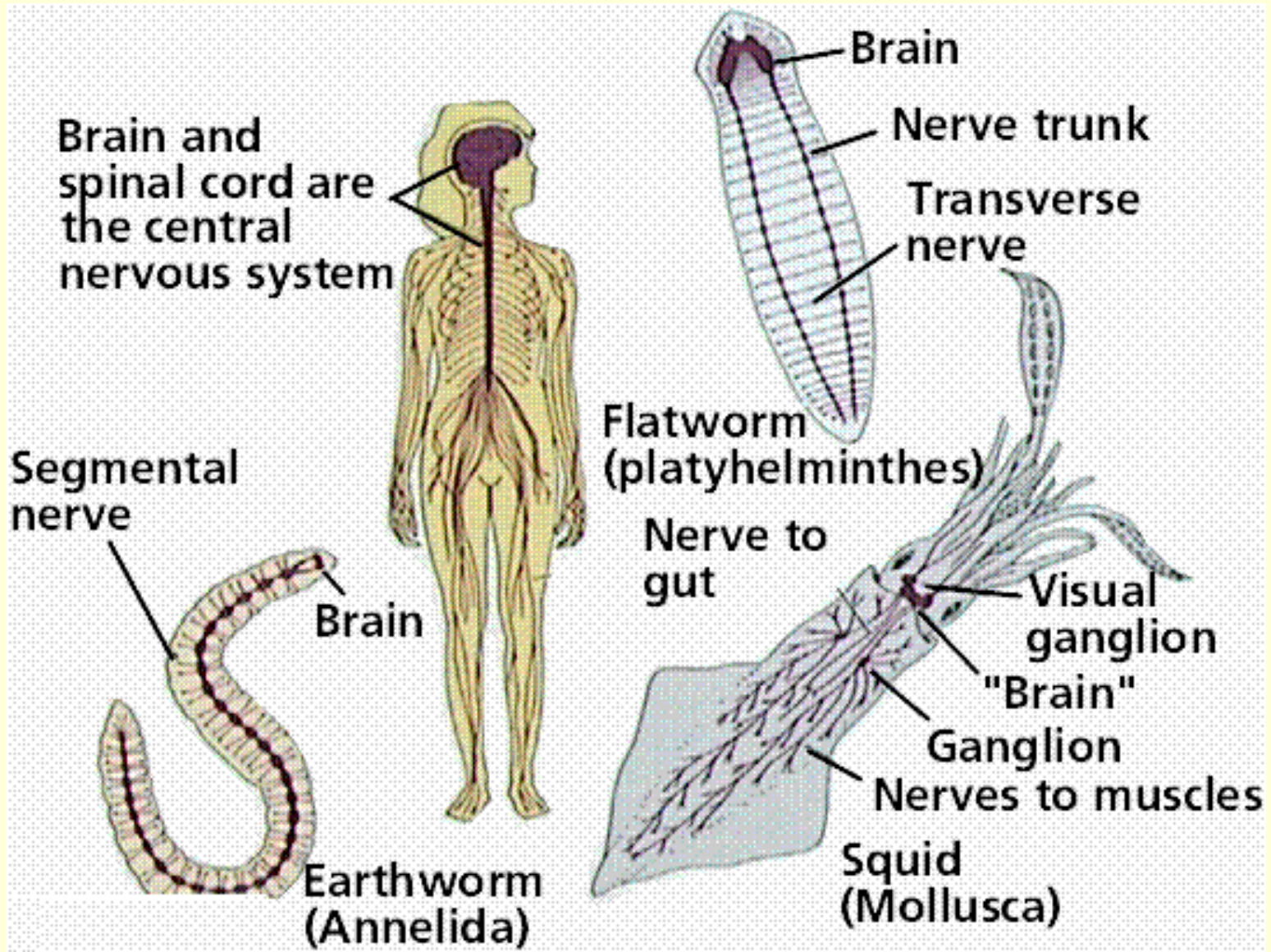




## Animaux :

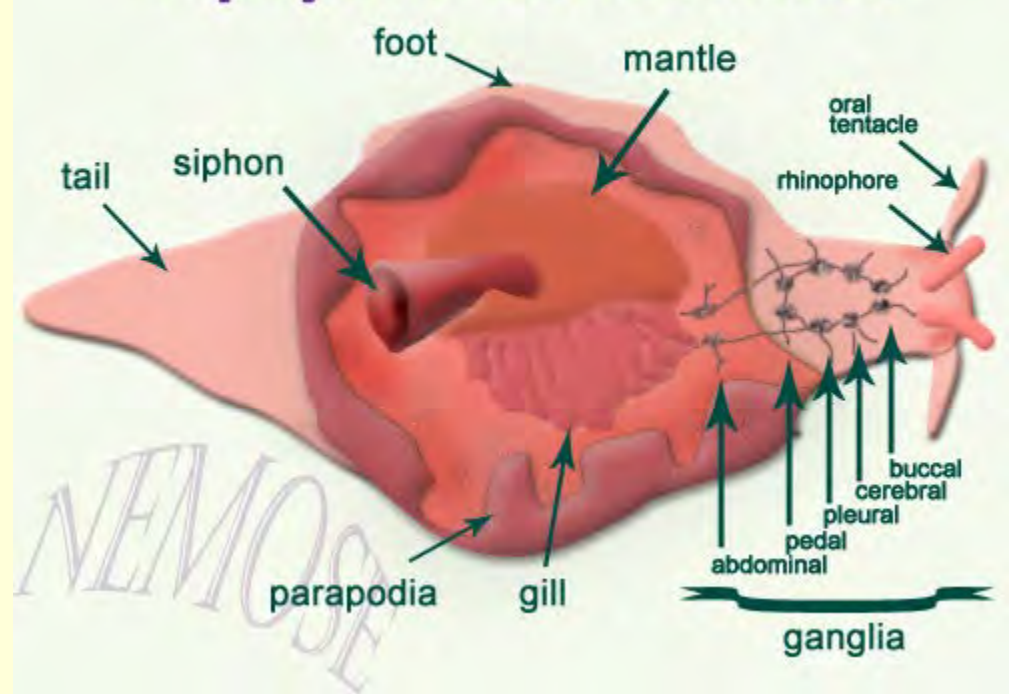
**autonomie motrice**  
pour trouver leurs ressources  
dans l'environnement

# Systemes nerveux !





**Aplysie**  
(mollusque marin)

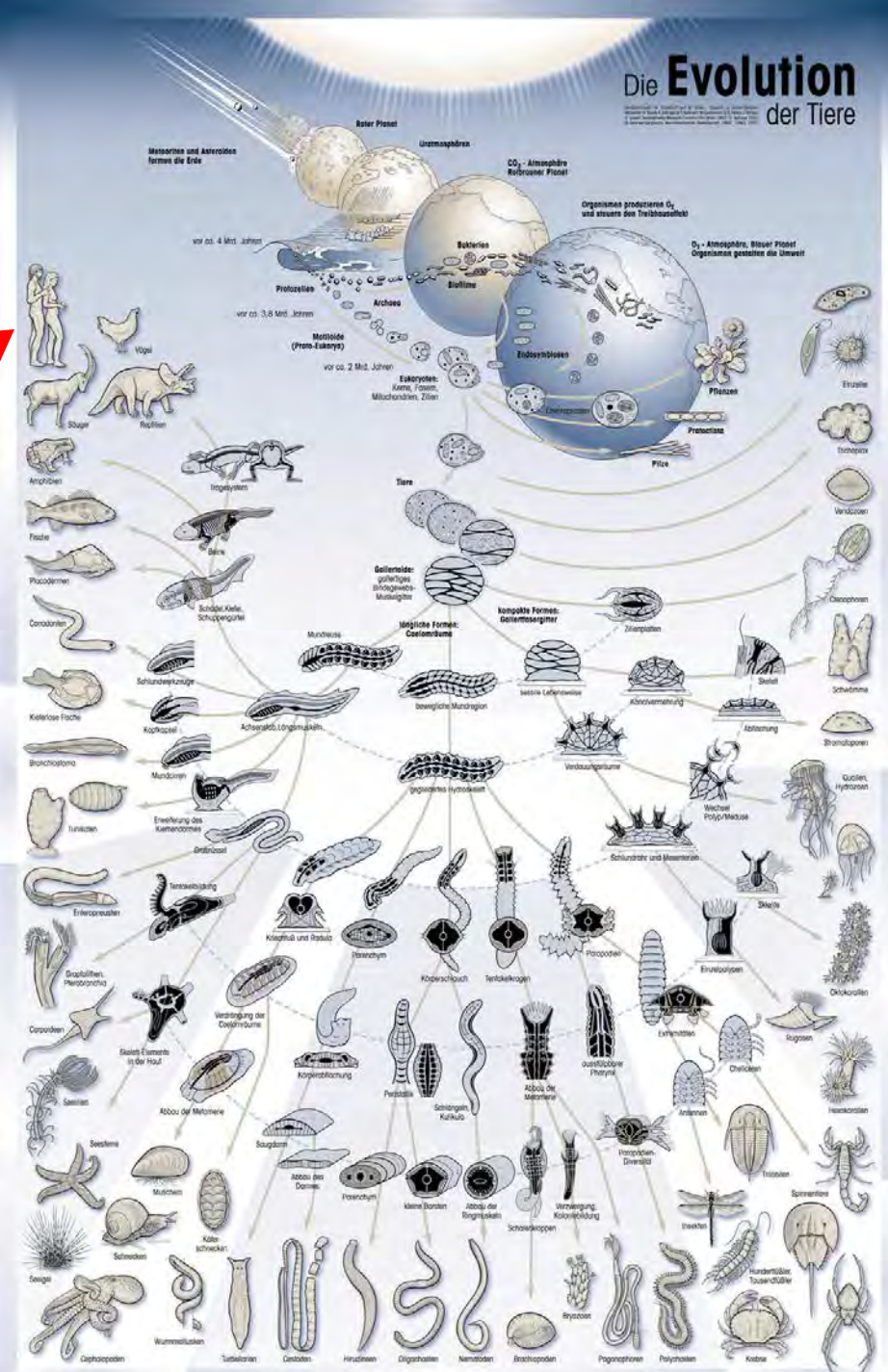






Pendant des centaines de millions d'années, c'est cette boucle-sensorimotrice qui va se complexifier...

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

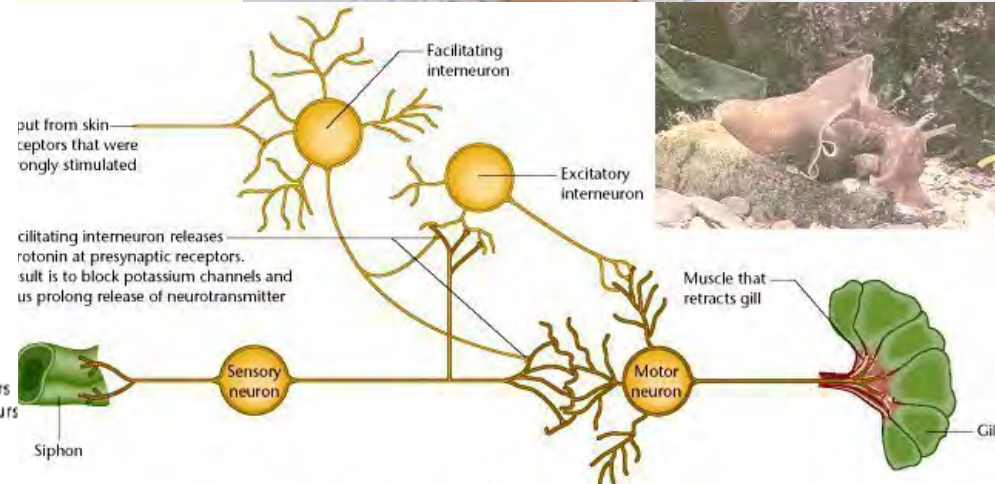
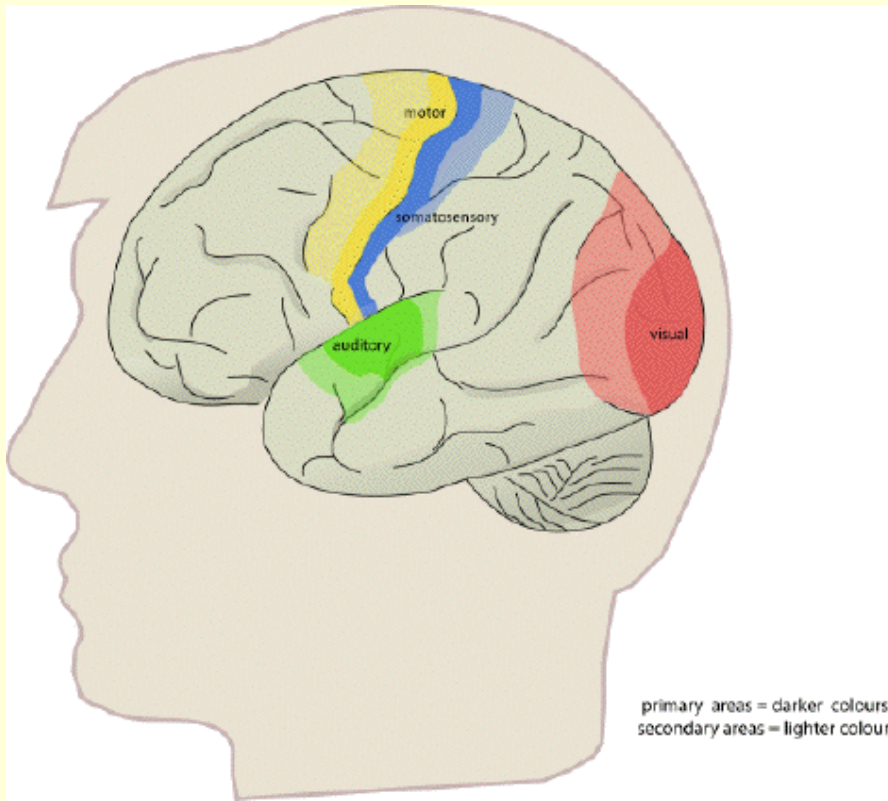




Le cerveau humain est encore construit sur cette **boucle perception – action**,

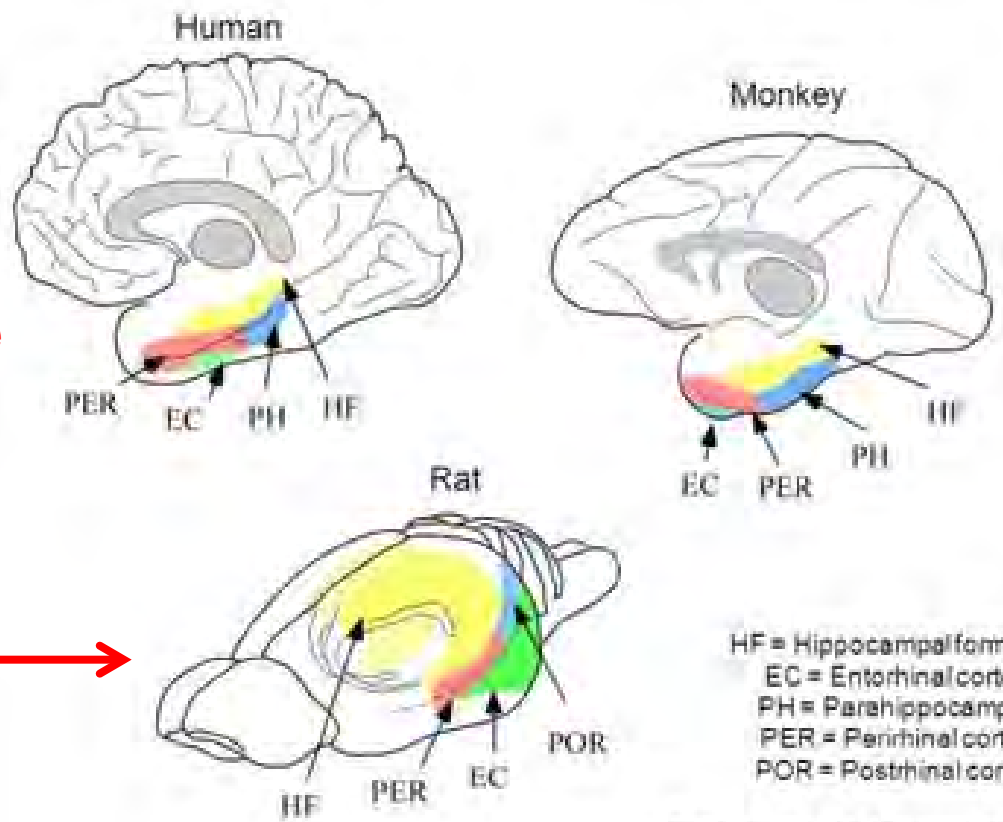
mais la plus grande partie du cortex humain va essentiellement **moduler cette boucle**,

comme les inter-neurones de l'aplysie.

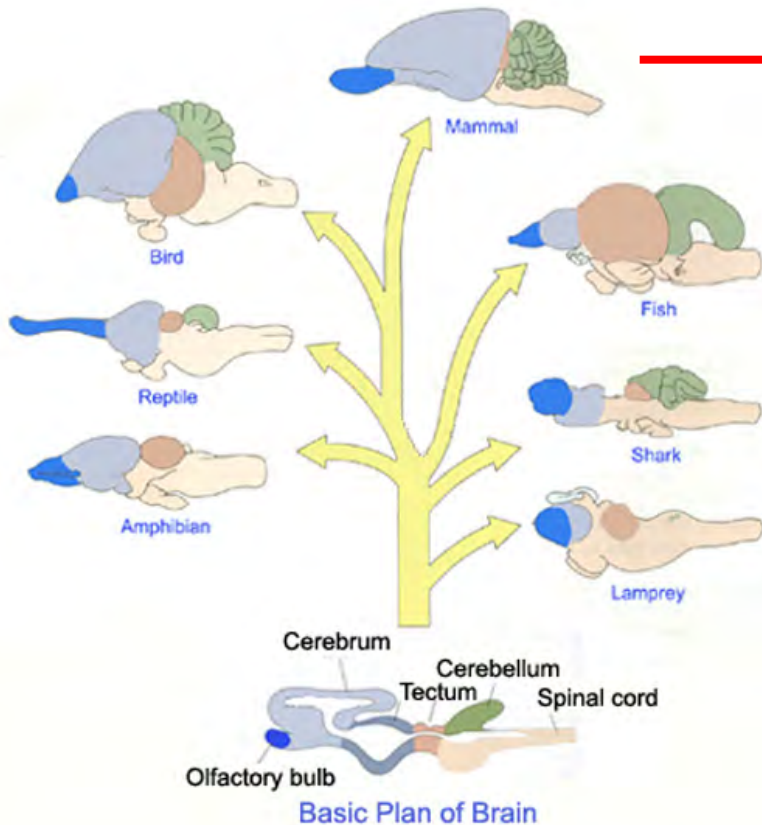




**Navigation spatiale + Mémoire déclarative**



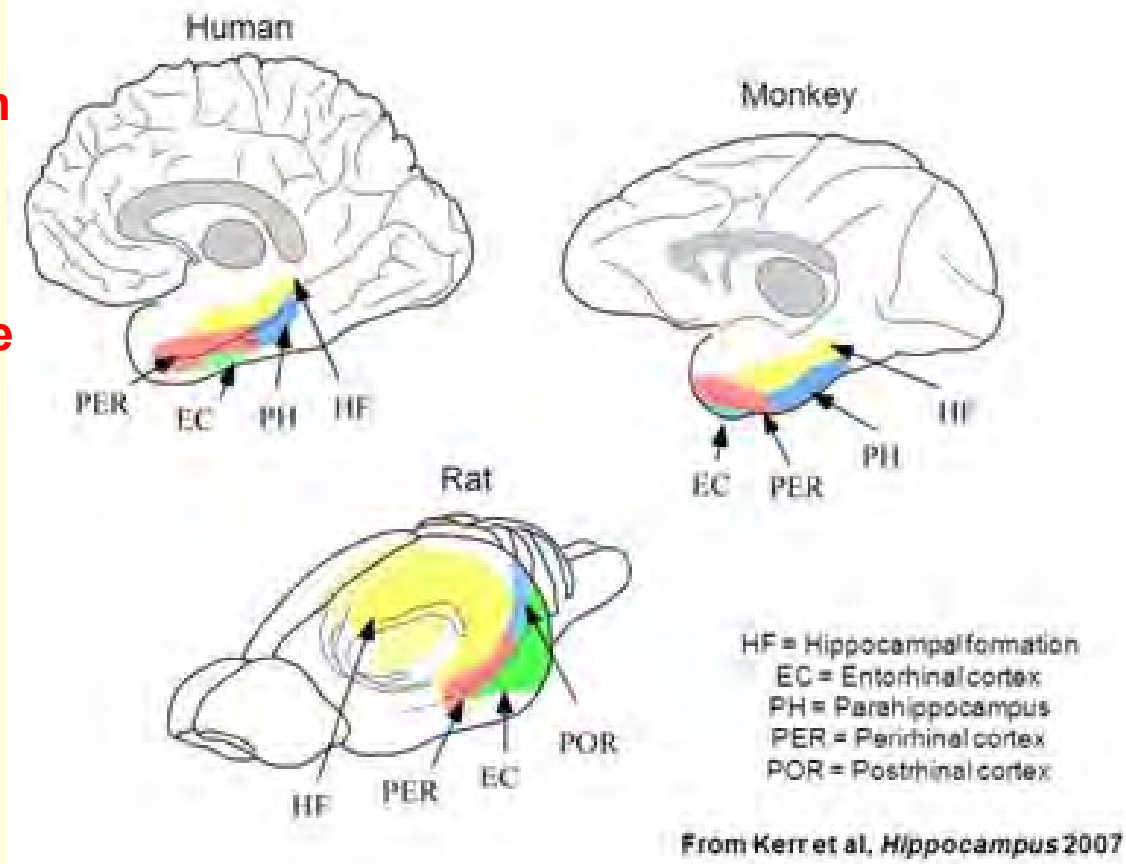
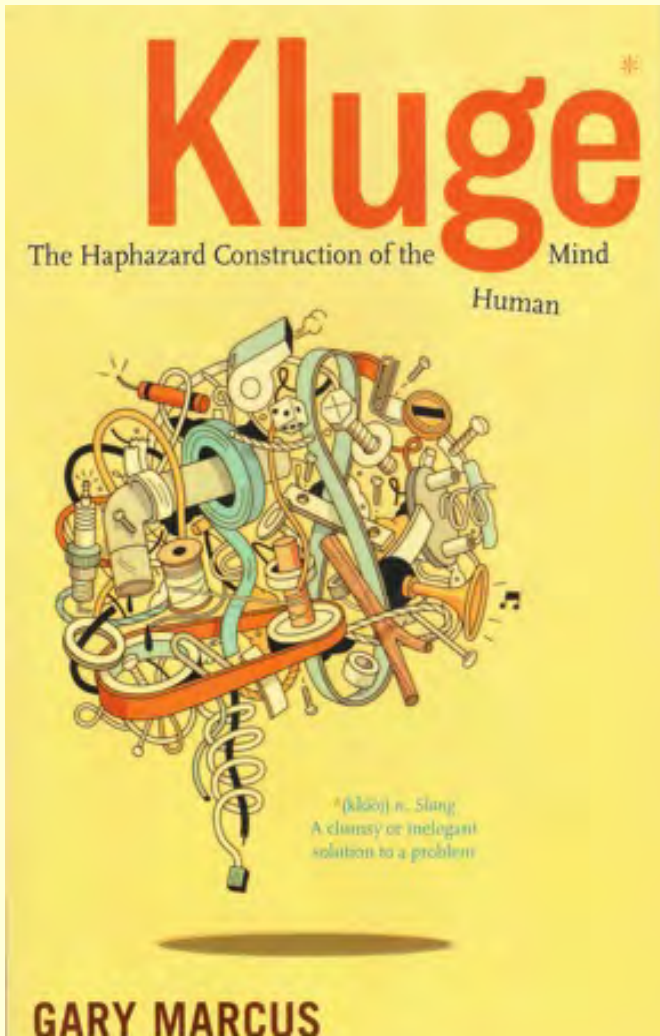
From Kerr et al, *Hippocampus* 2007



**Navigation spatiale**

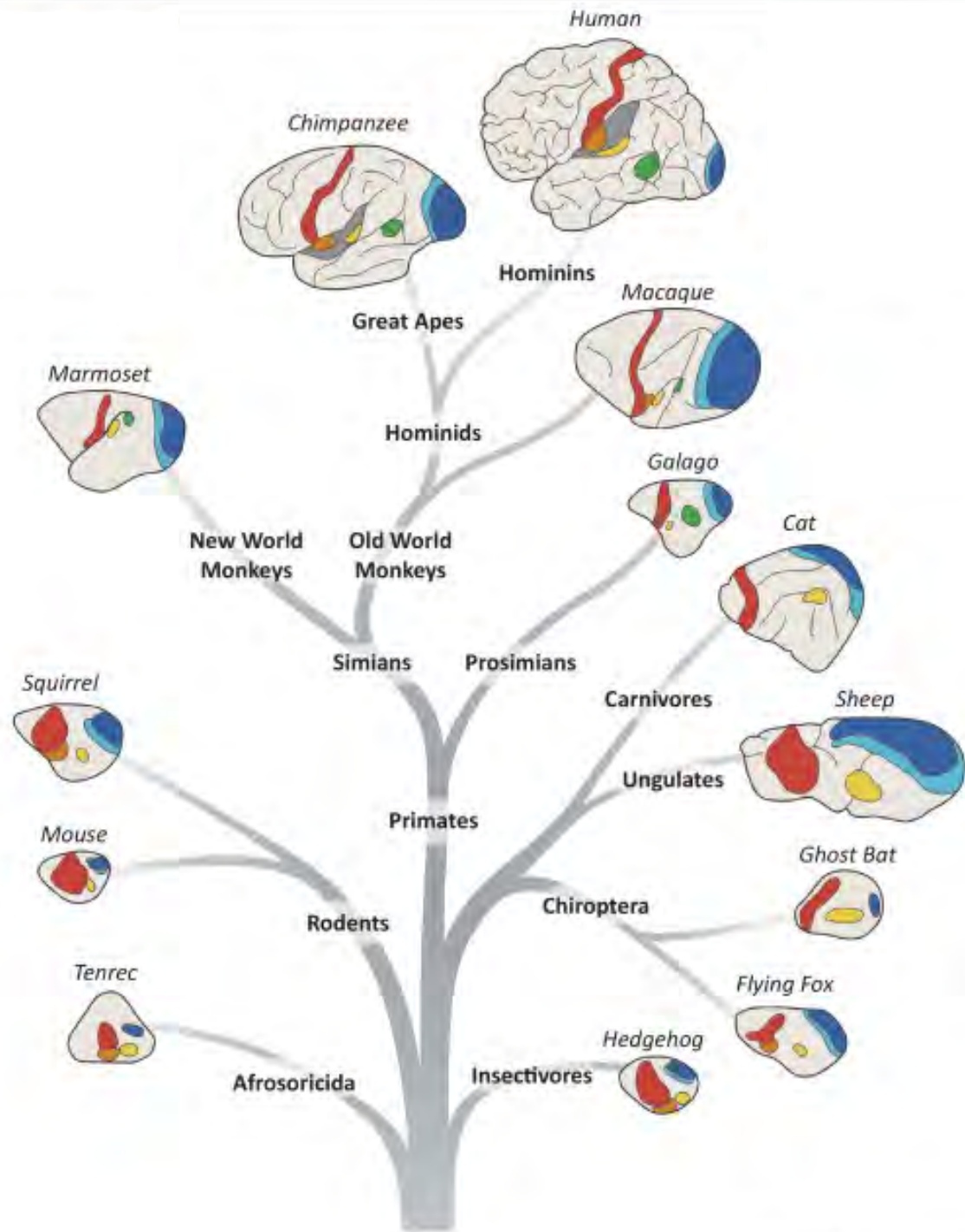


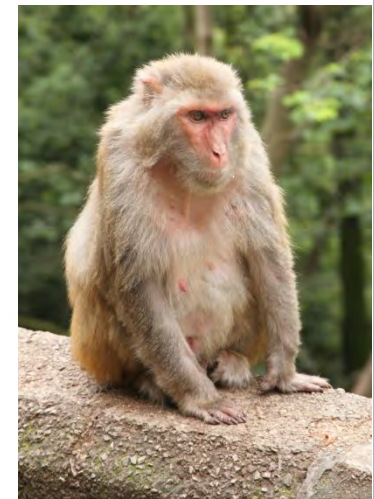
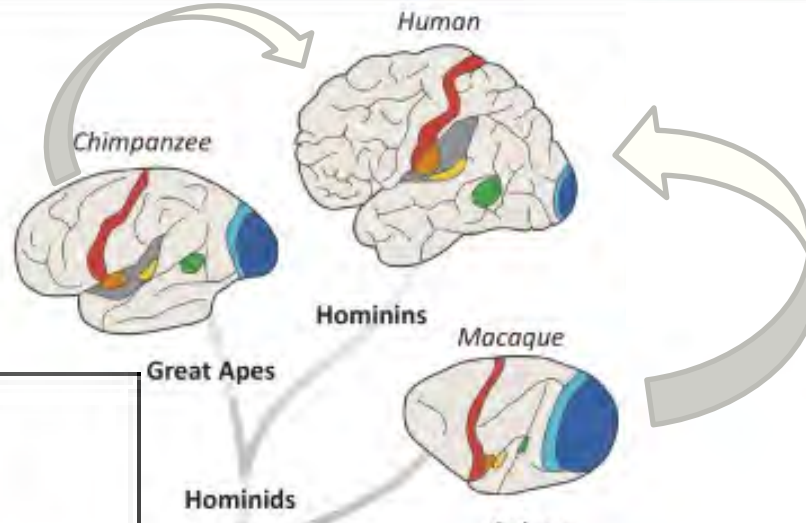
**Navigation spatiale  
+  
Mémoire déclarative**



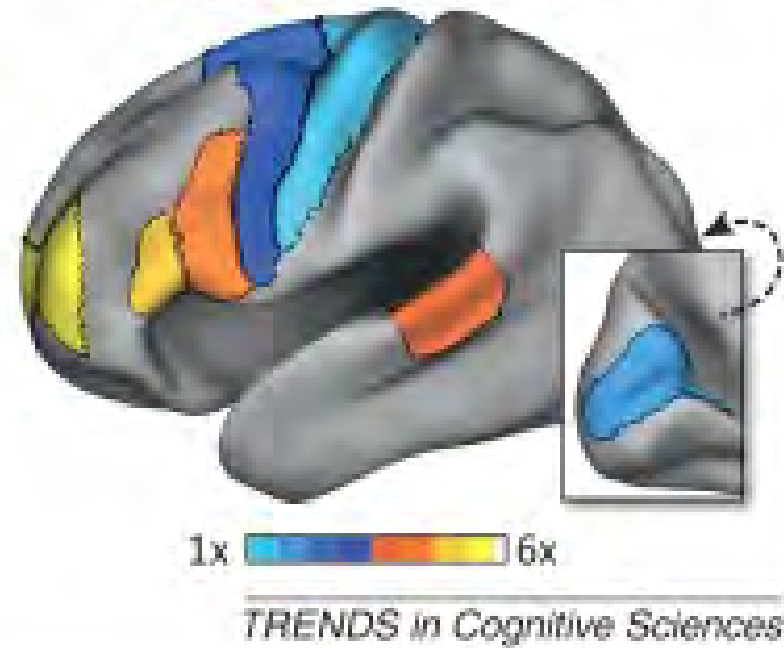
**Navigation spatiale**

**« Recyclage neuronal »**



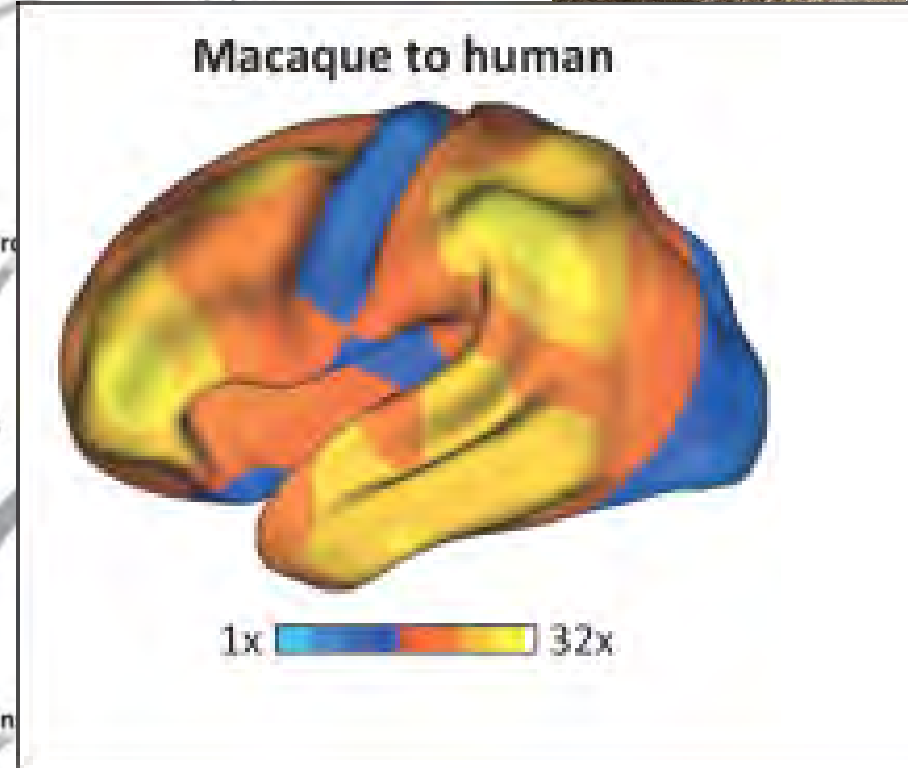


### Chimpanzee to human

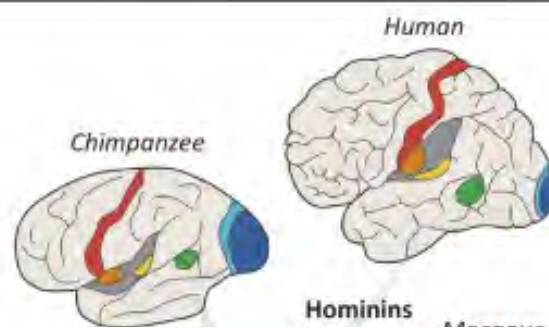


Ancêtre commun :  
environ 6-7 millions d'années

### Macaque to human



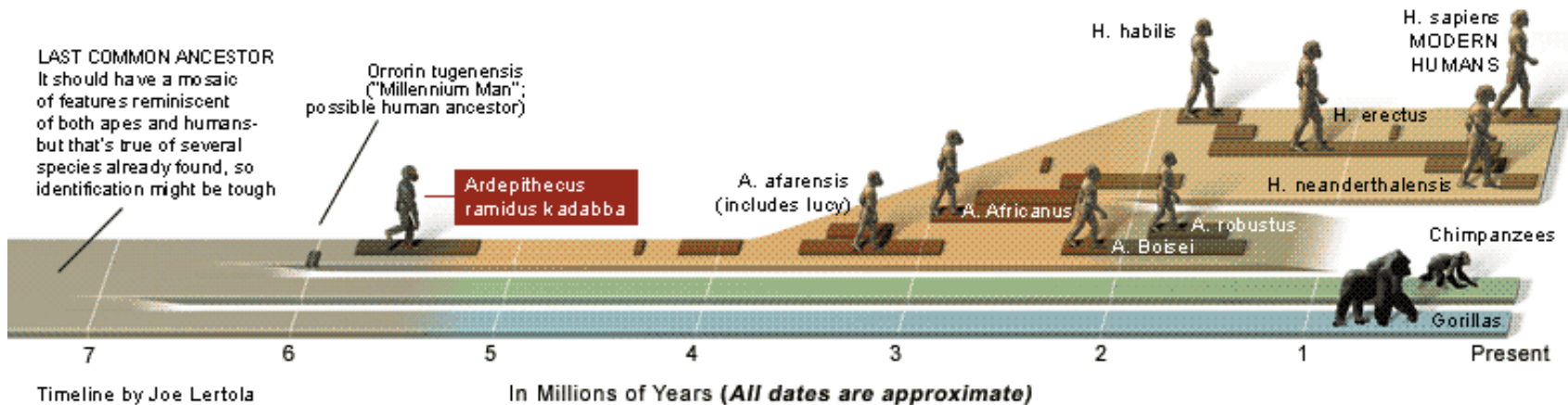
Ancêtre commun :  
environ 25 millions d'années



## 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*



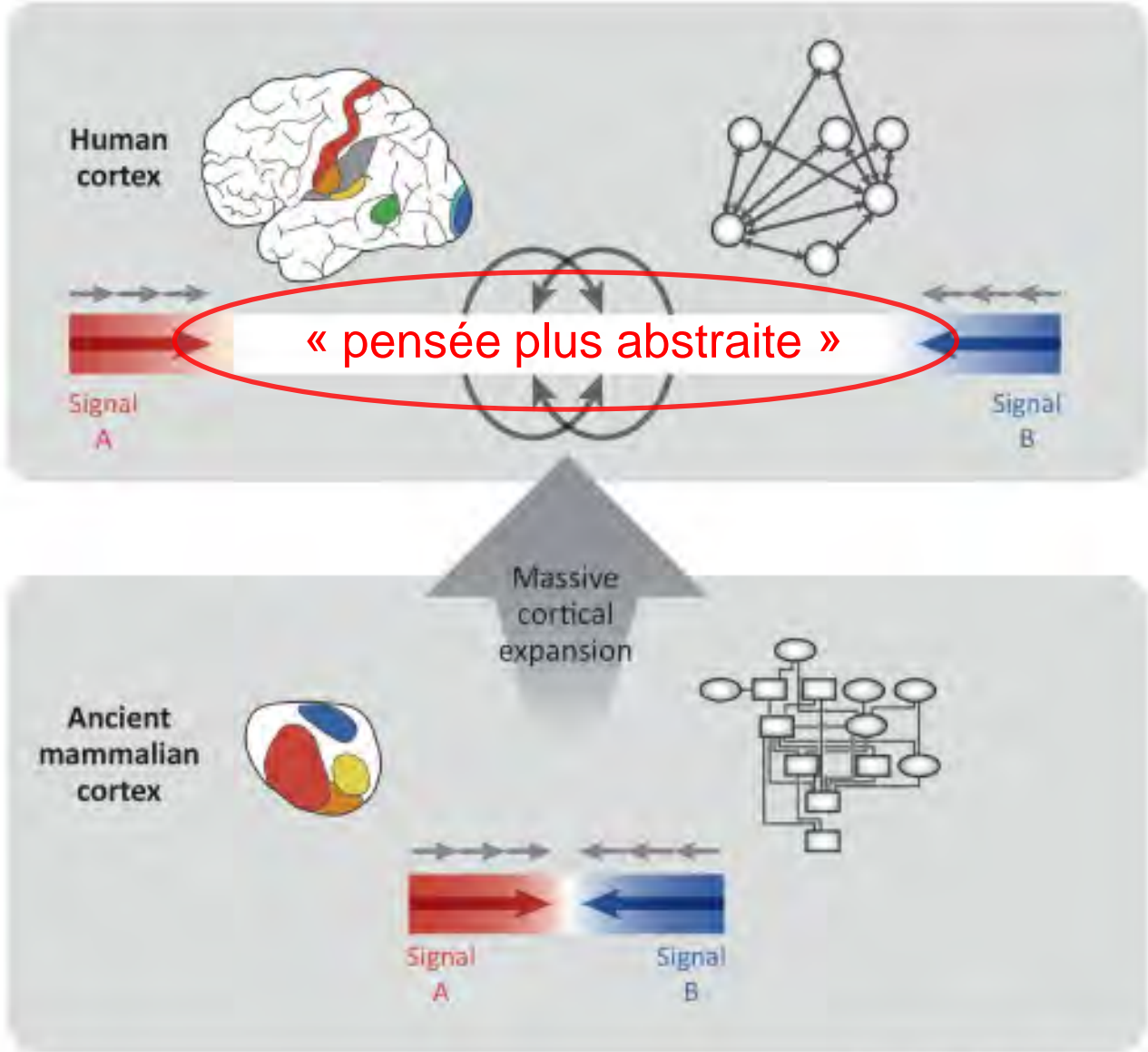
*Homo erectus*



*Neanderthal*



*Homo sapiens*



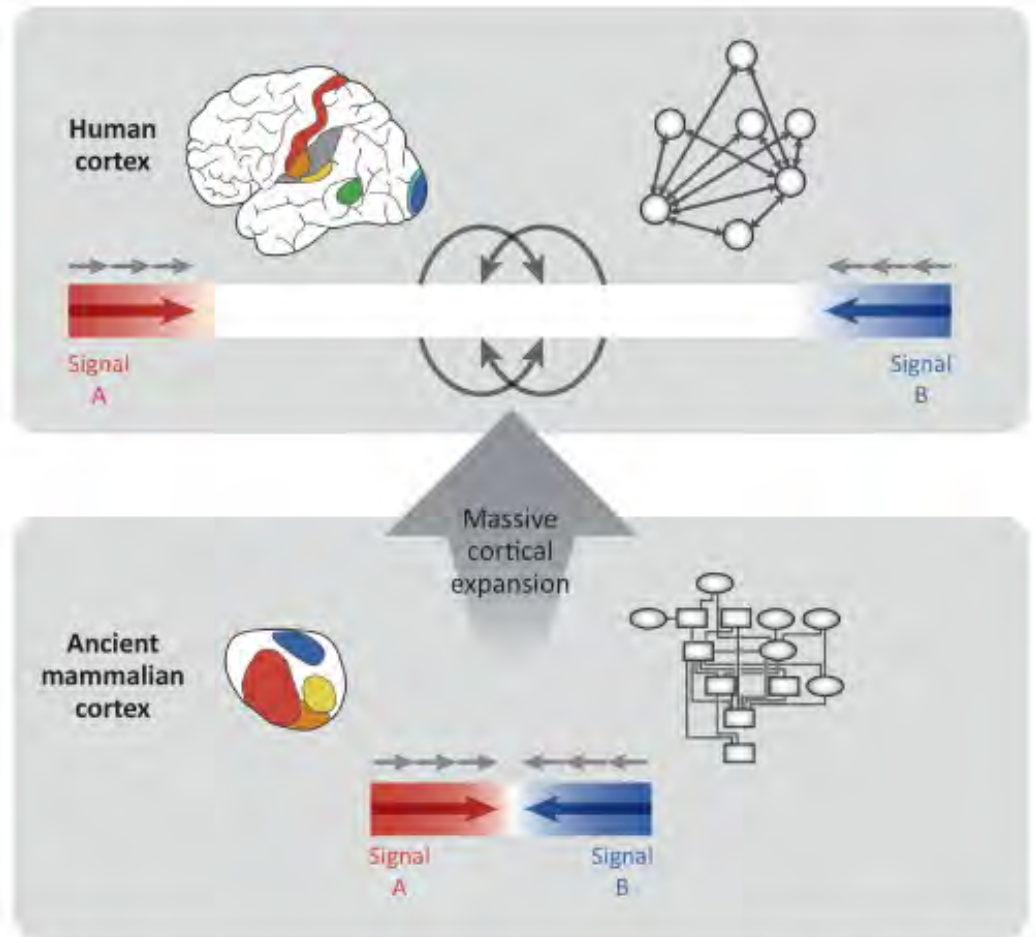
TRENDS in Cognitive Sciences

TRENDS in Cognitive Sciences

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



...pour faire de philo et se sentir libre ! ;-)



TRENDS in Cognitive Sciences

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



# Plan :

Intro :

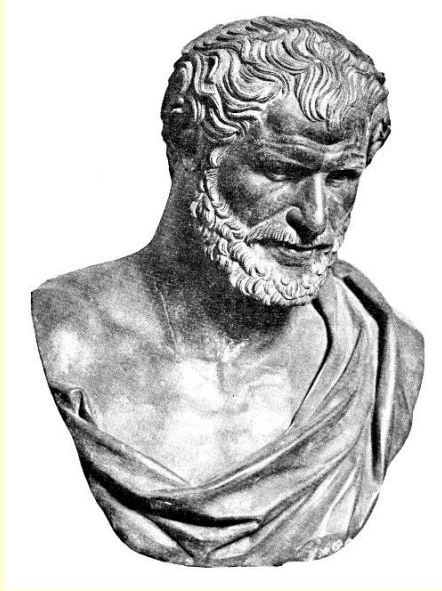
**D'où venons-nous ?** (environ 10-15 min.)

Première partie :

**Le cerveau dynamique à tous les niveaux** (environ 1h30)

Deuxième partie :

**Prise de décision, langage et libre arbitre** (environ 1h)



« On ne se baigne jamais deux fois dans le même fleuve. »

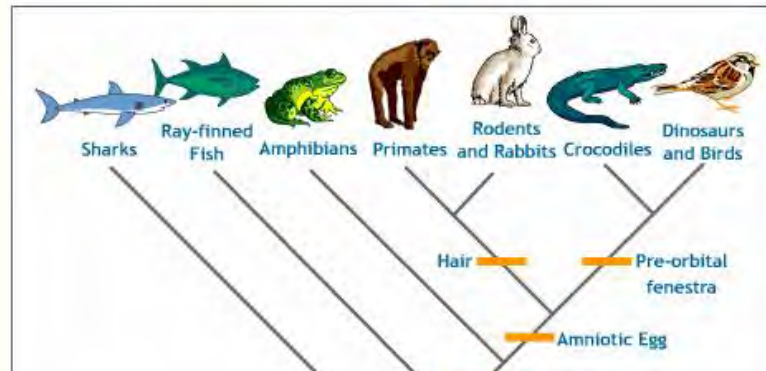
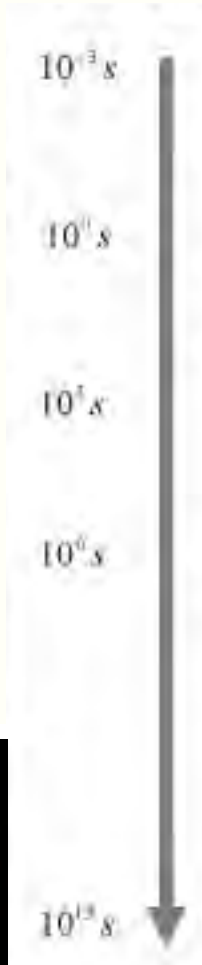
- Héraclite

Philosophe du 6ème siècle avant J.-C.,  
Héraclite soutient que **tout est en perpétuel changement.**

Il s'oppose à l'idée de permanence, d'essence et d'identité.

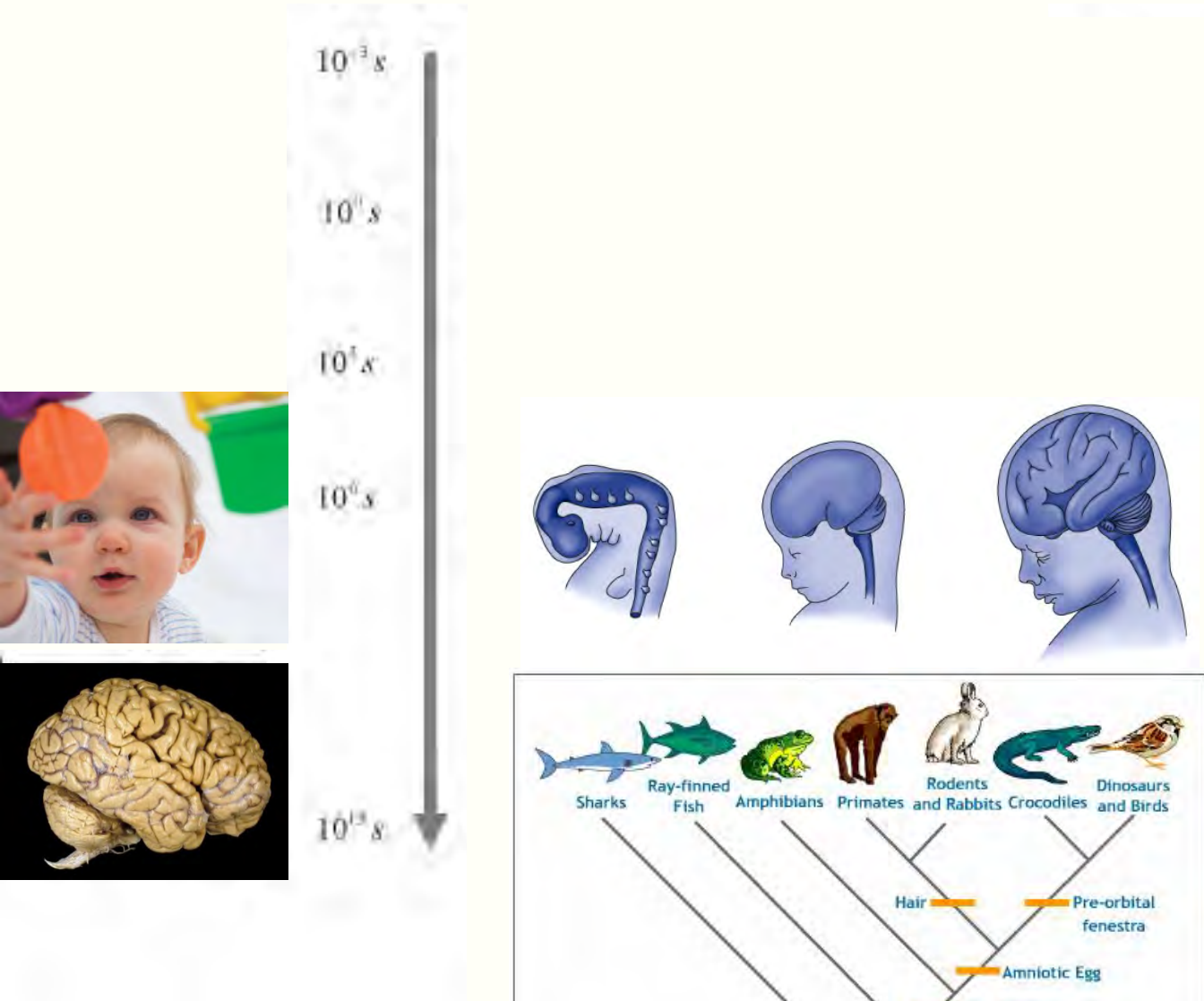
<http://lapausephilo.fr/2017/01/24/on-ne-se-baigne-jamais-deux-fois-dans-le-meme-fleuve-heraclite/>

# Des processus dynamiques à différentes échelles de temps :



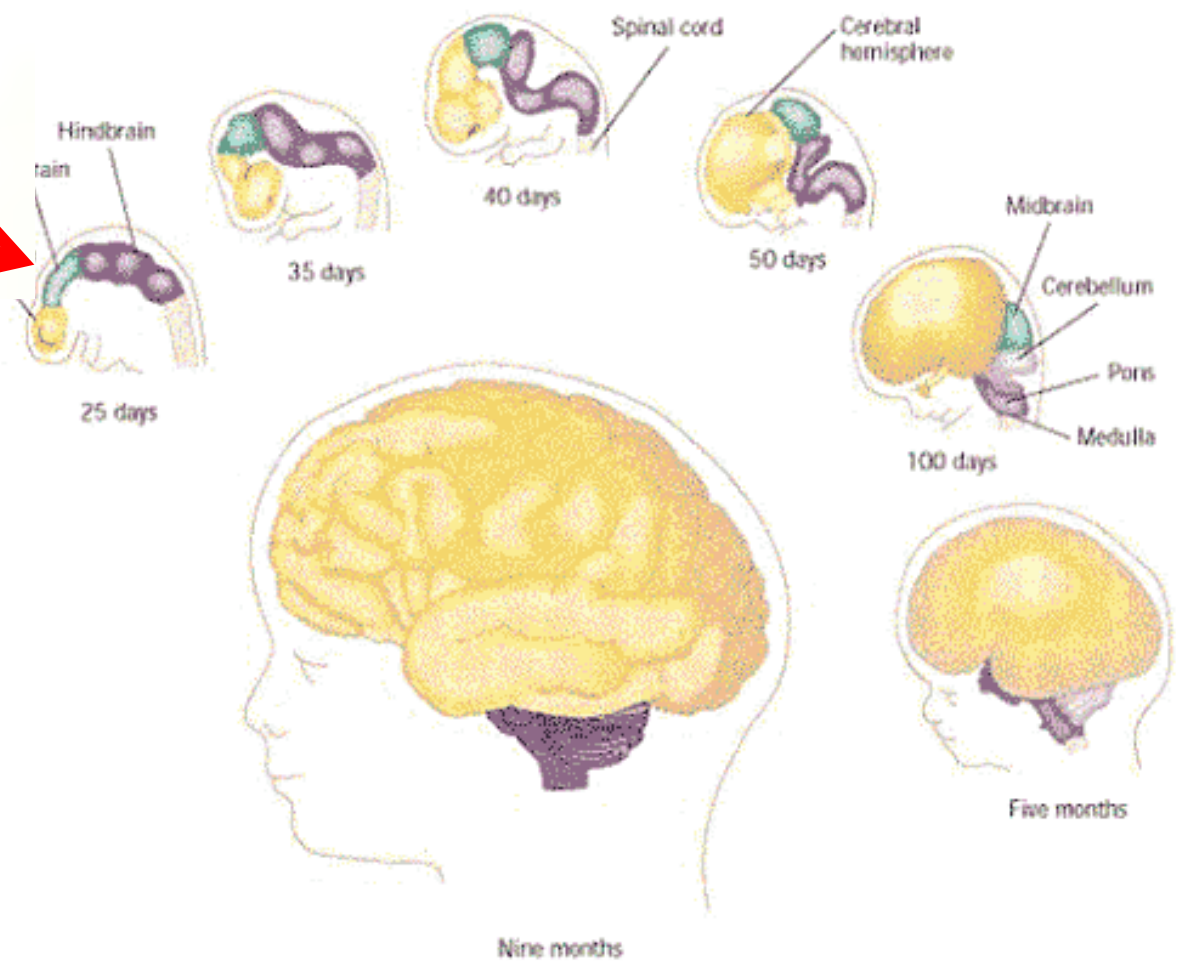
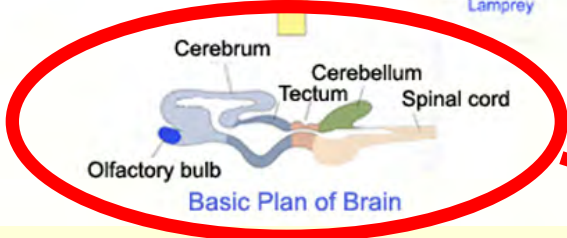
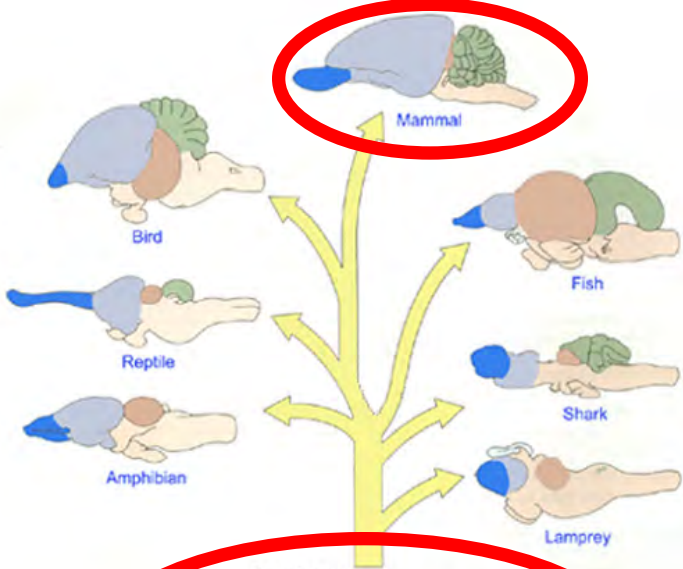
**Évolution** biologique qui façonne les plans généraux du système nerveux

# 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

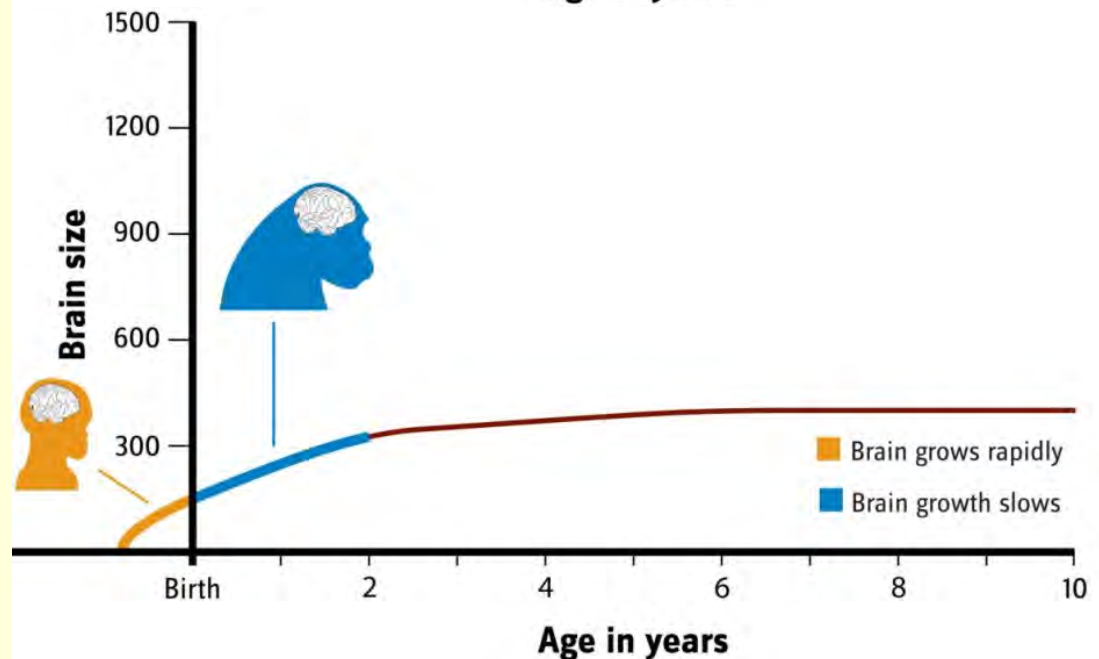
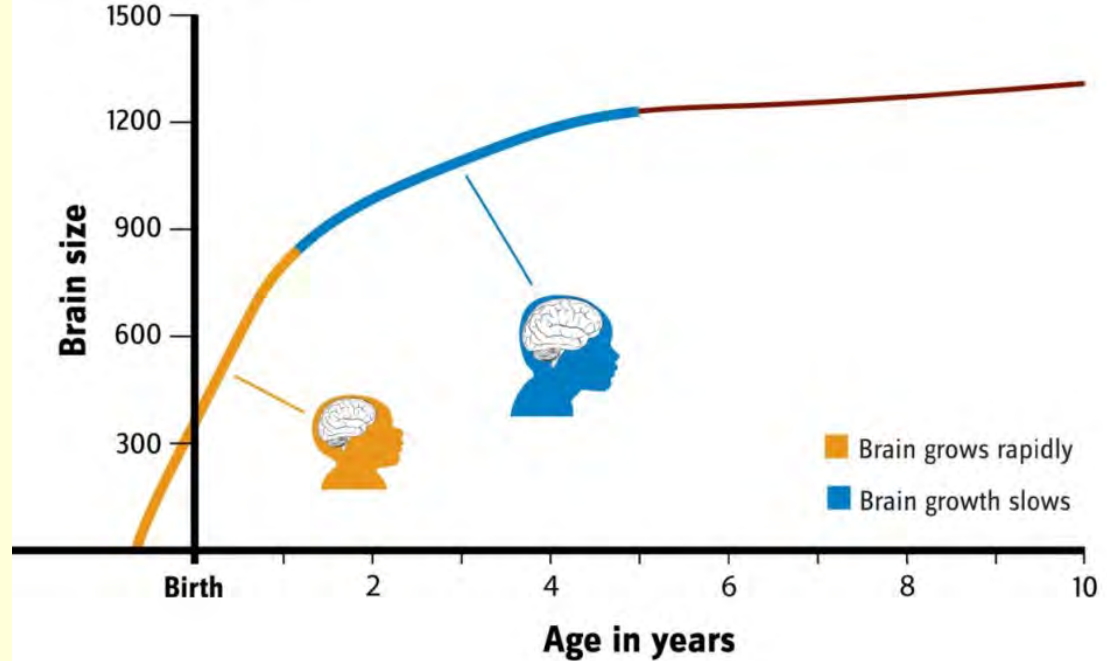


À la naissance, le cerveau humain ne représente que **25 %** du volume qu'il atteindra à l'âge adulte.

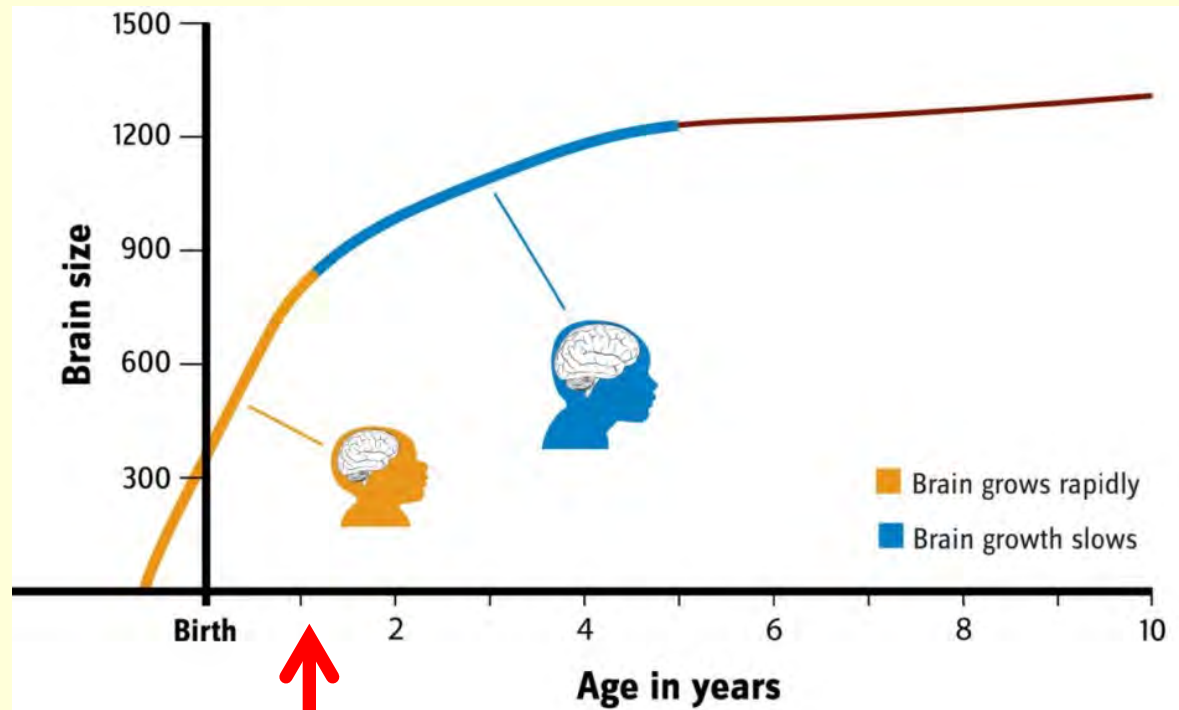
Chez le chimpanzé nouveau-né, cette proportion est de **40 %**.

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 :

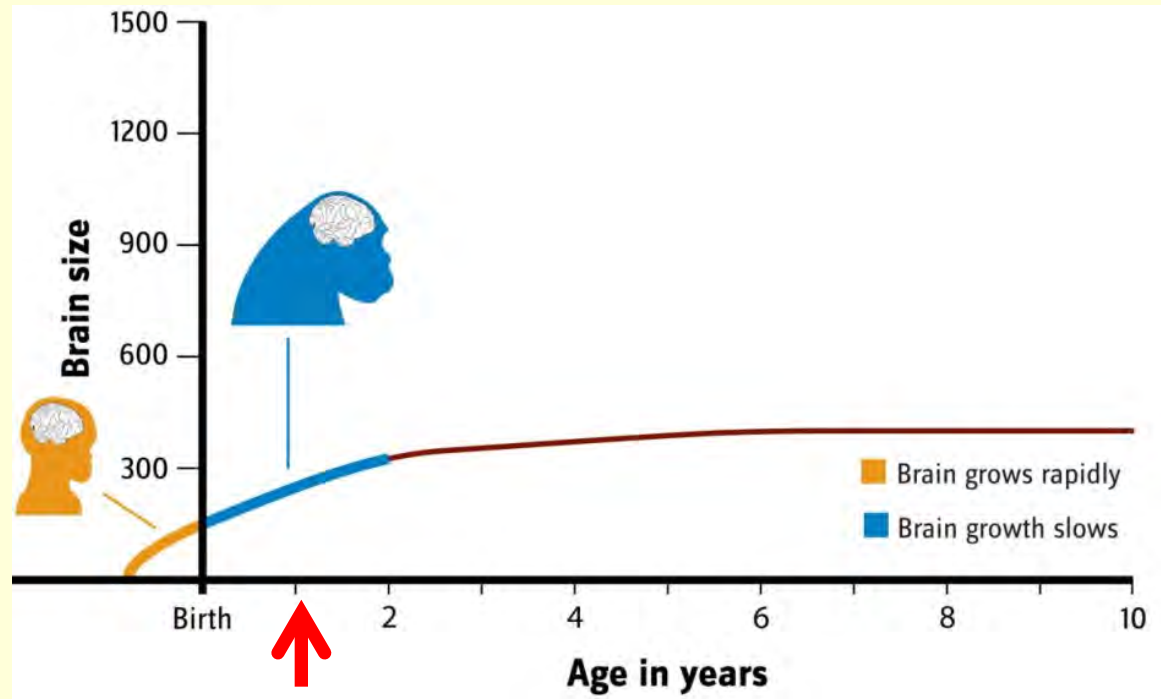
il est de loin **le moins précoce de tous les primates (« néoténie »)**.



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

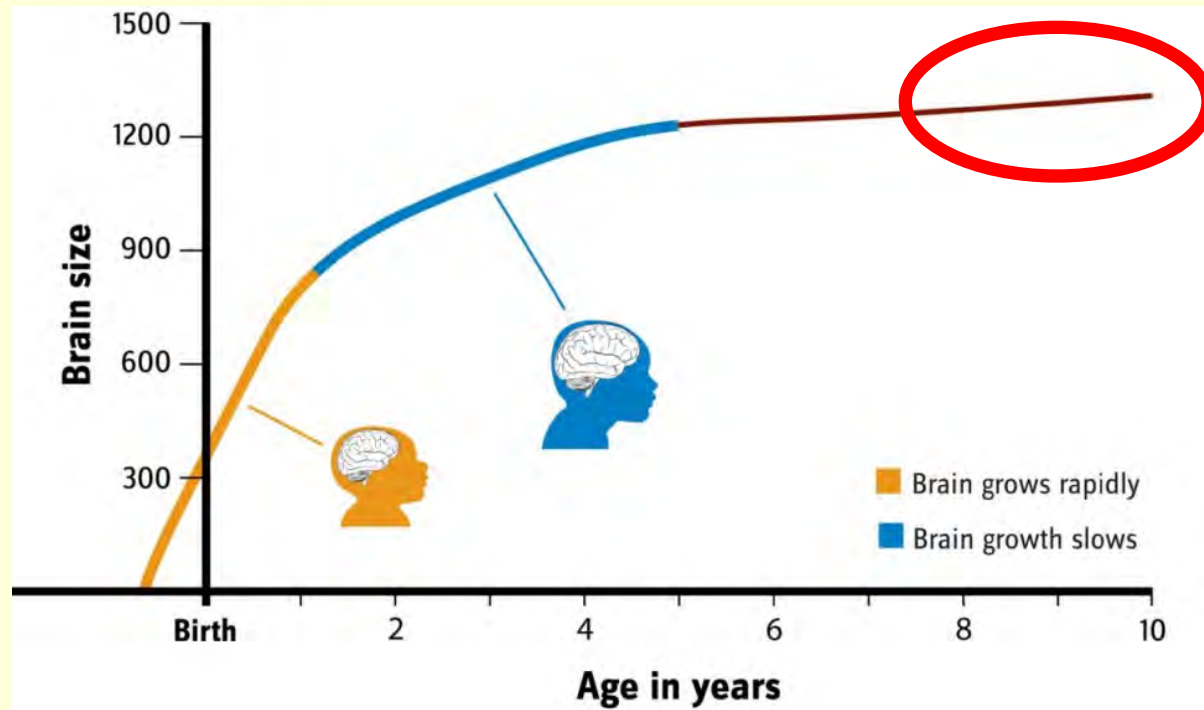


mais **80 %** chez notre plus proche parent

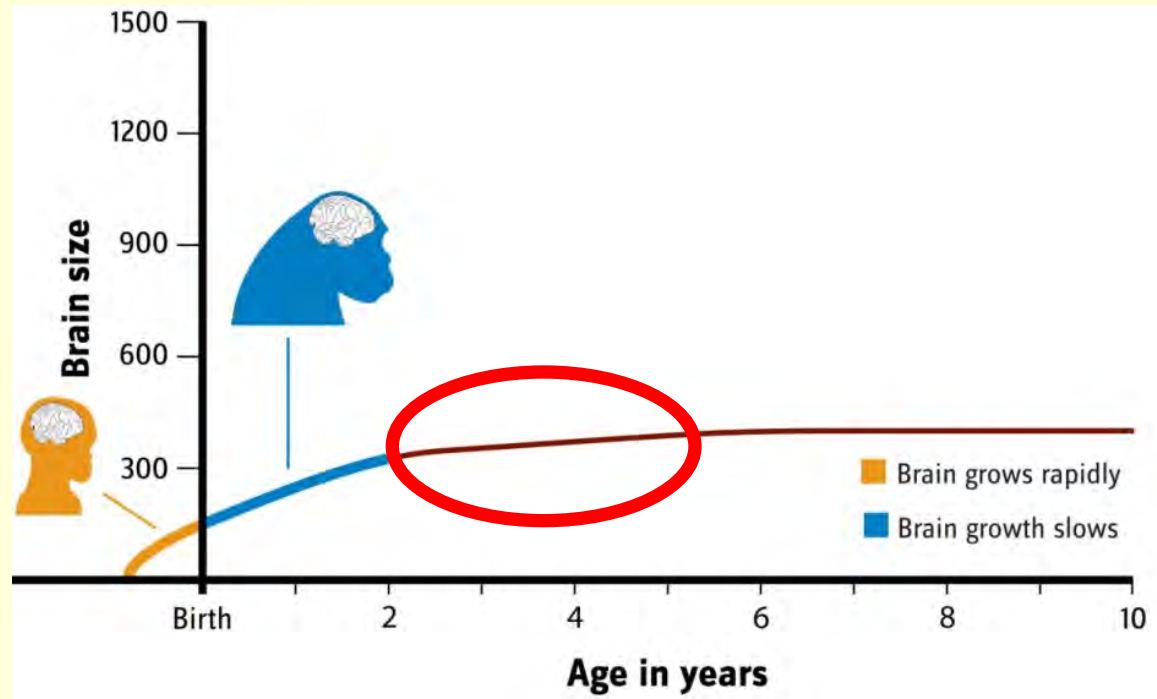


Le cerveau humain continue de croître jusqu'à **plus de dix ans.**

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

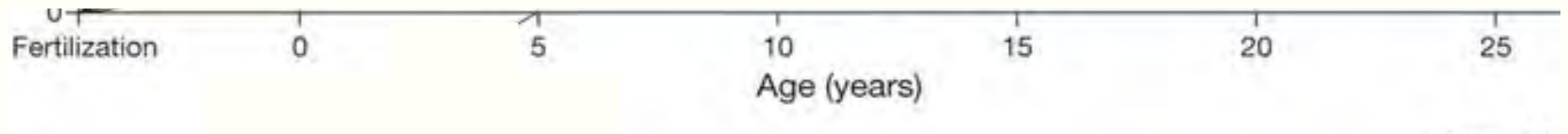


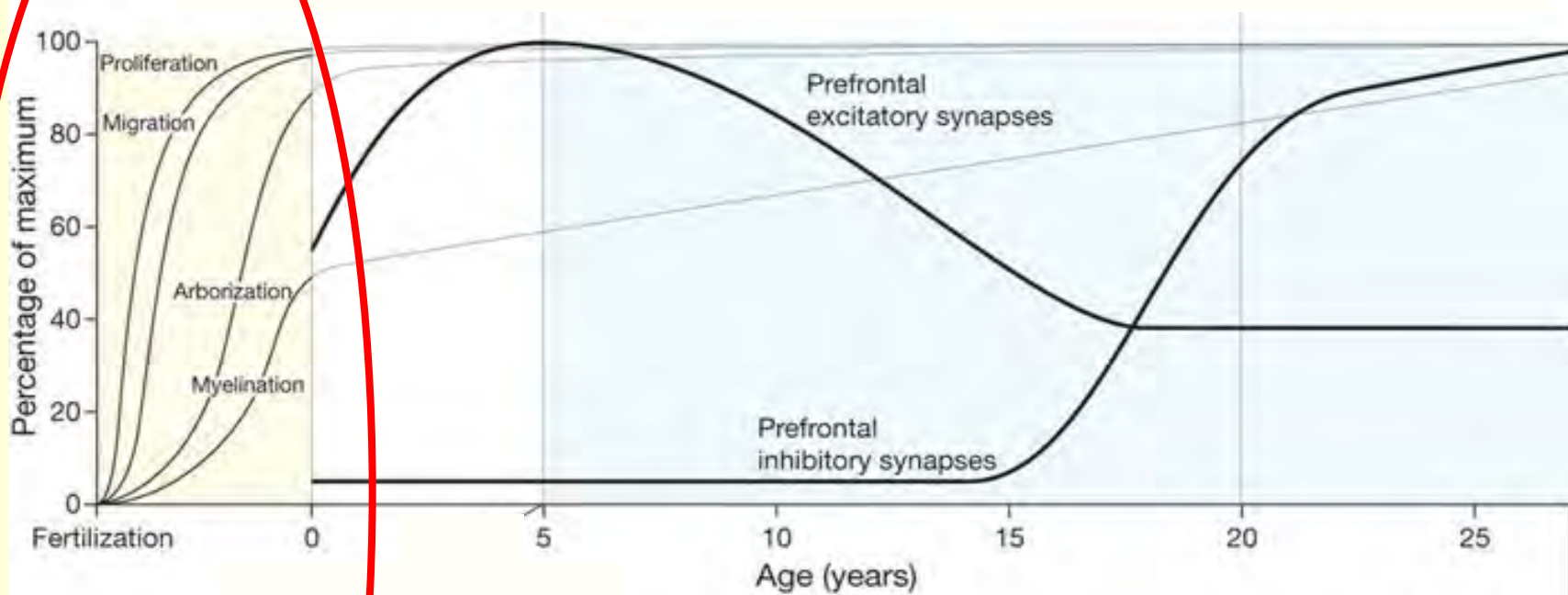
Celui du chimpanzé arrête à l'âge de **trois ou quatre ans.**

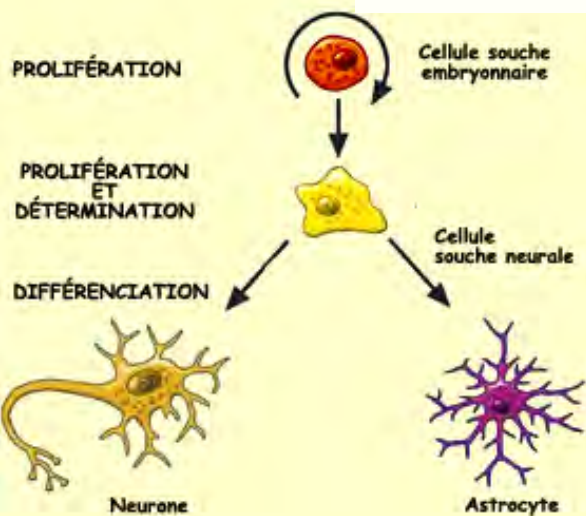
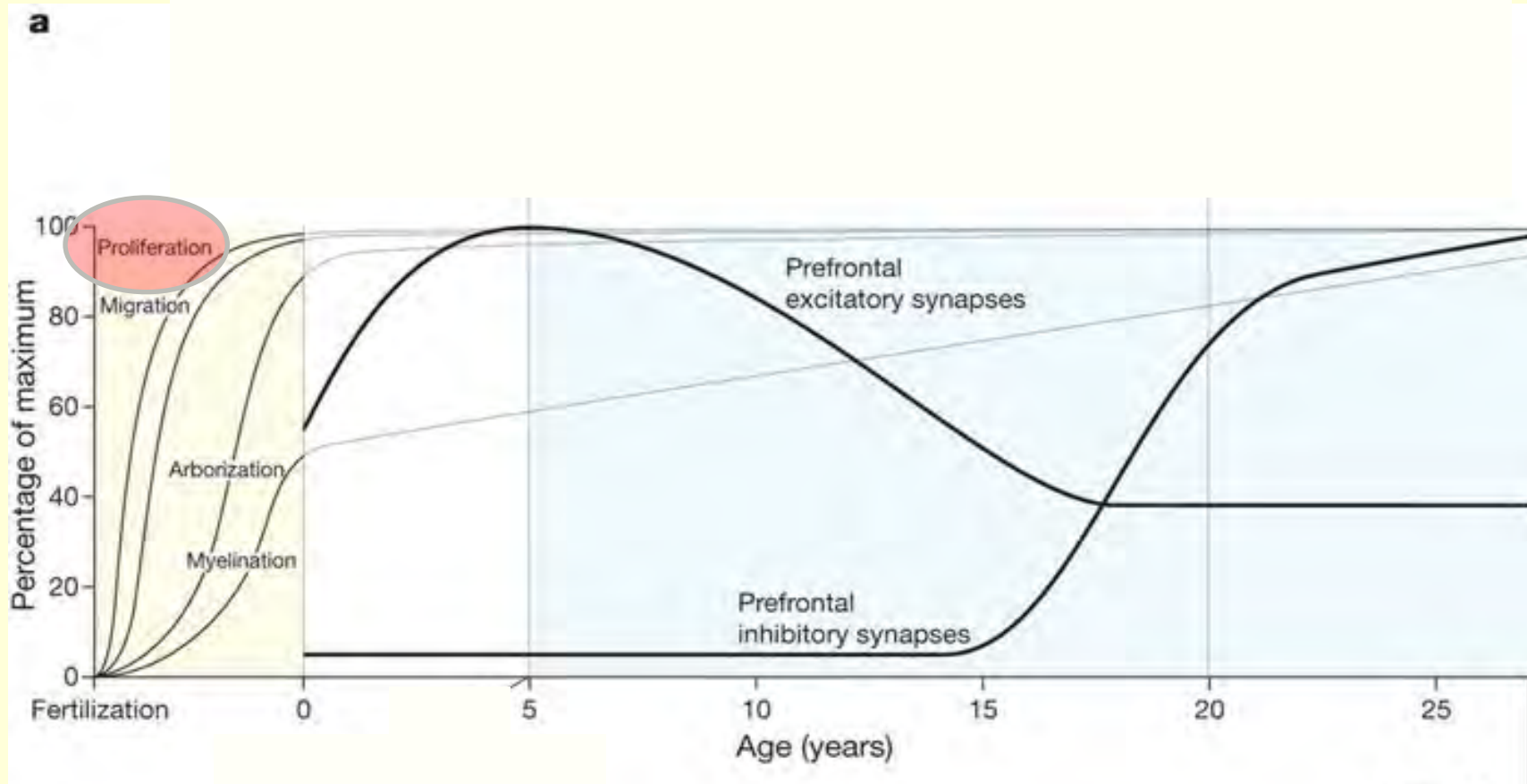


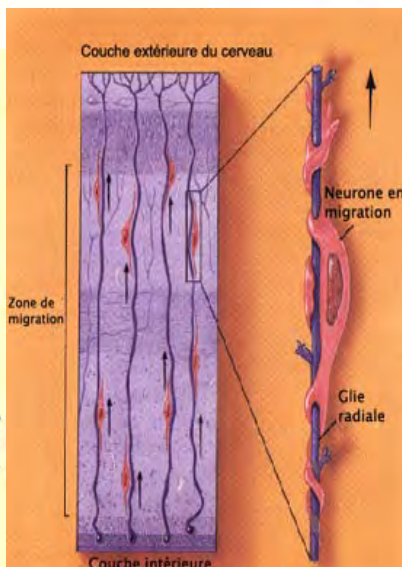
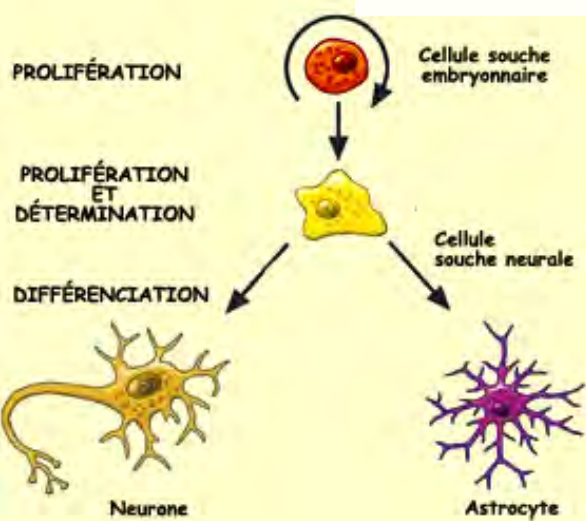
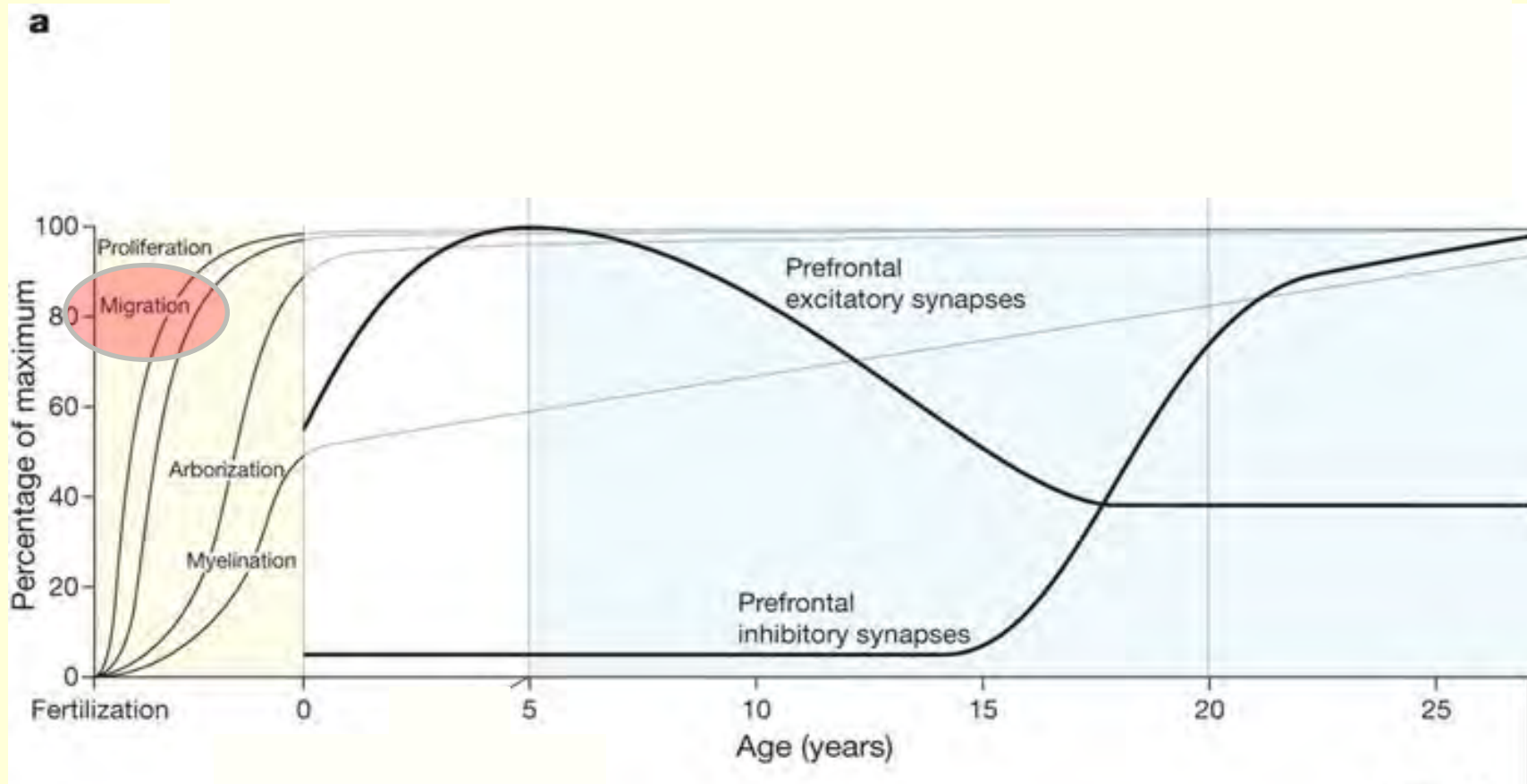


Comment se construit l'objet  
le plus complexe de l'univers connu  
en une vingtaine d'années ?

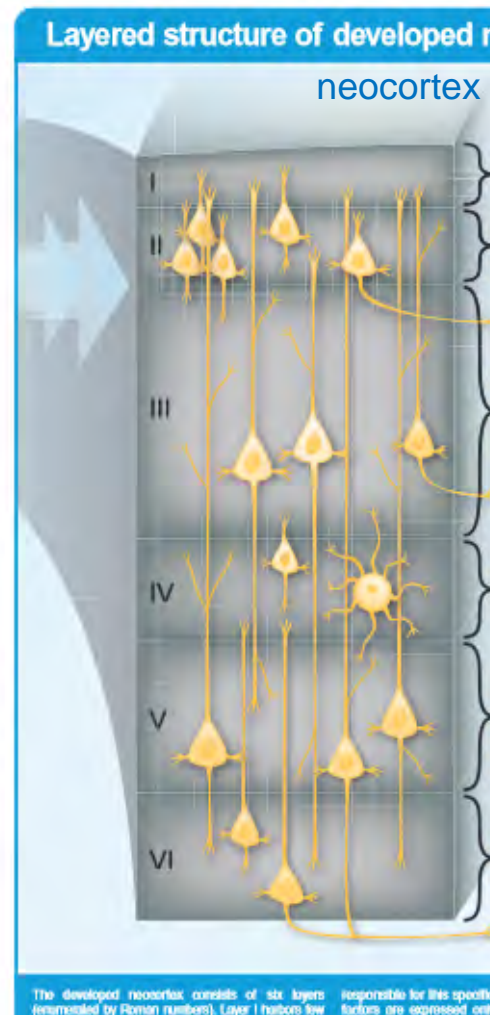
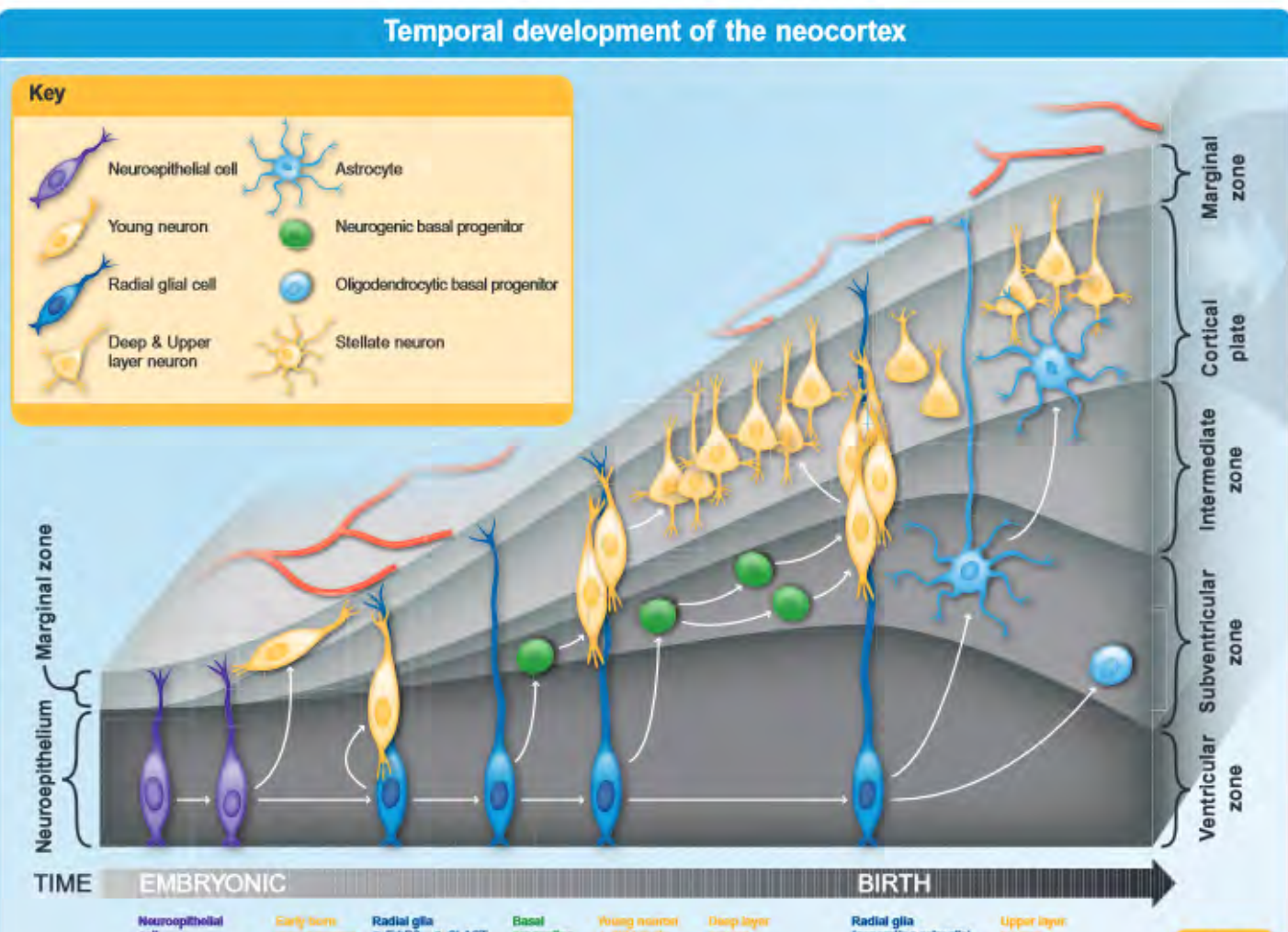


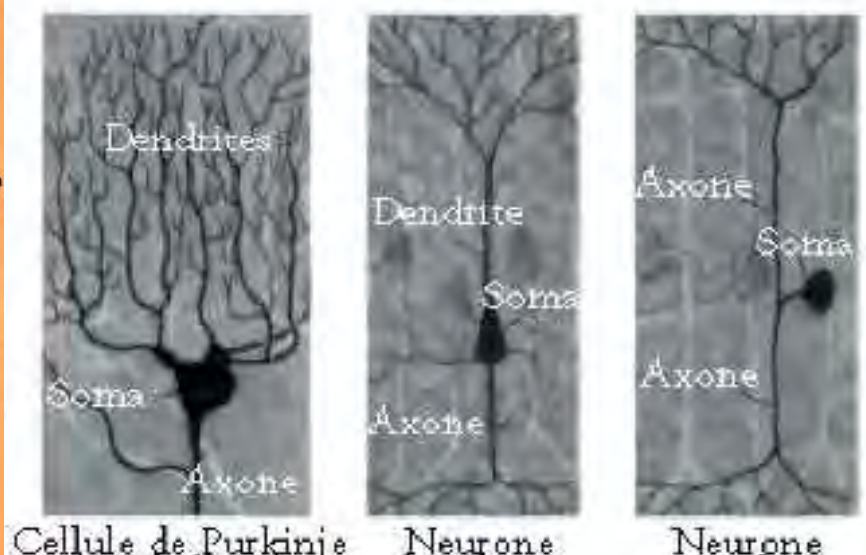
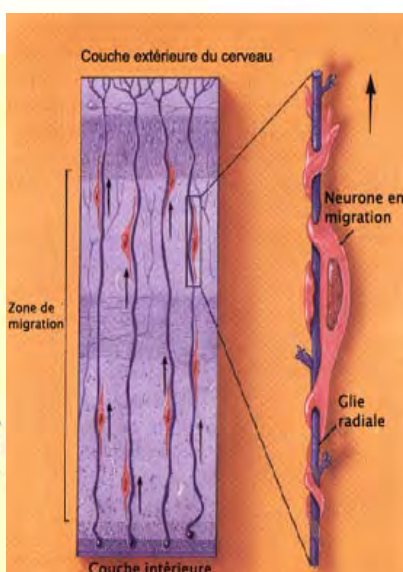
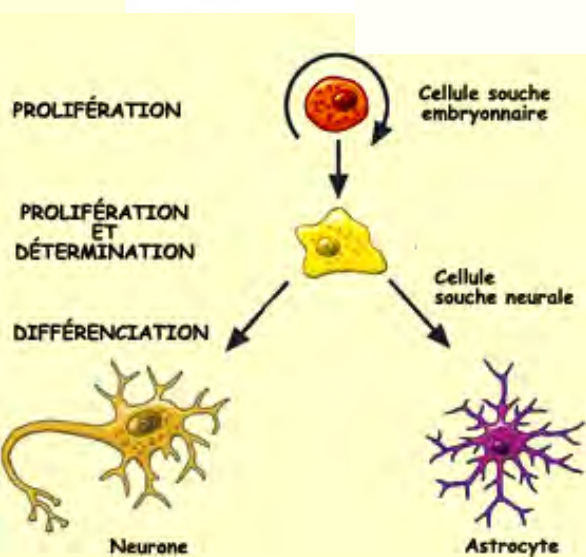
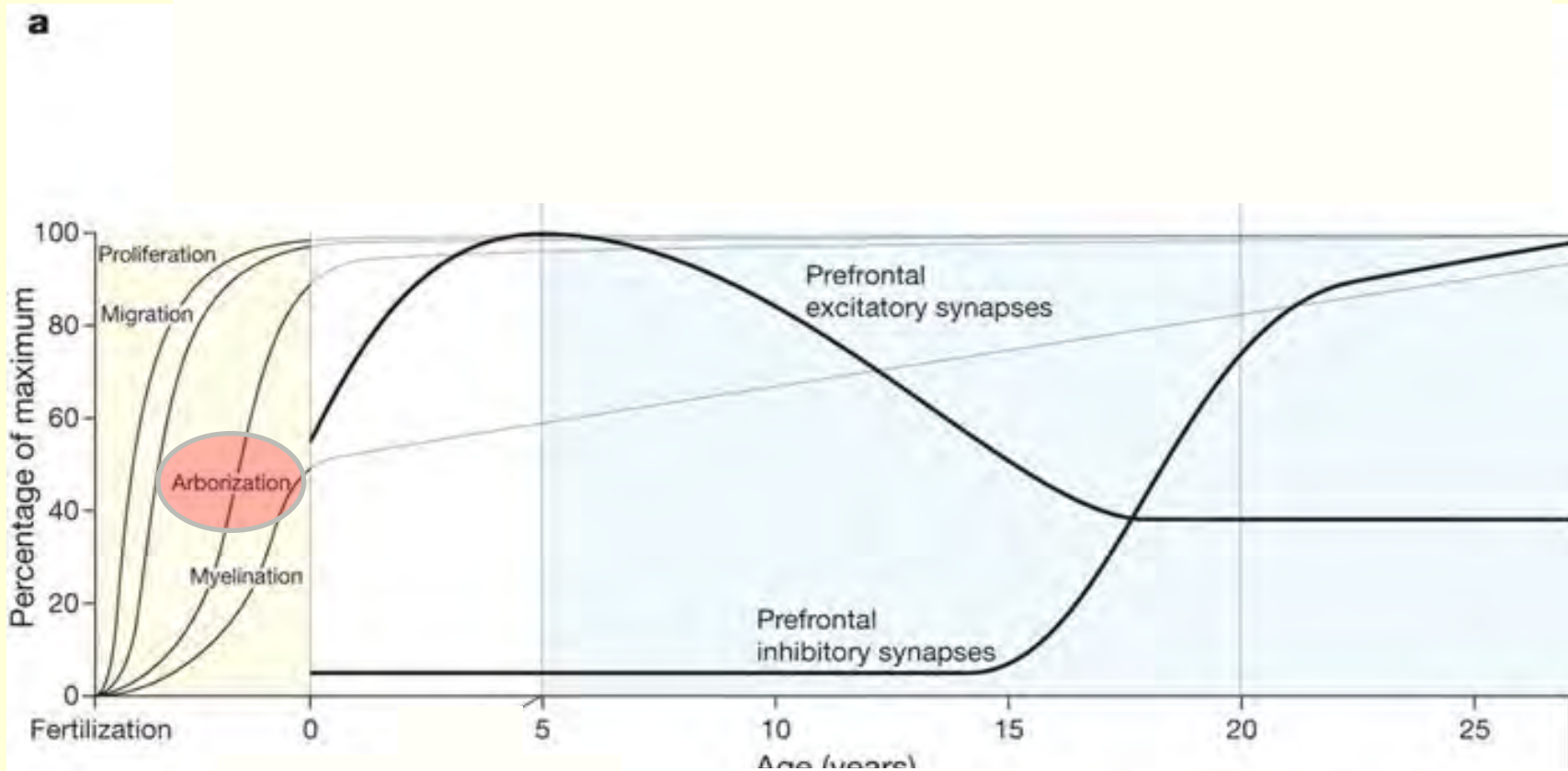






cela va globalement donner lieu à une véritable chorégraphie permettant par exemple ici aux **6 couches du cortex** de se structurer correctement.





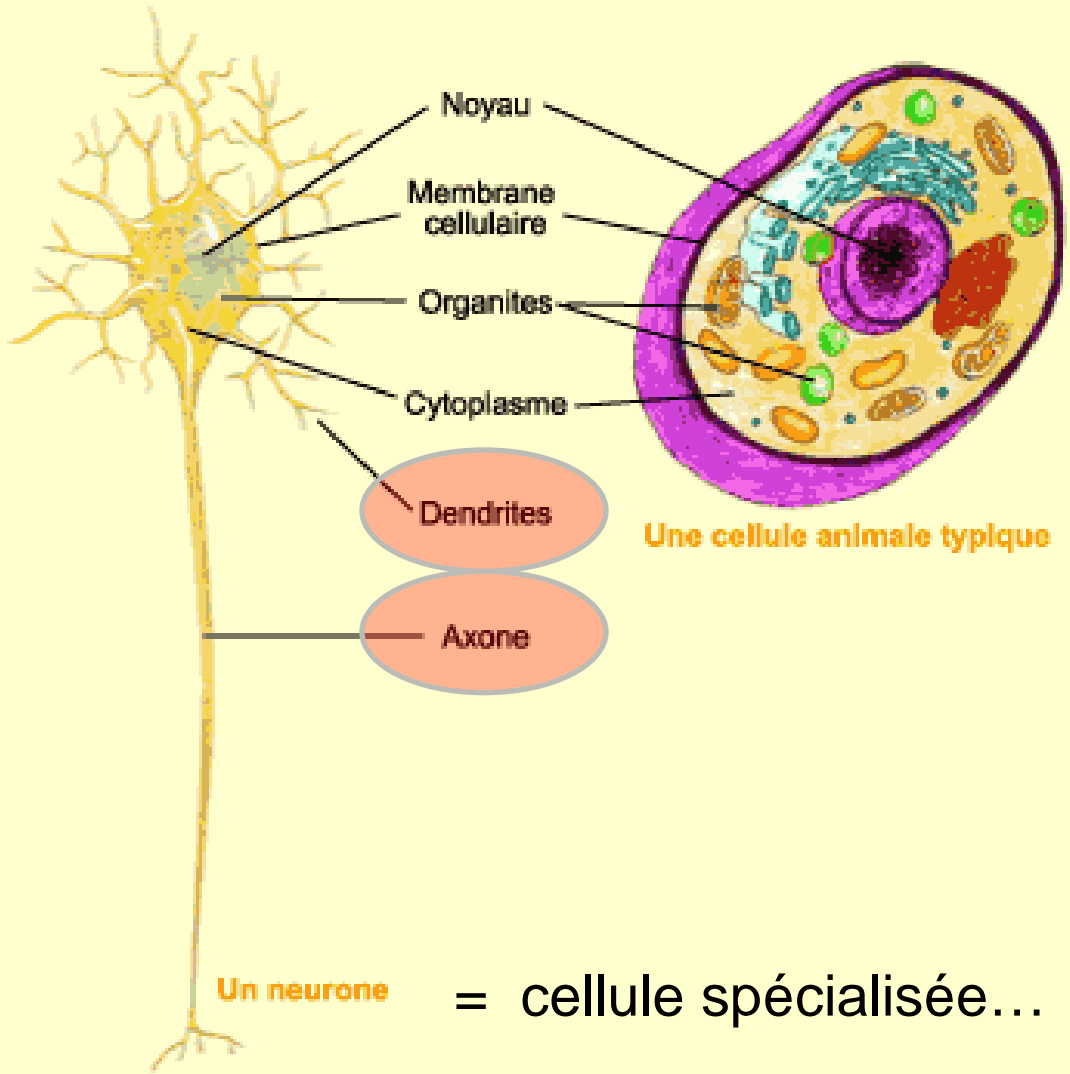
**Social**

**Psychologique**

**Cérébral**

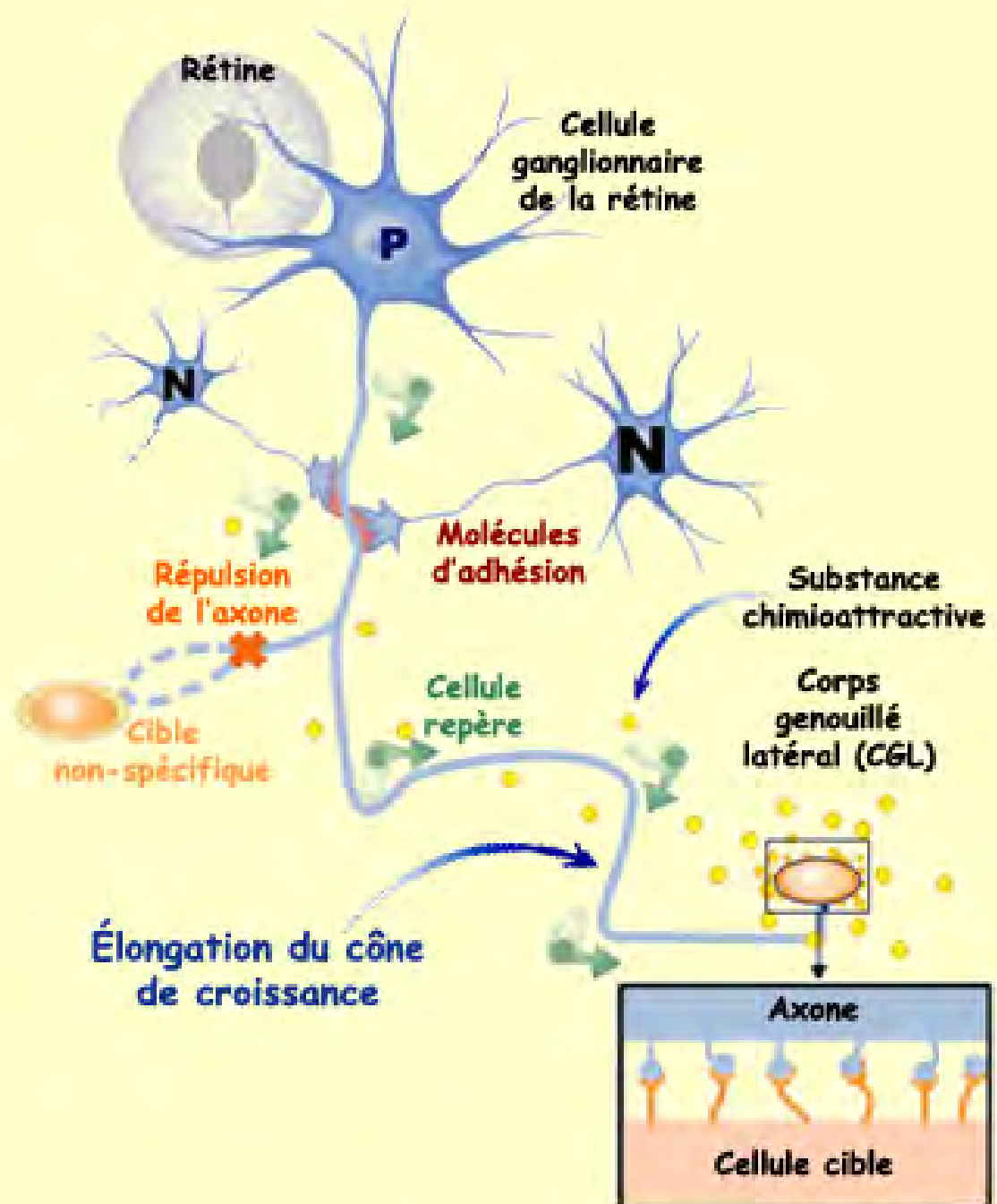
**Cellulaire**

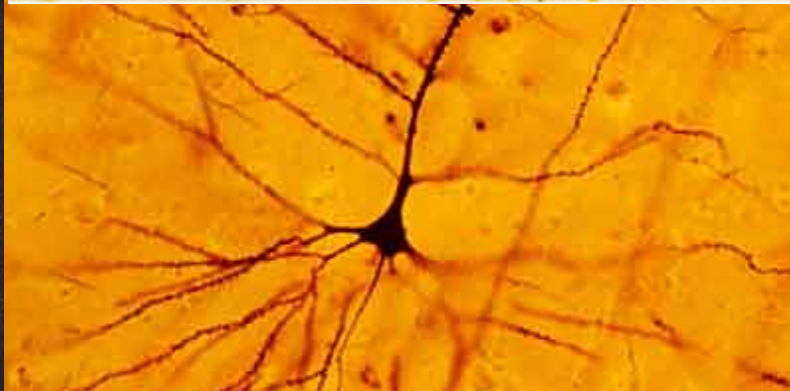
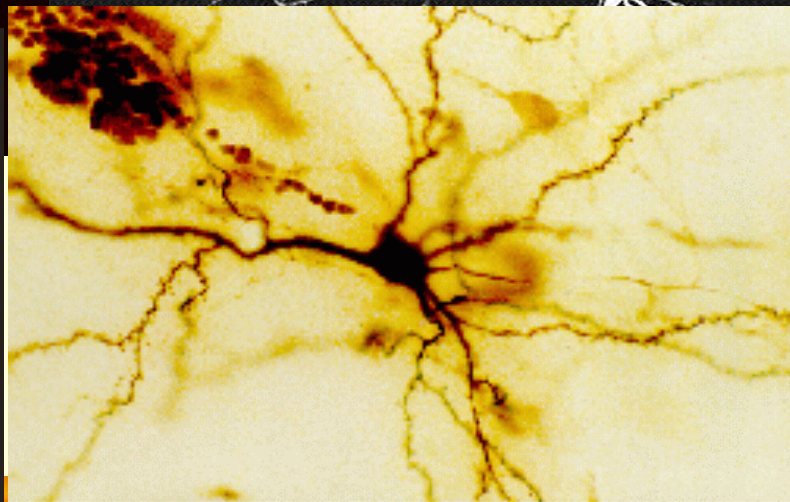
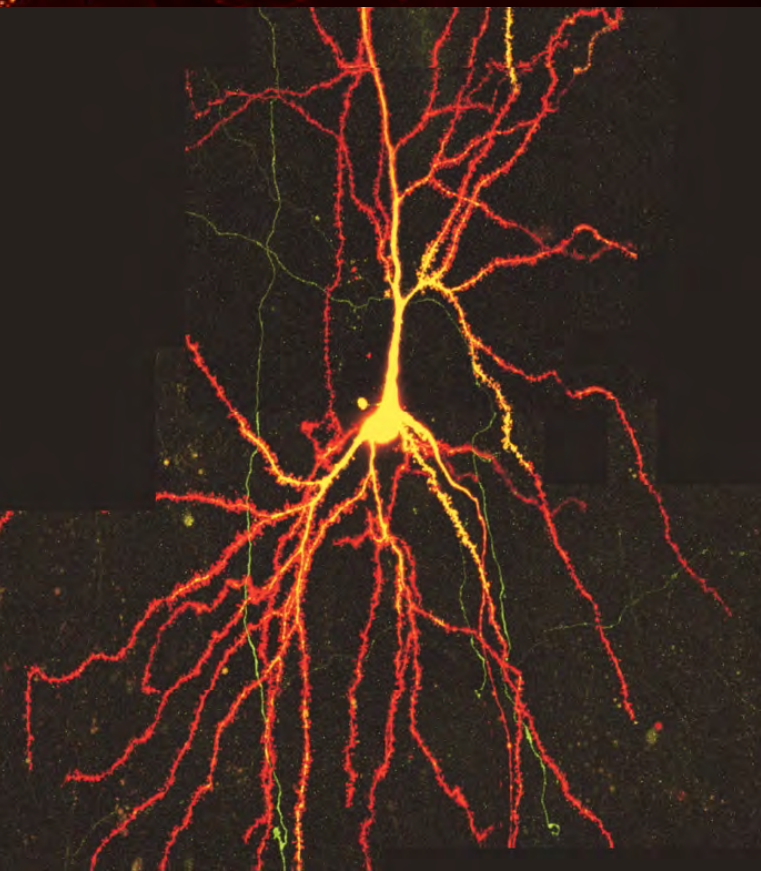
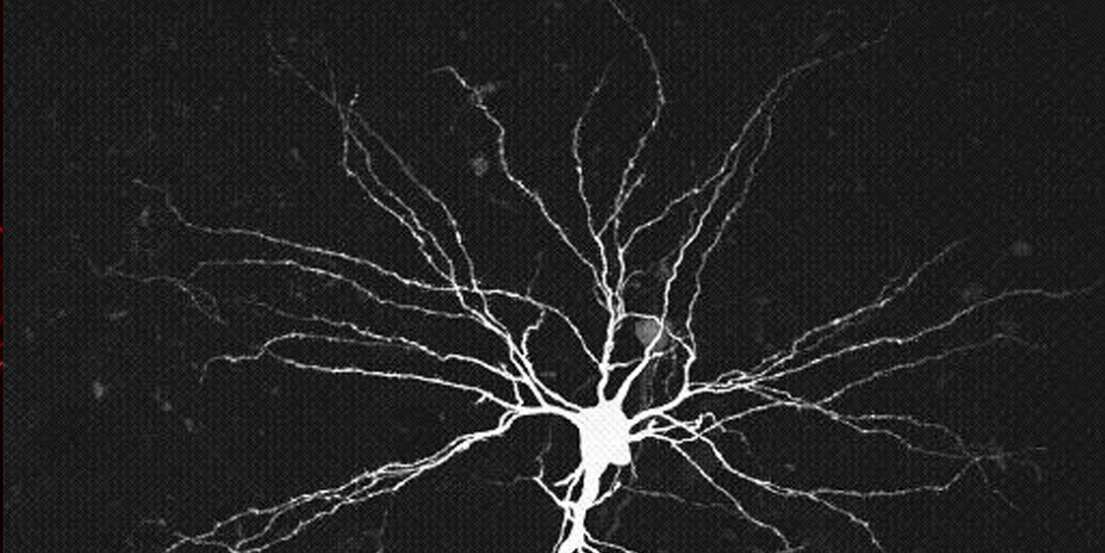
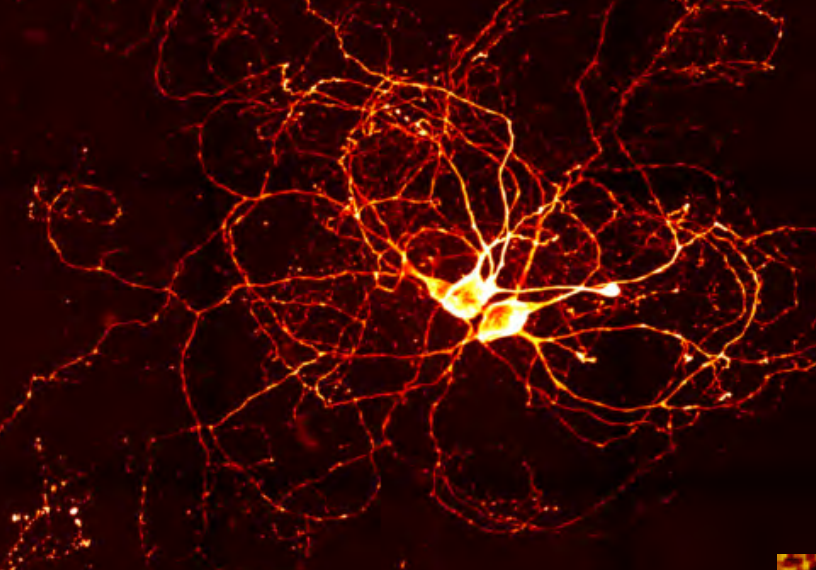
**Moléculaire**





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



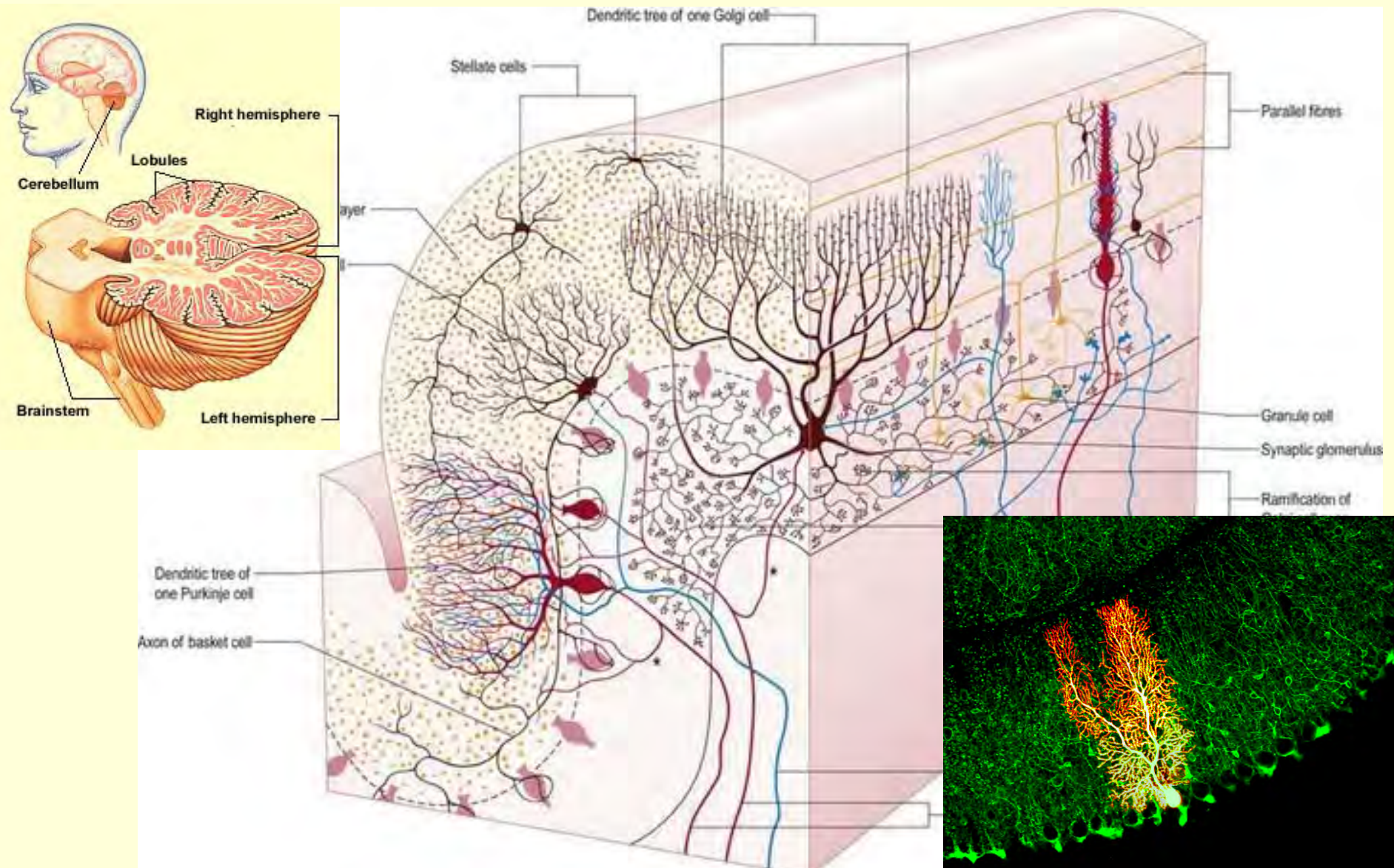


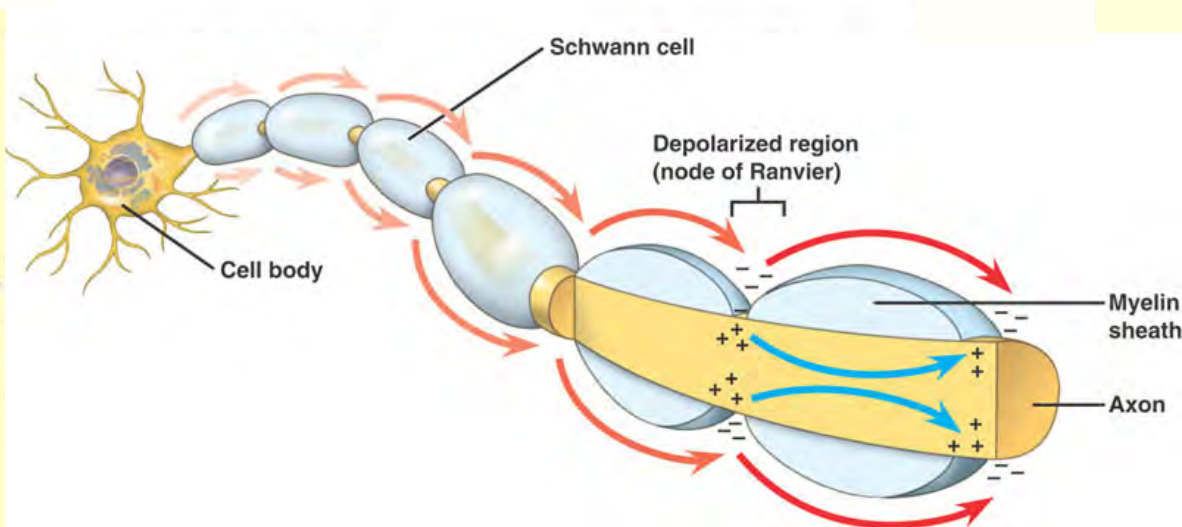
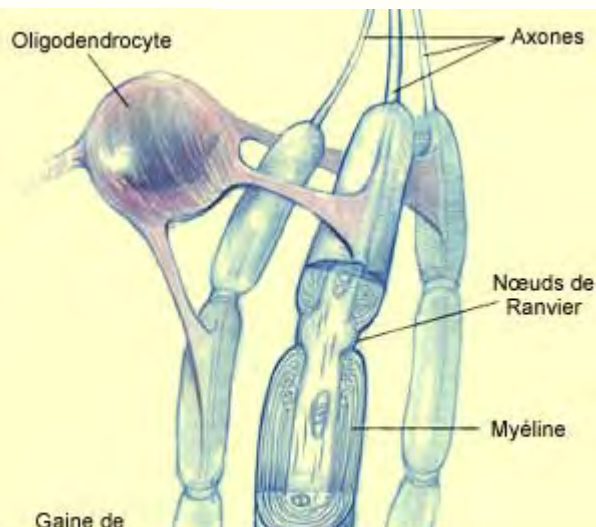
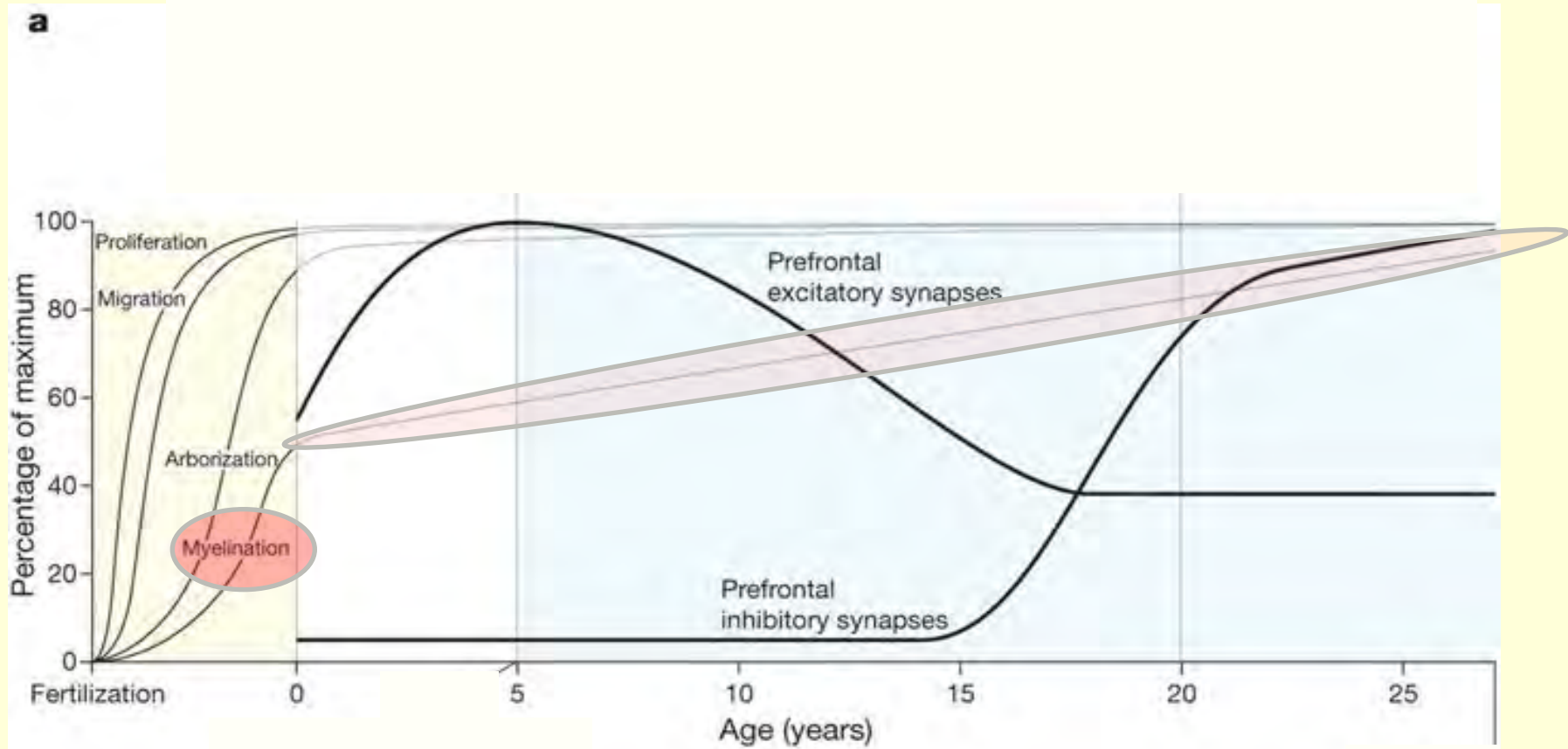
Très grand nombre de types de neurones différents

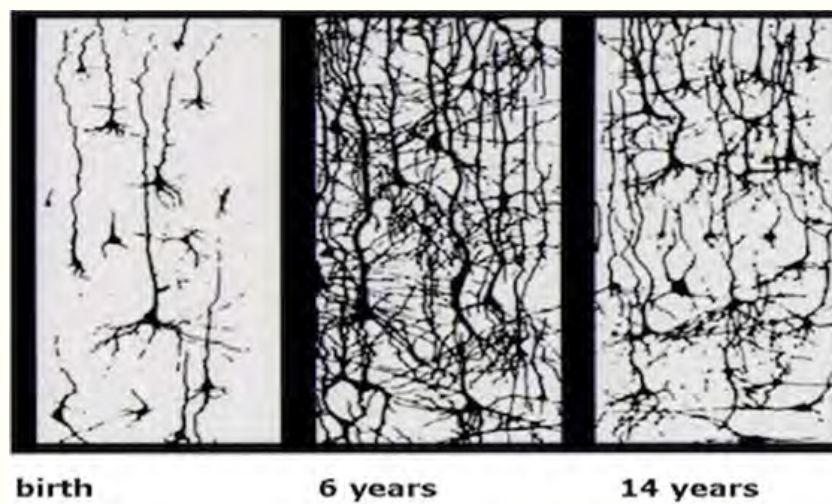
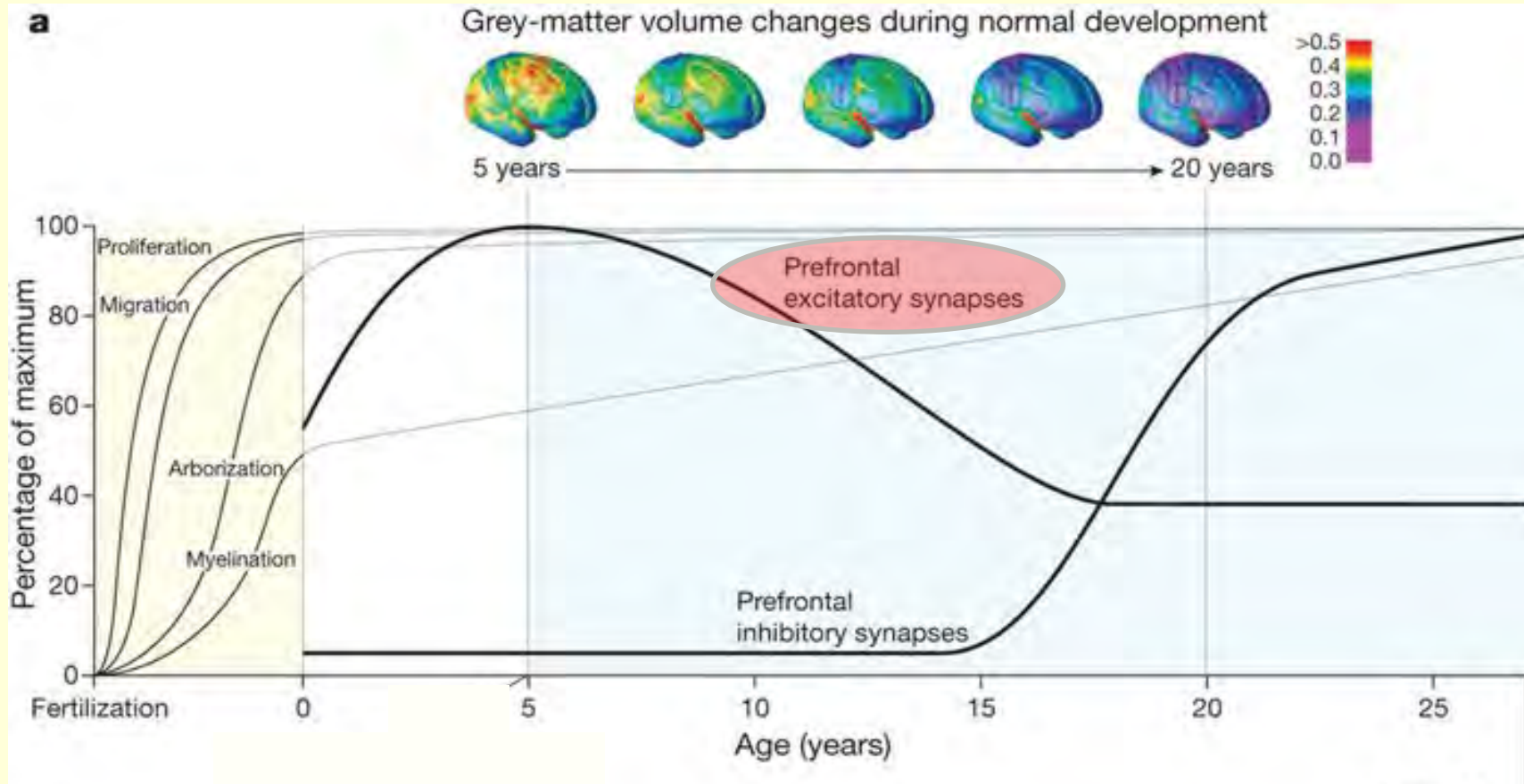
(estimé à plus de 1 000 et peut-être beaucoup plus, voire un continuum de types...).

<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.

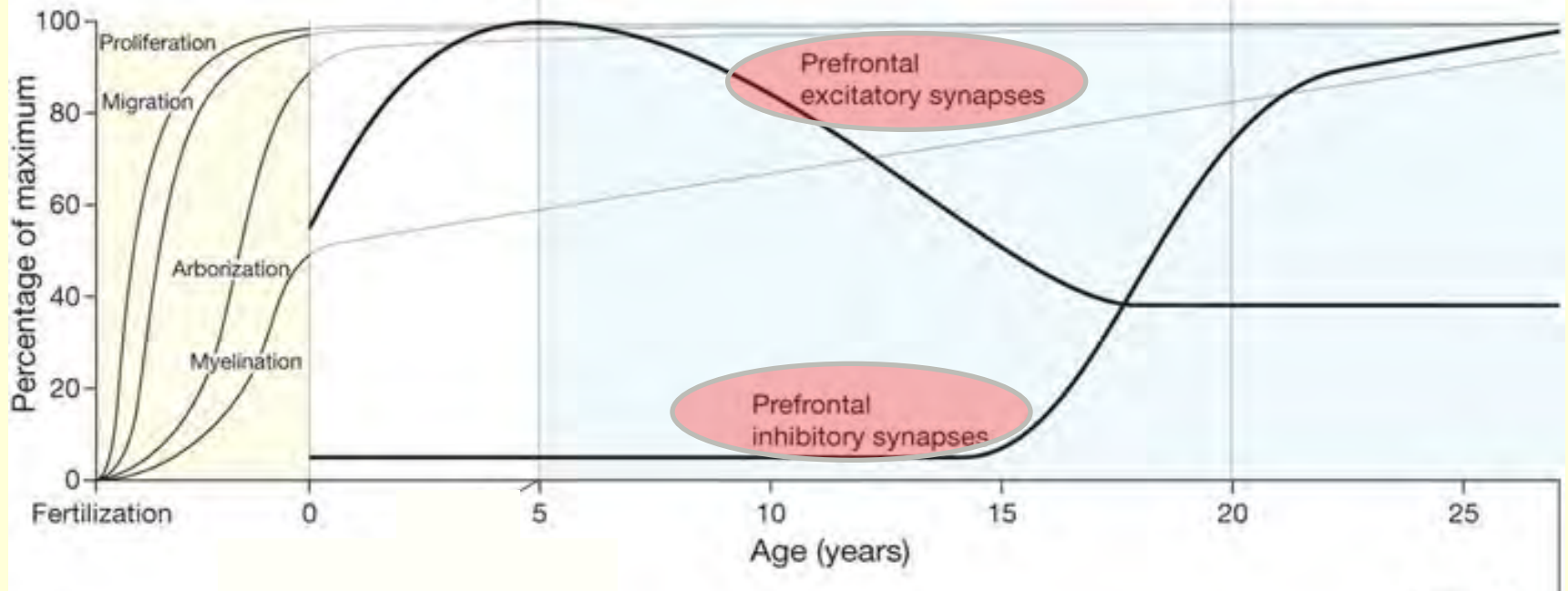
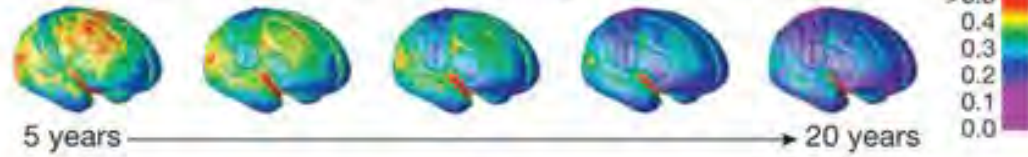






**a**

### Grey-matter volume changes during normal development



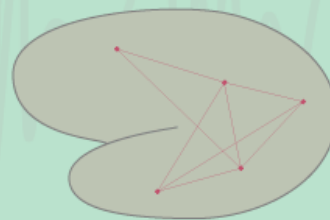
Like a sandpile, the **brain** is balanced at the edge of stability.



Both **excitation** and **inhibition** attract the brain toward distinct patterns of relatively simple activity.

The balance of excitation and inhibition creates a **critical state**.

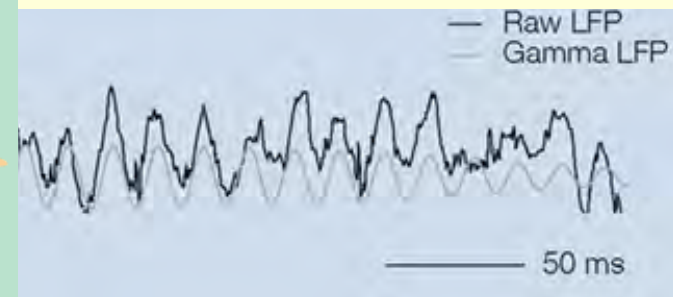
In the critical state, the brain can generate complex **activity** spanning many time scales.



As you build a sandpile, it grows **bigger** until its slope reaches a certain steepness that results in a critical state.



Adding more sand then triggers **avalanches** of many spatial scales, ranging from a few grains to sizable portions of the sandpile itself.



## Imagine this:

The pile is built from **glass beads**. The smooth beads do not stick well, and the fragile pile collapses once it reaches a critical mass.

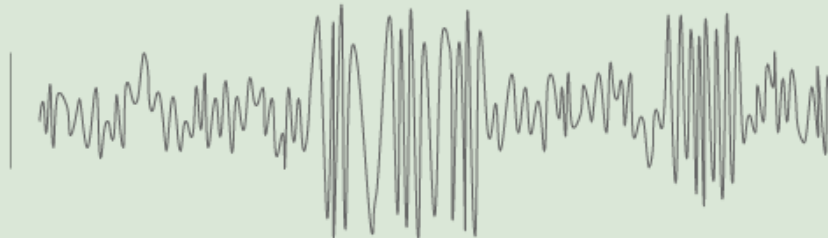


This is analogous to a state of excessive neural **excitation**:

storms of excitatory bursting interrupt complex signaling and form **seizures**.

### excessive neural excitation

electrode



Un cerveau qui serait entièrement dominé par le **glutamate** serait seulement capable de **s'exciter** et de produire des **rafales répétées** d'activité comme lors d'une **crise d'épilepsie**.



## Imagine this:

Now the pile is built from **wet sand**: the wet sand is sticky, resulting in few avalanches as the cohesiveness of the sand is too high.



This is analogous to a state of excessive neural **inhibition**:

excitatory drive cannot overcome the suffocating grip of synaptic inhibition, hampering neural computations that depend on complex signaling.

### excessive neural inhibition

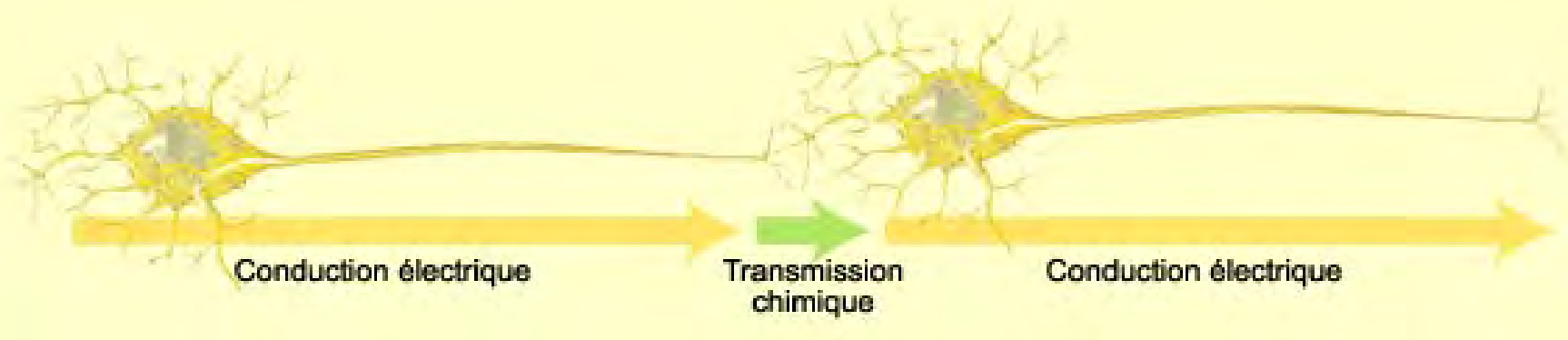
electrode

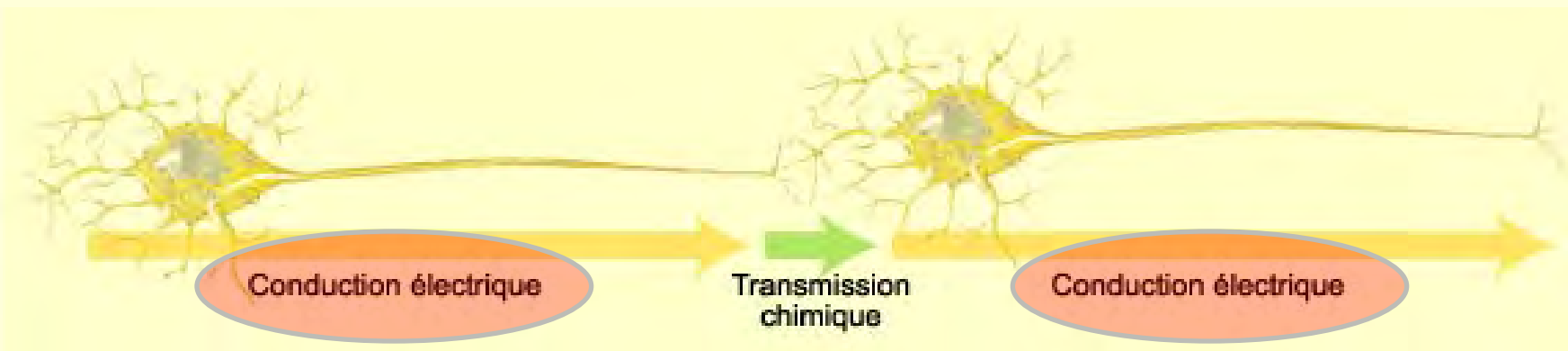


À l'opposé, un cerveau qui serait entièrement dominé par le **GABA** serait extrêmement silencieux, donc avec **très peu de synchronisation** d'activité possible

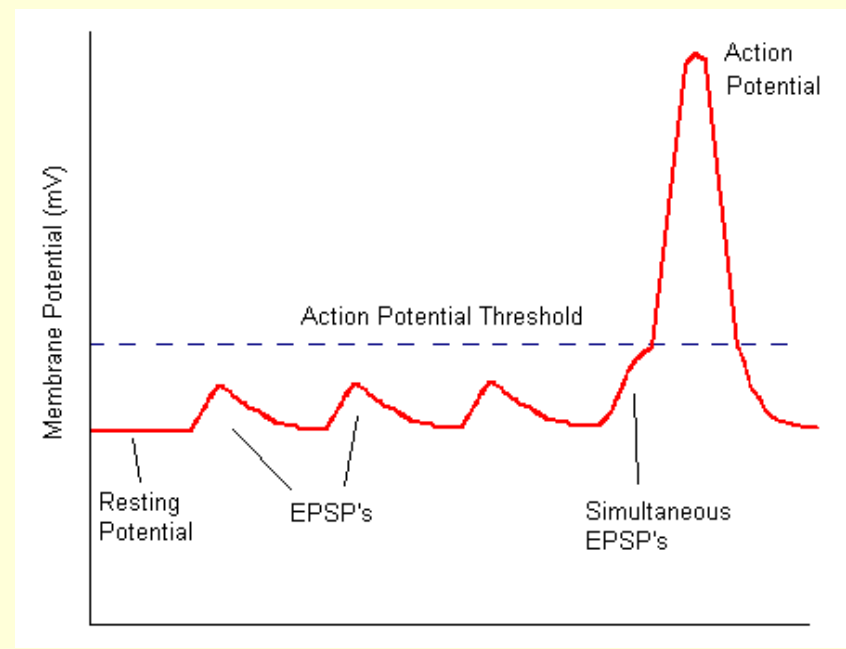
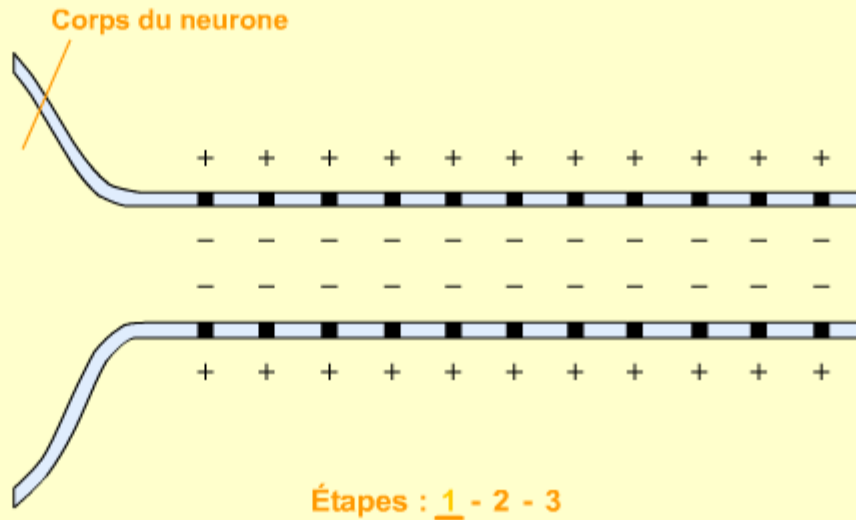
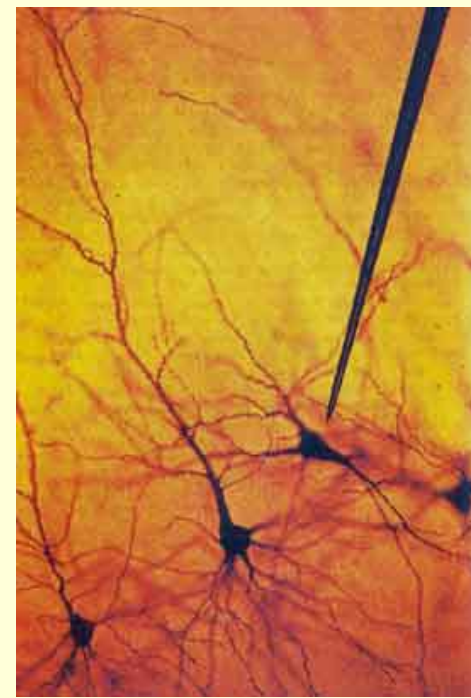
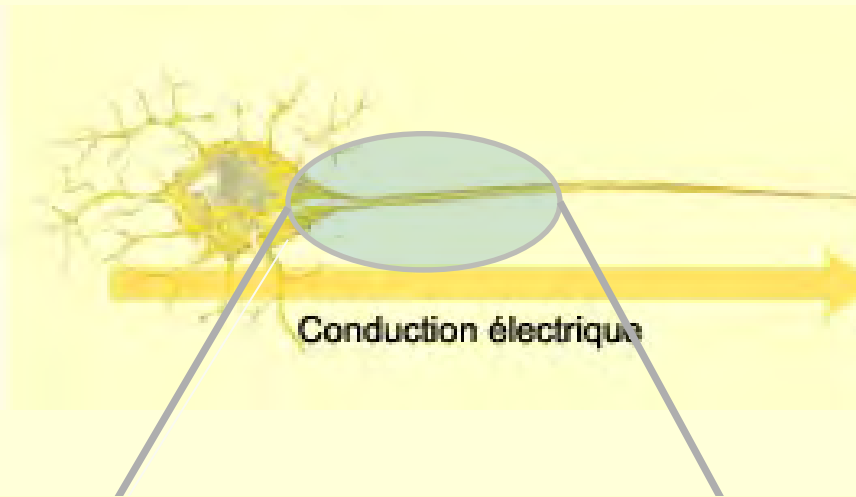
(nécessaire pour une communication cérébrale adéquate)

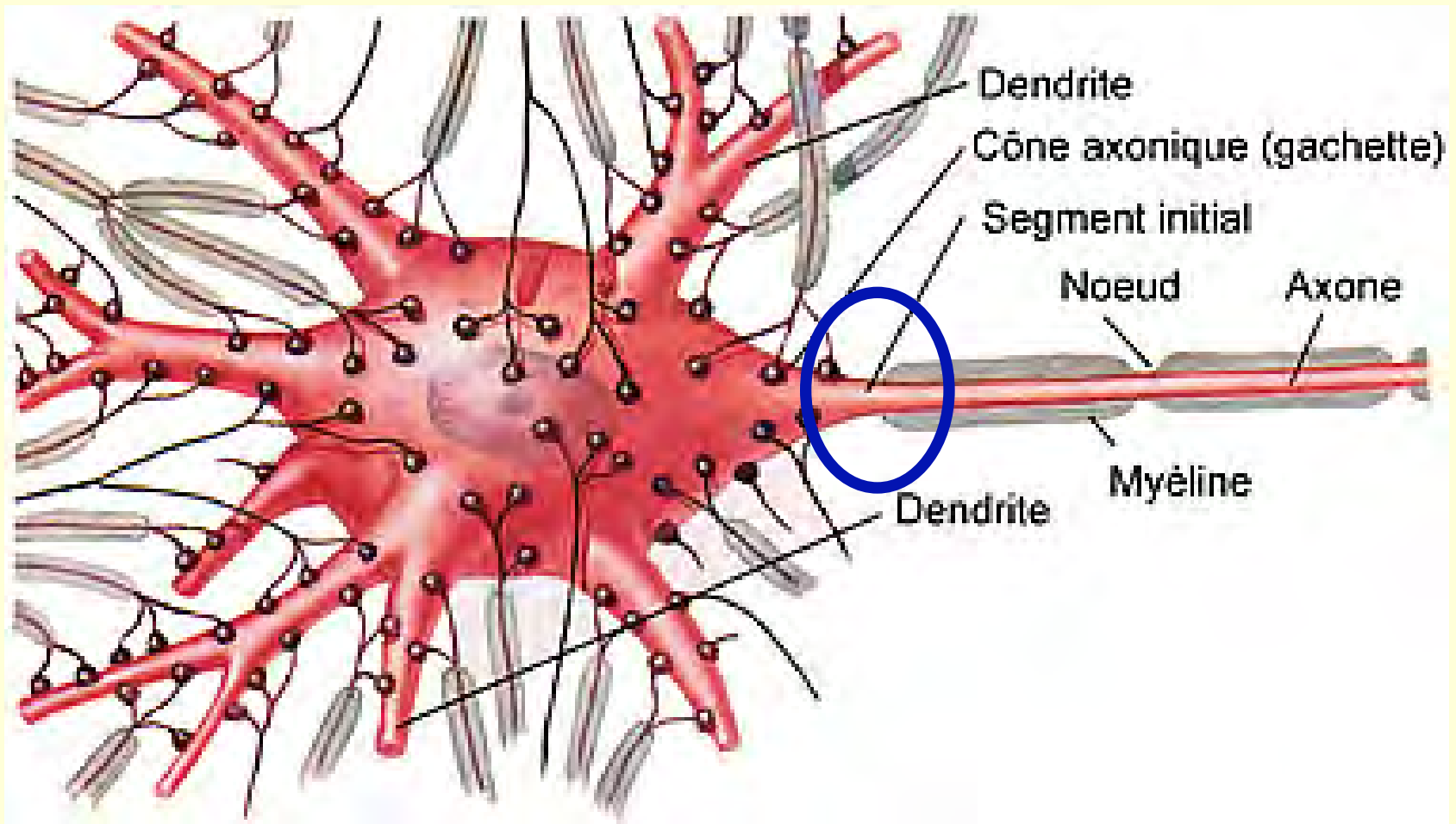
On finalise donc notre développement grâce à l'activité dans nos circuits de neurones générée par les **interactions** répétées de notre boucle sensori-motrice avec notre **environnement**.



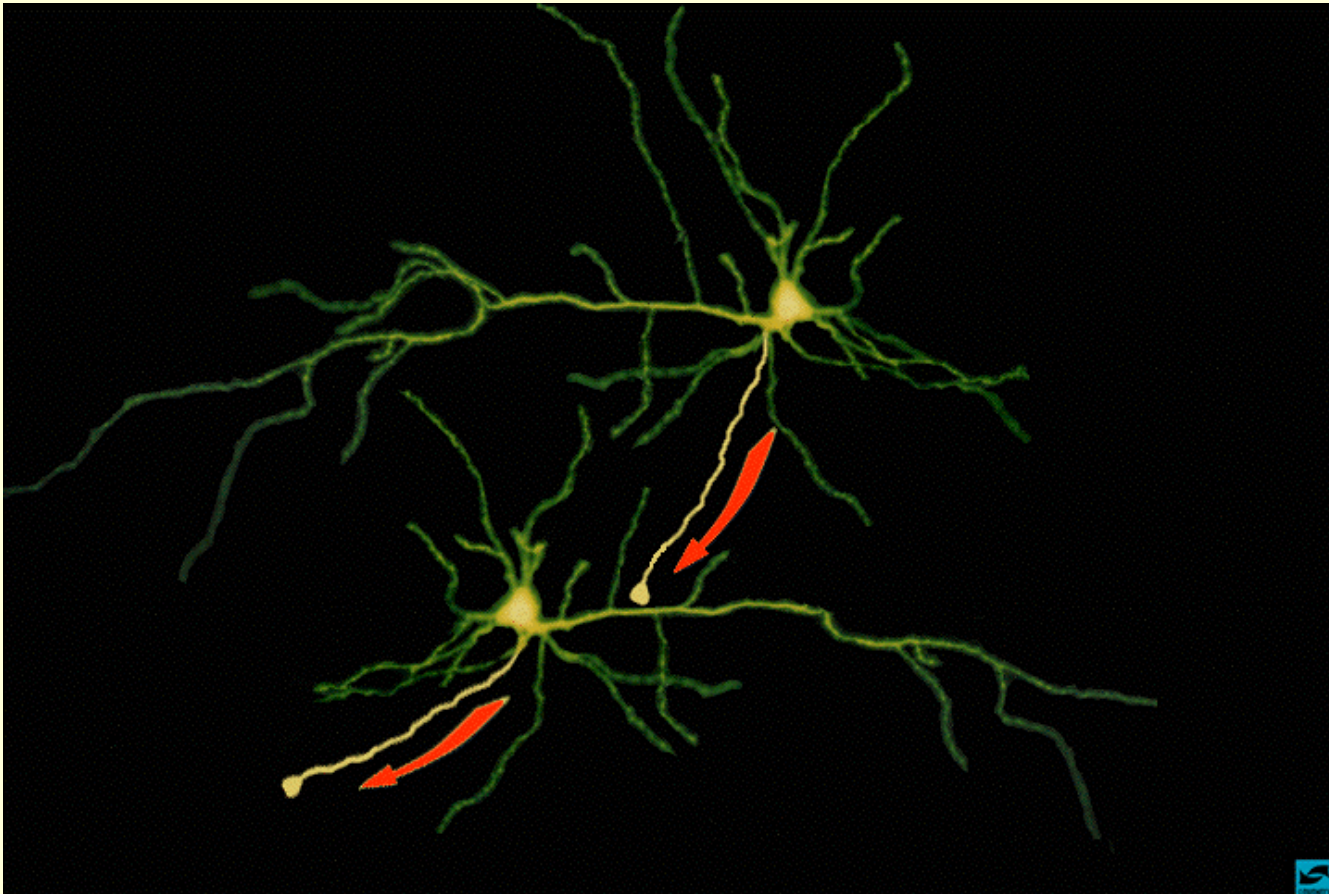


Cette activité nerveuses dans les circuits neuronaux est rendue possible par **deux mécanismes complémentaires**

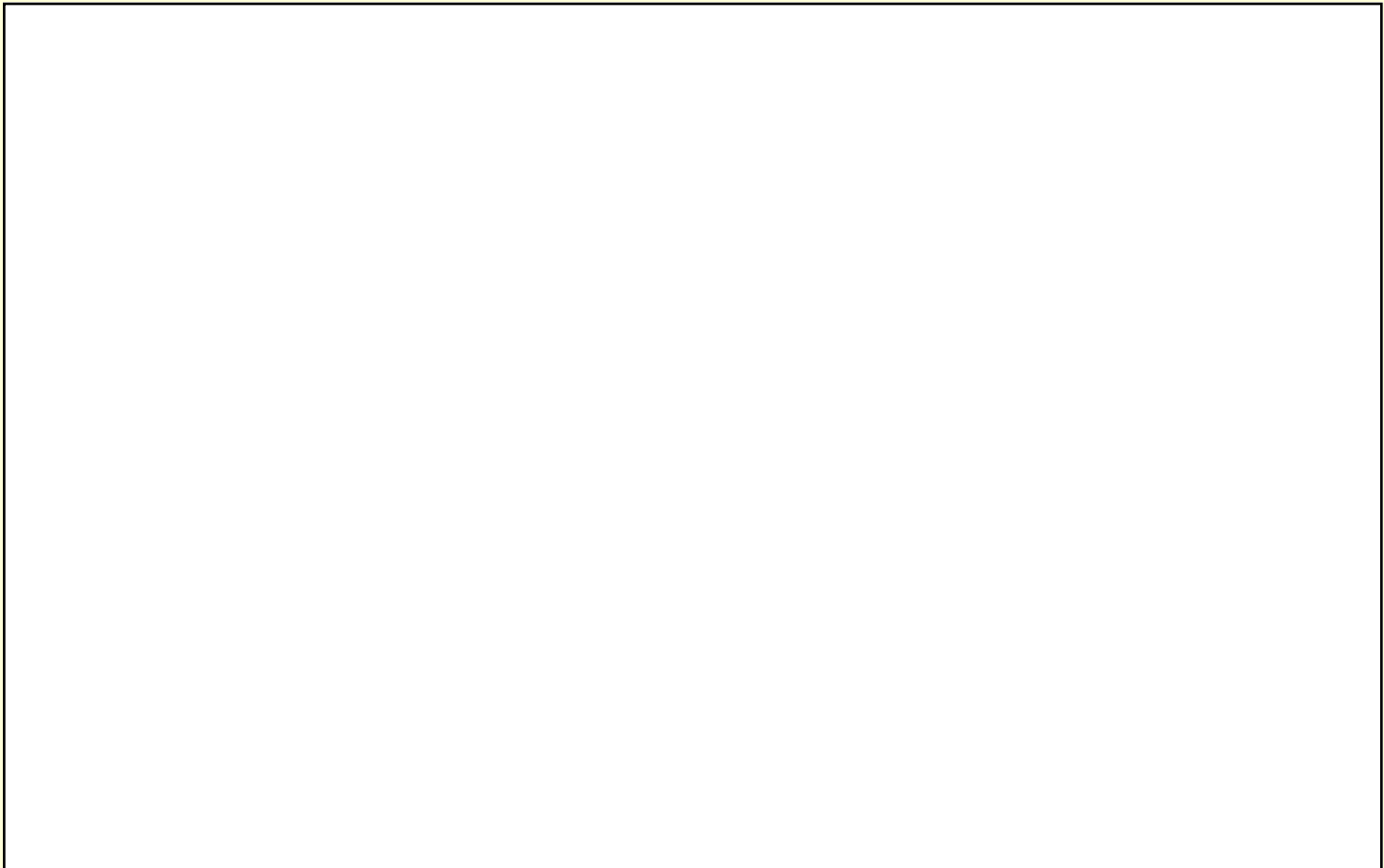


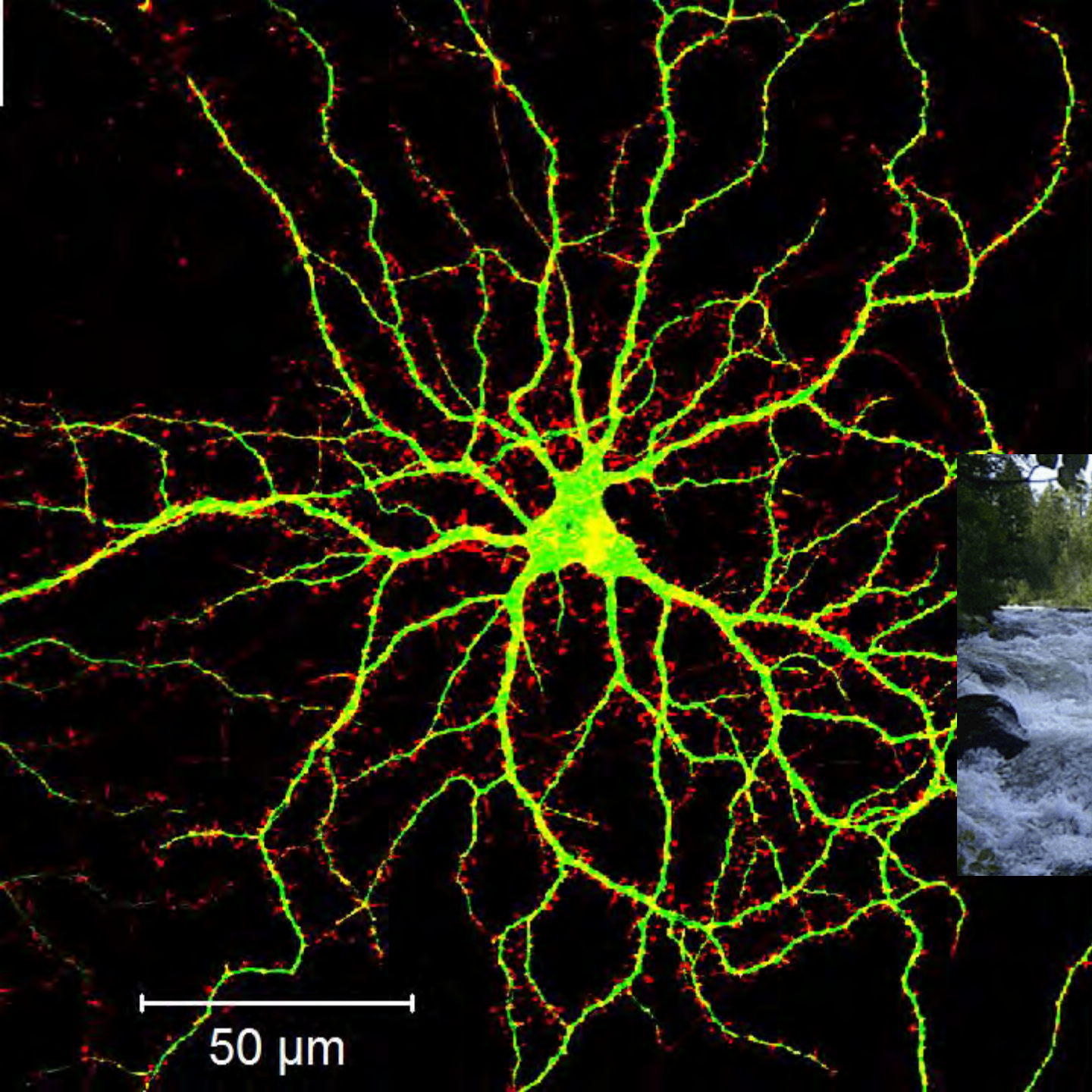


*« Le fait qu'une cellule vivante se soit adaptée en une structure capable de recevoir et **d'intégrer** des données, de **prendre des décisions** fondées sur ces données, et **d'envoyer des signaux** aux autres cellules en fonction du résultat de cette intégration est un exploit remarquable de l'évolution.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



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

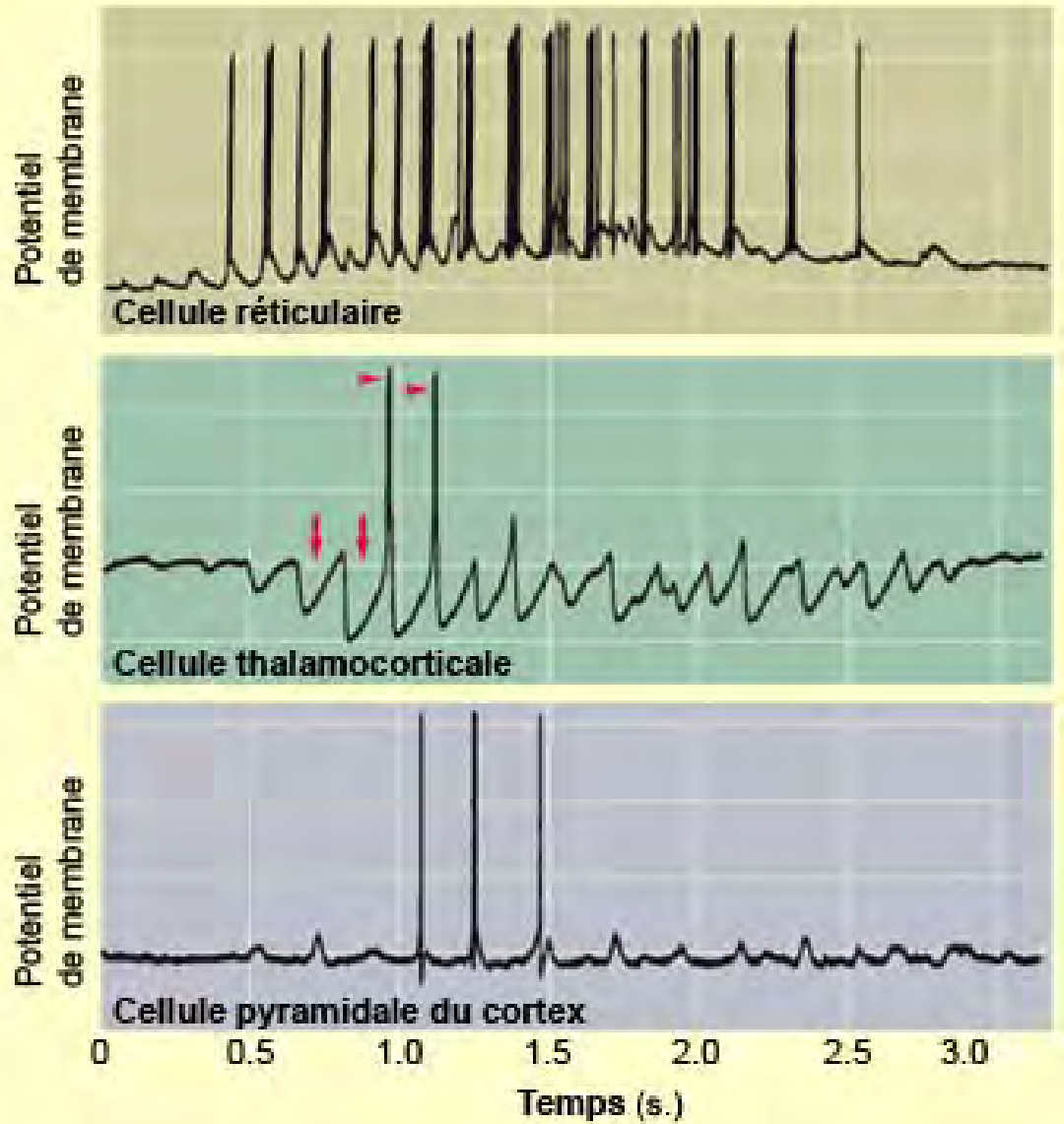
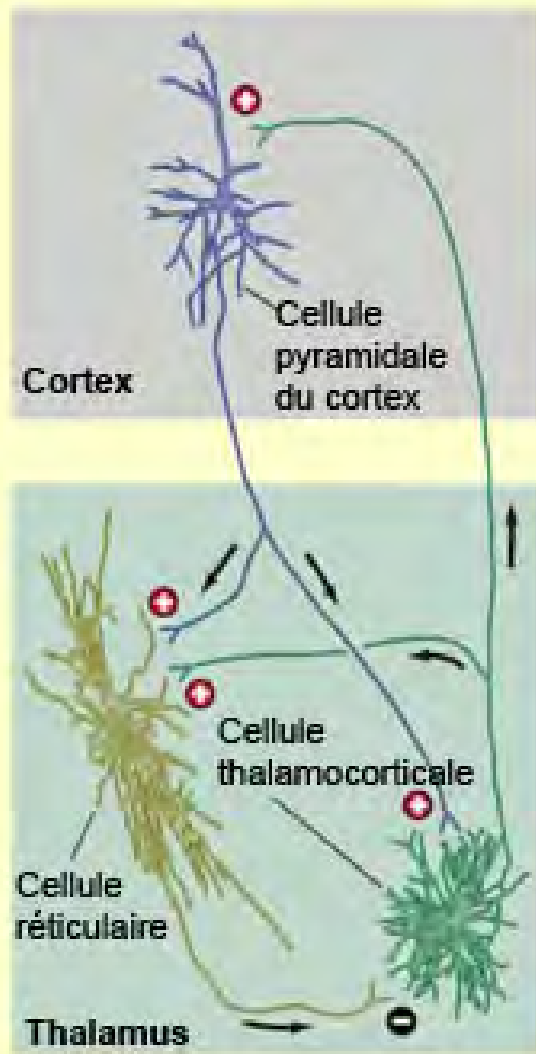




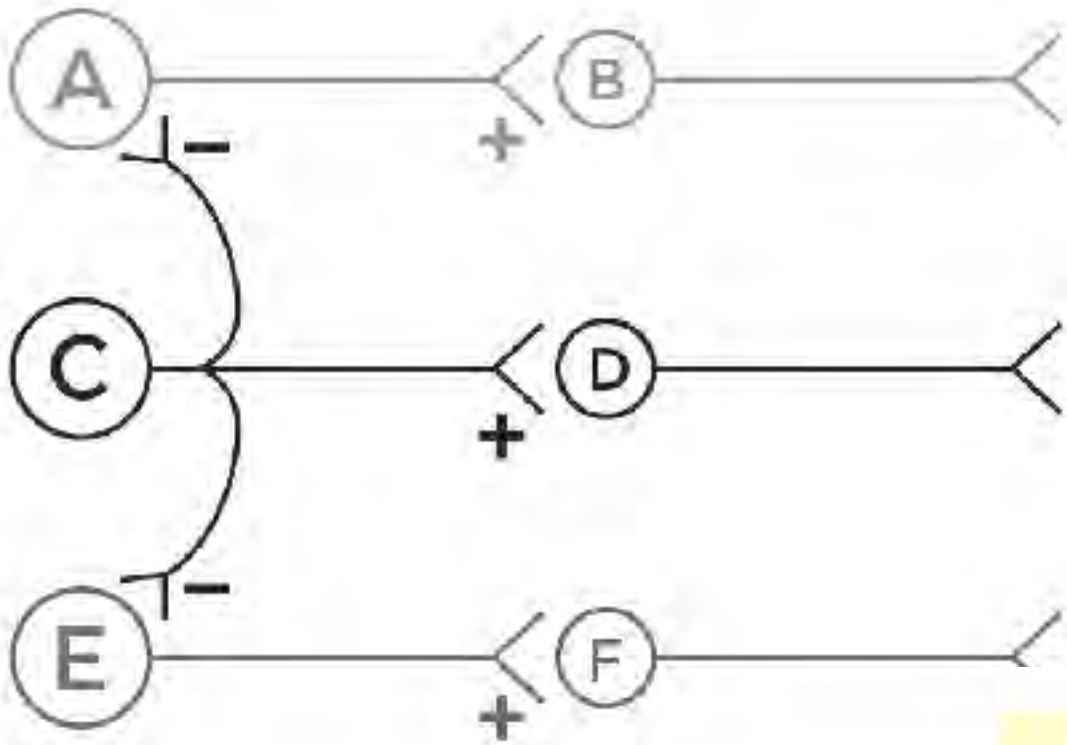
Chaque neurone est donc un **intégrateur** extrêmement dynamique







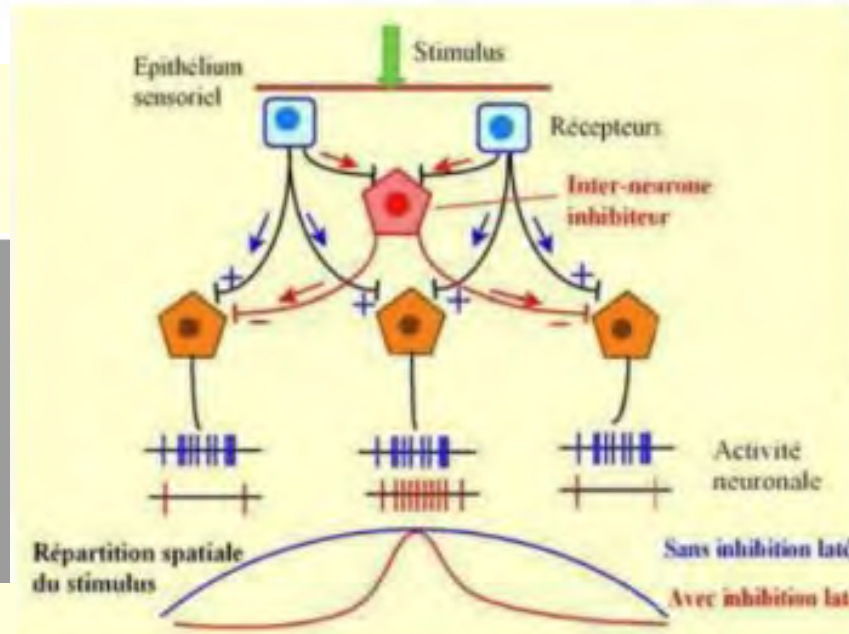
Et les neurones créent des **réseaux très interconnectés** où l'activité d'un neurone peut influencer l'activité de plusieurs autres

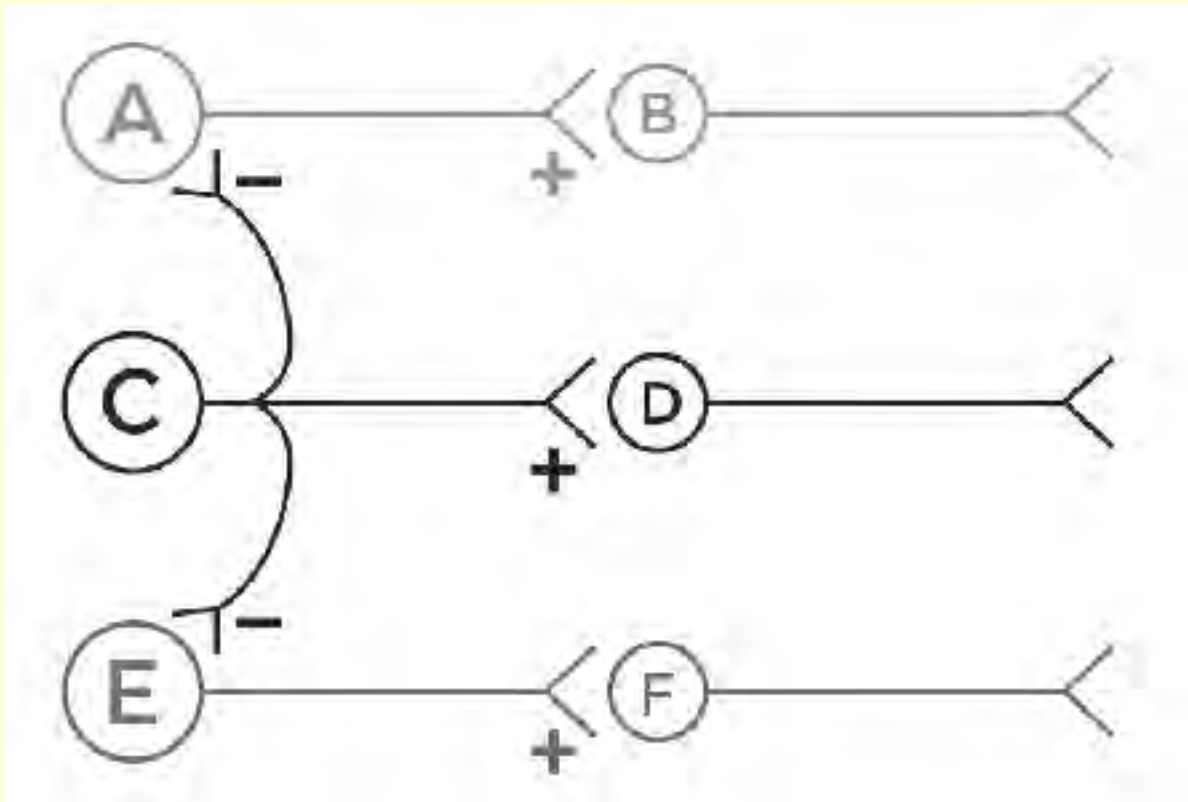


## Inhibition latérale

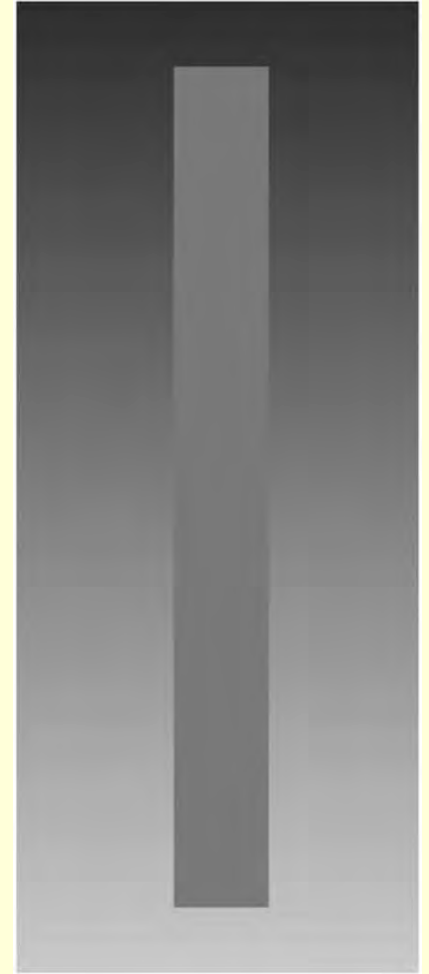


augmente le contraste entre les zones éclairées et sombres

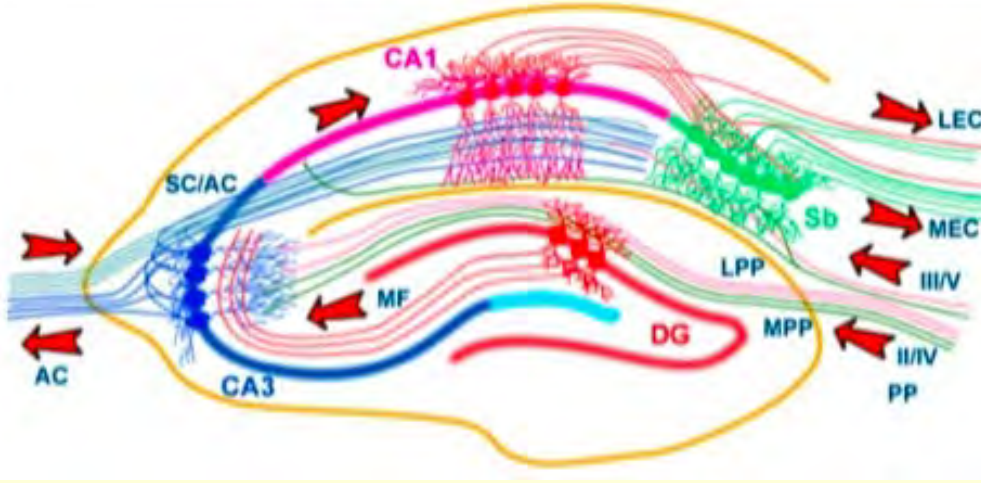




**Inhibition latérale**

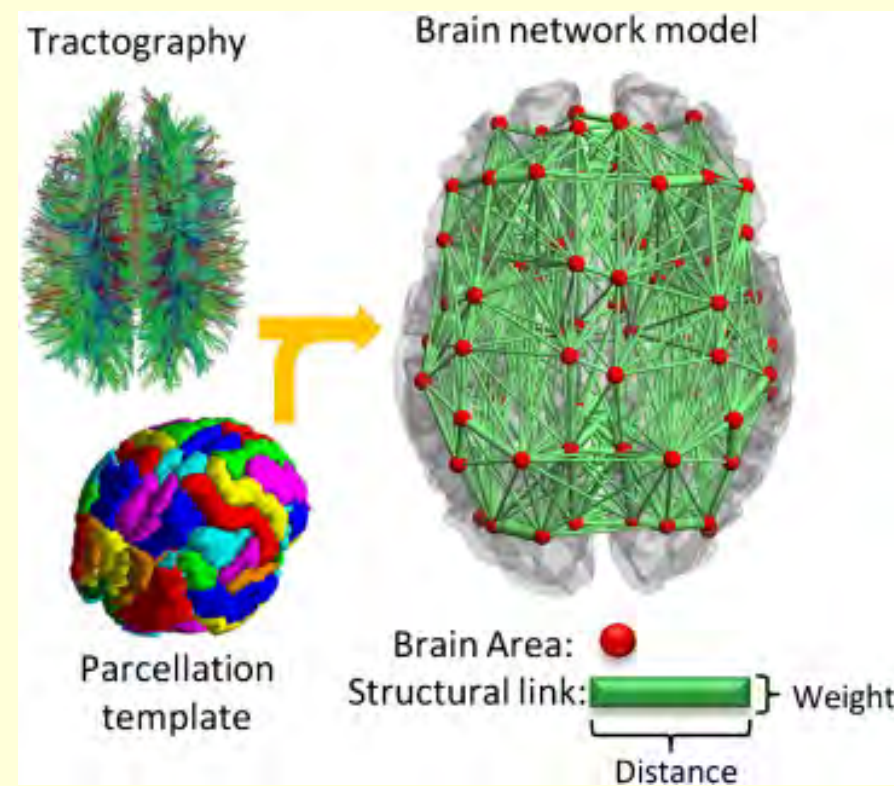
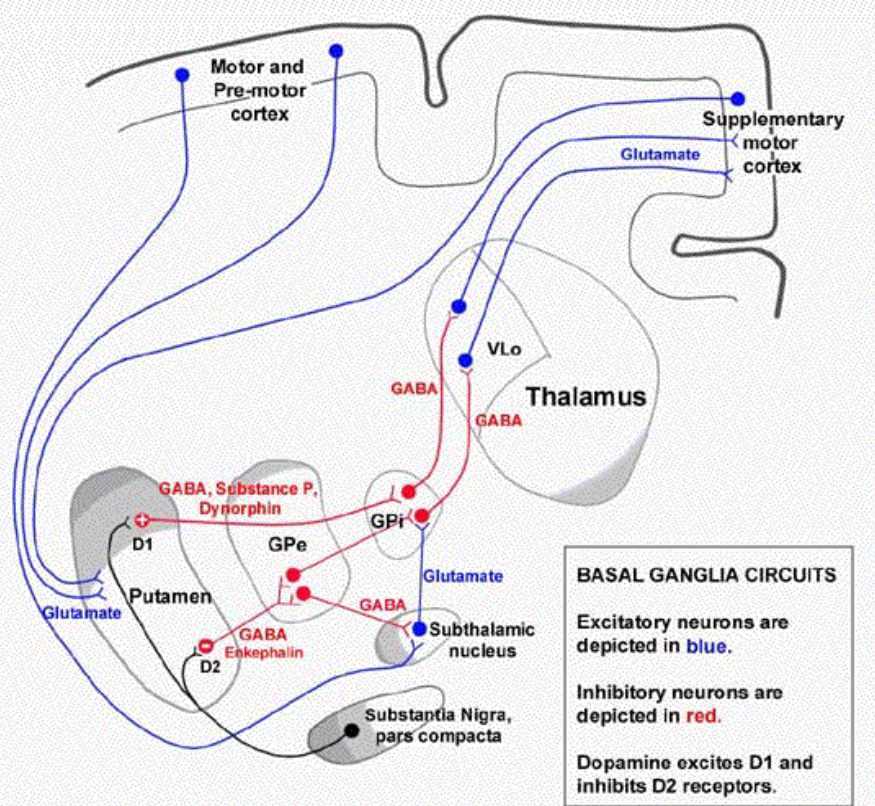


augmente le contraste entre les zones éclairées et sombres



Des circuits aussi à l'échelle des **régions** cérébrales (ex.: hippocampe )

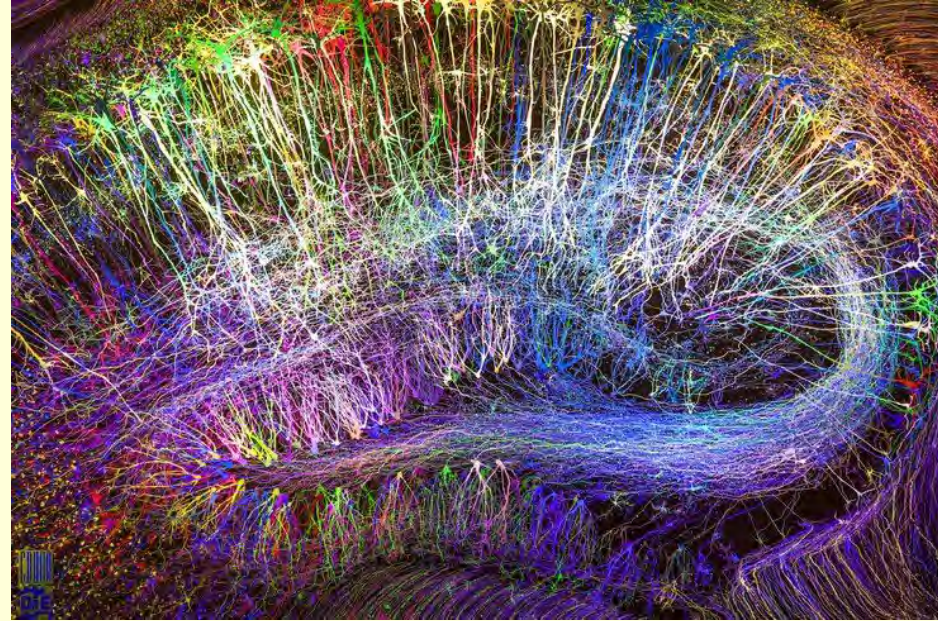
**entre** des régions cérébrales (ex.: ganglions de la base, thalamus, cortex)



mais aussi à l'échelle du **cerveau entier**



**Cervelet**

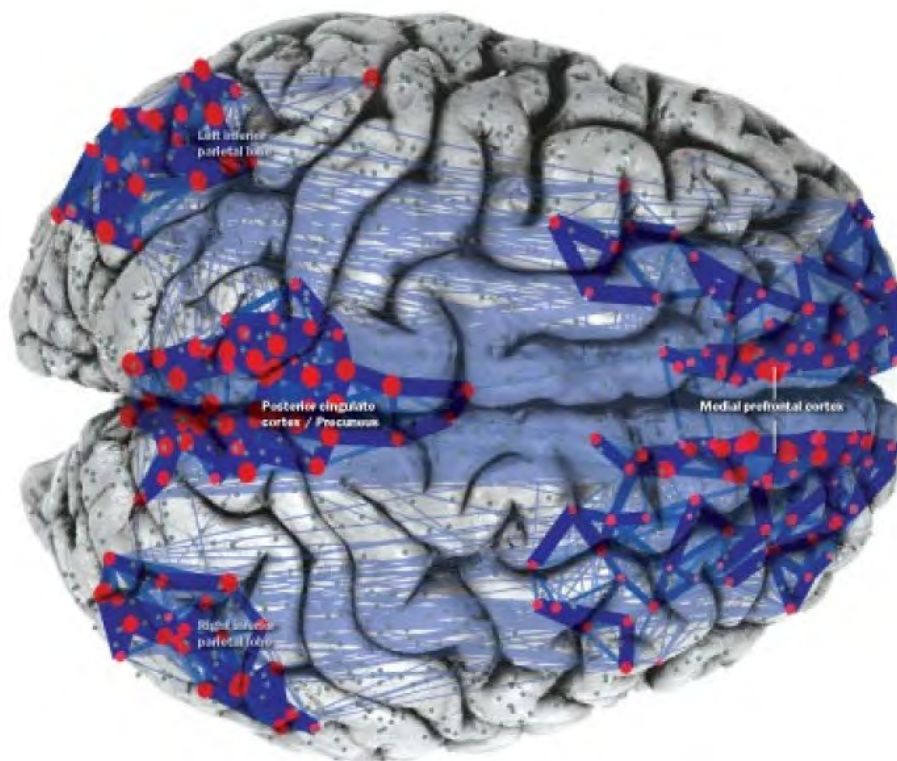
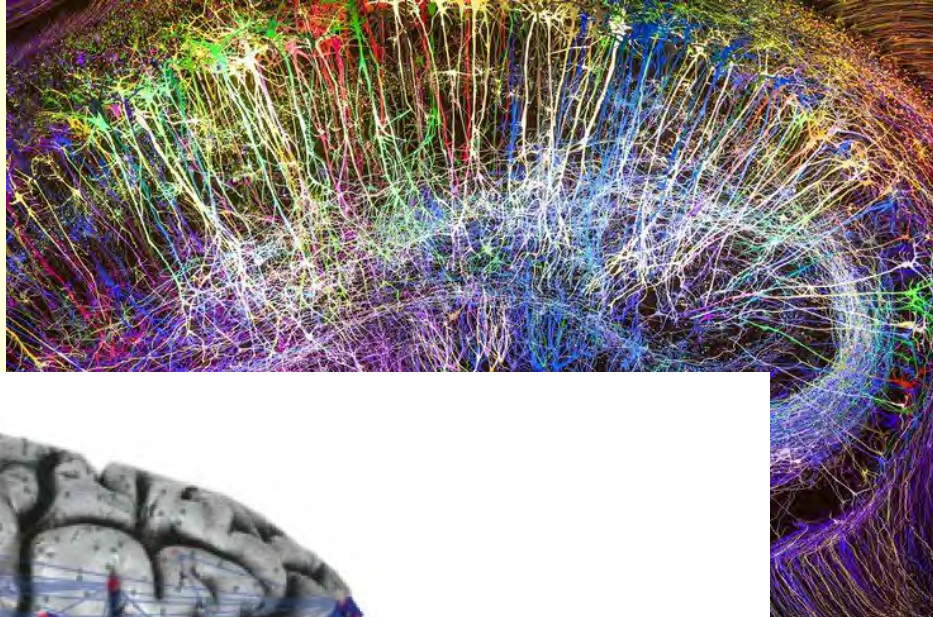
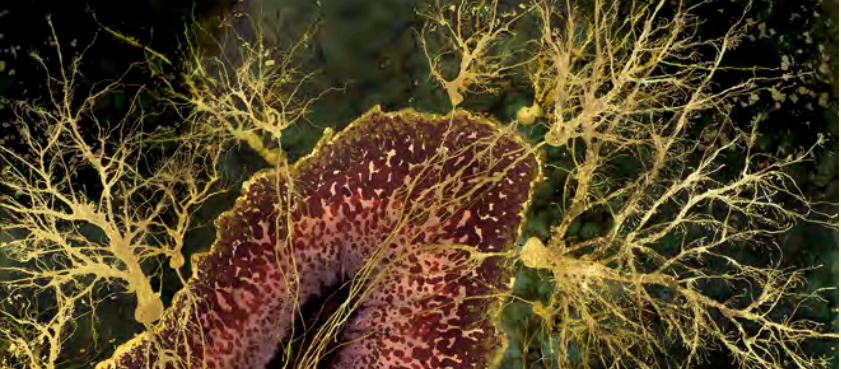


**Hippocampe**

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.



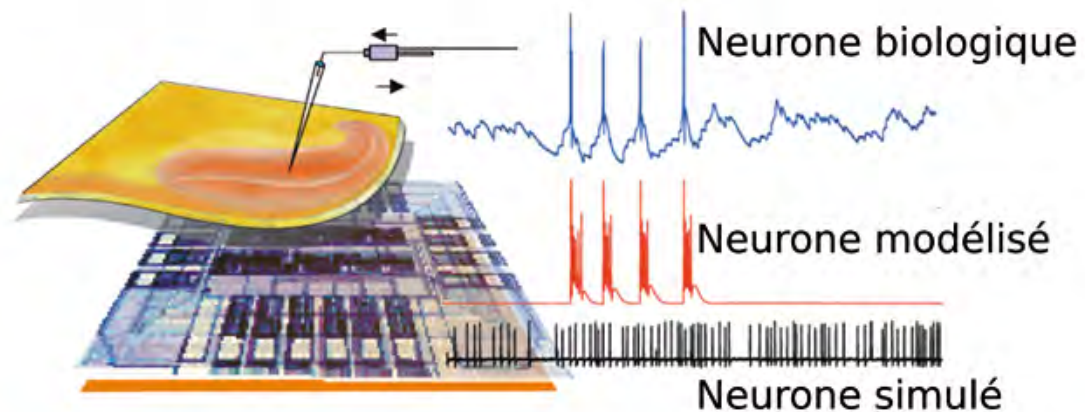


Il faudra que ces régions différenciées soient capables d'entrer en **collaboration** avec d'autres régions pour **former des réseaux...**

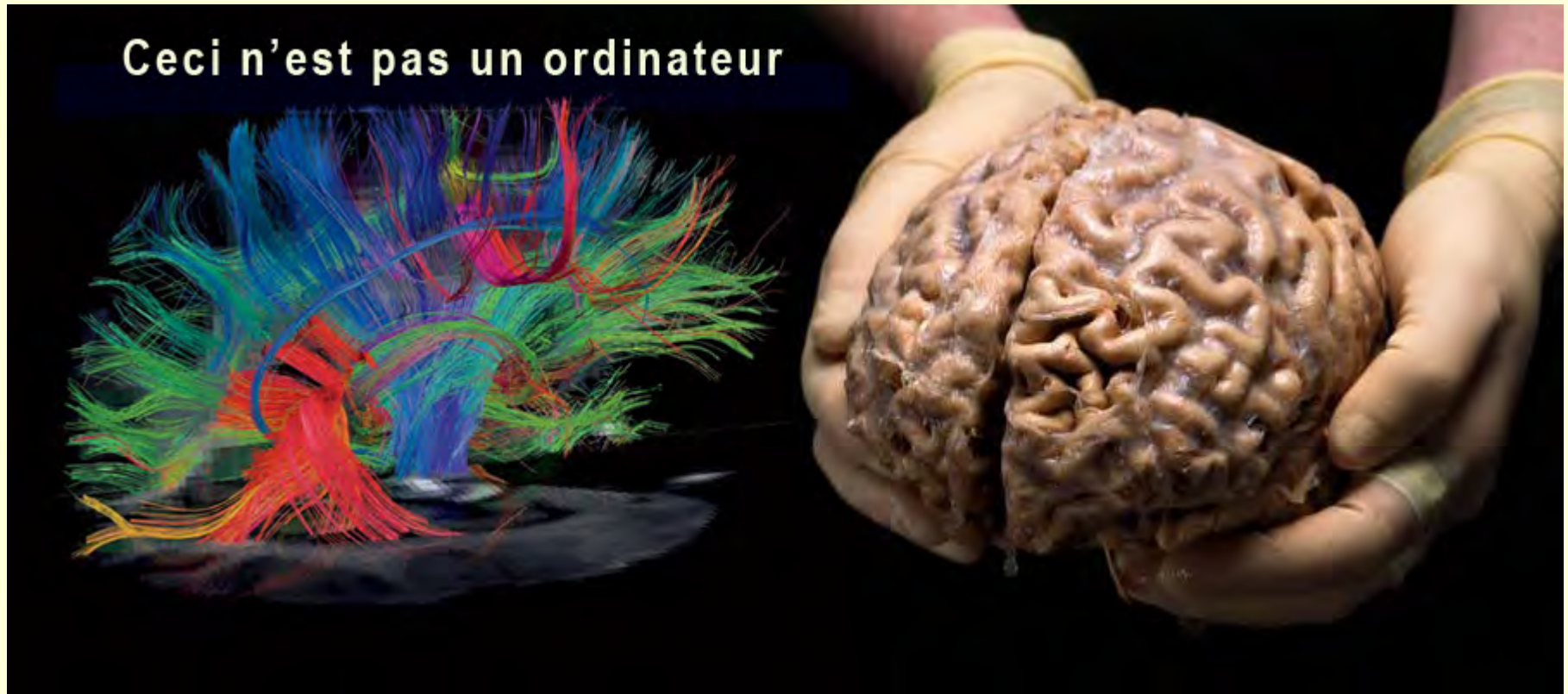
## Les « neurosciences computationnelles »

regroupent des approches **mathématiques, physiques et informatiques** appliquées à la **compréhension du système nerveux**.

(l'expression date du milieu des années 1980)

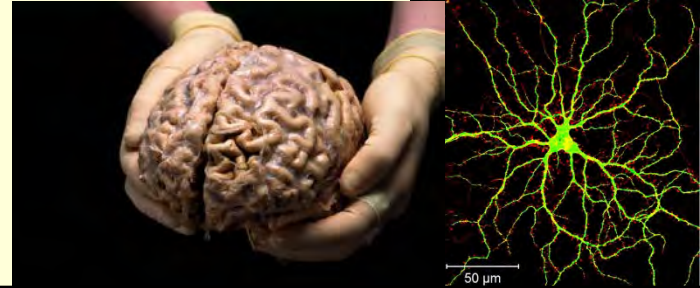
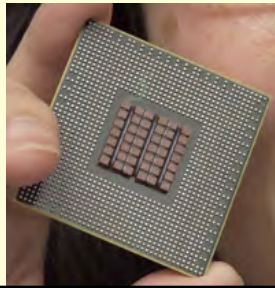


Mais...



Lorsqu'on a compris que le cerveau était constitué d'éléments isolés capables de se transmettre rapidement de l'information, la fameuse (et mauvaise...) **analogie « cerveau = ordinateur »** est devenue de plus en plus séduisante.





Nombre  
d'unités  
de base

$10^{10}$  Transistors

$10^{11}$  Neurones +  
 $10^{11}$  Cellules gliales

Peu connectés

Très connectés  
( $10^4$  par neurone)

Vitesse de  
traitement

Horloge : 10 GHz  
(10 milliardième de sec.)

En biologie, phénomène à  
100 millionième de sec.

Influx nerveux : 2 millième sec.

Type de  
computation

Traitement de l'information  
(surtout) séquentiel via la  
connectivité fixe du CPU

Traitement de l'information  
en parallèle via connectivité  
adaptative (plastique)

Digital

Neuronal

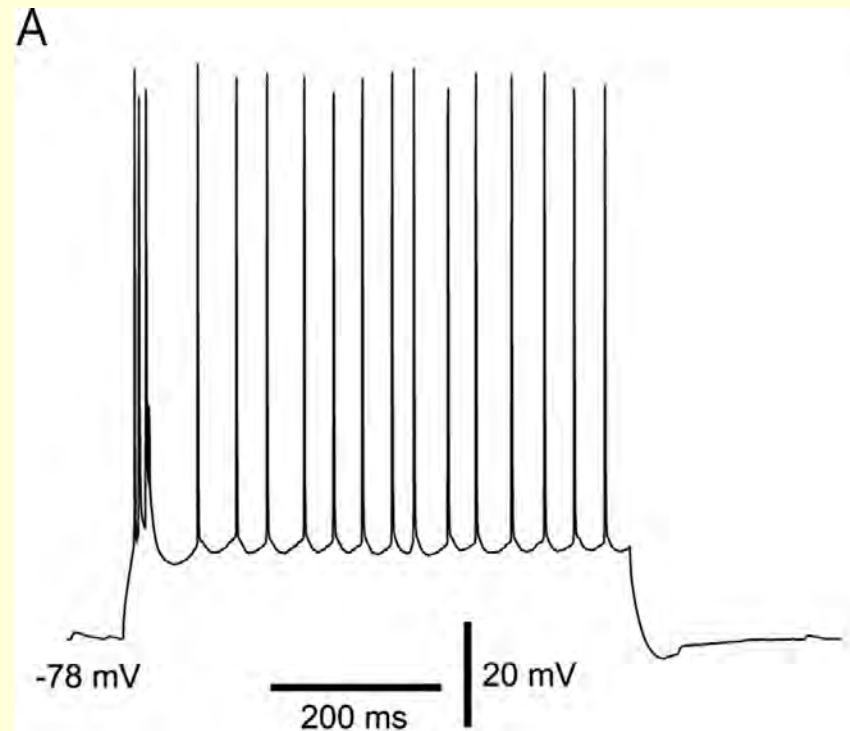
## Quel type de computation ?

La réponse traditionnelle depuis les années 1960 était que le système nerveux effectue des computation **digitales** comme les ordinateurs (potentiel d'action = phénomène tout ou rien...).

## Mais !

Les “véhicules computationnels” primaires du système nerveux, **les trains de potentiels d'action**, sont irrémédiablement graduels dans leur propriétés fonctionnelles. (bien qu'un seul potentiel d'action est un phénomène “tout ou rien”, donc binaire)

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



## Mais !

Les “véhicules computationnels” primaires du système nerveux, **les trains de potentiels d'action**, sont irrémédiablement graduels dans leur propriétés fonctionnelles. (bien qu'un seul potentiel d'action est un phénomène “tout ou rien”, donc binaire)

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

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

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

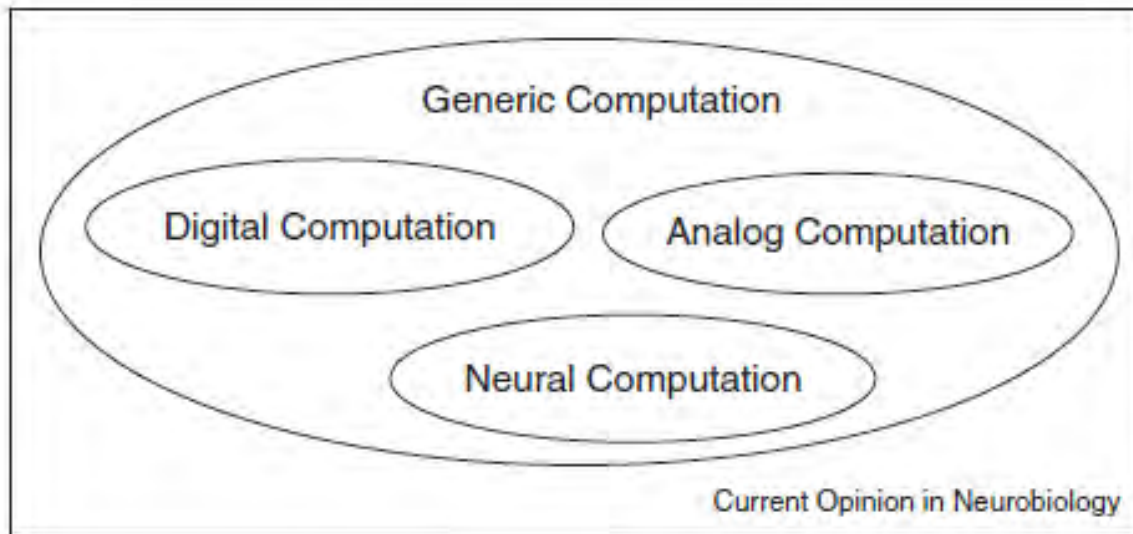
Car, comme on l'a mentionné, le signal nerveux est fait d'unité fonctionnelles discontinues que sont les potentiels d'action.

Par conséquent, les computations neuronales semblent être ni digitales, ni analogues, **mais bien un genre distinct de computation.** (Figure 1).

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

Car, comme on l'a mentionné, le signal nerveux est fait d'unités fonctionnelles discontinues que sont les potentiels d'action.

Par conséquent, les computations neuronales semblent être ni digitales, ni analogues, **mais bien un genre distinct de computation**. (Figure 1).

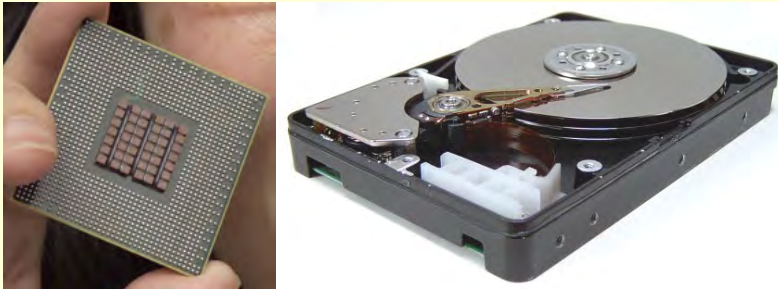


Some types of generic computation. Neural computation may sometimes be either digital or analog in character, but, in the general case, neural computation appears to be a distinct type of computation.

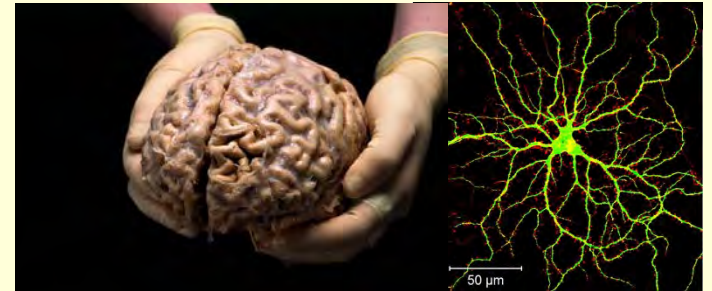
Piccinini, G., Shagrir, O. (2014). **Foundations of computational neuroscience.**

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

## Autre différence fondamentale entre l'ordinateur et le cerveau



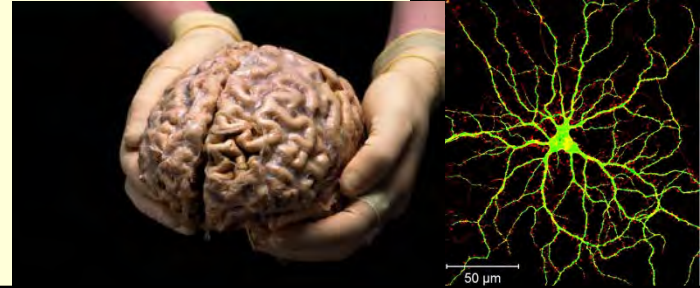
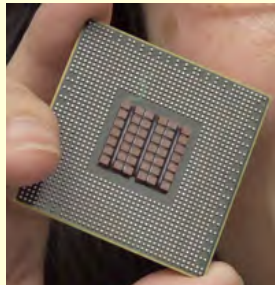
Dans un ordinateur standard,  
le microprocesseur est **séparé** de la mémoire.  
Par conséquent, les données sont échangées  
entre les deux (plutôt laborieux).



Dans le cerveau,  
le traitement de l'information  
**et** la mémoire ont lieu  
dans les neurones.

« It's computing with memory. »

- Peter Stratton  
Queensland Brain Institute

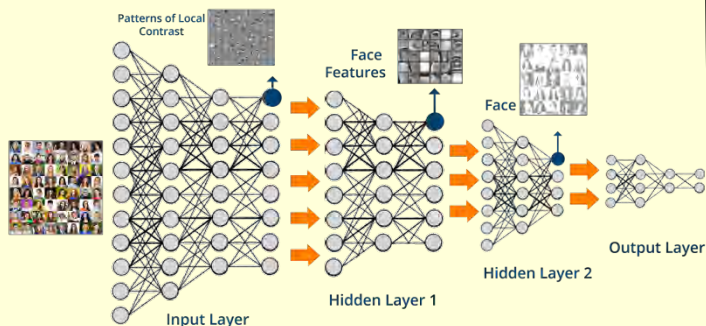


Meilleures performances pour

Problèmes logiques, mathématiques, traitement symbolique, etc.

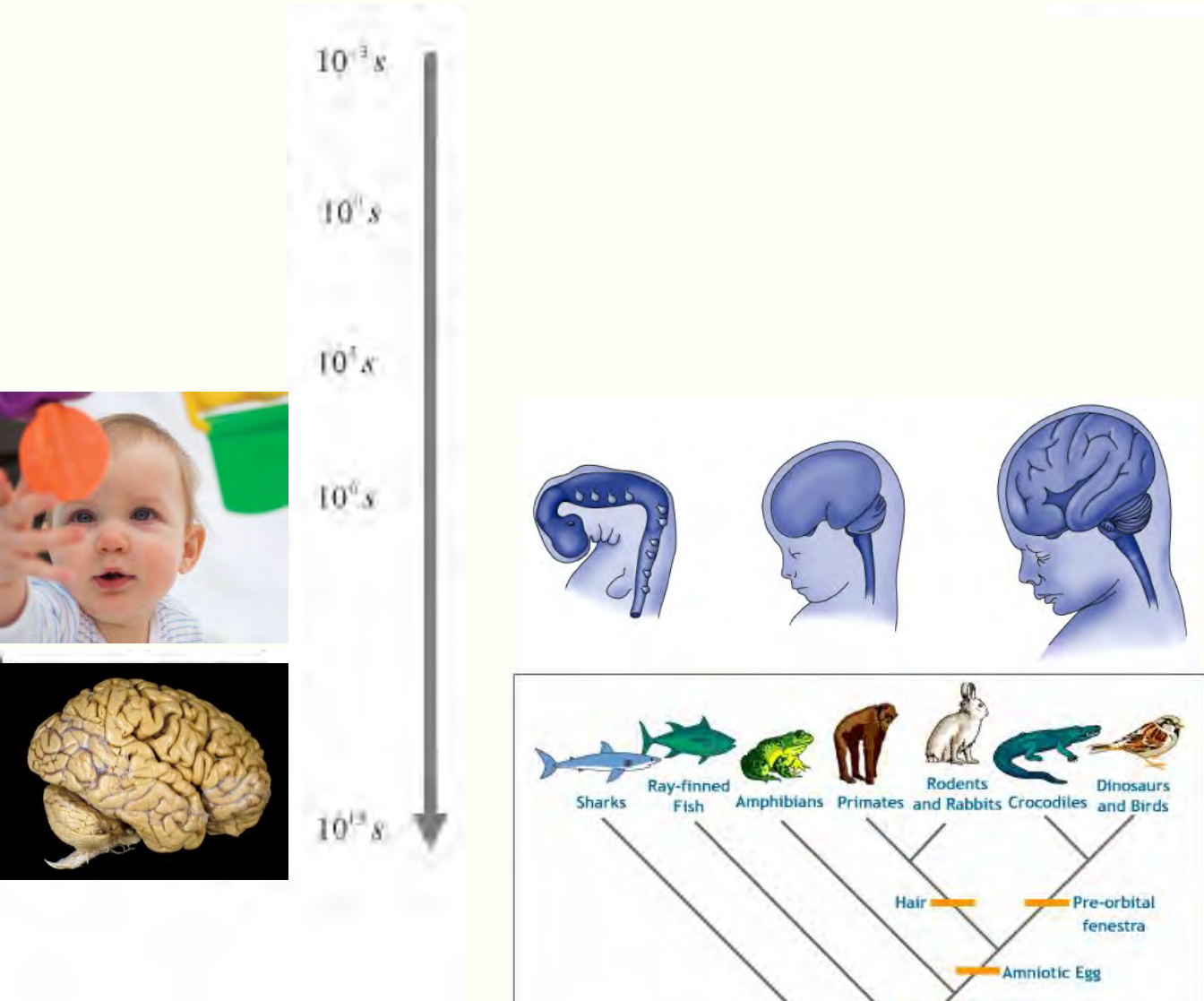
Problèmes avec cadres plus flous (reconnaissance visuelle, langage, composante émotionnelle, etc...)

Mais apprentissage machine (« deep learning ») :  
reconnaissance des formes (image, son...)





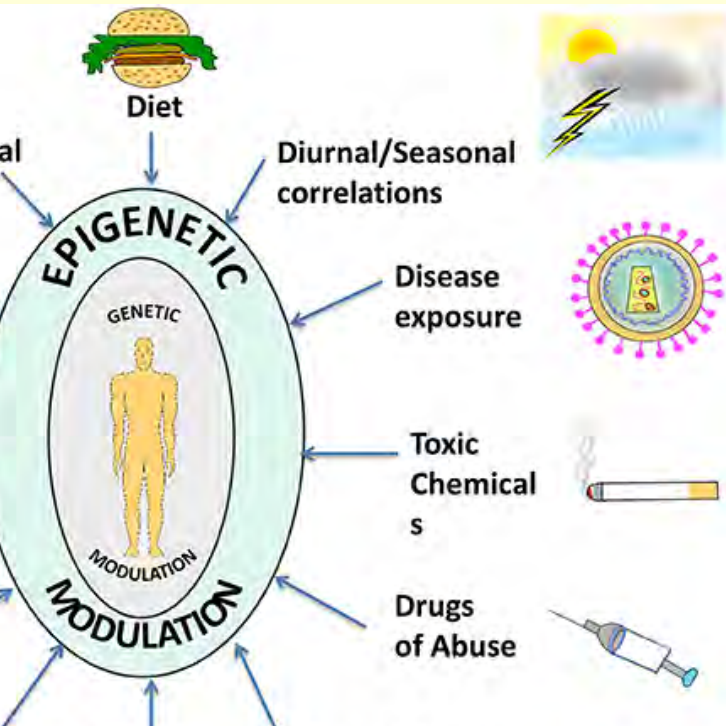
# Des processus dynamiques à différentes échelles de temps :



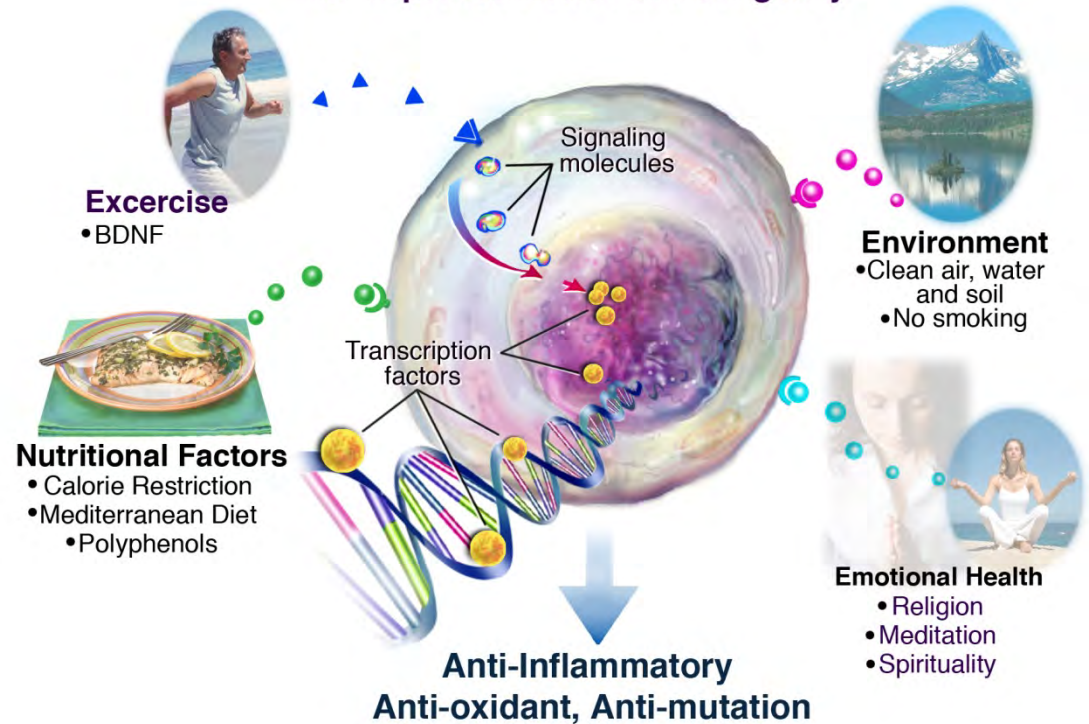
**Développement**  
du système nerveux  
(incluant des mécanismes  
épigénétiques)

**Évolution** biologique  
qui façonne les plans  
généraux du système  
nerveux

**Épigénétique** : modifications biochimiques qui altèrent de manière réversibles (sans changer la séquence de l'ADN) l'**expression** de nos gènes en fonction de diverses **influences environnementales**.



### Epigenetics and Gene Activation for Improved Health and Longevity



Et ça peut être transmissibles sur un certain nombre de générations.



© Cas Oostburg / rijk.coh Nederlandstalig fotomuseum

## Famine hollandaise (1944)

Les modifications épigénétiques permettraient de s'adapter rapidement à une modification de l'environnement, sans pour autant « graver » ce changement adaptatif dans le génome.

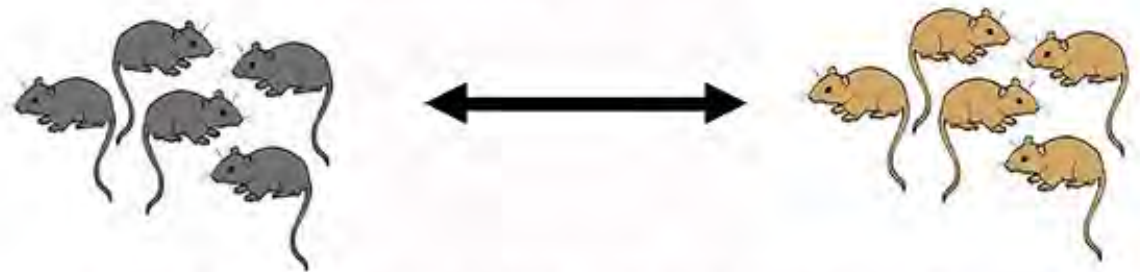
(cycle « prédateur-proie »)

## EXPÉRIENCE D'ADOPTION CROISÉE "CROSS FOSTERING"

Lorsque les portées des bonnes "lécheuses" et des mauvaises "lécheuses" sont interverties (adoption croisée), les effets sont inversés



Lorsque les portées des bonnes "lécheuses" et des mauvaises "lécheuses" sont interverties (adoption croisée), les effets comportementaux sont inversés



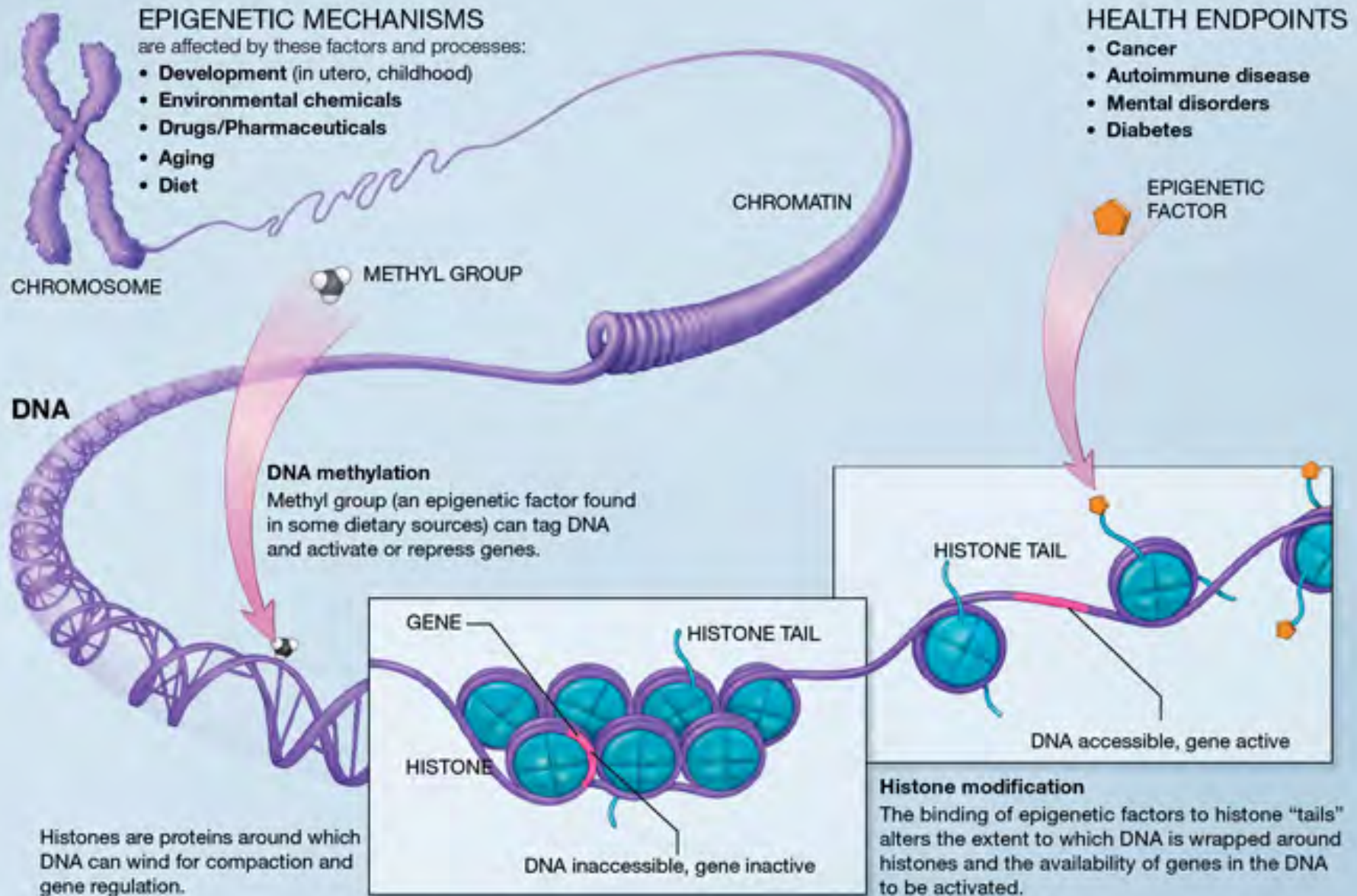
La portée biologique des mauvaises "lécheuses" soignée par les bonnes "lécheuses" a acquis toutes les caractéristiques biologiques des bonnes "lécheuses" a acquis toutes les caractéristiques biologiques des mauvaises "lécheuses" (dont le nombre de récepteurs aux glucocorticoïdes au niveau de l'hippocampe). Et la réciproque est vraie.

### Epigenetic programming by maternal behavior

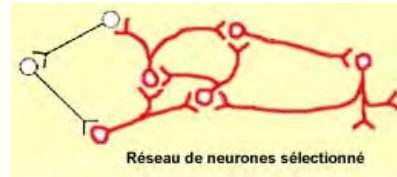
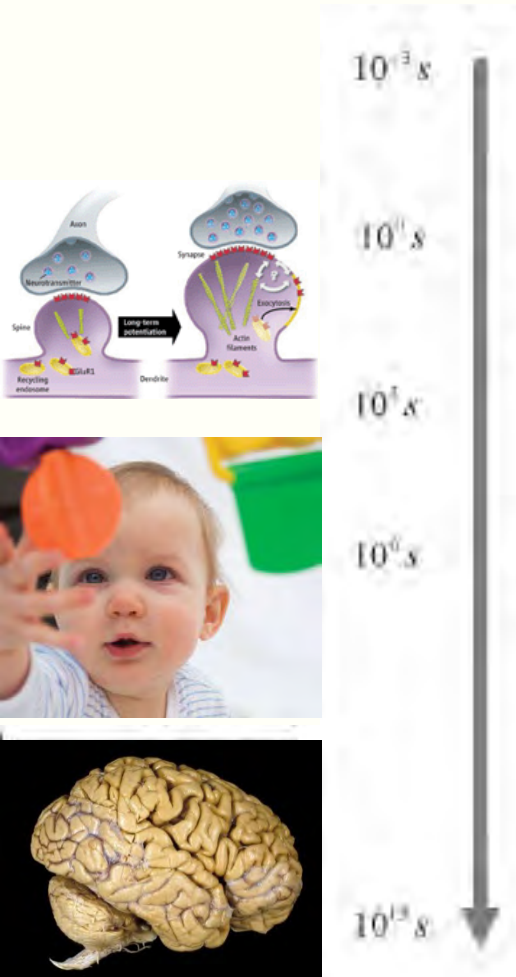
Michael Meaney et al. (2004)

<https://www.nature.com/articles/nn1276>

Le spectre des phénomènes **épigénétiques** s'est beaucoup élargi et on connaît maintenant certains mécanismes moléculaires qui **contrôlent l'expression des gènes**.



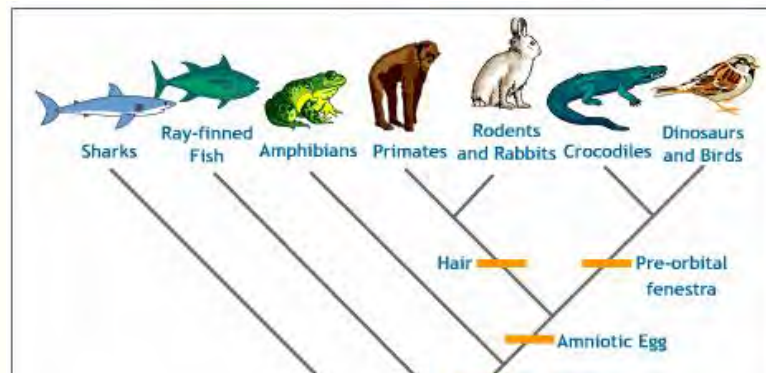
# Des processus dynamiques à différentes échelles de temps :



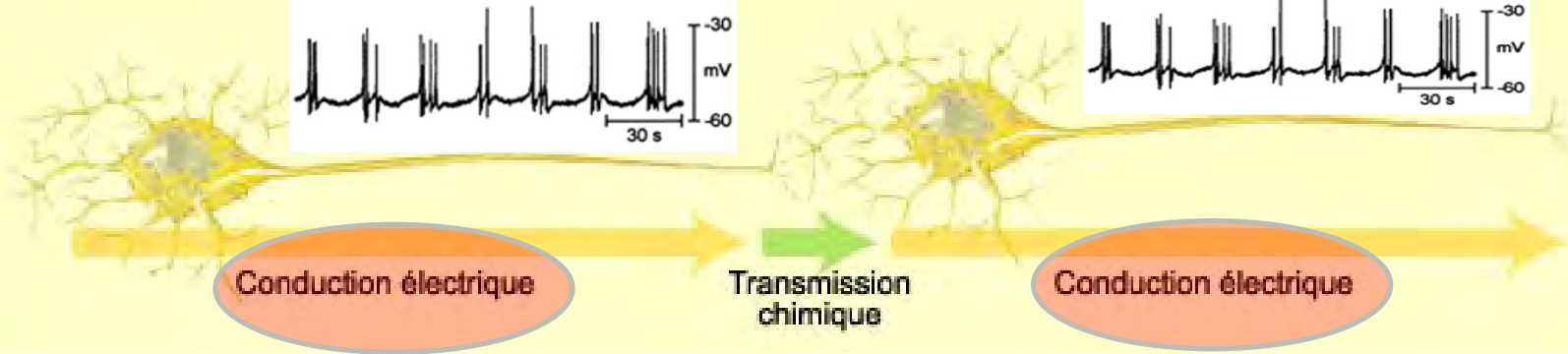
**L'apprentissage** durant toute la vie par la plasticité des réseaux de neurones



**Développement** du système nerveux (incluant des mécanismes épigénétiques)



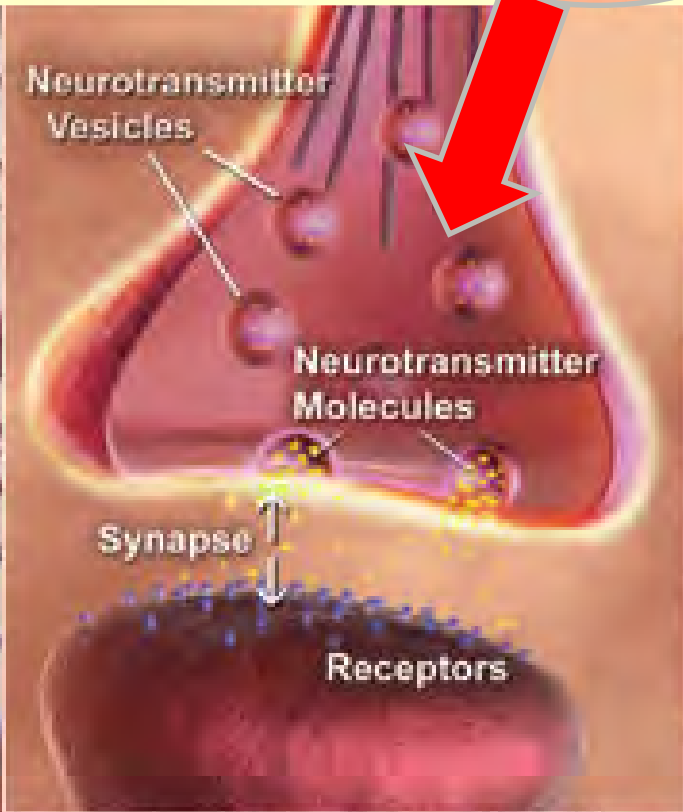
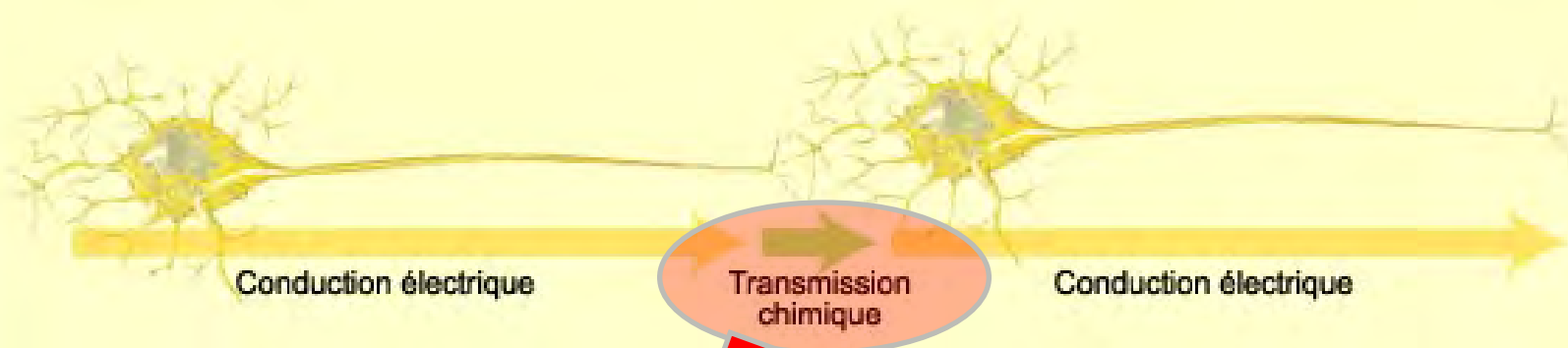
**Évolution** biologique qui façonne les plans généraux du système nerveux



Conduction électrique

Transmission chimique

Conduction électrique

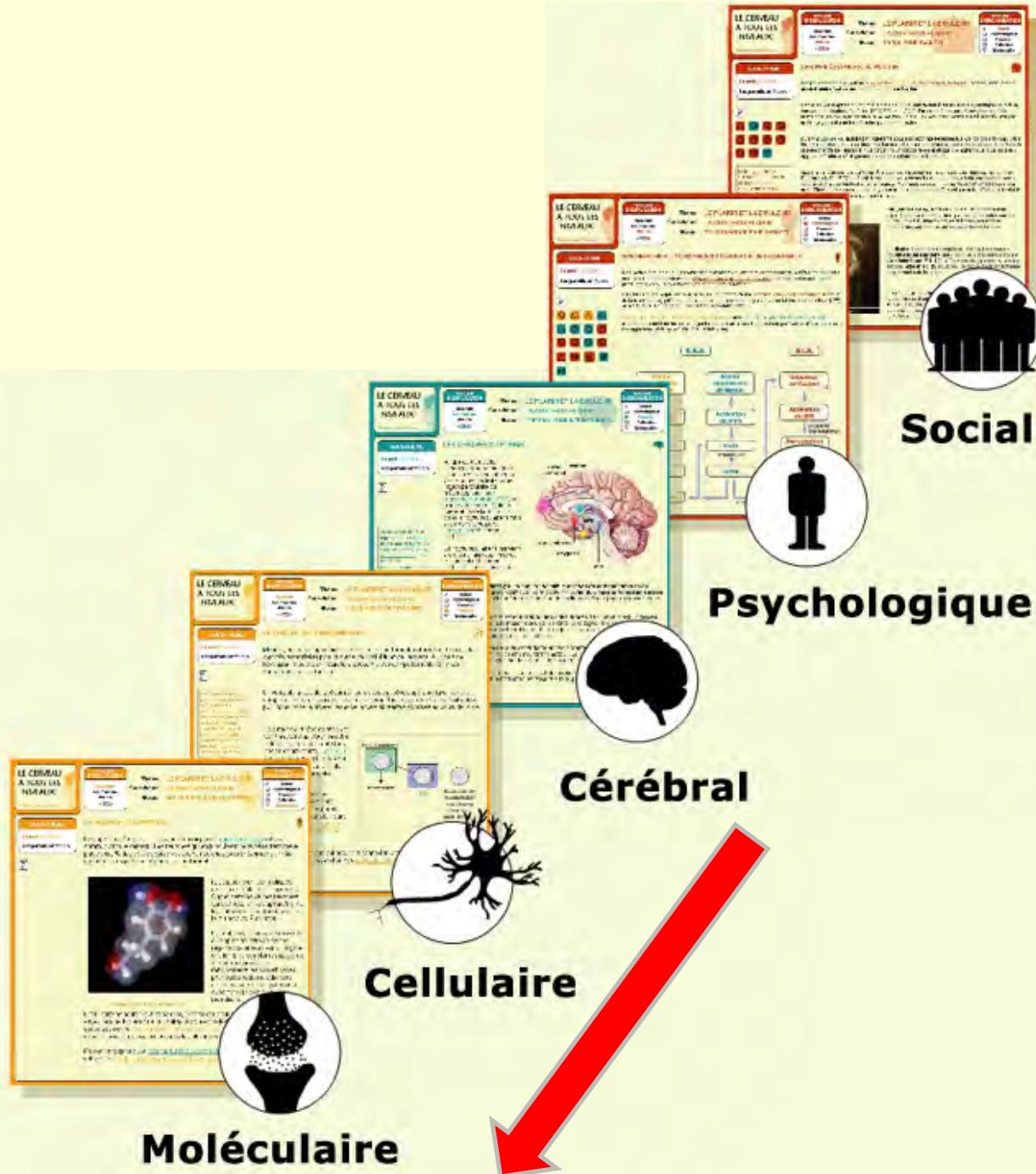


Les neurones ne se touchent pas.

Mais alors, comment se transmet l'influx nerveux ?

Dendrites

The background of the slide is a detailed illustration of a neuron, showing its cell body, long axon, and a dense network of branching 'Dendrites' that receive signals from other neurons.



**Social**

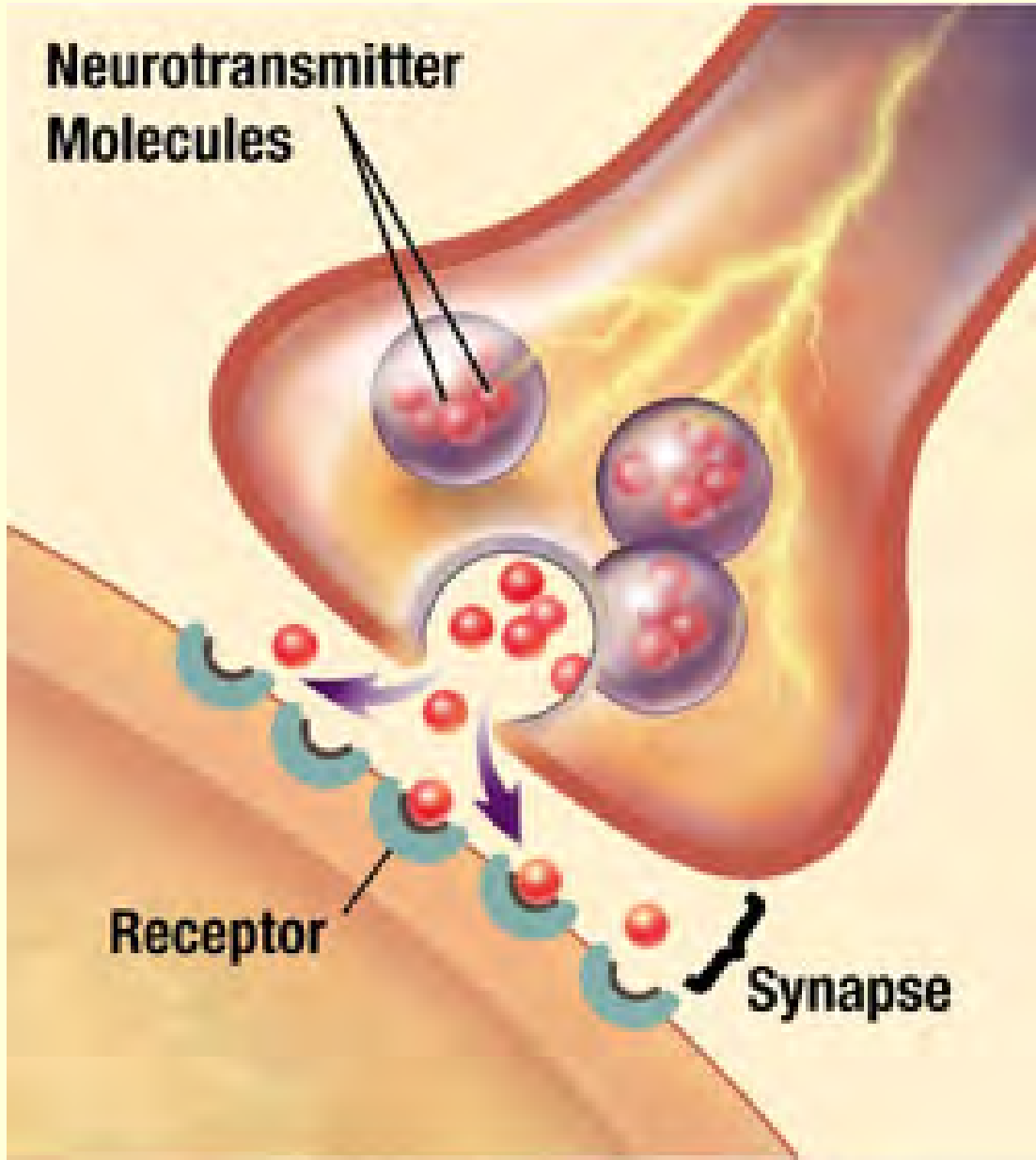
**Psychologique**

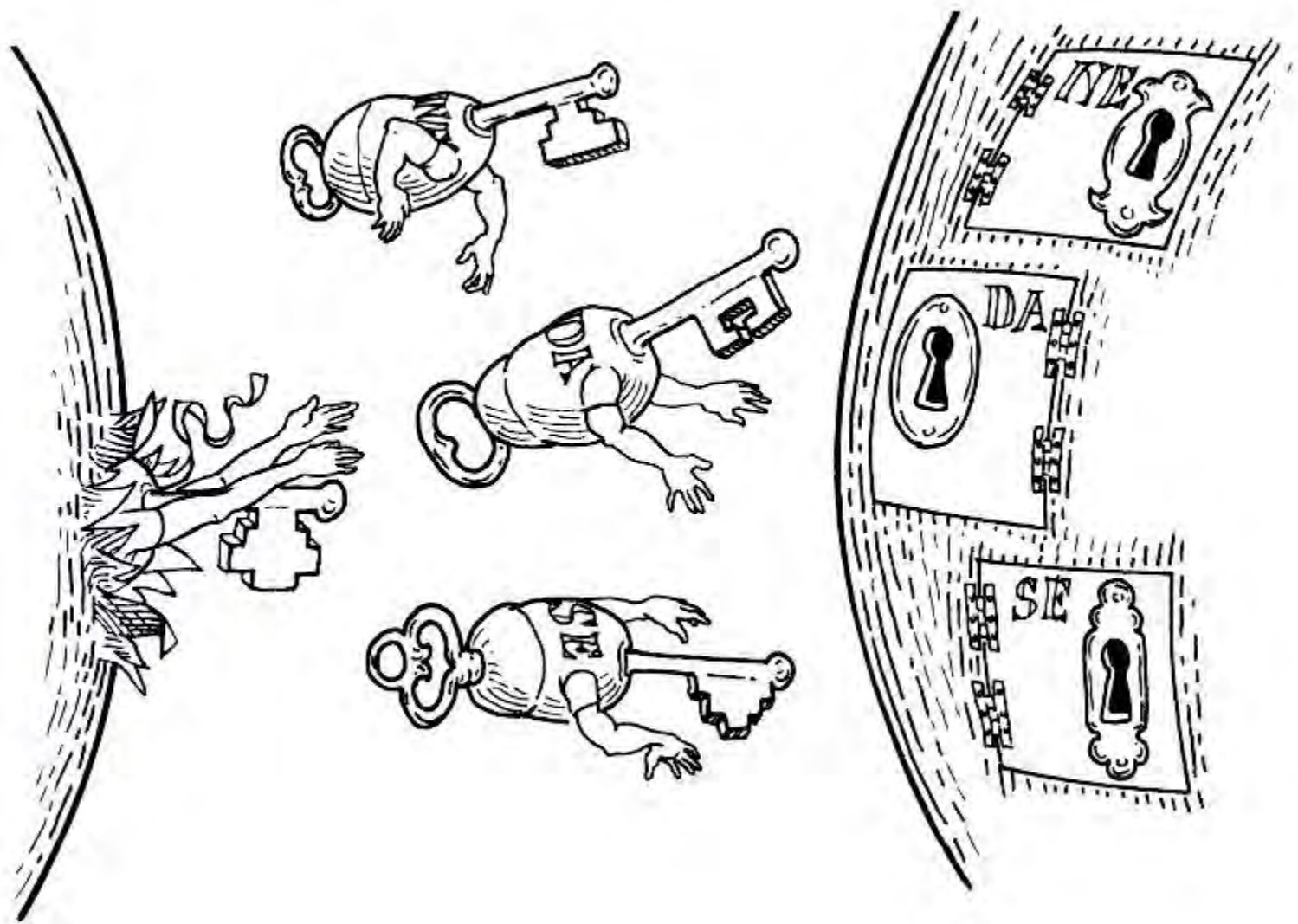
**Cérébral**

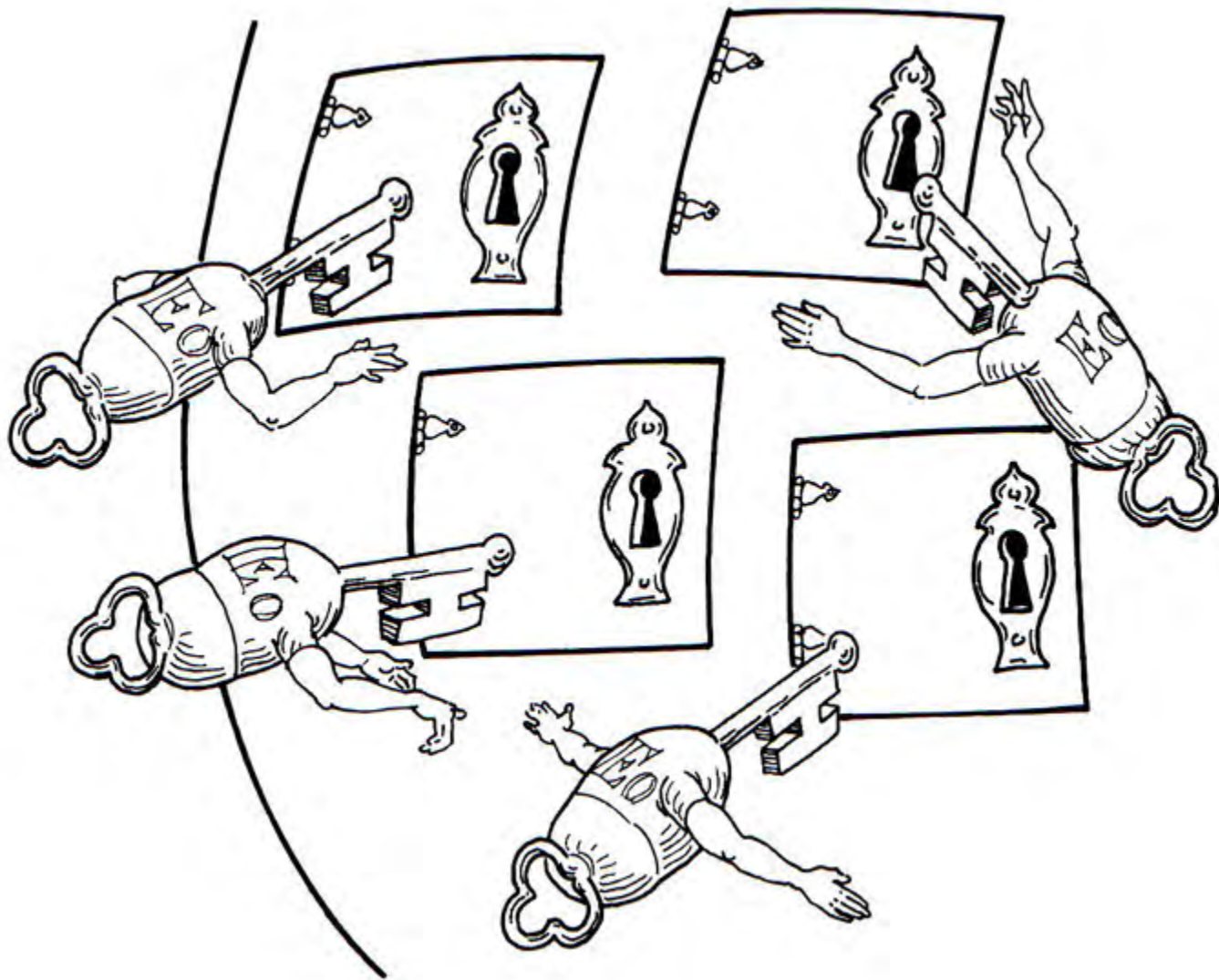
**Cellulaire**

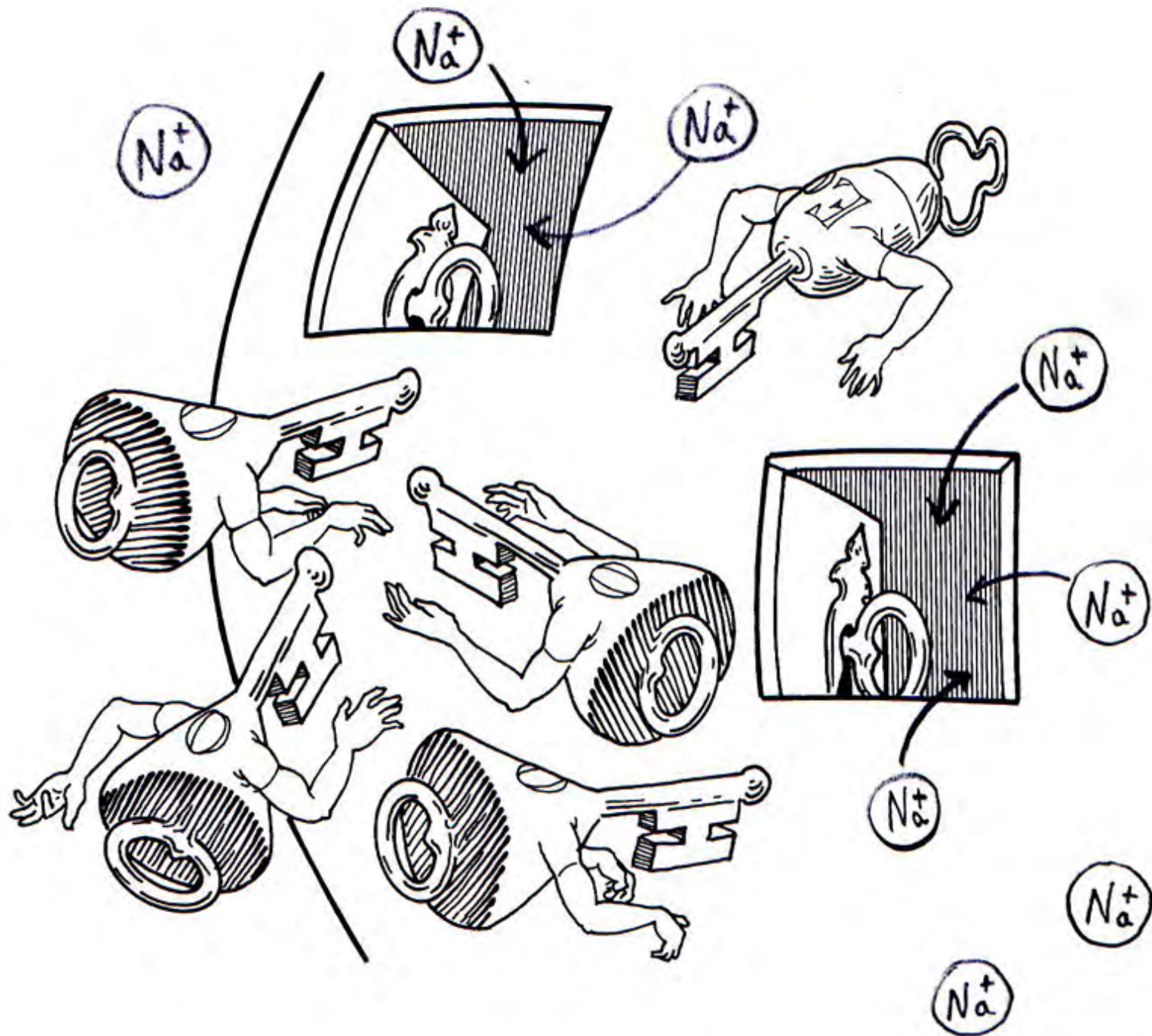
**Moléculaire**







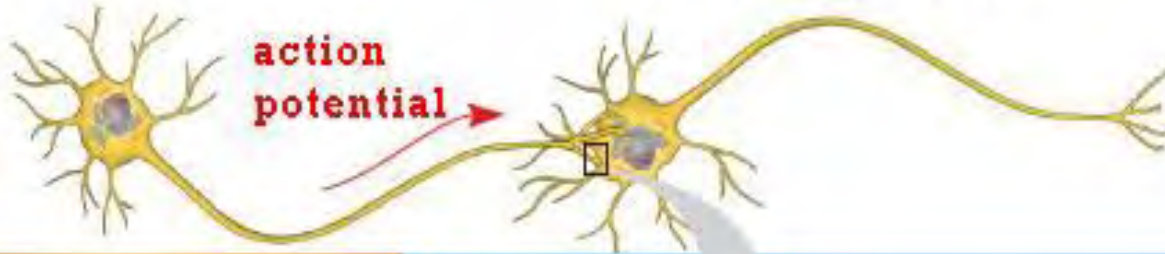




Presynaptic cell

Postsynaptic cell

action potential



Synaptic vesicles containing neurotransmitter

Presynaptic membrane

Voltage-gated  $\text{Ca}^{2+}$  channel

1  $\text{Ca}^{2+}$

Synaptic cleft

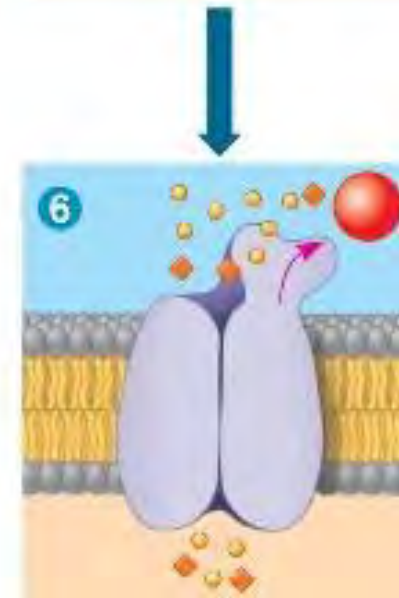
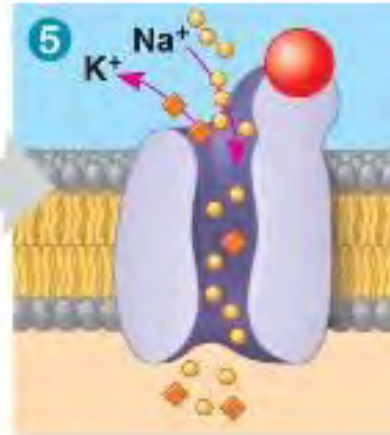
2

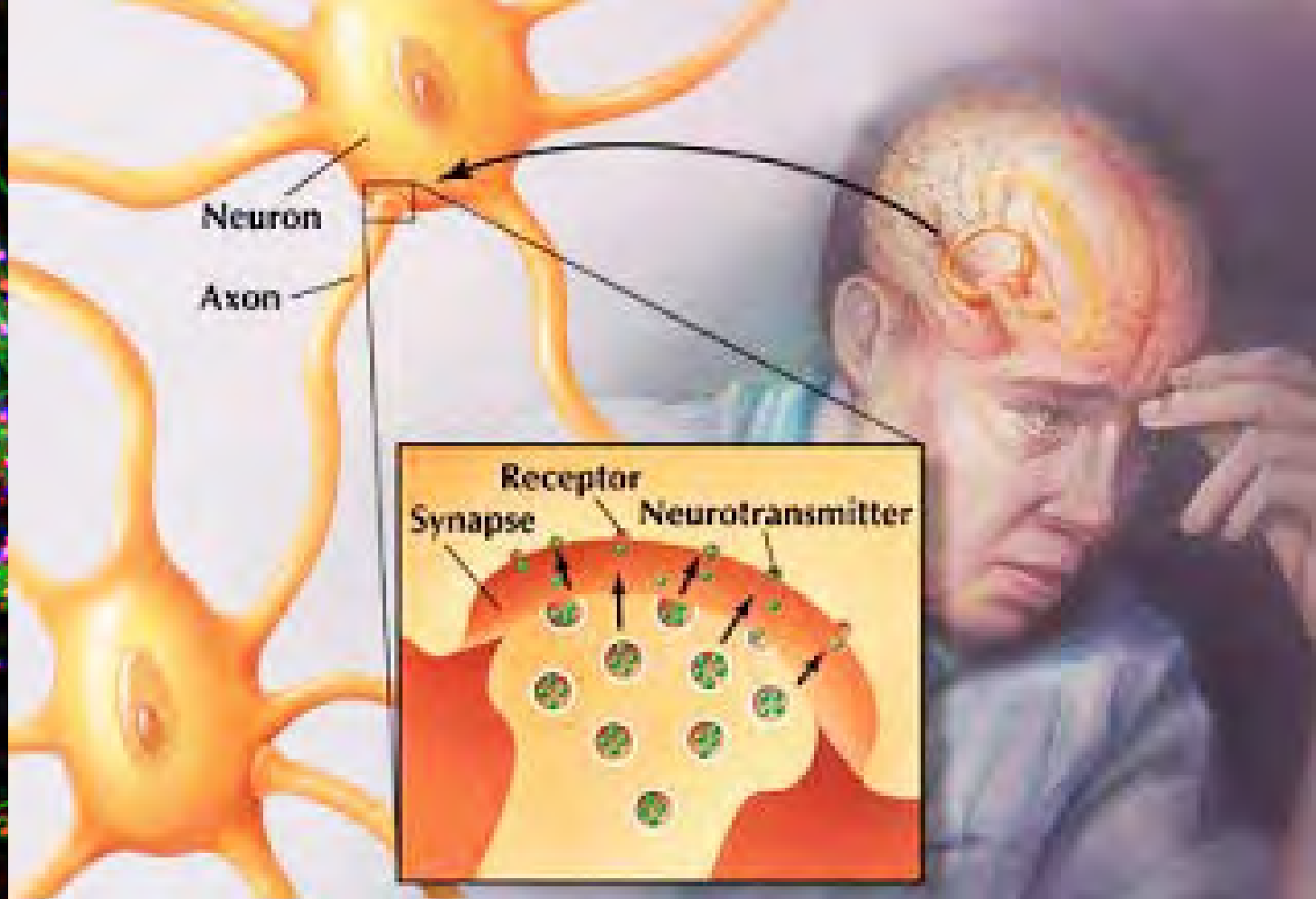
3

4

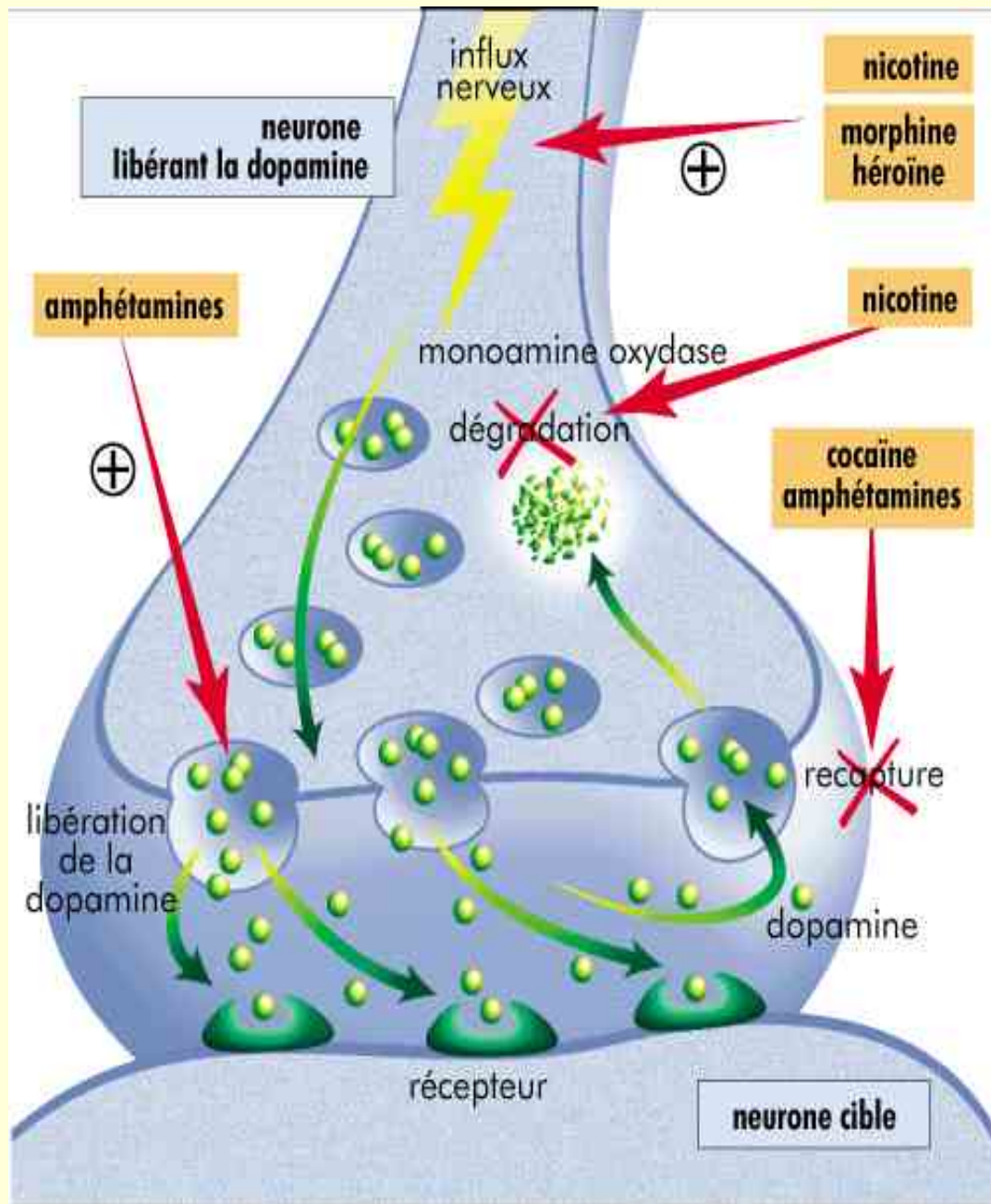
Ligand-gated ion channels

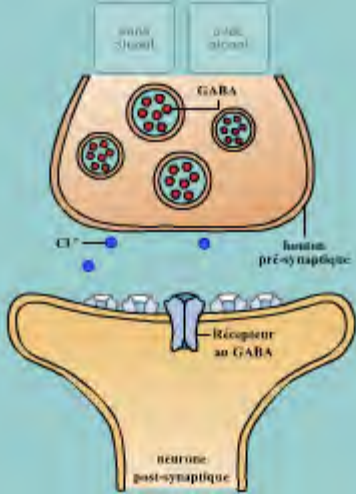
Postsynaptic membrane





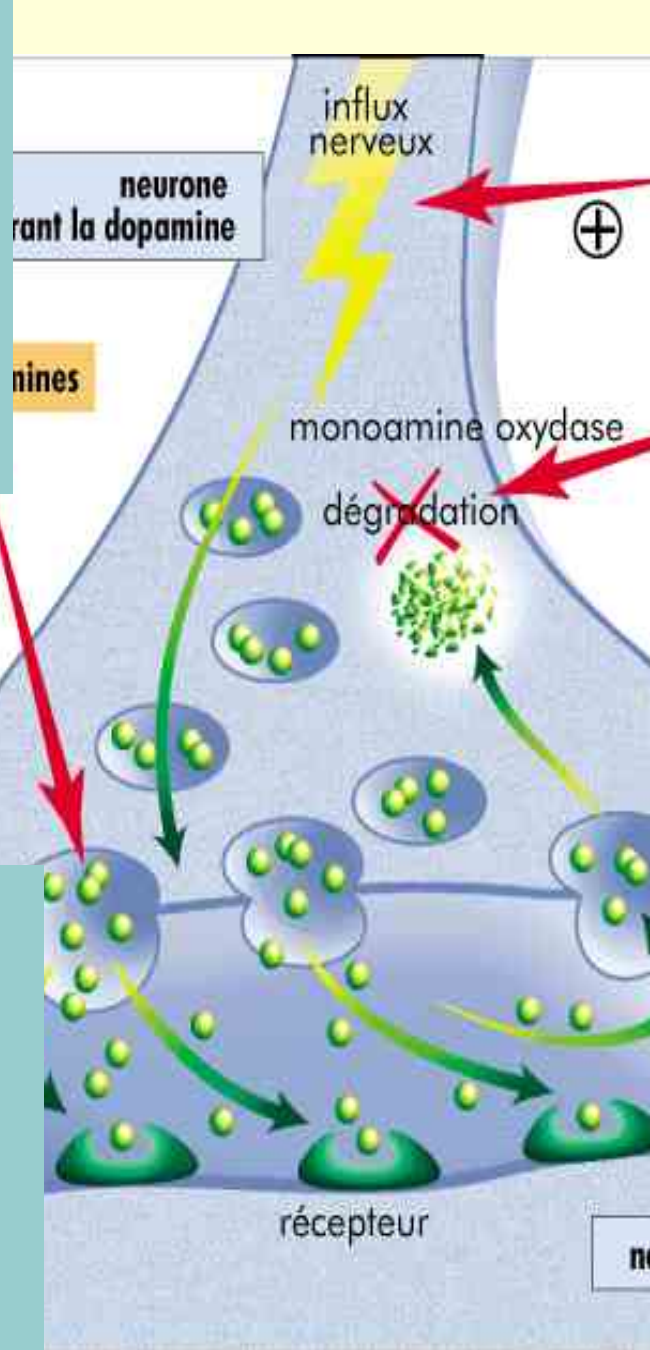
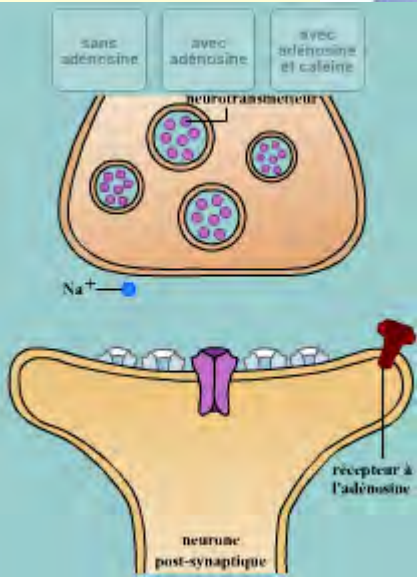
C'est à la synapse qu'agissent  
la grande majorité des  
**médicaments** et  
des **drogues**



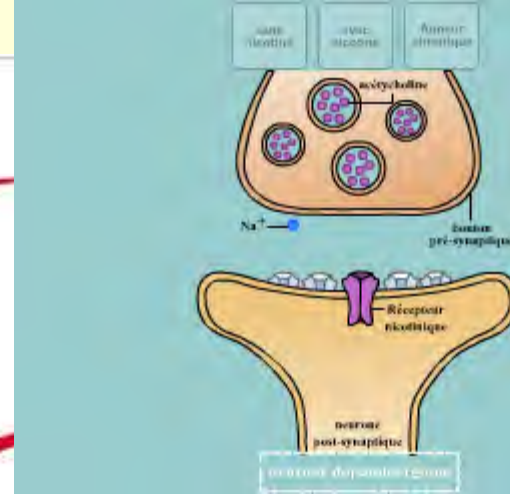


**Alcool**

**Caféine**



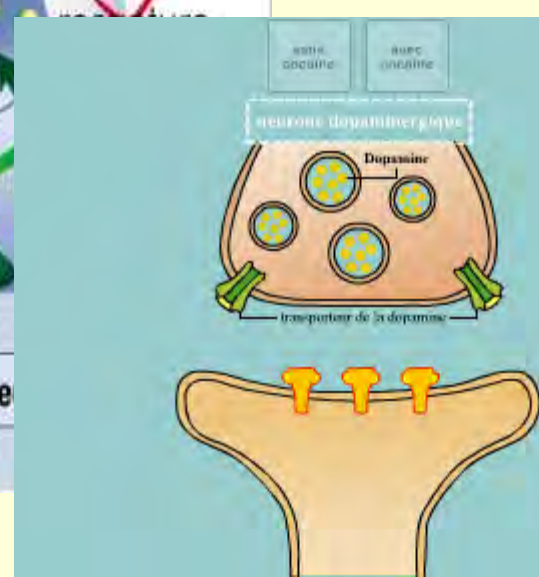
**Cocaïne**



**Nicotine**

[http://lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i\\_03/i\\_03\\_m/i\\_03\\_m\\_par/i\\_03\\_m\\_par.html](http://lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i_03/i_03_m/i_03_m_par/i_03_m_par.html)

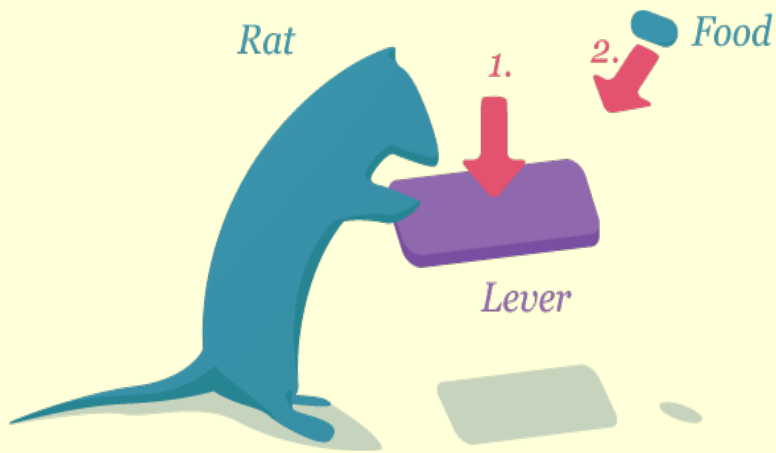
**cocaïne  
amphétamines**





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

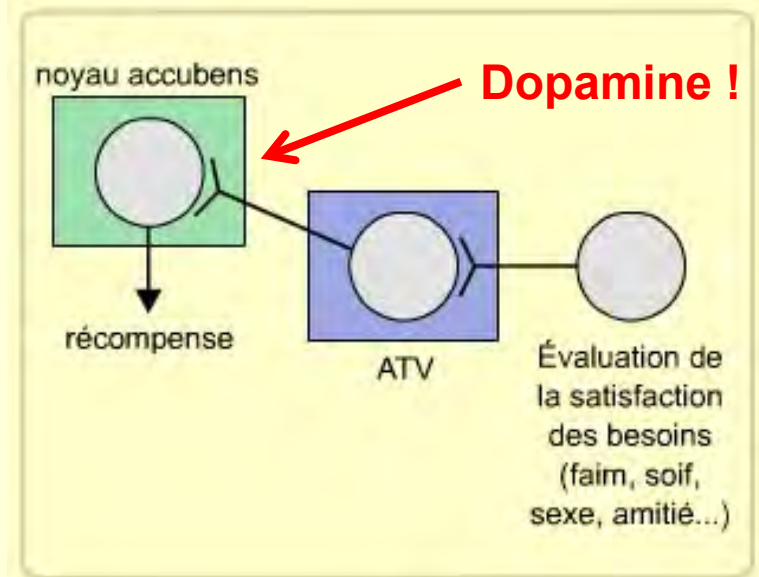
Qu'est-ce qui rapporte plus d'argent aux États-Unis que les films, les parcs d'amusement thématiques et le baseball RÉUNIS ?



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

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** qui favorisent la **répétition** de ce comportement !



Beaucoup d'autres **comportements**  
vont modifier la chimie du cerveau :

Les comportements **sportifs**



Les comportements **amoureux**



Pour ceux-là, pratique régulière a un effet bénéfique sur la santé !

Et déclenche la sécrétion de nombreuses molécules :

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

Parce que nous cherchons tous à répéter  
les comportements plaisants...

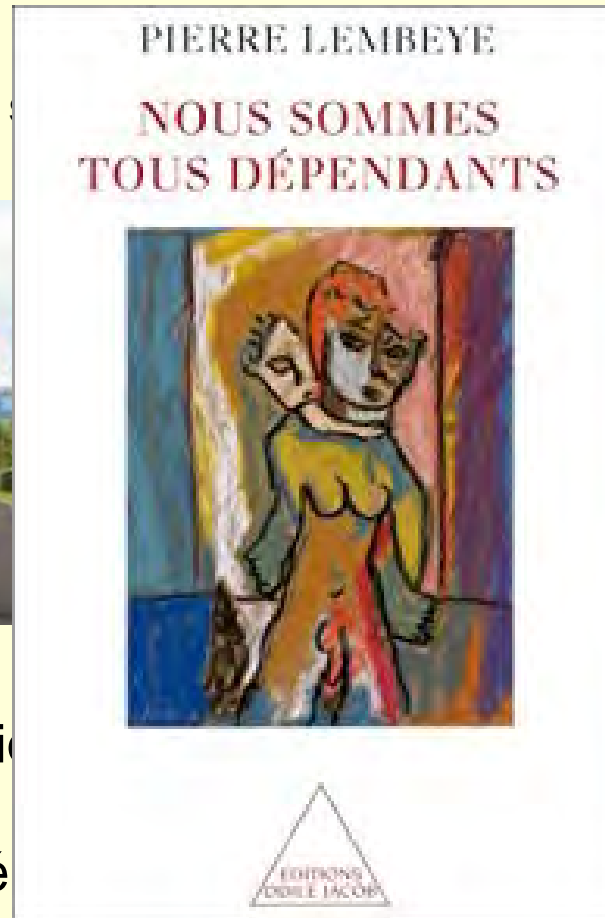
Les comportements s



Pour ceux-là, pratique

Et déclenche la sé

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



comportements **amoureux**



enéfique sur la santé !

olécules :

Parce que nous cherchons tous à répéter les comportements plaisants... et à éviter les comportements douloureux.



**Approche  
(recherche de plaisirs)**

manger,  
boire,  
se reproduire

**Comportements**

Chez les humains, ces besoins innés...

**Évitement de la douleur**

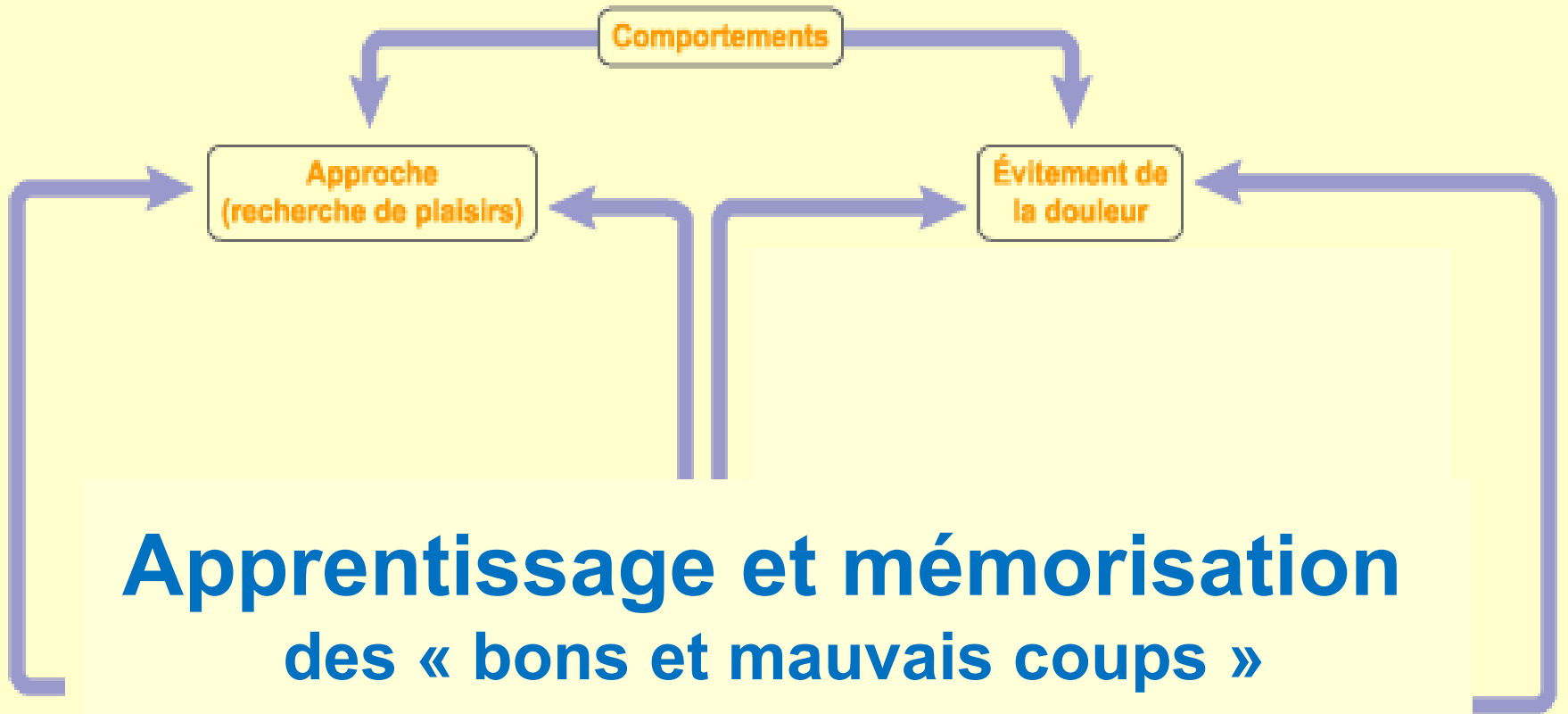
protéger son intégrité physique

..sont modulés par des **automatismes acquis** [classe sociale, médias, publicité, etc.]



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





pour mieux agir plus efficacement

en modifiant nos « modèles »  
du monde pour qu'ils aient  
un meilleur **pouvoir prédictif**.



On va donc parler maintenant de :

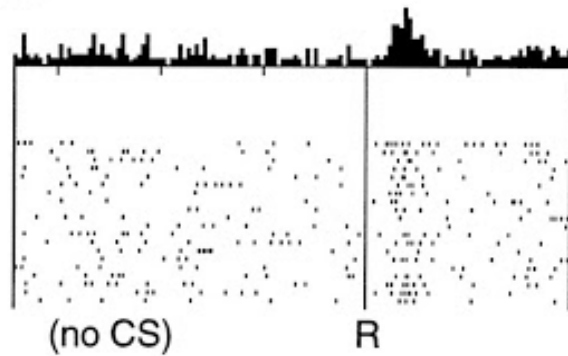
# Apprentissage et mémorisation

Mais comme on vient de parler de **dopamine** et de **cerveau prédictif** :

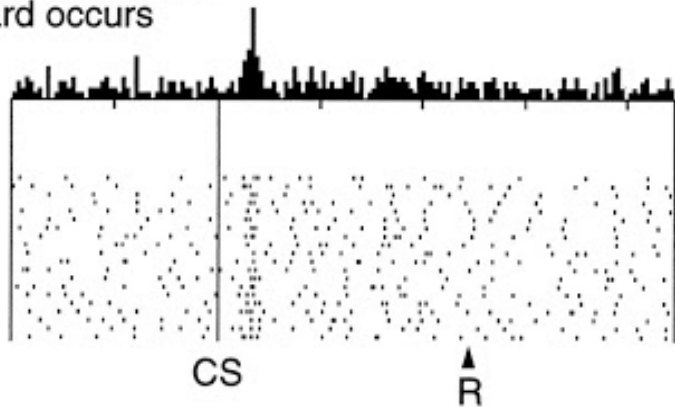
deux mots sur une expérience révélatrice...



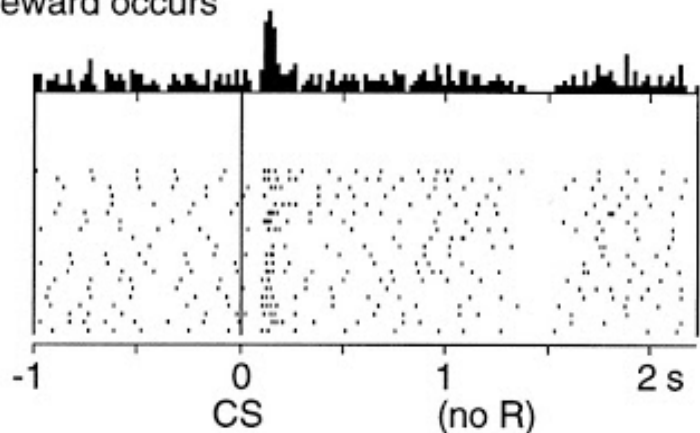
No prediction  
Reward occurs



Reward predicted  
Reward occurs



Reward predicted  
No reward occurs



Des images apparaissent sur un écran et deux secondes plus tard l'animal reçoit une récompense de jus de fruit.

→ **Au début**, les neurones dopaminergique du mésencéphale augmentent leur activité à l'arrivée de la récompense

→ La récompense est alors inattendue, l'erreur de prédiction est positive (plus de récompense qu'espéré) et la réponse neuronale accrue

→ **Après plusieurs présentations**, l'activité augmente dès l'apparition de l'image, mais plus au moment de la récompense.

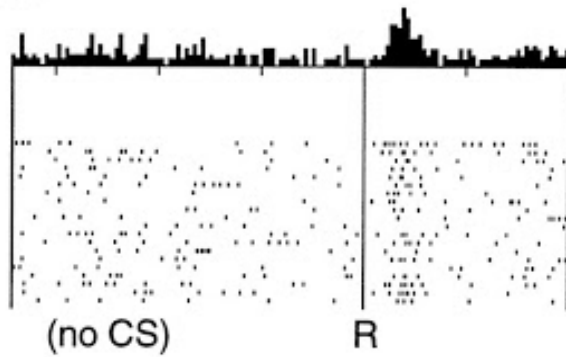
→ La récompense devient prédite par la simple vue de l'image et l'erreur de prédiction est nulle (récompense espérée et obtenue)

→ Si à ce stade on cesse de donner la récompense attendue par l'animal, ces neurones réduisent leur activité au moment où la récompense aurait dû être reçue.

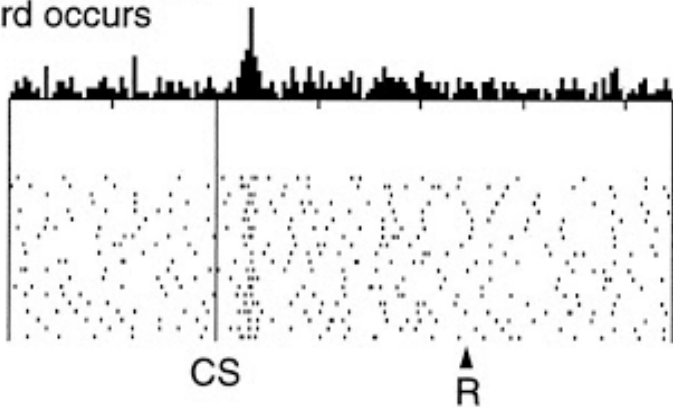
→ l'erreur de prédiction est alors négative (moins de récompense qu'espéré).



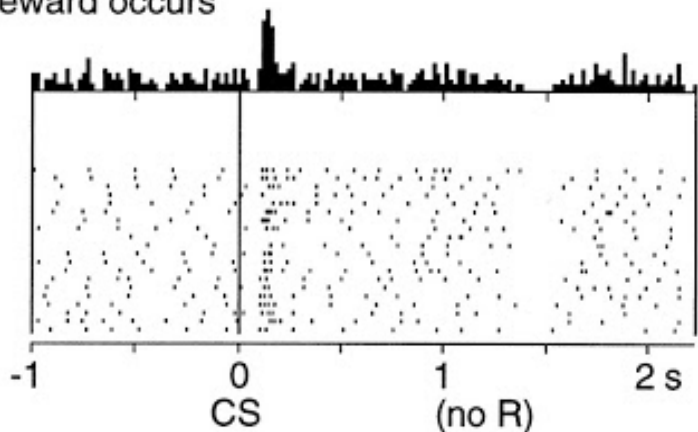
No prediction  
Reward occurs



Reward predicted  
Reward occurs

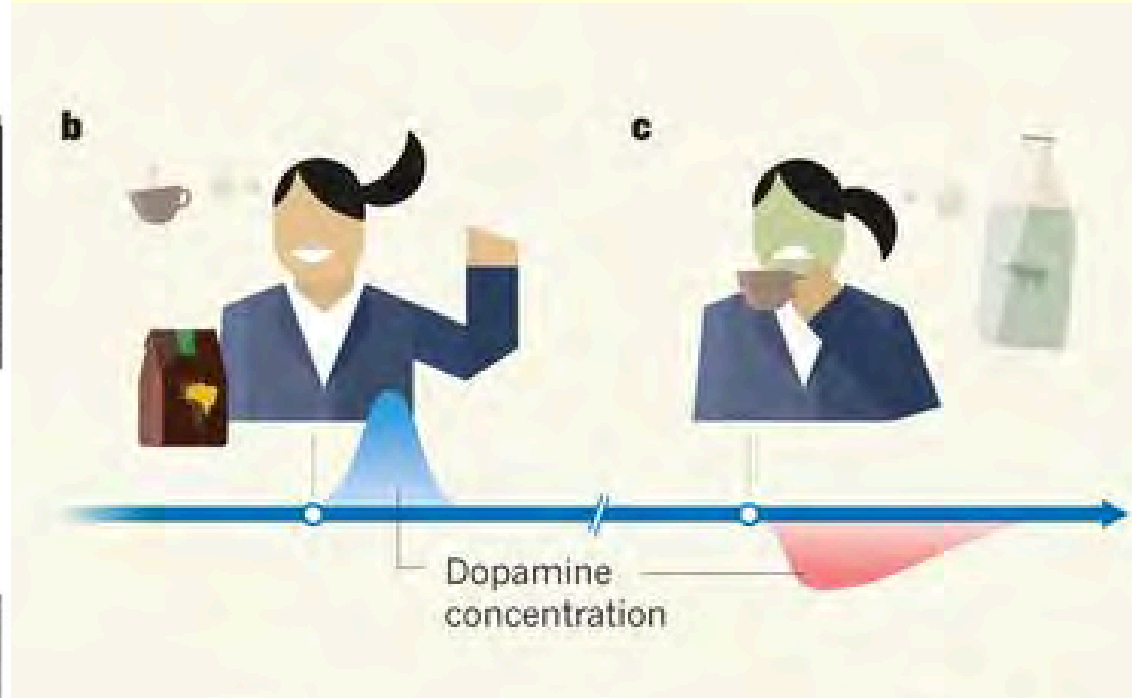


Reward predicted  
No reward occurs



## Dopamine and Reward Prediction Error (2013)

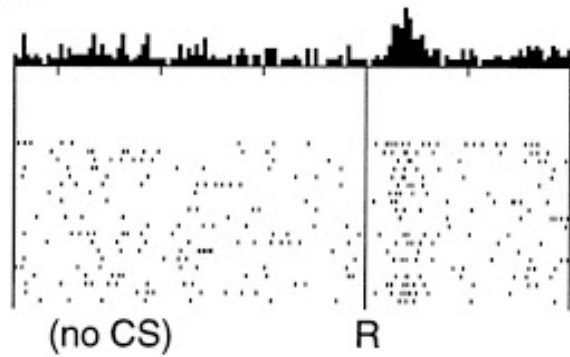
<http://cellularscale.blogspot.com/2013/03/dopamine-and-reward-prediction-error.html>



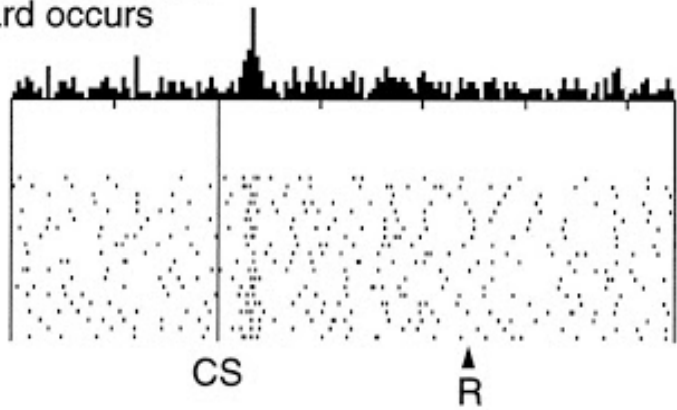
## Dopamine, rewards, and the brain (2013)

<http://mindblog.dericbownds.net/2013/09/dopamine-rewards-and-brain.html>

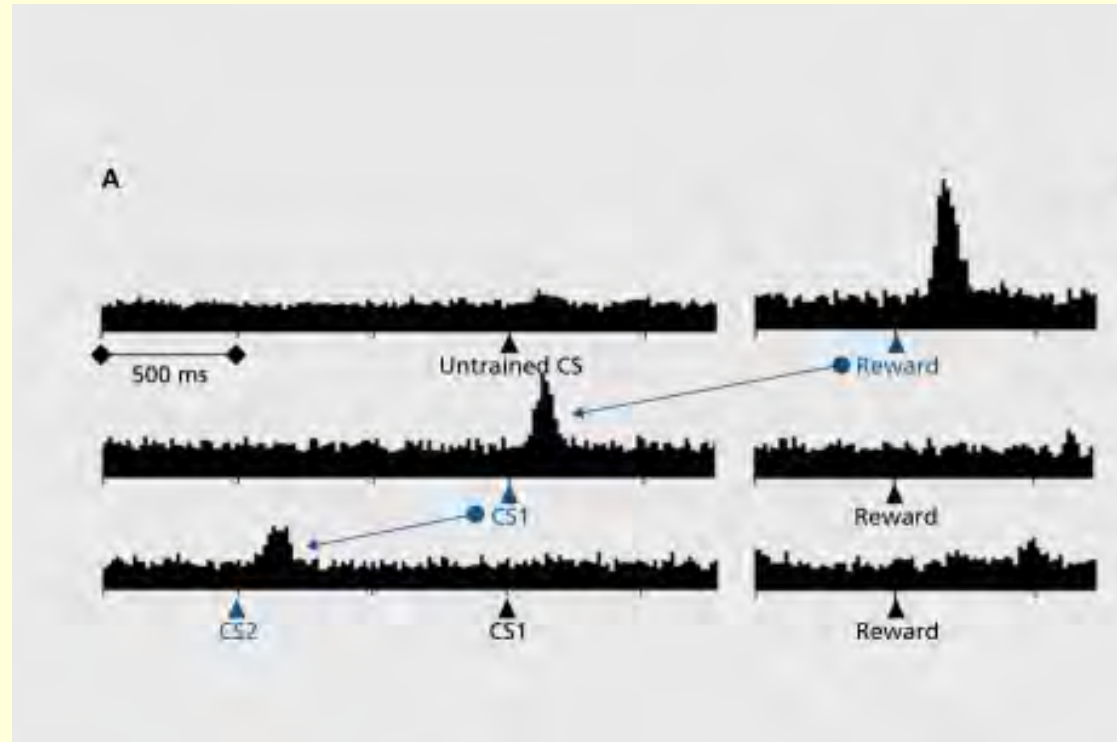
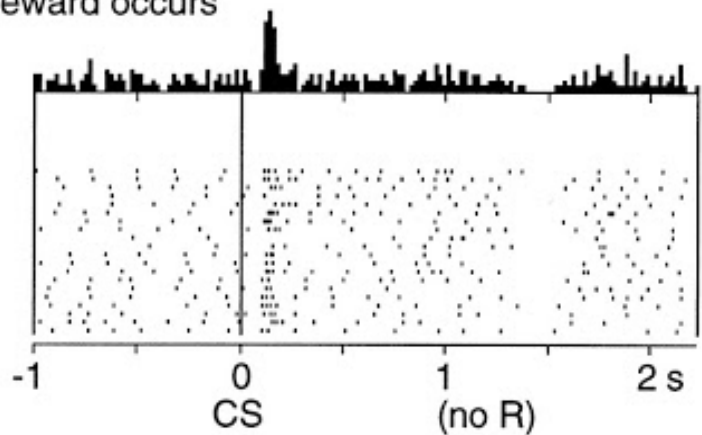
No prediction  
Reward occurs



Reward predicted  
Reward occurs



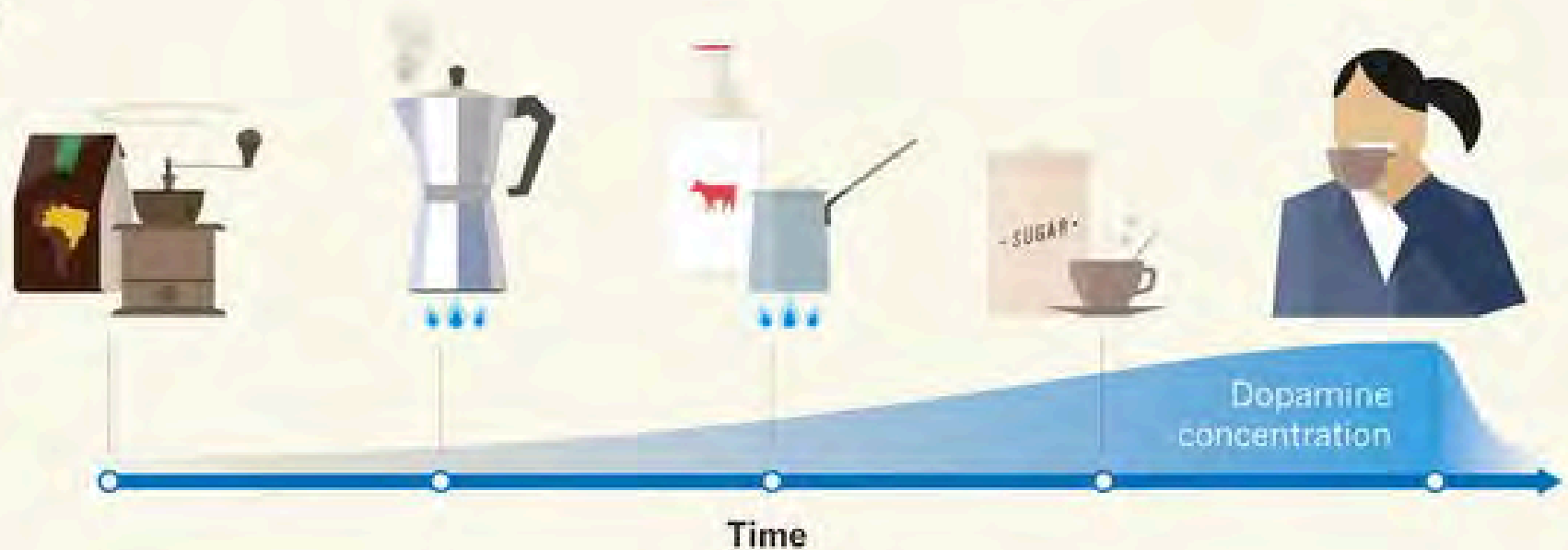
Reward predicted  
No reward occurs



**Dopamine reward prediction error coding**  
Wolfram Schultz (2016)

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4826767/>

d



Howe et al. ont mis en évidence un troisième mode de signalisation dopaminergique où l'activité croît à mesure que les indices prédictifs s'accumulent.

“Such prolonged dopamine signalling could provide **sustained motivational drive**”

Et encore ici, quand la récompense espérée est obtenue, l'erreur de prédiction devient nulle.

Ce que fait notre cerveau, c'est détecter des **écarts** par rapport à ses **attentes**,  
i.e. ses « **modèles** » du monde

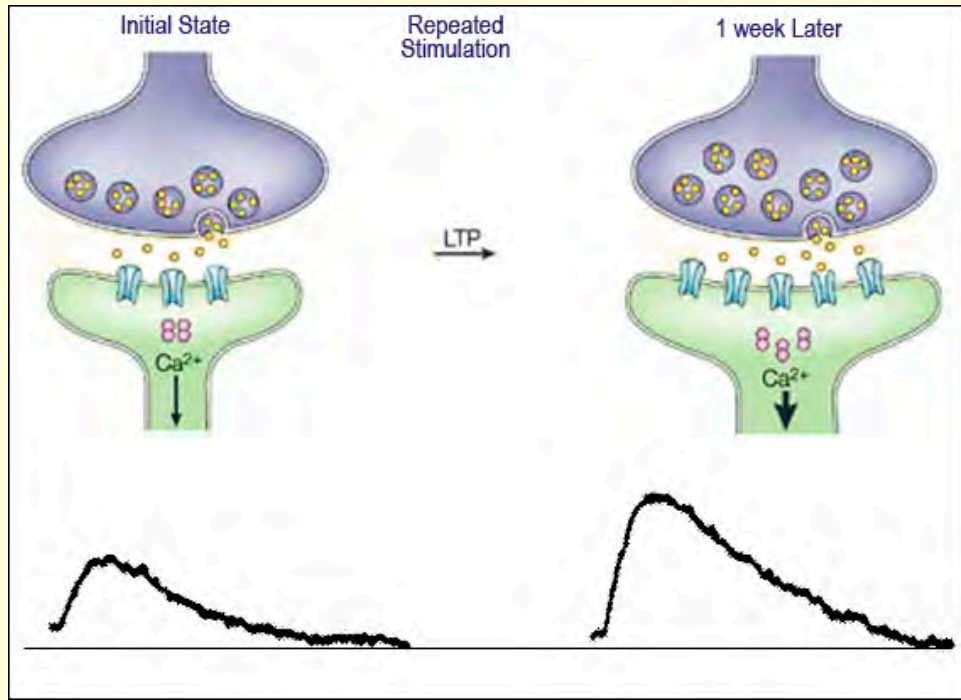
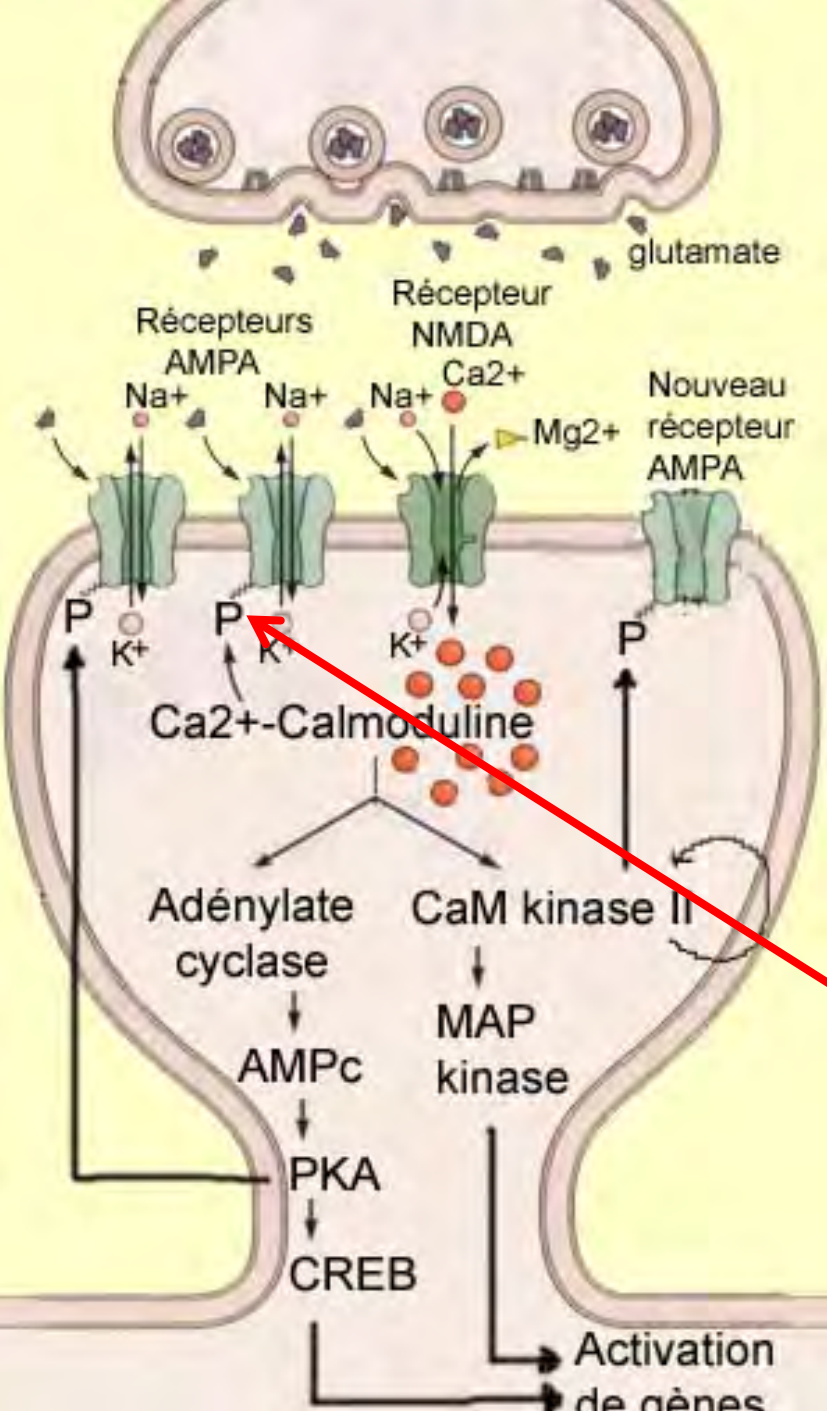


Et si ces écarts **se répètent**,  
(**apprentissage**)

il va chercher à **modifier**  
ces « modèles » du monde  
pour **minimiser** l'erreur de prédiction  
(**plasticité**)

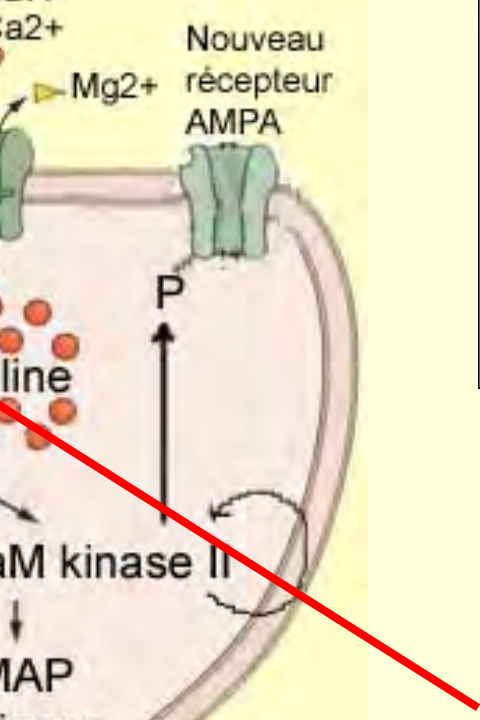
et obtenir et maintenir ainsi  
un meilleur **pouvoir prédictif**.  
(**mémoire**)

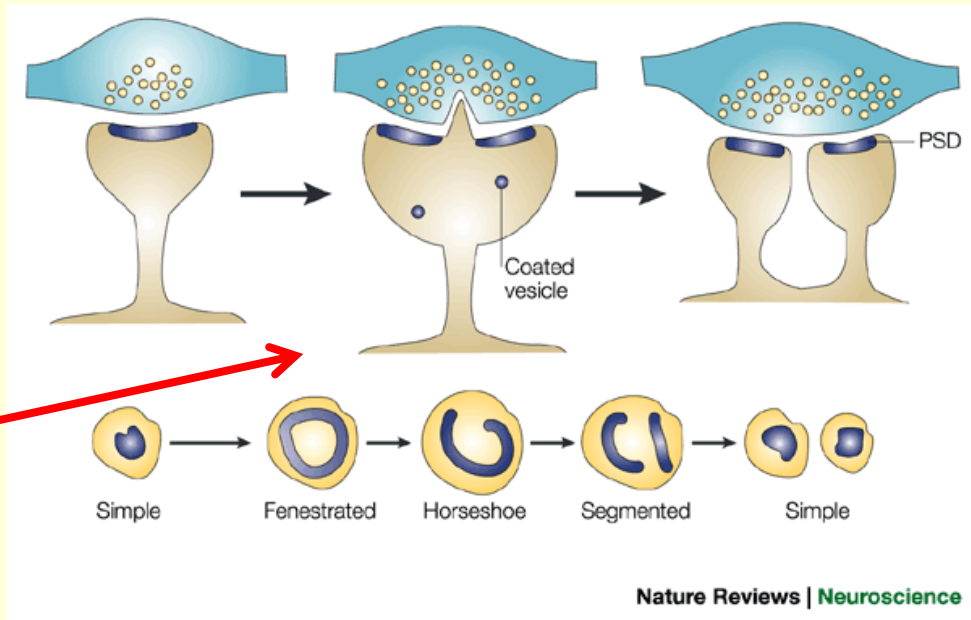
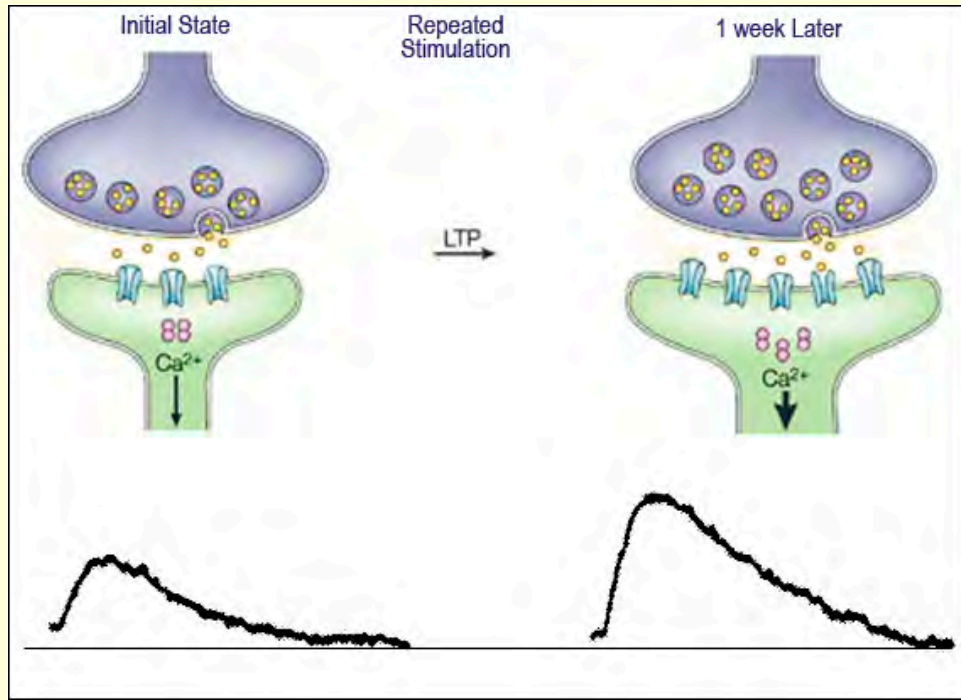
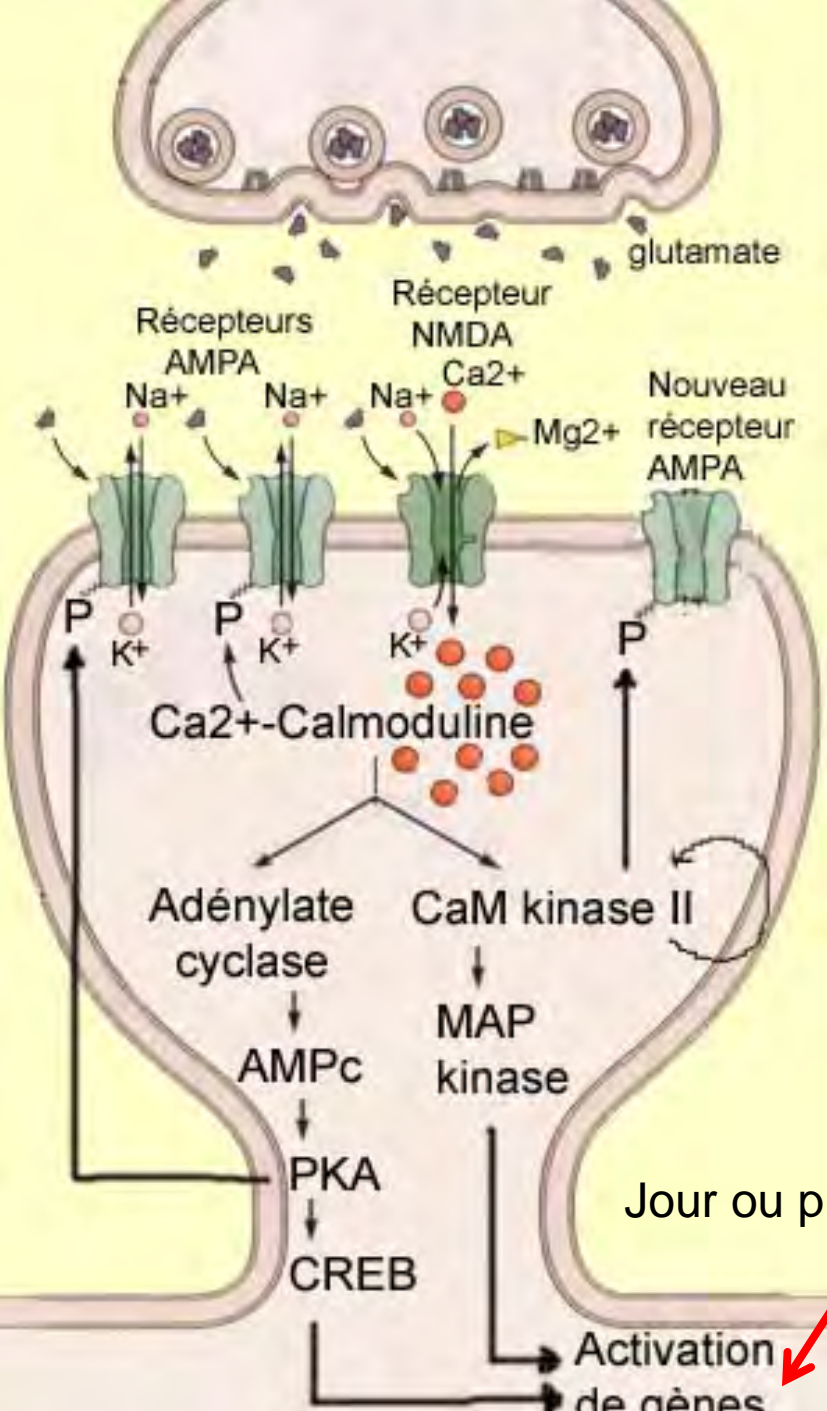




**Ordre de grandeur temporelle :**

Minutes ou heures

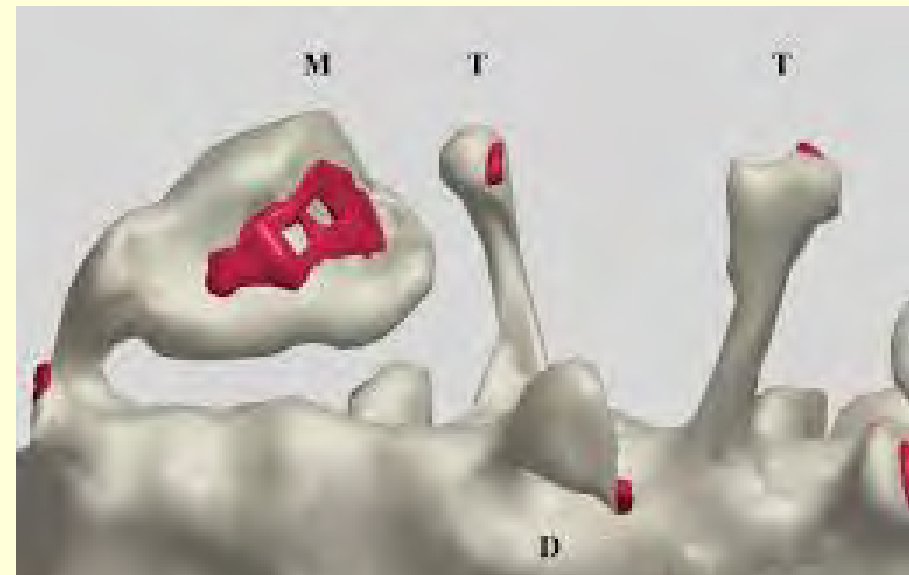
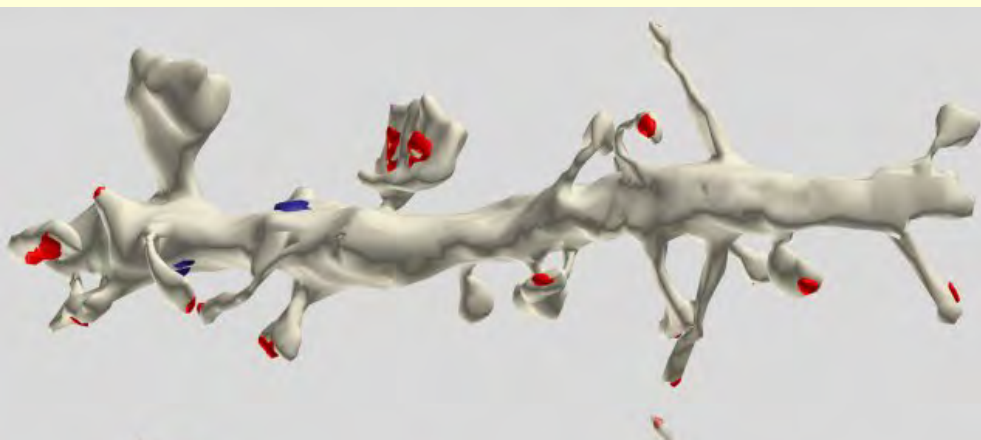




Jour ou plus



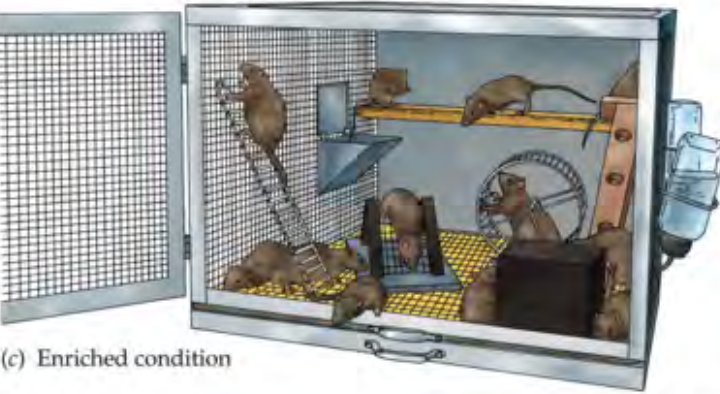
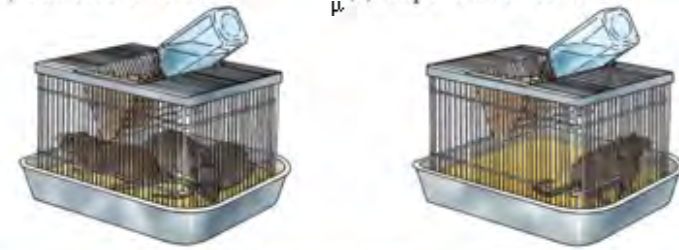
La taille et la forme de ces épines dendritiques ne sont **pas fixes** mais peuvent être au contraire **très plastique**.





a) Standard condition

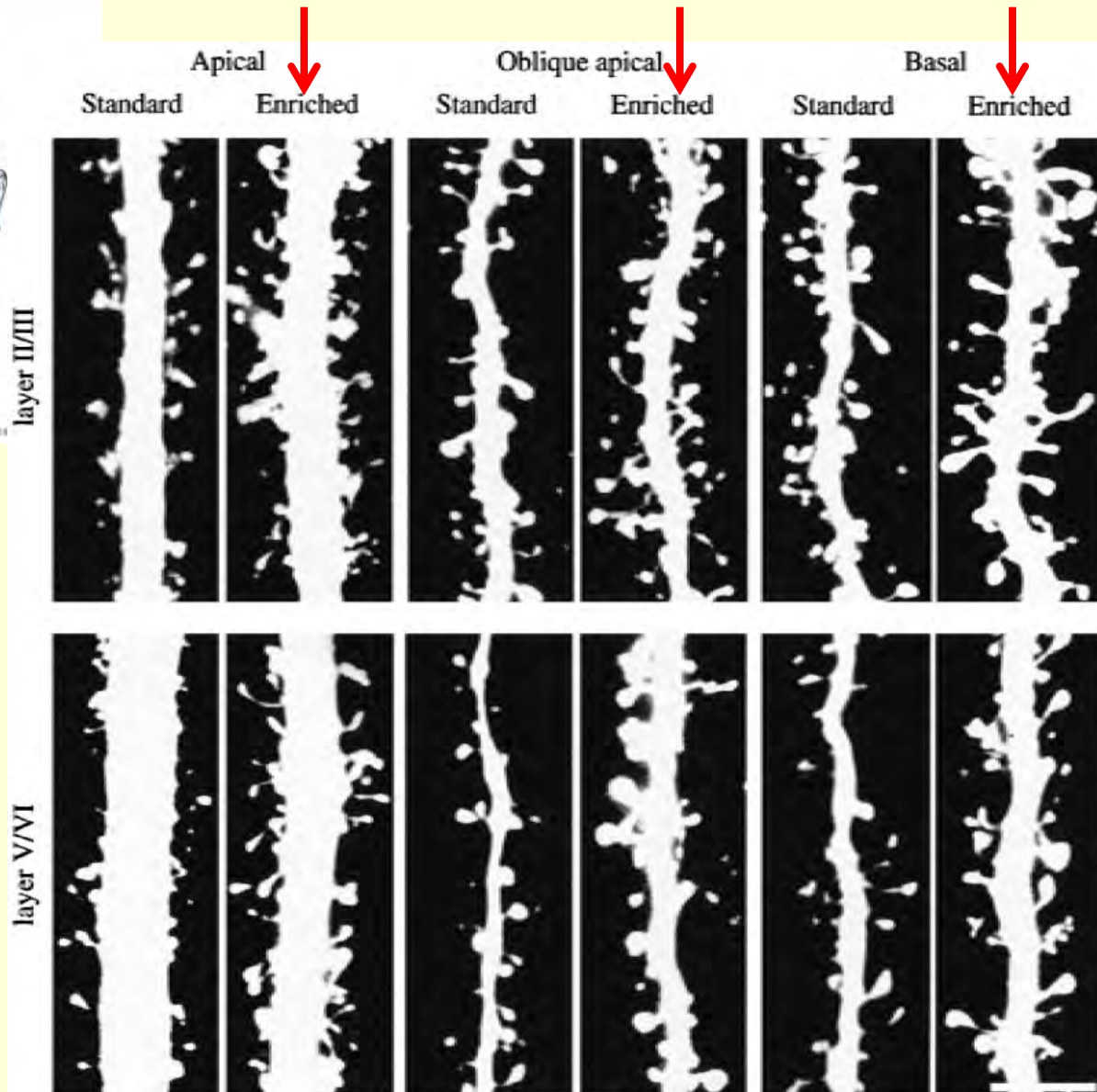
b) Impoverished condition



(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.



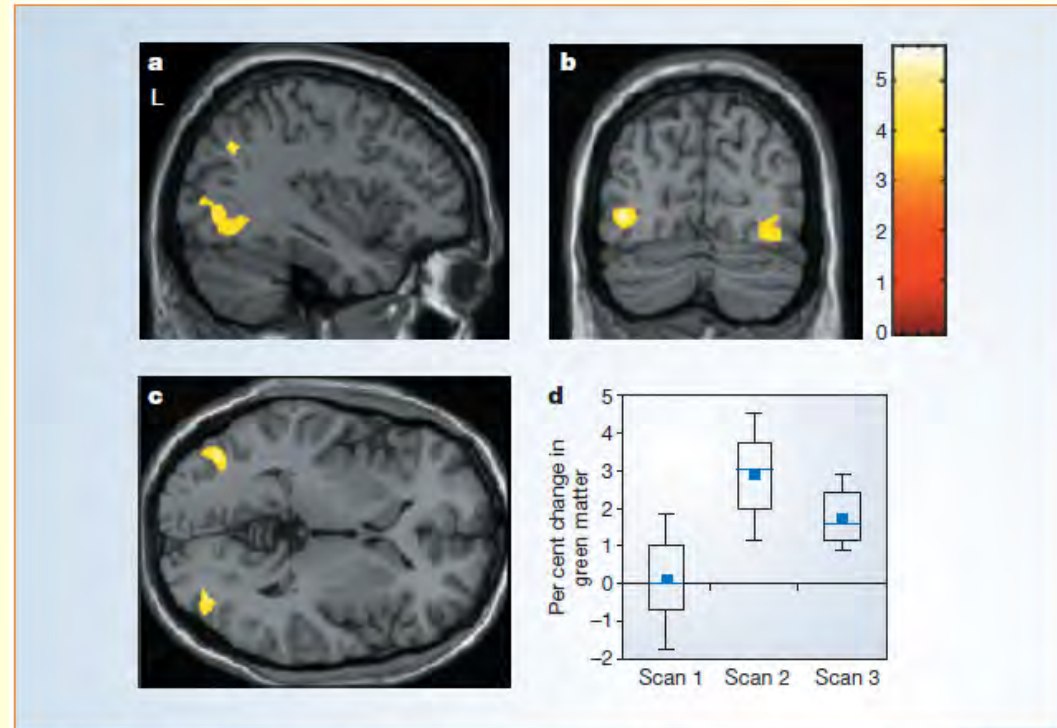
Épines dendritique de neurones du cortex somatosensoriel de rats adultes ayant grandi dans des cages **standard** ou dans un environnement **enrichi** durant 3 semaines.

# 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](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](http://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**.

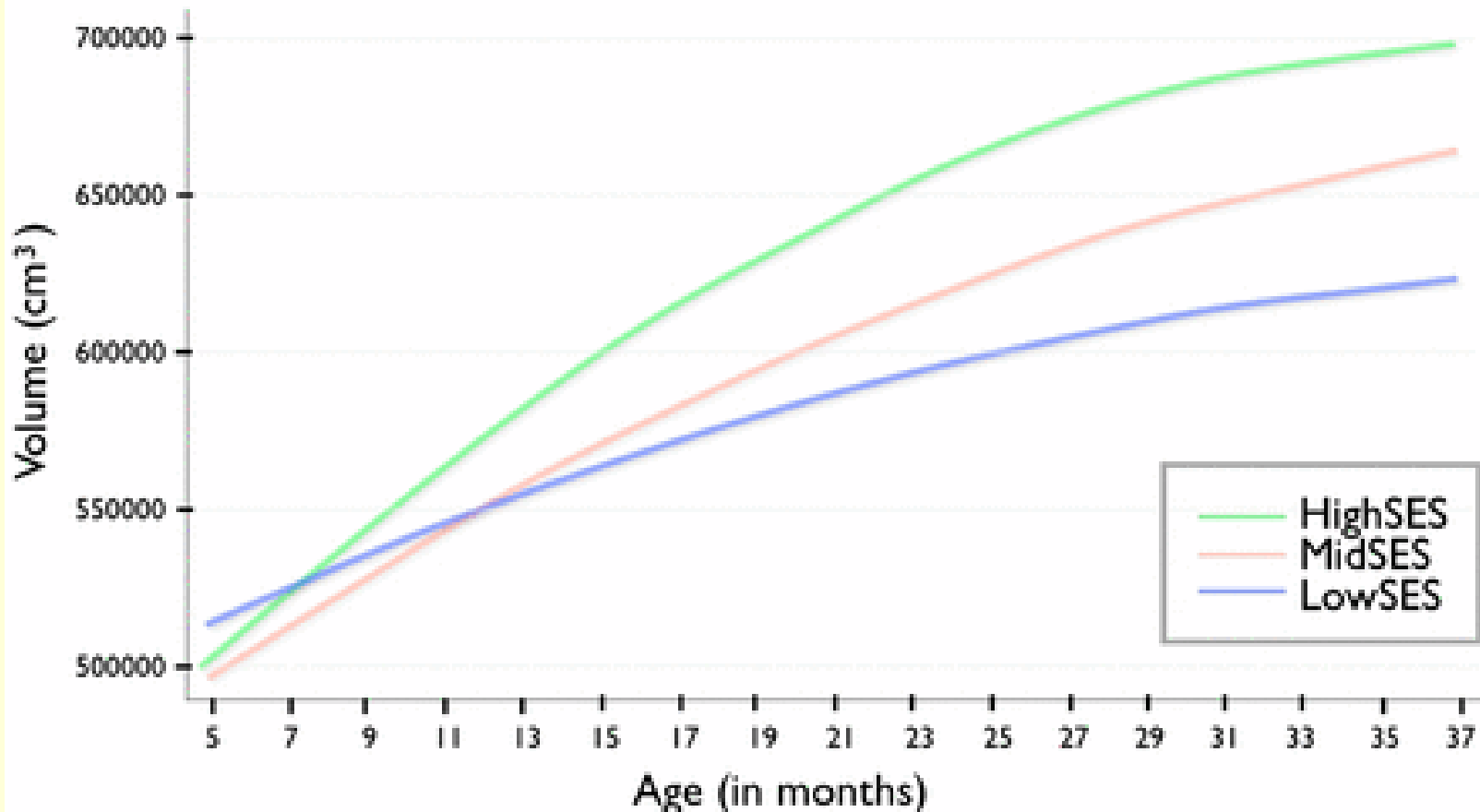
Wednesday, **February 03, 2016**

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

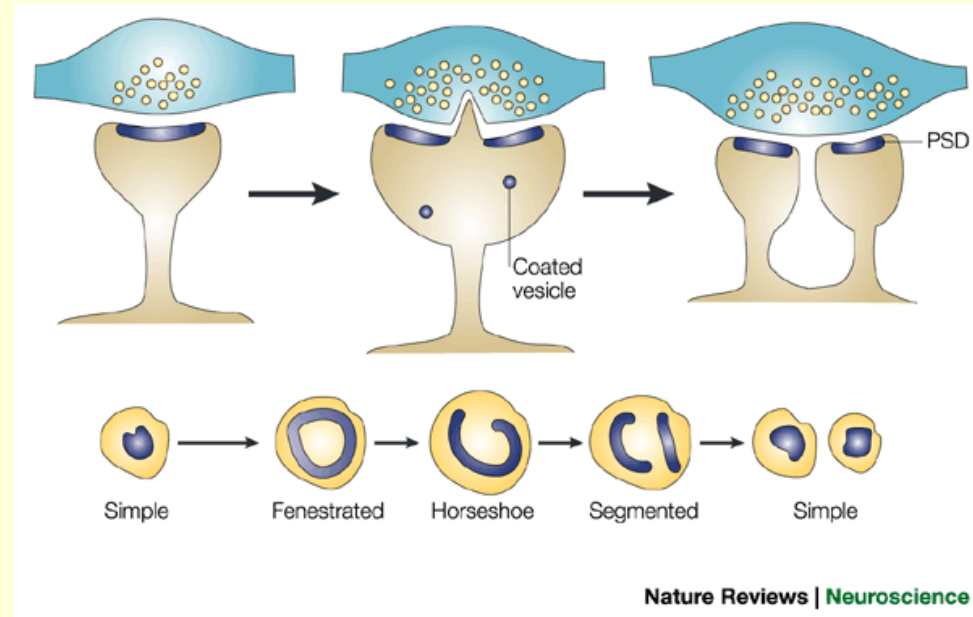
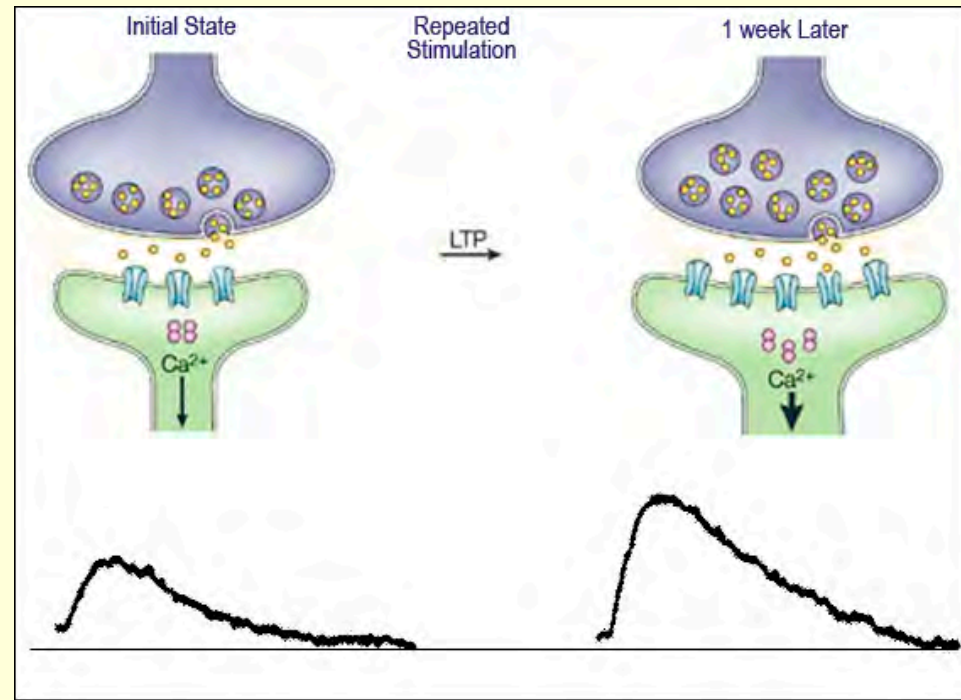
## Total Gray Matter

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.

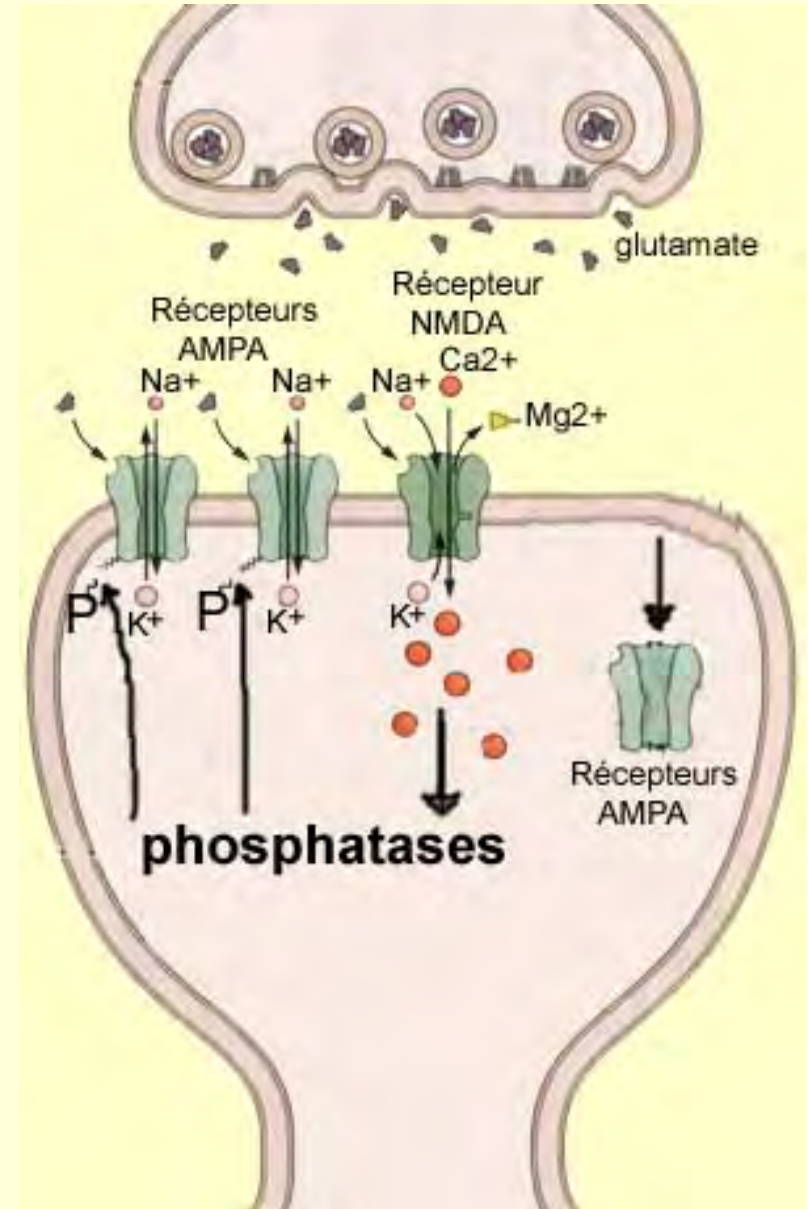
Mais il y en a beaucoup d'autres !



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 !

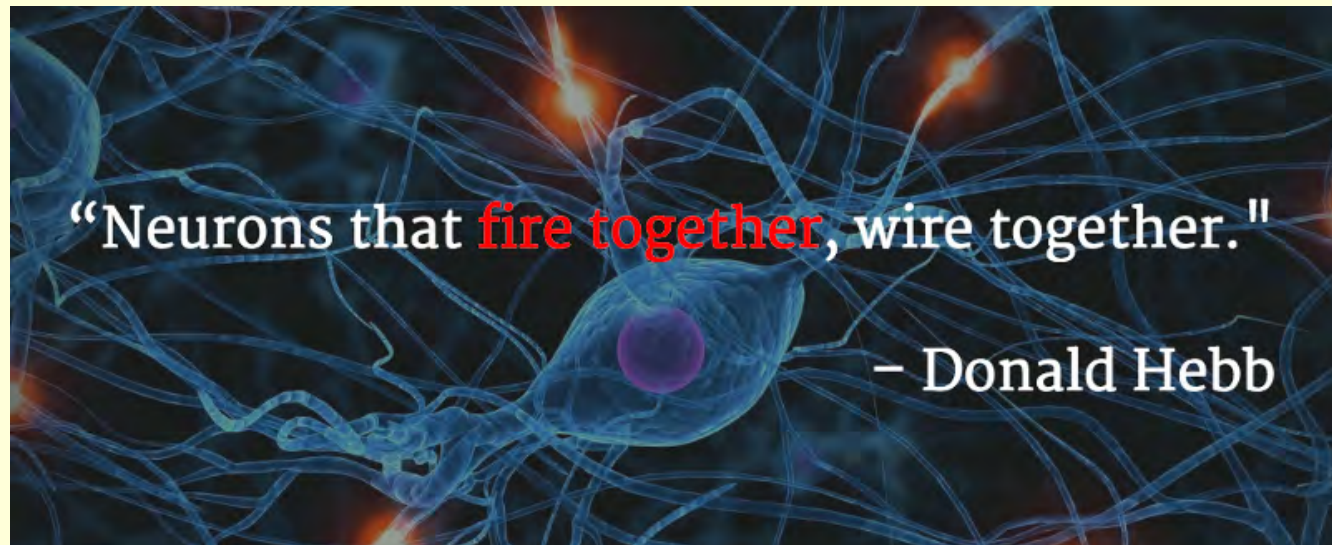
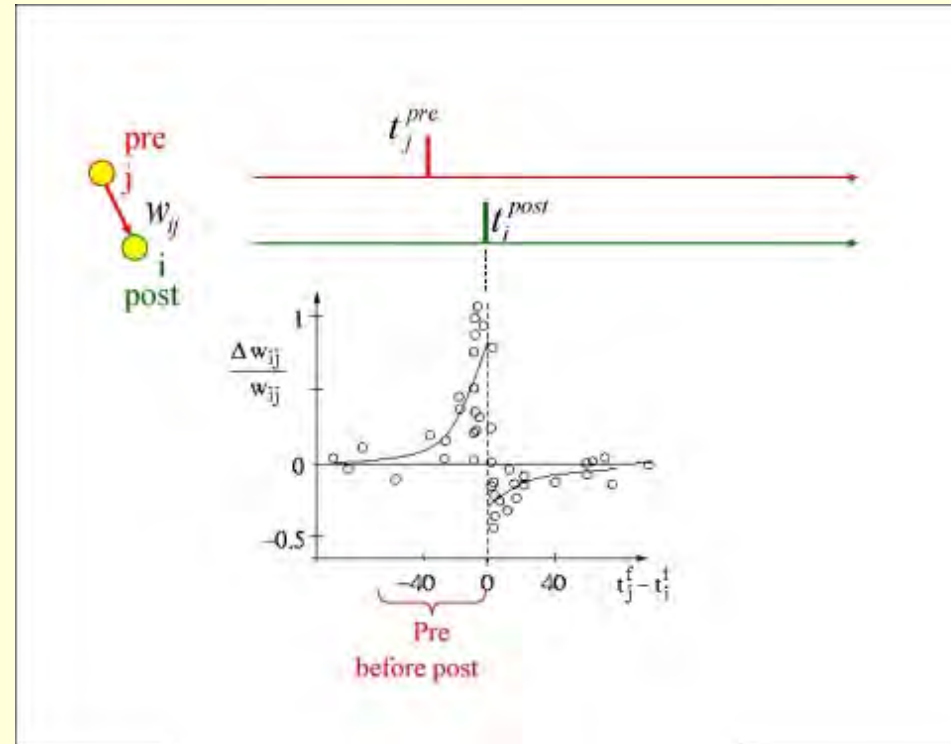
- La **dépression à long terme (DLT)**



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 !

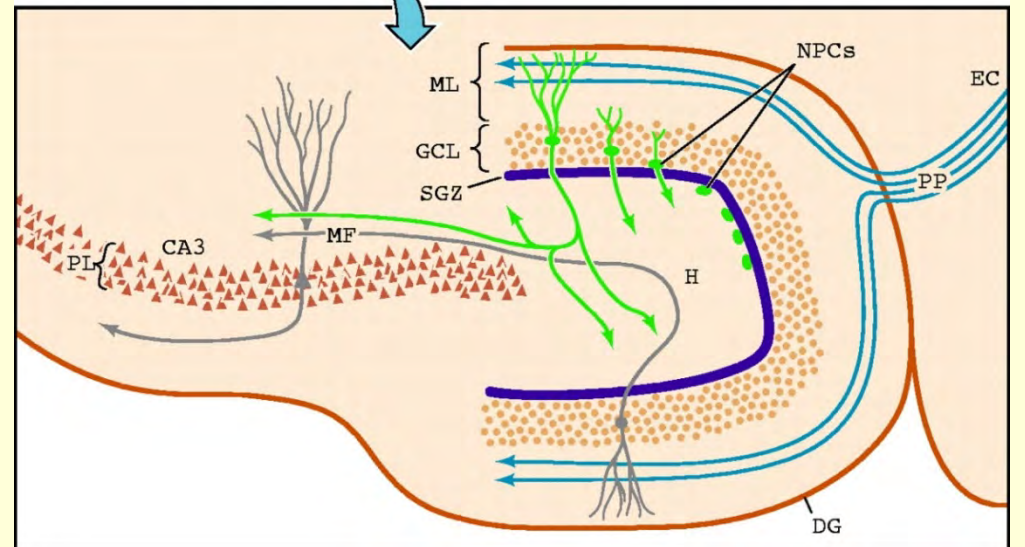
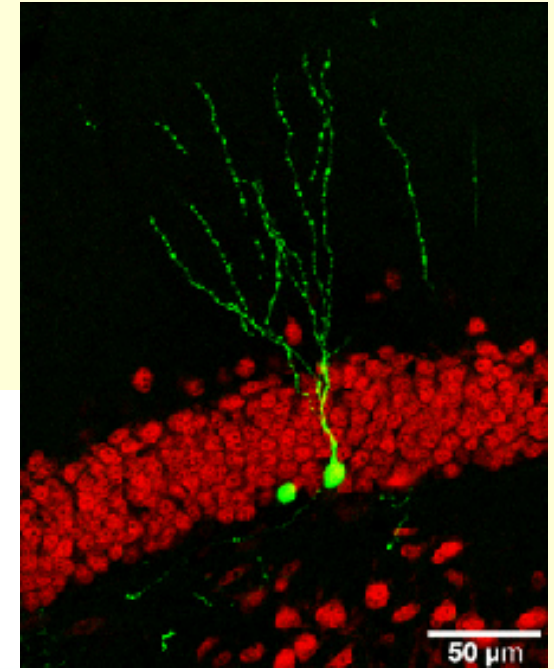
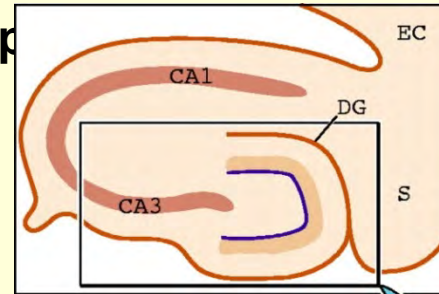
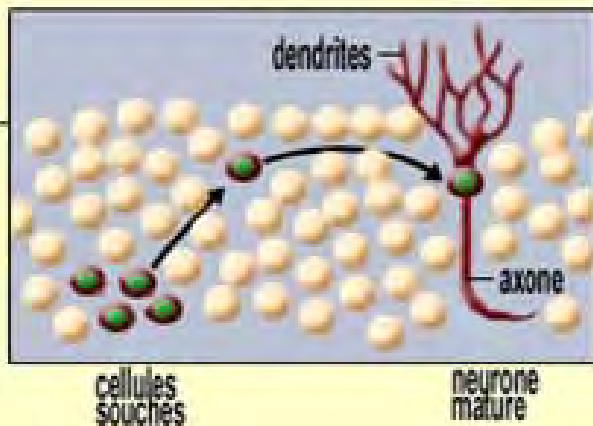
- La **dépression à long terme (DLT)**
- La **plasticité dépendante du temps d'occurrence des impulsions** (« Spike-timing-dependent plasticity » ou STDP)



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 !

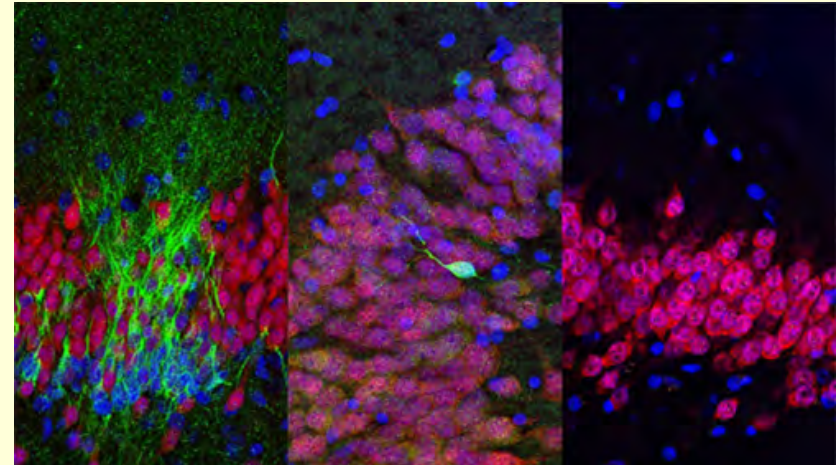
- La **dépression à long terme (DLT)**
- La **plasticité dépendante du temps d'occurrence des impulsions** (« Spike-timing-dependent plasticity » ou STDP)
- La neurogenèse, etc...



**27 mars 2018**

## **La neurogenèse dans le cerveau humain adulte remise en question**

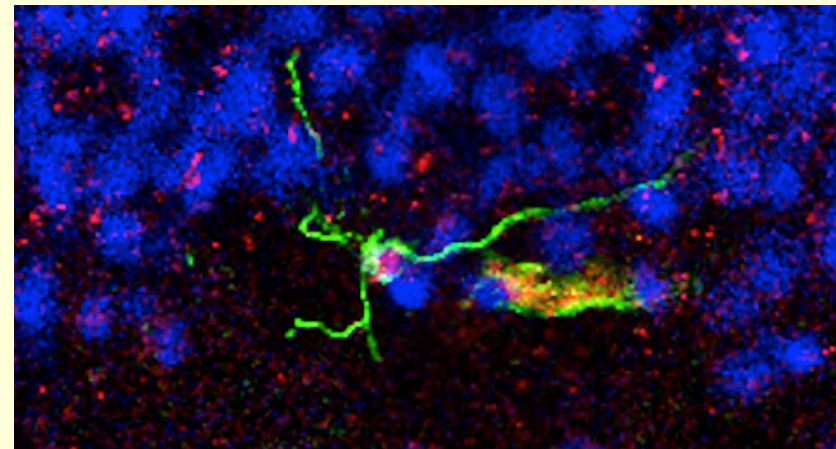
<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2018/03/27/la-neurogenese-dans-le-cerveau-humain-adulte-remise-en-question/>



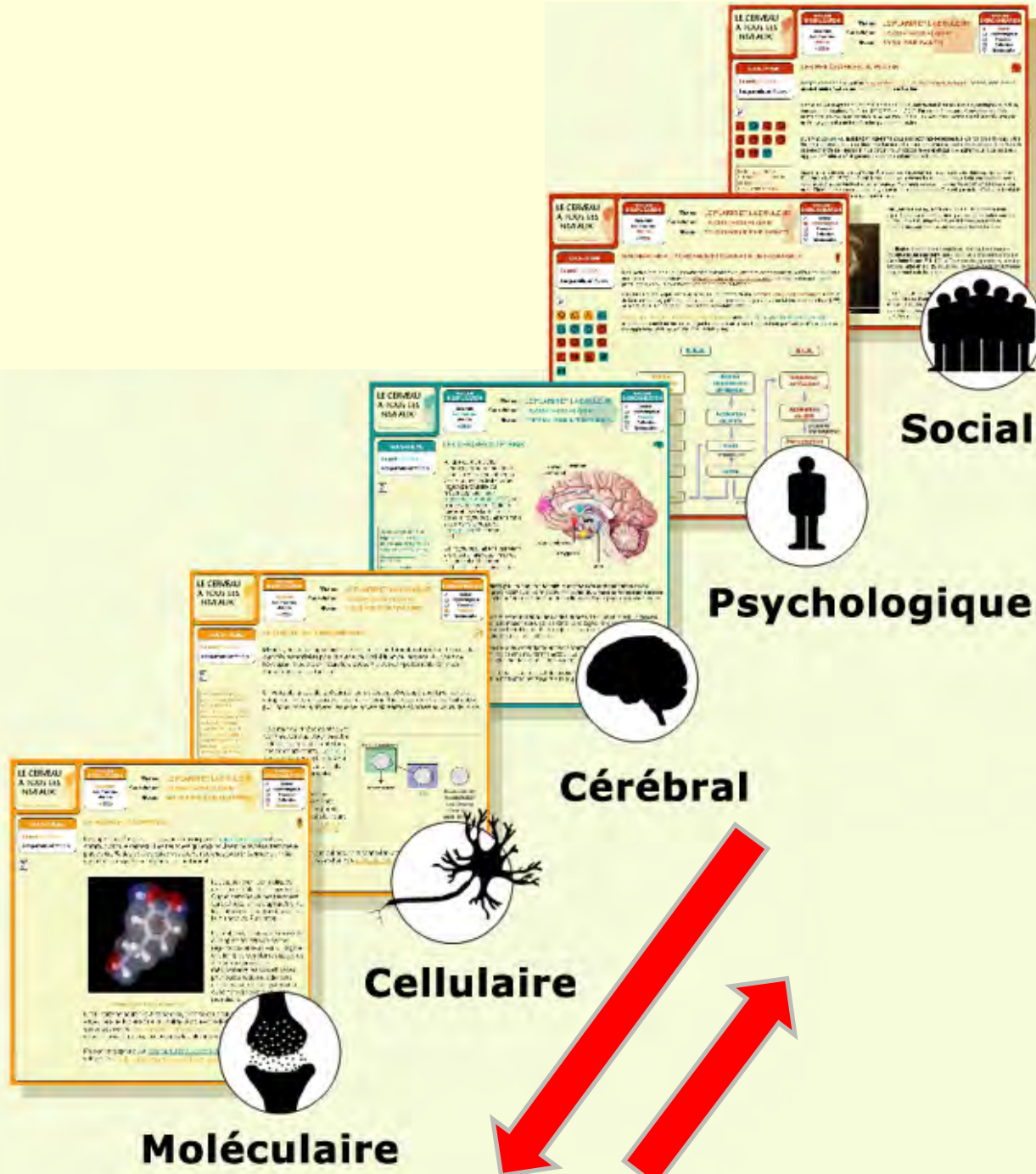
**17 avril 2018**

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

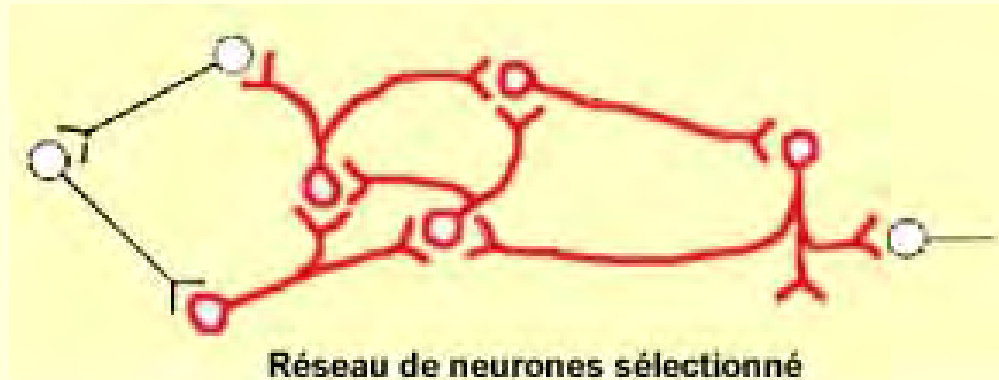
<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2018/04/17/neurogenese-dans-le-cerveau-humain-adulte-apres-le-recent-non-un-oui-tout-aussi-affirmatif/>



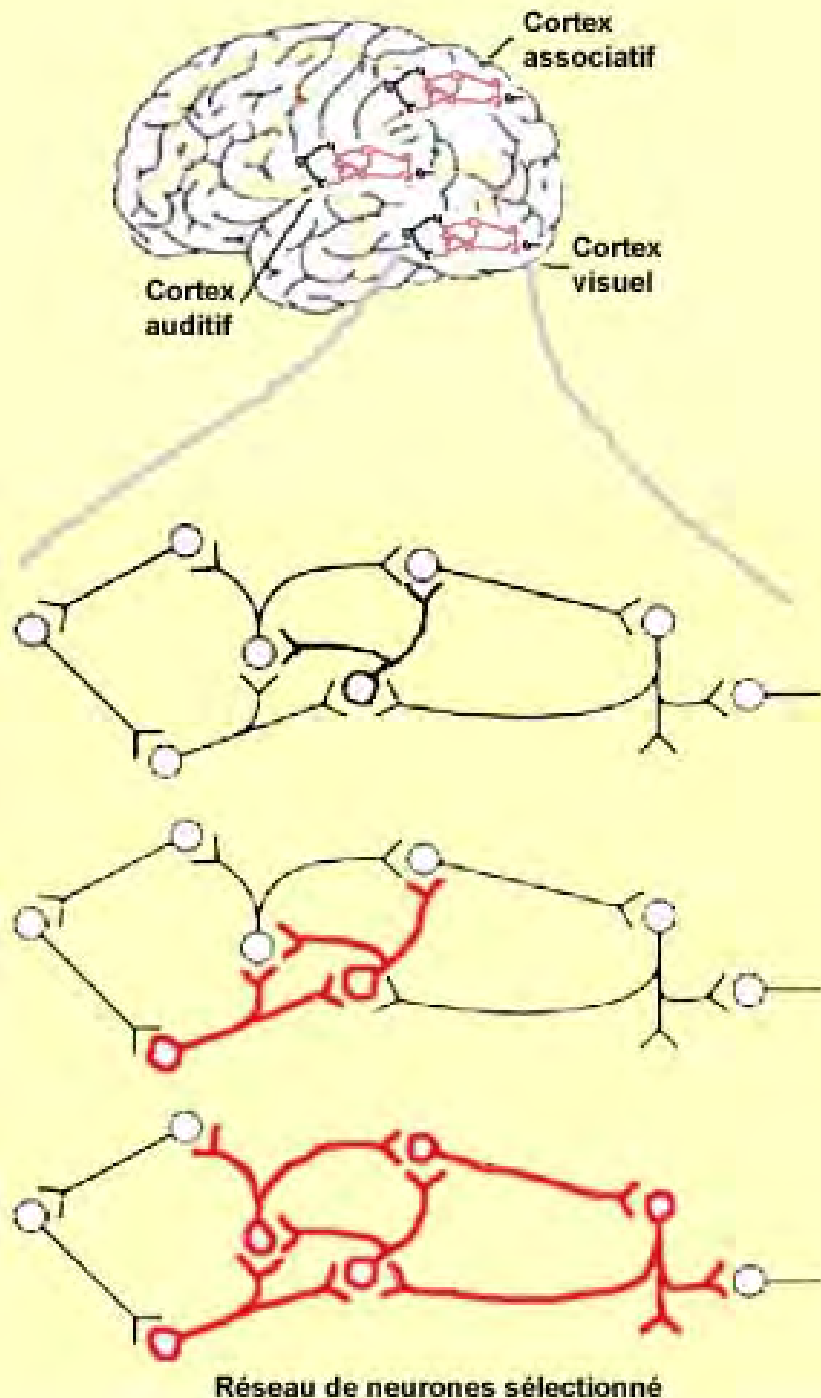




# Assemblées de neurones

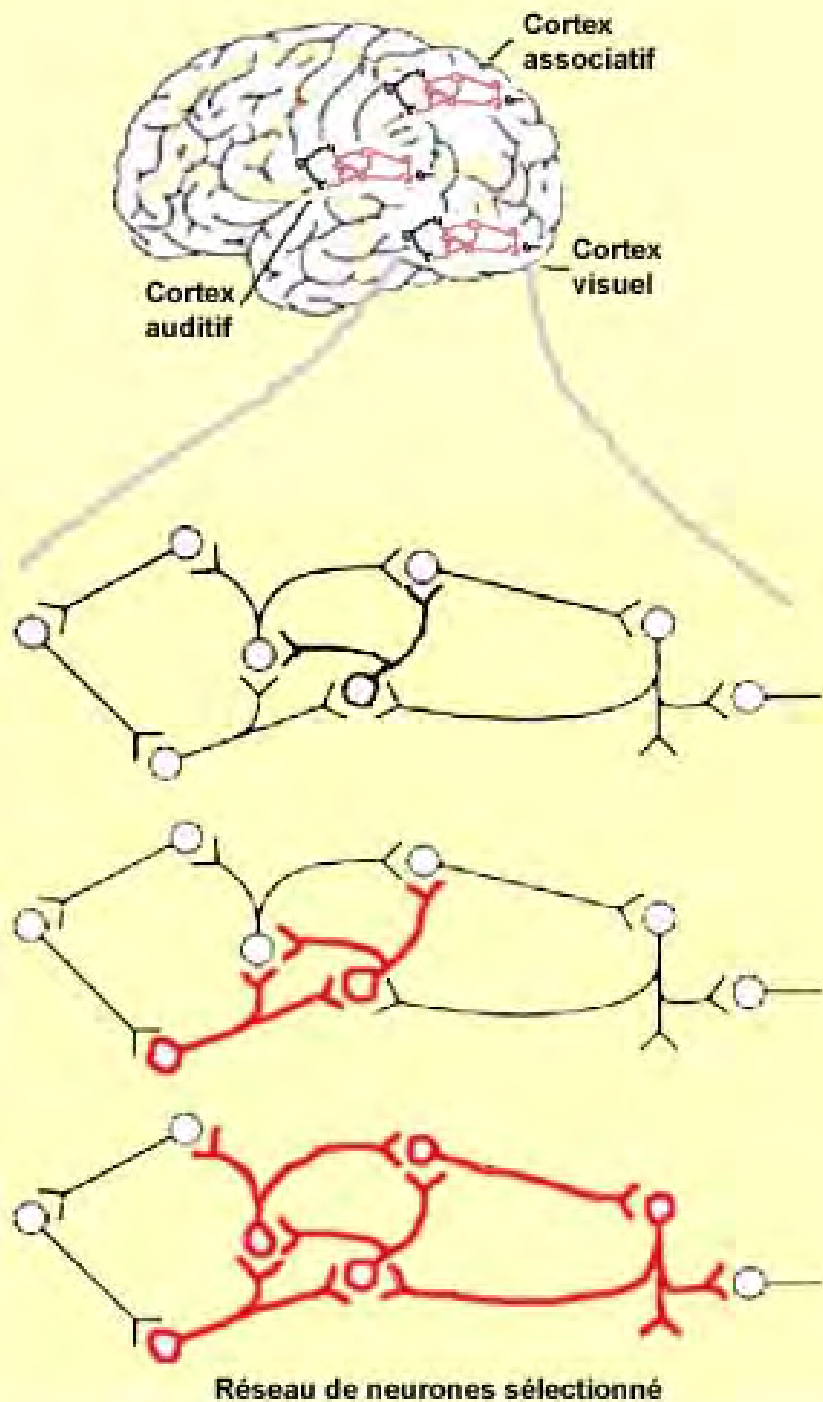


Étudier, s'entraîner, apprendre...



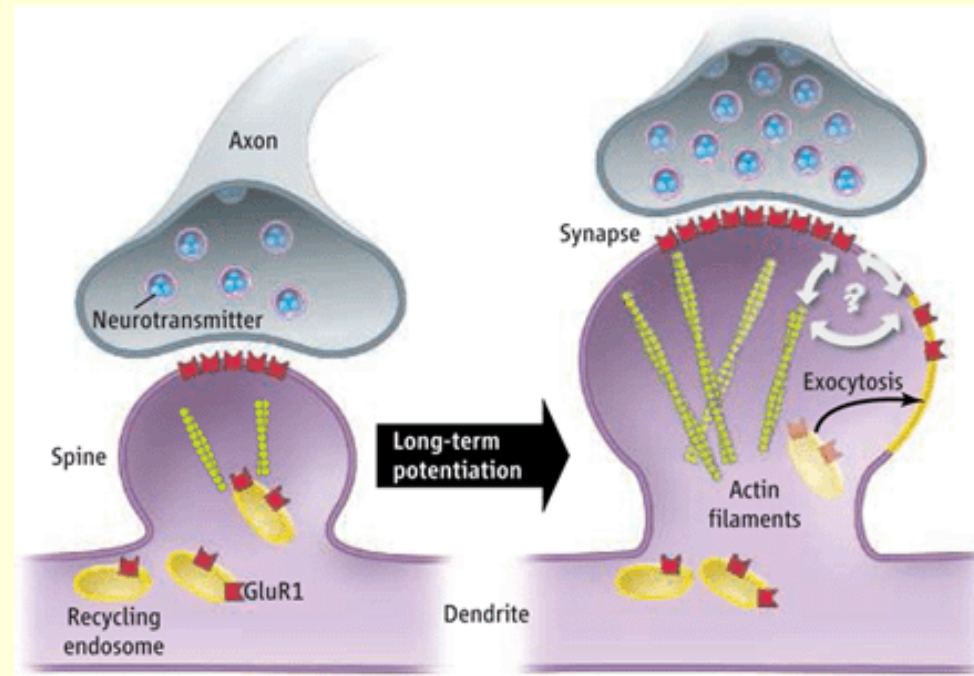
...c'est renforcer des connexions neuronales.

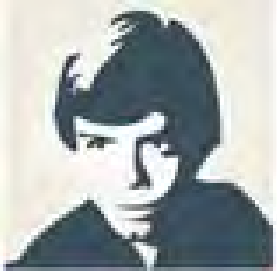
pour former des groupes de neurones qui vont devenir **habitués** de travailler ensemble.



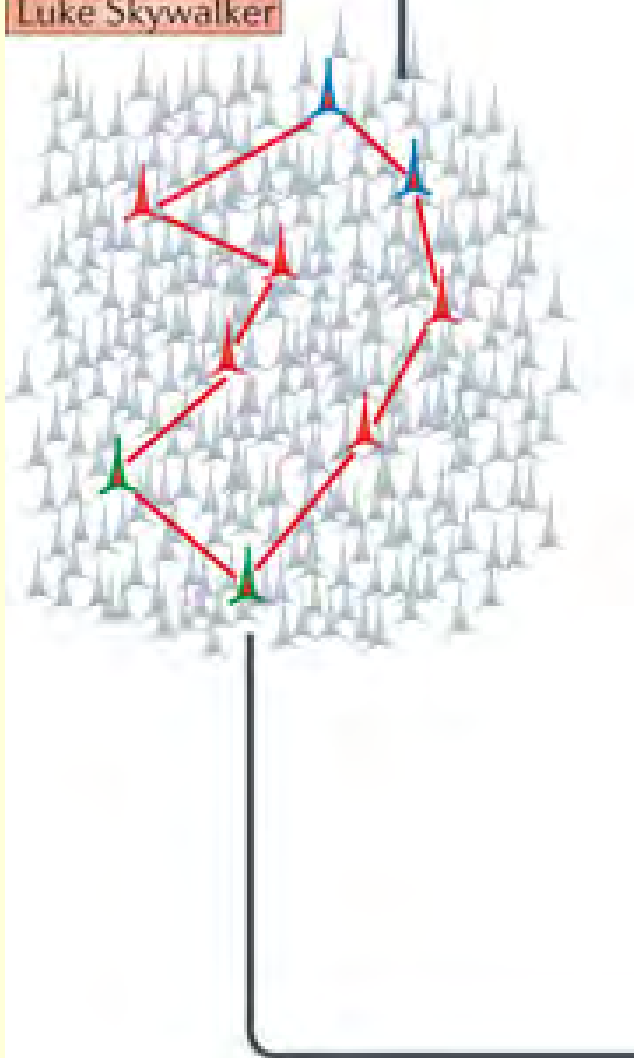
Comment ?

Grâce aux synapses qui varient leur efficacité !





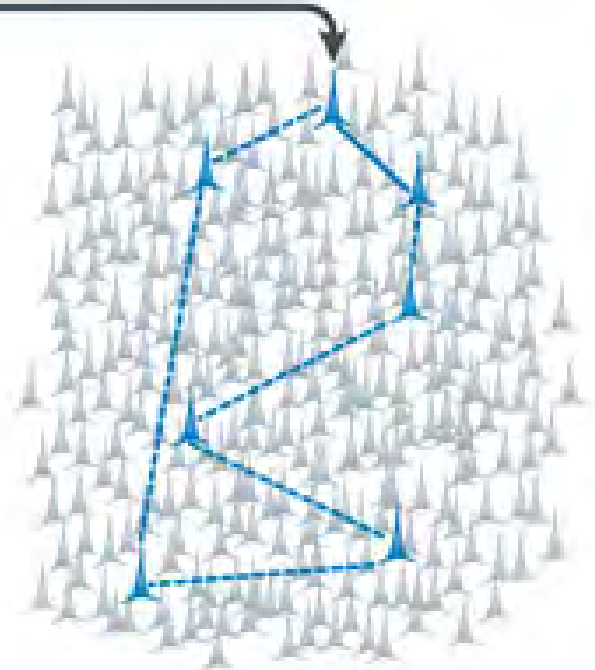
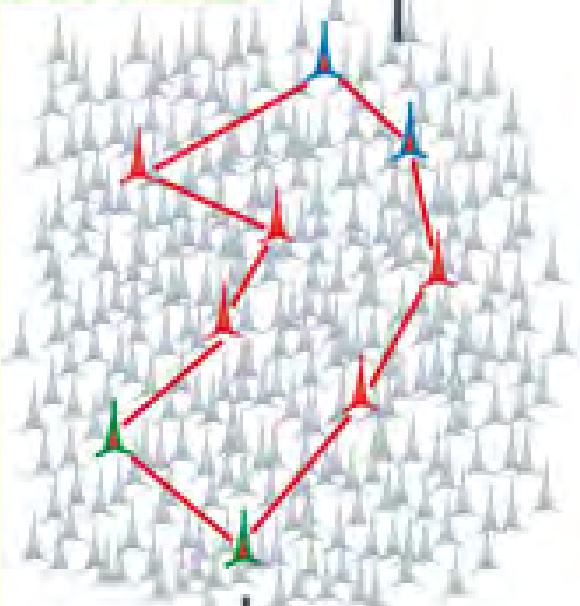
Luke Skywalker



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

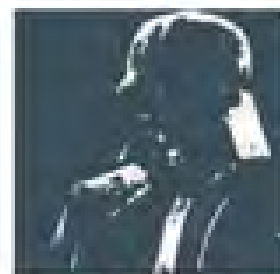
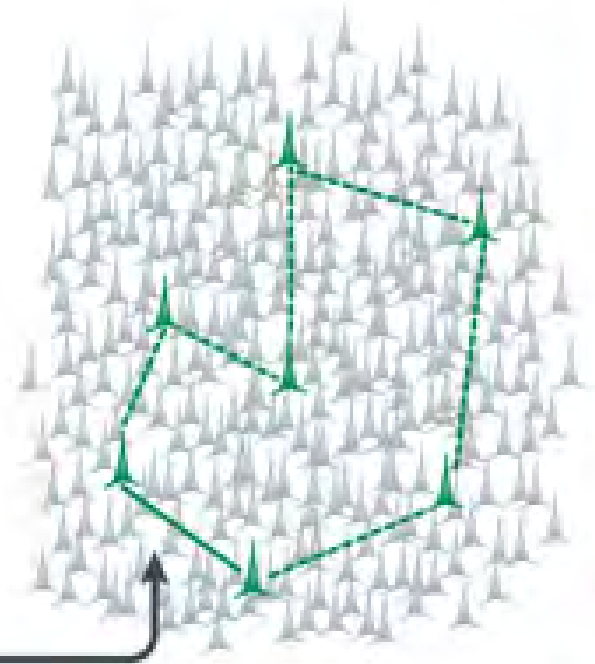


Luke Skywalker



Yoda

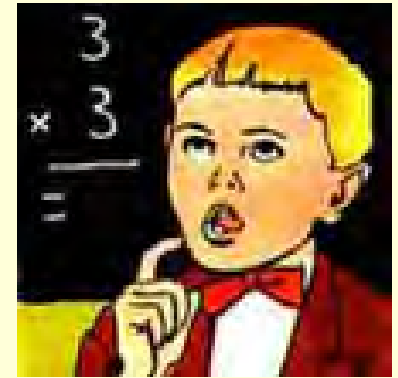
C'est aussi de cette façon qu'un **concept** ou un **souvenir** peut en évoquer un autre...



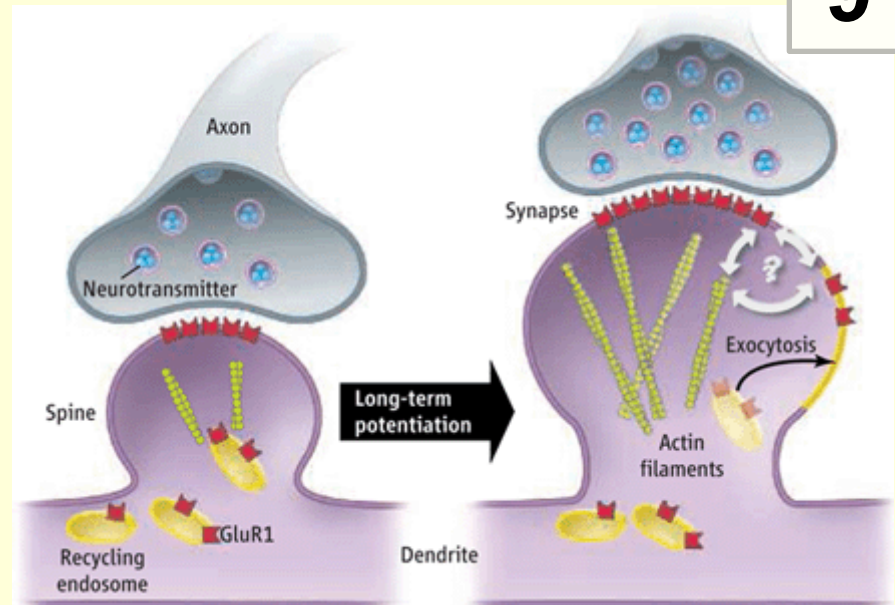
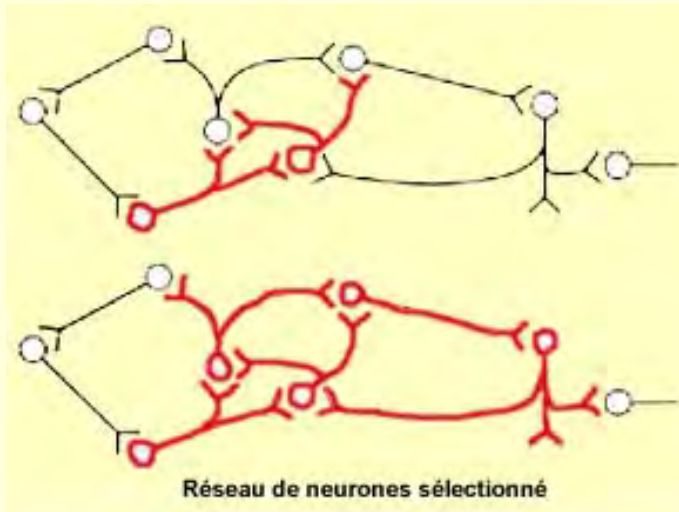
Darth Vader



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



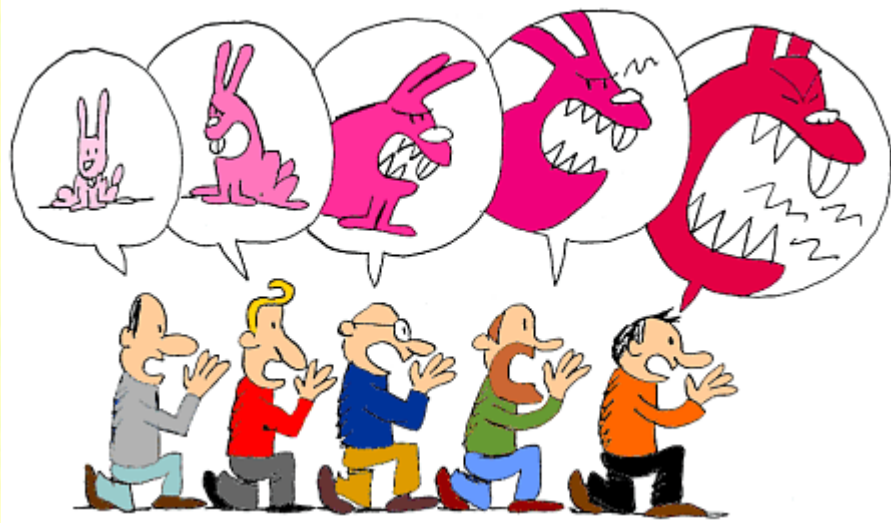
9



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**.

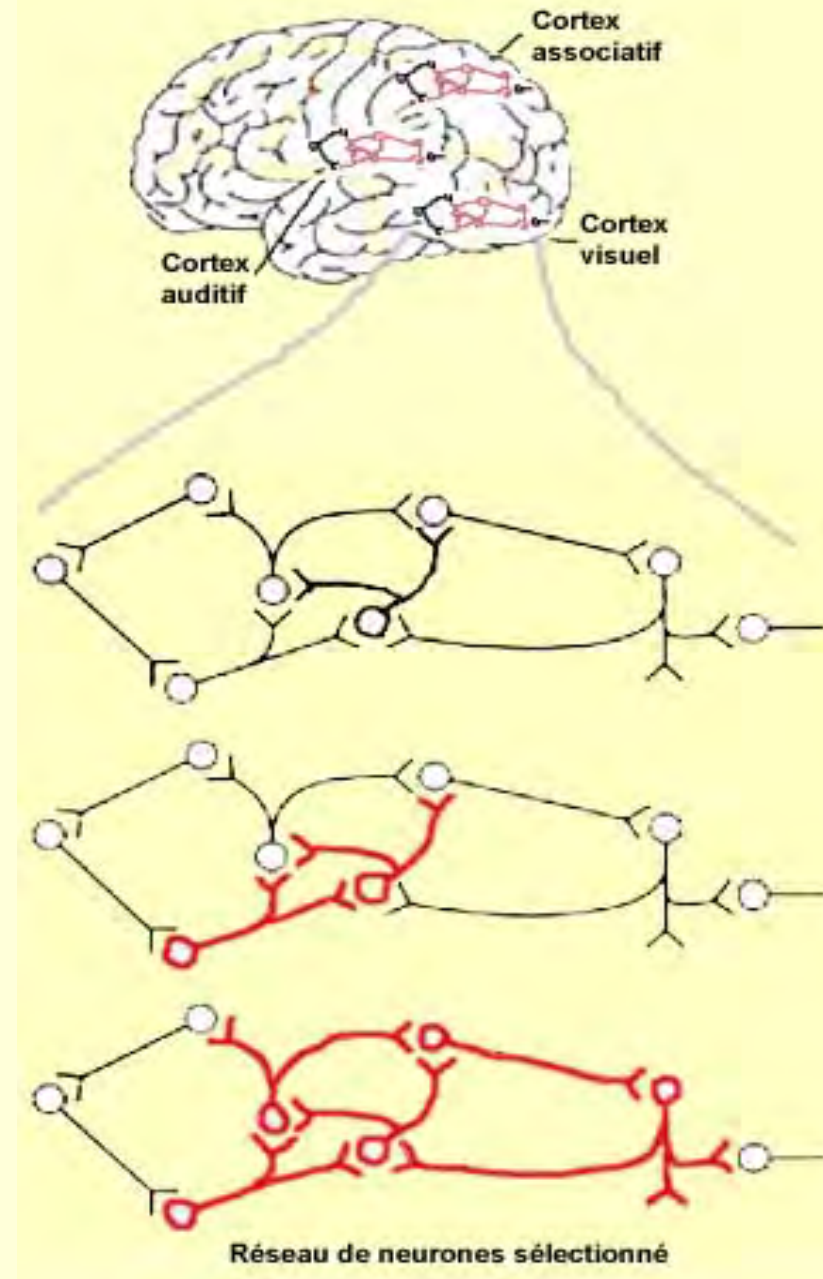
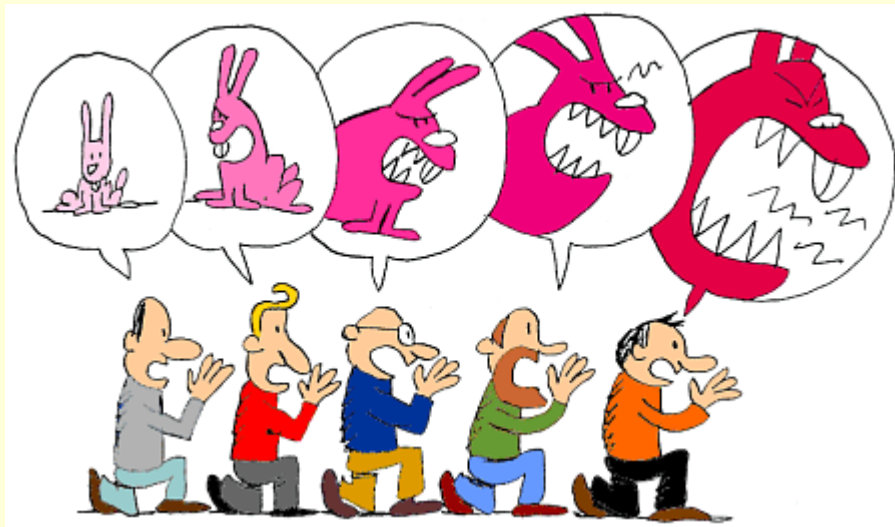
## Manipulating Memory

By Joseph LeDoux | March 1, 2009

<https://www.the-scientist.com/?articles.view/articleNo/27171/title/Manipulating-Memory/>

“In 1999 a postdoc in my lab, **Karim Nader**, walked into my office with an idea for a new experiment.”

→ “memory **reconsolidation**”

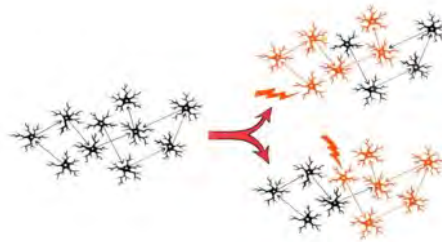


# Consolidation



**STM**

Short-term memory



**LTM**

Long-term memory

Active state  
(labile)

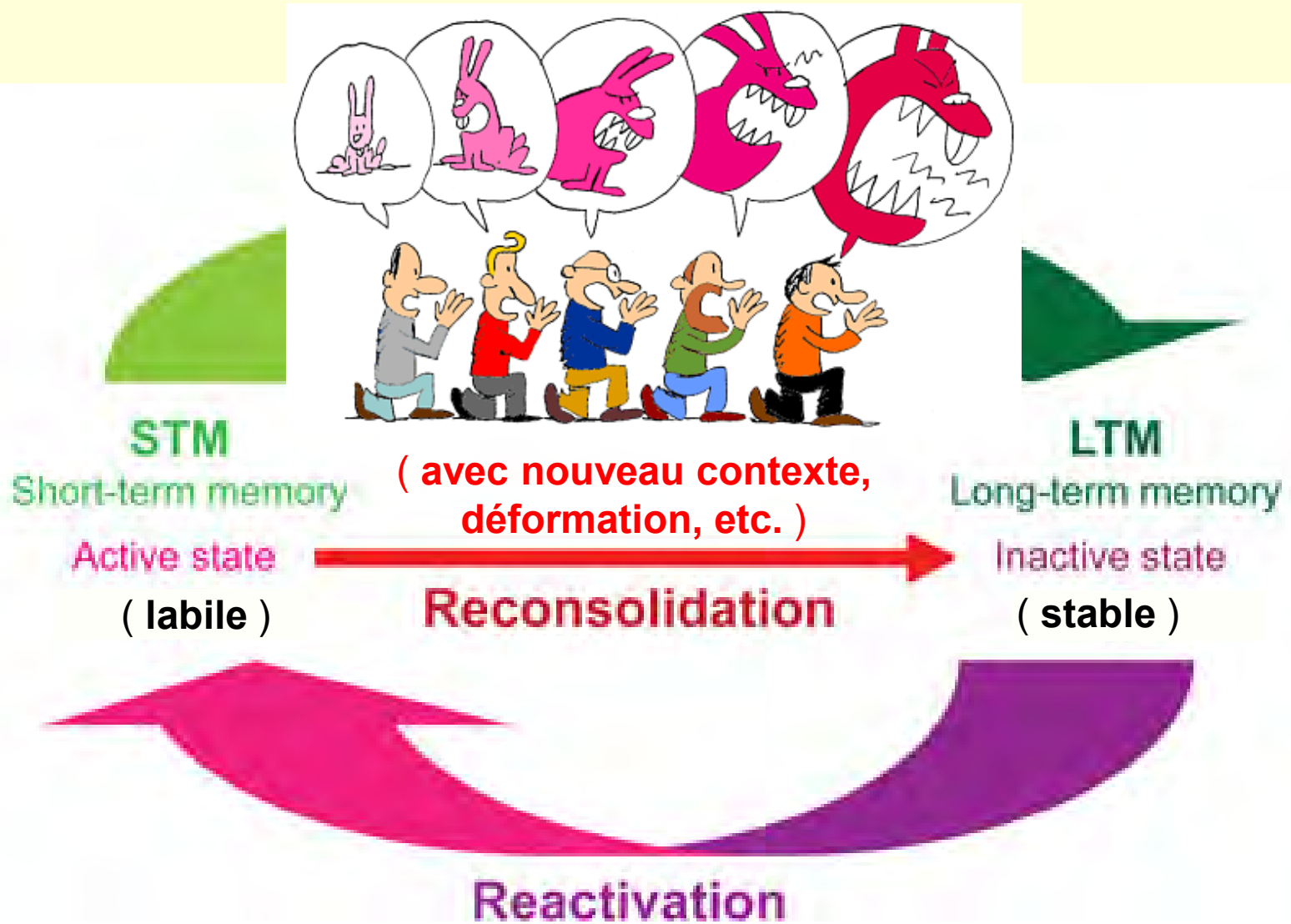


**Reconsolidation**

Inactive state  
(stable)



**Reactivation**



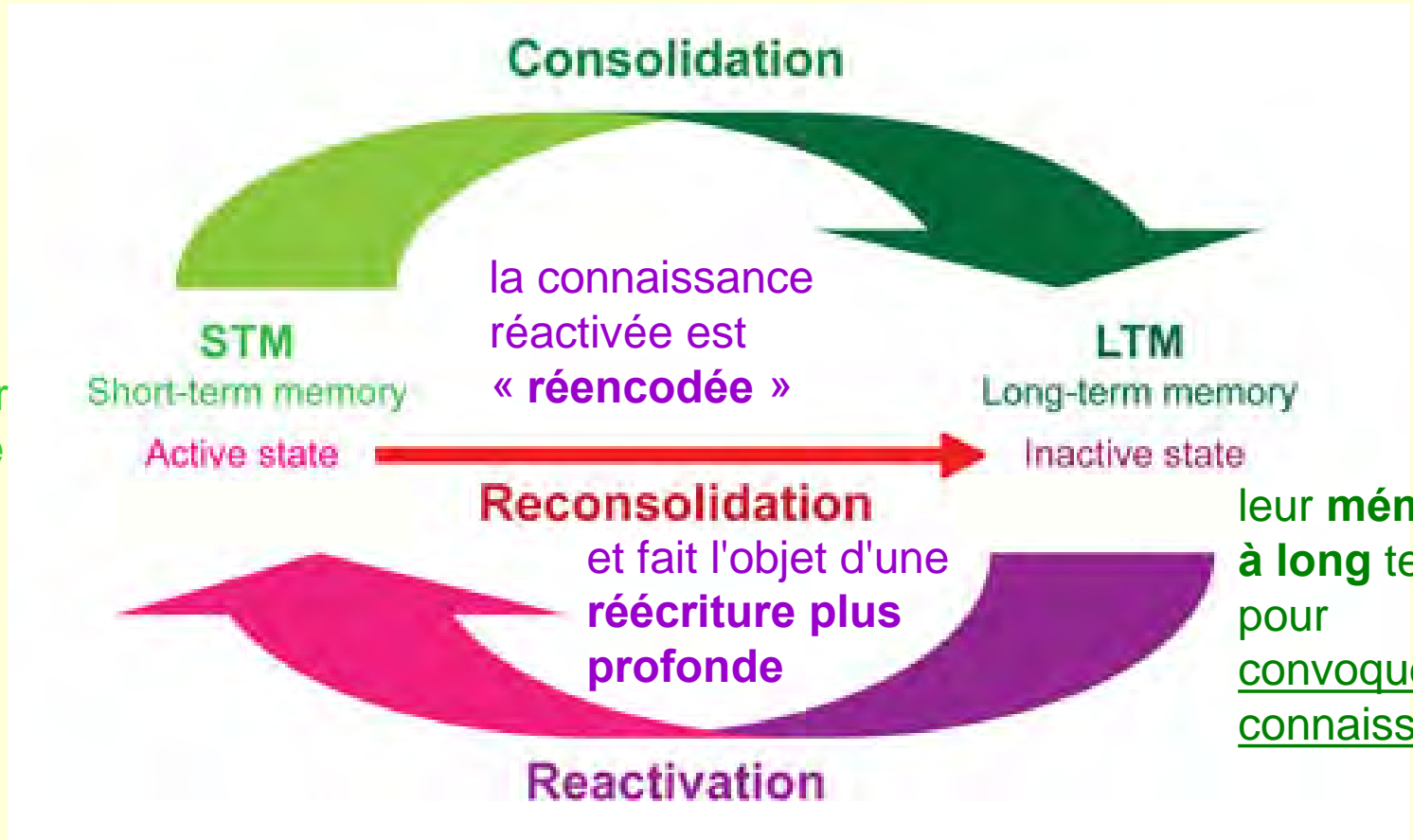
**Memory retrieval and the passage of time: from reconsolidation and strengthening to extinction.**

Inda MC, Muravieva EV, Alberini CM. Journal of Neuroscience 2011 Feb 2; 31(5):1635-43.

<http://www.hfsp.org/frontier-science/awardees-articles/function-memory-reconsolidation-function-time>

[http://knowingneurons.com/2017/02/01/mandela-effect/?ct=t\(RSS\\_EMAIL\\_CAMPAIGN\)](http://knowingneurons.com/2017/02/01/mandela-effect/?ct=t(RSS_EMAIL_CAMPAIGN))

**Questionner les élèves sur des notions qui viennent d'être apprises**  
aide beaucoup à l'apprentissage car :



ils doivent d'abord faire travailler leur **mémoire de travail** pour traiter la question,

leur **mémoire à long terme** pour convoquer la connaissance

Si la mémoire humaine est forcément une **reconstruction**,

cela veut dire que cerveau, et donc notre **identité**, n'est jamais exactement la même au fil des jours...

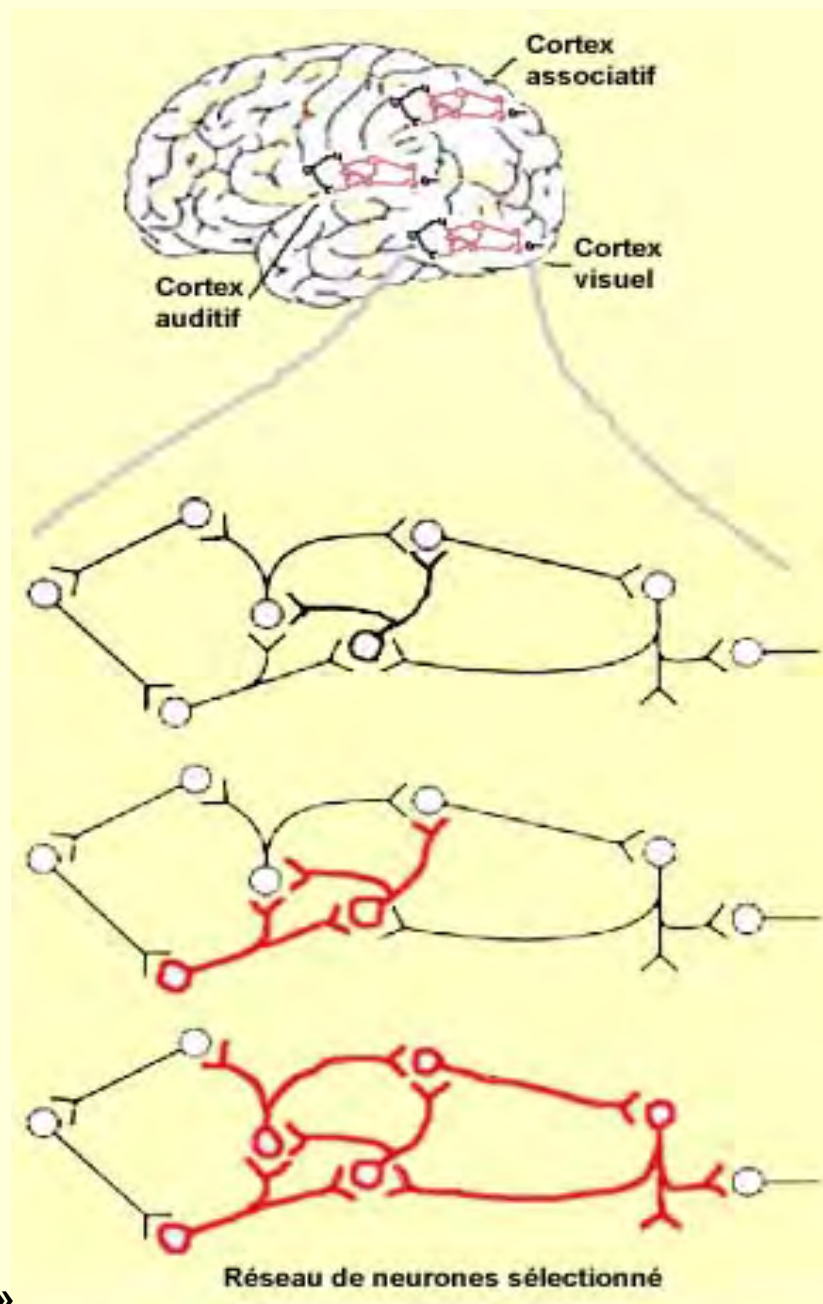
D'où les « faux souvenirs »...  
(Disney...)

Planting misinformation in the human mind:  
A 30-year investigation of the malleability of memory  
Elizabeth F. Loftus <http://learnmem.cshlp.org/content/12/4/361.full>

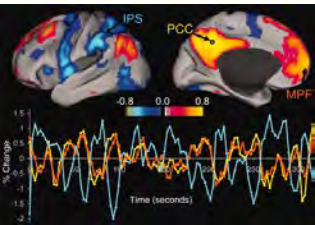
Alain Brunet, le psy qui répare les mémoires après les attentats

[http://www.lemonde.fr/medecine/article/2016/06/06/alain-brunet-le-psy-qui-repare-les-memoires-apres-les-attentats\\_4939335\\_1650718.html](http://www.lemonde.fr/medecine/article/2016/06/06/alain-brunet-le-psy-qui-repare-les-memoires-apres-les-attentats_4939335_1650718.html)

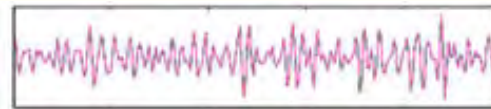
propranolol → « blocage de la reconsolidation »



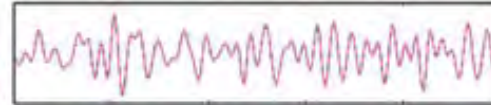
# Des processus dynamiques à différentes échelles de temps :



$10^{-3}$  s

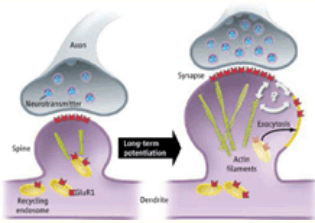


Gamma  
40 - 70hz

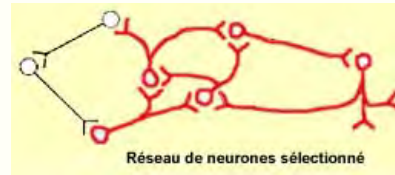


Beta  
12 - 40hz

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



$10^{-1}$  s



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



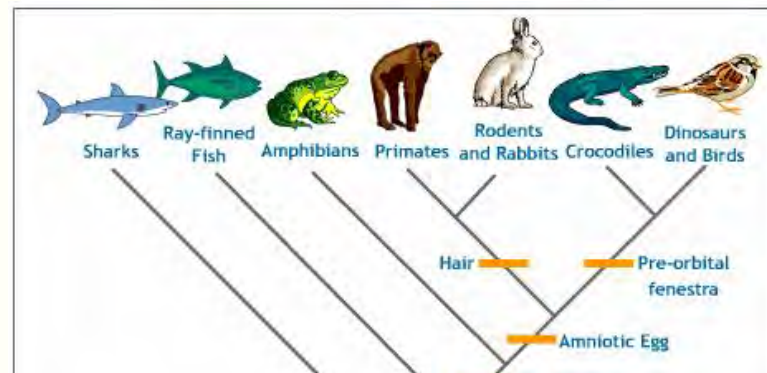
$10^0$  s



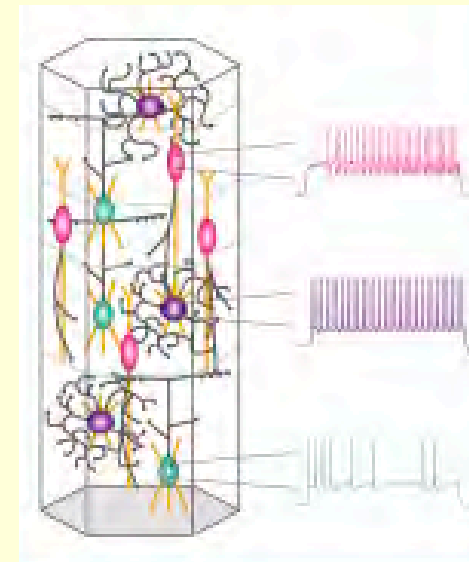
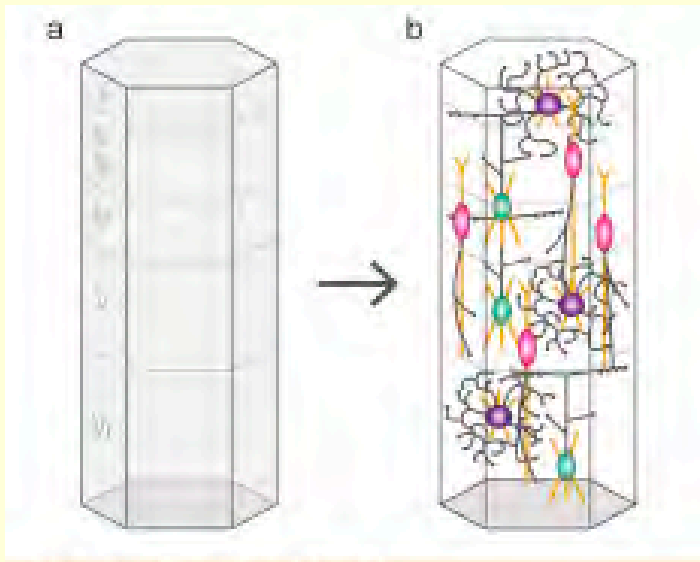
Développement du système nerveux par des mécanismes épigénétiques



$10^{13}$  s



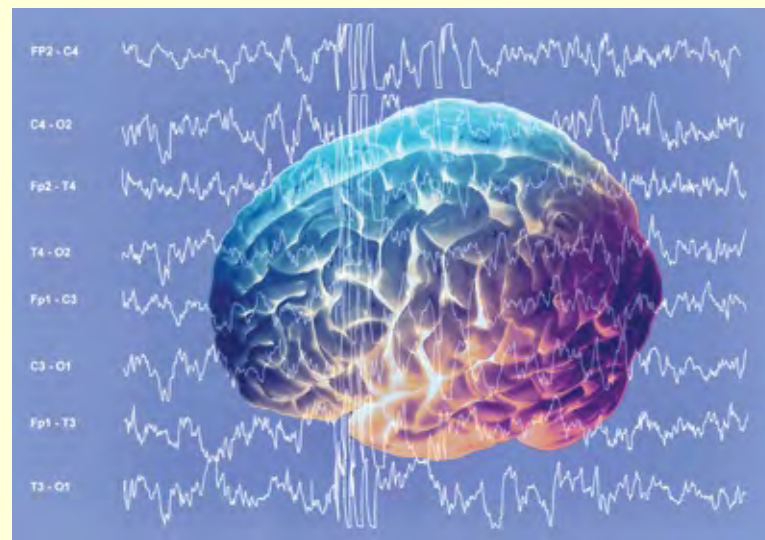
Évolution biologique qui façonne les plans généraux du système nerveux

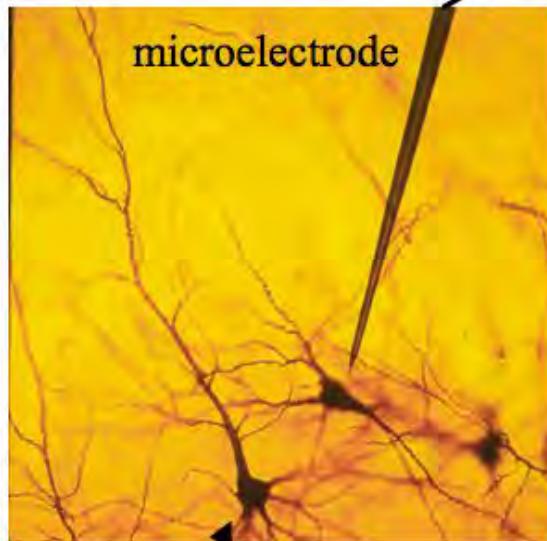


Donc après avoir placé un peu l'anatomie des circuits nerveux...

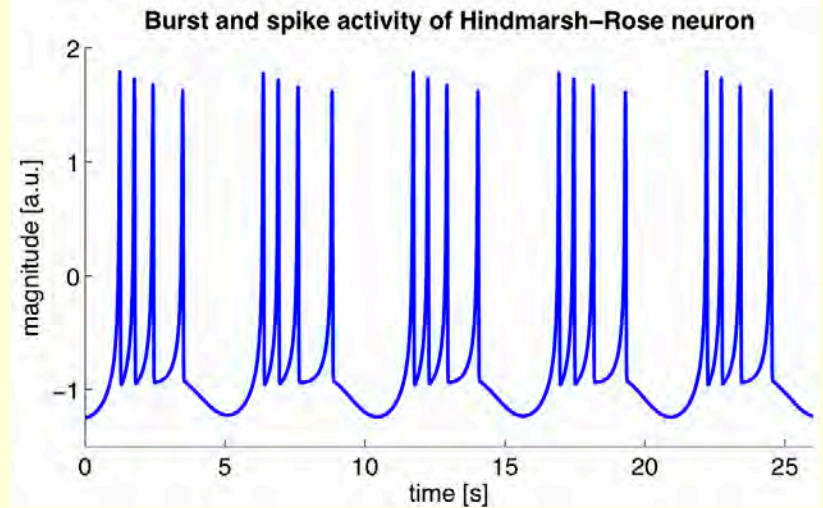
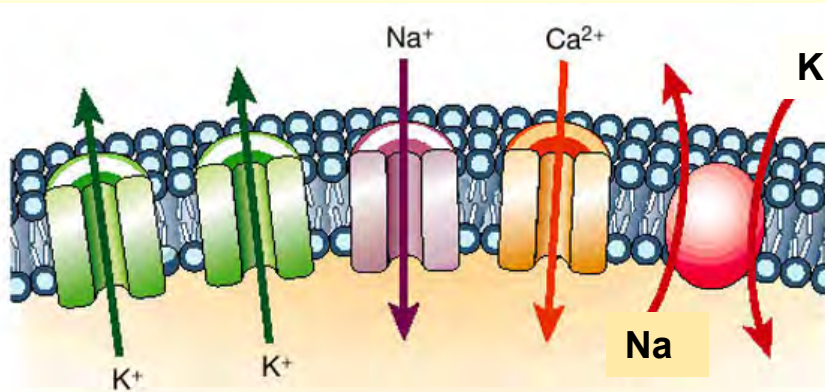
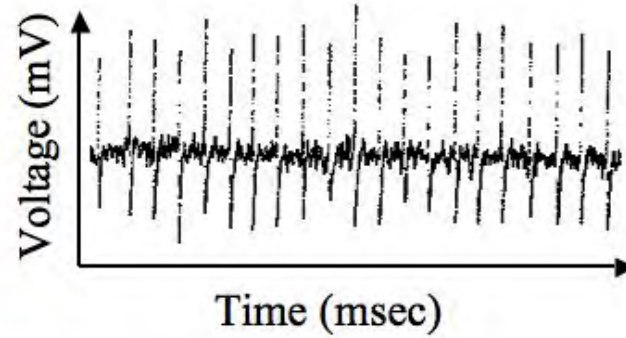
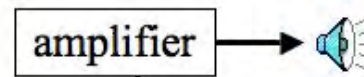
et avoir introduit l'activité électrique dans ces circuits...

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



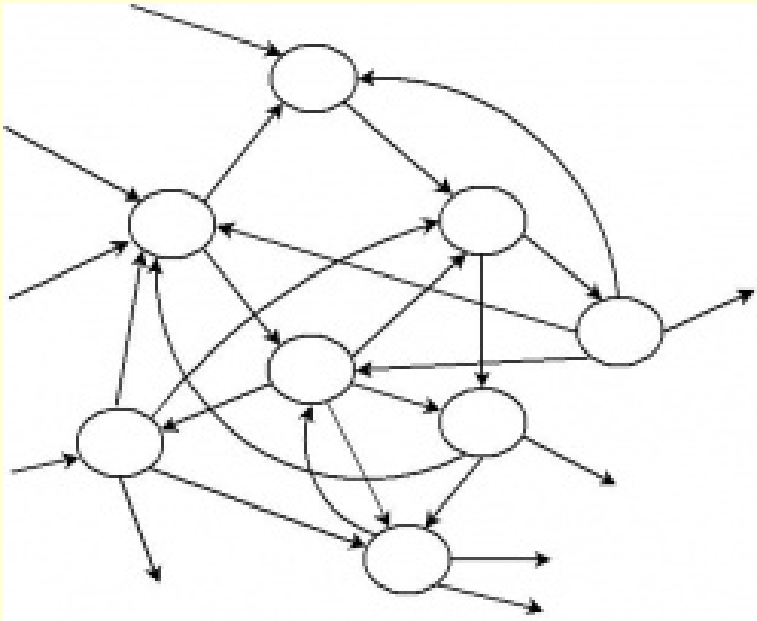


Cortical pyramidal cell (Golgi stain)



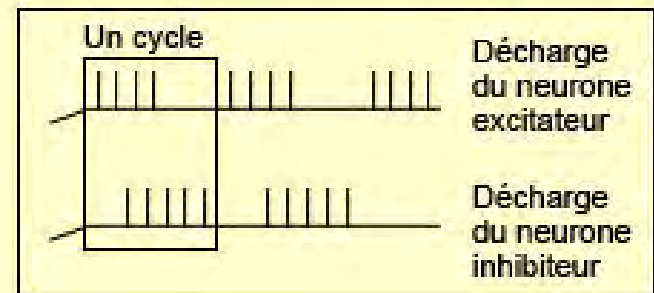
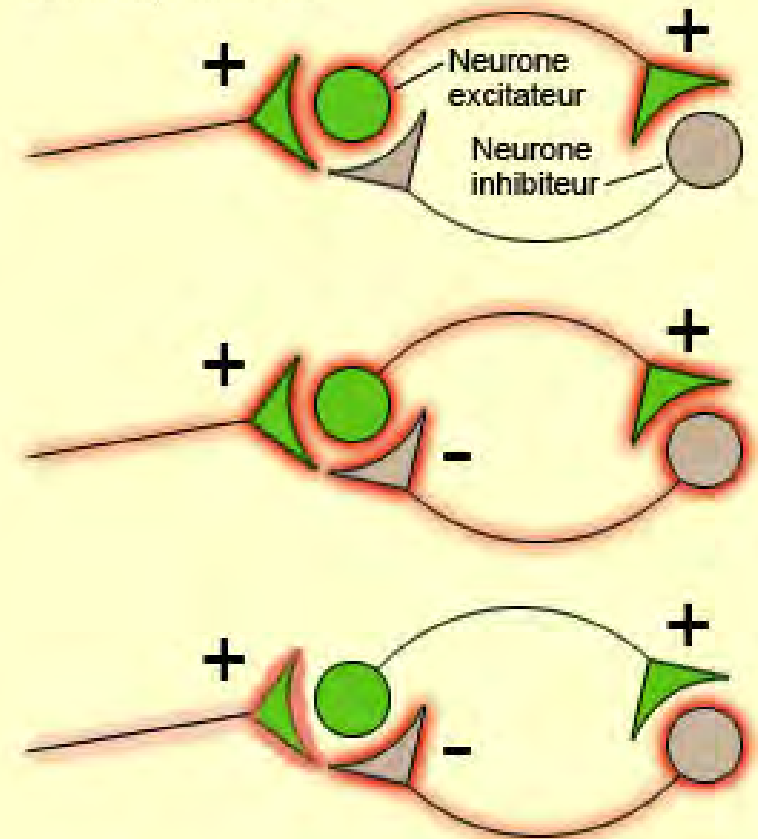


Des rythmes peuvent aussi être générés par les **propriétés du réseau**,

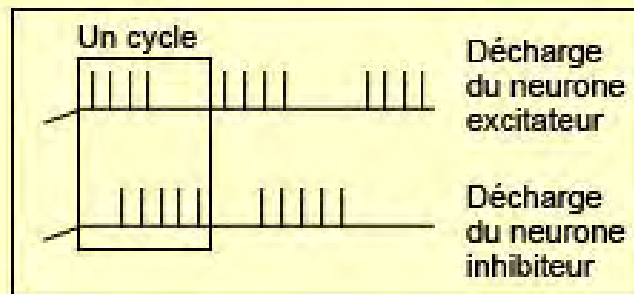
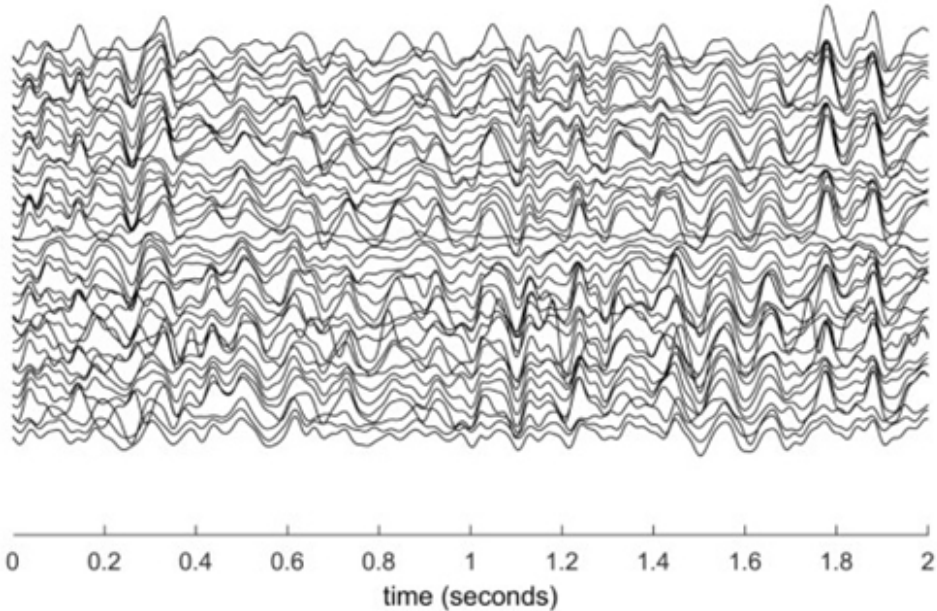
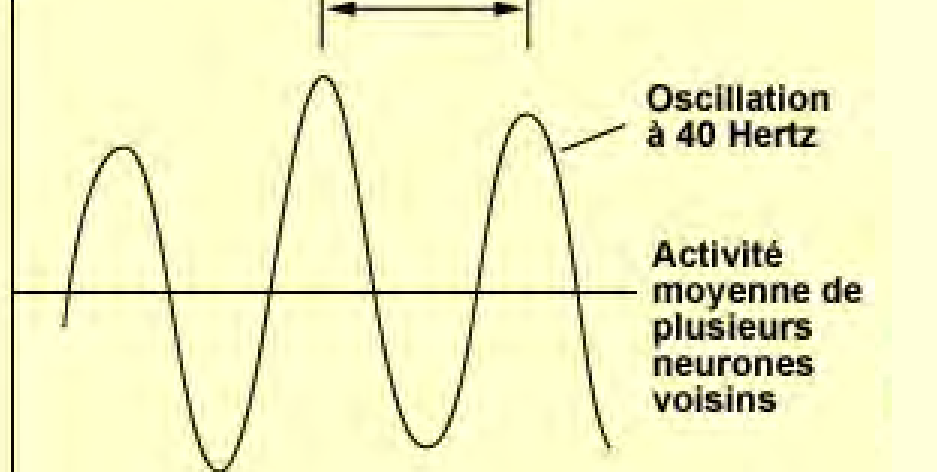
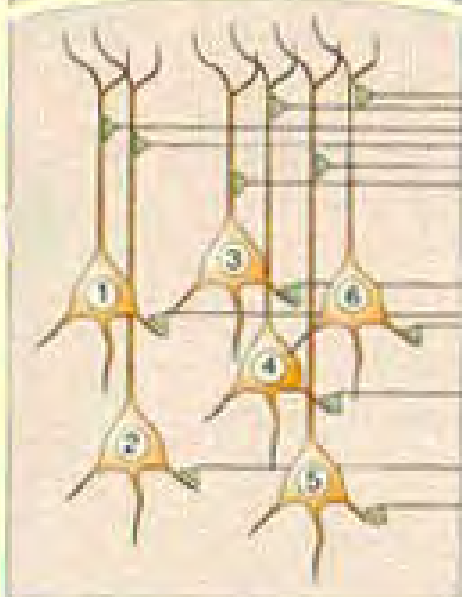
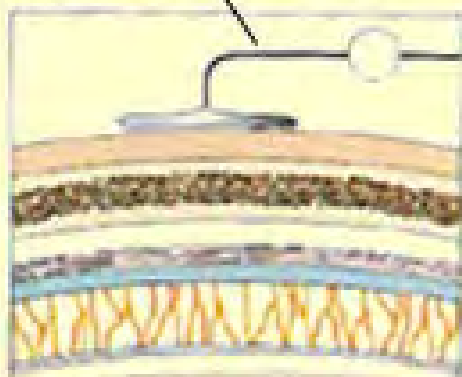


c'est-à-dire par des **boucles** (excitation-inhibition ou inhibition-inhibition)

Afférence excitatrice active en permanence

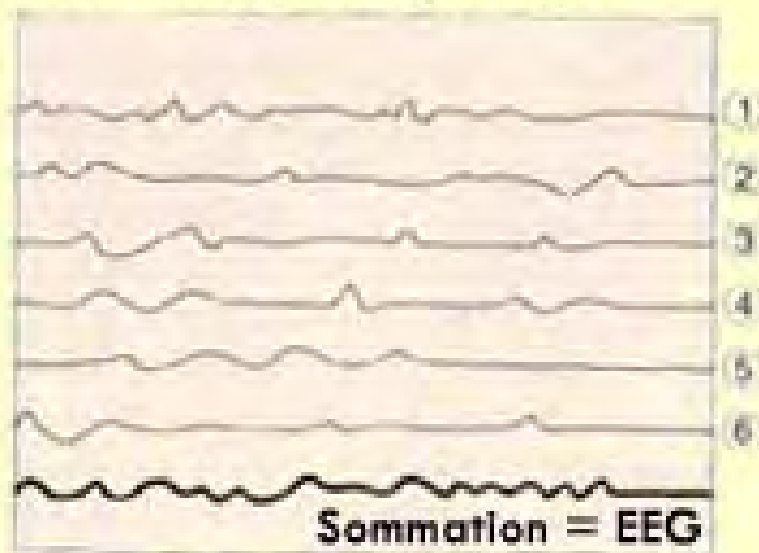


# Électrode d'EEG





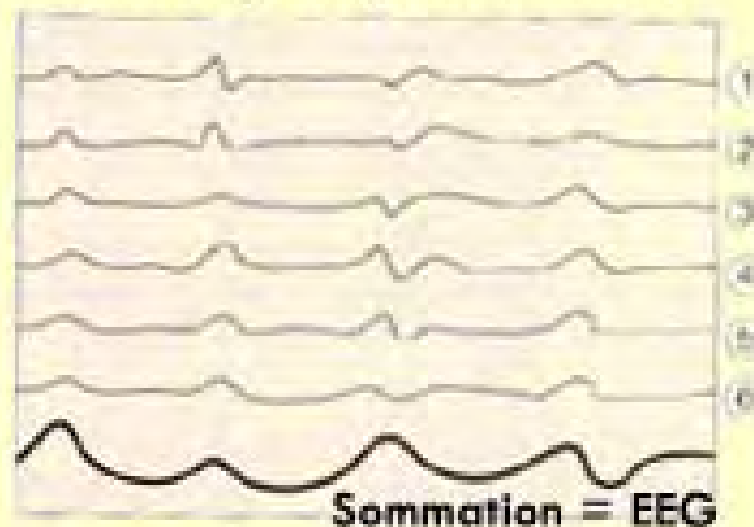
## Décharges irrégulières

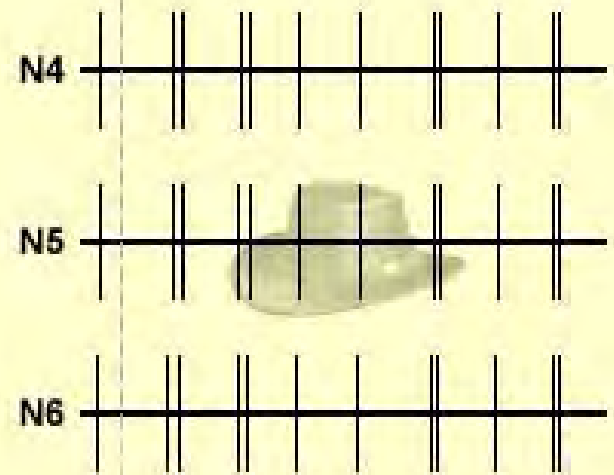
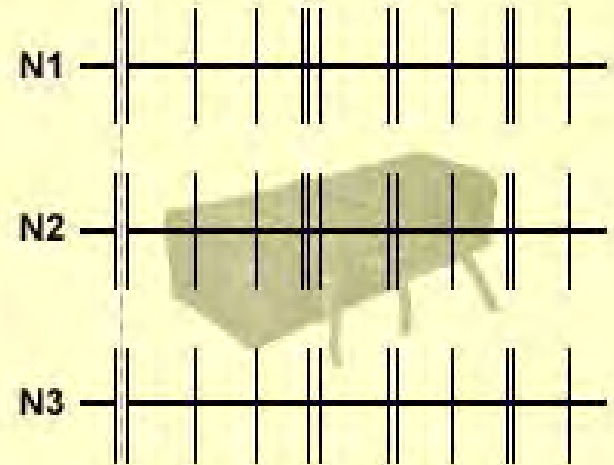
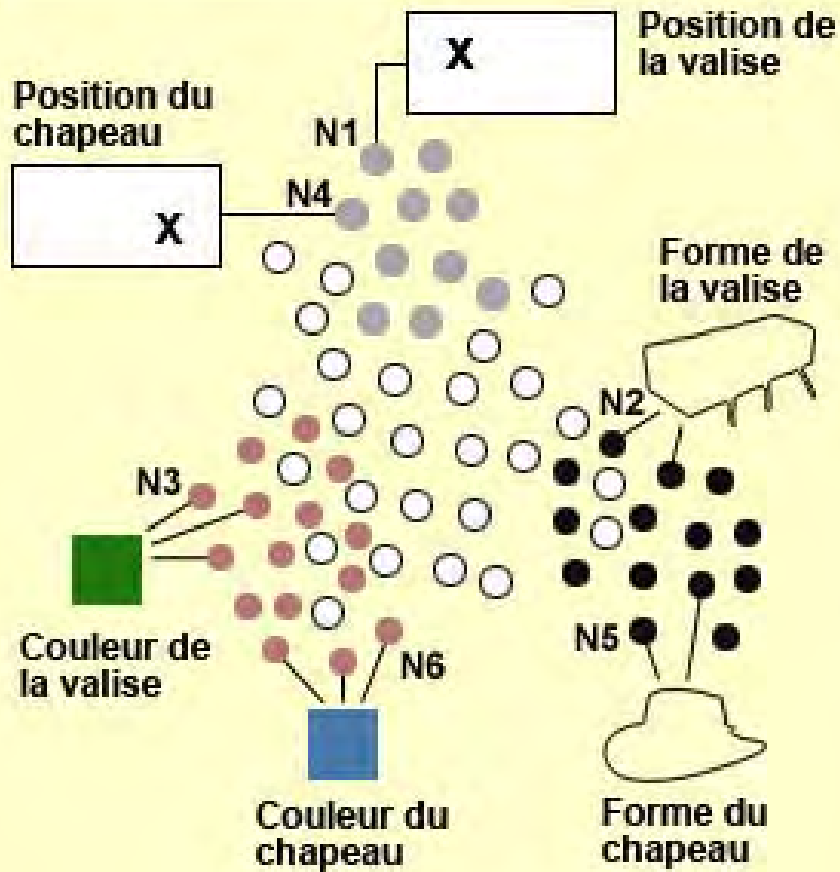


Neurons that fire together  
wire together

Neurons out of sync  
fail to link

## Décharges synchronisées

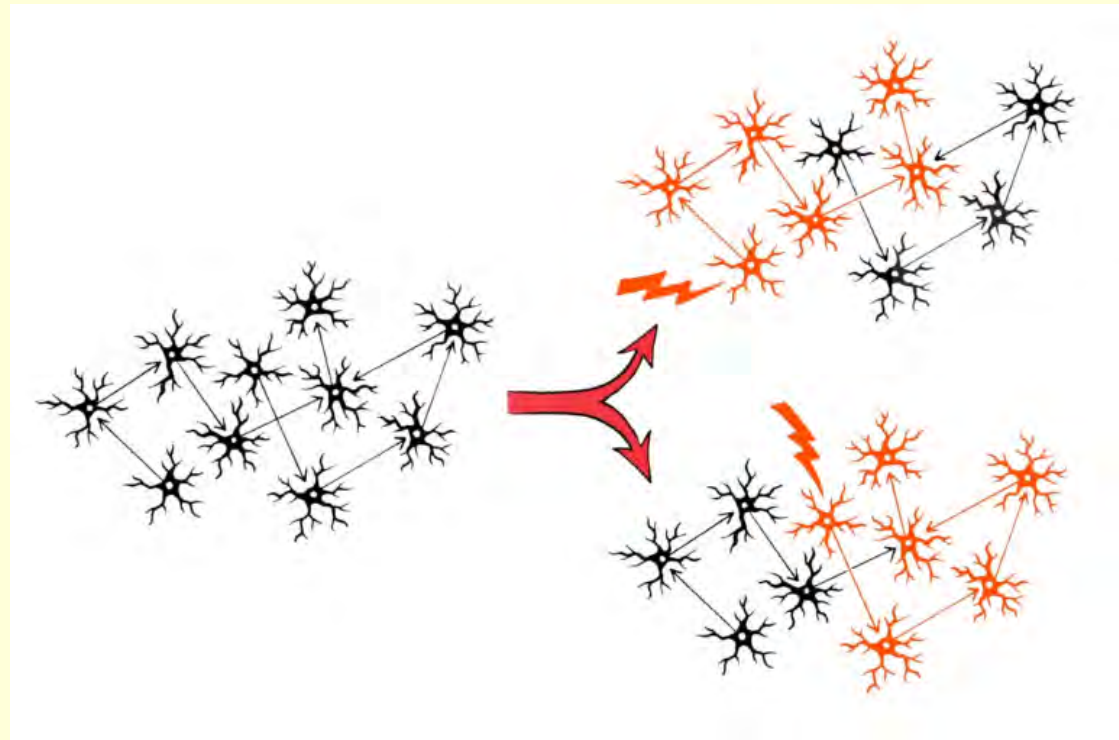
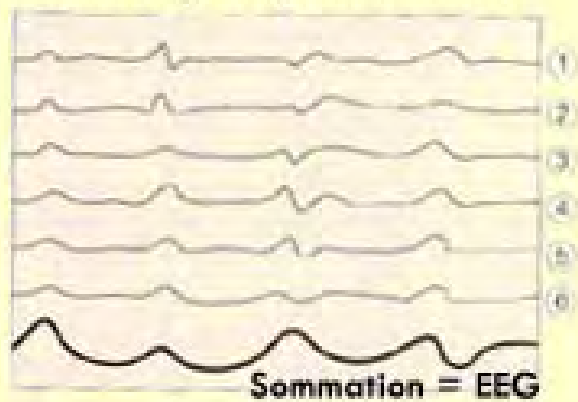




Temps →

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

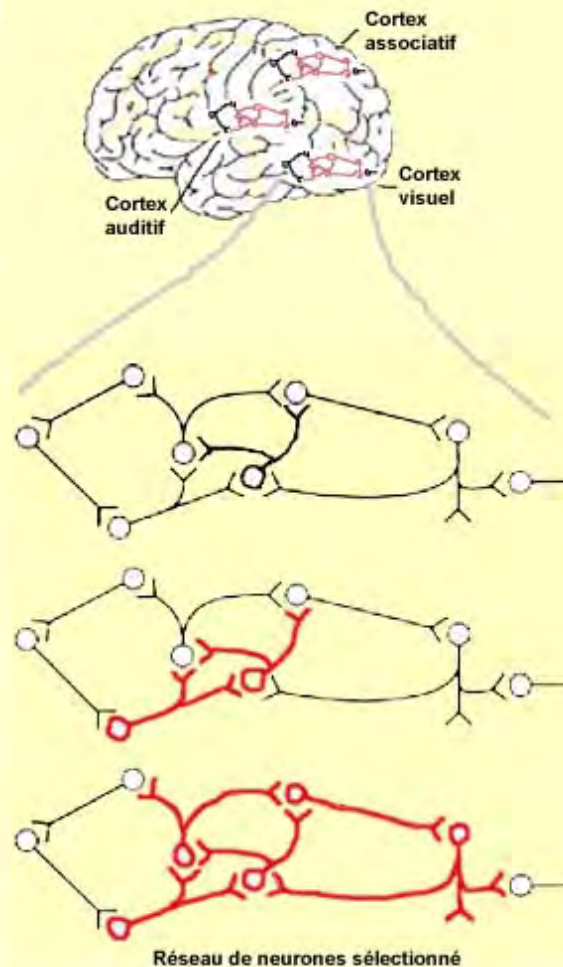
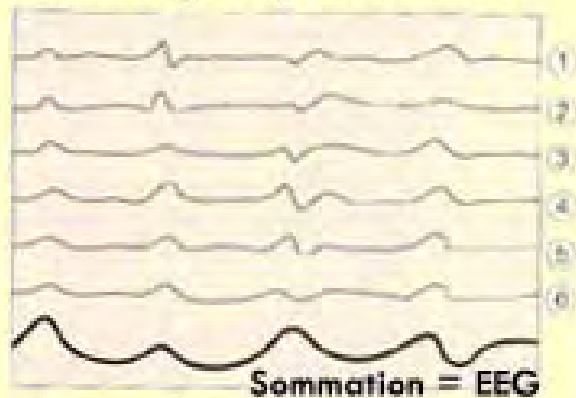
Décharges synchronisées



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

qui se produisent non seulement dans certaines structures cérébrales,

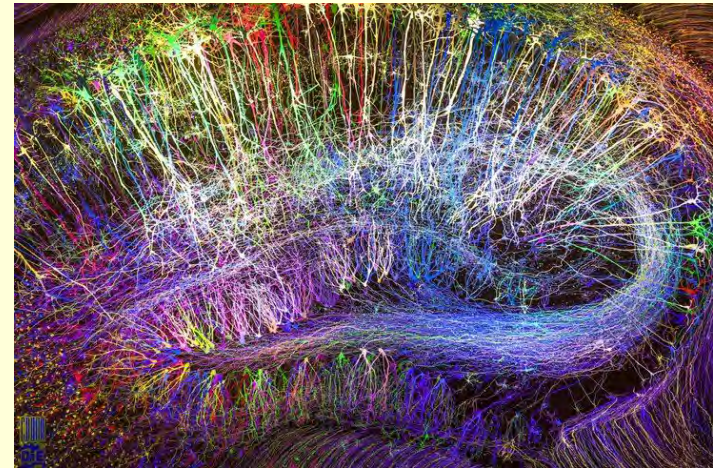
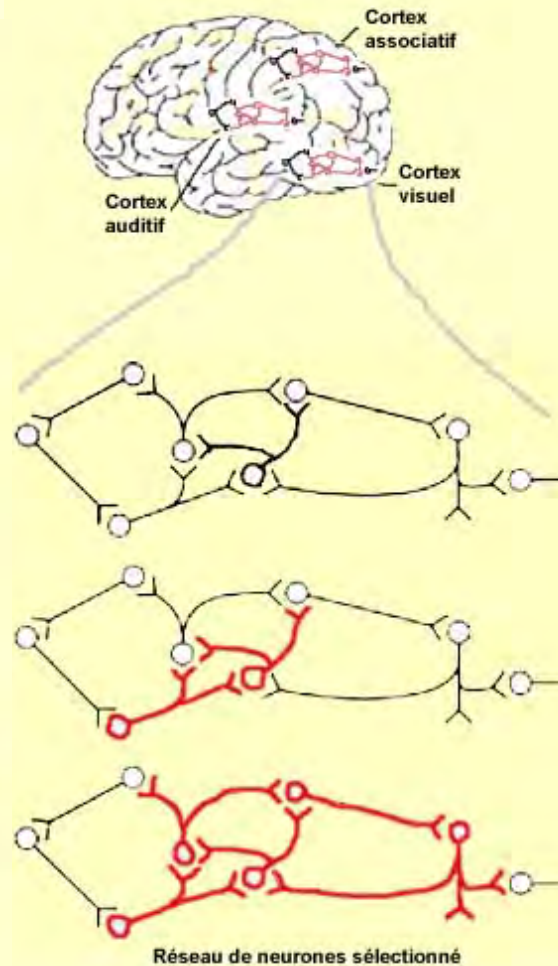
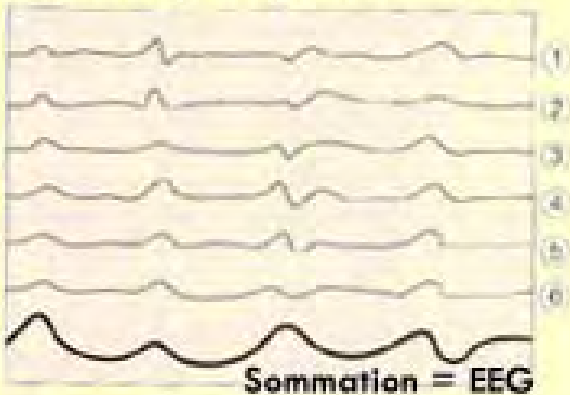
### Décharges synchronisées



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

qui se produisent non seulement dans certaines structures cérébrales,

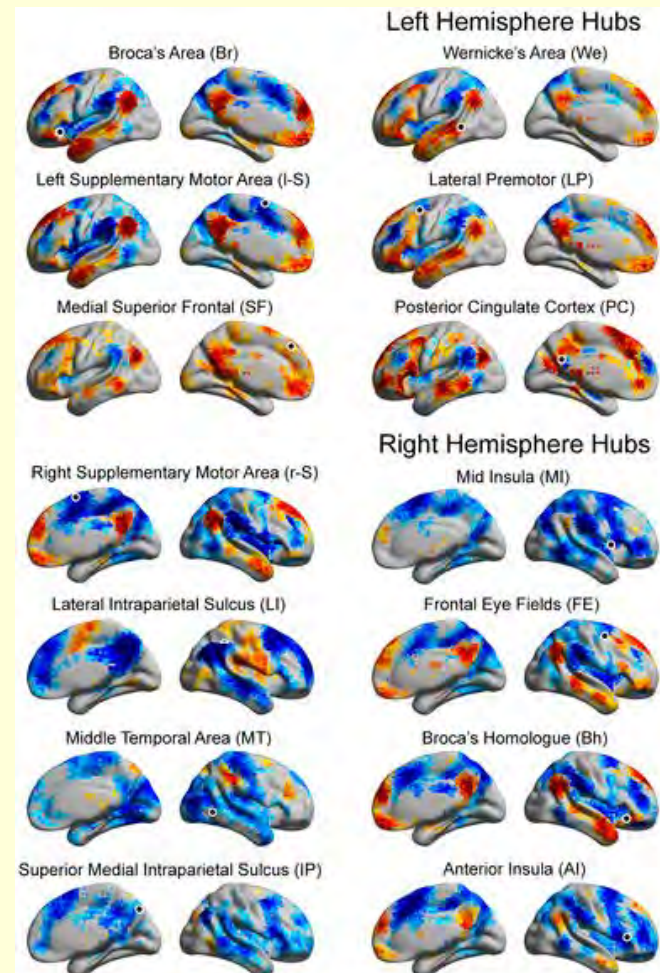
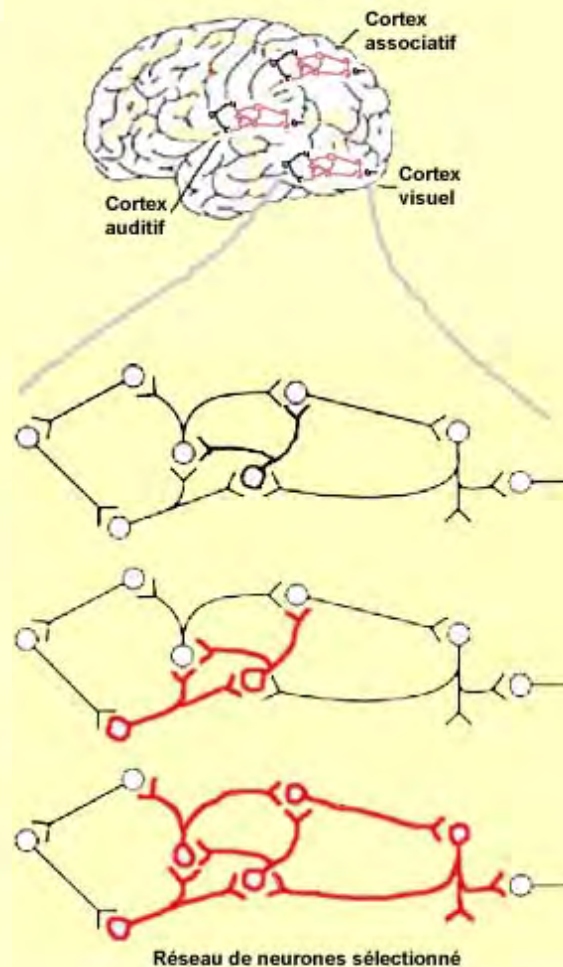
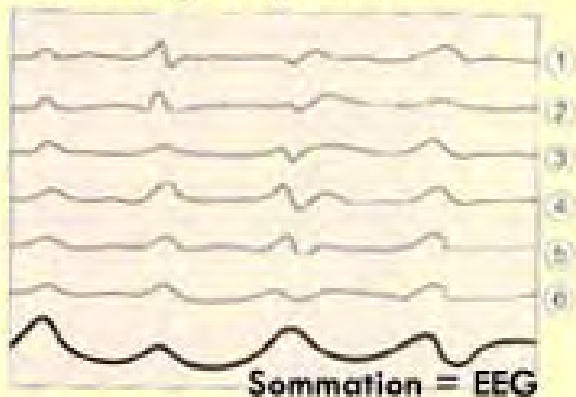
Décharges synchronisées



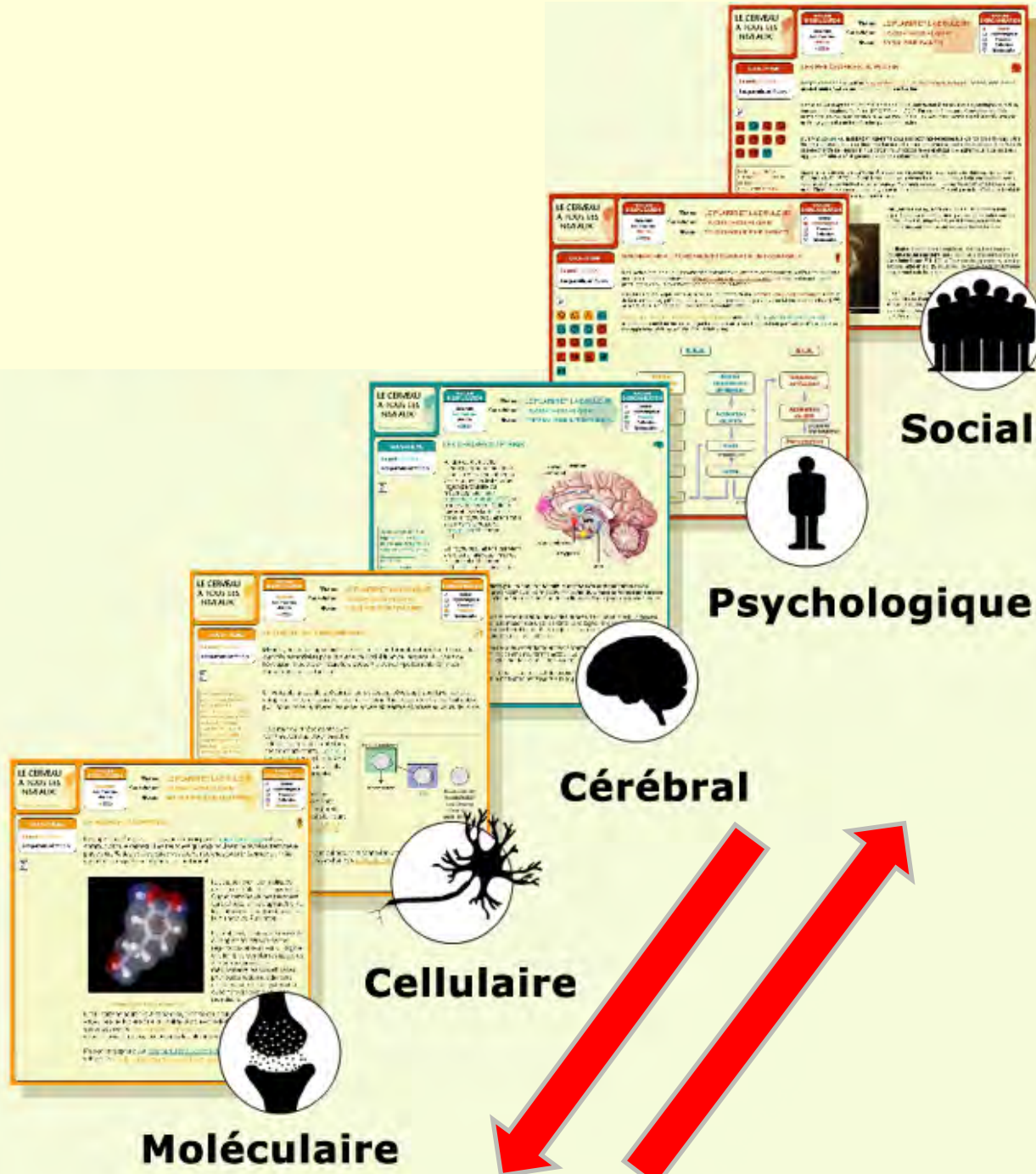
# Car la synchronisation des oscillations rend possible la formation d'assemblées de neurones transitoires

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

## Décharges synchronisées







**Social**

**Psychologique**

**Cérébral**

**Cellulaire**

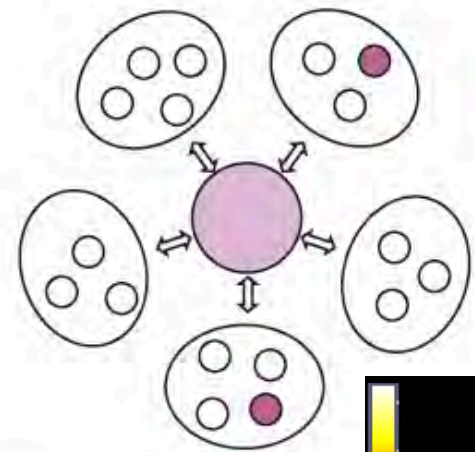
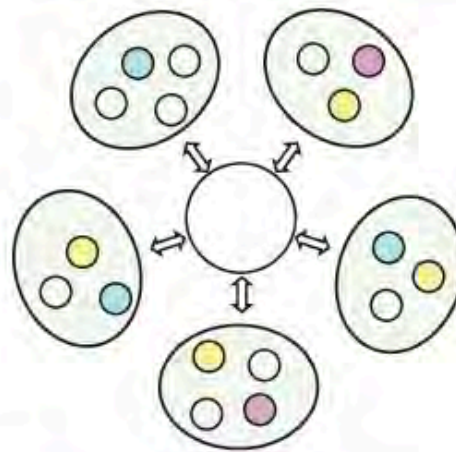
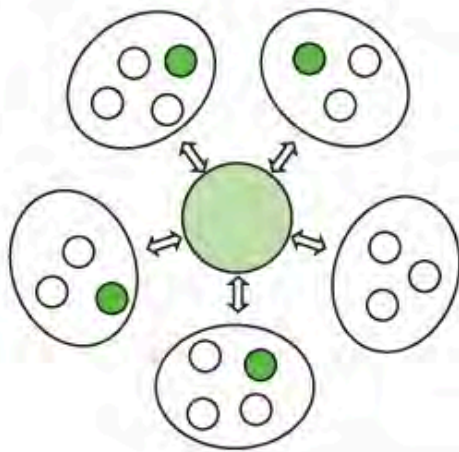
**Moléculaire**



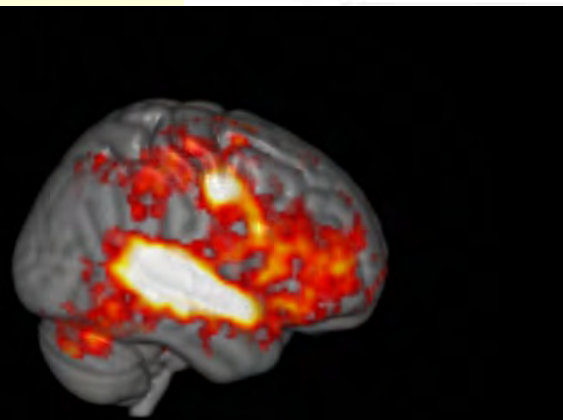
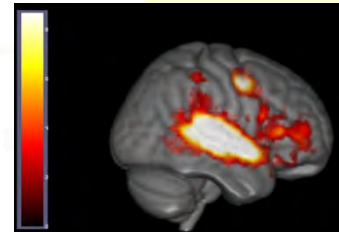
Il ne faut pas oublier qu'il y a tellement de connexions dans notre cerveau qu'il doit trouver une façon de **mettre en relation** (de « synchroniser »...) les meilleures « assemblées de neurones » pour faire face à une situation.



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.

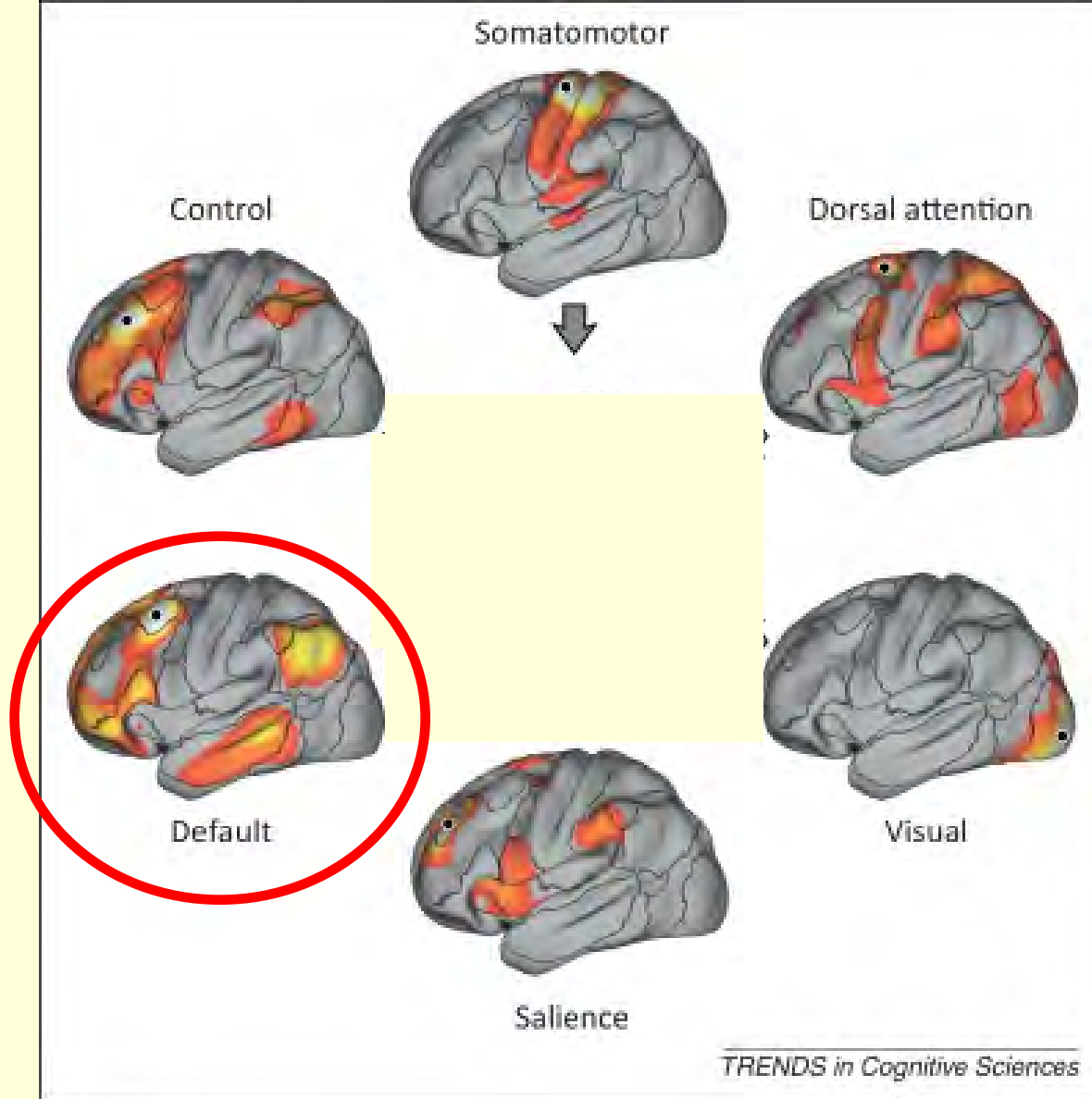
On commence à connaître plusieurs de ces grands réseaux cérébraux...

...auxquels on accole encore de grandes étiquettes fonctionnelles (avec tous les dangers que cela comporte).

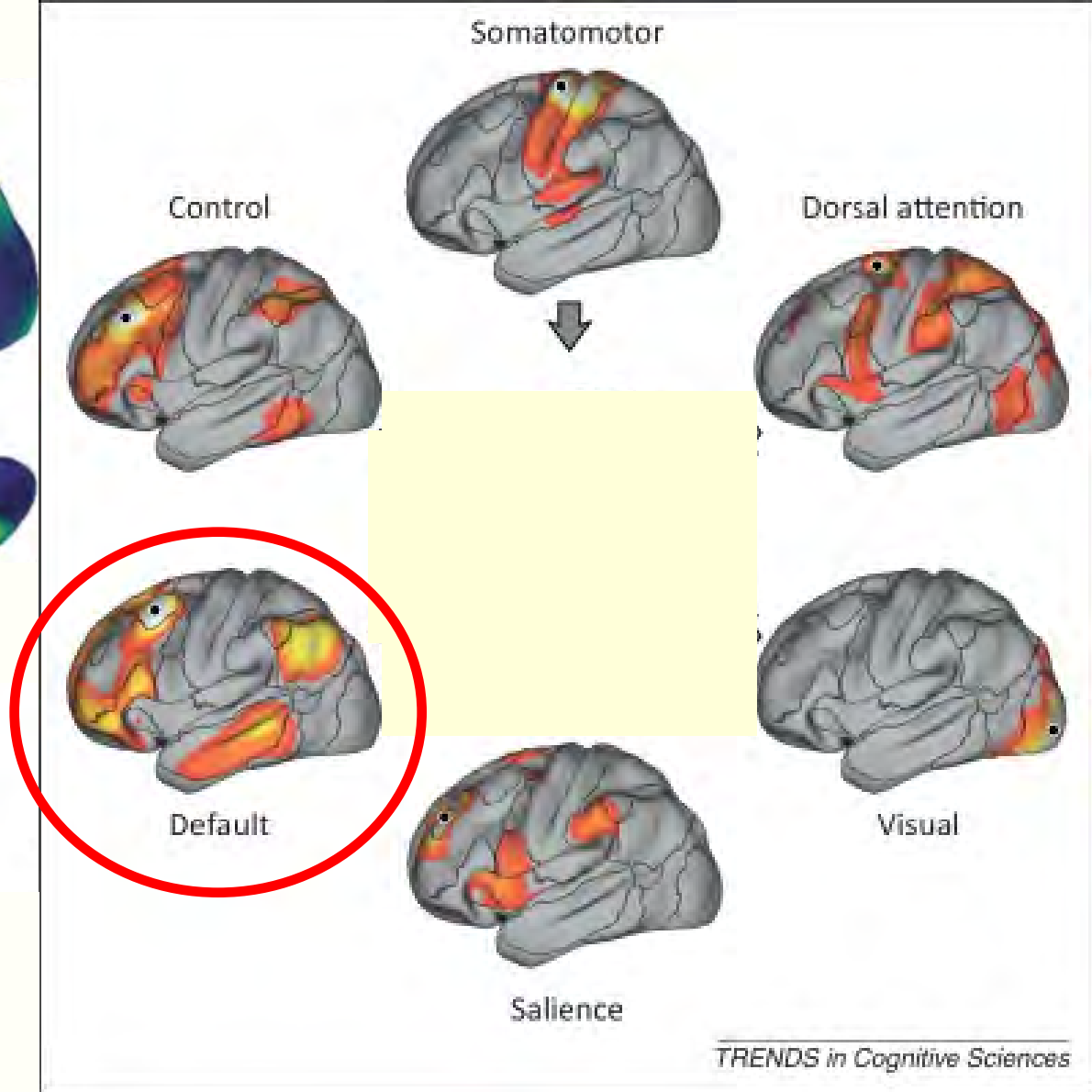
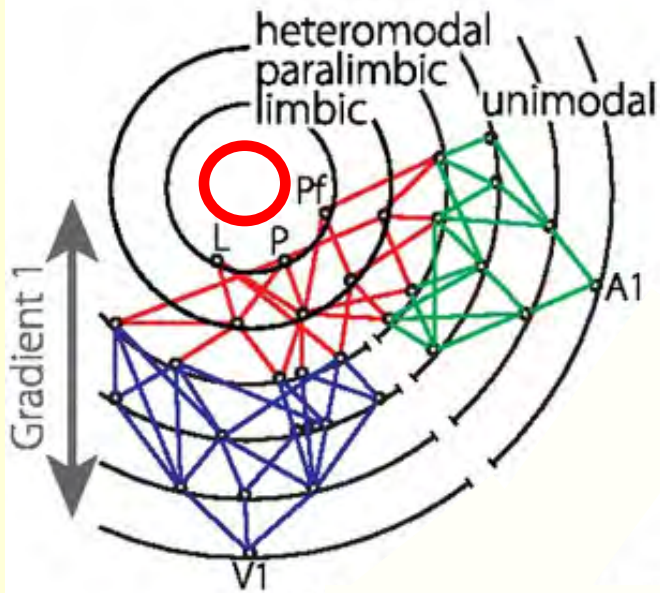
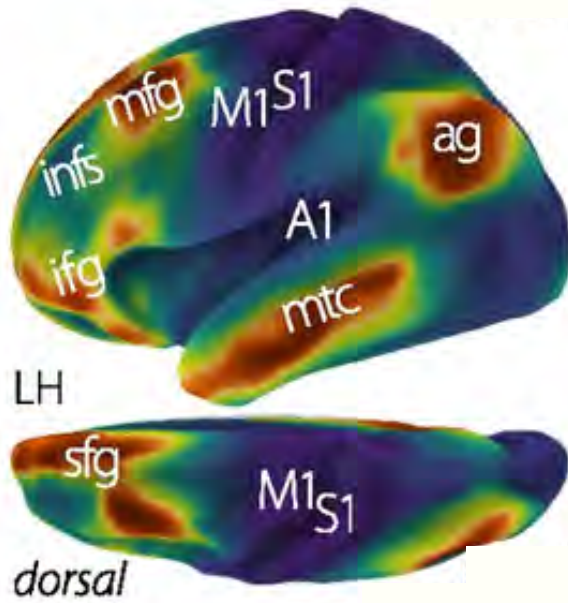
Prenons le cas du **réseau du mode par défaut**.

Il est particulier en ce sens que son activité est **élevée** chez le sujet au **repos**

et elle diminue dès qu'il s'engage dans n'importe quelle tâche cognitive.



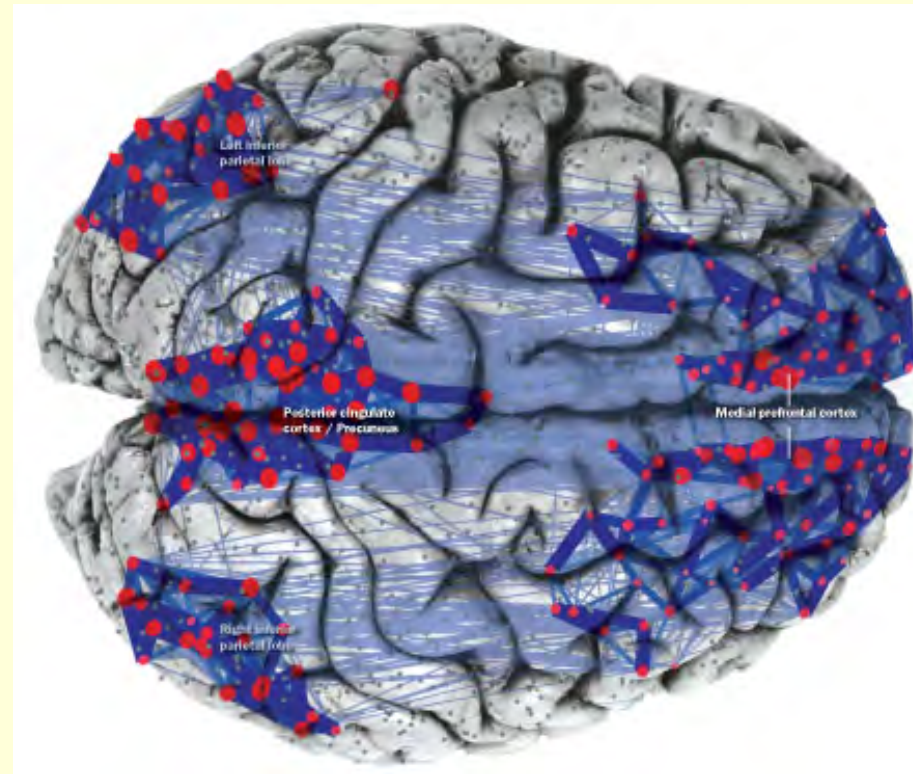
**The evolution of distributed association networks in the human brain**, Randy L. Buckner & Fenna M. Krienen, Trends in Cognitive Sciences, Vol. 17, Issue 12, 648-665, [13 November 2013](#)



# Réseau du mode par défaut

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

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



## On the relationship between the “**default mode network**” and the “social brain”

Rogier B. Mars, et al. Front Hum Neurosci. 2012; 6: 189. Published online **2012** June 21.

→ Aussi : rôle dans la mémoire de travail

April 25, **2016**

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

[http://mindblog.dericbownds.net/2016/04/essential-role-of-default-mode-network.html?utm\\_source=feedburner&utm\\_medium=feed&utm\\_campaign=Feed%3A+Mindblog+%28MindBlog%29](http://mindblog.dericbownds.net/2016/04/essential-role-of-default-mode-network.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+Mindblog+%28MindBlog%29)

**What can the organization of the brain’s **default mode network** tell us about self-knowledge?**

Joseph M. Moran et al. Front Hum Neurosci. **2013** Jul 17;7:391.

Front Neurosci. **2013**; 7: 258.

## **Art reaches within: aesthetic experience, the self and the default mode network**

Edward A. Vessel, G. Gabrielle Starr, and Nava Rubin <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3874727/>

Lorsque les sujets de leurs expériences, enfermés dans un scanner IRMf et confrontés à des images, font état d'un **ravisement esthétique maximal**, l'appareil révèle une activation des zones cérébrales qui forment le «réseau du mode par défaut».



« l'expérience esthétique me dit qu'un accord se réalise – et que c'est important pour **moi**. »

## **How Your Brain Finds Meaning in Life Experiences**

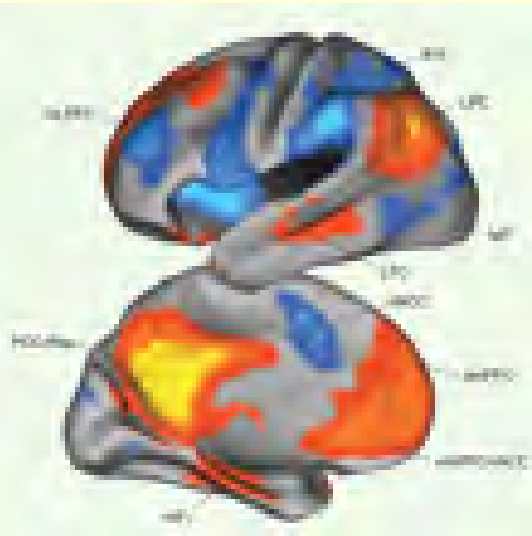
Do stories have the power to help us thrive?

Dec 29, **2017**

<https://www.psychologytoday.com/blog/the-moment-youth/201712/how-your-brain-finds-meaning-in-life-experiences>

...The study found something extraordinarily universal about **how people process stories**, regardless of their alphabet or language. In fact, researchers discovered that the part of the brain called the **default mode network (DMN)** is involved in **high-level meaning and comprehension**.





Lundi, 29 septembre 2014

## Qu'est-ce qui détermine « ce qui nous trotte dans la tête » ?

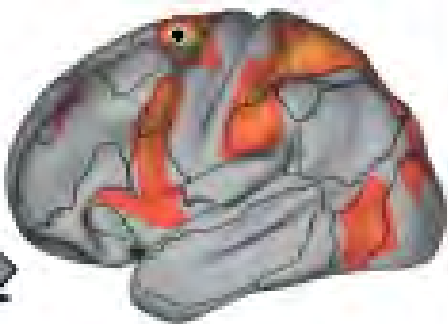
On se trouve souvent dans **deux grands états mentaux qui s'opposent** et sont, d'une certaine façon, mutuellement exclusifs.

Soit nous sommes envahis par les innombrables stimuli de notre environnement (et ils sont fort nombreux à l'heure des téléphones intelligents et des réseaux sociaux) et notre **réseau du mode par défaut** nous repasse ensuite des extraits de ce film de notre vie personnelle et sociale quand il est moins sollicité.



Default

Dorsal attention



Ou soit, par l'entremise fréquente de régions frontales de notre cortex, nous concentrons notre **attention** sur une tâche cognitive pour la résoudre.

« idées noires » ?



© Can Stock Photo



Dorsal Attention Network

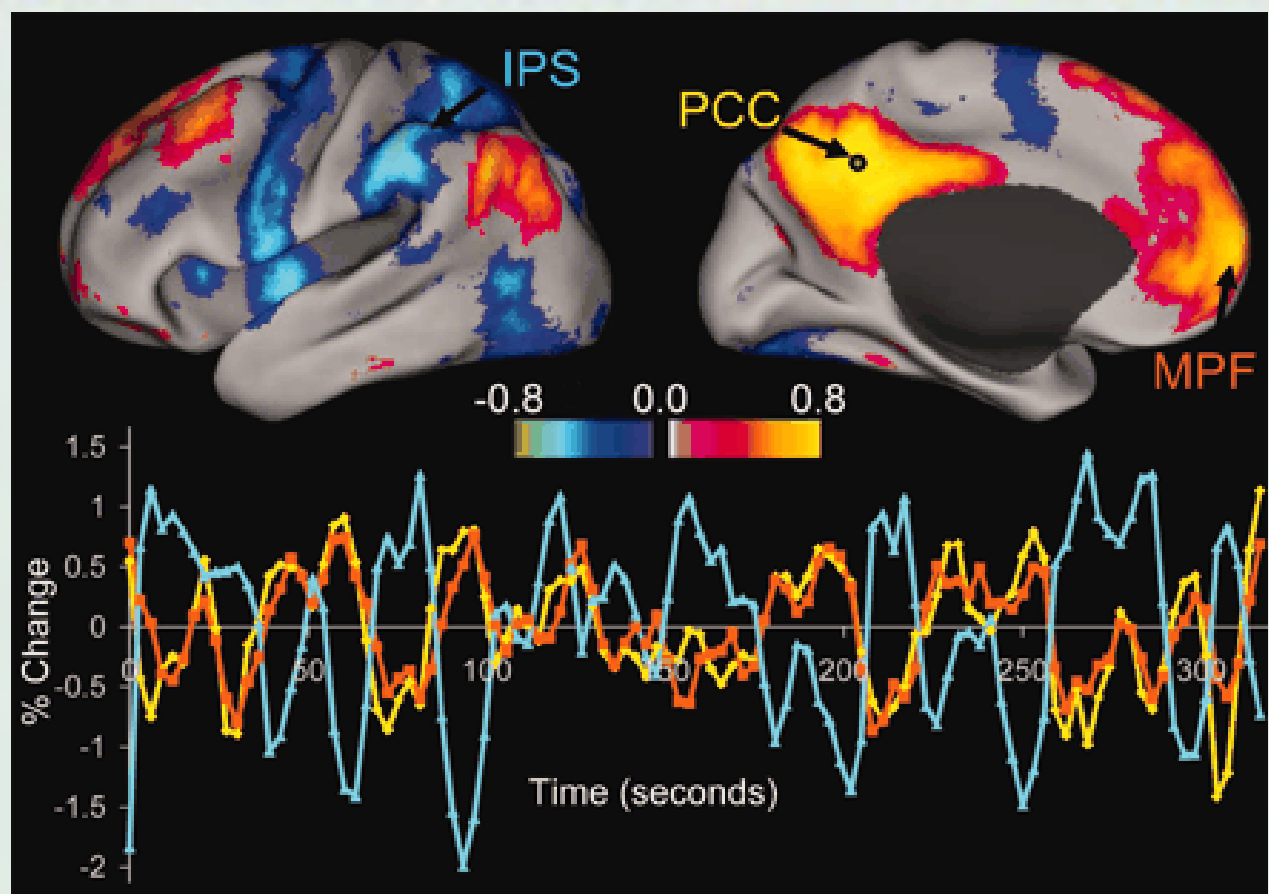


Default Mode Network



Et ce que l'on observe c'est :

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



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

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

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

**February 24, 2015**

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

## **Default mode network mechanisms of transcranial magnetic stimulation in depression.**

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

**2014 Feb 5.**

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

# Des champignons hallucinogènes pour redémarrer le cerveau dépressif

24.10. **2017**

[https://www.sciencesetavenir.fr/sante/cerveau-et-psy/des-champignons-hallucinogenes-pour-redemarrer-le-cerveau-depressif\\_117461](https://www.sciencesetavenir.fr/sante/cerveau-et-psy/des-champignons-hallucinogenes-pour-redemarrer-le-cerveau-depressif_117461)

→ La **psilocybine** qu'ils contiennent a eu un **effet bénéfique** chez des personnes souffrant de **dépression chronique**.

*"Plusieurs de nos patients ont décrit un sentiment de **réinitialisation** après le traitement, employant souvent des analogies d'ordre informatique ("défragmenté", 'redémarrage' ...) »*

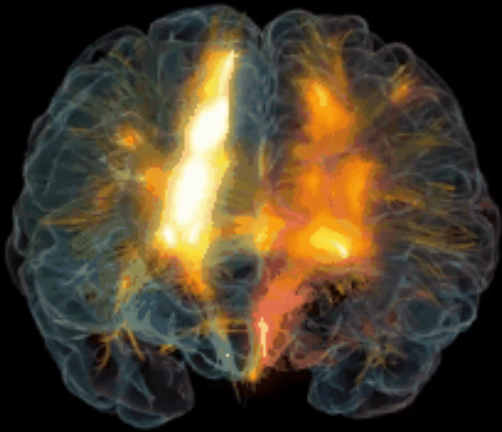
## The paradoxical psychological effects of lysergic acid diethylamide (LSD) R. L. Carhart-Harris et al.

Psychological Medicine, May **2016**

<https://www.cambridge.org/core/journals/psychological-medicine/article/paradoxical-psychological-effects-of-lysergic-acid-diethylamide-lsd/FA7A234B809A951253AF5C29AC79CA4A>

→ une certaine « fluidité cognitive » pourrait être conservée un certain temps après l'utilisation de LSD, ouvrant ainsi la voie à un usage thérapeutique, notamment pour la dépression et la ruminant mentale qui lui est associée.

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

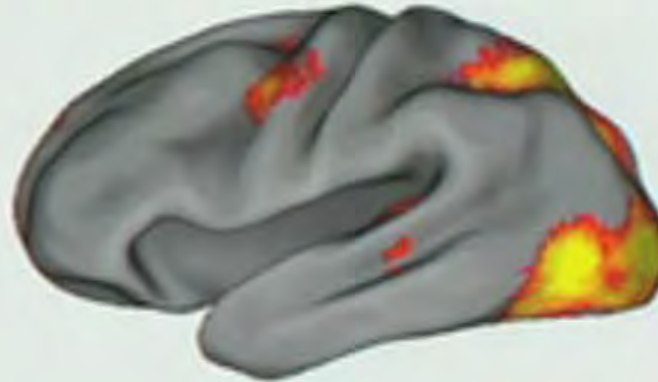


# An Historical View

## Reflexive

(Sir Charles Sherrington)

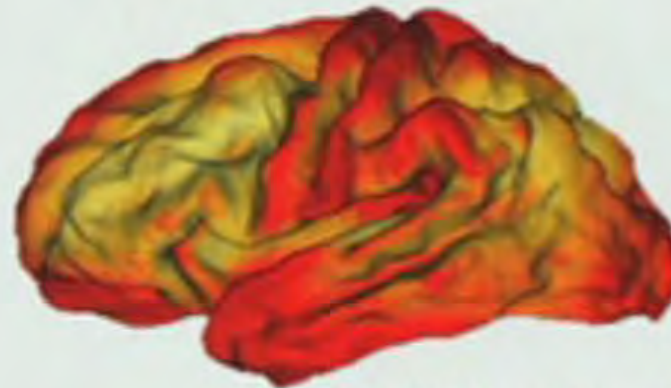
On est passé d'une conception **passive** d'un cerveau qui attend ses inputs de l'environnement pour y réagir...



## Intrinsic

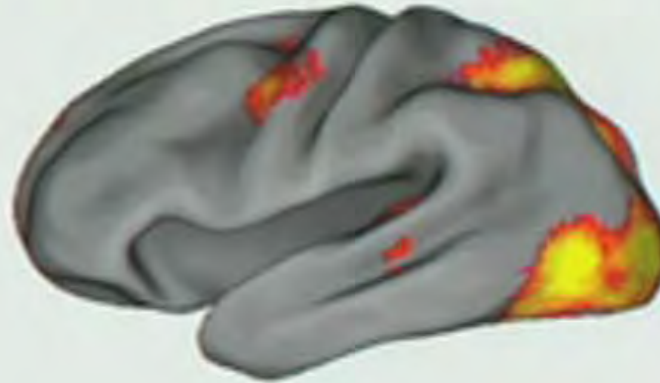
(T. Graham Brown)

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

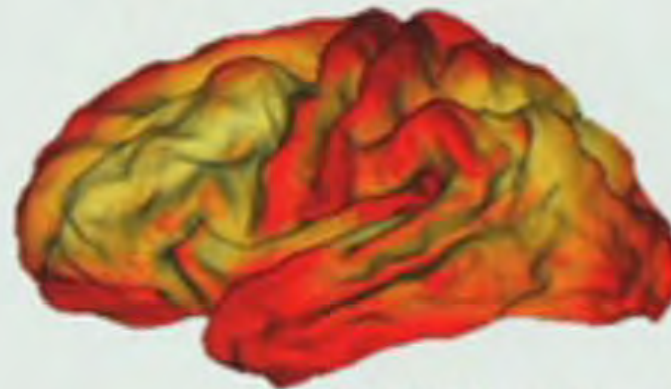


# An Historical View

**Reflexive**  
(Sir Charles Sherrington)



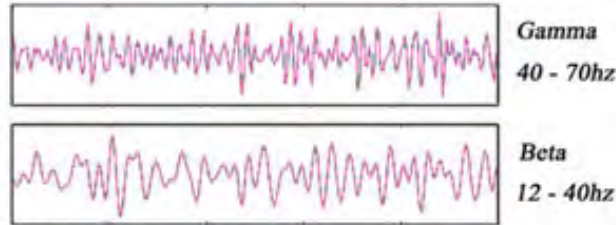
**Intrinsic**  
(T. Graham Brown)



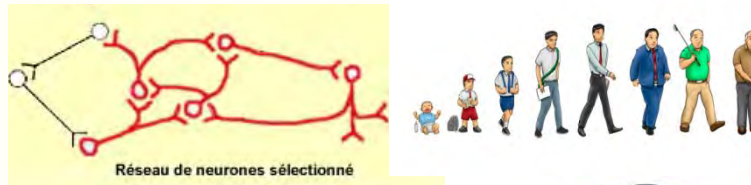
**« Il pleut tout  
le temps  
dans notre  
cerveau ! »**



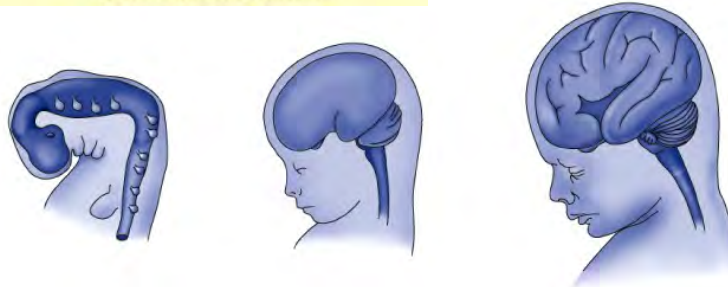
Perception  
et action



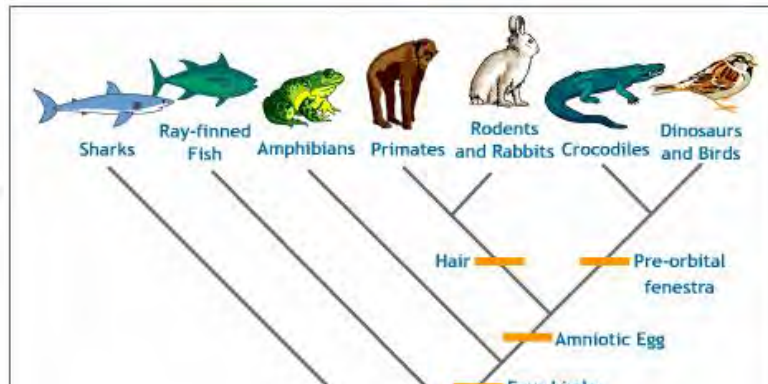
Apprentissage



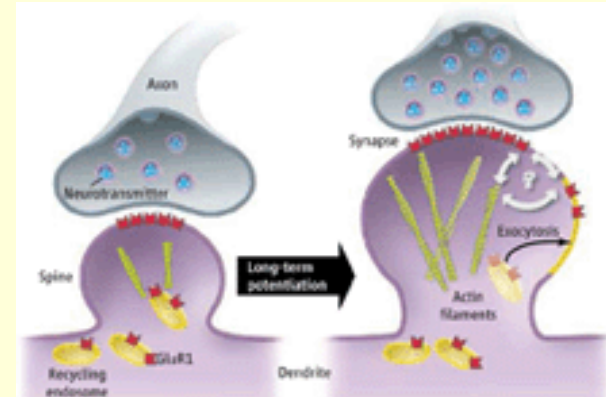
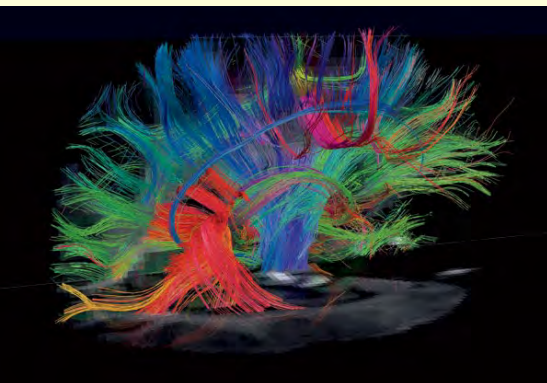
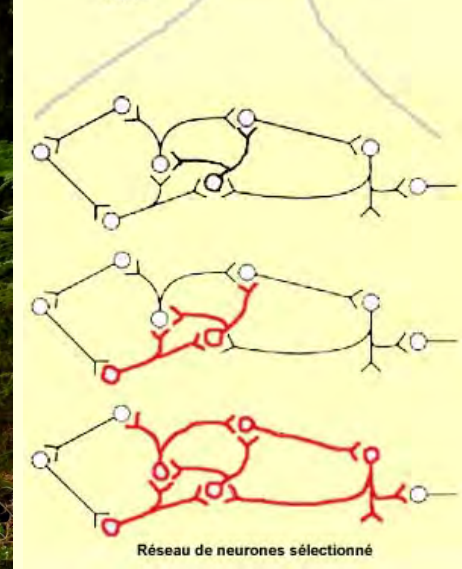
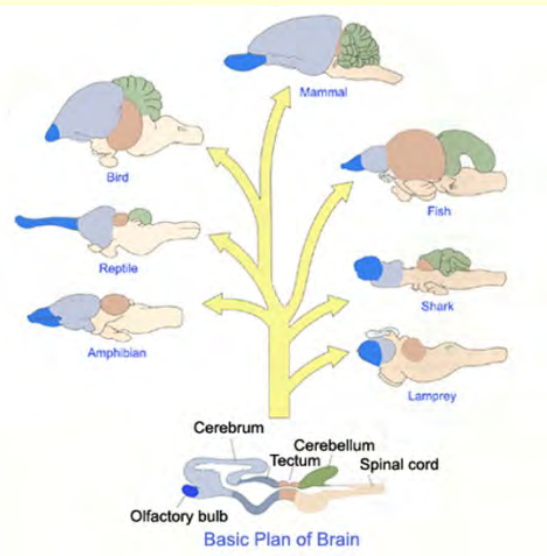
Développement

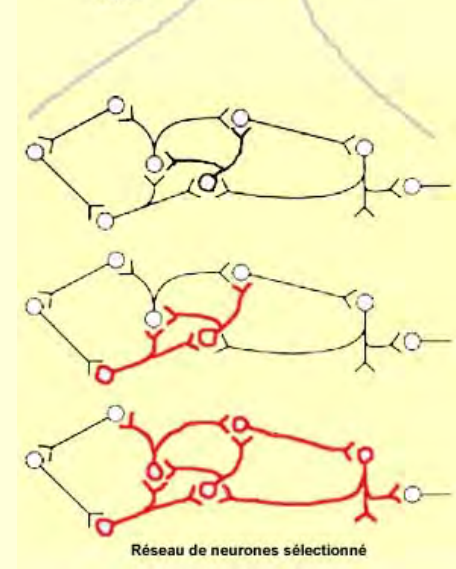
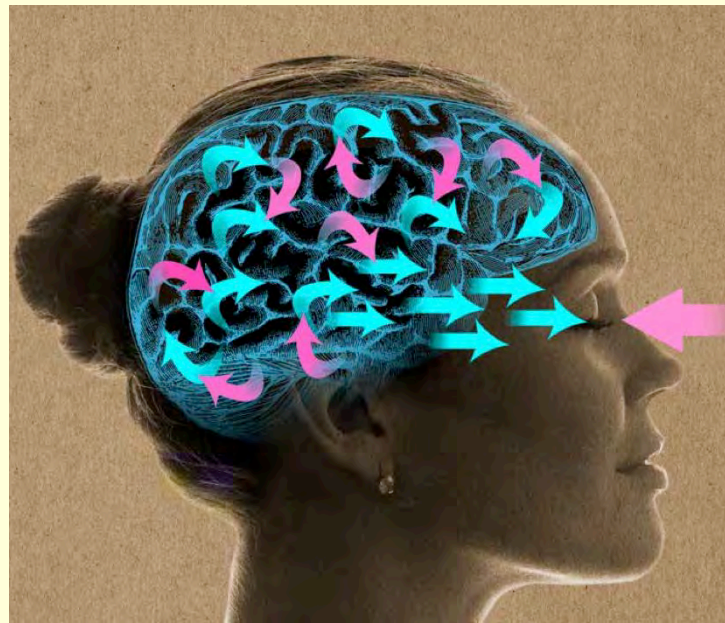
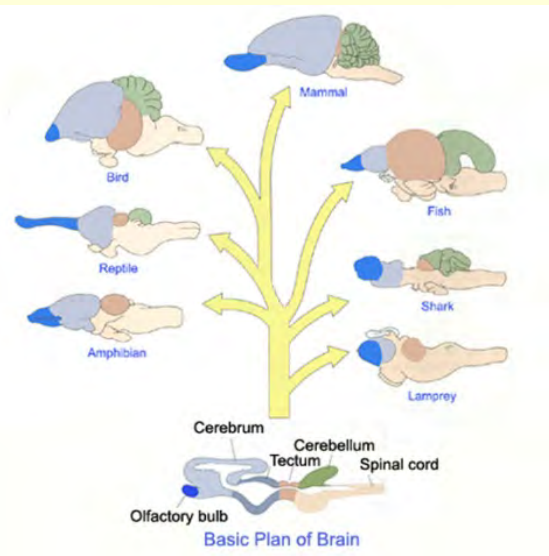


Évolution  
biologique



**La meilleure métaphore** que je connais pour résumer ces processus dynamiques à différentes échelles de temps...

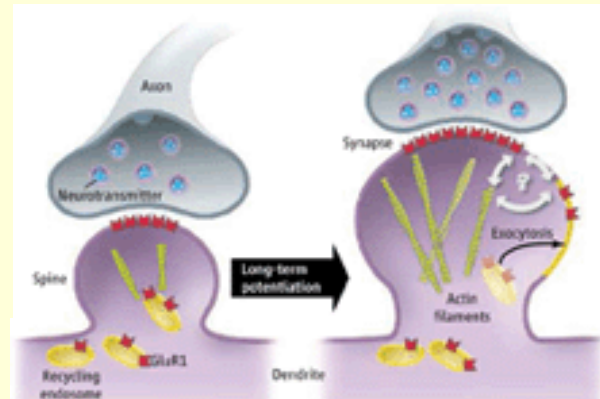
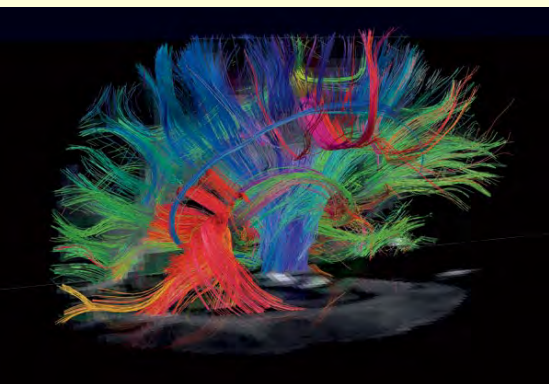


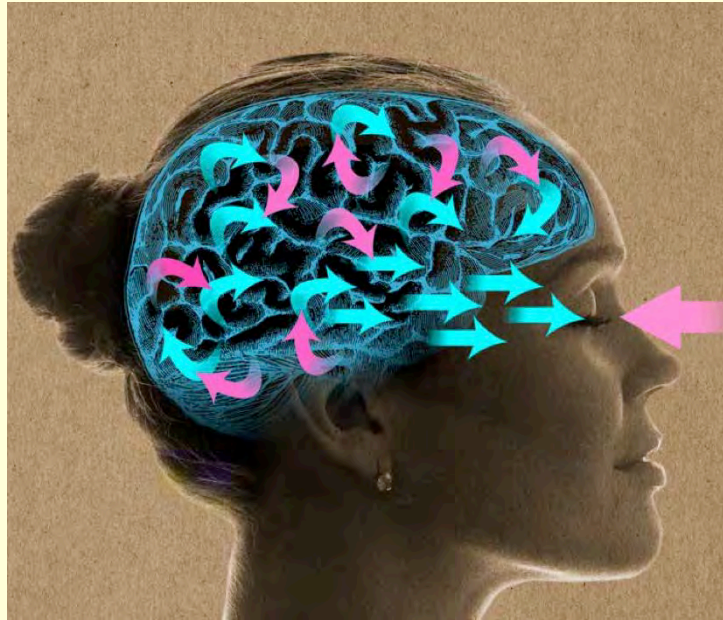


Nous sommes  
une **machine à faire  
des prédiction**

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

**(innée et acquise)**



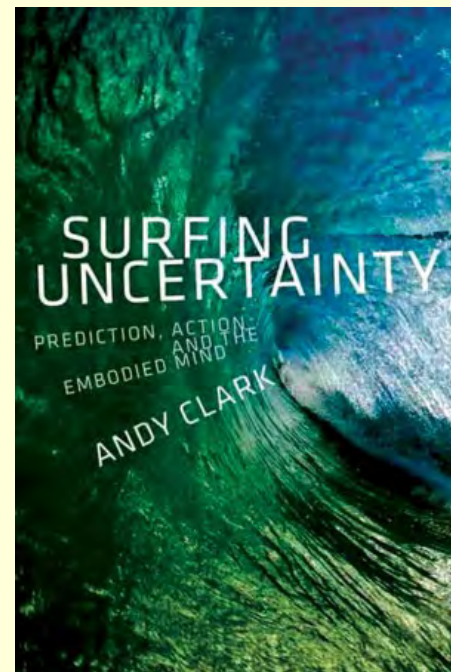


**Le BLOGUE** du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Mardi, 5 juin 2018

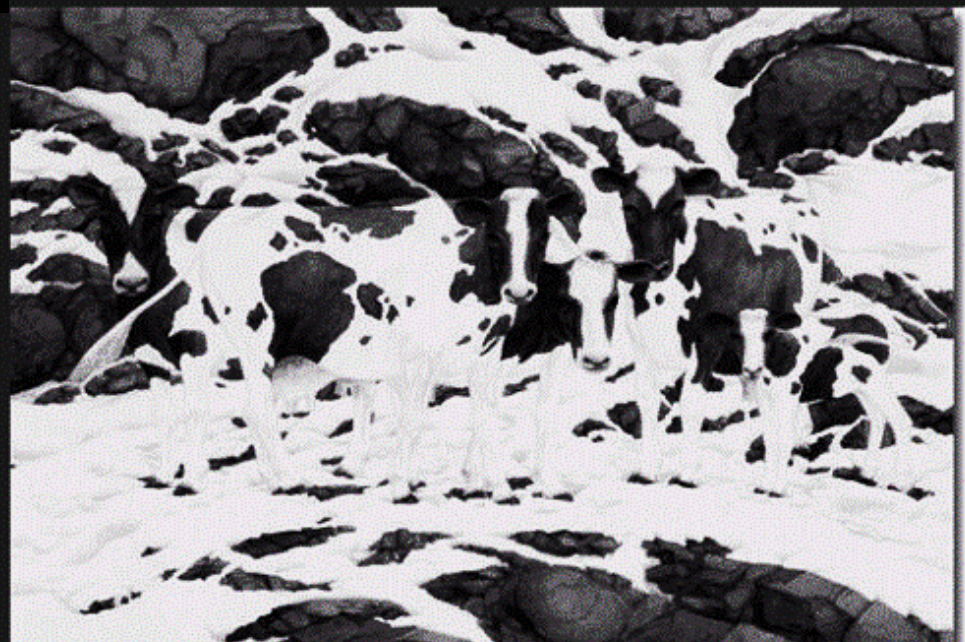
## **Andy Clark : une vision unifiée du cerveau-corps-environnement**

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2018/06/05/7353/>

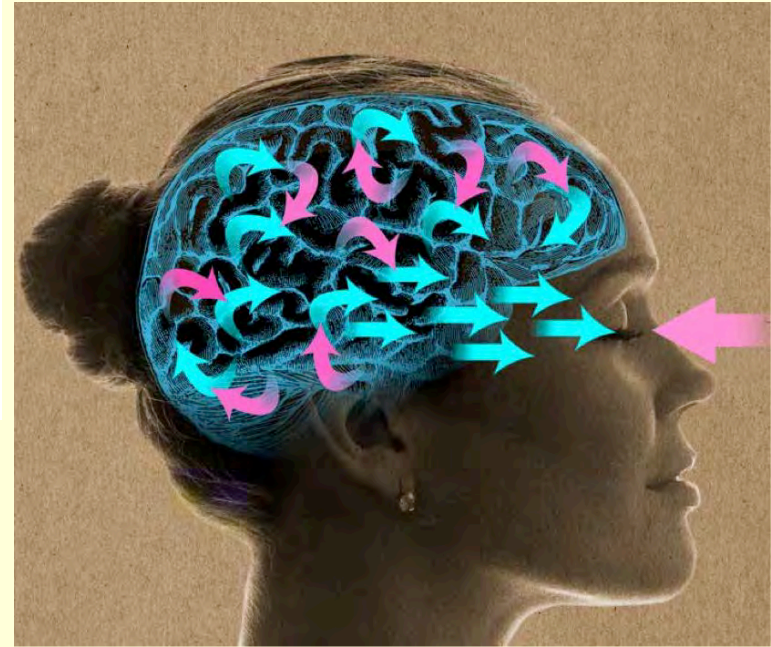
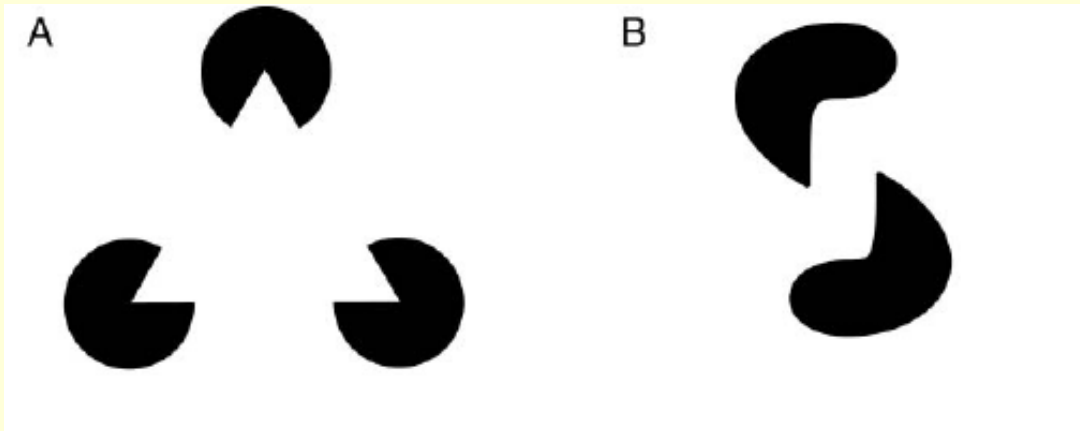
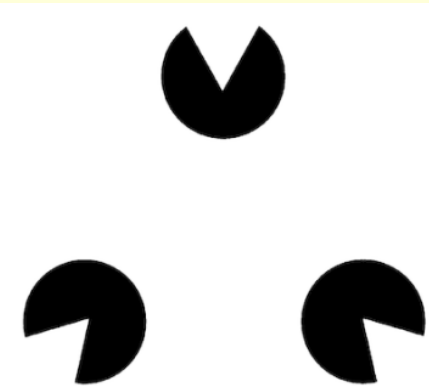








Caractéristiques fondamentale de notre cognition :  
**projeter des hypothèses** sur le monde  
pour mieux agir... et mieux survivre!



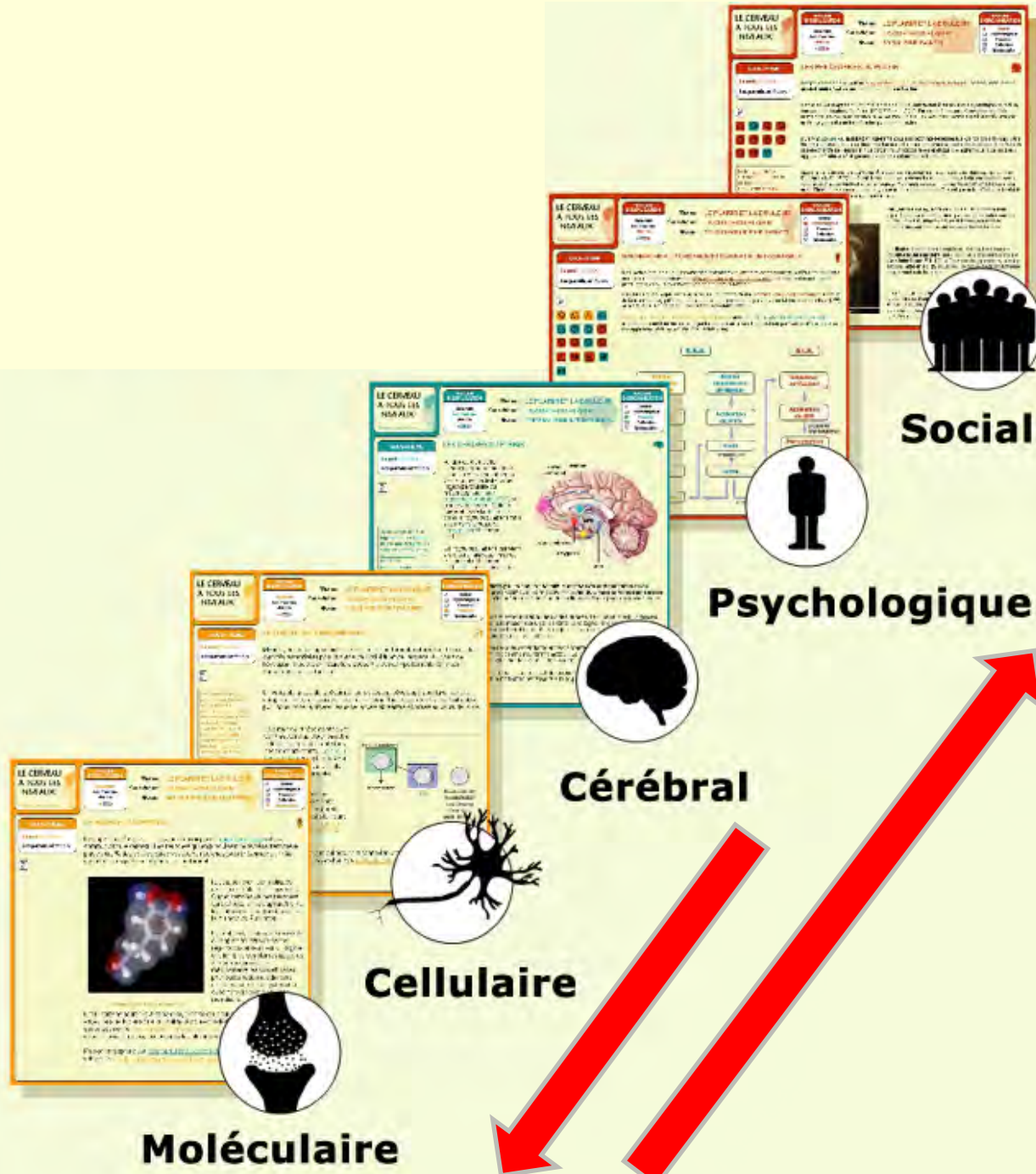


Andy Clark :

- dans cette optique **percevoir** le monde, c'est projeter ou déployer un savoir non seulement sur la façon dont le signal sensoriel devrait se présenter à nous, mais aussi sur la façon dont il va probablement changer et évoluer au fil du temps.
- Les créatures qui déploient cette stratégie, lorsqu'elles voient par exemple des herbes bouger, s'attendent déjà non seulement à voir une proie apparaître, mais à ressentir les sensations de leurs propres muscles se préparant à l'action.
- Or un animal qui a ce genre d'emprise sur son monde est déjà profondément impliqué dans la **compréhension** de ce monde.



Andy Clark écrit : « Peut-être que nous, les humains, et beaucoup d'autres organismes, déployons une stratégie fondamentale, économique et axée sur des prédictions qui s'enracinent dans nos architectures neuronales, et qui permet de **percevoir**, de **comprendre** et **d'imaginer** grâce à cet unique « package deal » »...



**LE CERVEAU À TOUT LES NIVEAUX**

**Présentation**

**Thème** : L'APPAREIL NERVEUX

**Mots-clés** : système nerveux, neurone, cerveau, moelle épinière

**Objectifs**

**Contenus**

**Évaluation**

**LE CERVEAU À TOUT LES NIVEAUX**

**Présentation**

**Thème** : L'APPAREIL NERVEUX

**Mots-clés** : système nerveux, neurone, cerveau, moelle épinière

**Objectifs**

**Contenus**

**Évaluation**

**LE CERVEAU À TOUT LES NIVEAUX**

**Présentation**

**Thème** : L'APPAREIL NERVEUX

**Mots-clés** : système nerveux, neurone, cerveau, moelle épinière

**Objectifs**

**Contenus**

**Évaluation**

**LE CERVEAU À TOUT LES NIVEAUX**

**Présentation**

**Thème** : L'APPAREIL NERVEUX

**Mots-clés** : système nerveux, neurone, cerveau, moelle épinière

**Objectifs**

**Contenus**

**Évaluation**

**LE CERVEAU À TOUT LES NIVEAUX**

**Présentation**

**Thème** : L'APPAREIL NERVEUX

**Mots-clés** : système nerveux, neurone, cerveau, moelle épinière

**Objectifs**

**Contenus**

**Évaluation**

**LE CERVEAU À TOUT LES NIVEAUX**

**Présentation**

**Thème** : L'APPAREIL NERVEUX

**Mots-clés** : système nerveux, neurone, cerveau, moelle épinière

**Objectifs**

**Contenus**

**Évaluation**



**Social**



**Psychologique**



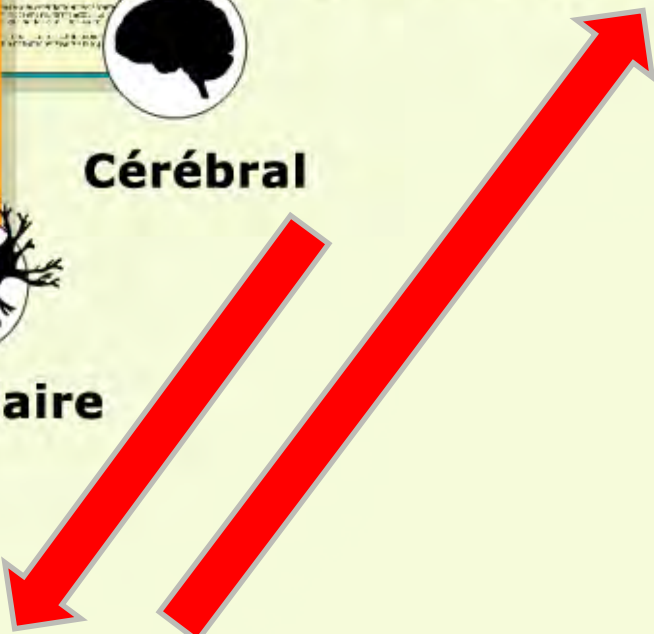
**Cérébral**



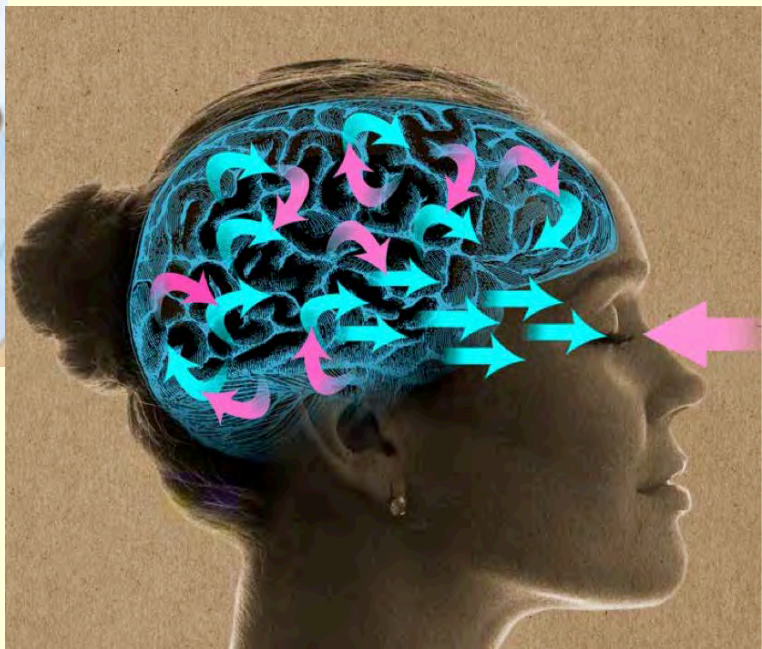
**Cellulaire**



**Moléculaire**



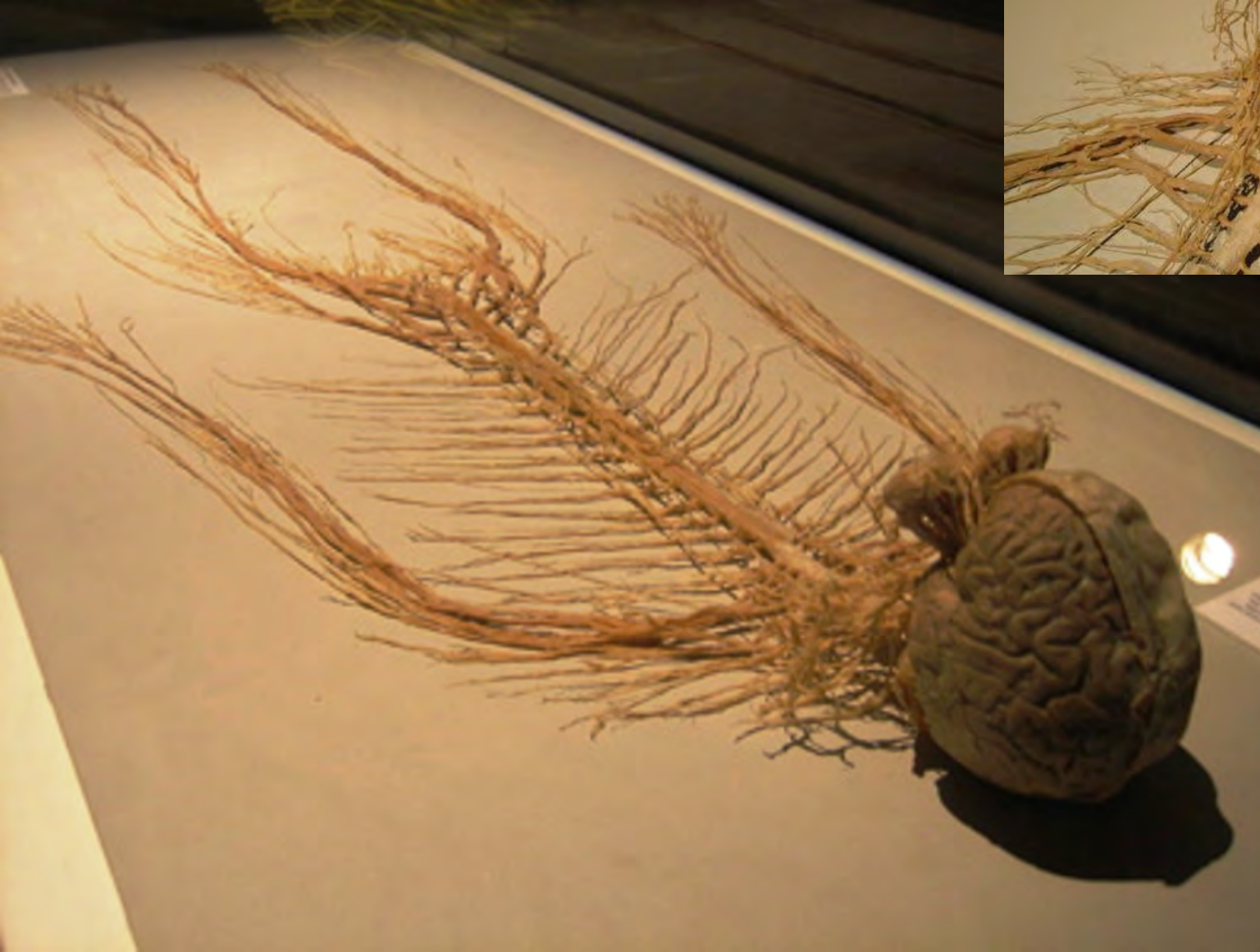
# L'effet placebo

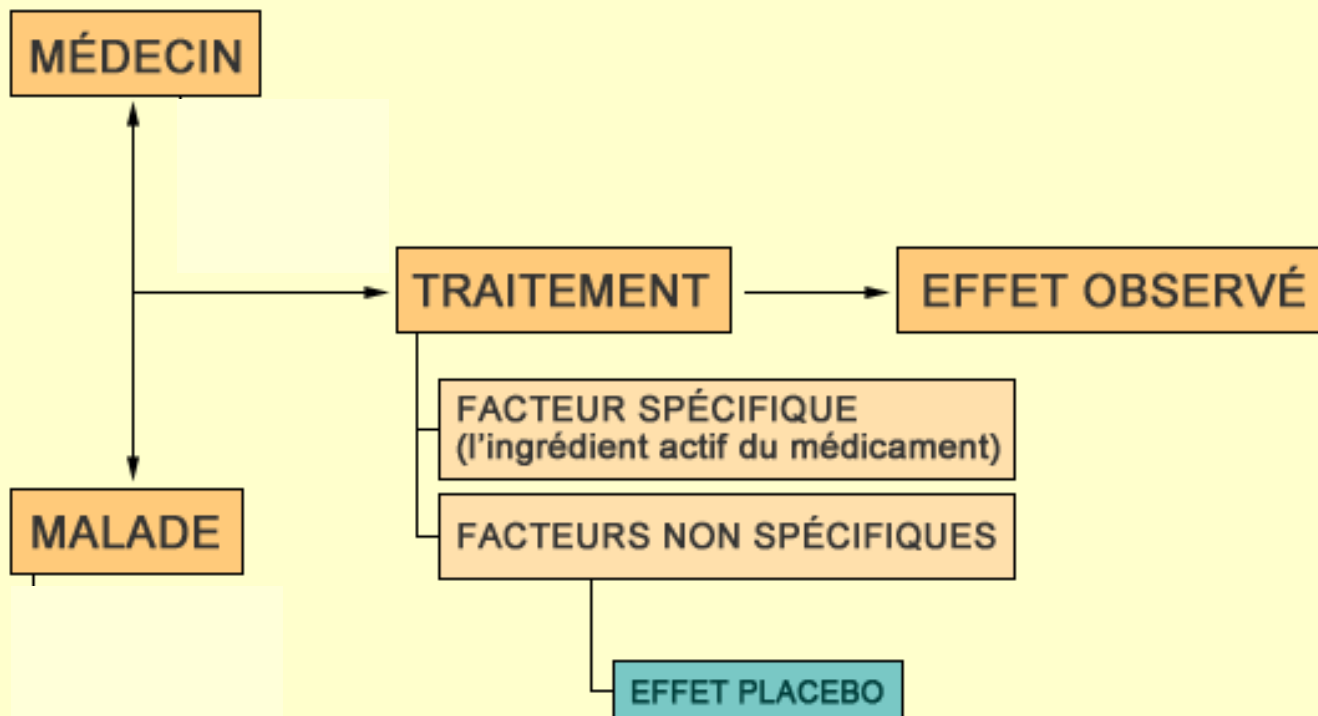


L'effet placebo se fonde donc sur **une tromperie**, ou plutôt, **auto-tromperie**, car tout part de la conviction du patient que le traitement qui lui est administré sera efficace.

→ démontre « le pouvoir de notre pensée » sur notre **corps**.

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



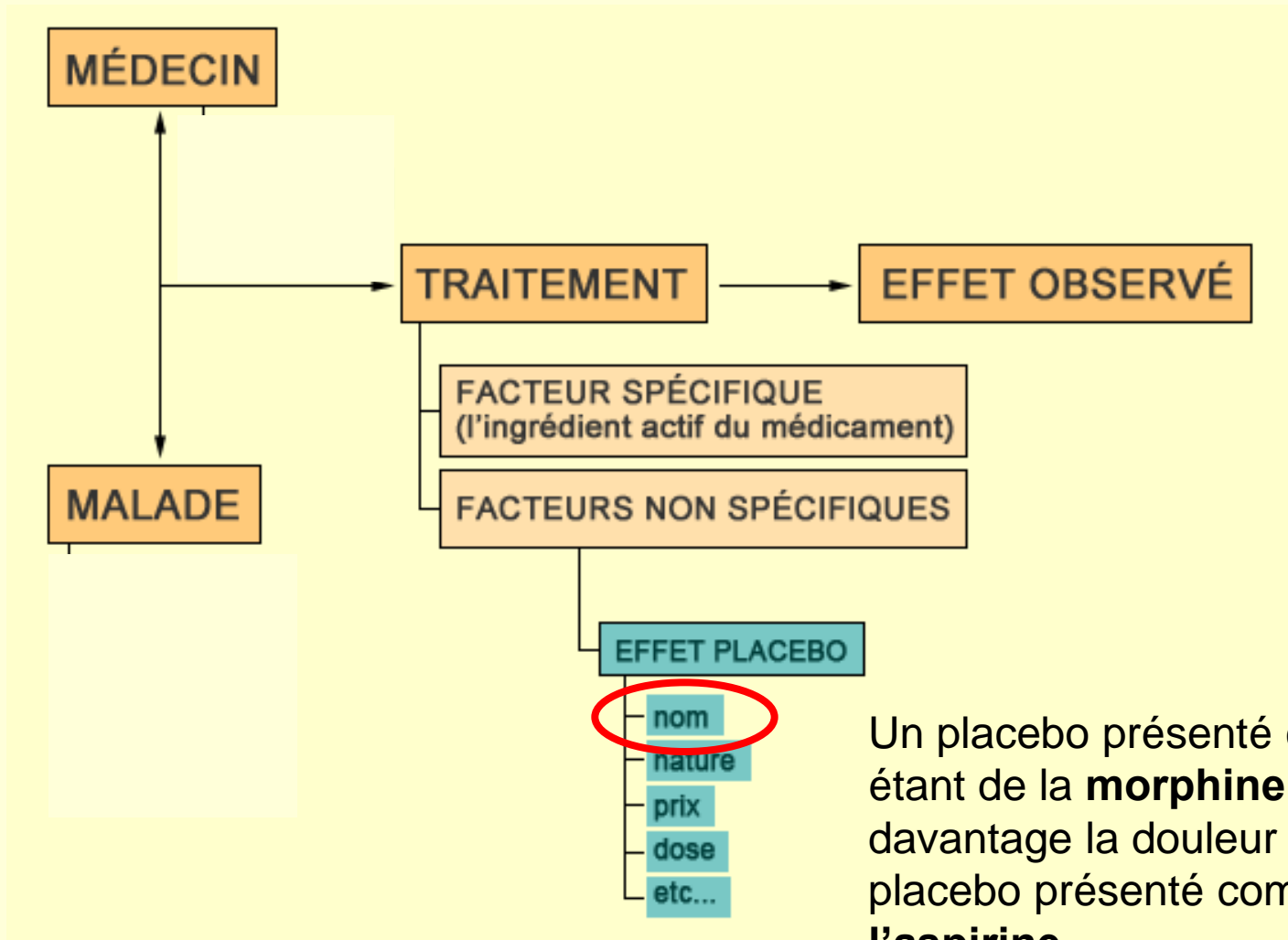


MÉDECIN

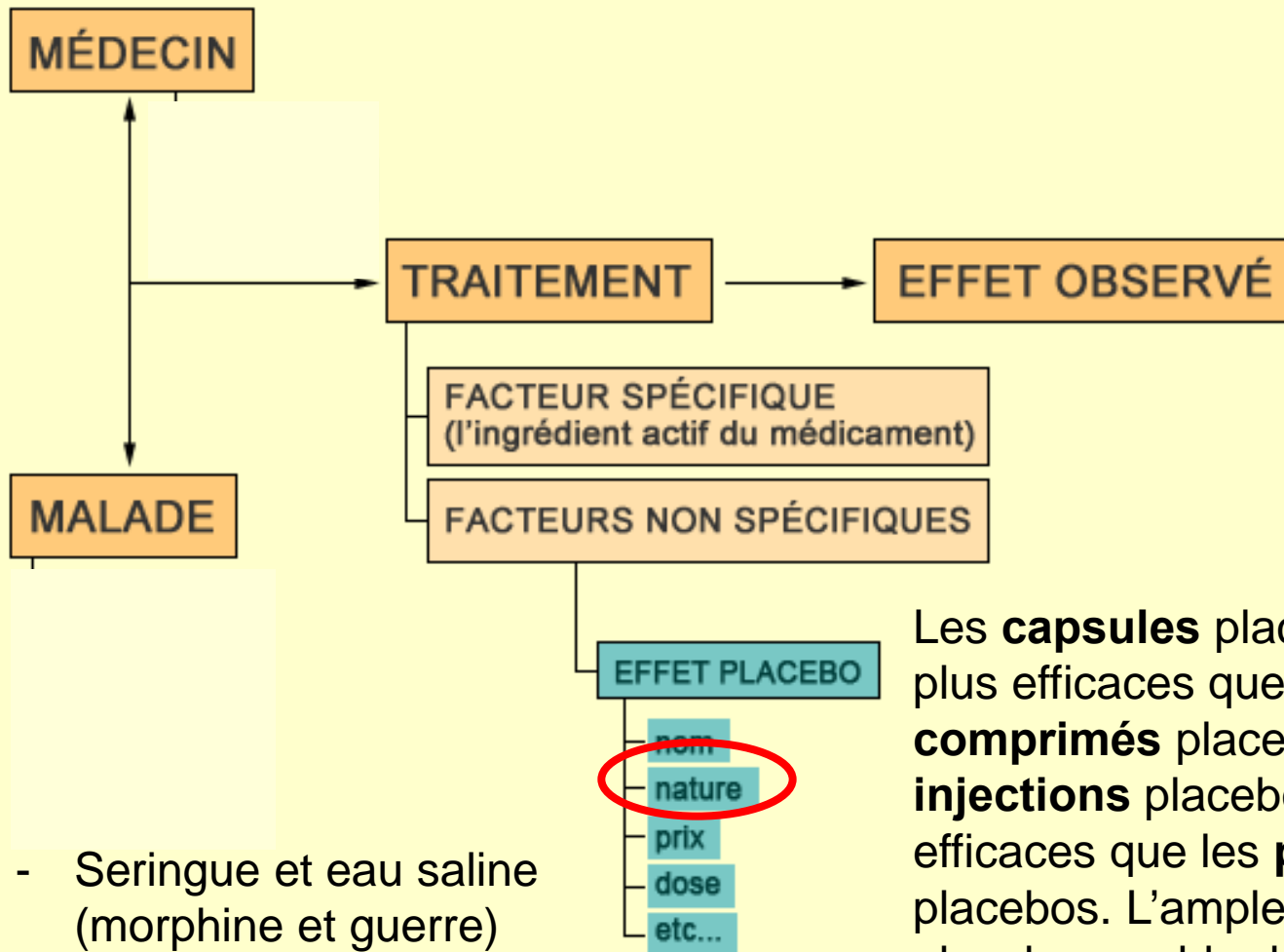
MALADE

- attentes
- croyances
- nature et intensité de sa maladie





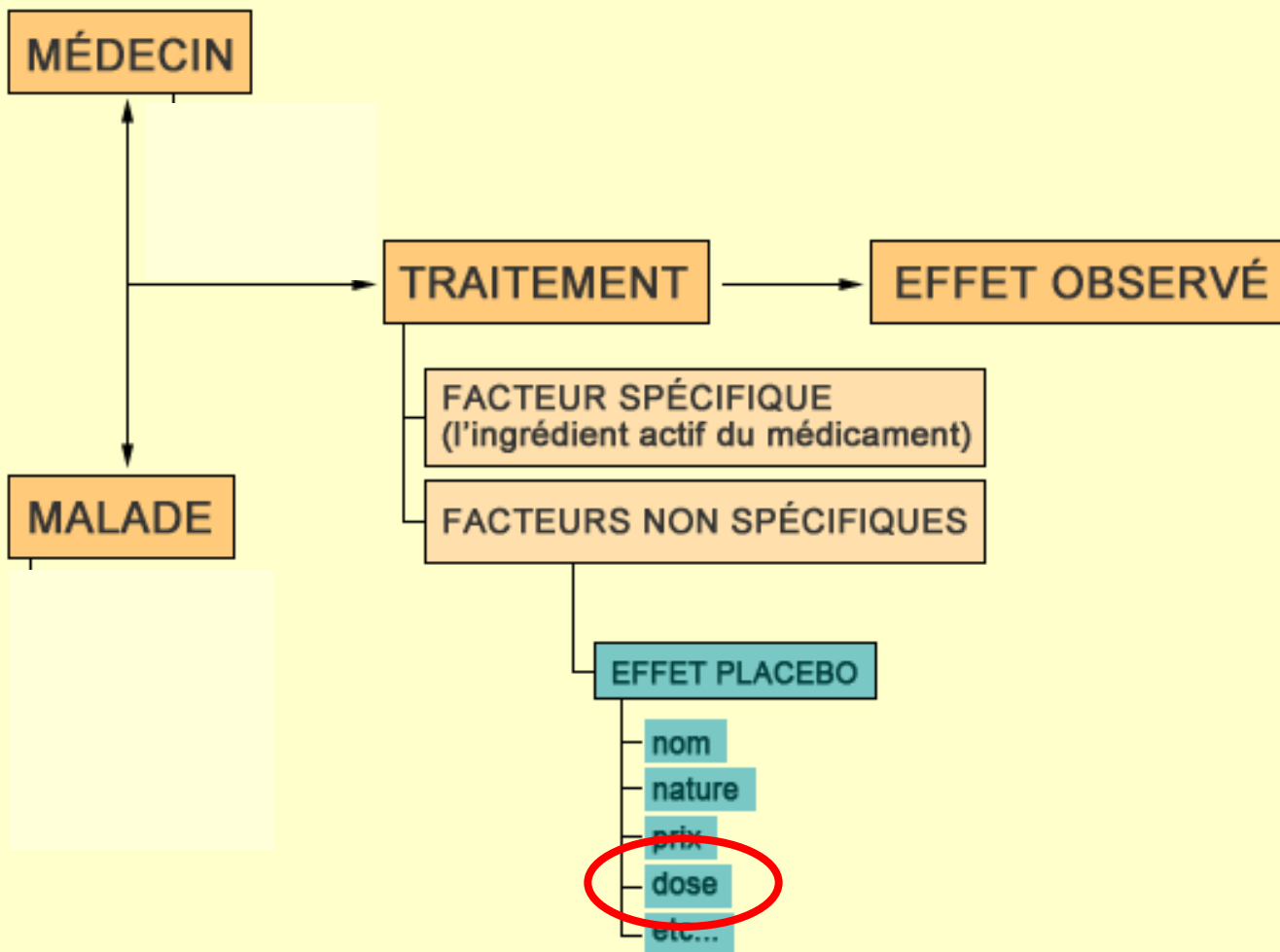
Un placebo présenté comme étant de la **morphine** soulage davantage la douleur qu'un placebo présenté comme de **l'aspirine**.

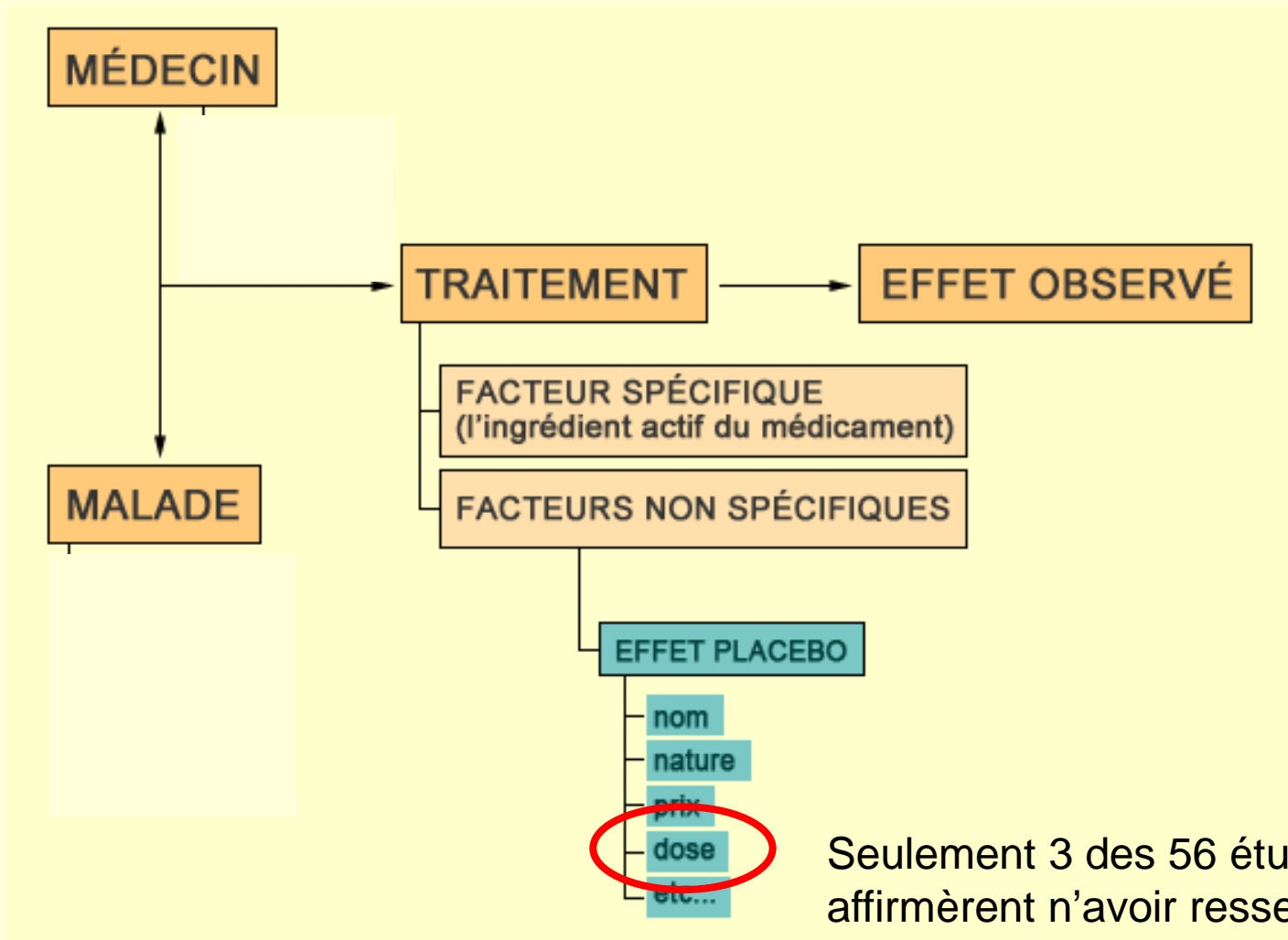


- Seringue et eau saline (morphine et guerre)
- Incision au genou (fausse opération)

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**.







Seulement 3 des 56 étudiants affirmèrent n'avoir ressenti aucun effet appréciable suite à l'ingestion des pilules.

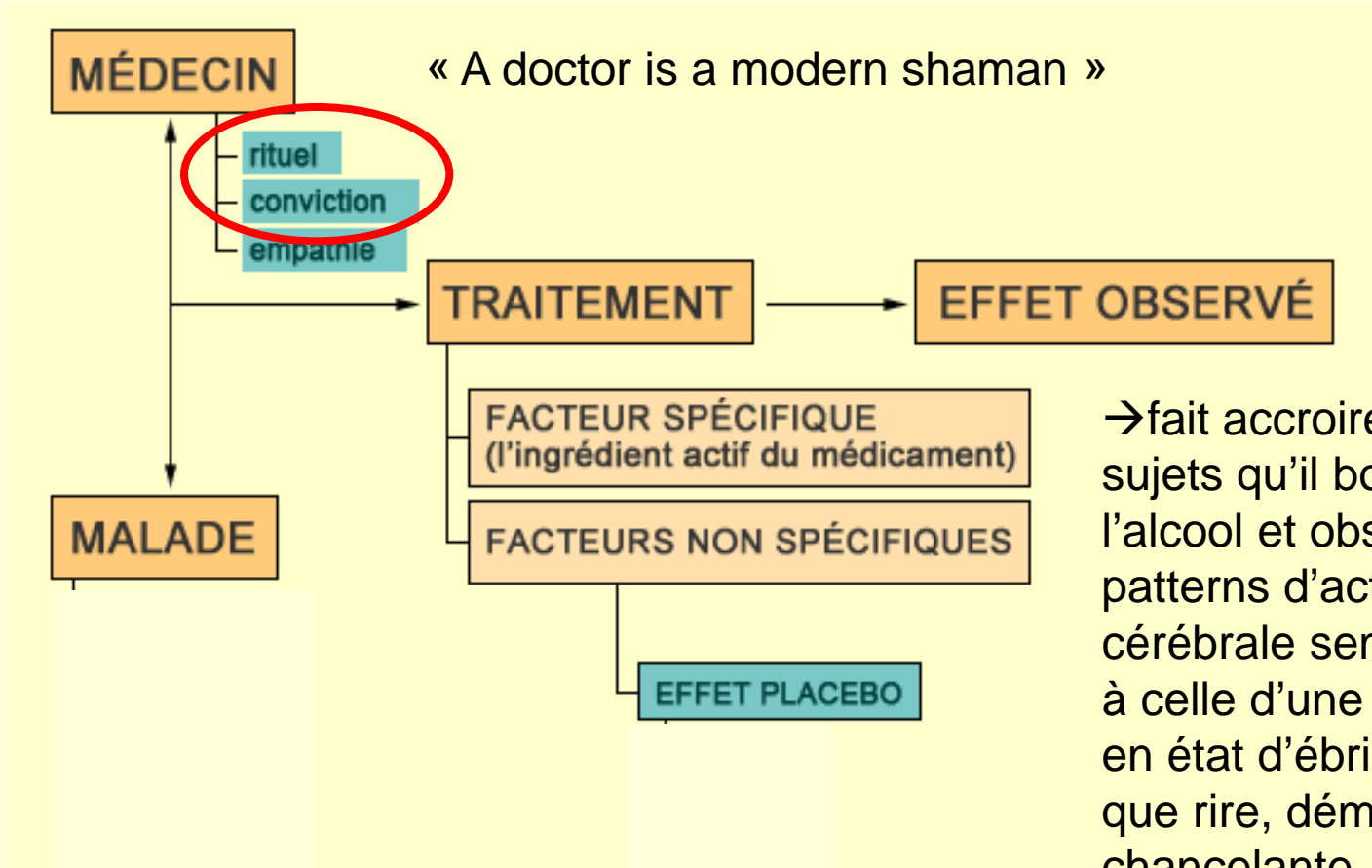
Une étude désormais classique publiée par B. Blackwell en 1972 montre que **l'effet placebo se manifeste clairement chez le sujet sain**, en l'occurrence ici des étudiants en médecine. Ces 56 étudiants avaient accepté de se soumettre à une expérience qui portait, leur disait-on, sur les effets d'une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

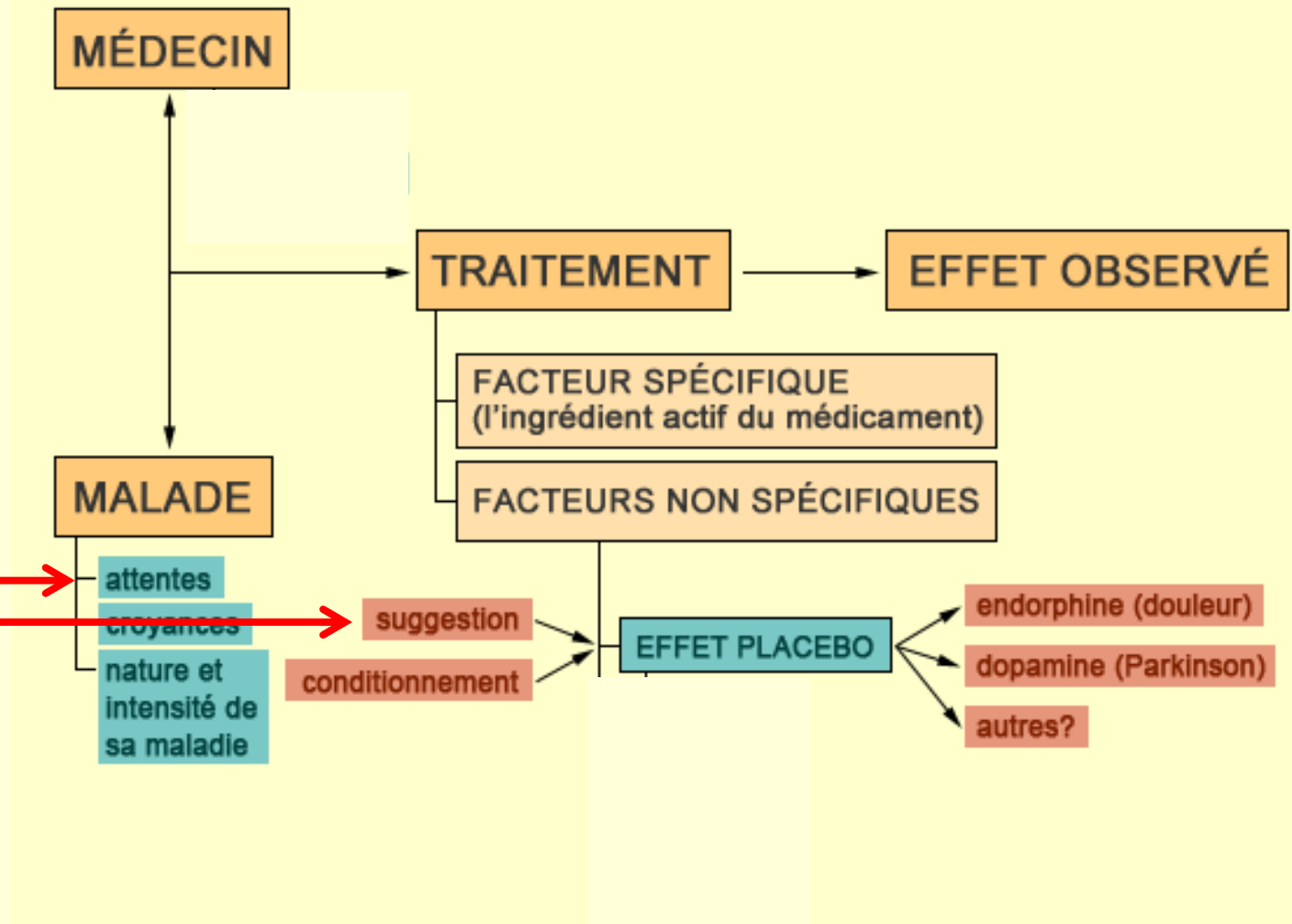
## The Nature of Things : Brain Magic: The Power of Placebo

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)

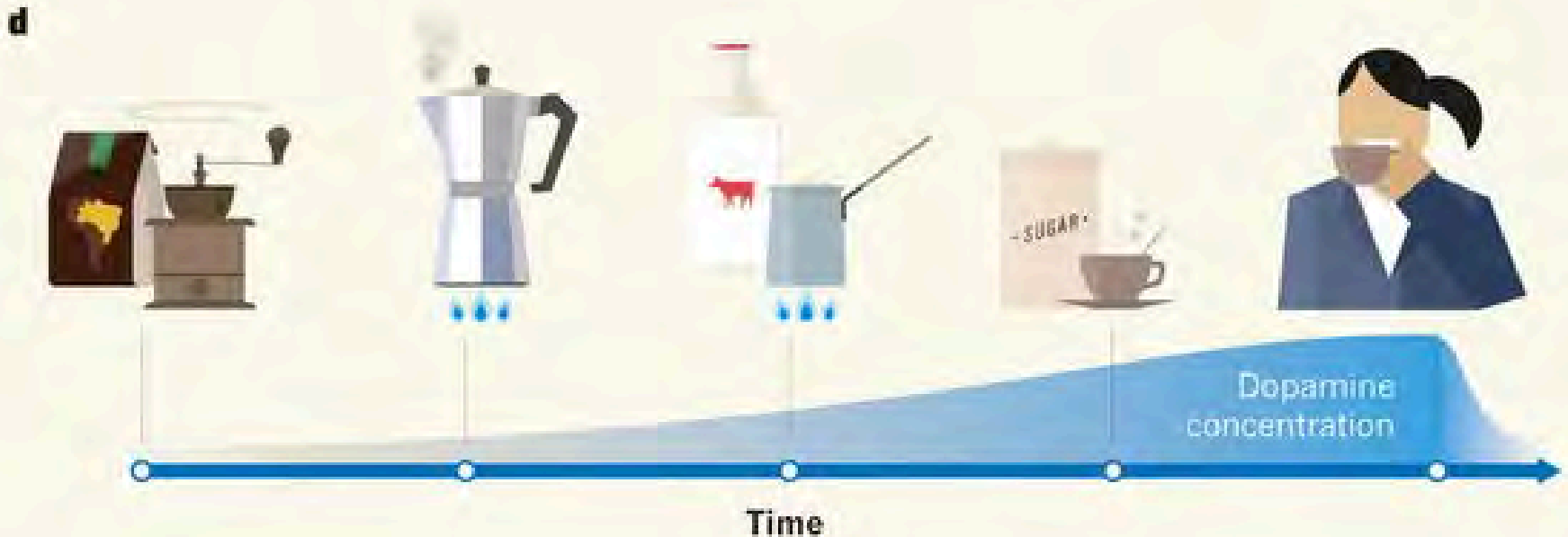
D'autres guérisons associées à l'effet placebo pourraient venir d'un impact positif plus général des **attentes** et la **suggestion** favorisant par exemple certaines voies **dopaminergiques** dans le cerveau.



→ Toujours dans le même documentaire, il faut voir la séquence avec le monsieur souffrant de **Parkinson** qui va mieux à partir du moment où on crée une attente qu'il peut avoir « de bonnes chances » de tomber dans la cohorte qui reçoit le traitement (alors que tout le monde reçoit des placebos...)

→ L'analogie avec l'enfant et le cadeau convoité à Noël

# Rappelez-vous...



→ Toujours dans le même documentaire, il faut voir la séquence avec le monsieur souffrant de **Parkinson** qui va mieux à partir du moment où on crée une attente qu'il peut avoir « de bonnes chances » de tomber dans la cohorte qui reçoit le traitement (alors que tout le monde reçoit des placebos...)

→ L'analogie avec l'enfant et le cadeau convoité à Noël

**Qu'en est-il des mécanismes ?**

# How Placebos Change the Patient's Brain,

Fabrizio Benedetti, Elisa Carlino, and Antonella Pollo, 2011.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3055515/>

Il n'existe pas UN effet placebo, **mais plusieurs effets placebos**, avec différents mécanismes qui se trouvent dans différents systèmes du corps humain.

Les deux modèles qui sont actuellement les plus productifs pour comprendre la neurobiologie de l'effet placebo sont ceux sur **la douleur** et sur **la maladie de Parkinson** où les réseaux neuronaux impliqués ont été identifiés.

## Mécanismes possibles de l'effet placebo

Dans une étude pionnière publiée en 1978, **Jon Levine** a testé l'implication des endorphines lorsque l'effet placebo atténue une douleur subséquente à l'extraction de molaires.

Donner une injection de solution saline (donc un placebo) à un patient en lui disant qu'il s'agit d'un médicament antidouleur est alors, pour certains patients, aussi efficace qu'une dose de 6 à 8 milligrammes de morphine.

Mais si on donne ensuite à ces patients « placebo répondeurs » un antagoniste spécifique de la morphine appelé **naloxone**, qui bloque donc également l'effet de nos propres morphines endogènes, celui-ci augmente significativement la douleur de ces patients.

Alors que la même dose de naloxone ne cause **aucune douleur additionnelle aux patients qui n'avaient pas répondu à l'effet placebo.**



Mais comme rien ne reste simple longtemps avec le cerveau, Richard Gracely montrait, en 1982, que l'effet antalgique d'un placebo peut exister même après l'inhibition des endorphines par la naloxone.

D'où l'idée que l'effet placebo pourrait être régi à la fois par des mécanismes **endorphiniques** et **non endorphiniques**.

# Placebo Research Update with Fabrizio Benedetti (BSP 127)

**March 01, 2016**

[http://brainsciencepodcast.com/bsp/2016/127-benedetti?utm\\_source=All+Newsletters&utm\\_campaign=bf6661ae29-RSS\\_EMAIL\\_CAMPAIGN&utm\\_medium=email&utm\\_term=0\\_92424be05a-bf6661ae29-80066673](http://brainsciencepodcast.com/bsp/2016/127-benedetti?utm_source=All+Newsletters&utm_campaign=bf6661ae29-RSS_EMAIL_CAMPAIGN&utm_medium=email&utm_term=0_92424be05a-bf6661ae29-80066673)

Il y a au moins deux mécanismes derrière la réduction de la douleur avec un placebo : l'un implique les **opioïdes** endogènes et l'autre les **cannabinoïdes** endogènes (nos substances analogues au THC).

→ Si l'on conditionne un patient à recevoir pendant 4 jours des **opioïdes** et que le 5<sup>e</sup> jour on leur donne un placebo, le mécanisme impliqué dans le soulagement de la douleur évoqué par le patient sera celui des **opiacés endogènes (endorphines...)**.

→ Si l'on conditionne un patient à recevoir pendant 4 jours des analgésiques à base de **cannabinoïdes** et que le 5<sup>e</sup> jour on leur donne un placebo, le mécanisme impliqué dans le soulagement de la douleur évoqué par le patient sera celui des **endocannabinoïdes**.

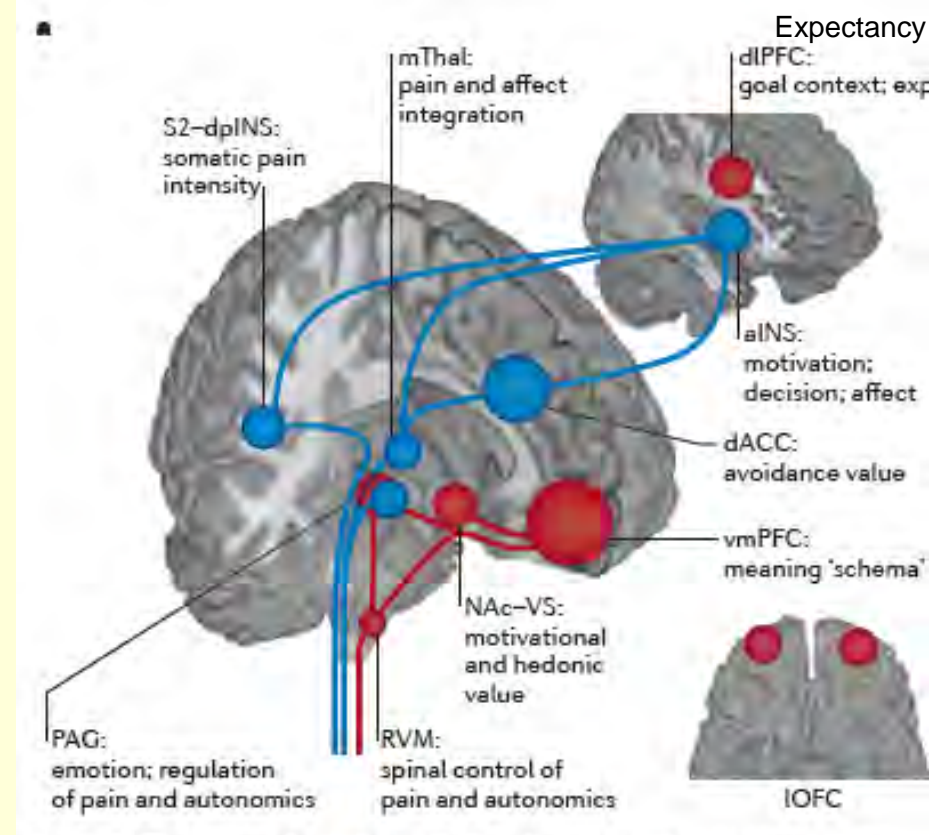
**En rouge** : régions associées à l'évaluation du contexte, aux attentes (augmentation d'activité avec placebo)

On observe une activation du **circuit de la récompense** lors de fortes réponses placebos, avec augmentation de libération de **dopamine** dans le **noyau accumbens**.

Cela suggère un rôle possible de ces structures dans la motivation nécessaire à l'effet placebo.

**En bleu** : régions associées à la douleur (baisse d'activité avec placebo)

Comme ces structures **activent aussi des voies inhibitrices descendantes de la douleur** dans la moelle épinière, la réponse placebo semble bien être un cas typique de contrôle « de haut en bas » (« top down »).

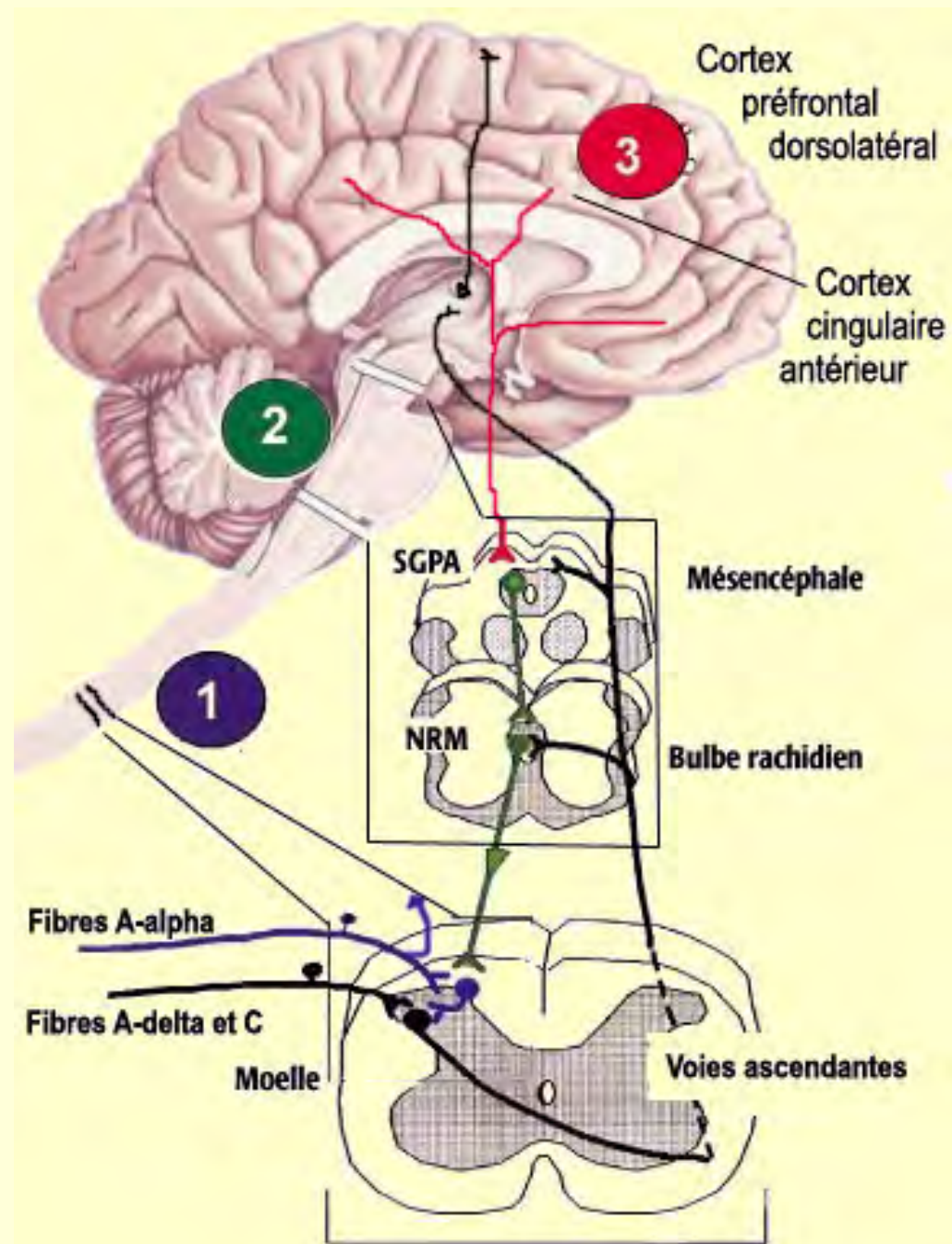


## Voies inhibitrices descendantes de la douleur

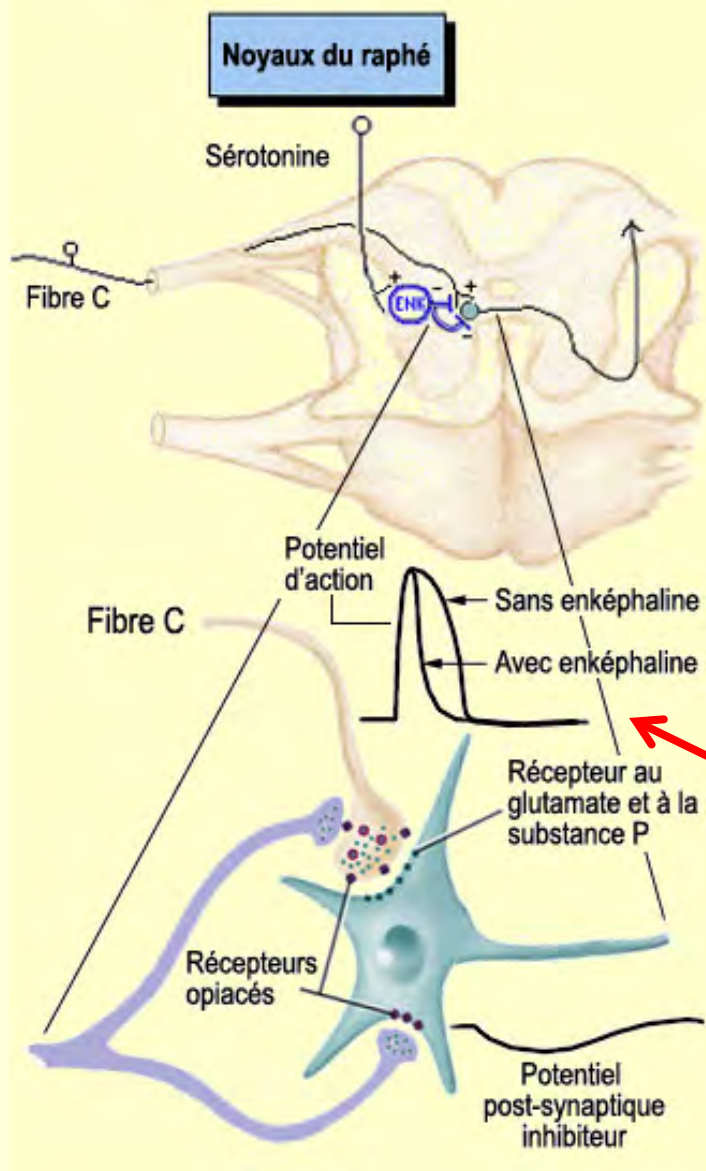
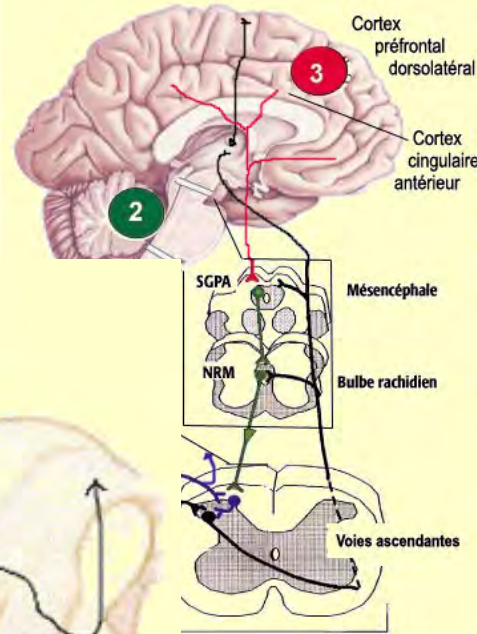
En **rouge** : les contrôles descendants d'origine supraspinale (ou centrale) associés à des facteurs psychologiques

En **vert** : les contrôles inhibiteurs diffus induits par des stimulations nociceptives

En **mauve** : les contrôles segmentaires d'origine périphérique non douloureuse



# Voies inhibitrices descendantes de la douleur



Les interneurones (en **mauve**) utilisent le neurotransmetteur **enképhaline** pour inhiber de deux façons le neurone de projection (en **bleu-vert**).

## Voies inhibitrices descendantes de la douleur

- est loin d'être la seule façon qu'a le « mind » d'influencer le « body »
- et le corps a aussi énormément de façons d'influencer le « cerveau /esprit »

Pendant longtemps :

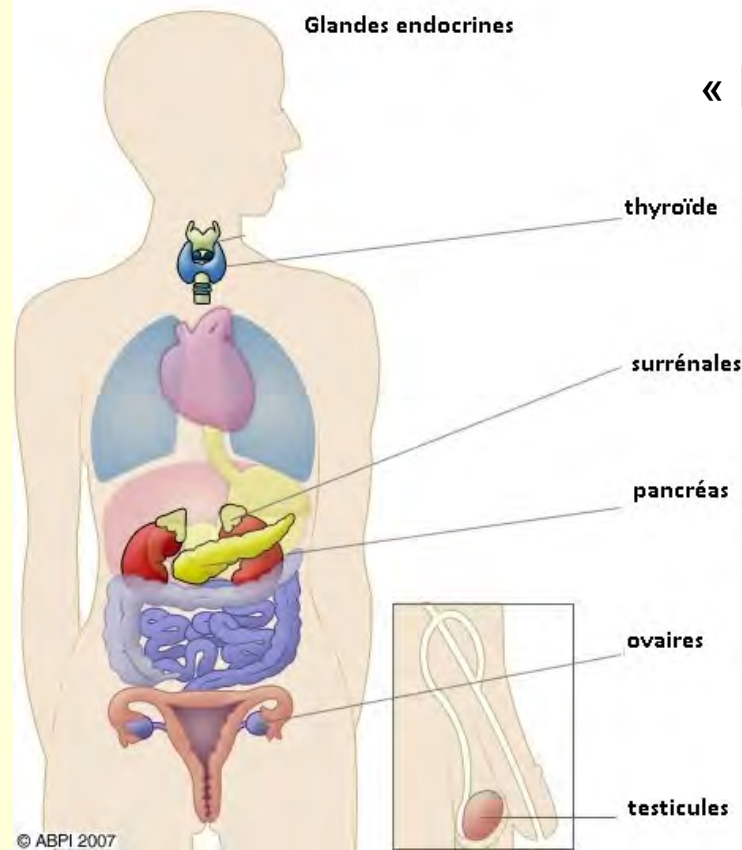
Cerveau

neurotransmetteurs



Corps

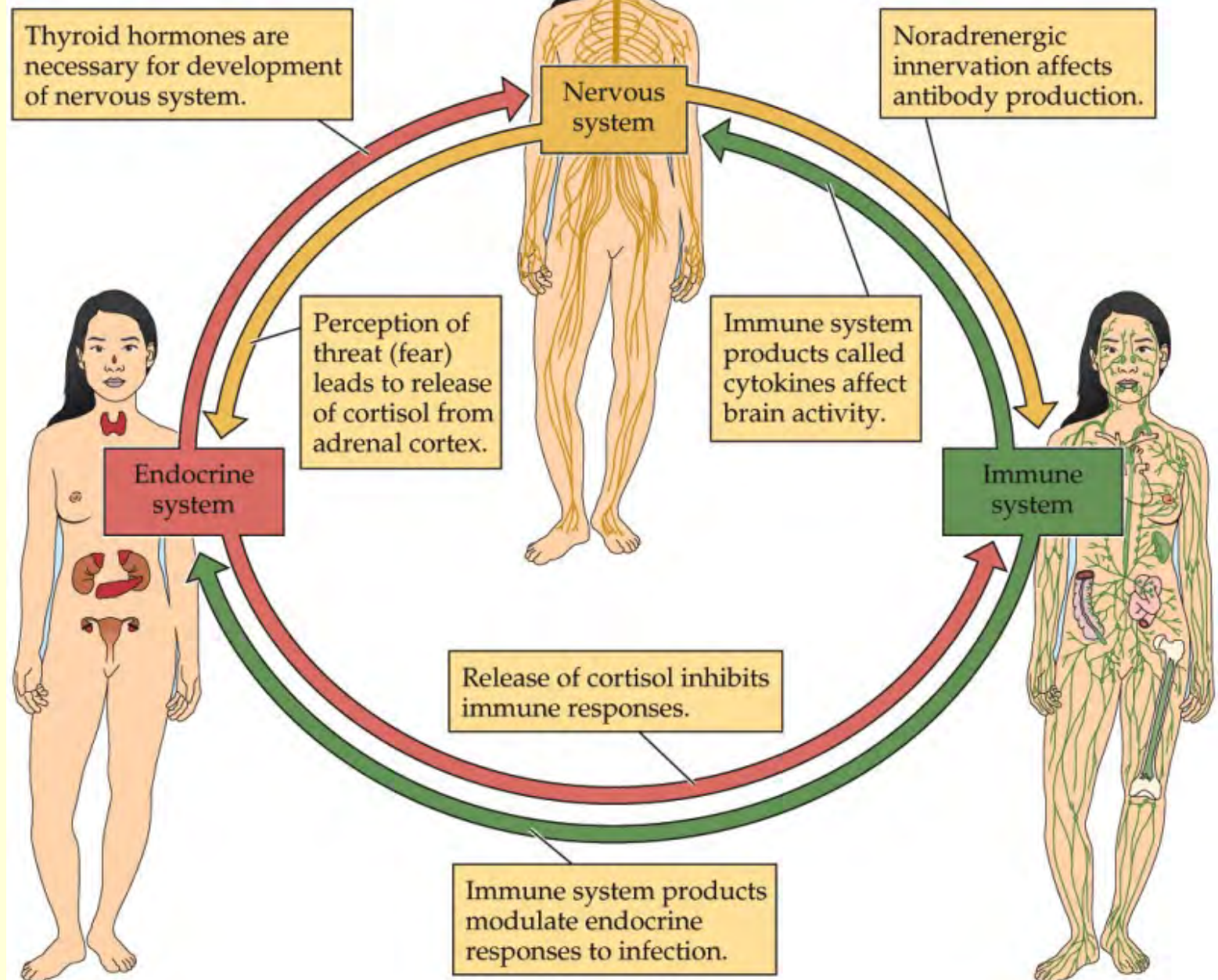
hormones



« Neurohormone »

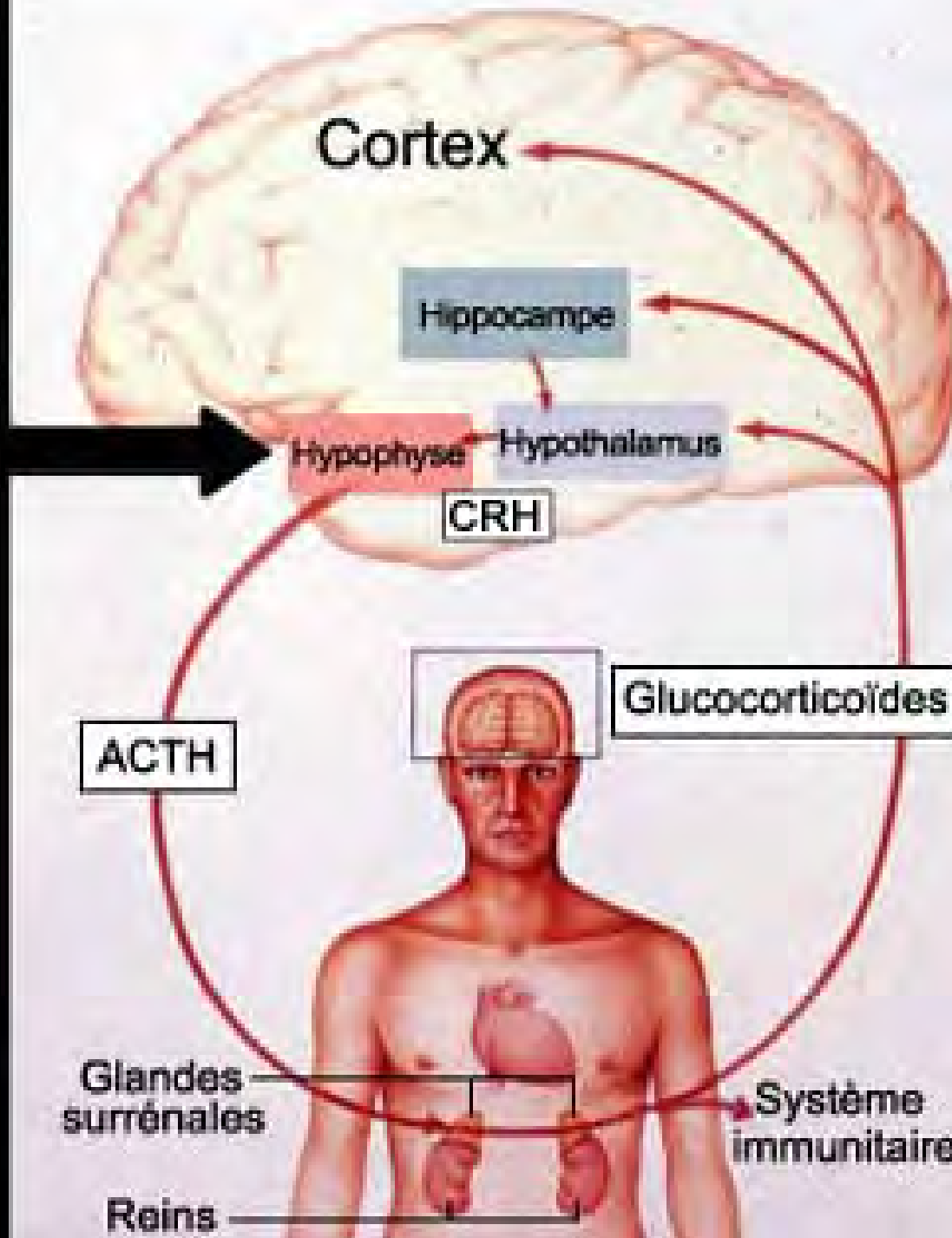
# Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire

**Corps et cerveau sont une seule et même chose**





**Stress**

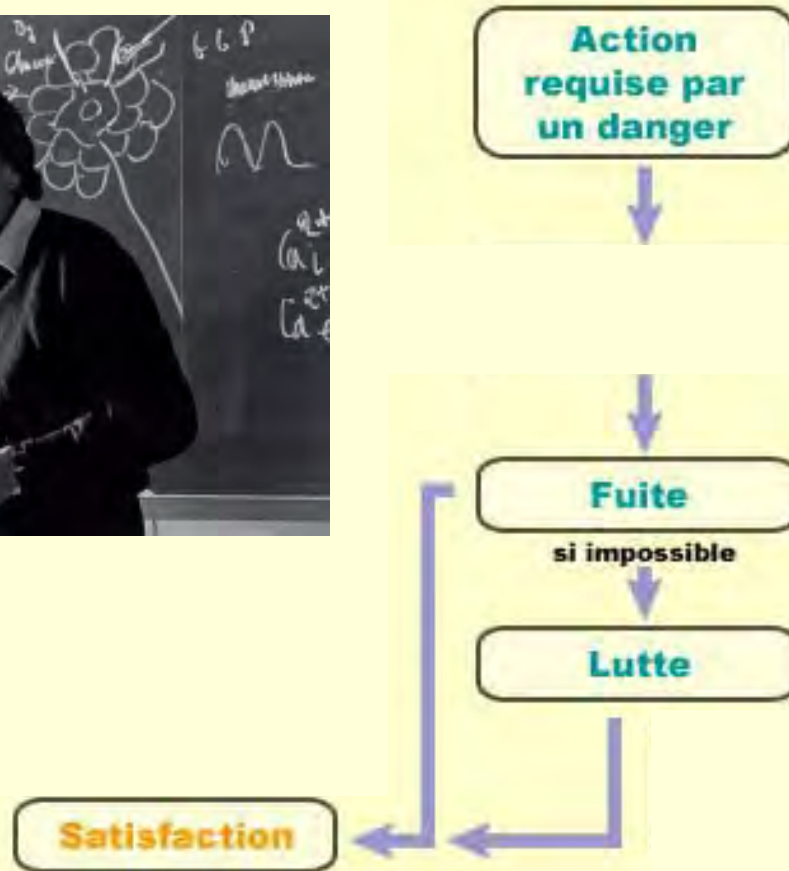
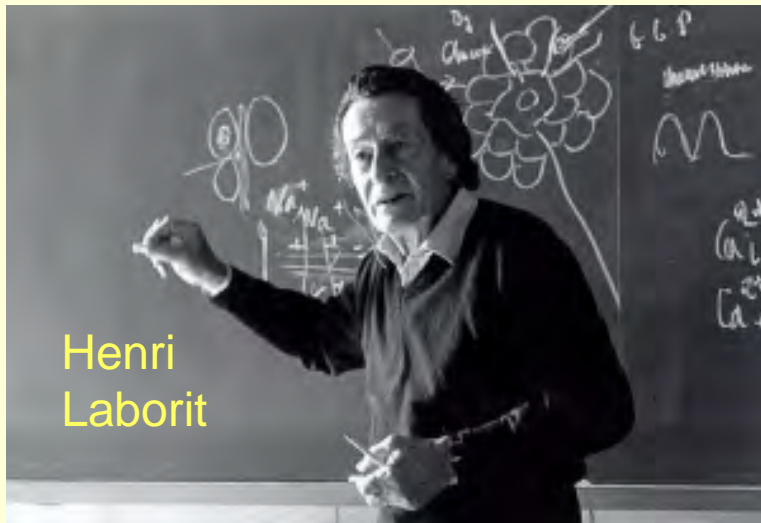


La perception d'une menace par notre cerveau va affecter l'ensemble du « corps-cerveau ».



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 !**

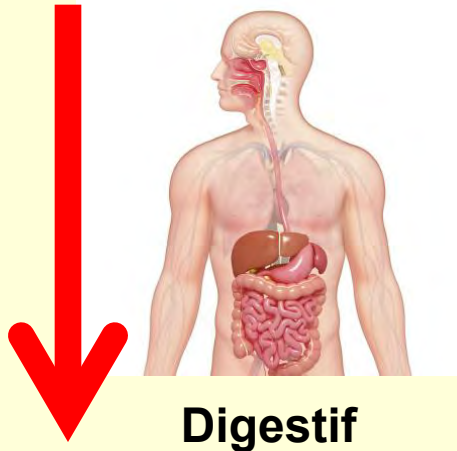
Que ce soit pour **fuir** ou, s'il ne peut pas, pour **se battre**, il y aura de vastes remaniements nerveux et hormonaux chez l'individu menacé pour allouer le plus de ressources possible aux muscles et au système cardiorespiratoire.



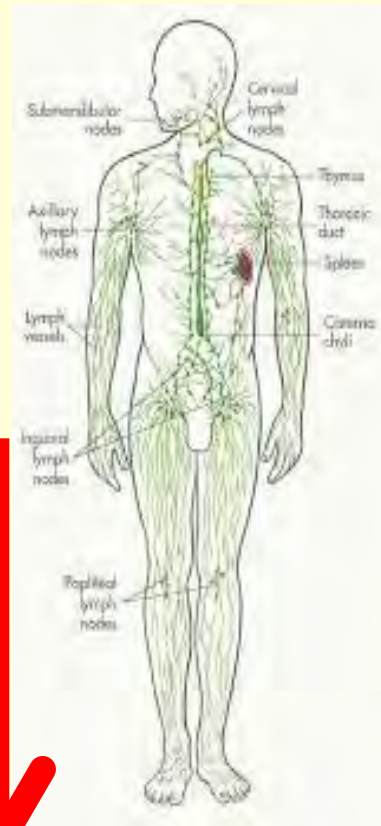
A. Responses to sympathetic activation

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.

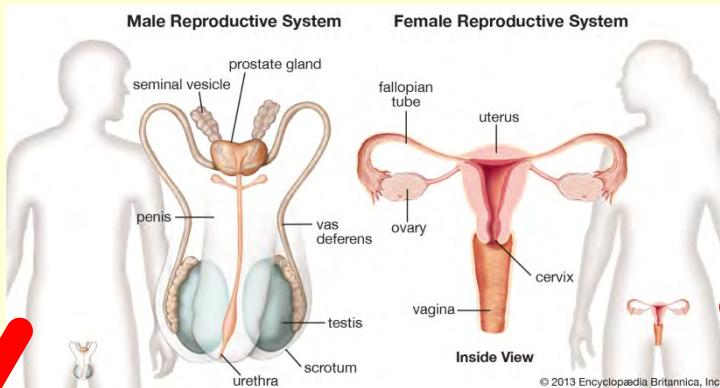
Cela aura peu d'effet si la fuite ou la lutte élimine la présence du prédateur et que tout revient à la normale après ce stress de **courte durée** (ou « stress aigu »).



**Digestif**



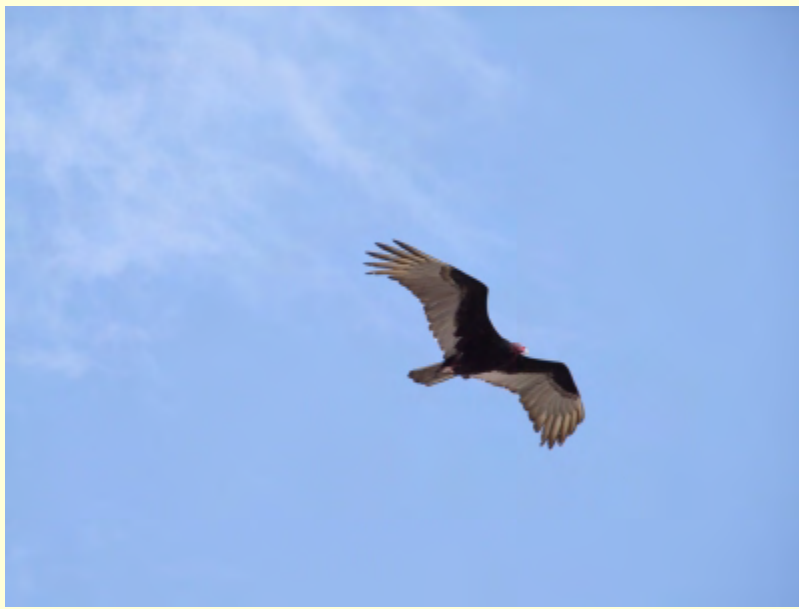
**Immunitaire**



**Reproducteur**



A. Responses to sympathetic activation



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...**





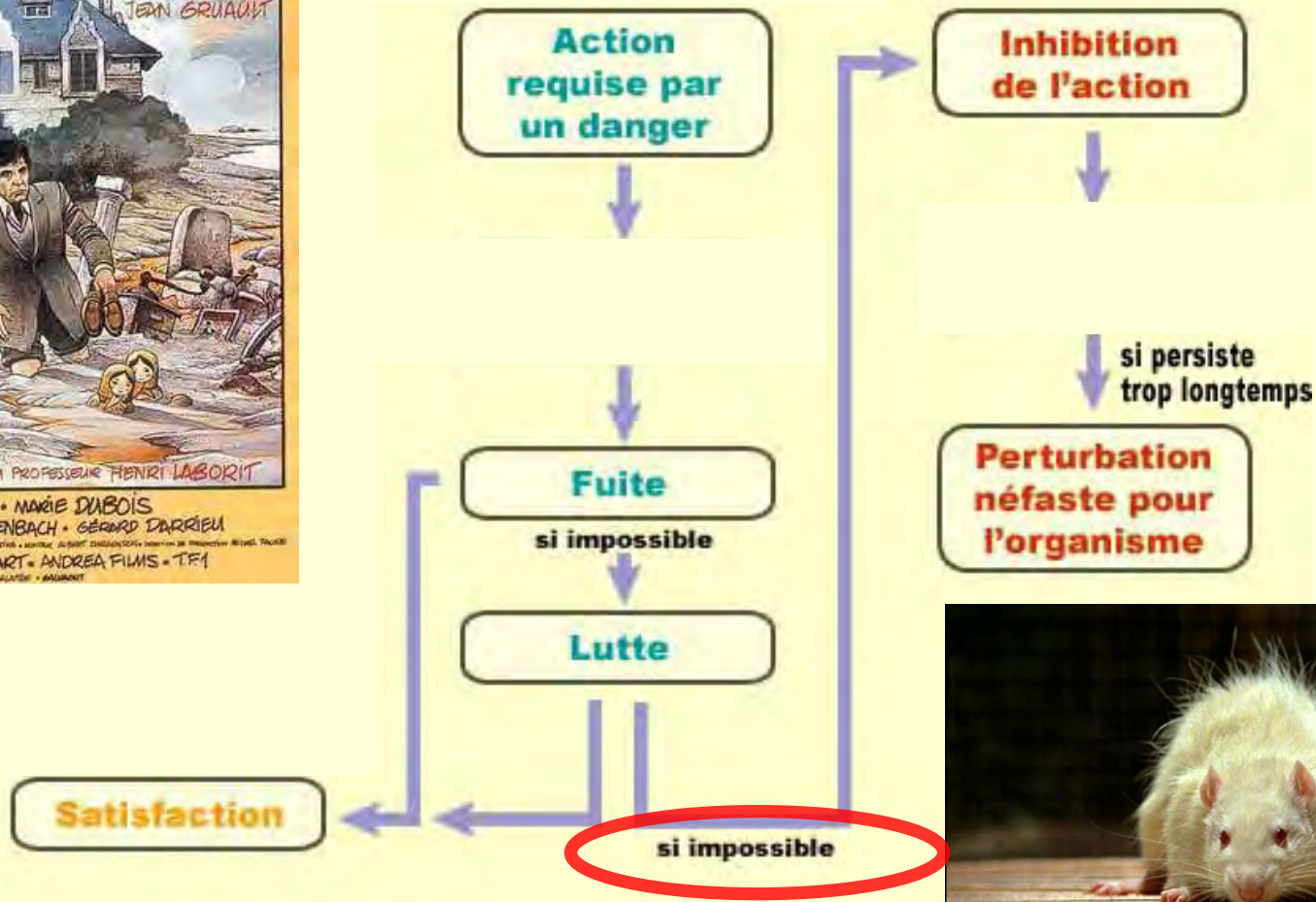
Action  
requis  
par  
un danger

Fuite  
si impossible

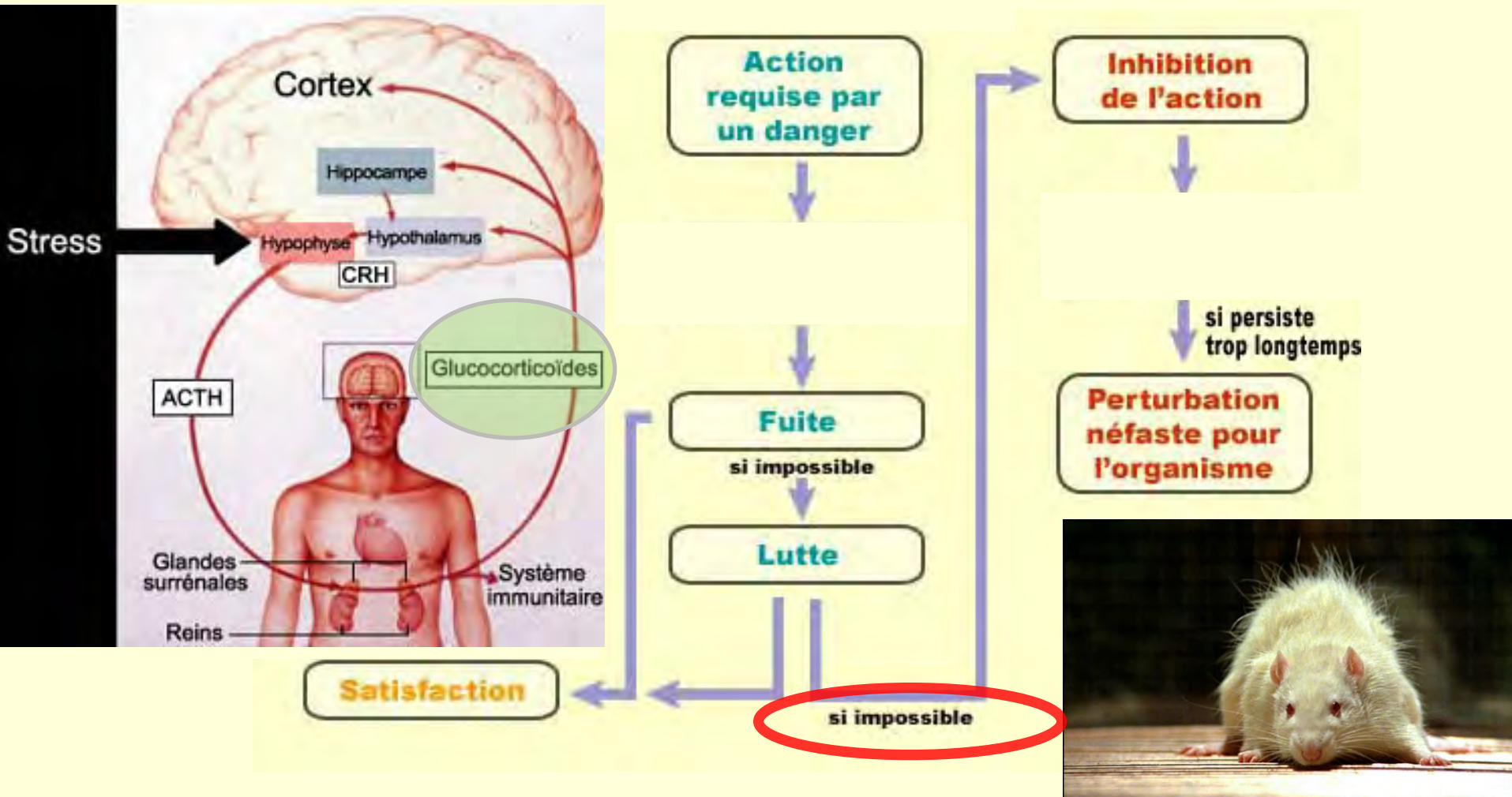
Lutte

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 !).

**CFA / G7**

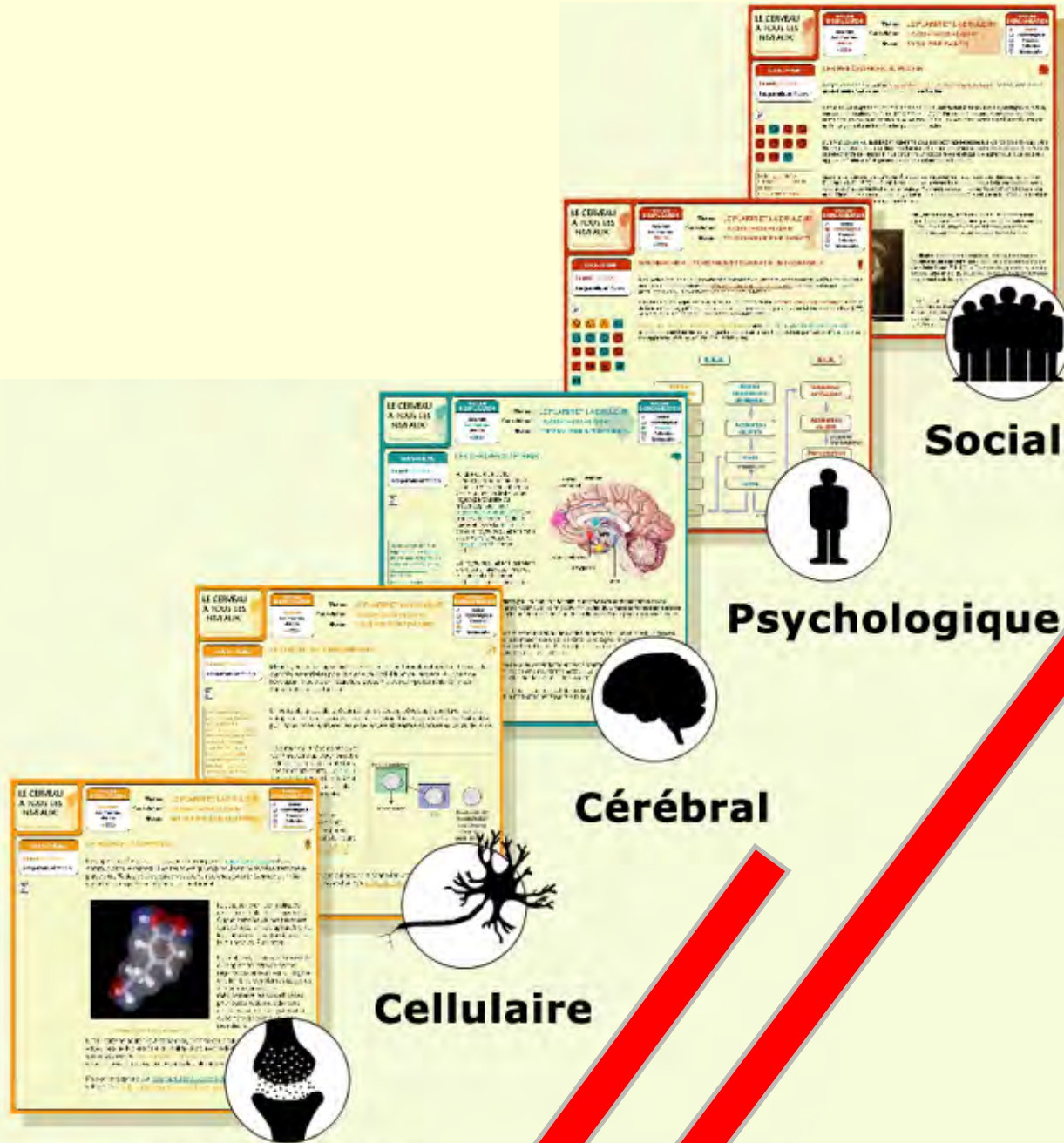
Mobilisation contre les inégalités  
générées par le G7

**12 HEURES  
UNI-E-S FACE AU G7**

RASSEMBLEMENT - CONFERENCE - MANIFESTATION - SPECTACLE

9 JUIN - DEVANT L'ASSEMBLÉE NATIONALE





**Social**

**Psychologique**

**Cérébral**

**Cellulaire**

**Moléculaire**



# Plan :

Intro :

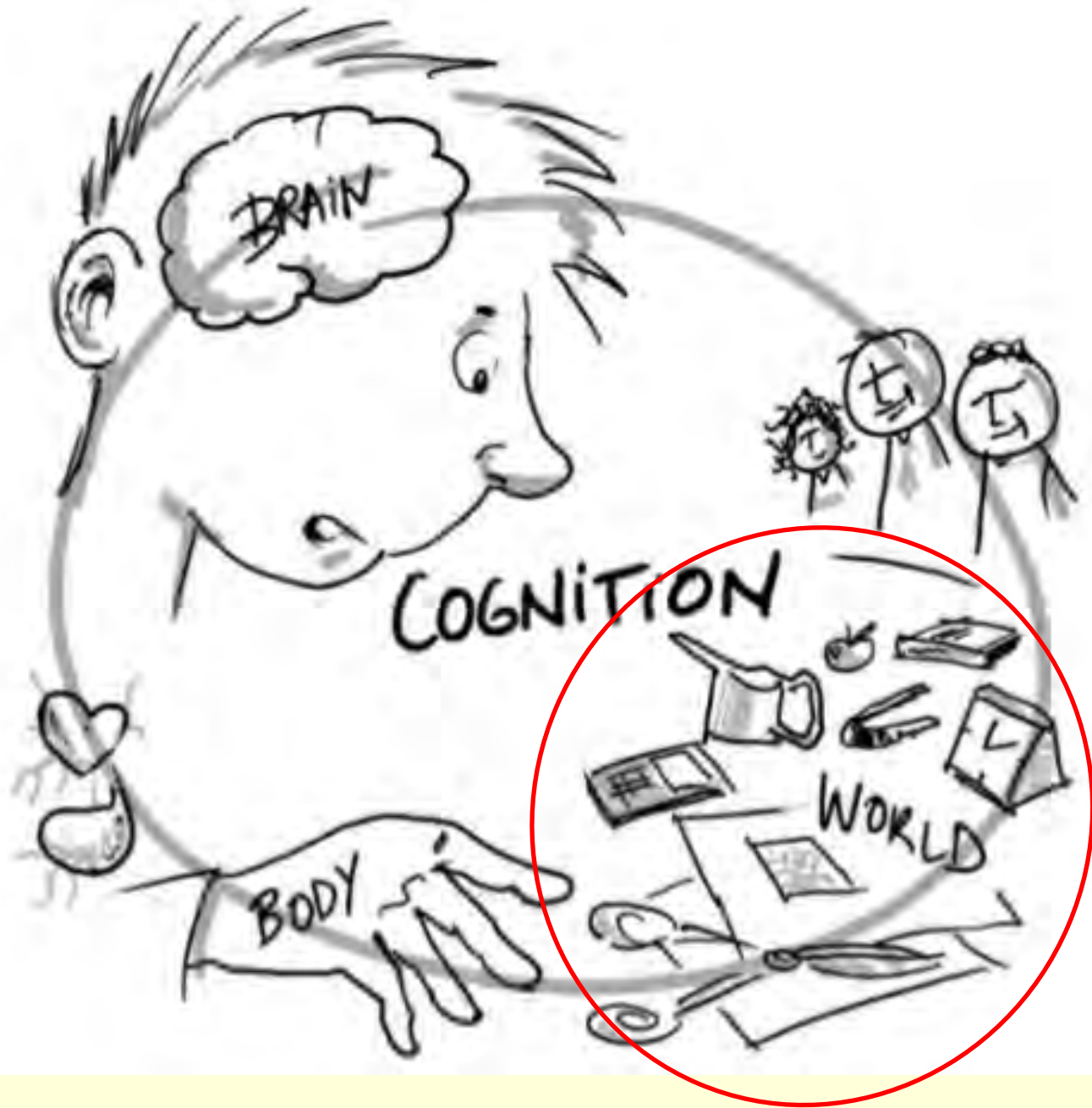
**D'où venons-nous ?** (environ 10-15 min.)

Première partie :

**Le cerveau dynamique à tous les niveaux** (environ 1h30)

Deuxième partie :

**Prise de décision, langage et libre arbitre** (environ 1h)



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



**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).

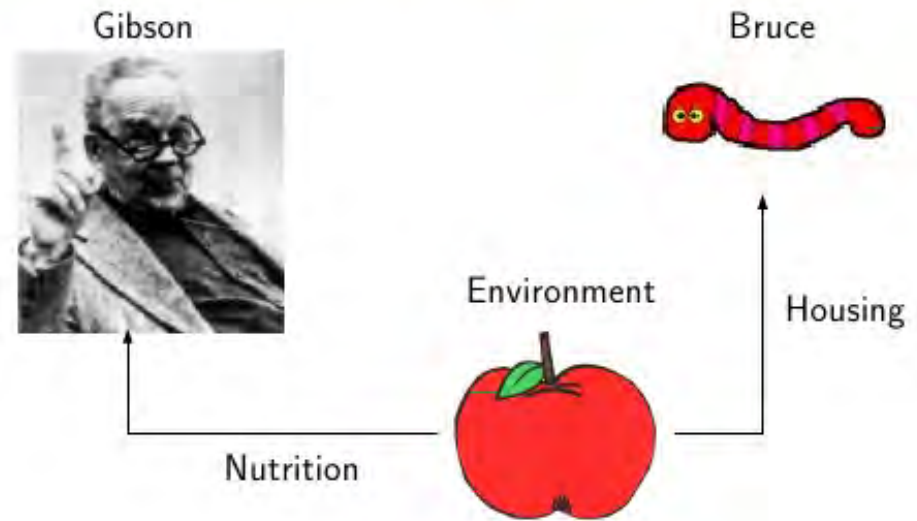
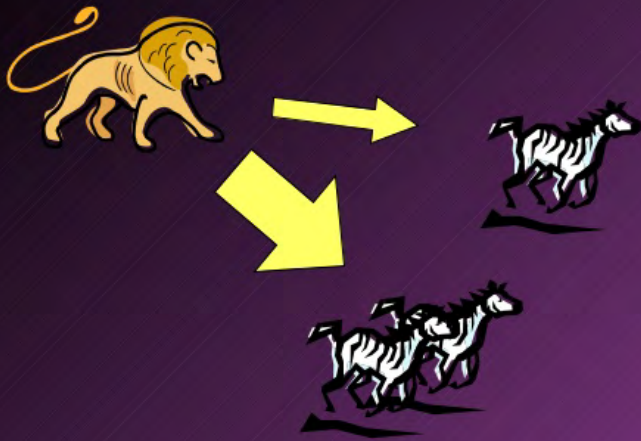
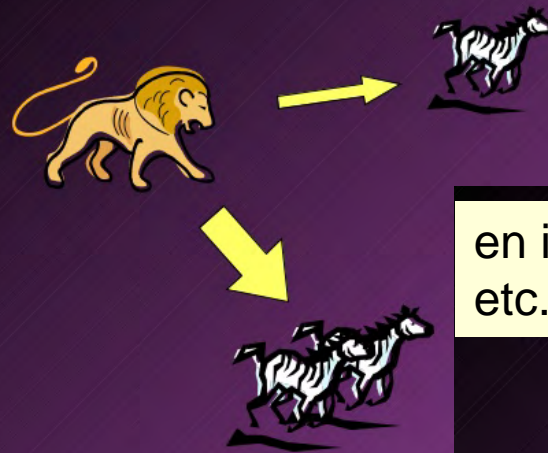


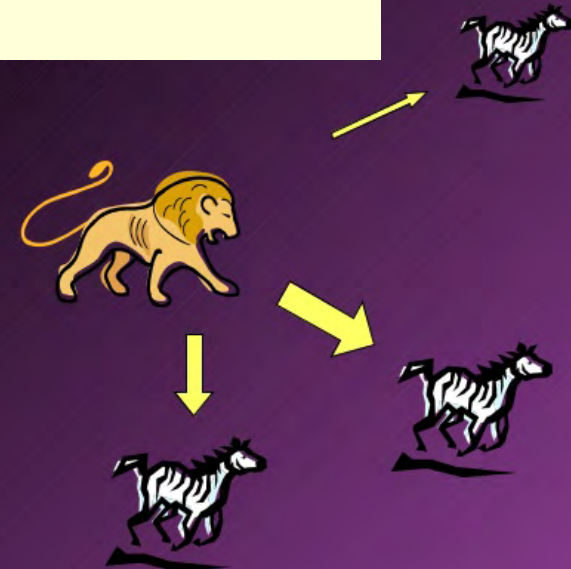
Figure 5: Tree affordance to bird, person, monkey, and squirrel

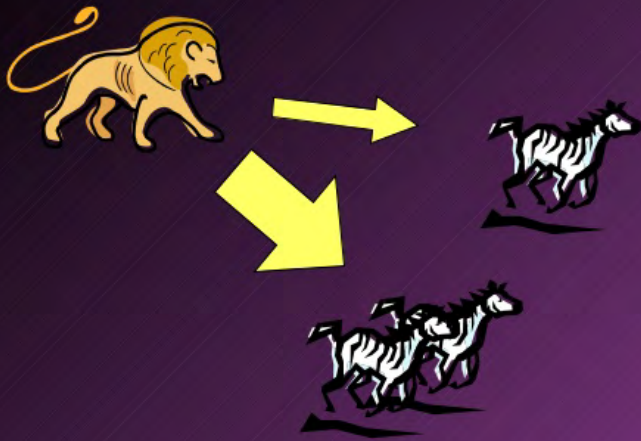


Les actions en temps réel modifient constamment les affordances,

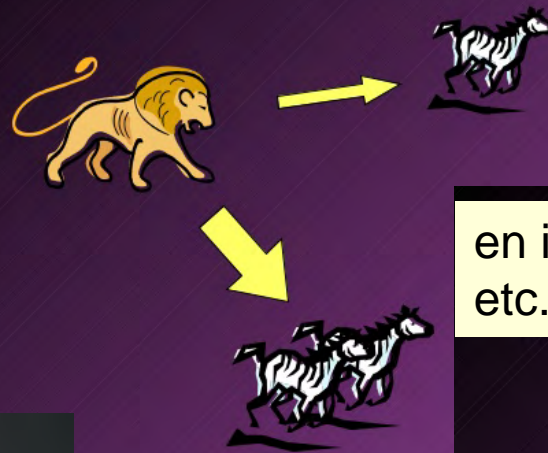


en introduisant de nouvelles, etc.



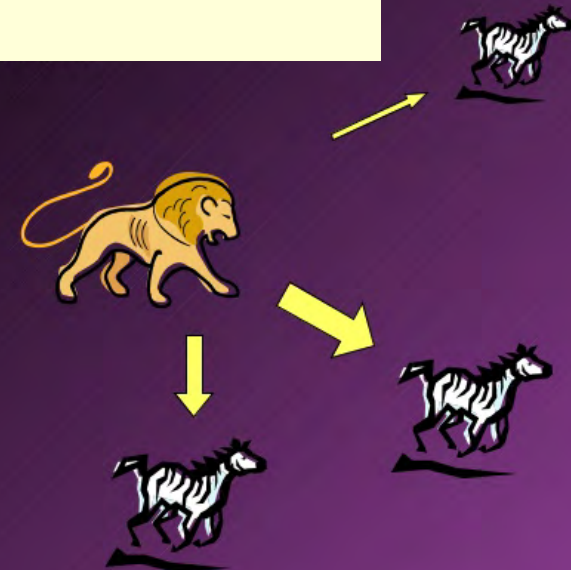


L'origine de la prise de décision c'est ça...

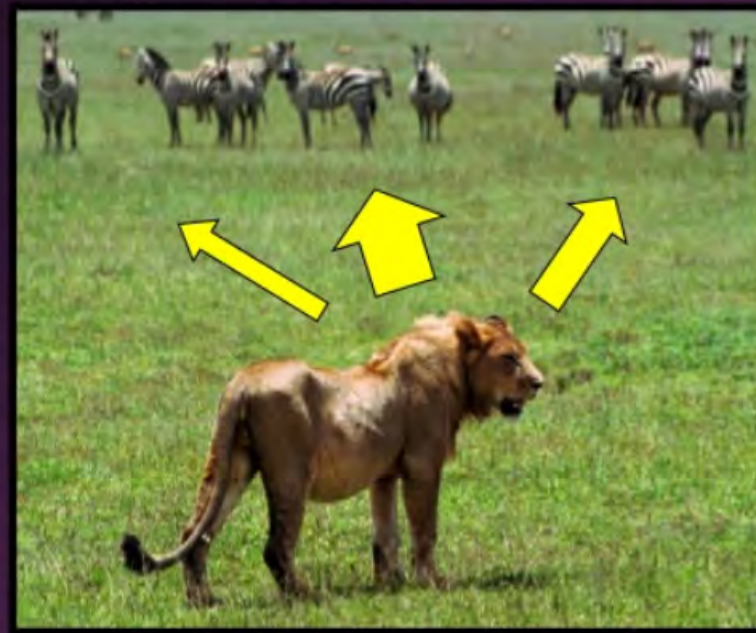


en introduisant de nouvelles, etc.

...et pas ça !



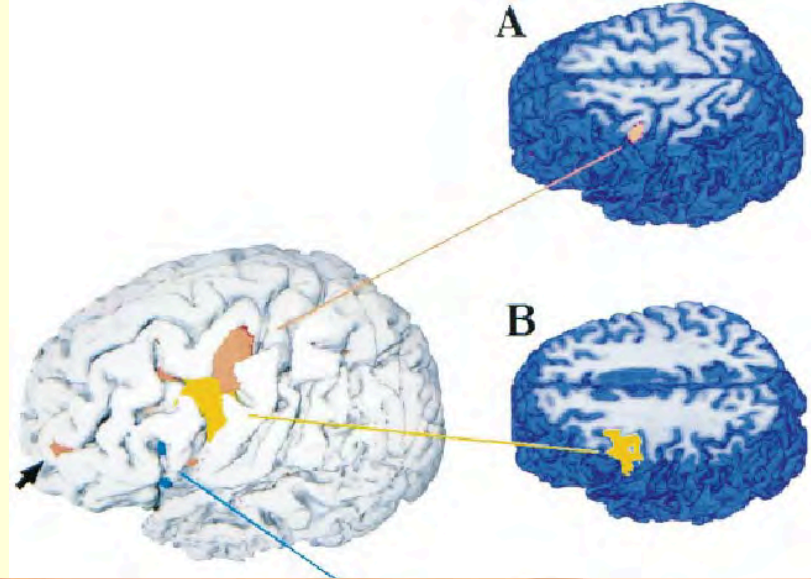
# Decision-making in the wild



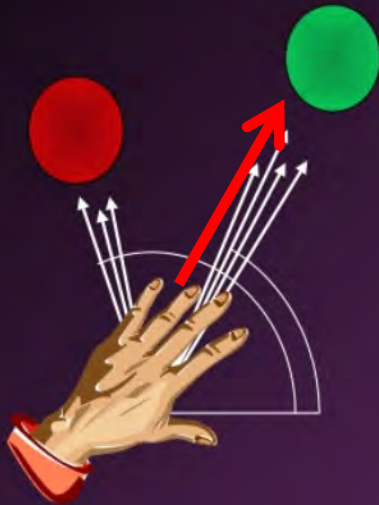
→ Paul Cisek Model - No "Decision" "Decision-Making"

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

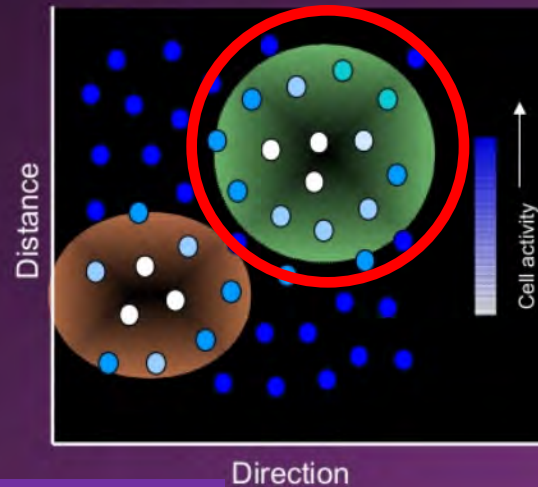




# Specification and selection in parallel



A population of tuned neurons



## Spécification d'actions possibles :

Les neurones qui répondent préférentiellement aux deux directions intéressantes (aux deux affordances) augmentent leur activité.

## Sélection d'une action :

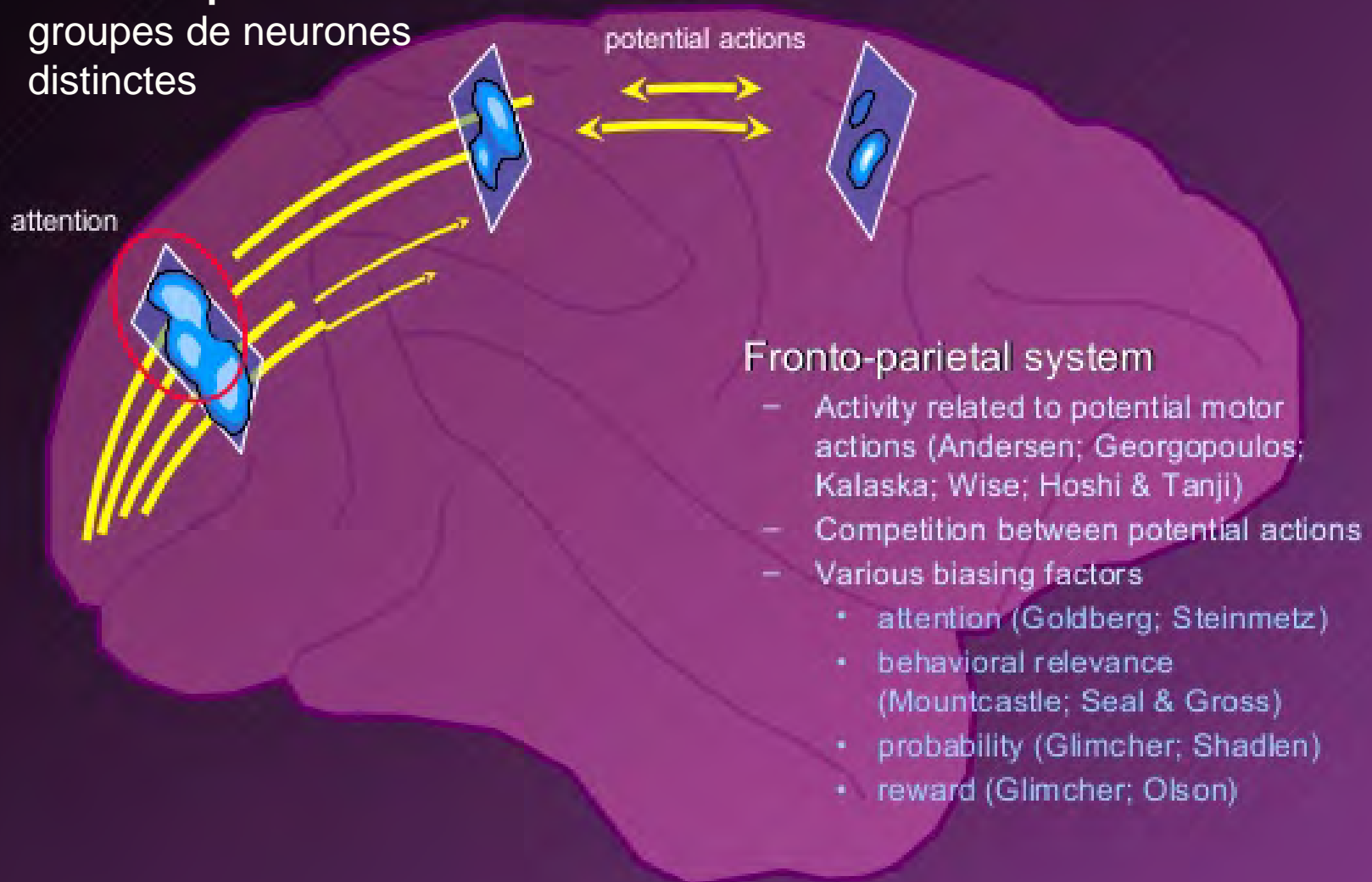
Un groupe de neurones remporte la « compétition » dû à la prédominance de son activité.

**Et non sélection (ou décision) en premier**

**et spécification ensuite !**

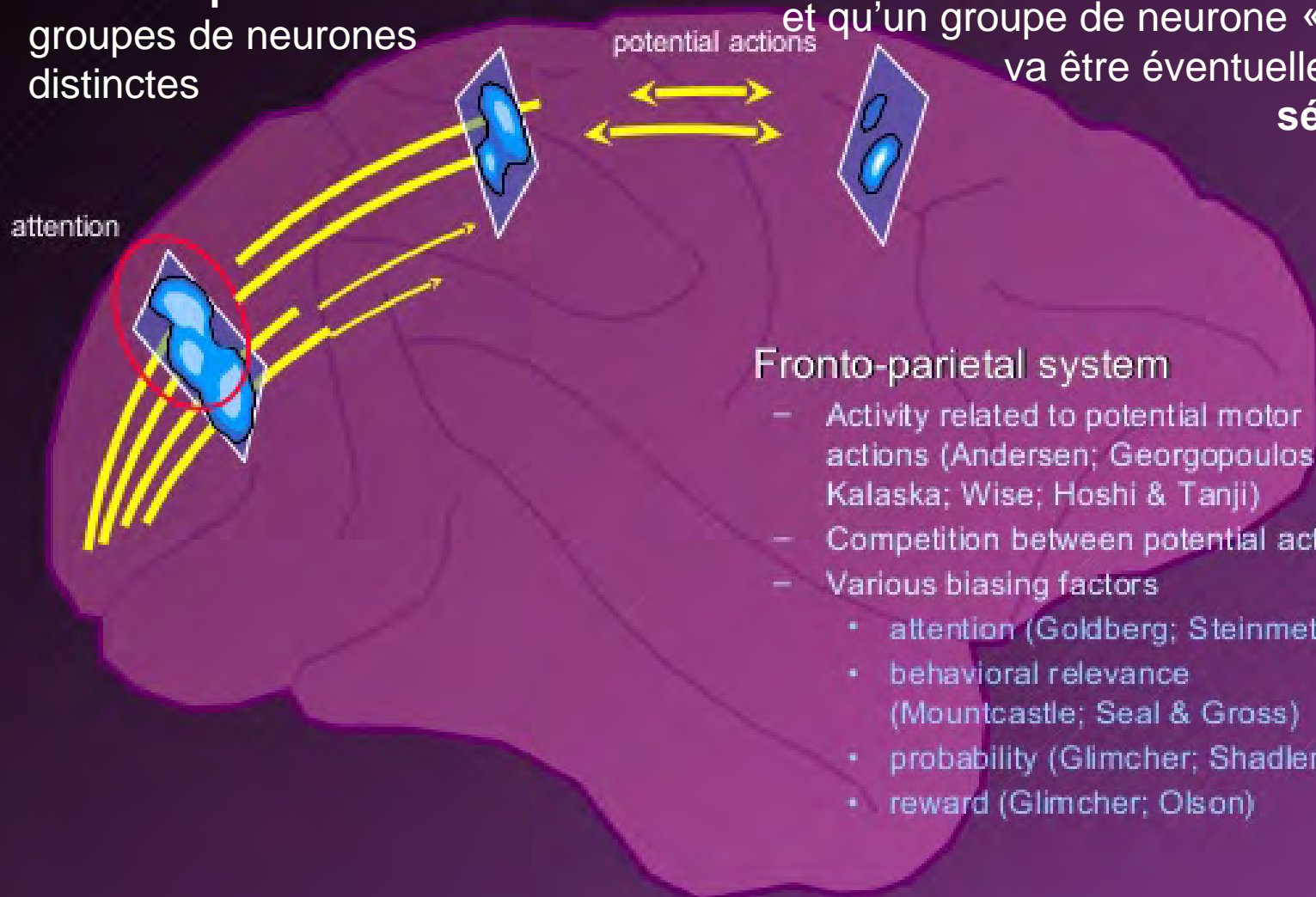
Quels seraient les substrats neuronaux à l'échelle du cerveau entier ?

Des processus d'attention aident à **spécifier** des groupes de neurones distinctes



Des processus d'attention aident à **spécifier** des groupes de neurones distinctes

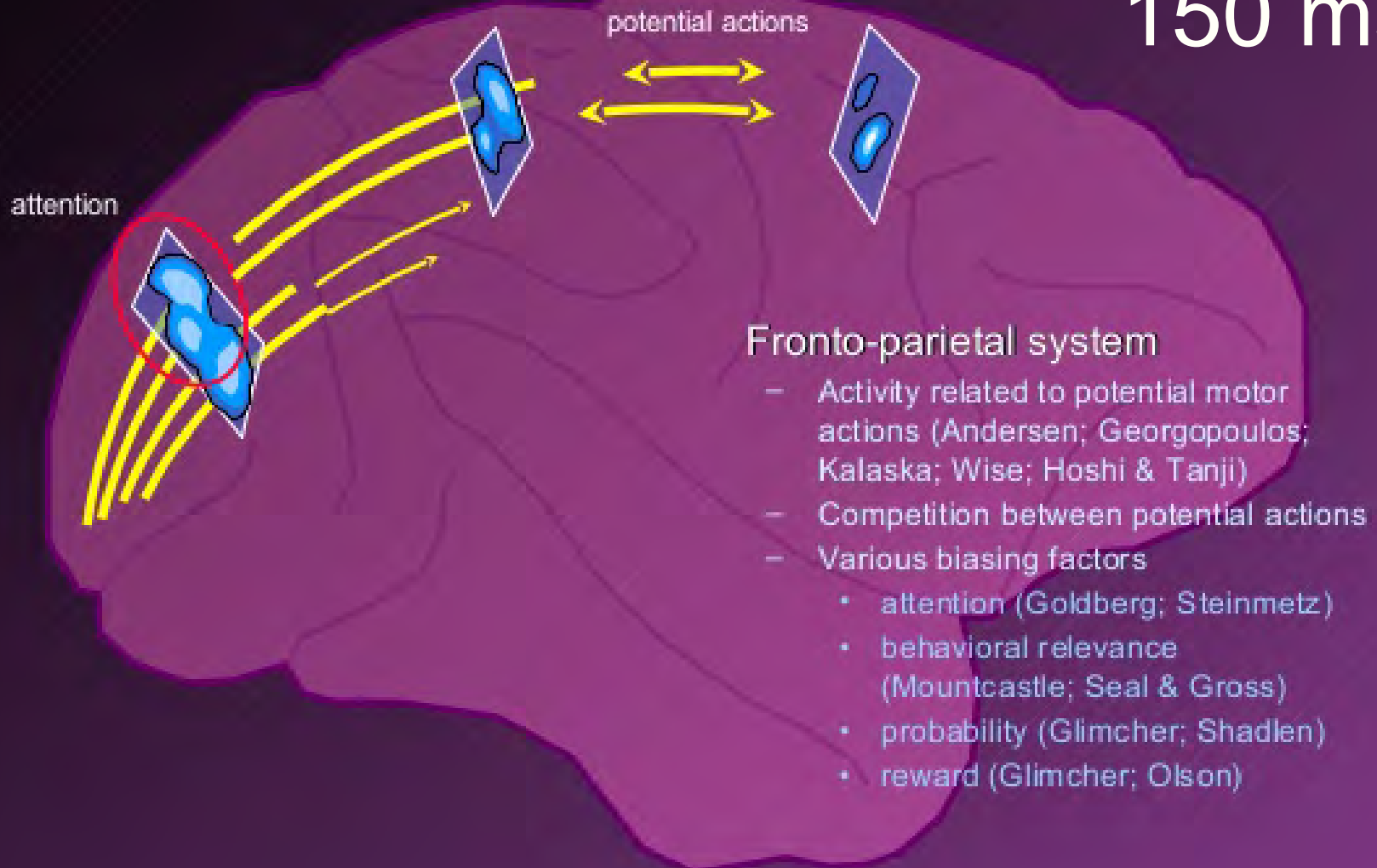
Et c'est à partir de là qu'a lieu la compétition (par inhibitions réciproques) et qu'un groupe de neurone « gagnant » va être éventuellement être **sélectionné**

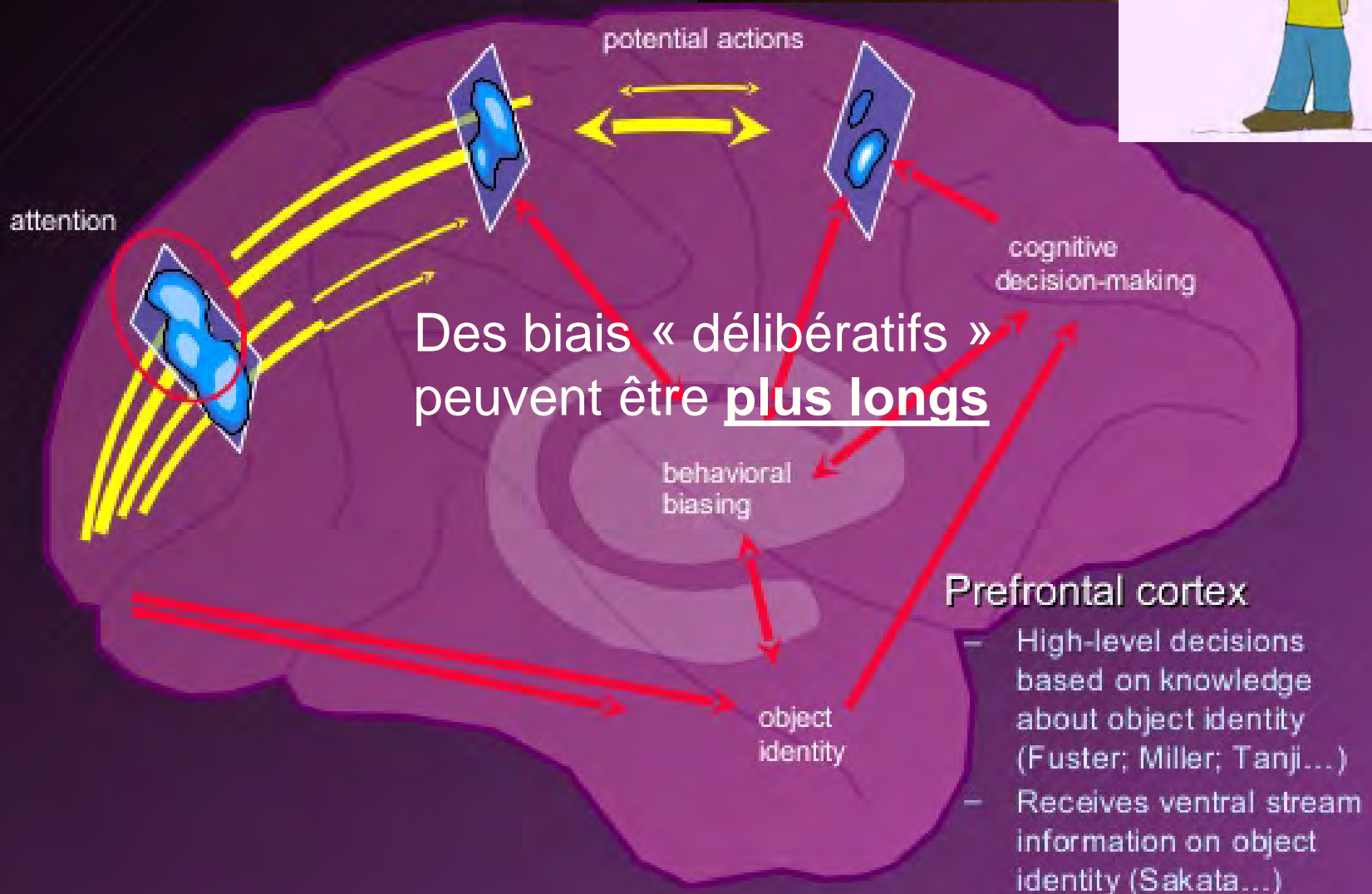


### Fronto-parietal system

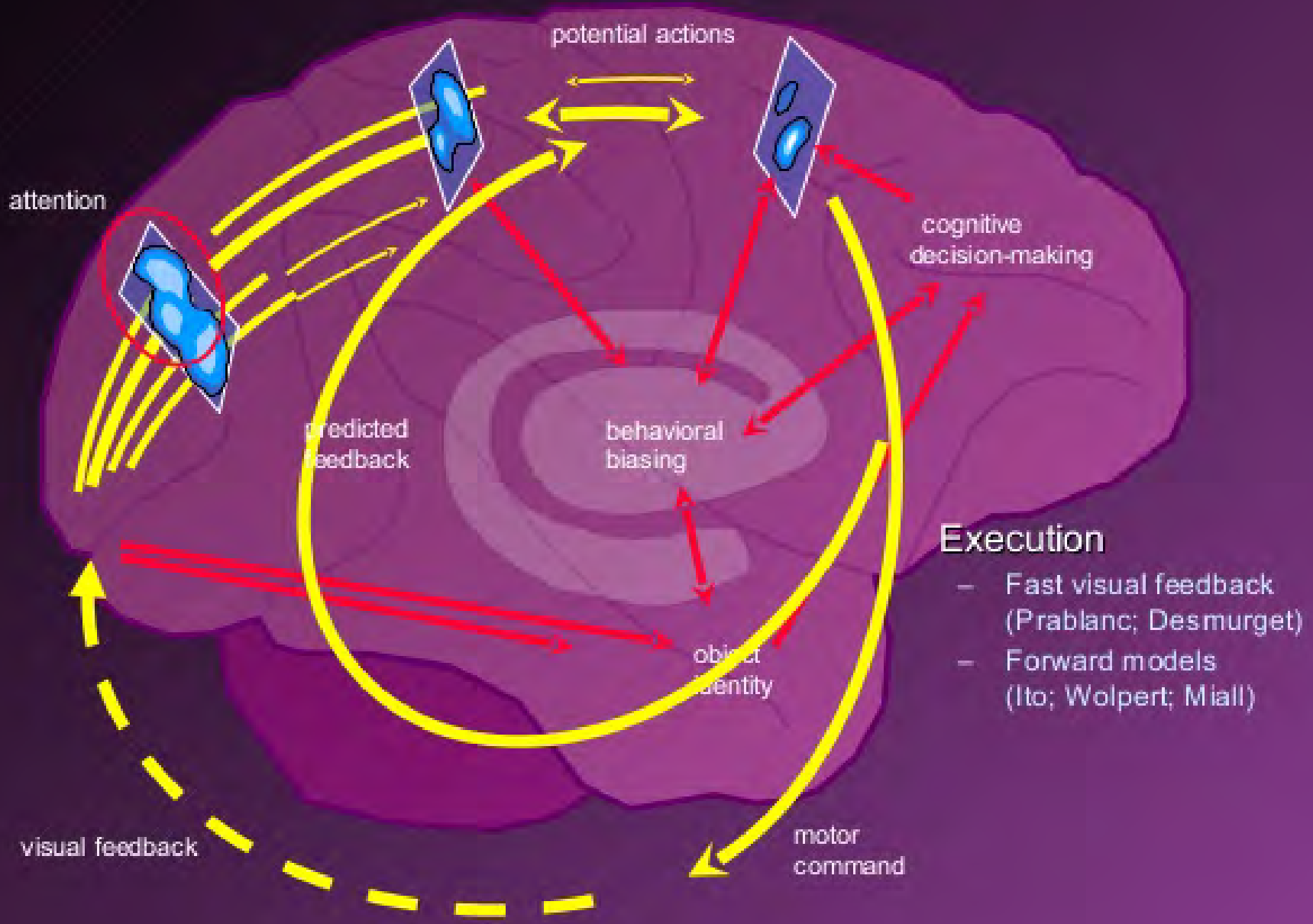
- Activity related to potential motor actions (Andersen; Georgopoulos; Kalaska; Wise; Hoshi & Tanji)
- Competition between potential actions
- Various biasing factors
  - attention (Goldberg; Steinmetz)
  - behavioral relevance (Mountcastle; Seal & Gross)
  - probability (Glimcher; Shadlen)
  - reward (Glimcher; Olson)

150 ms





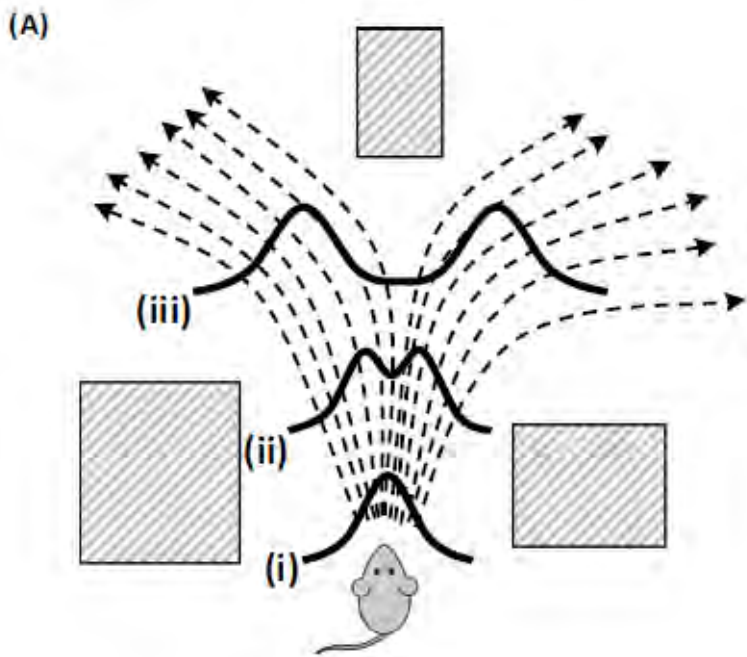
...et tout cela se poursuit en temps réel (le corps bouge, l'environnement aussi) et à tout moment on doit réévaluer notre action, la corriger, etc.



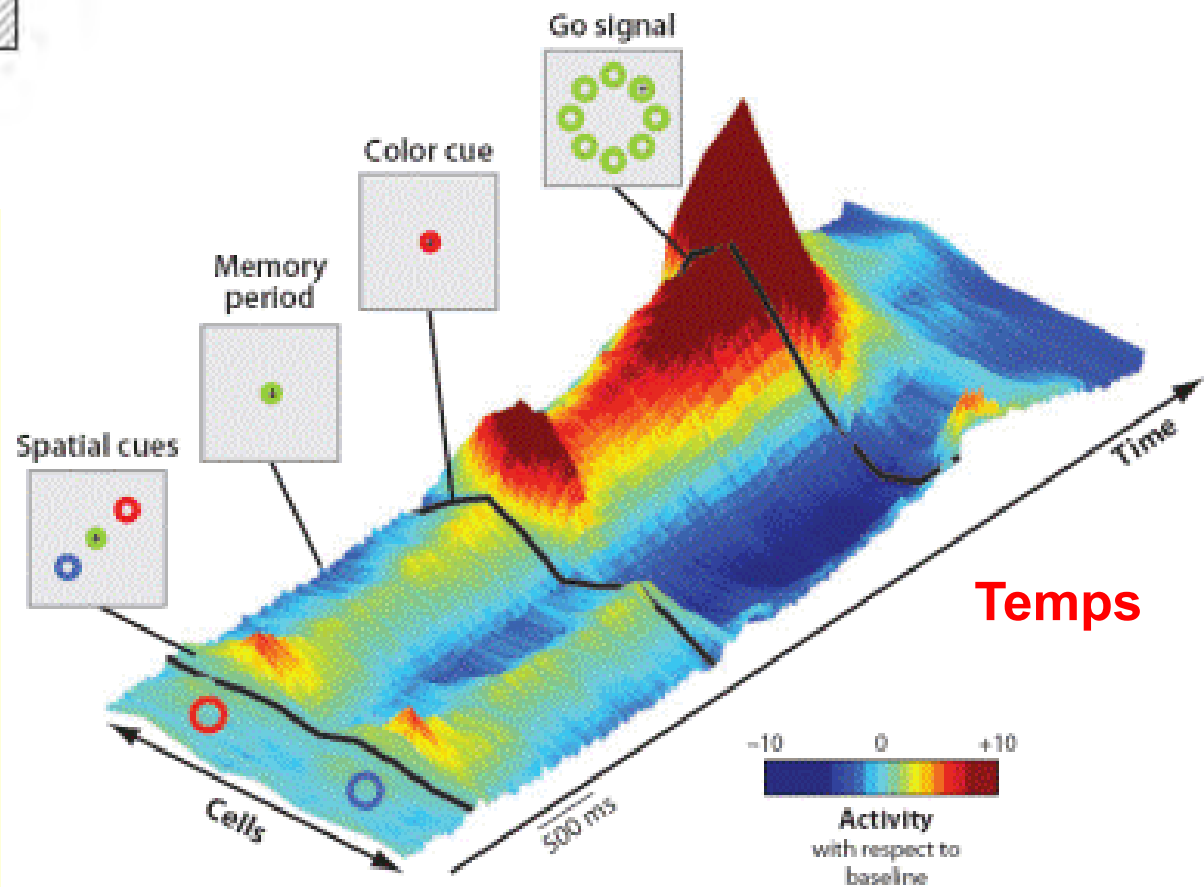
Par exemple, quand on marche dans une foule, à tout moment notre action définit ses prochaines options que notre cerveau va commencer à préparer en parallèle avant qu'une de celle-ci ne s'impose, soit sélectionnée, et débouche sur un geste concret.

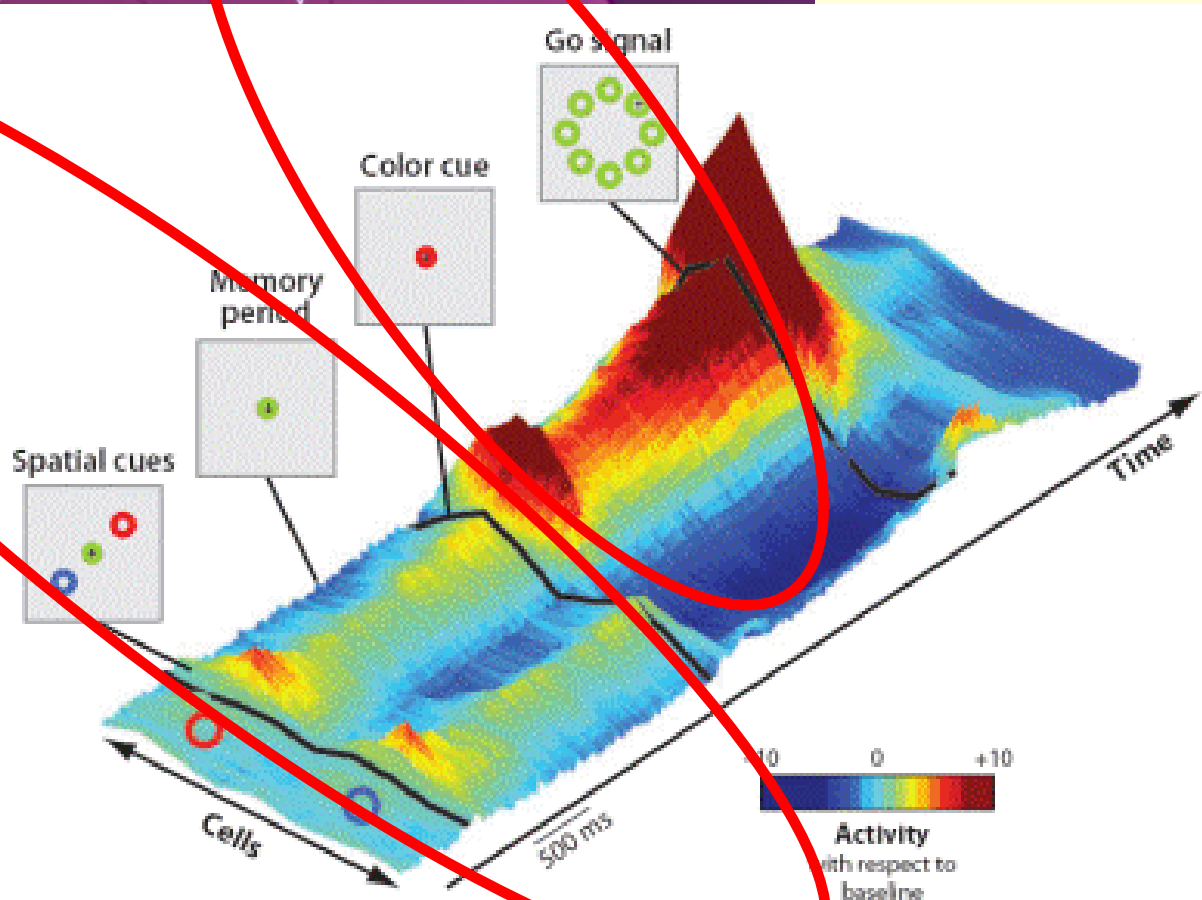
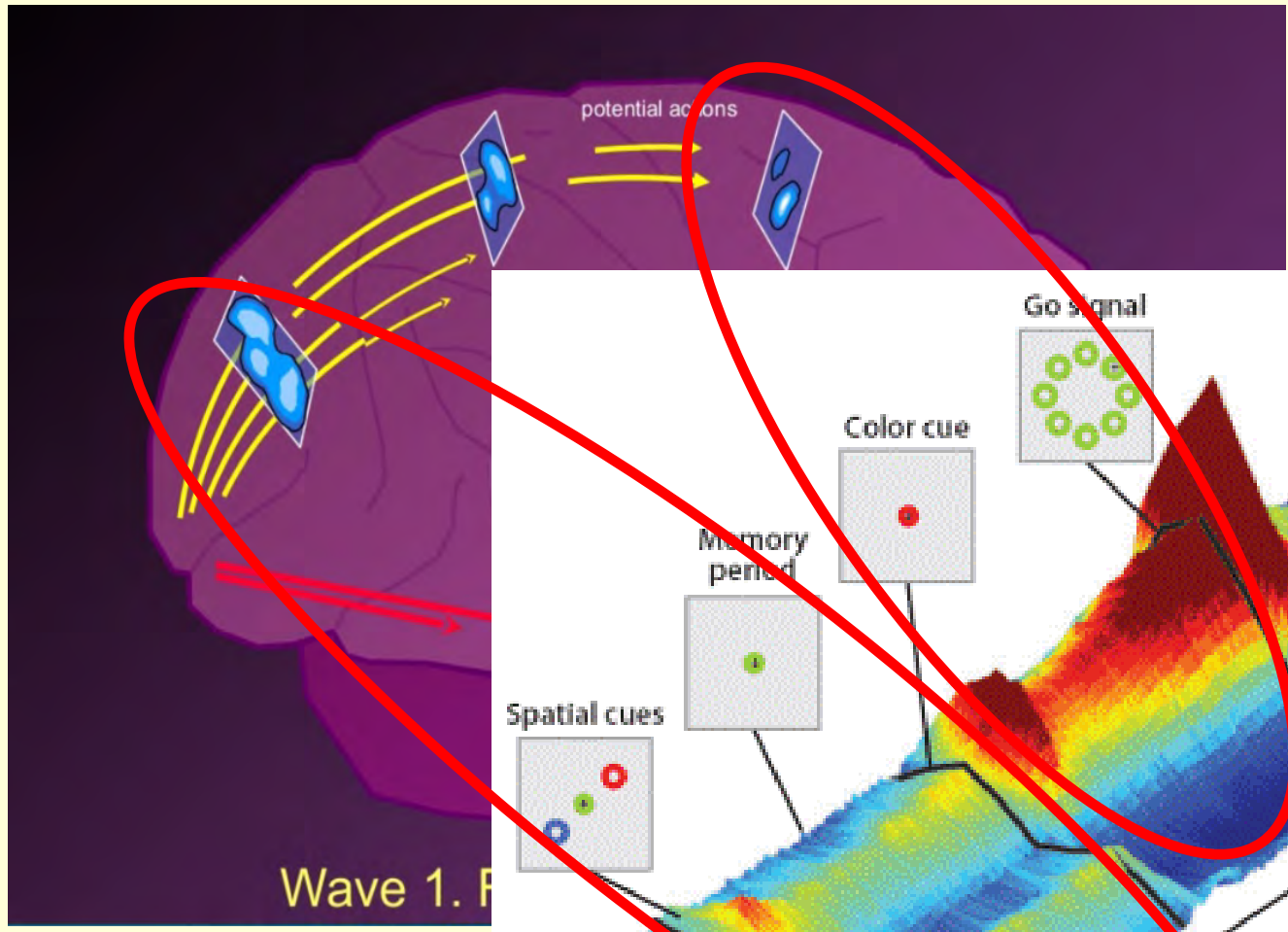






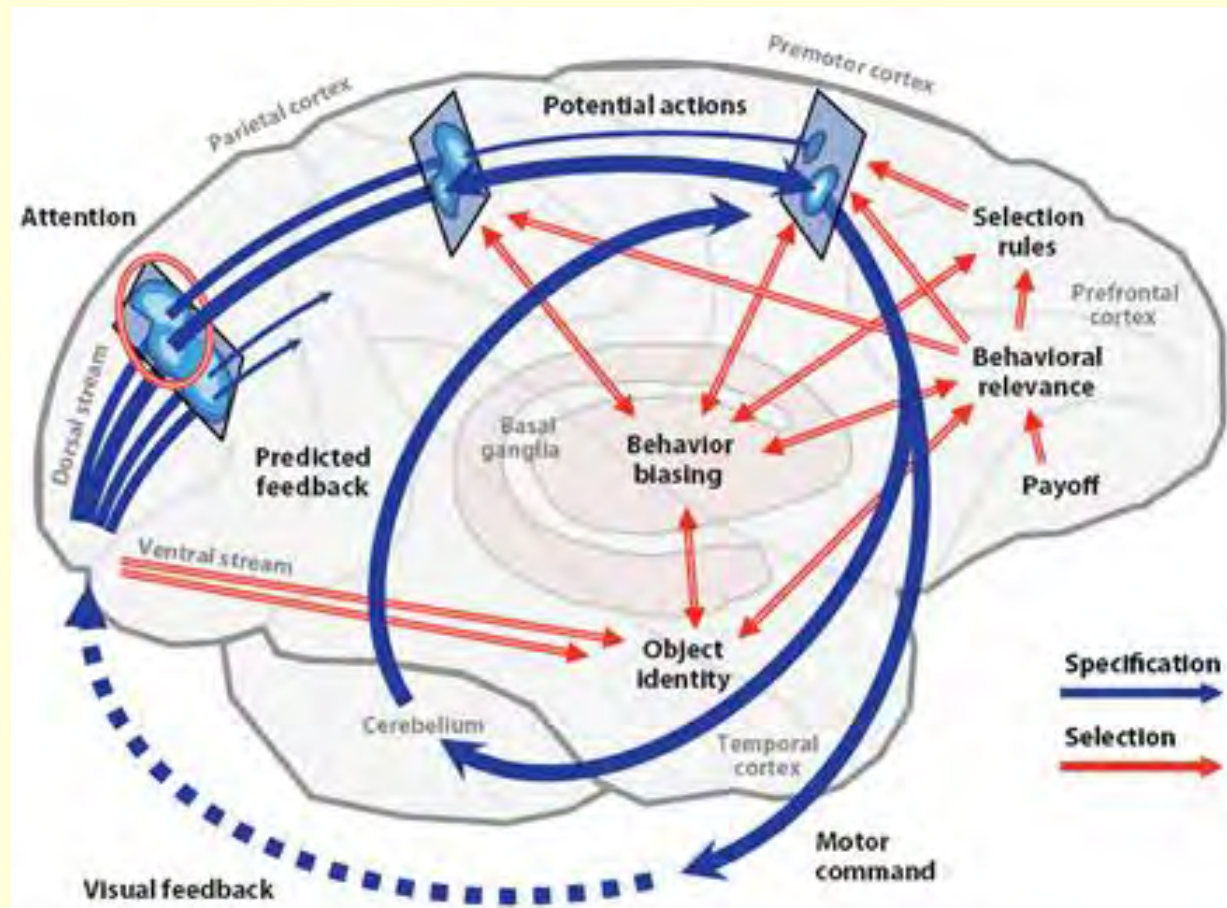
**Niveau d'activité de deux populations de neurones**





Différentes régions cérébrales peuvent être sollicitées par l'environnement à un moment donné, de sorte qu'on ne peut associer la prise de décision à une structure cérébrale particulière. Autrement dit, **la compétition peut se gagner à différents endroits dans le cerveau**.

C'est, en gros, l'« **Affordance competition hypothesis** » de Cisek et ses collègues représentée schématiquement ci-dessous



Dans l'exemple ci-contre, on peut imaginer que le singe a, à portée de main, la possibilité de cueillir les petits fruits bleu de cet arbre.



**Mais en même temps**, il voit aussi une pomme plus désirable pour lui un peu plus loin, et une branche où il semble pouvoir s'aventurer pour l'atteindre (a '**walkable**' tree branch).

Éléments de :

Pezzulo G., Cisek P. (2016).

**Navigating the Affordance Landscape:**

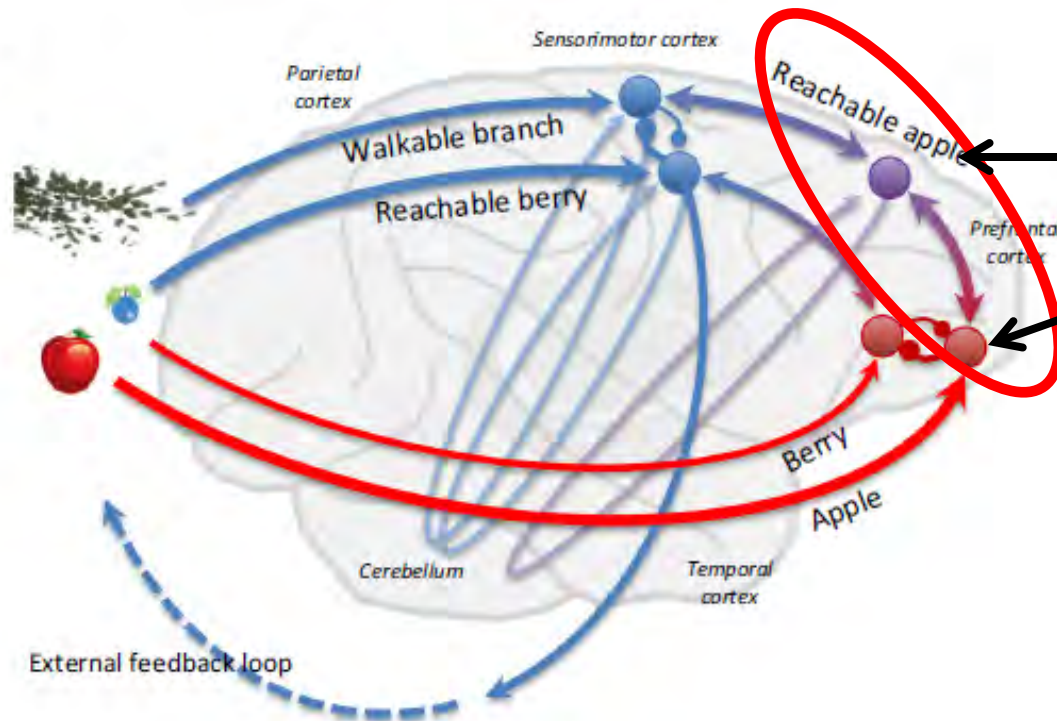
**Feedback Control as a Process Model of Behavior and Cognition.**

Parce que la **pomme** est plus désirable pour le singe, cette affordance peut être biaisée de façon **“top down”**

**pour favoriser la sélection de l'action de marcher sur la branche** au détriment de celle de cueillir les petits fruits.



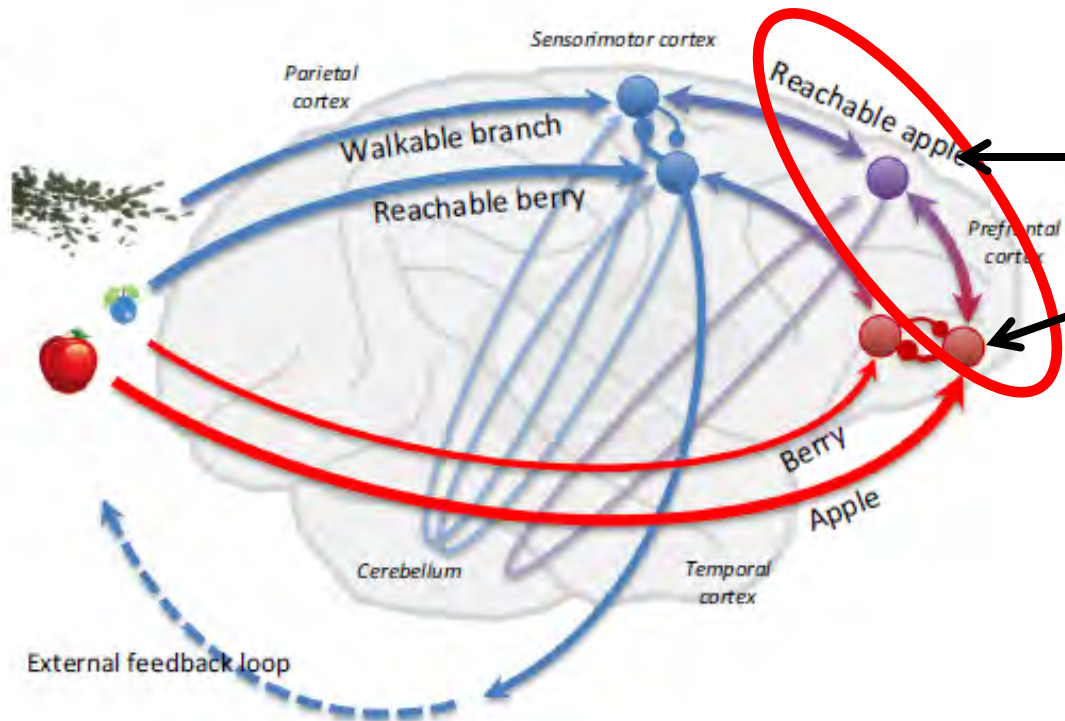
(c)



La pomme remporte la « compétition »



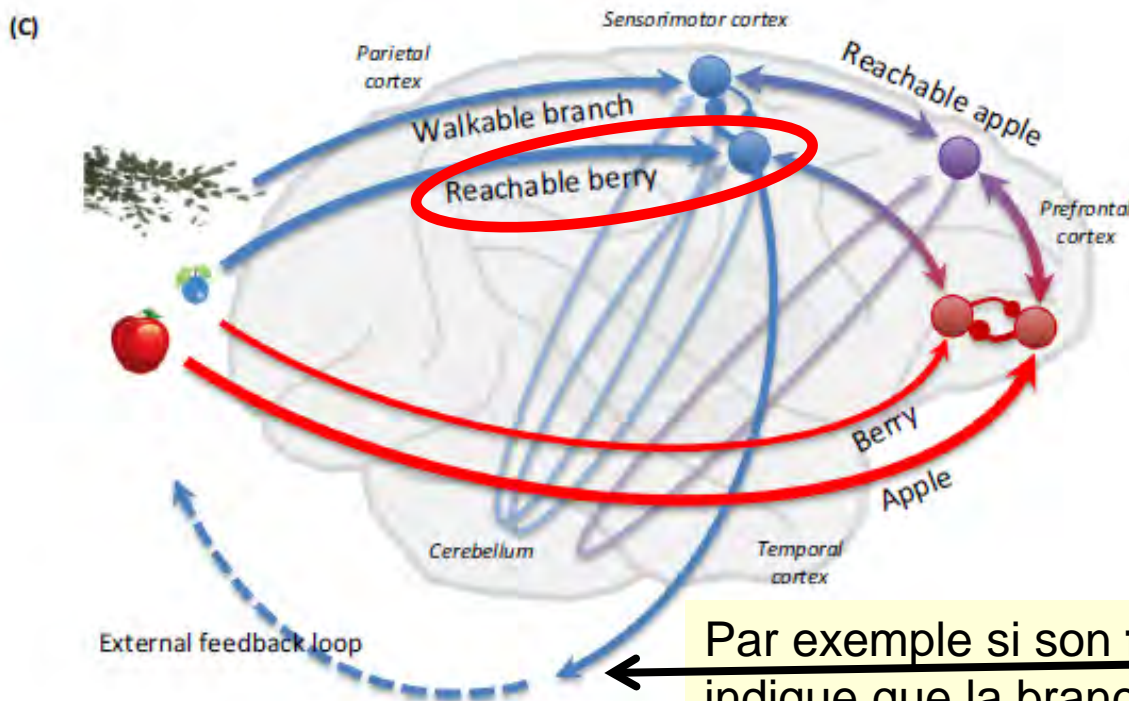
(c)



La pomme remporte la « compétition »

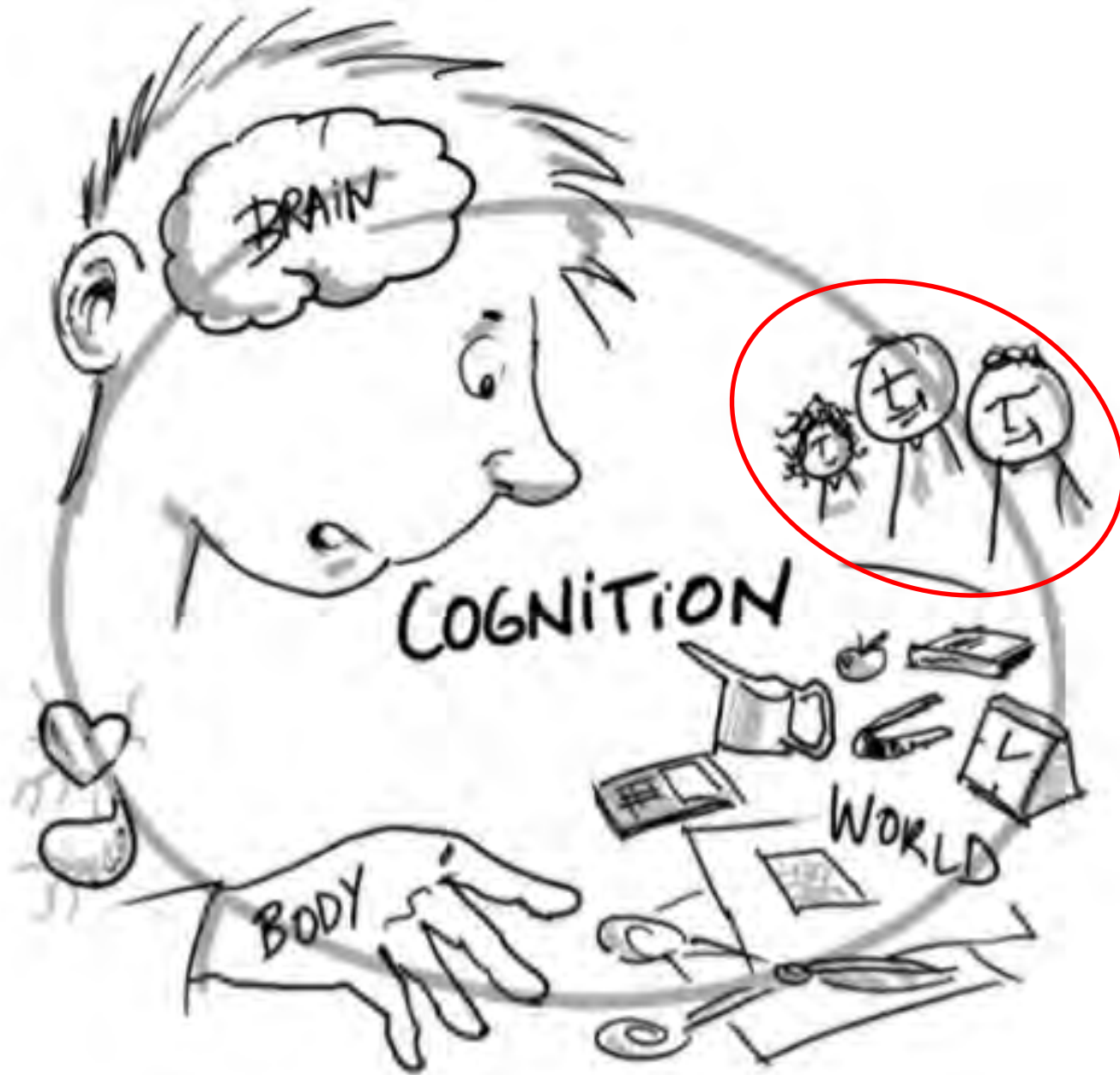
Donc le singe se met à marcher sur la branche vers la pomme

**Cependant**, malgré ce biais initial “top down” en faveur de la pomme, des contraintes locales peuvent amener la compétition dans les couches **plus “bottom”** à être gagnée par un plan moteur plus économe et/ou moins risqué



Il se ravise alors et prend le petit fruit bleu.

Par exemple si son **feedback sensoriel** lui indique que la branche ne supporte pas son poids.







**Langage** : représentations symboliques communes permettant de coordonner nos actions



**Et c'est à partir de là que bon nombre de nos problèmes vont commencer !**



# Plan :

Intro :

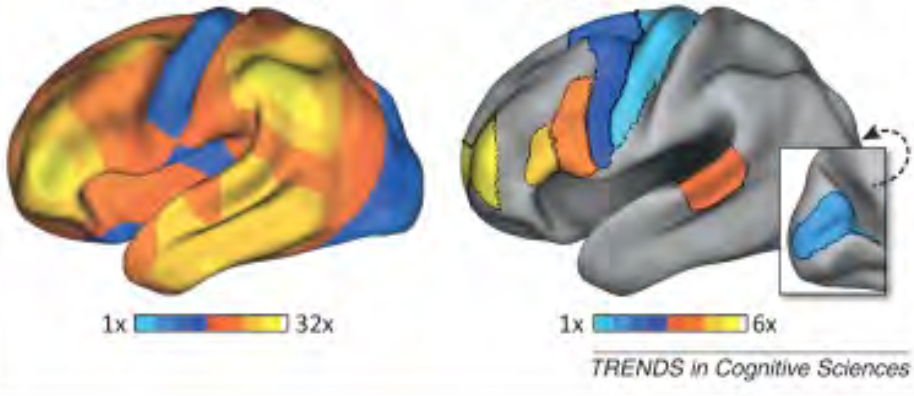
**D'où venons-nous ?** (environ 10-15 min.)

Première partie :

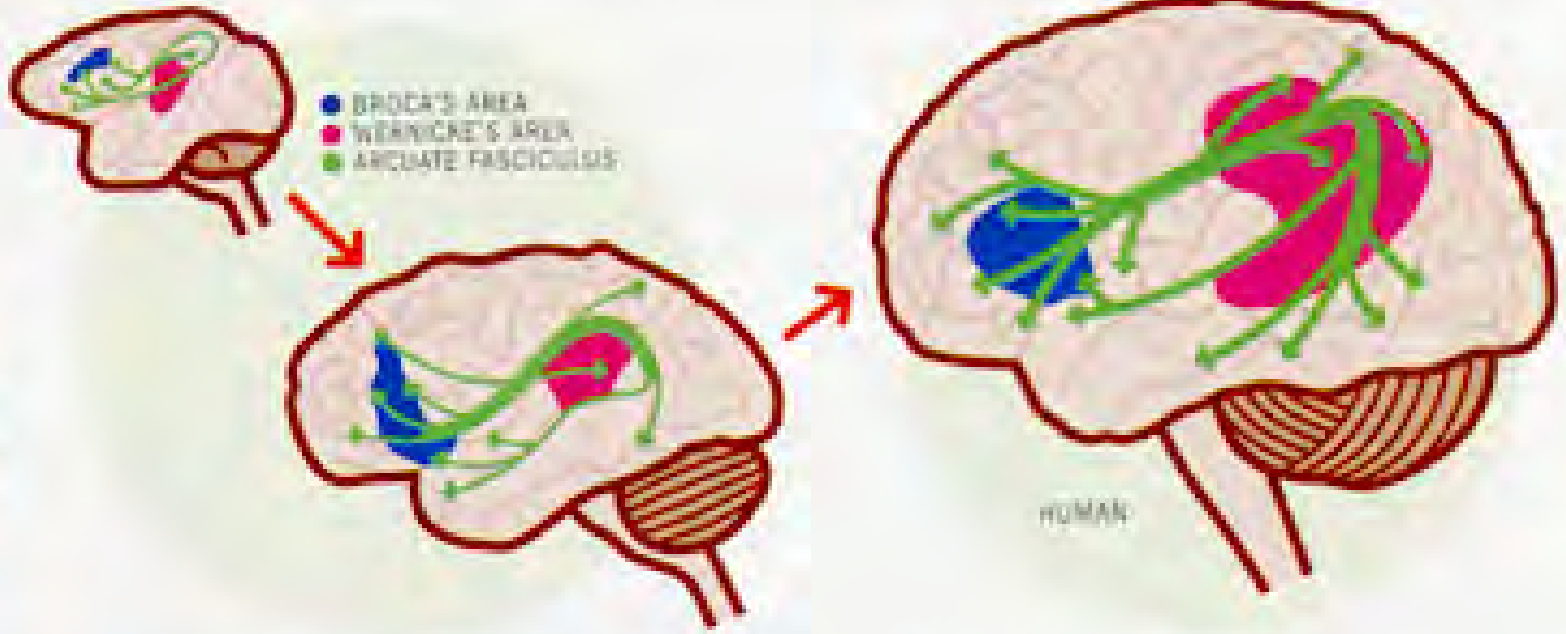
**Le cerveau dynamique à tous les niveaux** (environ 1h30)

Deuxième partie :

**Prise de décision, langage et libre arbitre** (environ 1h)



**Apparition du langage :**  
 Nouvelles régions ?  
 Agrandissement d'anciennes régions ?



**TALKING THE TALK**

Macaques diverged from human ancestors 30 million years ago, and their brains have simple language regions. Chimps split off 7 million years ago and have better speech centers

**TOP OF THE LINE**

Nothing drives complex societies like language, and the key to human prolixity is the arcuate fasciculus, which weaves together the various brain regions that govern speech

## Le bricolage de l'évolution



## Apparition du langage :

Nouvelles régions ?

Agrandissement d'anciennes régions ?

**Réutilisation** de certaines régions ou parties de réseaux cérébraux ?



### TALKING THE TALK

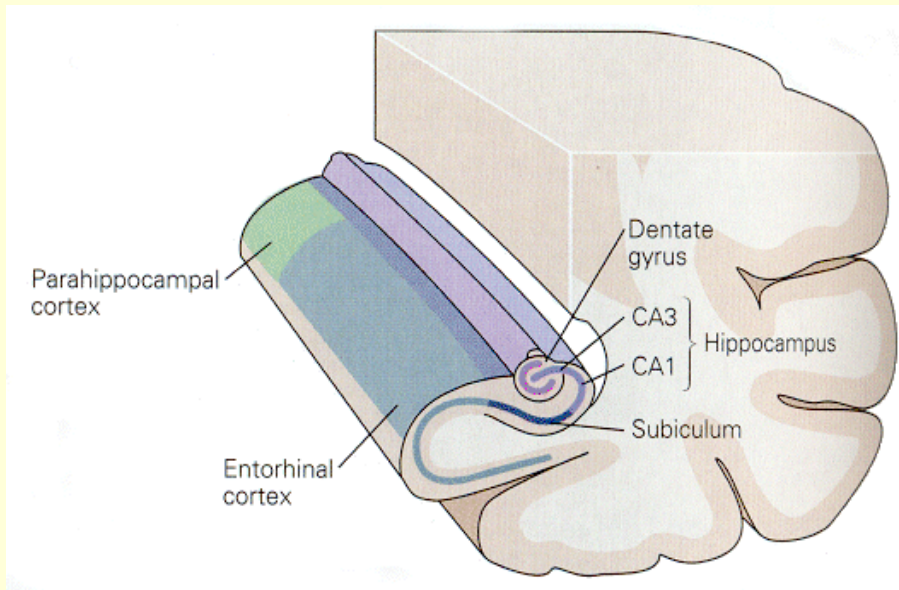
Macaques diverged from human ancestors 30 million years ago, and their brains have simple language regions. Chimps split off 7 million years ago and have better speech centers

### TOP OF THE LINE

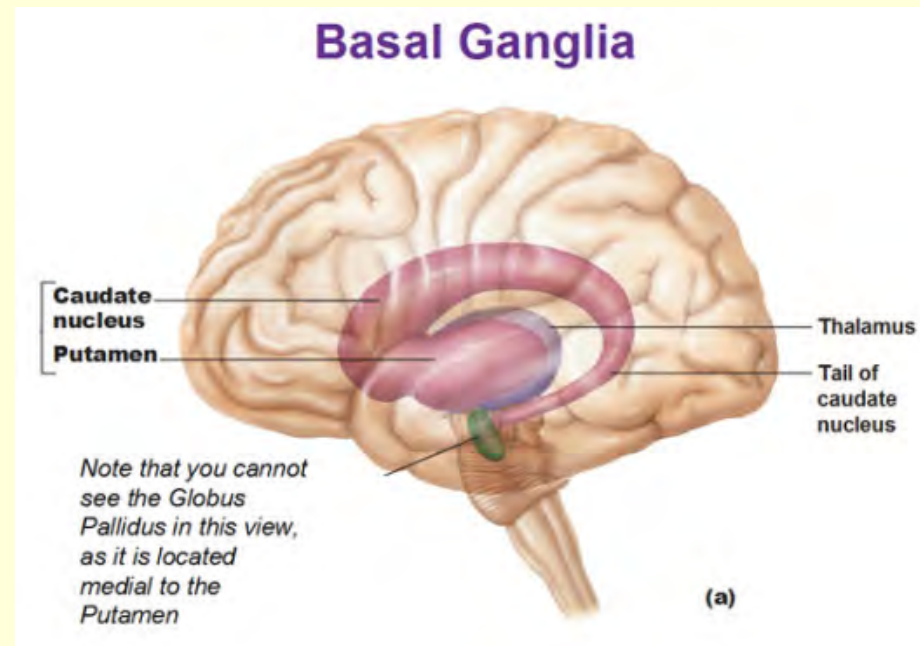
Nothing drives complex societies like language, and the key to human prolixity is the arcuate fasciculus, which weaves together the various brain regions that govern speech



Et l'on sait que la mémoire déclarative (lexique) implique l'hippocampe en lien avec le néocortex.

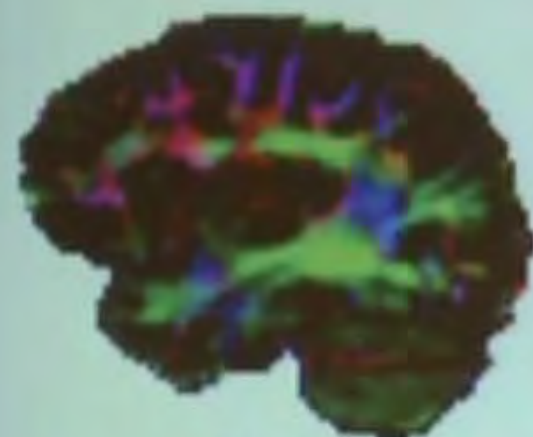


Et la mémoire procédurale qui implique les noyaux gris centraux se serait “recyclé” dans l'apprentissage de la grammaire !

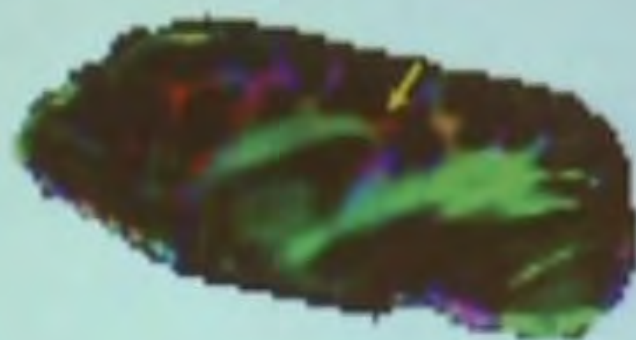


# La projection du faisceau arqué en direction du lobe temporal est particulièrement développée chez l'homme.

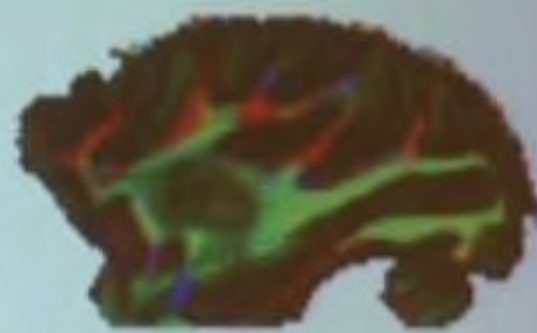
Rilling, J. K., Glasser, M. F., Preuss, T. M., Ma, X., Zhao, T., Hu, X., & Behrens, T. E. (2008). The evolution of the arcuate fasciculus revealed with comparative DTI. *Nat Neurosci*, 11(4), 426-8.



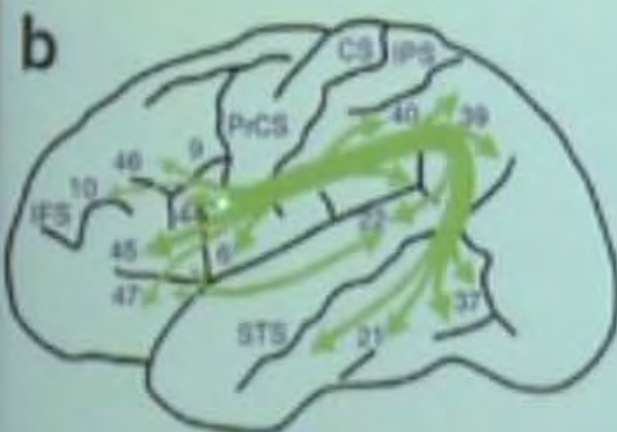
Human



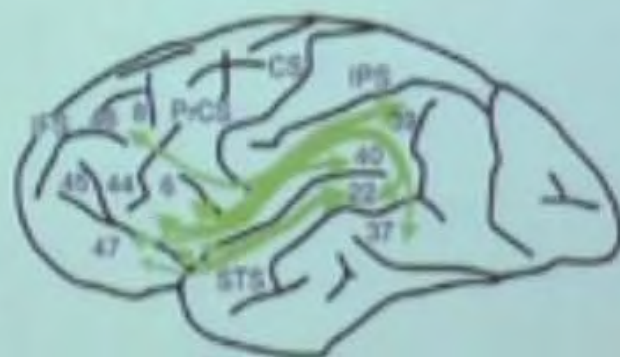
Chimpanzee



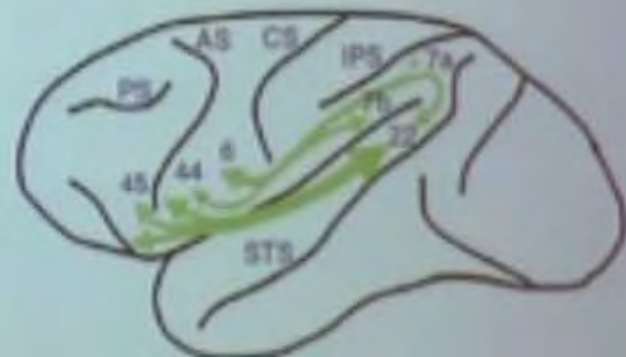
Macaque



Human



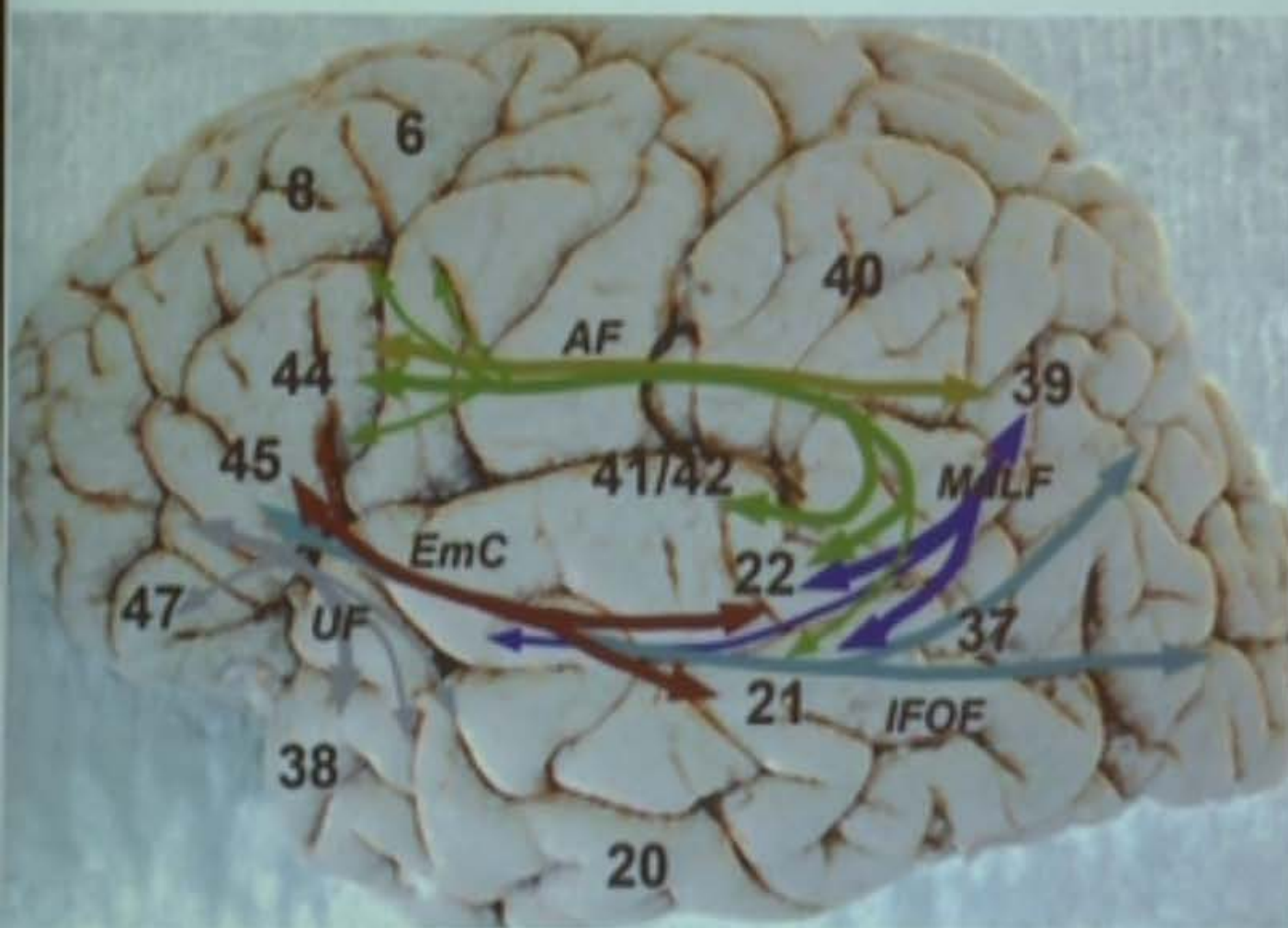
Chimpanzee



Macaque

## Connectivité fronto-temporale des aires du langage

Axer, H., Klingner, C. M., & Prescher, A. (2013). Fiber anatomy of dorsal and ventral language streams. *Brain and Language*, 127(2), 192–204.



Trois principaux faisceaux de connexion fronto-temporale impliquant la « région de Broca »:

Faisceau arqué (*arcuate fasciculus*)

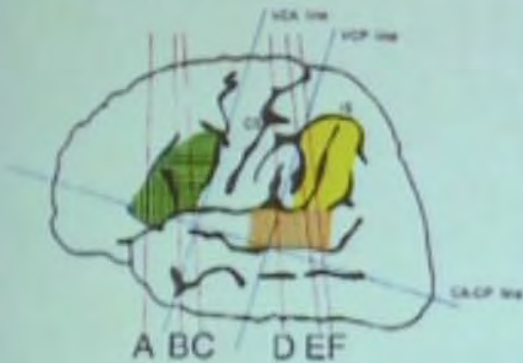
Capsule extrême

Faisceau unciné (*uncinate fasciculus*)

Fig. 4. Connectivity scheme of human language-related areas.

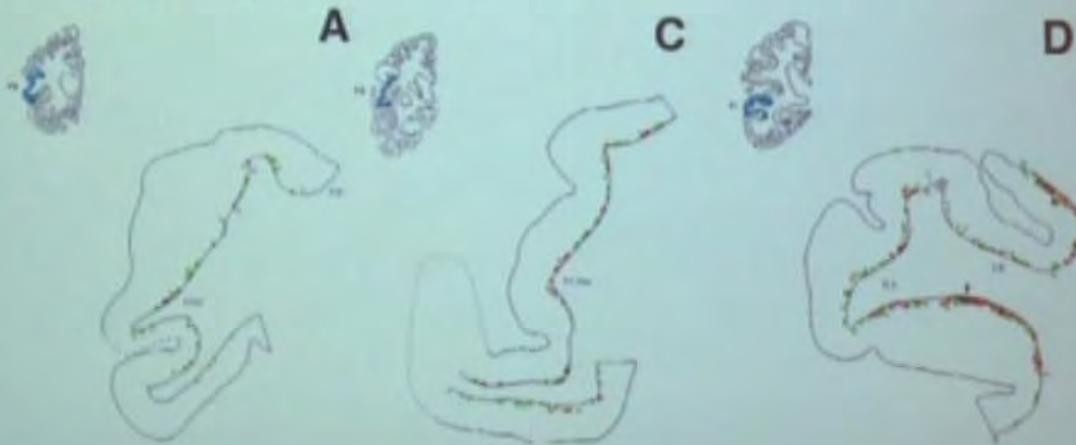
## Les aires du langage reçoivent de nombreuses connexions à longue distance, y compris en provenance de l'hémisphère droit.

Di Virgilio, G., & Clarke, S. (1997). Direct interhemispheric visual input to human speech areas. *Hum Brain Mapp*, 5, 347-354.



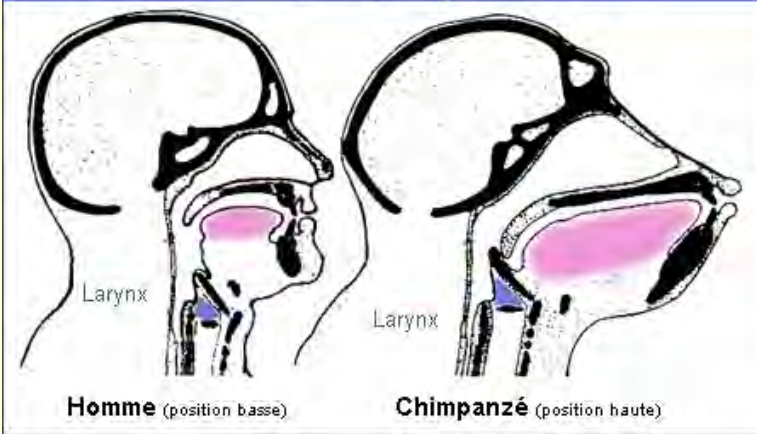
Examen post-mortem des terminaisons, supposément monosynaptiques, dans l'hémisphère *gauche*, en provenance d'une petite région occipito-temporale de l'hémisphère *droit*.

Grande concentration de connexions vers les aires du langage: régions « de Broca » et « de Wernicke »



Mais attention : aire de Broca s'active plus souvent dans des tâches non linguistiques !





C'est l'***Homo habilis***, il y a plus de deux millions d'années, qui pourrait être le plus ancien préhumain à avoir employé un langage articulé, ce qui ne signifie pas pour autant que son langage était comparable au nôtre.

On suppose aussi la présence d'une proto-langue chez l'homme et la femme de **Néandertal** qui, au niveau actuel des connaissances, ne possédait pas de syntaxe.

Et avec **Homo sapiens** se développerait il y a cent à deux cent mille ans, la capacité de passer des mots à la syntaxe.



Ce qui est pertinent n'est pas tant  
la diversité des langues,  
mais la **coordination d'actions**  
qu'elles vont améliorer partout.



« Les mots [...] sont des indices pour  
**coordonner des actions** par le langage. »

(L'arbre de la connaissance, p.228)



Mais le soir, quand la maîtrise du feu a permis d'allonger le temps d'éveil, on a pu utiliser le langage non seulement pour planifier des actions, mais aussi simplement pour « **se raconter des histoires** ».

**Et ce n'est pas d'hier qu'on « se raconte des histoires »...**



## *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 sympa, 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. »

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

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



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

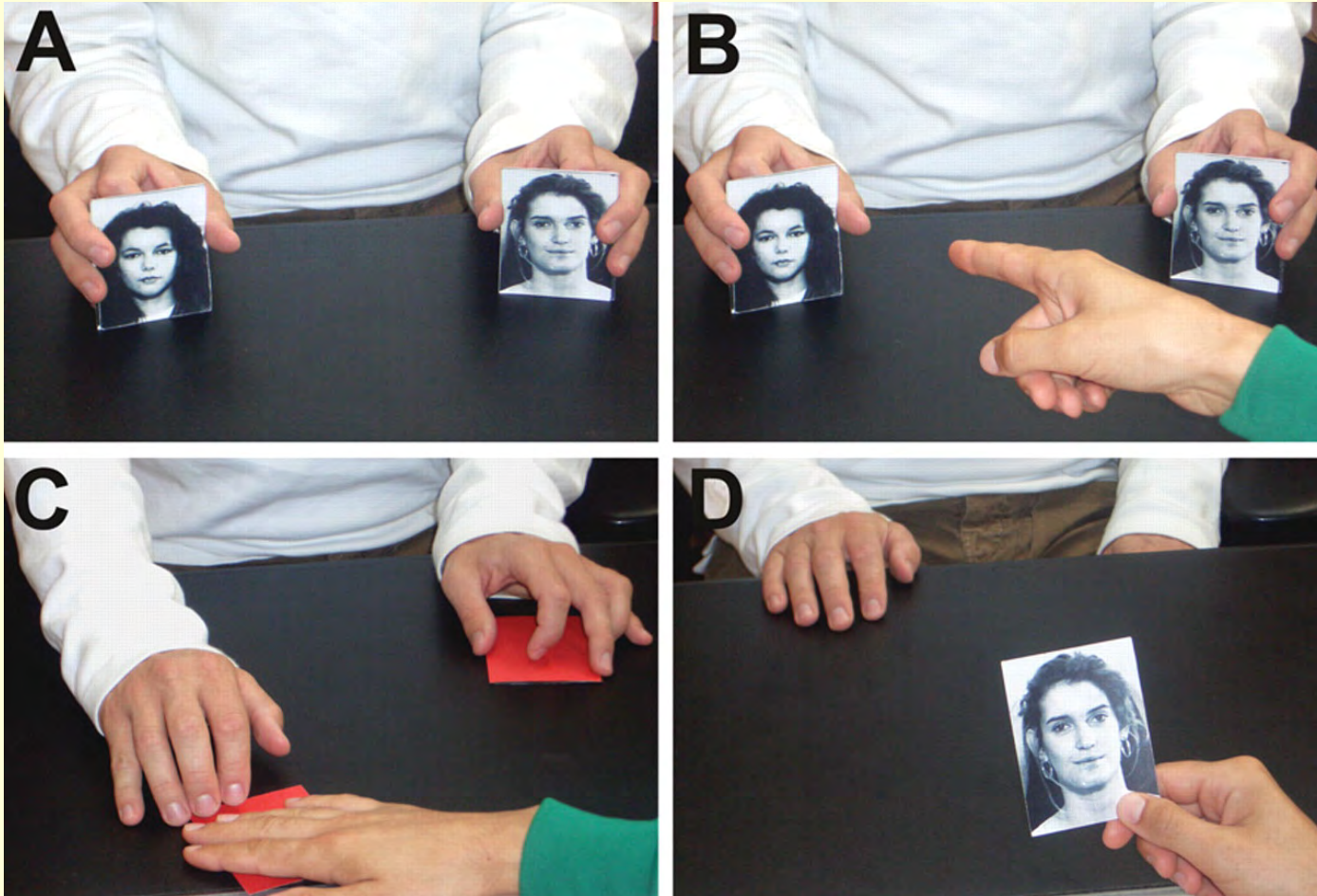
**On leur demande ensuite quelle est votre marque de poudre à lessiver préférée?** Les personnes du groupe qui a dû retenir la paire de mots *océan-lune* choisissent beaucoup plus **la poudre à lessiver Tide**.

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

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

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

**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.**



Aussi, peut-être plus révélateur encore :

Selon ce que les sujets disaient pour justifier leur choix sur la mauvaise image (justification plus ou moins élaborée, etc.), on s'est aperçu que **cette interaction pouvait changer leurs préférences futures**, au point de les amener à préférer la photo initialement rejetée !

- Donne une idée de la dynamique complexe de « l'auto-feedback » (« J'ai choisi cette photo, je l'ai dit publiquement, donc je dois forcément la trouver jolie... »)
- Et devrait nous inciter à nous « garder une petite gêne » quand aux motivations réelles derrière les préférences que nous exprimons au quotidien !





**La neuropsychologie s'en doutait  
aussi depuis les années 1960...**

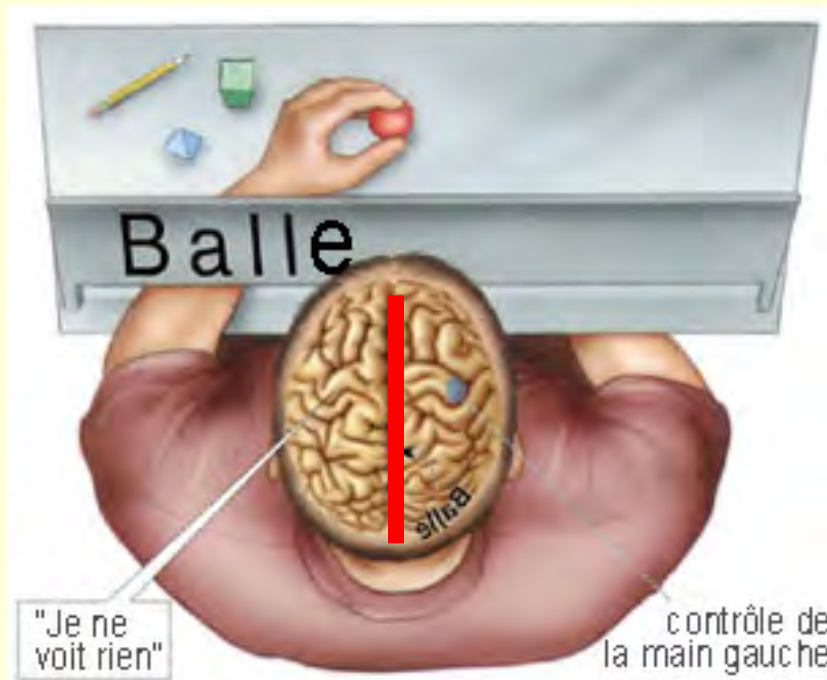
**"If you're not careful,  
the newspapers  
will have you hating  
the people who are  
being oppressed,  
and loving the people  
who are doing  
the oppressing."**

MALCOLM X



- Donne une idée de la dynamique complexe de « l'auto-feedback » (« J'ai choisi cette photo, je l'ai dit publiquement, donc je dois forcément la trouver jolie... »)
- Et devrait nous inciter à nous « garder une petite gêne » quand aux motivations réelles derrière les préférences que nous exprimons au quotidien !

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



Michael Gazzaniga  
dans les années 1960



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

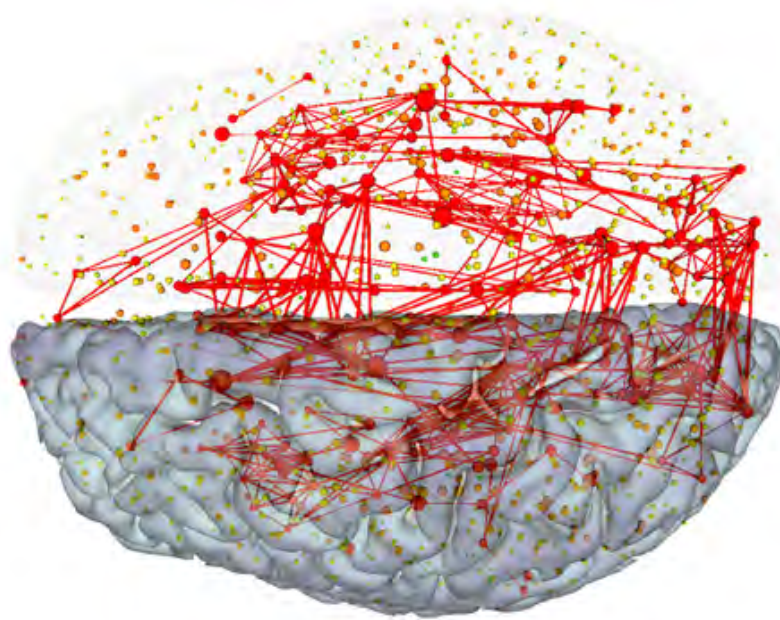
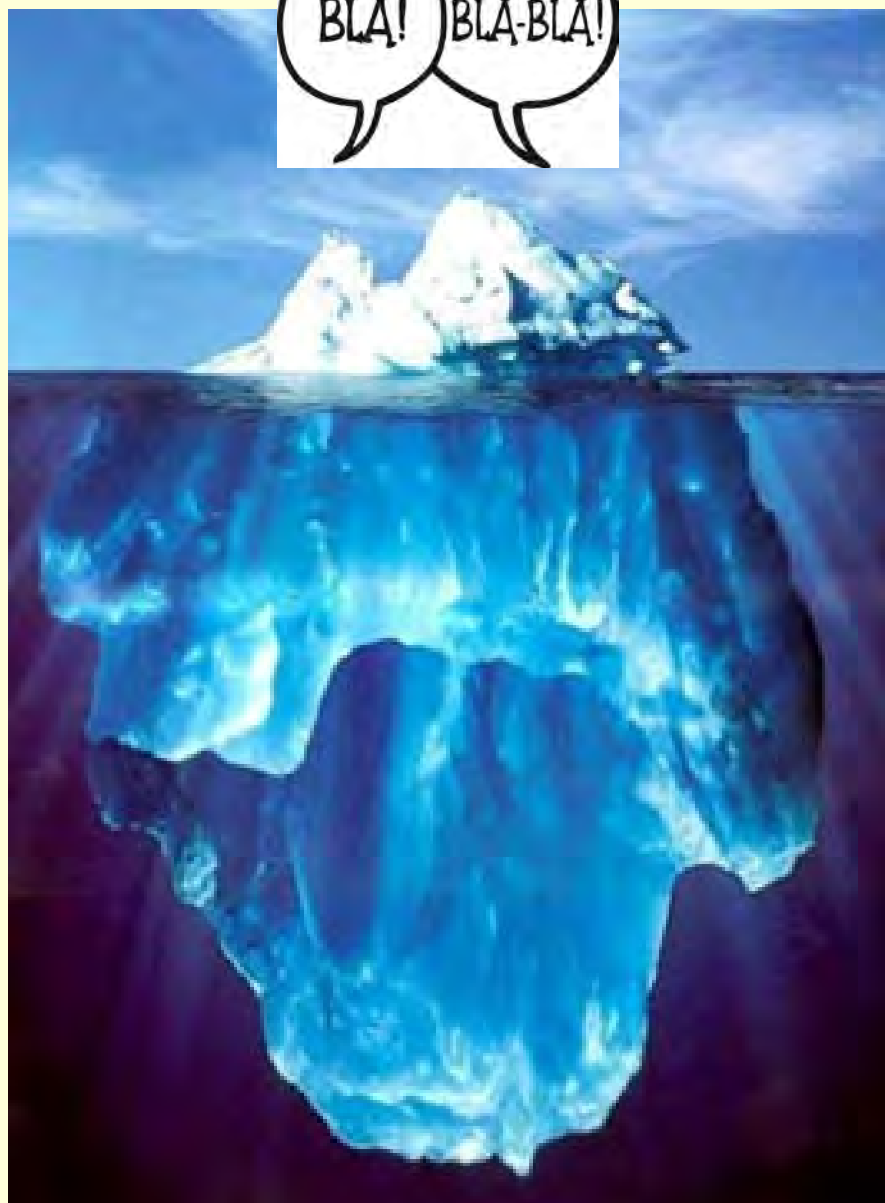
L'hémisphère gauche va **rationaliser** ou **réinterpréter** la séquence d'événements de manière à rétablir une impression de **cohérence** au comportement du patient.

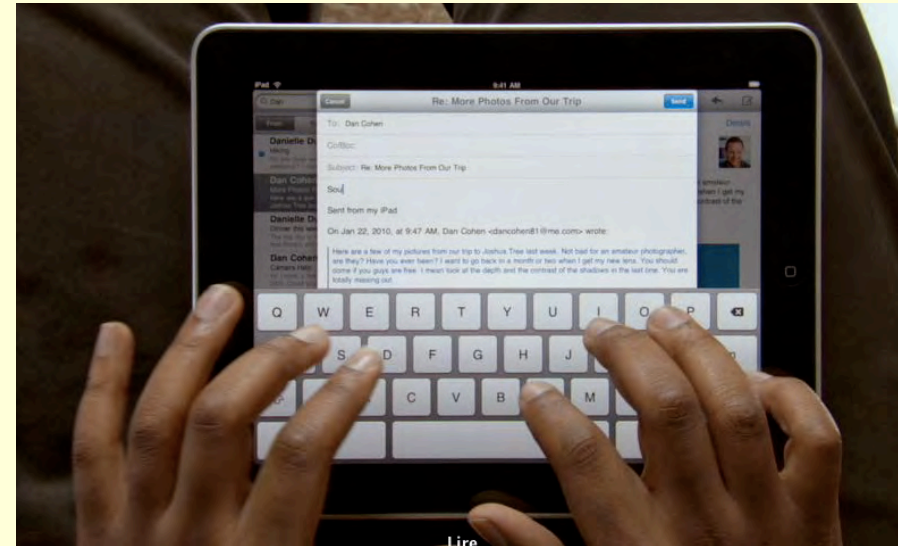


...dans le cortex frontal gauche non seulement des patients au cerveau divisé mais chez **tous les êtres humains**

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

BLA! BLA-BLA!





Dans une journée, on prend énormément de « **décisions** » sans y penser...



Ce n'est qu'occasionnellement qu'un événement nouveau ou imprévu nous force à une délibération plus **consciente**.





Plans généraux  
du système nerveux  
provenant de nos gènes

Influence de  
l'environnement



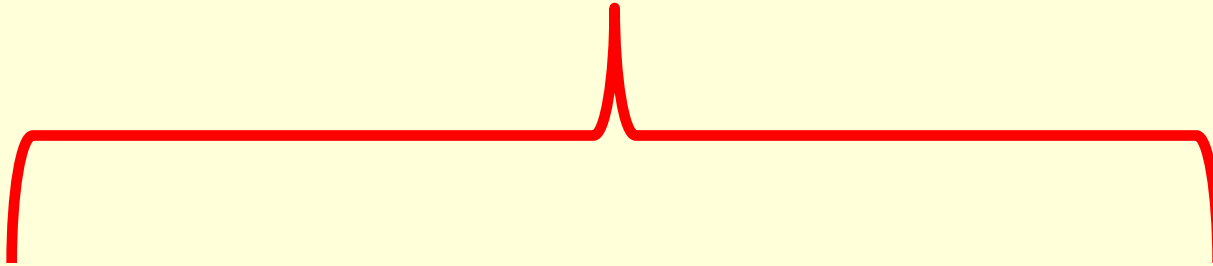
En s'appuyant sur les  
expériences mémorisées  
dans nos connexions  
neuronales,

elles-mêmes  
contraintes par la  
mémoire de notre  
espèce encodée  
dans nos gènes,



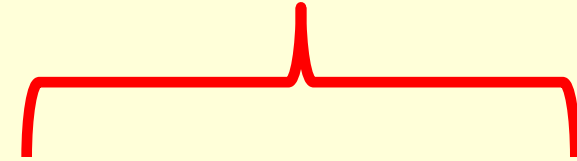
notre cerveau prend constamment des **décisions** sans qu'on en ait conscience, selon les « affordances » de son environnement et fait des **prédictions**, encore souvent inconscientes, en fonction de ses modèles internes (le fruit de ses apprentissages).

Pour nombre de décisions **simples**,  
nos réponses se font donc ainsi : rapidement,  
automatiquement et inconsciemment.





Qu'en est-il des décisions plus complexes ?



# Plan :

Intro :

**D'où venons-nous ?** (environ 10-15 min.)

Première partie :

**Le cerveau dynamique à tous les niveaux** (environ 1h30)

Deuxième partie :

**Prise de décision, langage et libre arbitre** (environ 1h)

Nous avons l'impression que ces choix nous les faisons librement nous-mêmes.



Mais nos décisions même les plus complexes suivent-elles vraiment le schéma classique :

- **Décision libre et consciente**
- **préparation du mouvement**
- **action**    ???



Parce que nos « impressions »  
ne sont pas toujours  
les meilleures guides,

l'Histoire nous l'a souvent rappelé...

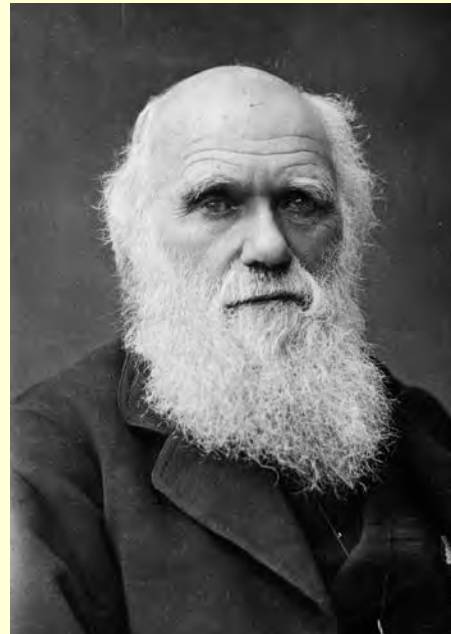
Mais nos décisions même les plus complexes  
suivent-elles vraiment le schéma classique :

- **Décision libre et consciente**
- **préparation du mouvement**
- **action**    ???





Nicolas Copernic  
(1473 – 1543)



Charles Darwin  
(1809 – 1882)



Sigmund Freud  
(1856 – 1939)



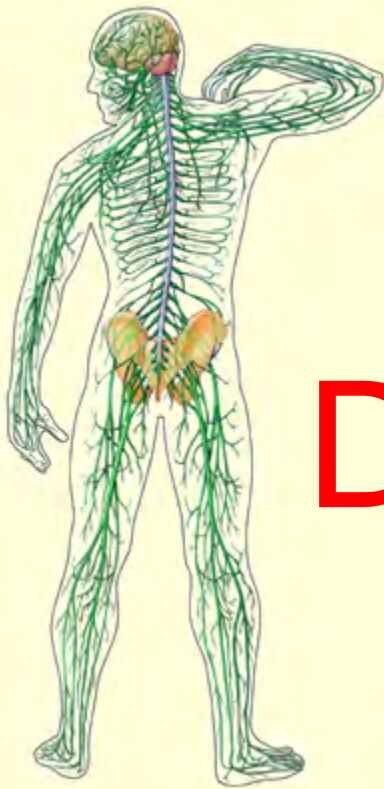


Henri Laborit (1914 – 1995)

« Nos comportements sont **entièrement programmés**  
par la structure innée de notre système nerveux  
et par l'apprentissage socio-culturel. »



Henri Laborit (1914 – 1995)



Plans généraux  
du système nerveux  
provenant de nos gènes



Influence de  
l'environnement

D

D

Cerveau unique à l'origine  
de tous les comportements  
d'un individu

Situation  
particulière

D

Comportement  
particulier



D





Pour Laborit, **qu'implique cette absence de liberté ?**

« L'absence de liberté implique **l'absence de responsabilité**,  
et celle-ci surtout implique à son tour **l'absence de mérite**,  
la négation de la reconnaissance sociale de celui-ci,  
l'écroulement des hiérarchies. »

(*Éloge de la fuite*, p.71)





Car pour Laborit,

« Pour **agir**, il faut être **motivé** et nous savons que cette motivation, [est] le plus souvent inconsciente, [et] résulte

- soit d'une **pulsion endogène**,  
[biologique, physiologique...]

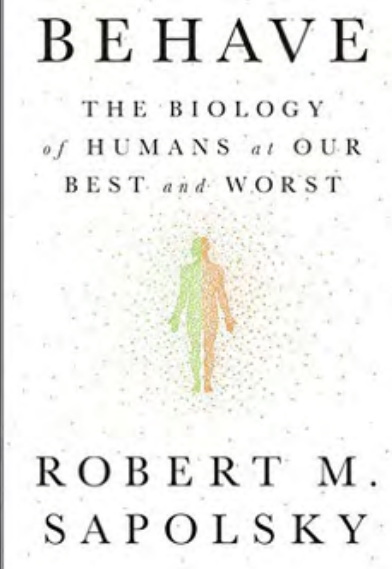
- soit d'un **automatisme acquis** »  
[classe sociale, médias, publicité, etc.]

D



D





**Plus récemment (2017), Robert Sapolsky fait écho à ces propos en les complexifiant.**

TED video :

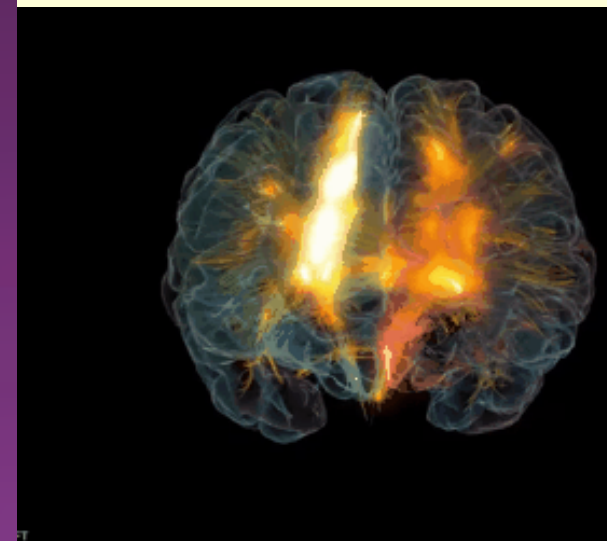
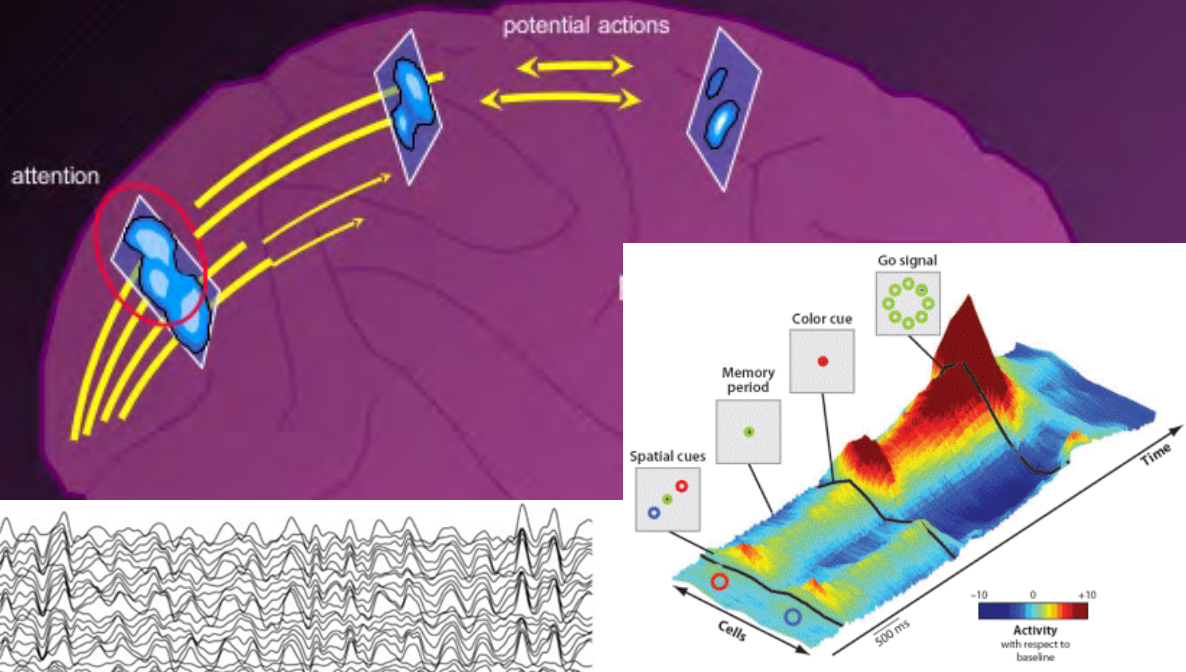
**The biology of our best and worst selves.**

[https://www.ted.com/talks/robert\\_sapolsky\\_the\\_biology\\_of\\_our\\_best\\_and\\_worst\\_selves](https://www.ted.com/talks/robert_sapolsky_the_biology_of_our_best_and_worst_selves)

Qu'est-ce qui cause un comportement ?

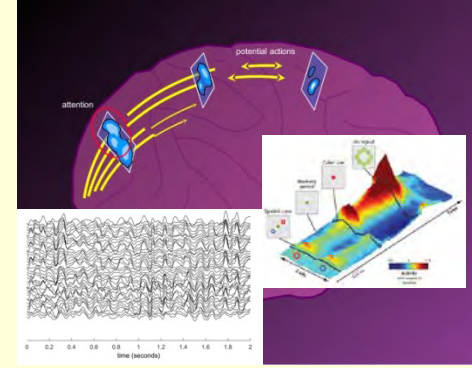


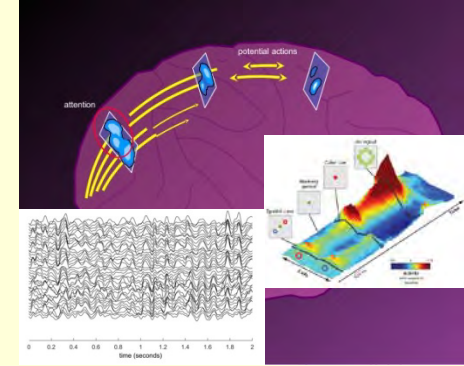
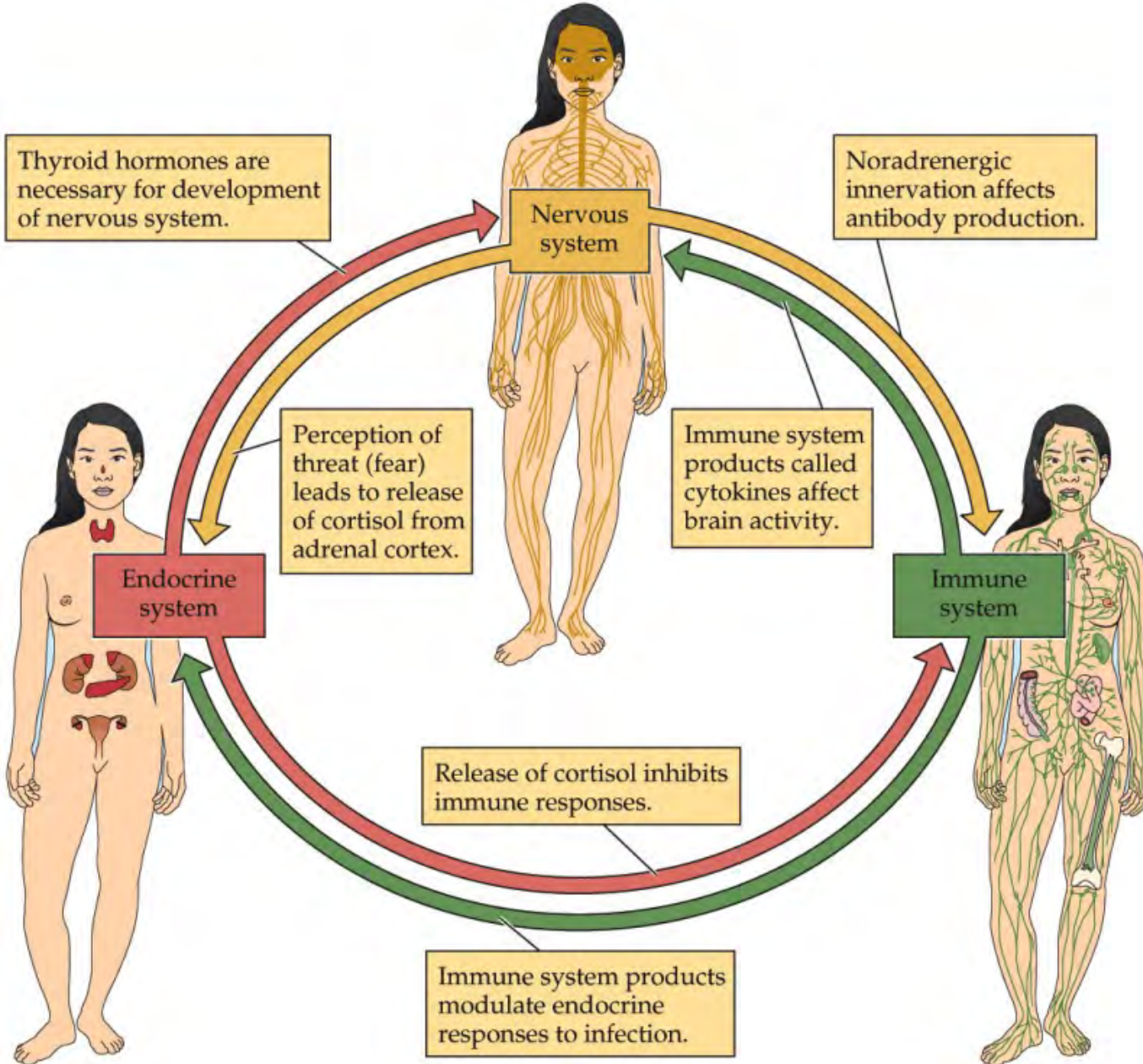
Quelques **secondes**  
avant : certains patterns  
d'activation nerveuse...



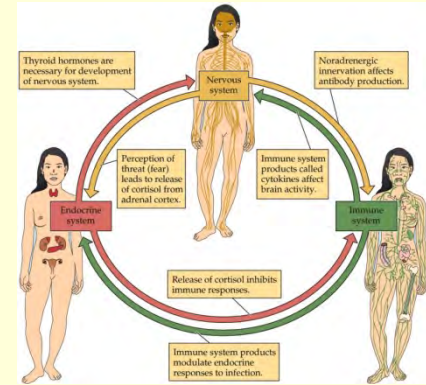
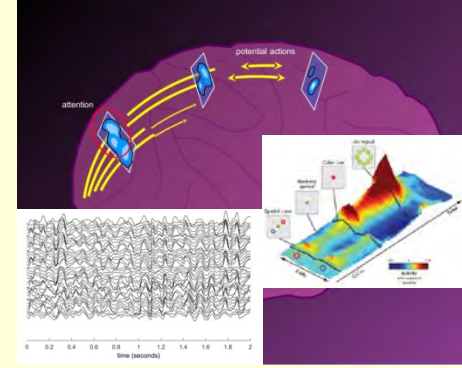
...en réponse  
à des affordances...

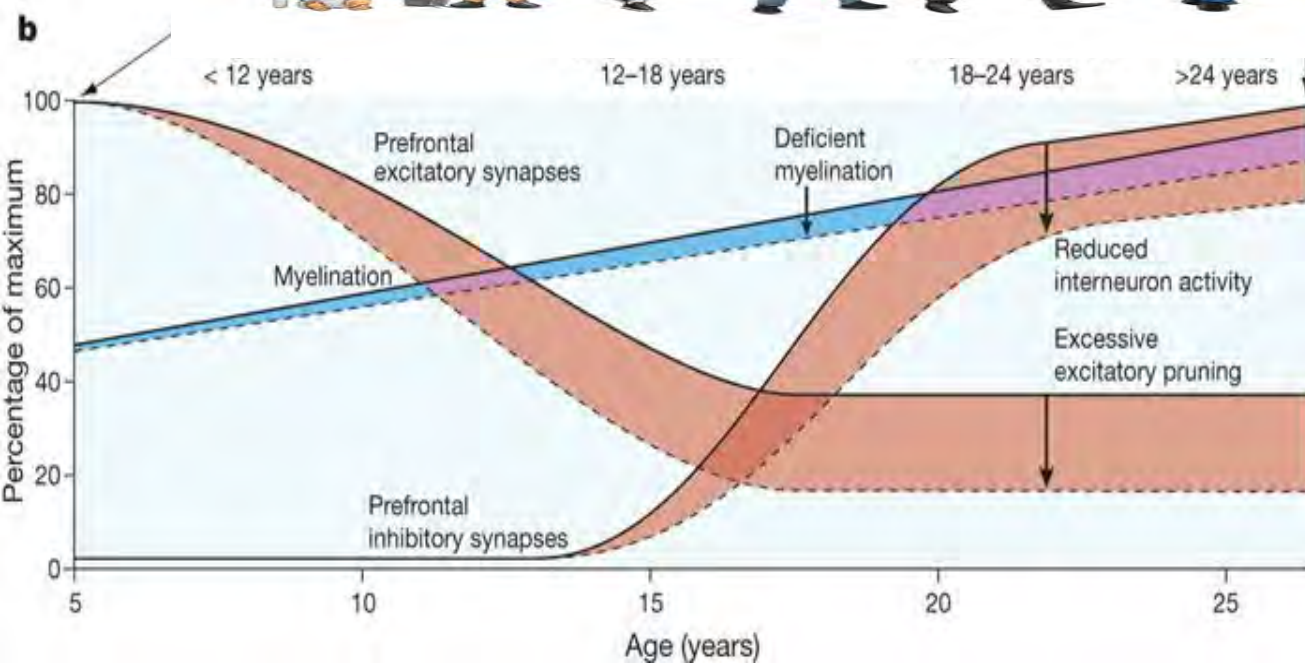
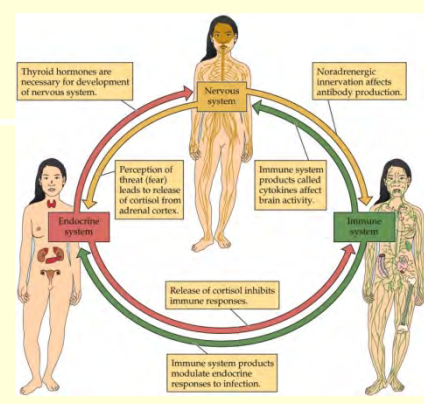
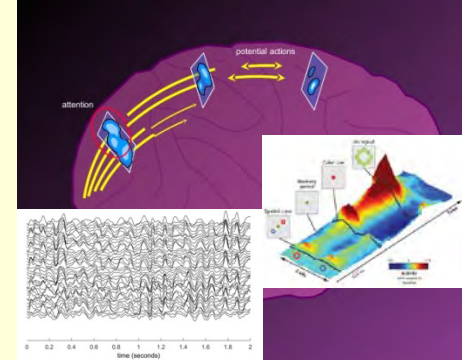
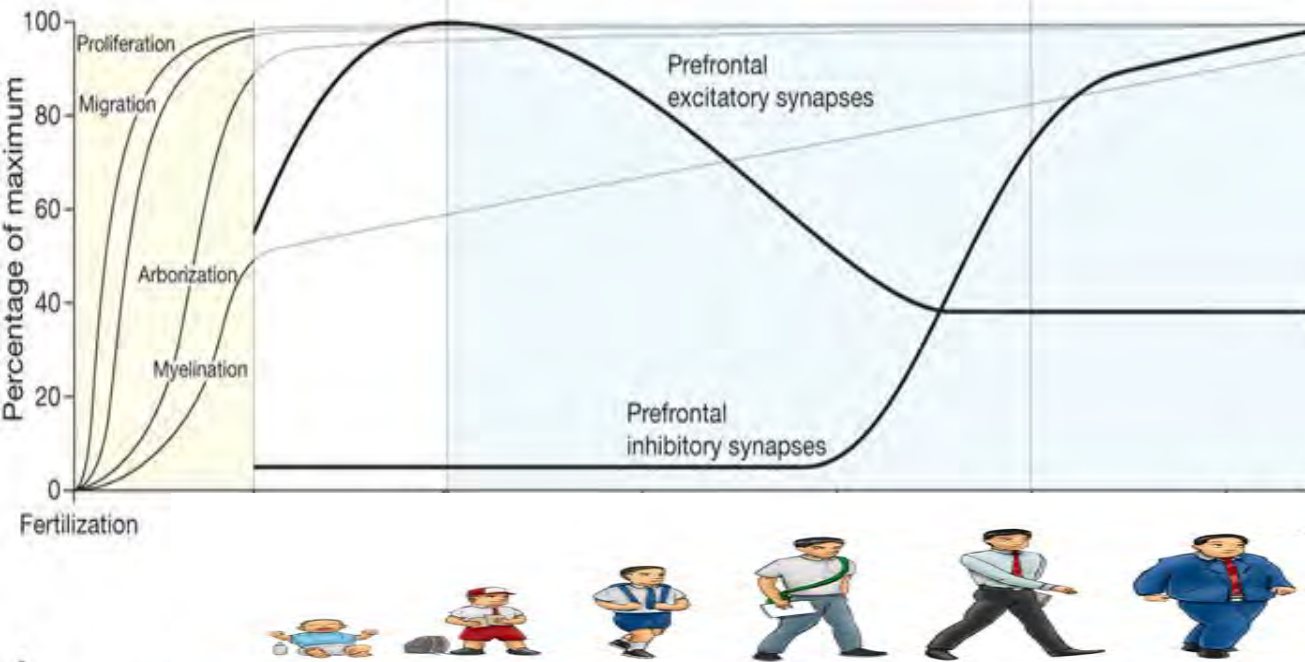






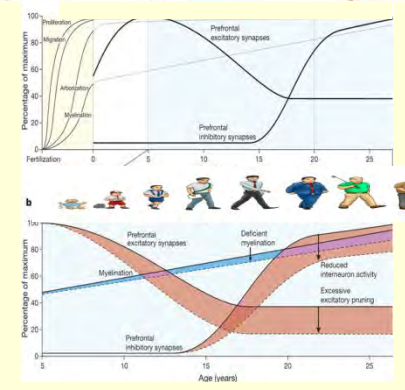
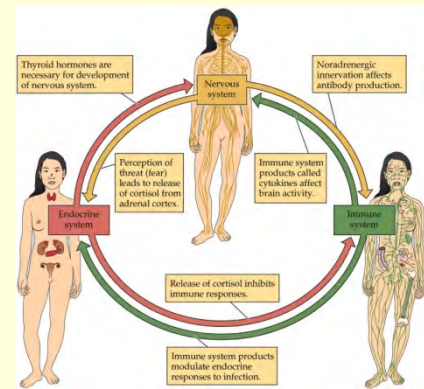
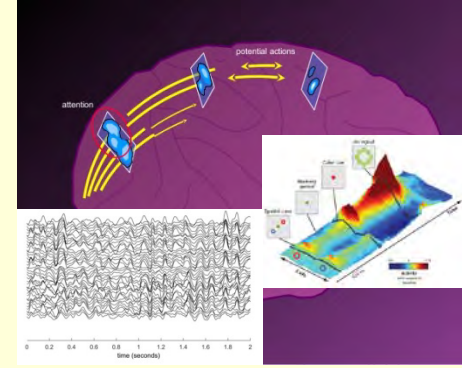
Quelques **minutes, heures ou jours** avant :  
certains niveaux d'hormones ou d'autres états corporels...



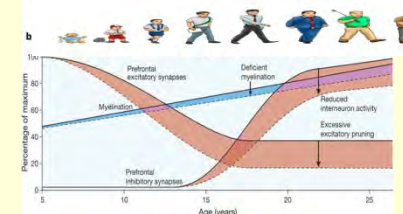
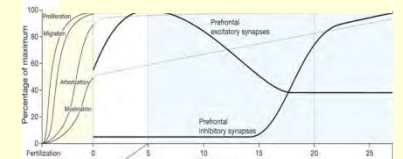
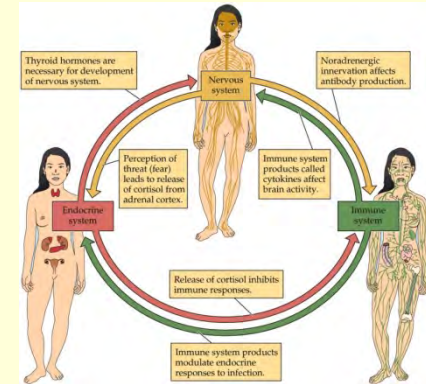
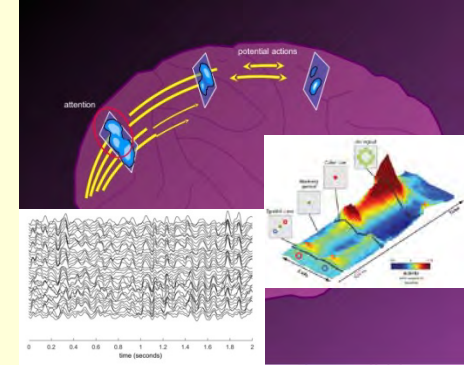
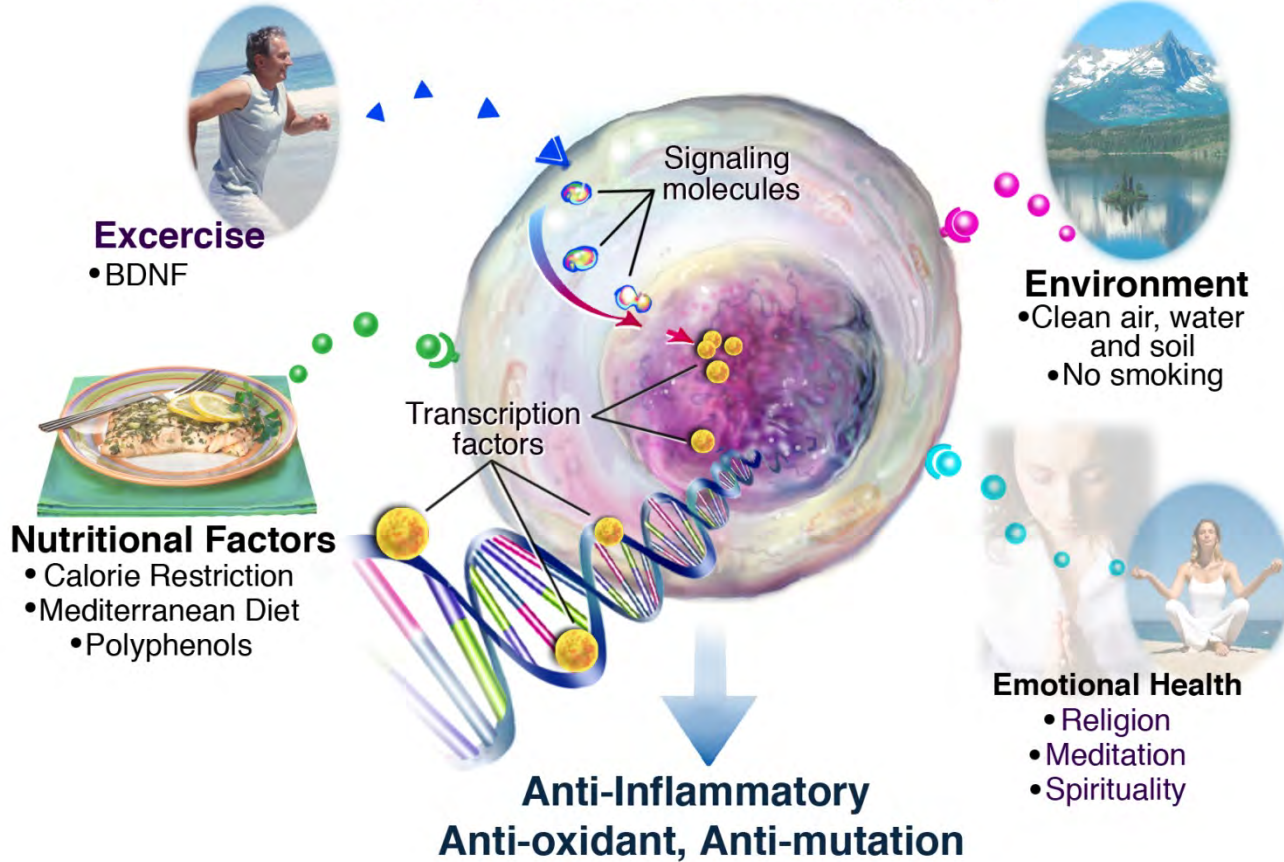


Quelques **années ou décennies** avant :  
 une enfance et une adolescence épanouies ou carencées...

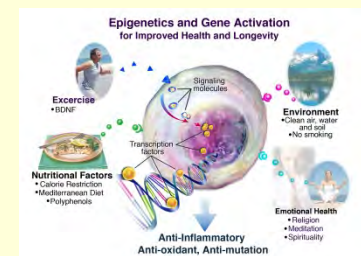
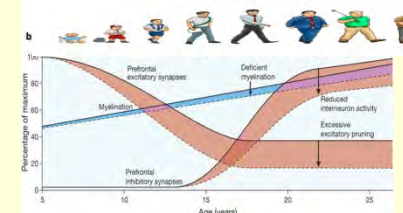
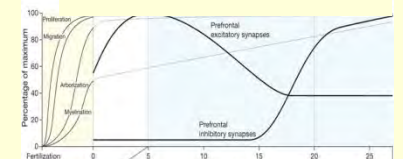
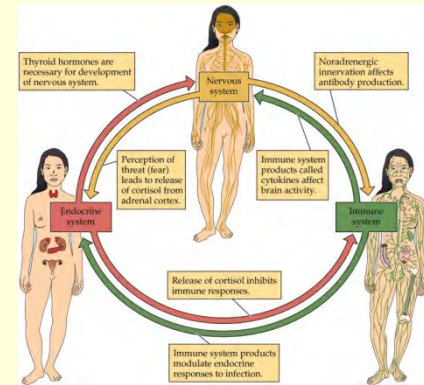
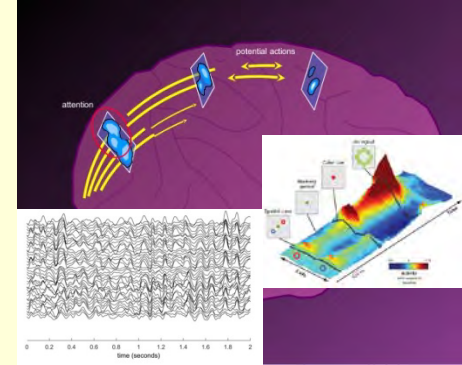


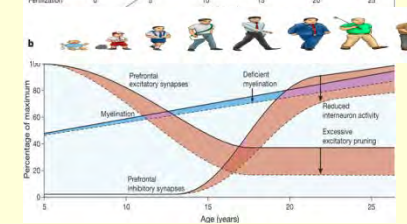
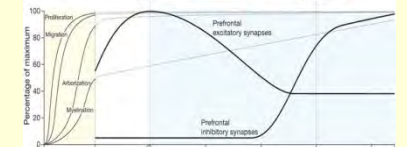
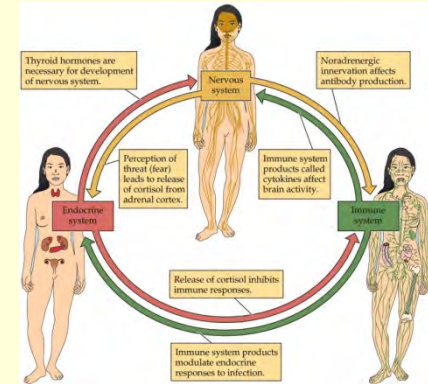
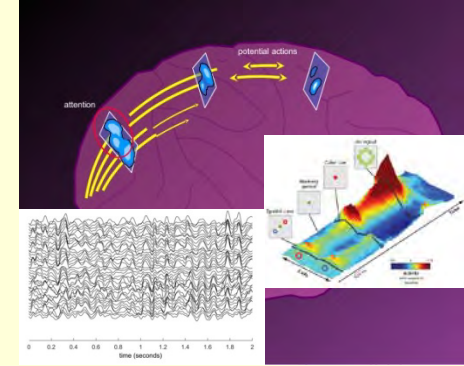
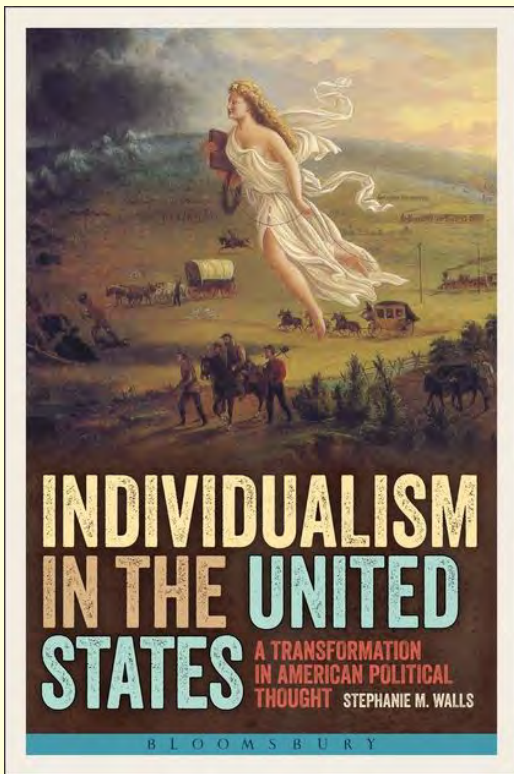


# Epigenetics and Gene Activation for Improved Health and Longevity

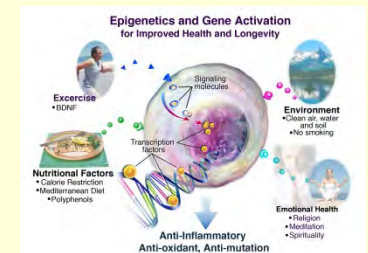


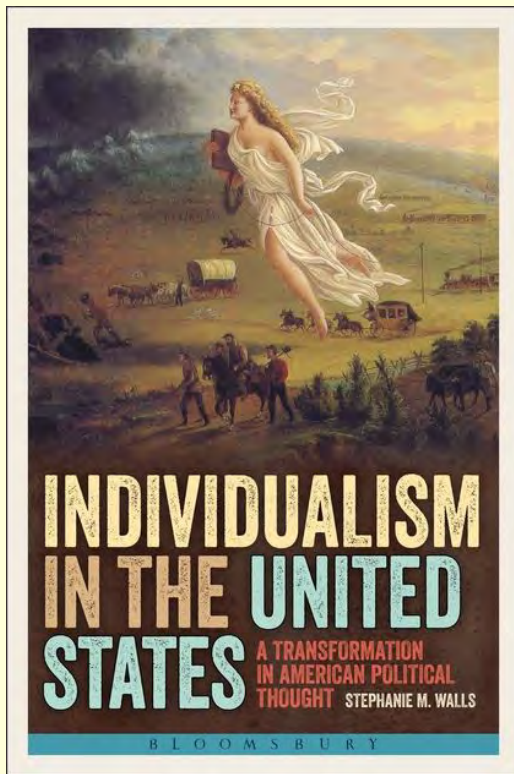
Quelques **générations** avant :  
des influences épigénétiques dépendantes de  
l'environnement de nos parents, grands-parents...





Quelques siècles avant : notre héritage culturel...

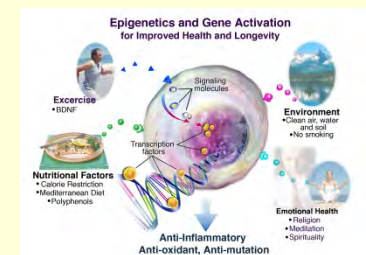
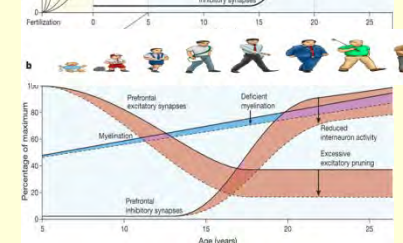
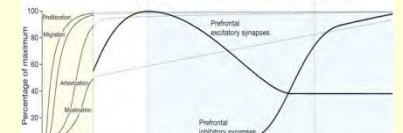
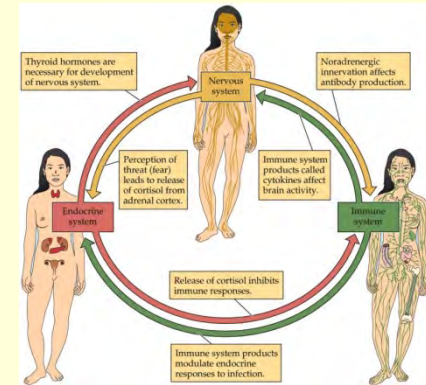
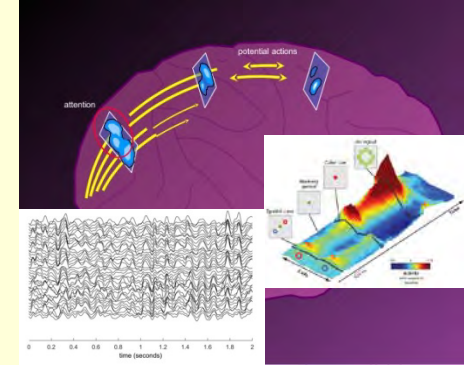


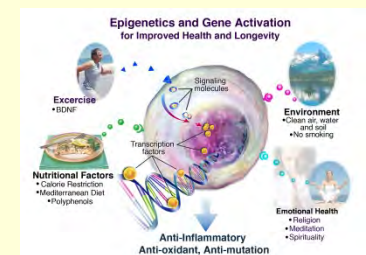
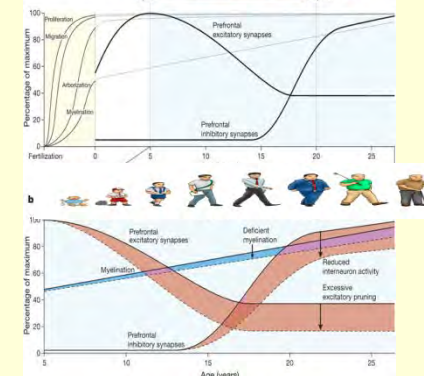
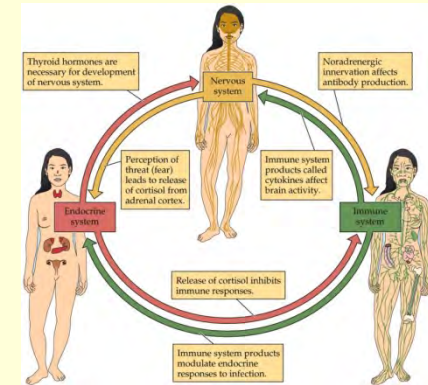
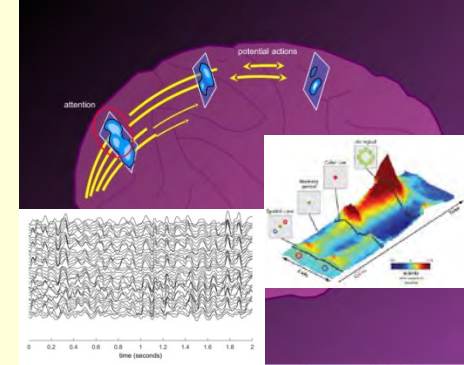
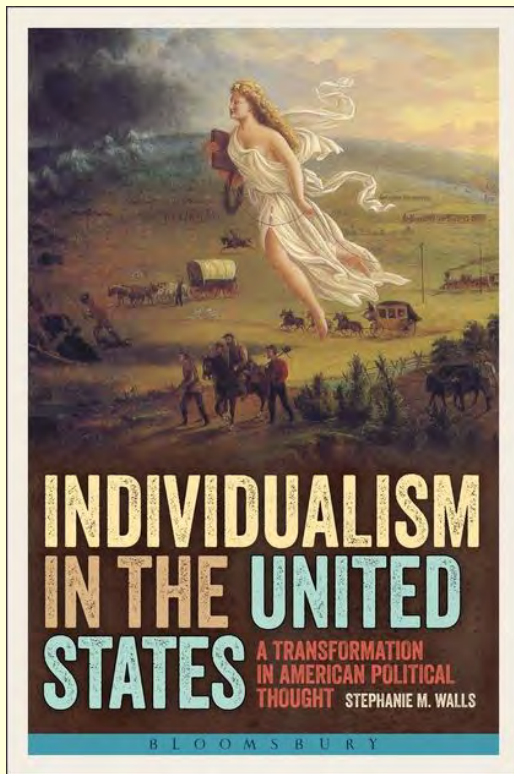


Qui étaient les immigrants qui ont colonisé l'Amérique? Des insatisfaits, des hérétiques, des moutons noirs, des hyperactifs, des misanthropes, des marginaux, des épris de liberté, des aspirants à la richesse, des fuyant leur vie monotone, etc.



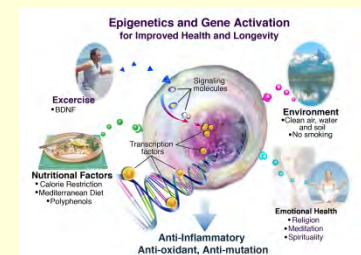
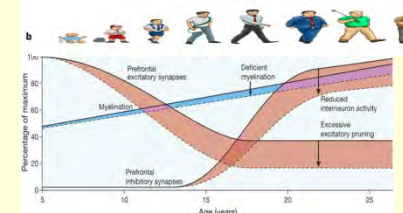
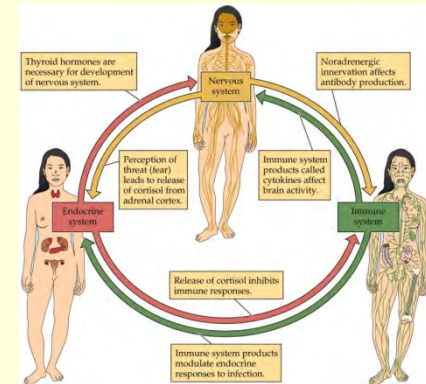
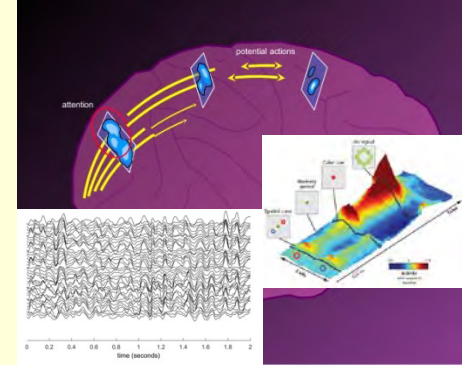
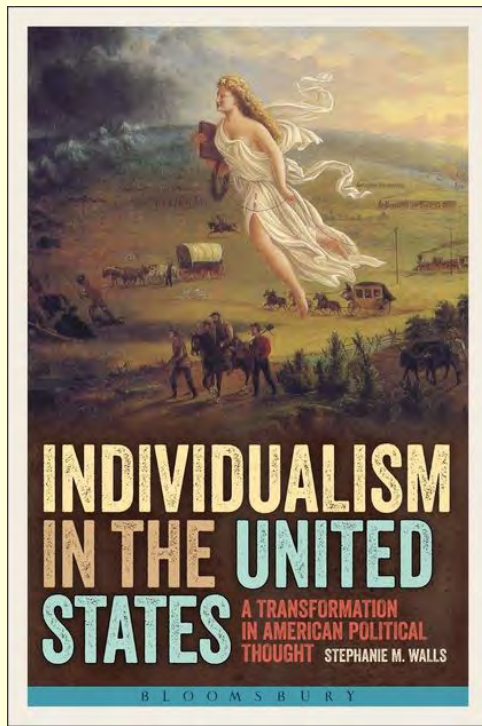
Qui étaient les ancêtres des est asiatiques actuels? Des paysans qui cultivaient le riz, ce qui requiert énormément de travail en commun. Pas seulement pour planter et récolter le riz. Mais aussi pour transformer tout l'écosystème en rizières.





La variante 7R du récepteur à la dopamine répond moins bien à ce neurotransmetteur dans le cortex et est associé à une plus grande recherche de **nouveauté**, de **l'extroversion** et de **l'impulsivité**.

On retrouve cette variante 7R chez 23% des occidentaux (qui ont fait les plus grandes migrations de l'Histoire... et seulement 1% chez les asiatiques !



« In-group biais » :

Faible

Fort

Lesquels « vont ensemble » entre singe, ours et banane?

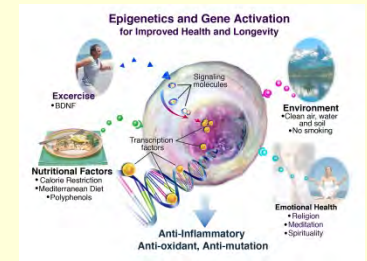
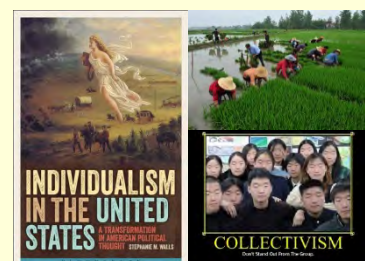
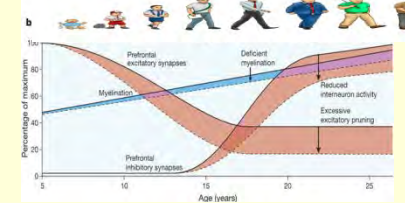
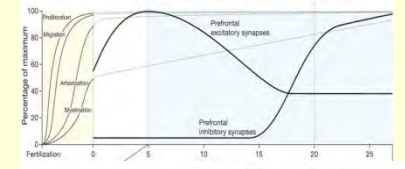
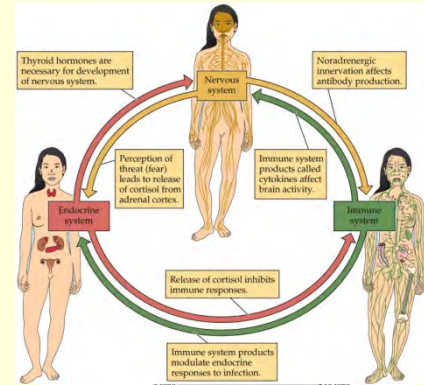
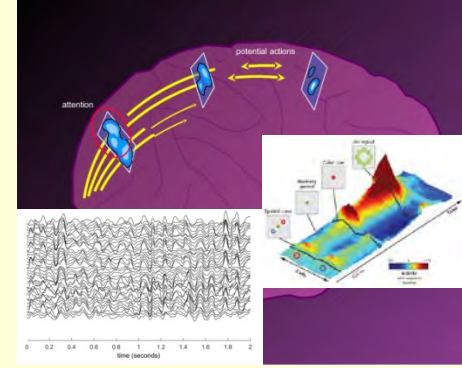
Singe et ours

Singe et banane

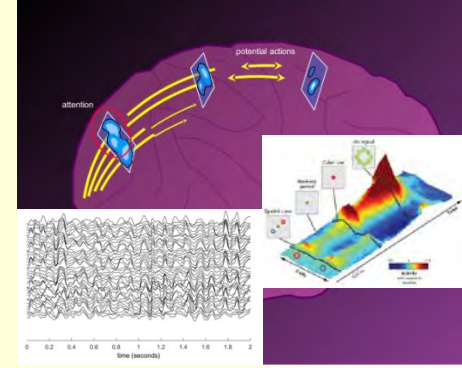
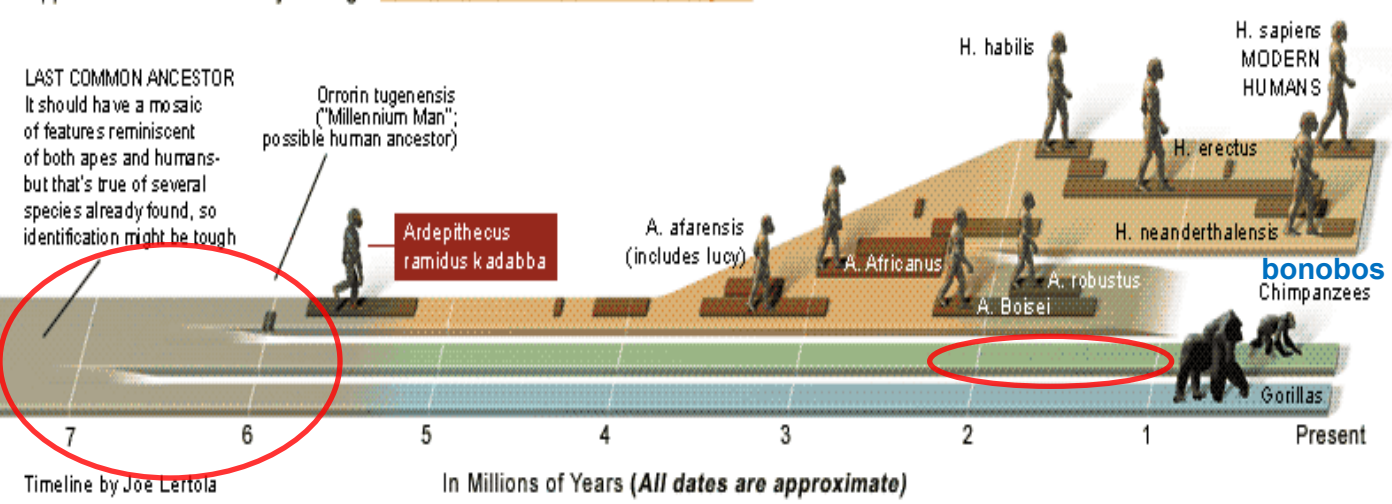
Cortex frontal travaille plus fort si on les force à regarder :

L'ensemble d'une image

Le centre d'une image

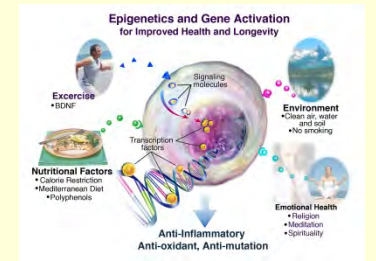
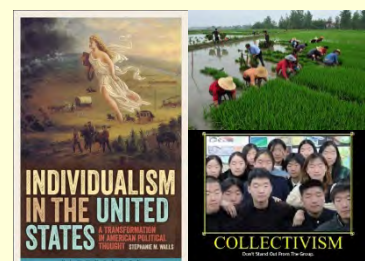
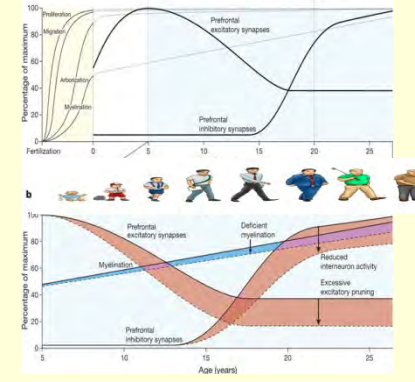
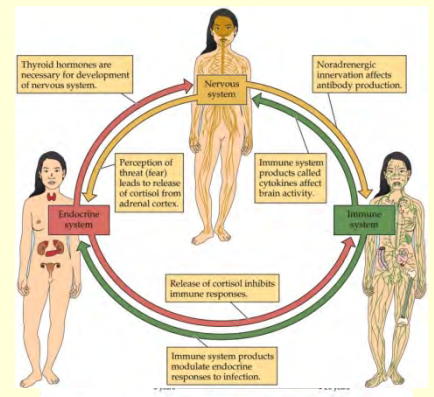


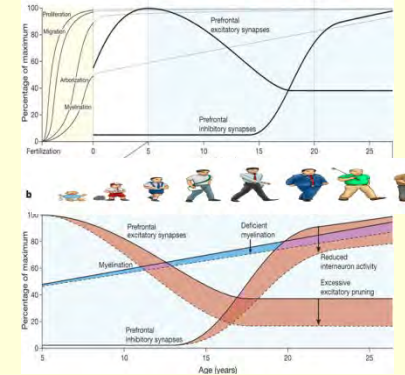
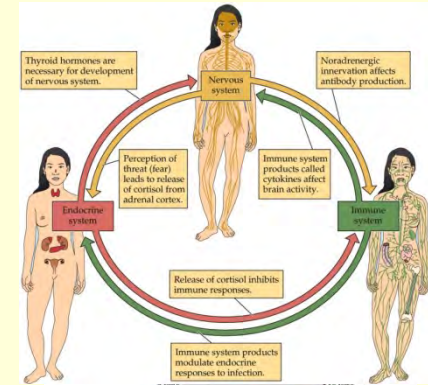
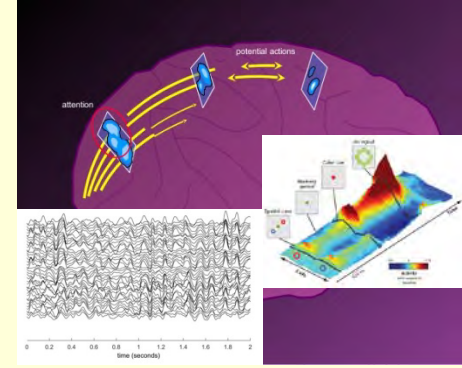
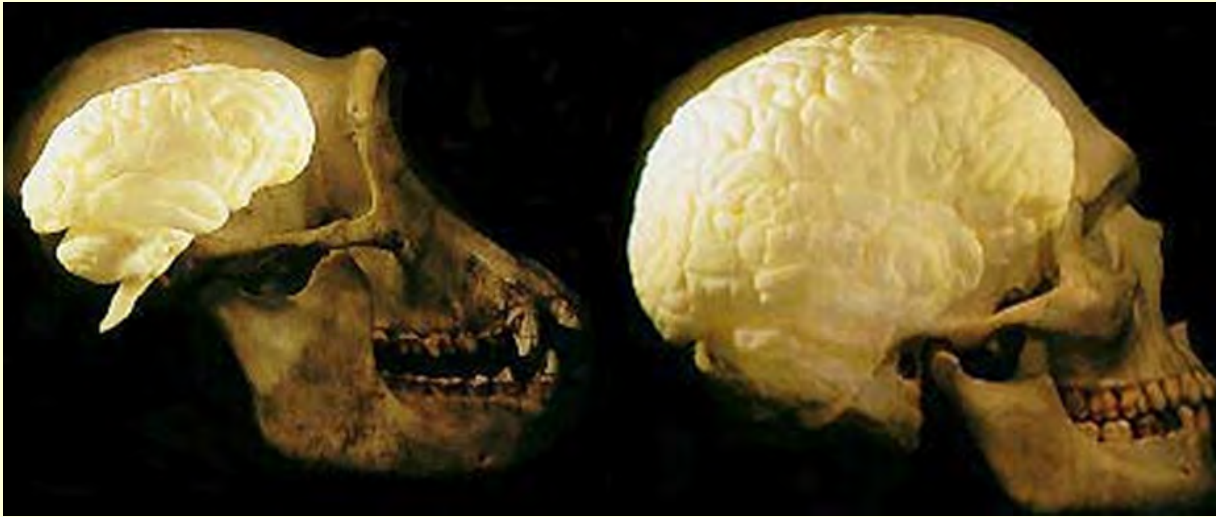




Évolution divergente chimpanzés / bonobos il y a **1-2 millions d'année**

Quelques **millions d'années** avant : le processus d'hominisation...



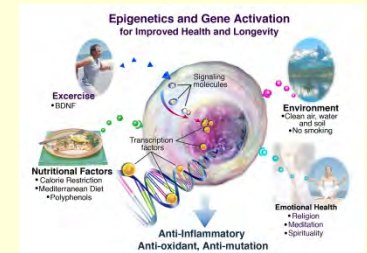
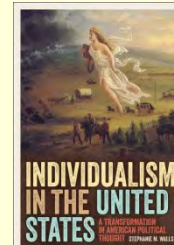


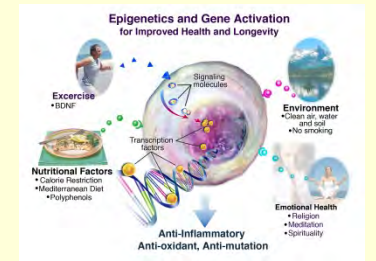
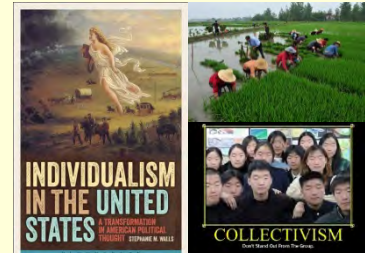
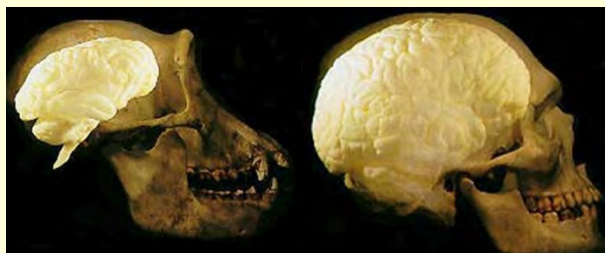
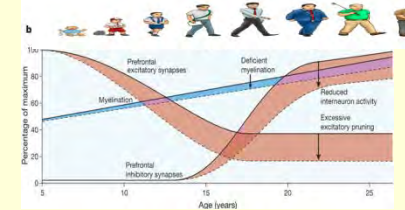
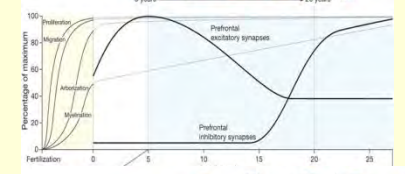
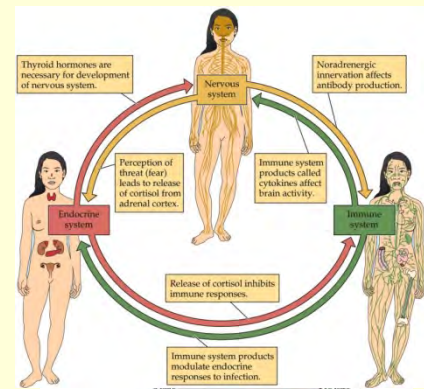
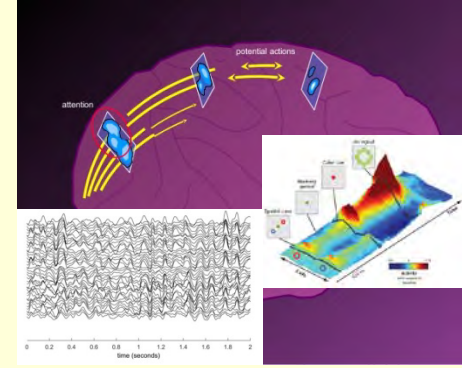
Pour Frans de Waal, l'espèce humaine a hérité des deux, mais en poussant l'altruisme et l'agressivité encore plus loin que ces deux espèces.

Moins territorial, femelle dominante, plus sexuels, peu de guerre entre groupes...

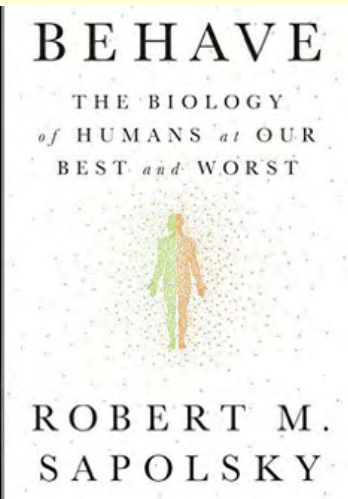
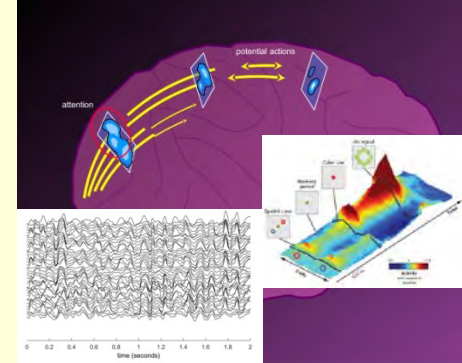
Territorial, mâle alpha, agressif, politique...

**CHIMPANZEE VS BONOBO**

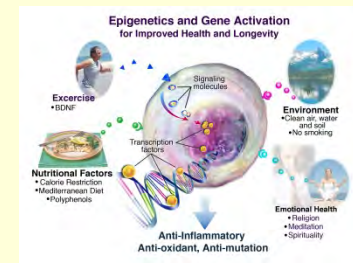
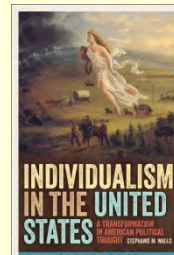
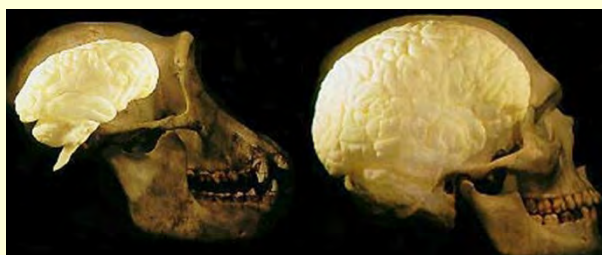
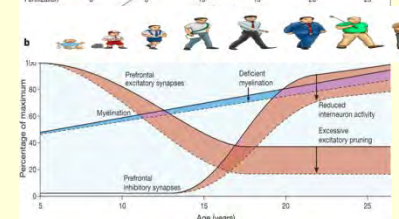
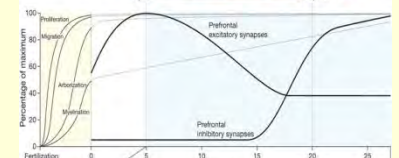
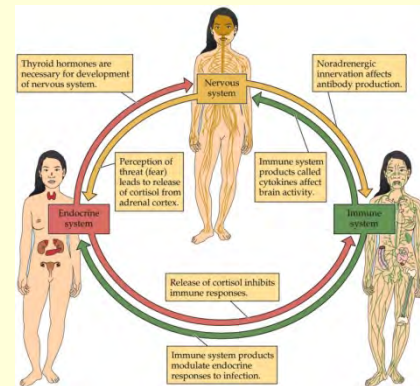




# Qu'est-ce qui cause un comportement ?



Tous ces facteurs (ou déterminismes) à la fois !





## Comment Laborit explique-t-il alors cette sensation de liberté que nous ressentons ?

« La sensation fallacieuse de liberté s'explique du fait que ce qui **conditionne notre action** est généralement du domaine de **l'inconscient**,

[ l'inconscient « **cognitif** », l'automatisation de nos comportements...]

et que **par contre le discours logique** est, lui, du domaine du **conscient**. »

(p.72)



C'est ce discours, **logique** et **conscient**  
qui nous permet de croire au libre choix.

# L'inconscient responsable de la plupart de nos décisions

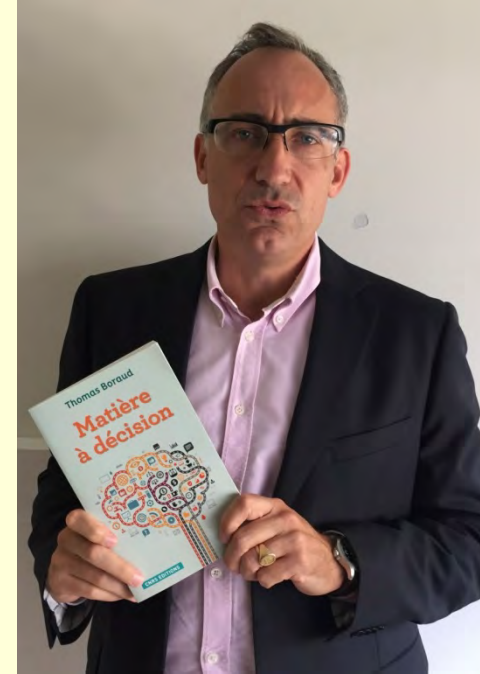
9 novembre 2015

[http://ici.radio-canada.ca/emissions/medium\\_large/2015-2016/chronique.asp?idChronique=388942](http://ici.radio-canada.ca/emissions/medium_large/2015-2016/chronique.asp?idChronique=388942)

Le neurobiologiste Thomas Boraud estime que la plupart de **nos décisions rapides ne relèvent pas du libre arbitre, mais bien de l'inconscient. [...]**

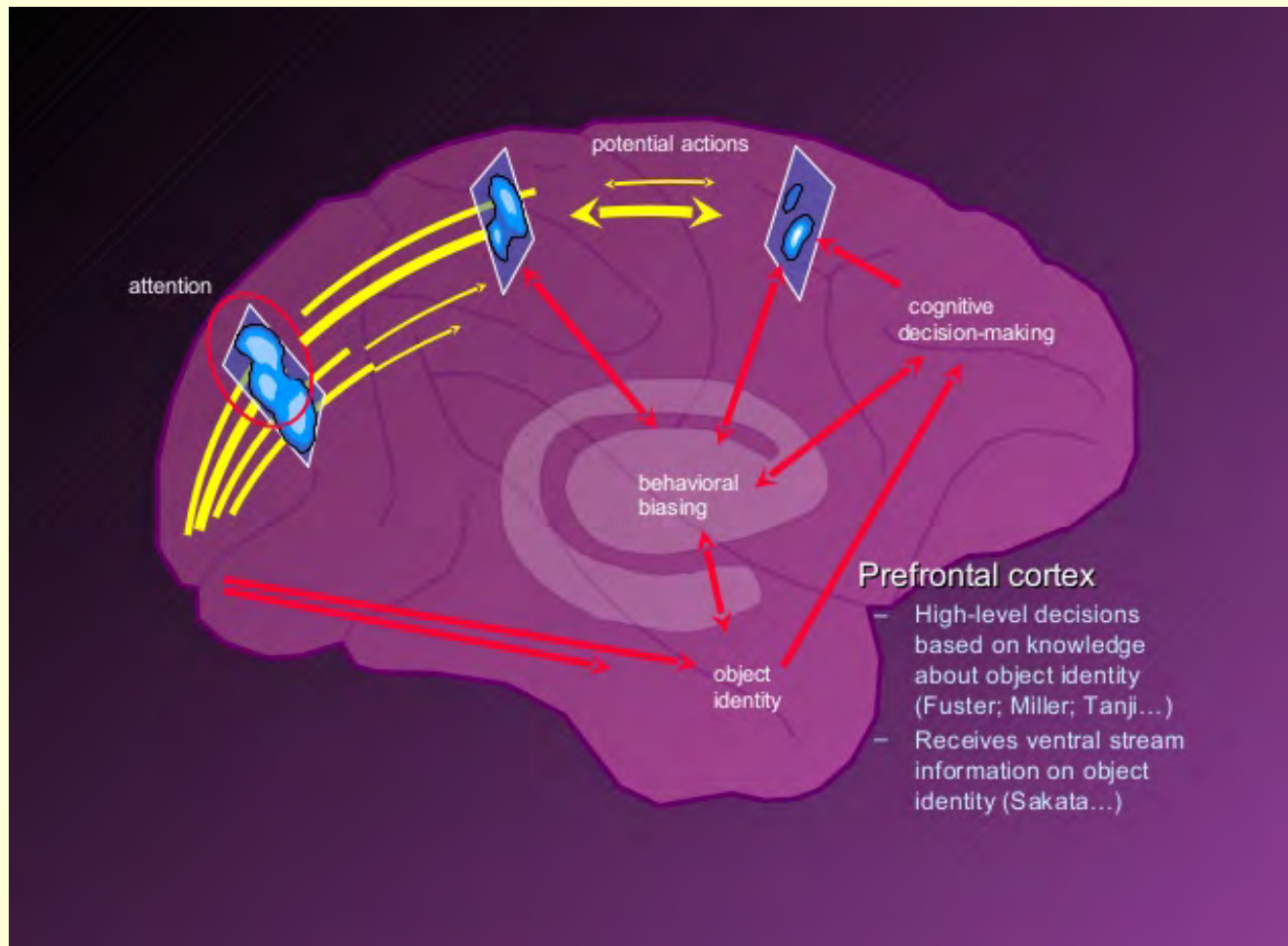
« Ce qu'on considère comme décision consciente n'est souvent que la manifestation tardive d'un processus qui s'est effectué un petit peu plus tôt », affirme Thomas Boraud,

soutenant que des tests mesurant l'activité cérébrale ont démontré que l'activité électrique précède la prise de décision.



« Quand on est dans un processus de délibération,

il y a tout un tas **d'allers-retours** entre un processus **inconscient**, la rétrospection de la **conscience** et ainsi de suite. [...]





« Quand on est dans un processus de délibération,

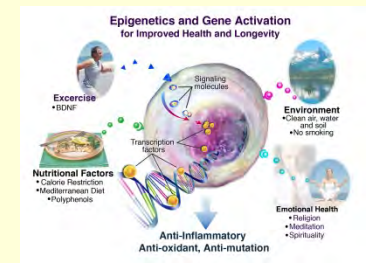
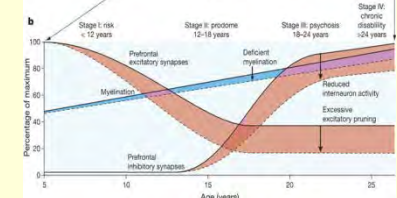
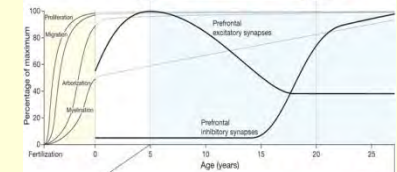
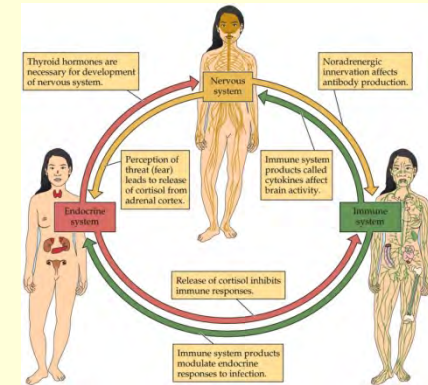
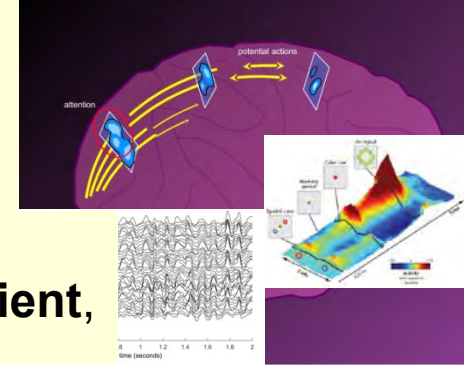
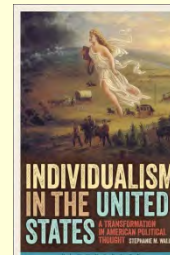
il y a tout un tas d'allers-retours entre un processus inconscient, la rétrospection de la conscience et ainsi de suite. [...]

[Et cela se fait en fonction de] notre histoire, depuis la conception jusqu'au moment actuel. »

Selon Boraud, cette impression de décision consciente a pu être un **avantage évolutif**, puisqu'elle permet la construction des sociétés.

« Il n'y a pas de société possible si l'on ne se sent pas responsable. »

Et cela nous ramène aussi à Michael Gazzaniga...





Gazzaniga pense qu'on ne peut rien dire à propos du libre arbitre en regardant dans le cerveau car

il ne s'agit **pas du bon niveau d'organisation** pour analyser ce phénomène.

LE CERVEAU A TOUT LES NIVEAUX

Structure

Fonctions

Conditions

Social

Pour lui, le libre arbitre (et la responsabilité personnelle qui vient avec) est une

**propriété émergente** propre au niveau social,

au niveau de **l'interaction** des cerveaux humains entre eux.

Pour Gazzaniga, l'erreur vient donc du fait qu'on ne se situe pas au **bon niveau d'analyse**.

Il dit par exemple qu'on ne peut pas expliquer le trafic en ouvrant le capot d'une voiture et en inspectant son moteur.

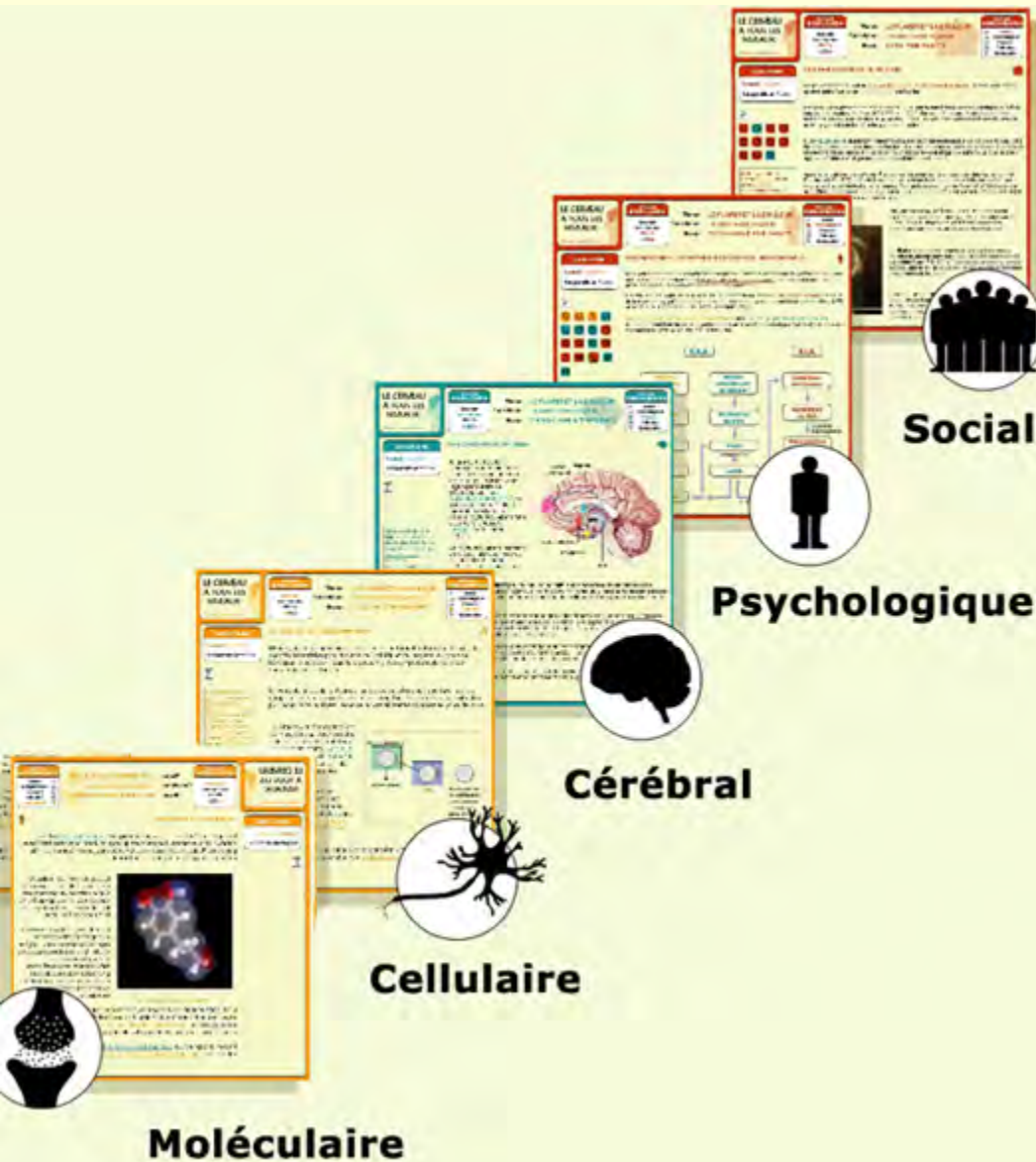


Si l'on veut expliquer le trafic, il faut se situer au niveau des interactions **entre** les voitures.

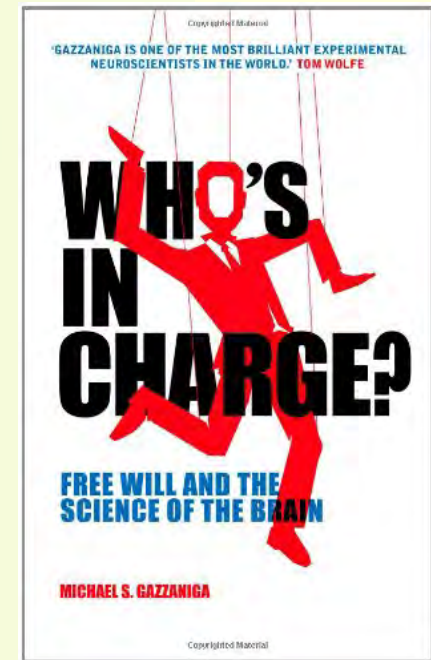
Gazzaniga pense que c'est la même chose pour le cerveau et le libre arbitre.

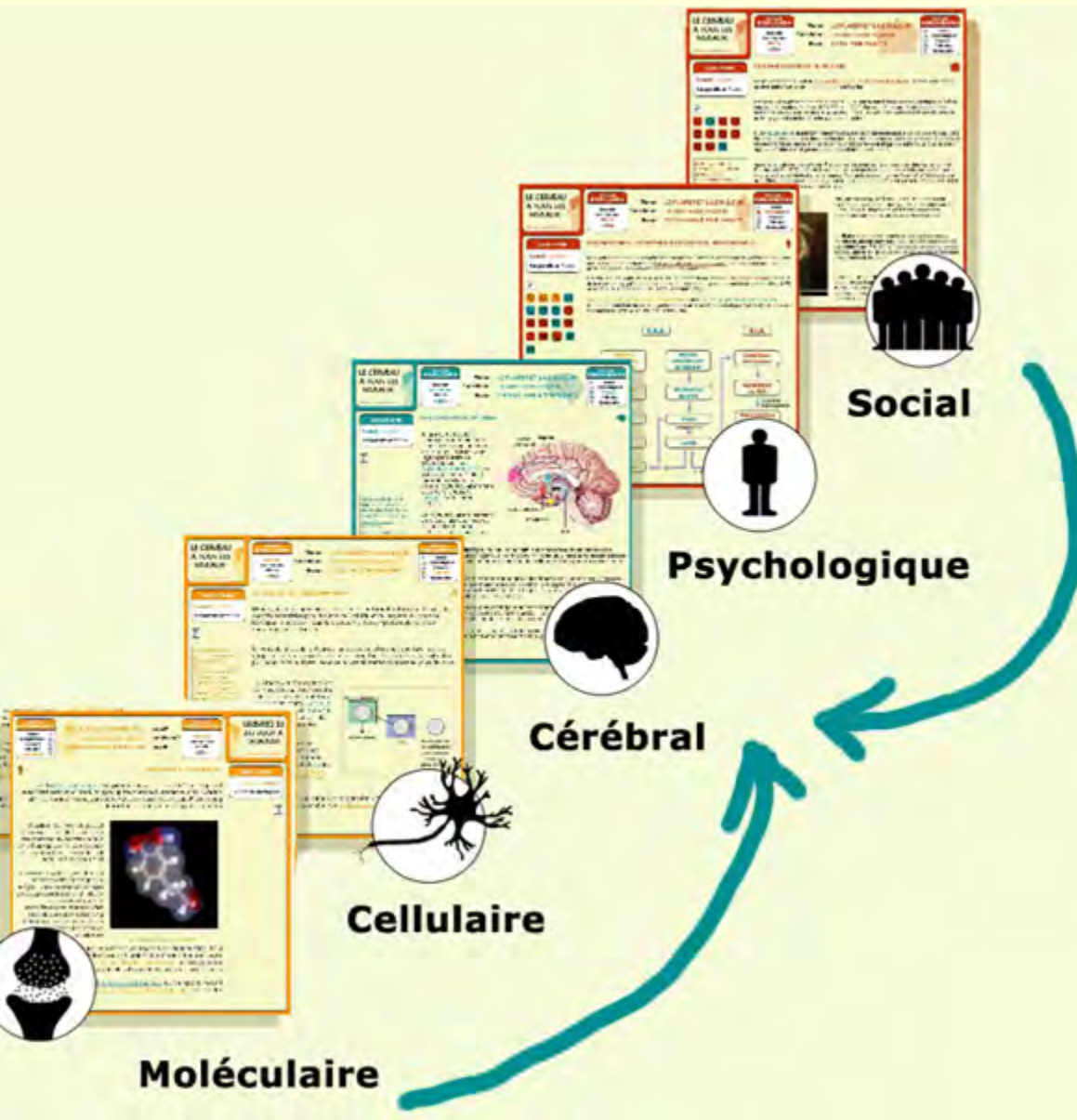
Si l'on veut expliquer le libre arbitre, il faut se situer au niveau des interactions **entre** les individus, et non pas au niveau cérébral.





Je saute ici plusieurs éléments de son raisonnement que vous retrouverez dans...





...mais il conclut que lorsqu'on a **l'impression de choisir une action**, c'est le résultat d'un état émergent particulier issu de notre activité cérébrale (donc de bas en haut)

**mais** un état qui est **sélectionné** par notre interaction complexe avec l'environnement social (donc plus de haut en bas).

Car Gazzaniga demande :

**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 prédire les intentions des autres pour pouvoir agir en conséquence.



Si on passe son temps à essayer de se déresponsabiliser en disant des choses comme «j'étais hors de moi» ou «j'ai été émotif, je n'étais pas moi-même»

**cela ne crée pas de très bons liens sociaux...**

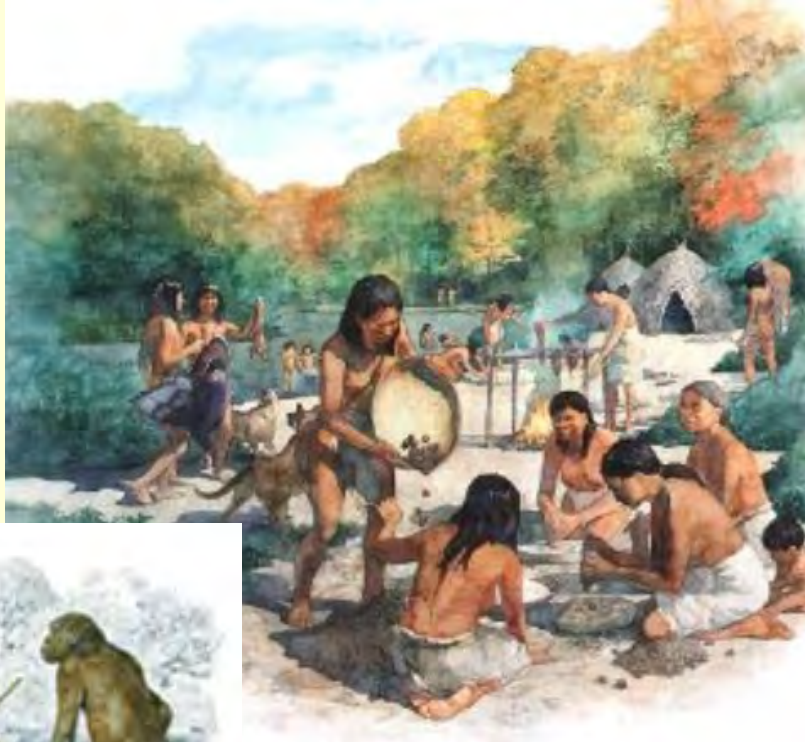


Faire partie d'un groupe humain nécessiterait donc « **l'émergence** », pour le dire comme Gazzaniga, d'un certain sens de la responsabilité.



Pour Gazzaniga, **le libre arbitre** et la **responsabilité individuelle** découlent donc de ces règles sociales

qui émergent quand plusieurs cerveaux interagissent les uns avec les autres.



Et pour lui, une espèce comme la nôtre, où les individus sont extrêmement interdépendants,

n'aurait pas pu évoluer sans ce sentiment que chacun est un agent responsable de ses actes...

« Il en va de même des récits qui accompagnent les « **Je** »,

tels que les valeurs, le habitudes, les préférences.

Du point de vue d'une logique purement fonctionnaliste, on peu dire que « je » existe **pour** l'interaction avec les autres, **pour** créer la vie sociale. »



- Francisco Varela, *Le cercle créateur*, p.145

L'impression qu'il existe bel est bien un « je », un agent unifié,

viendrait donc d'une nécessité **sociale**



couplée à nos **capacités linguistiques narratives**.

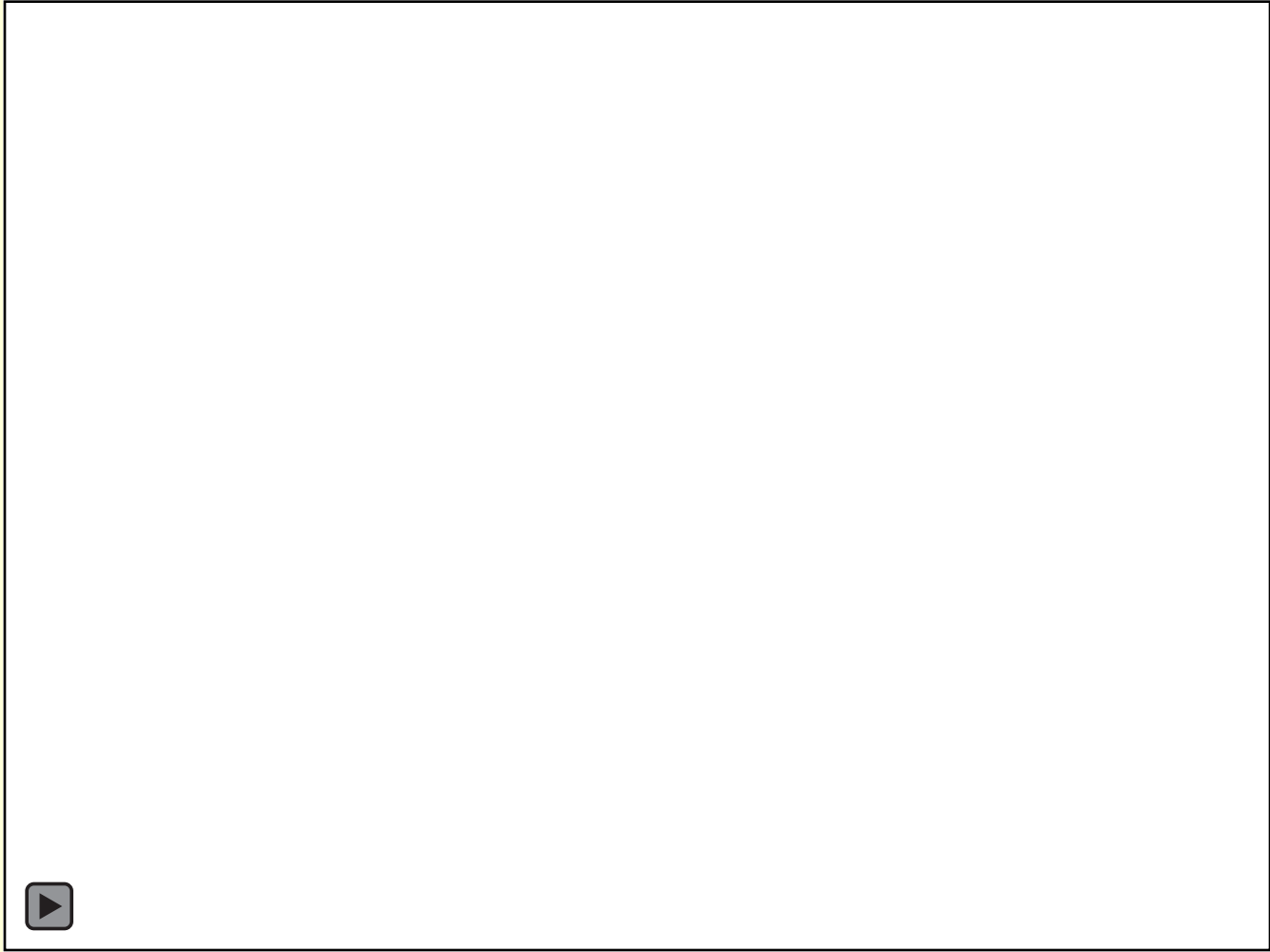
Autrement dit :

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

- Albert Jacquard



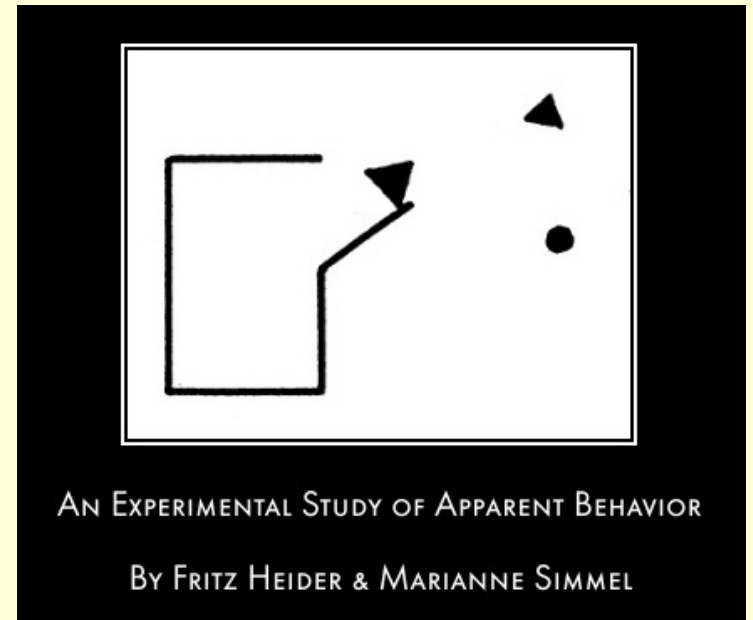
Donc encore en quelque sorte quelque chose que notre cerveau construit...



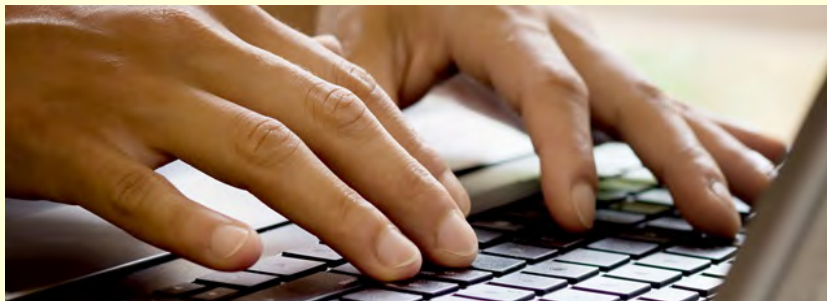
Nous sommes portés à attribuer  
**le statut d'agent,**

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.



Mais certaines **observations cliniques** montrent que ce sentiment semble quelque chose de **fabriqué** par le cerveau :

- Les patients souffrants d'une lésion cérébrale menant au **syndrome de la main étrangère** ont l'impression qu'une de leur main a sa propre volonté



- Les patients schizophrènes qui ont des **hallucinations auditives** attribuent leur voix intérieure à celle d'autres personnes et se plaignent ainsi « d'entendre des voix ».



Ce « **je** » ou ce « **moi** » qui nous définit est-il si stable que ça dans le temps ?

→ « l'illusion de la fin de l'Histoire »

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

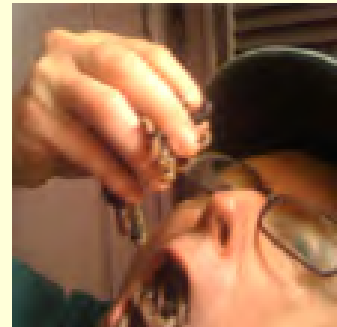
<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2013/01/07/serez-vous-la-meme-personne-dans-dix-ans/>

→ Des étudiants préalablement identifiés comme étant “conservateurs” ou “libéraux” étaient exposés soit à un contexte **neutre ou menaçant** (injustice, mort, etc.) avant de donner leur opinion sur un enjeu controversé. (avortement, etc.).

L'évocation d'une menace juste avant de se prononcer sur cet enjeu **pousse temporairement les étudiants autrement libéraux vers une posture plus conservatrice**.

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2011/08/08/quand-la-peur-nous-fait-reagir-en-conservateur/>

→ des **images repoussantes** amènent temporairement les sujets à **éviter la nouveauté**, un trait de caractère associé à la pensée conservatrice.



<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2012/01/23/e-degout-derriere-nos-choix-meme-politiques/>

Ce « **je** » ou ce « **moi** » qui nous définit est-il si stable que ça dans le temps ?

→ À l'inverse, favoriser expérimentalement le sentiment de **sécurité** amène des individus conservateurs à adopter des attitudes sociales **plus progressives**.

Par exemple, s'imaginer avoir un pouvoir magique qui rend **invulnérable aux douleurs physiques** rend plus socialement (mais pas économiquement) « liberal » et moins résistant au changement social (phénomène non observé quand on s' imagine juste être capable de voler).

**How to turn conservatives into liberals.**

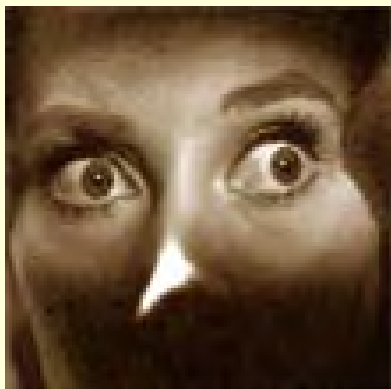
November 27, **2017**

[http://mindblog.dericbownds.net/2017/11/how-to-turn-conservatives-into-liberals.html?utm\\_source=feedburner&utm\\_medium=feed&utm\\_campaign=Feed%3A+Mindblog+%28MindBlog%29](http://mindblog.dericbownds.net/2017/11/how-to-turn-conservatives-into-liberals.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+Mindblog+%28MindBlog%29)

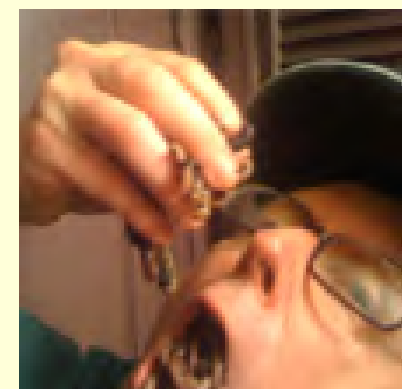




Certains pensent qu'on n'aurait pas UNE identité, mais un MULTITUDE de **micro-identités**, une **succession de configurations changeantes**,



qui surgissent et se dissipent en réponse à différentes « **affordances** » sociales ou qui suscitent des **émotions particulières**.



Considérant tout cela, la question de savoir si l'on est libre ou pas devient plus une question de degrés,

c'est-à-dire que différents individus pourraient être plus ou moins libre ou déterminés...



Cette idée est intéressante car elle sous-tend ce qu'on pourrait appeler la « conquête de degrés de liberté »,

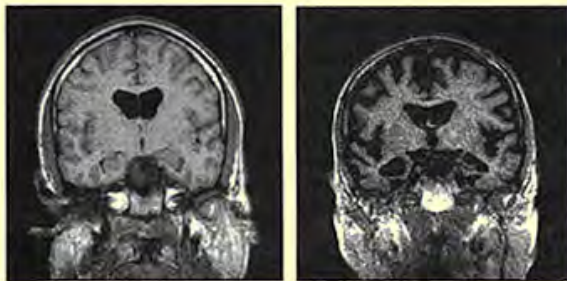
un détournement de nos déterminisme à notre avantage par leur compréhension.

Mais elle nécessite de **sortir de la dichotomie « liberté / déterminisme »**

pour aller vers de nouveaux concepts qui auraient à la fois des affinités avec les neurosciences et avec la notion de responsabilité.

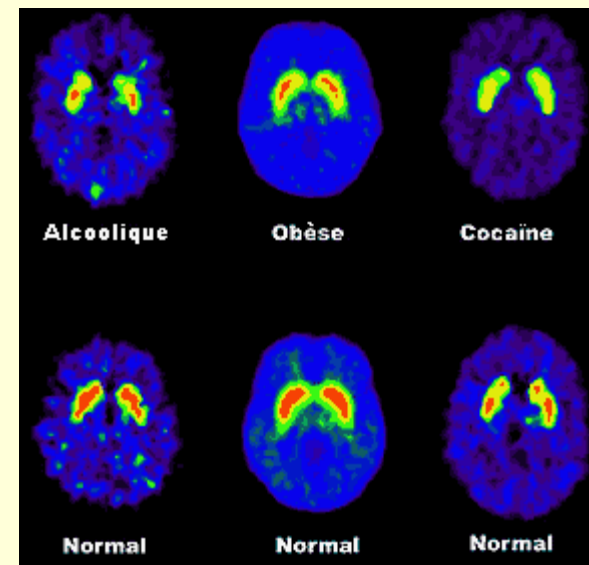


La philosophe des neurosciences Patricia Churchland propose de **distinguer un cerveau en contrôle** d'un cerveau qui a moins ou plus du tout de contrôle.



Cerveau sain

Cerveau à un stade avancé d'Alzheimer





Le psychologue Roy Baumeister suggère pour sa part qu'au lieu de parler **d'actes volontaires librement choisis**,

nous parlions simplement de :

1- **mécanismes d'autorégulation** et

2- **d'aptitudes au choix rationnel**

envers des options plus ou moins automatiques que génère notre cerveau (avec notre « système 1 »).



## 1- L'autorégulation

- ce qui permet de substituer un comportement à un autre en fonction d'une situation donnée
- autrement dit, **inhiber** une réponse spontanée du « système 1 » pour y substituer une réponse plus raisonnée du « système 2 »

## 2- L'aptitudes au choix rationnel

c'est donc d'abord apprendre à utiliser les **capacités d'autorégulation** et **d'inhibition** de son cortex préfrontal.

- cela permet par la suite d'évaluer, grâce au **raisonnement logique**, les suites possibles de l'action
- implique la capacité de **simuler** à l'avance les conséquences de l'action
- souvent en fonction d'un calcul **coût-bénéfice**





Plans généraux  
du système nerveux  
provenant de nos gènes

D



Influence de  
l'environnement

D



Cerveau unique à l'origine  
de tous les comportements  
d'un individu

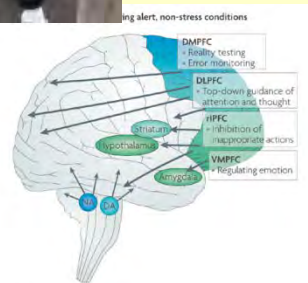
Situation  
particulière

D

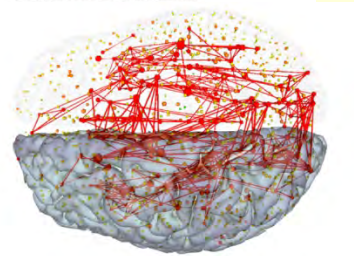


Comportement  
particulier

d



b Amygdala control during stress conditions





Cependant, ces processus peuvent **se heurter à des limitations cognitives** importantes :

- choix rationnel : est relatif à la possession de certaines **compétences** (maîtrise du langage, des raisonnements logiques, etc.)
- L'autorégulation : opère **en utilisant des ressources cognitives limitées**

Et donc pourraient devenir plus difficile pour les **gens tout en bas du spectre socioéconomique** pour qui les contraintes de la vie matérielle sont plus difficiles.



A. Mani *et al.*, Poverty impedes cognitive function,  
**Science**, vol. 341, pp. 976-980, 30 août 2013.

## La pauvreté, c'est mentalement fatigant

<http://www.lesoir.be/308147/article/actualite/sciences-et-sante/2013-08-29/pauvrete-c-est-mentalement-fatigant>

Les efforts requis pour faire face à des problèmes matériels de base **épuisent les capacités mentales des personnes pauvres**, leur laissant peu d'énergie cognitive pour se consacrer à leur formation ou leur éducation.

### How Poverty Changes the Brain (2017)

[https://www.theatlantic.com/education/archive/2017/04/can-brain-science-pull-families-out-of-poverty/523479/?utm\\_source=fbb](https://www.theatlantic.com/education/archive/2017/04/can-brain-science-pull-families-out-of-poverty/523479/?utm_source=fbb)

"When a person lives in poverty, a growing body of research suggests the **limbic system is constantly sending fear and stress messages to the prefrontal cortex**, which overloads its ability to solve problems, set goals, and complete tasks in the most efficient ways."

→ La pauvreté augmentant l'anxiété qui nuit à la **prise de décision**,

celle-ci est plus facilement **biaisée** par des stimuli environnementaux **saillants** au détriment des choix flexibles découlant de processus « top down ».

Bref, on se fait plus facilement influencer par des choses comme la **publicité** (celle de la malbouffe, par exemple).



**Anxiety Evokes Hypofrontality and Disrupts Rule-Relevant Encoding by Dorsomedial Prefrontal Cortex Neurons**  
Junchol Park et al., *The Journal of Neuroscience*, 16 March 2016.  
<http://www.jneurosci.org/content/36/11/3322.abstract>

**Les causes structurelles de la pauvreté** pourraient donc rendre moins libres certains individus...

## DEVINEZ À QUOI COUILLARD A DÉCIDÉ DE S'ATTAQUER...

3,5 milliards \$



PERTES DUES À  
L'ÉVASION FISCALE  
(par année)

86 millions \$

PERTES À  
L'AIDE SOCIALE  
(par année)

Sources : Revenu Québec et La Presse, 4 oct. 2014, «Le BS à Punta Cana»

Publié le 10 novembre 2015 à 16h52 | Mis à jour à 22h38

## Québec coupe les vivres aux nouveaux assistés sociaux aptes à l'emploi



## Paradis fiscaux Les «Panama papers» ébranlent la planète

4 avril 2016

<http://www.ledevoir.com/international/actualites-internationales/467197/panama-papers>

## Affaire KPMG : le fisc offre une amnistie secrète aux multimillionnaires

8 mars 2016

<http://ici.radio-canada.ca/nouvelles/societe/2016/03/08/001-agence-revenu-canada-millionnaires-paradis-fiscaux.shtml?isAutoPlay=1>

É

Alain  
Deneault

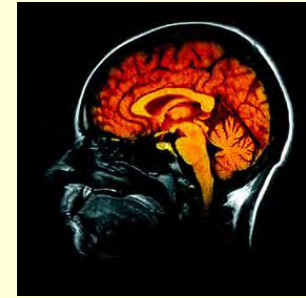
## UNE ESCROQUERIE LÉGALISÉE

Précis sur les  
« paradis fiscaux »

écosociété



En guise de  
conclusion



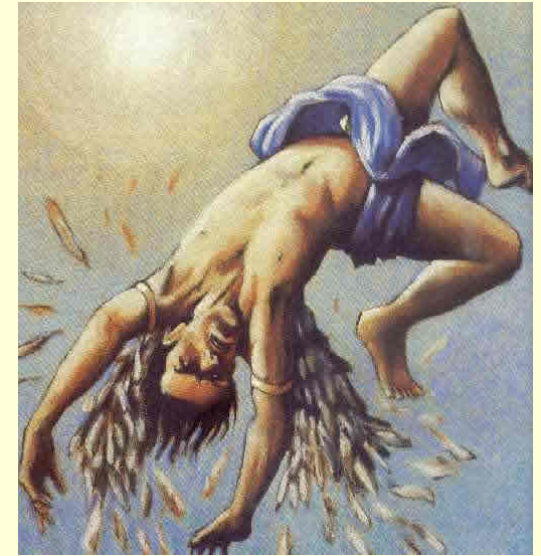
Les neurosciences ne peuvent peut-être pas nous rendre plus libres, mais peut-être plus attentifs à toutes ces « **décisions par défaut** » que prend constamment notre cerveau.

Et peut-être pourra-t-on exercer alors  
un **meilleur contrôle sur nous-mêmes**

et ainsi conquérir quelques petits **degrés de liberté...**

Ce qui rejoint Henri Laborit qui écrivait dans *l'Éloge de la fuite* :

« Tant que l'on a ignoré les lois de la gravitation, l'Homme a cru qu'il pouvait être libre de voler. Mais comme Icare il s'est écrasé au sol.



Lorsque les lois de la gravitation ont été connues, l'Homme a pu aller sur la lune.

Ce faisant, il ne s'est pas libéré des lois de la gravitation mais il a pu les utiliser à son avantage. »





*John Dylan Haynes, lors d'un déplacement en avion pour aller donner une conférence...*



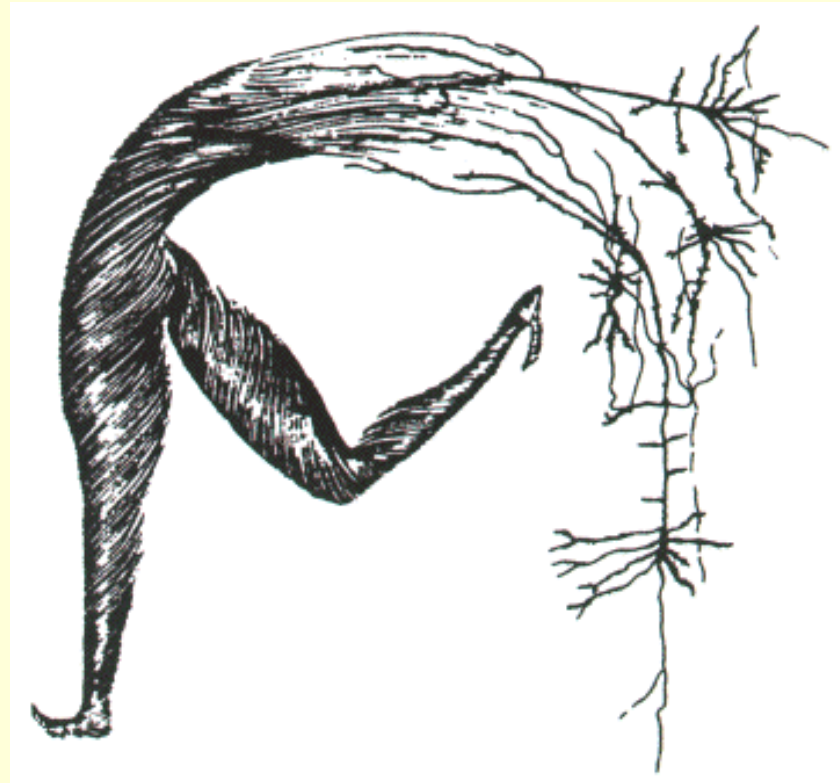
“Soudainement j’ai eu cette vision d’un univers entièrement déterminé et de ma place dans cet univers avec tous ces moments où on a l’impression de prendre des décisions qui ne seraient au fond qu’une chaîne de réactions causales.

La problème, c’est que dès qu’on se remet à interpréter le comportement des gens dans nos activités de tous les jours, ça nous est virtuellement impossible de conserver cette vision déterministe des choses...”



Bref, il semble  
que nous soyons  
condamnés  
à « **faire comme si** »  
on était libre...

;-)







A photograph of a wooden table with a puzzle. The puzzle is mostly assembled, showing a cityscape with buildings and trees. Some puzzle pieces are scattered on the table around the main assembly. The text is overlaid on a semi-transparent yellow box.

**« We have not succeeded in answering all our problems—indeed we sometimes feel we have not completely answered any of them.**

**The answers we have found have only served to raise a whole set of new questions.**

**In some ways we feel that we are as confused as ever, but we think we are confused on a higher level and about more important things.”**

**– Katz et Rosenzweig**