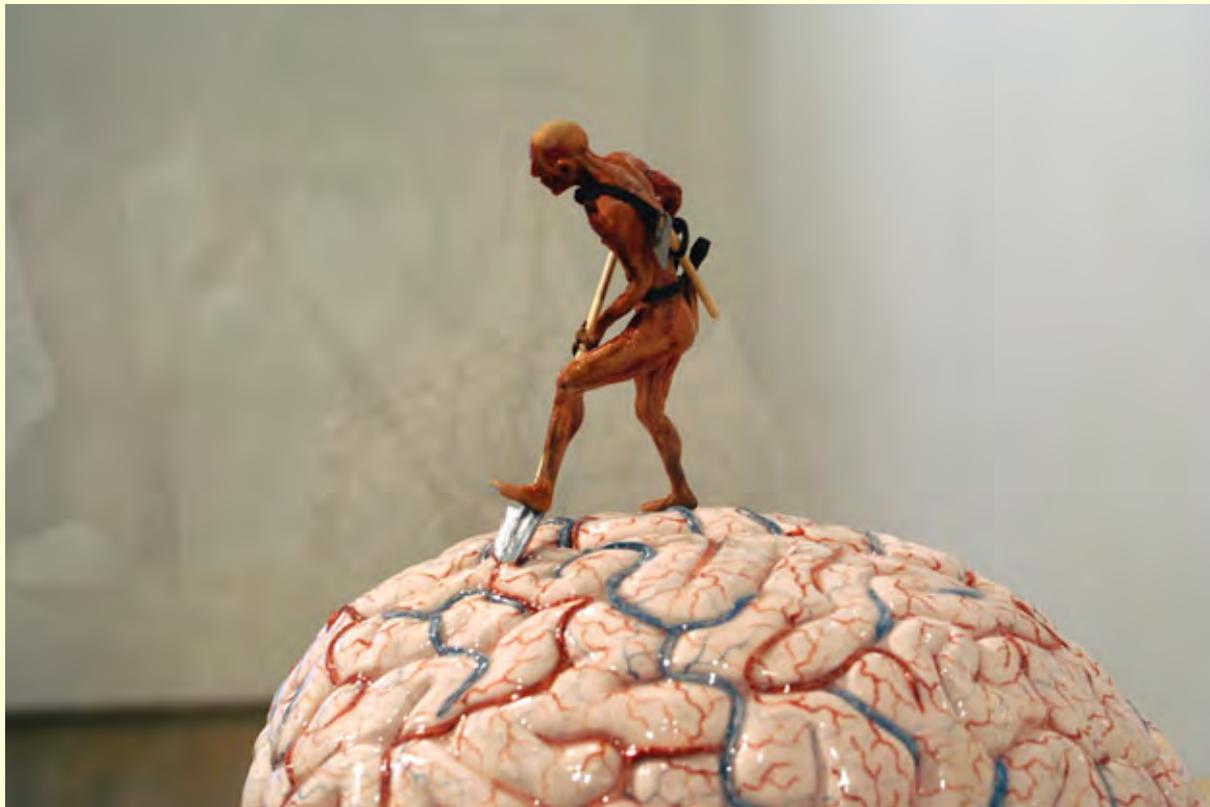


# École des profs



**16 mars 2016**

13h à 16h



# LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Un site web interactif sur le cerveau et les comportements humains

● Visite guidée

● Plan du site

● Diffusion

● Présentations

● Nouveautés

● English

## Principes fondamentaux



### Du simple au complexe

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



### Le bricolage de l'évolution

- ✦ Notre héritage évolutif

### Le développement de nos facultés

- ✦ De l'embryon à la morale



### Le plaisir et la douleur

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



### Les détecteurs sensoriels

- ✦ La vision



### Le corps en mouvement

- ✦ Produire un mouvement volontaire

## Fonctions complexes



### Au coeur de la mémoire

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



### Que d'émotions

- ✦ Peur, anxiété et angoisse



### De la pensée au langage

- ✦ Communiquer avec des mots



### Dormir, rêver...

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



### L'émergence de la conscience

- ✦ Le sentiment d'être soi

## Dysfonctions



### Les troubles de l'esprit

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

## Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Chercher dans le blogue

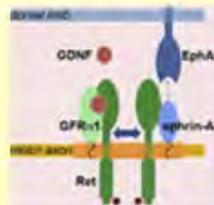
Envoyer

Catégories

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

Lundi, 13 février 2012

### Des protéines qui guident le câblage cérébral



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

## Instituts de recherche en santé du Canada

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

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

# LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Retour à l'accueil

## Niveau d'explication

Débutant  
Intermédiaire  
Avancé

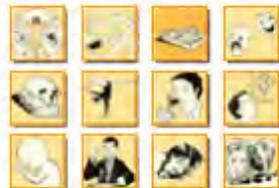


## Niveau d'organisation

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

### Thème

#### Le plaisir et la douleur



### Sous-thème

La quête du plaisir

Les paradis artificiels

L'évitement de la douleur

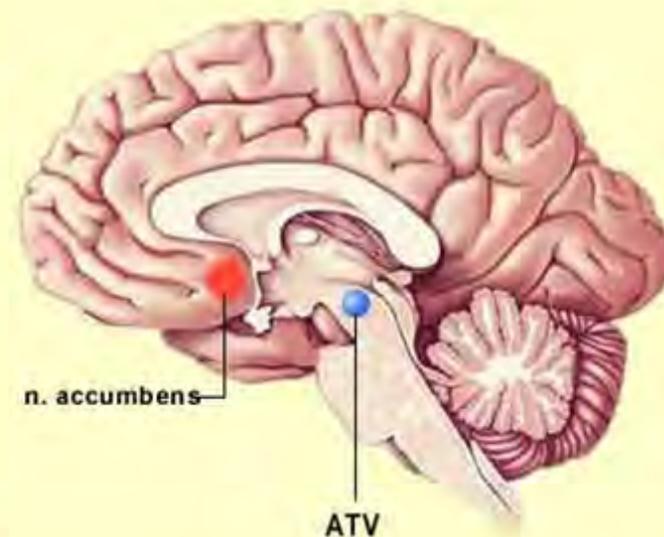


Un stimulus sensoriel qui n'apporte ni récompense ni punition est rapidement ignoré et oublié. C'est le phénomène de l'habituation qui nous fait oublier le contact de nos vêtements avec notre peau ou le tic tac de l'horloge du bureau.

## LES CENTRES DU PLAISIR

1

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



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

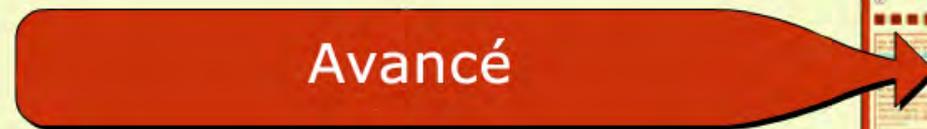
**L'aire tegmentale ventrale (ATV)**, un groupe de neurones situés en plein centre du cerveau, est particulièrement importante dans ce circuit. Elle reçoit de l'information de plusieurs autres régions qui l'informent du niveau de satisfaction des besoins fondamentaux ou plus spécifiquement humains.

# 3 niveaux d'explication

**Niveau d'explication**

Débutant  
Intermédiaire  
Avancé

◀ ◻ ▶



**LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!**

**Titre:** LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!  
**Thème:** LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!  
**Matériel:** Carte interactive

**LES DIFFÉRENCES DU CERVEAU**



Le cerveau est un organe complexe qui permet à l'être humain de penser, de sentir, de ressentir et d'agir. Il est composé de milliards de neurones qui communiquent entre eux pour produire des pensées, des émotions et des actions.

Le cerveau est divisé en deux hémisphères, le gauche et le droit, qui sont spécialisés dans différentes fonctions. Le hémisphère gauche est responsable de la parole, de la lecture et du calcul, tandis que le hémisphère droit est responsable de la créativité, de l'émotion et de la perception spatiale.

Le cerveau est également divisé en plusieurs régions, chacune avec ses propres fonctions. Les régions principales sont le cortex, le tronc cérébral et le cervelet.

**LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!**

**Titre:** LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!  
**Thème:** LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!  
**Matériel:** Carte interactive

**LES DIFFÉRENCES DU CERVEAU**



Le cerveau est un organe complexe qui permet à l'être humain de penser, de sentir, de ressentir et d'agir. Il est composé de milliards de neurones qui communiquent entre eux pour produire des pensées, des émotions et des actions.

Le cerveau est divisé en deux hémisphères, le gauche et le droit, qui sont spécialisés dans différentes fonctions. Le hémisphère gauche est responsable de la parole, de la lecture et du calcul, tandis que le hémisphère droit est responsable de la créativité, de l'émotion et de la perception spatiale.

Le cerveau est également divisé en plusieurs régions, chacune avec ses propres fonctions. Les régions principales sont le cortex, le tronc cérébral et le cervelet.

**LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!**

**Titre:** LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!  
**Thème:** LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!  
**Matériel:** Carte interactive

**LES DIFFÉRENCES DU CERVEAU**



Le cerveau est un organe complexe qui permet à l'être humain de penser, de sentir, de ressentir et d'agir. Il est composé de milliards de neurones qui communiquent entre eux pour produire des pensées, des émotions et des actions.

Le cerveau est divisé en deux hémisphères, le gauche et le droit, qui sont spécialisés dans différentes fonctions. Le hémisphère gauche est responsable de la parole, de la lecture et du calcul, tandis que le hémisphère droit est responsable de la créativité, de l'émotion et de la perception spatiale.

Le cerveau est également divisé en plusieurs régions, chacune avec ses propres fonctions. Les régions principales sont le cortex, le tronc cérébral et le cervelet.

# LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Retour à l'accueil

## Niveau d'explication

Débutant  
Intermédiaire  
Avancé

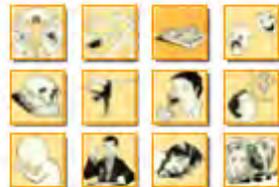


## Niveau d'organisation

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

### Thème

#### Le plaisir et la douleur



### Sous-thème

La quête du plaisir

Les paradis artificiels

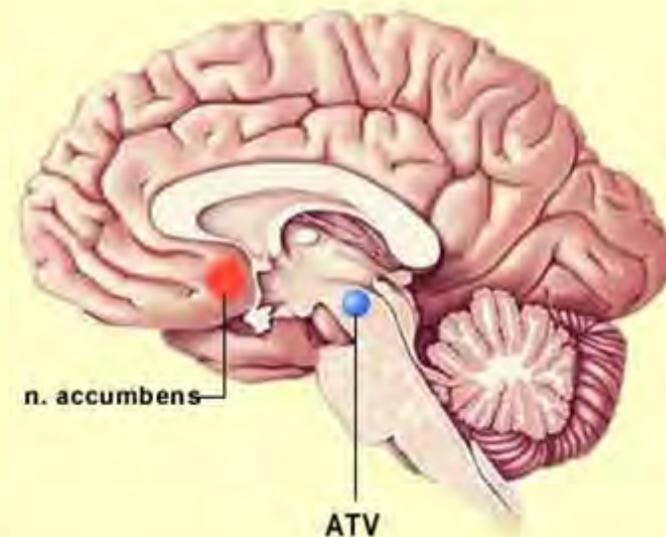
L'évitement de la douleur



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.

# 5 niveaux d'organisation





# L'apport des neurosciences... à tous les niveaux !

**Cours 1:** A- Multidisciplinarité des sciences cognitives  
B- **D'où venons-nous ?**

**Cours 2:** A- Modèles scientifiques et théorie du neurone  
B- Mise à jour de la théorie du **neurone**

**Cours 3:** A- Évolution de nos **mémoires** et rôle de l'hippocampe  
B- Apprendre à associer, de la liste d'épicerie aux championnats de mémoire

**Cours 4 :** A- Cartographier notre connectome à différentes échelles  
B- Imagerie cérébrale et **réseaux** fonctionnels

**Cours 5 :** A- Des réseaux qui **oscillent** à l'échelle du cerveau entier  
B- Éveil, sommeil et rêve

**Cours 6 :** A- Les « **fonctions supérieures** » : l'exemple de la lecture  
B- les concepts, les analogies, l'attention, conscience

**Cours 7 :** A- La cognition située dans un « **corps-cerveau-environnement** »  
B- Exemples de modèles de cognition incarnée

**Cours 8 :** A- Quelques grandes questions à la lumière des sciences cognitives  
B- Vers une **neuropédagogie** ?



Moléculaire



Cellulaire



Cérébral



Individu

Psychologie

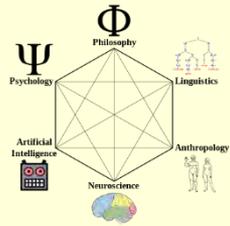
Corps



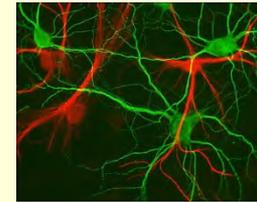
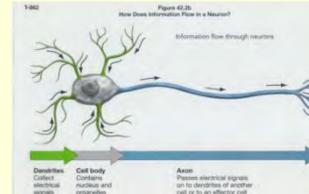
Social

# L'apport des neurosciences... à tous les niveaux !

Cours 1 :



Cours 2 :



Moléculaire



Cellulaire



Cérébral



Individu

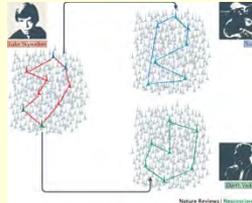
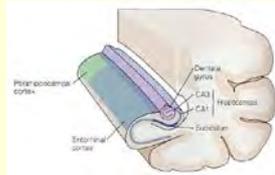
Psychologie

Corps

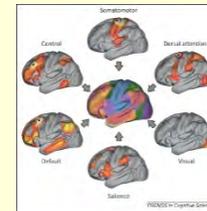


Social

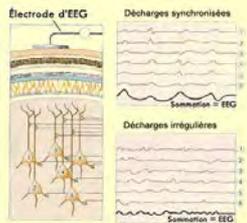
Cours 3 :



Cours 4 :



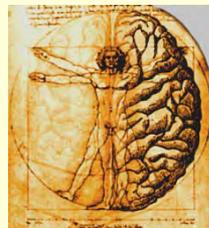
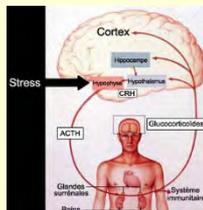
Cours 5 :



Cours 6 :



Cours 7 :



Cours 8 :



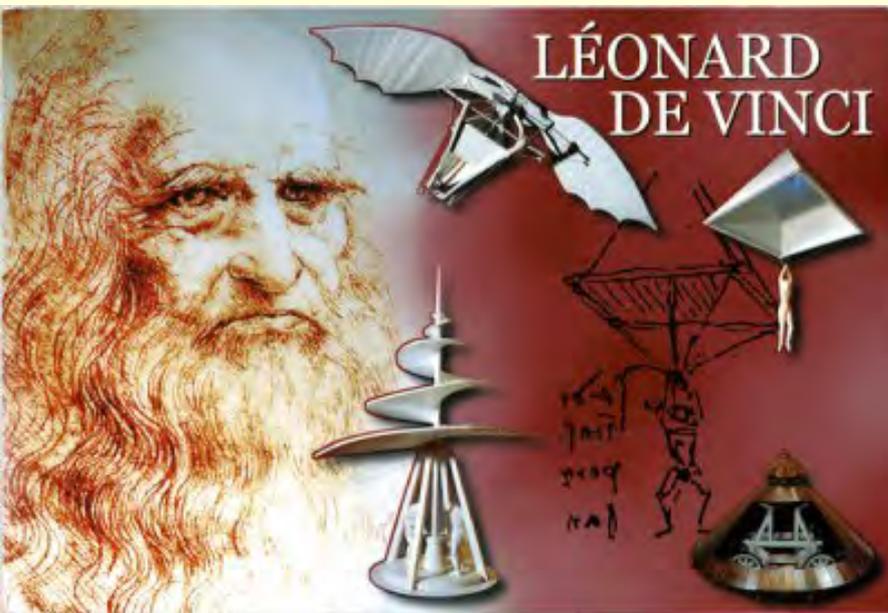
# Plan :

- I- Esquisse de l'histoire des sciences cognitives depuis un siècle
- II- D'où vient le cerveau humain ?
- III- Communication, intégration et plasticité neuronale
- IV- Nos mémoires
- V- Cartographier nos réseaux de neurones
- VI- Le cerveau dynamique : oscillations et synchronisations
- VII- Attention et perception
- VIII- Catégorisation et analogie
- IX- Inconscient cognitif, langage et libre arbitre
- X- Cognition incarnée



En guise d'intro :

Esquisse de l'histoire des sciences cognitives depuis un siècle



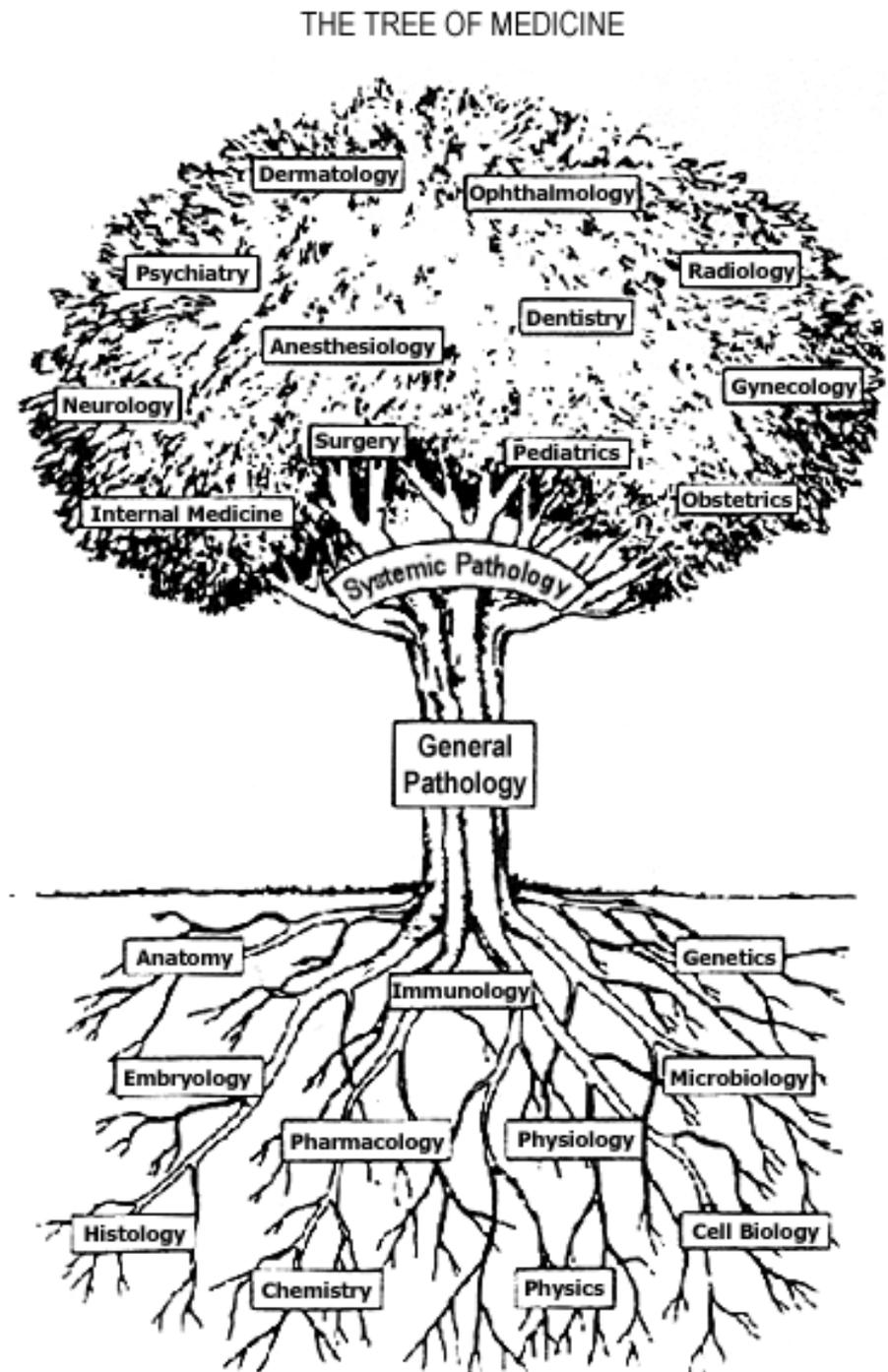
La figure du « **savant universel** » :

**Léonard de Vinci (1452 - 1519)**

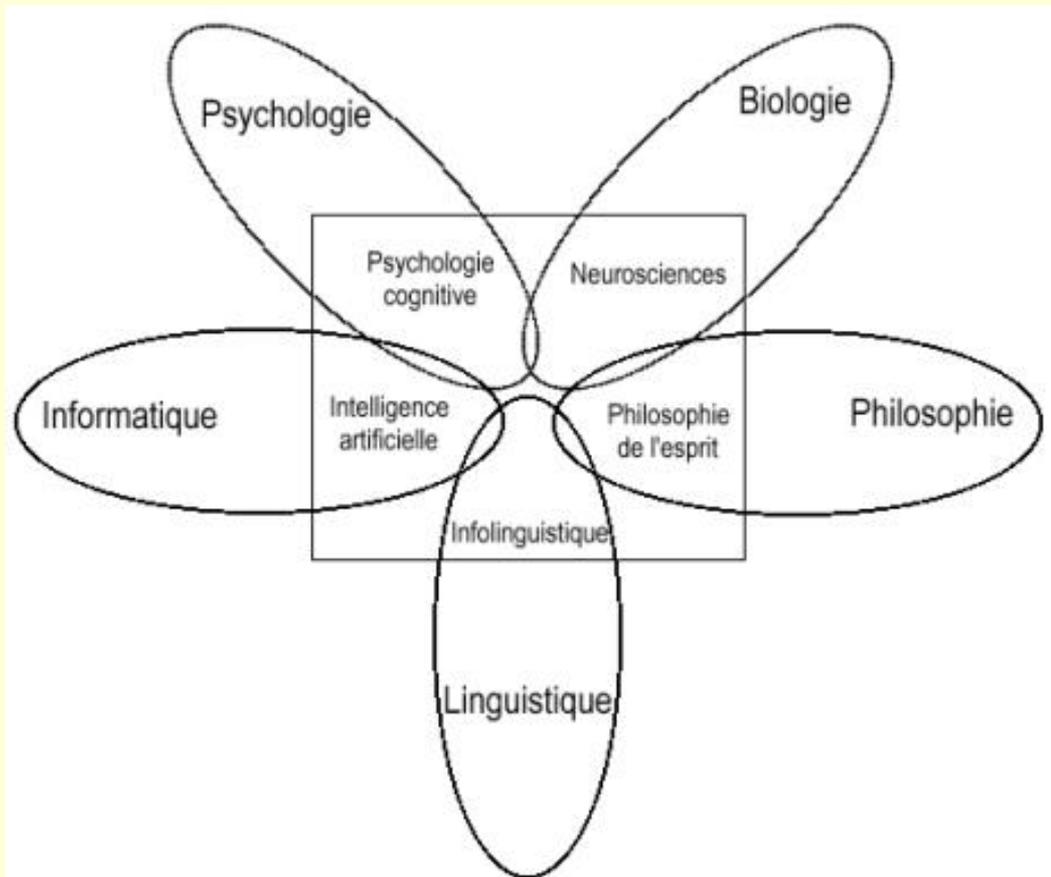
Peintre, sculpteur, orfèvre, musicien, architecte, physicien, astronome, géologue, géomètre, anatomiste, botaniste, alchimiste, inventeur visionnaire, ingénieur mécanicien, militaire, horloger, urbaniste, etc.

Puis, avec le **XXe siècle**, les disciplines scientifiques deviennent de plus en plus **spécialisées**.

Et le « **spécialiste** » devient synonyme de bon scientifique...

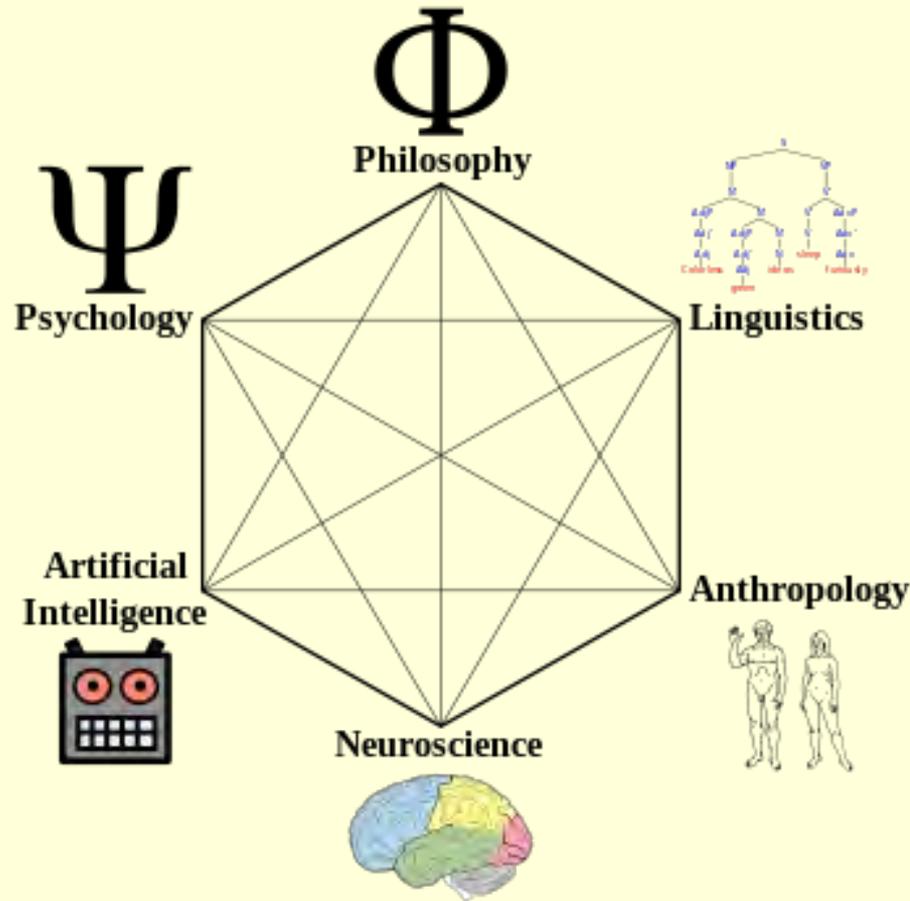


Si bien que différentes disciplines s'intéressant toutes à certaines facettes de l'esprit humain se sont développée chacune de leur côté...



...jusqu'à ce que, **à partir de la fin des années 1970**, elle comprennent qu'elles s'intéressaient toutes au même objet et avaient avantage à se parler...

Et c'est ainsi que vont se constituer les « **sciences cognitives** »,



Sauf que  
ce n'était pas  
facile pour  
autant...

un ensemble de disciplines qui cherchent à comprendre ensemble les processus de notre **pensée** permettant la **connaissance**.

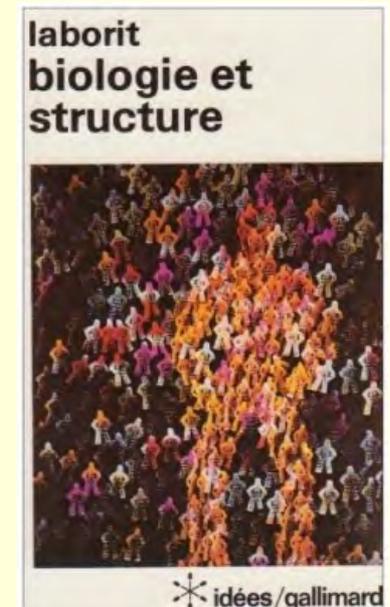
«Au début des années 70, on a formé des équipes, des « teams ». On réunissait dans une même salle un neurophysiologiste, un biochimiste, un pharmacologue, un psychiatre et un philosophe. Mais comme **les uns ne comprenaient rien au langage des autres, ils dessinaient des femmes à poil, des voiliers, des voitures de course durant les interventions des autres.** »



- Henri Laborit (1914-1995), pionnier des sciences cognitives

Laborit recommandait déjà à ses collaborateurs dans les années 1960 de **s'initier au langage des autres disciplines, non pas pour leur technique** – cela demande des années, voire une vie – mais à leurs **concepts**, afin d'échapper aux limites conceptuelles de leur propre domaine.

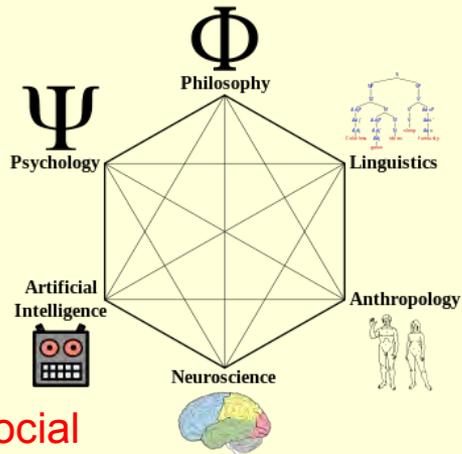
Il disait qu'on pouvait être « **mono-techniciens** » mais il fallait aussi essayer d'être « **poly-conceptualistes** ».



1968

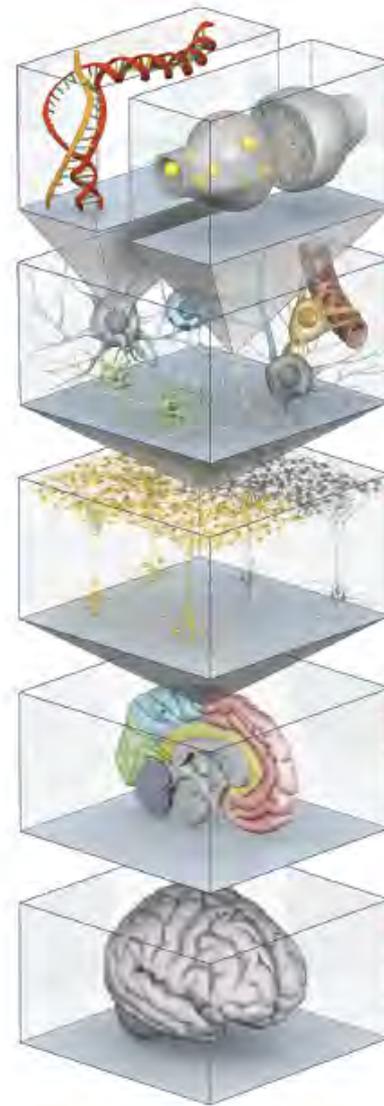
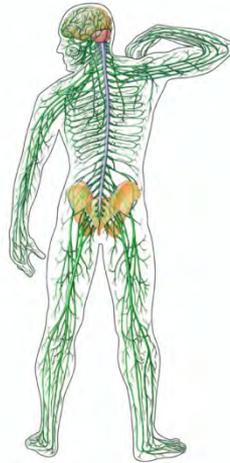
Parce qu'il y en a des **techniques** pour comprendre tous ces niveaux d'organisation...

...et il y en a des **concepts** dans chacune de ces disciplines !



**Social**  
(corps-cerveau-  
environnement)

**De l'individu**  
(corps-cerveau)



**Molecular**

A century of research, beginning with the first inspection of a brain cell under a microscope, would translate into a digital facsimile that combines component molecular parts to assemble a cell that demonstrates the essential properties of a neuron—the transmission of electrical and chemical signals.

**Cellular**

A brain-in-a-box simulation will have to capture every detail of neurons and nonneuronal glial cells, including the exact geometric shapes of the dendrites and axons that receive and send information.

**Circuits**

A model of the neural connections between different brain areas and among neighboring cells may furnish clues to the origins of complex brain diseases such as autism and schizophrenia.

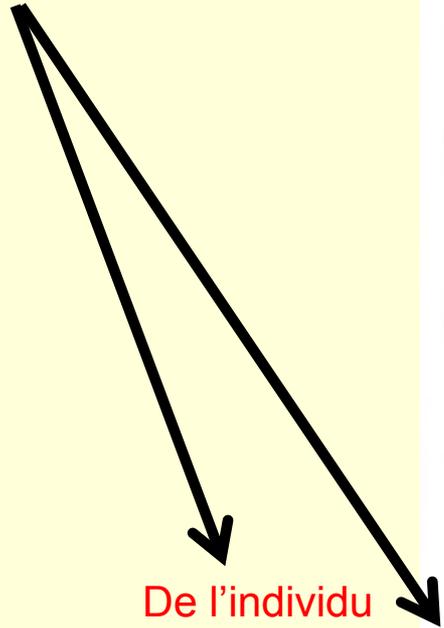
**Regions**

Major neural substructures—the amygdala (emotions), the hippocampus (memory), the frontal lobes (executive control)—can be inspected alone or as they interact with one another.

**Whole Organ**

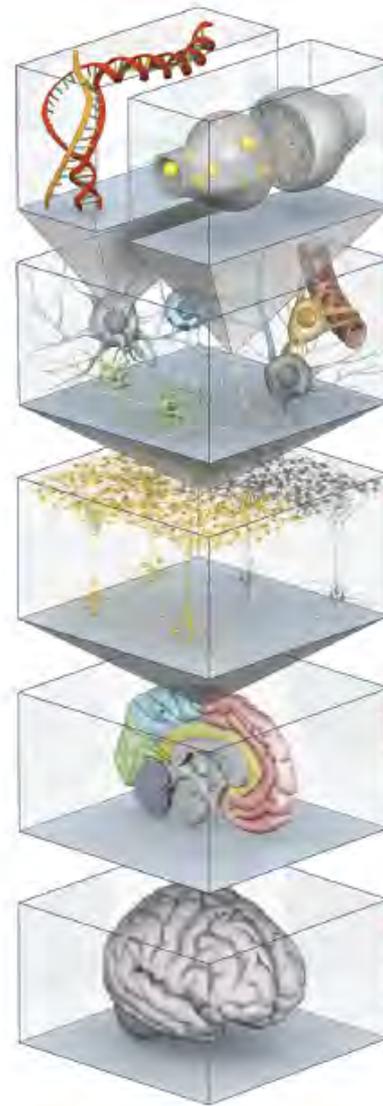
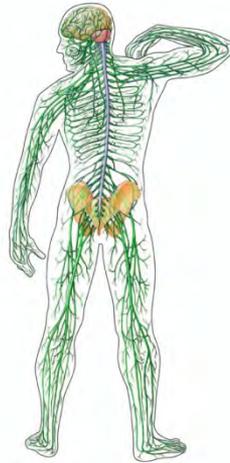
An in silico brain might substitute for the actual organ. By removing the computer code for a "gene," the virtual system can, for instance, mimic the effects of a mutation, as scientists do today by "knocking out" a gene in mice. The tool would avoid the lengthy breeding process and could simulate a multitude of experimental conditions.

Par exemple, entre le niveau  
cérébral et le niveau  
individuel subjectif...



**Social**  
(corps-cerveau-  
environnement)

**De l'individu**  
(corps-cerveau)



**Molecular**

A century of research, beginning with the first inspection of a brain cell under a microscope, would translate into a digital facsimile that combines component molecular parts to assemble a cell that demonstrates the essential properties of a neuron—the transmission of electrical and chemical signals.

**Cellular**

A brain-in-a-box simulation will have to capture every detail of neurons and nonneuronal glial cells, including the exact geometric shapes of the dendrites and axons that receive and send information.

**Circuits**

A model of the neural connections between different brain areas and among neighboring cells may furnish clues to the origins of complex brain diseases such as autism and schizophrenia.

**Regions**

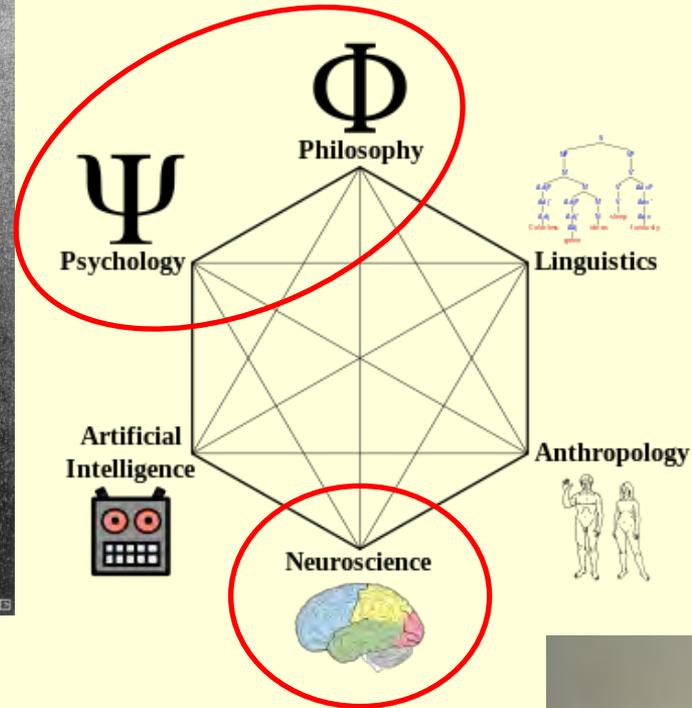
Major neural substructures—the amygdala (emotions), the hippocampus (memory), the frontal lobes (executive control)—can be inspected alone or as they interact with one another.

**Whole Organ**

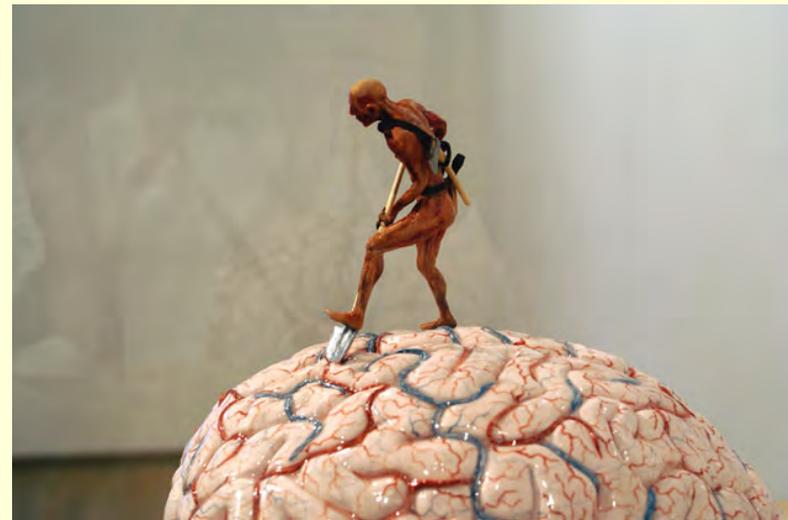
An in silico brain might substitute for the actual organ. By removing the computer code for a “gene,” the virtual system can, for instance, mimic the effects of a mutation, as scientists do today by “knocking out” a gene in mice. The tool would avoid the lengthy breeding process and could simulate a multitude of experimental conditions.



Approche « subjective »  
ou à la 1<sup>ère</sup> personne



Approche « objective »  
ou à la 3<sup>e</sup> personne



Plusieurs **grandes théories** ou « **paradigmes** »  
se sont succédés pour tenter depuis un siècle  
d'expliquer ce rapport entre la 1<sup>ère</sup> et la 3<sup>e</sup> personne,  
entre pensée et cerveau...

...et ont des noms charmants (!) comme :

- Structuralisme
- Behaviorisme
- Cognitivism
- Connexionnisme
- Cognition incarnée

XIX<sup>e</sup> et début du XX<sup>e</sup> siècle :

La tradition du **structuralisme** en psychologie

qui utilise l'introspection pour tenter de décrire les composantes élémentaires de l'esprit humain.



Le groupe de recherche de Wilhelm Wundt en 1880.

Une perception sensorielle reposait par exemple pour eux sur la structure des associations qu'on pouvait faire entre de nombreuses sensations (d'où le nom de “structuralisme”).

Cette approche fut critiquée pour la difficulté de vérifier expérimentalement ces démarches introspectives qui était très variables d'un laboratoire à l'autre.

À partir des années 1920...

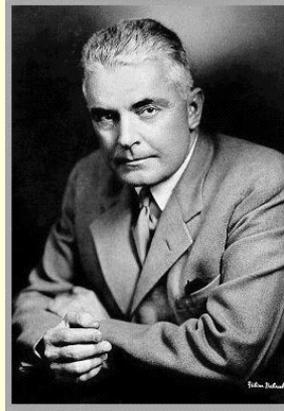
## Behaviorisme



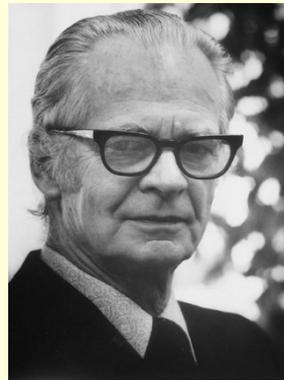
Cerveau = "boîte noire" = ce qui s'y passe est, par nature, méthodologiquement inaccessible et inobservable.

On s'intéresse donc seulement aux **stimuli** qui s'exercent sur l'organisme et les **réponses** que donne cet organisme.

Centré sur l'influence de l'environnement sur nos processus mentaux.



J. B. Watson



B.F. Skinner

# Conditionnement classique



Ivan Pavlov

Par conséquent, un de leur **champ de recherche favori** était **l'apprentissage associatif**.

# Conditionnement classique

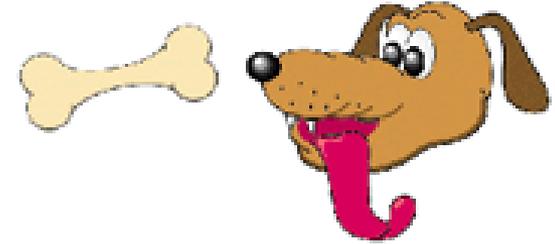


Ivan Pavlov

Avant le conditionnement

**Os**

**Salivation**



**Cloche**

**Aucune  
réponse**



Pendant le conditionnement

**Cloche  
+  
Os**

**Salivation**



Après le conditionnement

**Cloche**

**Salivation**

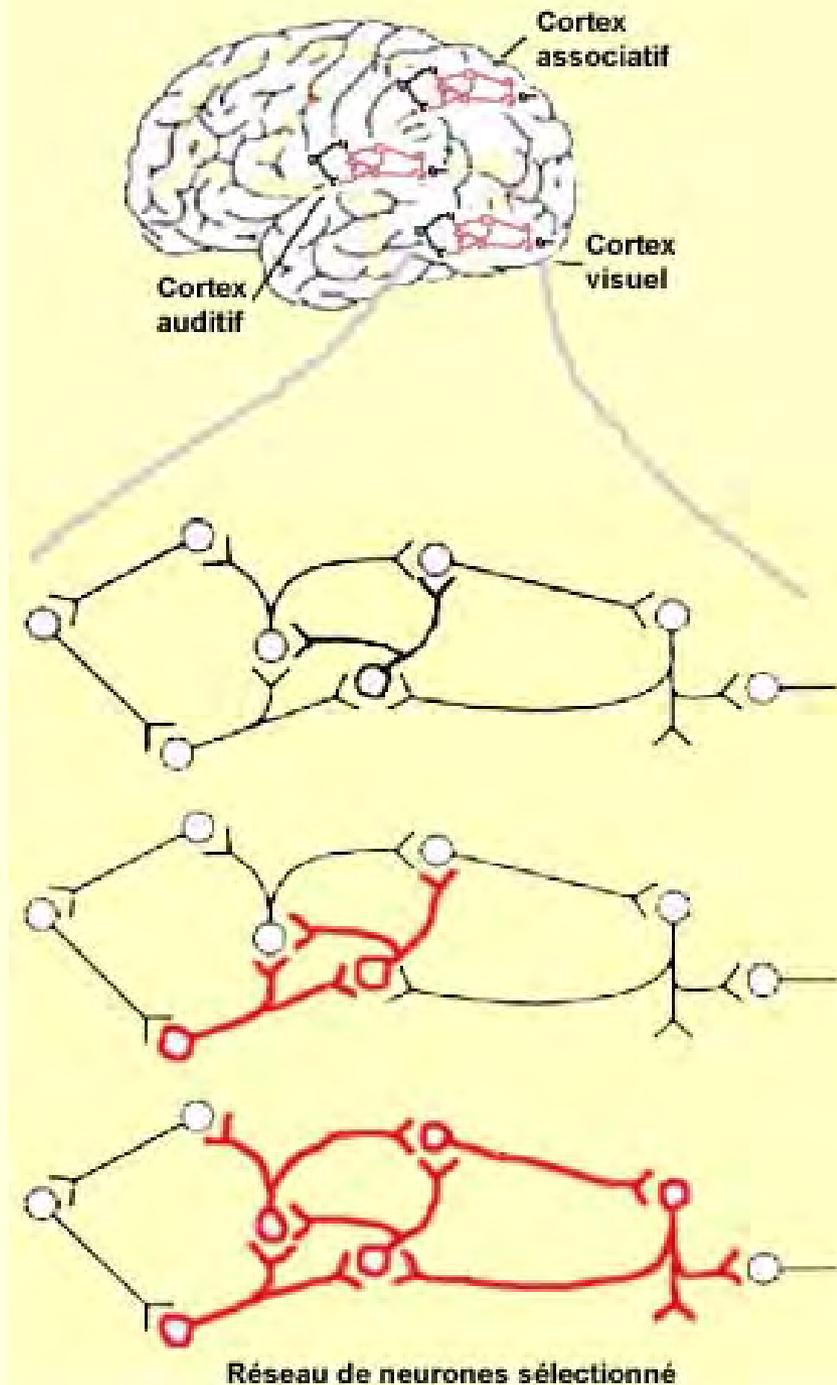


Ce n'est que beaucoup plus tard,

avec l'intuition de **Donald Hebb** dans les années **1950**, puis dans les années **1970** avec l'avènement des **neurosciences**,

que l'on va commencer à comprendre le substrat neuronal de ces apprentissages associatifs,

avec la formation de réseaux de **neurones** dont les connexions vont se renforcer, etc.



Mais si on revient aux behavioristes, ils refusent toute spéculation sur des états mentaux et bannissent des sujets d'étude comme **la pensée, l'esprit, la conscience ou l'imagination**, et des constructions hypothétiques comme **les symboles, les idées ou les schémas**.

Ça fait beaucoup dans la poubelle...

D'où cette blague de ses détracteurs qui faisaient remarquer qu'un behavioriste qui en rencontre un autre n'aurait pas d'autres choix que de lui dire :

« Vous semblez aller bien aujourd'hui !  
Et moi, comment vais-je ? » ...

Un peu plus tard, vers le milieu du XX<sup>e</sup> siècle se développe la **linguistique**, discipline scientifique consacré à l'une de nos capacités mentales les plus sophistiquées, **le langage**.

Une des critiques les plus sévères du béhaviorisme va venir du linguiste **Noam Chomsky** qui, en **1959**, affirme que « vouloir étendre le modèle béhavioriste de l'apprentissage à la linguistique est **sans espoir**. »

Pour lui, nos compétences linguistiques ne peuvent être expliquées sans admettre que les êtres humains possèdent un répertoire important de **structures cognitives complexes** qui président à l'usage du langage.



## Cognitivism

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



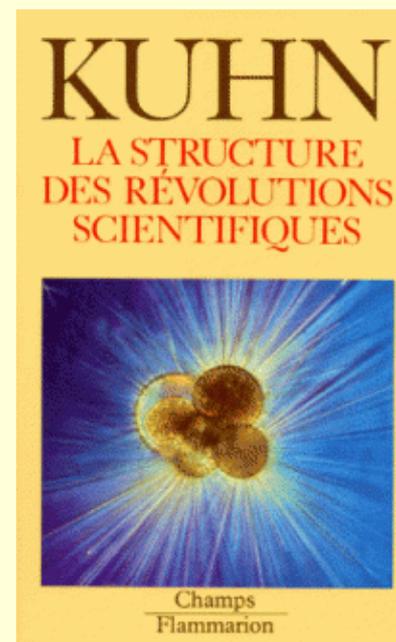
Considère à nouveau l'esprit qu'il compare à un ordinateur.

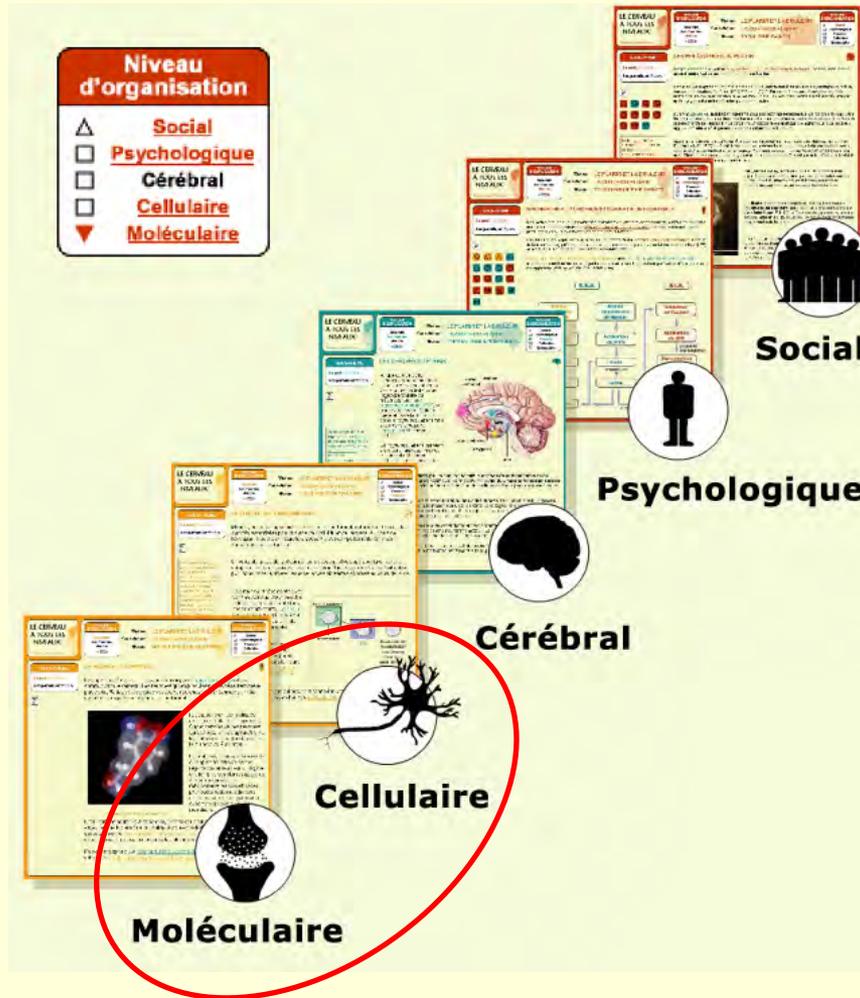
Ici, la cognition c'est le traitement de l'information :

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

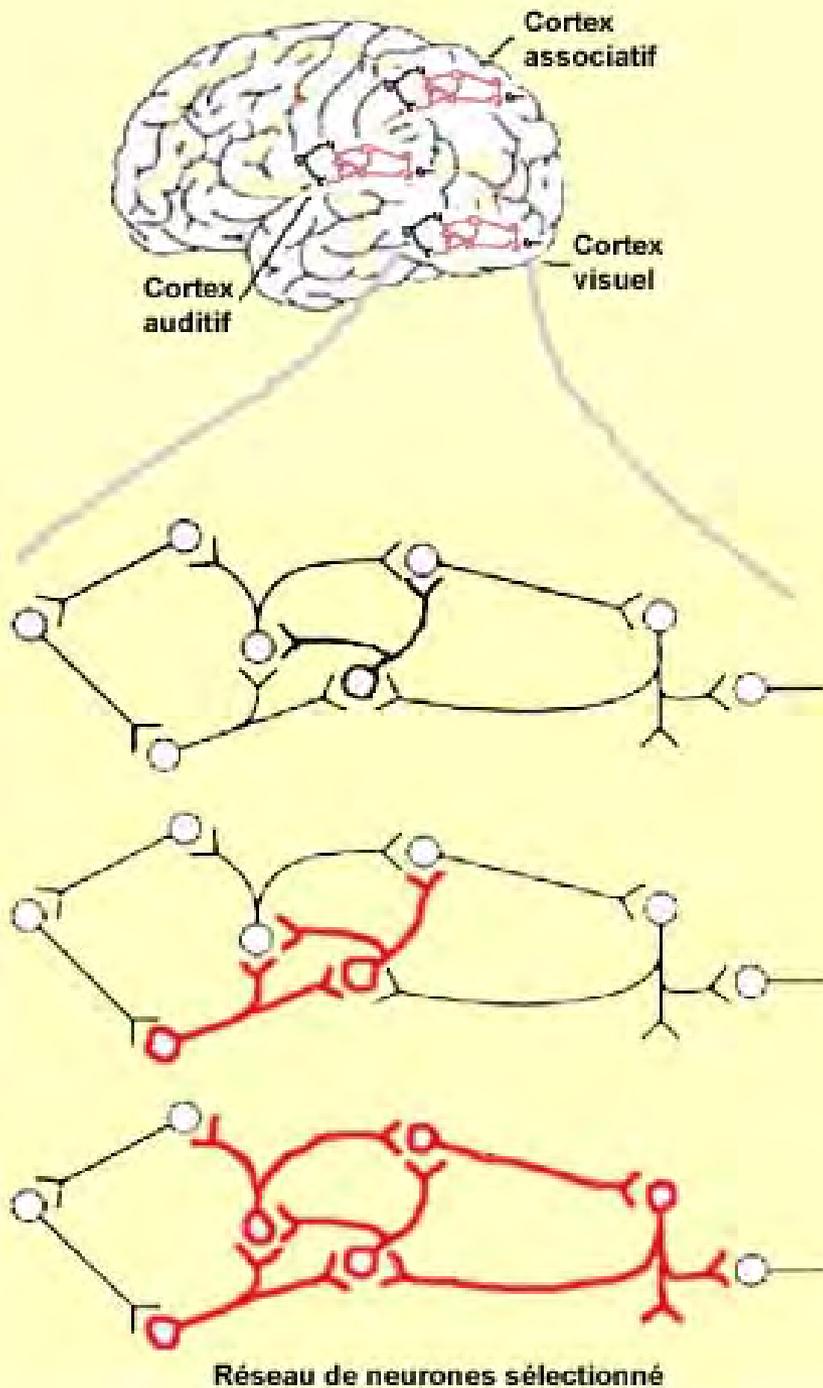
## L'assurance tranquille du paradigme dominant... ;-)

Durant l'âge d'or du cognitivisme dans les **années 1970**, les cognitivistes aimaient à dire que leur approche était "the only game in town" (Fodor 1975, 1981).

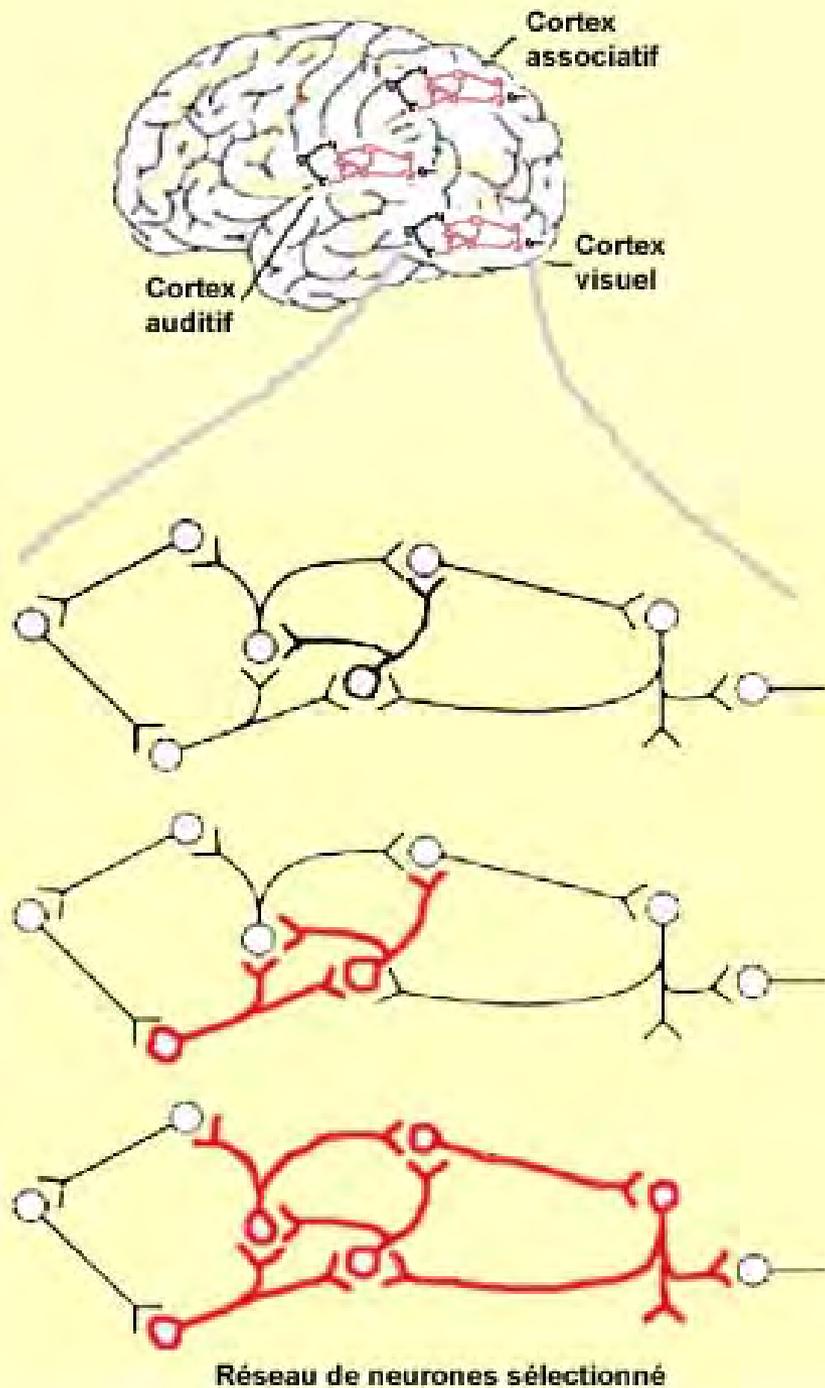




Dans les années 1970 aussi : **Neurosciences et biologie moléculaire...**

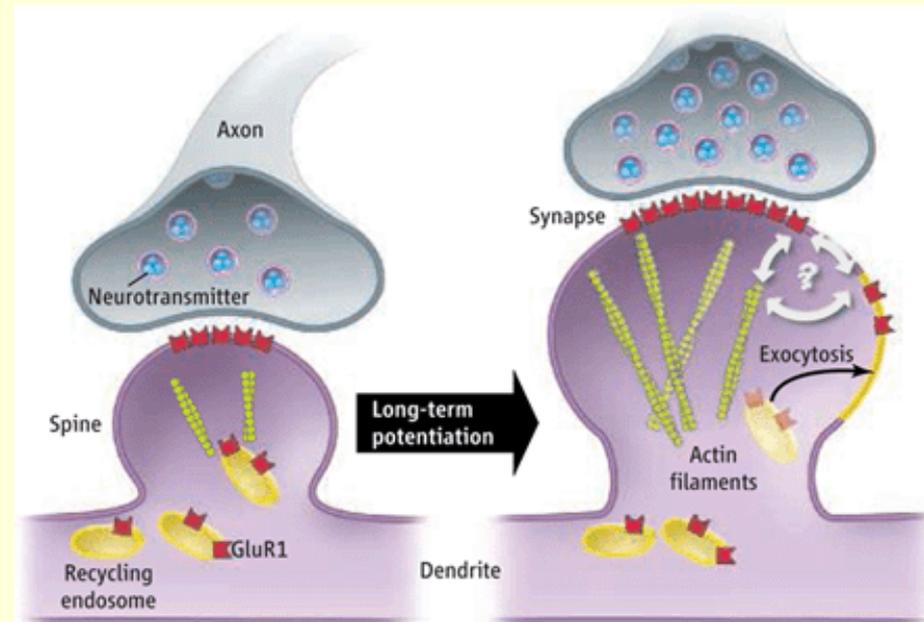


On a dit tantôt que lorsqu'on apprend, on renforce des connexions pour former des groupes de neurones qui vont devenir **habitués** à travailler ensemble.



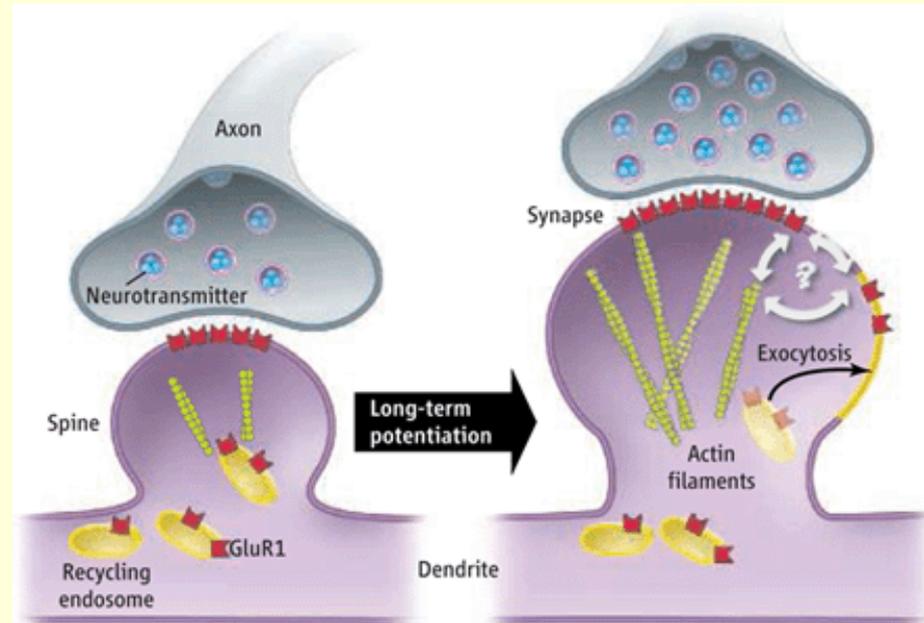
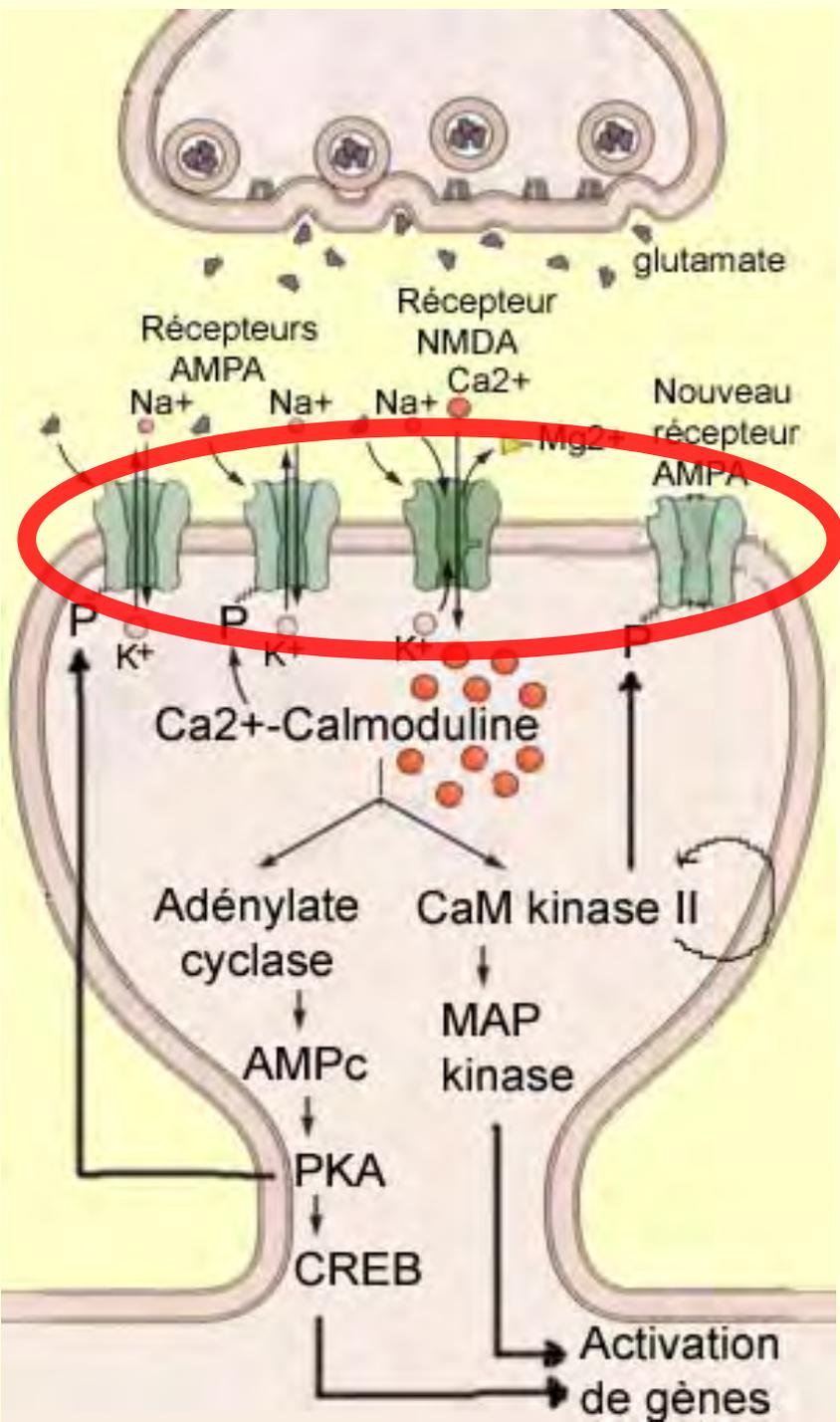
Comment ?

Grâce aux synapses qui se renforcent !



Comment ?

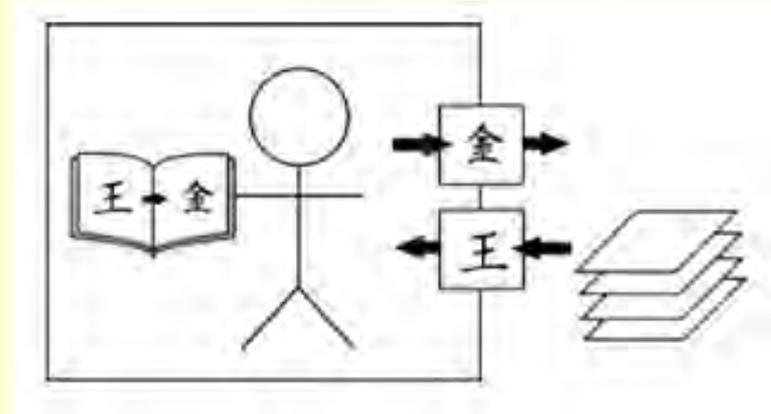
Grâce aux synapses  
qui se renforcent !



Revenons au **cognitivism**e dont les **problèmes** et **limites** s'accumulent...

Par exemple, à partir des **années 1980**, le philosophe **John Searle**, développe une série d'arguments pour démontrer que **l'ordinateur ne pense pas** car il n'a pas accès au sens.

**L'argument de la « chambre chinoise » :**  
une machine ne fait que manipuler des  
symboles abstraits,  
**sans en comprendre la signification.**



Elle peut traduire mot à mot un texte dans deux langues étrangères  
si elle dispose d'un dictionnaire de correspondances.

Mais ne comprenant pas le sens des mots utilisés : comment choisir entre  
« *weather* » ou « *time* » pour traduire le mot français « temps »,  
si on n'a pas accès à son sens ?

→ « problème de l'ancrage »

## Vers le connexionnisme...

Le cognitivisme voulait aussi simuler les performances d'un expert humain adulte.

Mais comme il ne réussissait bien qu'à résoudre que des tâches plus circonscrites et locales (l'exemple du jeu d'échecs...),



## Vers le connexionnisme...

Le cognitivisme voulait aussi simuler les performances d'un expert humain adulte.

Mais comme il ne réussissait bien qu'à résoudre que des tâches plus circonscrites et locales (l'exemple du jeu d'échecs...),

une conviction s'est développée : la forme **d'intelligence** la plus fondamentale n'est peut-être pas celle de l'expert, mais bien celle d'un... **bébé** !

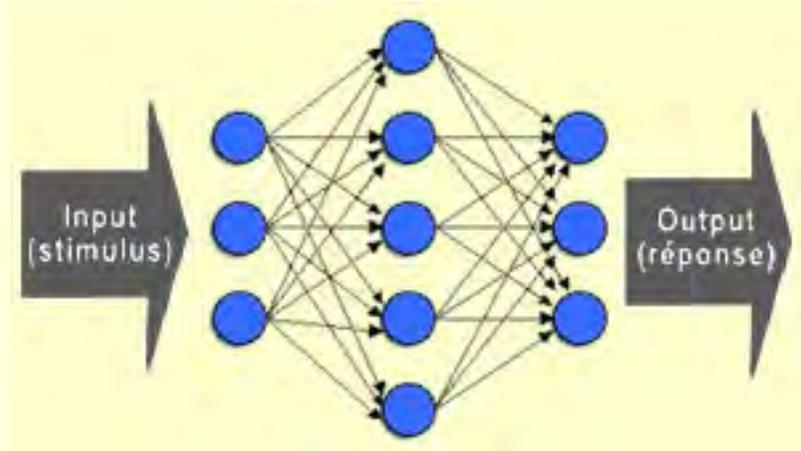
Car un bébé peut acquérir le langage et constituer des objets signifiants à partir de ce qui semble être une masse informe de stimuli.

Il fallait donc chercher plutôt à simuler l'intelligence du bébé qui apprend.



## Connexionnisme

Commence à remettre en question l'orthodoxie du cognitivisme au début des années 1980.



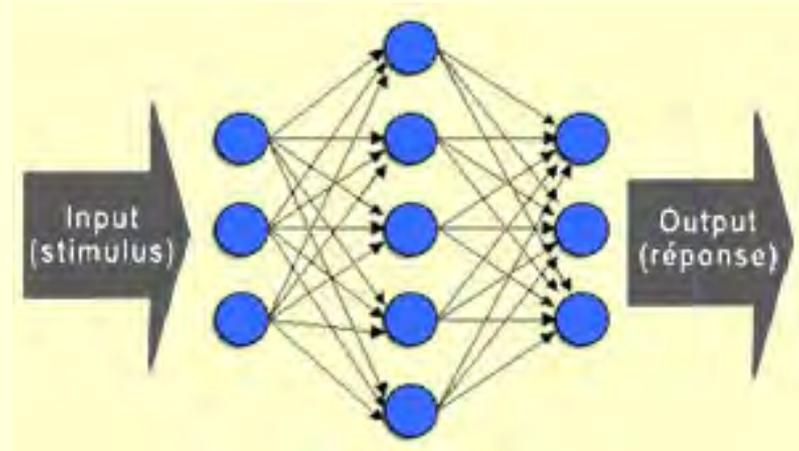
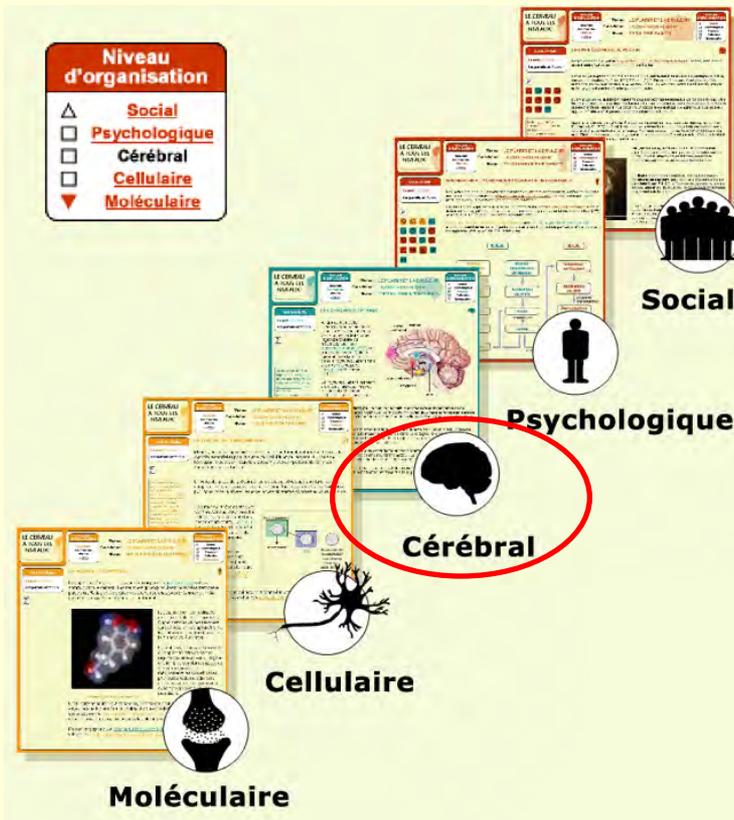
Il prend en compte le **cerveau** et essaie de comprendre la cognition avec des réseaux de neurones.

Plus une affaire **d'entraînement** que de programmation.

La cognition émerge d'états globaux dans un réseau de composants simples.

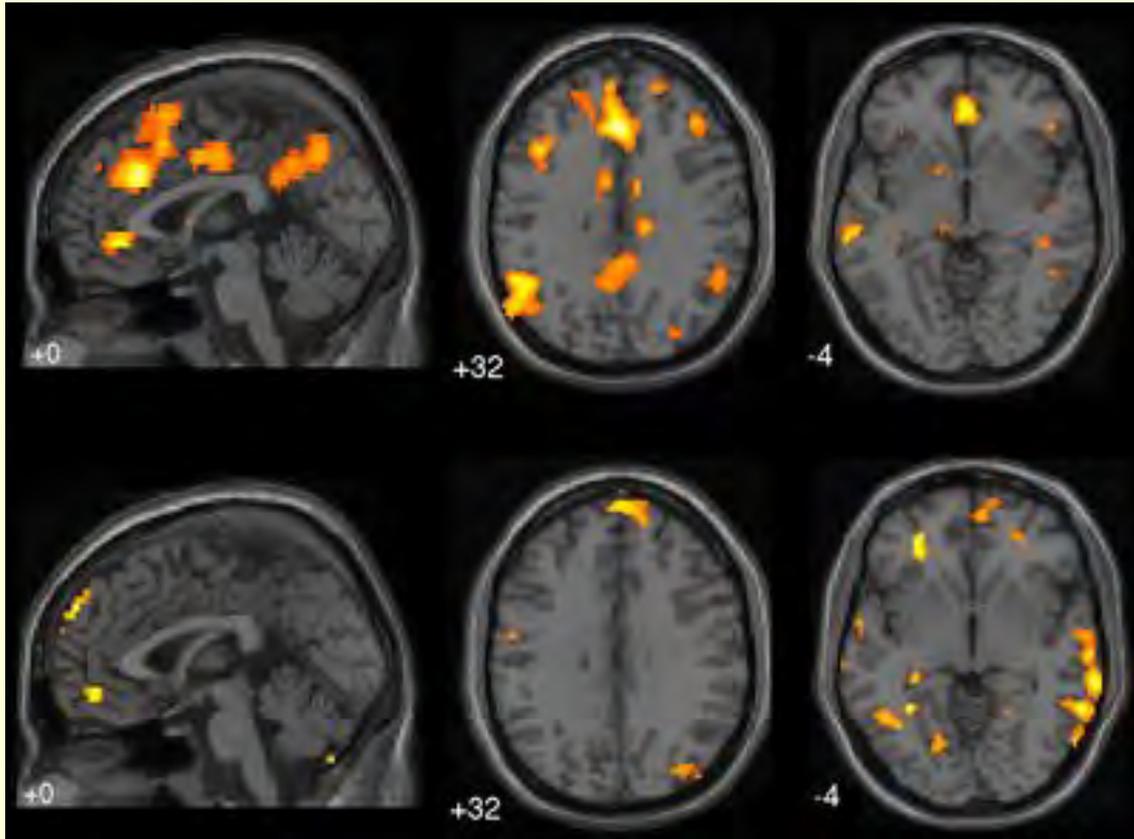
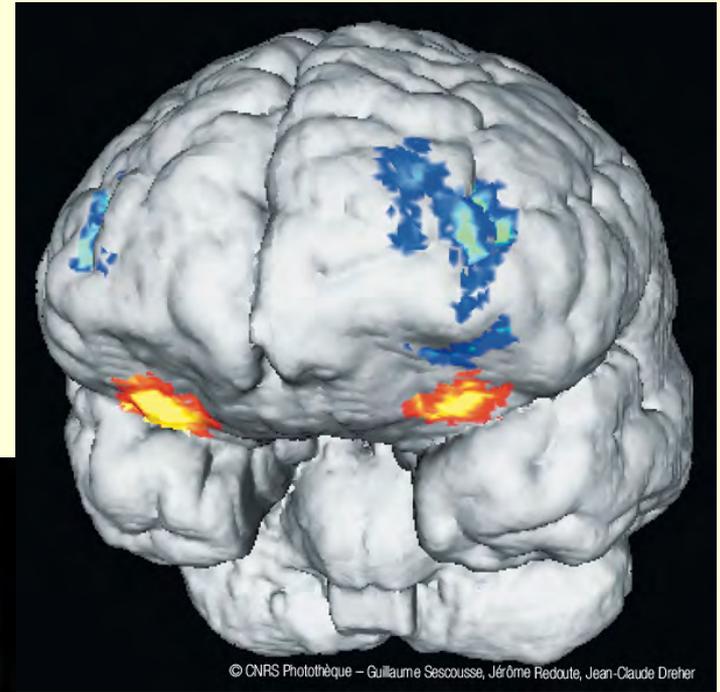
## Connexionnisme

Commence à remettre en question l'orthodoxie du cognitivisme au début des années **1980**.



Années 1980 :

**l'imagerie cérébrale**  
commence à  
se développer



Années 1980 :

**l'imagerie cérébrale**  
commence à  
se développer

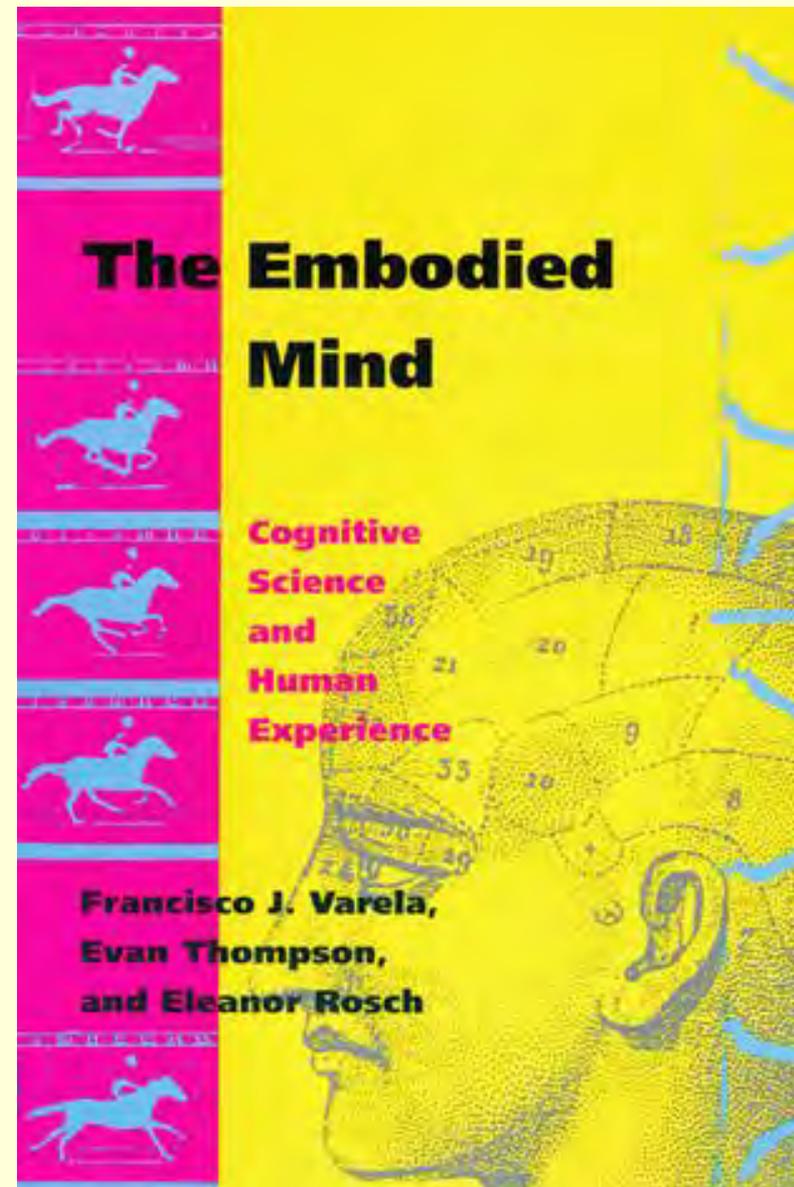
## Systemes dynamiques incarnés

À partir du début des années 1990,

les **systemes dynamiques incarnés** vont critiquer  
le cognitivisme **et** le connexionnisme

Ils vont prendre en compte non seulement le cerveau, mais le **corps**  
particulier d'un organisme et l'environnement dans lequel il évolue.





1991

Pendant longtemps :

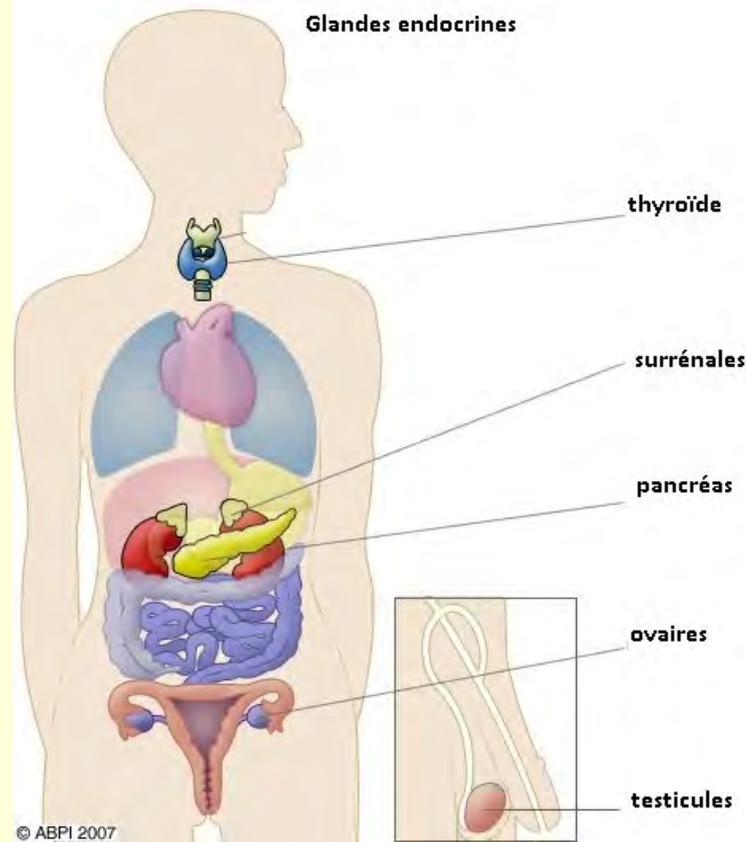
Cerveau

neurotransmetteurs

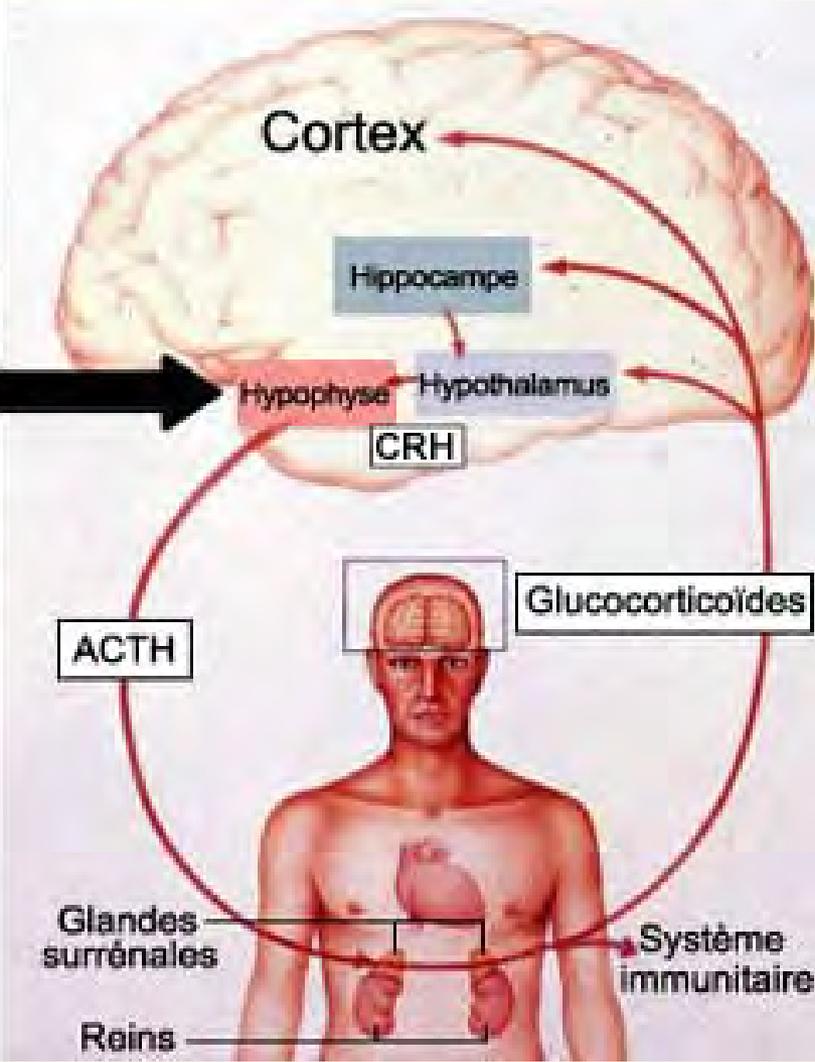
----- ~~SÉPARATION~~ -----

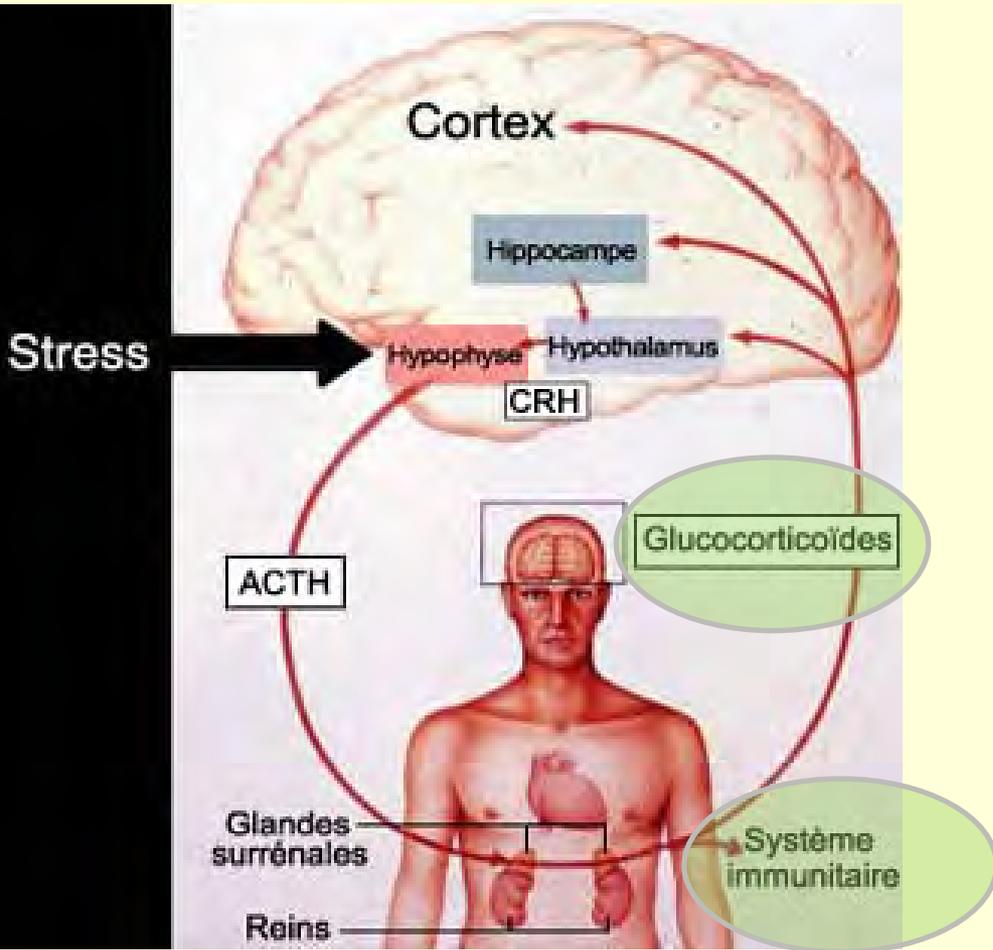
Corps

hormones



# La Neuroendocrinologie





*Neuro-psycho-immunologie*

# CONSCIOUSNESS EXPLAINED



DANIEL C. DENNETT  
Author of *Brainstorms* and coauthor of *The Mind's Eye*

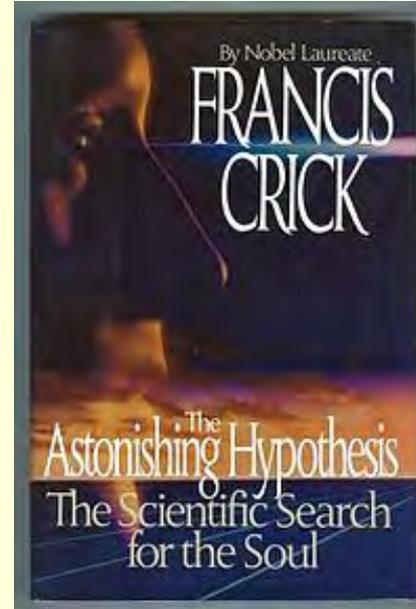
1991

GERALD M. EDELMAN

# BIOLOGIE DE LA CONSCIENCE



1992



1994

# The Conscious Mind

In Search

of a

Fundamental

Theory

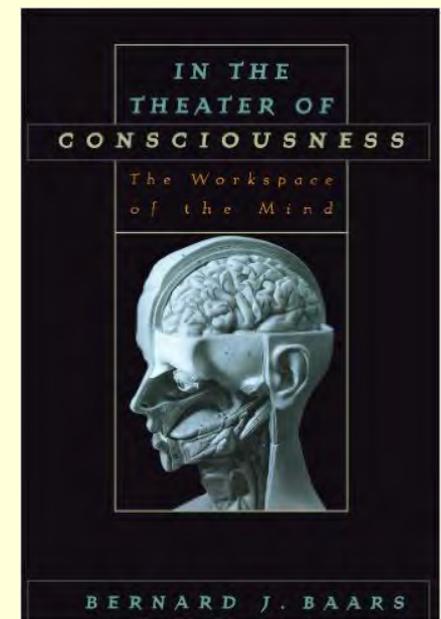
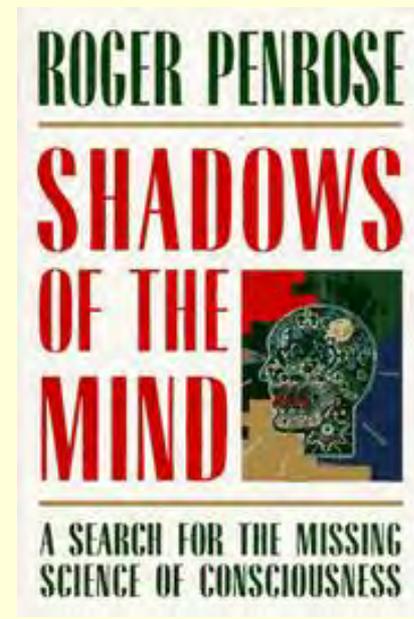
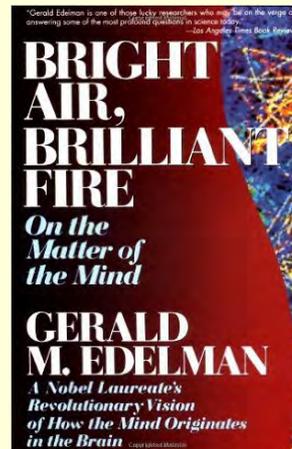
DAVID J. CHALMERS

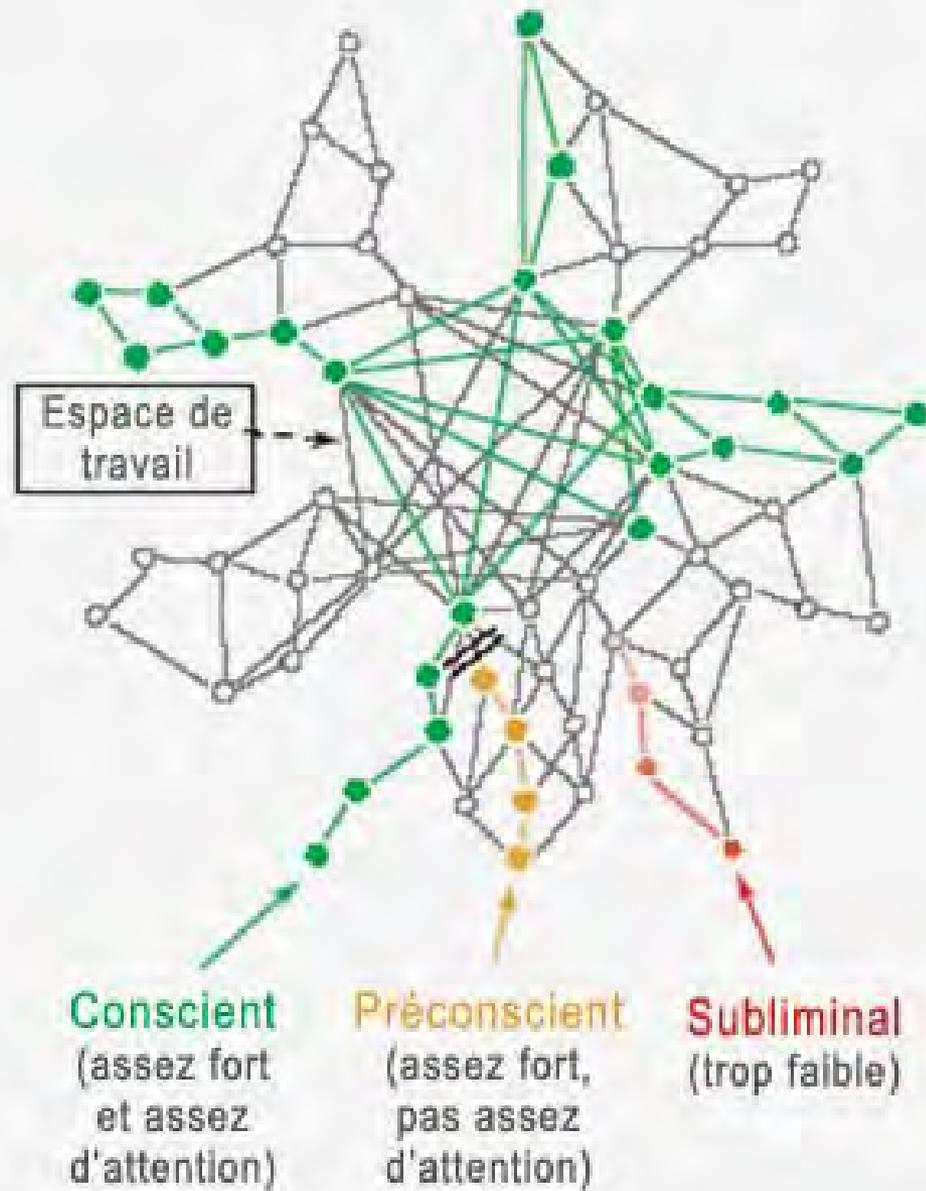
1996

1997

Toujours dans les années 1990, un nouveau thème s'impose :

**la conscience !**





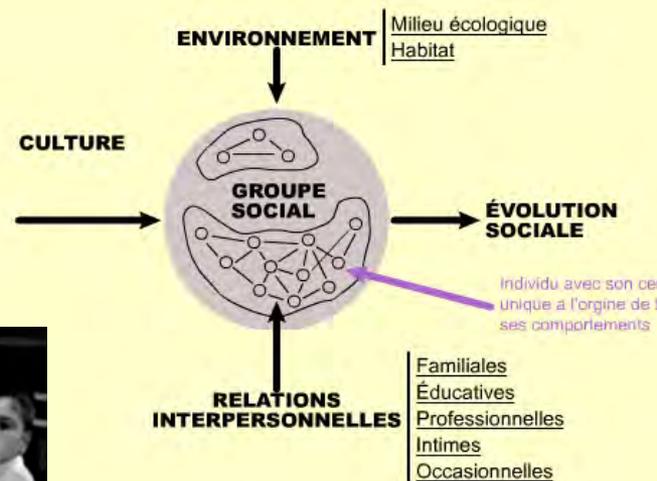
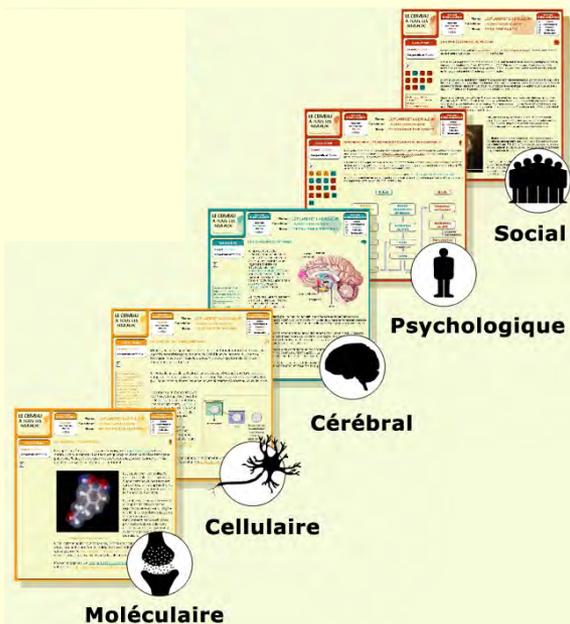
D'après Dehaene et al. 2006.

C'est avec tout ça à l'esprit qu'on peut apprécier cette citation de Laborit :

« Chaque heure passée par un enfant sur un banc d'école devrait commencer par définir la structure de ce qui va être dit **dans les structures d'ensemble.**

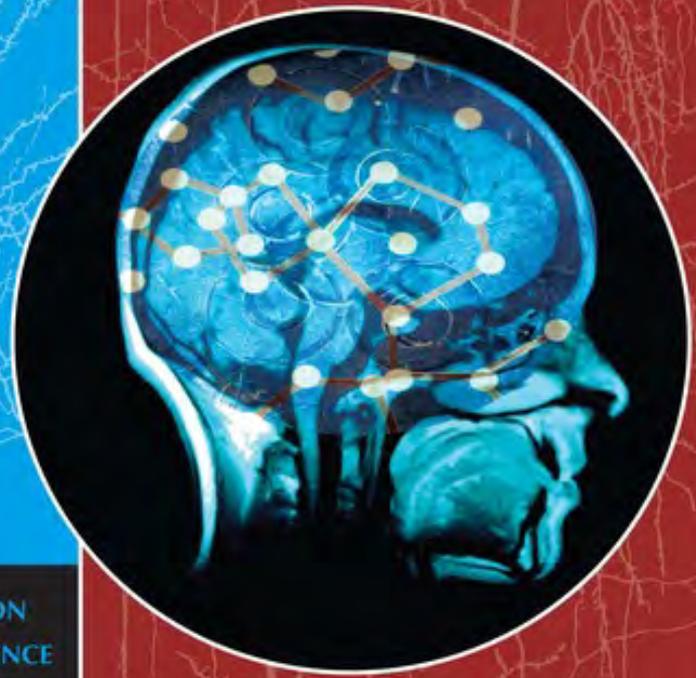
Chaque chose apprise doit se mettre en place dans un cadre plus vaste, **par niveaux d'organisation** [...], aussi bien dans le sens horizontal du présent, que vertical du passé et de l'avenir. »

[ C'est ce que je viens d'essayer de faire très rapidement... ]



# FROM MOLECULES TO MINDS

Challenges for  
the 21st Century

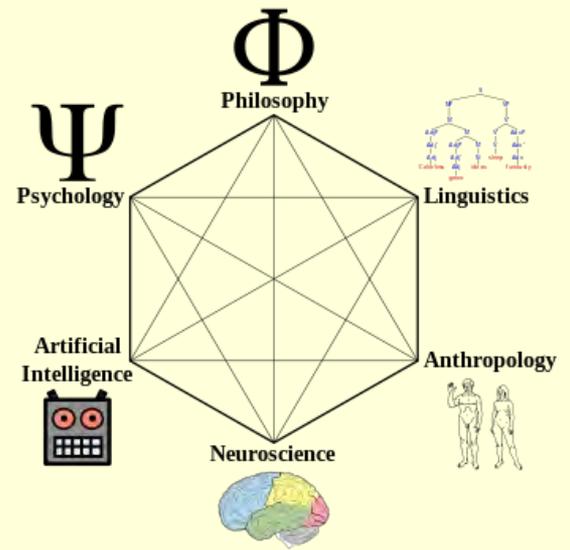


FORUM ON  
NEUROSCIENCE  
AND NERVOUS  
SYSTEM  
DISORDERS

WORKSHOP SUMMARY

On comprend aussi  
que Laborit se sentirait  
quand même moins  
seul aujourd'hui avec  
des congrès comme  
celui-ci tenu en 2008  
et ayant pour titre

« Des molécules  
à la pensée »



Mais d'où elle  
viennent ces  
molécules ?

INSTITUTE OF MEDICINE  
OF THE NATIONAL ACADEMIES

# FROM MOLECULES TO MINDS

Challenges for  
the 21st Century



FORUM ON  
NEUROSCIENCE  
AND NERVOUS  
SYSTEM  
DISORDERS

WORKSHOP SUMMARY

# Plan :

I- Esquisse de l'histoire des sciences cognitives depuis un siècle

II- D'où vient le cerveau humain ?

III- Communication, intégration et plasticité neuronale

IV- Nos mémoires

V- Cartographier nos réseaux de neurones

VI- Le cerveau dynamique : oscillations et synchronisations

VII- Attention et perception

VIII- Catégorisation et analogie

IX- Inconscient cognitif, langage et libre arbitre

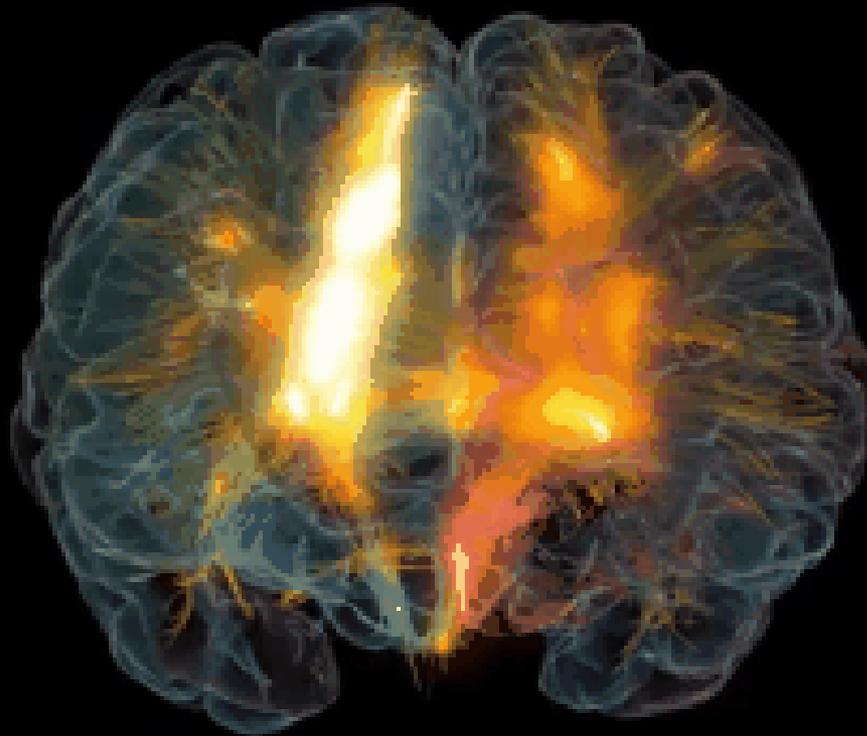
X- Cognition incarnée

D'où vient le cerveau humain ?

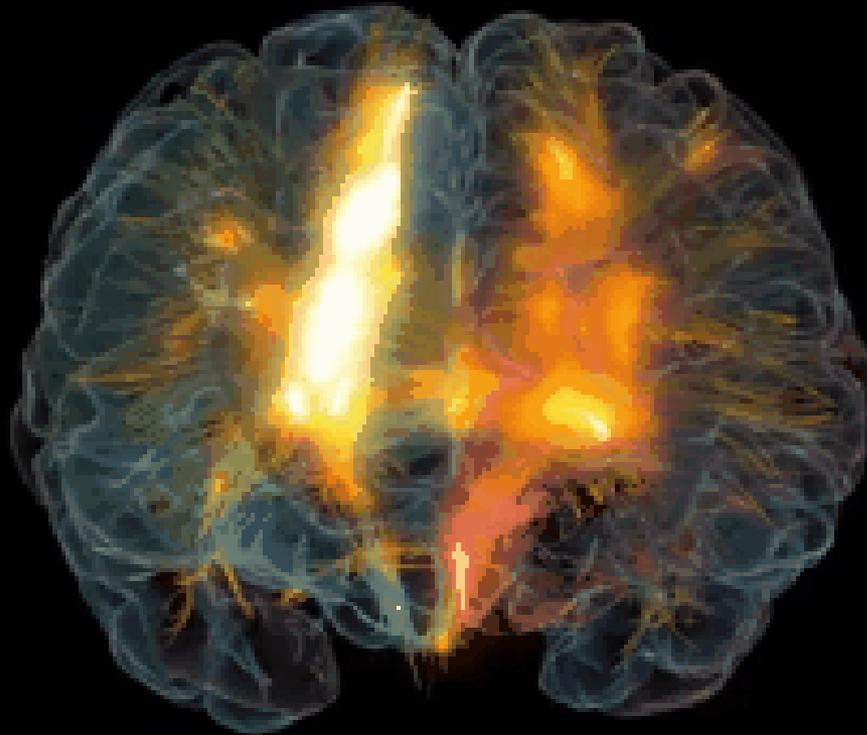
Avec sa forme étrange, mais aussi...

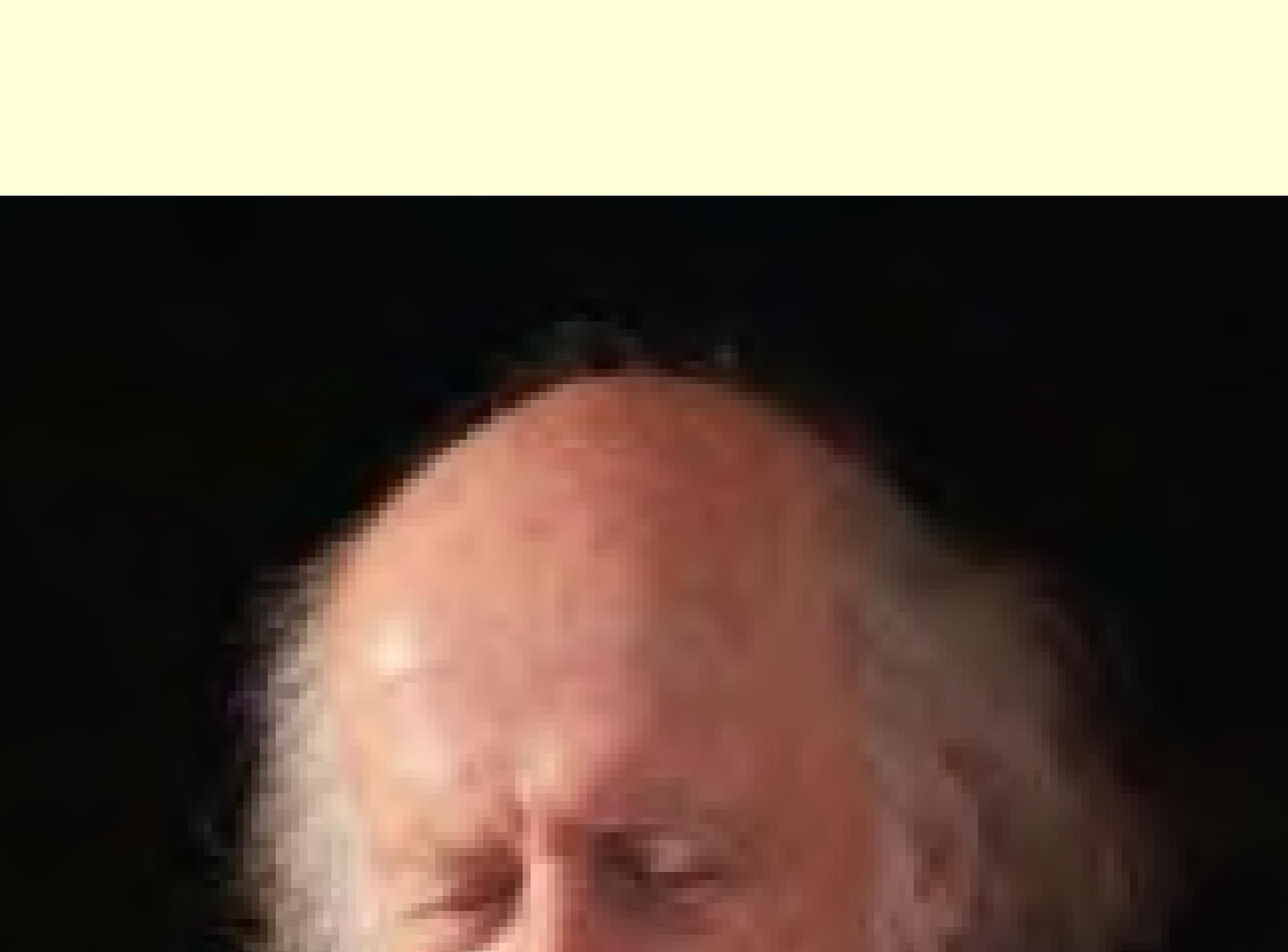


...son activité dynamique incessante,  
C'est probablement l'objet le plus complexe de l'univers connu  
dont on a tous un exemplaire entre les deux oreilles !



Mais c'est pas juste le cerveau qui est complexe,  
c'est toute **la vie avant** lui qui a permis son émergence et toutes  
**les sociétés humaines après** qui se sont constituées grâce à lui !







« L'histoire de l'Univers, c'est comment ces quarks et ces électrons sont devenus vous-mêmes.

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

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

- Hubert Reeves

Croissance  
de complexité

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

$10^{29}$

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

Évolution  
cosmique

Évolution  
chimique

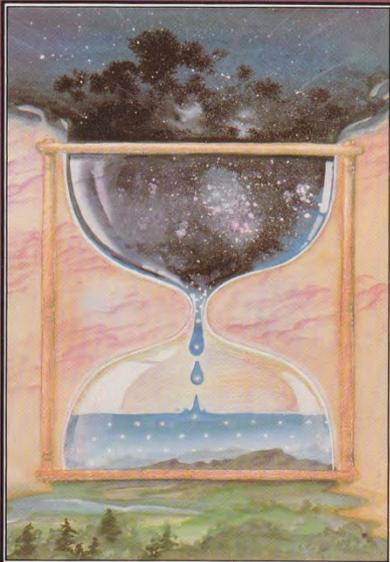
Évolution  
biologique

Pour essayer de  
comprendre sa place  
dans l'univers,

Hubert Reeves

# PATIENCE DANS L'AZUR

L'ÉVOLUTION COSMIQUE



QUÉBEC SCIENCE  
ÉDITEUR

(1981)

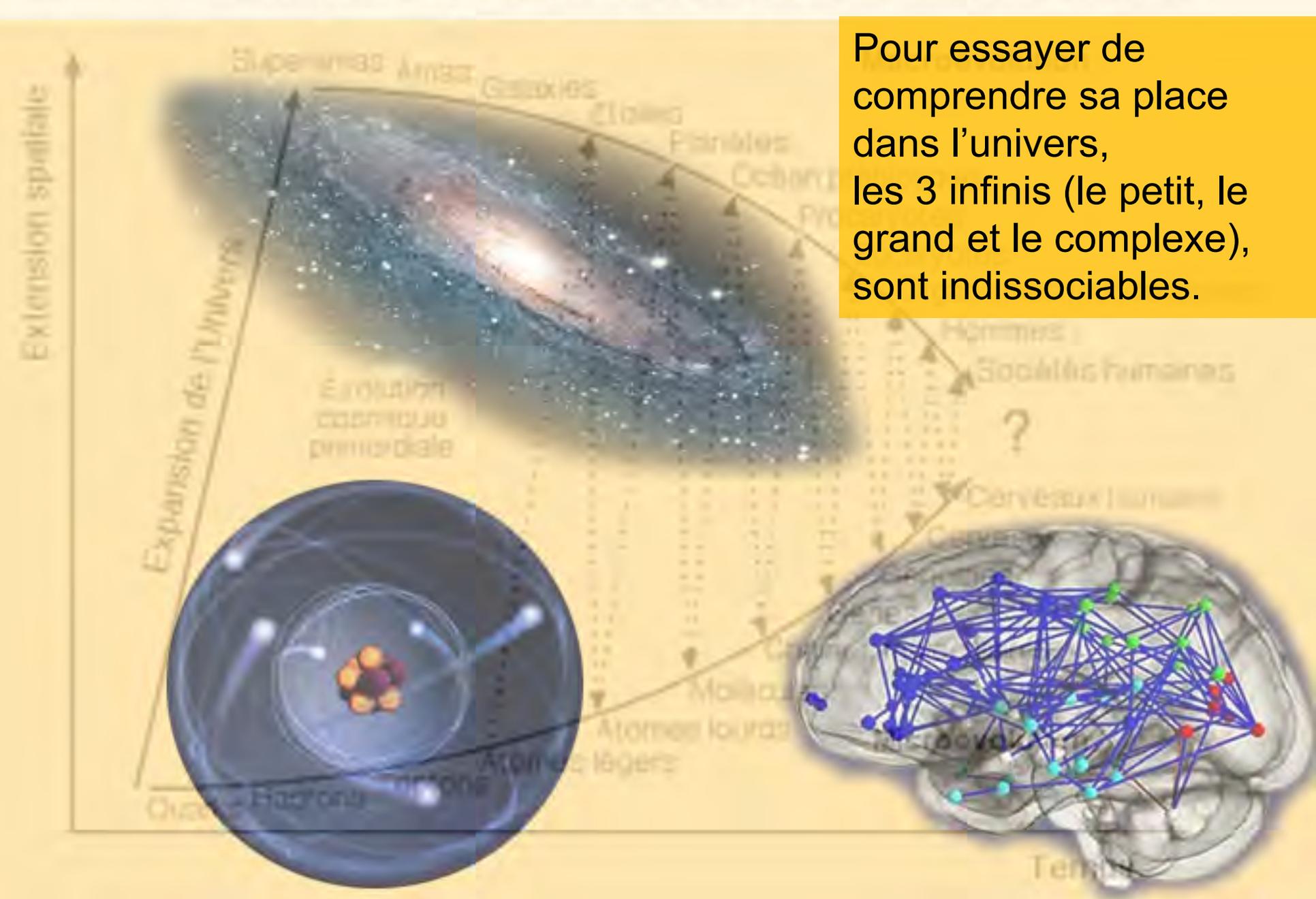
## BIG HISTORY PROJECT



A photograph of a person standing in a dark forest at night, looking up at a starry sky. The person is illuminated by a warm, orange light from a tent. The tent is also illuminated from within, casting a glow. The background shows a dark lake and mountains under a deep blue night sky with many stars.

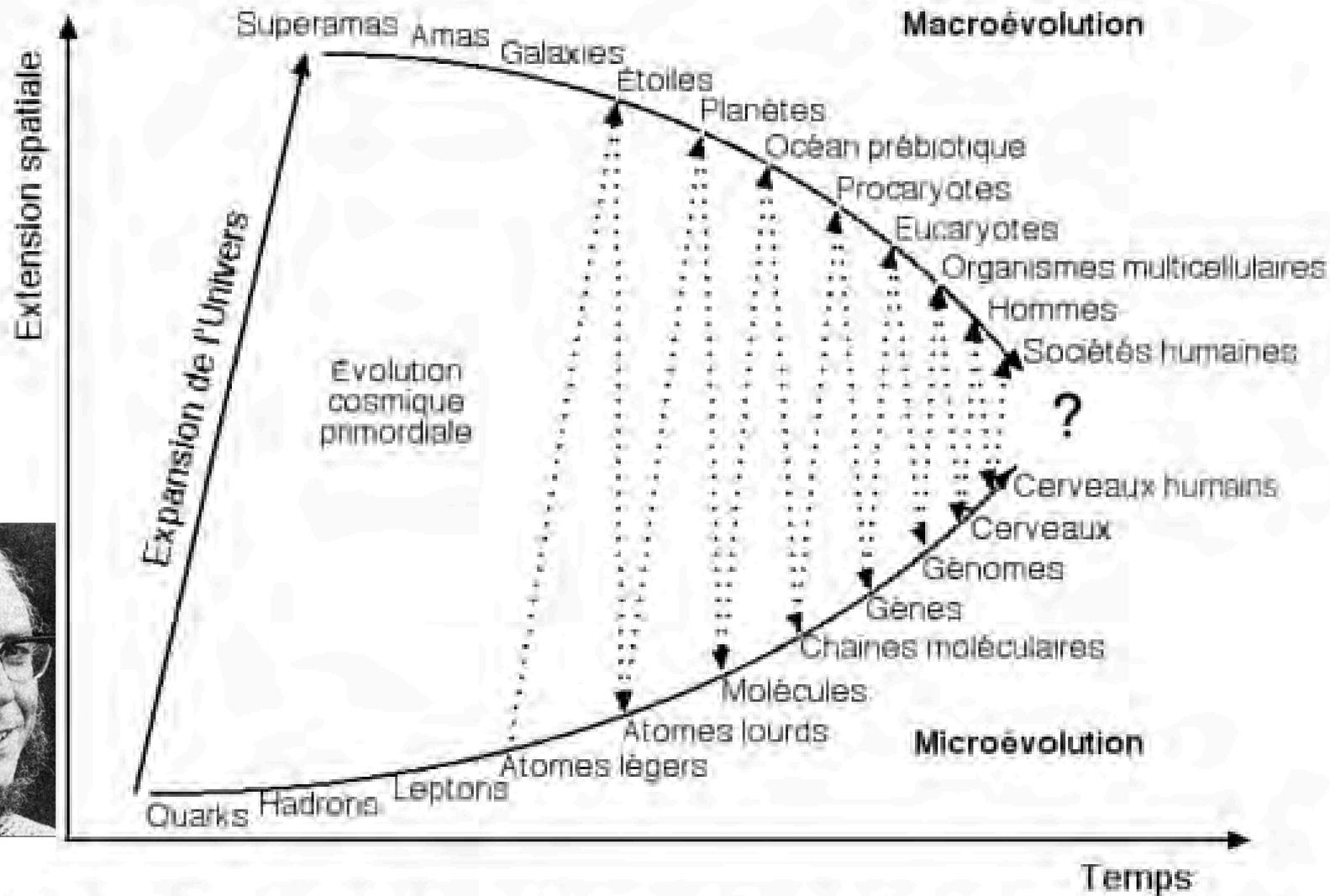
Pour essayer de  
comprendre sa place  
dans l'univers,  
les 3 infinis (le petit, le  
grand et le complexe),  
sont indissociables.

Pour essayer de comprendre sa place dans l'univers, les 3 infinis (le petit, le grand et le complexe), sont indissociables.

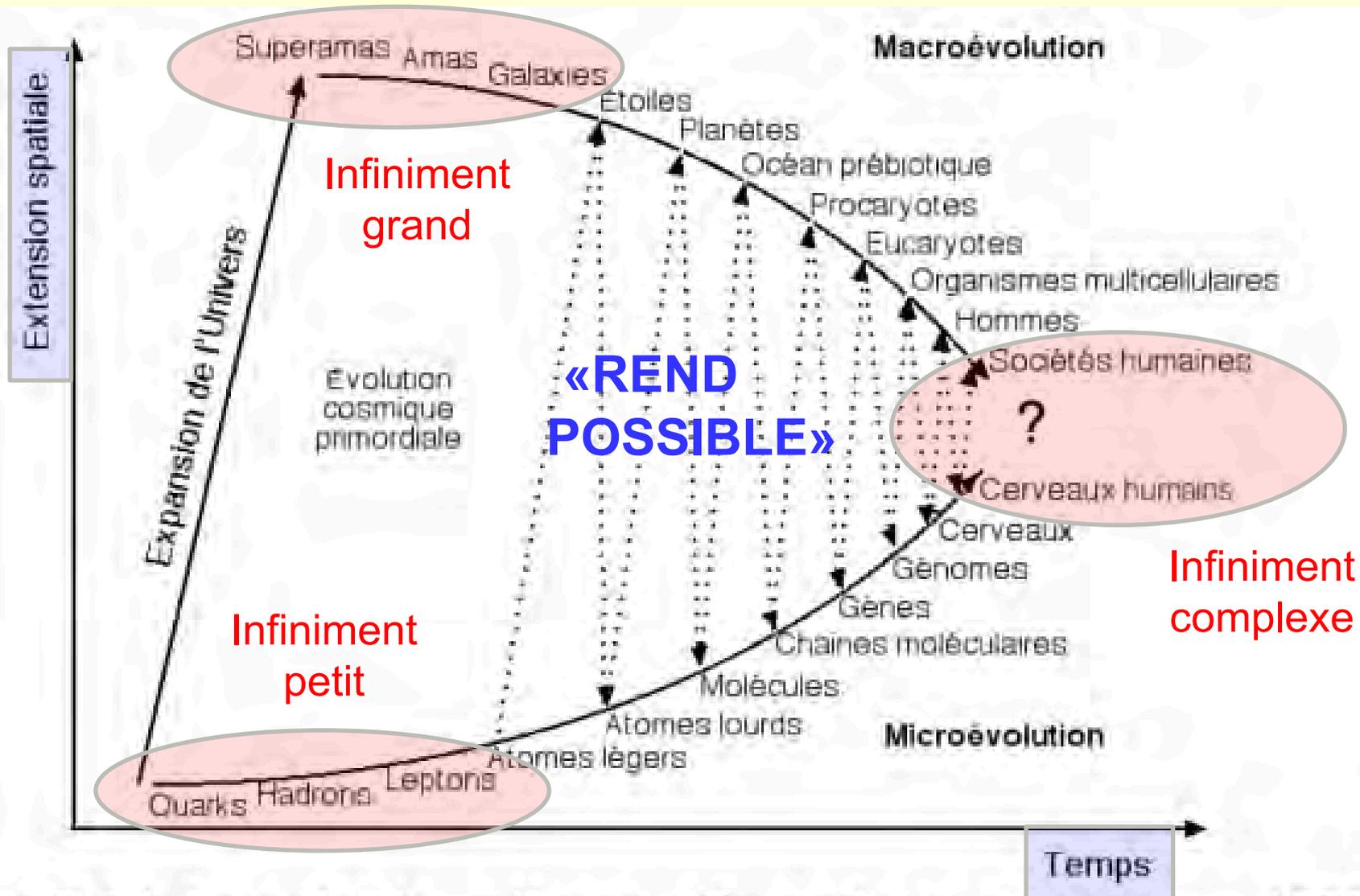




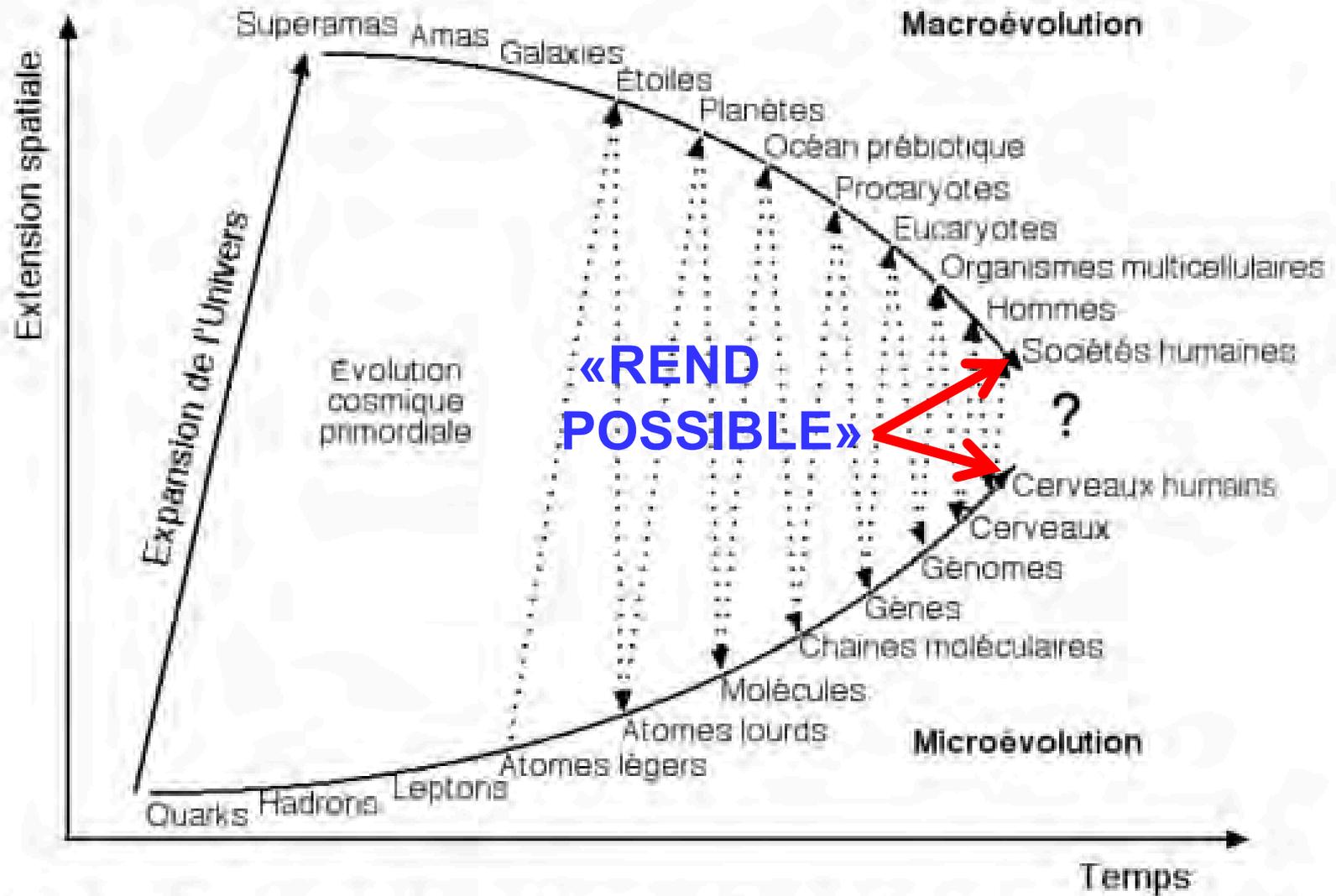
(1929 - 1980)



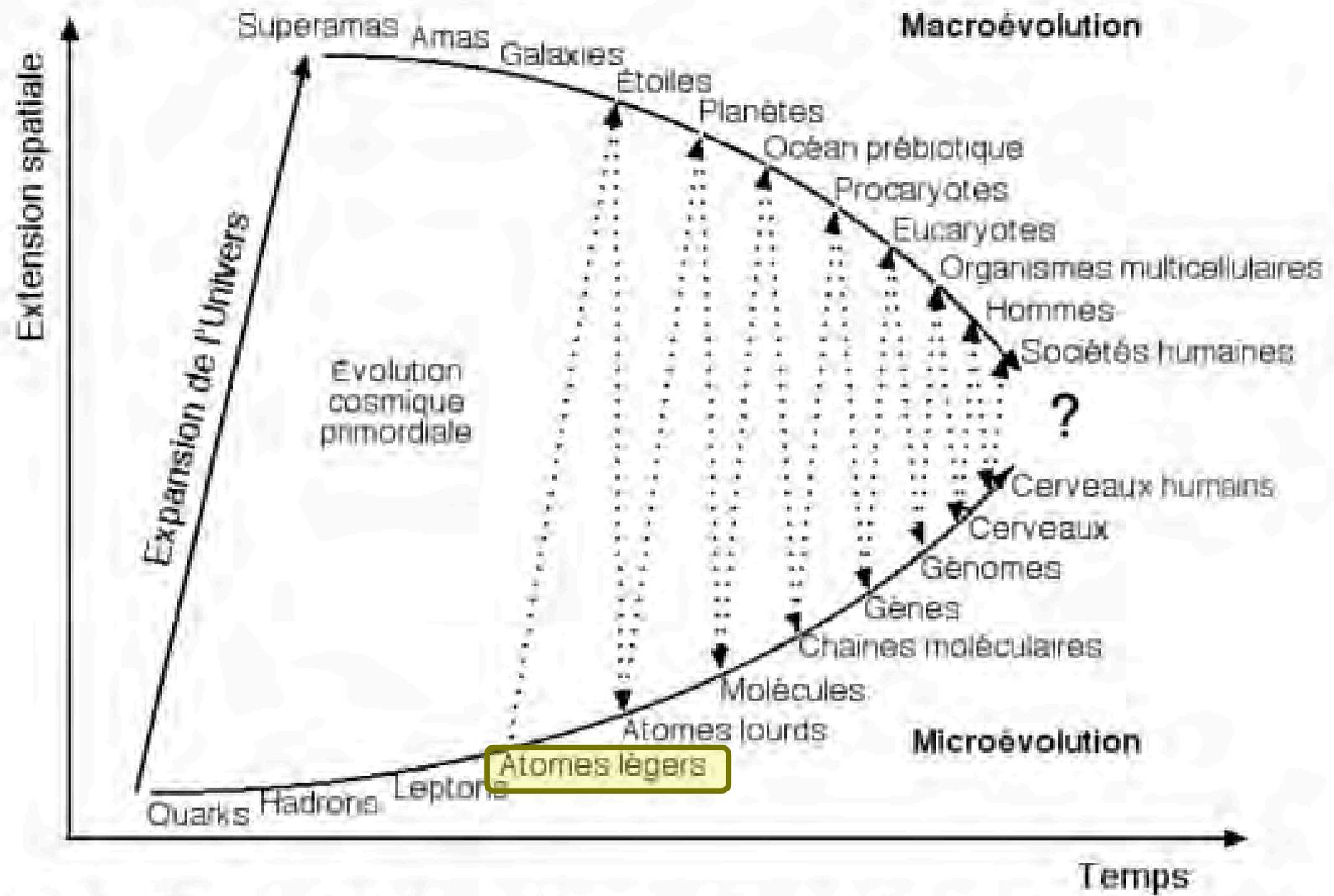
D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.



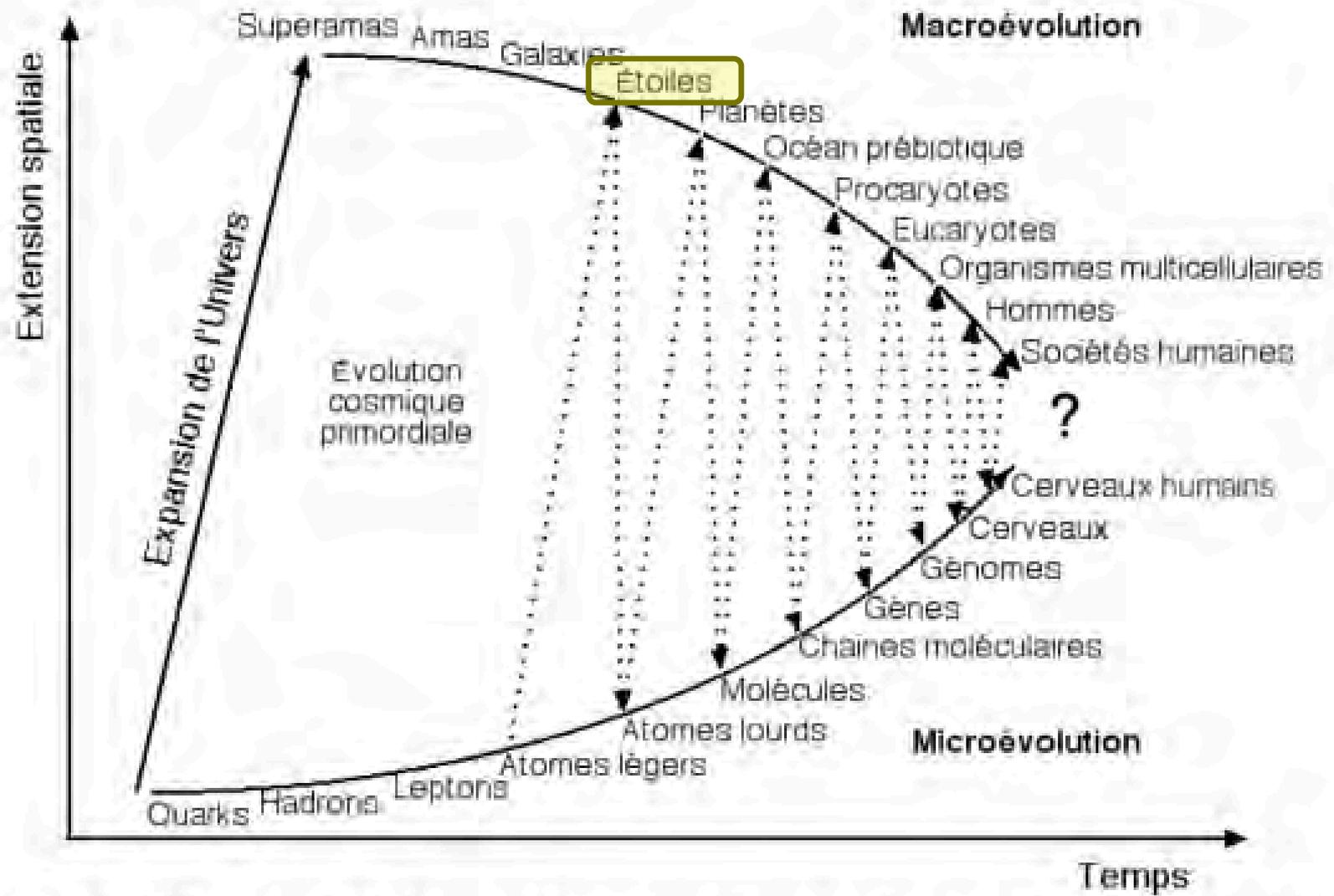
D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.



D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.

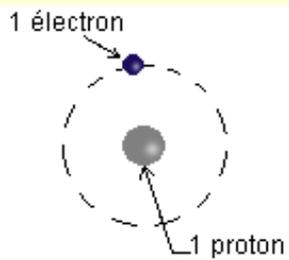
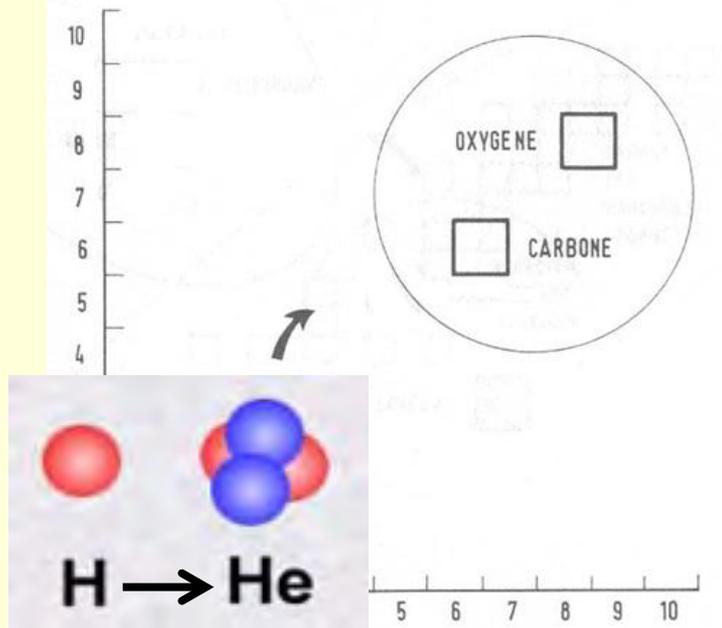


D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.

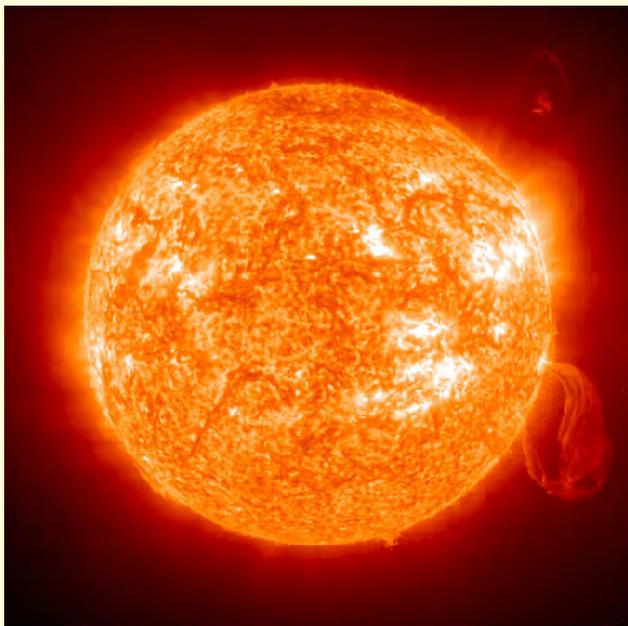


D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.

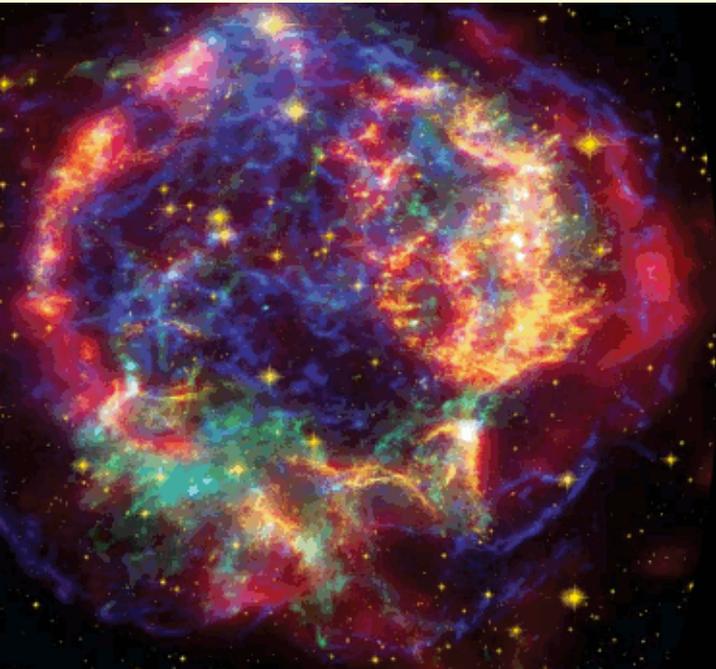
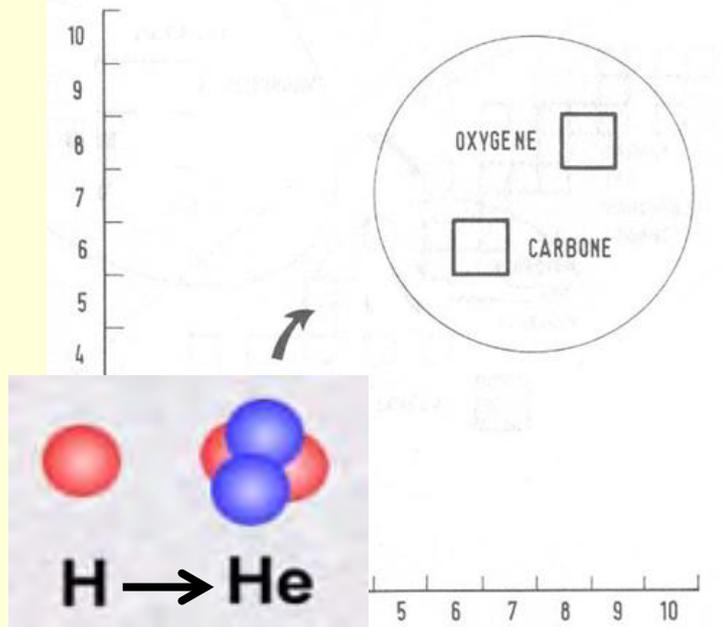
# Combustion de l'hélium



Hydrogène



# Combustion de l'hélium



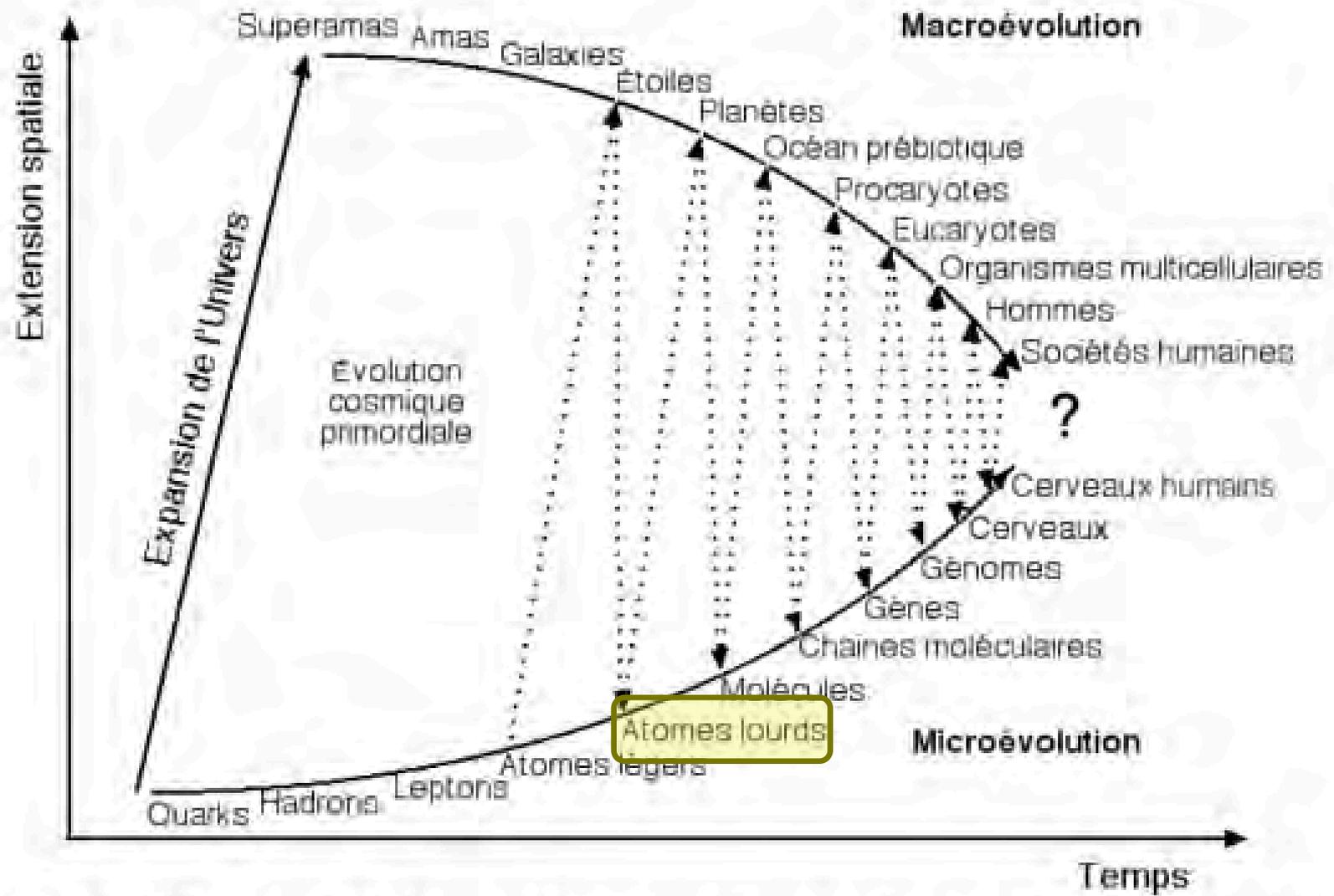
**Elles s'éclatent pour vous!**

Sans les étoiles mortes, vous ne seriez pas là.

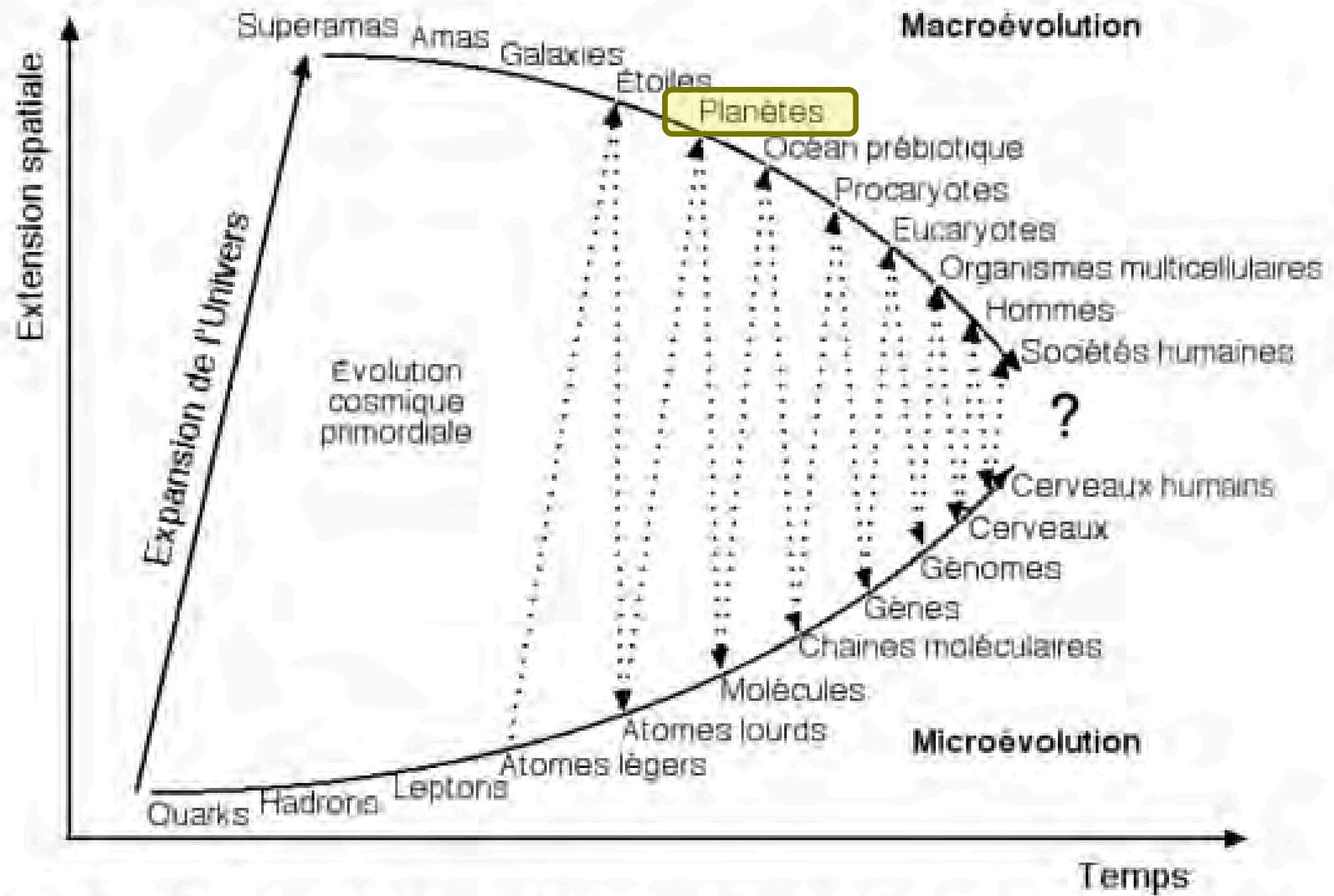
Le calcium de vos os, l'oxygène que vous respirez et le fer dans votre sang ont tous été formés dans des étoiles disparues depuis des milliards d'années.

[craq-astro.ca](http://craq-astro.ca)

[CoolCosmos.net](http://CoolCosmos.net)



D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.



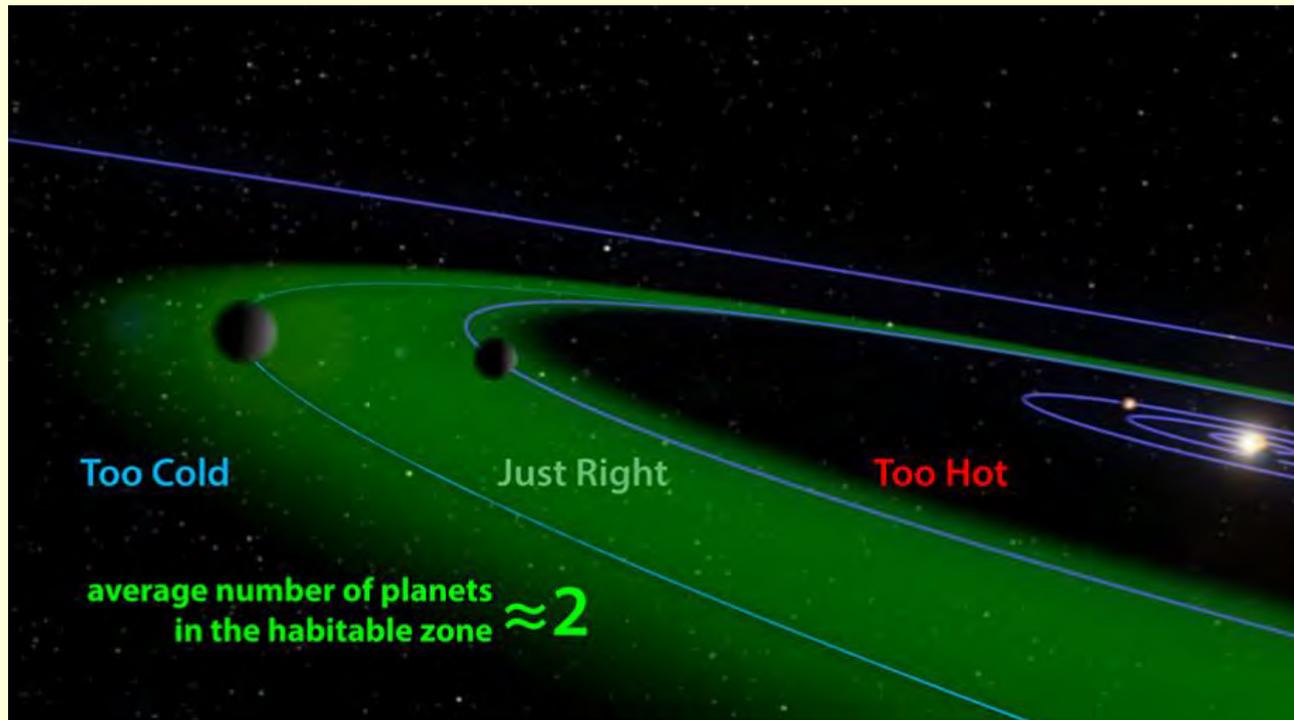
D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.

# Le nombre estimé de planètes « habitables » dans notre galaxie devient vertigineux

Par Erwan Lecomte

Publié le 6 février 2015

Dans une nouvelle publication basée sur les dernières données récoltées par le télescope Kepler, des chercheurs estiment qu'elles **se compteraient en "centaines de milliards"**. C'est bien plus que les dernière estimations.



# The aliens are silent because they're dead

January 21, 2016

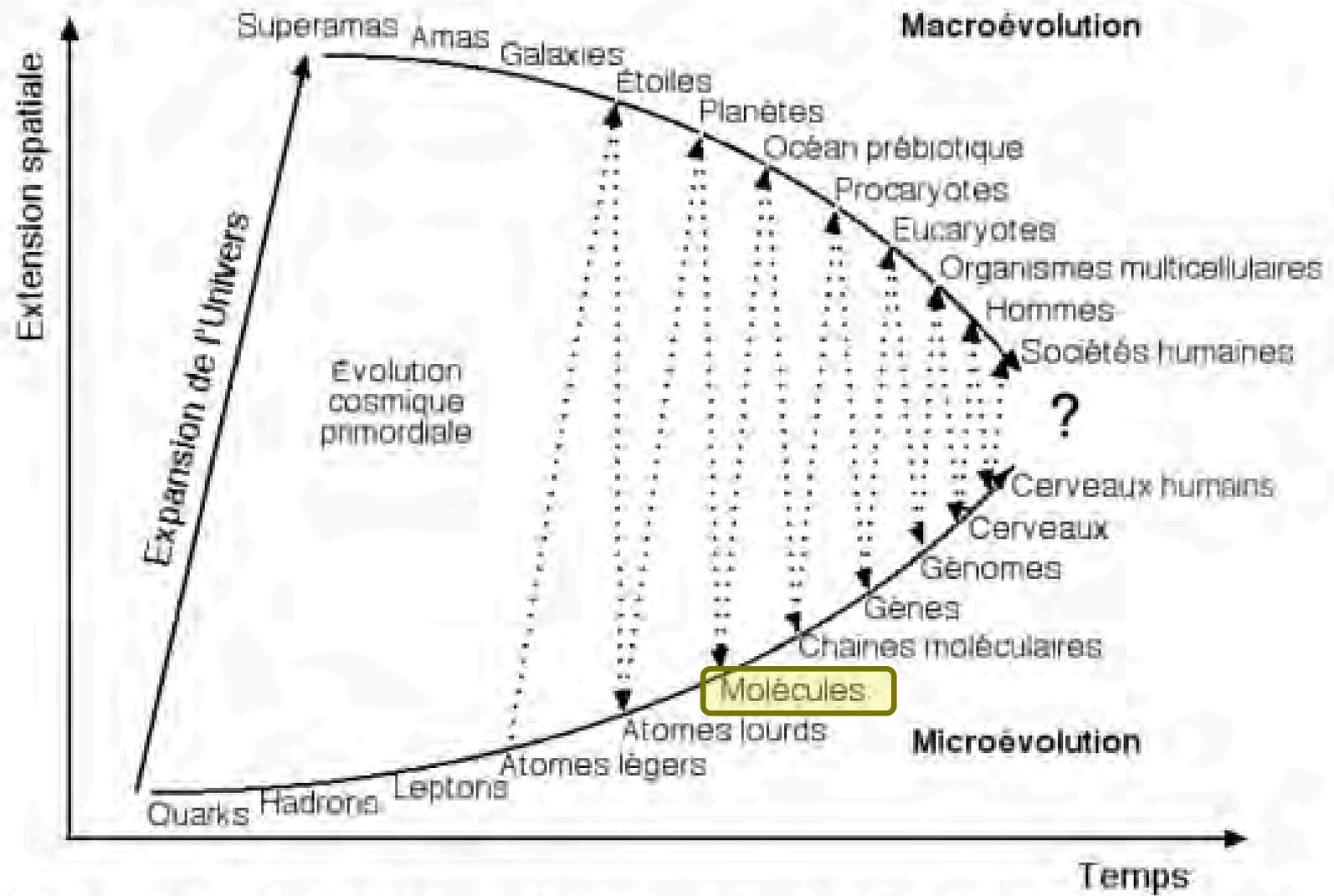
<http://phys.org/news/2016-01-aliens-silent-theyre-dead.html>

"The universe is probably filled with **habitable planets**, so many scientists think it should be teeming with aliens," said Dr Aditya Chopra from the ANU Research School of Earth Sciences and lead author on the paper, which is published in *Astrobiology*.

"**Early life is fragile**, so we believe it rarely evolves quickly enough to survive."

"Most early planetary environments are **unstable**. To produce a habitable planet, life forms need to **regulate greenhouse gases** such as water and carbon dioxide to keep surface temperatures stable."



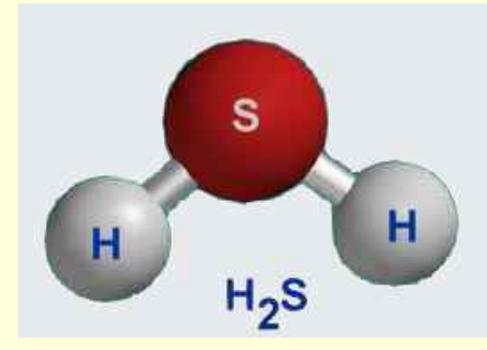
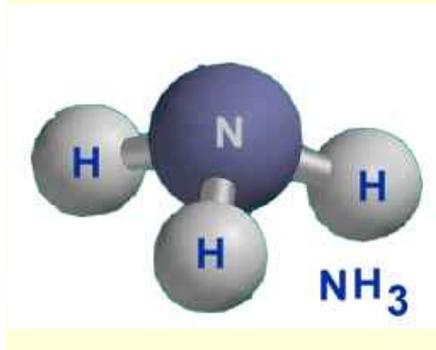
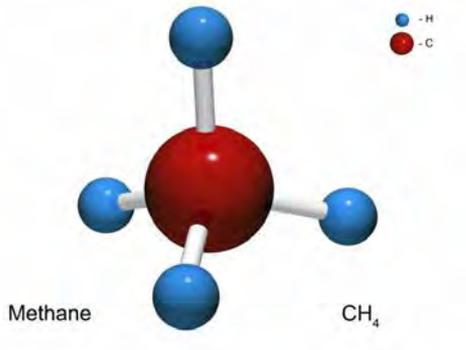
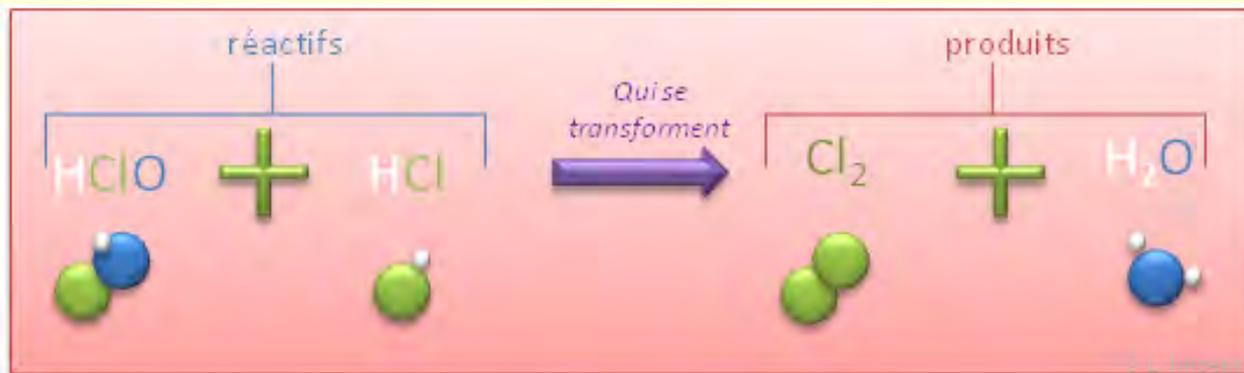


D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.

## Molécule :

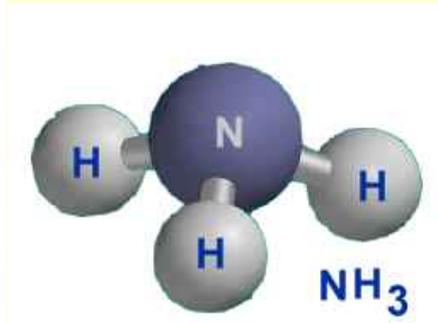
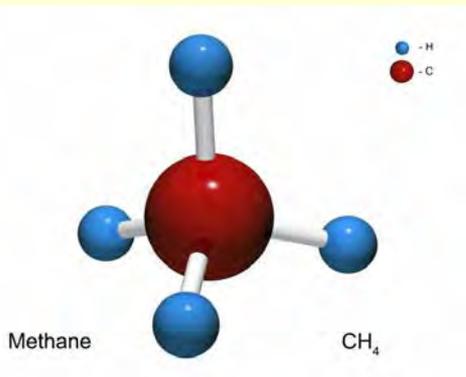
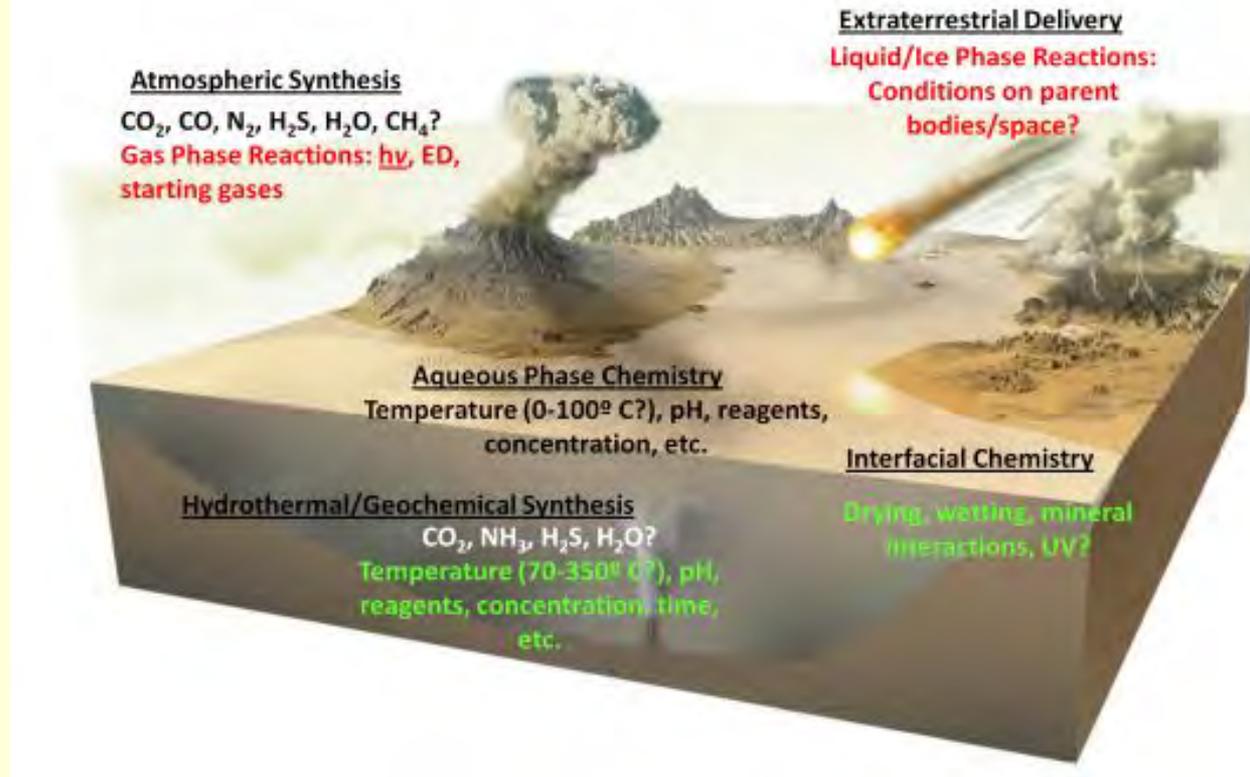
Les molécules constituent des **agrégats atomiques** liés par des liaisons dites « covalentes » d'au moins deux atomes, différents ou non.

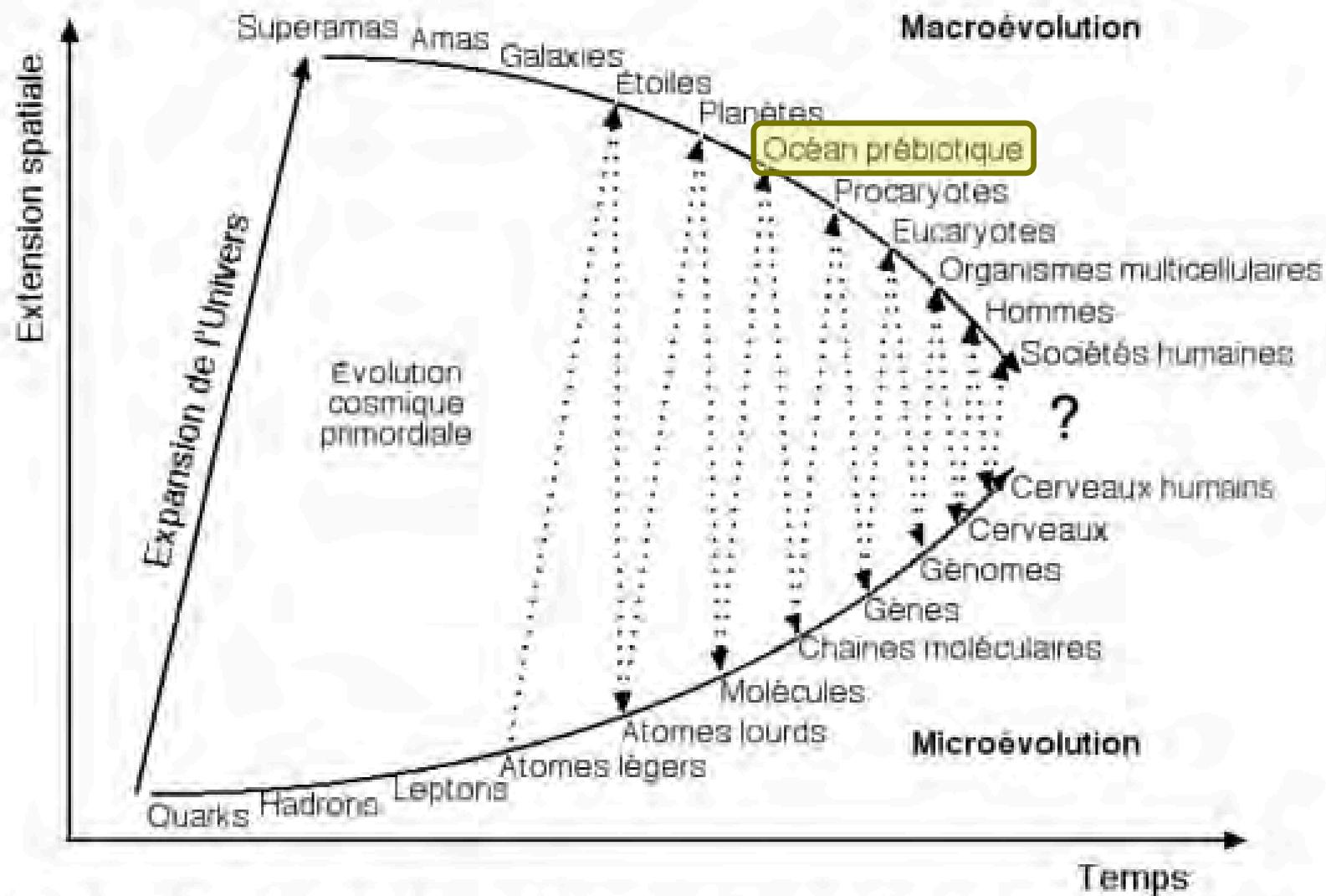
L'assemblage d'atomes constituant une molécule **n'est pas définitif** mais peut se transformer en une ou plusieurs autres molécules ; c'est ce qu'on appelle une **réaction chimique**.



L'atmosphère primitive de notre planète aurait été constituée d'un mélange « inhospitalier » des **molécules simples** suivantes:

méthane ( $\text{CH}_4$ ),  
ammoniac ( $\text{NH}_3$ ),  
de vapeur d'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ),  
de dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) et de sulfure d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{S}$ ).





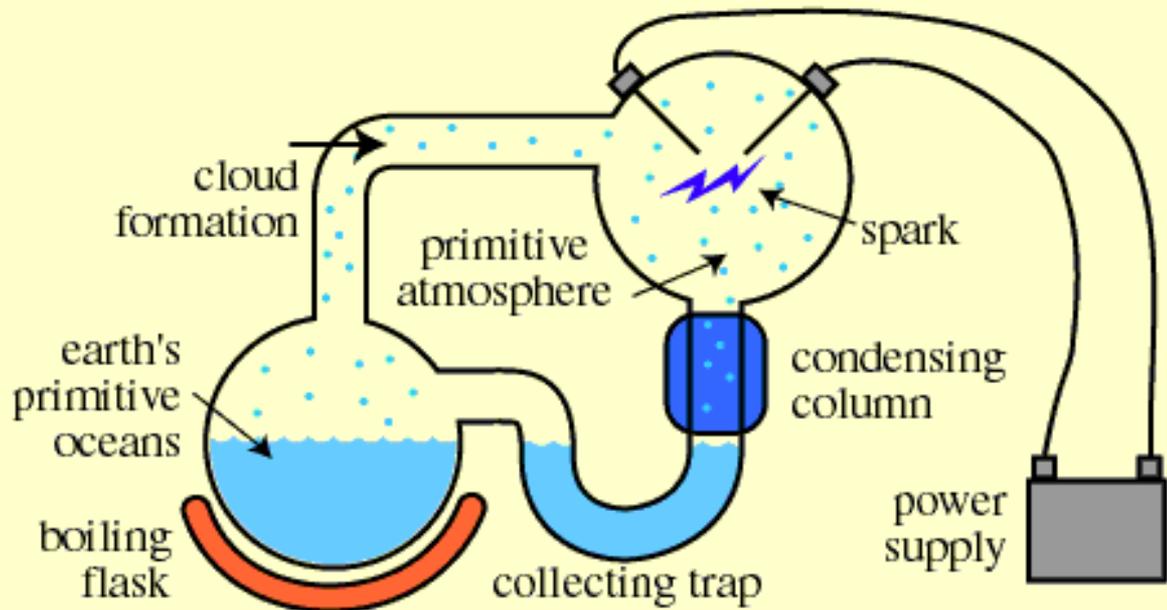
D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.

Ces molécules simples ont pu se complexifier jusqu'à un certain point dans les « **mares chaudes** » dont parlait déjà Darwin et qu'on a ensuite appelé « **soupe primitive** ».

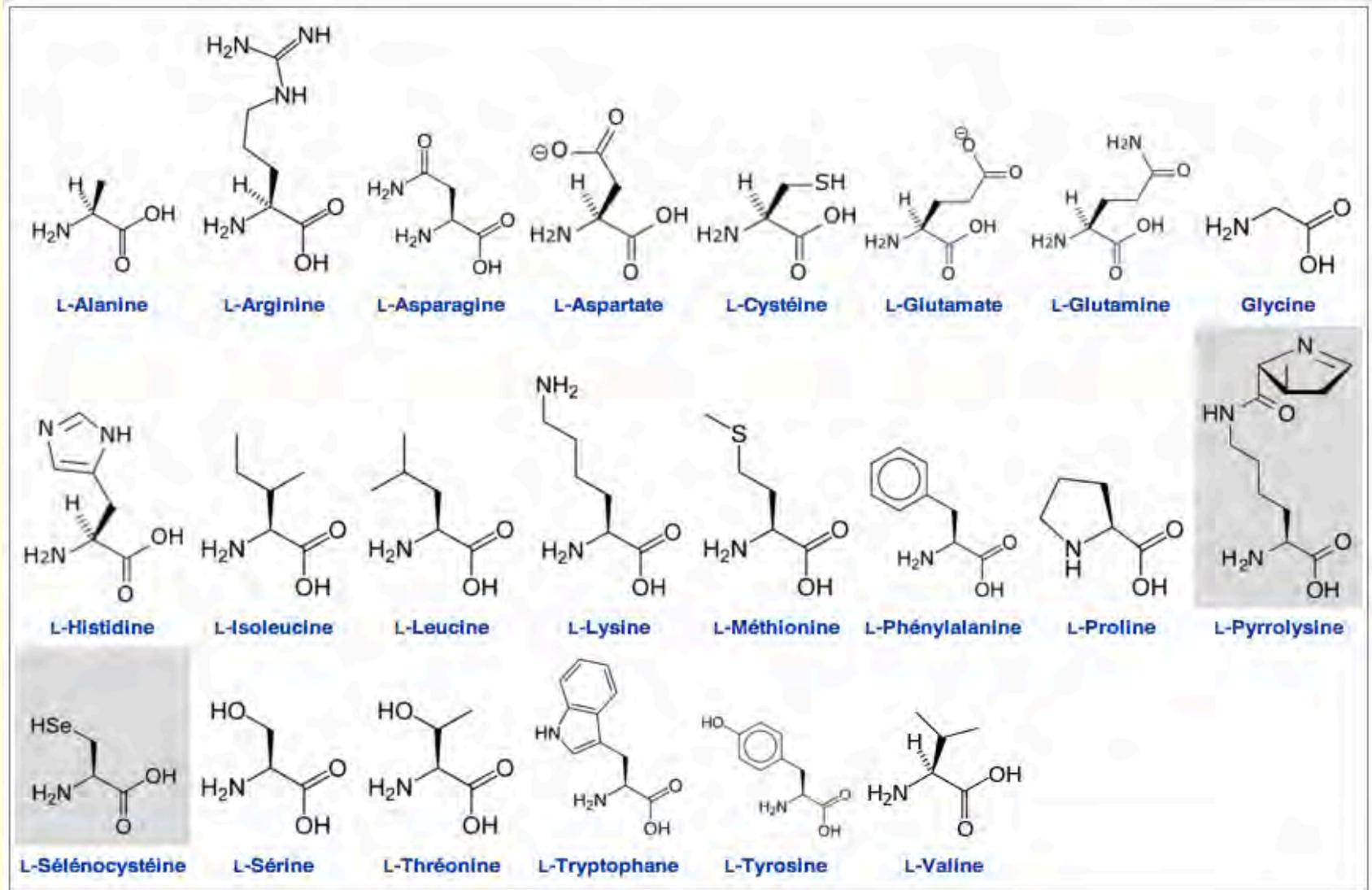


atmosphère et "soupe" primitive

**1953, Miller et Urey :**  
confirment cette hypothèse par une célèbre expérience in vitro où des molécules organiques apparaissent  
(**acides aminés**, etc.)



...acides aminés (qui formeront plus tard les protéines).

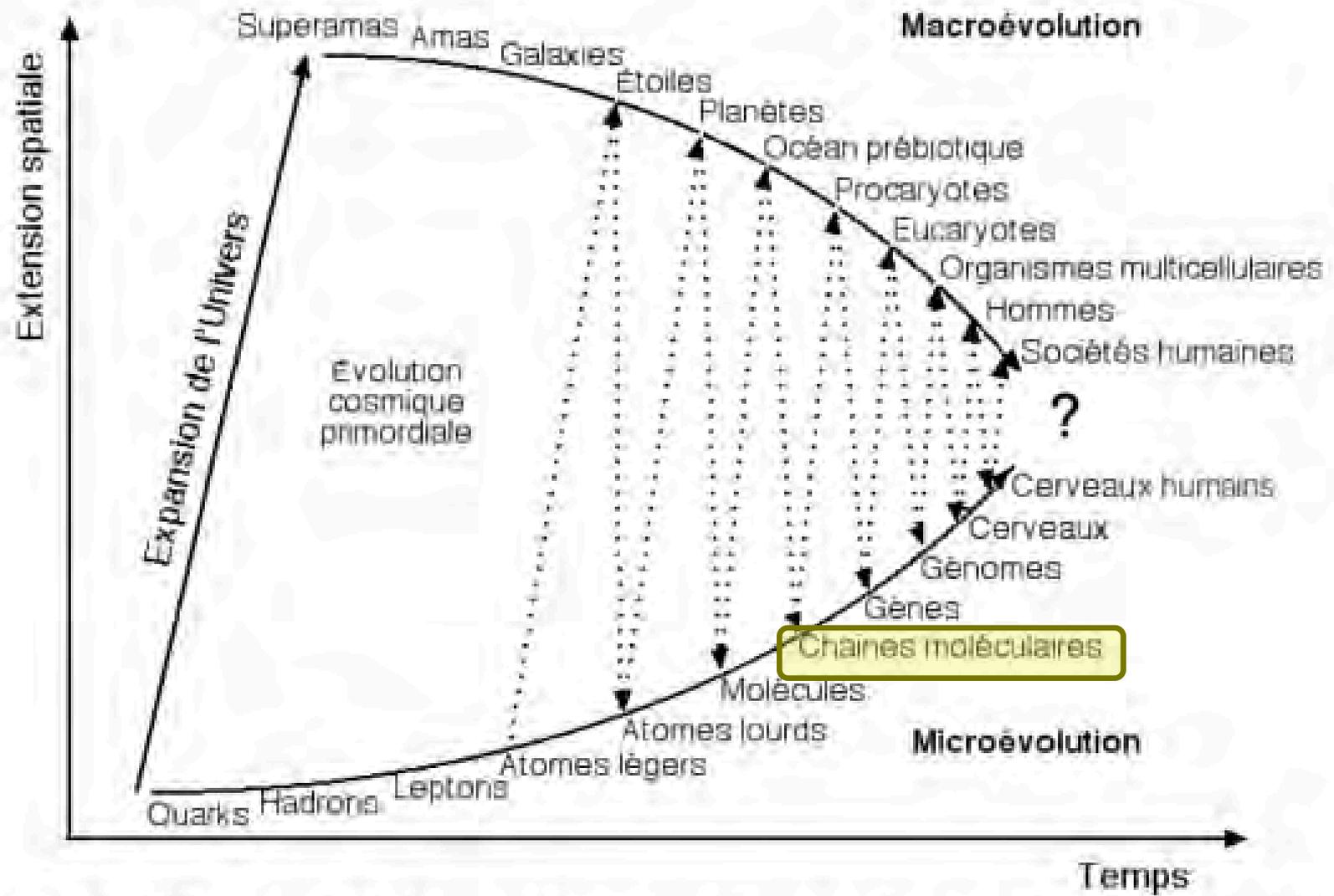


On peut donc dire que le passage de molécules simples vers des molécules organiques comme les acides aminés s'accompagne d'une **croissance de la complexité**.

On parle aussi "**d'auto-organisation**" pour désigner un tel processus.

Et on dit qu'ils sont "**sous contrôle thermodynamique**",

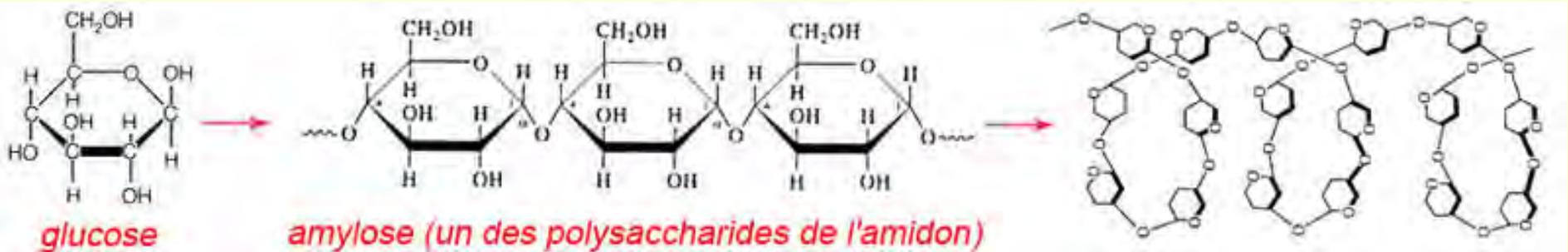
c'est-à-dire qu'ils se produisent "spontanément" sans l'intervention de forces extérieures si les bonnes conditions de départ sont réunies.



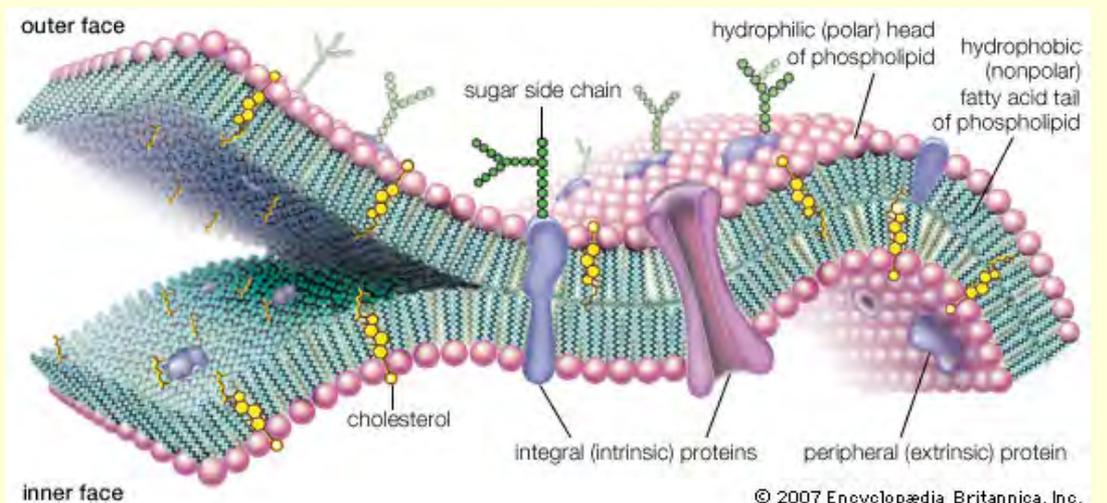
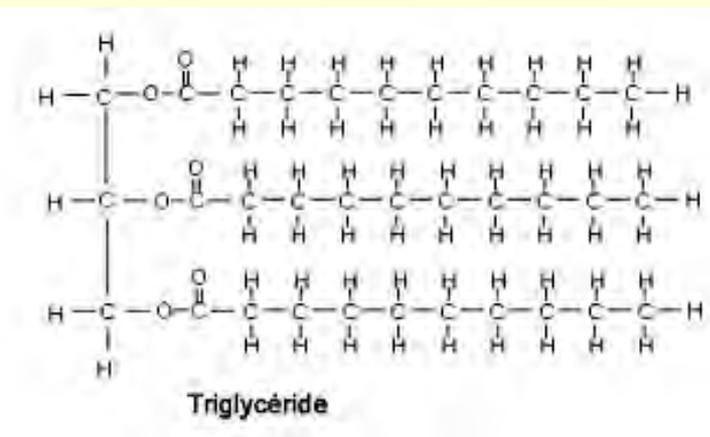
D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.

Quoi qu'il ait pu être ses mécanismes, cette évolution chimique va donner lieu à des chaînes moléculaires de :

- Glucides



- Lipides





Ces chaînes de lipides vont donner lieu à des phénomènes **d'auto-organisation** mais cette fois-ci au niveau **supra-moléculaires** :

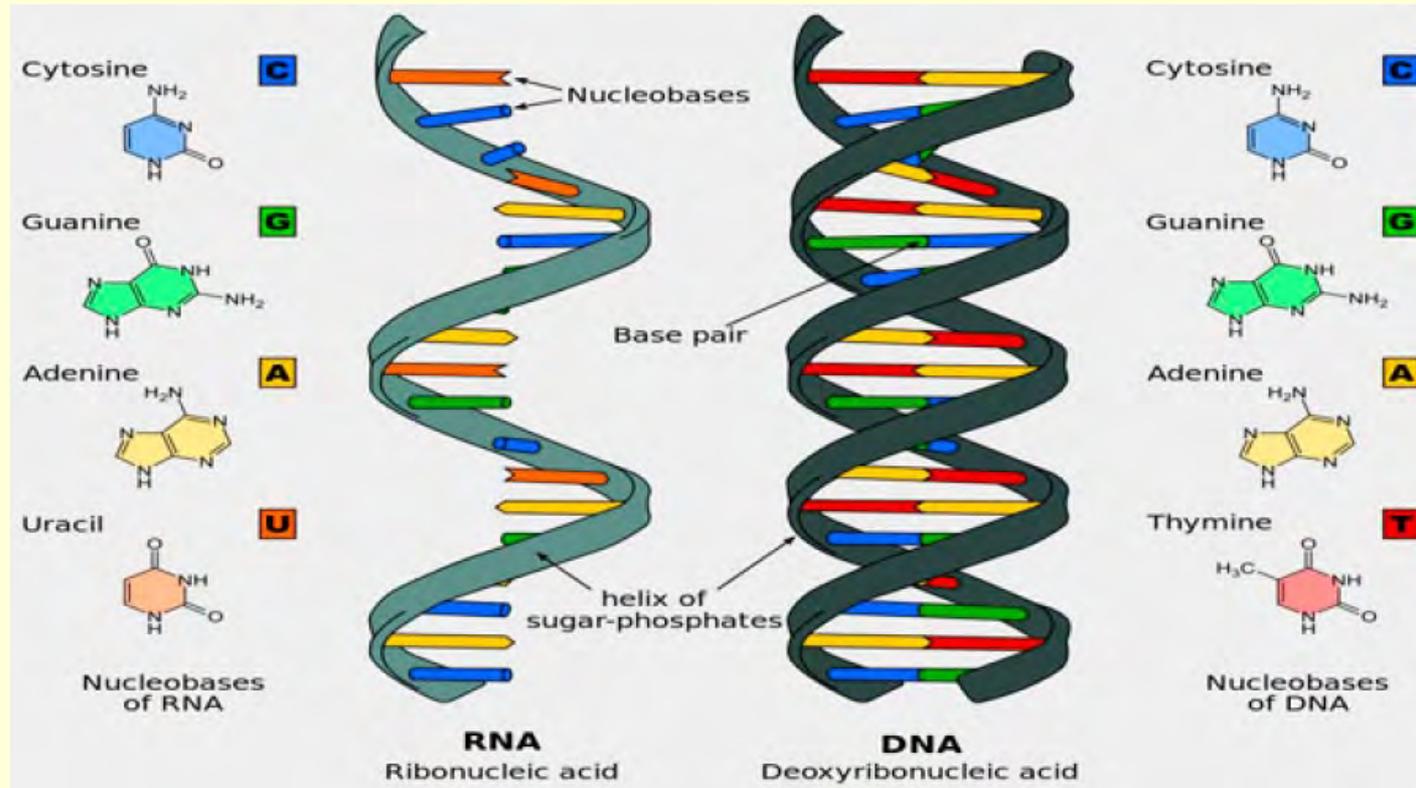
par exemple, des **couches bi-lipidiques**

qui vont former à leur tour des **vésicules** qui deviendront les futures membranes cellulaires.

« Pas de membrane, pas de cellules.  
 Pas de cellules, pas de neurones.  
 Pas de neurones, pas de cerveaux.  
 Pas de cerveaux, pas d'humains ! »

...cette évolution chimique va donner lieu à des chaînes moléculaires de :

- Glucides
- Lipides
- **Bases nucléiques**

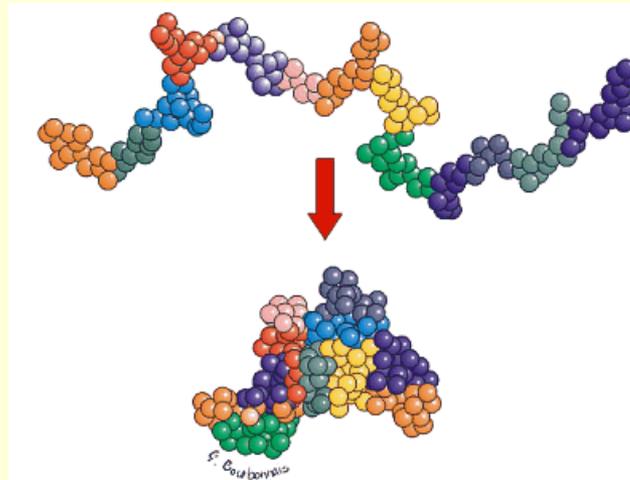
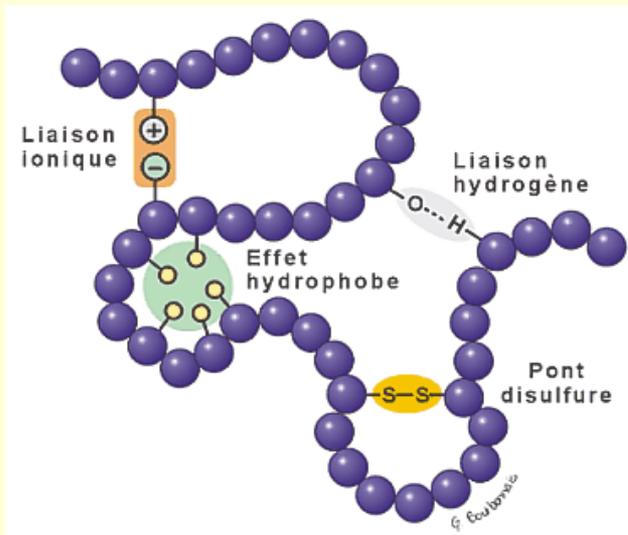
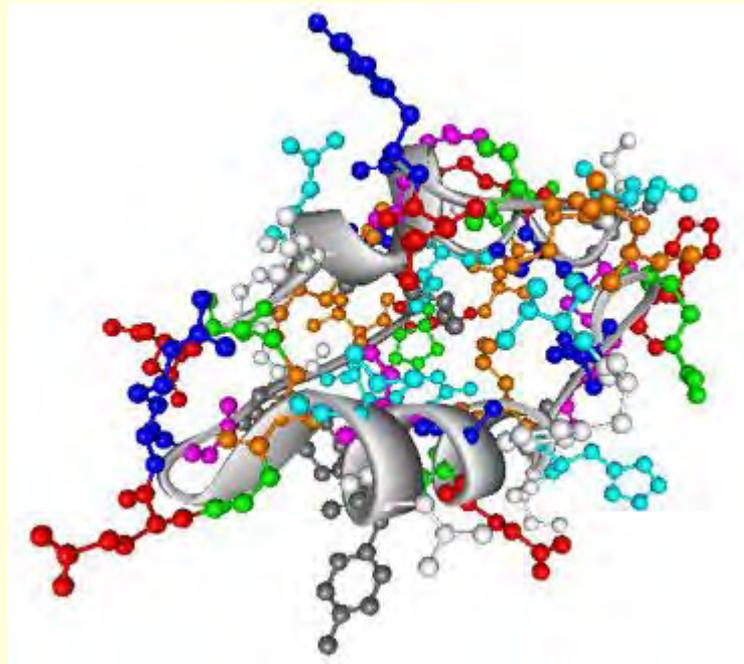


**Même principe d'organisation que pour les lipides:**

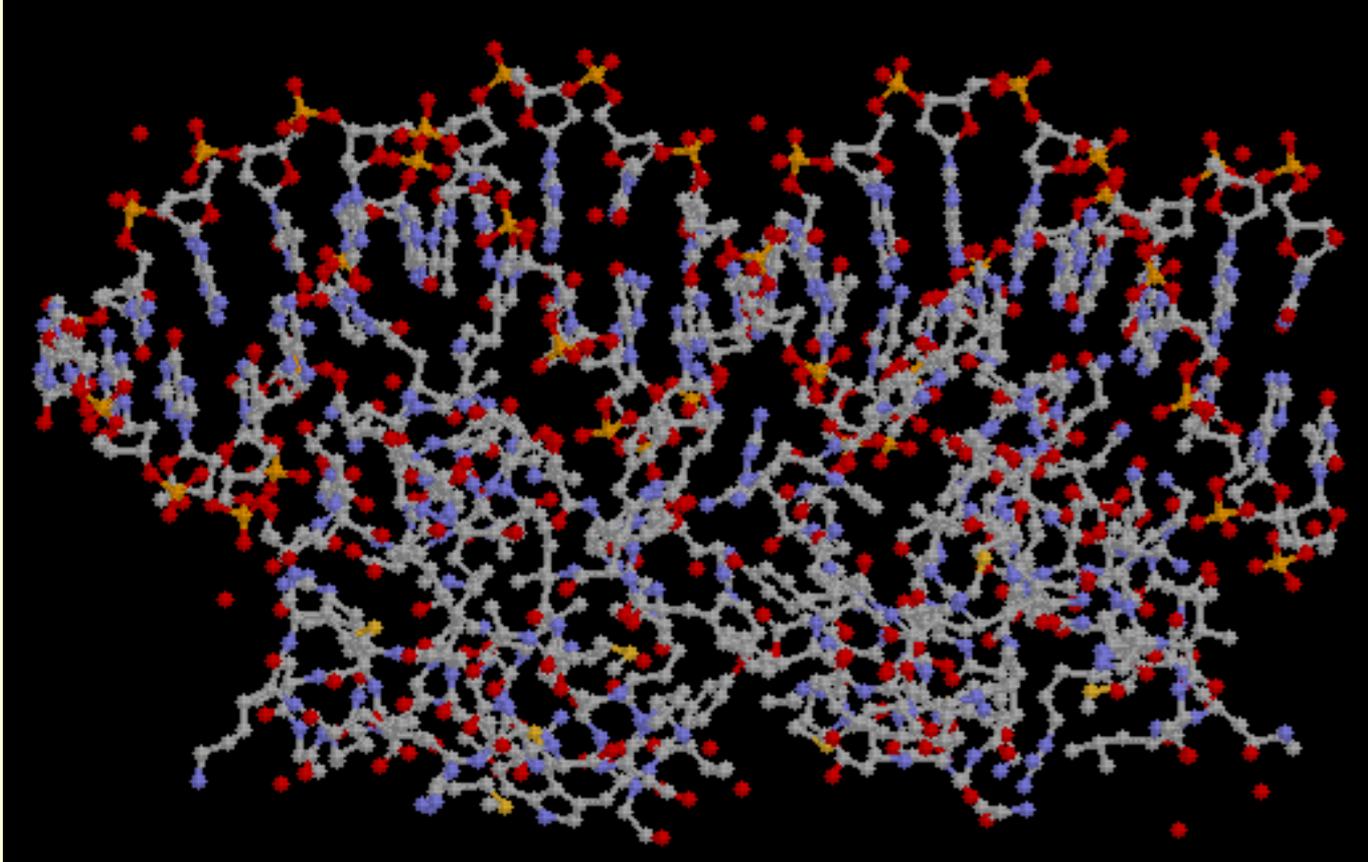
les deux brins complémentaires d'AND forment un duplex dans lequel les bases nucléiques hydrophobiques complémentaires fuient le contact de l'eau, laissant les "doigts" hydrophiliques des groupes phosphates s'occuper de la solubilité avec l'eau...

...cette évolution chimique va donner lieu à des chaînes moléculaires de :

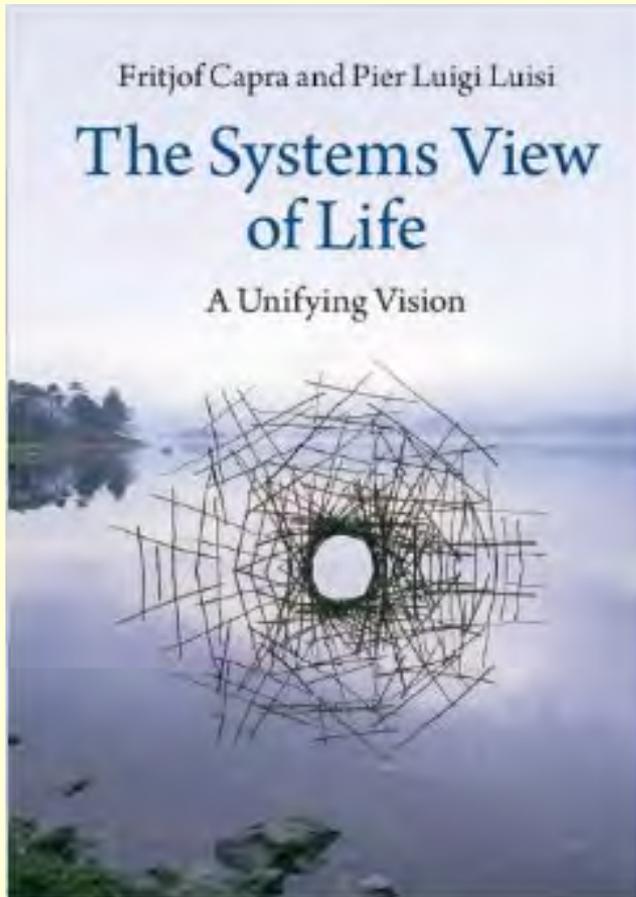
- Glucides
- Lipides
- Bases nucléiques
- **Protéines**



Le repliement de la chaîne d'acides aminés est déterminé par la séquence primaire des acides aminés de la protéine (la suite des « perles » dans le « collier de perles »).



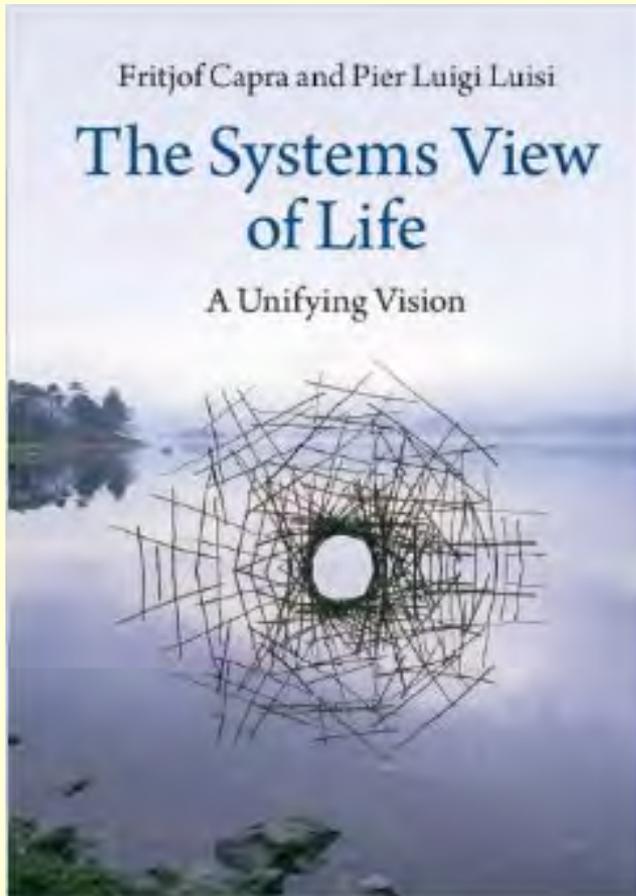
On peut donc dire encore une fois que **ce repliement s'auto-organise** (toujours sous contrôle thermodynamique), amenant « l'émergence » de **nouvelles propriétés** fonctionnelles au niveau de **la forme en 3D** de la protéine (site de liaison d'un enzyme, le pore d'un canal membranaire, etc...)



Durant l'histoire occidentale de la science et de la philosophie, il y a eu une tension entre 2 perspectives :

- l'étude de la **matière** : de quoi c'est fait ?

(on vient d'en donner un aperçu très succinct)



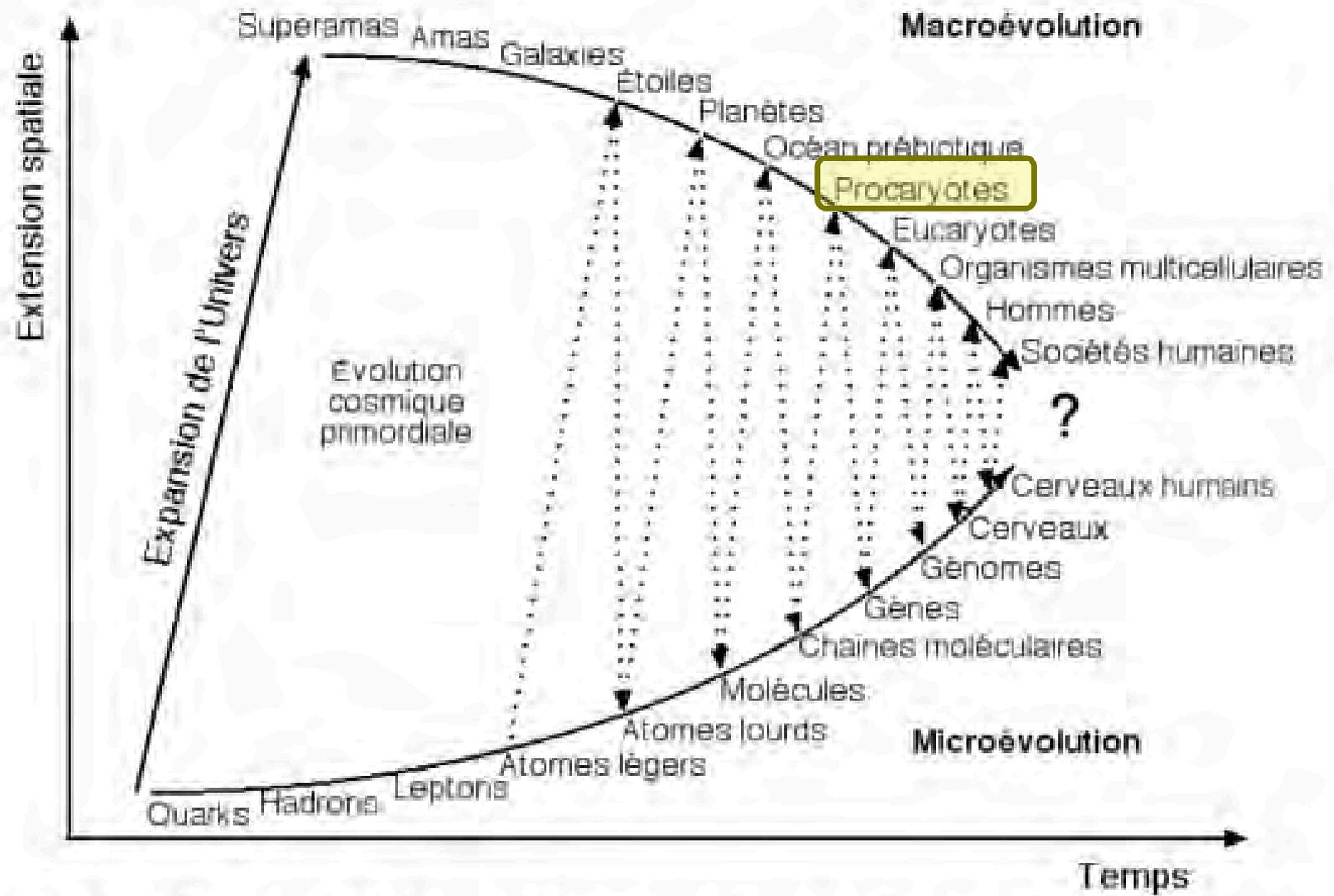
Durant l'histoire occidentale de la science et de la philosophie, il y a eu une tension entre 2 perspectives :

- l'étude de la **matière** : de quoi c'est fait ?

- l'étude de la **forme** : quel est le pattern ?

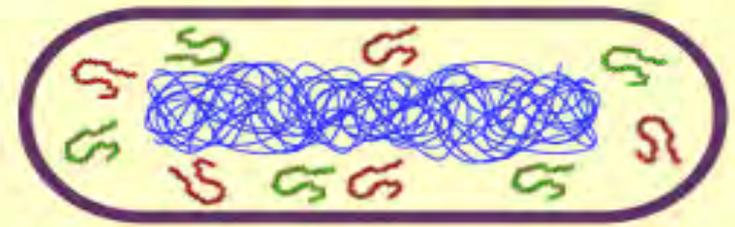
Parce que ça commence à devenir important avec le repliement des protéines,

Et ça va devenir fondamental avec les premières cellules...



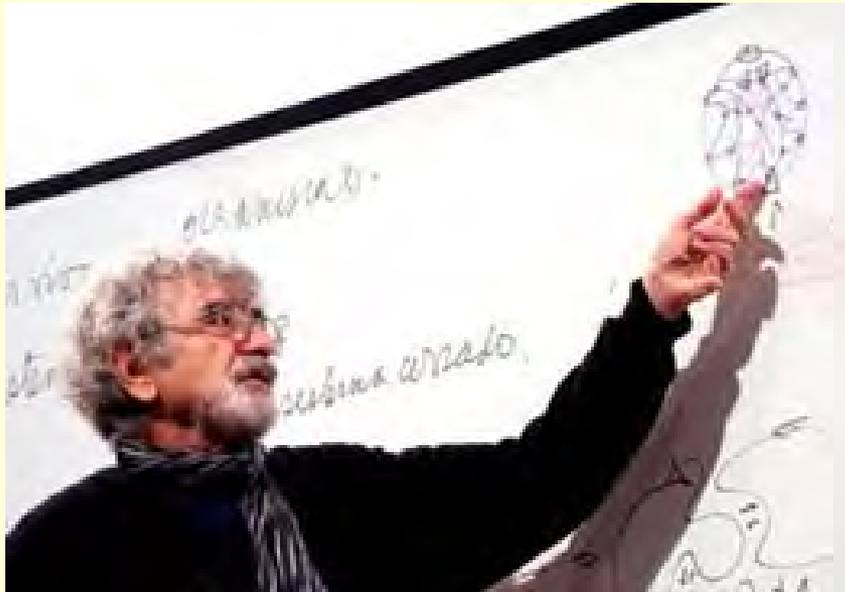
D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.

Pour comprendre ce qu'est une **cellule vivante**,

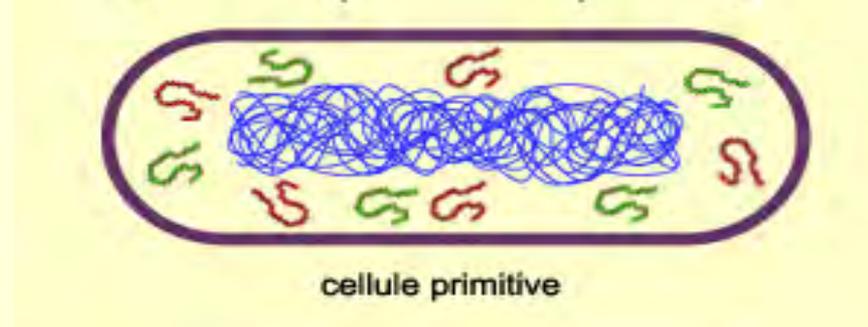


cellule primitive

une notion très utile est celle **d'autopoïèse**,  
élaborée par Humberto Maturana et Francisco Varela  
dans les années 1970.



Pour comprendre ce qu'est une **cellule vivante**,

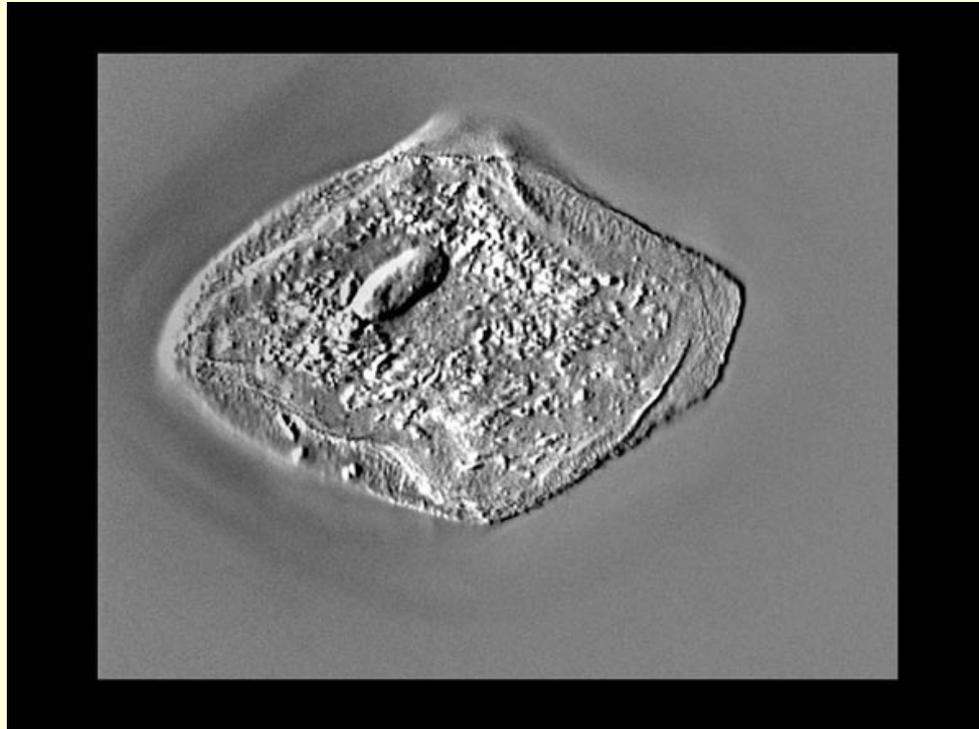


une notion très utile est celle **d'autopoïèse**,  
élaborée par Humberto Maturana et Francisco Varela  
dans les années 1970.

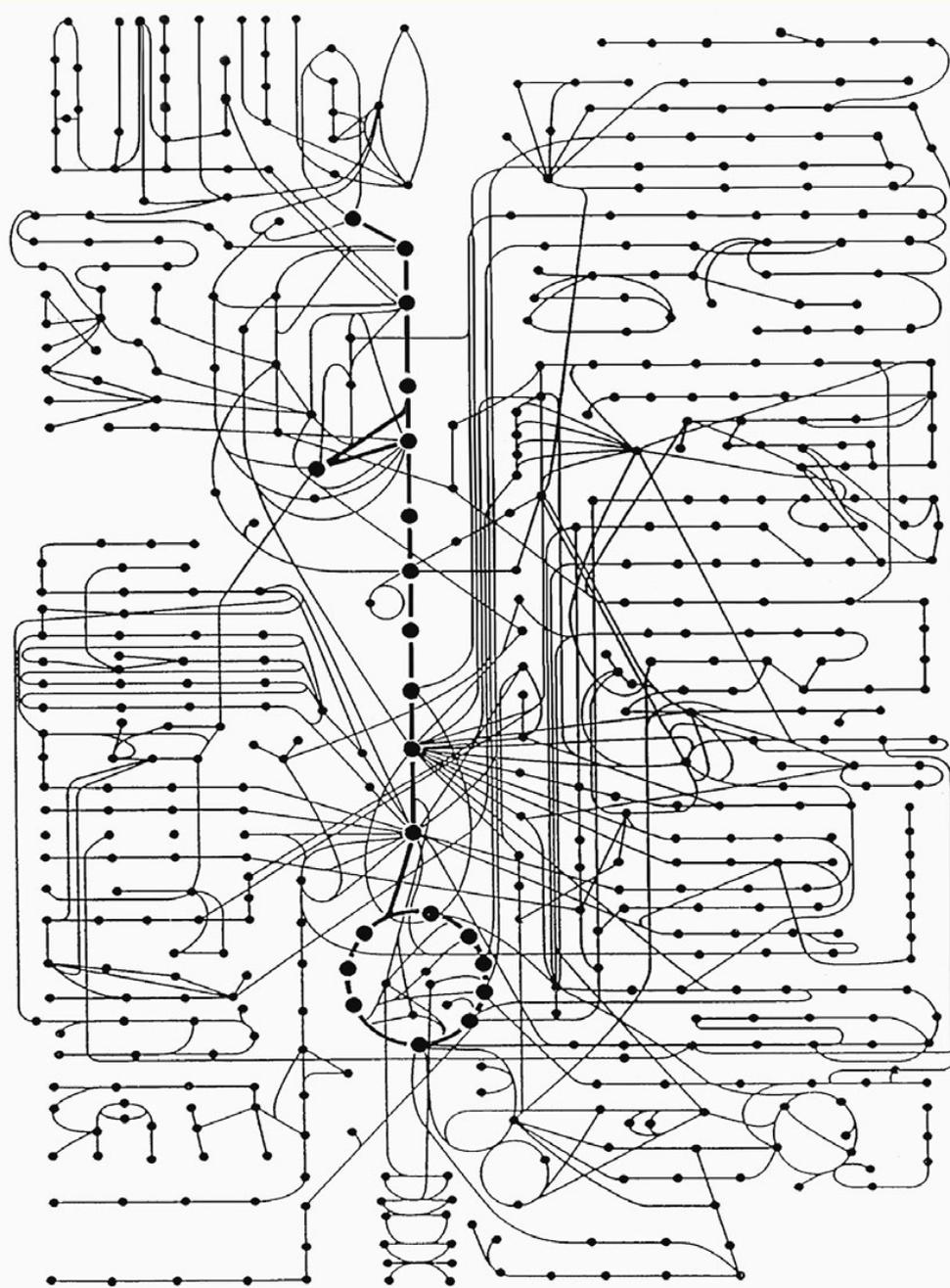
« Notre proposition est que les être vivants sont caractérisés par le fait que, littéralement, ils sont continuellement en train de **s'auto-produire**. »

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

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



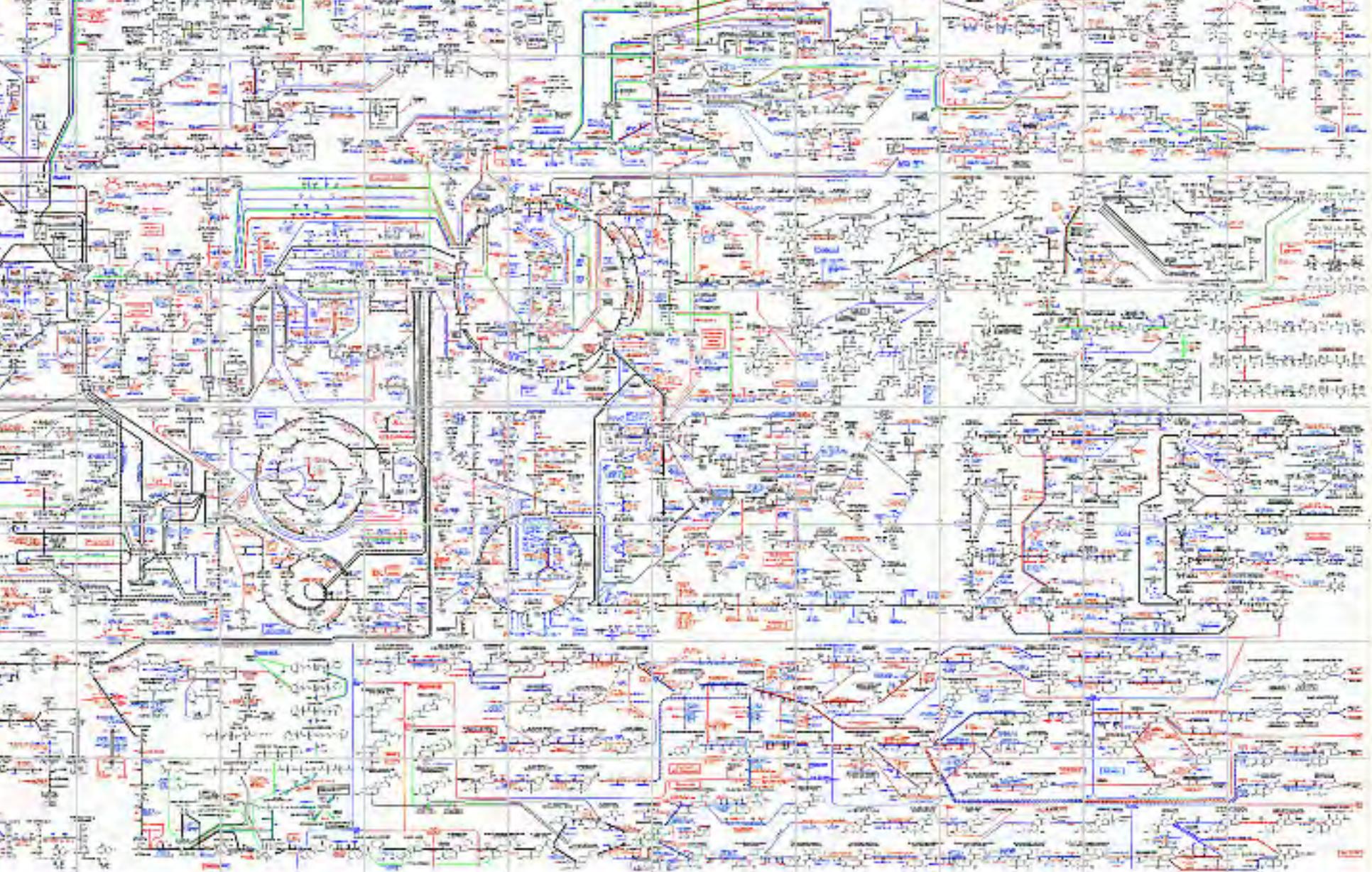
An image of a human buccal epithelial cell obtained using Differential Interference Contrast (DIC) microscopy  
([www.canisius.edu/biology/cell\\_imaging/gallery.asp](http://www.canisius.edu/biology/cell_imaging/gallery.asp))



« un réseau »...

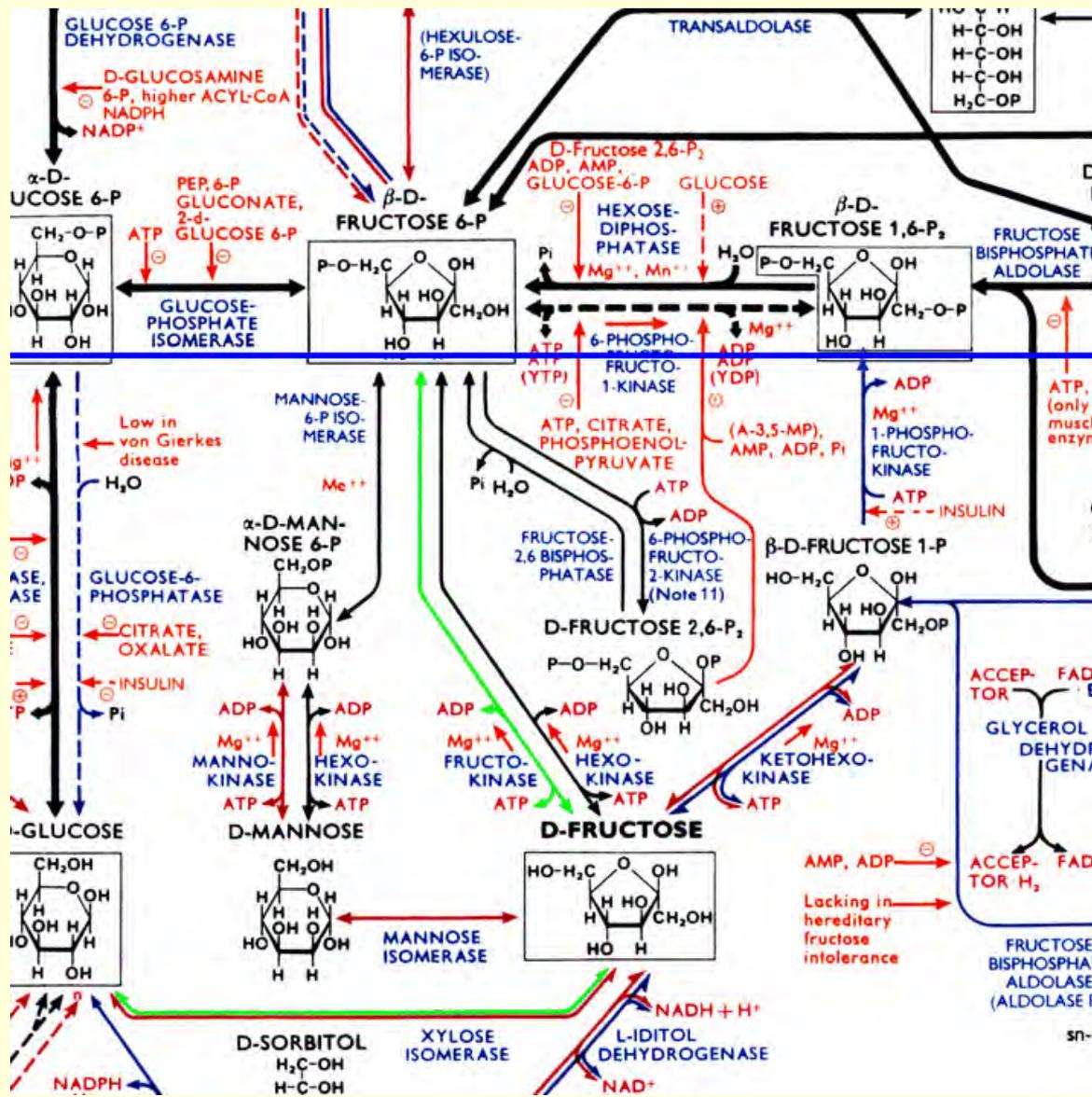
= des éléments qui entretiennent  
des relations

Et dans ce réseau, il y a  
**constance de la structure**  
générale malgré le changement  
de ses éléments constitutants.

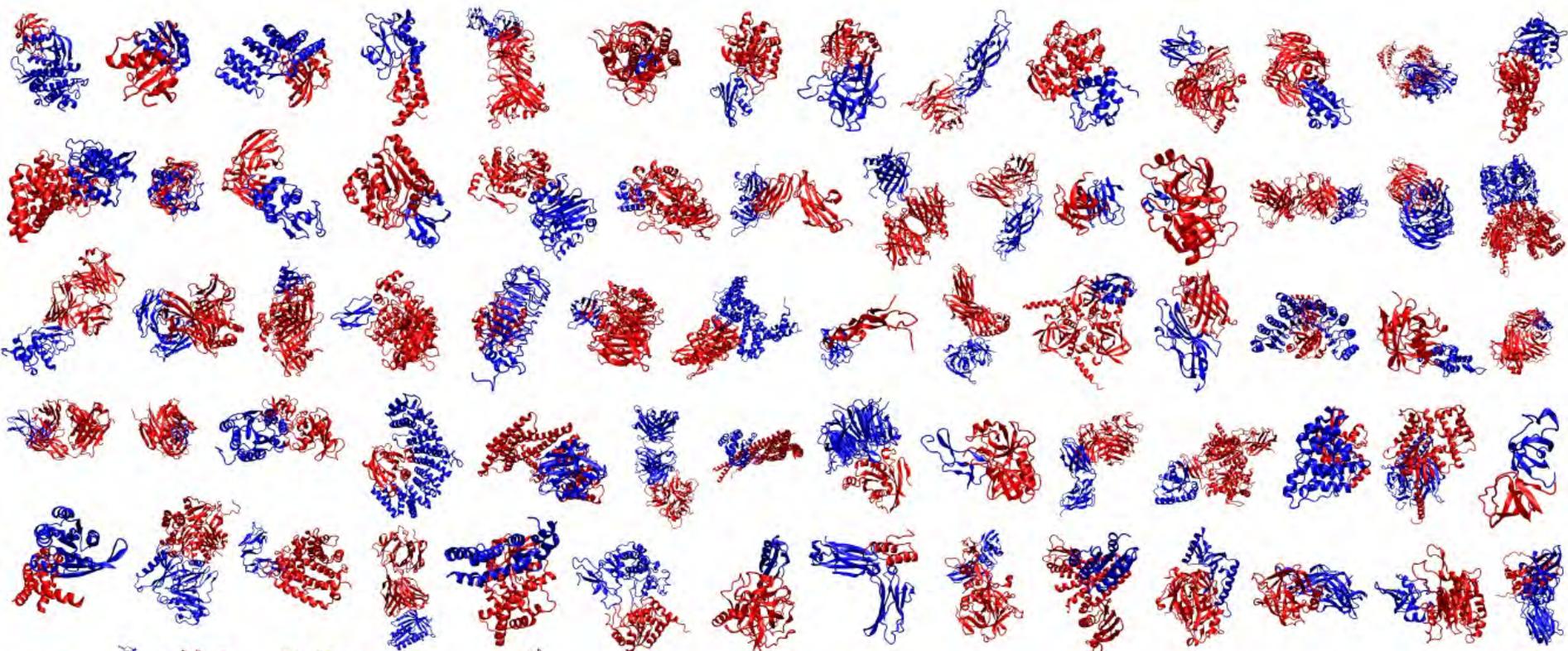
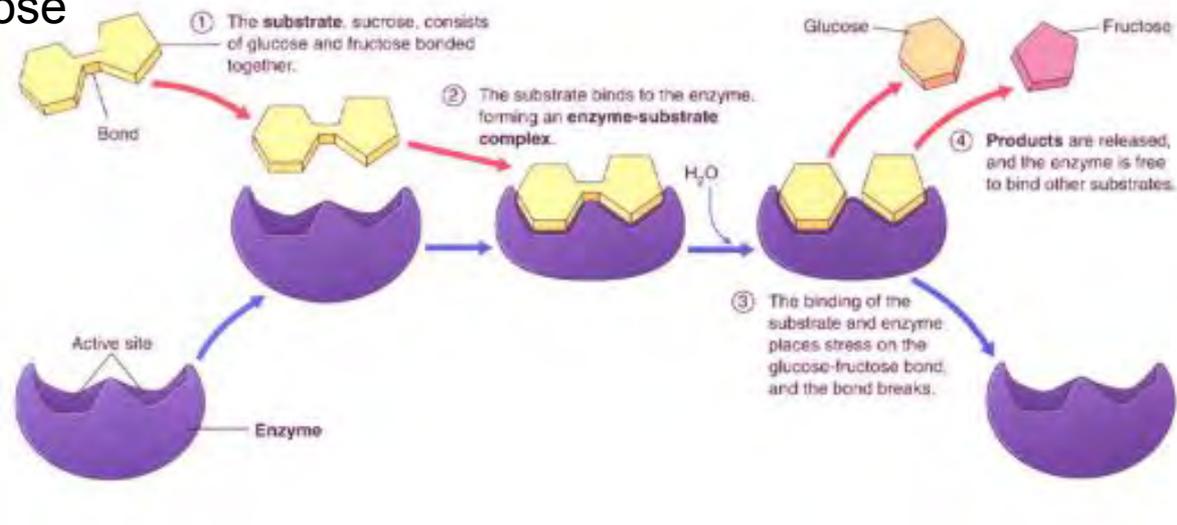


« un réseau complexe »... = cascades de réactions biochimiques dans une cellule

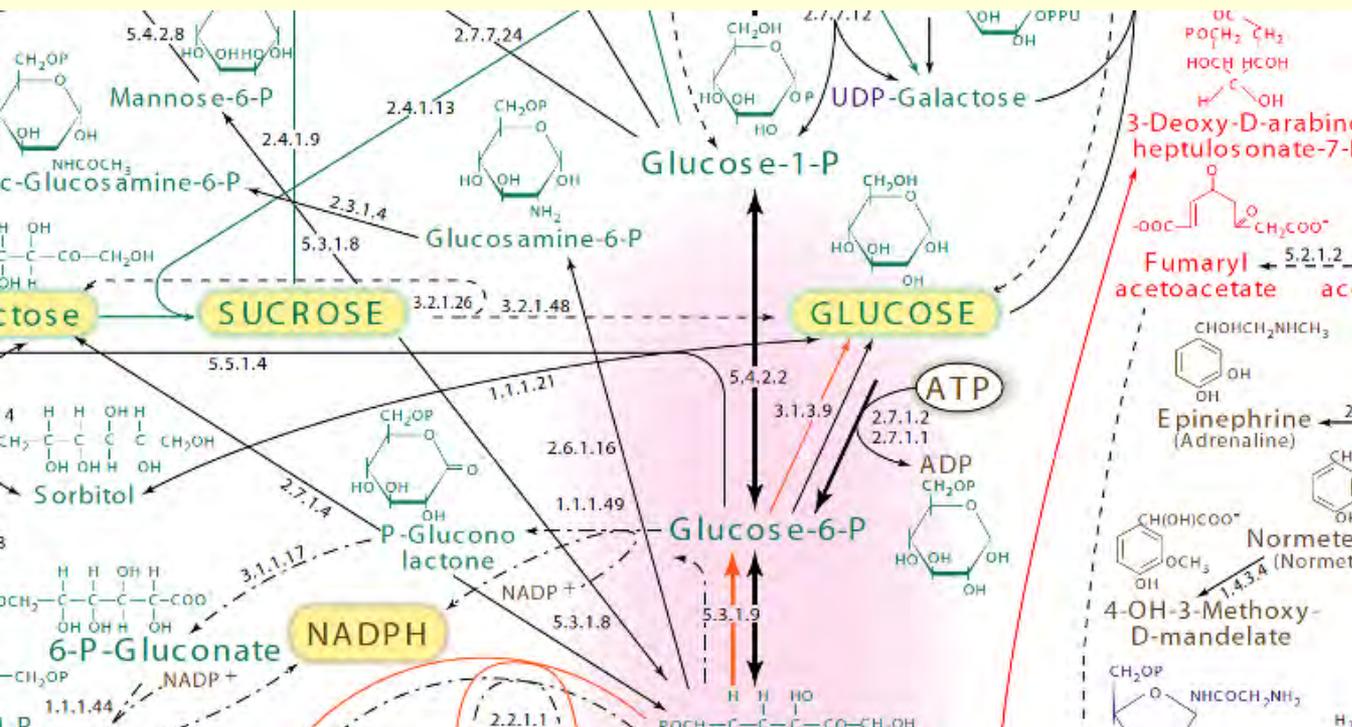
« un réseau complexe d'éléments »... : enzymes (protéines), ADN, etc.



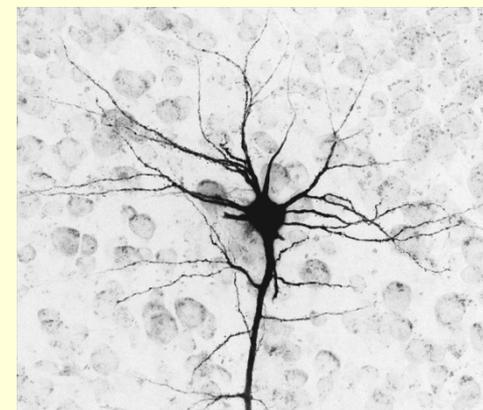
# sucrose



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



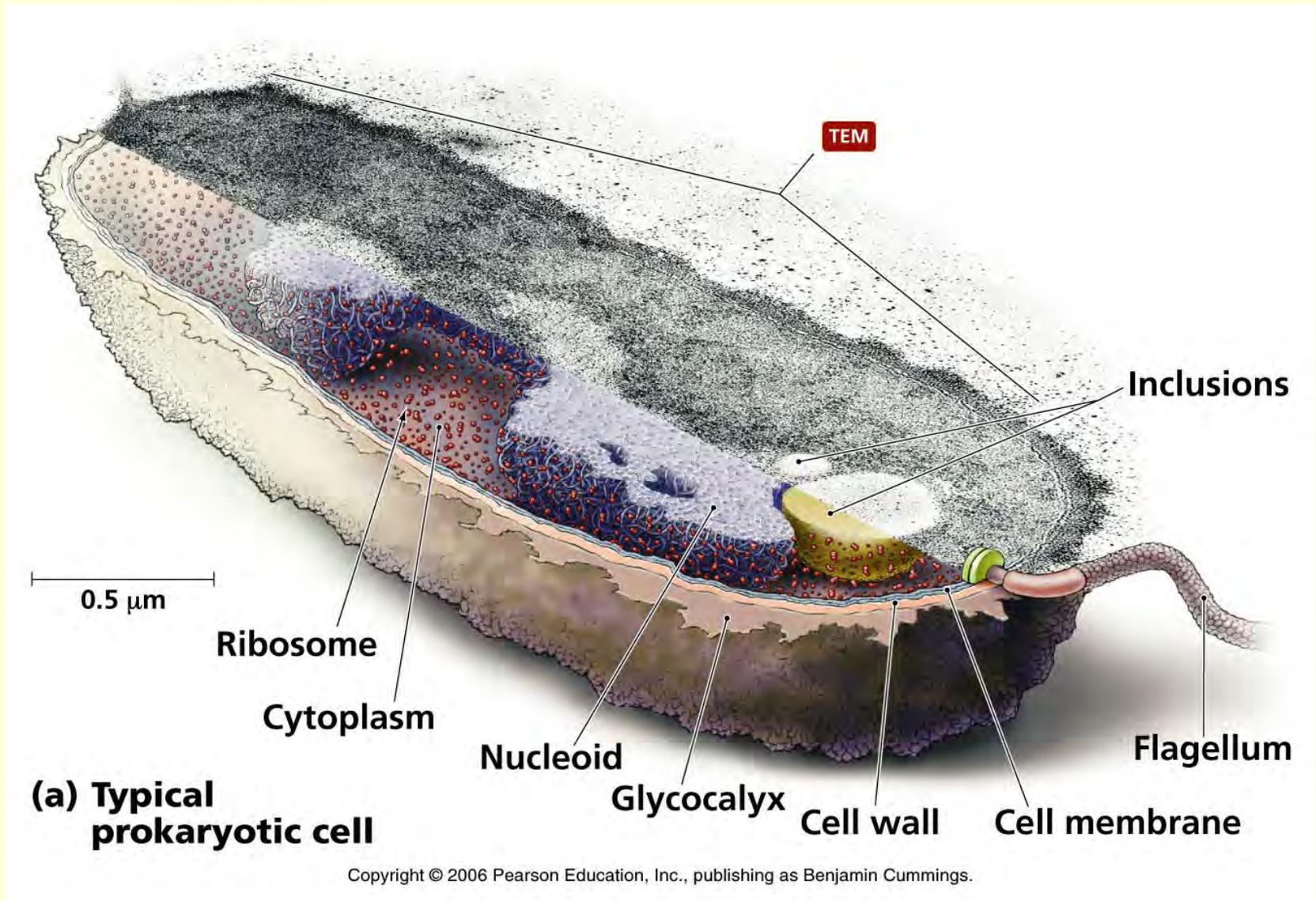
..qui régénèrent constamment, par leurs interactions et transformations, le réseau qui les a produits.

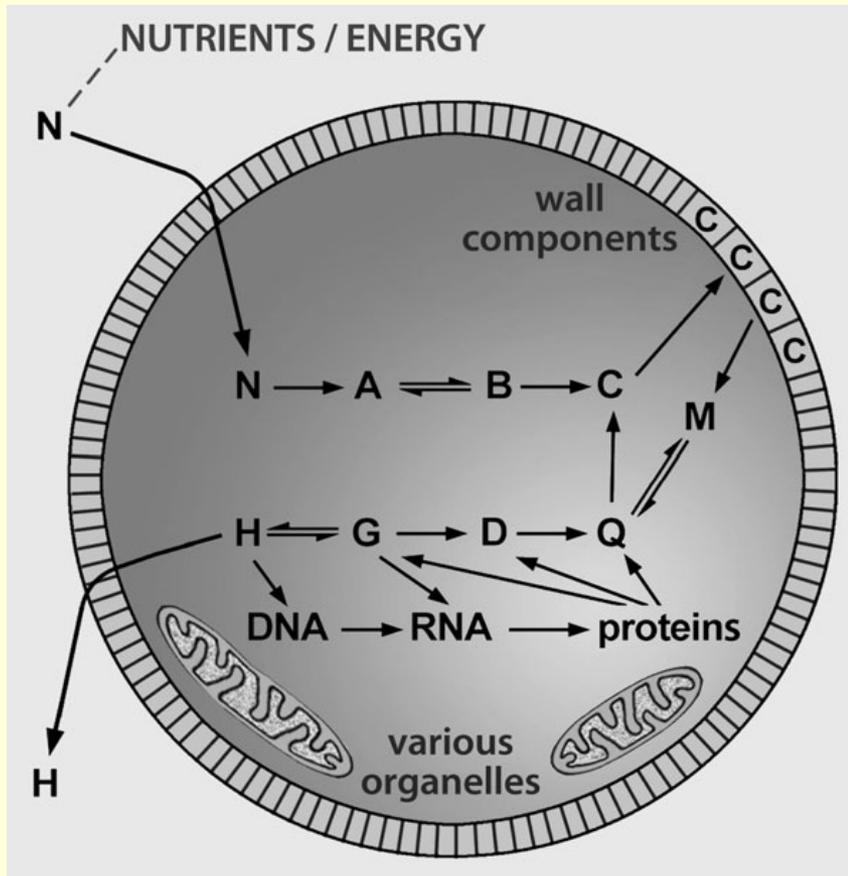


Car encore aujourd'hui, chaque cellule de votre cerveau a un tel métabolisme.

« Pas de métabolisme, pas de cellules.  
 Pas de cellules, pas de neurones.  
 Pas de neurones, pas de cerveaux.  
 Pas de cerveaux, pas d'humains ! »

Les premières cellules vivante sont déjà infiniment complexes !





Il n'y a pas d'endroit particulier qui pourrait être associé à un "centre de la vie" à l'intérieur de la cellule (pas plus qu'il n'y a de "centre de" quoi que ce soit dans le cerveau...)

Car la vie n'est pas localisée.

C'est une propriété globale qui **émerge des interactions collectives du réseau** des composants moléculaires qui forment la cellule.

**La vie est une propriété émergente** qui n'est pas présente dans les parties mais dans le tout que forment ces parties.

# Exemple de propriétés émergentes en chimie



Sodium (Na)  
(métal hautement inflammable)

+



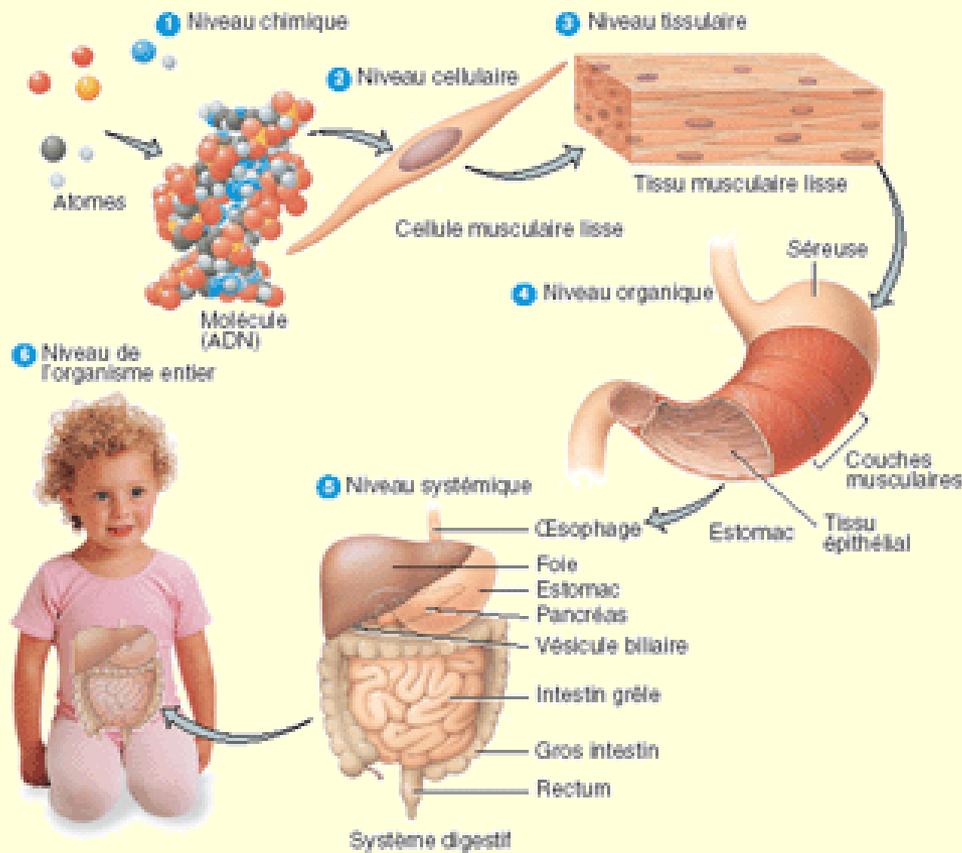
Chlore (Cl)  
(gaz très toxique)

=



Chlorure de sodium (NaCl)  
(sel de table,  
parfaitement comestible)

Organisation structurale du corps humain (Figure 1.1)



Et s'il est vrai que la biologie se construit à partir de la chimie,

l'émergence du vivant en tant que **propriété** ne peut pas être réduit aux propriétés de ses constituants chimiques.

L'approche **réductionniste** en science où l'on cherche à réduire le tout en ses parties n'est applicable que lorsqu'on parle de **ce qui compose** la structure du vivant.

Et non des propriétés (issues de la forme de ses réseaux).

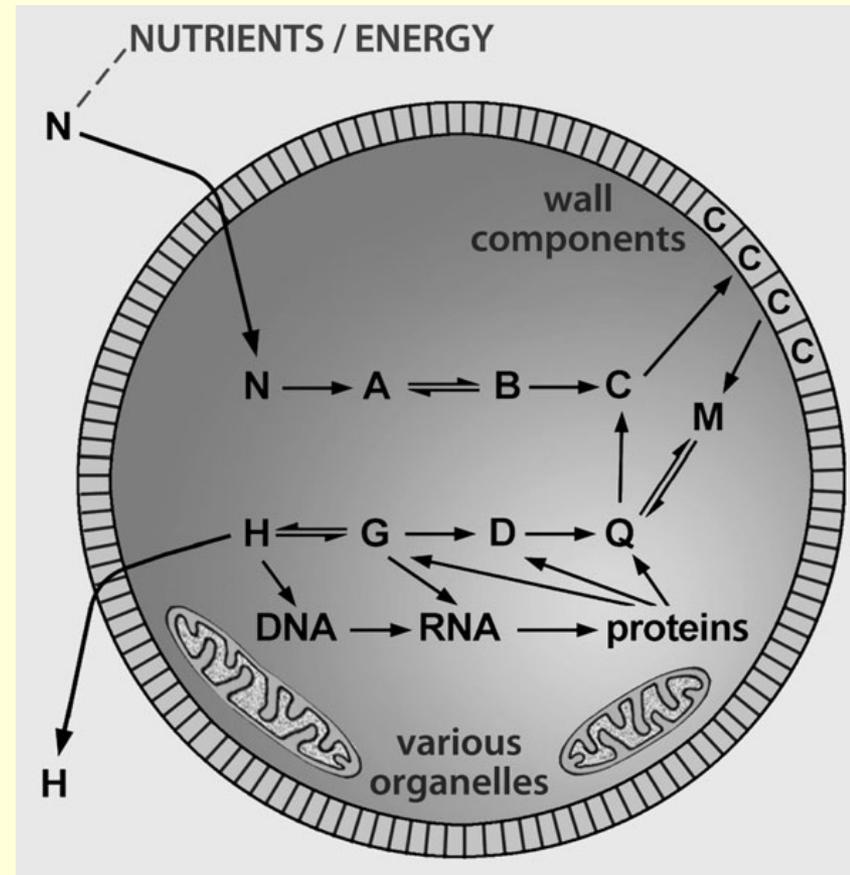
En biologie, c'est donc la 2<sup>e</sup> question qui va nous intéresser :

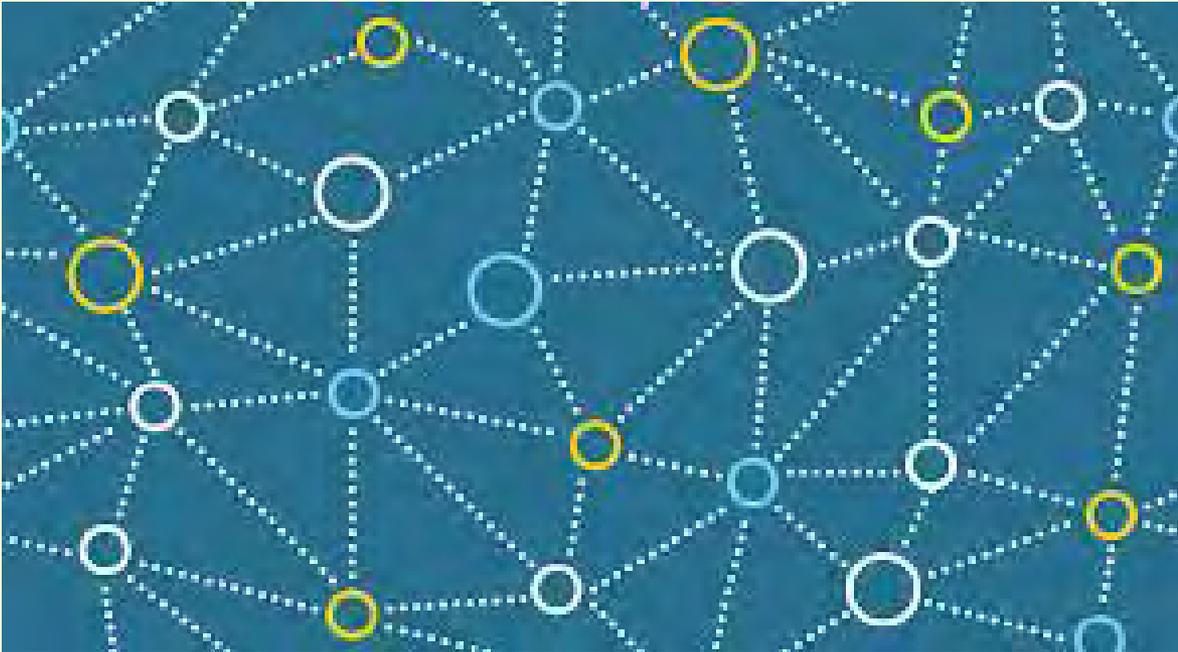
l'étude de la **forme** : quel est le pattern ?

Est-ce qu'il y a un pattern commun qu'on peut associer à tous les systèmes vivants?

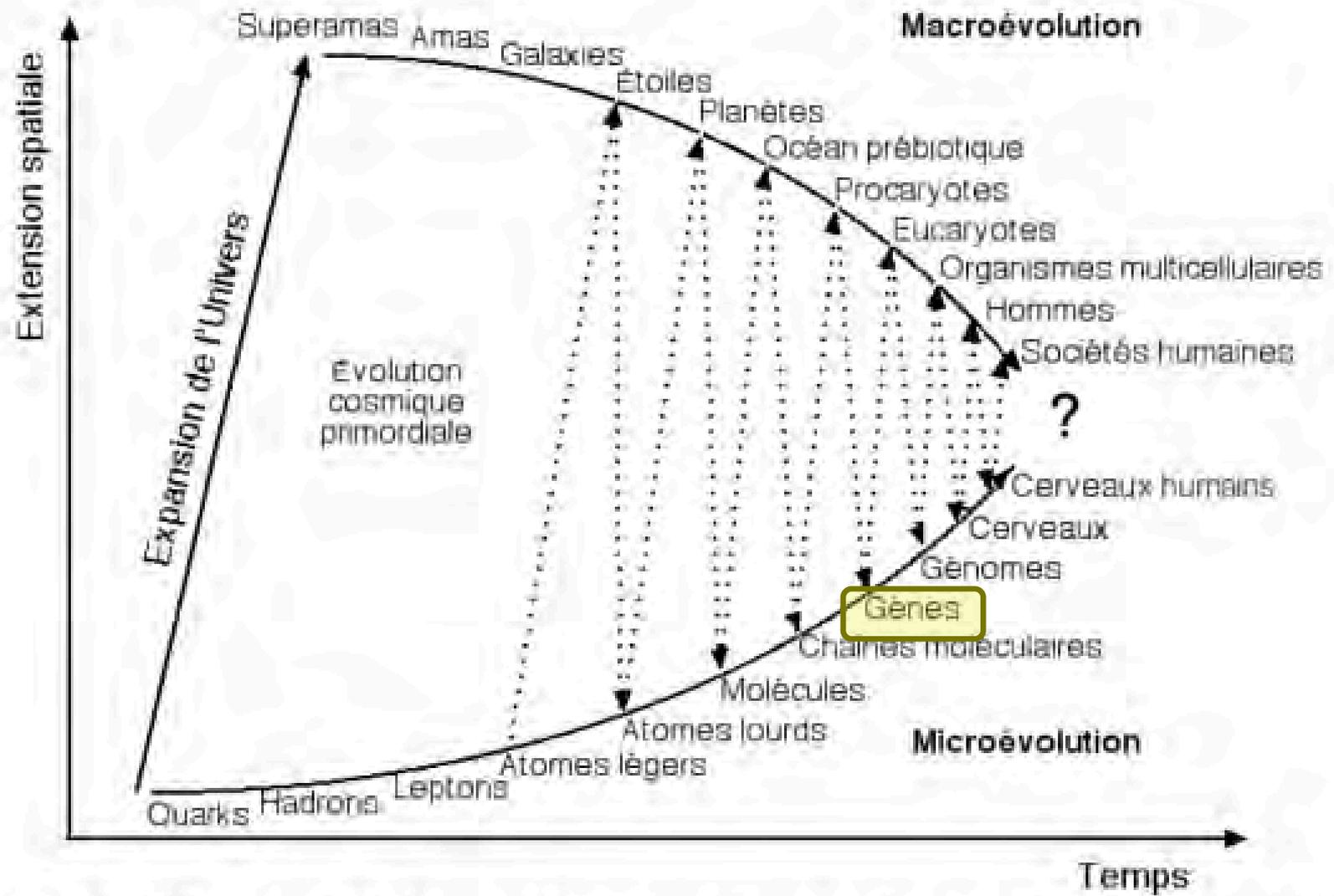
Je vous donne tout de suite le punch :

« **Whenever we look at life, we look at networks.** »



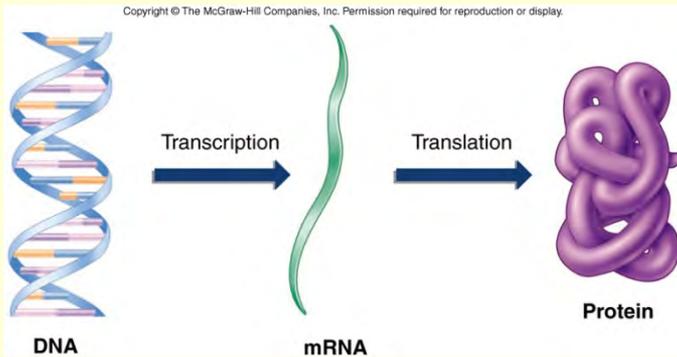


« **Whenever we look at life,  
we look at networks.** »

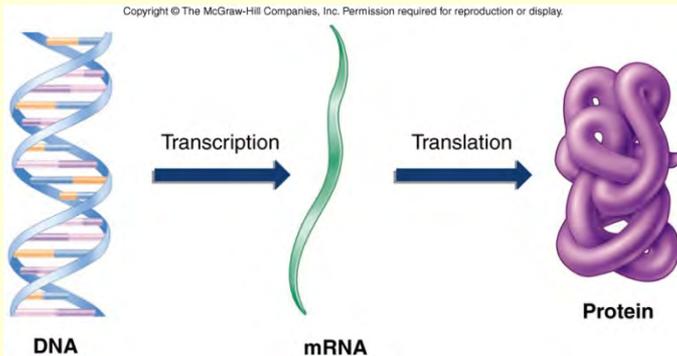


D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.

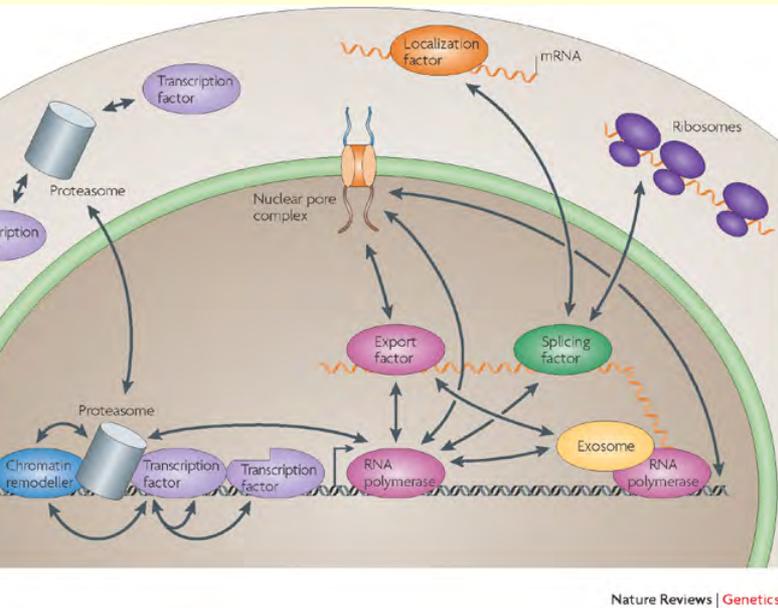
Et ça se vérifie déjà au niveau du gène...



On a longtemps pensé que les gènes n'étaient que les « plans » pour fabriquer nos protéines.

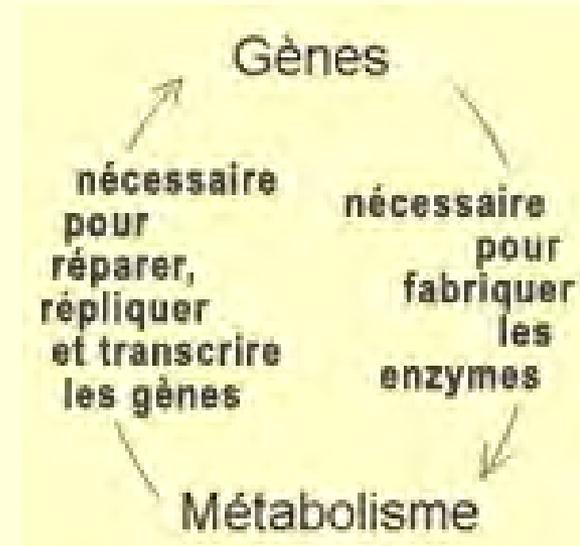


On a longtemps pensé que les gènes n'étaient que les « plans » pour fabriquer nos protéines.



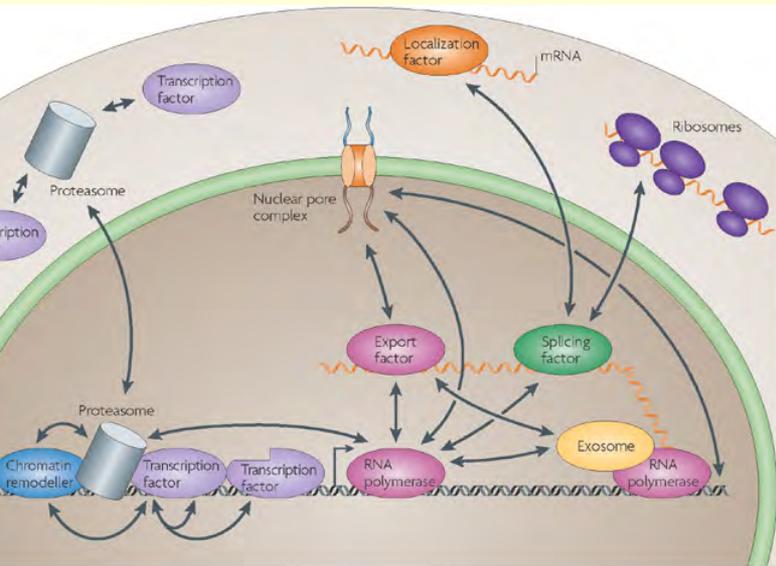
Mais on sais maintenant que certains gènes servent à fabriquer des enzymes qui vont revenir se fixer sur d'autres gènes et en influencer l'expression.

Dans l'autopoïèse, le **métabolisme** et les **gènes** forment ensemble un réseau.



Le paradigme du « tout génétique » constitue un obstacle à l'appropriation de concepts biologiques actuels et plus flexibles entre le bagage héréditaire et le milieu de vie, dont la **plasticité cérébrale** et l'**épigénétique**.

(inspiré de Henri Atlan, *La Fin du tout génétique ? Nouveaux paradigmes en biologie*, 1999)

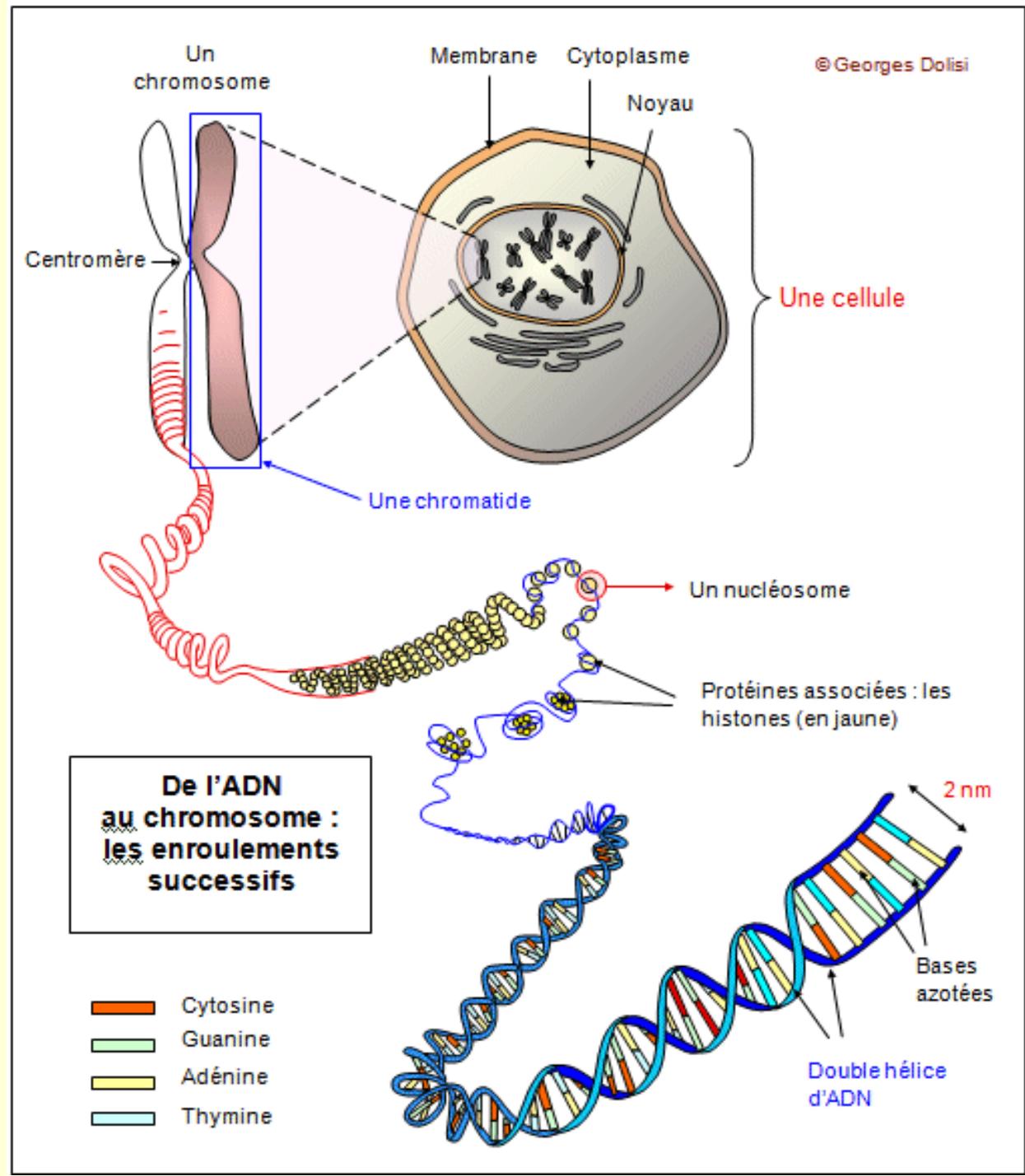


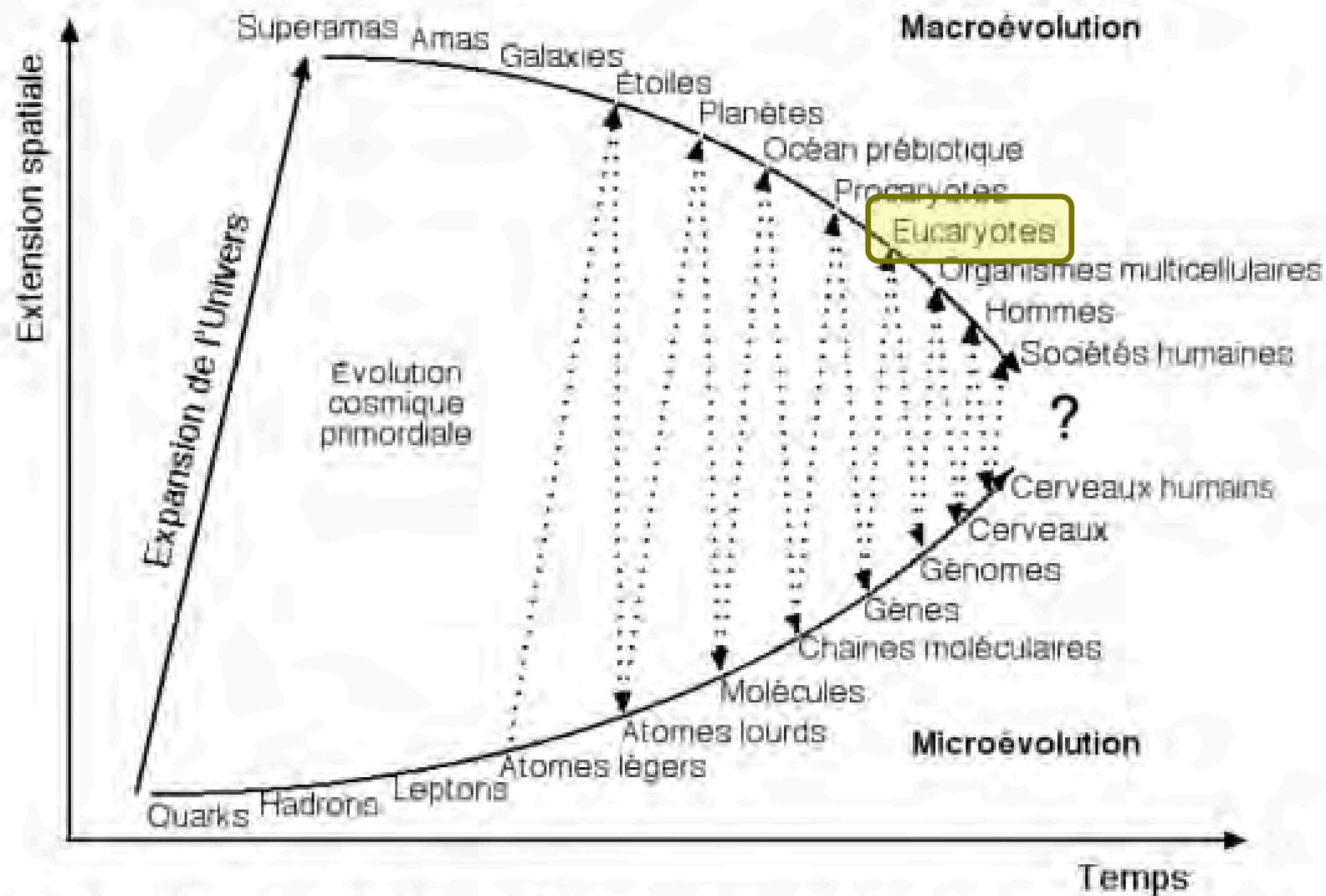
Nature Reviews | Genetics

Ces réseaux métaboliques doivent cependant réussir à se **reproduire** en faisant des **copies d'eux-mêmes**.

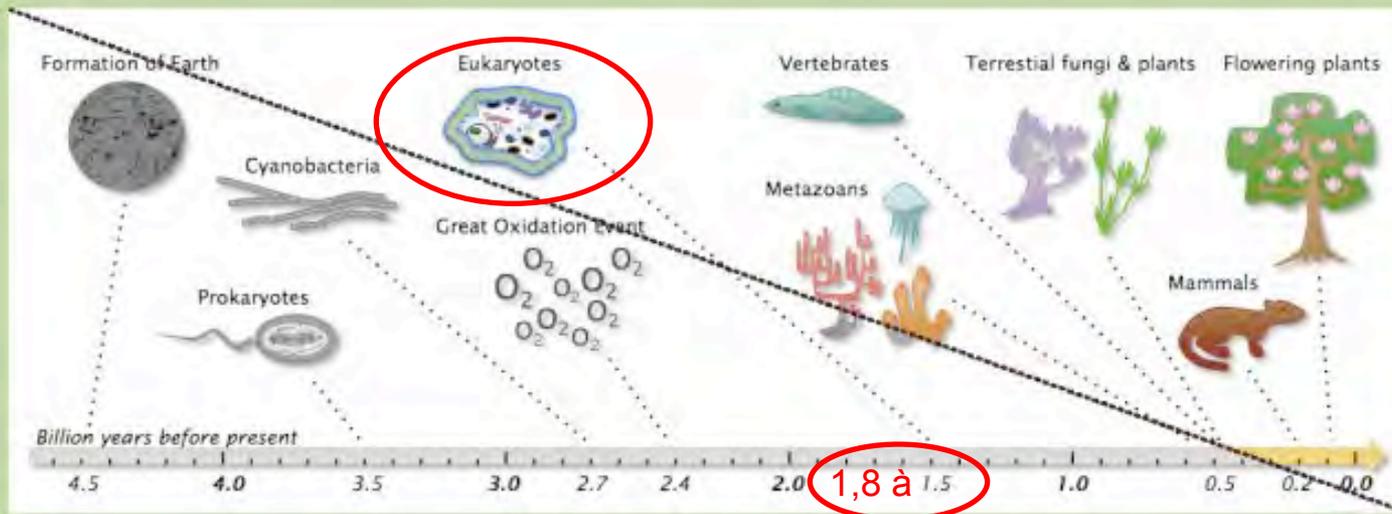
Et cela implique une capacité de **mémoire** pour retenir les bons coups du hasard.

Et c'est la **forme** et la **stabilité** particulière de l'ADN qui va rendre cela possible...

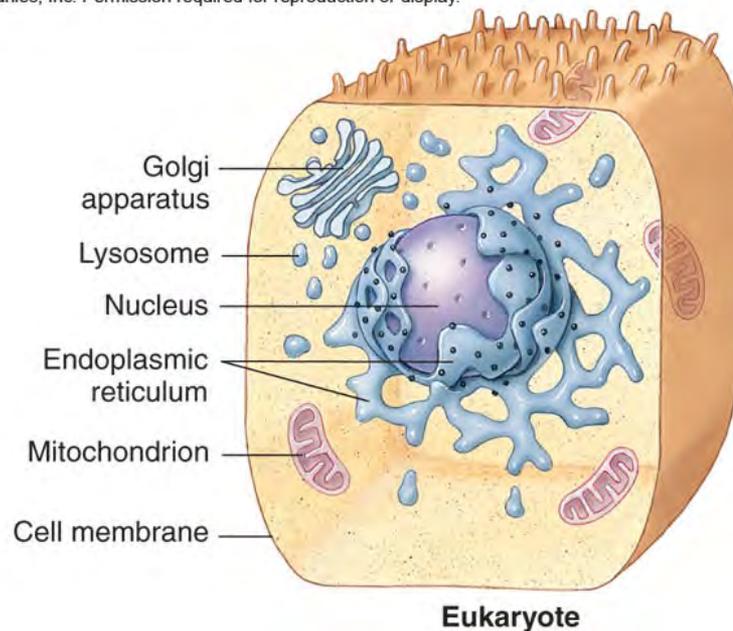
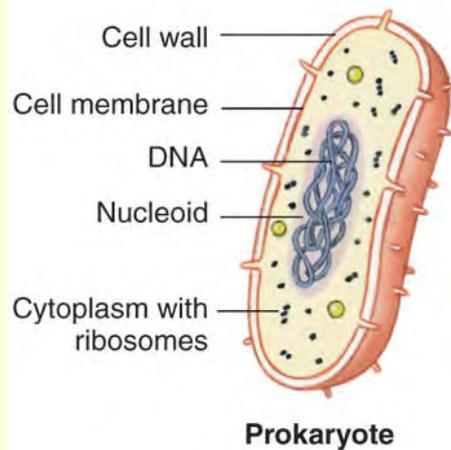




D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.



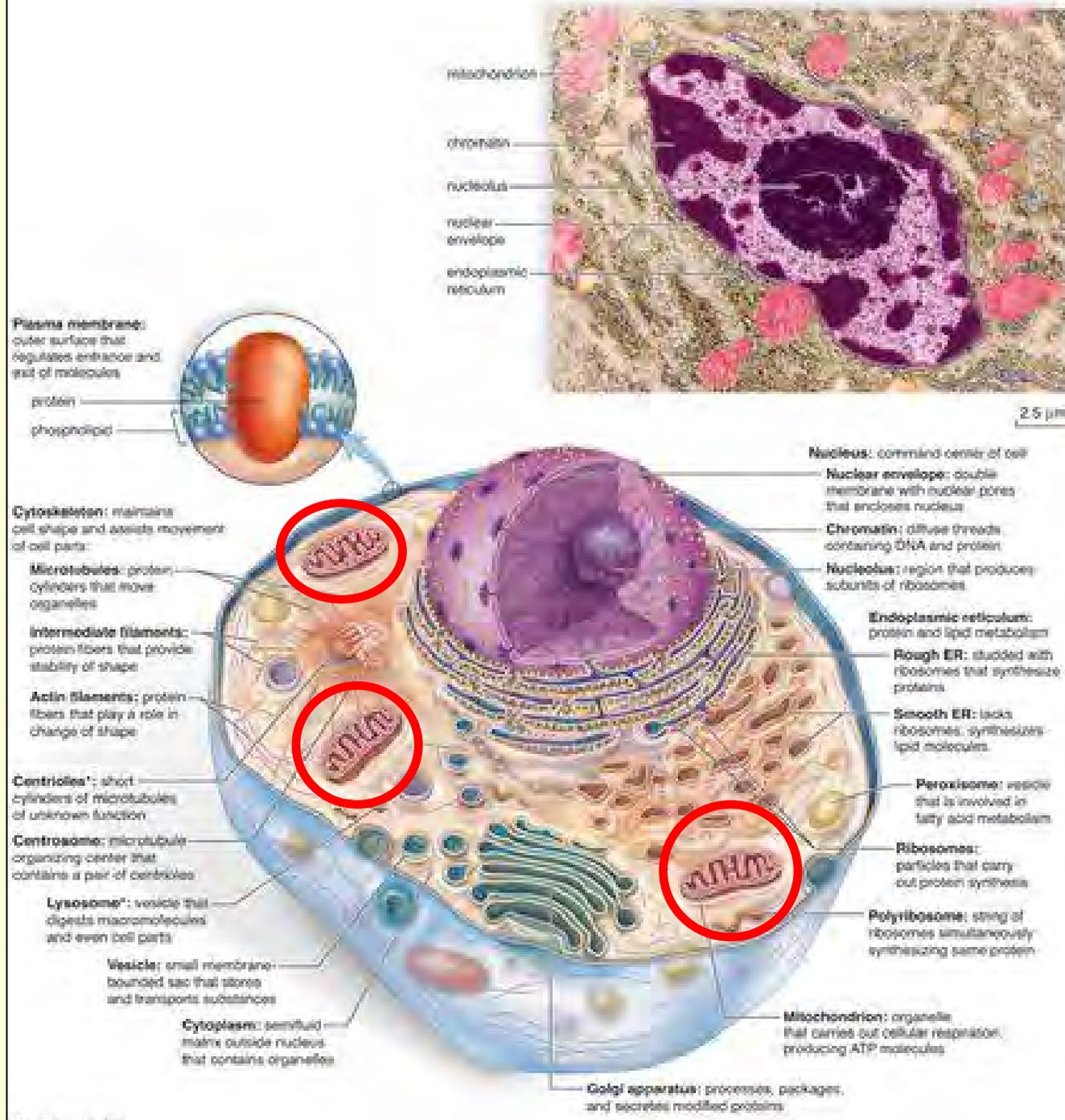
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



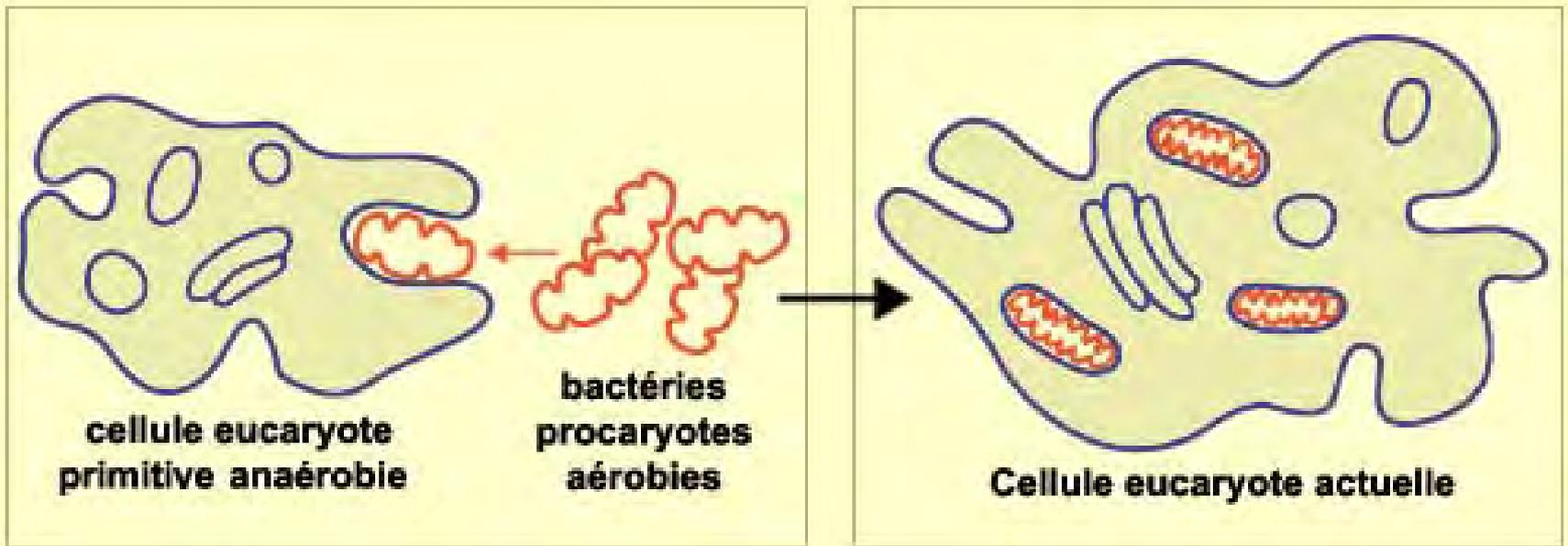
Les réseaux complexes se « compartimentalisent »

Dans le **noyau**, où se retrouve l'ADN.

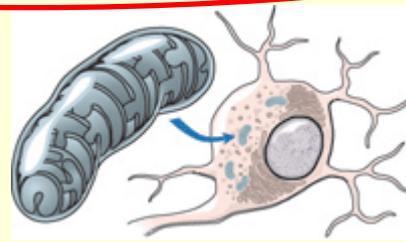
Mais aussi dans différents compartiments, dont un très important, les **mitochondries**.



Note: in plant cells



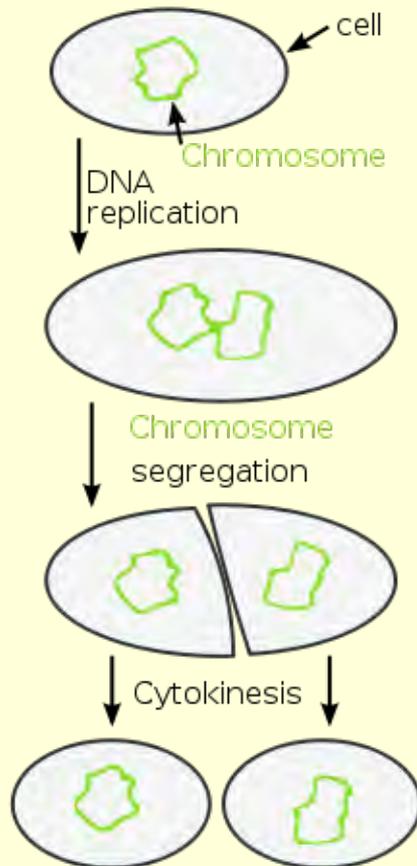
« Pas de relation **symbiotique** cellules eucaryotes - bactéries aérobie (une forme de coopération), pas de neurones si énergivores.  
Pas de neurones, pas de cerveaux.  
Pas de cerveaux, pas d'humains ! »



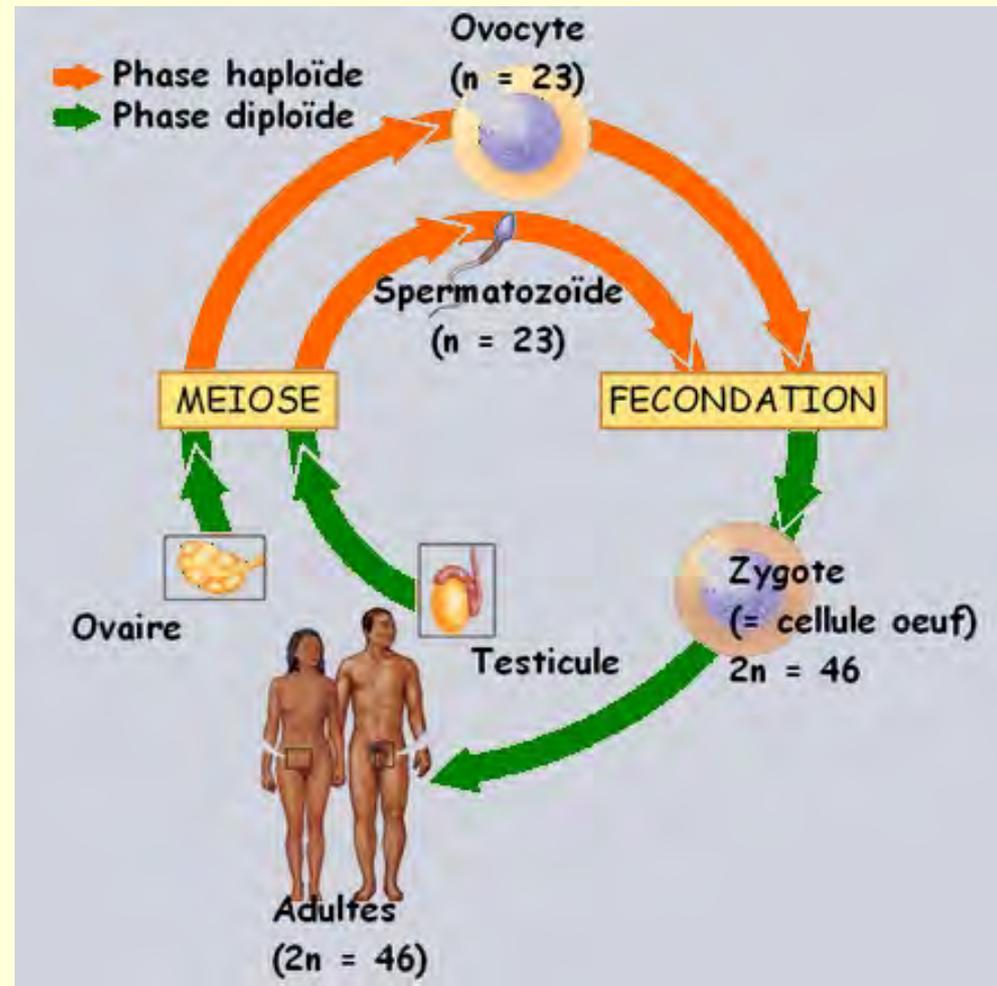
Car encore aujourd'hui, chaque cellule de votre cerveau possède des mitochondries.

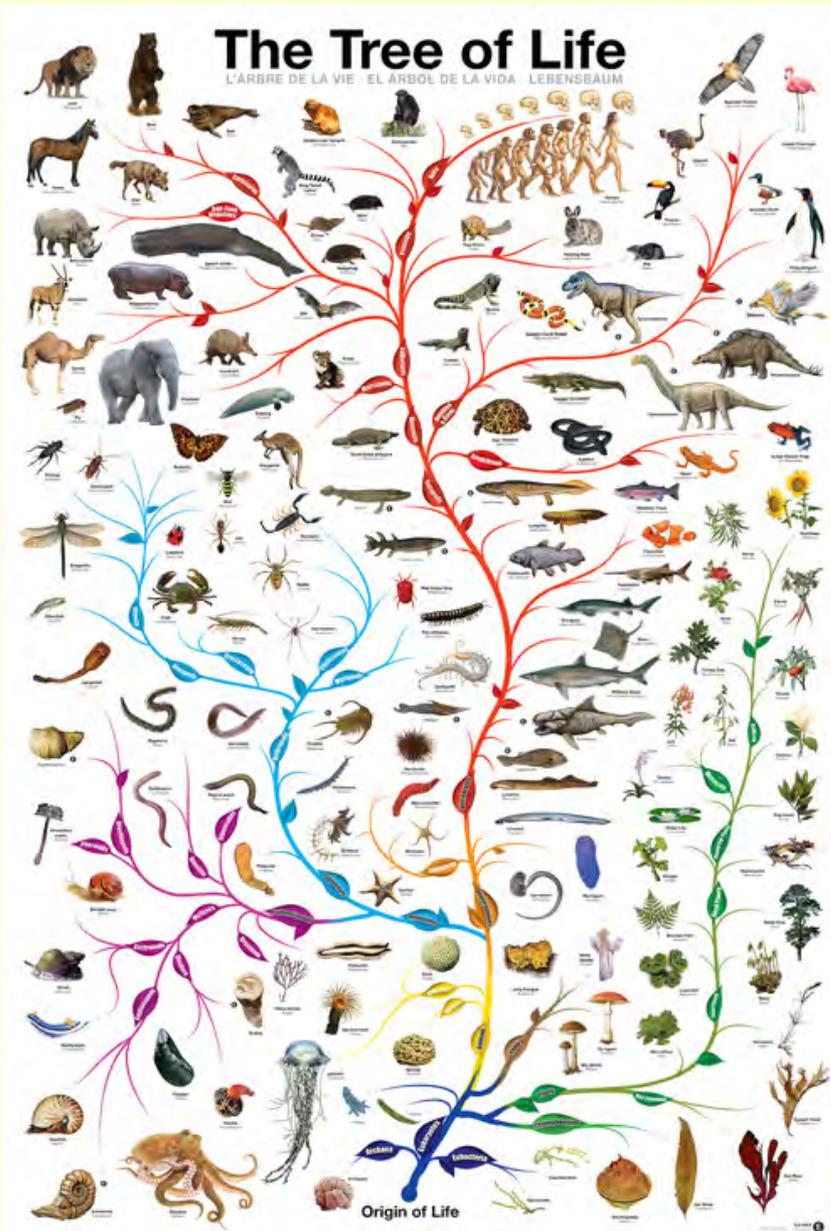
Autre étape importante : apparition de la **reproduction sexuée**, vraisemblablement avec les premiers eucaryotes.

Car avant : multiplication asexuée qui permet à **un** « parent » de se multiplier seul en faisant **deux copies identiques** de lui-même

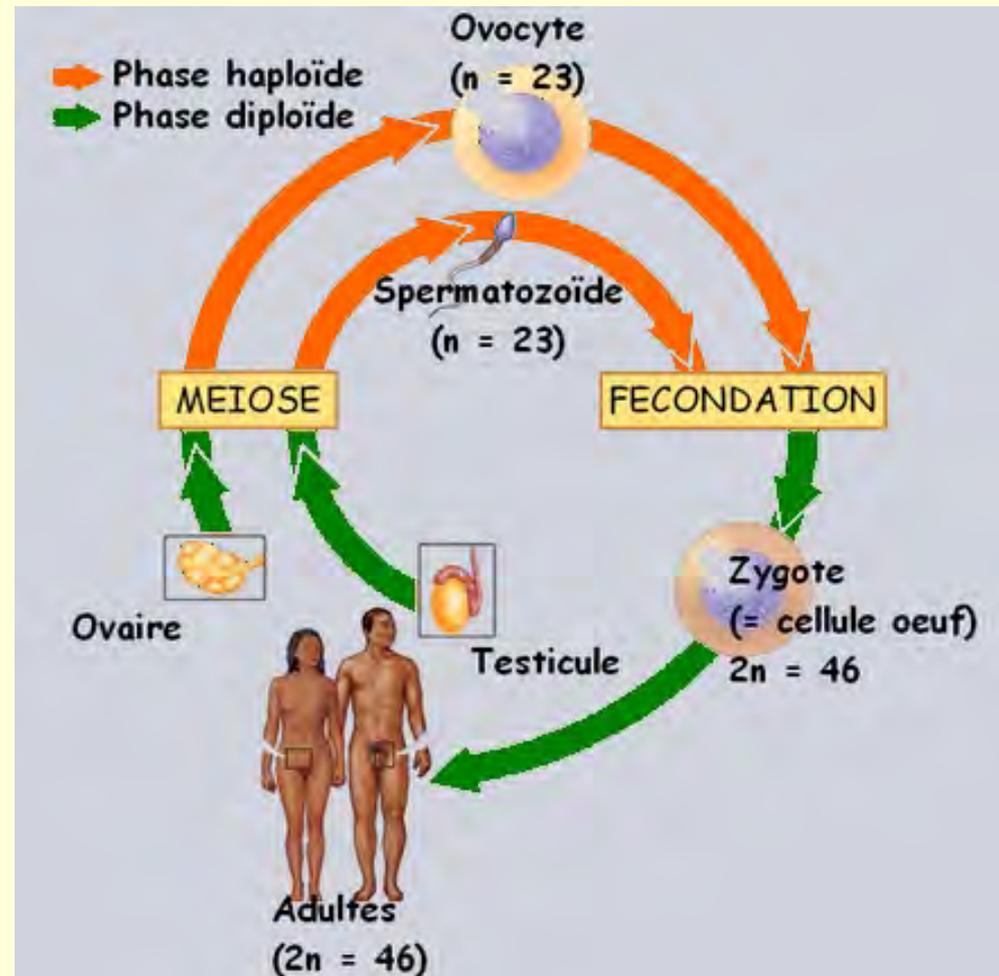


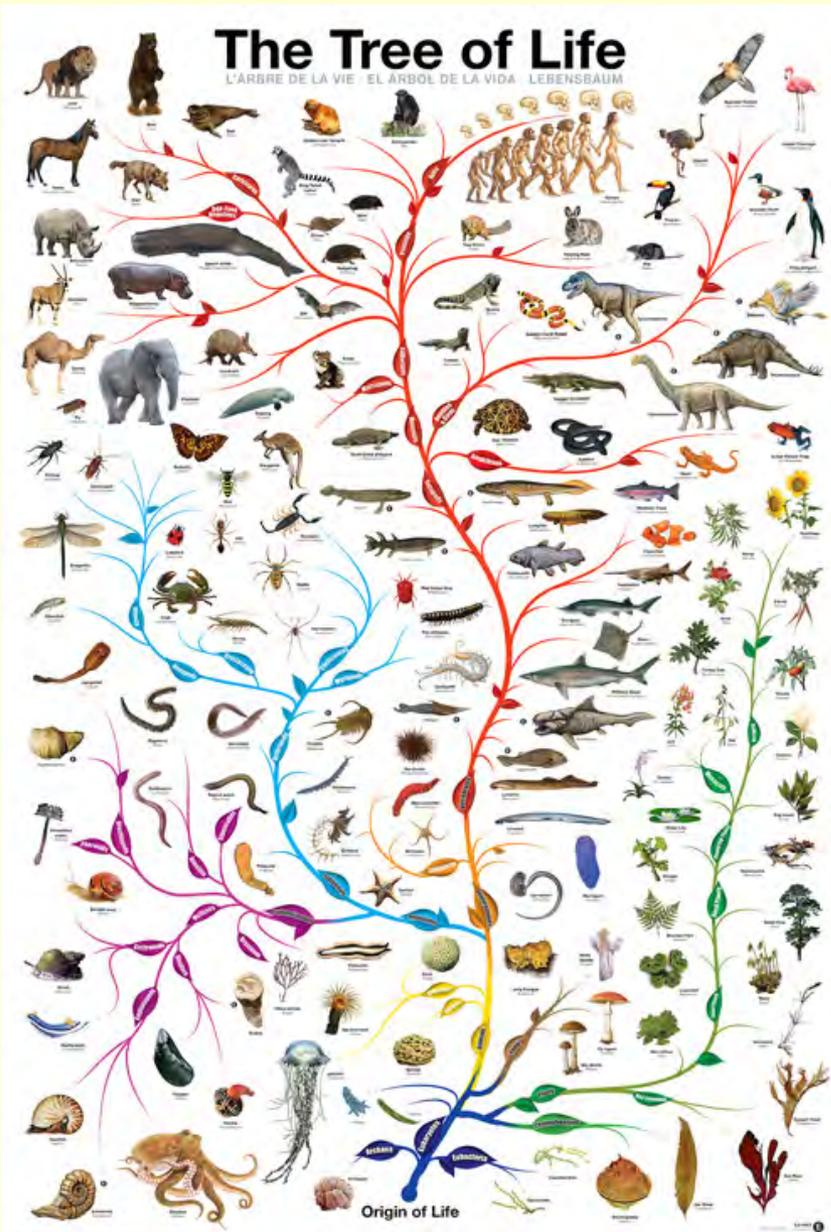
La sexualité : **deux** « parent » se mettent ensemble pour faire **un** individu toujours **différent** grâce au **brassage** du patrimoine génétique (crée beaucoup plus de **diversité**)





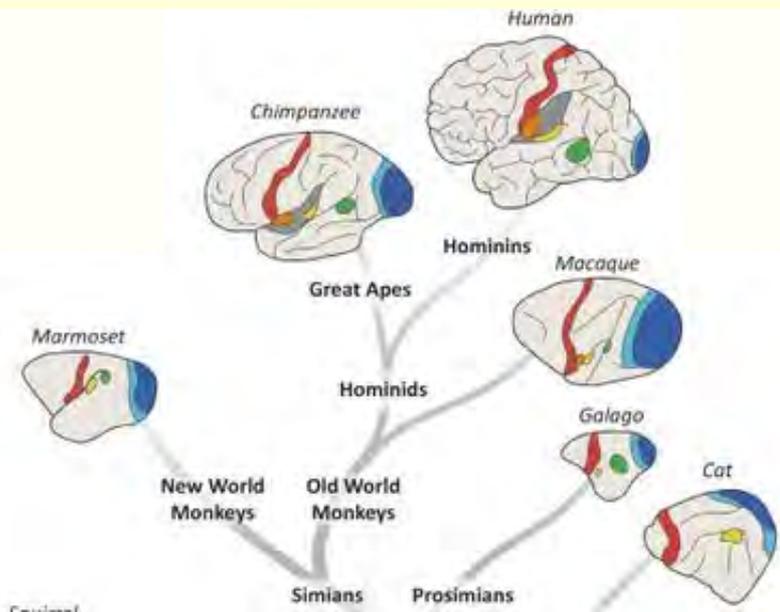
La sexualité : deux « parent » se mettent ensemble pour faire un individu toujours différent grâce au brassage du patrimoine génétique (crée beaucoup plus de **diversité**)

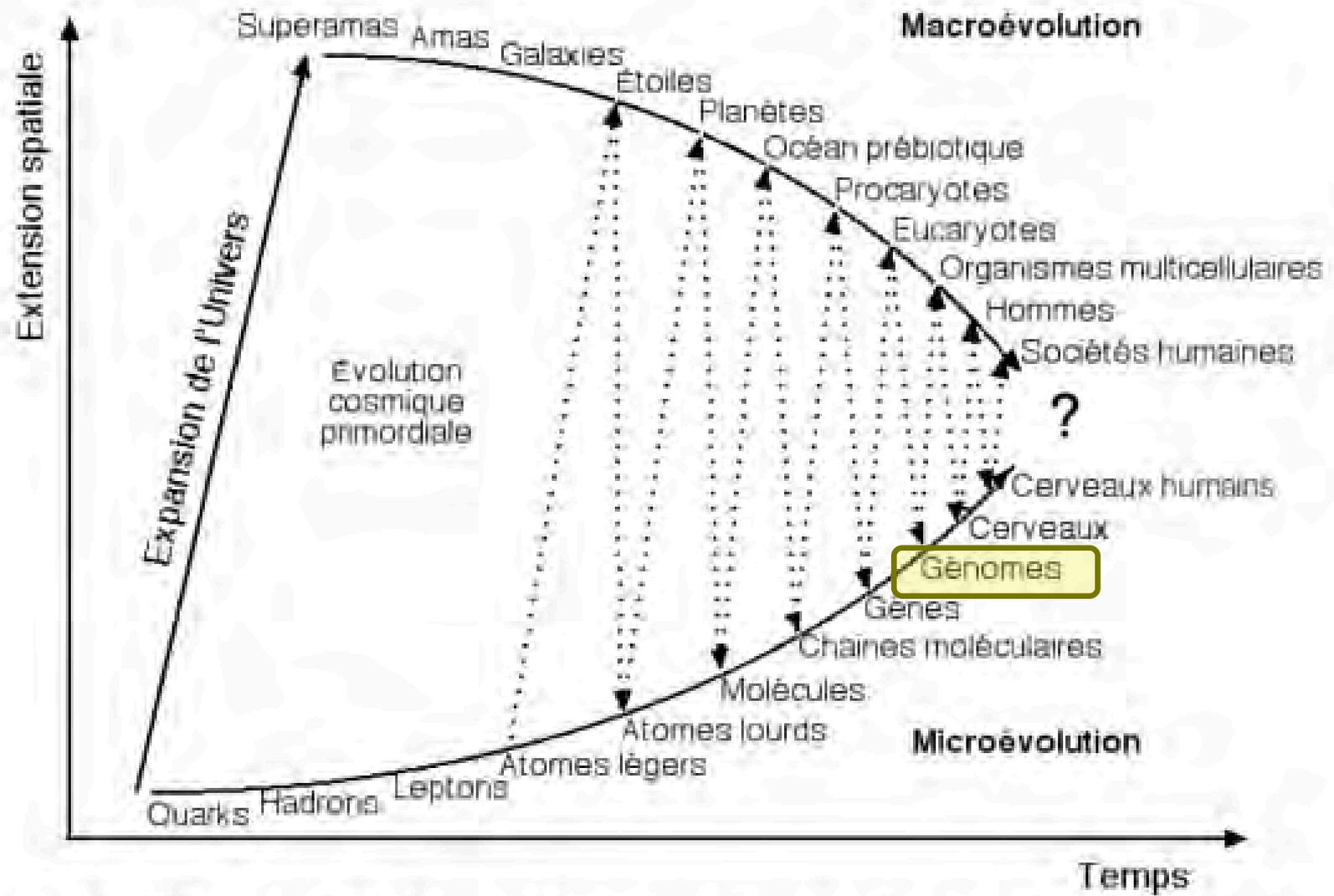




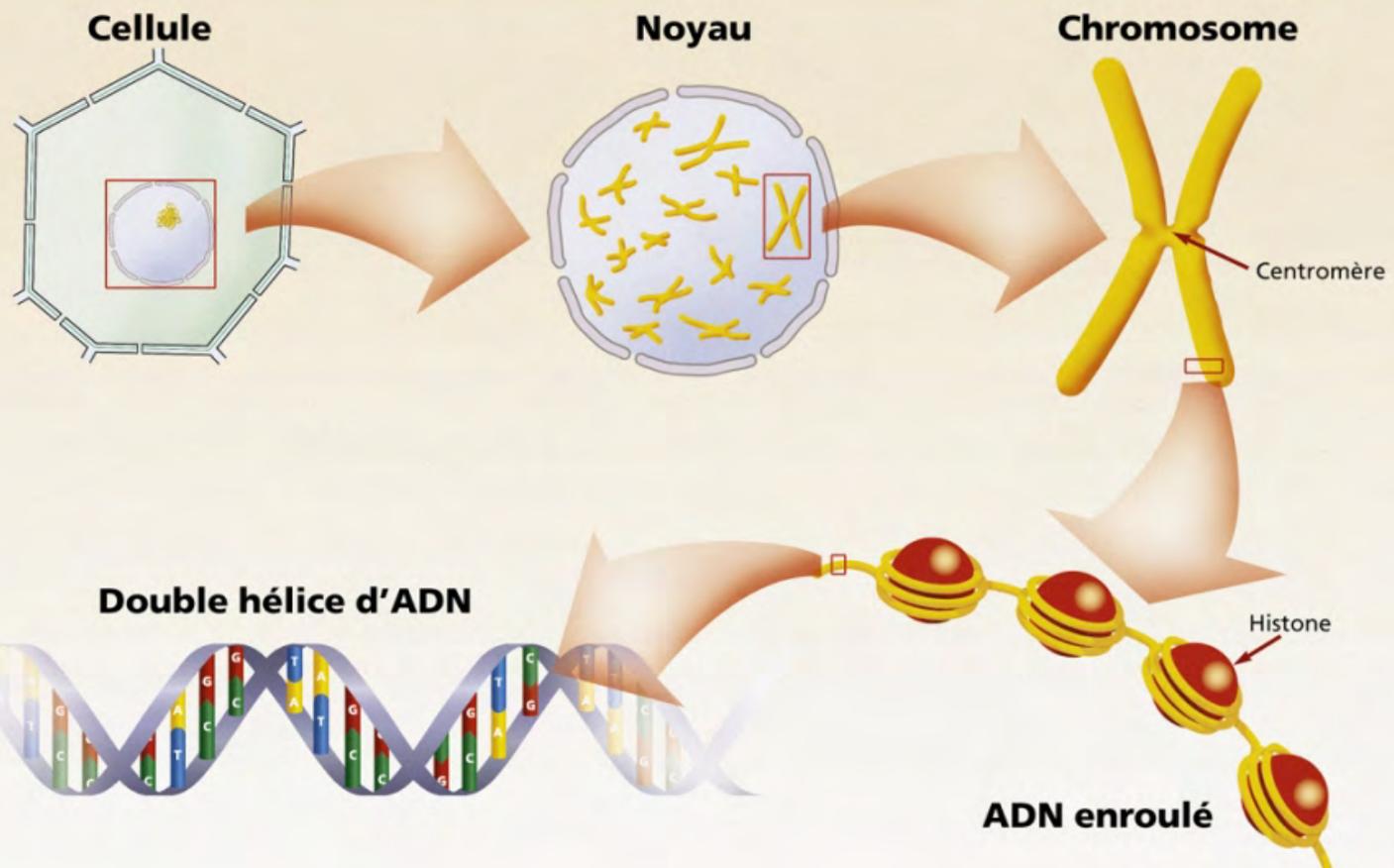
« Pas de sexualité, peu de diversité.  
 Peu de diversité, peu d'évolution  
 biologique. »

Peu d'évolution biologique,  
 peu de chance de produire  
 des cerveaux humains ! »





D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.



9

Chaque cellule eucaryote renferme un certain nombre de **chromosomes** qui est l'enroulement très serré du long brin d'**ADN** qui est le support physique des **gènes** (= un bout d'ADN).

Et c'est l'ensemble de ces chromosomes qu'on appelle le **génom**e.

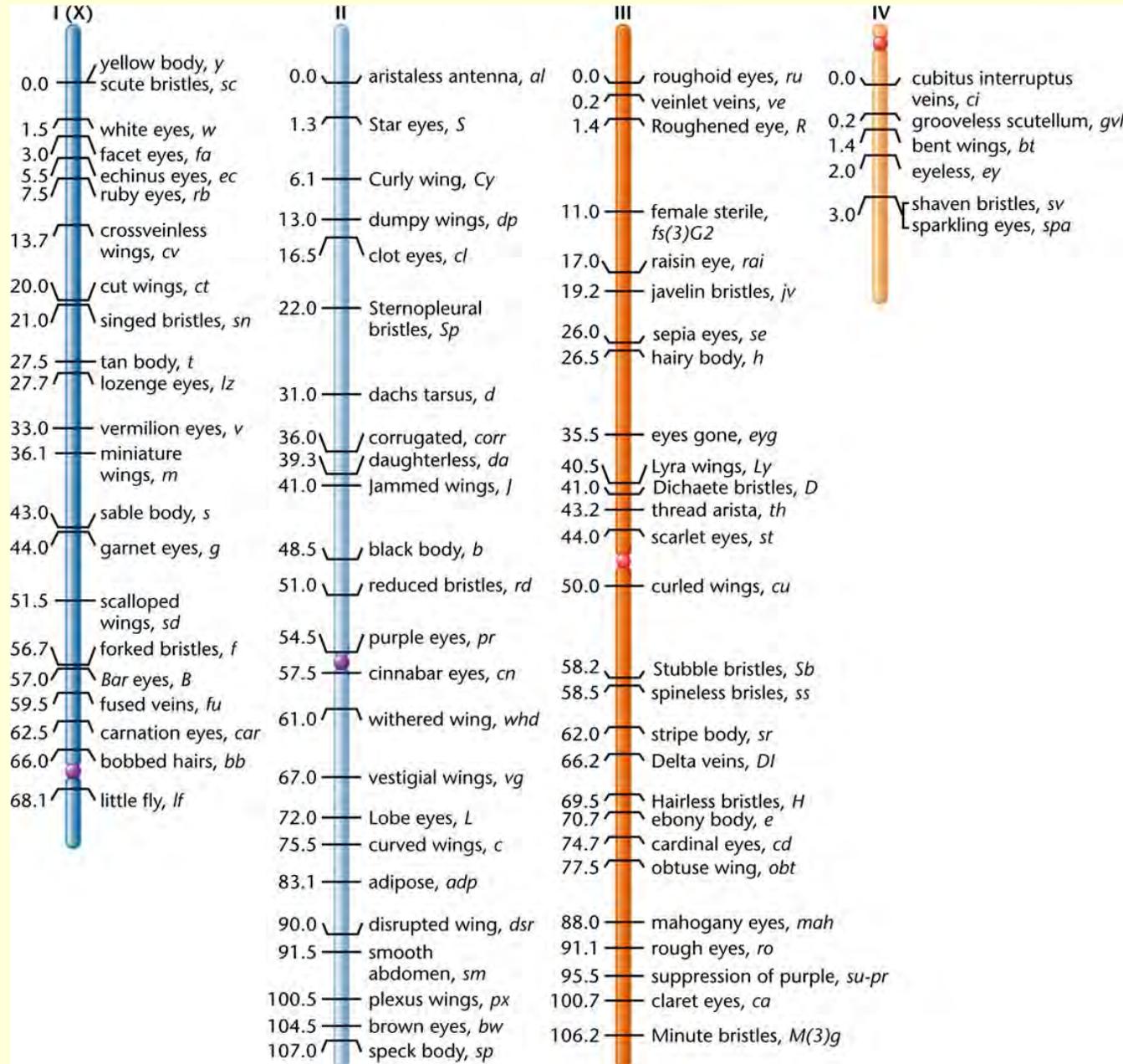
**Mouche mutante**



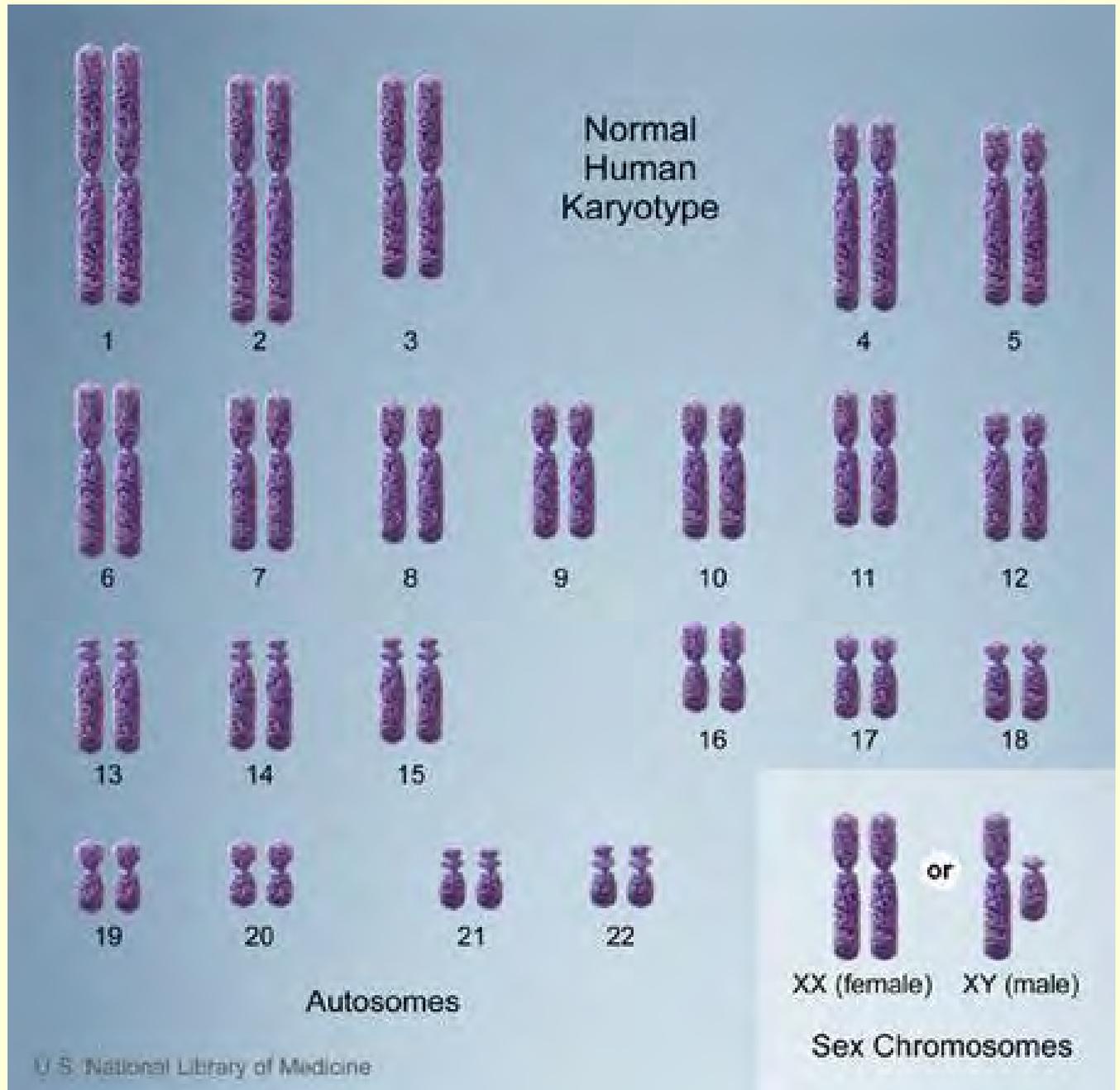
**Mouche normale**



La mouche drosophile a un génome constitué de **13 000 gènes** portés sur **4 paires de chromosomes**



L'être humain, lui, a un génome constitué d'environ **20 000 gènes** portés sur **23 paires de chromosomes**.

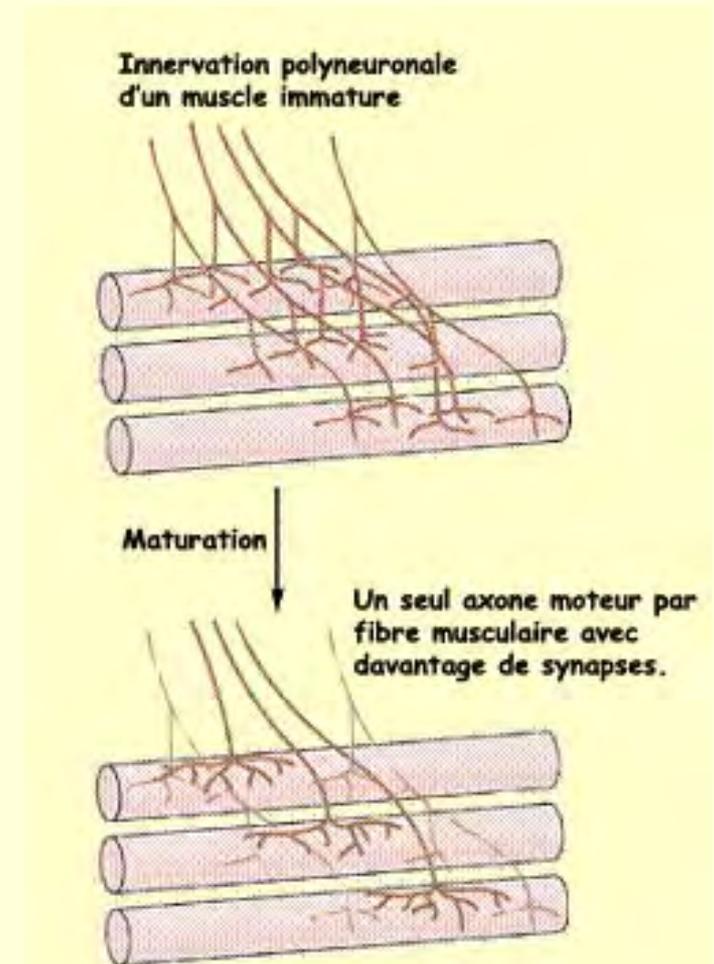


Mais **20 000 gènes** pour spécifier l'emplacement de **85 milliards de neurones** et de leur 1000 ou 10 000 connexions chacun, c'est pas assez !

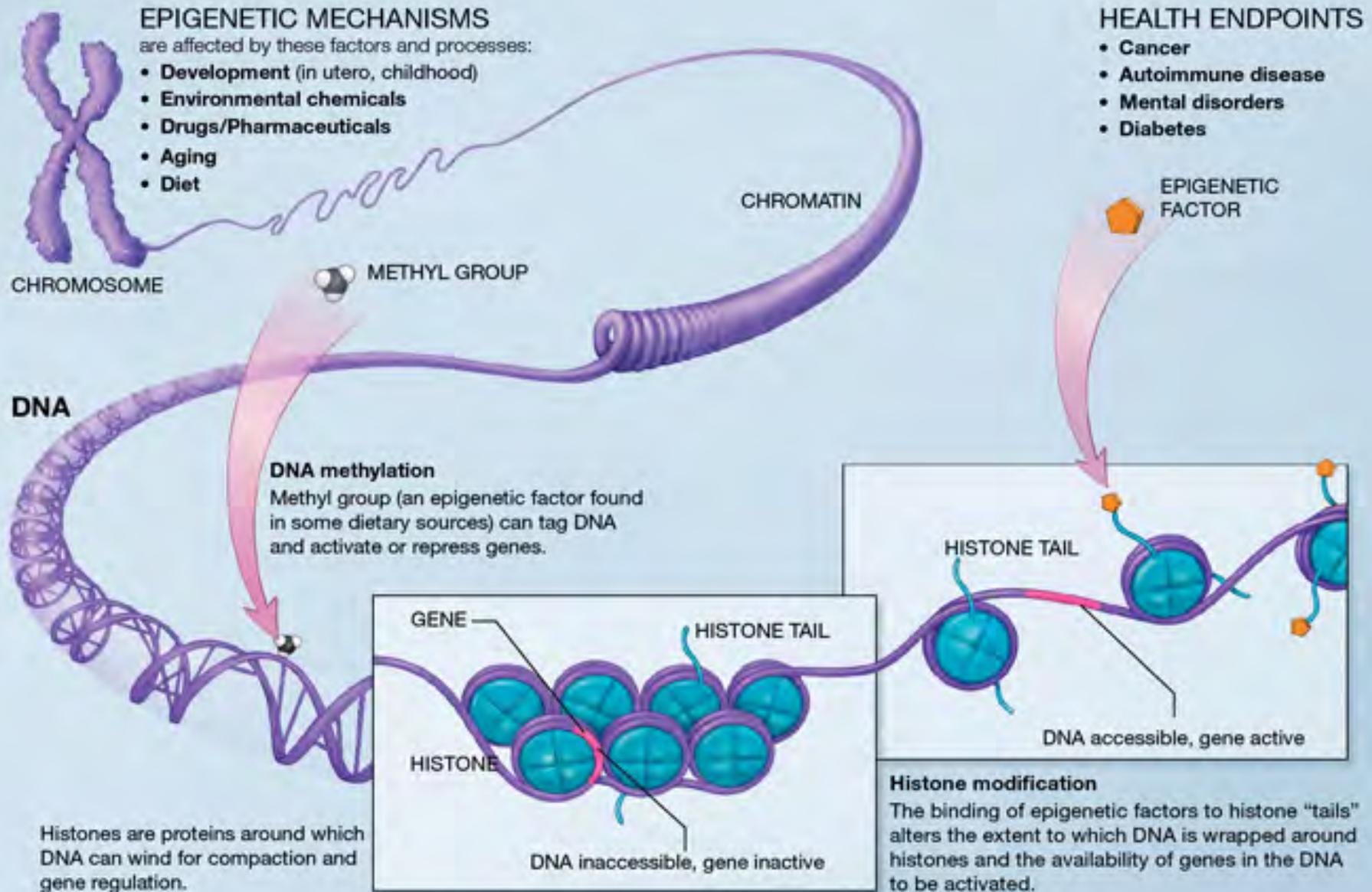
Il va donc devoir y avoir des choses qui se passent « après les gènes », durant le développement.

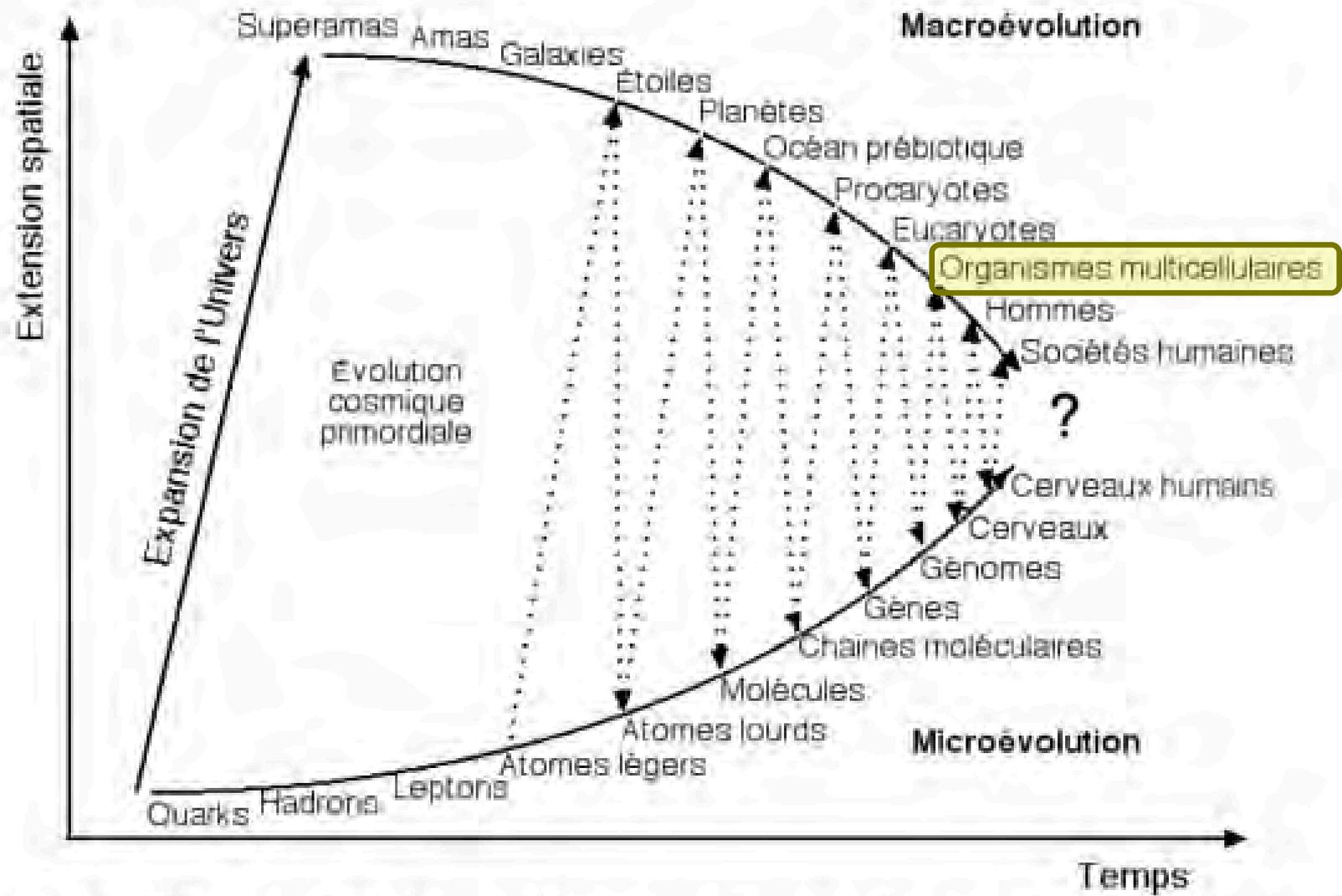
Ces phénomènes **épigénétiques** », qui surviennent donc après la naissance, ont été déjà observés vers 1972 par J-P Changeux et son équipe (rapportés dans *l'Homme neuronal*, 1983),

sont sous le contrôle de l'activité du réseau et se font sur le mode "darwinien" de **compétition** et **d'élimination** de synapses.

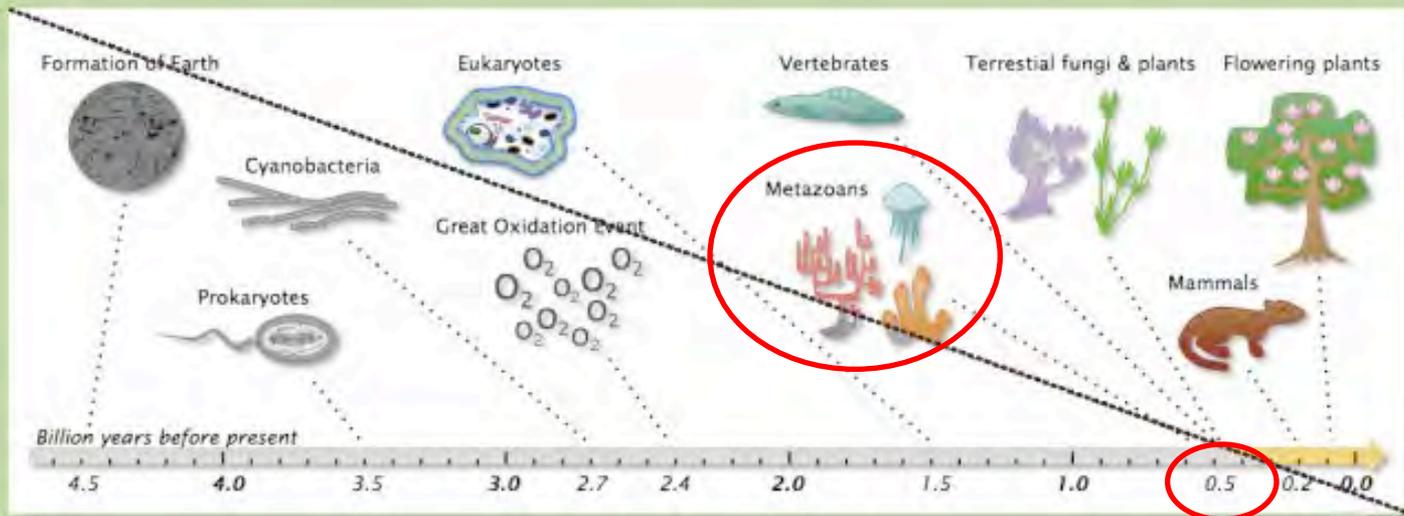


Le spectre des phénomènes **épigénétiques** s'est beaucoup élargi et on connaît maintenant certains mécanismes moléculaires qui **contrôlent l'expression des gènes**.

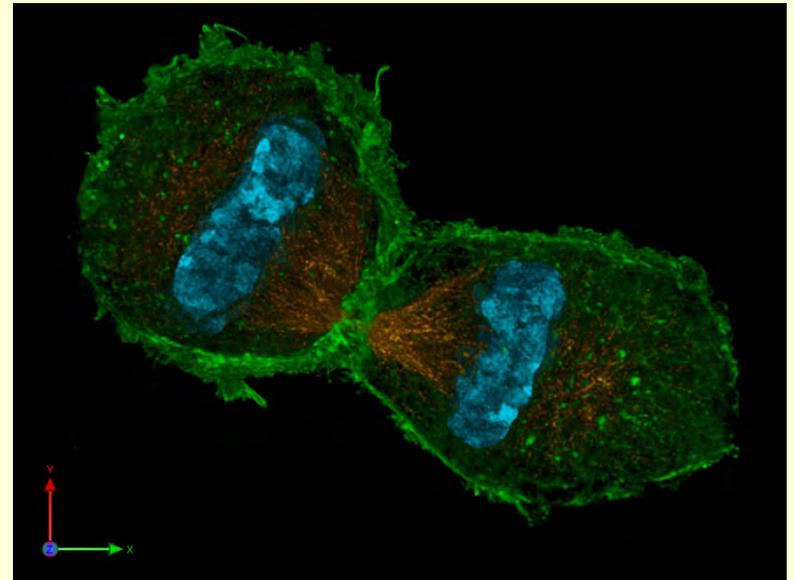
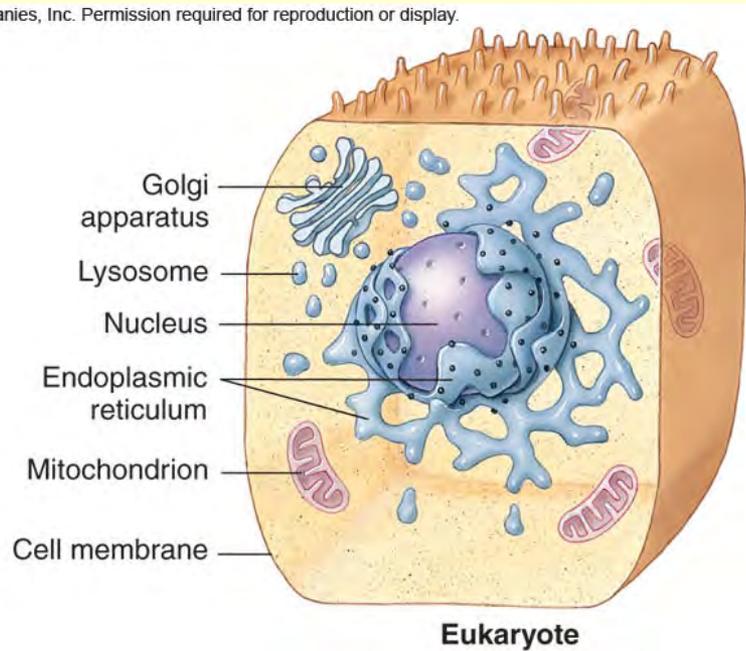


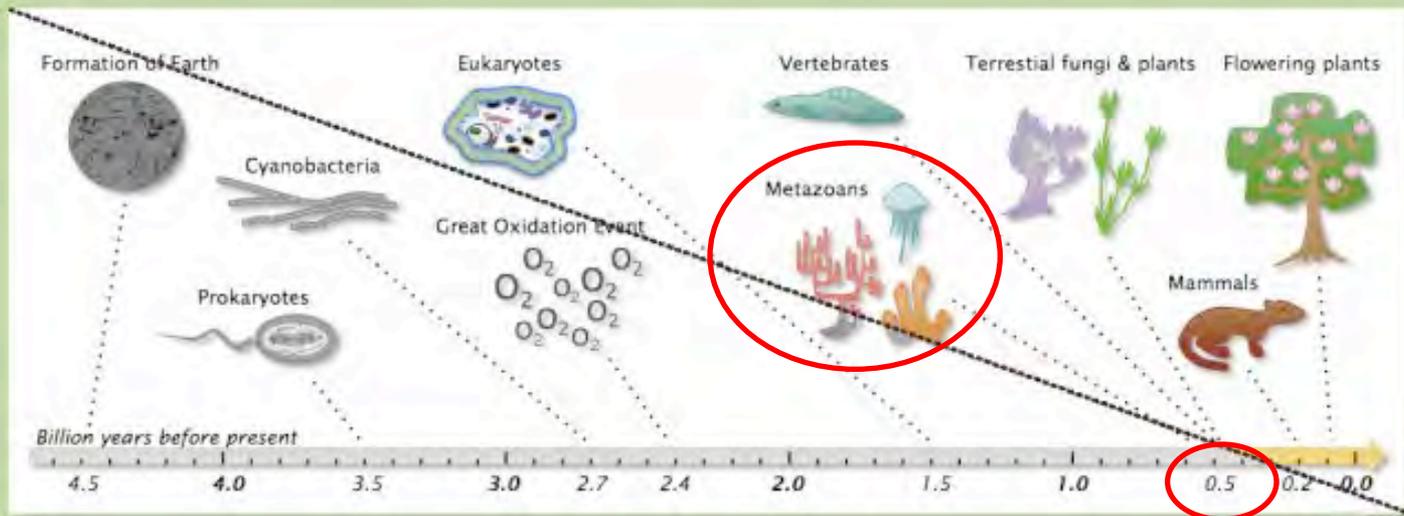


D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.

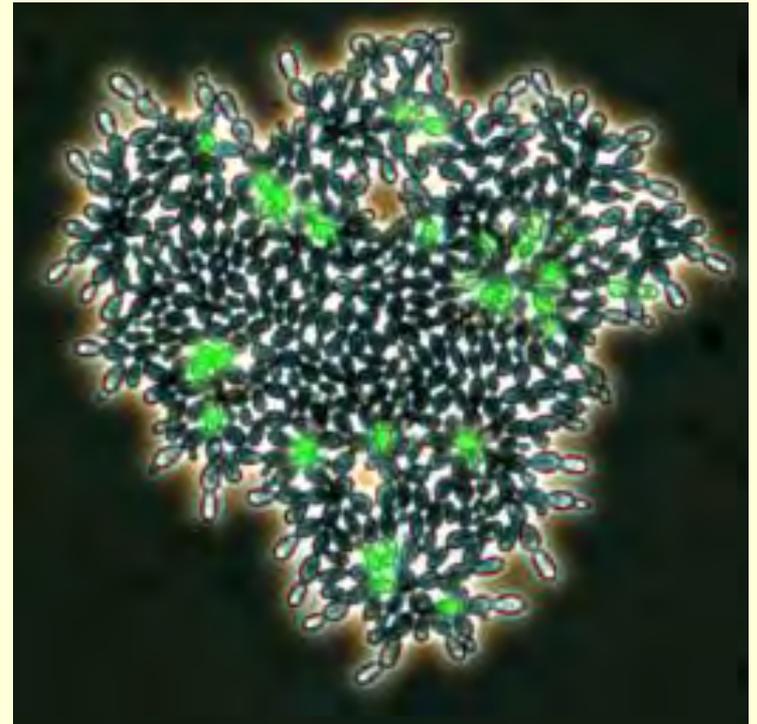
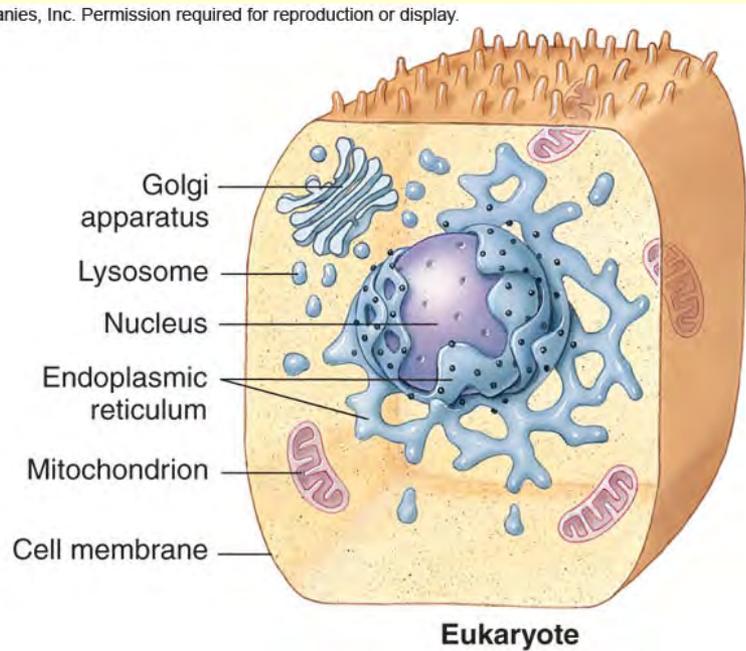


© 2005 McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.





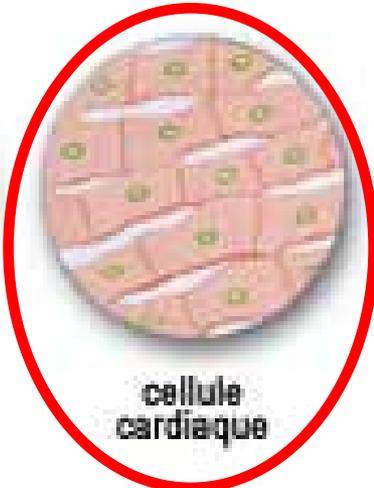
Copyright © 2011 McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Chez les multicellulaires, on va aussi assister au phénomène de **spécialisation cellulaire**... où certaines cellules deviennent « **excitables** »



cellule  
pancréatique



cellule  
cardiaque



cellule  
sanguine



cellule  
pulmonaire



ovule



cellule  
osseuse



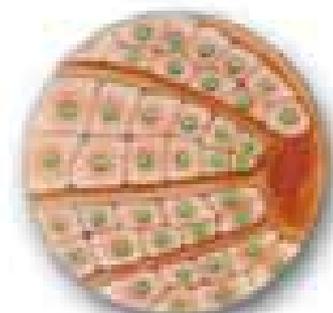
cellule  
de la rate



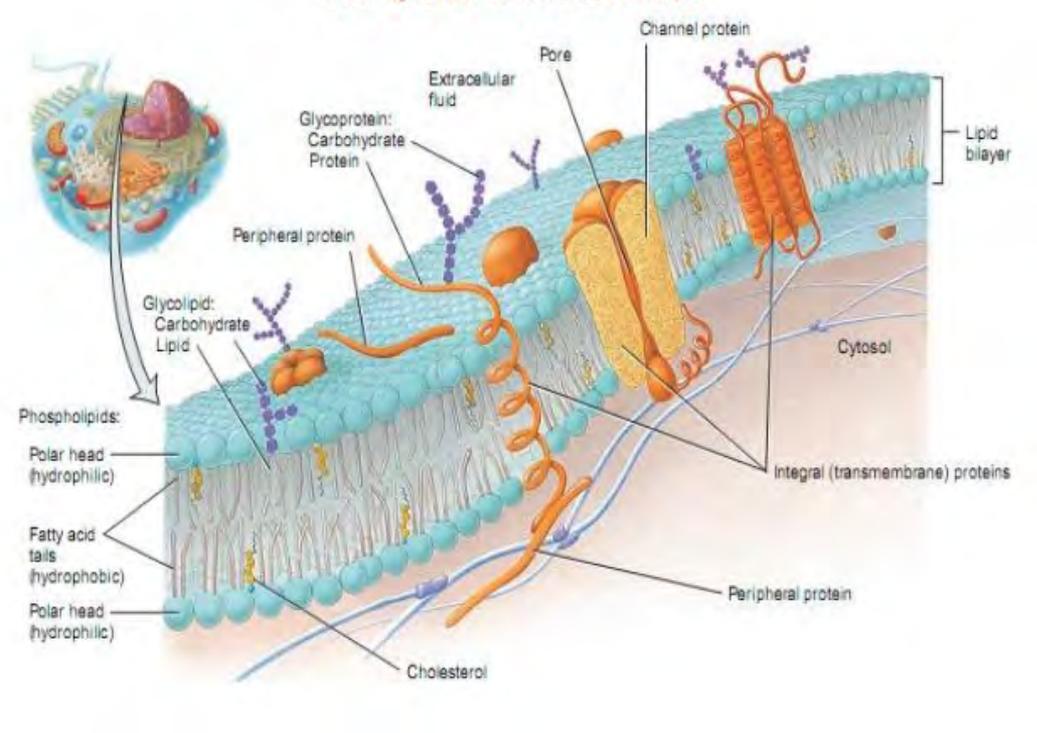
cellule  
musculaire



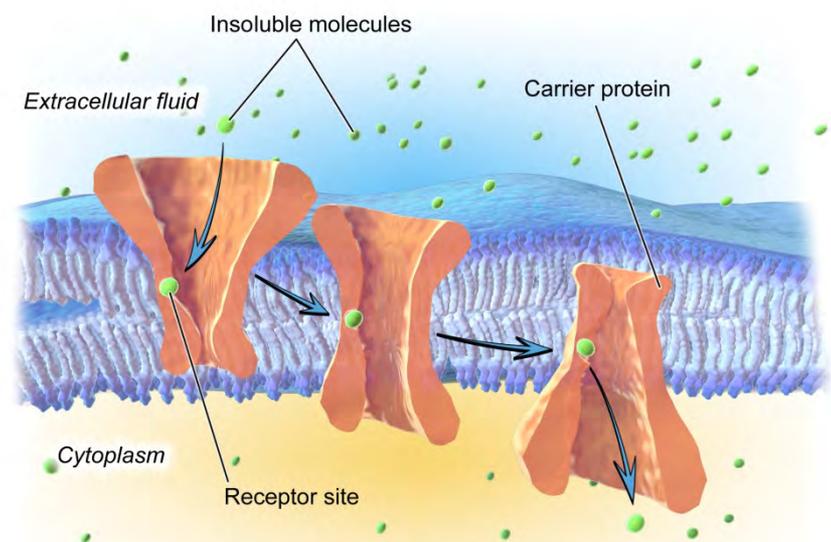
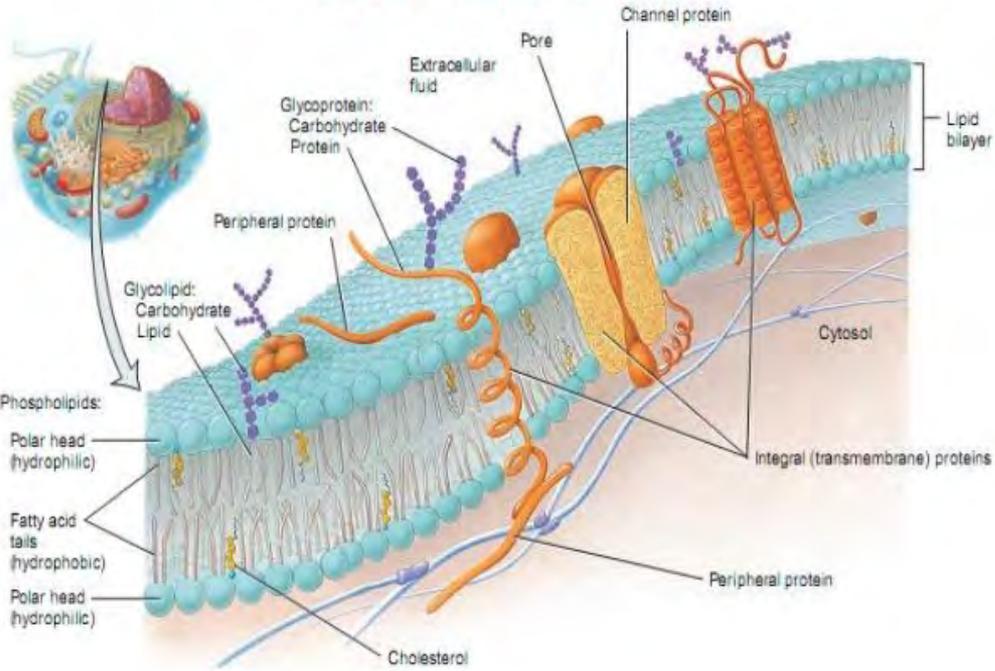
cellule  
du cerveau



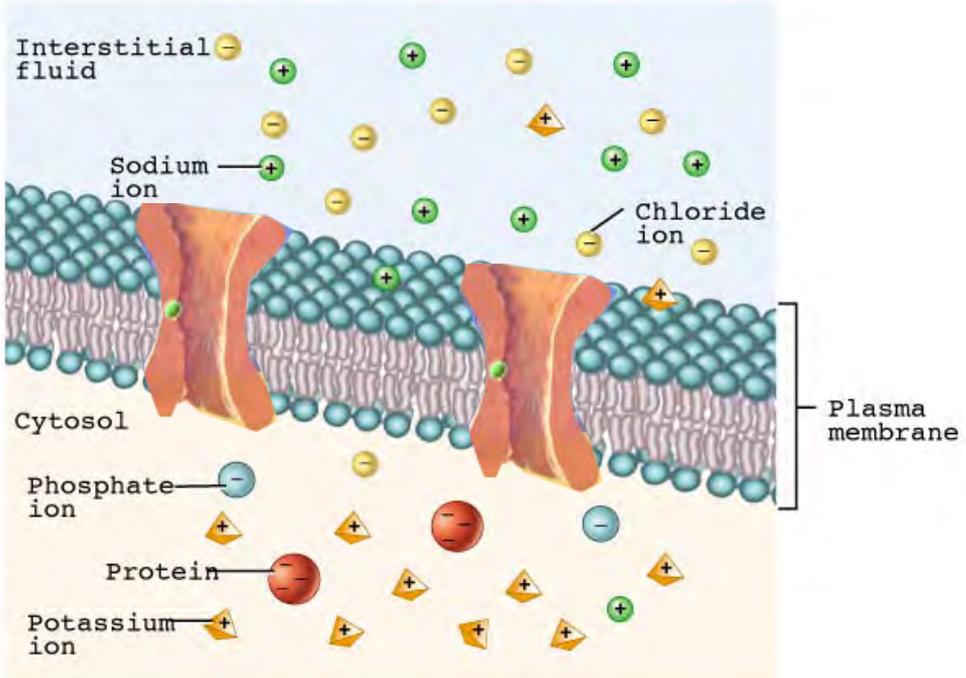
cellule  
du foie



Ces cellules deviennent excitables électro-chimiquement grâce à certains canaux qui sont des **protéines transmembranaires**.

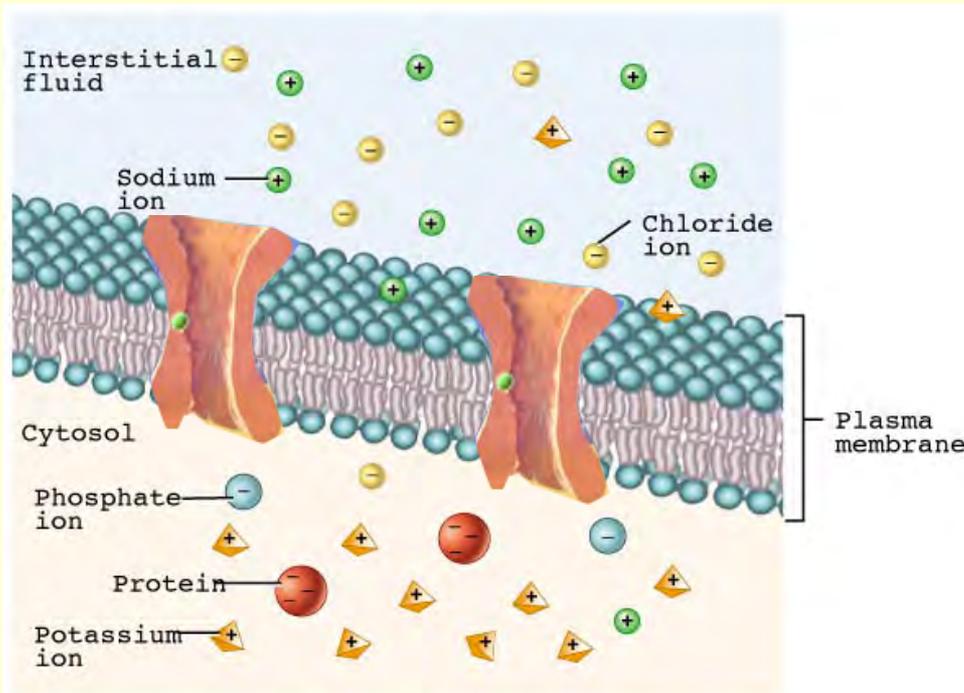


# Facilitated Diffusion

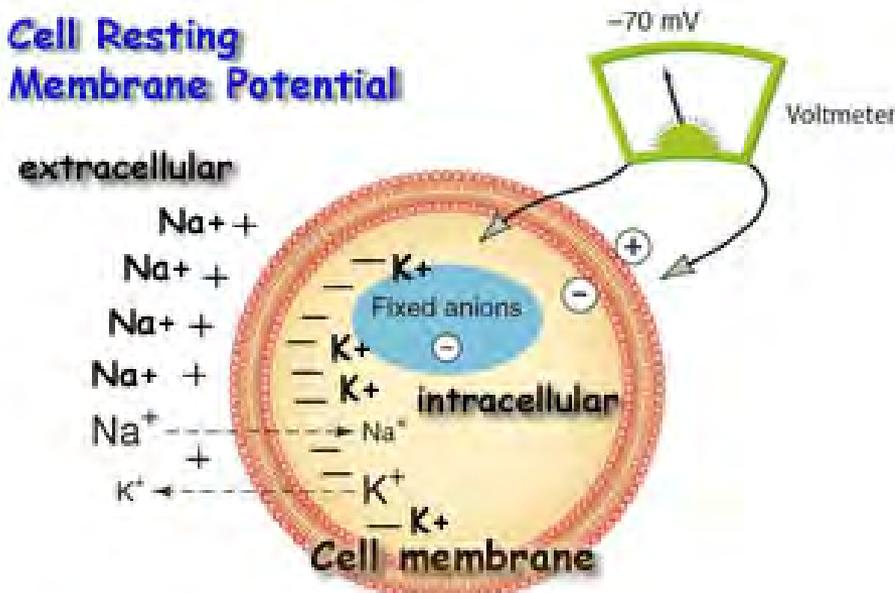


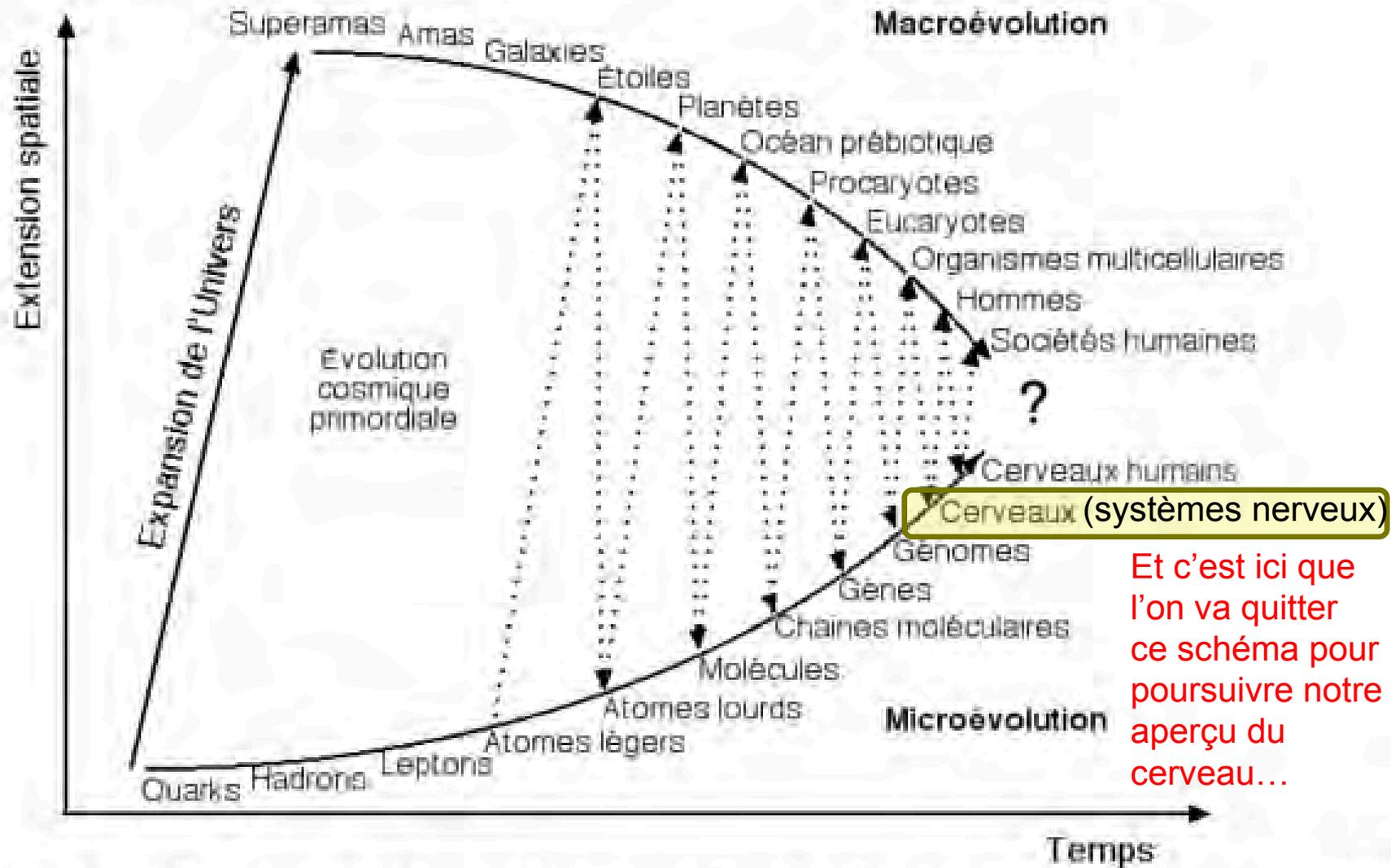
Sans cette différence de potentiel électrochimique entre l'extérieur et l'intérieur de la cellule, pas d'influx nerveux (ou potentiel d'action).

Et sans potentiel d'action, pas d'activité nerveuses dans nos réseaux de neurones cérébraux, pas de rythmes cérébraux, et donc pas de pensée...



### Cell Resting Membrane Potential





Et c'est ici que l'on va quitter ce schéma pour poursuivre notre aperçu du cerveau...

D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.

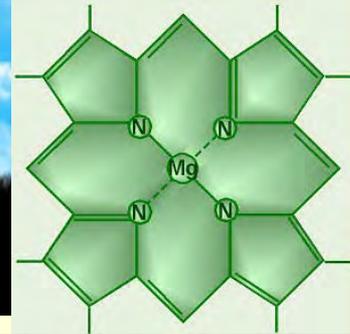
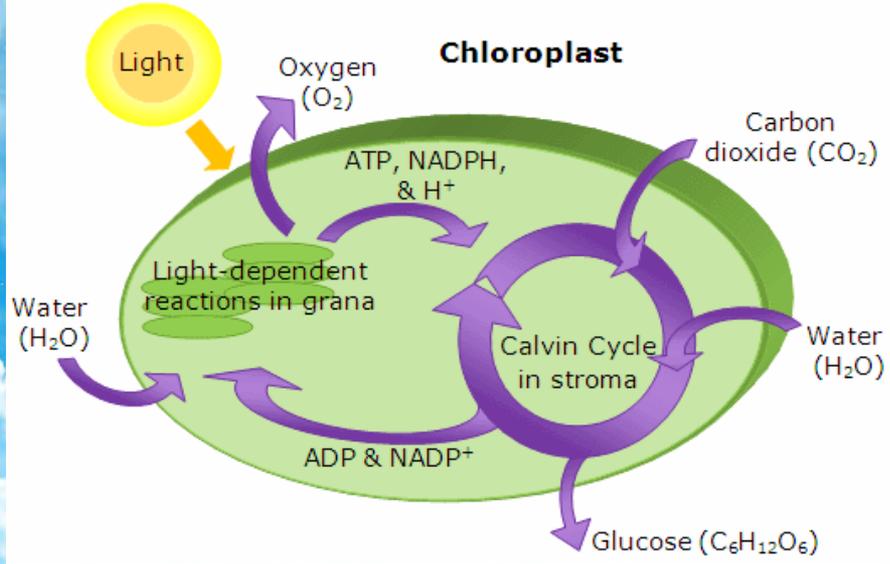
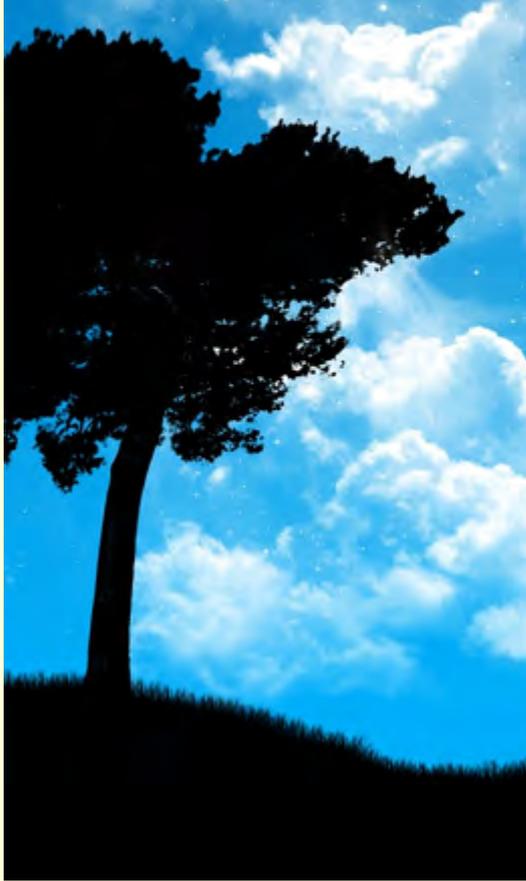
## 2<sup>e</sup> principe de la thermodynamique : entropie, désordre...





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

- Henri Laborit

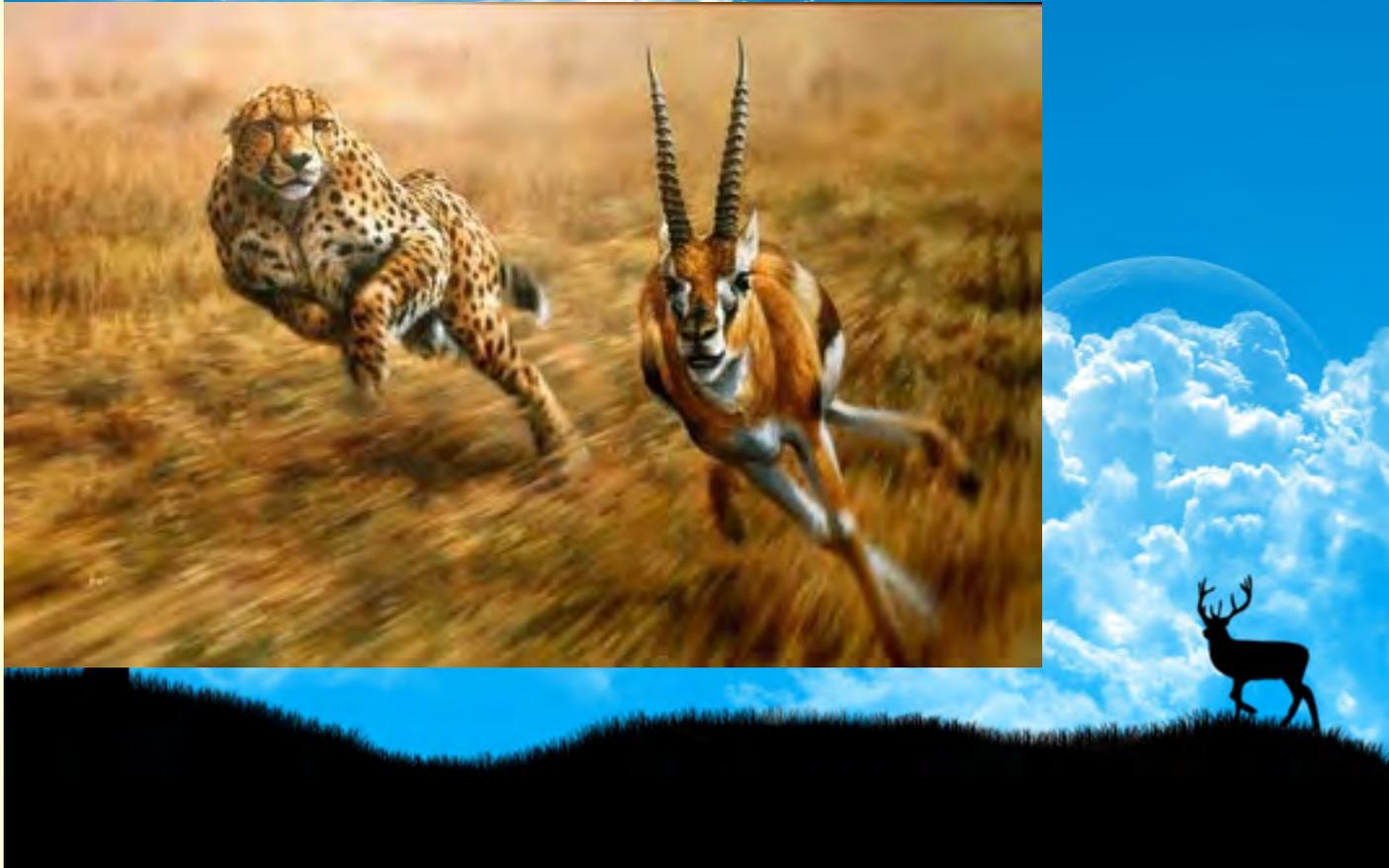


Plantes :

photosynthèse

grâce à l'énergie du soleil

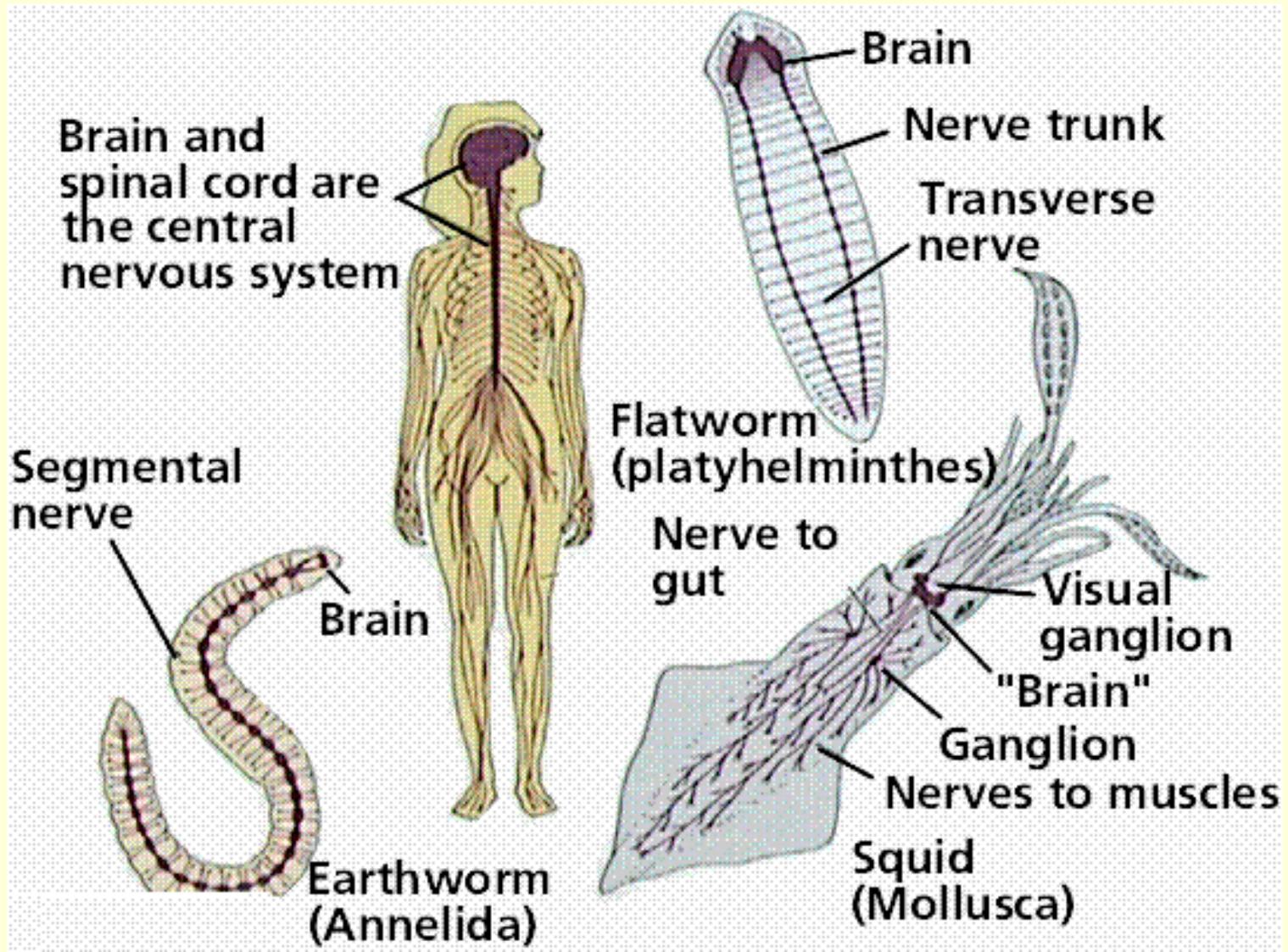




## Animaux :

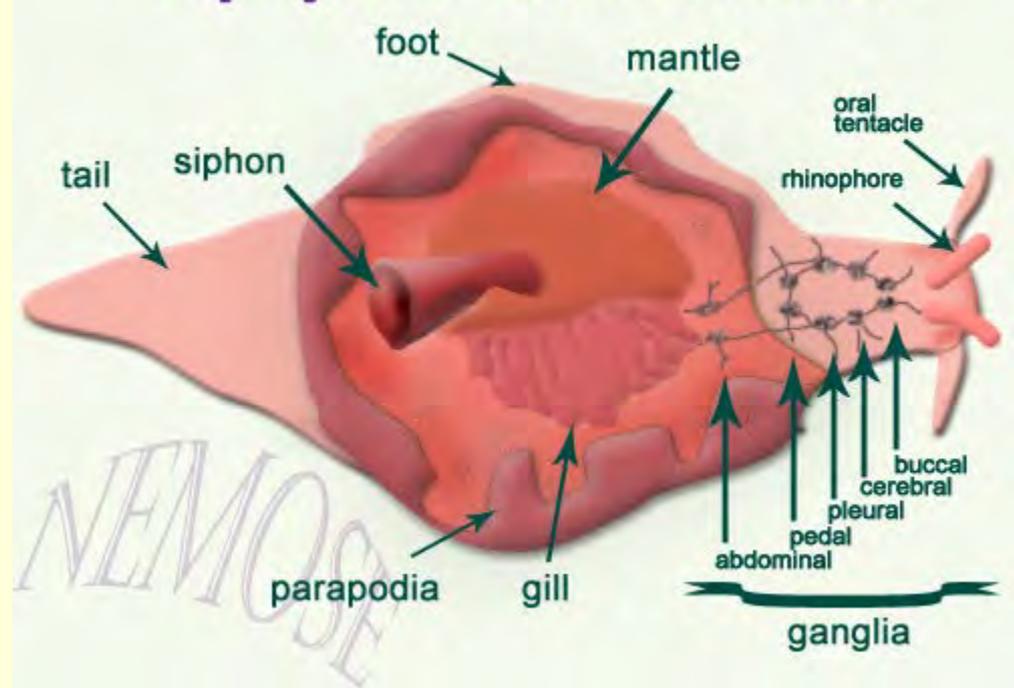
**autonomie motrice**  
pour trouver leurs ressources  
dans l'environnement

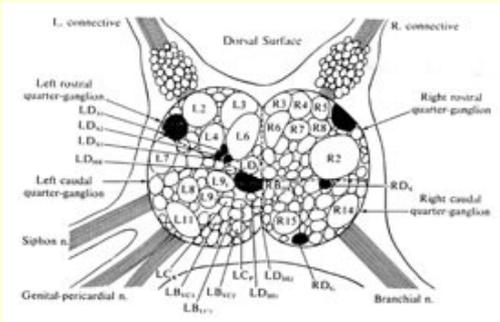
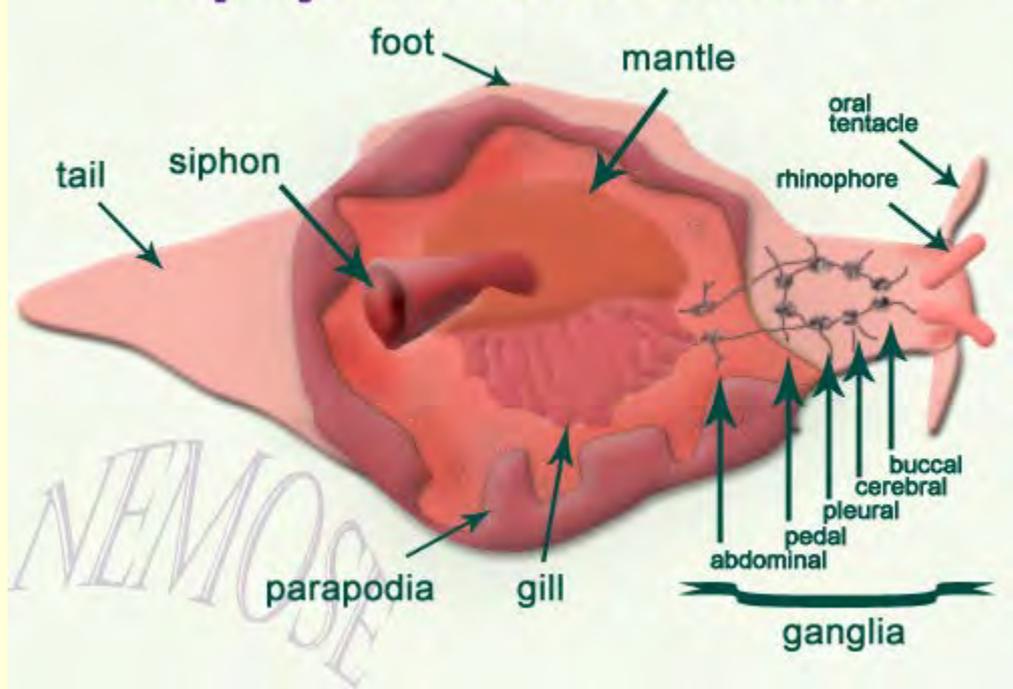
# Systemes nerveux !

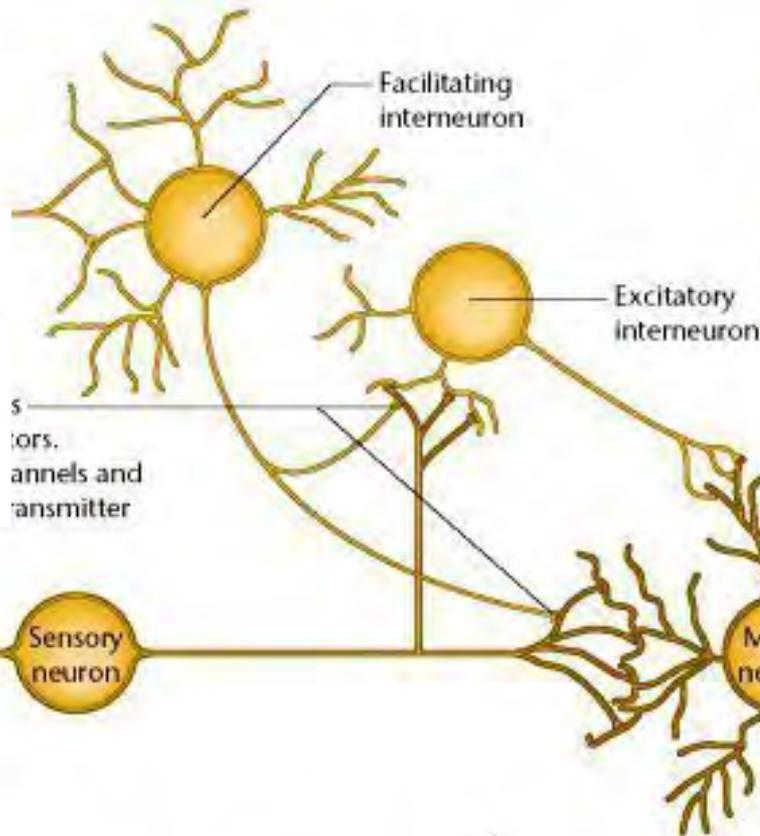
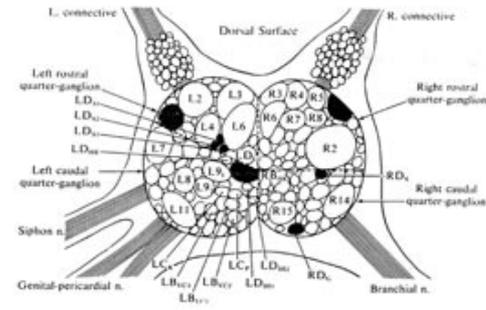




**Aplysie**  
(mollusque marin)



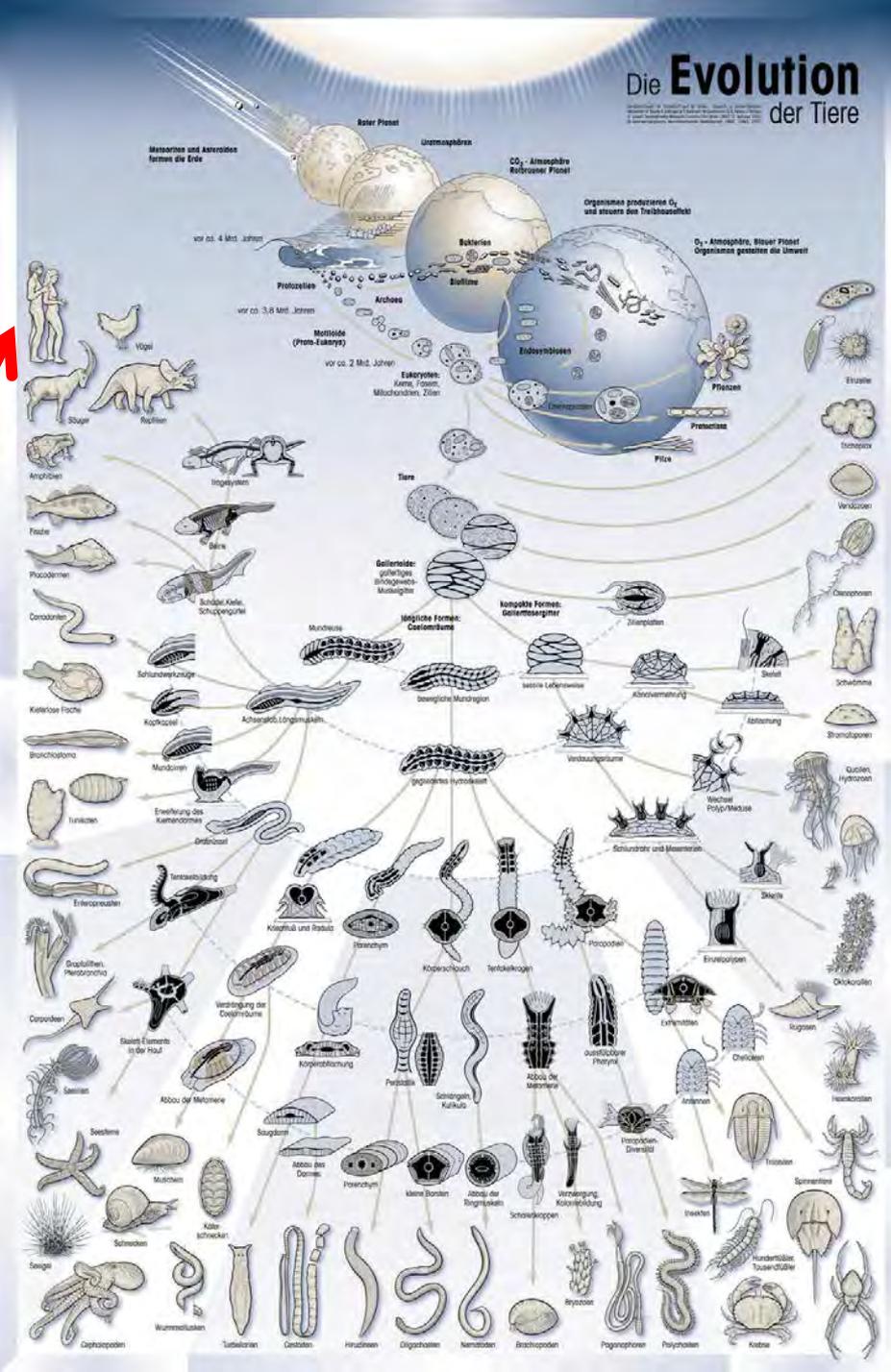
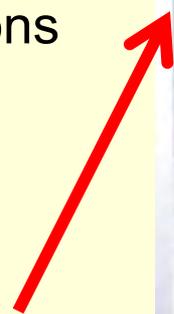




Une boucle sensori - motrice

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

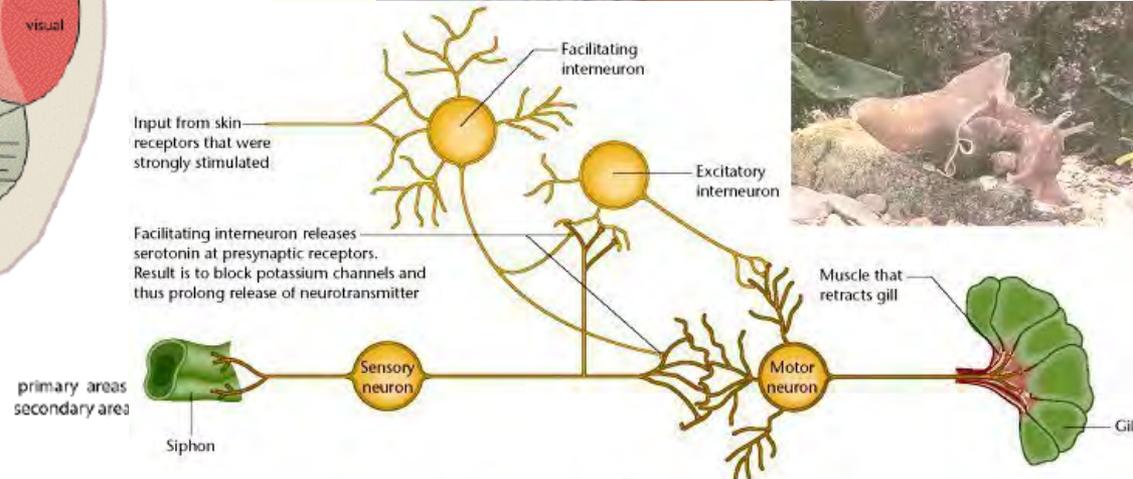
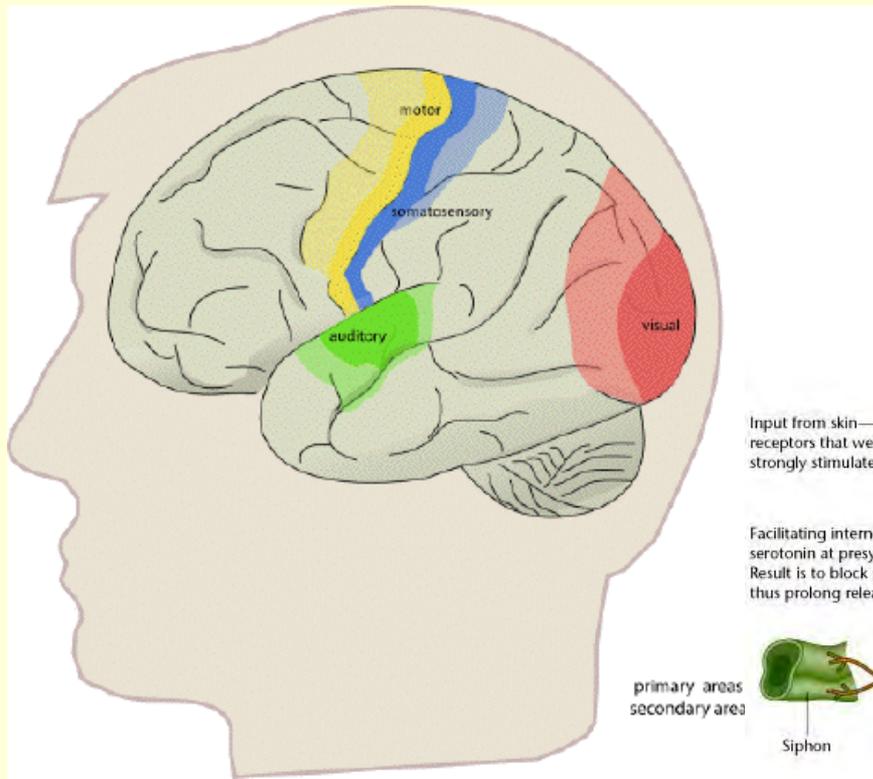
...et l'une des variantes sera nous !



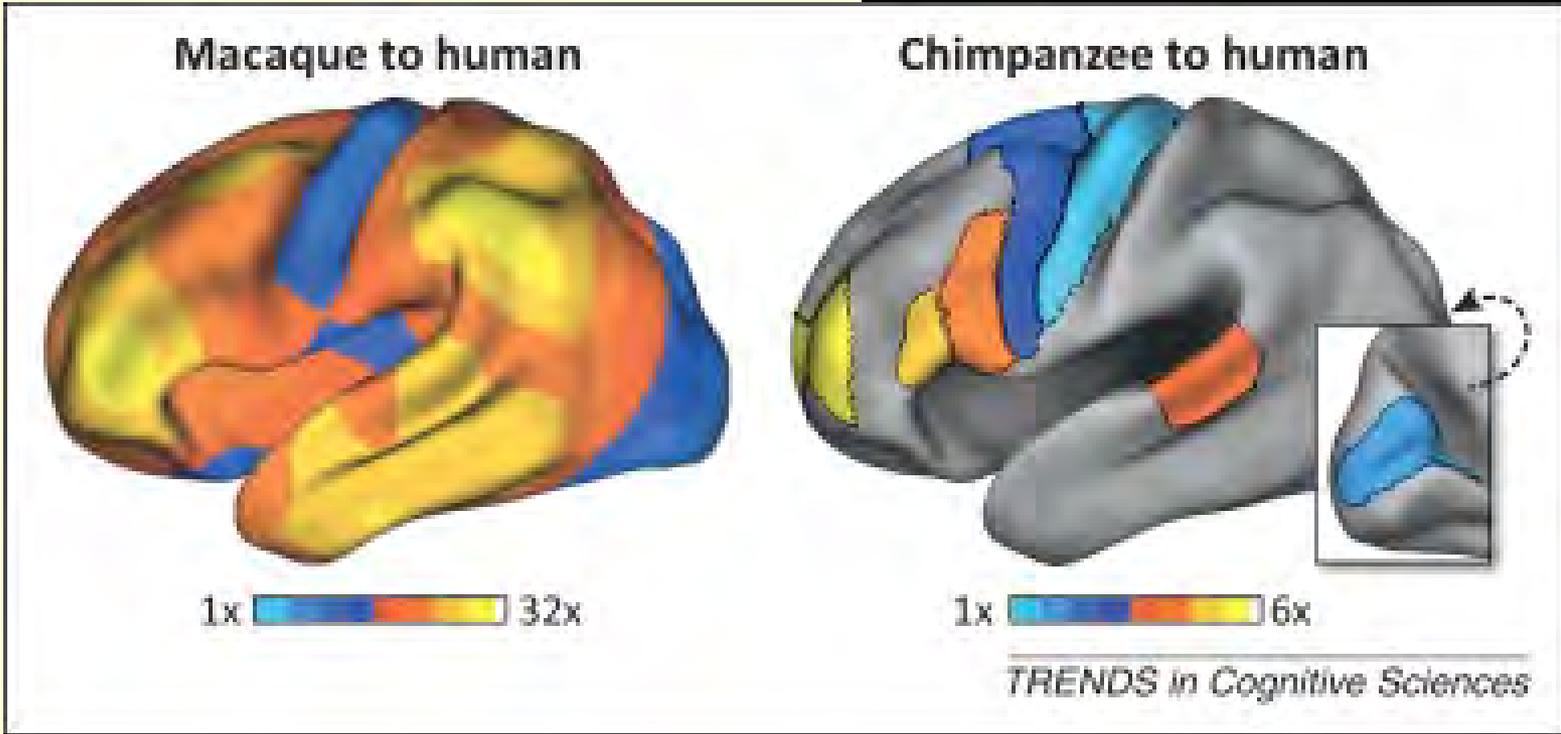
Le cerveau humain est encore construit sur cette **boucle perception – action**,

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

comme les inter-neurones de l'aplysie.



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



# Plan :

I- Esquisse de l'histoire des sciences cognitives depuis un siècle

II- D'où vient le cerveau humain ?

III- Communication, intégration et plasticité neuronale

IV- Nos mémoires

V- Cartographier nos réseaux de neurones

VI- Le cerveau dynamique : oscillations et synchronisations

VII- Attention et perception

VIII- Catégorisation et analogie

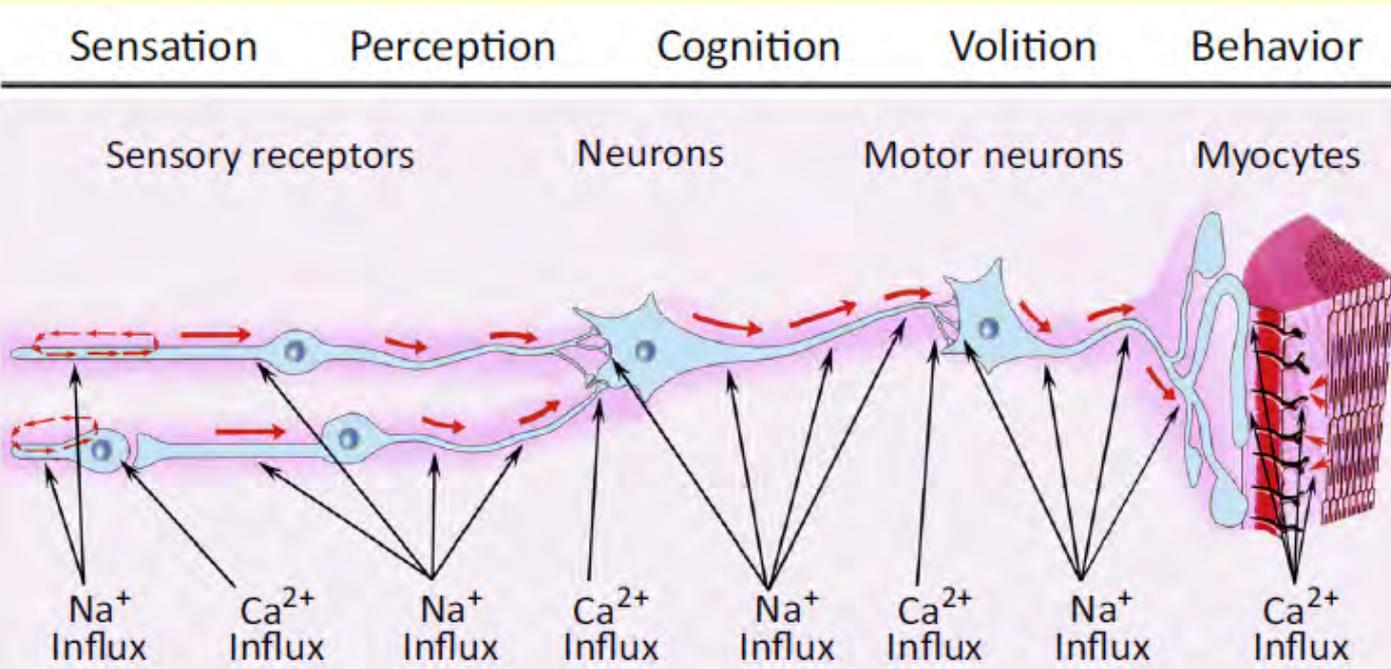
IX- Inconscient cognitif, langage et libre arbitre

X- Cognition incarnée

Quel serait l'événement « premier » à partir duquel se construirait toute « sentience » subséquente dans la psychologie animale, du simple réflexe sensori-moteur jusqu'à la conscience humaine ?

Cette perturbation environnementale première qui alerte en quelque sorte la cellule qu'il se passe « quelque chose » qui la concerne dans l'environnement serait, selon N.D. Cook, G.B. Carvalho et A. Damasio,

les **ions positifs**, essentiellement de sodium ( $\text{Na}^+$ ) et de calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) qui entrent massivement dans la cellule...



**From membrane excitability to metazoan psychology**

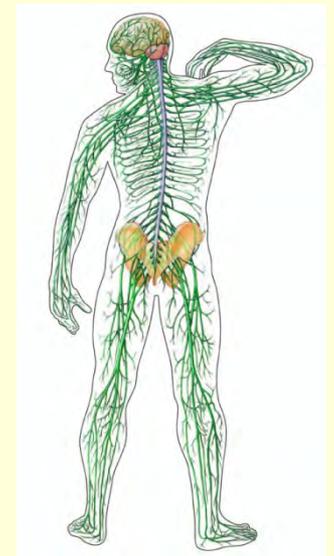
<http://www.cell.com/trends/neurosciences/abstract/S0166-2236%2814%2900128-3?cc=y>

Trends in Neuroscience,

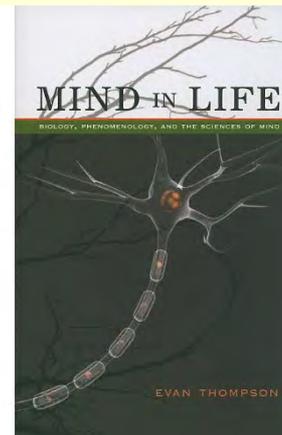
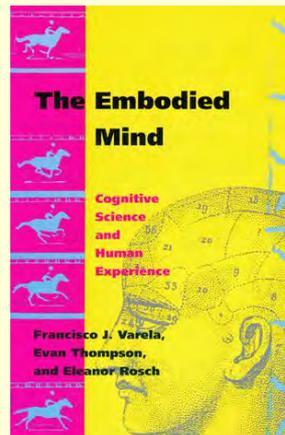
**December 2014**

« On peut remplacer le fameux  
« Je pense, donc je suis » de Descartes

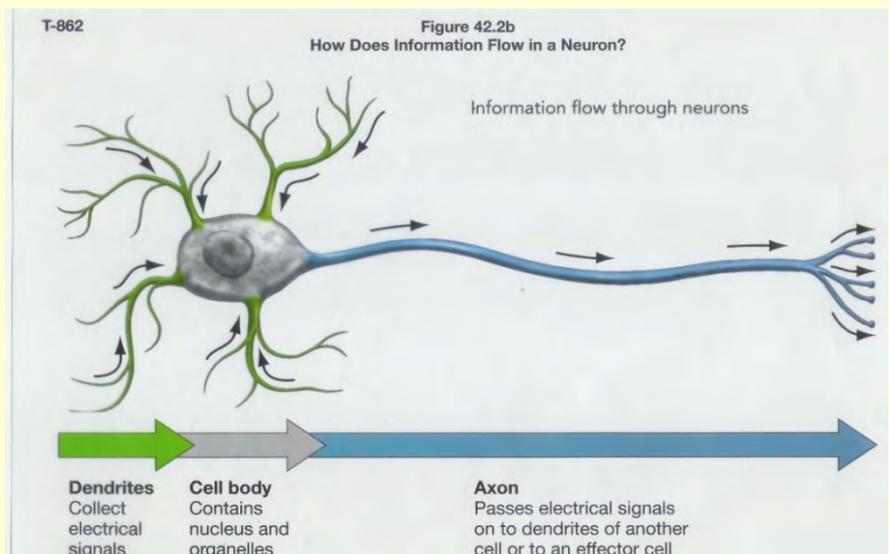
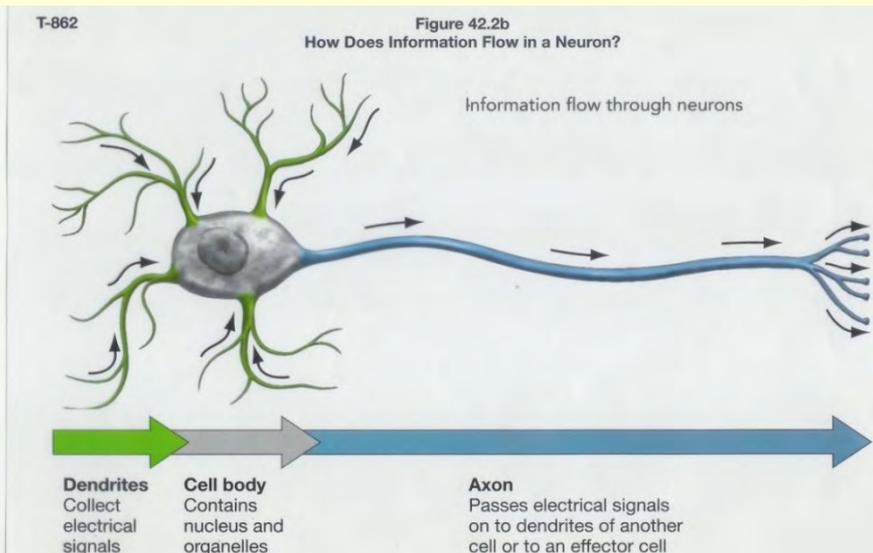
par « Je peux, donc je suis » car la structure  
de notre subjectivité n'est pas « j'ai certaines pensées »,  
mais bien « **je peux agir** et je bouge effectivement de telle ou telle façon. » »

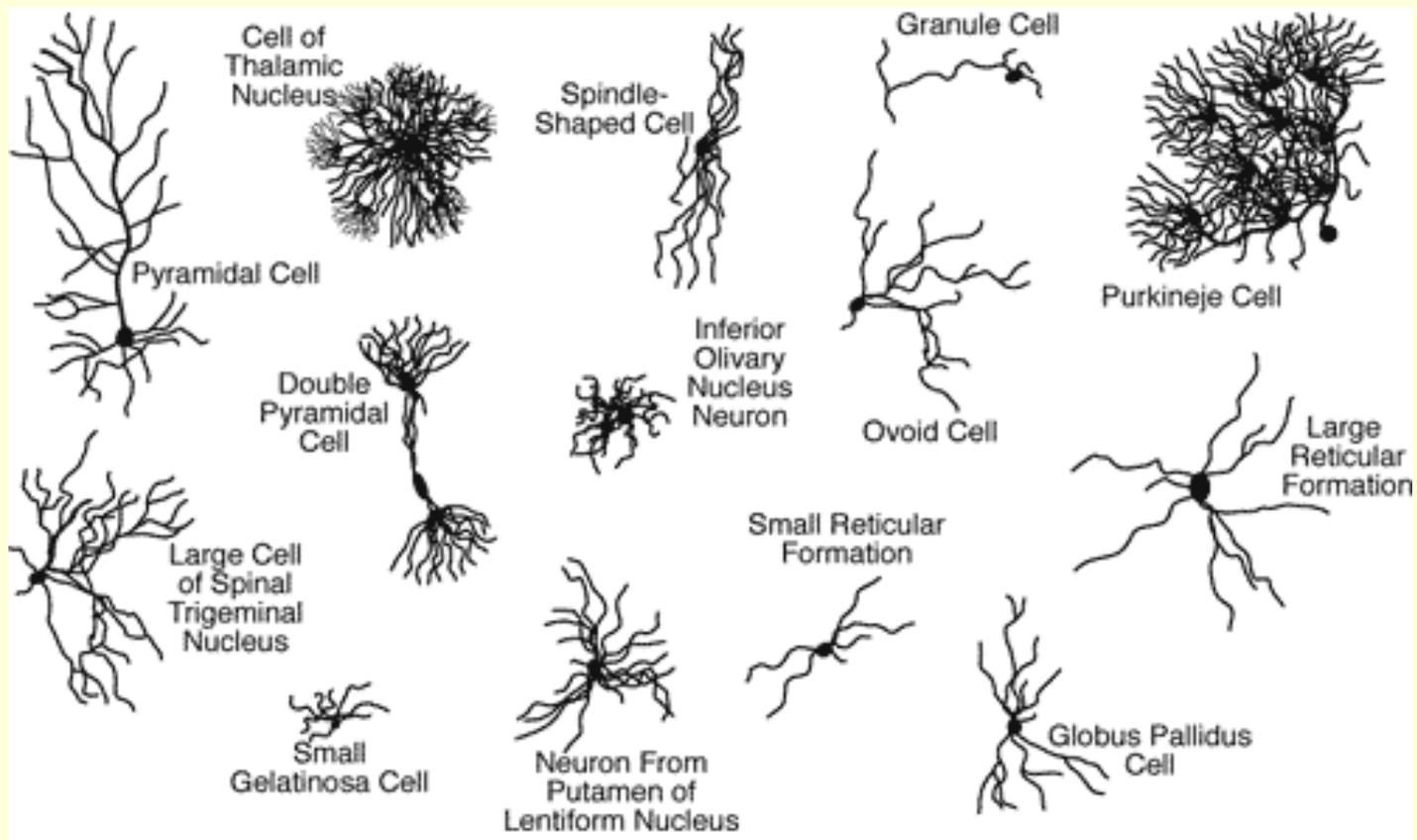


- Evan Thompson



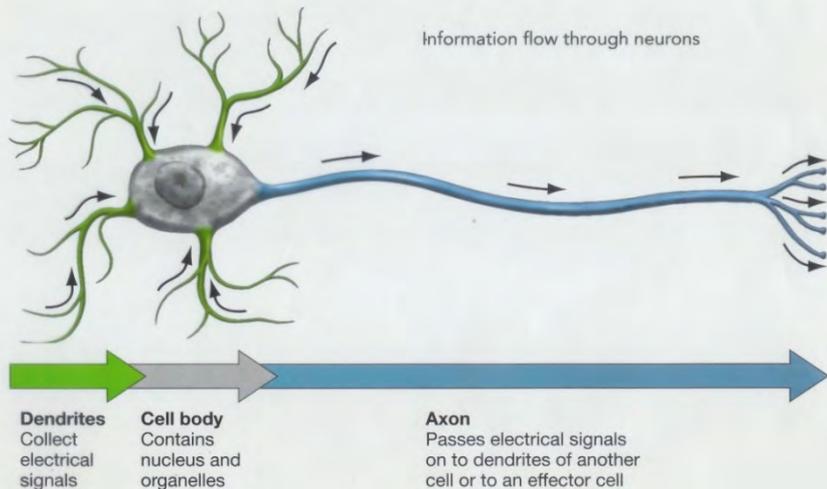
# Conception standard selon la « théorie du neurone » (beaucoup d'exceptions !)





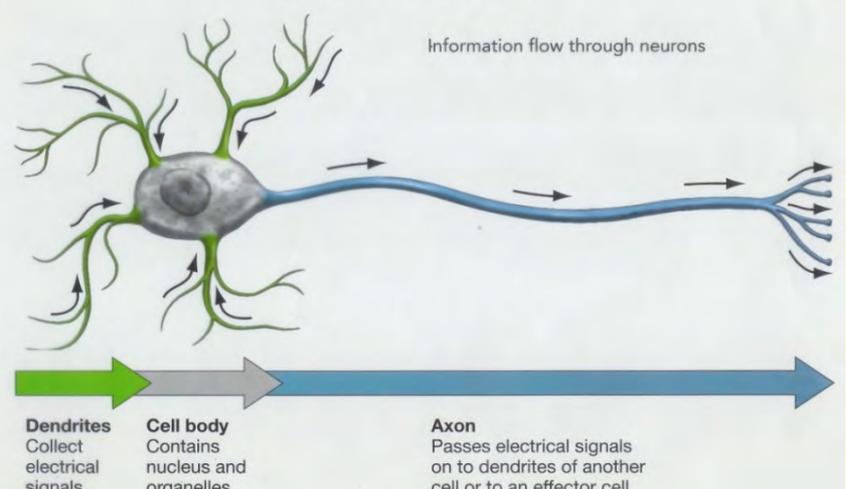
T-862

Figure 42.2b  
How Does Information Flow in a Neuron?

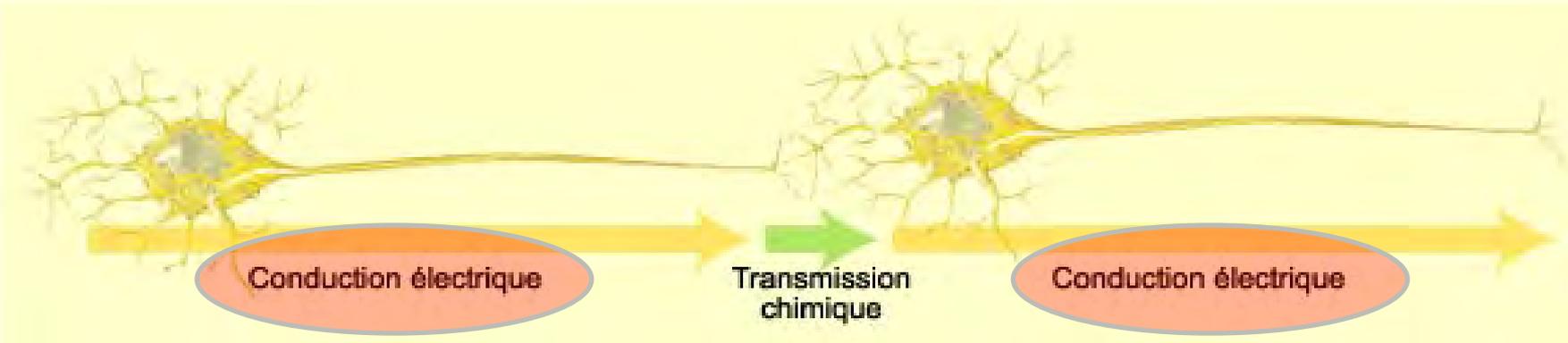


T-862

Figure 42.2b  
How Does Information Flow in a Neuron?



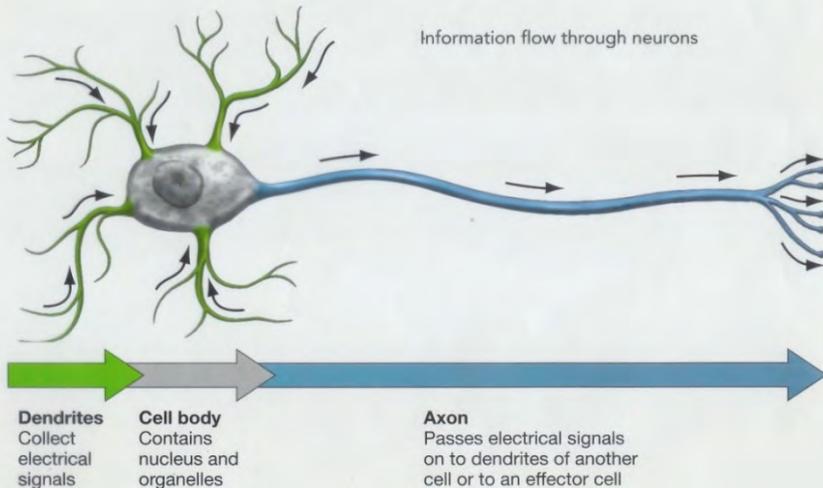
# Les neurones ont des dendrites et des axones pour communiquer rapidement avec d'autres neurones



T-862

Figure 42.2b  
How Does Information Flow in a Neuron?

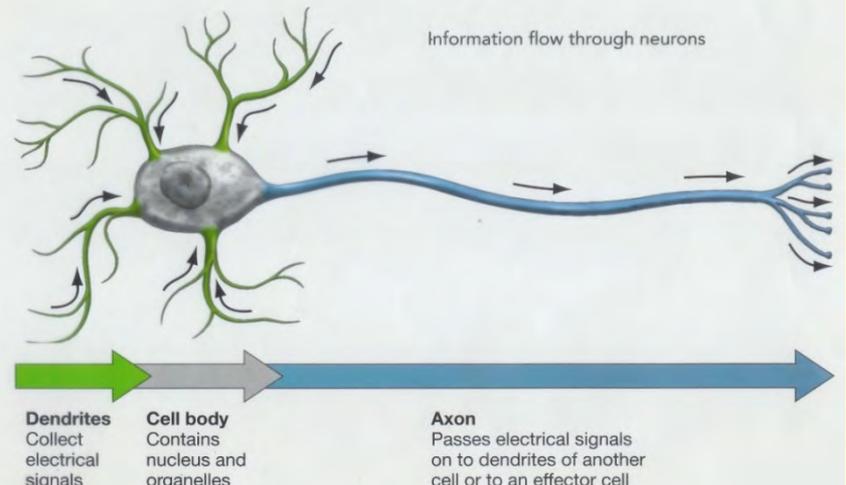
Information flow through neurons

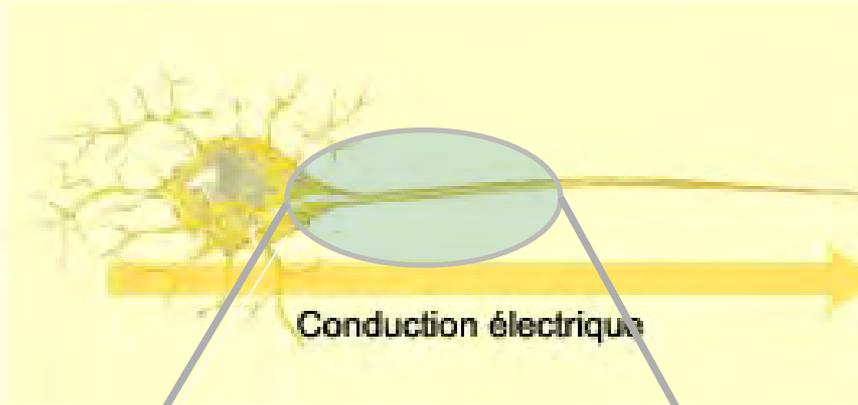


T-862

Figure 42.2b  
How Does Information Flow in a Neuron?

Information flow through neurons



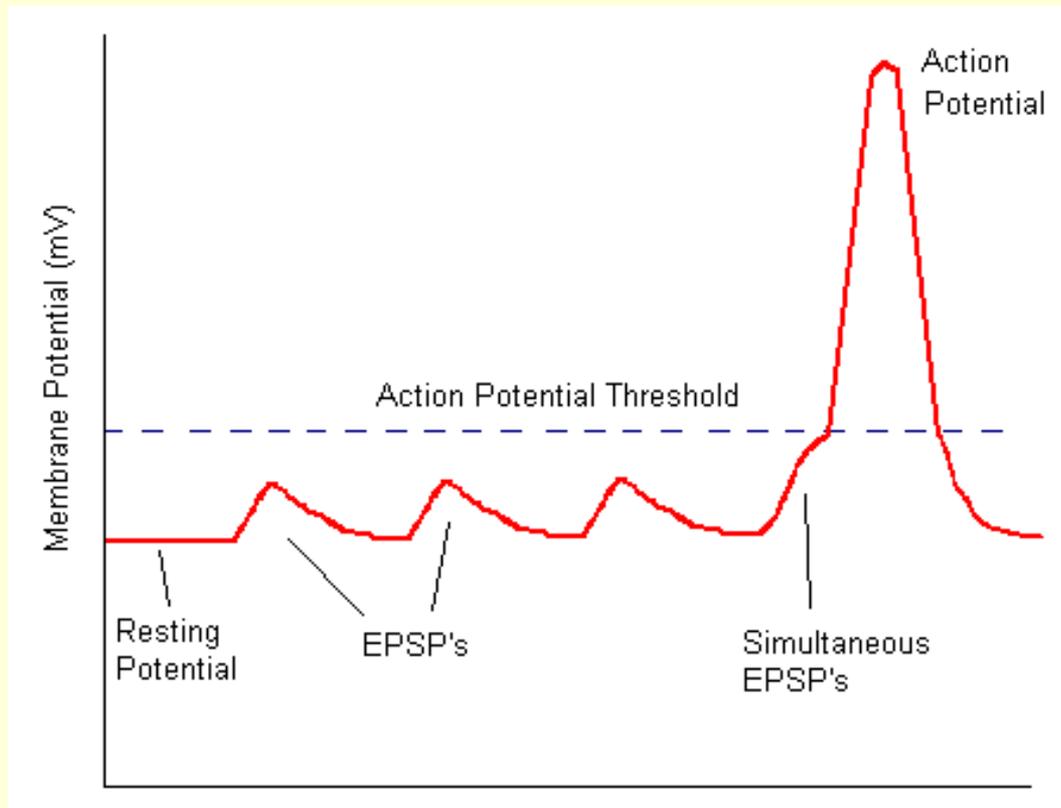


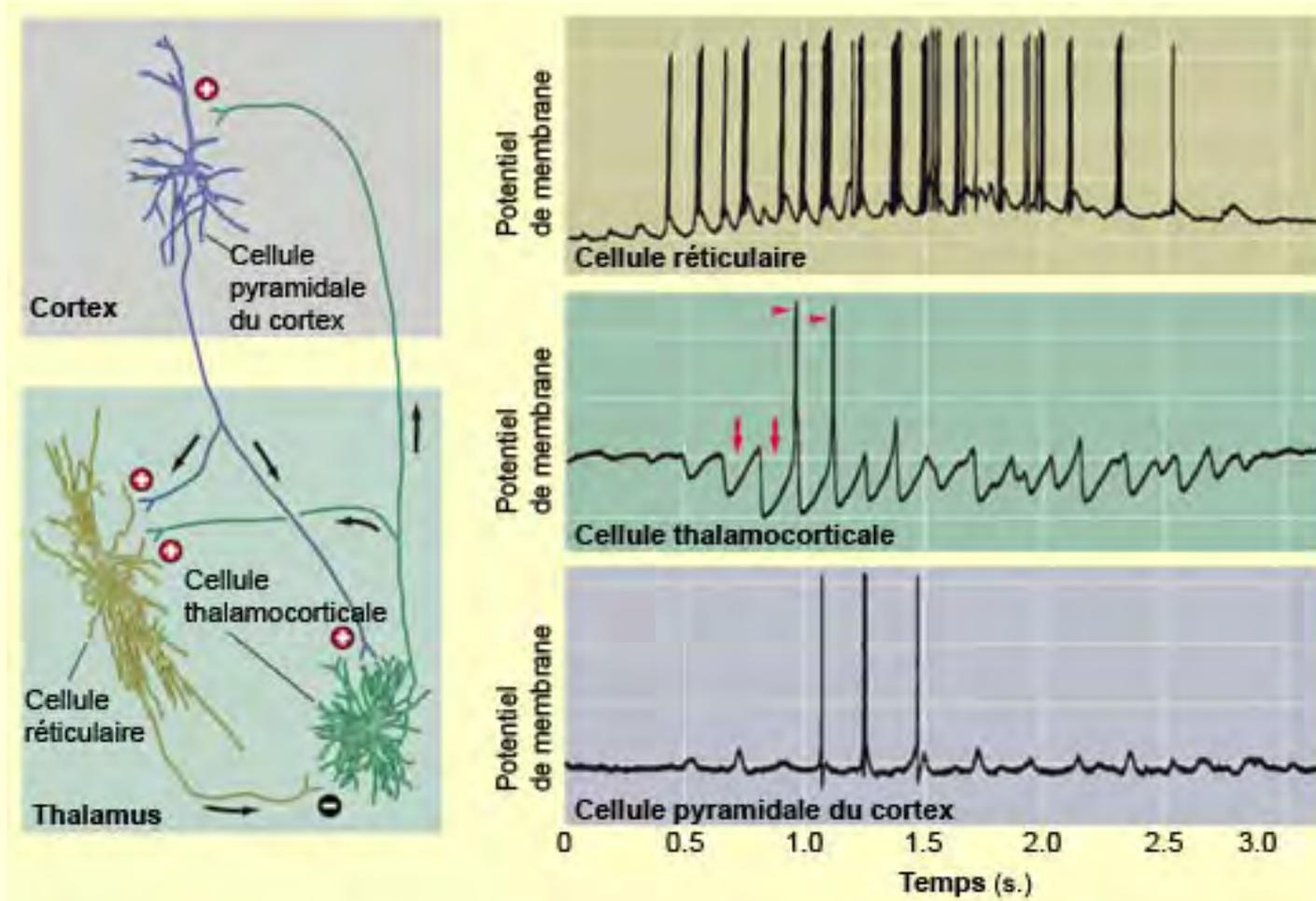
Conduction électrique



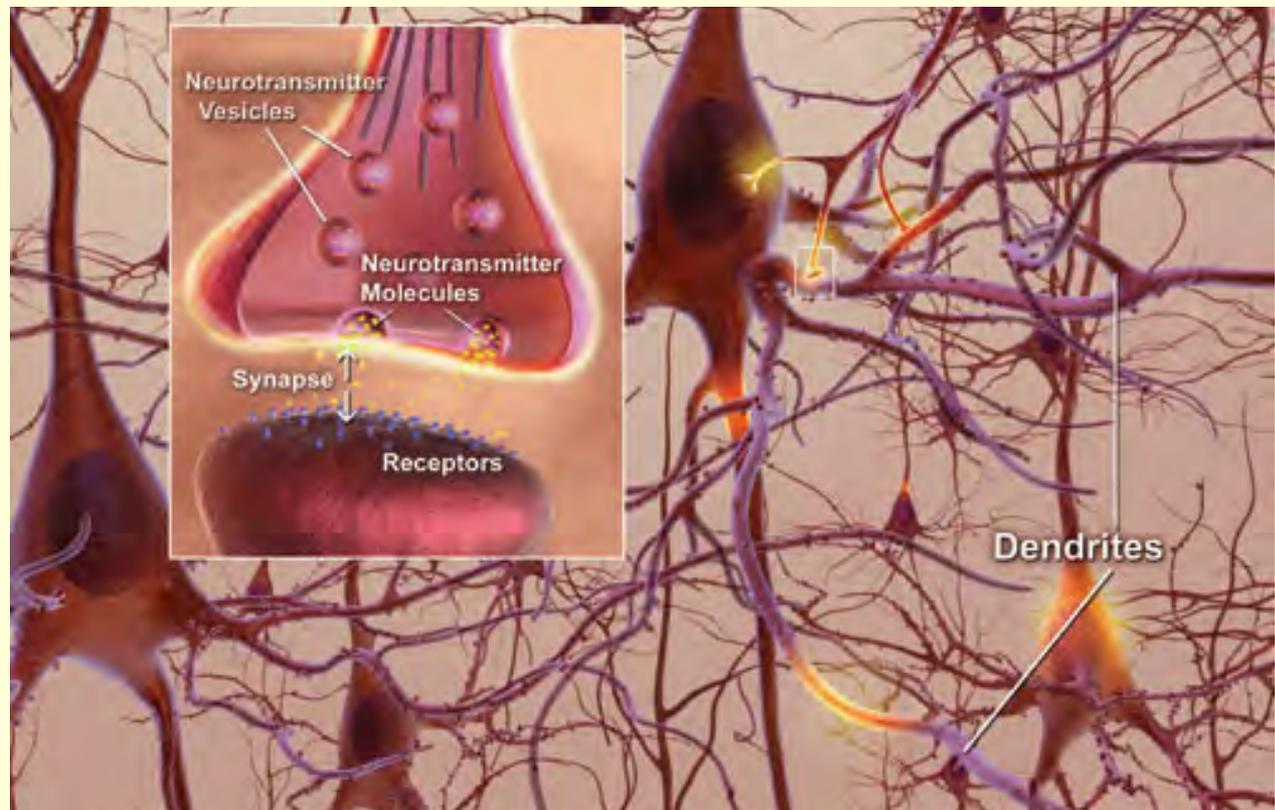
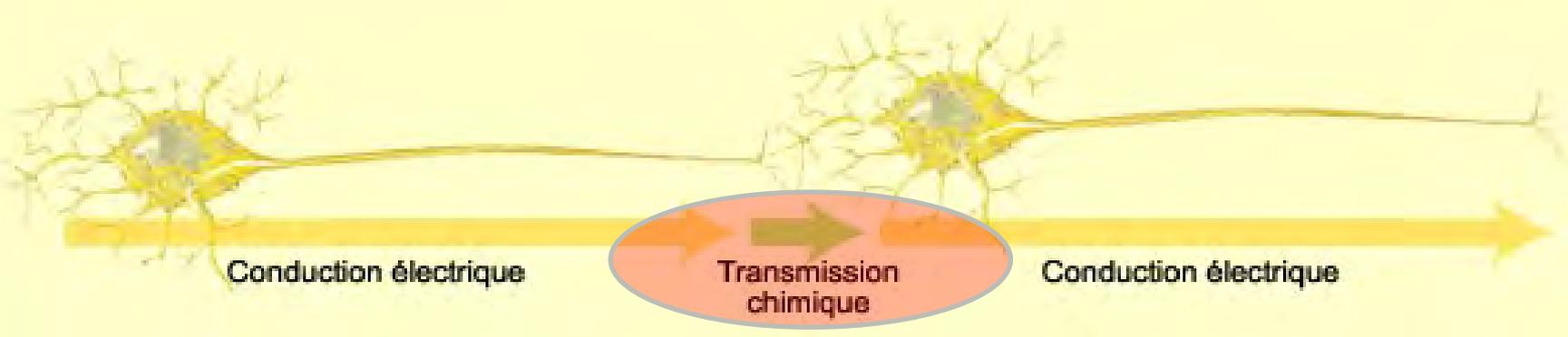


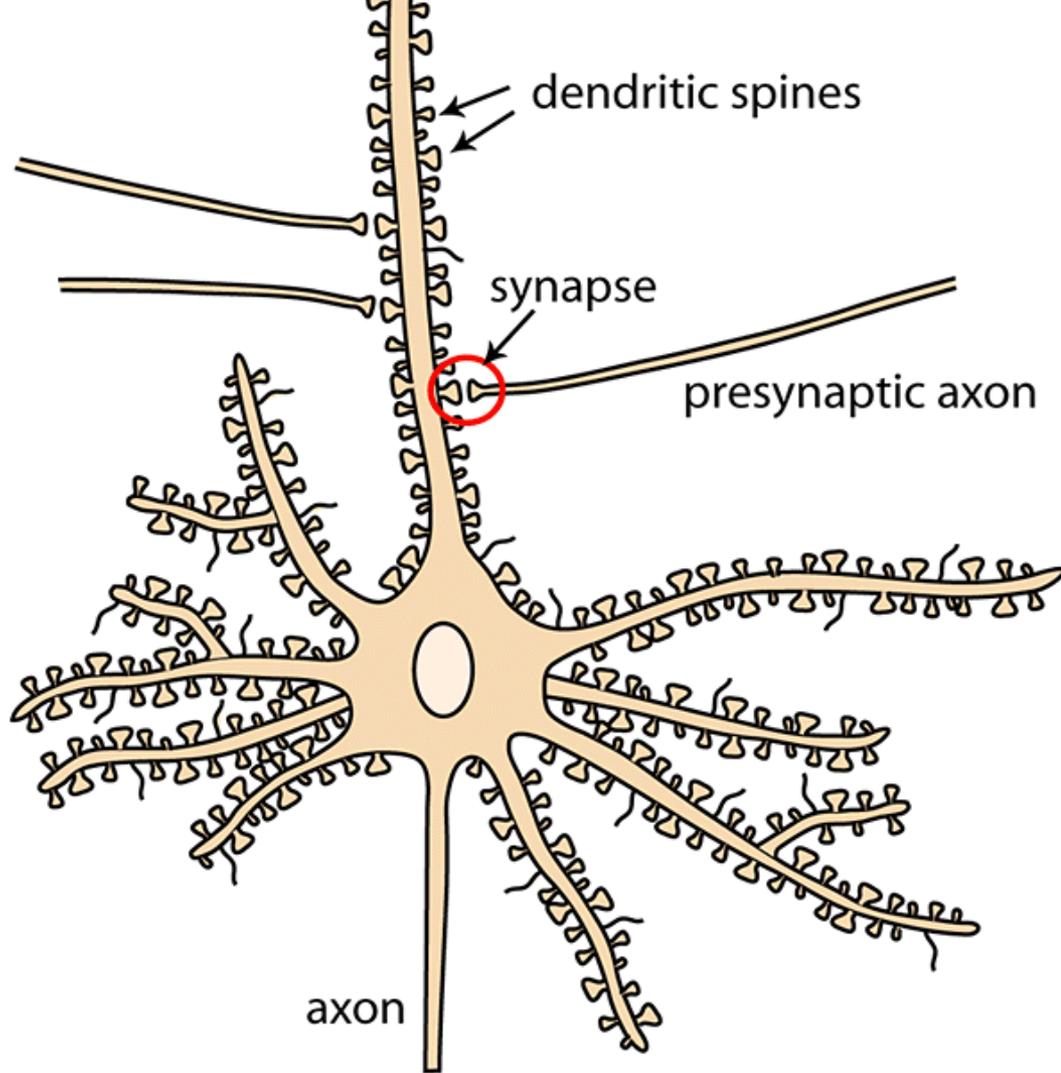
le « **potentiel d'action** », que l'on visualise ainsi sur un oscilloscope, se déclenche de manière « **tout ou rien** » quand l'excitation atteint un certain **seuil**



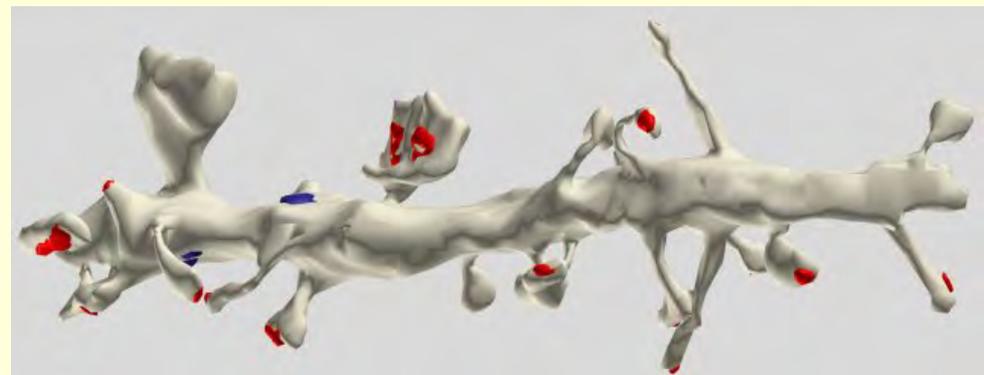
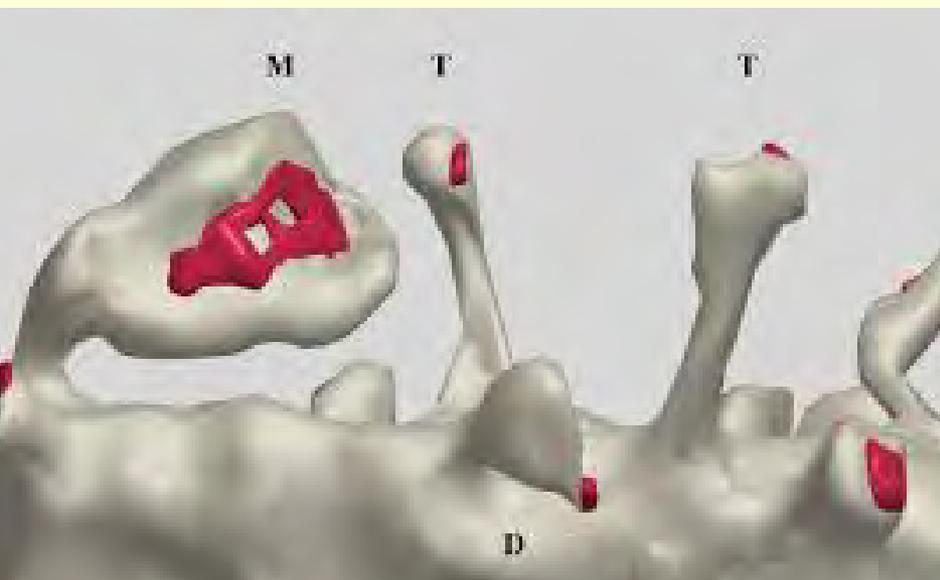


Grâce à leurs prolongements, les neurones créent des **réseaux très interconnectés** où l'activité d'un neurone peut influencer l'activité de plusieurs autres





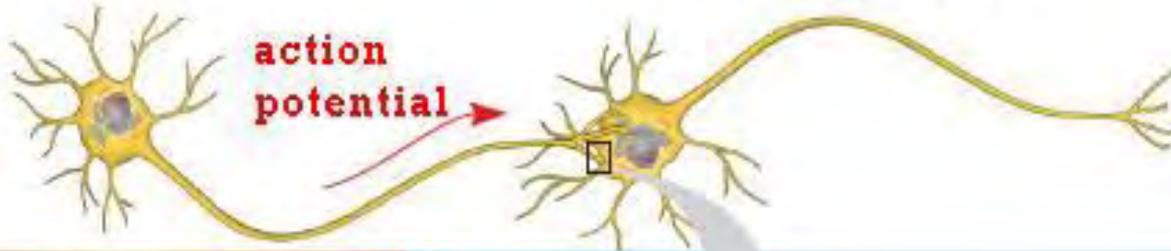
Les **dendrites** du neurone qui « reçoit la connexion » possèdent des milliers "**d'épines**" dendritiques qui bourgeonnent à leur surface.



Presynaptic cell

Postsynaptic cell

action potential



Synaptic vesicles containing neurotransmitter

Presynaptic membrane

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

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

Synaptic cleft

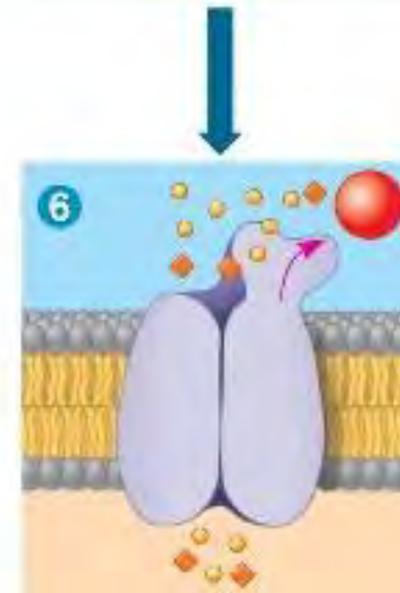
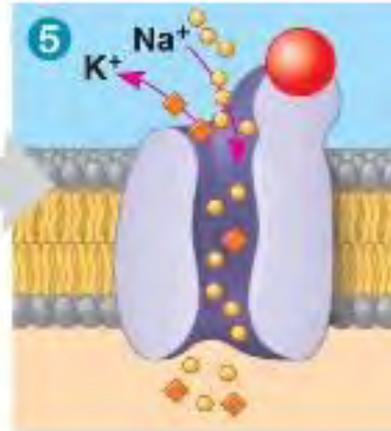
2

3

4

Ligand-gated ion channels

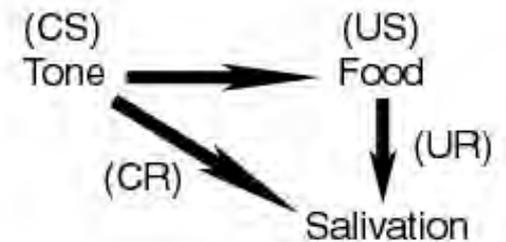
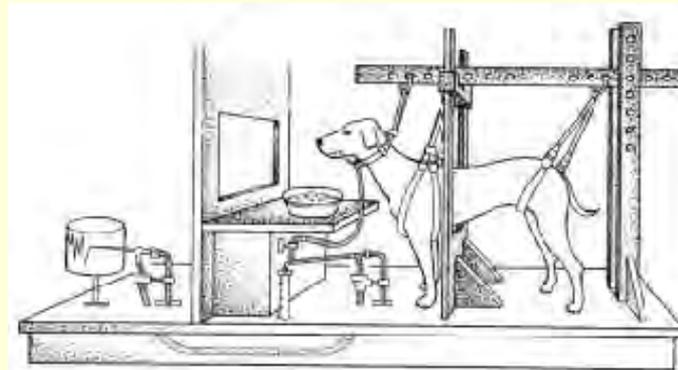
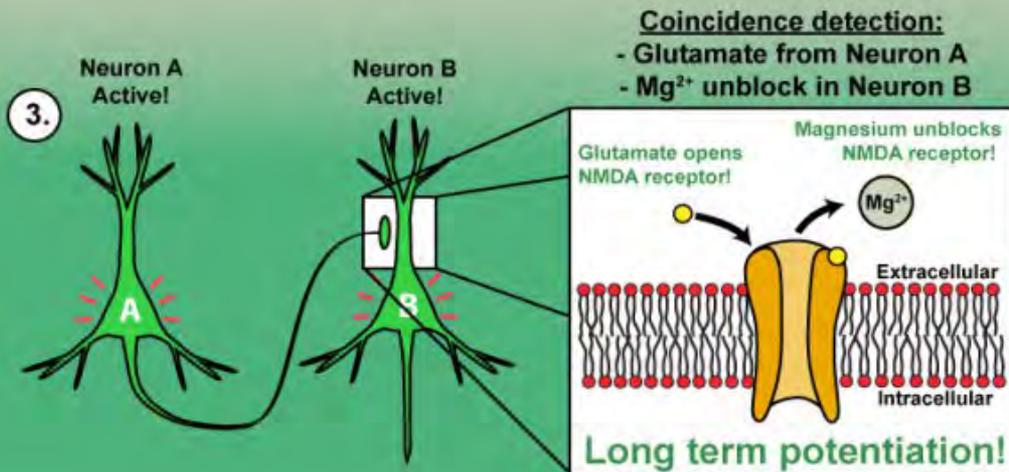
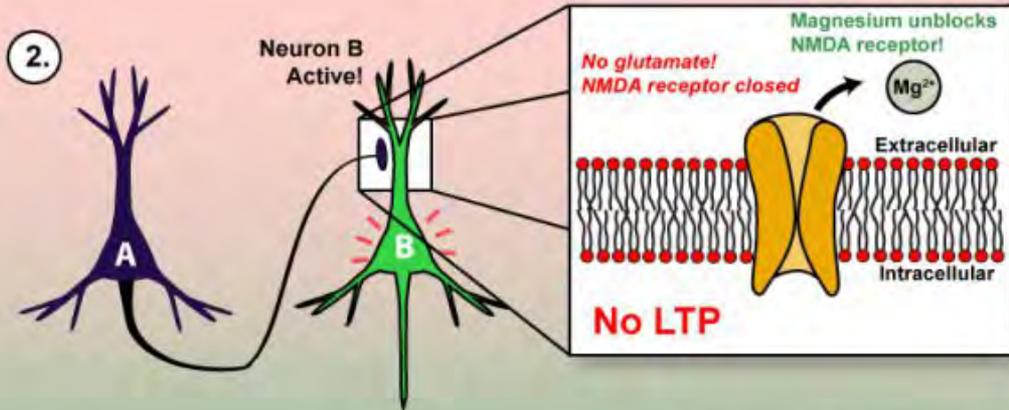
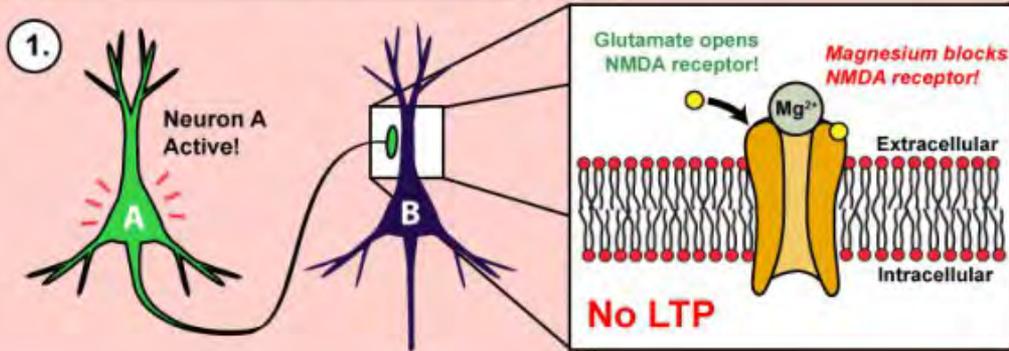
Postsynaptic membrane





# What a Coincidence!

## Magnesium, NMDA Receptors, and LTP

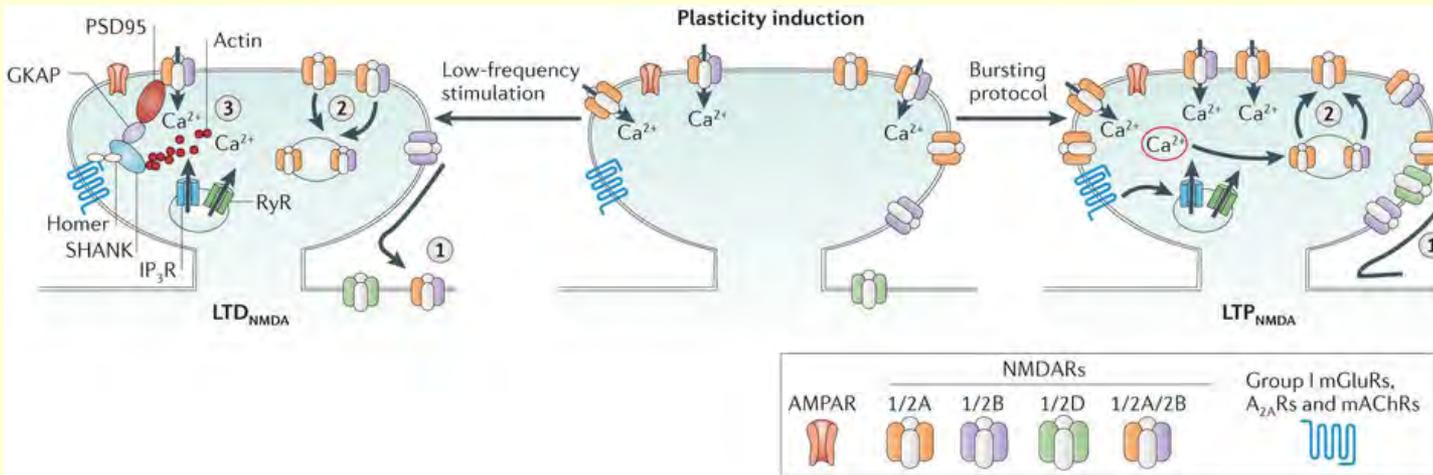
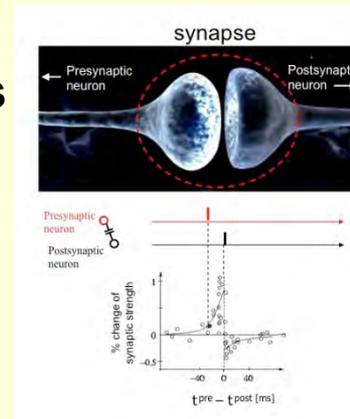
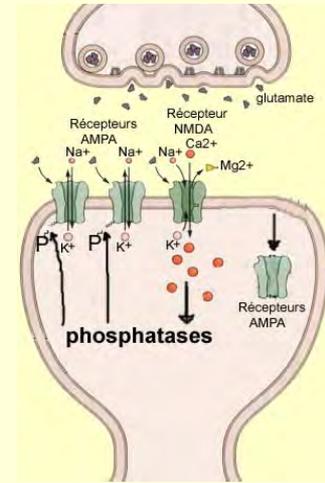


La **potentialisation à long terme** n'est pas le seul mécanisme cellulaire pouvant être à la base d'apprentissages.

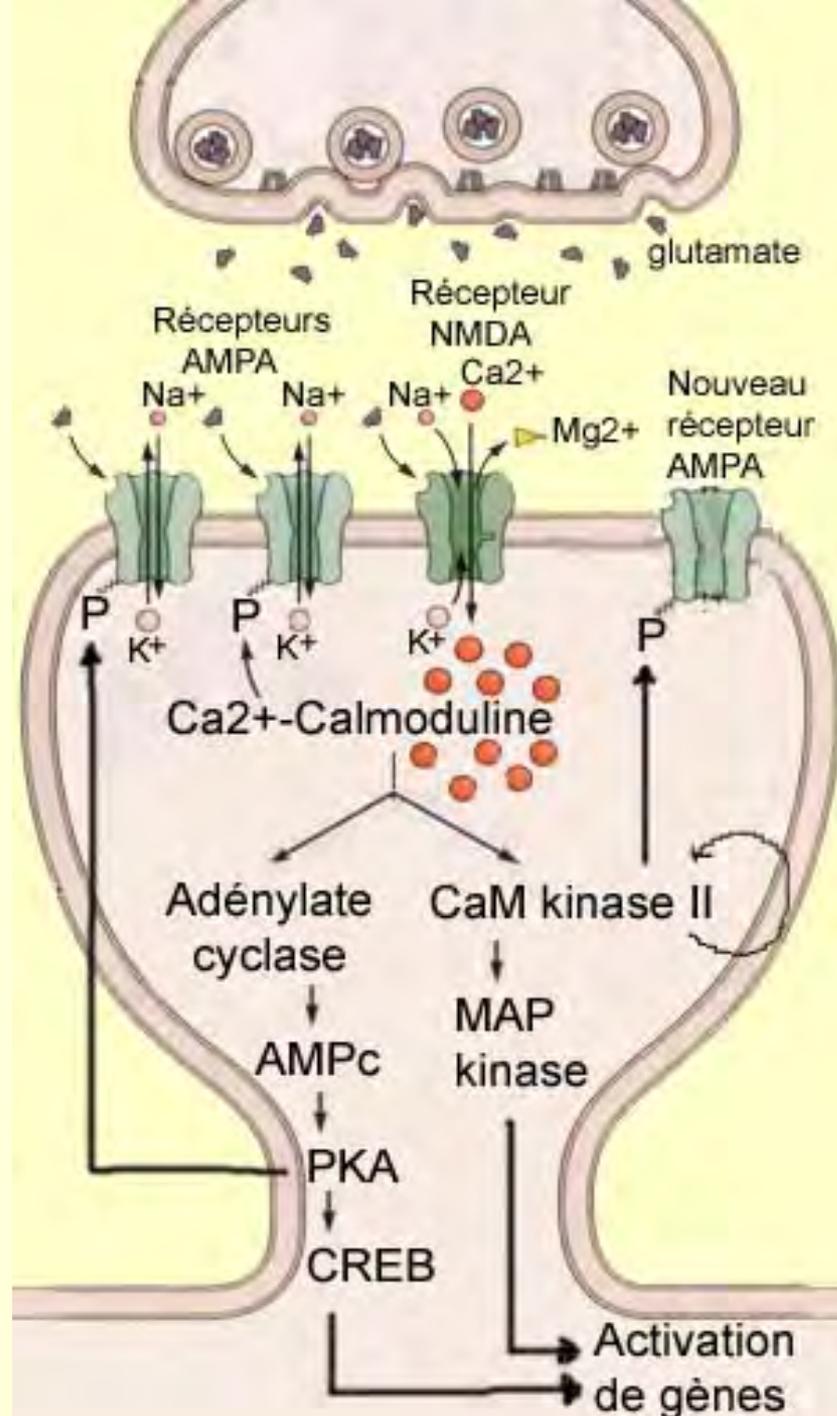
Il y en a d'autres comme :

- la « **dépression à long terme** », ou **DLT**

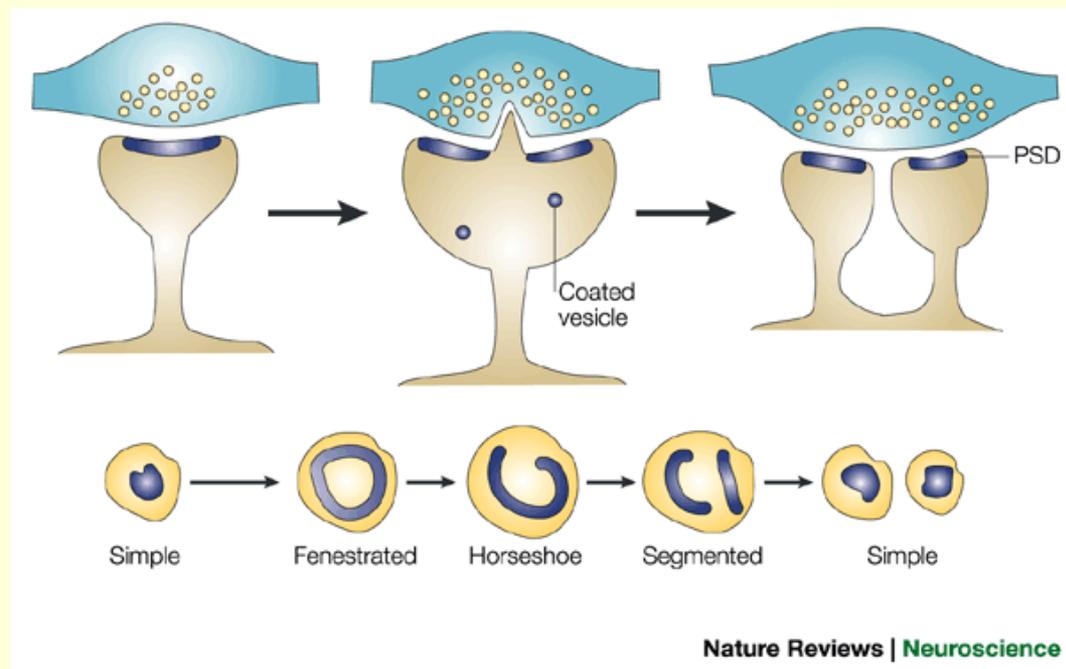
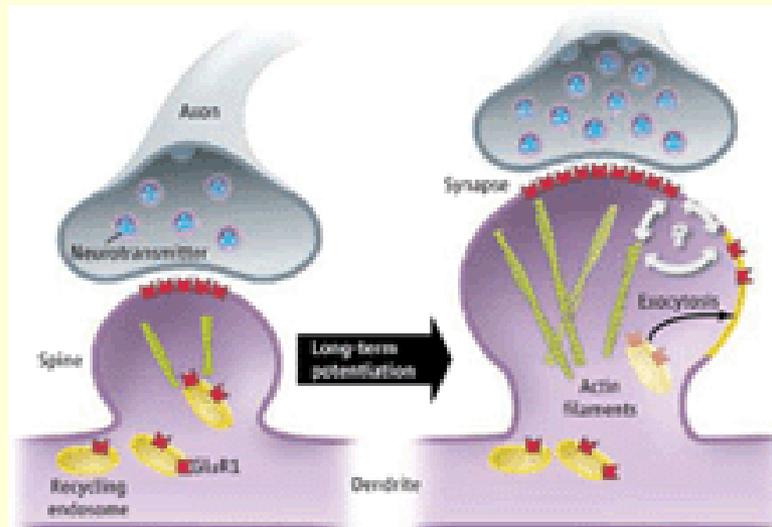
- la **plasticité dépendante du temps d'occurrence des impulsions** (en anglais « Spike-timing-dependent plasticity » ou **STDP**)



Tous impliquent des voies métaboliques complexes impliquant initialement l'ion **calcium**.

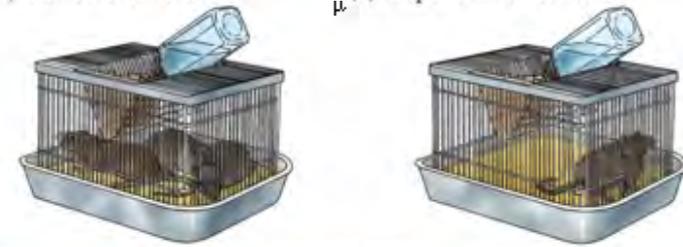


Et plusieurs vont mener à des **changements structuraux de la synapse.**



a) Standard condition

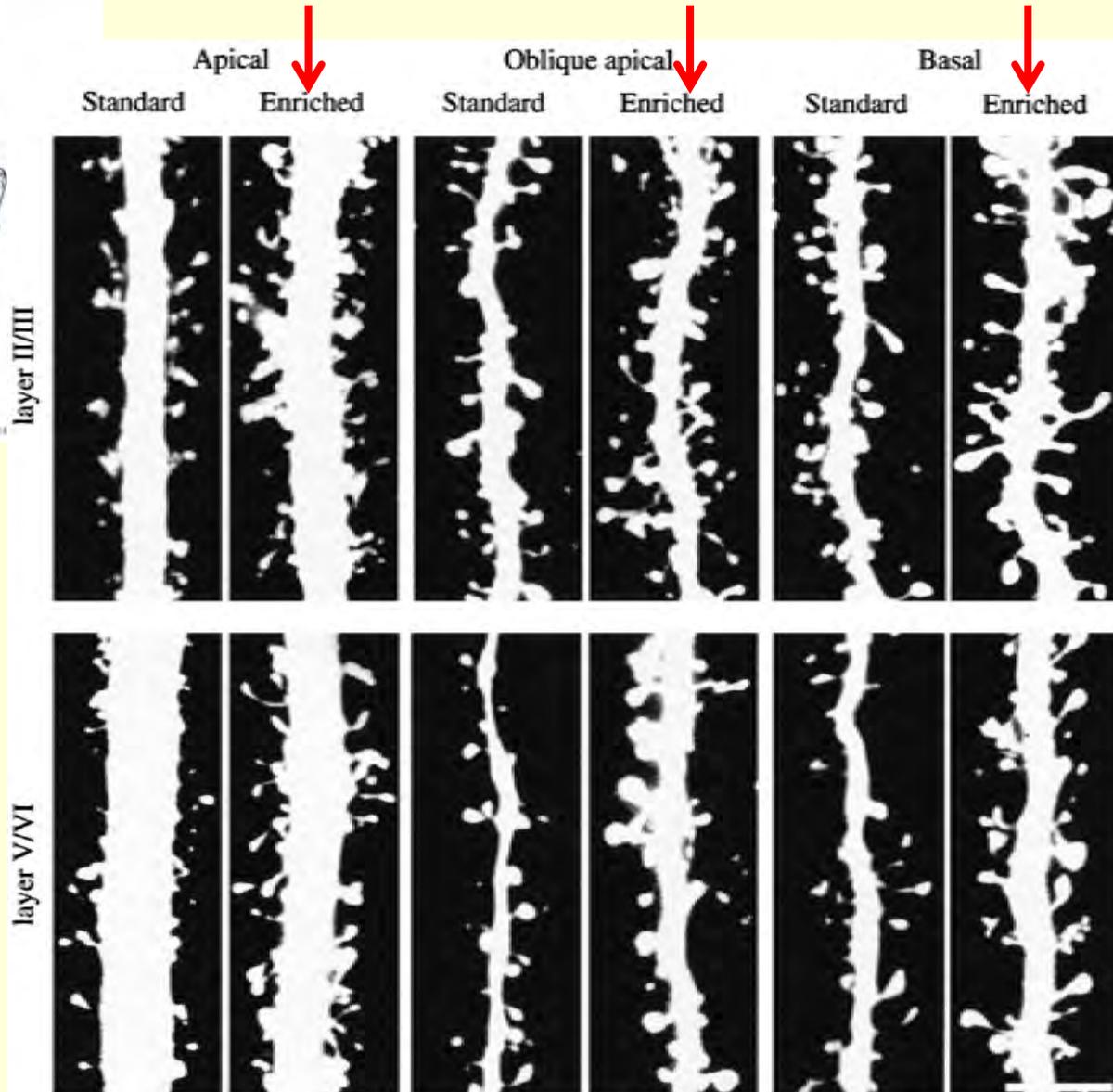
b) Impoverished condition



(c) Enriched condition

Psychology 6e, Figure 17.17

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



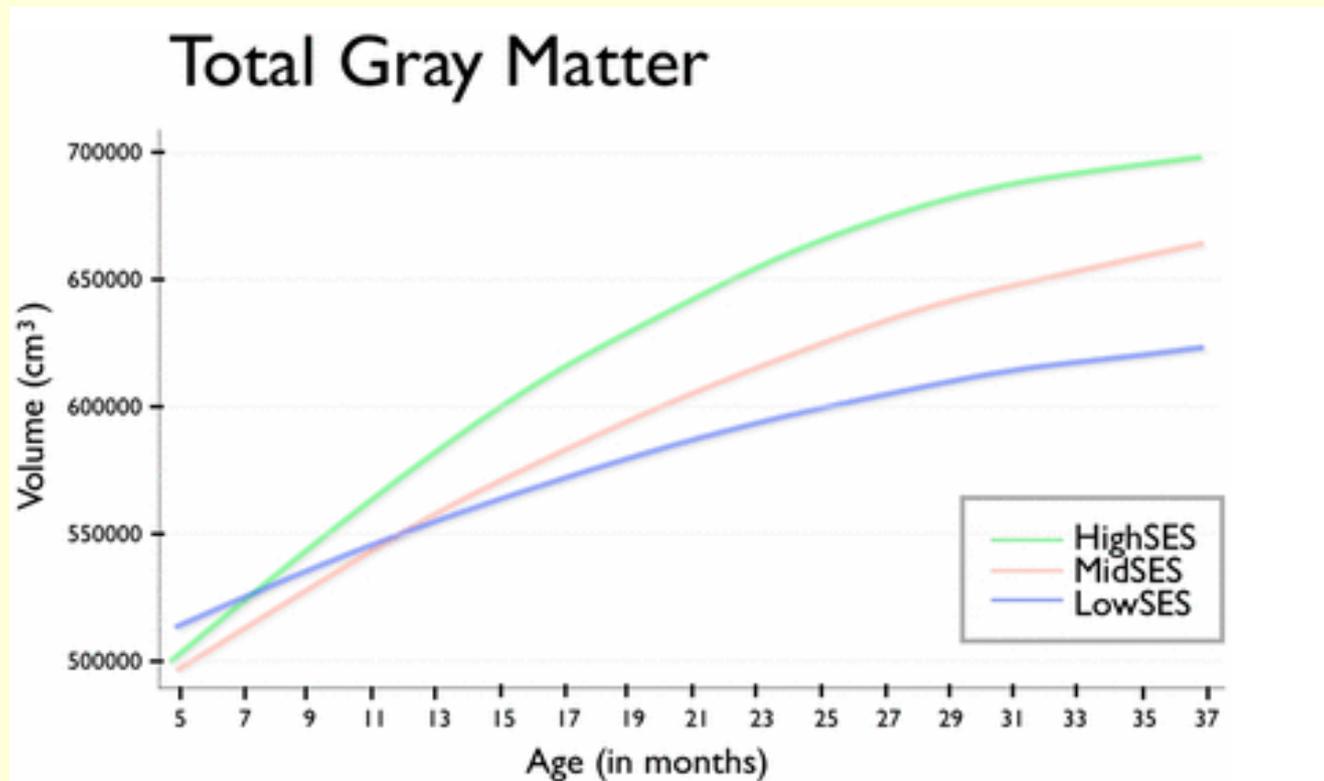
Épines dendritique de neurones du cortex somatosensoriel de rats adultes ayant grandi dans des cages **standard** ou dans un environnement **enrichi** durant 3 semaines.

Wednesday, **February 03, 2016**

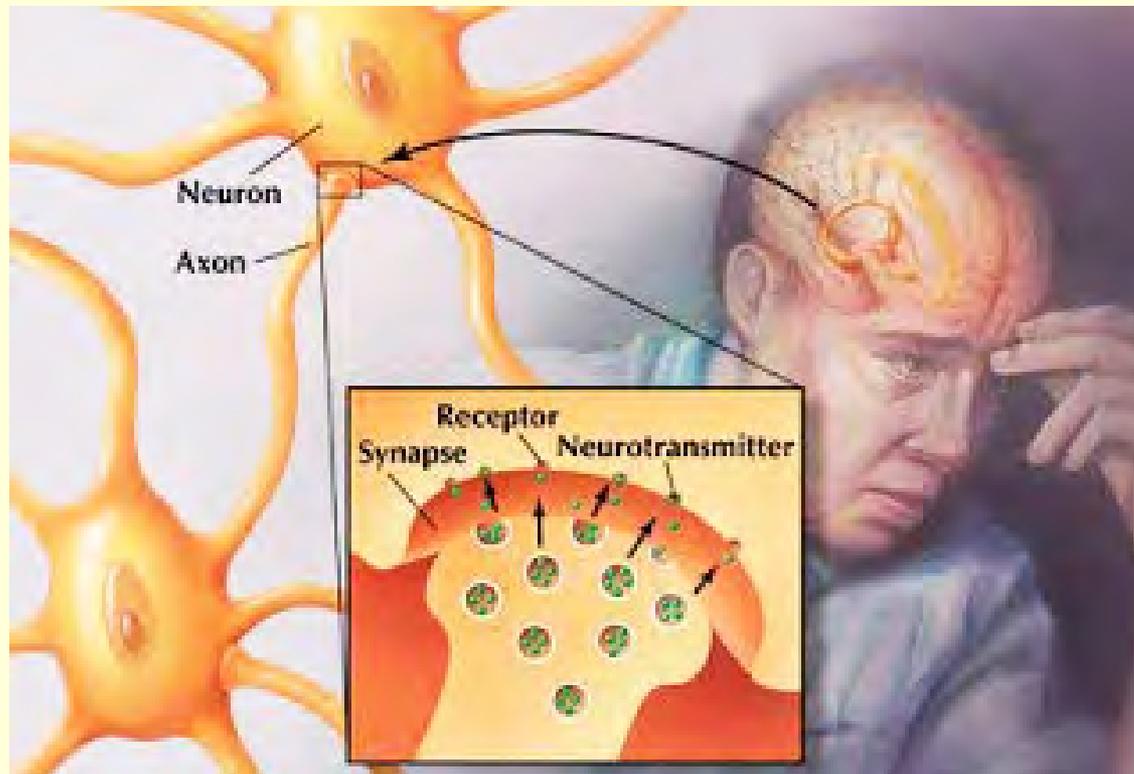
## The neuroscience of poverty.

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

This open source review article by Alla Katsnelson is sobering, and worth a read. The major foci in the brain that appear to show disparities in poor children are the hippocampus and frontal lobe. I pass on this graphic illustrating the decline in total brain gray matter (nerve cell) volume in young children of middle and low socioeconomic status individuals.

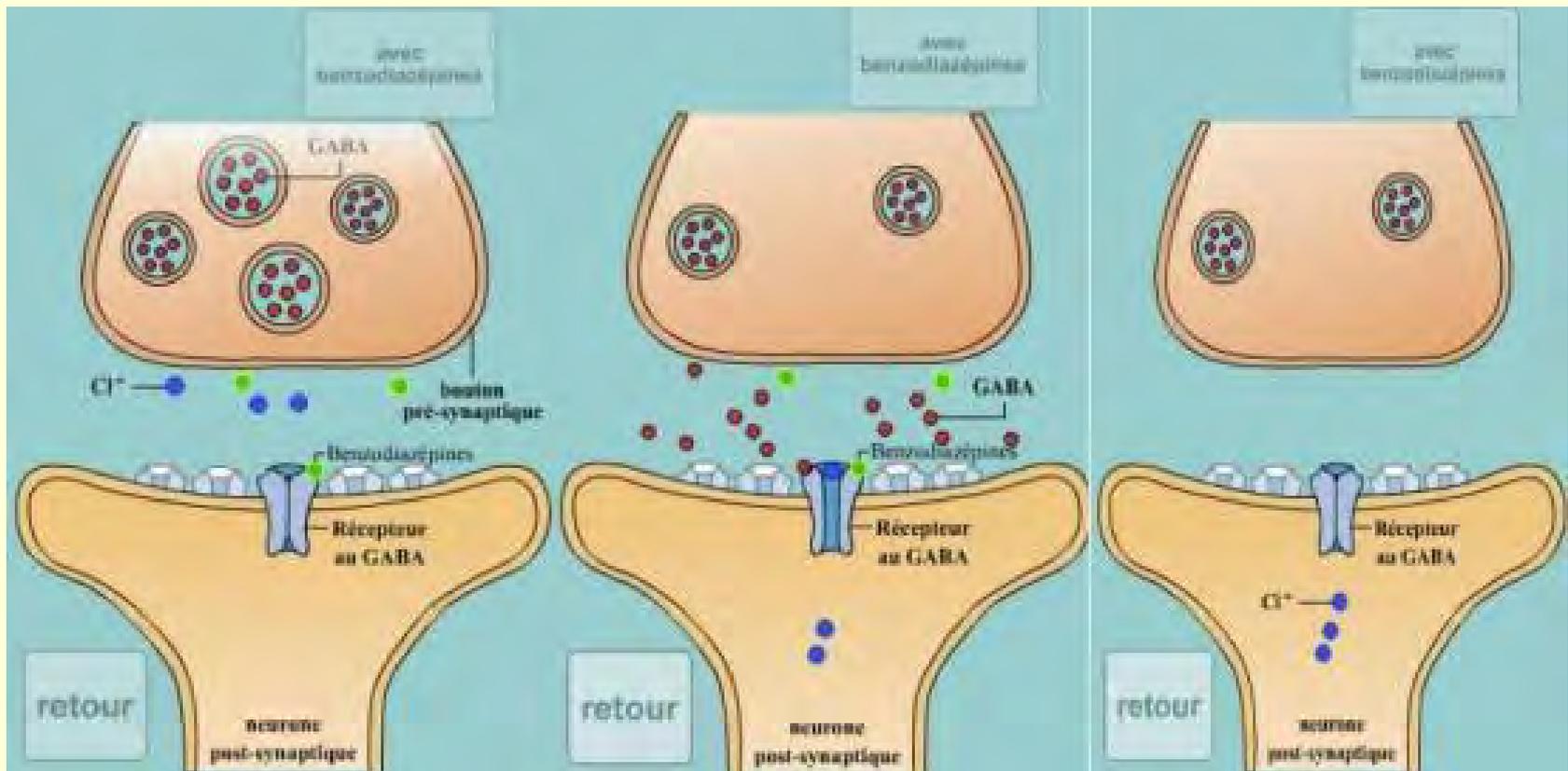


C'est au niveau de la synapse que les **médicaments** ou les **drogues** peuvent affecter notre pensée et notre corps tout entier.

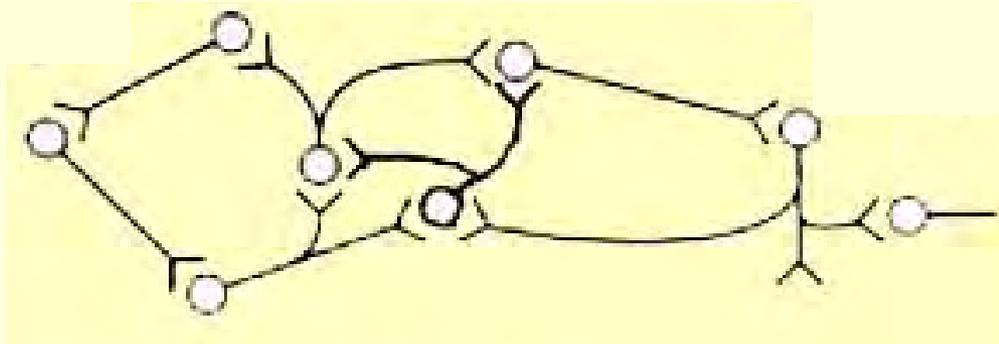


# Animations sur les mécanismes d'action de 9 drogues / médicaments

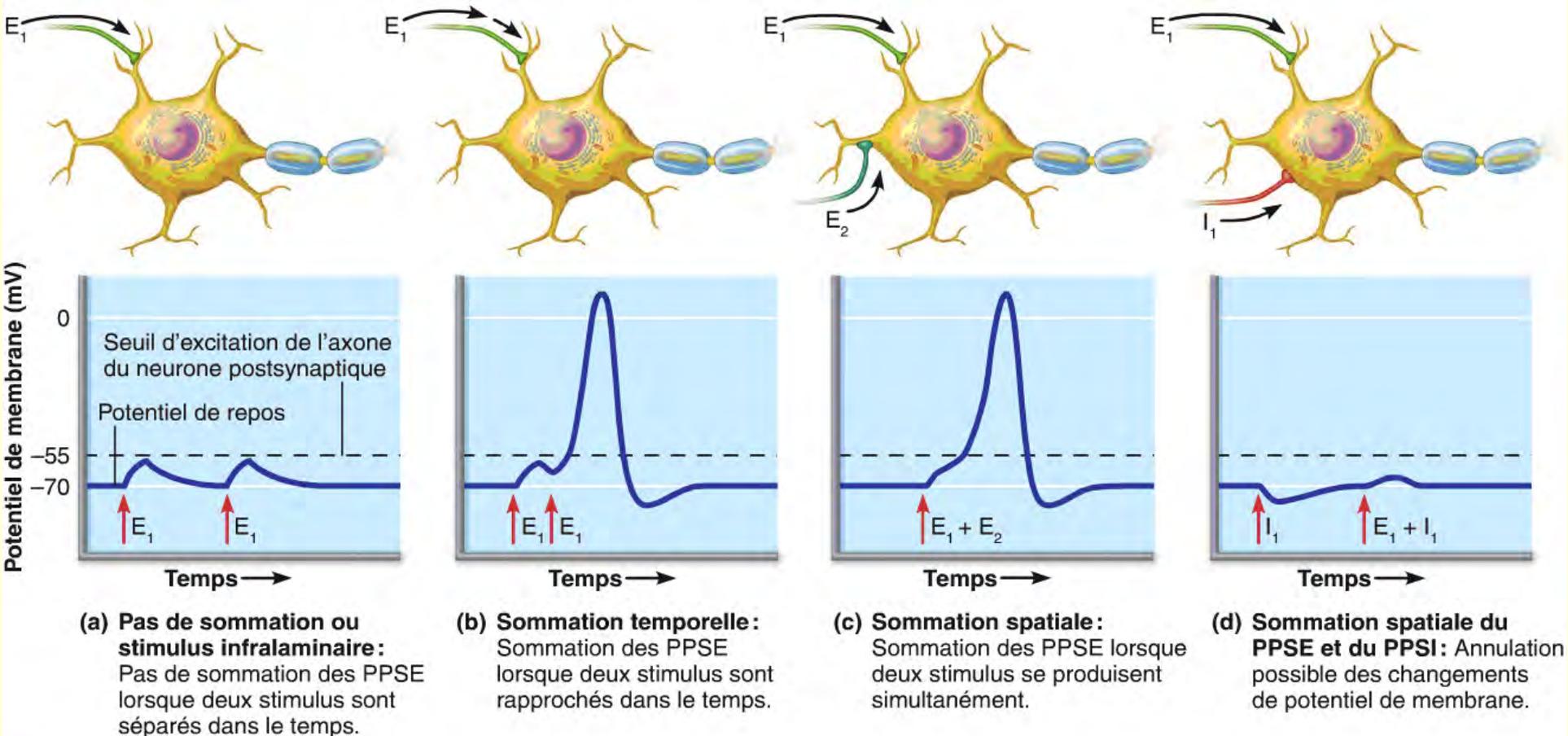
[http://lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i\\_03/i\\_03\\_m/i\\_03\\_m\\_par/i\\_03\\_m\\_par.html](http://lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i_03/i_03_m/i_03_m_par/i_03_m_par.html)



Il est temps de remonter un peu  
les niveaux d'organisation...

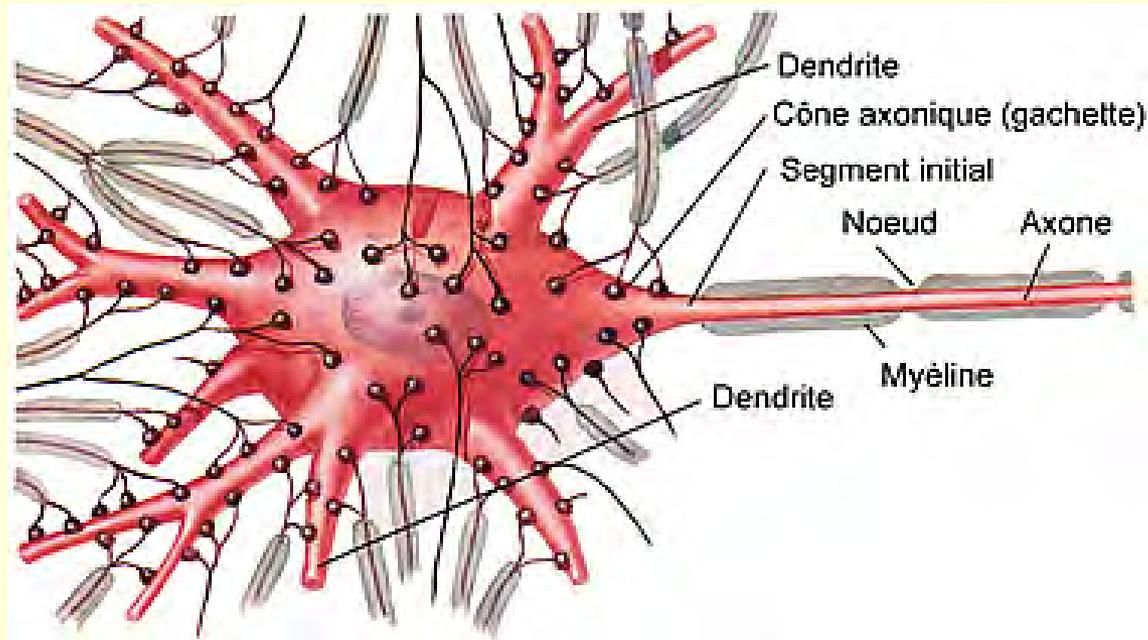


« Le fait qu'une cellule vivante se soit adaptée en une structure capable de recevoir et **d'intégrer** des données, de **prendre des décisions** fondées sur ces données, et **d'envoyer des signaux** aux autres cellules en fonction du résultat de cette intégration est un exploit remarquable de l'évolution.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

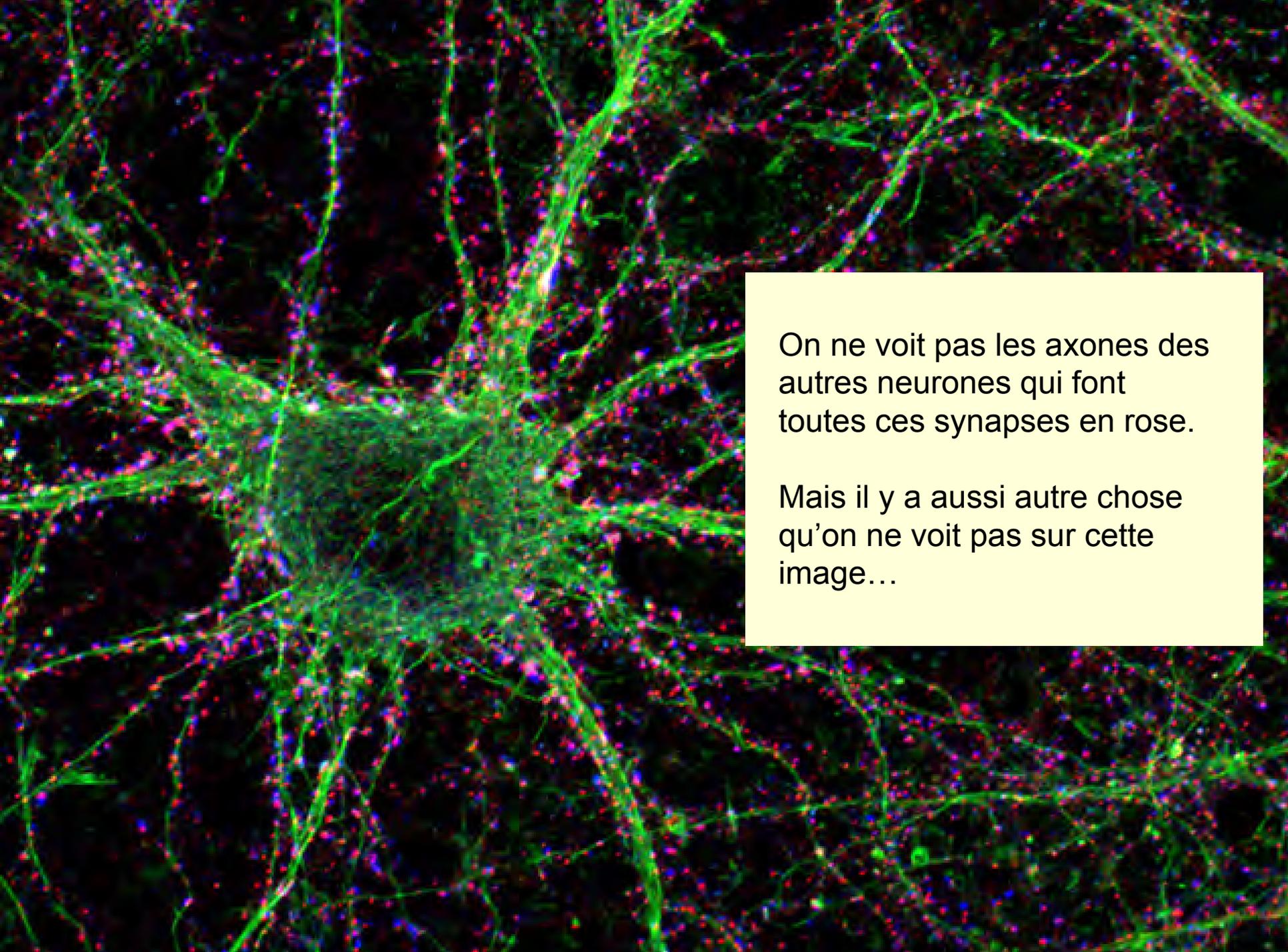


*« Le fait qu'une cellule vivante se soit adaptée en une structure capable de recevoir et **d'intégrer** des données, de **prendre des décisions** fondées sur ces données, et **d'envoyer des signaux** aux autres cellules en fonction du résultat de cette intégration est un exploit remarquable de l'évolution.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



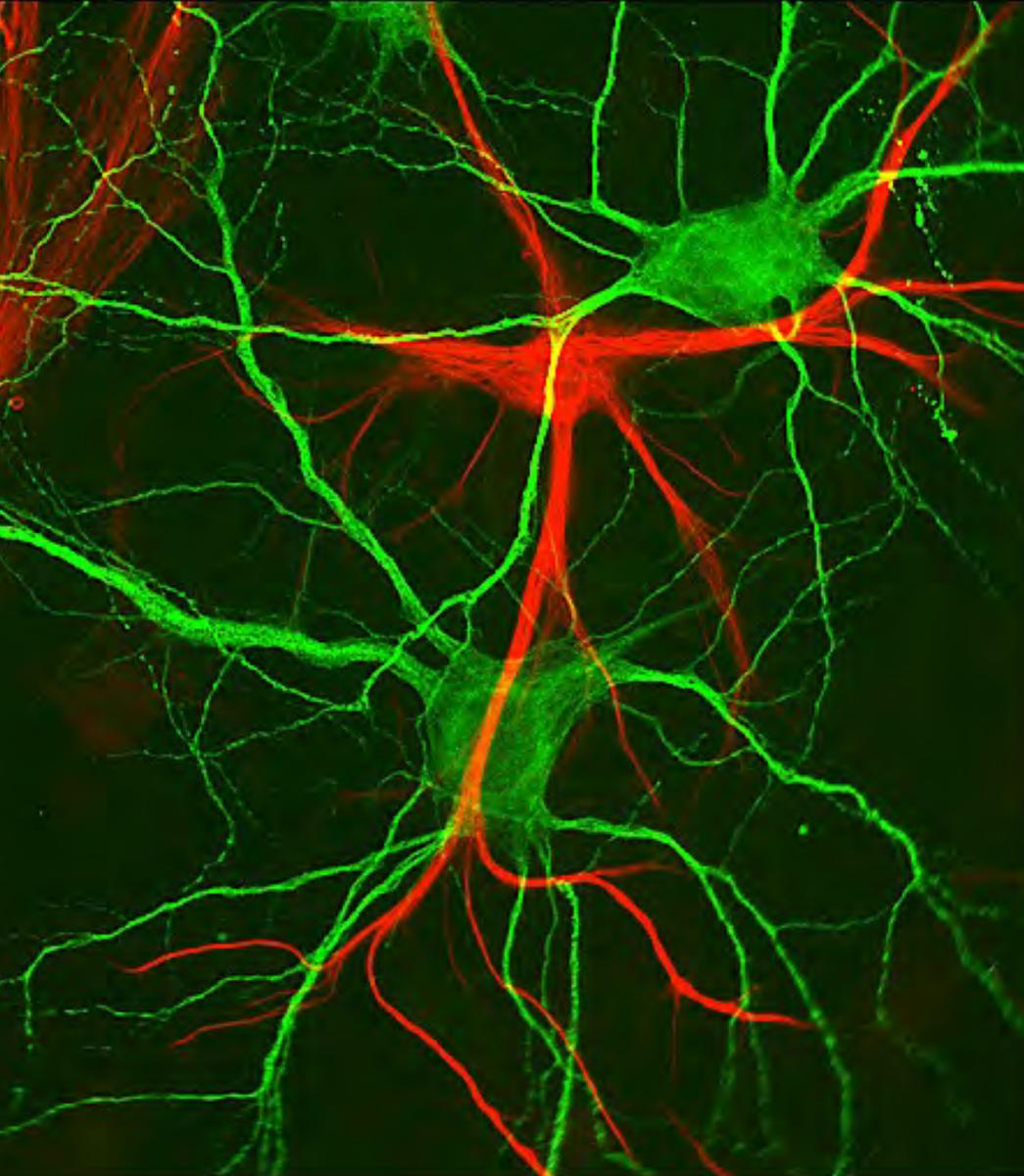


De petits potentiels excitateurs ou inhibiteurs sont donc **constamment générés** sur les dendrites et le corps cellulaire du neurone suite à la fixation des neurotransmetteurs sur leurs récepteurs.



On ne voit pas les axones des autres neurones qui font toutes ces synapses en rose.

Mais il y a aussi autre chose qu'on ne voit pas sur cette image...



## La théorie du neurone :

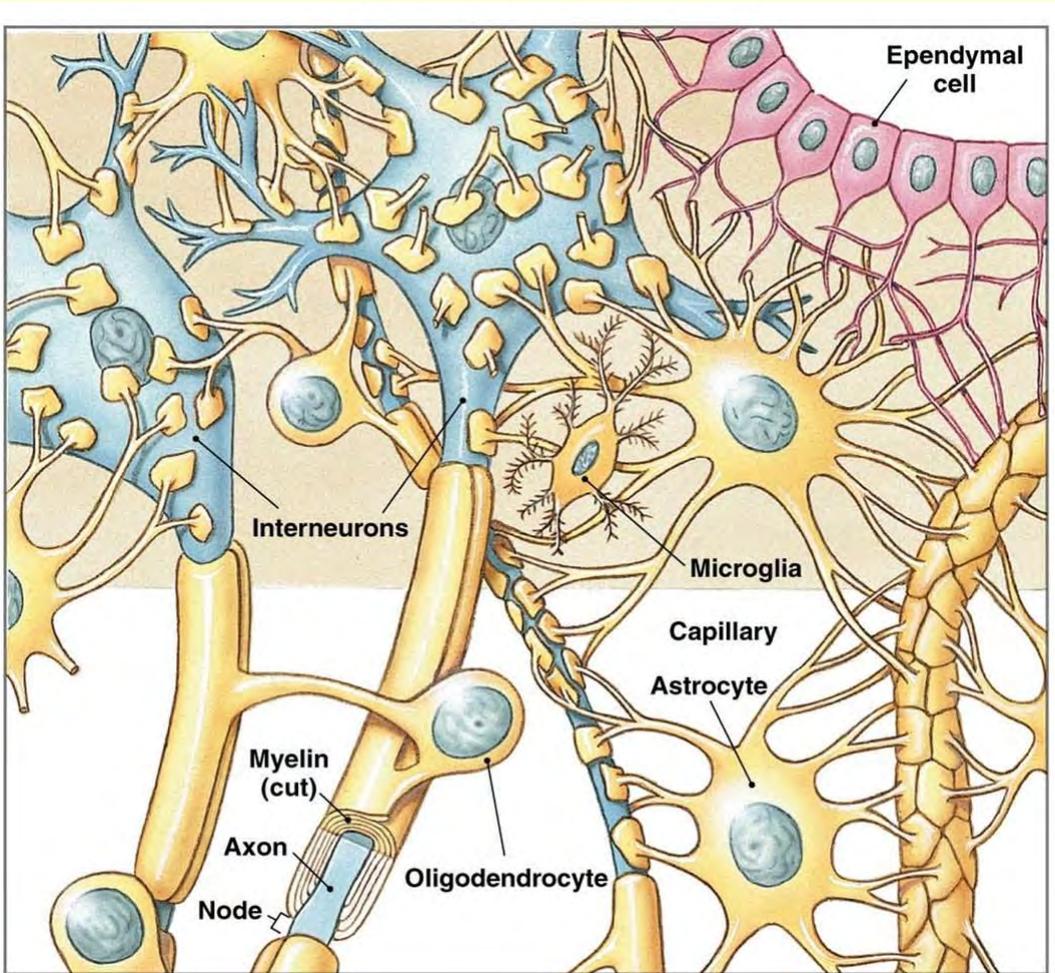
1) ~~Le neurone~~ est l'unité structurelle et fonctionnelle de base du système nerveux;

Il y a aussi « l'autre moitié du cerveau » :

**les cellules gliales !**

(en rouge ici,  
et les neurones en vert)

# Différents types de cellules gliales



En une phrase :

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

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

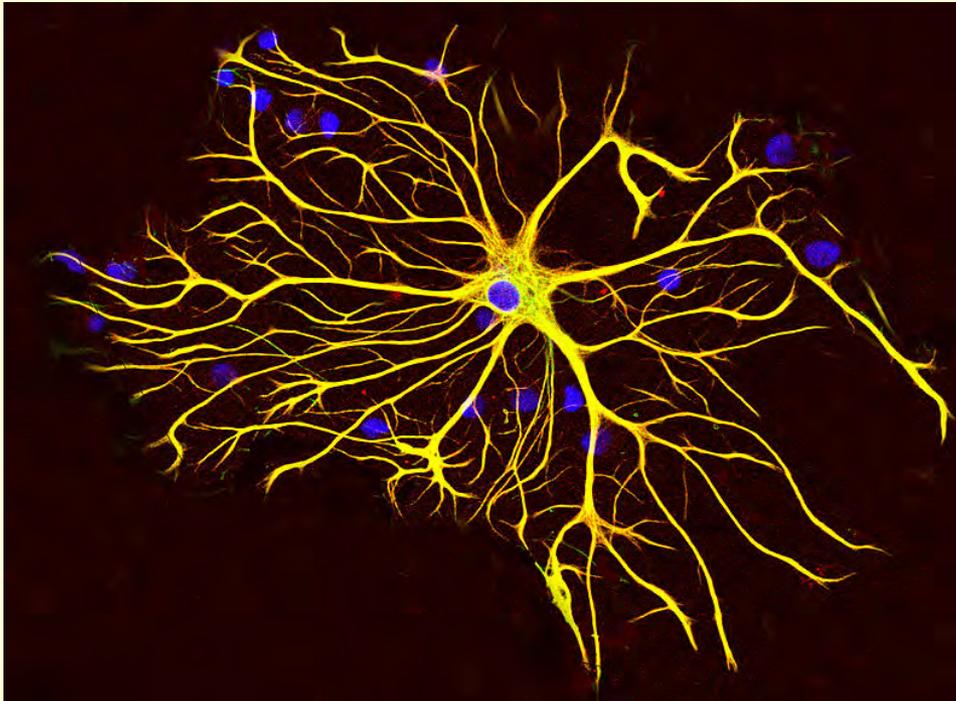
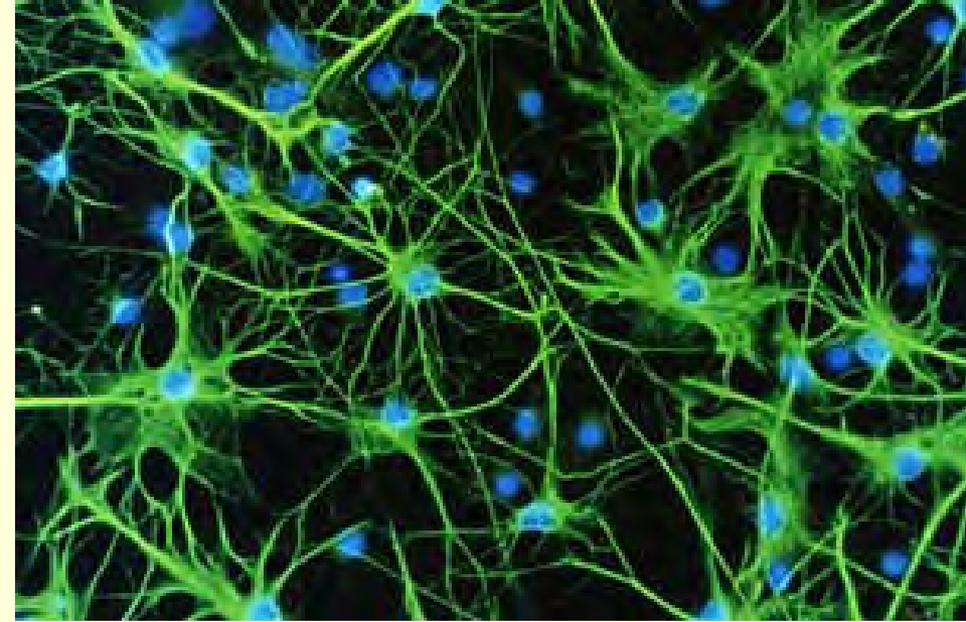
Les **oligodendrocytes** constituent la gaine de myéline qui entourent les axones de nombreux neurones.

# Astrocytes

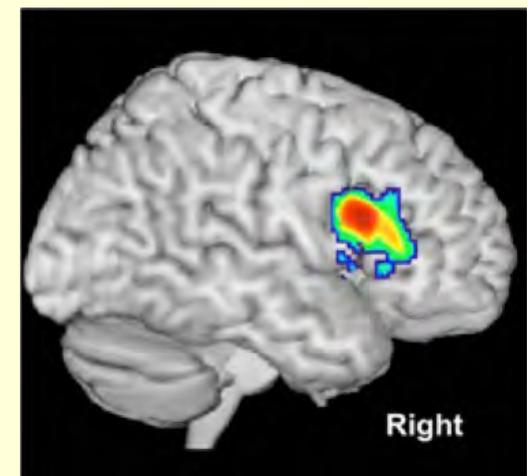
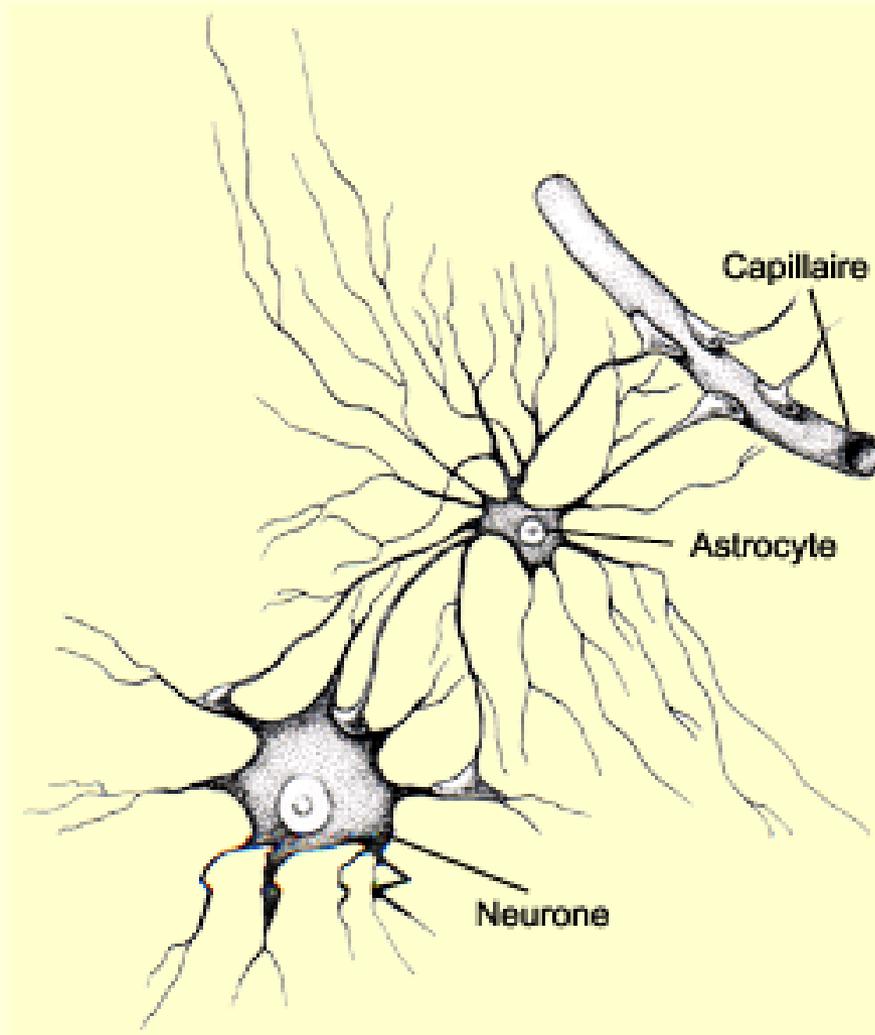
## Fantastic Astrocyte Diversity

August 2, 2015

[http://jonlieffmd.com/blog/fantastic-astrocyte-diversity?utm\\_source=General+Interest&utm\\_campaign=3a0ae2f9c3-RSS\\_EMAIL\\_CAMPAIGN&utm\\_medium=email&utm\\_term=0\\_471703a831-3a0ae2f9c3-94278693](http://jonlieffmd.com/blog/fantastic-astrocyte-diversity?utm_source=General+Interest&utm_campaign=3a0ae2f9c3-RSS_EMAIL_CAMPAIGN&utm_medium=email&utm_term=0_471703a831-3a0ae2f9c3-94278693)

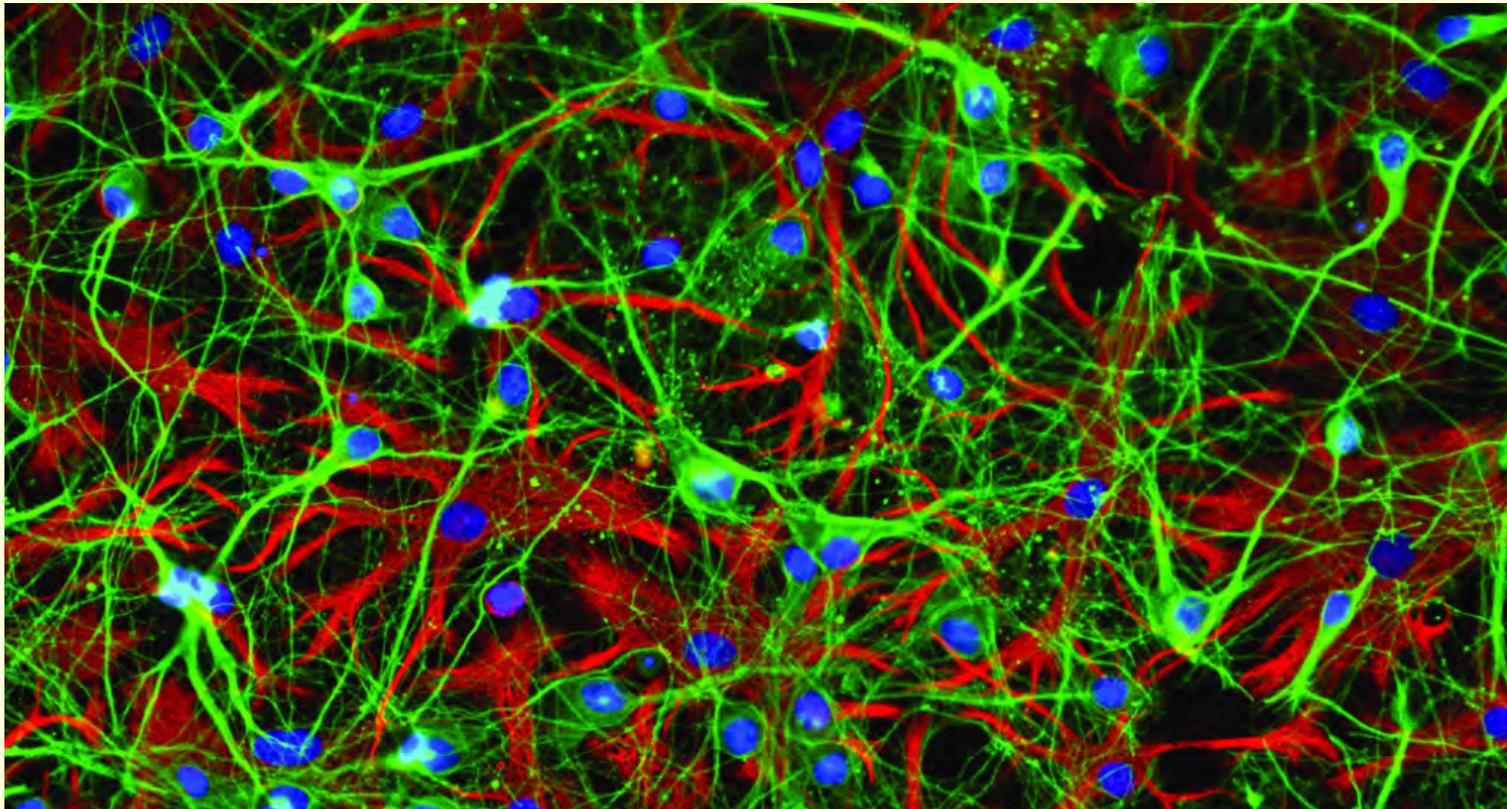


# Astrocytes



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

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



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

Bref :

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

- Mo Costandi,  
scientific writer

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

- Alexei Verkhratsky,  
neurophysiologist,  
University of Manchester

THE  
OTHER BRAIN



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

R. DOUGLAS FIELDS, Ph.D.

## No Brain Mapping Without Glia

May 17, **2015**

Jon Lieff

[http://jonlieffmd.com/blog/no-brain-mapping-without-glia?utm\\_source=General+Interest&utm\\_campaign=048f7a464d-RSS\\_EMAIL\\_CAMPAIGN&utm\\_medium=email&utm\\_term=0\\_471703a831-048f7a464d-94278693](http://jonlieffmd.com/blog/no-brain-mapping-without-glia?utm_source=General+Interest&utm_campaign=048f7a464d-RSS_EMAIL_CAMPAIGN&utm_medium=email&utm_term=0_471703a831-048f7a464d-94278693)

# Plan :

I- Esquisse de l'histoire des sciences cognitives depuis un siècle

II- D'où vient le cerveau humain ?

III- Communication, intégration et plasticité neuronale

IV- Nos mémoires

V- Cartographier nos réseaux de neurones

VI- Le cerveau dynamique : oscillations et synchronisations

VII- Attention et perception

VIII- Catégorisation et analogie

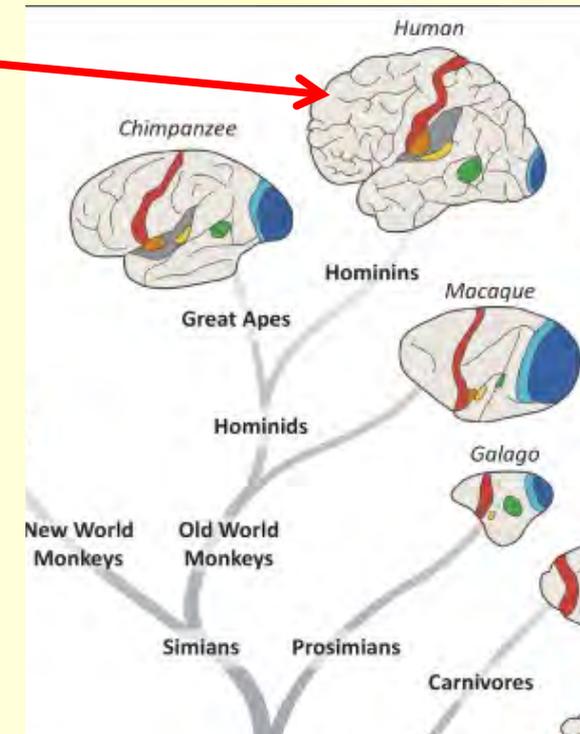
IX- Inconscient cognitif, langage et libre arbitre

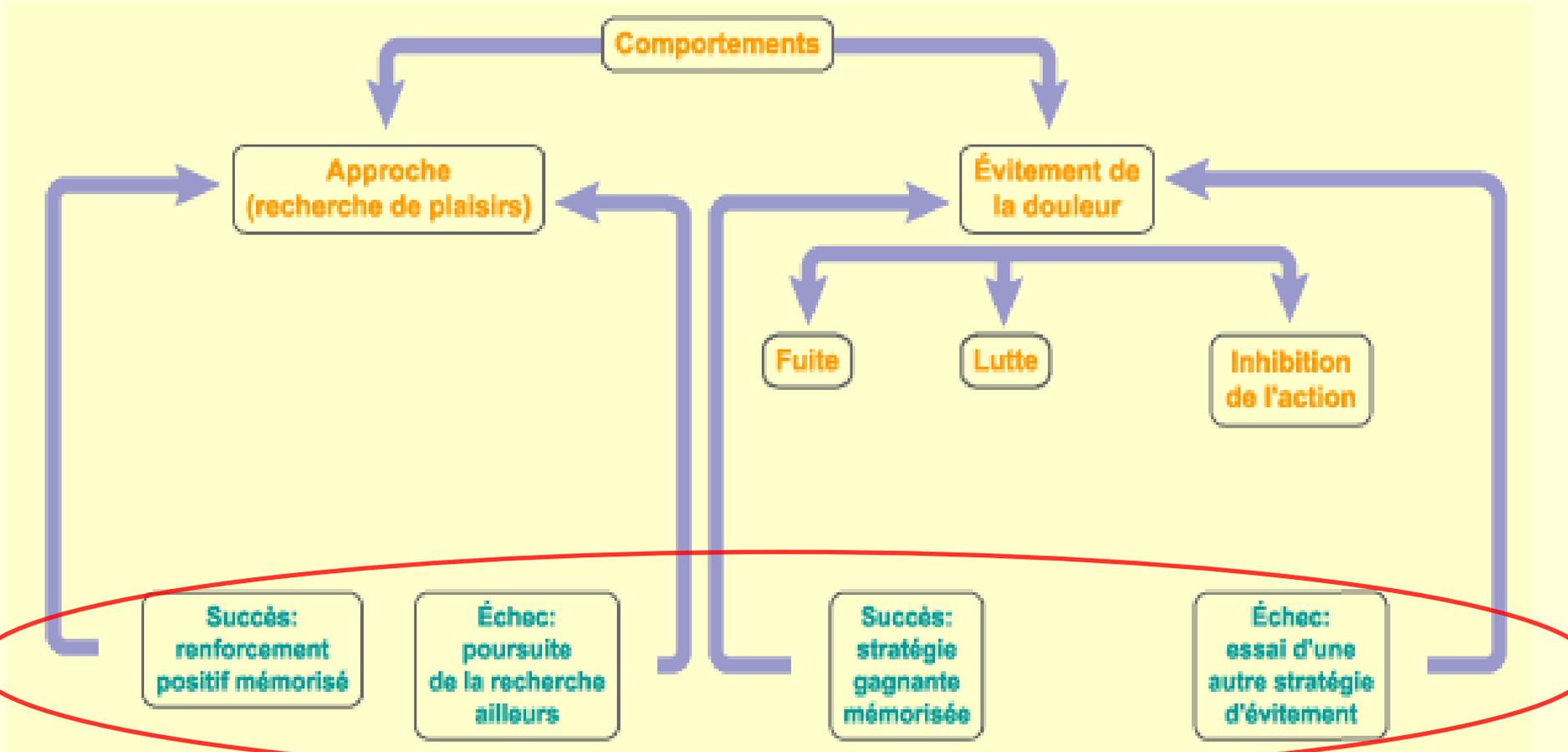
X- Cognition incarnée

# Que faisons-nous ?

...avec cette boucle sensori-motrice ,

modulée par de plus en plus  
« d'interneurones »,



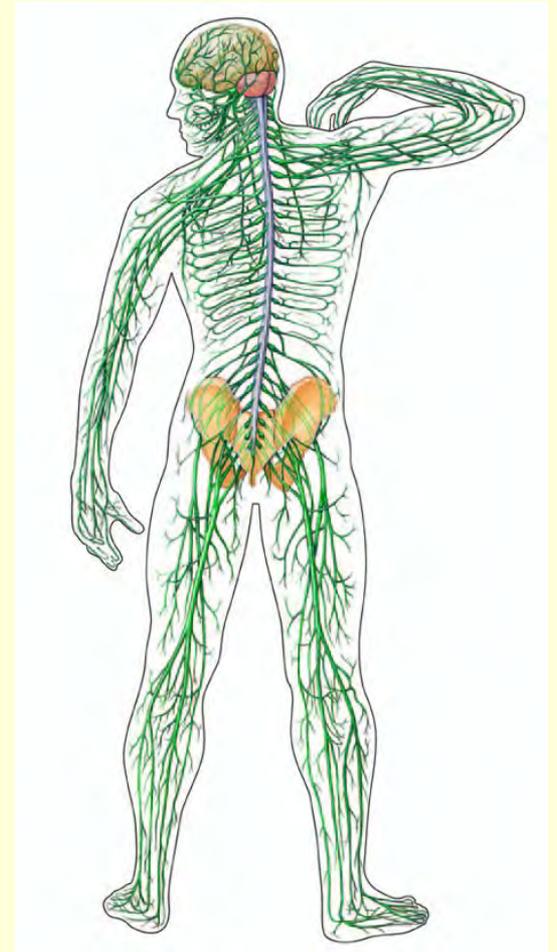


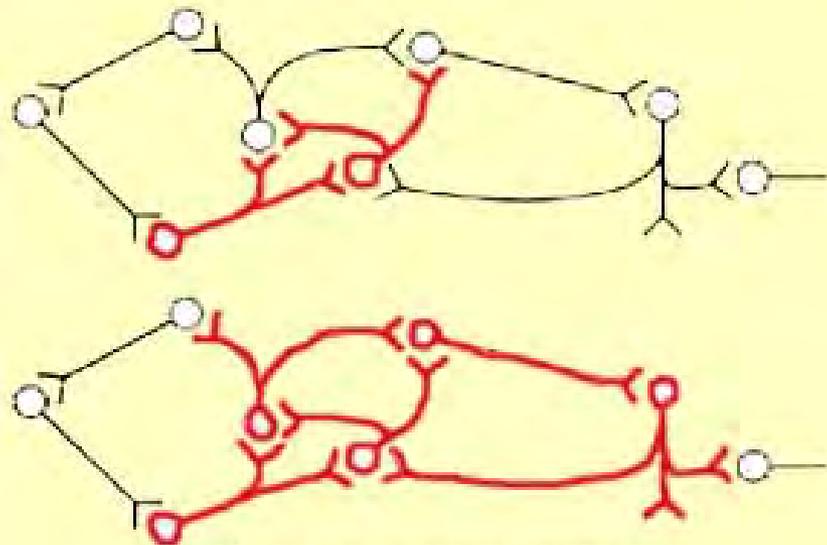
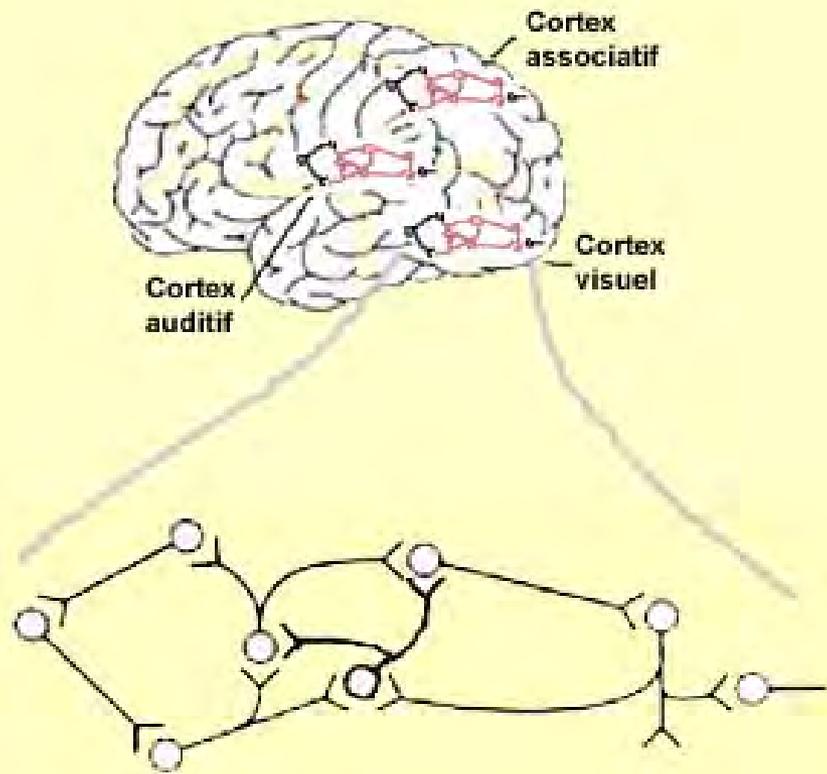
# Apprentissage et mémoire

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

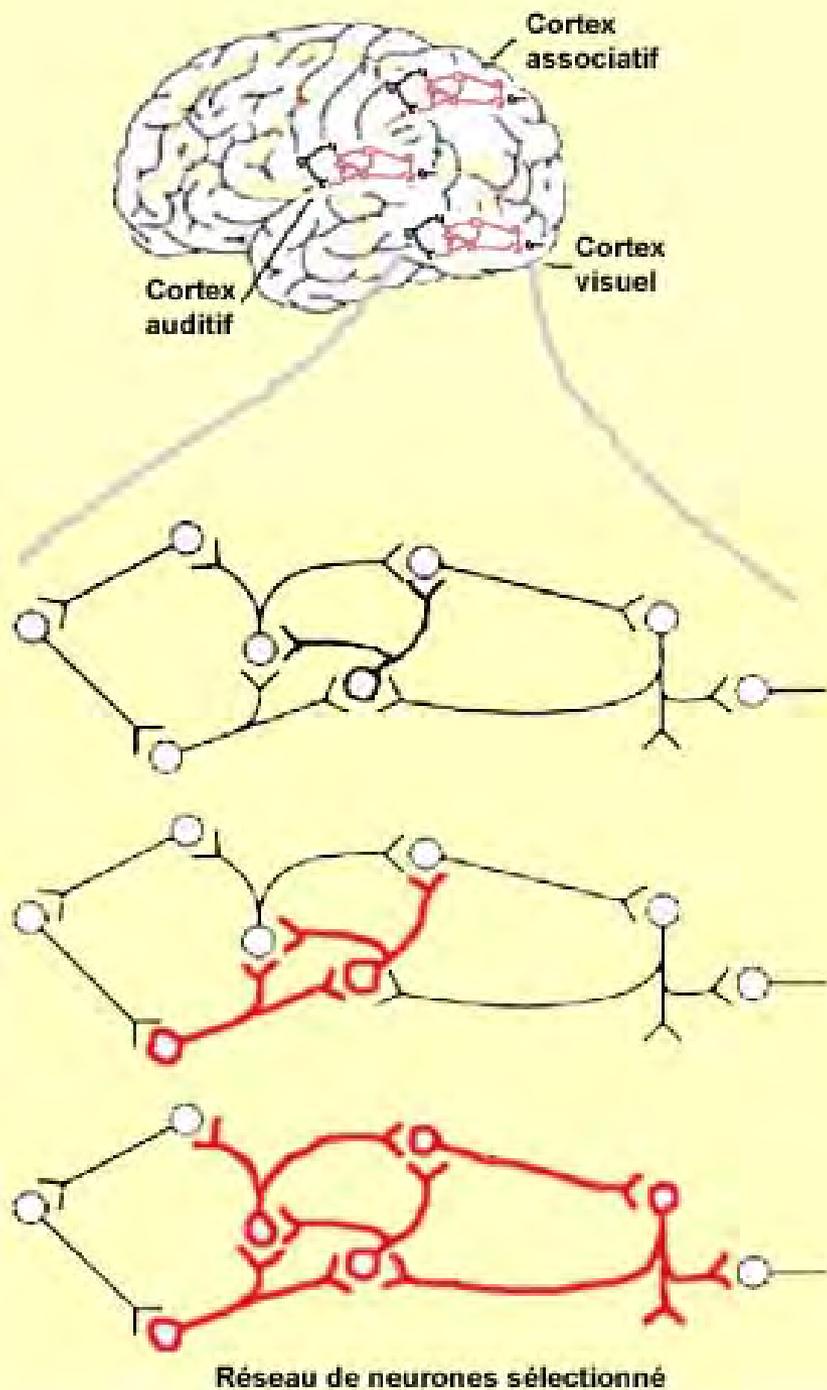
La mémoire est un instrument de **prédiction.** »

- Alain Berthoz

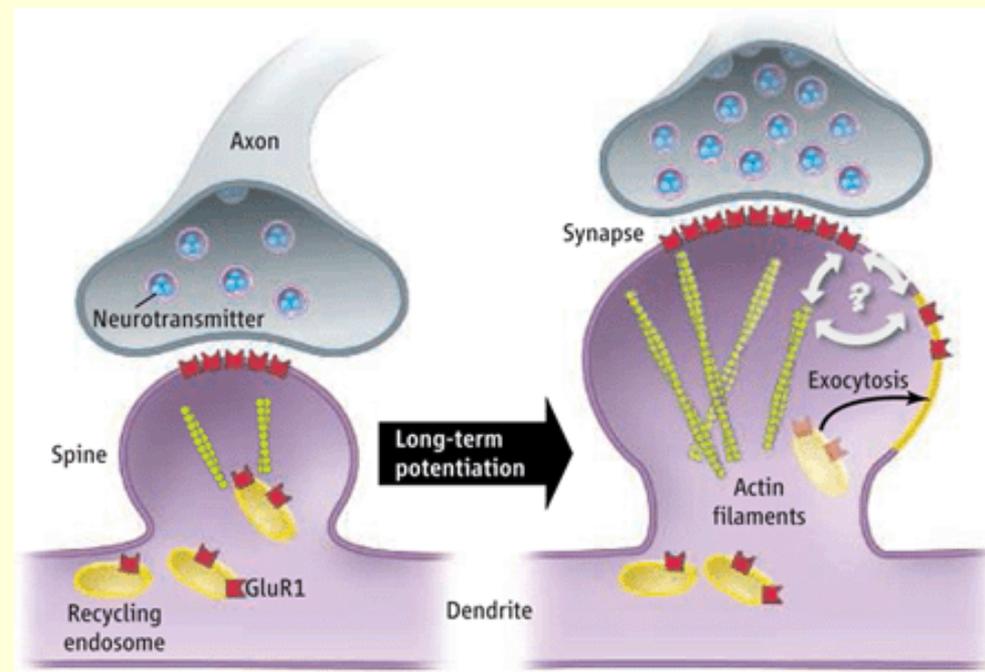


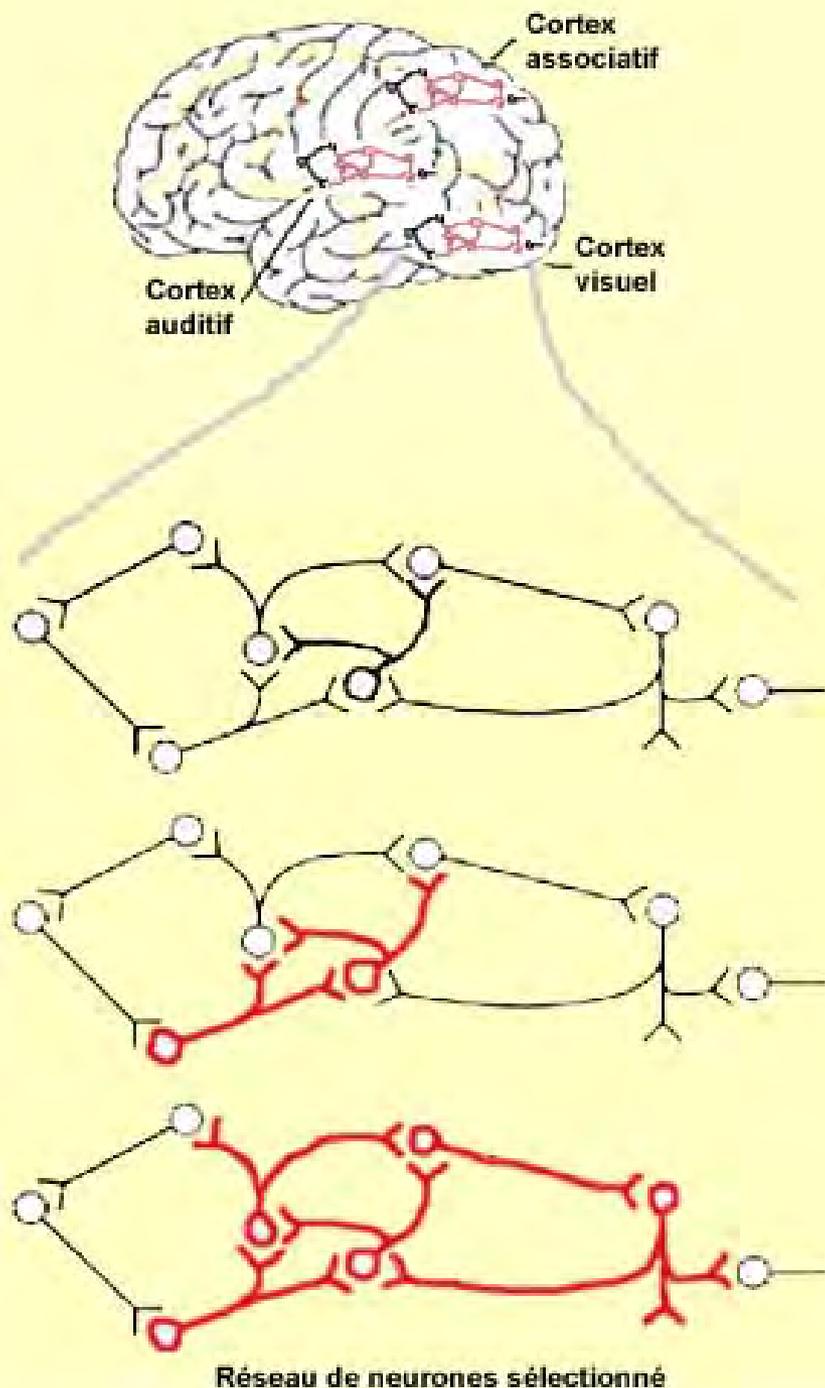


Quand on apprend,  
on renforce des connexions  
pour former des groupes  
de neurones qui vont  
devenir **habitués** à  
travailler ensemble...



...grâce aux synapses qui se modifient.





La structure de ce réseau est donc extrêmement **plastique**,

elle peut se modifier elle-même;

Et c'est la base de notre **mémoire**.

En ce moment par exemple, votre cerveau est en train de modifier sa structure...

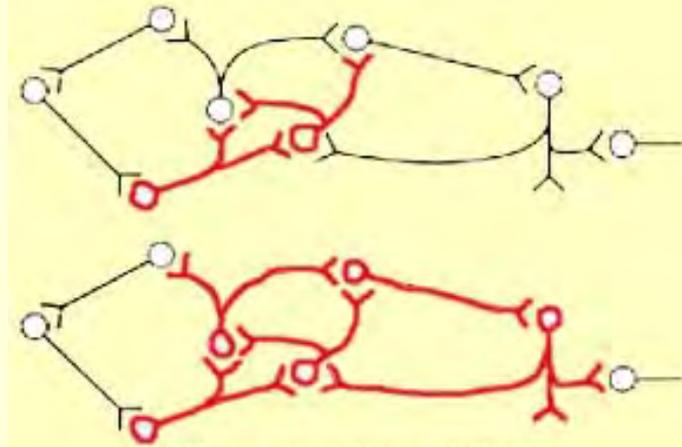


## Neuromythe à oublier



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

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



Réseau de neurones sélectionné



## Analogie intéressante

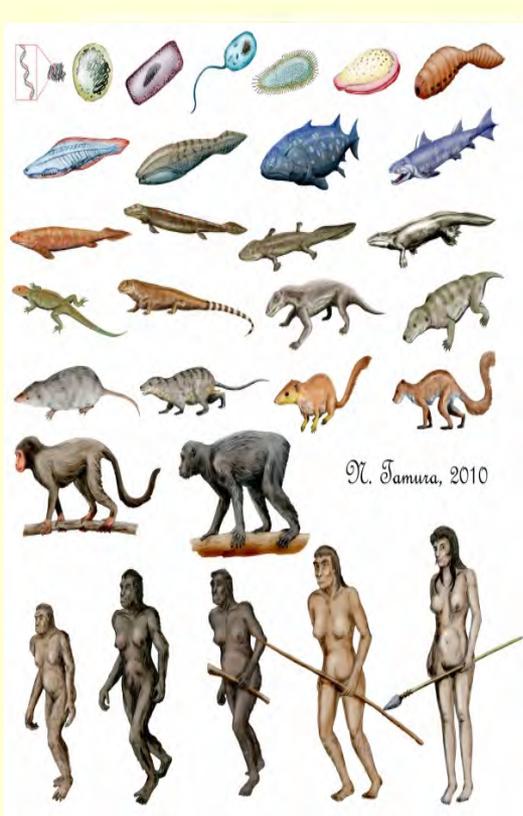


par **Jean-Claude Ameisen**  
le samedi de 11h05 à 12h

# sur les épaules de Darwin

**accueil**  
.....  
écoutez le direct  
.....  
programmes  
.....  
émissions  
.....  
chroniques

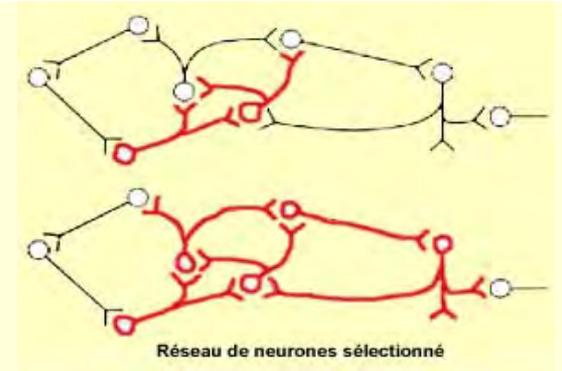




Plans généraux  
du système nerveux  
provenant de nos gènes



## Analogie intéressante



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

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

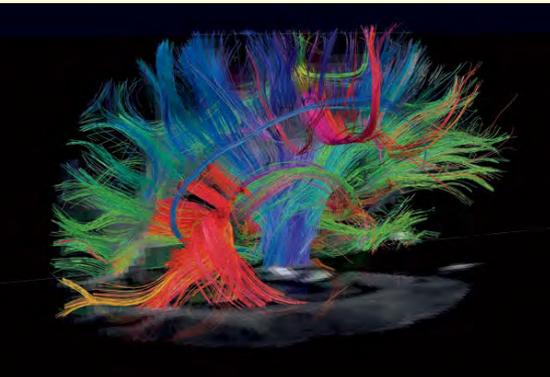
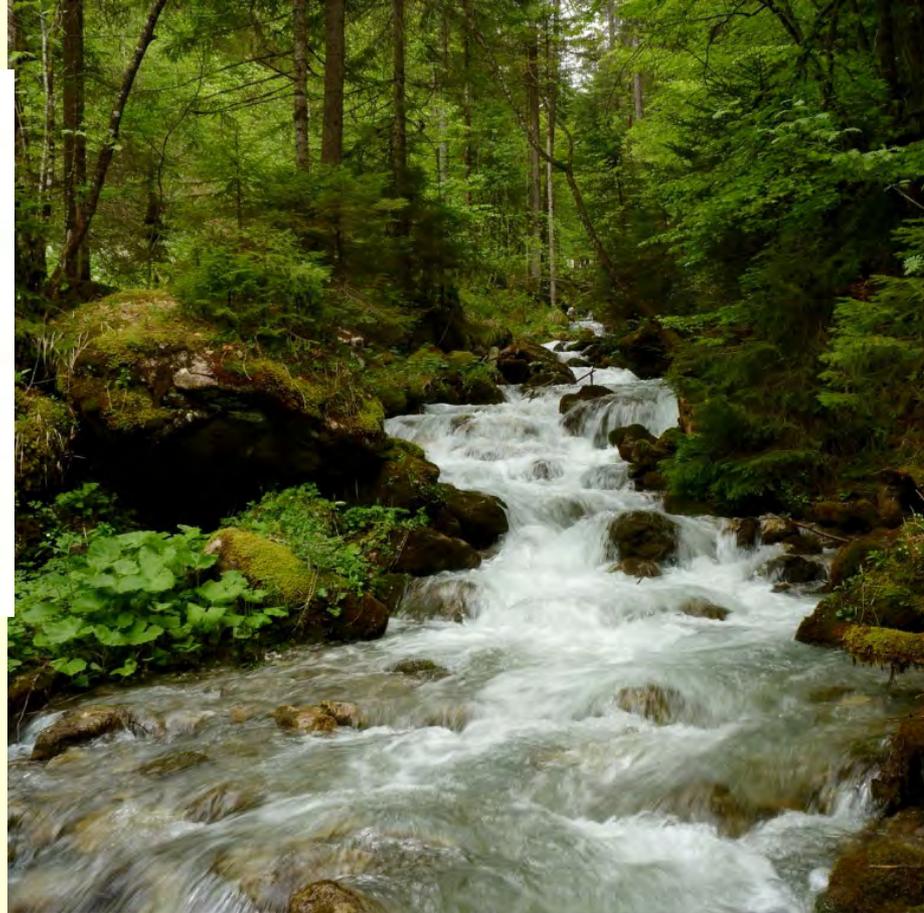
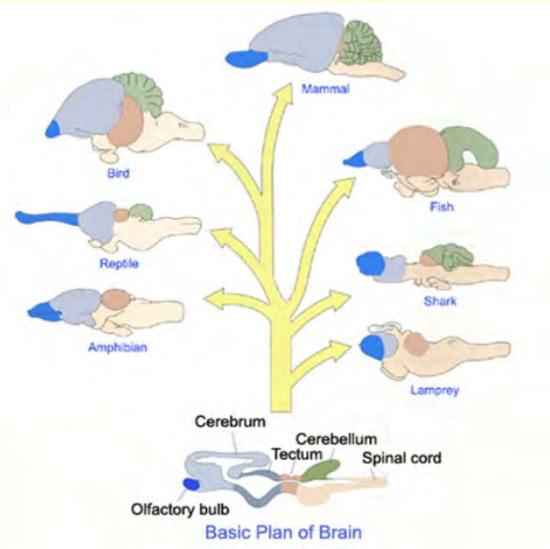
Autre **métaphore** à propos de la plasticité de notre cerveau.

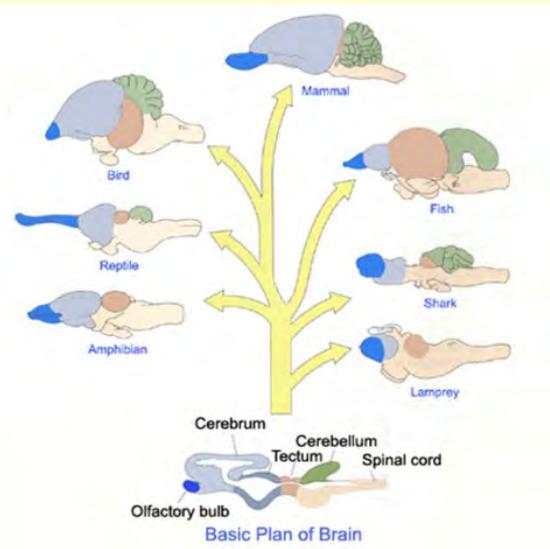




Le flux de l'eau est l'activité électrique du cerveau qui fluctue constamment.

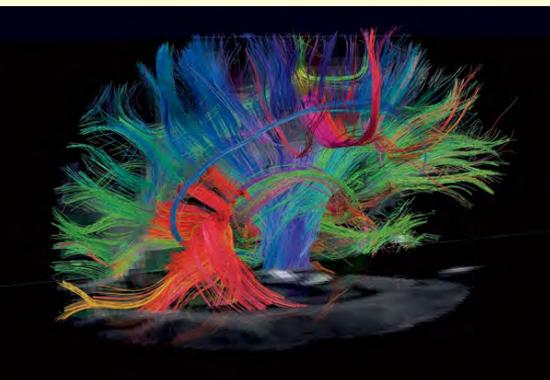
Et ces fluctuations sont contraintes par le système nerveux humain issu de sa longue histoire évolutive.

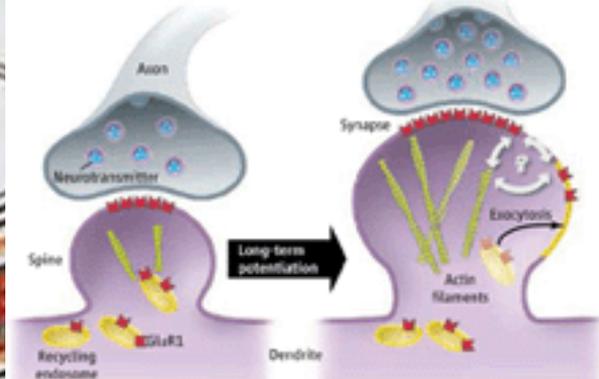
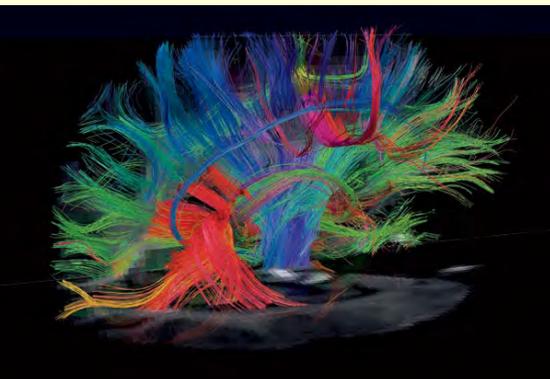
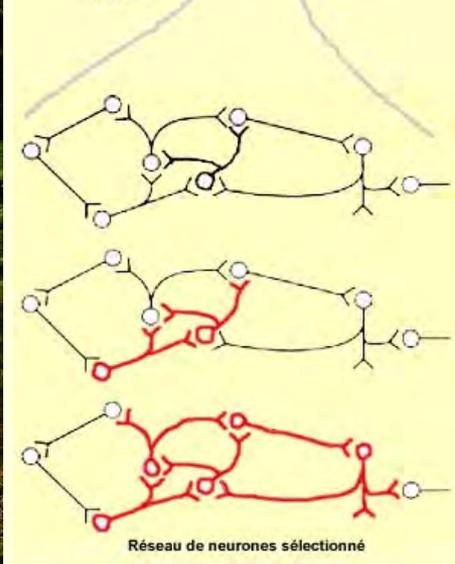
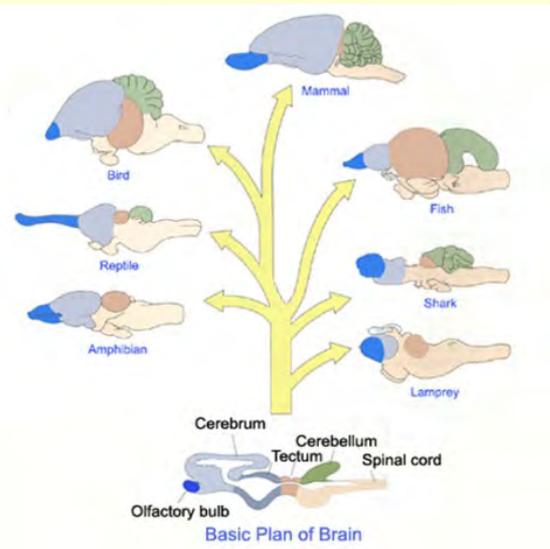




Mais sur une échelle de temps plus longue, le lit de la rivière est **érodé** par l'eau et **se modifie**.

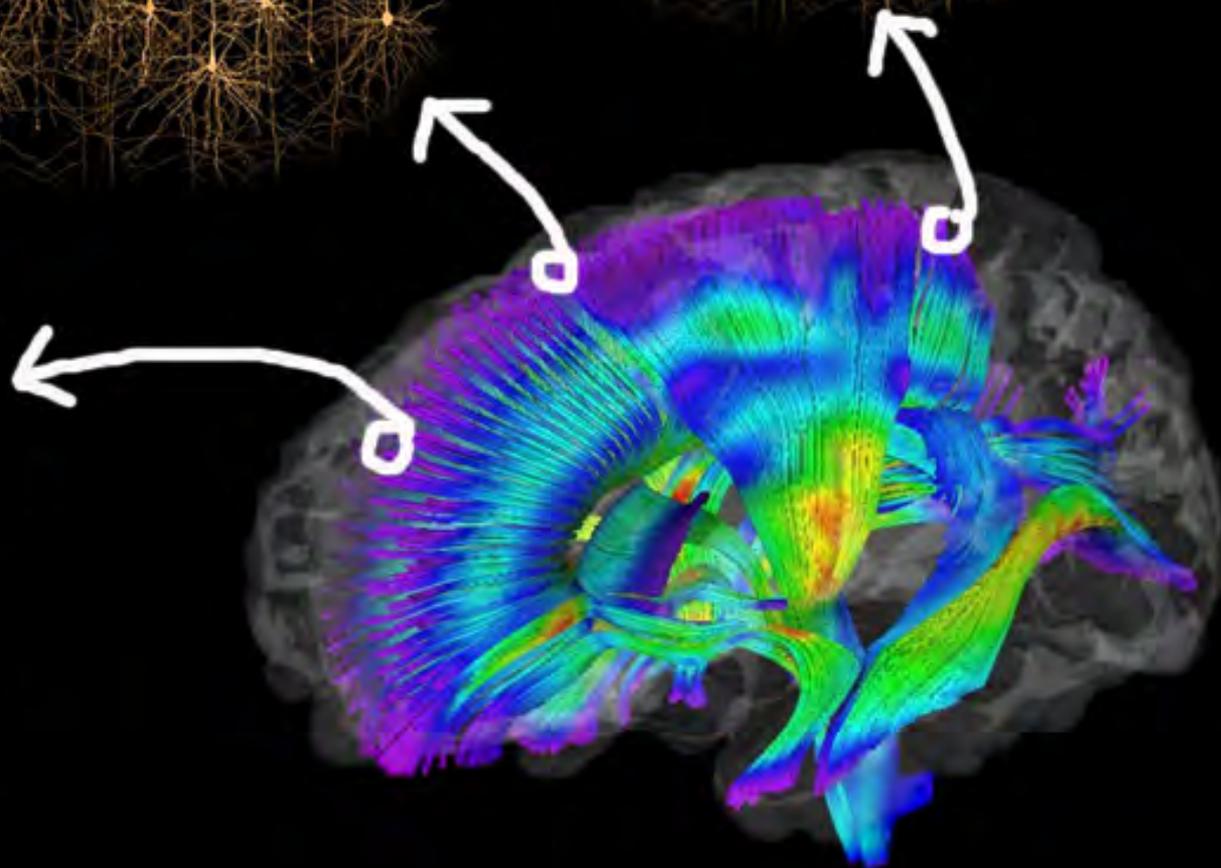
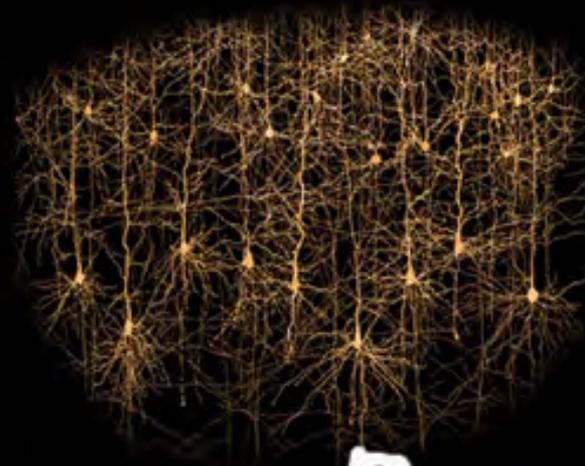
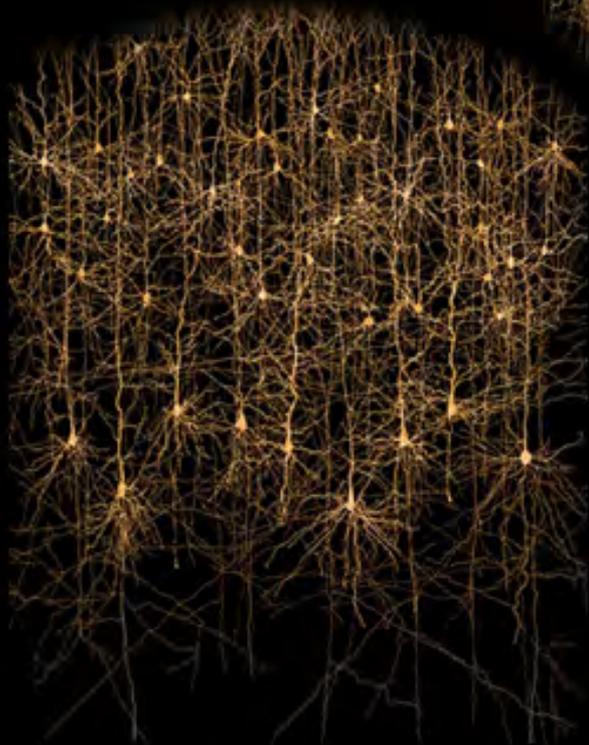
Tout comme les petites routes de nos circuits nerveux sont modifiées par notre histoire de vie.





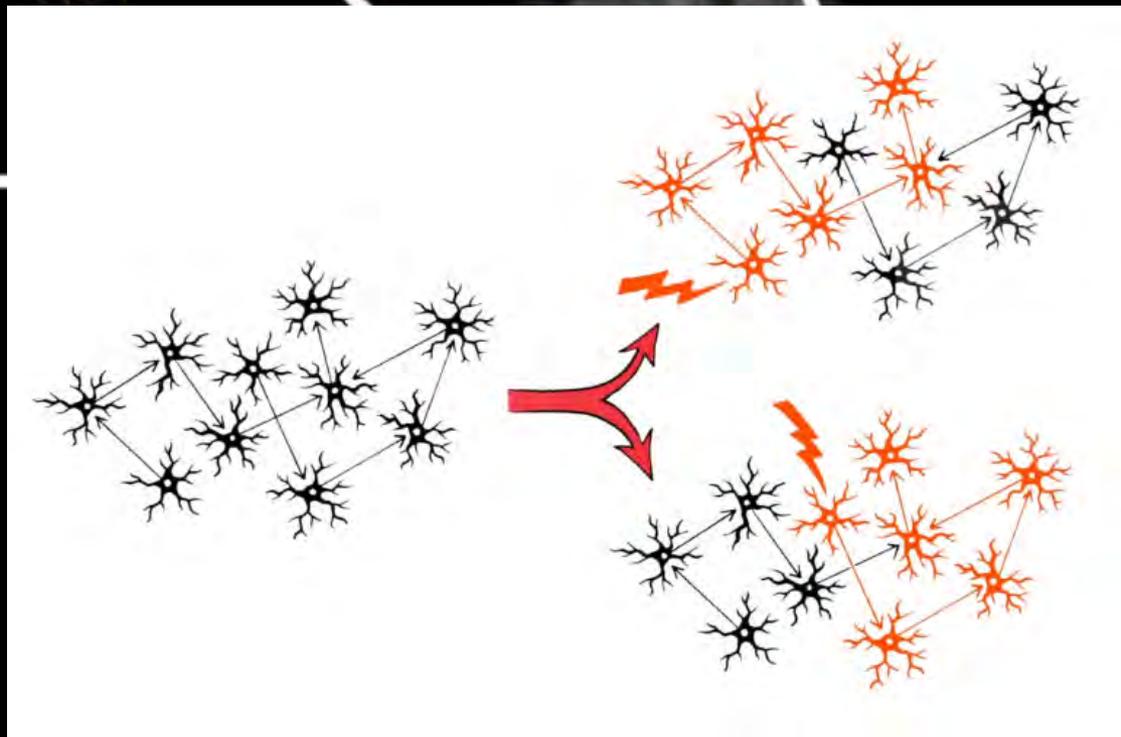
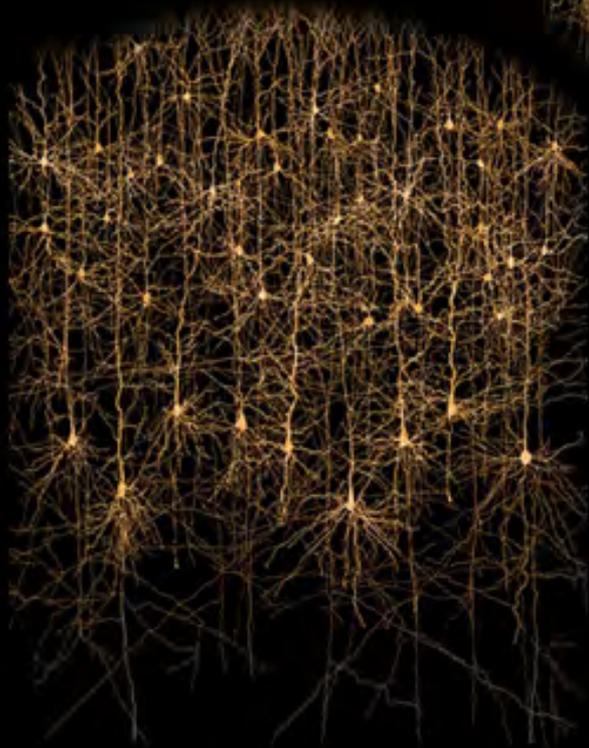
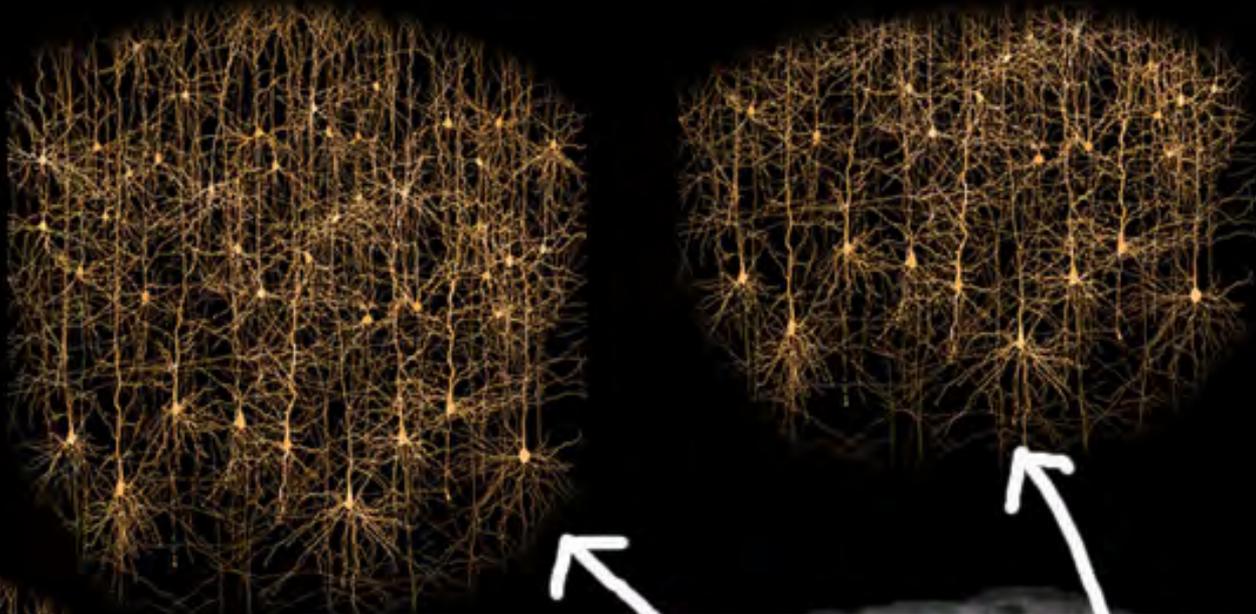
« Grandes  
autoroutes...

...et petites  
rues locales.



« Grandes  
autoroutes...

...et petites  
rues locales.

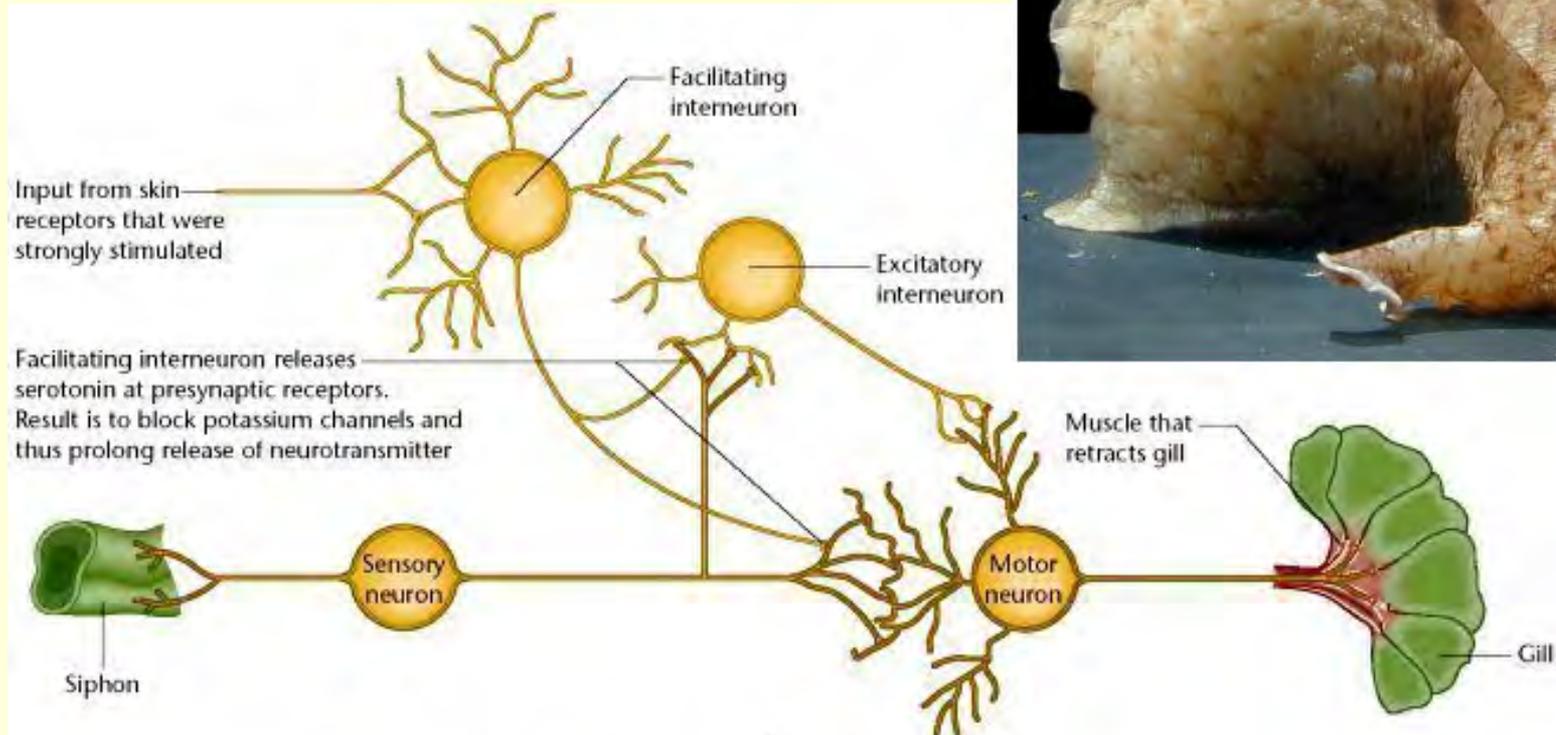


Comment ces traces nous permettent-elles  
**d'apprendre ?**

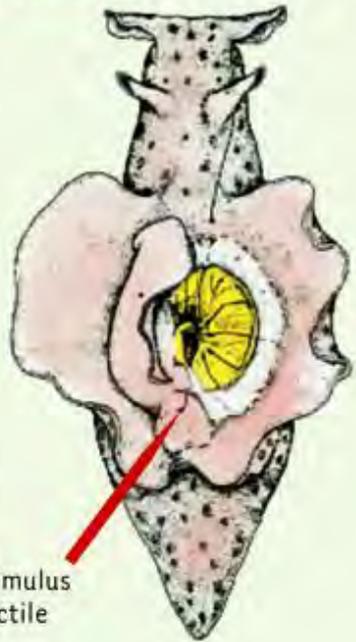
Comment sont-elles à l'origine de  
**différents systèmes de mémoire ?**

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

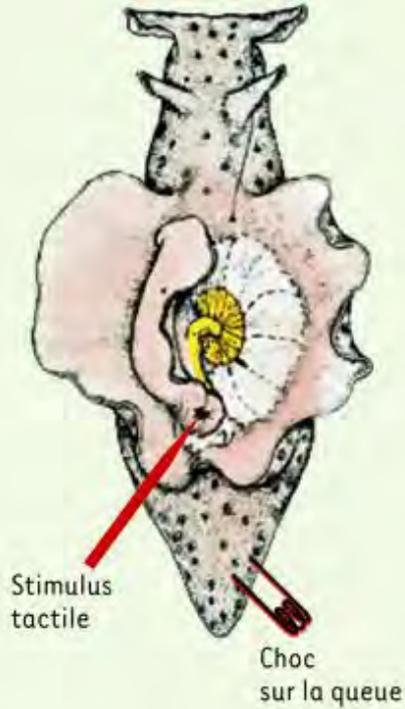
...si on avait le temps, car on pourrait montrer l'évolution de nos différentes mémoires (que l'on ne va qu'effleurer ici)



ait de l'ouïe



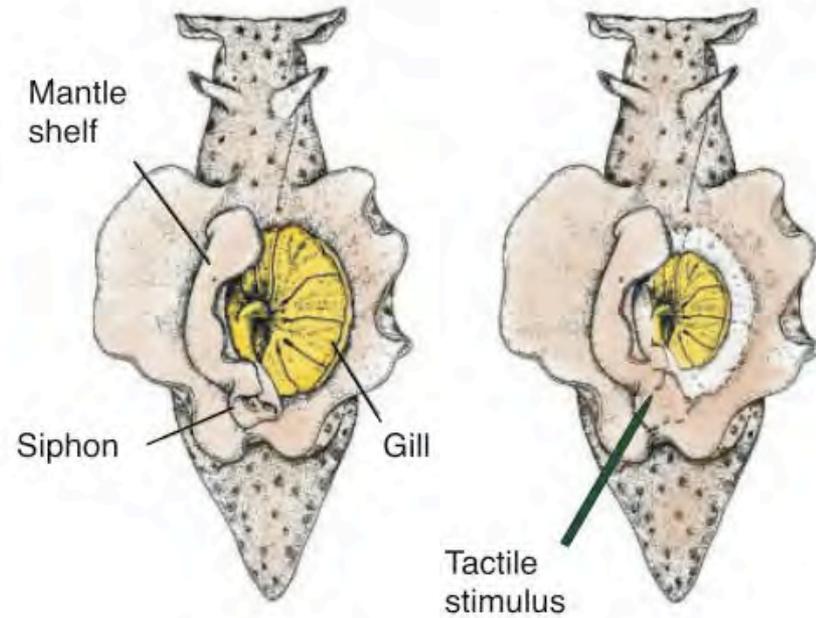
Sensibilisation



La sensibilisation

A

Gill Withdrawal Reflex



L'habituation

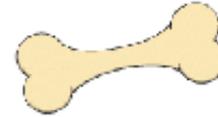
# Conditionnement classique

On apprend que 2 stimuli sont associés.

Before conditioning

**FOOD  
(UCS)**

**SALIVATION  
(UCR)**



**BELL**

**NO RESPONSE**



During conditioning

**BELL +  
FOOD  
(UCS)**

**SALIVATION  
(UCR)**

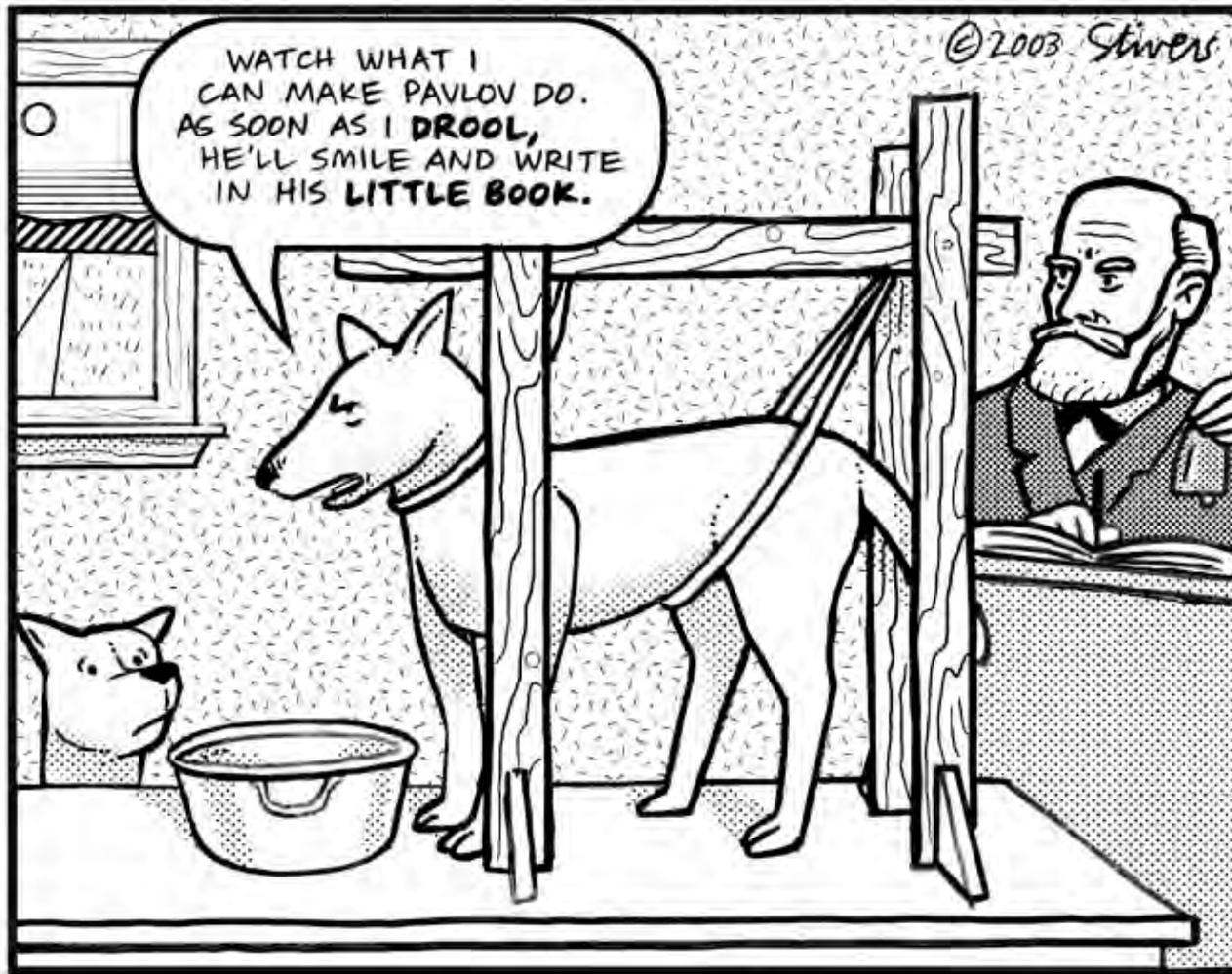


After conditioning

**BELL  
(CS)**

**SALIVATION  
(CR)**





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

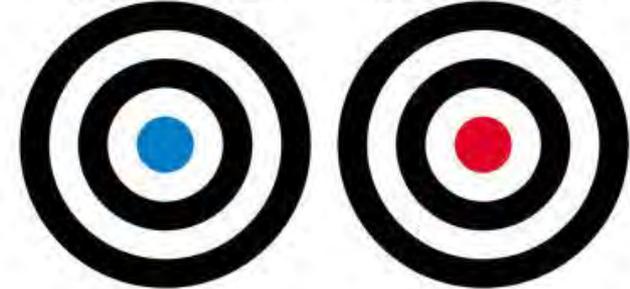


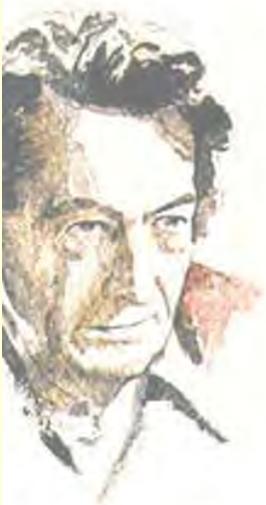
« Je suis effrayé par les automatismes qu'il est possible de créer à son insu dans le système nerveux d'un enfant.

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

- Henri Laborit

**LES MÉDIAS VEILLENT  
DORMEZ CITOYENS**





# Éloge de la suite

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

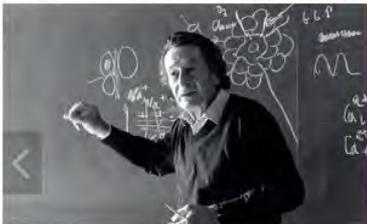
À PROPOS  
DU FILM  
→

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



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

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



NON CLASSÉ

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

*Publié le 30 août 2014 • Laisser un commentaire*

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

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

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

## DERNIERS ARTICLES

COMME L'EAU QUI JAILLIT

### Comme l'eau qui jaillit

*Publié le 16 novembre 2014 • Laisser un commentaire*

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

## OÙ ÊTES-VOUS ?

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

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

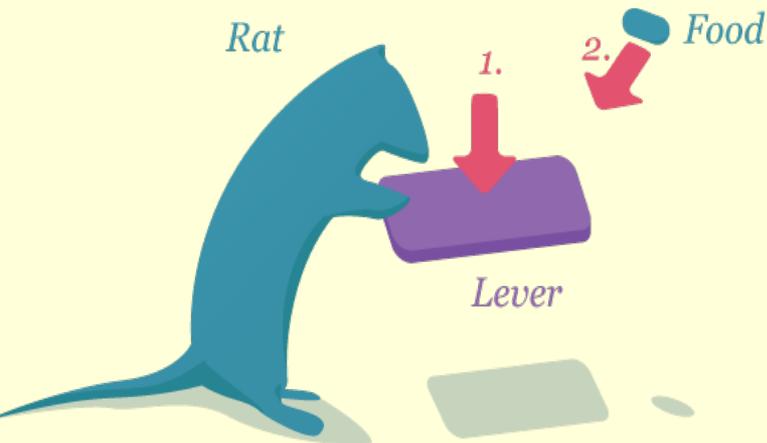
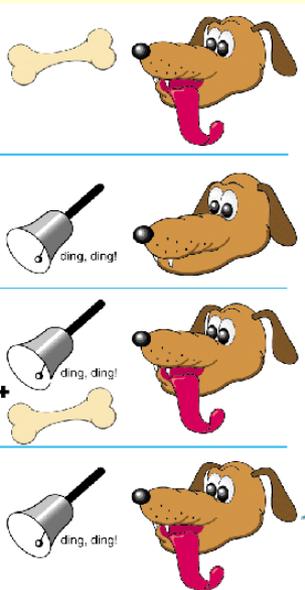
# www.elogedelasuite.net

# Mémoires

## Associatives

### Conditionnement

**classique** et **opérant positif**  
(récompense)





**Henry Molaison**  
(le « patient H.M. »)

Mémoire à long terme

~~Explicite (Déclarative)~~

Implicite (Non-déclarative)

~~Épisodique  
(événements  
biographiques)~~

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

Non associatives

**Habitude**  
**Sensibilisation**

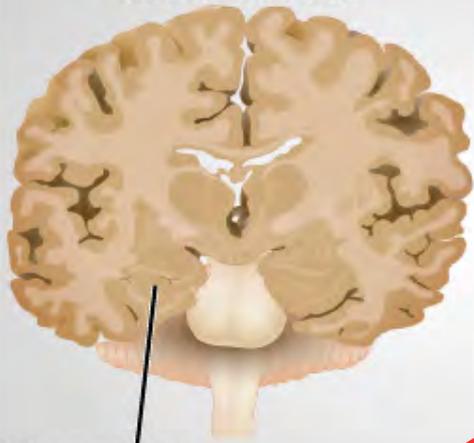
Associatives

**Conditionnement**  
**classique et opérant**

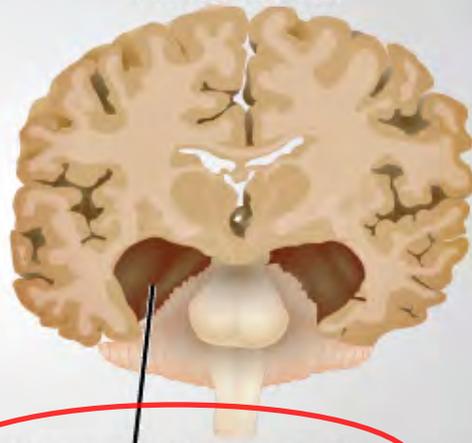
**Procédurale**  
(habiletés)

Normal brain

H.M.'s brain



Hippocampus

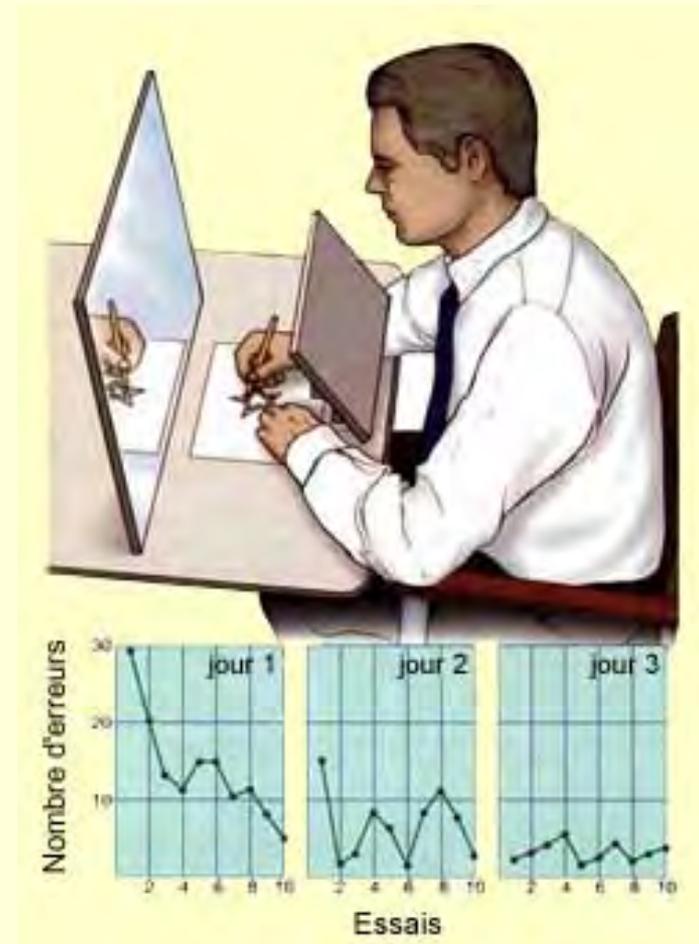


Hippocampus removed

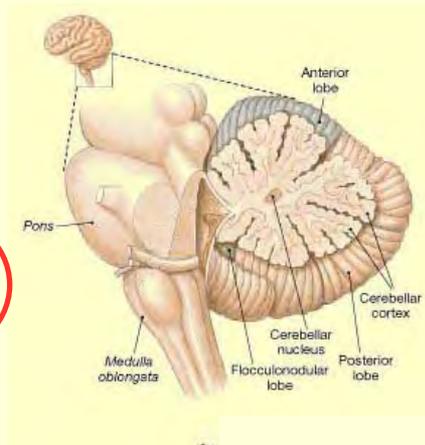
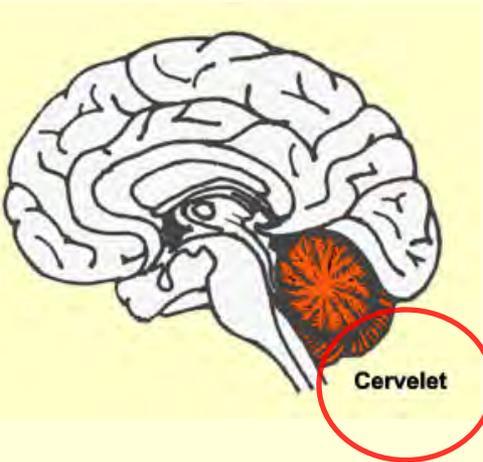
Mais...



La **mémoire procédurale**, faite d'automatismes sensorimoteurs inconscients, **était préservée**, ce qui suggérait des voies nerveuses différentes.

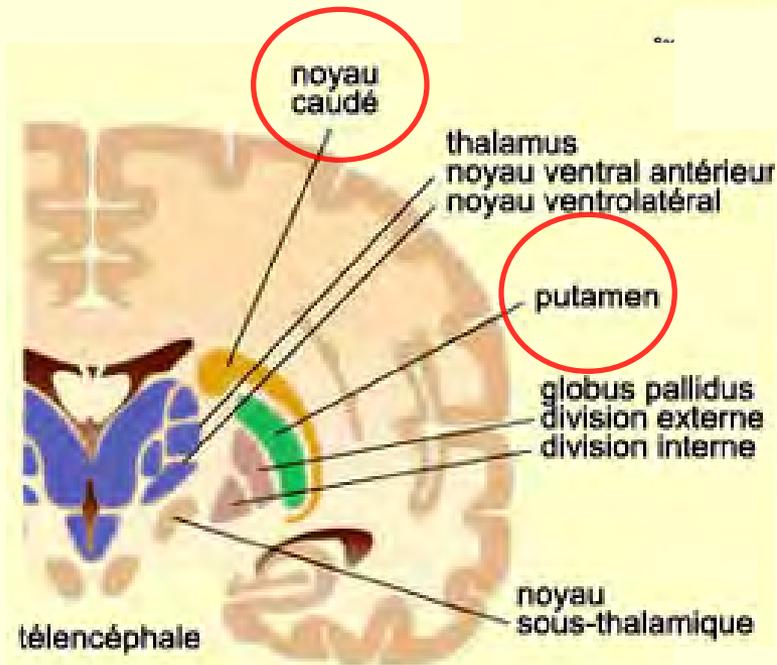


## Mémoire à long terme

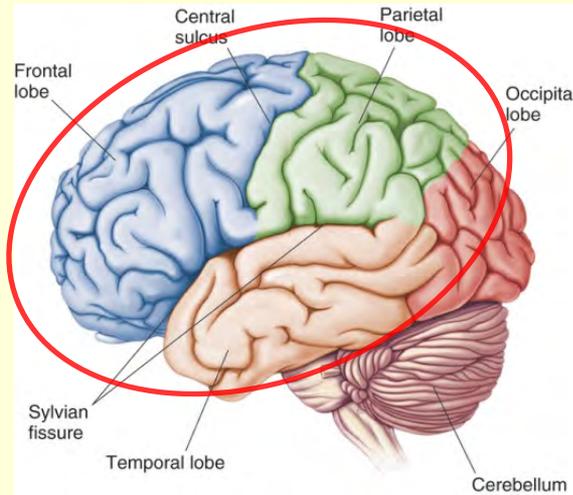


Implicite (Non-déclarative)

Procédurale  
(habiletés)

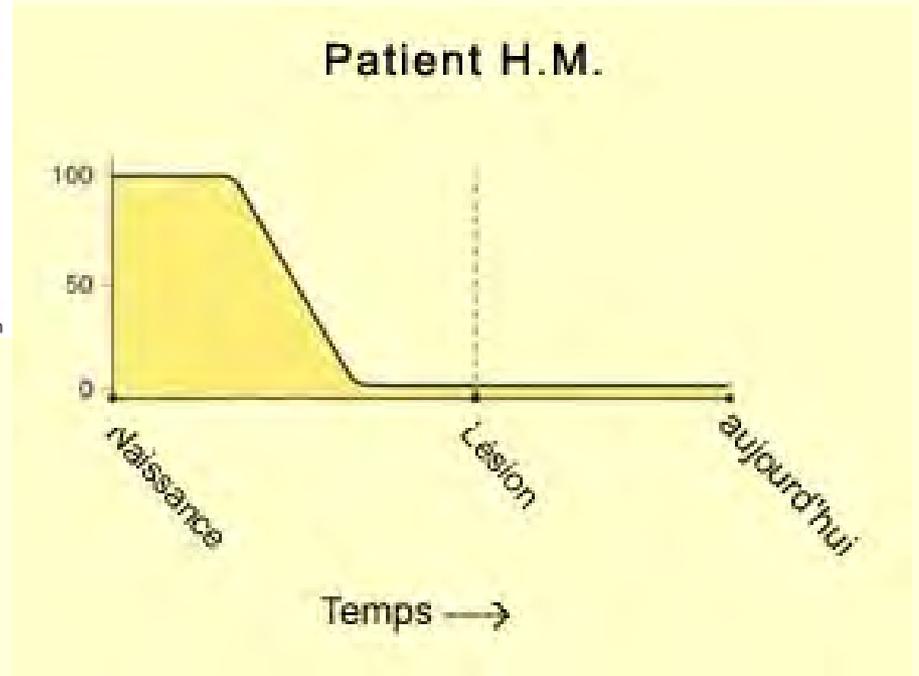


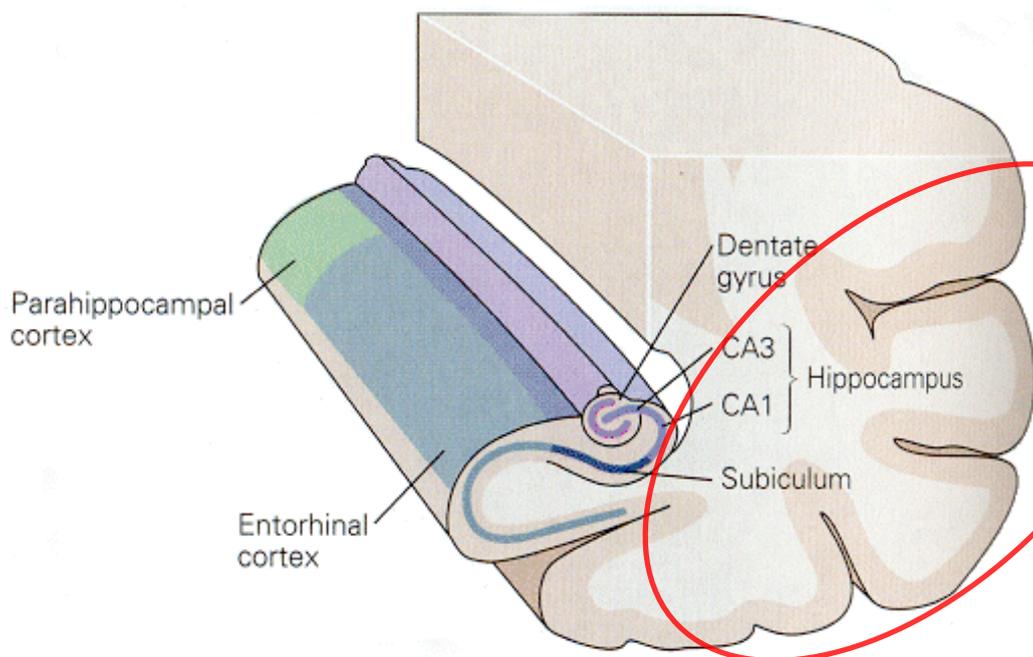
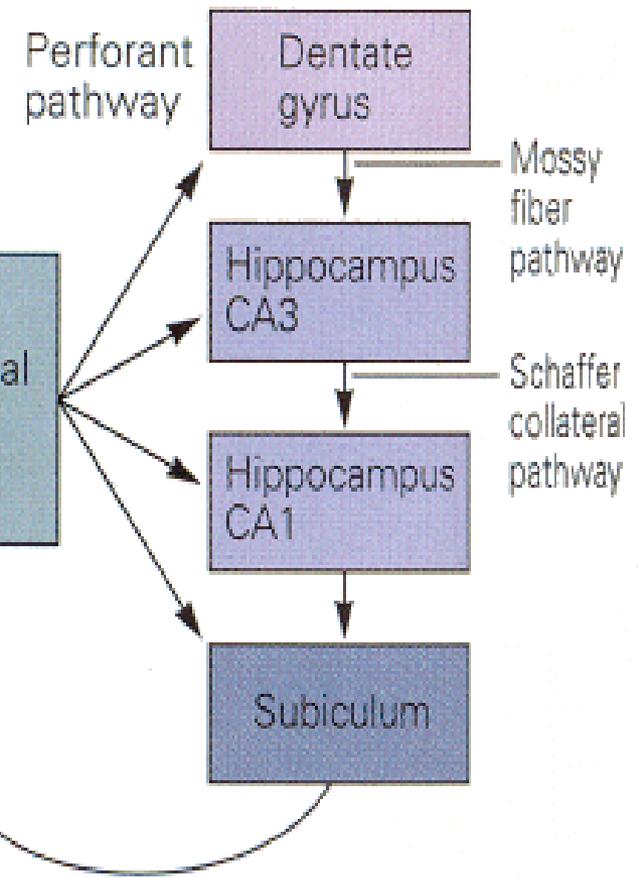
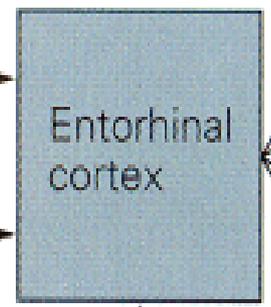
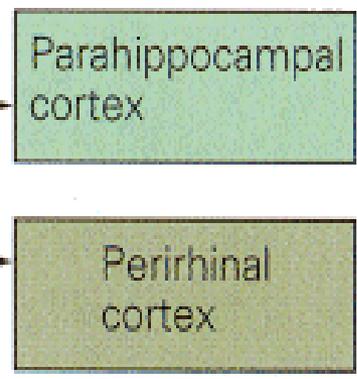
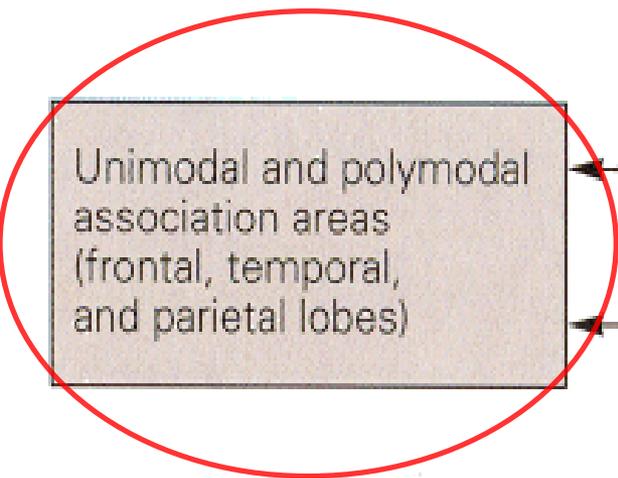
- En plus de cette amnésie « antérograde », H.M. avait une amnésie « **rétrograde** » **graduelle** (pouvait se rappeler d'avant l'opération, et de mieux en mieux à mesure qu'on reculait dans le temps)



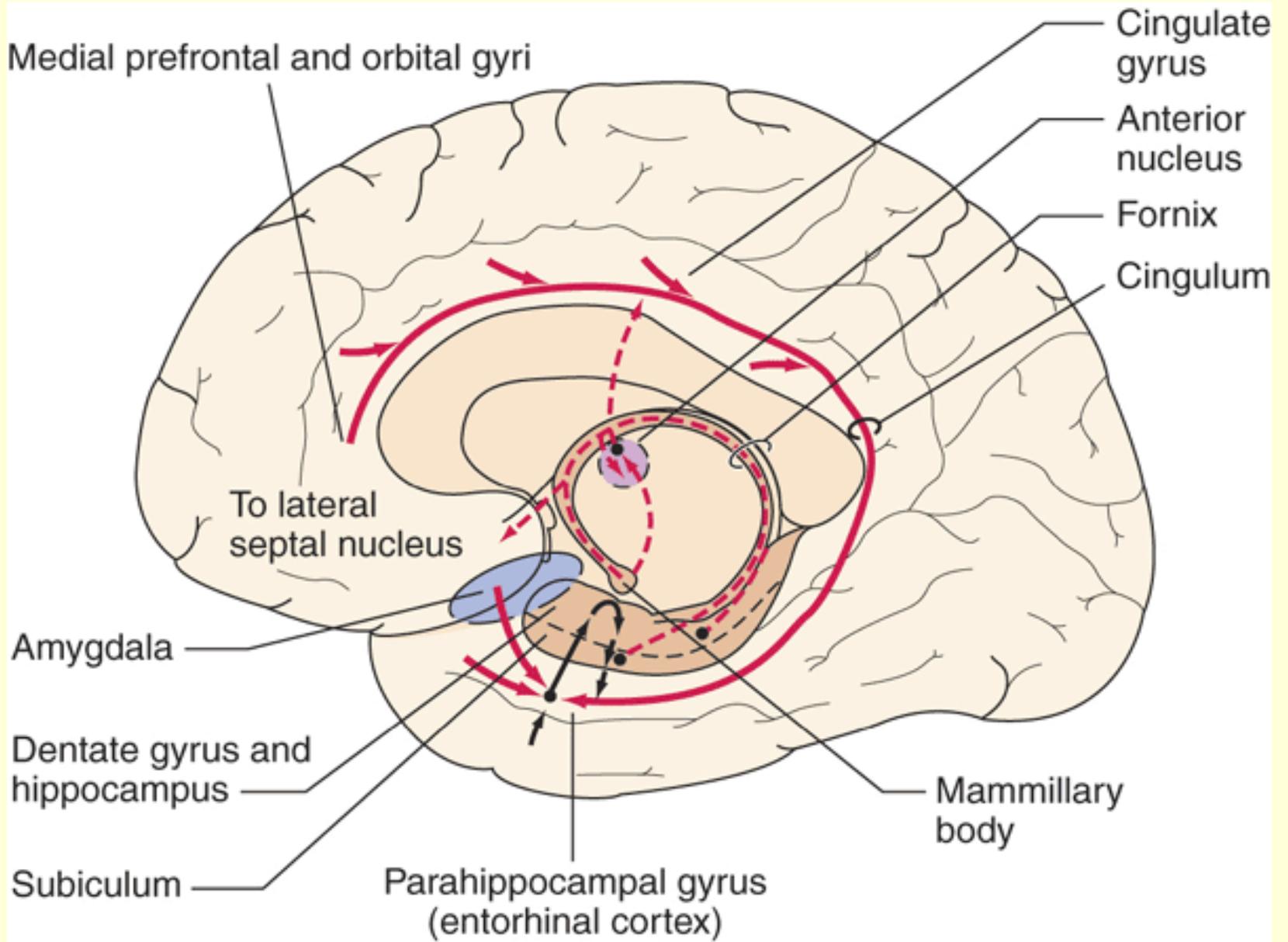
Les très vieux souvenirs semblent pouvoir se passer de l'hippocampe,

comme si la trace pouvait être transférée au cortex de façon complète et définitive...





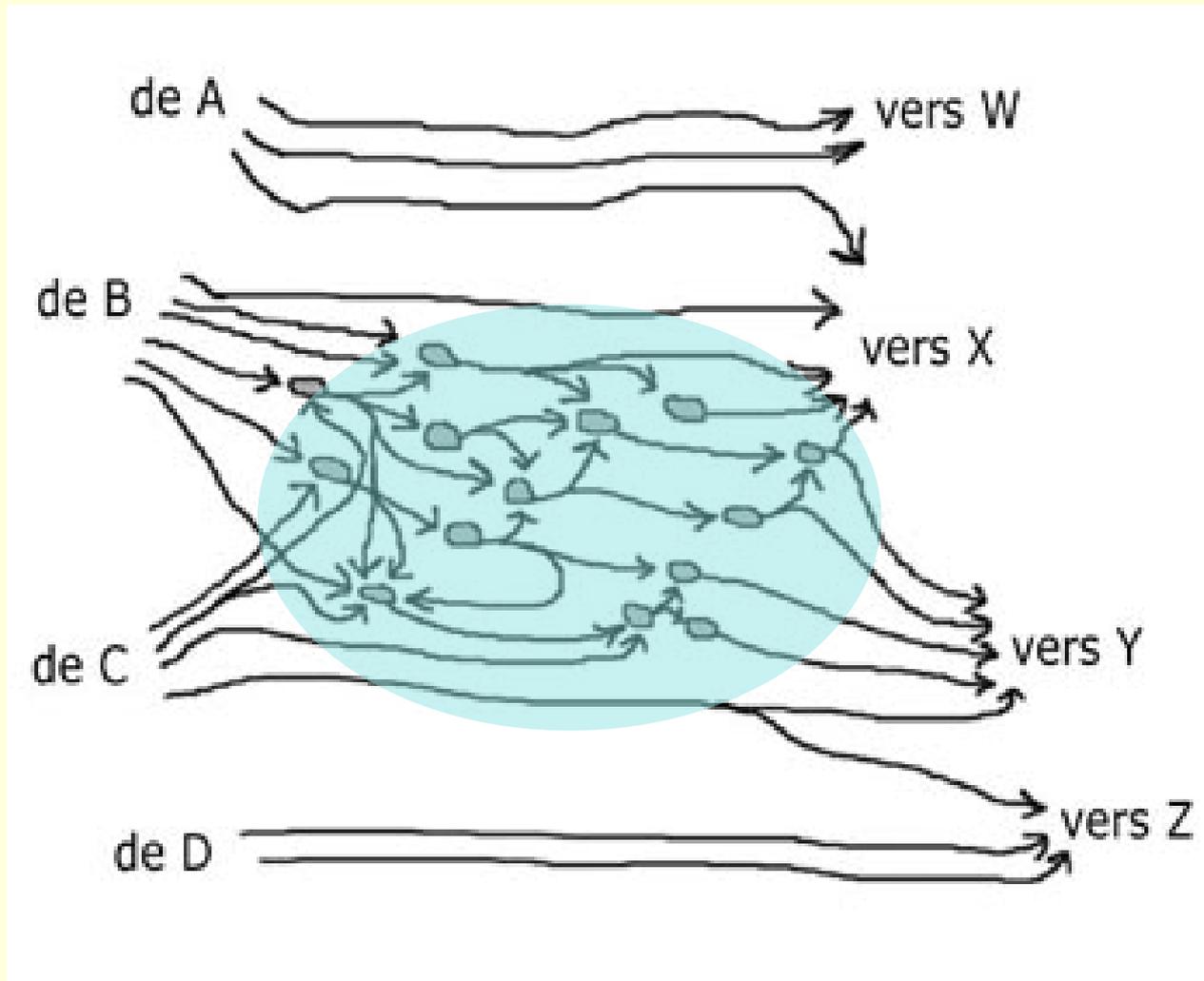
L'hippocampe et ses liens avec le reste du cortex



# Plan :

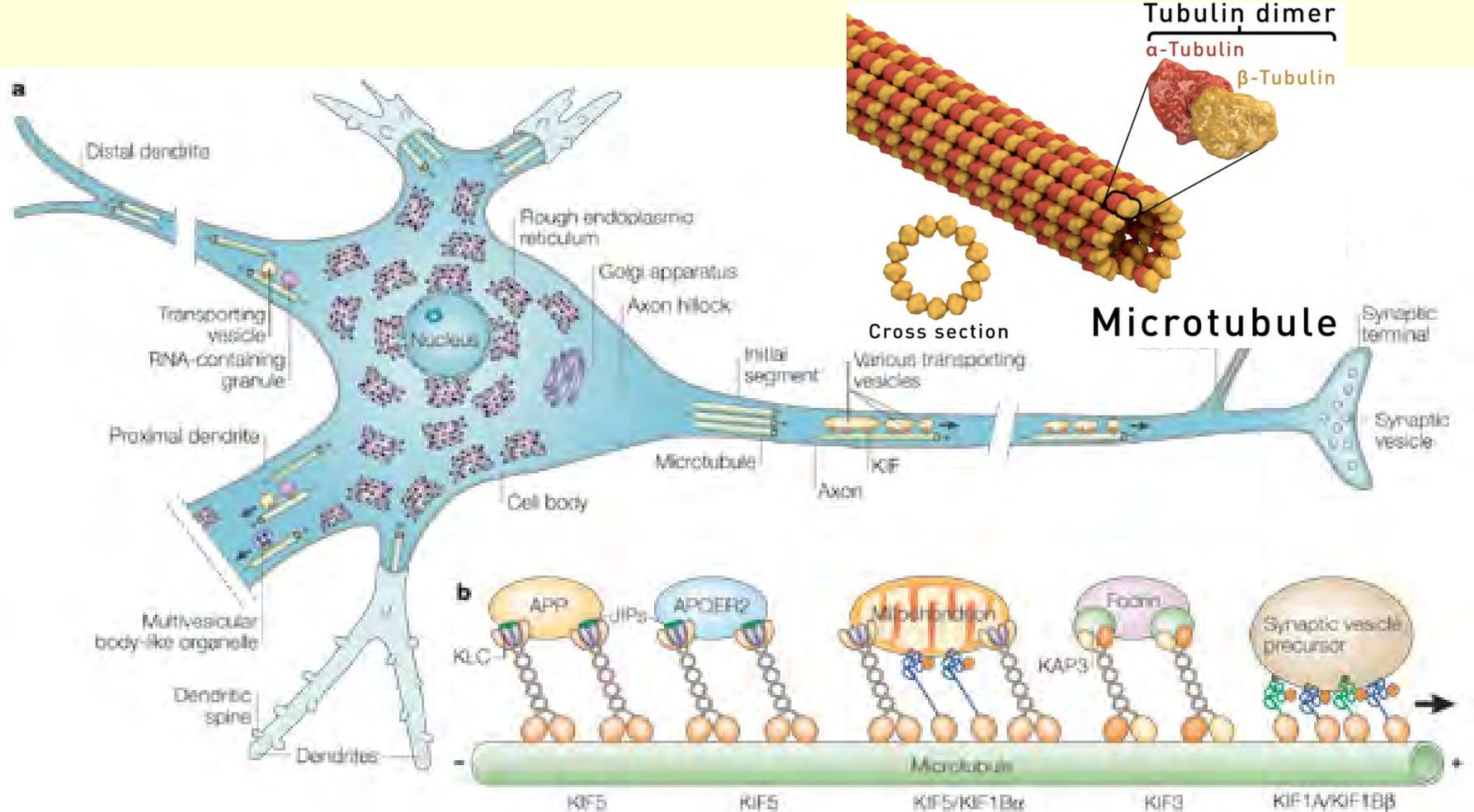
- I- Esquisse de l'histoire des sciences cognitives depuis un siècle
- II- D'où vient le cerveau humain ?
- III- Communication, intégration et plasticité neuronale
- IV- Nos mémoires
- V- Cartographier nos réseaux de neurones
- VI- Le cerveau dynamique : oscillations et synchronisations
- VII- Attention et perception
- VIII- Catégorisation et analogie
- IX- Inconscient cognitif, langage et libre arbitre
- X- Cognition incarnée

Grâce à des techniques de traçage, on va pouvoir établir le tracé des axones de différents groupes de neurones.



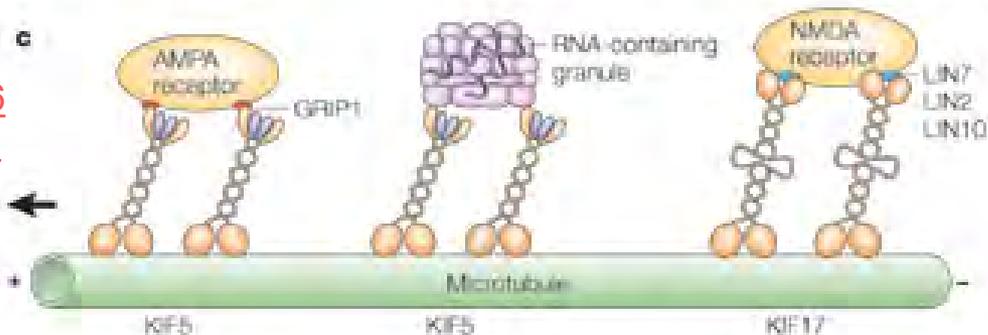
Capsule outil : l'identification des voies cérébrales

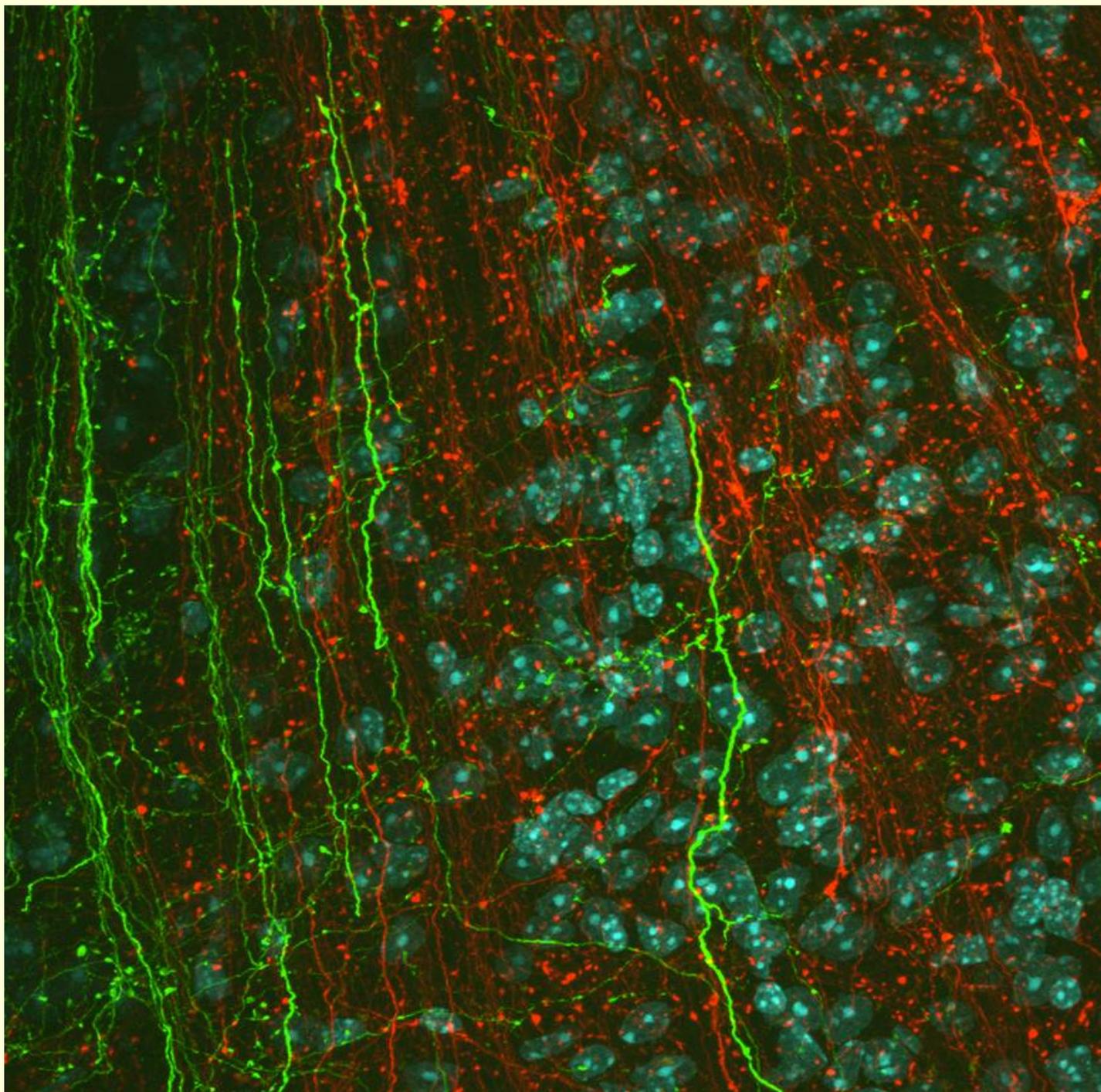
[http://lecerveau.mcgill.ca/flash/capsules/outil\\_bleu03.html](http://lecerveau.mcgill.ca/flash/capsules/outil_bleu03.html)



**Animation :**

[https://38.media.tumblr.com/ca63616d817b3967a8ac3245d3fda224/tumblr\\_nc5tlfK9NY1s1vn29o1\\_400.gif](https://38.media.tumblr.com/ca63616d817b3967a8ac3245d3fda224/tumblr_nc5tlfK9NY1s1vn29o1_400.gif)



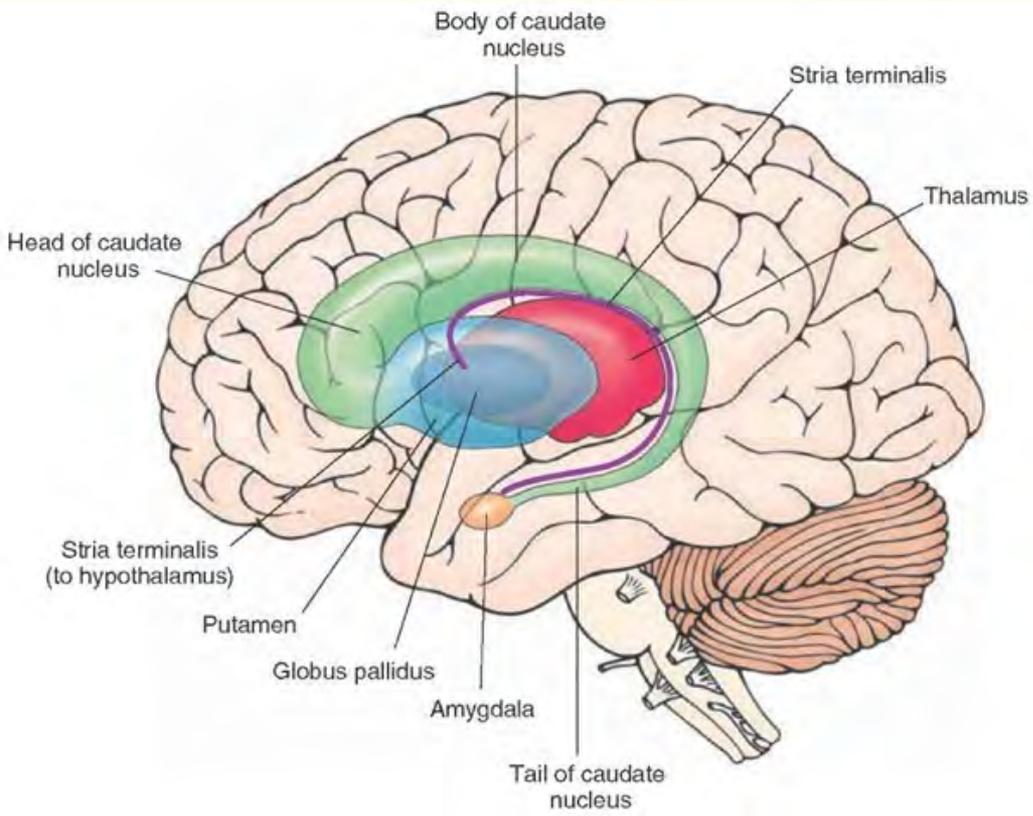


Projections du  
**noyau médian  
antérieur de  
l'amygdale**  
(vert) et du

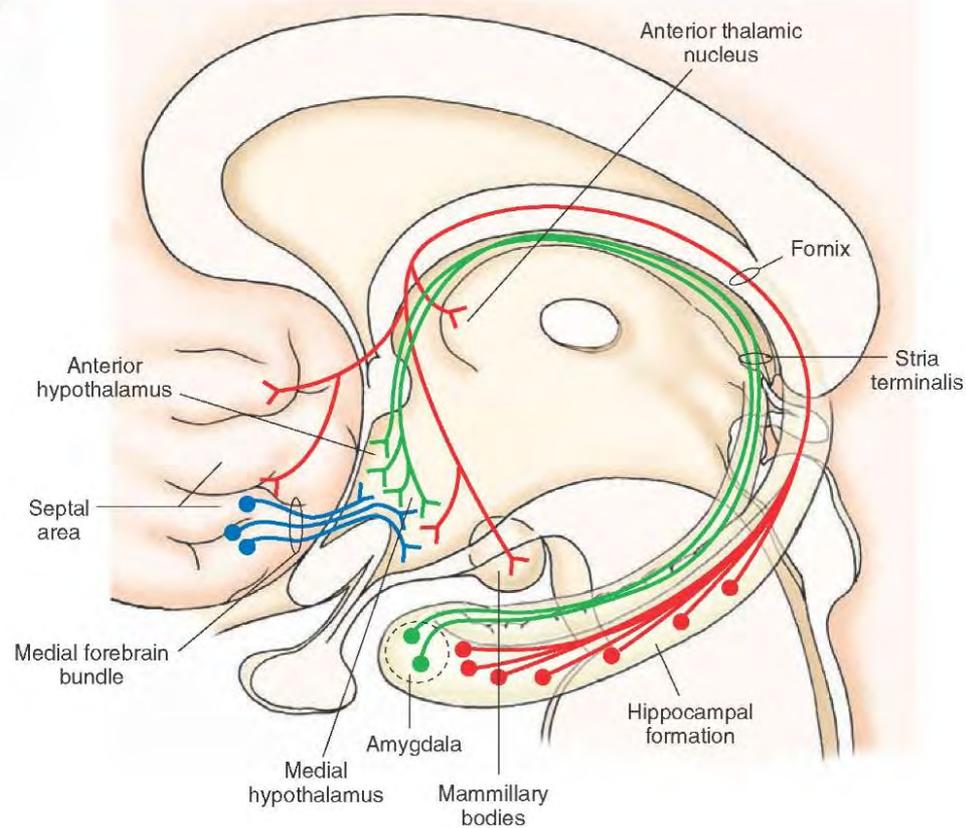
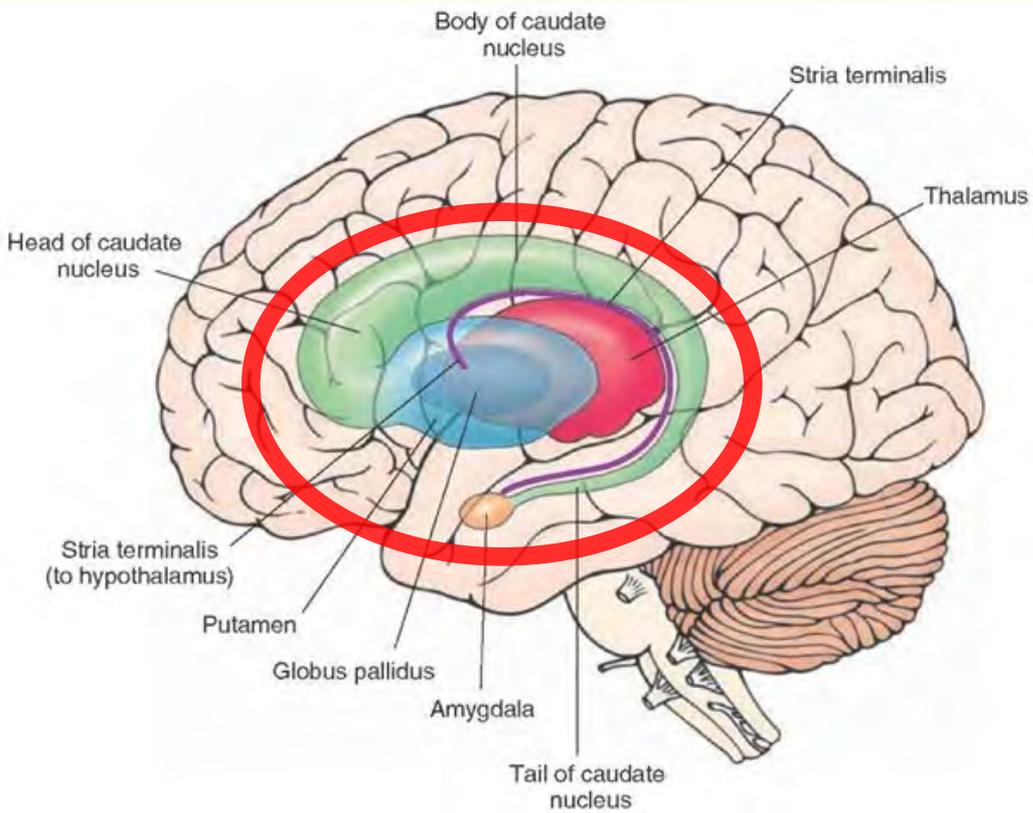
**noyau médian  
postérieur de  
l'amygdale**  
(rouge)

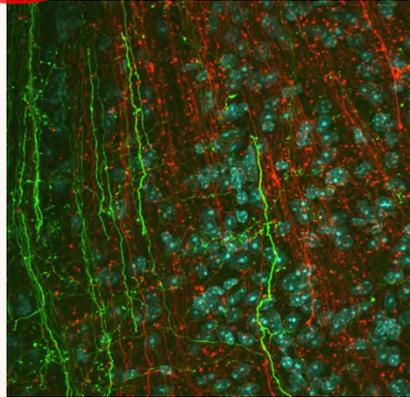
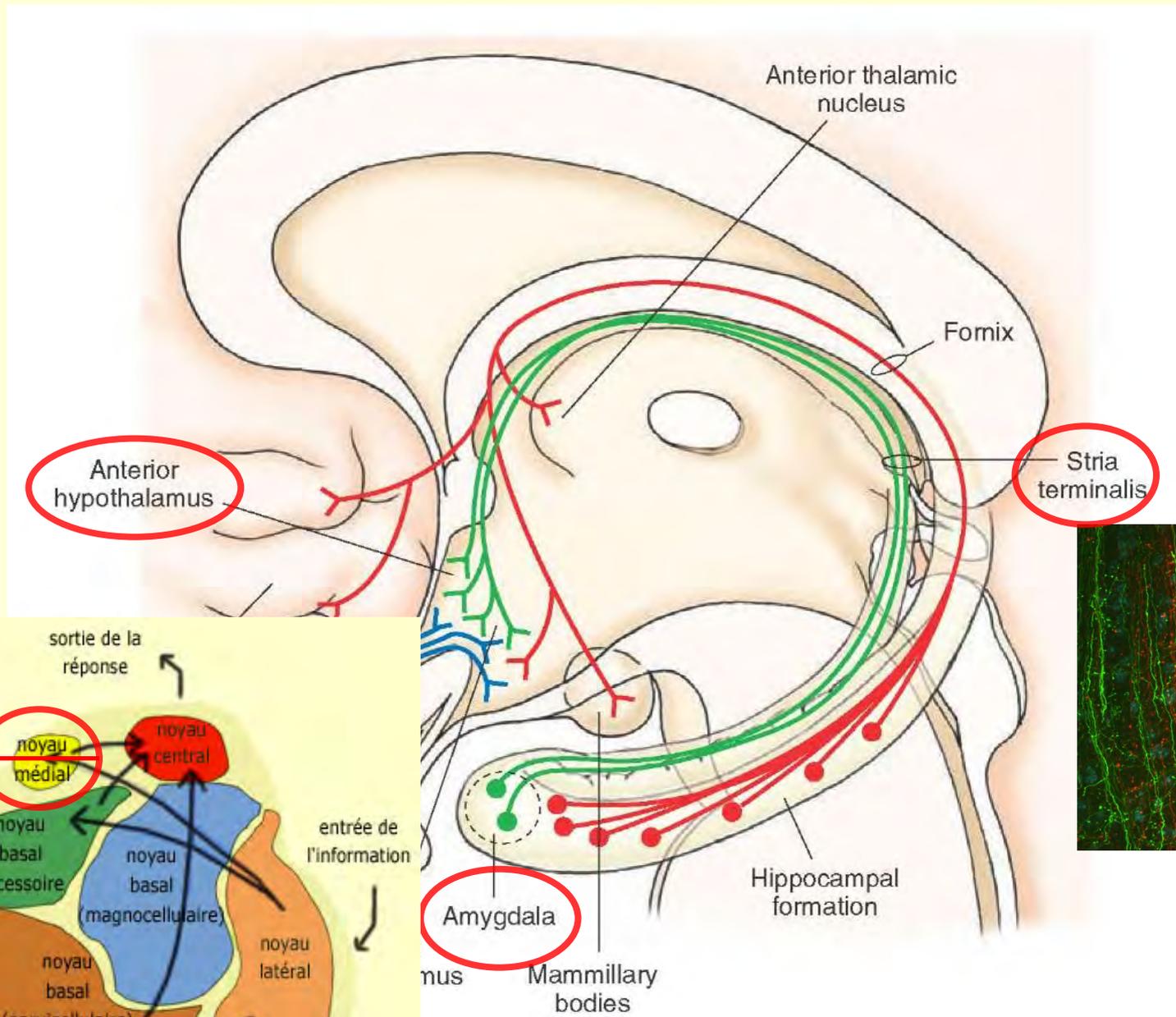
traversant la  
**stria terminalis  
postérolatérale**  
en direction de  
leur cible :

**l'hypothalamus  
et le striatum  
ventral.**



C'est où dans le cerveau ?



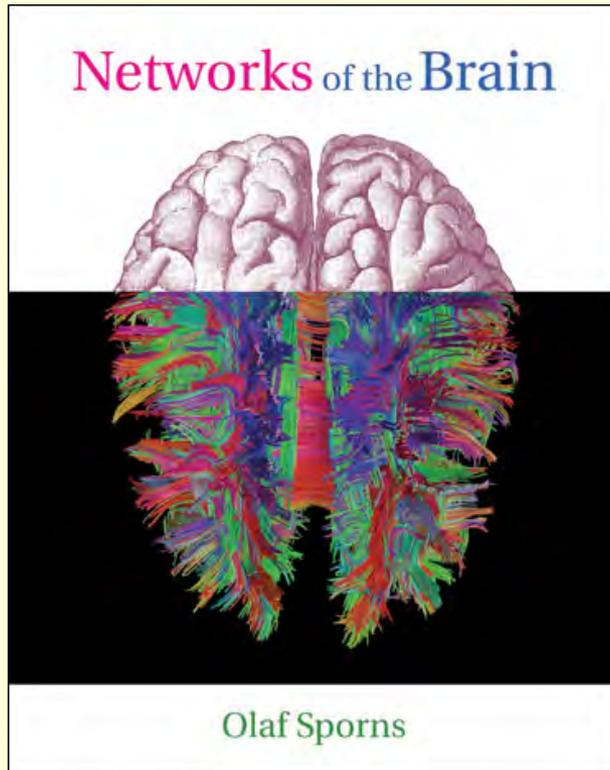


Antérieur (vert)

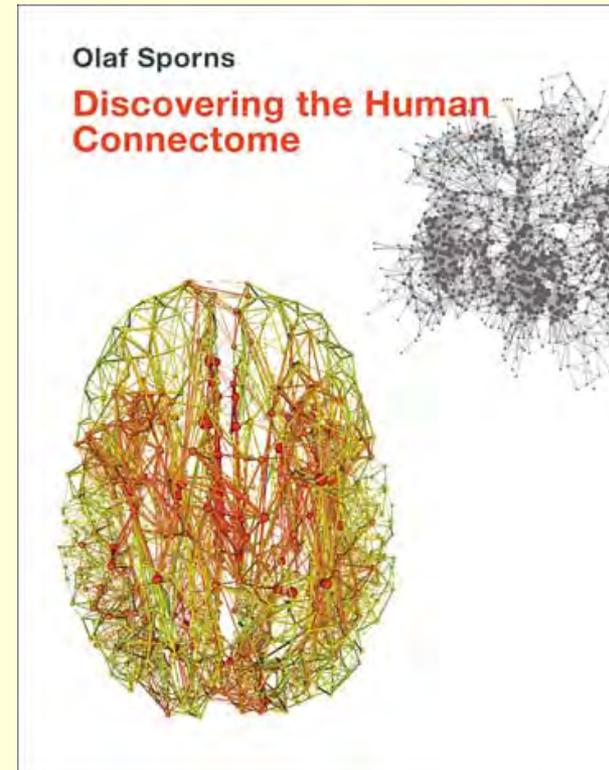
Postérieur (rouge)

AMYGDALE

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

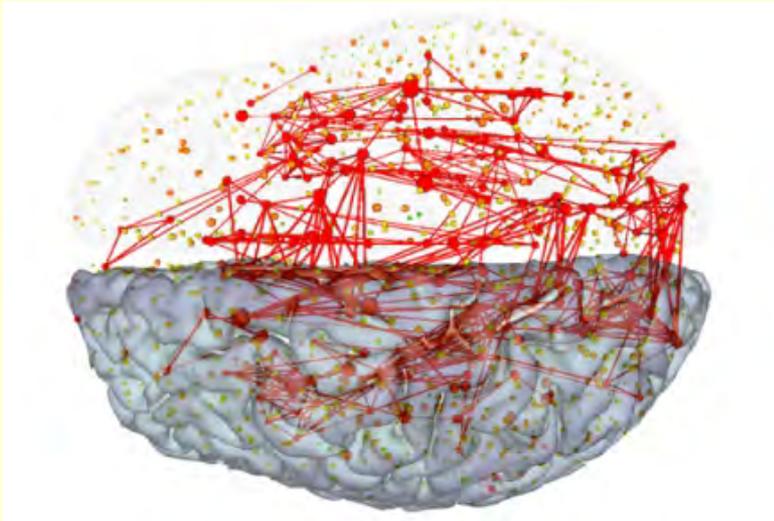


2010



2012

...ce qu'on a appelé  
le « **connectome** » humain  
(par analogie au génome).



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

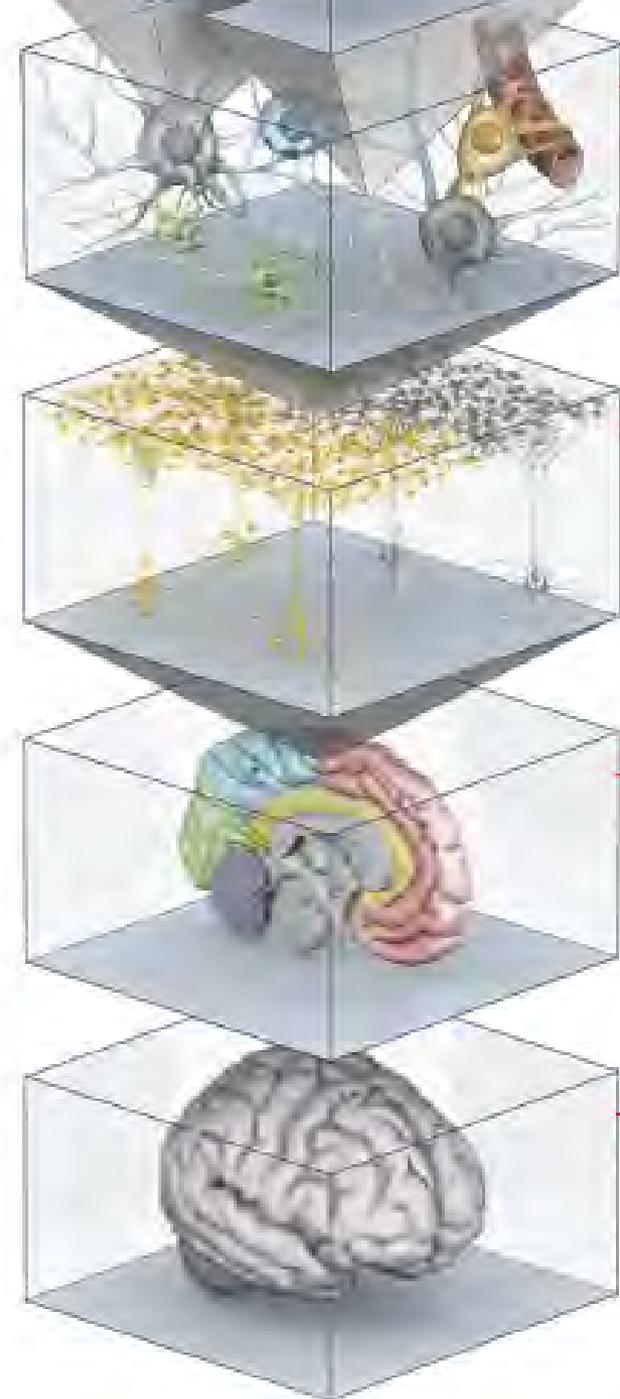
(Sporns et al., 2005,  
Hagmann, 2005),

Différentes approches  
d'investigation  
**anatomique** de ces  
« réseaux densément  
interconnectés » :

l'échelle « micro »

l'échelle « meso »

l'échelle « macro »



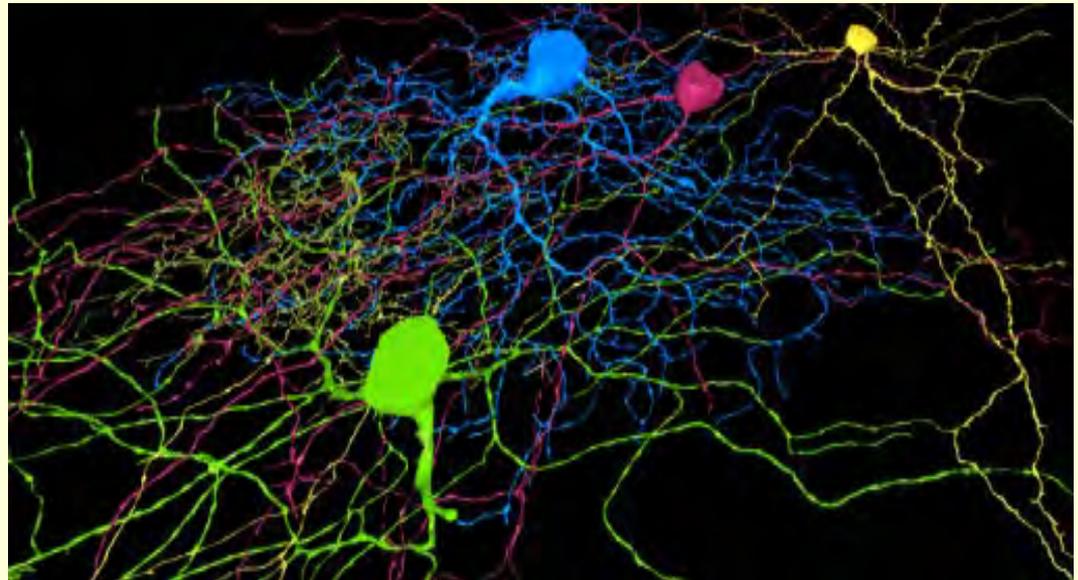
À l'échelle « micro » :

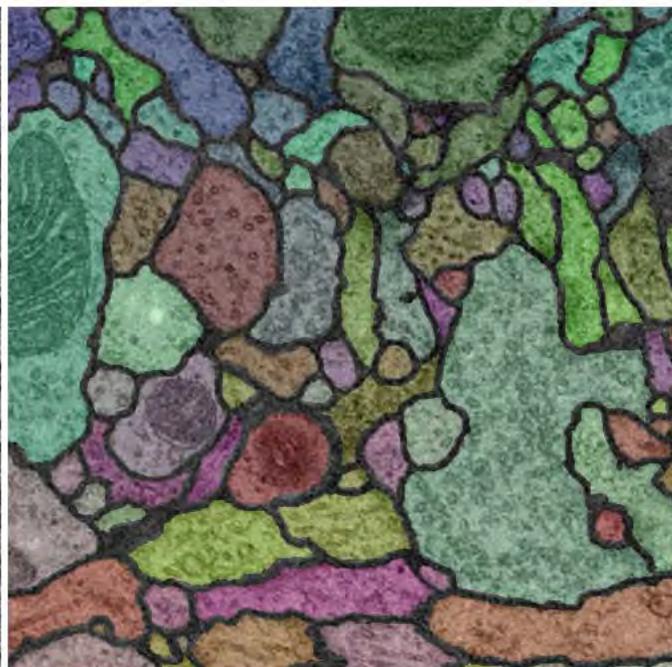
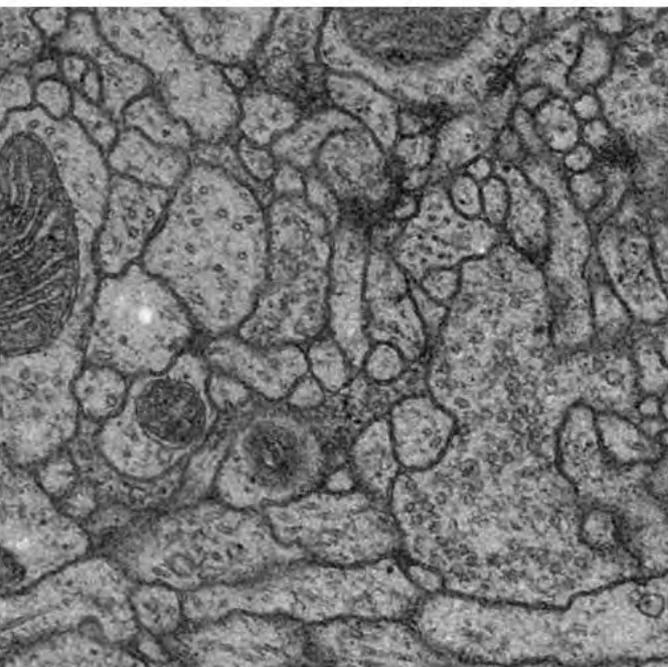
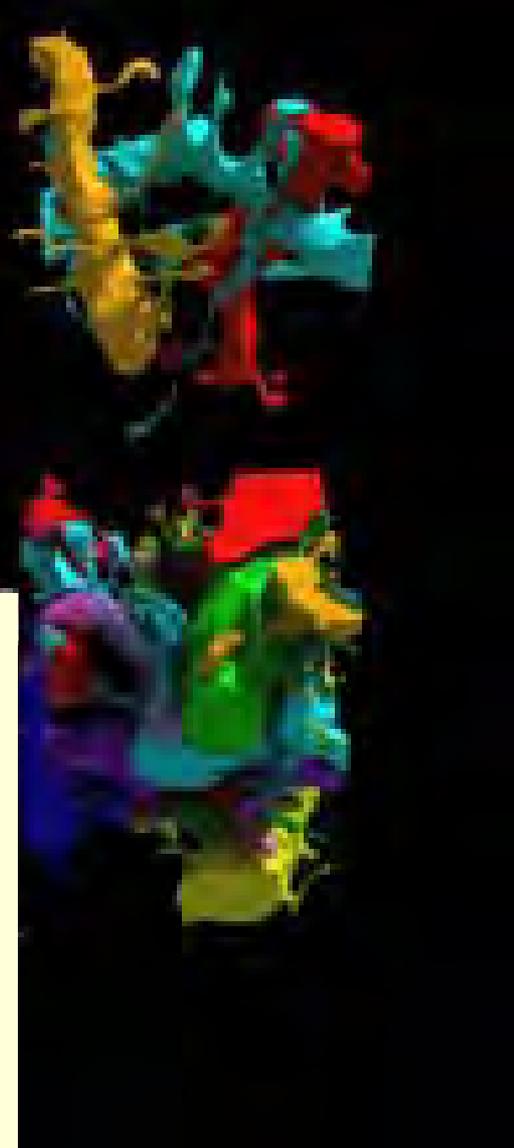
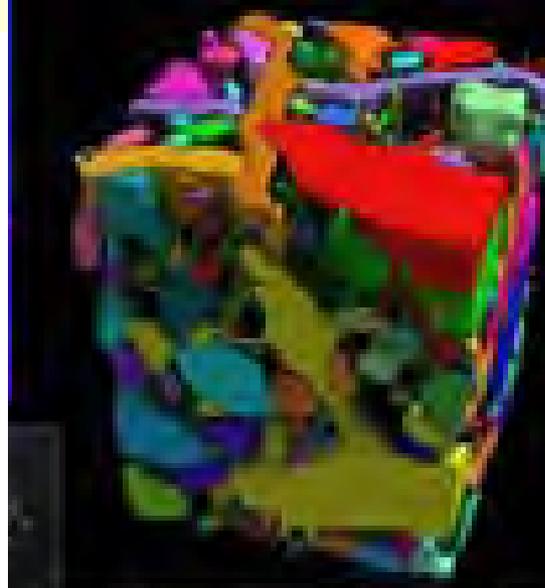
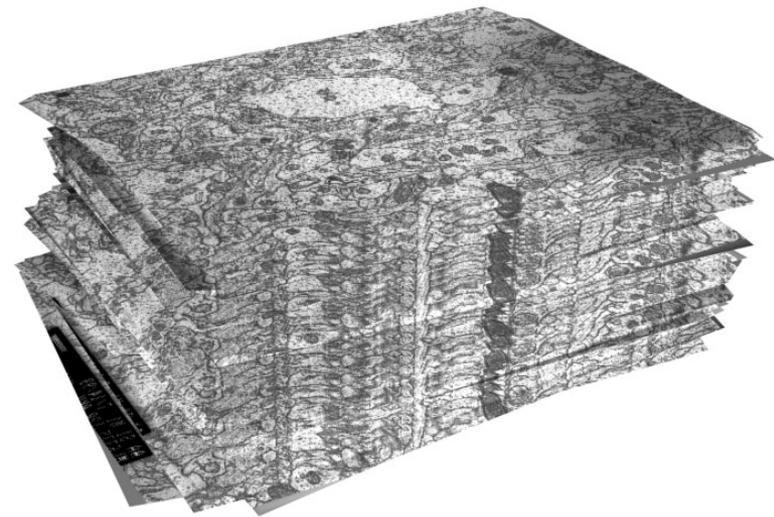
**Le BLOGUE** du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

## Aidez à cartographier nos connexions neuronales

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

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





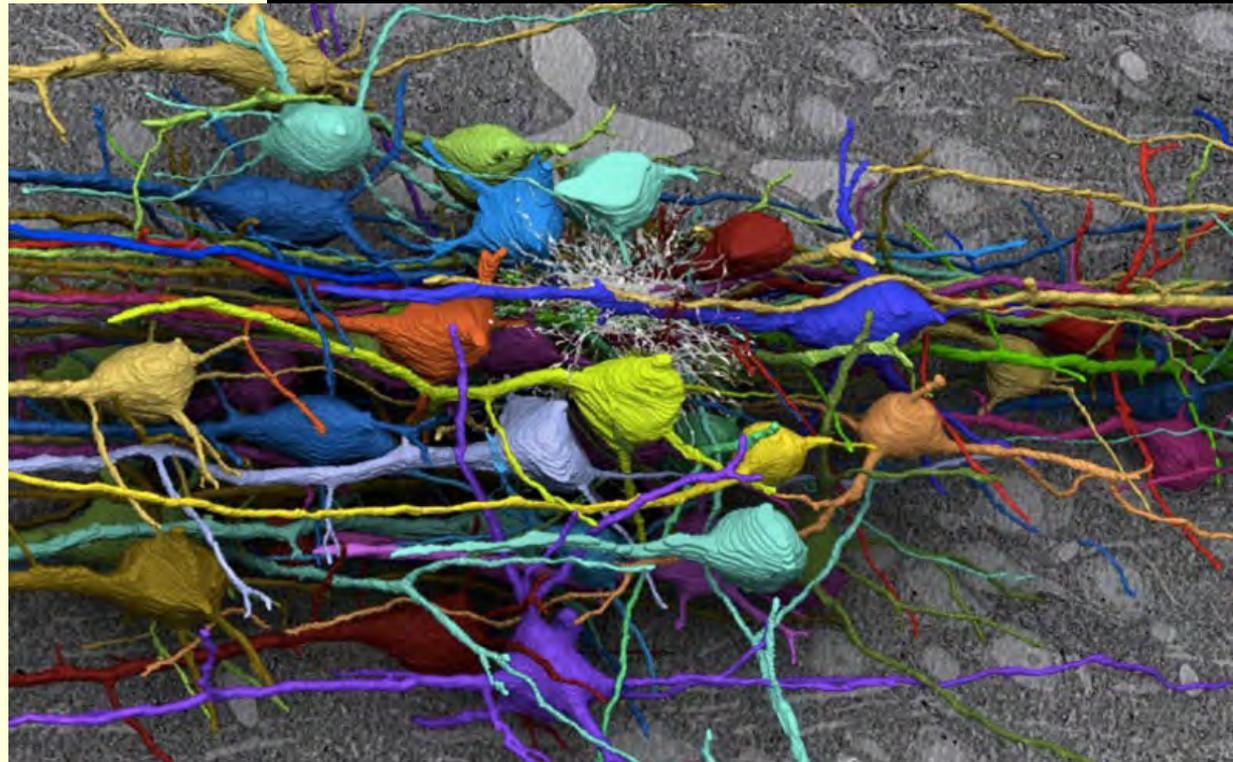
Sebastian Seung, Brain Science  
Podcast, Episode 85  
<http://brainsciencepodcast.com/bsp/sebastian-seung-explores-brains-wiring-bsp-85.html>

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

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

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

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



Lundi, **15 septembre 2014**

## **Des synapses microscopiques et des microscopes gigantesques**

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2014/09/15/des-synapses-microscopiques-et-des-microscopes-gigantesques/>

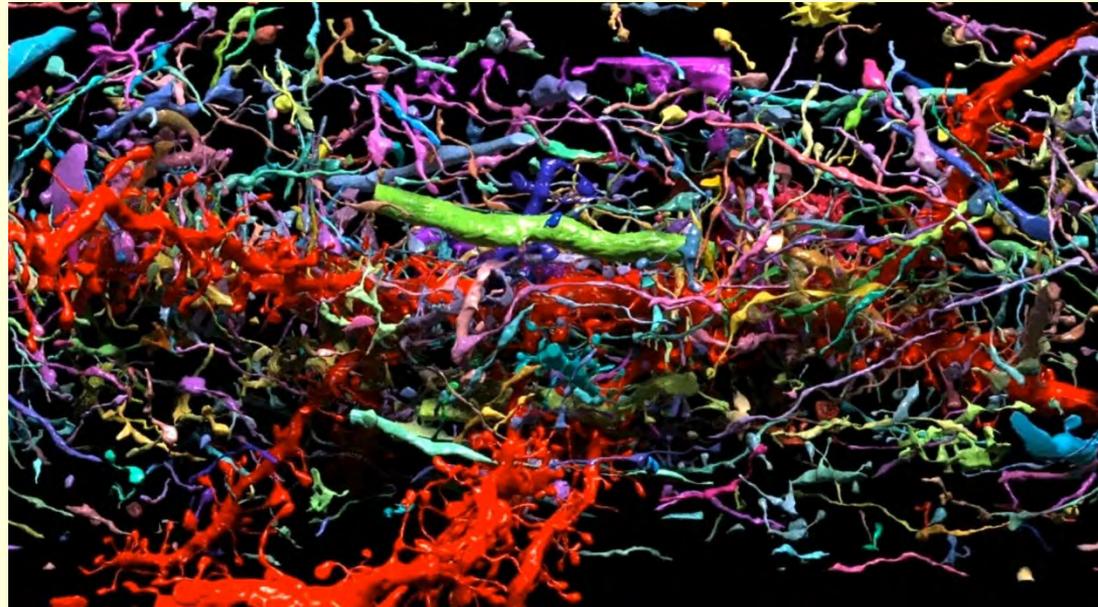
[...] Lichtman rappelle en outre que les scientifiques de sa génération ont vécu à une époque de grandes idées théoriques qui ont pu foisonner parce qu'il y avait **peu de données accessibles sur le cerveau**.

Ce n'est que dans un deuxième temps que l'on cherchait des indices empiriques pour confirmer ces grandes théories.

Mais aujourd'hui, à l'heure des « **big data** » rendues possibles par les ordinateurs et les mastodontes à 61 faisceaux, c'est l'inférence qui redevient la plus prometteuse selon Lichtman l'approche .

Un peu comme Darwin, rappelle-t-il, qui s'est immergé pendant des années dans la diversité des formes vivantes avant de pouvoir imaginer ses idées sur l'évolution par sélection naturelle.

Lichtman pense que ce sont les jeunes qui vont baigner dans cet univers foisonnant de données sans idées préconçues qui pourront peut-être en discerner de grand principes permettant de mieux comprendre cette complexité...



À l'échelle « meso » :

## Mouse Brain Architecture Project

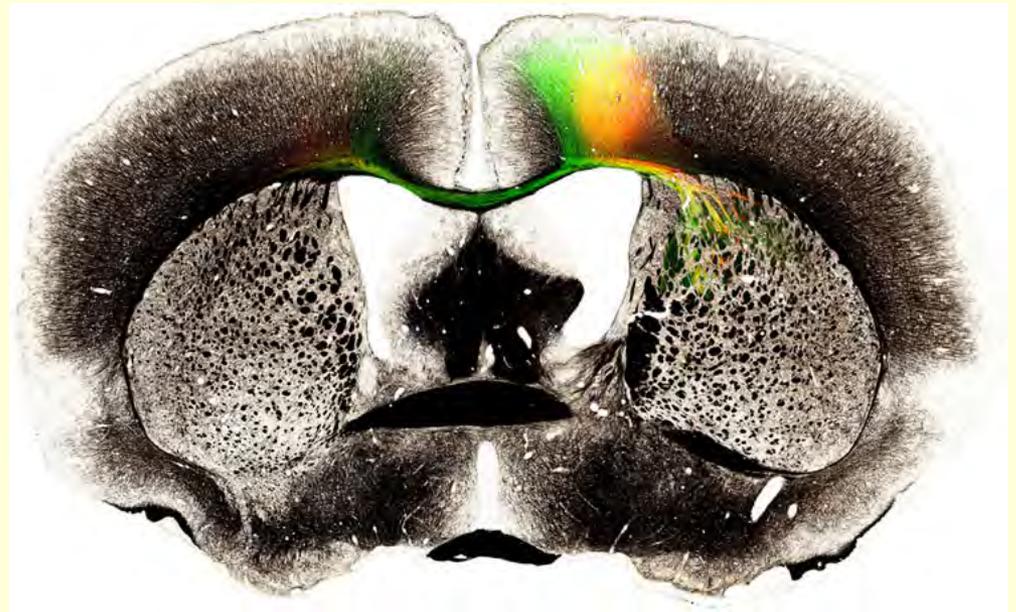
<http://brainarchitecture.org/mouse/about>

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

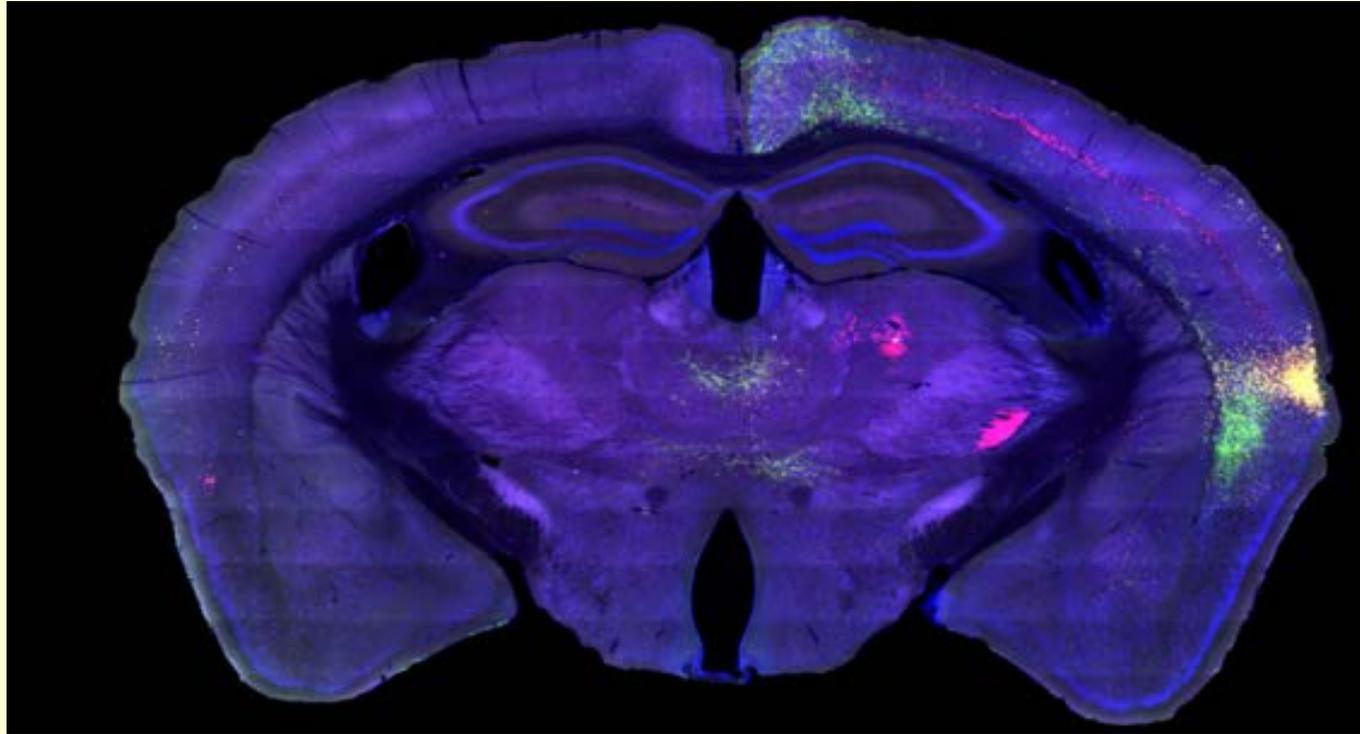
Les neurobiologistes du Cold Spring Harbor Laboratory, aux États-Unis, ont rendu public le **1<sup>er</sup> juin 2012** les premiers 500 téraoctets de données.

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

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



# Mouse Connectome Project (MCP)



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

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

À l'échelle « macro » :

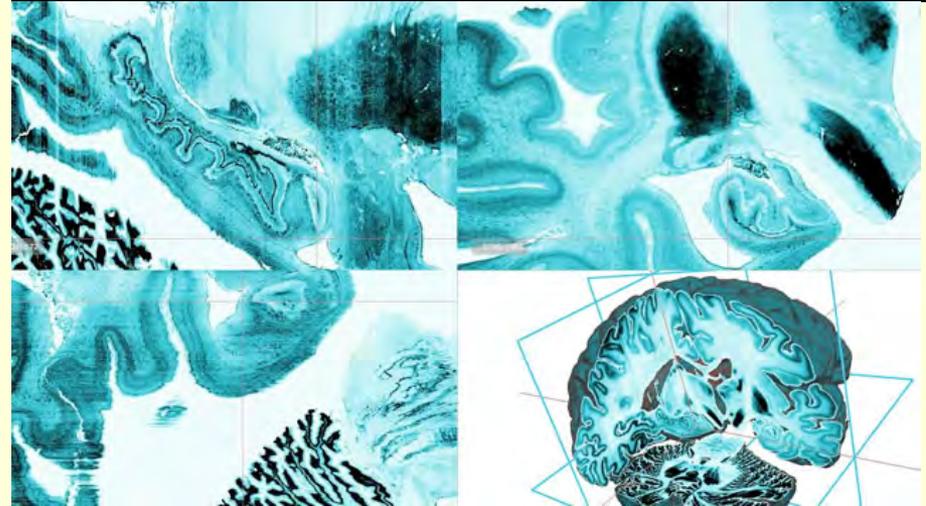
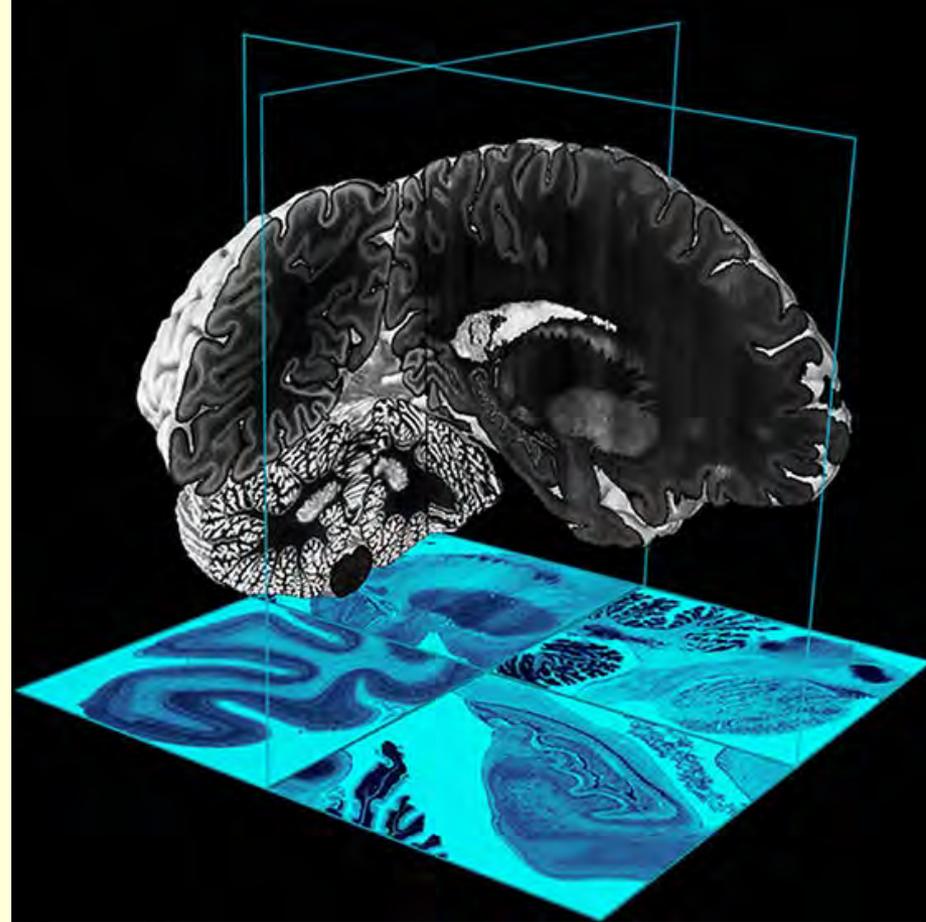
## BigBrain

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

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

3D Map Reveals Human Brain in Greatest Detail Ever

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



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

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



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

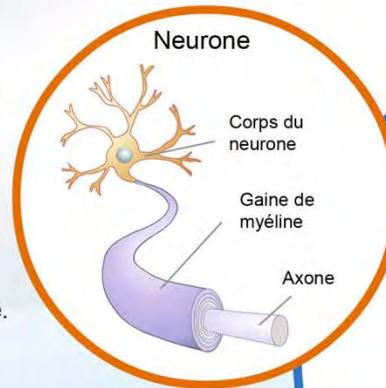
Il a fallu 1000 heures pour les imager à l'aide d'un scanner à plat, générant ainsi 1 milliard de milliards d'octets de données pour **reconstruire le modèle 3D du cerveau sur un ordinateur.**



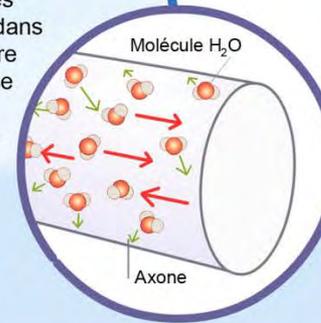
Des **cerveaux de référence** ont déjà été cartographiés avec l'IRMf, mais ils n'ont une résolution que de 1 mm cube alors que les tranches de 20  $\mu\text{m}$  de BigBrain permettent une **résolution 50 fois meilleure.**

# L'IRM de diffusion

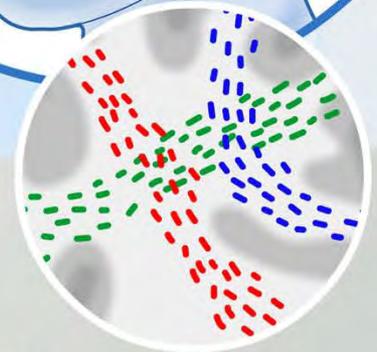
① Les molécules d'eau diffusent de manière aléatoire invariable suivant la direction. Dans un axone, les molécules sont en partie retenues par la gaine de myéline qui le protège.

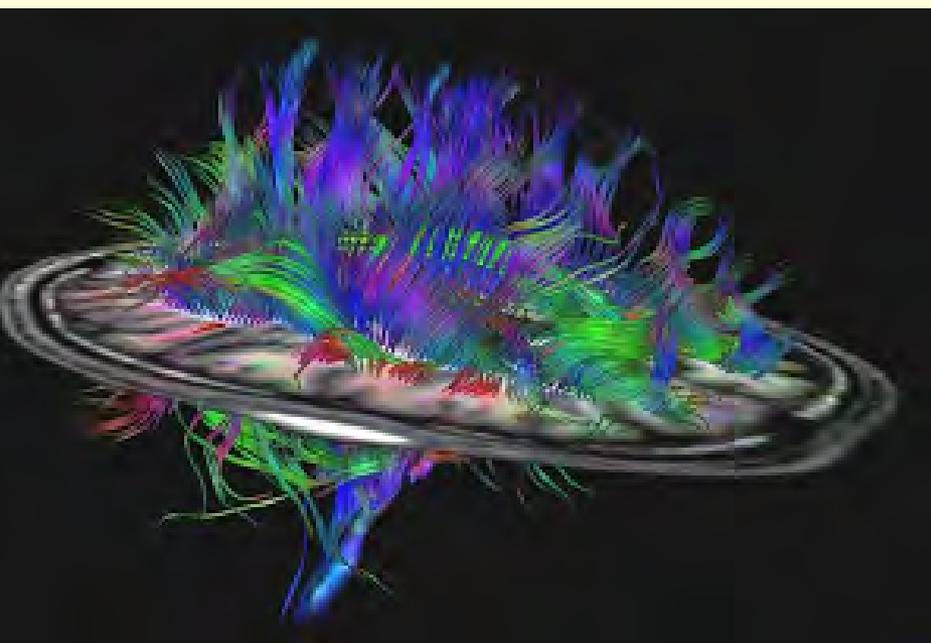
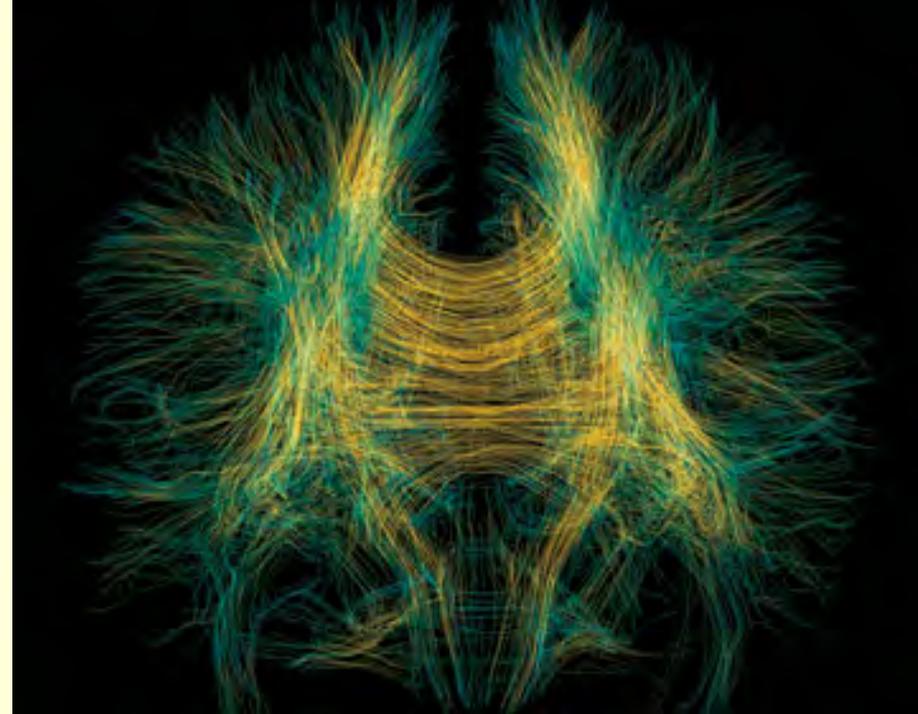
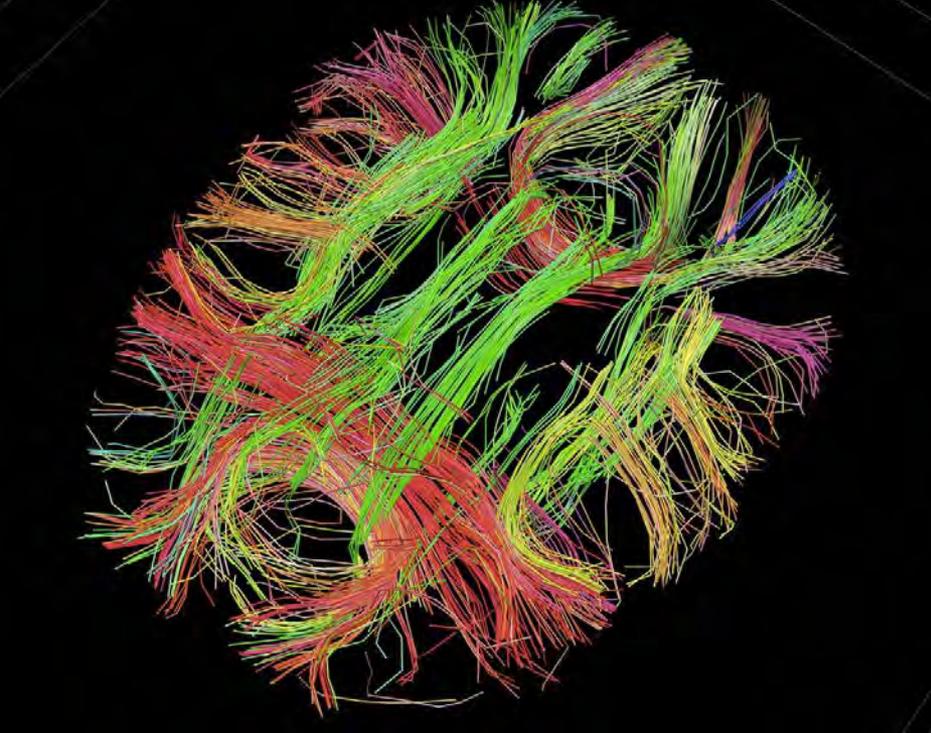


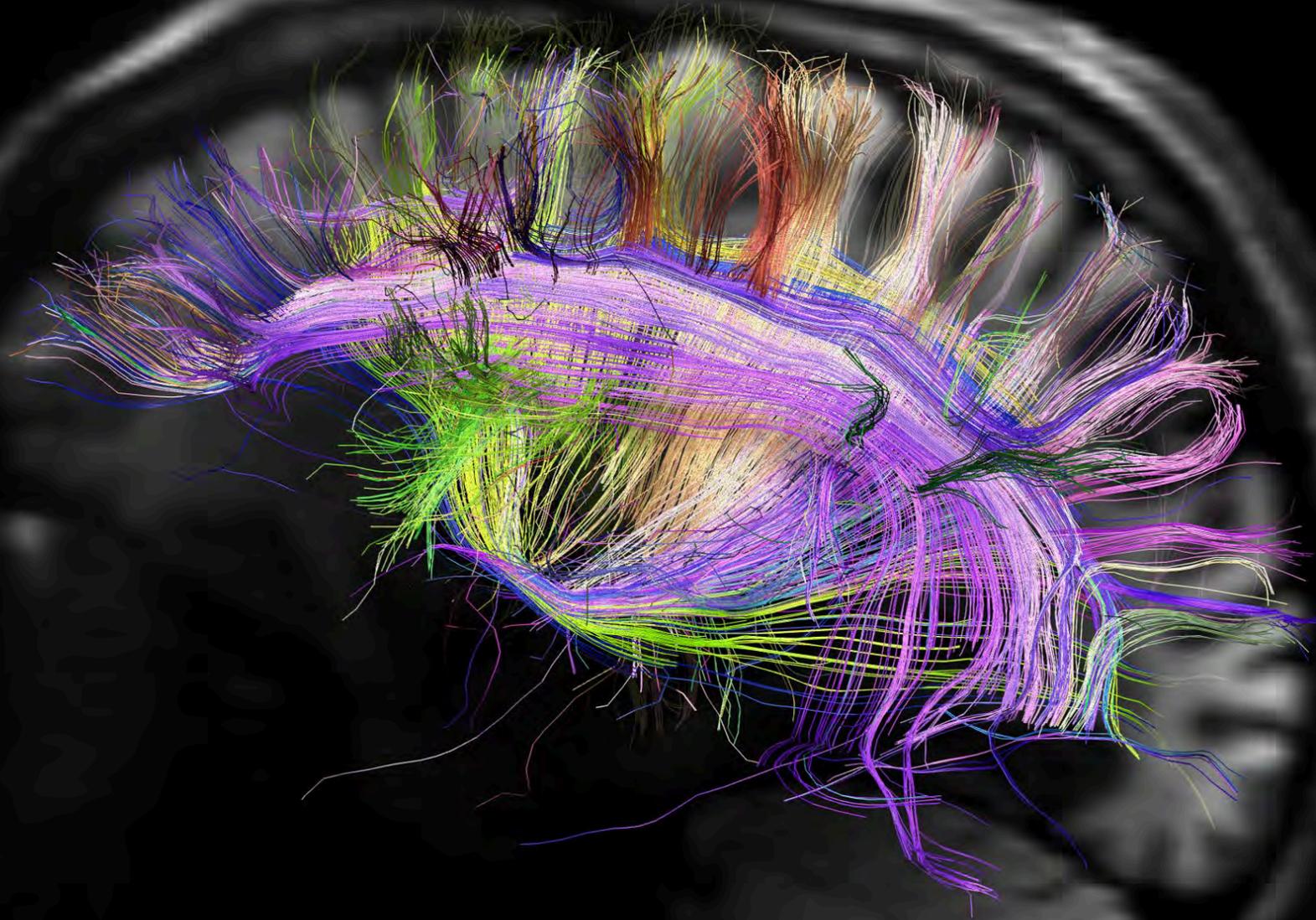
② La diffusion des molécules d'eau est plus restreinte dans la direction perpendiculaire à l'axe de l'axone, à cause de la gaine de myéline, qu'elle ne l'est dans l'axe de l'axone.



③ En mesurant le coefficient de diffusion de l'eau, on peut reconstituer le trajet des faisceaux des axones. Pour traiter toutes ces informations, l'ordinateur construit une matrice de 9 chiffres (un tenseur, d'où le nom de la technique) pour chaque point du cerveau, et en tire sa direction principale de diffusion.

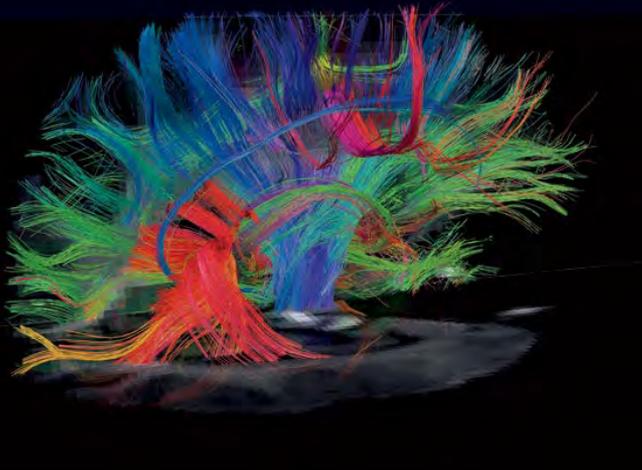






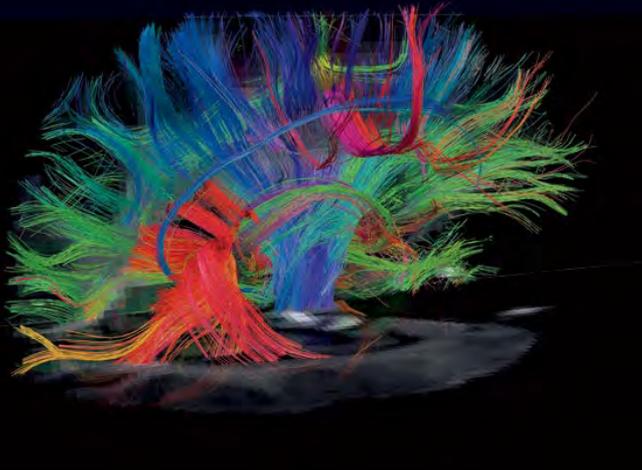


On a beaucoup parlé de circuits et de câbles à propos du cerveau jusqu'ici...

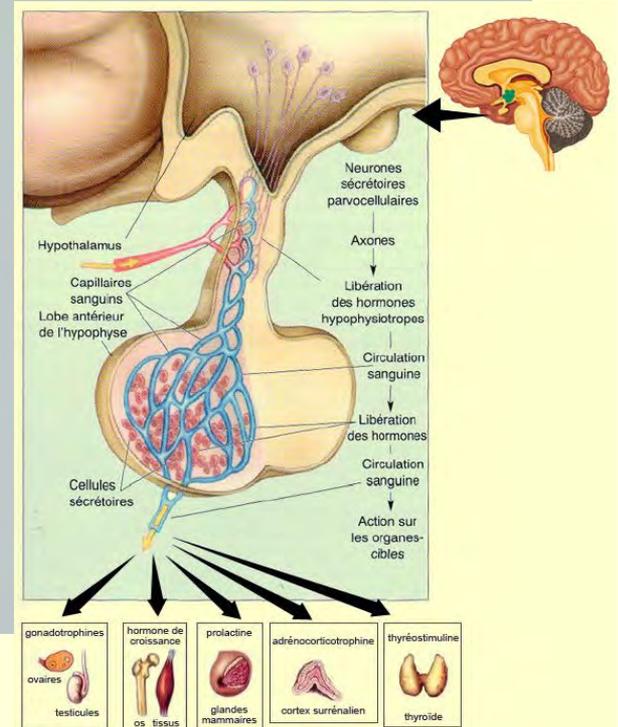
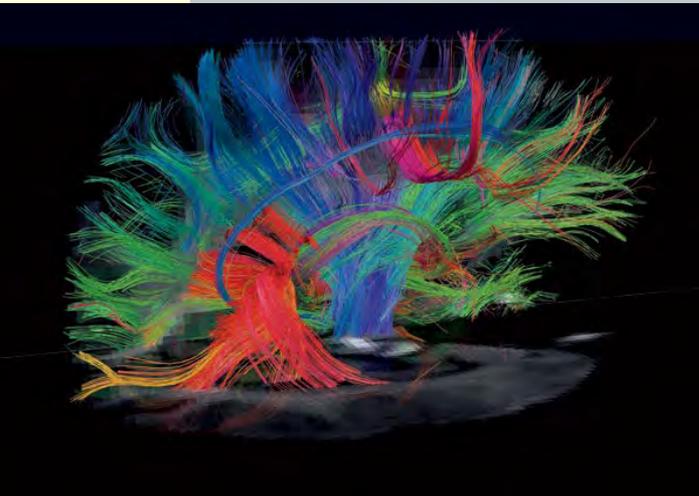


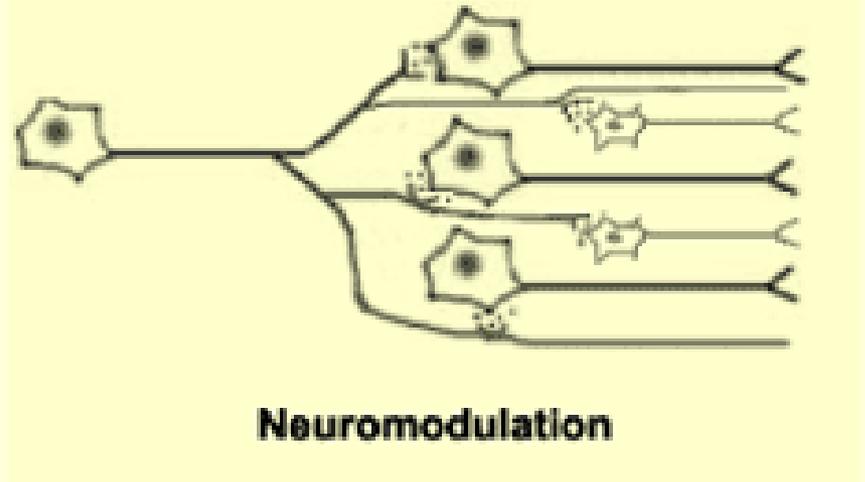
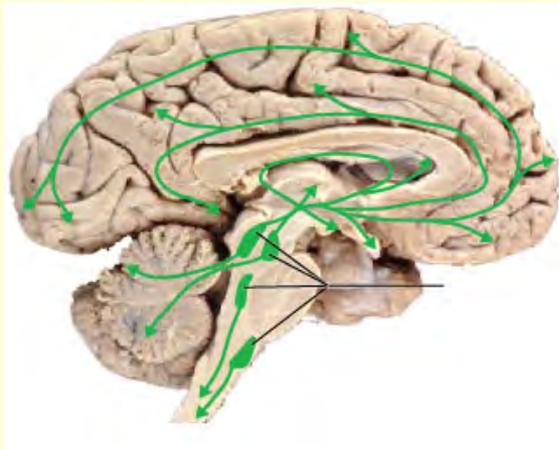
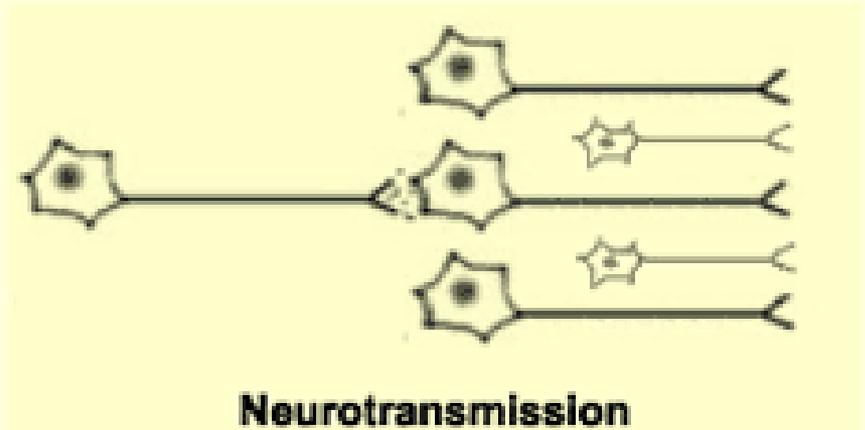
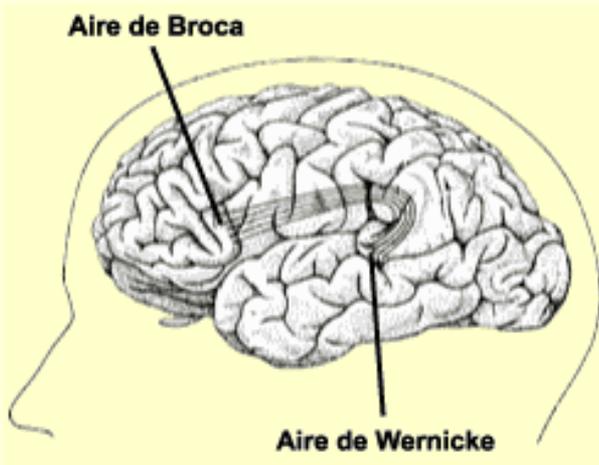


+

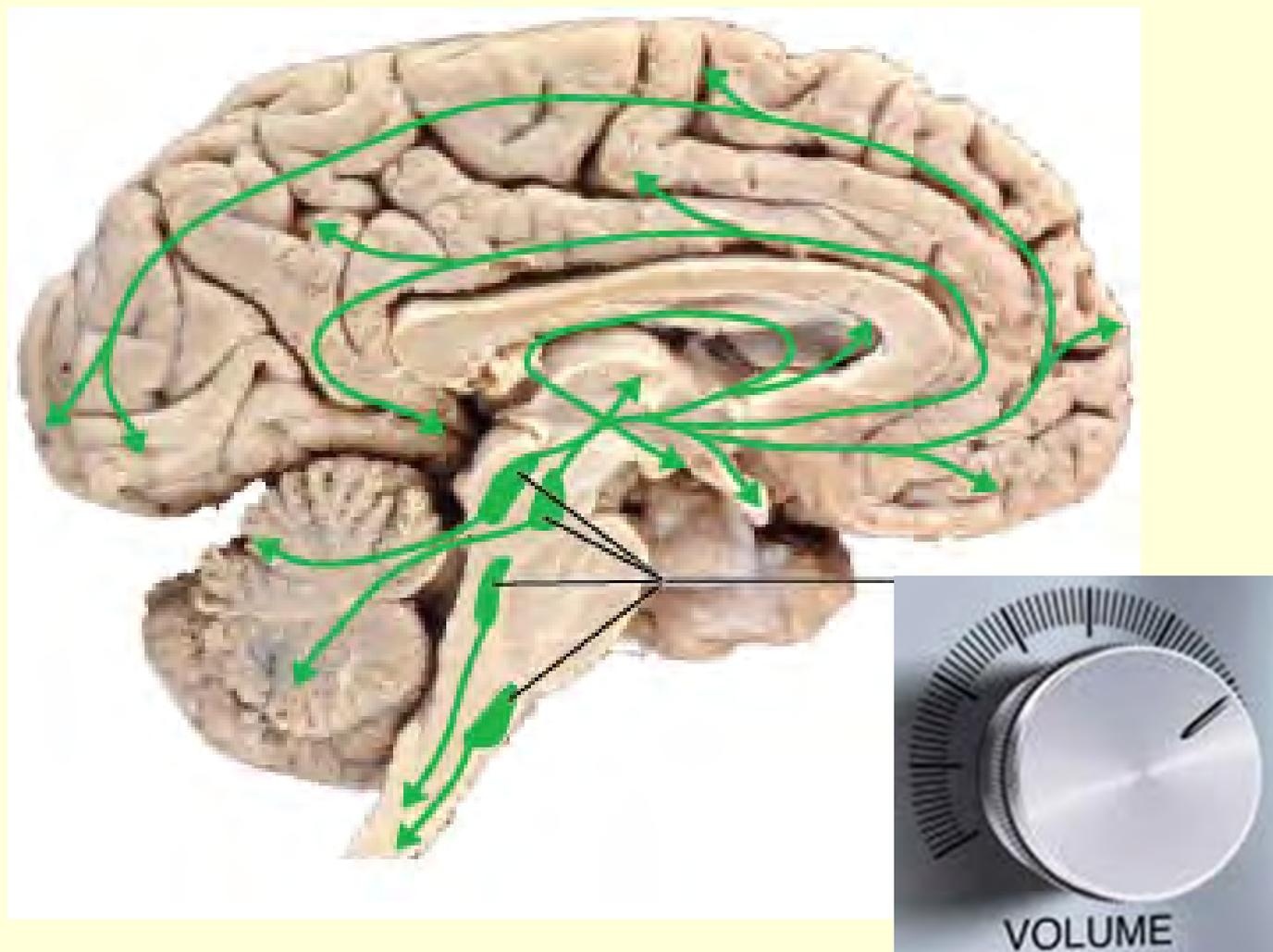


Il est temps de parler  
un peu de soupe !

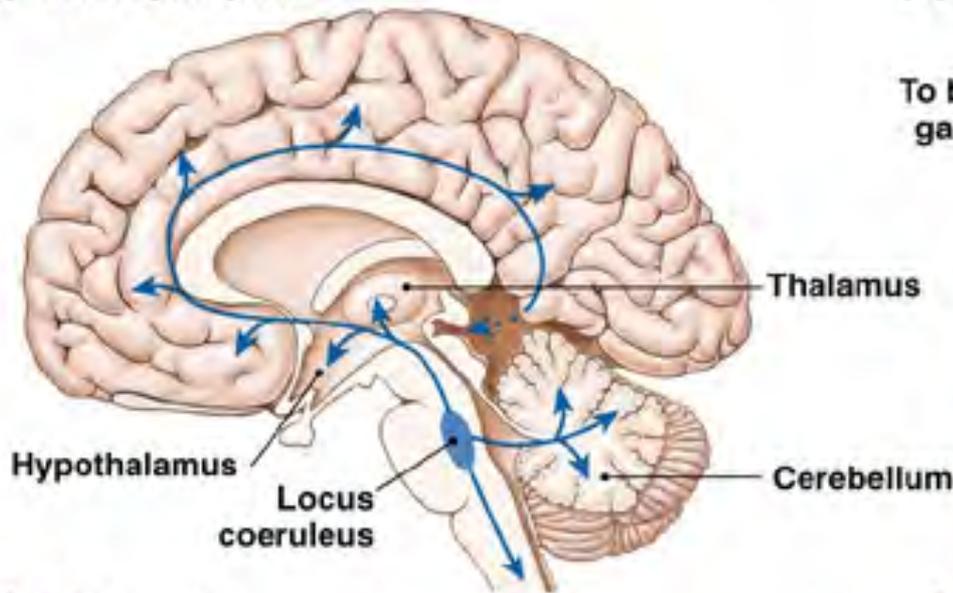




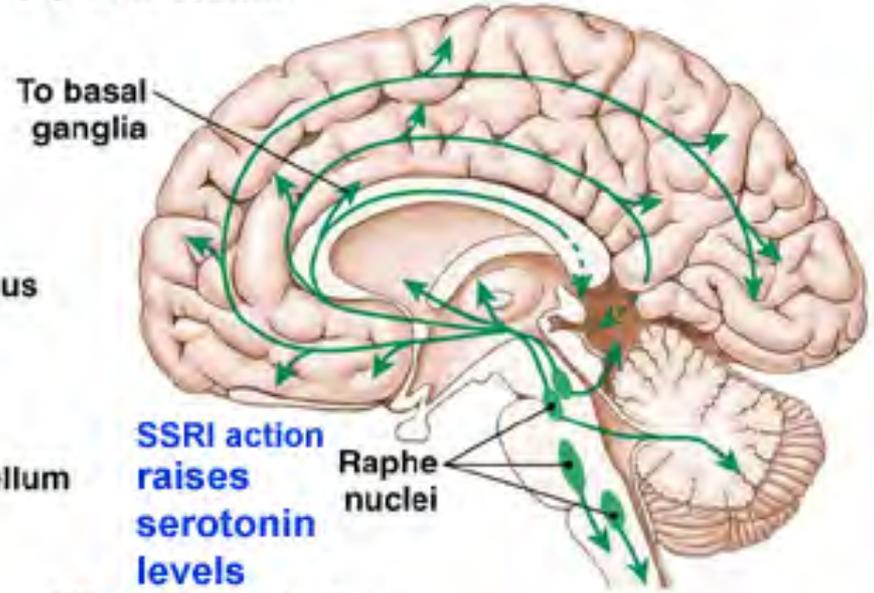
# “cerveau hormonal”



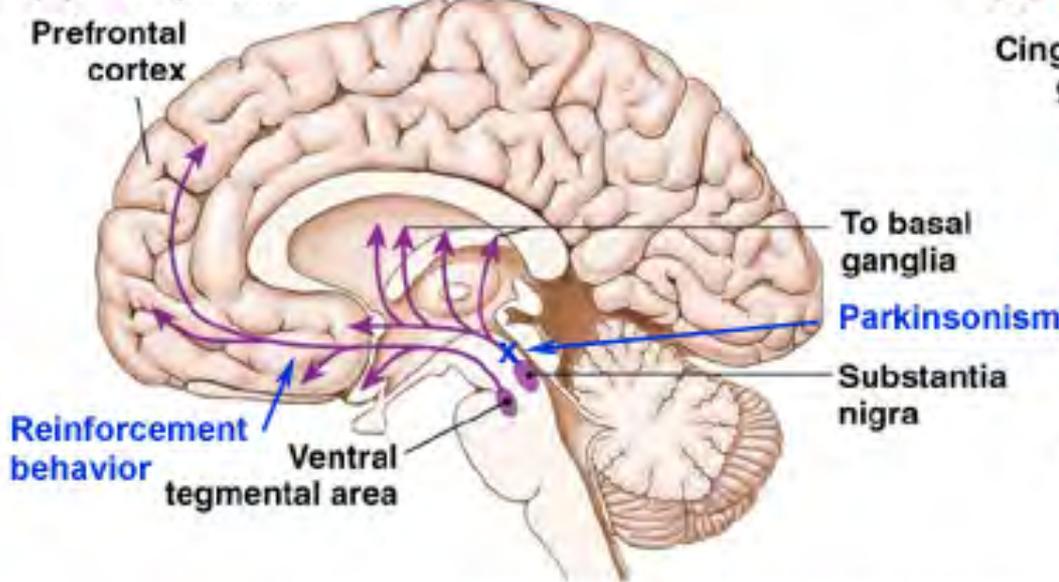
**(a) ● Norepinephrine**



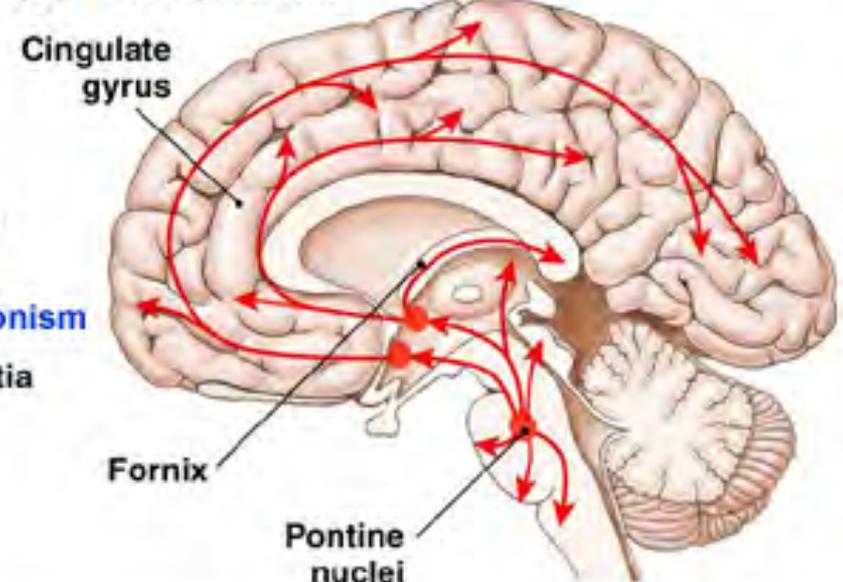
**(b) ● Serotonin**



**(c) ● Dopamine**



**(d) ● Acetylcholine**



“**Les neuromodulateurs** sont des substances chimiques qui peuvent changer l’efficacité d’une synapse, l’excitabilité d’une cellule ou la façon dont cette cellule répond à différents courants ioniques.

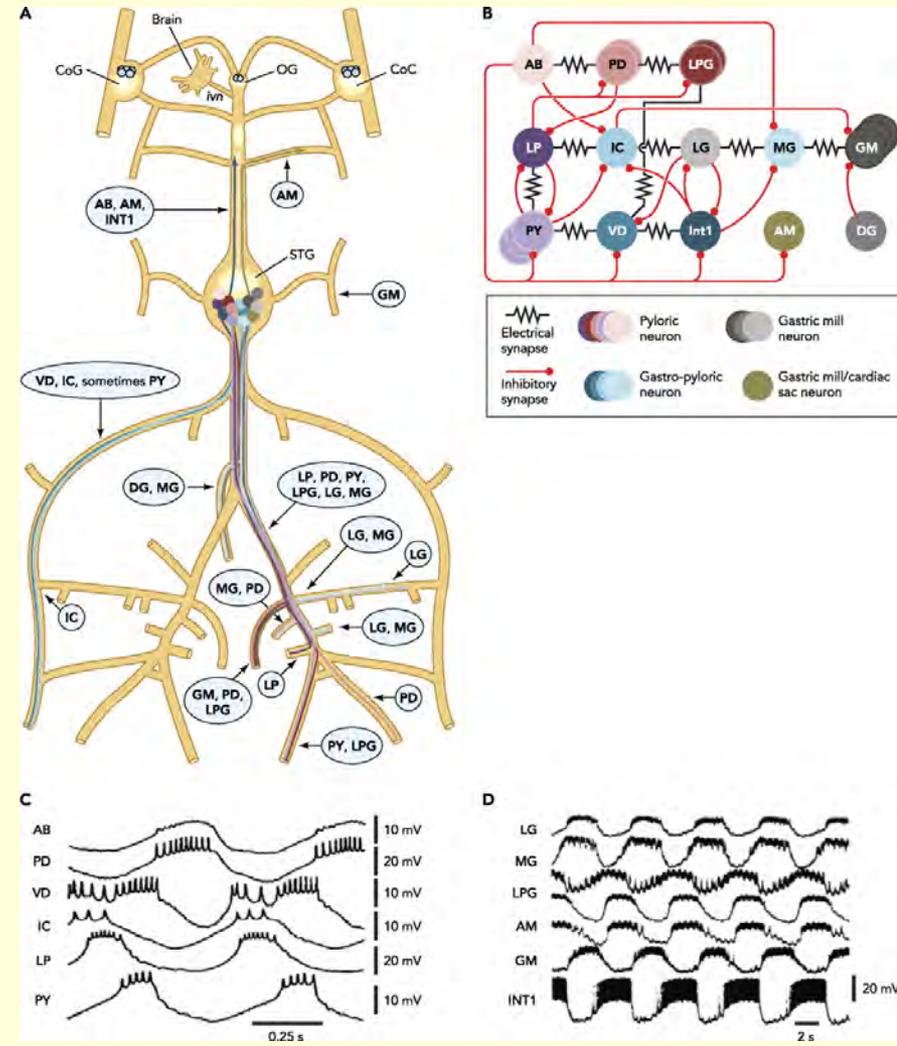


Quand on a commencé à étudier les neuromodulateurs sur les ganglions somatogastriques du homard, on a réalisé que **le même circuit pouvait avoir plusieurs types d’outputs différents dépendamment des neuromodulateurs qu’on lui appliquait.**

Le même circuit pouvait être en quelque sorte **reconfiguré** par son environnement neuromodulateur. Et cette idée s’applique aujourd’hui quand on considère des phénomènes comme les états émotionnels ou les troubles mentaux.

Brain Science Podcast 56 : Eve Marder

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



## Beyond the connectome: how neuromodulators shape neural circuits.

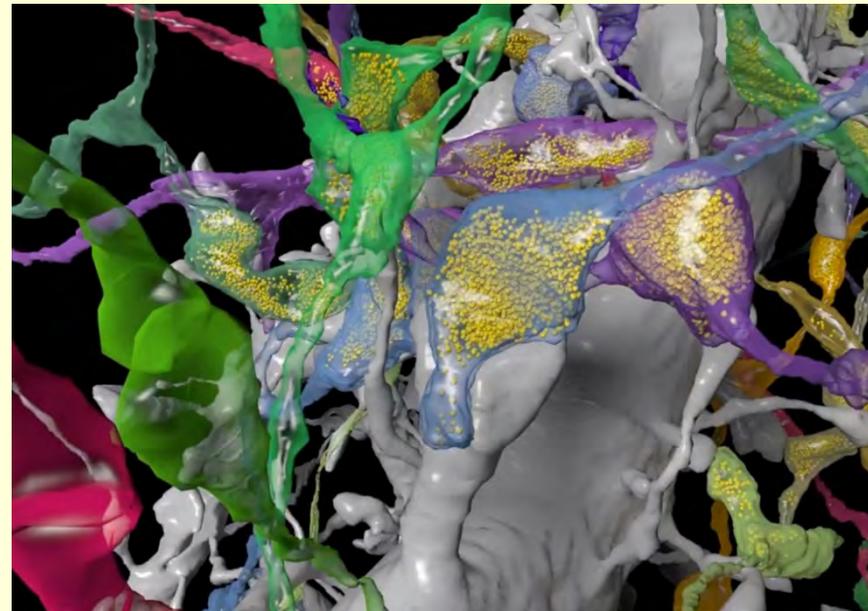
Bargmann CI (2012)

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

“Each ultrastructural connectivity map encodes multiple circuits, some of which are **active** and some of which are **latent** at any given time.”

“Bargmann (2012) suggests that given the ubiquity of neuromodulation, we should expect most neural circuitry to be structurally over-connected.

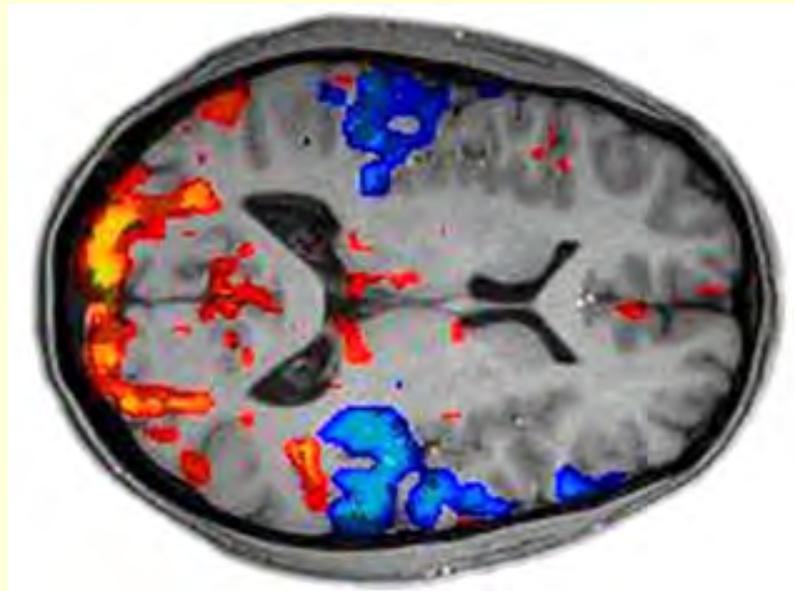
Any given circuit will have a number of possible uses, only some of which are available at any given moment **depending on the neuromodulatory state** of the organism.”



- Michael Anderson

Les techniques d'imagerie cérébrale dont on va parler maintenant permettent de voir le cerveau **en 3D en action**, de voir son **activité nerveuses dynamiques**

(et pas seulement ses voies anatomiques fixées dans des tranches...)

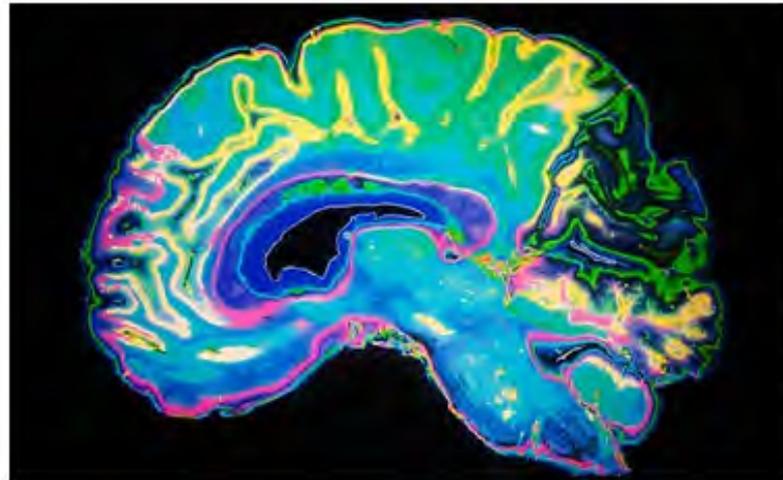


"This is an amazing discovery, the pictures tell us nothing about how the brain works, provide us with no insights into the nature of human consciousness, and all with such **lovely colours.**' [...]

None of this helps to explain anything, but it does it **so much better the old black and white pictures.** [...].

'I particularly like the way different regions of the brain *light up for no apparent reason.* It's so **cool.**'"

## New brain scan reveals nothing at all



Scientists are he  
brain scan techn  
Oxford Universit  
images of a hum  
nothing of any s

'This is an amaz  
leading neurosci  
Greenfield, 'the  
about how the b  
with no insights  
consciousness, a  
colours.'

The images, produced using Functional Magnetic Resonance Imaging, reveal a  
including red, green, yellow and blue. 'The brain isn't really this exciting,' exp  
Greenfield, 'it's actually quite a dull grey - we just added the colours to help j

Scientists created the images by scanning the brains of subjects while they w  
weather forecast. 'We know that the human brain automatically switches off d  
explained Baroness Greenfield, 'usually at precisely the moment the forecaster  
region. These scans capture that moment of mental 'nothingness' in full and g

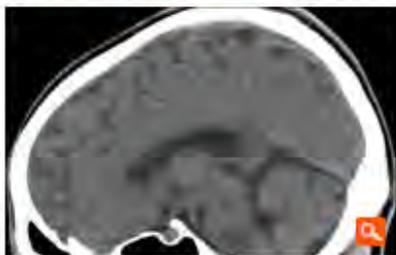
The development, which has been widely reported around the world, is also si  
allows journalists to publish big fancy pictures of the brain that look really imp  
or no explanatory value.



## Brain scans indicate ... this blog is informative

Wednesday, March 05, 2008 - 12:09 PM

By [Søren Wheeler](#) : Senior Producer



CT scan for a healthy brain (Flickr user B1SHOP (cc: by-nc-sa))

[JOIN THE DISCUSSION \[5\]](#)

Brain scans give us a whole new way of explaining how and why we do the things we do. But while brain scans can help scientists understand how the person inside the scanner thinks, they also make those of us outside the scanner a little bit less savvy.

Deena Weisberg, a postdoc at Yale, recently published a study in *The Journal of Cognitive Neuroscience* showing that people swallow poor explanations more readily when the claim is preceded by “Brains scans indicate ...” and sprinkled with neuroscience words like “frontal lobe circuitry.” When we read those words—us non-experts, at least—our normal critical thinking instincts get pushed aside. And the neuroscience

information doesn’t even need to be relevant to have this effect. According to the study,

“Adding irrelevant neuroscience information thus somehow impairs people’s baseline ability to make judgments about explanations.”

So be on the lookout. The news these days is flooded with studies that scan people’s brain while they spend money, or tell lies, or think about loved ones. And it’s hard not to feel like we can actually “see” people thinking. But it’s important to keep in mind that these studies often have small sample sizes and are easily misinterpreted.

So we here at Radiolab promise to keep our crap-detectors working full time when we look for explanations about human behavior. But in the meantime, maybe scientists could put someone in a brain scanner while they are reading the words “brain scans indicate ...”

**TAGS:** [idea explorer](#), [the centrifuge](#)

“People swallow poor explanations more readily when the claim is preceded by “Brains scans indicate”

Adding irrelevant neuroscience information thus somehow **impairs people’s baseline ability to make judgments** about explanations.”

# THE SCIENCE NEWS CYCLE

JORGE CHAM © 2009

Start Here

## Your Research

Conclusion: **A is correlated with B** ( $\rho=0.56$ ), given C, assuming D and under E conditions.



...is translated by...

**UNIVERSITY PR OFFICE**  
(YES, YOU HAVE ONE)

FOR IMMEDIATE RELEASE:  
SCIENTISTS FIND  
POTENTIAL LINK  
BETWEEN A AND B  
(UNDER CERTAIN CONDITIONS).



...which is then  
picked up by...

**NEWS WIRE ORGANIZATIONS**

**A CAUSES B, SAY  
SCIENTISTS.**



...who are  
read by ...

**THE INTERNETS**

[Scientists out to kill us again.](#)

POSTED BY RANDOM DUDE

Comments (377)

OMG! i kneeww it!!

WTH???????

...

...then noticed by...



We saw it on a Blog!

**A causes B all the time**  
*What will this mean for Obama?*

BREAKING NEWS BREAKING NEWS BREA

...and caught  
on ...

**CNC Cable NEWS**



**4 LOCAL EYEWITLESS NEWS**

WHAT YOU DON'T  
KNOW ABOUT "A" ...  
CAN KILL YOU!  
MORE AT 11...



...eventually  
making it to...

**YOUR GRANDMA**

I'M WEARING THIS  
TO WARD OFF "A"



# La Tomographie par émission de positons

**Couronne de détecteurs**

Photon annis  
Les 2 particules constituant un positronium s'annihilent en émettant 2 photons.  
Un atome de corps lourd émet un positron  
Emission d'un positron  
Photon annis

Le traceur radioactif Fluor 18 émet des positons qui s'annihilent avec les électrons environnant. Cette réaction émet deux photons qui partent dans des directions diamétralement opposées.

Production d'un isotope radioactif (Fluor 18) incorporé au glucose puis administré au patient

Le Fluor 18 est un substitut du glucose consommé en grande quantité par les cellules cancéreuses. Le marquage au Fluor 18 va permettre de visualiser les zones où est assimilé ce sucre.

L'ordinateur va calculer l'endroit exact où a eu lieu l'annihilation. C'est le traitement informatique des données qui va permettre de reconstituer une image 2D ou 3D.

# L'électro-encéphalographie

**Electrodes**

1 L'électrode placée sur le cuir chevelu va enregistrer la variation du potentiel électrique des neurones situés à proximité.

2 Les potentiels d'action se créent au niveau des synapses lors des échanges ioniques qui entraînent une différence de potentiels.

3 Les champs électriques, induit à l'échelle de l'ensemble des synapses en action, est mesuré à l'aide des électrodes disposées sur le cuir chevelu. Le signal obtenu est ensuite analysé.

5µV / step

# La magnétoencéphalographie

**Hélium liquide**

**Squid**

1 L'activité cérébrale produit de très faibles champs magnétiques induits par la circulation du courant le long des axones.

2 Les squids (magnétomètre) placés sur le cuir chevelu, captent à travers leurs bobines ces champs magnétiques.

Effet Josephson : La bobine supraconductrice est séparée au niveau de la jonction de Josephson. Les matériaux supraconducteurs ont la caractéristique de permettre à une paire d'électrons de traverser cette jonction et de créer ainsi un courant électrique. C'est ce qu'on appelle l'effet tunnel.

3 C'est le courant/signal généré par les squids qui sera traité en informatique.

# L'IRM fonctionnelle

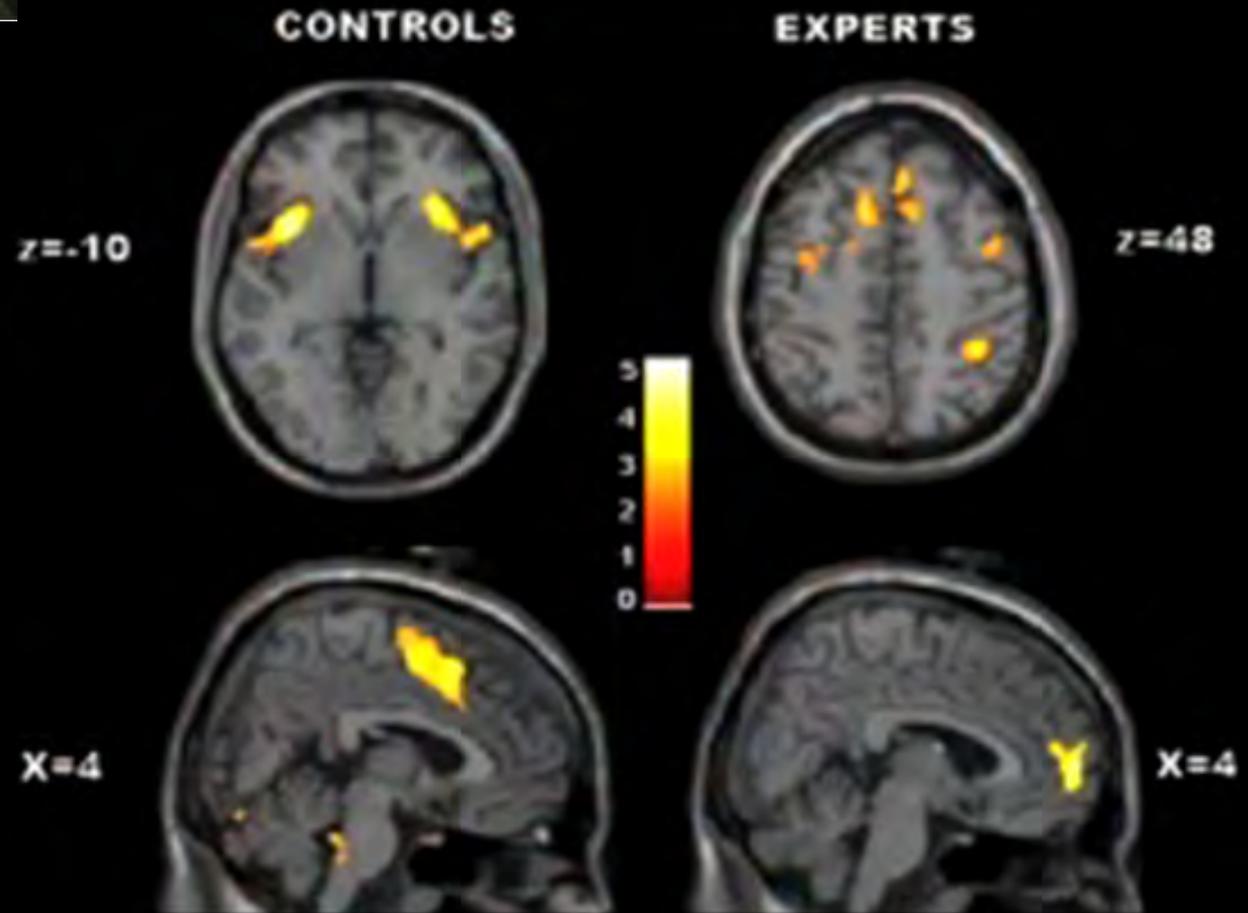
1 L'activité cérébrale due à la stimulation visuelle s'accompagne d'un enrichissement en oxygène des régions mises en jeu indispensable à l'utilisation optimale du glucose.

2 L'hémoglobine, selon qu'elle transporte ou non de l'oxygène a des propriétés magnétiques différentes. La circulation du sang chargé en hémoglobine + oxygène, puis en hémoglobine plus ou moins oxygénée, perturbe le champ magnétique local. Les protons de l'eau y sont sensibles.

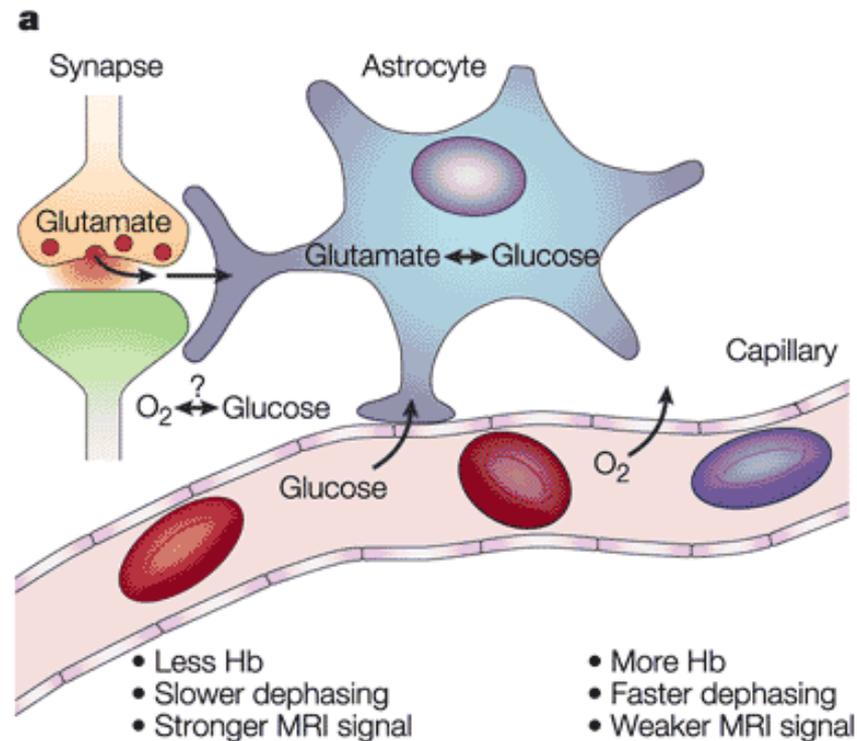
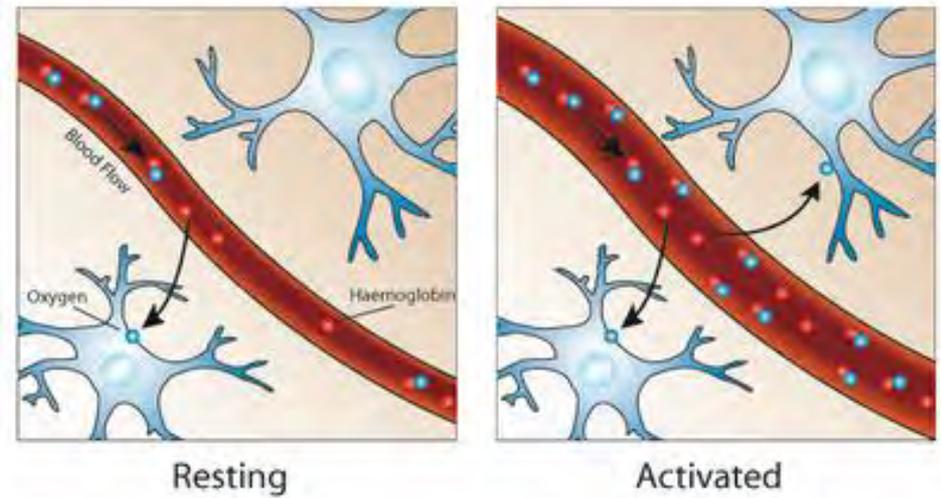
3 C'est l'apport en grande quantité d'oxygène via l'oxyhémoglobine qui réhausse le signal IRM (phénomène BOLD).

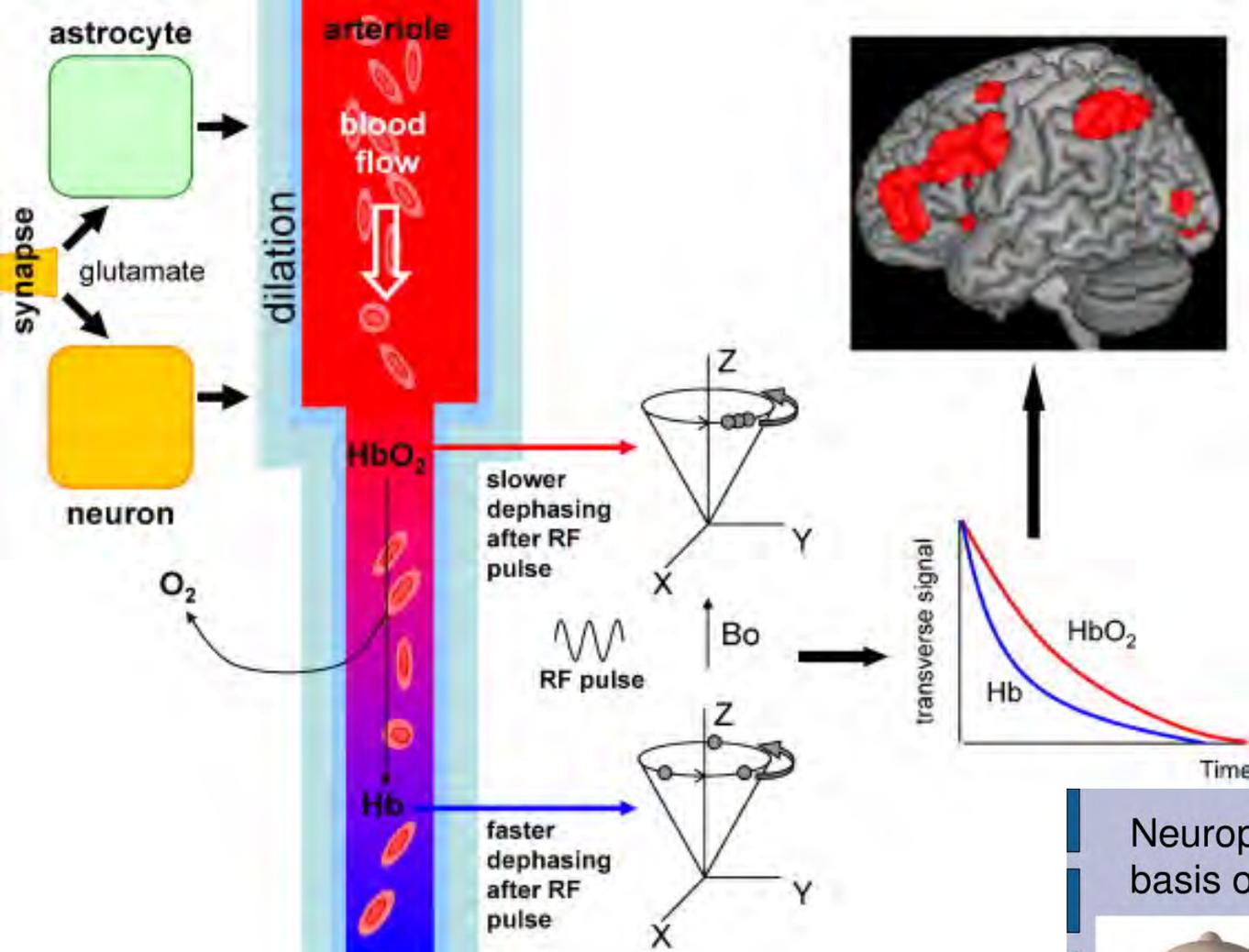


# L'IRMf



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





## Neurophysiological and metabolic basis of the BOLD signal



*How to interpret fMRI and compare it to other methods*

S.F.W. Neggers

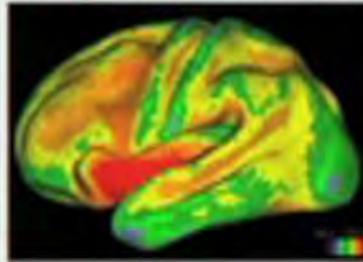
Rudolf Magnus Institute for Neuroscience, Division of Brain Research  
 University Medical Center Utrecht  
 (b.negggers@umcutrecht.nl)

# Task Performance

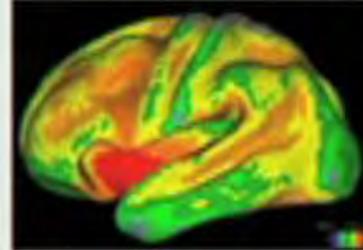
Averaged Blood Flow

Conditions

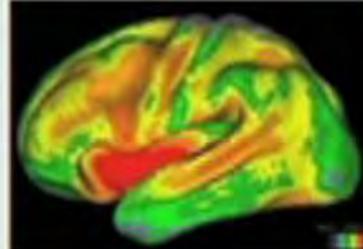
Averaged Difference Images



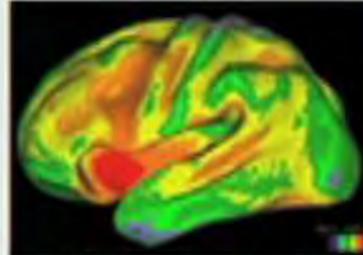
Visual Fixation



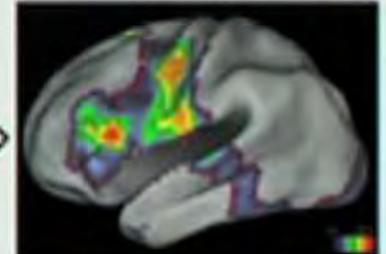
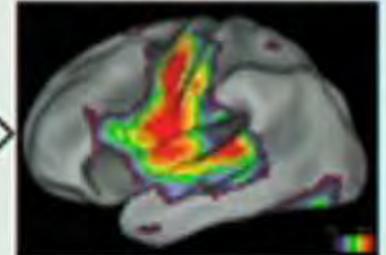
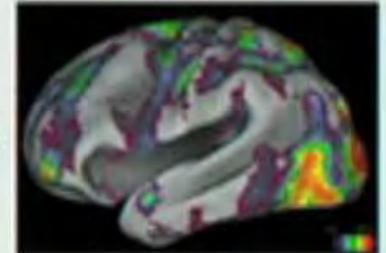
Viewing Words



Reading Words



Generating Verbs



« Our resting brain is never at rest. »

- Marcus Raichle

500 1300

Relative PET Counts

0 5

% Difference

(Adapted from Petersen et al (Nature) 1988)



# Plan :

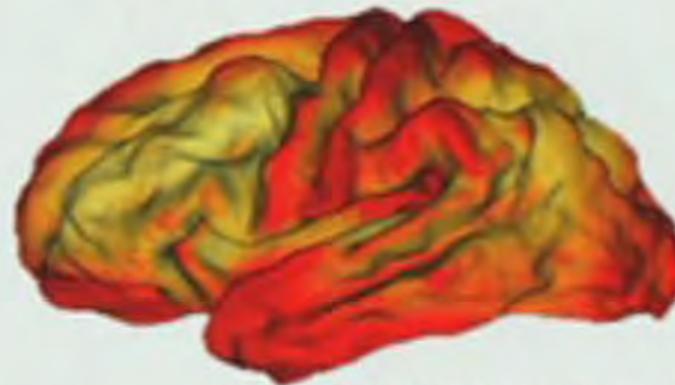
- I- Esquisse de l'histoire des sciences cognitives depuis un siècle
- II- D'où vient le cerveau humain ?
- III- Communication, intégration et plasticité neuronale
- IV- Nos mémoires
- V- Cartographier nos réseaux de neurones
- VI- Le cerveau dynamique : oscillations et synchronisations**
- VII- Attention et perception
- VIII- Catégorisation et analogie
- IX- Inconscient cognitif, langage et libre arbitre
- X- Cognition incarnée

# An Historical View

**Reflexive**  
(Sir Charles Sherrington)



**Intrinsic**  
(T. Graham Brown)



Boutade  
mnémotechnique:

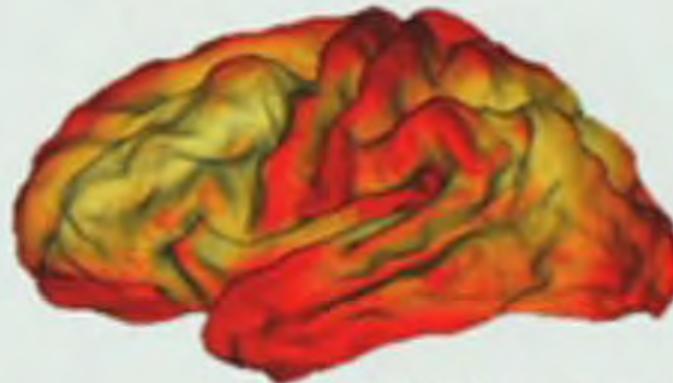
**« Il pleut tout  
le temps  
dans notre  
cerveau ! »**

# An Historical View

**Reflexive**  
(Sir Charles Sherrington)



**Intrinsic**  
(T. Graham Brown)



The Endogenously  
Active Brain:  
The Need for an Alternative  
Cognitive Architecture

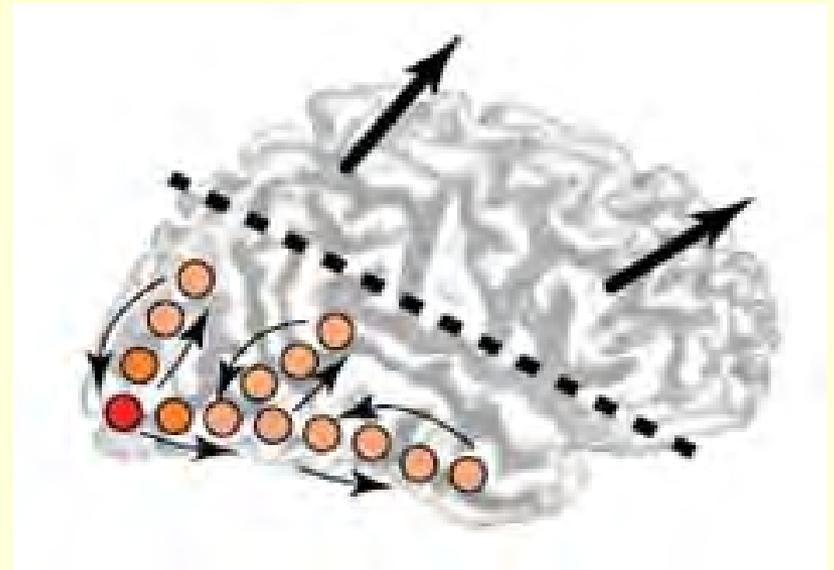
William Bechtel

Philosophia Scientiæ **2013** /  
2 (17-2)

<http://mechanism.ucsd.edu/research/bechtel.The%20Endogenously%20Active%20Brain.pdf>

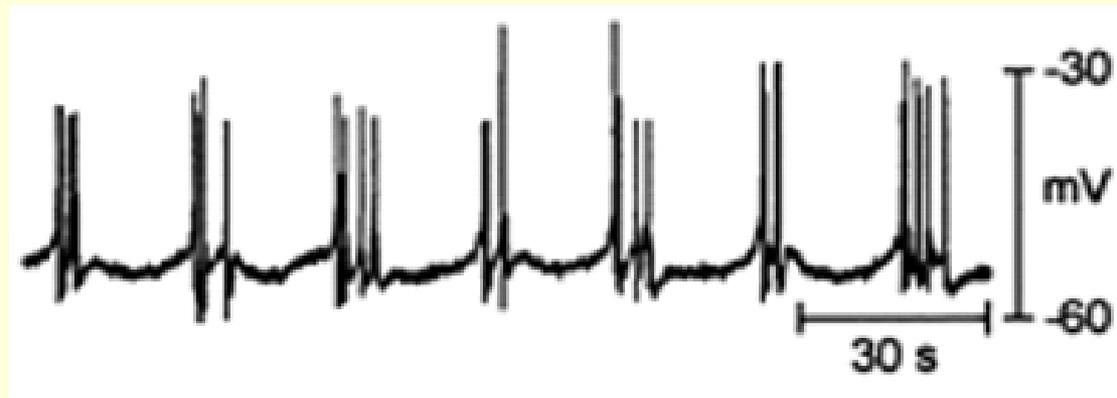
Raichle: Two Views of Brain Funct

**“If there’s input to the nervous system, fine. It will react to it.**



Activité « **Bottom up** »

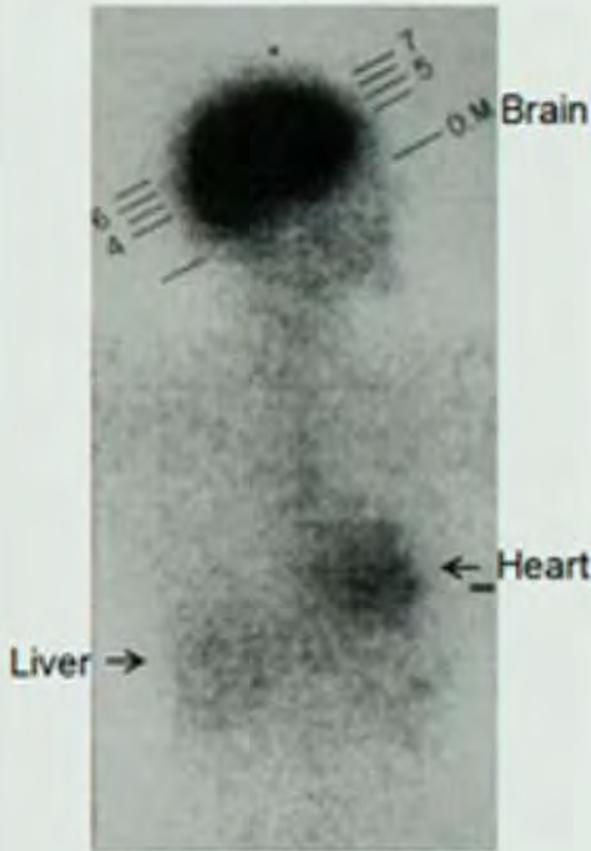
But the **nervous system is primarily a device for generating action spontaneously.** It’s an ongoing affair.



The biggest mistake that people make is in thinking of it as an input-output device.”

~ Graham Hoyle, quoted in William Calvin’s ***The Cerebral Symphony*** (p. 214)

## Resting Metabolism



Alavi & Reivich (2002)

Le cerveau ne représente environ que 2 % du poids du corps humain.

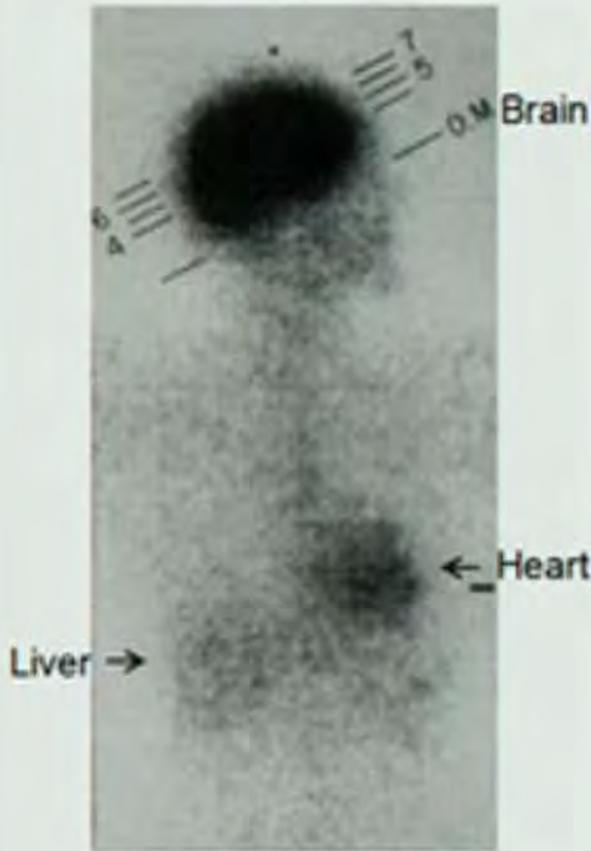
Pourtant, il mobilise en permanence environ 20 % du sang et de l'oxygène de notre organisme

# Pourquoi ?

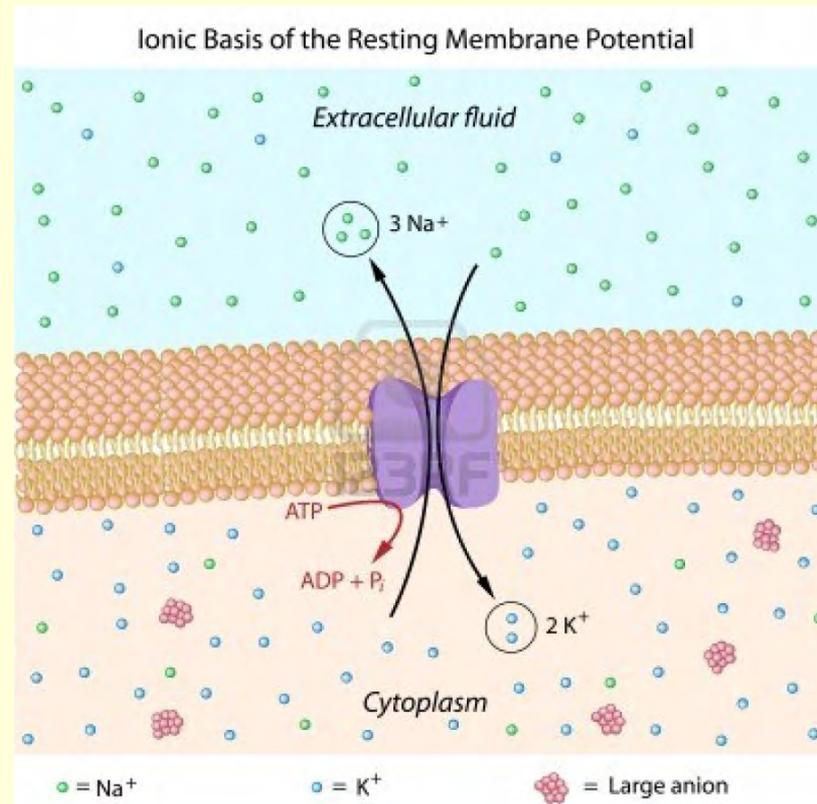
## Resting Metabolism

Le cerveau ne représente environ que 2 % du poids du corps humain.

Pourtant, il mobilise en permanence environ 20 % du sang et de l'oxygène de notre organisme

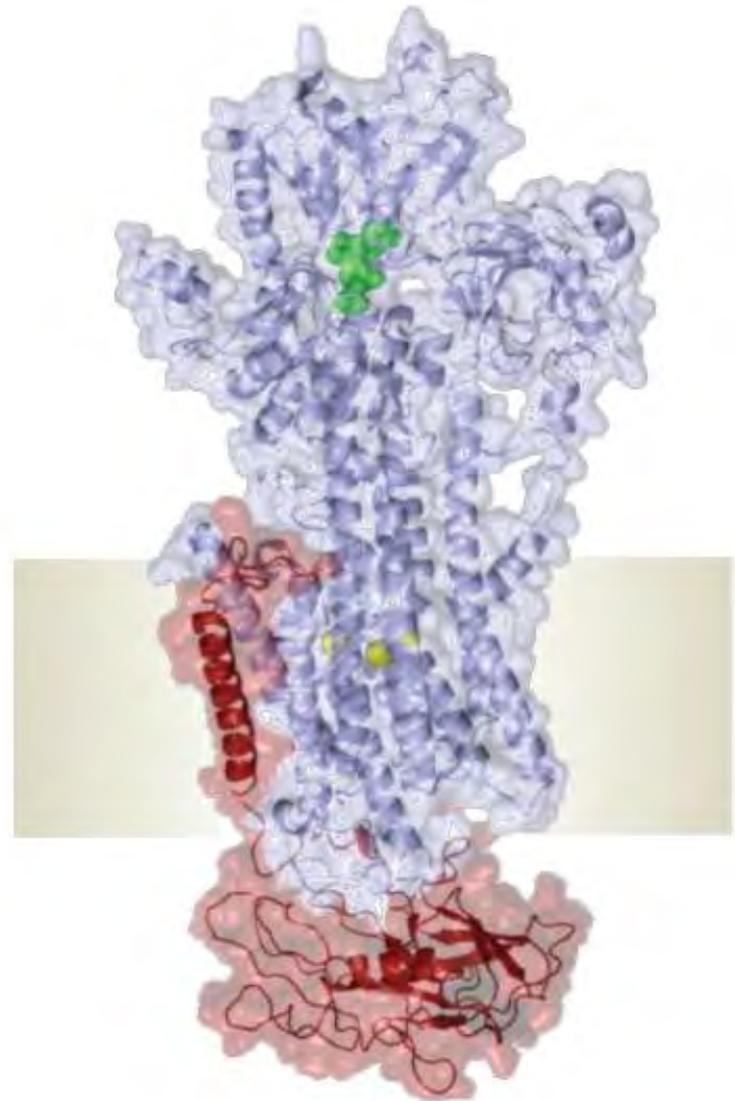


Alavi & Reivich (2002)



« Pompe »  
sodium /  
potassium

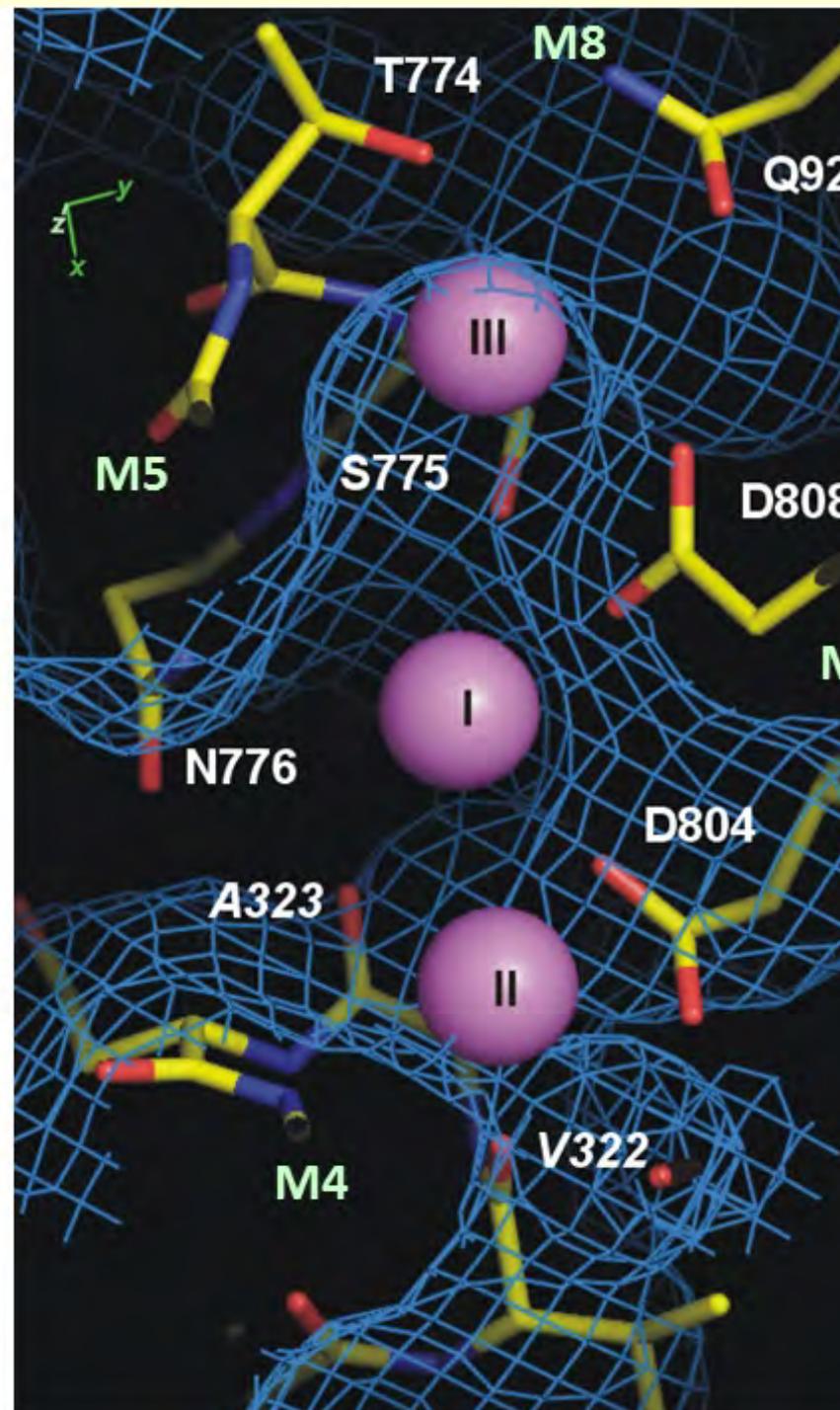
C'est seulement en **2009**,  
que sa structure globale  
a pu être observée.



Mais on s'était toujours demandé comment la pompe faisait pour prendre des ions sodium dans la première phase de son travail, et des ions potassium dans la deuxième, **sans se tromper.**

Dans un articles publié dans ***Nature*** en octobre **2013** Kanai *et al.* ont pu démontrer que la clé réside dans le fait que

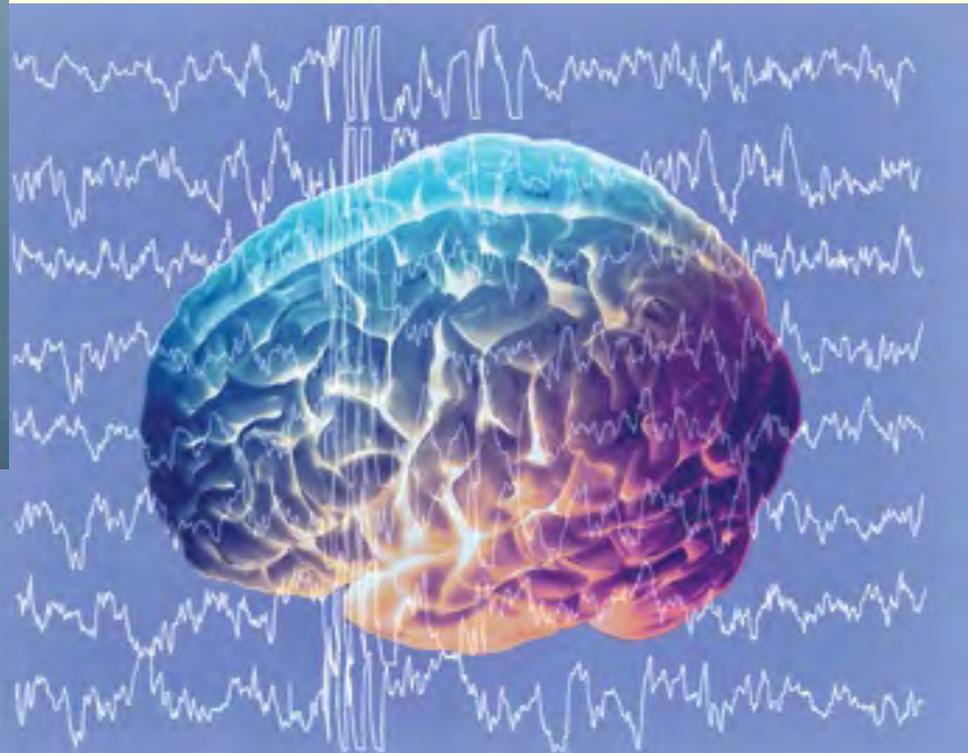
la pompe **change de conformation entre ces deux étapes.**



L'activité endogène de notre cerveau produit spontanément des rythmes.

Comment ?

Pourquoi ?



C3 - O1

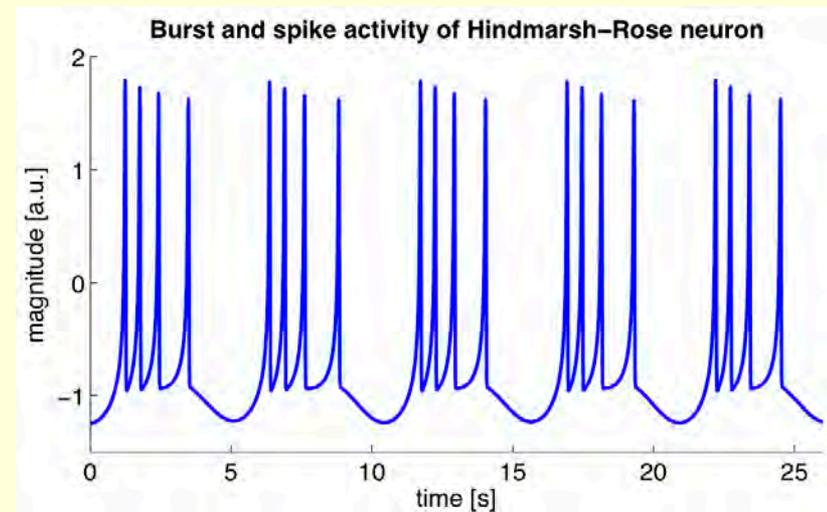
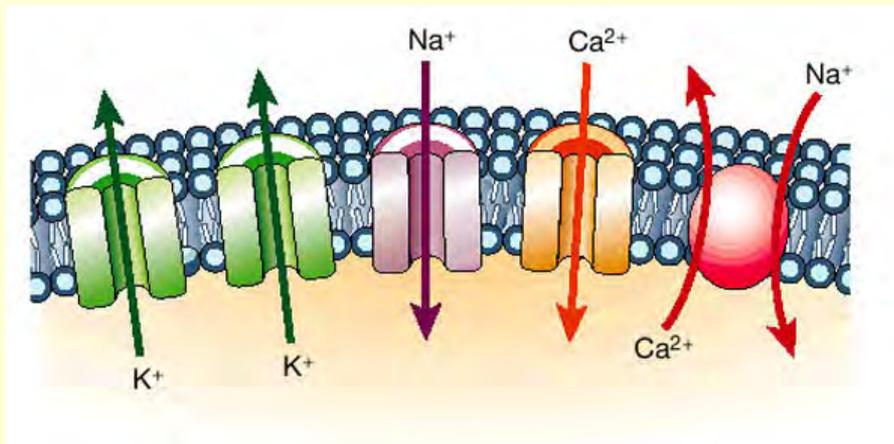
Fp1 - T3

T3 - O1

György Buzsáki : les phénomènes **fluctuants (ou cycliques)** comme les oscillations neuronales sont omniprésents dans la nature.

Il suffit que **deux forces s'opposent** pour que le calme plat soit rapidement **remplacé par un rythme**.

Et notre cerveau regorge de forces qui s'opposent, à commencer par les **canaux ioniques** qui **dépolarisent** ou **hyperpolarisent** les neurones.



**b**



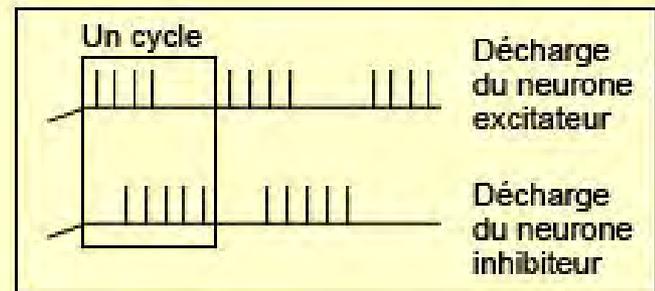
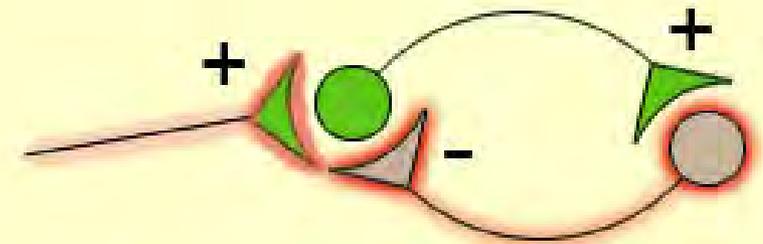
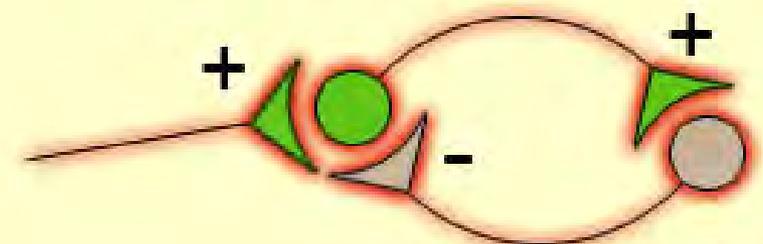
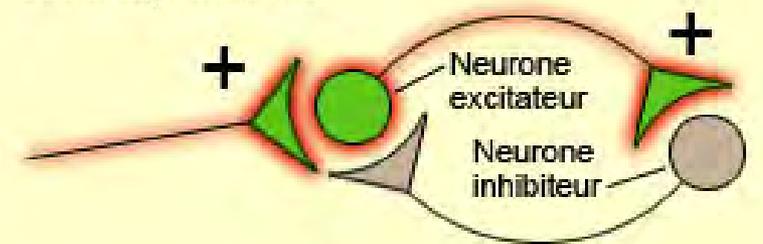
Temporally organized spike trains

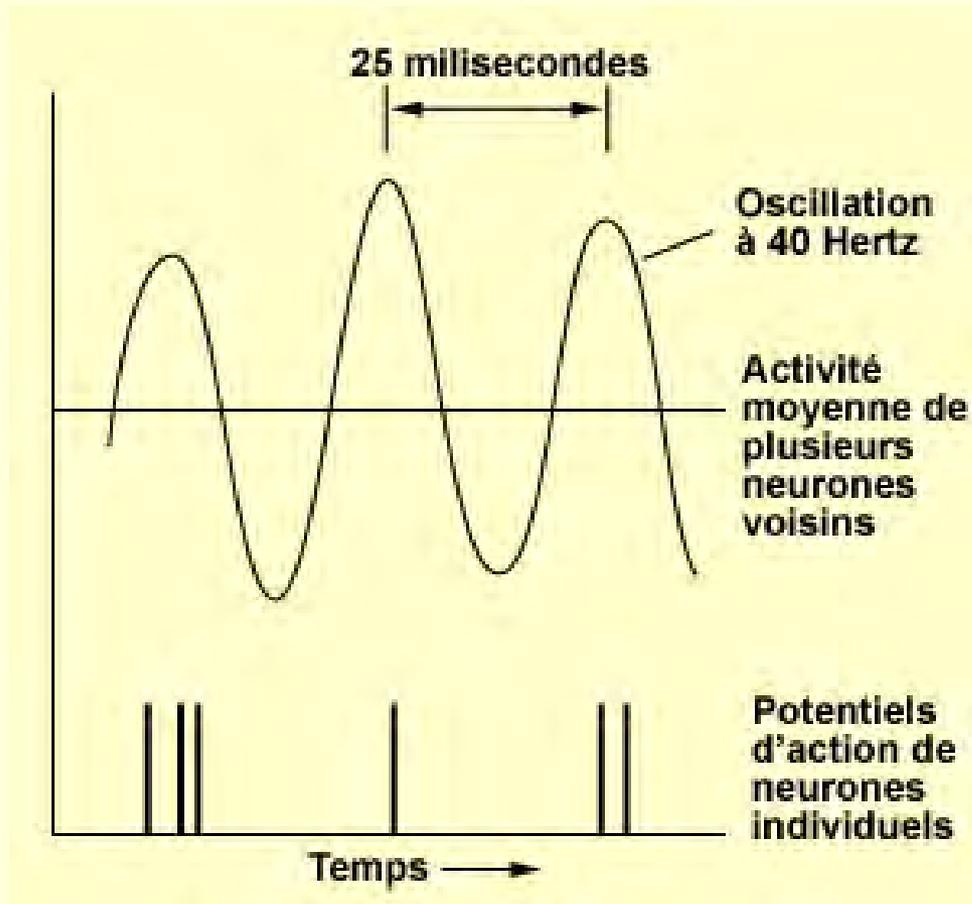
Theta (delta)

Layer IV

Continuous modulated stimulus-driven spike trains

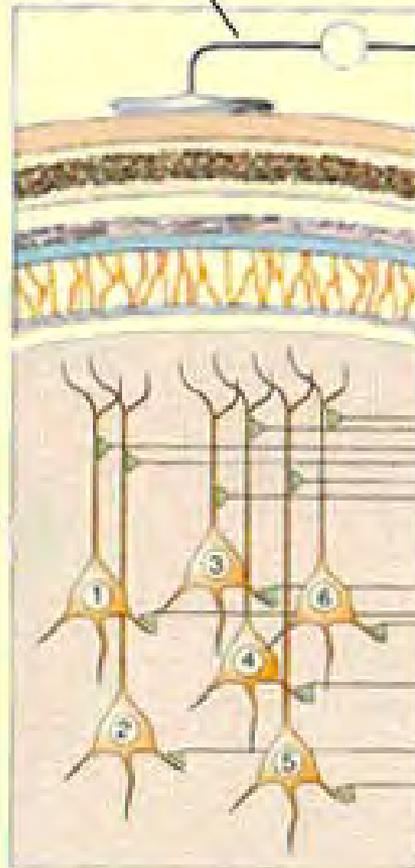
Afférence excitatrice active en permanence



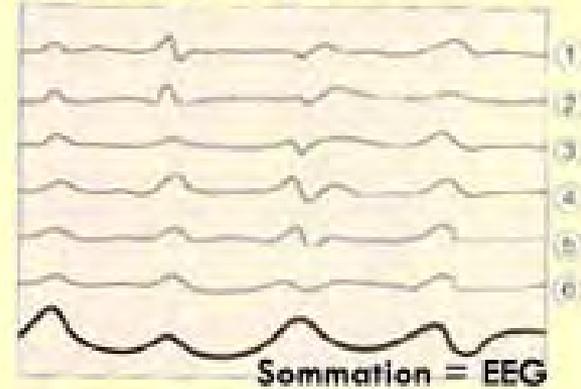




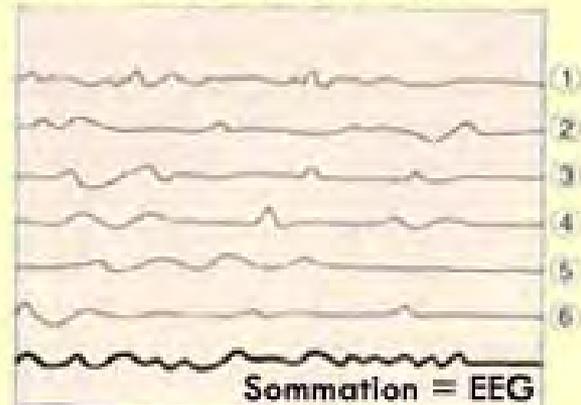
Électrode d'EEG



Décharges synchronisées



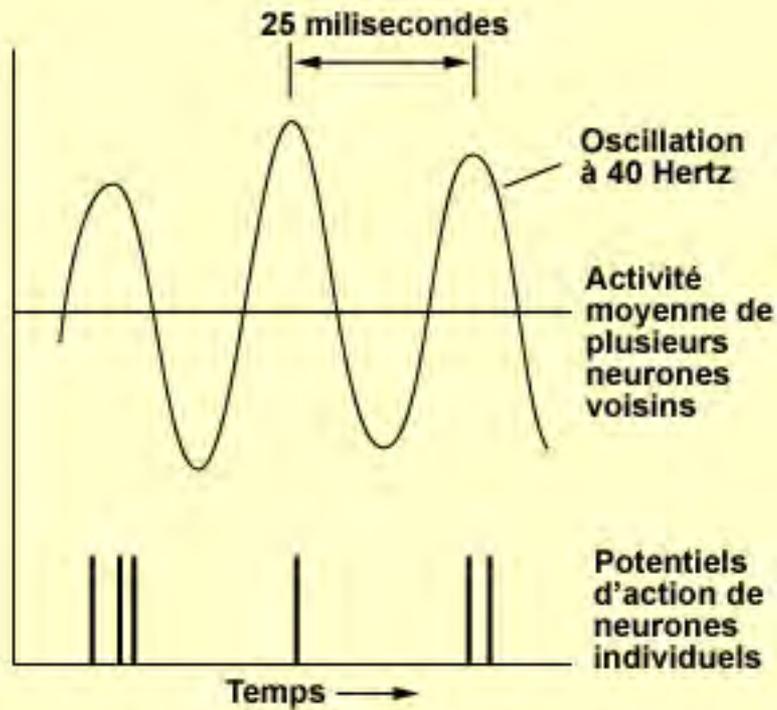
Décharges irrégulières



## EEG :

signal complexe  
résultant de l'état  
électrique d'un **grand  
nombre de neurones**

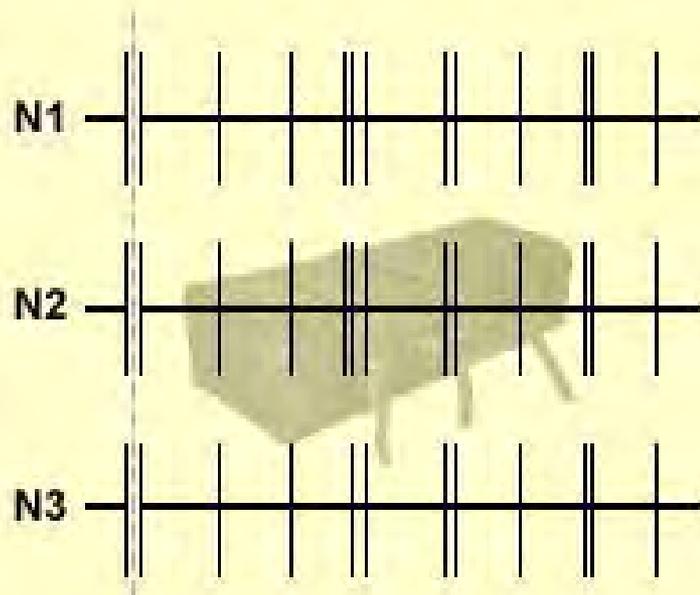
(potentiels d'action et, surtout, potentiels post-synaptiques de plusieurs neurones)



## Oscillations

(selon un certain rythme  
(en Hertz))

et



## Synchronisation

(activité simultanée)

sont des phénomènes  
différents mais souvent  
liées !

# Lien oscillation - synchronisation

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

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

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

Brain Science Podcast #31: Brain Rhythms with György Buzsáki

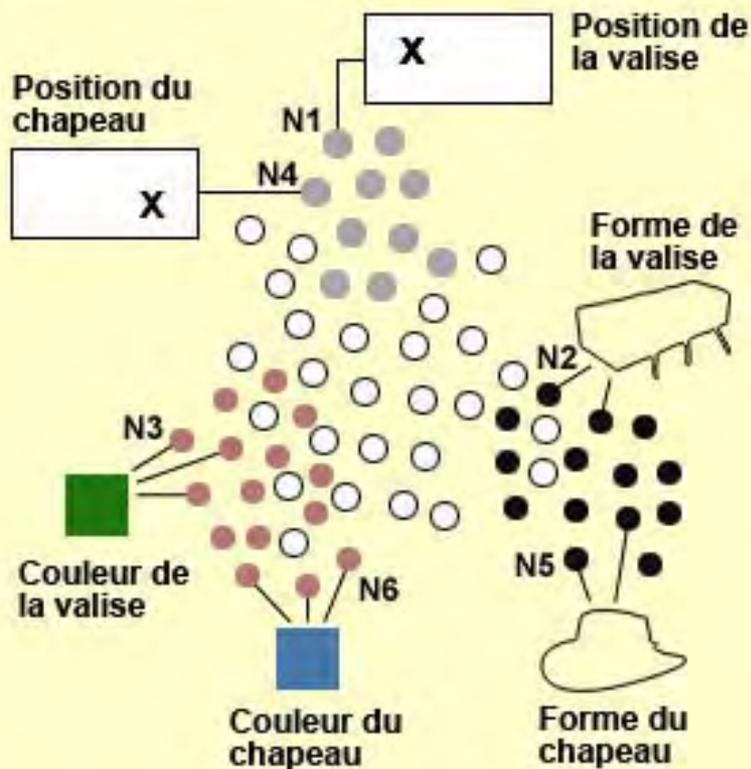
<http://brainsciencepodcast.com/bsp/brain-science-podcast-31-brain-rhythms-with-gyorgy-buzsaki.html>

**Rodolfo Llinás**, qui a travaillé sur le rôle des rythmes neuronaux que l'on observe entre le thalamus et le cortex, rappelle pour sa part

l'importance des oscillations neuronales **pour synchroniser**  
**différentes propriétés d'une perception**,

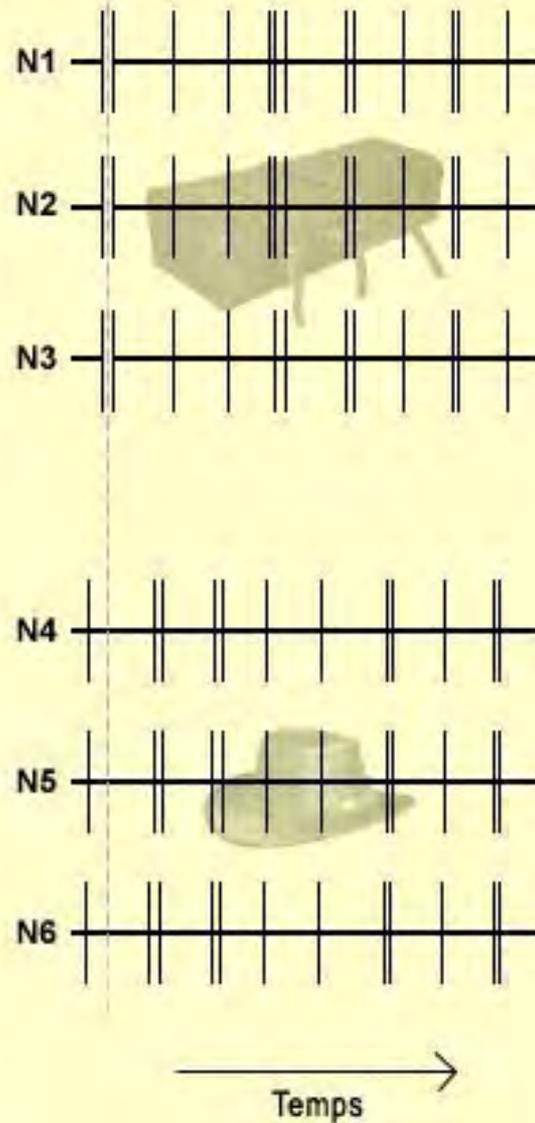
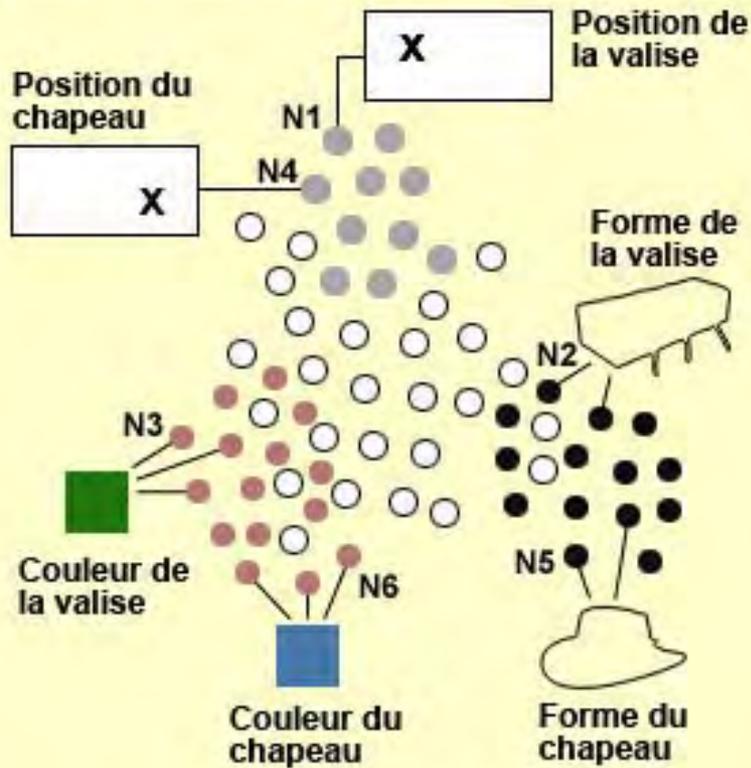
propriétés qui activent souvent des **régions distinctes et distantes**  
dans le cerveau.

Car si des **régions distinctes** des aires visuelles réagissent à la forme, à la couleur, à l'emplacement, etc...



Alors on peut se demander **comment les caractéristiques d'un même objet sont-elles mises ensemble** pour former la perception consciente et distincte que l'on a de chacun des deux objets, sans en mélanger les caractéristiques ?

Voilà qui pose **problème de liaison** ou, selon l'expression anglaise consacrée, un «**binding problem**».

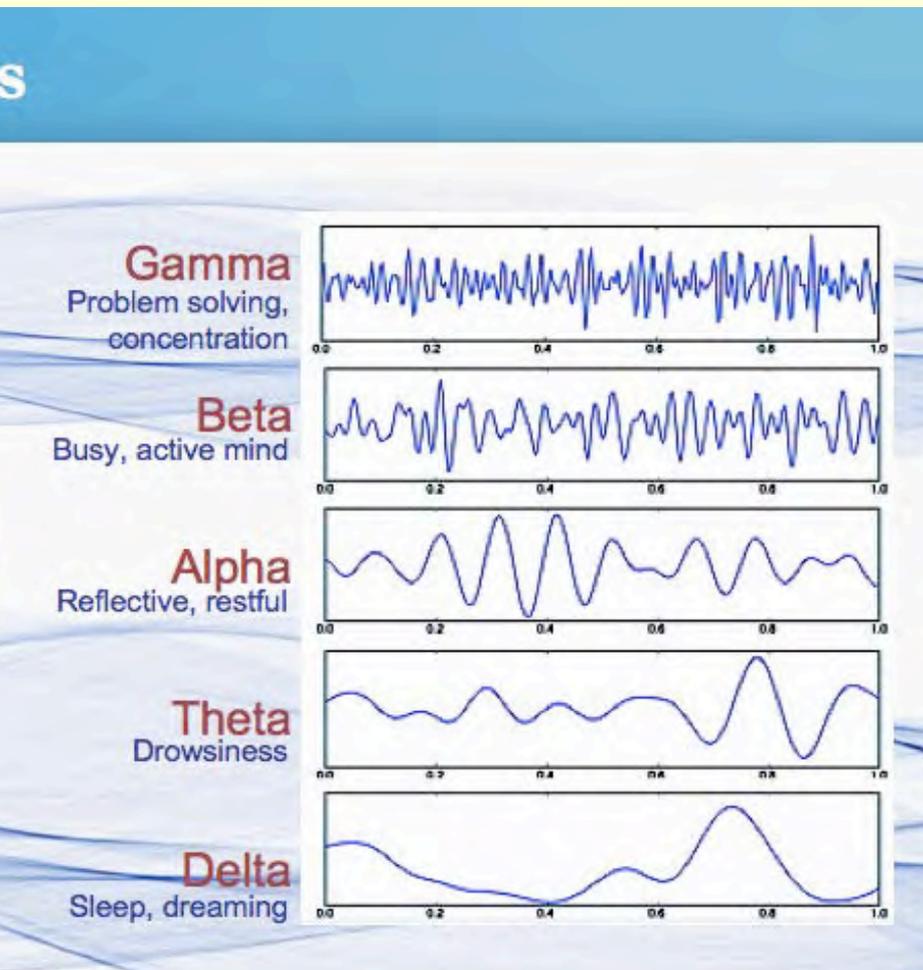


Autre exemple de rôle possible des oscillations...

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

## Synchroniser nos neurones pour syntoniser notre pensée ?

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2011/03/28/synchroniser-nos-neurones-pour-syntoniser-notre-pensee/>

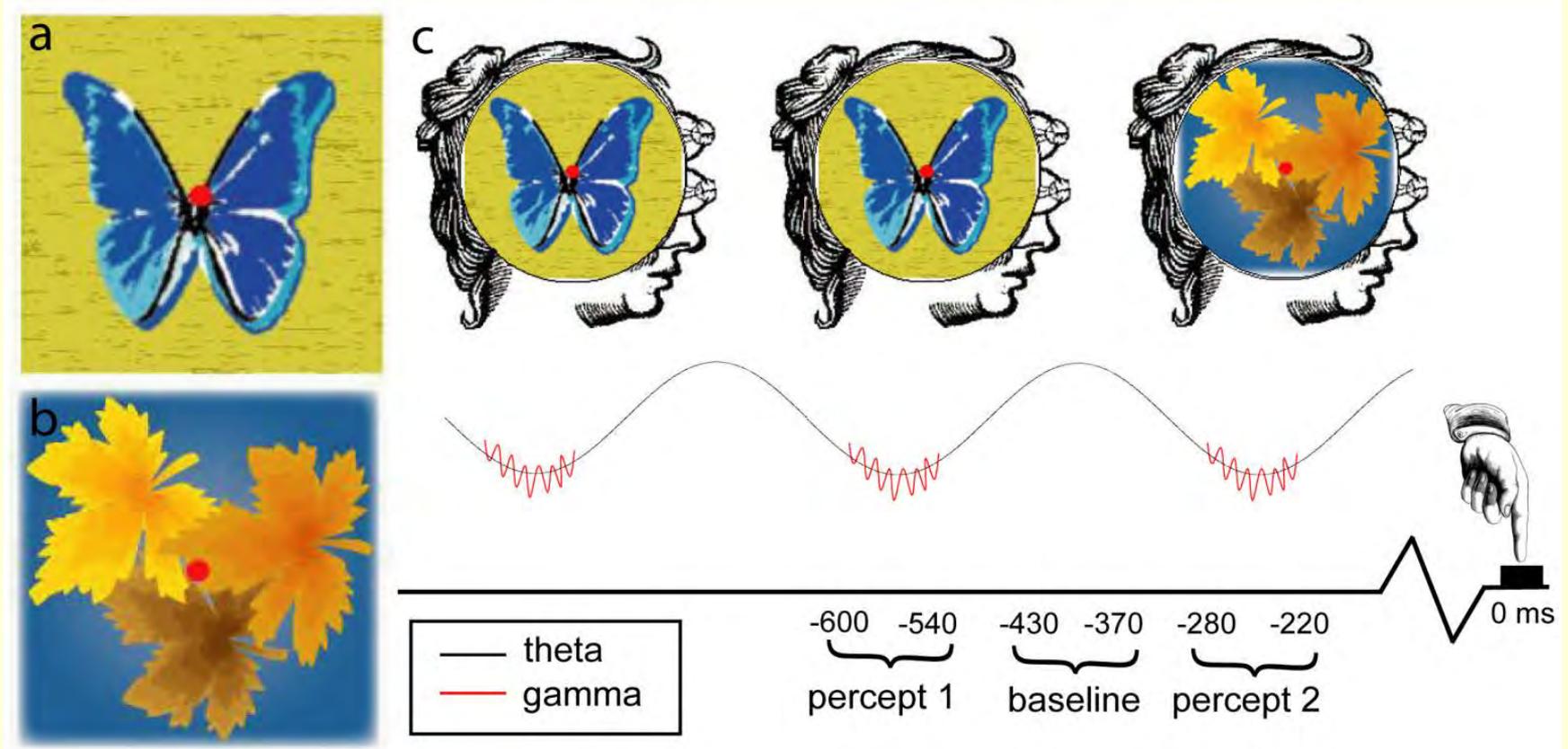


Laura Colgin a montré (*Nature*, novembre 2009) que **deux fréquences différentes d'oscillation dans le spectre Gamma** pouvaient servir à sélectionner alternativement deux types d'information :

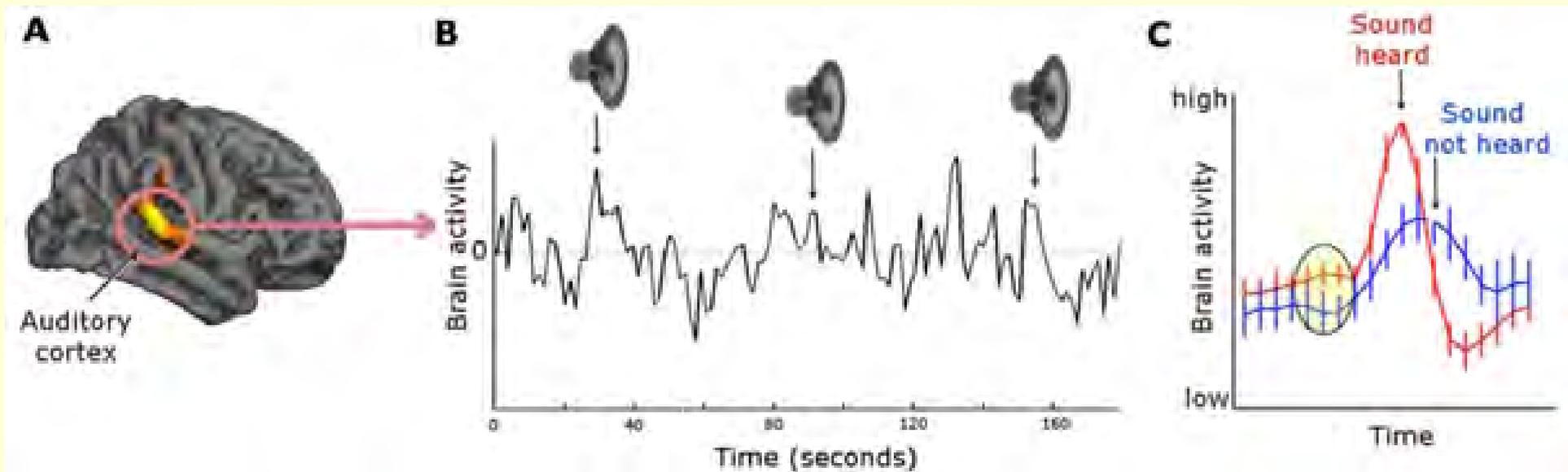
tantôt un **souvenir** (fréquences basses, 25-50 Hz),

tantôt de l'information pertinente sur ce qui se passe **actuellement** (fréquences élevées, 65-140 Hz).

On peut créer une rivalité binoculaire en regardant dans des oculaires qui donnent à voir une **image différente pour chaque oeil**. Dans ces conditions, la perception subjective du sujet **va osciller entre deux états** : il verra tantôt le stimulus présenté à l'œil gauche, tantôt celui présenté à l'œil droit.



Si l'on fait cette expérience en enregistrant l'activité du cerveau des sujets auxquels on demande d'indiquer lequel des deux stimuli ils **perçoivent** à un moment donné, on observe une variation de l'activité de certaines régions du cerveau en fonction de l'expérience subjective.



L'activité oscillatoire endogène peut aider (ou non) l'activité neurale engendrée par le son à **passer le seuil de perception.** »

<http://moncerveaualecole.com/cerveau-sarrete-jamais/>

The Rhythm of Perception

## **Entrainment to Acoustic Rhythms Induces Subsequent Perceptual Oscillation**

<http://pss.sagepub.com/content/early/2015/05/11/0956797615576533.abstract>

Gregory Hickok, Haleh Farahbod, Kourosh Saberi

February 17, **2015**

Ici, on **induit un rythme oscillatoire** dans l'activité cérébrale des aires auditives, et l'on observe que la perception auditive est ensuite modulée par ce rythme.

« They presented listeners with a **three-beat-per-second rhythm** (a pulsing “whoosh” sound) for only a few seconds and then asked the listeners to **try to detect a faint tone** immediately afterward. [...]

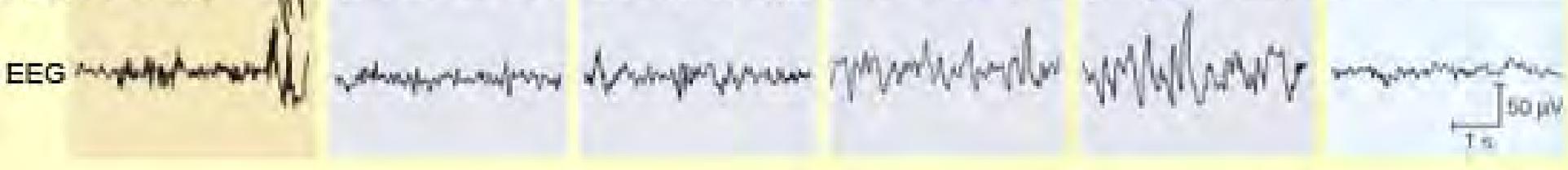
Not only did we find that **the ability to detect the tone varied over time by up to 25 percent** — that's a lot —

but it did so **precisely in sync with the previously heard three-beat-per-second rhythm.** »

## “Why would the brain do this?”

One theory is that it's the brain's way of focusing attention.

Picture a **noisy cafe** filled with voices, clanging dishes and background music. As you attend to one particular acoustic stream — say, your lunch mate's voice — your brain synchronizes its rhythm to the rhythm of the voice and enhances the perceptibility of that stream, while suppressing other streams, which have their own, different rhythms.



ÉVEIL

I

II

III

IV

REM

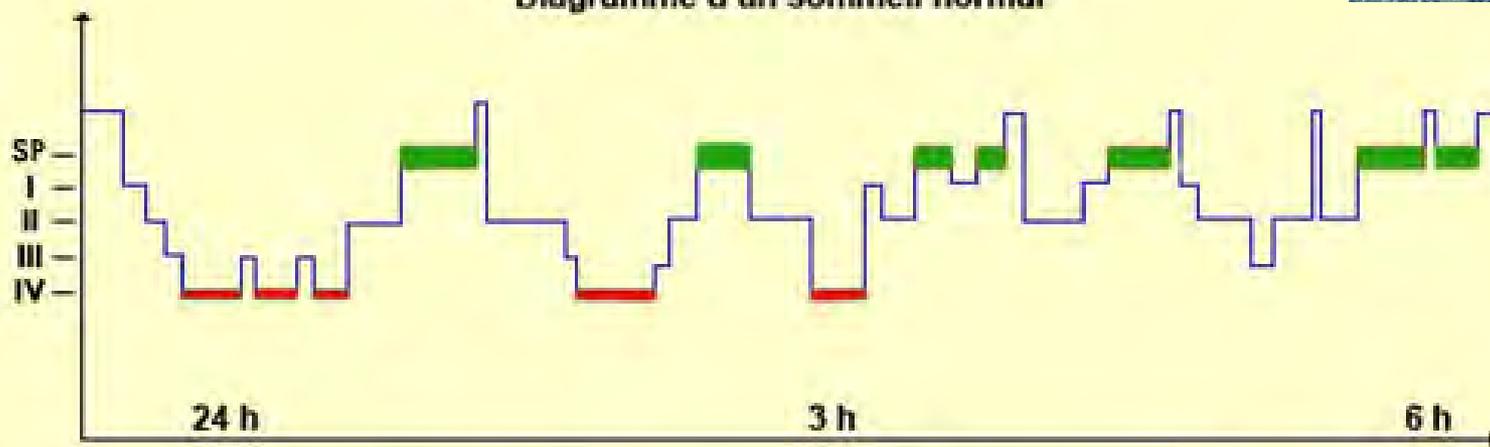


SOMMEIL PROFOND

RÊVE



Diagramme d'un sommeil normal



Sommeil lent : I à IV

Sommeil paradoxal : V

Sommeil profond : IV



# Astrocytes contribute to gamma oscillations and recognition memory

Hosuk Sean Lee et al.

Contributed by Stephen F. Heinemann, June 15, 2014 (sent for review March 10, **2014**)

<http://www.pnas.org/content/early/2014/07/23/1410893111.short>

“By creating a transgenic mouse in which vesicular release from astrocytes can be reversibly blocked, we found that astrocytes are necessary for novel object recognition behavior and to maintain functional gamma oscillations both in vitro and in awake-behaving animals. Our findings reveal an unexpected role for astrocytes in neural information processing and cognition. “

**Evan Thompson :**

« It's not all about the neurons: astrocytes (a kind of glial cell) are crucial for the gamma oscillations necessary for recognition memory.

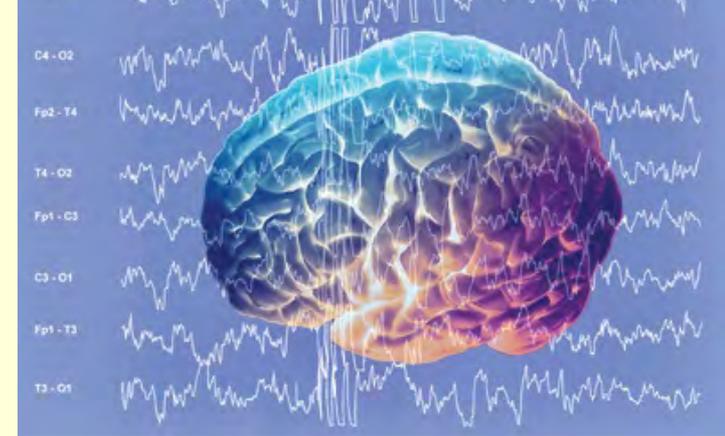
This study is also one of the first to show a causal relationship between gamma oscillations and cognition, not just a correlational one. »

## Rôles fonctionnels possibles des oscillations:

De nombreuses données montrent donc que cette activité endogène oscillatoire est utilisée dans diverses activités de traitement de l'information.

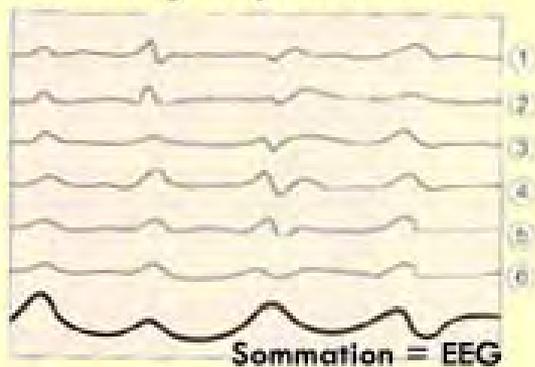
- **lier** différentes propriétés d'un même objet ("binding problem")
- **contrôler** le flux d'information dans certaines régions
- **créer des fenêtres temporelles** où certains phénomènes sensible à la synchronisation d'activité (comme la PLT, avec son récepteur NMDA aux propriétés si particulières) peuvent se produire (par sommation temporelle, etc.), et d'autre où ils ne peuvent pas.
- Permettre aux processus neuronaux de répondre aux inputs extérieurs, mais par la suite **briser ces réponses** afin de pouvoir échantillonner d'autres inputs.

Également, si le potentiel de membrane d'un neurone **oscille**, il y aura des moments où c'est plus facile pour lui d'atteindre le seuil de déclenchement d'un potentiel d'action (dépolariation) et d'autres moins (hyperpolarisation) favorisant par exemple certaines perceptions.

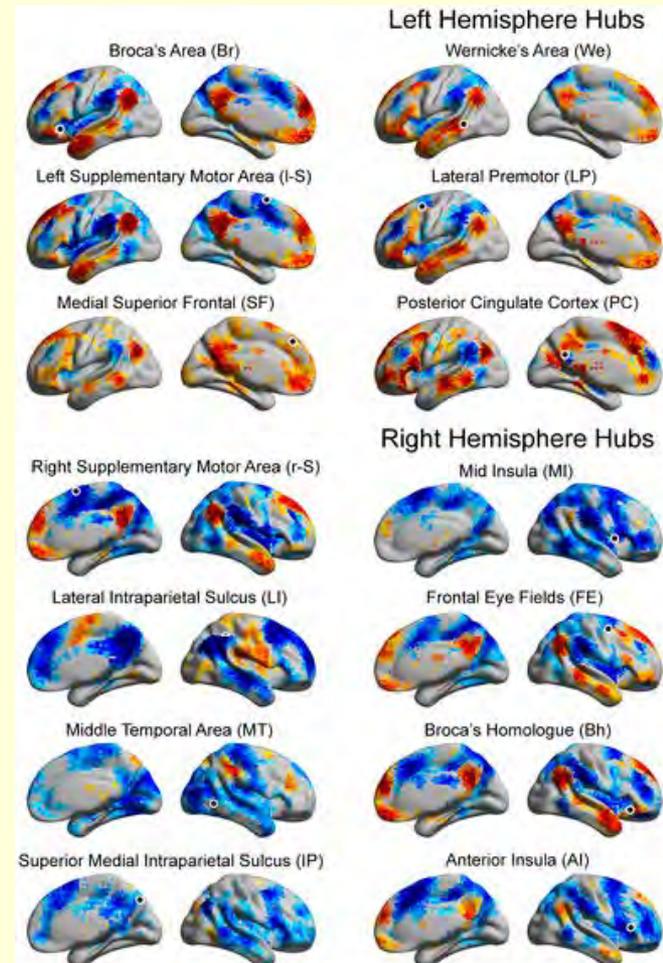
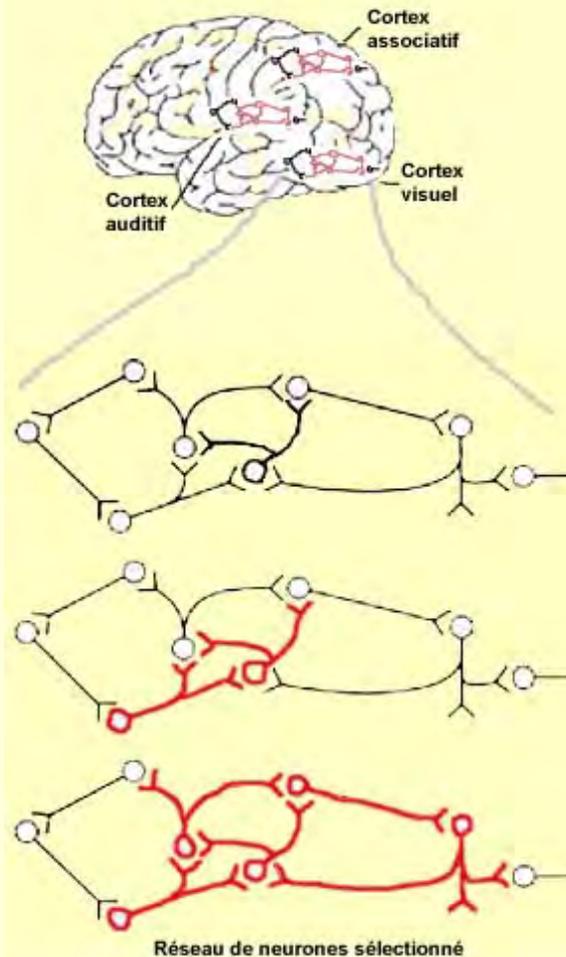
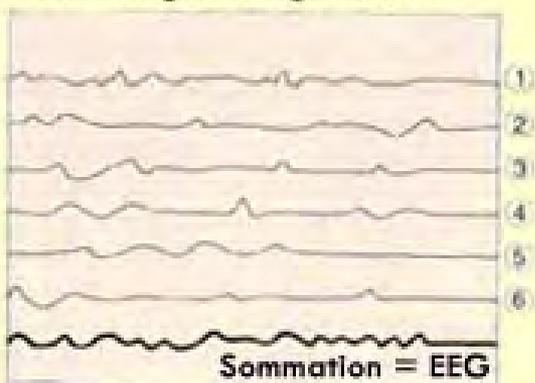


On observe donc la formation d'assemblées de neurones transitoires, rendues possible par des oscillations et des synchronisations, qui se produisent non seulement dans certaines structures cérébrales, mais dans des réseaux largement distribués à l'échelle du cerveau entier.

Décharges synchronisées



Décharges irrégulières



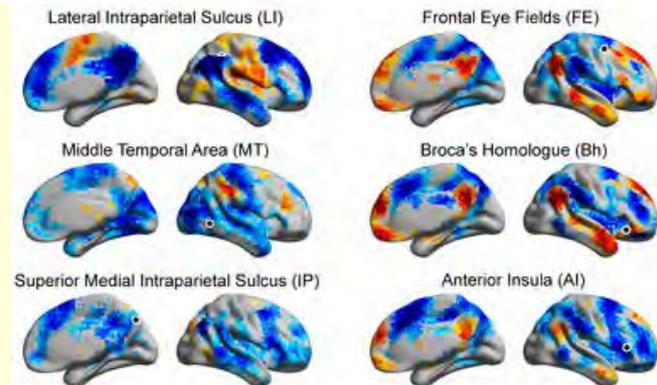
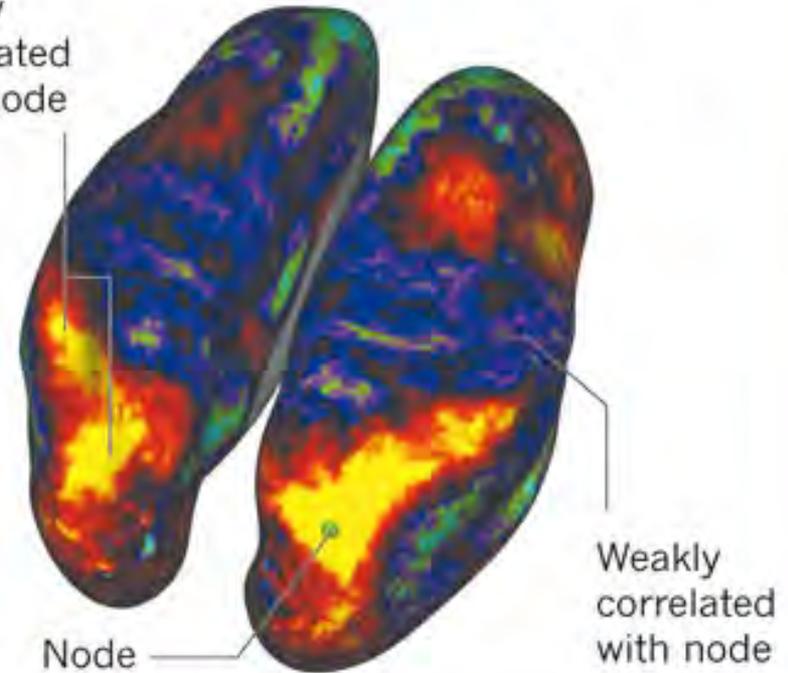
## Resting-state functional MRI (rs-fMRI)

On tente d'établir la **connectivité fonctionnelle (fcMRI)** entre différentes régions du cerveau en mesurant les fluctuations spontanées de l'activité cérébrale on tente d'identifier des régions qui ont naturellement tendance à « **travailler ensemble** ».

### Mapping function

Resting-state functional MRI maps resting brain activity, then looks for correlations between one area and another. Highly correlated areas are thought to have some kind of functional link.

Highly correlated with node



## Resting-state functional MRI (rs-fMRI)

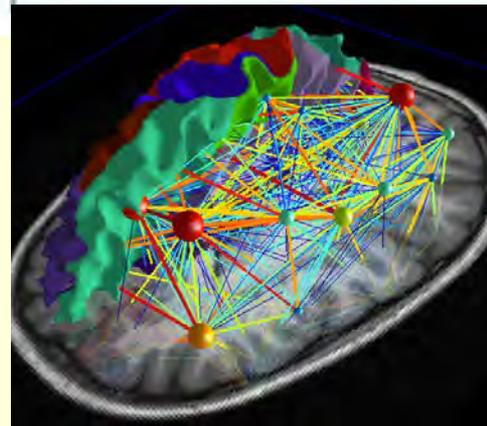
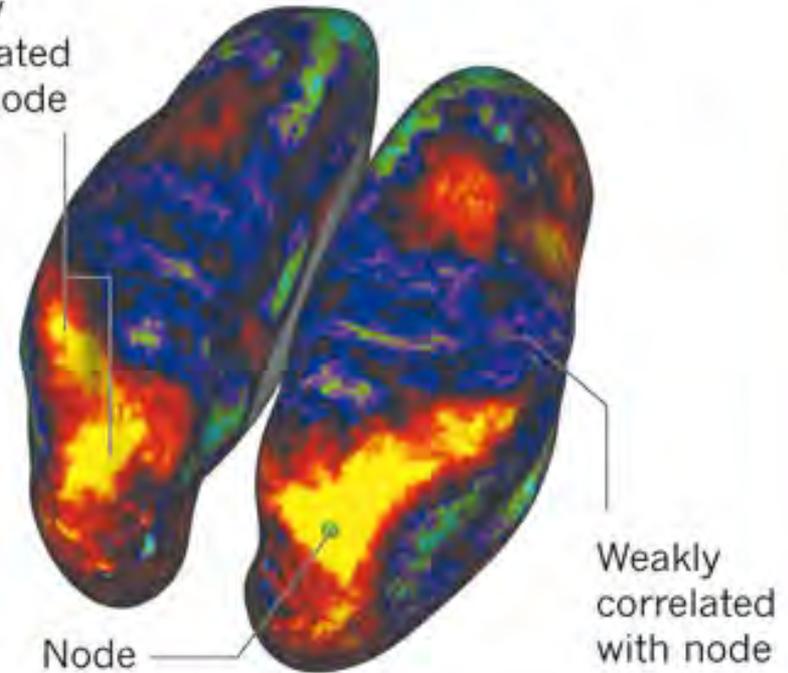
On tente d'établir la **connectivité fonctionnelle (fcMRI)** entre différentes régions du cerveau en mesurant les fluctuations spontanées de l'activité cérébrale on tente d'identifier des régions qui ont naturellement tendance à « **travailler ensemble** ».

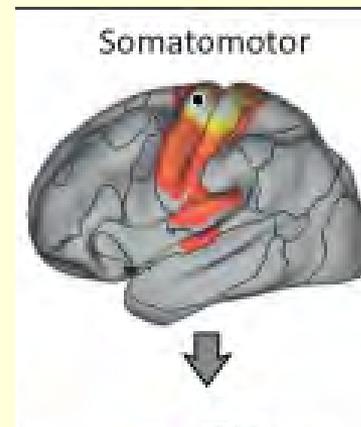


## Mapping function

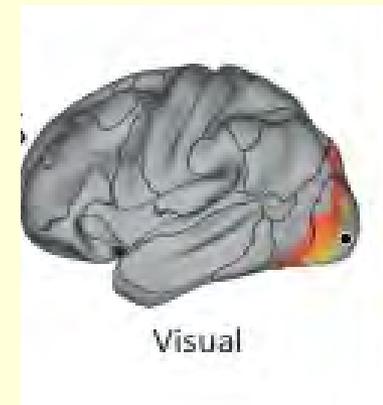
Resting-state functional MRI maps resting brain activity, then looks for correlations between one area and another. Highly correlated areas are thought to have some kind of functional link.

Highly correlated with node



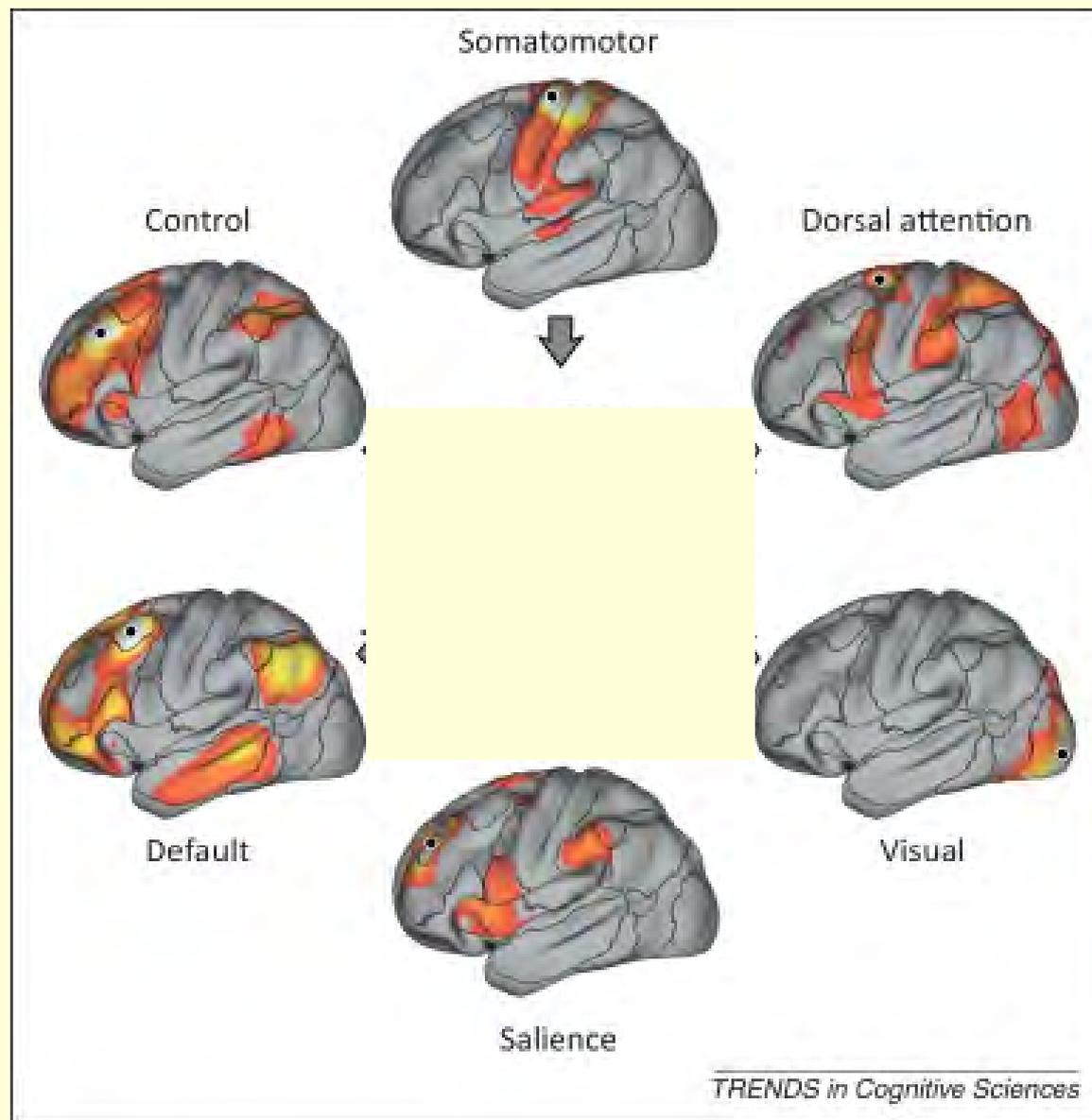


Activation plutôt locale dans  
les **aires sensorielles  
primaires.**



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

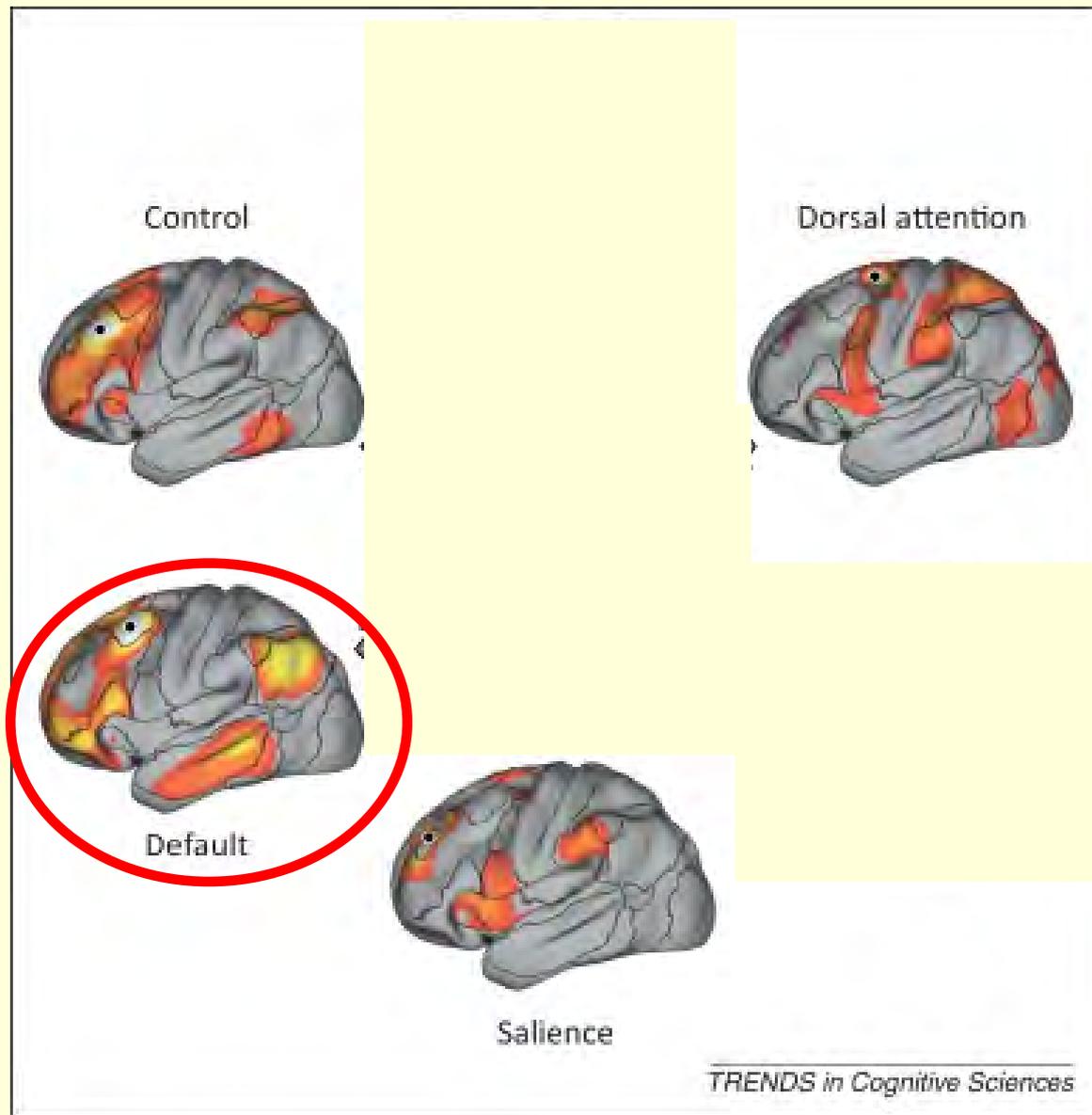
- Ceux-ci possèdent **peu de couplages forts dans les zones sensorielles ou motrices**.
- Ils sont aussi actifs durant des **processus cognitifs de haut niveau**.
- Et ils sont susceptibles **d'entretenir des relations complexes entre eux**.



**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**

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

- Ceux-ci possèdent **peu de couplages forts dans les zones sensorielles ou motrices**.
- Ils sont aussi actifs durant des **processus cognitifs de haut niveau**.
- Et ils sont susceptibles **d'entretenir des relations complexes entre eux**.



**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**

# A default mode of brain function:

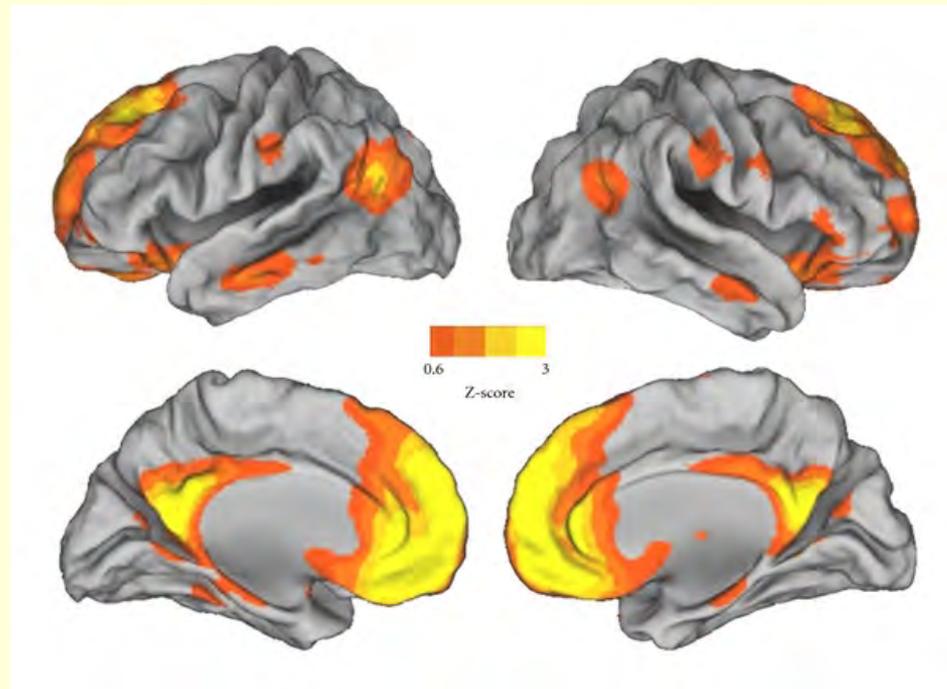
A brief history of an evolving idea

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

Received 5 January **2007**

**Raichle** et ses collègues ont renversé la perspective jusque-là admise : au lieu de voir ces régions comme étant désactivées durant les tâches, ils les ont considéré comme étant plus actives quand les sujets ne faisaient aucune tâche.

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

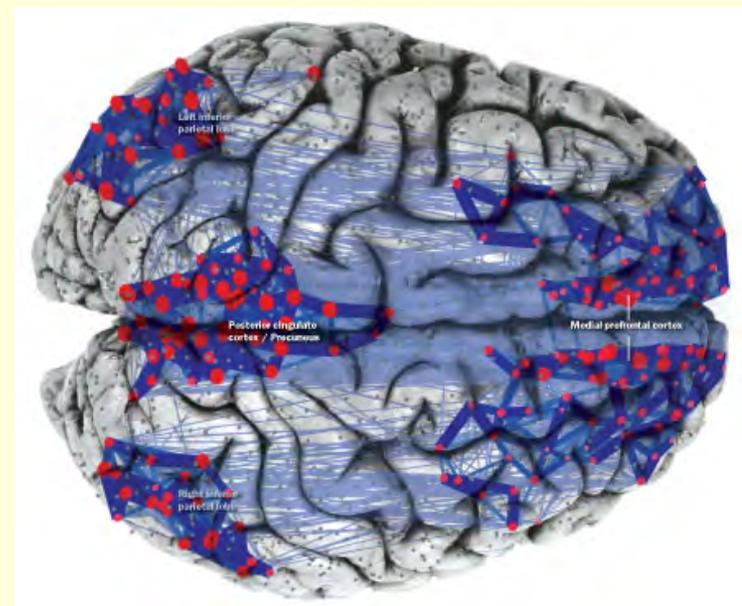


# Réseau du mode par défaut

On ne sait pas encore à quoi sert exactement cette activité mentale par défaut.

Mais 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.



Durant l'éveil, le cerveau est constamment dans un état d'exploration interne à travers **la formation et la dissolution** du réseau du mode par défaut.

Par conséquent, le mode par défaut reflète non seulement l'**activité endogène du cerveau** mais également son caractère chaotique et **dynamique**.

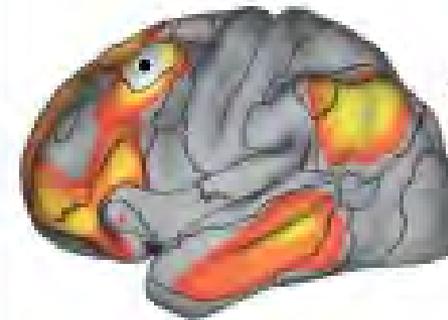
**Resting brains never rest: computational insights into potential cognitive architectures**

•Gustavo Deco· Viktor K. Jirsa Trends in Neurosciences Volume 36, Issue 5, May **2013**

<http://www.cell.com/trends/neurosciences/abstract/S0166-2236%2813%2900039-8>

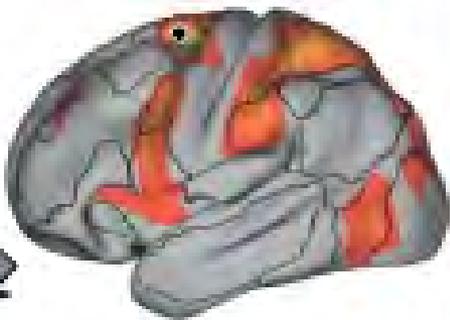


Soit nous sommes envahis par les innombrables stimuli de notre environnement (et ils sont fort nombreux à l'heure des téléphones intelligents et des réseaux sociaux) et notre **réseau du mode par défaut** nous repasse ensuite des extraits de ce film de notre vie personnelle et sociale quand il est moins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

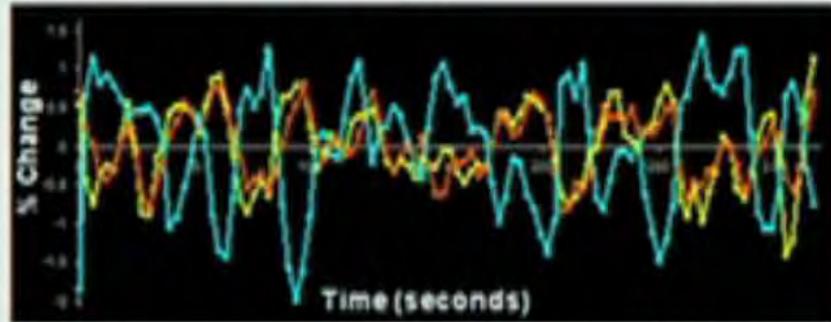
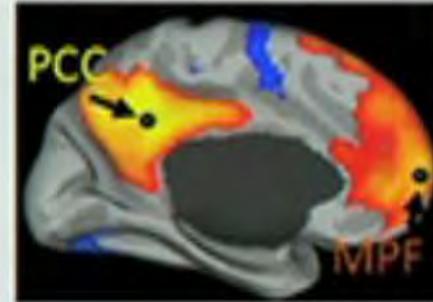
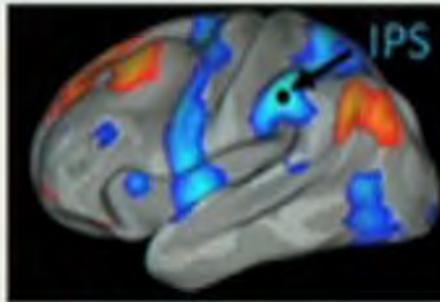
« idées noires » ? Modèles en psychiatrie...



Default Mode Network



Dorsal Attention Network



Fox et al (2005) PNAS

Et certaines pratiques comme les thérapies cognitives ou la méditation peuvent infléchir la balance entre les deux modes vers une plus grande prise en charge par le mode **attentionnel**.

Autrement dit, nous fournir les outils mentaux pour un **meilleur contrôle « top down »**...

# Plan :

I- Esquisse de l'histoire des sciences cognitives depuis un siècle

II- D'où vient le cerveau humain ?

III- Communication, intégration et plasticité neuronale

IV- Nos mémoires

V- Cartographier nos réseaux de neurones

VI- Le cerveau dynamique : oscillations et synchronisations

VII- Attention et perception

VIII- Catégorisation et analogie

IX- Inconscient cognitif, langage et libre arbitre

X- Cognition incarnée



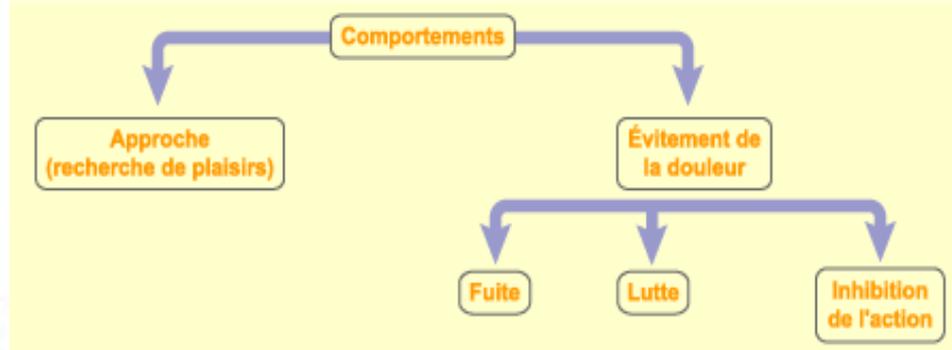
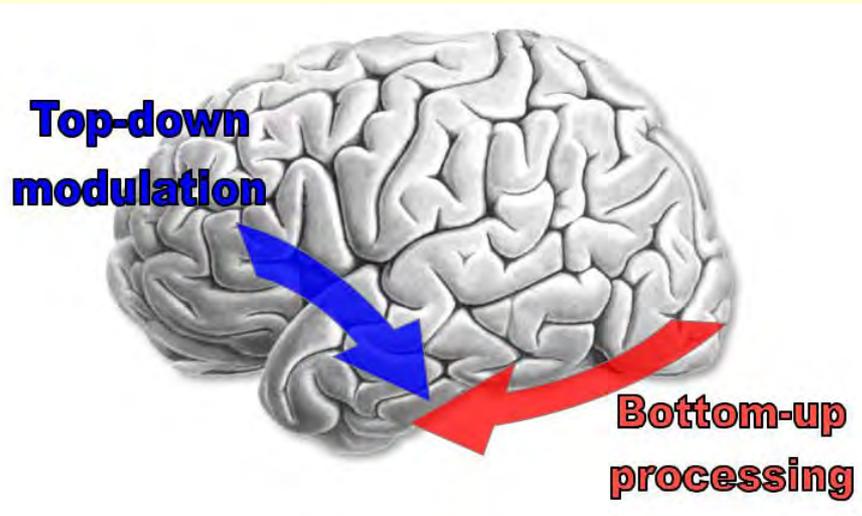
## Maîtres et esclaves de notre **attention**

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

**Jean-Philippe Lachaux** rappelle que nous vivons dans un monde riche et chaotique que notre cerveau **ne peut pas appréhender dans sa globalité**. Il n'a donc pas le choix de **sélectionner** à tout moment certains aspects de son environnement. Mais lesquels ?

C'est que l'attention est constamment tirillée entre ce qui peut l'aider à **accomplir la tâche qu'on est en train de faire** et les nombreuses sollicitations de l'environnement qui peuvent nous en distraire.

Or notre système d'alarme cérébral et la recherche de nouveautés prometteuses en ressources sont deux mécanismes adaptatifs très puissants de notre cerveau qui sont **branchés en permanence sur le « bottom up »**, autrement dit sur ce qui nous arrive par nos sens.



Nos « ressources attentionnelles » sont donc l'objet d'une véritable **lutte d'influence, d'un rapport de force**, entre des régions cérébrales privilégiant des objectifs conscients et planifiés, et d'autres régions sensibles à ce qui pourrait potentiellement nous faire du mal ou du bien dans notre environnement.

Dans le premier cas, on parle de contrôle du « haut vers le bas » (ou « **top down** », en anglais) pour rendre l'idée que c'est l'individu qui fixe délibérément son attention sur une tâche. Il s'agit d'un formidable filtre qui nous empêche d'être distrait par d'autres stimuli que ceux qui concerne la tâche à effectuer.



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

La version « 2.0 »

[http://www.youtube.com/watch?v=IGQmdoK\\_ZfY&feature=relmfu](http://www.youtube.com/watch?v=IGQmdoK_ZfY&feature=relmfu)

Hahaha...

<http://www.youtube.com/watch?v=z9aUseqqCiY>

Clues

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

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

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



## Le retour du gorille invisible

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2012/04/09/le-retour-du-gorille-invisible-2/>

**Simons, Chabris** et leurs démonstrations de la **cécité attentionnelle** viennent bousculer notre conviction de percevoir toujours l'ensemble des éléments qui se trouvent dans notre champ visuel.

Simons explique que dans la vie de tous les jours, on passe notre temps à manquer des éléments présents dans notre champ de vision. Ce qui nous rend si confiants en nos sens, c'est justement que **nous n'avons pas conscience de tout ce que nous ne remarquons pas** ! On assume donc bien naïvement que l'on perçoit toujours tout.





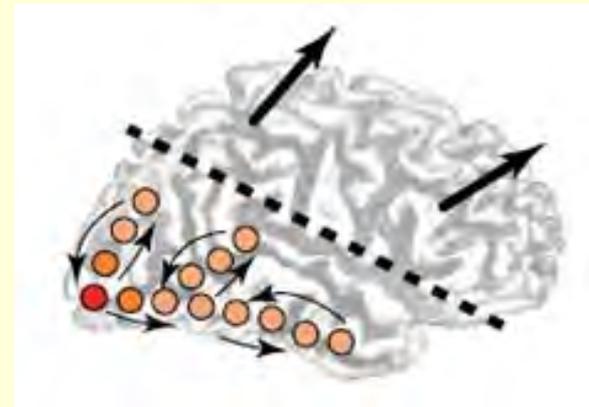
## Neuroscience Meets Magic - by Scientific American

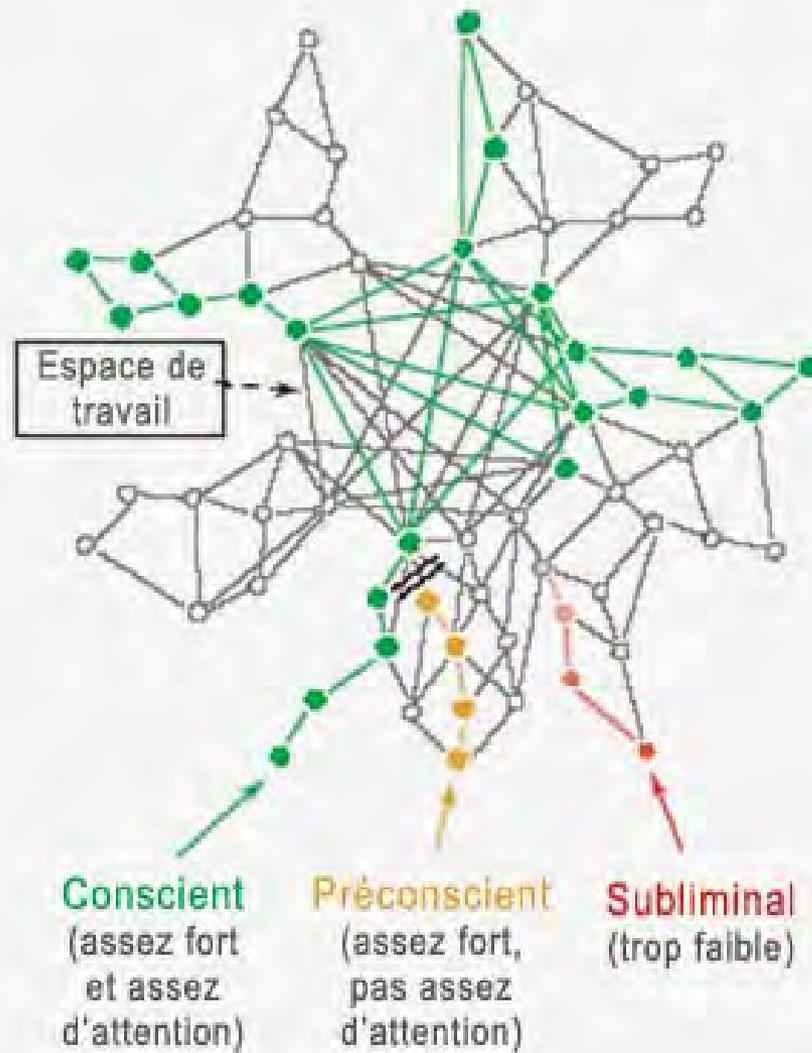
<http://www.youtube.com/watch?v=i80nVAwO5xU>



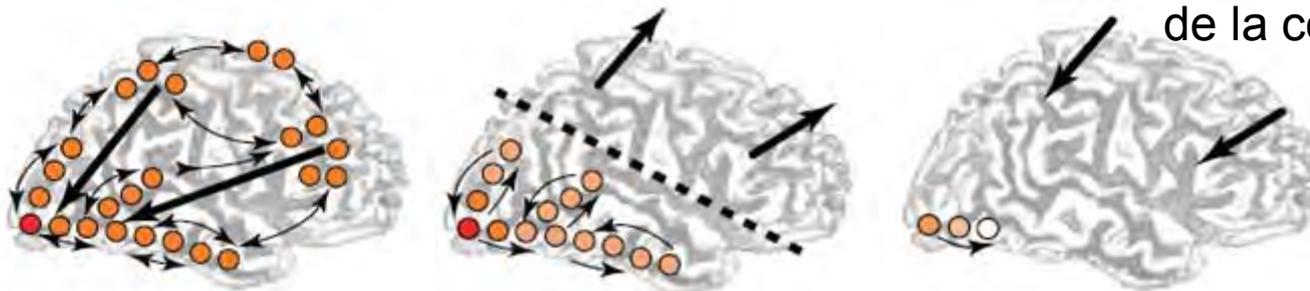
Dans le second cas, le stimulus en provenance de l'environnement extérieur va pour ainsi dire se frayer un chemin jusqu'à l'attention, la capter du fait de sa connotation dangereuse ou prometteuse pour l'organisme. On parle alors de mécanismes allant du « bas vers le haut » (ou « **bottom up** » en anglais).

C'est le cas de la publicité qui assaille nos sens par son intensité sonore ou visuelle, de son contenu affectif, etc. Ou, de nos jours, des courriels et des statuts de nos ami.e.s des médias sociaux qui viennent à tout moment nous rappeler leur présence, même sur nos téléphones portables, donc partout et à tout moment.





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



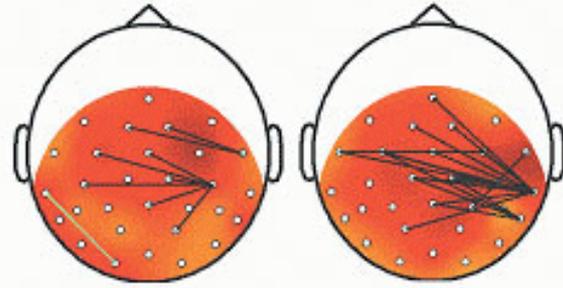
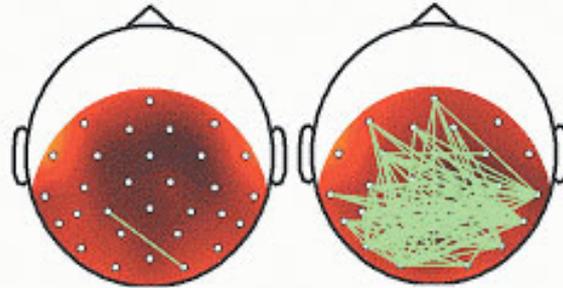
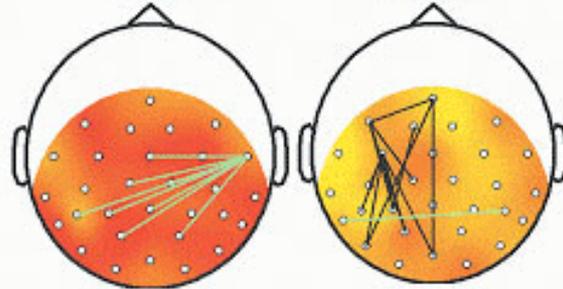
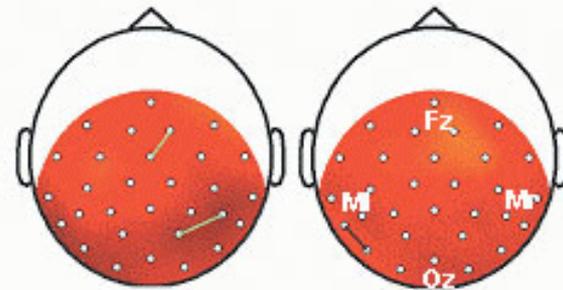


'Mooney' faces

Significant phase locking

Significant phase scattering

No Perception Perception



0 - 180 ms

180 - 360 ms

360 - 540 ms

540 - 720 ms

Time

6 8 10 12



Gamma power ( $\sigma$ )

(from Rodriguez *et al*, 1999).

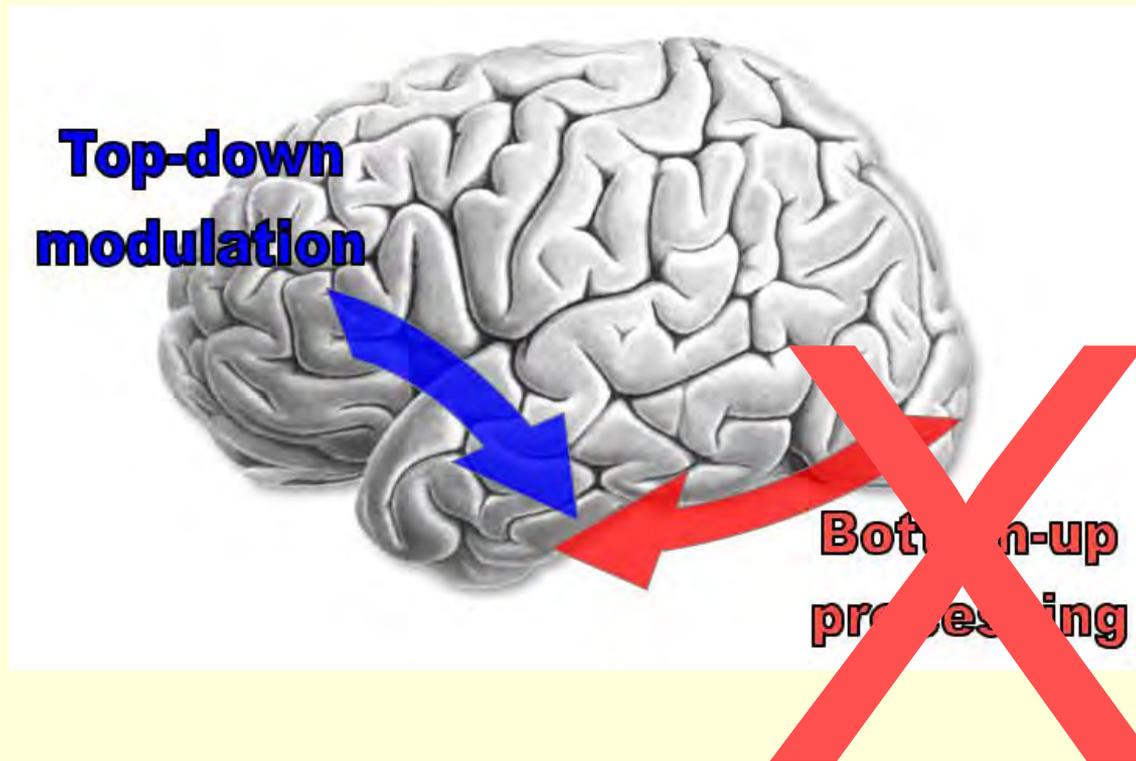
Que le mot soit perçu ou pas, les 275 premières millisecondes (ms) sont identiques : seul le **cortex visuel** est activé. Cela correspond bien au traitement modulaire bien connu du cortex visuel.

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

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

Notre cerveau essaie de prédire,  
de donner du sens (ou pas)  
à ce qu'il y a dans l'environnement...

Qu'est-ce qui arrive quand on enlève complètement le bottom up ?



20 mai 2015 :

## Pourquoi entend-on des sons dans le silence ?

<http://bigbrowser.blog.lemonde.fr/2015/05/20/pourquoi-entend-on-des-sons-dans-le-silence/>

On parle des chambre **anéchoïques**, ces pièces à l'insonorisation très poussée, isolée des bruits extérieurs et dont les parois couvertes de blocs de mousse aux angles brisés empêchent les sons produits par d'éventuels occupants de rebondir.



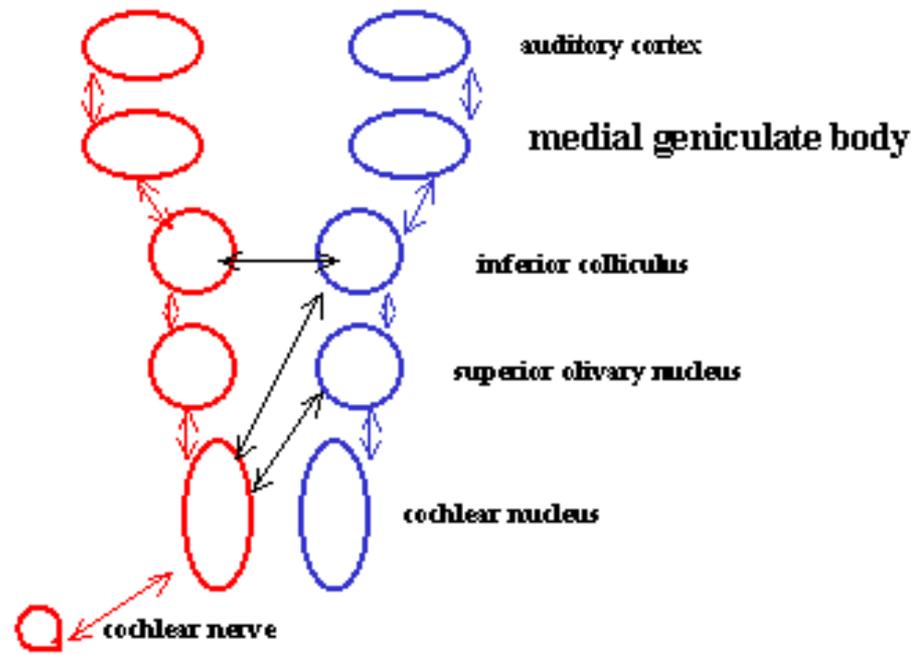
Après un certain temps dans de telles chambres, on peut y entendre son propre corps. On peut percevoir le sang qui bat dans ses vaisseaux et monte à la tête, l'air qui passe dans ses poumons, le battement de son cœur et le gargouillement du système digestif, le bruit de ses articulations en mouvement.

Enfin, il y a les **"bruits"** produits par le cerveau, qui se projettent sur l'oreille et paraissent bien réels.

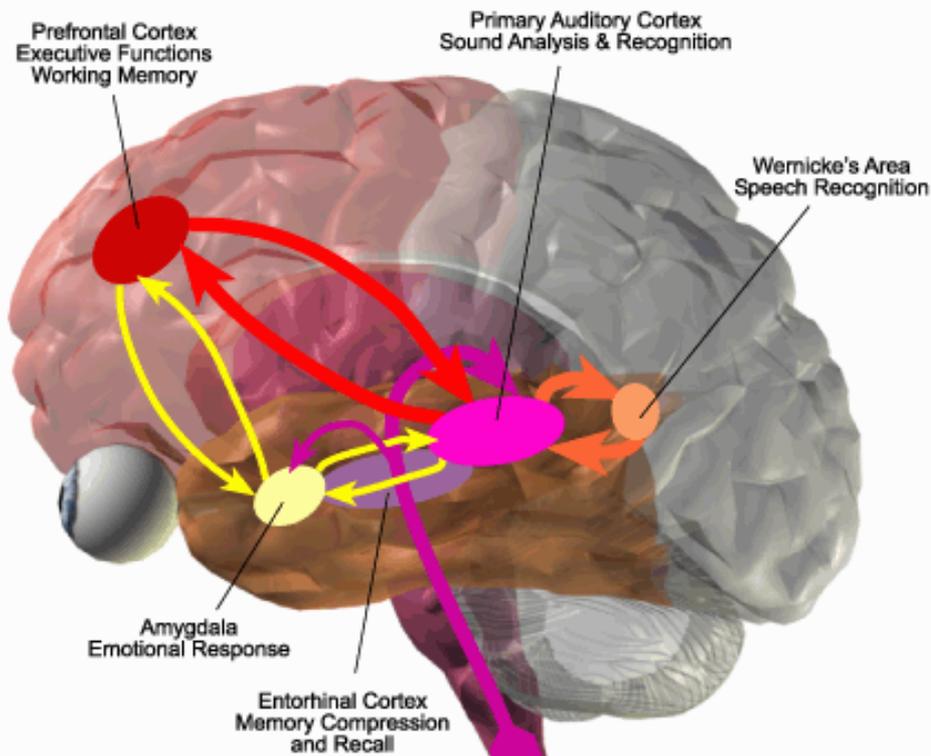
Au bout de cinq minutes par exemple, une personne croyait entendre une nuée d'abeilles. Puis elle avait l'impression de percevoir le sifflement du vent dans des arbres ou la sirène d'une ambulance. Ces sons apparaissaient puis disparaissaient. Au bout de 45 minutes, elle distinguait les paroles d'une chanson, comme si elle était jouée sur la sono d'une maison voisine.

Alors que des micros hypersensibles dans la pièce pouvait attester qu'il n'y avait **aucun de ces sons**.





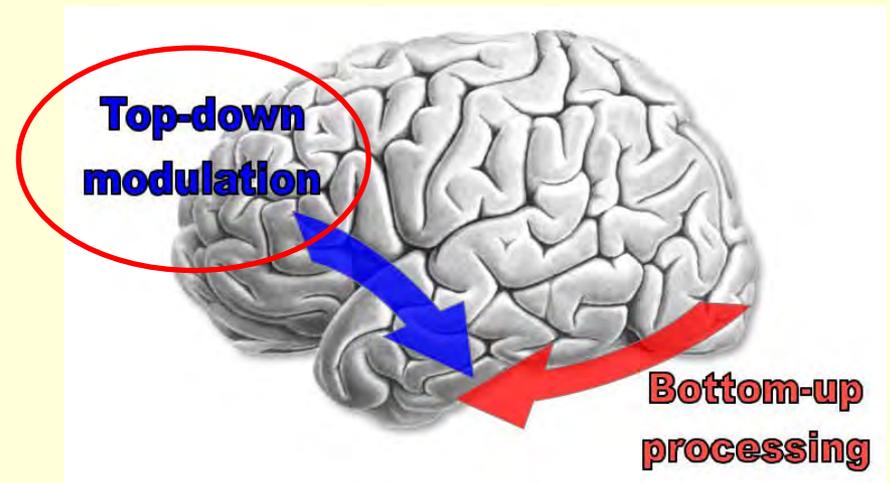
## Auditory Pathway



Et l'en retrouve encore une fois ces voies réciproques partout dans le système auditif.

De plus en plus on se rend compte que **nos concepts et nos catégories mentales nous aident énormément à percevoir le monde complexe et chaotique dans lequel nous vivons.**

Cela va à l'encontre de l'idée la plus commune qui veut que la perception d'un objet, par exemple, commence par une observation objective de ce dernier dans laquelle aucune connaissance n'intervient, suivie d'une pensée conceptualisée.



Comme si percevoir consistait à « activer » dans notre cerveau un état objectif du monde selon un découpage de l'environnement indépendant de l'observateur.

Pourtant, si nous ne possédions pas le concept de ....



Autrement dit, nous avons besoin d'avoir déjà construit cette catégorie pour reconnaître ces objets. Même chose pour des concepts plus abstraits.

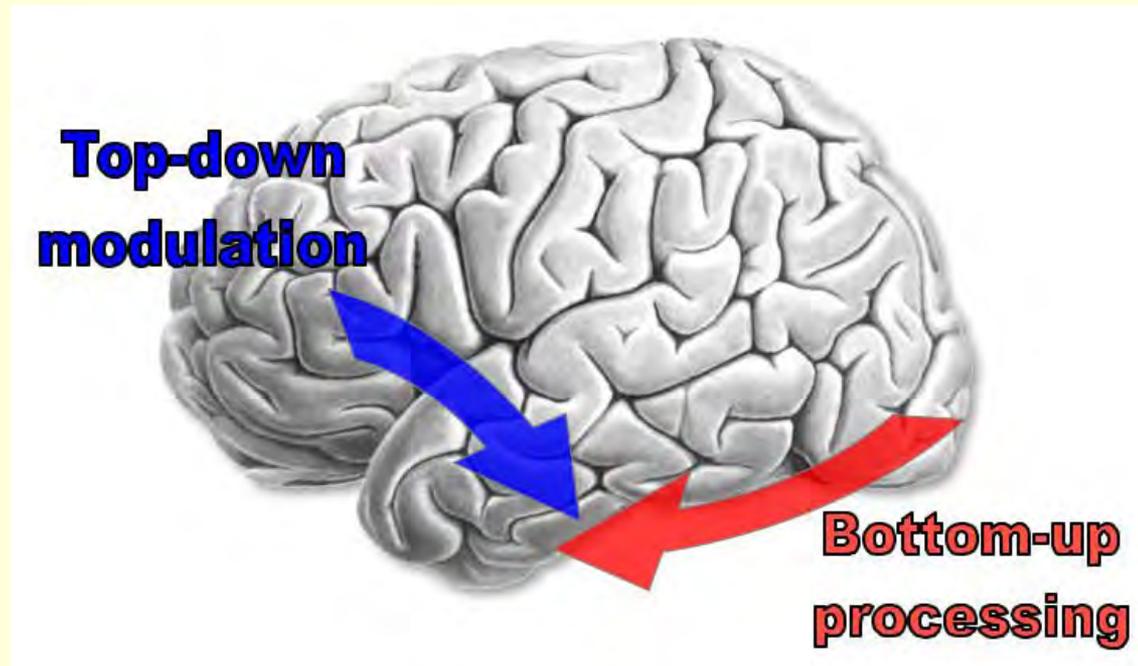
Par exemple, nous sommes à un dîner, et il reste un seul mets sur la table que personne n'ose prendre. Si tout le monde perçoit cette situation, c'est parce que nous possédons tous le concept, pourtant non lexicalisé en français, du « dernier morceau dans l'assiette », qui ne tient pas compte de la nature de l'aliment. Ce n'est pas simplement un signal visuel.

On peut difficilement imaginer un algorithme de reconnaissance des formes qui sache repérer « le dernier » en dépit de la forme qu'il revêt: la dernière olive dans une coupelle, la dernière tranche de rôti dans un plat, la dernière part de purée, le fond de la bouteille de vin... sont tous visuellement très différents.

Mais les humains dans certaines cultures les reconnaissent (et les ont parfois même lexicalisés: « morceau de la honte, en italien ou espagnol...)

Ainsi, les concepts et les stimuli qui proviennent de nos organes sensoriels sont en interaction permanente ;

il n'existe pas de frontière étanche entre percevoir et concevoir.



# Plan :

I- Esquisse de l'histoire des sciences cognitives depuis un siècle

II- D'où vient le cerveau humain ?

III- Communication, intégration et plasticité neuronale

IV- Nos mémoires

V- Cartographier nos réseaux de neurones

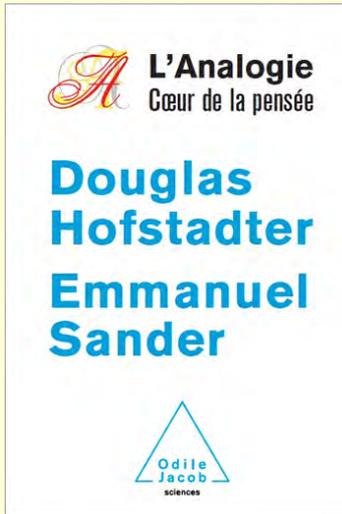
VI- Le cerveau dynamique : oscillations et synchronisations

VII- Attention et perception

VIII- Catégorisation et analogie

IX- Inconscient cognitif, langage et libre arbitre

X- Cognition incarnée



2013

« Nous affirmons que **la cognition** est constituée d'un flux ininterrompu de catégorisations

et qu'aux racines de la pensée se situe non pas la classification, qui place des objets dans des cases mentales rigides,

mais la catégorisation / analogie, dont dépend la remarquable fluidité de la pensée humaine. »

p.28-29

**Car faire une analogie, c'est établir une comparaison entre des phénomènes** dans lesquels on perçoit tout à coup une ressemblance cachée.

L'articulation de mon coude ressemble à celle de mon genou, qui ressemble au « coude » d'un tuyau, ou au virage sur une route.

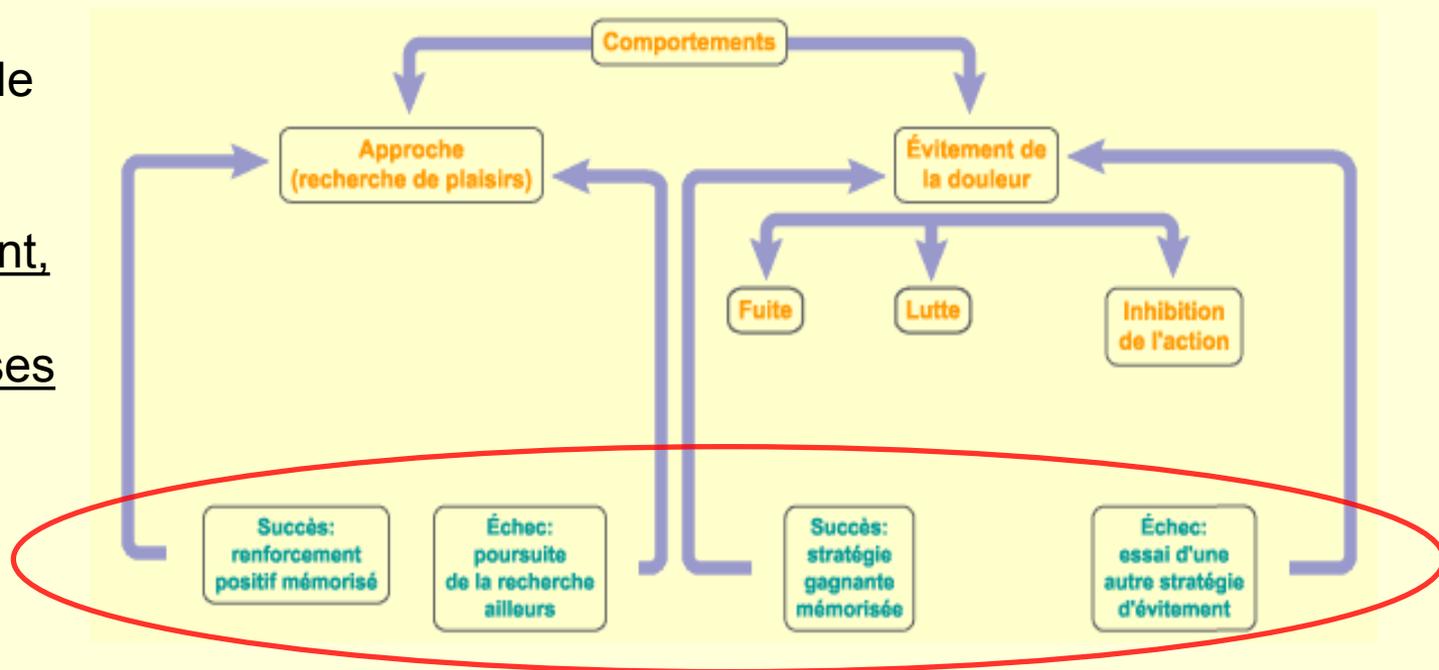
Manger et lire ont quelque chose en commun : dans un cas on nourrit son corps, dans l'autre on se nourrit l'esprit.

Je peux donc « dévorer des livres » ou parler de « nourritures spirituelles ».

« La catégorisation/analogie nous donne la capacité de percevoir des ressemblances et de nous fonder sur ces ressemblances **pour faire face à la nouveauté et à l'étrangeté:**

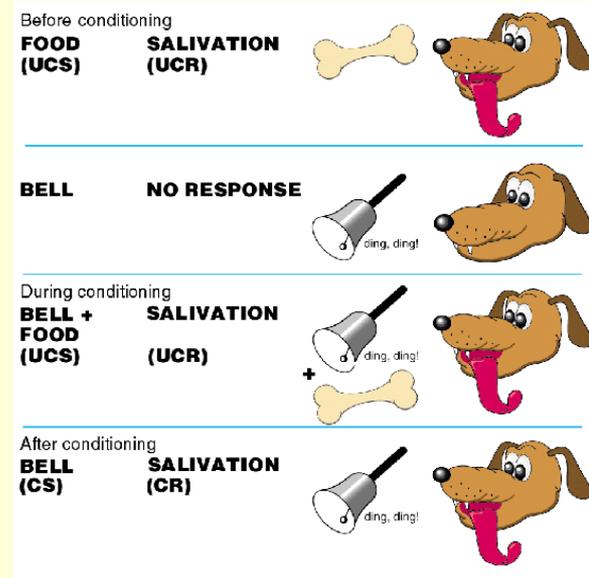
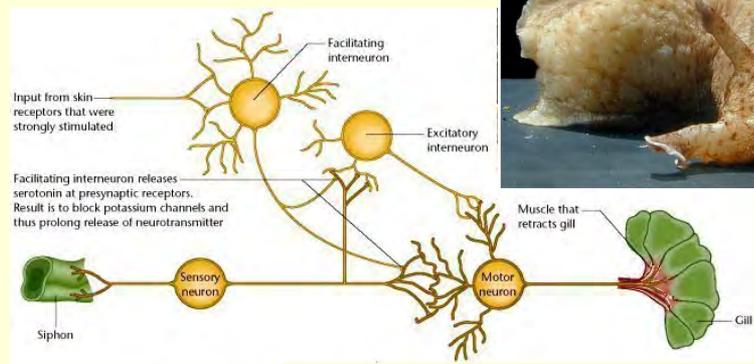
associer une situation rencontrée au présent à des situations rencontrées naguère et encodées en mémoire rend possible d'exploiter le bénéfice de nos connaissances passées pour faire face au présent.

L'analogie est la pierre angulaire de cette faculté mentale qui nous permet, au présent, de bénéficier de toutes les richesses issues de notre passé.» p.28-29

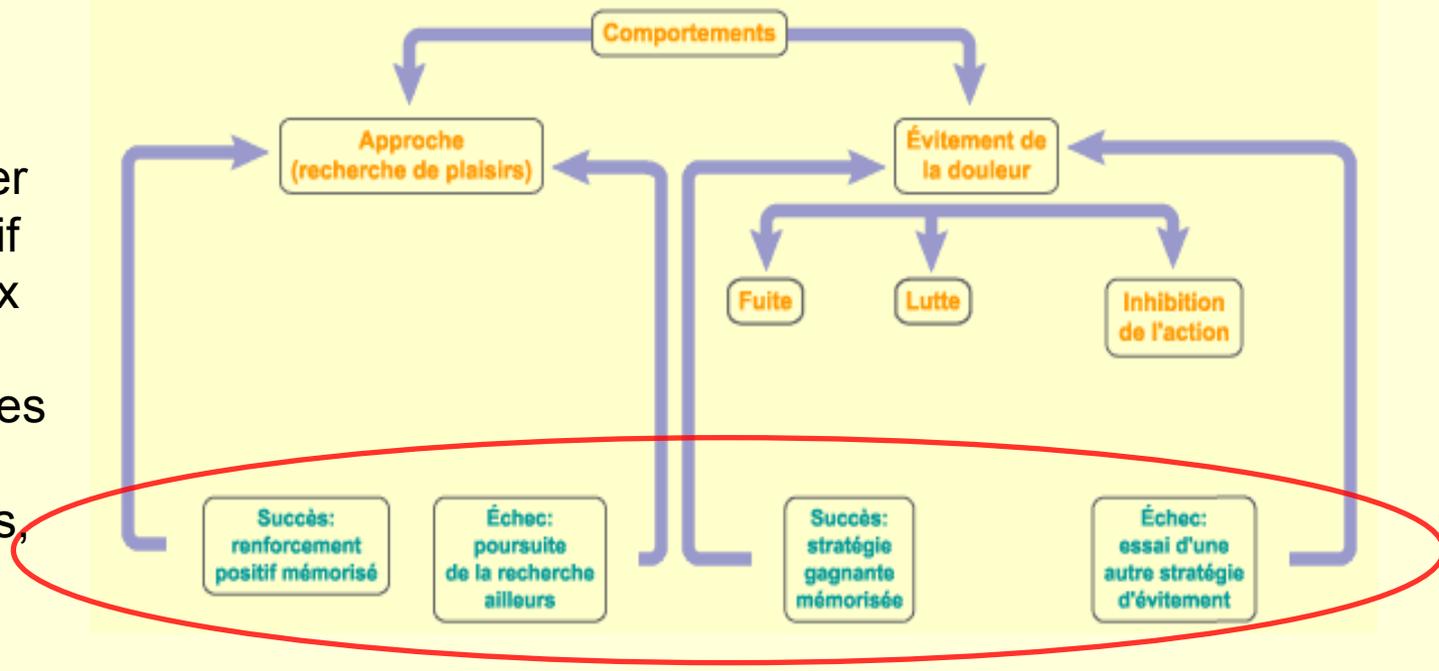


## Apprentissage et mémoire

Cette idée de mettre une chose présente en relation avec une autre, souvent passée, a une **valeur adaptative indéniable**.



On peut ainsi remonter au caractère associatif de notre mémoire, aux **apprentissages associatifs**, comme les conditionnements classiques et opérants, des phénomènes phylogénétiquement très anciens...



# Apprentissage et mémoire

D'ailleurs, on peut percevoir des analogies entre objets **sans avoir recours au langage** (les bricoleurs qui vont utiliser une pierre ou un bout de bois comme marteau le savent bien).

## Un exemple concret : **la douche...**

Quand vous passez quelques jours chez un ami, vous découvrez toujours une douche avec des particularités différentes, des imprévus. Mais on se débrouille grâce à ses expériences antérieures.

Mais la langue a bien sûr constamment recours aux analogies. Les auteurs notent ainsi les expressions du langage ordinaire qui les révèlent très explicitement. Par exemple, dans une conversation, lorsque nous commençons une phrase par: «***Moi aussi, cela m'est arrivé...***».

**D'où viennent les concepts présent dans notre esprit ?**

Ils doivent leur existence à une immense  
suite d'analogies élaborées inconsciemment au fil du temps.

## **D'où viennent les concepts présent dans notre esprit ?**

Ils doivent leur existence à une immense suite d'analogies élaborées inconsciemment au fil du temps.

### **L'exemple du concept de « maman » :**

Le nourrisson repère des régularités de son environnement : lorsqu'il est en détresse, une « entité » qui possède certaines caractéristiques plus ou moins stables de forme, de taille, de couleur... vient le nourrir, le changer, l'apaiser. Cette succession de régularités donne naissance au **concept de maman.**

En grandissant, l'enfant s'aperçoit que d'autres enfants sont entourés d'autres adultes qui se comportent envers eux *grosso modo* comme sa propre maman se comporte envers lui.

C'est une analogie entre lui-même et un autre enfant, entre une autre grande personne et sa Maman, entre une forme de relation protectrice et une autre. "Maman" perd alors sa majuscule pour devenir "maman".

A un moment, on passe de "maman" à "mère". Chemin faisant, on rencontre des cas plus étranges, comme la reine mère des abeilles, et le concept englobe des sens plus abstraites qualifiées communément de métaphoriques telles que « mère poule » ou « mère patrie ». Ou encore lorsqu'on dit "la Révolution américaine est la mère de la Révolution française" ou "l'oisiveté est la mère de la philosophie".

Par analogies successives leur concept de maman va donc évoluer jusqu'à prendre une forme culturellement partagée.

## **Comment surgit un concept dans notre pensée ?**

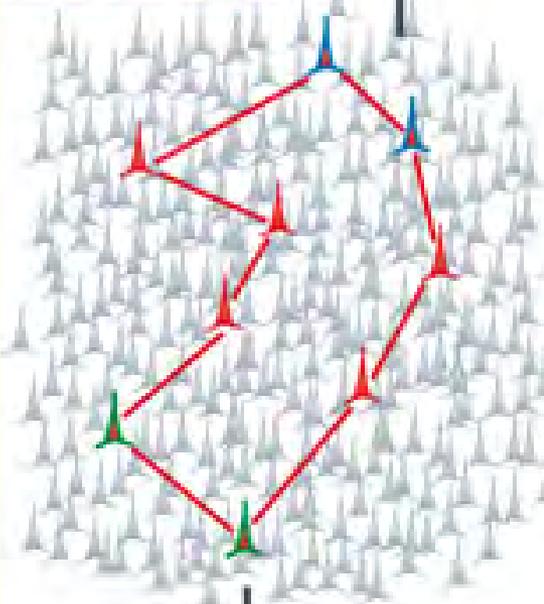
Nos concepts sont **sélectivement évoqués à tout moment par les analogies** qu'établit sans cesse notre cerveau afin d'interpréter ce qui est nouveau et inconnu dans des termes anciens et connus. » p.9

**« Apprendre c'est accueillir  
le nouveau dans le déjà là. »**

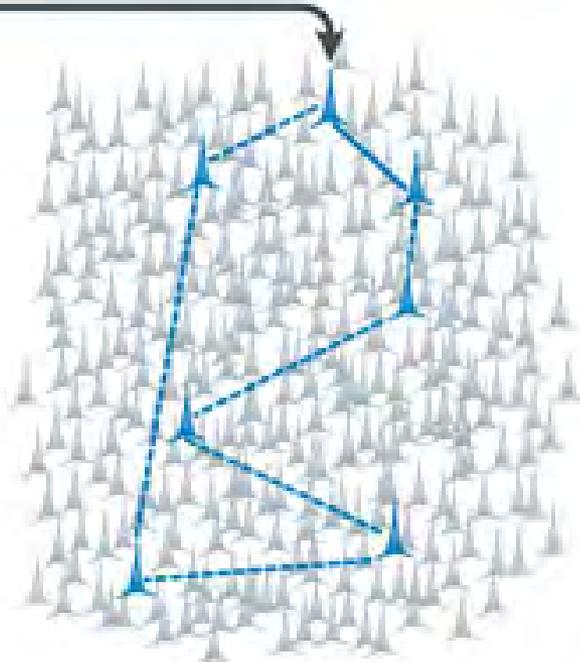
- Hélène Trocme Fabre



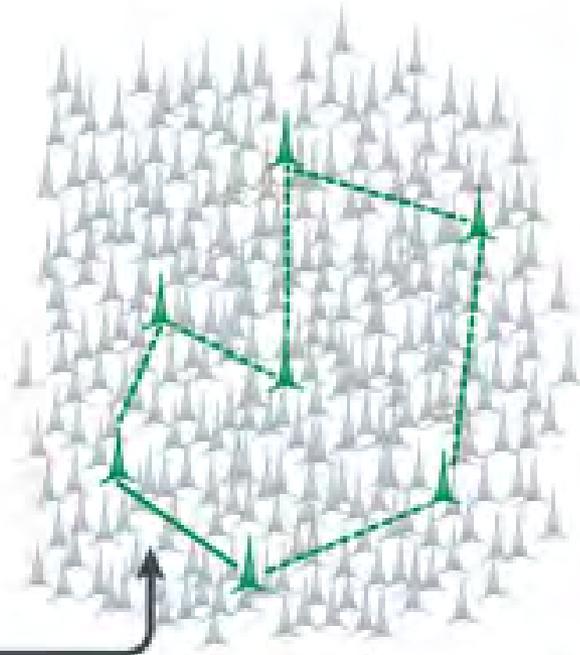
Luke Skywalker



Hofstadter et Sander insistent sur l'importance des **glissements** entre catégories dans les activités cognitives et ceux en particulier qui reposent sur une abstraction.



Yoda

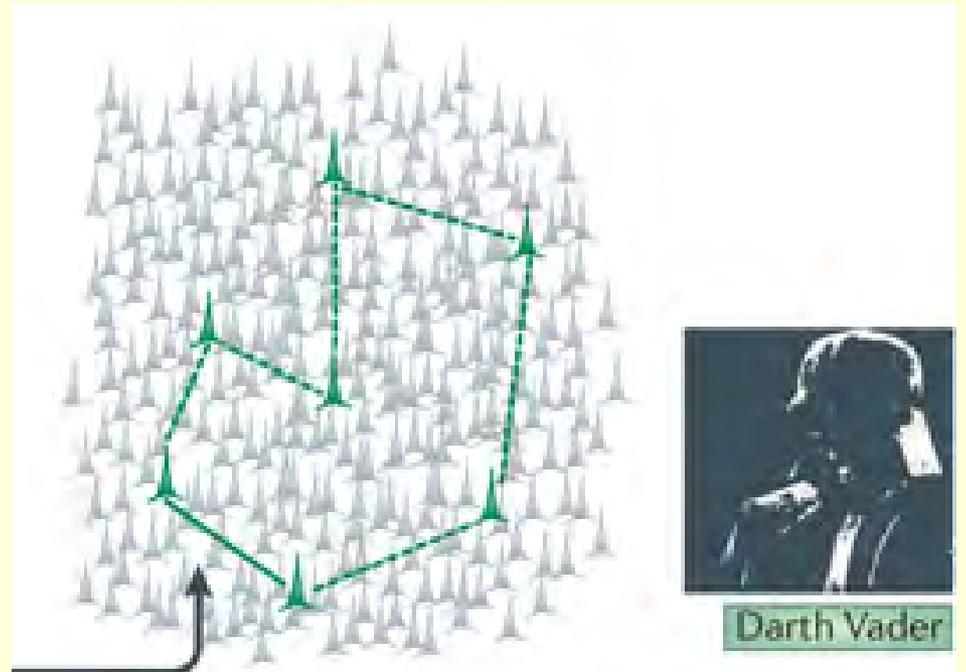


Darth Vader



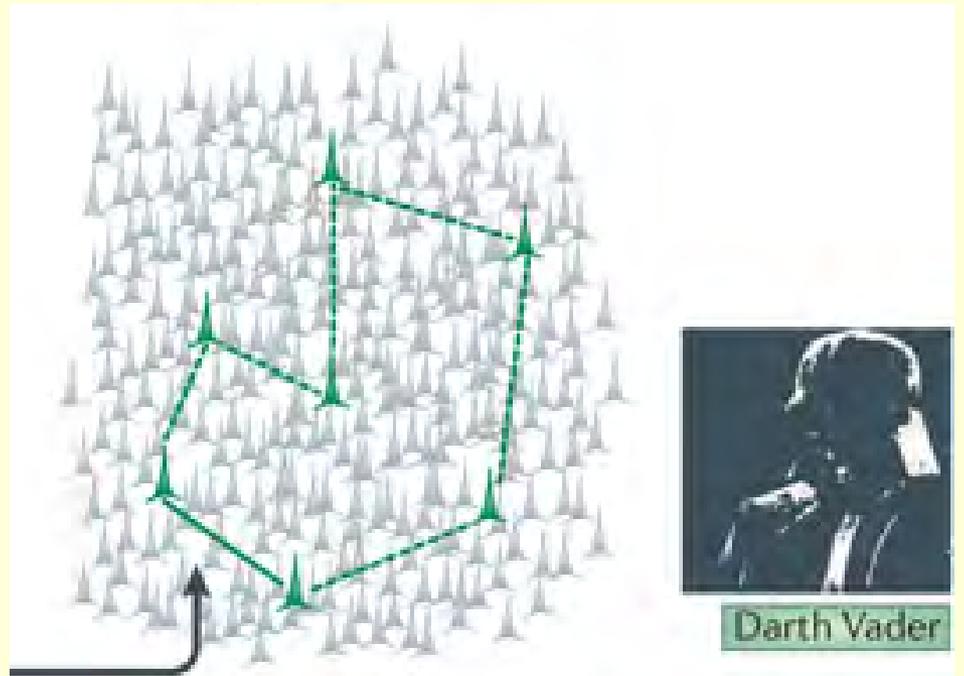
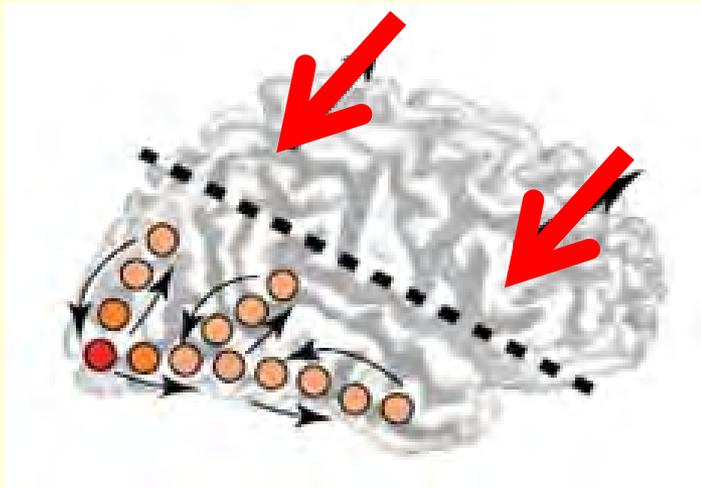
Si on cherche le nom de Darth Vader...

Mais qu'on n'y arrive pas tout en  
« l'ayant sur le bout de la langue »...





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



# Plan :

- I- Esquisse de l'histoire des sciences cognitives depuis un siècle
- II- D'où vient le cerveau humain ?
- III- Communication, intégration et plasticité neuronale
- IV- Nos mémoires
- V- Cartographier nos réseaux de neurones
- VI- Le cerveau dynamique : oscillations et synchronisations
- VII- Attention et perception
- VIII- Catégorisation et analogie
- IX- Inconscient cognitif, langage et libre arbitre
- X- Cognition incarnée

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

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

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

(cela rejoint bien d'autres expériences, celle avec les sujets à cerveau divisé (« split-brain »), entre autres...)

<http://philpapers.org/archive/JOHFTD.pdf>

**Johansson, P., Hall, L., Sikström, S., & Olsson, A. (2005).**

**Failure to detect mismatches between intention and outcome in a simple decision task.**

Science (New York, N.Y.), 310 (5745), 116 –9.

Abstract:

A fundamental assumption of theories of decision-making is that we detect mismatches between intention and outcome, adjust our behavior in the face of error, and adapt to changing circumstances. Is this always the case?

We investigated the relation between intention, choice, and introspection. Participants made choices between presented face pairs on the basis of attractiveness, while we covertly manipulated the relationship between choice and outcome that they experienced.



Participants failed to notice conspicuous mismatches between their intended choice and the outcome they were presented with, **while nevertheless offering introspectively derived reasons for why they chose the way they did.** We call this effect **choice blindness.** (nommée après les deux autres)

We seem to have little or no awareness of choices we've made and why we've made them. **We then use rationalisations to try and cover our tracks.**

This is just one example of the general idea that we have relatively **little access** to the inner workings of our minds.

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

A gap in Nisbett and Wilson's findings?

A first-person access to our cognitive processes.

[http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/94/04/22/PDF/A\\_first-person\\_access.pdf](http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/94/04/22/PDF/A_first-person_access.pdf)

Conscious. Cogn. 22, 654–669.10.1016

## Abstract

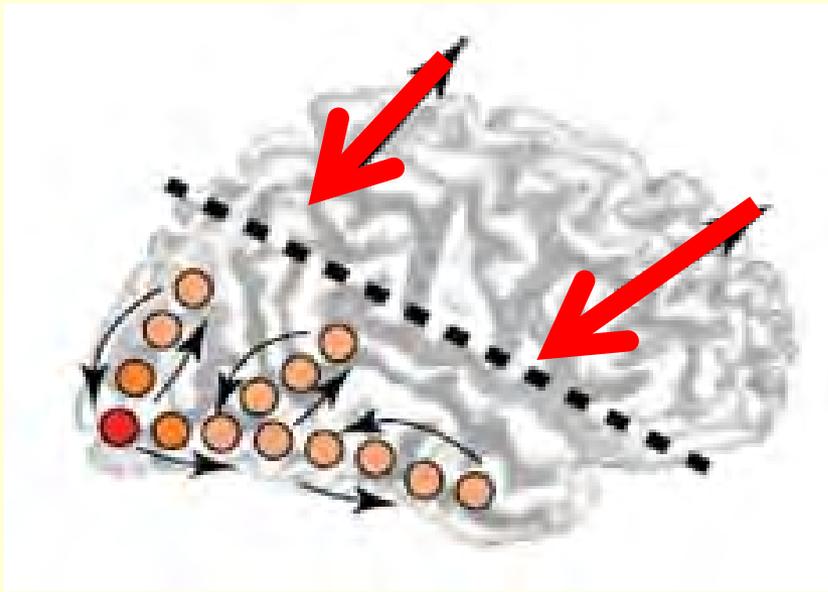
The well-known experiments of Nisbett and Wilson lead to the conclusion that we have no introspective access to our decision-making processes. Johansson et al. have recently developed an original protocol consisting in manipulating covertly the relationship between the subjects' intended choice and the outcome they were presented with: **in 79.6% of cases, they do not detect the manipulation and provide an explanation of the choice they did *not* make**, confirming the findings of Nisbett and Wilson.

We have reproduced this protocol, while introducing for some choices an expert guidance to the description of this choice. **The subjects who were assisted detected the manipulation in 80% of cases.** Our experiment confirms Nisbett and Wilson's findings that we are usually unaware of our decision processes, but goes further by showing that we can access them through specific mental acts.

## Thèse de Krystèle Appourchaux (2012):

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

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



Donc une  
question de  
**degrés...**

Tout comme ce qu'on appelle le « **libre arbitre** » est sans doute aussi **une question de degrés** comme on le verra dans un instant.

Mais avant, une petite digression sur l'inconscient et le langage avec Henri Laborit et Michael Gazzaniga...

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



Henri Laborit (1914 – 1995)

# DEUX INCLASSABLES DU XXIÈME SIÈCLE: WALTER BENJAMIN ET HENRI LABORIT

FÉVR.

13

Première du film « Sur les traces d'Henri Laborit »

Samedi, 19h, L'Auditoire



FÉVR.

24

Les intuitions de Laborit sur le cerveau

Mercredi, 19h, L'Auditoire

MARS

9

La pensée de Walter Benjamin, un bouquet de sens

Mercredi, 19h, L'Auditoire

MARS

23

Chiffonnier de l'Histoire : Walter Benjamin et les ruines du progrès

Mercredi, 19h, L'Auditoire

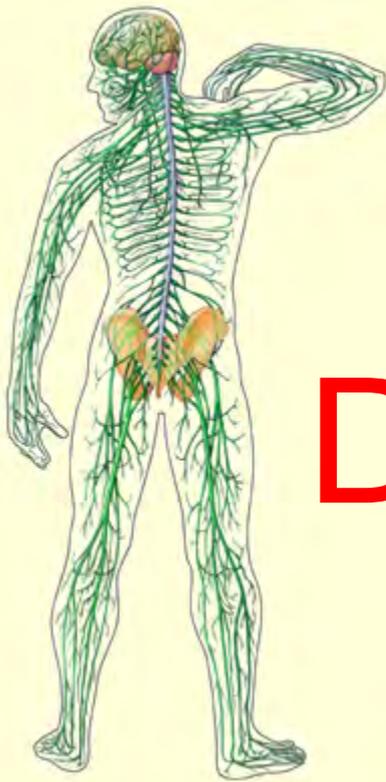
AVRIL

6

« Conscience, connaissance, imagination » : le leitmotiv de Laborit

Mercredi, 19h, L'Auditoire

TOUS LES DÉTAILS AU  
[WWW.UOPMONTREAL.COM](http://WWW.UOPMONTREAL.COM)



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





## 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**,

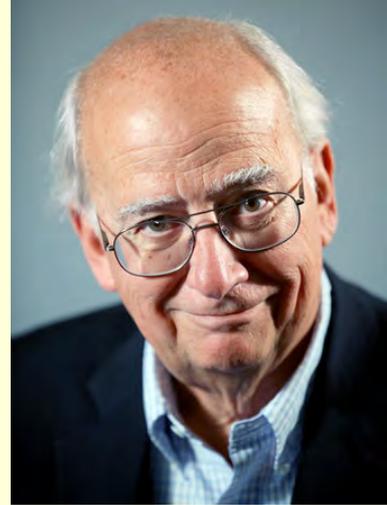
[ l'inconscient « **cognitif** », l'automatisation de nos comportements...]

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

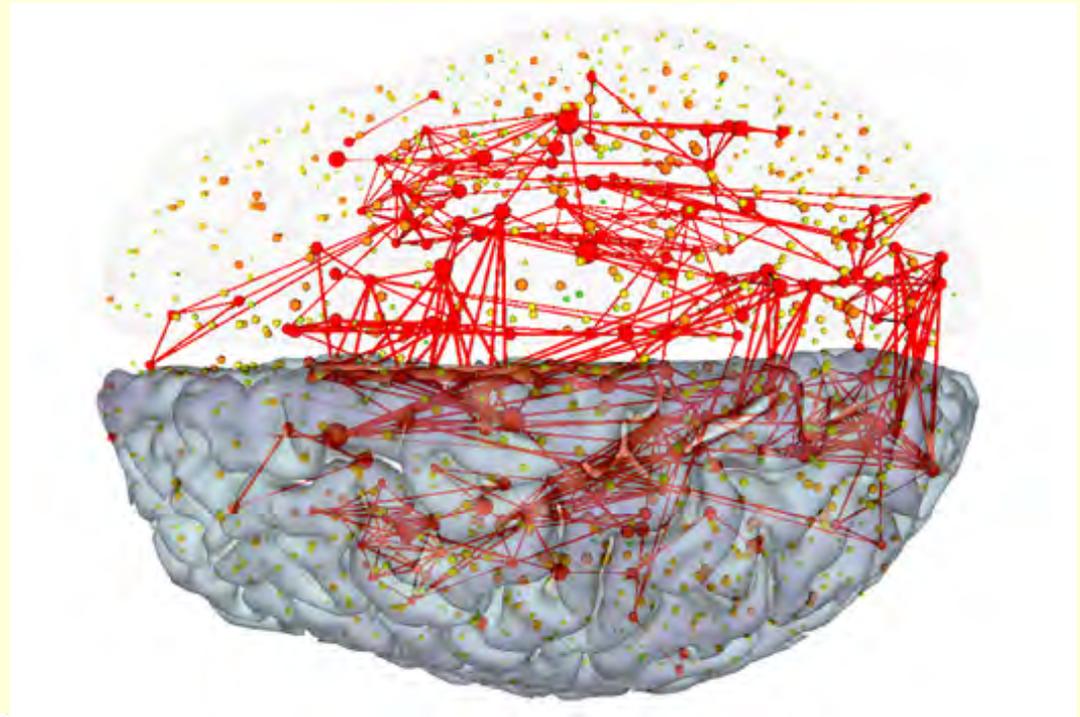
(p.72)



Michael S. Gazzaniga  
(né en 1939)

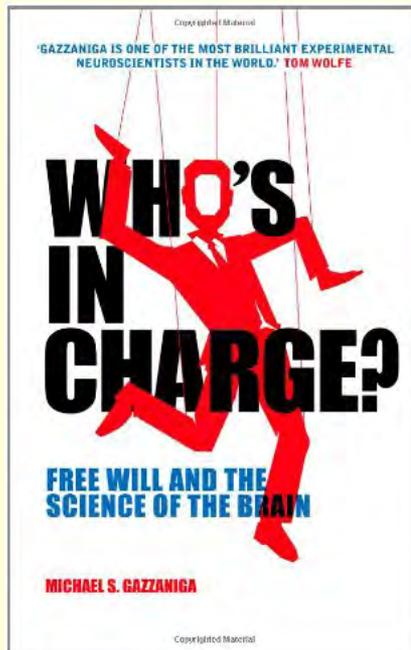


C'est ce discours, **logique** et **conscient**  
qui nous permet de croire au libre choix.



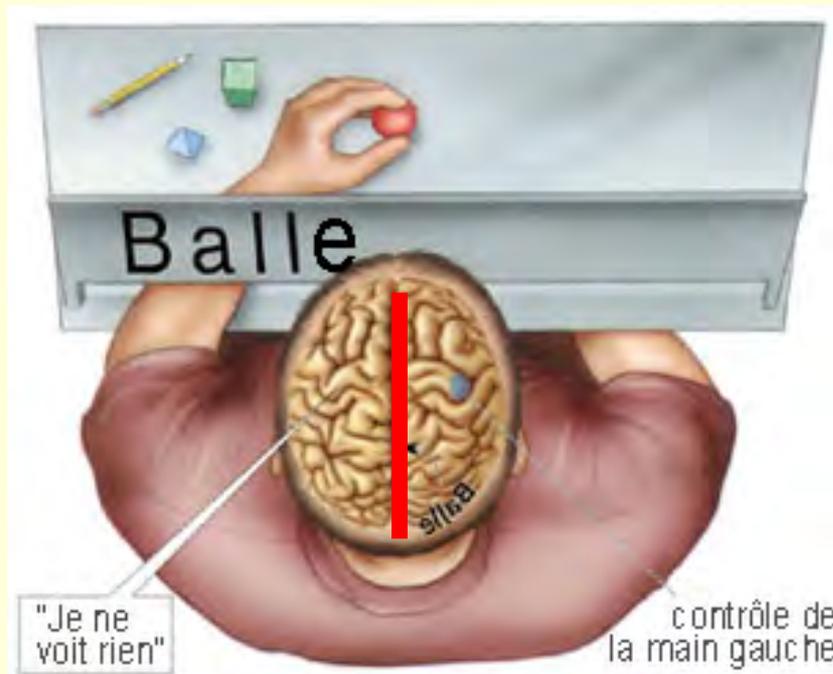
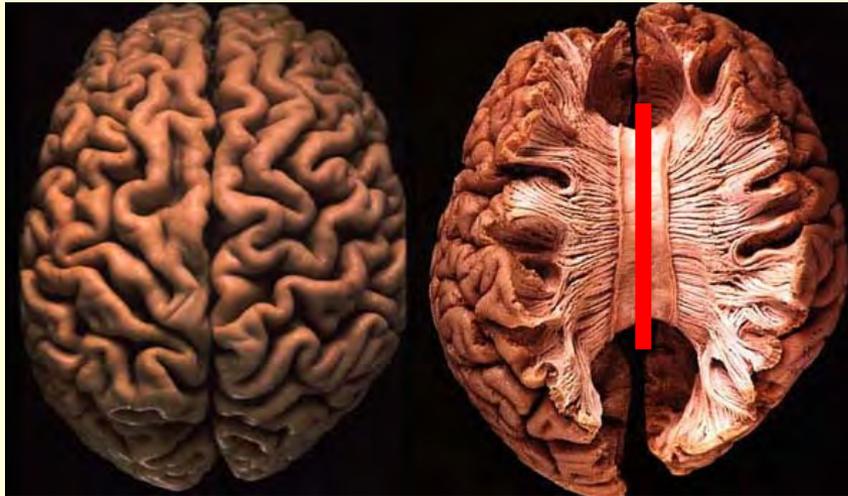
“There is no boss in the brain.”

- Gazzaniga

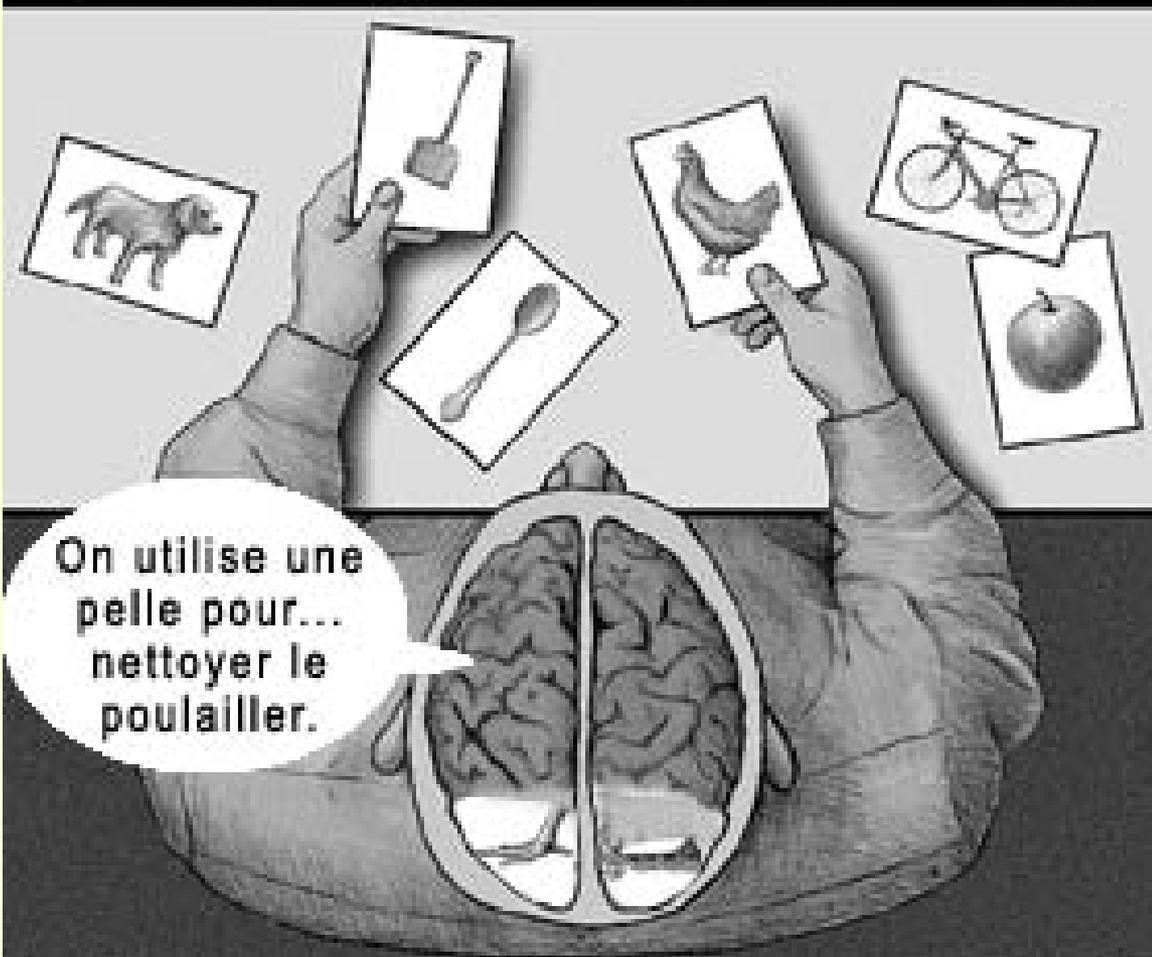
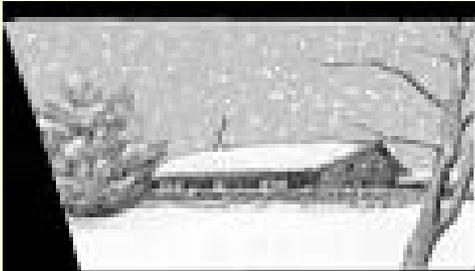


Le cerveau fonctionne globalement de manière **parallèle et distribuée**.

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

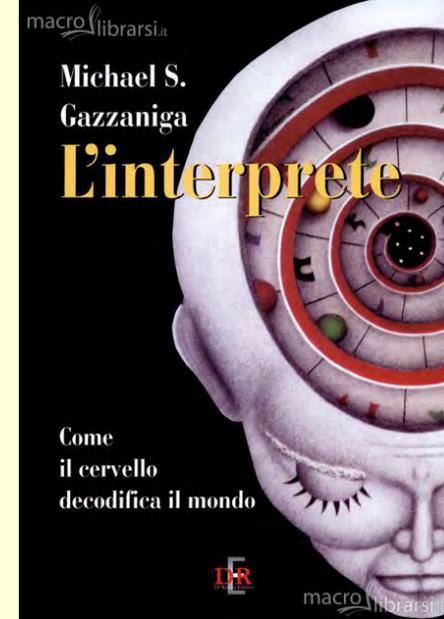
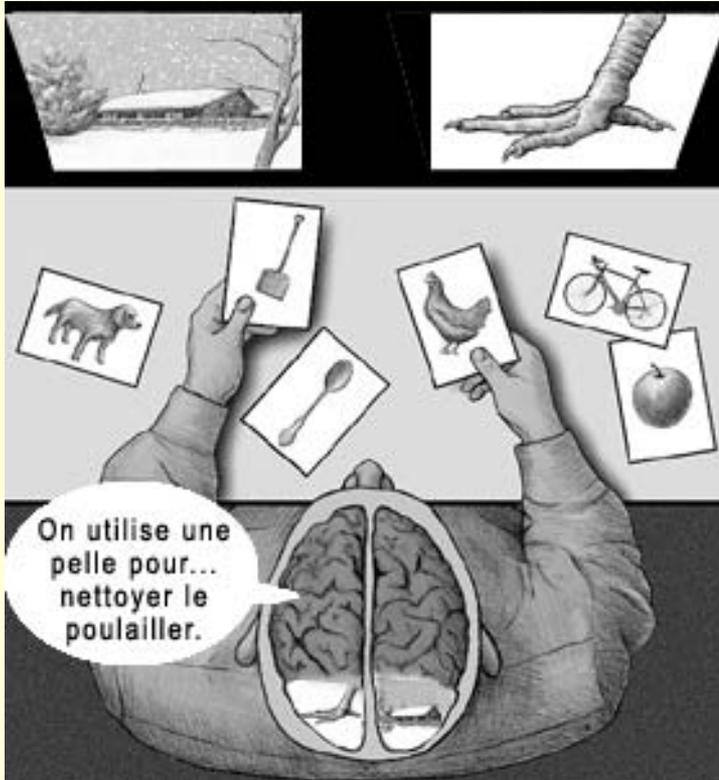


Dans les années 1960



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.



## *L'analogie, cœur de la pensée* p.145

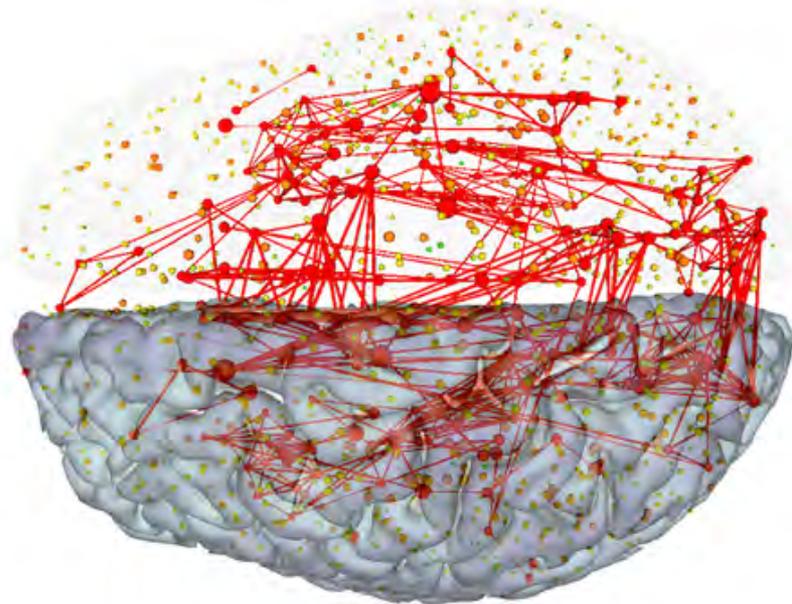
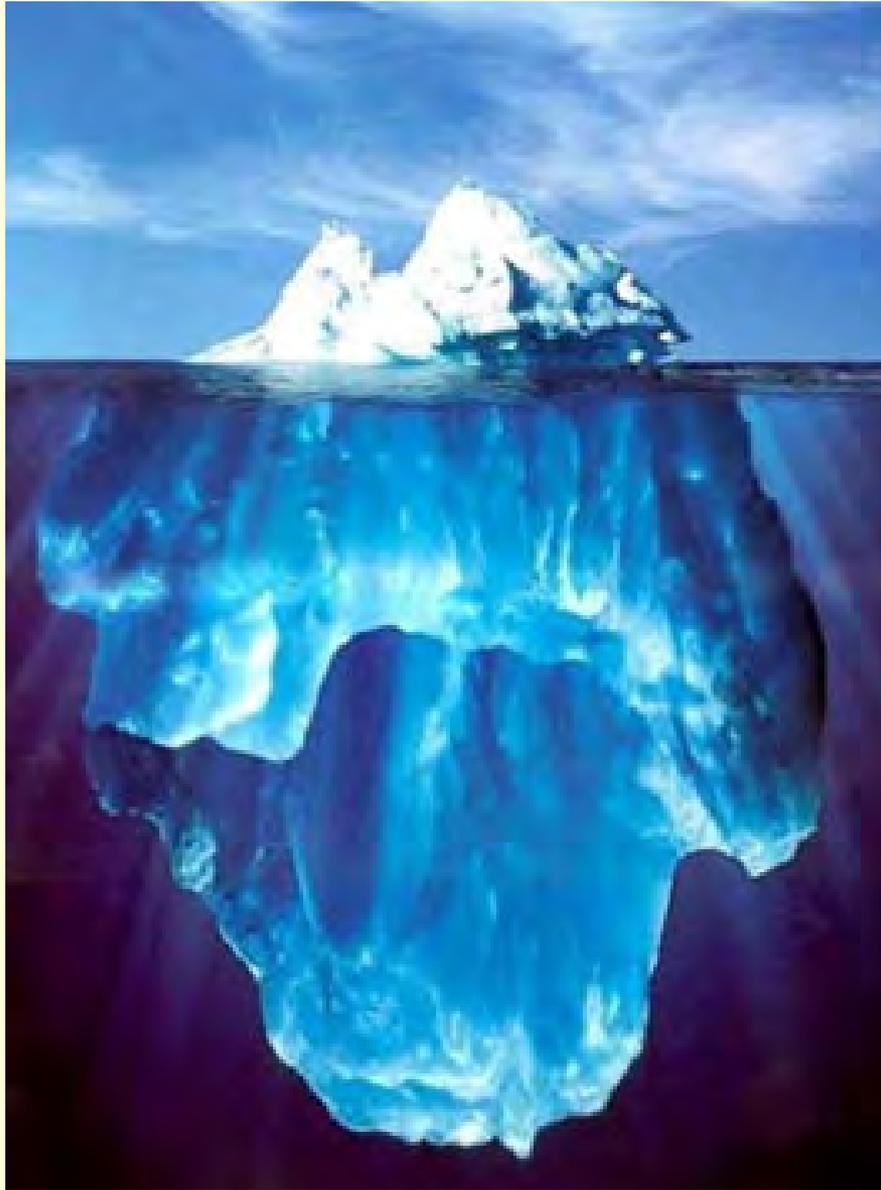
Une situation « sour grapes » :

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 : « 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. »

« **L'interprète** » de Gazzaniga n'est pas loin...



## Mémoire à long terme

Explicite (Déclarative)

Implicite (Non-déclarative)

Épisodique  
(événements  
biographiques)

Sémantique  
(mots, idées,  
concepts)

« on apprend sans  
s'en rendre compte »

Non associatives

**Habitude**  
**Sensibilisation**

Associatives

**Conditionnement**  
**classique et opérant**

**Procédurale**  
(habiletés)

# Mémoire à long terme

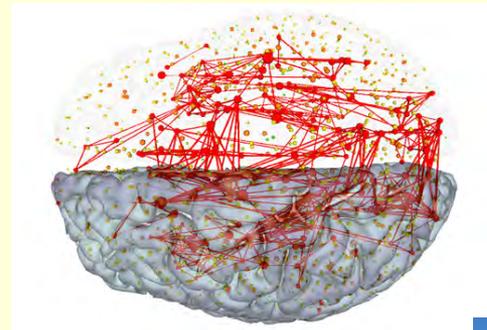
Explicite (Déclarative)

Implicite (Non-déclarative)

« on apprend sans s'en rendre compte »

Épisodique  
(événements  
biographiques)

Sémantique  
(mots, idées,  
concepts)

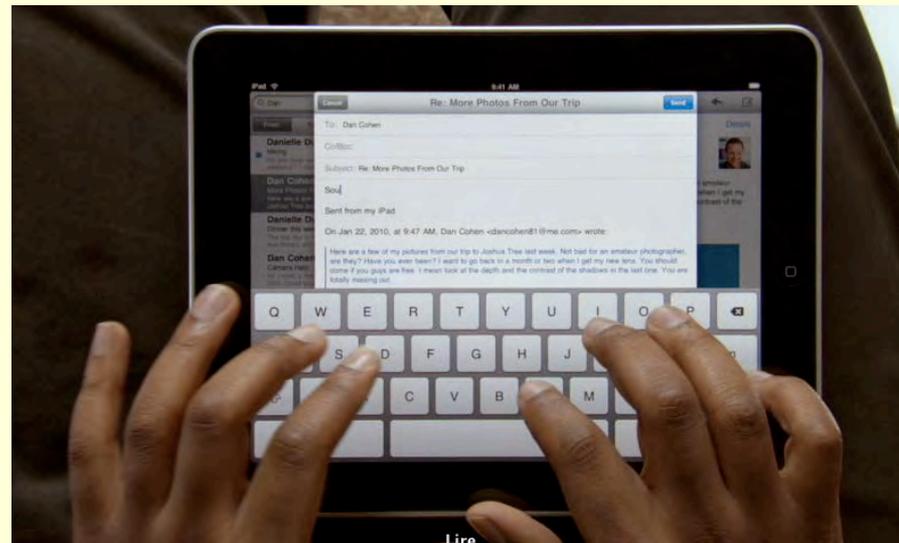


La partie immergée représente l'immense majorité de nos processus cognitifs qui sont des **habitudes automatisées** que l'on fait sans y penser !



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





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





## Deux systèmes de pensée dans le même cerveau?

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

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

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

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

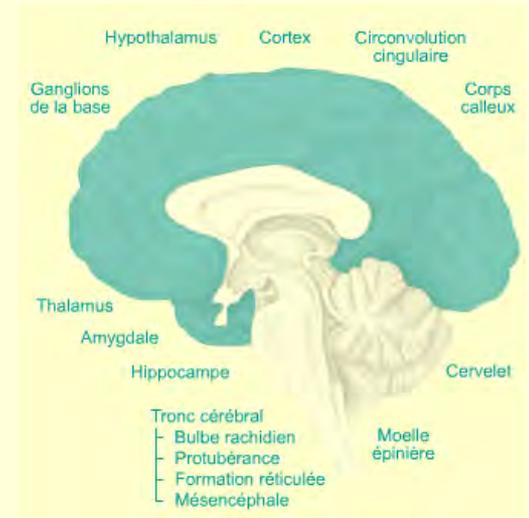
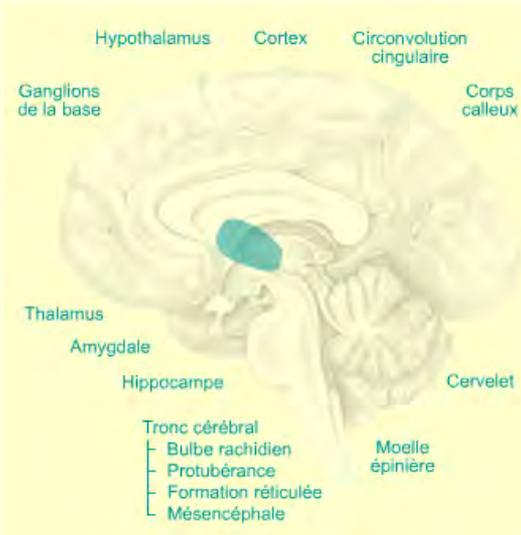
un premier type **rapide, automatique et inconscient;**

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

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



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



le système 1 aurait  
des origines  
évolutives les plus  
anciennes



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

Exhibit 1

A Comparison of System 1 and System 2 Thinking

**System 1**  
"Fast"

DEFINING CHARACTERISTICS

Unconscious  
Effortless  
Automatic

WITHOUT Self-Awareness or Control

"What You See Is All There Is"

**System 2**  
"Slow"

DEFINING CHARACTERISTICS

Deliberate and Conscious  
Effortful  
Controlled Mental Process

WITH Self-Awareness or Control

Logical and Skeptical

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

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

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



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

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

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

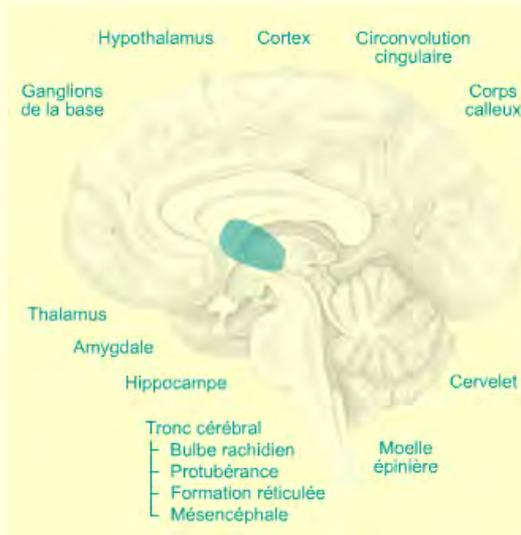
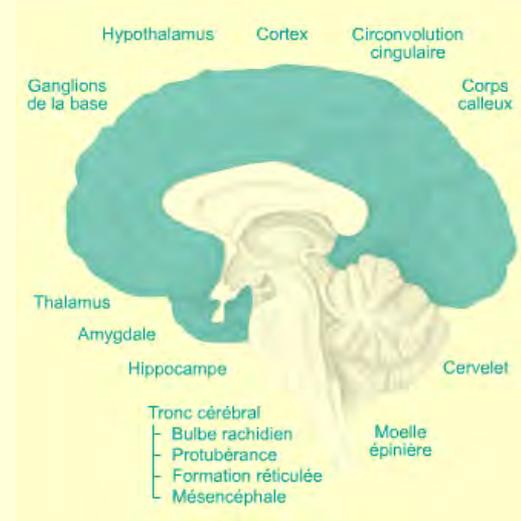
L'exemple des programmes politiques des partis versus le « look » des candidat.es.



# Applying the new science to brands



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

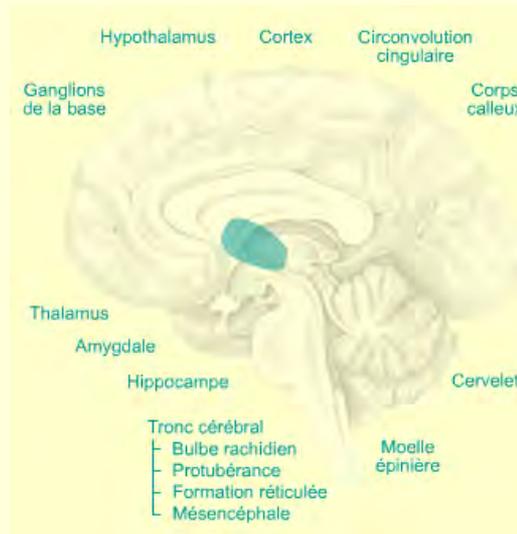
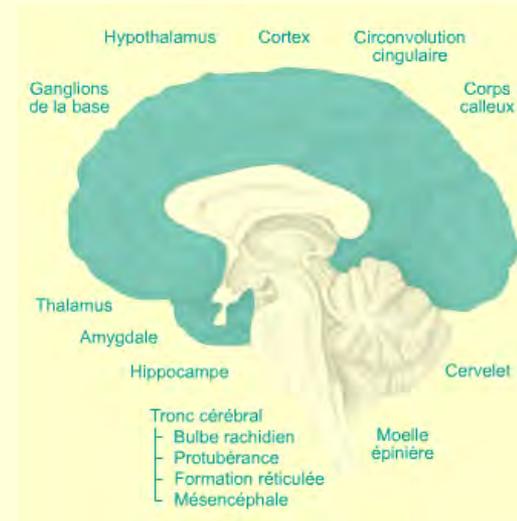


« **Le système 2** est notre petite voix intérieure, celle qu'on associe à notre libre arbitre. Elle est toutefois constamment **en pourparlers « secrets »** avec les processus inconscients du système 1 qui serait, selon plusieurs auteurs, le système dominant par défaut. »

## Applying the new science to brands



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





Notre sentiment de faire des choix libres et personnels viendrait donc,

TANT POUR GAZZANIGA QUE POUR LABORIT,

du fait que notre cerveau génère a posteriori

grâce à nos facultés langagières

des **raisons conscientes** à nos comportements

la plupart du temps automatisés et inconscients.

Mais on va voir que contrairement à Laborit,

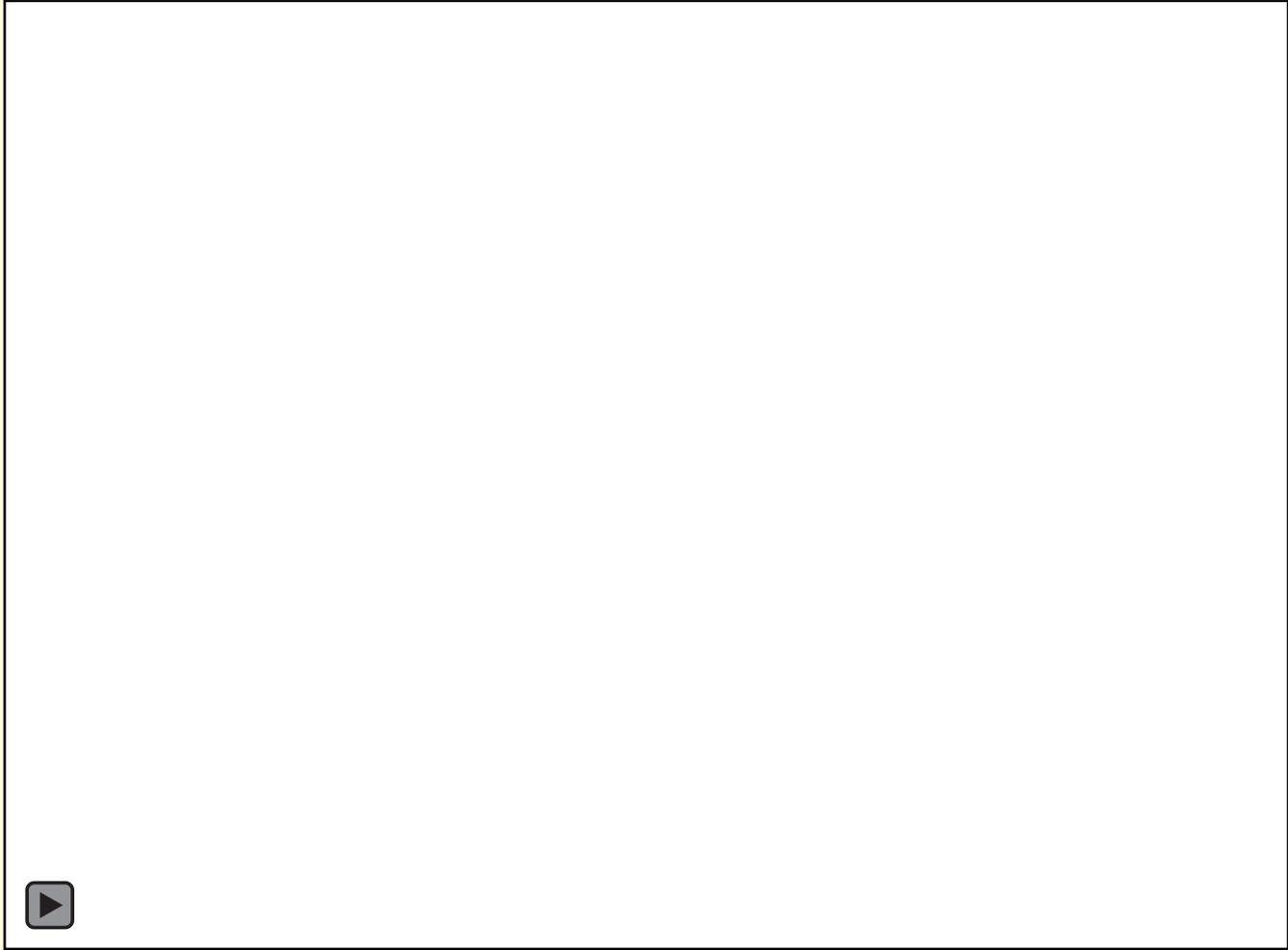
**Gazzaniga ne renie pas pour autant la**  
**responsabilité de l'agent !?!?!**



Car un autre aspect important de la question du libre arbitre c'est  
la responsabilité de l'agent :

« **J**'ai choisi (librement ou pas) d'acheter tel produit. »

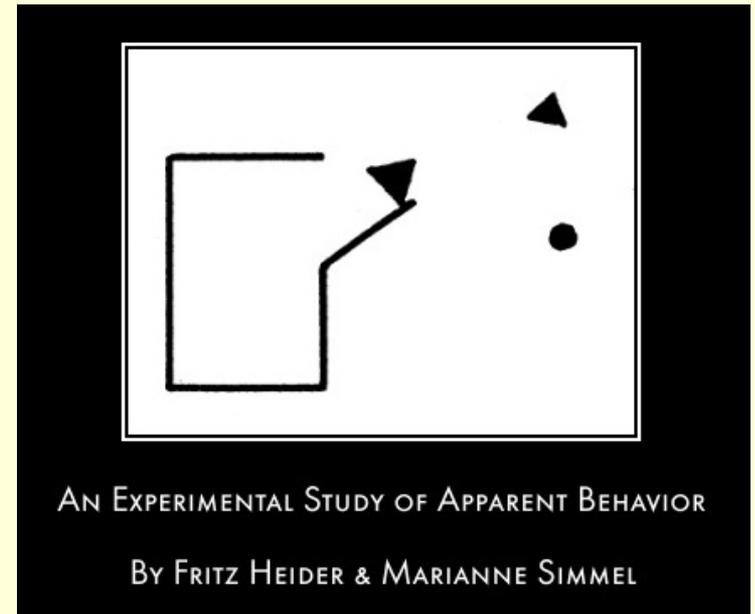
Nous générons spontanément  
le sentiment d'un agent à l'origine de l'action.



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).

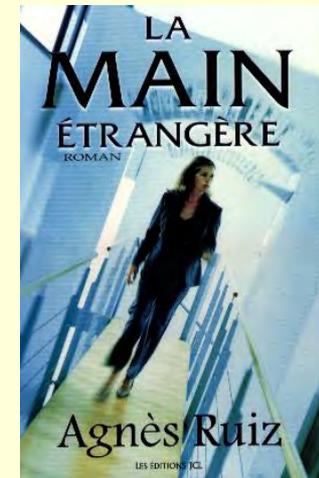


A fortiori, **nous avons un fort sentiment d'être l'agent**  
qui accomplit tous nos comportements.



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

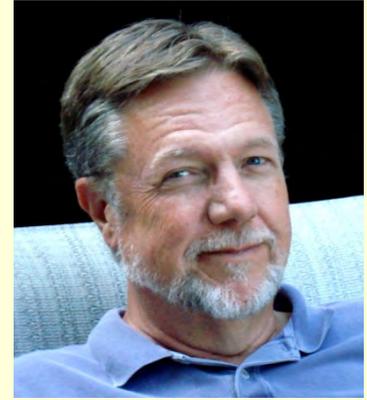
- Les patients souffrants d'une lésion cérébrale menant au **syndrome de la main étrangère** ont l'impression qu'une de leur main a sa propre volonté



- 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 ».



En manipulant **des conditions** qui accompagnent normalement nos actions, on peut faire en sorte qu'un individu normal ressente **moins** ce sentiment d'être l'agent qui initie ses comportements.



Daniel Wegner

Exemple :

- la **priorité** (la lumière s'allume tout de suite après)
- l'**exclusivité** (autre personne amoindri le sentiment)



# Ce n'est pas moi, c'est lui

Agence Science-Presse, le 26 février 2016

<http://www.sciencepresse.qc.ca/actualite/2016/02/26/nest-moi-cest-lui>

Cet article trouvé récemment m'a  
rappelé une expérience célèbre  
qui va un peu dans le même sens...

# L'expérience de Stanley Milgram (1961)

## **Ce n'est pas moi, c'est lui**

Agence Science-Presse, le 26 février 2016

<http://www.sciencepresse.qc.ca/actualite/2016/02/26/nest-moi-cest-lui>

Cet article trouvé récemment m'a  
rappelé une expérience célèbre  
qui va un peu dans le même sens...

# L'expérience de Stanley Milgram (1961)

S'est déroulée en juillet **1961**, à l'université Yale, trois mois après le début du procès du criminel de guerre Nazi Adolf Eichmann à Jérusalem.

Milgram avait conçu son expérience pour tenter de répondre à une question très débattue à cette époque :

“Était-il possible que Eichmann et ses millions de complices de l'Holocauste ne faisait que suivre des ordres ?

Et pouvait-on alors les considérer comme des complices ?”

# L'expérience de Stanley Milgram (1961)

## Public Announcement

**WE WILL PAY YOU \$4.00 FOR  
ONE HOUR OF YOUR TIME**

### **Persons Needed for a Study of Memory**

\*We will pay five hundred New Haven men to help us complete a scientific study of memory and learning. The study is being done at Yale University.

\*Each person who participates will be paid \$4.00 (plus 50c carfare) for approximately 1 hour's time. We need you for only one hour; there are no further obligations. You may choose the time you would like to come (evenings, weekdays, or weekends).

**\*No special training, education, or experience is needed. We want:**

Factory workers	Businessmen	Construction workers
City employees	Clerks	Salespeople
Laborers	Professional people	White-collar workers
Barbers	Telephone workers	Others

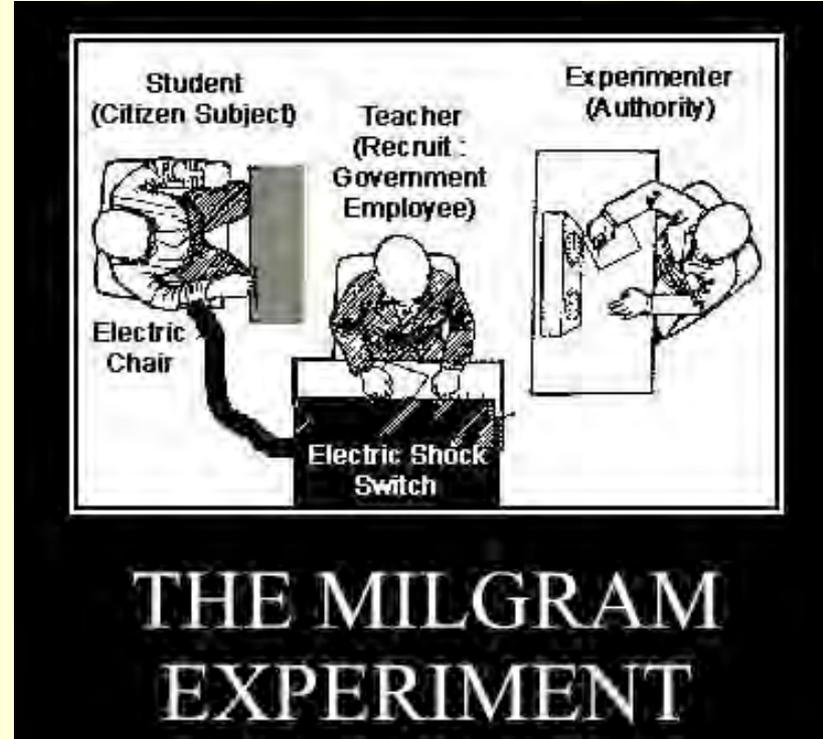
All persons must be between the ages of 20 and 50. High school and college students cannot be used.

\*If you meet these qualifications, fill out the coupon below and mail it now to Professor Stanley Milgram, Department of Psychology, Yale University, New Haven. You will be notified later of the specific time and place of the study. We reserve the right to decline any application.

\*You will be paid \$4.00 (plus 50c carfare) as soon as you arrive at the laboratory.



# L'expérience de Stanley Milgram (1961)



In Milgram's first set of experiments, **65 percent** (26 of 40) of experiment participants administered the experiment's final massive 450-volt shock.





The disappearance of a sense of responsibility is the most far-reaching consequence of submission to authority.

— Stanley Milgram —

AZ QUOTES



In Milgram's first set of experiments, **65 percent** (26 of 40) of experiment participants administered the experiment's final massive 450-volt shock.



## Ce n'est pas moi, c'est lui

Agence Science-Presse, le 26 février 2016

<http://www.sciencepresse.qc.ca/actualite/2016/02/26/nest-moi-cest-lui>

[...] leurs résultats, parus le 18 février dans Current Biology, tendent à démontrer que cette personne « **se sent moins responsable** » **lorsqu'on lui a dit de le faire**, que lorsqu'elle l'a décidé par elle-même.

Même conclusion que l'expérience de Milgram !

# Modern Milgram experiment sheds light on power of authority

People obeying commands feel less responsibility for their actions.

[http://www.nature.com/news/modern-milgram-experiment-sheds-light-on-power-of-authority-1.19408?WT.mc\\_id=TWT\\_NatureNews](http://www.nature.com/news/modern-milgram-experiment-sheds-light-on-power-of-authority-1.19408?WT.mc_id=TWT_NatureNews)

Alison Abbott

18 February 2016

## THOROUGHLY MODERN MILGRAM

A modern version of Stanley Milgram's experiments on obedience to authority avoids the ethical pitfalls of the classic 1960s studies.

**Volunteers** knowingly inflict real pain: a cash fine and an electric shock, or just a fine. They take turns to be 'victim'.

**Experimenter** tells one volunteer which key to press — or turns away and offers a free choice of key press.

**Keyboard:** one key inflicts harm, one doesn't.

**Shock** calibrated to pain tolerance of victim.



Feelings probed using neural readings or volunteers' sense of time lag between key being pressed and a tone sounding.

## Suggestion et hypnose

I define hypnotism as the induction of a peculiar psychological [i.e., mental] condition **which increases the susceptibility to suggestion**. Often, it is true, the [hypnotic] sleep that may be induced facilitates suggestion, but it is not the necessary preliminary. **It is suggestion that rules hypnotism.**

- Hippolyte Bernheim

Contemporary hypnotism uses a variety of suggestion forms including direct verbal suggestions, "indirect" verbal suggestions such as requests or insinuations, metaphors and other rhetorical figures of speech, and non-verbal suggestion in the form of mental imagery, voice tonality, and physical manipulation.

Hypnosis

<https://en.wikipedia.org/wiki/Hypnosis#Suggestion>

Avoir le sentiment d'être à l'origine d'une action n'est donc **pas une preuve convaincante** que c'est notre intention consciente qui est à l'origine de cette action.

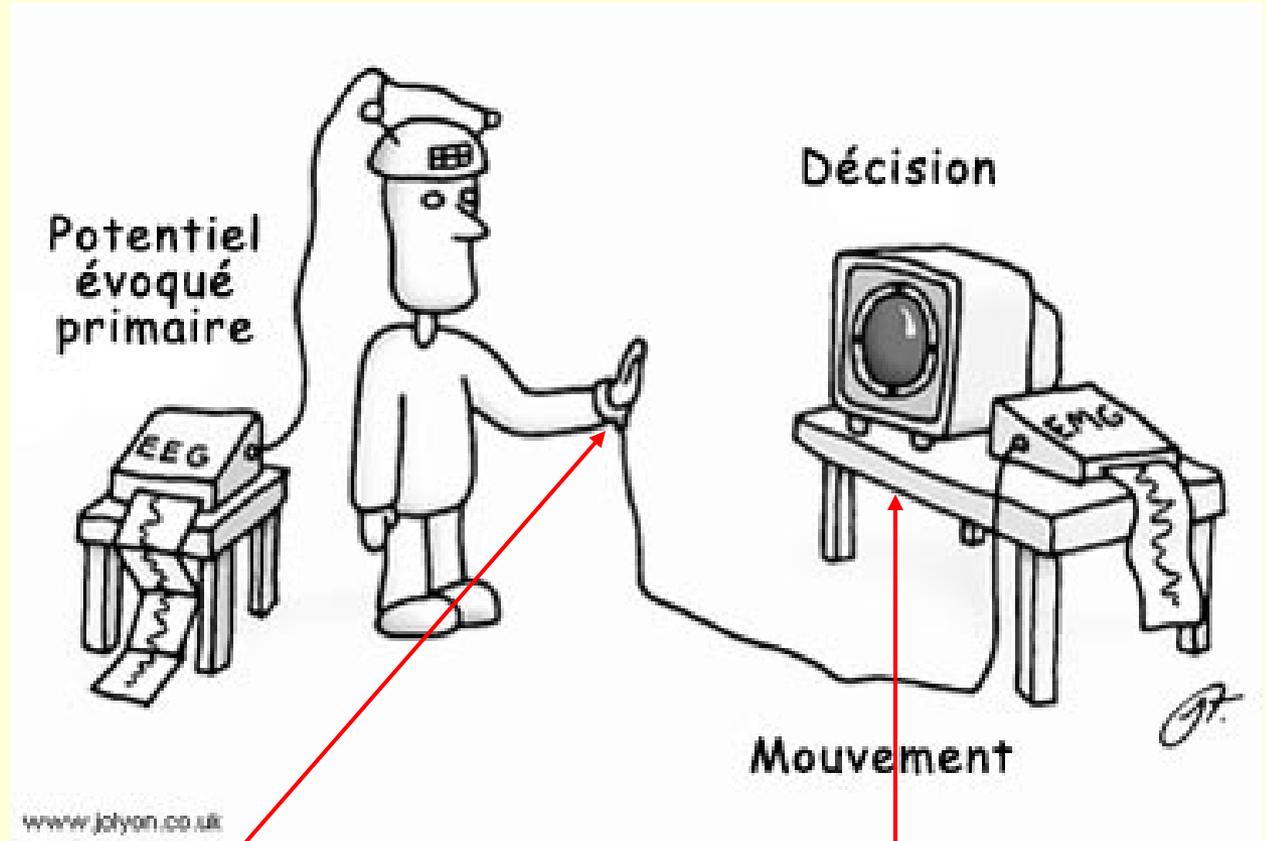


Autres données qui vont en ce sens:

**l'expérience de Libet**  
(et ses répliques)

(l'une des plus controversée de l'histoire des neurosciences)

Son expérience :

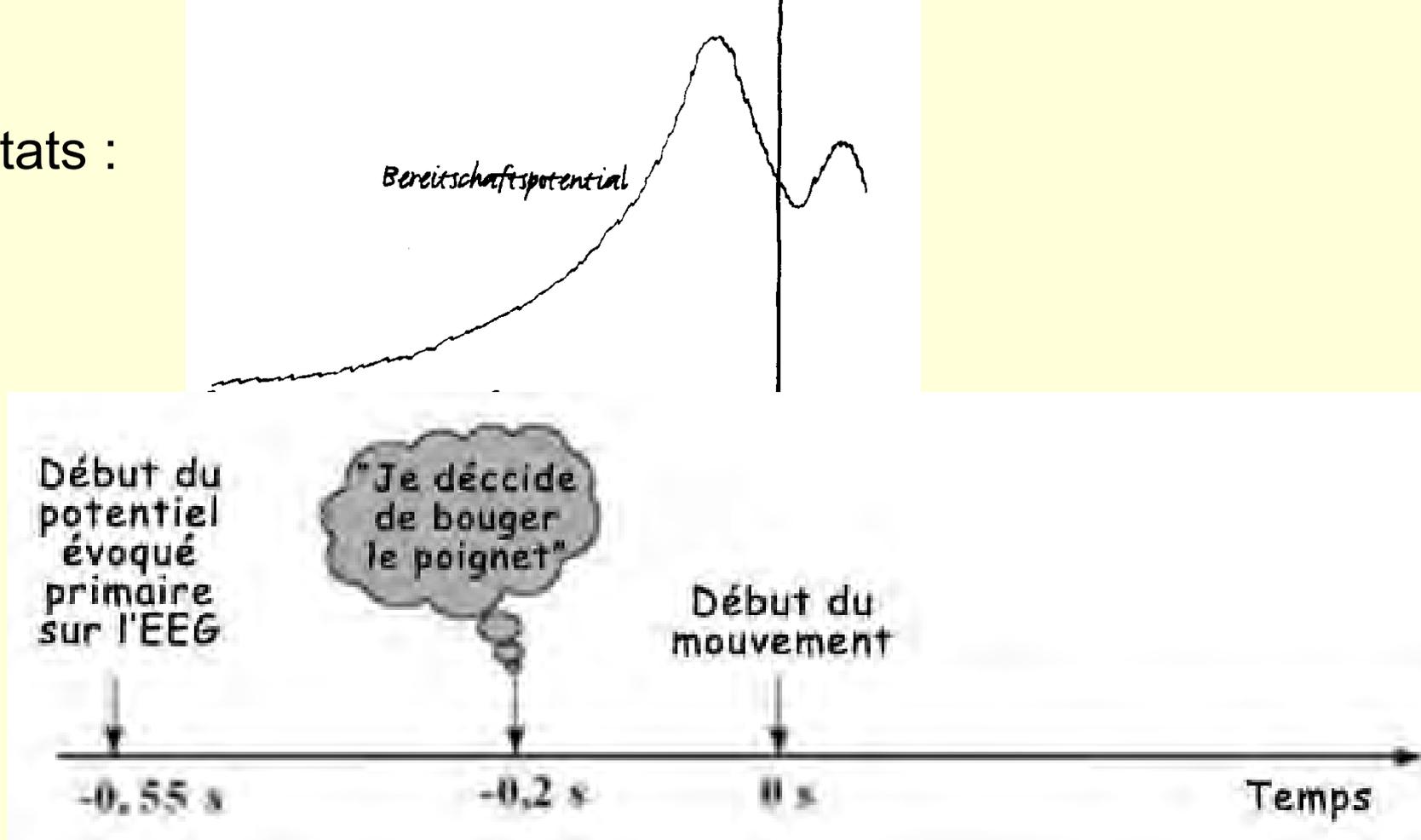


Le sujet devait **fléchir** son poignet  
au moment de son choix

tout en notant **à quel moment il décidait  
de faire le mouvement**

en retenant la position d'un point lumineux  
qui tournait sur un cadran devant lui.

Résultats :



1-  
Potentiel  
550 ms  
avant  
l'action.

2-  
Décision  
350 ms  
**APRÈS !**

3-  
Action.

L'expérience de Libet a été reprise de diverses façons avec les outils dont on dispose aujourd'hui, comme l'imagerie cérébrale.

Et **les résultats obtenus sont similaires !**

Le cerveau prépare une action plusieurs centaines de millisecondes AVANT que l'on en ait conscience.

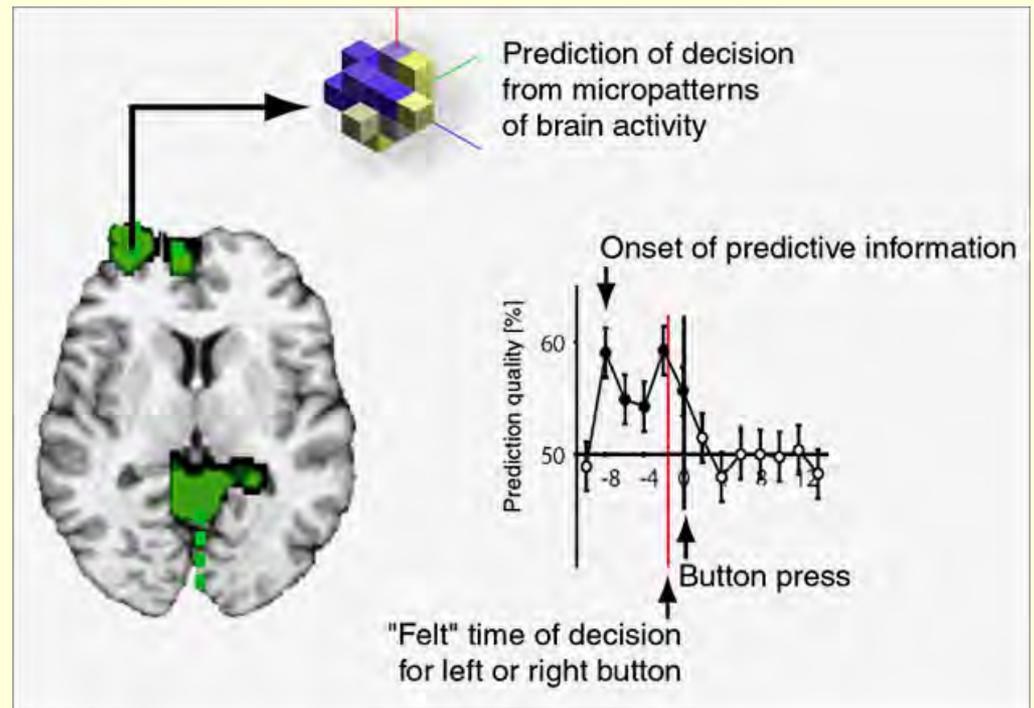
3 exemples...

- **John-Dylan Haynes** (avril 2008) :

Décision entre presser un bouton de droite ou de gauche.

On peut observer une activation de **1 à 10 secondes avant l'action**

Prédiction : **6 sec** avant le choix du sujet.

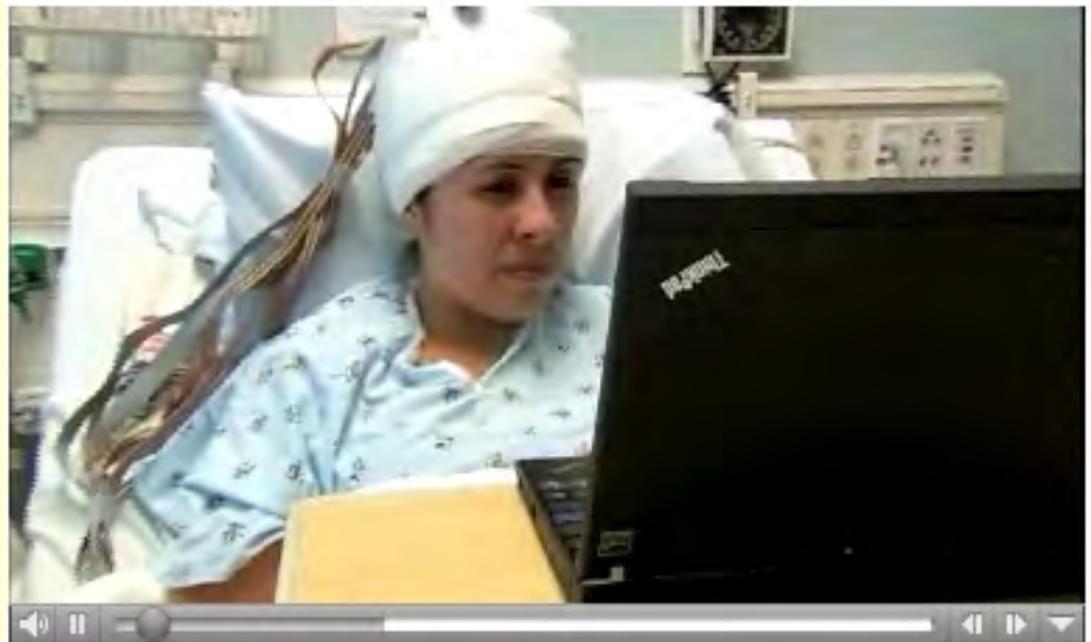


- **Itzhak Fried** (février 2011) :

Électrodes implantées directement dans le cerveau :  
neurones isolés (très précis).

Activité **1,5 seconde avant la décision** consciente  
d'appuyer sur un bouton

700 millisecondes avant l'action, Fried pouvait en  
prédire l'avènement  
(80% de succès).

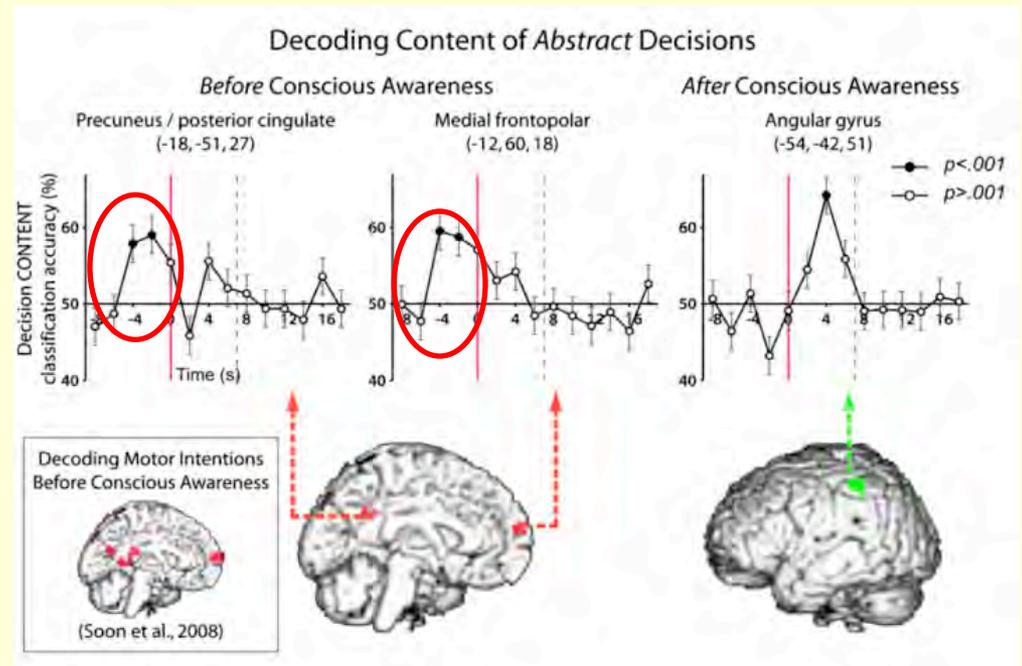


- **Chun Siong Soon** (février 2013) :  
(avec John-Dylan Haynes)

Les décisions concernent la pensée plus **abstraite** :  
choisir entre additionner ou soustraire deux nombres.

**Prédiction de 4 secondes avant** le moment où la  
personne pense avoir pris sa décision de façon  
consciente avec un taux de réussite de 60%

À quoi correspondrait le  
« potentiel évoqué primaire »  
s'il n'est pas initié par  
la prise de décision ?



February 16, 2016

## A 50 year misunderstanding of how we decide to initiate action - our intuition is valid

[http://mindblog.dericbownds.net/2016/02/a-50-year-misunderstanding-of-how-we.html?utm\\_source=feedburner&utm\\_medium=feed&utm\\_campaign=Feed%3A+Mindblog+%28MindBlog%29](http://mindblog.dericbownds.net/2016/02/a-50-year-misunderstanding-of-how-we.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+Mindblog+%28MindBlog%29)

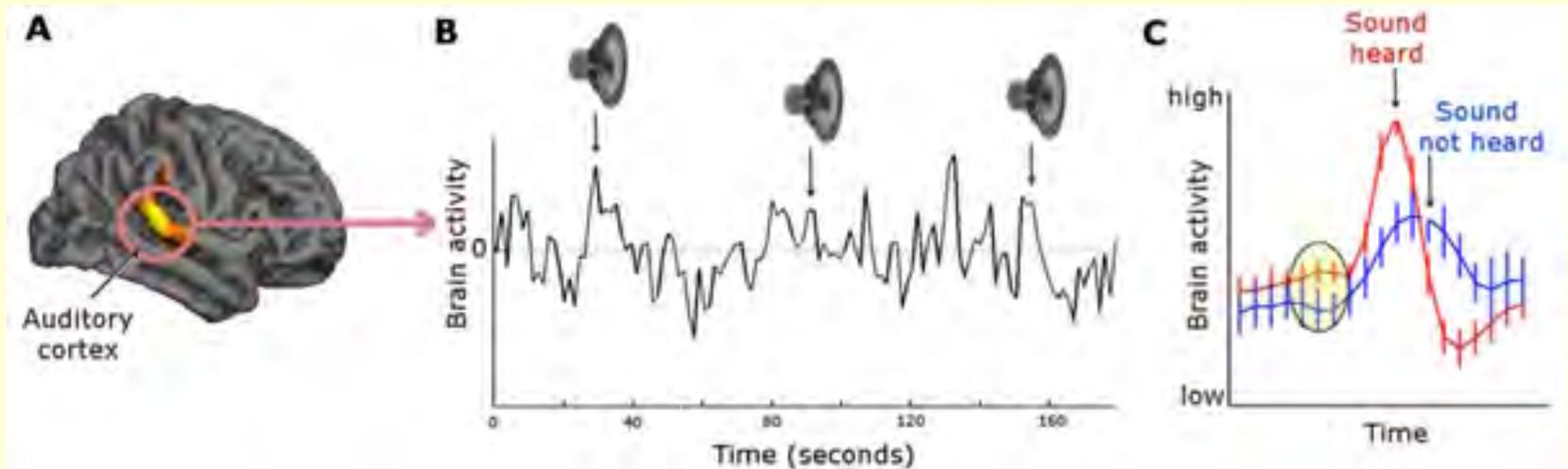
[...] A new generation of experiments is now suggesting that brain activity preceding spontaneous voluntary movements (SVMs) "may reflect the ebb and flow of **background neuronal noise**, rather than the outcome of a specific neural event corresponding to a 'decision' to initiate movement...

[Several studies] have converged in showing that bounded-integration processes, which involve the accumulation of noisy evidence until a decision threshold is reached, offer a coherent and plausible explanation for the apparent pre-movement build-up of neuronal activity. [...]

**The stochastic decision model** reveals a remarkably similar picture on the neuronal level, with the decision to act being a threshold-crossing neural event that is preceded by a neural tendency toward this event.

In addition, dropping the problematic theoretical assumption that a decision to act cannot occur without being conscious also helps to dispel the apparent air of 'paradox' surrounding these findings.

Ce qui n'est pas sans rappeler ce genre d'expérience dont on a déjà parlé...



« [...] il y a beaucoup de hauts et de bas dans cette courbe. Cela est dû à **l'activité cérébrale spontanée**.

Les hauts-parleurs et les flèches marquent l'activité cérébrale au moment où le son est présenté.

L'activité spontanée précédente va aider l'activité neurale engendrée par le son à **passer le seuil de perception**. »

<http://moncerveaualecole.com/cerveau-sarrete-jamais/>

# 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 des décisions humaines 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.

Autrement dit, pour des décisions simple, rapide et aux conséquences semblables : ce serait **surtout l'aléatoire qui joue** sur la sélection des assemblées de neurones et **on rationalise consciemment a posteriori**.

Lors de **délibération plus longue** (de « choix rationnel ») :

« 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 le scientifique, 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...

Et cela nous ramène aussi à Michael Gazzaniga :

**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 percevoir 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»

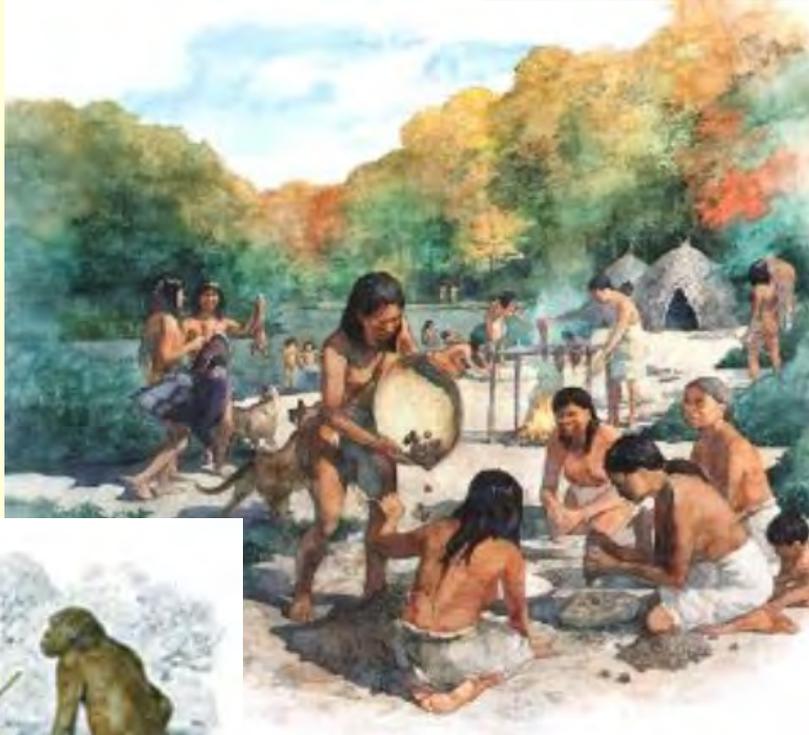
**cela ne crée pas de très bons liens sociaux...**



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 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...**

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.

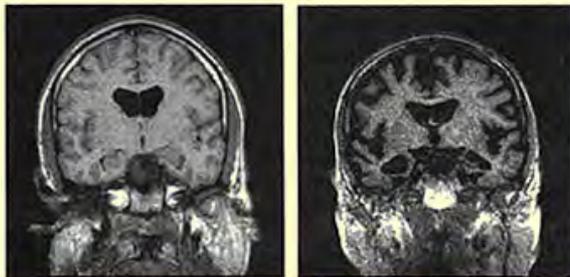
Mais elle nécessite de **sortir de la dichotomie « liberté / déterminisme »**

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

[ Merci ici à Jean-François Fournier, Professeur au département de philosophie, Collège de Maisonneuve, et à sa présentation à Philopolis en février 2013 pour l'inspiration de cette partie]

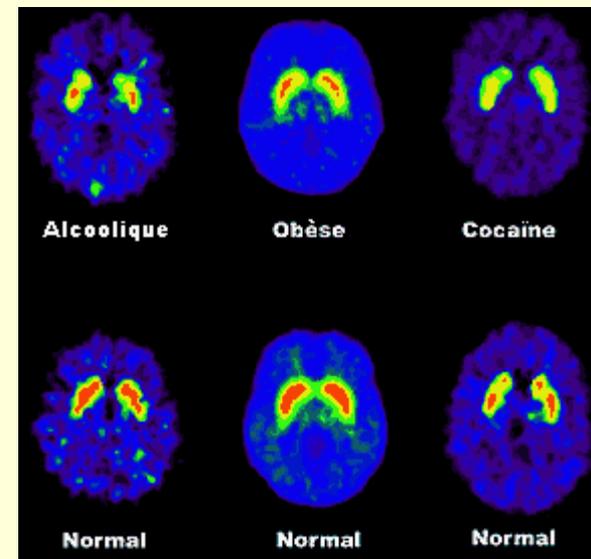


La philosophe des neurosciences Patricia Churchland propose de **distinguer un cerveau en contrôle** d'un cerveau qui a moins ou plus du tout de contrôle.



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 »



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

**Lundi, 2 novembre 2015**

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

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

**- Olivier Houdé**

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



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

**Lundi, 2 novembre 2015**

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

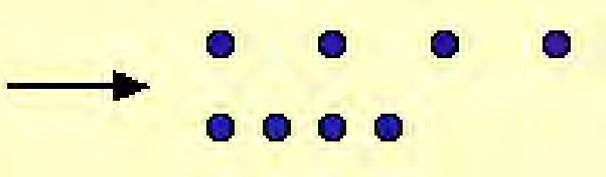
« Il est très difficile de penser librement. Nos croyances plongent des racines interminables dans notre passé lointain, notre éducation, le milieu social où nous vivons, le discours des médias et l'idéologie dominante. Parfois, elles nous empêchent de réfléchir au sens propre. »

**- Olivier Houdé**

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



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

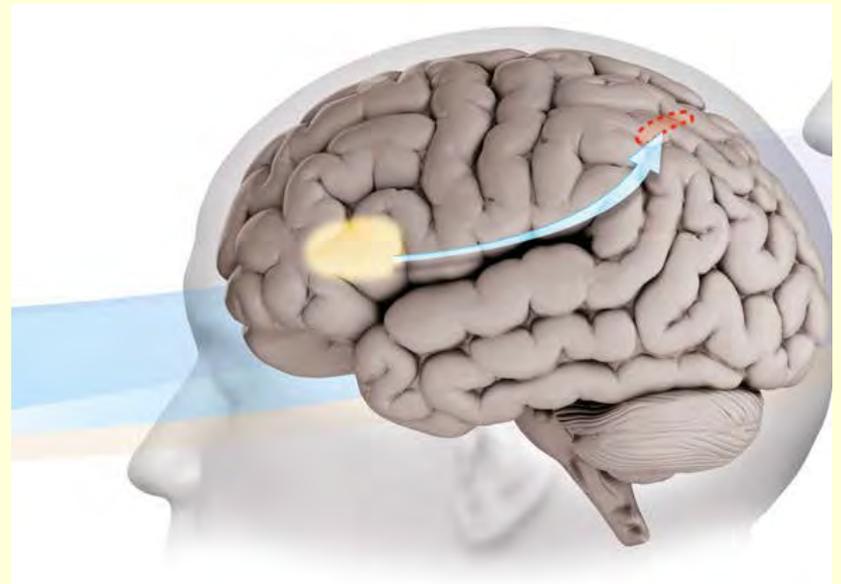


Vers l'âge de 6-7 ans, ou avec l'aide d'un parent avant, l'enfant parvient à mettre entre parenthèses sa croyance spontanée pour examiner la situation au moyen de ses outils logiques.

Ce que l'équipe de Houdé a mis en évidence, c'est une **activation du cortex préfrontal inférieur** de ces enfants au moment où ils suspendent leur croyance.

Or, les neurones de cette régions projettent leur axone vers d'autres zones du cerveau impliquées dans ces automatismes de pensée

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

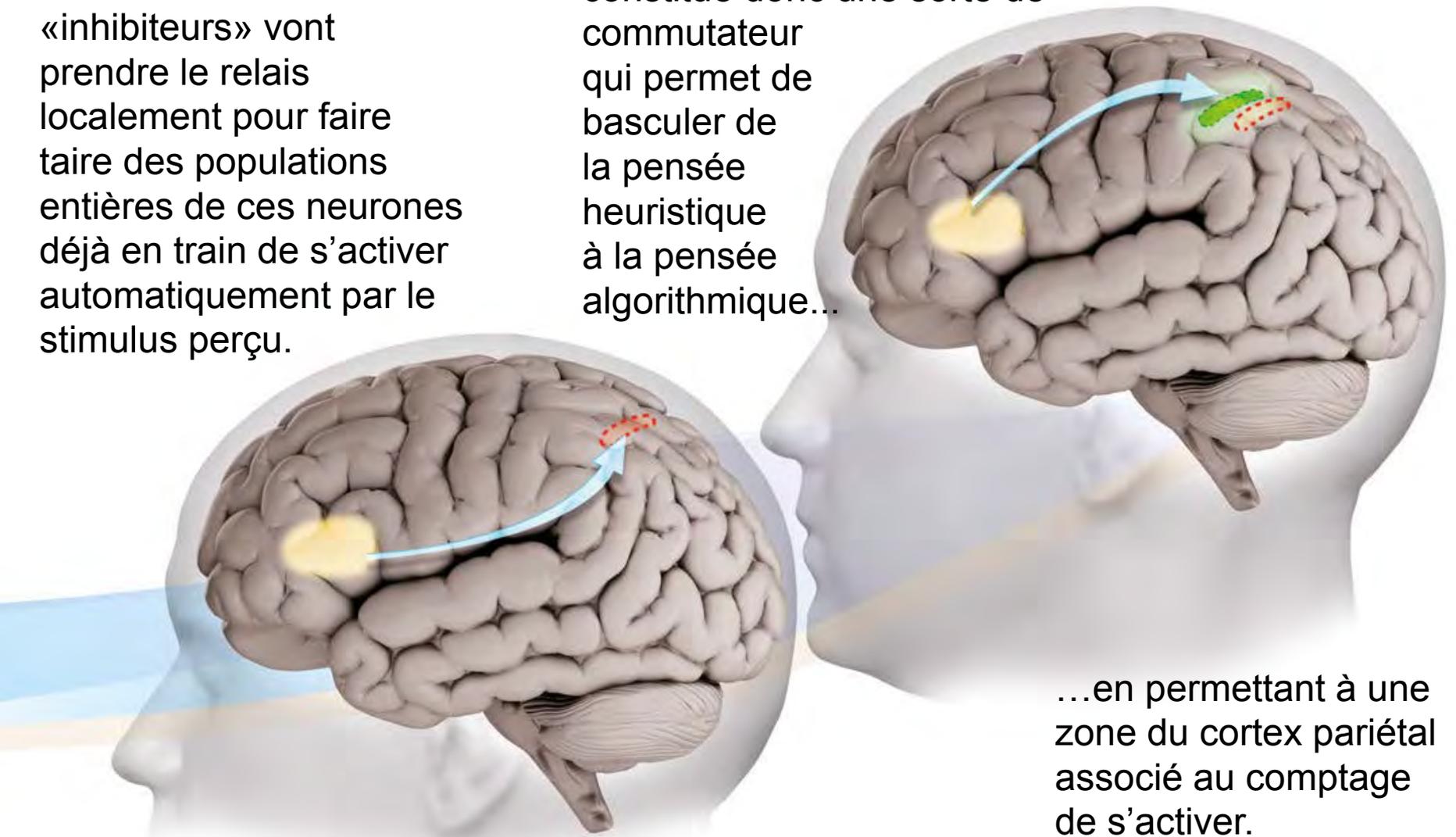


Dans ces zones, d'autres neurones dits «inhibiteurs» vont prendre le relais localement pour faire taire des populations entières de ces neurones déjà en train de s'activer automatiquement par le stimulus perçu.

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

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

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





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

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



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 »).

## 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

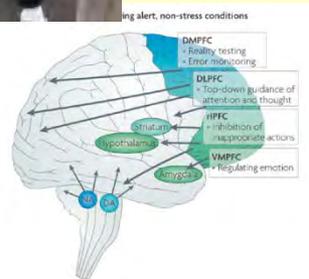
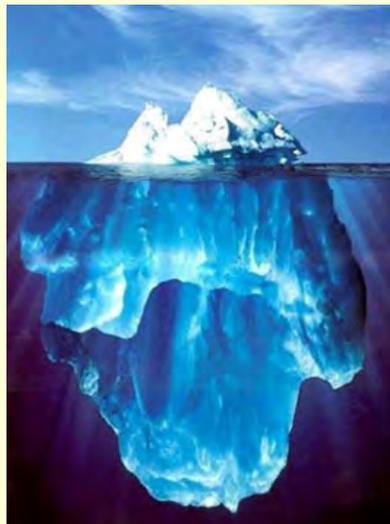
Cerveau unique à l'origine  
de tous les comportements  
d'un individu

Situation  
particulière

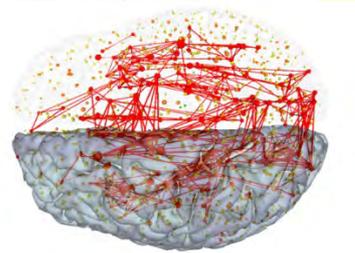


D

Comportement  
particulier



b Amygdala control during stress conditions



d



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.

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

# 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>

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

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



Ministre du Travail, de l'Emploi et de la Solidarité sociale, Sam Hamad  
PHOTO CLÉMENT ALLARD, LA PRESSE CANADIENNE

## 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)

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

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

**EXCLUSIF** Publié le 27 septembre 2014 à 05h00 | Mis à jour le 27 septembre 2014 à 07h05

## Un milliard de moins en éducation



À l'Assemblée nationale, le ministre de l'Éducation, Yves Bolduc, a confirmé que les mesures révélées par La Presse sont bel et bien à l'étude.

PHOTO JACQUES BOISSINOT, ARCHIVES LA PRESSE CANADIENNE

Publié le 29 octobre 2015 à 08h23 | Mis à jour à 18h15

## Québec injecte 1 milliard \$ US dans Bombardier



L'investissement a été approuvé par le conseil d'administration de Bombardier de même que par le Conseil des ministres du gouvernement du Québec.

FOURNIE PAR BOMBARDIER

On va revenir en deuxième heure à cette question des choix politiques qui affectent notre cerveau...

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

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



Ministre du Travail, de l'Emploi et de la Solidarité sociale, Sam Hamad

PHOTO CLÉMENT ALLARD, LA PRESSE CANADIENNE

## 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»

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



En guise de  
conclusion



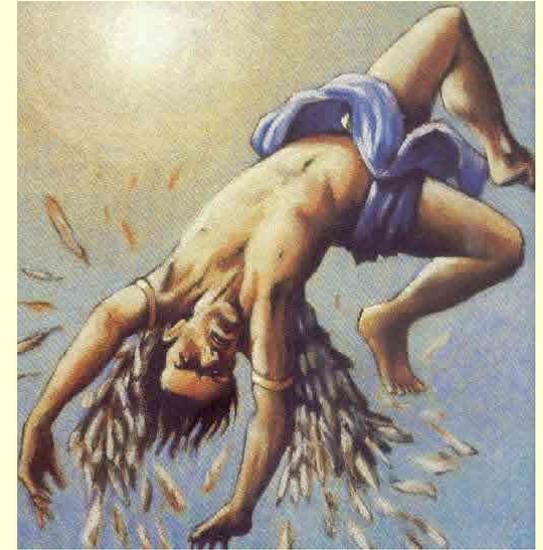
Les neurosciences ne peuvent peut-être pas nous rendre plus libres, mais peut-être plus attentifs à toutes ces « **décisions par défaut** » que prend constamment notre cerveau.

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. »





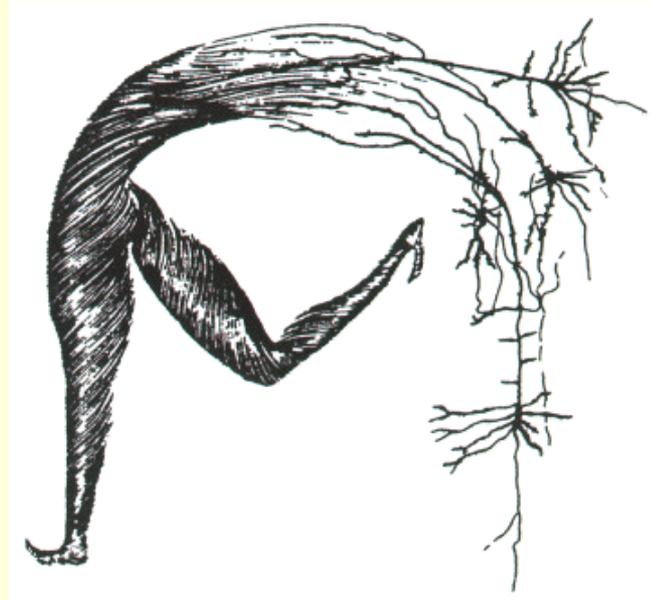
*John Dylan Haynes, lors d'un déplacement en avion pour aller donner une conférence...*



“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...”





Autrement dit,  
on semble condamné à  
**« faire comme si » l'on était libre.**

De toute façon, il y a une chose dont on ne se « libérera » jamais :

**le corps dans lequel s'incarne notre pensée et notre cognition !**

# Plan :

- I- Esquisse de l'histoire des sciences cognitives depuis un siècle
- II- D'où vient le cerveau humain ?
- III- Communication, intégration et plasticité neuronale
- IV- Nos mémoires
- V- Cartographier nos réseaux de neurones
- VI- Le cerveau dynamique : oscillations et synchronisations
- VII- Attention et perception
- VIII- Catégorisation et analogie
- IX- Inconscient cognitif, langage et libre arbitre
- X- Cognition incarnée

“Quand je pense à mon cerveau,  
quels sont les 3 premiers mots qui me viennent à l’esprit ?”

chair, matière, instinct, émotion

complexe, imagination

stress, douleur

**neurone**

mémoire, souvenir

neurotransmetteur,  
hypothalamus

cervelet, lobe

**pensée, réflexion, raison**

**intelligence**

esprit, idée

**connaissance, savoir**

hémisphère

logique, ordinateur, contrôle

surprenant, étrange, mystère, question



Vous vous rappelez une situation où vous avez été exclu d'un groupe ?  
Vous évalueriez la température de la pièce dans laquelle vous vous trouvez environ 5 degrés Celsius plus froide que ceux qui se souviennent d'un moment où ils ont été acceptés socialement.



Quand quelqu'un est assis sur un siège dur pendant une négociation, il adopte une ligne plus « dure » et accepte moins les compromis que s'il est installé dans un fauteuil confortable !



D'autres expériences semblables décrites dans ce vidéo :  
**Tom Ziemke - "Human Embodied Cognition : Scientific evidence & technological implications"**

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

July 13, 2015

**The embodied cognition of your love life.**

Drawing on the embodiment literature, we propose that experiencing **physical instability can undermine perceptions of relationship stability.**

Participants who experienced physical instability by sitting at a wobbly workstation rather than a stable workstation (Study 1), standing on one foot rather than two (Study 2), or sitting on an inflatable seat cushion rather than a rigid one (Study 3) **perceived their romantic relationships to be less likely to last.**

Results were consistent with risk-regulation theory: Perceptions of relational instability were associated with reporting lower relationship quality (Studies 1–3) and expressing less affection toward the partner (Studies 2 and 3).

**These findings indicate that benign physical experiences can influence perceptions of relationship stability, exerting downstream effects on consequential relationship processes.**

“Quand je pense à mon cerveau,  
quels sont les 3 premiers mots qui me viennent à l’esprit ?”

chair, matière, instinct, émotion

complexe, imagination

stress, douleur

**neurone**

mémoire, souvenir

neurotransmetteur,

cervelet, lobe

hypothalamus

**pensée, réflexion, raison**

**intelligence**

esprit, idée

**connaissance, savoir**

hémisphère

logique, ordinateur, contrôle

surprenant, étrange, mystère, question

Quand je passe à un nouveau,  
quels sont les 3 premiers mots qui me viennent à l'esprit ?

chair, matière, instinct, émotion

complexe d'imagination

stress, douleur

neurone

mémoire, souvenir

neurotransmetteur

cervelet, lobe

hypothalamus

pensée, réflexion, raison

intelligence

esprit, idée

connaissance, savoir

hémisphère

logique, ordinateur, contrôle

L'idée d'une raison qui fonctionnerait de façon indépendante du corps ne tient plus la route.

surprenant, étrange, mystère, question

Donc ce n'est pas seulement le cerveau qui envoie ses ordres aux muscles.

L'information circule clairement dans l'autre sens aussi : le corps influence les décisions que prend le cerveau à tout moment.

Et même les **émotions** qu'on peut décoder ou ressentir.

Ainsi, bloquer les expressions faciales nous fait ressentir de la même façon les vrais et les faux sourires alors qu'on les distingue normalement.

### **Blocking Mimicry Makes True and False Smiles Look the Same**

Magdalena Rychlowska et al. Published: March 26, **2014**

<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0090876>

Ou encore, paralyser les muscles du plissement du front avec du Botox diminue les symptômes de la dépression !

### **Don't Worry, Get Botox**

<http://www.nytimes.com/2014/03/23/opinion/sunday/dont-worry-get-botox.html>

Ou encore :

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



## 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.**

Et les grands primates humains que nous sommes ne font pas autre chose.

Ainsi, 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**.

Pendant longtemps :

Cerveau

neurotransmetteurs

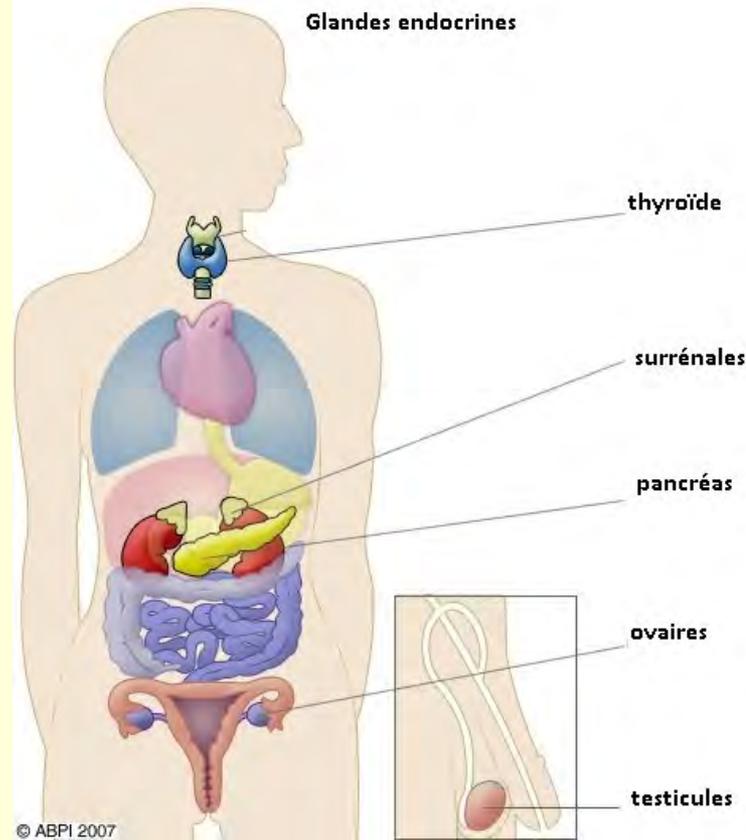


Corps

hormones



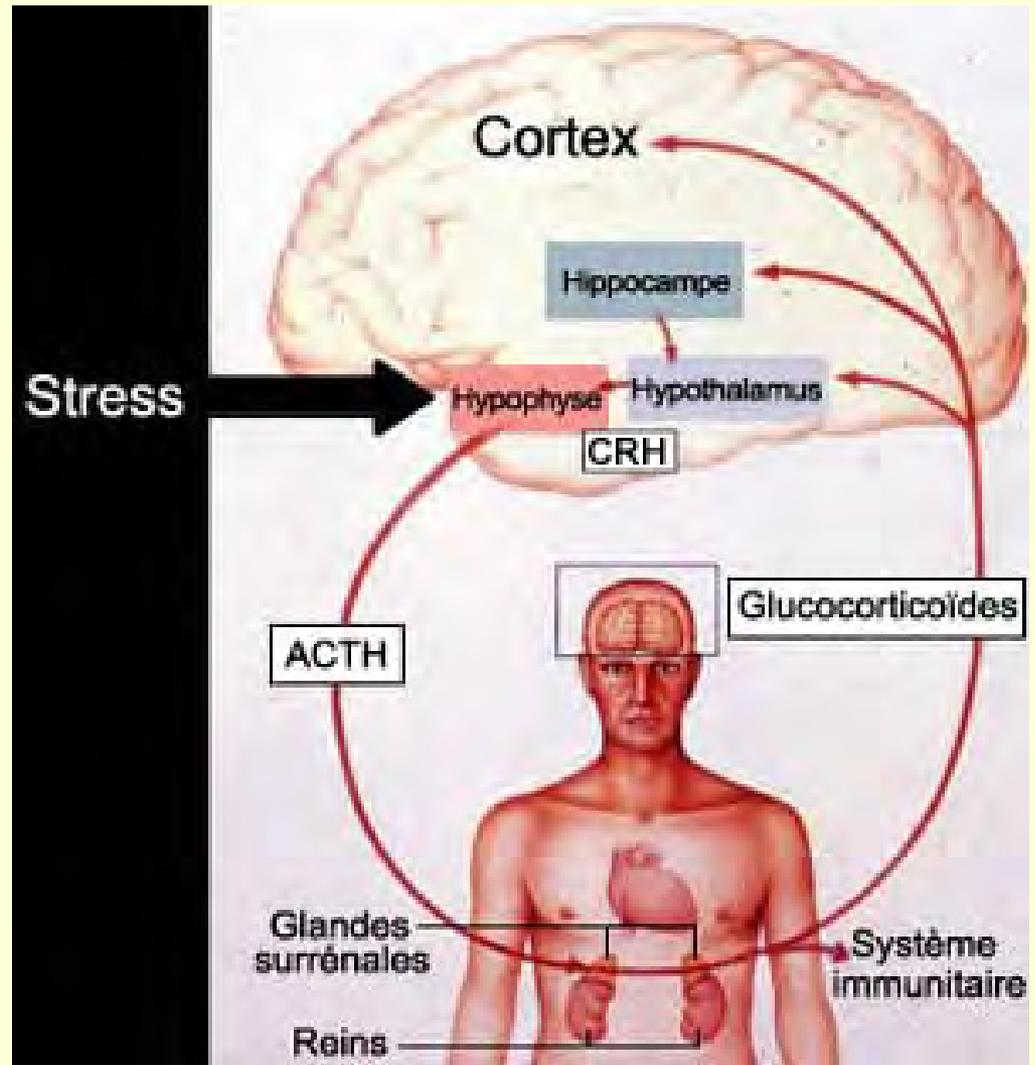
Glandes endocrines



## La Neuroendocrinologie

s'est développée durant les années 1970 :

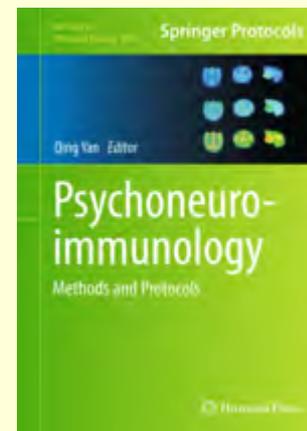
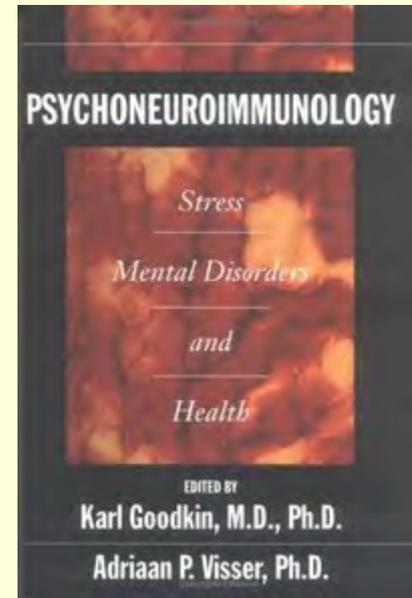
- se situe à l'intersection de deux grandes disciplines, la neurobiologie et l'endocrinologie.
- étudie les interactions entre le système nerveux et le système endocrinien
- et aussi la capacité qu'a le système nerveux à produire des hormones (ou « neurohormones »)



La **psycho-neuro-immunologie**, s'est développée à partir des travaux de Robert Ader à partir du milieu des années 1970.

Celui-ci a réussi à conditionner des rats en associant la prise d'un liquide sucré à une substance immunosuppressive, de sorte que **l'eau sucrée seule parvenait ensuite à diminuer les défenses immunitaires de l'animal.**

C'était la première évidence scientifique que le système nerveux peut influencer le système immunitaire.

The image is a promotional poster for a conference. It features a stylized human silhouette in a golden-yellow color on the left, with a white outline. To the right is a black and white photograph of a resort building and a winding path. The text on the poster includes:

**Frontiers in Psychoneuroimmunology:**  
*Emotions, the Immune System and Performance*

**September 17-19, 2009**  
Pre-Conference, September 17, 2009  
Main Conference, September 18-19, 2009

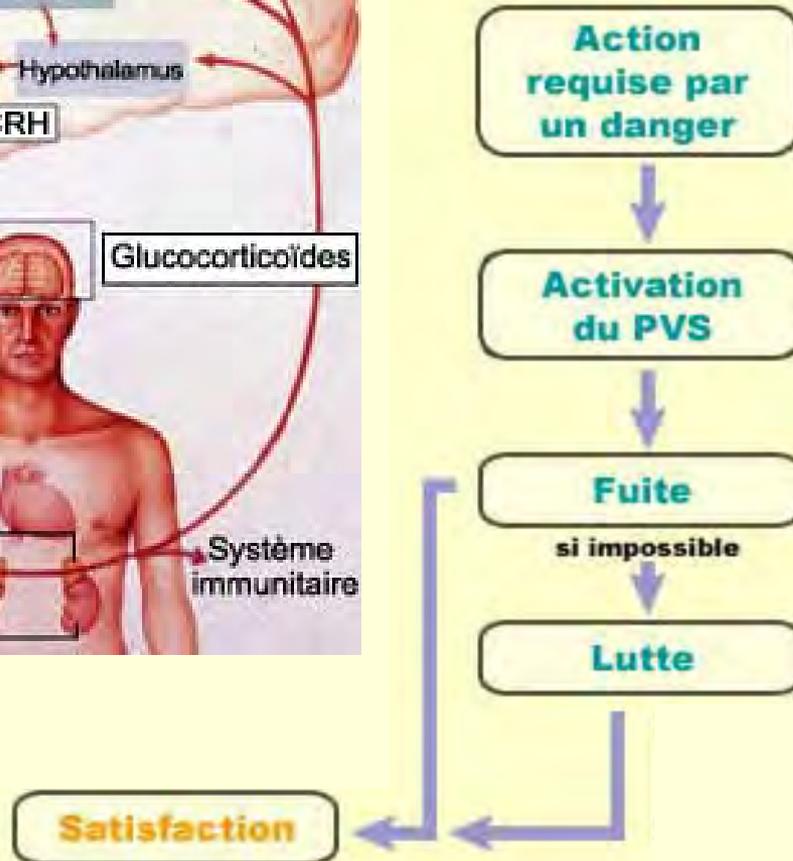
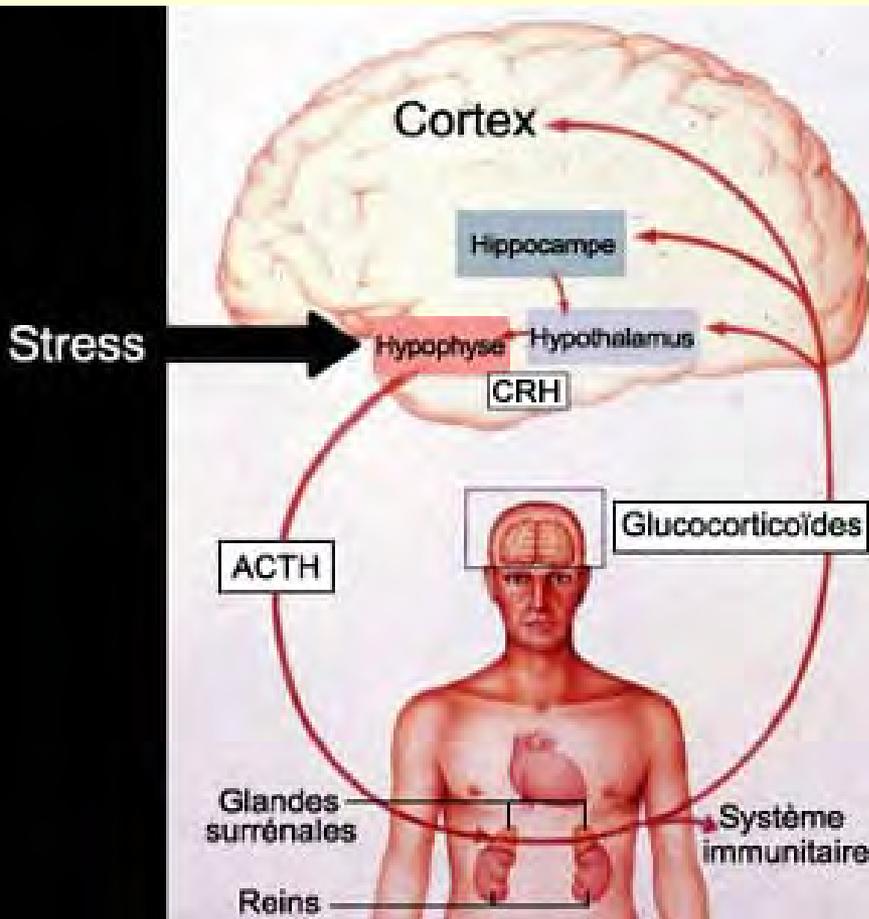
Provided by the University of South Florida College of Nursing Center for Psychoneuroimmunology

**Saddlebrook Resort Tampa, FL**

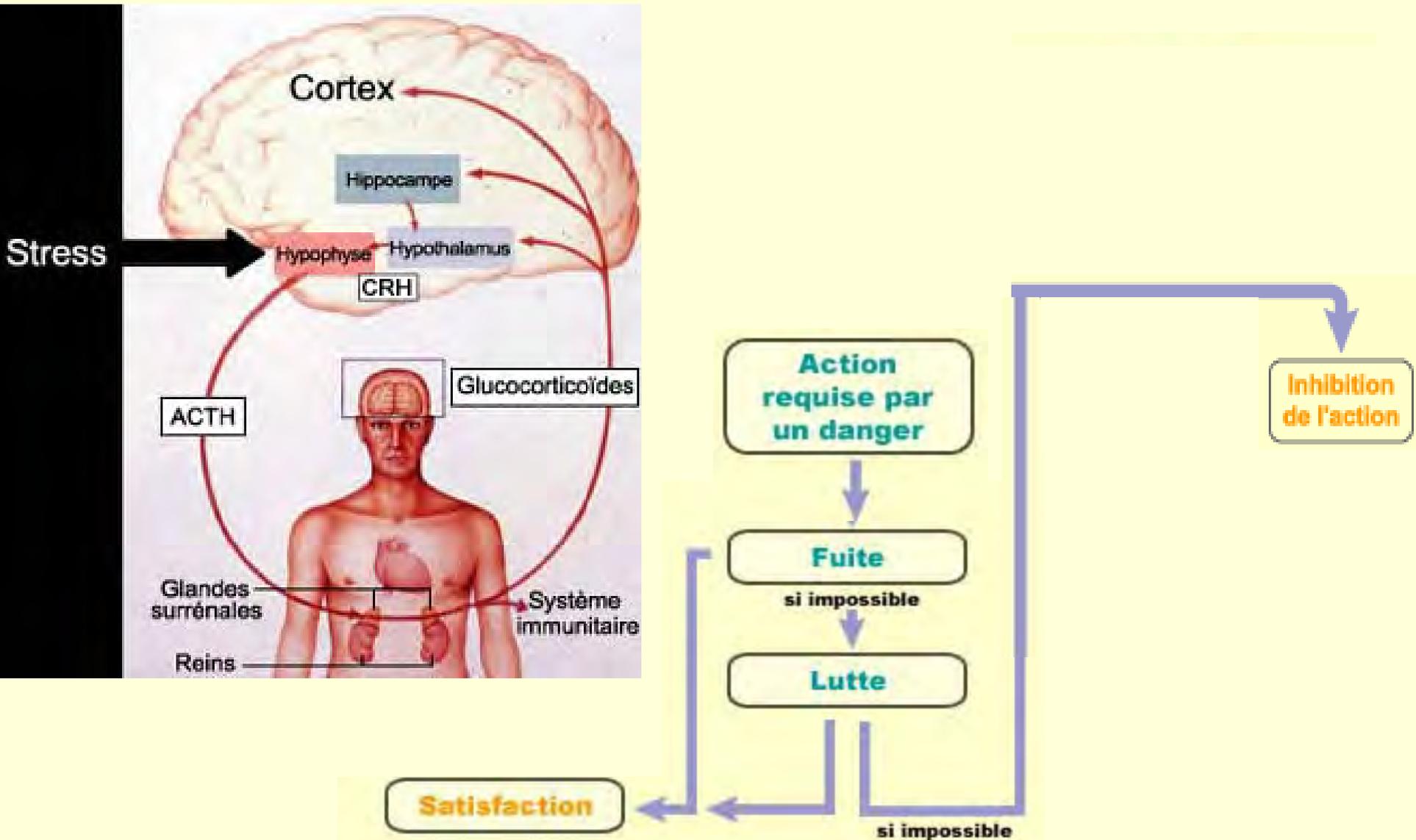
**USF HEALTH**

## Un exemple bien connu : **La réponse au stress**

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.

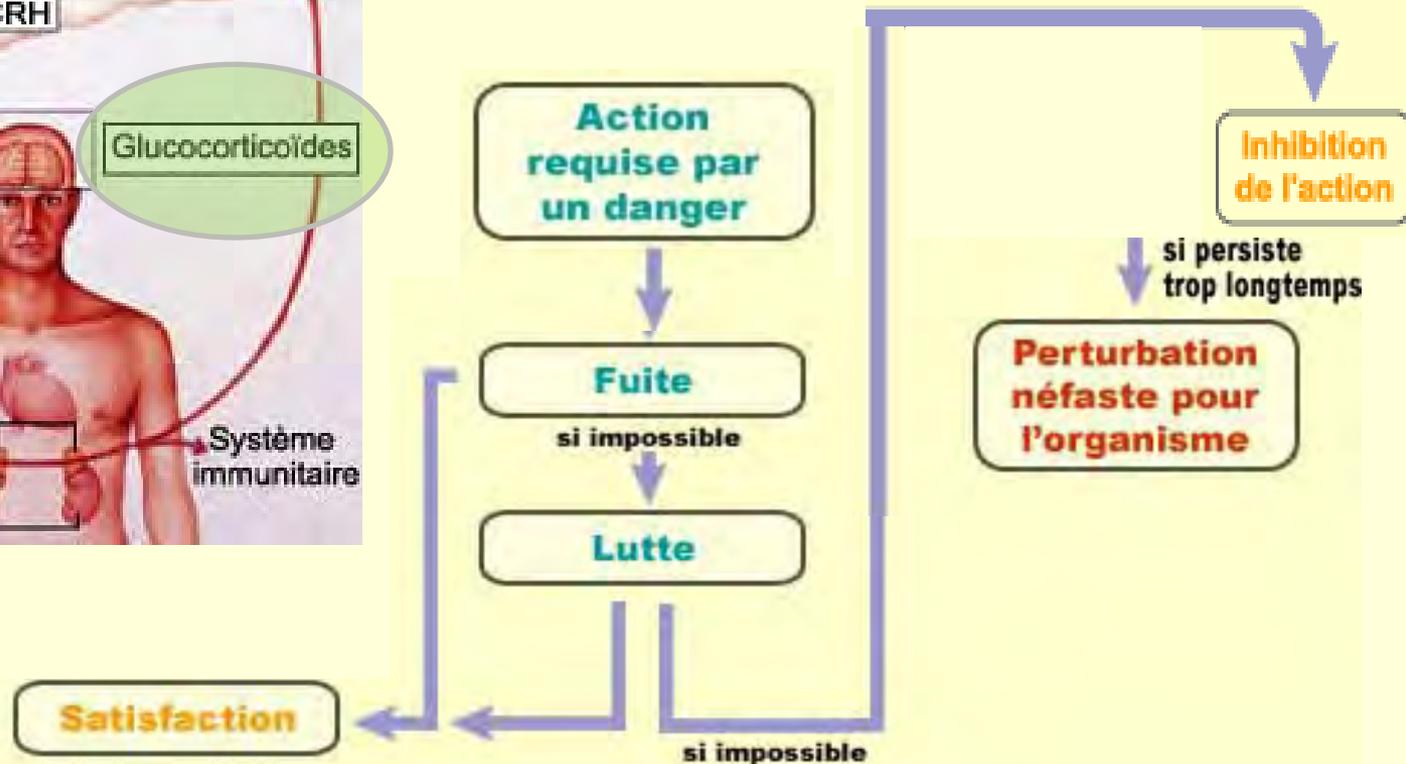
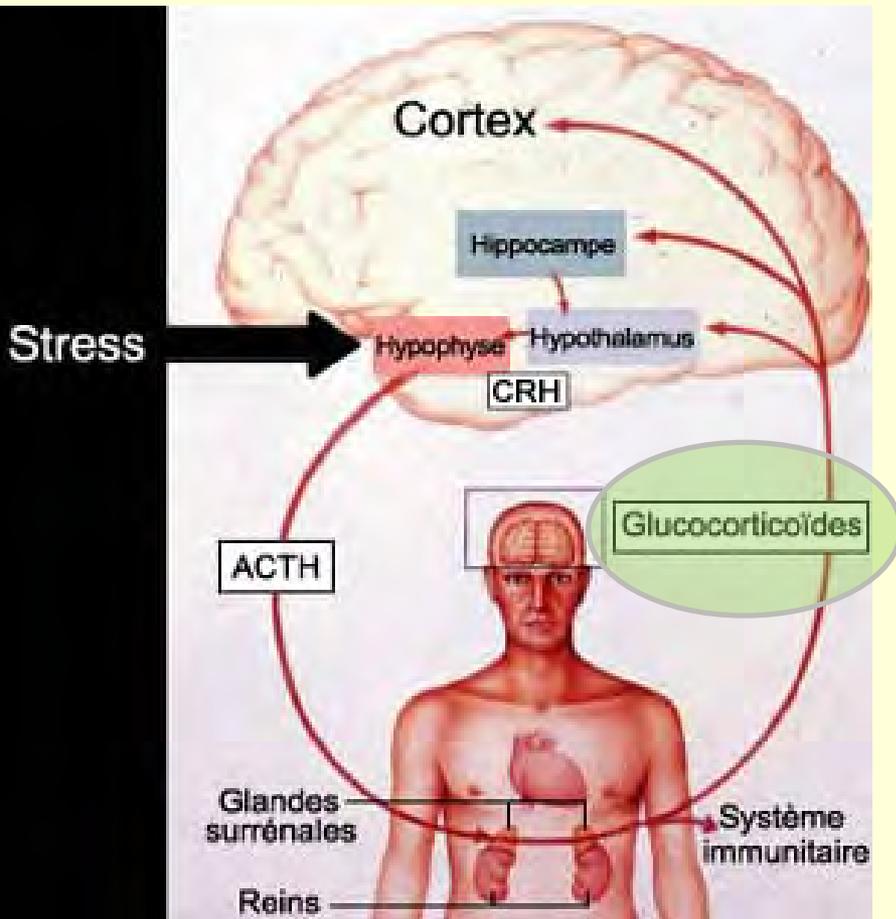


# Un exemple bien connu : La réponse au stress



## Un exemple bien connu : La réponse au stress

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.



Si l'on connaît bien les effets néfastes sur la santé d'un état mental comme le stress chronique, **ce n'est pas la seule situation où nos pensées peuvent avoir des conséquences sur notre corps.**

**L'effet placebo** en est un autre. Mais contrairement au stress, les pensées ont ici un effet bénéfique sur le corps.



Du latin « je plairai », le terme **placebo** vient des protocoles visant à tester de nouveaux médicaments.

Lors de ces tests pharmacologiques, on compare toujours deux groupes de patients pour voir si le médicament est efficace : un premier groupe qui reçoit le médicament, et un autre groupe qui reçoit une pilule en tout point semblable, **mais ne contenant pas la molécule active du médicament.**

Si la comparaison des mesures effectuées sur les deux groupes montre ensuite une différence significative en faveur du groupe qui a reçu le médicament, alors on peut affirmer que celui-ci a un réel effet physiologique.

Mais voilà qu'en appliquant ce protocole, on s'est aperçu d'un phénomène pour le moins surprenant : **la substance considérée comme inerte avait parfois des effets bénéfiques en rapport avec les effets « attendus »** de l'administration du médicament.



En d'autres termes, les patients qui croyaient avoir pris le médicament, mais n'avaient eu que du sucre, allaient mieux ! Cet étrange effet est particulièrement efficace pour atténuer la douleur.



**L'effet placebo se fonde donc sur une tromperie**, mais une tromperie qui démontre justement le pouvoir de la pensée de la personne trompée sur son propre corps. Tromperie, ou plutôt, **auto-tromperie**, car tout part de la conviction du patient que le traitement qui lui est administré sera efficace.

L'effet placebo pourrait même débuter dès l'entrée dans le bureau du médecin. Car on sait maintenant que parmi tous les facteurs influençant l'effet placebo, **la relation de confiance** qui s'établit avec le thérapeute est l'un des facteurs le favorisant le plus.

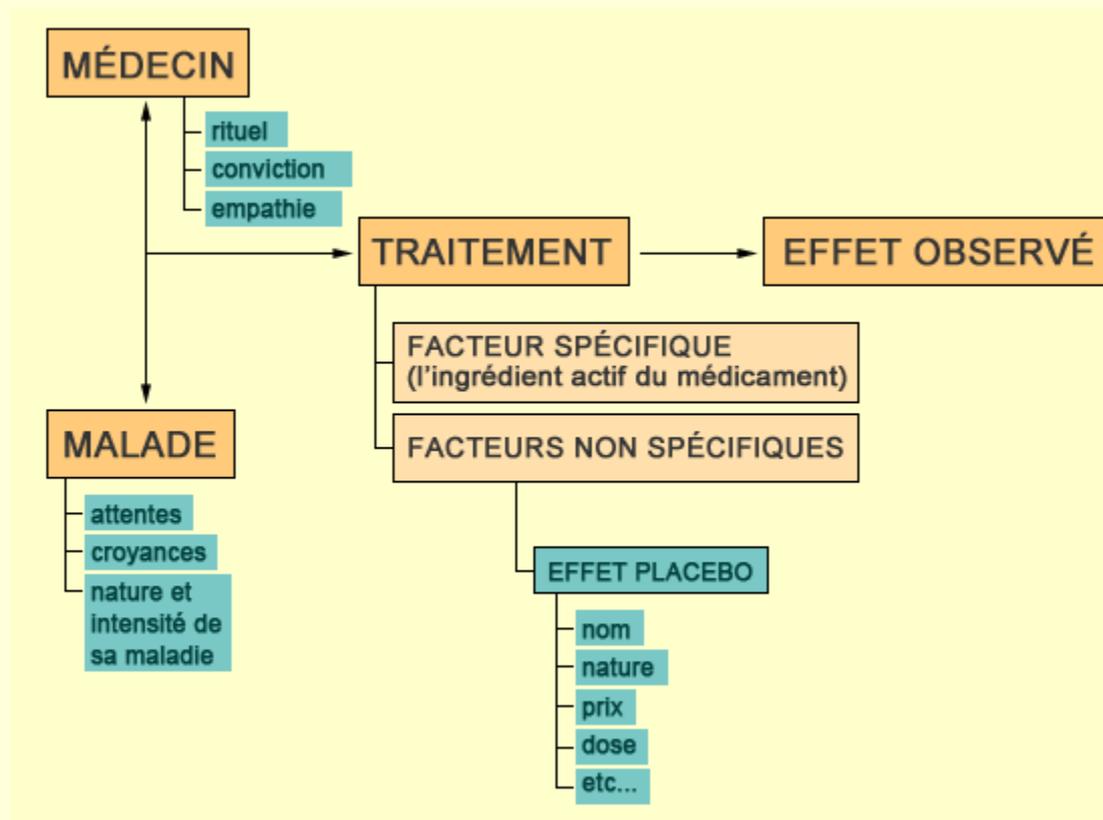
**Dans cet épisode de The Nature of Things :**

**Brain Magic:  
The Power of Placebo**

Thursday, August 7, 2014 at 8 PM on CBC-TV

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

« a doctor is a modern shaman »

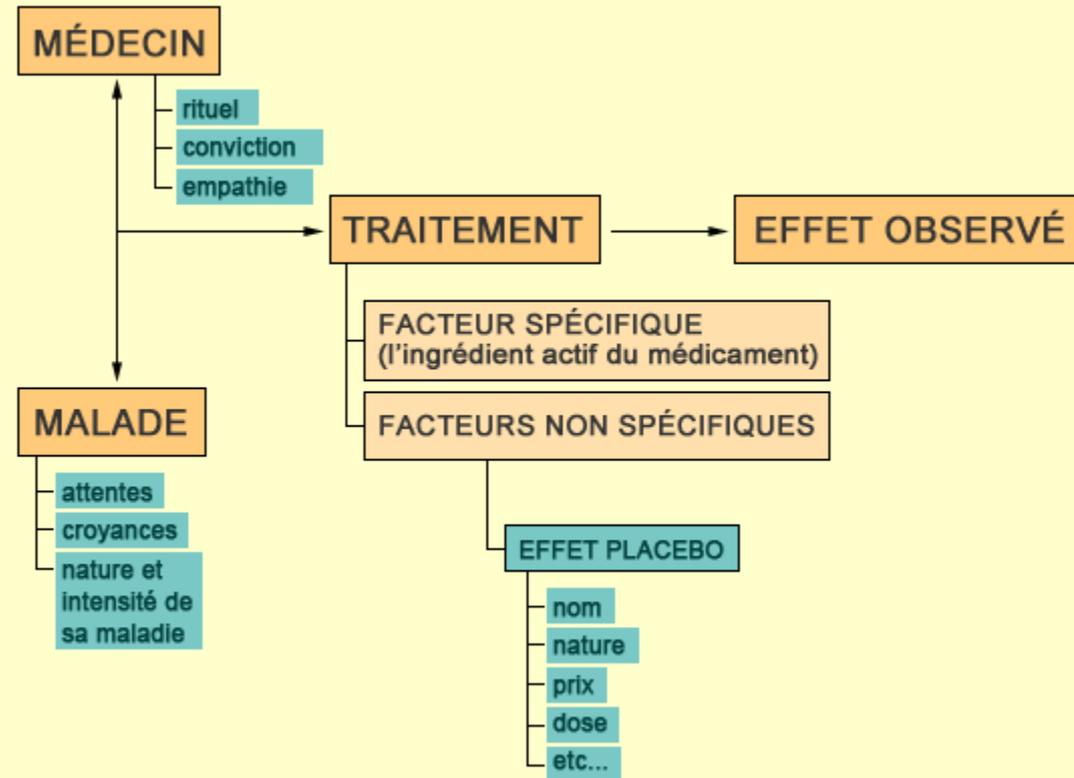


→ Médecin écoute cœur avec stéthoscope même si pas nécessaire car participe au rituel...

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

Les études sur l'effet placebo mettent en effet de plus en plus en évidence des cascades de réactions biochimiques impliquant par exemple la **sécrétion d'endorphines** capables d'atténuer la douleur.

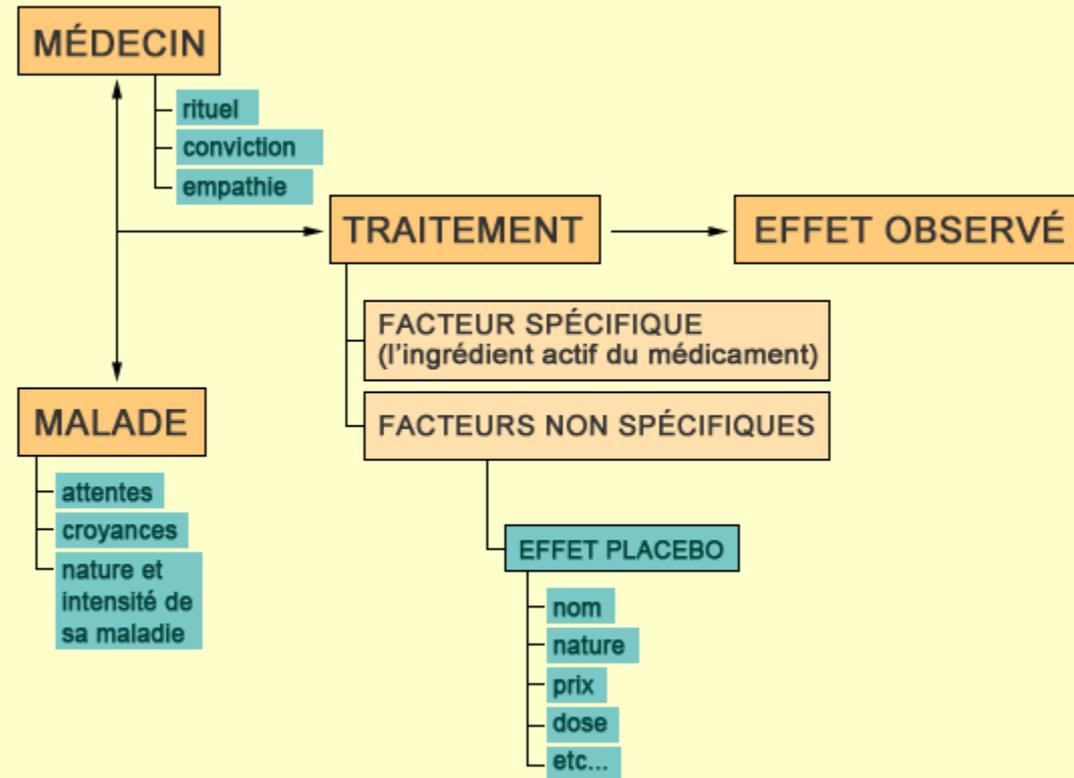
→ l'exemple de la dame qui souffre du « bowel syndrome » dans le film et qui, après avoir tout essayé, prend des placebos plusieurs fois par jour tout en sachant que ce sont des placebos et... a beaucoup moins de douleur !



D'autres guérisons associées à l'effet placebo pourraient venir d'un impact positif plus général des **attentes** favorisant l'efficacité du système immunitaire.

→ 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



→ Les enfants particulièrement sujet à l'effet placebo (le band-aid...)

Monday, [February 22, 2016](#)

**A mindfulness meditation intervention enhances connectivity of brain executive and default modes and lowers inflammation markers.**

[http://mindblog.dericbownds.net/2016/02/a-mindfulness-meditation-intervention.html?utm\\_source=feedburner&utm\\_medium=feed&utm\\_campaign=Feed%3A+Mindblog+%28MindBlog%29](http://mindblog.dericbownds.net/2016/02/a-mindfulness-meditation-intervention.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+Mindblog+%28MindBlog%29)

[Creswell et al.](#) recruited 35 stressed-out adult job-seekers, getting half to participate in an intensive **three-day mindfulness meditation retreat** while the other half completed a three day relaxation retreat program without the mindfulness component. Brain scans and blood samples were obtained before and **four months after the program**.

The result was that **mindfulness meditation correlated with reduced blood levels of interleukin-6**, a marker of stress and inflammation,

and **increased functional connectivity between the participants' resting default mode network and areas in the dorsolateral prefrontal cortex important to attention and executive control.**

Neither of these changes were seen in participants who received only the relaxation training. The suggestion is that the brain changes cause the decrease in inflammatory markers.

**Une bonne hygiène de vie** ralentit les pertes cognitives associées à l'Alzheimer, tout comme elle ralentit celles liées au vieillessement normal.

On peut la résumer en 6 points :

- 1) **diète équilibrée**, faible en gras saturés et riche en fruits, légumes, noix, céréales, poisson, huile d'olive, etc...
- 2) **activité physique**, non seulement bénéfique pour le système cardiovasculaire, mais aussi pour les fonctions cognitives
- 3) **activités intellectuelles** stimulantes (travail, passion, loisirs...)
- 4) **activités sociales** et implication dans la communauté
- 5) **l'importance du sommeil**
- 6) **absence de stress chronique** (inhibition de l'action)

## Joël de Rosnay sur l'épigénétique (2013)

<https://www.youtube.com/watch?v=XTyhB2QgjKg>

ou comment nos comportements affectent l'expression de nos gènes

« En d'autres termes, l'épigénétique est la modulation de l'expression de nos gènes en fonction de notre comportement relatif à 5 éléments connectés constamment dans nos vies de tous les jours:

1. Notre **alimentation**, ce que nous mangeons, notre façon de nous nourrir nous et les centaines de milliers de milliards de microbes qui constituent en majeure partie chacun de nous
2. Une **activité physique** appropriée
3. Notre façon personnelle de **gérer le stress** (nos pensées influent également sur l'expression de nos gènes)
4. **Le plaisir dans ce que nous faisons**
5. Un **réseau social**, amical et familial qui nous rendent heureux »

En guise de mot de la fin :

un peu d'espoir pour l'Alzheimer ?

Lundi, 6 octobre 2014

## **Alzheimer : amélioration de la mémoire pour la première fois**

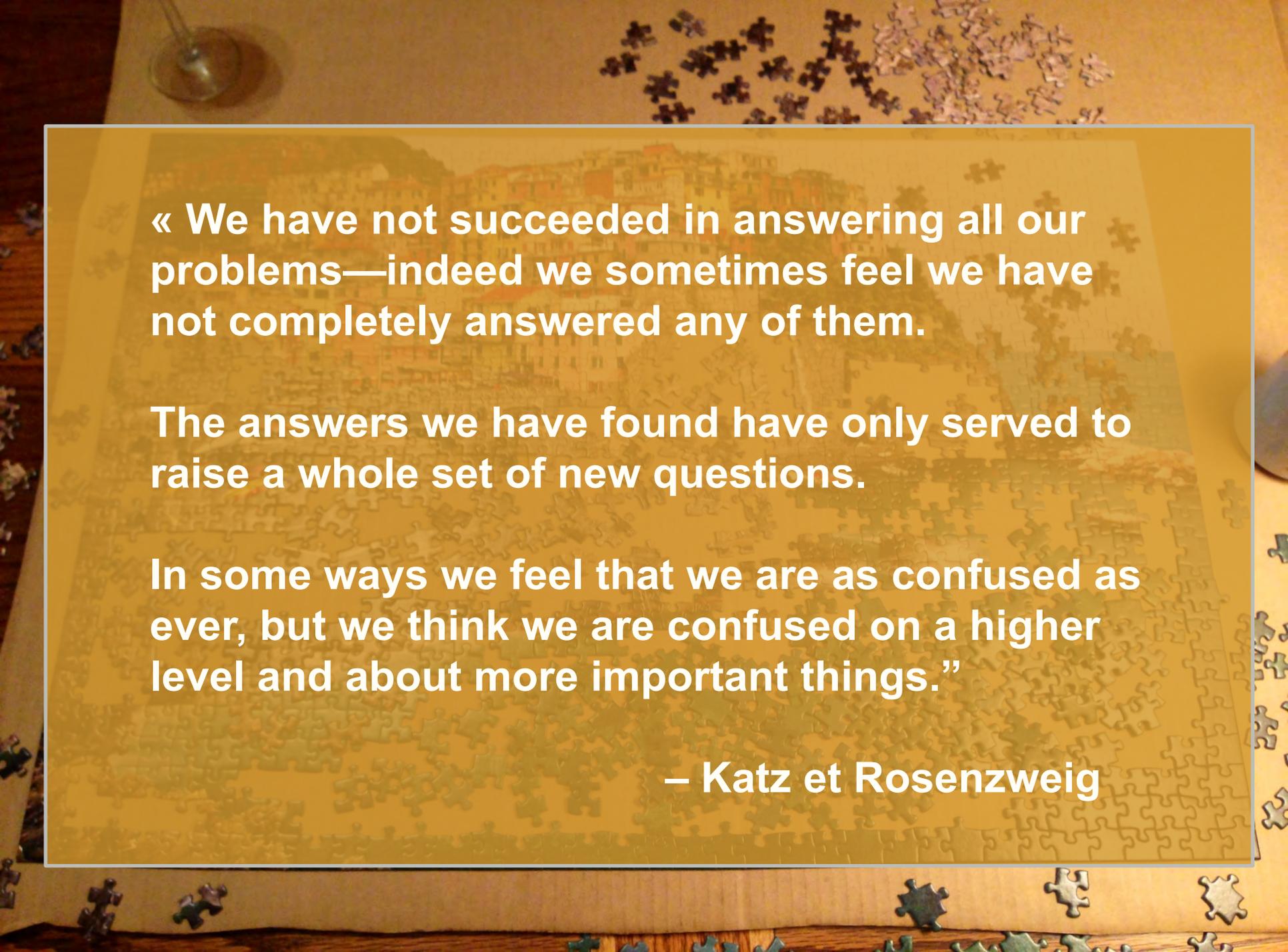
<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2014/10/06/alzheimer-amelioration-de-la-memoire-pour-la-premiere-fois/>

L'Alzheimer résiste à tous les médicaments jusqu'ici conçus pour la traiter. Aucun n'a encore réussi à en arrêter la progression ou même à la ralentir. Tout au plus certains en réduisent-ils certains symptômes.

Et dans la dernière décade seulement, on estime à un milliard de dollars les sommes englouties pratiquement en vain dans les essais cliniques de ces médicaments.

Mais... (allez lire le billet de blogue pour la suite !...)



A photograph of a wooden table with a puzzle. The puzzle features a cityscape with buildings and trees. Some puzzle pieces are missing, and several pieces are scattered on the table around the puzzle. A small glass object is visible in the top left corner.

**« 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**

# Merci pour votre présence et votre participation !

**LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!**

Un site web interactif sur le cerveau et les comportements humains

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

**Principes fondamentaux**

- Du simple au complexe
  - Anatomie des niveaux d'organisation
  - Fonction des niveaux d'organisation
- Le bricolage de l'évolution
  - Notre héritage évolutif
- Le développement de nos facultés
  - De l'embryon à la morale
- Le plaisir et la douleur
  - La quête du plaisir
  - Les paradis artificiels
  - L'évitement de la douleur
- Les détecteurs sensoriels
  - La vision
- Le corps en mouvement
  - Produire un mouvement volontaire

**Fonctions complexes**

- Au coeur de la mémoire
  - Les traces de l'apprentissage
  - Oubli et amnésie
- Que d'émotions
  - Peur, anxiété et angosse
- De la pensée au langage
  - Communiquer avec des mots
- Dormir, rêver...
  - Le cycle éveil - sommeil - réveil
  - Nos horloges biologiques
- L'émergence de la conscience
  - Le sentiment d'être soi
- Dysfonctions
  - Les troubles de l'esprit
    - Dépression et manaco-dépression
    - Les troubles anxieux
    - La démence de type Alzheimer

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

Chercher dans le blogue

Envoyer

Catégories

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

Lundi, 13 février 2012

### Des protéines qui guident le câblage cérébral

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

Instituts de recherche en santé du Canada

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

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

[www.lecerveau.mcgill.ca](http://www.lecerveau.mcgill.ca)

## Éloge de la suite

À PROPOS DU FILM

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

POURQUOI CE FILM? SYNOPSIS PERSONNAGES RANDO-ANNONCE

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

LA SUITE... (INFLUENCES DEPUIS SON DÉCÈS EN 1992, ET PROJETS EN COURS)

NON CLAIRÉ

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

Publié le 20 août 2014 - Laisser un commentaire

DERNIERS ARTICLES

00 ÊTES-VOUS ?

COMME L'EAU QUI JAILLIT

**Comme l'eau qui jaillit**

Publié le 16 novembre 2014 - Laisser un commentaire

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

« Tant qu'on n'aura pas diffusé très largement à travers les Écoles de cette planète, la façon dont fonctionne leur cerveau, la façon dont ils l'utilisent et dans quel but, nous n'aurons pas de quoi avoir la sagesse nécessaire pour dominer l'autre, il y a une chance que l'États qui ce ne soit qui change. »

Henri Laborit, dernière phrase du film *Mon école d'Amérique* (1966)

[www.elogedelasuite.net](http://www.elogedelasuite.net)

UPOP Montréal

ACCUEIL HORAIRES À PROPOS ARCHIVES PROPOSER UNE ACTIVITÉ FAIRE UN DON

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

[www.upopmontreal.com](http://www.upopmontreal.com)