

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

par Bruno Dubuc

pour l'Université du troisième âge à St-Jean-sur-Richelieu

8 cours, du 25 septembre au 20 novembre 2014



# Plan du cours

Les 5 premiers cours (en rouge) sont déjà déterminés. Mais pour les 3 derniers, c'est à vous de choisir parmi les 6 propositions ci-bas de A à F

**Cours 1** : La nécessaire multidisciplinarité pour comprendre le cerveau

**Cours 2** : D'où venons-nous ?, ou la longue histoire de notre système nerveux

**Cours 3** : Que faisons-nous ? (apprentissage et mémoire)

**Cours 4** : Théorie du neurone et autres dogmes qui tombent

**Cours 5** : Voir le cerveau dynamique en action et se défaire de certains neuromythes

[ relâche le 30 octobre ]

Pour les cours 6, 7 et 8, faites 3 choix parmi les 6 suivants :

A) Petite histoire des grands courants de pensée en sciences cognitives

B) La cognition située dans un "corps-cerveau-environnement"

C) Les neurones de la lecture

D) Fonctions supérieures (langage, attention, conscience)

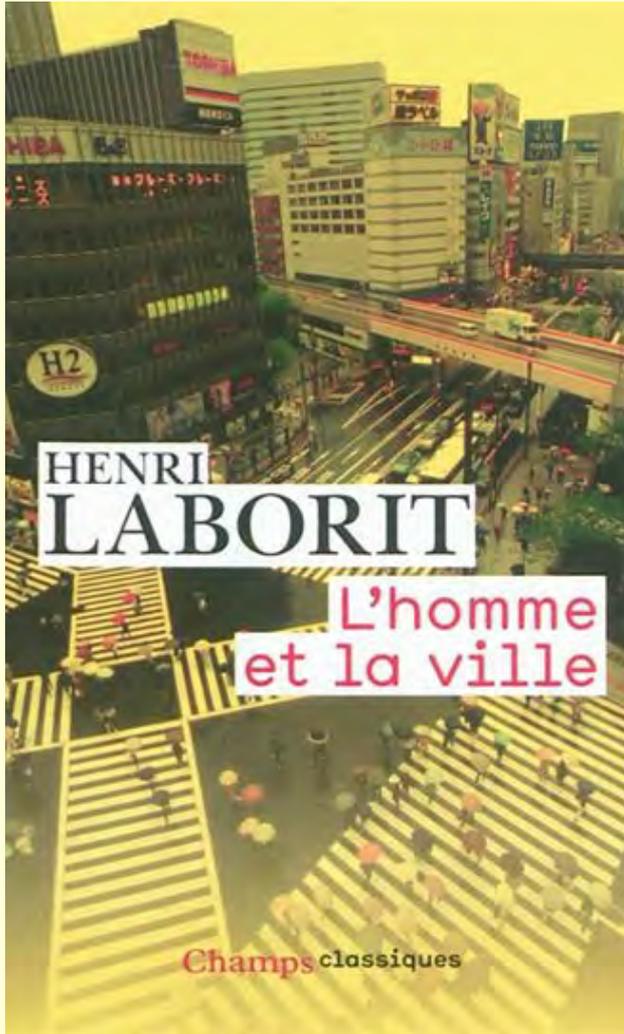
E) Libre arbitre et neuroscience

F) Autour de Henri Laborit et Francisco Varela : vers une neuropédagogie ?

UTA – St-Jean – Cours 1 (25 sept 2014)

# La nécessaire multidisciplinarité pour comprendre le cerveau





LES **DÉBROUILLARDS**  
DRÔLEMENT SCIENTIFIQUE !

**QUÉBEC SCIENCE**

# 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

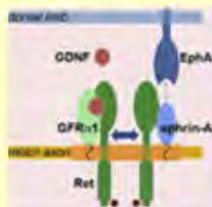
Envoyer

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



Le plaisir et la douleur



La quête du plaisir

cérébral débutant

## Niveau d'organisation

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

### Thème

#### Le plaisir et la douleur



### Sous-thème

La quête du plaisir

Les paradis artificiels

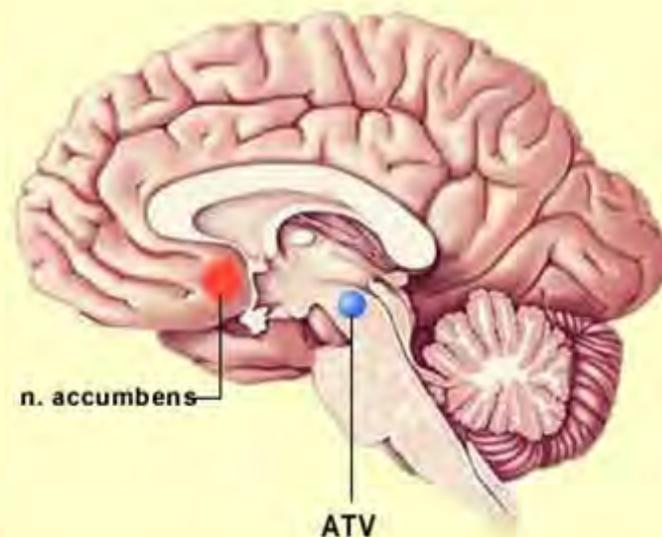
L'évitement de la douleur



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

## LES CENTRES DU PLAISIR

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



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

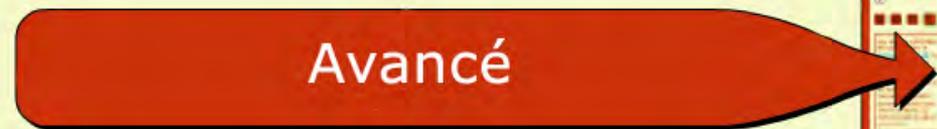
**L'aire tegmentale ventrale (ATV)**, un groupe de neurones situés en plein centre du cerveau, est particulièrement importante dans ce circuit. Elle reçoit de l'information de plusieurs autres régions qui l'informent du niveau de satisfaction des besoins fondamentaux ou plus spécifiquement humains.

# 3 niveaux d'explication

**Niveau d'explication**

Débutant  
Intermédiaire  
Avancé

◀ ◻ ▶



**LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!**

**Titre:** LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!  
**Thème:** LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!  
**Matériau:** LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

**LES DIFFÉRENCES DU CERVEAU**



Le cerveau est un organe complexe qui permet à l'être humain de penser, de sentir, de ressentir et de réagir à son environnement. Il est composé de deux hémisphères, le gauche et le droit, qui sont reliés par le corps calleux. Le cerveau est divisé en plusieurs régions, chacune ayant des fonctions spécifiques. Les neurones sont les cellules de base du cerveau, qui communiquent entre elles pour transmettre des informations.

**LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!**

**Titre:** LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!  
**Thème:** LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!  
**Matériau:** LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

**LES DIFFÉRENCES DU CERVEAU**



Le cerveau est un organe complexe qui permet à l'être humain de penser, de sentir, de ressentir et de réagir à son environnement. Il est composé de deux hémisphères, le gauche et le droit, qui sont reliés par le corps calleux. Le cerveau est divisé en plusieurs régions, chacune ayant des fonctions spécifiques. Les neurones sont les cellules de base du cerveau, qui communiquent entre elles pour transmettre des informations.

**LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!**

**Titre:** LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!  
**Thème:** LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!  
**Matériau:** LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

**LES DIFFÉRENCES DU CERVEAU**



Le cerveau est un organe complexe qui permet à l'être humain de penser, de sentir, de ressentir et de réagir à son environnement. Il est composé de deux hémisphères, le gauche et le droit, qui sont reliés par le corps calleux. Le cerveau est divisé en plusieurs régions, chacune ayant des fonctions spécifiques. Les neurones sont les cellules de base du cerveau, qui communiquent entre elles pour transmettre des informations.

# LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Retour à l'accueil

## Niveau d'explication

Débutant  
Intermédiaire  
Avancé



Le plaisir et la douleur



La quête du plaisir

Cérébral débutant

## Niveau d'organisation

△ Social  
□ Psychologique  
■ Cérébral  
□ Cellulaire  
▽ Moléculaire

### Thème

#### Le plaisir et la douleur



### Sous-thème

La quête du plaisir

Les paradis artificiels

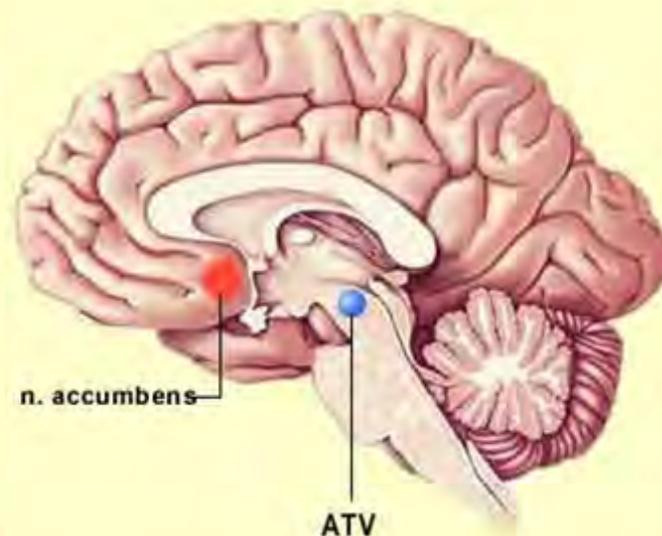
L'évitement de la douleur



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



Accueil

L'Institut

Études

Recherche

Membres

Communication

Nous contacter

» Conférences

» Instituts d'été

» Cognition



# PERCEPTION ET ACTION

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



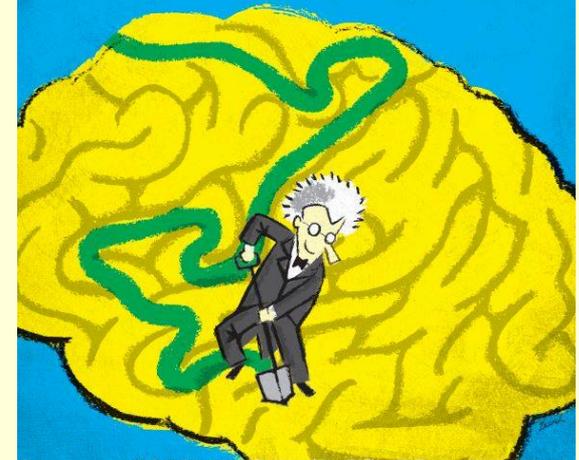
Cet hiver, le séminaire interdisciplinaire portera sur les Grands débats actuels en sciences cognitives. Il sera question des concepts, thèses et méthodes qui suscitent de vifs débats encore aujourd'hui comme la notion de modularité, le rôle de l'évolutionnisme dans la compréhension de l'esprit, et bien d'autres. Dans la mesure du possible, ces questions seront introduites et discutées du point de vue des différentes disciplines constituant les sciences cognitives (philosophie, psychologie, linguistique et informatique).

- Luc Faucher et Pierre Poirier
- Horaire pour l'hiver 2013 : jeudi de 18 h à 21 h
- Séminaire de 2e cycle ouvert à tous les étudiants des cycles supérieurs, étudiants libres et hors UQAM.
- Information : [www.isc.uqam.ca](http://www.isc.uqam.ca)

## ÇA FAIT 10 ANS QU'ON S'CREUSE LES MÊNINGS

Foire  
Quiz  
Cinéma  
Historique  
Cocktail

Le vendredi 22 novembre 2013 | De 10 h à 20 h  
Programme complet : [isc.uqam.ca](http://isc.uqam.ca)



[www.upopmontreal.com](http://www.upopmontreal.com)



**La Mort se raconte**

**Révolution féministe**  
De la chambre à coucher, à l'économie de marché

**Parlons cerveau**

**Plein gaz sur le schiste**

**Éducation et démocratie : réflexions printanières**

**Introduction à l'écologie sonore**

**L'éthique dans l'assiette**

**Comprendre ensemble l'écologie populaire**

**Le « taoïsme »**  
Les fondements de la civilisation chinoise ancienne

Donc je ne suis ni prof ni chercheur...



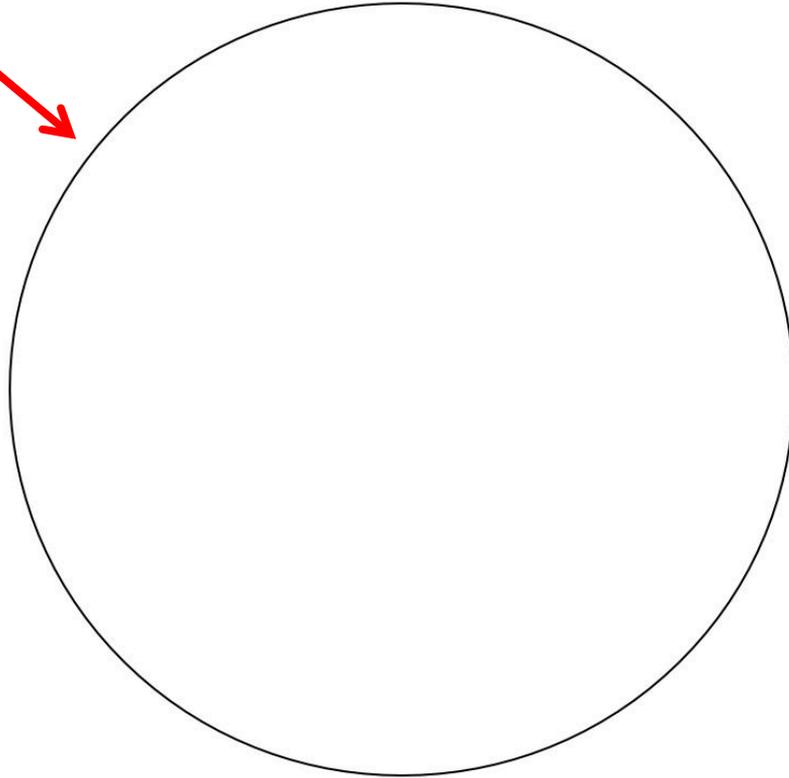
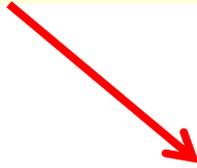
...juste un type qui essaie de comprendre son cerveau et celui des autres...



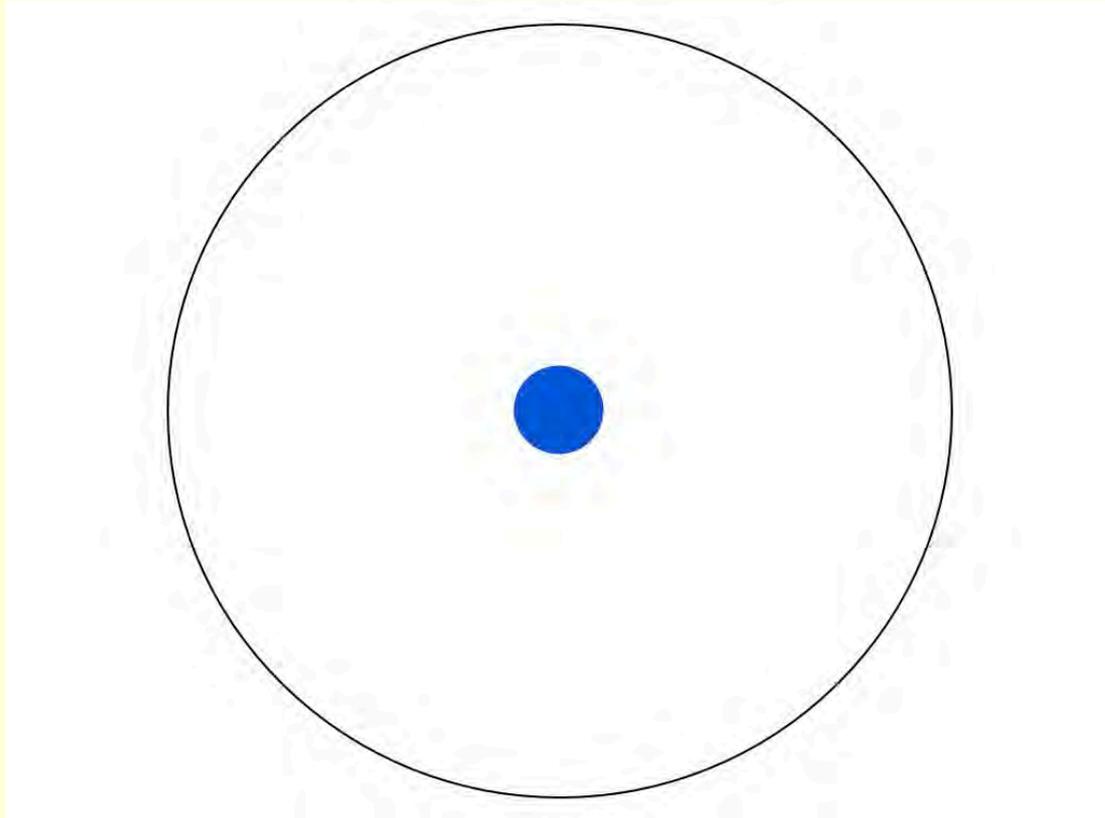
...et qui adore en discuter avec les autres pour voir ce qu'ils en ont compris de leur côté !



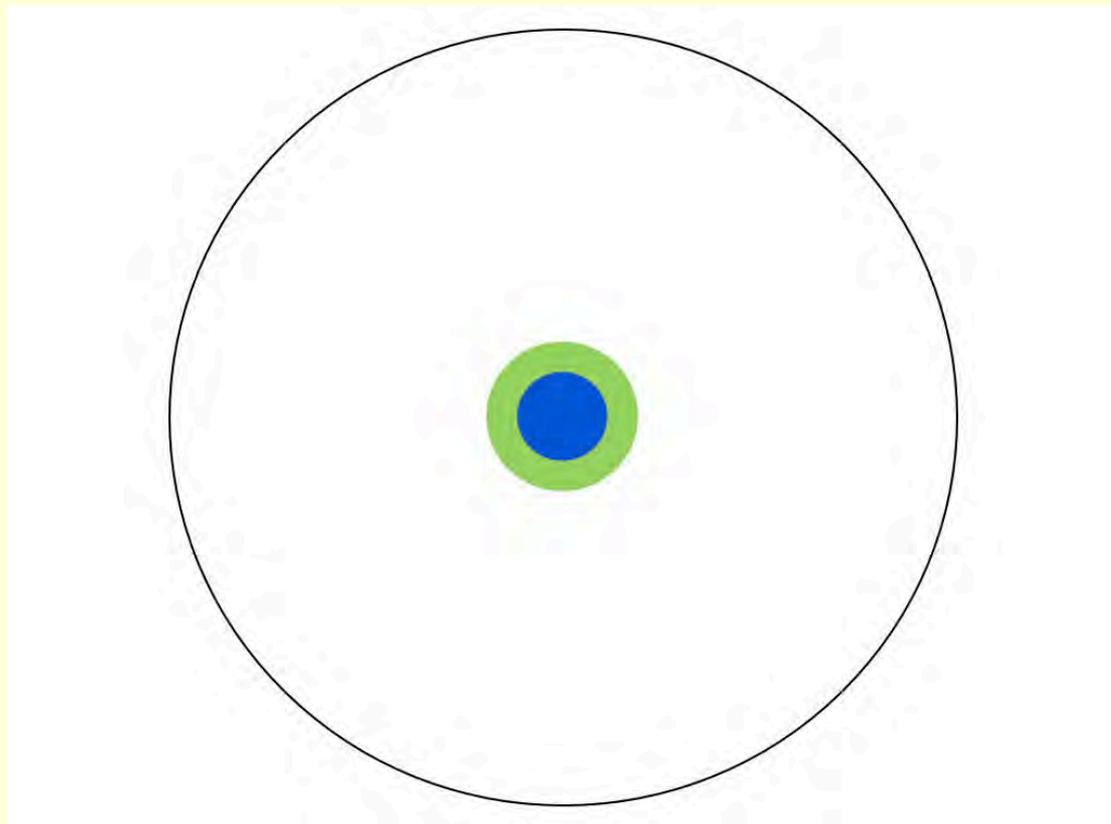
Ensemble des  
connaissances  
humaines



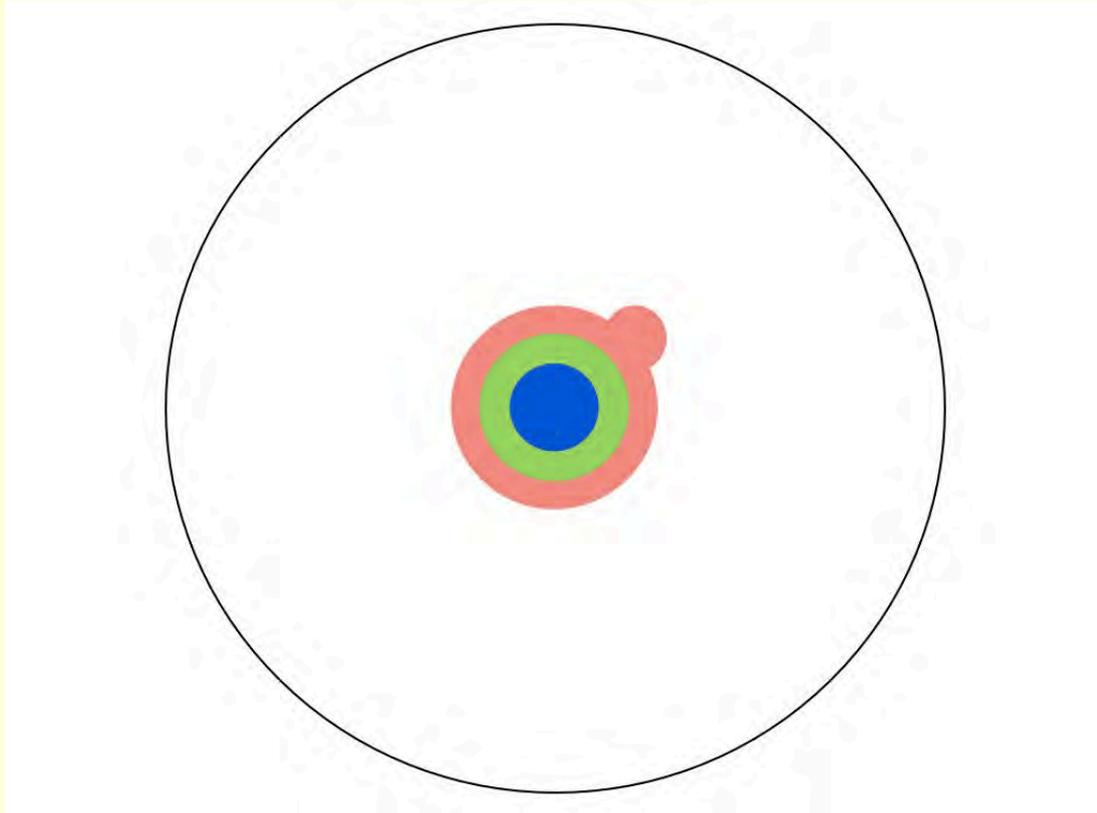
Primaire



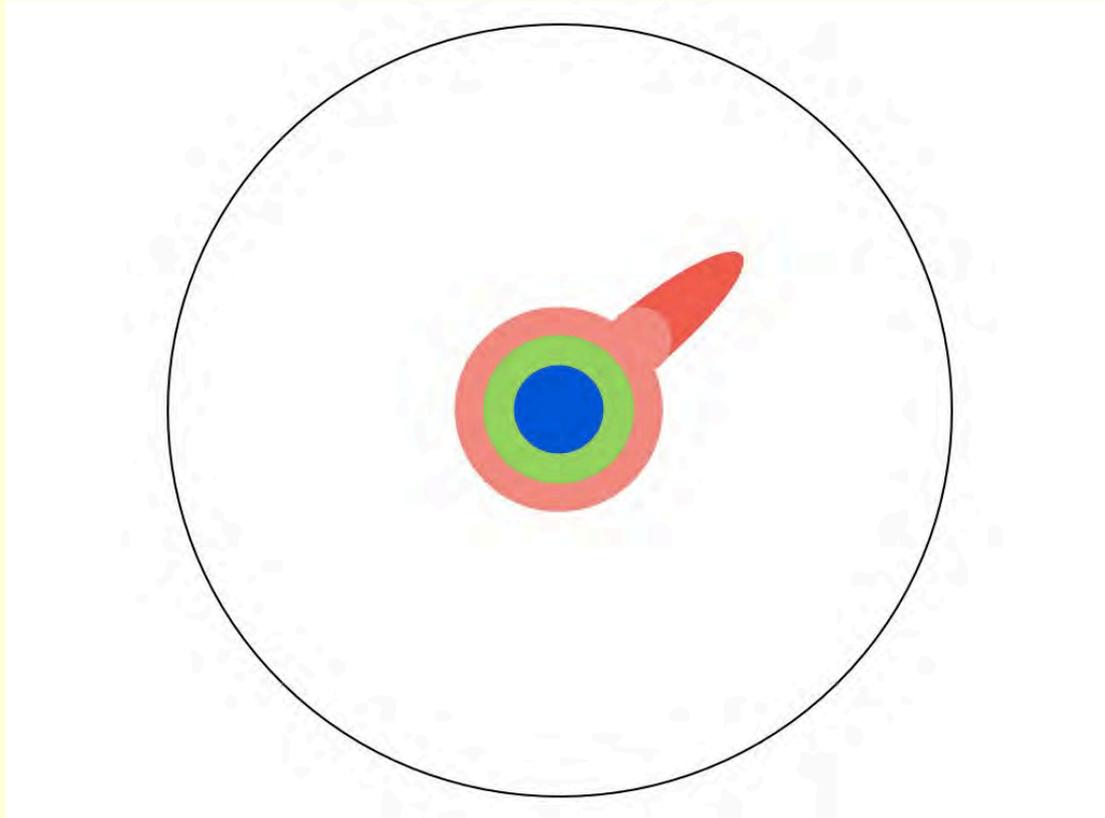
Secondaire



Baccalauréat

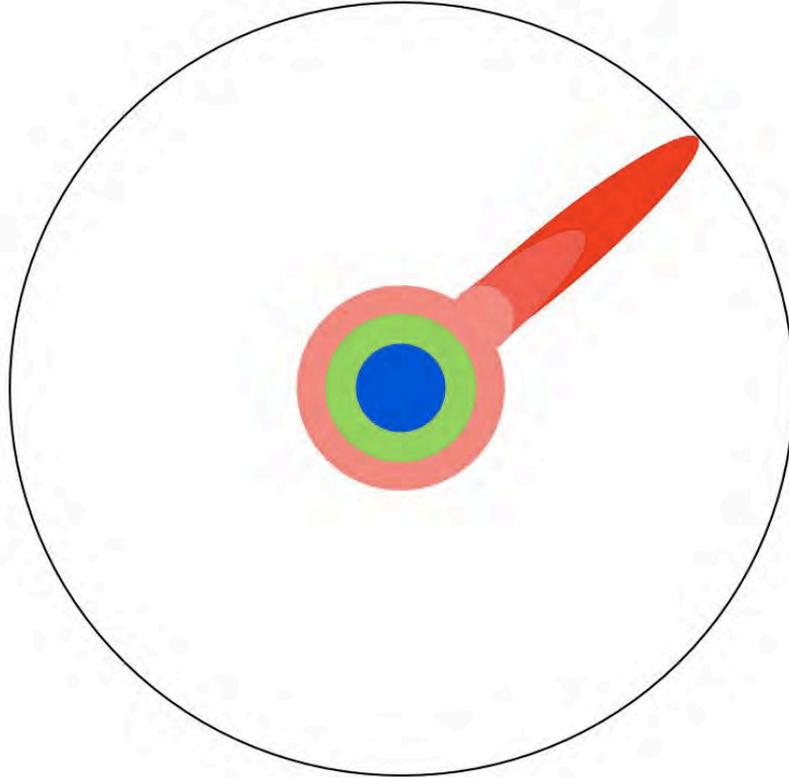


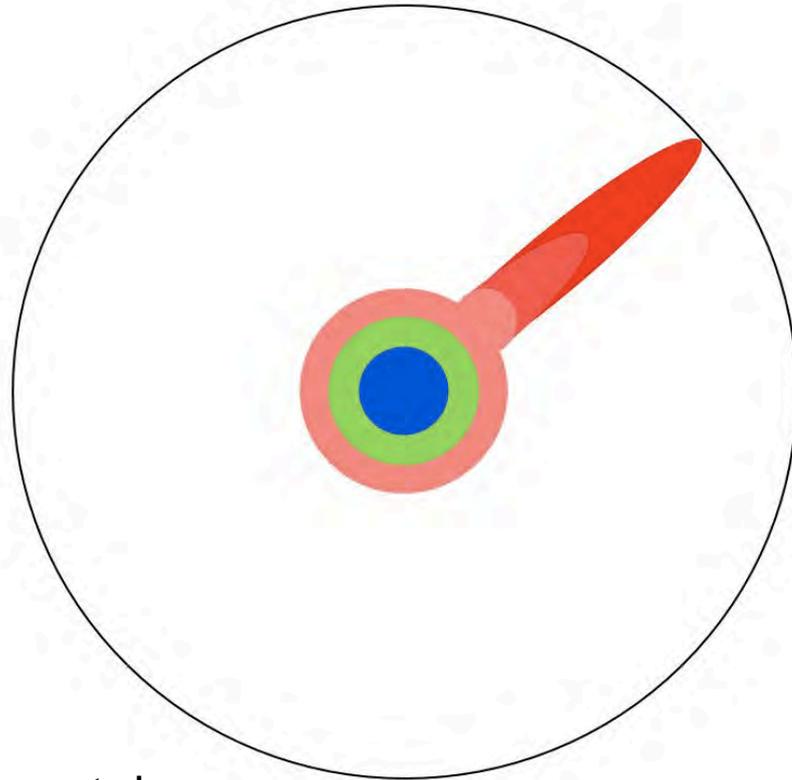
Maîtrise



Doctorant.e...

La lecture  
d'articles  
scientifiques  
vous amène à  
la frontière des  
connaissances  
humaines dans  
un domaine.

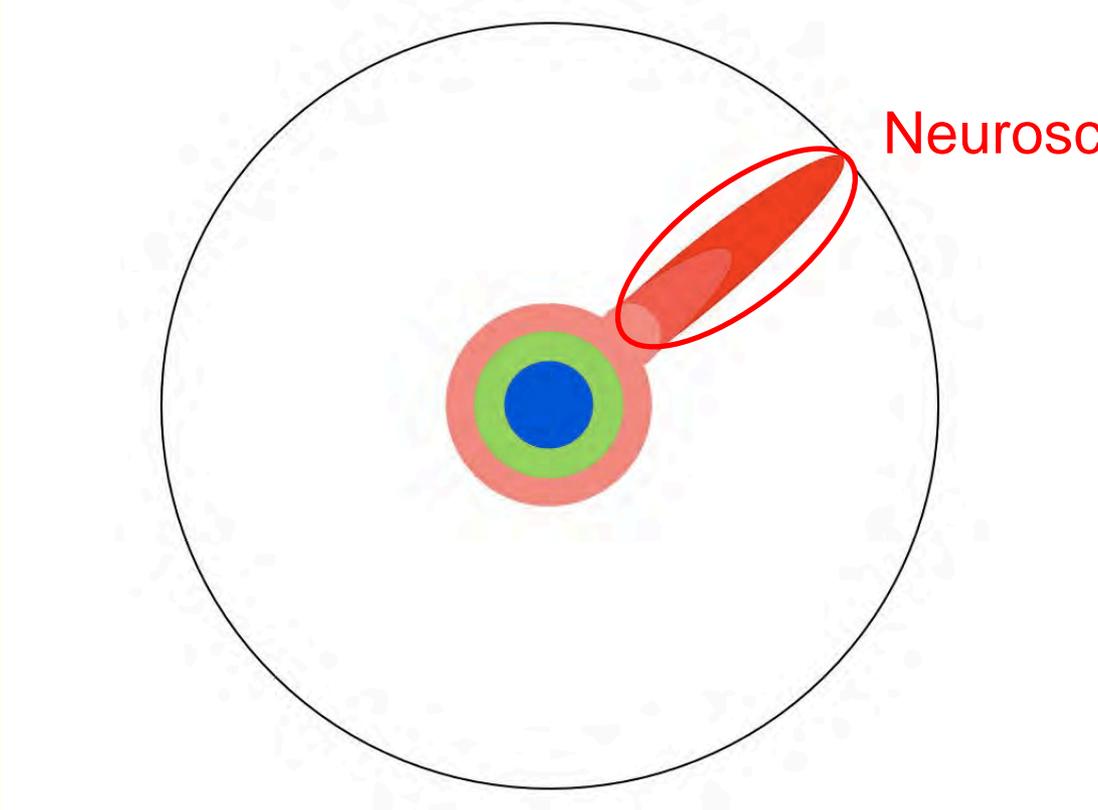




Apport du  
doctorat !

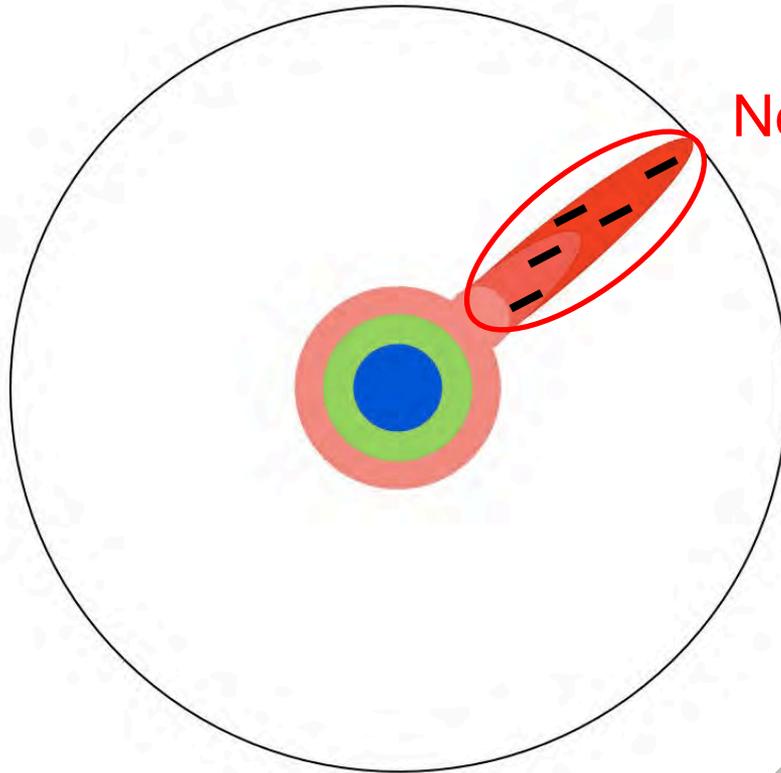
**The illustrated guide to a Ph.D.**

<http://matt.might.net/articles/phd-school-in-pictures/>



Neurosciences en 2014

## Neurosciences en 2014

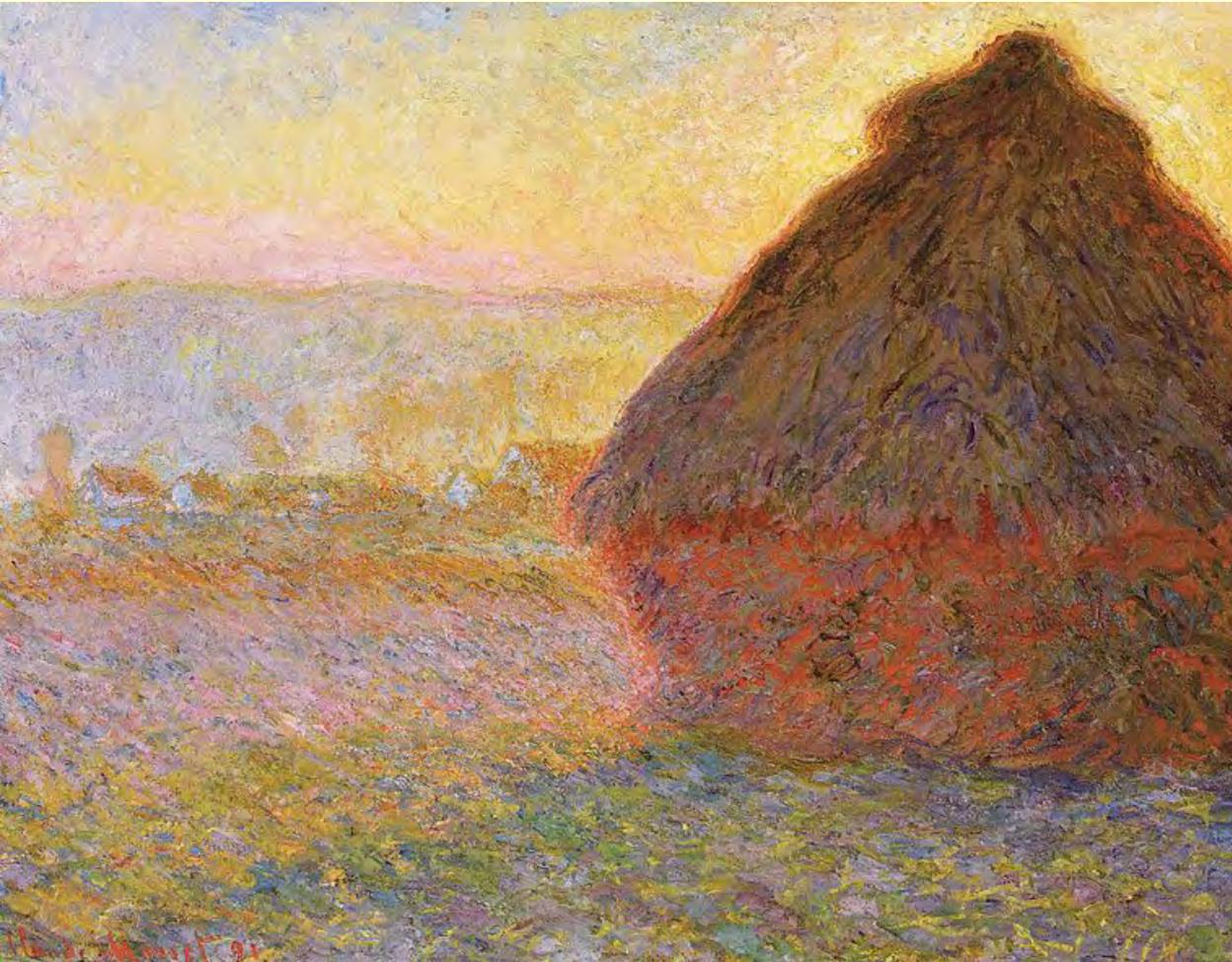


Ma petite synthèse très partielle de 8 cours...





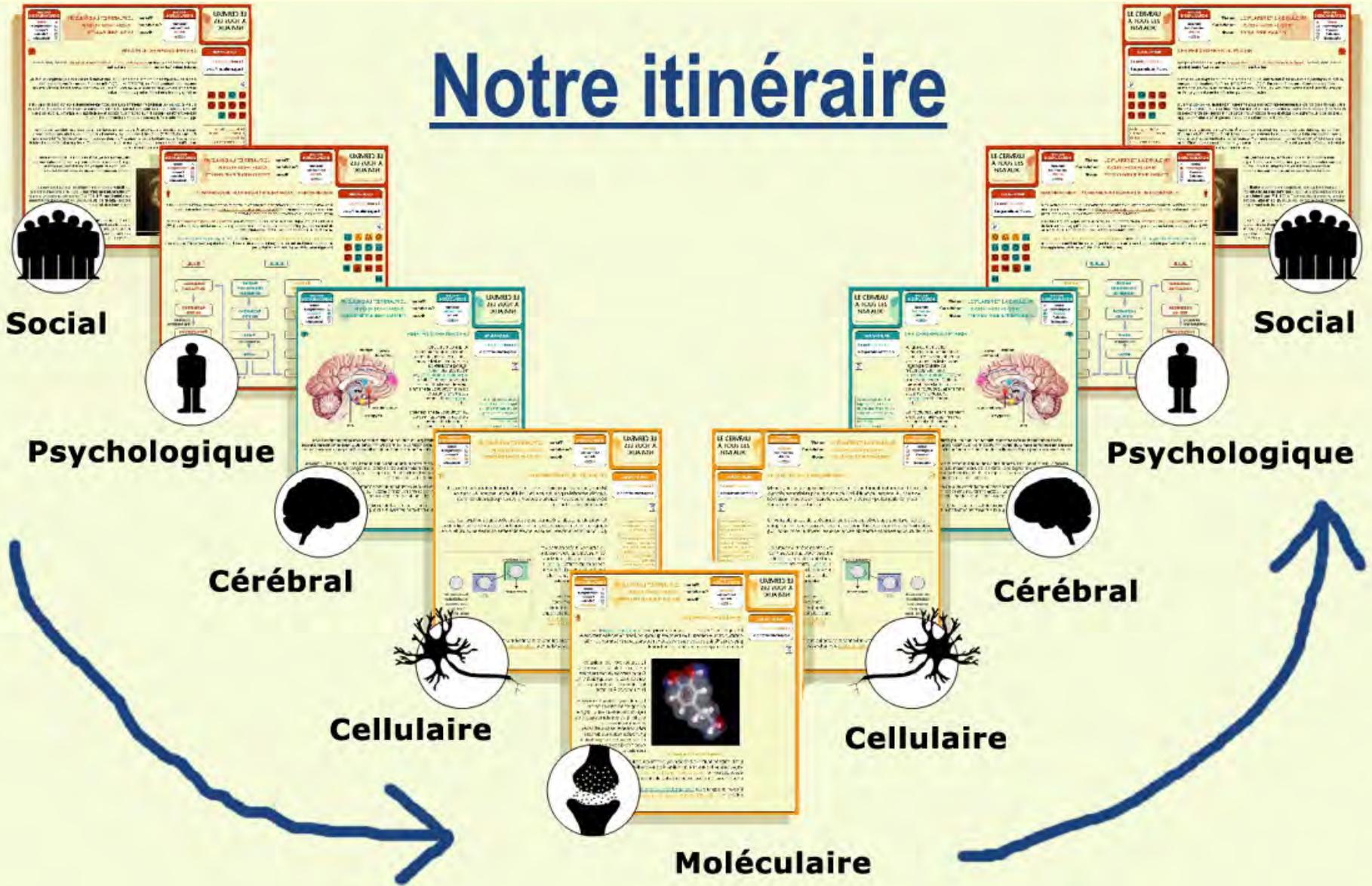
Bref, comme je ne suis pas spécialiste, mais généraliste,



je ne peux  
que vous  
« bombarder »  
de petites touches  
impressionnistes qui,  
je l'espère, saurons  
dessiner certains  
contours de ce  
domaine de  
recherche...

Claude Monet, *Haystacks, (sunset)*, 1890–1891, Museum of Fine Arts, Boston

# Notre itinéraire



# Notre itinéraire



**Social**



**Psychologique**



**Cérébral**



**Cellulaire**



**Moléculaire**



**Social**



**Psychologique**



**Cérébral**



**Cellulaire**

Différentes  
disciplines  
spécialisées

# Notre itinéraire



Social



Psychologique

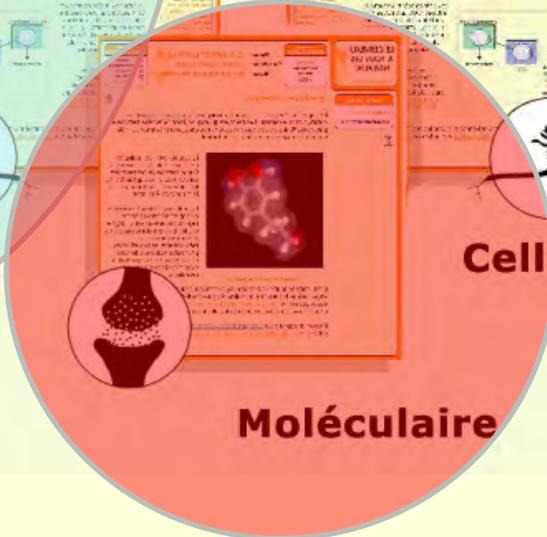


Cérébral



Cellulaire

Différentes  
disciplines  
spécialisées



Moléculaire



Social



Psychologique



Cérébral



Cellulaire

Exemple de recherche spécialisée

# Notre itinéraire



Social



Psychologique



Cérébral



Cellulaire

Différentes  
disciplines  
spécialisées



Moléculaire

Exemple de recherche spécialisée



Social



Psychologique



Cérébral



Cellulaire

Exemples d'efforts  
multidisciplinaires

# Notre itinéraire



**Social**



**Psychologique**



**Cérébral**



**Cellulaire**



**Moléculaire**



**Social**



**Psychologique**

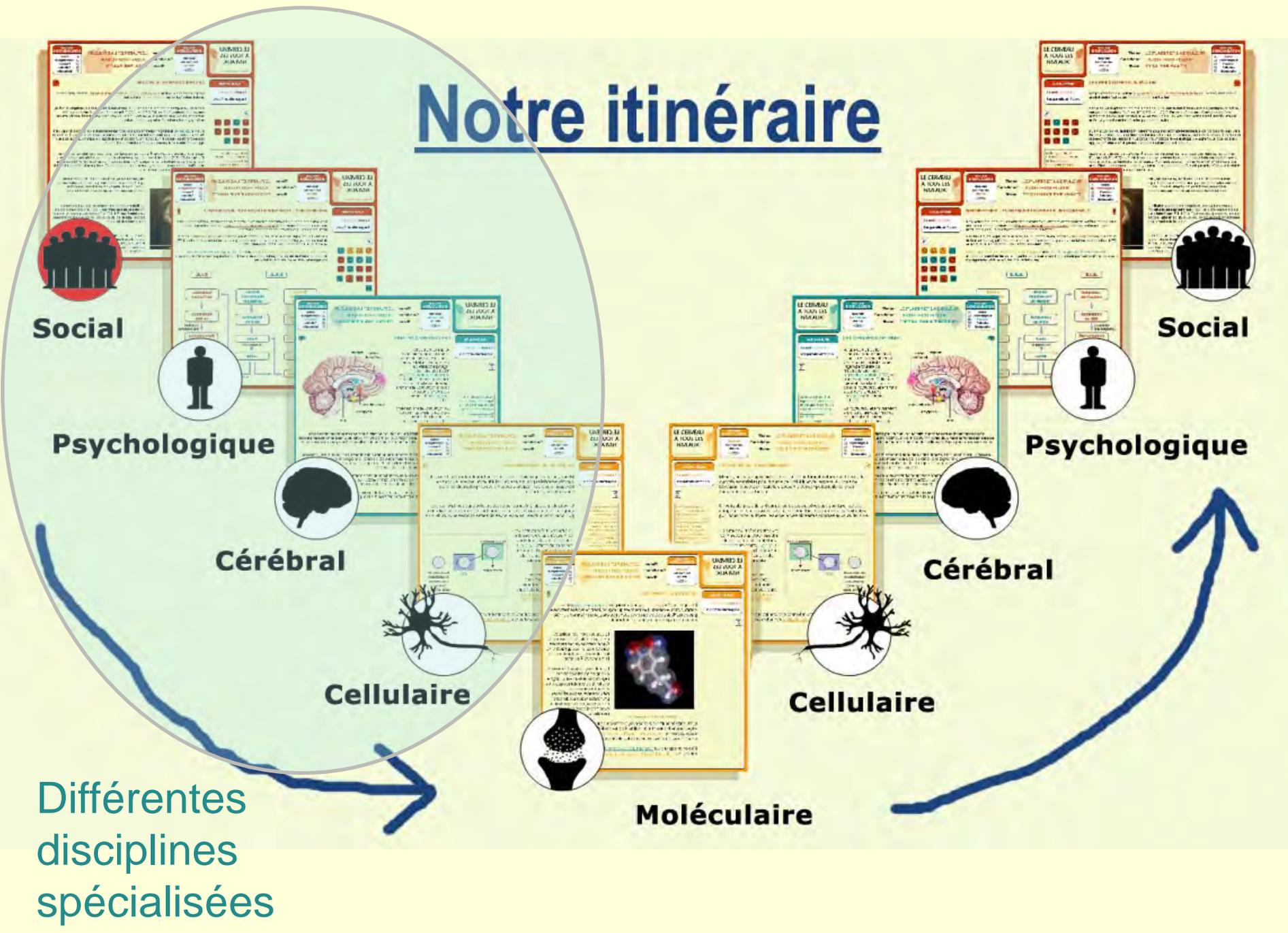


**Cérébral**



**Cellulaire**

Différentes  
disciplines  
spécialisées



## La sociologie :

cherche à expliquer les manifestations sociales des groupes humains actuels





***Éthologie :***  
Étude du comportement  
animal



***Primatologie :***  
Étude du comportement  
des primates non humains

# *Revenons à la sociologie...*

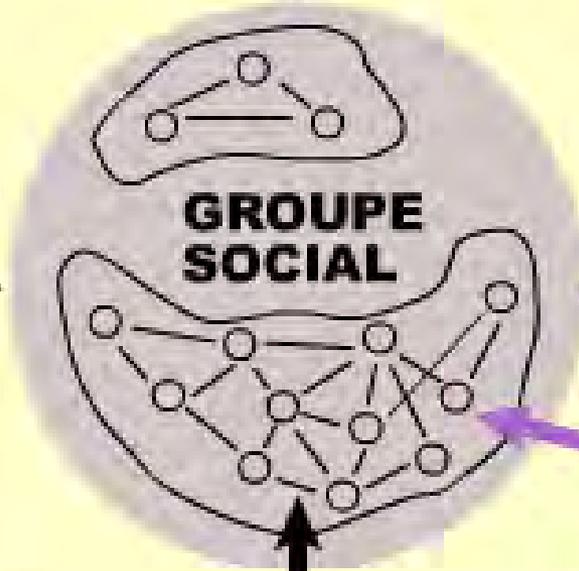
Travail, famille, religion, médias, culture, etc.



**ENVIRONNEMENT**

Milieu écologique  
Habitat

**CULTURE**



**GROUPE SOCIAL**

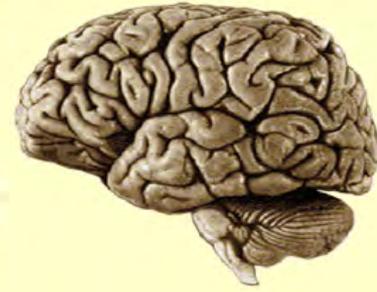
**ÉVOLUTION SOCIALE**



Individu avec son cerveau unique à l'origine de tous ses comportements

**RELATIONS INTERPERSONNELLES**

- Familiales
- Éducatives
- Professionnelles
- Intimes
- Occasionnelles







# Notre itinéraire



**Social**



**Psychologique**



**Cérébral**



**Cellulaire**



**Moléculaire**



**Social**



**Psychologique**



**Cérébral**



**Cellulaire**

Différentes  
disciplines  
spécialisées



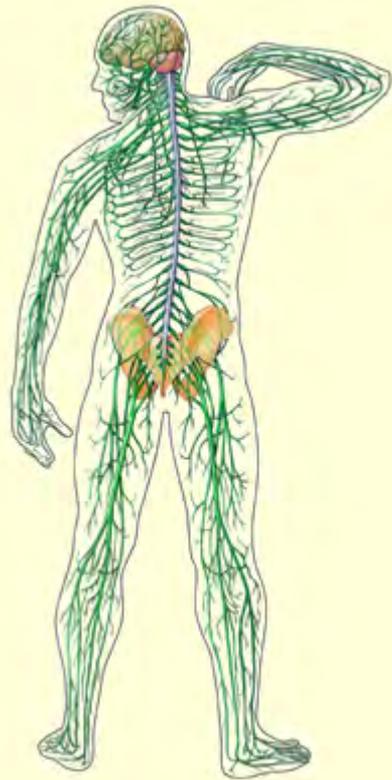
## *La psychologie :*

étude des processus mentaux et des comportements individuels



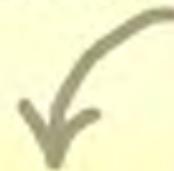
*Qu'est-ce qui détermine la psychologie d'un individu ?*





Plans généraux  
du système nerveux  
provenant de nos gènes

Action



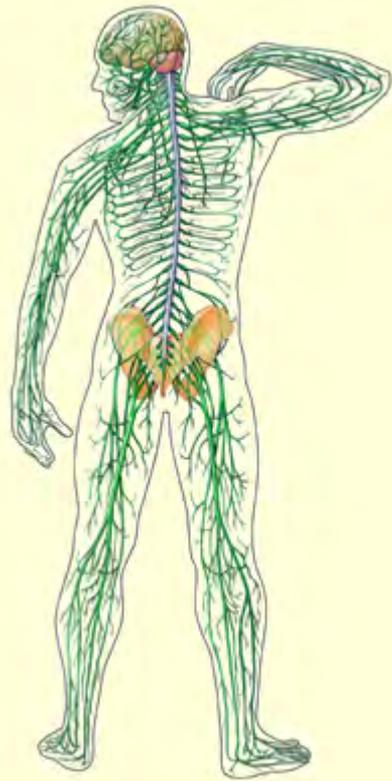
Influence de  
l'environnement



Perception

*La psychologie du  
développement*





Plans généraux  
du système nerveux  
provenant de nos gènes

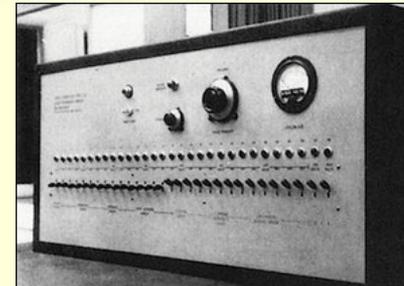
Action



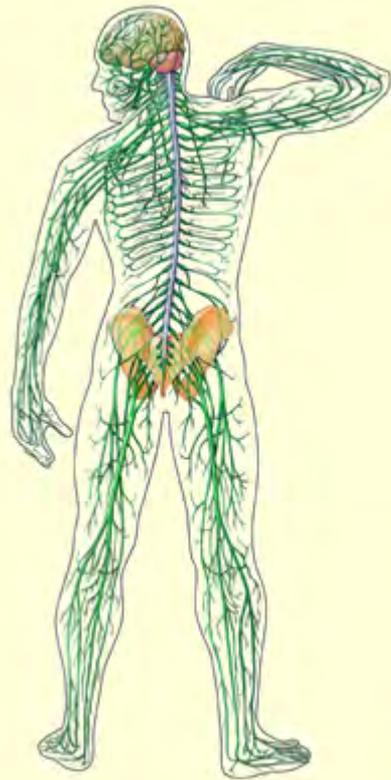
Influence de  
l'environnement



Perception



*La psychologie  
sociale*



Plans généraux  
du système nerveux  
provenant de nos gènes

Action



Influence de  
l'environnement

Perception

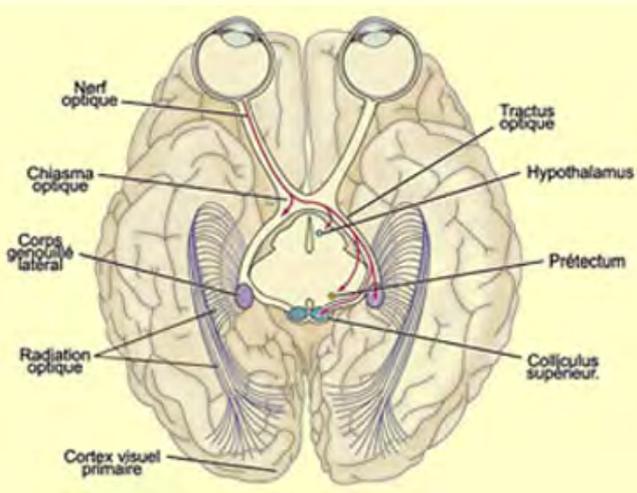
Cerveau unique à l'origine  
de tous les comportements  
d'un individu

**Notre biologie**  
(notre « nature »)



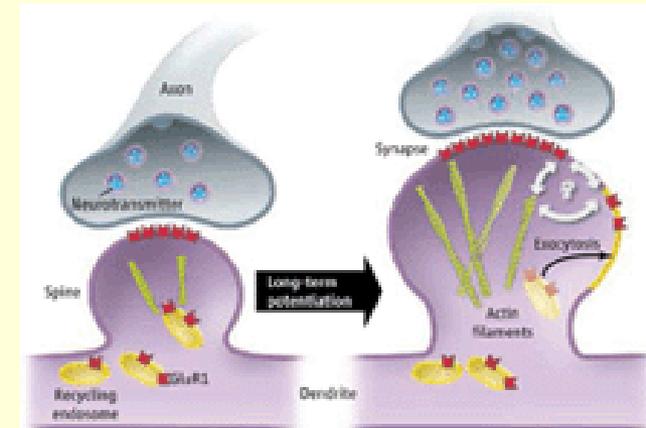
**Nos  
apprentissages  
socio-culturels**  
(notre « culture »)

# Le vieux débat « nature / culture »



Jean-Pierre Changeux

Début du  
XXIe siècle



« ...mais des processus de **plasticité** génèrent de la variabilité à plusieurs niveaux (molécule, réseaux neurones) »

« une grande part de l'organisation du cerveau est **innée** : les axones venant de la rétine vont toujours au corps genouillé latéral, etc... »

# Le vieux débat « nature / culture »

100%

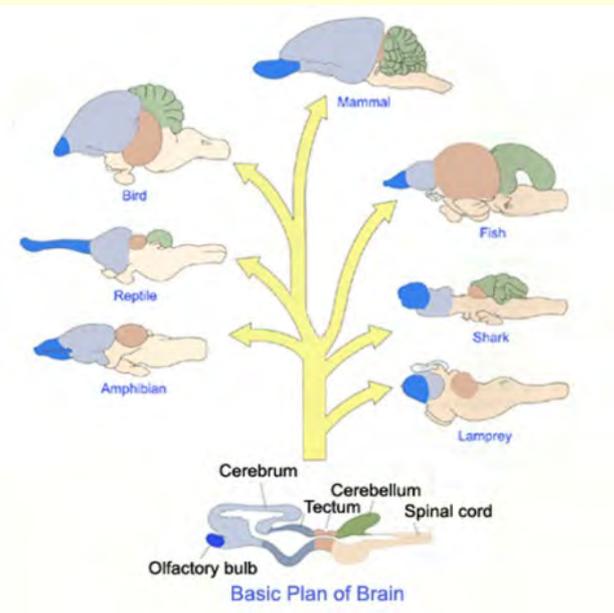
## Inné

Mémoire de l'espèce  
résultat de  
Évolution des espèces

100%

## Acquis

Mémoire de l'individu  
résultat de  
Développement de l'individu



# Notre itinéraire



**Social**



**Psychologique**



**Cérébral**



**Cellulaire**



**Moléculaire**



**Cellulaire**



**Cérébral**

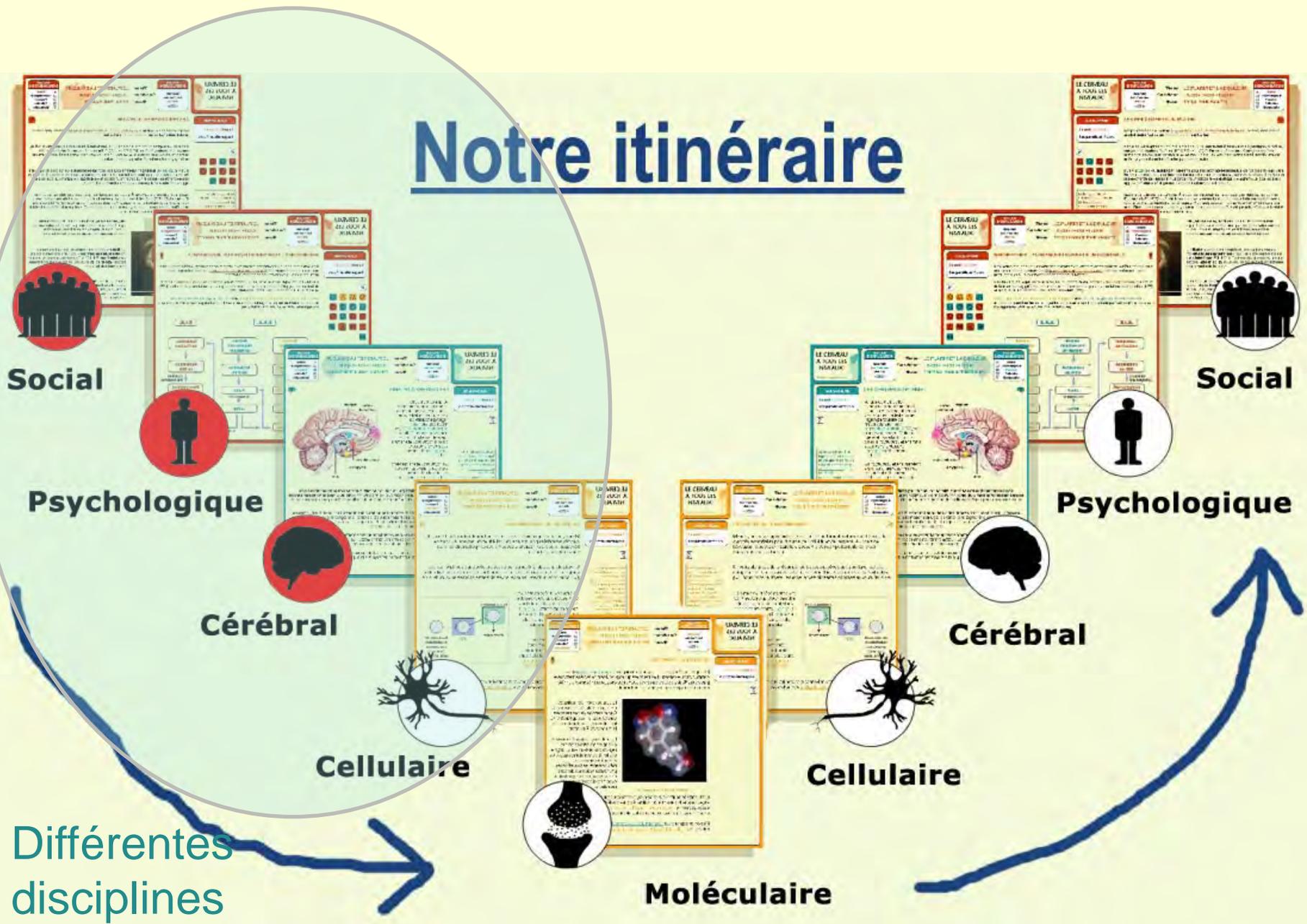


**Psychologique**



**Social**

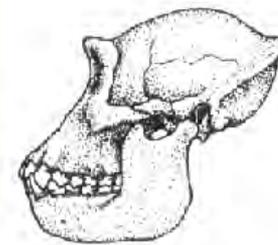
Différentes  
disciplines  
spécialisées



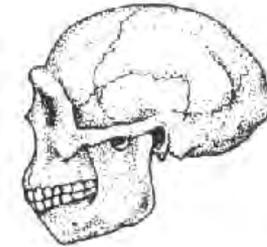


## La *paléoanthropologie* :

branche de l'anthropologie  
qui étudie l'évolution humaine



Gorilla



*Homo erectus*  
(*Southernopsis*)



*Homo sapiens*



# *L'archéologie :*

Étude des sociétés humaines anciennes reposant sur les **traces matérielles** qu'elles ont laissées

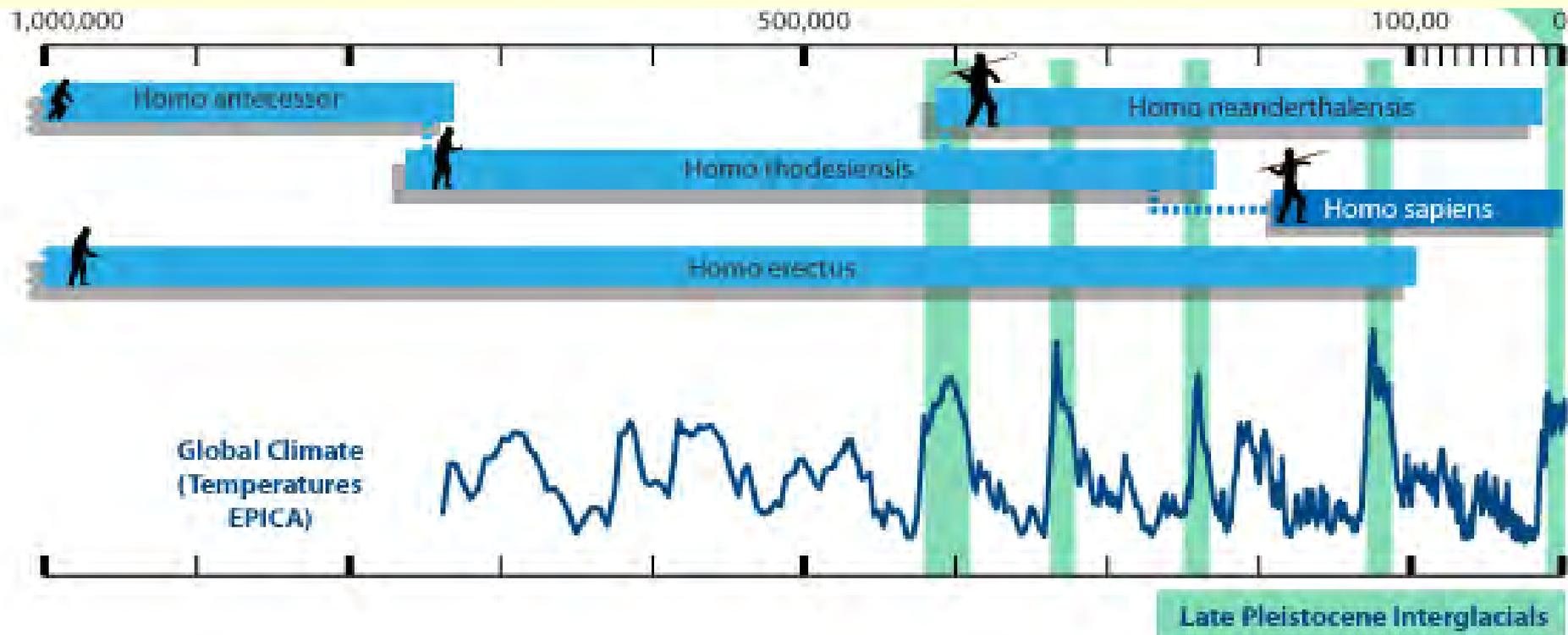


## L'archéologie :

Étude des sociétés humaines anciennes reposant sur les **traces matérielles** qu'elles ont laissées

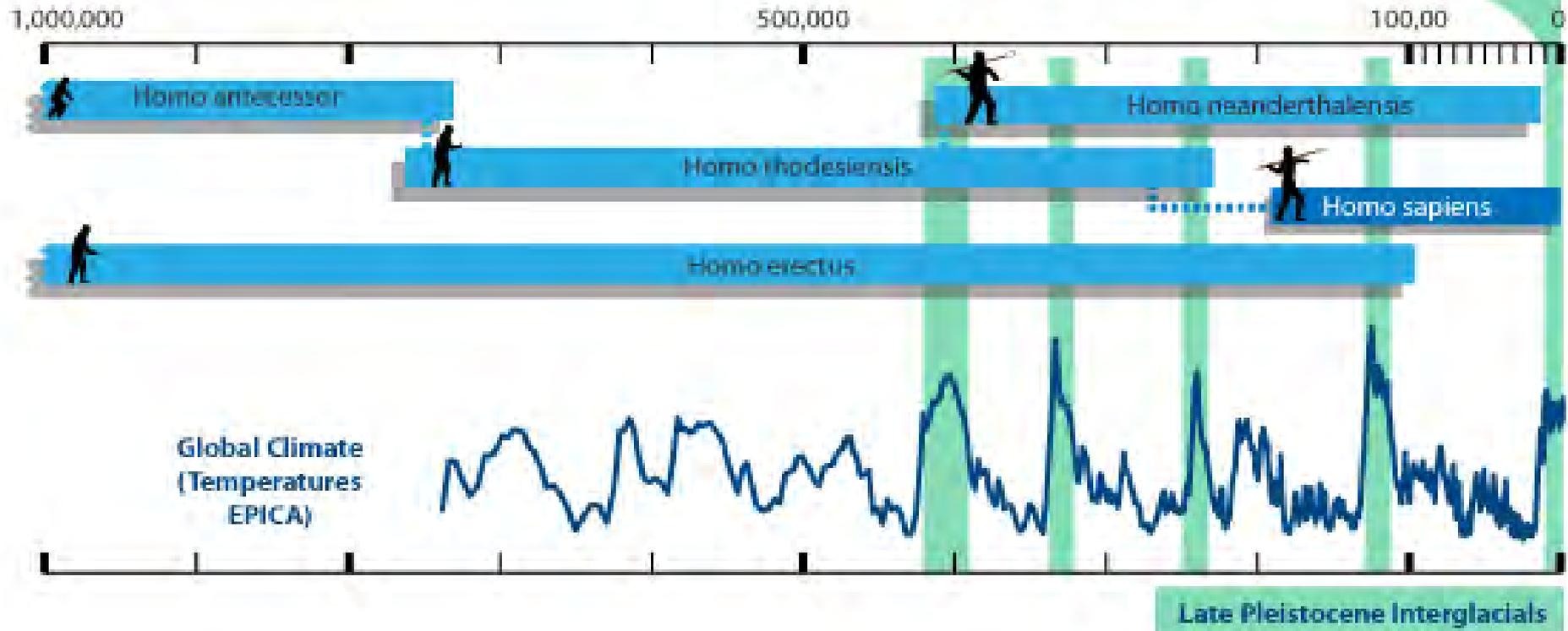
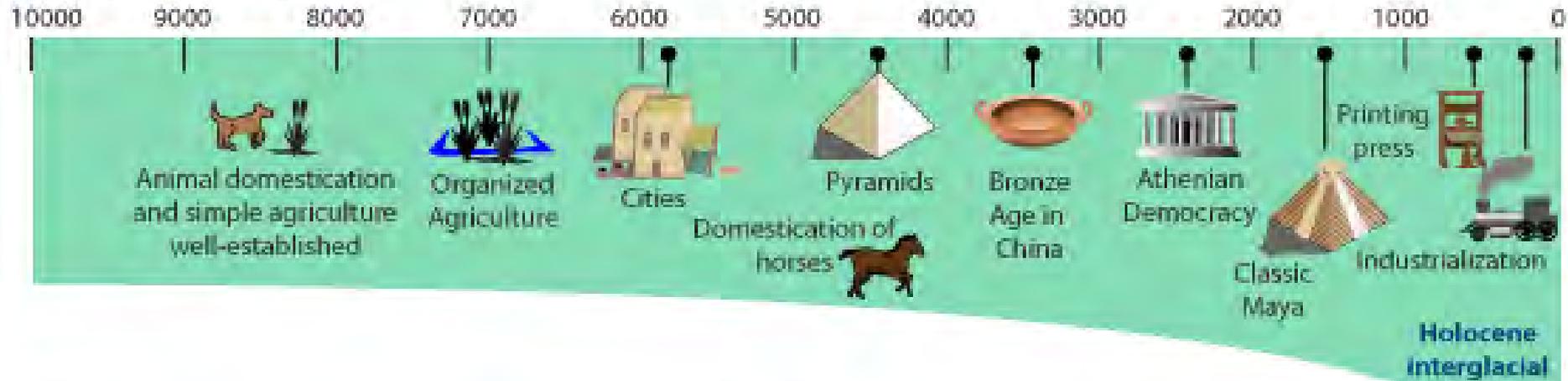
## La paléoanthropologie :

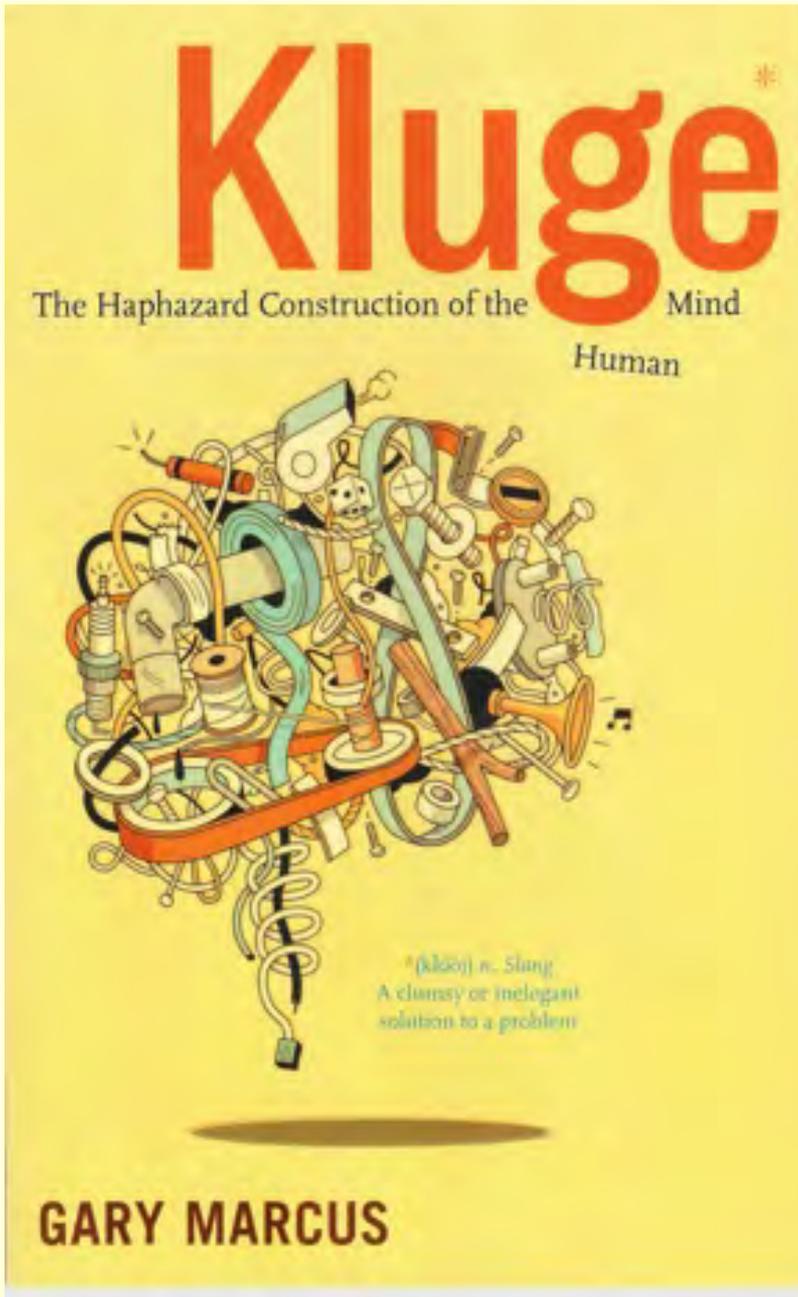
branche de l'anthropologie qui étudie l'évolution humaine



# Global Climate, Human Evolution and Civilization

Years before present (1950)

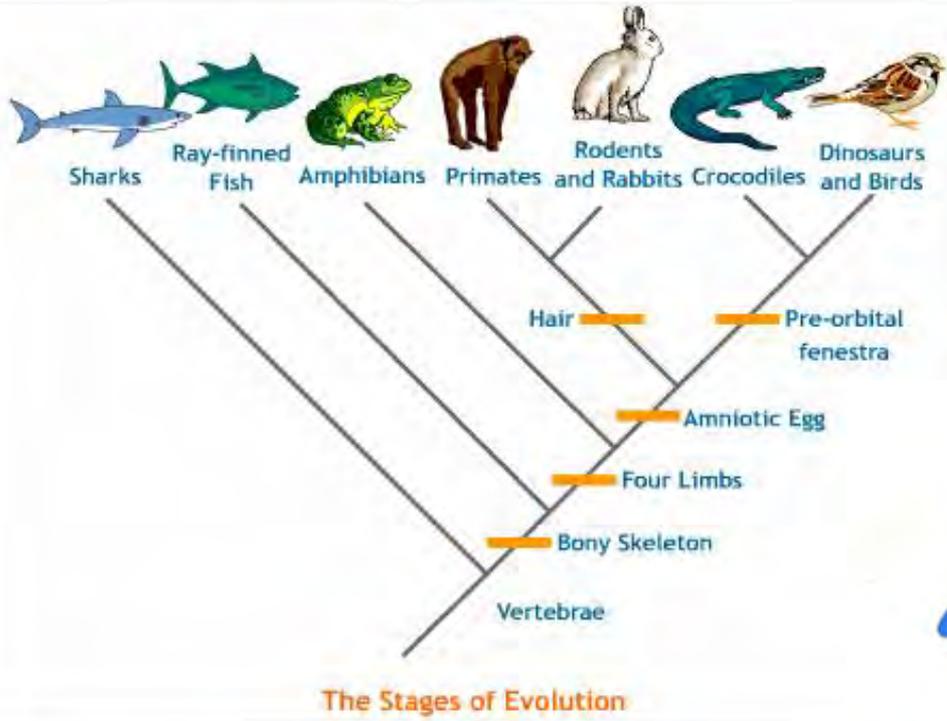




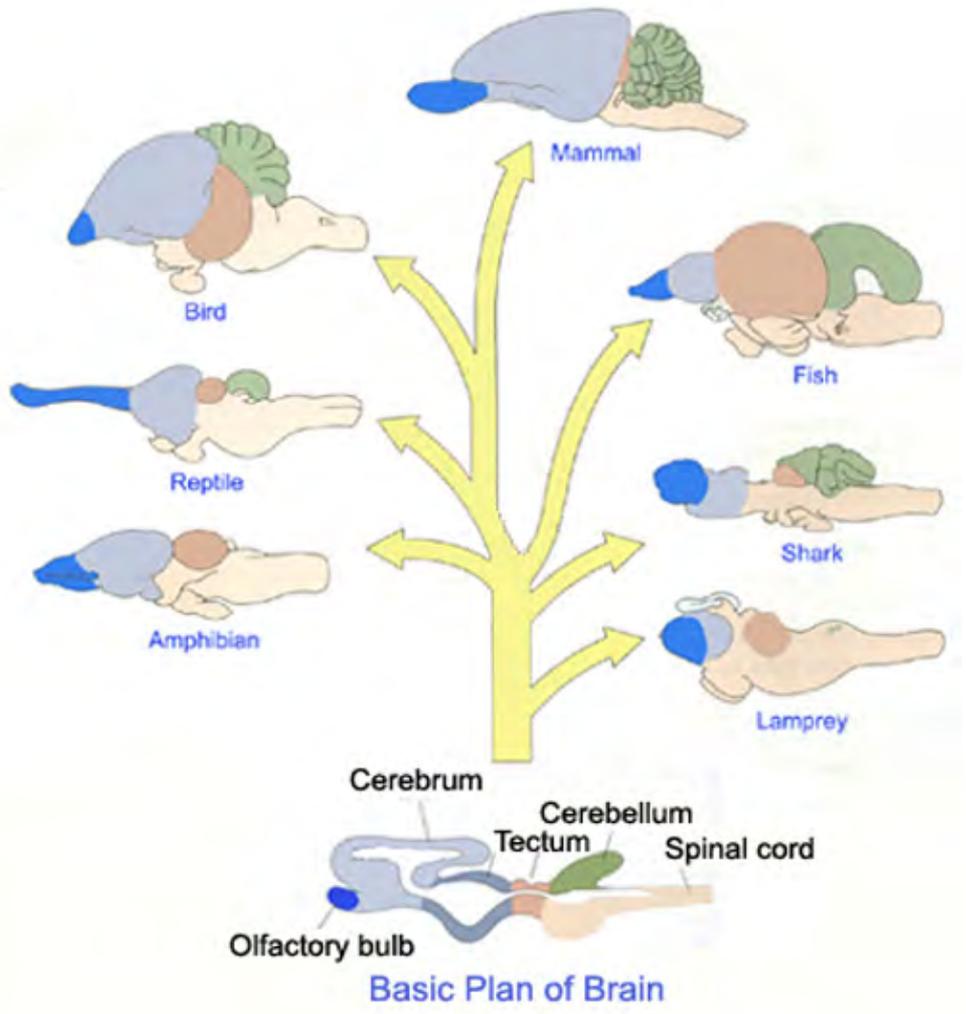
## Le « bricolage » de l'évolution

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

- François Jacob, 1981.

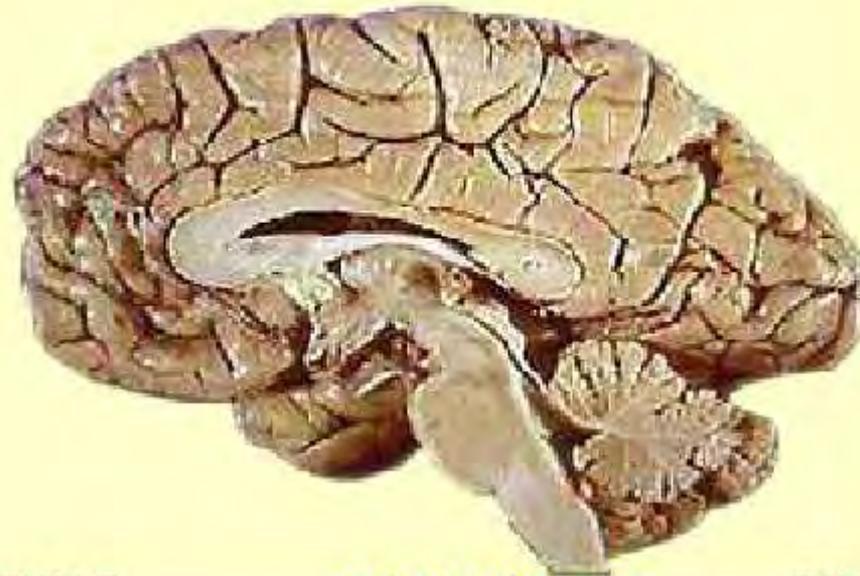


**Cours 2 : D'où venons-nous ?, ou la longue histoire de notre système nerveux**



*L'anatomie comparée*

# L'anatomie



## PROSENCÉPHALE

### TÉLENCÉPHALE

Cortex cérébral  
Hippocampe  
Ganglions de la base  
Noyau lenticulaire  
(Putamen, Globus  
pallidus)  
Noyau caudé  
Amygdale

### DIENCÉPHALE

Thalamus  
Hypothalamus  
Noyau  
sous-thalamique  
Epiphyse  
(ou glande pinéale)  
Hypophyse  
(partie postérieure)

## MÉSENCÉPHALE

Tectum (colliculi)  
Tegmentum (noyau  
rouge, substance  
noire, substance  
grise périaqueducale,  
aire tegmentale  
ventrale)

## RHOMBENCÉPHALE

### MÉTENCÉPHALE

Cervelet  
Pont

### MYÉLENCÉPHALE

Bulbe rachidien

# Notre itinéraire



**Social**



**Psychologique**



**Cérébral**



**Cellulaire**



**Moléculaire**



**Social**



**Psychologique**



**Cérébral**



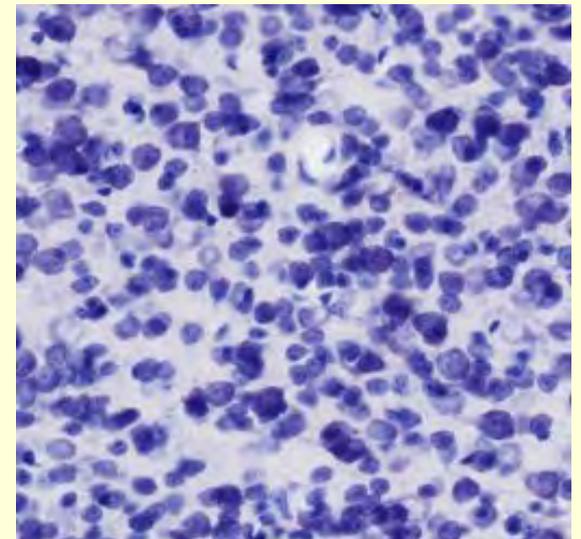
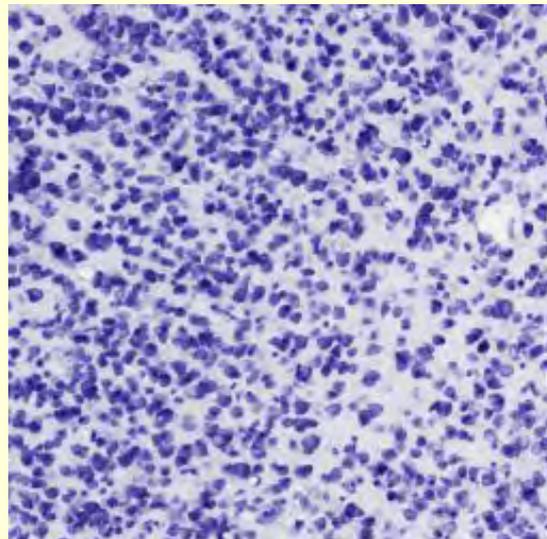
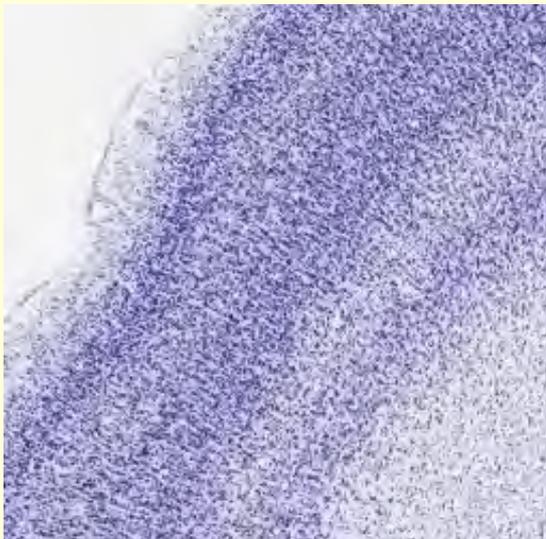
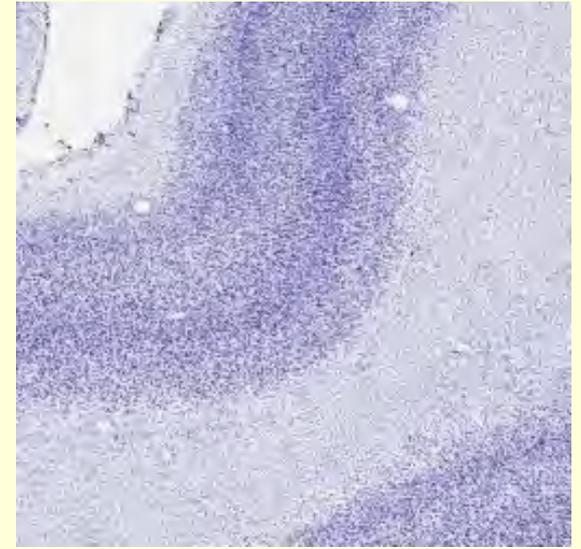
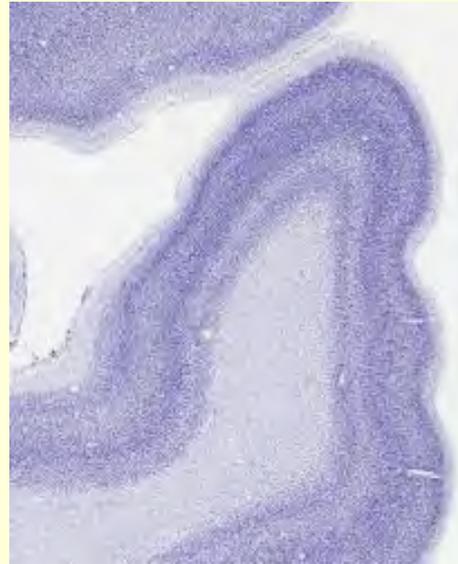
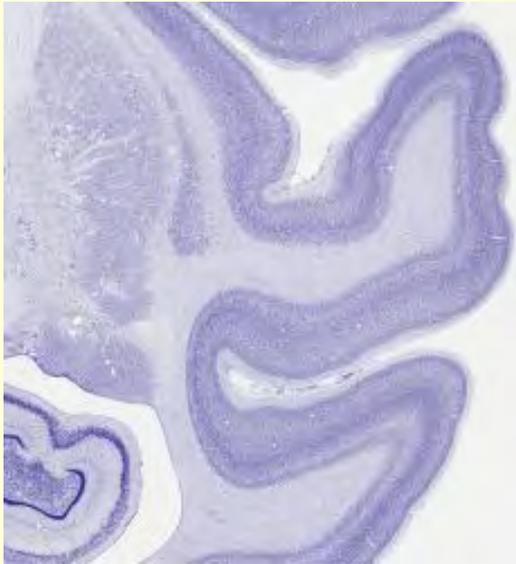
**Cellulaire**

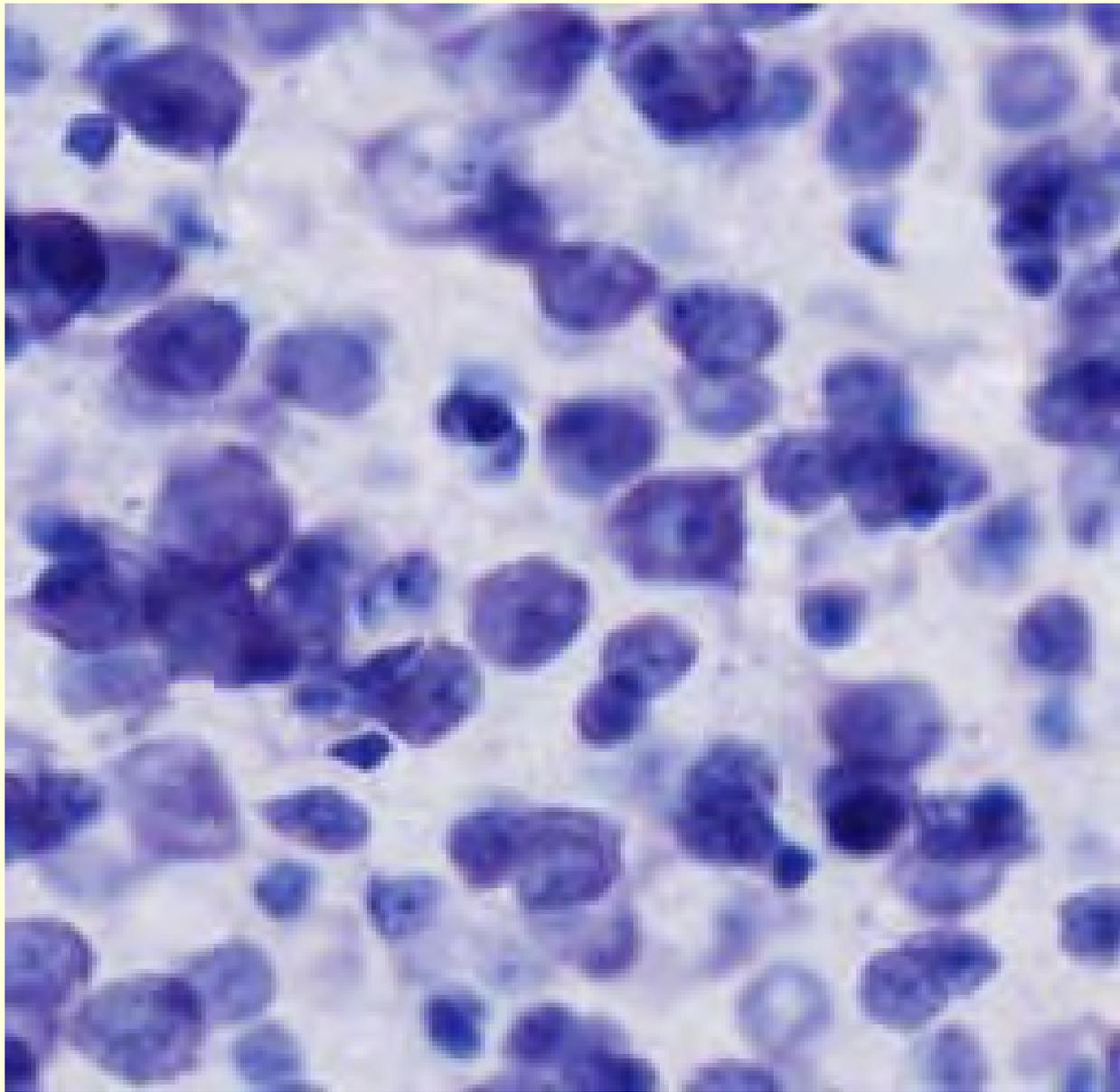
Différentes  
disciplines  
spécialisées





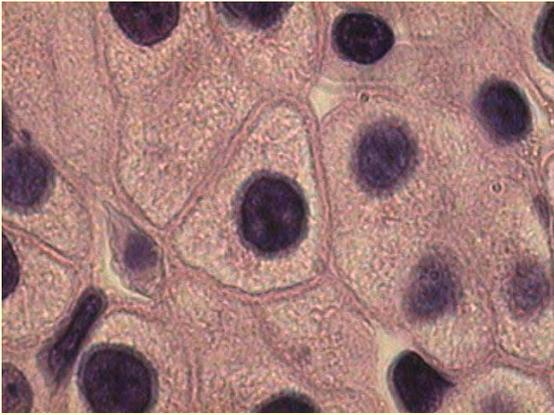
zoom in sur sa région foncée, aussi appelée matière grise...



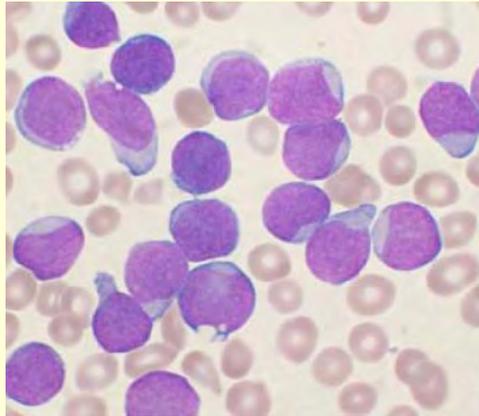


*L'histologie*

Cellule de foie



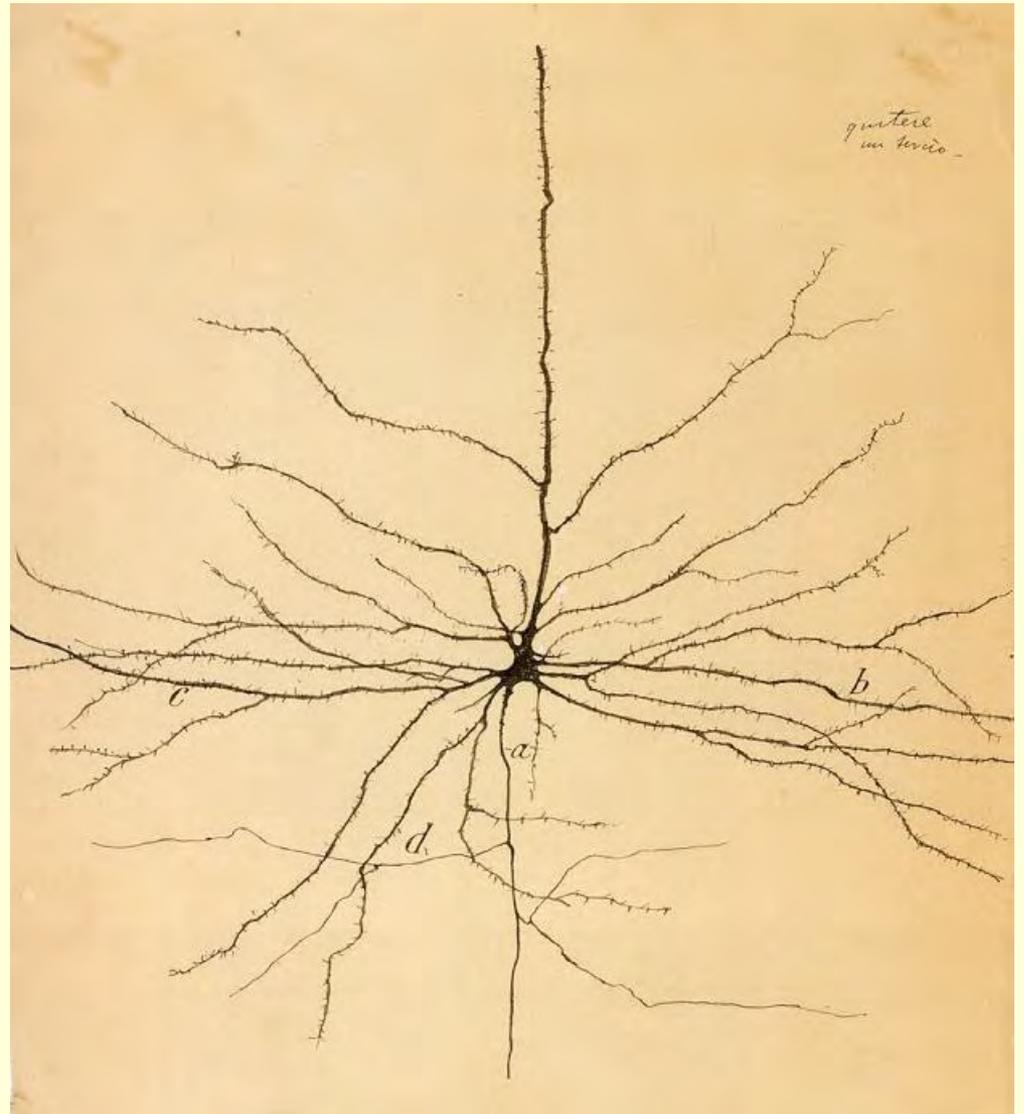
Lymphocyte B



Neurone pyramidal

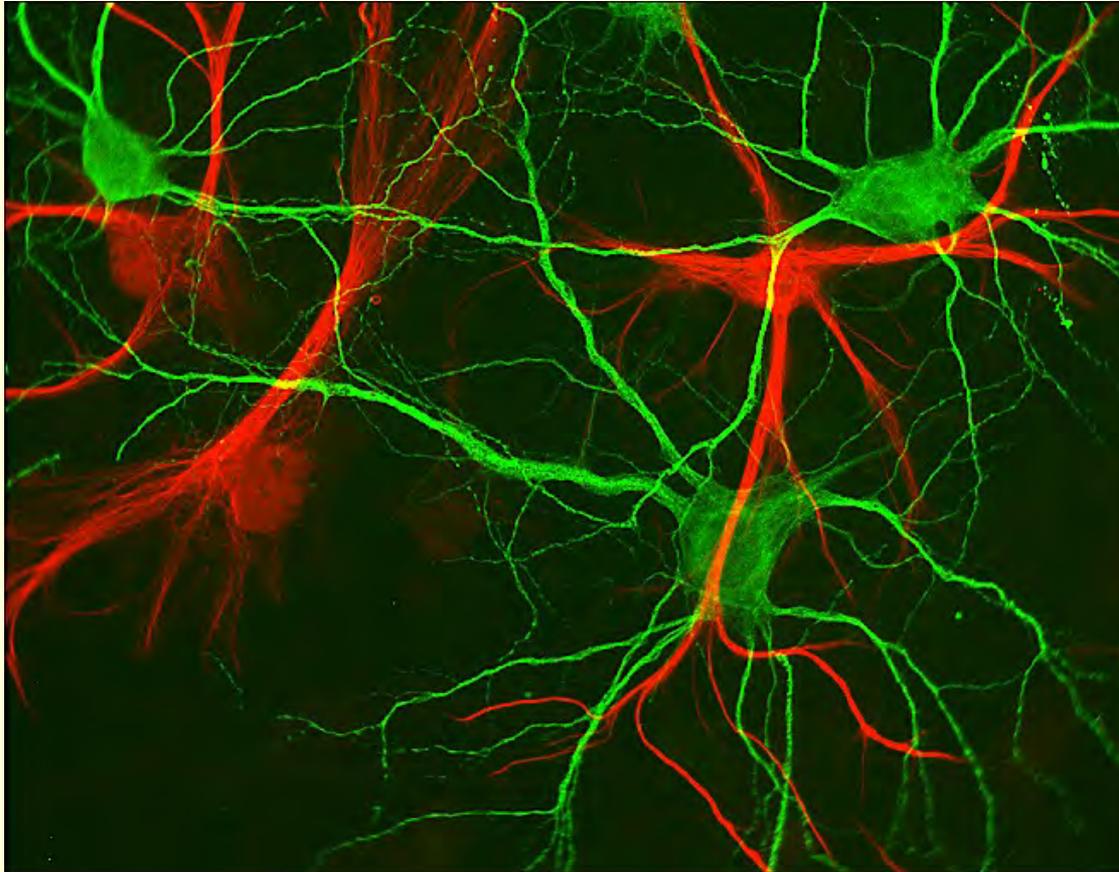


une des plus anciennes techniques de coloration, la coloration de Golgi, permettait déjà de voir ces prolongements au début du XXe siècle



Neurone pyramidal du cortex moteur

**+ 85 000 000 000 cellules gliales**

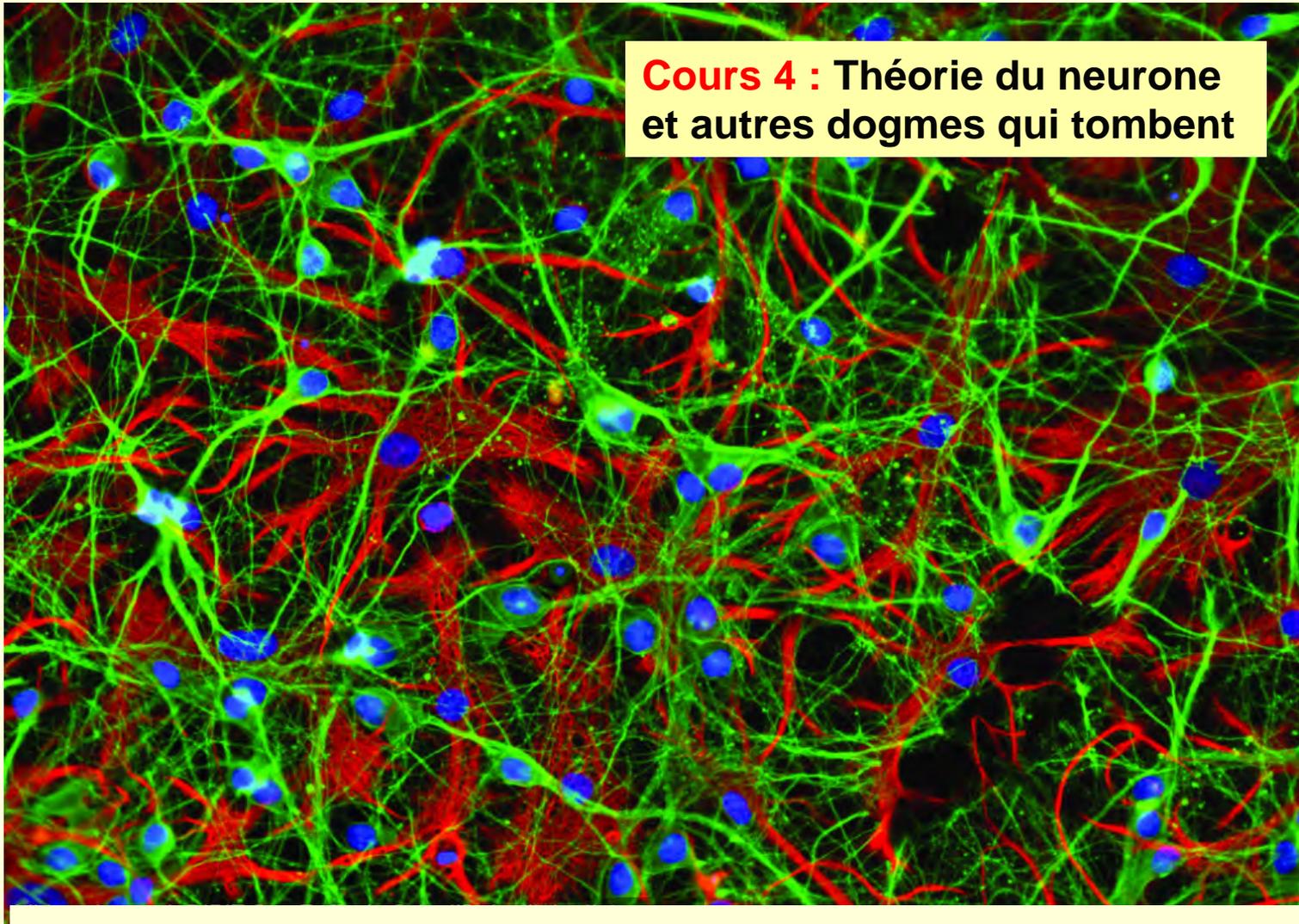


**( en rouge ici,  
les neurones  
en vert)**

**85 000 000 000  
neurones !**



À cause de leur enchevêtrement avec de nombreux neurones :  
les cellules gliales vont influencer grandement les neurones...

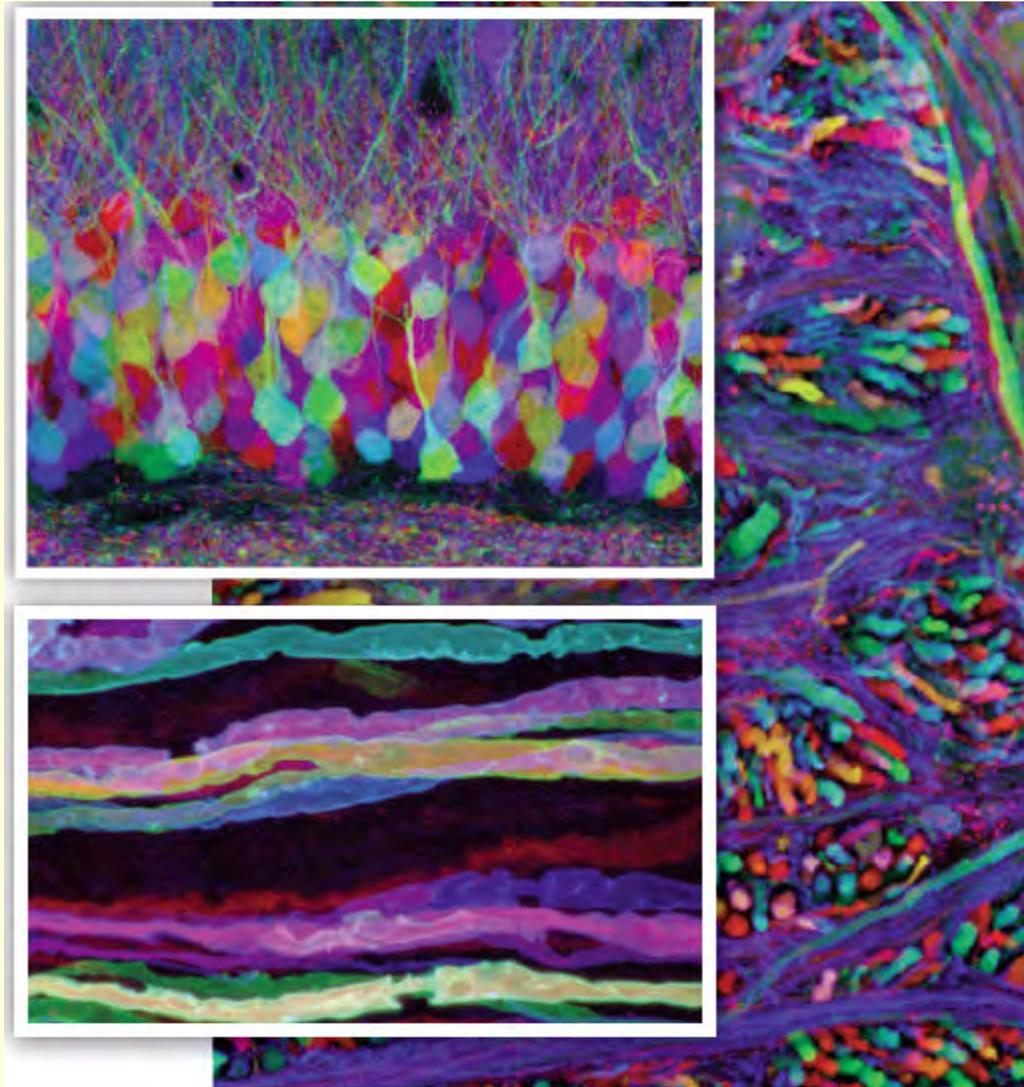


**Cours 4 : Théorie du neurone  
et autres dogmes qui tombent**

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

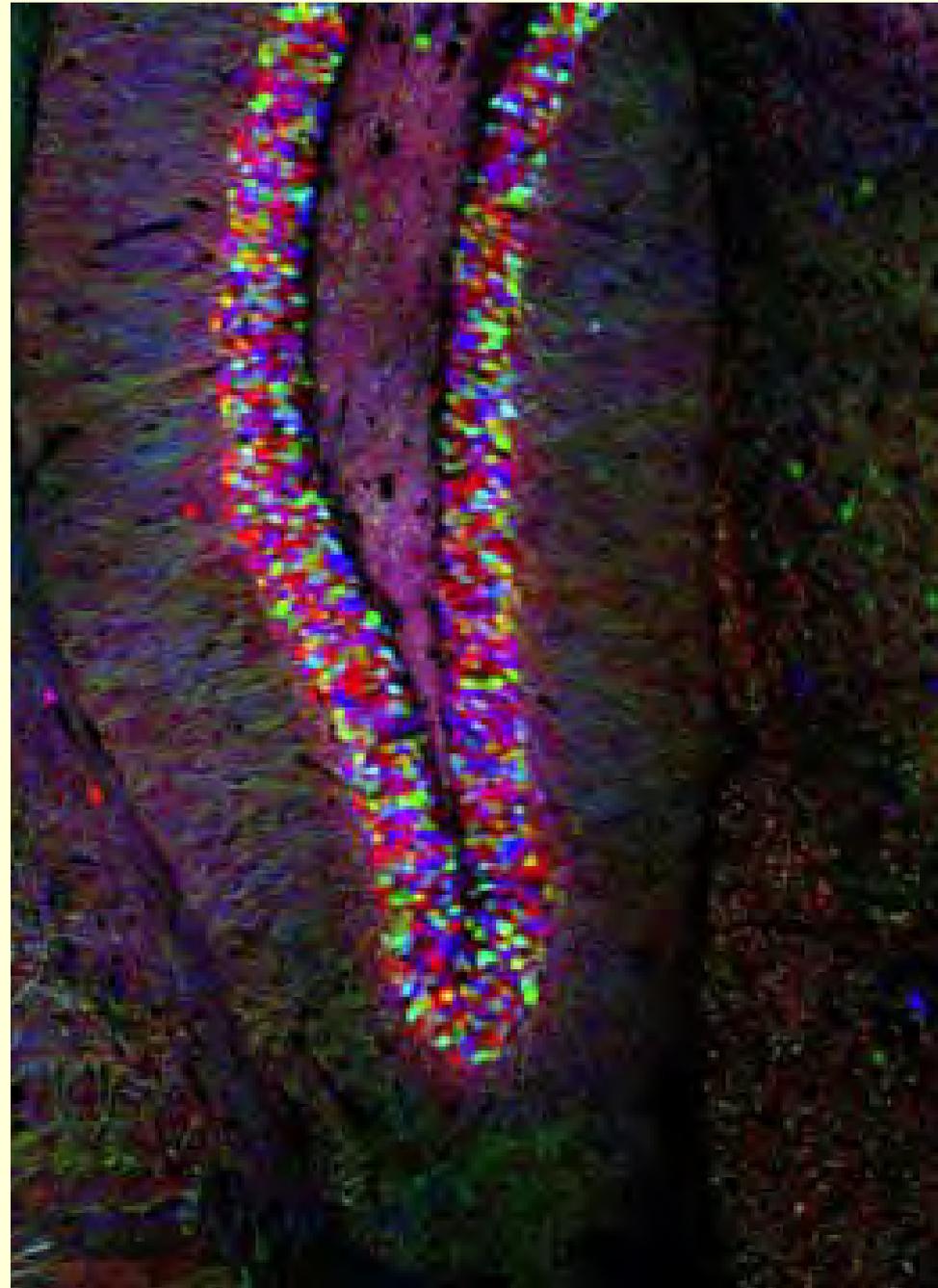


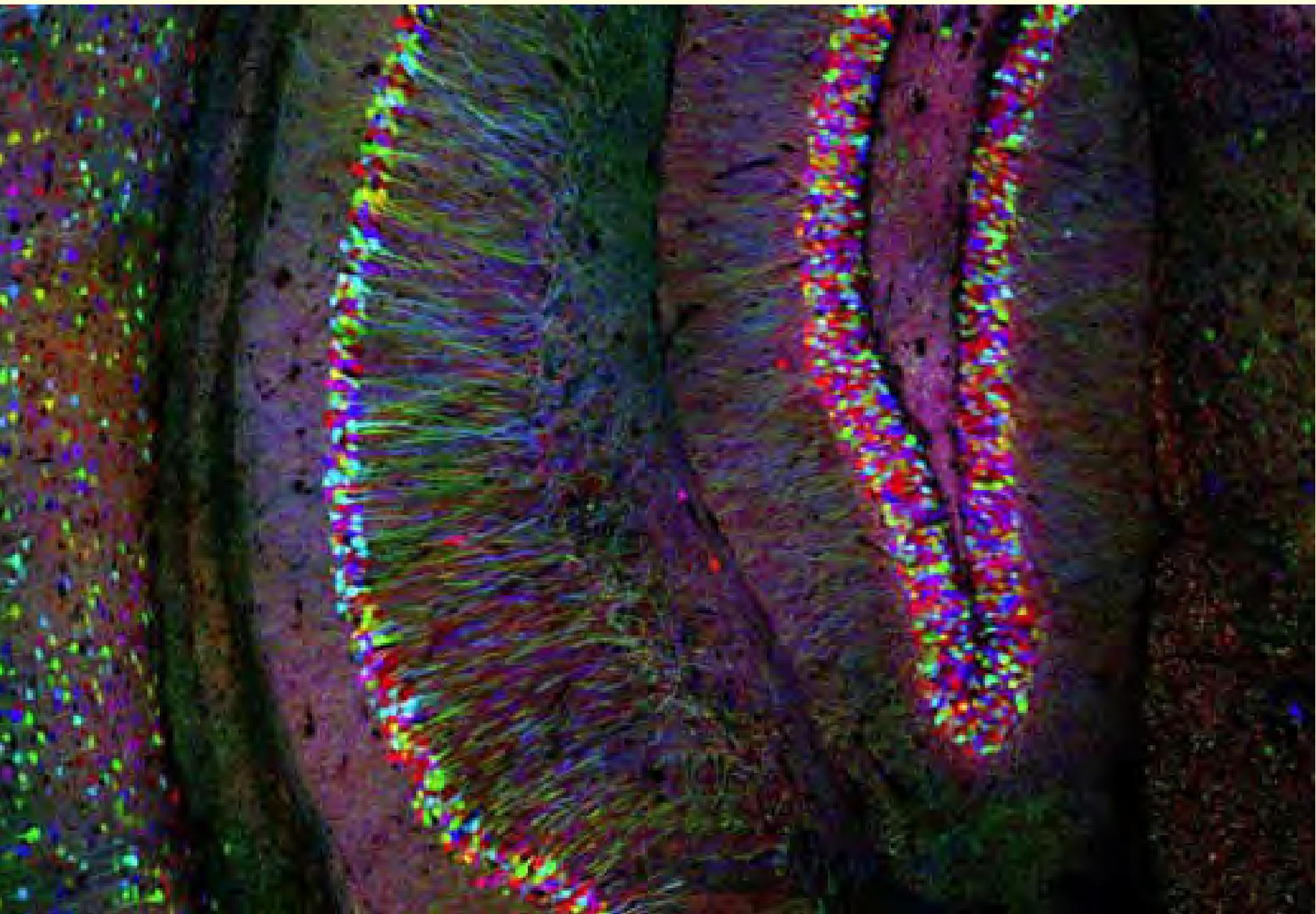
# Coloration Brainbow

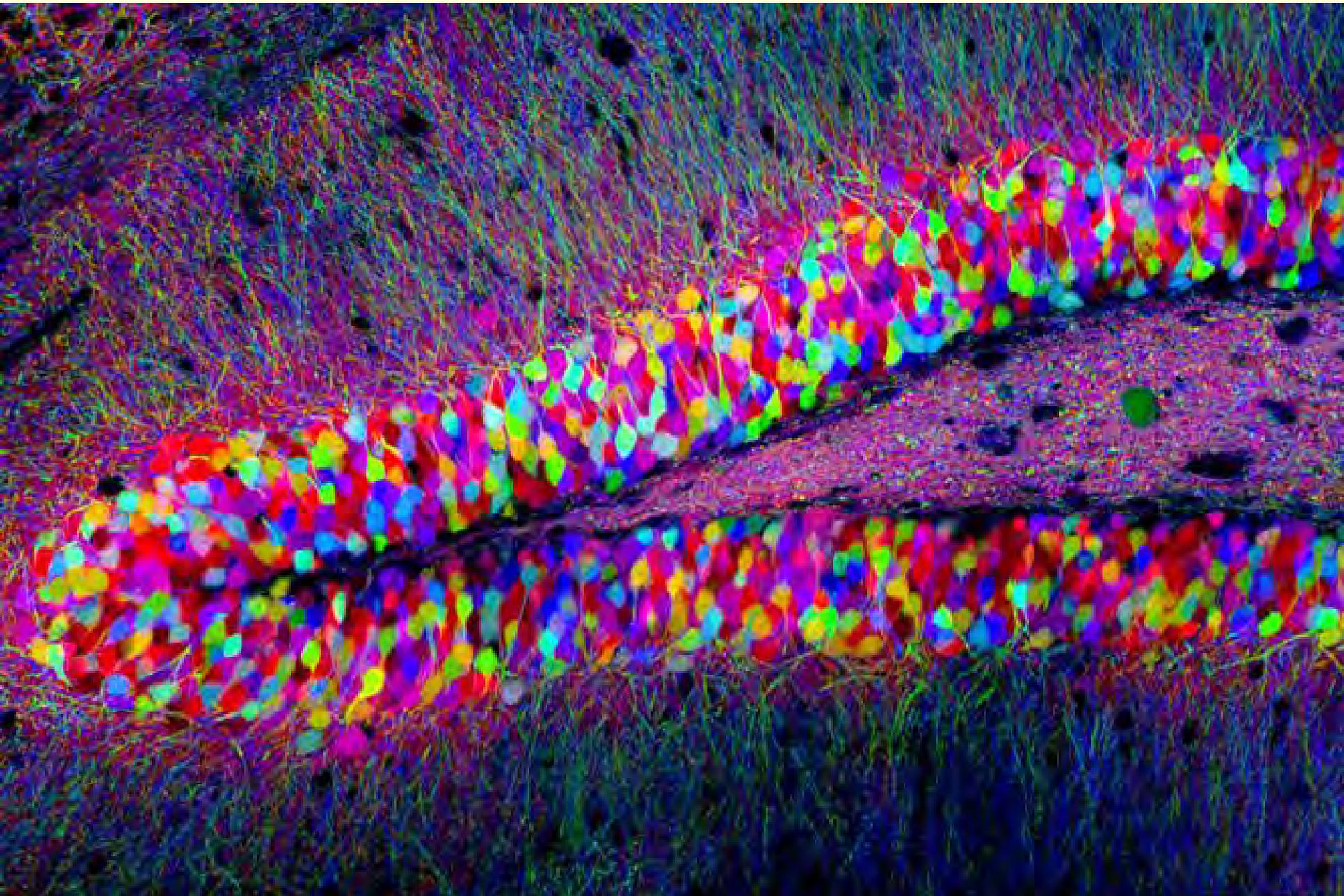


**Brainbow-coloured nerve cells in the brainstem (main picture), in the dentate gyrus of the hippocampus (inset, top) and in a peripheral nerve.**

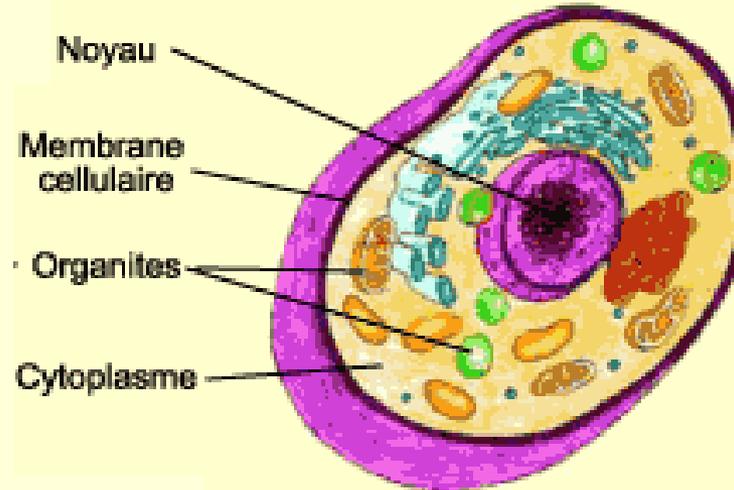
- Avec les techniques classiques :  
  
**2 ou 3** couleurs différentes dans une coupe de tissus
  
- Brainbow :  
  
peut produire jusqu'à une **centaine** de teintes différentes
  
- Permet de mieux suivre les projections de neurones individuels



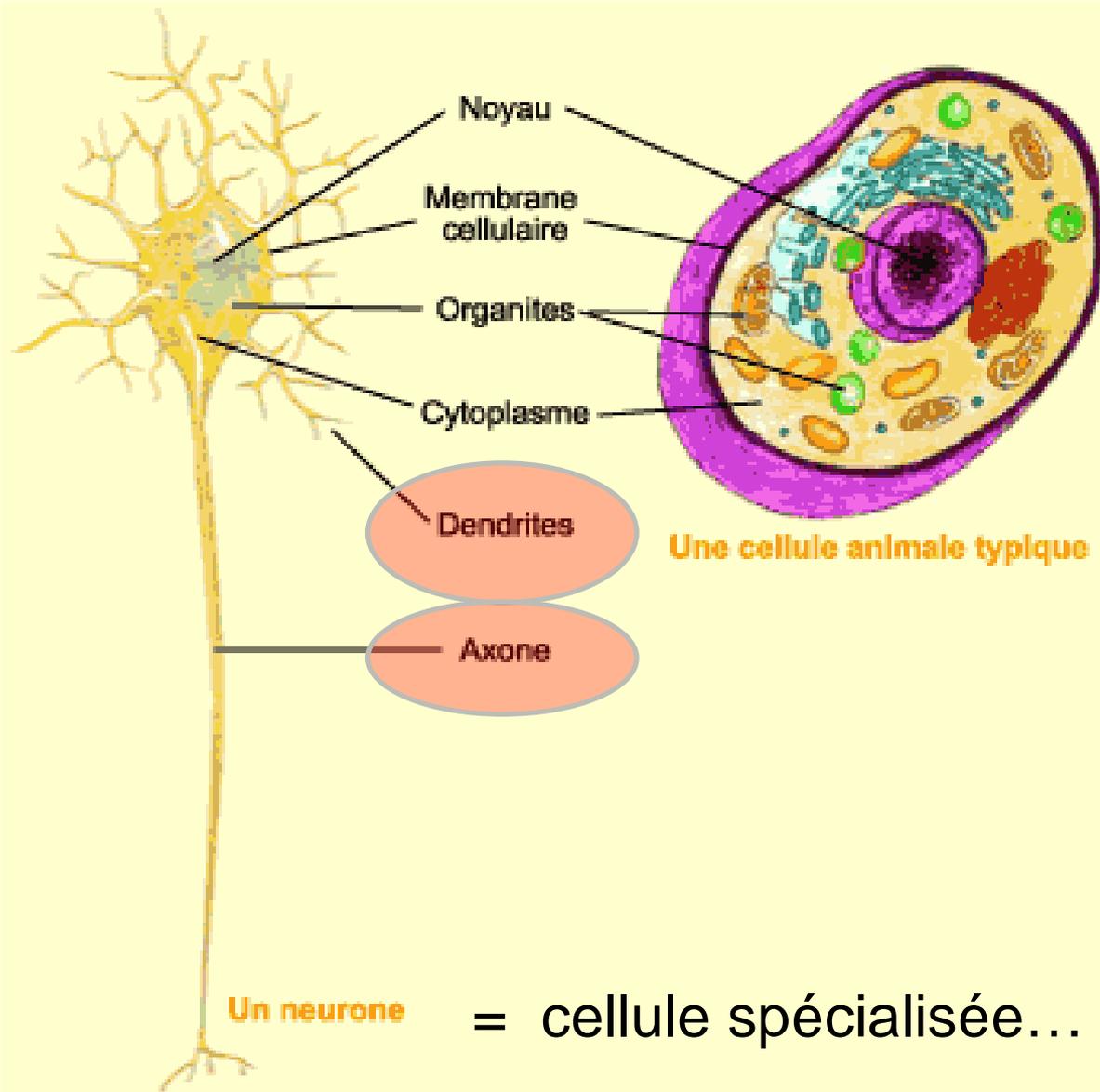




# *La cytologie*

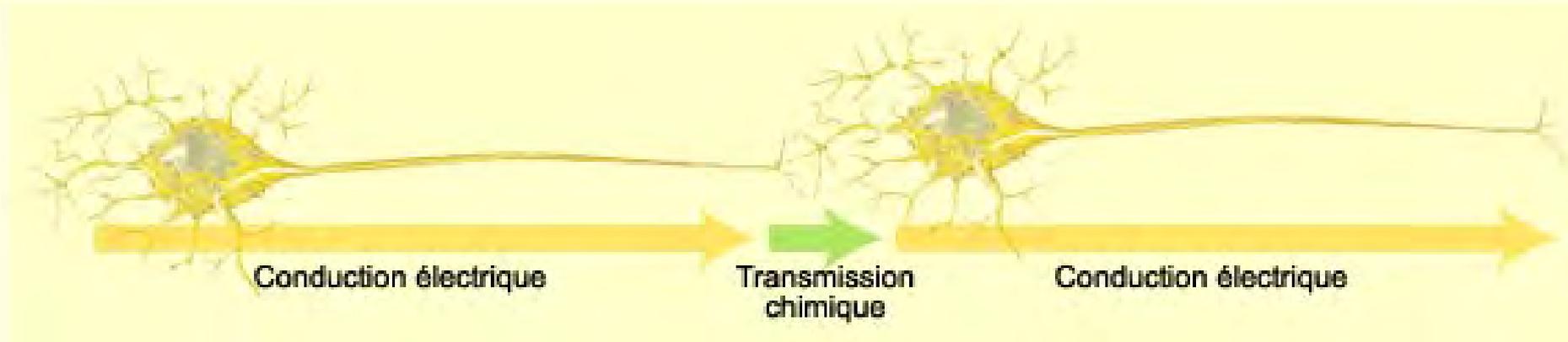


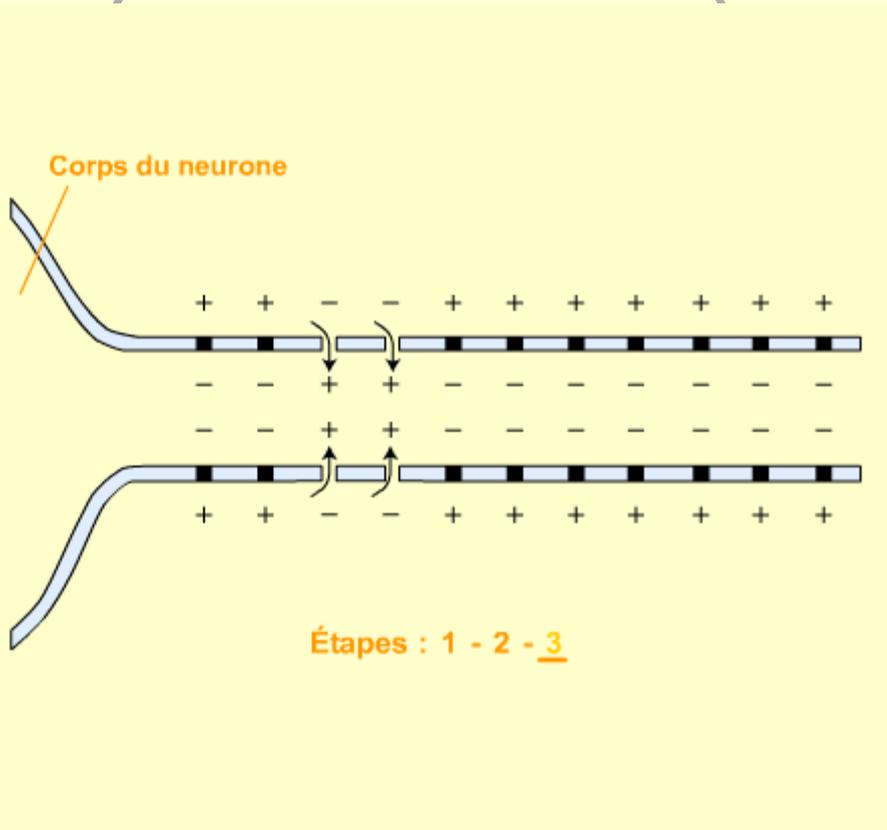
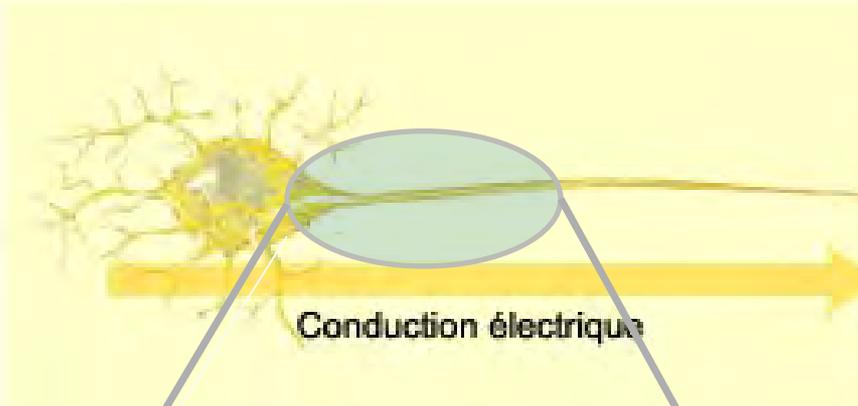
**Une cellule animale typique**

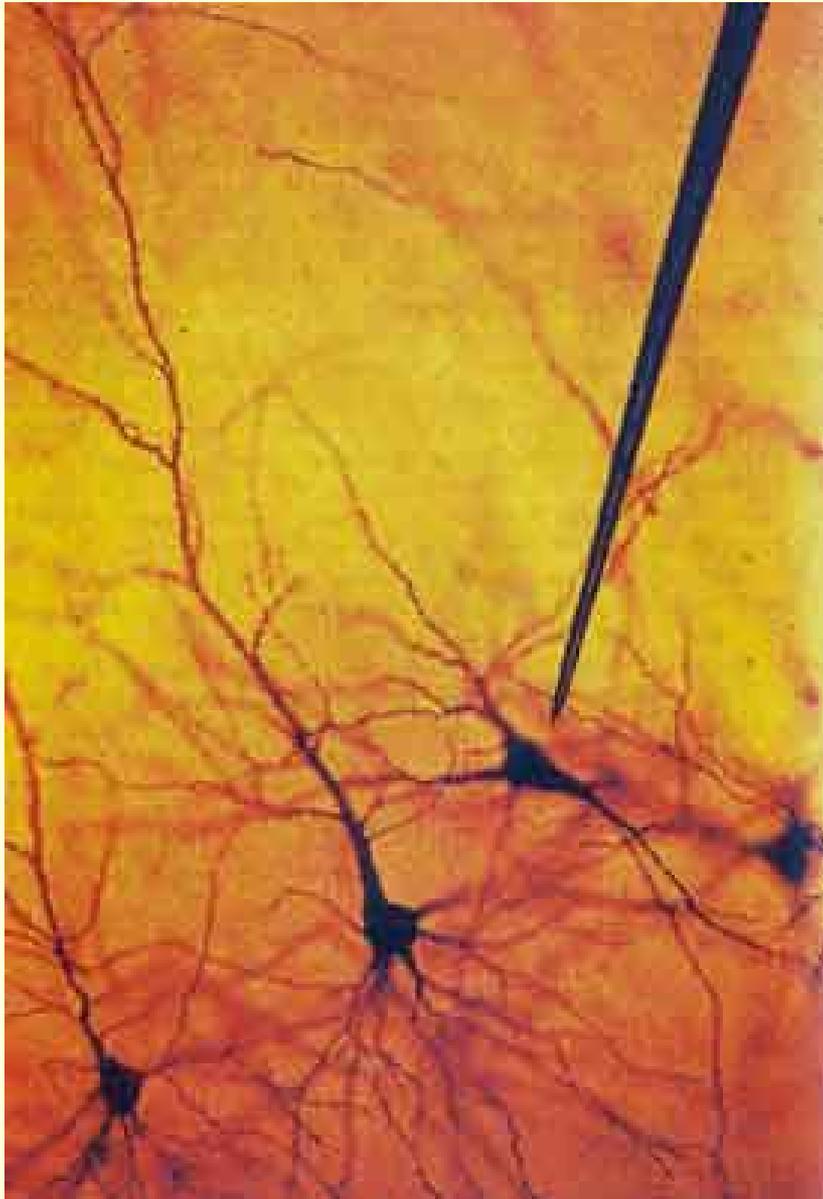


Des dendrites et des axones...

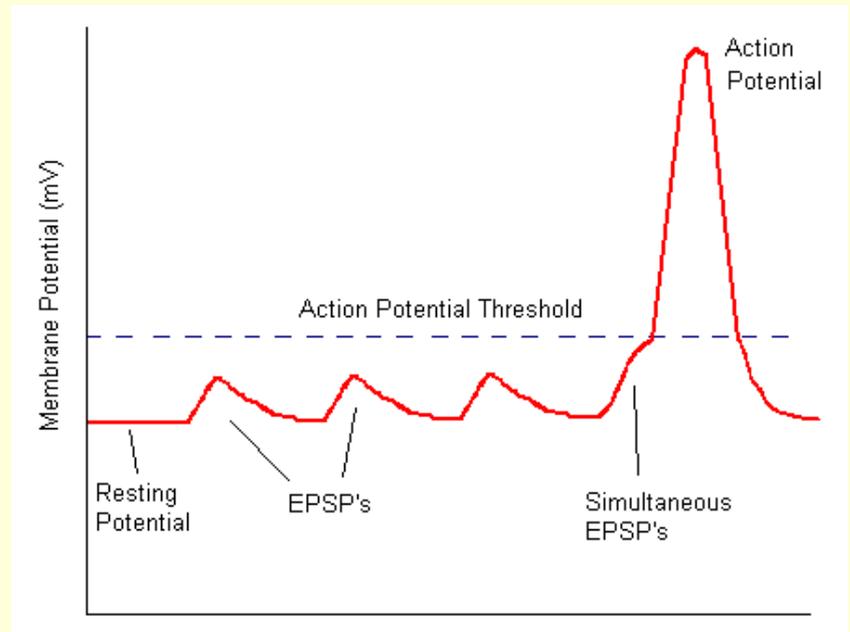
... pour communiquer avec d'autres neurones

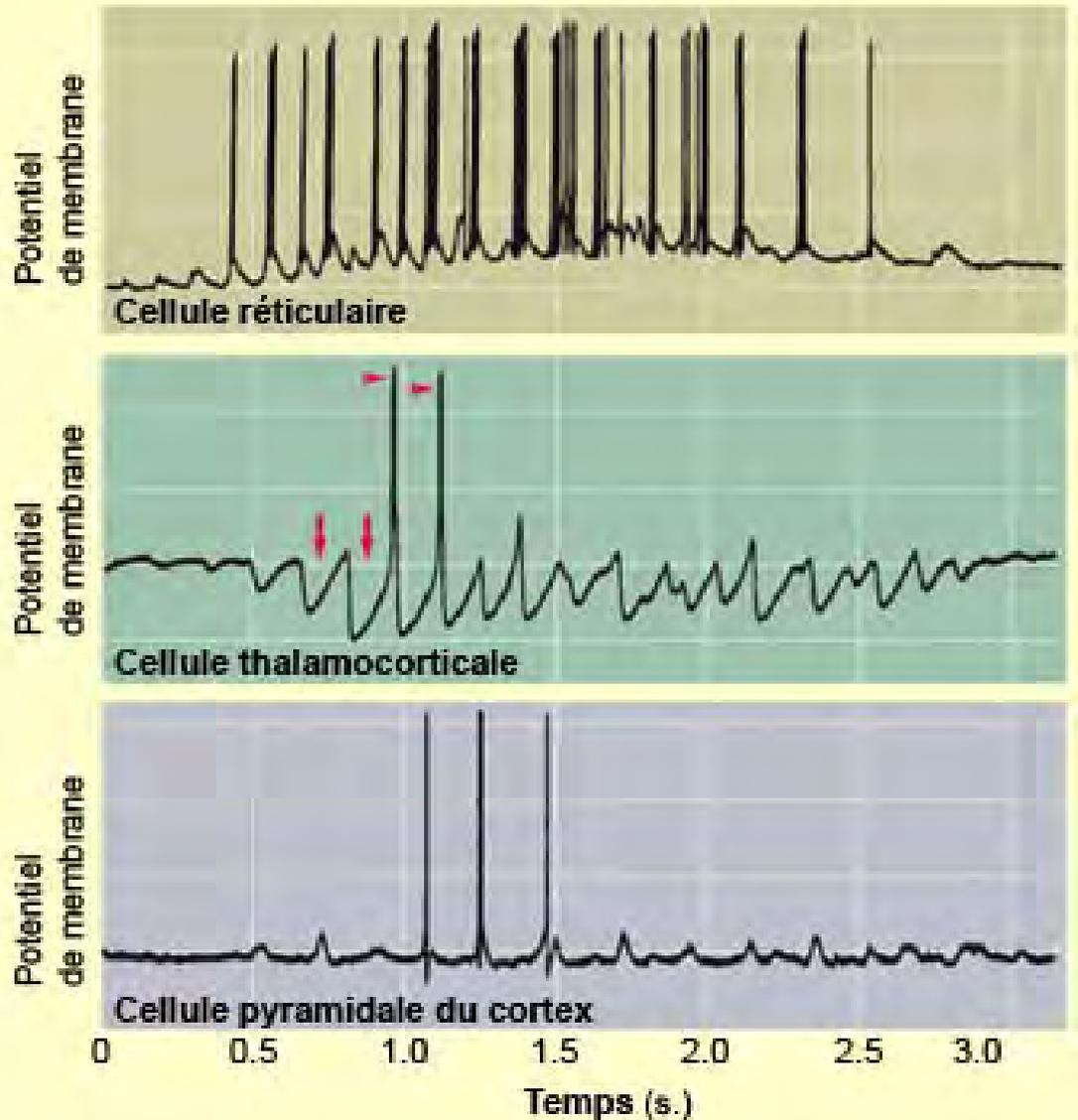
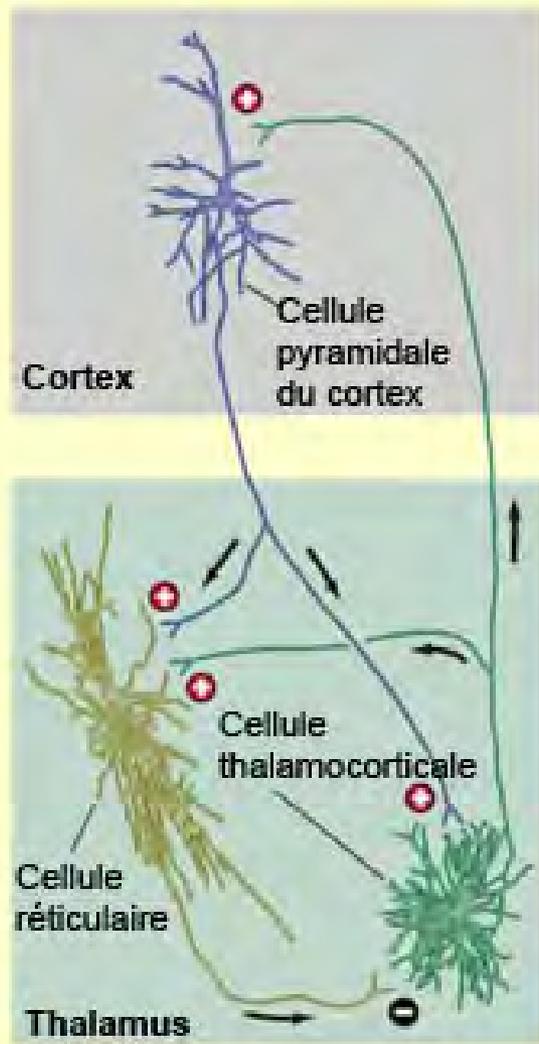




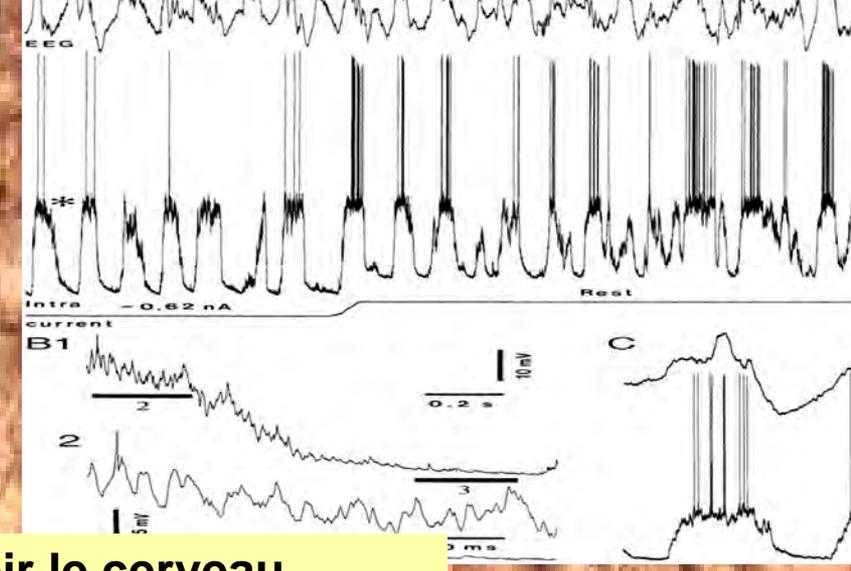
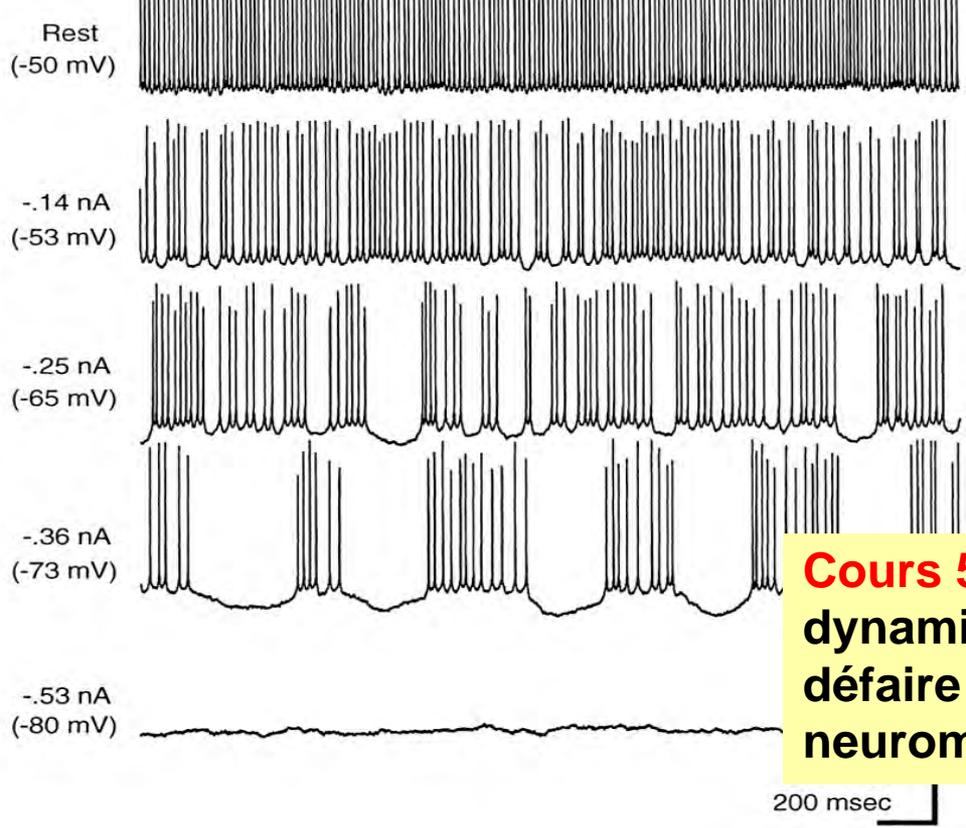


## *L'électrophysiologie*





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



**Cours 5 : Voir le cerveau dynamique en action et se défaire de certains neuromythes**

Mozart  
Symphony No. 31  
in D Major  
K. 297  
"Paris"

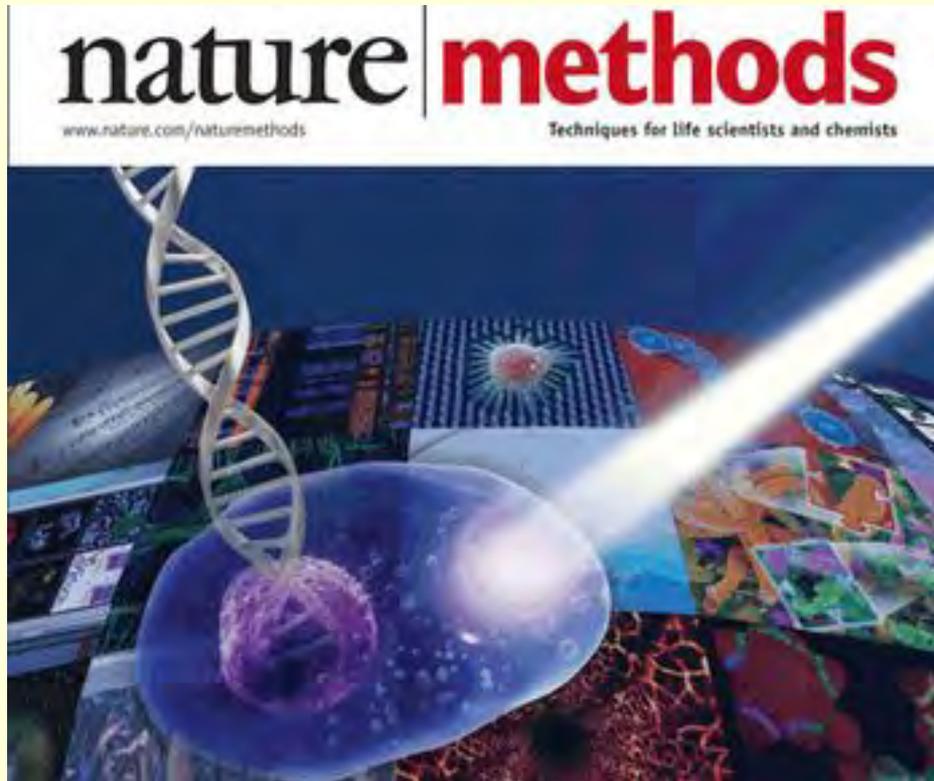
Allegro assai.

Flauti.  
Oboi.  
Clarineti in A.  
Fagotti.  
Corni in D.  
Trombe in D.  
Timpani in D.A.  
Violino I.  
Violino II.

**85 000 000 000 neurones**

Chaque neurone peut faire jusqu'à 10 000 connexions avec d'autres neurones.

# *L'optogénétique*

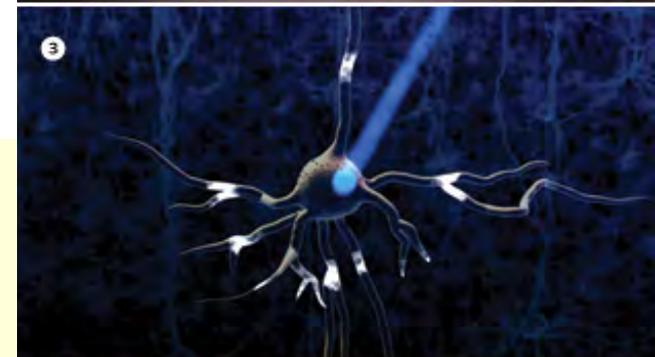
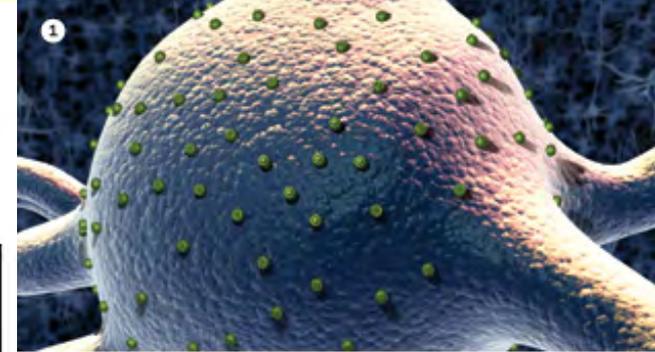
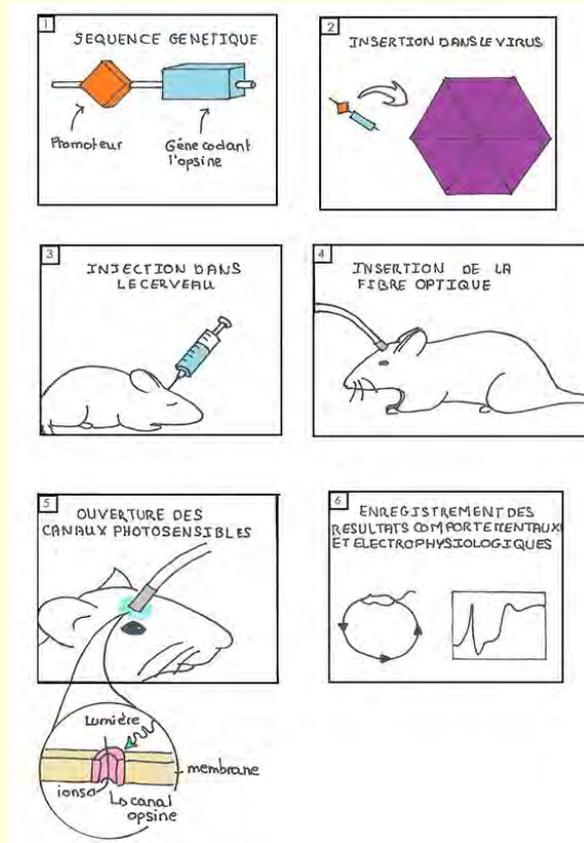


En **2006**, une trentaine de laboratoires commencent à utiliser les techniques **d'optogénétique** mises au point par Karl Deisseroth et Ed Boyden l'année précédente.

"This is God's gift to neurophysiologists"

# L'optogénétique

Un mélange  
de génétique,  
de virologie  
et d'optique



permettant d'activer ou  
d'inactiver instantanément

des groupes spécifiques de  
neurones

dans le cerveau d'animaux  
vivants.

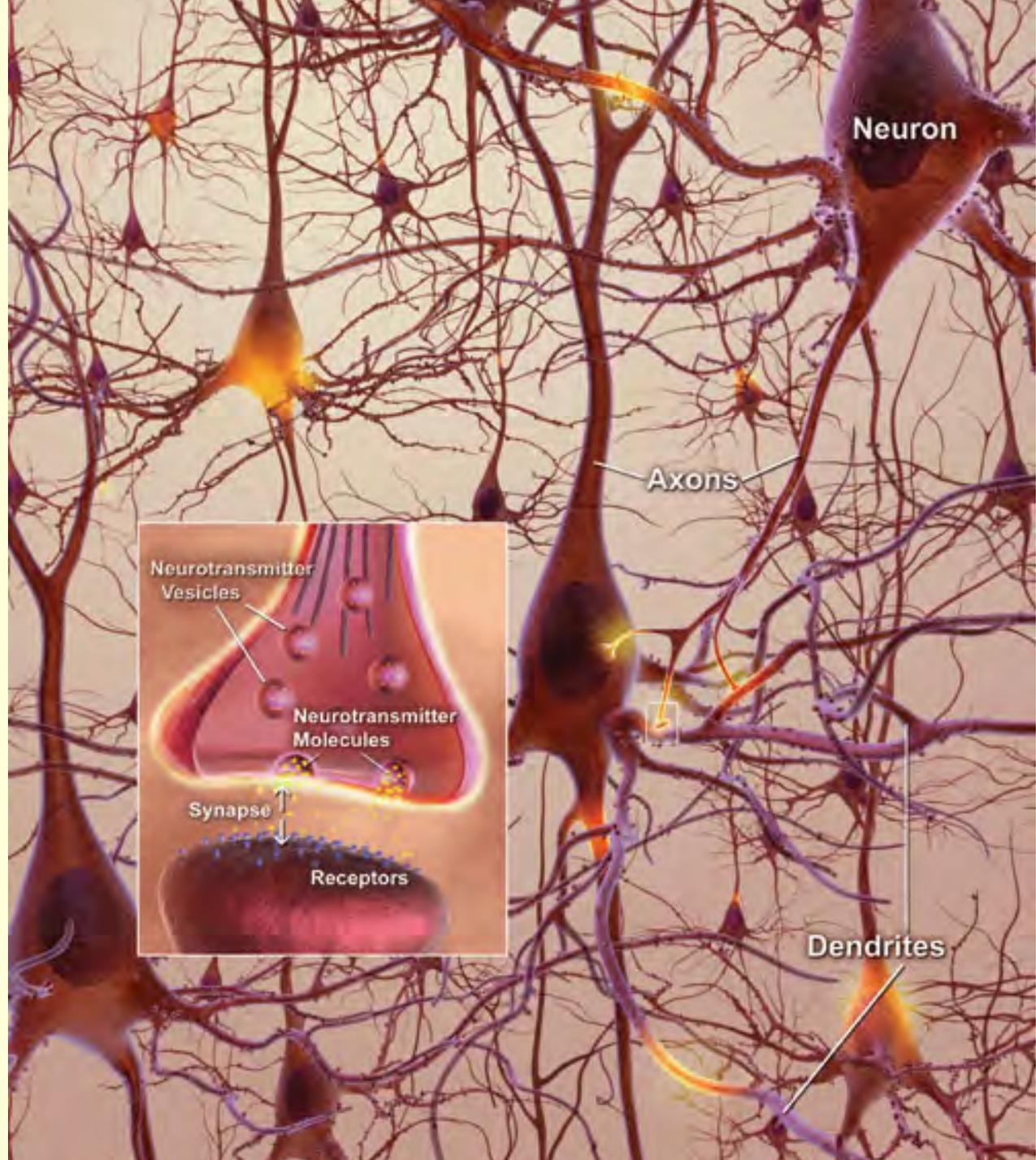


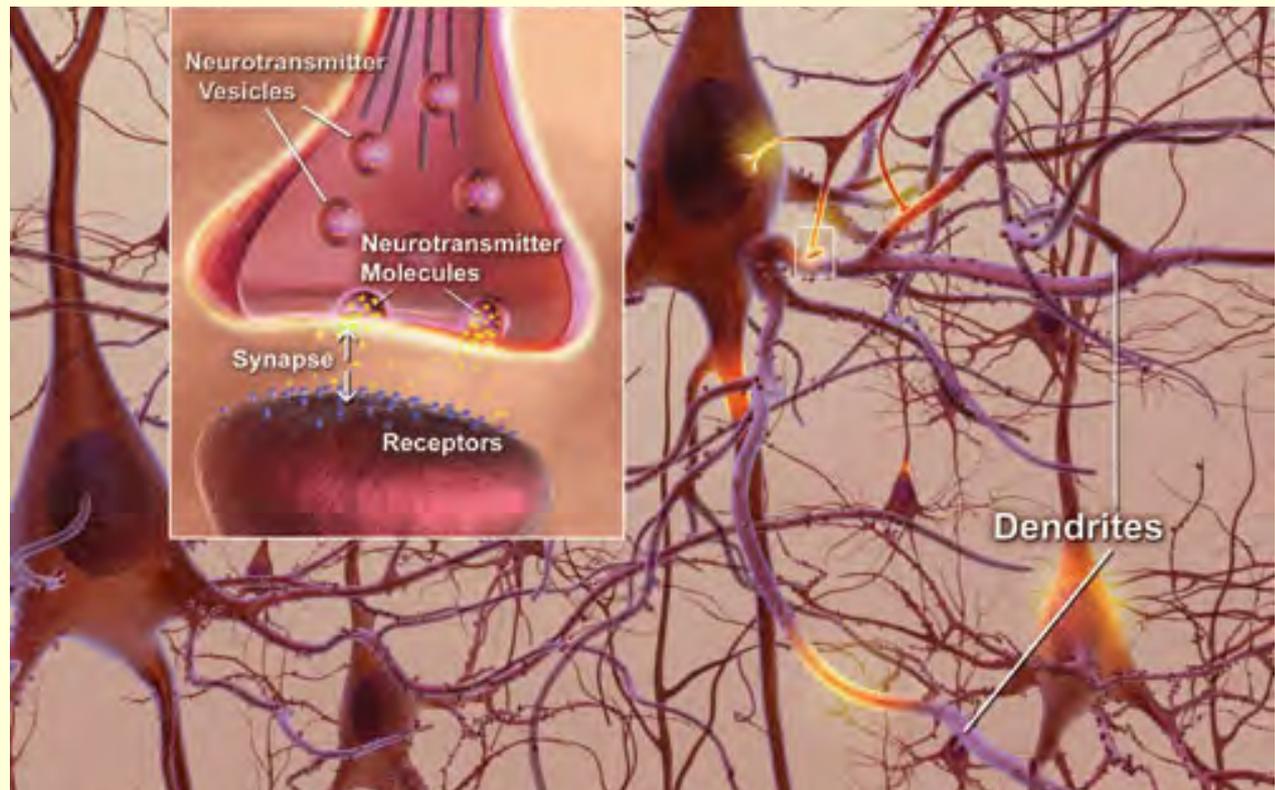
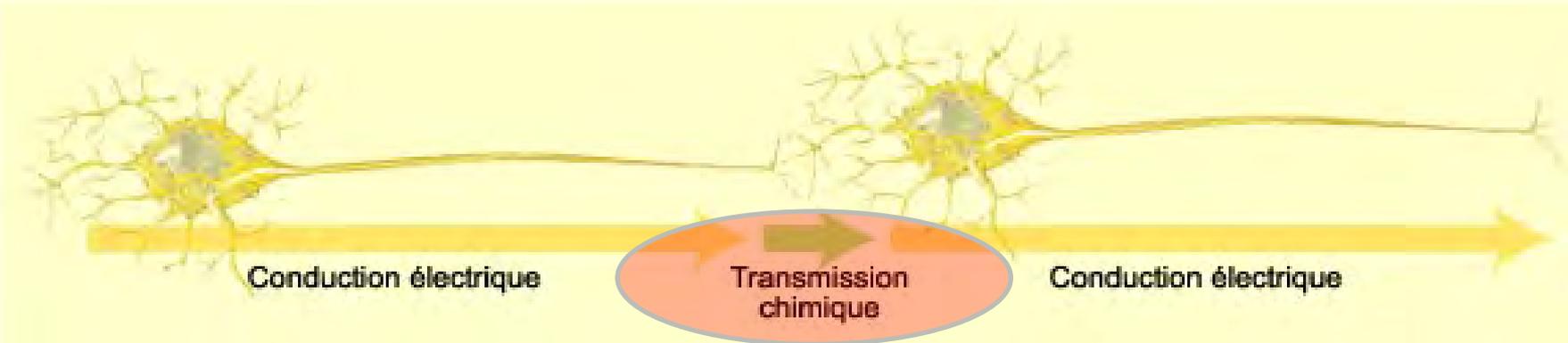




Neuron

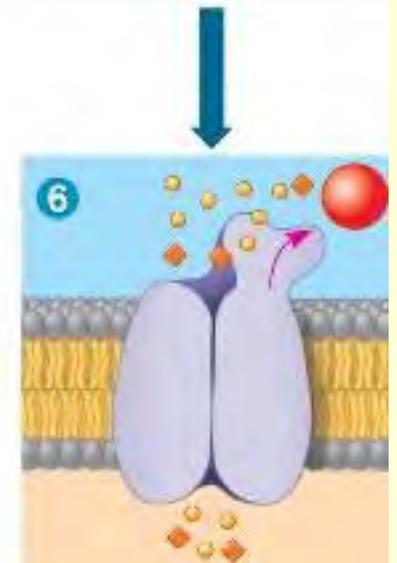
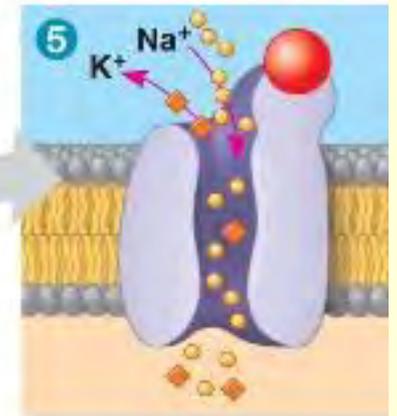
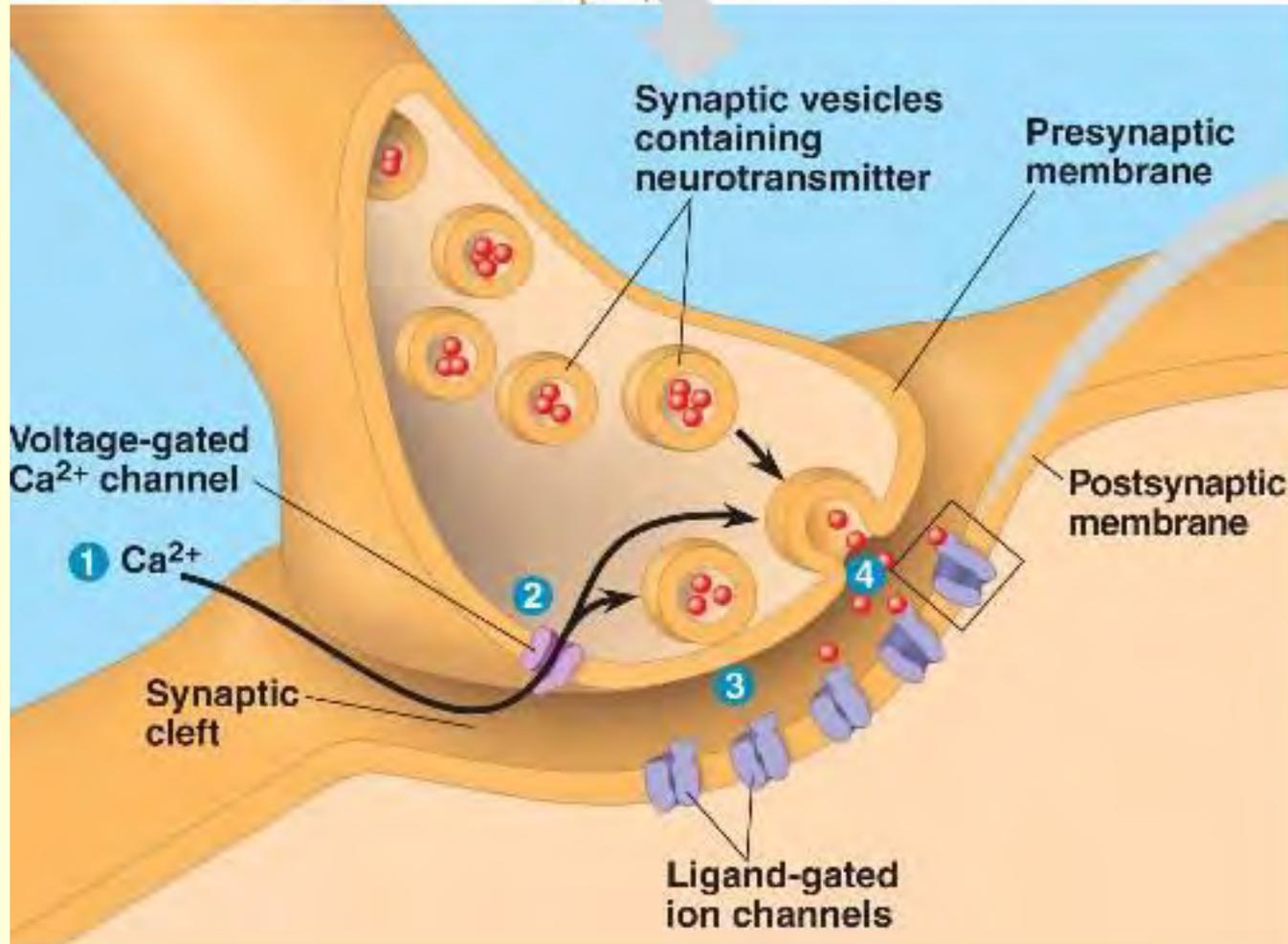
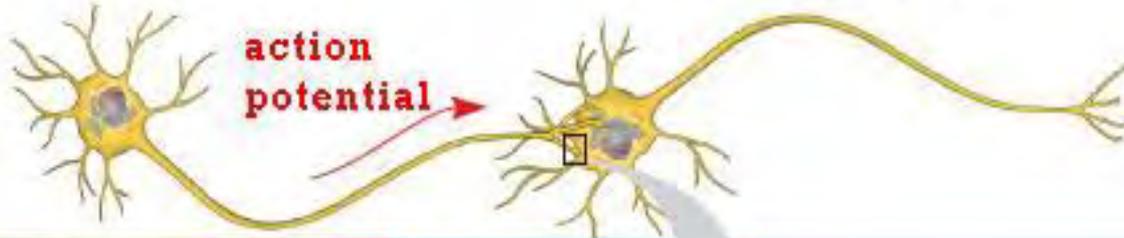
Dendrites



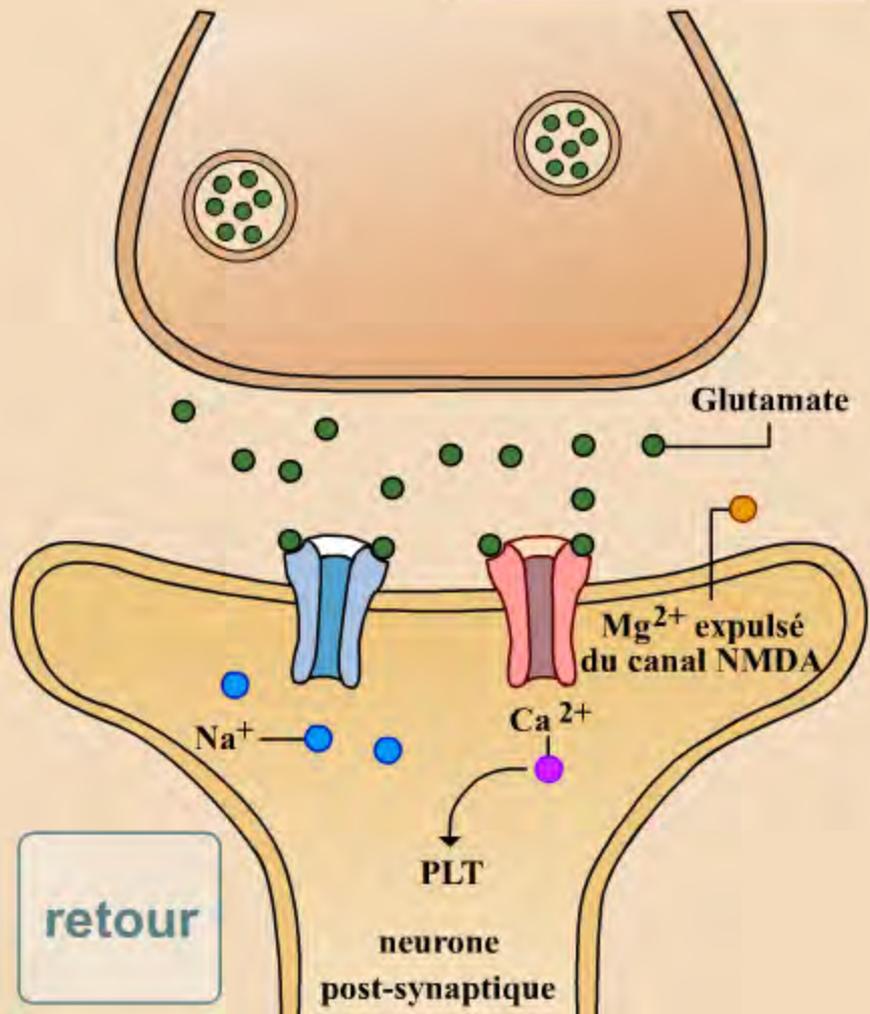


Presynaptic cell

Postsynaptic cell

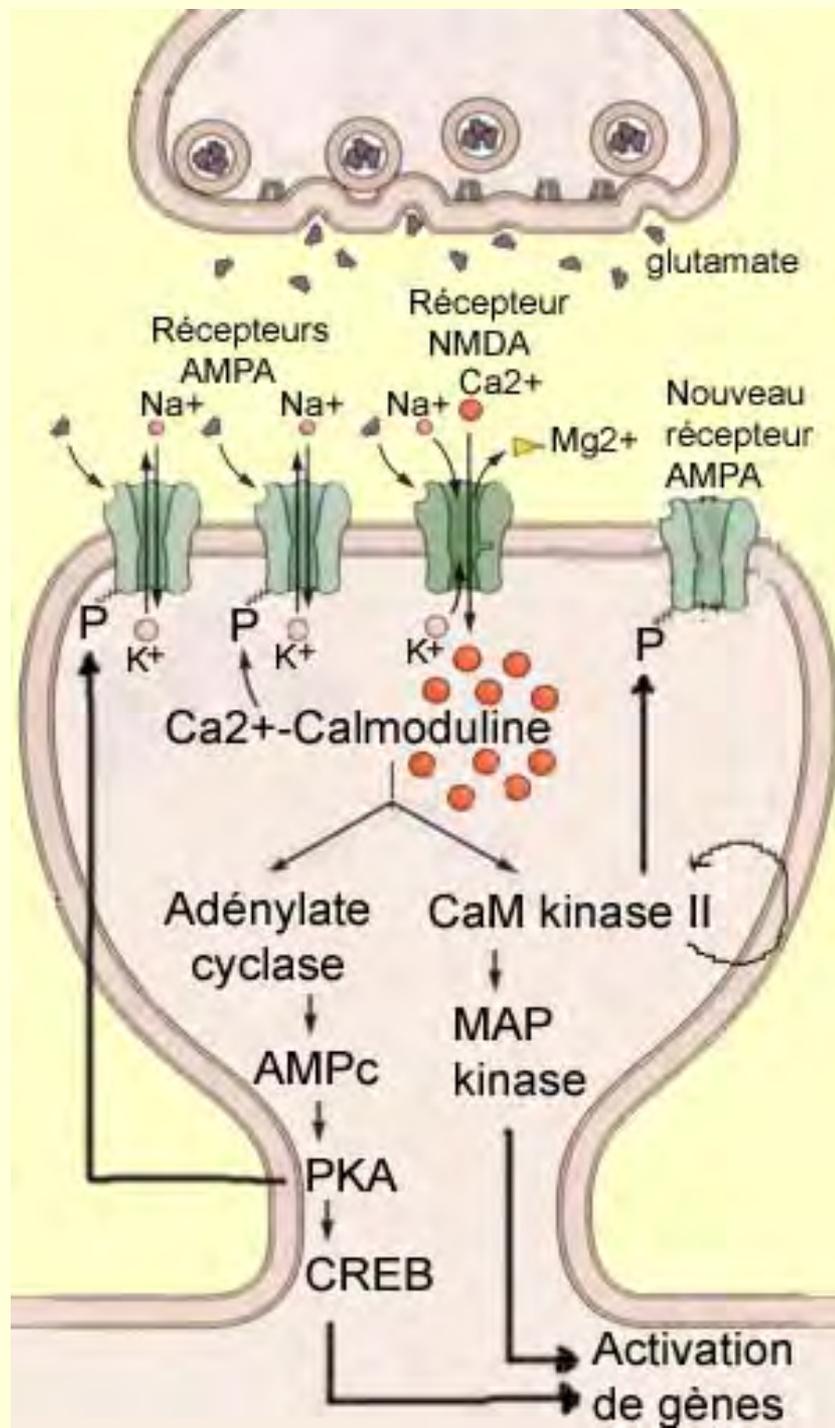


Stimulation à haute fréquence produisant la PLT



retour

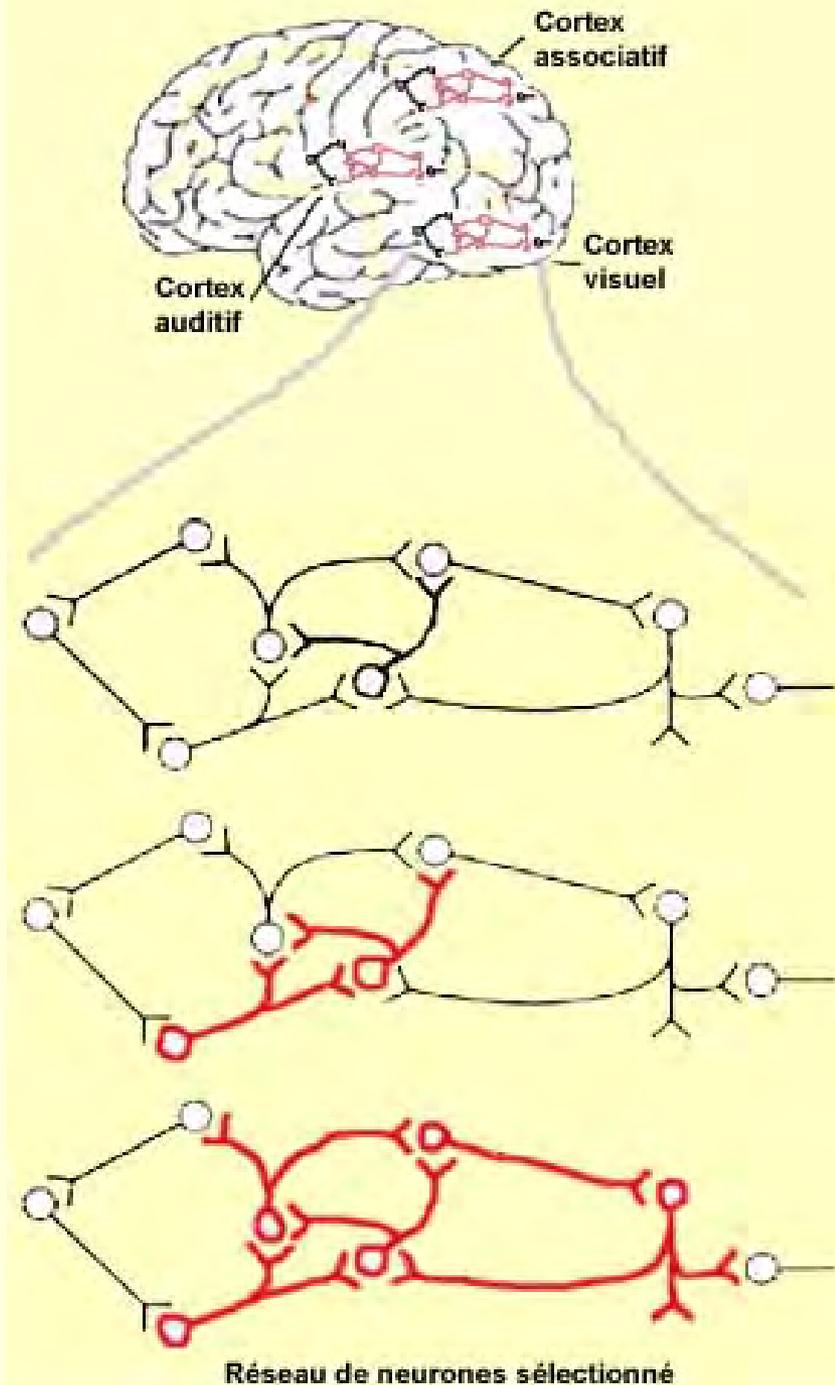
neurone post-synaptique



de nouvelles associations entre certains neurones peuvent ainsi se former, et ce, à tout moment durant toute notre vie.

C'est cette **plasticité neuronale**, apparu dès les premiers systèmes nerveux, qui est **à la base de notre mémoire.**

**Cours 3 : Que faisons-nous ?  
(apprentissage et mémoire)**



# Notre itinéraire



Social



Psychologique



Cérébral



Cellulaire



Moléculaire



Cellulaire



Cérébral

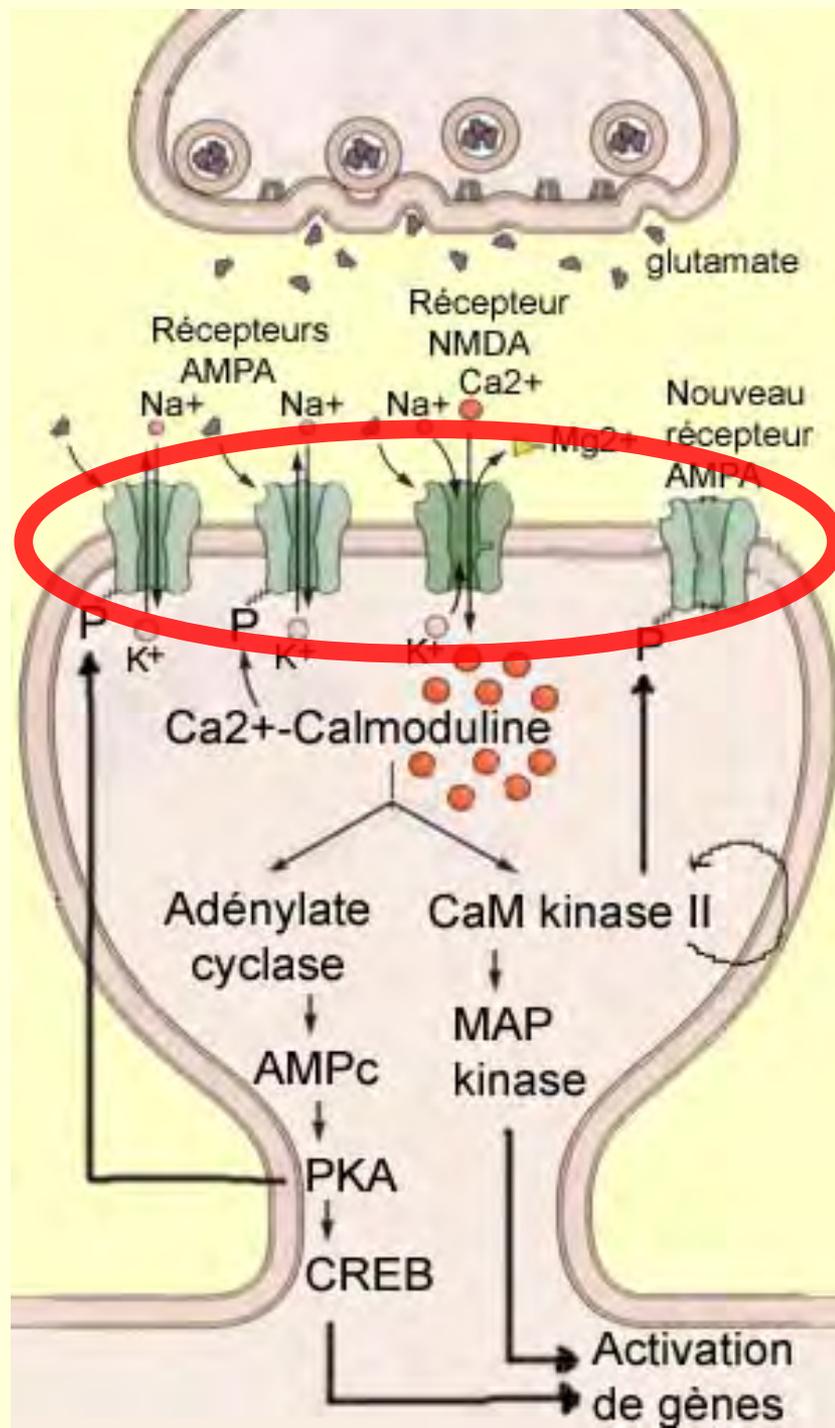


Psychologique

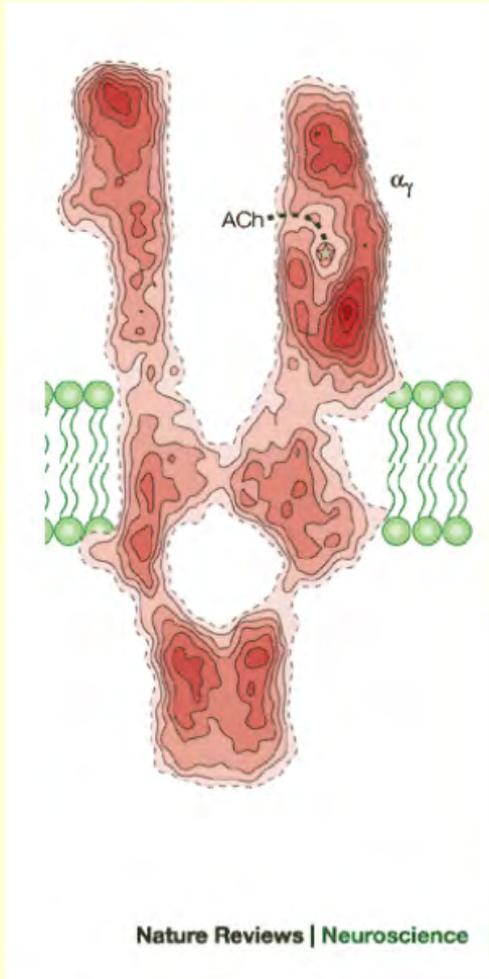


Social

Exemple de recherche spécialisée



# Le récepteur à l'acétylcholine

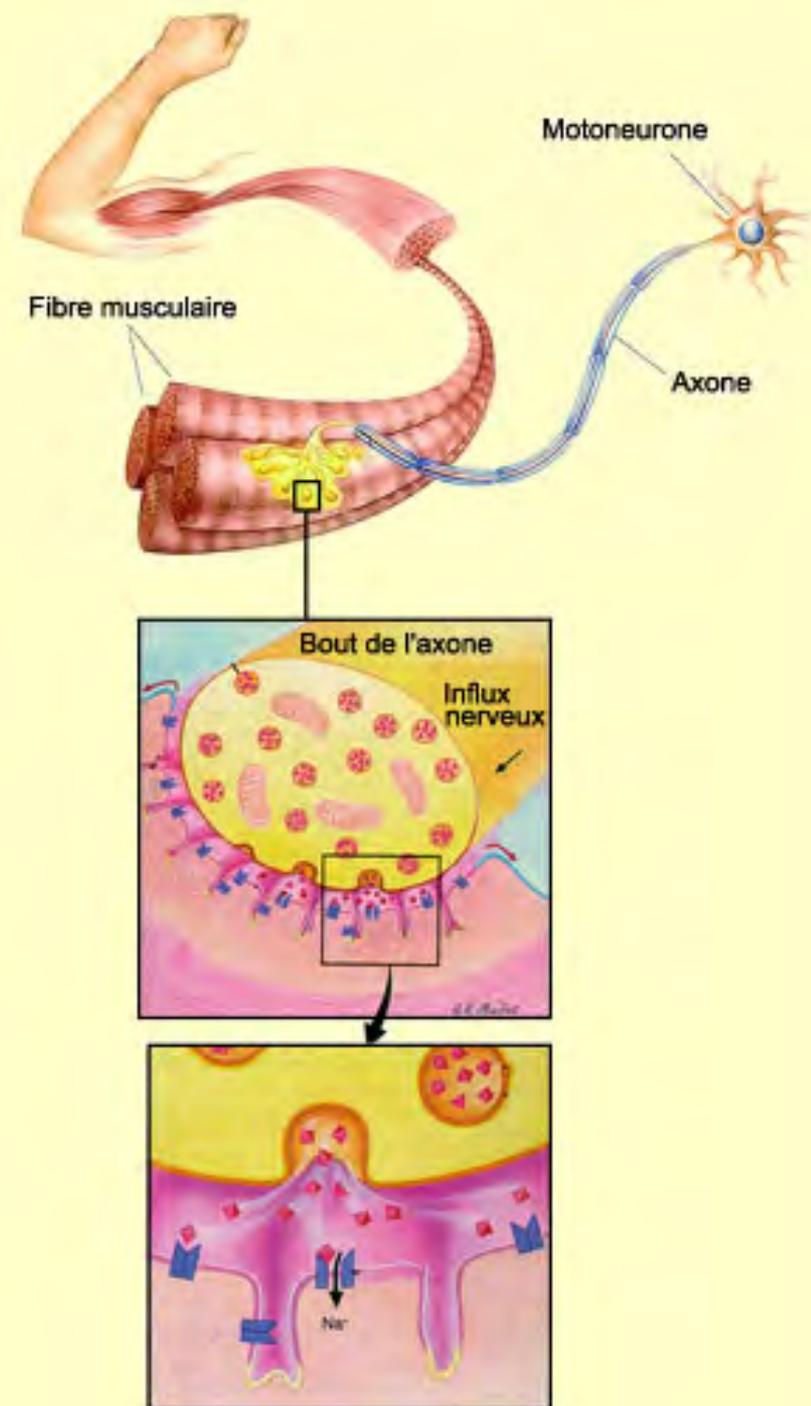


Jean-Pierre Changeux

# Le récepteur à l'acétylcholine

Une molécule (protéine) importante :

sans elle nous ne pourrions pas **bouger**,  
et donc pas **parler** !





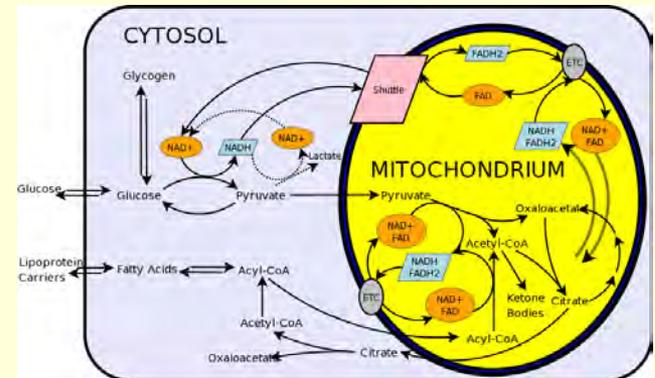
L'histoire commence à Paris au début de l'année **1960**,

alors que Jean-Pierre Changeux commence à travailler sur certaines enzymes de bactéries

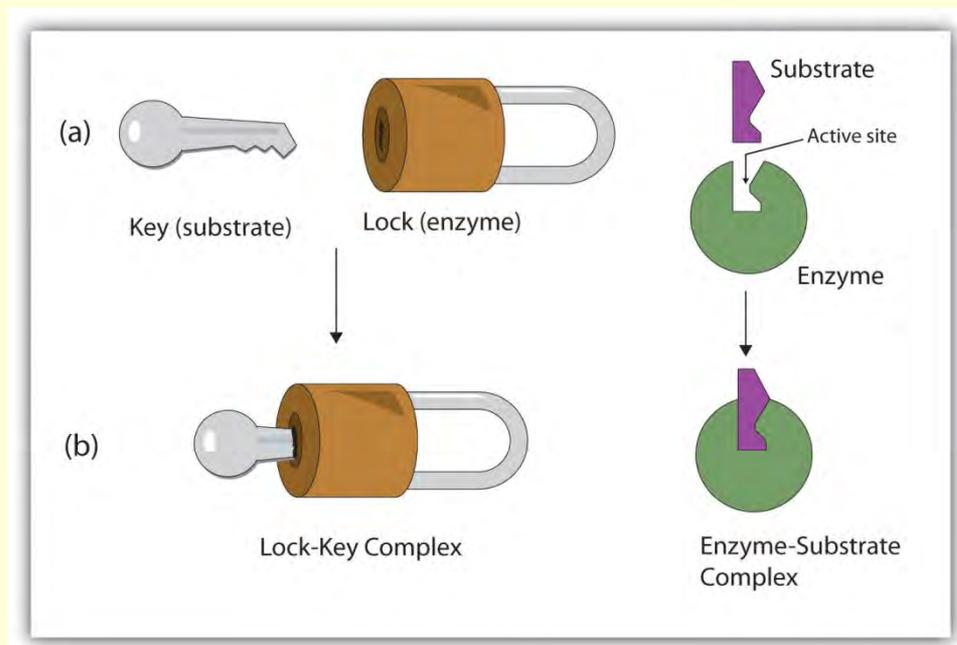
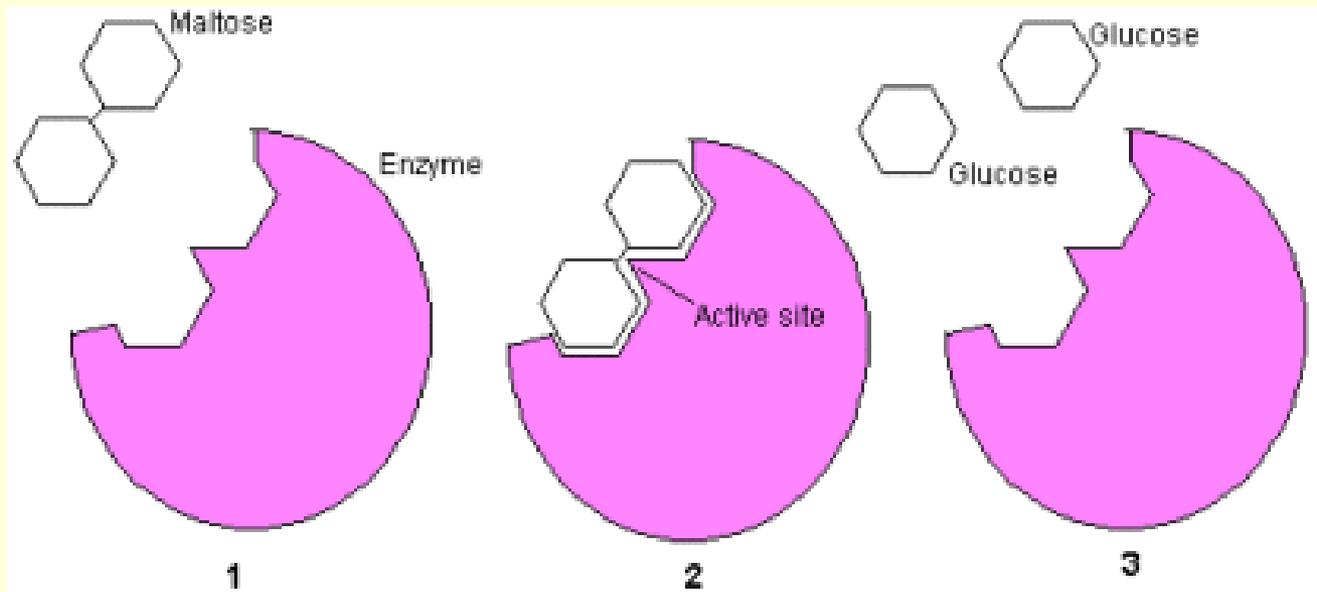


F. Jacob

J. Monod



dans le cadre d'un doctorat dans le labo de Monod et Jacob, qui allaient recevoir le prix Nobel quelques années plus tard.

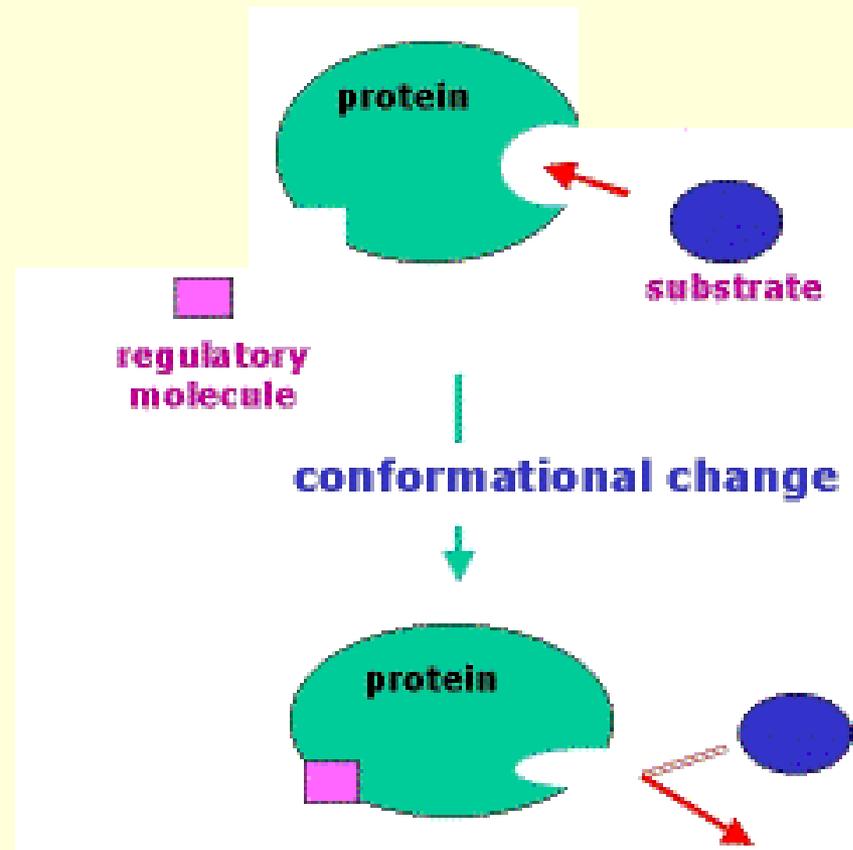
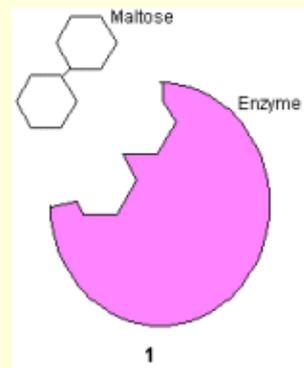


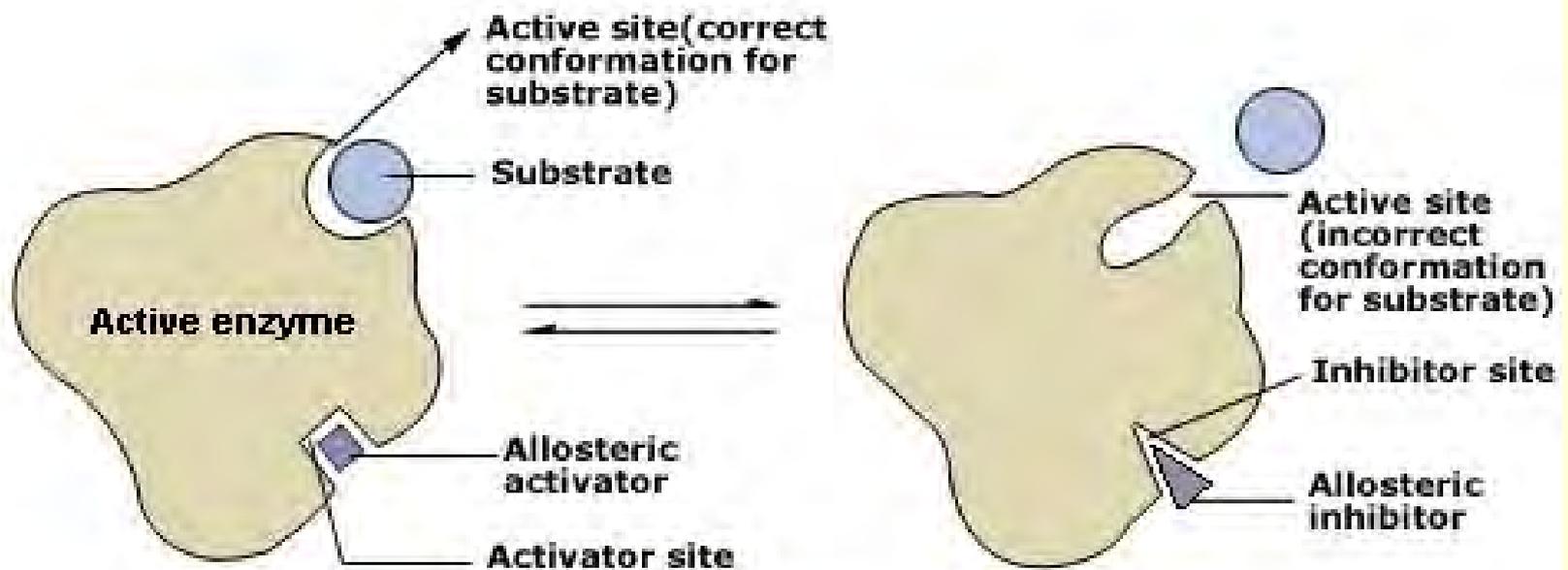
En 1961, Changeux émet l'hypothèse que son **enzyme** possède non pas un, mais **deux** sites de fixation **distincts** :

**un pour le substrat à transformer, et un autre pour fixer une ou des molécules régulatrices**

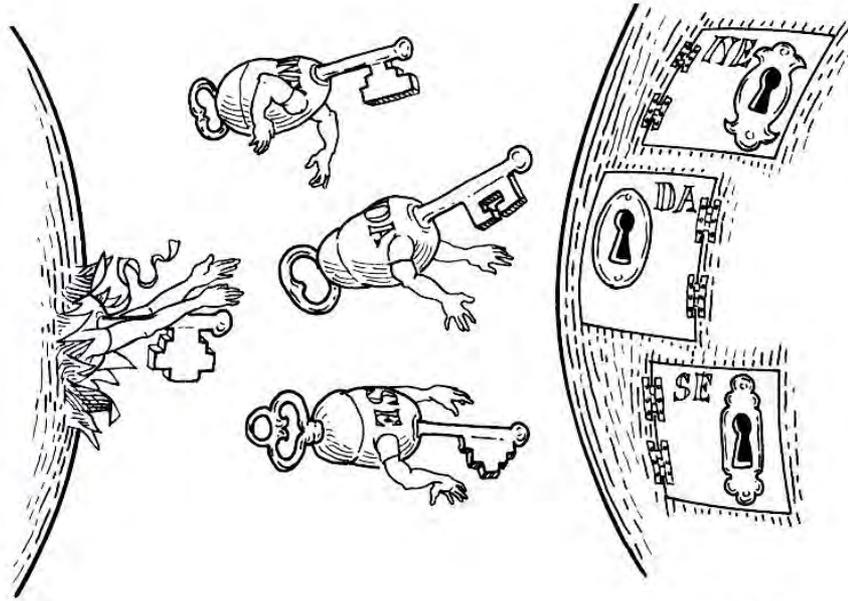
Avec Jacob et Monod, il va préciser cette idée en **1963** en proposant que l'interaction entre ces deux sites serait transmise d'un site à l'autre par un **changement de forme** de la protéine.

Le concept **d'interactions allostériques** était né...





Schematic representation of allosteric enzyme activity

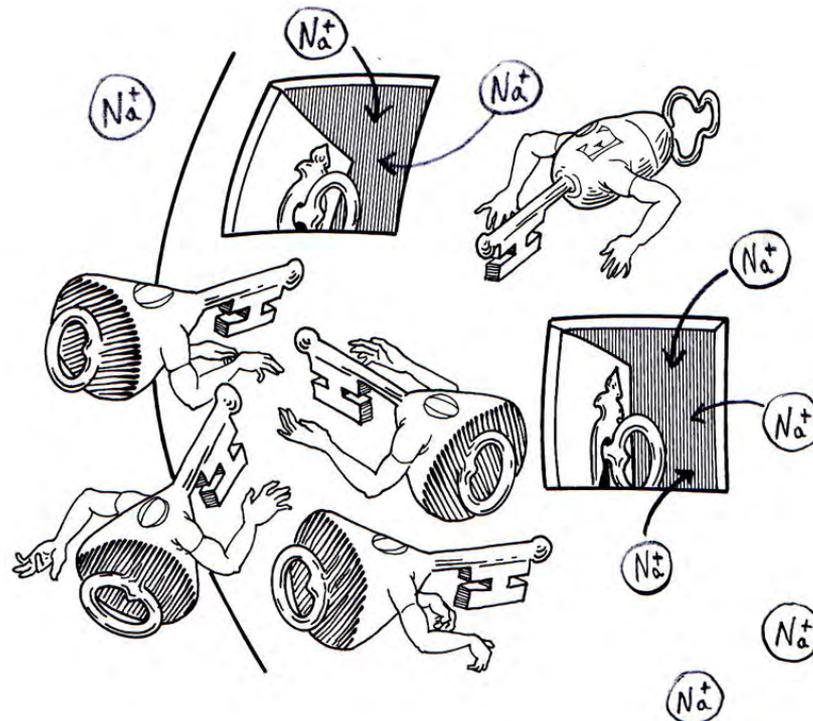


Comment se fait la transformation du **message chimique** du neurotransmetteur

au **message électrique** de l'influx nerveux dans le neurone suivant ?

Par un changement de forme du récepteur ?

Hypothèse qui va amener Changeux à s'intéresser au récepteur à l'acétylcholine...



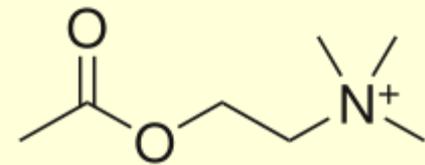
En **1967**, Changeux change de laboratoire et apprend à disséquer **l'organe électrique** de certains poissons (Torpille, Gymnote)



car on sait alors que le neurotransmetteur de l'organe électrique est **l'acétylcholine**,

d'où forcément la présence d'un grand nombre de ses **récepteurs**.

**Mais on a aucune idée à cette époque à quoi ils peuvent bien ressembler...**

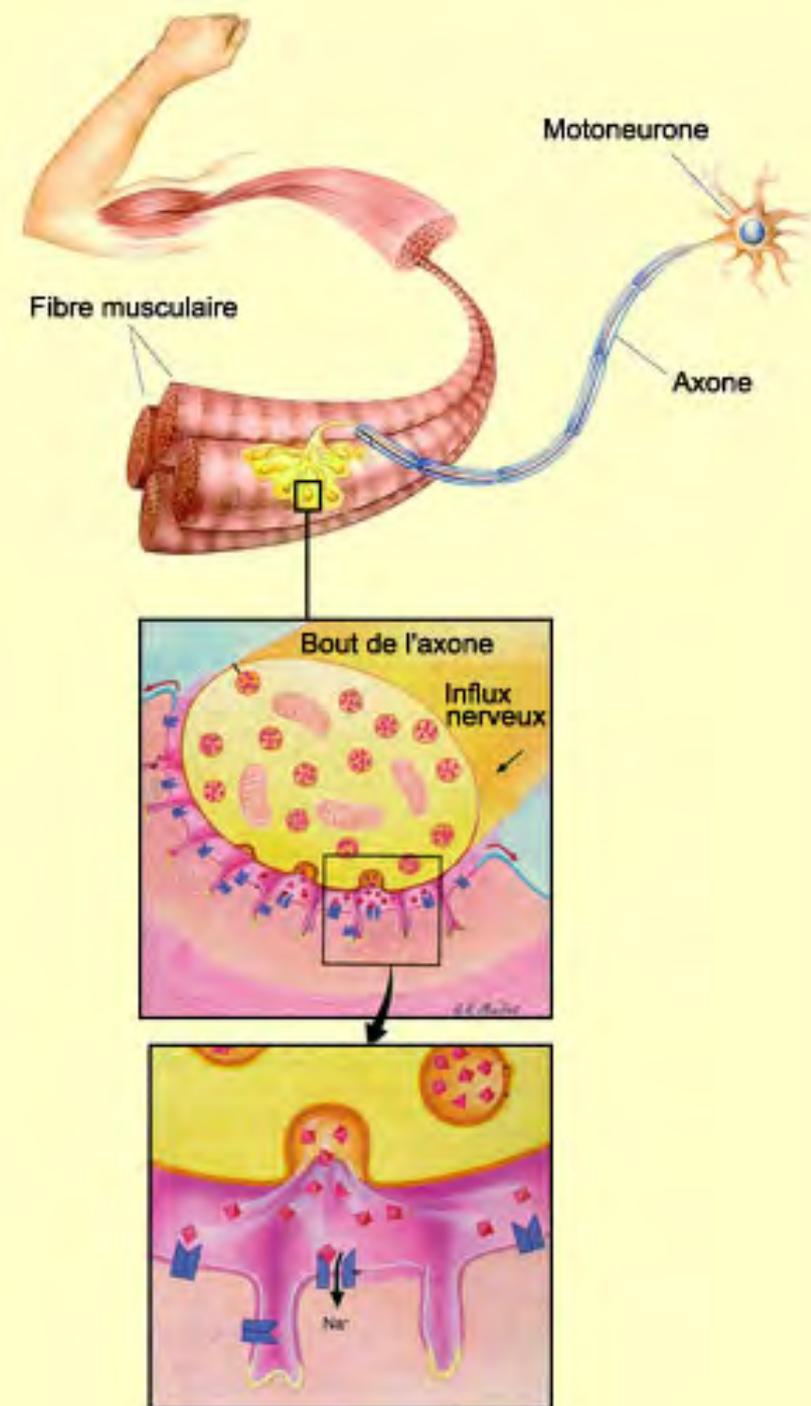


*Acétylcholine*

Au **printemps 1970**, un pharmacologue parle à Changeux de ses travaux sur une **toxine de venin de serpent, la bungarotoxine-a**, qu'il a isolée et purifiée

et qui nous paralyse en bloquant la connexion nerveuse entre le nerf et le muscle.

C'était donc un bloqueur potentiel du récepteur à acétylcholine.





Changeux lui demande un échantillon de toxine et l'essaie sur ses préparations.

Il observe alors que :

la bungarotoxine-a **bloque la réponse électrique** de l'organe électrique chez le poisson vivant,

**et bloque aussi la réponse de flux des ions** à travers une membrane dans une préparation « in vitro »

(où on isole une composante d'un système complexe pour l'examiner)

Or Changeux avait isolé et rendu soluble quelques temps auparavant une **grosse molécule inconnue** à partir de l'organe électrique de poisson.

Les indices vont rapidement s'accumuler. Dans l'ordre, on découvre que :

D'abord la toxine de venin de serpent **peut se fixer** sur cette grosse molécule.

Ensuite, cette toxine de venin, quand elle est appliquée avec une substance qui mime l'acétylcholine, **en empêche la liaison avec la grosse molécule inconnue...**

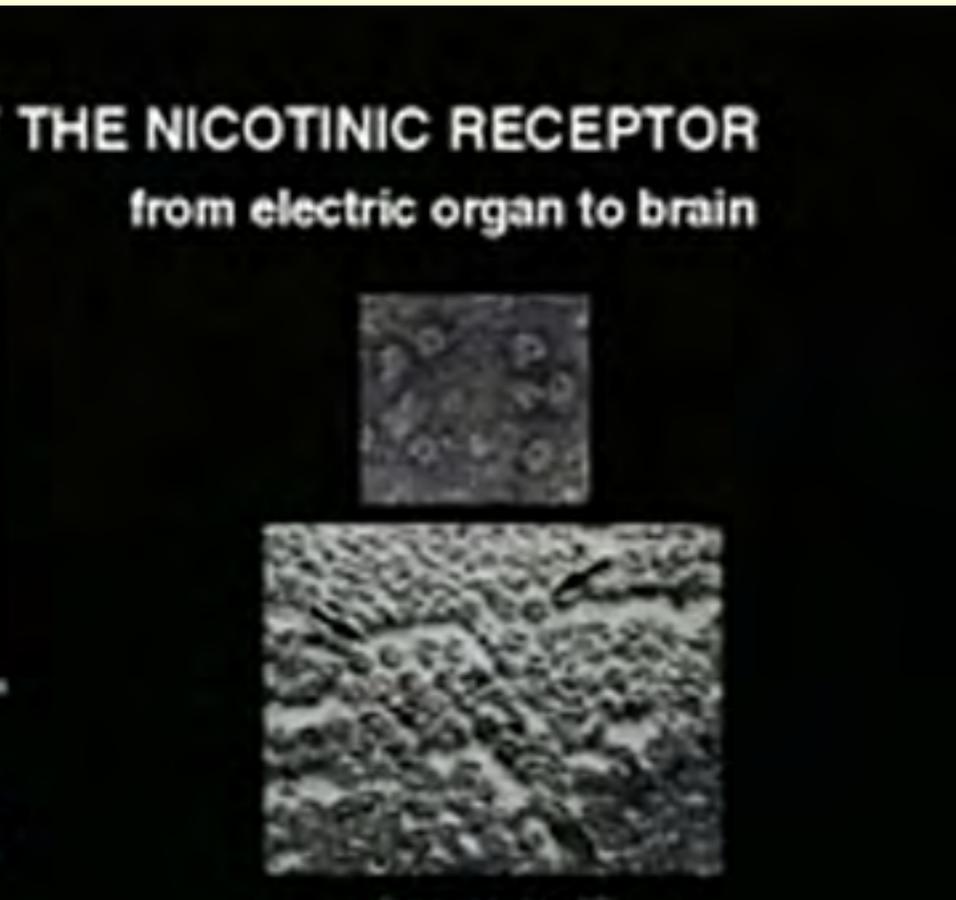
Finalement : la **grosse molécule inconnue** peut se lier directement avec **l'acétylcholine !**

(et s'en détacher par la suite, donc c'est réversible)

Voilà donc comment a pu être isolé **en 1970**  
(grâce au poisson torpille et à du venin de serpent!)

le premier *récepteur* à un *neurotransmetteur* :

***le récepteur nicotinique de l'acétylcholine.***



Observé au **microscope électronique** pour la première fois en **1973**.

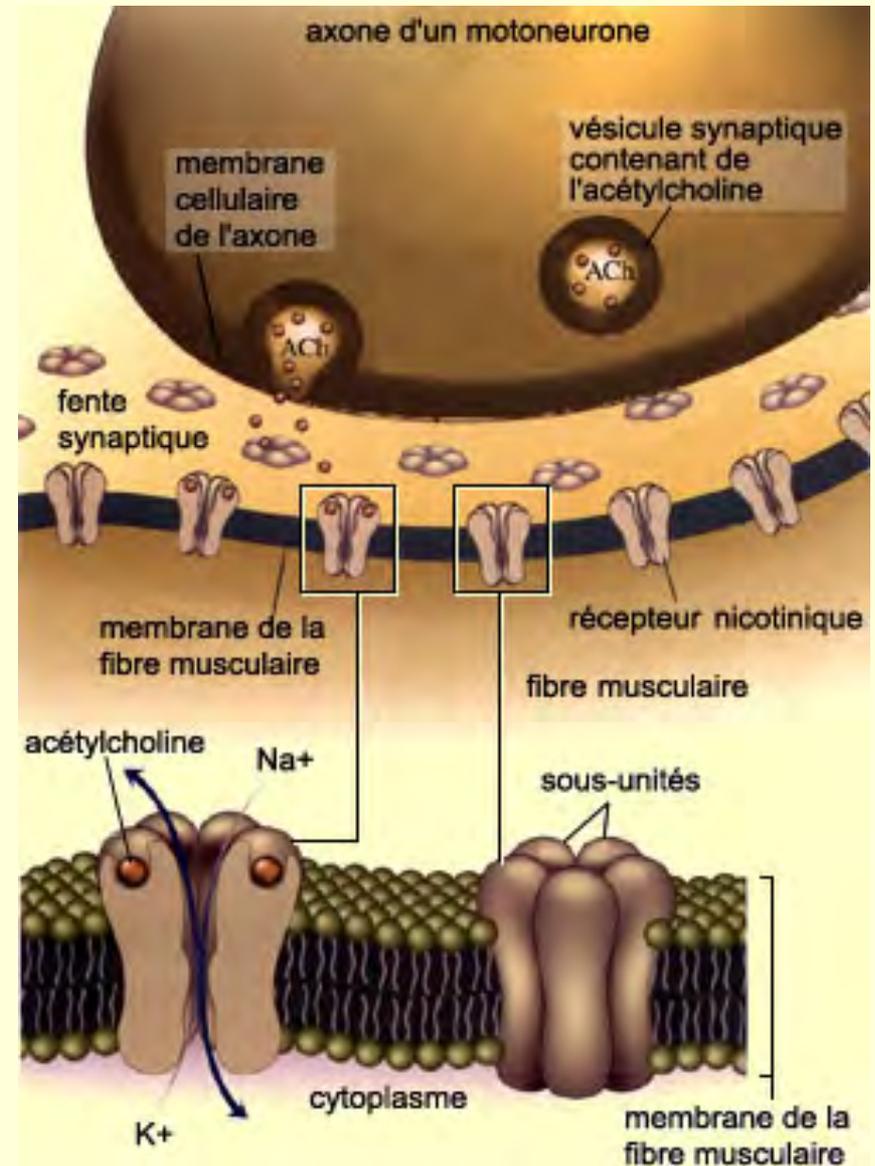


« L'émotion fut grande », affirme Changeux, car c'était la première fois qu'on pouvait "**voir**" un **récepteur**.

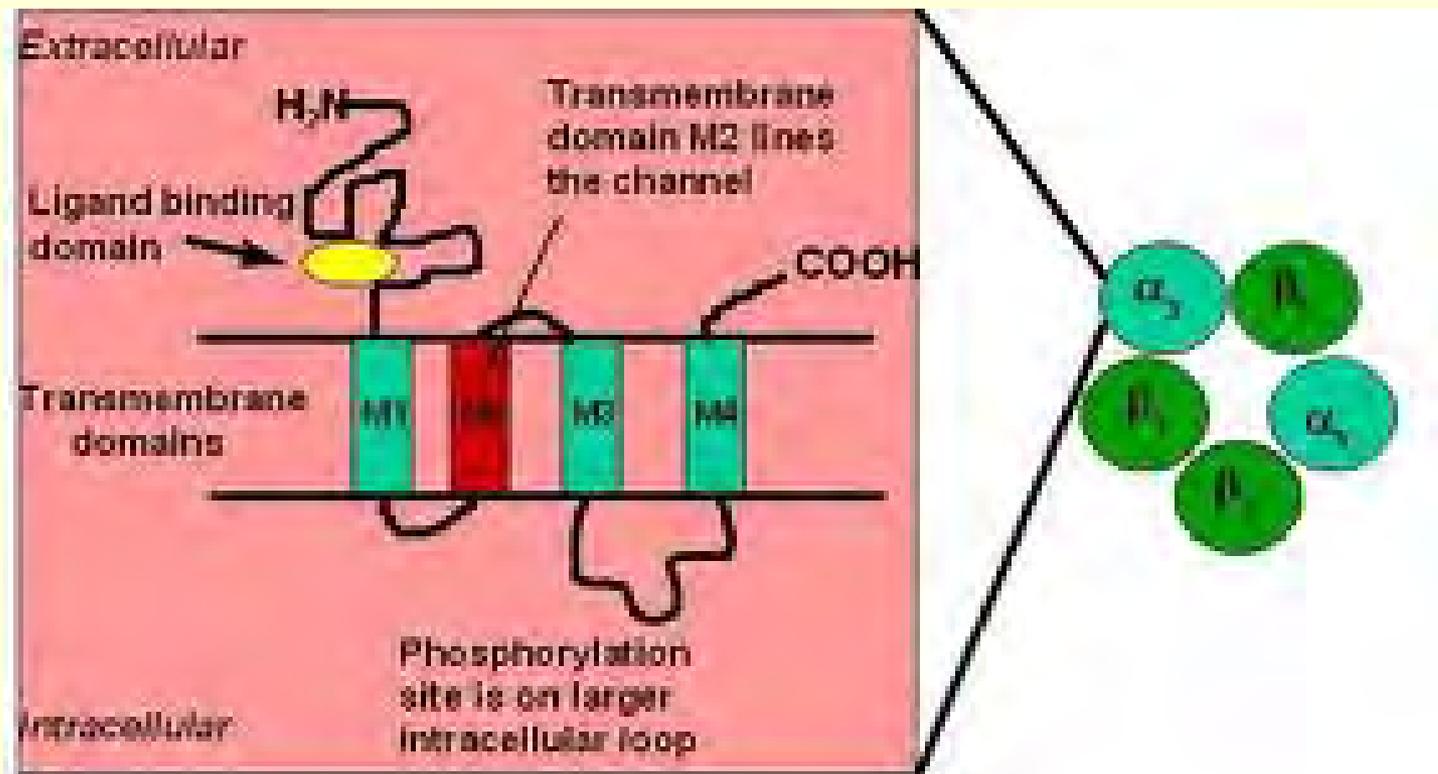
Ce récepteur se présente comme une sorte de **"rivet" transmembranaire**.

On commençait donc à comprendre qu'il pouvait former une sorte de **canal en son centre**

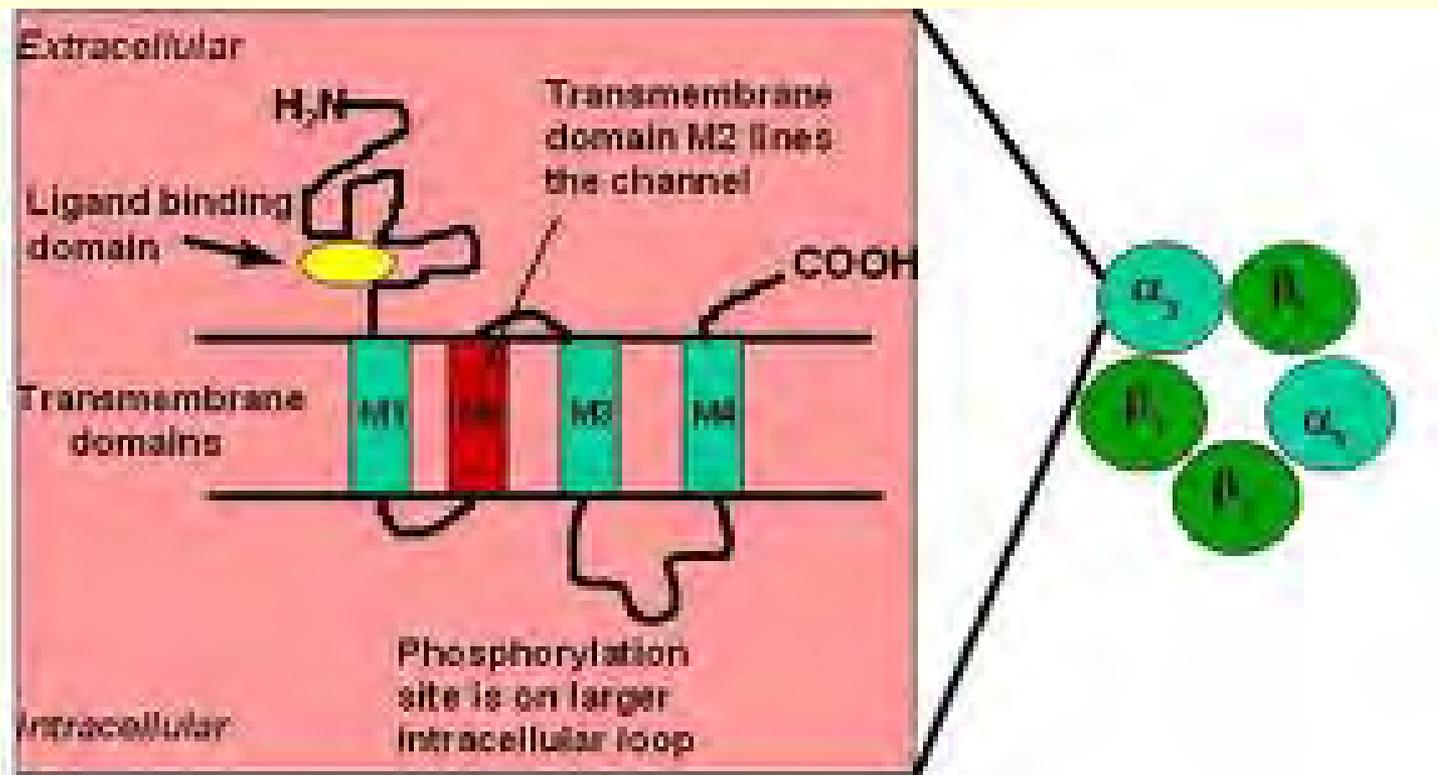
et que le neurotransmetteur se fixait sans doute **sur la partie extérieure** de ce rivet.



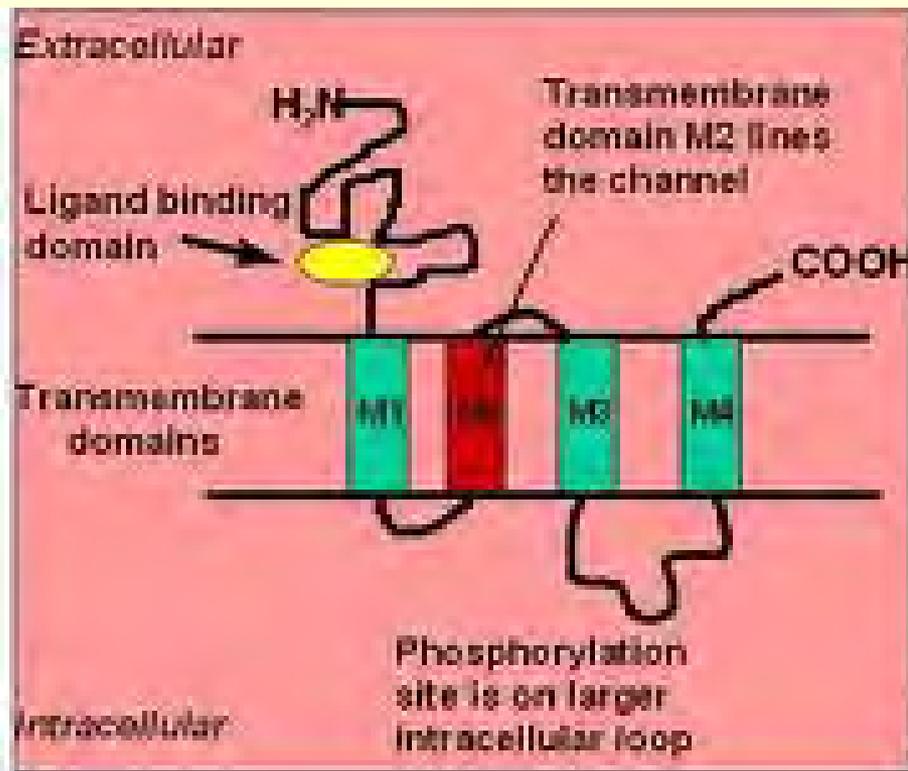
Et en **1990**, on identifiait 8 **acides aminés** localisés dans la partie **extracellulaire du récepteur** et qui étaient **marqués par une molécule** semblable à l'acétylcholine,



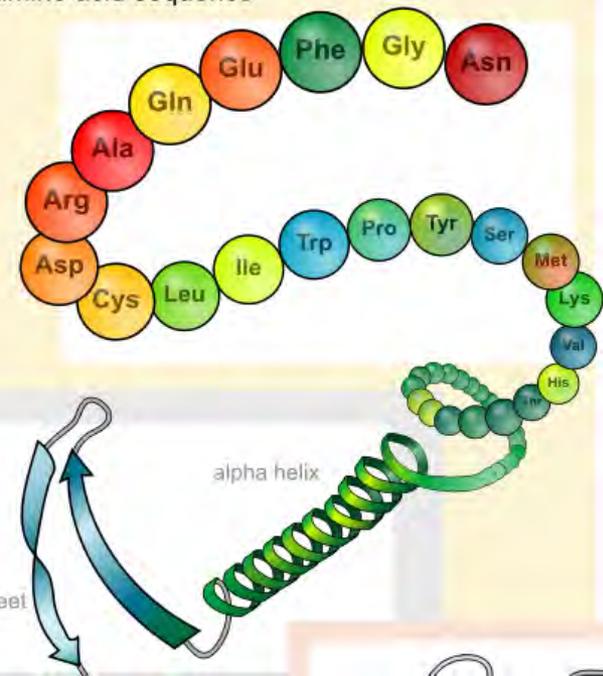
Petit rappel : qu'est-ce qu'une protéine ?



# Petit rappel : qu'est-ce qu'une protéine ?

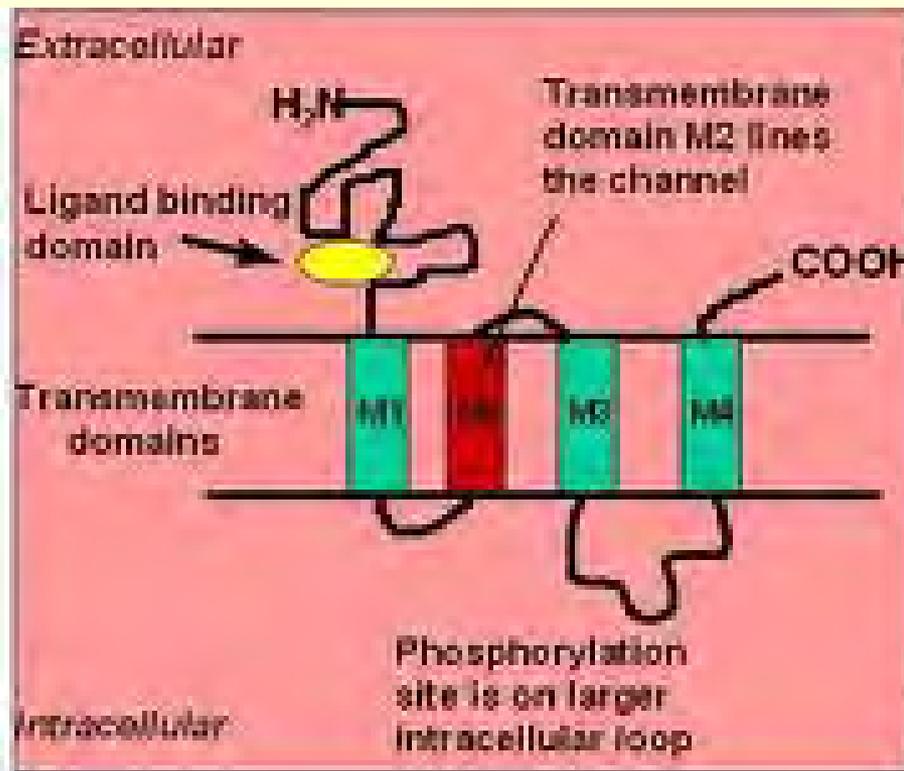
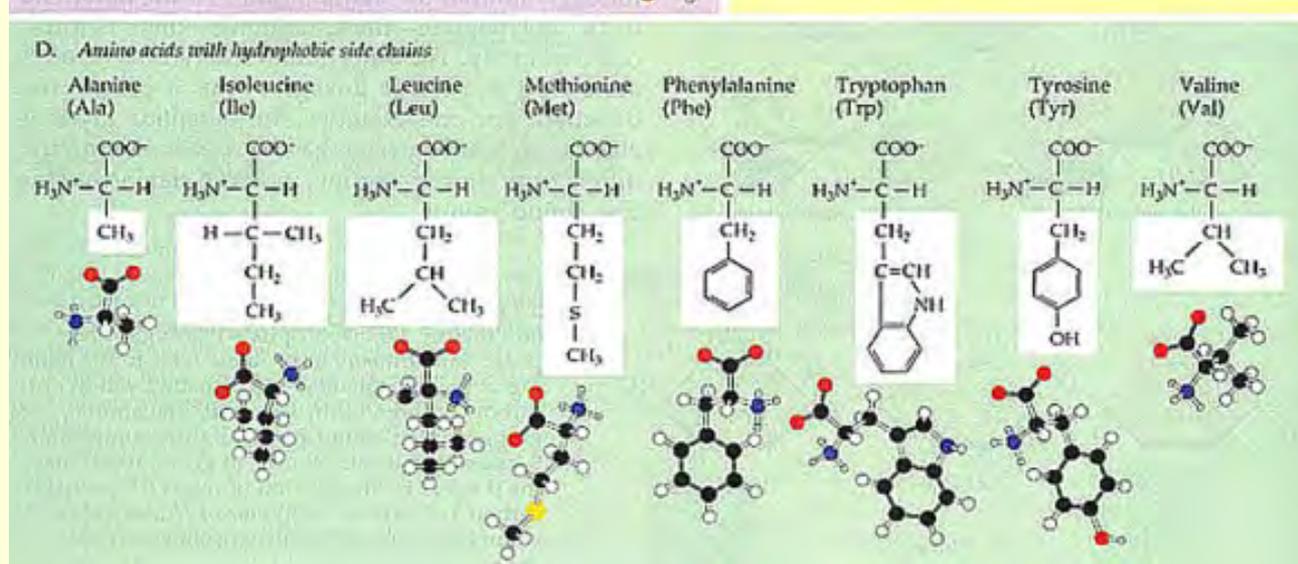


Primary structure  
amino acid sequence

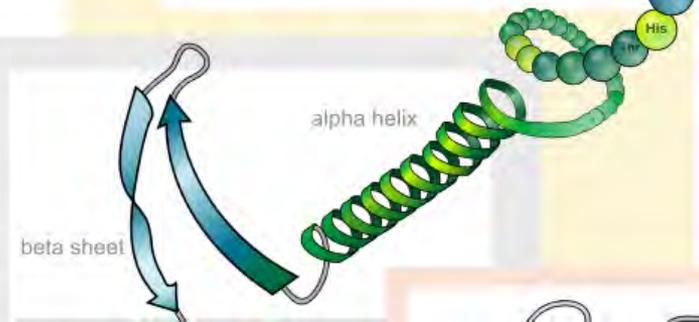
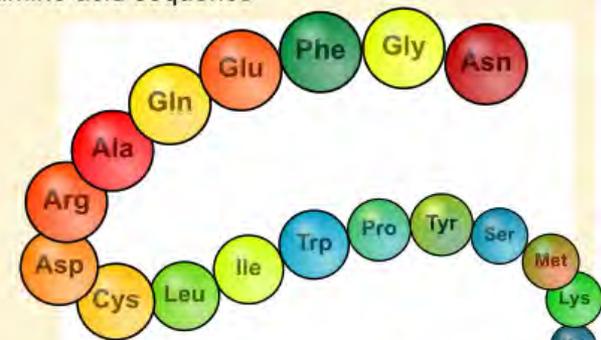


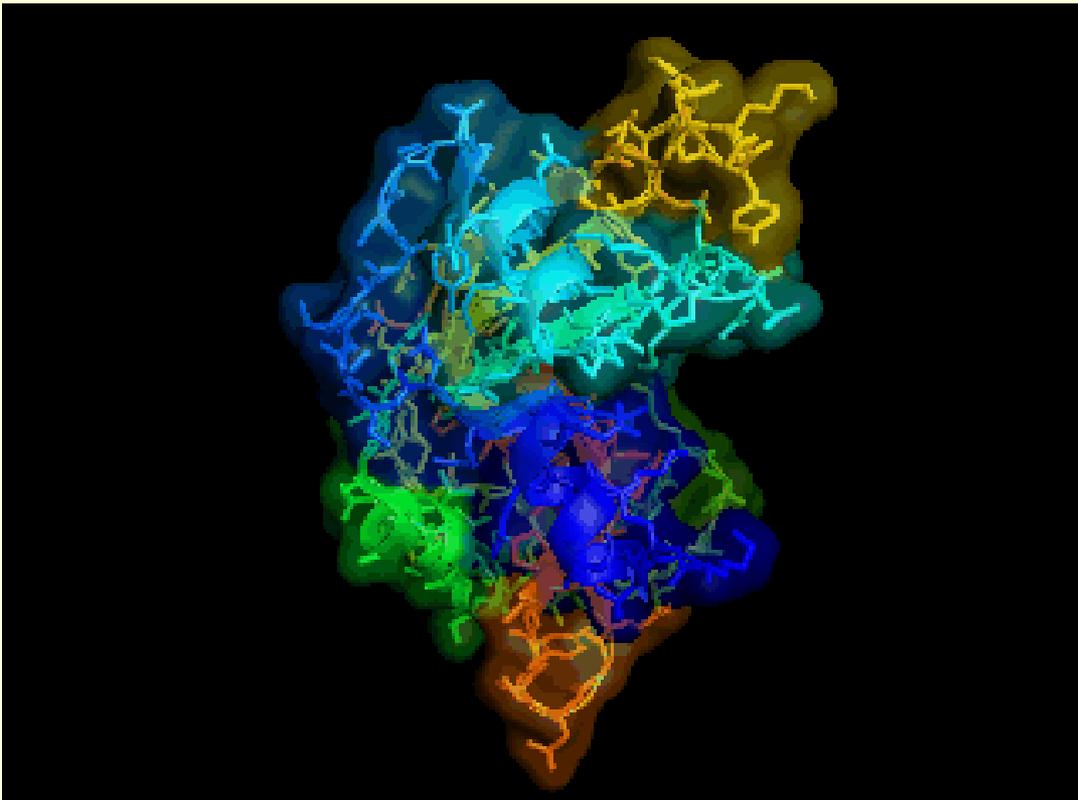
20 acides aminés

Biochimie

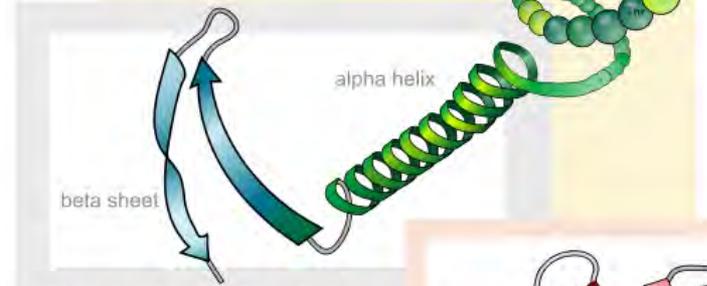
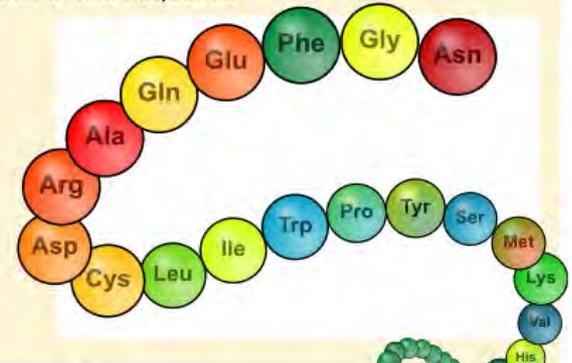


Primary structure  
amino acid sequence

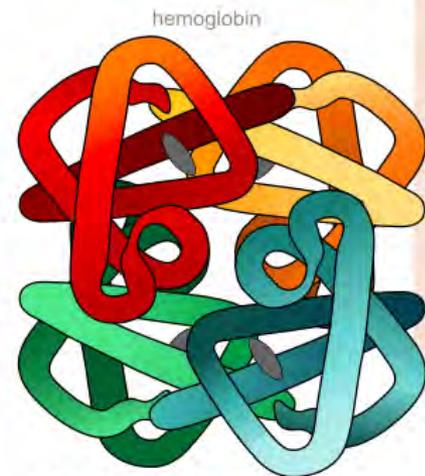




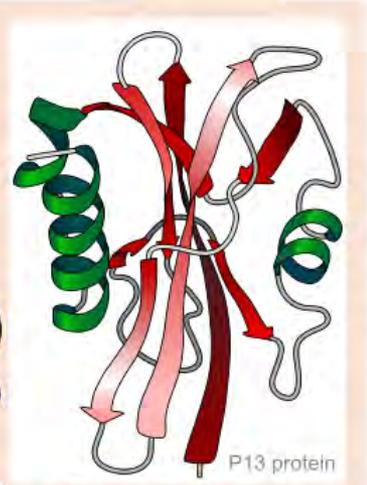
Primary structure  
amino acid sequence



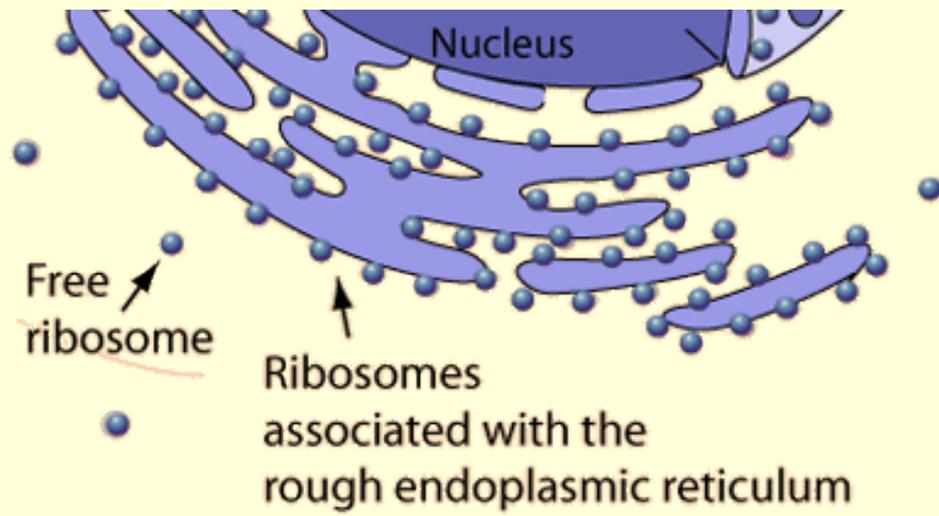
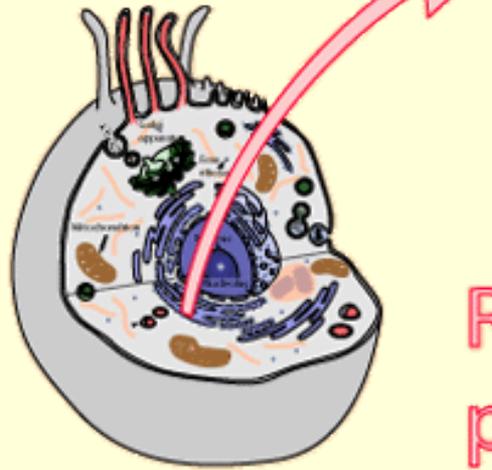
Secondary structure  
regular sub-structures



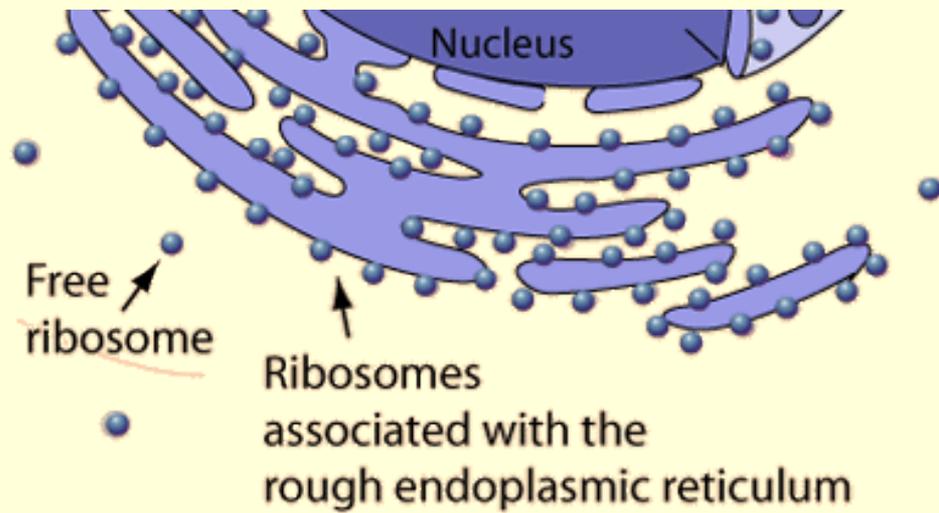
Quaternary structure  
complex of protein molecules



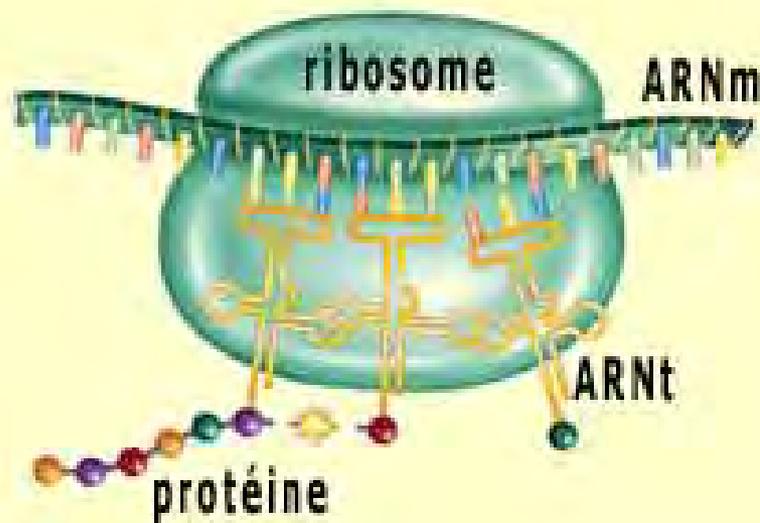
Tertiary structure  
three-dimensional structure

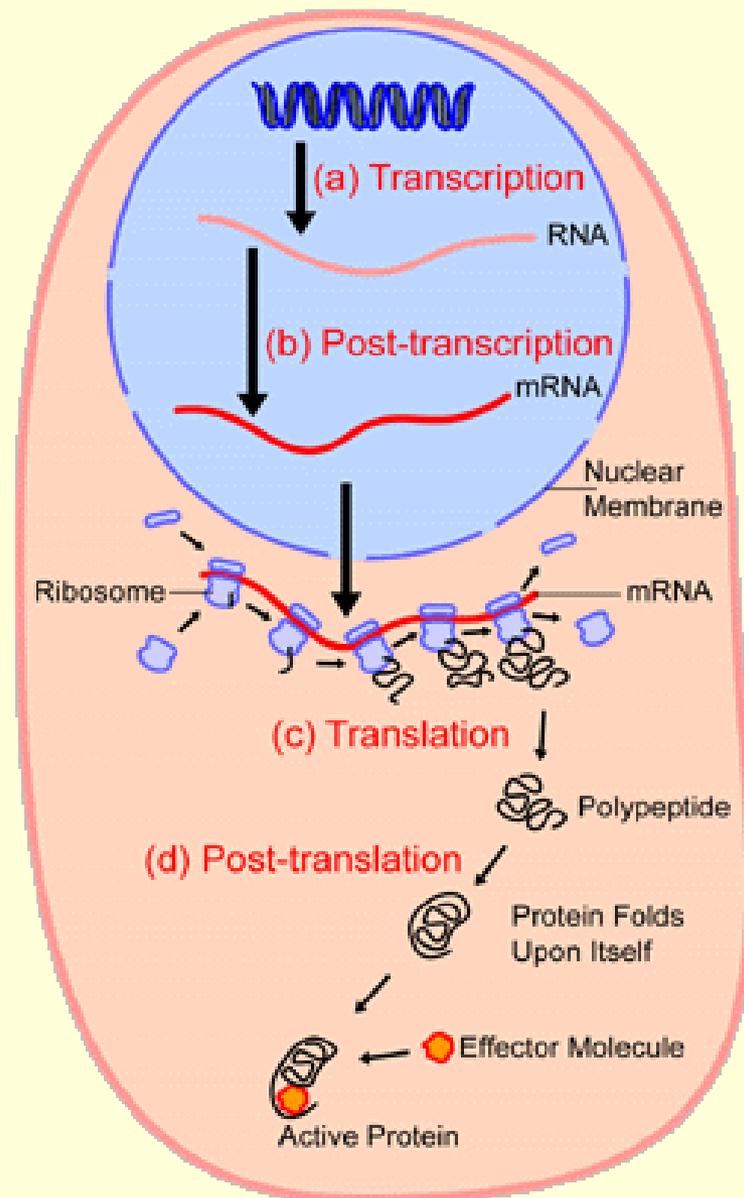
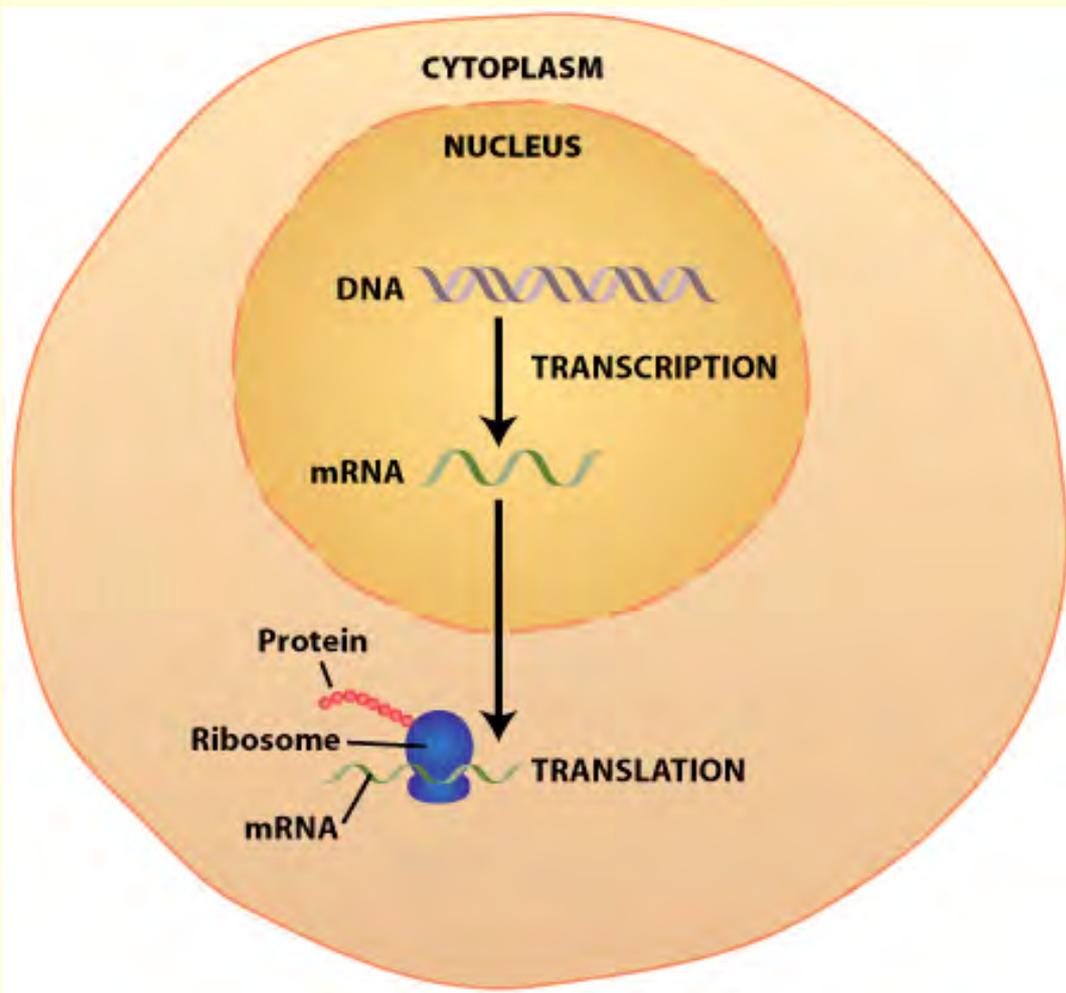


Ribosomes are the cell's protein factories.



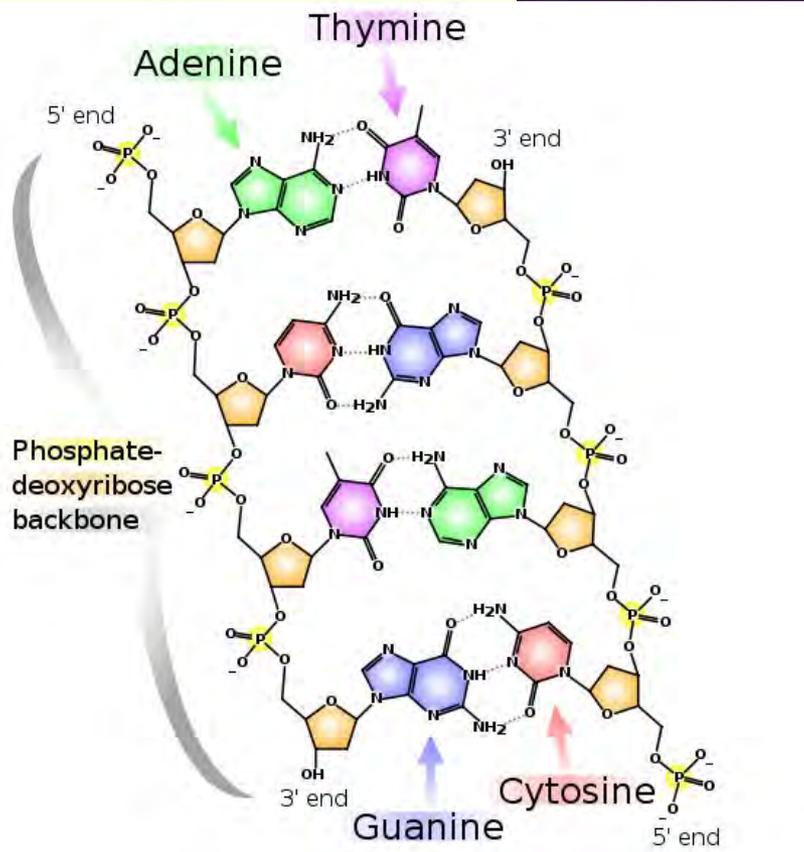
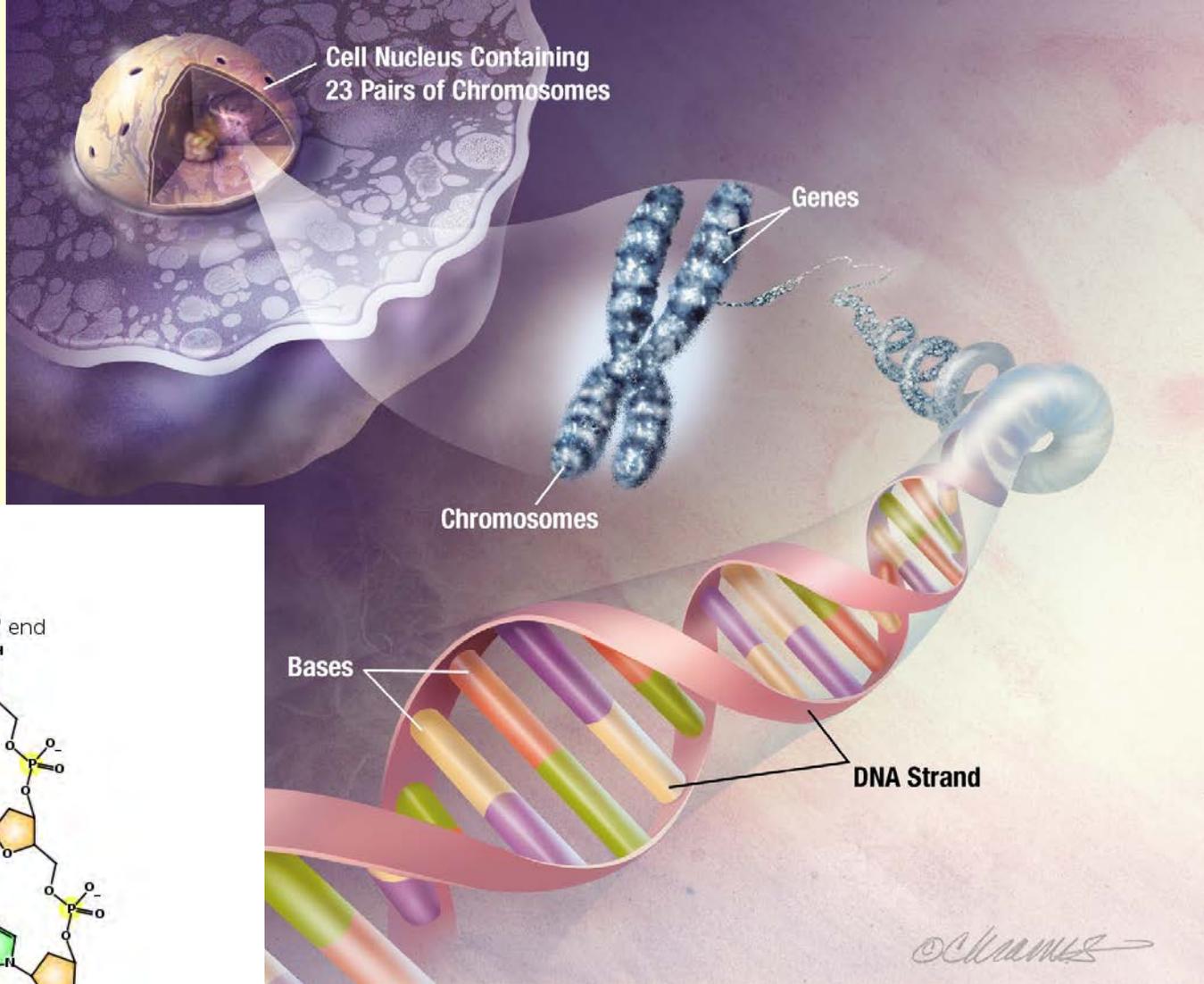
Ribosomes are the cell's protein factories.





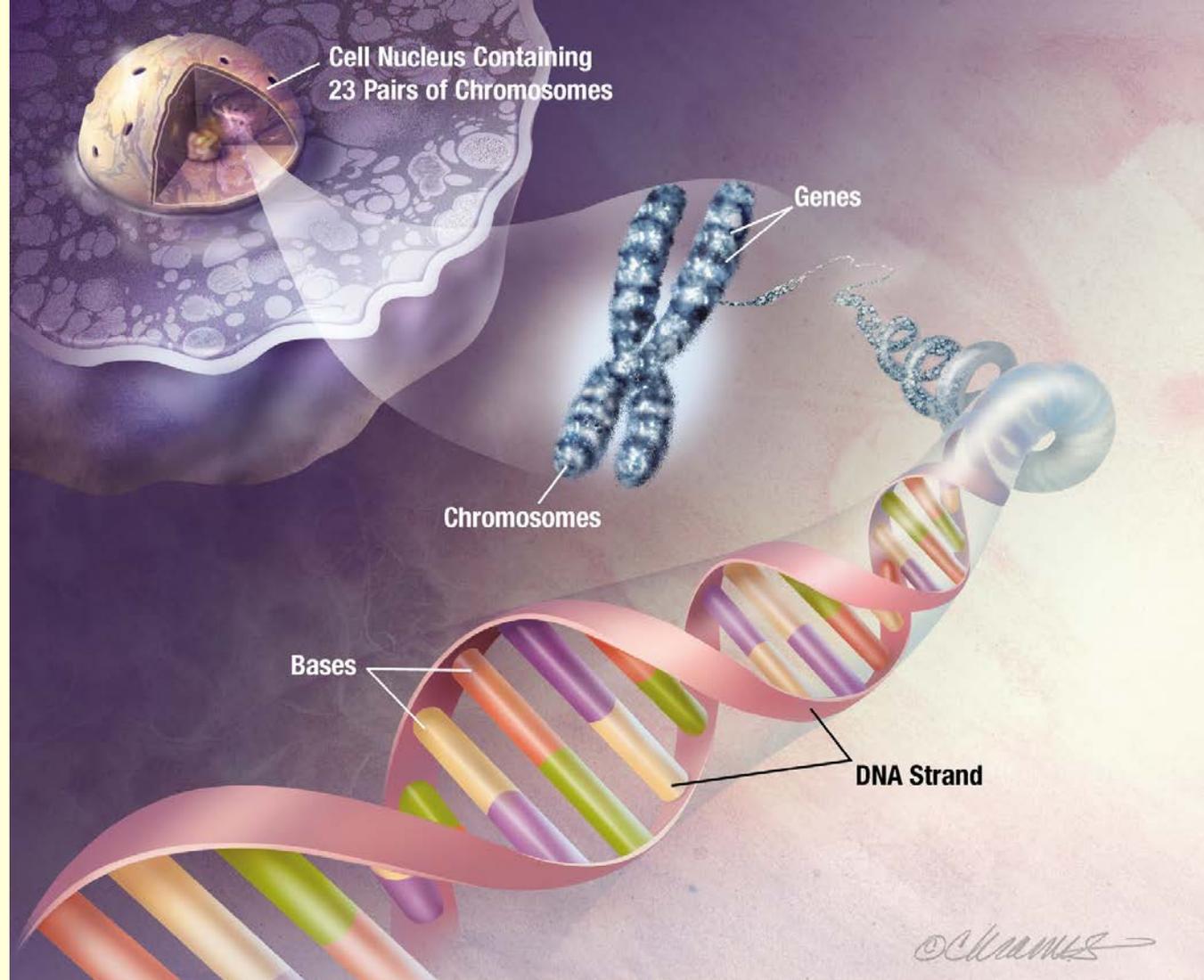
# Biologie moléculaire

# Génétique



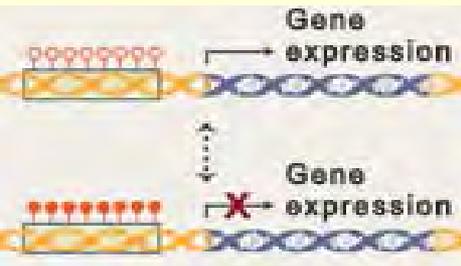
Biologie moléculaire

Génétique



+ épigénétique

Changements dans « la façon dont nous utilisons (exprimons) certains de nos gènes qui sont **plus labiles** que les mutations de l'ADN, mais qui peuvent aussi **se transmettre** d'une génération à l'autre.



## Démystifier neuroscience et épigénétique

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2014/02/03/demystifier-neuroscience-et-epigenetique/>

# Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Accueil Contact Sitemap Souhaits Lien d'avis

débutant **intermédiaire** avancé

## LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

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

Recherche → site → blogue

Google Recherche

### Principes fondamentaux

- Du simple au complexe**
  - Anatomie des niveaux d'organisation
  - Fonction des niveaux d'organisation
- Le bricolage de l'évolution**
  - Notre héritage évolutif
- Le développement de nos facultés**
  - De l'embryon à la mort
- Le plaisir et la douleur**
  - La quête du plaisir
  - Les paradis artificiels
  - L'ivresse de la douleur
- Les détecteurs sensoriels**
  - La vision
- Le corps en mouvement**
  - Produire un mouvement volontaire

### Fonctions complexes

- Au cœur de la mémoire**
  - Les traces de l'apprentissage
  - Oubli et amnésie
- Que d'émotions**
  - Peur, anxiété et angosse
  - Désir, amour, attachement
- De la pensée au langage**
  - Communiquer avec des mots
- Dormir, rêver...**
  - Le cycle veille-sommeil-éveil
  - Nos horloges biologiques
- L'émergence de la conscience**
  - Le sentiment d'être soi

### Dysfonctionnelles

- Les troubles de l'esprit**
  - Dépression et tranco-dépression
  - Les troubles anxieux
  - La démence de type Alzheimer

## Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Recherche → blogue

### Catégories

- Au cœur de la mémoire
- De la pensée au langage
- Dormir, rêver...
- Du simple au complexe
- L'émergence de la conscience
- Le bricolage de l'évolution
- Le corps en mouvement
- Le développement de nos facultés
- Le plaisir et la douleur

Lundi, 28 janvier 2013

### L'intelligence collective des groupes humains



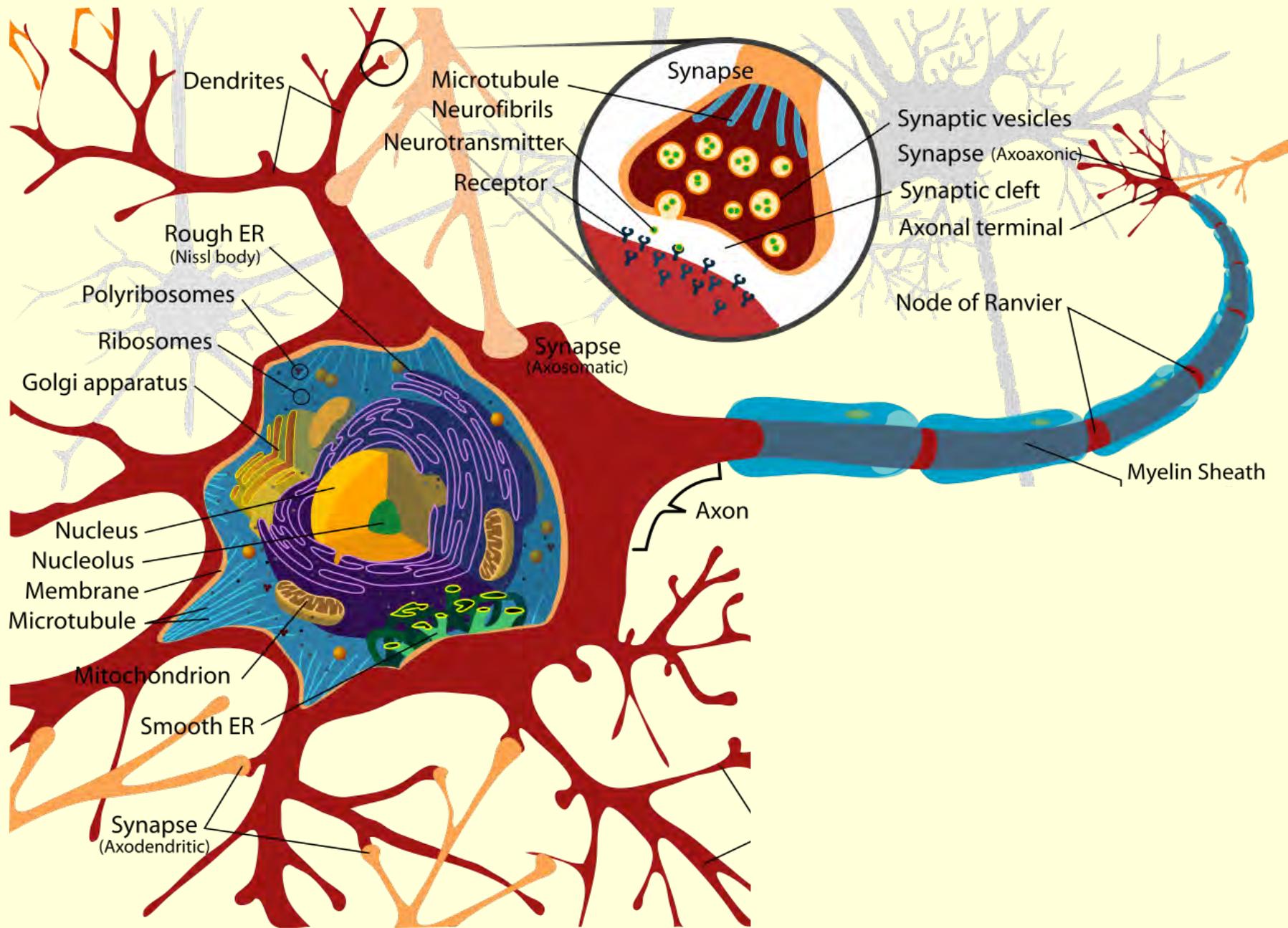
En psychologie, le concept d'intelligence individuelle et les « test de QI » pour la mesurer sont pour le moins controversés. L'uno des bases empiriques récemment avancées en faveur de l'existence d'une telle « **intelligence générale** » est que cette variable unique prédit environ du tiers à la moitié des résultats qu'obtient un individu dans de nombreuses tâches cognitives distinctes et variées.

Dans une étude publiée dans la revue *Science* en octobre 2010, des psychologues de trois universités américaines affirment avoir mis en évidence un facteur similaire d'intelligence générale, mais cette fois non pour des individus mais pour des groupes. Pour tester cette « intelligence collective », ils ont formé des dizaines de groupes de 2 à 5 personnes et les ont fait travailler pendant plusieurs heures sur différentes tâches allant du brainstorming créatif au dilemme moral, en passant par la partie de dame contre un ordinateur.



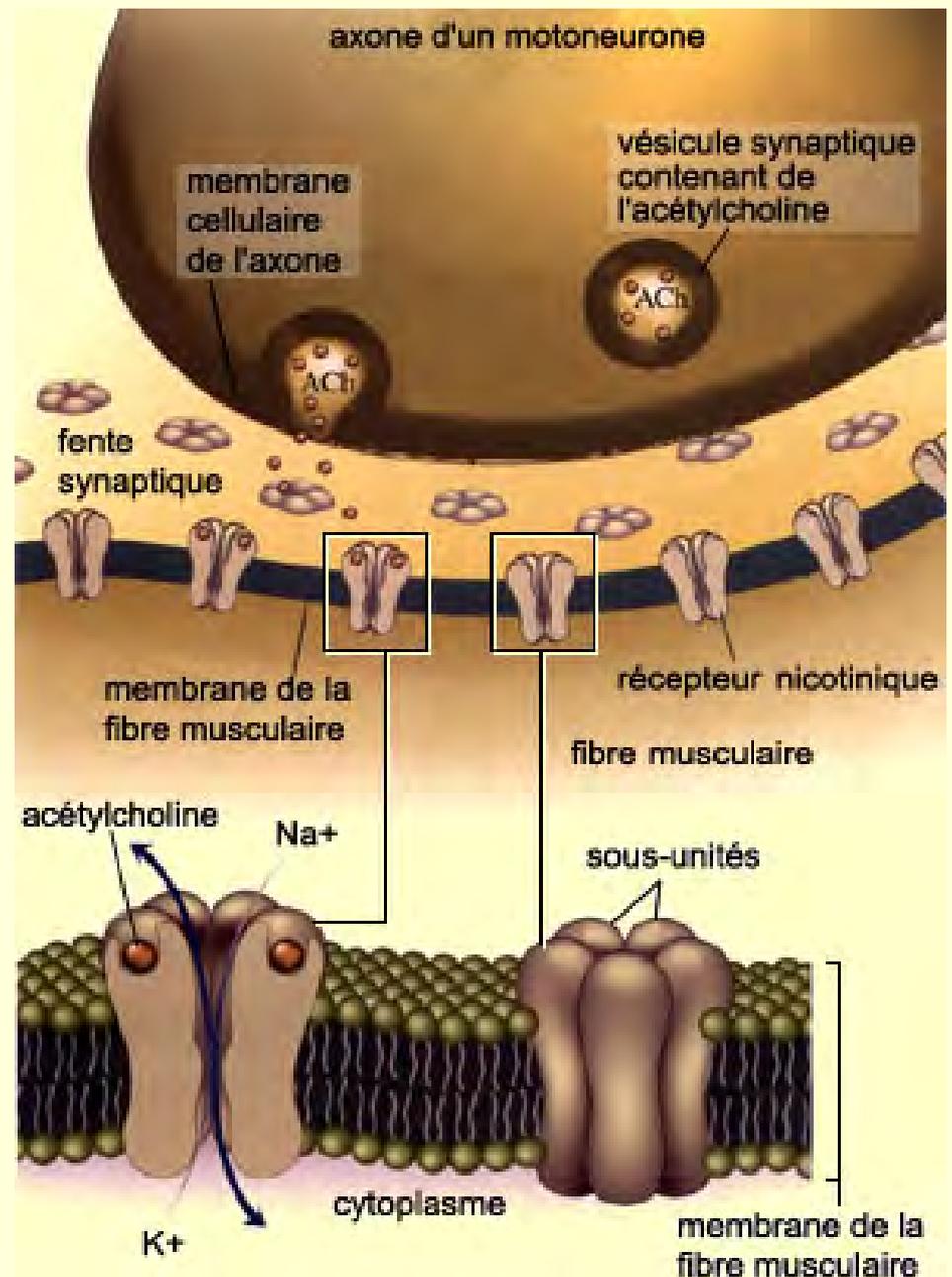
Le cerveau à tous les niveaux est financé depuis dix ans par l'Institut des neurosciences, de la santé mentale et des toxicomanies (INSMT), l'un des 13 instituts de recherche en santé du Canada (IRSC). Mais suite à une reorientation de ses priorités découlant de réajustements budgétaires à l'IRSC, l'INSMT a annoncé qu'elle cesserait de financer le Cerveau à tous les niveaux le 31 mars 2013.

La petite sauterie à l'heure depuis une décennie pour produire le *Cerveau à tous les niveaux* (et sa version anglaise, *The Brain from Top to Bottom*) doit donc trouver un nouveau bailleur de fonds si elle veut





Changeux et d'autres ont donc démontré que ce récepteur-canal a tout ce qu'il faut pour faire la **transduction** du signal.



# Notre itinéraire



Social



Psychologique



Cérébral



Cellulaire



Moléculaire



Social



Psychologique

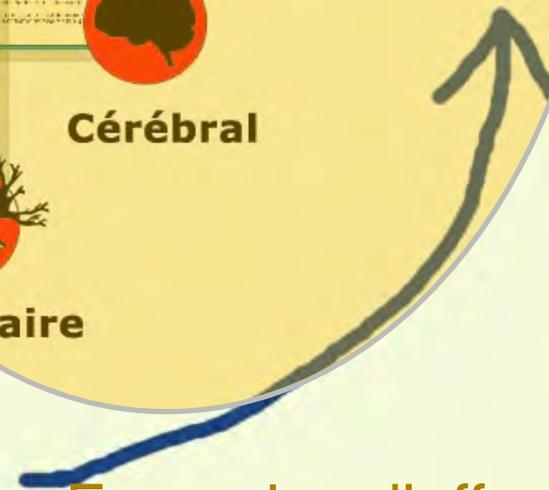


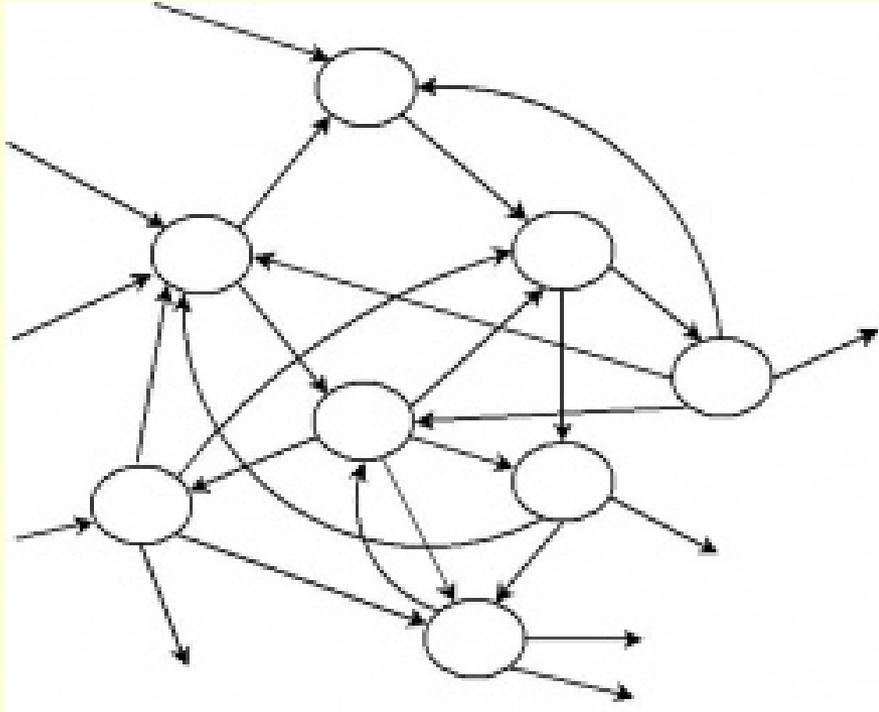
Cérébral



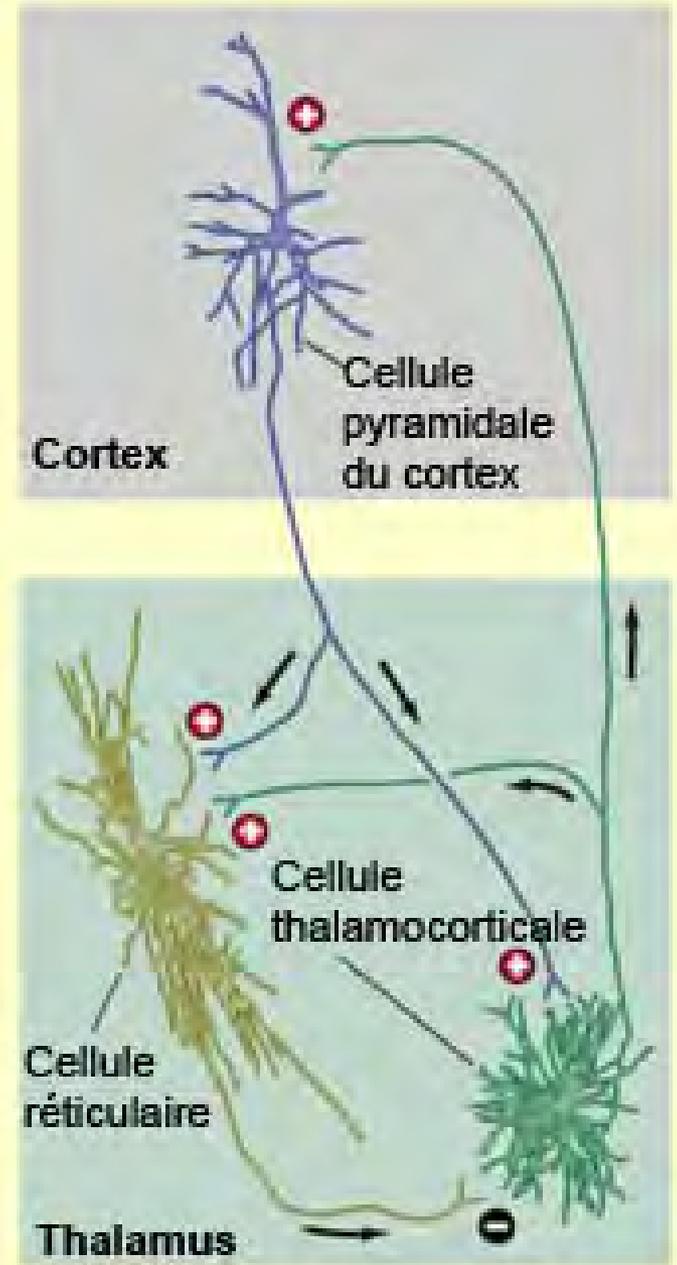
Cellulaire

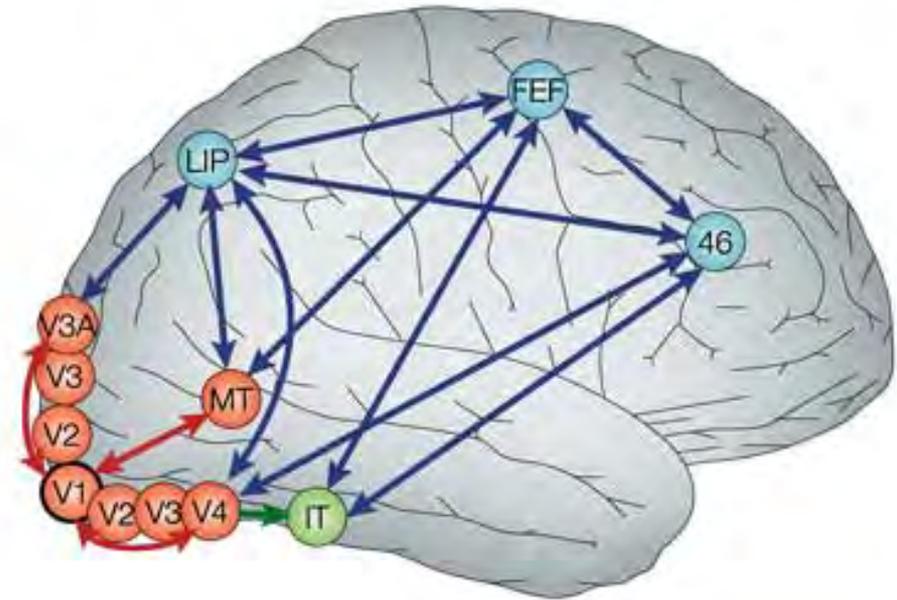
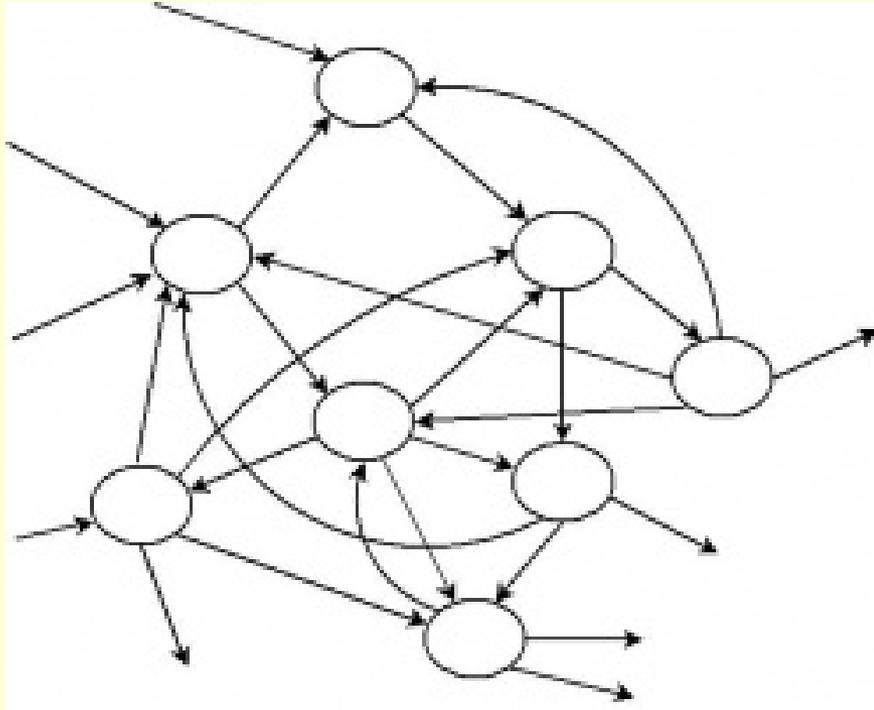
Exemples d'efforts  
multidisciplinaires





“There is no boss in the brain.”  
- Michael Gazzaniga



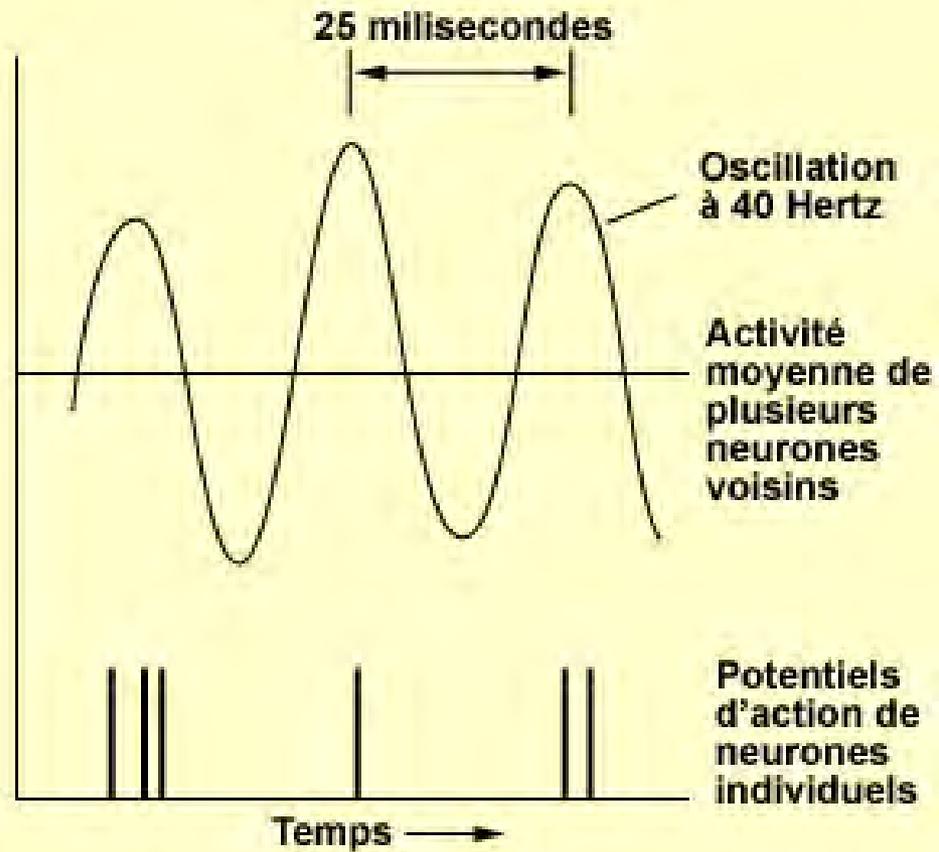
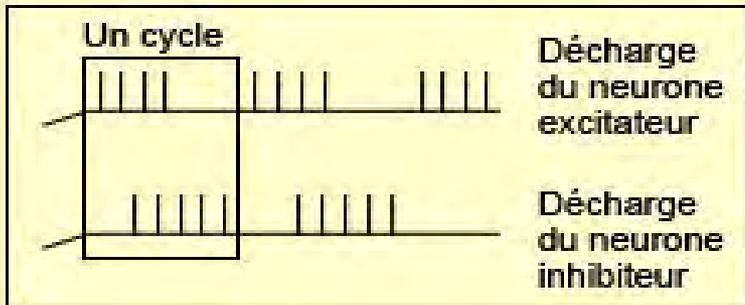
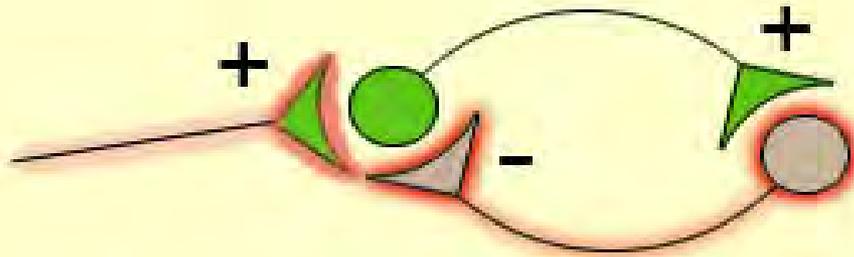
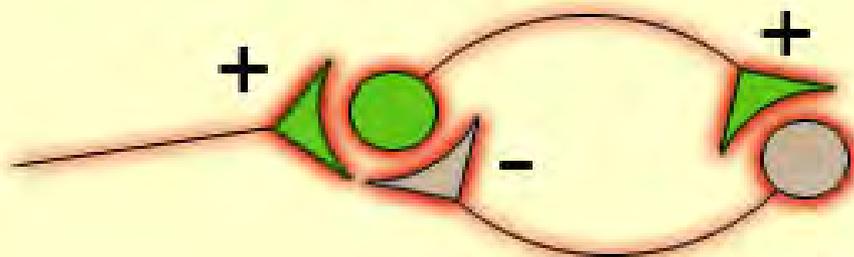
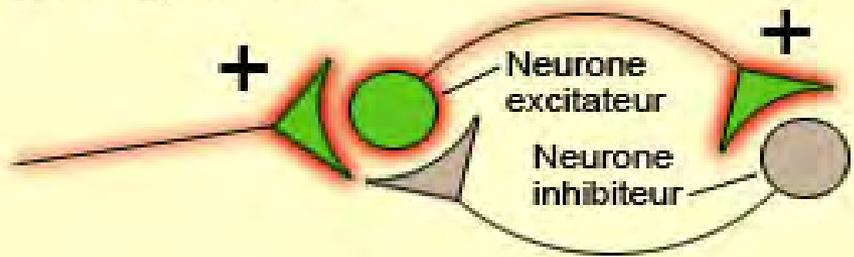


Nature Reviews | Neuroscience

“There is no boss in the brain.”

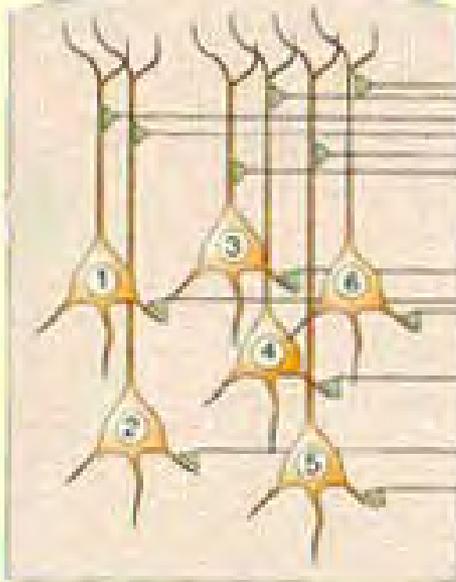
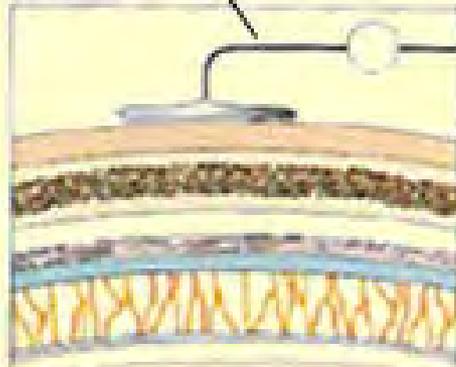
- Michael Gazzaniga

Afférence excitatrice  
active en permanence

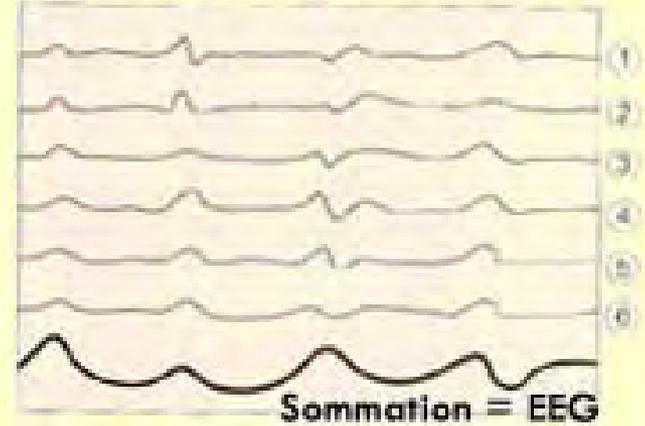




Électrode d'EEG

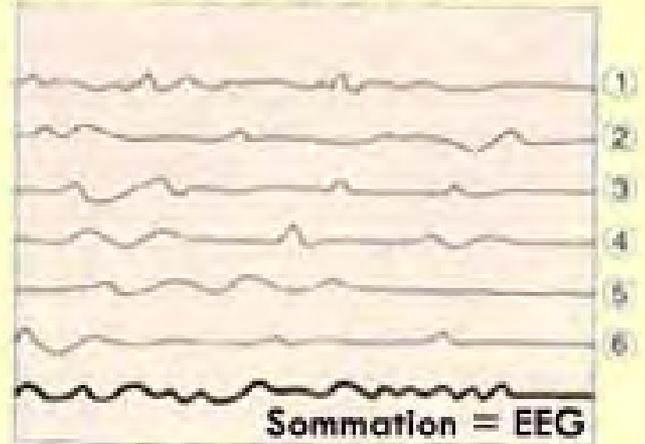


Décharges synchronisées

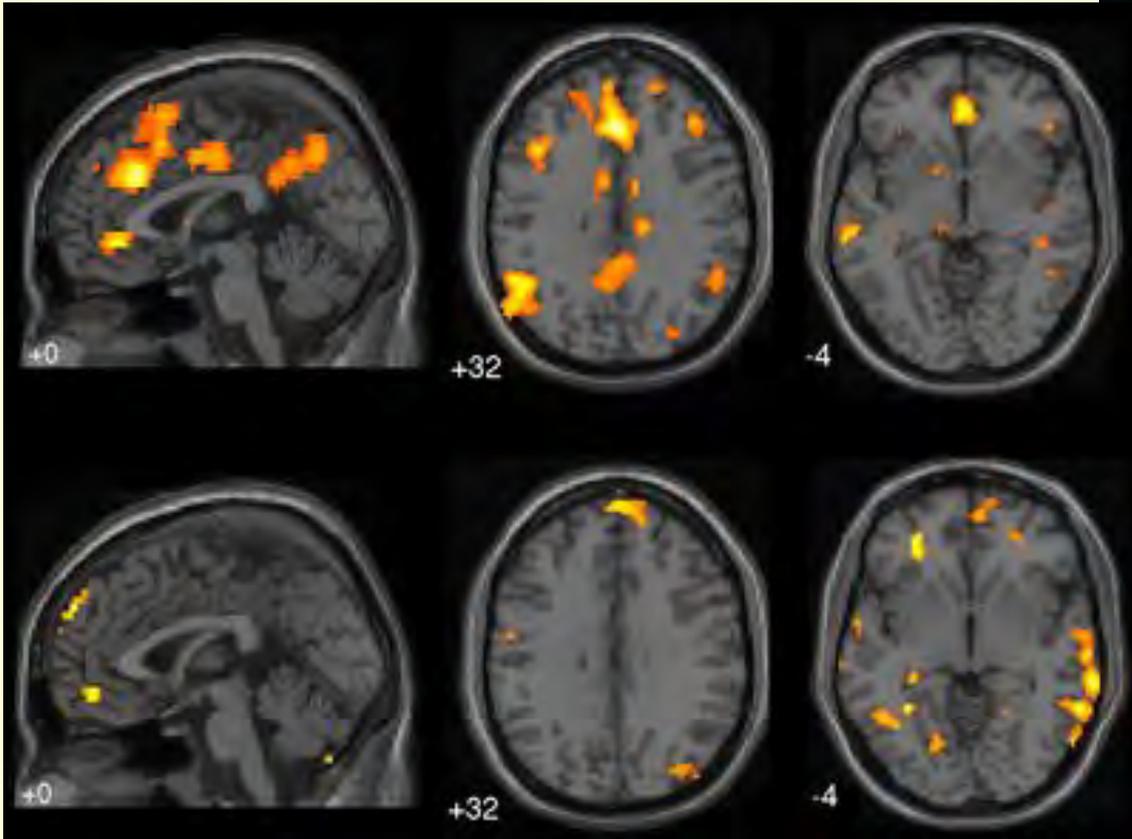
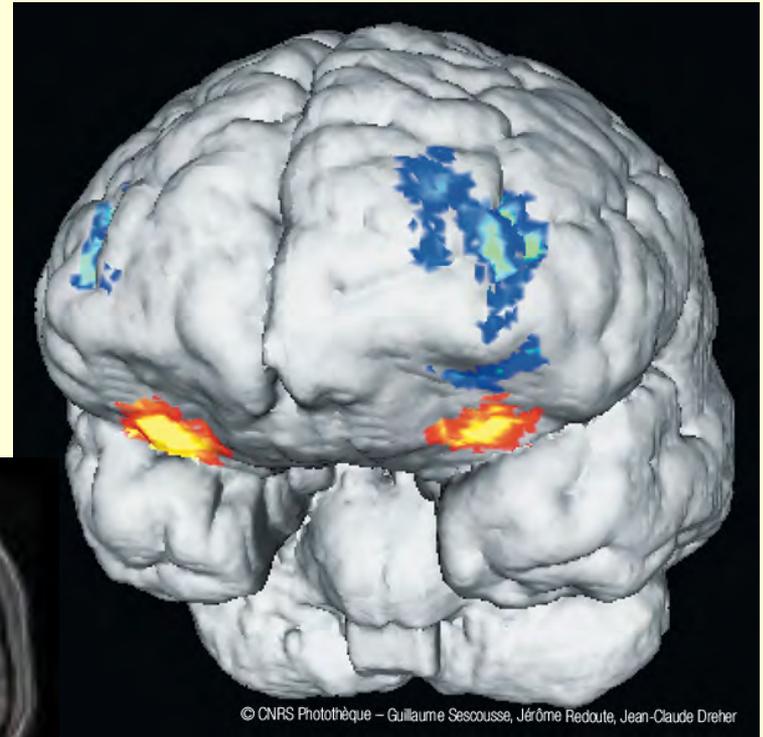


Électroencéphalographie  
(EEG)

Décharges irrégulières

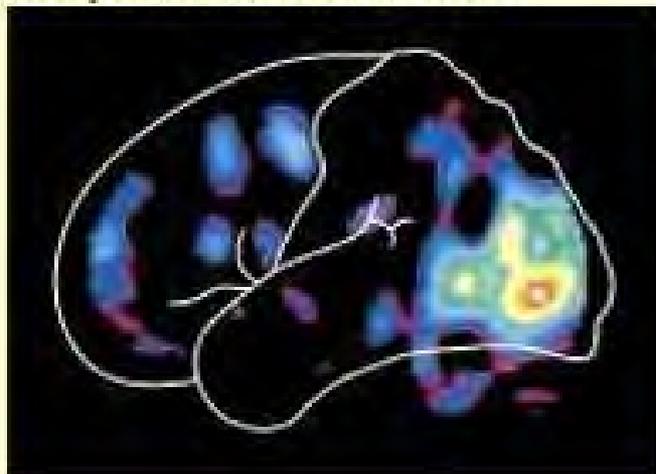


# L'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf)

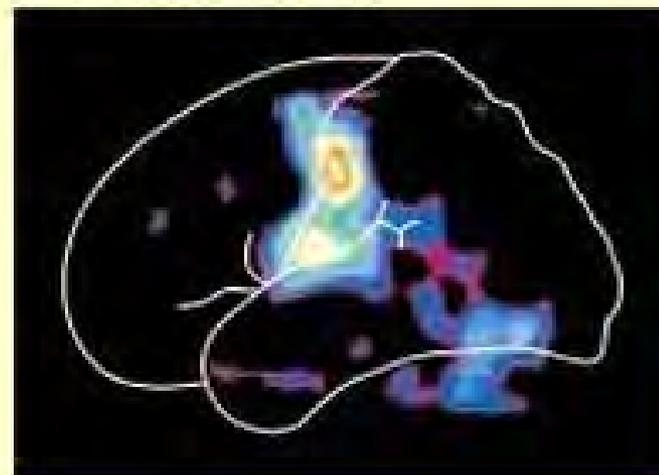


# PET scan

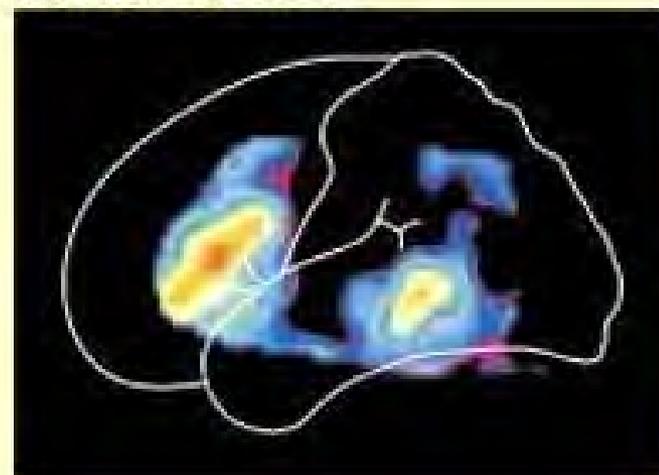
**Voir passivement des mots**



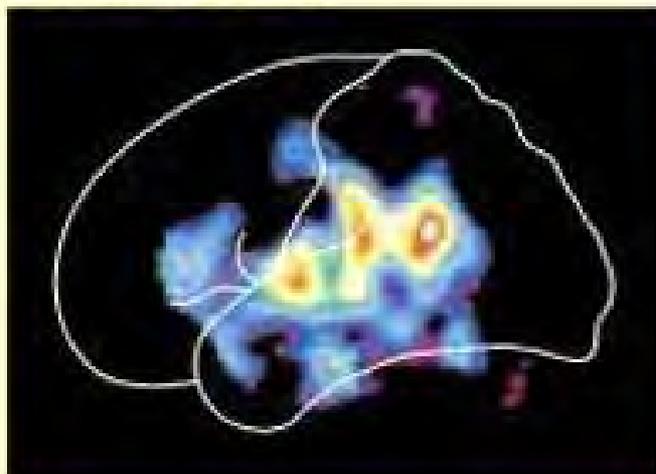
**Prononcer des mots**



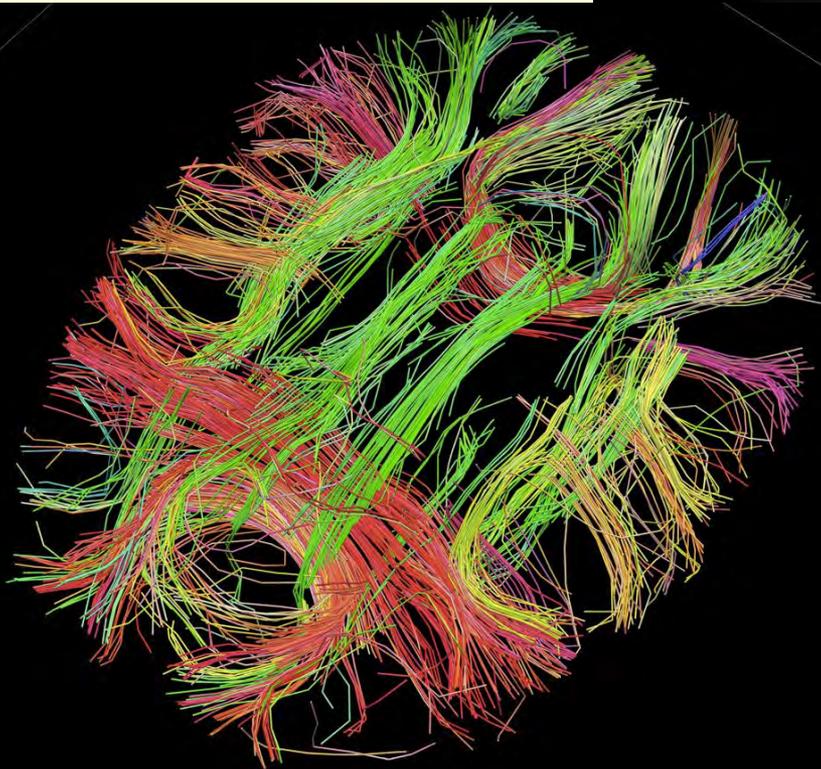
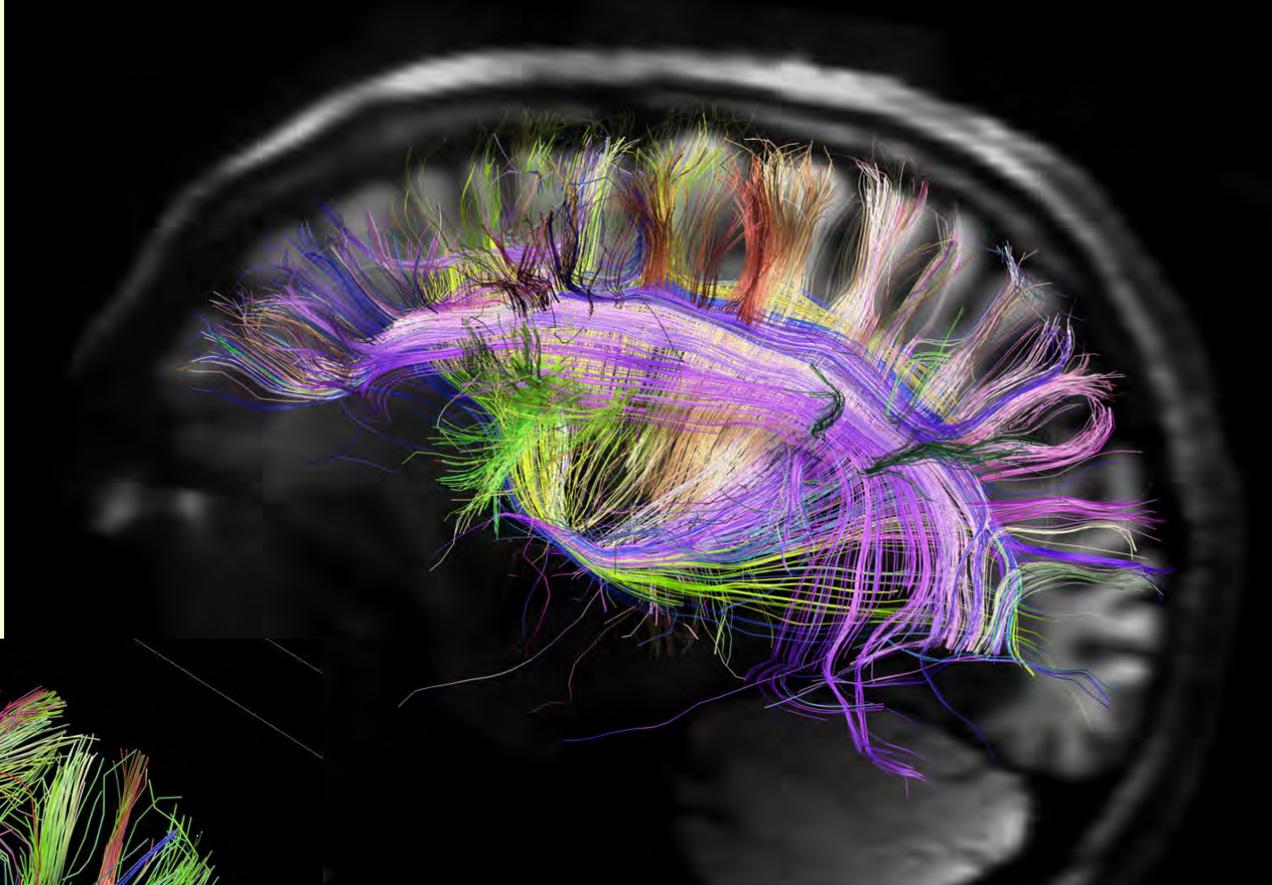
**Générer des mots**

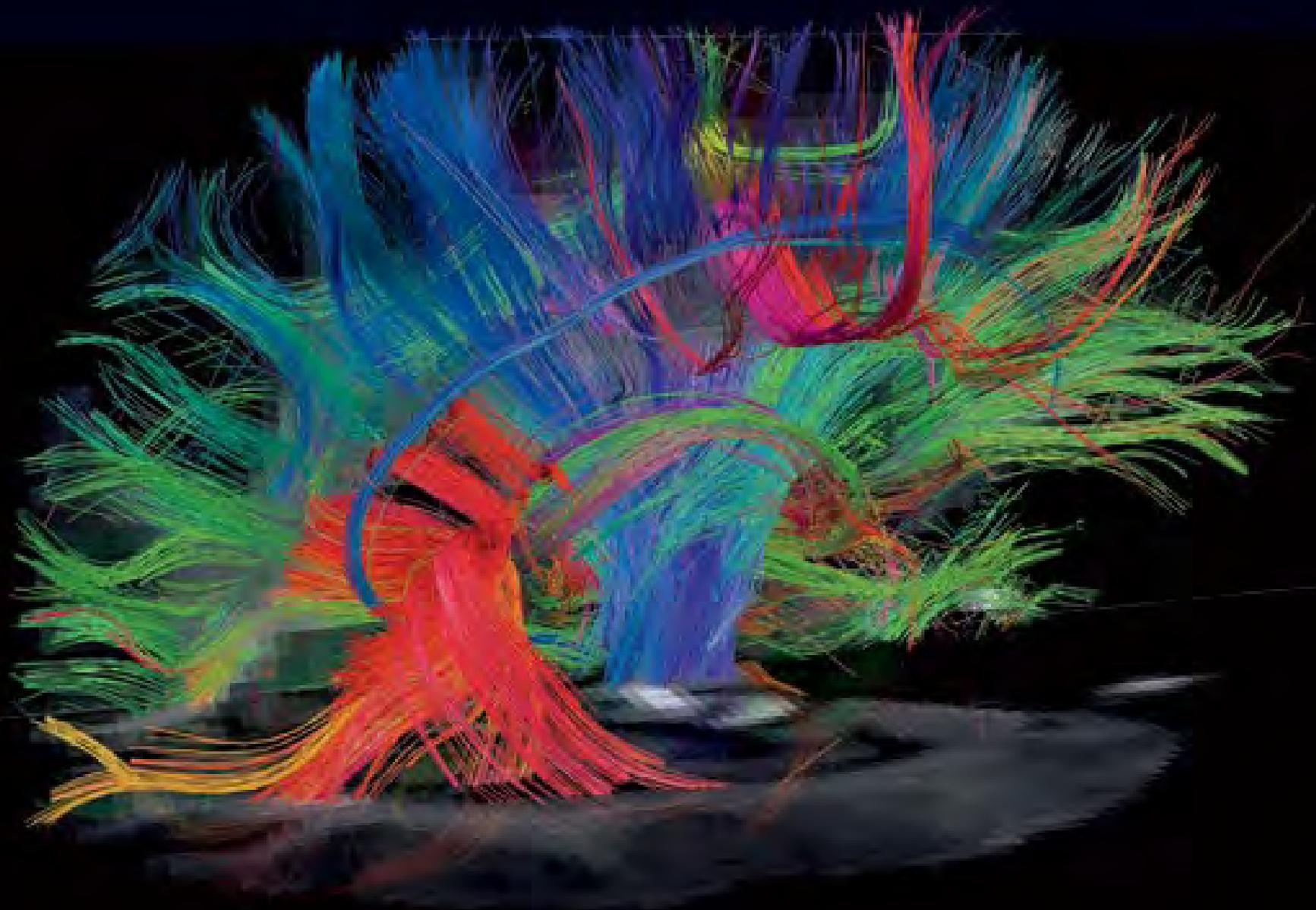


**Écouter des mots**



# L'IRM de diffusion

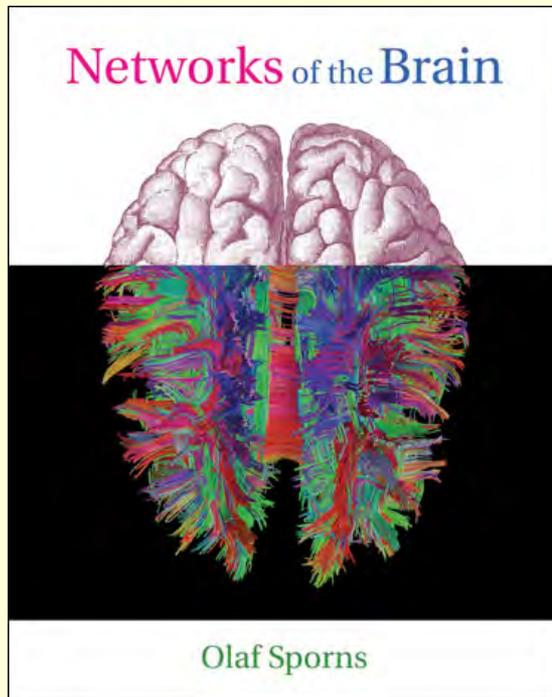




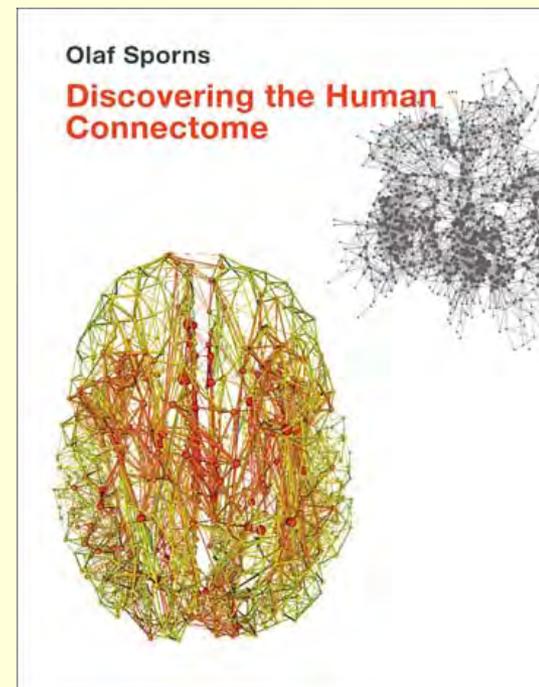
# Différents projets de cartographies des voies cérébrales

en vue d'établir le « **connectome** » humain  
(un domaine de recherche maintenant appelé « **connectomics** », en anglais).

Donc mise en commun de données recueillies avec différentes techniques.



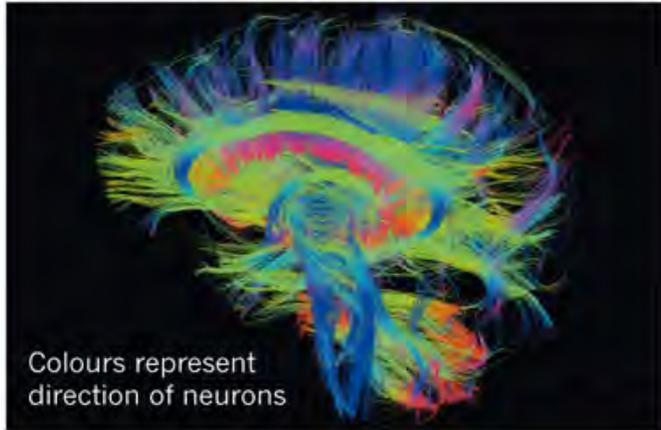
2010



2012

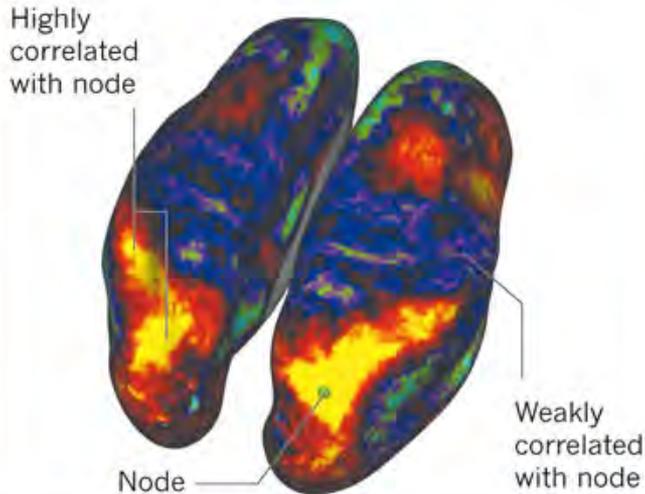
### Mapping structure

Diffusion spectrum imaging detects the movement of water molecules that flow along nerve fibres in the brain. The result is a map of the brain's neuronal network.

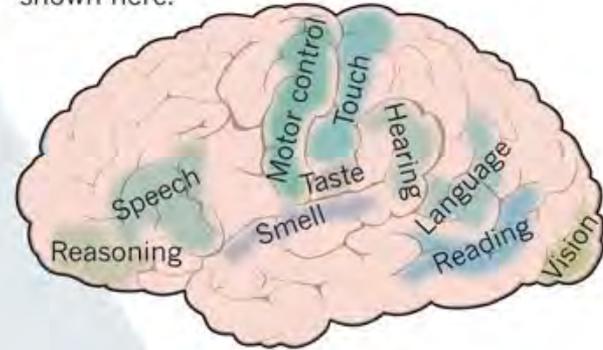


### Mapping function

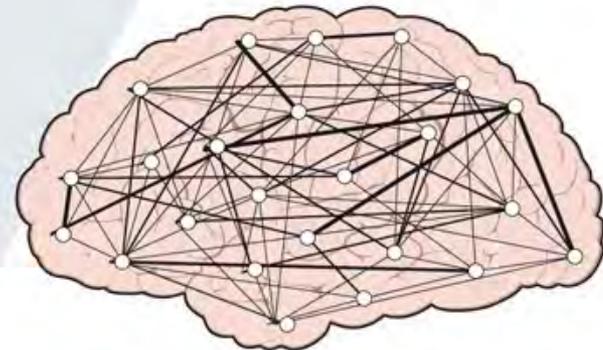
Resting-state functional MRI maps resting brain activity, then looks for correlations between one area and another. Highly correlated areas are thought to have some kind of functional link.



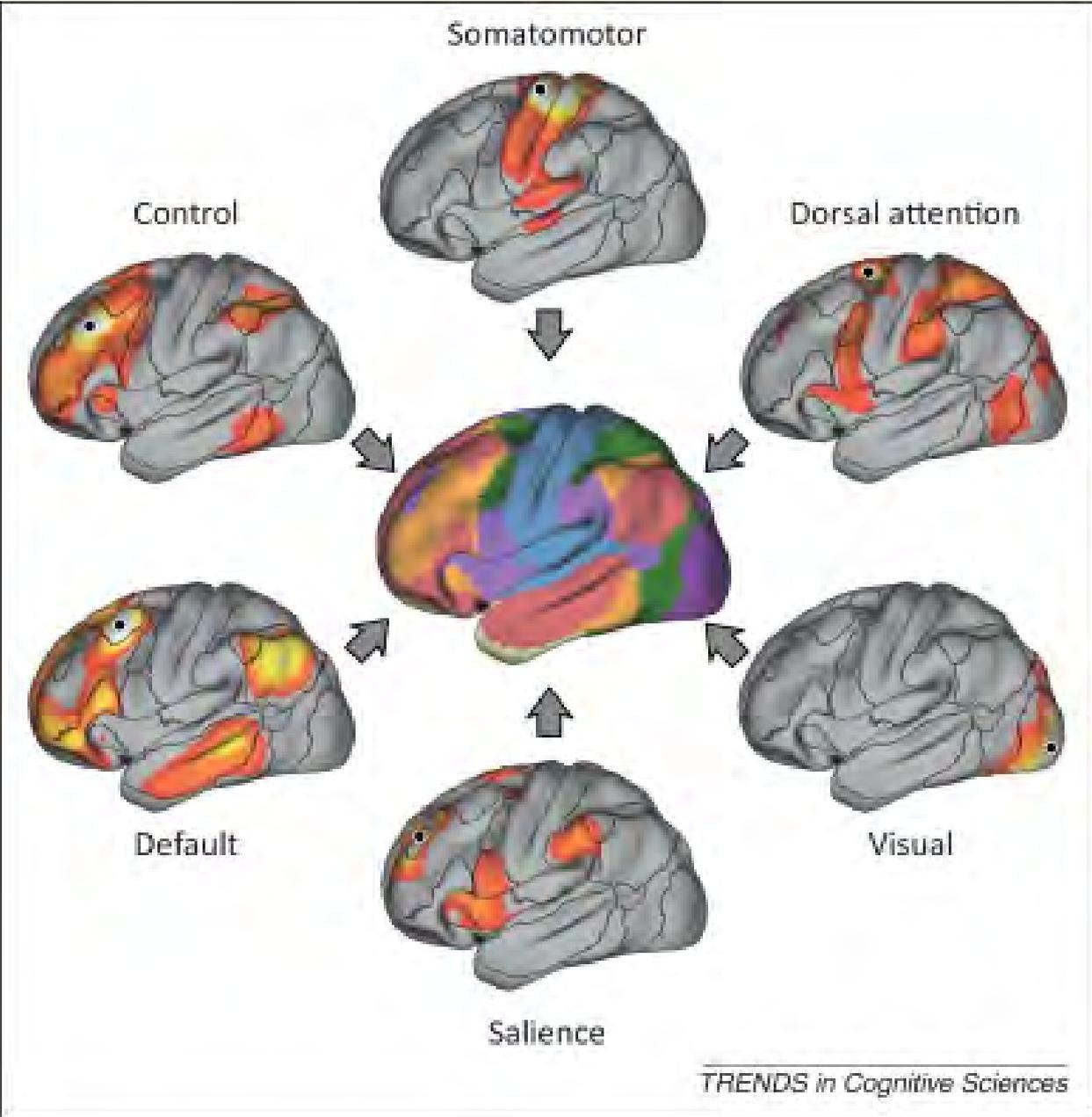
The brain has many areas specialized for specific functions, some of which are shown here.



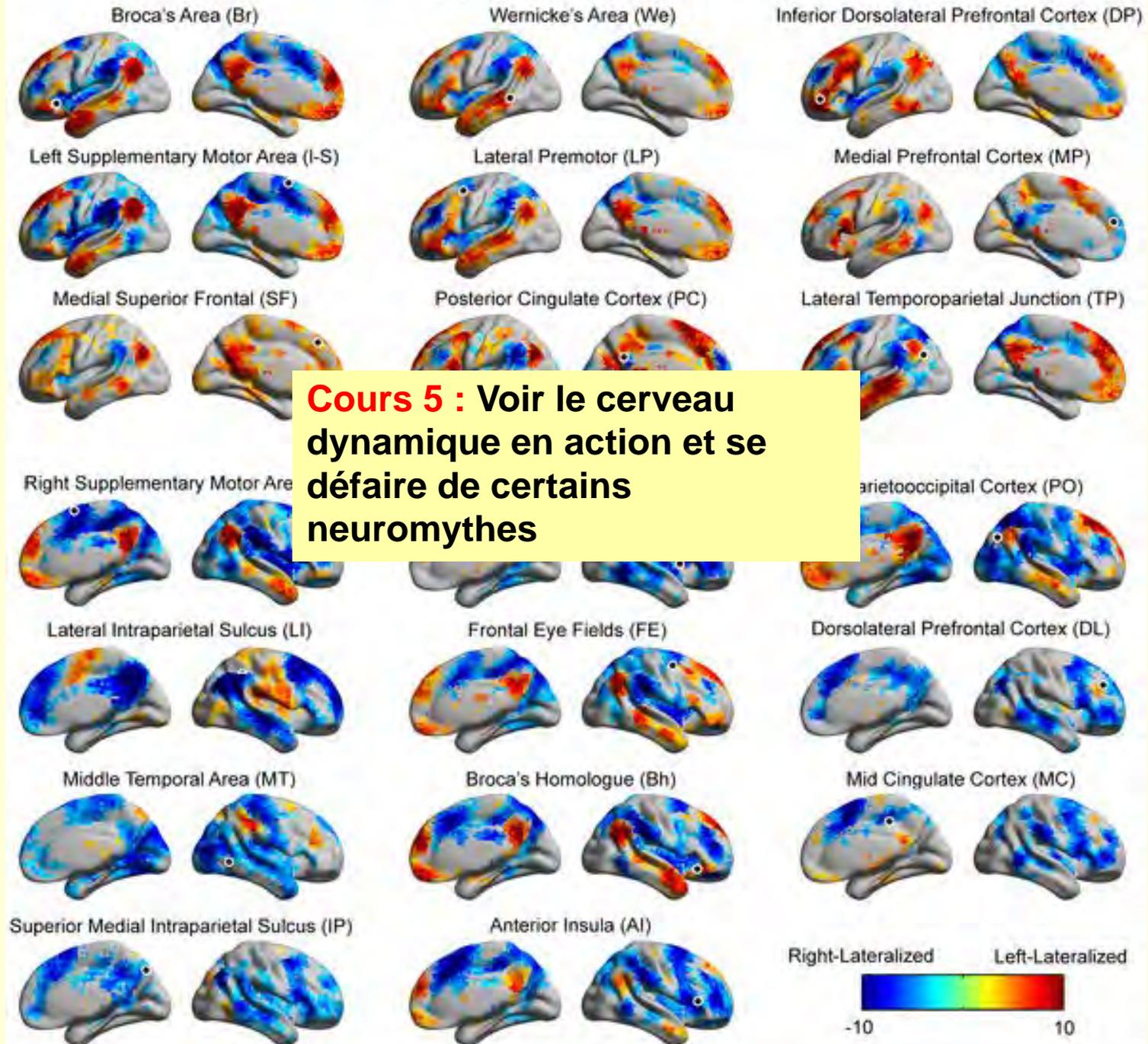
Data on structure and function can be combined and analysed using tools such as network theory.



The connectome ties these areas together, allowing the brain to function as a coherent whole. The project's goal is to understand how the connectome works.



# Left Hemisphere Hubs



# Notre itinéraire



**Social**



**Psychologique**



**Cérébral**



**Cellulaire**



**Moléculaire**



**Social**



**Psychologique**

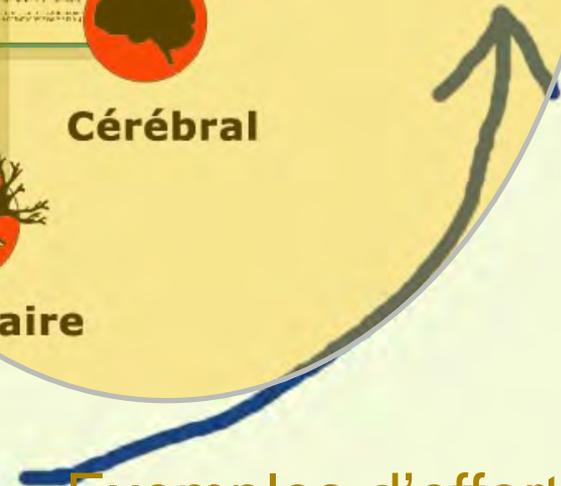


**Cérébral**



**Cellulaire**

Exemples d'efforts  
multidisciplinaires



Pendant longtemps :

Cerveau

neurotransmetteurs

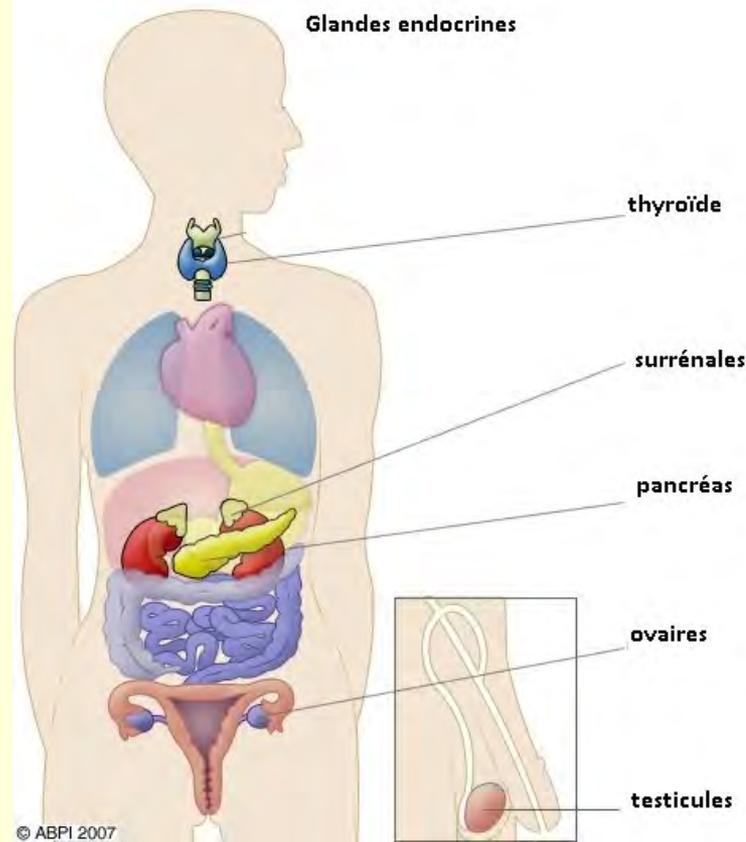
----- SÉPARATION -----

Corps

hormones

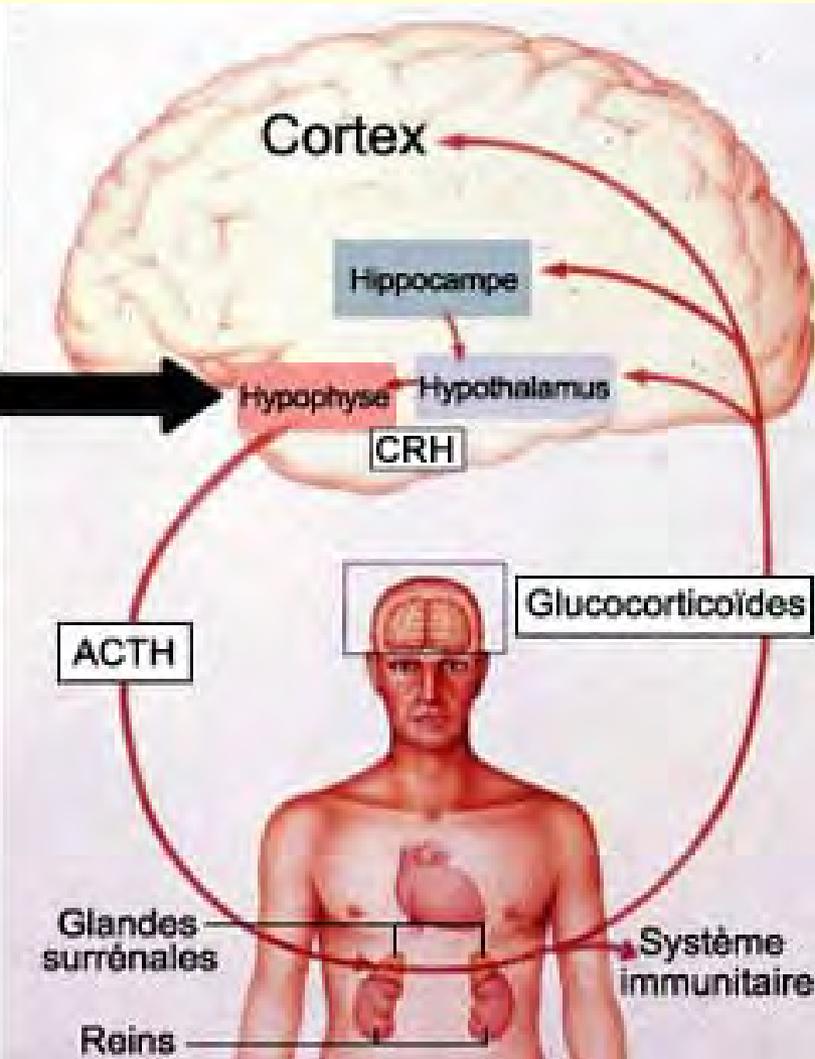


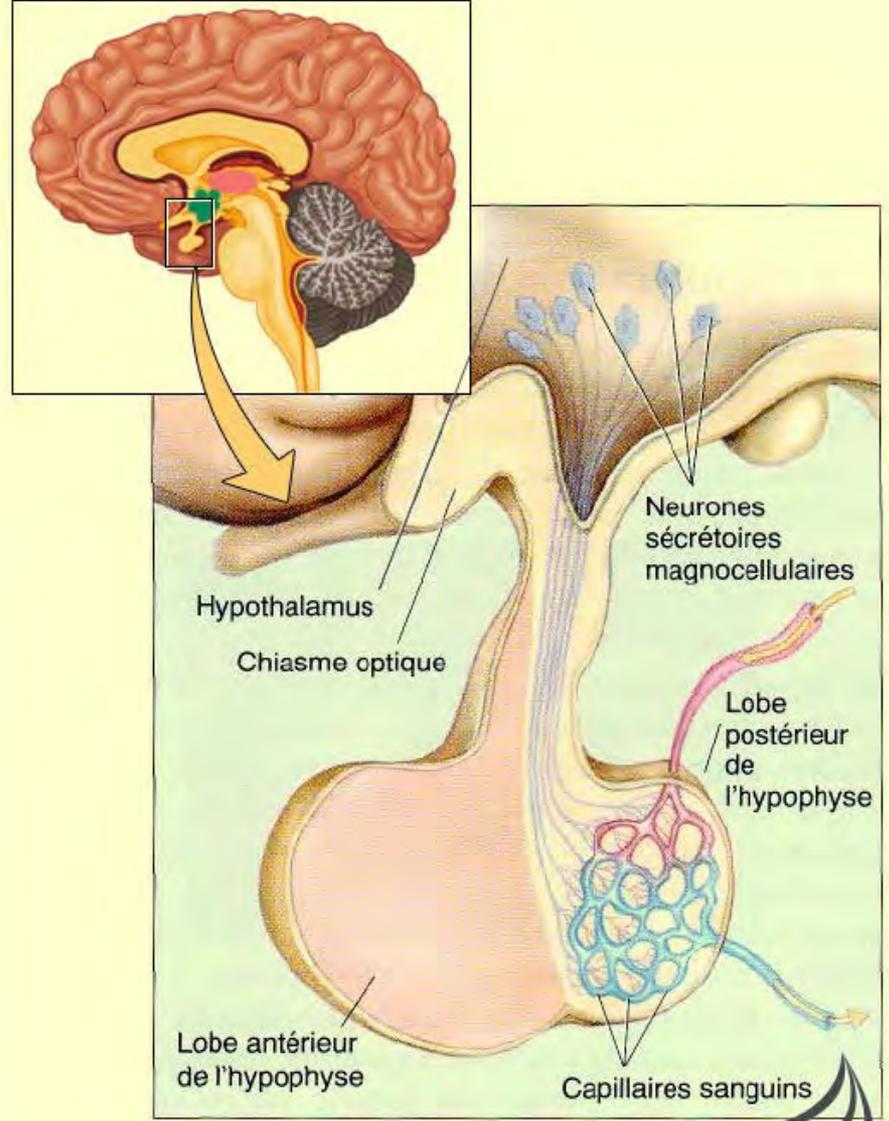
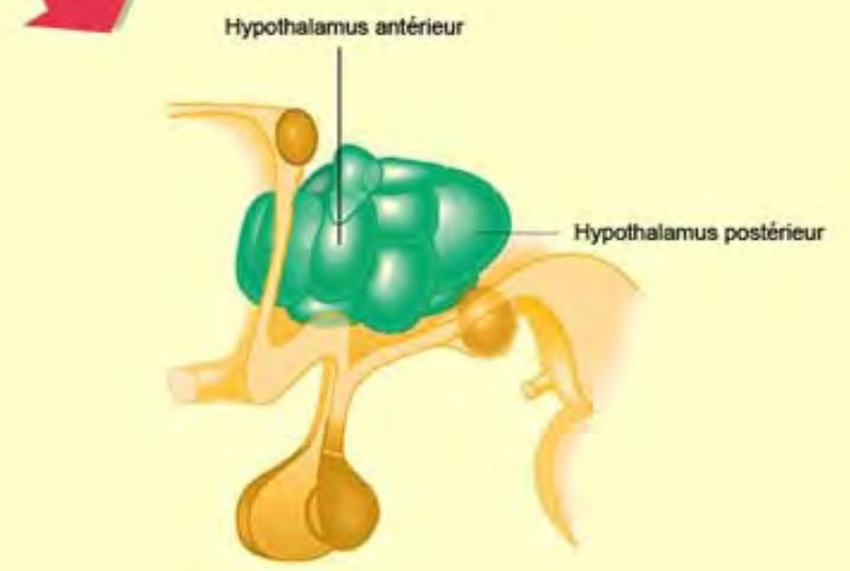
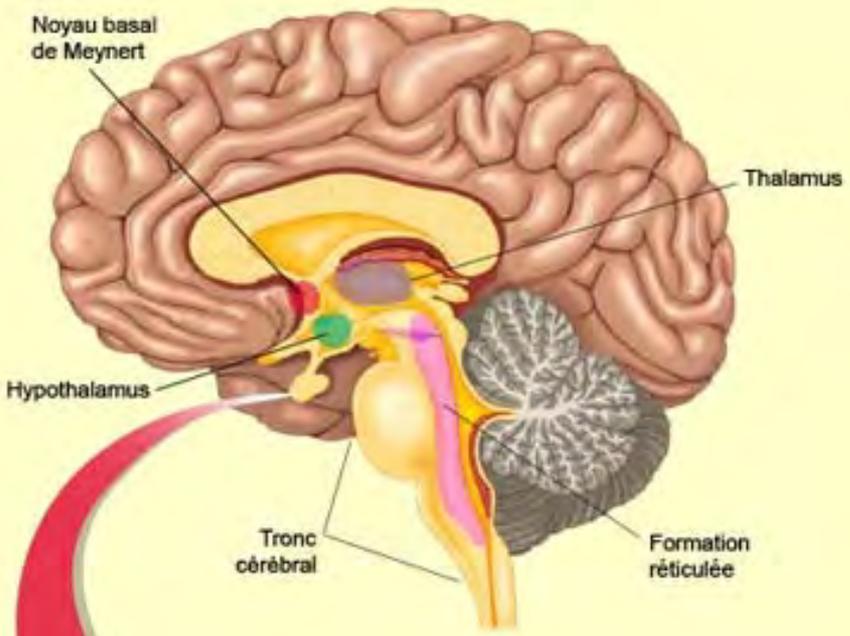
Glandes endocrines

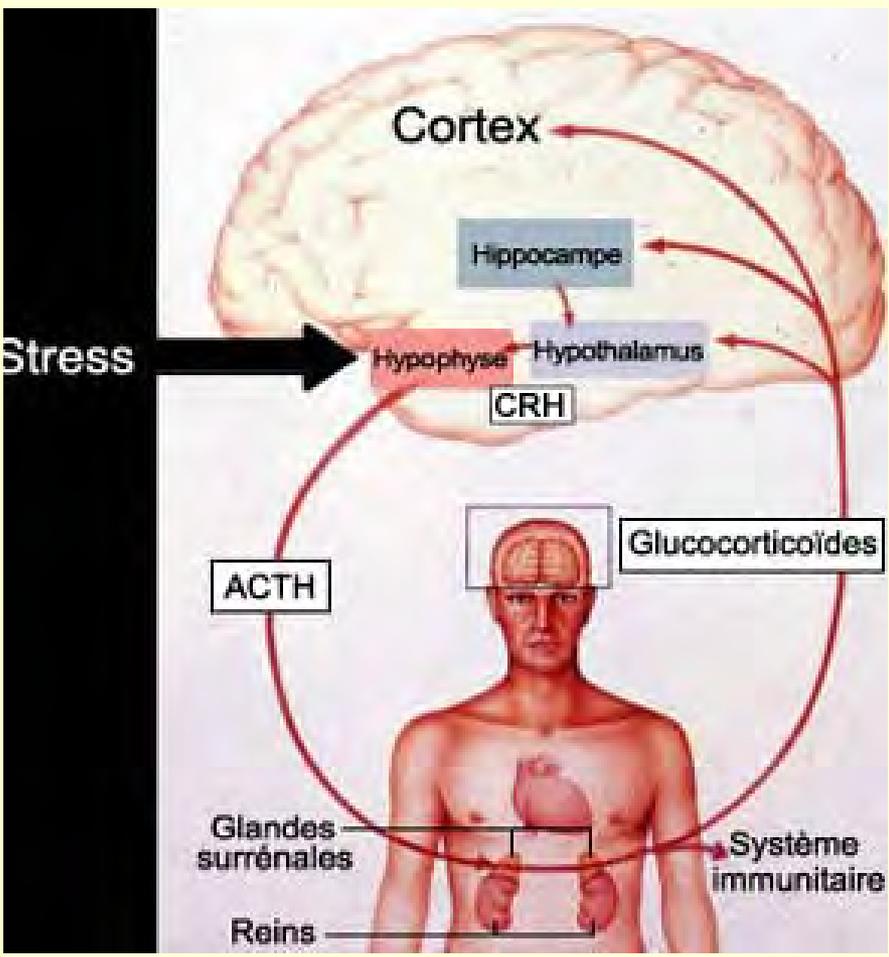
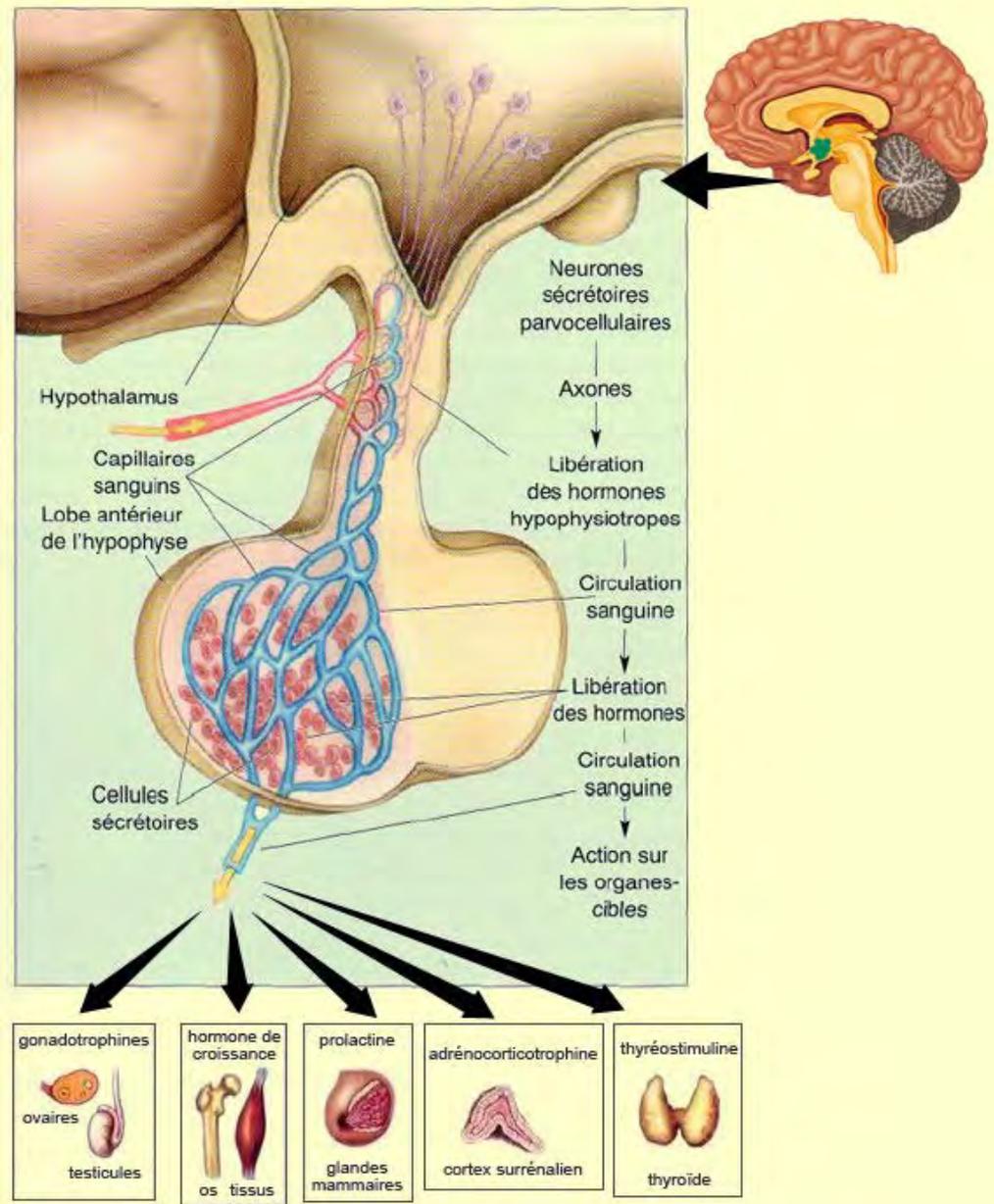


## *La Neuroendocrinologie*

- étudie les interactions entre le **système nerveux** et le **système endocrinien**







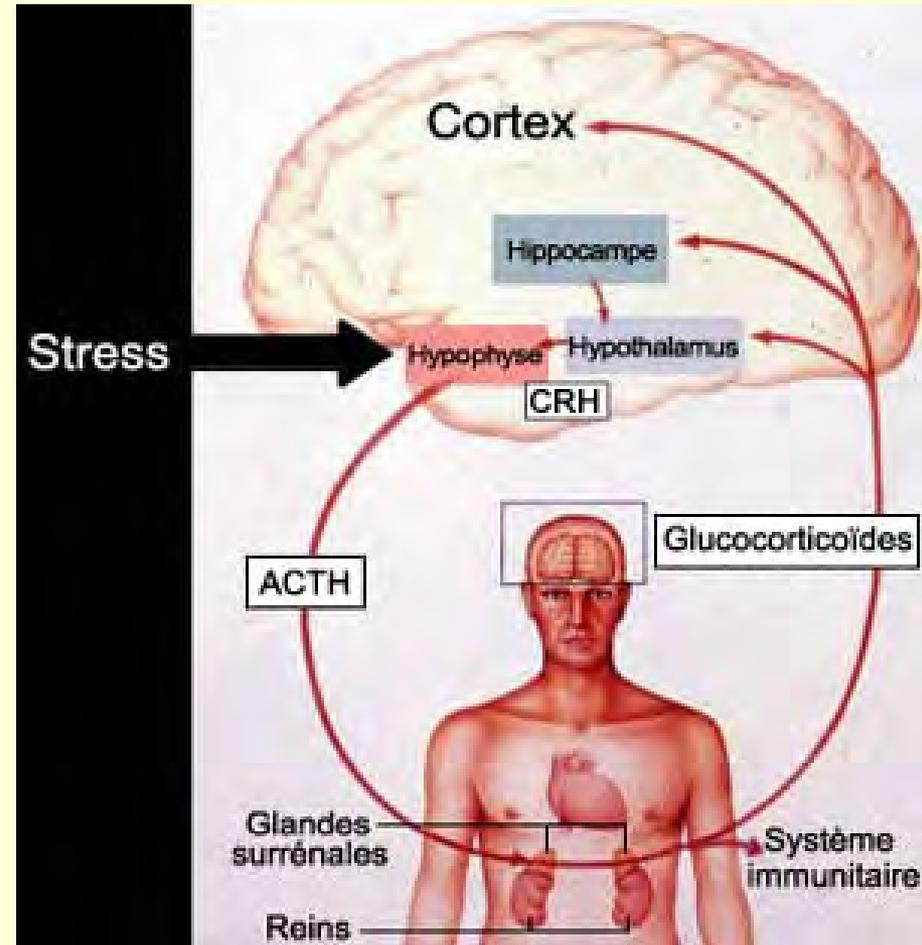
Certaines hormones, comme les glucocorticoïdes, qui demeurent à un taux élevé durant une longue période dans le sang, vont **affaiblir le système immunitaire** et même affecter le cerveau.

D'où les **maladies dites « de civilisation »** que l'on peut associer à l'inhibition de l'action (maladies cardio-vasculaire, ulcère d'estomac, etc)



Henri Laborit (1914 – 1995)

## Neuro-psycho-immunologie



B) La cognition située dans un "corps-cerveau-environnement"

# Notre itinéraire



Social



Psychologique



Cérébral



Cellulaire



Moléculaire



Social



Psychologique

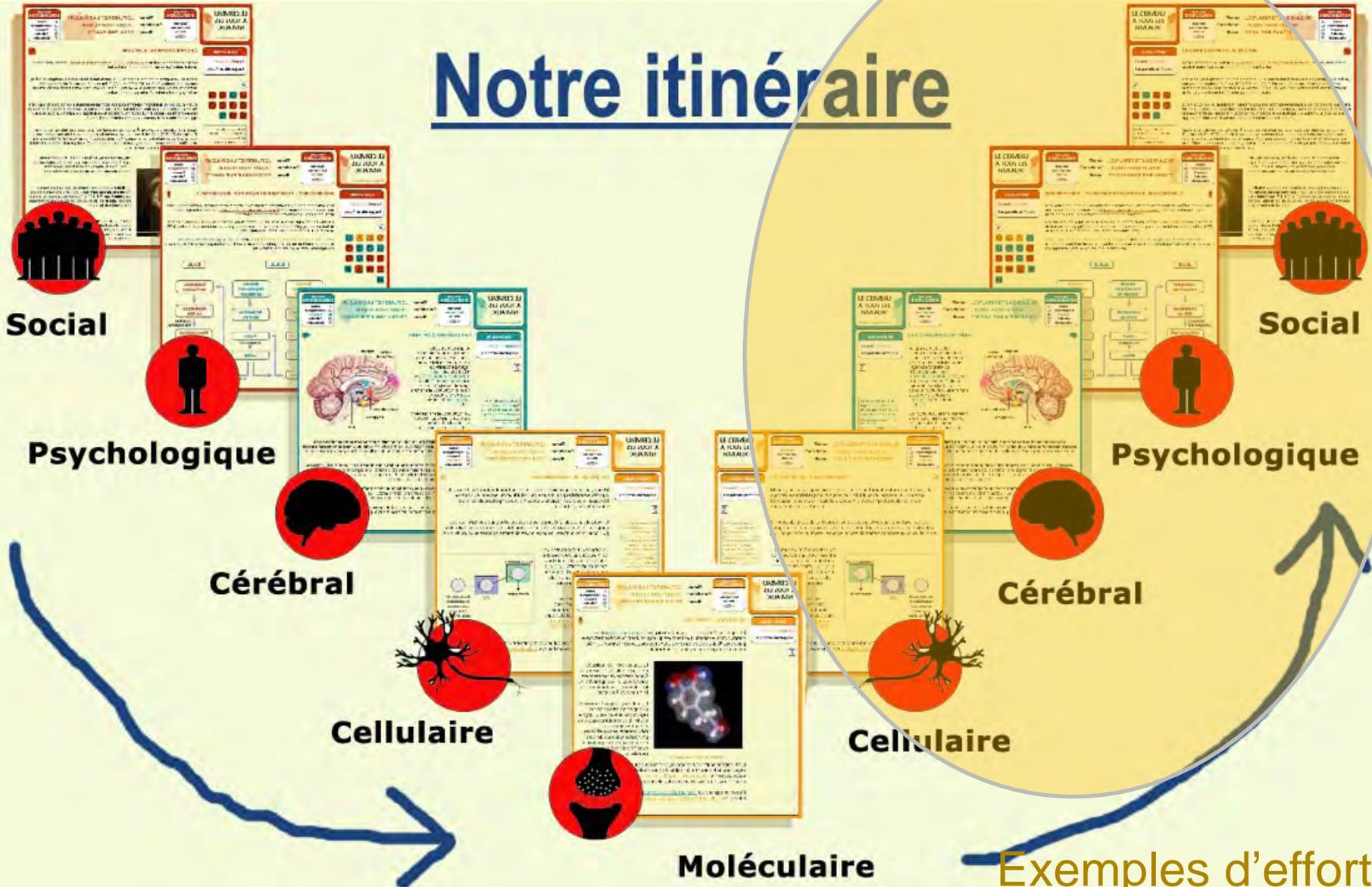


Cérébral



Cellulaire

Exemples d'efforts  
multidisciplinaires



- Chirurgien de la marine française
- Découvre le premier neuroleptique (tranquillisants), la chlorpromazine en 1953
- Développe le concept d'inhibition de l'action (stress chronique)
- Ses idées seront mises en image par Alain Resnais dans son film « Mon oncle d'Amérique » (1980)



Henri Laborit (1914 – 1995)

**Dès 1955**, on voit apparaître le nom de Henri Laborit dans la liste des membres d'honneur de nombreuses sociétés :

de la gynécologie à l'anesthésie, en passant par la cybernétique et la psychiatrie.

**L'intérêt de rencontrer d'autres disciplines lui paraît fondamental.**



Henri Laborit (1914 – 1995)



## **Conférences Macy (entre 1946 et 1953 aux États-Unis)**

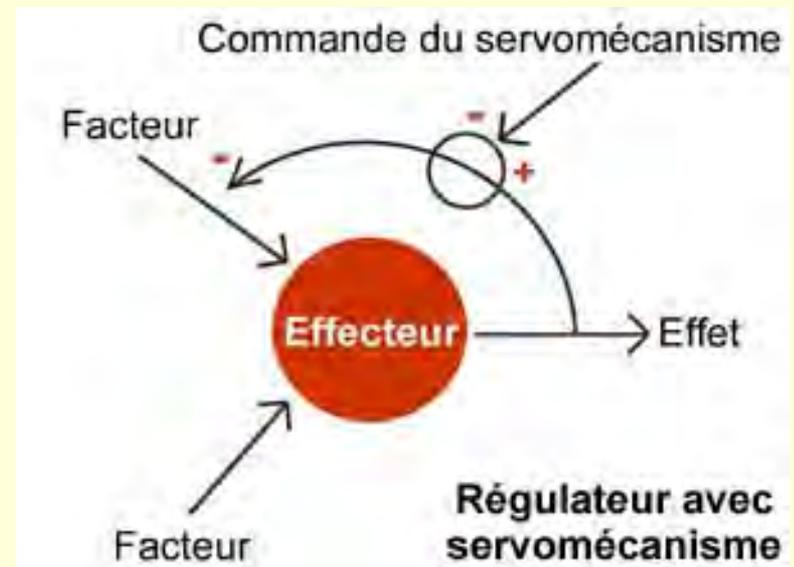
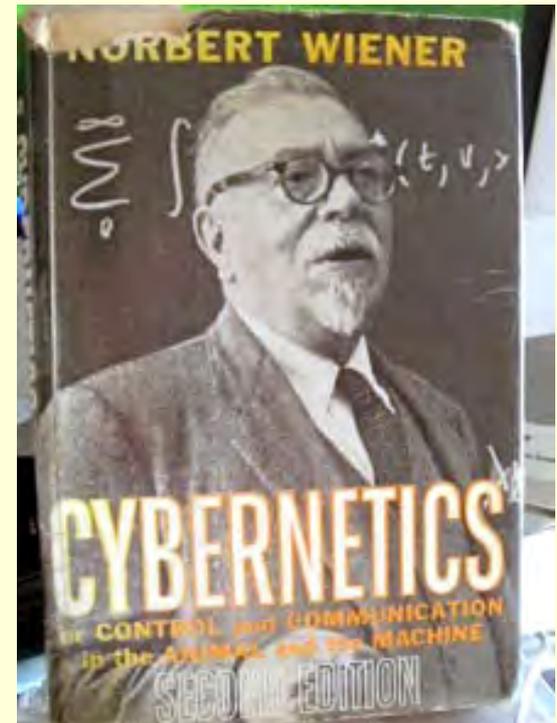
Avec des mathématiciens, des neurophysiologiste, mais aussi des psychologues, des anthropologues et des sociologues.

L'un des participants, **Norbert Wiener**, va proposer en 1947 le terme « **cybernétique** » pour caractériser leur volonté de faire naître une nouvelle science basé sur les **systèmes autorégulés**.

Car Wiener avait travaillé pour l'armée américaine sur des dispositifs de pilotage automatique des avions.

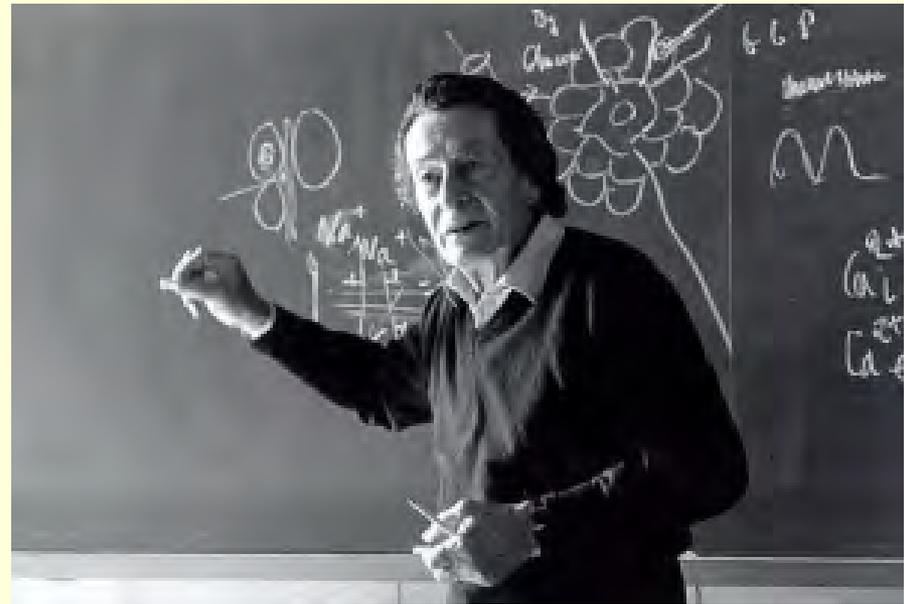
Et il était convaincu que ces systèmes **d'autorégulation automatique étaient un dispositif très général** qui devait exister dans d'autres systèmes :

organismes vivants, cerveaux, sociétés...



Laborit va être très inspiré par ce qu'offrait la **cybernétique** pour la compréhension du vivant et de l'être humain en particulier.

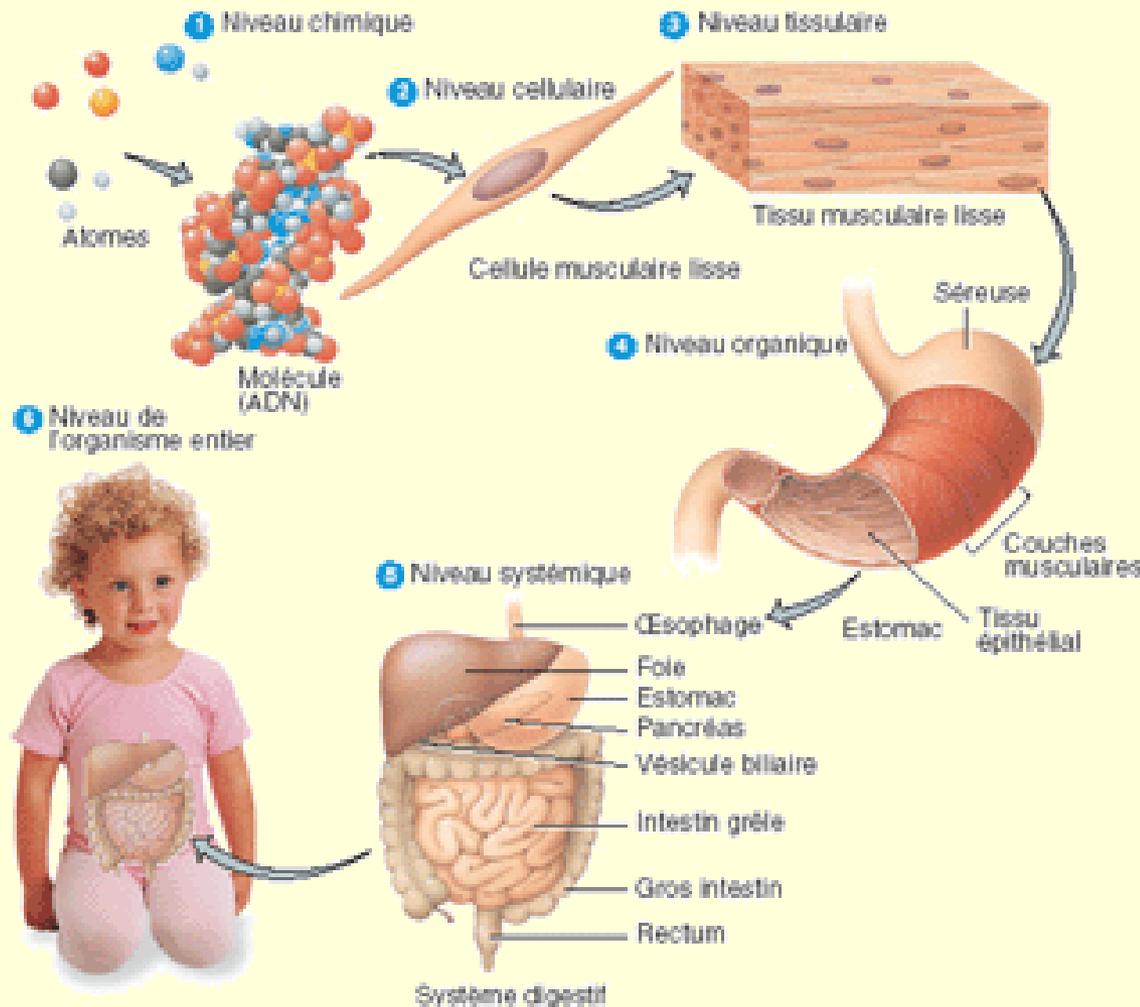
Il y emprunte d'abord la notion de « finalité » qu'il reformule ainsi pour les être vivants :



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

Puis il va comprendre que chaque niveau d'organisation d'un individu ne travaille pas seulement pour maintenir sa structure particulière, mais pour maintenir celle du niveau qui l'englobe, jusqu'à la structure entière de l'organisme.

Organisation structurale du corps humain (Figure 1.1)

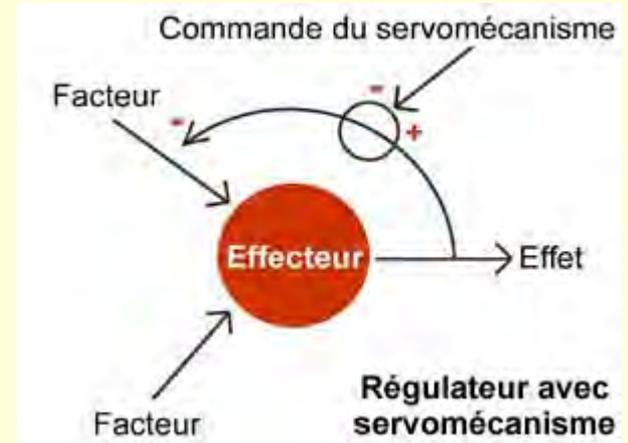
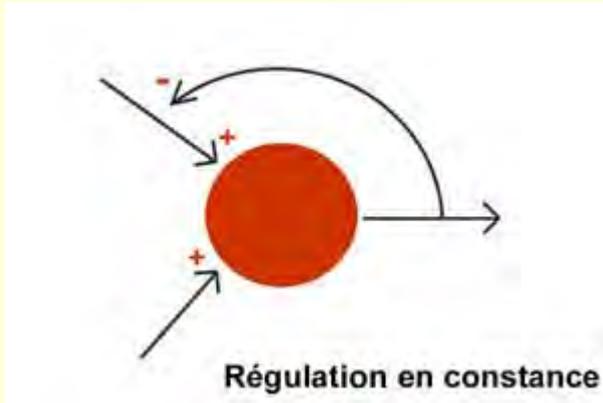


Par exemple, l'estomac :

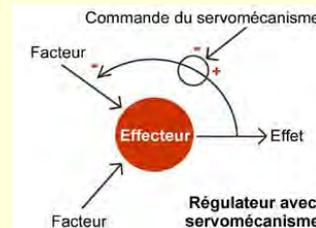
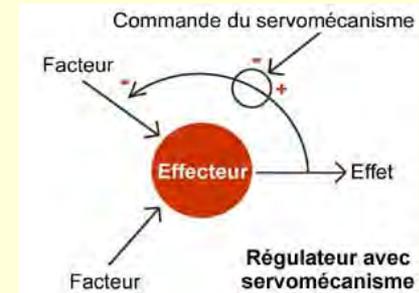
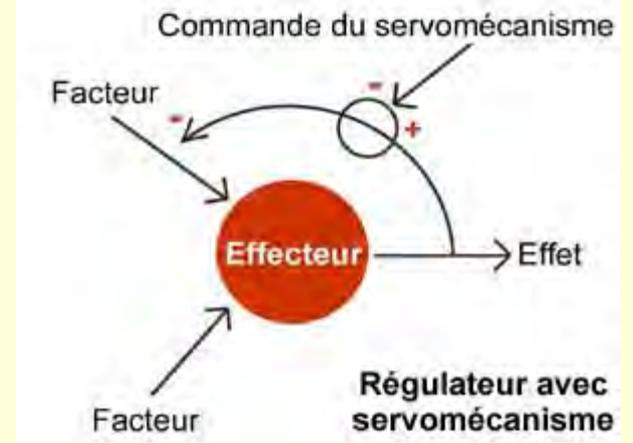
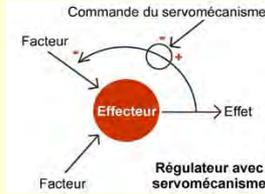
il fonctionne **grâce** au niveau d'organisation sous-jacent (le travail des cellules musculaires lisses)

mais **pour** un niveau sus-jacent (dégrader les aliments pour la digestion et donc la nutrition de tout l'organisme).

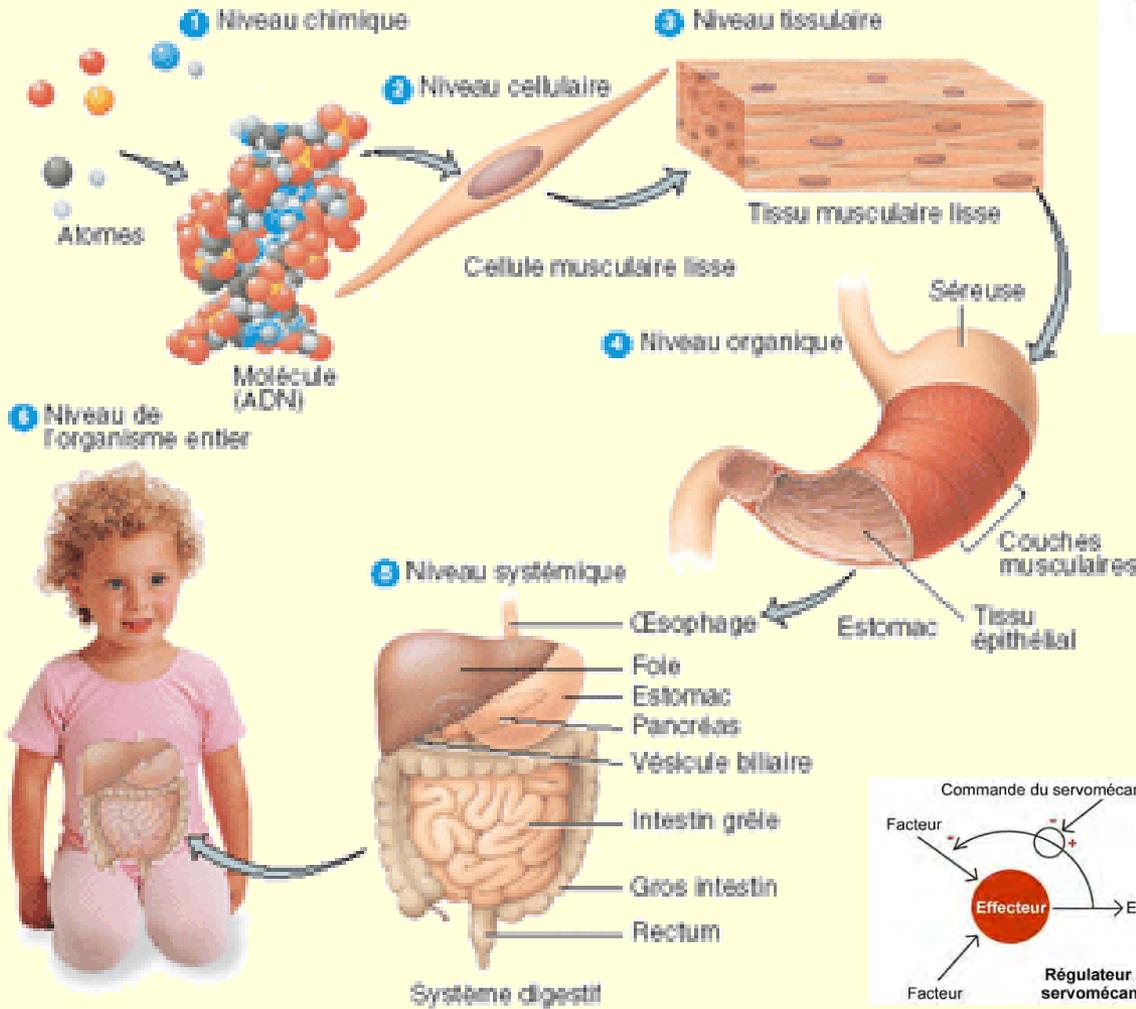
# Et c'est là que l'on retrouve les notions de cybernétique

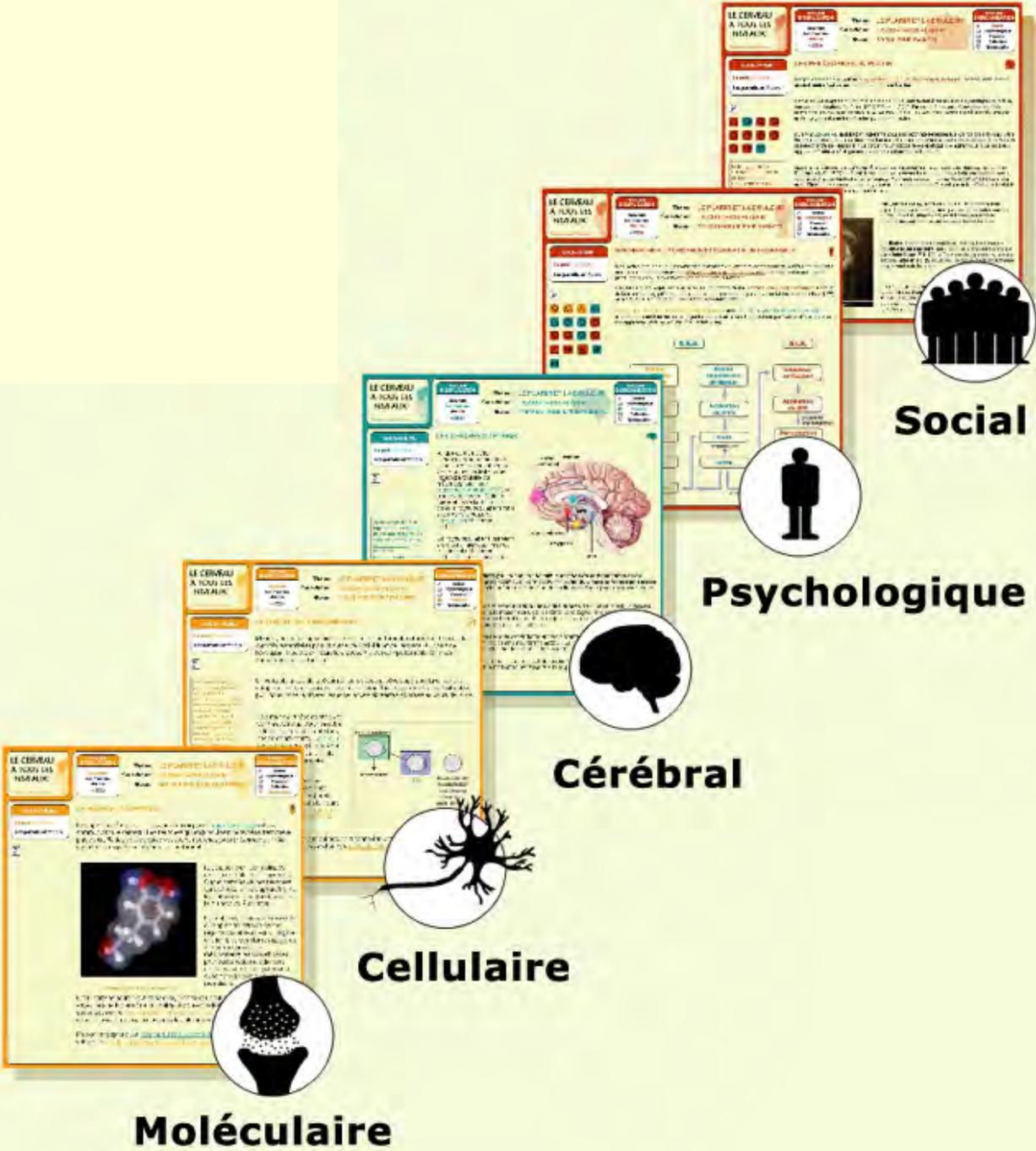


l'organisation structurale du



(Figure





Laborit va élargir cette conception des choses jusqu'aux comportements,

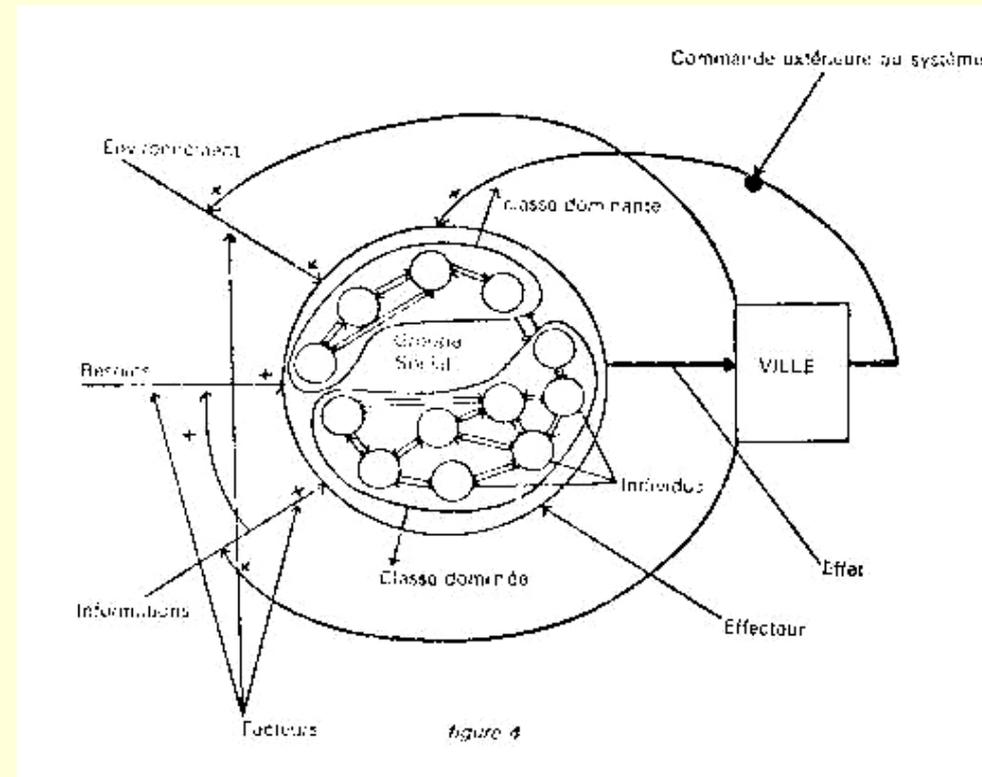
qui sont la conséquence de l'activité biochimique et fonctionnelle du système nerveux.

Laborit écrit :

« Cette conception des niveaux d'organisation a complètement transformé ma vie [...]

Je débouchais, à une époque où c'était très mal vu, sur une **interdisciplinarité totale**.

J'allais chercher partout les connaissances des structures de chaque niveau d'organisation pour comprendre comment l'un s'inclutait dans l'autre. »



[schéma tiré de « L'homme et la ville », de Laborit]

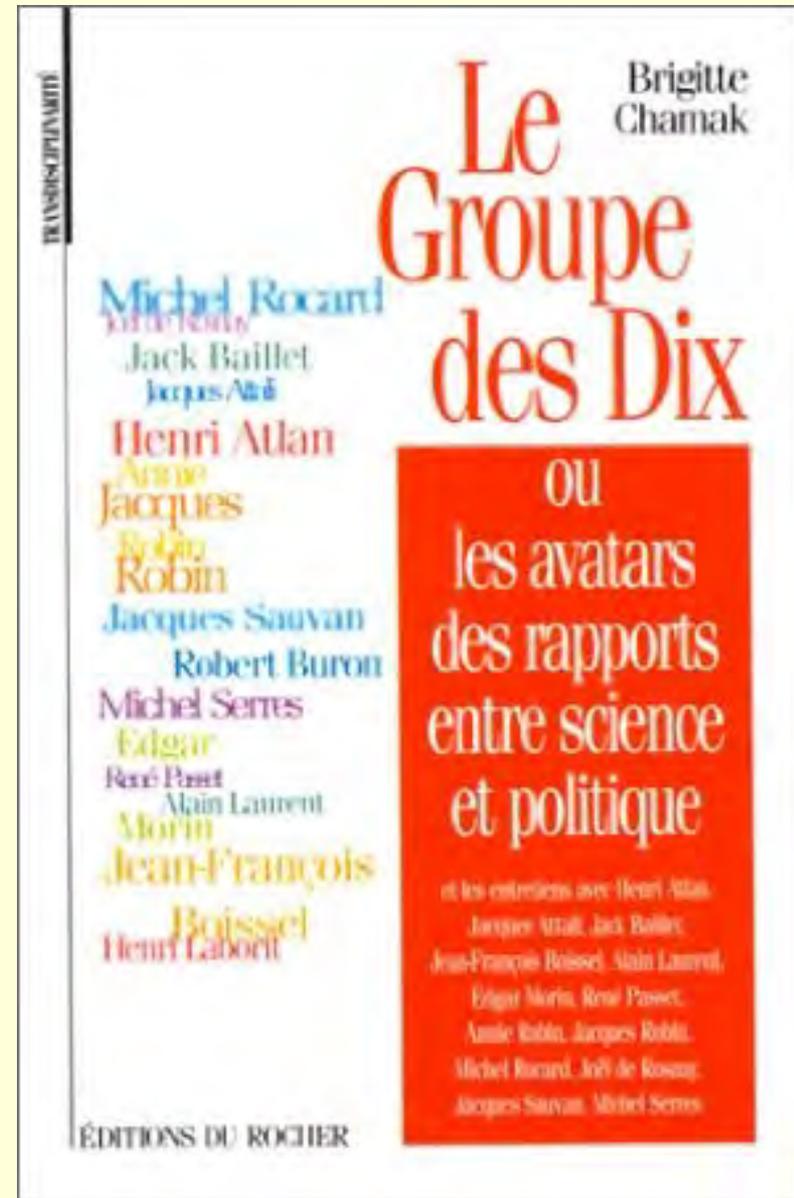
En 1966, à l'issue d'un colloque entre biologistes, sociologues, et philosophes,

Robert Buron, Henri Laborit, Edgar Morin et Jacques Robin décidèrent de créer un groupe de réflexion **multidisciplinaire** qui pris le nom de **Groupe des Dix**.

Des personnalités françaises venues du monde des sciences, des lettres, de la philosophie et de la politique, prendront part à ces réunions de **1969 à 1976**

pour essayer de mieux comprendre et cerner les rapports entre les sciences et les techniques d'un côté,

la culture et le "politique" de l'autre.



Divers sujets de société sont discutés, dont :

les relations entre violence et politique, les problèmes générés par la croissance économique, les rapports masculin-féminin, etc.

Si la question principale portait à l'origine sur **l'apport des connaissances scientifiques dans le domaine politique**,

elle a progressivement fait place à une interrogation sur la place de la **technoscience** et son **asservissement à l'économie de marché**.

Par exemple, le travail à la chaîne qui fait perdre la vision d'ensemble, contrairement à celui de **l'artisan** qui sait le pourquoi de chacune des étapes de son travail

et sait comment elles s'insèrent dans les **systèmes plus vastes qui l'englobent**.



**Laborit** demeure assez critique de l'expérience du Groupe des dix qu'il quitte en réalisant que le **langage** utilisé par une discipline se révèle souvent **hermétique** pour les autres et vice versa.

Déçu, il recommande néanmoins plus que jamais à ses collaborateurs de s'initier **au langage des autres disciplines,**

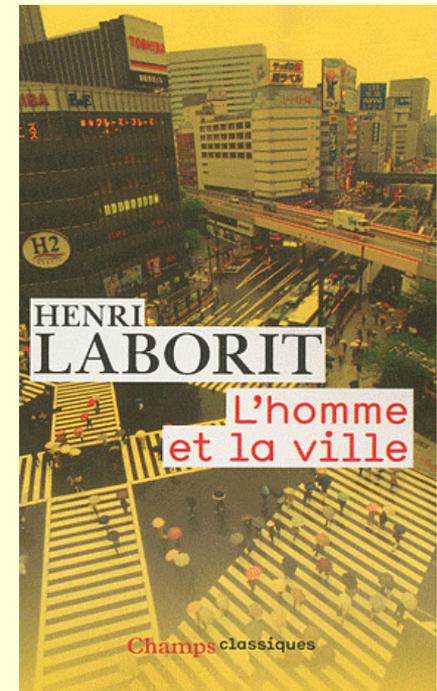
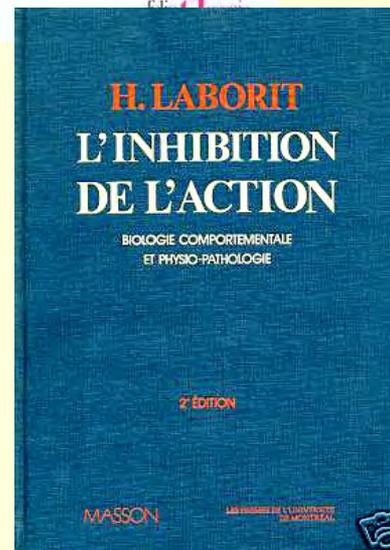
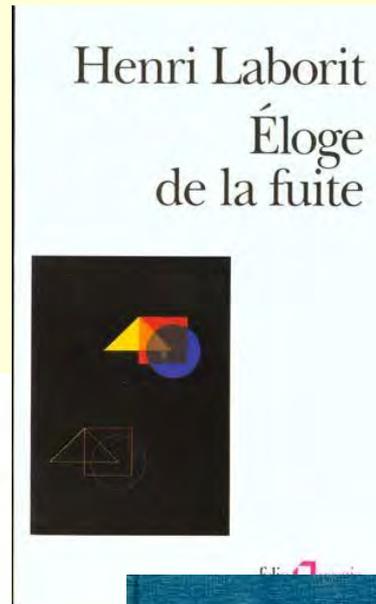
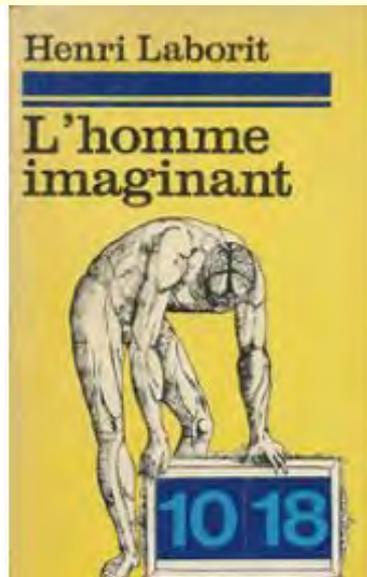
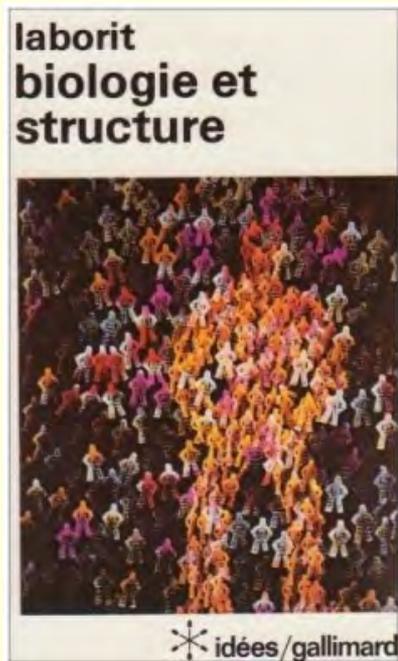
non pas pour leur technique - cela demande des années, voire une vie –

mais à leurs concepts, afin **d'échapper aux limites conceptuelles de leur propre domaine.**

Pour lui, on doit éviter de considérer sa spécialité comme un « **territoire** » où toute intrusion d'une autre discipline déchaîne souvent de l'agressivité ou de la **dominance paternaliste.**



Expérience difficile, donc, pour Laborit, mais qui ne l'a pas pour autant ralenti dans sa promotion d'une **démarche multidisciplinaire** dont ses livres à partir des années 1970 son empreints.

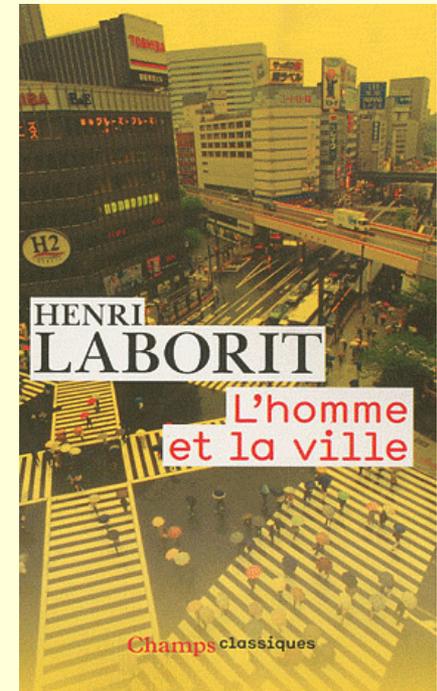


Un mot enfin sur ce qui est à l'origine de  
« **L'homme et la ville** ».

En **octobre 1968**, on propose à Laborit de donner un cours à l'Université de **Paris-Vincennes**, traitant de la biologie des comportements appliquée à **l'urbanisme**.

Son enseignement va durer **cinq ans** et s'intitule:

«**Bio-psycho-sociologie** ».



## L'amphithéâtre ne désemplit pas.

Des étudiants de toutes tendances politiques se retrouvent en fin de journée, afin d'écouter Laborit.



La génération de '68 accueille à bras ouverts les théories de Laborit, qui répond, aux attentes de cette jeunesse révoltée contre le pouvoir et les jugements de valeur qui l'oppressent.

Car Laborit clame haut et fort que c'est à travers **la prise de conscience des déterminismes socioculturels** qui envahissent l'être humain à son insu (rendant ainsi ses comportements automatisés), qu'il pourra se libérer de son angoisse et de son inhibition.

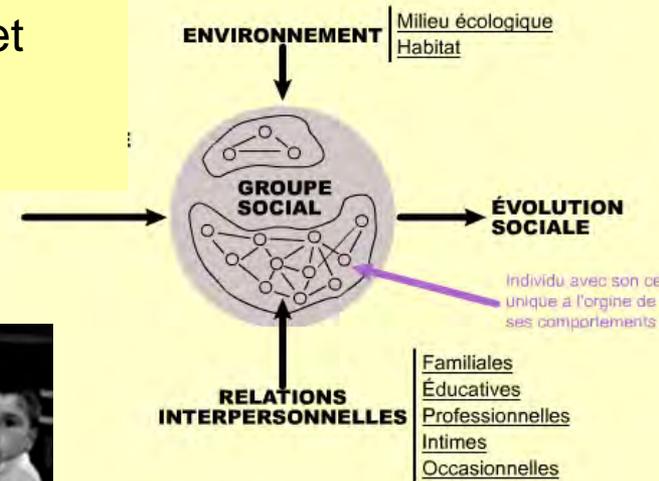
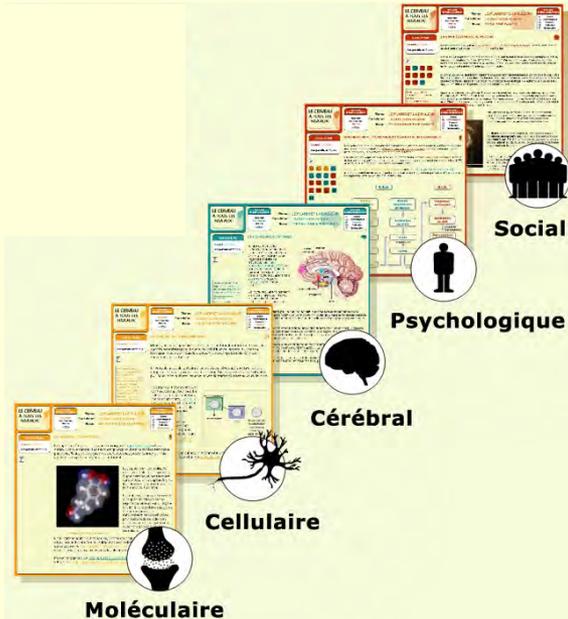


D'ailleurs sur **l'enseignement**, en guise de conclusion, Laborit écrivait :

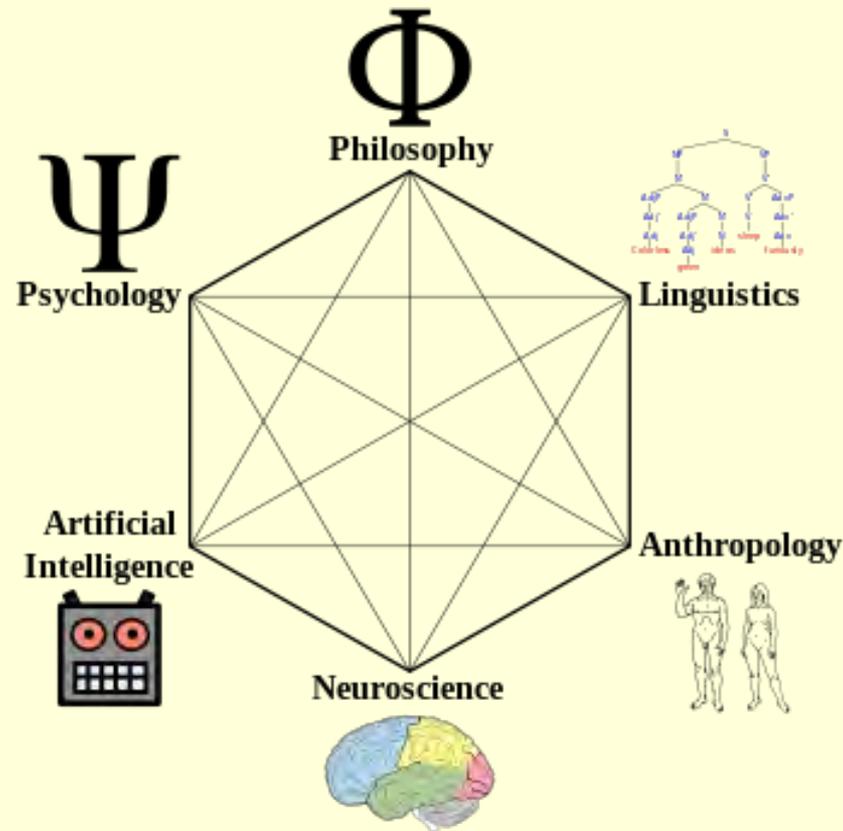
« Chaque heure passée par un enfant sur un banc d'école devrait commencer par définir la structure de ce qui va être dit **dans les structures d'ensemble**.

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. »

F) Autour de Henri Laborit et Francisco Varela : vers une neuropédagogie ?



J'ai l'impression que Laborit  
se sentirait moins seul aujourd'hui  
dans ce réseau transdisciplinaire  
que sont devenues les **sciences cognitives**  
et dont les **neurosciences** font partie.



Avec des congrès  
comme celui-ci

tenu en 2008 et  
ayant pour titre

« Des molécules à  
la pensée ».

Merci de votre  
attention !

D) Fonctions supérieures  
(langage, attention, conscience)

