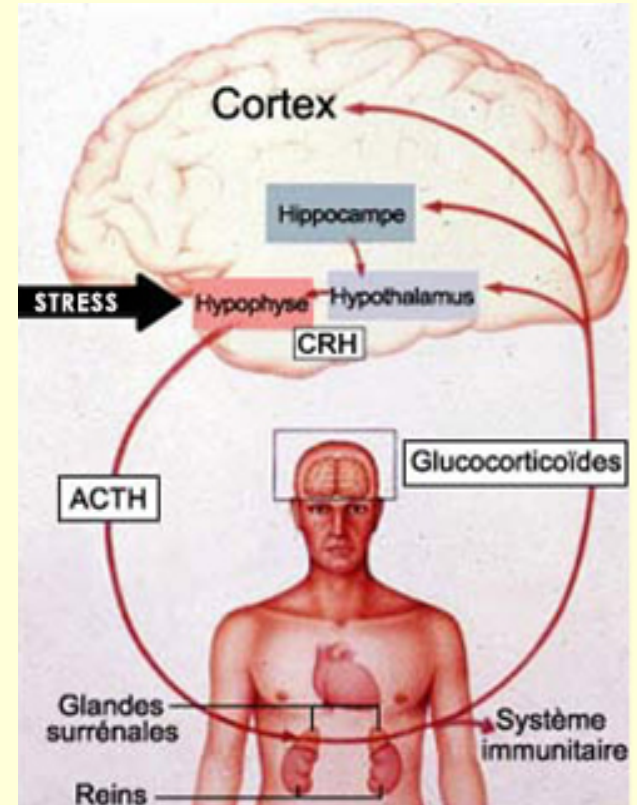
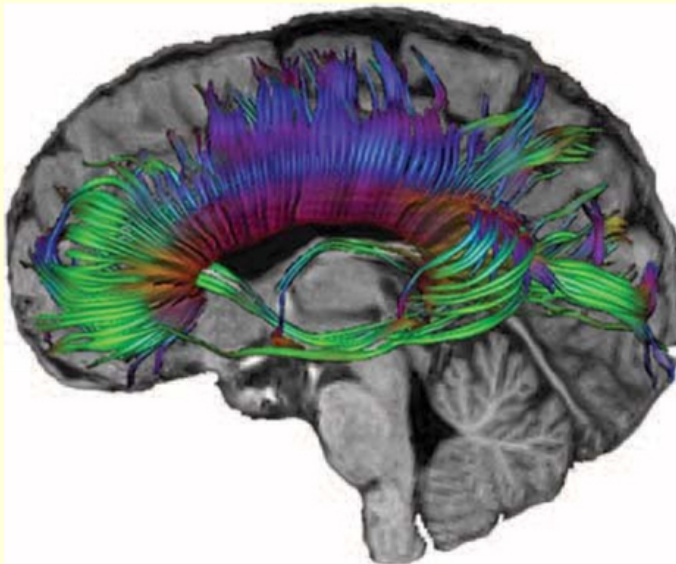


Neurones versus Hormones



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 maniaque-dépression
- Les troubles anxieux
- La démence de type Alzheimer

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Chercher dans le blogue

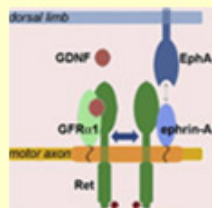
Envoyer

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

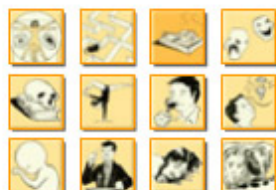
cérébral débutant

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

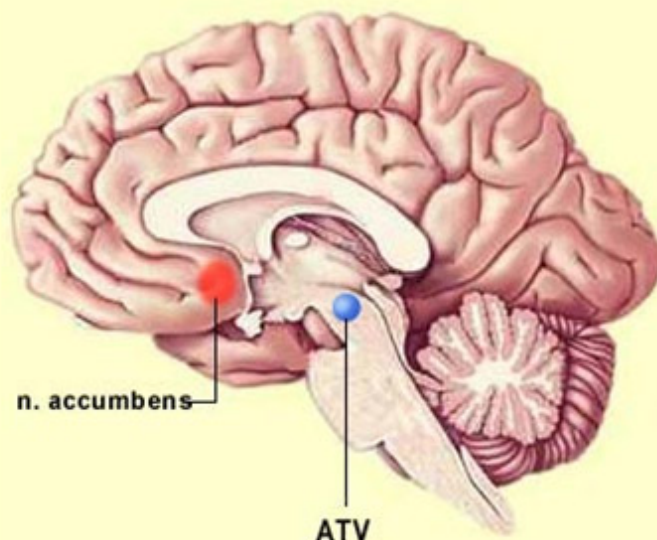


Un stimulus sensoriel qui n'apporte ni récompense ni punition est rapidement ignoré et oublié. C'est le phénomène de l'habituation qui nous fait oublier le contact de nos vêtements avec notre peau ou le tic tac de l'horloge du bureau.

LES CENTRES DU PLAISIR

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

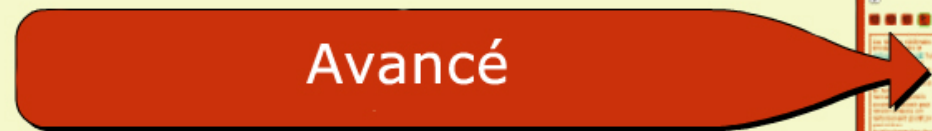
Niveau d'explication

Débutant

Intermédiaire

Avancé

◀ ◻ ▶



LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

LE FONCTIONNEMENT DU CERVEAU

LE FONCTIONNEMENT DU CERVEAU

LE FONCTIONNEMENT DU CERVEAU



LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

LA PLÈNE ET LA PLÈNE

LA PLÈNE ET LA PLÈNE

LA PLÈNE ET LA PLÈNE



LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

LA PLÈNE ET LA PLÈNE

LA PLÈNE ET LA PLÈNE

LA PLÈNE ET LA PLÈNE



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

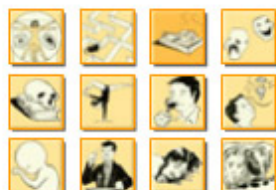
cérébral débutant

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

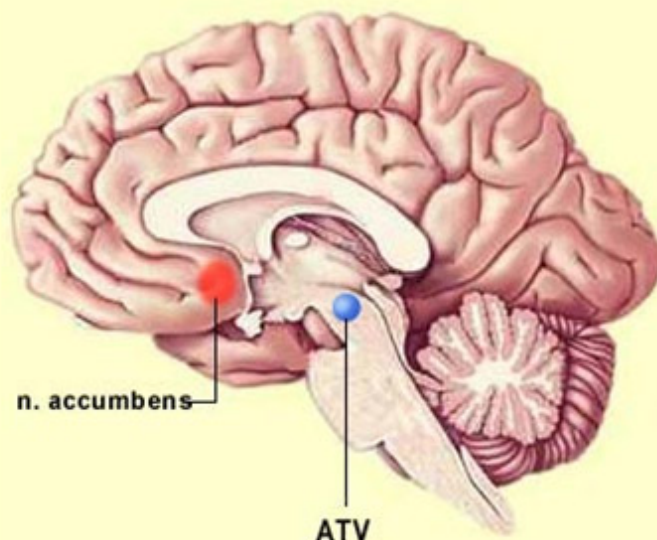


Un stimulus sensoriel qui n'apporte ni récompense ni punition est rapidement ignoré et oublié. C'est le phénomène de l'habituation qui nous fait oublier le contact de nos vêtements avec notre peau ou le tic tac de l'horloge du bureau.

LES CENTRES DU PLAISIR

1

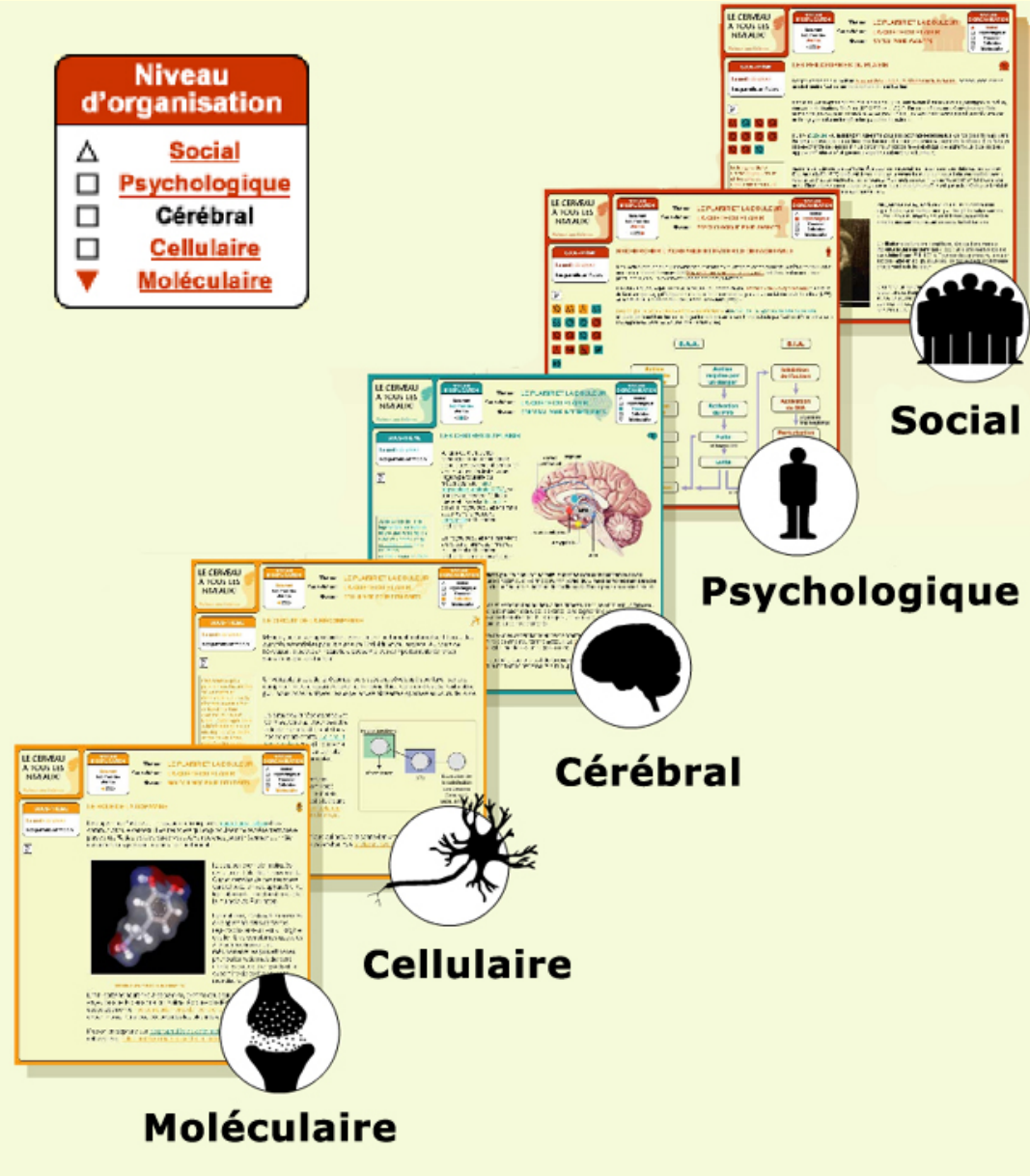
Pour qu'une espèce survive, ses individus doivent en premier lieu assurer leurs fonctions vitales comme se nourrir, réagir à l'agression et se reproduire. L'évolution a donc mis en place dans notre cerveau des régions dont le rôle est de "récompenser" l'exécution de ces fonctions vitales par une sensation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



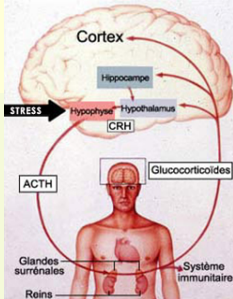
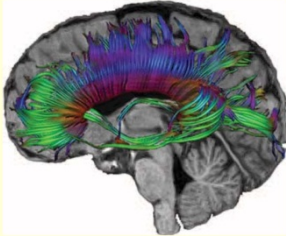
Ce sont ces régions, interconnectées entre elles, qui forment ce que l'on appelle le **circuit de la récompense**.

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.

5 niveaux d'organisation



Neurones versus Hormones



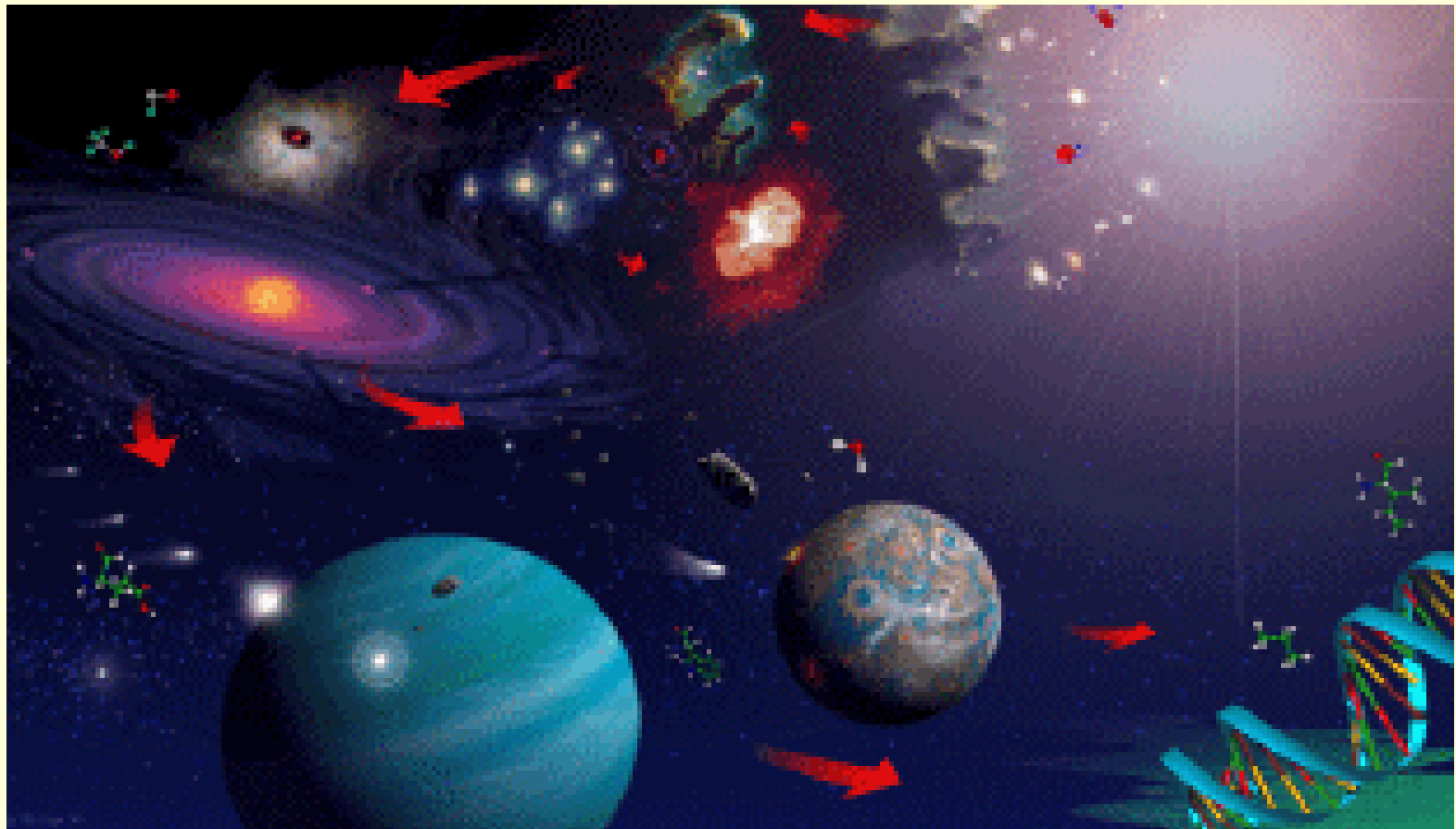
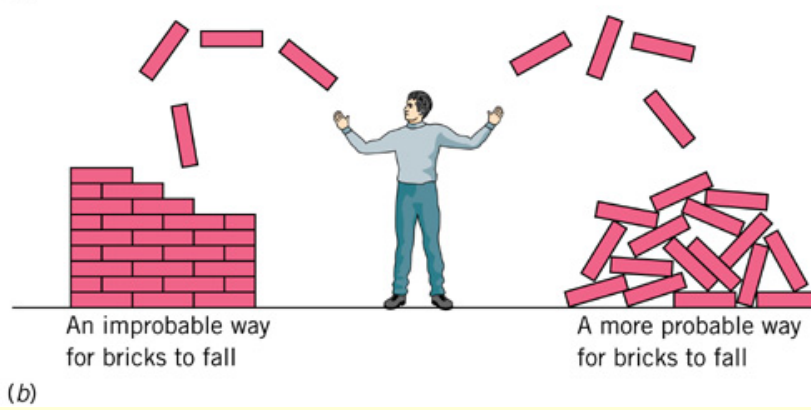
Psychologique

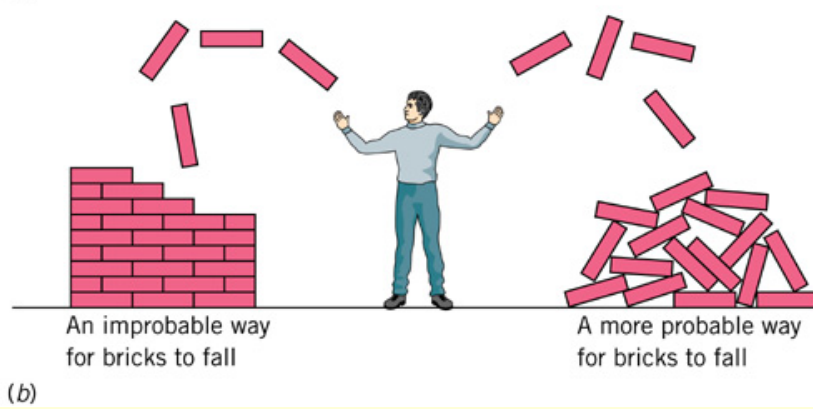
Cérébral

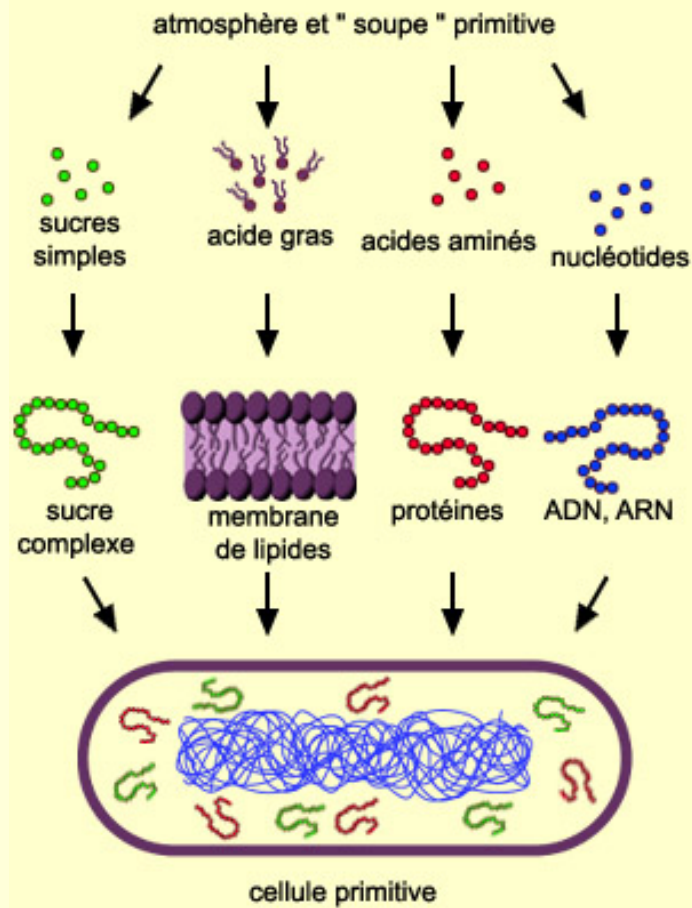
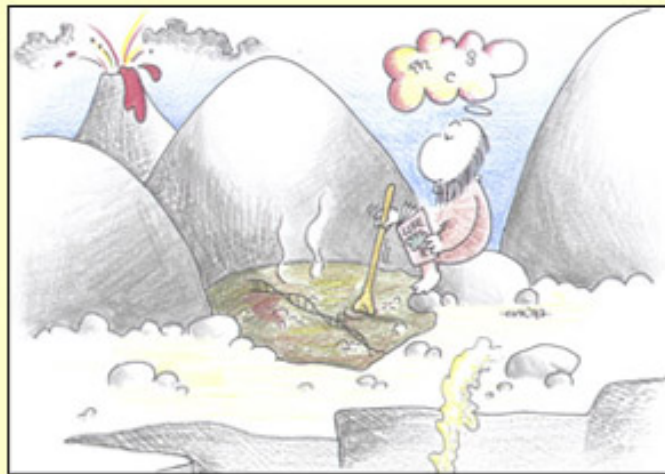
Cellulaire

Cellulaire

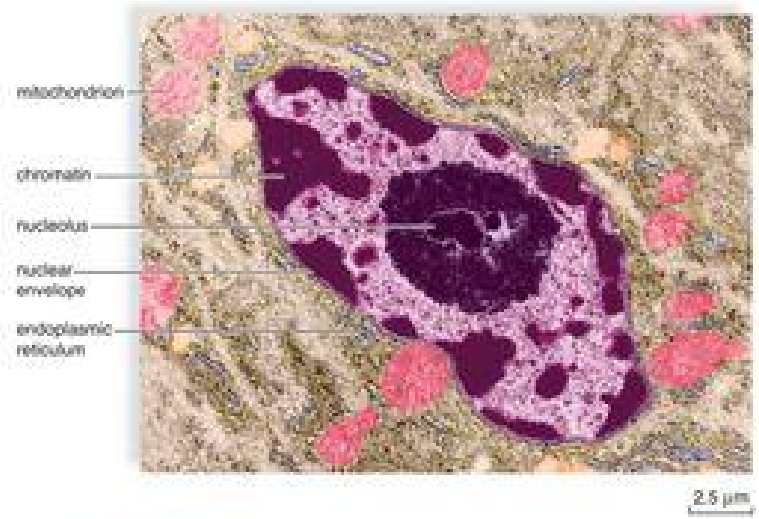
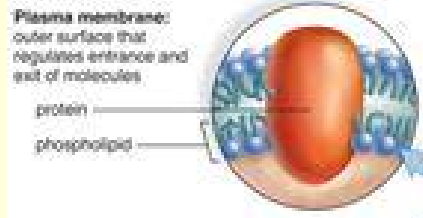
Moléculaire







Or les systèmes vivants sont hyper-organisés !



Cytoskeleton: maintains cell shape and assists movement of cell parts:

- Microtubules:** protein cylinders that move organelles
- Intermediate filaments:** protein fibers that provide stability of shape
- Actin filaments:** protein fibers that play a role in change of shape

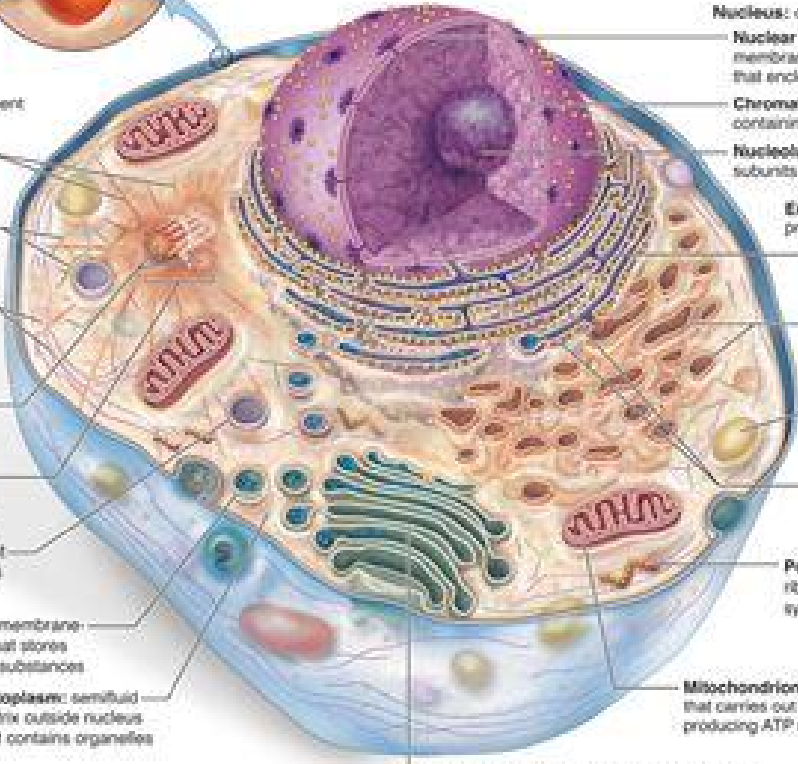
Centrioles*: short cylinders of microtubules of unknown function

Centrosome: microtubule organizing center that contains a pair of centrioles

Lysosome*: vesicle that digests macromolecules and even cell parts

Vesicle: small membrane-bounded sac that stores and transports substances

Cytoplasm: semifluid matrix outside nucleus that contains organelles



Nucleus: command center of cell

Nuclear envelope: double membrane with nuclear pores that encloses nucleus

Chromatin: diffuse threads containing DNA and protein

Nucleolus: region that produces subunits of ribosomes

Endoplasmic reticulum: protein and lipid metabolism

Rough ER: studded with ribosomes that synthesize proteins

Smooth ER: lacks ribosomes, synthesizes lipid molecules

Peroxisome: vesicle that is involved in fatty acid metabolism

Ribosomes: particles that carry out protein synthesis

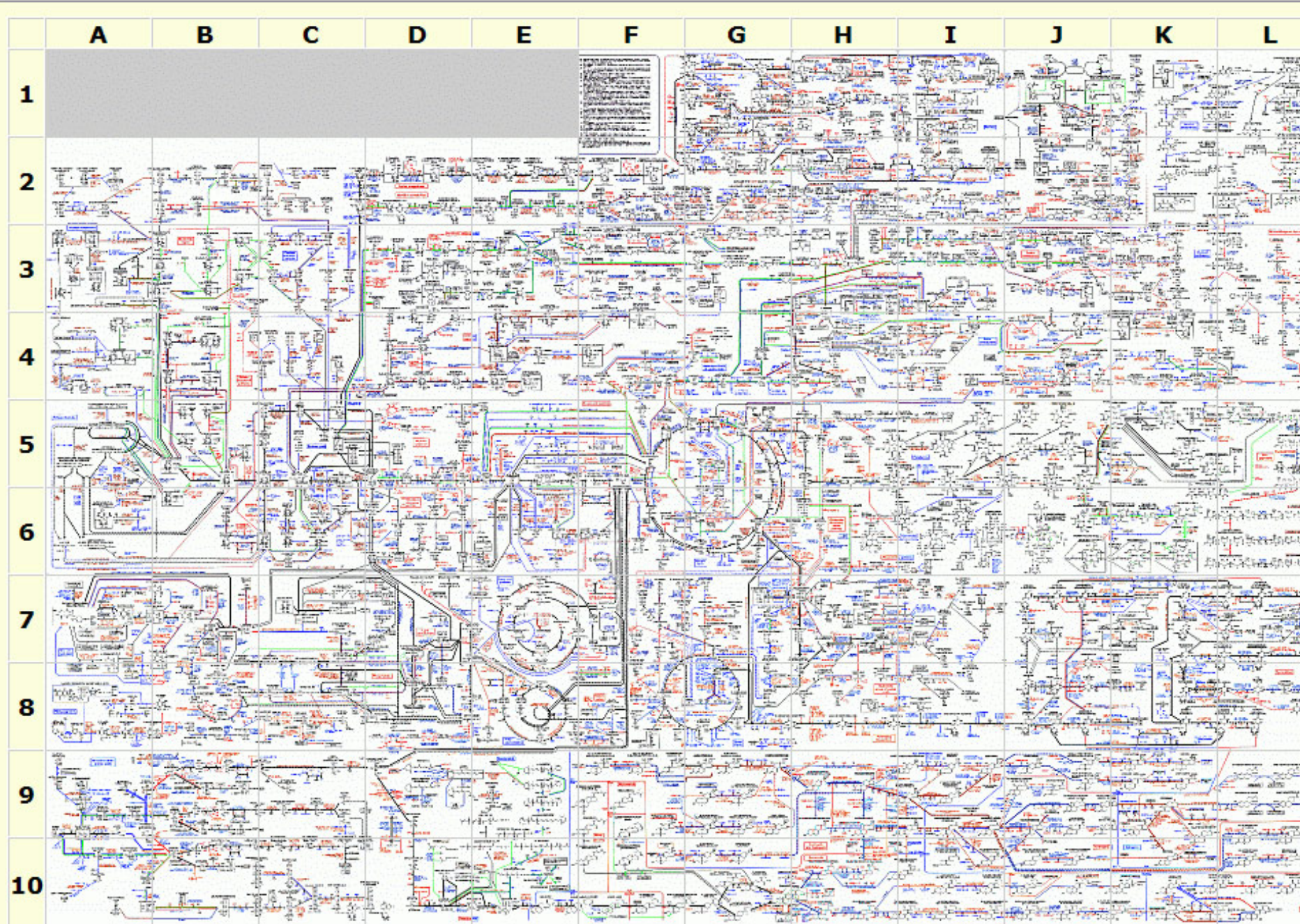
Polyribosome: string of ribosomes simultaneously synthesizing same protein

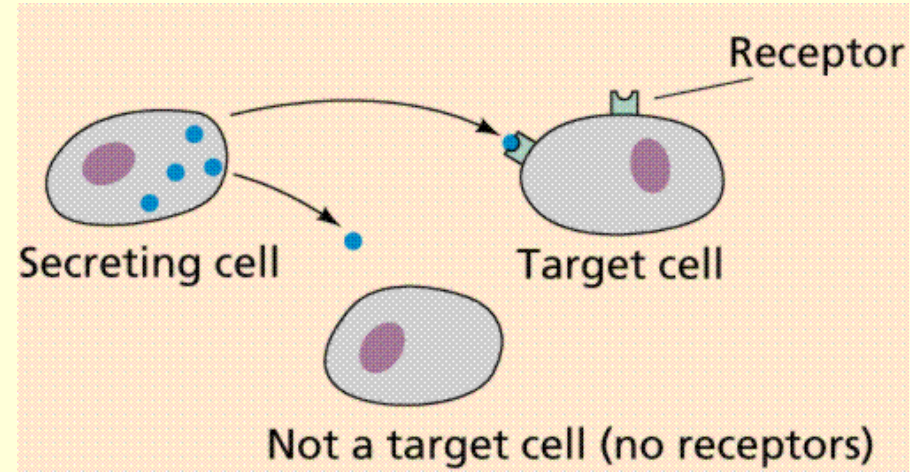
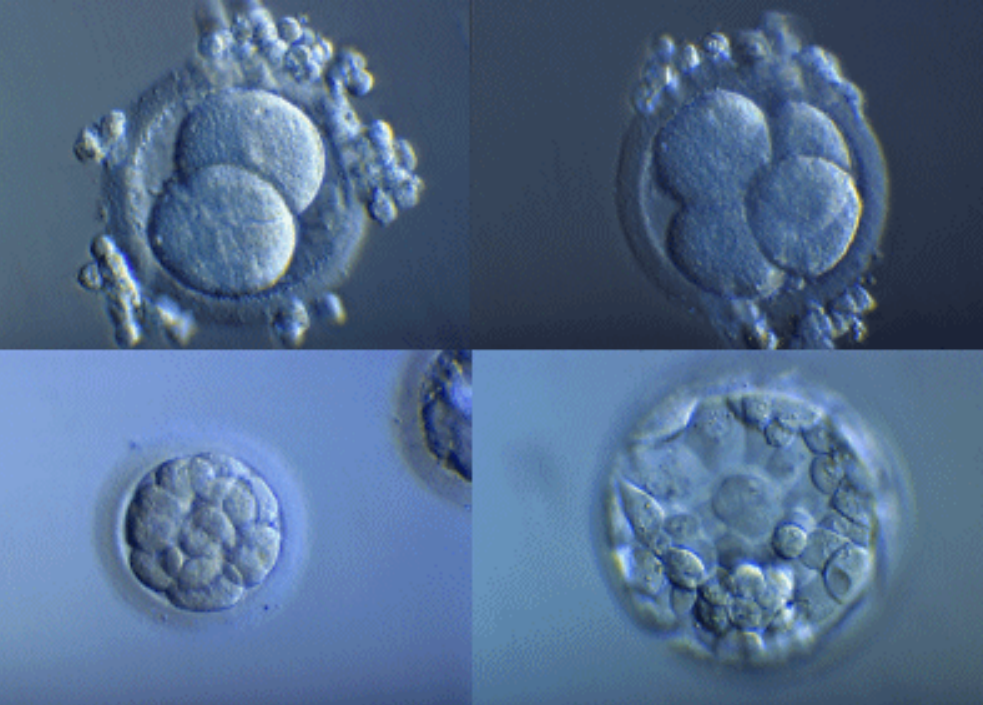
Mitochondrion: organelle that carries out cellular respiration, producing ATP molecules

Golgi apparatus: processes, packages, and secretes modified proteins

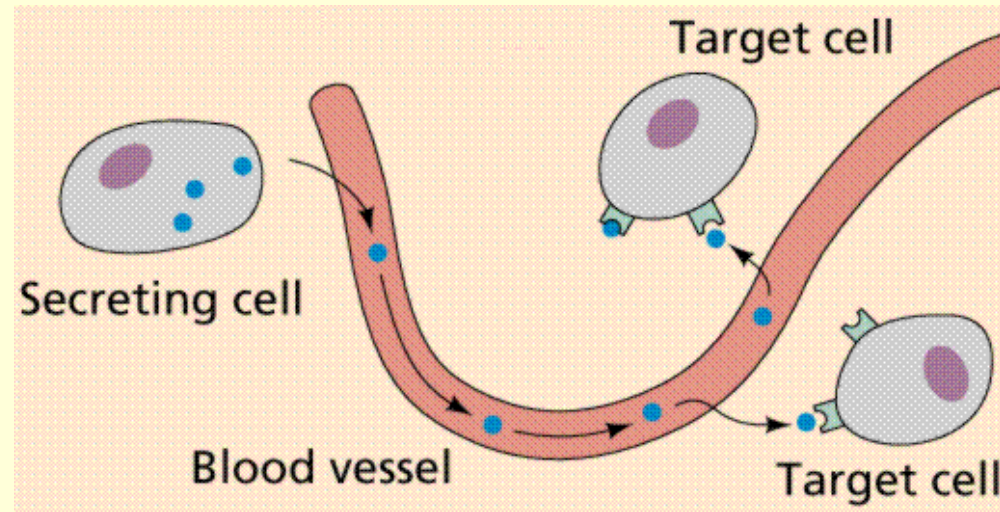
*not in plant cells

Biochemical Pathways - Metabolic Pathways





Hormones !



« 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

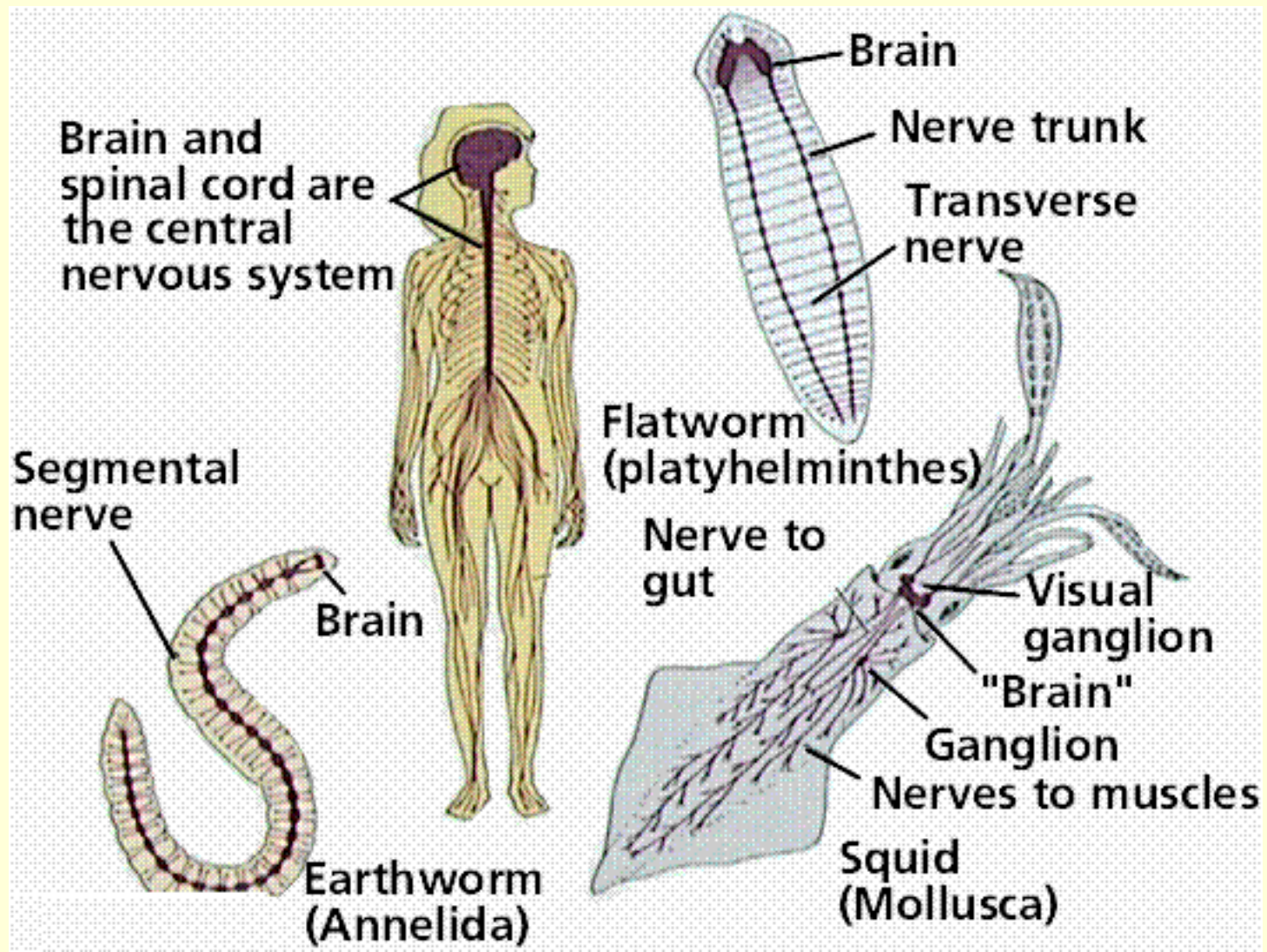
grâce à l'énergie du soleil

Animaux :

autonomie motrice

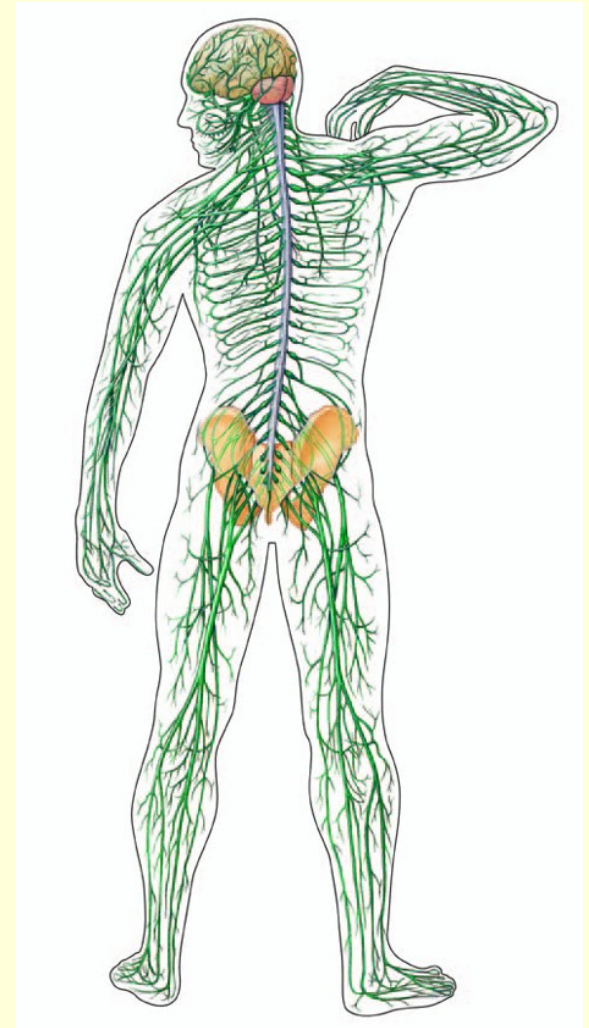
pour trouver leurs ressources
dans l'environnement

Systemes nerveux !



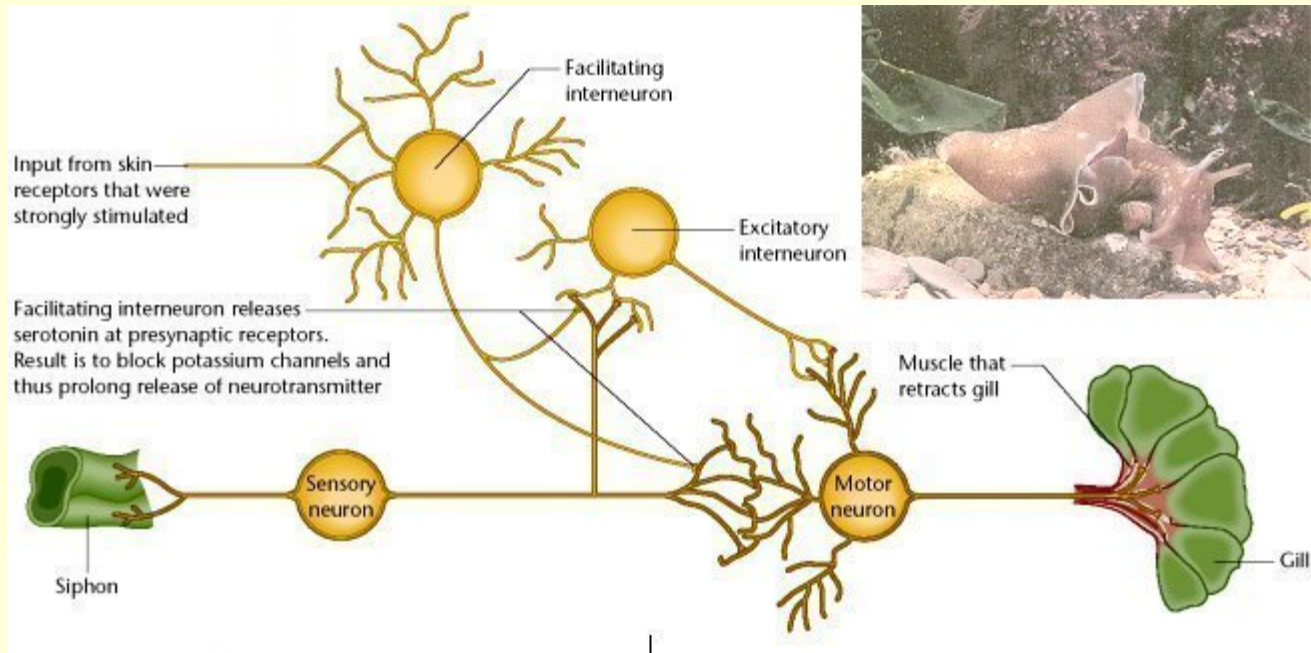
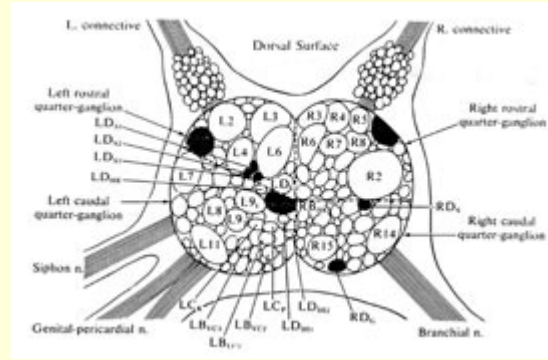
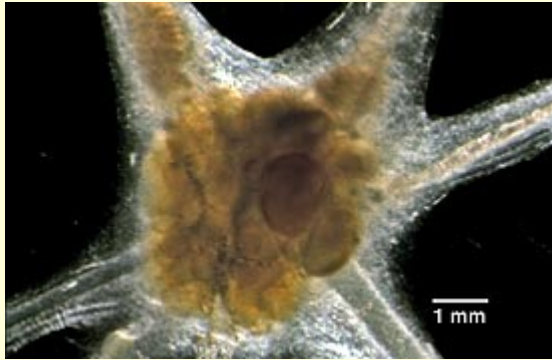
« Je peux
donc **je suis** »

- Evan Thompson

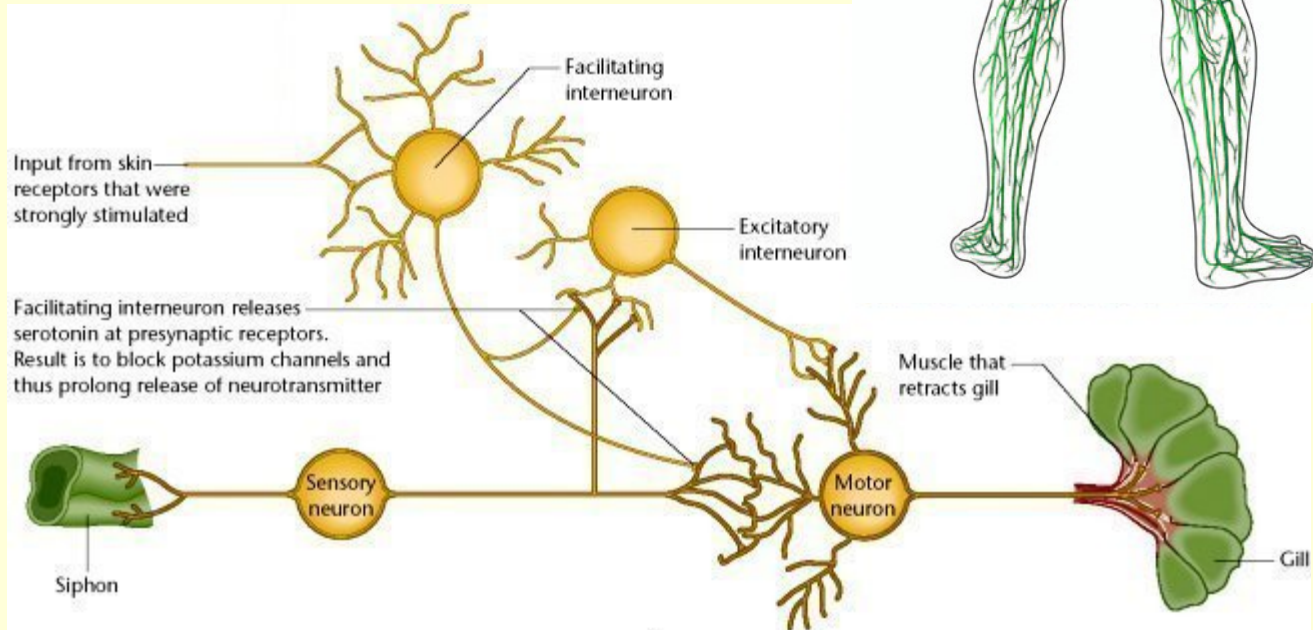
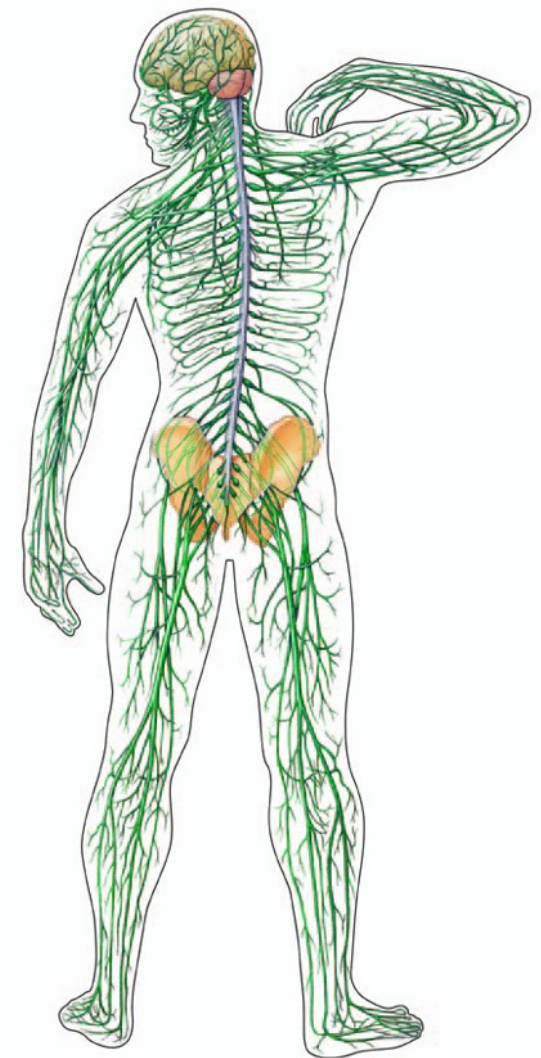


Aplysie

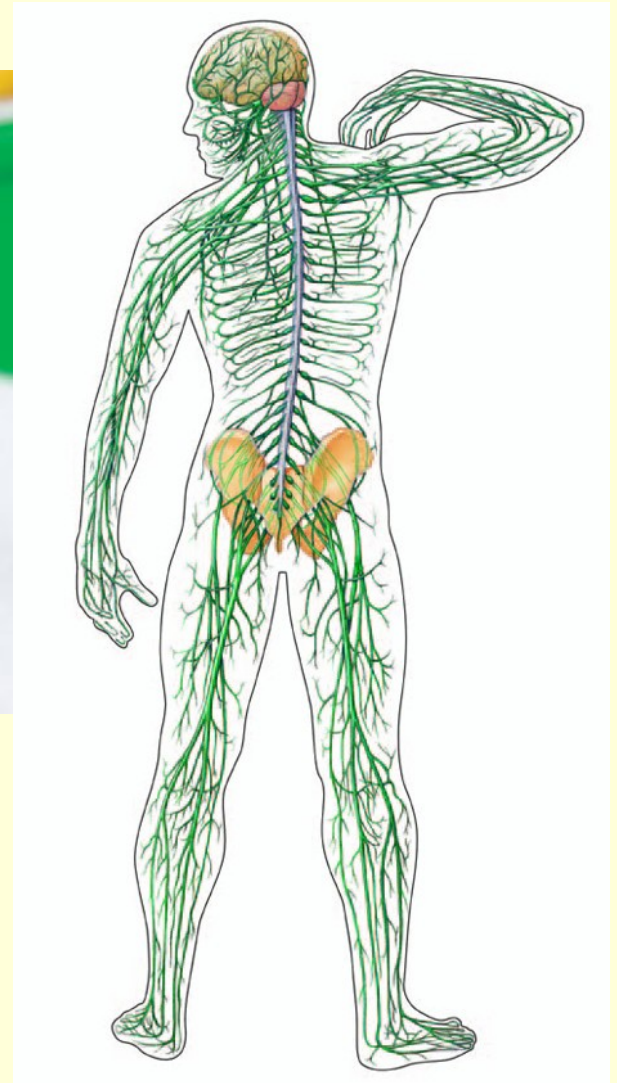
(mollusque marin)



Le cerveau humain,
comme les inter-
neurones de l'Aplysie,
va moduler la boucle
perception – action.



Le cerveau humain,
comme les inter-
neurones de l'Aplysie,
va **moduler la boucle**
perception – action.

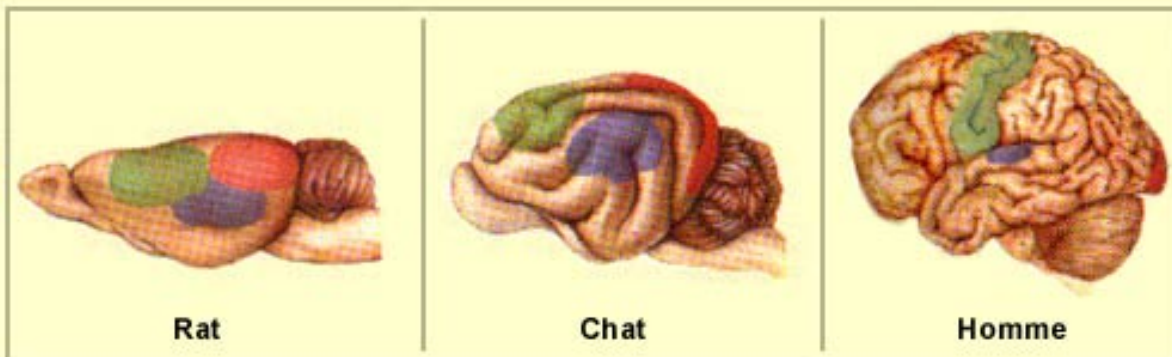


Proportion des régions sensorielles primaire

Vert : toucher

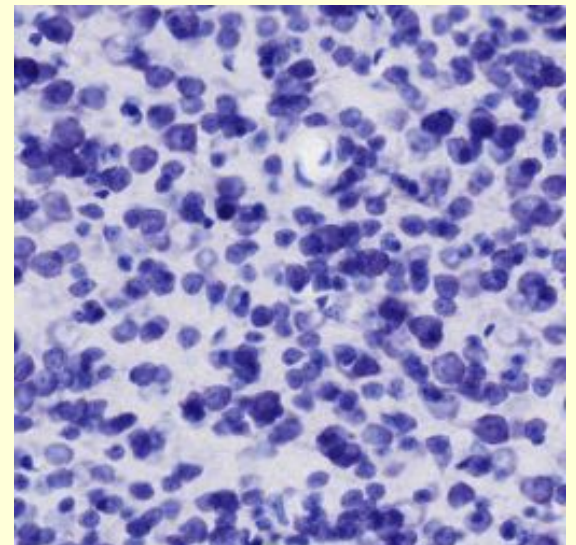
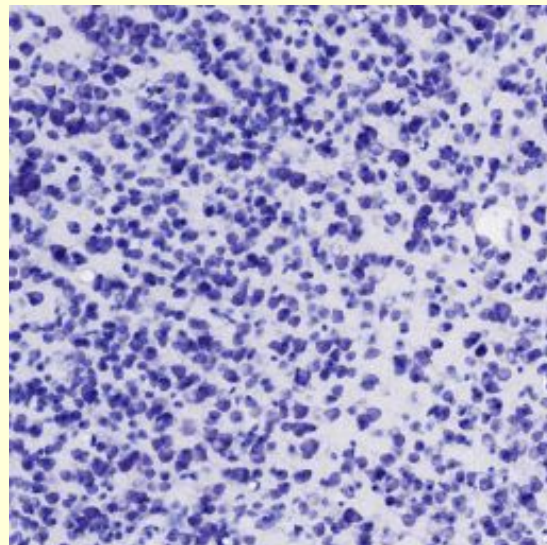
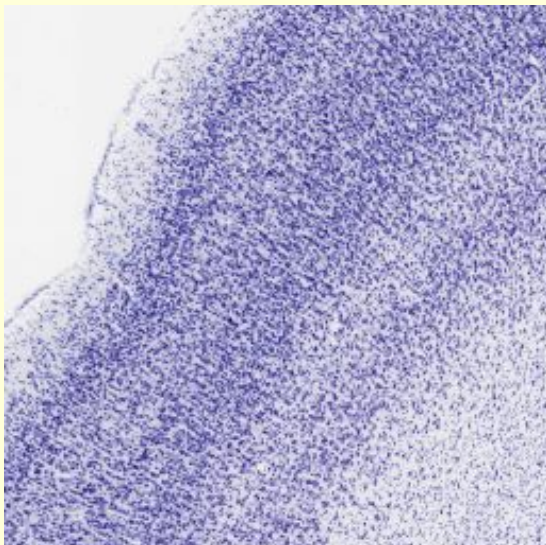
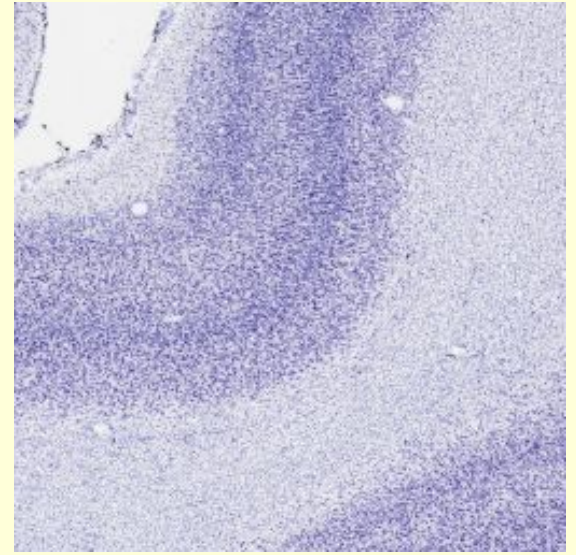
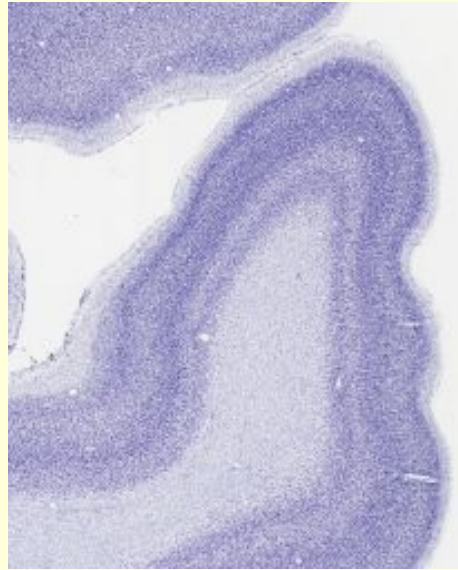
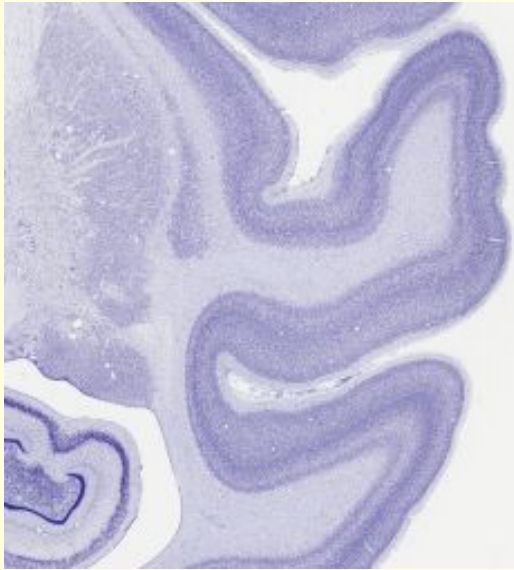
Rouge : vision

Bleu : audition

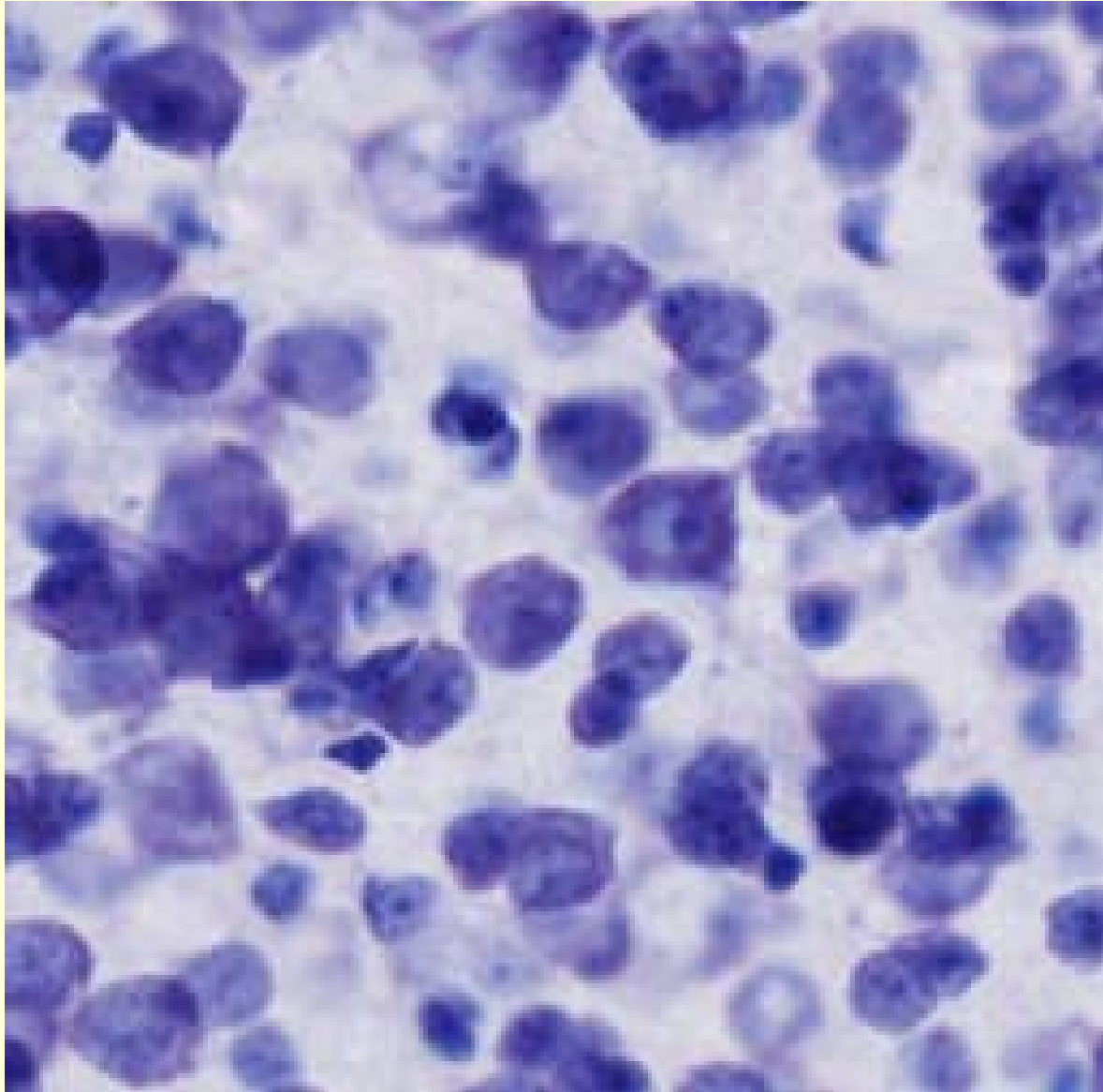


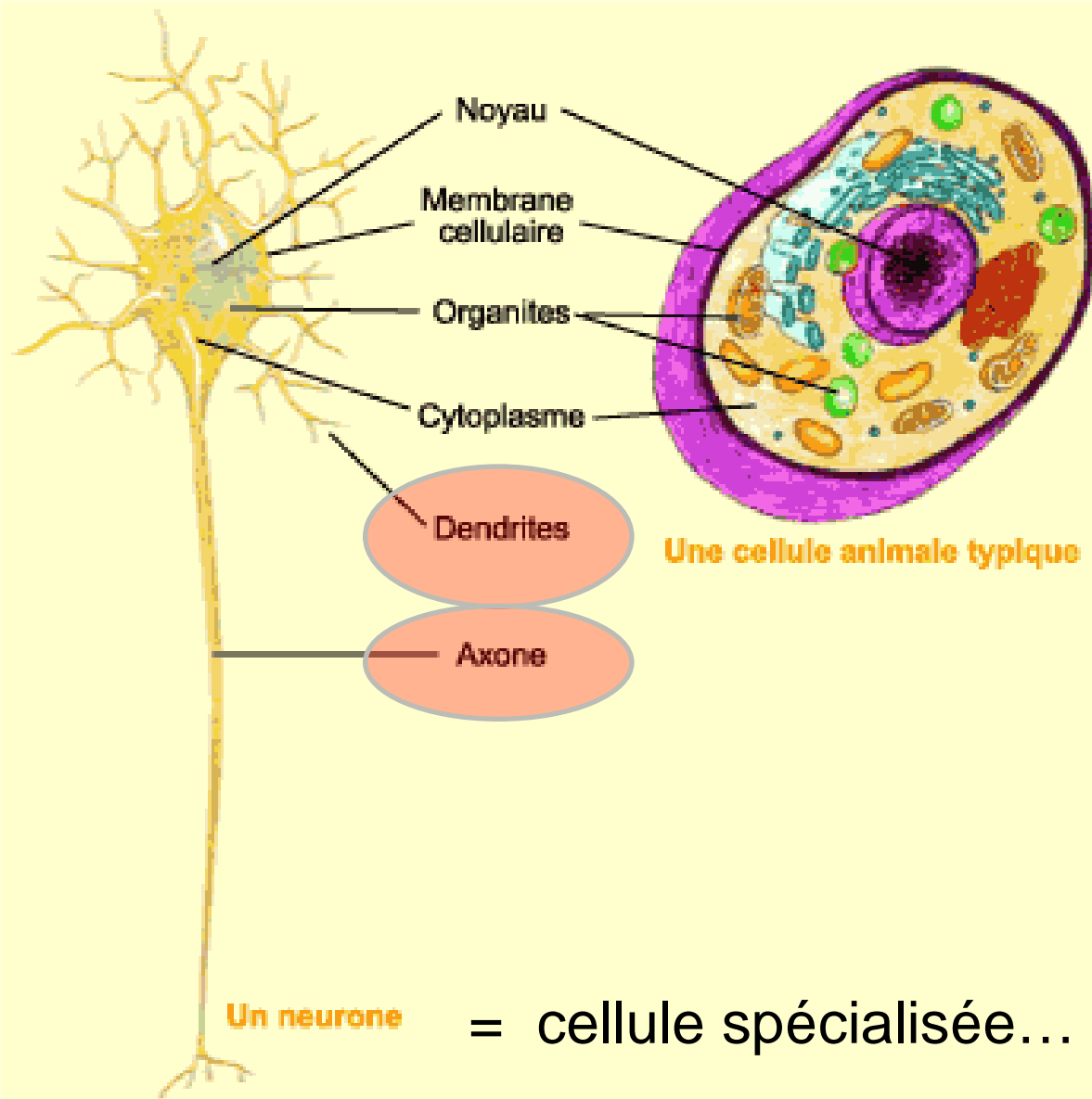


zoom in sur sa région foncée, aussi appelée matière grise...

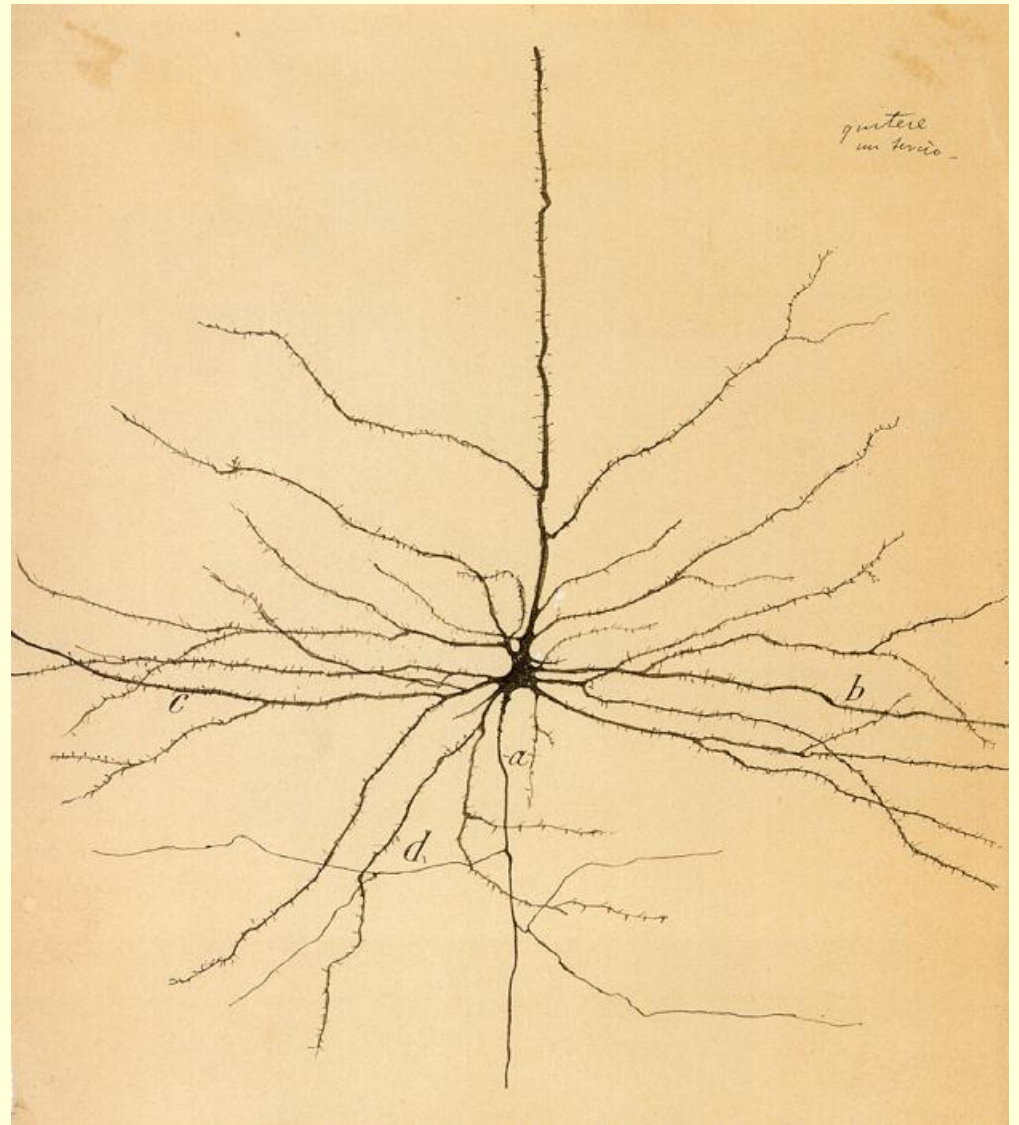


matière grise : corps cellulaires des cellules du cerveau, les neurones



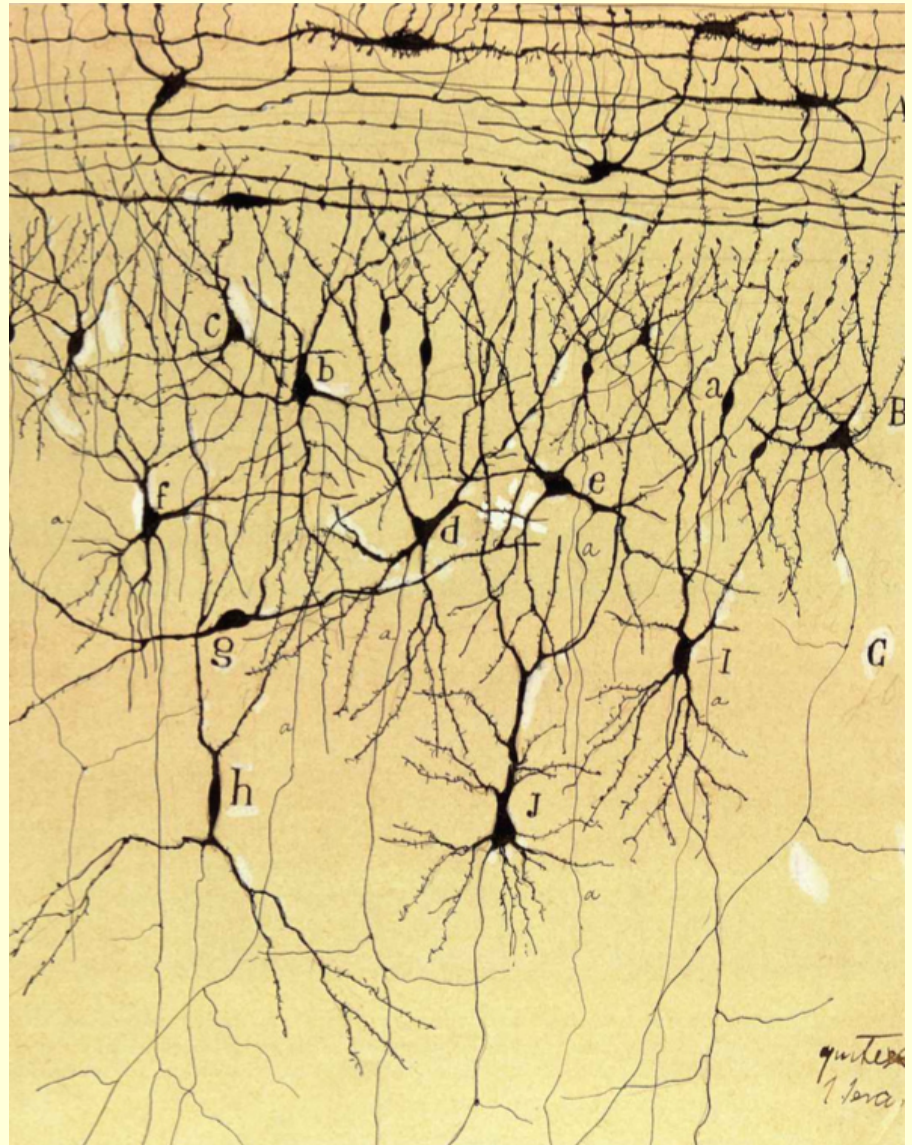


une des plus anciennes techniques de coloration, la coloration de Golgi, permettait déjà de voir ces prolongements au début du XXe siècle



Neurone pyramidal du cortex moteur

permettait aussi d'observer
que ces cellules nerveuses
sont organisées en **couches**
d'épaisseur variables selon
les différentes régions du **cortex**



Santiago Ramón y Cajal
Capas 1ª y 2ª de la corteza olfativa de la circunvolución del hipocampo del niño, n. 1901
© Herederos de Ramón y Cajal

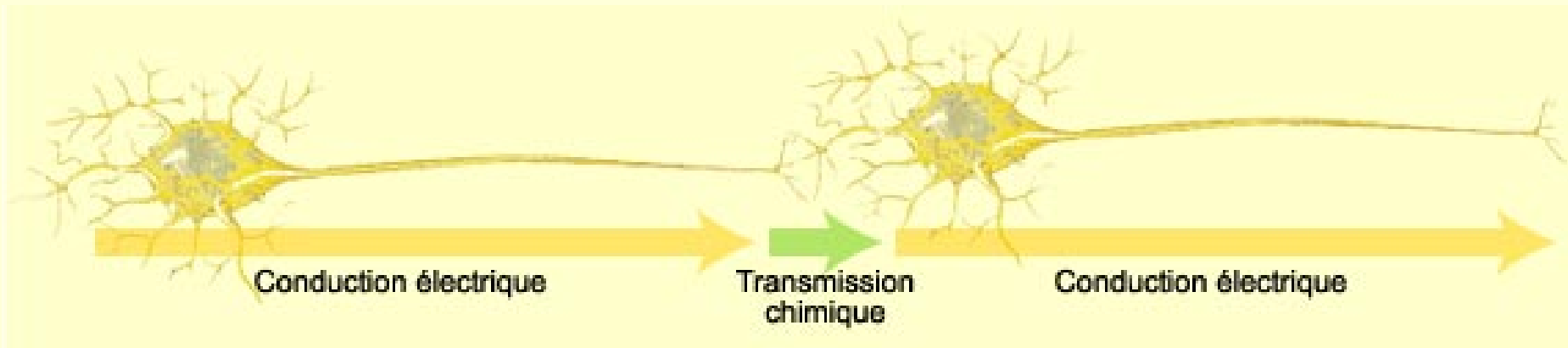
« Cortex olfactif de la région de l'hippocampe, 1901

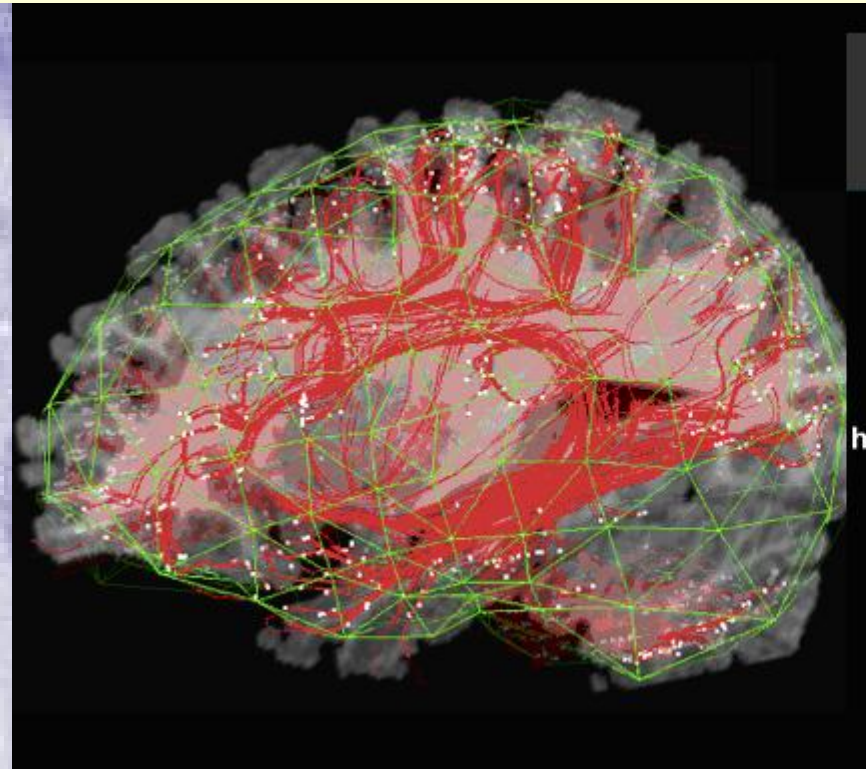
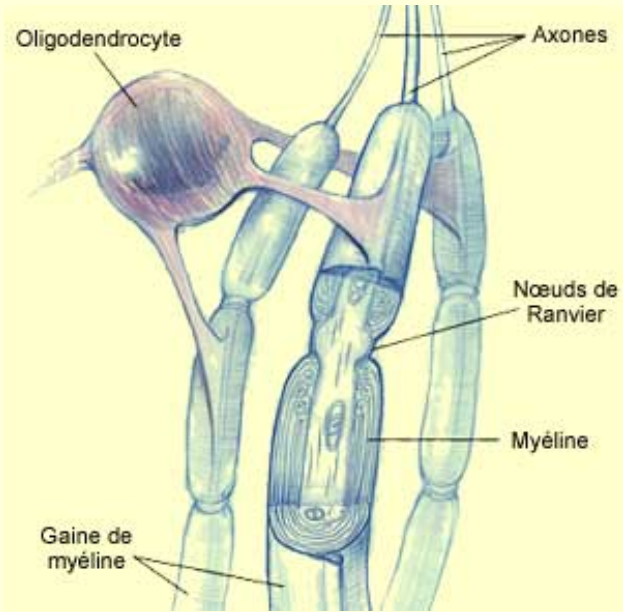


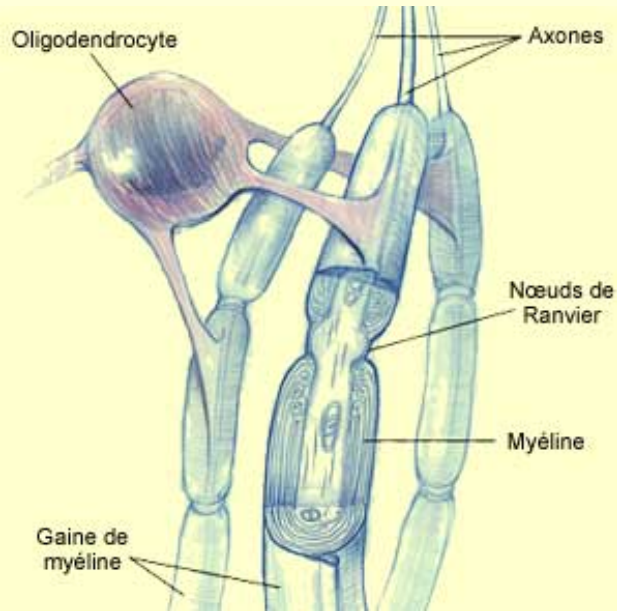


Des dendrites et des axones...

... pour communiquer avec d'autres neurones

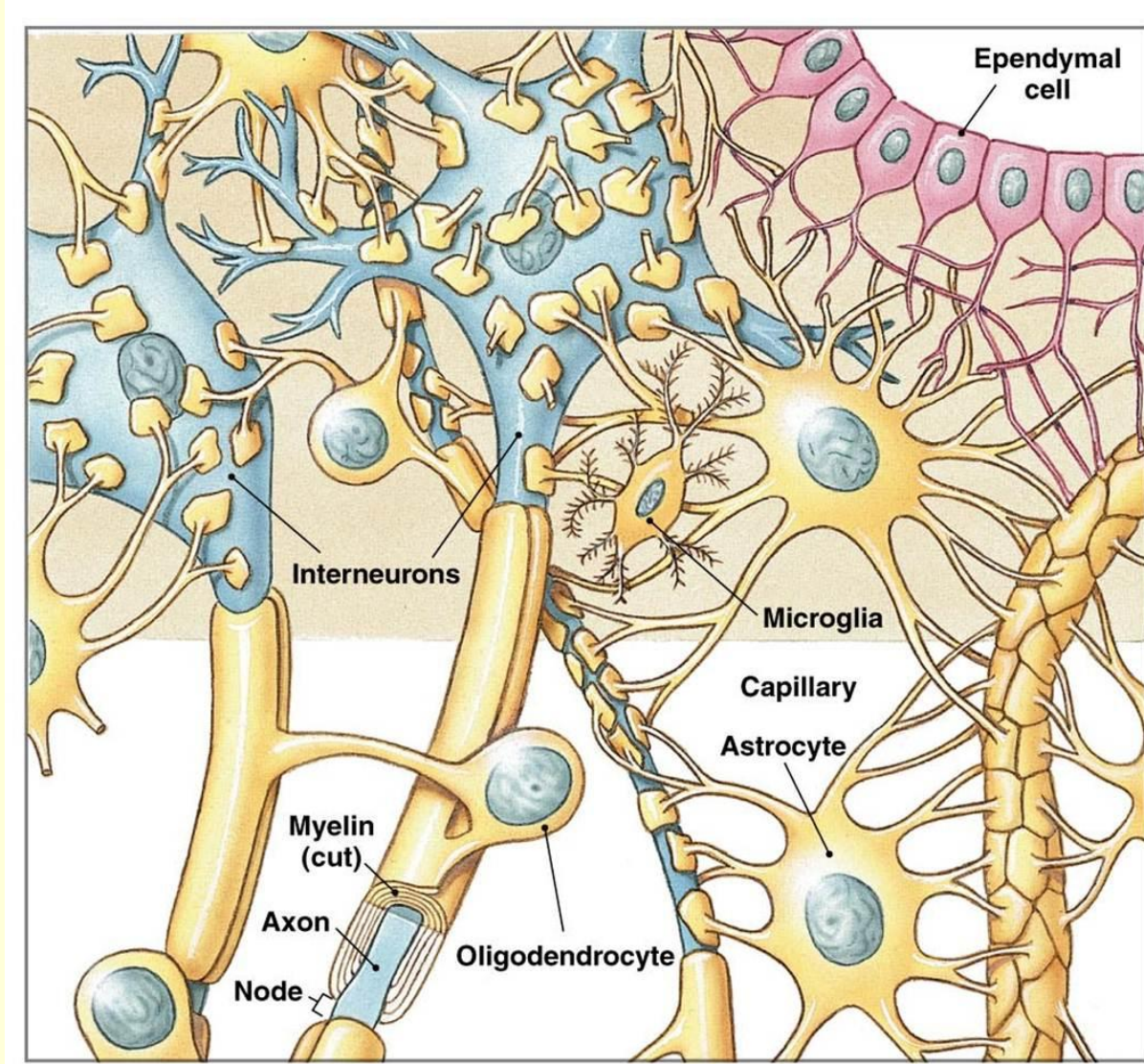






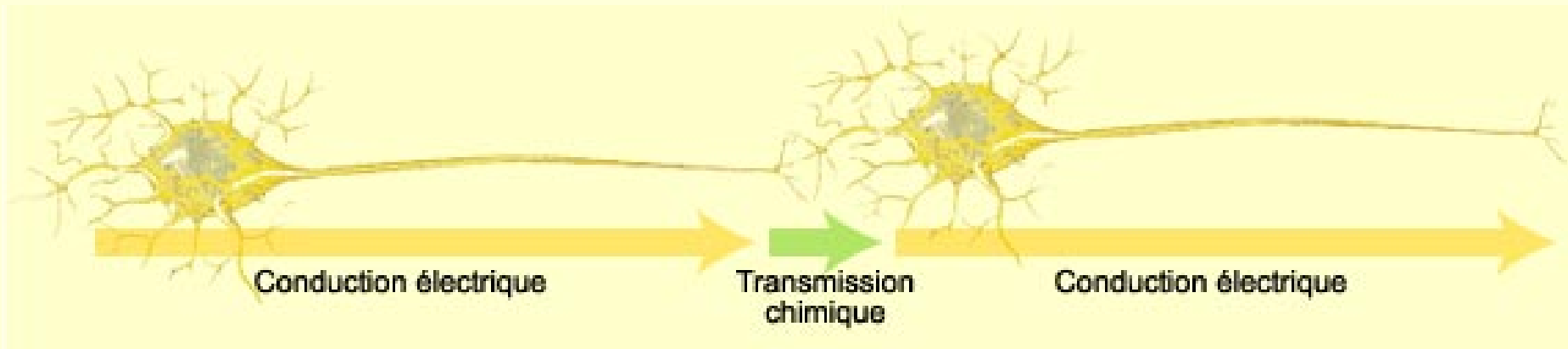
85 000 000 000
neurones...

...mais aussi
 85 000 000 000
cellules gliales !



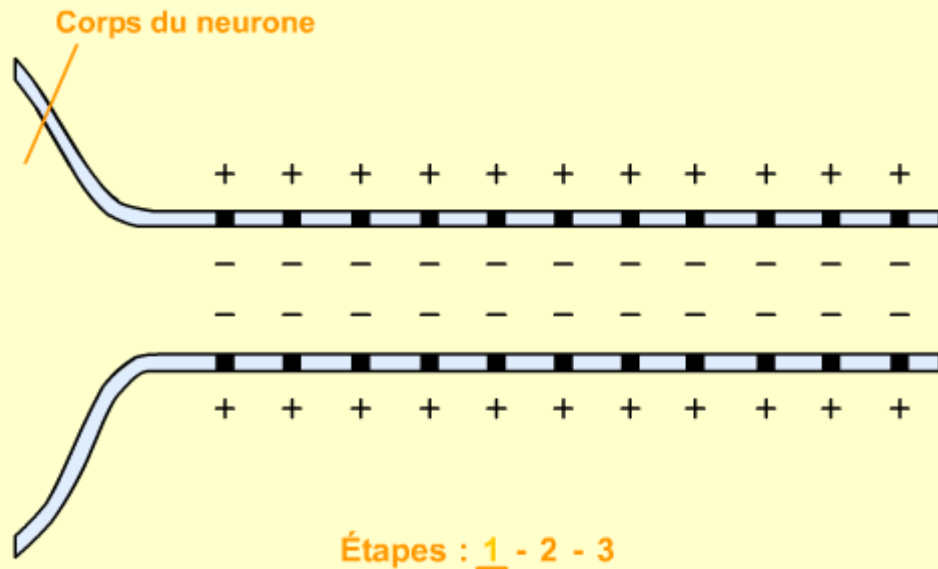
Des dendrites et des axones...

... pour communiquer avec d'autres neurones



la conduction **électrique**

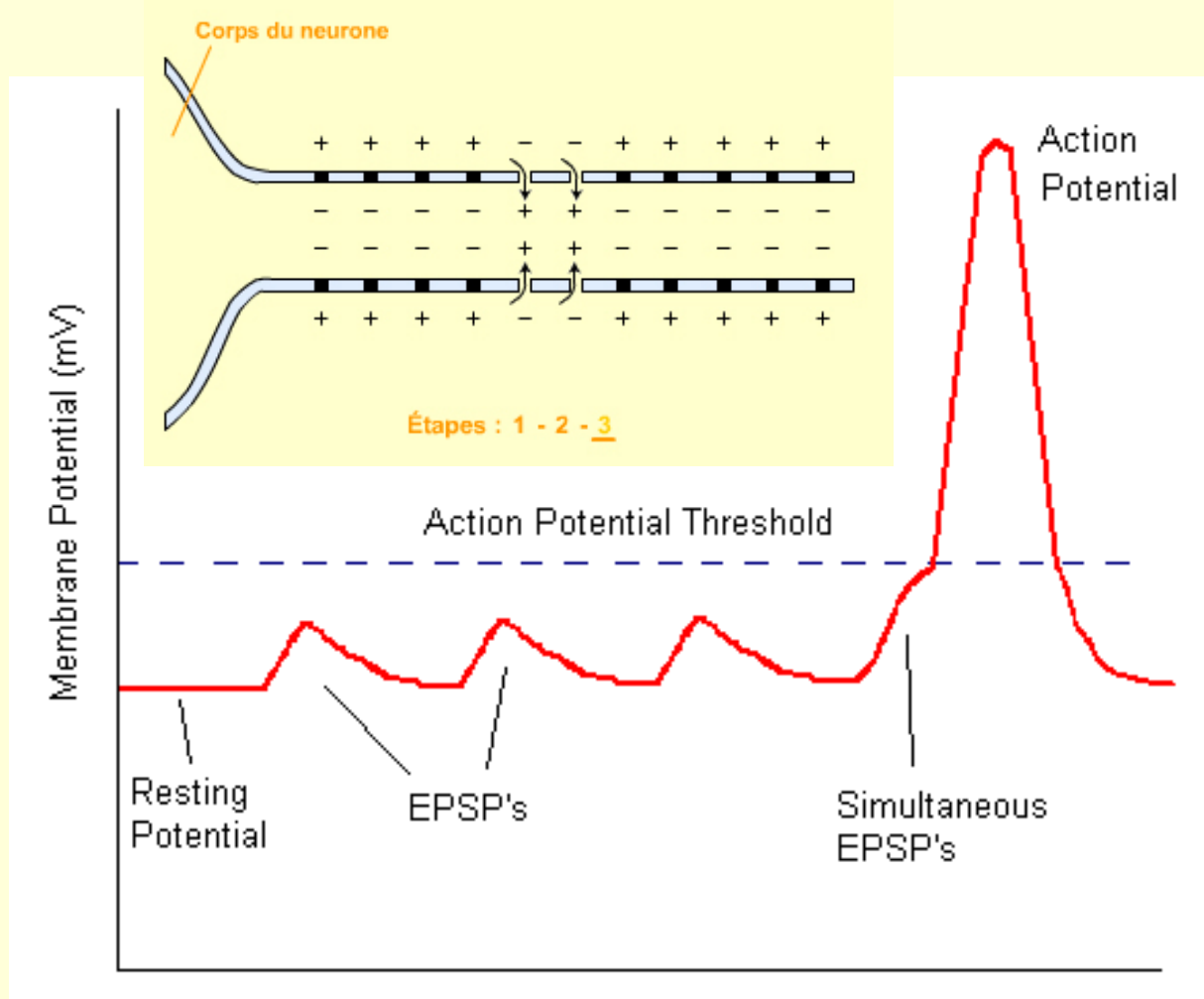
1. À l'état de repos, les canaux de la membrane du neurone créent une répartition inégale des charges : davantage de charges négatives à l'intérieur et plus de charges positives à l'extérieur.



conduction **électrique**, ou plutôt **électrochimique**

a lieu le long de l'axone

consiste en une dépolarisation locale de la membrane qui se transmet de proche en proche et qui se régénère sans perte d'amplitude



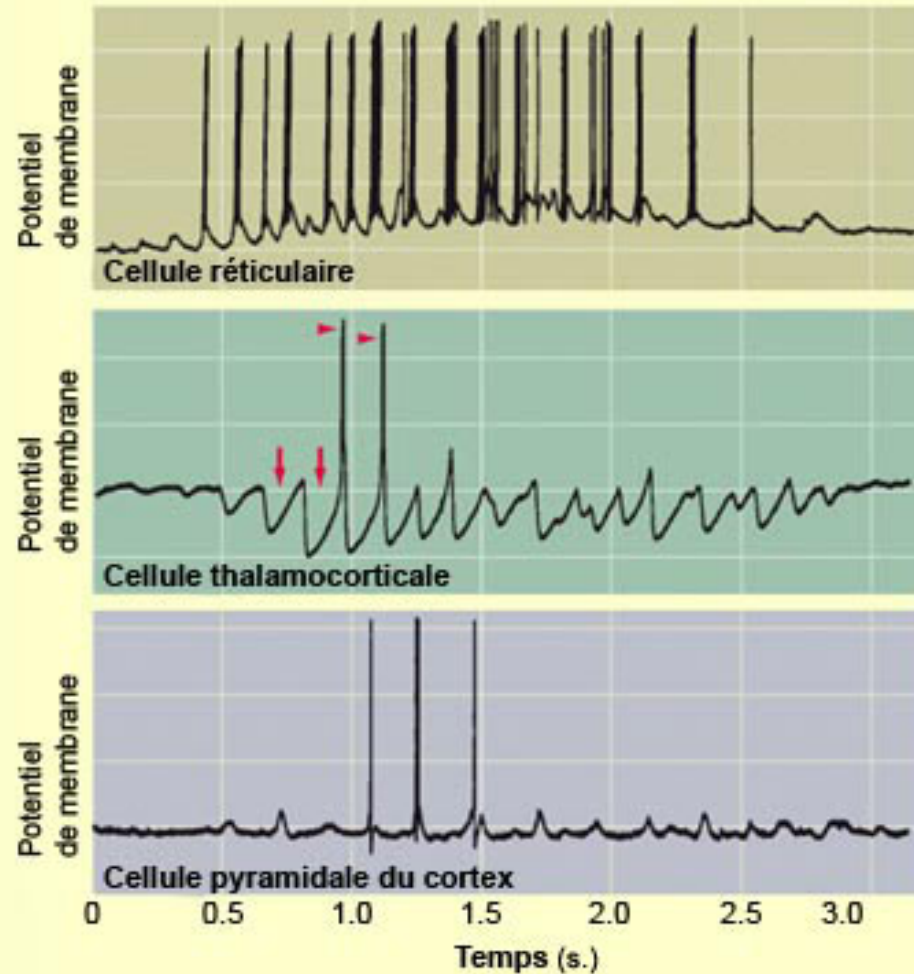
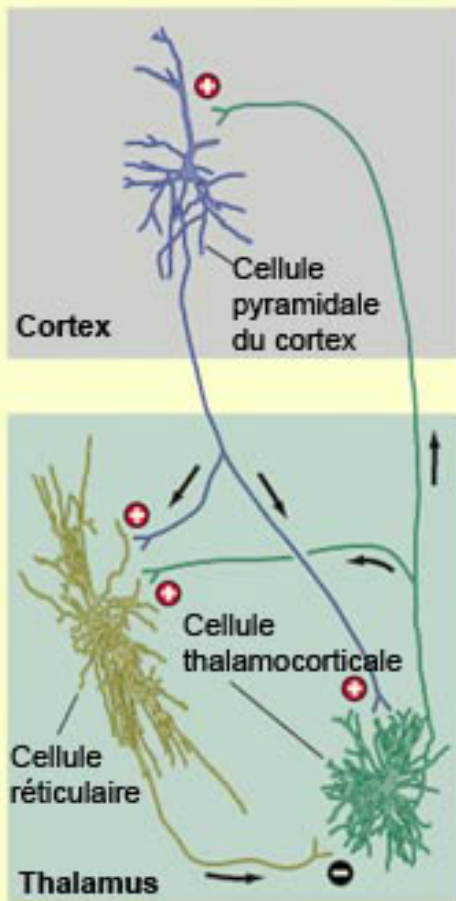
le « **potentiel d'action** », que l'on visualise ainsi sur un oscilloscope, se déclenche de manière « **tout ou rien** » quand l'excitation atteint un certain **seuil**

neurone = véritable
intégrateur en temps
réel de toutes les
excitations et
inhibitions reçues

4) le neurone reçoit un potentiel
excitateur qui n'est pas assez fort pour
déclencher un potentiel d'action (neurose)



Figure 1-8-0

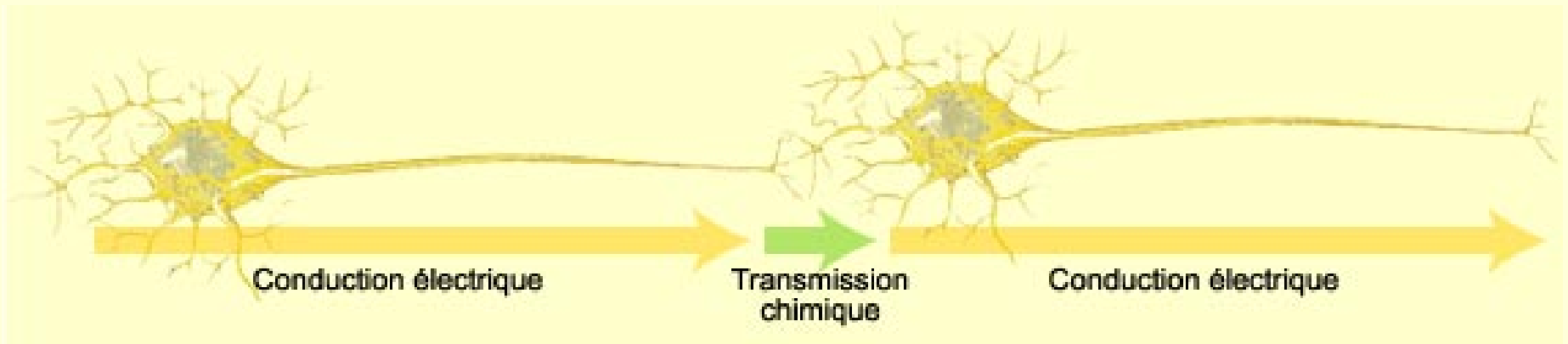


grâce à leurs prolongements, les neurones créent des **réseaux très interconnectés** où l'activité d'un neurone peut influencer l'activité de plusieurs autres

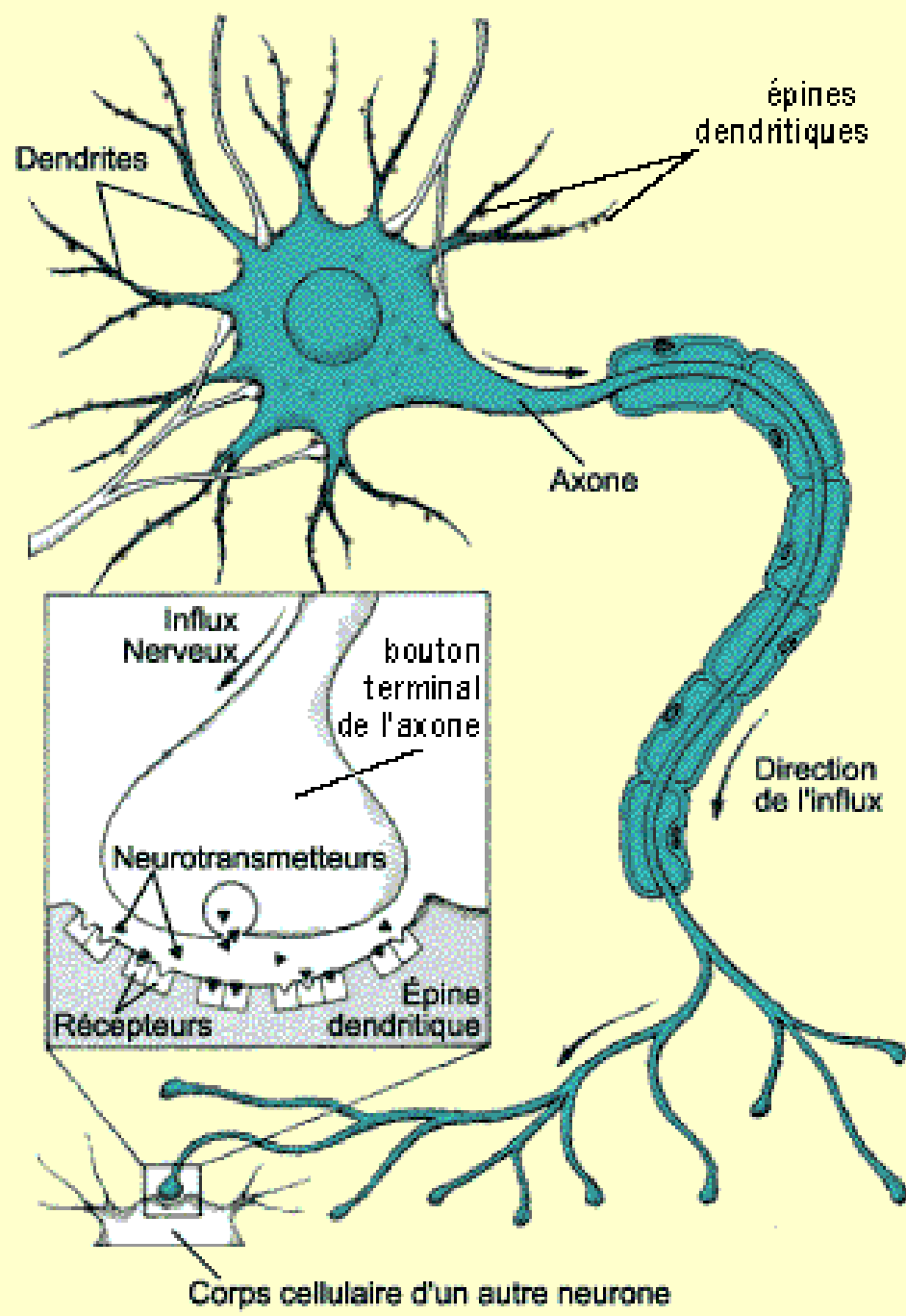
A microscopic view of a neural network, showing a dense network of neurons with their cell bodies and branching processes. The neurons are stained in shades of brown and orange, creating a complex, interconnected pattern. A white rectangular box is overlaid on the bottom right of the image, containing text in red and black.

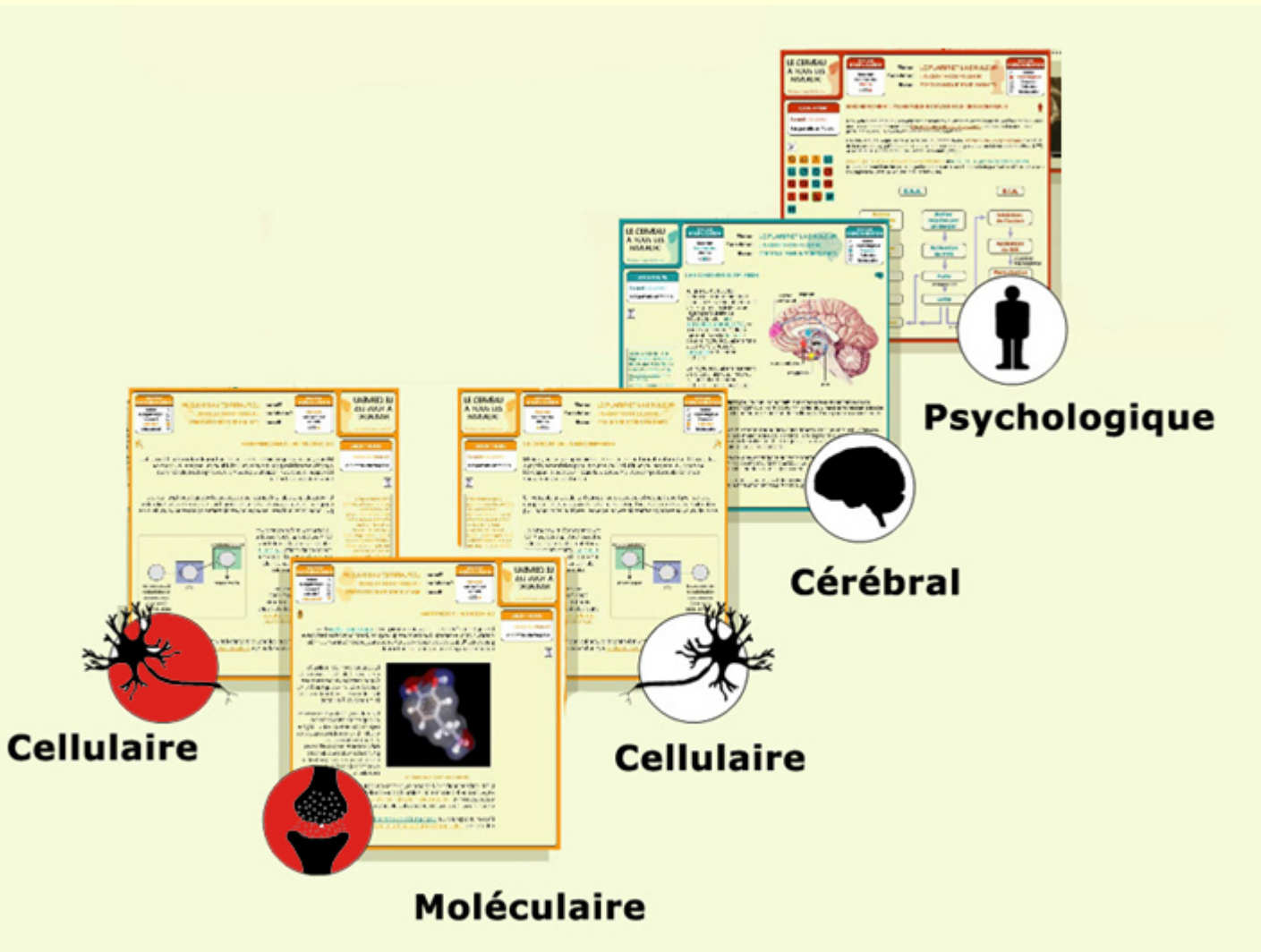
85 000 000 000 neurones

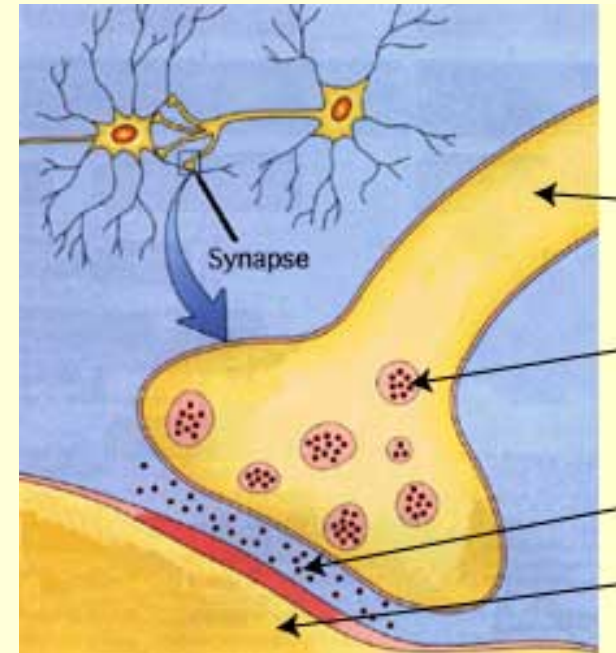
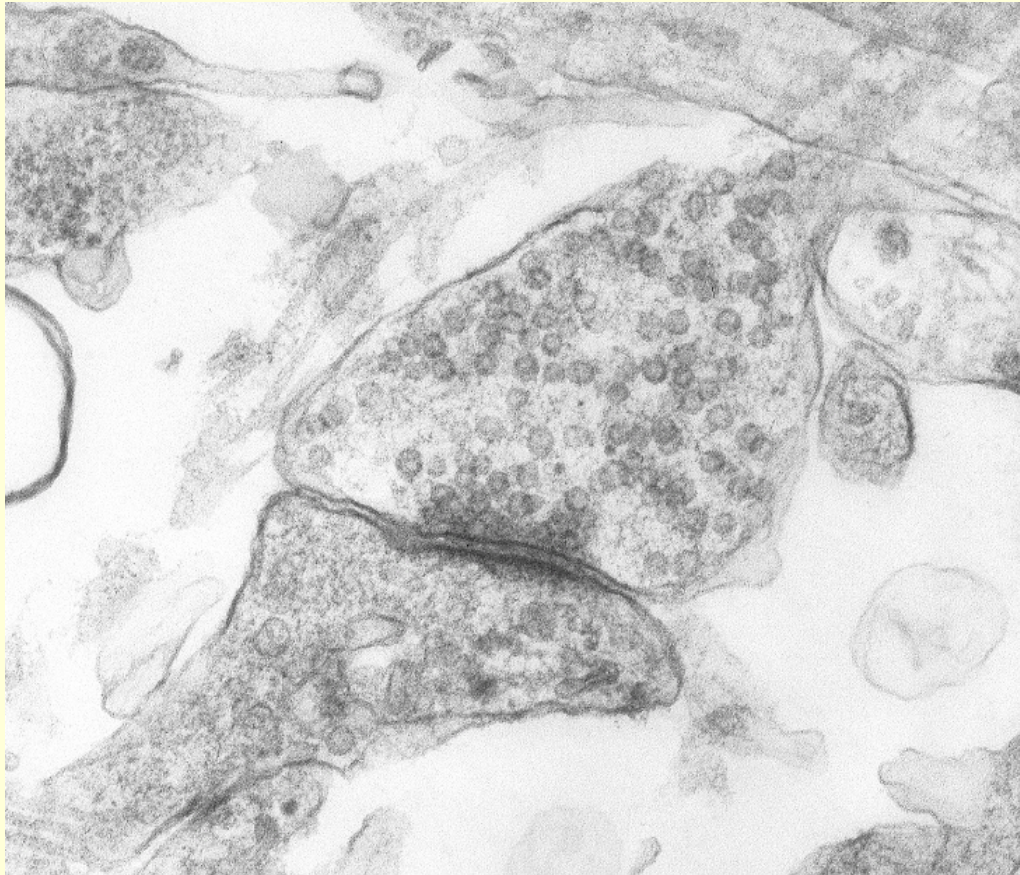
Chaque neurone peut faire
jusqu'à 10 000 connexions
avec d'autres neurones.



la transmission **chimique**



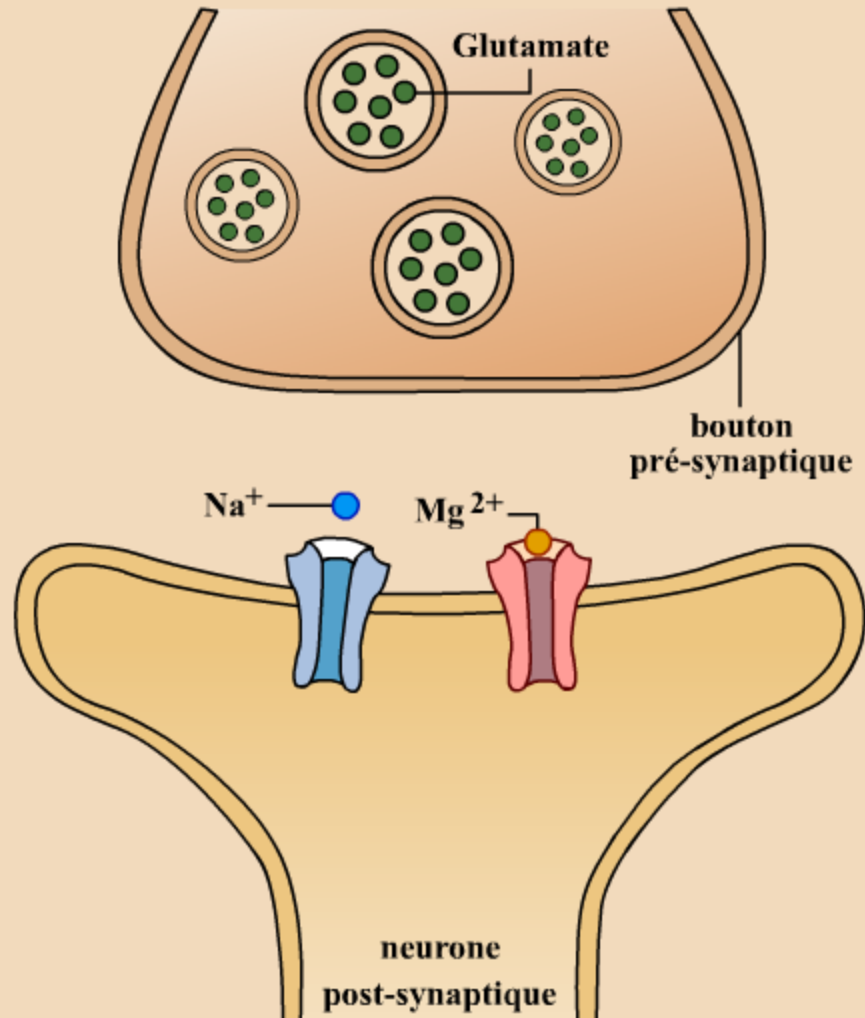


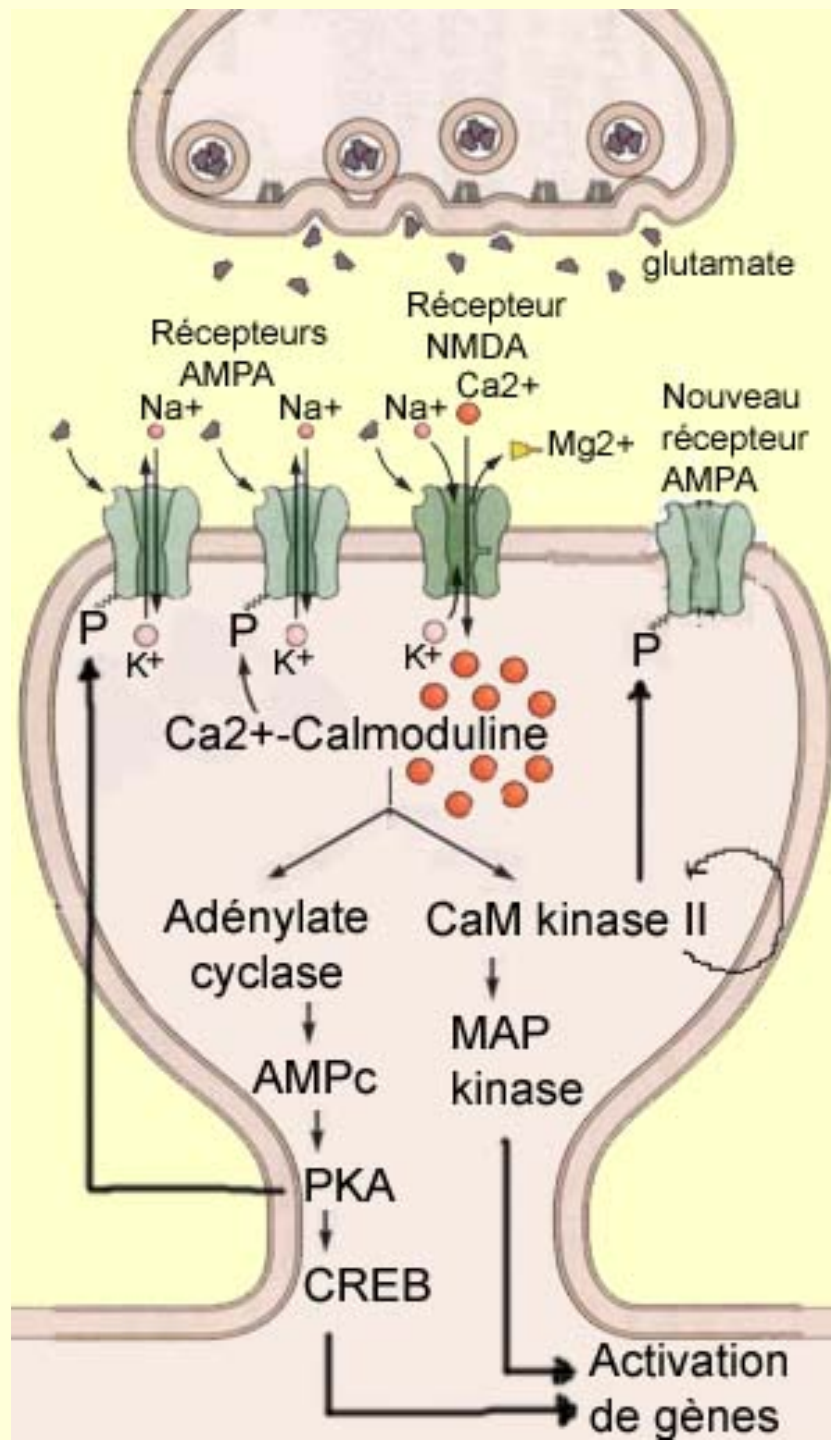


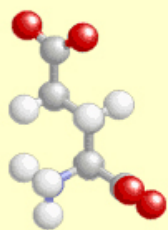
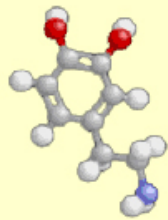
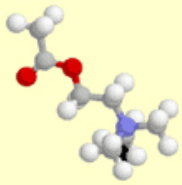
synapse au microscope électronique

Transmission d'un
potentiel d'action
unique

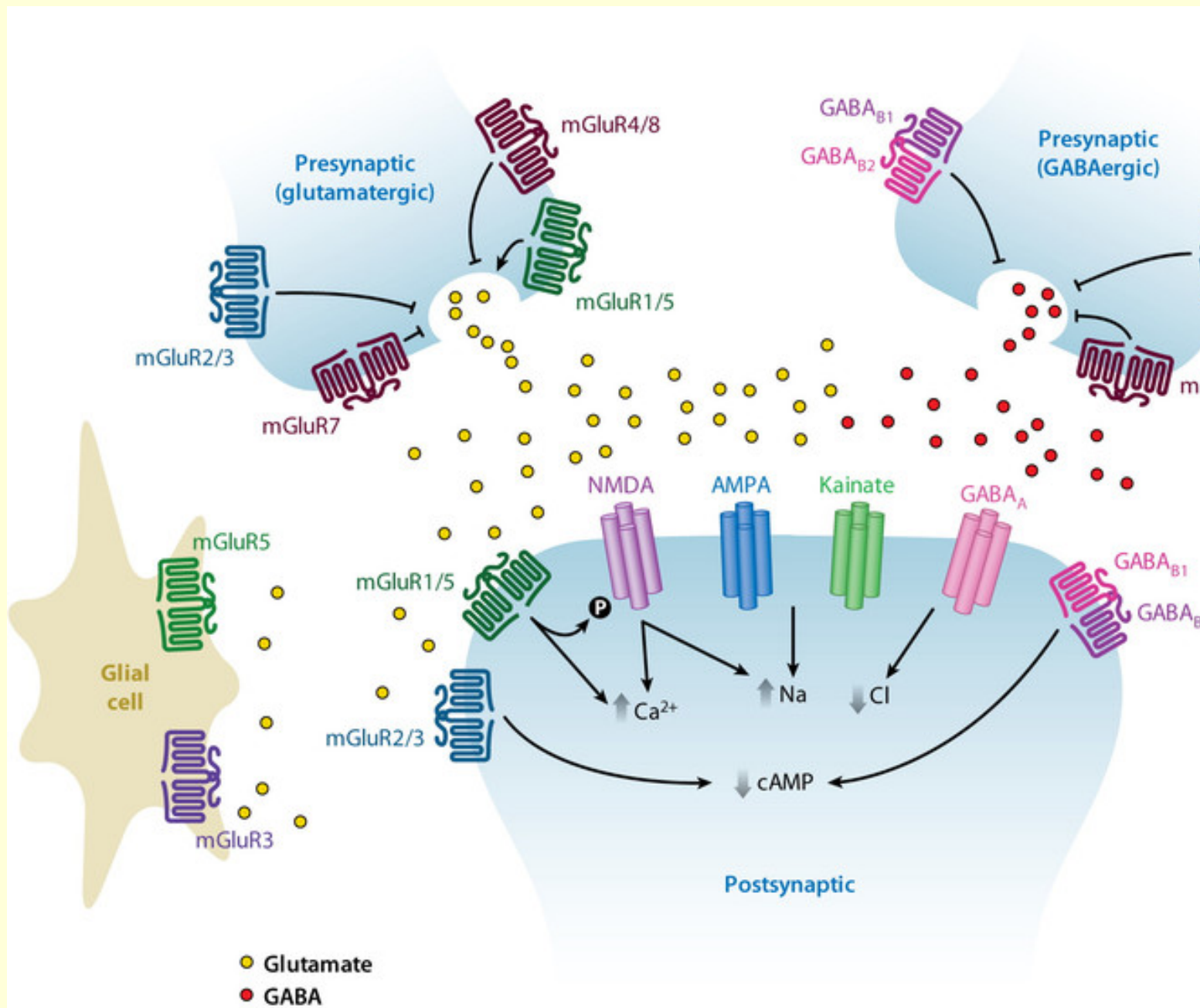
Stimulation à haute
fréquence produisant
la PLT

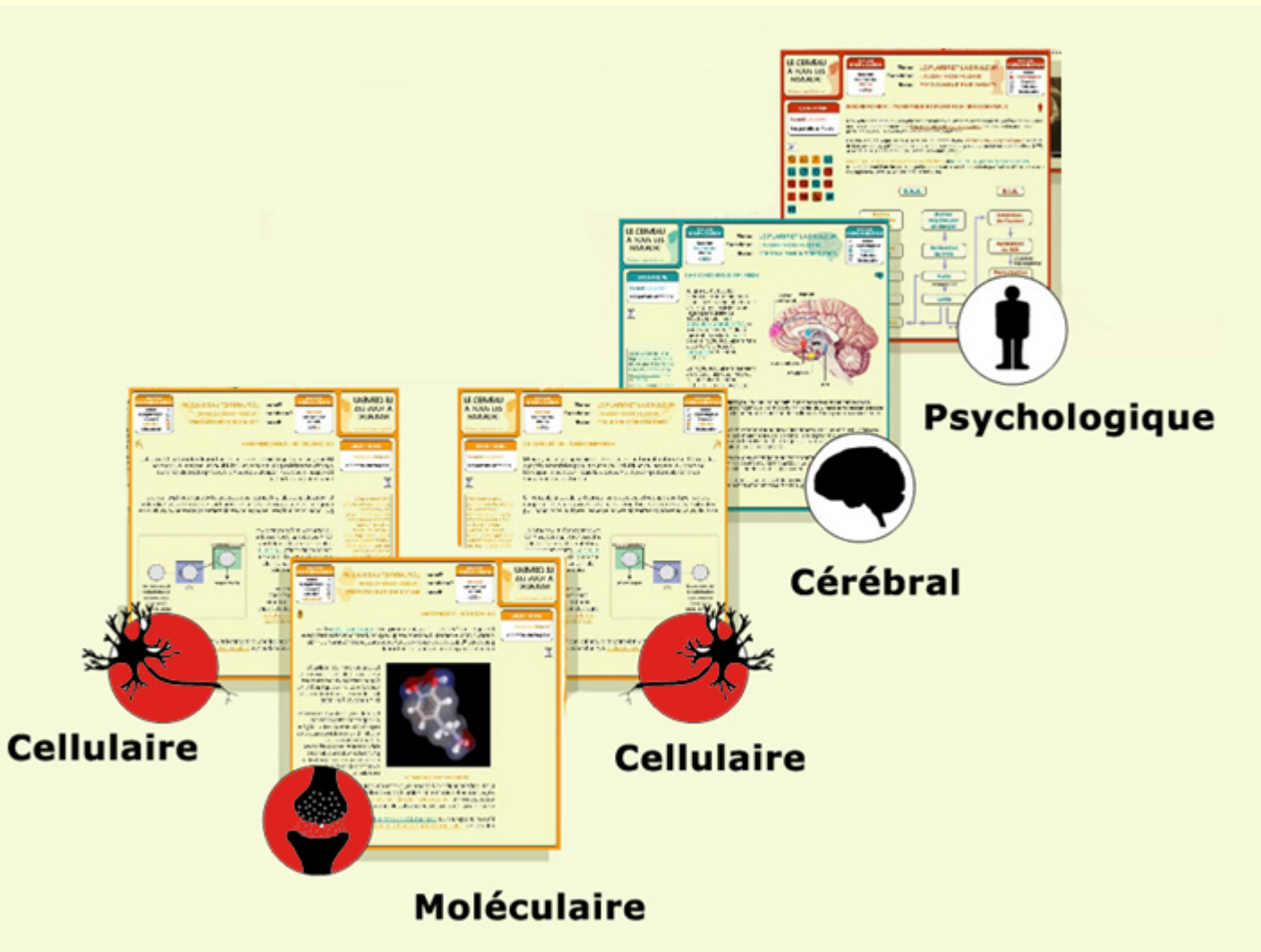


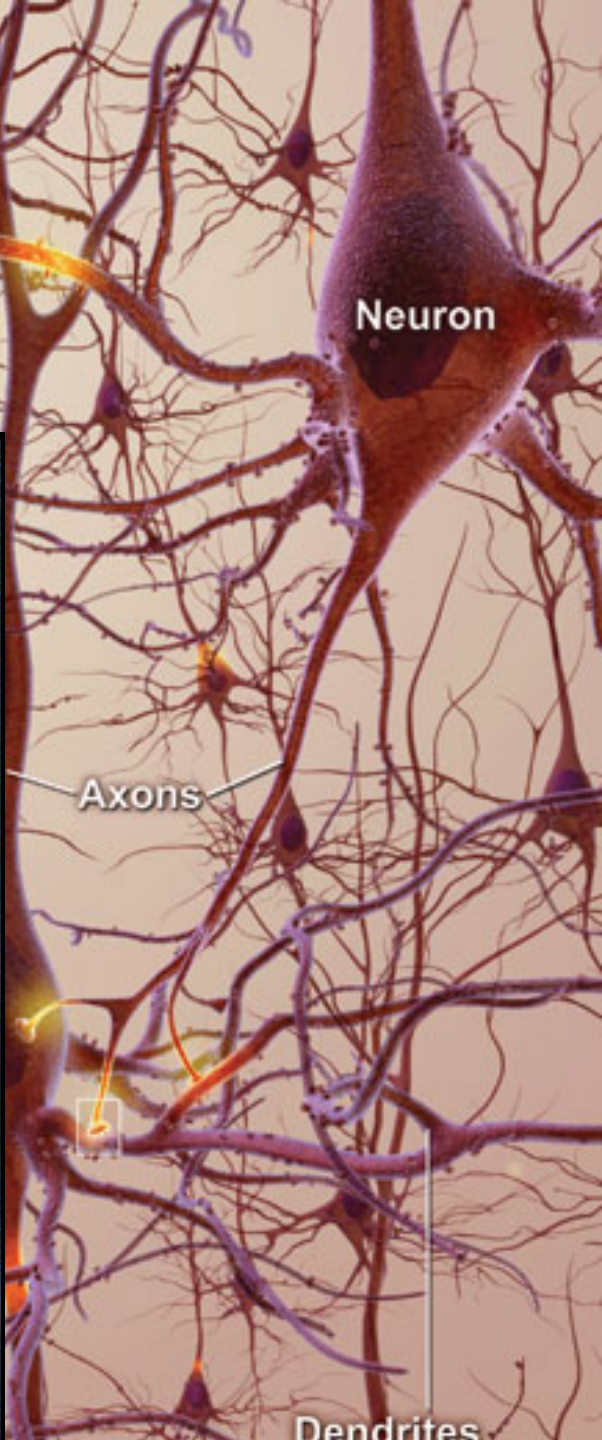


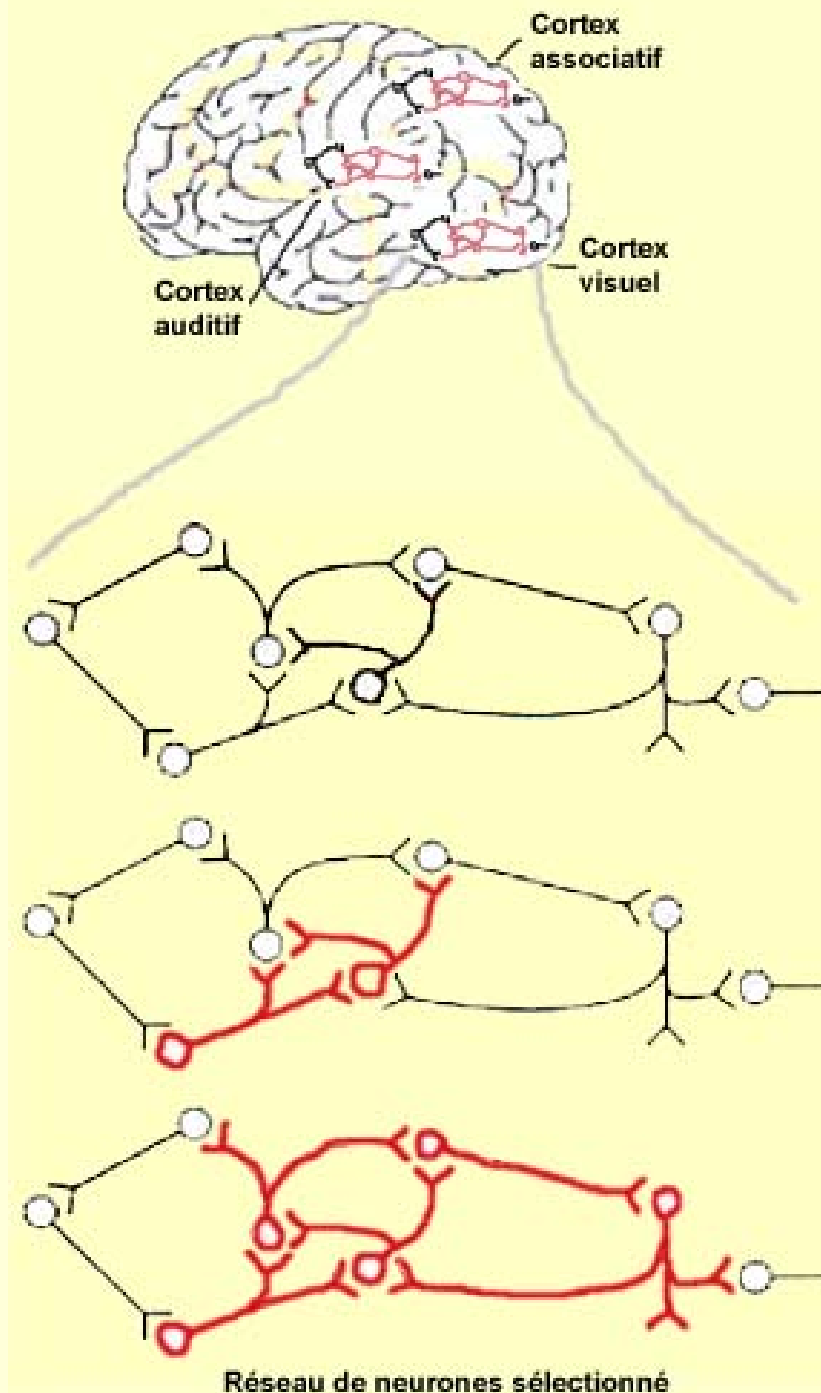


Etc, etc...









La structure de ce réseau est plastique, **elle peut se modifier elle-même;**

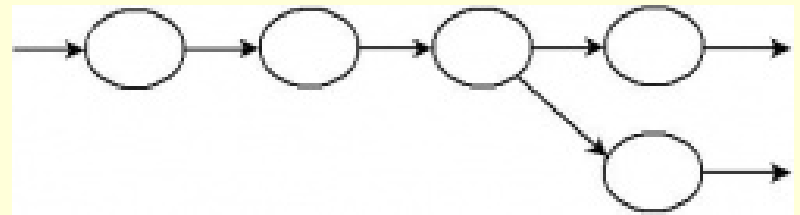
de nouvelles associations entre certains neurones peuvent ainsi se former, et ce, à tout moment durant toute notre vie;

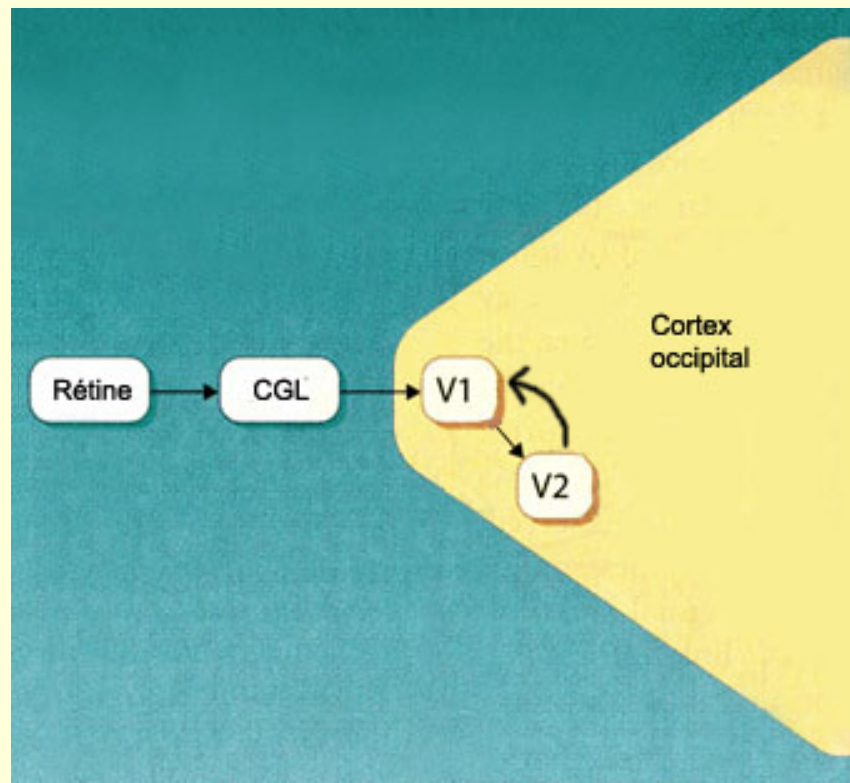
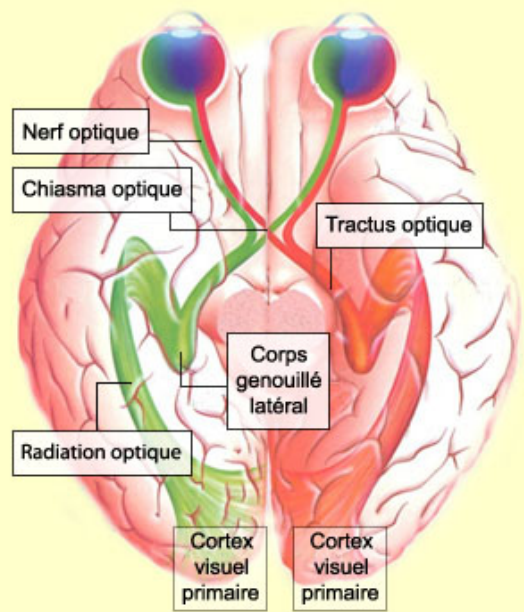
c'est ce qu'on appelle la **plasticité neuronale**.

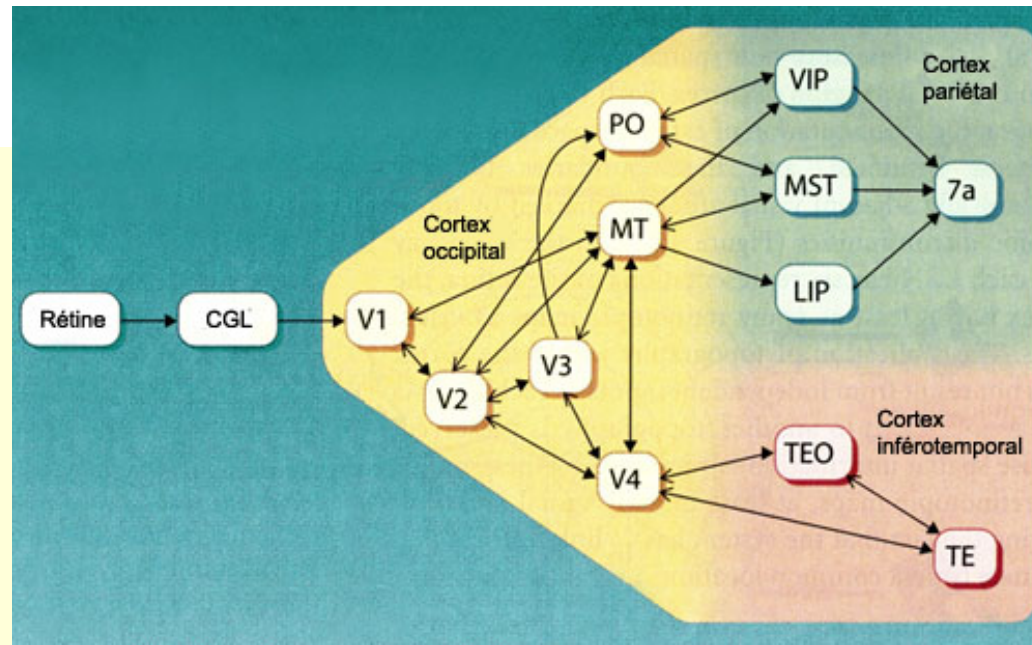
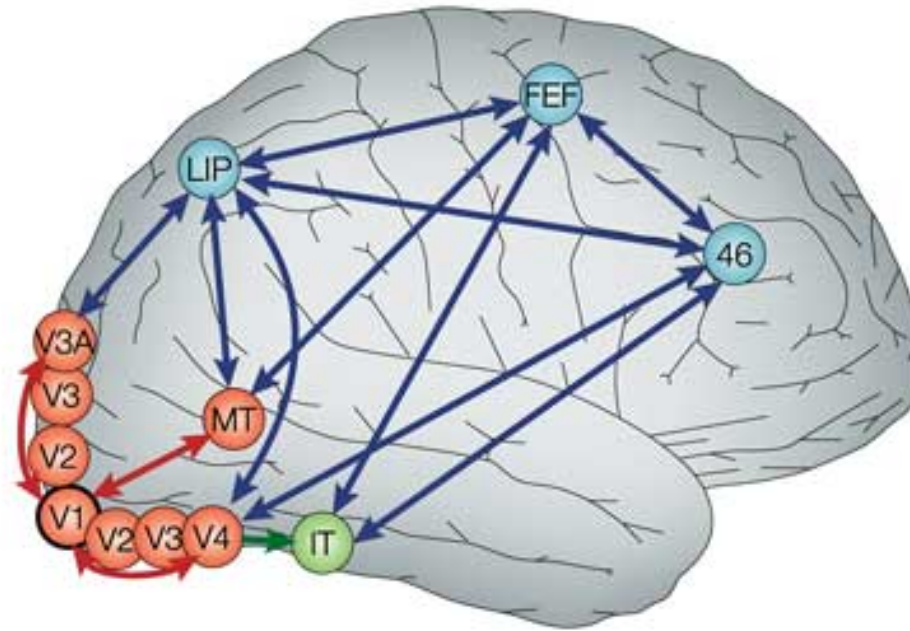
Et c'est la base de notre mémoire.

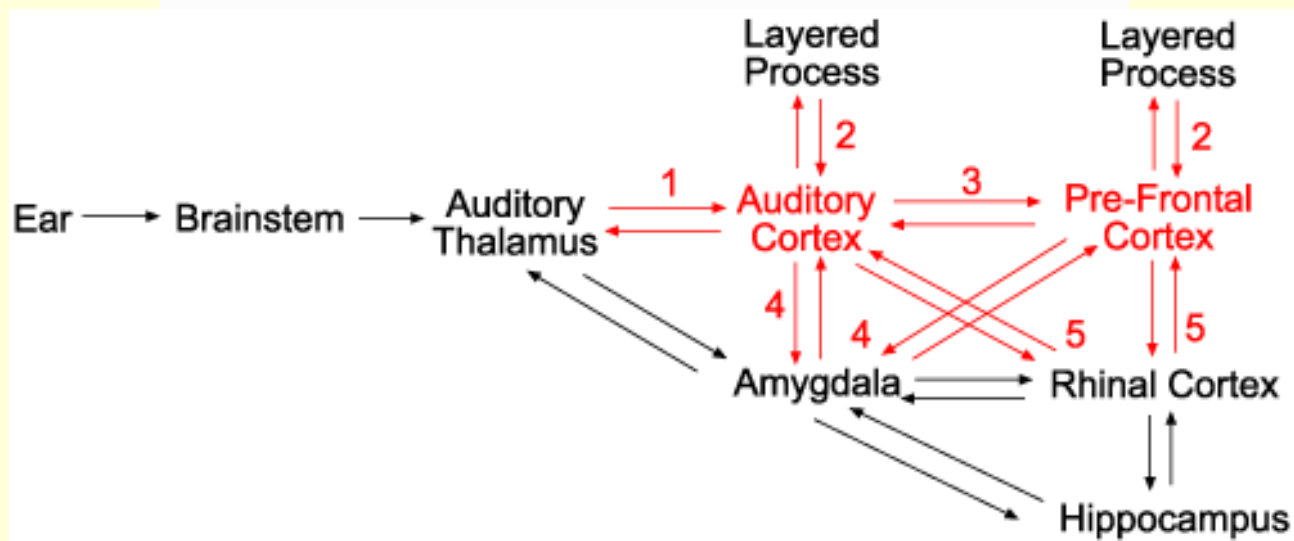
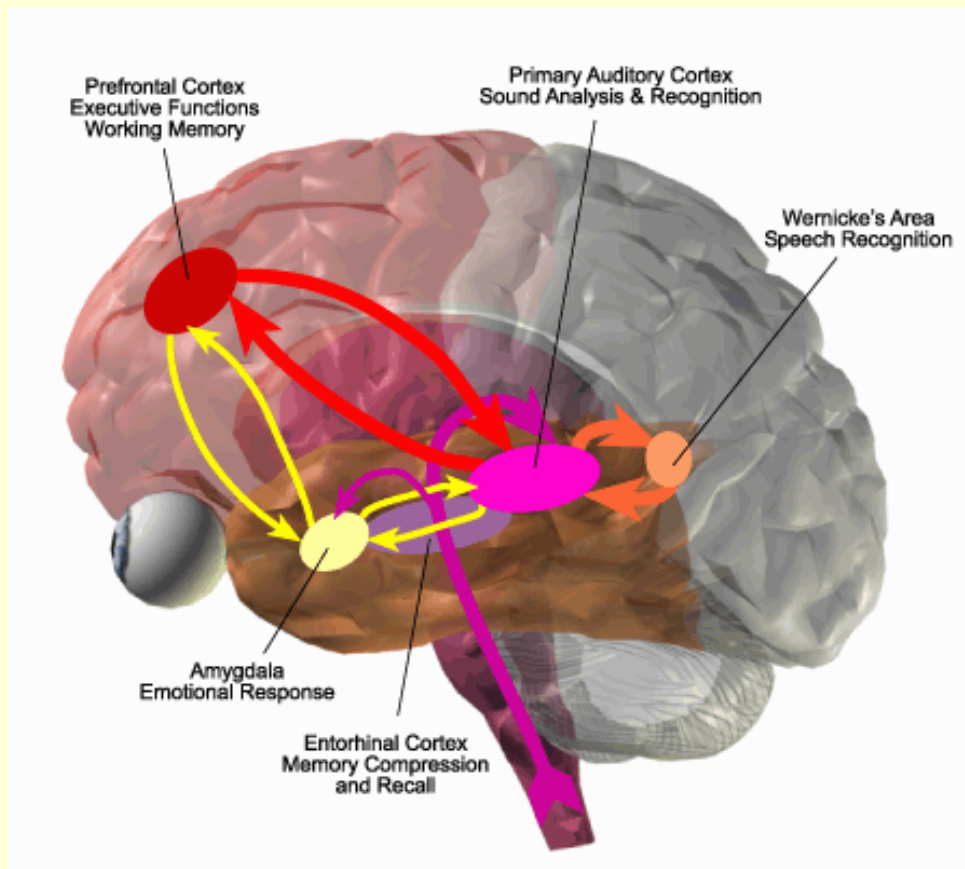
En ce moment par exemple, votre cerveau est en train de modifier sa structure...

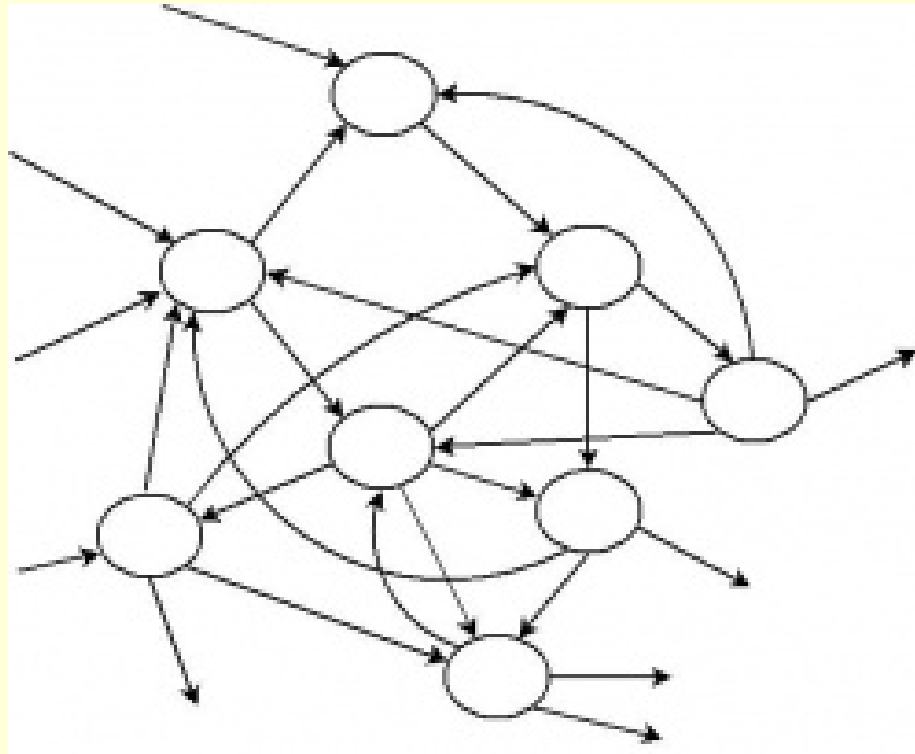






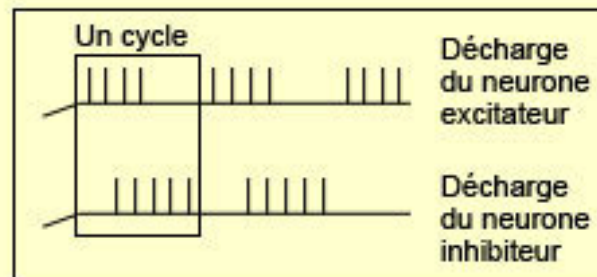
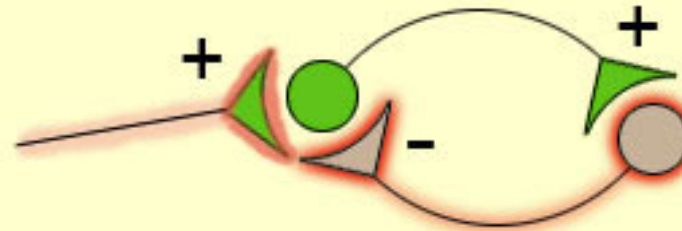
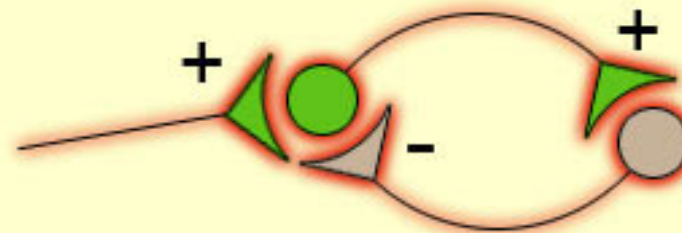
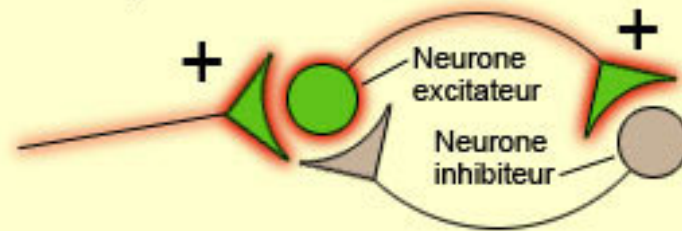


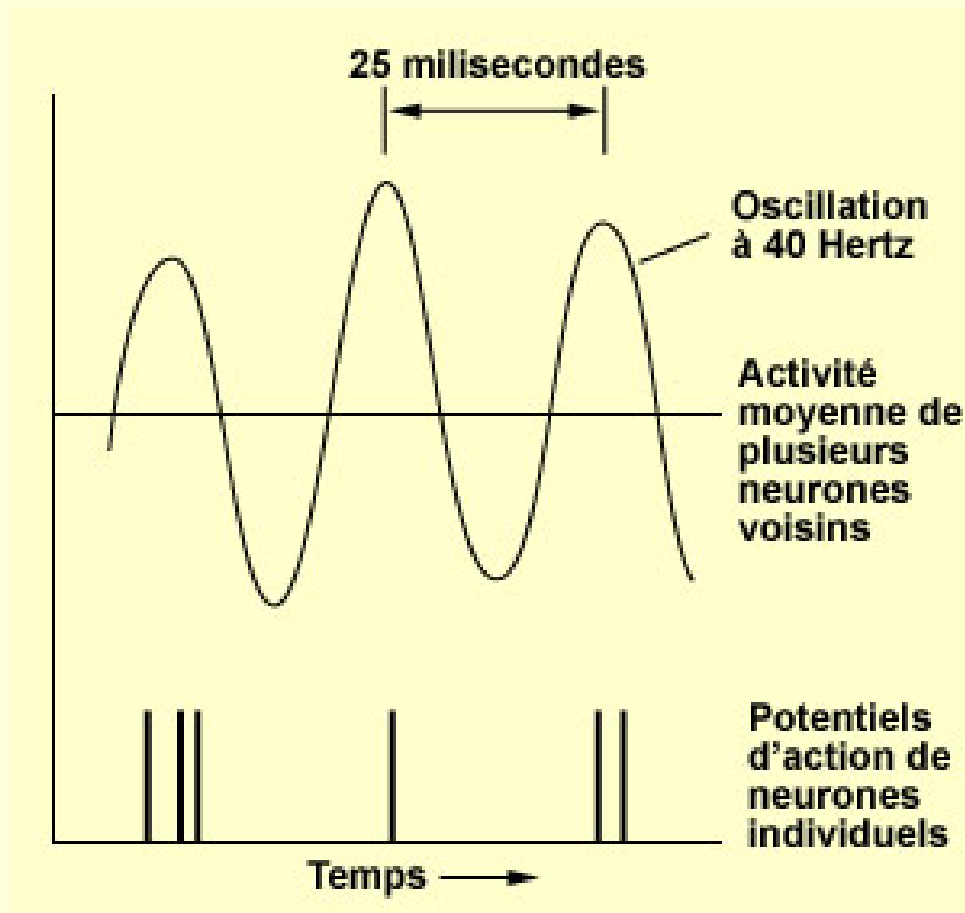




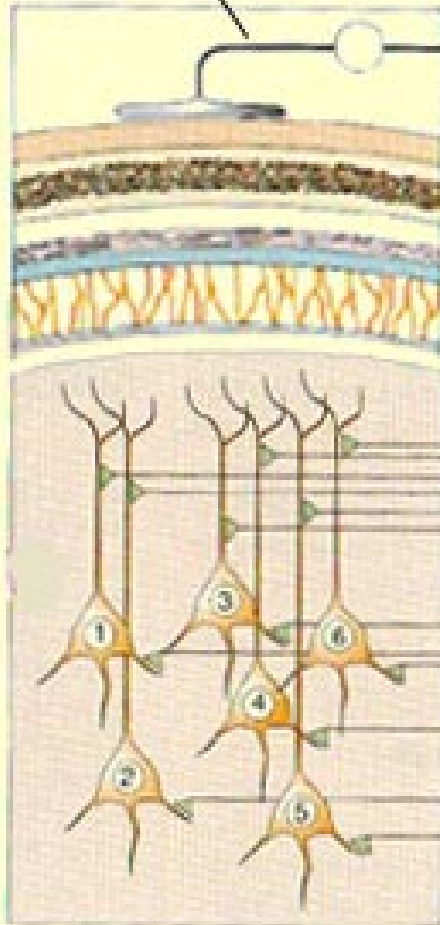
La causalité circulaire produit ce qu'on appelle
des **systèmes dynamiques**.

Afférence excitatrice
active en permanence

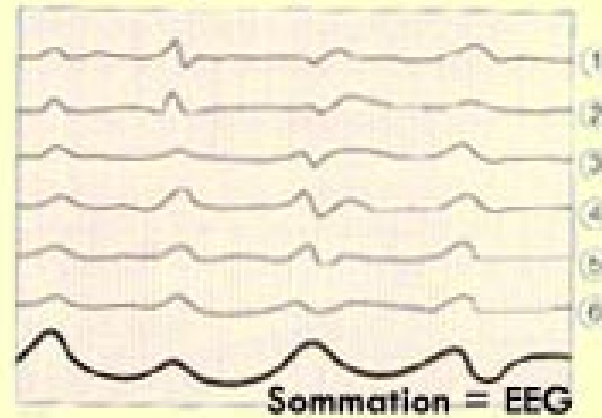




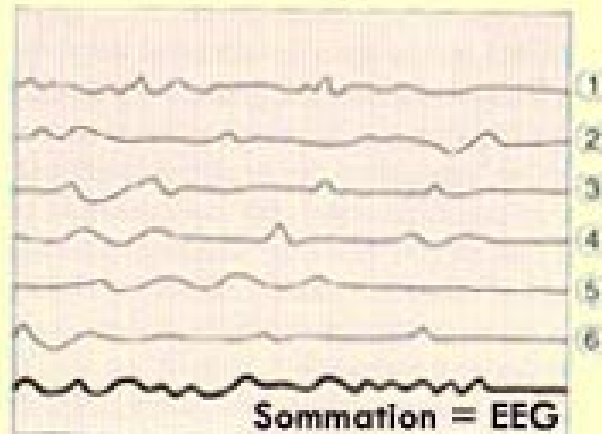
Électrode d'EEG



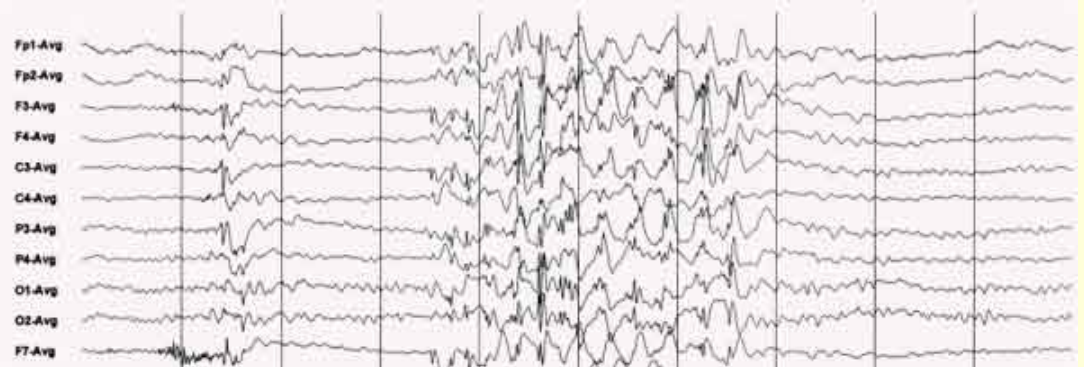
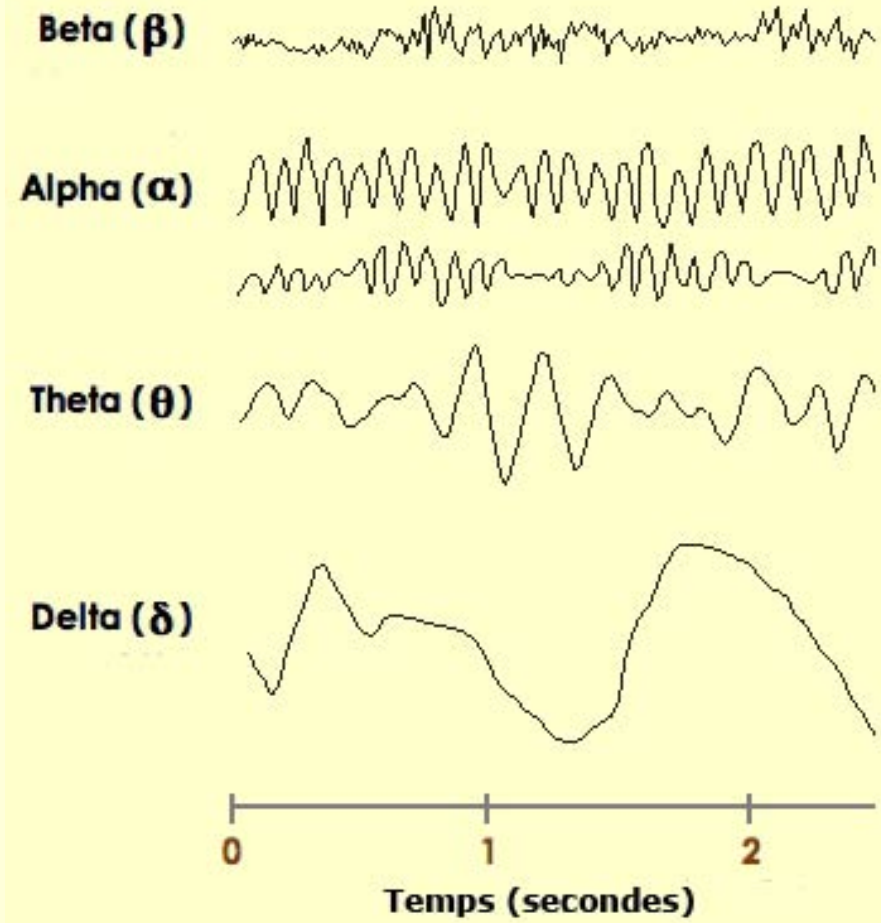
Décharges synchronisées



Décharges irrégulières



c'est cette activité coordonné dans le temps d'un grand nombre de ces neurones qu'on peut recueillir avec l'électroencéphalogramme (**EEG**) qui permet de suivre les changements rapides dans l'activité de grands ensembles neuronaux





ÉVEIL

I

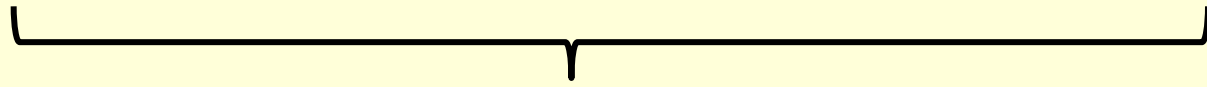
II

III

IV

REM

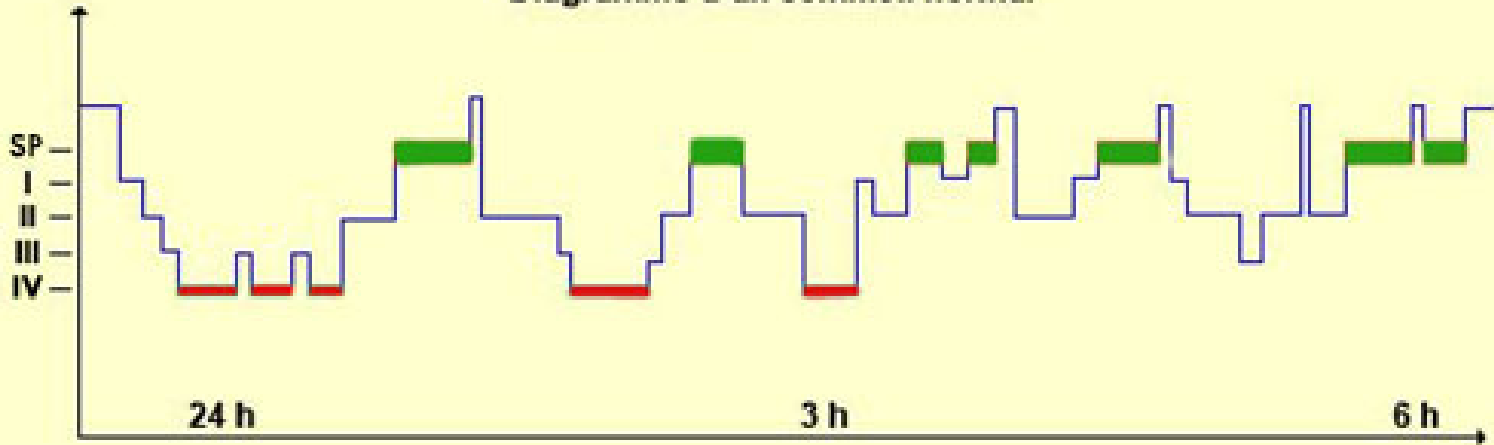
RÊVE



SOMMEIL PROFOND



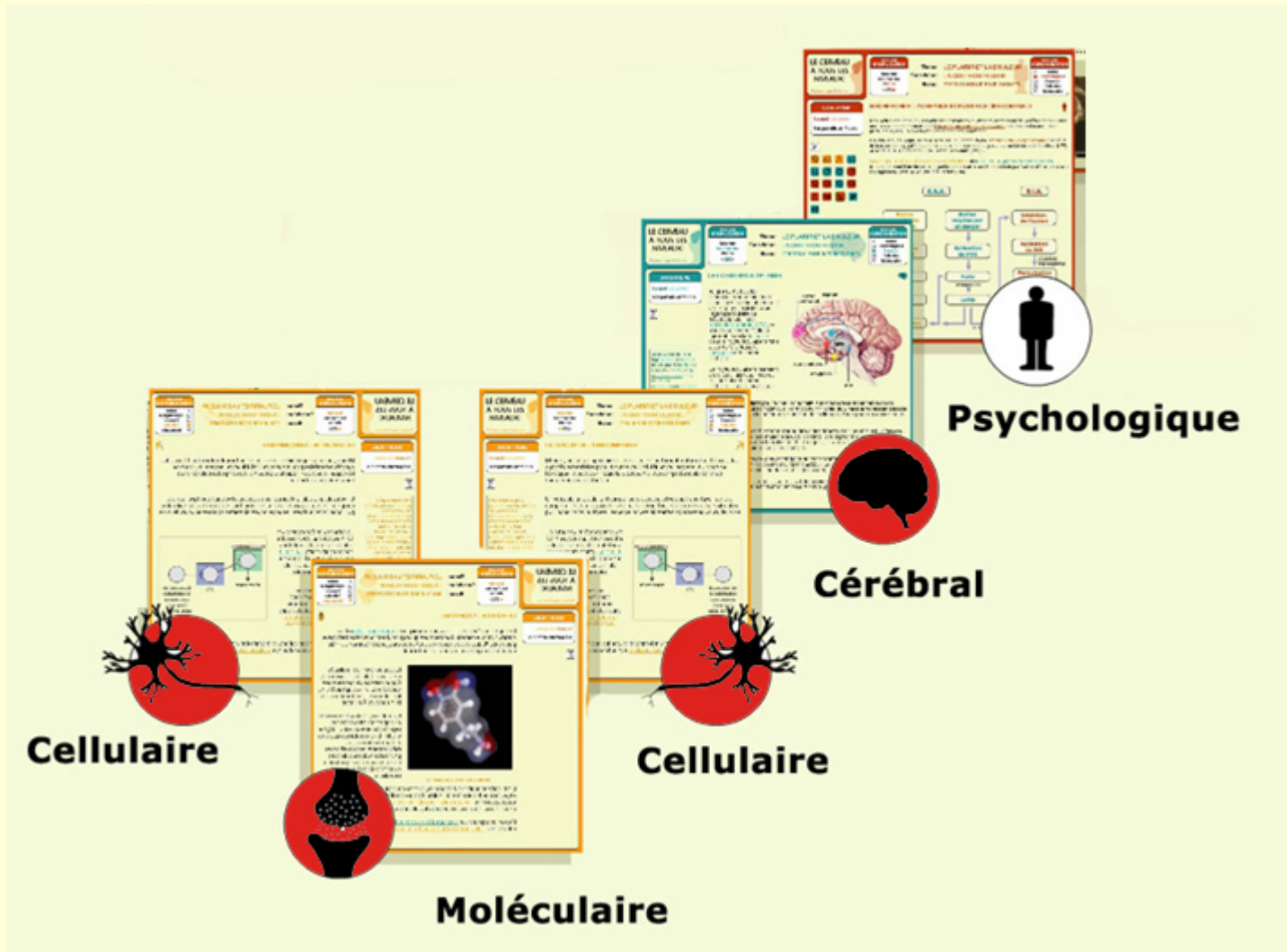
Diagramme d'un sommeil normal

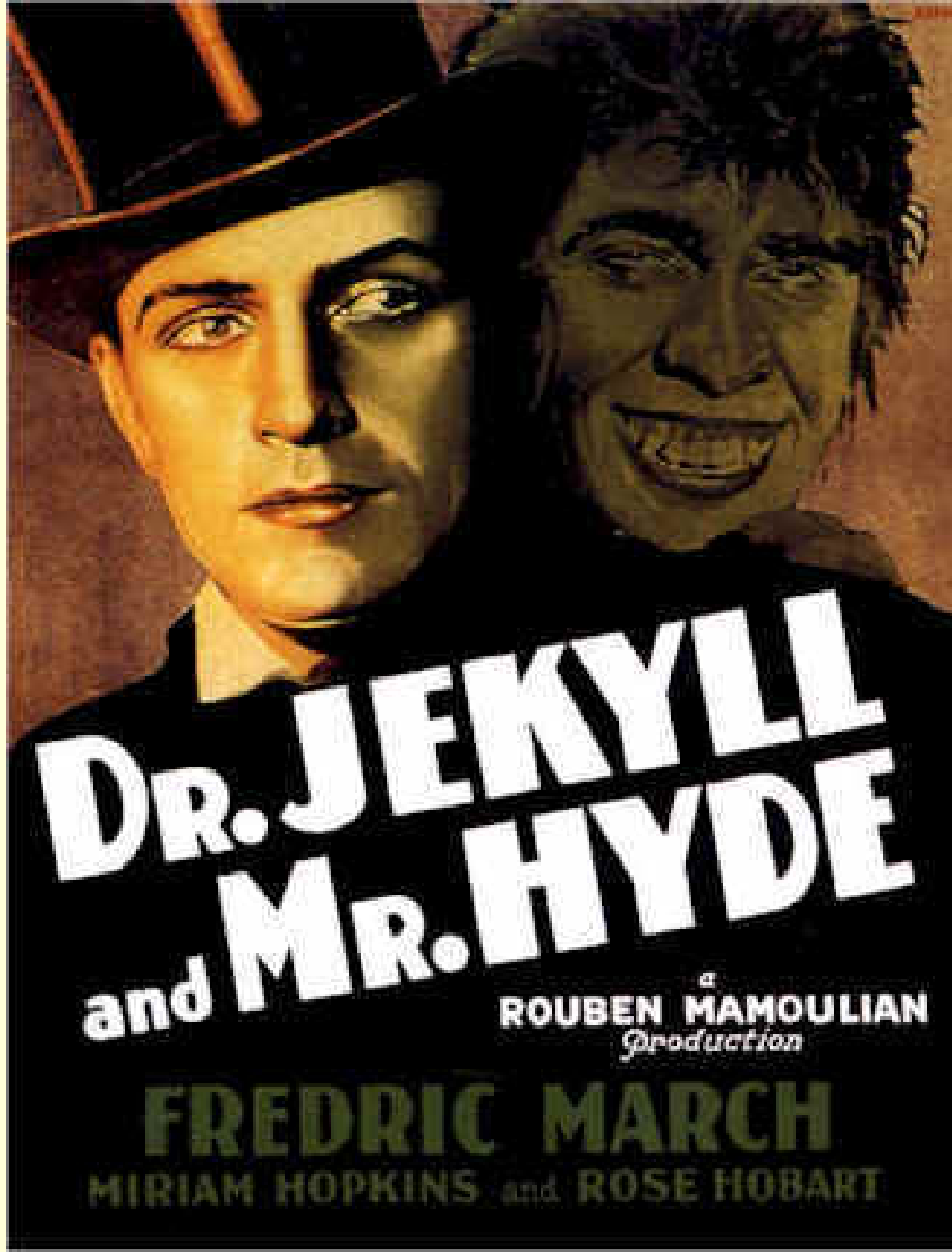


Sommeil lent : I à IV — (blue line)
 Sommeil profond : IV — (red line)

Sommeil paradoxal : V — (green line)

Neurones versus Hormones



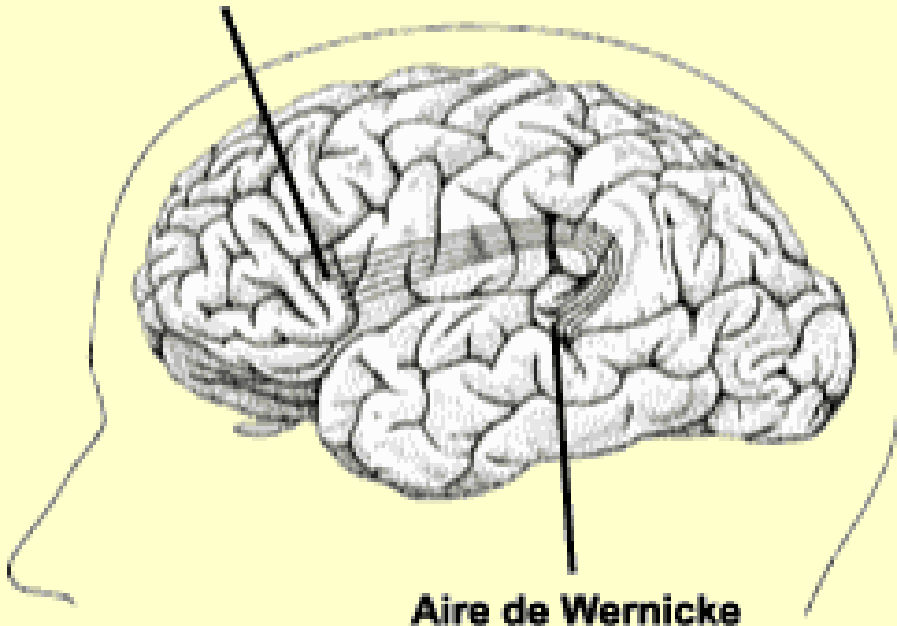


“cerveau câblé”

“cerveau hormonal”

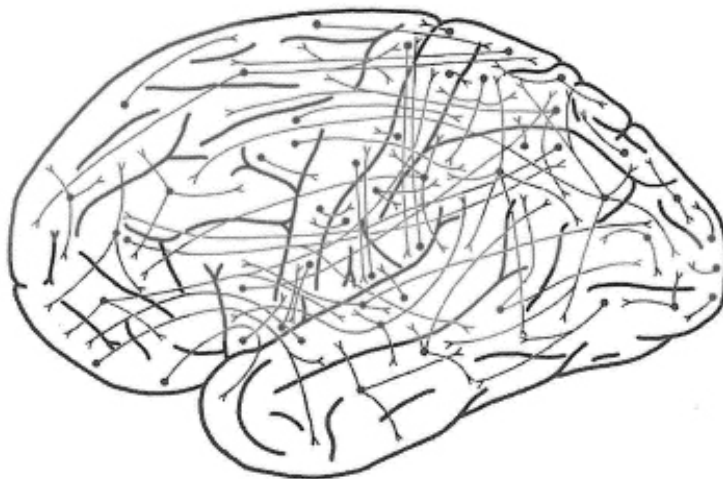
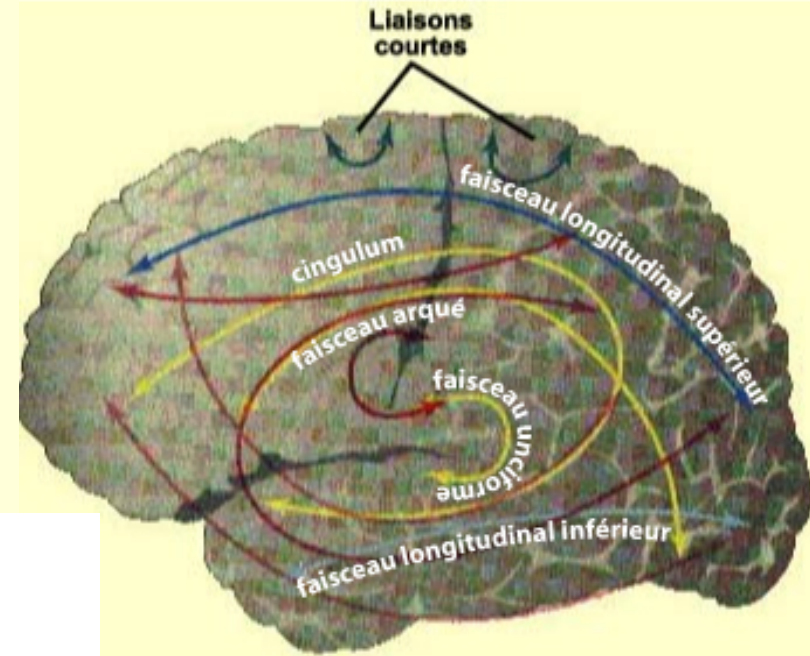
Neurones versus Hormones

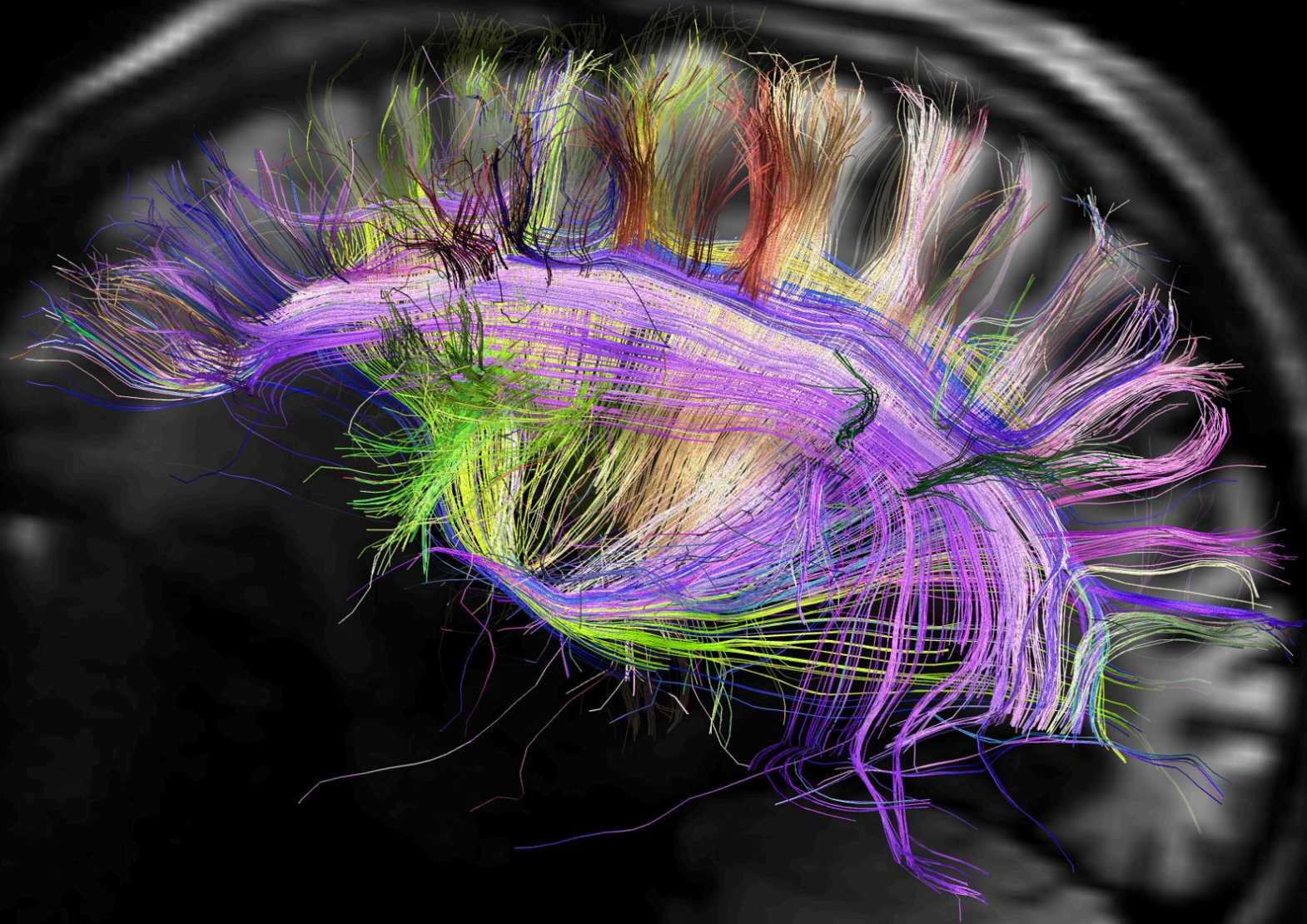
Aire de Broca

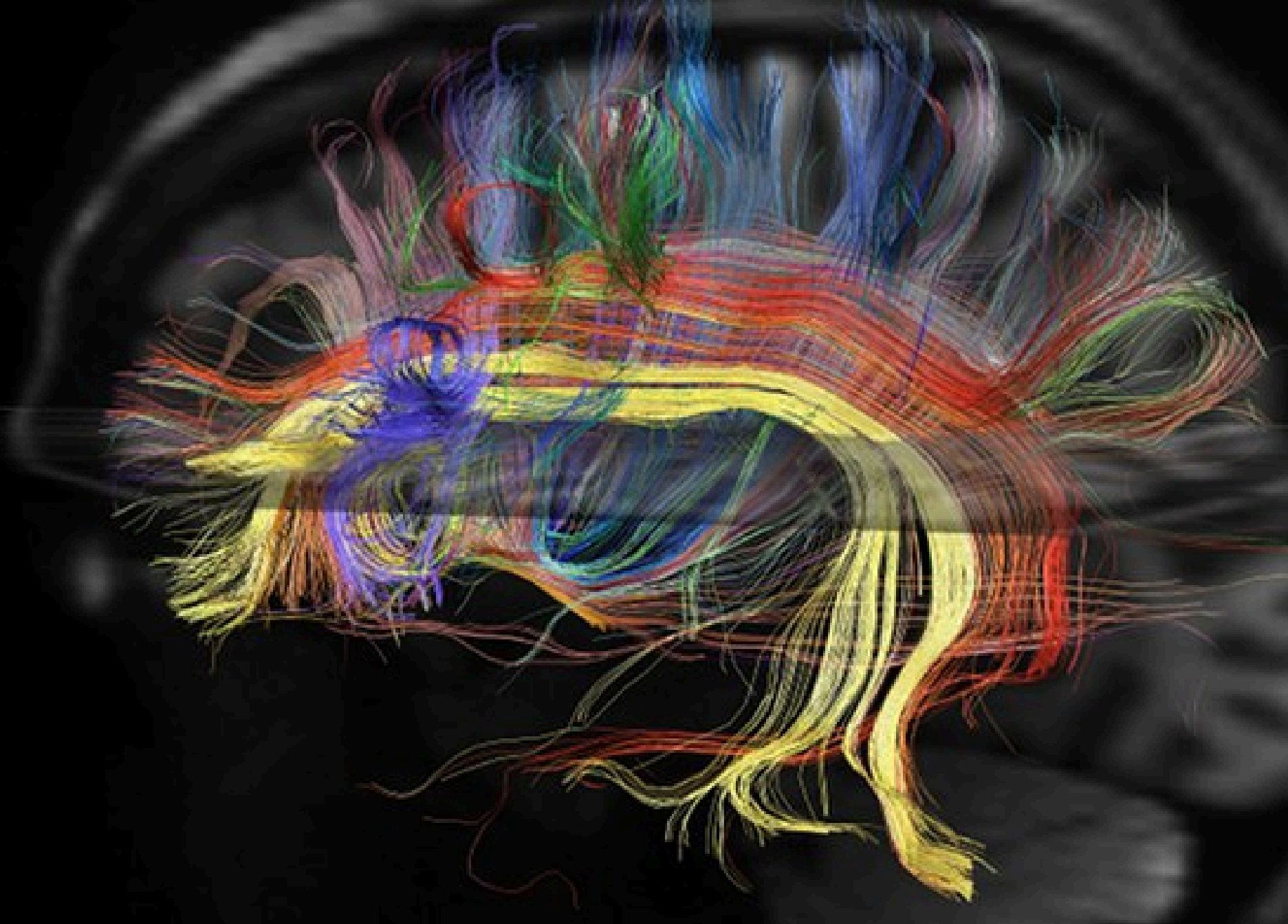


Aire de Wernicke

“cerveau câblé”



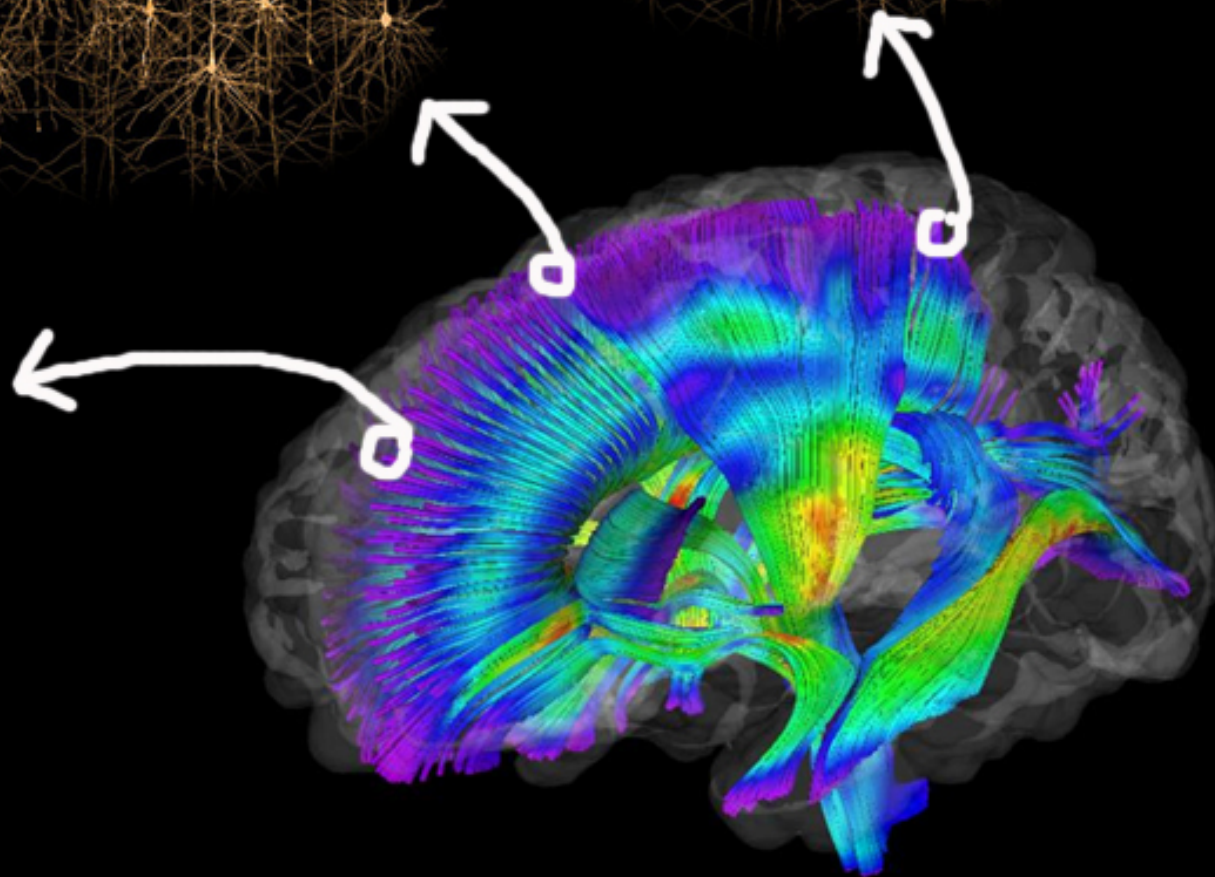
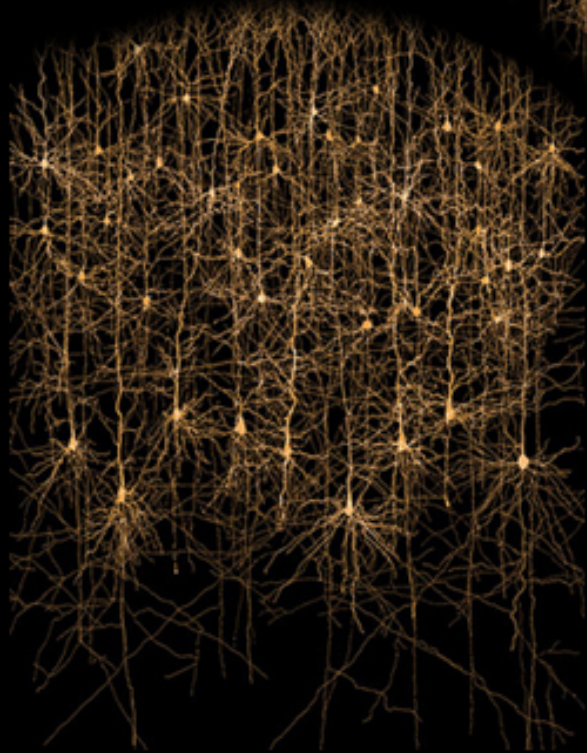
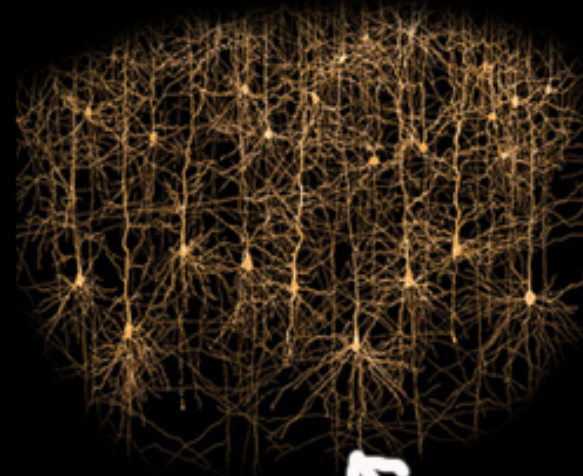
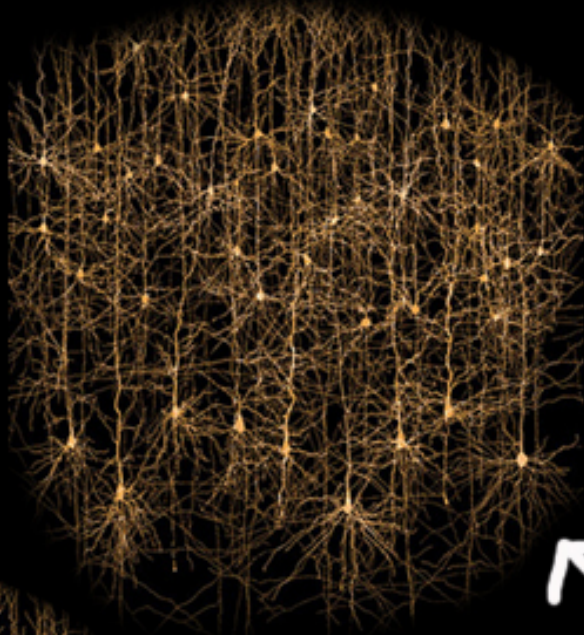


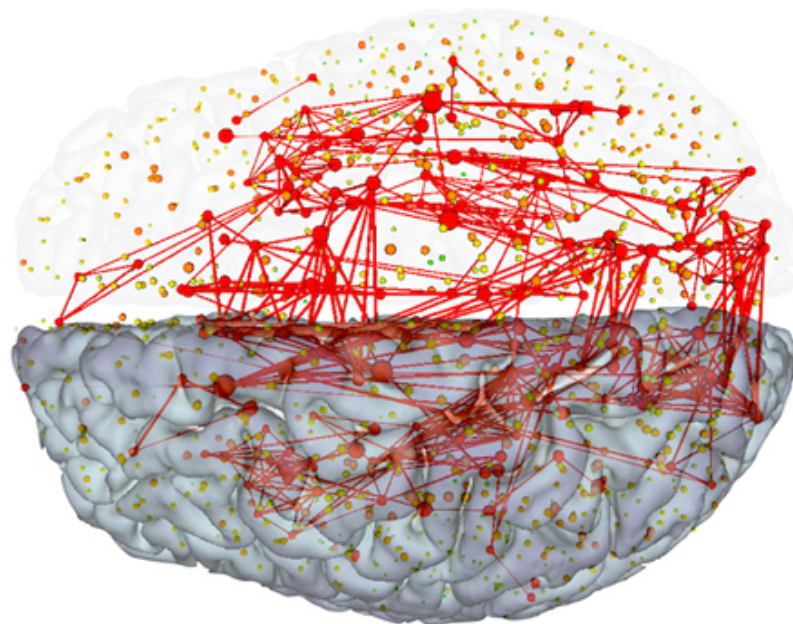


Courtesy of VJ Wedeen and LL Wald, Martinos Center, Harvard Medical School, Human Connectome Project

« Grandes
autoroutes...

...et petites
rues locales.



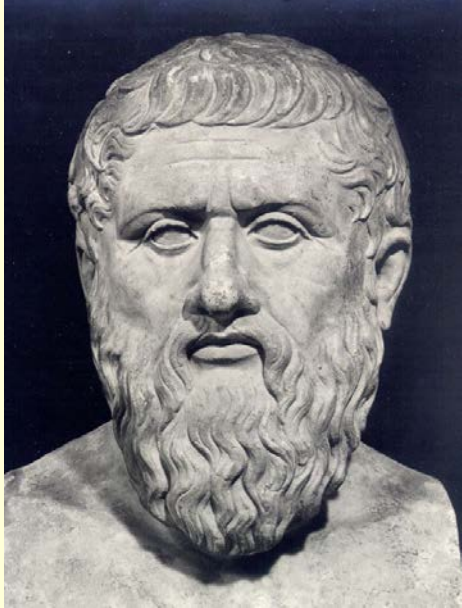


Cerveau « câblé », mais câblé...

rigide
(position « innéiste »)

ou

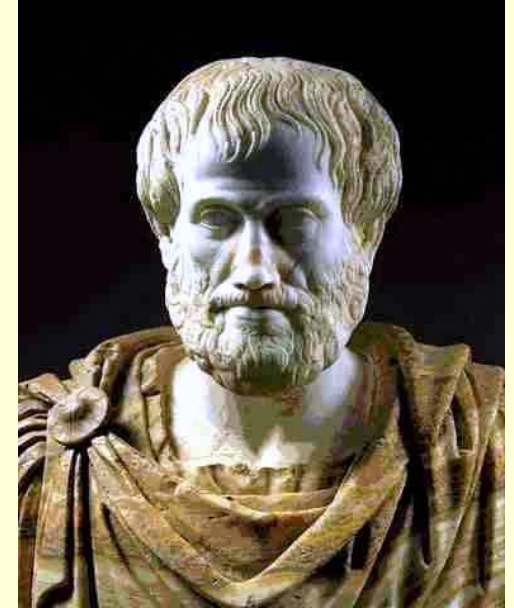
souple
(position « empiriste »)



Platon



Le temple d'Apollon de la cité antique de Delphes

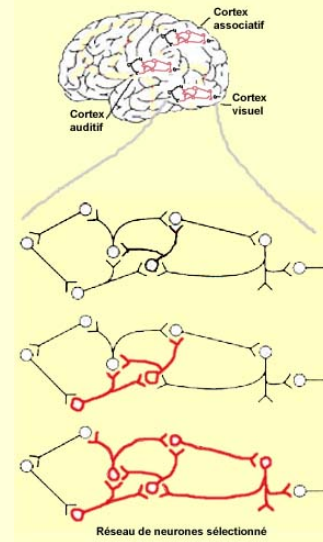
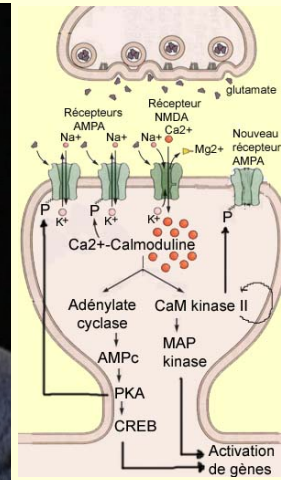
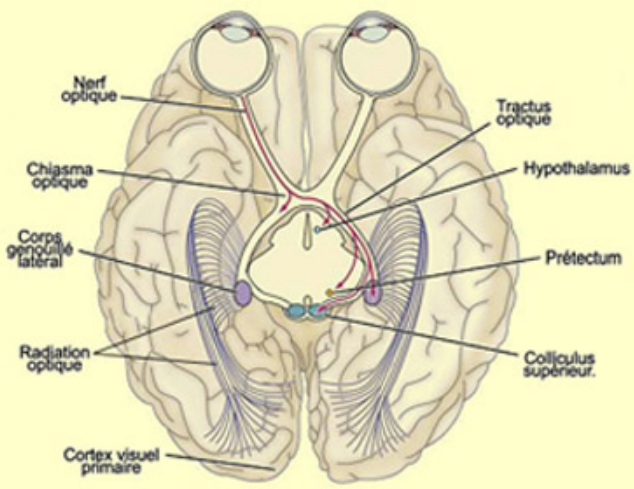


Aristote

Cerveau « câblé », mais câblé...

rigide **et** souple

Jean-Pierre Changeux



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

Début du XX^e siècle

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

Cerveau « câblé », mais câblé...

rigide

et

souple



Jean-Pierre Changeux



Nature – Inné

Mémoire de l'espèce
résultat de
Évolution des espèces

Culture - Acquis

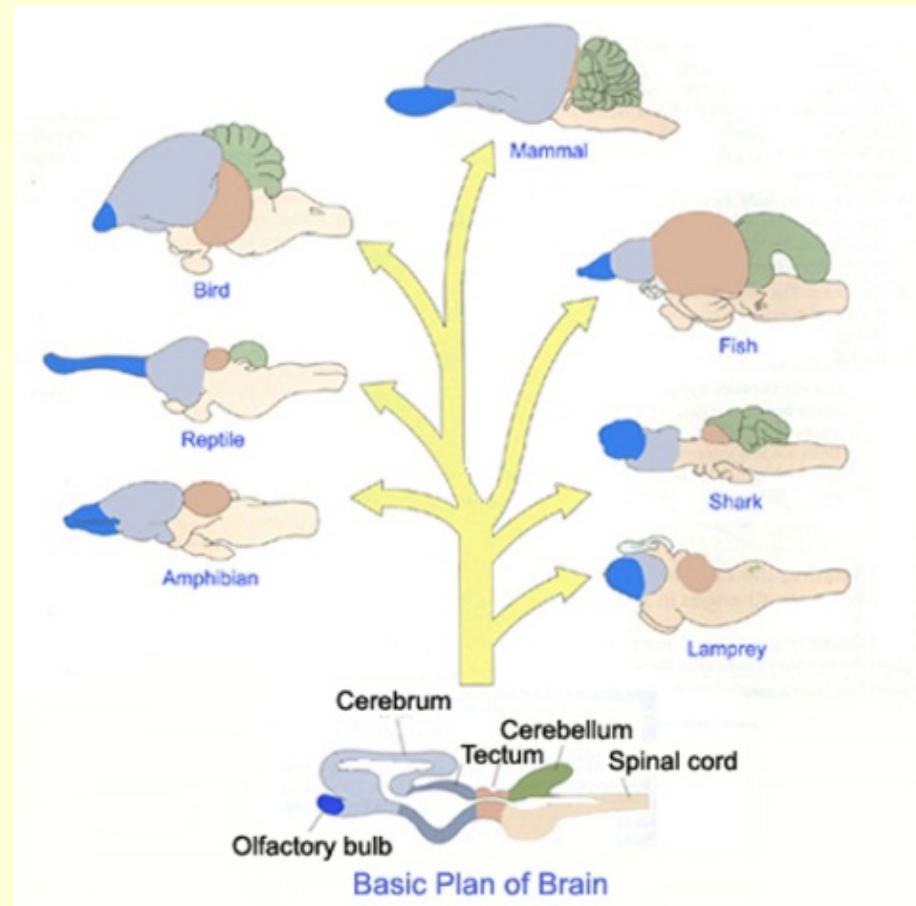
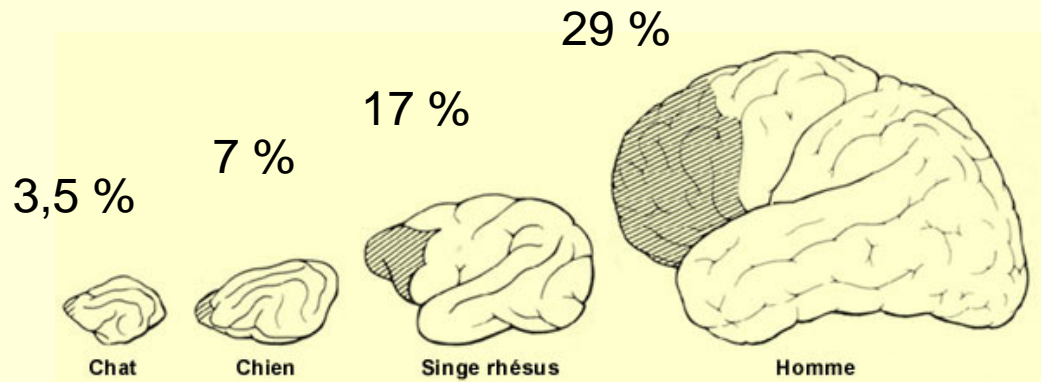
Mémoire de l'individu
résultat de
Développement de l'individu

Début du
XXIe siècle

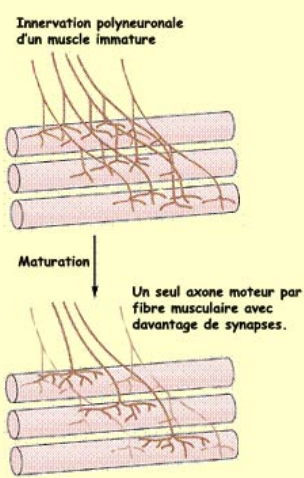
100%

Nature – Inné

Mémoire de l'espèce
résultat de
Évolution des espèces



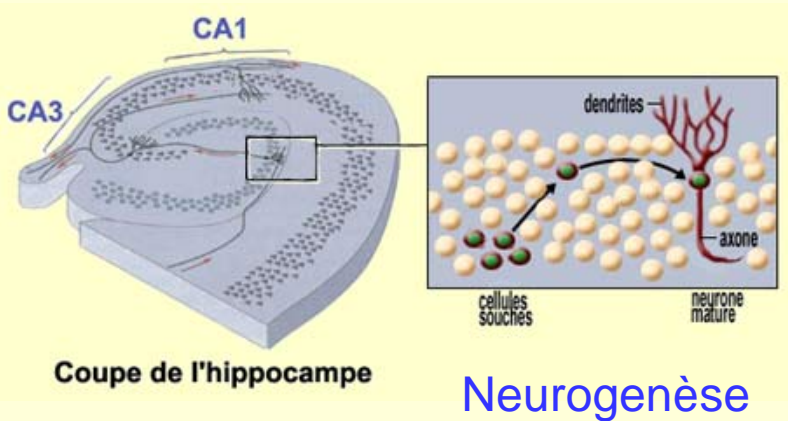
Stabilisation
sélective de
synapses



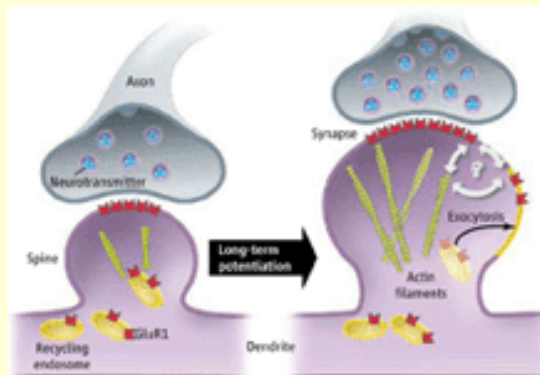
100%

Culture - Acquis

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



Potentialisation
à long terme



100%

rigide

et

souple

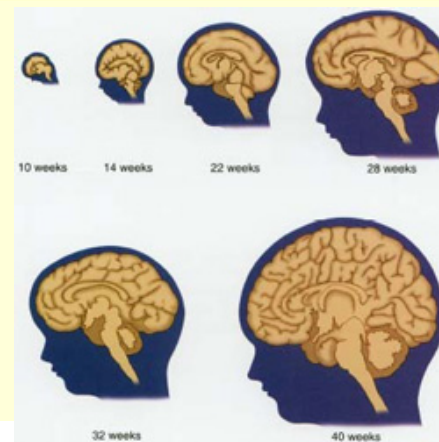
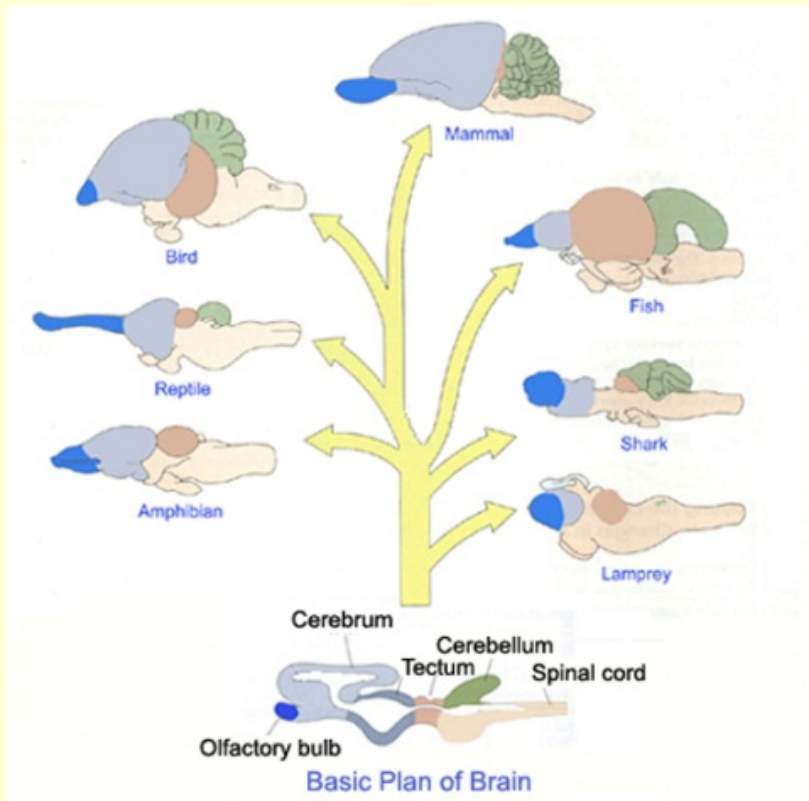
100%

Inné

Acquis

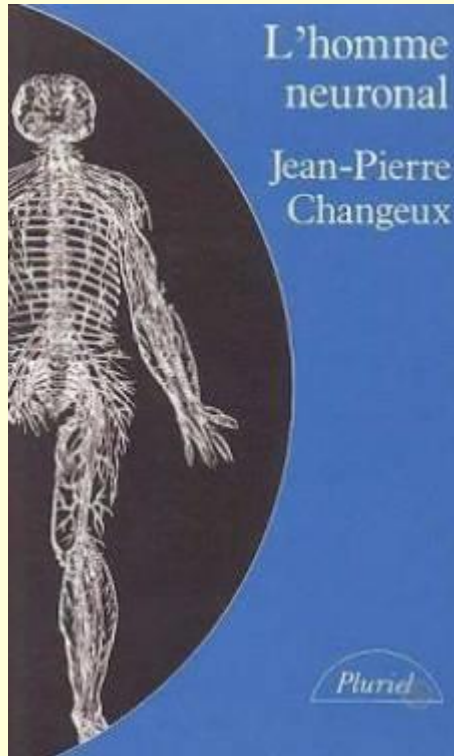
Mémoire de l'espèce
résultat de
Évolution des espèces

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



« L'homme neuronal »,
de Jean-Pierre Changeux,
publié en 1983;

“cerveau
câblé”

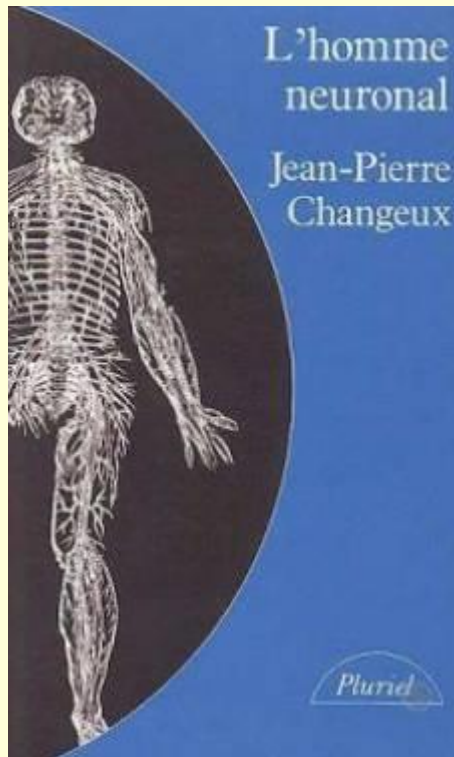


“cerveau
hormonal”

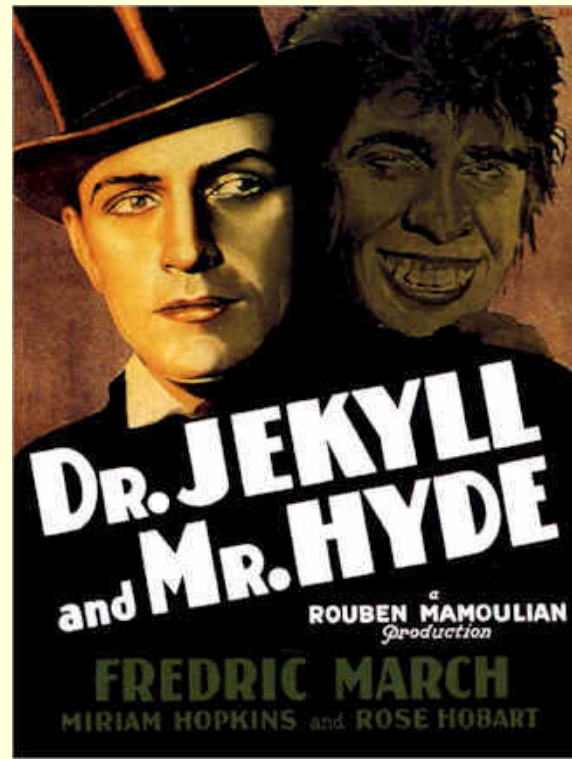


et « Biologie des passions »,
de Jean-Didier Vincent,
publié 3 ans plus tard
en 1986.

“cerveau
câblé”

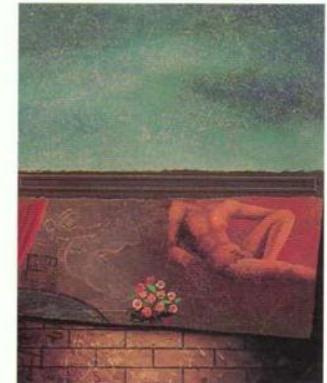


“cerveau
hormonal”



JEAN-DIDIER VINCENT

BIOLOGIE
DES PASSIONS



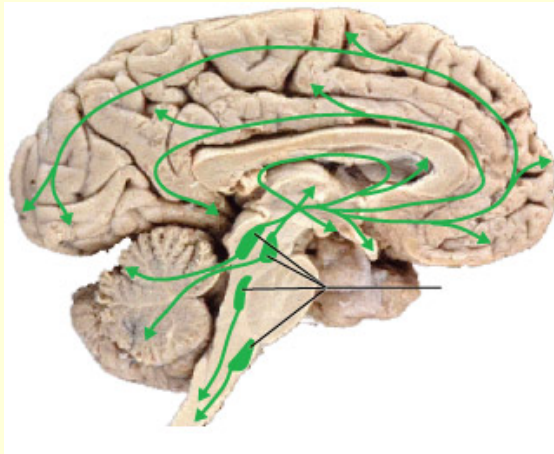
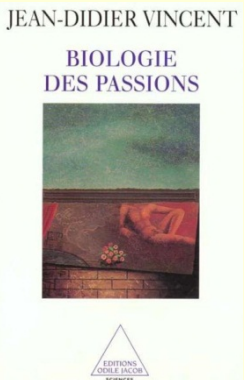
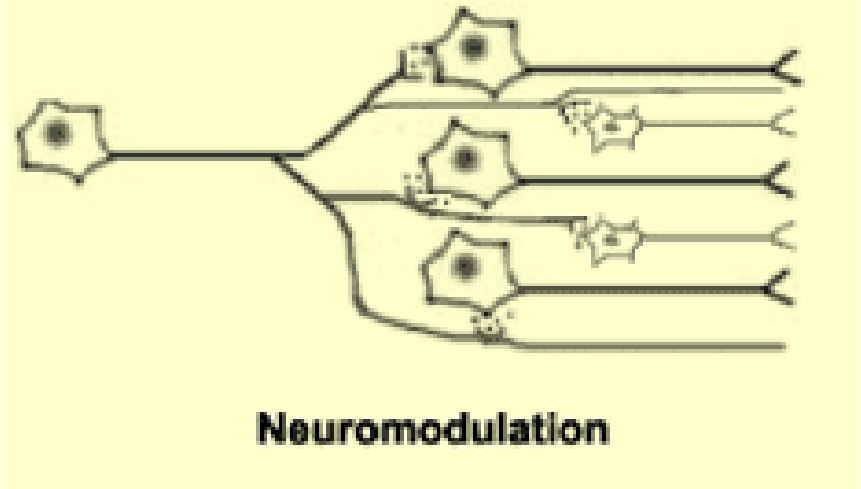
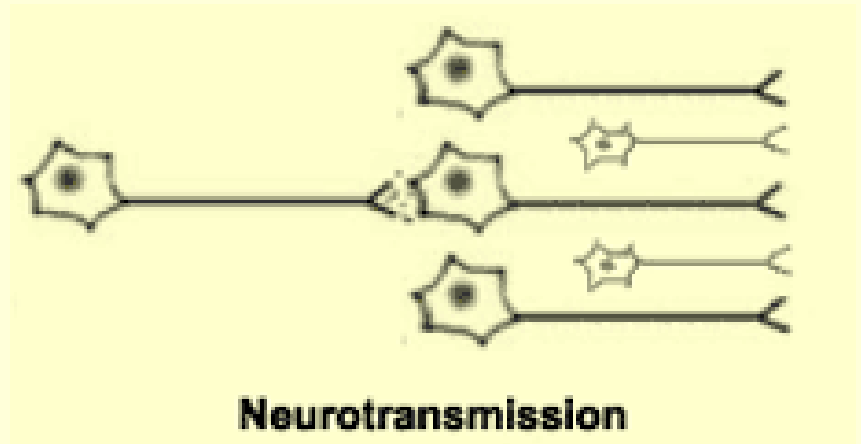
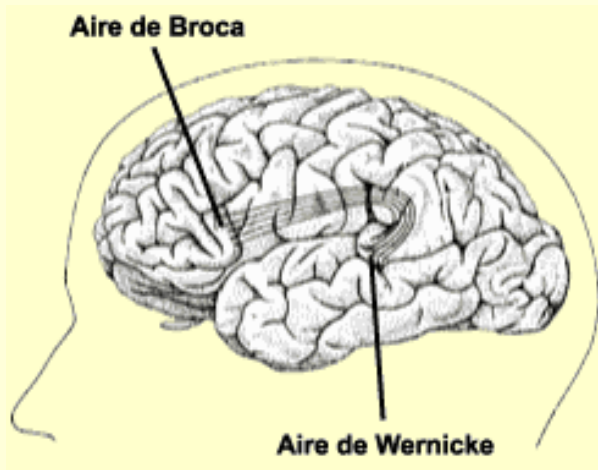
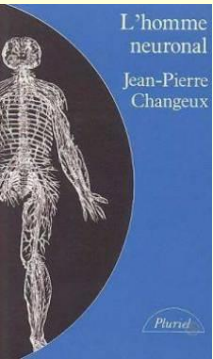
EDITIONS
ODILE JACOB
SCIENCES



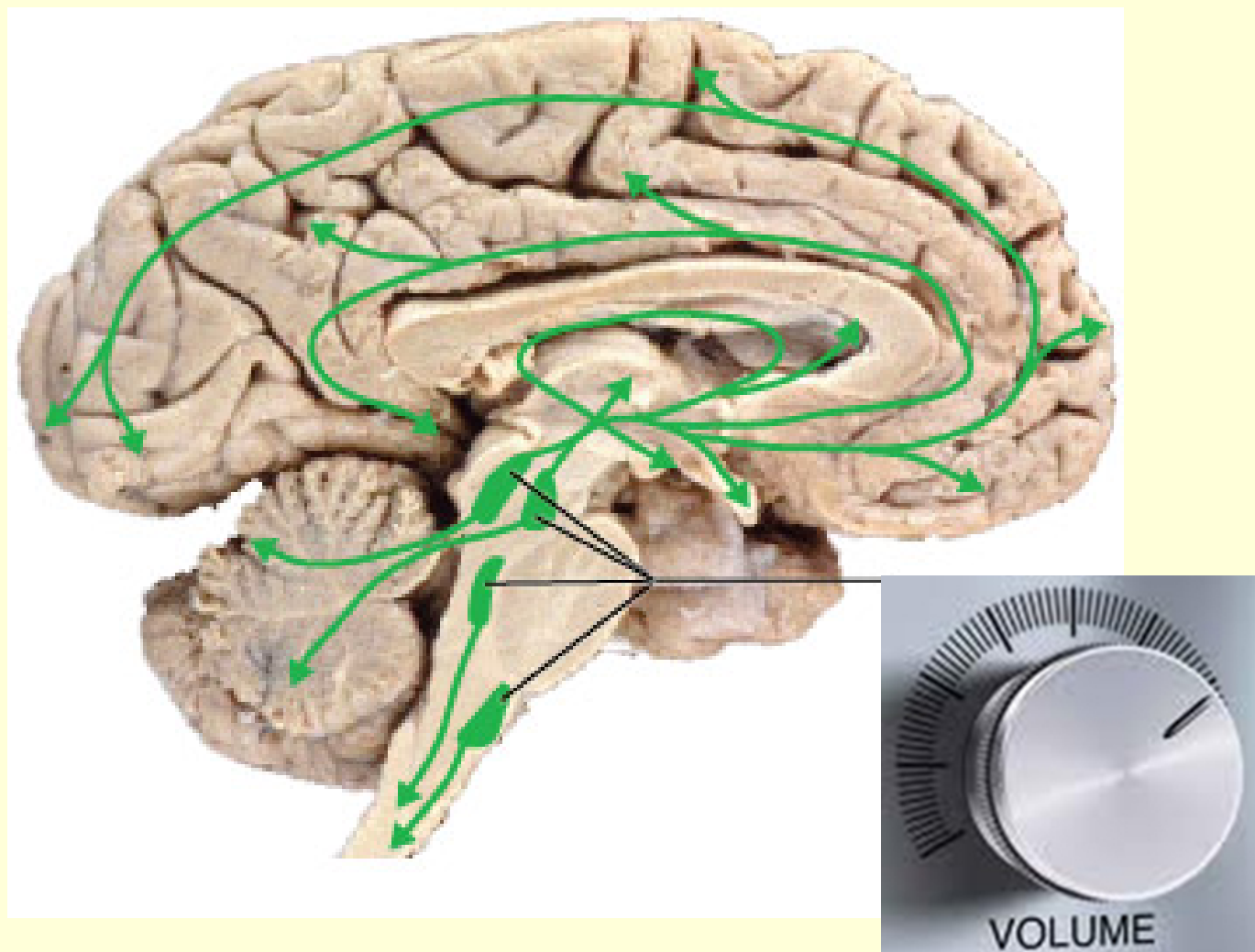
« **Je suis**
parce que je suis ému
et parce que tu le sais ! »

- Jean-Didier Vincent, *Biologie des passions* (1986)

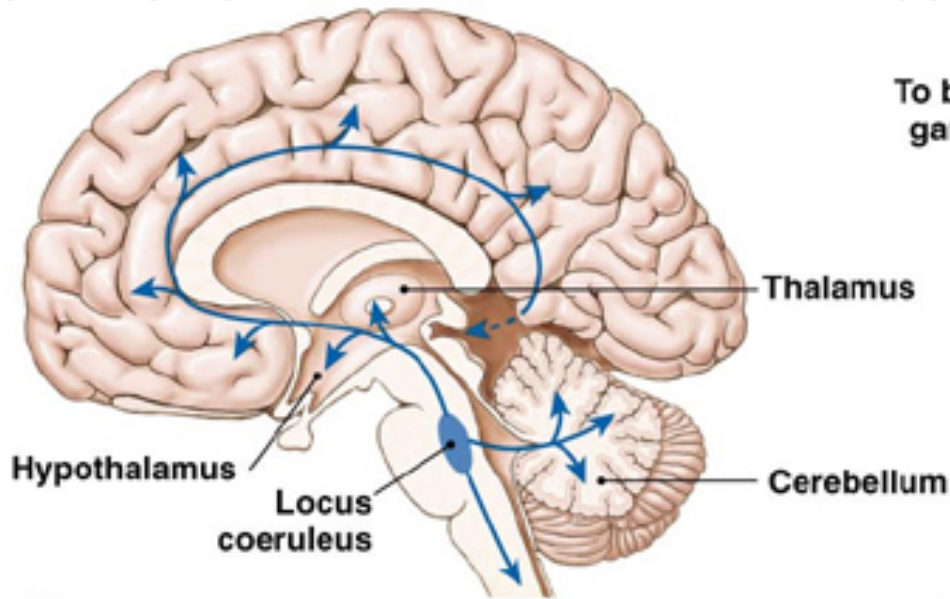




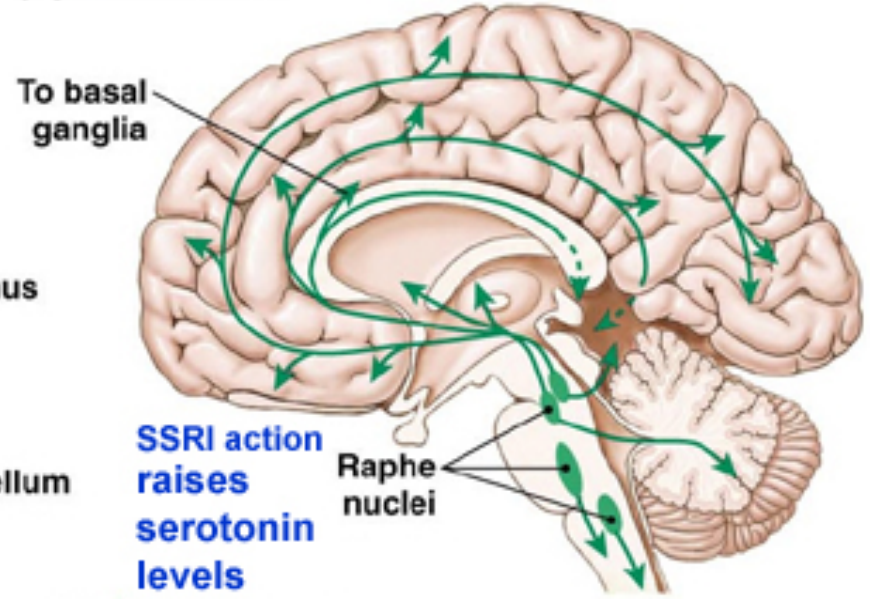
“cerveau hormonal”



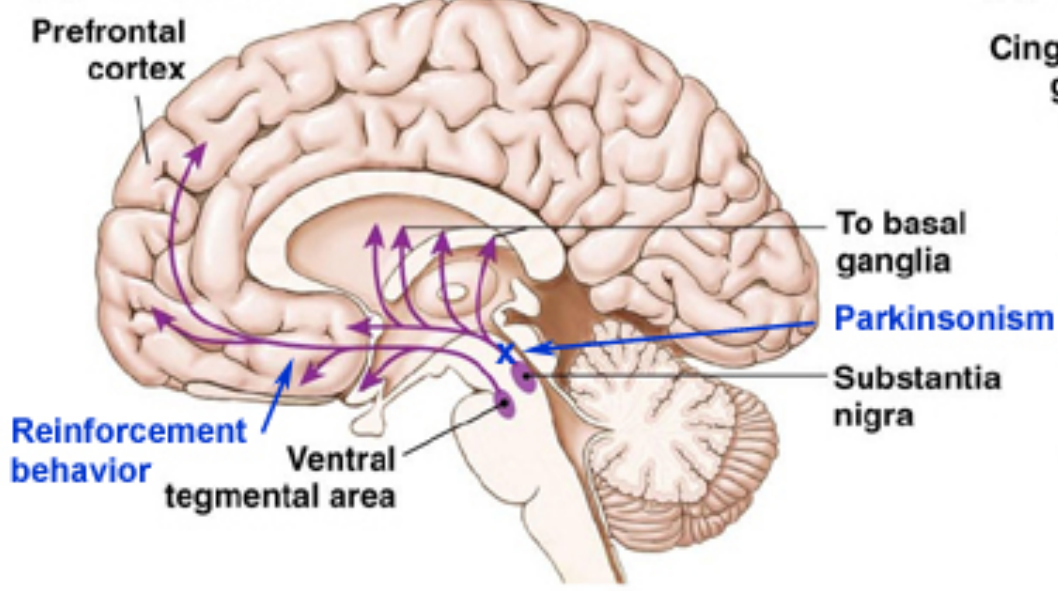
(a) ● Norepinephrine



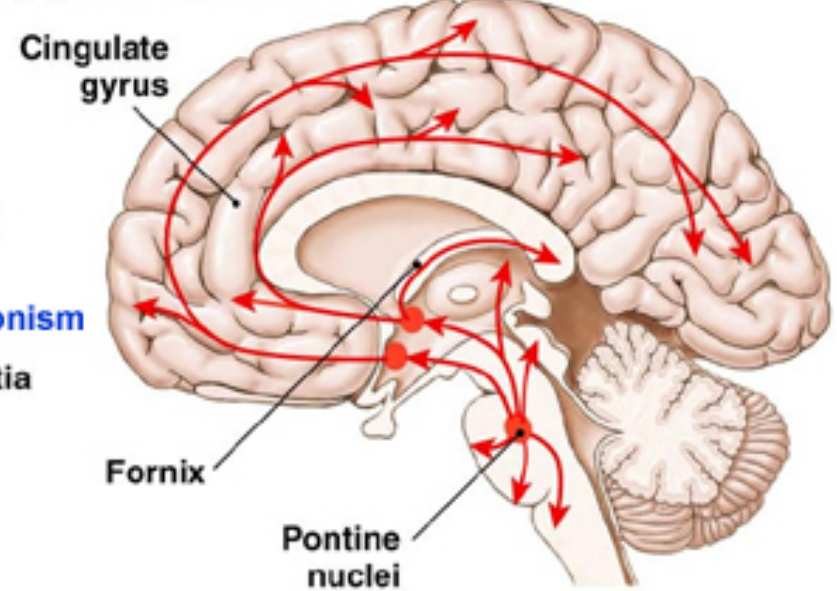
(b) ● Serotonin



(c) ● Dopamine



(d) ● Acetylcholine





ÉVEIL

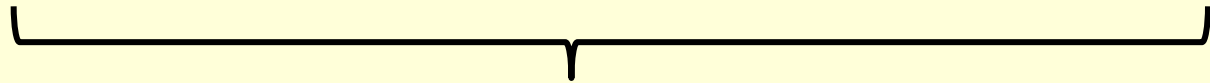
I

II

III

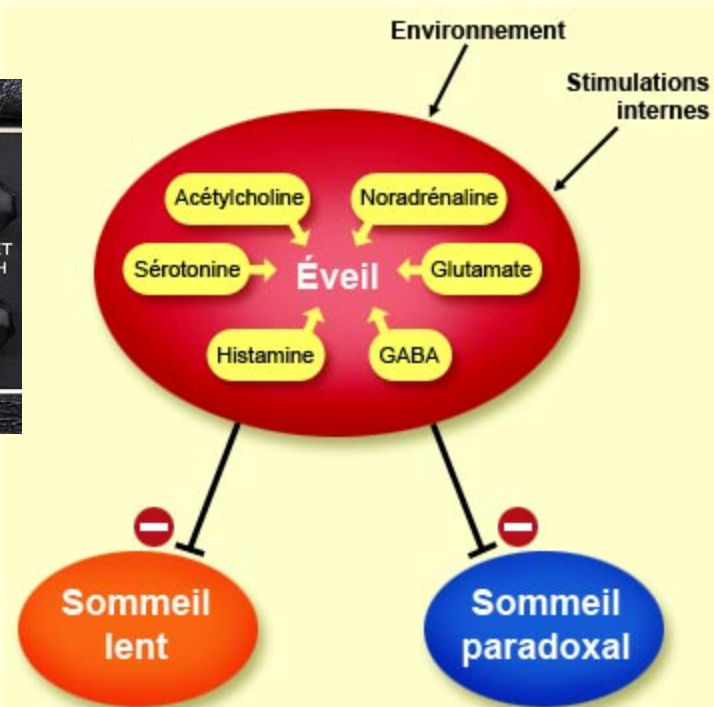
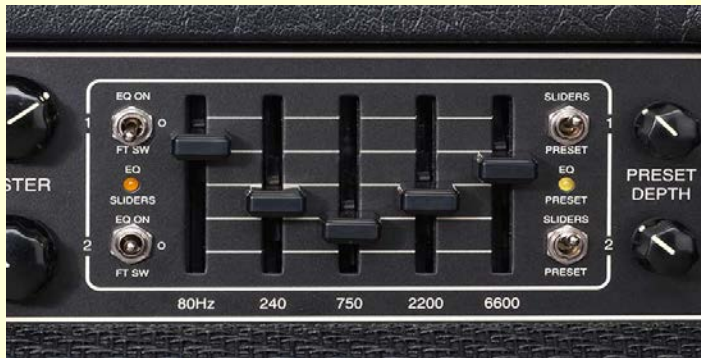
IV

REM

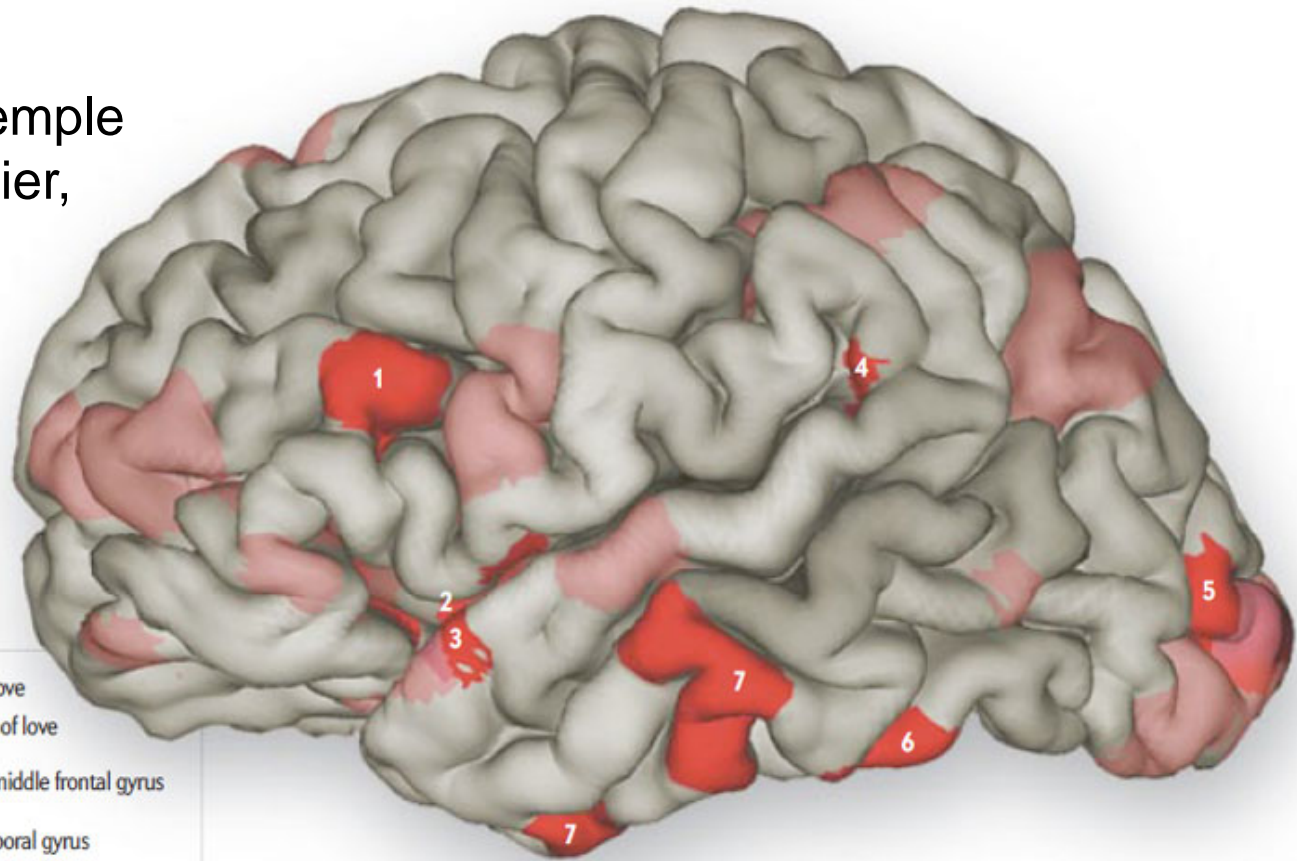


SOMMEIL PROFOND

RÊVE



“Cerveau hormonal” : exemple d’un état particulier, celui de l’amour romantique...



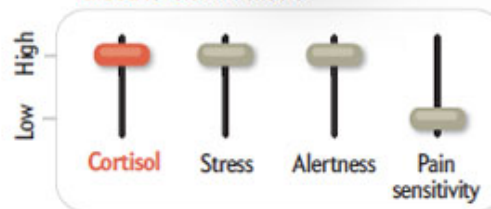
Active regions

- Passionate love
- Other types of love

1. Dorsolateral middle frontal gyrus
2. Insula
3. Superior temporal gyrus
4. Angular gyrus
5. Occipital cortex
6. Occipitotemporal cortex
7. Ventral temporal regions

Interior passion regions not visible:
Caudate nucleus, thalamus,
anterior cingulate, posterior
hippocampus, precentral gyrus

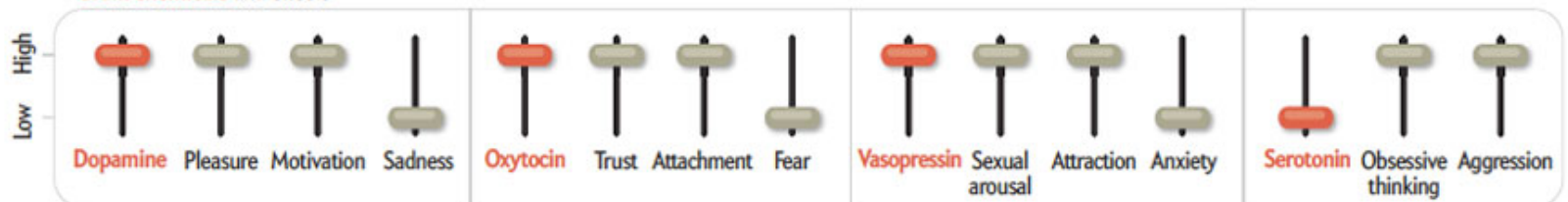
Blood levels and effects



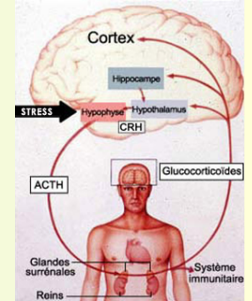
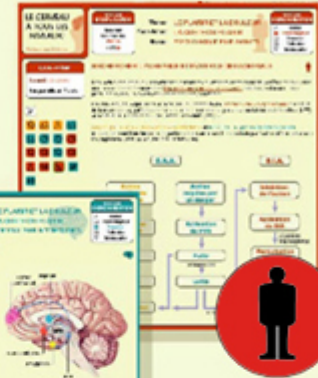
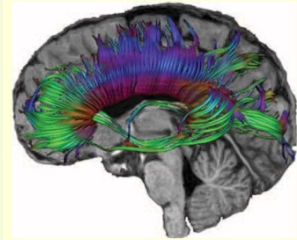
Heightened cognitive functions

- Body image ● Sees partner’s body as better than own
- Self-representation ● Sees partner as completing self
- Attention ● Focuses on partner; ignores others
- Social cognition ● Understands partner’s intentions

Brain chemicals and effects



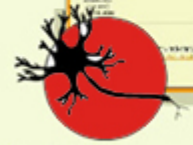
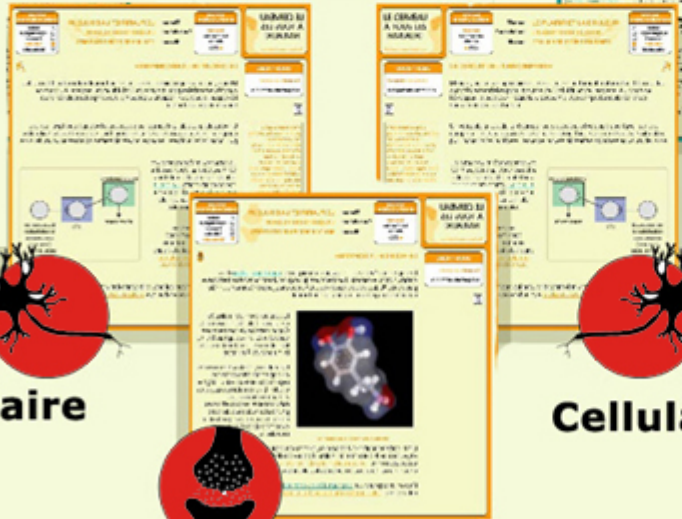
Neurones versus Hormones



Psychologique



Cérébral



Cellulaire



Cellulaire



Moléculaire

Pendant longtemps :

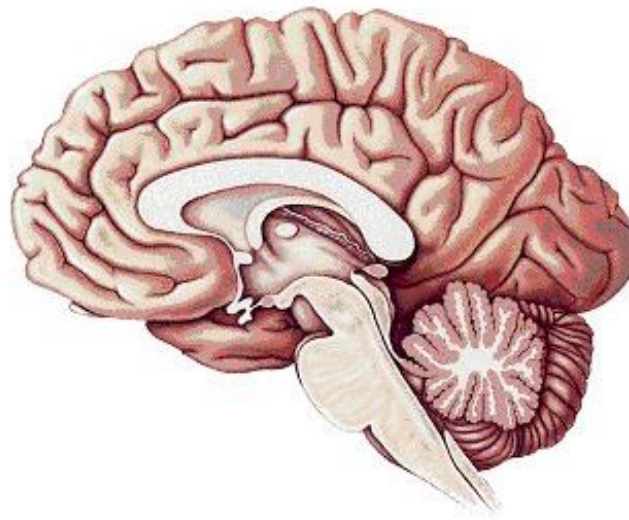
Cerveau

neurotransmetteurs

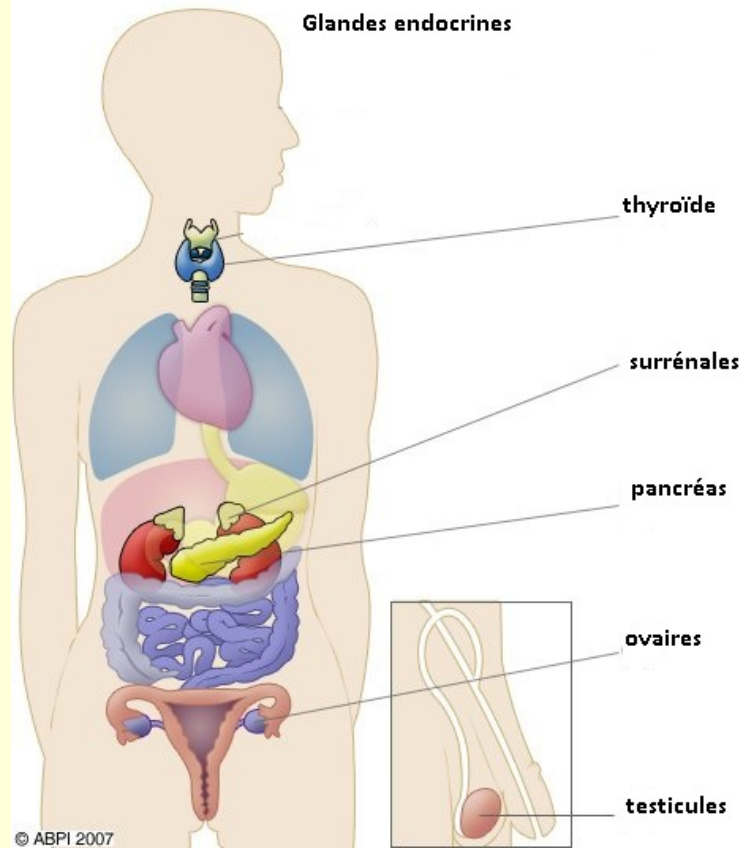
----- SÉPARATION -----

Corps

hormones



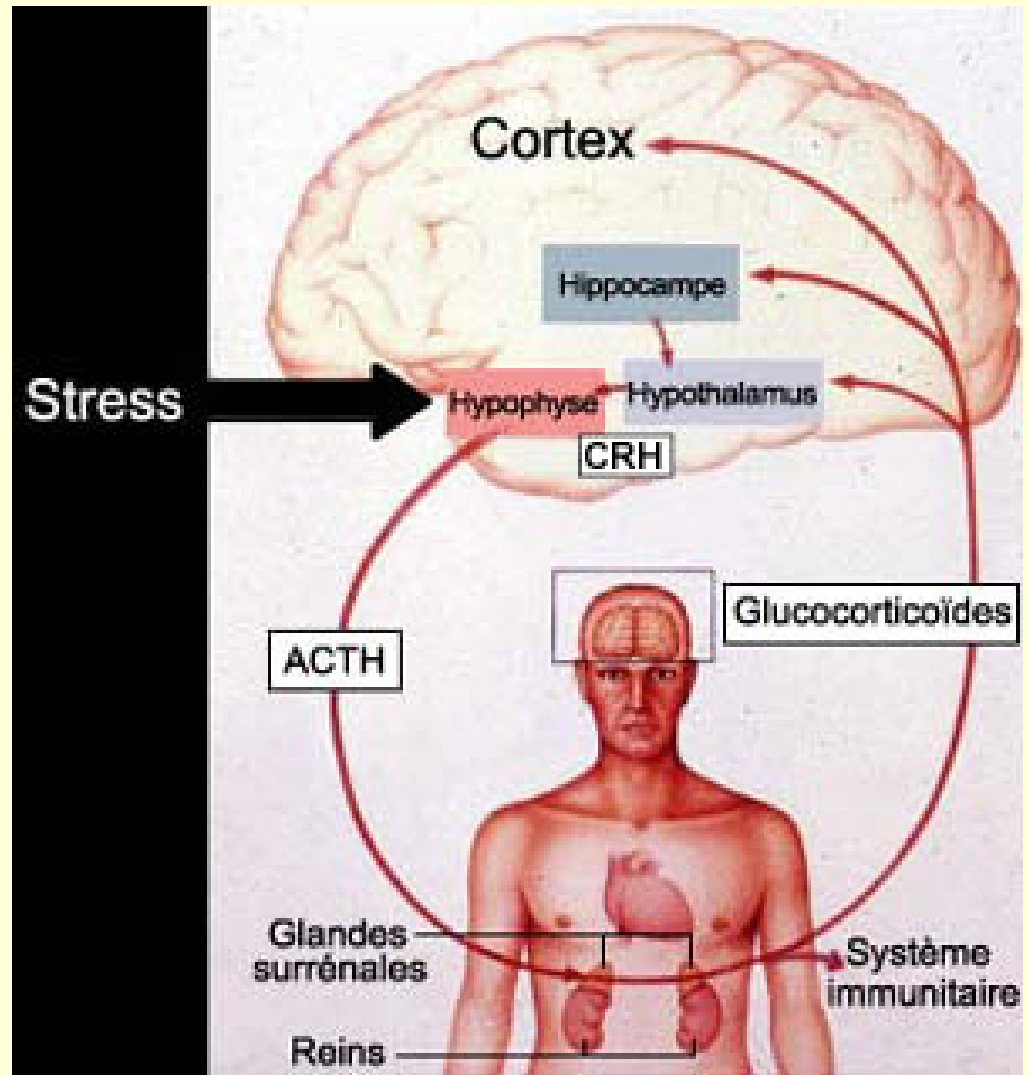
Glandes endocrines



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





Osmorecepteurs =

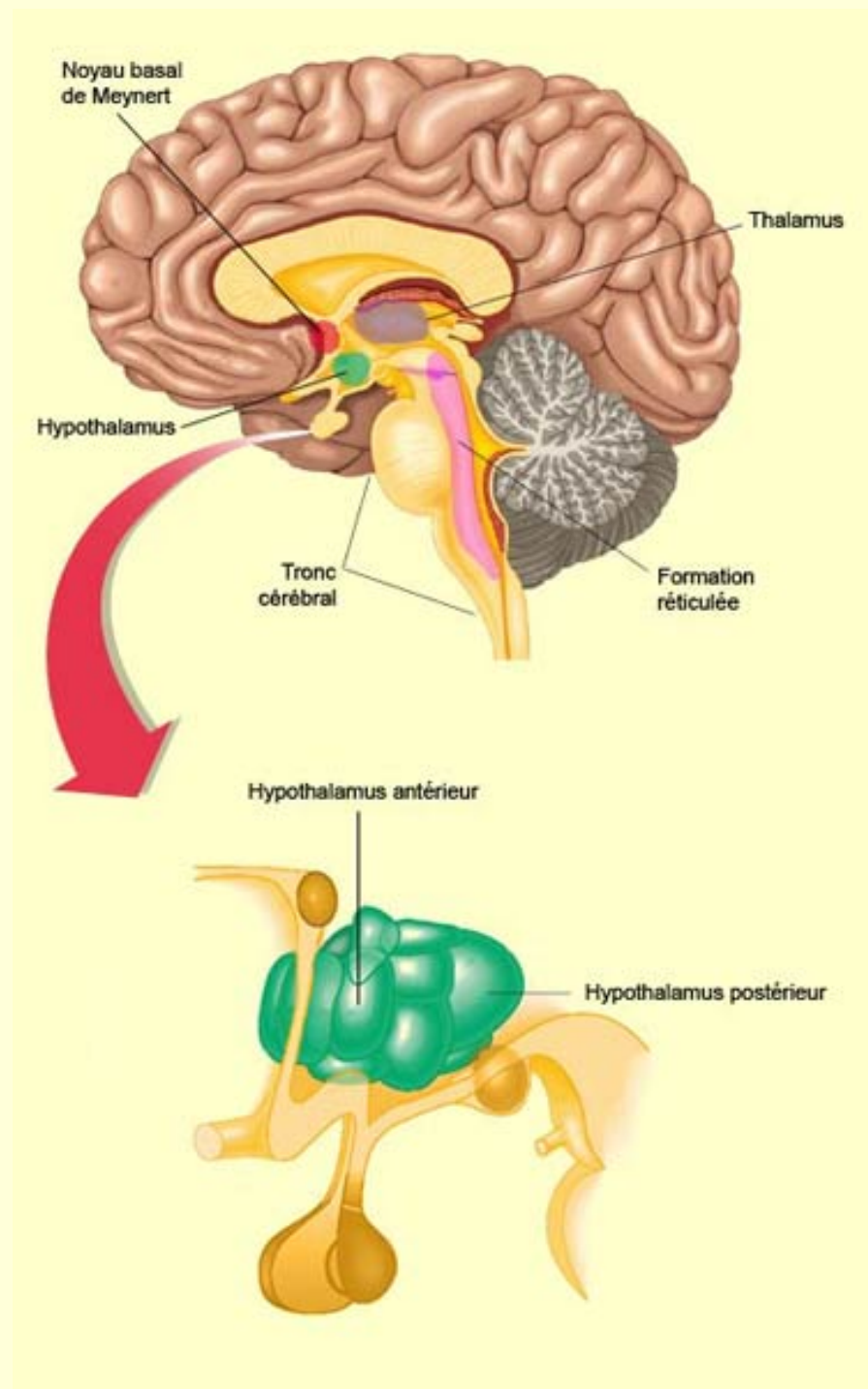
des neurones de l'hypothalamus

sensibles à la concentration osmotique du plasma

dont les axones sécrètent de la **vasopressine**

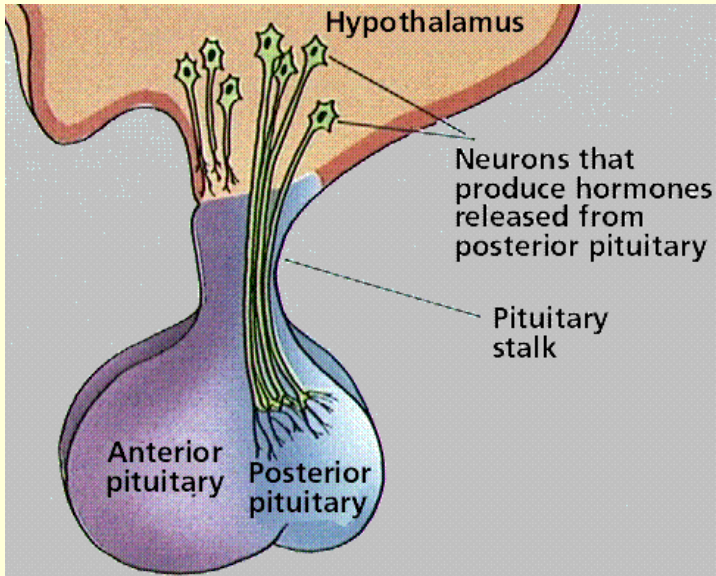
directement dans la circulation sanguine.

Et cette vasopressine, sécrétée par des neurones, va agir comme une **hormone** sur des organes du corps comme les reins ou les vaisseaux sanguins.

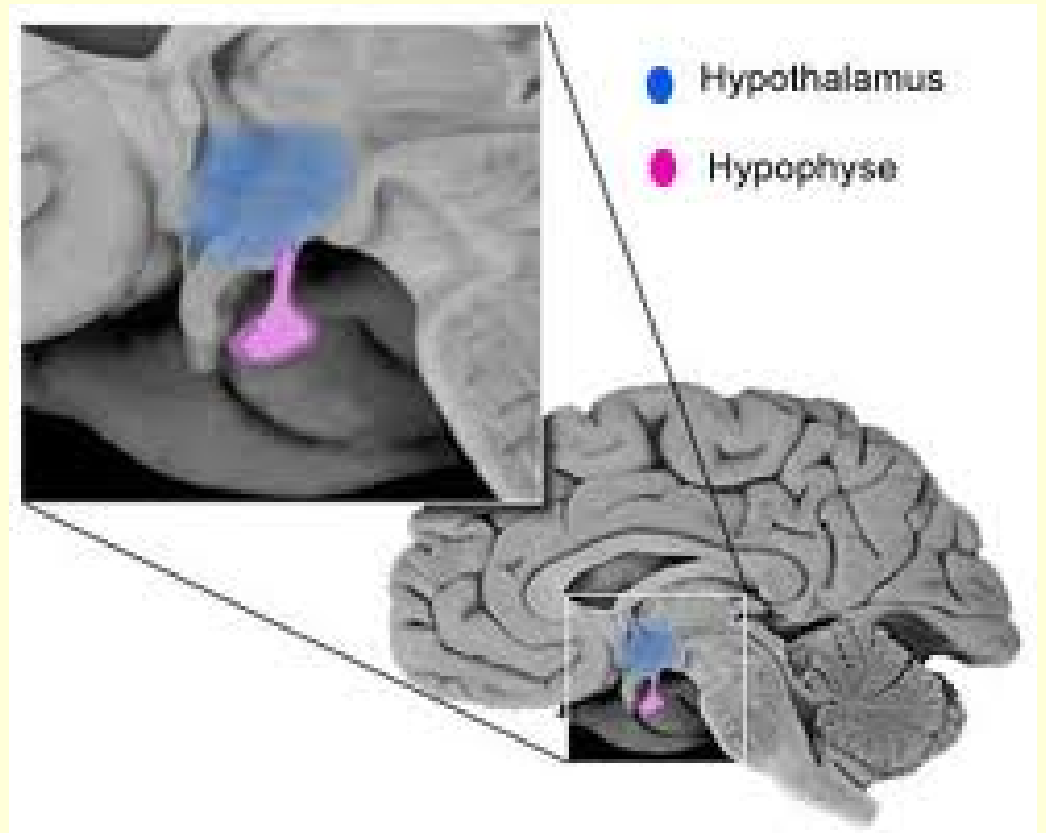


Ce qui m'amène naturellement à vous présenter
la grande complice de l'hypothalamus,
la « glande maîtresse » de l'organisme,

j'ai nommé :

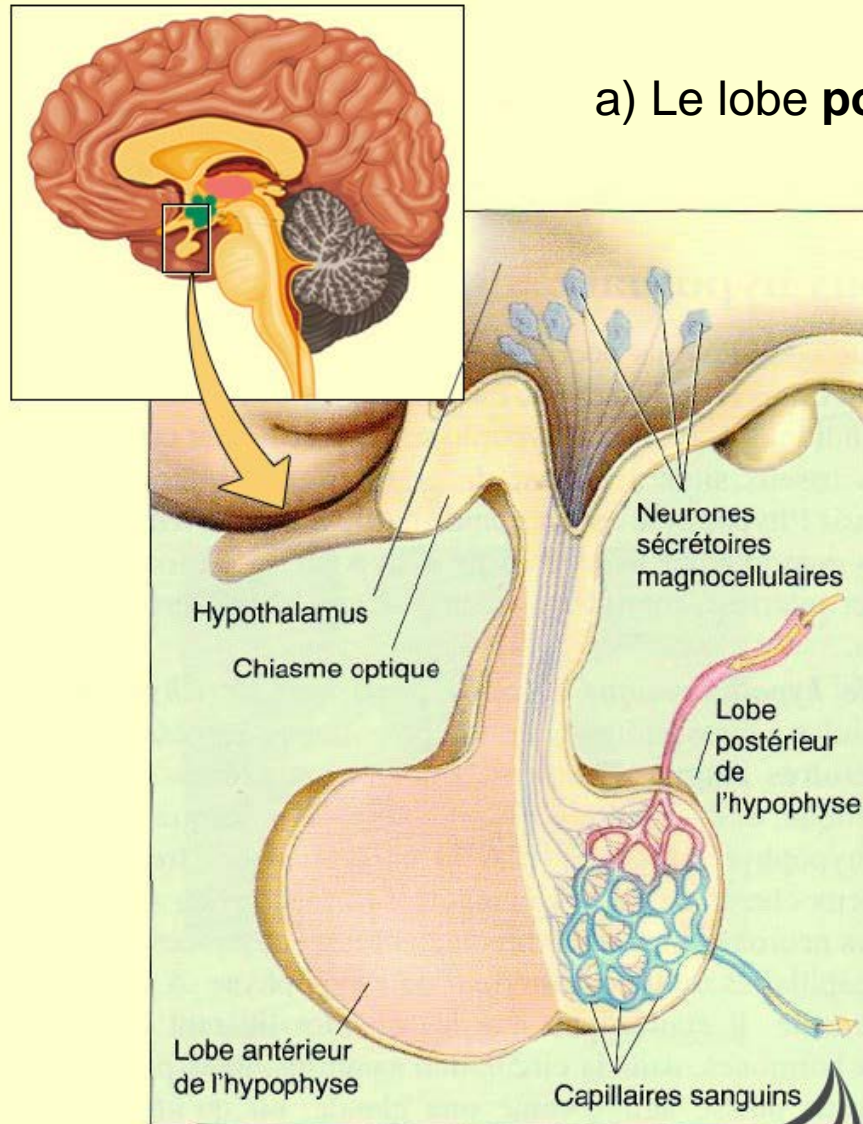


l'hypophyse



L'hypophyse et ses 2 lobes

a) Le lobe postérieur



par où diffusent la vasopressine et ocytocine

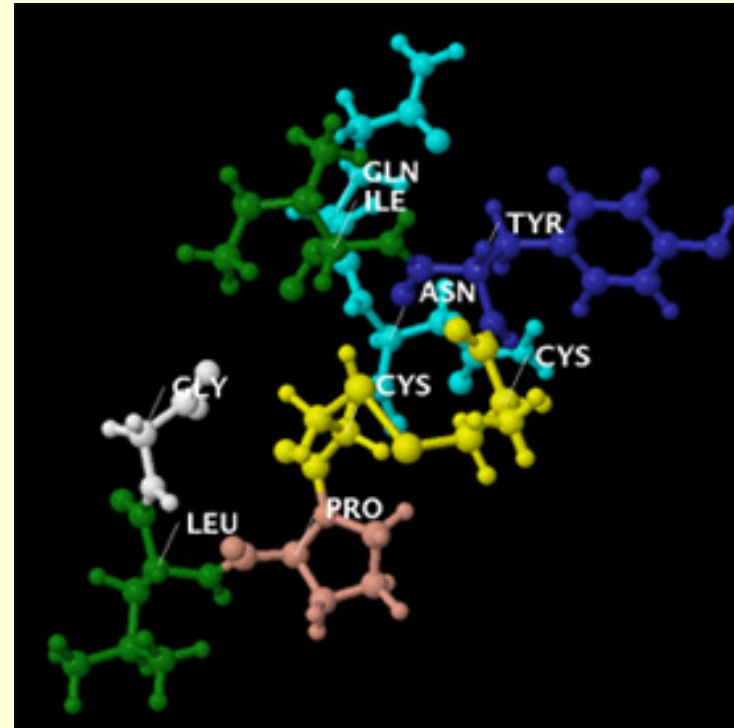




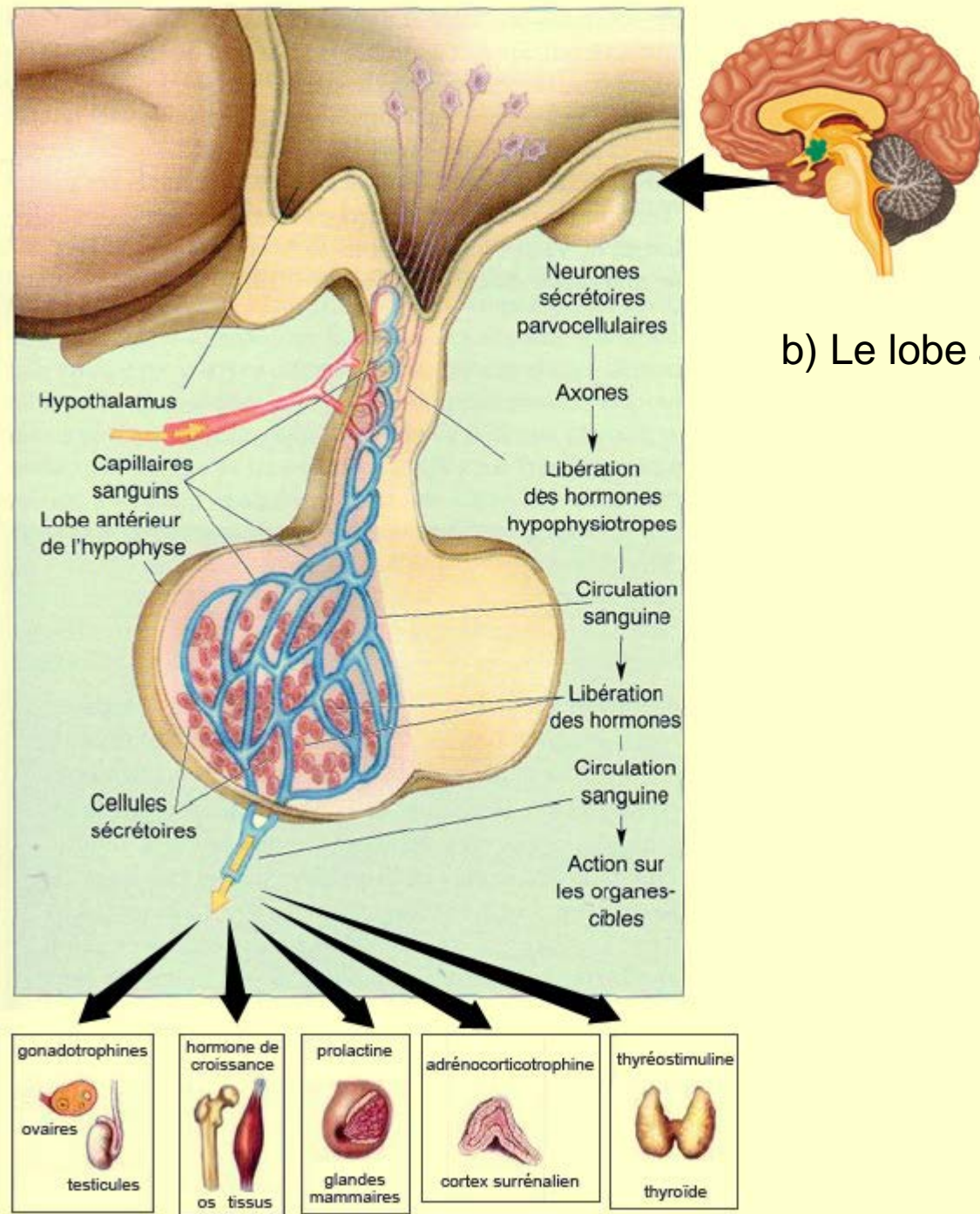
L'ocytocine,

parfois appelée « l'hormone du lien »,
est décrite au :

http://lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d_04/d_04_m/d_04_m_des/d_04_m_des.html

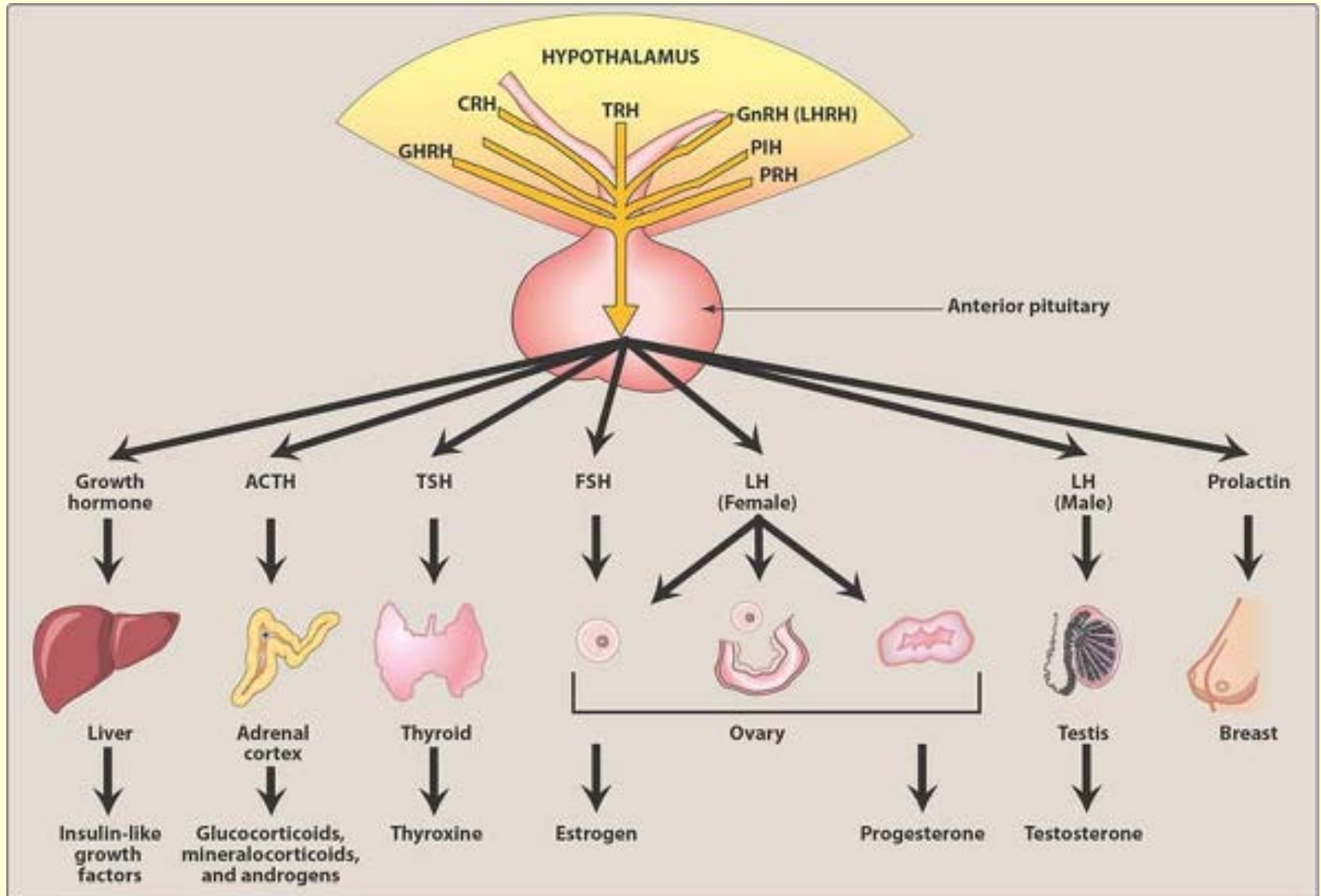


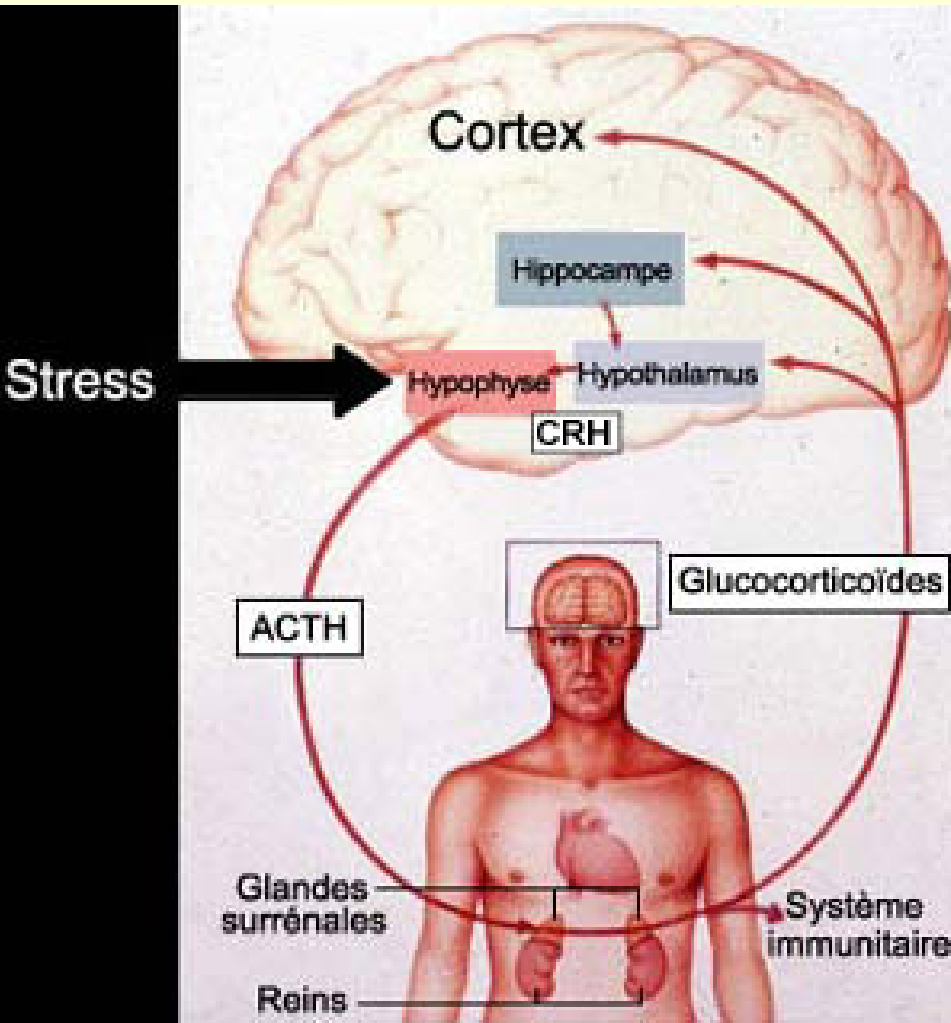
L'hypophyse et ses 2 lobes



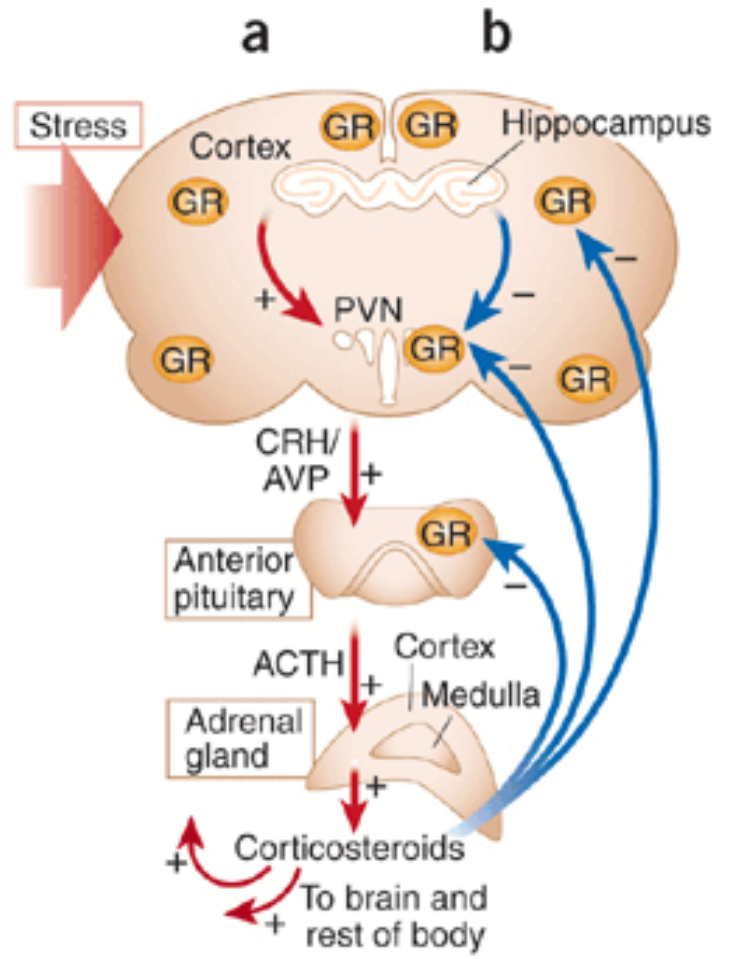
b) Le lobe antérieur

qui sécrète de nombreuses hormones :





Control animal

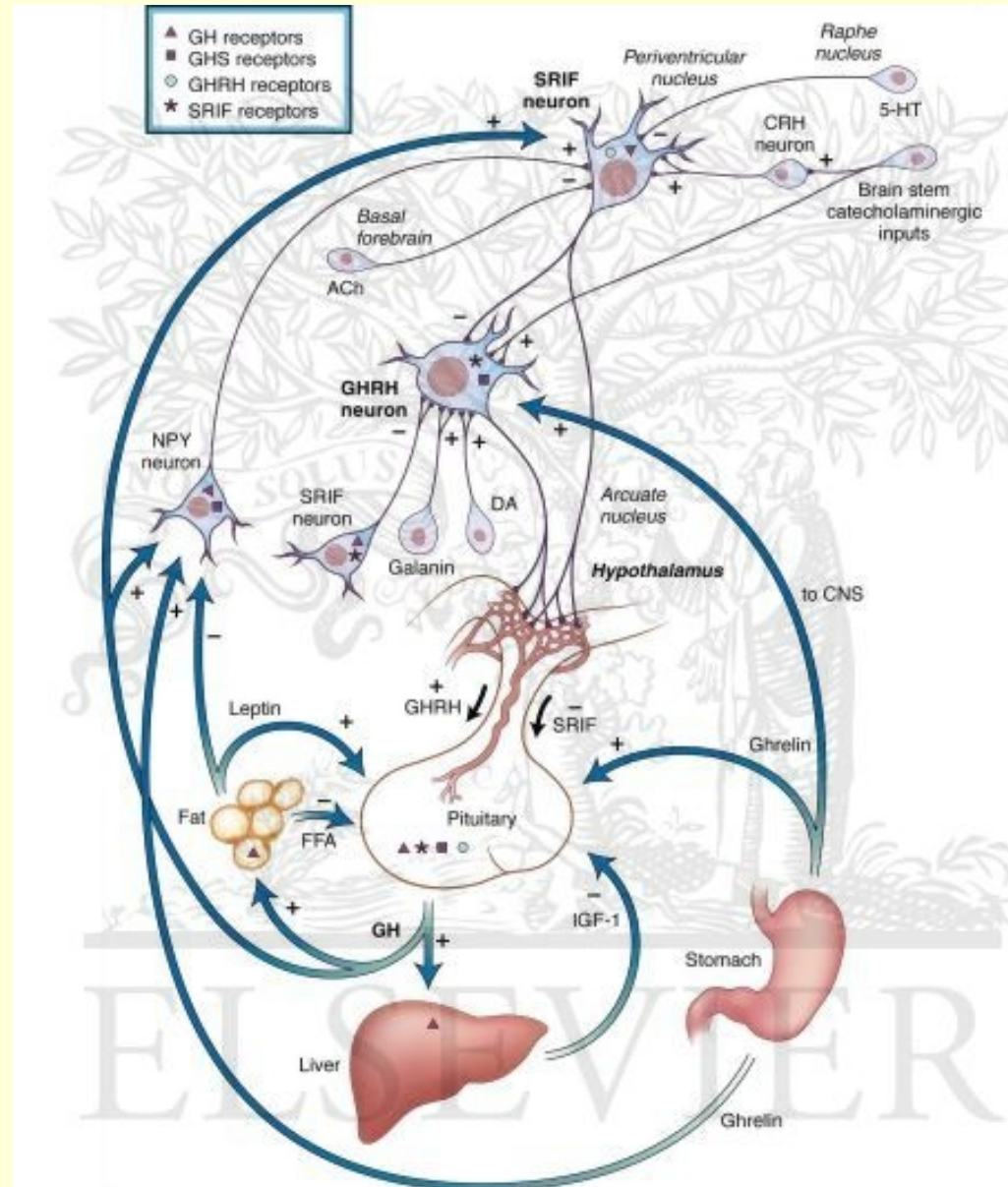


Forebrain GR activation

- Increases acute anxiety
- Alters learning and memory

- Triggers negative feedback
- Ends stress response
- *Return to homeostasis*

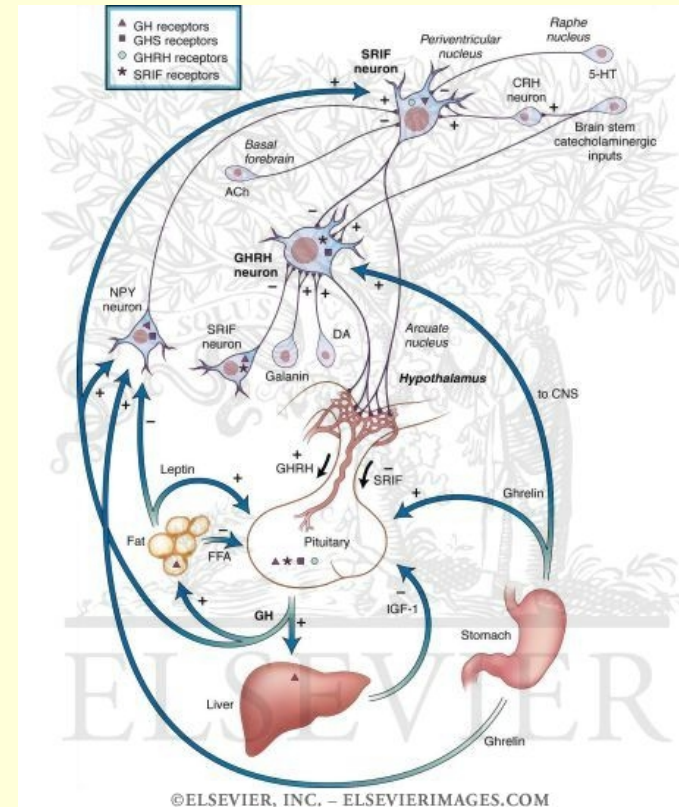
Autre exemple : l'hormone de croissance



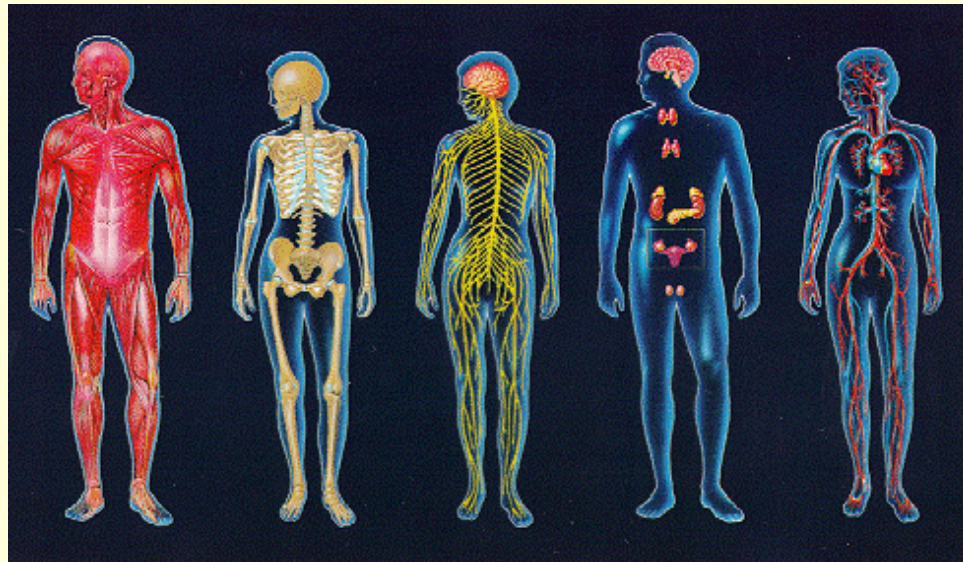


« [À partir de l'hypothalamus], **le cerveau** devient une véritable **glande endocrine** qui déverse ses produits de sécrétion dans le sang de la circulation générale ou d'un réseau local qui irrigue **l'hypophyse**.

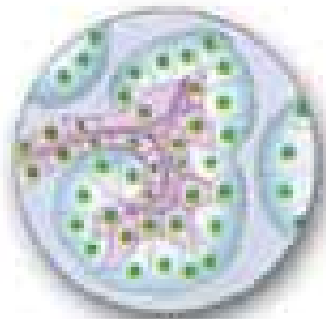
Les hormones du cerveau obéissent aux deux principes fondamentaux qui définissent une hormone : action à distance et autorégulation par rétroaction. »
(p.108-109)



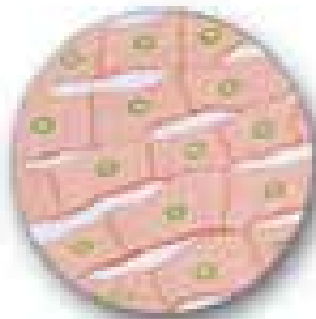
Dernière étape de cette intégration
corps – cerveau - neurohormones



Il faut se rappeler que le corps d'un organisme est fait de **cellules spécialisées**...



cellule
pancréatique



cellule
cardiaque



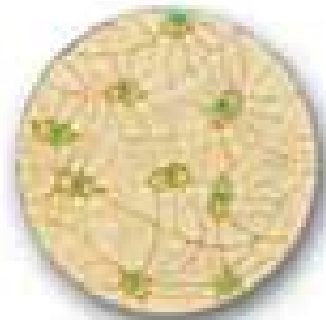
cellule
sanguine



cellule
pulmonaire



ovule



cellule
osseuse



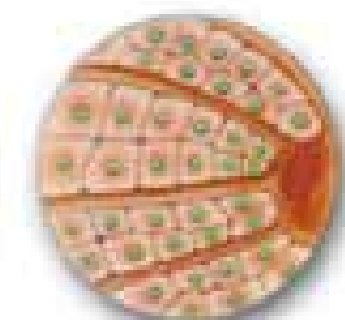
cellule
de la rate



cellule
musculaire

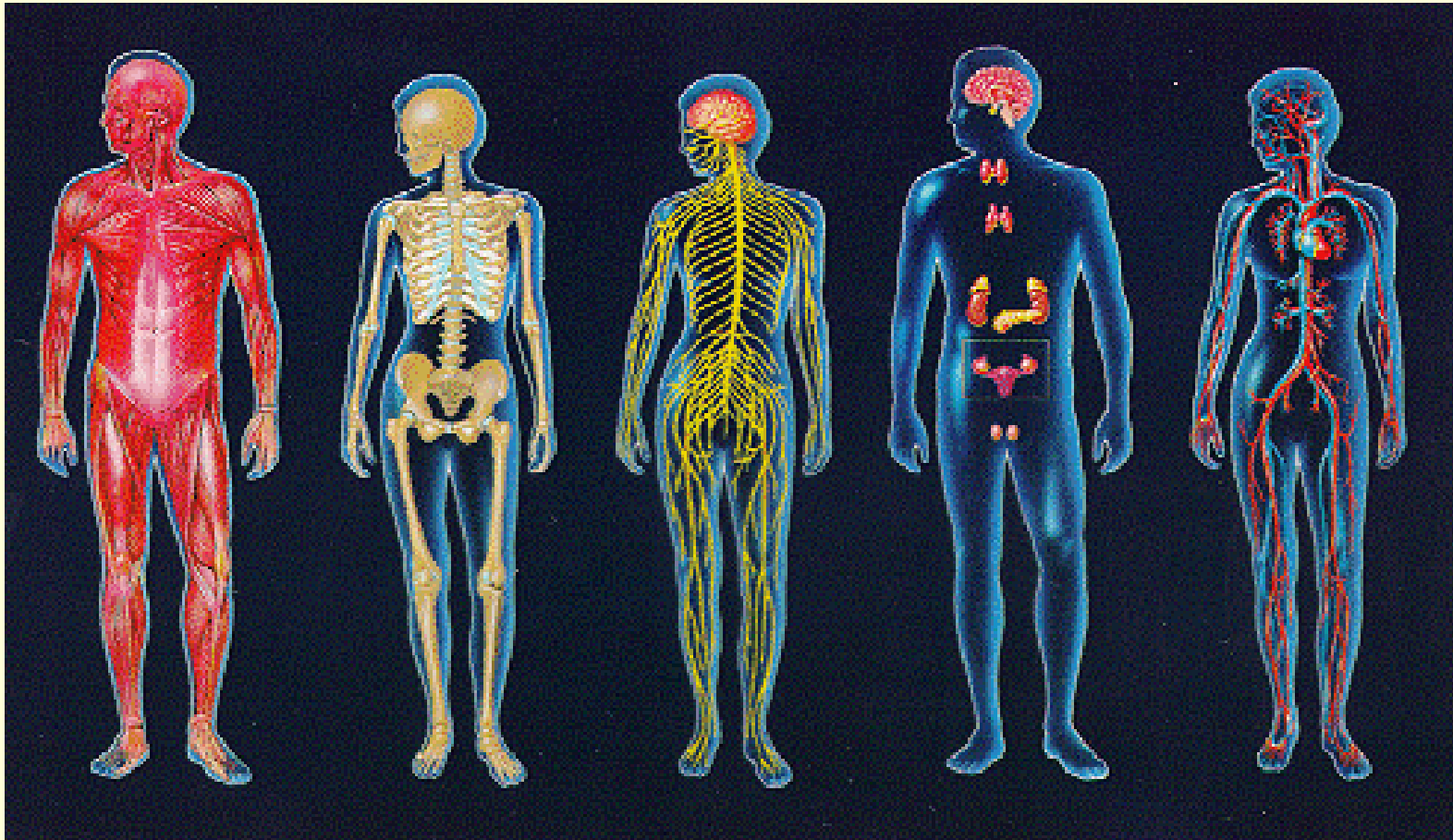


cellule
du cerveau



cellule
du foie

...qui forment différents **tissus** et **organes**, et finalement différents **grands systèmes**.



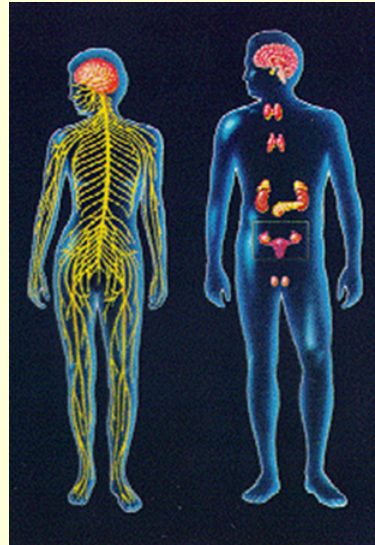
Musculo-squelettique

Nerveux

Endocrinien

Circulatoire

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



Nerveux **Endocrinien**

Ces deux grands systèmes vont collaborer
pour maintenir cette structure chez les animaux.

Systeme **nerveux**

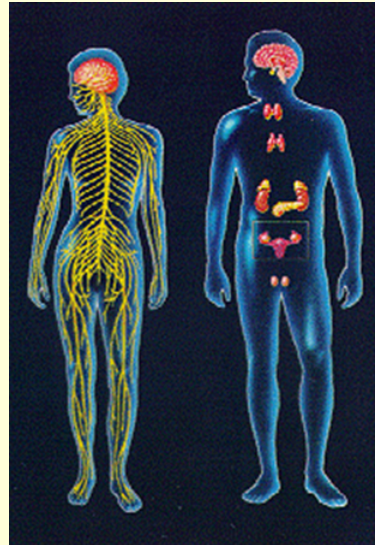
=

autonomie motrice

pour trouver leurs ressources
dans l'environnement

Donc boucles sensori-motrices

Donc **comportements**



Système **nerveux**

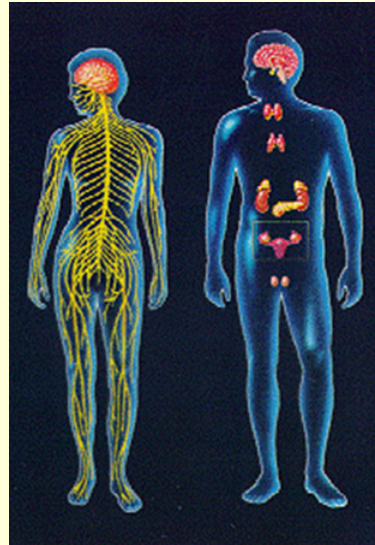
=

autonomie motrice

pour trouver leurs ressources
dans l'environnement

Donc boucles sensori-motrices

Donc **comportements**



Système **endocrinien**

=

Équilibre métabolique

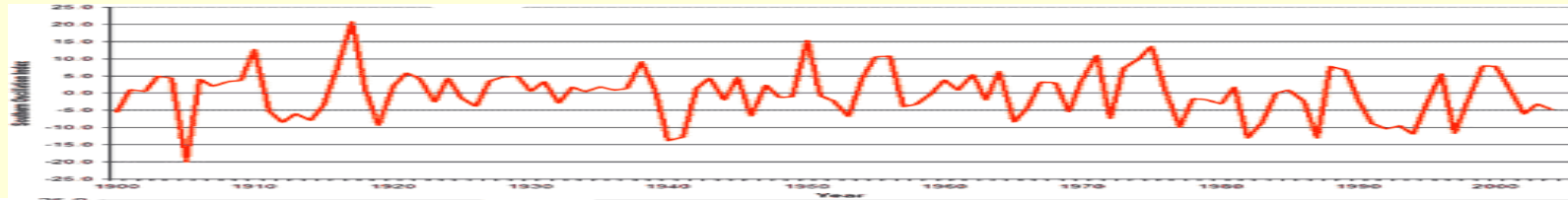
de l'environnement
interne

Donc boucles de rétroaction
biochimiques

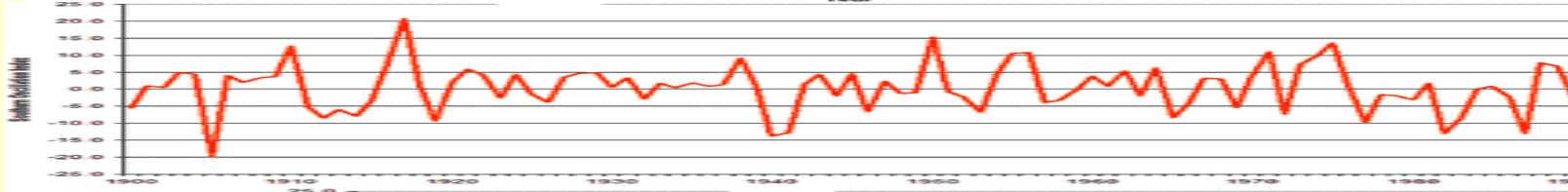
Donc **régulations
hormonales**

Nos besoins fondamentaux subissent des fluctuations qui s'éloignent parfois de la valeur optimale...

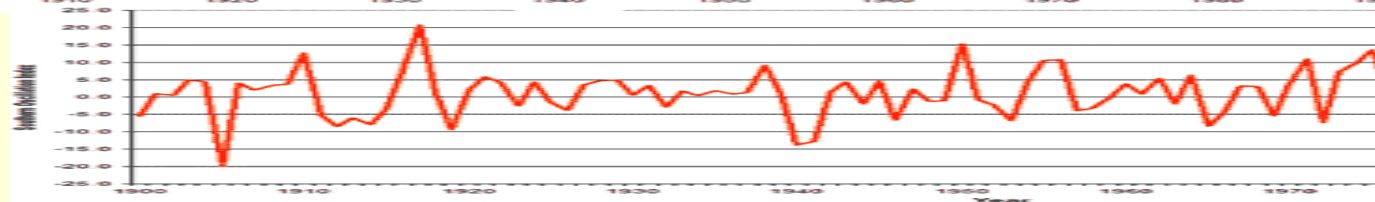
FAIM



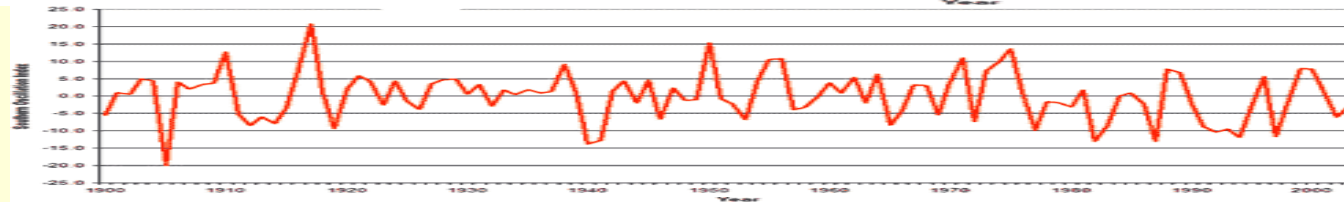
SOIF



TEMPÉRATURE



REPRODUCTION



...vers laquelle l'organisme va tendre à revenir toujours par 2 moyens :



**Par une réponse
comportementale
(système nerveux)**

**Par une réponse
métabolique
(système endocrinien)**

FAIM

Manger

Mobiliser ses réserves
(lipides, etc...)

SOIF

Boire

Diminuer l'élimination d'eau
(réabsorption par les reins,
etc....)

TEMPÉRATURE

Se met à l'abri
Hérissé ses poils

Augmente la production de
chaleur par ses cellules

REPRODUCTION

Comportements de
séduction
Accouplement

Maturation des cellules
sexuelles

SOINS ENFANTS

Comportements maternels

Production de lait

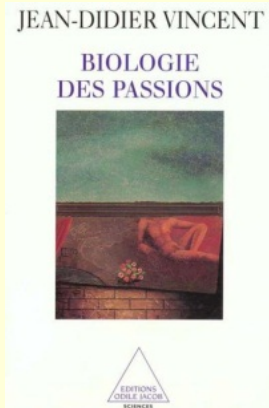
**Par une réponse
comportementale
(système nerveux)**



**Par une réponse
métabolique
(système endocrinien)**

**Les 2 systèmes travaillent toujours ensemble
et en parallèle pour assurer « l'homéostasie ».**

Ce qui n'est pas étonnant dans une perspective **évolutive**...



« Les substances chargées de la communication sont présentes dans l'être vivant avant même que ne soient différenciés les [grands systèmes].

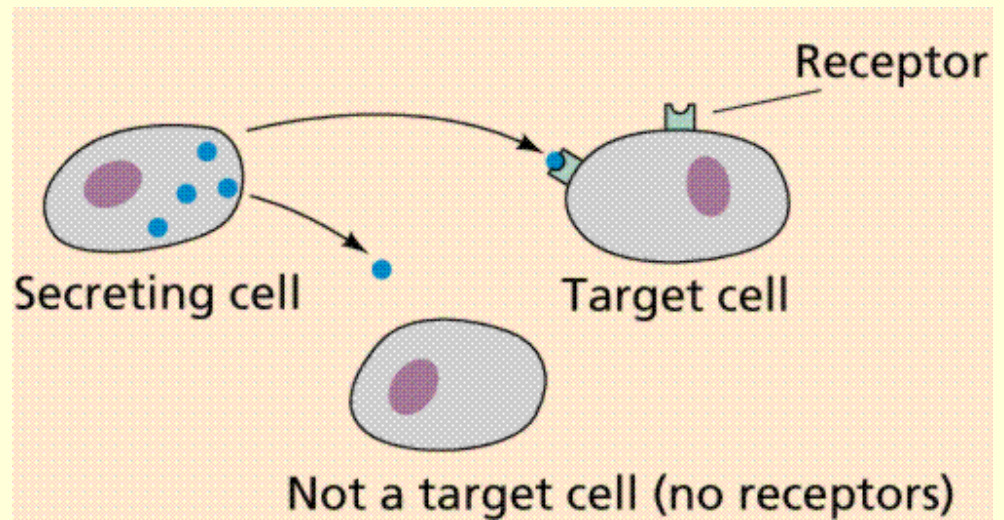
Hormones et neurotransmetteurs **devancent** l'apparition des systèmes endocrines et nerveux. » (p.105)



Ce qui n'est pas étonnant dans une perspective **évolutive**...

« Les substances chargées de la communication sont présentes dans l'être vivant avant même que ne soient différenciés les [grands systèmes].

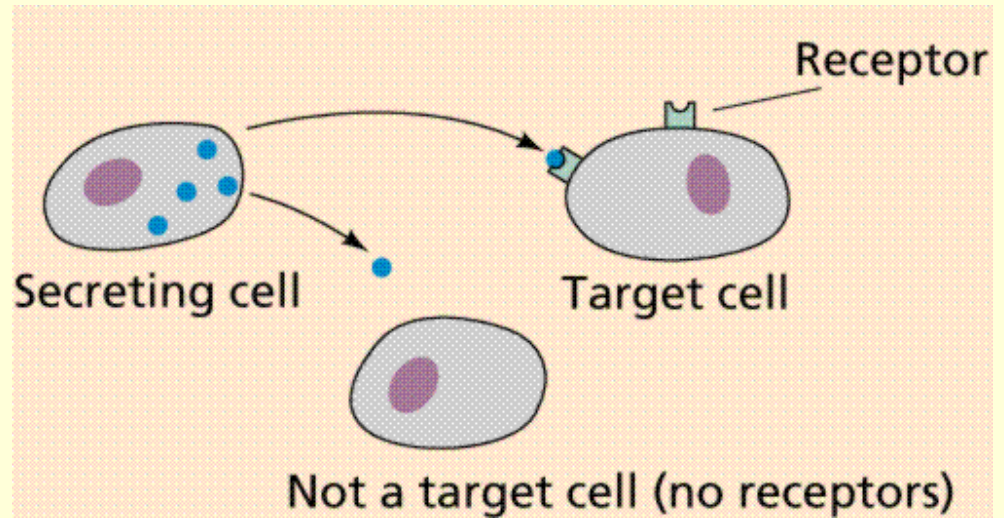
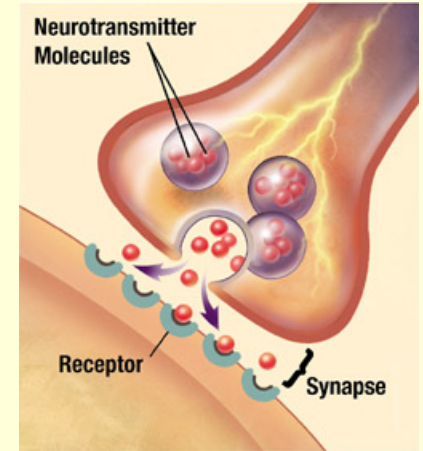
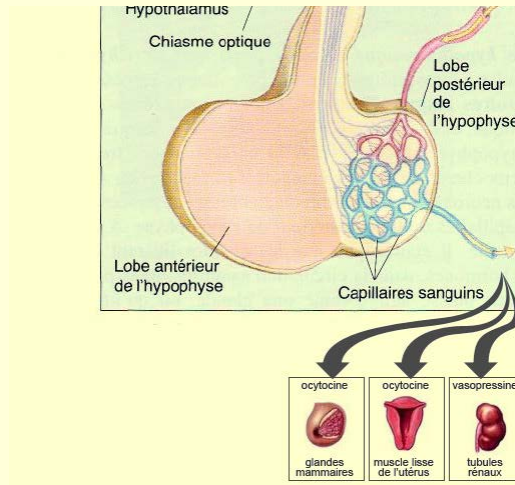
Hormones et neurotransmetteurs **devancent** l'apparition des systèmes endocrines et nerveux. » (p.105)



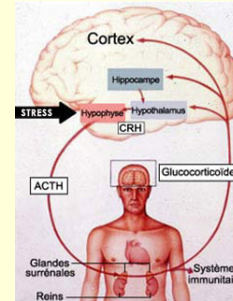
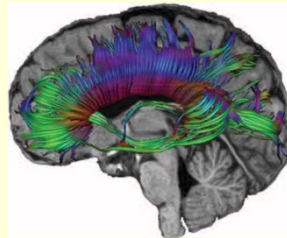
« Les mêmes substances sont à la fois hormones

et neurotransmetteurs

selon une confusion
des rôles qui nous est
maintenant familière. »

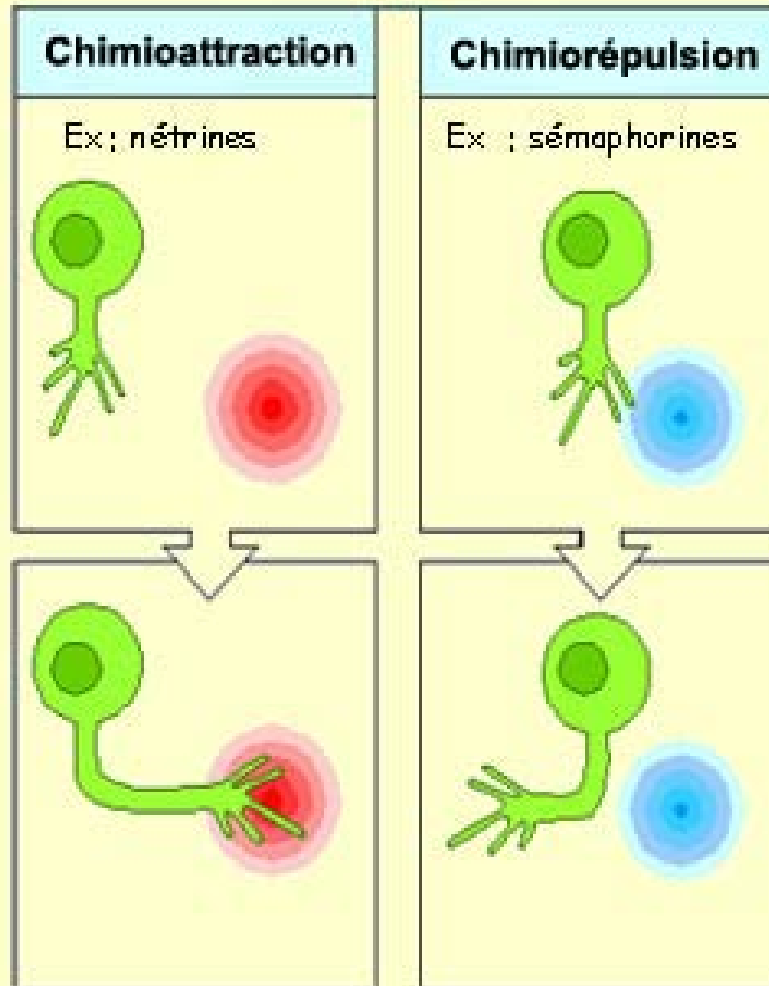


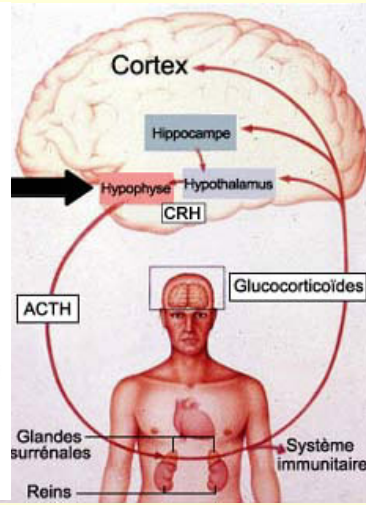
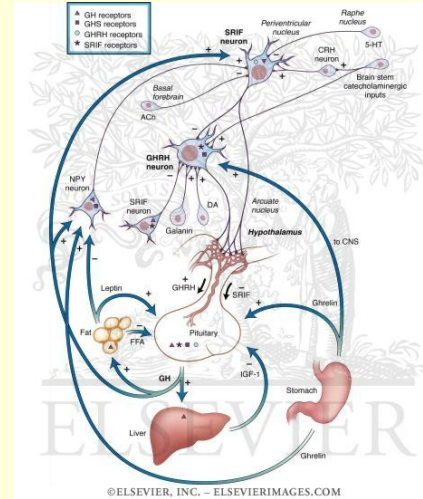
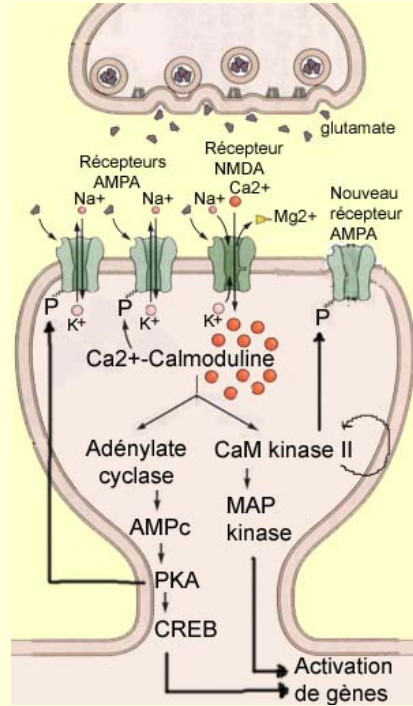
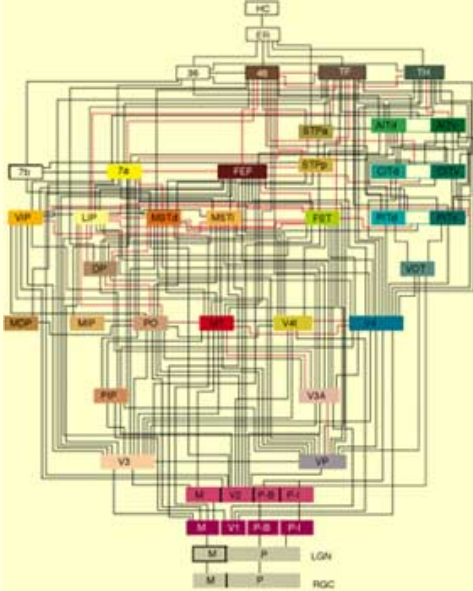
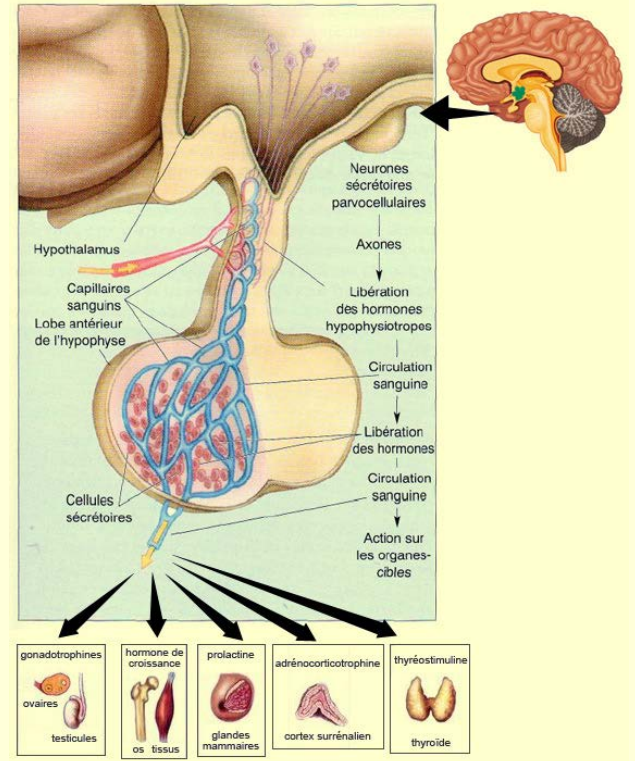
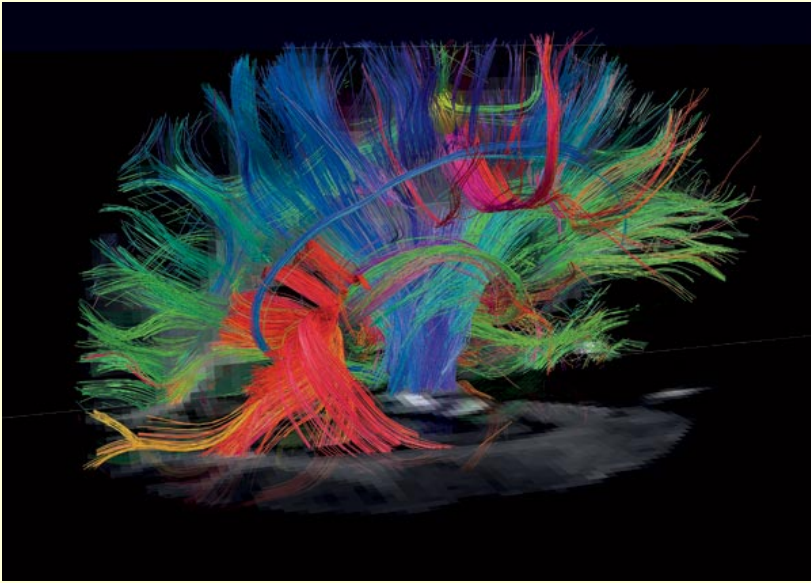
Neurones versus Hormones



Vers une conclusion aux allures de réconciliation

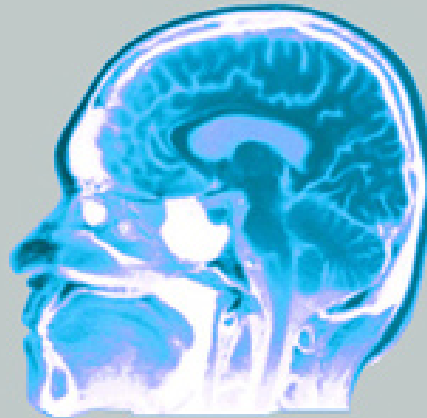
Dans une perspective **développementale**...







+



Merci de votre attention !