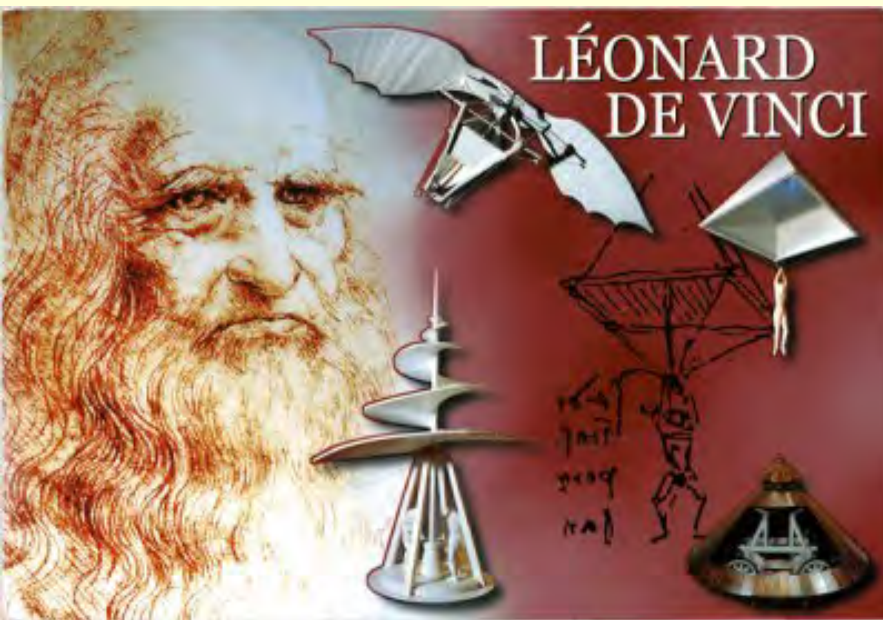


# La nécessaire multidisciplinarité pour comprendre le cerveau



En guise d'intro:

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



### **Léonard de Vinci (1452 - 1519)**

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

# Le dernier **savant universel**, Henri Poincaré, mort en 1912

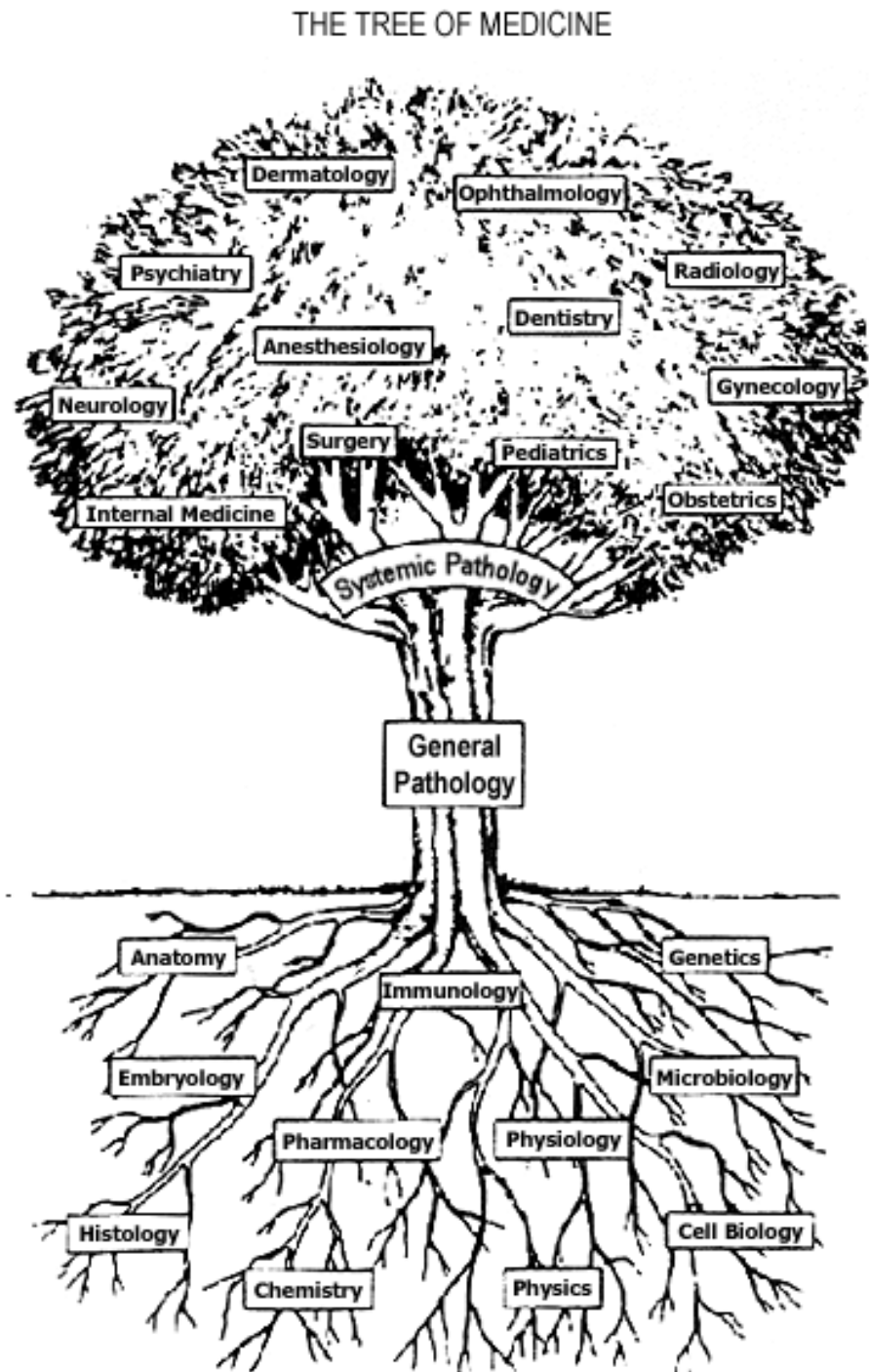
Mathématicien, physicien et philosophe,  
ce grand scientifique s'était aussi  
intéressé au sort des mineurs.

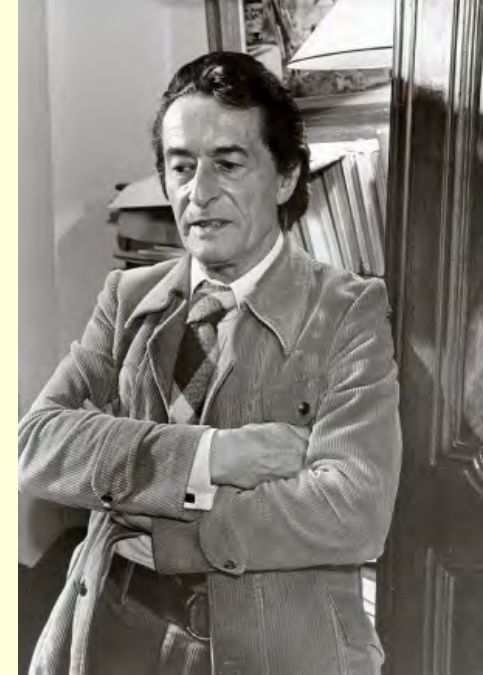
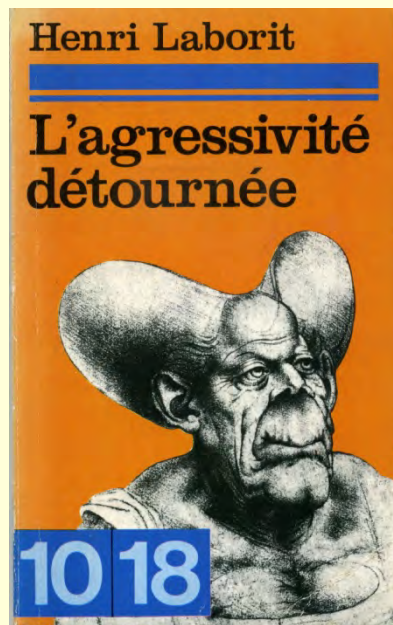
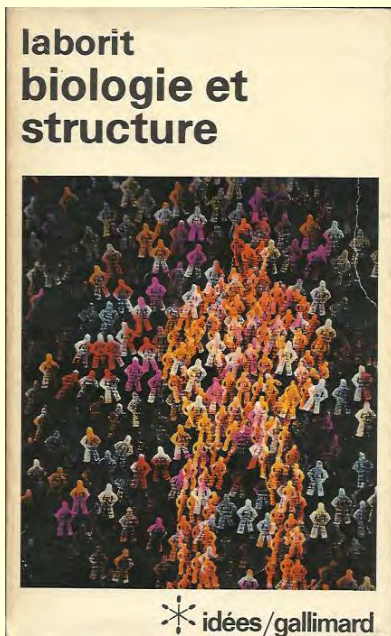


Au cours du **XXe siècle**,  
les disciplines scientifiques  
deviennent de plus en plus  
**spécialisées**.

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

De sorte que toute intrusion  
d'une autre discipline dans  
la sienne était accueillie  
par le « spécialiste » avec  
circonspection, voire avec  
paternalisme ou agressivité!





Henri Laborit  
(1914 – 1995)



« Nous avons assisté à la construction d'une tour de Babel dans laquelle grouillait une population de plus en plus nombreuse de **spécialistes** qui n'arrivaient plus à échanger une seule information car leurs **langages** étaient tous **différents** »



Henri Laborit  
(1914 – 1995)

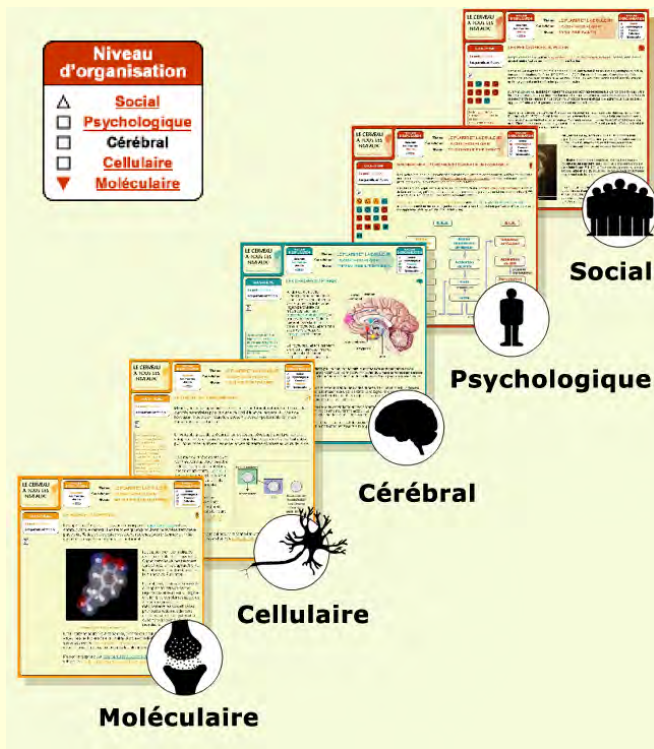
Pour Laborit, il faut plutôt s'initier **au langage des autres disciplines**, non pas pour leur technique - cela demande des années, voire une vie – mais afin **d'échapper aux limites conceptuelles de leur propre domaine.**

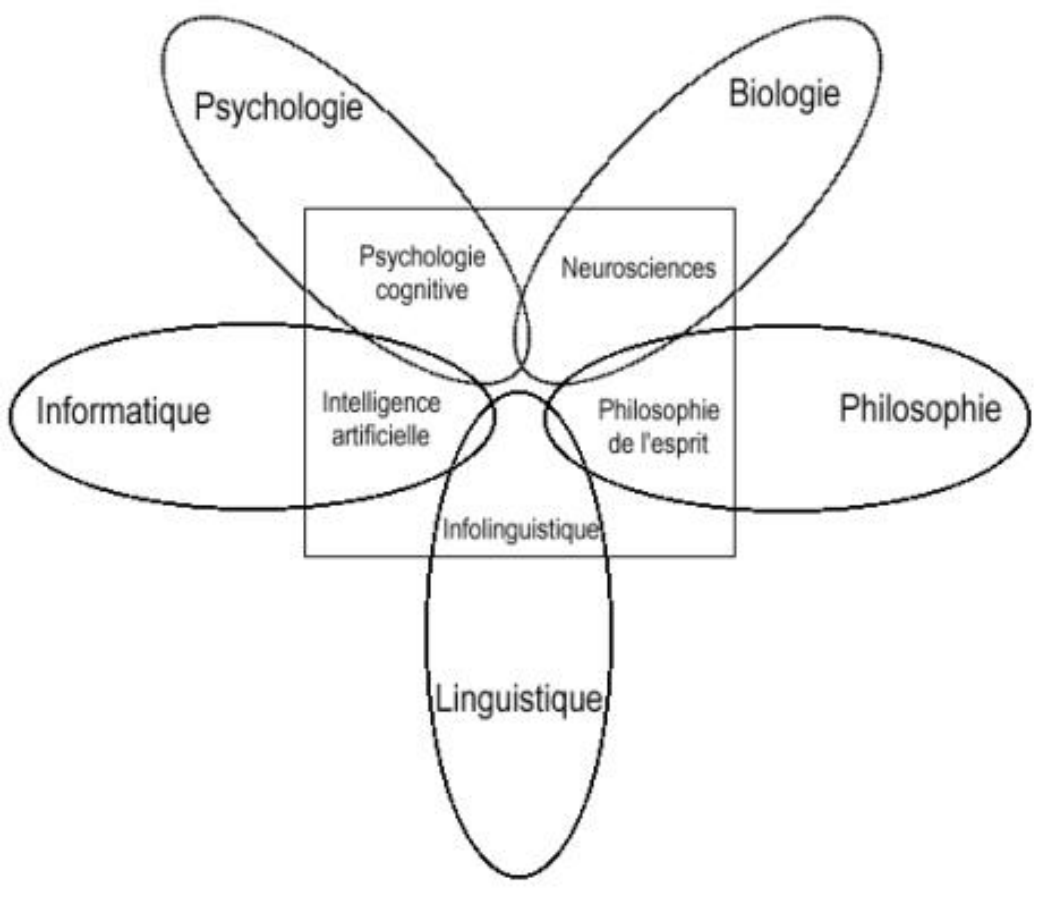


Henri Laborit (1914 – 1995)

« Actuellement [en **1975**] est en train de se bâtir une façon d'interpréter le comportement humain en situation sociale qui prend ses bases dans les molécules et qui, **de niveaux d'organisation en niveaux d'organisation**, [...], permet d'interpréter de façon assez nouvelle les comportements humains. »

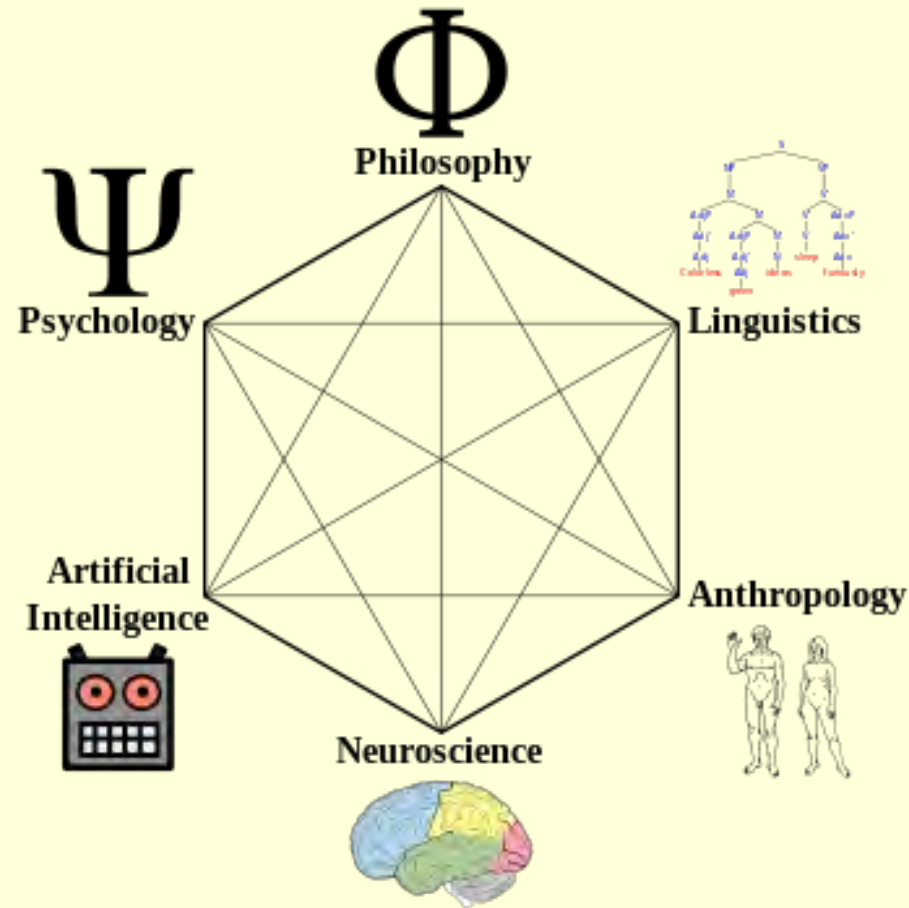
(Archives de la RTS, *Voix au chapitre*, 7 avril 1975)







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



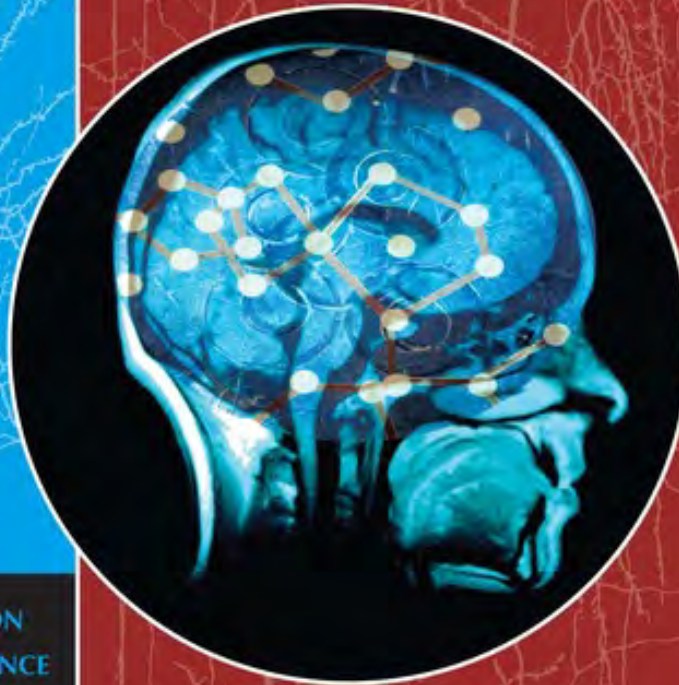
un ensemble de disciplines qui cherchent à comprendre ensemble les processus de notre **pensée** permettant la **connaissance**.

avec  
ce genre  
de Workshop,  
tenu en 2008 :

INSTITUTE OF MEDICINE  
OF THE NATIONAL ACADEMIES

# FROM MOLECULES TO MINDS

Challenges for  
the 21st Century



FORUM ON  
NEUROSCIENCE  
AND NERVOUS  
SYSTEM  
DISORDERS

WORKSHOP SUMMARY

# Notre itinéraire

À chaque niveau,  
quelles disciplines  
permettent de  
répondre à ces  
questions ?



**Social**



**Psychologique**



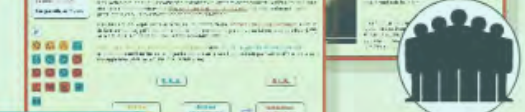
**Cérébral**



**Cellulaire**



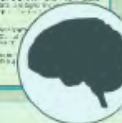
**Moléculaire**



**Social**



**Psychologique**



**Cérébral**



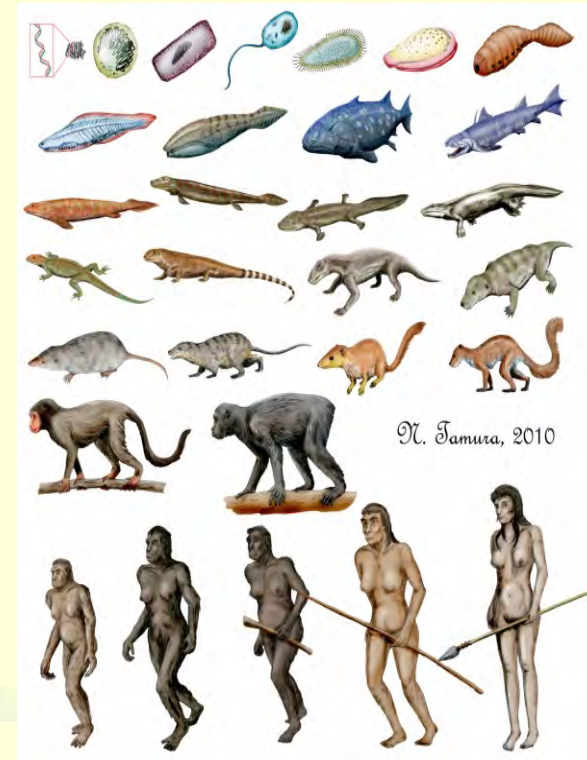
**Cellulaire**

Que faisons-nous ?  
Qui sommes-nous ?

D'où venons-nous ?  
De quoi sommes-nous faits ?

# Notre itinéraire

Un petit voyage dans le temps...



D'où venons-nous ?  
De quoi sommes-nous faits ?

Une manifestation parmi tant d'autres du caractère **social** de l'espèce humaine...



CÉGEP DE SAINT-HYACINTHE

venez en  
savoir plus...

# SEMAINE des SCIENCES HUMAINES

Du 13 AVRIL AU 17 AVRIL 2015

Un monde en mouvement



LUNDI 13 avril	MARDI 14 avril	MERCREDI 15 avril	JEUDI 16 avril	VENDREDI 17 avril
<p>9 h Martin Frigon <u>La Grande Invasion. Les impacts sociaux du surdéveloppement au Québec</u> G-1220</p> <p><b>INSCRIPTIONS</b></p> 	 <p>9 h Gabriel Nadeau-Dubois <u>Qu'est-ce qui se cache derrière l'austérité?</u> Salle Anne-Hébert</p> <p><b>INSCRIPTIONS</b></p> <p>9 h</p>	<p>9 h Michel Lemay <u>Les médias : peut-on leur faire confiance?</u> Salle Anne-Hébert</p> <p><b>INSCRIPTIONS</b></p> <p>11 h Étienne Gendron <u>Les Superhéros et l'Amérique : un récit partagé (1938-2014)</u> Salle Anne-Hébert</p> <p><b>INSCRIPTIONS</b></p>	<p>9 h Germain Belzile <u>Se débarrasser du pétrole : facile et sans coût?</u> Salle Anne-Hébert</p> <p><b>INSCRIPTIONS</b></p> 	<p>9 h Robert Baron <u>Le choix curieux des consommateurs</u> Salle Anne-Hébert</p> <p><b>INSCRIPTIONS</b></p> <p>9 h Janik Bastien-Charlebois <u>L'intersexualité</u> G-1220</p> <p><b>INSCRIPTIONS</b></p>



**On baigne dans les interactions sociales toute notre vie.**

De l'enfance dans notre famille...



...à notre adolescence avec nos ami.es...



...à notre vie adulte  
avec nos conjoints ou  
nos collègues de travail...





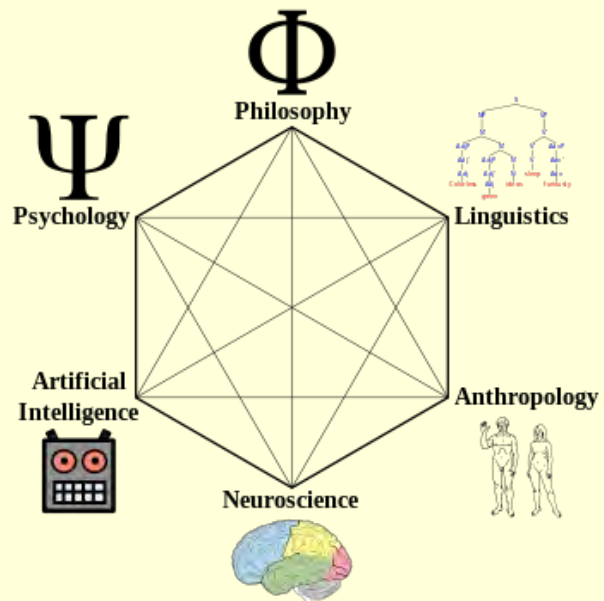
...et jusqu'à un âge avancé...

Et avec les autres, nous, les humains,  
on passe notre temps à **parler**, à **s'expliquer**, etc...



...et jusqu'à un âge avancé...

Sauf que...



D'une part, c'est LA grande **difficulté** des différentes discipline des sciences cognitives.



ON PARLE LA MÊME  
LANGUE, MAIS ON NE DOIT  
PAS PARLER LE MÊME  
LANGAGE.



D'autre part, c'est la difficulté  
des **différents groupes humains.**





*Science politique*



*Sociologie*

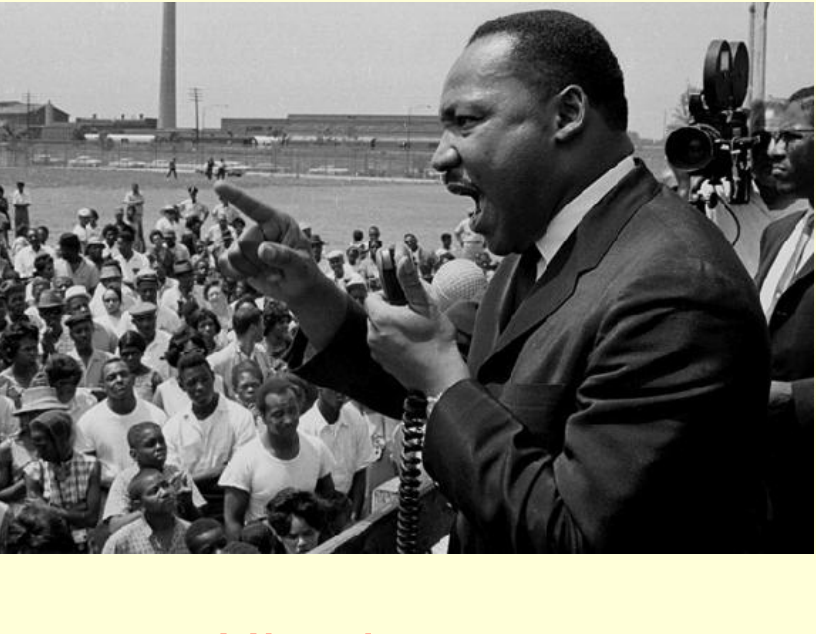
*Anthropologie*





Si l'on veut comprendre la société dans laquelle on vit, il faut aussi connaître son Histoire...

*Histoire*



<b>970</b> Cathedral begins An effort to restore architecture. Cathedral 1040	<b>1170</b> Richard I dies King John's son. King John's son	<b>1215</b> Magna Carta signed King John and his barons King John and his barons	<b>1301</b> Richard II crowned Richard II crowned	<b>1381</b> Peasants' Revolt Peasants' Revolt	<b>1485</b> Richard III crowned Richard III crowned	<b>1534</b> Henry VIII crowned Henry VIII crowned	<b>1555</b> Elizabeth I crowned Elizabeth I crowned	<b>1571</b> Mary II crowned Mary II crowned	<b>1585</b> James VI crowned James VI crowned	<b>1603</b> James VI and I crowned James VI and I crowned	<b>1689</b> William III and Mary II crowned William III and Mary II crowned	<b>1701</b> Anne crowned Anne crowned	<b>1714</b> George I crowned George I crowned	<b>1752</b> George III crowned George III crowned	<b>1801</b> Act of Union Act of Union	<b>1837</b> Victoria crowned Victoria crowned	<b>1876</b> Edward VII crowned Edward VII crowned	<b>1901</b> Edward VII crowned Edward VII crowned	<b>1937</b> George VI crowned George VI crowned	<b>1952</b> Elizabeth II crowned Elizabeth II crowned
--	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

0000 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000 10000 11000 12000 13000 14000 15000

# Histoire

## HISTORIA

1600 1800 1900

1600 1603 1604 1609 1625 1628 1629 1630 1633 1636 1637 1640 1642 1643 1649 1650 1651 1652 1656 1659 1660 1661 1662 1663 1664 1665 1666 1667 1668 1669 1670 1671 1672 1673 1674 1675 1676 1677 1678 1679 1680 1681 1682 1683 1684 1685 1686 1687 1688 1689 1690 1691 1692 1693 1694 1695 1696 1697 1698 1699 1700 1701 1702 1703 1704 1705 1706 1707 1708 1709 1710 1711 1712 1713 1714 1715 1716 1717 1718 1719 1720 1721 1722 1723 1724 1725 1726 1727 1728 1729 1730 1731 1732 1733 1734 1735 1736 1737 1738 1739 1740 1741 1742 1743 1744 1745 1746 1747 1748 1749 1750 1751 1752 1753 1754 1755 1756 1757 1758 1759 1760 1761 1762 1763 1764 1765 1766 1767 1768 1769 1770 1771 1772 1773 1774 1775 1776 1777 1778 1779 1780 1781 1782 1783 1784 1785 1786 1787 1788 1789 1790 1791 1792 1793 1794 1795 1796 1797 1798 1799 1800 1801 1802 1803 1804 1805 1806 1807 1808 1809 1810 1811 1812 1813 1814 1815 1816 1817 1818 1819 1820 1821 1822 1823 1824 1825 1826 1827 1828 1829 1830 1831 1832 1833 1834 1835 1836 1837 1838 1839 1840 1841 1842 1843 1844 1845 1846 1847 1848 1849 1850 1851 1852 1853 1854 1855 1856 1857 1858 1859 1860 1861 1862 1863 1864 1865 1866 1867 1868 1869 1870 1871 1872 1873 1874 1875 1876 1877 1878 1879 1880 1881 1882 1883 1884 1885 1886 1887 1888 1889 1890 1891 1892 1893 1894 1895 1896 1897 1898 1899 1900 1901 1902 1903 1904 1905 1906 1907 1908 1909 1910 1911 1912 1913 1914 1915 1916 1917 1918 1919 1920 1921 1922 1923 1924 1925 1926 1927 1928 1929 1930 1931 1932 1933 1934 1935 1936 1937 1938 1939 1940 1941 1942 1943 1944 1945 1946 1947 1948 1949 1950 1951 1952 1953 1954 1955 1956 1957 1958 1959 1960 1961 1962 1963 1964 1965 1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022

UK 2K 2000

# Global Climate, Human Evolution and Civilization

Years before present (1950)



Mais notre histoire est beaucoup plus longue que les 5 ou 6 000 dernières années...



# Global Climate, Human Evolution and Civilization

Years before present (1950)



## Le néolithique de 8000 avant J.-C. à 3000 avant J.-C.



Une meule



Un récipient en poterie

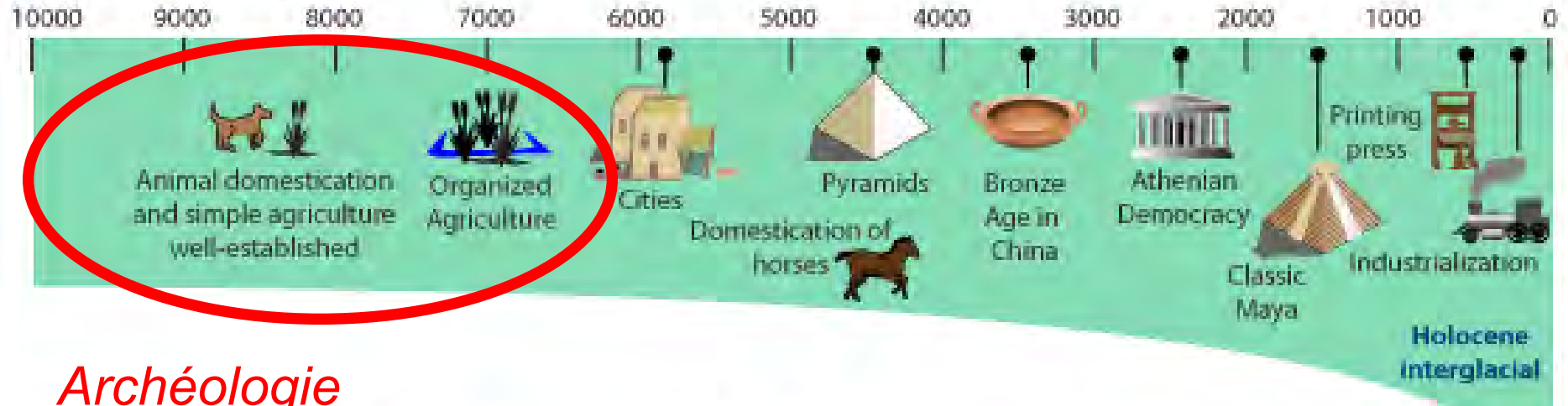


Une faucille à lame de pierre



# Global Climate, Human Evolution and Civilization

Years before present (1950)



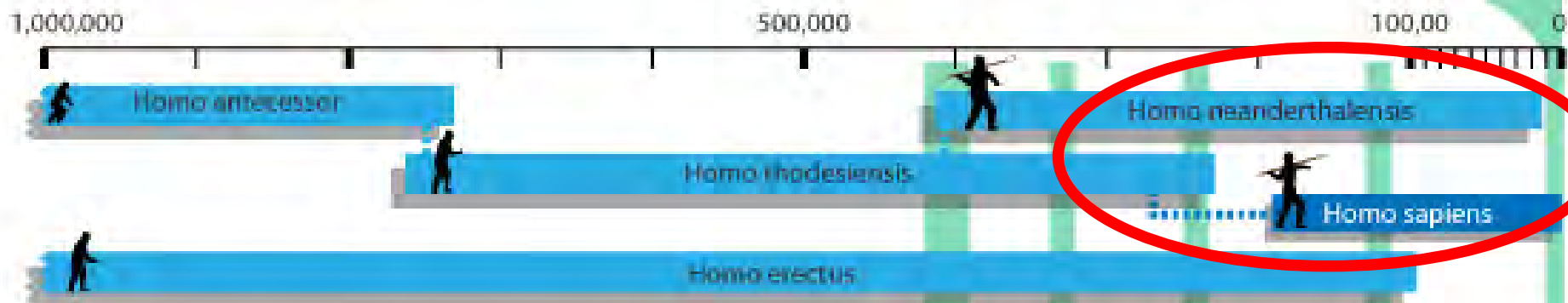
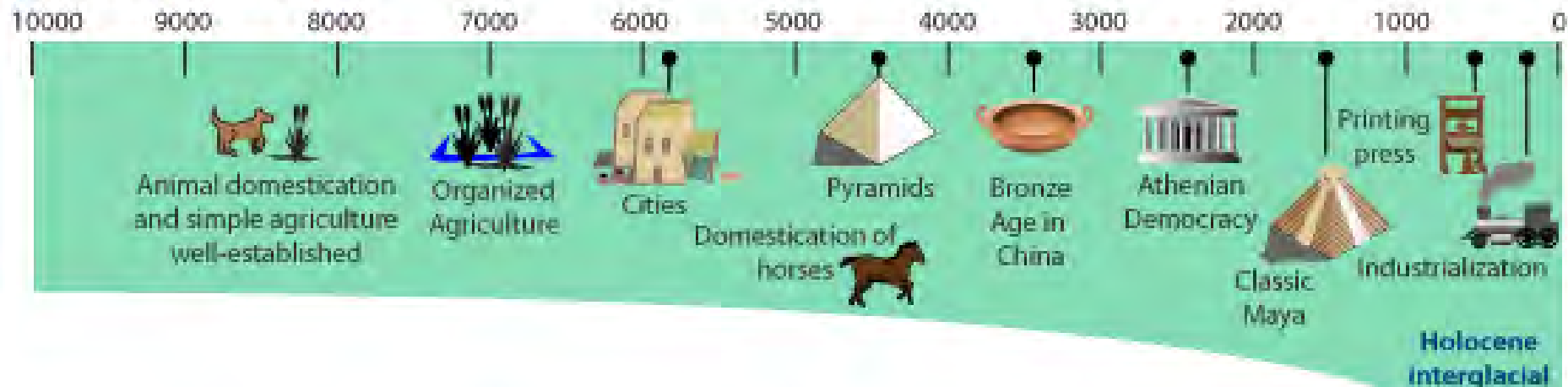
## Archéologie

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



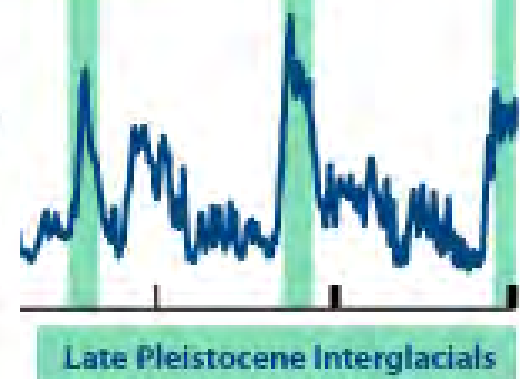
# Global Climate, Human Evolution and Civilization

Years before present (1950)



La *paléanthropologie* :

branche de l'anthropologie qui étudie l'évolution humaine



## Les révélations du génome néandertalien

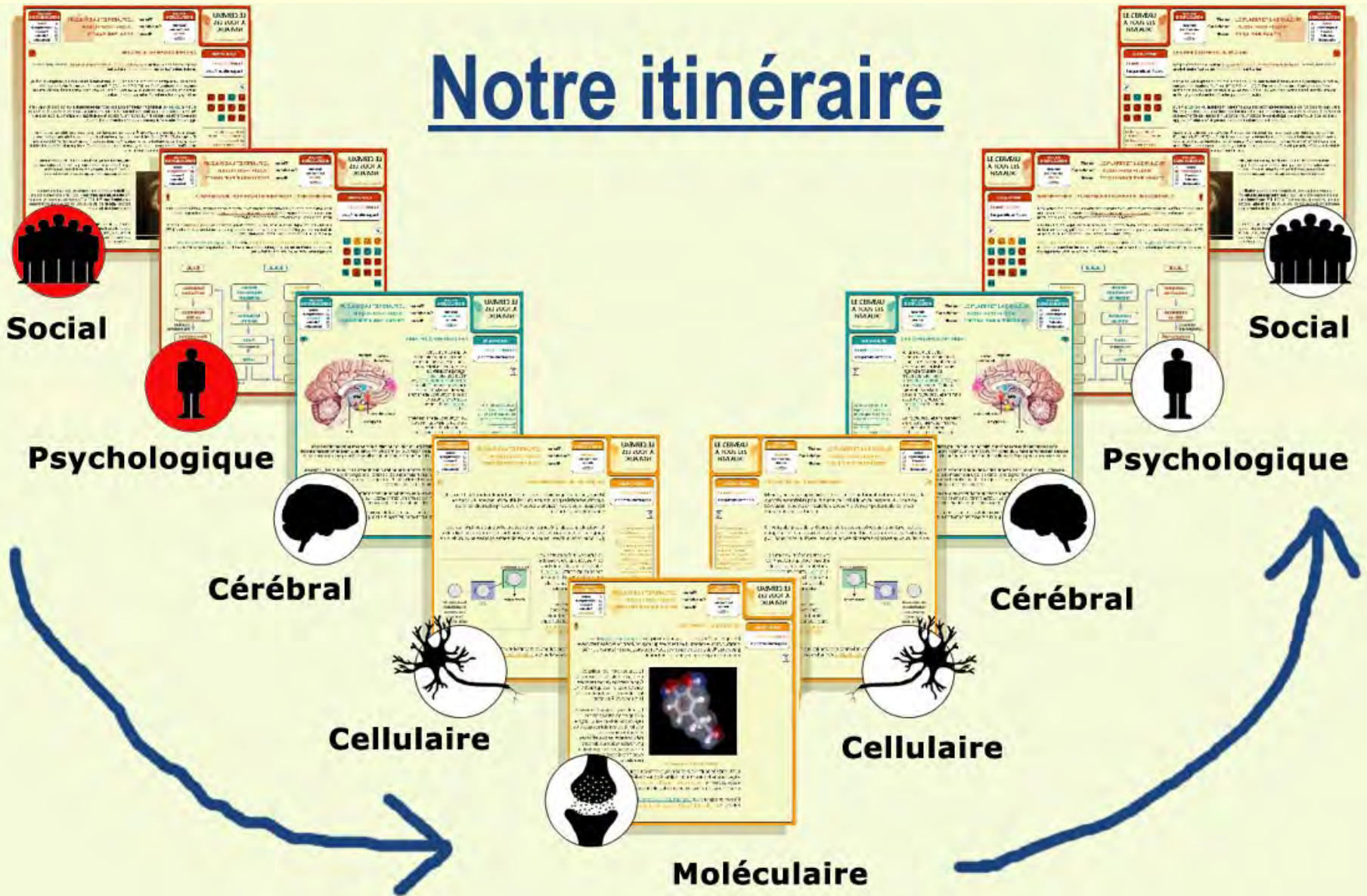
<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2013/12/23/les-revelations-du-genome-neandertalien/>

Il semble par exemple maintenant à peu près certain, suite aux résultats obtenus en **décembre 2013**, que **certains de nos ancêtres Homo sapiens se sont reproduits avec des néandertaliens**, une question qui demeurait débattue jusqu'alors.

La présence de 1,5 à 2 % de gènes de néandertaliens dans notre génome témoignant de cette reproduction croisée.



# Notre itinéraire



# A WALK THROUGH HUMAN EVOLUTION

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

**LAST COMMON ANCESTOR**  
It should have a mosaic of features reminiscent of both apes and humans—but that's true of several species already found, so identification might be tough

*rrorin tugenensis*  
(“Millennium Man”; possible human ancestor)

*Ardepithecus ramidus kadabba*

*A. afarensis*  
(includes Lucy)

*A. africanus*

*A. boisei*

*A. robustus*

*H. habilis*

*H. erectus*

*H. neanderthalensis*

*H. sapiens*  
MODERN HUMANS

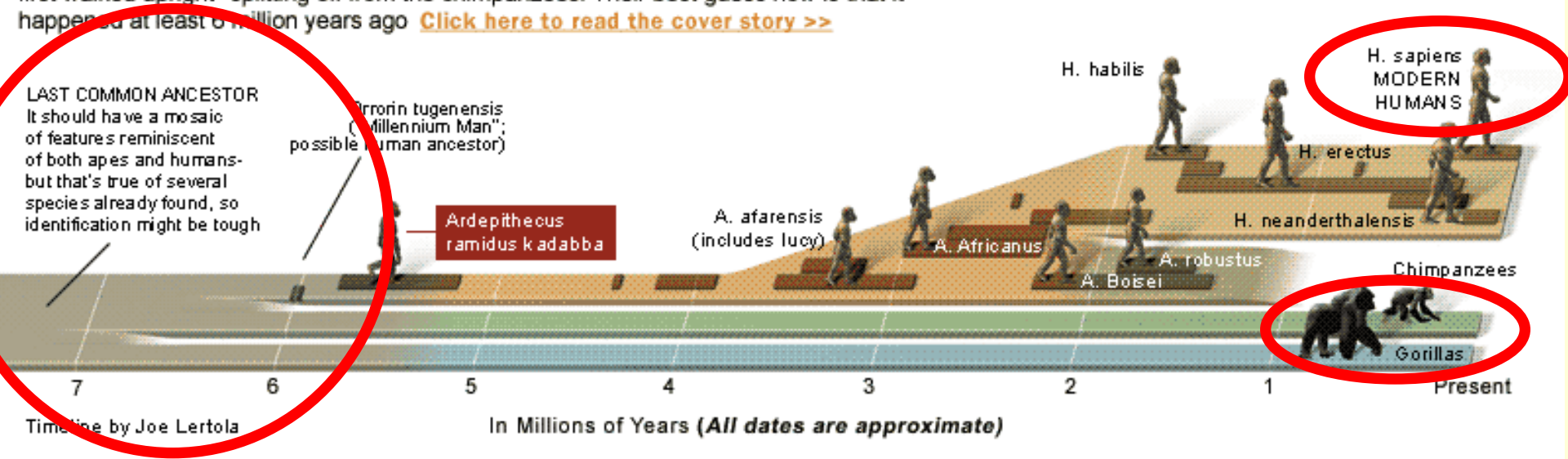
Chimpanzees

Gorillas

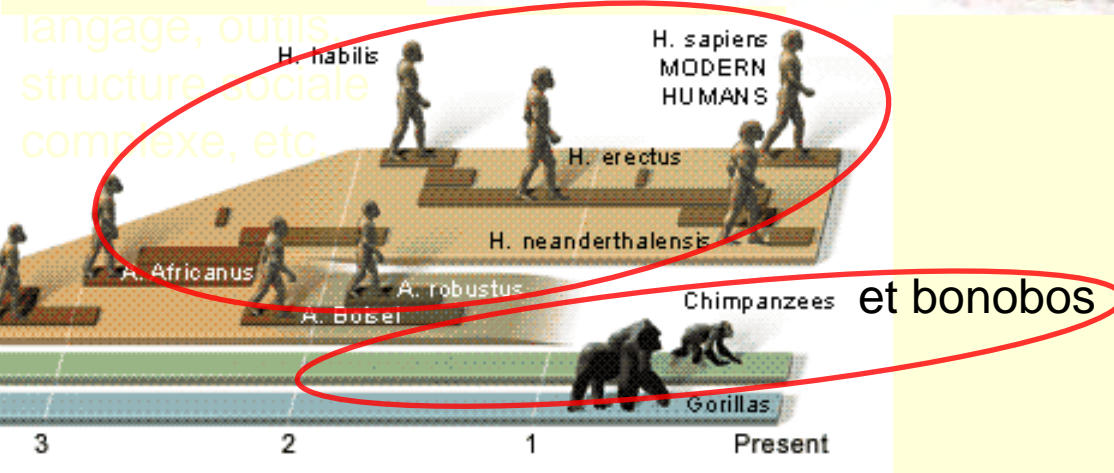
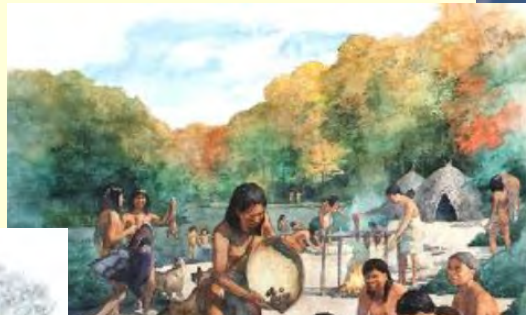
Present

Timeline by Joe Lertola

In Millions of Years (All dates are approximate)



- langage, outils, villes, structure sociale complexe, etc.



**CHIMPANZEE VS BONOBO**

**WHICH TEAM ARE YOU ON?**

War, violence & **MEN** rule

Peace, love & **WOMEN** rule



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

- organisation sociale différente (bonobos: matriarcale; chimpanzé: dominée par mâle alpha)
- utilisation d'outils présente chez l'un (chimpanzé) mais pas chez l'autre.

visualphotos.com



M41113 (08/11) © www.visualphotos.com

LES ARTISTES ASSOCIÉS, S. A. B. présente

UN FILM DE  
**FRANÇOIS TRUFFAUT**



**L'enfant  
SAUVAGE**

Scénario, adaptation et dialogue de FRANÇOIS TRUFFAUT et JEAN GRUAULT  
avec JEAN-PIERRE CARGOL  
JEAN DASTÉ - FRANÇOIS TRUFFAUT - FRANÇOISE SEIGNER -  
Directeur de la photographie NESTOR ALMENDROS  
Une Production LES FILMS DU CARROUSEL - LES PRODUCTIONS ARTISTES ASSOCIÉS





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

(l'étude des processus mentaux  
et des comportements individuels)

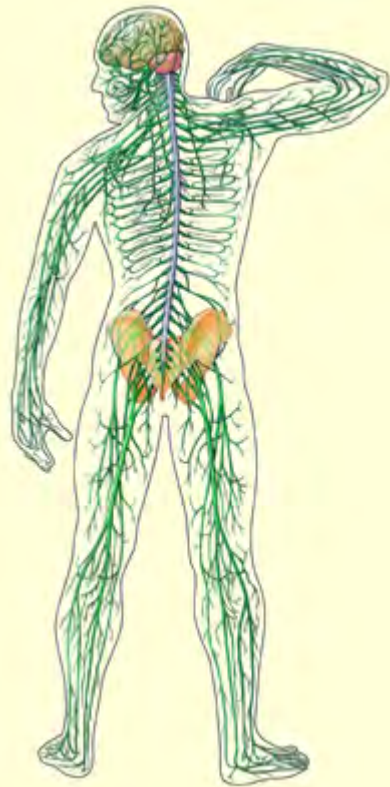




**Plans généraux  
du système nerveux  
provenant de nos gènes**

## *Génétique*





Plans généraux  
du système nerveux  
provenant de nos gènes

Action



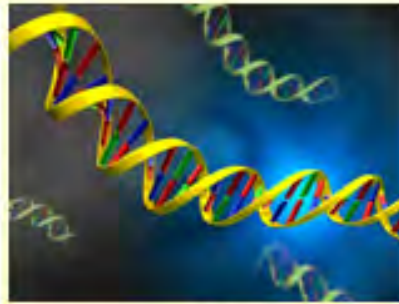
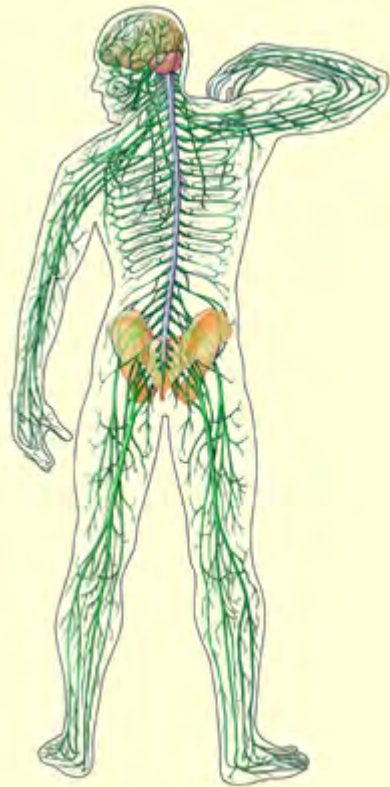
Influence de  
l'environnement



Perception



*Psychologie  
du  
développement*



Plans généraux  
du système nerveux  
provenant de nos gènes

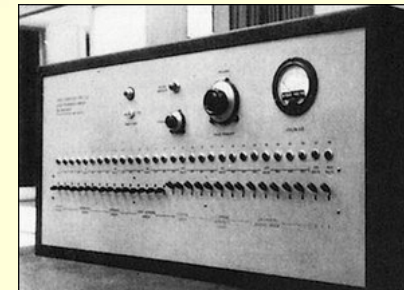
Action



Influence de  
l'environnement



Perception



*Psychologie  
sociale*



Plans généraux  
du système nerveux  
provenant de nos gènes

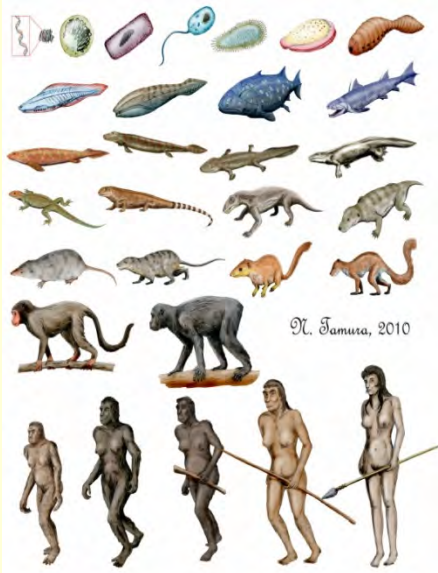
Action



Influence de  
l'environnement

Perception

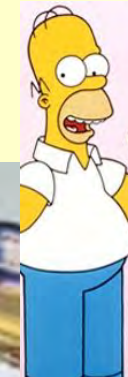
Cerveau unique à l'origine  
de tous les comportements  
d'un individu



© T. Jamura, 2010

**Notre biologie**

**(notre « nature »)**



**Nos  
apprentissages  
socio-culturels**

**(notre « culture »)**

# Notre itinéraire



**Social**



**Psychologique**



**Cérébral**



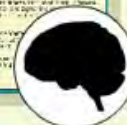
**Cellulaire**



**Moléculaire**



**Cellulaire**



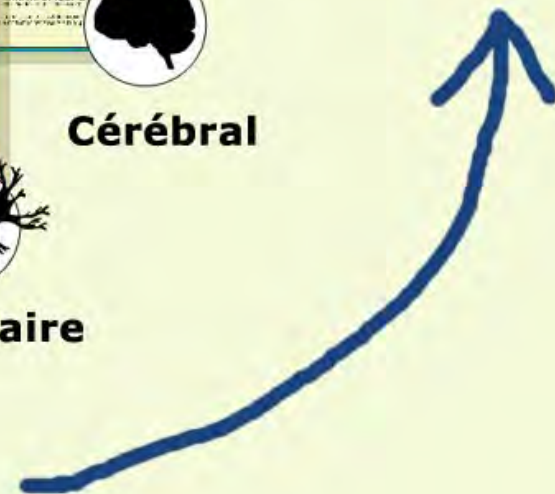
**Cérébral**



**Psychologique**



**Social**





**L'expansion cérébrale**  
qui nous sépare des grands singes  
explique en partie ces  
changements cognitifs  
spectaculaires.



**CHIMPANZEE** vs **BONOBO**

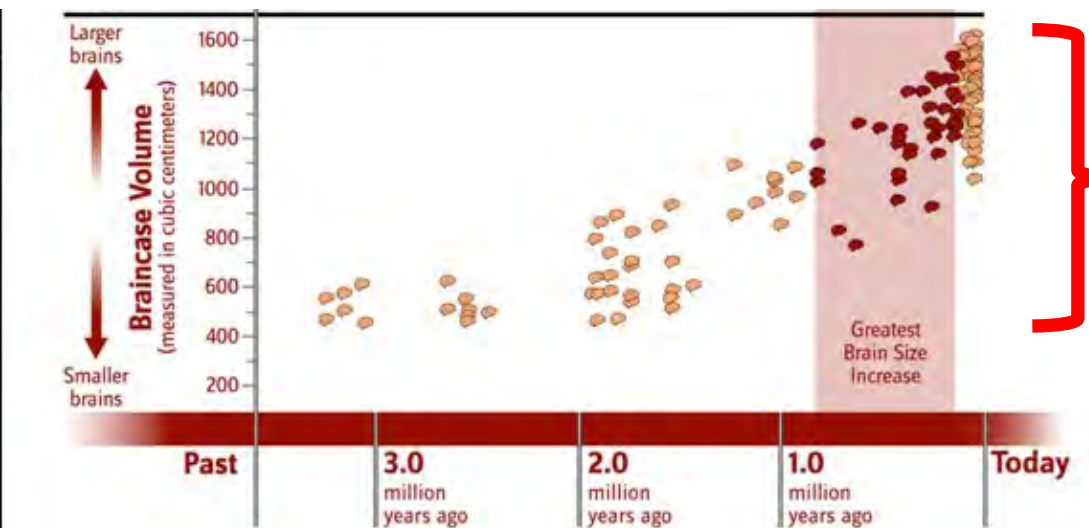
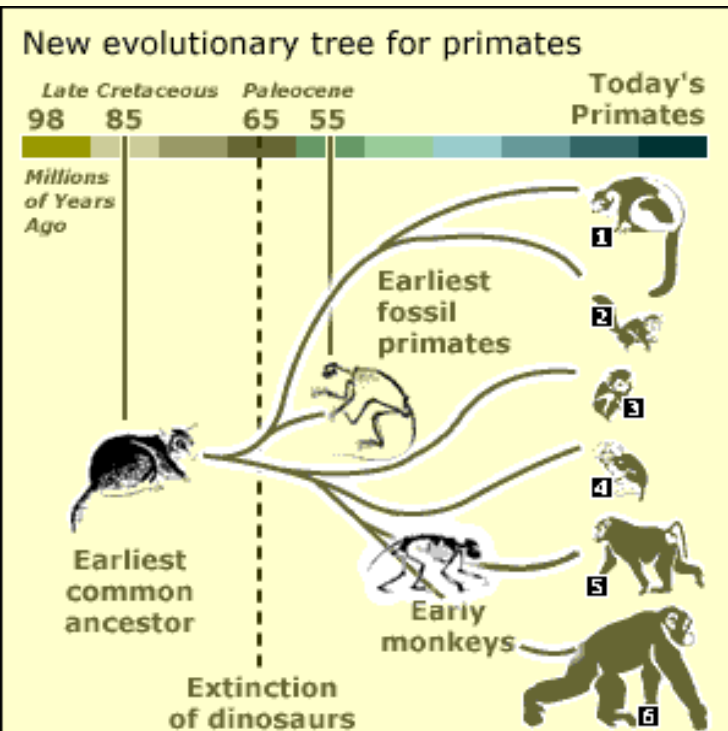
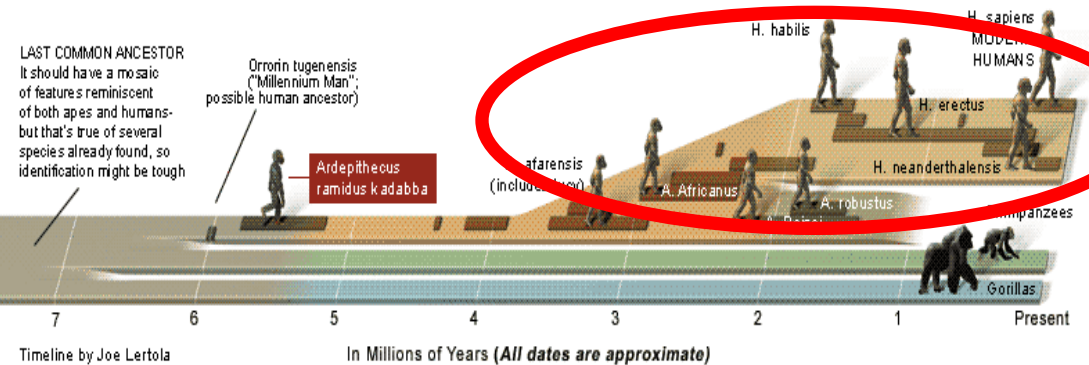
**WHICH TEAM**  
War, violence & **MEN** rule

**ARE YOU ON?**  
Peace, love & **WOMEN** rule

**En moins de 4 millions d'années, un temps relativement court à l'échelle de l'évolution, le cerveau des hominidés va donc trippler de volume par rapport à celui qu'il avait acquis en 60 millions d'années d'évolution des primates.**

### A WALK THROUGH HUMAN EVOLUTION

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



Graphs showing changes in climate and changes in braincase volume.



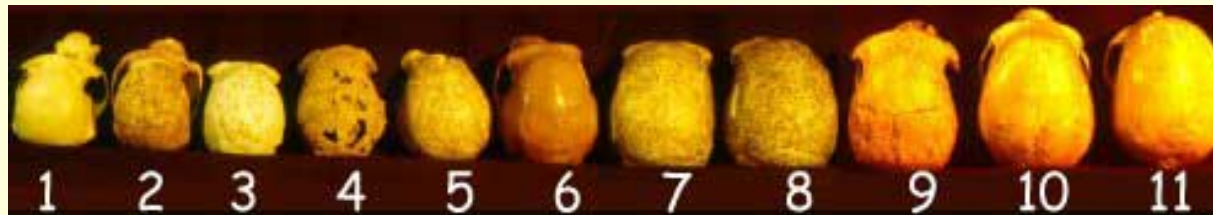
Plusieurs hypothèses pouvant avoir agi de concert sont encore débattues pour expliquer l'origine de cette expansion cérébrale spectaculaire :

la **fabrication d'outils** (car elle nécessite précision motrice, mémoire et planification);

la **chasse** (suivre et prédire le parcours du gibier est facilité par la mémoire fournie par un gros cerveau);

les **règles sociales complexes** (un plus gros cerveau aide à assimiler des conduites sociales complexes);

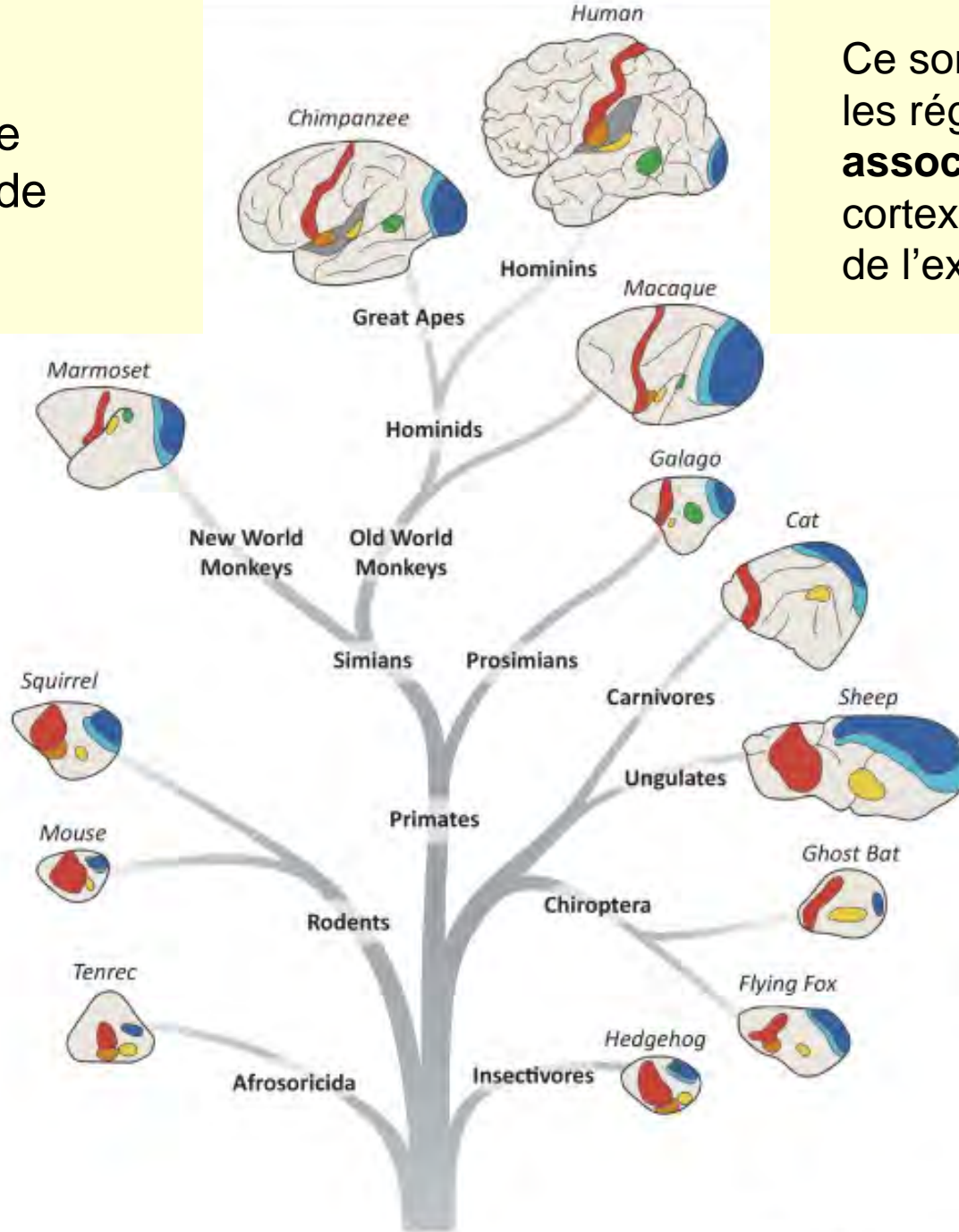
le **langage** (plusieurs pensent qu'il s'agit d'une adaptation survenue très tôt chez les hominidés).



1 Chimpanzé 2 A. africanus 3 H. habilis 4 KNM-ER 1470 5 Homme de Java 6 Homme de Pékin 7 H. saldensis 8 H. saldensis 9 « Broken Hill » 10 Homme de Néanderthal 11 H. sapiens sapiens

# Arbre phylogénétique des cerveaux de mammifères

Ce sont surtout les régions **associatives** du cortex qui prennent de l'expansion.

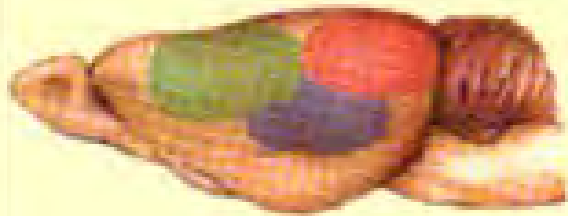


## Proportion des régions sensorielles primaire

Vert : toucher

Rouge : vision

Bleu : audition



**Rat**



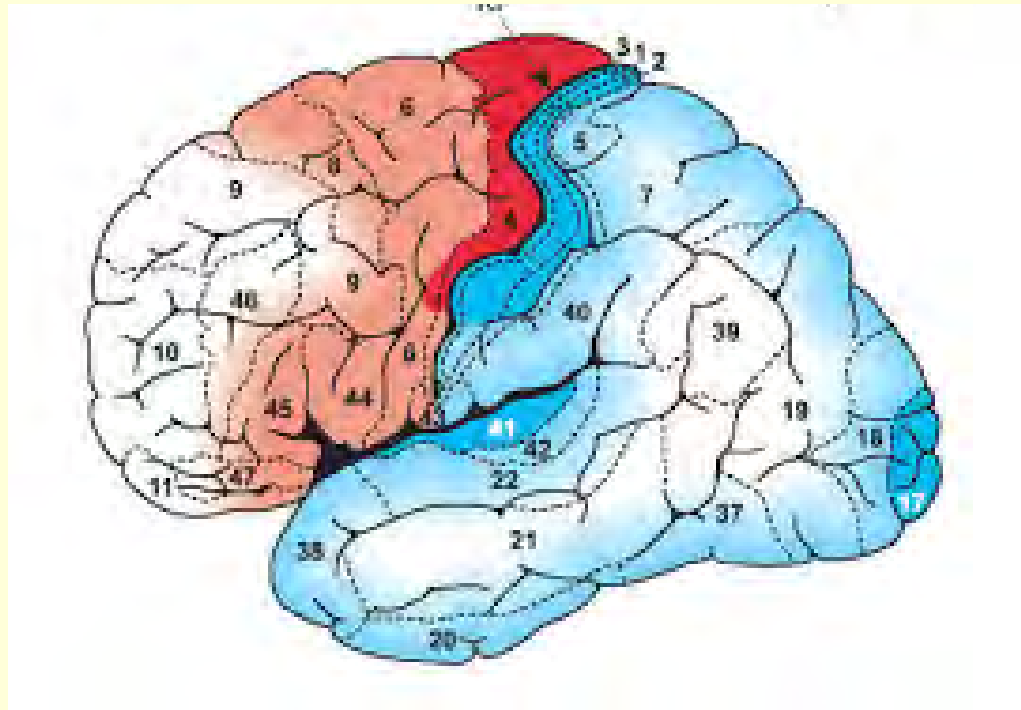
**Chat**

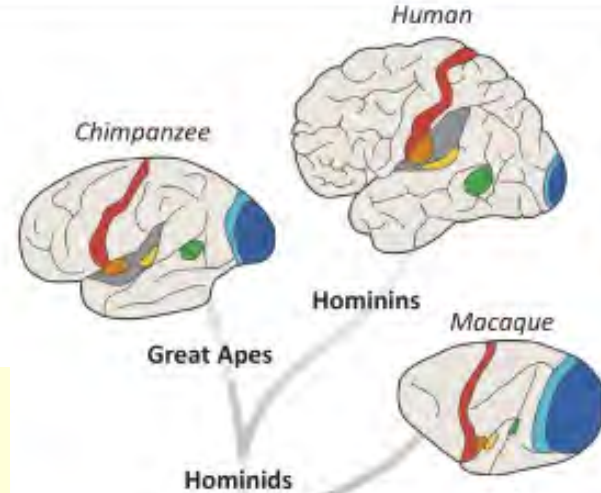


**Homme**

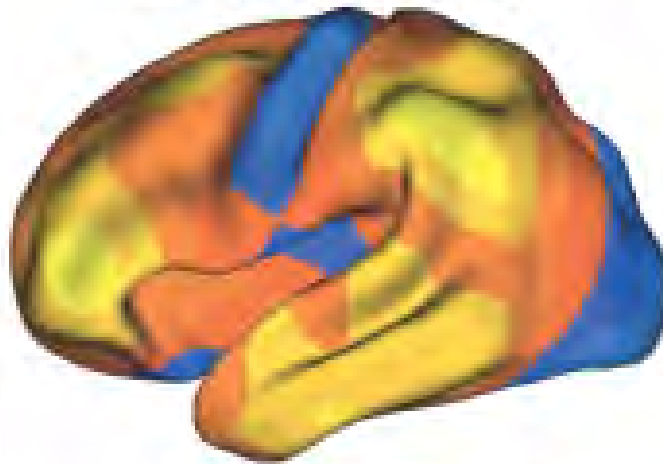
Qu'entend-on exactement par **cortex associatif** (en blanc ci-dessous) ?

Simplement des régions du cortex qui ne sont **ni sensorielles ni motrices** mais qui sont impliquées dans ce qu'on appelle nos "**fontions supérieures**" (langage, conscience, imagination, etc.)



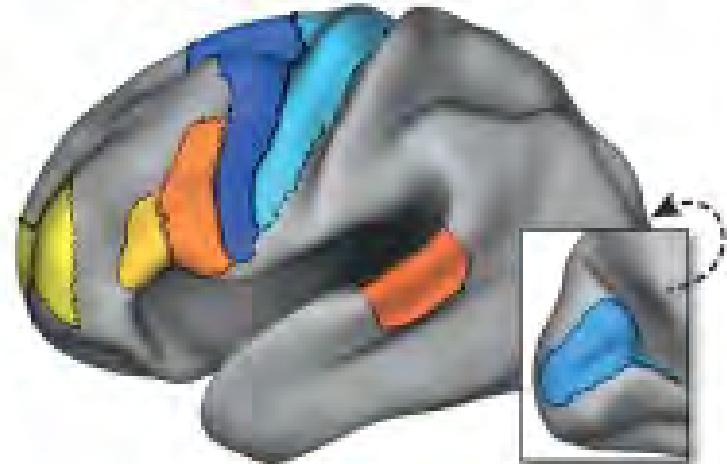


**Macaque to human**



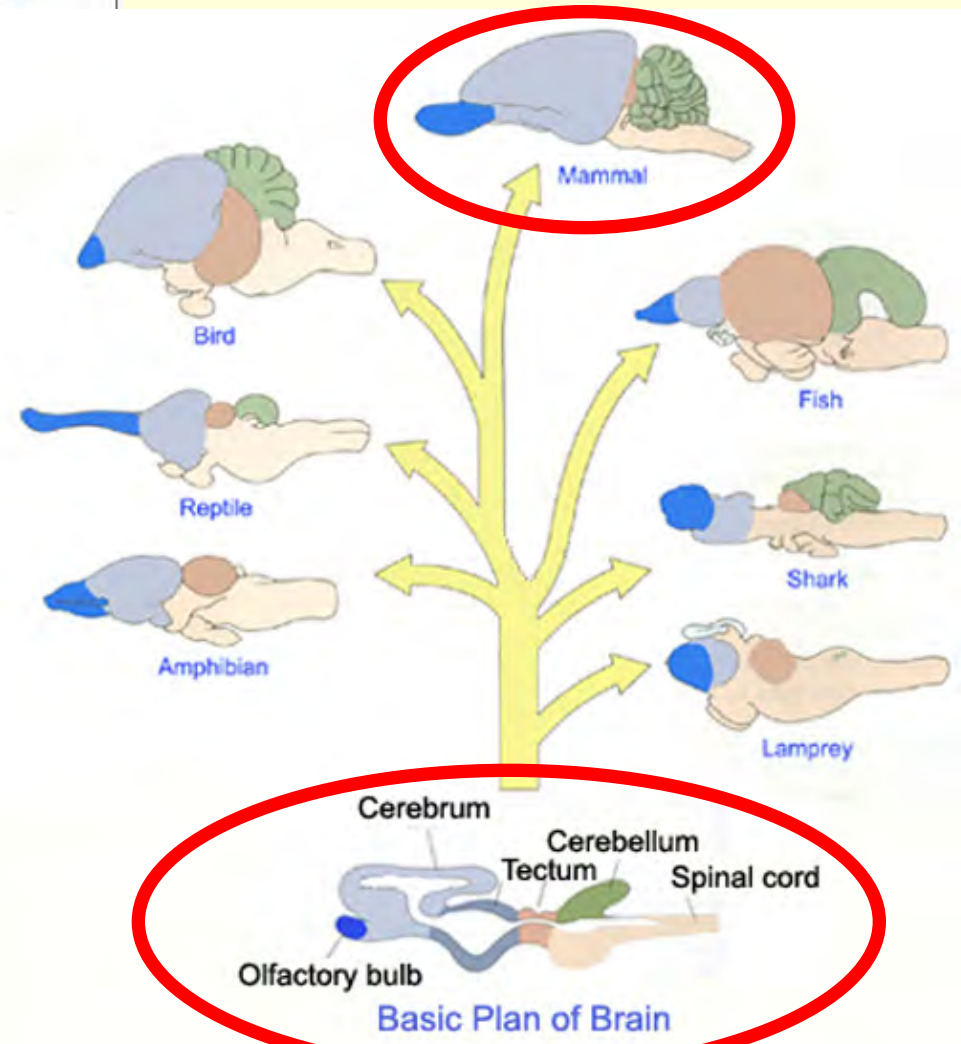
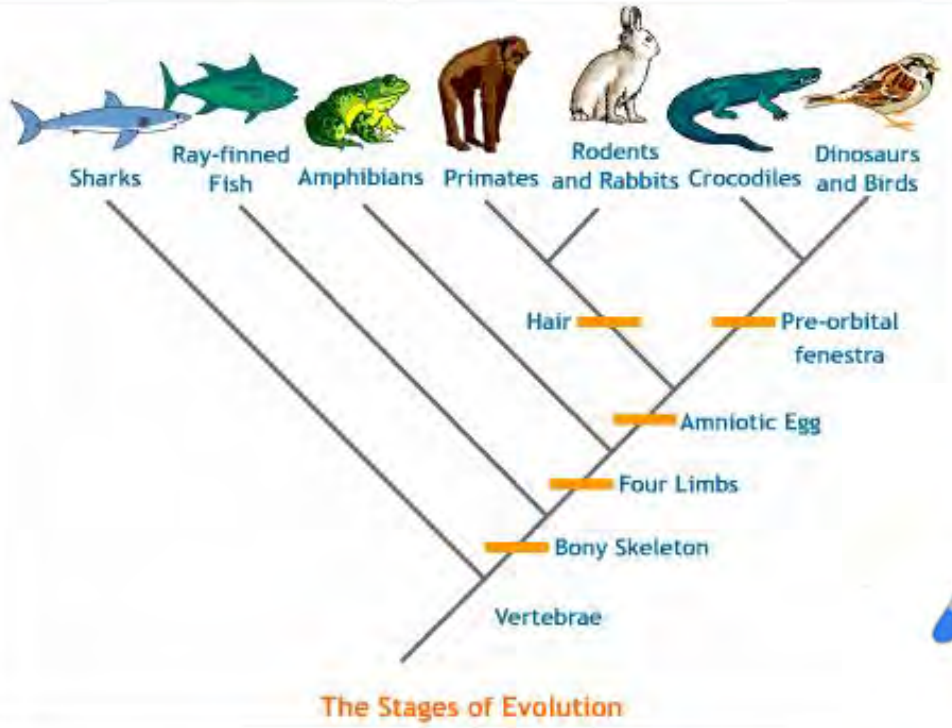
1x 32x

**Chimpanzee to human**



1x 6x

*TRENDS in Cognitive Sciences*



*Anatomie comparée*

(ici pas seulement les mammifères mais tous les **vertébrés**)



## 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**



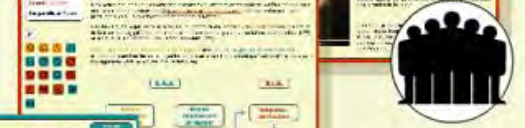
**Cérébral**



**Cellulaire**



**Moléculaire**



**Social**



**Psychologique**



**Cérébral**



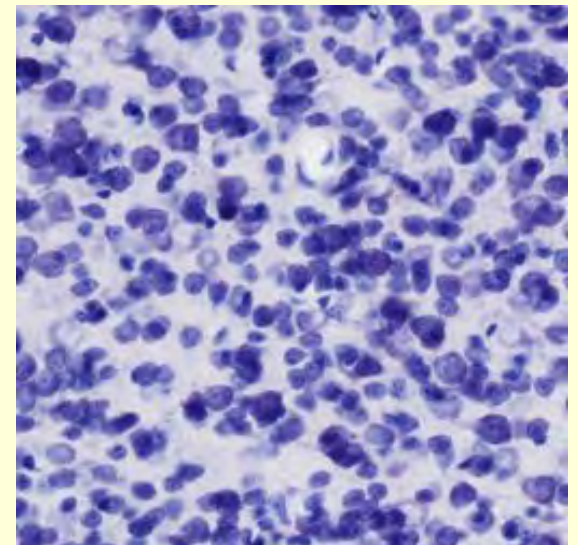
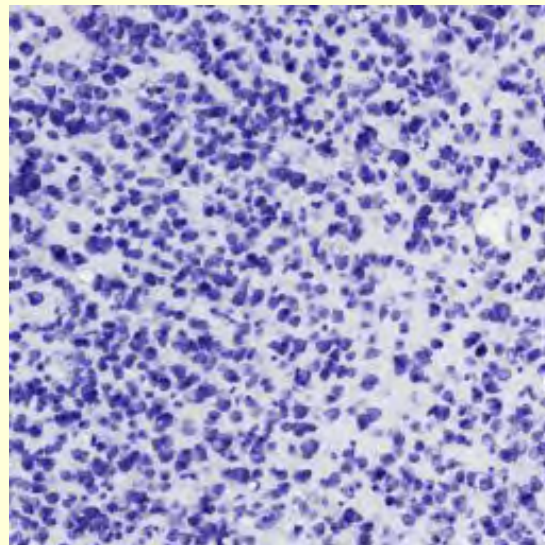
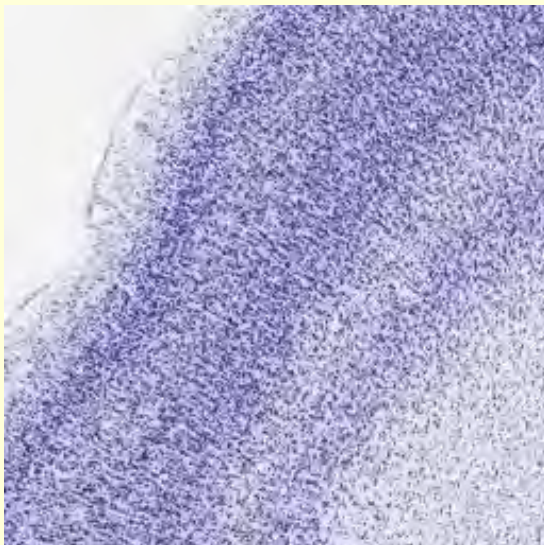
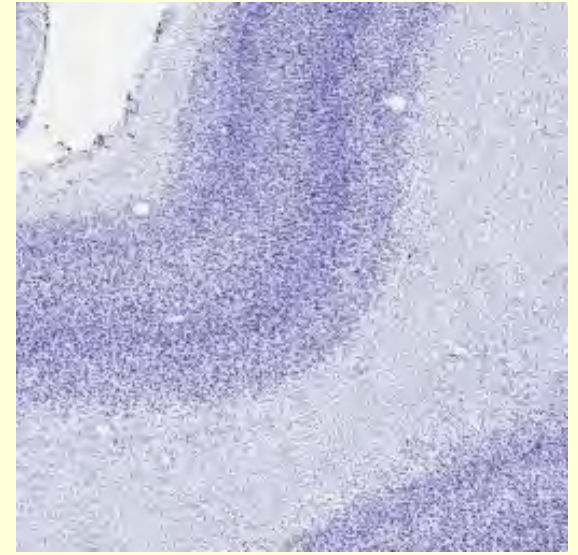
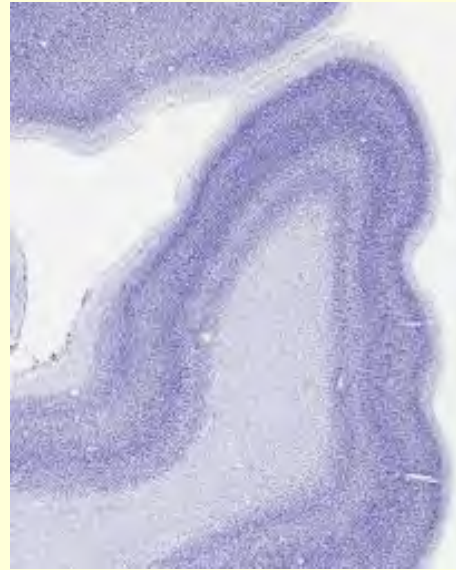
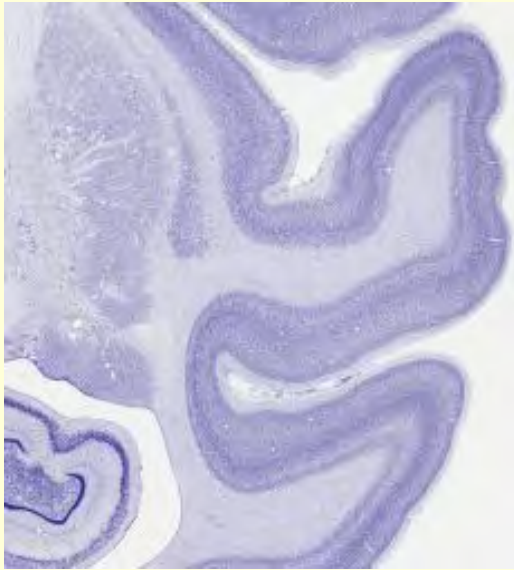
**Cellulaire**

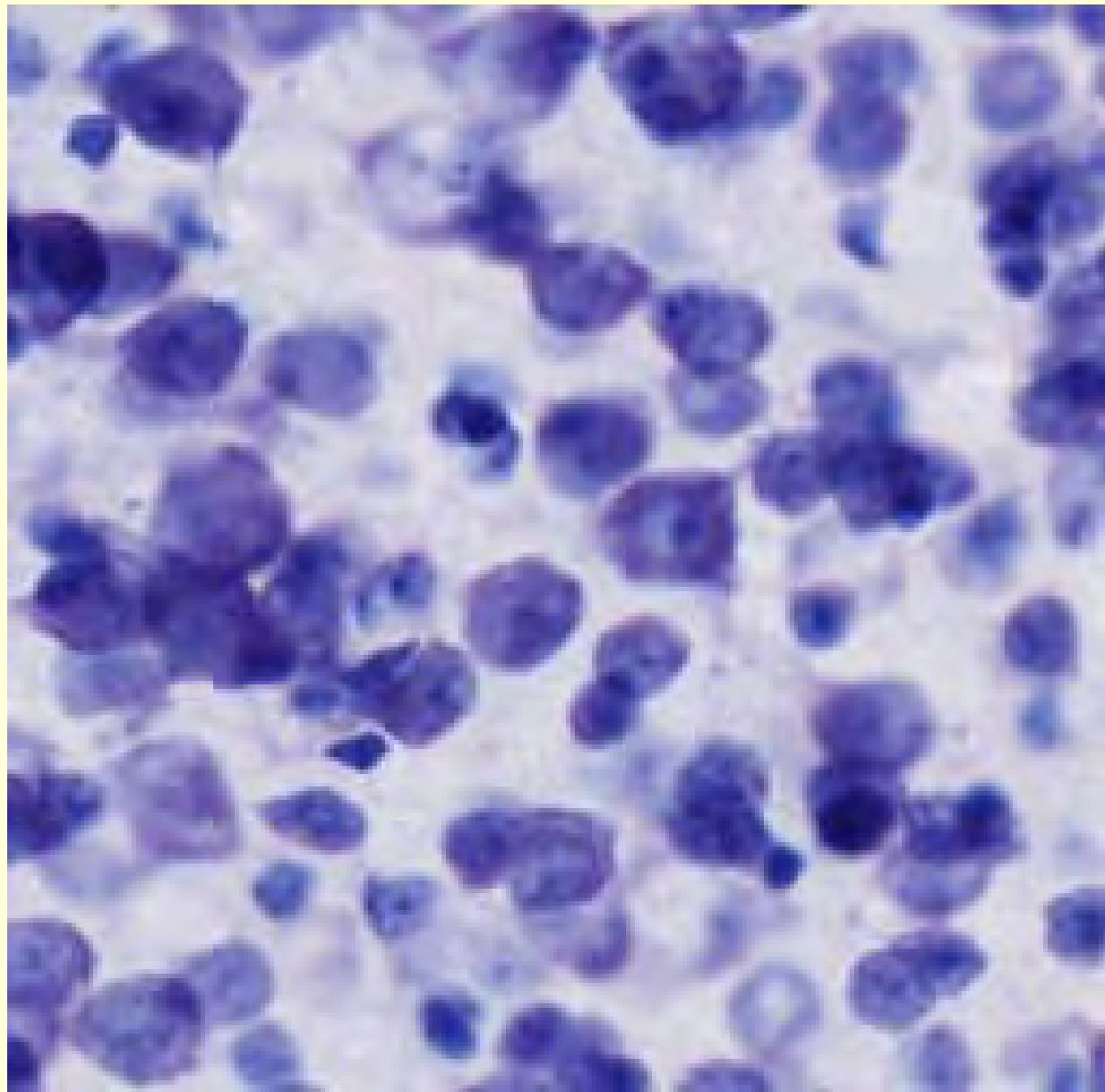




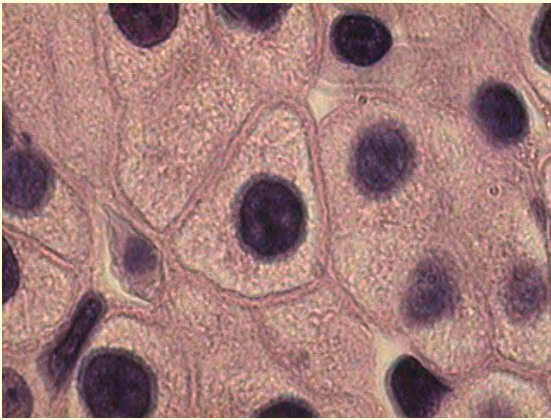


zoom in sur sa région foncée, aussi appelée matière grise...

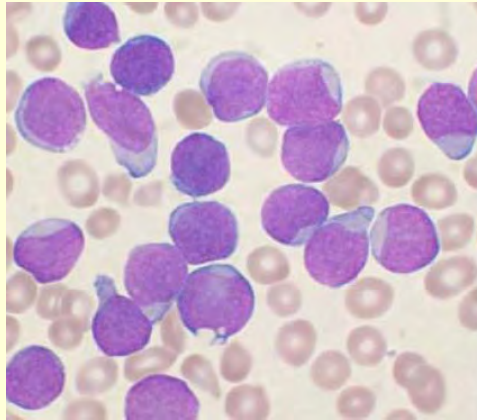




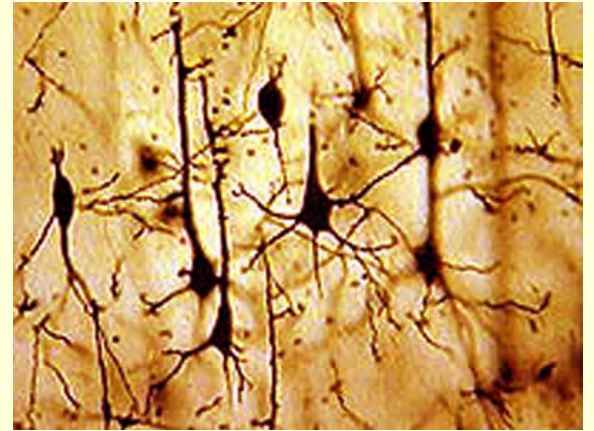
Cellule de foie



Lymphocyte B

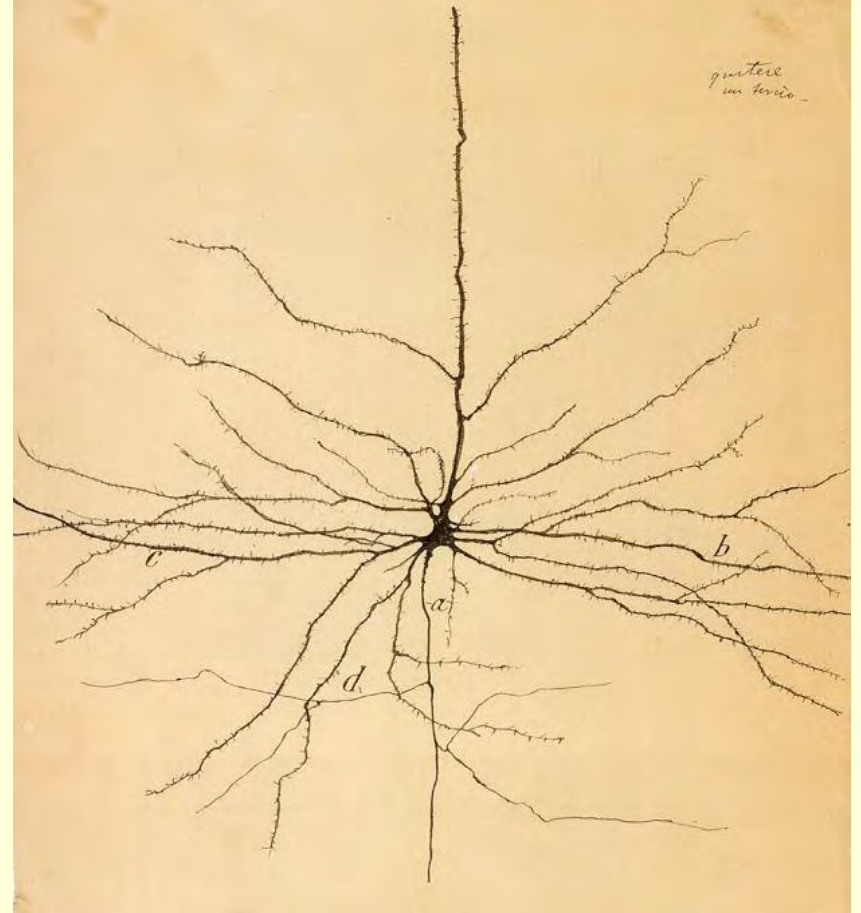
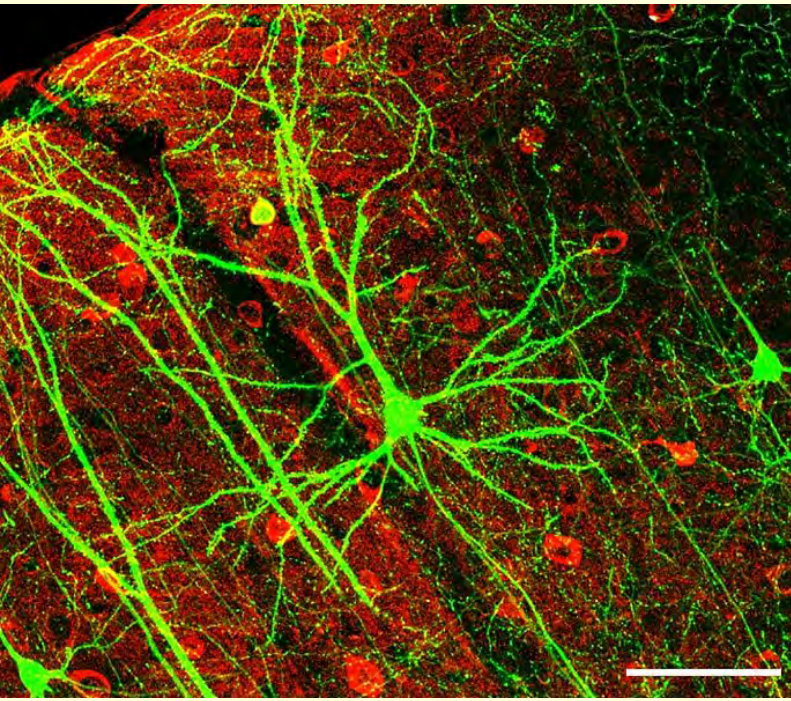


Neurone pyramidal



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

## Histologie



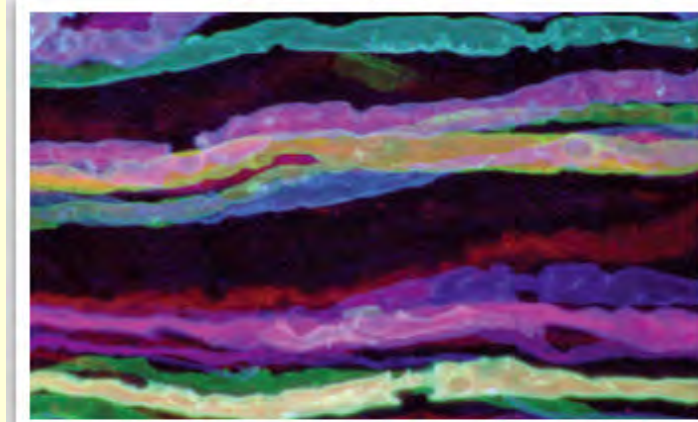
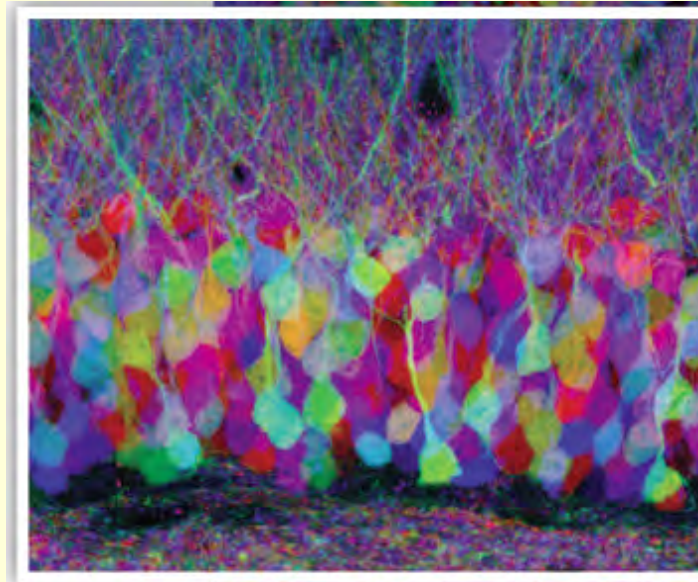
Neurone pyramidal du cortex moteur

Fin XXe siècle : 2-3 couleurs différentes

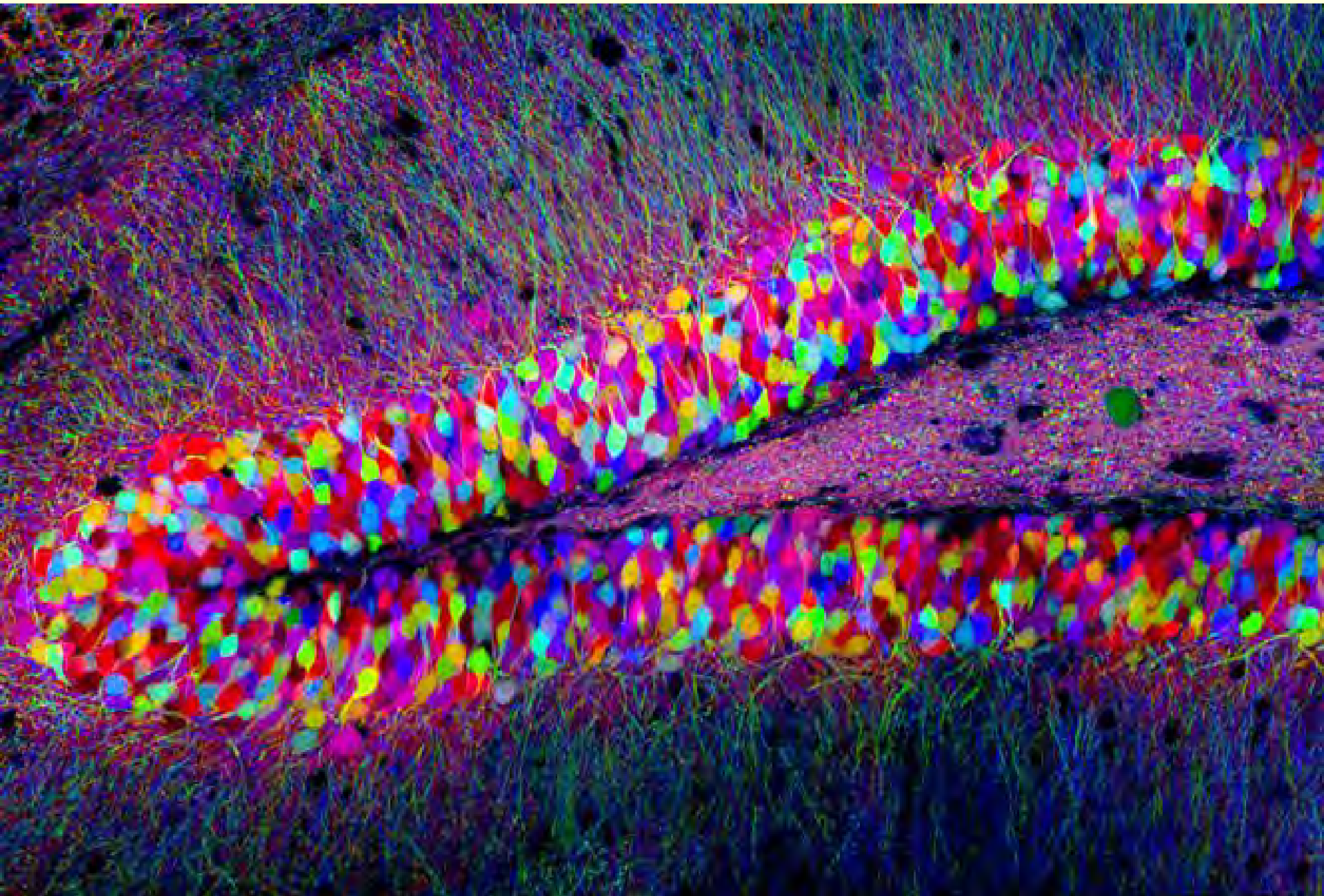


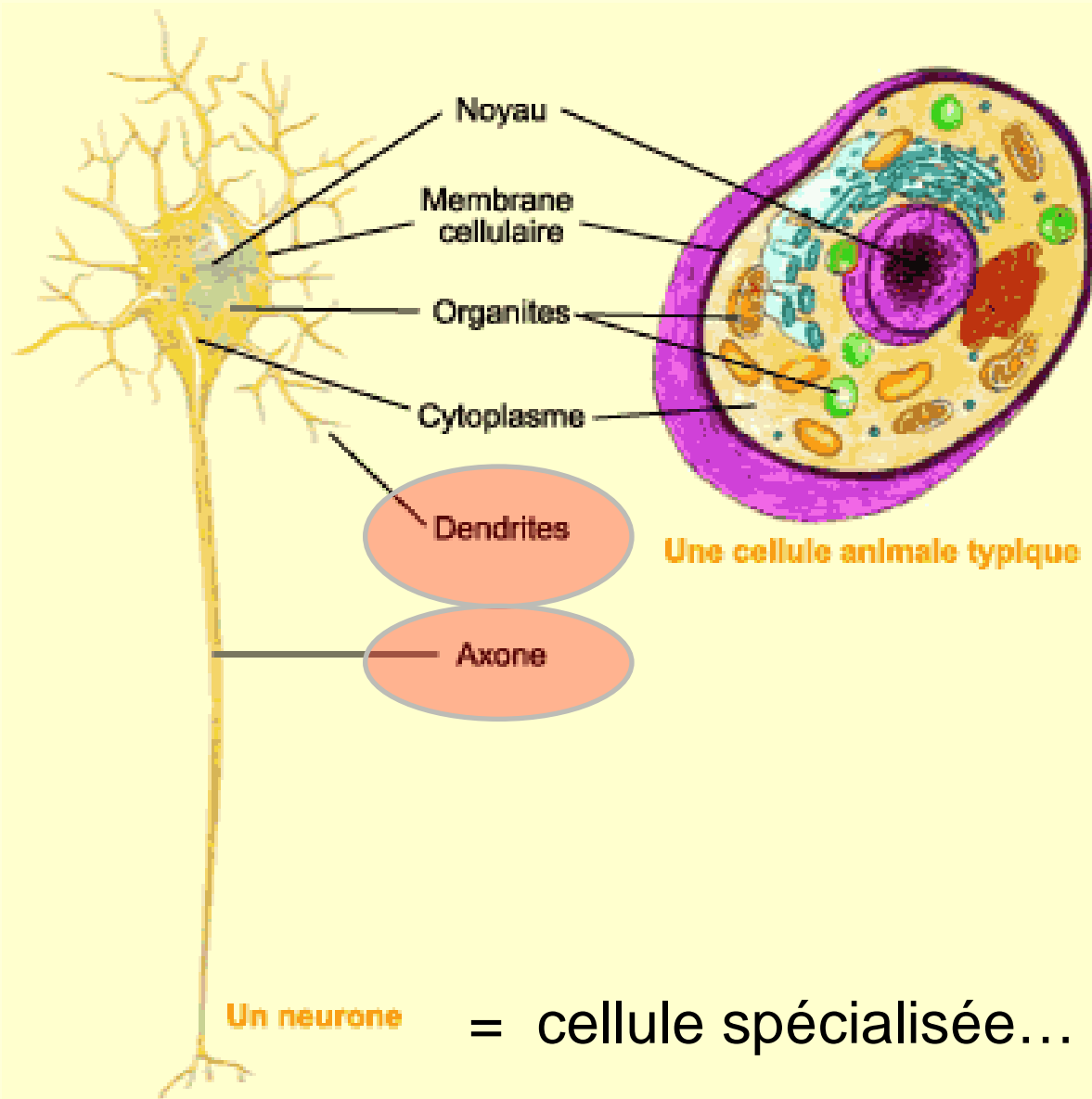
Début du XXI<sup>e</sup> siècle :  
coloration Brainbow

peut produire jusqu'à une  
**centaine** de teintes différentes



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

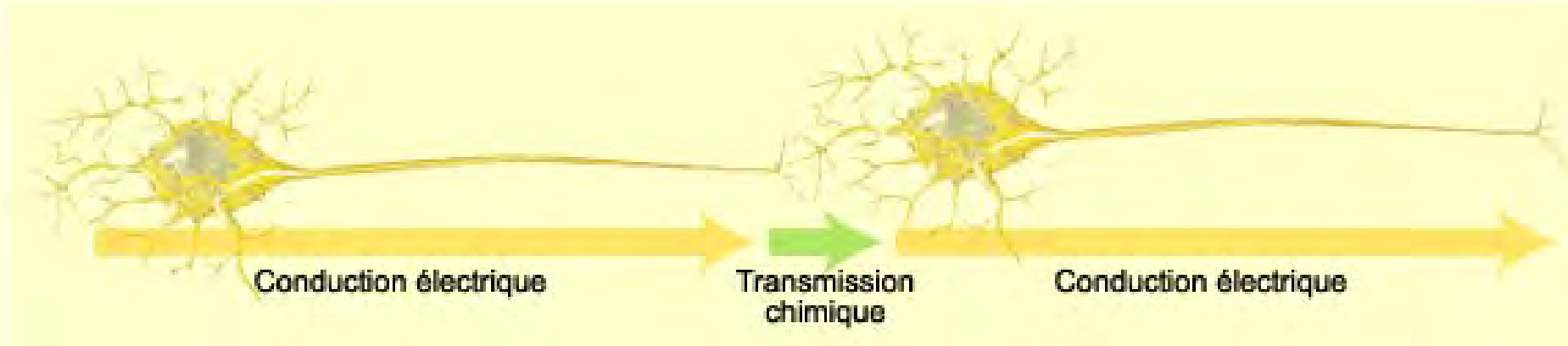


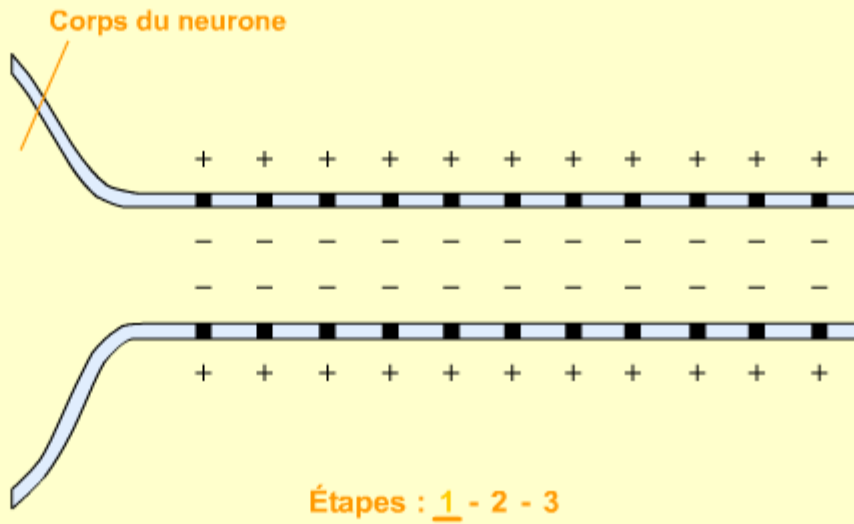
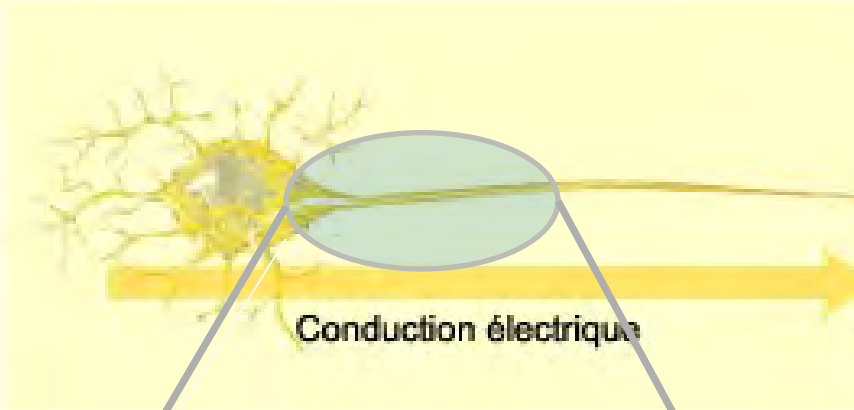




Des dendrites et des axones...

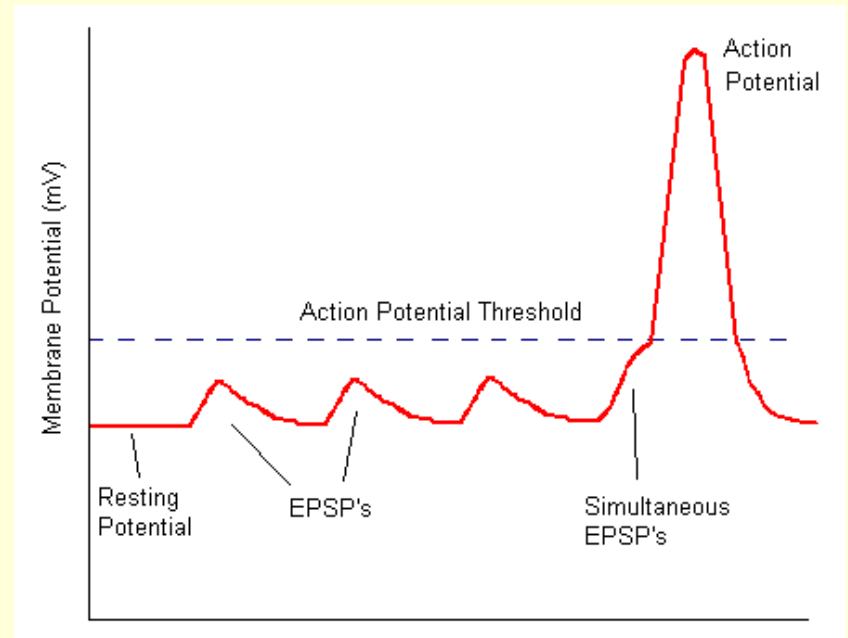
... pour communiquer avec d'autres neurones

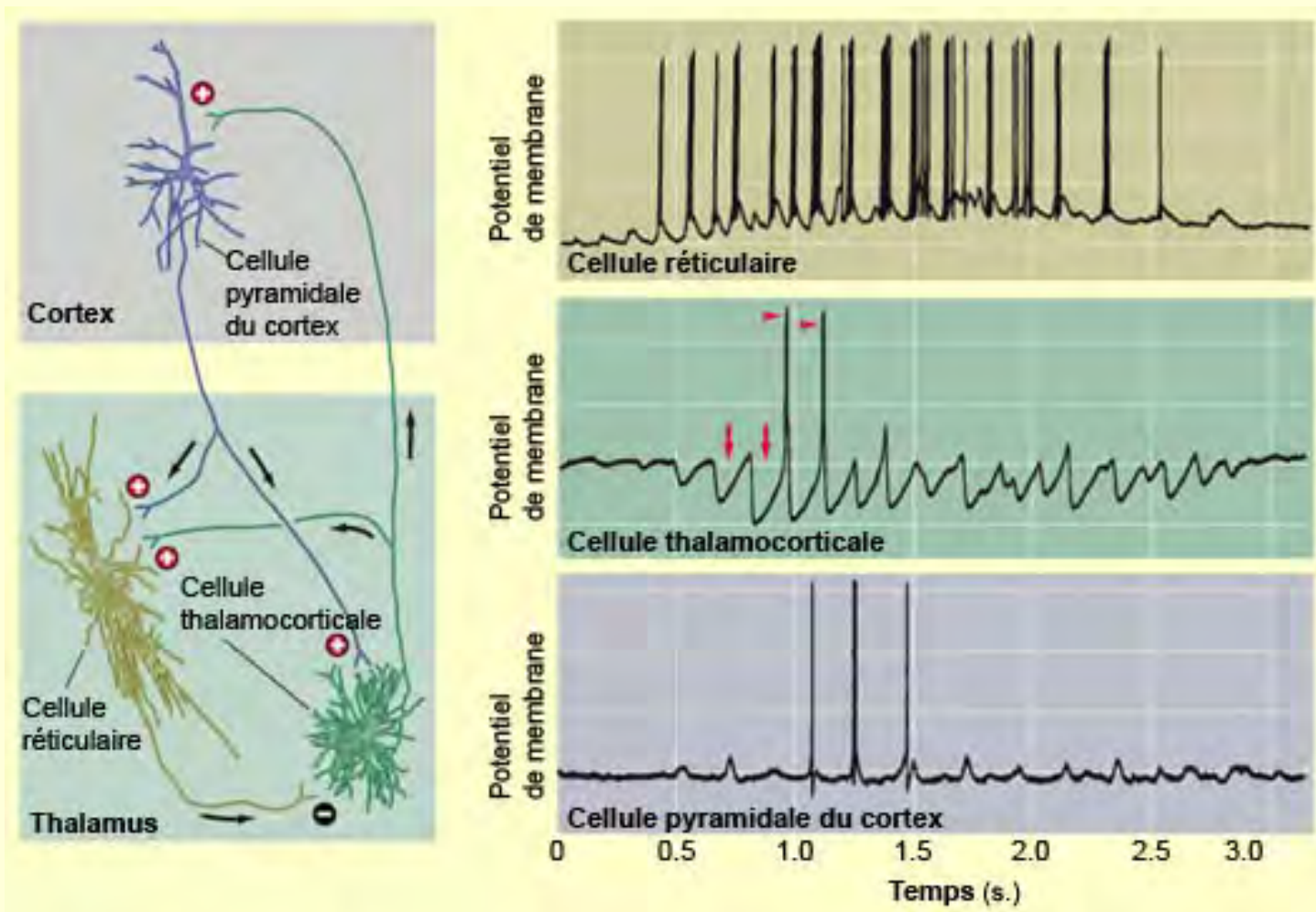






## *L'électrophysiologie*





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

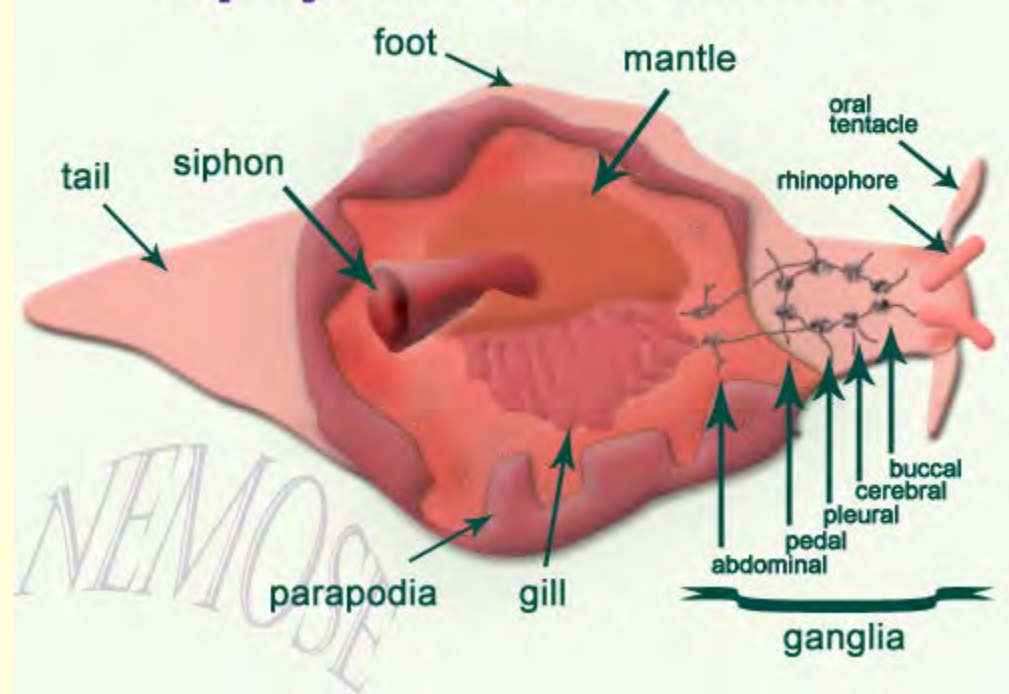


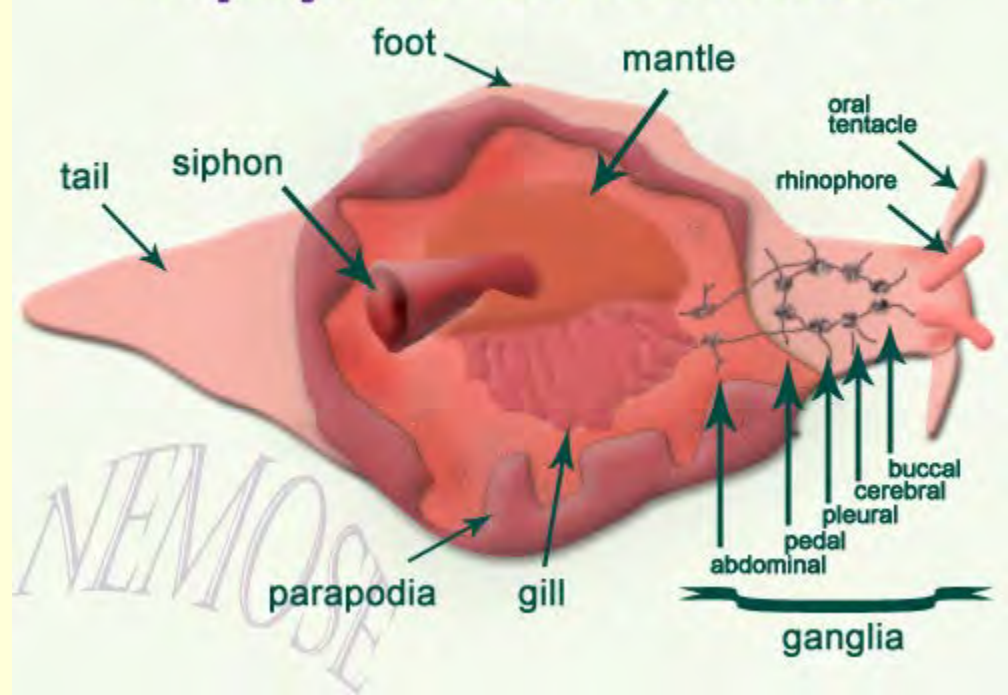
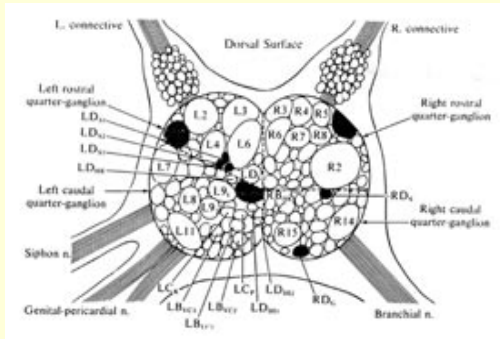
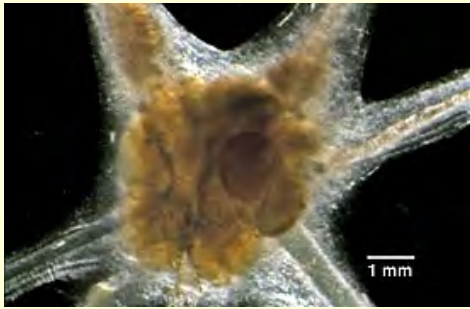
**85 000 000 000 neurones**

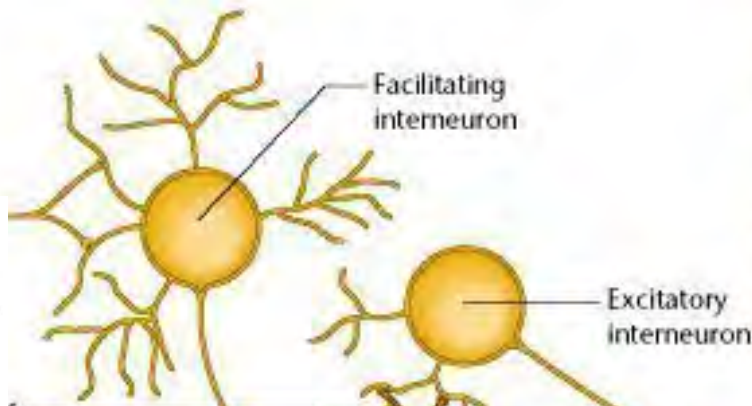
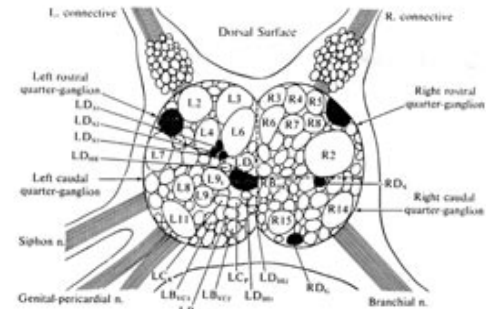
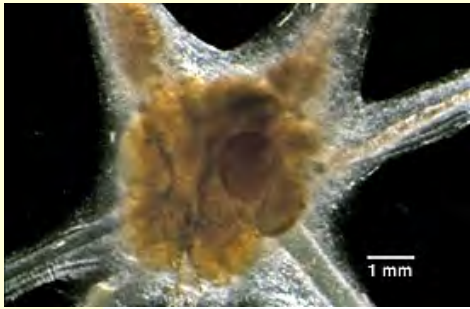
Chaque neurone peut faire jusqu'à 10 000 connexions avec d'autres neurones.



**Aplysie**  
(mollusque marin)







Sensory neurons  
transmit information  
to the CNS.

Muscle that  
retracts gill



Siphon



Sensory  
neuron



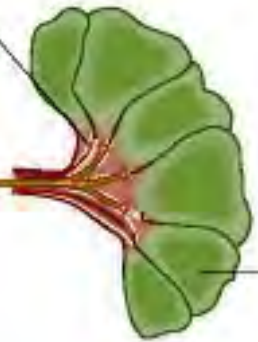
Excitatory  
interneuron



Facilitating  
interneuron

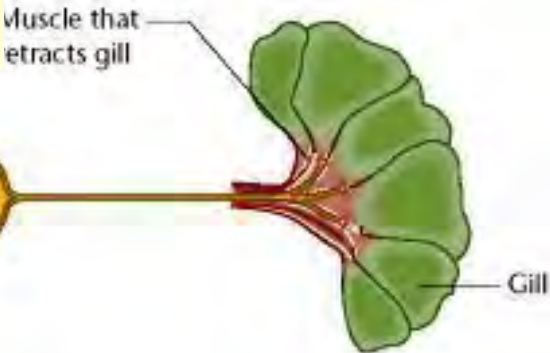
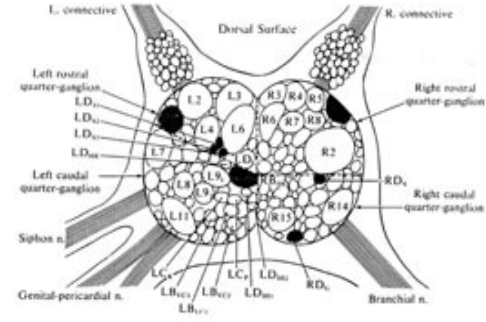
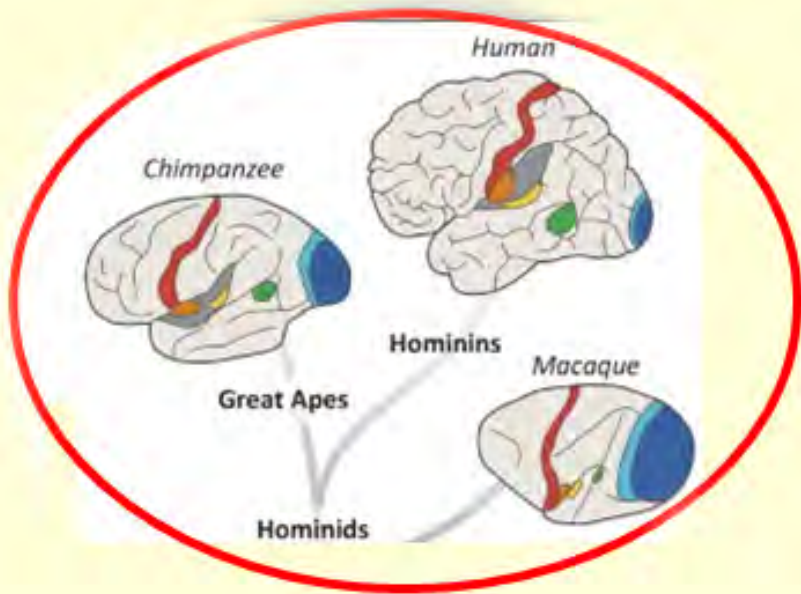
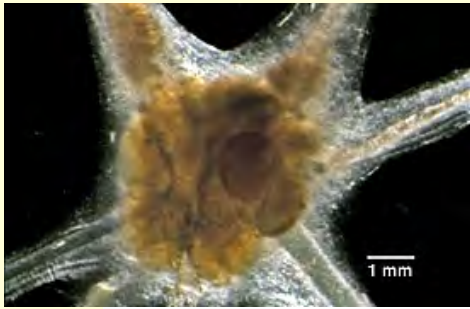


Motor  
neuron



Gill





# Notre itinéraire



Social



Psychologique



Cérébral



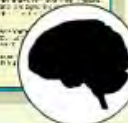
Cellulaire



Moléculaire



Cellulaire



Cérébral



Psychologique



Social



Presynaptic cell

Postsynaptic cell

action potential



Synaptic vesicles containing neurotransmitter

Presynaptic membrane

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

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

Synaptic cleft

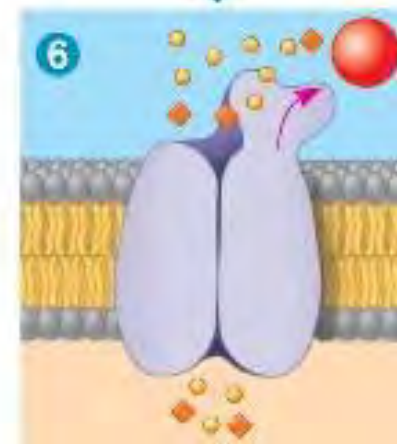
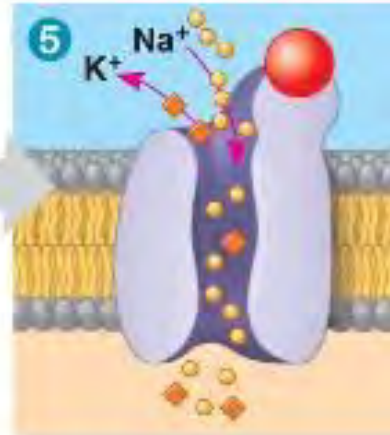
2

3

4

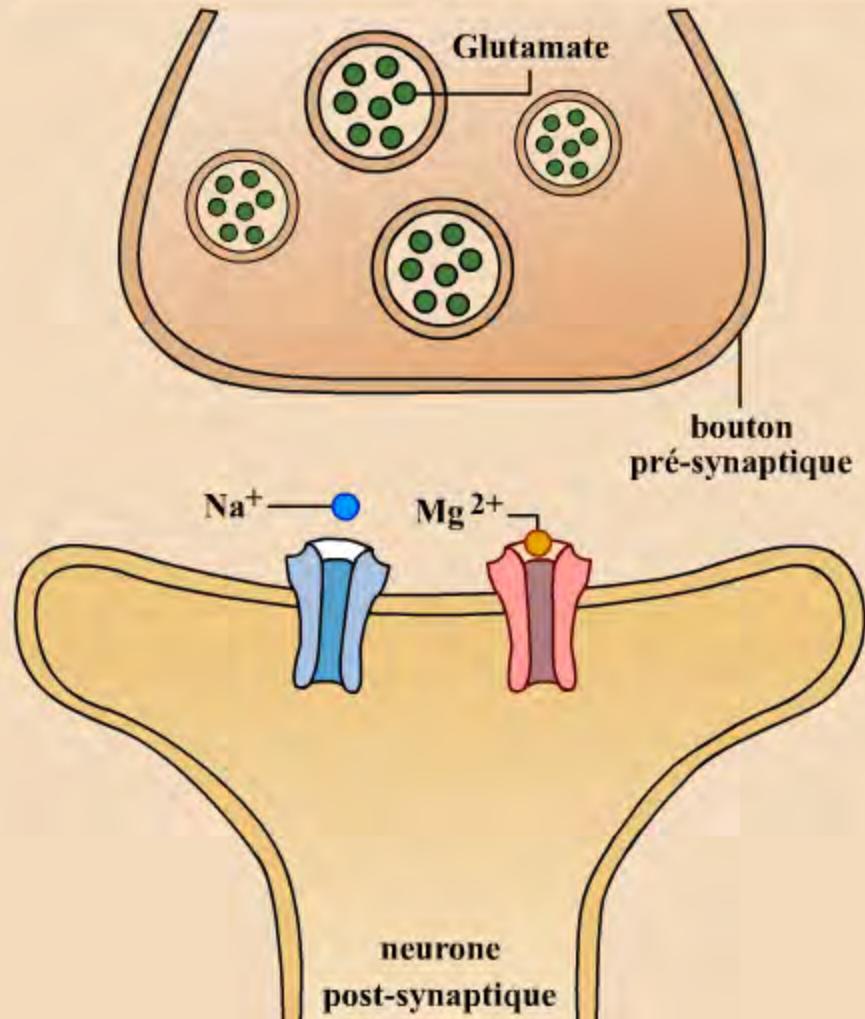
Ligand-gated ion channels

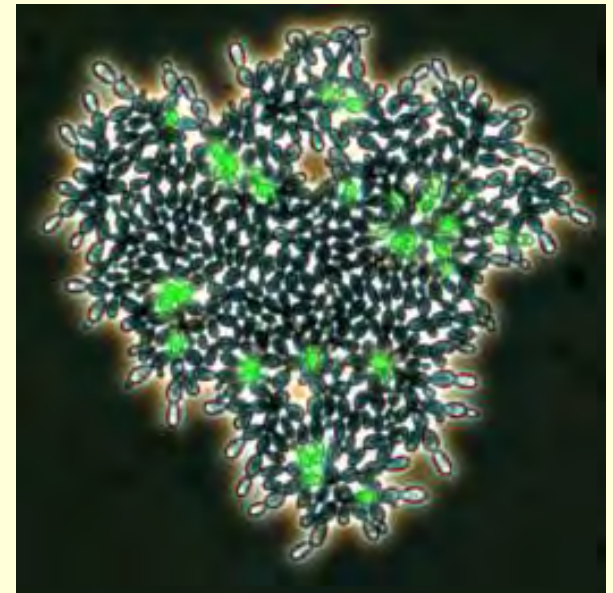
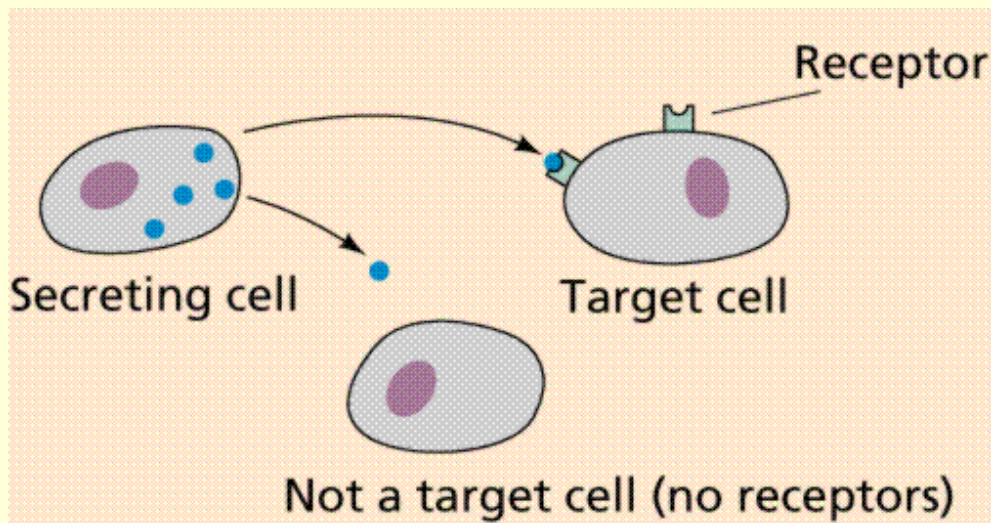
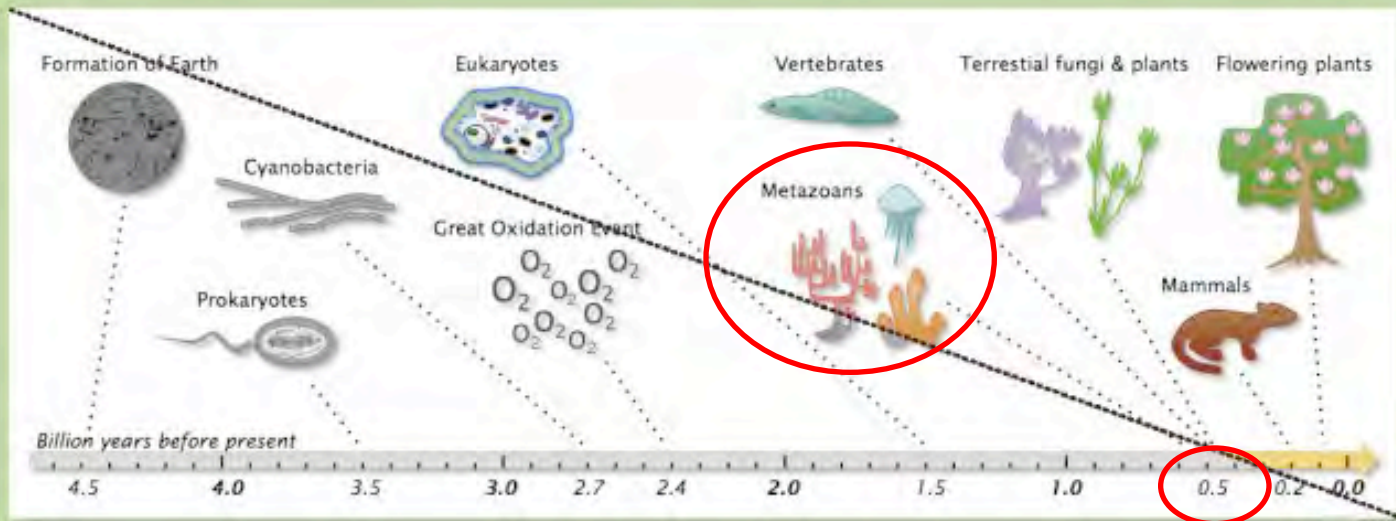
Postsynaptic membrane

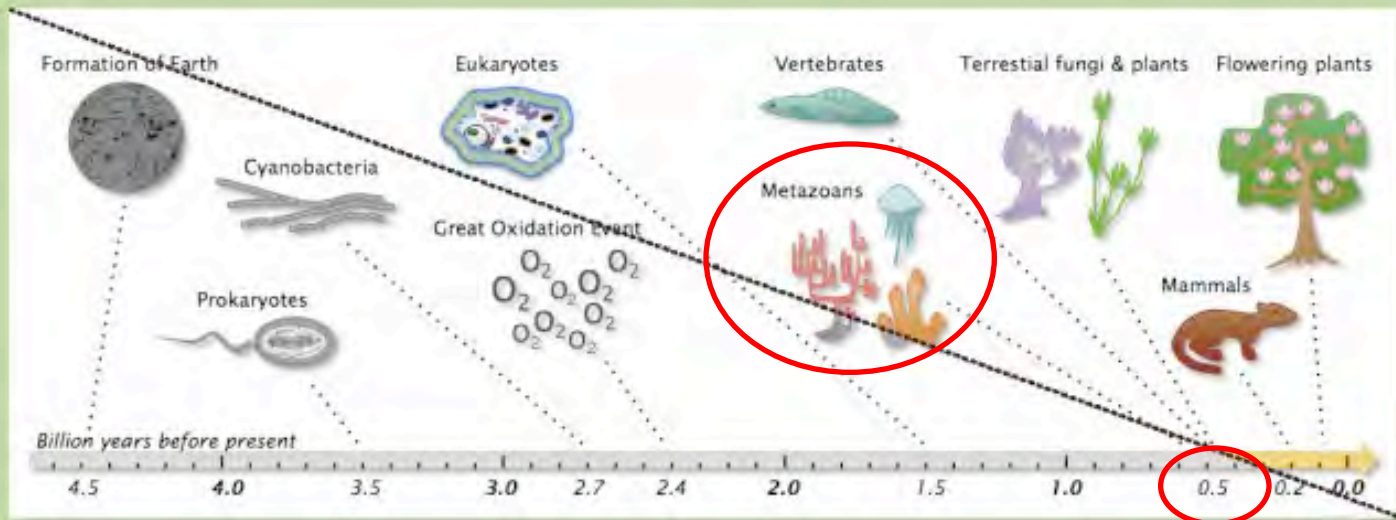


Transmission d'un  
potentiel d'action  
unique

Stimulation à haute  
fréquence produisant  
la PLT





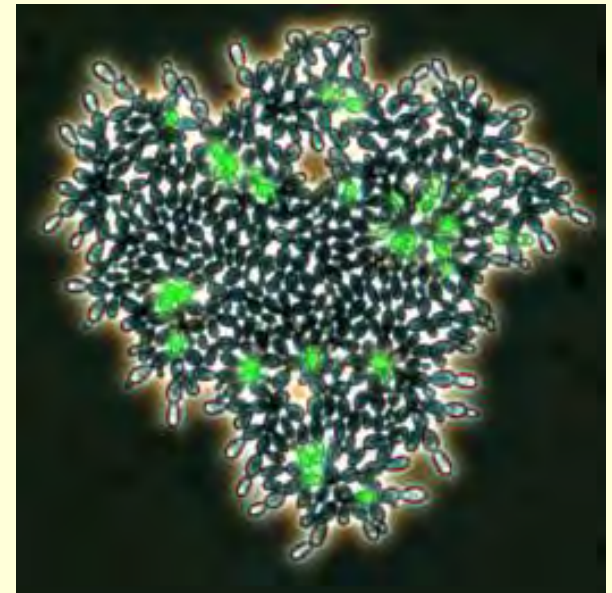


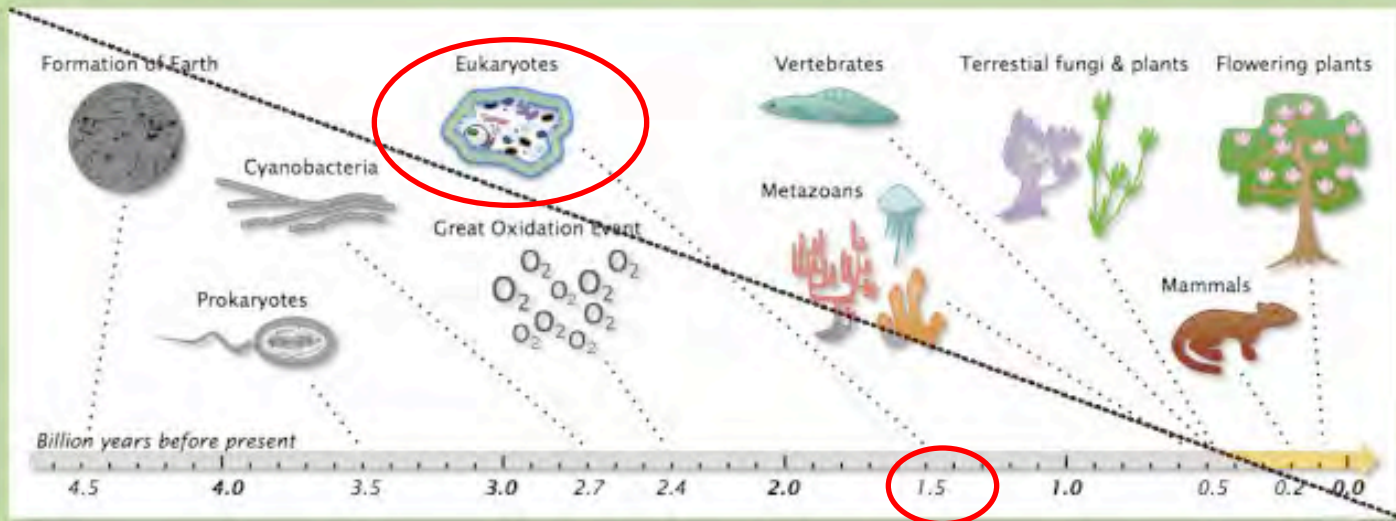
## Scientists replicate key evolutionary step in life on earth

Jan 16, 2012

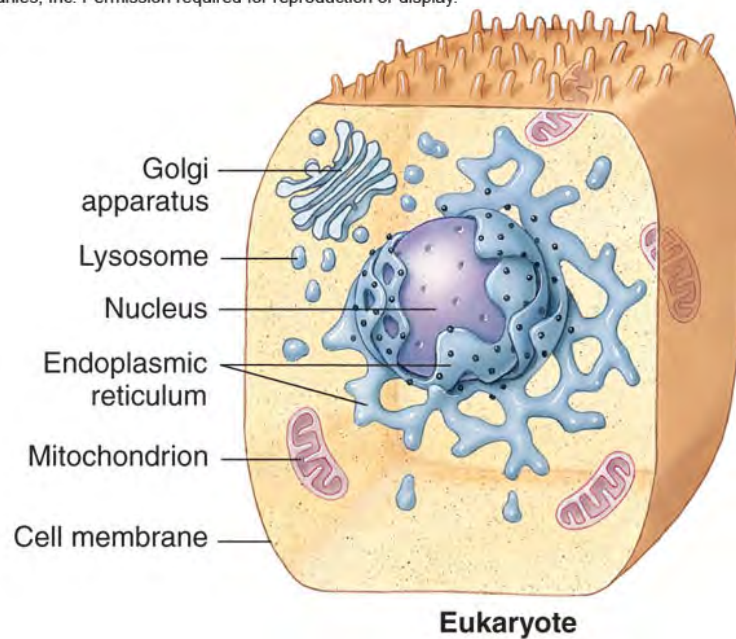
<http://phys.org/news/2012-01-scientists-replicate-key-evolutionary-life.html#iCp>

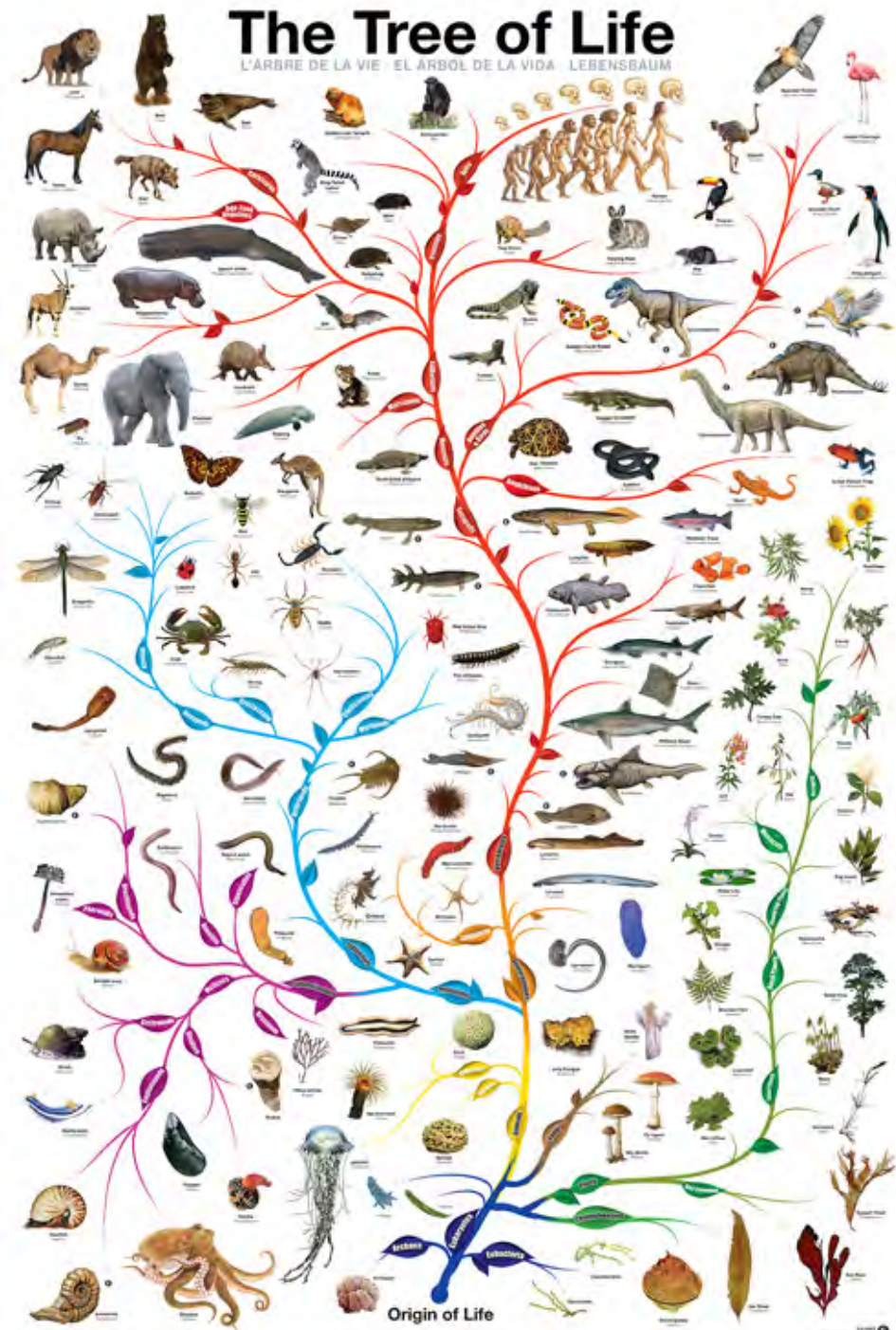
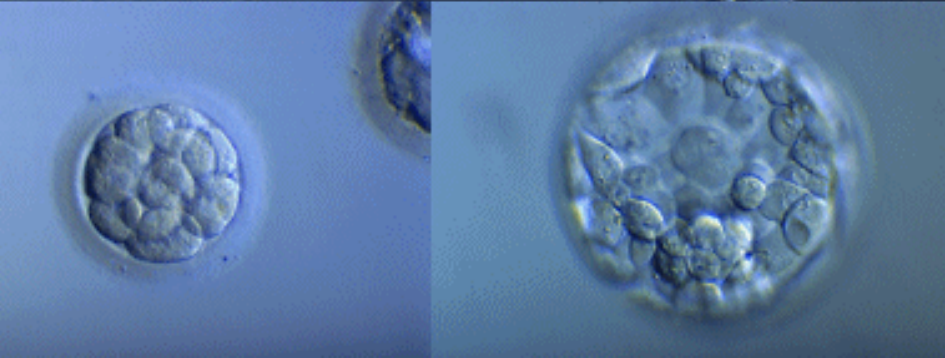
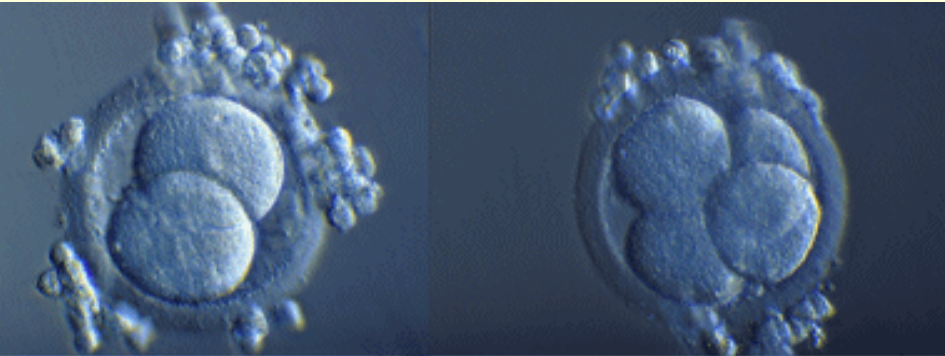
"This study is the **first to experimentally observe that transition** [the switch to living as a group, as multi-celled organisms]"



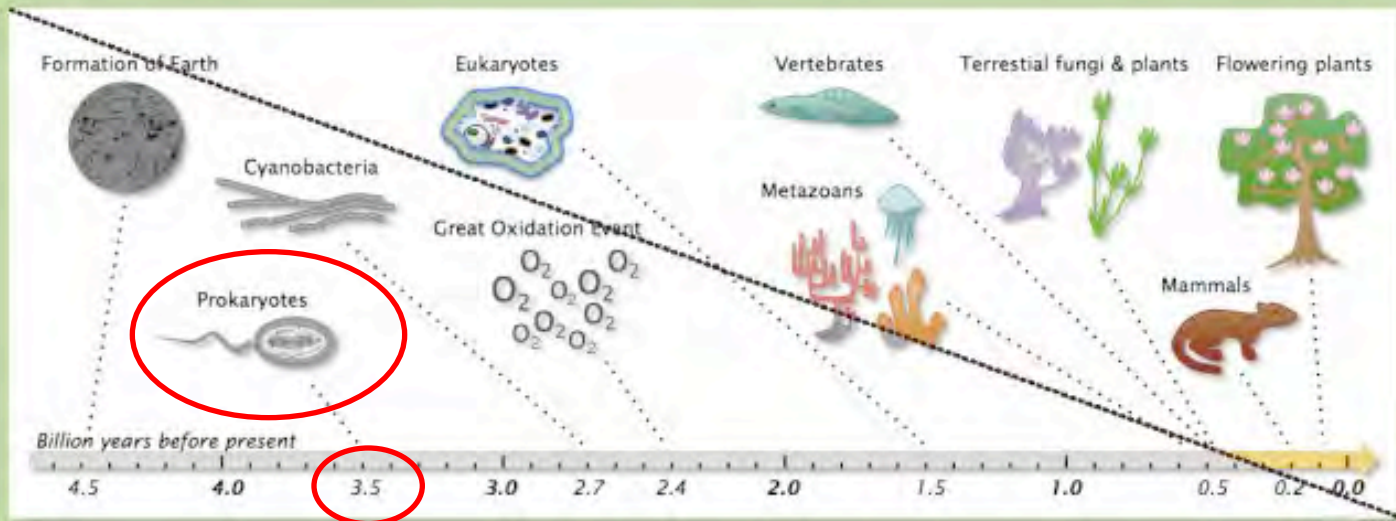


panies, Inc. Permission required for reproduction or display.

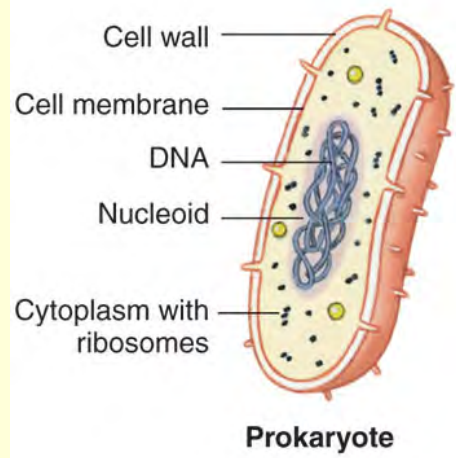


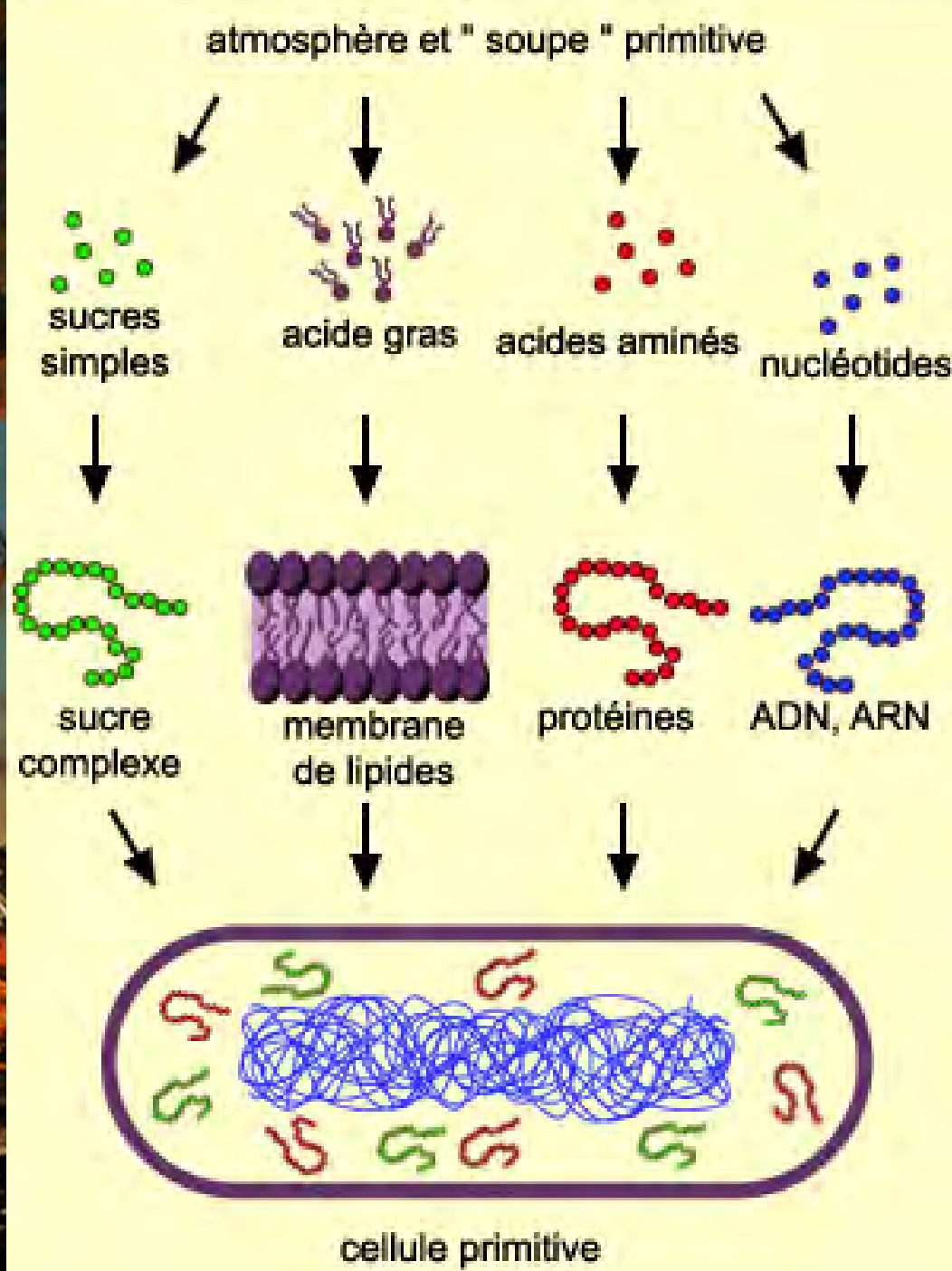






Copyright © The McGraw-Hill Co





First Oceans



3.8 Billion years ago

*météorites - Dégazage*



# Formation de la Terre

*Il y a 4.5 Milliards d'années*

*Accrétion des poussières*



*Refroidissement*

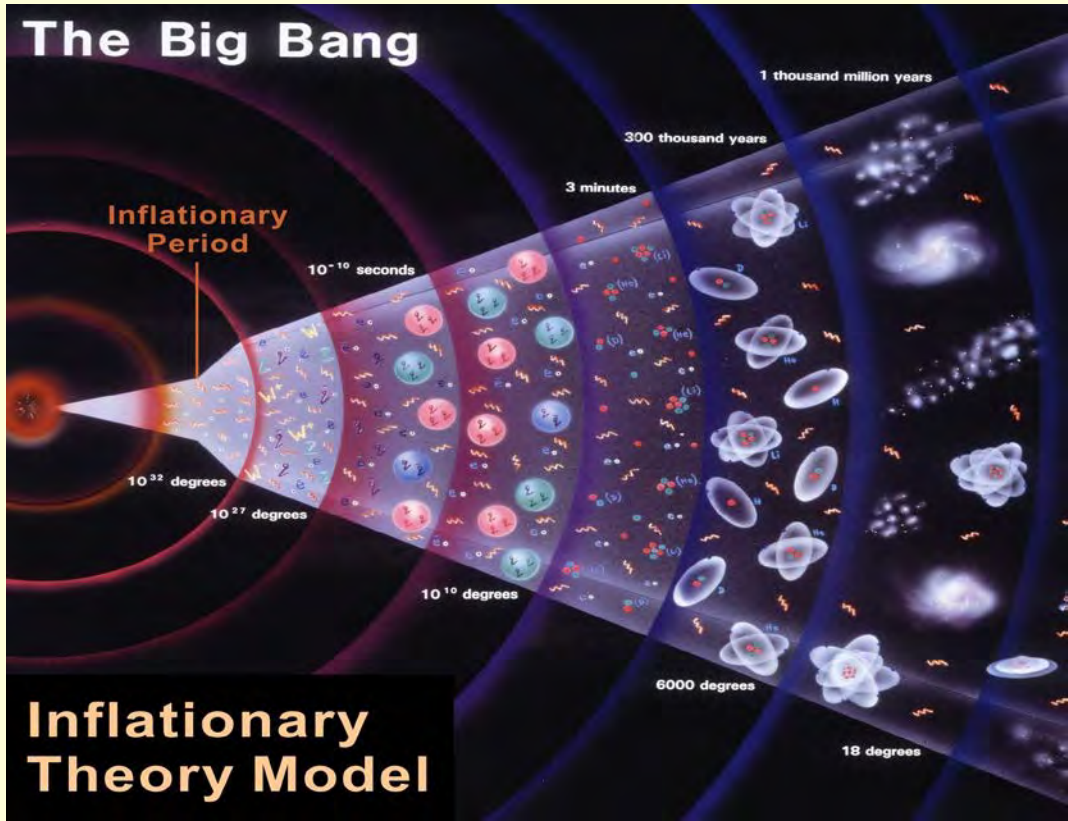


*Atmosphère & océan*



*Continent primitif*

Il y a 13,7 milliards d'année, le début de notre univers...



# Notre itinéraire



Social



Psychologique



Cérébral



Cellulaire



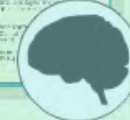
Moléculaire



Social



Psychologique



Cérébral

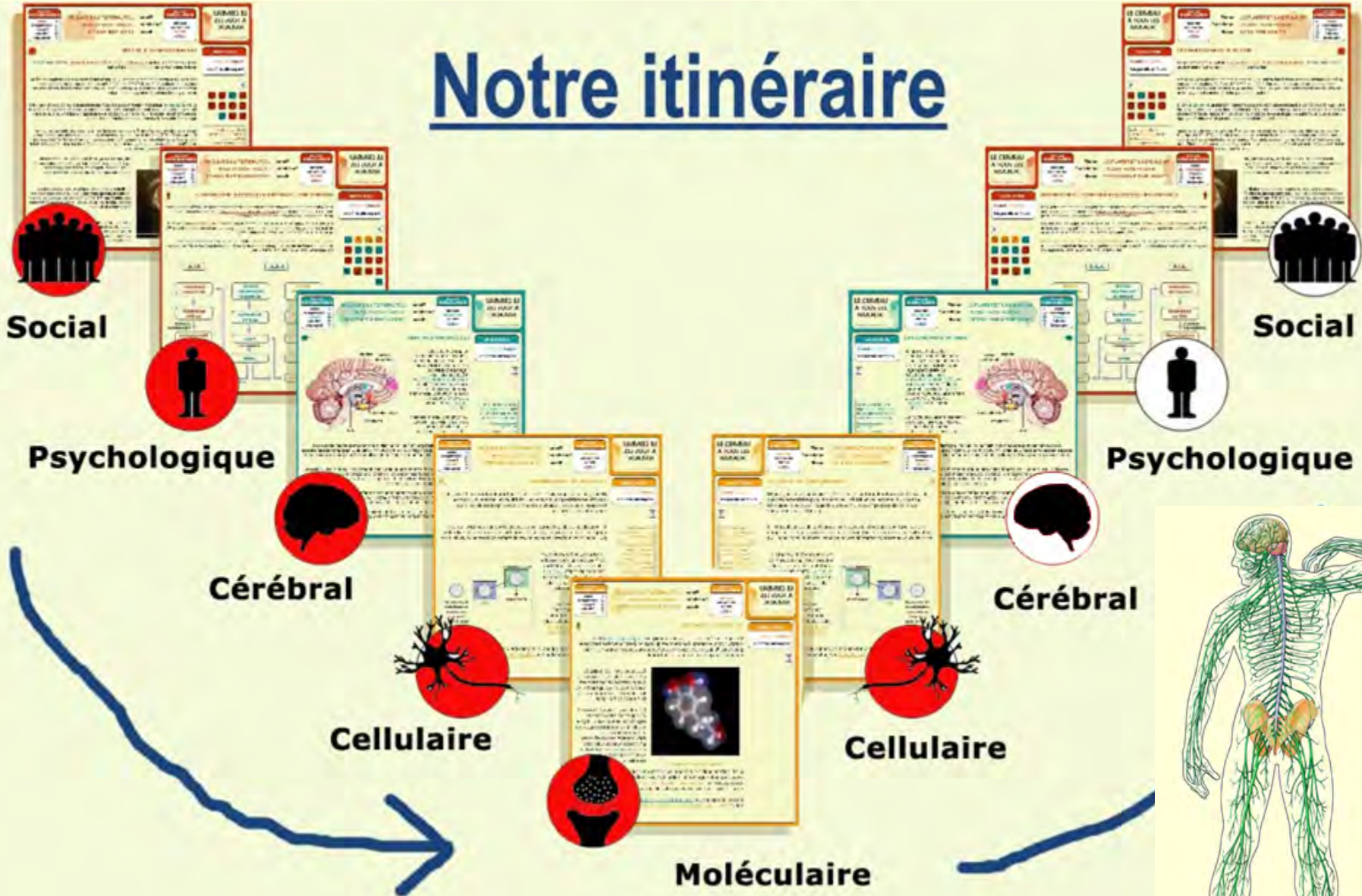


Cellulaire

D'où venons-nous ?  
De quoi sommes-nous faits ?

Que faisons-nous ?  
Qui sommes-nous ?

# Notre itinéraire



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



# Or les systèmes vivants sont hyper-organisés !

**Plasma membrane:** outer surface that regulates entrance and exit of molecules

protein  
phospholipid



**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

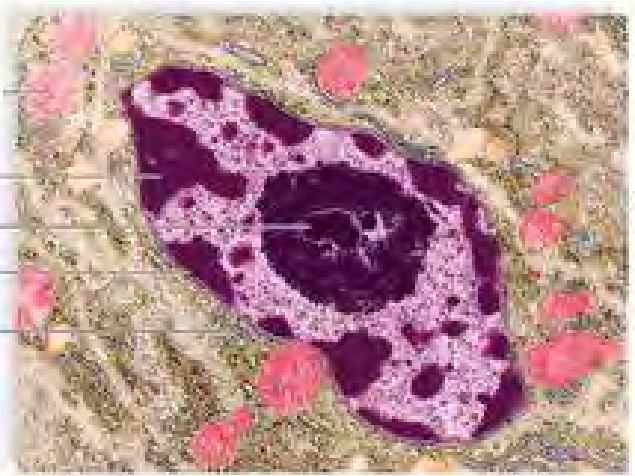
**Centrosome:** microtubule organizing center that contains a pair of centrioles

**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

mitochondrion  
chromatin  
nucleolus  
nuclear envelope  
endoplasmic reticulum



2.5 μm

**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

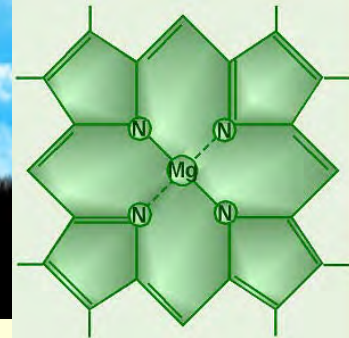
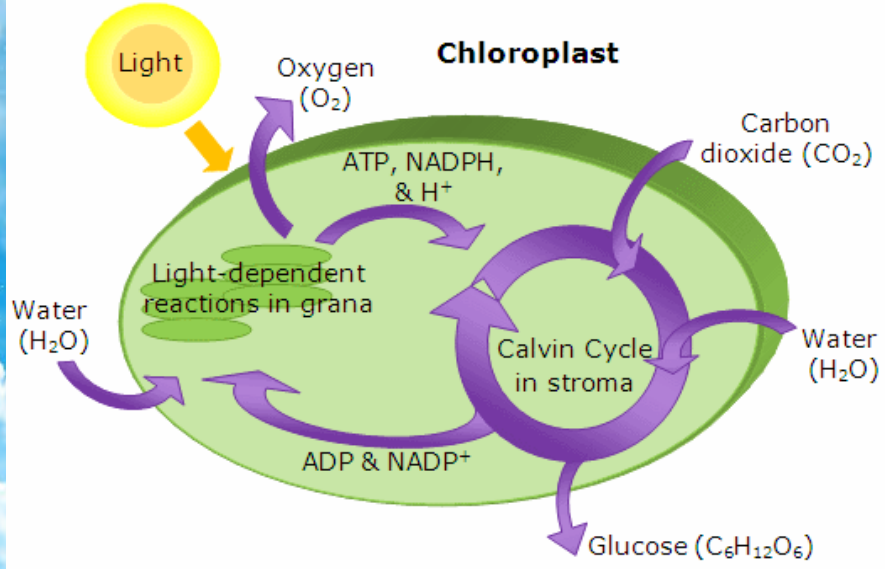
Trace in plant cells



« 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

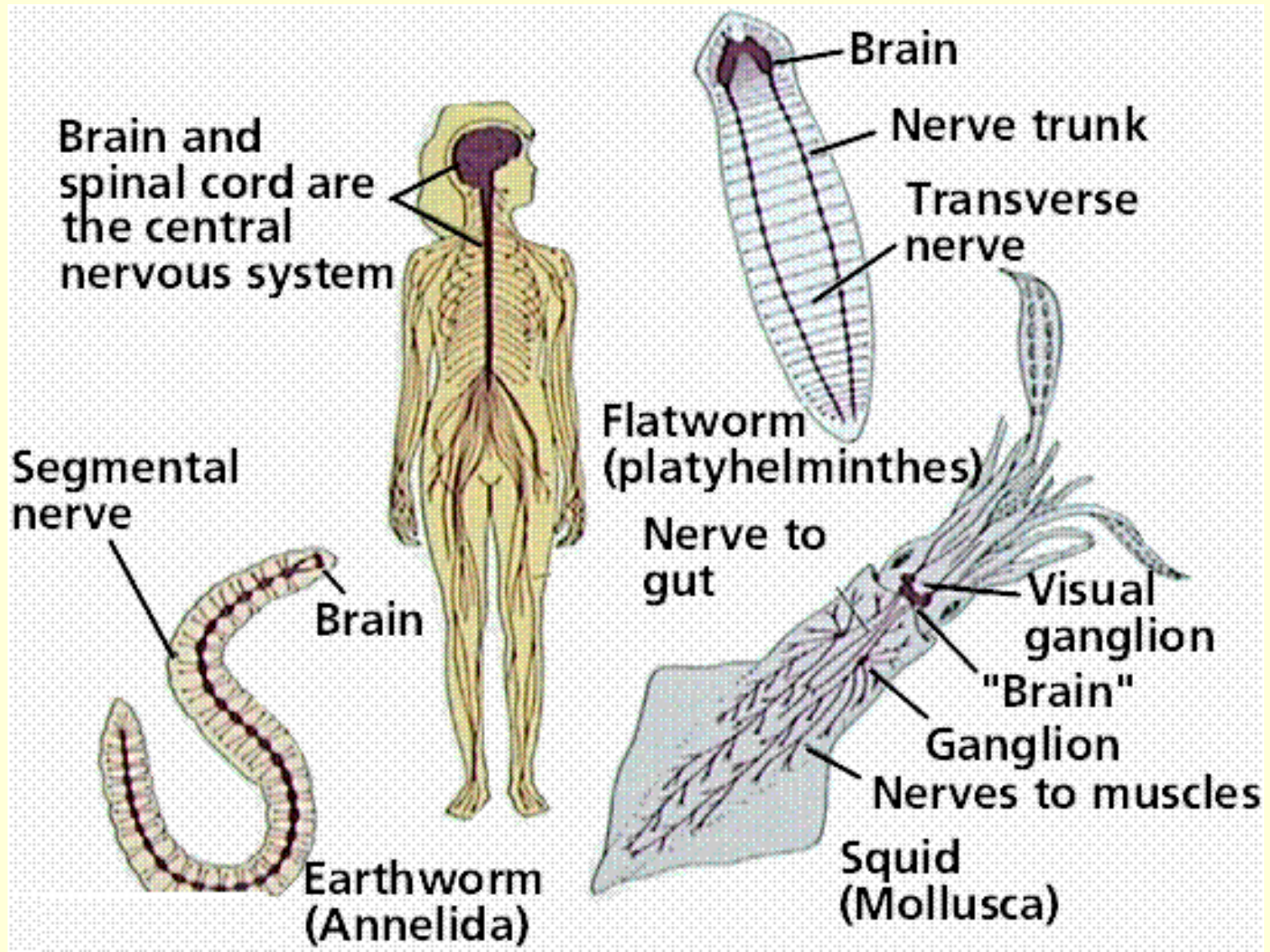




## Animaux :

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

# Systemes nerveux !

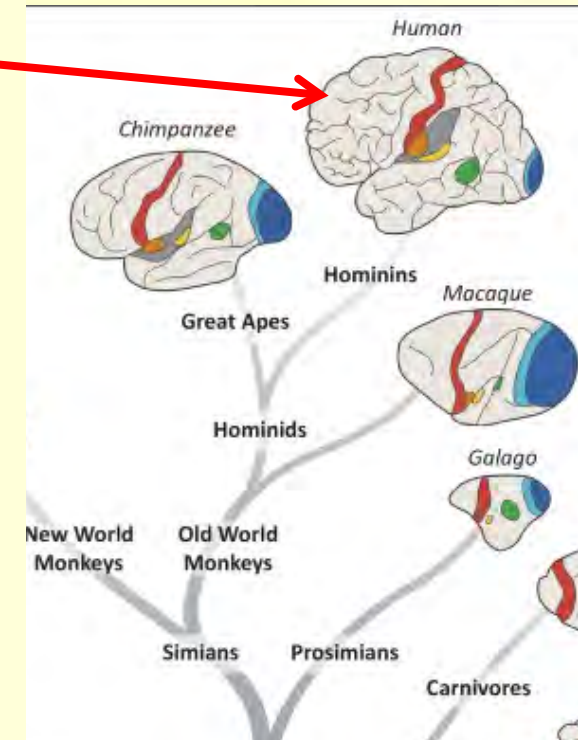


# Que faisons-nous ?

...avec cette boucle sensori-motrice ,

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

bref, avec ce  
système nerveux  
humain...

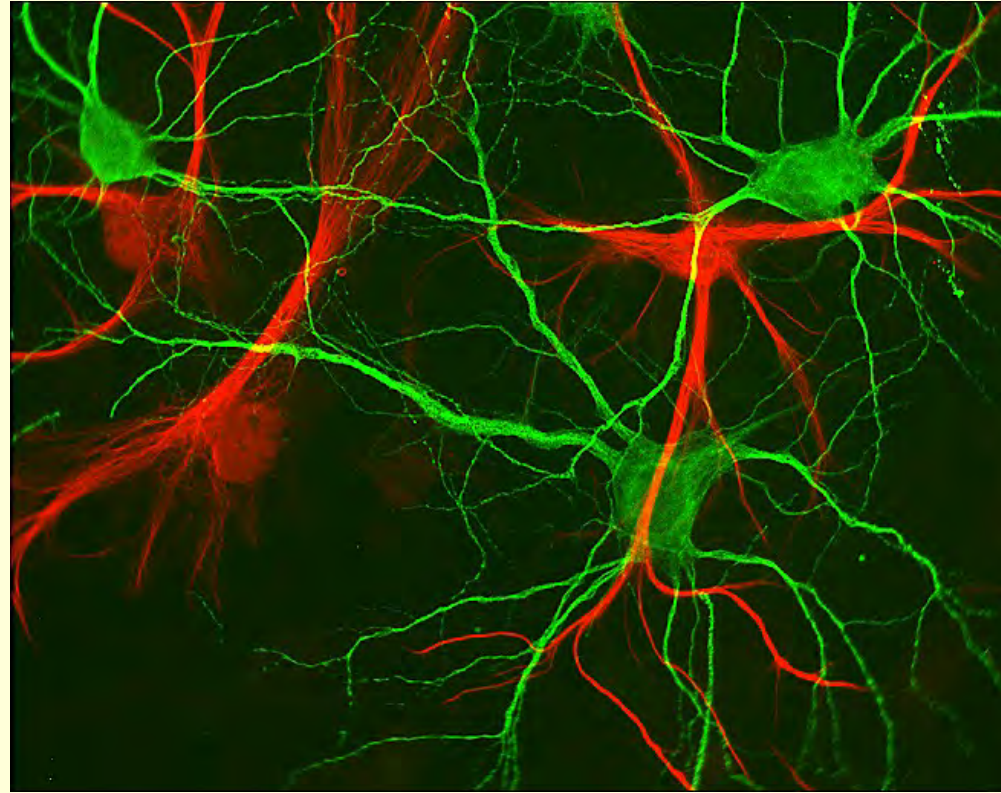


**85 000 000 000**  
**cellules gliales**

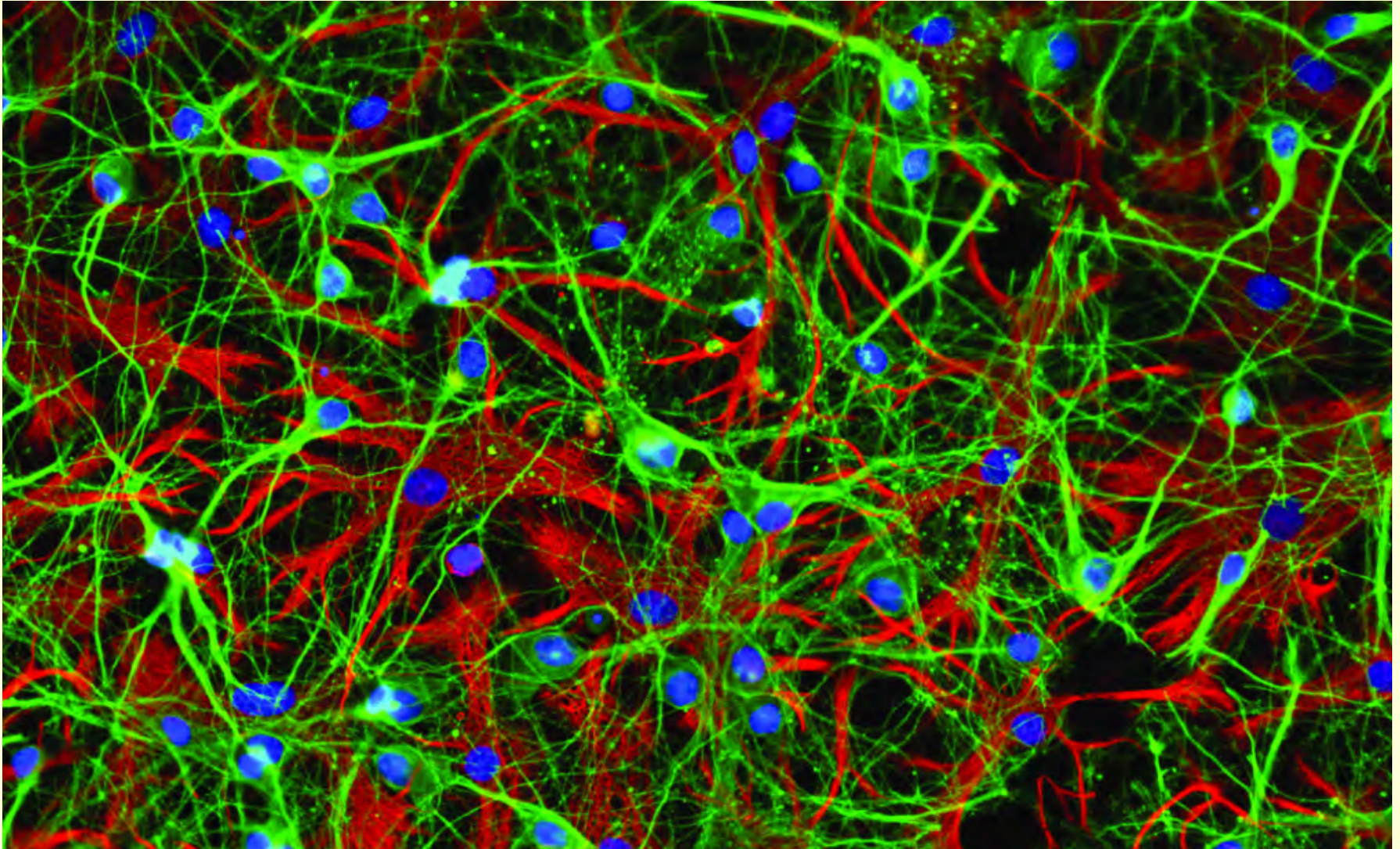
(qui ont de nombreuses fonctions)

**+**

**85 000 000 000**  
**neurones !**

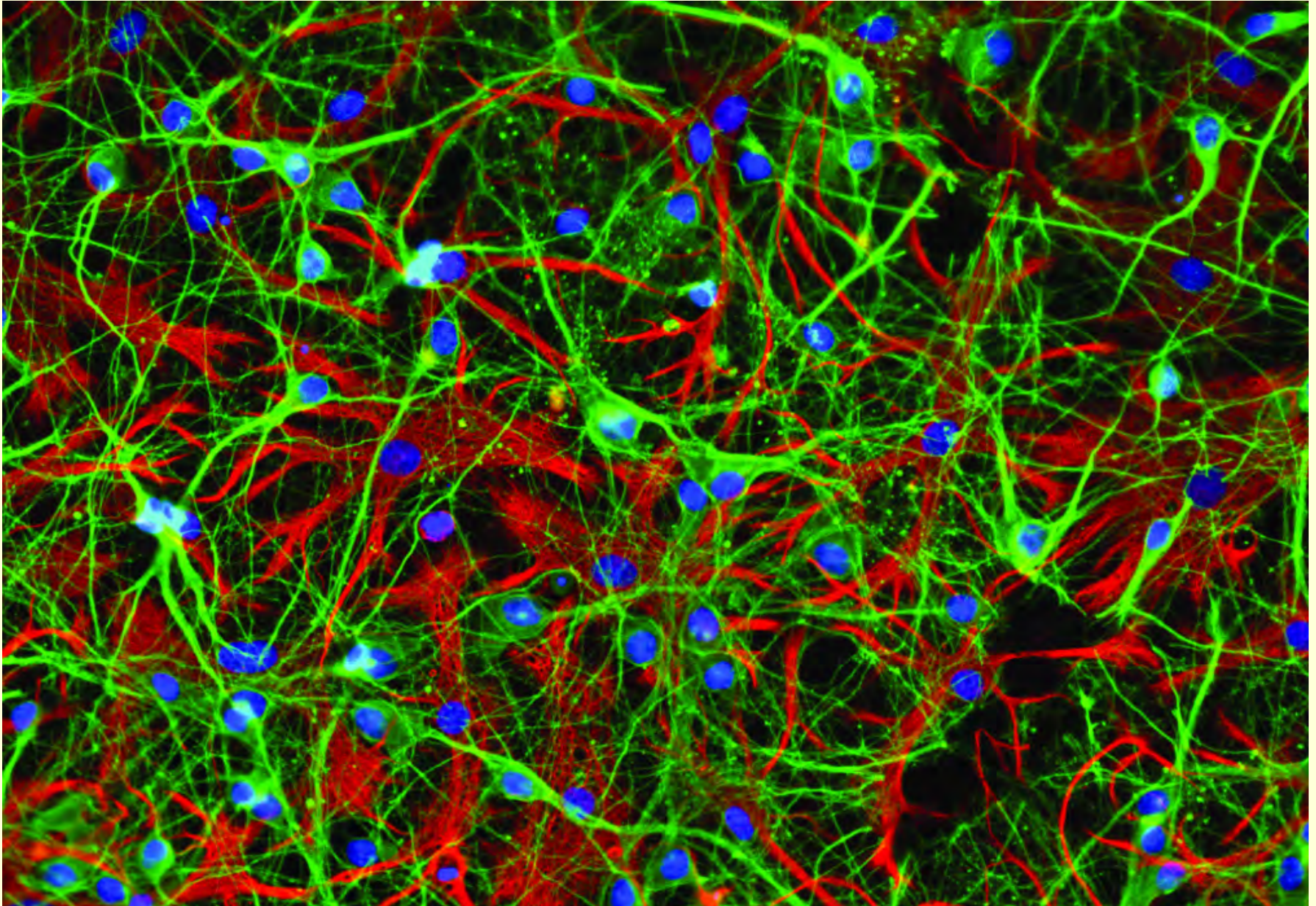


Par exemple, selon certains auteurs, le glutamate relâché par les cellules gliales contribue probablement à **synchroniser** l'activité neuronale dans l'hippocampe.



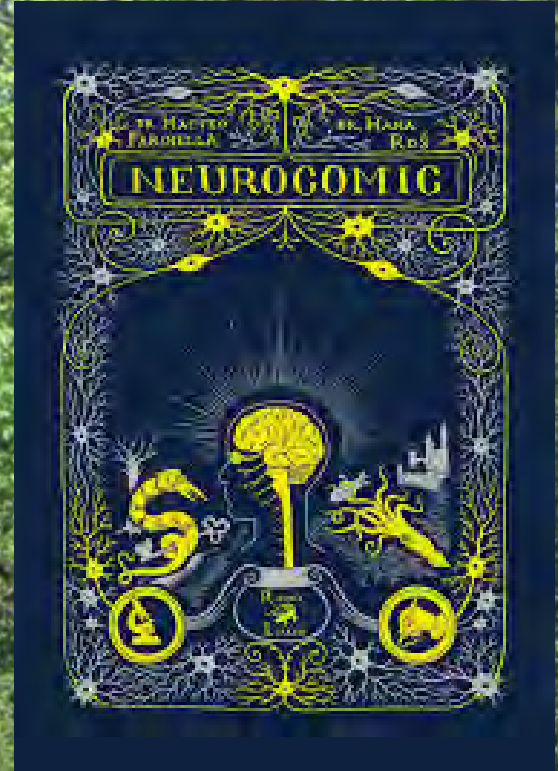
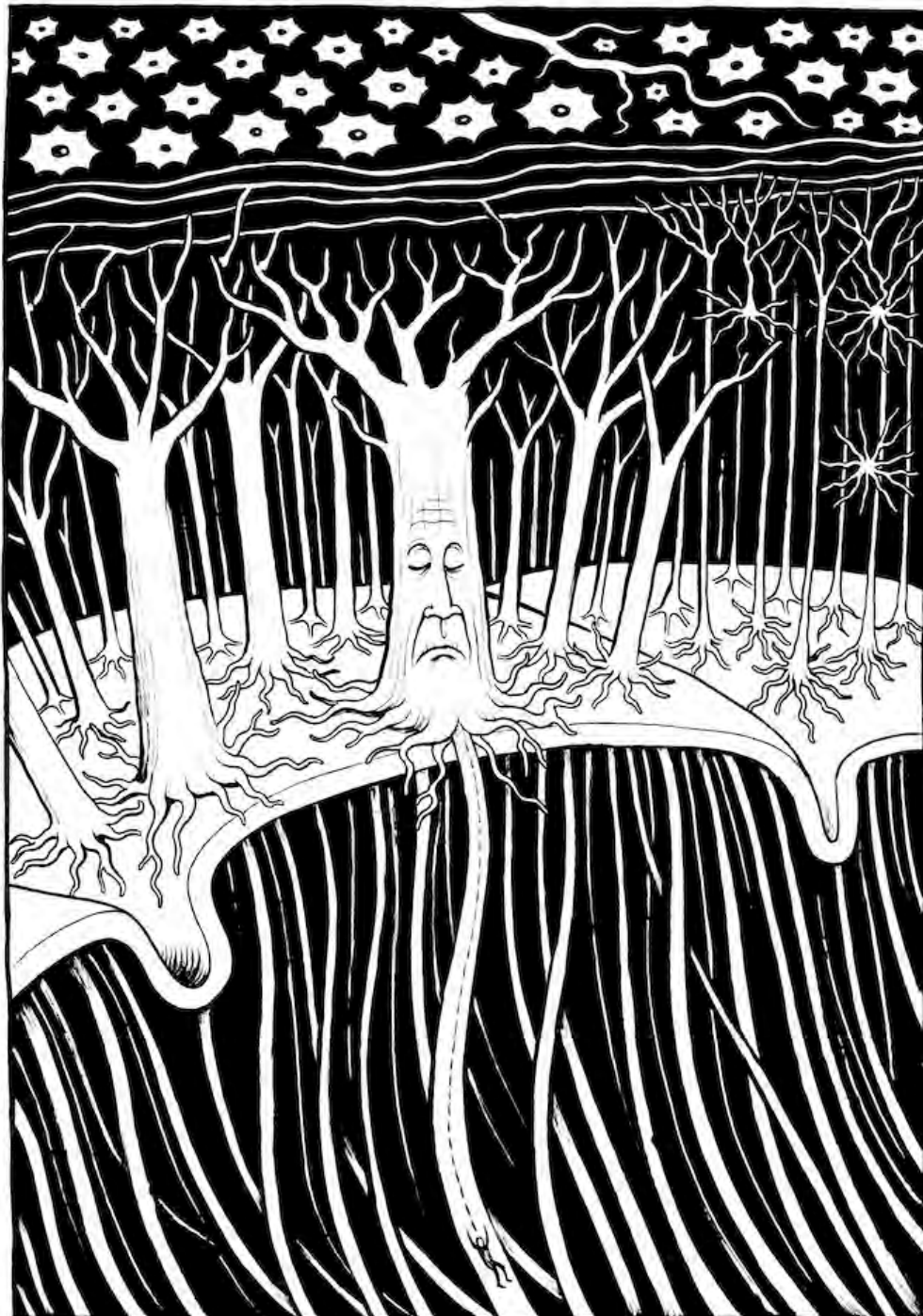
*Neurons and astrocytes isolated from rat hippocampus stained for DNA (blue), neuronal-specific  $\beta$ III-tubulin (green) and **astrocyte-specific GFAP (red)**.*

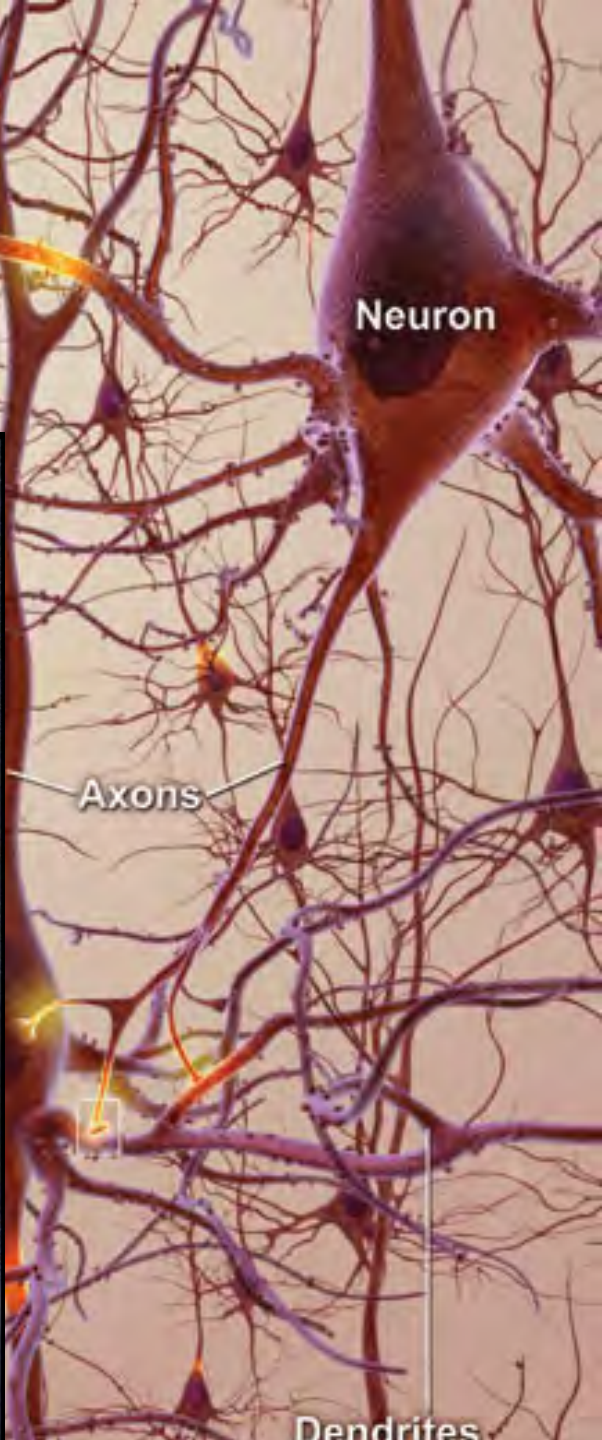
Cellules gliales et neurones forment un **réseau** d'une extrême **complexité** qui peut ressembler à...

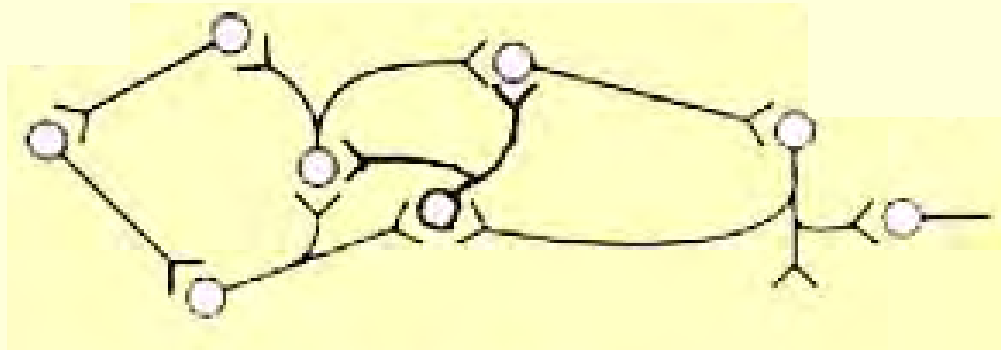


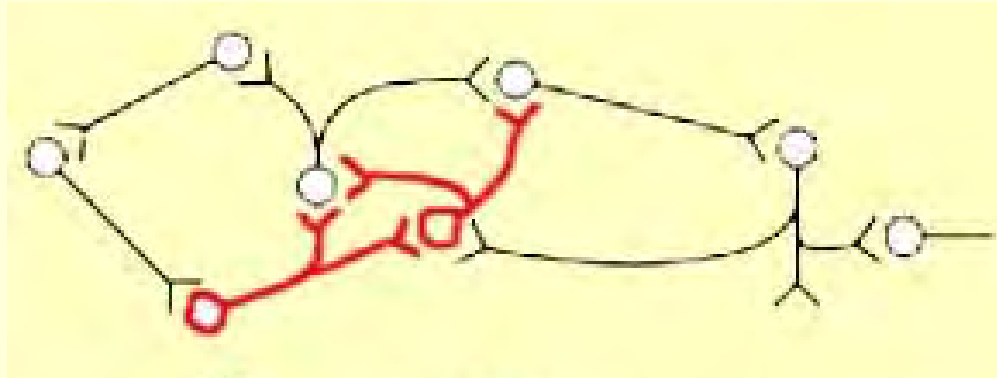




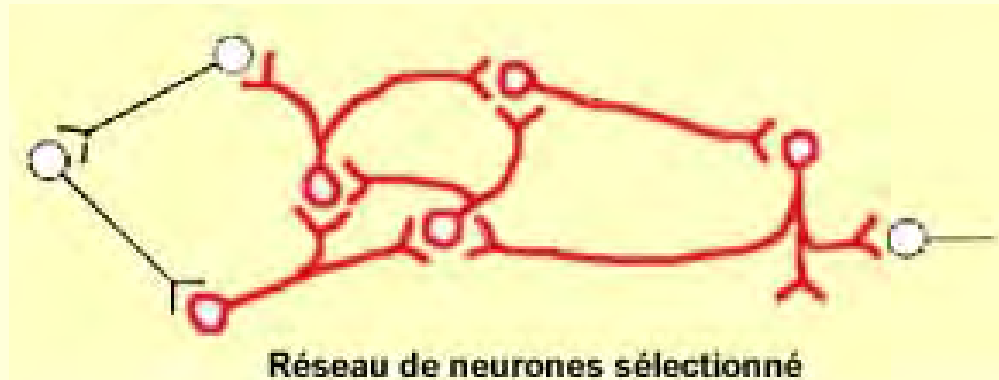


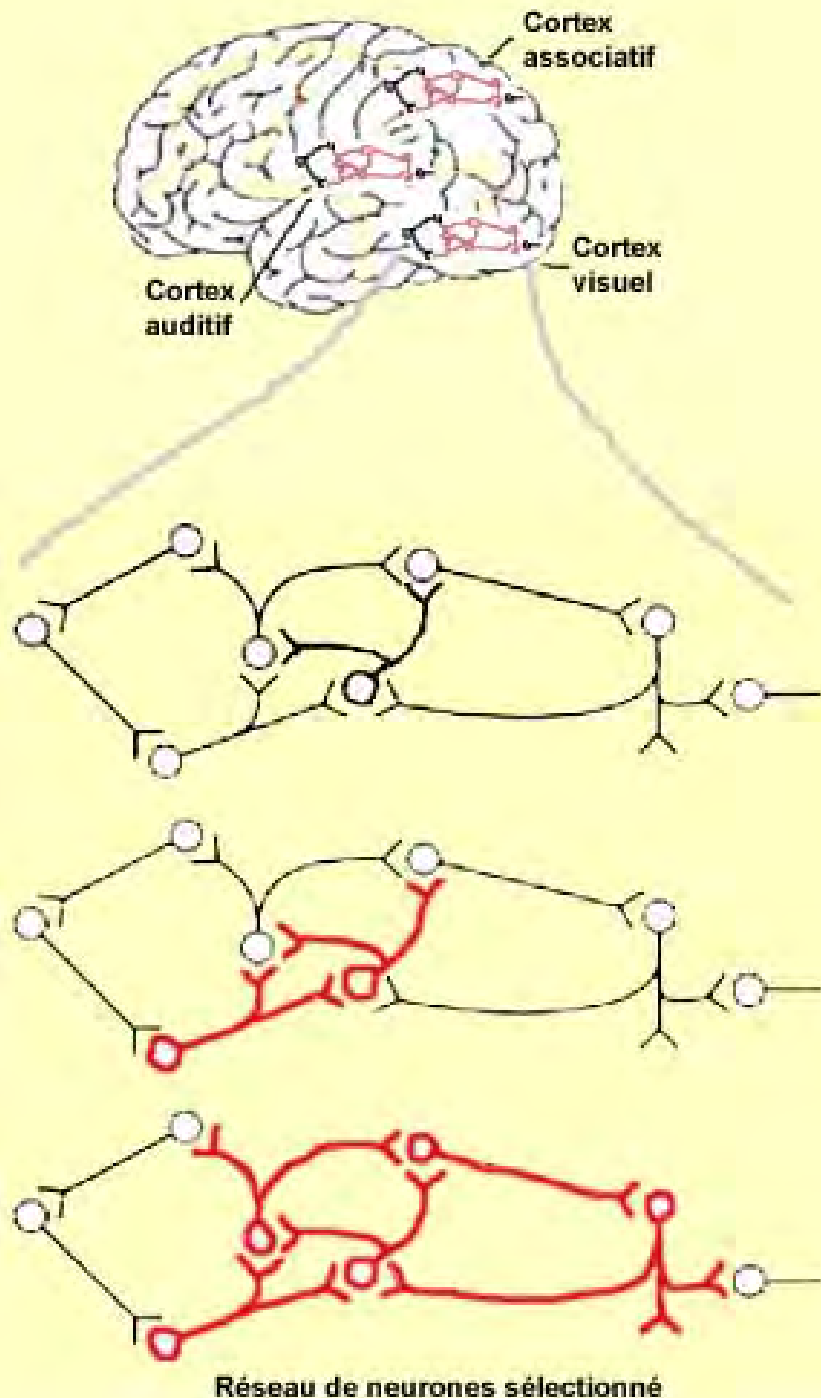




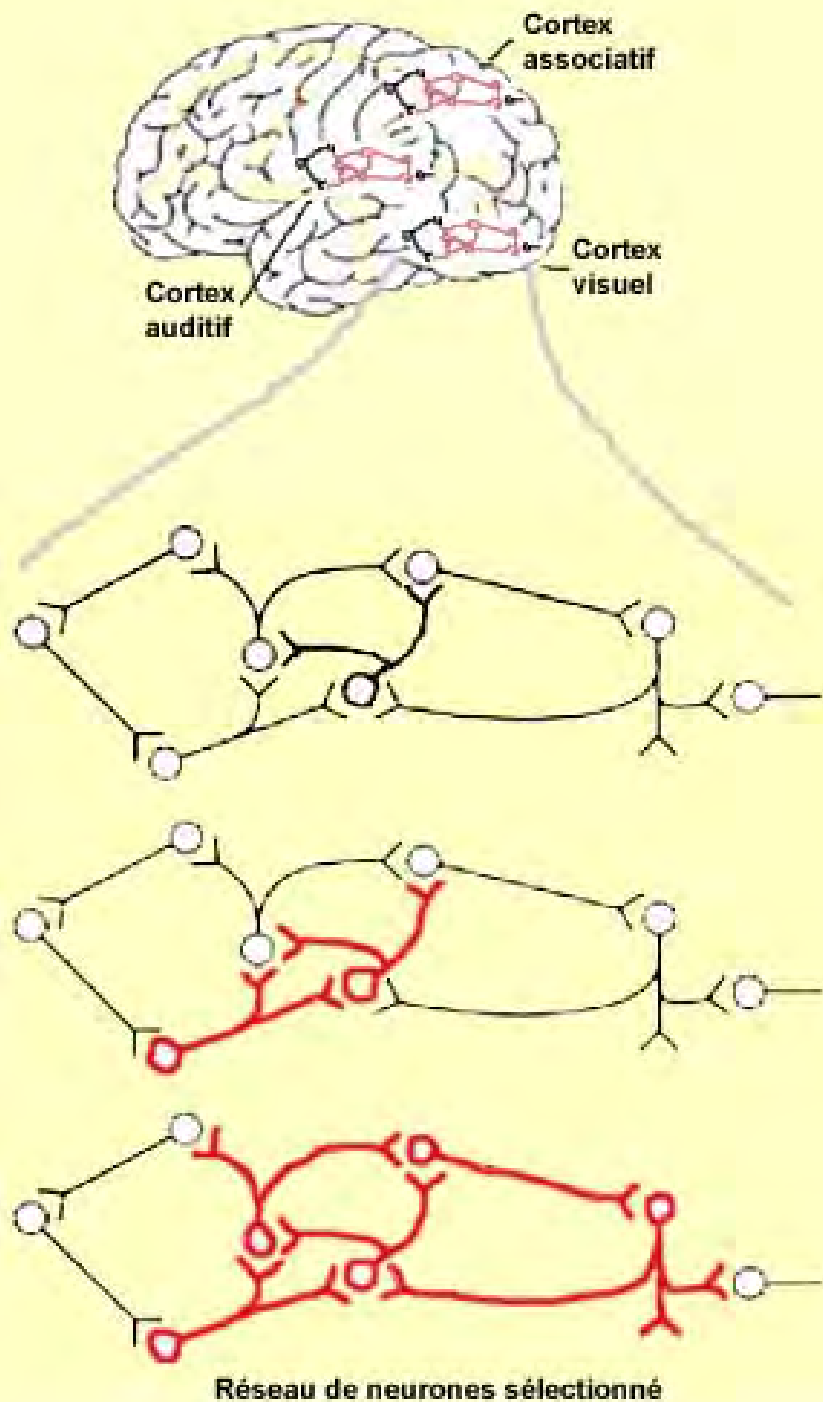


# Assemblées de neurones



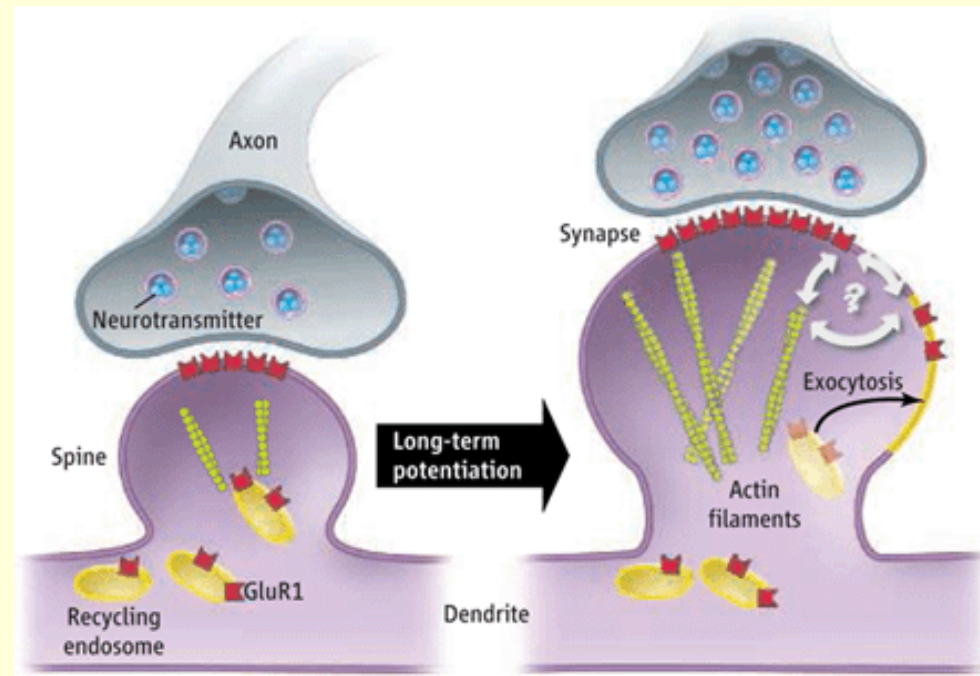


On renforce des connexions pour former des groupes de neurones qui vont devenir **habitués** à travailler ensemble.

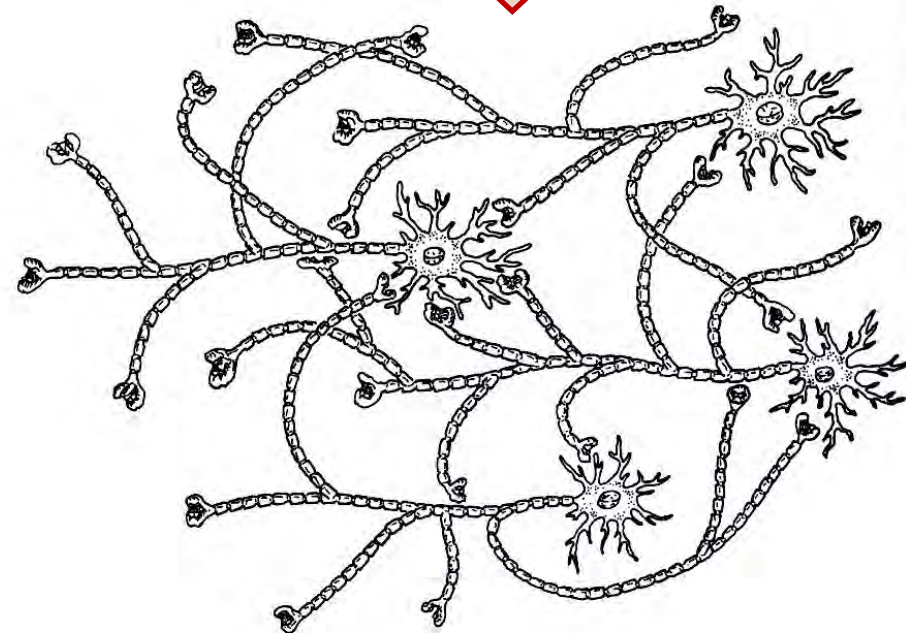
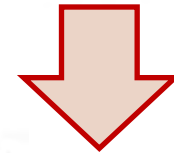
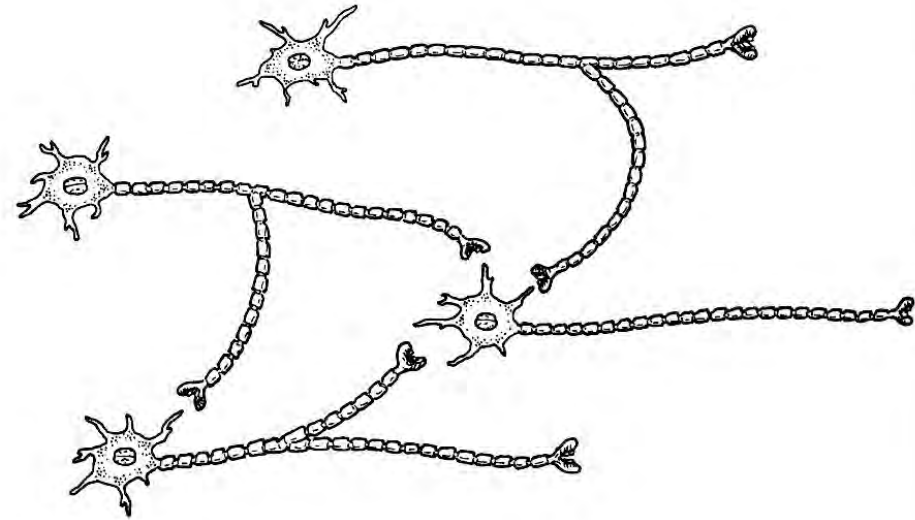


Comment ?

Grâce aux synapses qui se renforcent !



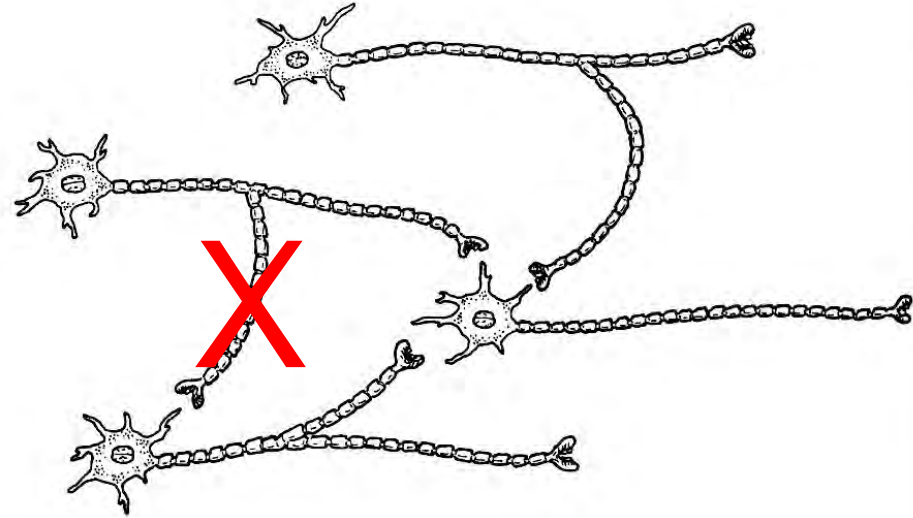
Ou encore : on crée de nouvelles connexions.

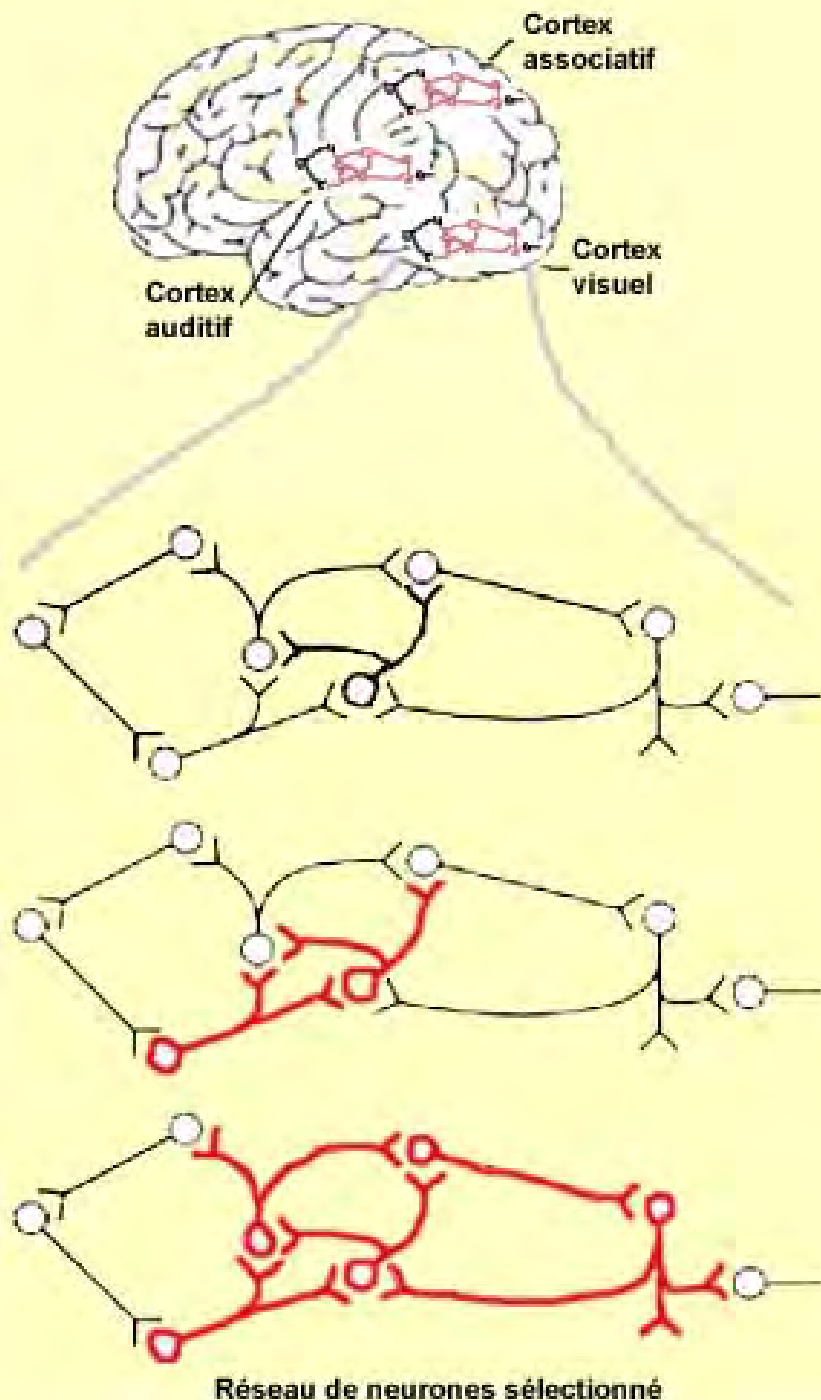




Ou encore : on crée de nouvelles connexions.

Ou on en élimine certaines.





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

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

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

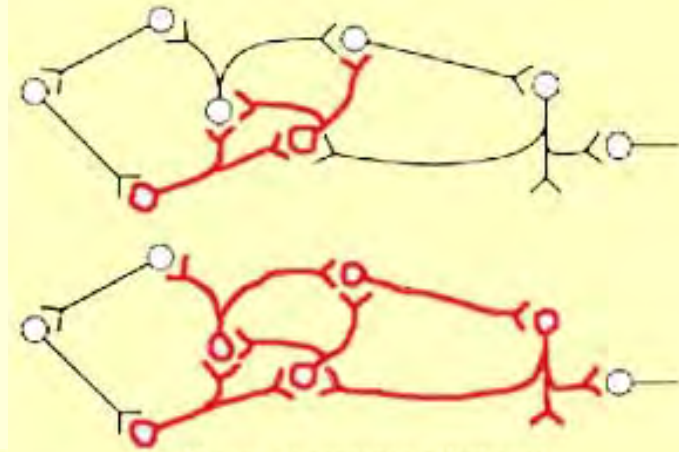


## Neuromythe à oublier



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

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



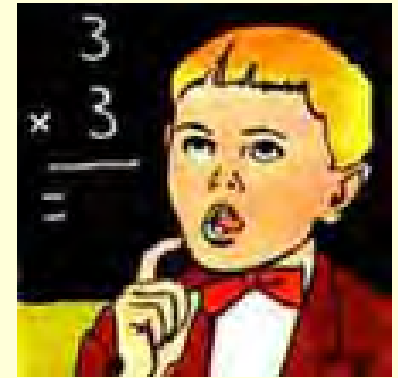
Réseau de neurones sélectionné



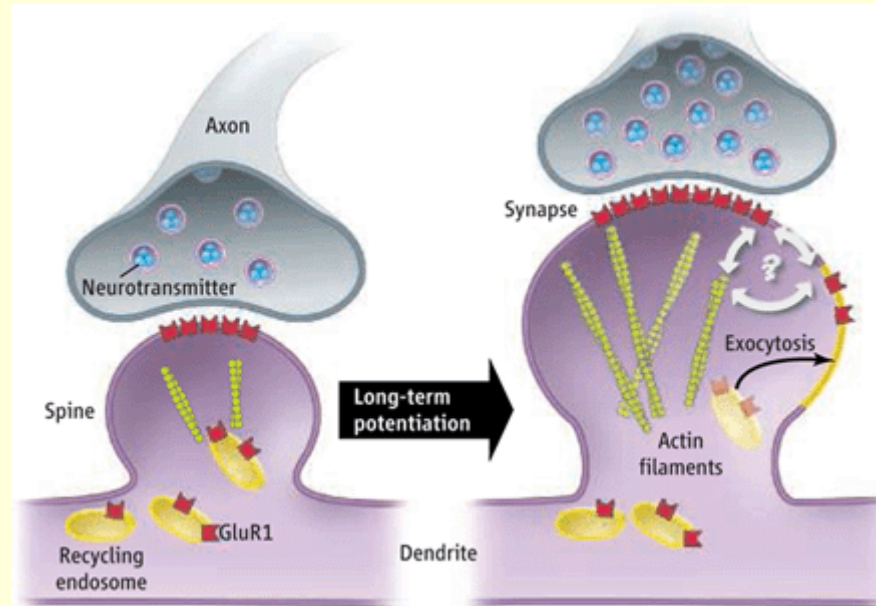


Cette **souplesse** de nos neurones,

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



9



Au contraire, on peut tous **apprendre et s'améliorer** durant toute notre vie.

# Notre itinéraire



Social



Psychologique



Cérébral



Cellulaire



Moléculaire



Cellulaire



Cérébral

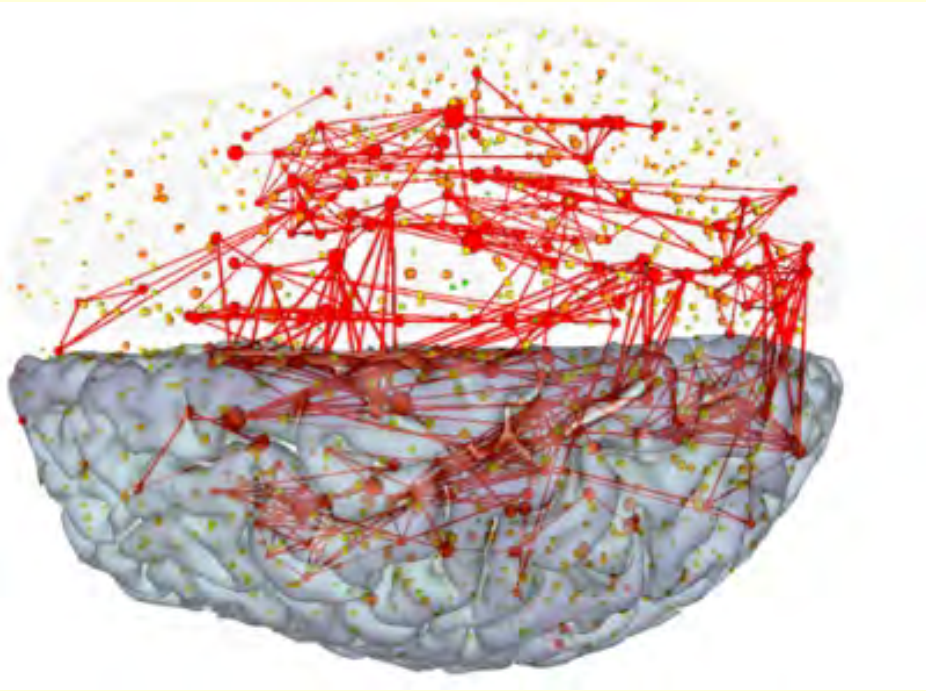


Psychologique

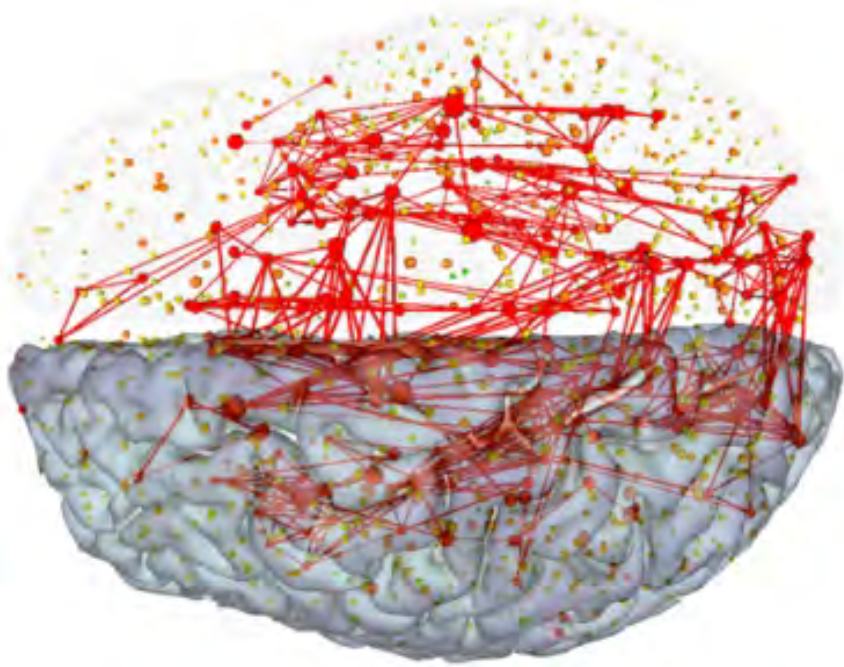


Social



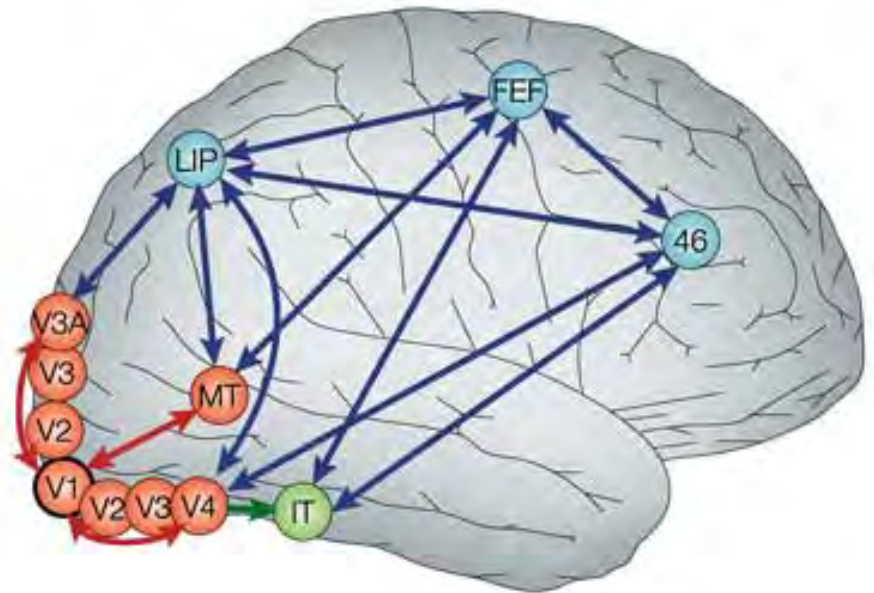


Il y a donc de nombreuses **assemblées de neurones** qui s'activent constamment en parallèle dans notre cerveau.

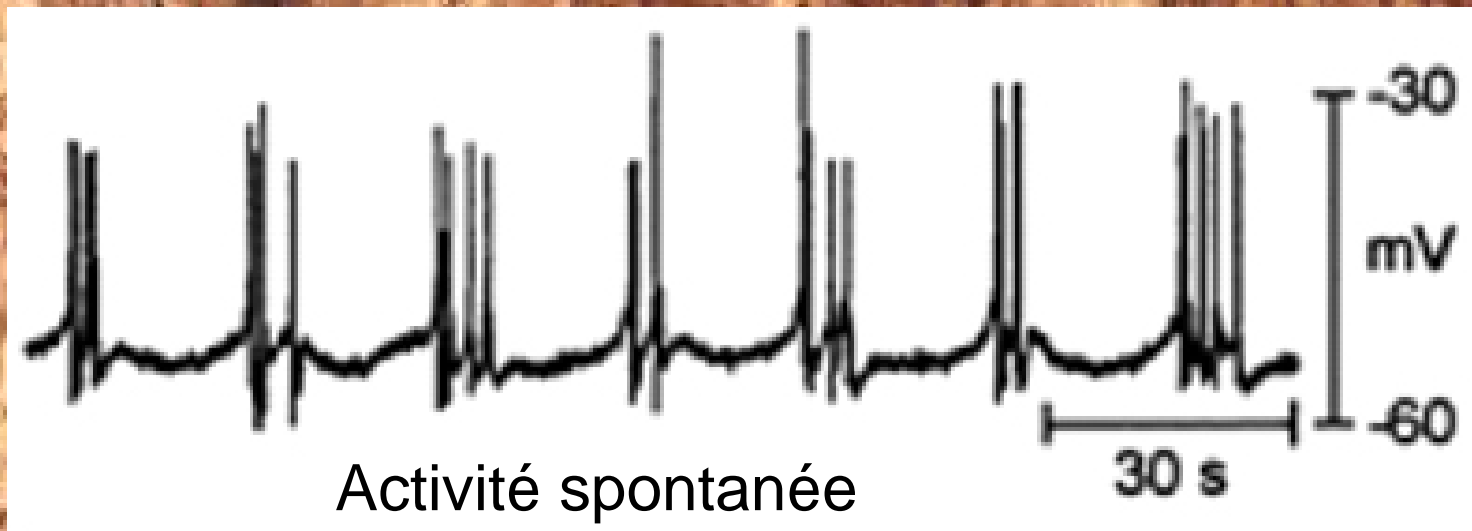


“There is no boss in the brain.”

- Michael Gazzaniga



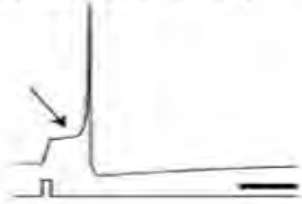




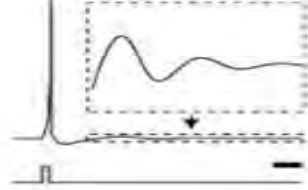
**85 000 000 000 neurones**

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

(I) spike latency



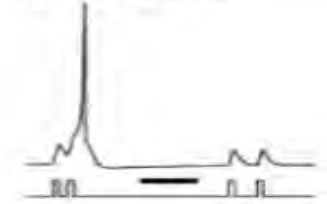
(J) subthreshold oscillations



(K) resonator



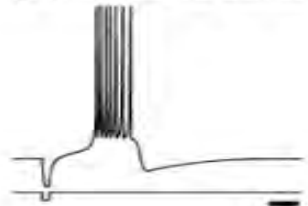
(L) integrator



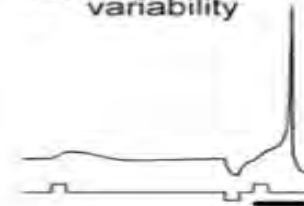
(M) rebound spike



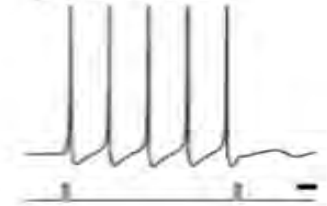
(N) rebound burst



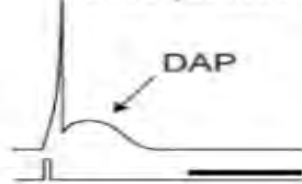
(O) threshold variability



(P) bistability



(Q) depolarizing after-potential



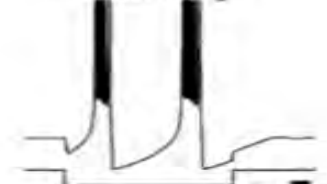
(R) accommodation



(S) inhibition-induced spiking

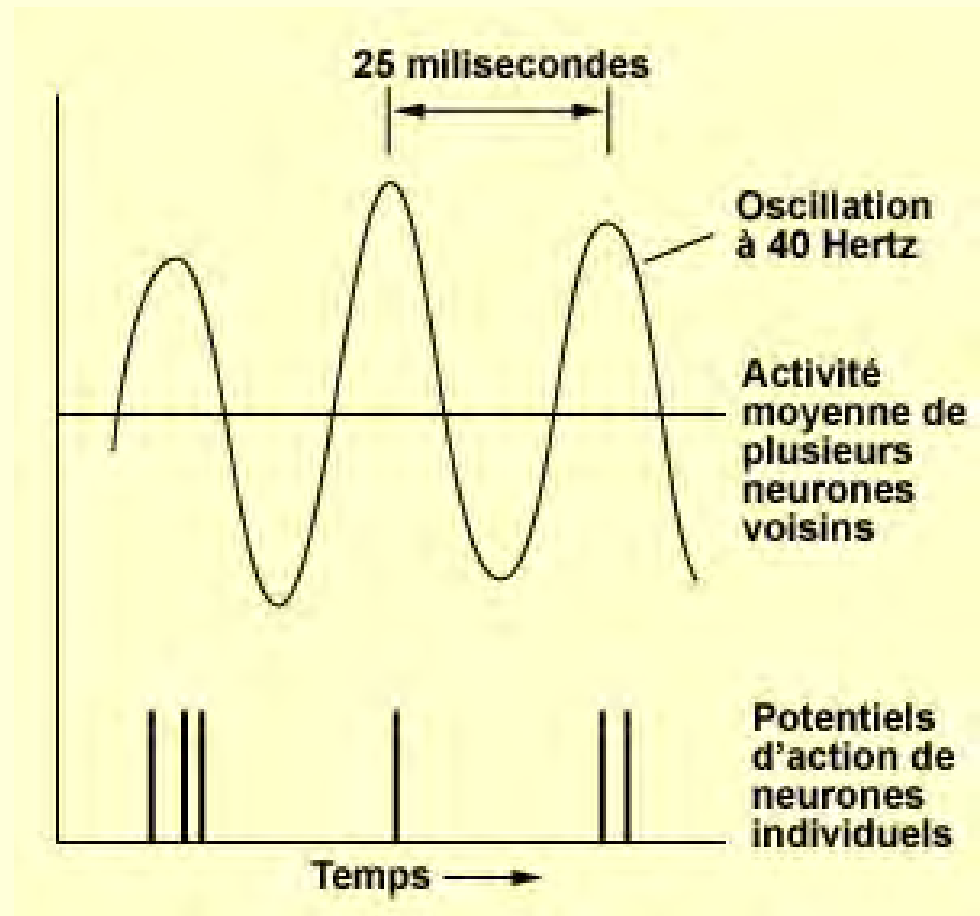


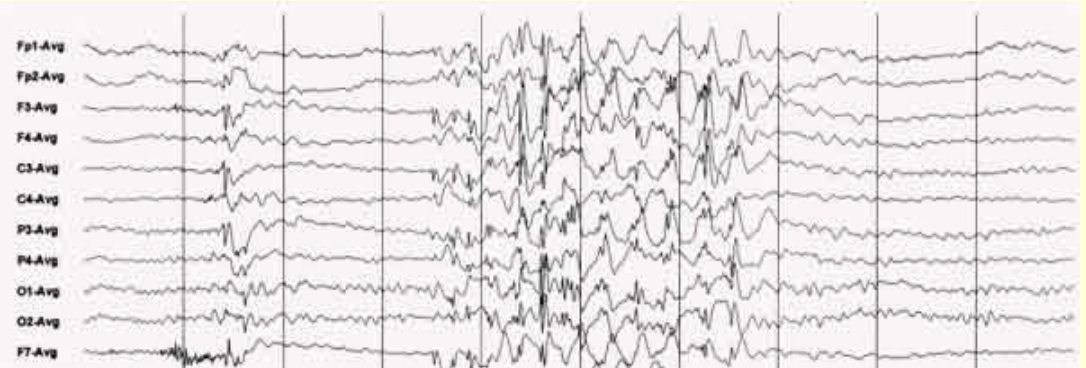
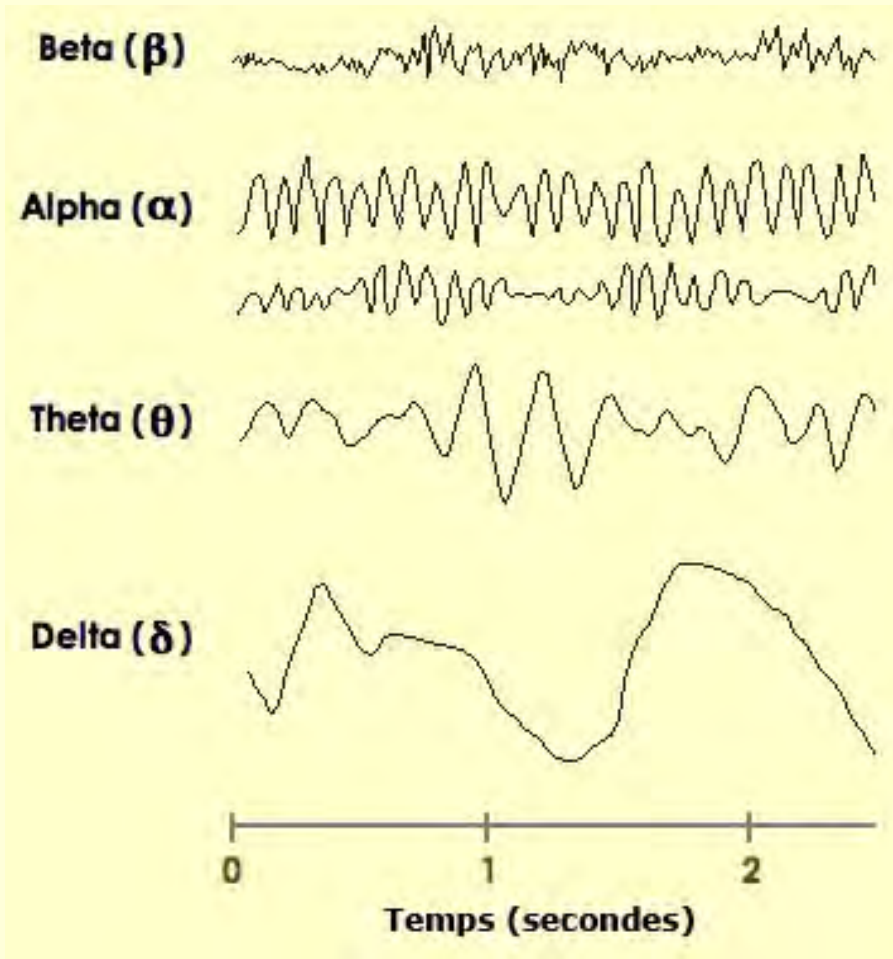
(T) inhibition-induced bursting



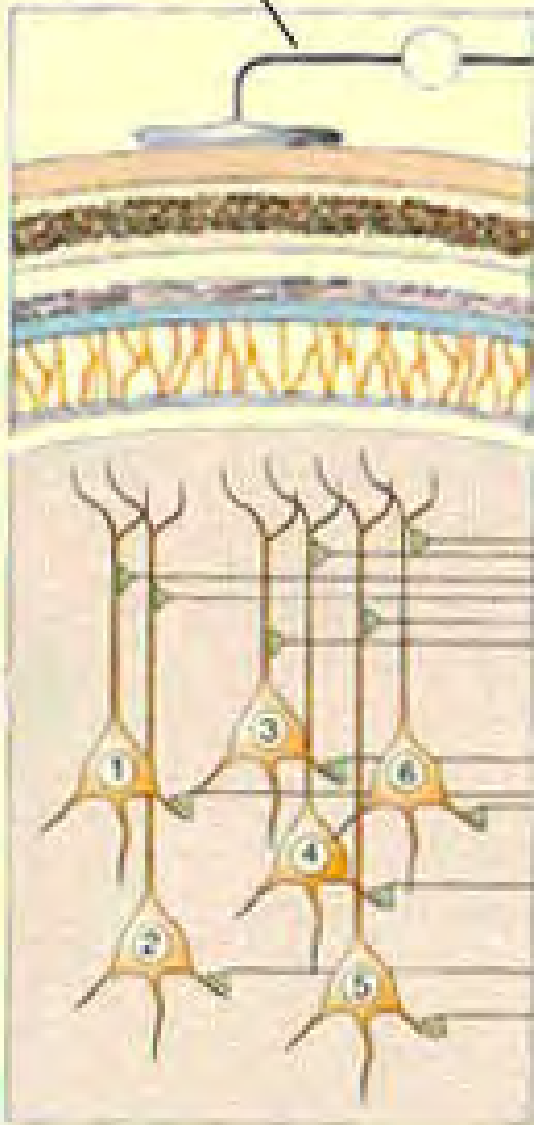
**85 000 000 000 neurones**

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

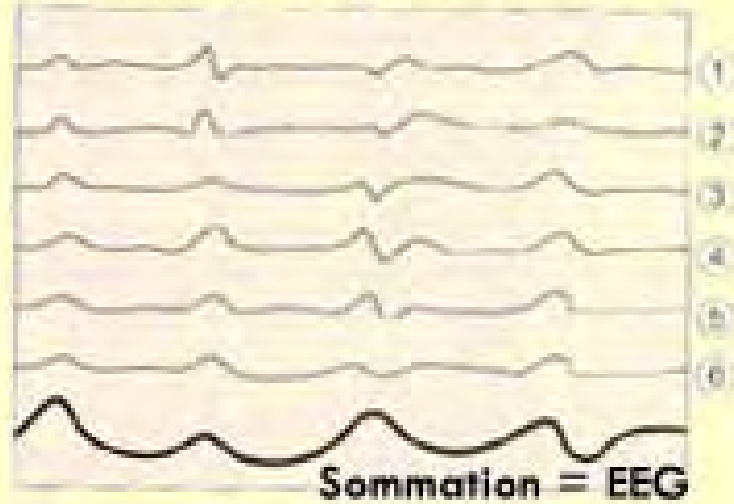




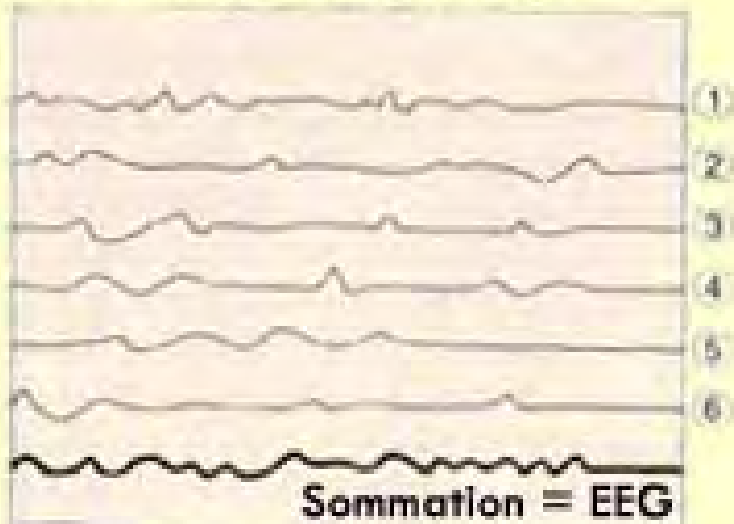
# Électrode d'EEG



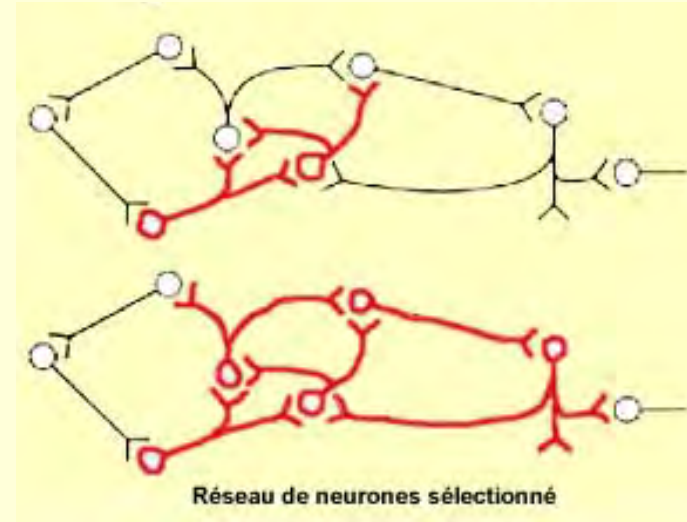
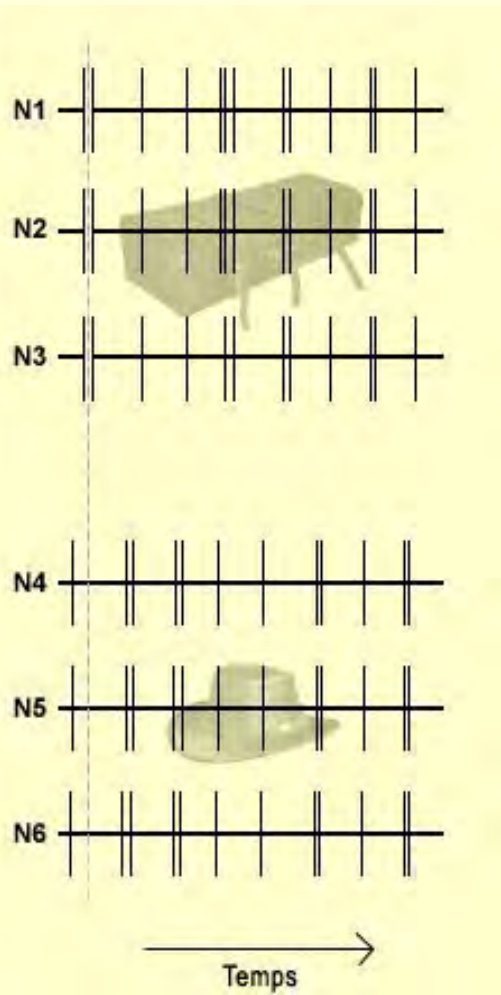
# Décharges synchronisées



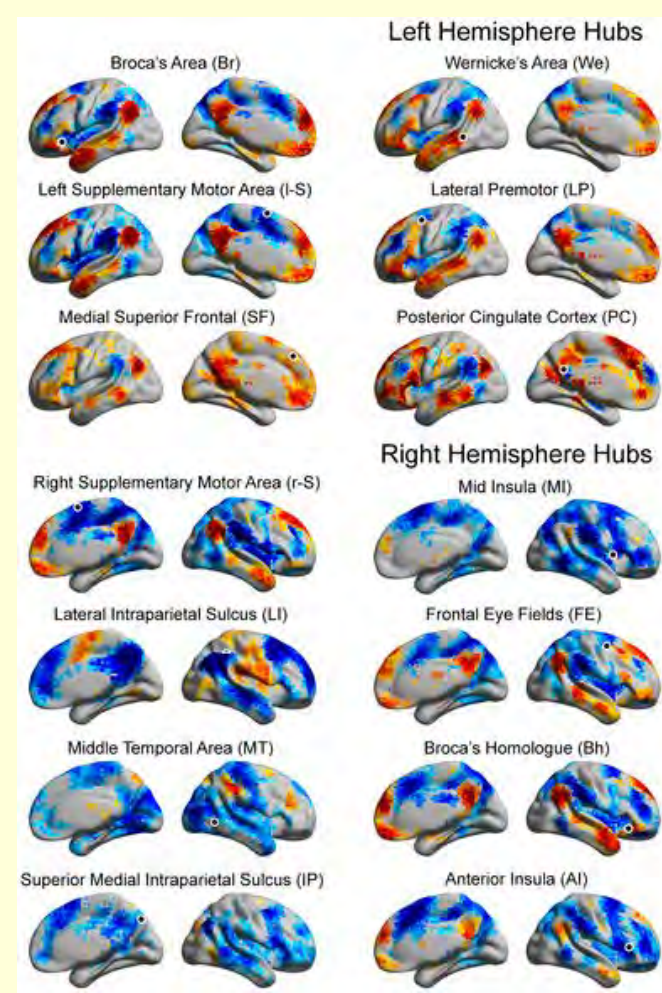
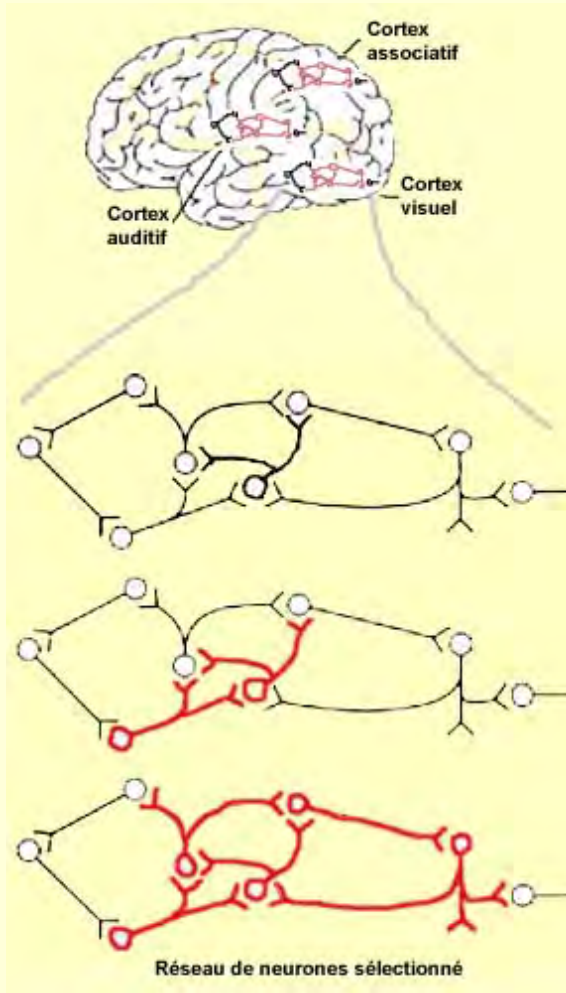
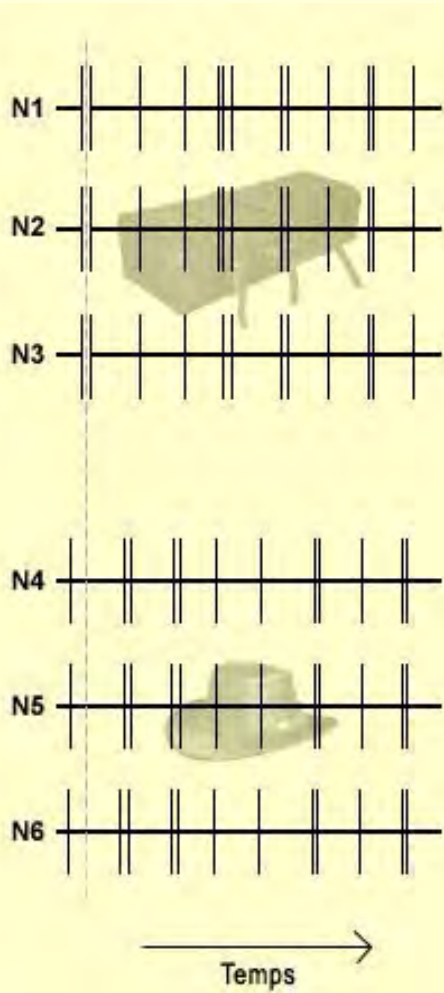
# Décharges irrégulières



Ces couplages de neurones en **assemblées fonctionnelles** **transitoires**, rendus possible par des oscillations et des synchronisations,



Ces couplages de neurones en assemblées fonctionnelles transitoires, rendus possible par des oscillations et des synchronisations, se produisent non seulement dans certaines structures cérébrales, mais dans des réseaux largement distribués à l'échelle du cerveau entier.



## Left Hemisphere Hubs

Broca's Area (Br)



Wernicke's Area (We)



Inferior Dorsolateral Prefrontal Cortex (DP)



Left Supplementary Motor Area (l-S)



Lateral Premotor (LP)



Medial Prefrontal Cortex (MP)



Medial Superior Frontal (SF)



Posterior Cingulate Cortex (PC)

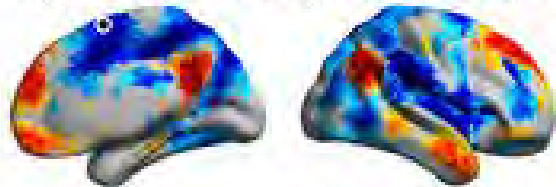


Lateral Temporoparietal Junction (TP)



## Right Hemisphere Hubs

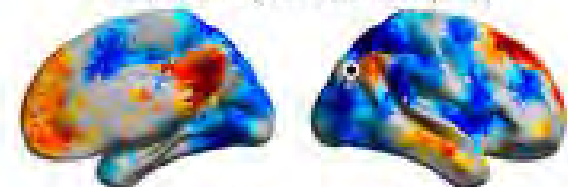
Right Supplementary Motor Area (r-S)



Mid Insula (MI)



Parietooccipital Cortex (PO)



Lateral Intraparietal Sulcus (LI)



Frontal Eye Fields (FE)



Dorsolateral Prefrontal Cortex (DL)



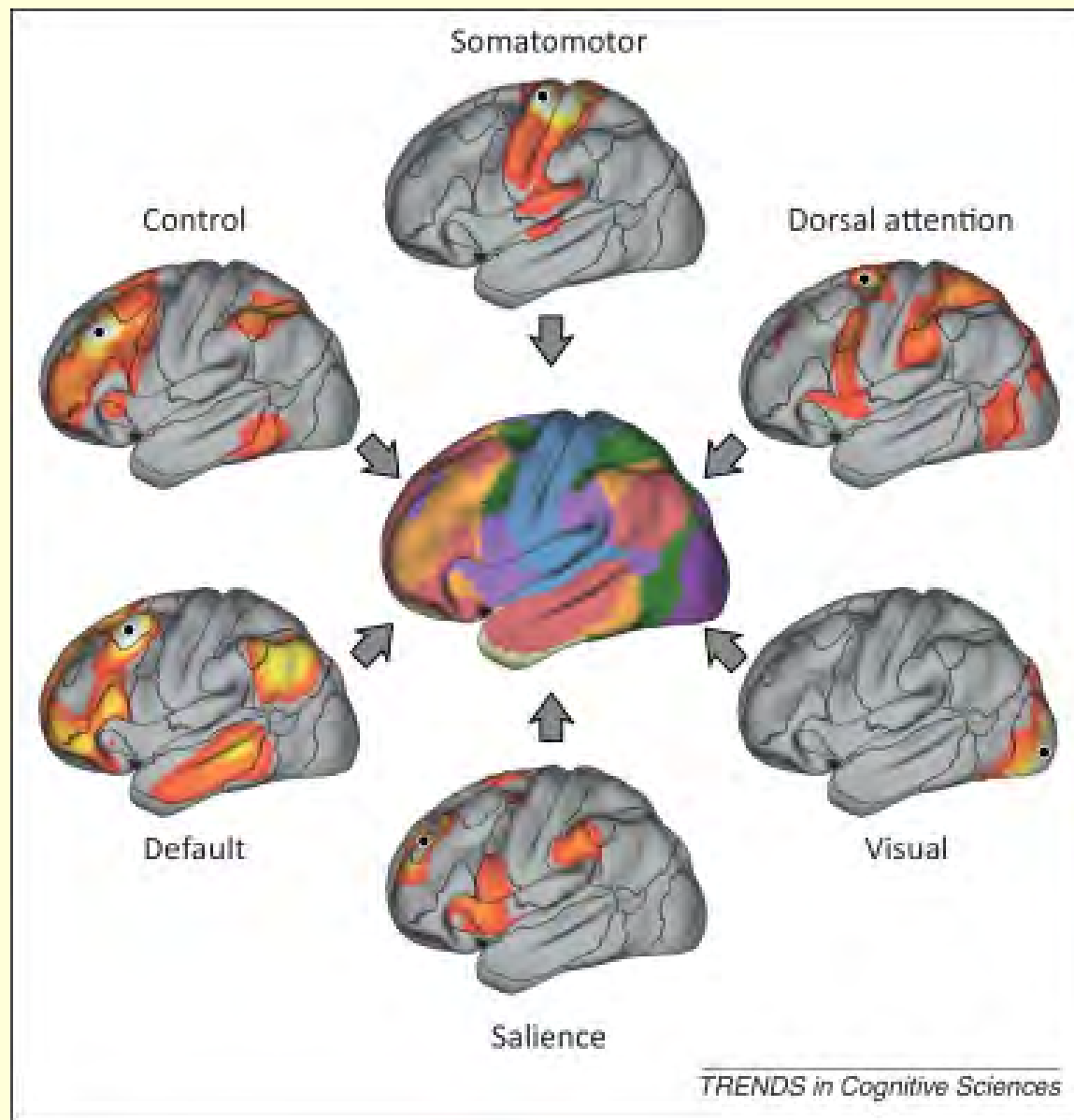
Middle Temporal Area (MT)

Broca's Homologue (Bh)

Mid Cingulate Cortex (MC)



C'est ainsi que l'on distingue des régions cérébrales qui ont naturellement tendance à « **travailler ensemble** » et forment différents réseaux fonctionnels typiques.



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

# Human Connectome Project

(<http://www.humanconnectomeproject.org/>)

Projet de 5 ans **initié en 2010** qui a reçu US \$40-million de l'US National Institutes of Health (NIH) et qui aspire à cartographier le connectome humain.

Il est **multidisciplinaire** en ce sens qu'il utilise **plusieurs techniques**:

- L'imagerie de diffusion (IRM de diffusion)

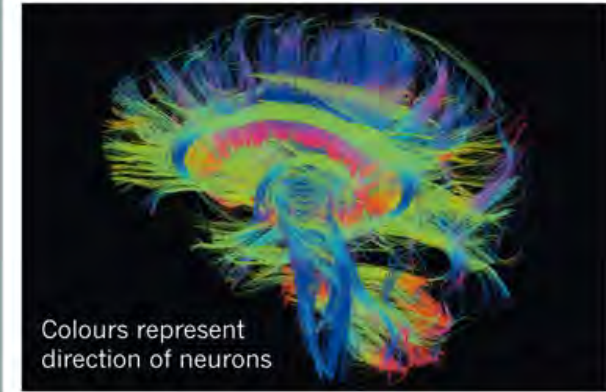
- L'imagerie de la connectivité fonctionnelle

## SCANNING THE CONNECTOME

The Human Connectome Project aims to trace the brain's neural network using advanced imaging techniques, both of which rely on magnetic resonance imaging (MRI).

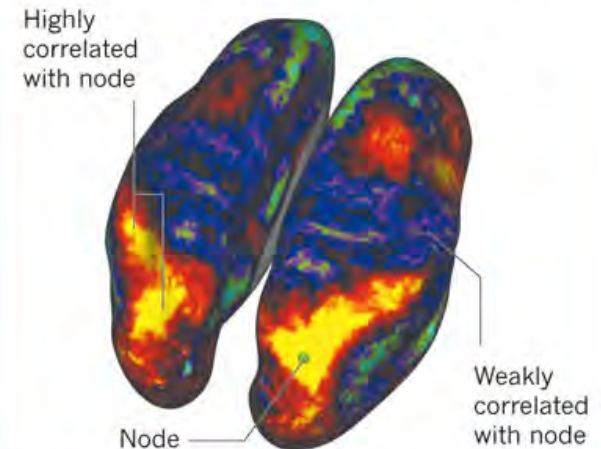
### Mapping structure

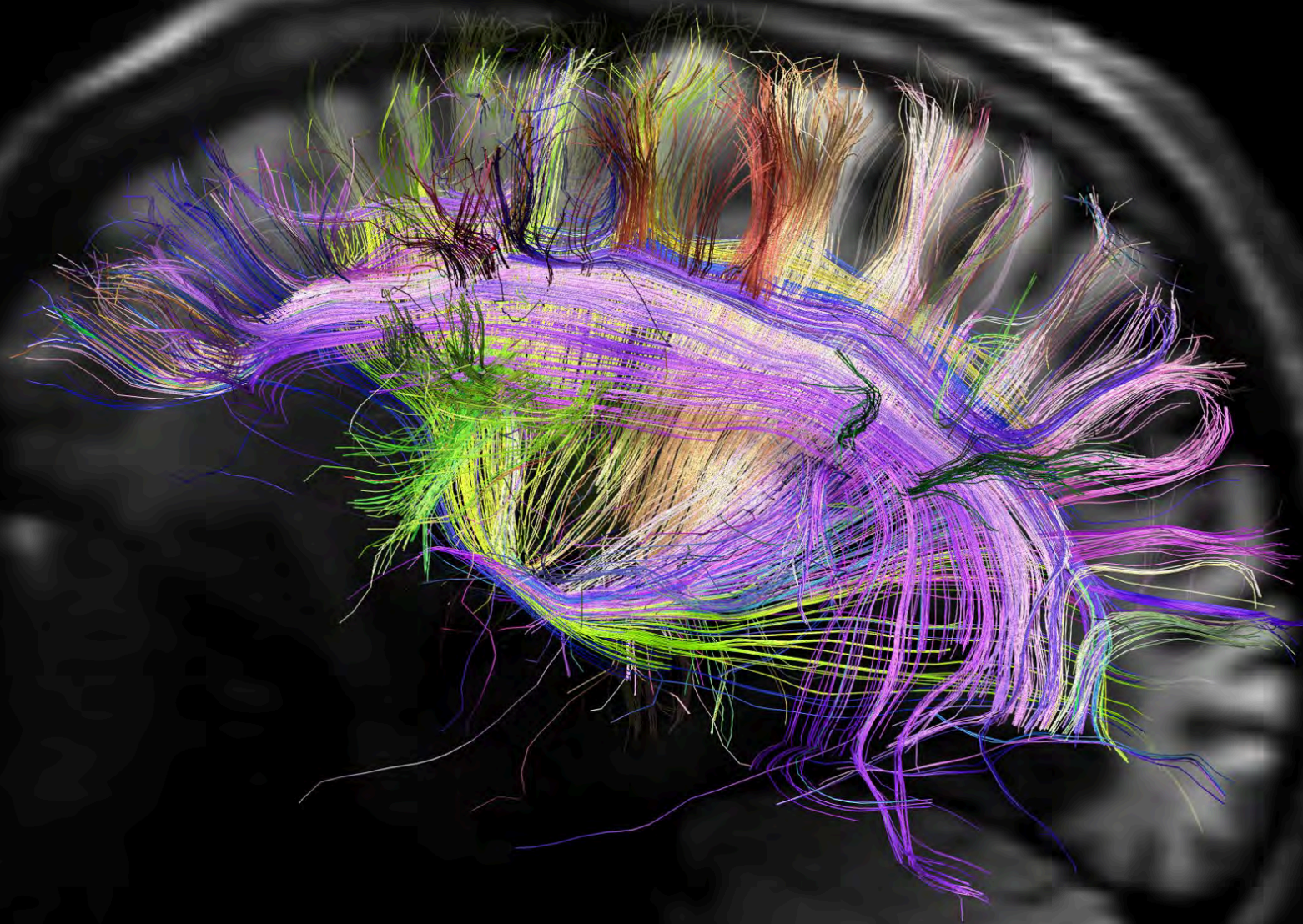
Diffusion spectrum imaging detects the movement of water molecules that flow along nerve fibres in the brain. The result is a map of the brain's neuronal network.

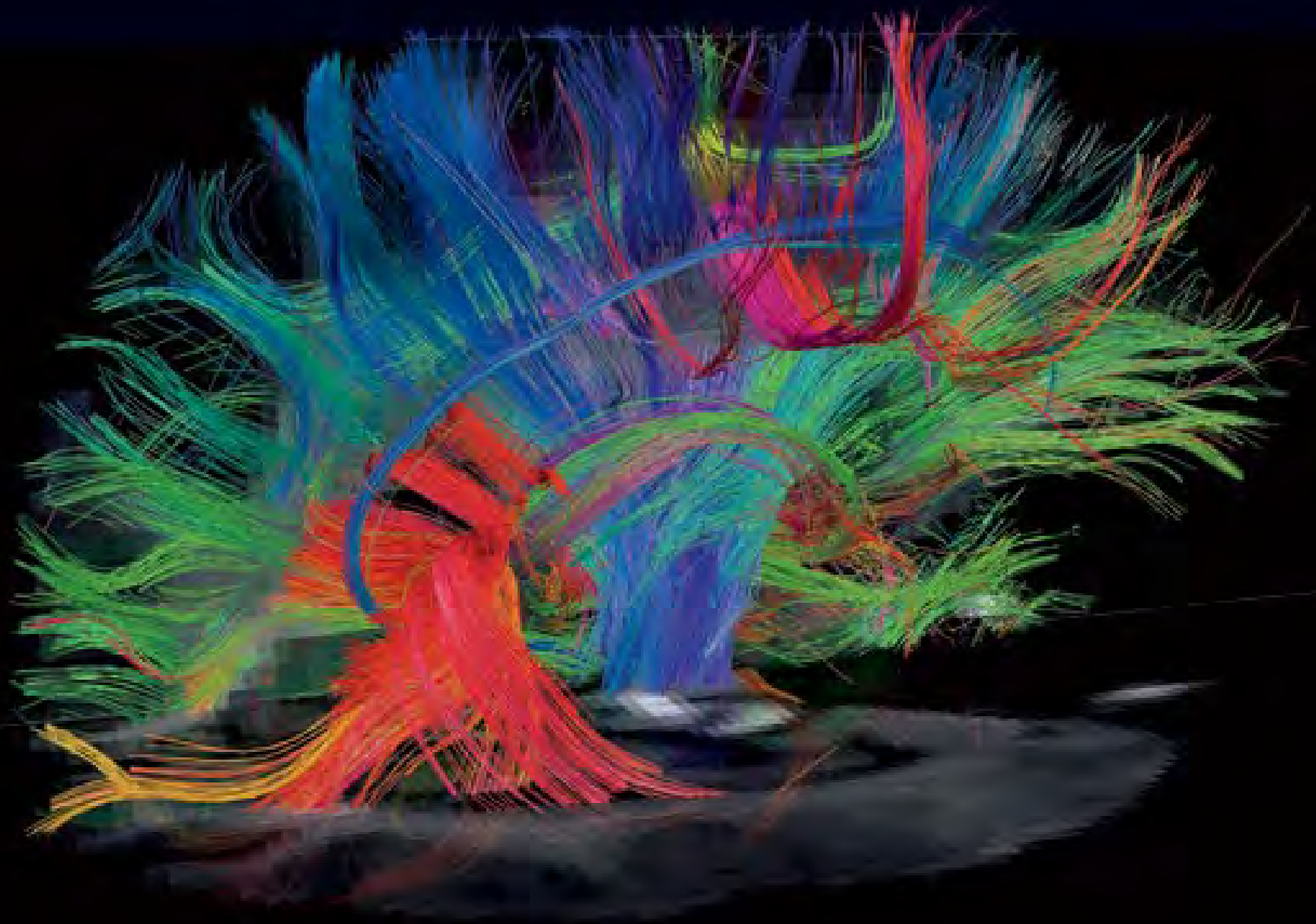


### Mapping function

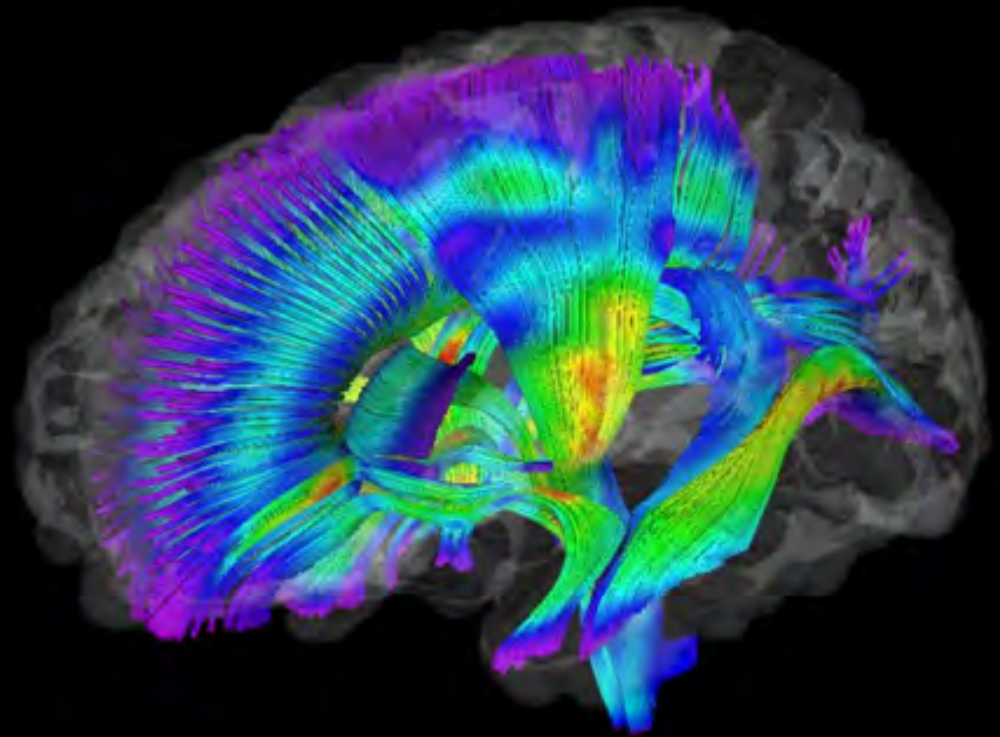
Resting-state functional MRI maps resting brain activity, then looks for correlations between one area and another. Highly correlated areas are thought to have some kind of functional link.





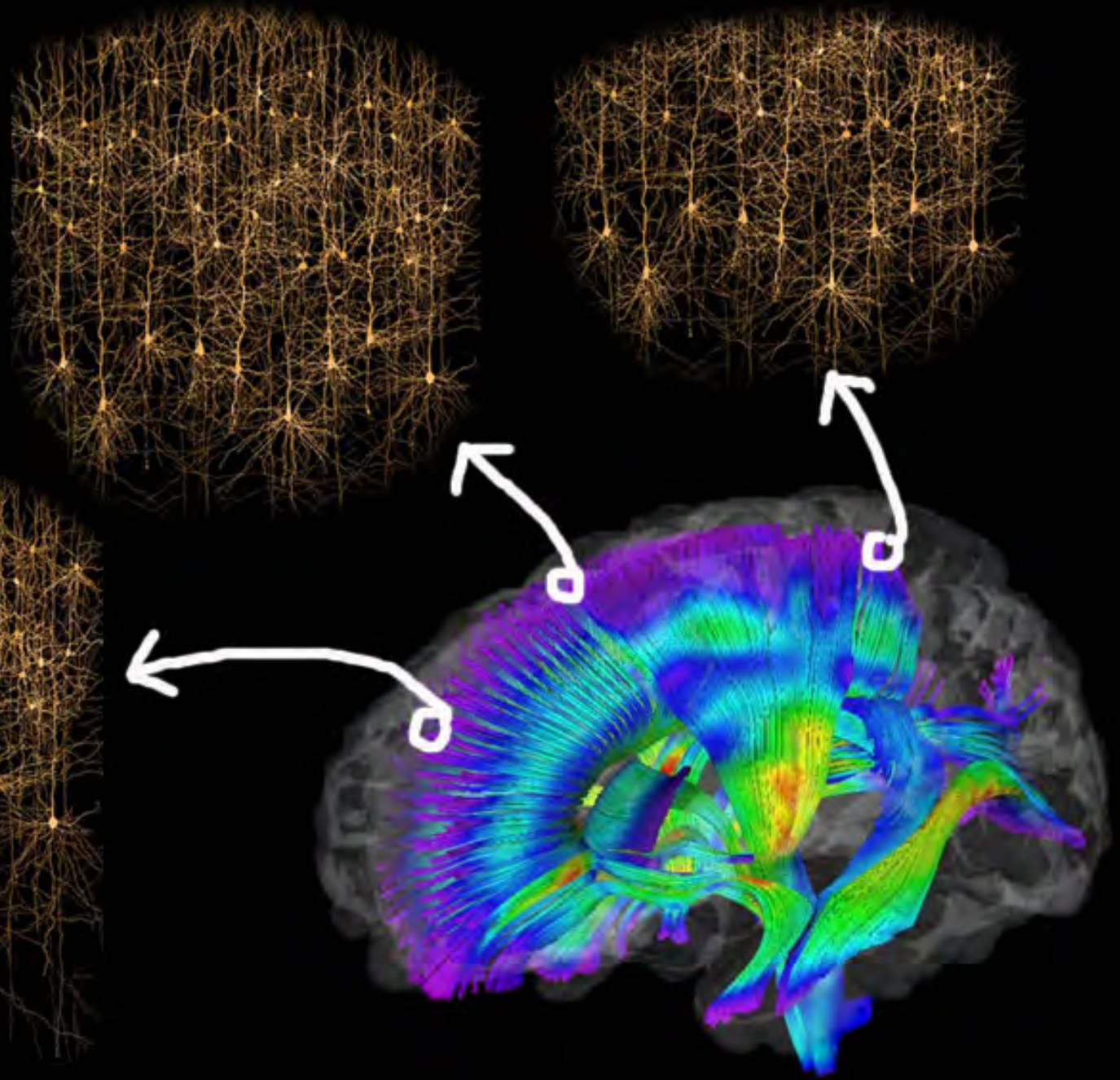


« Grandes  
autoroutes...



« Grandes  
autoroutes...

...et petites  
rues locales.



Autrement dit, on tente d'une part établir la carte anatomique des grandes routes du cerveau.

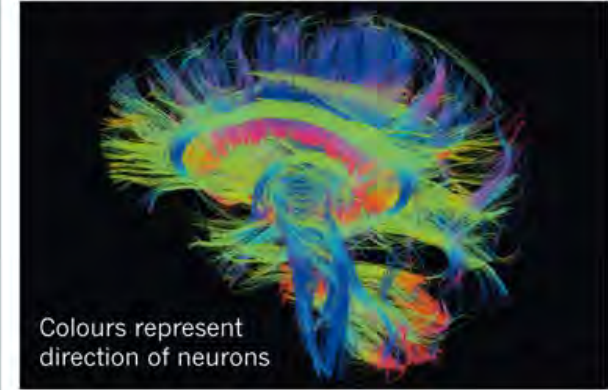


## SCANNING THE CONNECTOME

The Human Connectome Project aims to trace the brain's techniques, both of which rely on magnetic resonance imaging

### 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.

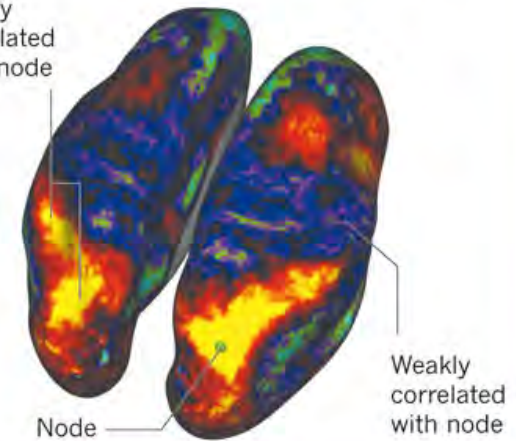


Colours represent direction of neurons

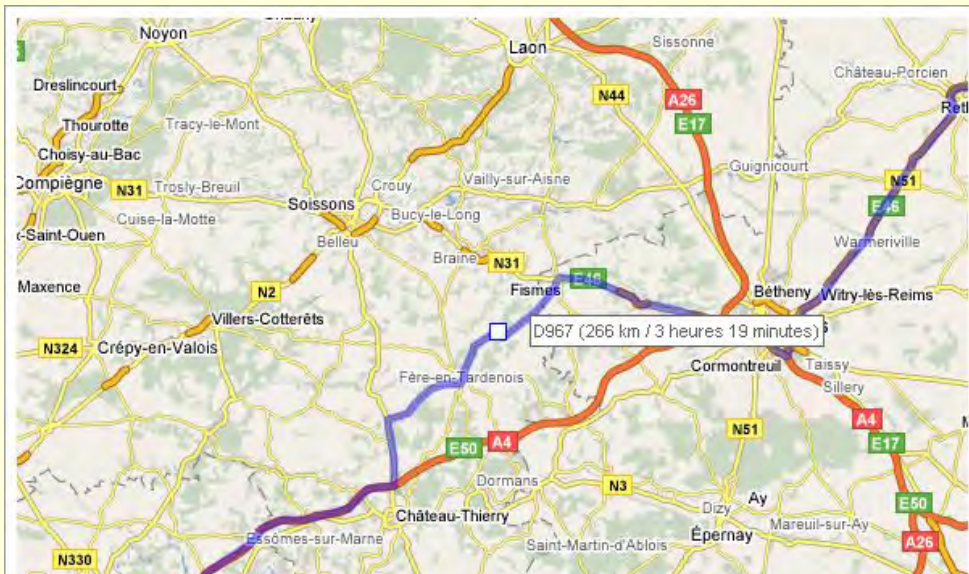
### Mapping function

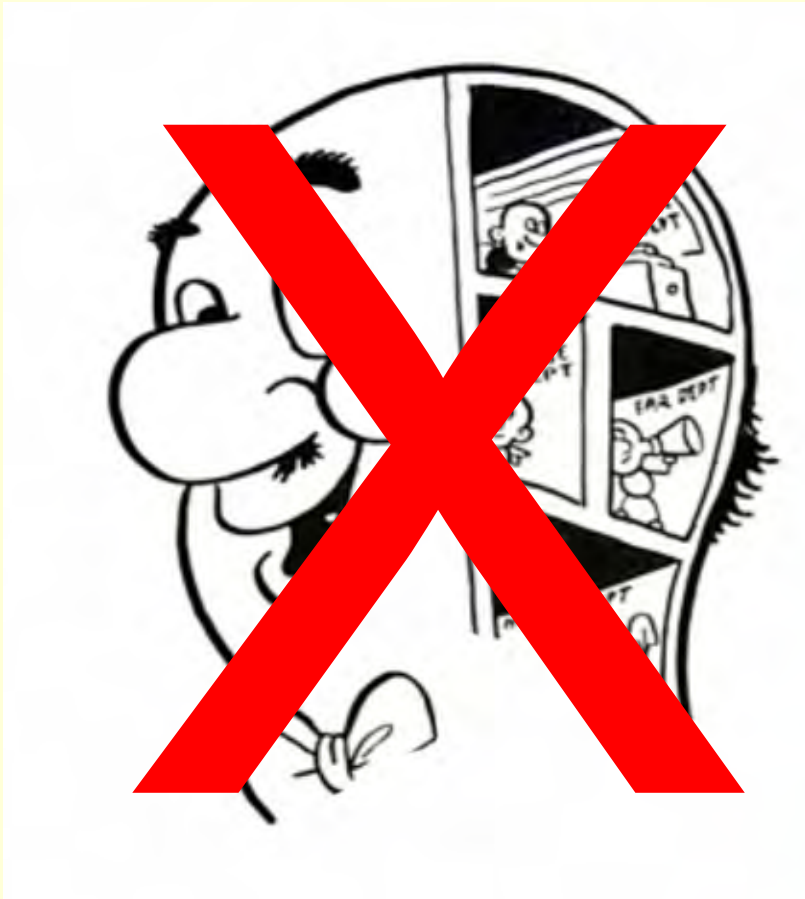
Resting-state functional MRI maps resting brain activity, then looks for correlations between one area and another. Highly correlated areas are thought to have some kind of functional link.

Highly correlated with node



Et d'autre part, déterminer quelle route prend effectivement l'influx nerveux le plus souvent.





Pas de « centre de.. »  
dans le cerveau.

« There is no boss in the brain. »

- M. Gazzaniga



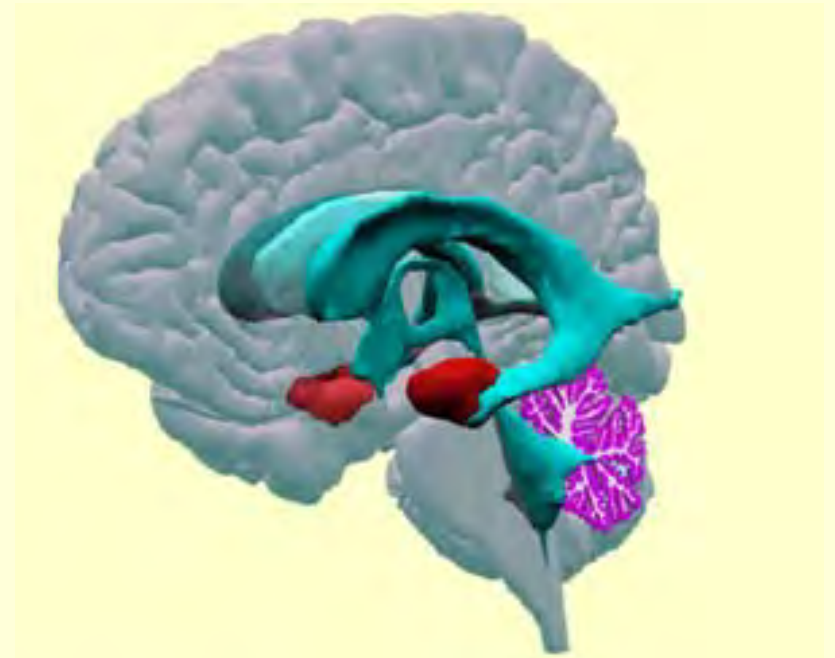




Il faut aussi se méfier des **associations rapides** que l'on peut faire entre des **structures** cérébrales et de **fonctions**

Amygdale ~~X~~ peur ?

Non. Tout événement qui peut préoccuper quelqu'un...



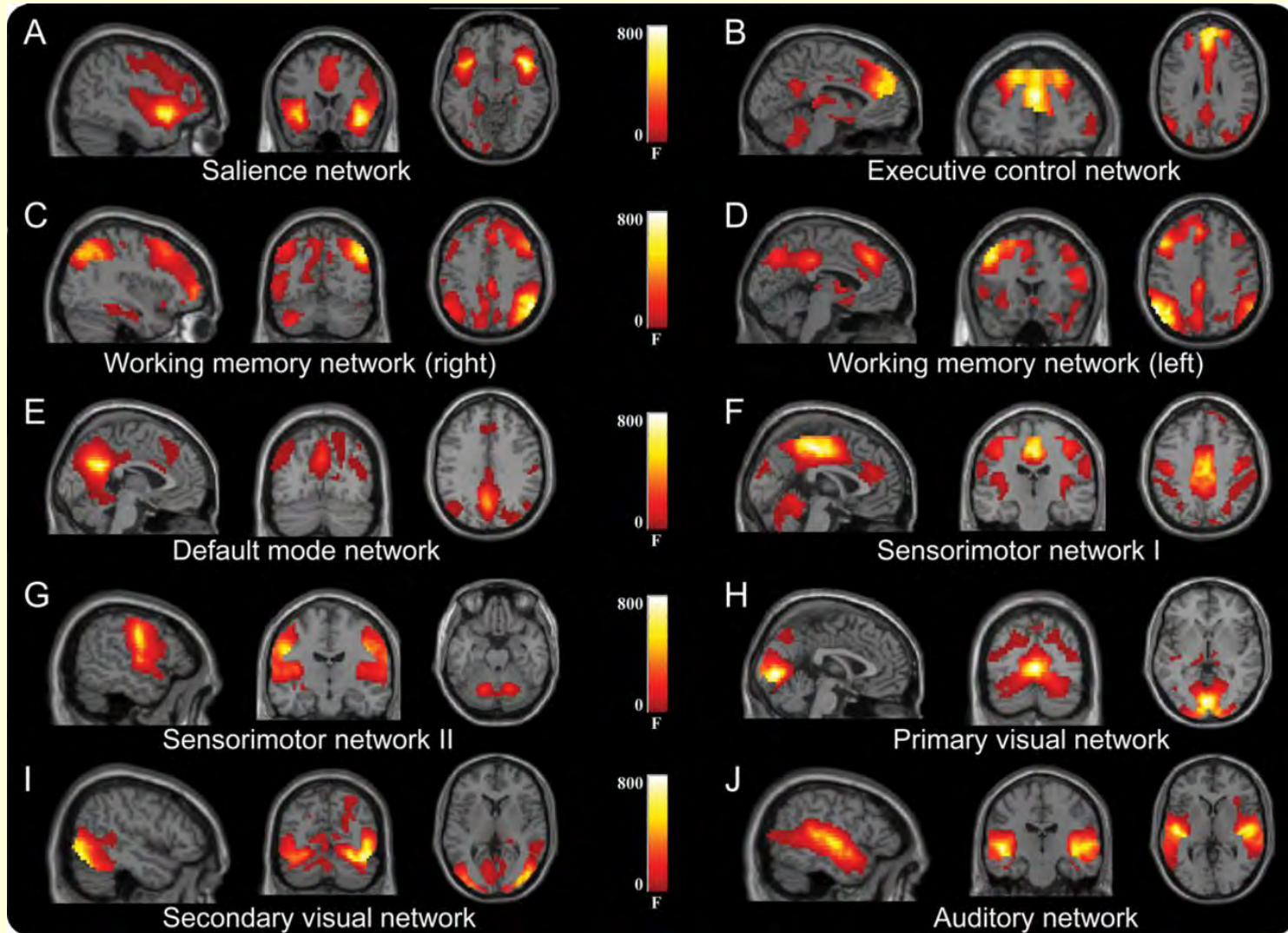


...comme avoir faim...



...ou voir un individu en détresse

Si l'amygdale peut être active dans des situations si différentes, c'est qu'elle n'agit pas seule : s'intègre dans différents circuits cérébraux impliquant plusieurs structures

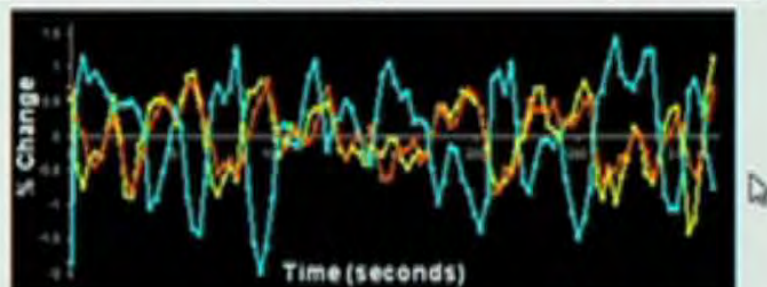
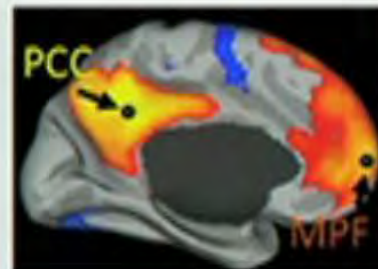
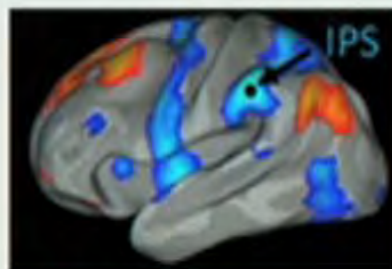




Default Mode Network



Dorsal Attention Network



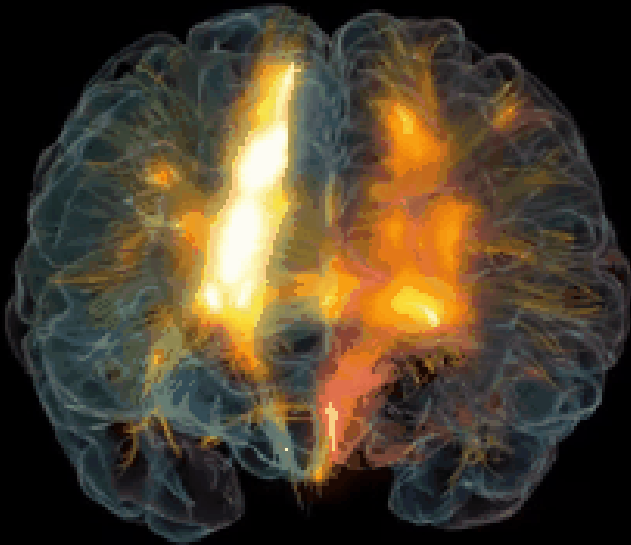
Fox et al (2005) PNAS



## Meilleure métaphore

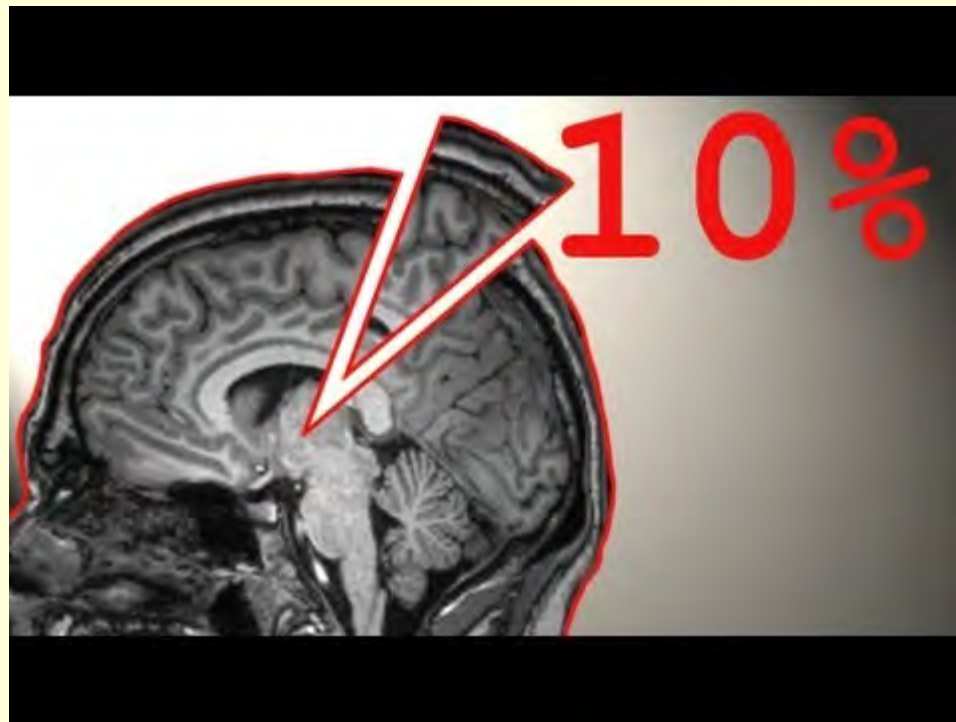
Il faut penser le cerveau en terme  
**d'activité dynamique** dans un  
**réseau largement distribué** !

Un peu comme une **symphonie**...



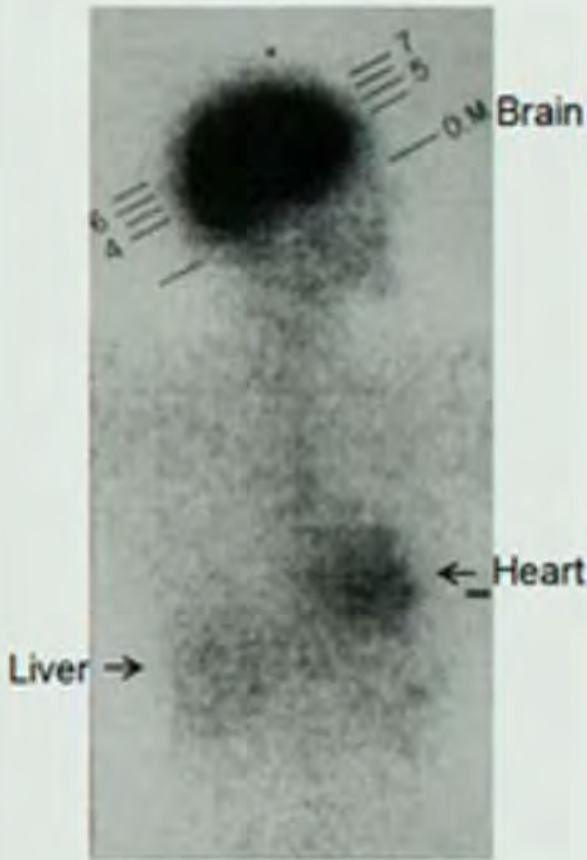


## Neuromythe à oublier



Une étude menée en 2013 par la Fondation Michael J. Fox pour la recherche sur le Parkinson a révélé que **65% des Américains croient au mythe du 10%.**

## Resting Metabolism



Alavi & Reivich (2002)

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

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



Si ce 20% de sang et d'oxygène consommé ne l'était que pour une utilisation que de 10% de notre cerveau, à 50% d'utilisation notre cerveau nécessiterait à lui seul tout le sang et de l'oxygène disponible !



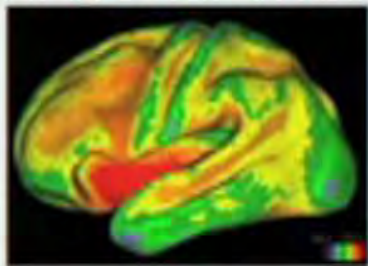
## Neuromythe à oublier



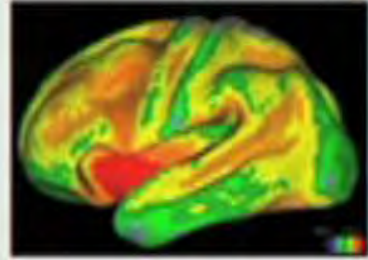
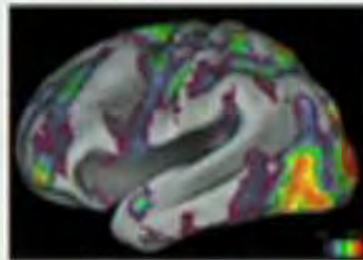


# Task Performance

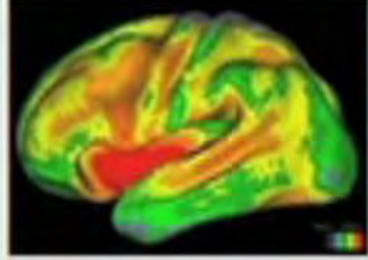
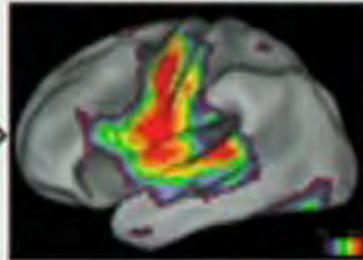
Averaged Blood Flow      Conditions      Averaged Difference Images



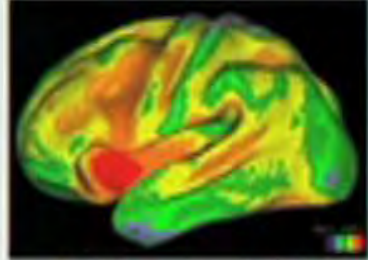
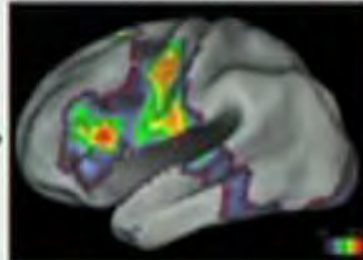
Visual Fixation



Viewing Words



Reading Words



Generating Verbs

500      1300



Relative PET Counts

0      5



% Difference



« Our resting brain is never at rest. »

- Marcus Raichle

# Notre itinéraire



**Social**



**Psychologique**



**Cérébral**



**Cellulaire**



**Moléculaire**



**Cellulaire**



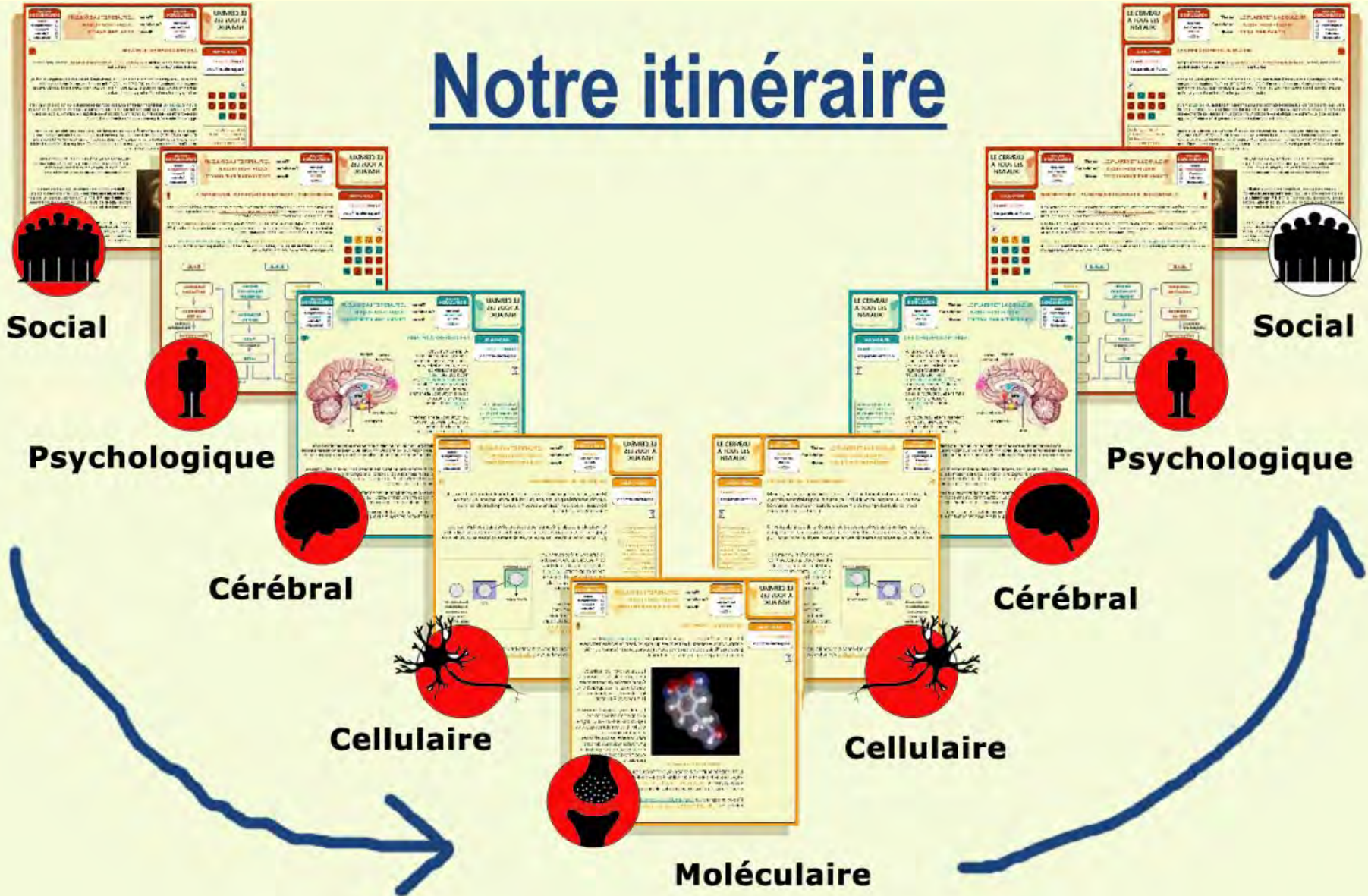
**Cérébral**



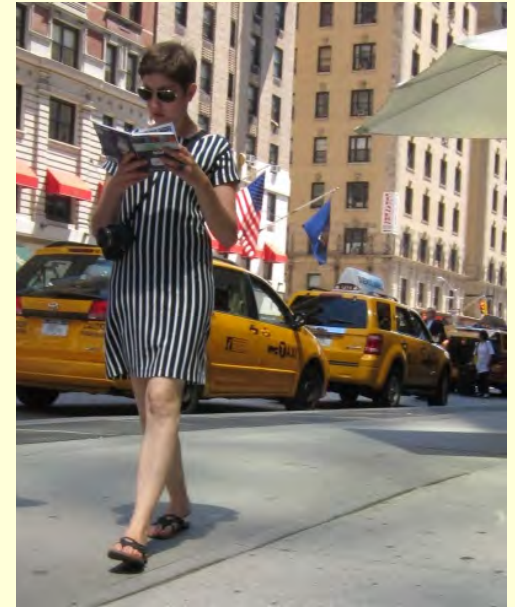
**Psychologique**



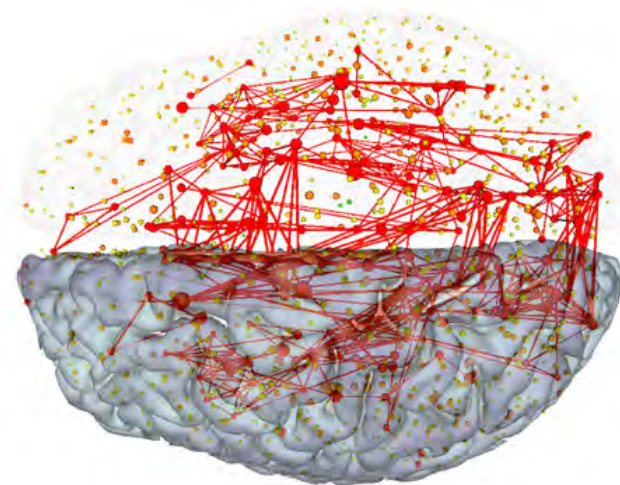
**Social**



**Dans la vie de tous les jours,**  
ce qu'on fait surtout,  
c'est agir spontanément  
et efficacement sur le  
monde qui nous entoure,  
sans délibération ou  
réflexion.





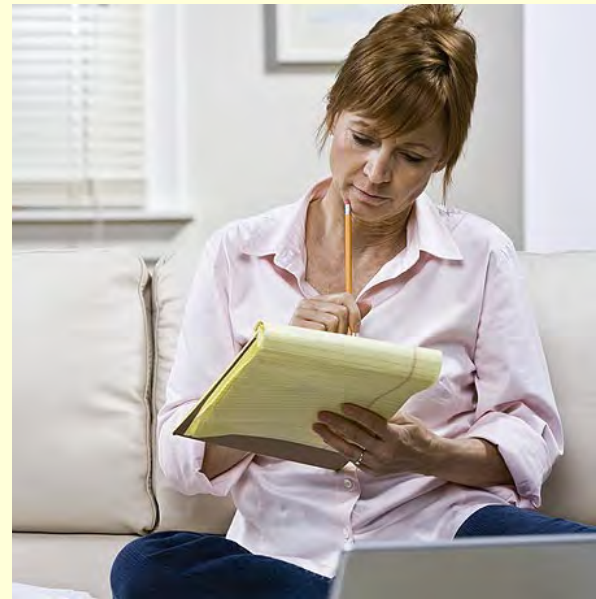


La partie immergée représente l'immense majorité de nos processus cognitifs qui sont **inconscients** et donc qui ont lieu sans qu'on s'en aperçoive.

Depuis le début des années **1990**,

on s'est aussi rendu compte que le **corps** particulier d'un organisme et **l'environnement** dans lequel il évolue vont influencer sa pensée...



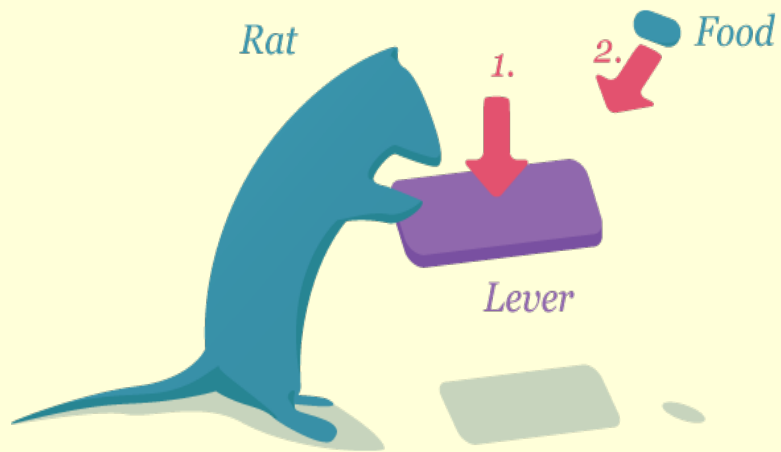


# Philosophie de l'esprit

La cognition est-elle seulement dans le cerveau ?

Dans le corps ?

Dans nos bidules électroniques ?



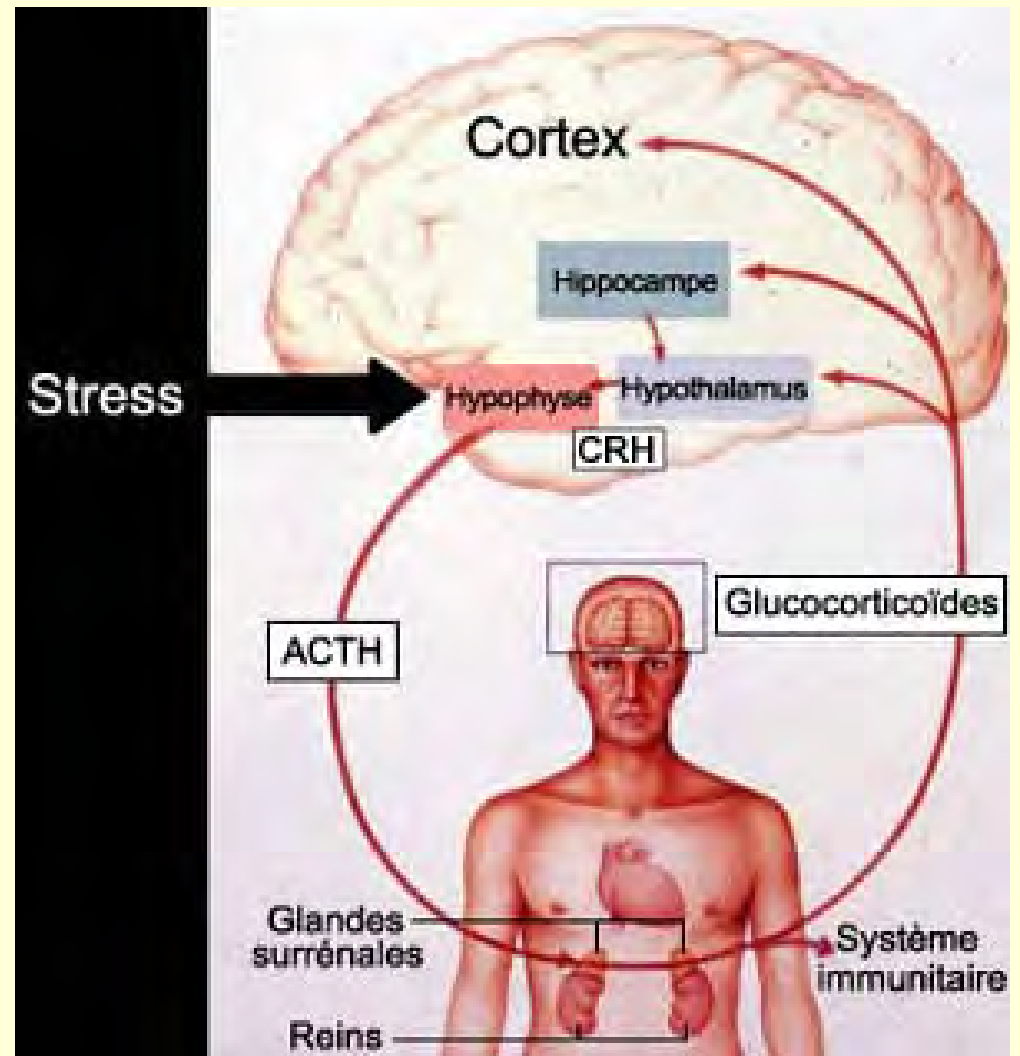
*Conditionnement opérant*





## Neuroendocrinologie

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



Pendant longtemps :

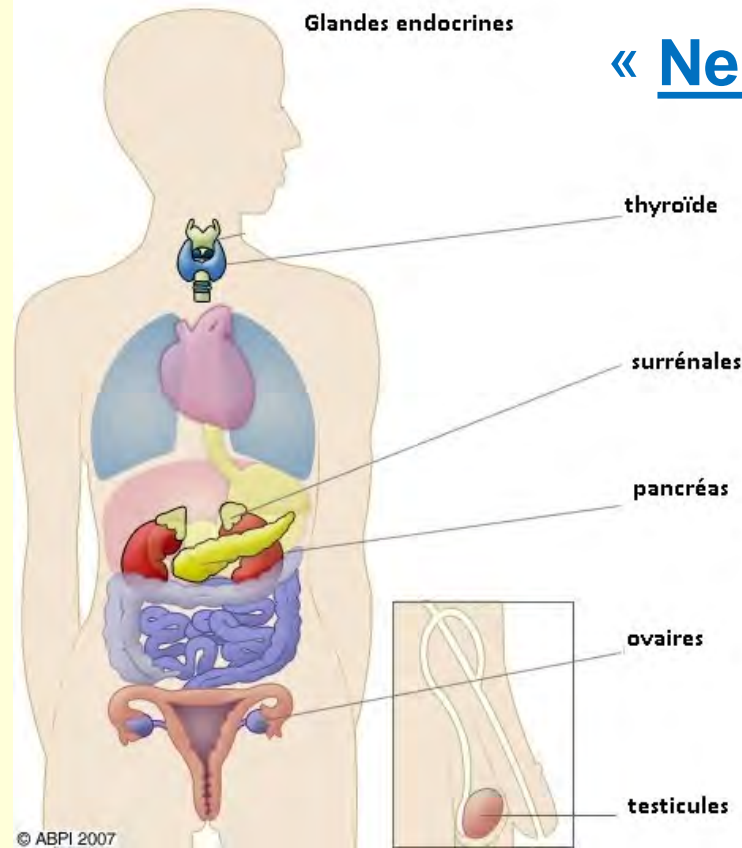
Cerveau

neurotransmetteurs

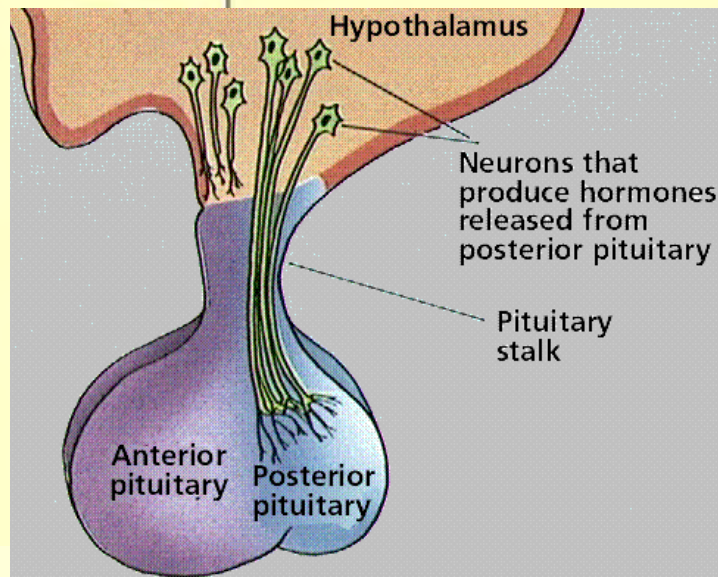
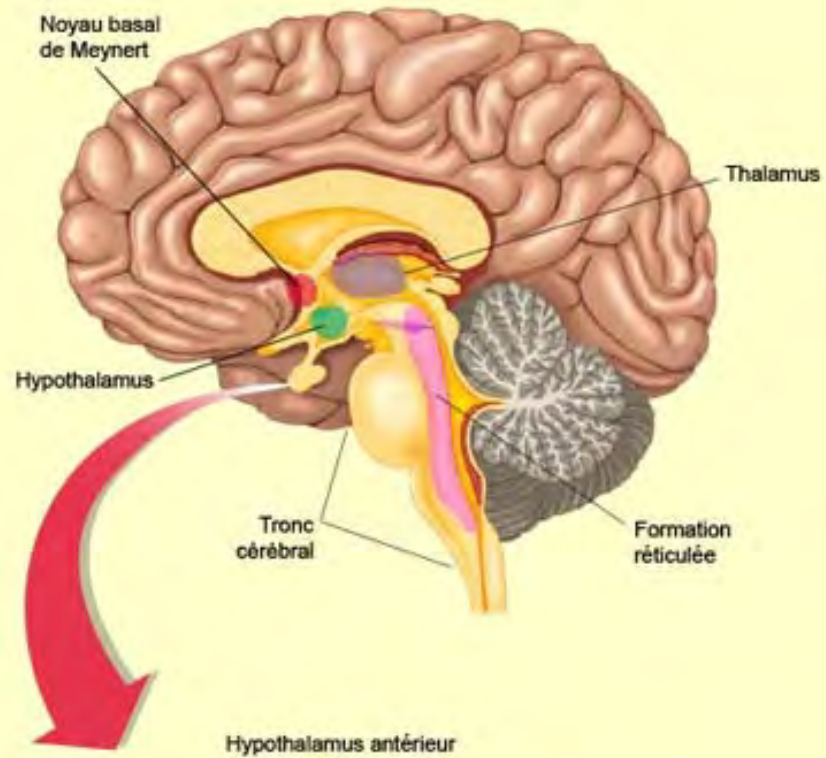
~~SÉPARATION~~

Corps

hormones

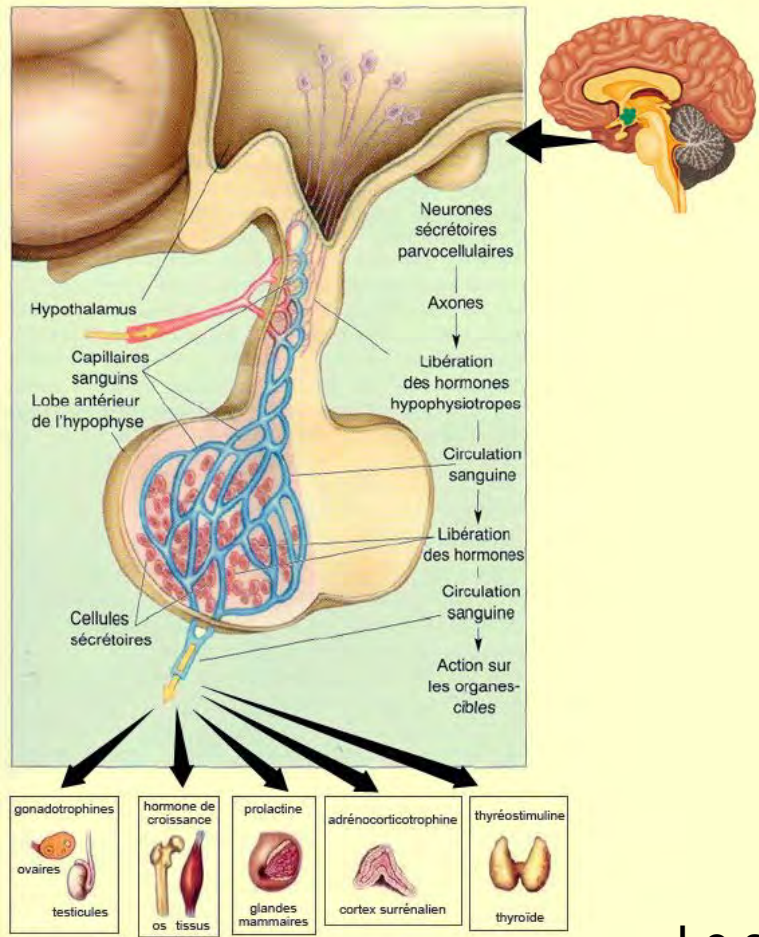


« Neurohormones »

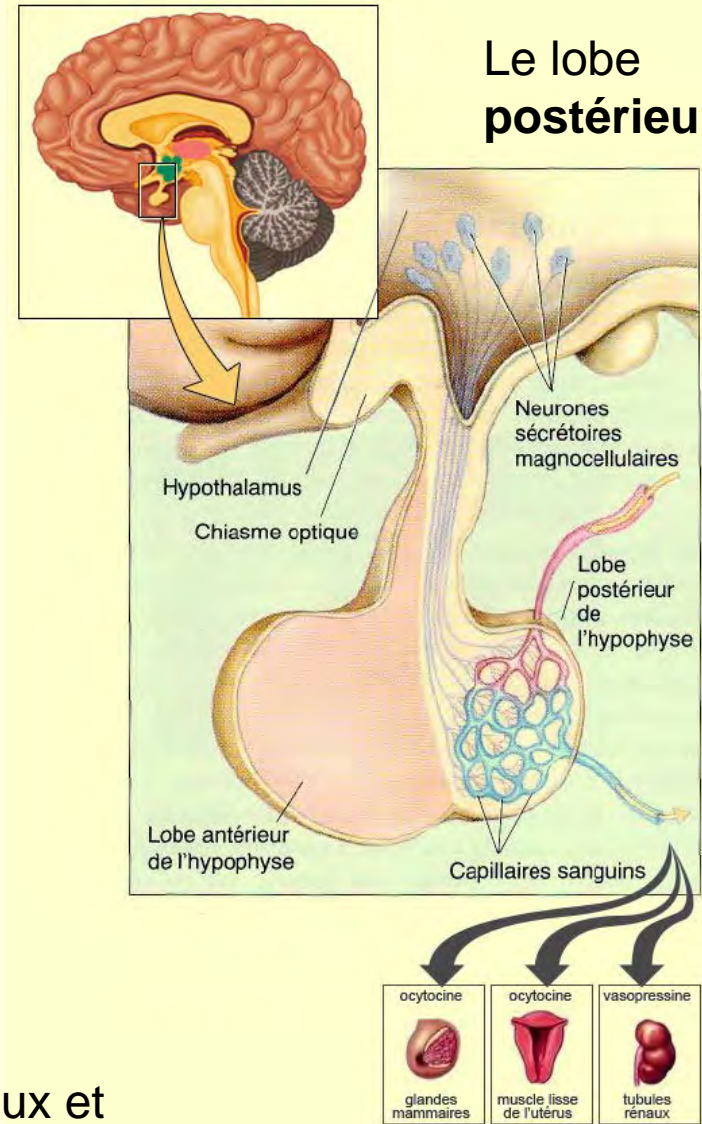


L'hypophyse  
et ses 2 lobes

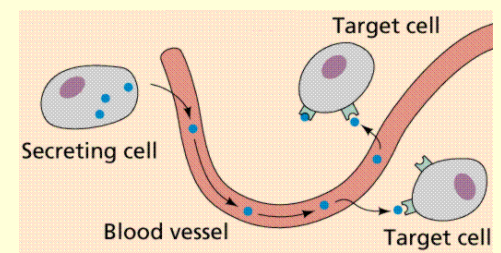
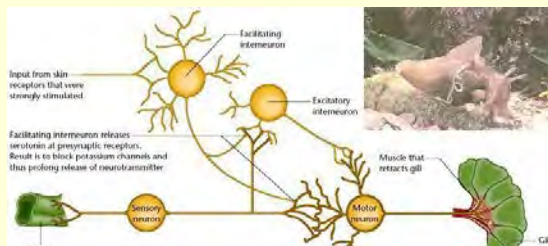
# Le lobe antérieur



# Le lobe postérieur



Le système nerveux et le système hormonal vont **collaborer** pour maintenir les animaux en vie.





**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**

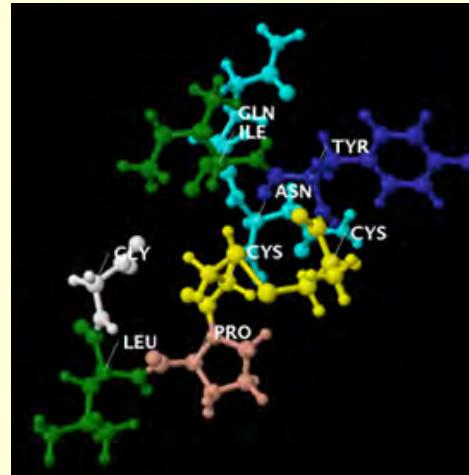
Comportements maternels

Production de lait



# L'ocytocine,

parfois appelée « l'hormone du lien »



car elle agit  
à différents  
niveaux...



# Notre itinéraire



Social



Psychologique



Cérébral



Cellulaire



Moléculaire



Social



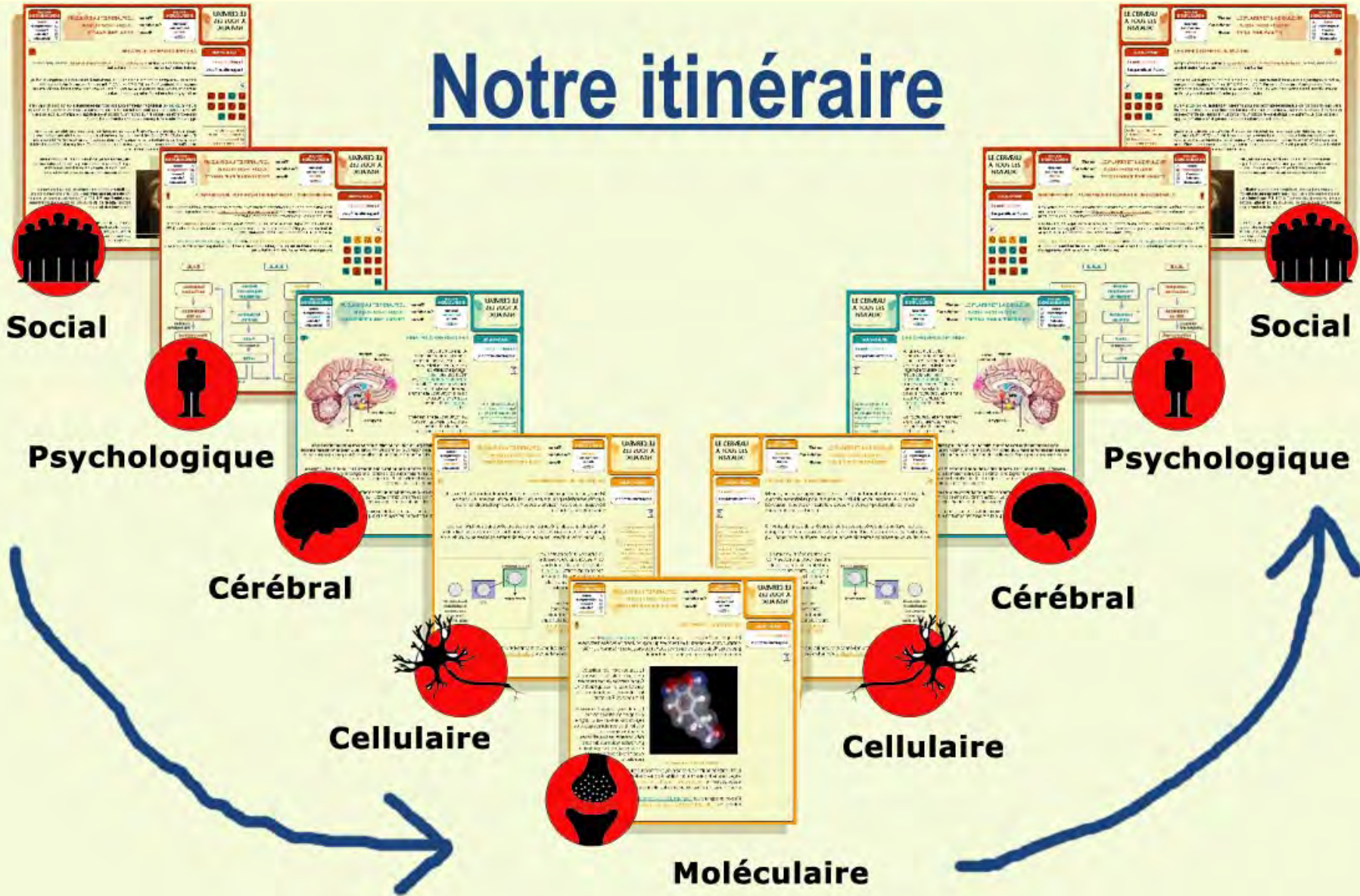
Psychologique



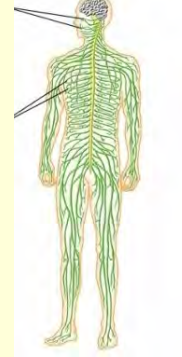
Cérébral



Cellulaire



Ce corps va avoir des comportements fortement influencés par ses **besoins vitaux...**



...et par le **groupe** dans lequel il se trouve.

Comportements

Approche  
(recherche de plaisirs)

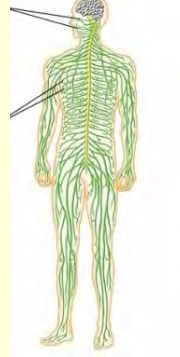
Évitement de  
la douleur

manger,  
boire,  
se reproduire

se protéger







Comportements

Approche  
(recherche de plaisirs)

Évitement de  
la douleur

manger,  
boire,  
se reproduire

se protéger



Désir



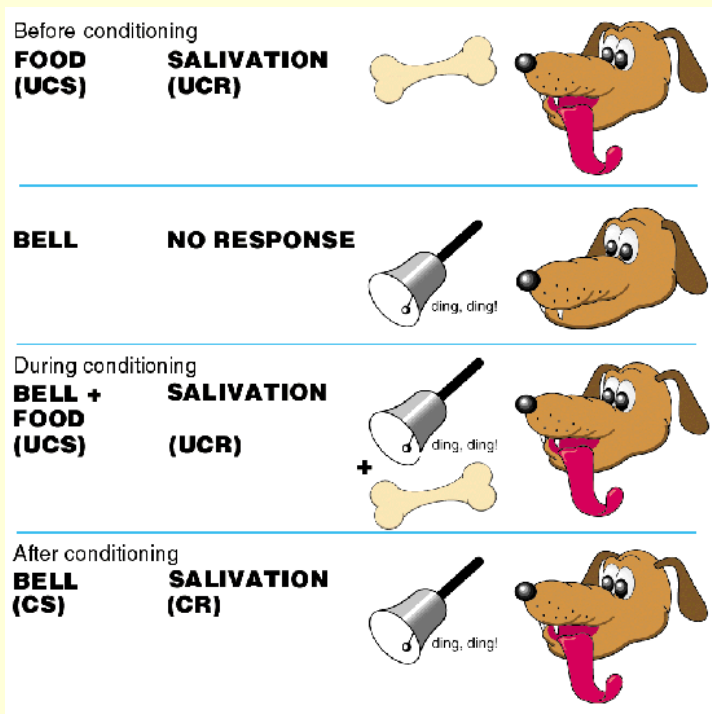
Action



Satisfaction

- automatisme acquis  
[classe sociale, médias, publicité, etc.]



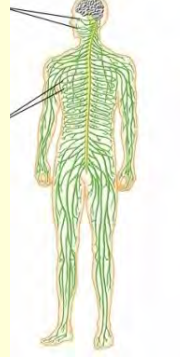


« Je suis effrayé par les automatismes qu'il est possible de créer à son insu dans le système nerveux d'un enfant.

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

- Henri Laborit





**Comportements**

**Approche  
(recherche de plaisirs)**

**Évitement de  
la douleur**

se protéger

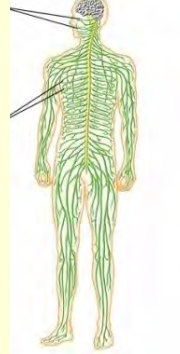
**Action  
requisse par  
un danger**

**Désir**

**Action**

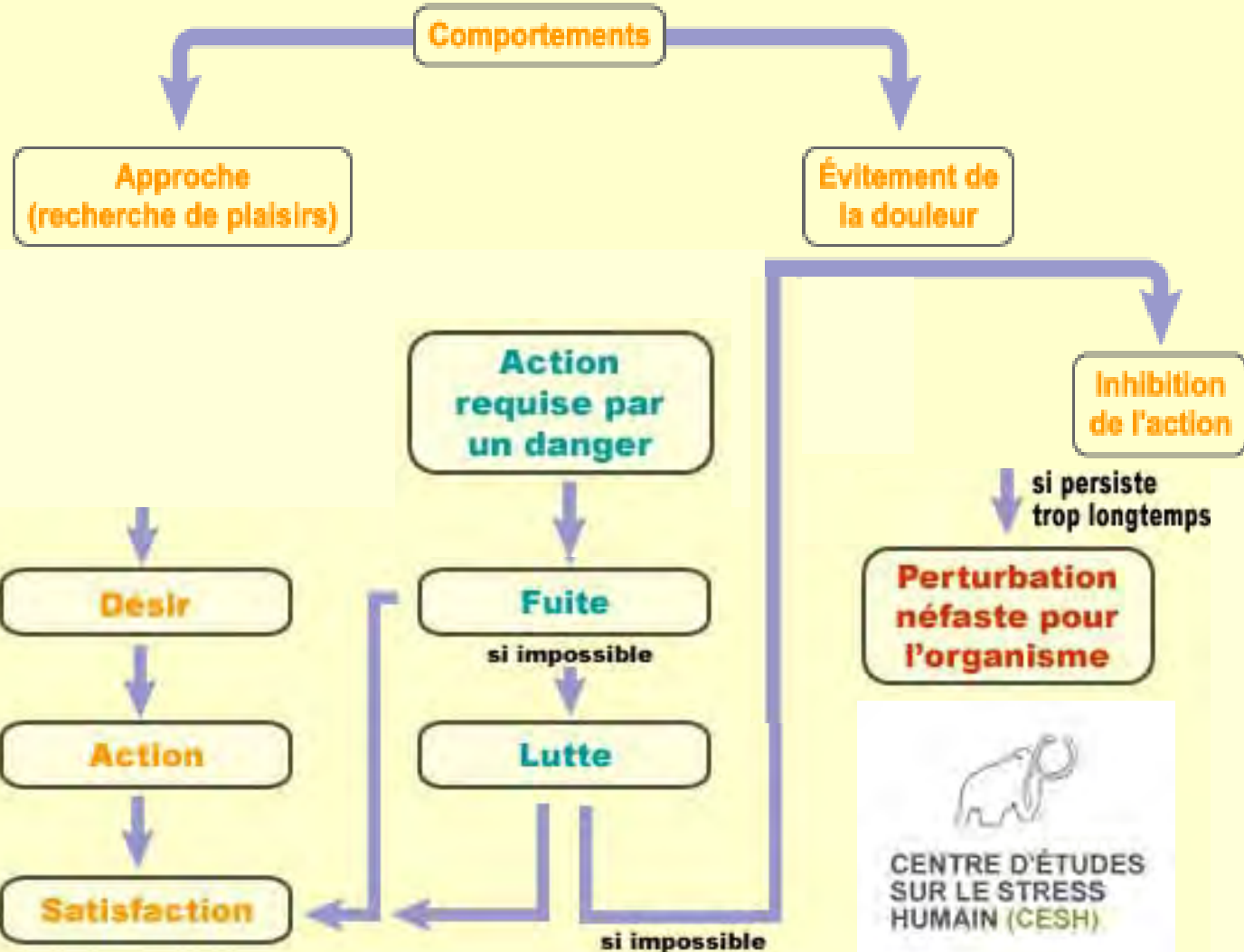
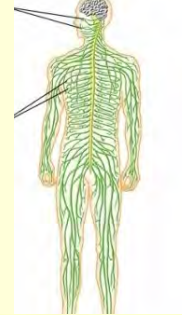
**Satisfaction**



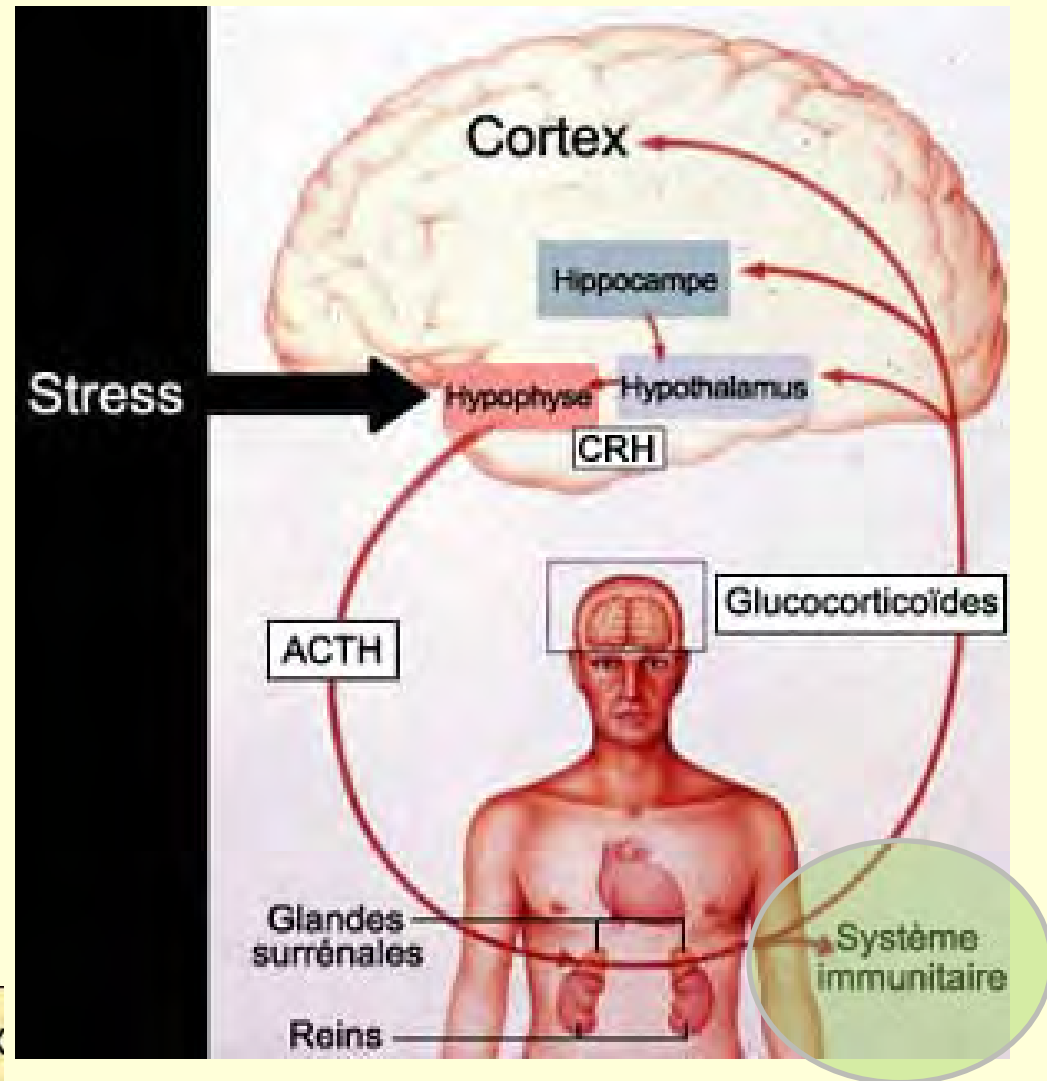
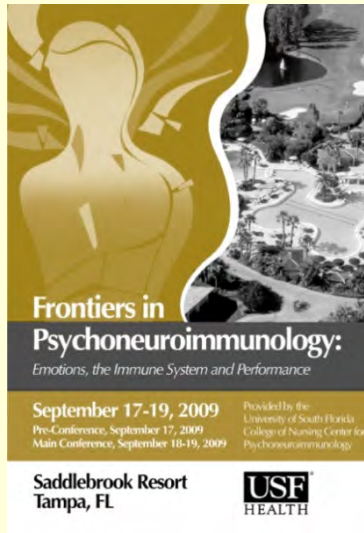
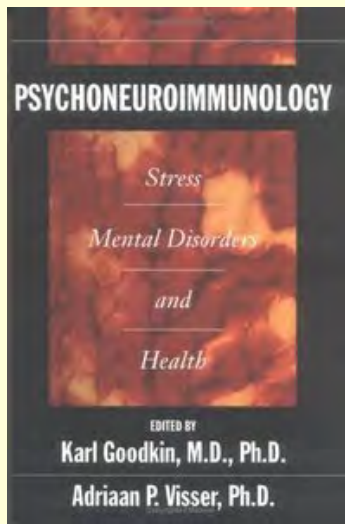


se protéger





# Neuro-psycho-immunologie



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

**Liens intimes entre système nerveux et immunitaire**

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2013/09/09/2929/>

**En guise de conclusion**  
sur la nécessaire  
multidisciplinarité pour  
comprendre le cerveau

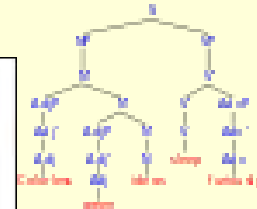
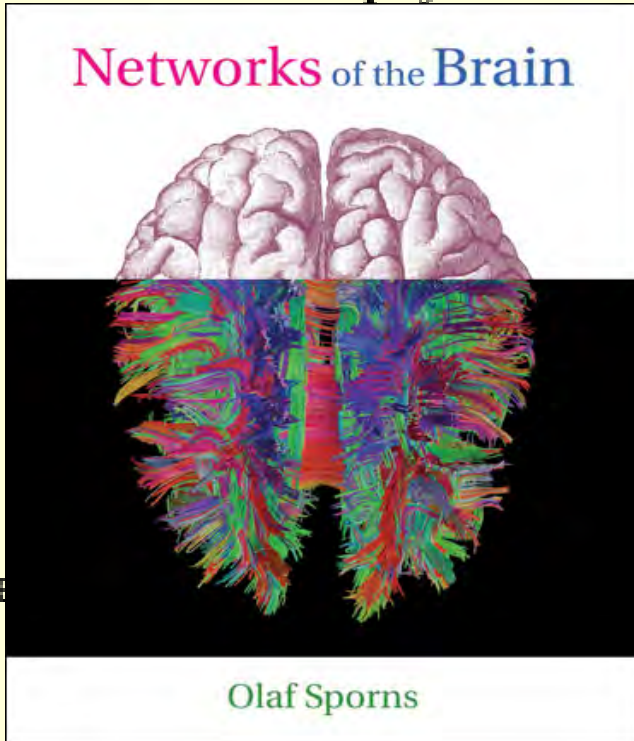
$\Phi$

**Philosophy**

$\Psi$

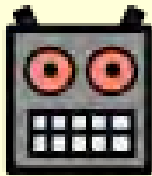
**Psychology**

**Networks of the Brain**



**Linguistics**

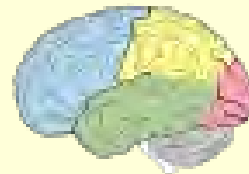
**Artificial  
Intelligence**



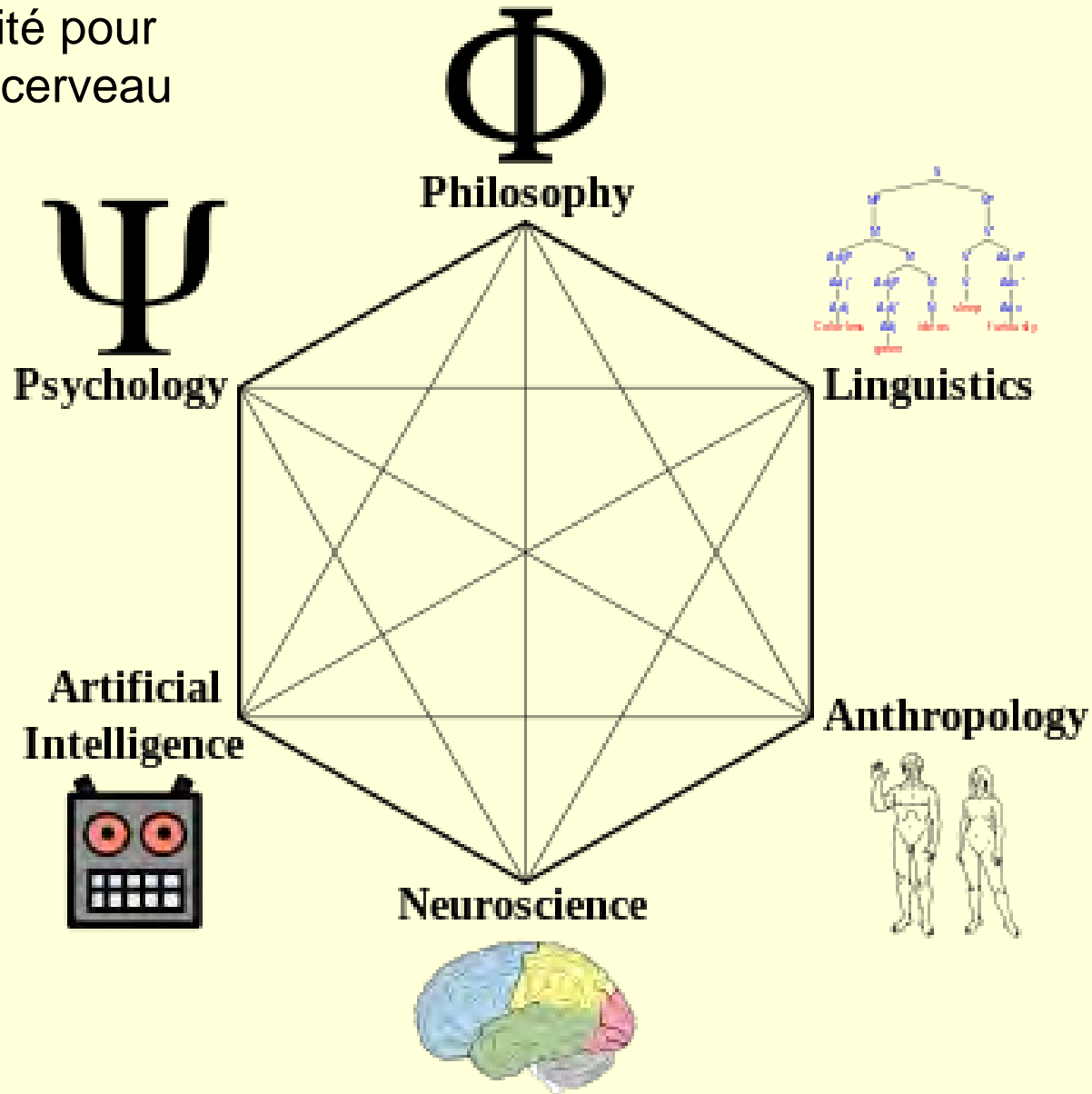
**Anthropology**



**Neuroscience**

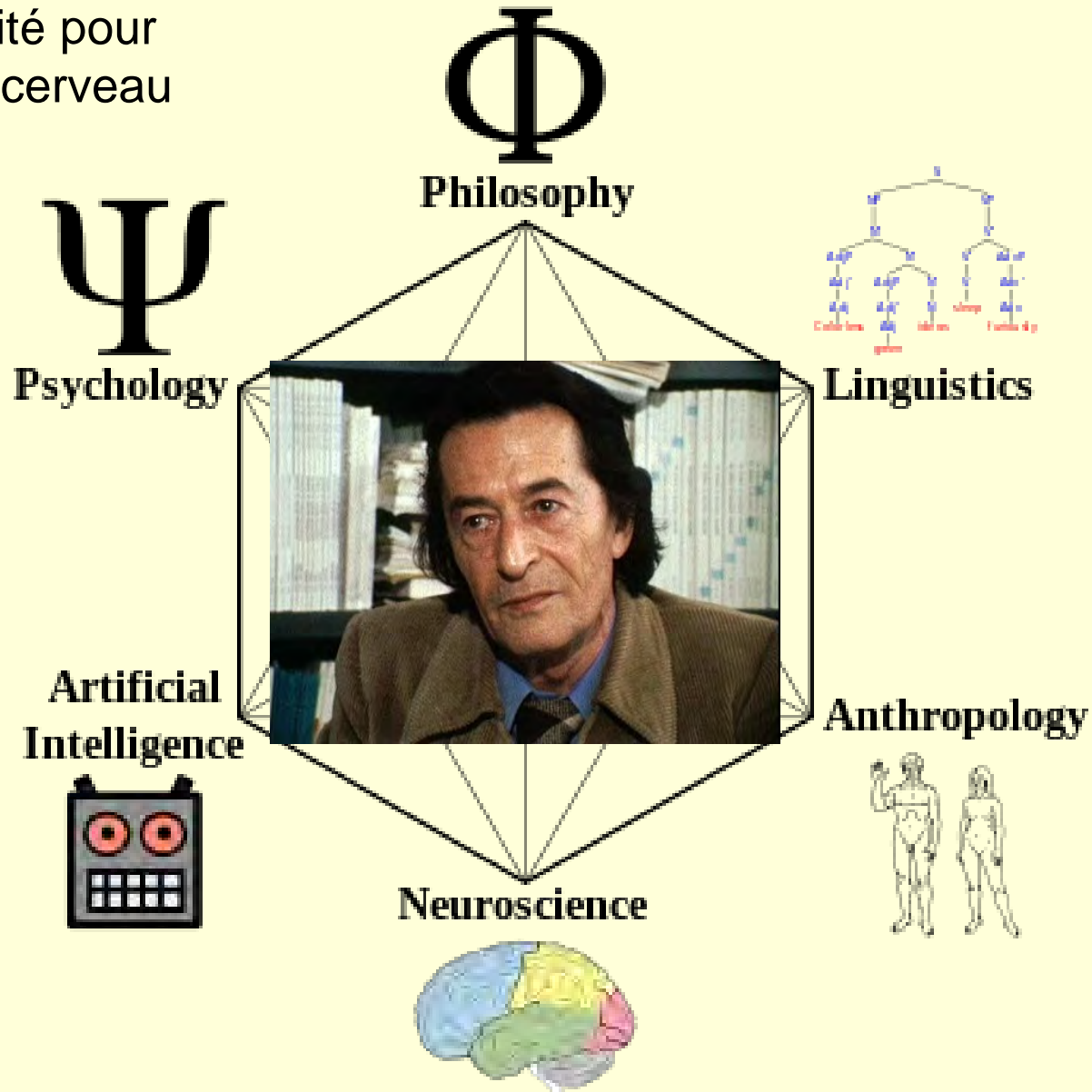


**En guise de conclusion**  
sur la nécessaire  
multidisciplinarité pour  
comprendre le cerveau

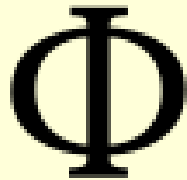




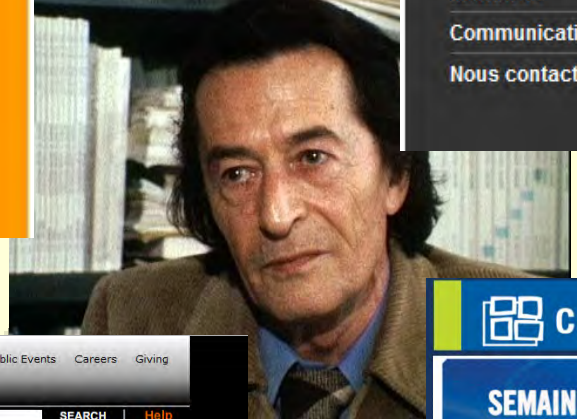
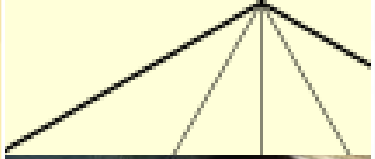
**En guise de conclusion**  
sur la nécessaire  
multidisciplinarité pour  
comprendre le cerveau



# En guise de conclusion sur la nécessaire multidisciplinarité pour comprendre le cerveau



Philosophy



Neuroscience



### LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

**LE CORTEX ET LE MOUVEMENT**

La commande de tous nos mouvements volontaires provient de notre cerveau. Une des régions les plus impliquées dans le contrôle de ces mouvements volontaires est le cortex moteur.

Le cortex moteur est situé à l'arrière du lobe frontal, juste avant le sillon central qui sépare le lobe frontal du lobe pariétal. On subdivise le cortex moteur en deux grandes aires, l'aire 4 et l'aire 6. L'aire 4, que l'on désigne aussi comme le cortex moteur primaire, forme une mince bande qui longe le sillon central alors que l'aire 6 s'étend immédiatement en avant de l'aire 4. L'aire 6 est plus large et se situe en arrière de l'aire 4.

Pour contrôler les mouvements volontaires, notre cortex moteur va recevoir l'information des autres parties du cerveau. Ainsi, il sera renseigné sur les intentions de l'individu et les informations relatives à son état de santé.

**UQÀM** | Faculté des sciences humaines  
Institut des sciences cognitives

UQAM > Institut des sciences cognitives

- Accueil
- L'Institut
- Études
- Recherche
- Membres
- Communication
- Nous contacter

Conférences

**Merci !**

## Genes to Cognition Online

CSHL Cold Spring Harbor Laboratory | CSHL Home | About CSHL | Research | Education | News & Features | Campus & Public Events | Careers | Giving

Depression

GENES | BIOCHEMICALS | CELLS | BRAIN ANATOMY | COGNITION | ENVIRONMENT

Selected Items

Glutamate, Serotonin, Brain cells & receptors, Amygdala, Hippocampus, Neuroimaging Research, Animal models, Predictive, Subcortical circuitry, Deep Brain Stimulation, Cingulate Gyrus, The Prefrontal Cortex, Depressed Learning, Neuroimaging Research, Hippocampus, Amygdala, Predictive, Animal models, Subcortical circuitry, Deep Brain Stimulation, Cingulate Gyrus, The Prefrontal Cortex, Depressed Learning.

**CÉGEP DE SAINT-HYACINTHE** | venez le savourer plus...

**SEMAINE des SCIENCES HUMAINES**  
Du 13 AVRIL AU 17 AVRIL 2015

Un monde en mouvement

LUNDI 13 avril	MARDI 14 avril	MERCREDI 15 avril	JEUDI 16 avril	VENDREDI 17 avril
<p>9 h Martin Frigon <b>La Grande Invasion. Les impacts sociaux du surdéveloppement au Québec</b> G-1220 <b>INSCRIPTIONS</b></p>	<p>9 h Gabriel Nadeau-Dubois <b>Qu'est-ce qui se cache derrière l'austérité?</b> Salle Anne-Hébert <b>INSCRIPTIONS</b></p>	<p>9 h Michel Lemay <b>Les médias : peut-on leur faire confiance?</b> Salle Anne-Hébert <b>INSCRIPTIONS</b></p>	<p>9 h Germain Betzile <b>Se débarrasser du pétrole : facile et sans coût?</b> Salle Anne-Hébert <b>INSCRIPTIONS</b></p>	<p>9 h Robert Baron <b>Le choix curieux des consommateurs</b> Salle Anne-Hébert <b>INSCRIPTIONS</b></p>
<p>9 h Étienne Gendron <b>Les Superhéros et l'Amérique : un récit partagé (1938-2014)</b> Salle Anne-Hébert <b>INSCRIPTIONS</b></p>	<p>9 h Janik Bastien-Charbeois <b>L'intersexualité</b> G-1220 <b>INSCRIPTIONS</b></p>			