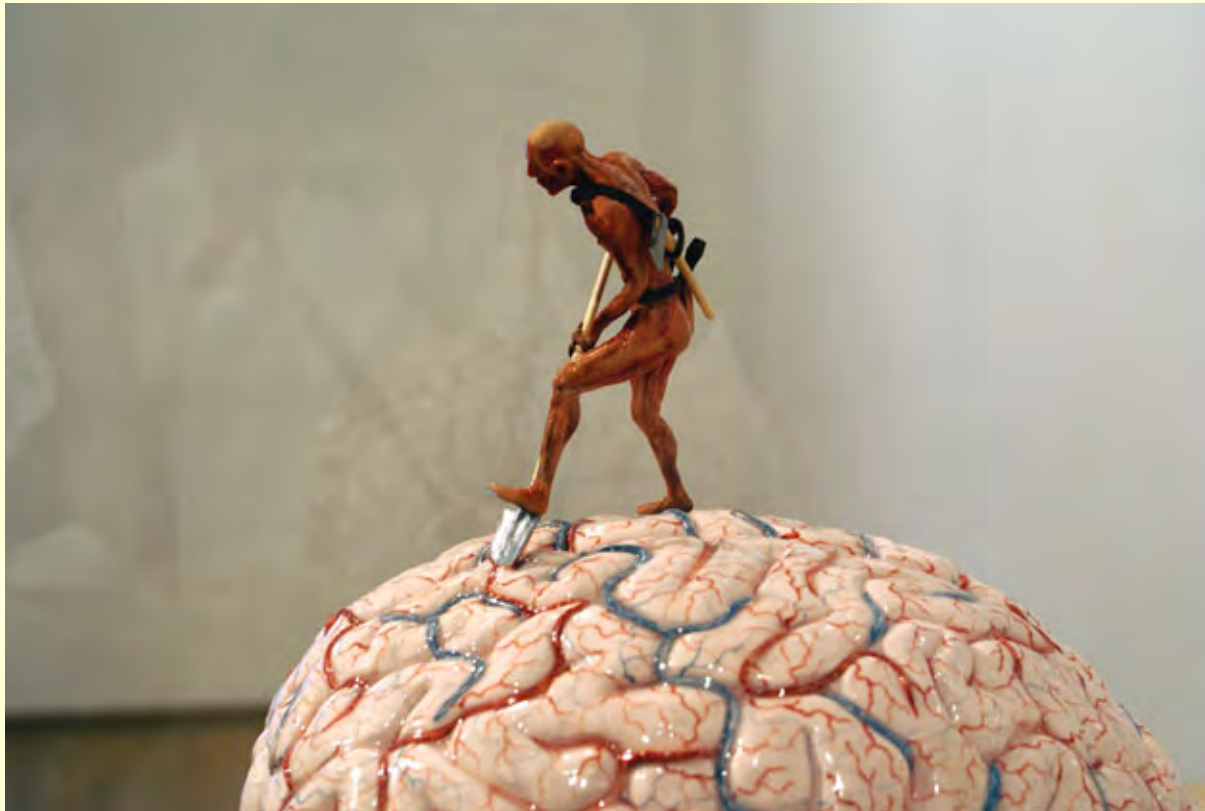
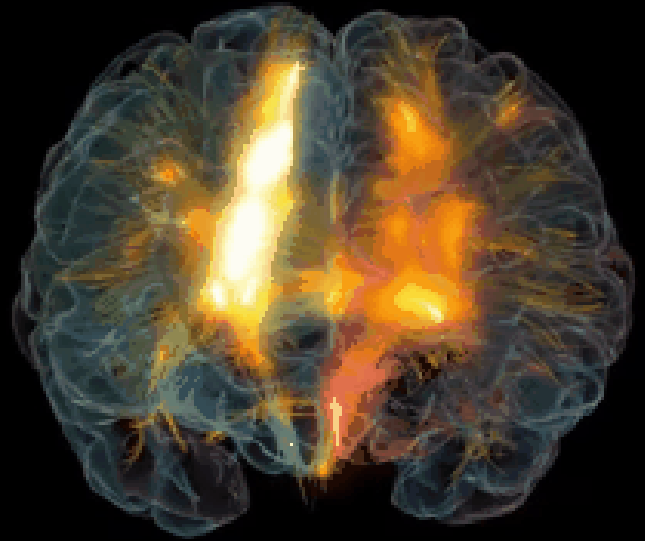
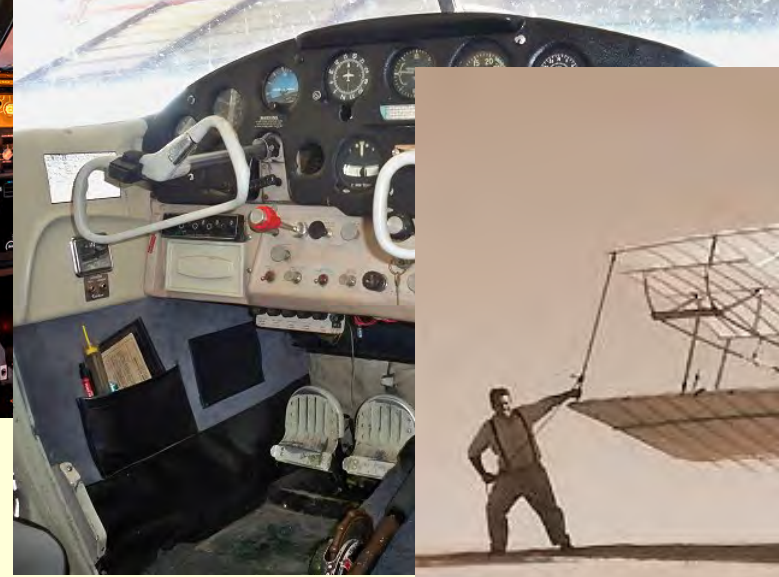


Ce qu'est le cerveau, et ce qu'il n'est pas

Jeudi 27 octobre 2016





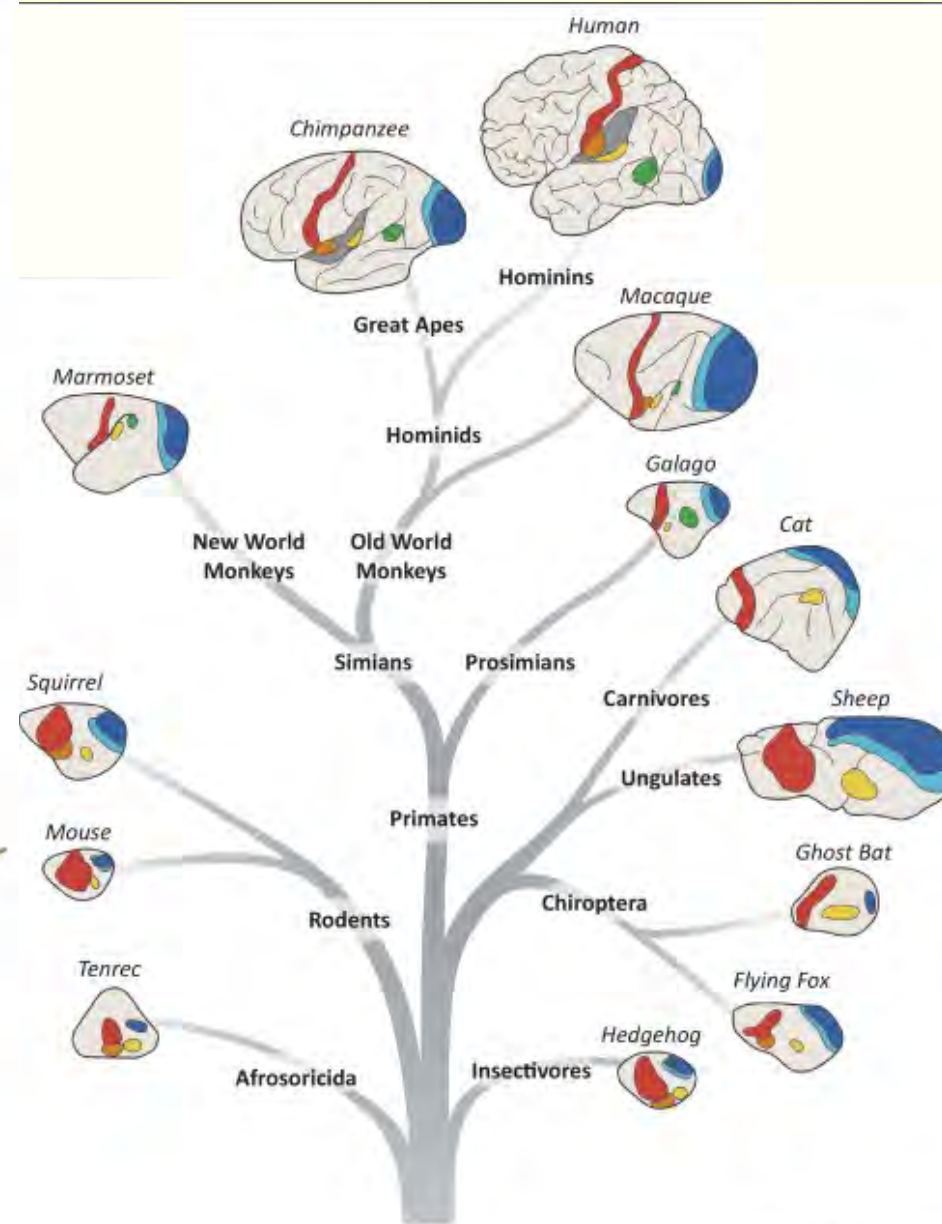
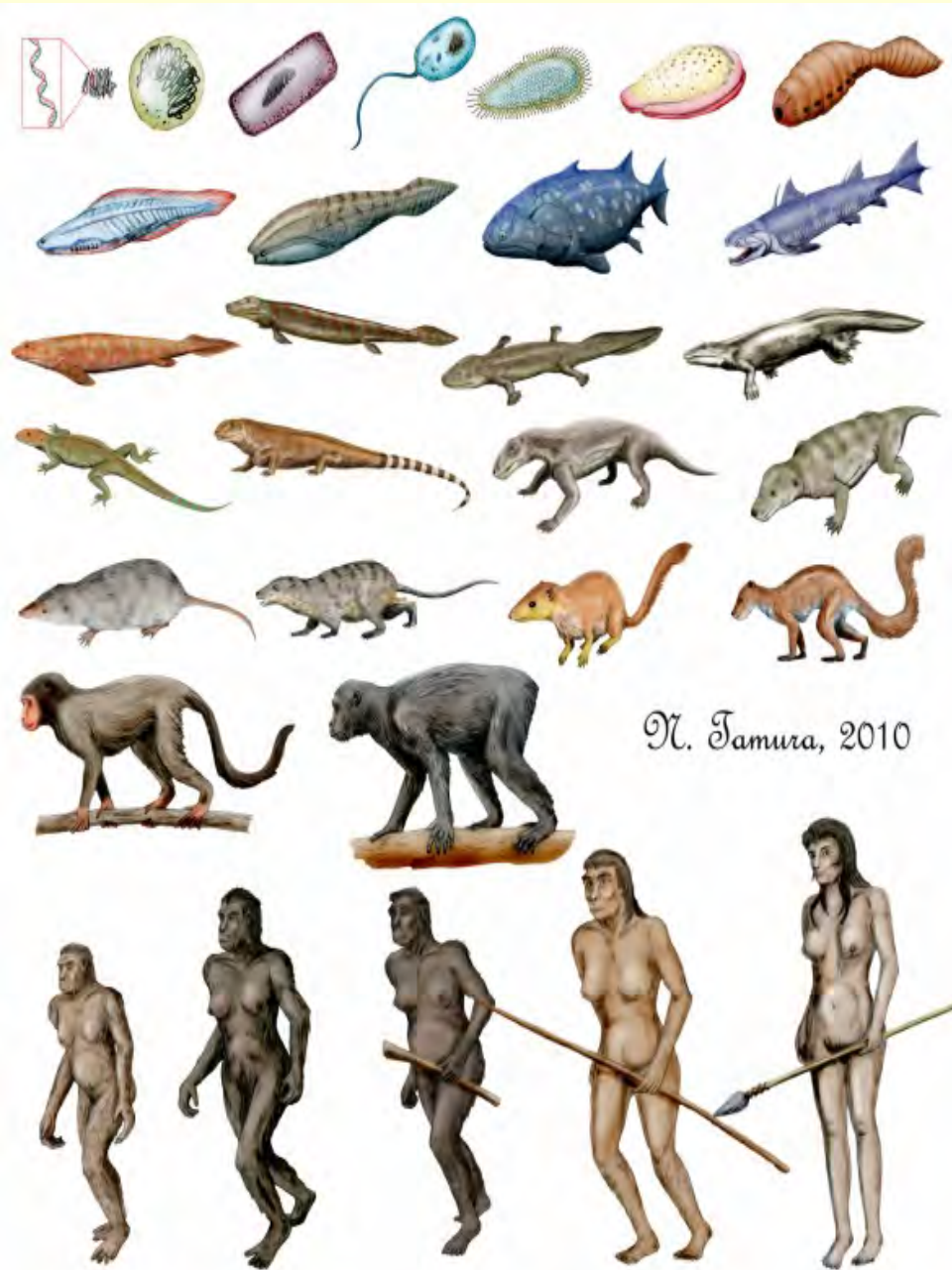




« Rien en biologie n'a de sens, si ce n'est à la lumière de l'évolution »,

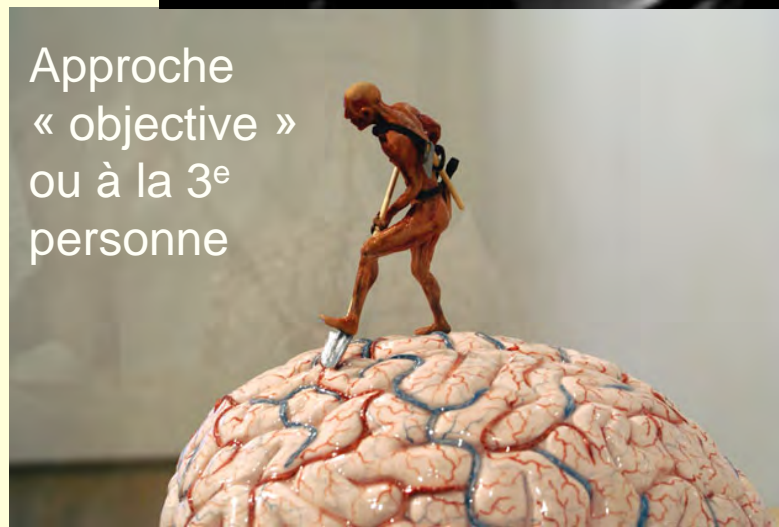
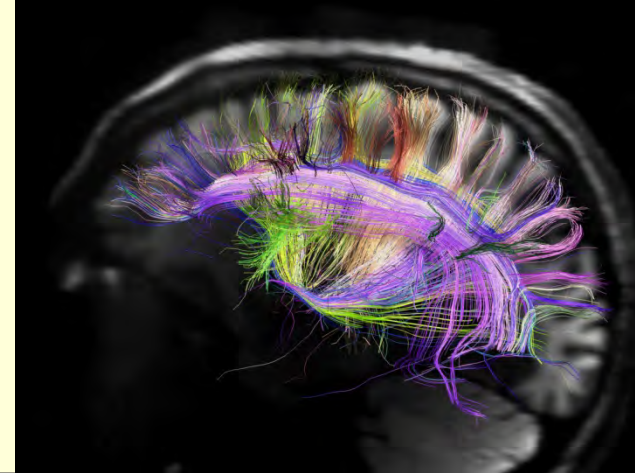
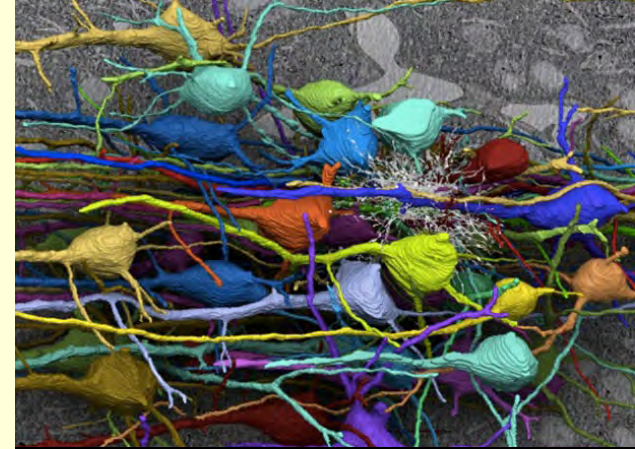
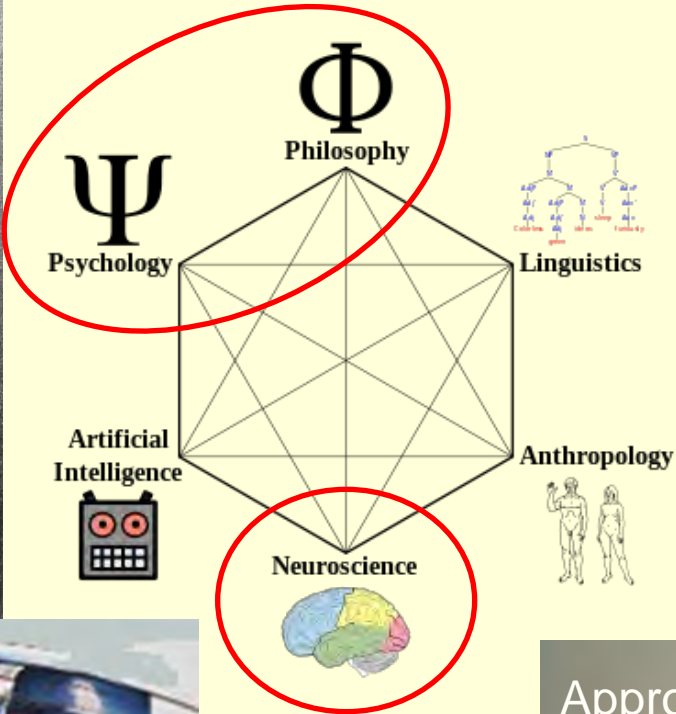
- Theodosius Dobzhansky
(1900-1975)







Approche
« subjective »
ou à la 1^{ère}
personne



Approche
« objective »
ou à la 3^e
personne

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

chair, matière, instinct, émotion

complexe, imagination

stress, douleur

neurone

mémoire, souvenir

neurotransmetteur,

cervelet, lobe

hypothalamus

pensée, réflexion, raison

intelligence

esprit, idée

connaissance, savoir

hémisphère

logique, ordinateur, contrôle

surprenant, étrange, mystère, question



Quand je pense à mon cerveau,
quels sont les premiers mots qui me viennent à l'esprit ?

instinct, émotion

complexe, imagination

neurone

mémoire, souvenir

frontal, lobe

série, réflexion, raison

intelligence

esprit, idée

savoir

logique, ordinateur, contrôle

intuitif, étrange, mystère, question



Quand je passe à un niveau,

quels sont les 3 premiers mots qui me viennent à l'esprit ?”

chair, matière, instinct, émotion

complexe d'imagination

neurone

stress, douleur

mémoire, souvenir

cervelet, lobe

neurotransmetteur

hypothalamus

pensée, réflexion, raison

intelligence

esprit, idée

connaissance, savoir

hémisphère

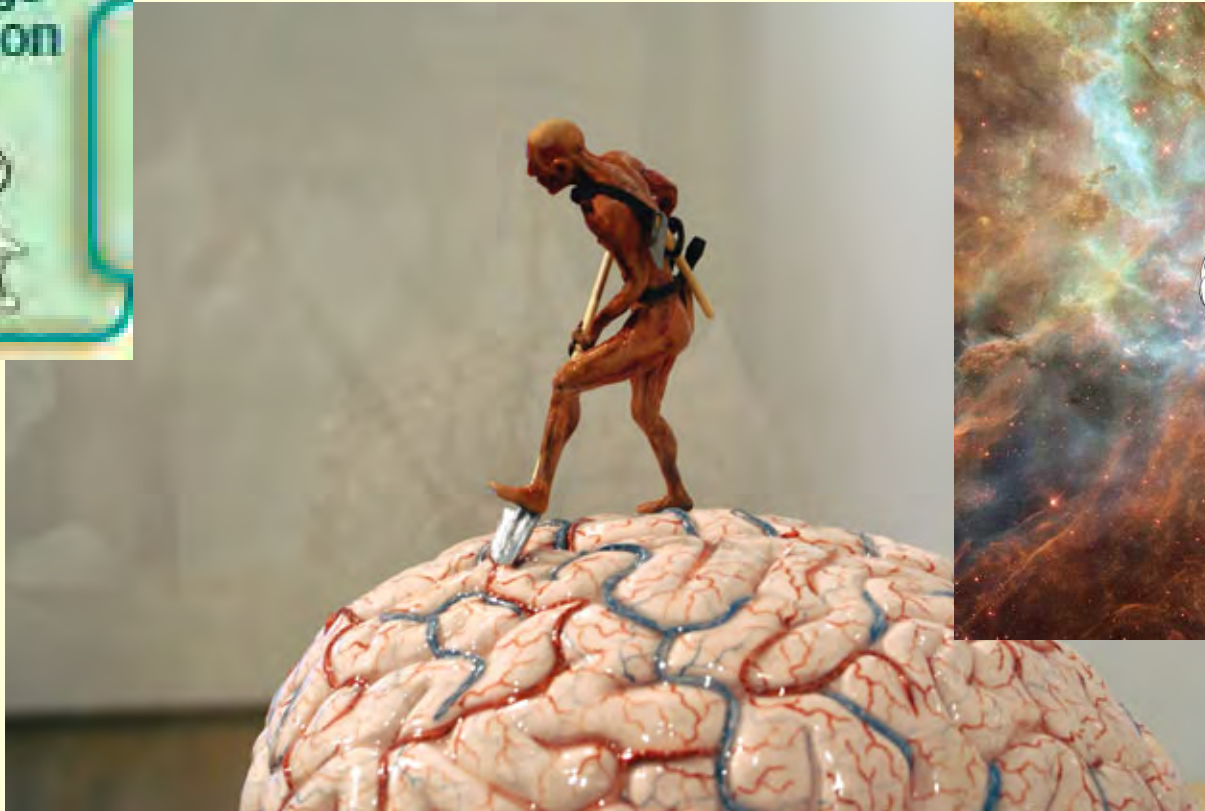
logique, ordinateur, contrôle

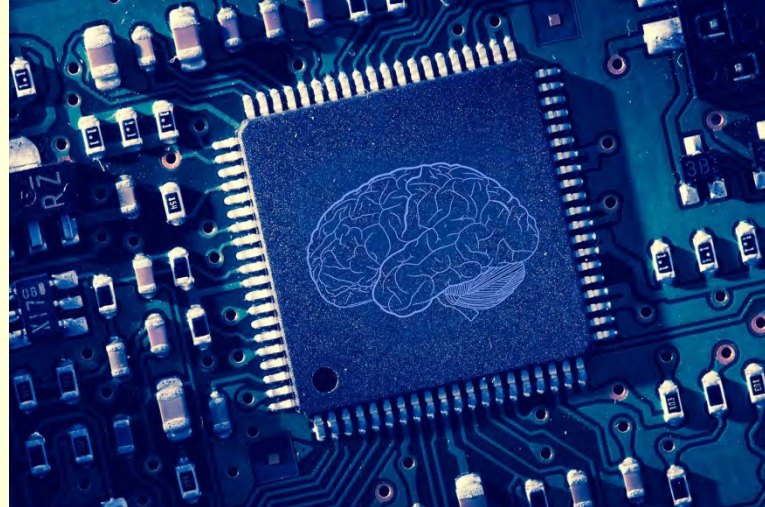
surprenant, étrange, mystère, question

Ce qu'est le cerveau, et ce qu'il n'est pas

Jeudi 27 octobre 2016

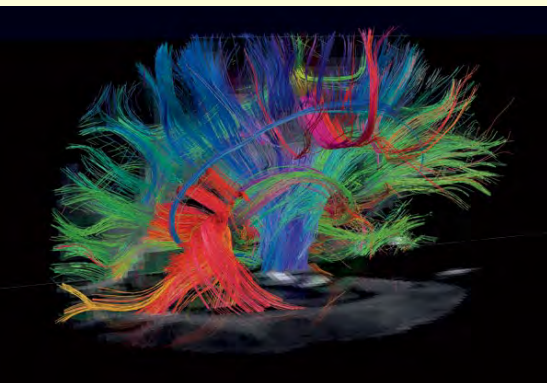
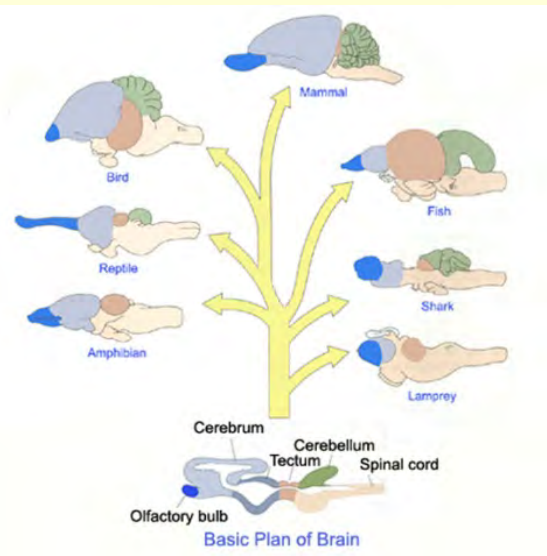
Le bricolage
de l'évolution





Quelle serait la meilleure métaphore pour le cerveau ?








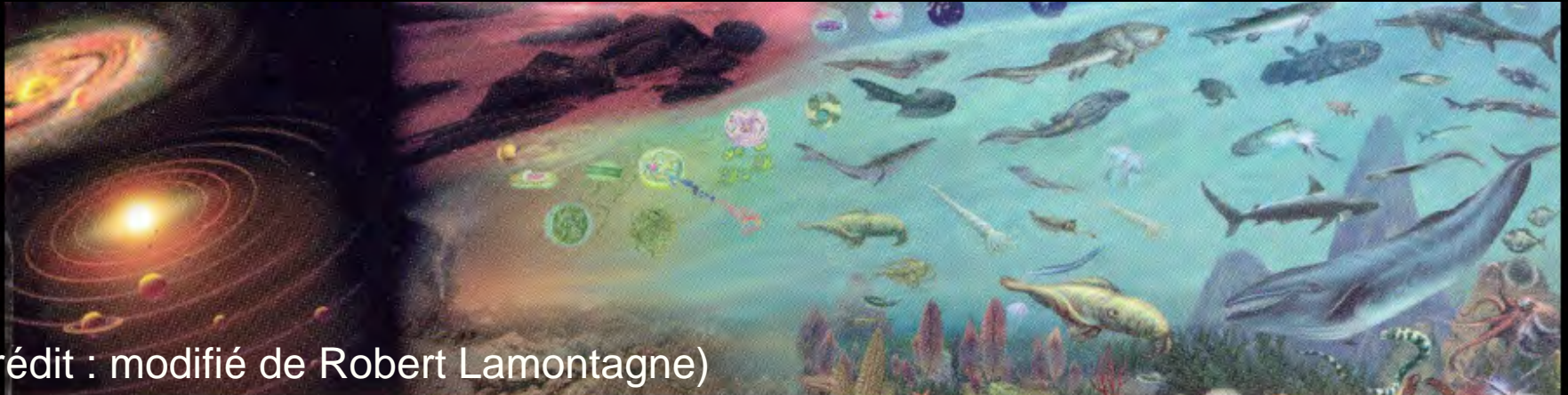
Croissance de complexité

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



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

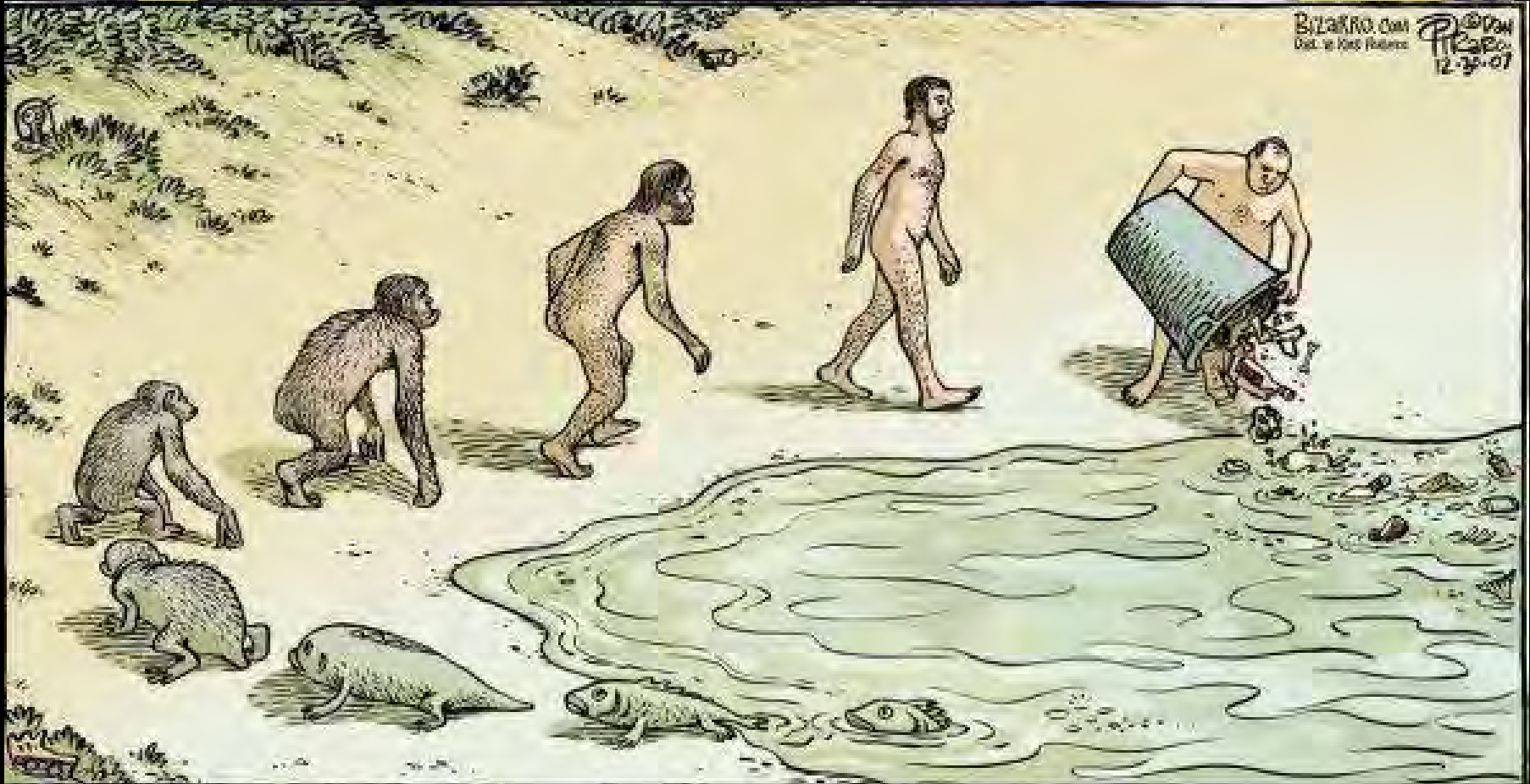
Évolution cosmique, chimique et biologique



(Crédit : modifié de Robert Lamontagne)

Croissance de complexité

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



(Crédit : modifié de Robert Lamontagne)

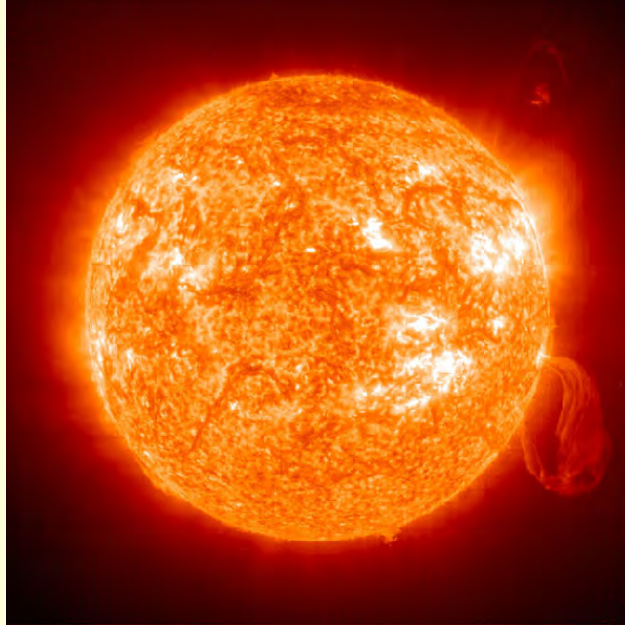
Big Bang :
13,7
milliards
d'années

Notre soleil :
5 milliards
d'années

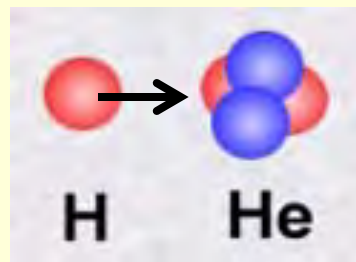
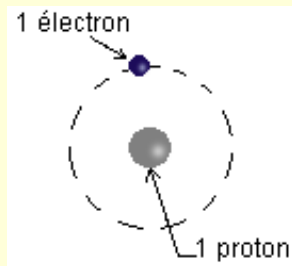
Évolution cosmique

(Crédit : modifié de Robert Lamontagne)

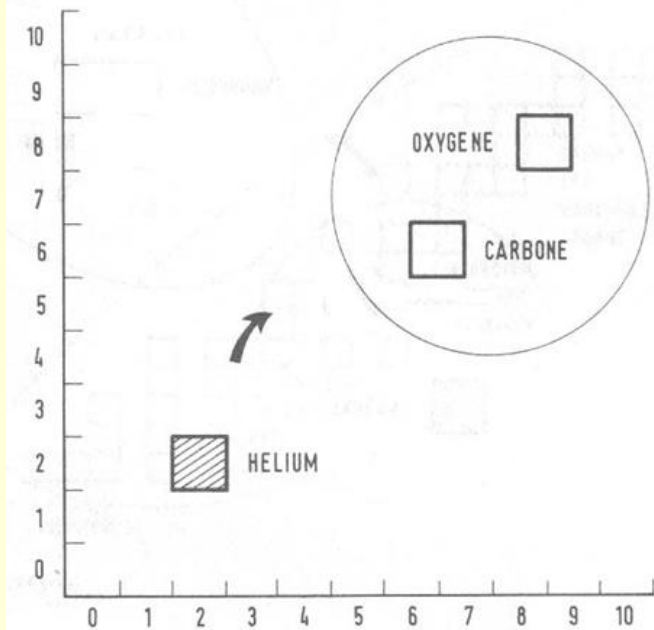


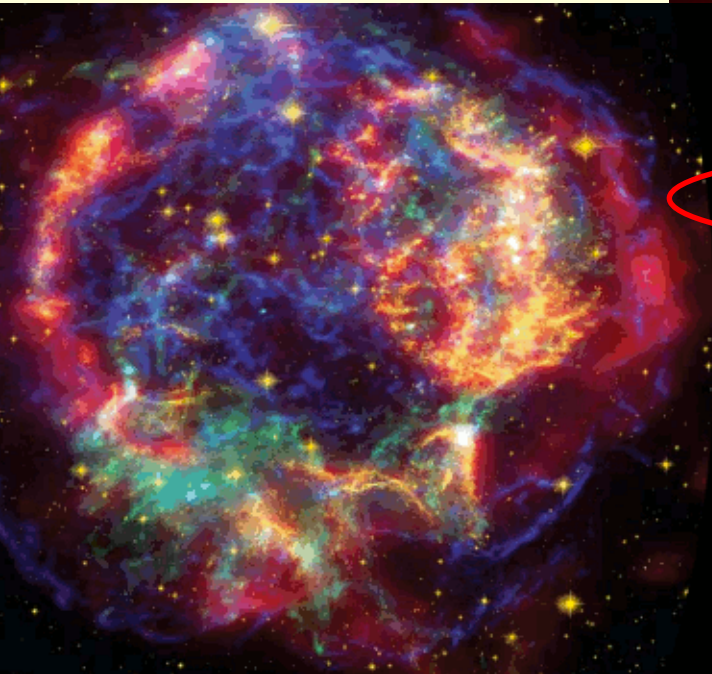


Hydrogène



Combustion de l'hélium





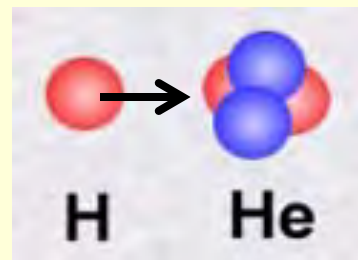
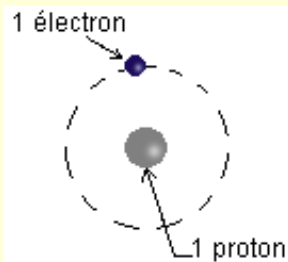
Elles s'éclatent pour vous!

Sans les étoiles mortes, vous ne seriez pas là.

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

craq-astro.ca

CoolCosmos.net



Combustion de l'hélium

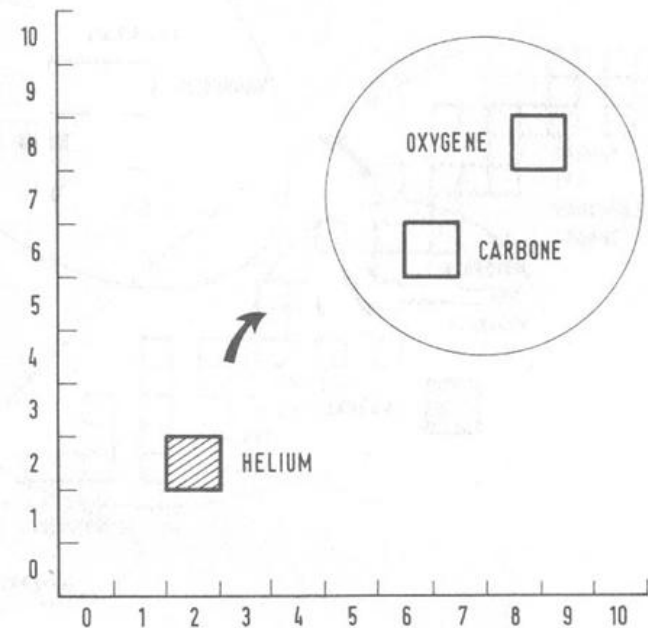


Tableau Périodique des Éléments

1 IA	New Original																18 VIIIA	
1 H Hydrogène 1.00794																	2 He Hélium 4.002602	
3 Li Lithium 6.941	4 Be Béryllium 9.012182																	10 Ne Néon 20.1797
11 Na Sodium 22.989770	12 Mg Magnésium 24.3050	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8	9 VIII B	10	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 Ar Argon 39.948	
19 K Potassium 39.0983	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.955910	22 Ti Titane 47.867	23 V Vanadium 50.9415	24 Cr Chrome 51.9961	25 Mn Manganèse 54.938049	26 Fe Fer 55.8457	27 Co Cobalt 58.933200	28 Ni Nickel 58.6934	29 Cu Cuivre 63.546	30 Zn Zinc 65.409	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.64	33 As Arsenic 74.92160	34 Se Sélénium 78.96	35 Br Brome 79.904	36 Kr Krypton 83.798	
37 Rb Rubidium 87.4678	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.90585	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.90638	42 Mo Molybdène 95.94	43 Tc Technétium (98)	44 Ru Ruthénium 101.07	45 Rh Rhodium 102.90550	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Argent 107.8682	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Étain 118.710	51 Sb Antimoine 121.760	52 Te Tellure 127.60	53 I Iode 126.90447	54 Xe Xénon 131.293	
55 Cs Césium 132.90545	56 Ba Baryum 137.327	57 to 71		72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantale 180.9479	74 W Tungstène 183.84	75 Re Rhénium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.217	78 Pt Platine 195.078	79 Au Or 196.96655	80 Hg Mercure 200.59	81 Tl Thallium 204.3833	82 Pb Plomb 207.2	83 Bi Bismuth 208.98038	84 Po Polonium (209)	85 At Astate (210)	86 Rn Radon (222)
87 Fr Francium (223)	88 Ra Radium (226)	89 to 103		104 Rf Rutherfordium (261)	105 Db Dubnium (262)	106 Sg Seaborgium (266)	107 Bh Bohrium (264)	108 Hs Hassium (269)	109 Mt Meitnerium (268)	110 Ds Darmstadtium (271)	111 Rg Roentgenium (272)	112 Uub Ununbium (285)	113 Uut Ununtrium (284)	114 Uuq Ununquadium (289)	115 Uup Ununpentium (288)	116 Uuh Ununhexium (292)	117 Uus Ununseptium	118 Uuo Ununoctium

Atomic masses in parentheses are those of the most stable or common isotope.

- Métaux alcalins
- Métaux alcalino-terreux
- Métaux de transition
- Lanthanides
- Actinides
- Métaux pauvres
- Non-métaux
- Gaz rares
- C** Solide
- Br** Liquide
- H** Gaz
- Tc** Artificiel

Design Copyright © 1997 Michael Dayah (michael@dayah.com) <http://www.dayah.com/periodic/>

57 La Lanthane 138.9055	58 Ce Cérium 140.116	59 Pr Praséodyme 140.90765	60 Nd Néodyme 144.24	61 Pm Prométhium (145)	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.92534	66 Dy Dysprosium 162.500	67 Ho Holmium 164.93032	68 Er Erbium 167.259	69 Tm Thulium 168.93421	70 Yb Ytterbium 173.04	71 Lu Lutécium 174.967
89 Ac Actinium (227)	90 Th Thorium 232.0381	91 Pa Protactinium 231.03588	92 U Uranium 238.02891	93 Np Neptunium (237)	94 Pu Plutonium (244)	95 Am Américium (243)	96 Cm Curium (247)	97 Bk Berkélium (247)	98 Cf Californium (251)	99 Es Einsteinium (252)	100 Fm Fermium (257)	101 Md Mendelevium (258)	102 No Nobélium (259)	103 Lr Lawrencium (262)

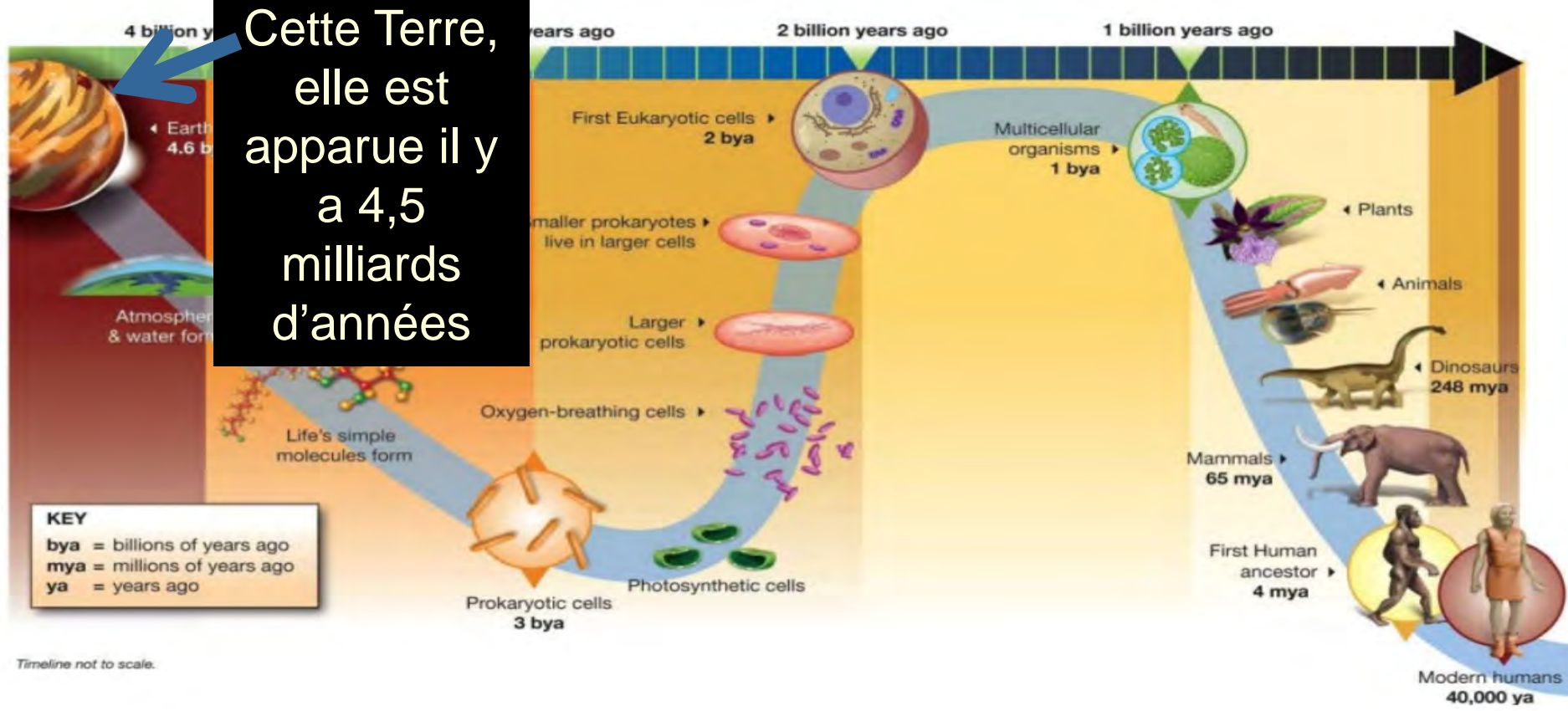
Note: The subgroup numbers 1-18 were adopted in 1984 by the International Union of Pure and Applied Chemistry. The names of elements 112-118 are the Latin equivalents of those numbers.



Poussières d'é

Hubert Reeves

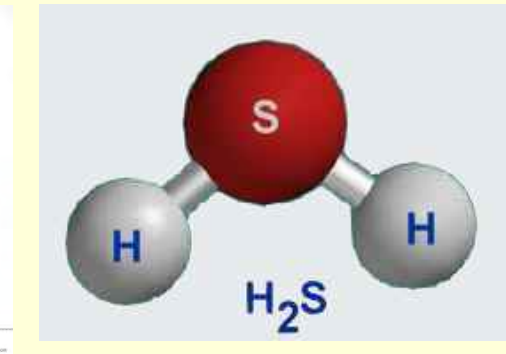
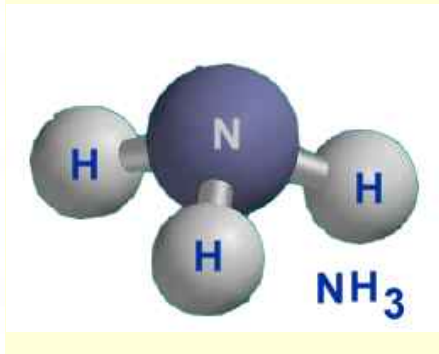
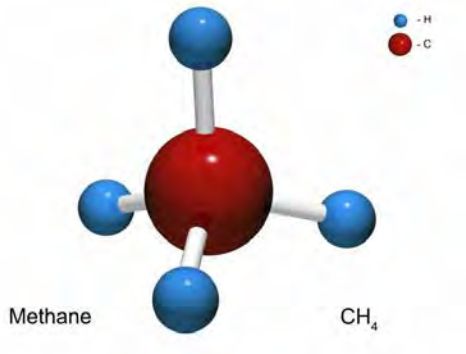
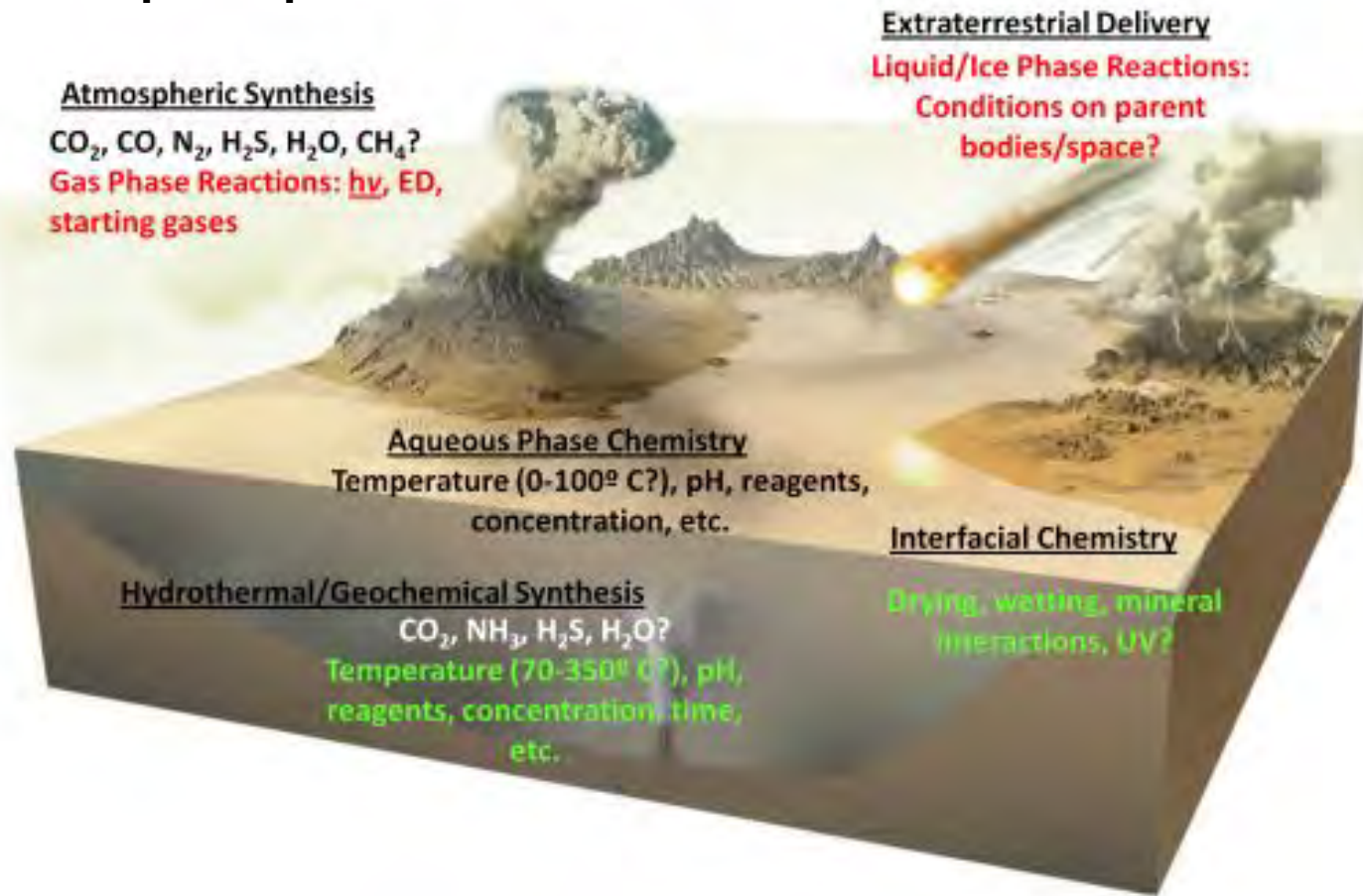
Cette Terre, elle est apparue il y a 4,5 milliards d'années



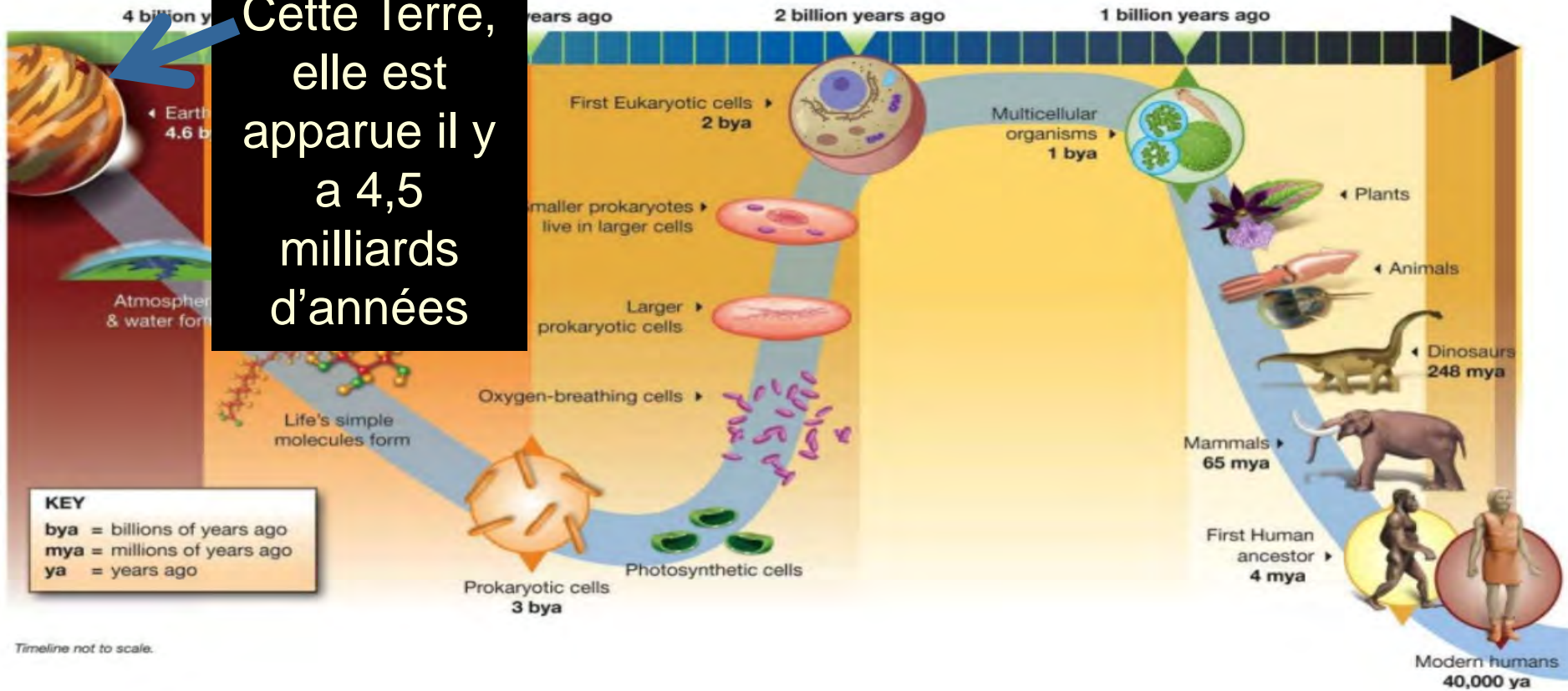
Molten Earth

Au début, elle n'était pas très hospitalière...

L'atmosphère primitive de la Terre



Cette Terre, elle est apparue il y a 4,5 milliards d'années



Molten Earth



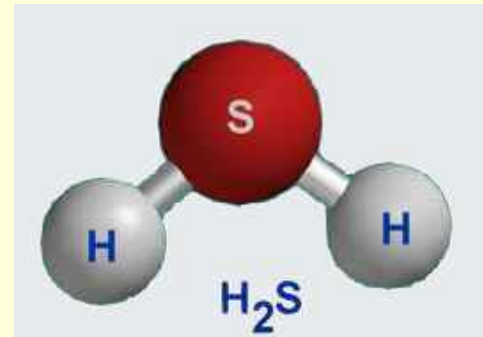
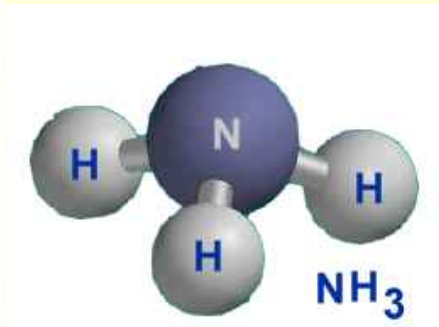
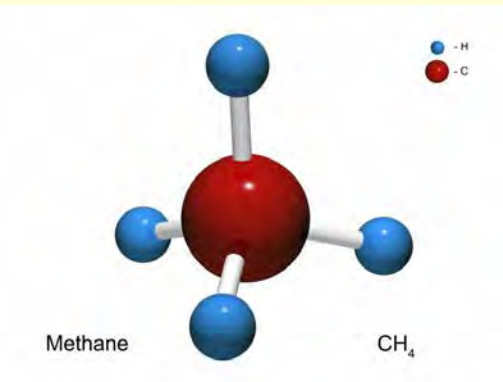
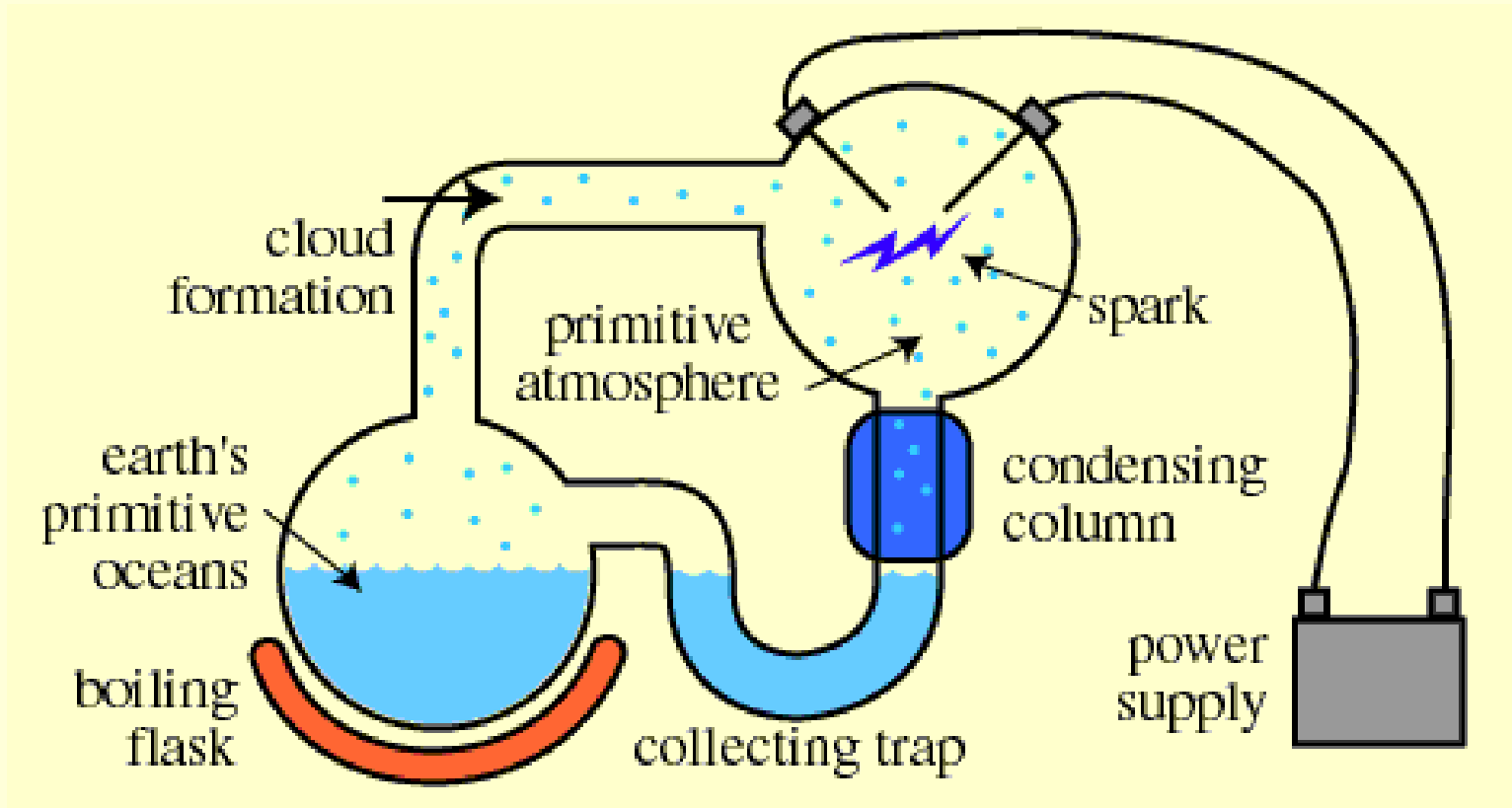
First Oceans



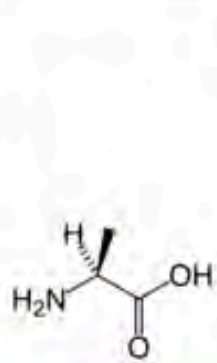
Au début, elle n'était pas très hospitalière...

...mais bientôt, de petites « mares chaudes » ont pu se former.

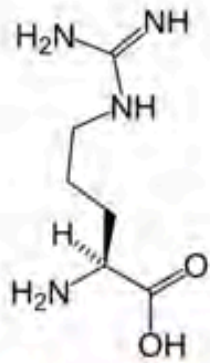




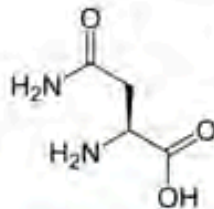
Acides aminés (qui formeront plus tard les protéines)



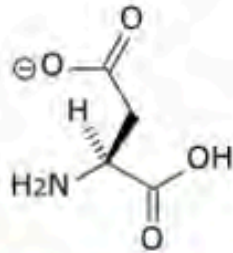
L-Alanine



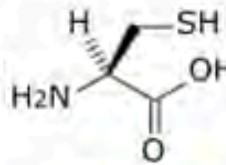
L-Arginine



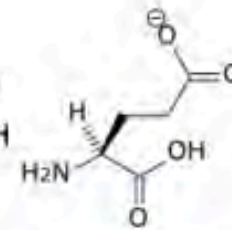
L-Asparagine



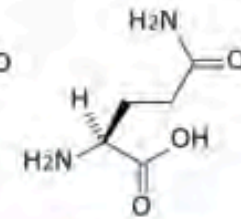
L-Aspartate



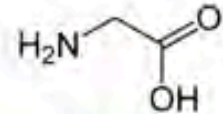
L-Cystéine



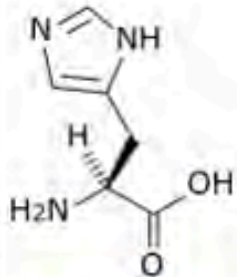
L-Glutamate



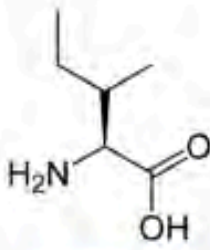
L-Glutamine



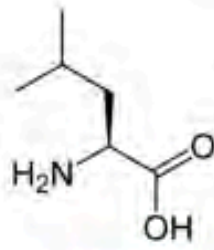
Glycine



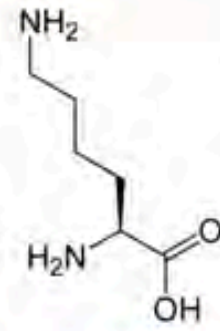
L-Histidine



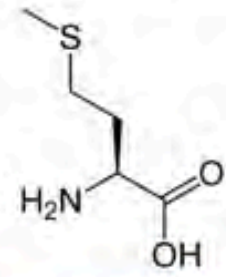
L-Isoleucine



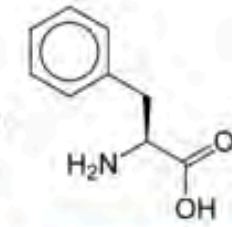
L-Leucine



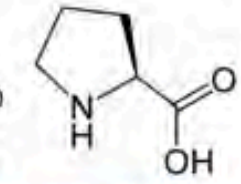
L-Lysine



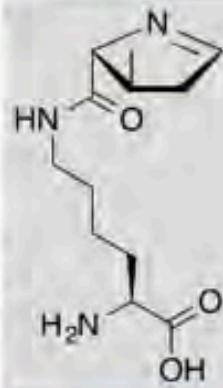
L-Méthionine



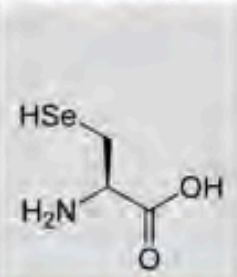
L-Phénylalanine



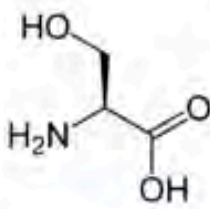
L-Proline



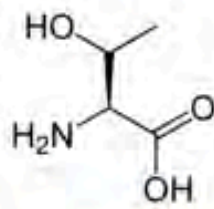
L-Pyrrolysine



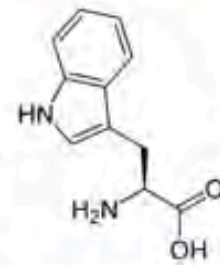
L-Sélénocystéine



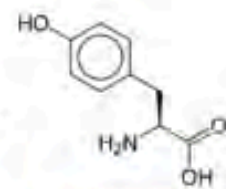
L-Sérine



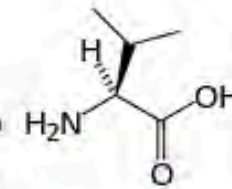
L-Thréonine



L-Tryptophane



L-Tyrosine



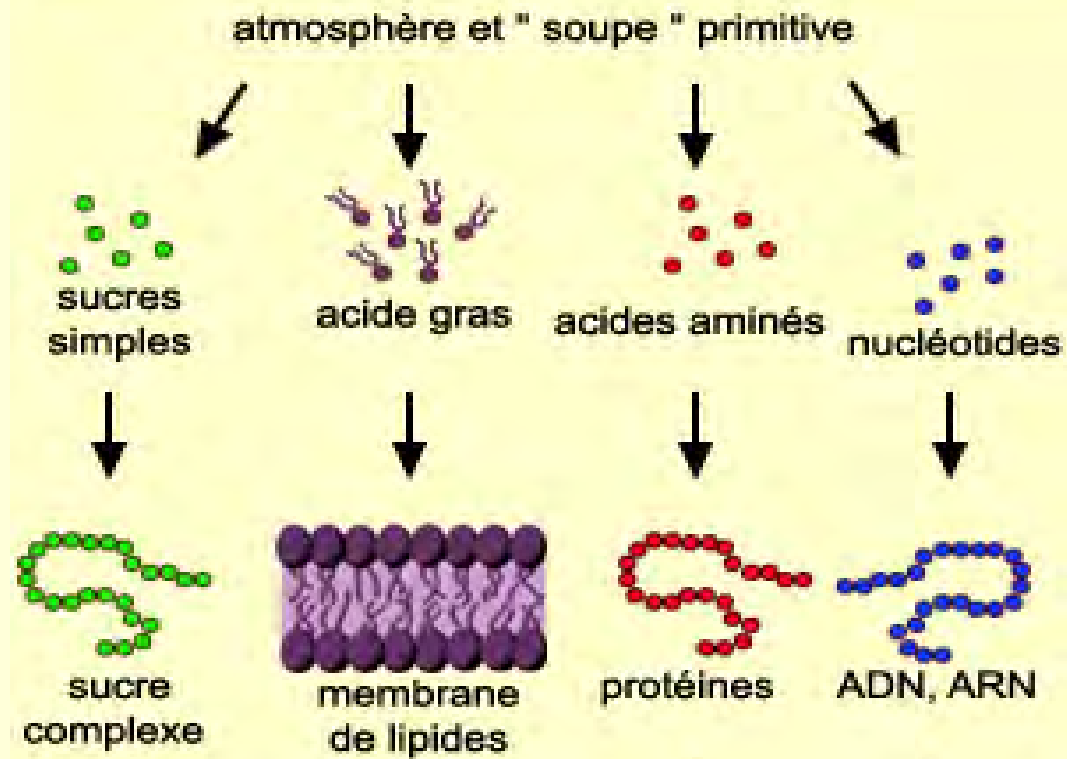
L-Valine



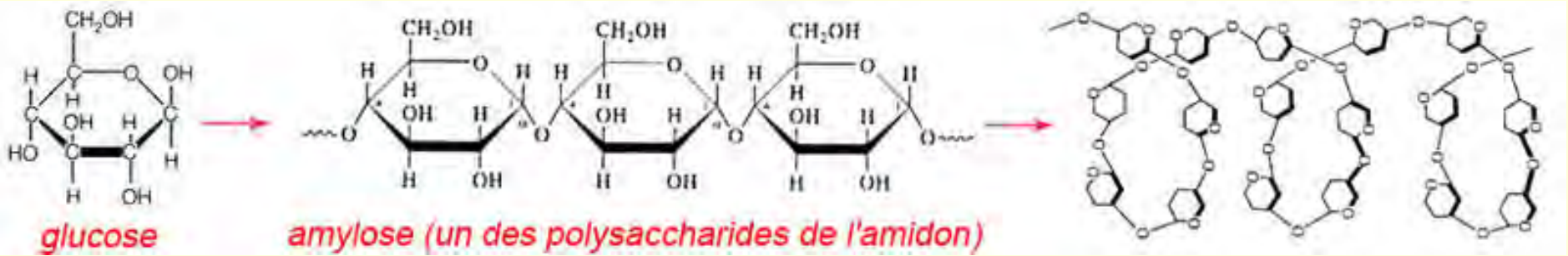
On parle “**d’auto-organisation**” pour désigner un tel processus chimiques derrière la croissance de la complexité.

Des processus “**sous contrôle thermodynamique**”

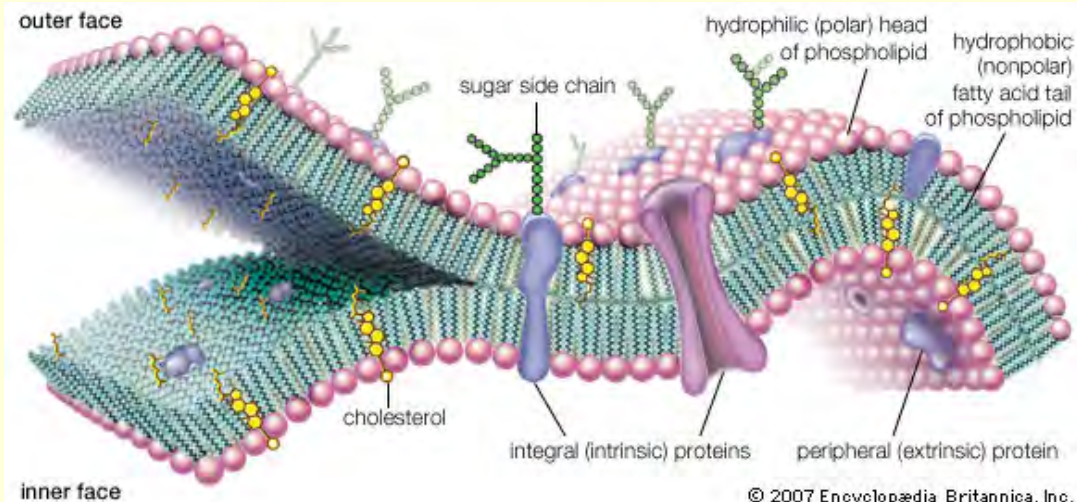
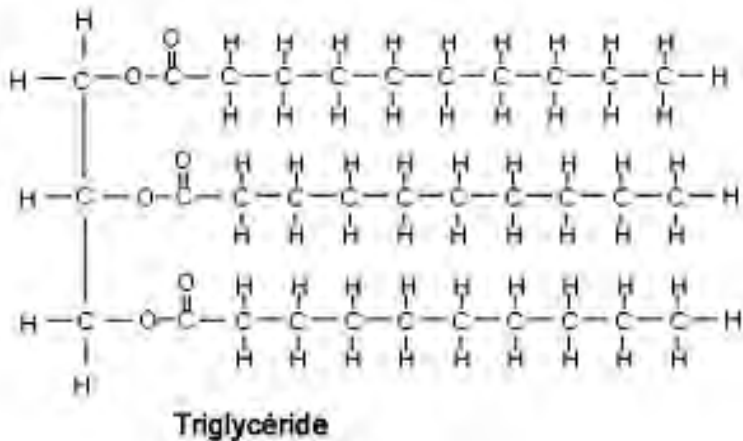
qui vont bientôt former de **longues chaînes** de molécules plus simples.

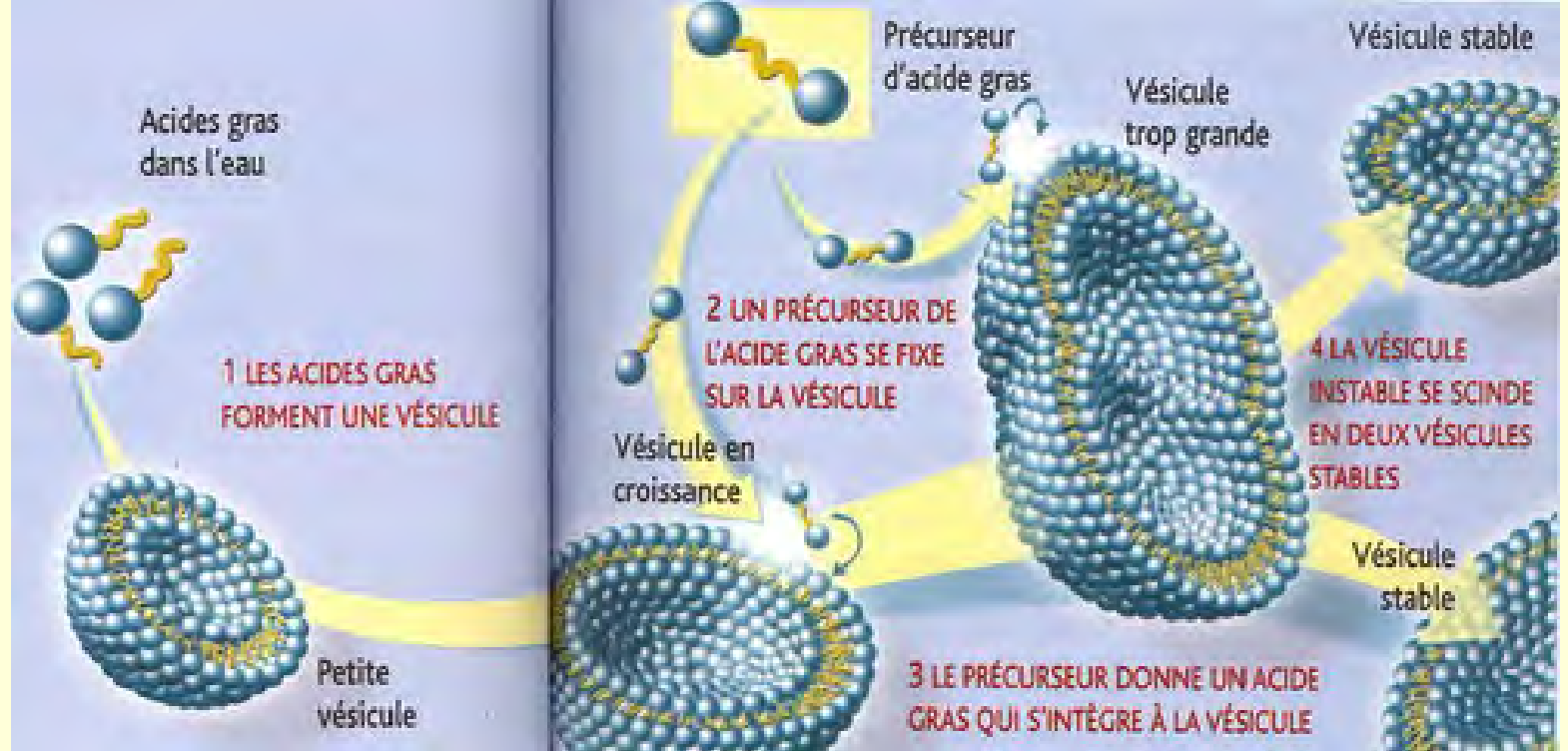


- Glucides

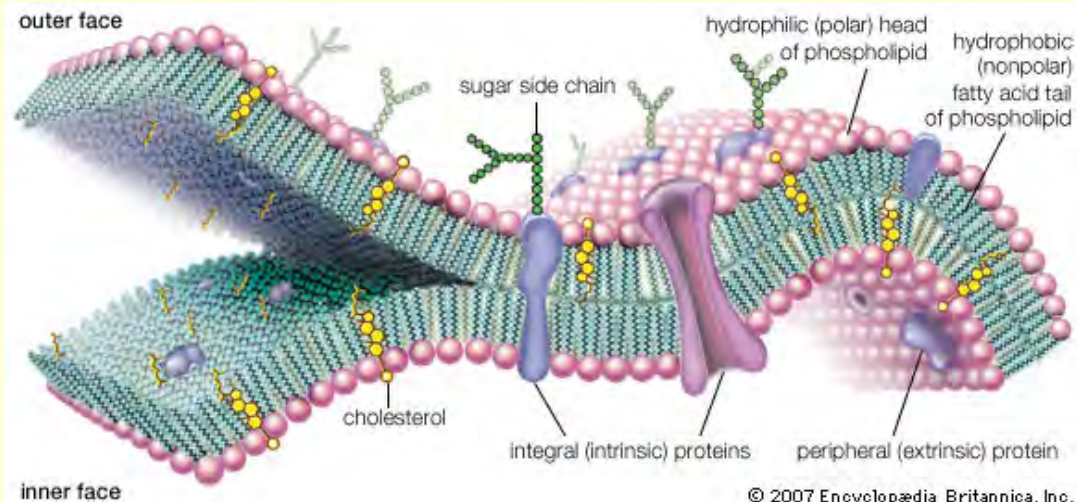
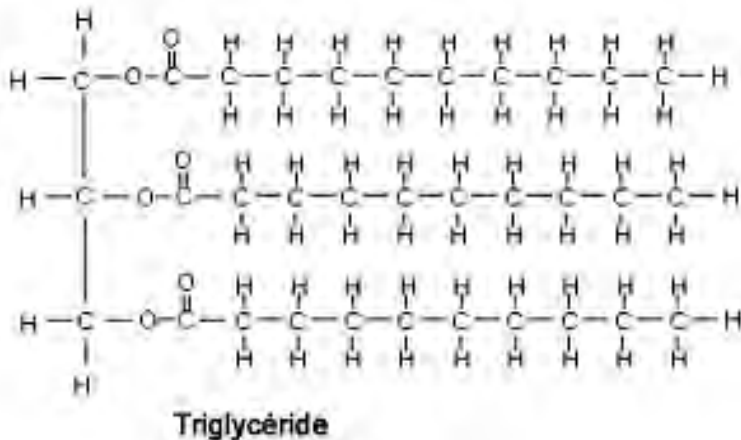


- Lipides

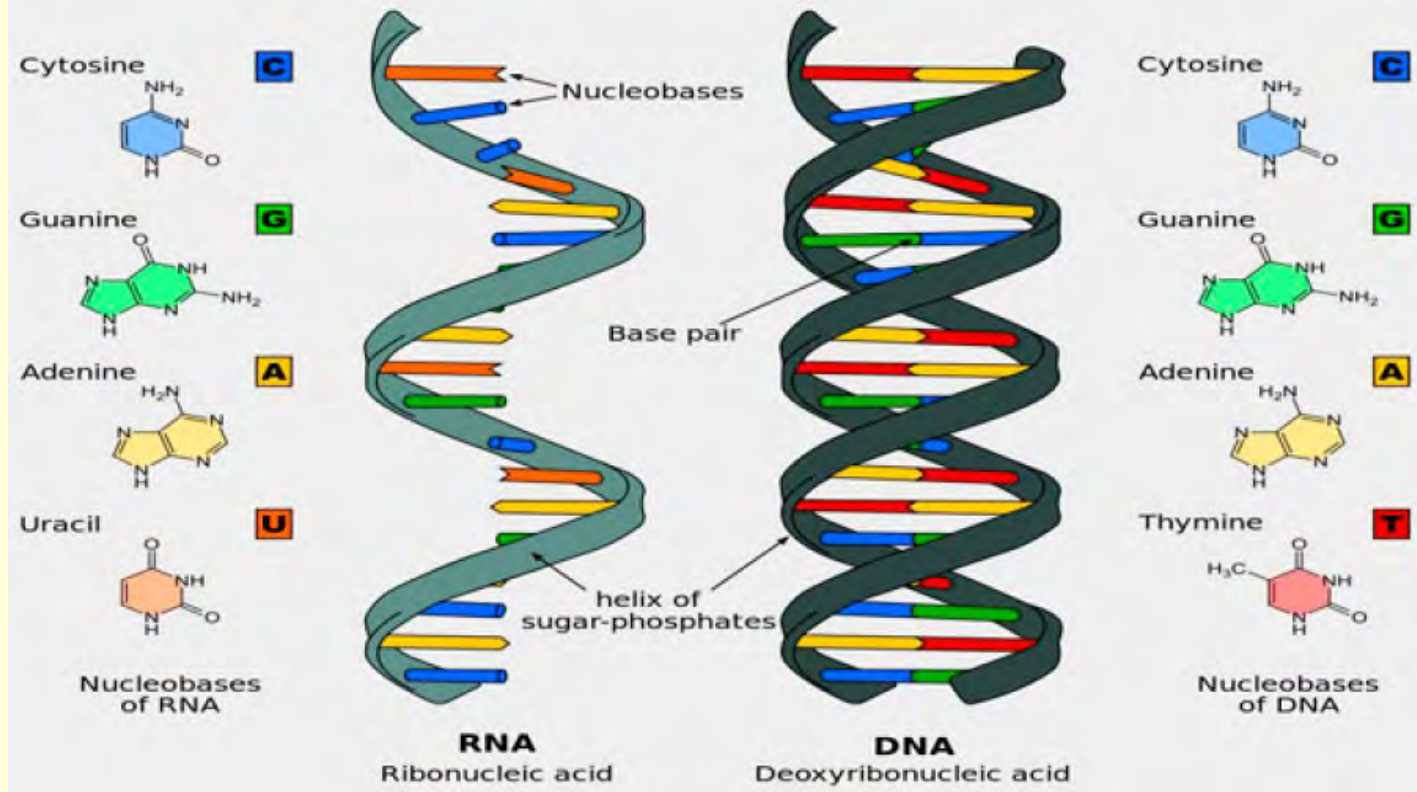




- Lipides

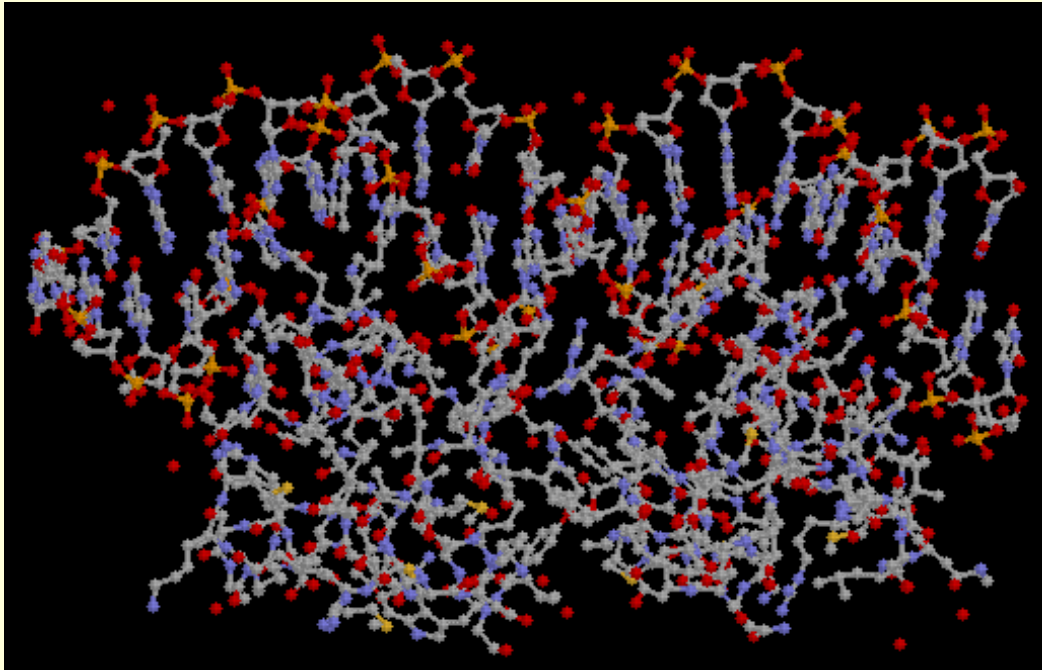
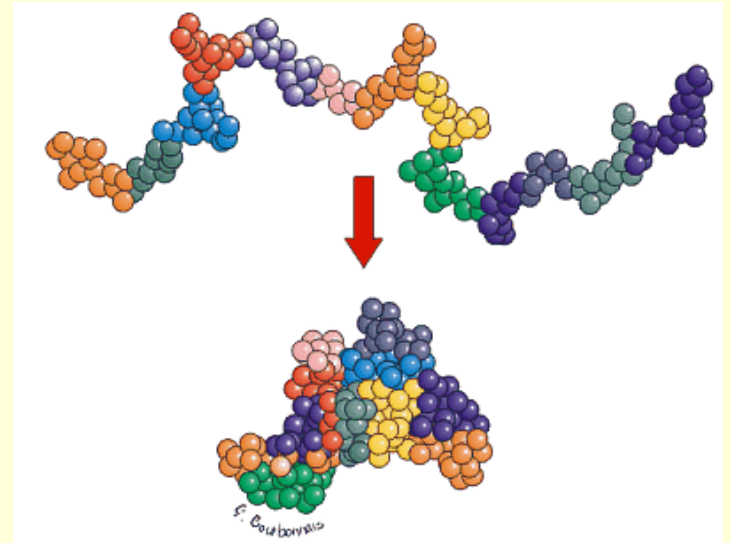
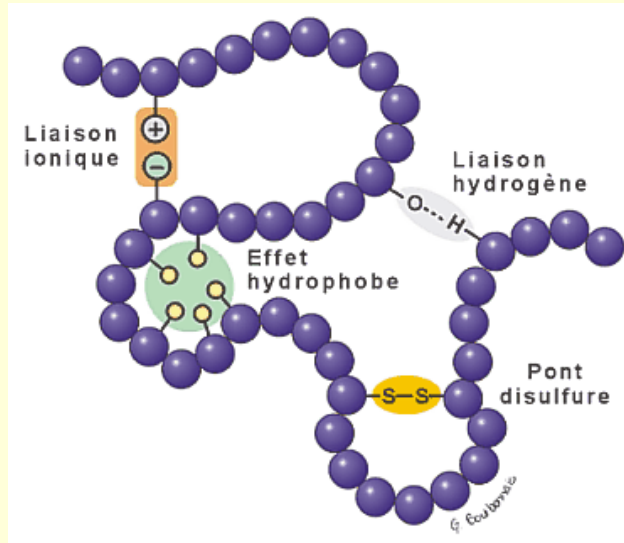


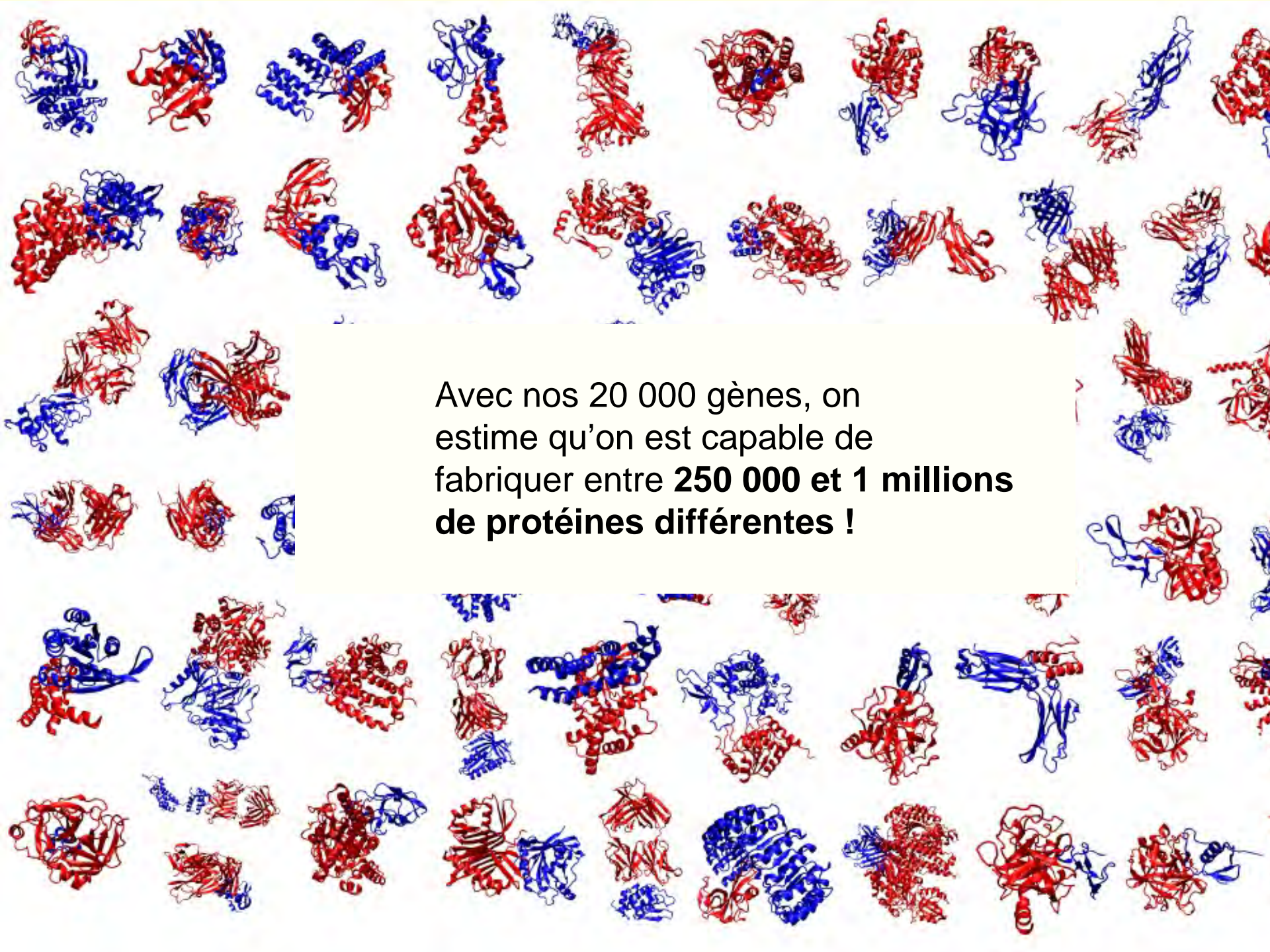
- Glucides
- Lipides
- **Bases nucléiques**



- Glucides
- Lipides
- Bases nucléiques

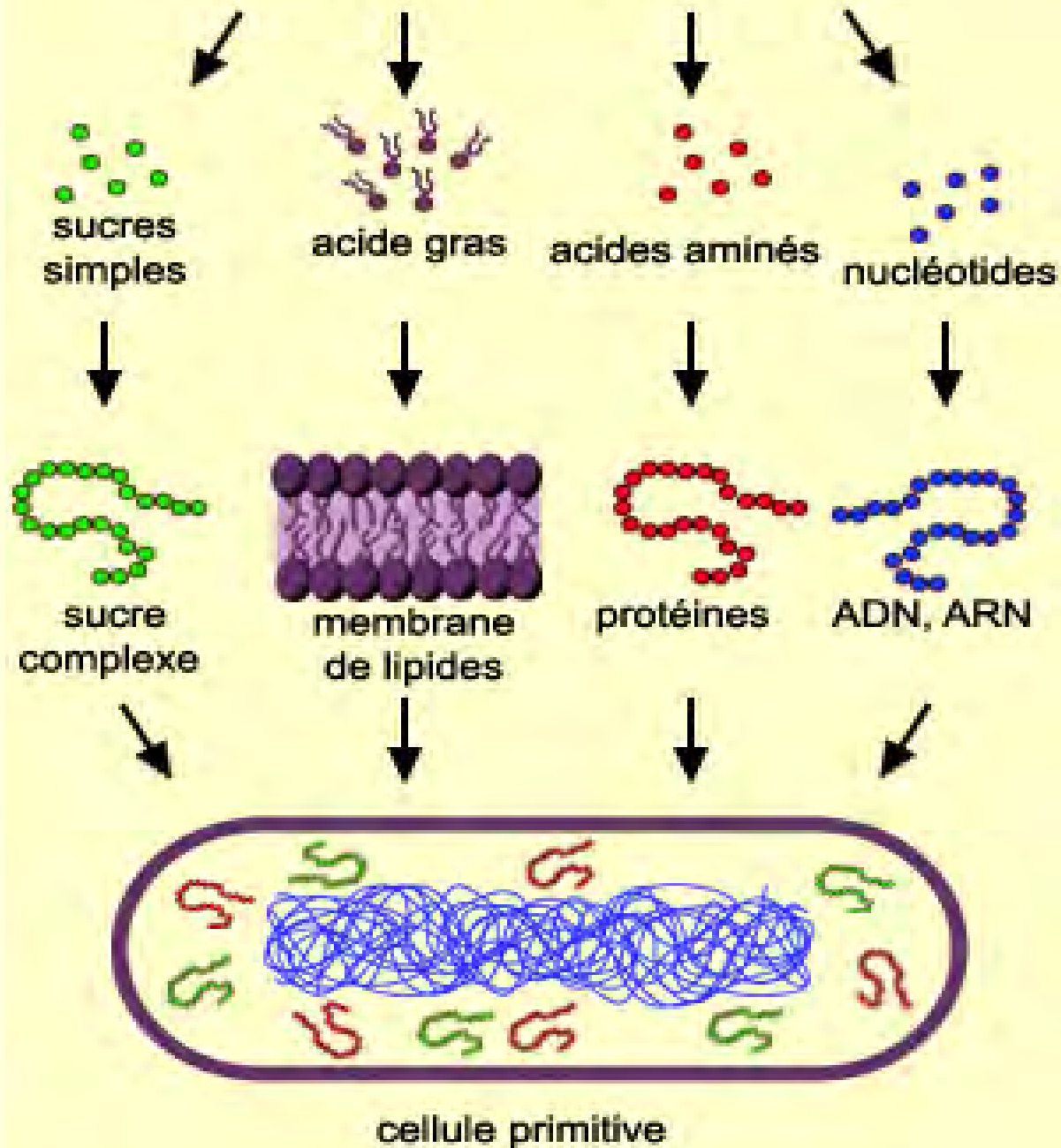
- **Protéines**





Avec nos 20 000 gènes, on estime qu'on est capable de fabriquer entre **250 000 et 1 millions de protéines différentes !**

atmosphère et "soupe" primitive



sucres
simples

acide gras

acides aminés

nucléotides



sucre
complexe



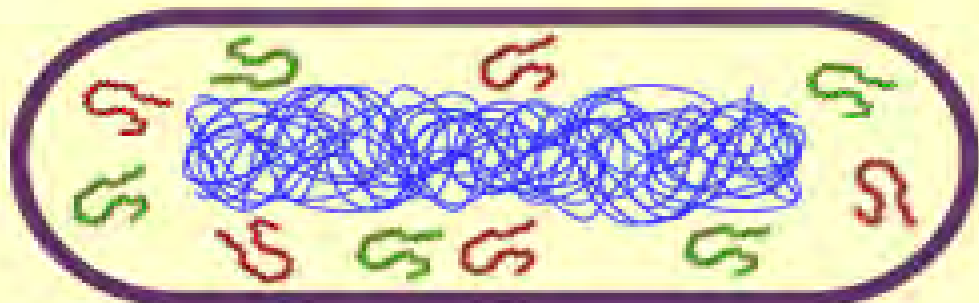
membrane
de lipides



protéines



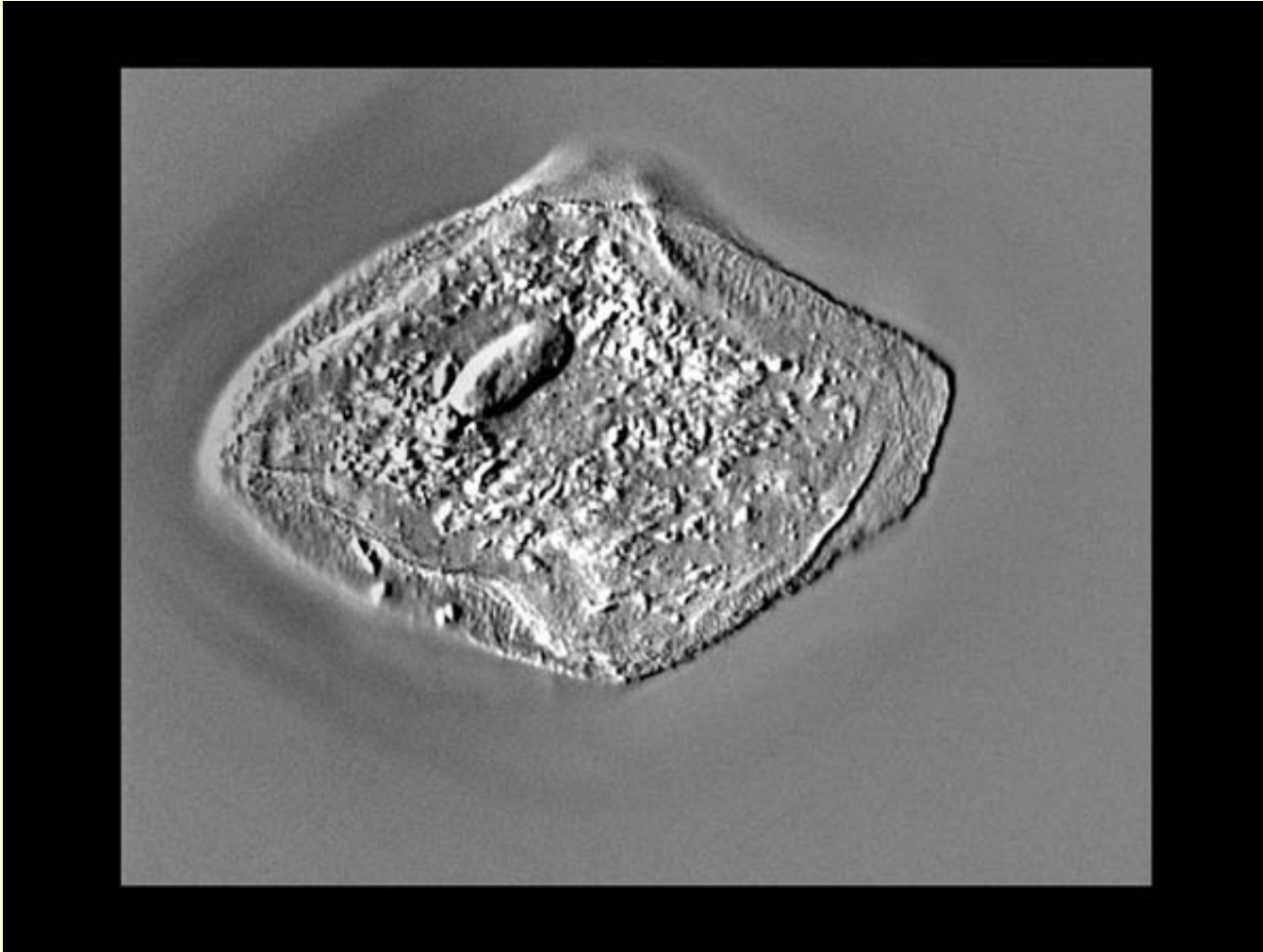
ADN, ARN



cellule primitive

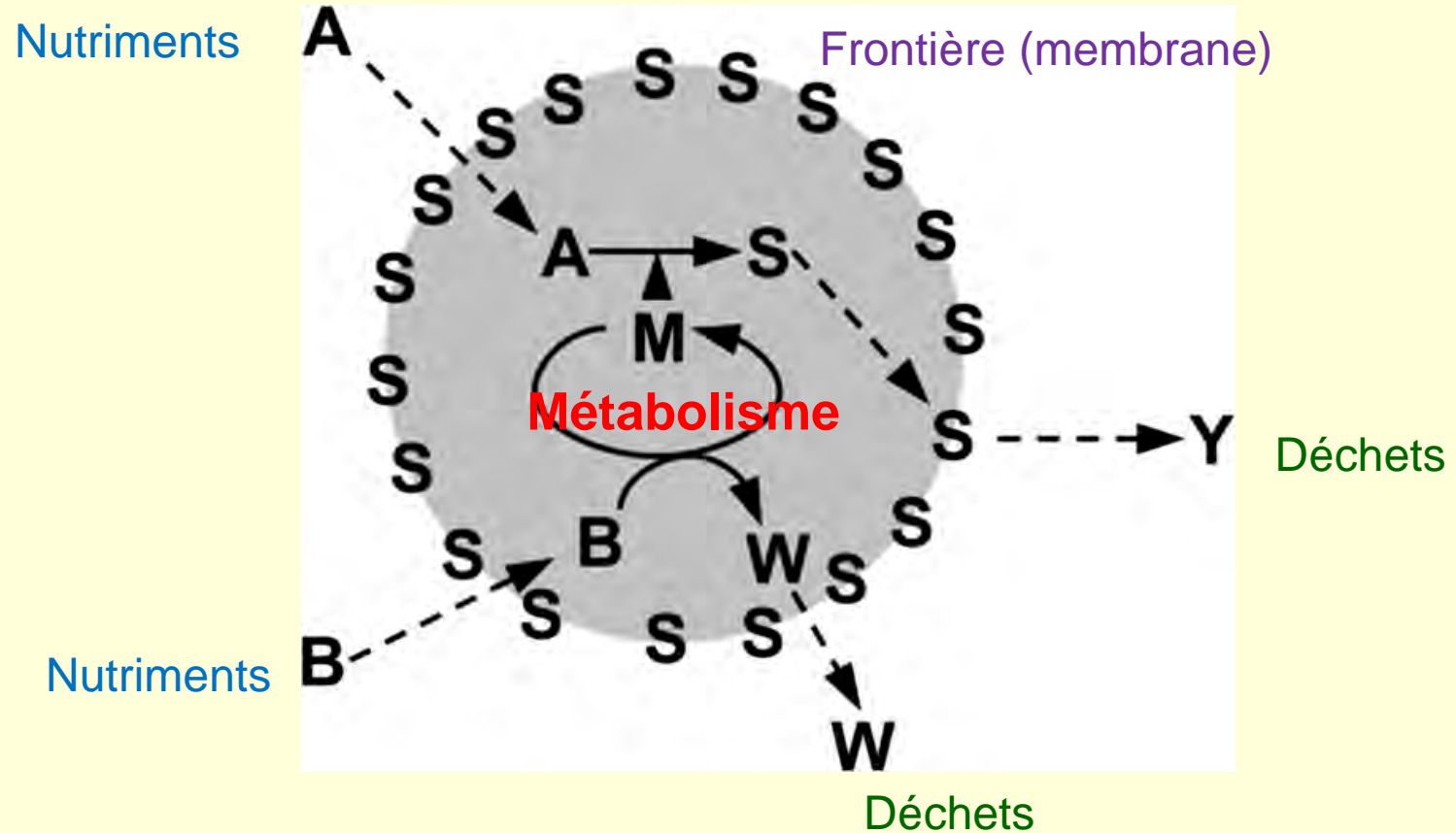
C'est quoi une cellule ?

(à part le fait que c'est l'élément de base de tout être vivant)



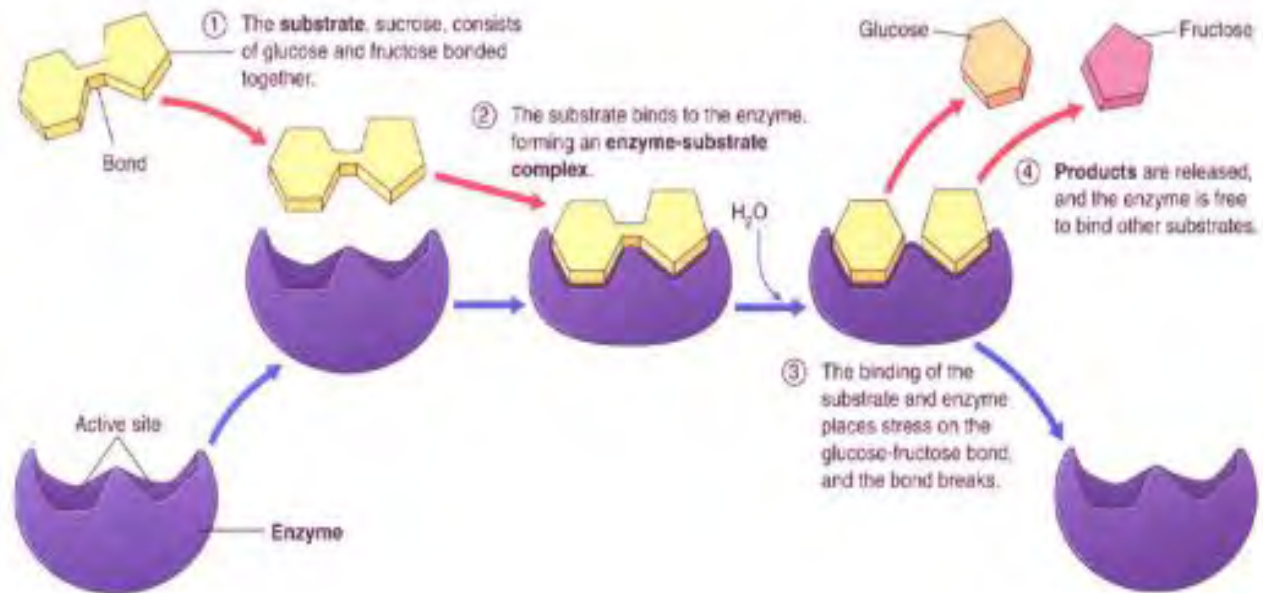
C'est quoi une cellule ?

(à part le fait que c'est l'élément de base de tout être vivant)

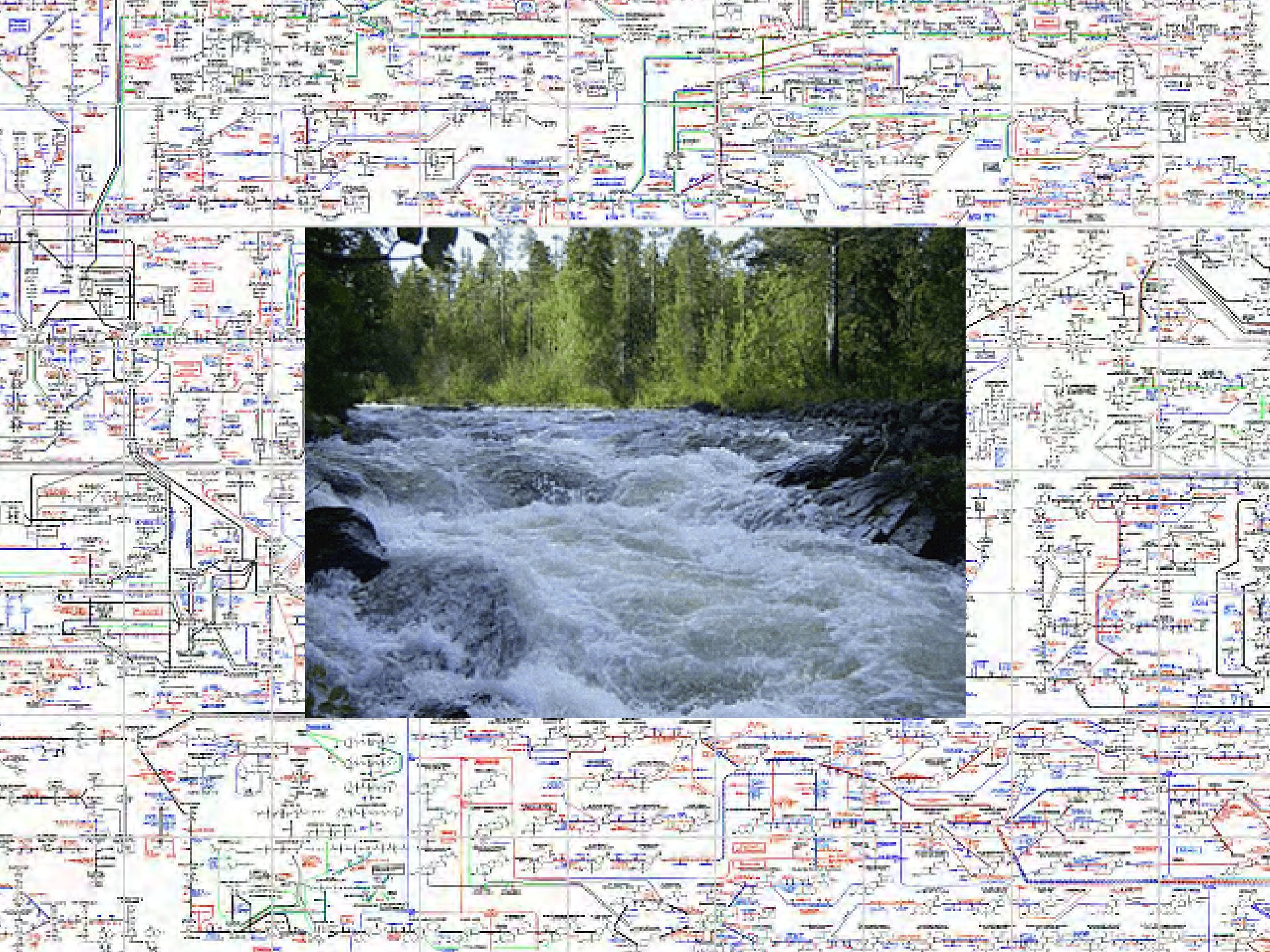


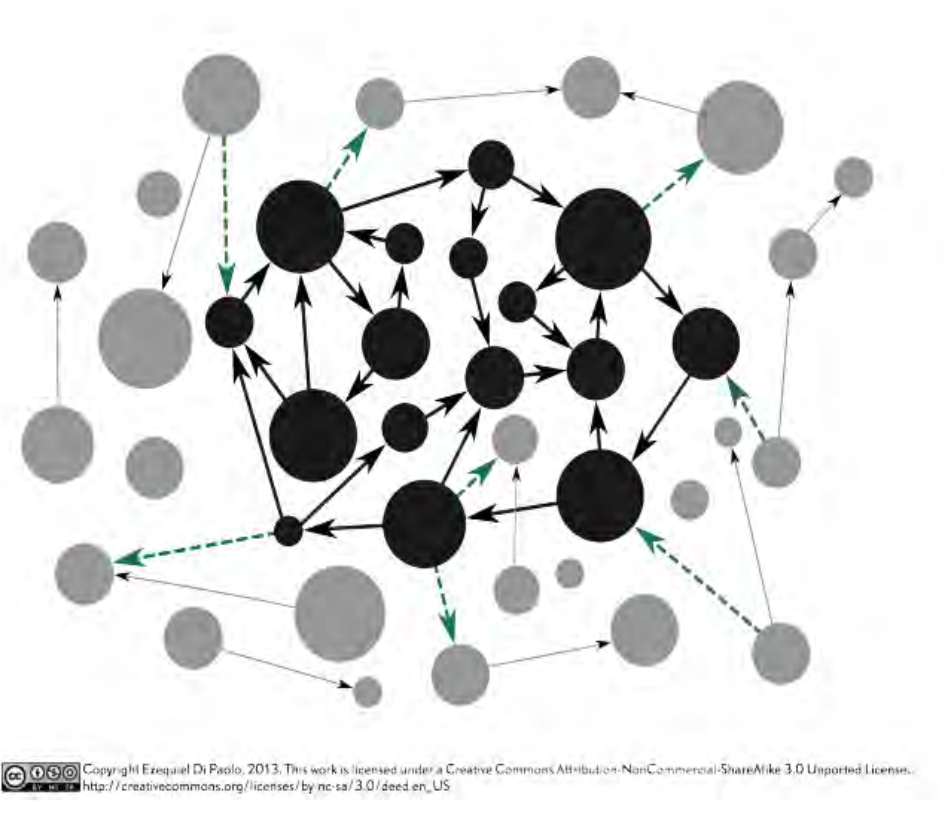
Une cellule est un « **système ouvert** »
formant un réseau
continuellement en train de s'auto-produire.

Sucrose



Une cellule est un « système ouvert »
formant un réseau
continuellement en train de s'auto-produire.

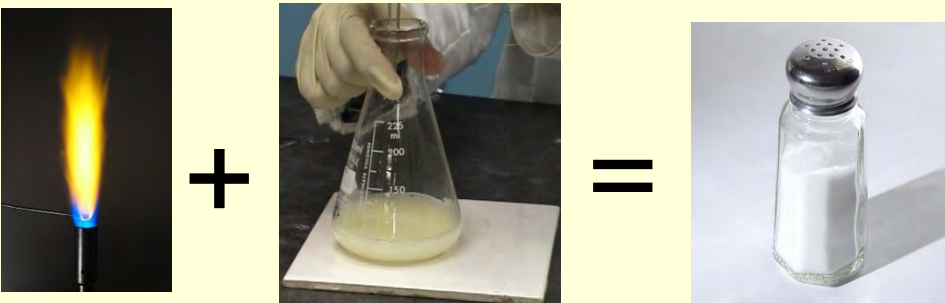




Il n'y a pas d'endroit particulier qui pourrait être associé à un "centre de la vie" à l'intérieur de la cellule (pas plus qu'il n'y a de "centre de" quoi que ce soit dans le cerveau...)

Car la vie n'est pas localisée.

Elle émerge des interactions collectives du réseau des composants moléculaires qui forment la cellule.



Sodium (Na)
(métal inflammable)

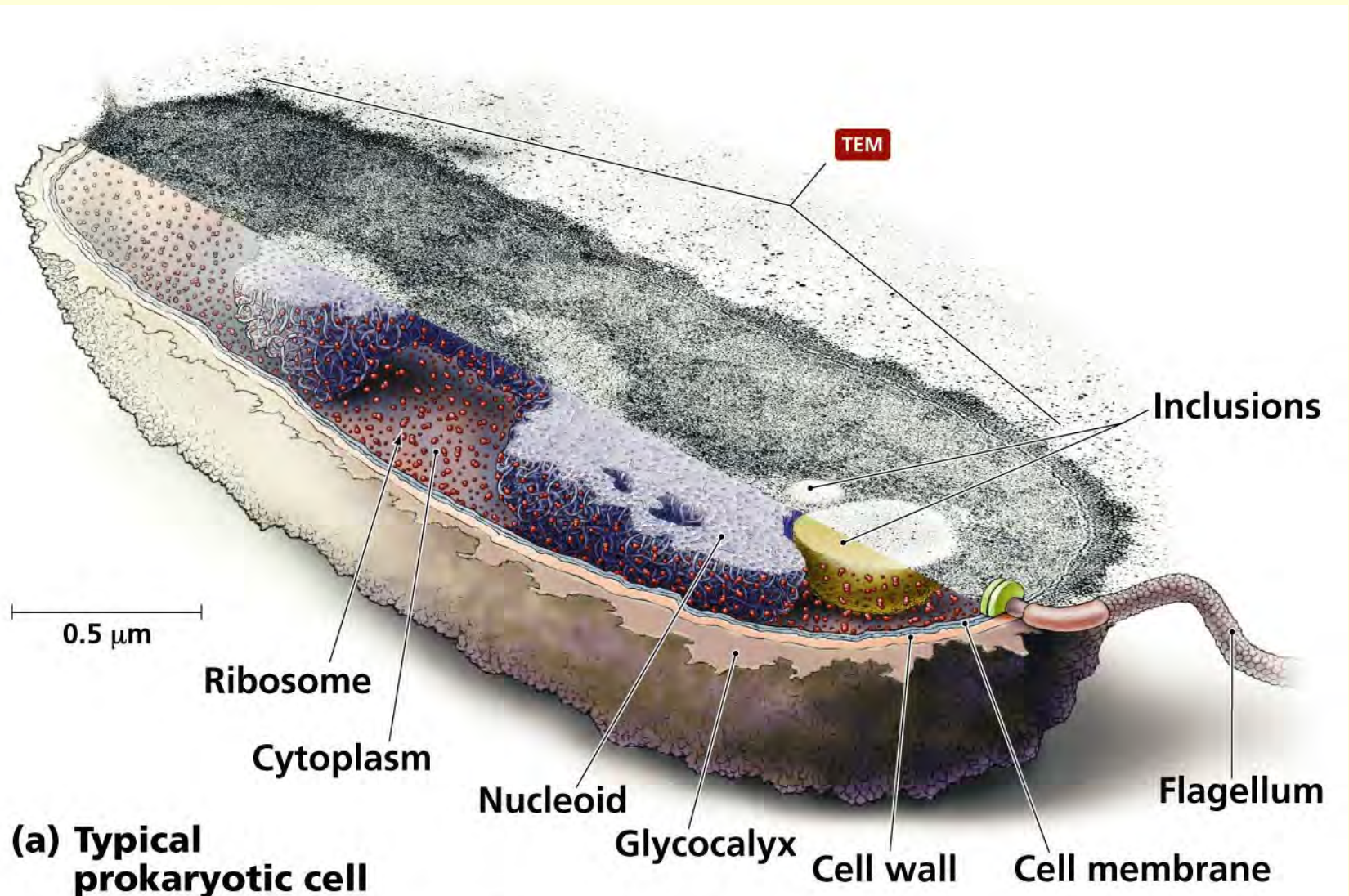
Chlore (Cl)
(gaz très toxique)

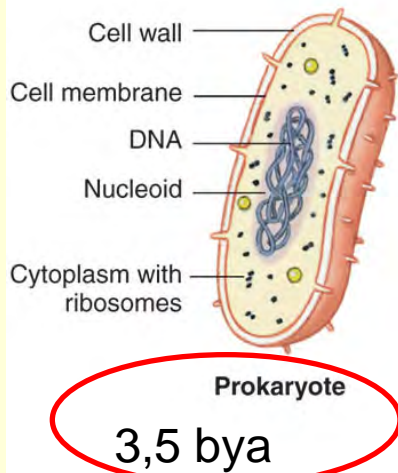
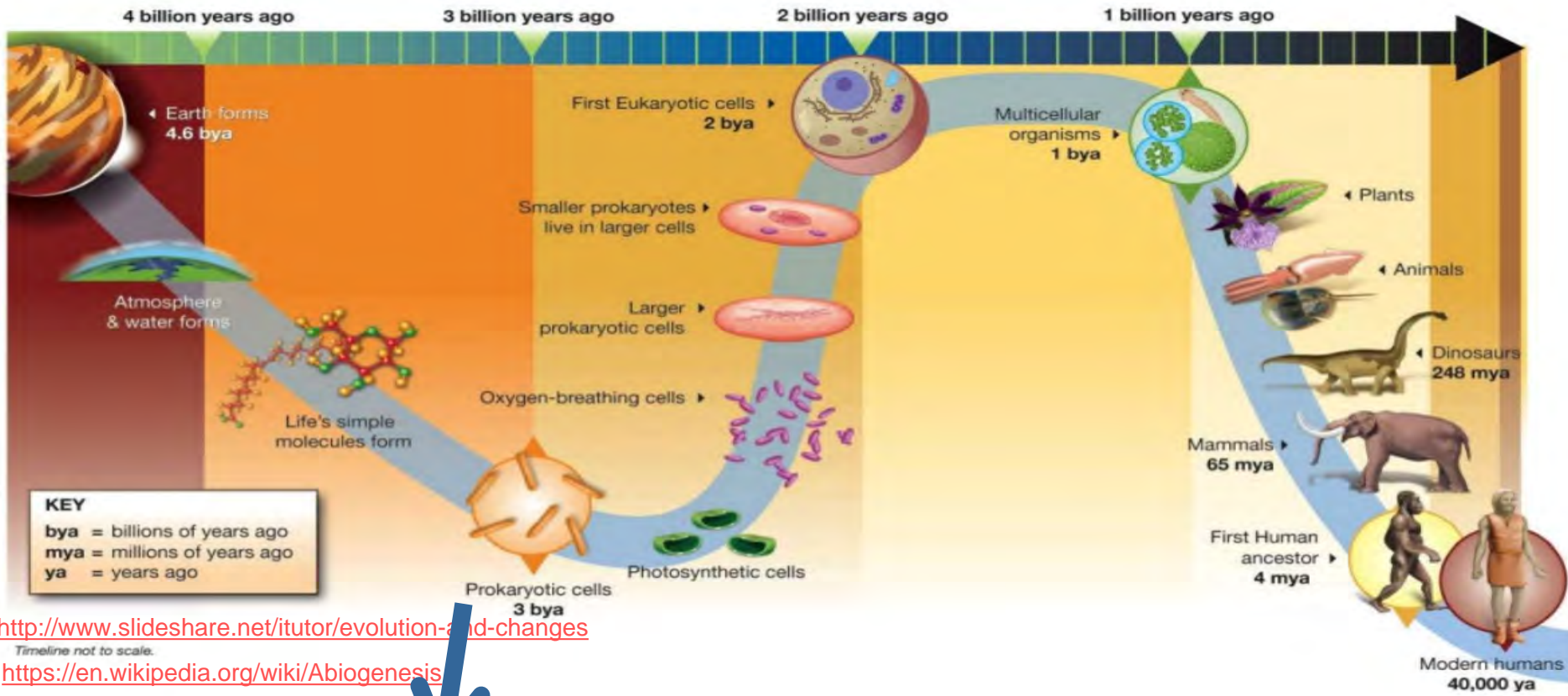
Chlorure de sodium (NaCl)
(sel de table comestible)

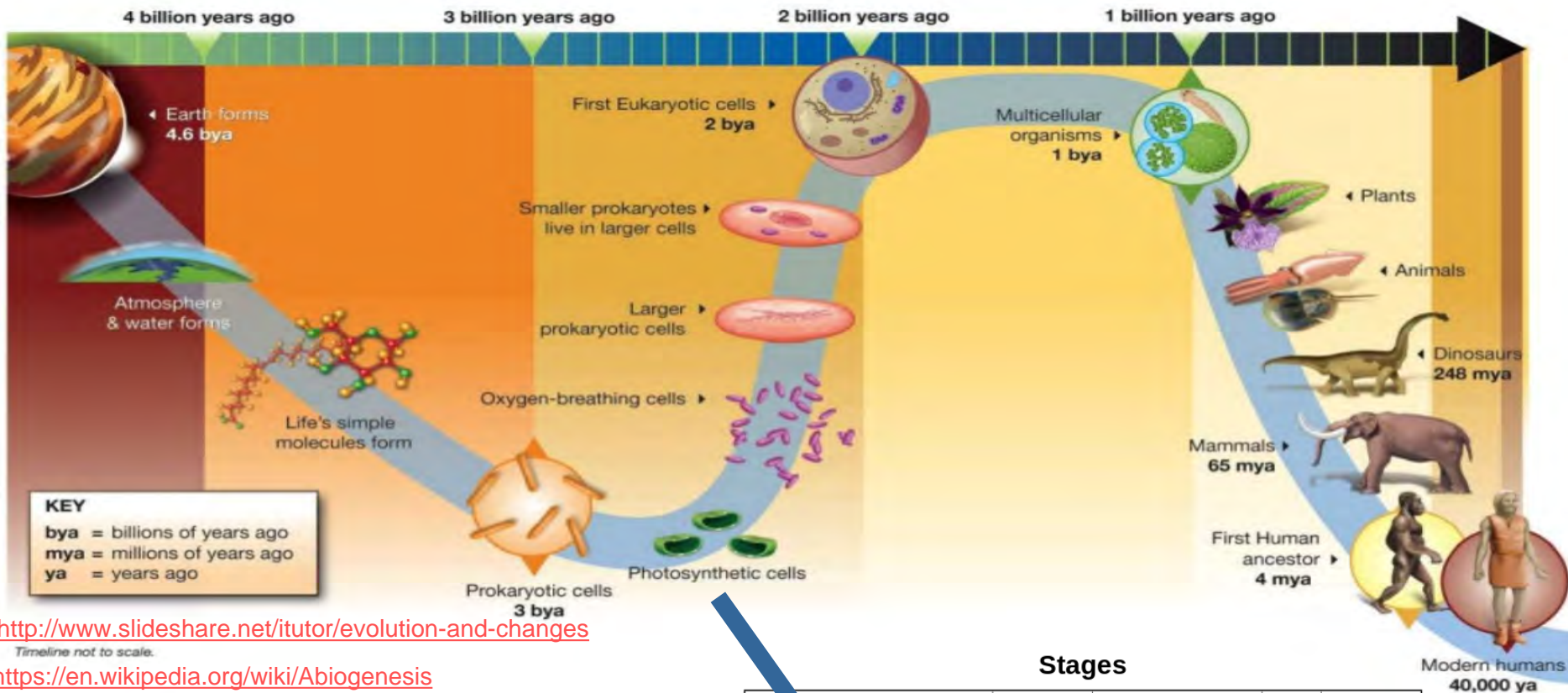
La vie est une **propriété émergente** qui n'est pas présente dans les parties mais dans le tout que forment ces parties.

"Le tout est plus que la sommes de ses parties."

Bref, les premières cellules vivante sont déjà infiniment complexes !





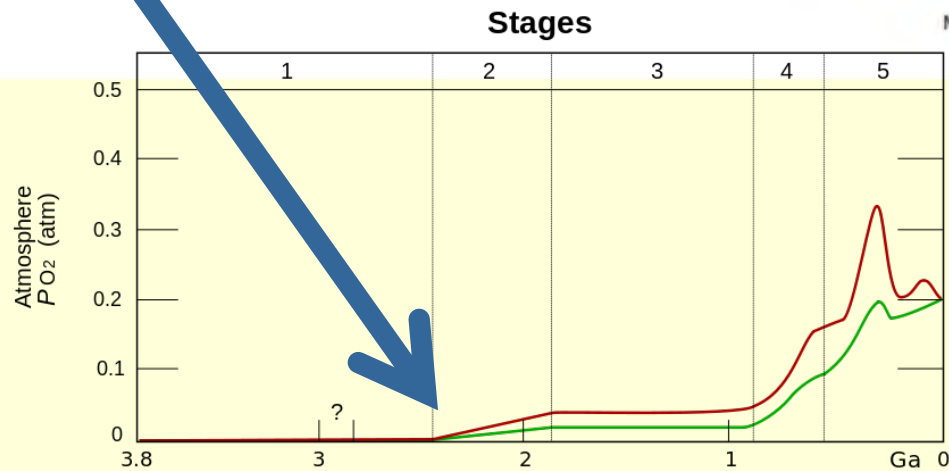


<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>

Timeline not to scale.

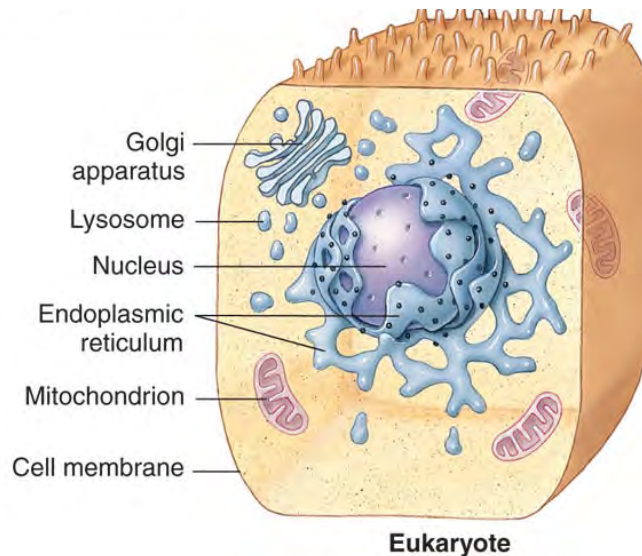
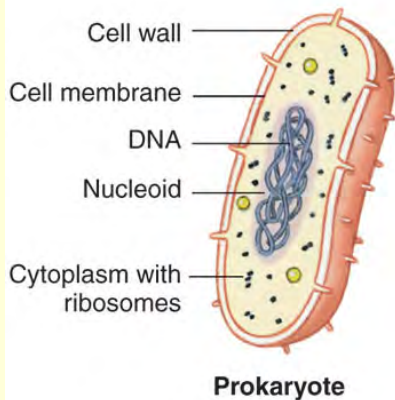
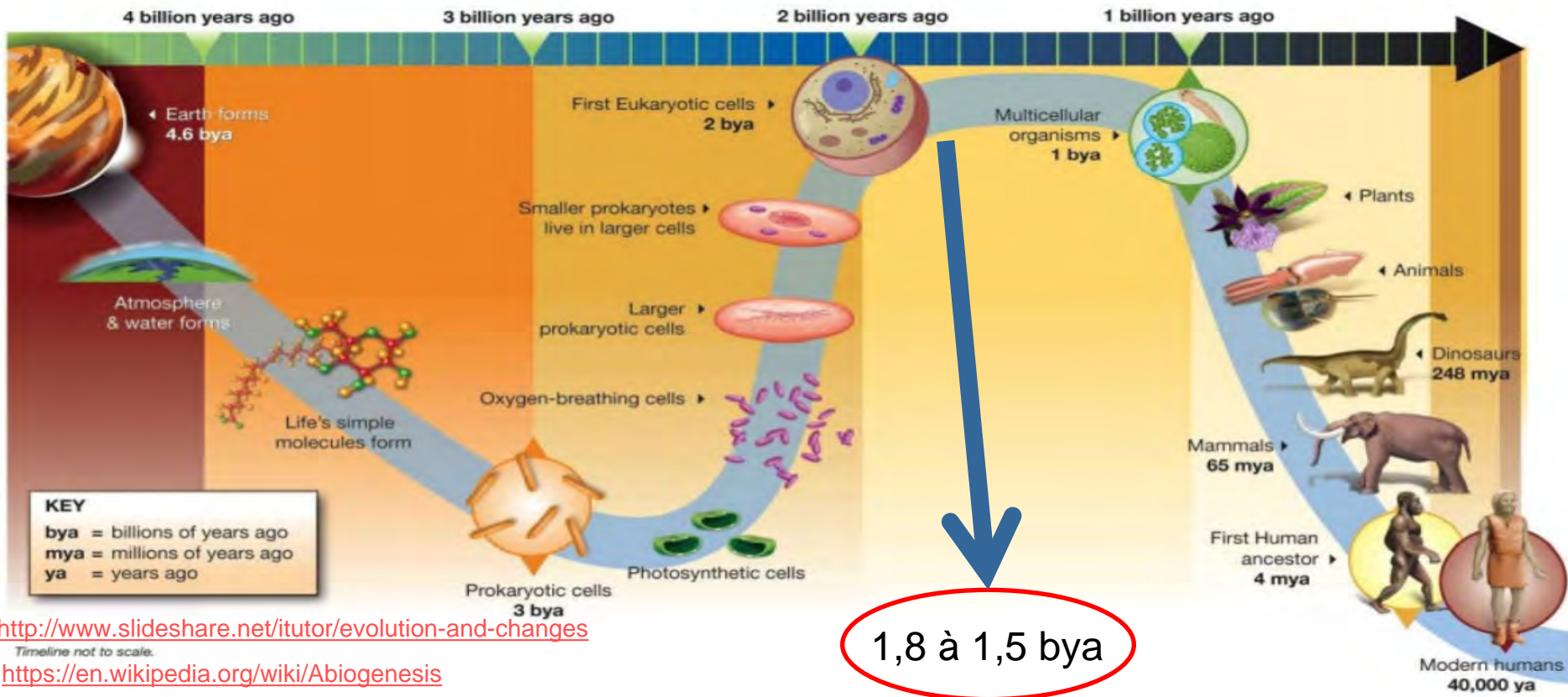
<https://en.wikipedia.org/wiki/Abiogenesis>

Vers -2,4 milliards d'années, grâce aux cyanobactéries photosynthétiques anaérobies, l'oxygène va commencer à se répandre dans l'océan et dans l'atmosphère.

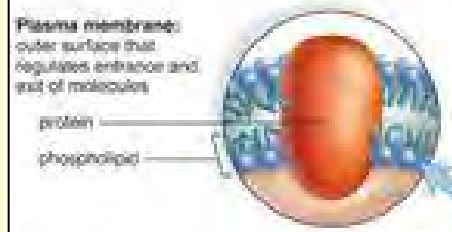
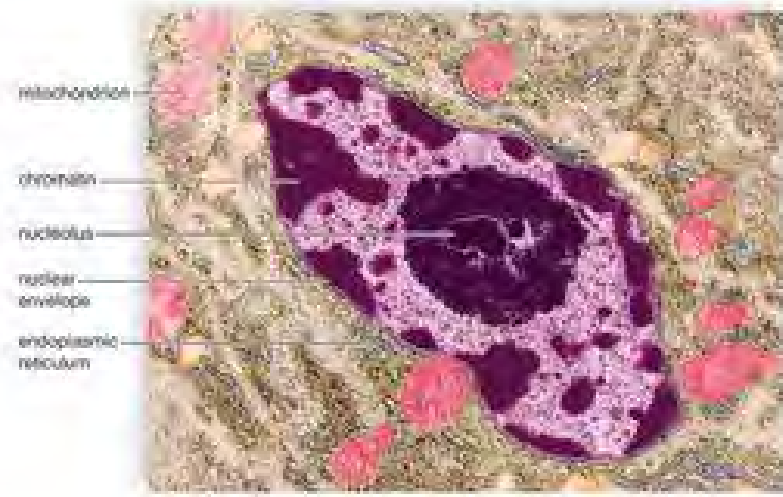


Évolution de la concentration en dioxygène de l'atmosphère terrestre. Limites haute en rouge et basse en vert¹.

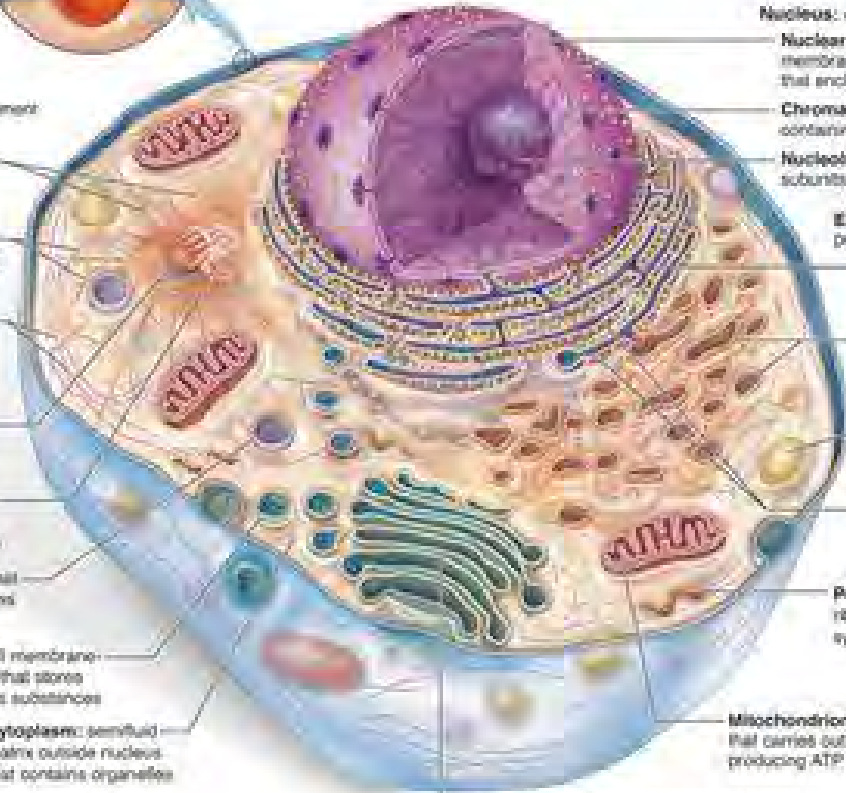
Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Grande_Oxydation



Les réseaux complexes se « compartimentalisent »

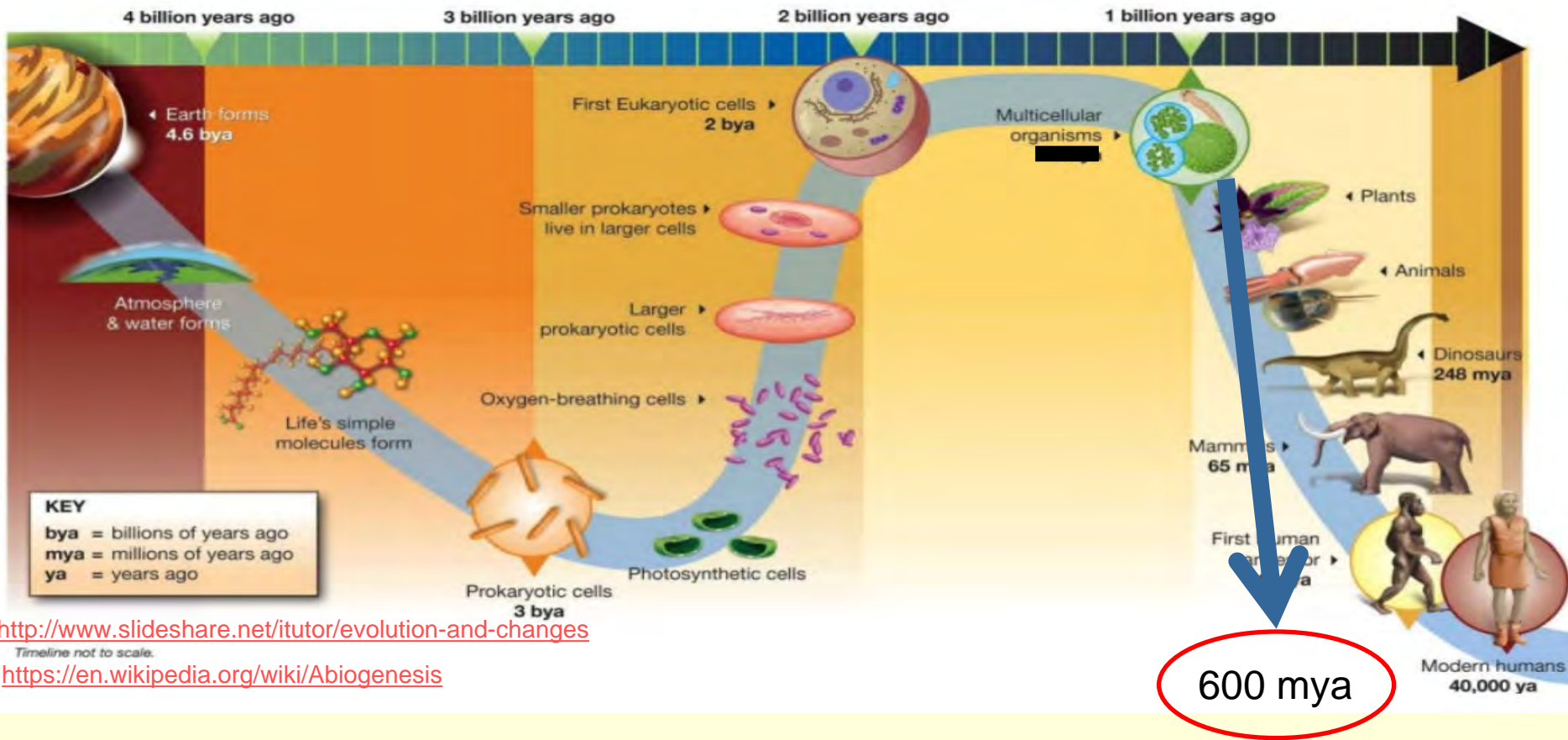


- Cytoskeleton:** maintains cell shape and assists movement of cell parts:
 - Microtubules:** protein; cylinders that move organelles
 - Intermediate filaments:** protein fibers that provide stability of shape
 - Actin filaments:** protein fibers that play a role in change of shape
- Centrioles*:** short 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



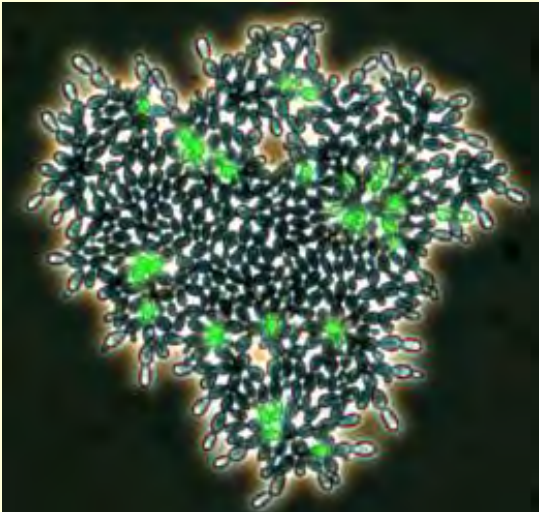
- Nucleus:** command center of cell
- Nuclear envelope:** double membrane with nuclear pores that encloses nucleus
- Chromatin:** diffuse threads containing DNA and protein
- Nucleolus:** region that produces subunits of ribosomes
- Endoplasmic reticulum:** protein and lipid metabolism
 - Rough ER:** 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

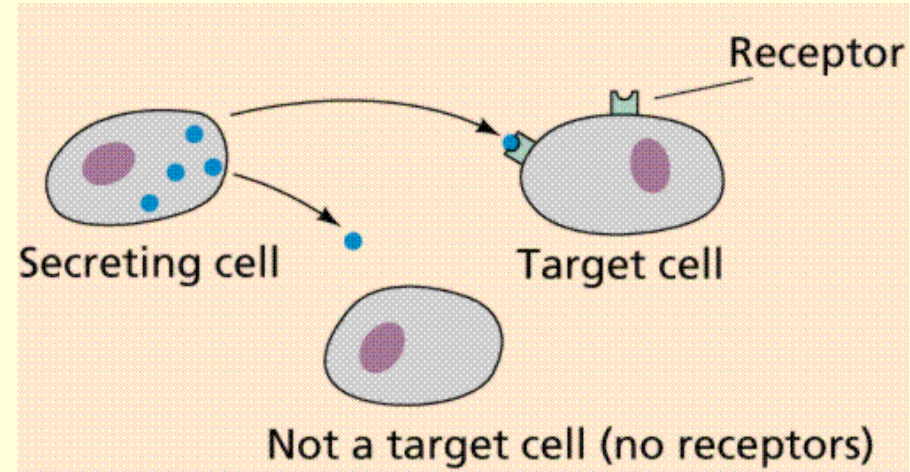
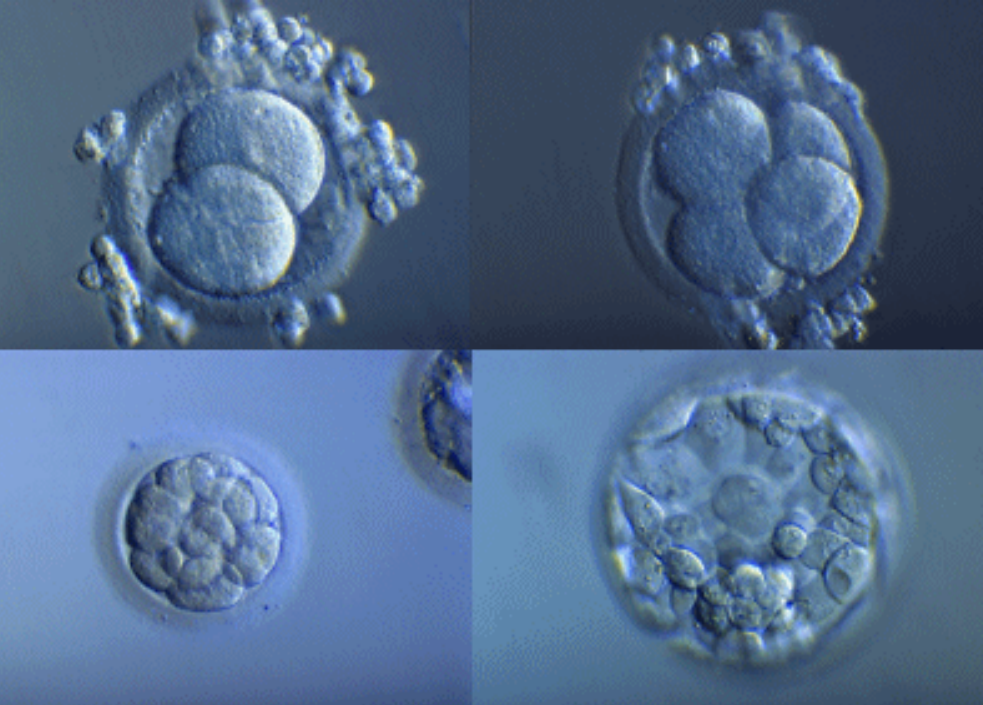
*Not in plant cells



<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Abiogenesis>

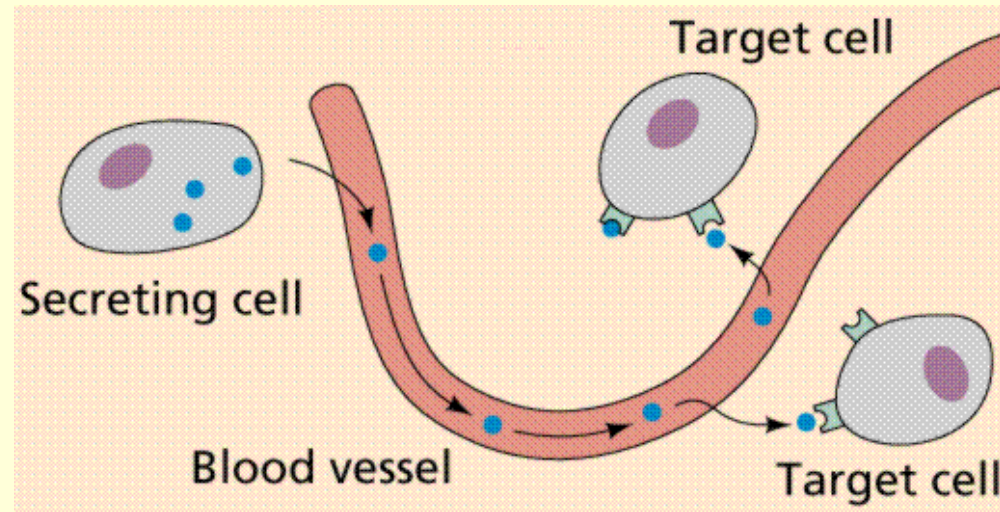
Et puis, après des essais infructueux il y a environ 2 milliards d'années, l'émergence de la vie **multicellulaire** apparaît véritablement il y a un peu plus de 600 millions d'années.

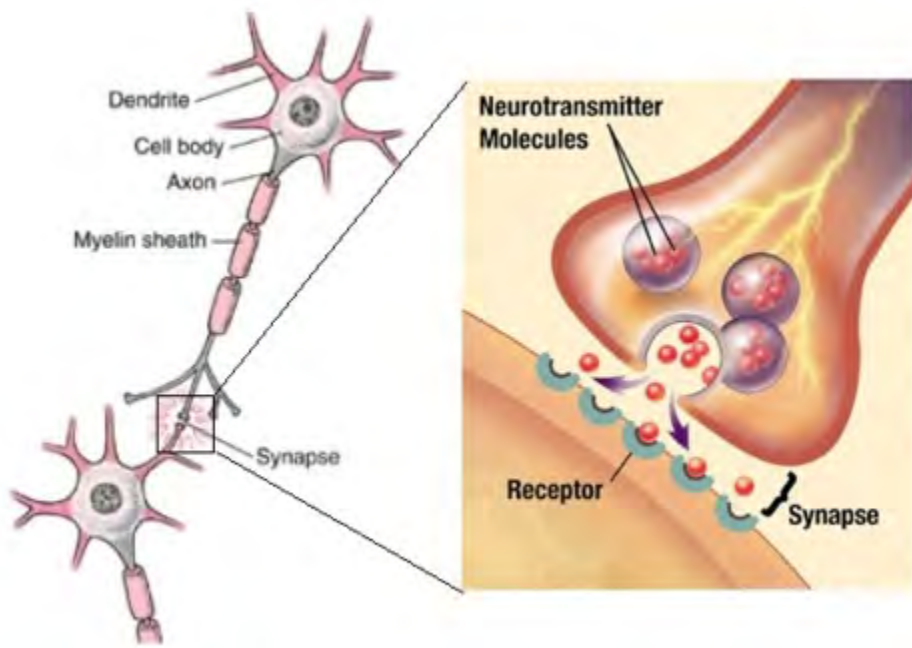




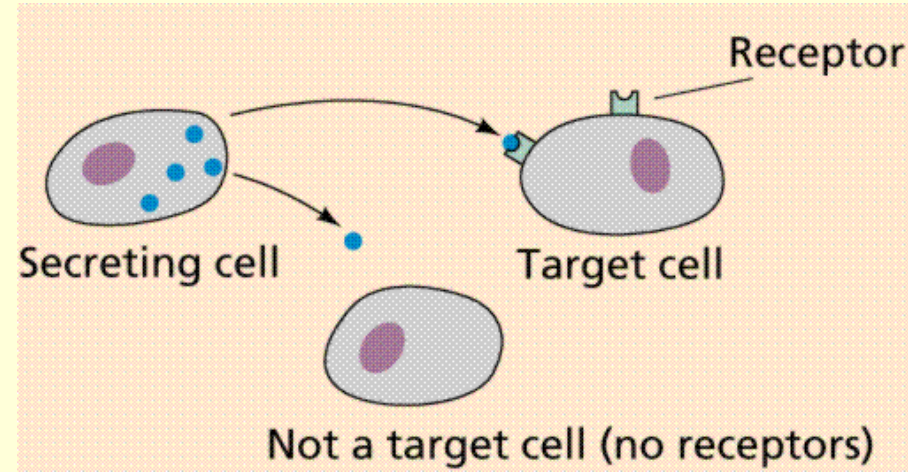
Hormones !

(système endocrinien)

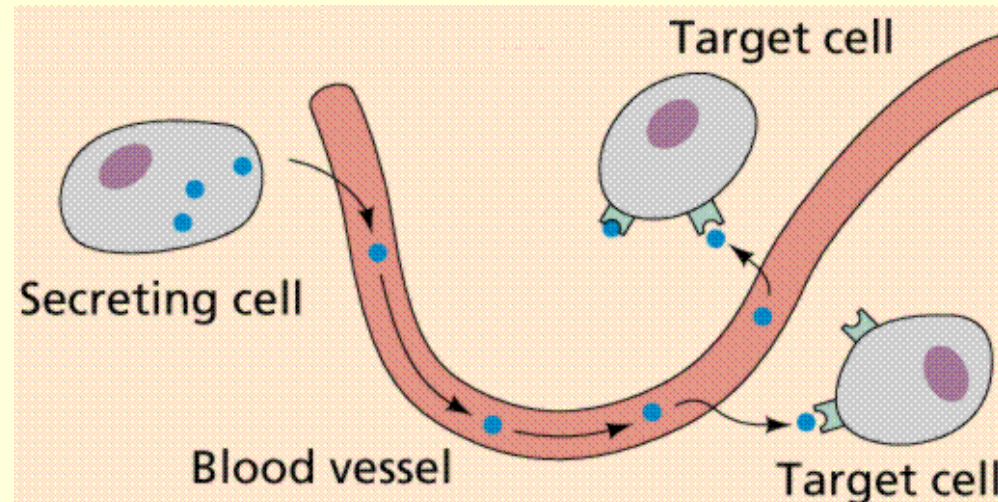




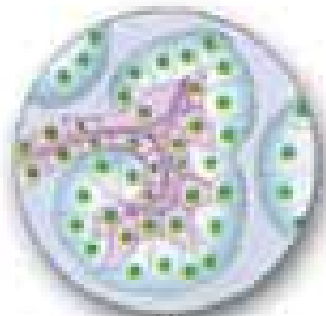
...mais aussi neurotransmetteurs et récepteur des neurones du **système nerveux !**



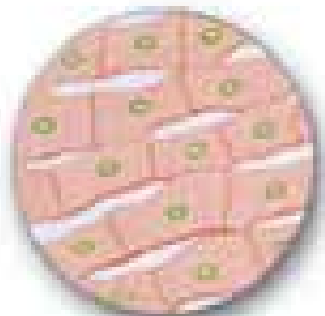
Hormones !
(système endocrinien)



Chez les multicellulaires, on va aussi assister au phénomène de **spécialisation cellulaire**...



cellule
pancréatique



cellule
cardiaque



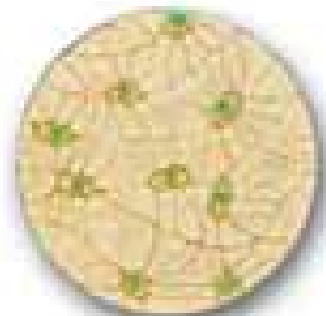
cellule
sanguine



cellule
pulmonaire



ovule



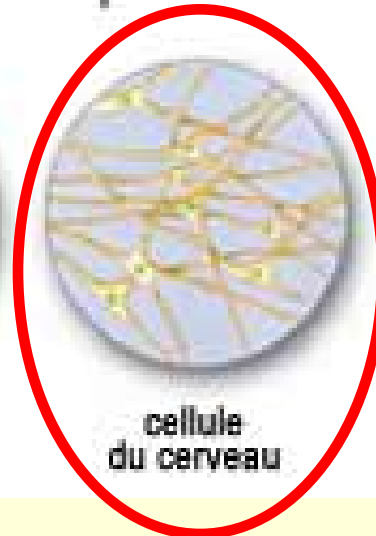
cellule
osseuse



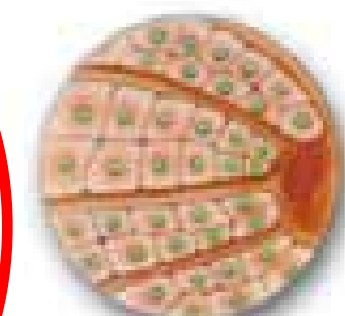
cellule
de la rate



cellule
musculaire



cellule
du cerveau



cellule
du foie

Mais avant de poursuivre avec l'avènement
des systèmes nerveux chez les animaux...

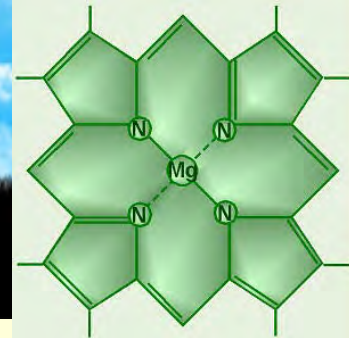
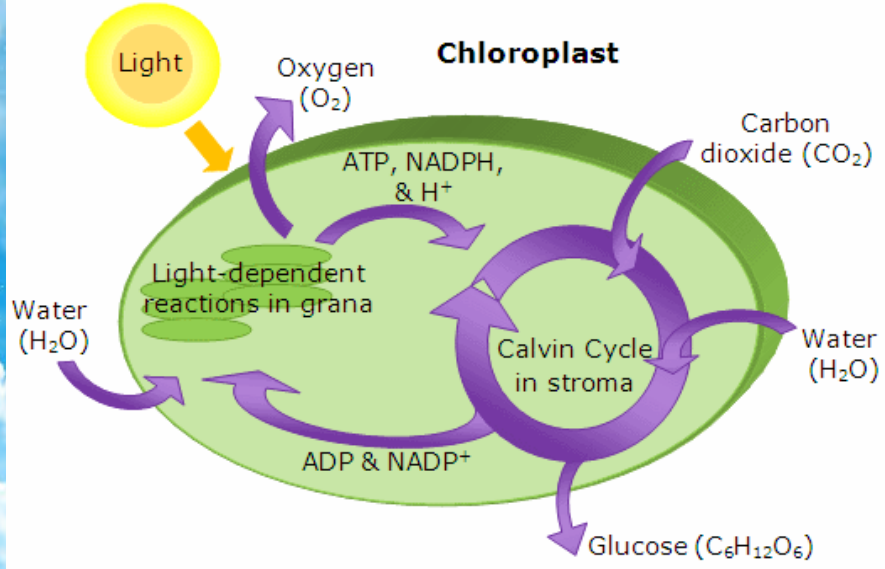
il faut rappeler ici le 2^e principe de la thermodynamique





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

- Henri Laborit

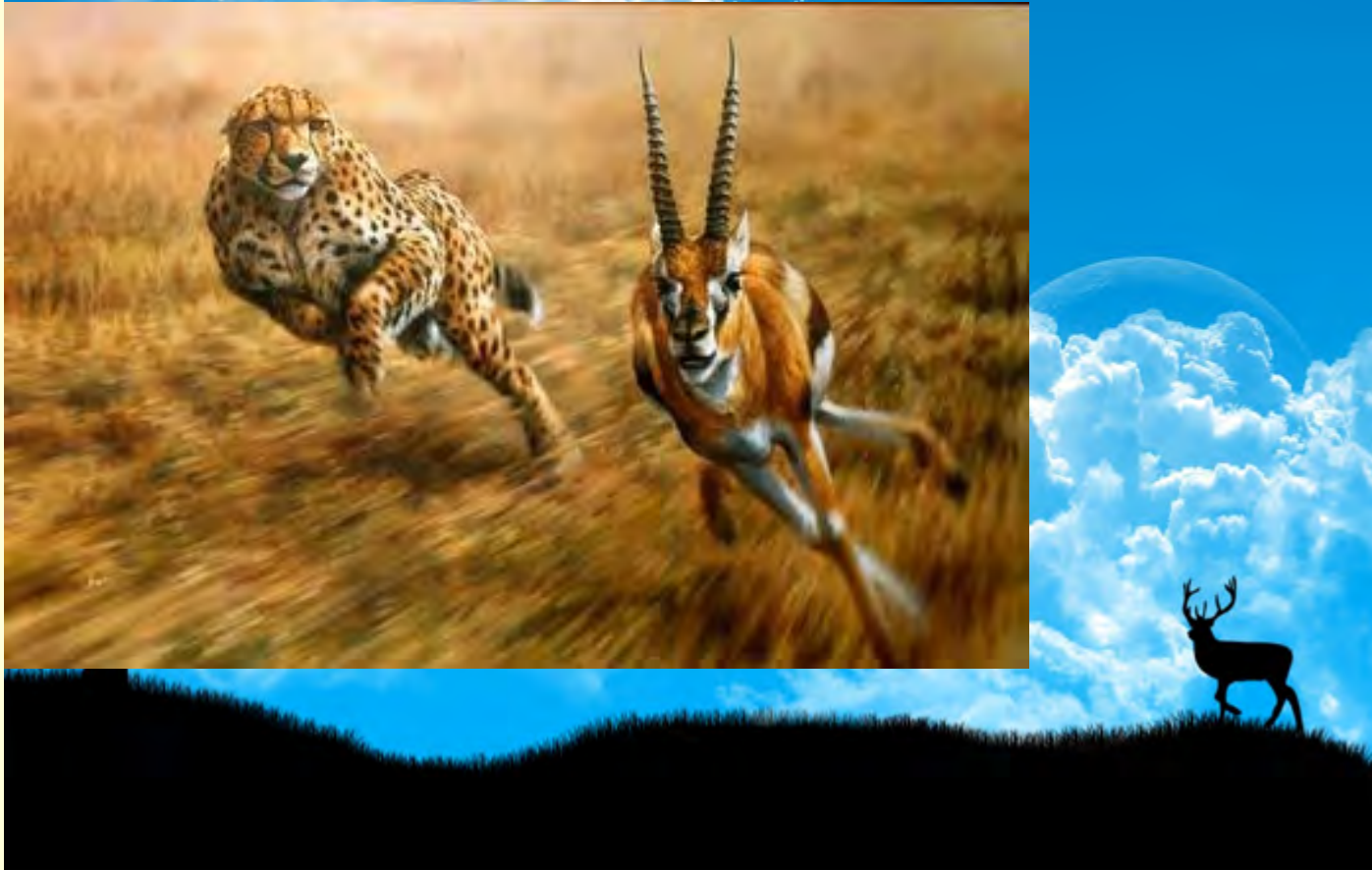


Plantes :

photosynthèse

grâce à l'énergie du soleil

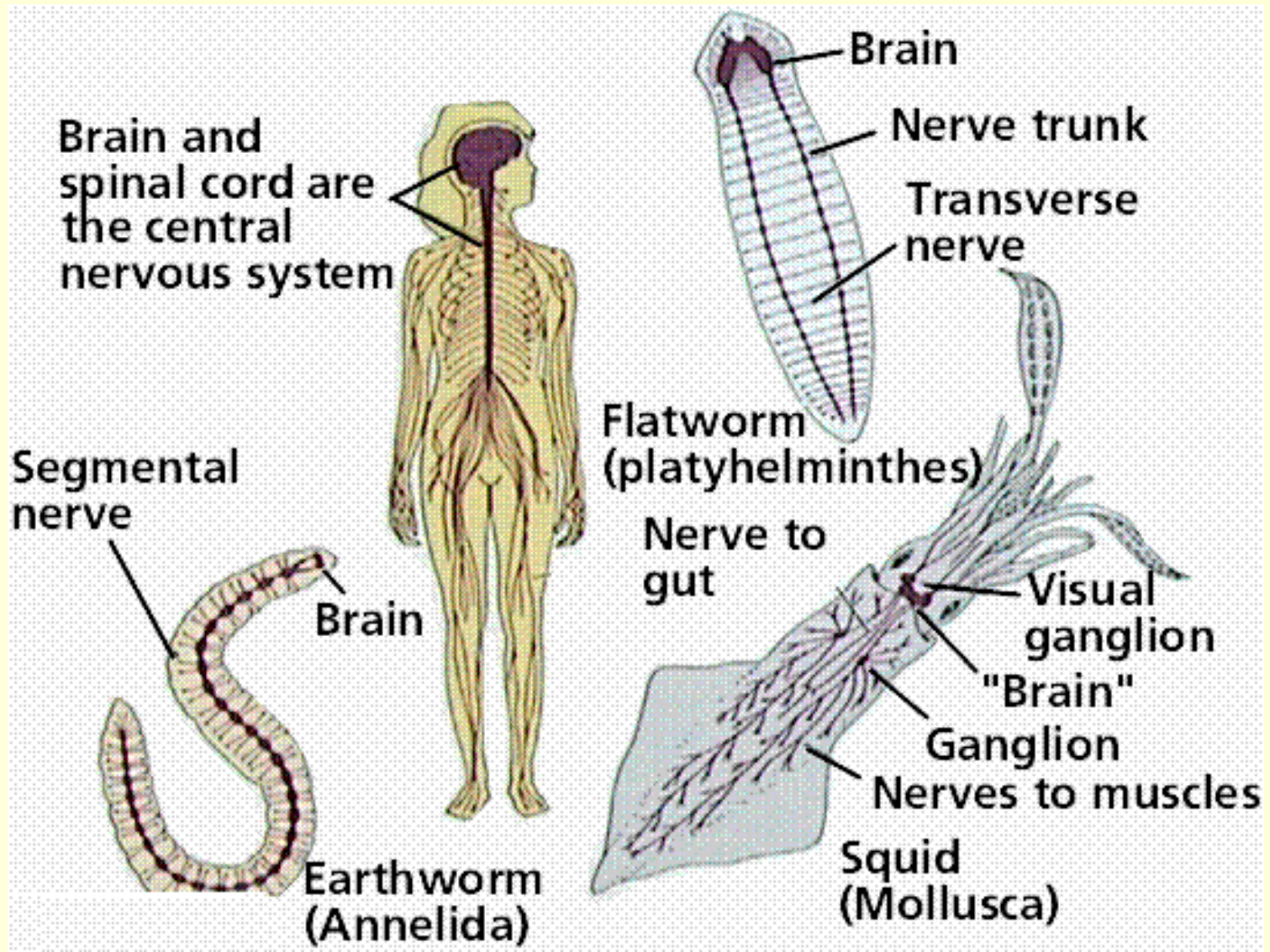




Animaux :

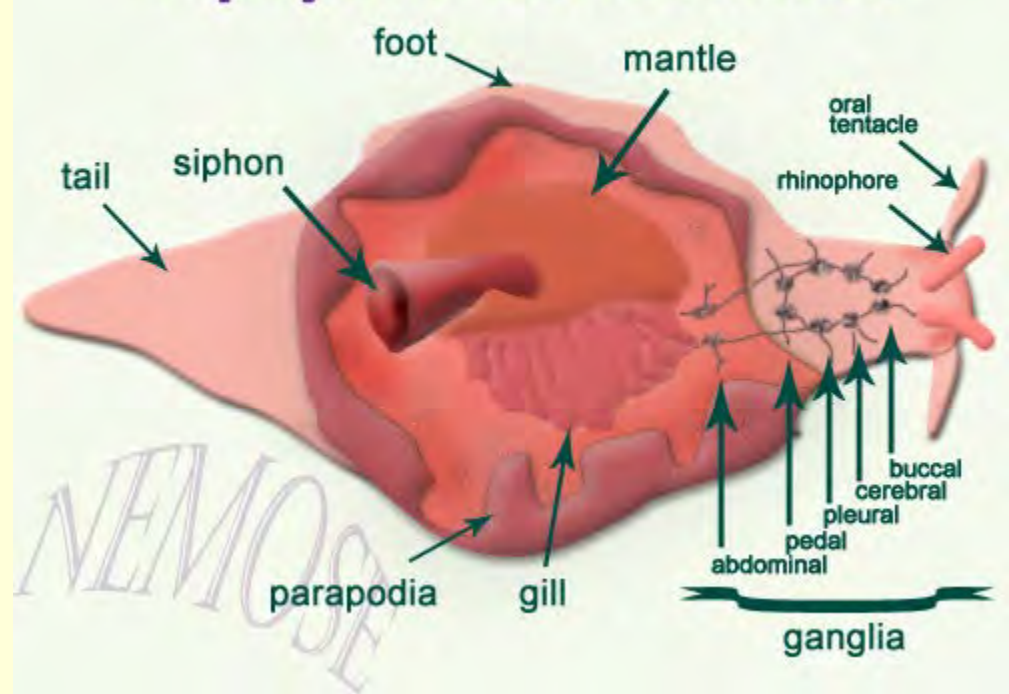
autonomie motrice
pour trouver leurs ressources
dans l'environnement

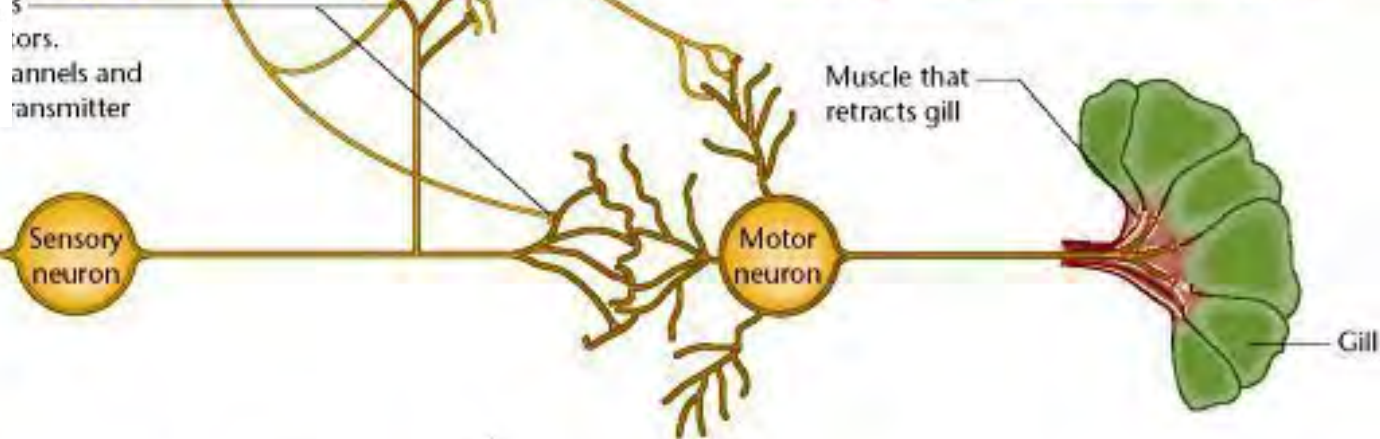
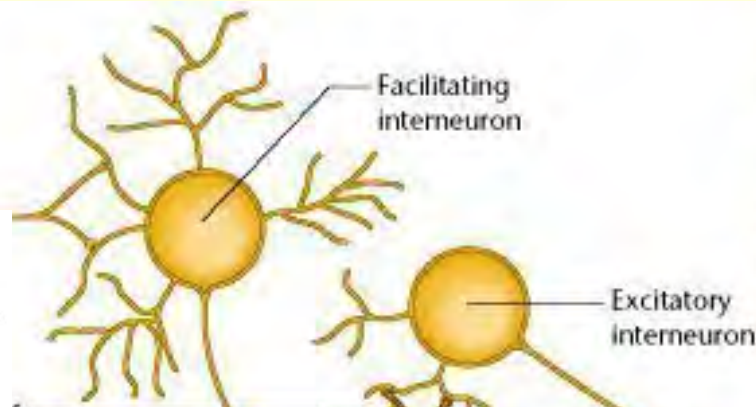
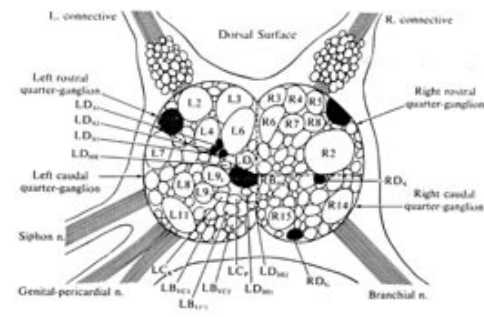
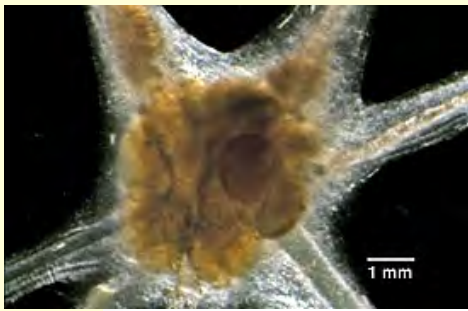
Systemes nerveux !





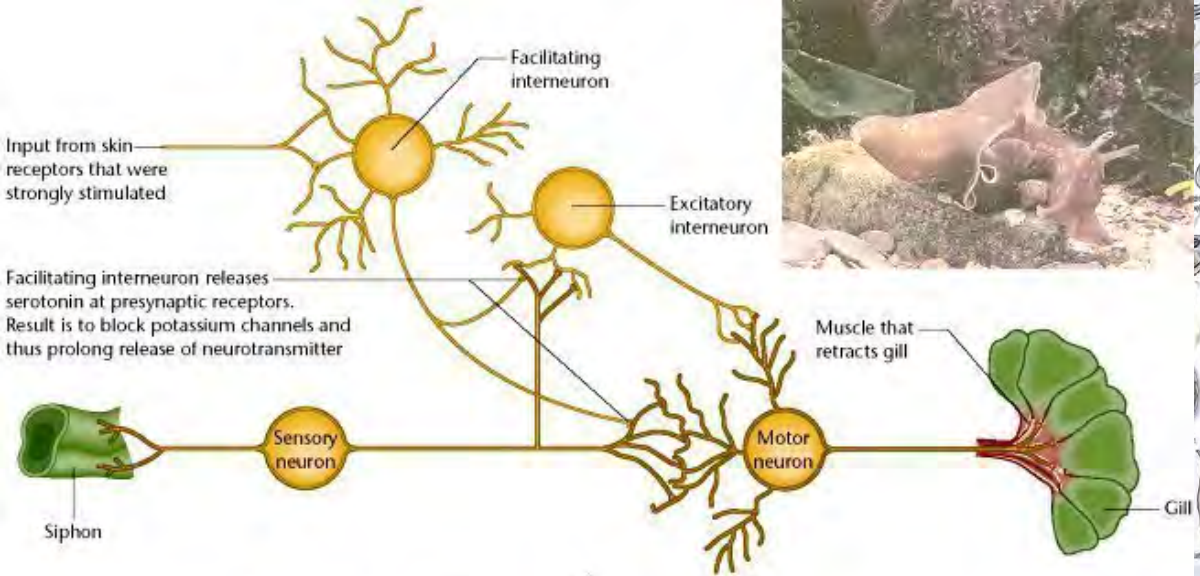
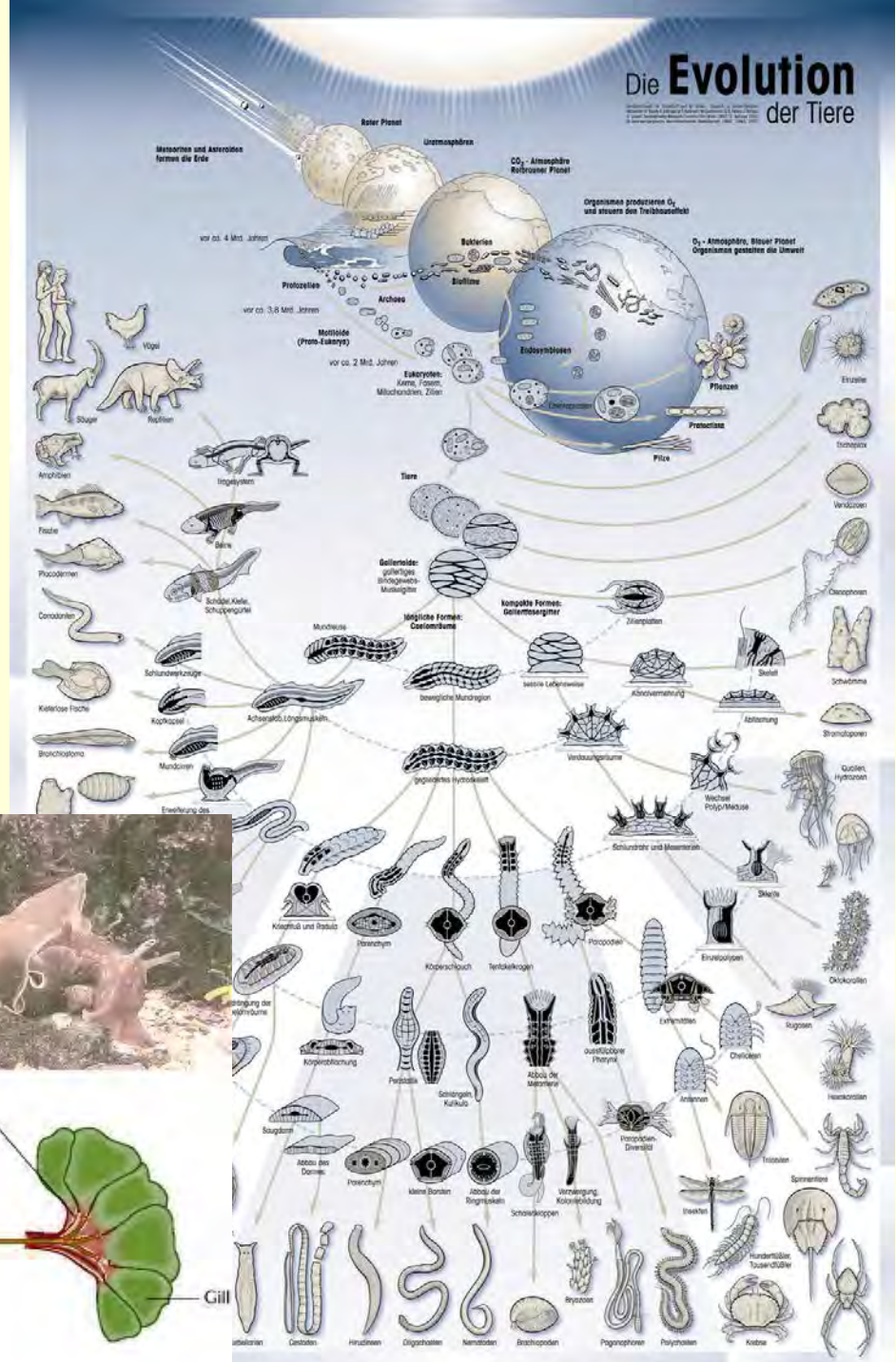
Aplysie
(mollusque marin)





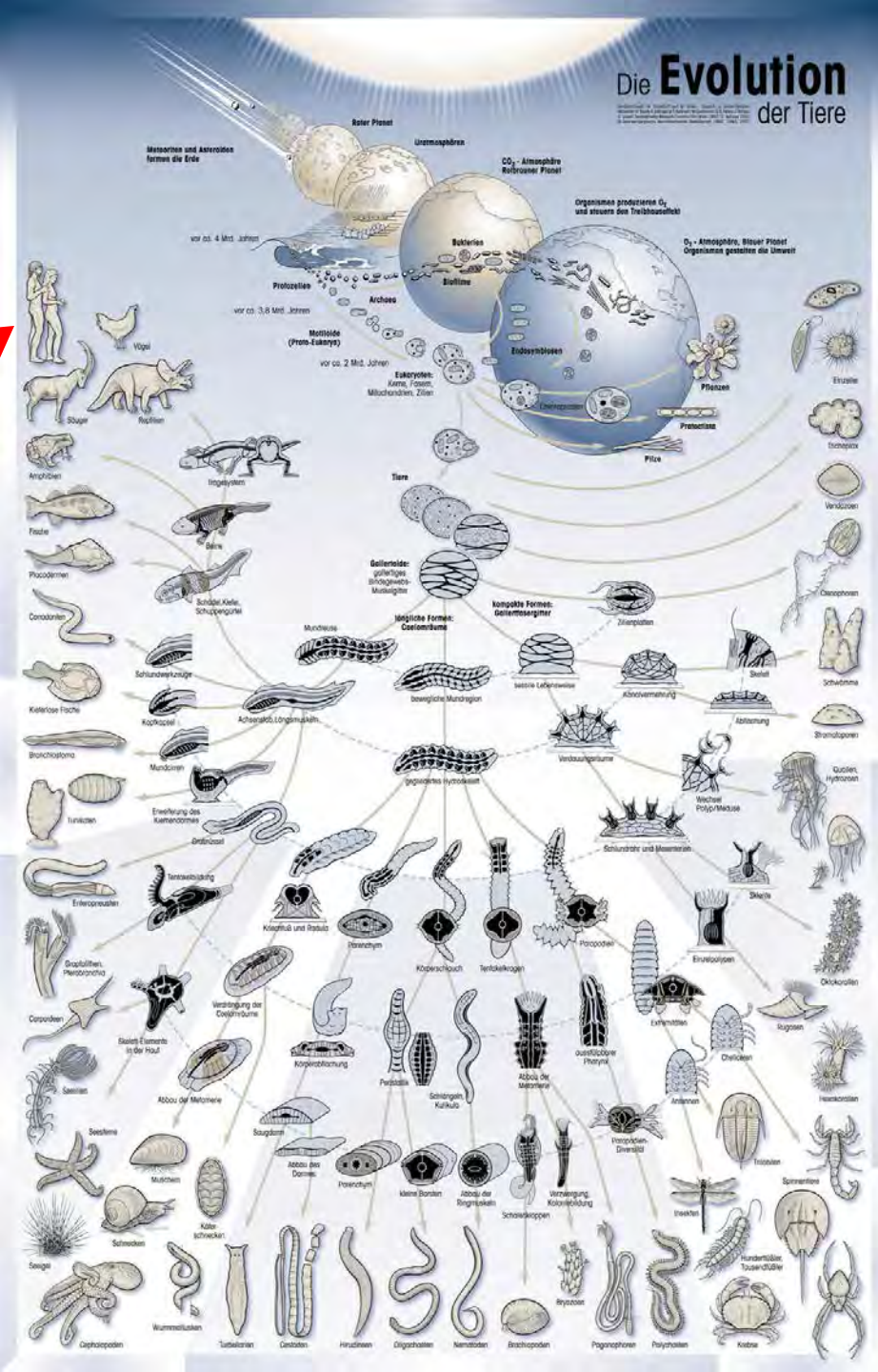
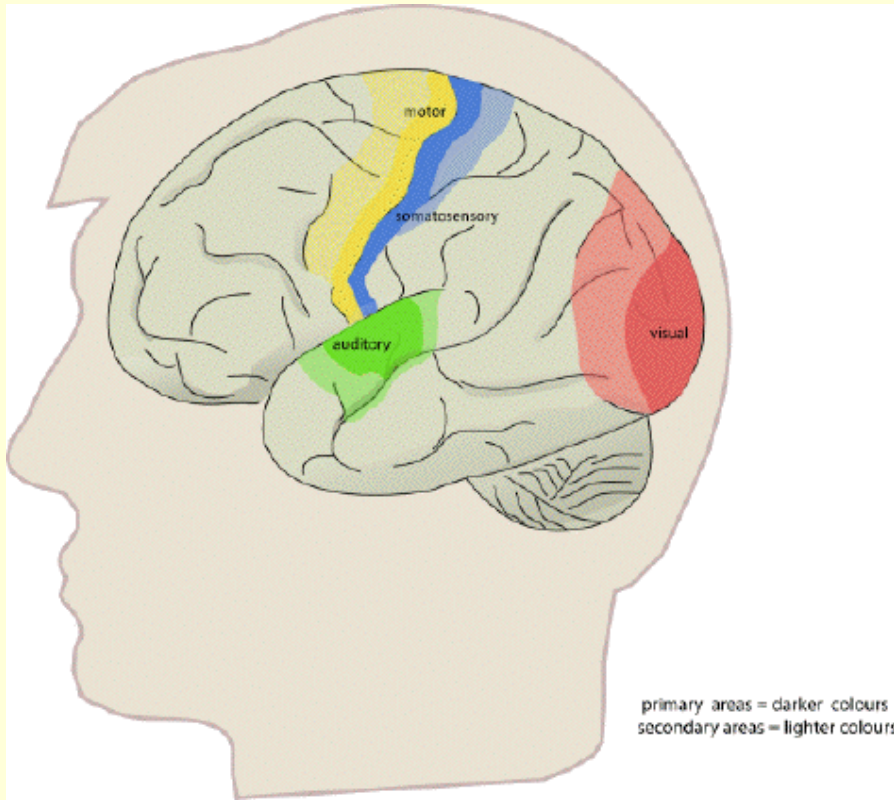
Une boucle sensori - motrice

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



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

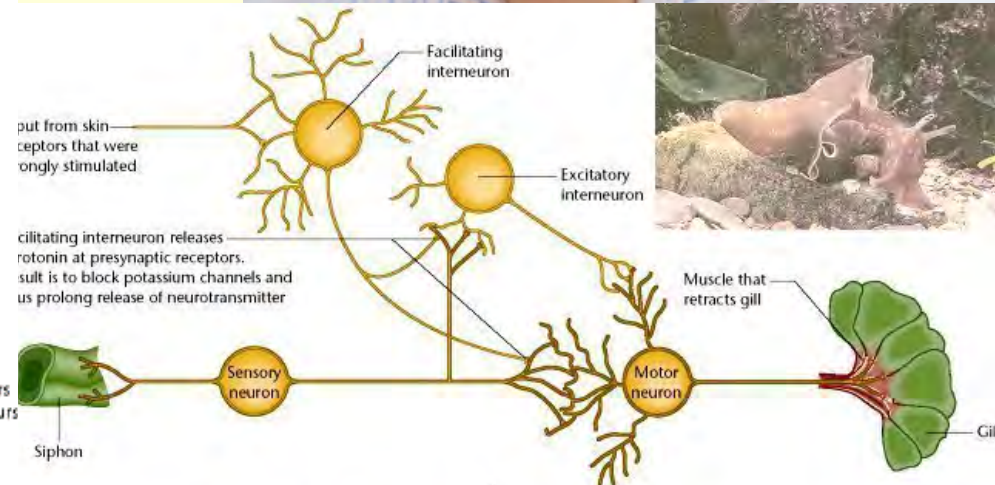
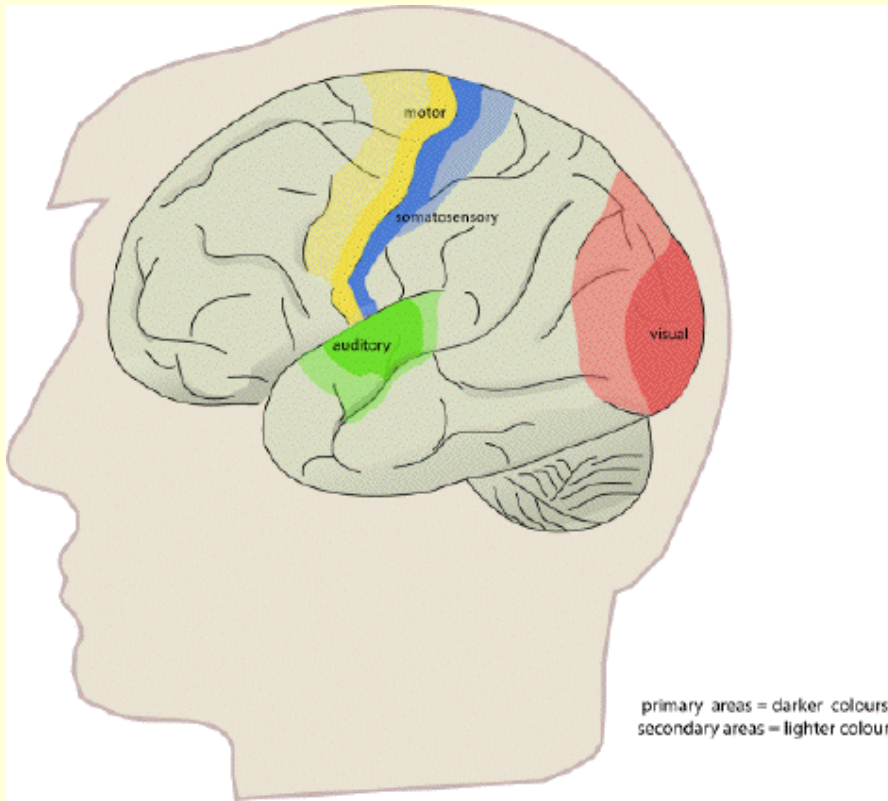
...et l'une des variantes sera nous !



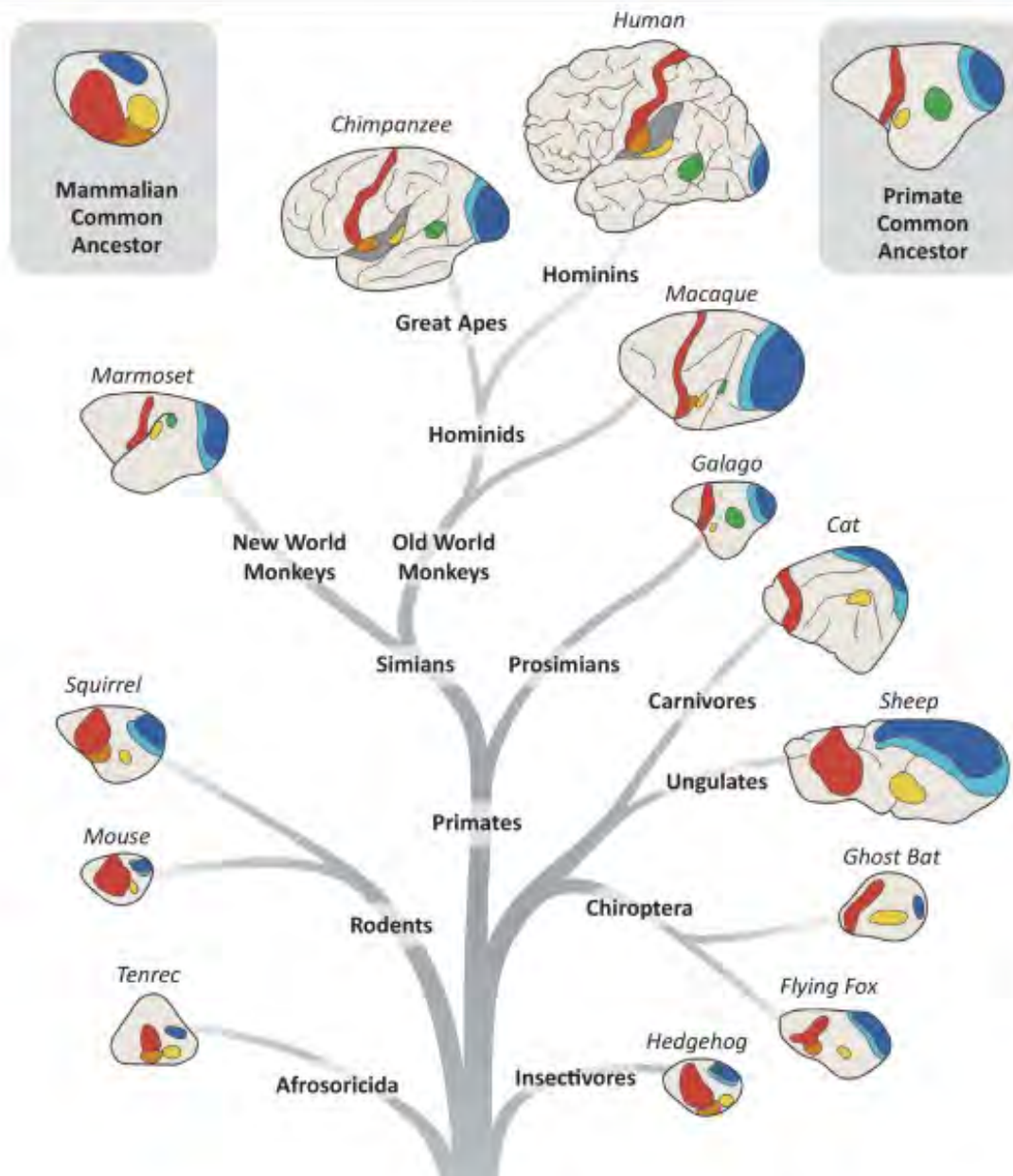
Le cerveau humain est encore construit sur cette **boucle perception – action**,

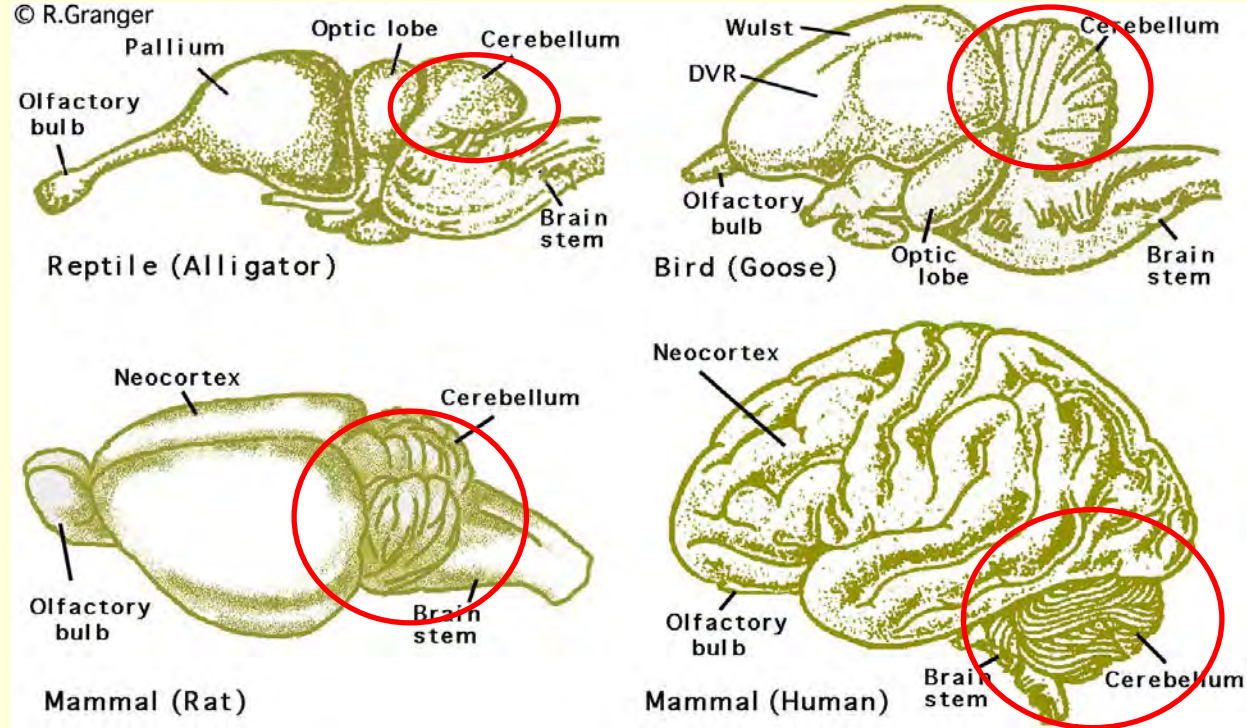
mais la plus grande partie du cortex humain va essentiellement **moduler cette boucle**,

comme les inter-neurones de l'aplysie.



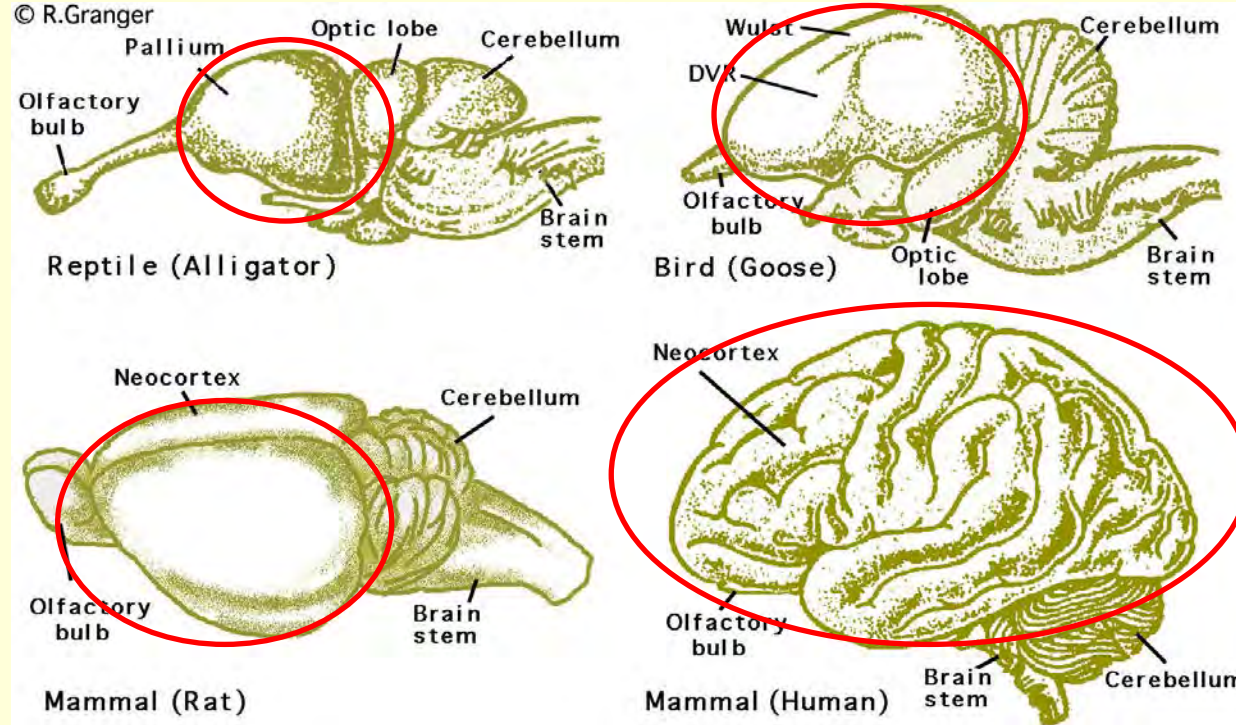
Mais ce que l'on observe durant l'évolution des **mammifères**, c'est un accroissement des aires associatives :





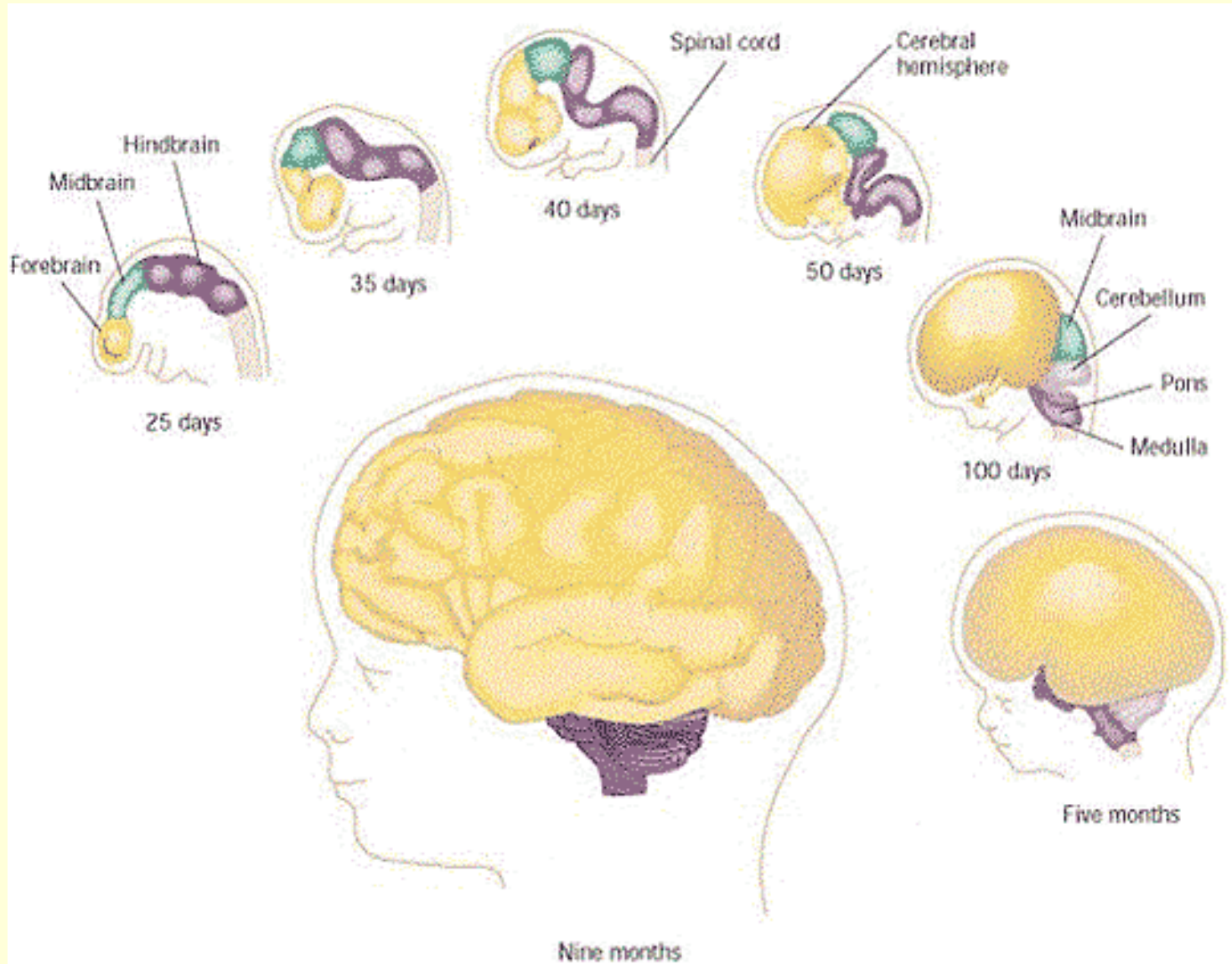
Durant l'évolution, les différentes structures cérébrales ne croissent pas toutes au même rythme.

Pour le **cervelet**, impliqué dans la coordination des mouvements musculaires, son poids par rapport au reste du cerveau est remarquablement constant chez tous les mammifères.

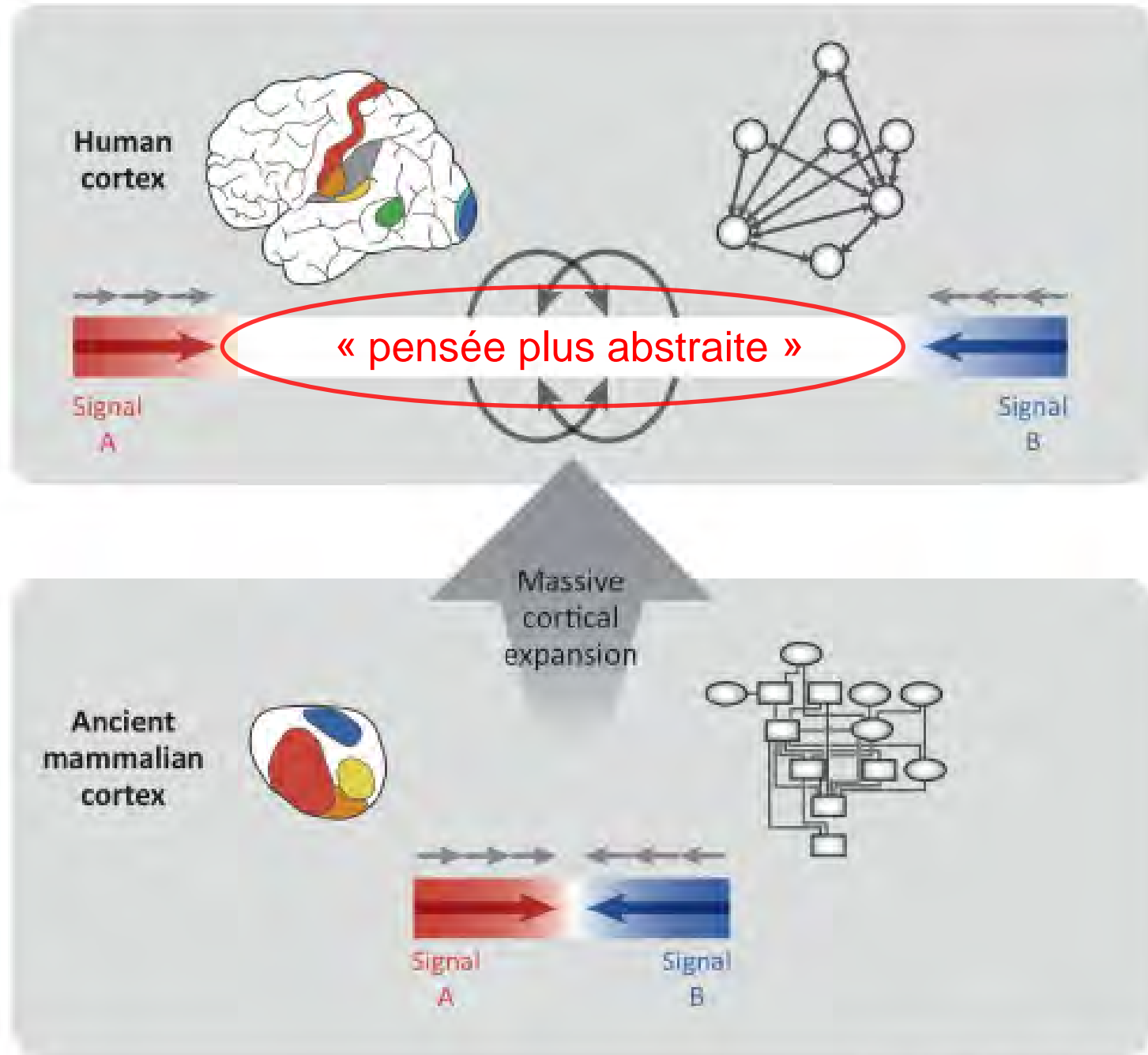


À l'opposé, celui du **néocortex** varie grandement selon les espèces. Les poissons et les amphibiens en sont complètement dépourvus, tandis que le néocortex représente **20 % du poids du cerveau d'une musaraigne et... 80 % de celui de l'humain !**

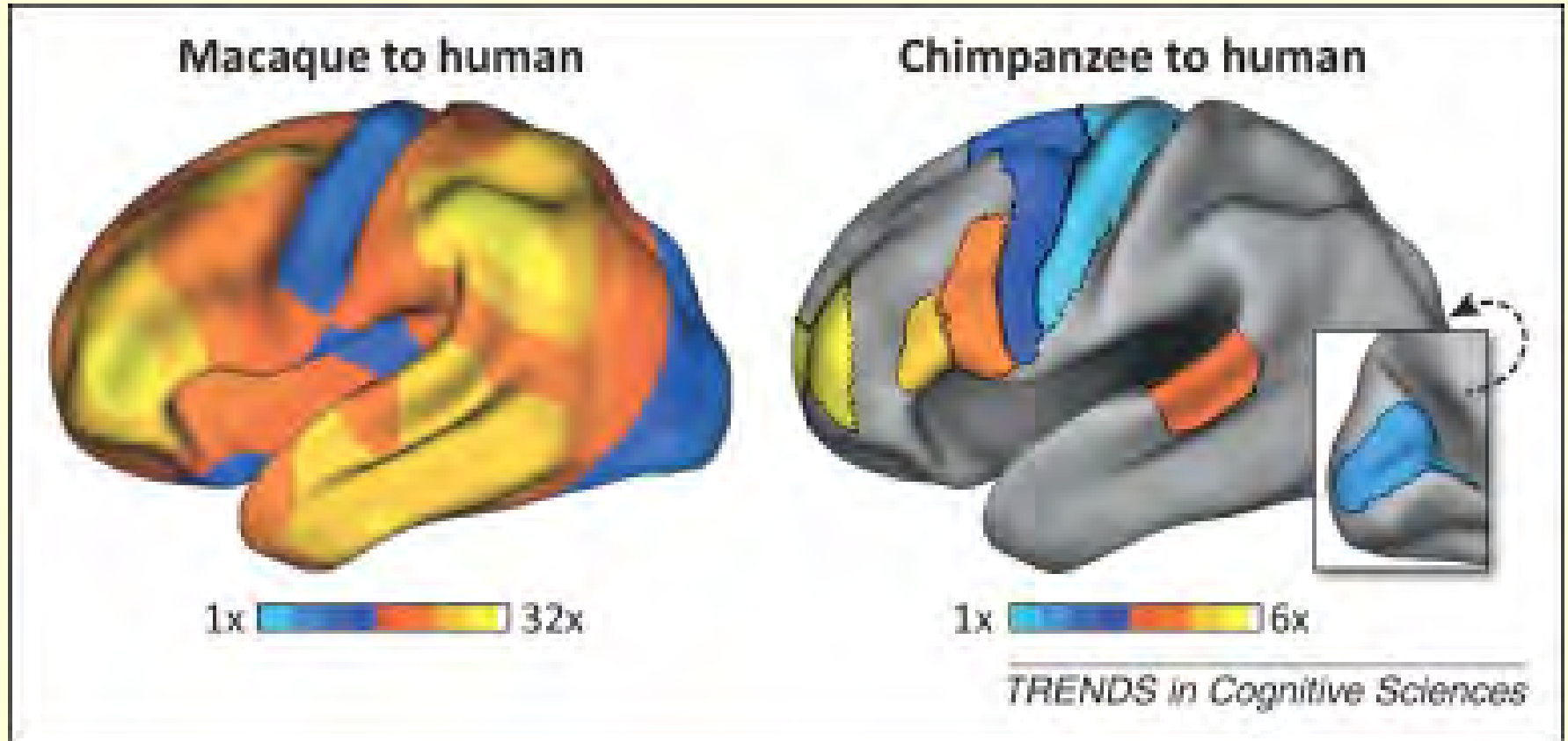
Développement du cortex dans le cerveau humain



L'expansion rapide du cortex chez l'humain a fait émerger de large portions de **cortex dit « associatif »** plus ou moins détachées des cortex sensoriels.



Ces régions associatives se retrouvent dans les lobes **frontaux**, **pariétaux** et **temporaux**.



(notre ancêtre commun avec le macaque auraient vécu il y a environ 25 millions d'années et 5-7 millions d'années pour le chimpanzé).

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

Orrorin tugenensis ("Millennium Man"; possible human ancestor)

Ardipithecus ramidus k adabba

A. afarensis (includes Lucy)

A. Africanus

H. habilis

A. Boisei

A. robustus

H. neanderthalensis

H. erectus

H. sapiens
MODERN HUMANS

Chimpanzees

Gorillas

Present

7

6

5

4

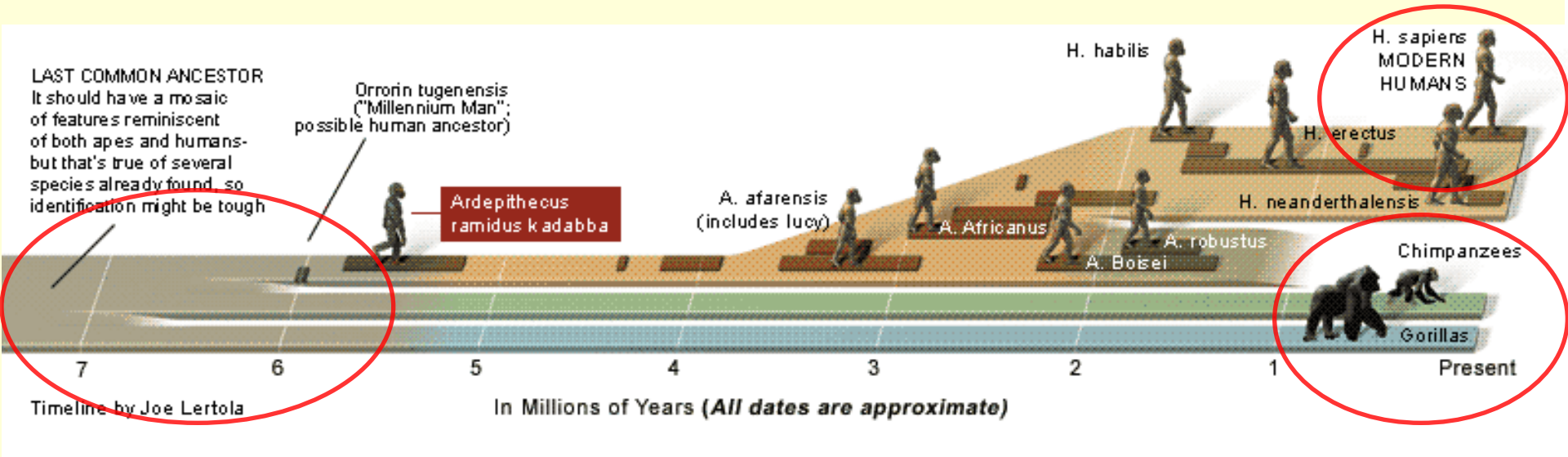
3

2

1

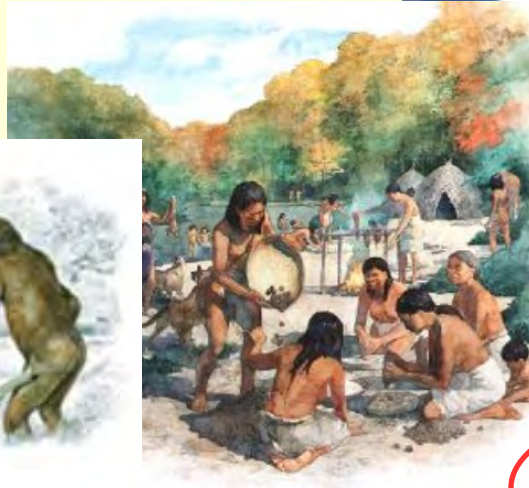
Timeline by Joe Lertola

In Millions of Years (*All dates are approximate*)

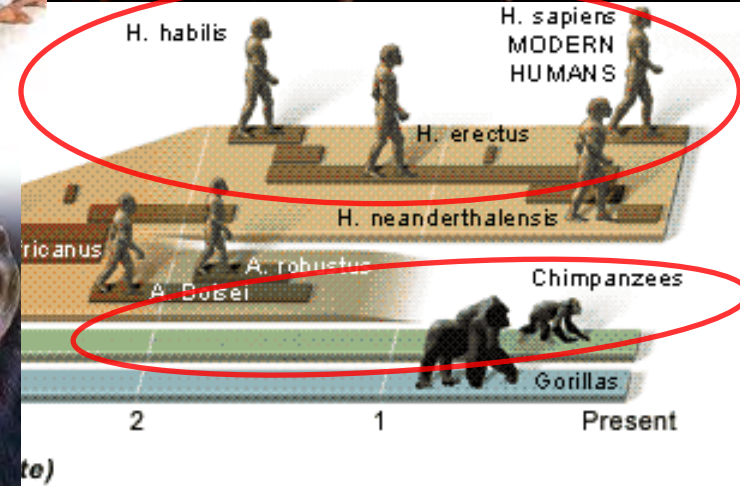




Orrorin tugenensis ("Millennium Man"; possible human ancestor)



LAST COMMON ANCES
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



CHIMPANZEE VS BONOBO



WHICH TEAM

War, violence & **MEN** rule



ARE YOU ON?

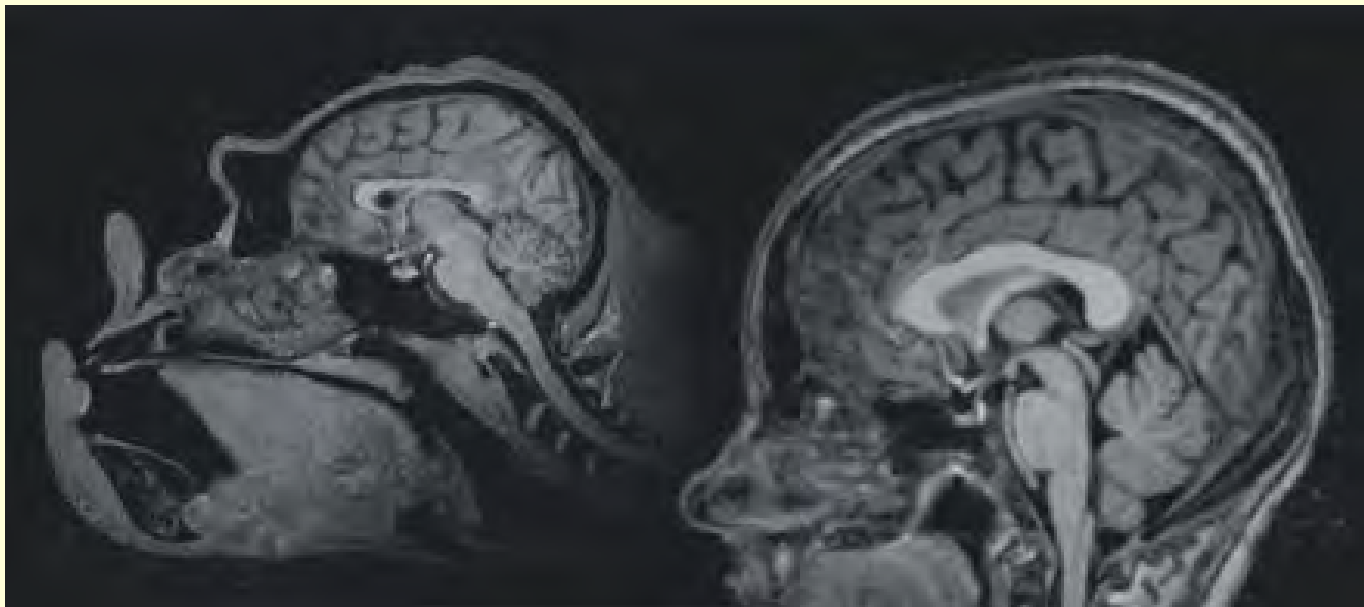
Peace, love & **WOMEN** rule



Timeline by Joe Lertola



<http://news.softpedia.com/news/Chimps-Match-Humans-in-Mental-Maths-74222.shtml>



<http://esciencecommons.blogspot.ca/2010/04/inside-chimpanzee-brain.html>

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

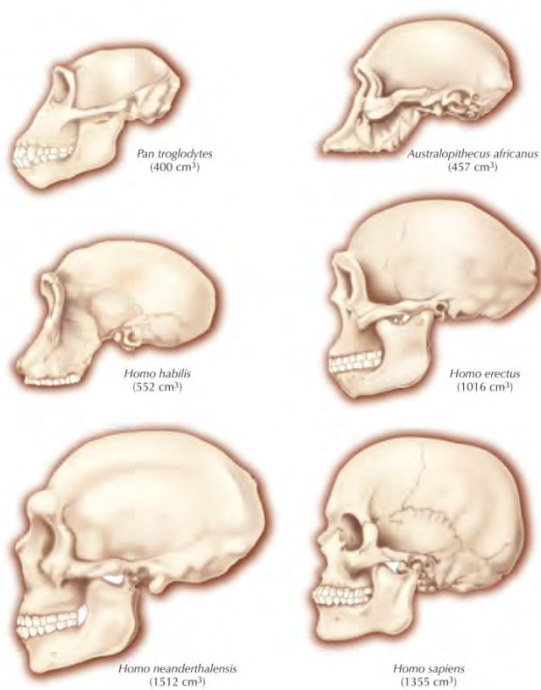


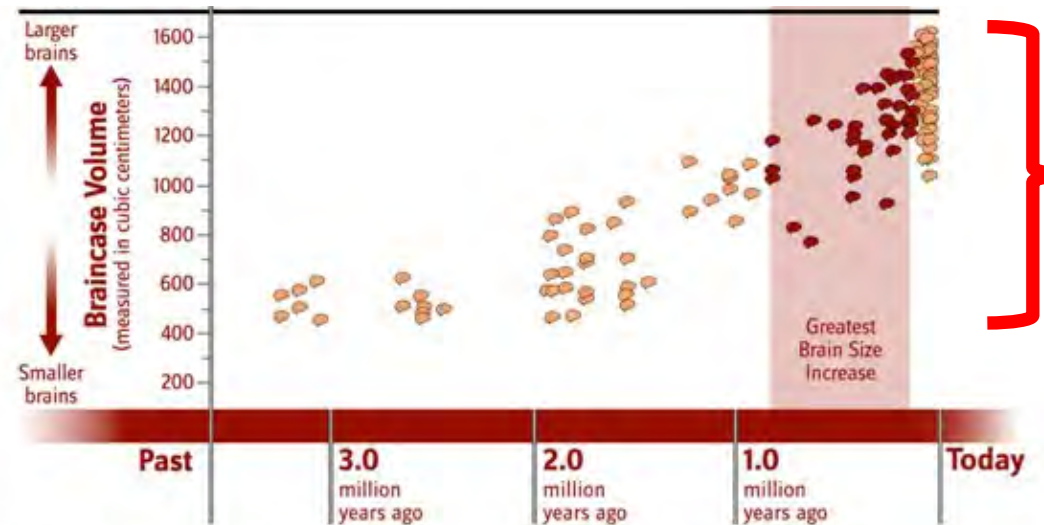
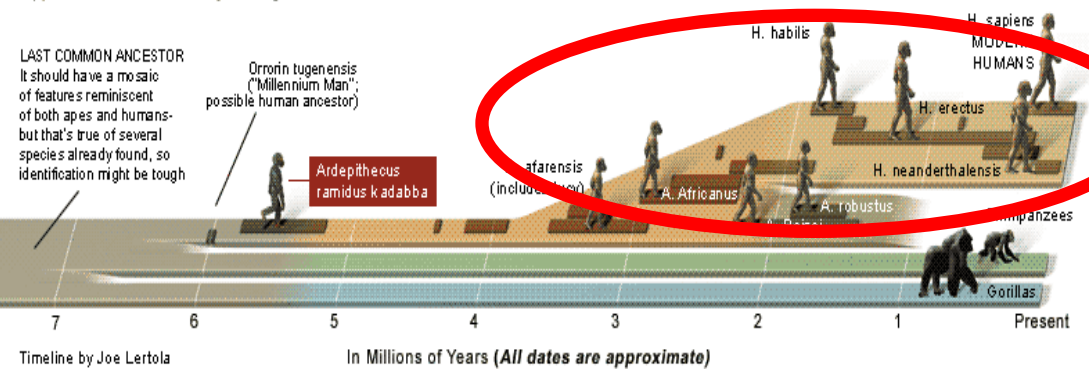
FIGURE 25.11. Series of hominid skulls showing different brain sizes. Notice that *Homo neanderthalensis* had a greater volume than that of modern humans.

25.11, adapted from <http://www.scientific-art.com/portfolio%20palaeontology%20pages/skulls.htm>, © 1994 Deborah Maizels; data for brain volumes from Carroll S., *Nature* 422: 849–857, © 2003 Macmillan, www.nature.com

Evolution © 2007 Cold Spring Harbor Laboratory Press

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

Apparition du langage :

Nouvelles régions ? Agrandissement d'anciennes régions ?

Réutilisation de certaines régions ou parties de réseaux cérébraux ?

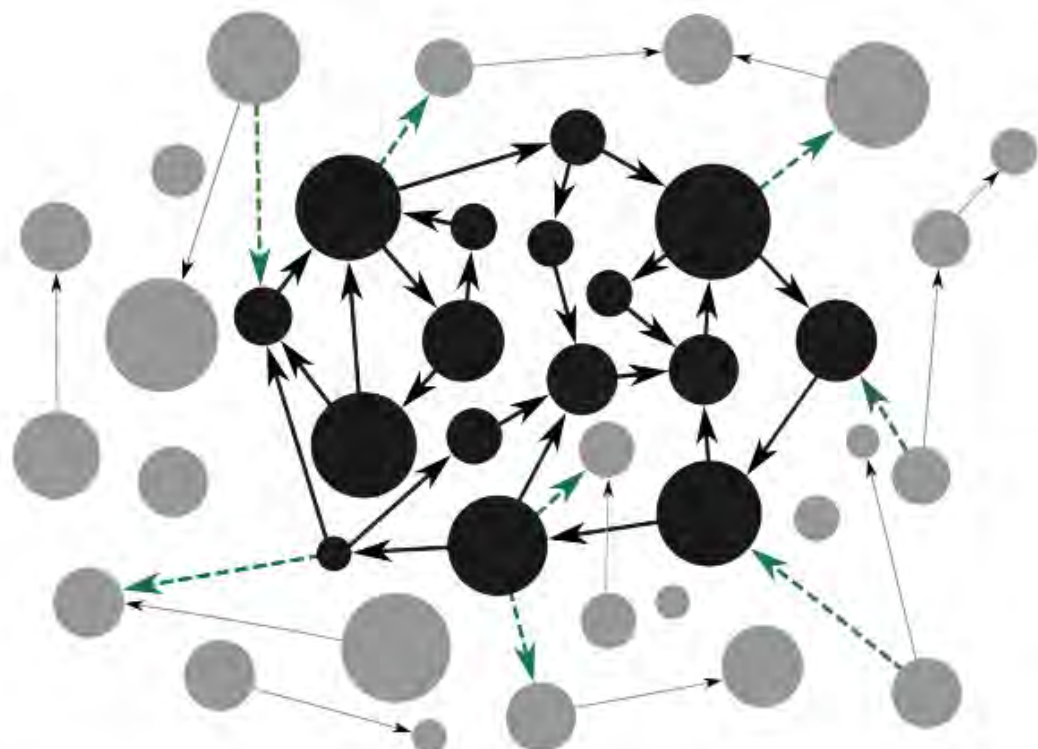


TALKING THE TALK

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

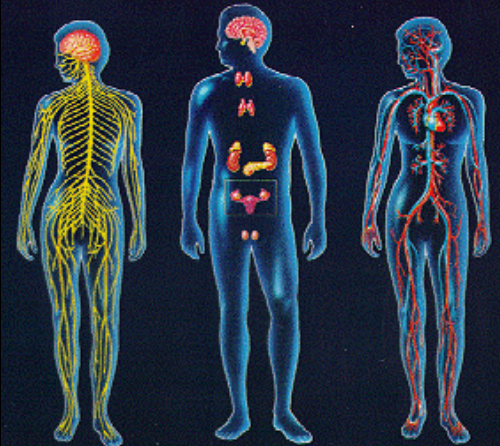
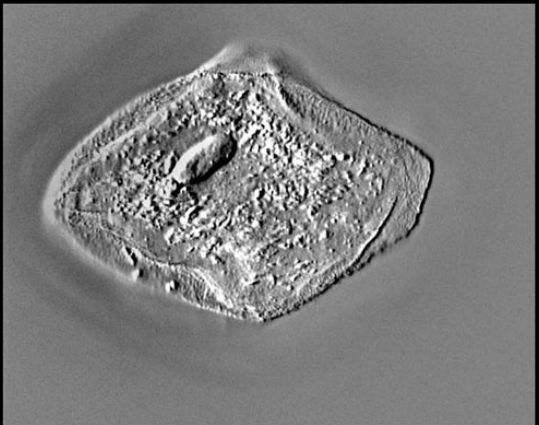
TOP OF THE LINE

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



Ce qui va être fondamental, c'est la **coordination d'actions** que les langues provoquent.

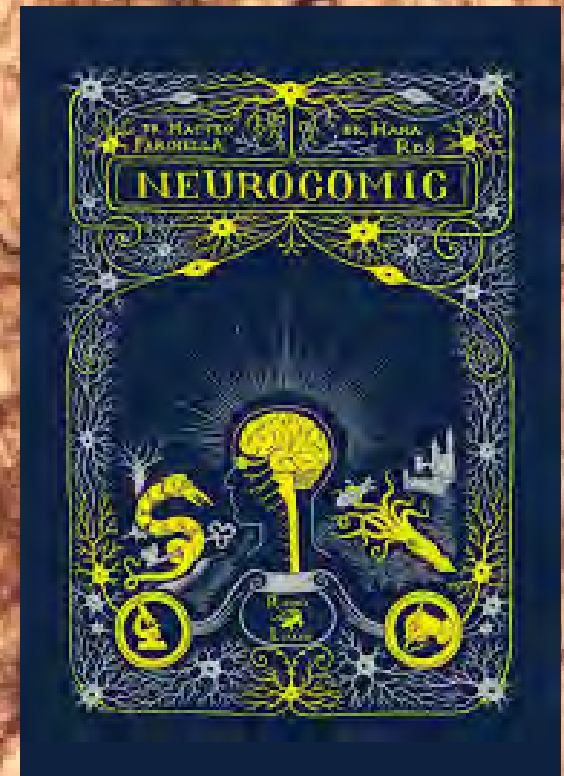
Copyright Ezequiel Di Paolo, 2013. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported License. http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.en_US



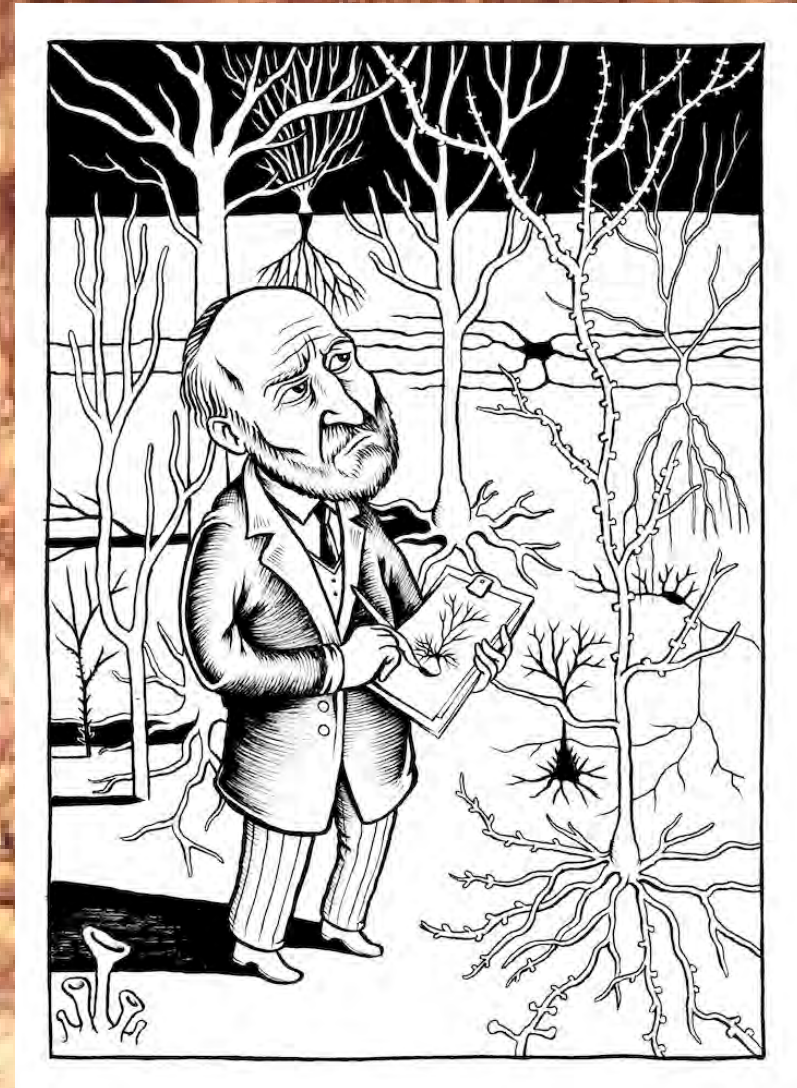




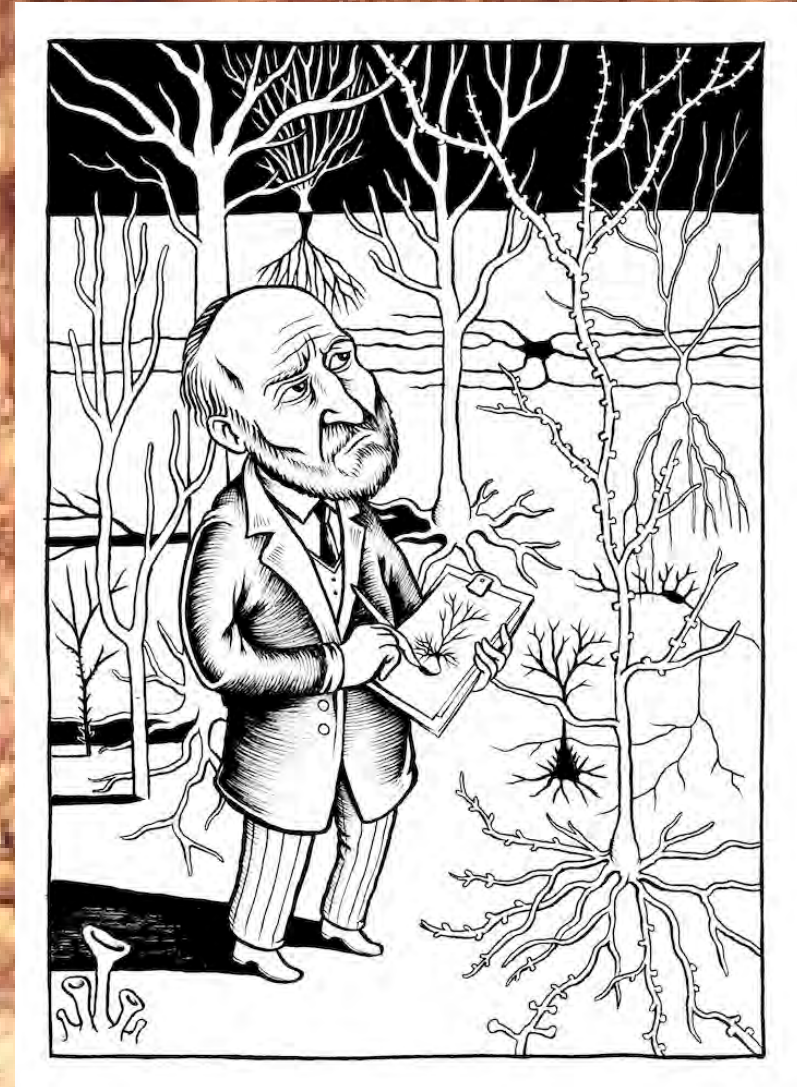
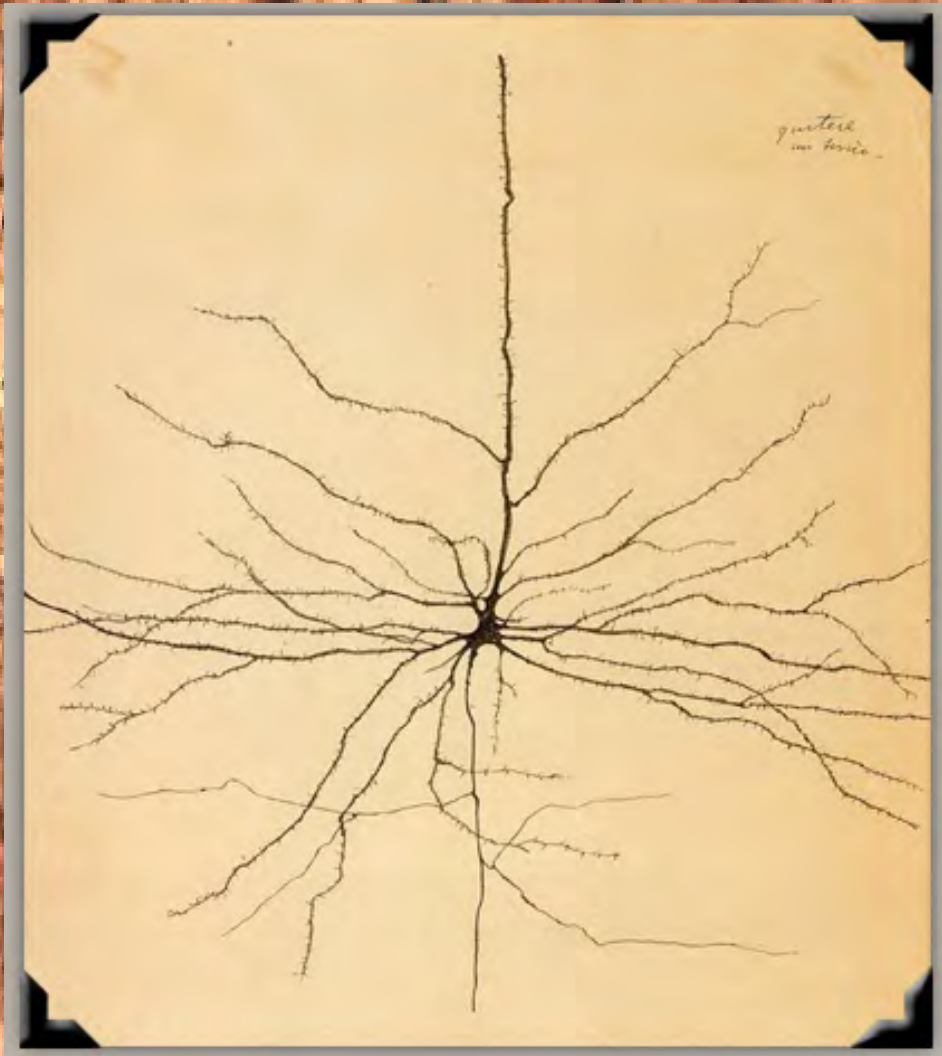




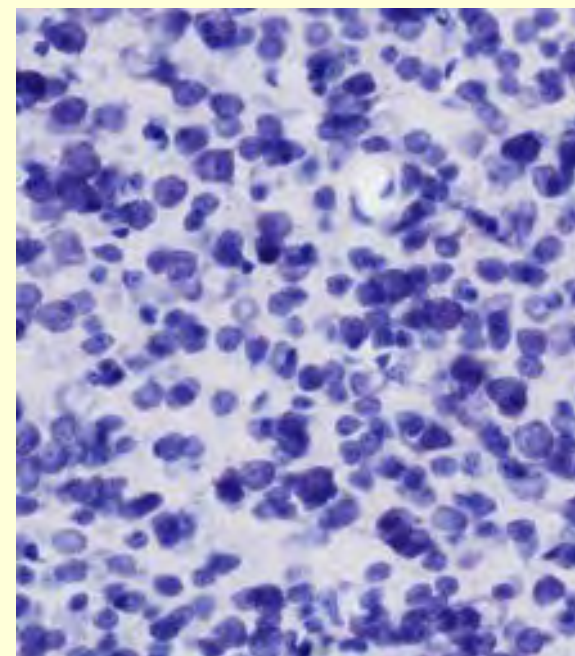
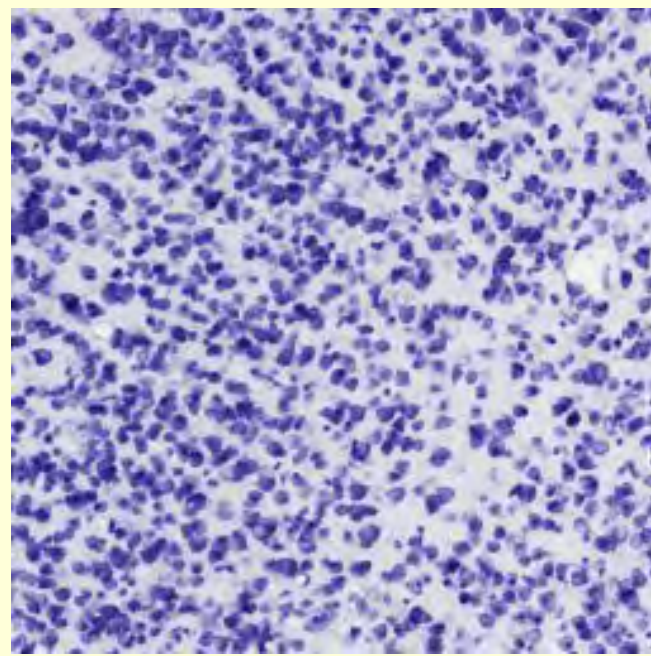
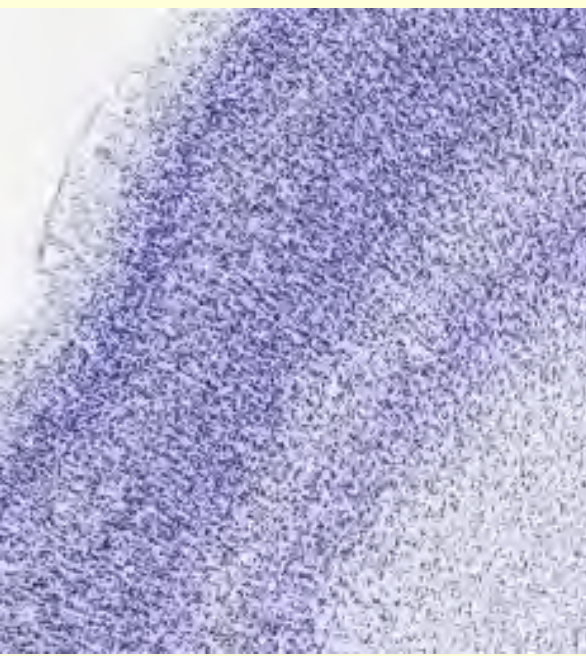
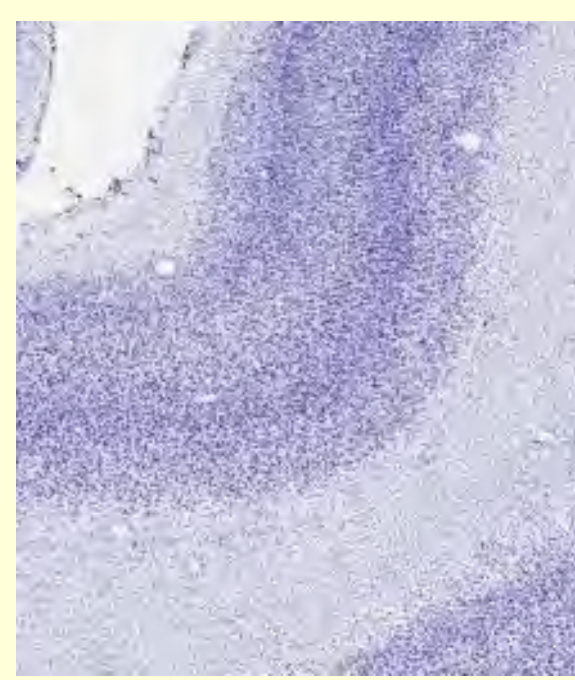
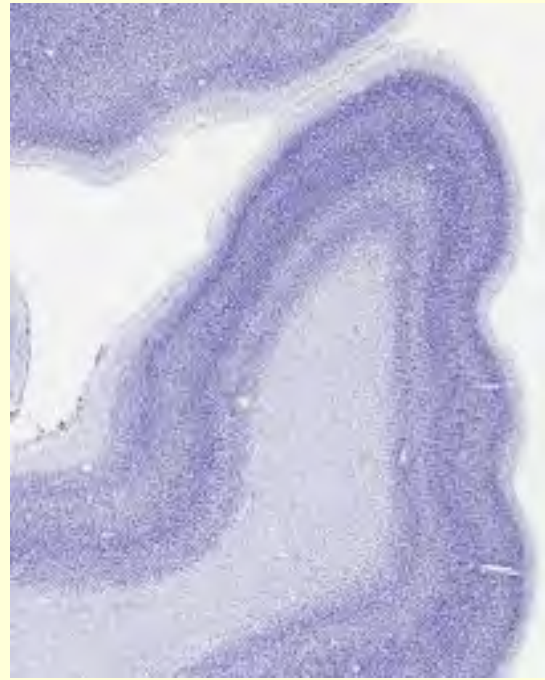
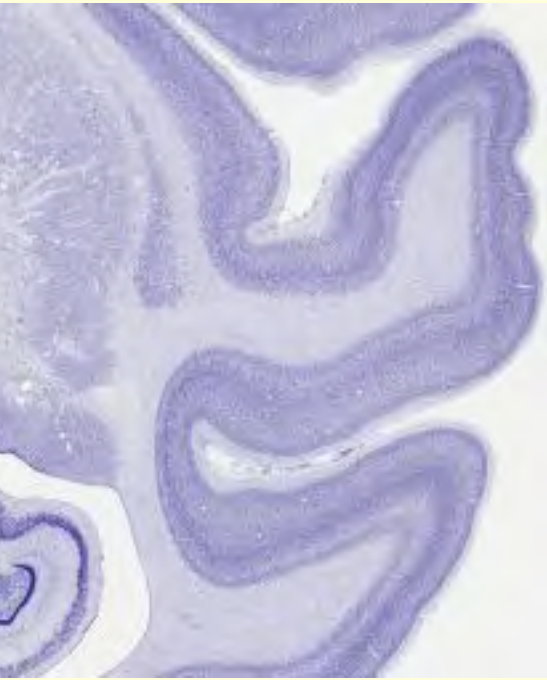
Depuis plus d'un siècle, on utilise toutes sortes de techniques de coloration pour mieux comprendre l'**anatomie** du cerveau.



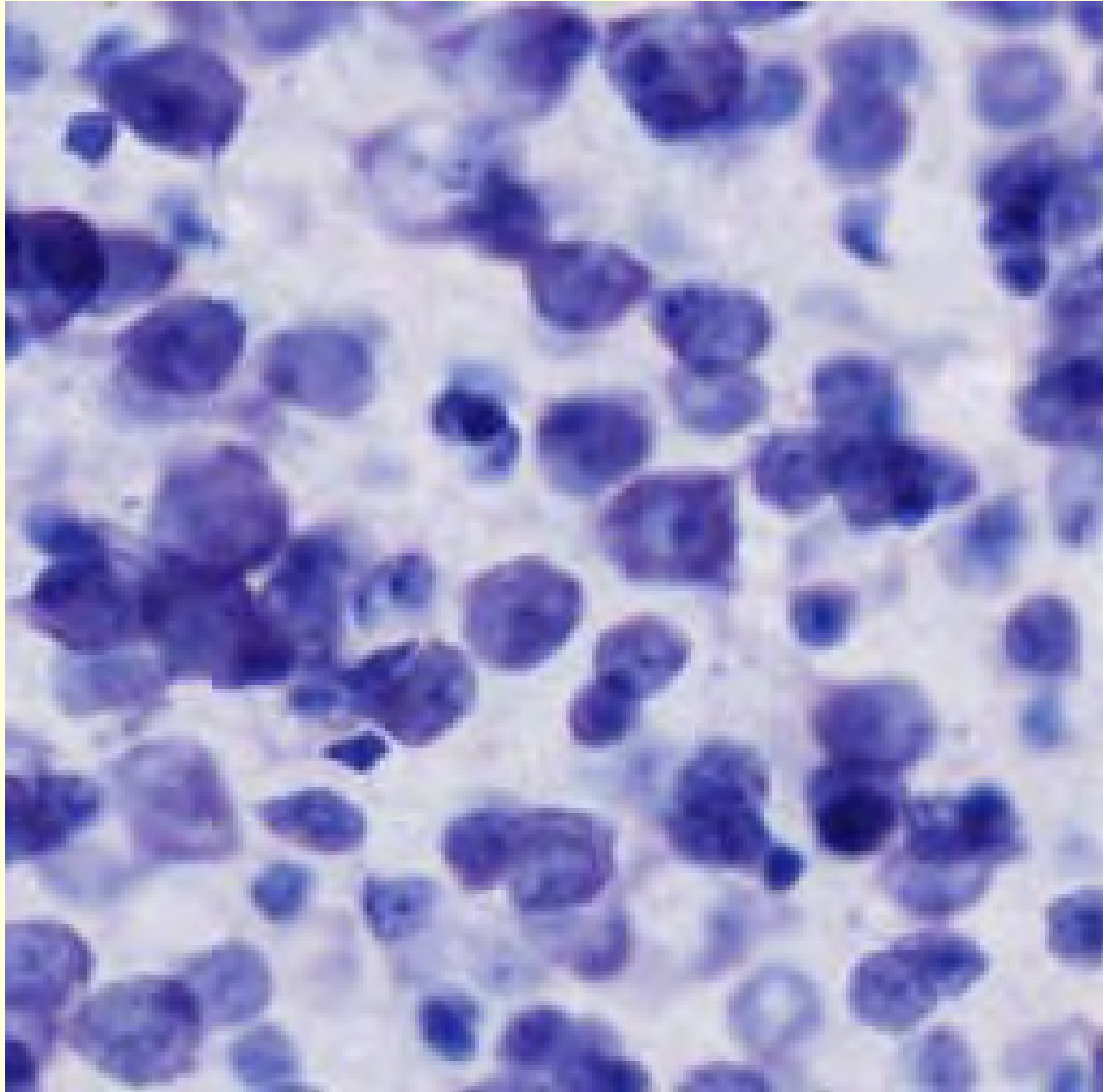
Depuis plus d'un siècle, on utilise toutes sortes de techniques de coloration pour mieux comprendre l'**anatomie** du cerveau.

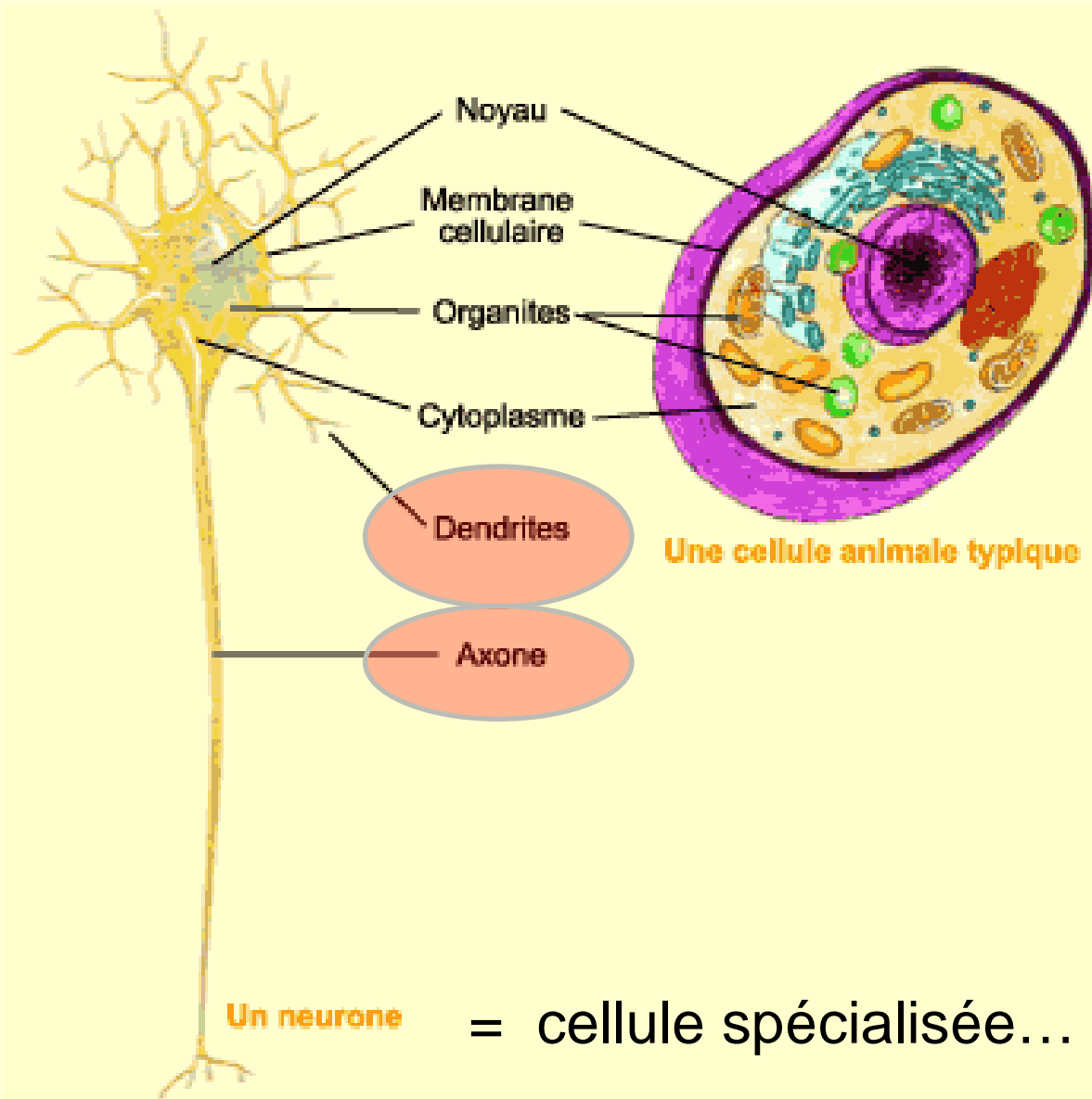


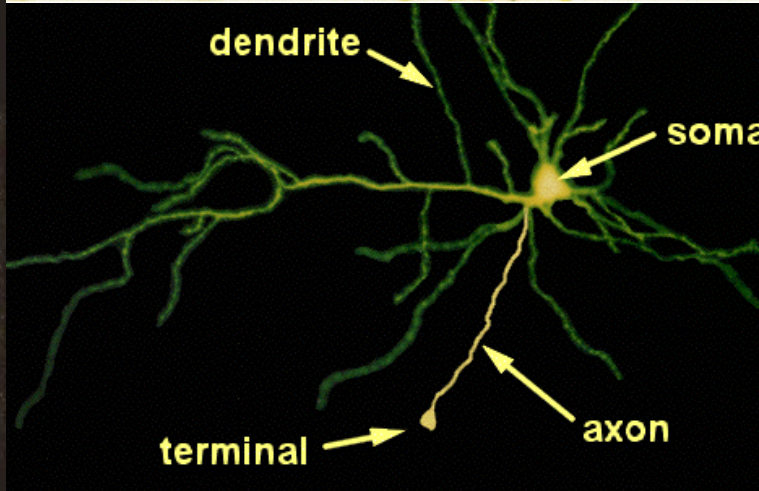
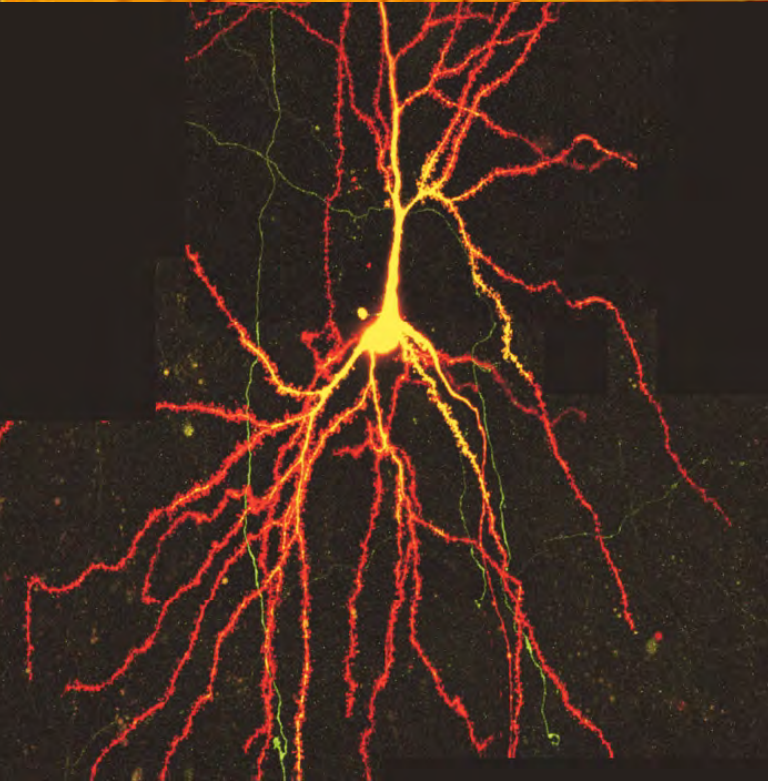
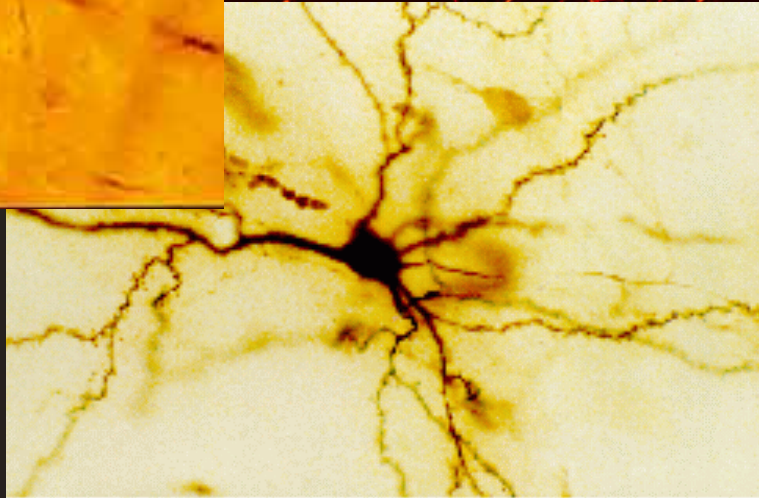
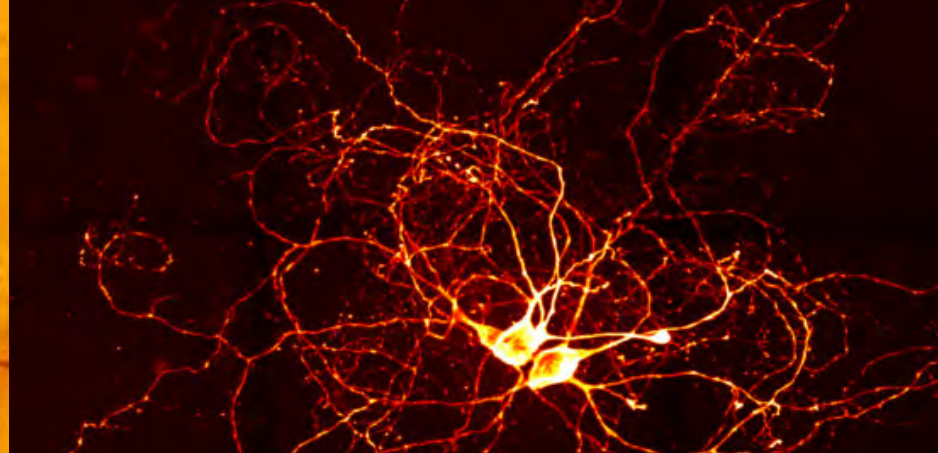




matière grise : corps cellulaires des cellules du cerveau, les neurones



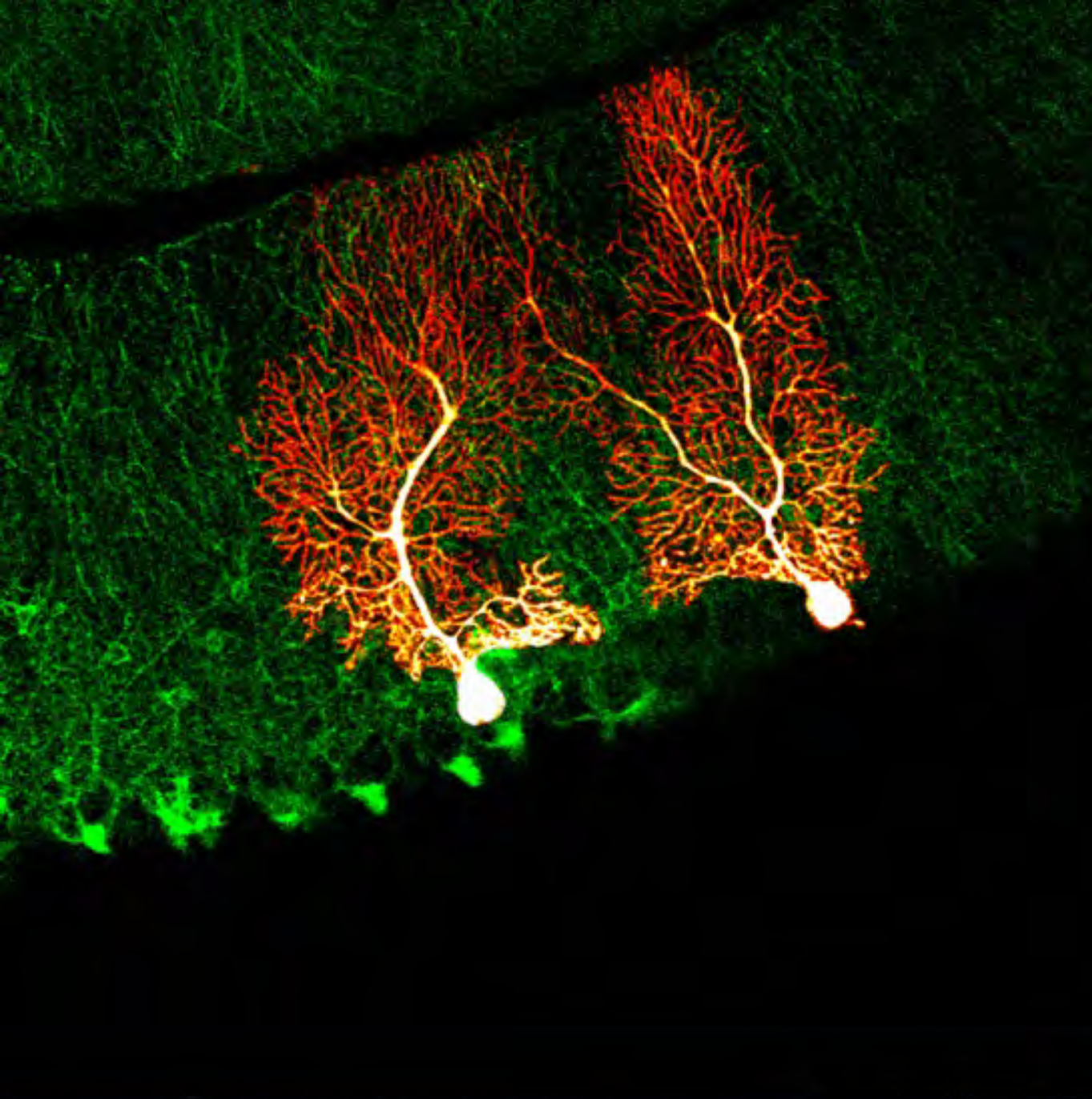




On estime à plus de 1 000 au moins le nombre de types de neurones différents

(et peut-être beaucoup plus, voire un continuum de types...).

<http://jonlieffmd.com/blog/how-many-different-kinds-of-neurons-are-there>



Certains « **arbres dendritiques** » peuvent recevoir des inputs de milliers de neurones différents, jusqu'à 100 000 pour certains.

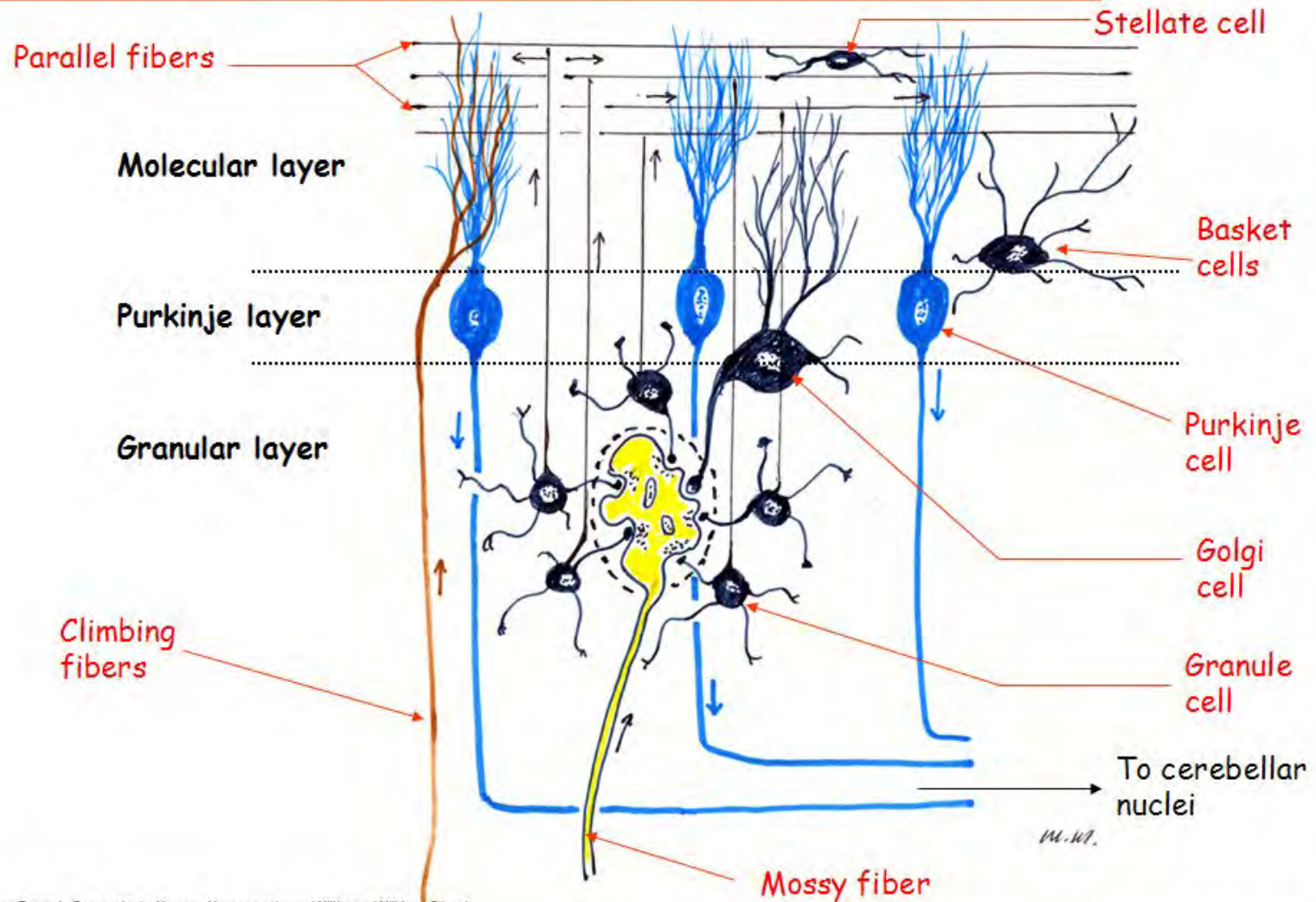
Vast Complexity of Dendrite Function

August 23, 2015 , by Jon Lief

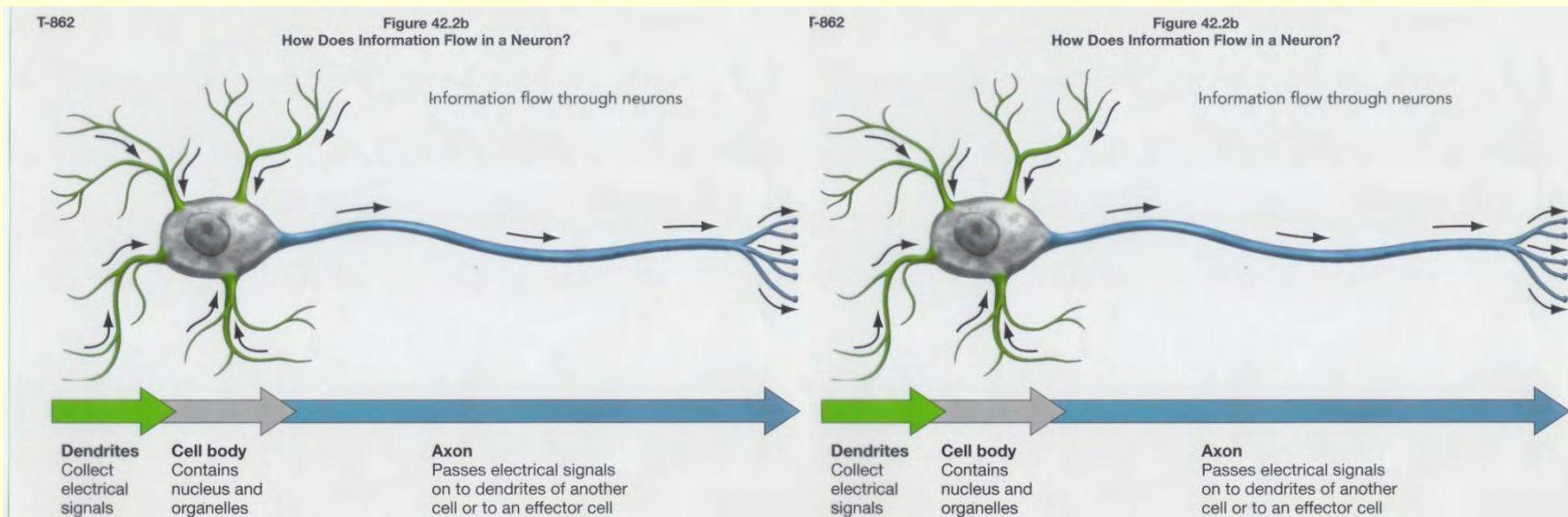
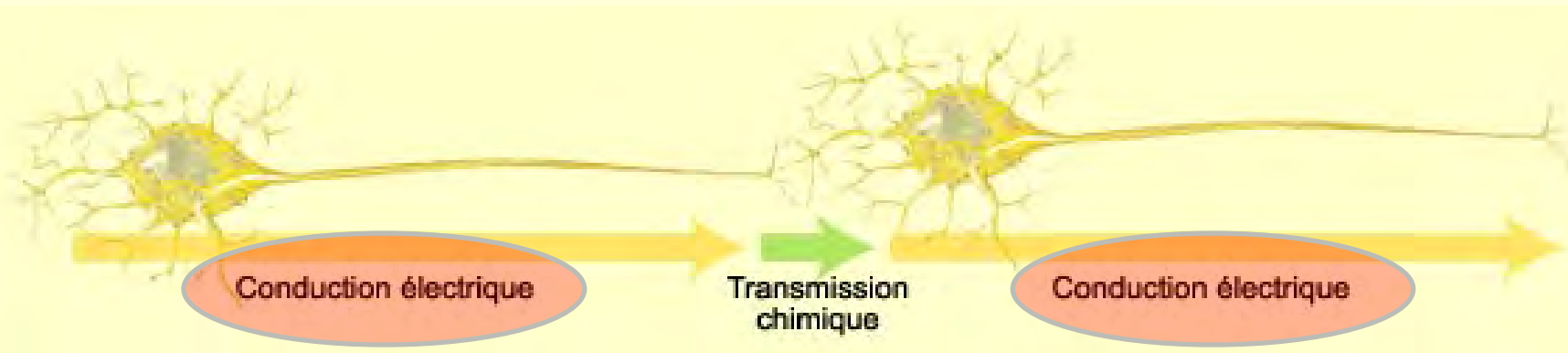
http://jonliefmd.com/blog/vast-complexity-of-dendrite-function?utm_source=General+Interest&utm_campaign=b0ed5cb680-RSS_EMAIL_CAMPAIGN&utm_medium=email&utm_term=0_471703a831-b0ed5cb680-94278693

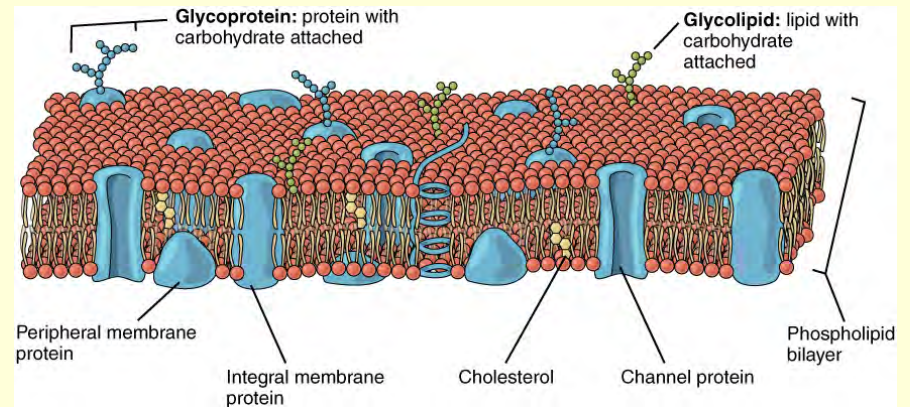
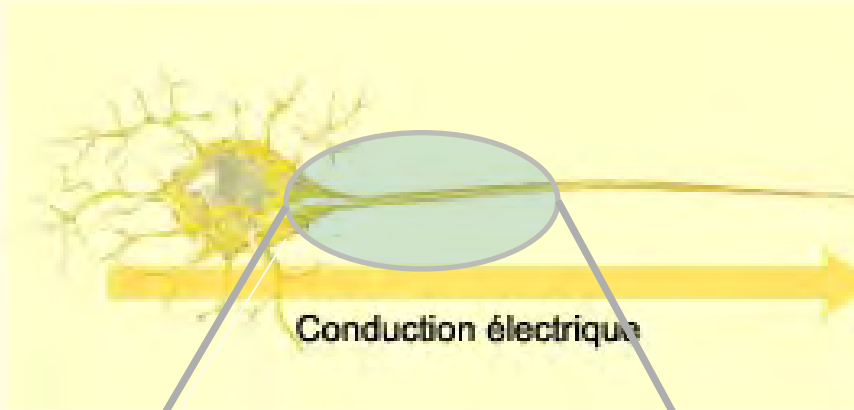
Grande variabilité de forme aussi selon son pattern de connexion avec les autres neurones, qui lui-même dépend de la fonction de cette voie nerveuse.

Functional Organization of Cerebellum

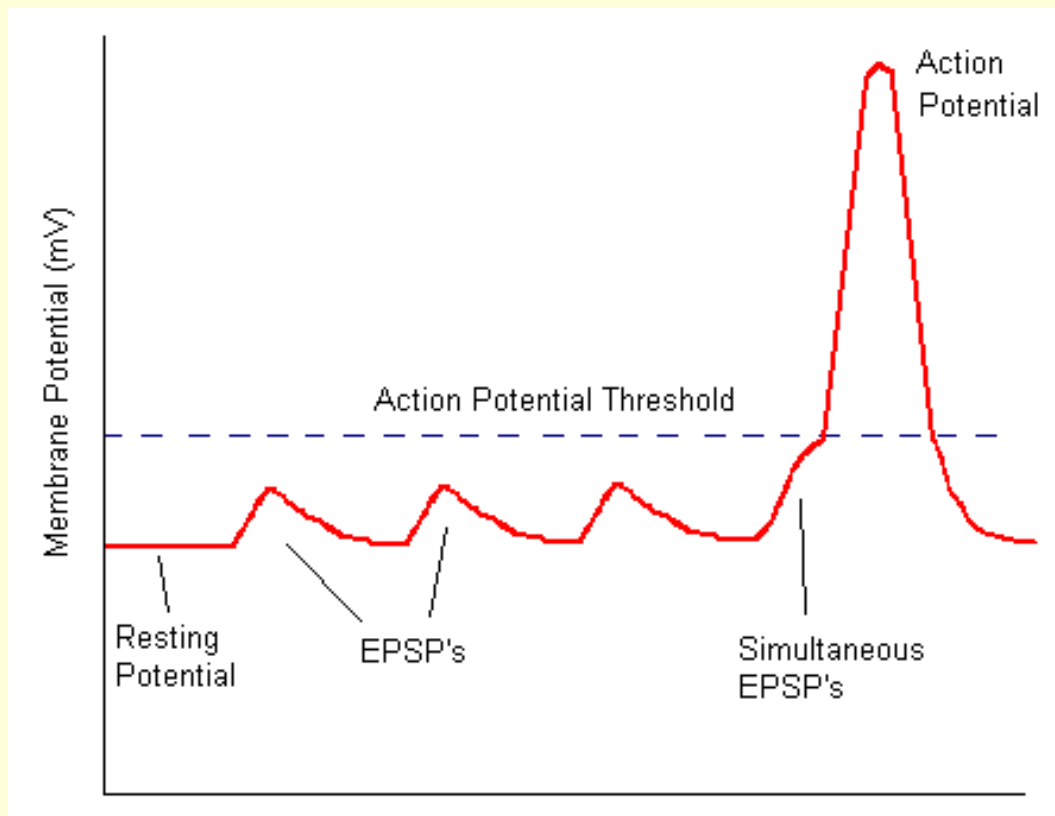


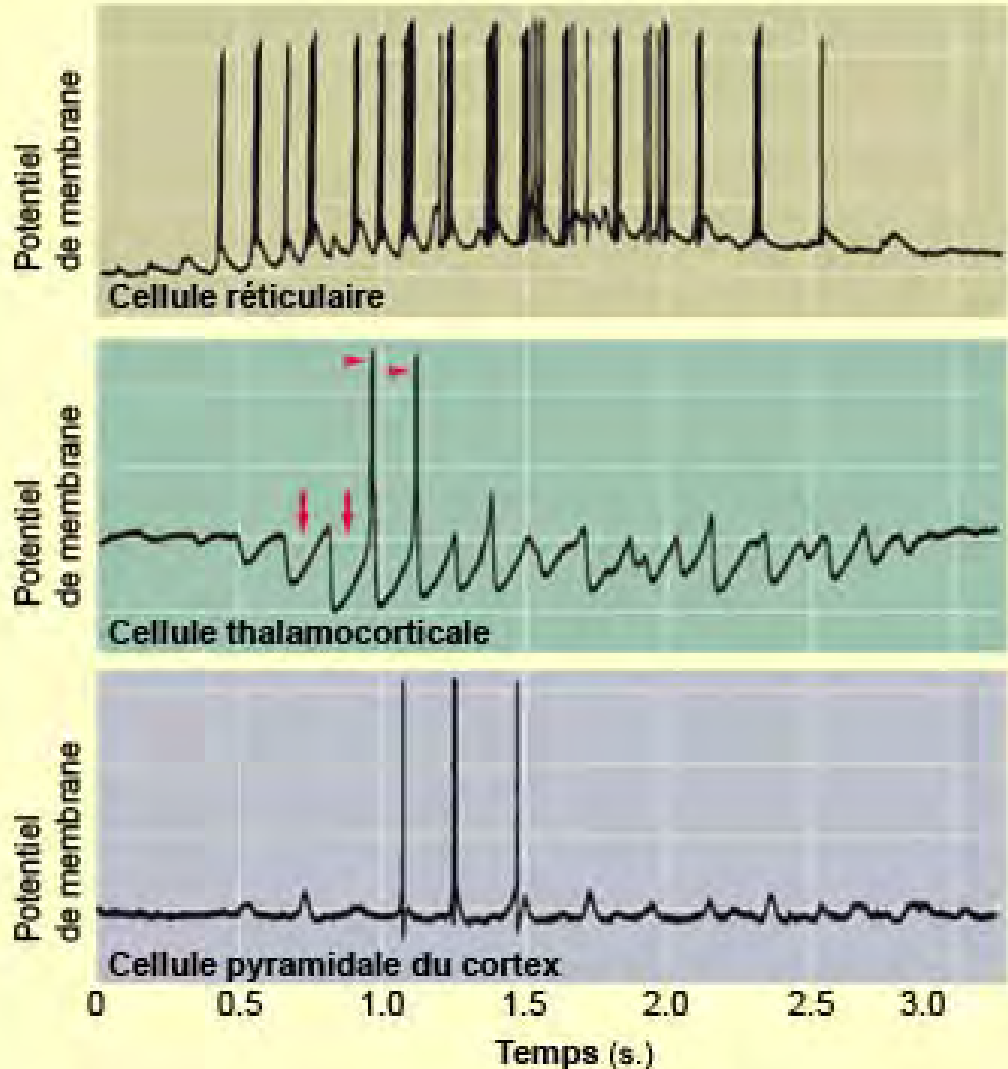
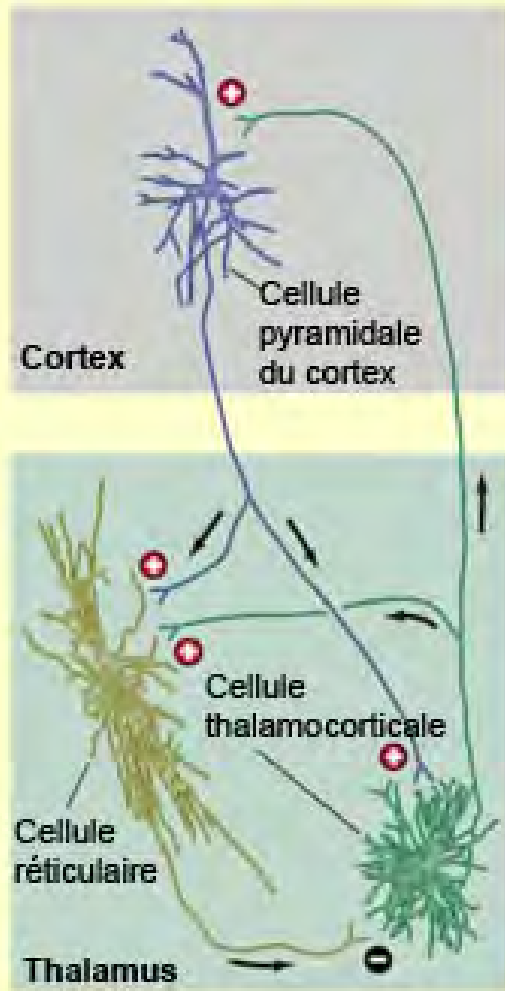
Les neurones ont des dendrites et des axones pour communiquer rapidement avec d'autres neurones





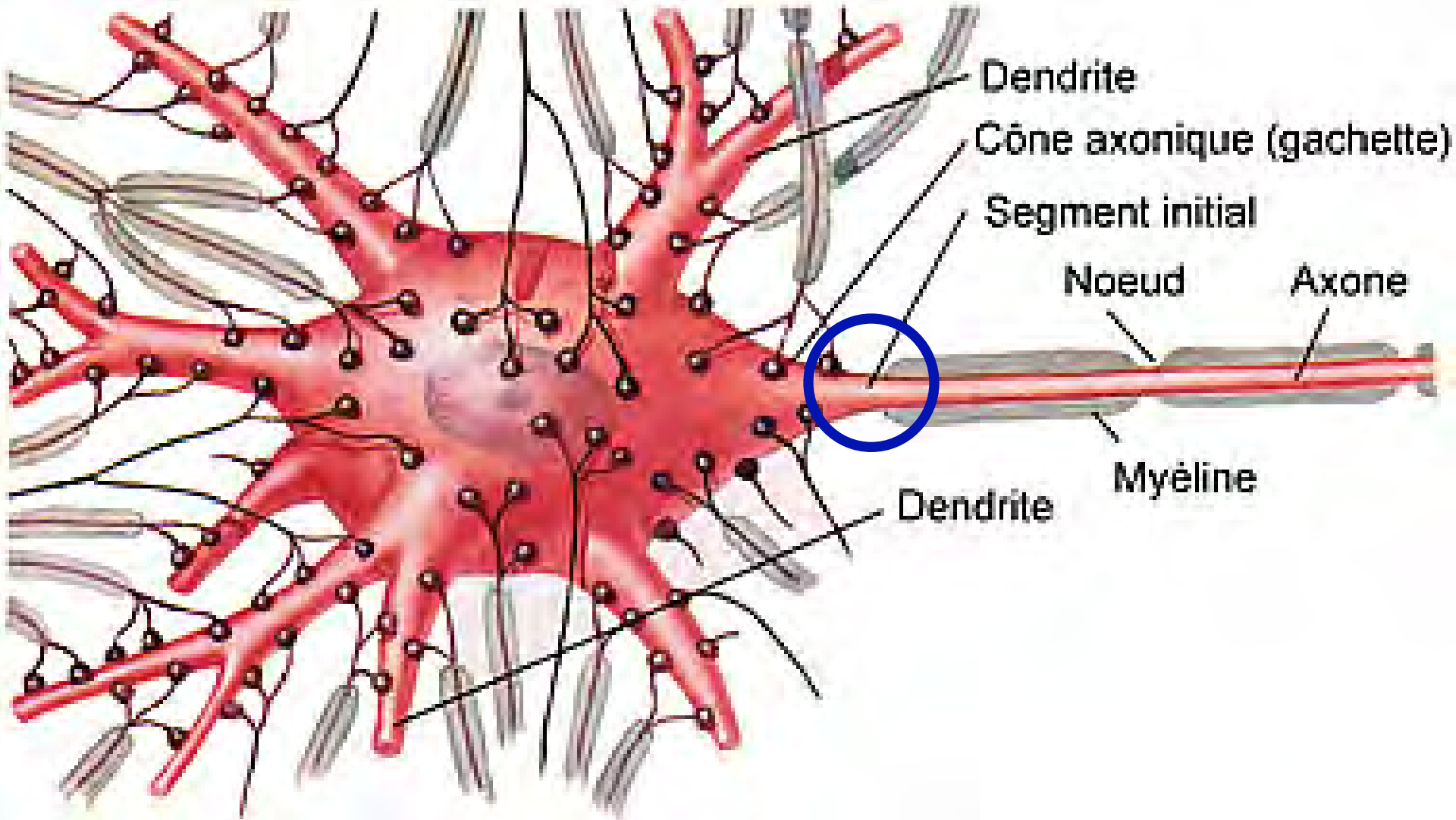
le « **potentiel d'action** », que l'on visualise ainsi sur un oscilloscope, se déclenche de manière « **tout ou rien** » quand l'excitation atteint un certain **seuil**

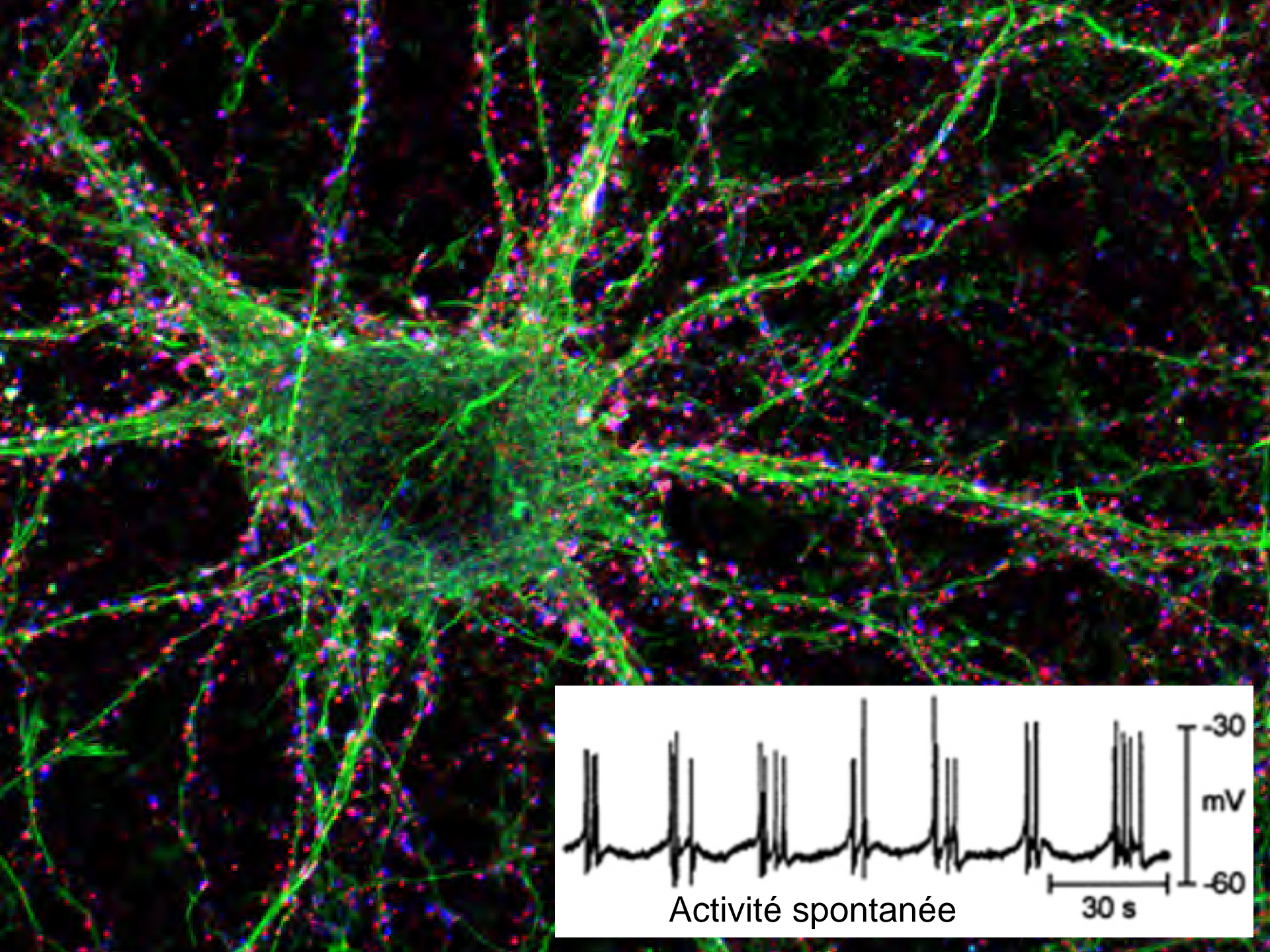


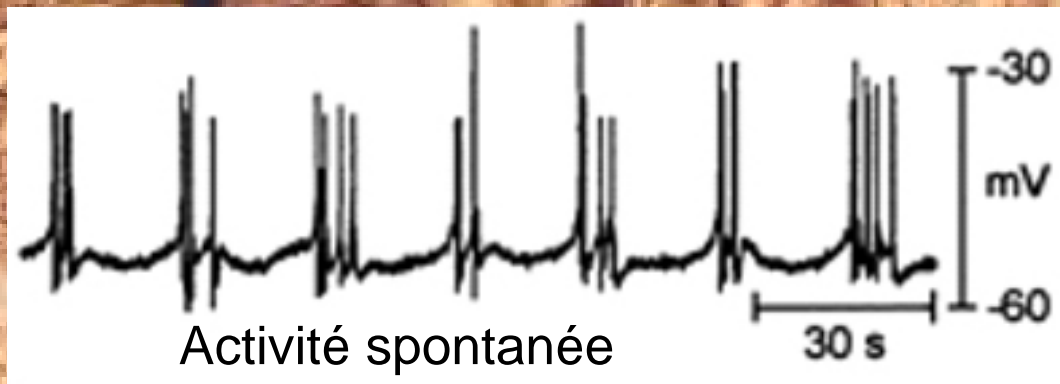
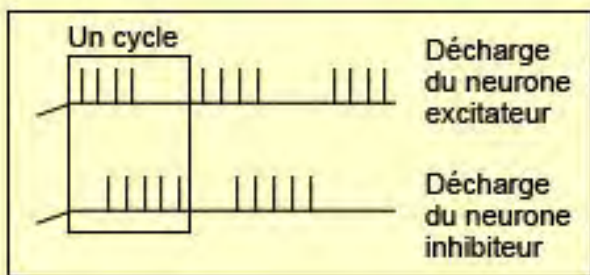
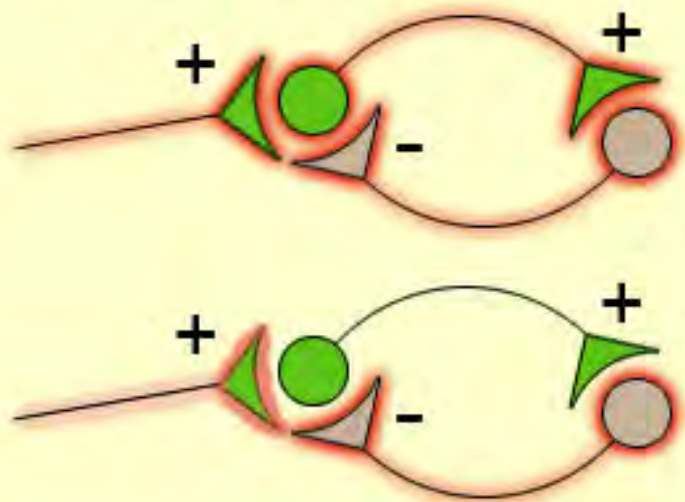
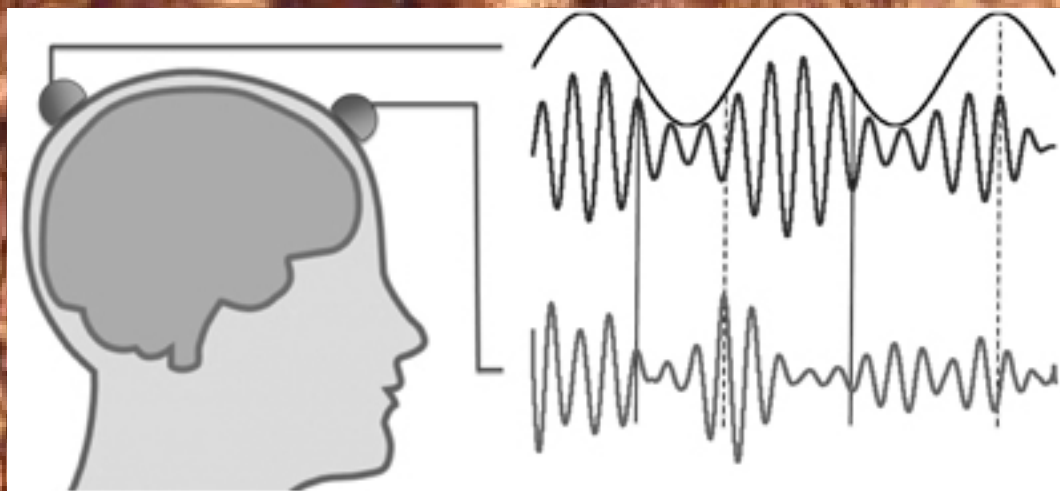
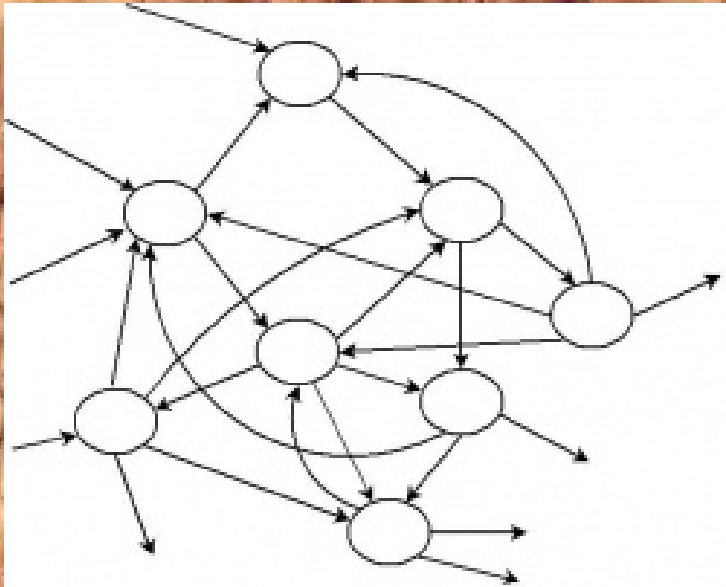


Grâce à leurs prolongements, les neurones créent des **réseaux très interconnectés** où l'activité d'un neurone peut influencer l'activité de plusieurs autres

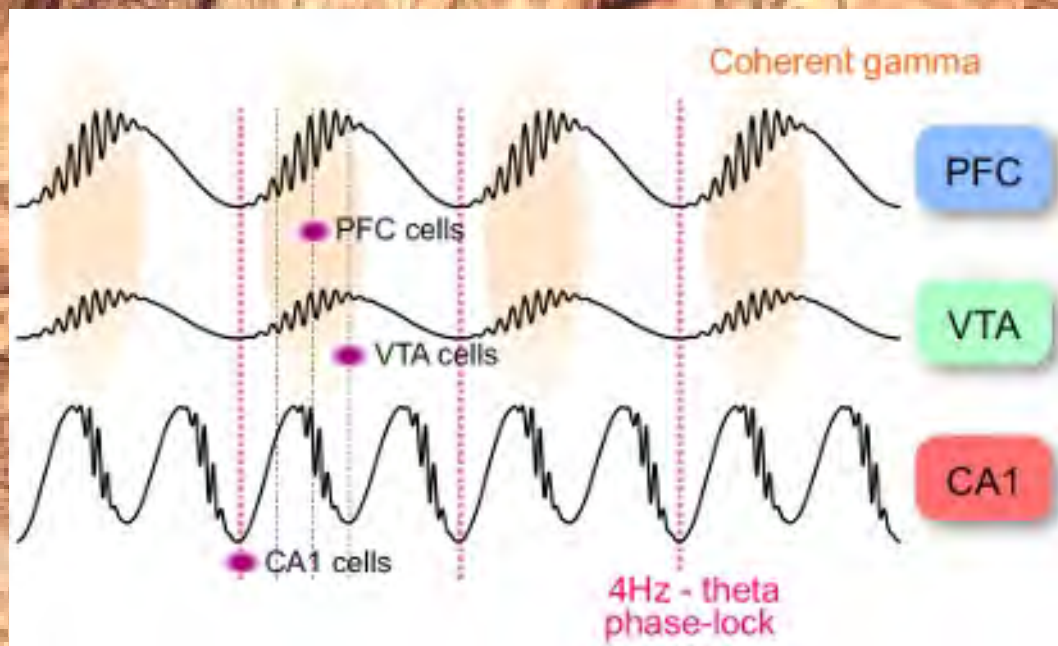
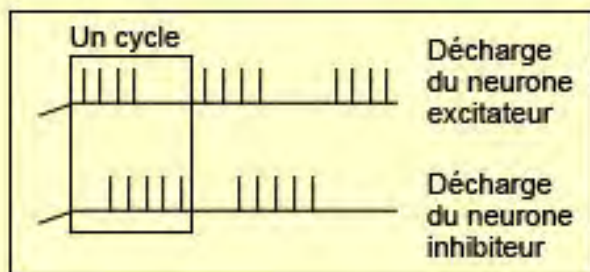
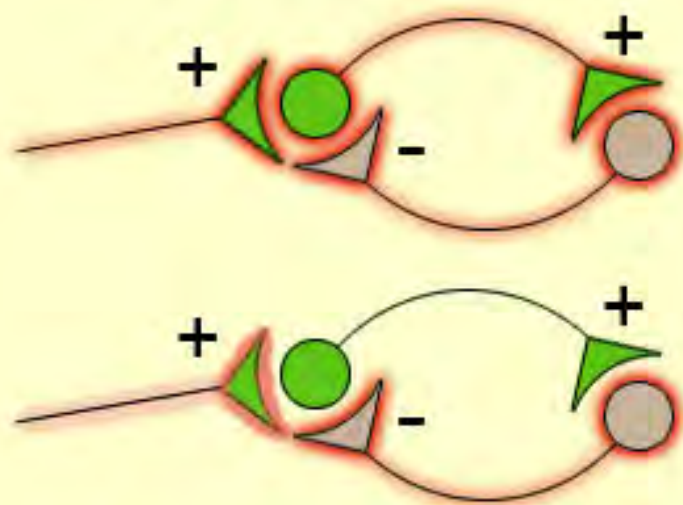
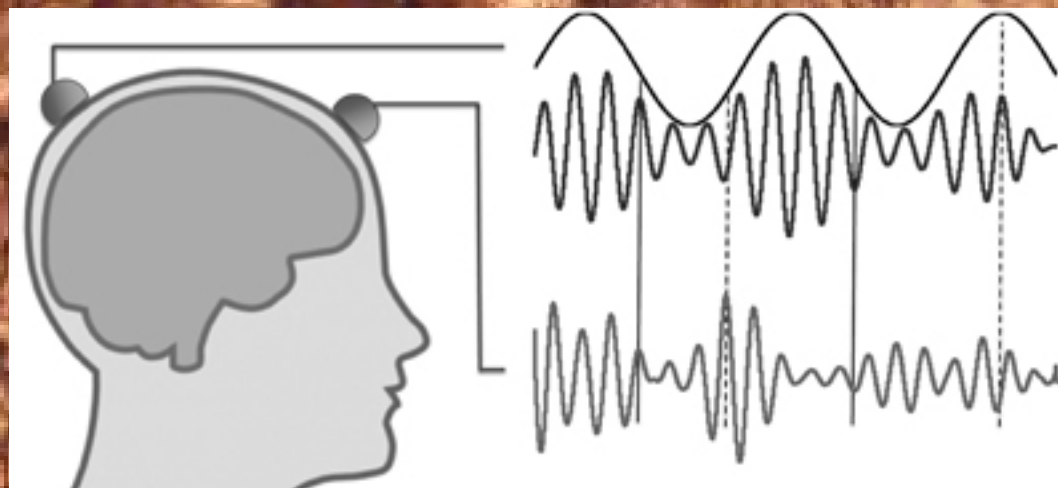
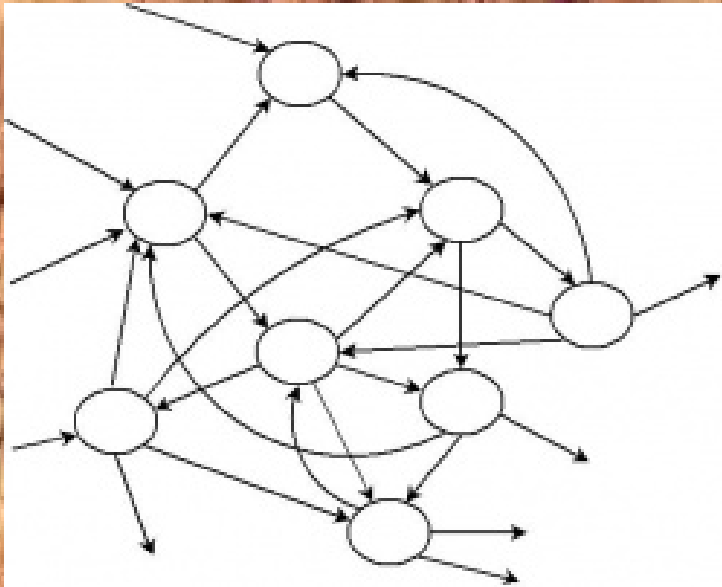






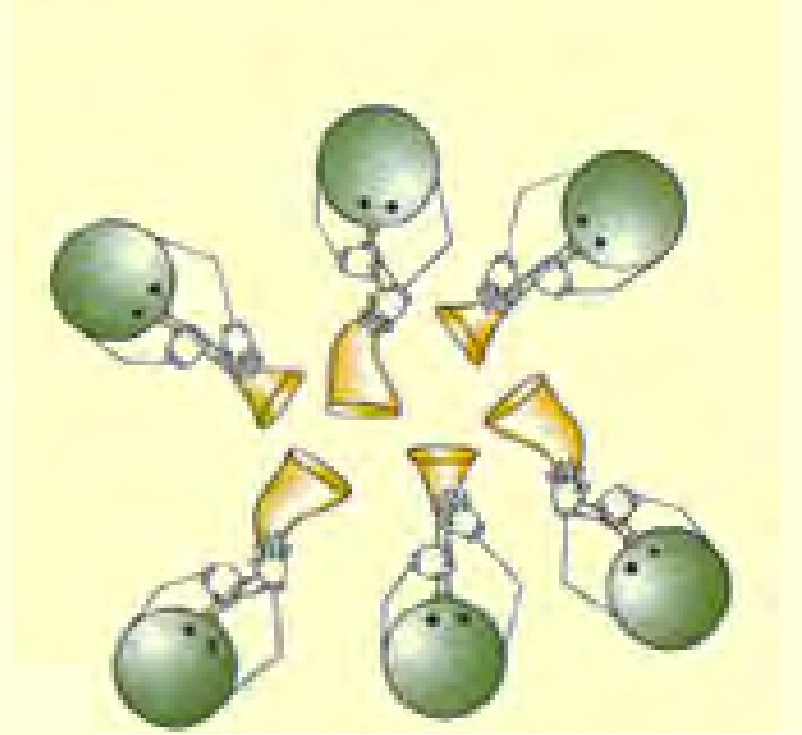


Activité spontanée



Chaque neurone « joue » quelque chose qui va influencer d'autres neurones...

...et en même temps va lui aussi être influencé par d'autres neurones.



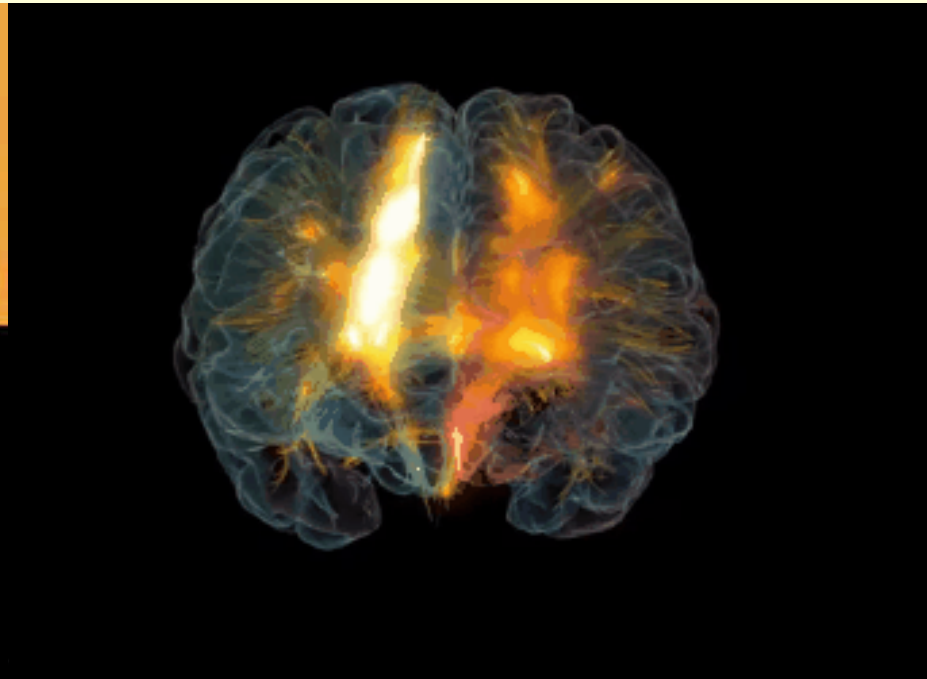
Un peu comme des musiciens qui « jament » ensemble !





Bonne métaphore

Il faut penser le cerveau en terme **d'activité dynamique**,
comme des musiciens de jazz !

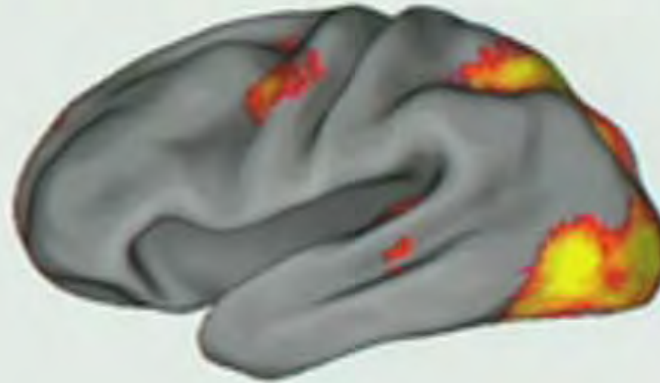


An Historical View

Reflexive

(Sir Charles Sherrington)

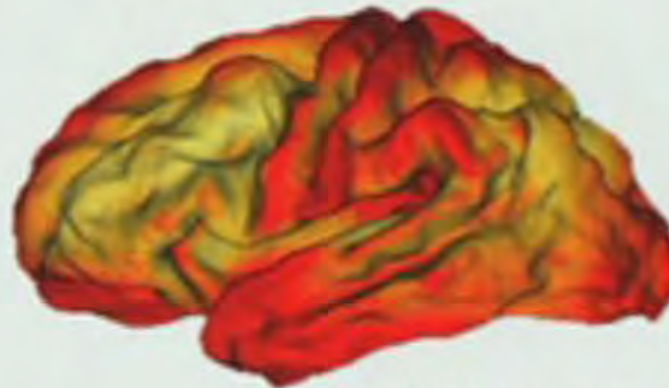
On est passé d'une conception **passive** d'un cerveau qui attend ses inputs de l'environnement pour y réagir...



Intrinsic

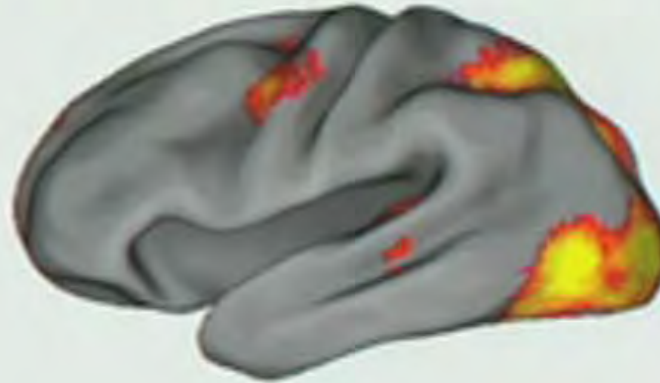
(T. Graham Brown)

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

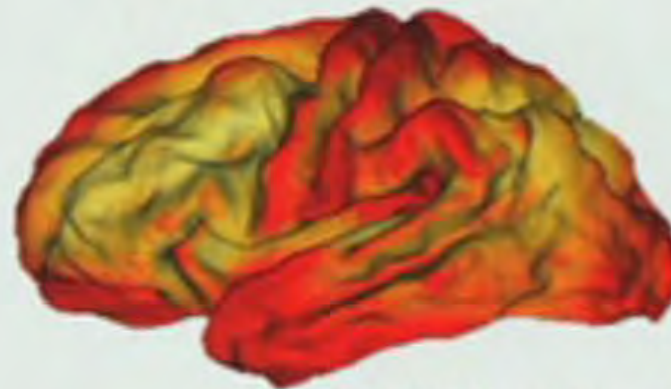


An Historical View

Reflexive
(Sir Charles Sherrington)



Intrinsic
(T. Graham Brown)

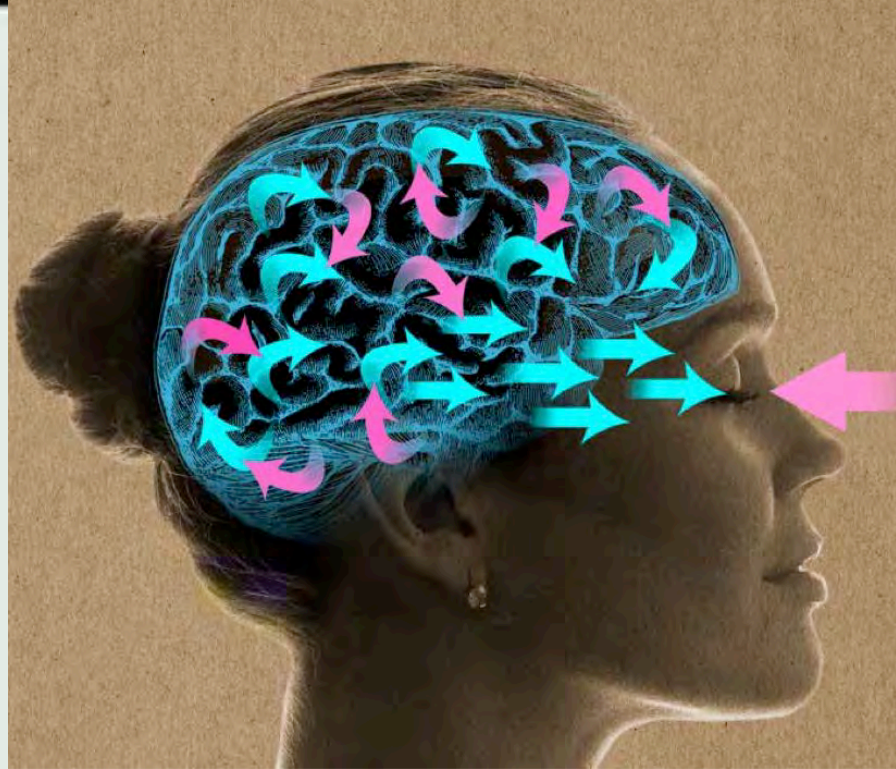


Boutade
mnémotechnique:

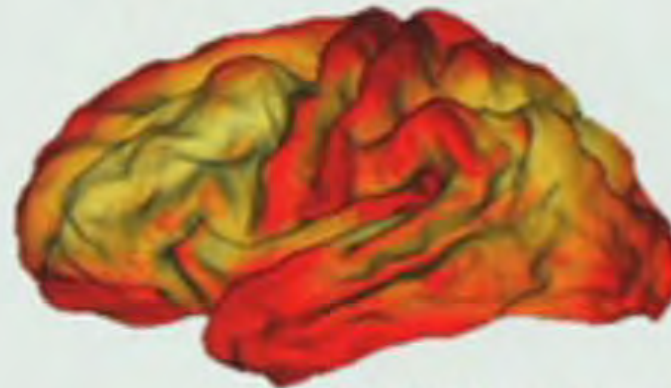
**« Il pleut tout
le temps
dans notre
cerveau ! »**

On est même en train d'aller vers une conception du cerveau qui fait constamment des **prédictions** sur ce qui risque de se passer dans l'instant suivant

(plutôt qu'un cerveau qui reconstruit le monde à partir des inputs qui lui parviennent)



Intrinsic
(T. Graham Brown)

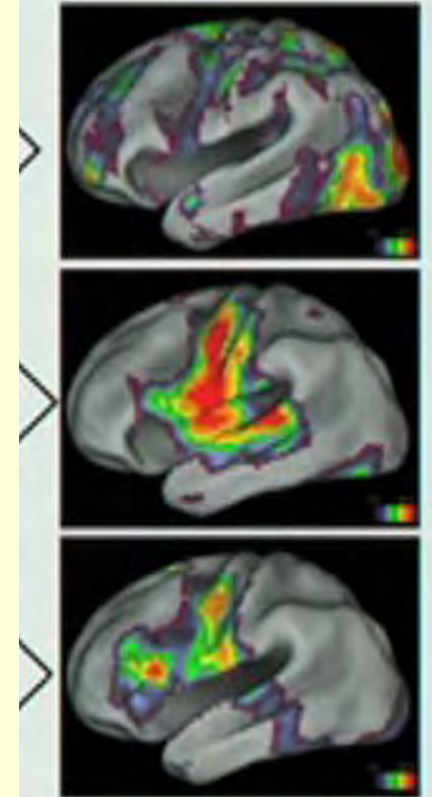


Raichle: Two Views of Brain Funct

Car il ne faut pas se laisser induire en erreur par les régions non colorées de l'imagerie cérébrale.

e

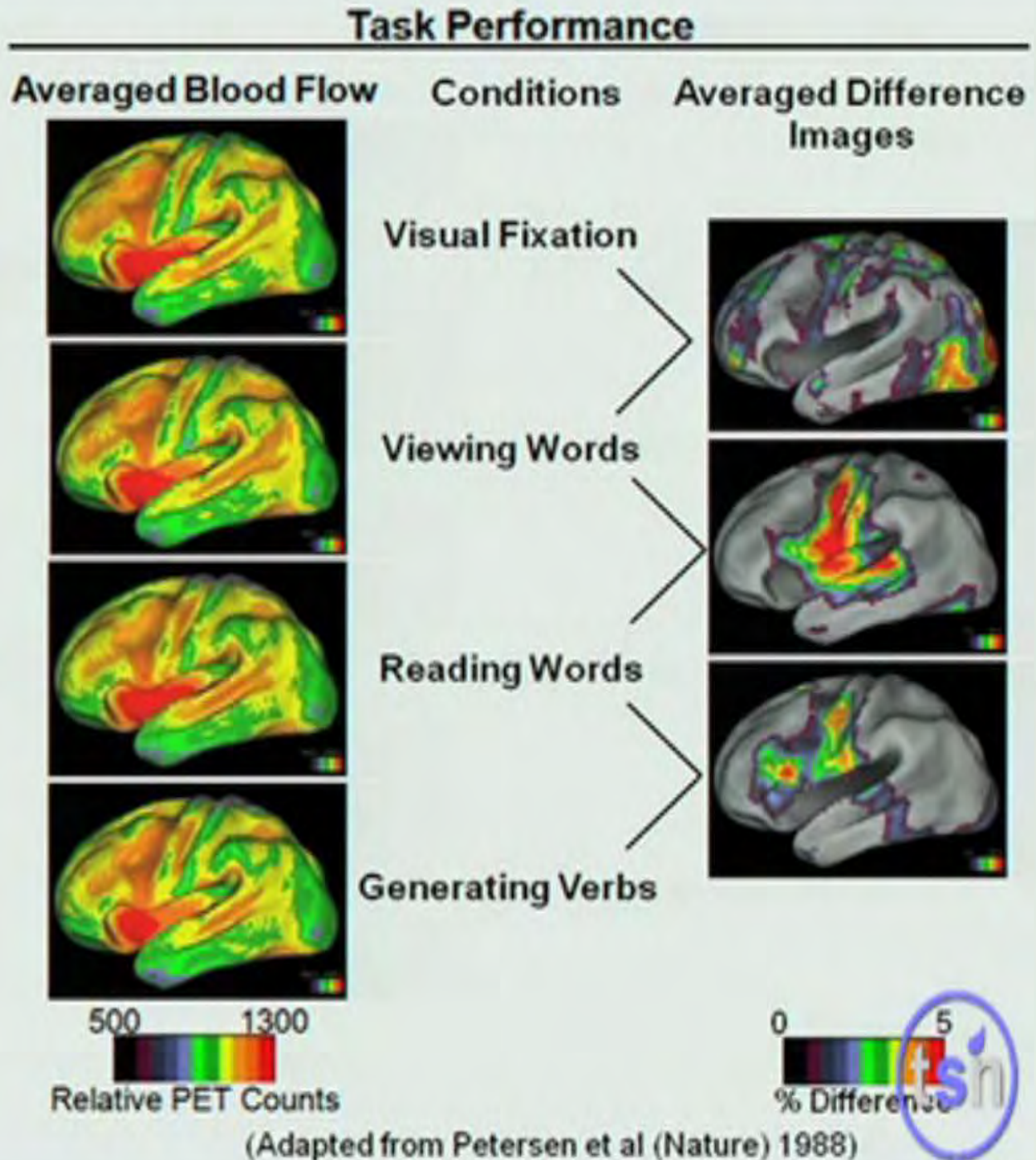
Averaged Difference Images



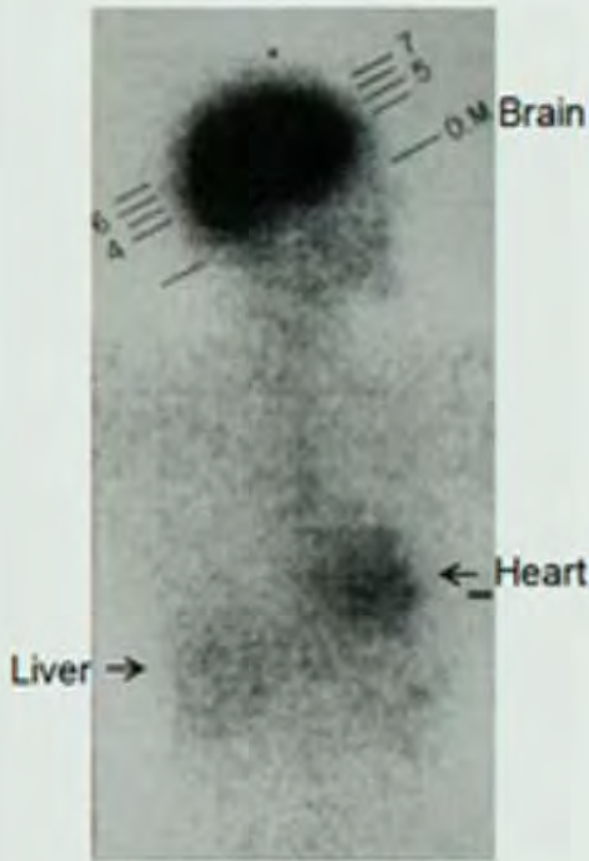
(Nature) 1988)

« Our resting brain is never at rest. »

- Marcus Raichle



Resting Metabolism



Alavi & Reivich (2002)

C'est à cause de toute cette activité intrinsèque que le cerveau, qui ne représente environ que **2 % du poids** du corps humain,

mobilise pourtant en permanence environ **20 % du glucose et de l'oxygène** de notre organisme.

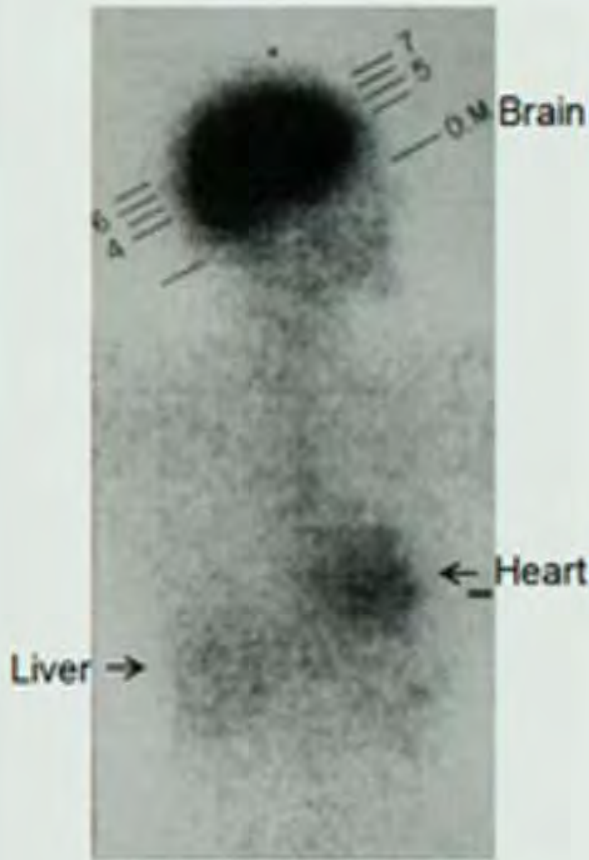
Et ce, même quand on est dans la lune ou quand on dort !

SYMPOSIUM 2: The Connectome: Mapping the Brain (Boston, 2011)

Marcus Raichle

<http://thesciencenetwork.org/programs/one-mind-for-research/symposium-2-the-connectome-mapping-the-brain> (6:30 à 17 min.)

Resting Metabolism



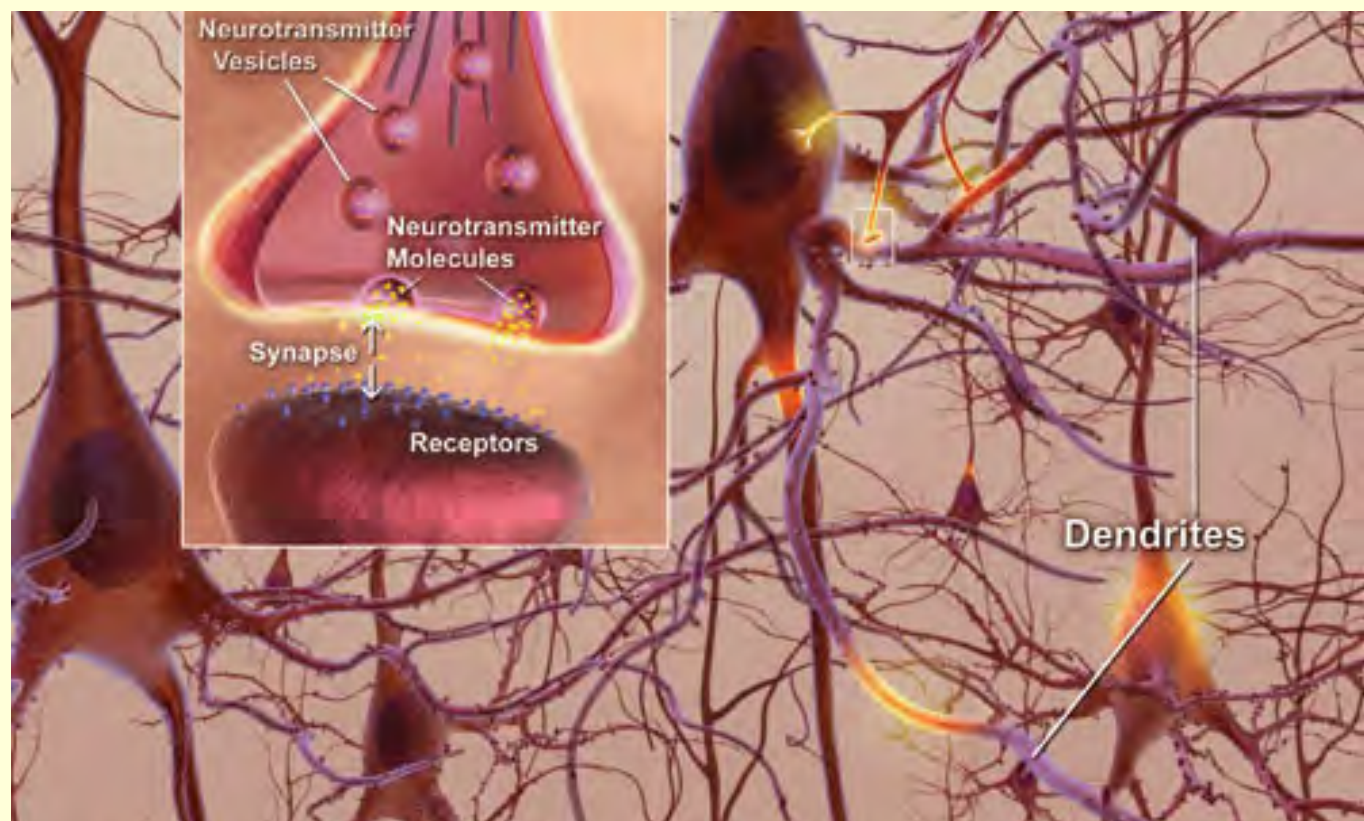
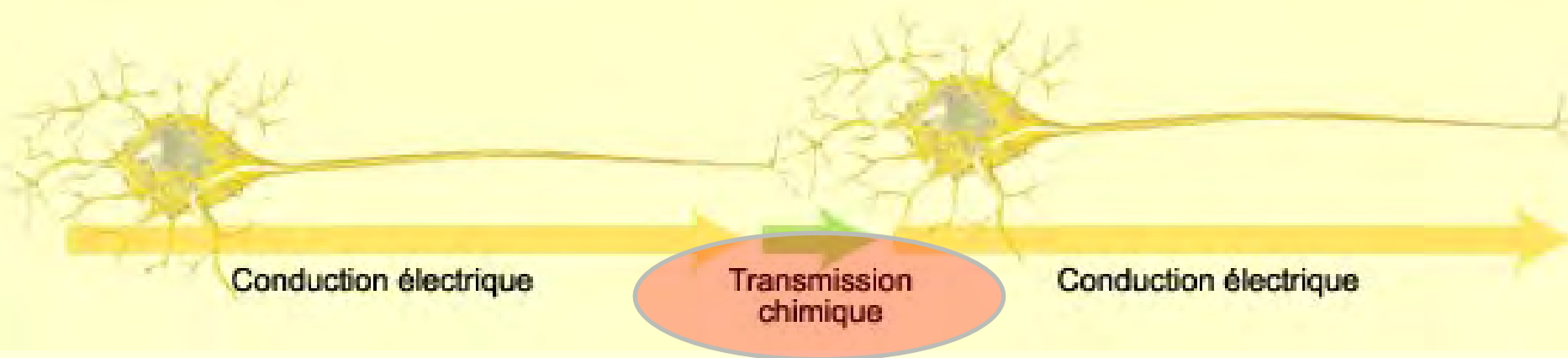
Alavi & Reivich (2002)

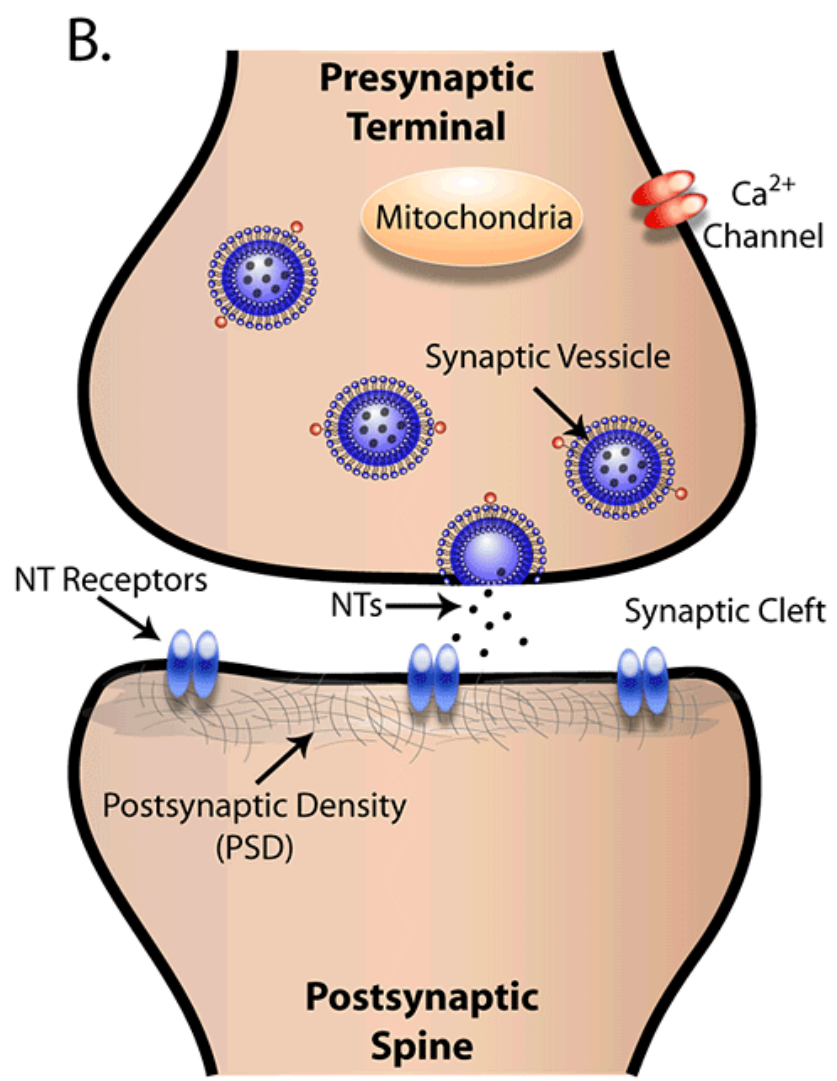
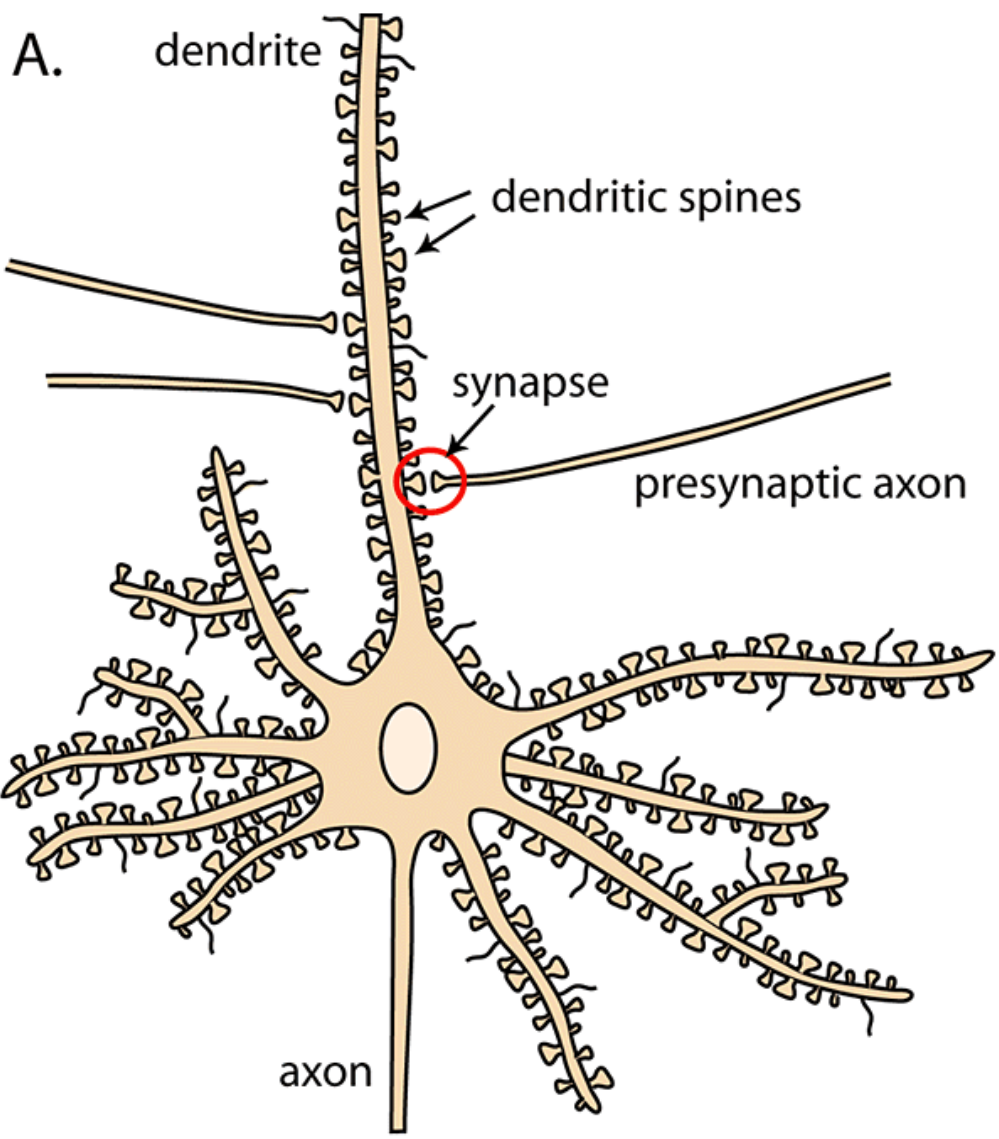
Et lorsqu'on effectue une tâche mentale très exigeante, l'augmentation du flux sanguin dans les régions impliquées n'est **rarement plus que de 5%** du flux sanguin au repos dans cette même région.

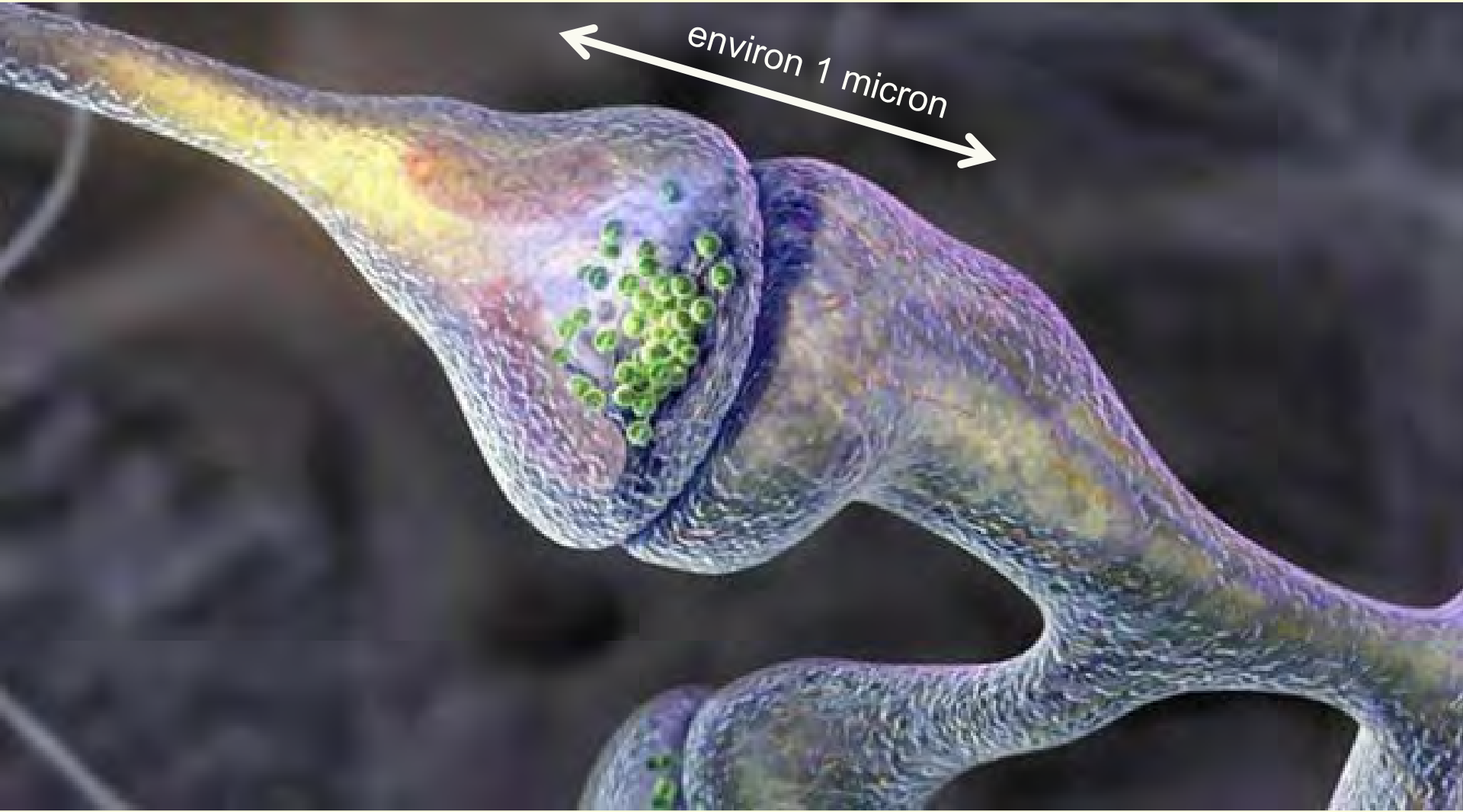
SYMPOSIUM 2: The Connectome: Mapping the Brain (Boston, 2011)

Marcus Raichle

<http://thesciencenetwork.org/programs/one-mind-for-research/symposium-2-the-connectome-mapping-the-brain> (6:30 à 17 min.)





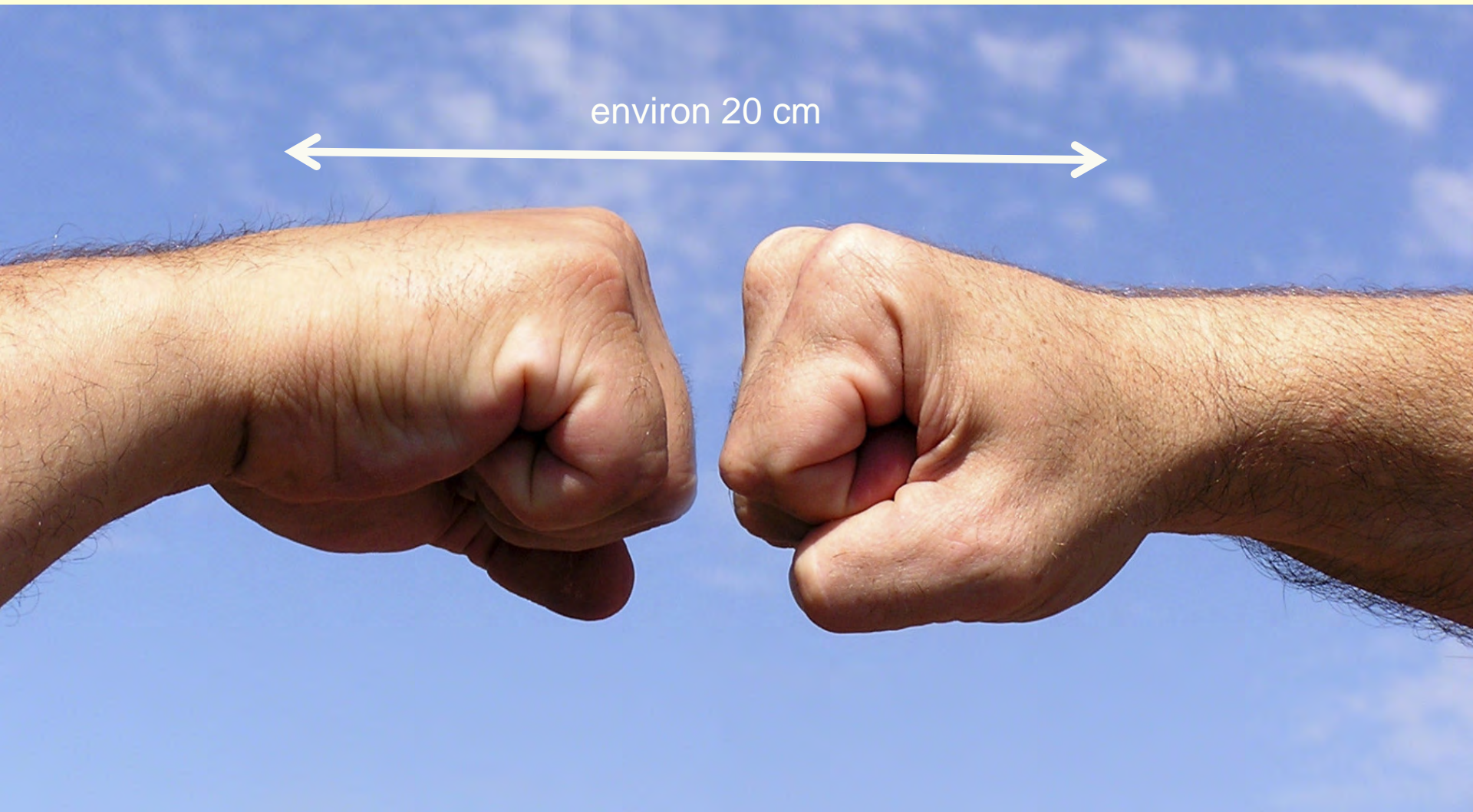


environ 1 micron

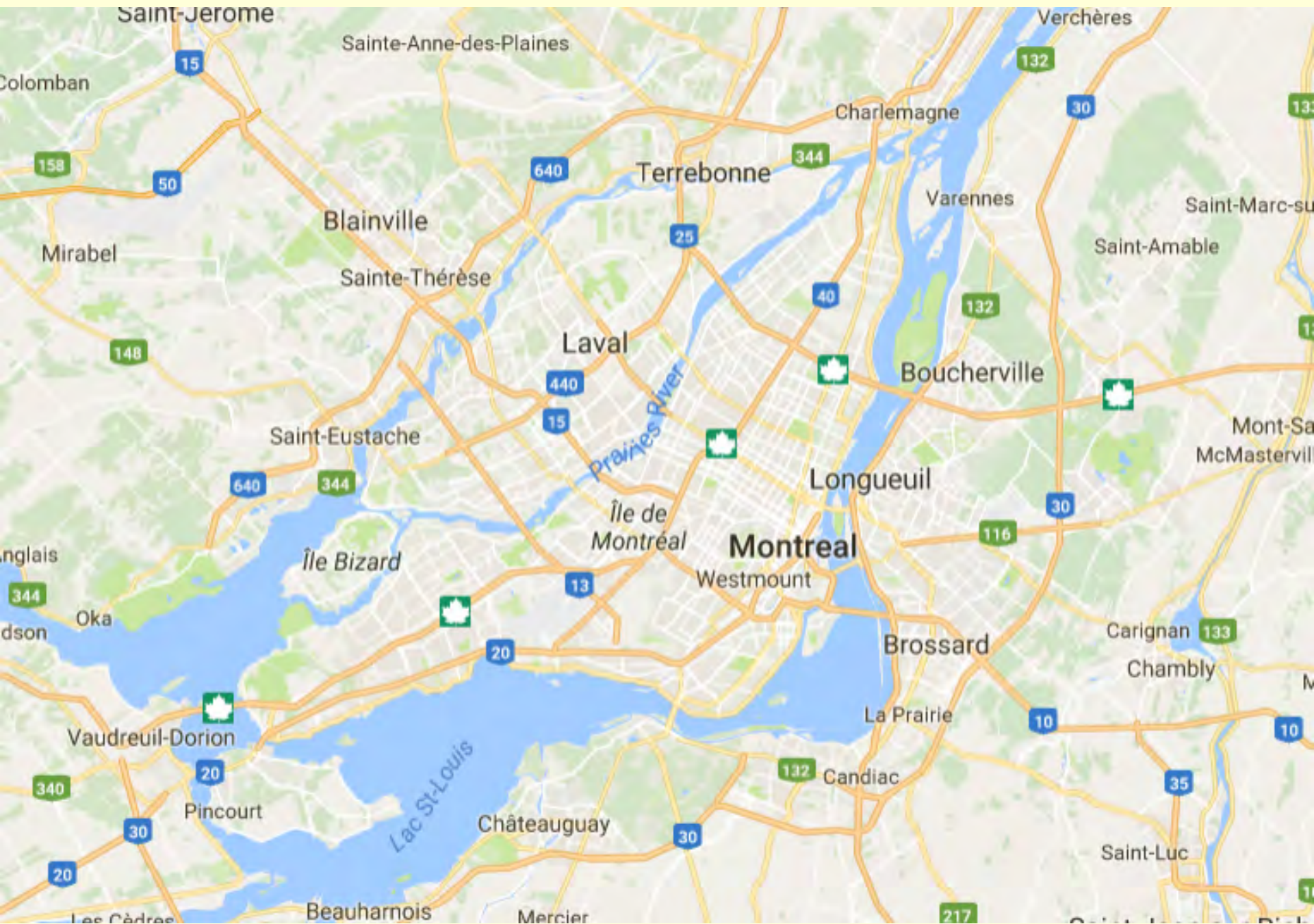


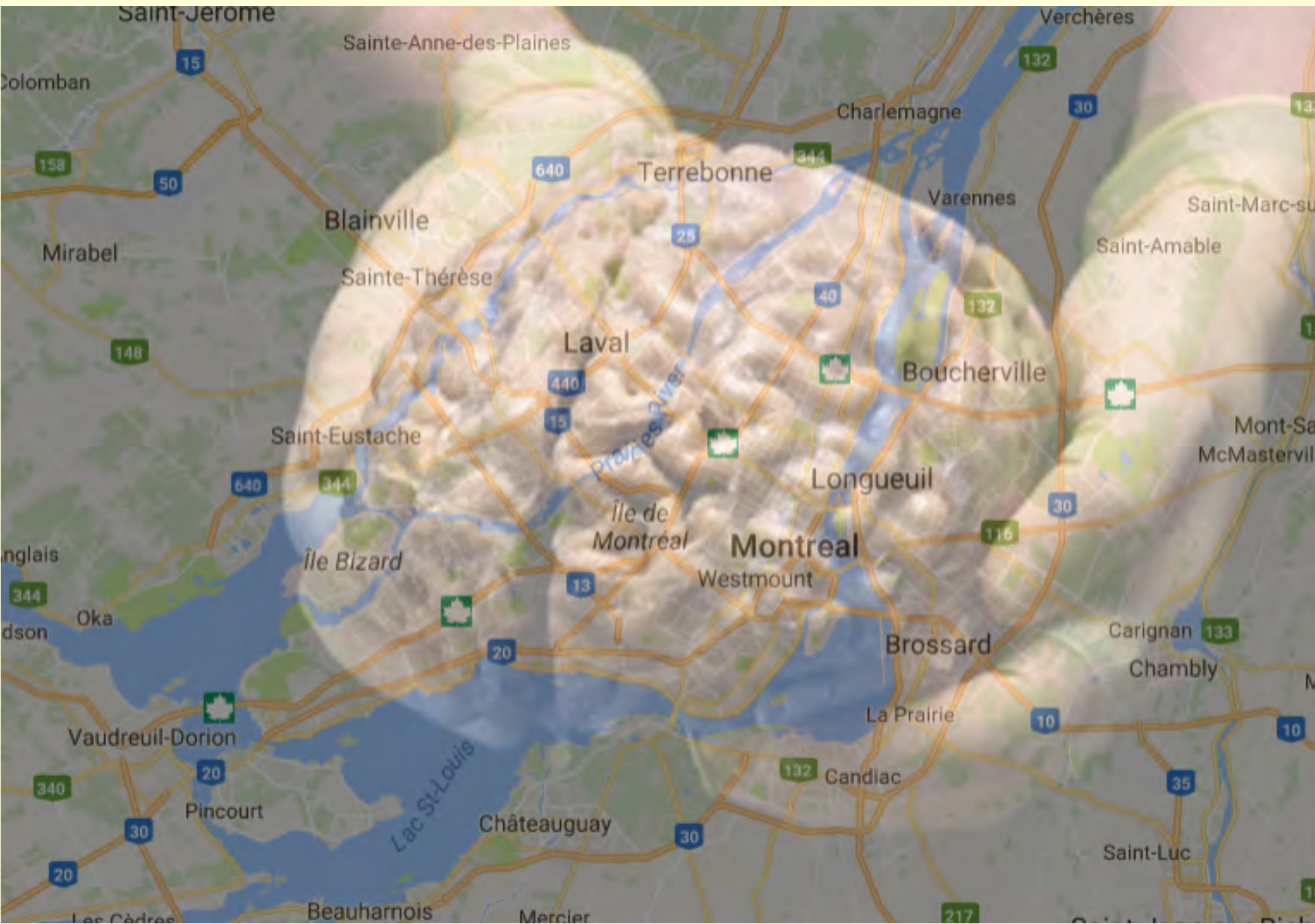
environ 20 cm

Quelle devrait être la taille d'un cerveau
dont les synapses auraient la taille de deux poings ?



Alors : $0,2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} / 0,000 \text{ } 001 \text{ m} = 40 \text{ } 000 \text{ m} = \mathbf{40 \text{ km}}$





Presynaptic cell

Postsynaptic cell

action potential



Synaptic vesicles containing neurotransmitter

Presynaptic membrane

Voltage-gated Ca^{2+} channel

1 Ca^{2+}

Synaptic cleft

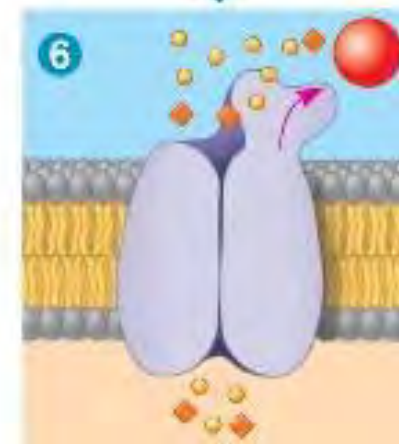
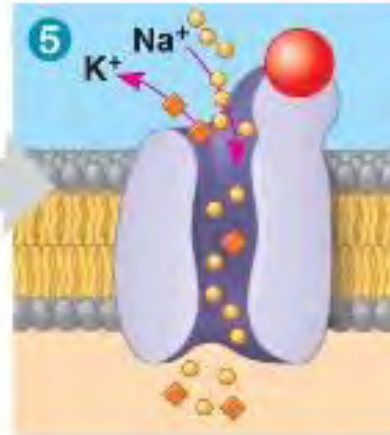
2

3

4

Ligand-gated ion channels

Postsynaptic membrane





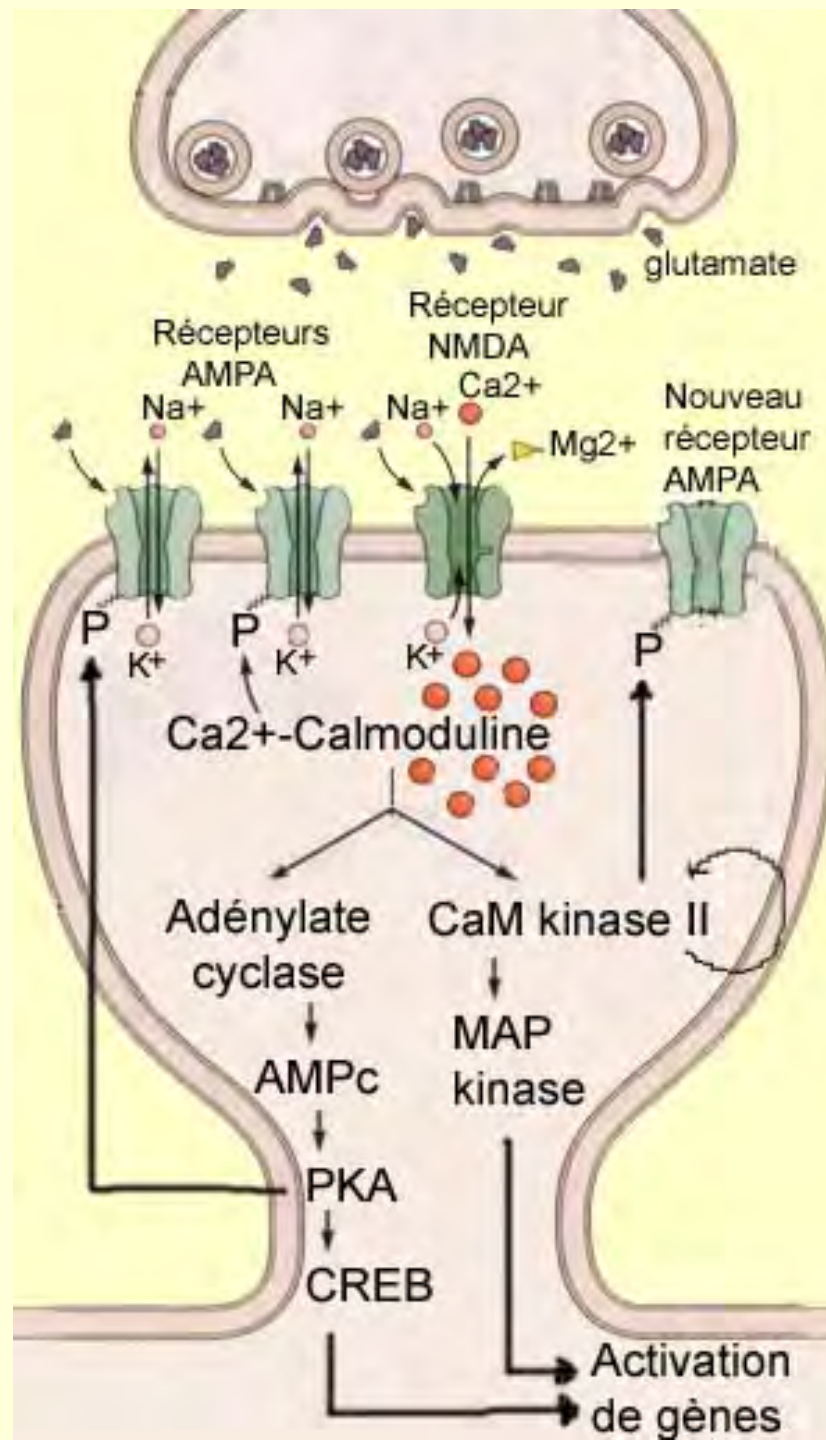
**Différents
mécanismes :**

LTP

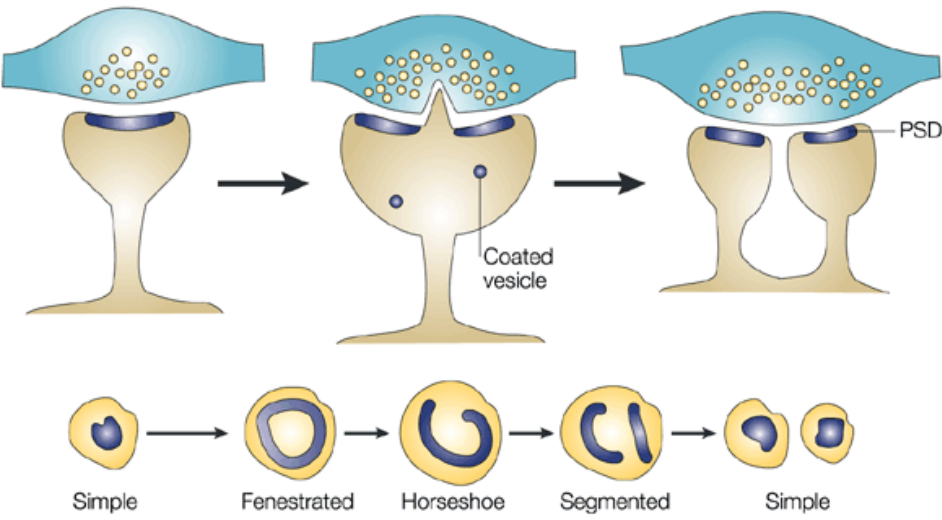
LTD

STDP

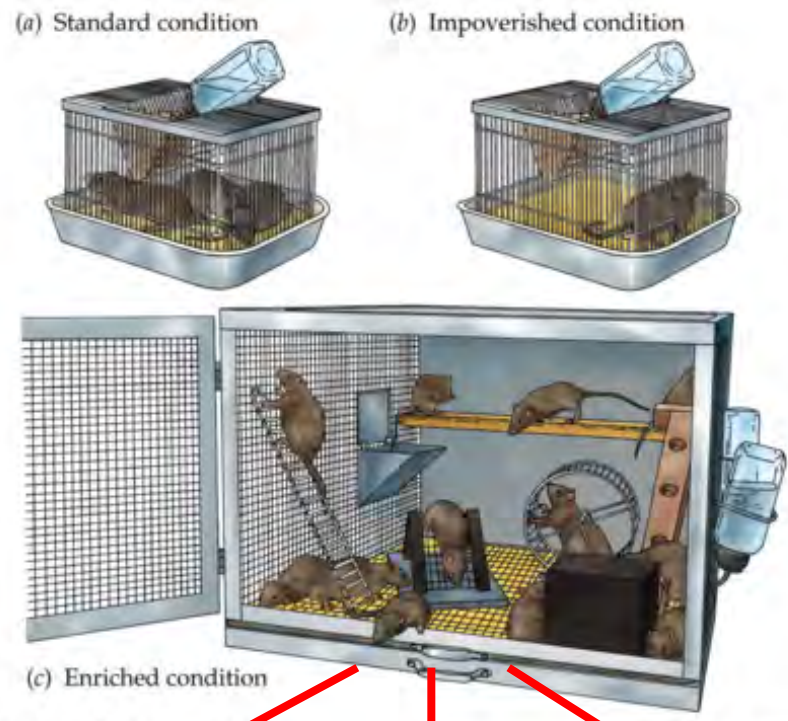
Etc.



μ.

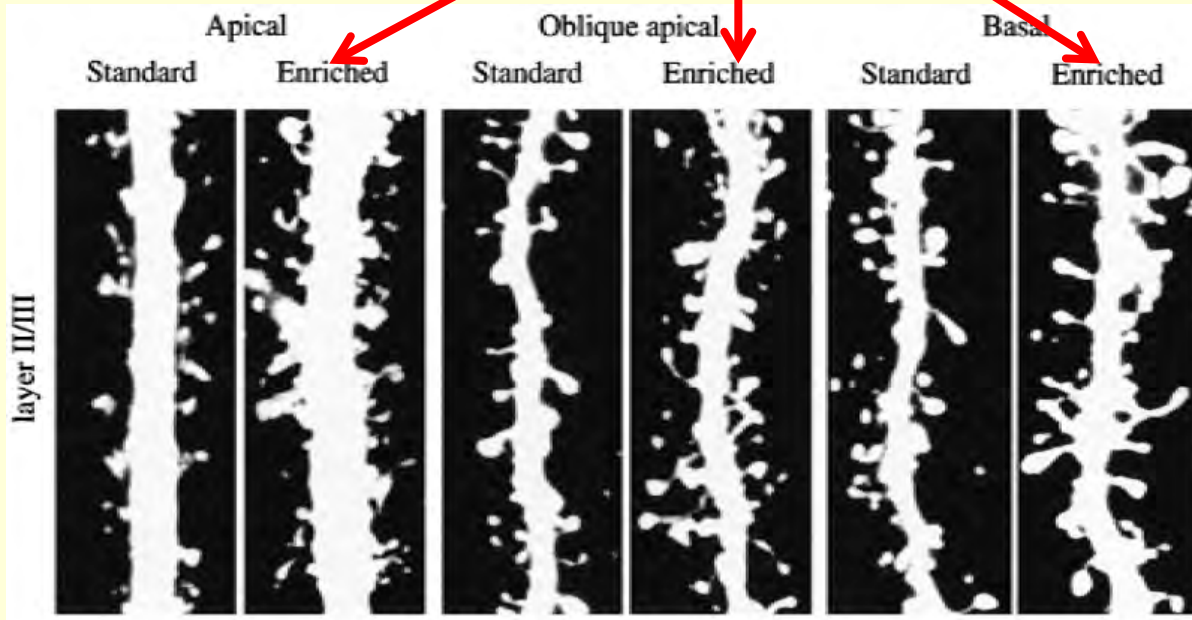


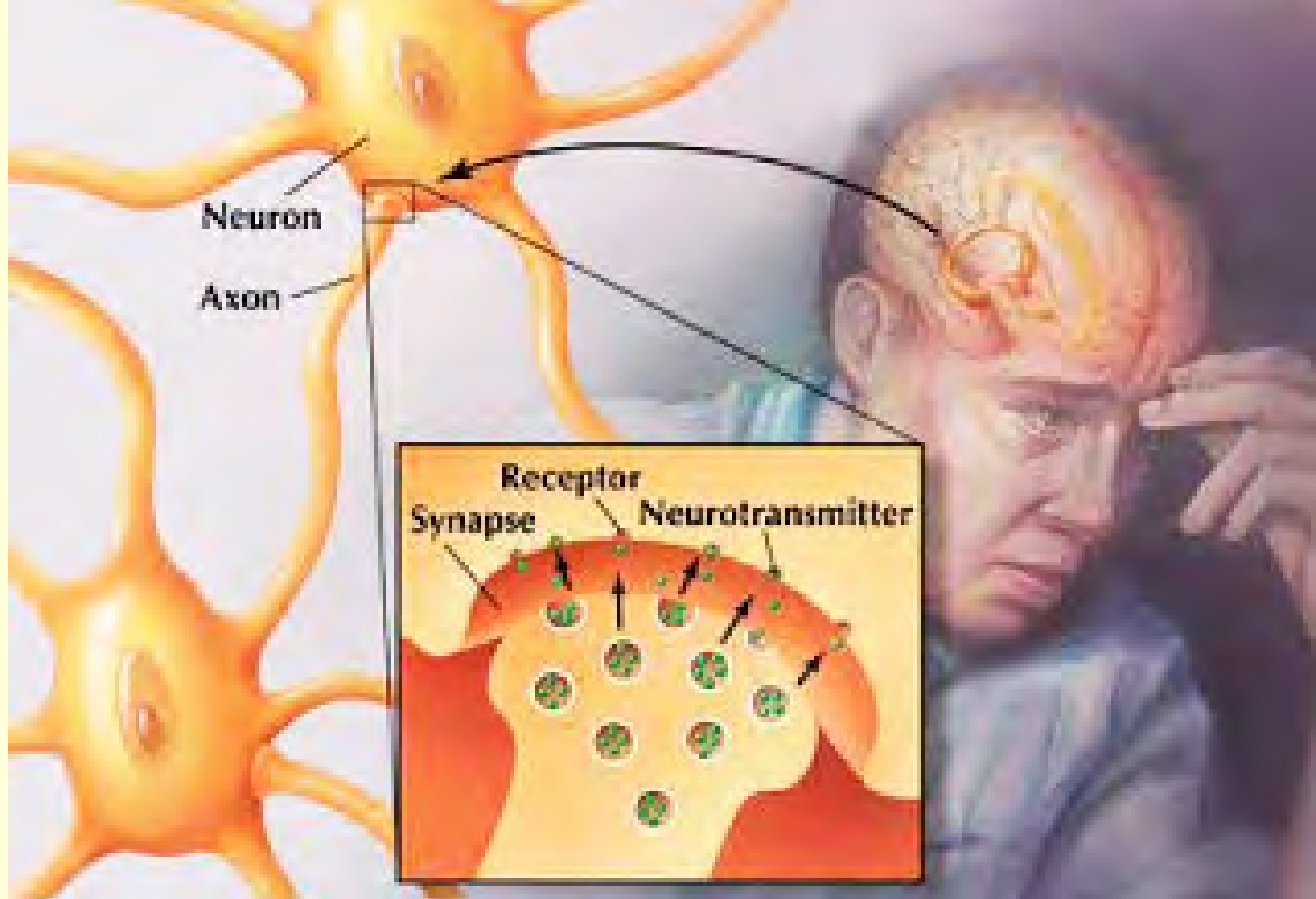
Nature Reviews | Neuroscience



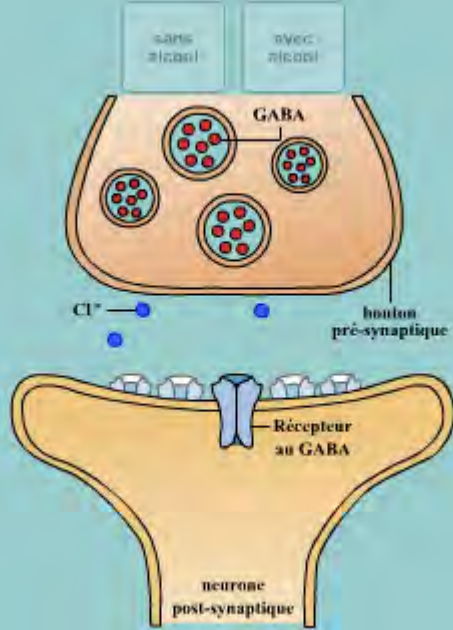
Biological Psychology 6e, Figure 11.17

© 2010 Elsevier Associates, Inc.

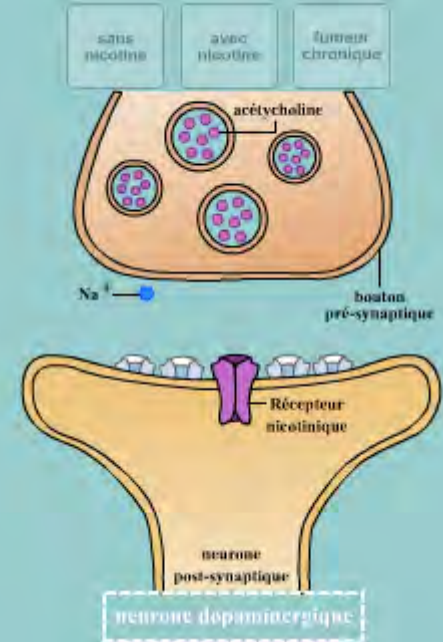




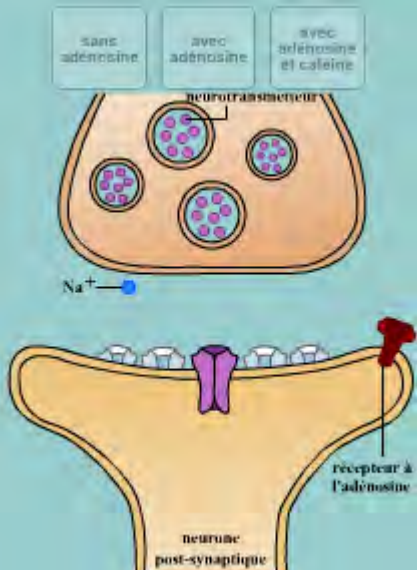
C'est aussi à la synapse
qu'agissent la grande majorité
des **médicaments** et
des **drogues**



Alcool



Nicotine

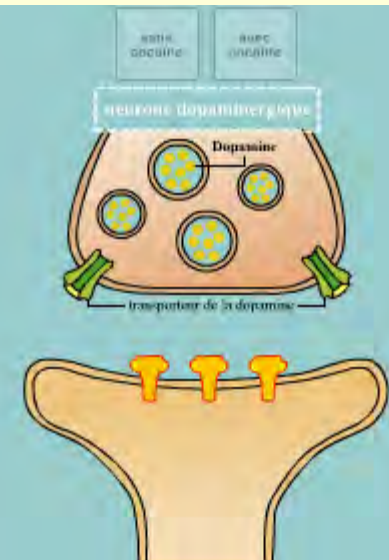


Caféine



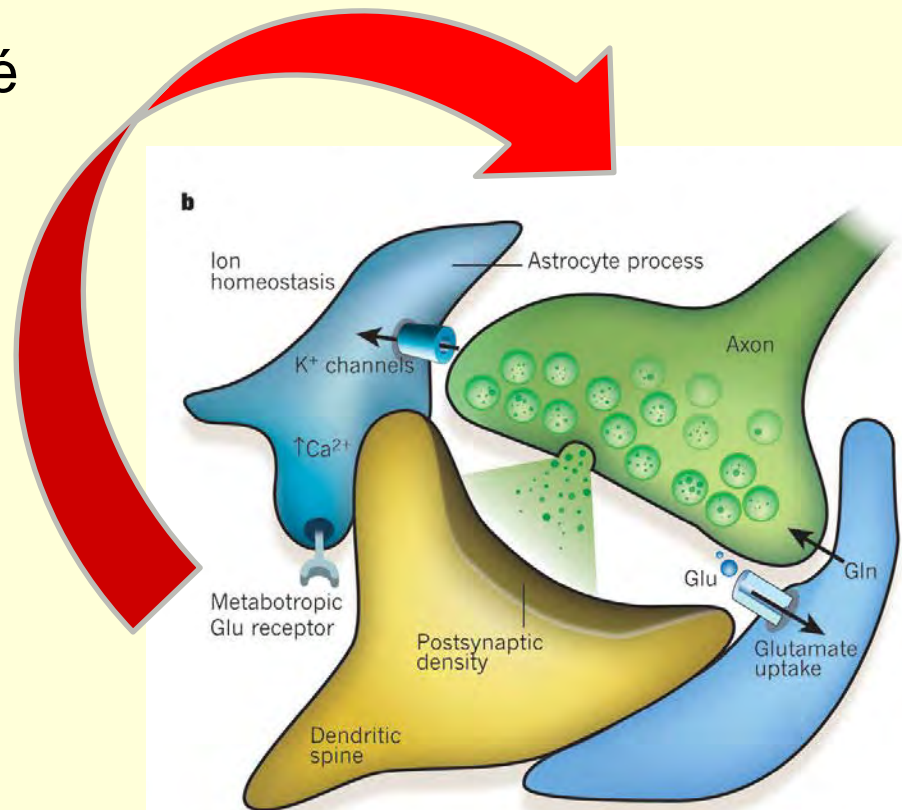
LES NEUROTRANSMETTEURS AFFECTÉS PAR LES DROGUES

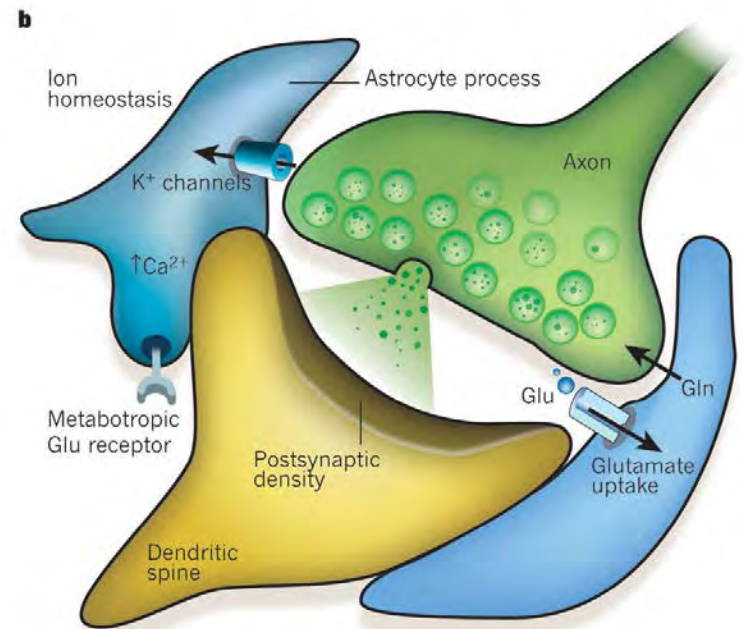
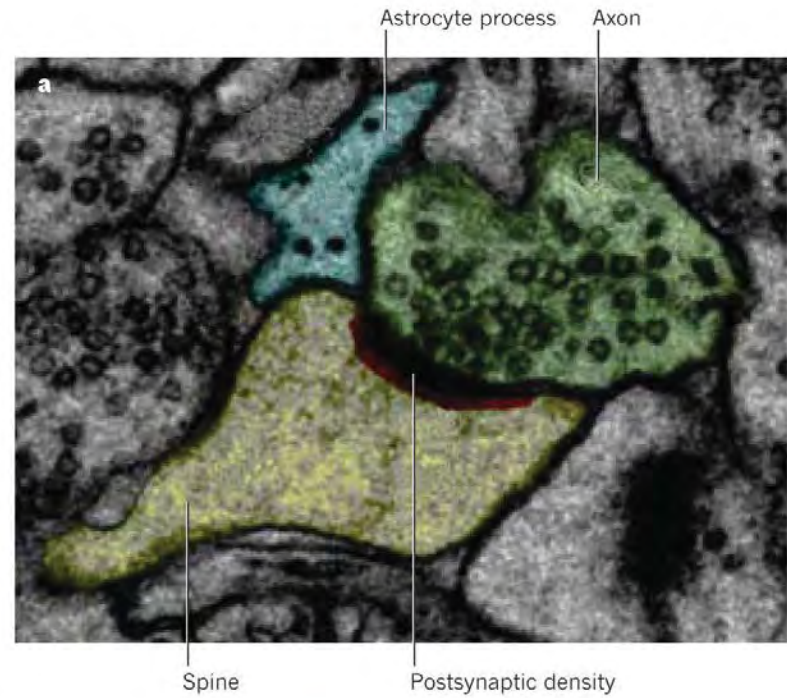
http://lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i_03/i_03_m/i_03_m_par/i_03_m_par.html

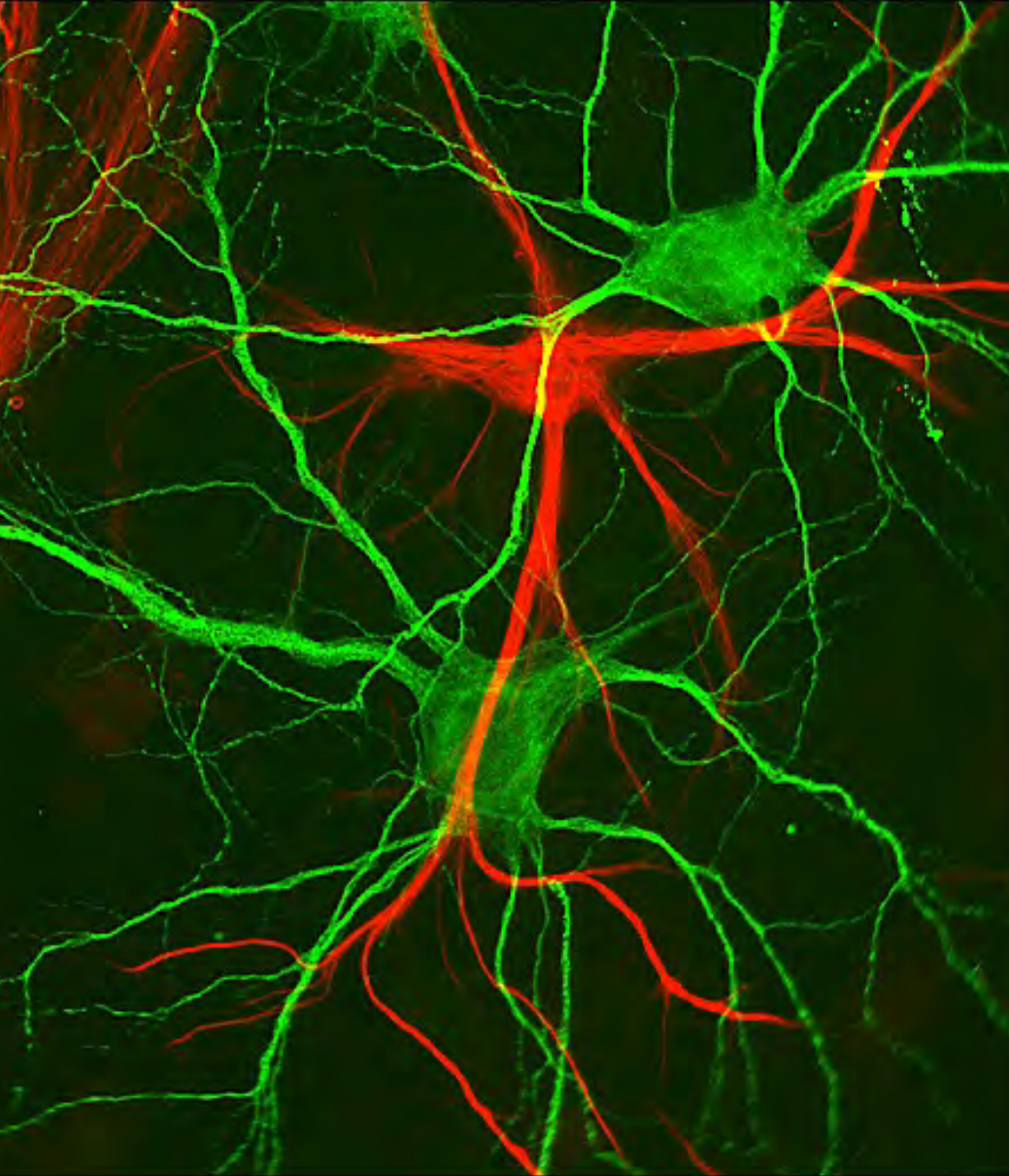


Cocaïne

Les phénomènes
d'accoutumance et de
sevrage s'expliquent ainsi
lorsqu'il y a un apport
exogène de substance dans
un système hautement régulé
par **rétroactions**
négatives...







La théorie du neurone :

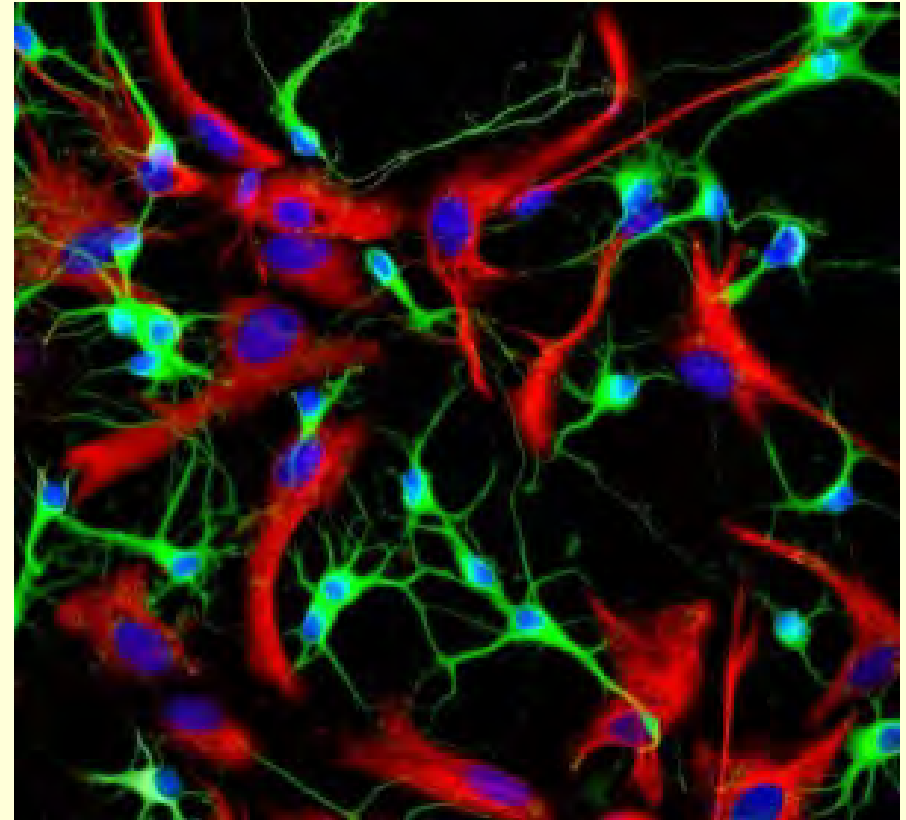
1) ~~Le neurone~~ est l'unité structurelle et fonctionnelle de base du système nerveux;

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

les cellules gliales !

(en rouge ici,
et les neurones en vert)

Les cellules gliales, encore en rouge ici



85 000 000 000
cellules gliales

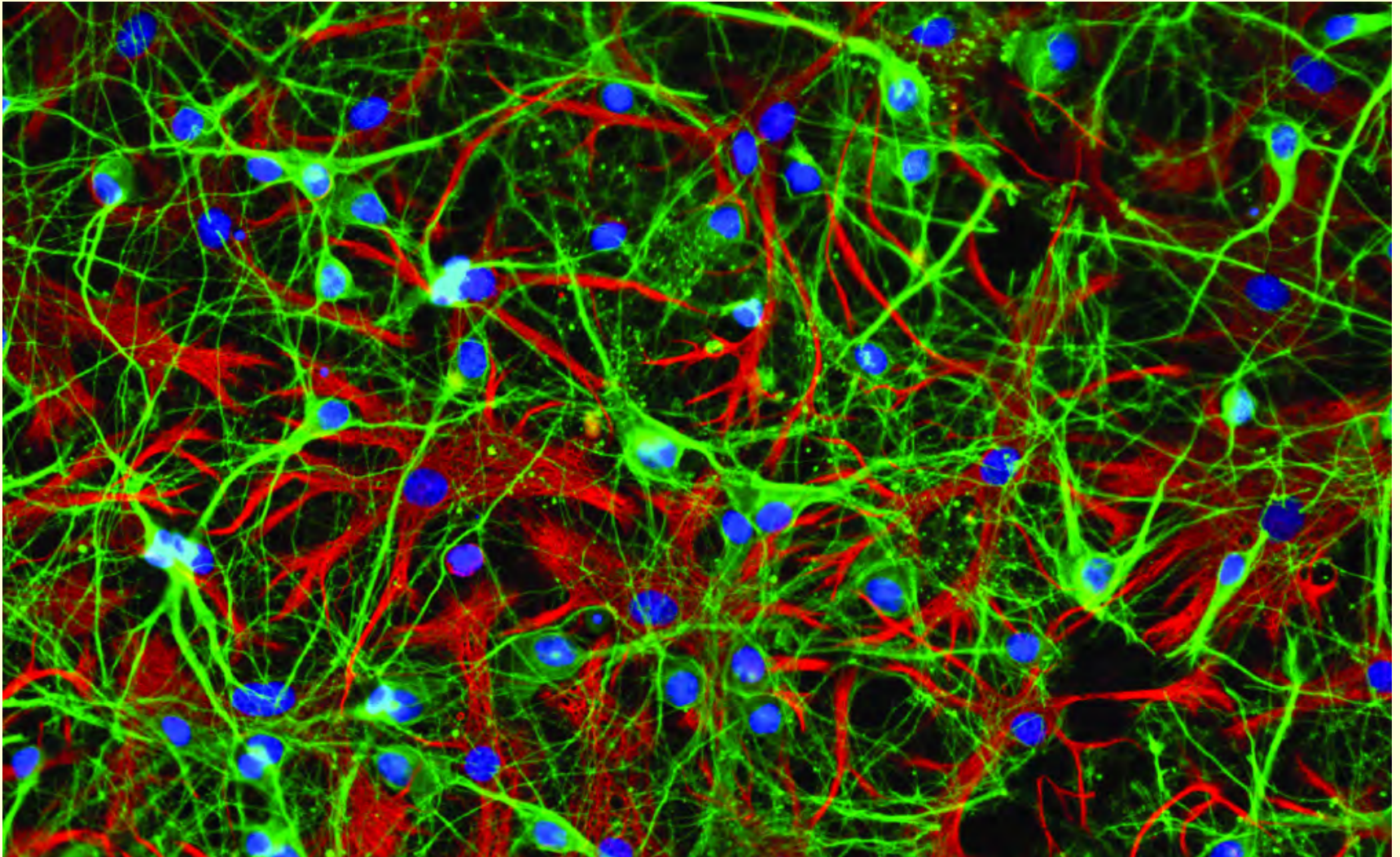
Cellules qui
n'émettent pas
d'influx nerveux...

+

85 000 000 000
neurones !



Un astrocyte peut être connecté à des milliers de différents neurones et pourrait ainsi contribuer à **synchroniser** l'activité neuronale.

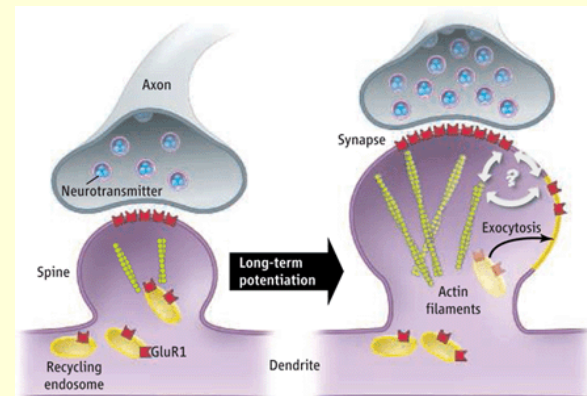


*Neurons and astrocytes isolated from rat hippocampus stained for DNA (blue), neuronal-specific β III-tubulin (green) and **astrocyte-specific GFAP (red)**.*

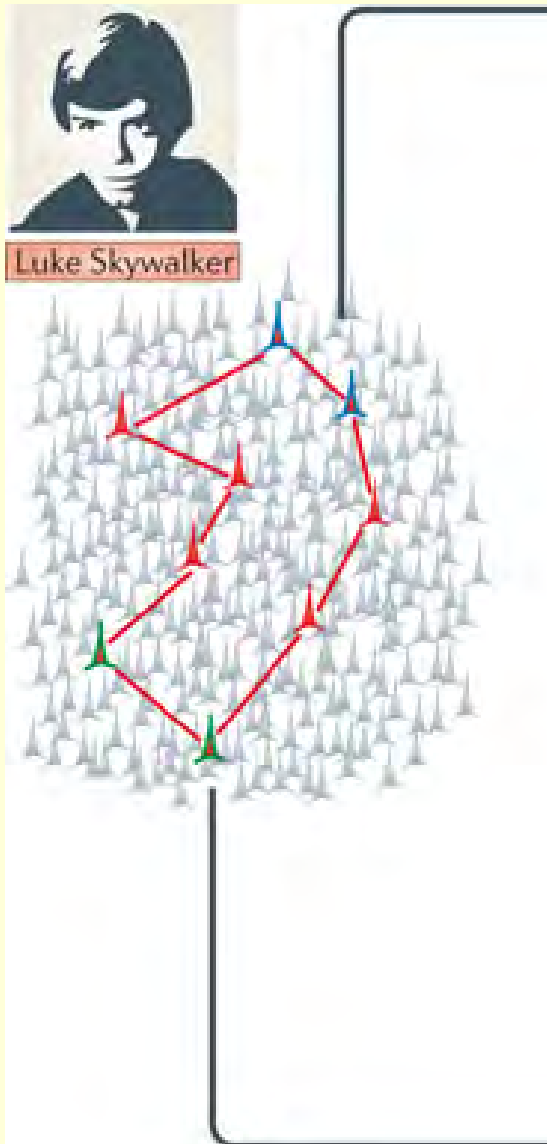
Et c'est ainsi que cette synchronisation d'activité entre des neurones va pouvoir former des **réseaux de neurones**



dont les connexions ont été renforcées par des **mécanismes comme la LTP**



Cela crée ce qu'on appelle un **engramme mnésique**, c'est-à-dire une assemblée de neurones correspondant à une perception, une image mentale, un concept, etc.

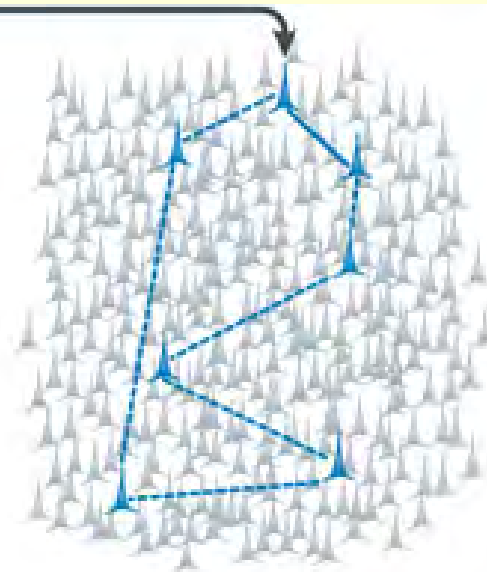
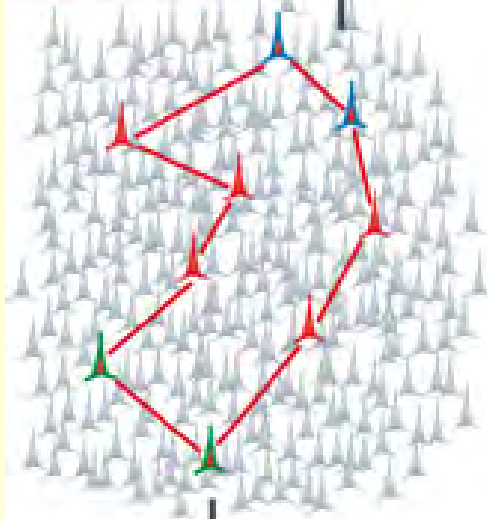


Si une partie des stimuli originaux sont rencontrés à nouveau, ces neurones constituant l'engramme sont **réactivés** pour évoquer le **rappel de ce souvenir spécifique...**

va créer ce qu'on appelle un **engramme mnésique**, c'est-à-dire une assemblée de neurones correspondant à une perception, une image mentale, un concept, etc.

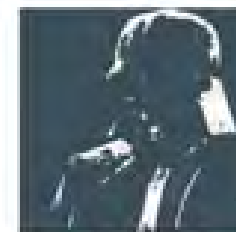
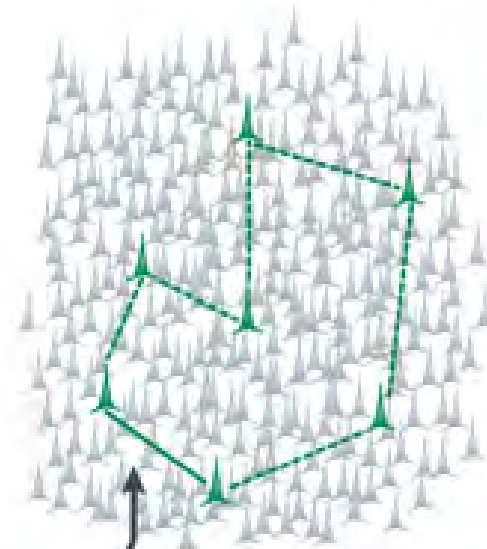


Luke Skywalker



Yoda

...ou d'autres
qui sont **proches**.



Darth Vader

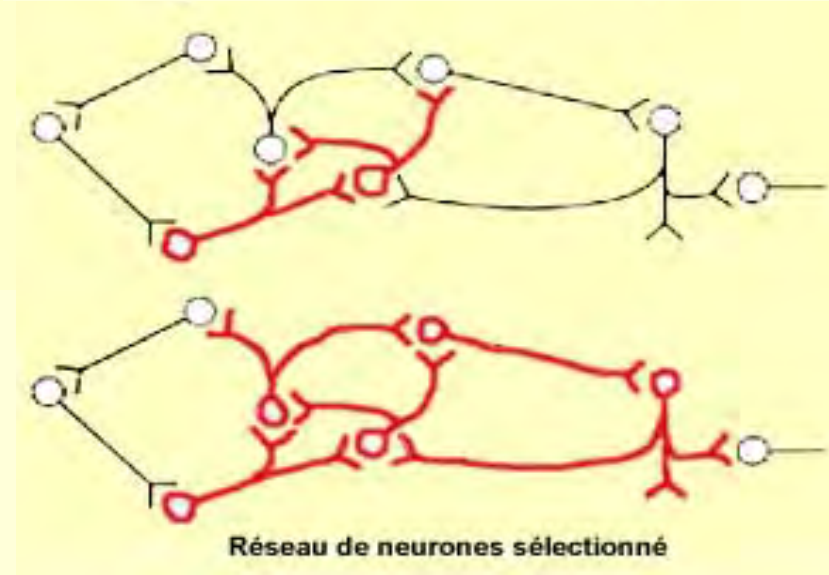


Neuromythe à oublier

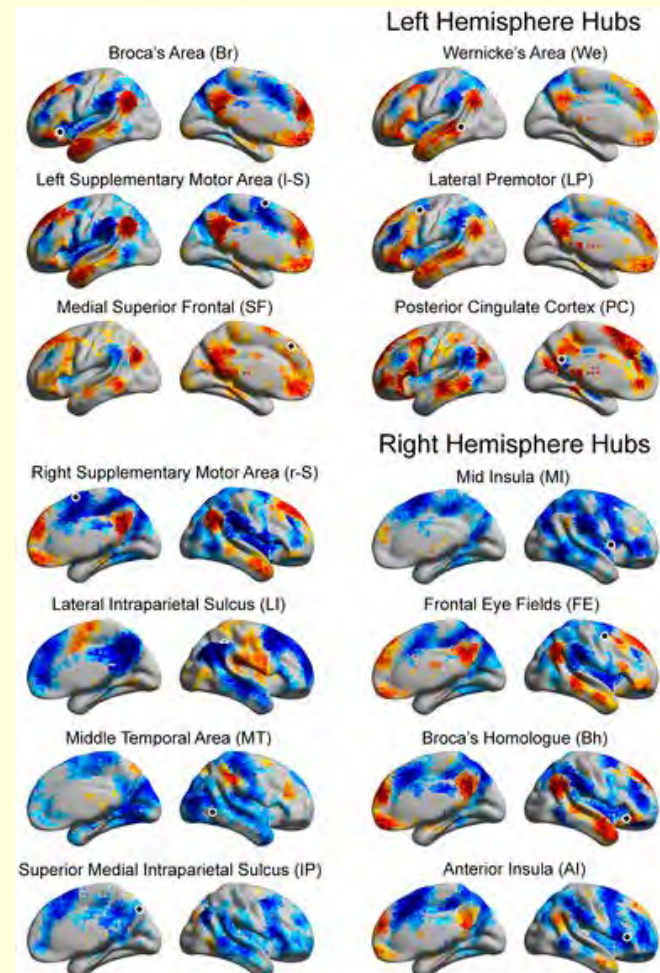
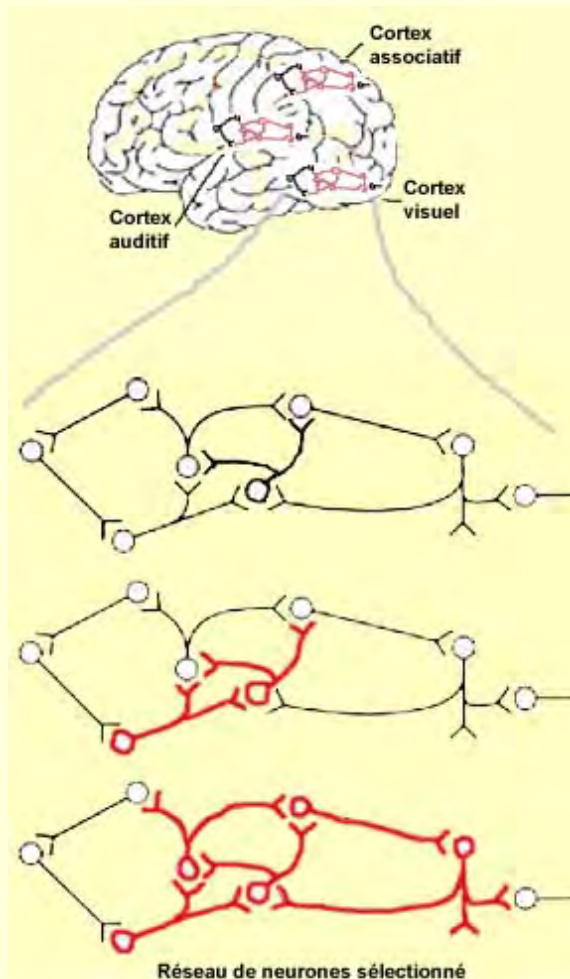
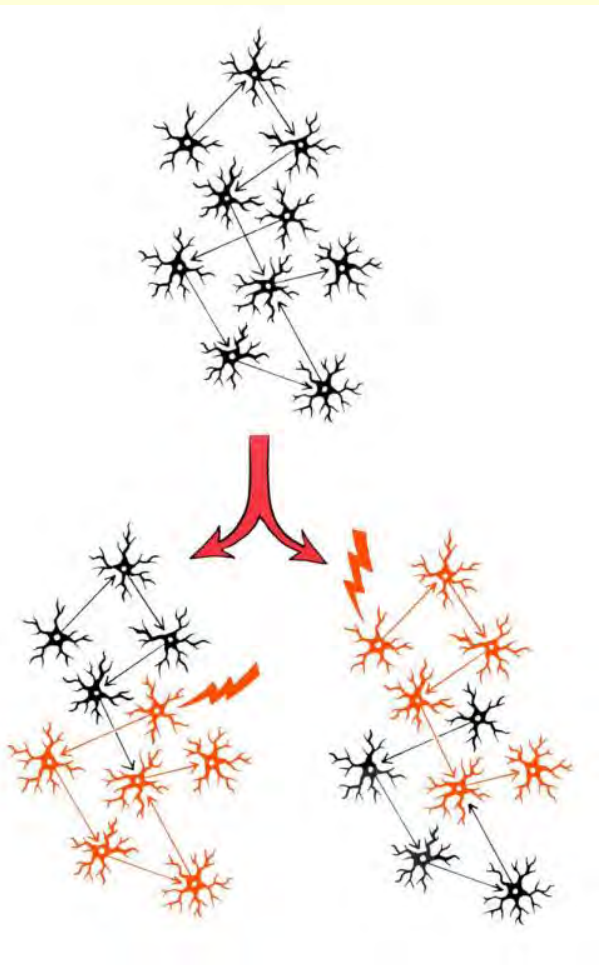


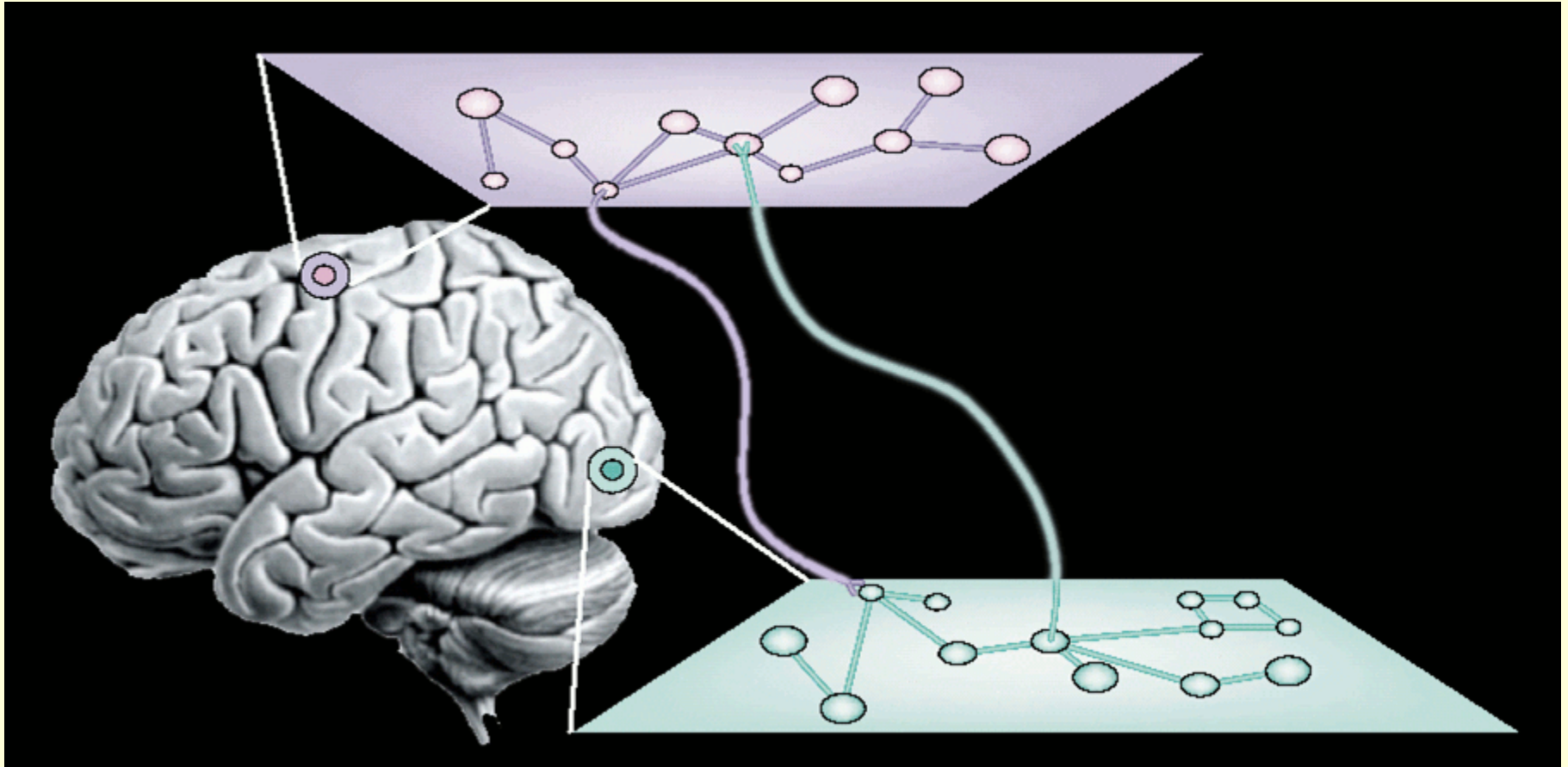
Notre cerveau n'étant jamais exactement le même jour après jour...

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



Les oscillations et les synchronisations d'activité peuvent donc contribuer à la formation **d'assemblées de neurones transitoires** qui se produisent non seulement dans certaines structures cérébrales, mais dans des réseaux **largement distribués à l'échelle du cerveau entier.**





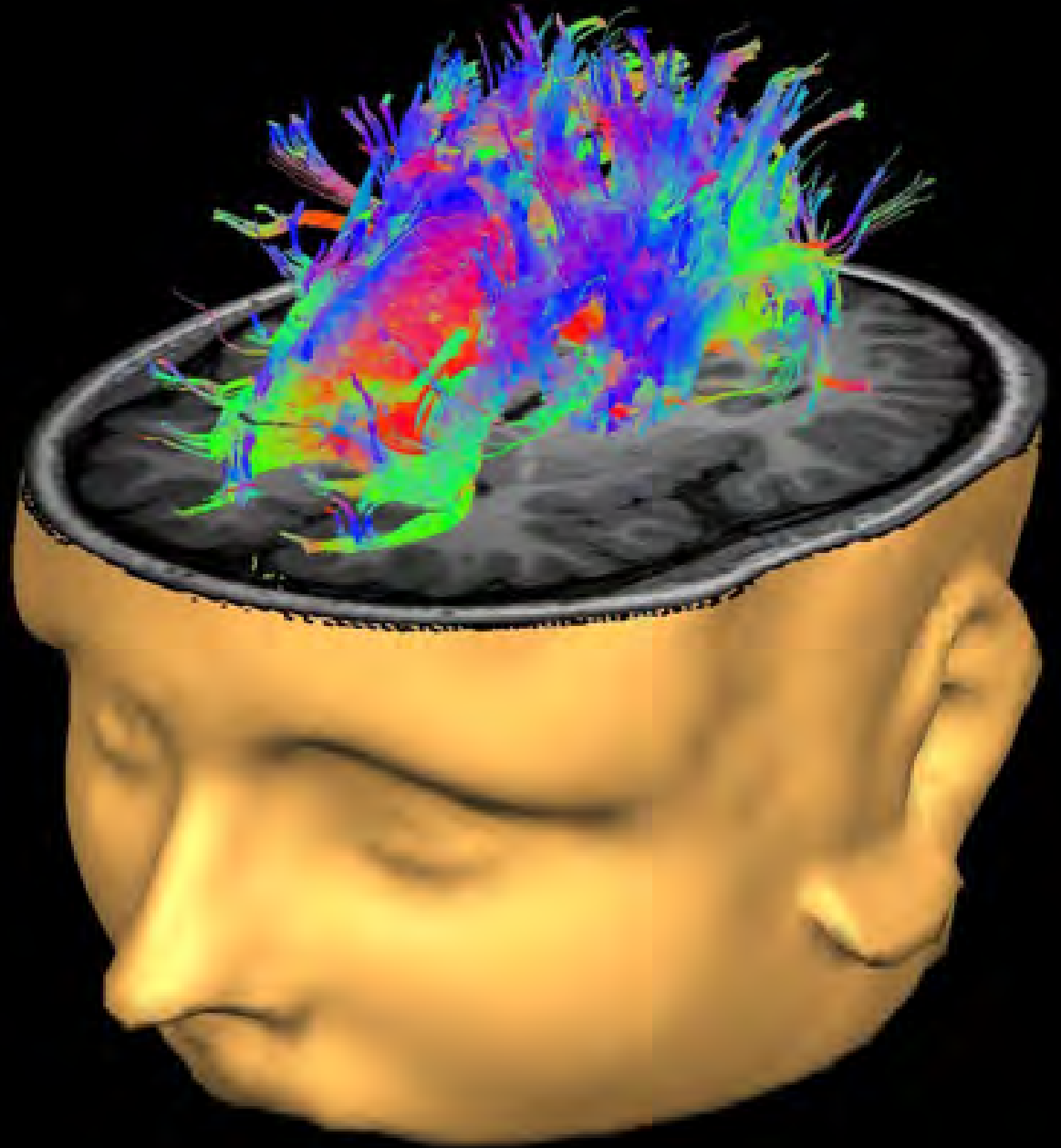
Tirée de Pierre Bellec

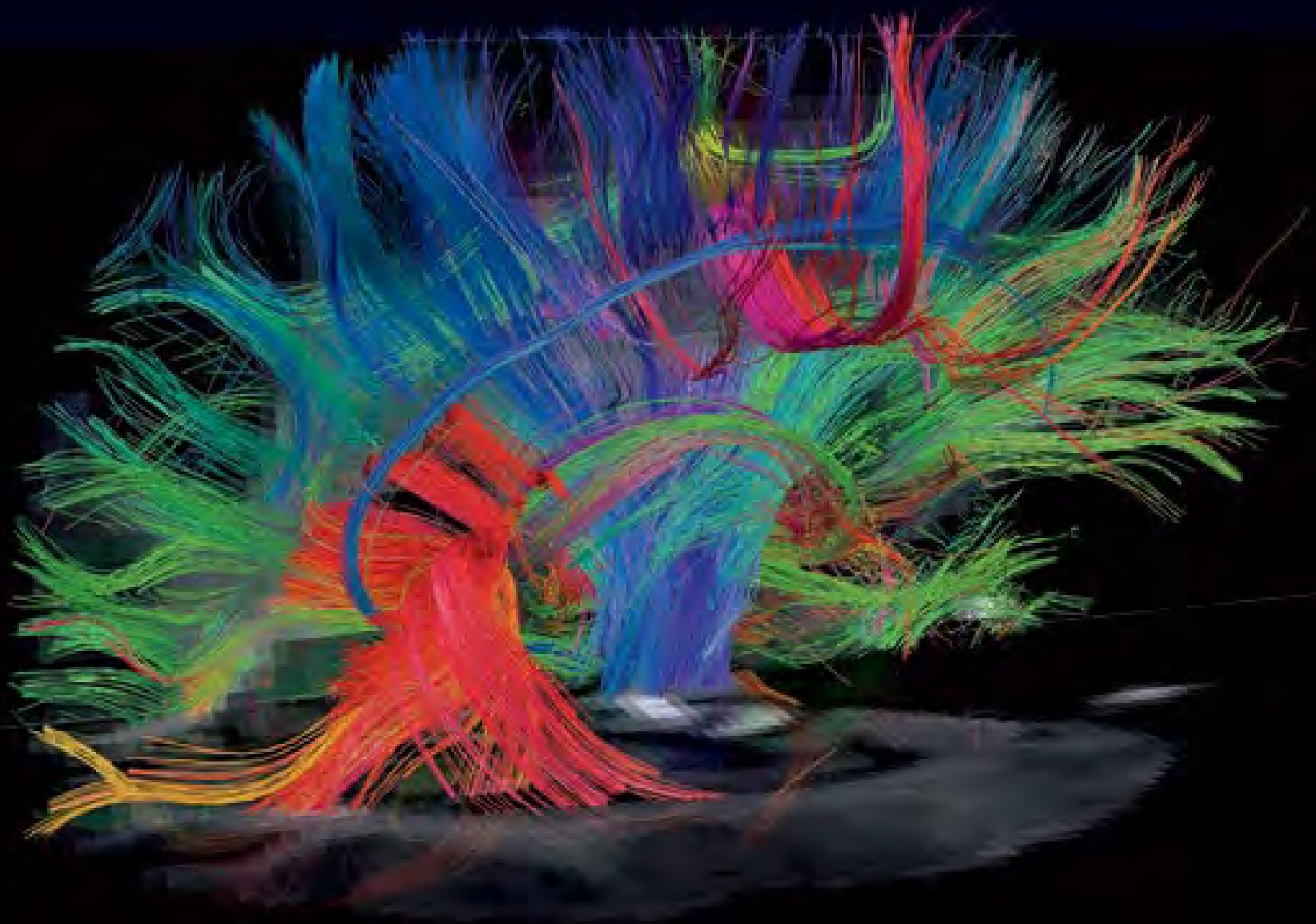
https://www.google.ca/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0ahUKEwir7vTM45rLahXJ2D4KHf0cAG8QFgg4MAM&url=http%3A%2F%2Fwww.bic.mni.mcgill.ca%2Fusers%2Fpbellec%2Fdata%2Freview_lsni.pdf&usg=AFQjCNGBiKg_wv2IF4Dtll0Avlsu1E_A&sig2=ty0vWUO22VVjepAAr_hCbw&cad=rja

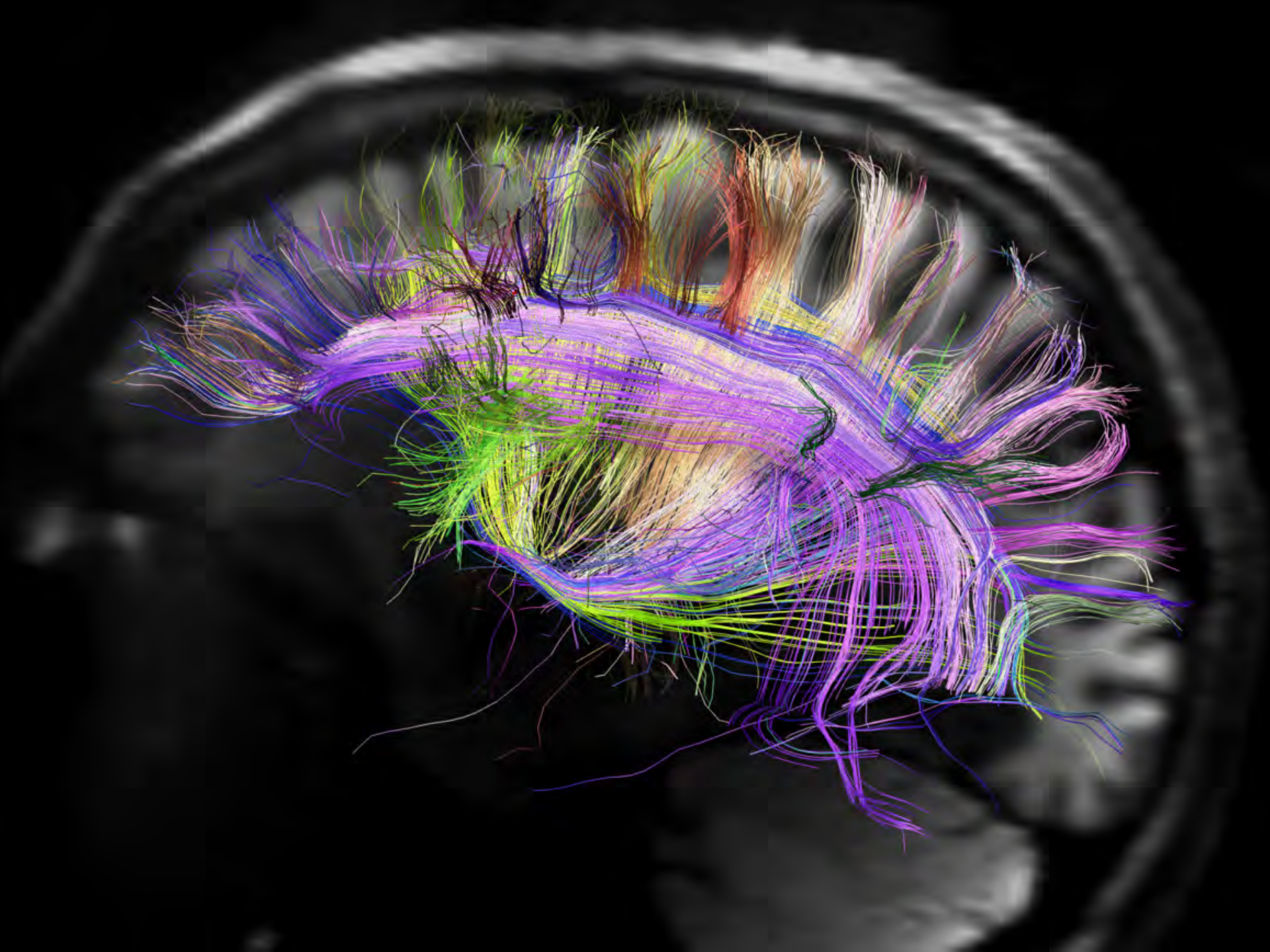
(Figure adaptée de Varela et al 2001, Nature Reviews Neuroscience, 2, 229-239)

Imagerie de diffusion

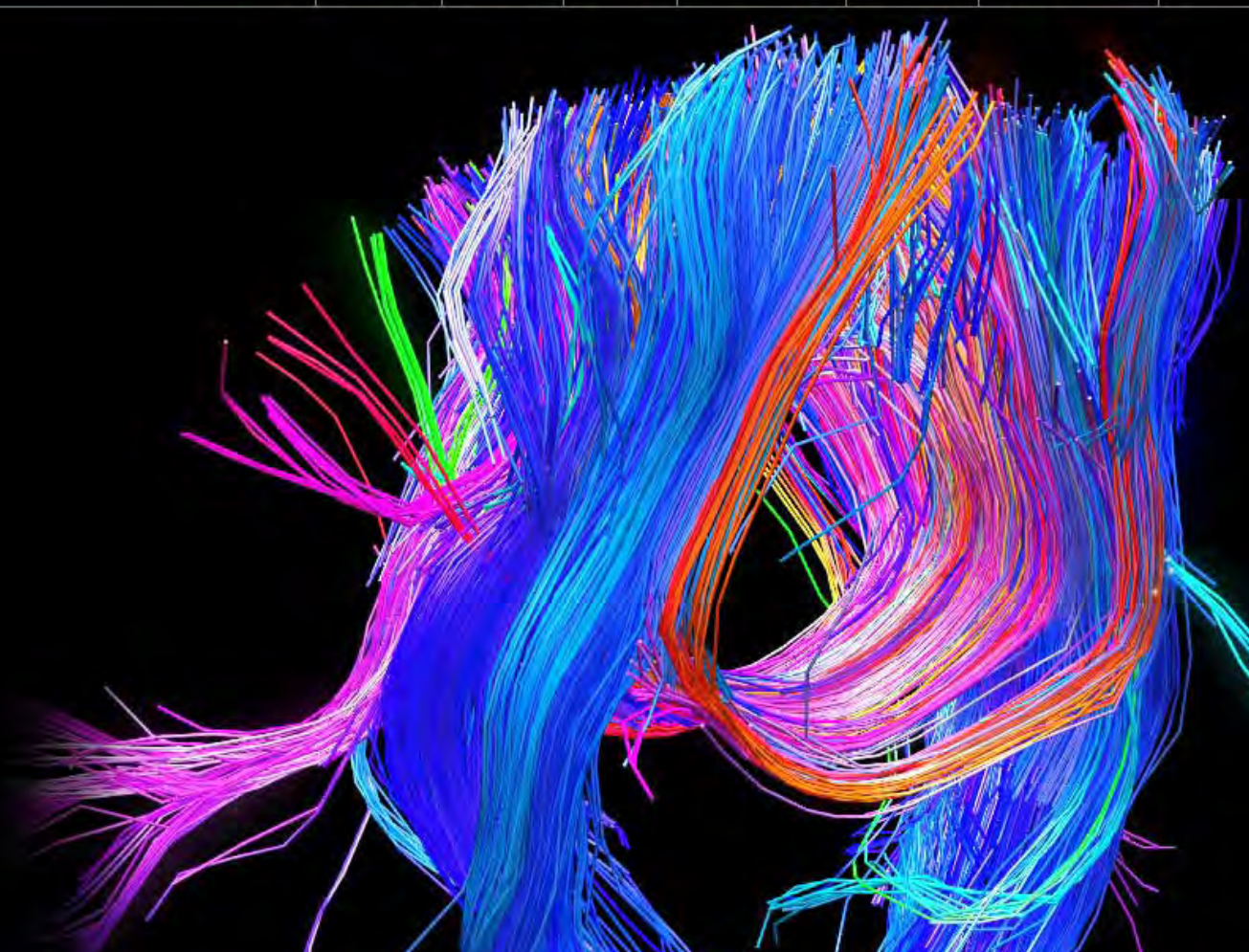
Avec la puissance de traitement des ordinateurs, la qualité des images s'est amélioré au fil des années.







Human Connectome Project

[Home](#)[About](#)[Data](#)[Informatics](#)[Gallery](#)[Publications](#)[News](#)

The Human Connectome Project

Navigate the brain in a way that was never before possible; fly through major brain pathways, compare essential circuits, zoom into a region to explore the cells that comprise it, and the functions that depend on it.

The Human Connectome Project aims to provide an unparalleled compilation of neural data, an interface to graphically navigate this data and the opportunity to achieve never before realized conclusions about the living human brain.

[Download Data](#)

Laboratory of Neuro Imaging

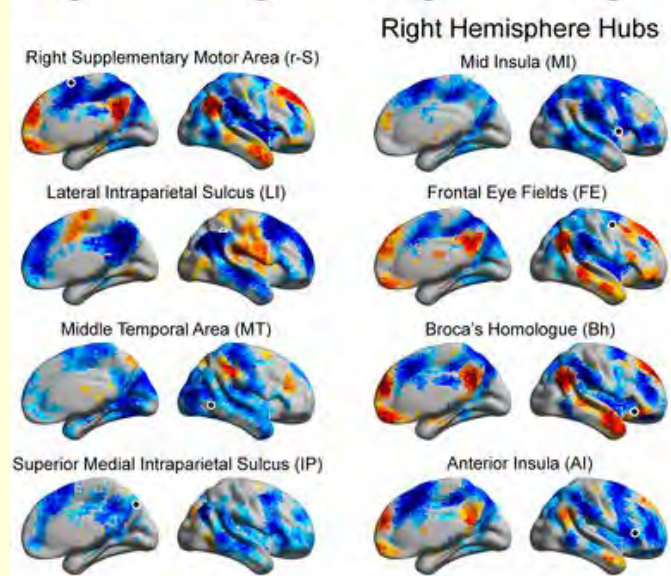
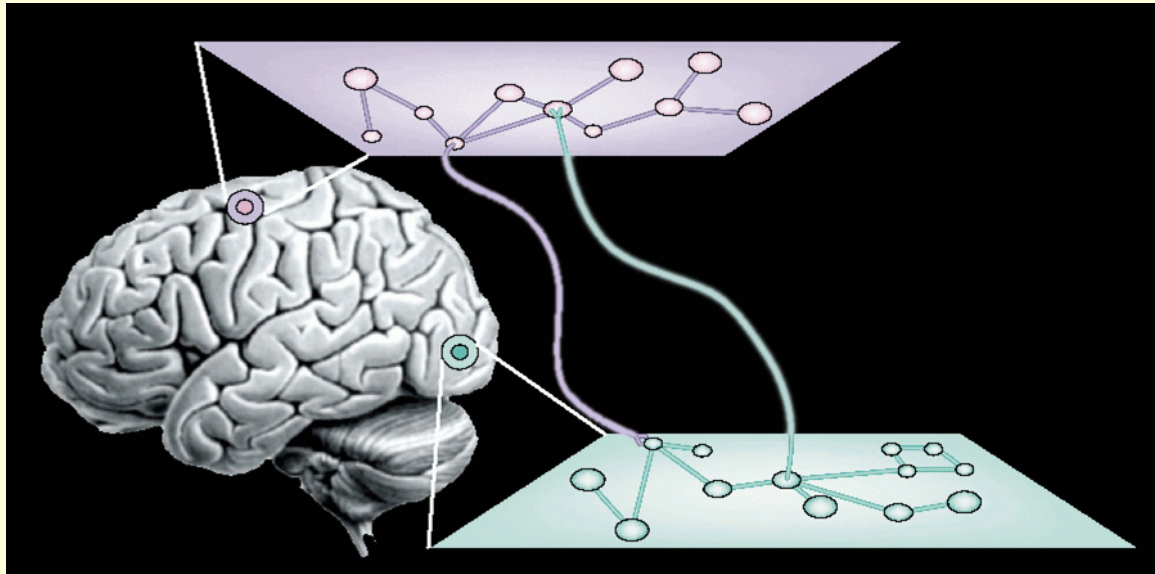
News

[RSS News](#)

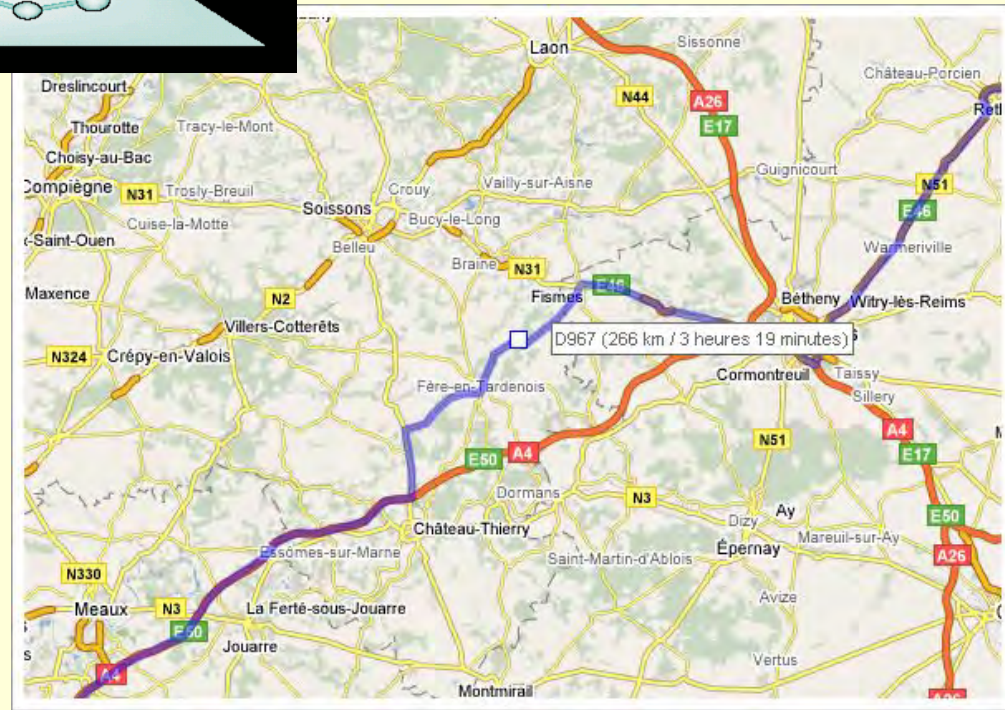
National Geographic features the Human Connectome Project

New research from members of our HCP team suggests that brain circuitry is organized more like Manhattan's street grid than London's chaotic tangle of random roadways. Read the full article in the February 2014 issue of National Geographic.

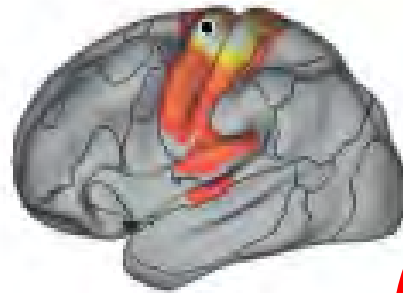
Établir la **connectivité fonctionnelle (fcMRI)** entre différentes régions du cerveau :



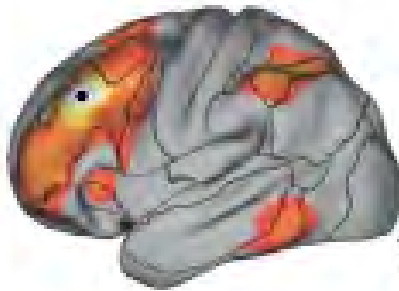
on tente d'identifier des régions qui fluctuent au même rythme et en phase et qui ont ainsi naturellement tendance à « **travailler ensemble** ».



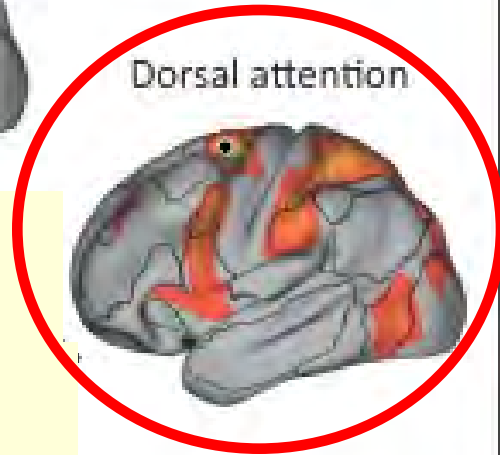
Somatomotor



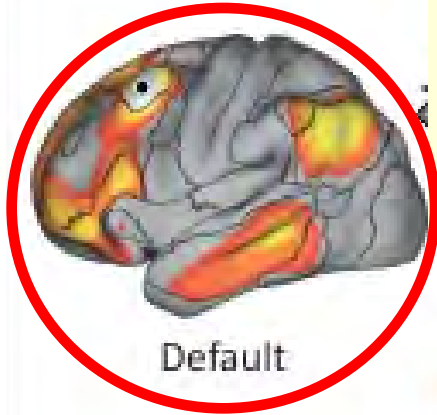
Control



Dorsal attention



Default



Visual



Saliency



↑ « idées noires » ?

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

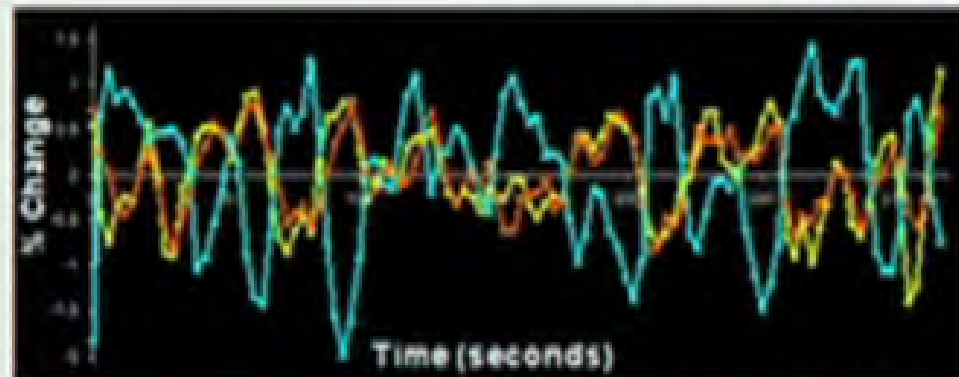
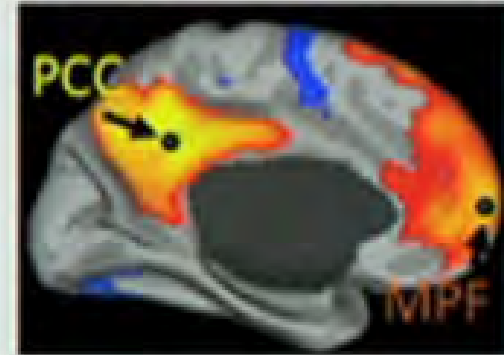
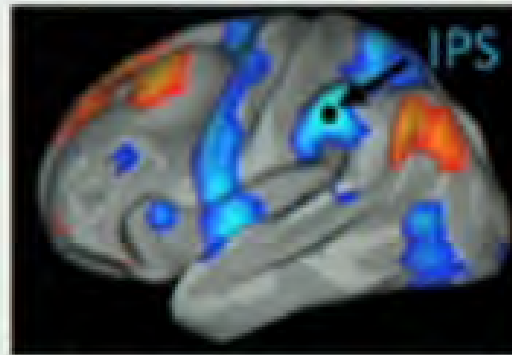
indiquant que le cerveau essaie continuellement de trouver un équilibre entre l'attendu et l'imprévisible.



Dorsal Attention Network



Default Mode Network

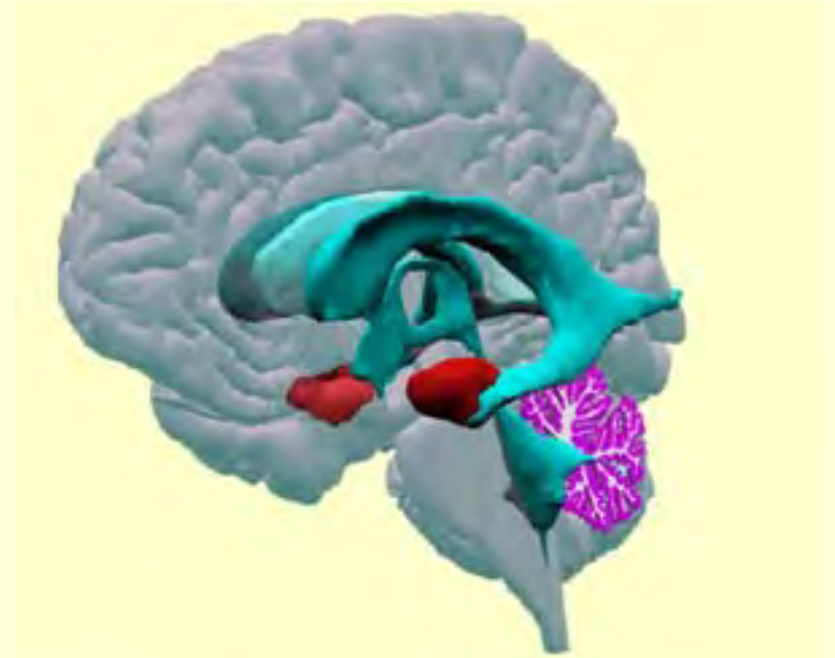


Fox et al (2005) PNAS



Il faut donc se méfier des associations rapides que l'on peut faire entre une région cérébrale particulière et une fonction donnée.

Amygdale = peur ?



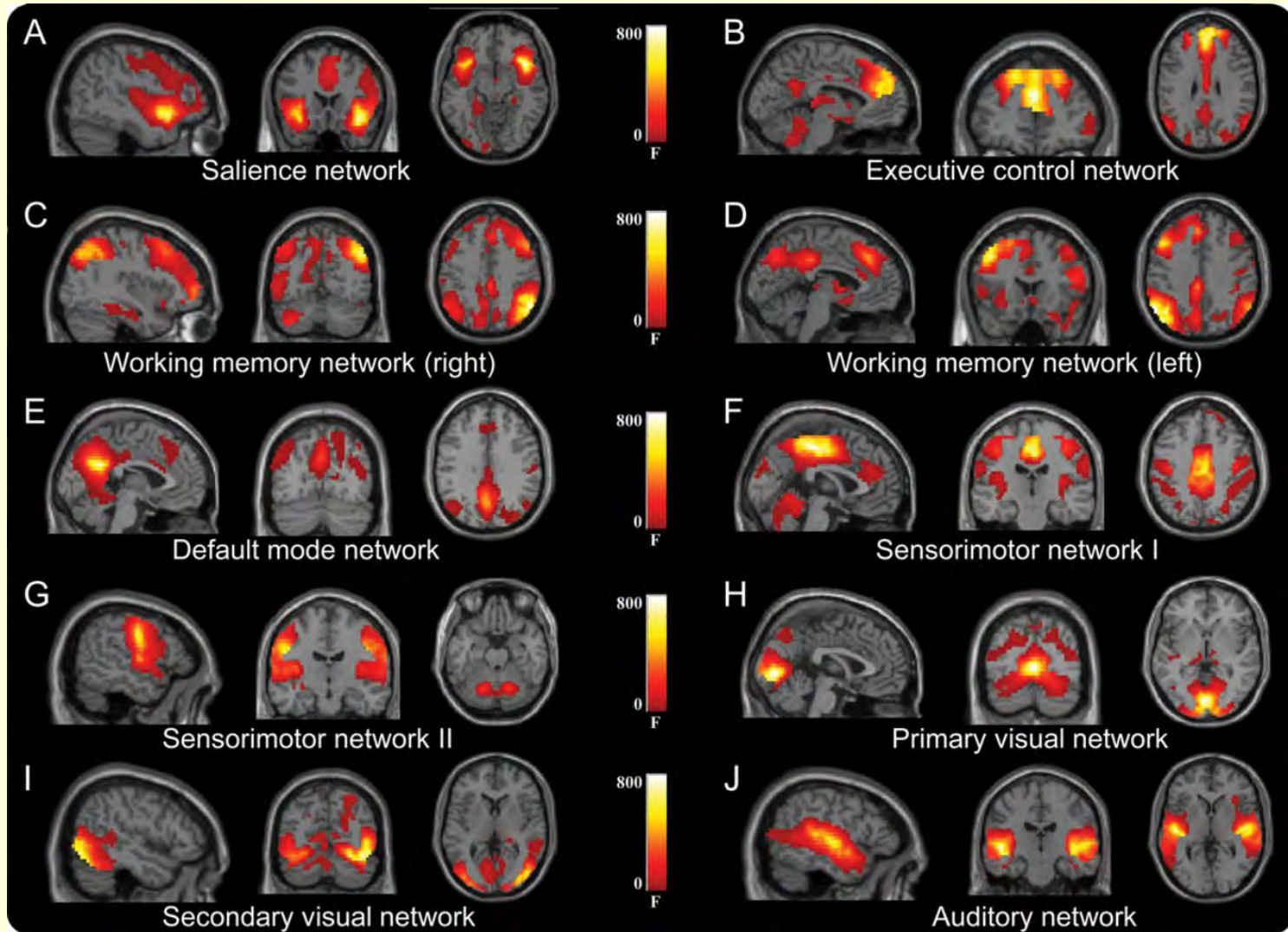


Amygdale ~~X~~ peur ?

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

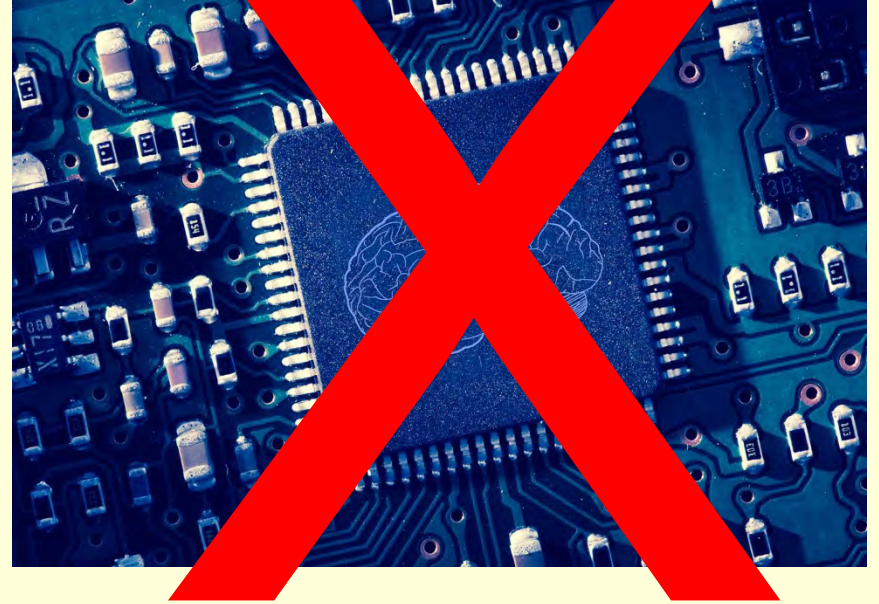


Si l'amygdale peut être active dans des situations si différentes, c'est qu'elle n'agit pas seule : s'intègre dans différents circuits cérébraux impliquant plusieurs structures





Neuromythe à oublier



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

« **There is no boss in the brain.** »

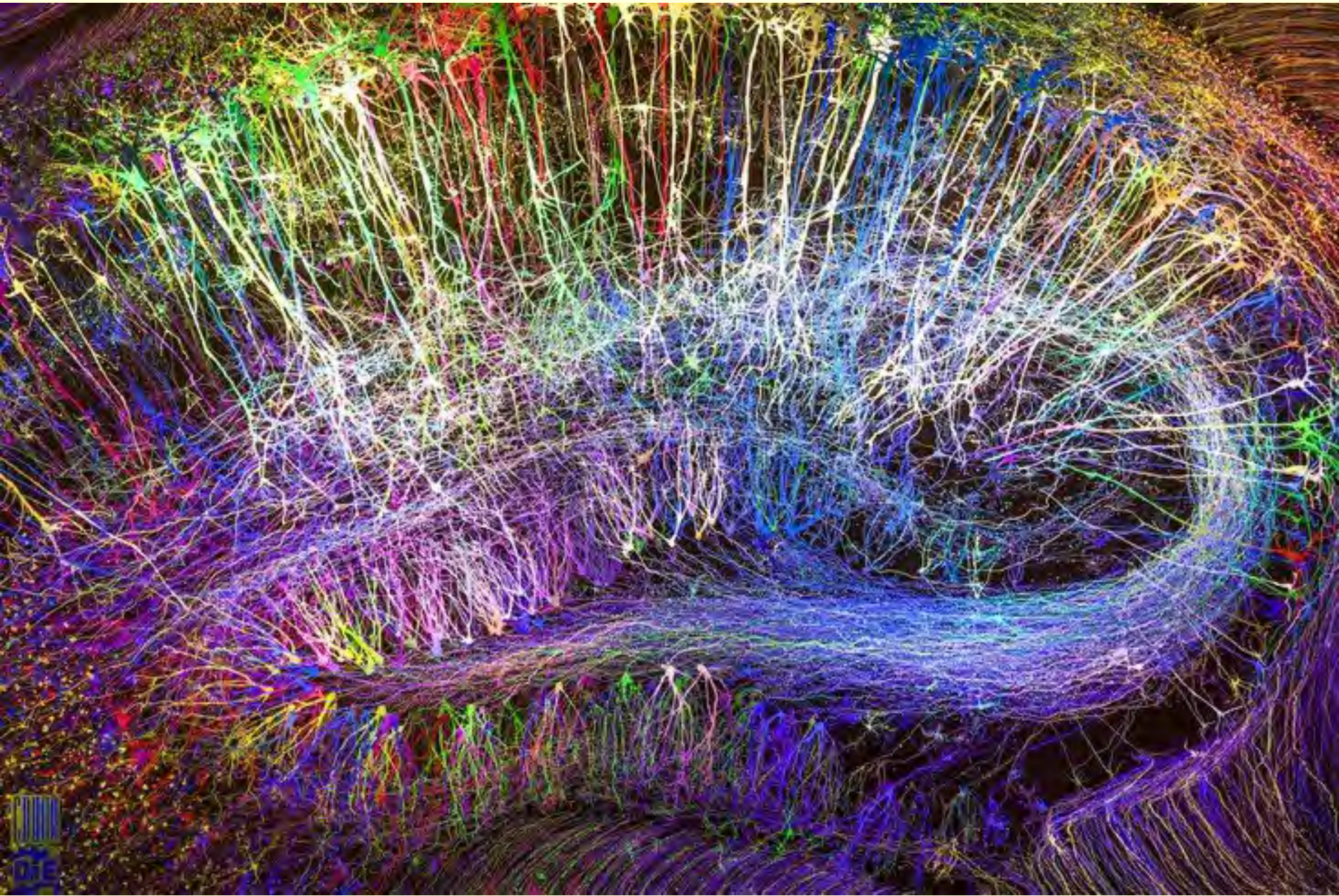
- M. Gazzaniga

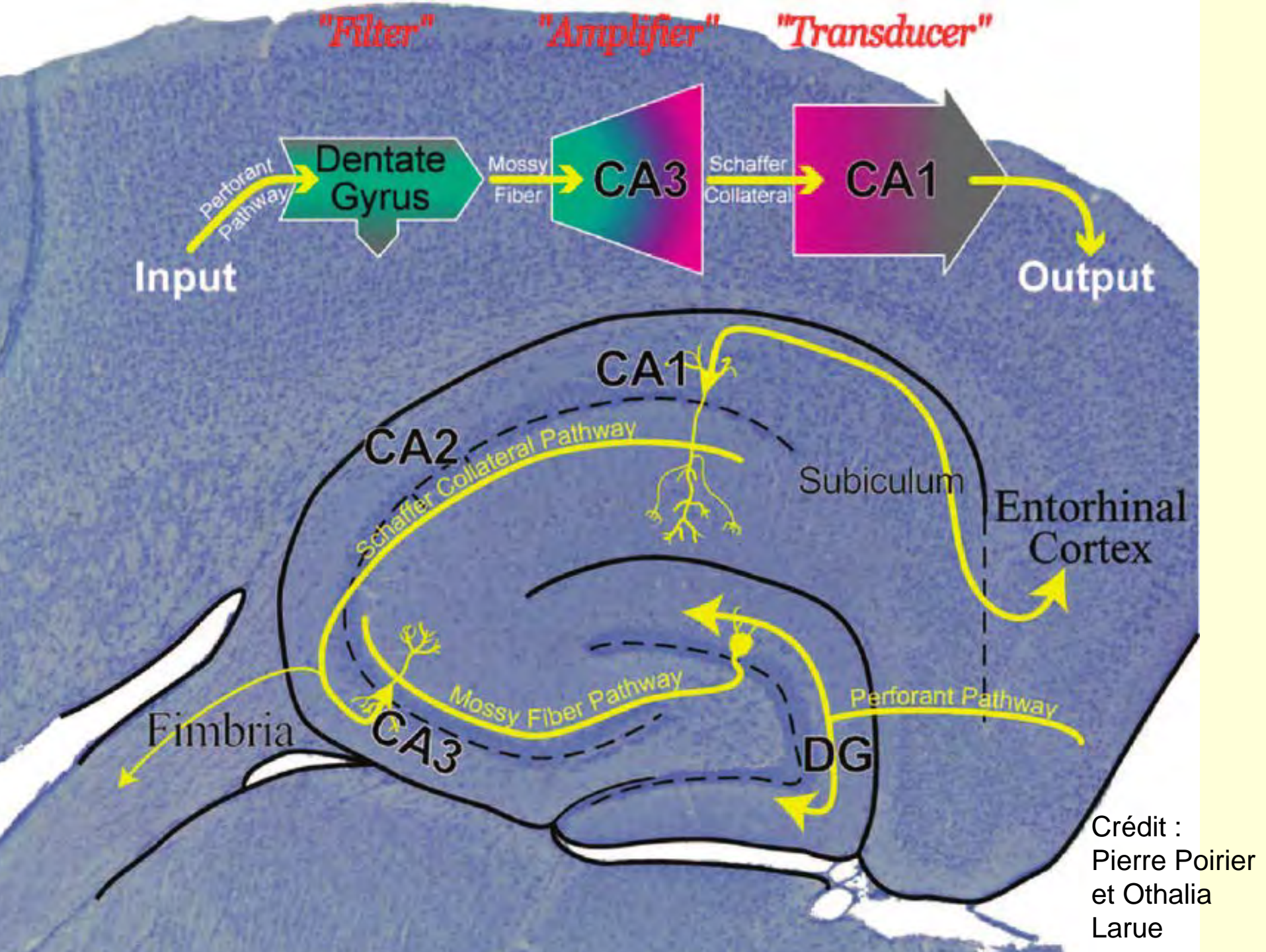


Cela dit, ce n'est pas parce qu'il y a très peu de chance de trouver des « centre de » quoi que ce soit dans le cerveau que l'on ne peut pas y trouver des structures cérébrales bien **différenciées** avec circuits neuronaux capables d'effectuer des calculs particuliers.

Car on trouve effectivement beaucoup de ces structures aux capacités computationnelles particulières mais auxquelles on ne peut accoler une étiquette fonctionnelle unique.

C'est le cas, **entre autres**, des circuits de nos **hippocampes**.





Cellules de lieu :

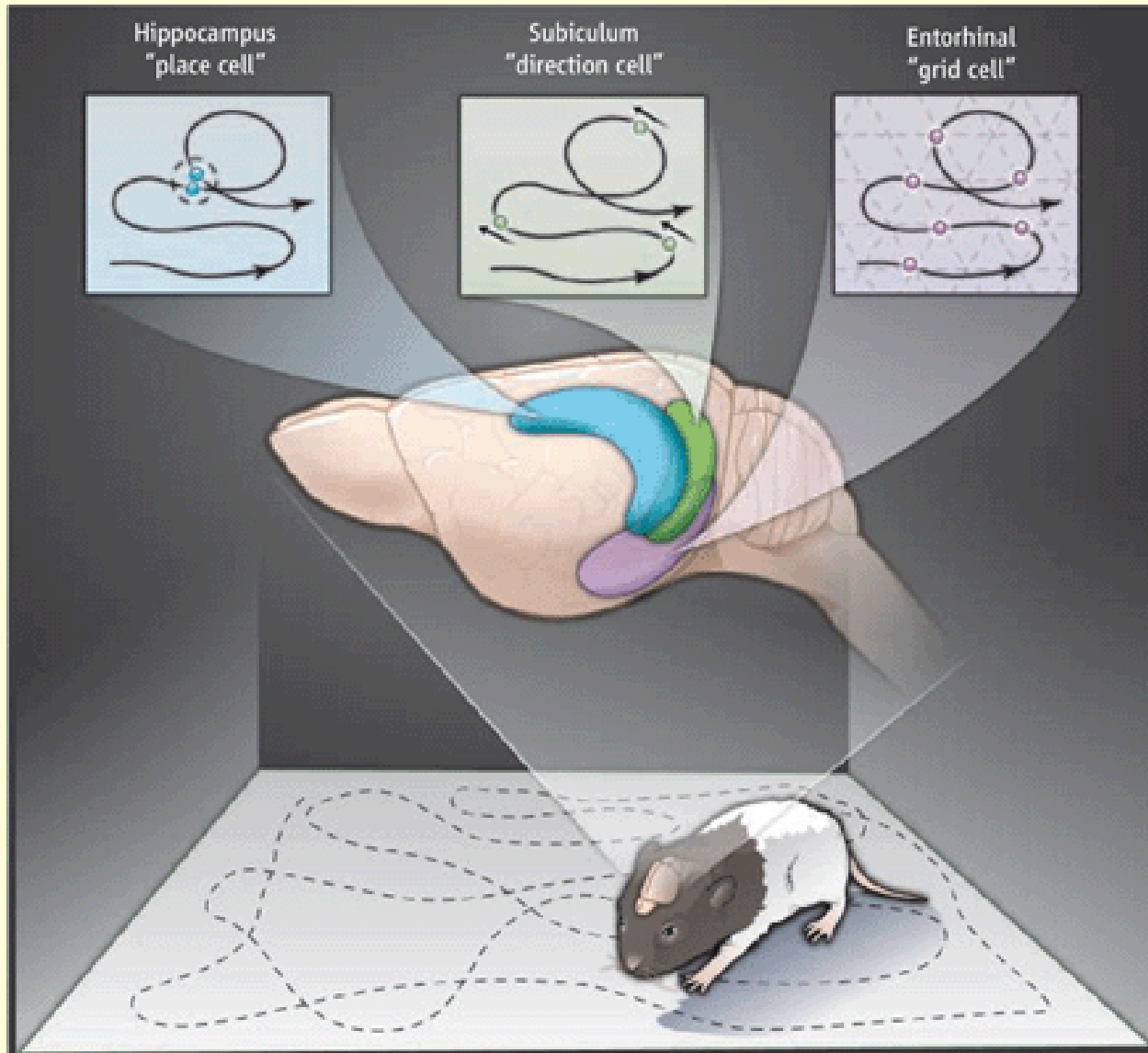
O'Keefe and Dostrovsky,
début 1970

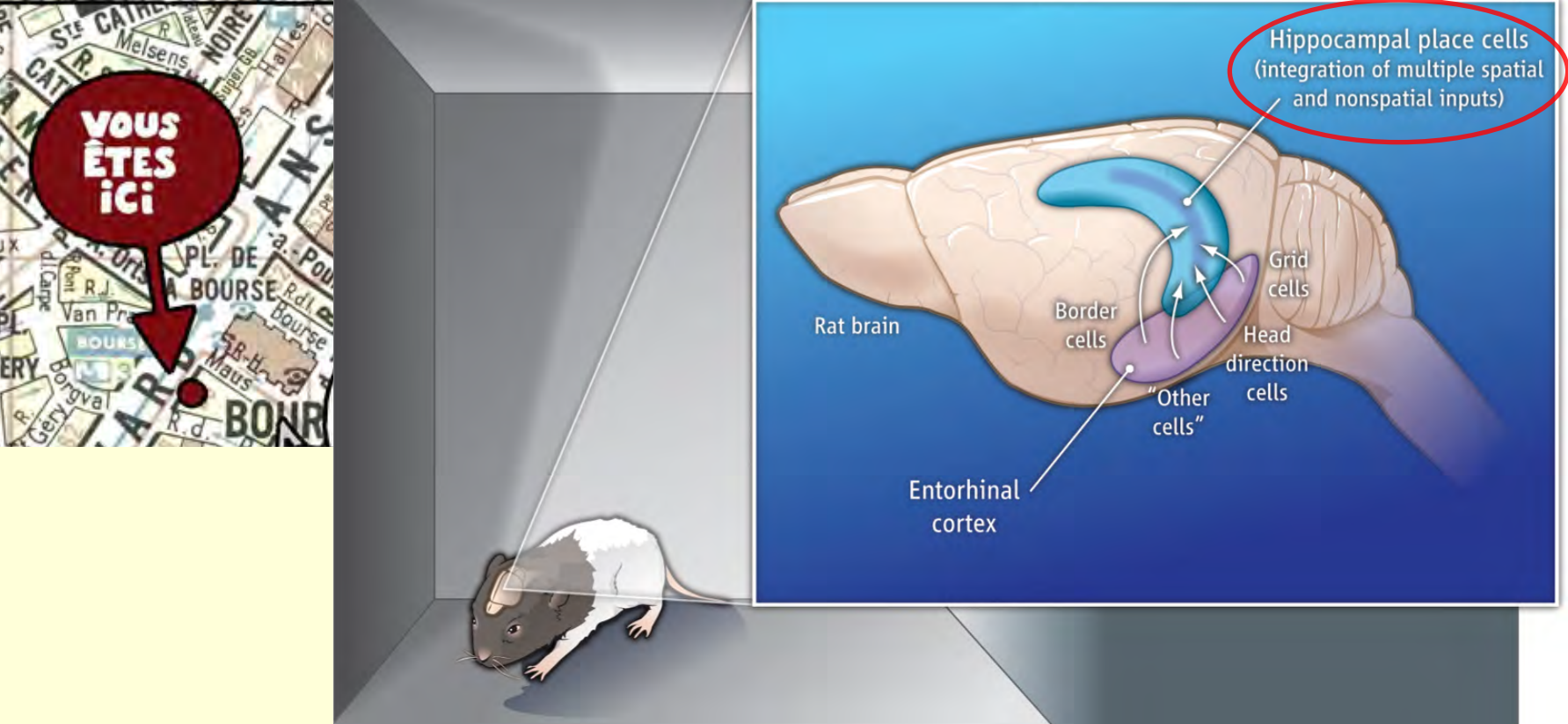
Les cellules de direction de la tête

J. B. Ranck Jr.,
Milieu 1980

« Grid cells » :

Edvard and May-Britt Moser
Milieu 2000





Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

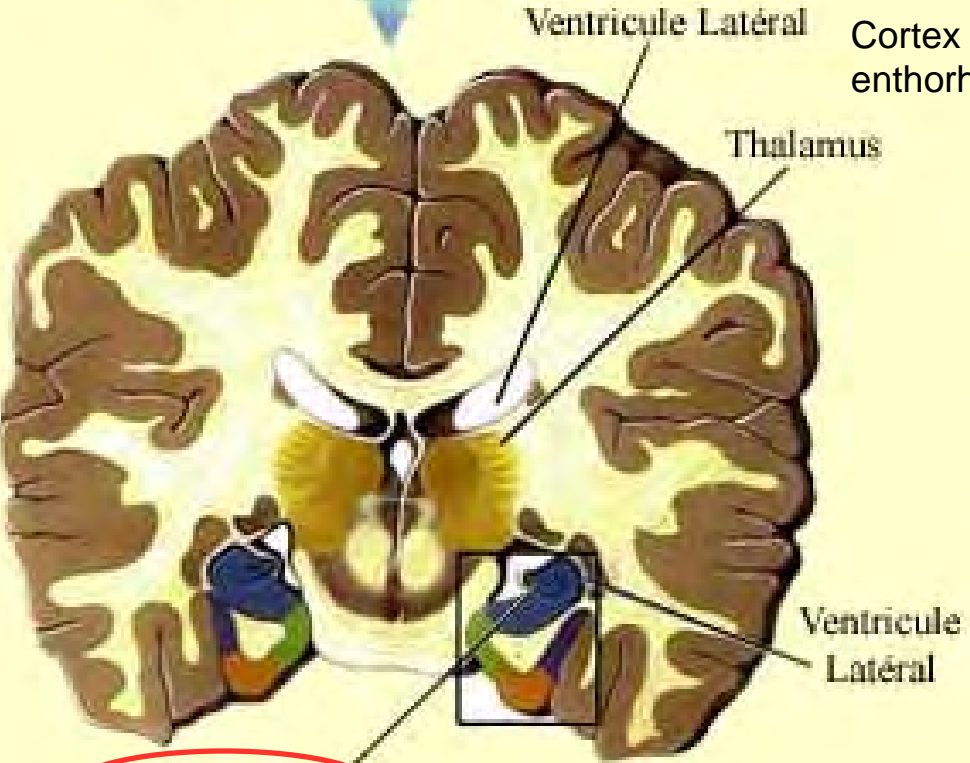
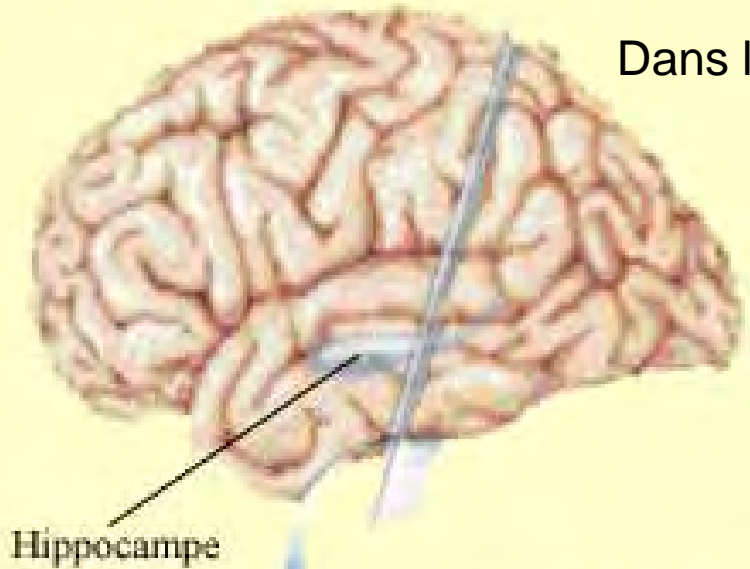
Mardi, 14 octobre 2014

Un Nobel pour les travaux sur les neurones de l'orientation spatiale

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2014/10/14/un-nobel-aux-travaux-sur-les-bases-neurales-de-lorientation-spatiale/>

Dans le cerveau humain...

Hippocampe



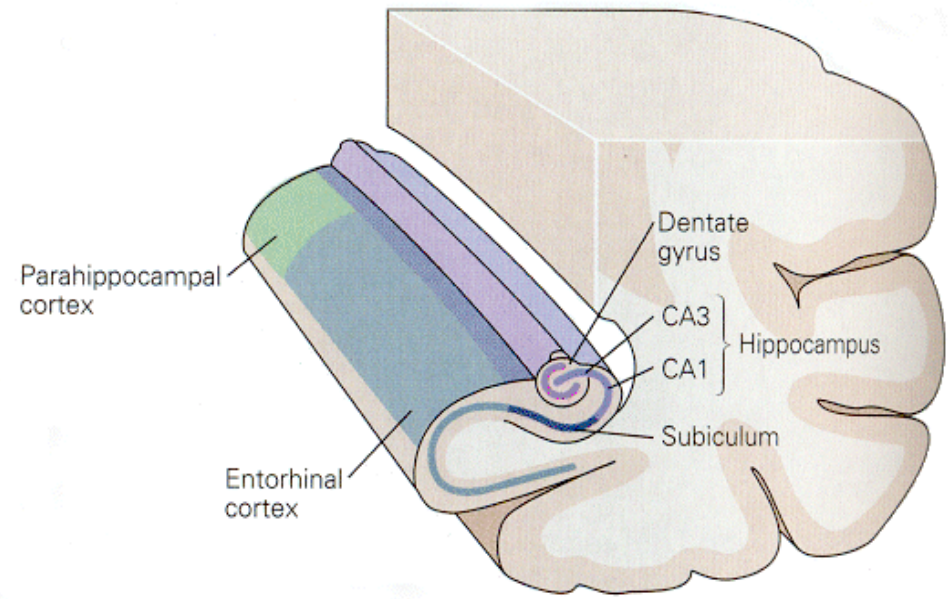
Scissure rhinale

Cortex périrhinal

Cortex para-hippocampique

Hippocampe

Hippocampe

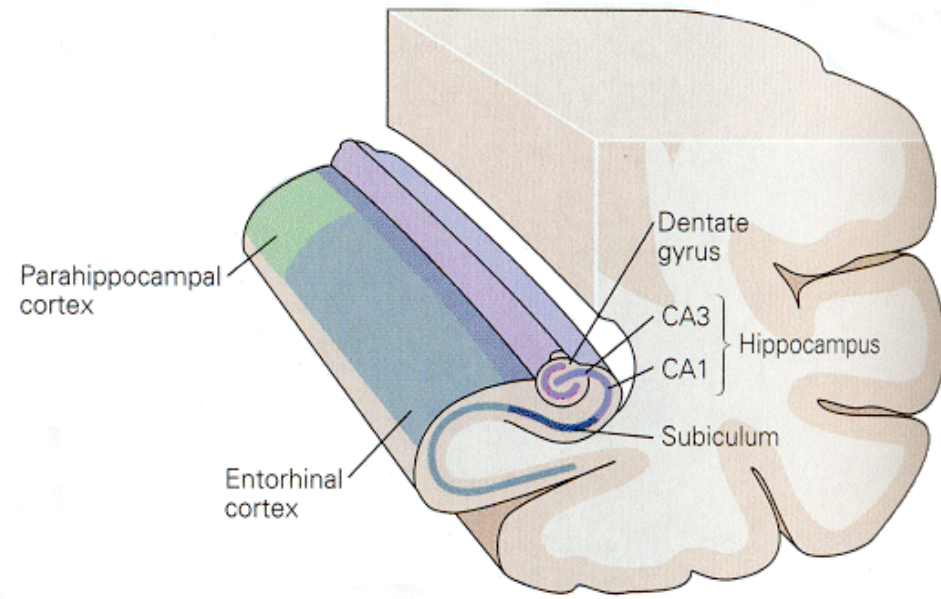


Cortex entorhinal

Scissure rhinale

Cortex périrhinal

Cortex para-hippocampique



Hippocampe



Explicite (Déclarative)



Épisodique
(événements biographiques)

Sémantique
(mots, idées, concepts)

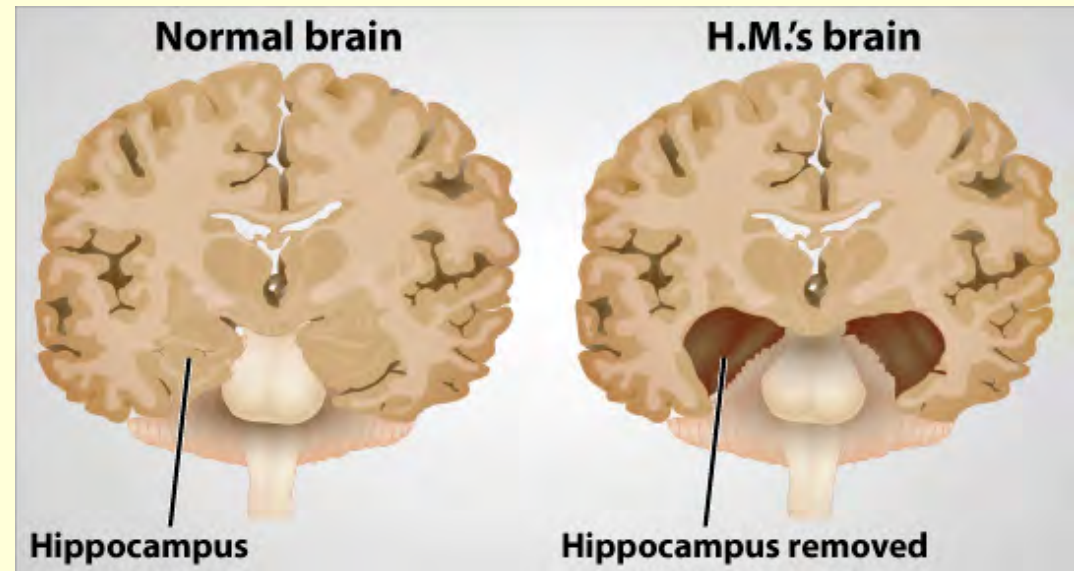
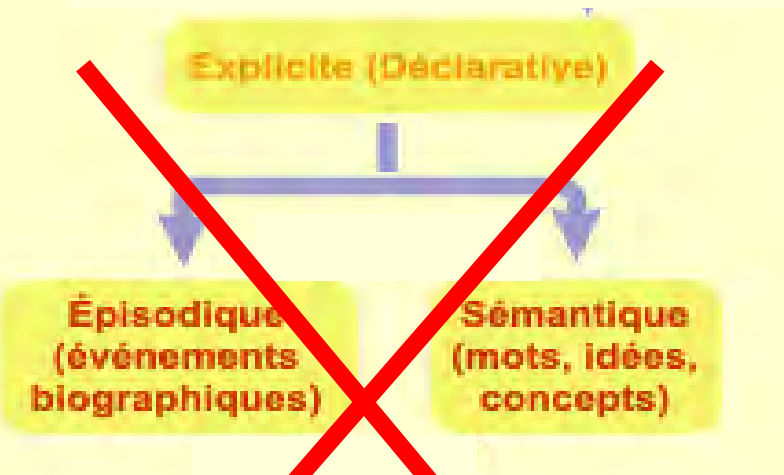
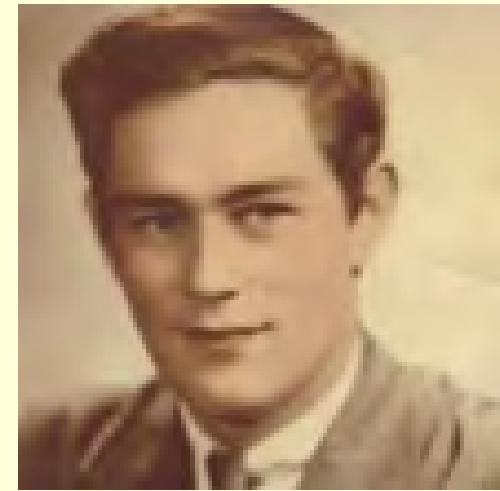


Cortex entorhinal

Scissure rhinale

Cortex périrhinal

Cortex para-hippocampique

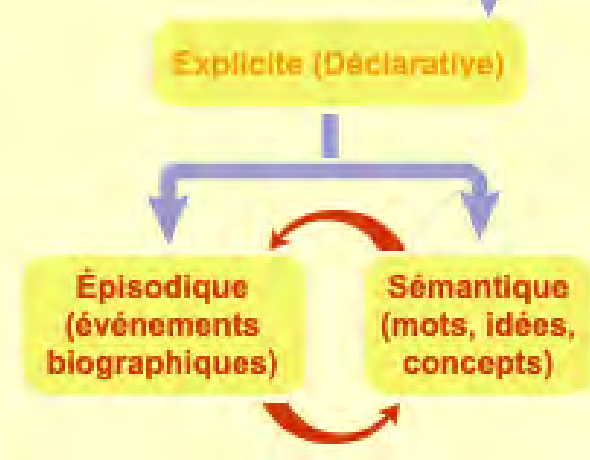
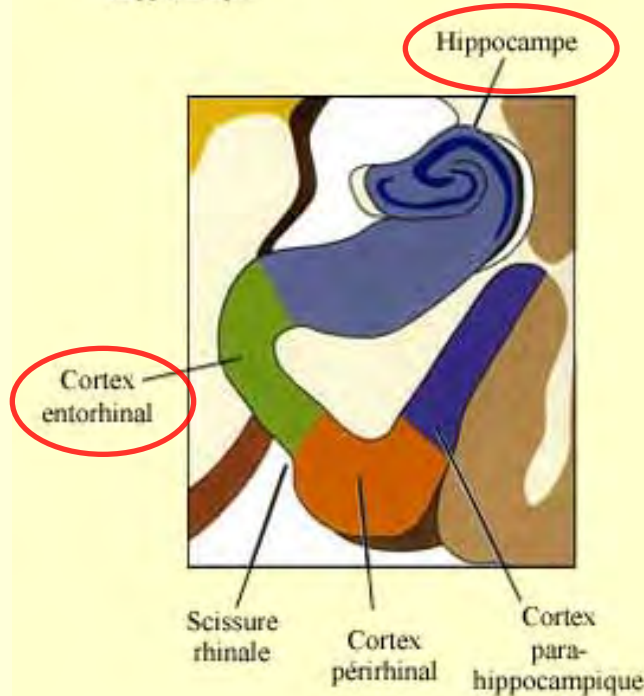
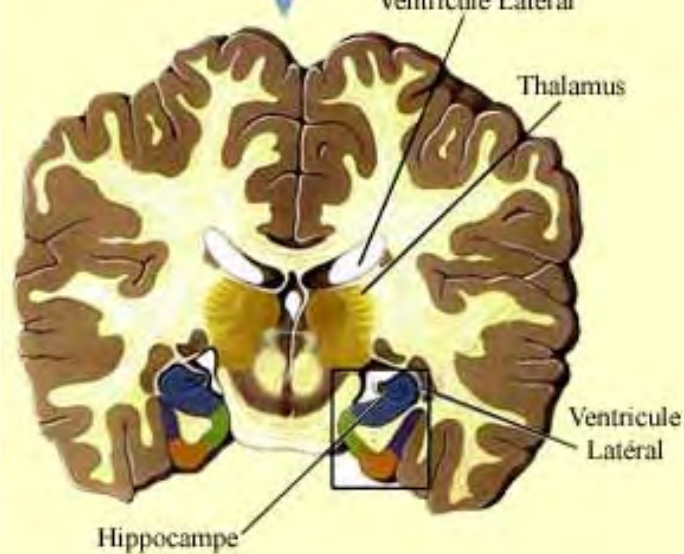


Donc les structures cérébrales impliquées dans la **navigation spatiale** chez la souris

sont les mêmes qui sont impliquées dans la **mémoire déclarative** humaine,

soit l'**hippocampe**

et le **cortex entorhinal**.



Donc les structures cérébrales impliquées dans la **navigation spatiale** chez la souris

sont les mêmes qui sont impliquées dans la **mémoire déclarative** humaine,

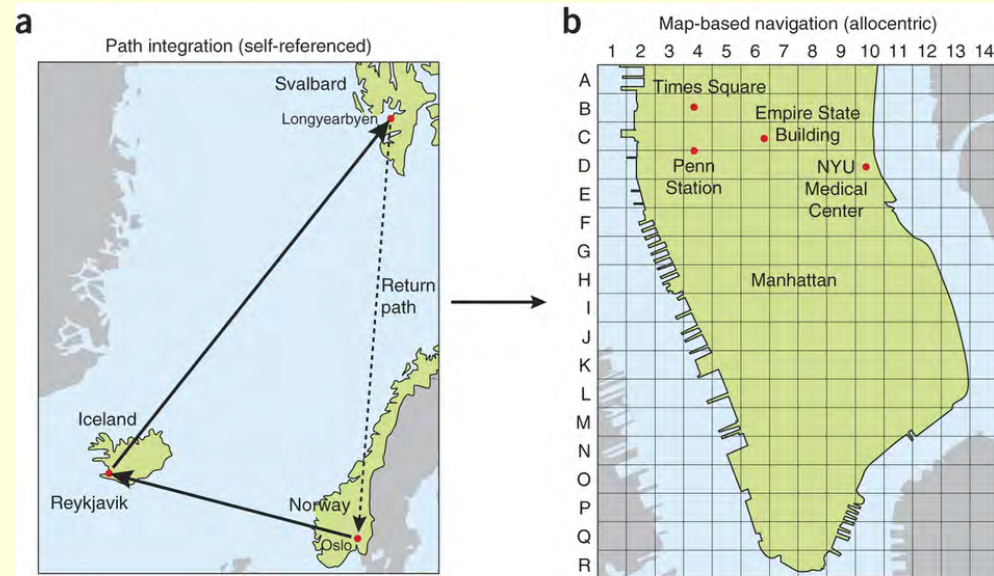
soit l'hippocampe

et le cortex entorhinal.

Deux grandes façons de naviger dans l'espace

1) le “**parcours mental**”, basé sur l'intégration des déplacements

2) la “**navigation à vue**”, basée sur les indices dans l'environnement



Donc les structures cérébrales impliquées dans la **navigation spatiale** chez la souris

sont les mêmes qui sont impliquées dans la **mémoire déclarative** humaine,

soit l'hippocampe

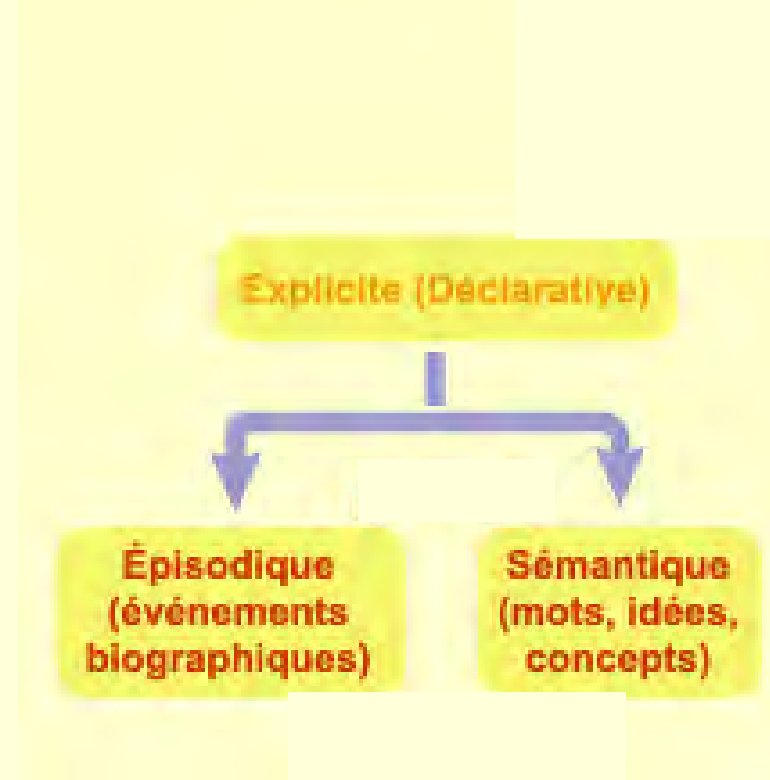
et le cortex entorhinal.

Deux grandes façons de naviger dans l'espace

Deux formes de mémoire déclarative

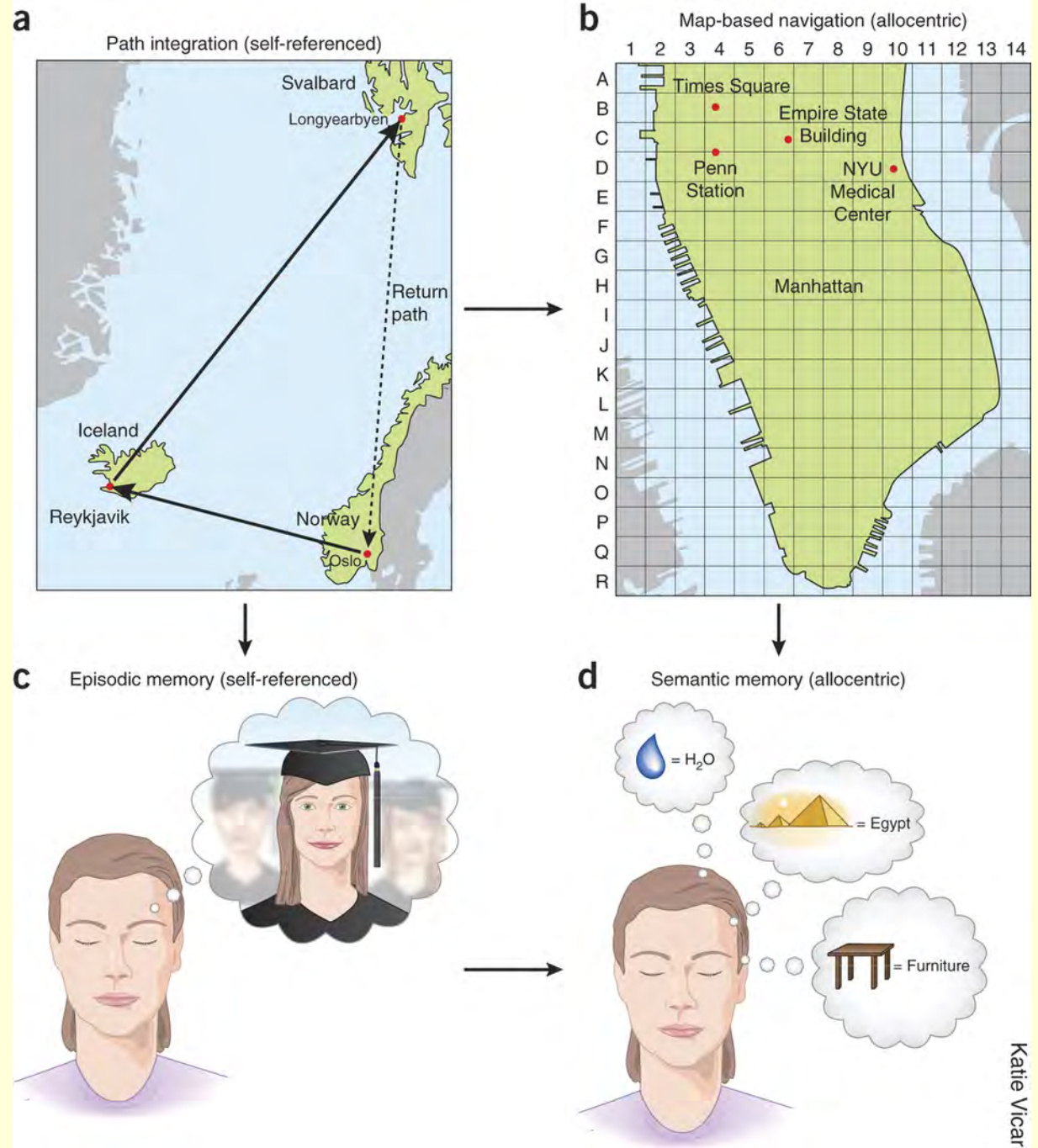
1) le “**parcours mental**”, basé sur l'intégration des déplacements

2) la “**navigation à vue**”, basée sur les indices dans l'environnement



Certains auteurs ont proposé que notre mémoire **sémantique** dériverait de nos capacités de navigation à vue

et notre mémoire **épisodique** de nos capacités de parcours mental.



Ce qui s'accorde avec les premiers symptôme
que l'on observe avec l'Alzheimer :

pertes de mémoire

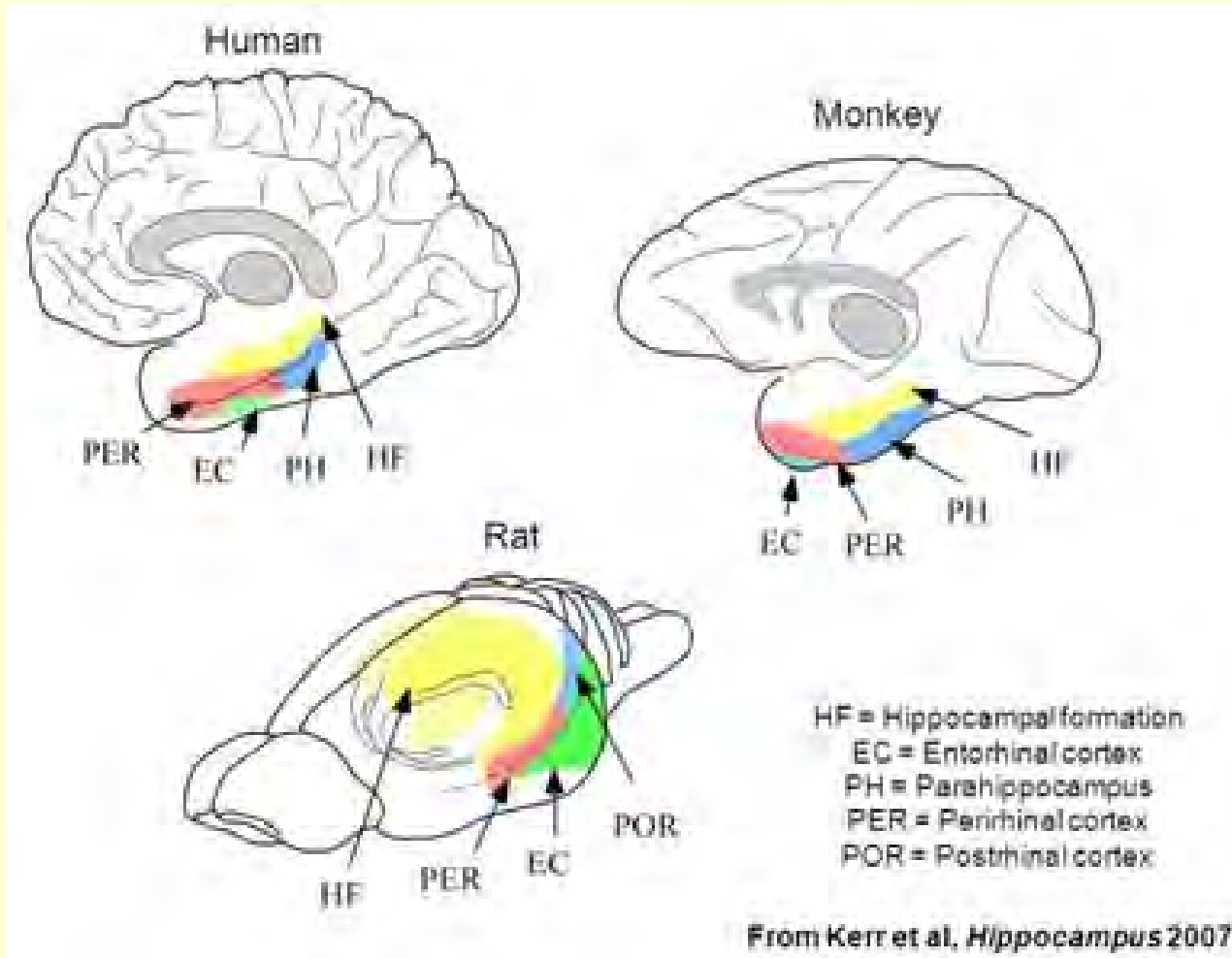
et désorientation.



stade léger

stade modéré

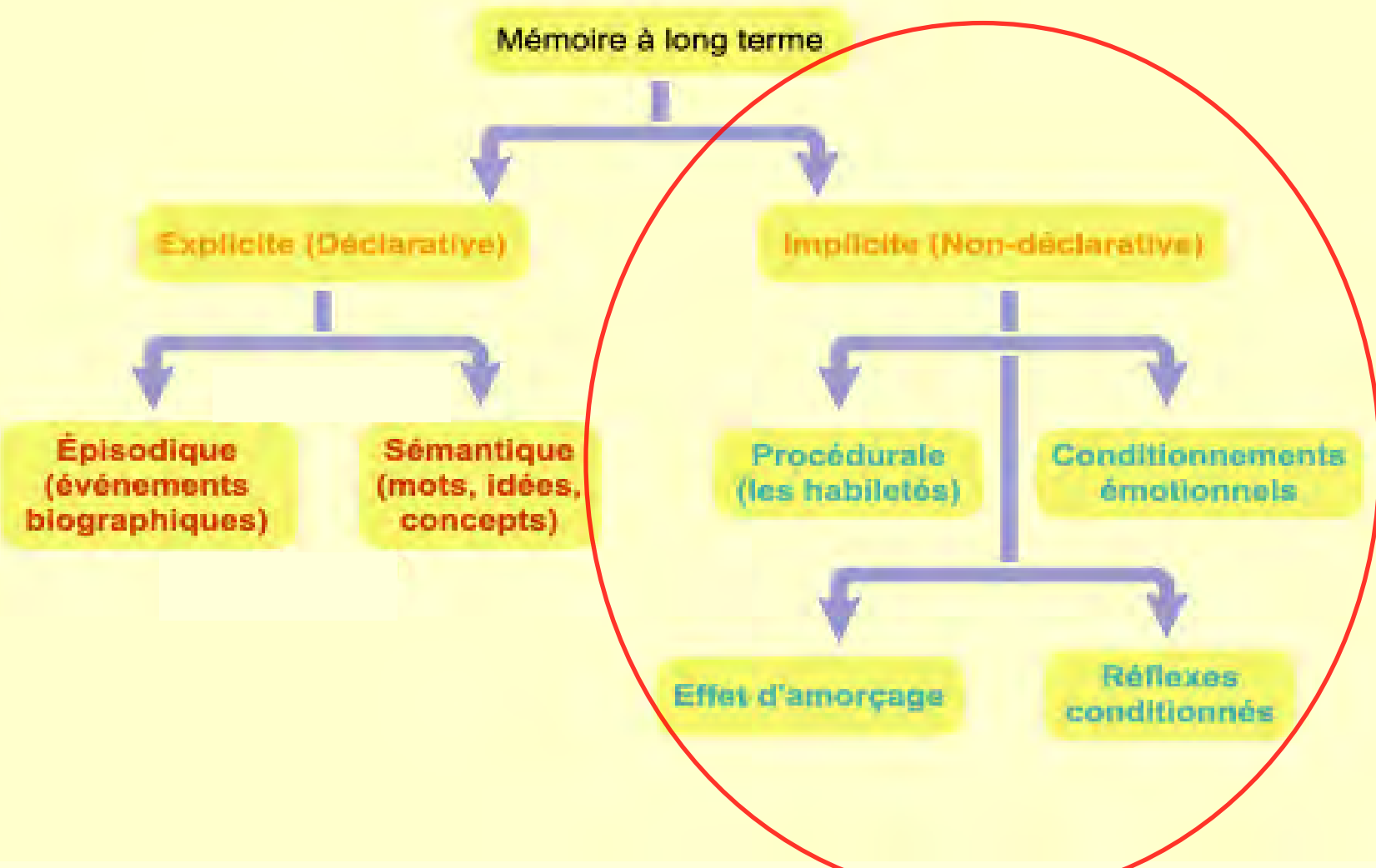
stade avancé

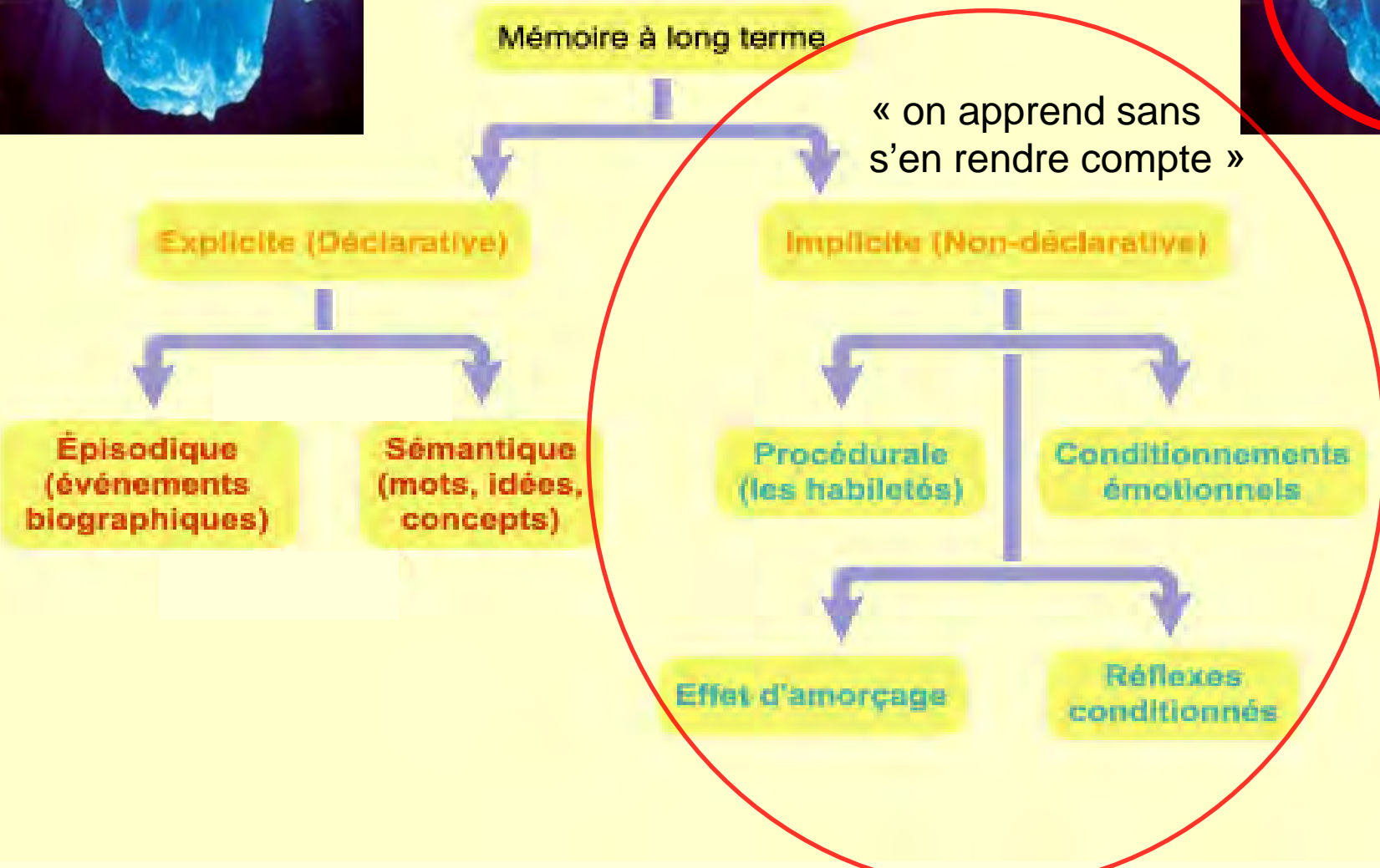
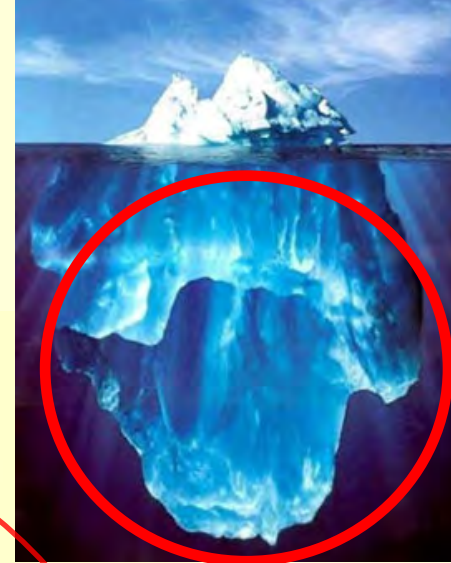


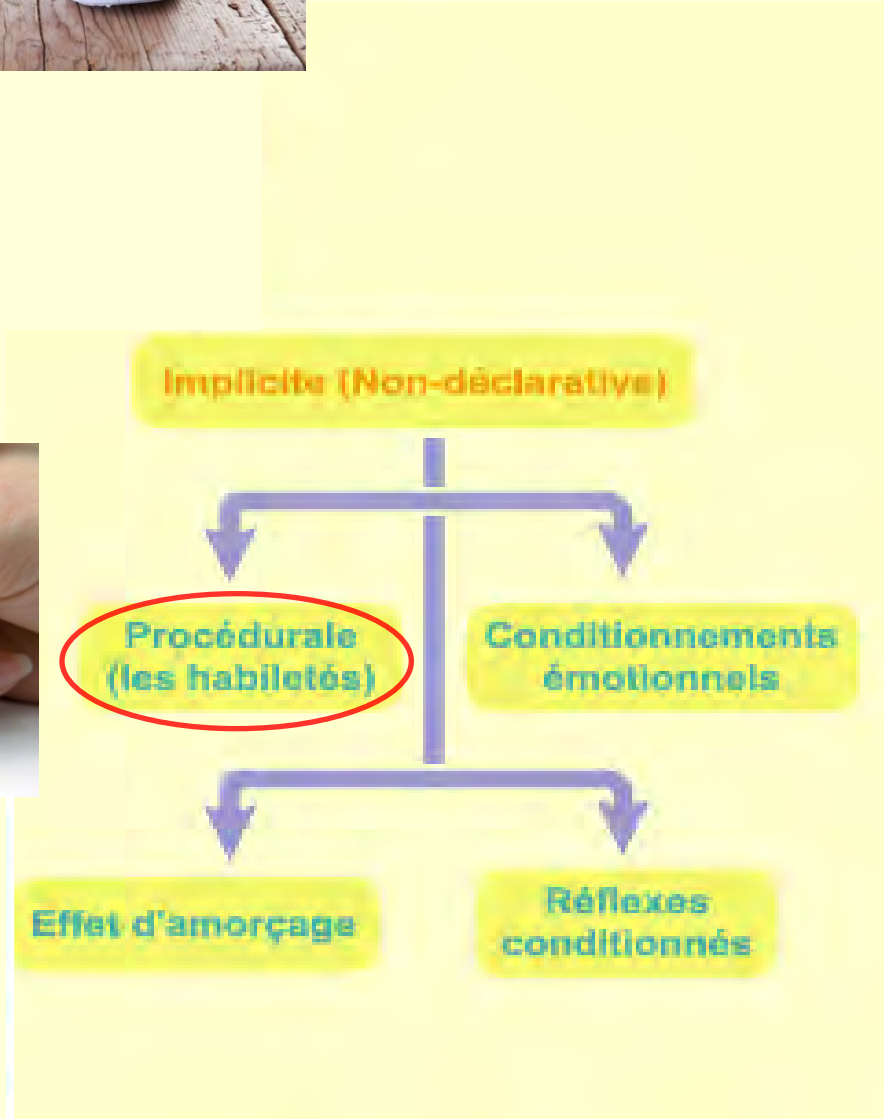
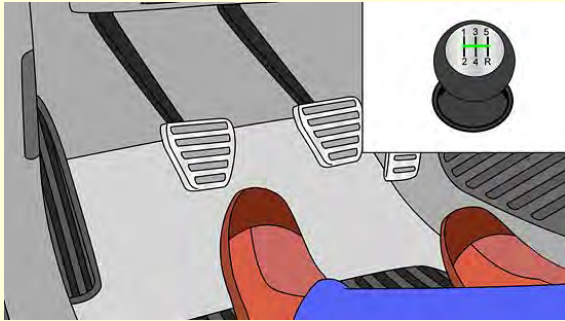
D'où leur hypothèse que **la mémoire déclarative humaine** aurait **recyclé** des circuits de l'hippocampe qui avaient **d'abord été sélectionnés pour l'orientation spatiale**

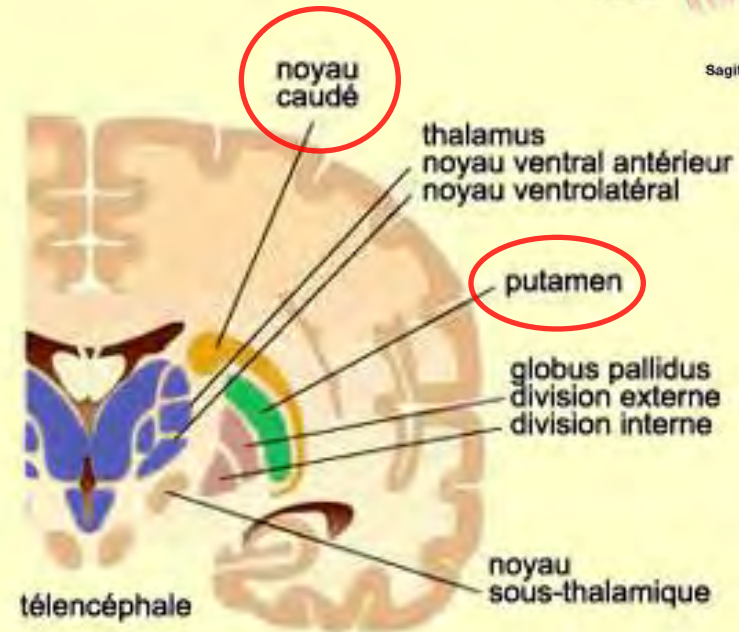
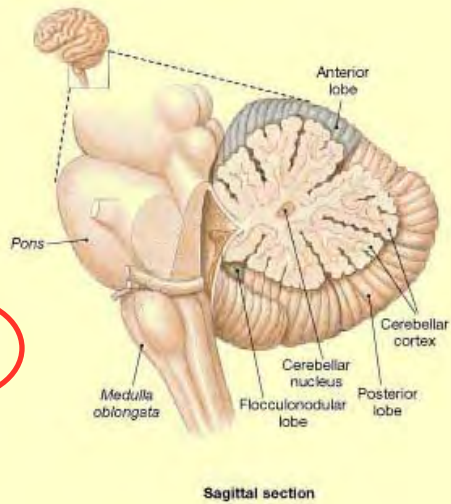
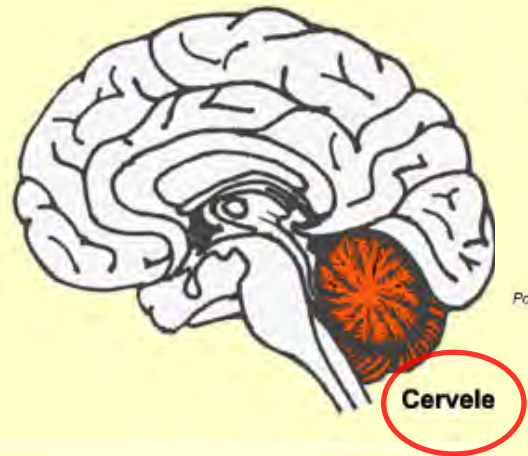
(qu'ils font encore chez l'humaine d'ailleurs !)

Mais il y a plusieurs autres systèmes de mémoire chez l'humain qui sont **évolutivement plus anciens** que la mémoire déclarative.









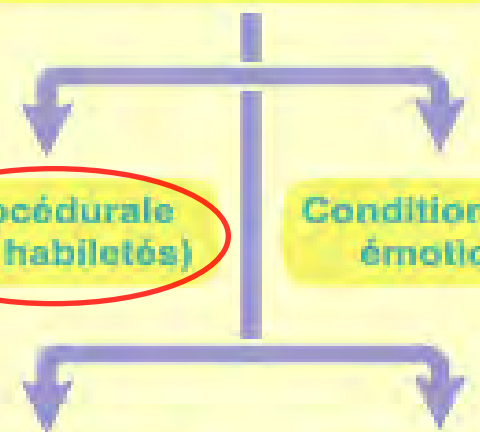
Implicite (Non-déclarative)

Procédurale (les habiletés)

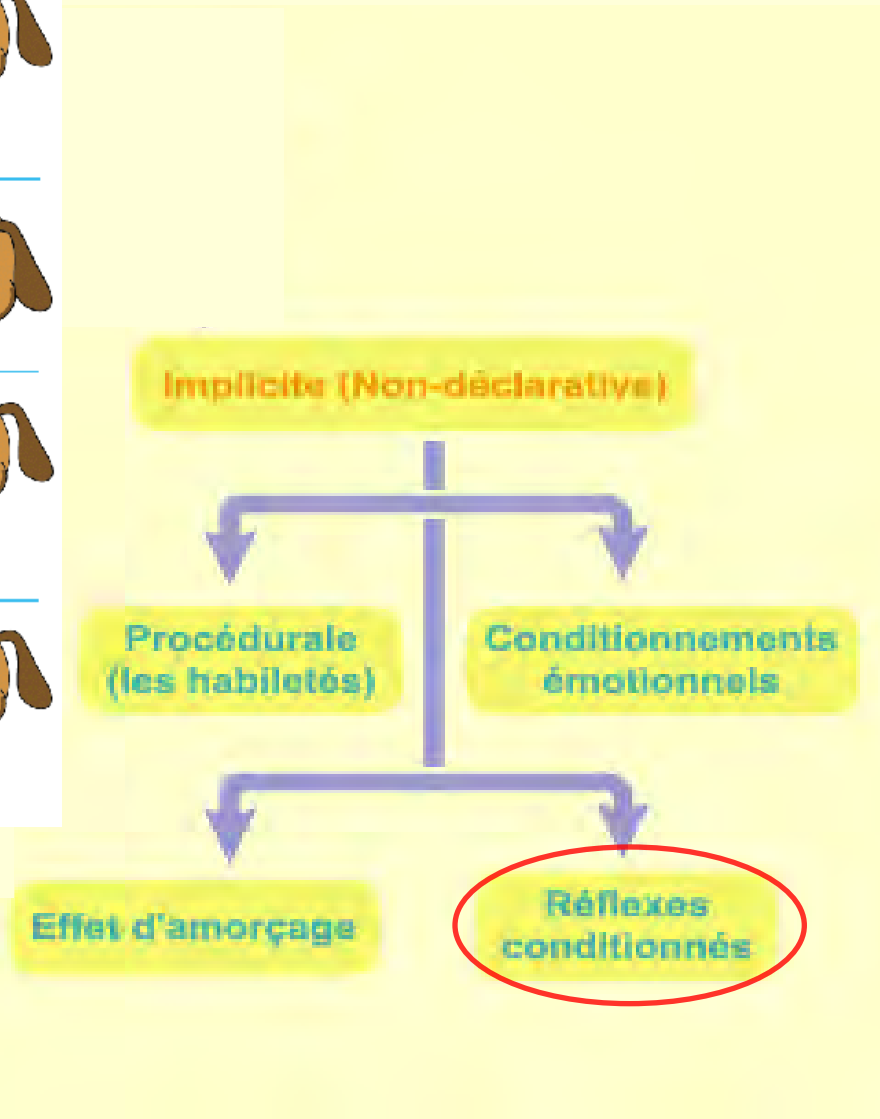
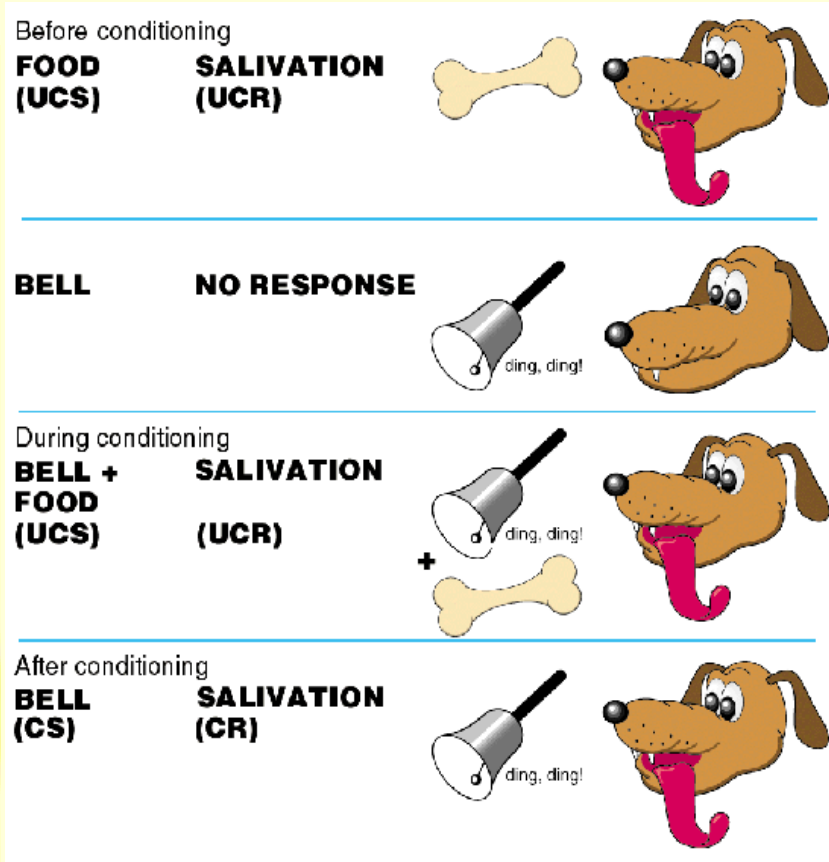
Conditionnements émotionnels

Effet d'amorçage

Réflexes conditionnés



Conditionnement classique



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

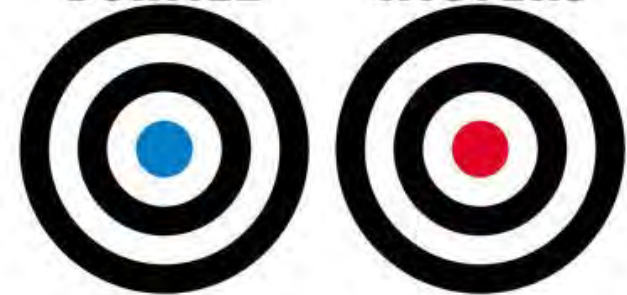


« Je suis effrayé par les automatismes qu'il est possible de créer à son insu dans le système nerveux d'un enfant.

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

- Henri Laborit

**LES MÉDIAS VEILLENT
DORMEZ CITOYENS**





Éloge de la suite

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

À PROPOS
DU FILM
→

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

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

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



LE FILM !

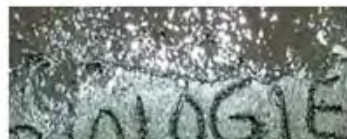
Découvrez le film « Sur les traces d'Henri Laborit » associé à ce site !

Publié le 21 novembre 2014 • Laisser un commentaire

Consultez les sections du menu en haut à droite de la page pour tout

DERNIÈRES PUBLICATIONS SUR LE SITE :

OÙ ÊTES-VOUS ?



LA SUITE... LE FILM !

Sur les traces d'Henri Laborit – Partie 2 : Biologie

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



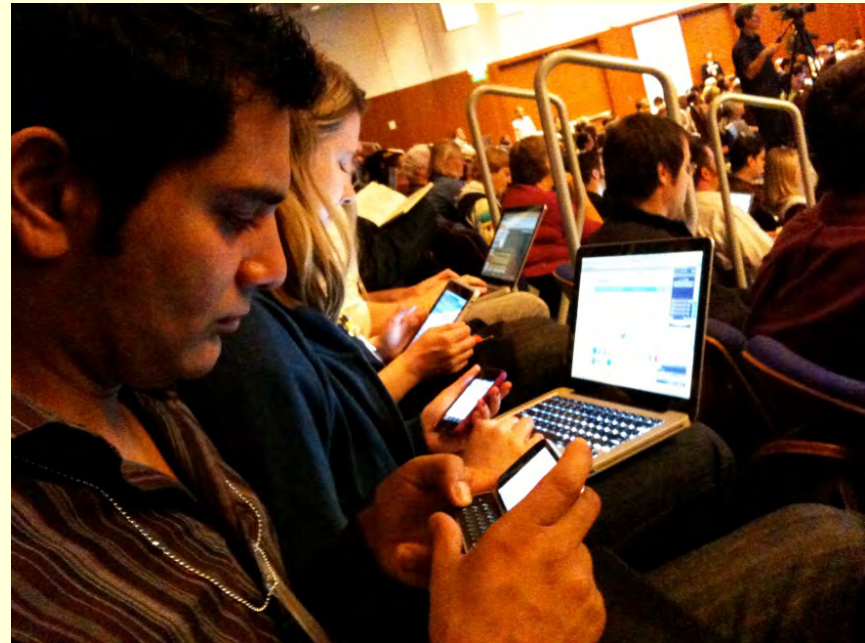
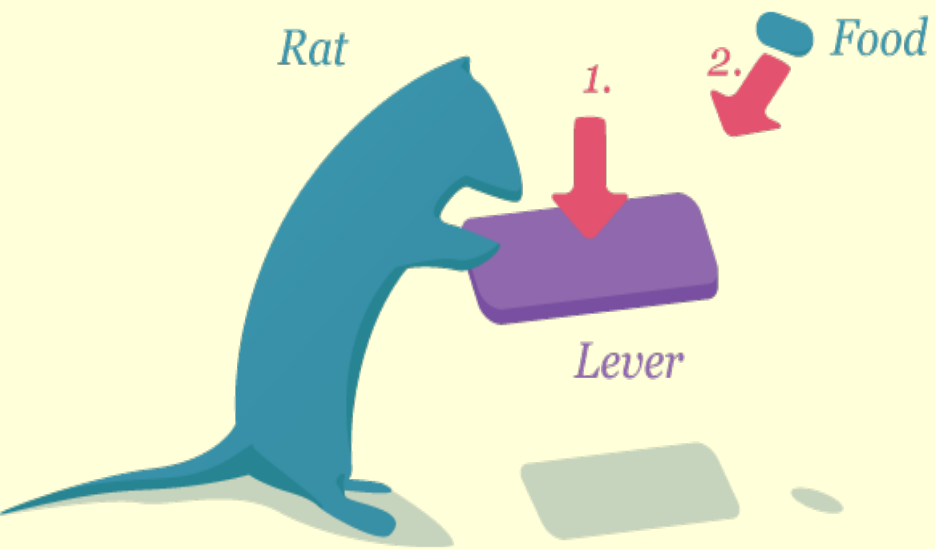
"Tant qu'on n'aura pas diffusé très largement à cette planète la façon dont fonctionne leur cerveau, la façon dont ils l'utilisent et tant que l'on n'aura pas dit que jusqu'ici cela a toujours été pour dominer l'autre, il y a peu de chance qu'il y ait quoi que ce soit qui change."

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

www.elogedelasuite.net

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

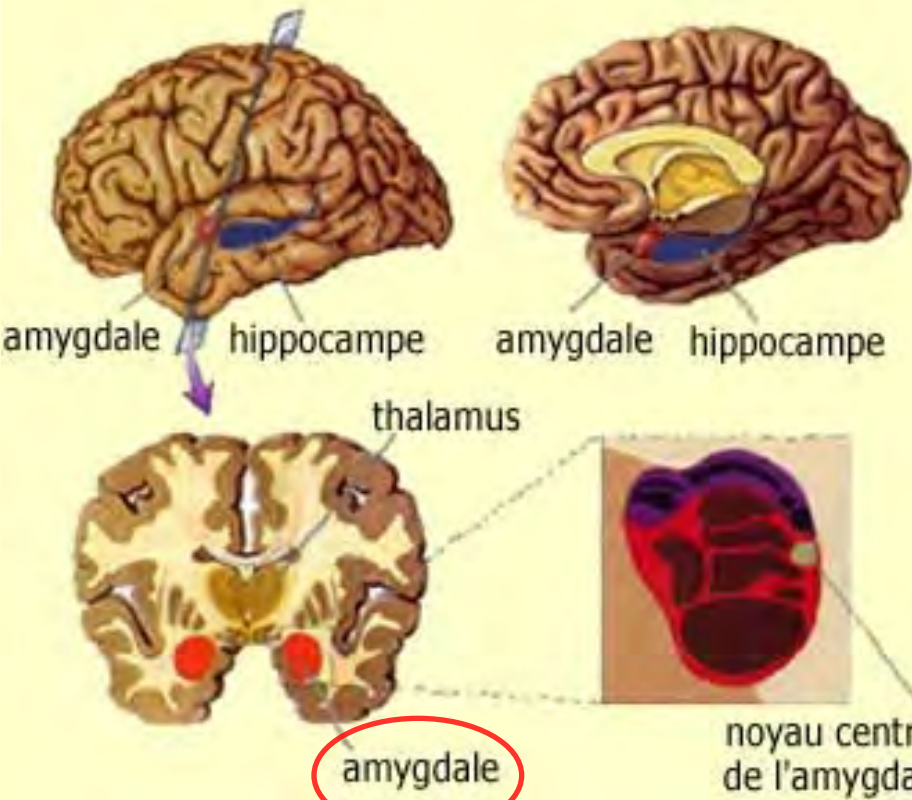
Conditionnement opérant positif (récompense)



Conditionnement opérant négatif (punition)

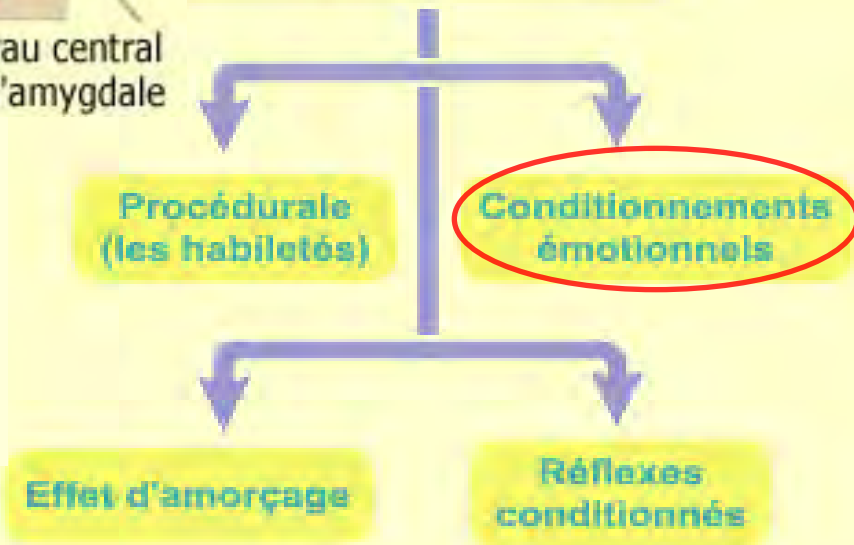
METTRE DE LA CRÈME SOLAIRE À LA PLAGE
METTRE DE LA CRÈME SOLAIRE À LA PLAGE
METTRE DE LA CRÈME SOLAIRE À LA PLAGE
METTRE DE LA CRÈME SOLAIRE À LA PLAGE
METTRE DE LA CRÈME SOLAIRE À LA PLAGE
METTRE DE LA CRÈME SOLAIRE À LA PLAGE
METTRE DE LA CRÈME SOLAIRE À LA PLAGE
METTRE DE LA CRÈME SOLAIRE À LA PLAGE
METTRE DE LA CRÈME SOLAIRE À LA PLAGE
METTRE DE LA CRÈME SOLAIRE À LA PLAGE
METTRE DE LA CRÈME SOLAIRE À LA P

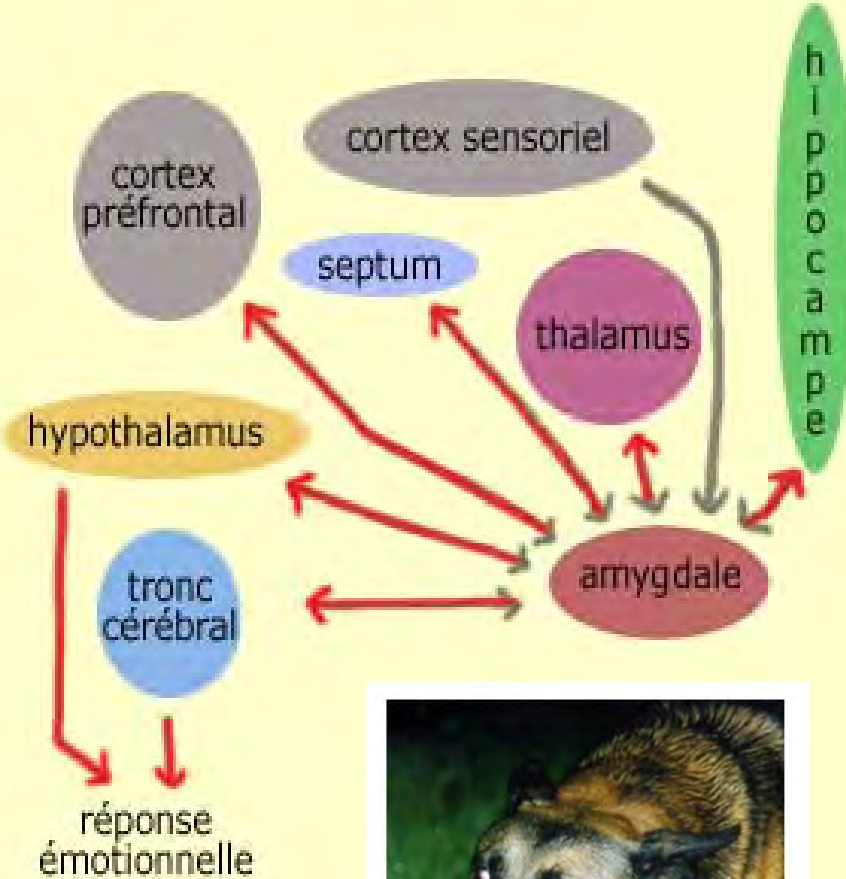




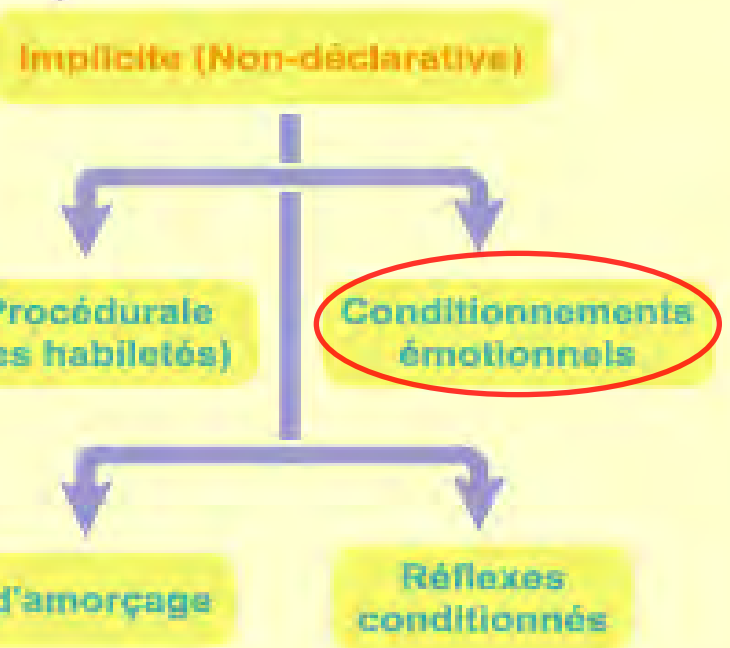
Peur conditionnée

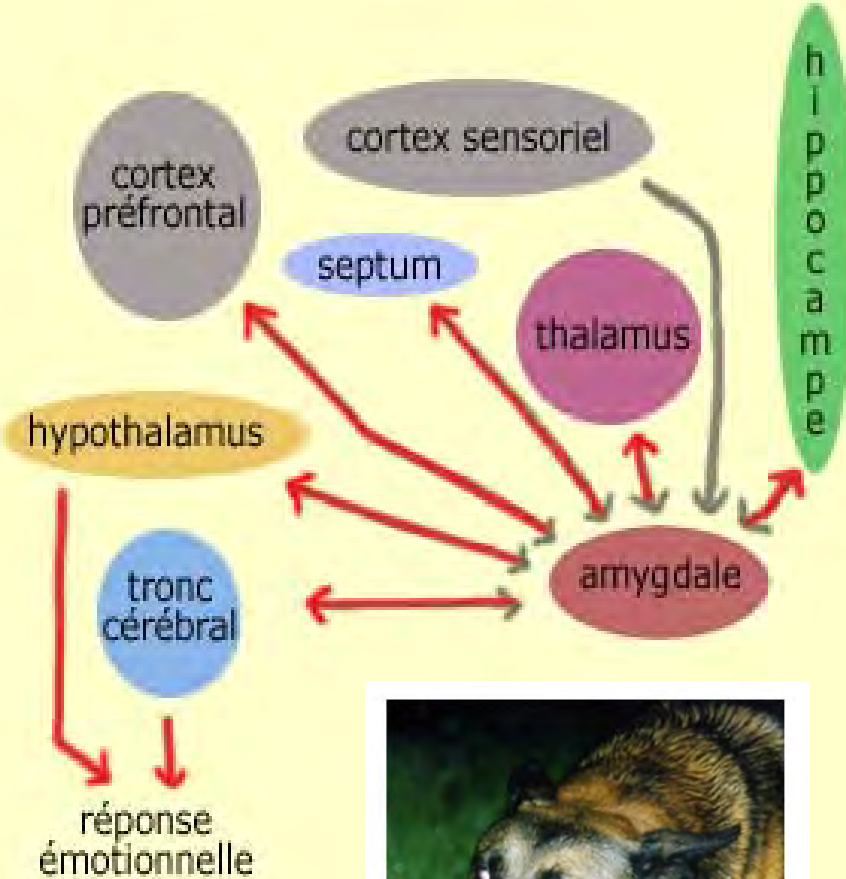
implicite (Non-déclarative)



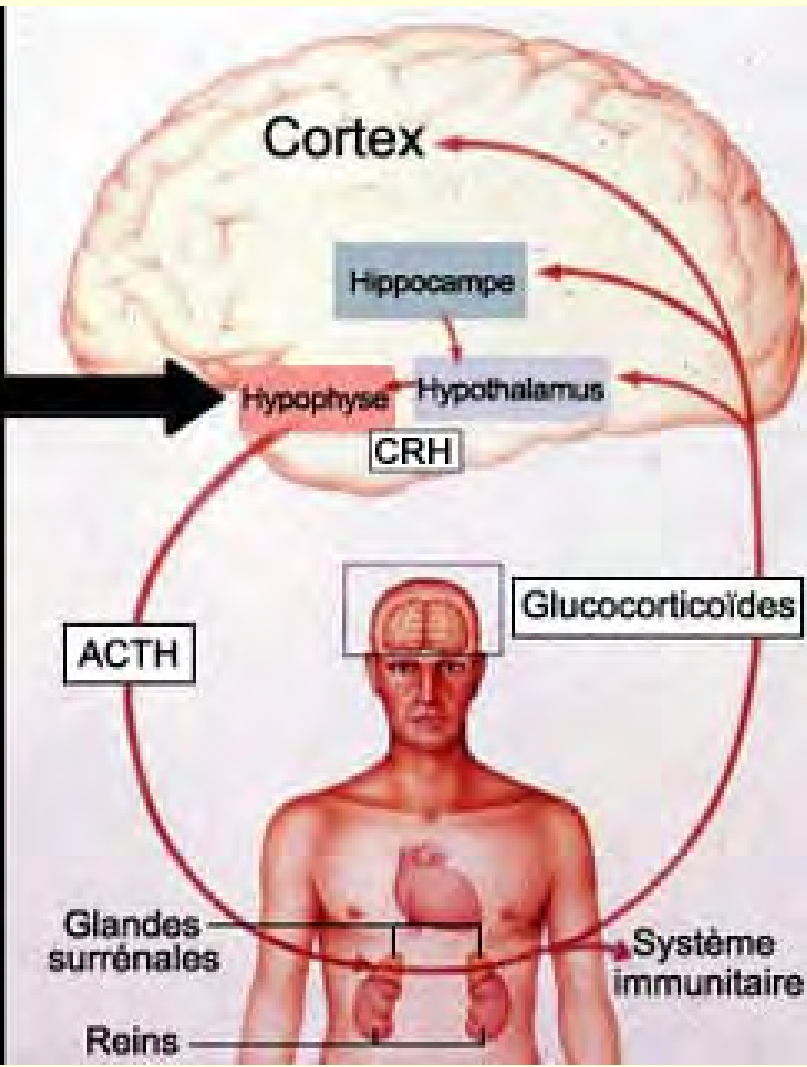


Peur conditionnée





Stress



Henri Laborit explique très bien comment la perception par le cerveau d'un danger menaçant la survie de l'organisme met en branle dans tout le corps plusieurs mécanismes favorisant la **fuite ou la lutte**.



Satisfaction



Action
requis
par
un danger

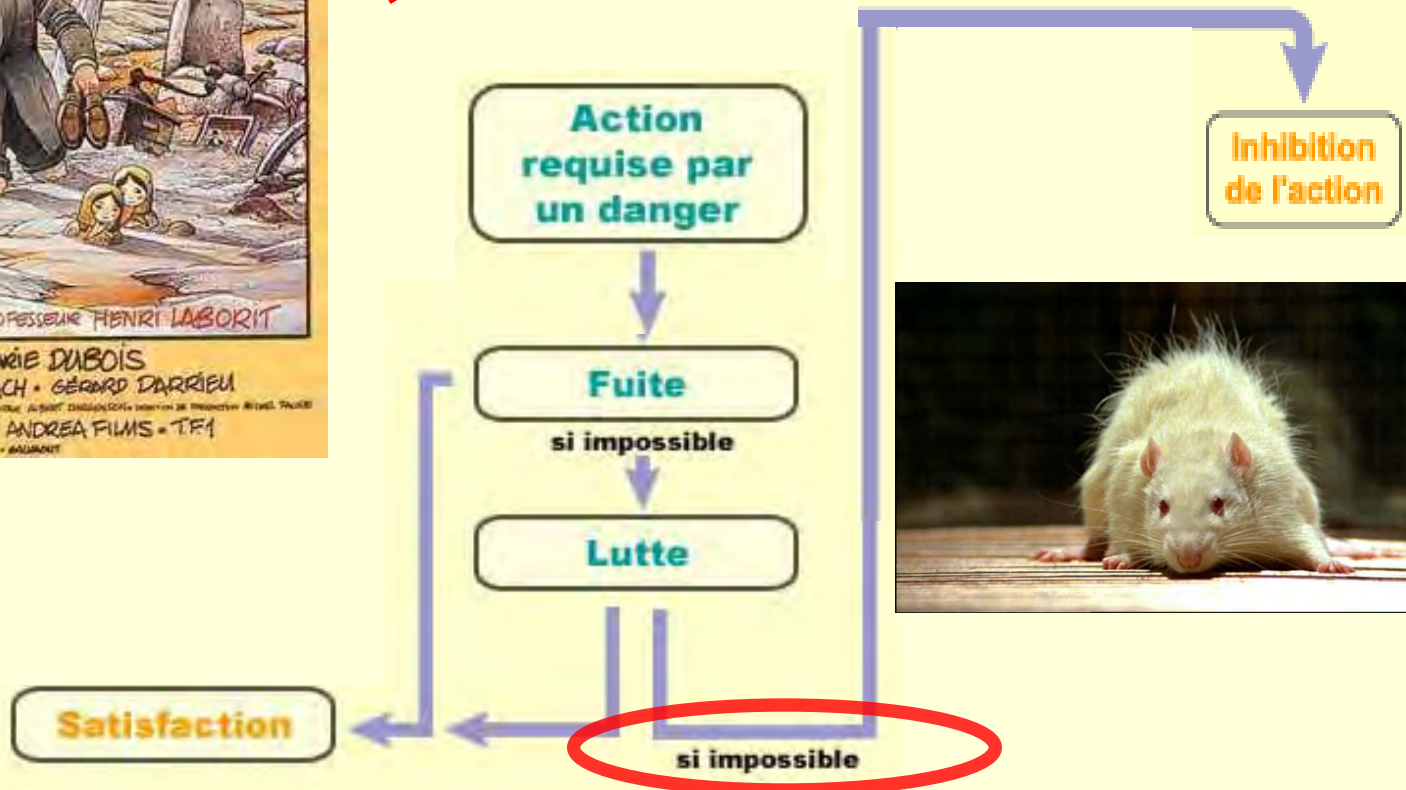
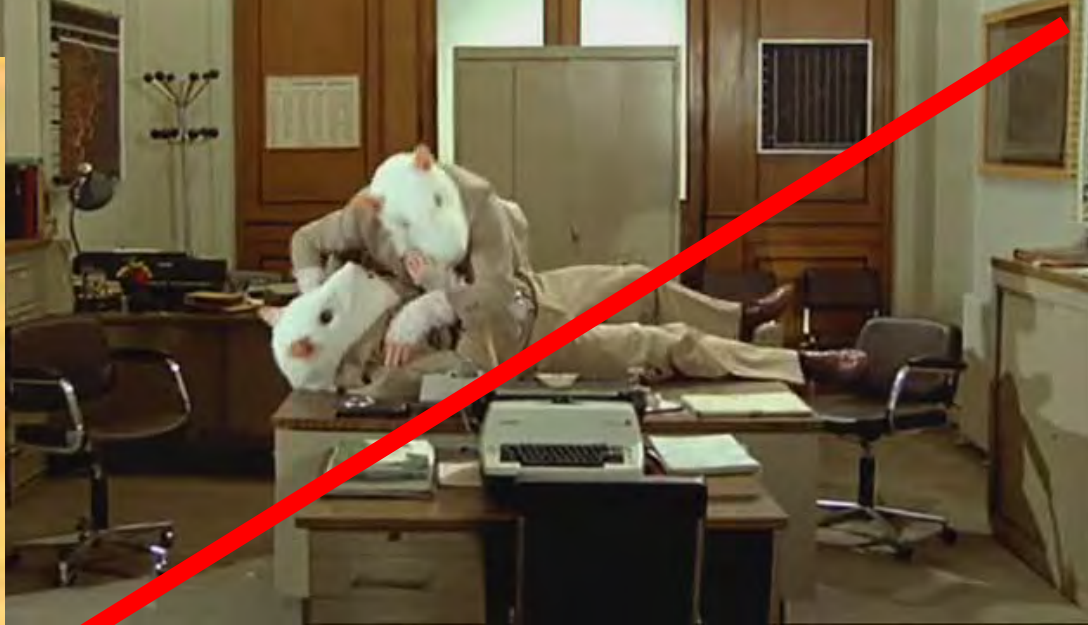
Activation
du PVS

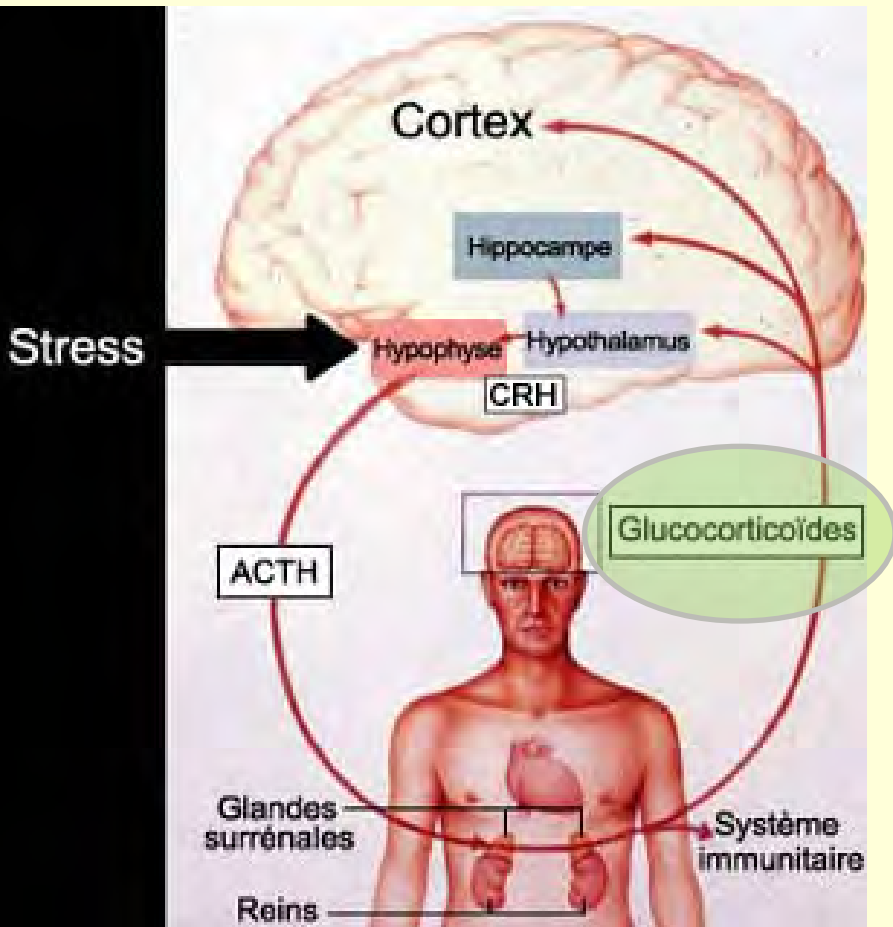
Fuite
si impossible

Lutte

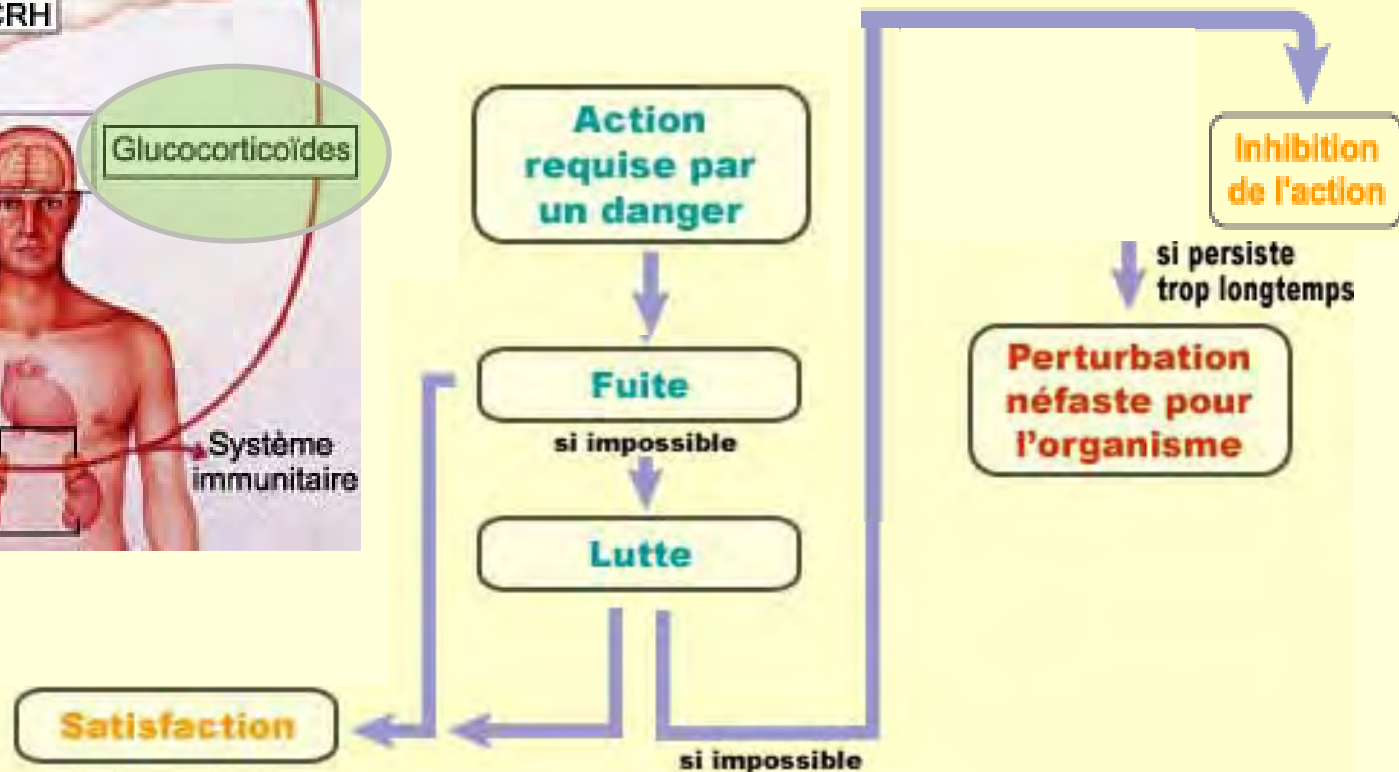
Satisfaction







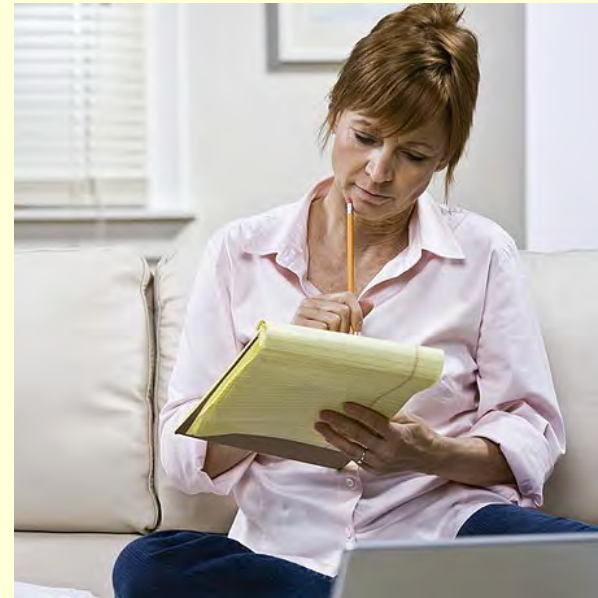
Certaines hormones, comme les glucocorticoïdes, qui demeurent alors à un taux élevé dans le sang durant une longue période, vont **affaiblir le système immunitaire** et même affecter le cerveau.





Et ça marche dans l'autre
sens aussi :

**ce qui affecte le corps
affecte la pensée...**



Quand quelqu'un est assis sur un siège dur pendant une négociation, il adopte une ligne plus « dure » et accepte moins les compromis que s'il est installé dans un fauteuil confortable !



D'autres expériences semblables décrites dans ce vidéo :
Tom Ziemke - "Human Embodied Cognition : Scientific evidence & technological implications"

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

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

chair, matière, instinct, émotion

complexe, imagination

stress, douleur

neurone

mémoire, souvenir

neurotransmetteur,
hypothalamus

cervelet, lobe

pensée, réflexion, raison

intelligence

esprit, idée

connaissance, savoir

hémisphère

logique, ordinateur, contrôle

surprenant, étrange, mystère, question

Quand je passe à un nouveau,
quels sont les 3 premiers mots qui me viennent à l'esprit ?

chair, matière, instinct, émotion

complexe d'imagination

stress, douleur

neurone

mémoire, souvenir

neurotransmetteur

cervelet, lobe

hypothalamus

pensée, réflexion, raison

intelligence

esprit, idée

connaissance, savoir

hémisphère

logique, ordinateur, contrôle

L'idée d'une raison qui fonctionnerait de façon indépendante du corps ne tient plus la route.

surprenant, étrange, mystère, question

Quand je passe un bon cerveau,

quels sont les 3 premiers mots qui me viennent à l'esprit ?”

chair, matière, im

imagination

stress, douleur

neurotransmetteur

hypothalamus

cerveau

croire souvenir

pens

on, raison

int

nce

esprit, idée

connaiss

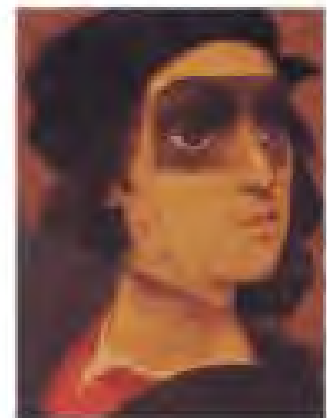
hémisphère

logique, ordinateur, contrôle

ANTONIO R. DAMASIO

L'ERREUR DE
DESCARTES

LA RAISON DES ÉMOTIONS



L'idée d'une raison qui fonctionnerait de façon indépendante du corps ne tient plus la route.

surprenant, étrange, mystère, question

Le cerveau et le corps ne font qu'un !



Bonne alimentation,
exercice physique,

stimulation intellectuelle et sociale,
absence de stress, bon sommeil



En guise de conclusion...

Forêt

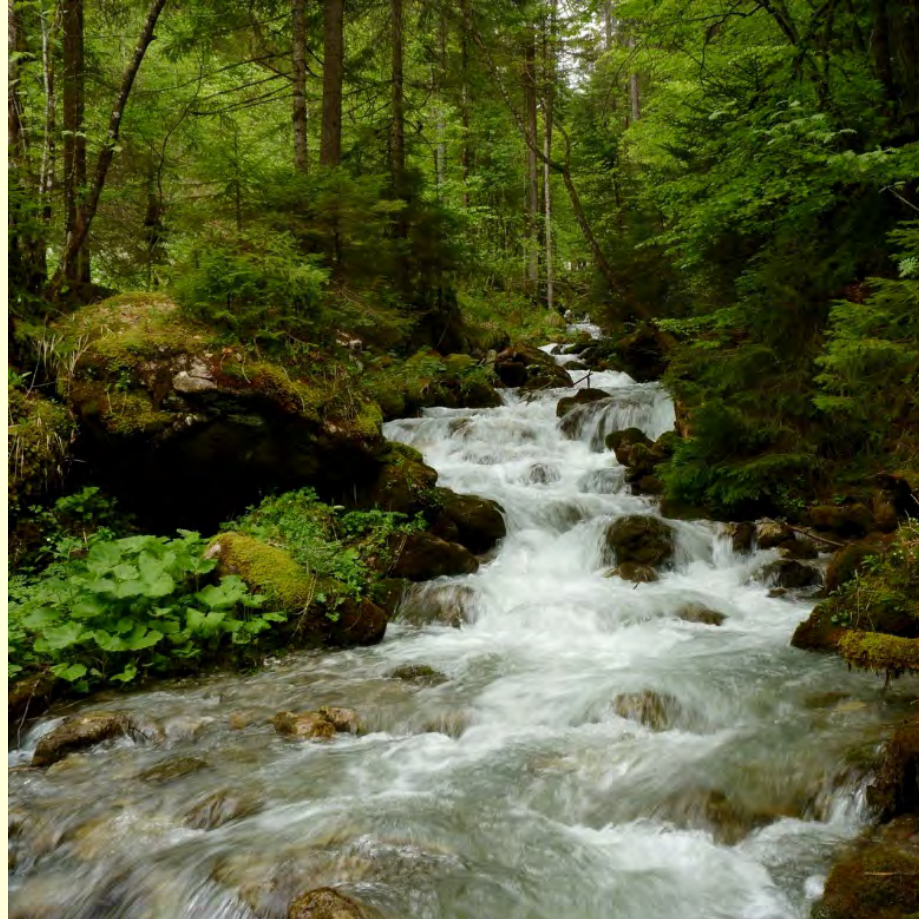


Torrent



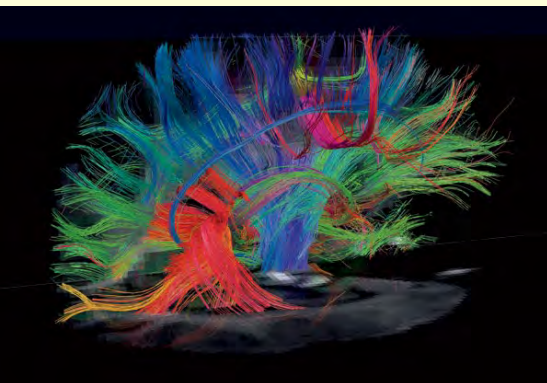
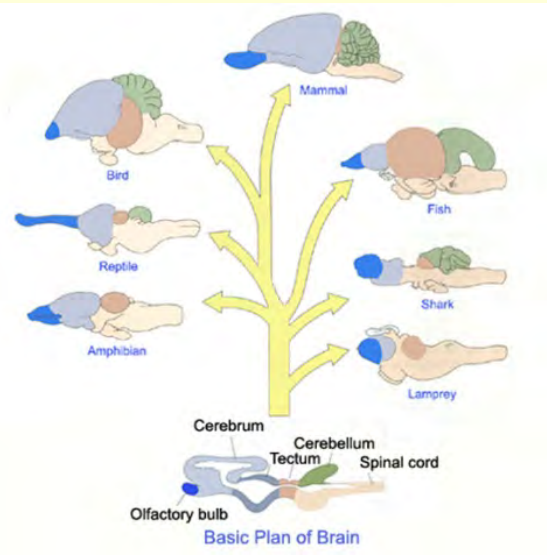
Ma
métaphore
préférée
du
cerveau...

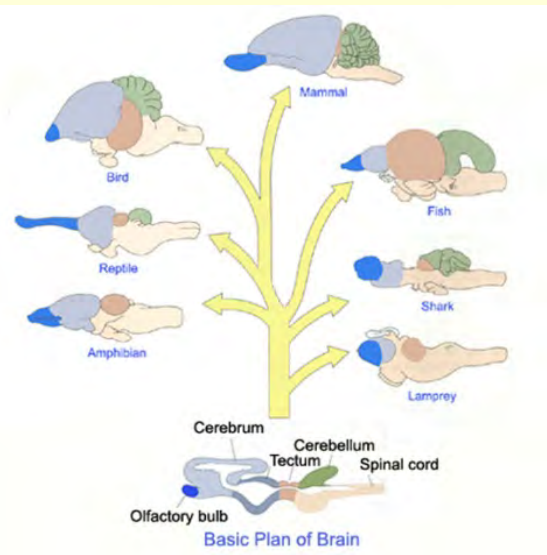
...mais
pourquoi ?



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

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

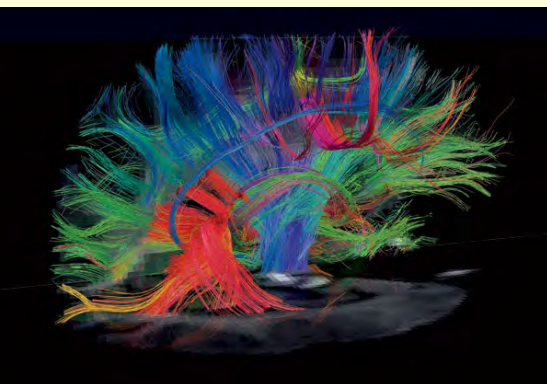


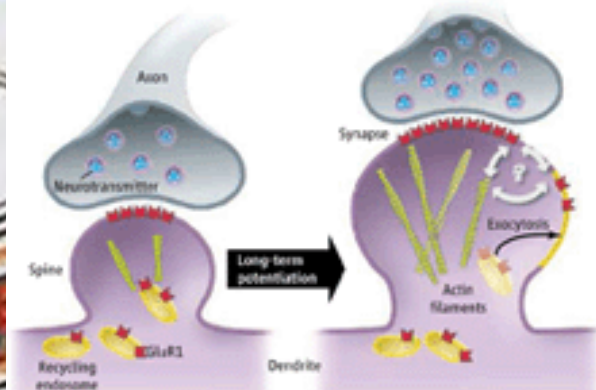
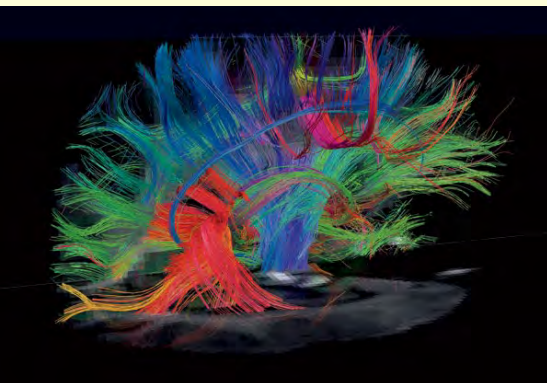
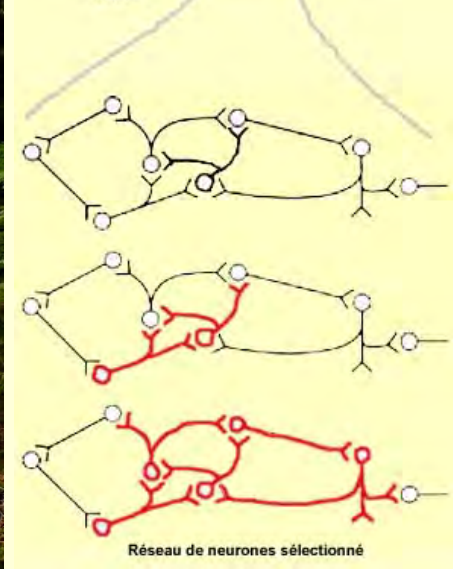
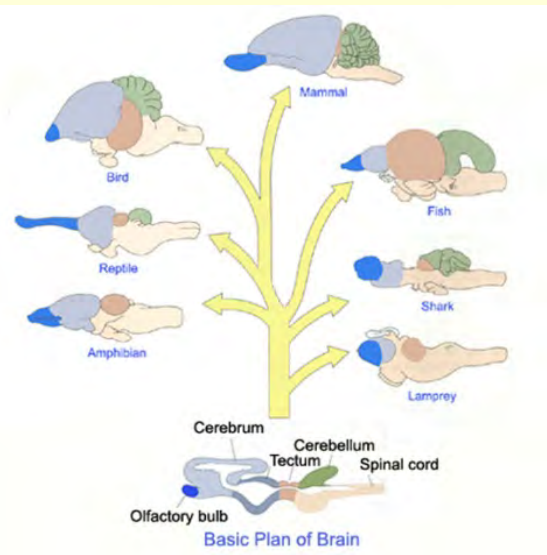


Mais sur une échelle de temps plus longue, le lit de la rivière est **érodé** par l'eau et **se modifie**.



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





Merci de votre attention !