

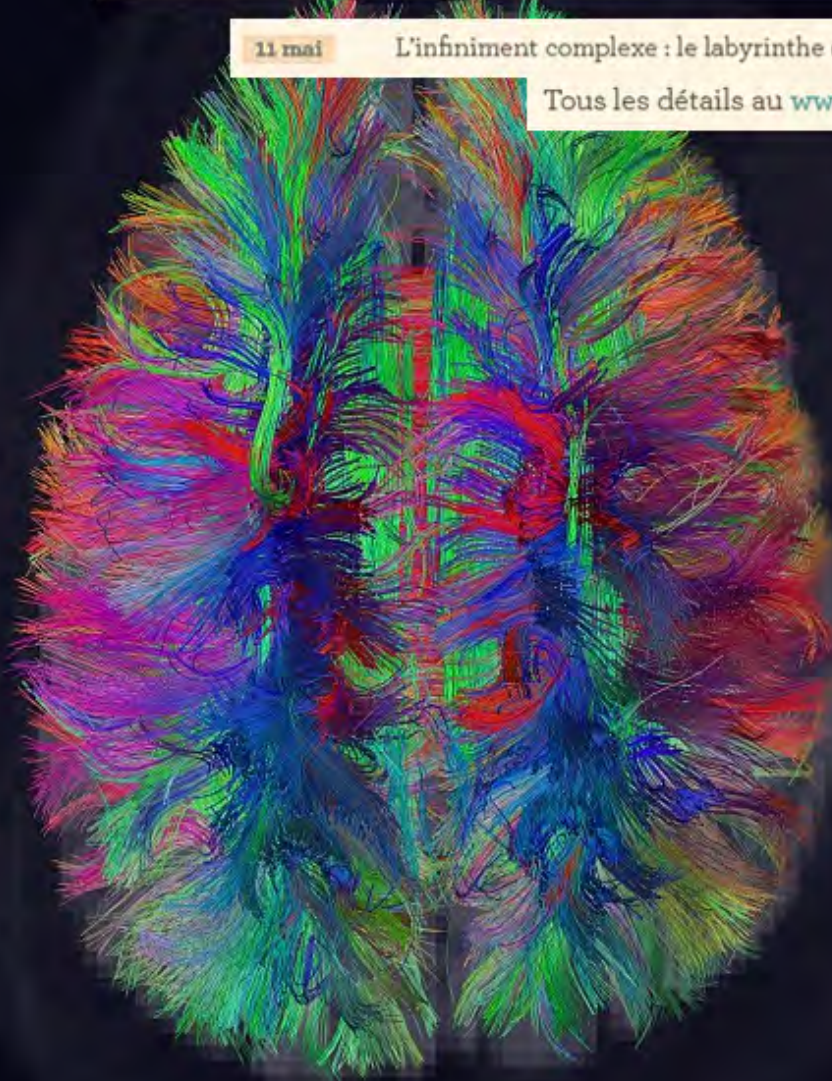
neurons univers mécanique quantique
Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur...
**Les trois infinis :
le petit, le grand et le complexe**

Les séances, présentées par Bruno Dubuc, ont lieu au bar Les Pas Sages, 951, rue Rachel Est, les lundis suivants à 19 h :

11 mai

L'infiniment complexe : le labyrinthe de nos réseaux cérébraux

Tous les détails au www.upopmontreal.com



neurons univers mécanique quantique
Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur...

Les trois infinis : le petit, le grand et le complexe

Les séances, présentées par Bruno Dubuc, ont lieu au bar Les Pas Sages, 951, rue Rachel Est, les lundis suivants à 19 h :

- 23 mars Introduction aux niveaux d'organisation et aux modèles en science
- 13 avril L'infiniment petit : les bizarreries du monde quantique !
Invité : Alexis Reymbaut
- 27 avril L'infiniment grand : un univers de nombres astronomiques !
Invité : Robert Lamontagne
- 11 mai L'infiniment complexe : le labyrinthe de nos réseaux cérébraux

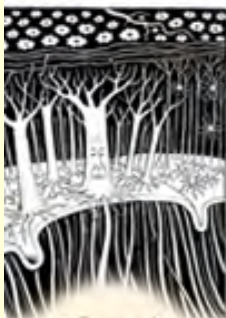


Évènement spécial !

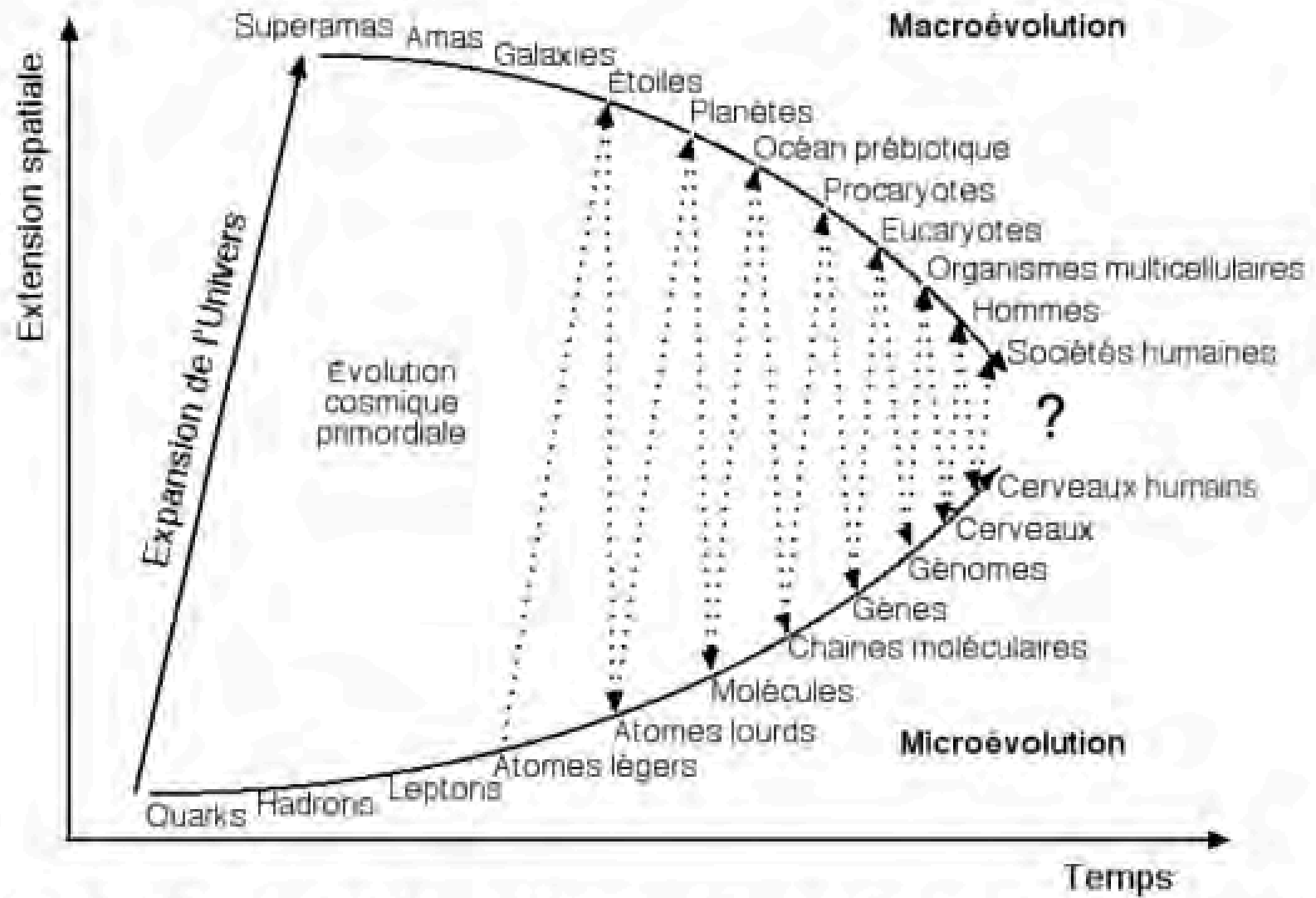
À l'occasion du cours **Les trois infinis: le petit, le grand et le complexe**, l'UPop Montréal vous propose une activité spéciale sur le Mont-Royal !

Tous les détails au www.upopmontreal.com

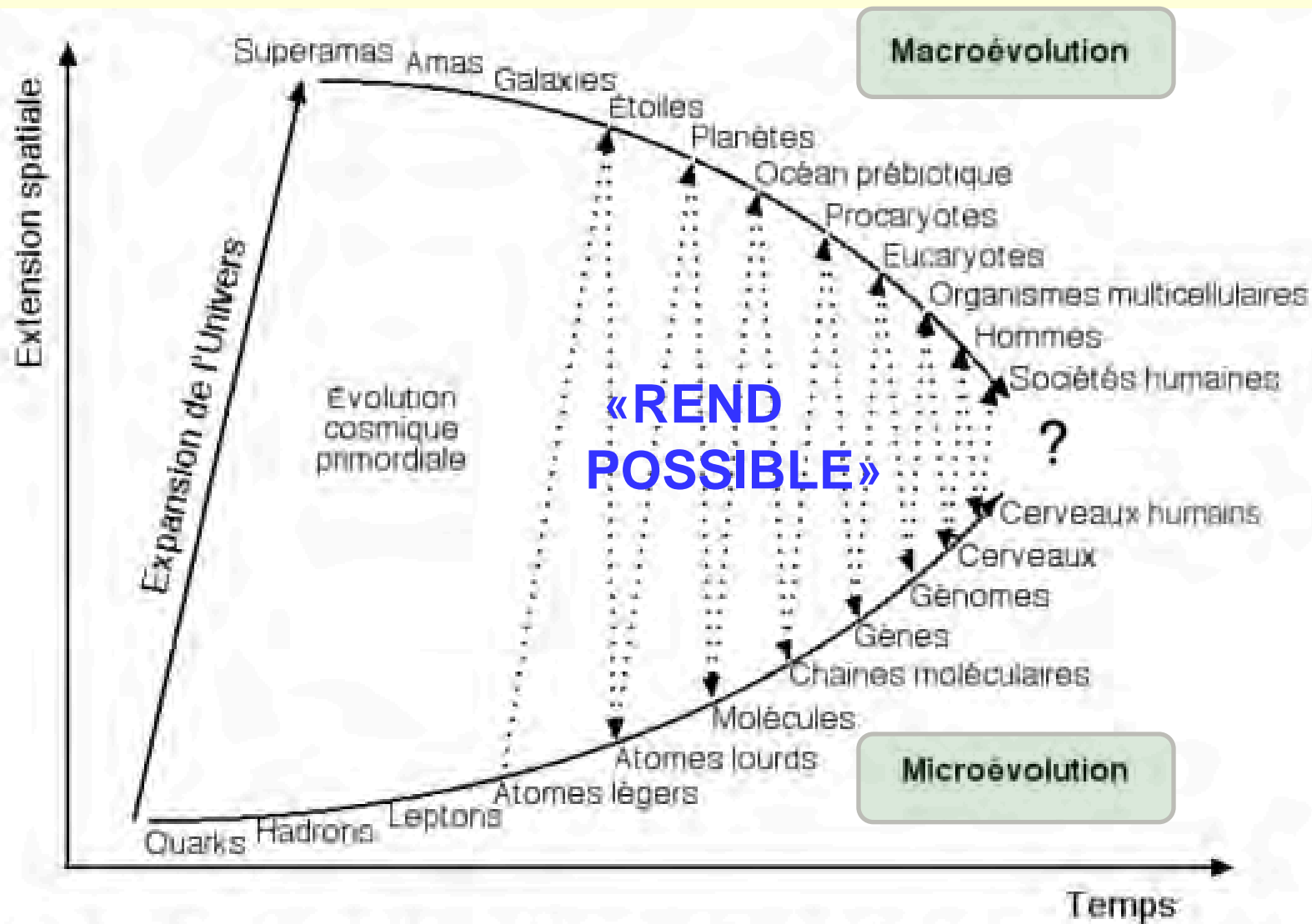
La complexité à pied : quand le Mont-Royal devient notre cerveau !



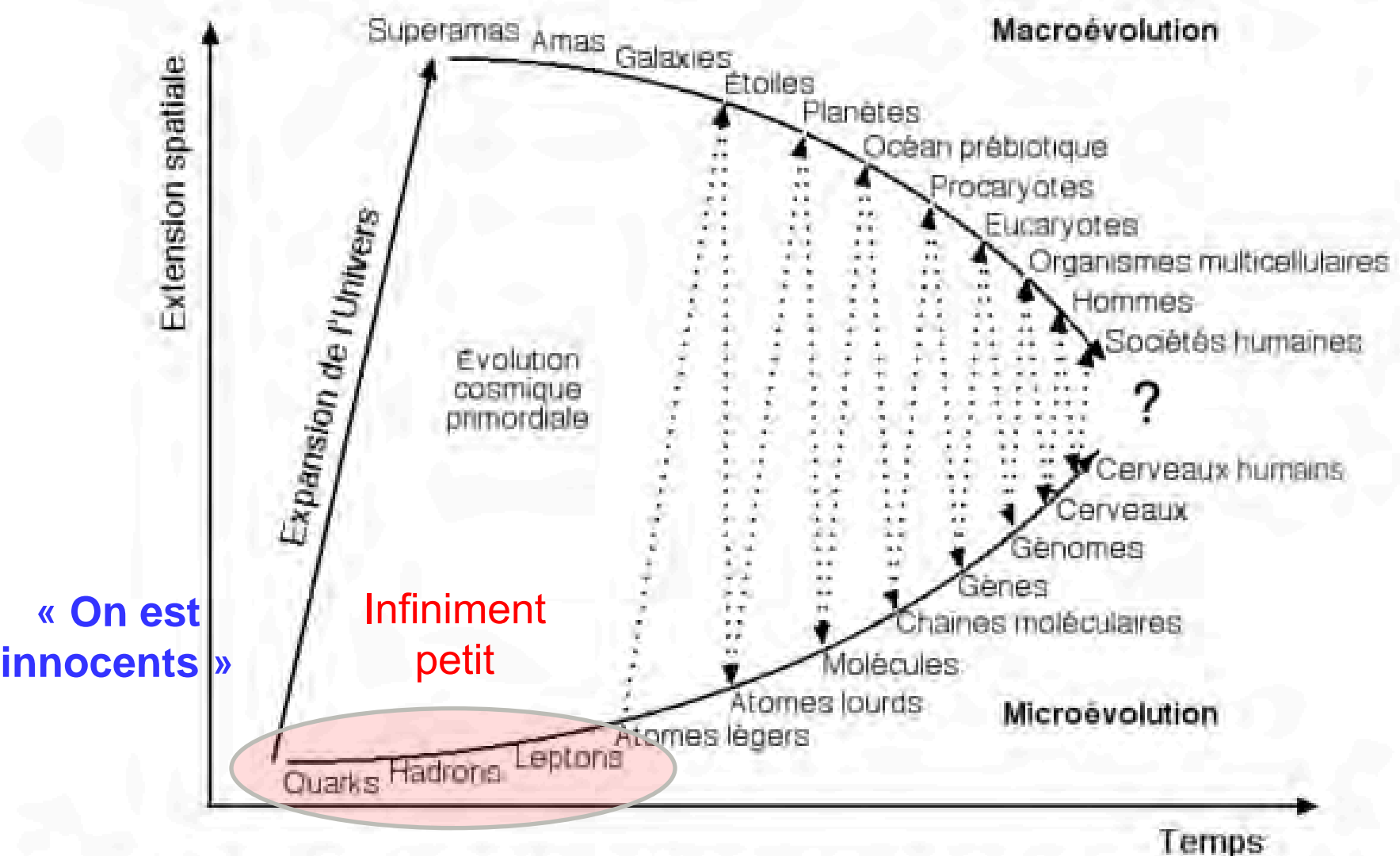
16 mai



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



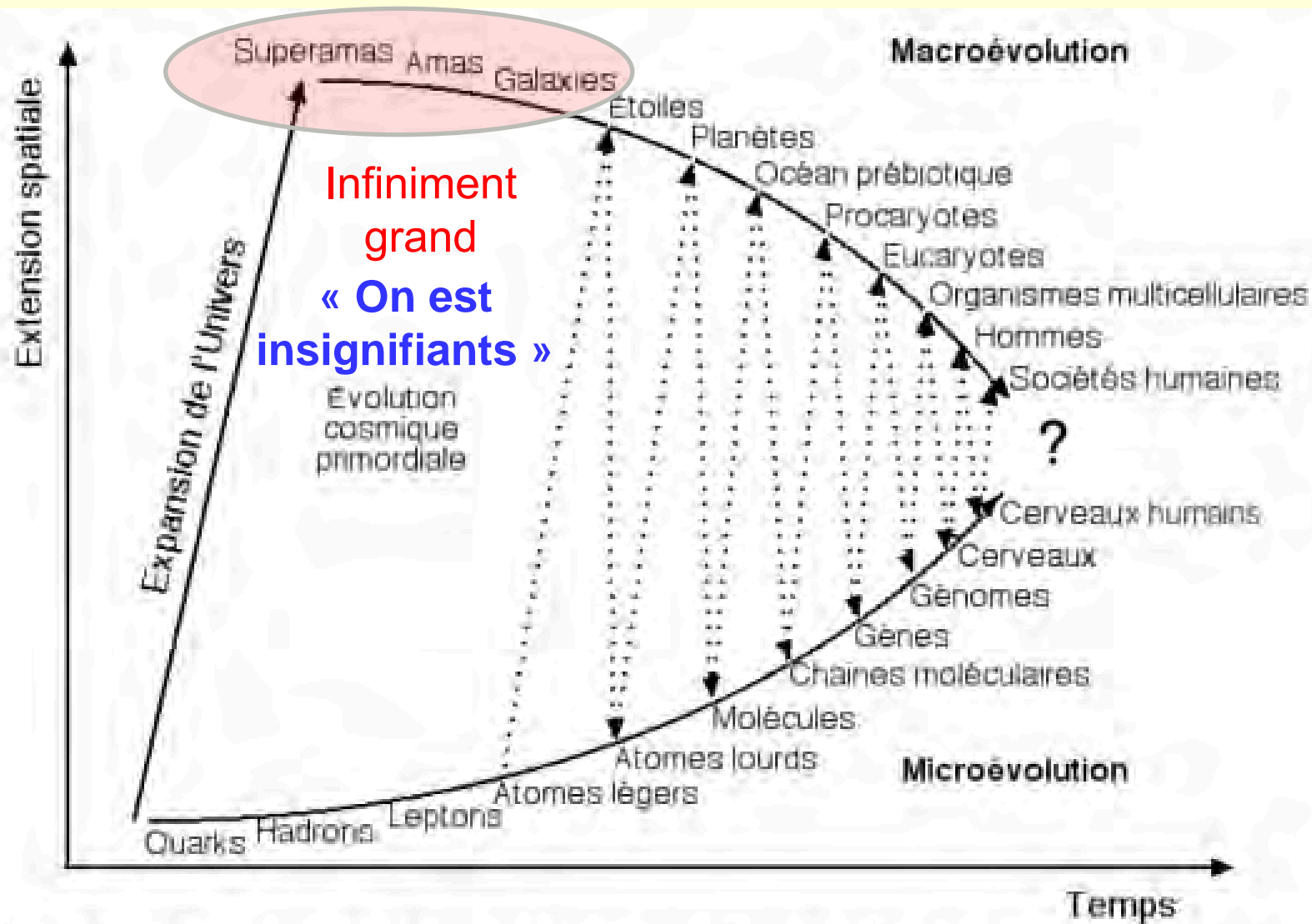
D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.



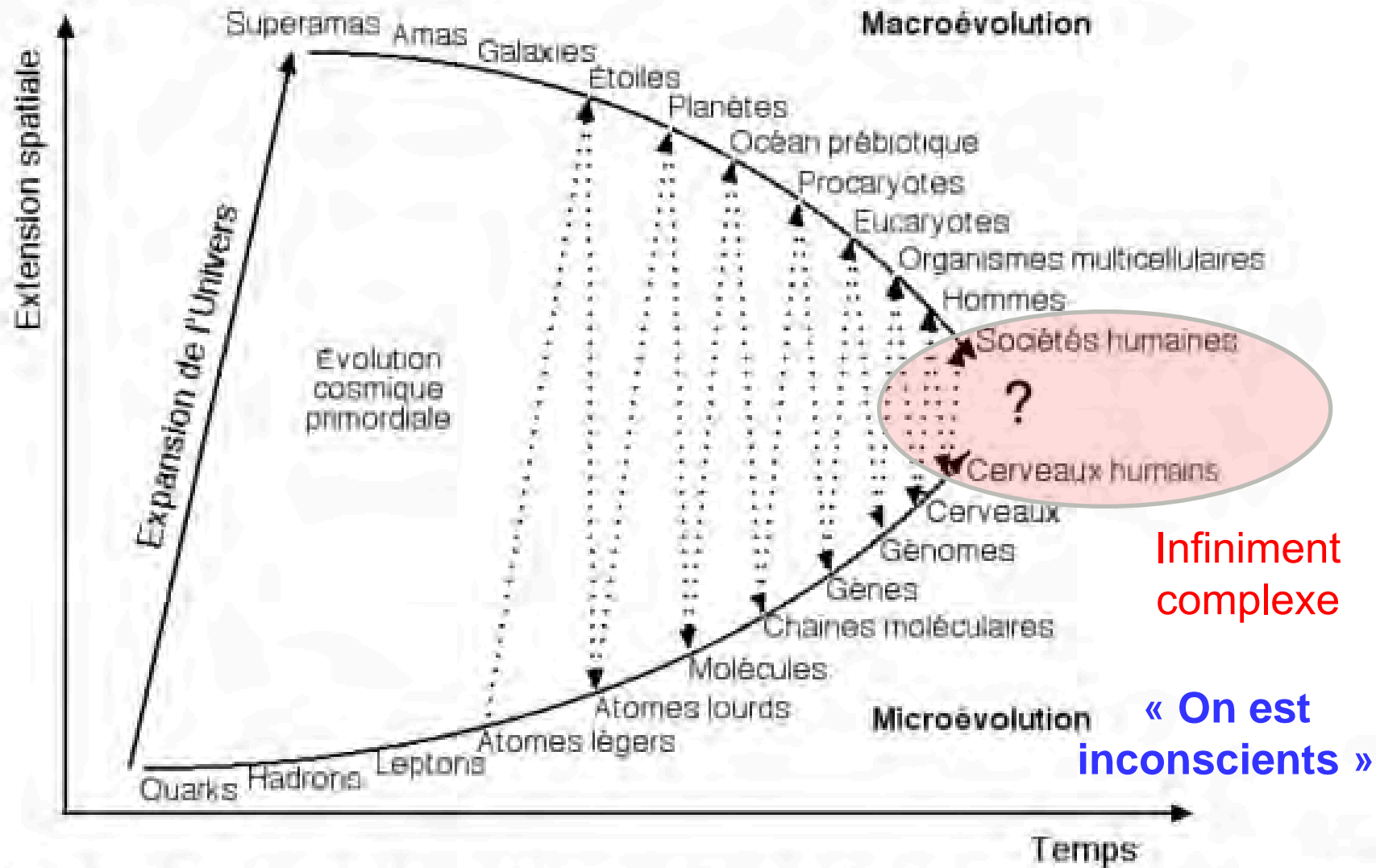
« On est innocents »

Infiniment petit

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



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



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

neurons univers mécanique quantique
Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur...

Les trois infinis : le petit, le grand et le complexe

Les séances, présentées par Bruno Dubuc, ont lieu au bar Les Pas Sages, 951, rue Rachel Est, les lundis suivants à 19 h :

- 23 mars Introduction aux niveaux d'organisation et aux modèles en science
- 13 avril L'infiniment petit : les bizarreries du monde quantique !
Invité : Alexis Reymbaut
- 27 avril L'infiniment grand : un univers de nombres astronomiques !
Invité : Robert Lamontagne
- 11 mai L'infiniment complexe : le labyrinthe de nos réseaux cérébraux



Évènement spécial !

À l'occasion du cours **Les trois infinis: le petit, le grand et le complexe**, l'UPop Montréal vous propose une activité spéciale sur le Mont-Royal !

Tous les détails au www.upopmontreal.com

La complexité à pied : quand le Mont-Royal devient notre cerveau !



16 mai

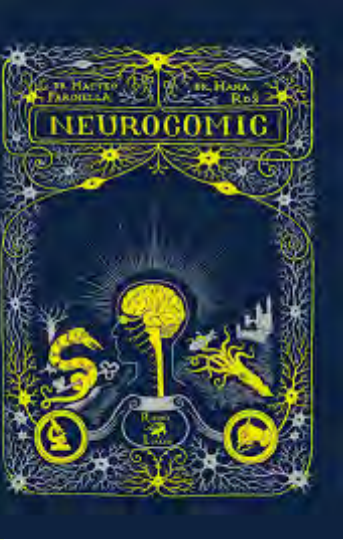
neurones univers mécanique quanti
Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur...
Les trois infinis : vertige supracon
le petit, le grand et le complexe

l'UPop Montréal vous propose une activité spéciale sur le Mont-Royal
La complexité à pied : quand le Mont-Royal devient notre cerveau !

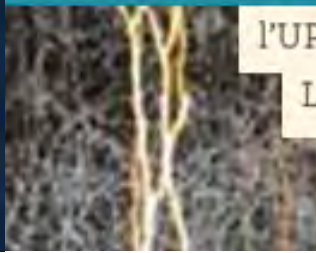
Départ : samedi 16 mai, 14h., statue des tam-tams

Tous les détails au www.upopmontreal.com





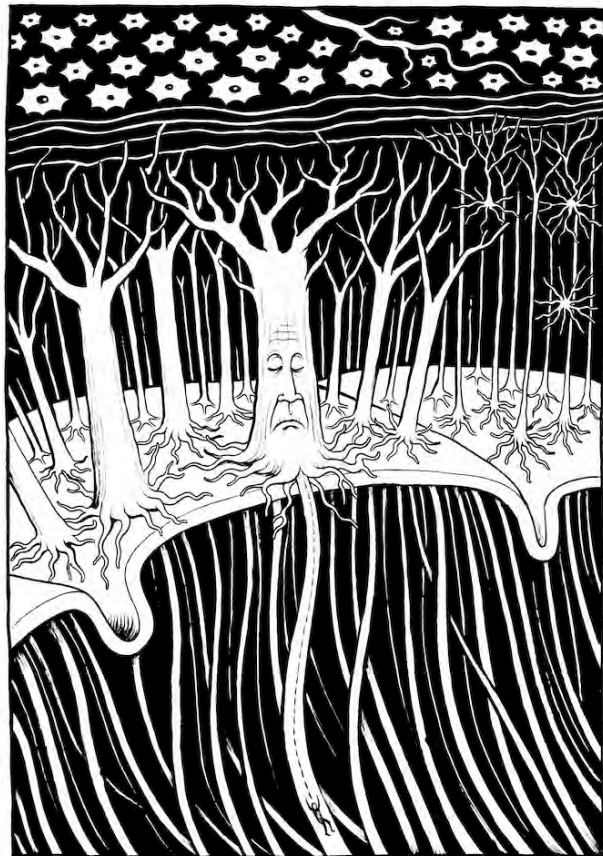
neurones univers mécanique quanti Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur... **Les trois infinis : vertige supracon le petit, le grand et le complexe**

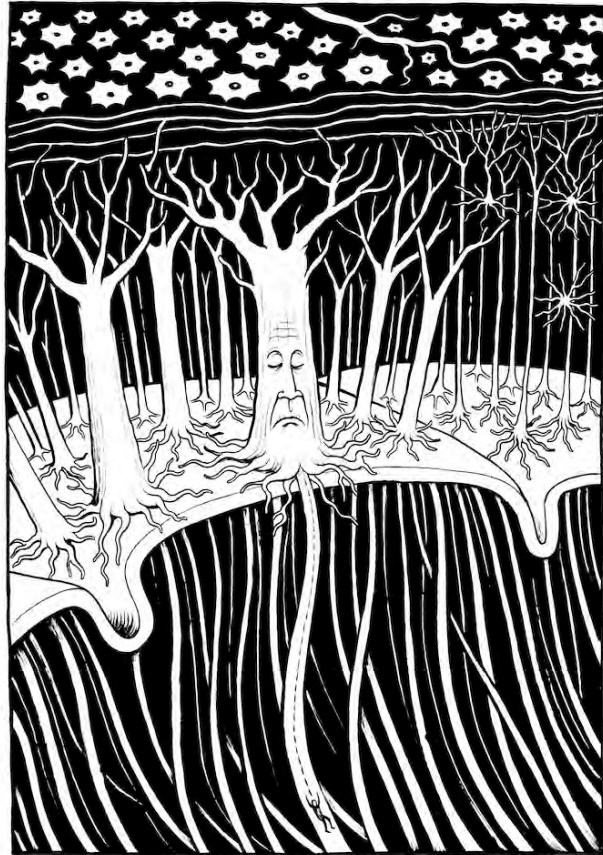
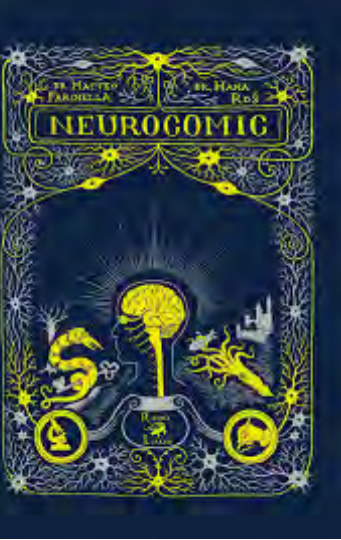


l'UPop Montréal vous propose une activité spéciale sur le Mont-Royal
La complexité à pied : quand le Mont-Royal devient notre cerveau !

Départ : samedi 16 mai, 14h., statue des tam-tams

Tous les détails au www.upopmontreal.com







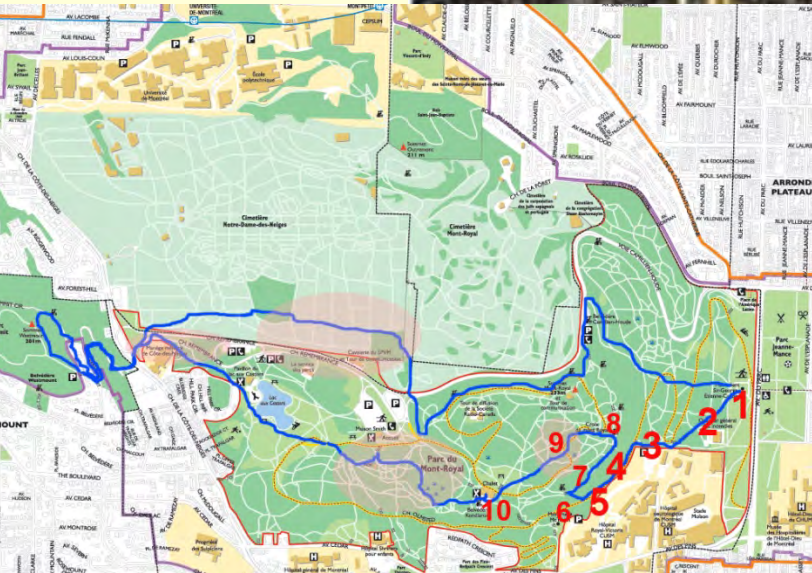
Prévoyez des
chaussures de
marches, de
l'eau et une
collation

neurons univers mécanique quanti Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur... **Les trois infinis : vertige supracon le petit, le grand et le complexe**

l'UPop Montréal vous propose une activité spéciale sur le Mont-Royal
La complexité à pied : quand le Mont-Royal devient notre cerveau !

Départ : samedi 16 mai, 14h., statue des tam-tams

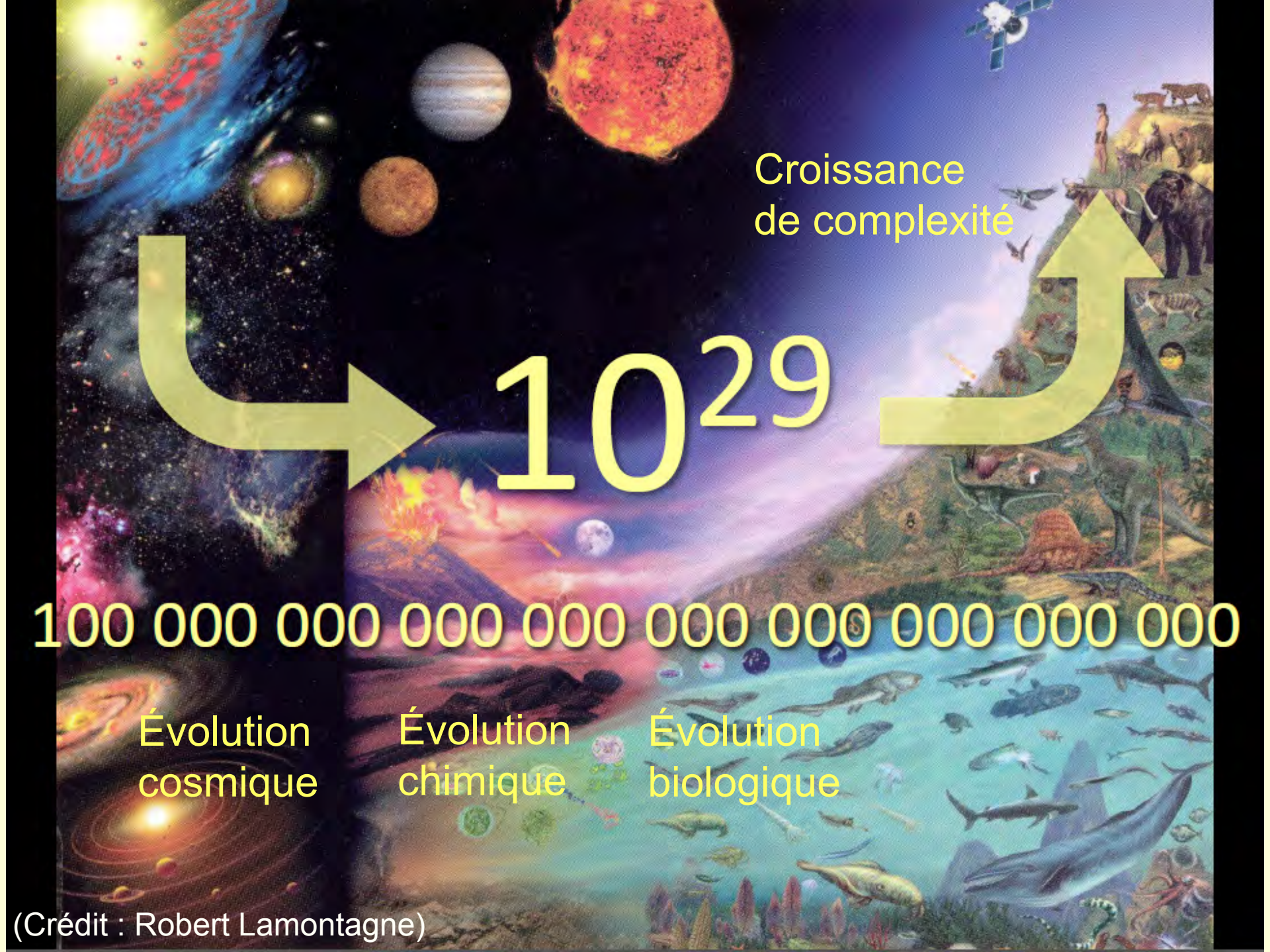
Tous les détails au www.upopmontreal.com



En cas de pluie,
l'activité est
remise au
lendemain,
dimanche 17 mai,
même heure,
même lieu.

Introduction :

croissance de la complexité



Croissance
de complexité

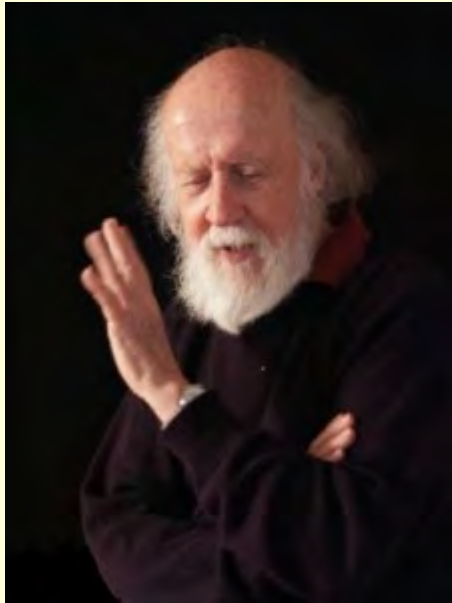
10^{29}

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

Évolution
cosmique

Évolution
chimique

Évolution
biologique

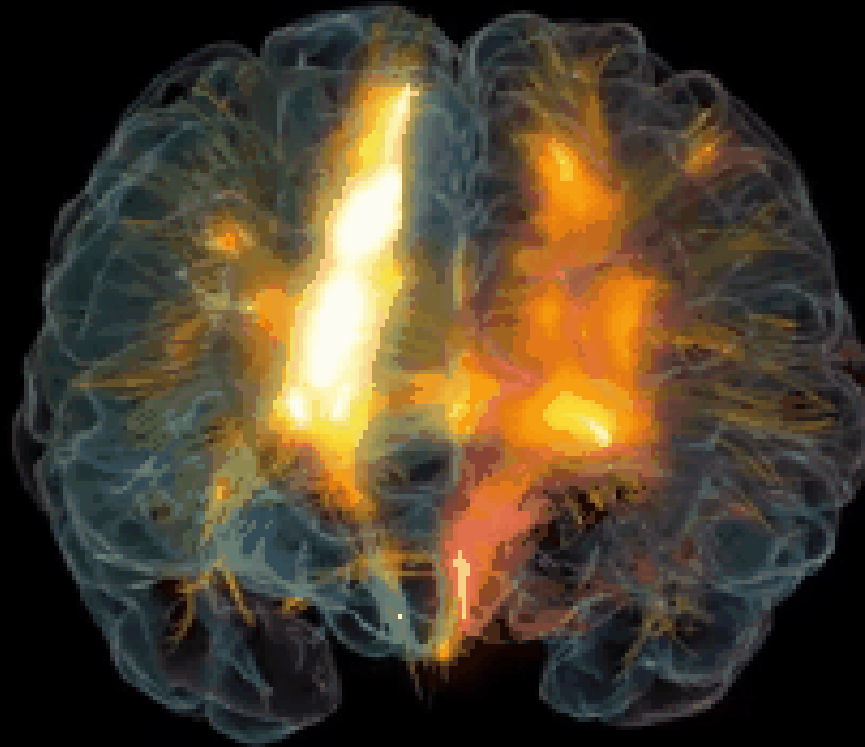


« L'histoire de l'Univers, c'est comment ces quarks et ces électrons sont devenus vous-mêmes.

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

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

- Hubert Reeves



EEG powered by BCLAB | SIFT

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

Qu'est-ce qui rend possible
la croissance de la complexité ?



Dans un système **isolé** comme l'univers, l'énergie se conserve (1^{er} principe de la thermodynamique)

Et...

l'énergie se dissipe, se dégrade, sous forme de chaleur
(entropie croissante)

(2^e principe de la thermodynamique)



l'énergie se dissipe, se dégrade, sous forme de chaleur
(entropie croissante)

(2^e principe de la thermodynamique)



v/06

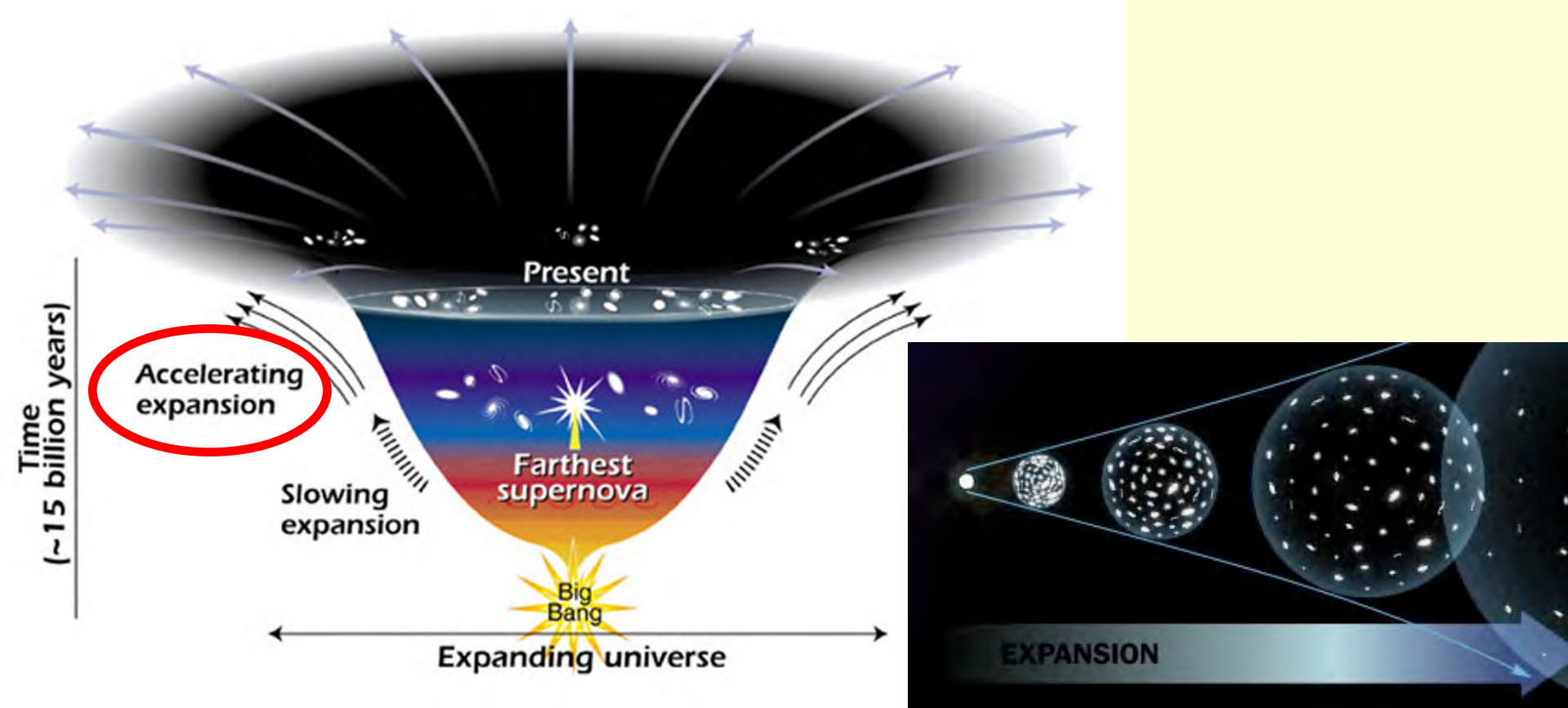


Il peut donc y avoir
croissance de
complexité
localement...

...parce qu'il continue d'y avoir
croissance du désordre à l'échelle
de l'univers.

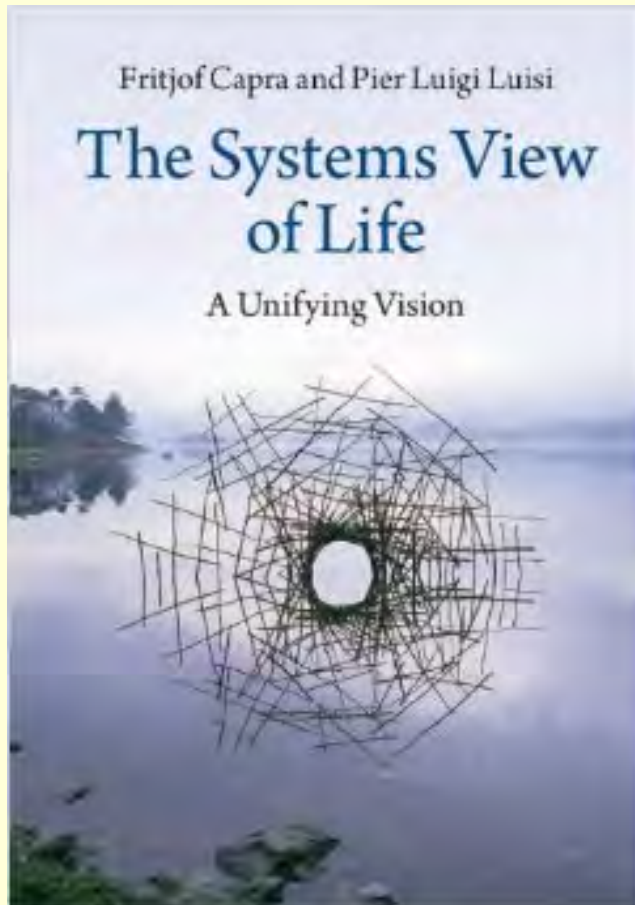


Et cette complexité va pouvoir croître dans ce
qu'on appelle des **systèmes ouverts**, c'est-à-dire
qui peuvent échanger de la matière et de l'énergie
avec le milieu extérieur.

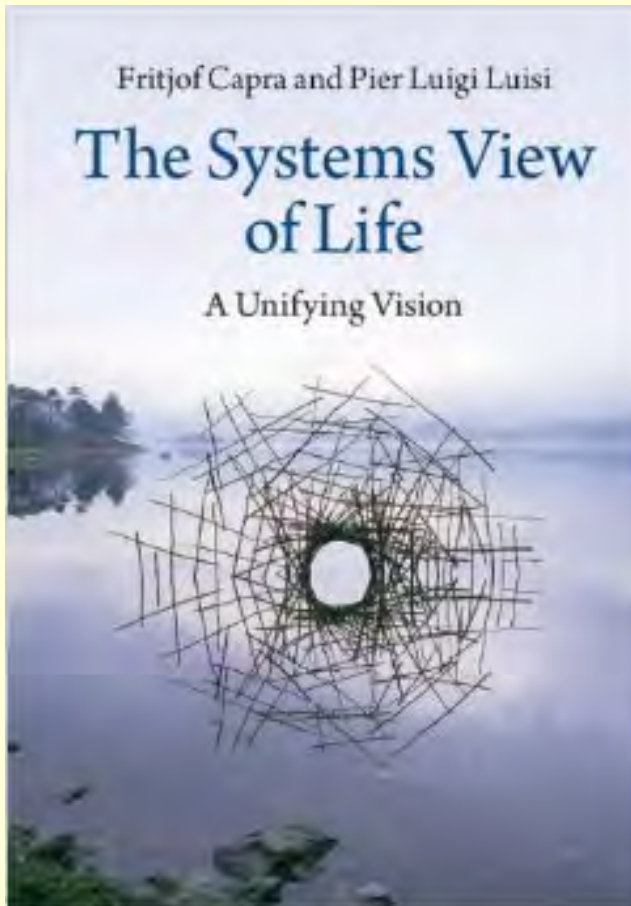


Comme l'atome de Fer a le noyau le plus stable, l'univers devrait être composé uniquement d'atomes de fer ; or, aujourd'hui, moins d'un atome sur trente mille est un atome de fer. Pourquoi?

Essentiellement parce que **l'expansion a été trop rapide** pour que la stabilité nucléaire soit atteinte. Pour les structures moléculaires qui s'organisent, la quête de la stabilité est un guide très peu directif car elles ont accès à **une multitude d'états de même stabilité.** (Patience dans l'azur, Hubert Reeves)



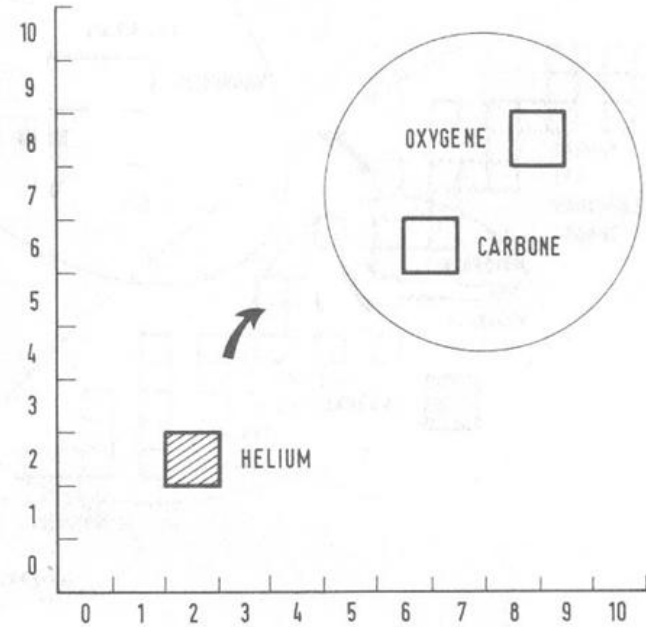
Et c'est cela qui va ouvrir
tant de possibilités
en terme de diversité de **formes**...



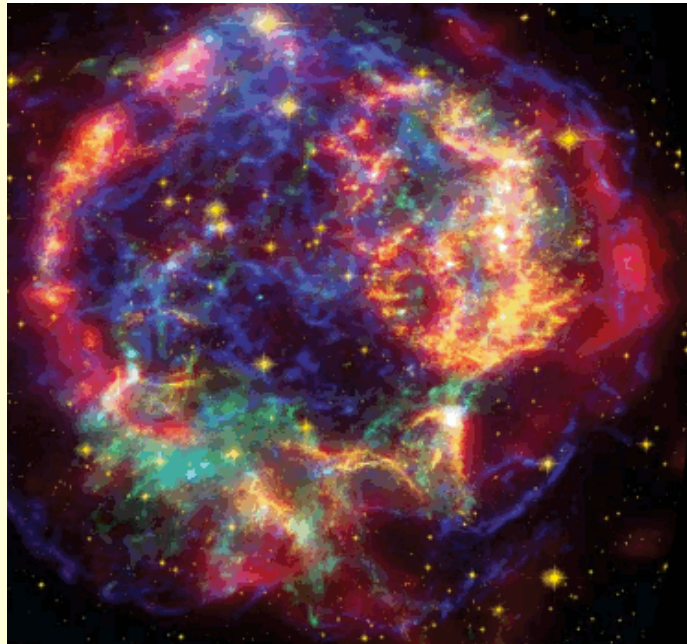
Durant l'histoire occidentale de la science et de la philosophie, il y a eu une tension entre 2 perspectives :

- l'étude de la **matière** : de quoi c'est fait ?
- l'étude de la **forme** : quel est le pattern ?

Combustion de l'hélium



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



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

Tableau Périodique des Éléments

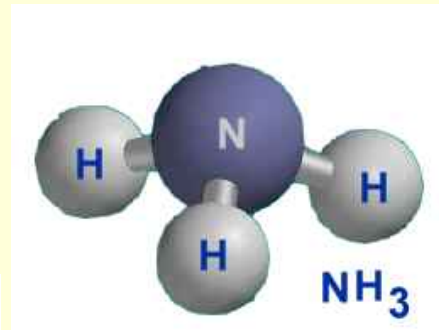
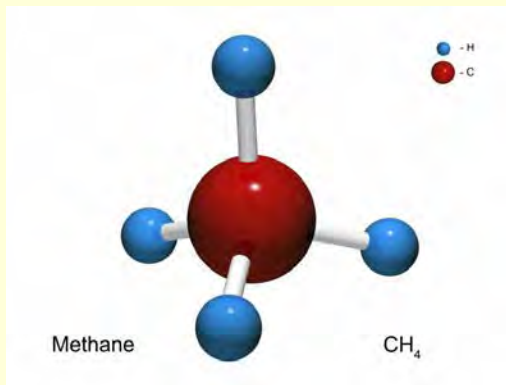
1 IA	New Original																18 VIIIA						
1 H Hydrogène 1.00794																	2 He Hélium 4.002602						
3 Li Lithium 6.941	4 Be Béryllium 9.012182																	10 Ne Néon 20.1797					
11 Na Sodium 22.989770	12 Mg Magnésium 24.3050	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA																	18 Ar 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																86 Rn Radon (222)					
87 Fr Francium (223)	88 Ra Radium (226)	89 to 103																118 Uuo Ununocium					
Atomic masses in parentheses are those of the most stable or common isotope.																							

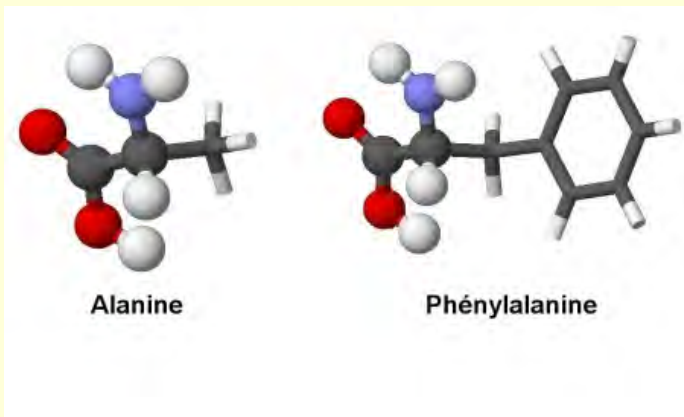
Design Copyright © 1997 Michael Dayah (michael@dayah.com) <http://www.dayah.com/periodic/>

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.

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)

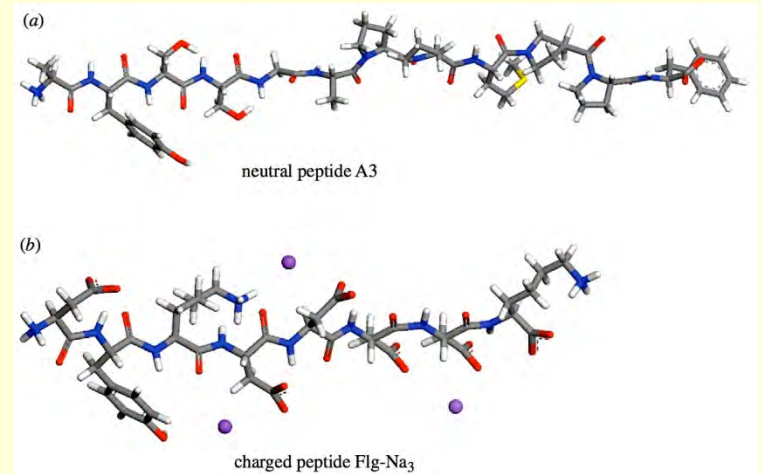
Les molécules sont faites d'atomes





Les molécules organiques plus complexes
comme les acides aminés,
de molécules simples...

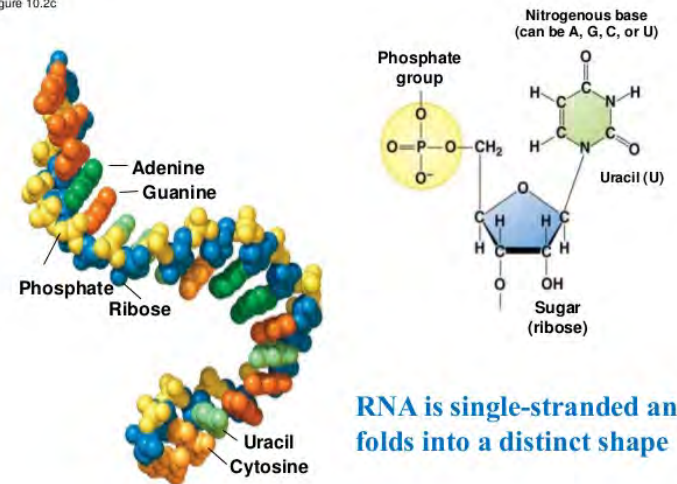
...les protéines d'acides aminés...



...les ARN et les ADN de petits nucléotides... Etc.



Figure 10.2c



RNA is single-stranded and
folds into a distinct shape

Et puis il va y avoir passage de l'évolution **chimique** à l'évolution **biologique**.

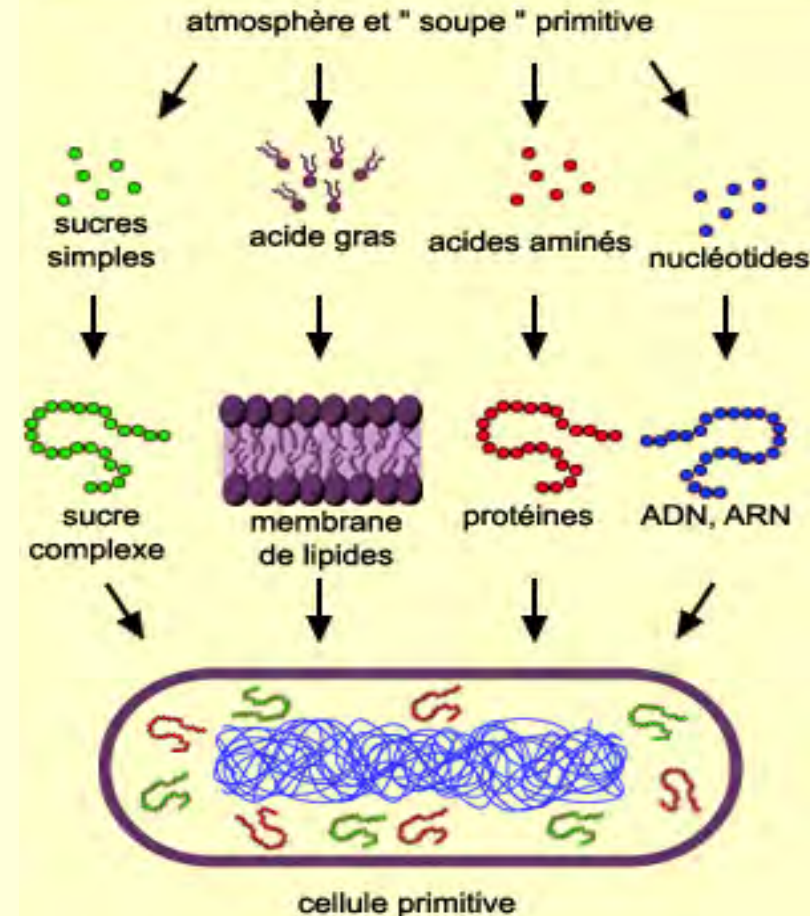
Et en biologie, c'est la 2^e question qui va nous intéresser :

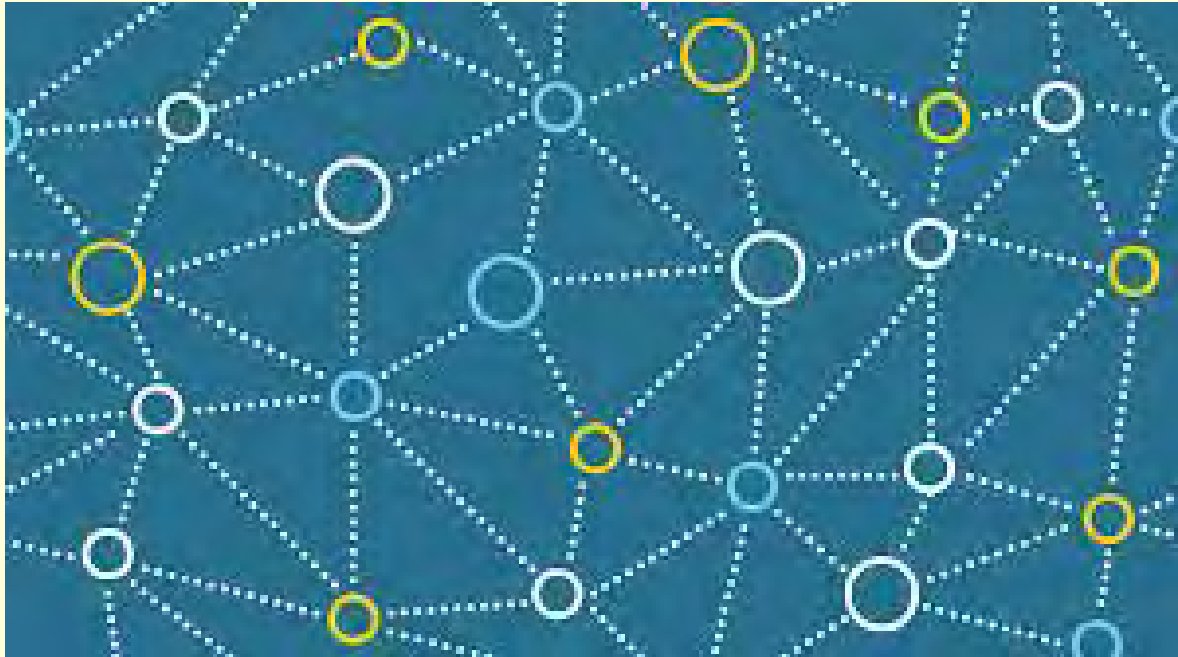
l'étude de la **forme** : quel est le pattern ?

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

Je vous donne tout de suite le punch :

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





Introduction :
croissance de la complexité

Cellules

Multicellulaires

Neurones

Circuits de neurones

Activité dynamique :
oscillations et
synchronisations

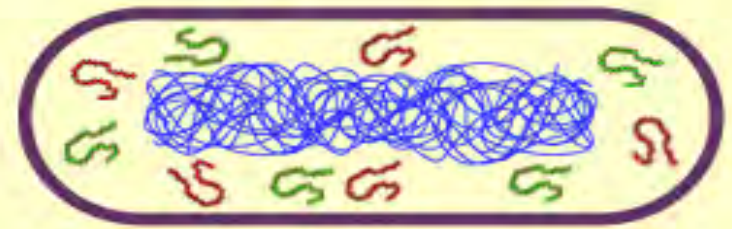
Réseaux cérébraux

Modèles

Conclusion :
langage et
sociétés humaines

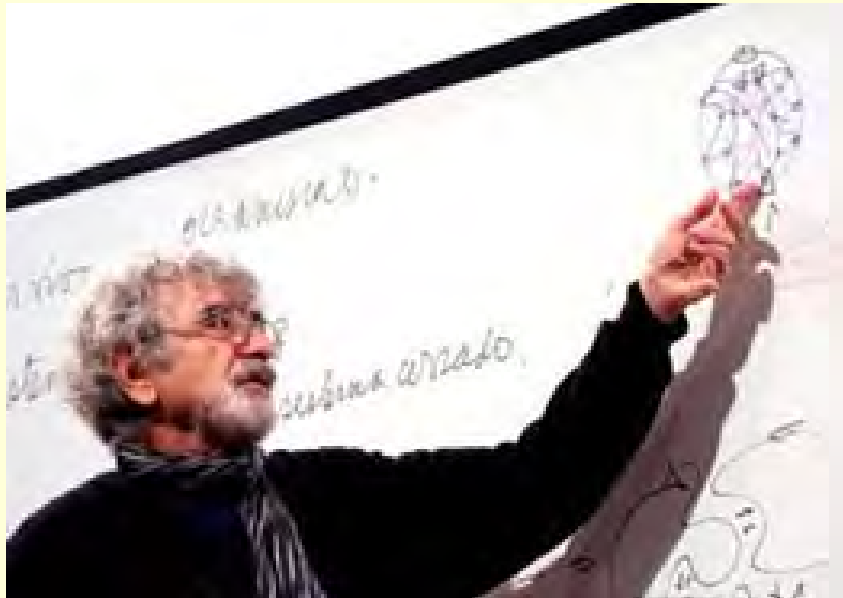
« Whenever we look at life,
we look at networks. »

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

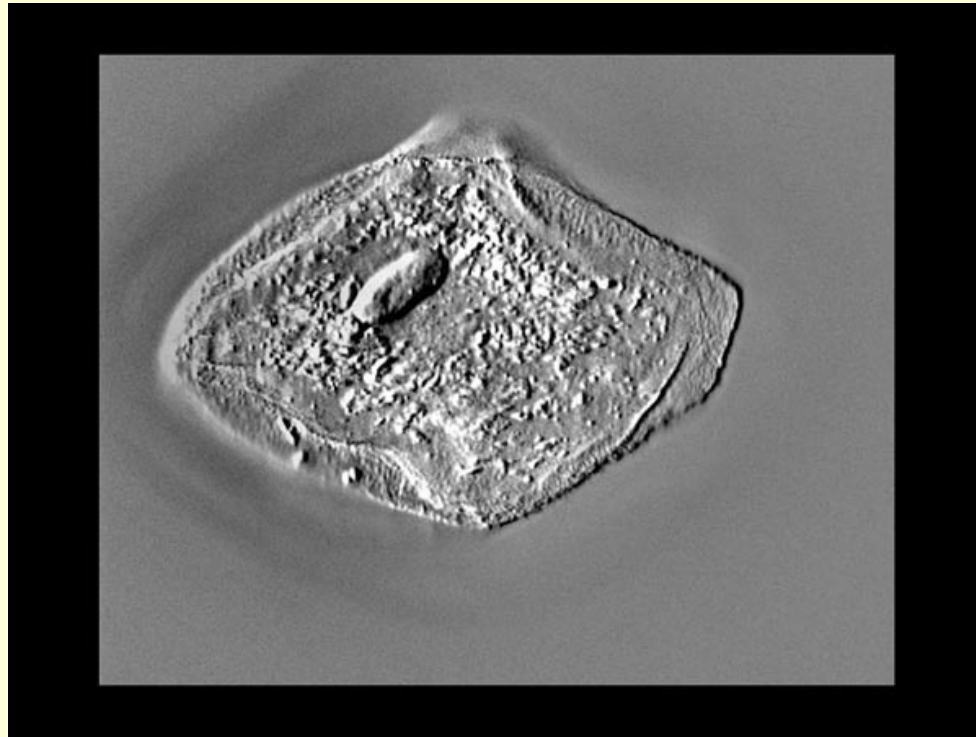


cellule primitive

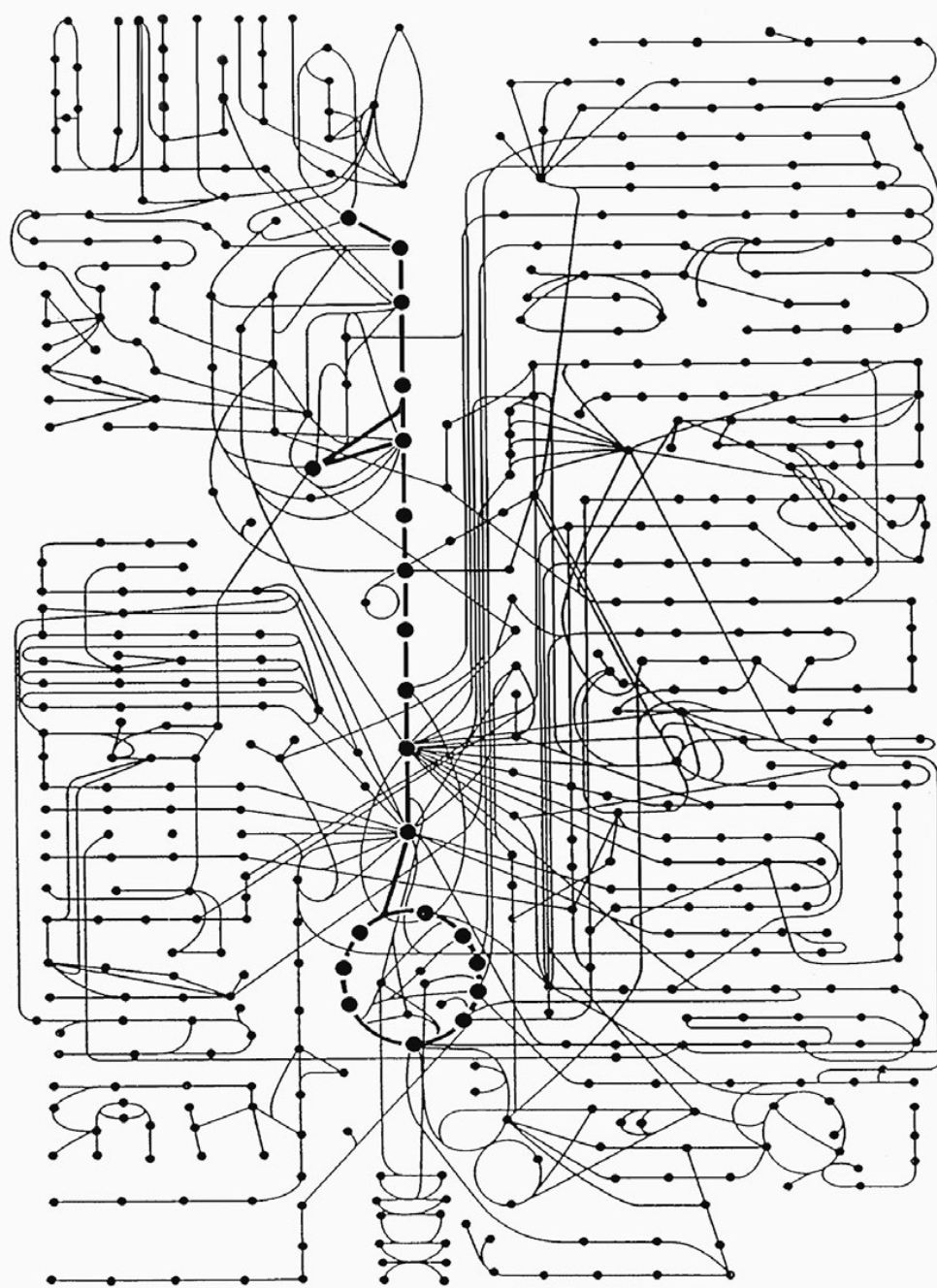
une notion très utile est celle **d'autopoïèse**,
élaborée par Humberto Maturana et Francisco Varela
dans les années 1970.



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



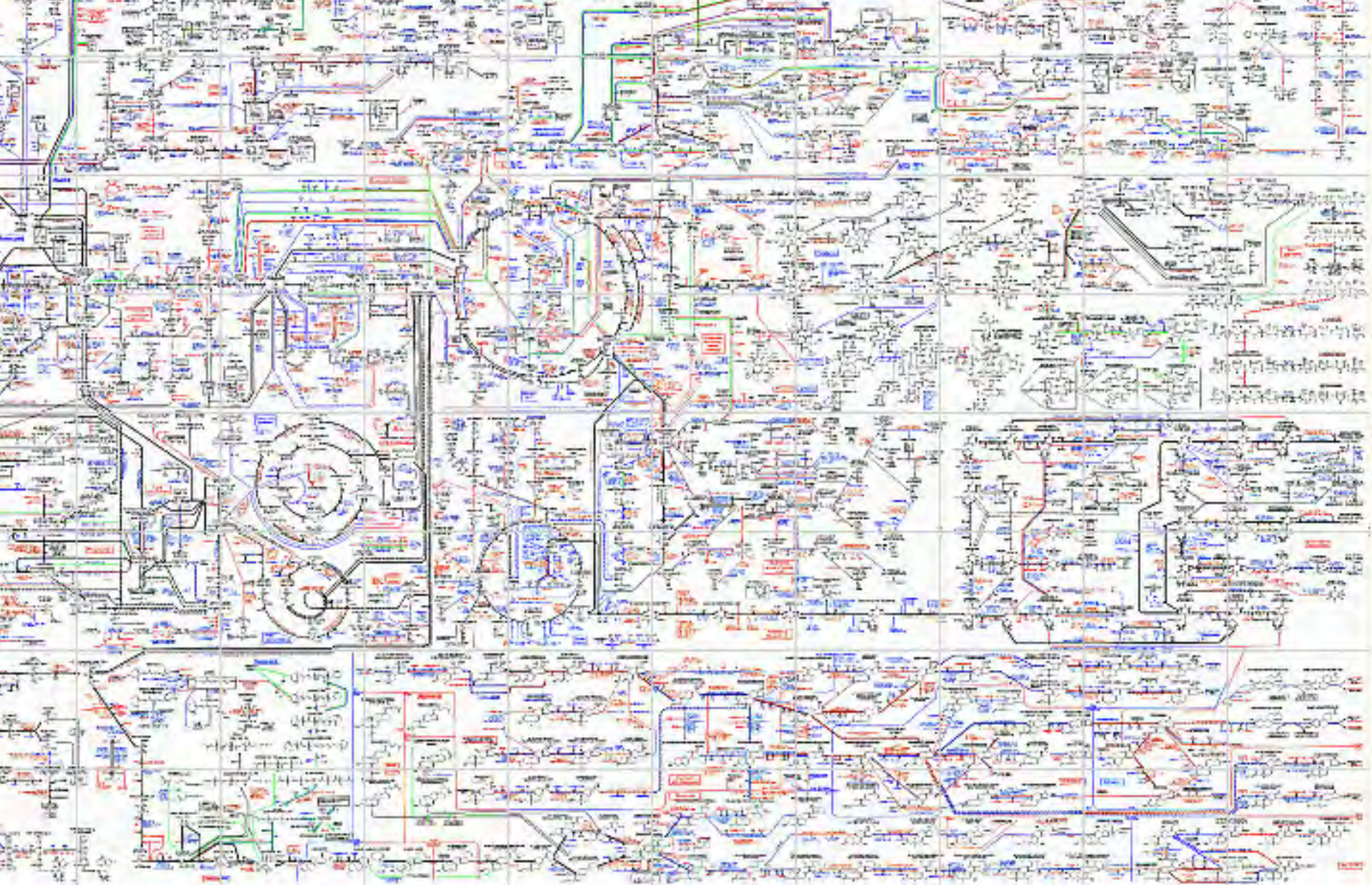
An image of a human buccal epithelial cell obtained using Differential Interference Contrast (DIC) microscopy
(www.canisius.edu/biology/cell_imaging/gallery.asp)



« un réseau »...

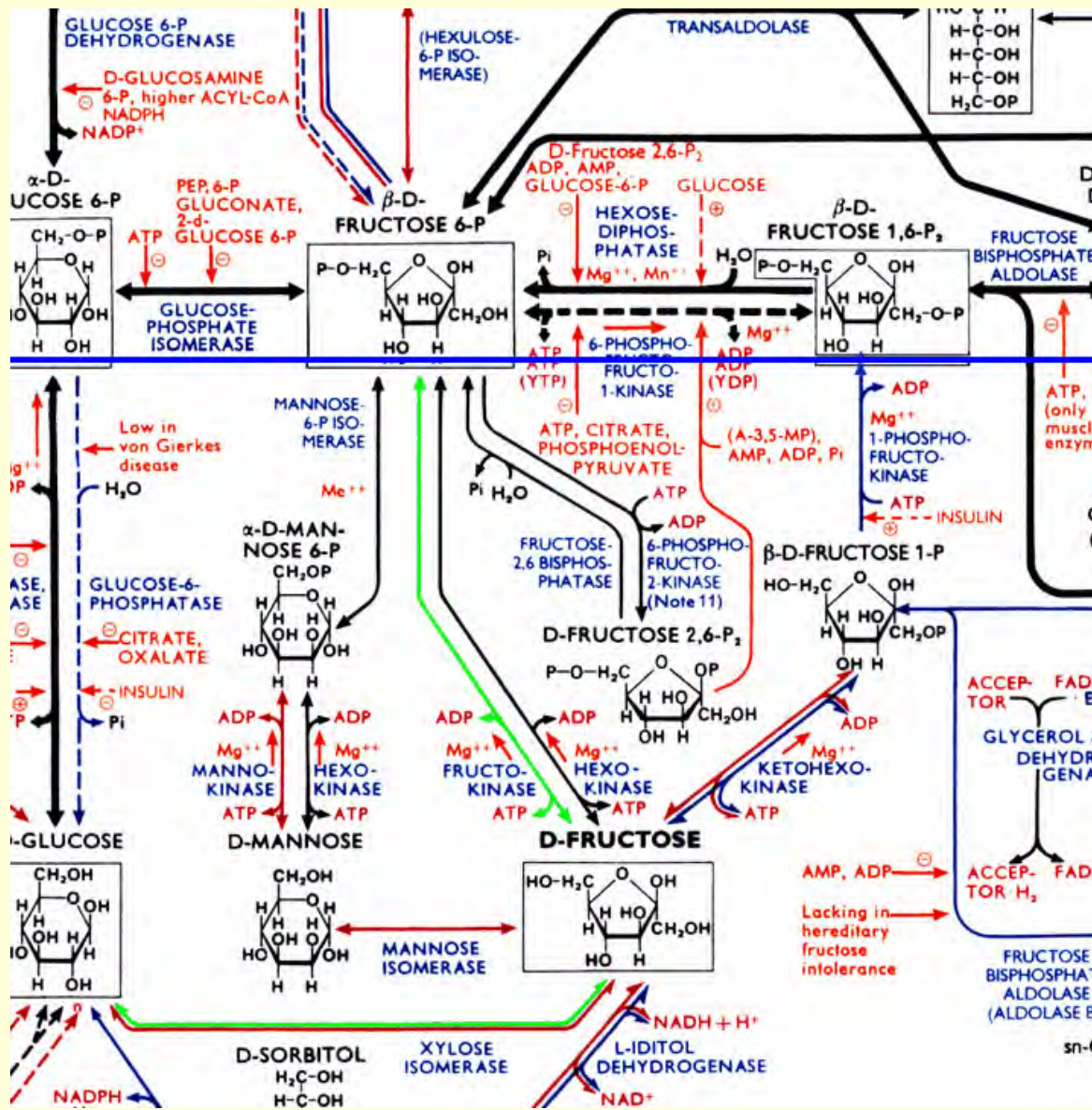
= des éléments qui entretiennent des relations

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



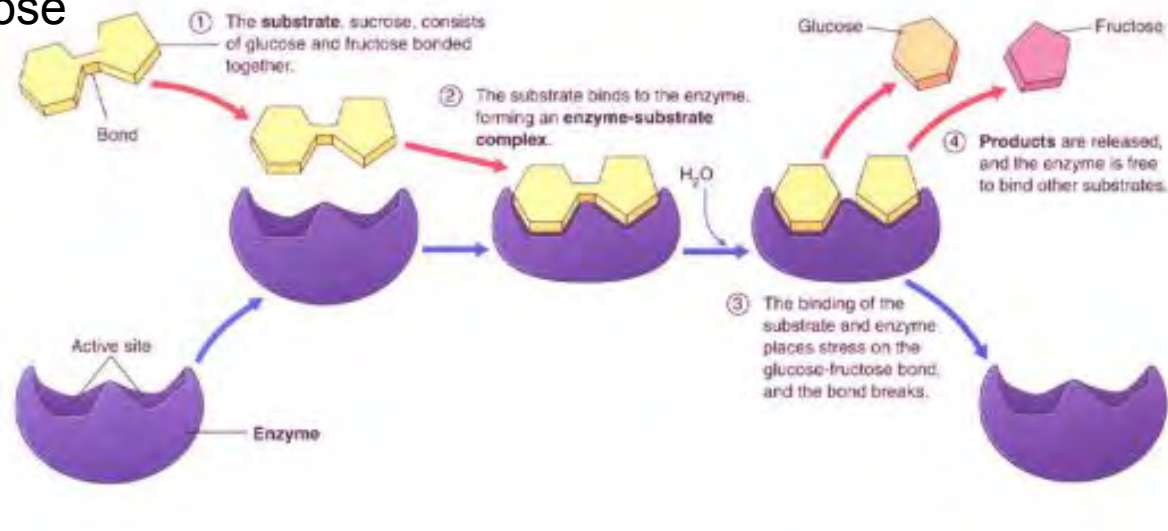
« un réseau complexe »... = cascades de réactions biochimiques dans une cellule

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

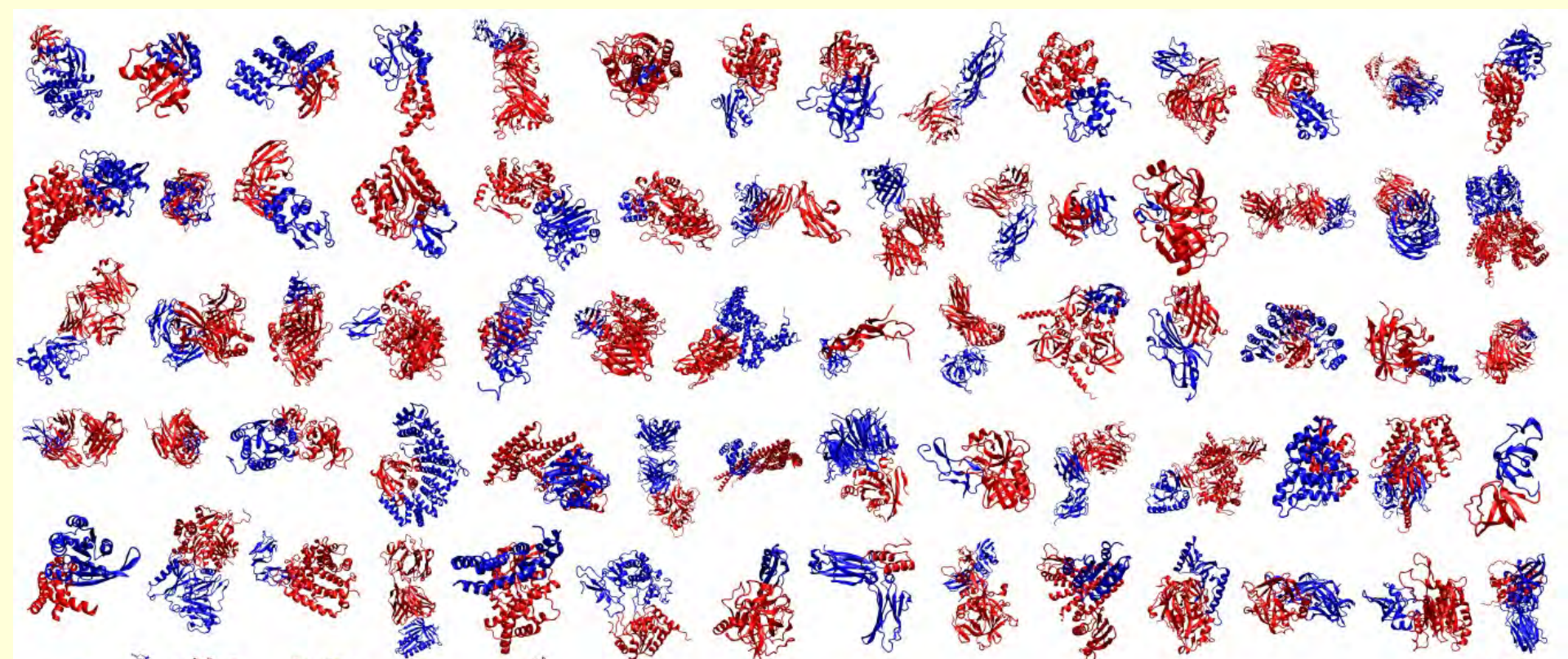
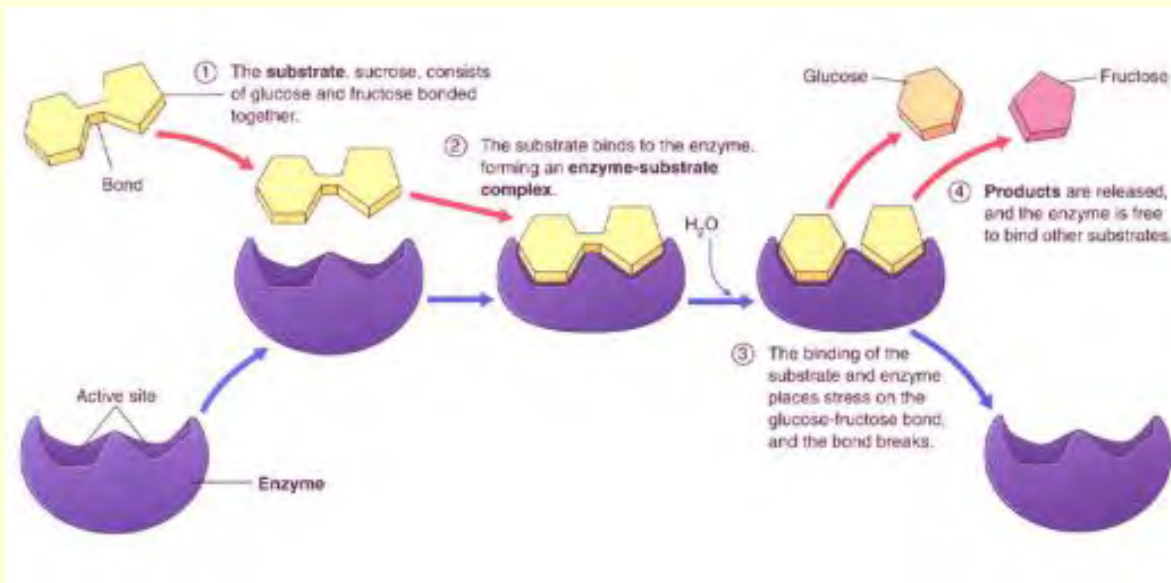


..qui régénèrent constamment, par leurs interactions et transformations, le réseau qui les a produits.

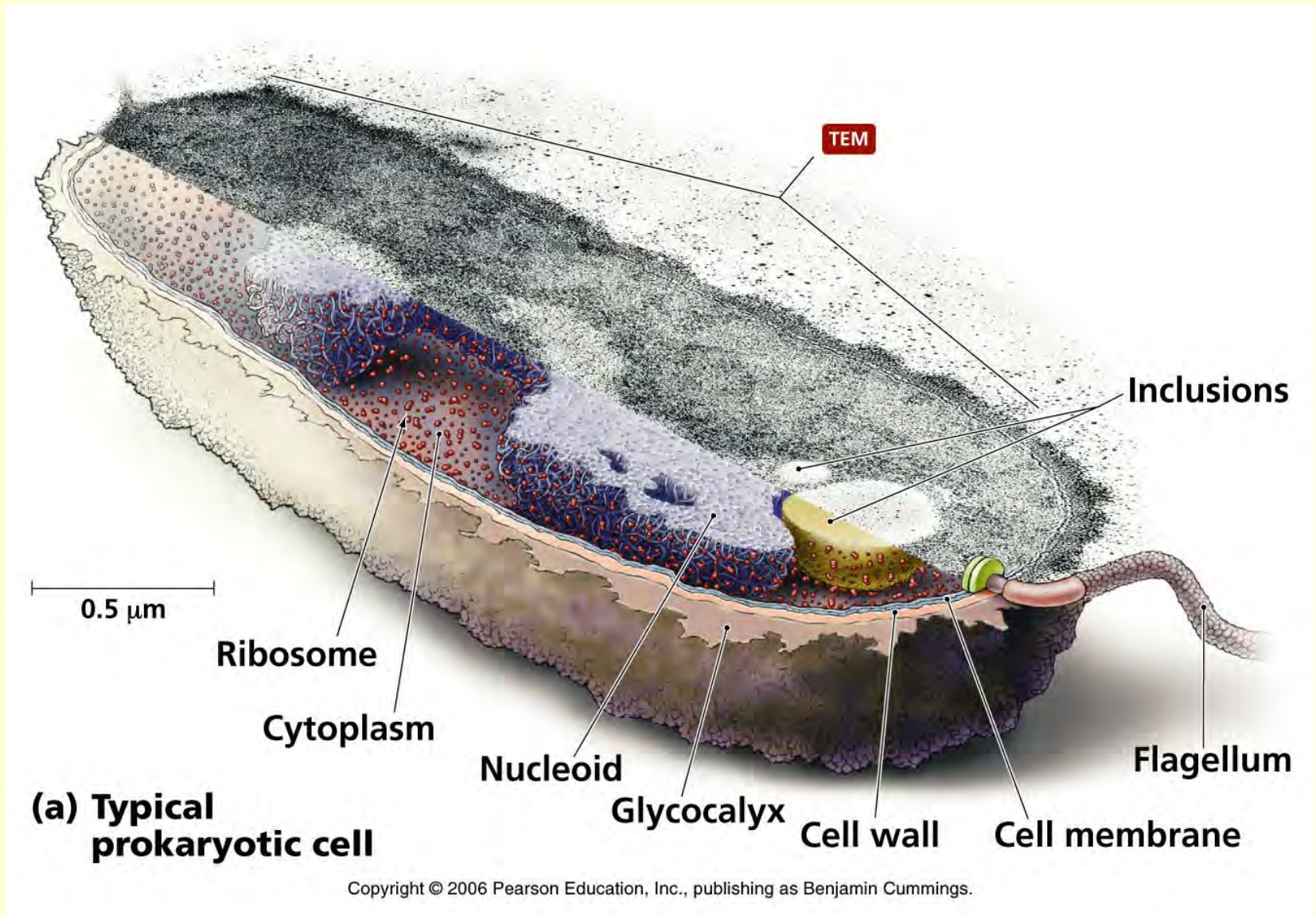
sucrose

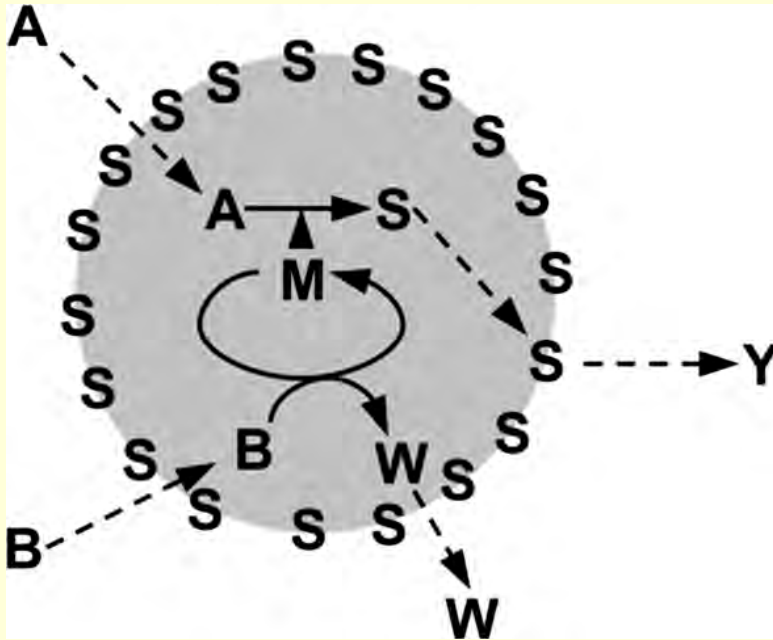


..qui régénèrent constamment, par leurs interactions et transformations, le réseau qui les a produits.



Les premières cellules vivante sont déjà infiniment complexes !



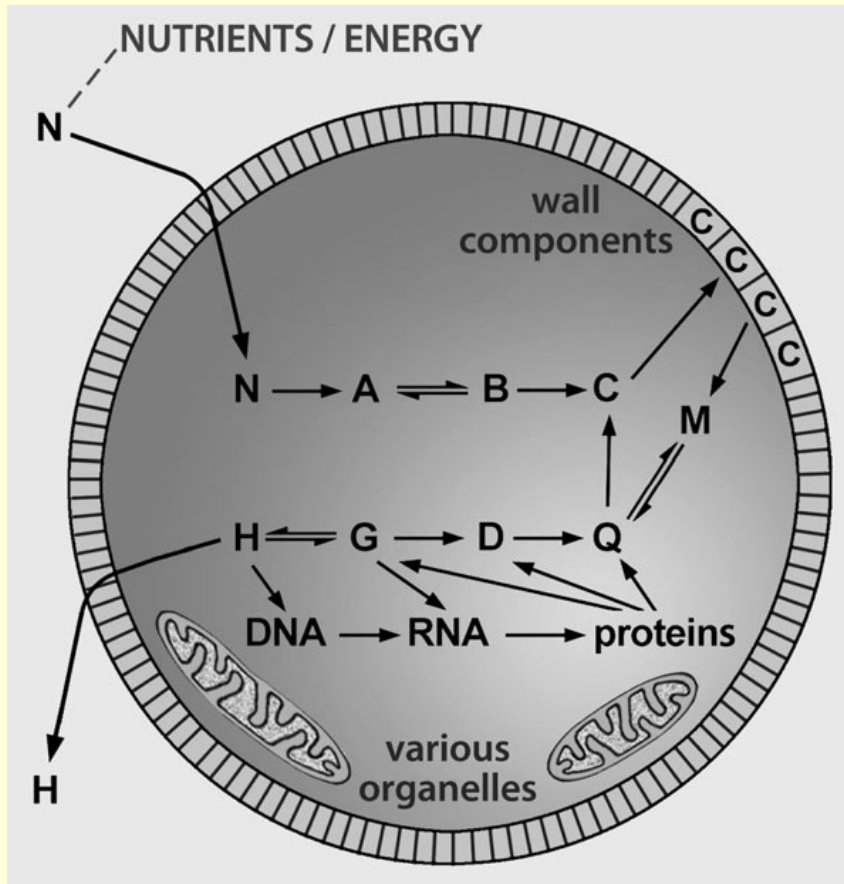


<http://www.humphath.com/spip.php?article17459>

Toute cellule est donc un **système ouvert** qui :

- a besoin de nutriments
- rejette des déchets
- construit sa propre **frontière** et tous ses **composants internes**, qui vont eux-mêmes engendrer les processus qui produisent tous les composants, etc.

“ Life is a factory that makes itself from within. “



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

Car la vie n'est pas localisée.

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

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

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

Exemple de propriétés émergentes en chimie



+



=

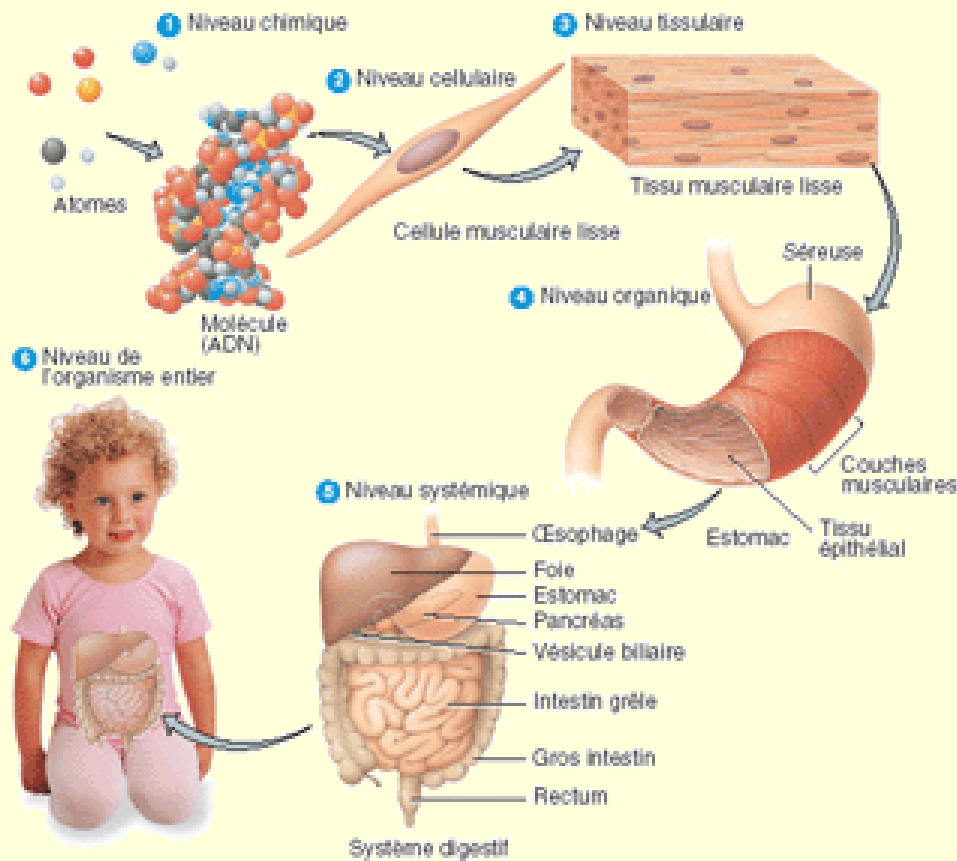


Sodium (Na)
(métal hautement inflammable)

Chlore (Cl)
(gaz très toxique)

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

Organisation structurale du corps humain (Figure 1.1)

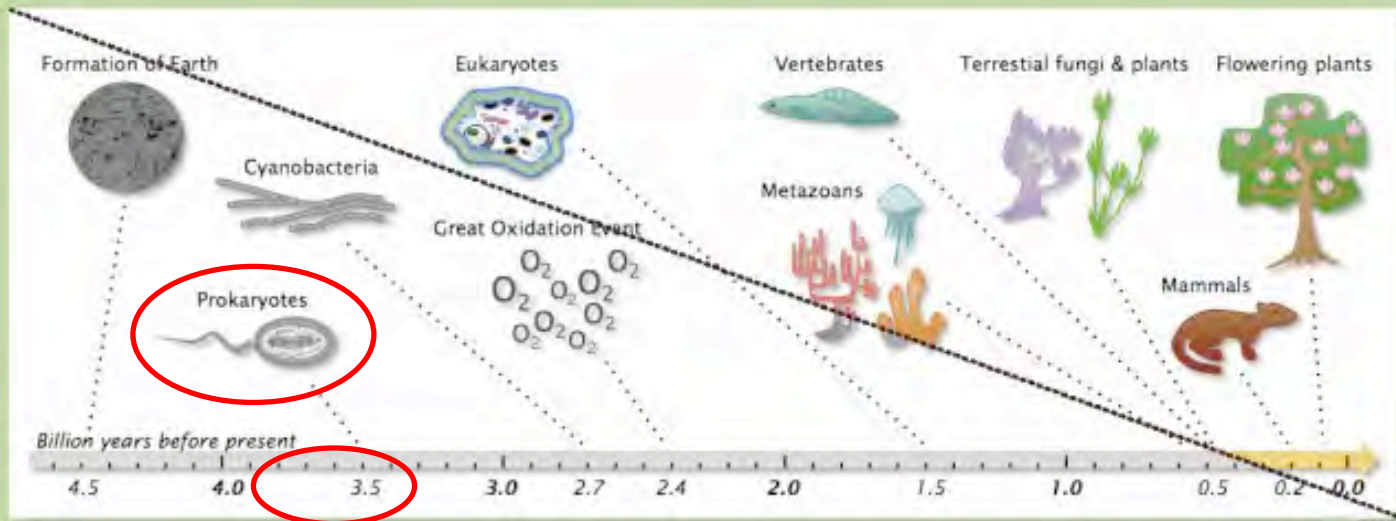


Et s'il est vrai que la biologie se construit à partir de la chimie,

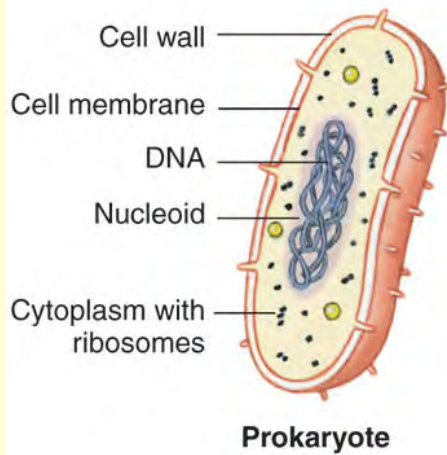
l'émergence du vivant en tant que **propriété** ne peut pas être réduit aux propriétés de ses constituants chimiques.

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

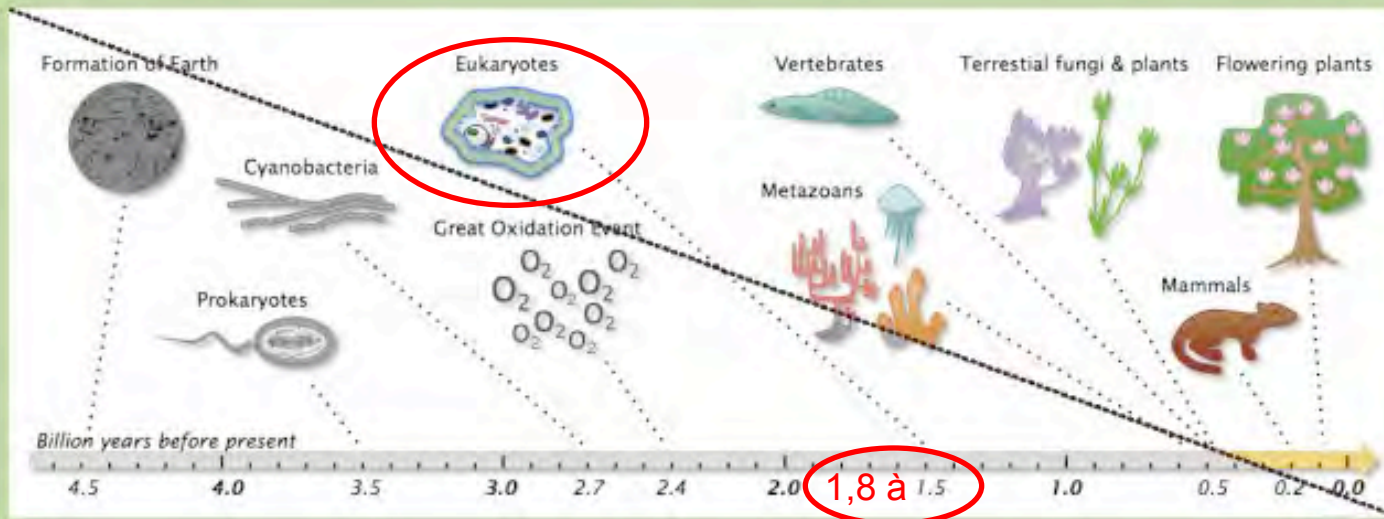
Et non des propriétés.



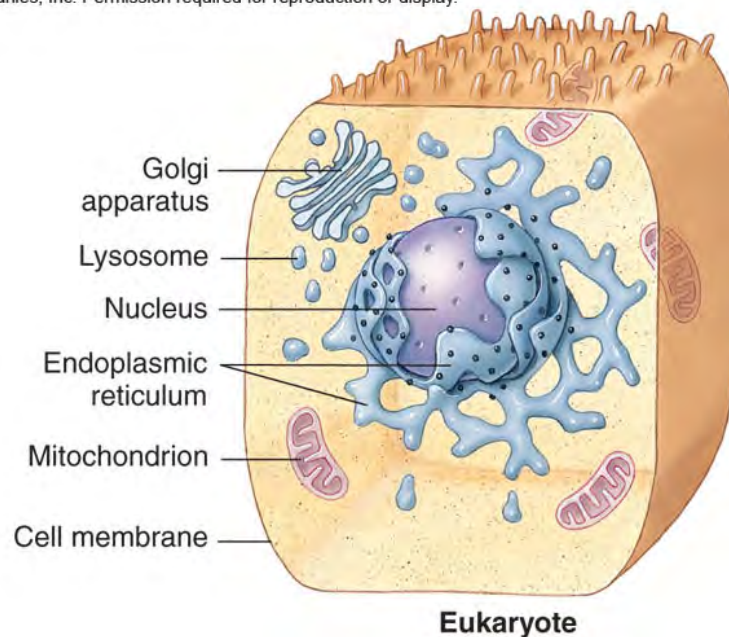
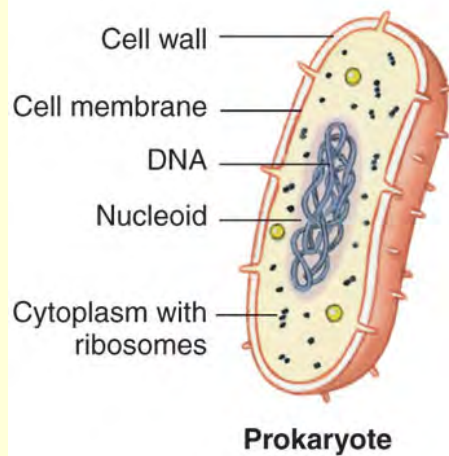
Copyright © The McGraw-Hill Co

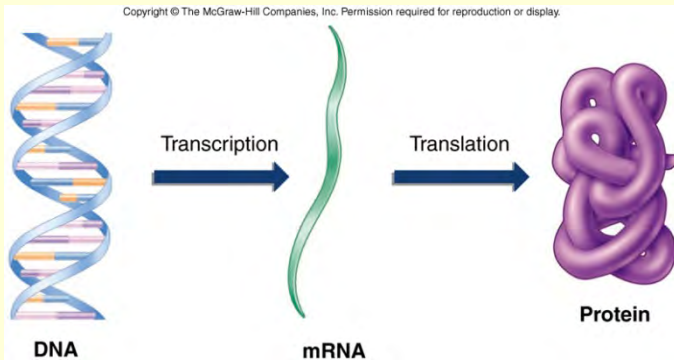


Lentement mais sûrement,
la cellule vivante va se
complexifier...

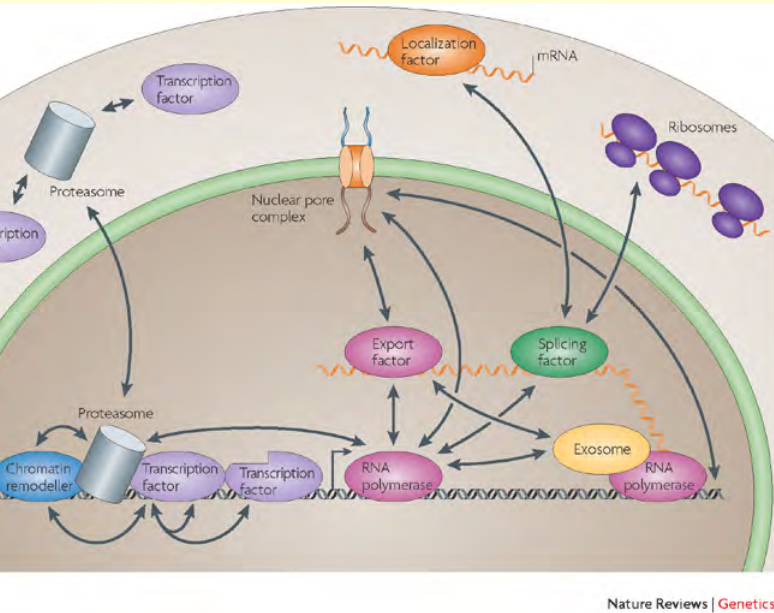


Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



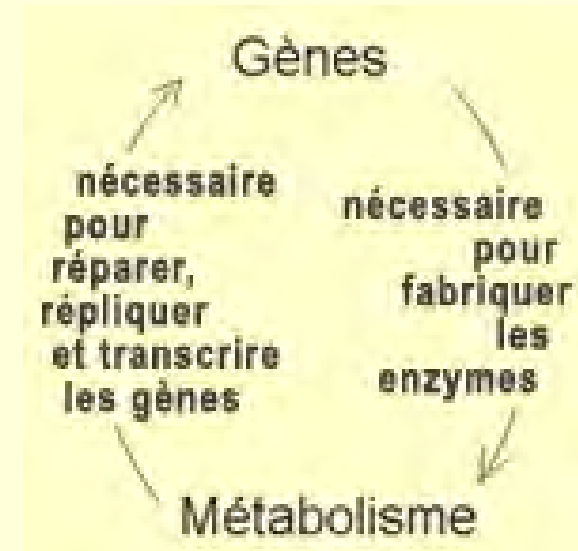


On a longtemps pensé que les gènes n'étaient que les « plans » pour fabriquer nos protéines.

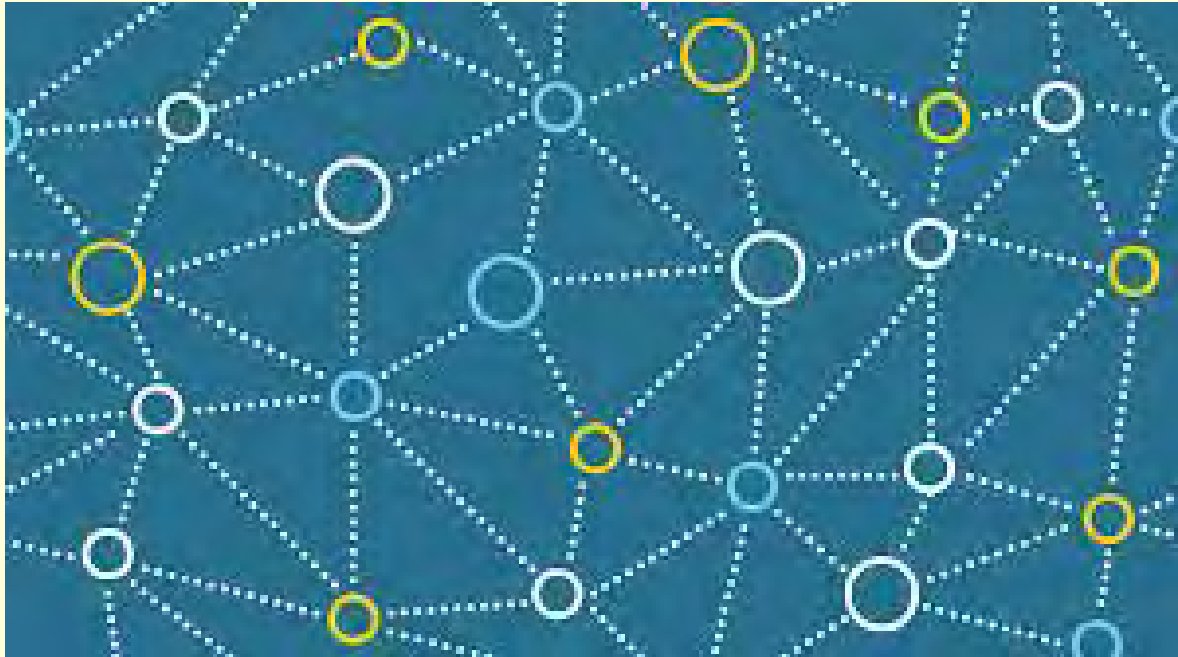


Mais on sais maintenant que certains gènes servent à fabriquer des enzymes qui vont revenir se fixer sur d'autres gènes et en influencer l'expression.

Par conséquent, le **métabolisme** et les **gènes** forment ensemble un réseau.



Ces réseaux doivent, en plus, réussir à se **reproduire en faisant des copies d'eux-mêmes**;



Introduction :
croissance de la complexité

Cellules

Multicellulaires

Neurones

Circuits de neurones

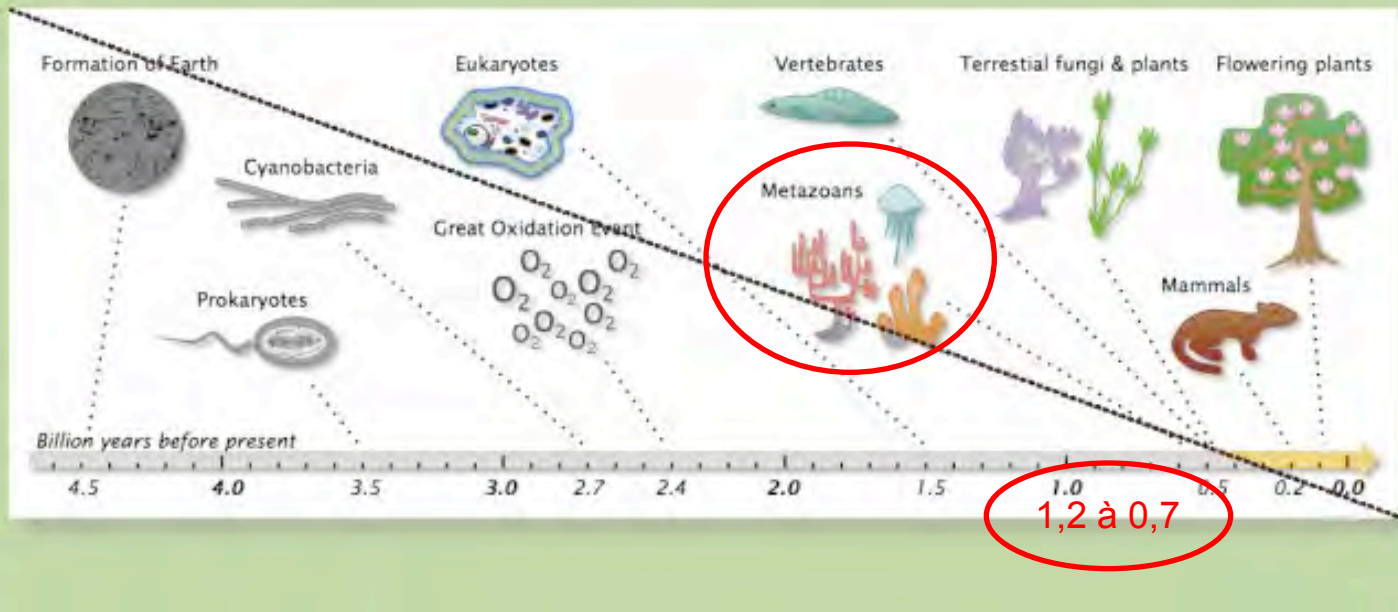
Activité dynamique :
oscillations et
synchronisations

Réseaux cérébraux

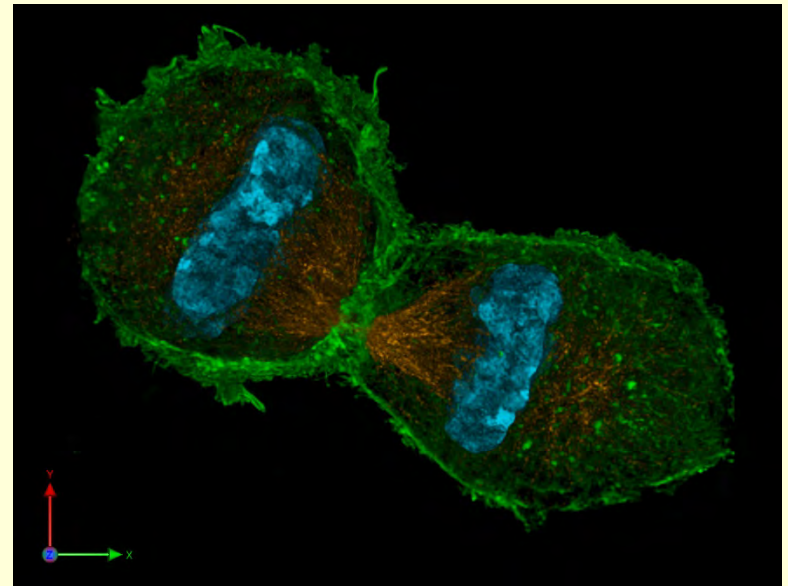
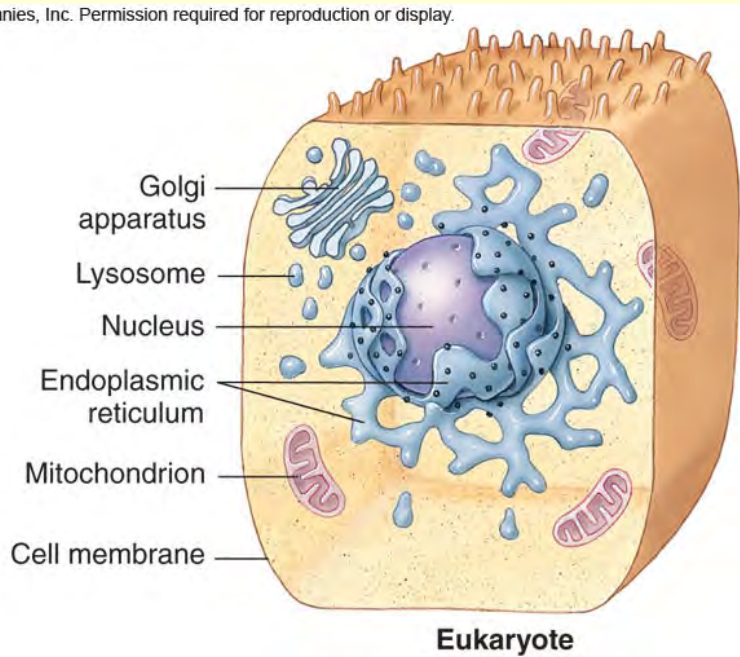
Modèles

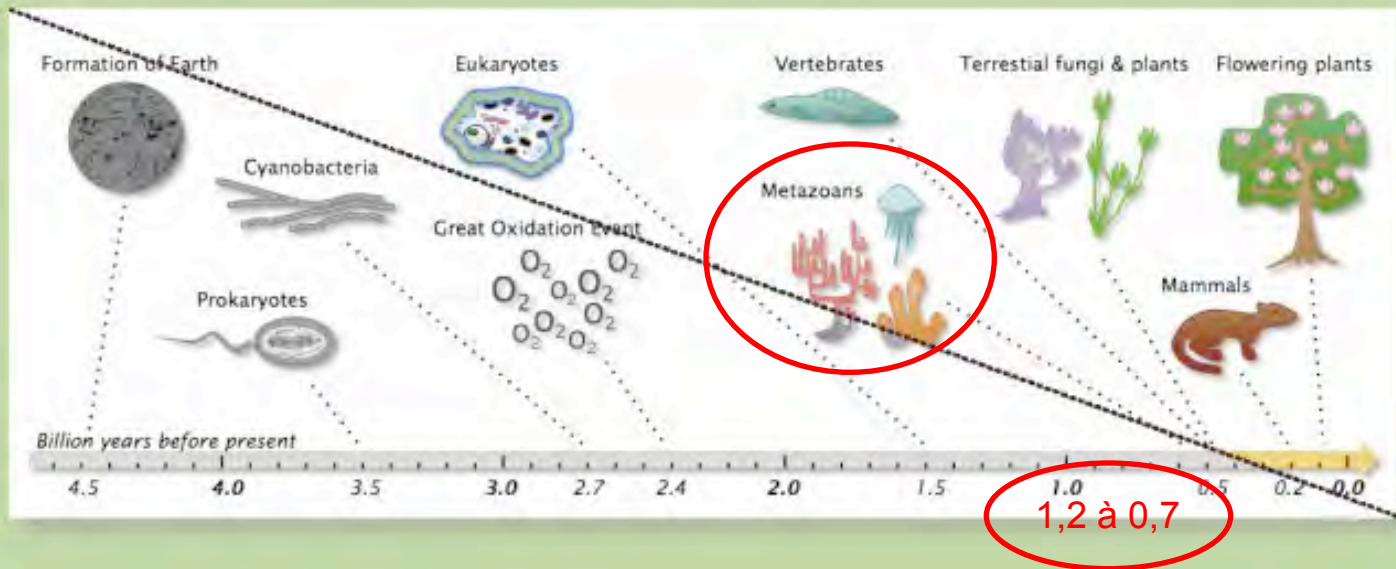
Conclusion :
langage et
sociétés humaines

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

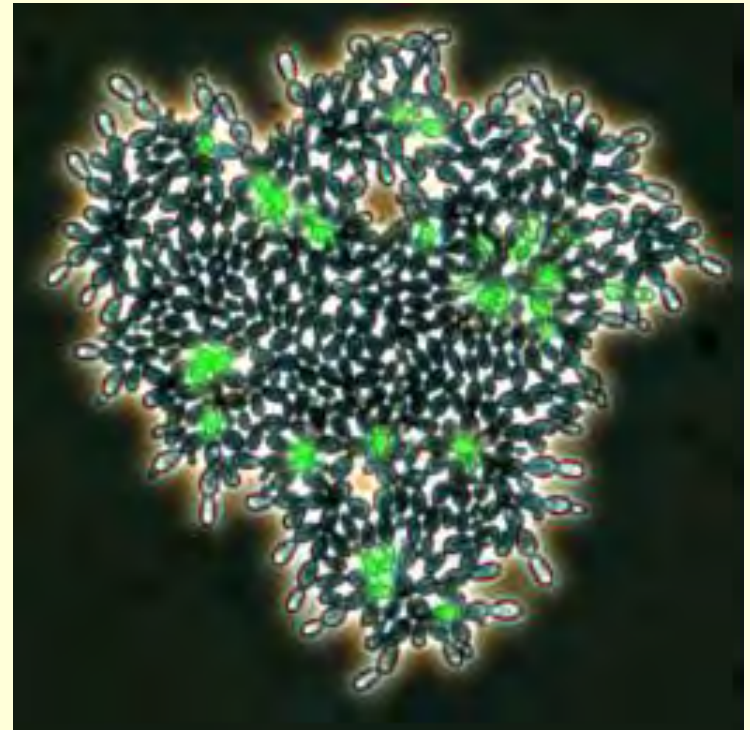
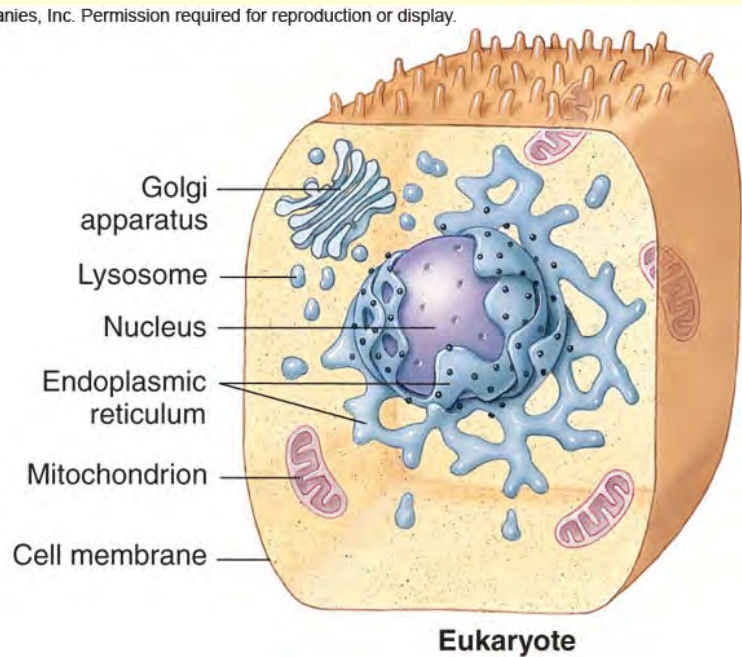


Copyright © 2005 McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.





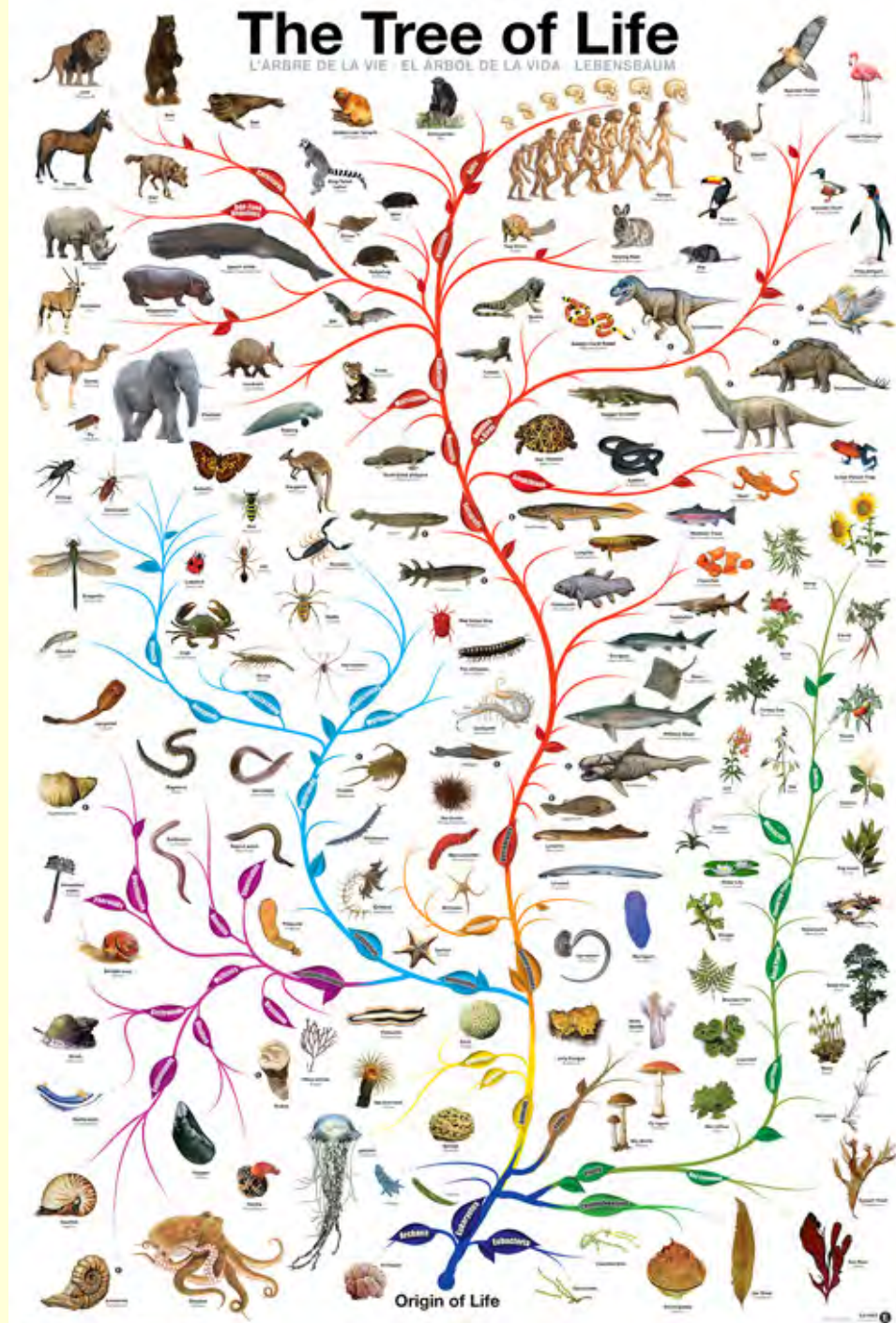
Copyright © 2004 McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

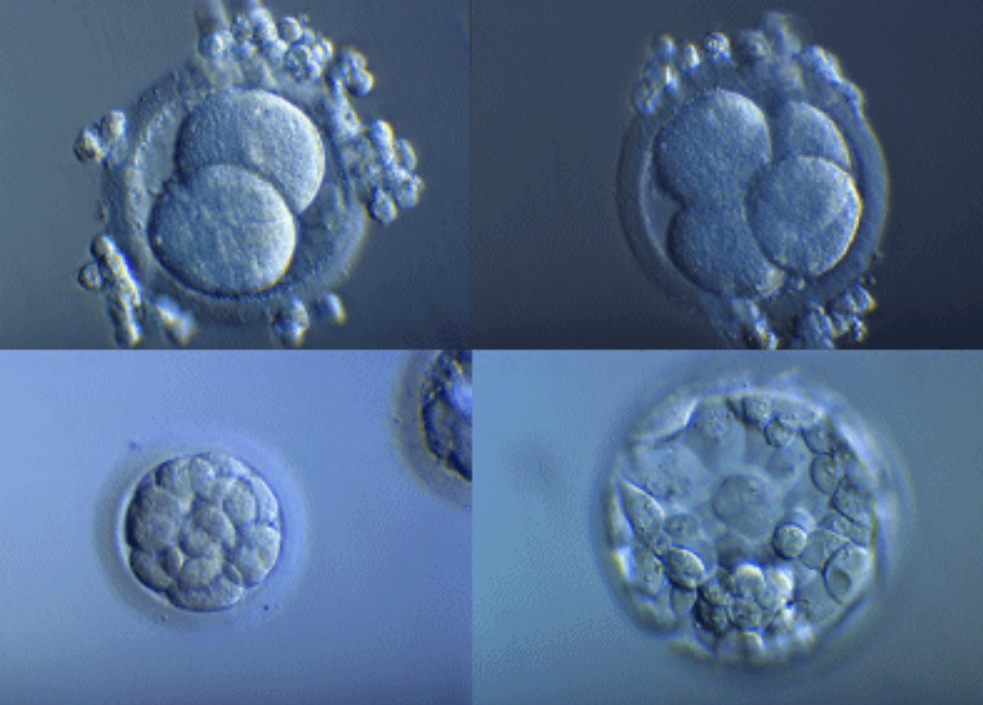


On peut dire que les êtres vivants **multicellulaires**

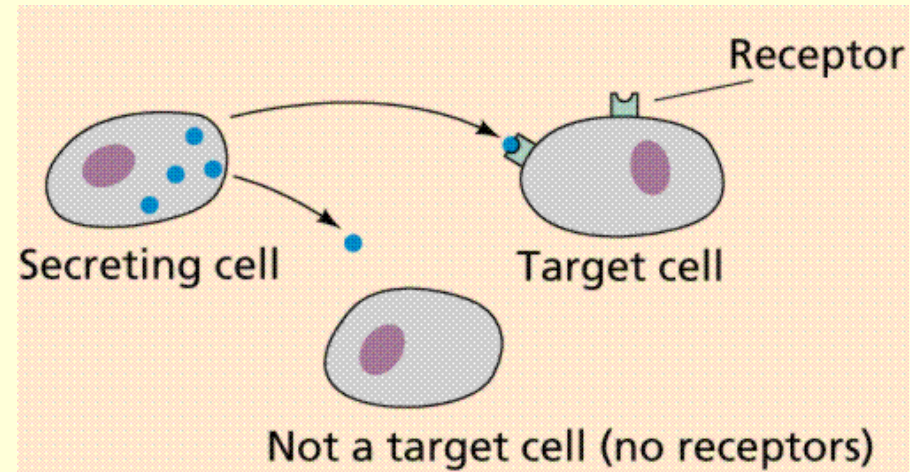
peuvent être considérée comme des systèmes autopoïétiques de second ordre,

c'est-à-dire **interreliés** et **autorégulés**.

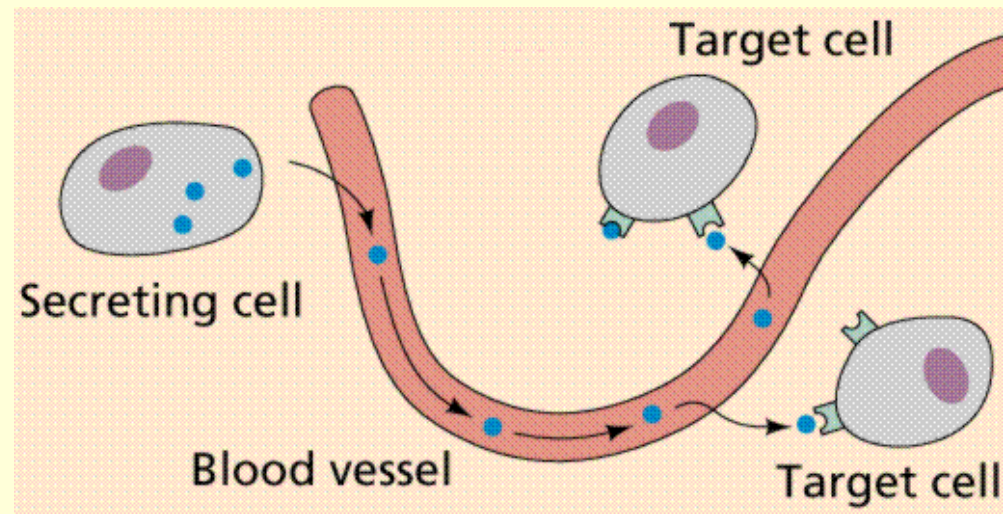




...mais aussi neurotransmetteurs et récepteur des neurones du **système nerveux !**

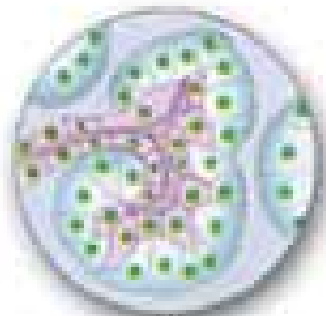


Hormones !
(système endocrinien)

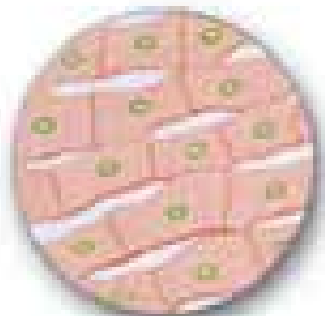


Au fil de l'évolution, on assiste à une **spécialisation** des cellules chez les multicellulaires.

Une partie du génome seulement va s'exprimer dans chaque type cellulaire.



cellule
pancréatique



cellule
cardiaque



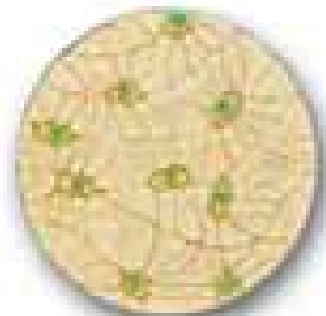
cellule
sanguine



cellule
pulmonaire



ovule



cellule
osseuse



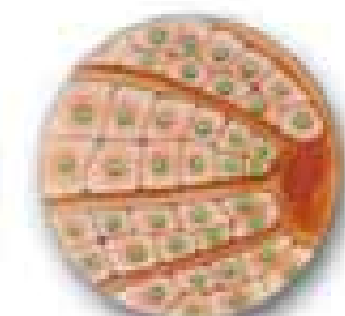
cellule
de la rate



cellule
musculaire

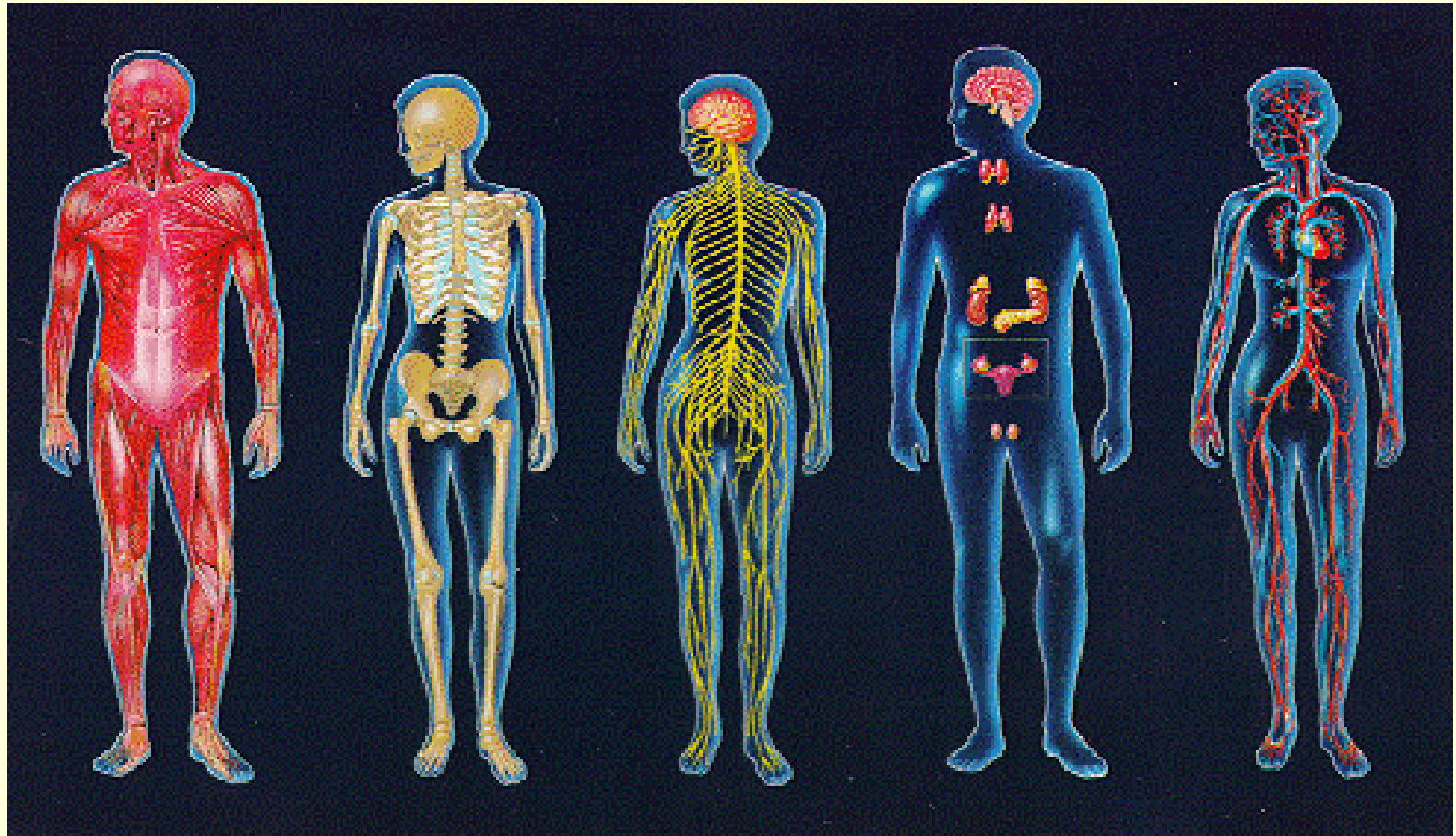


cellule
du cerveau



cellule
du foie

Ces cellules spécialisées vont former différents **tissus** et **organes**,
et finalement différents **grands systèmes**...



Musculo-squelettique

Nerveux

Endocrinien

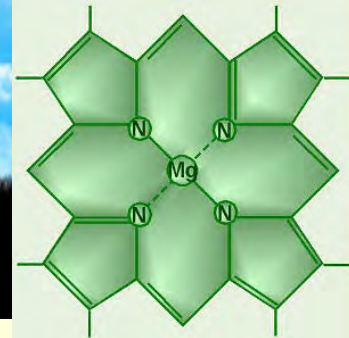
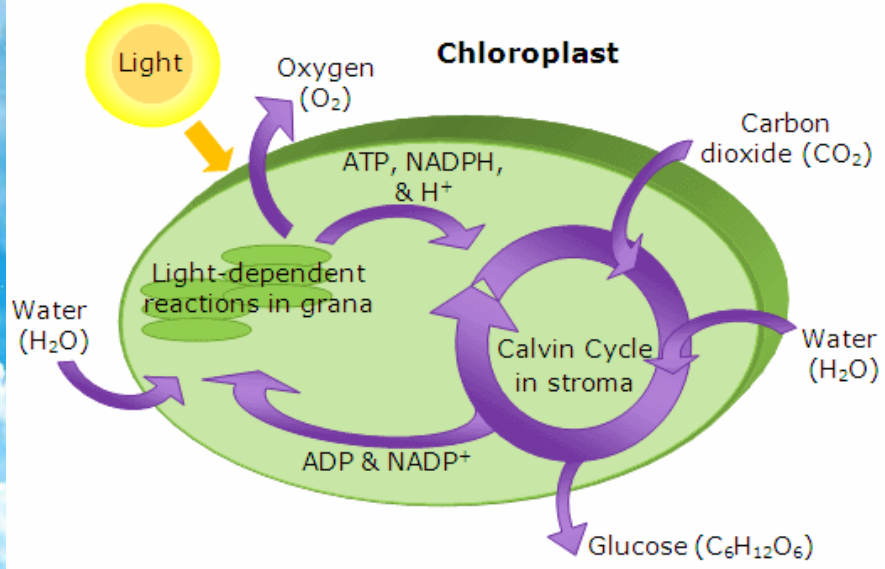
Circulatoire

...qui vont collaborer pour maintenir l'organisme vivant.



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

- Henri Laborit

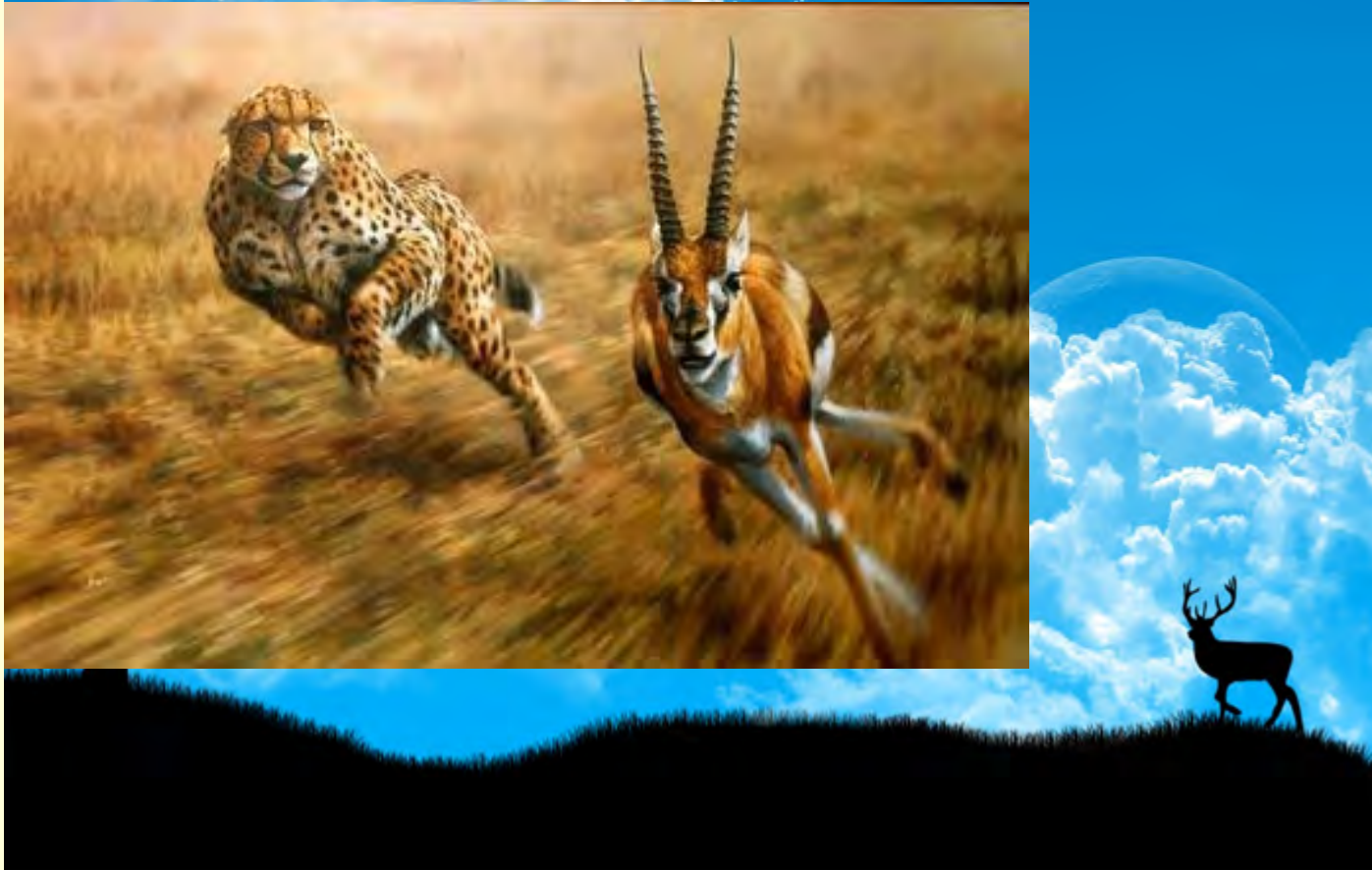


Plantes :

photosynthèse

grâce à l'énergie du soleil

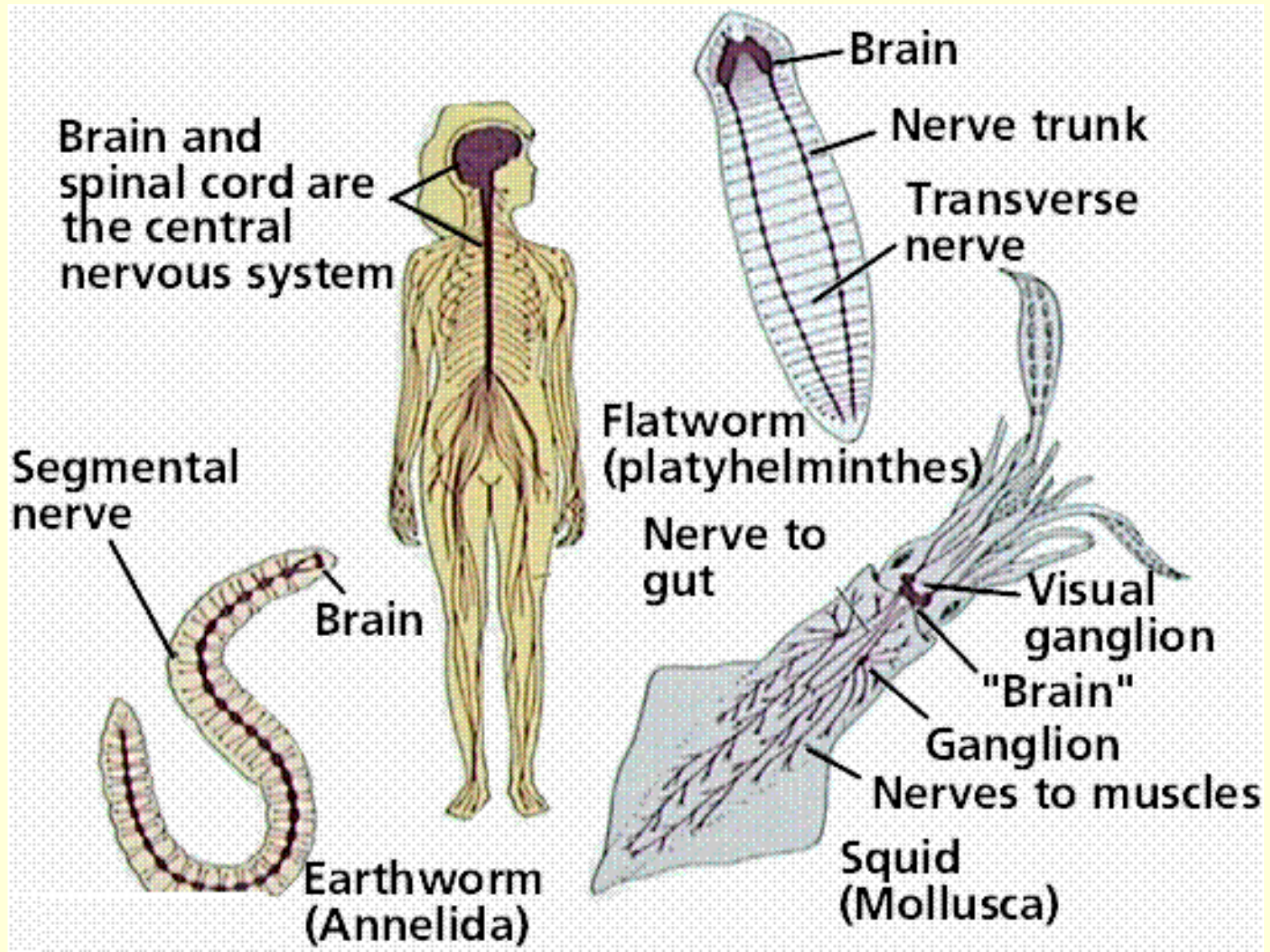




Animaux :

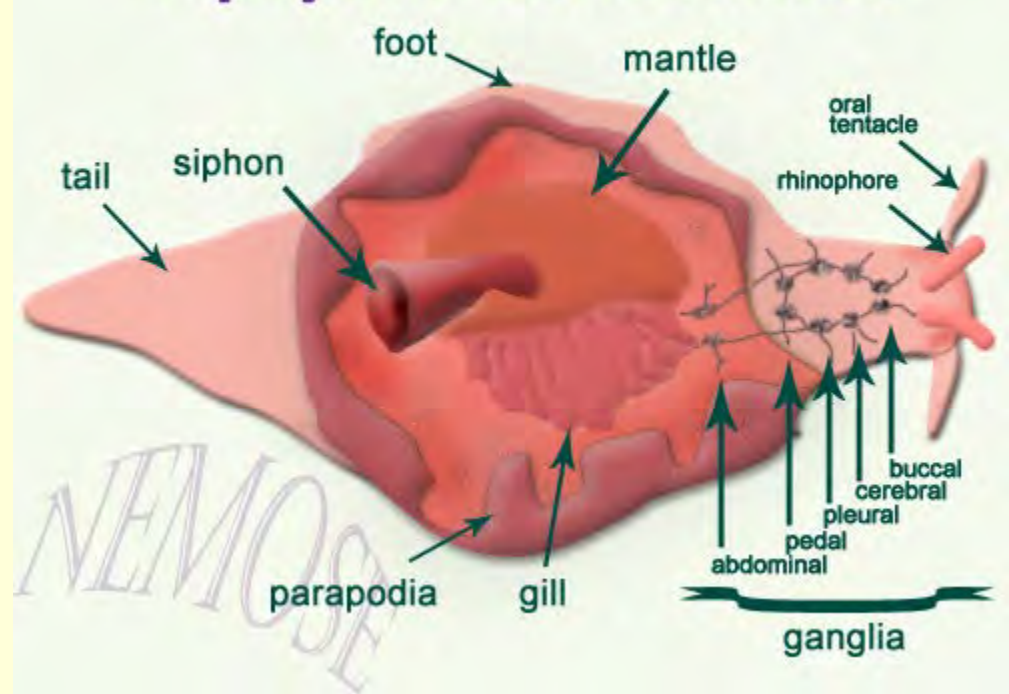
autonomie motrice
pour trouver leurs ressources
dans l'environnement

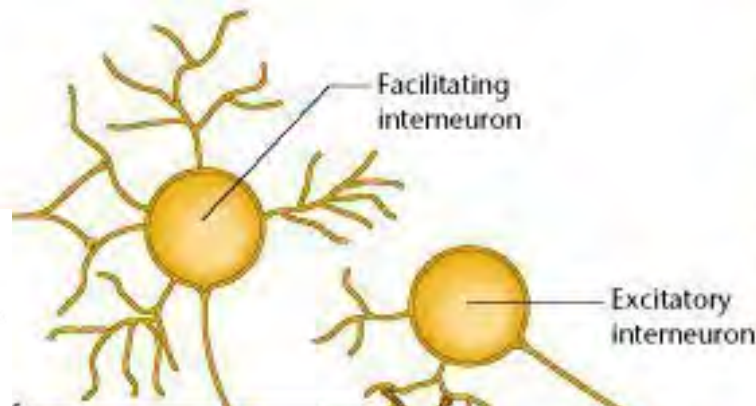
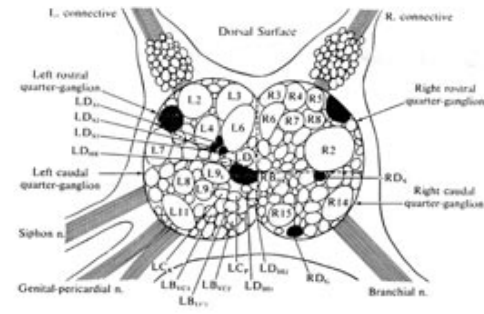
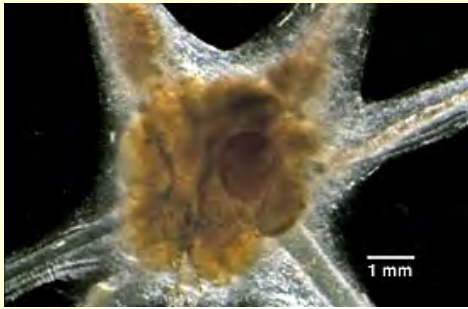
Systemes nerveux !



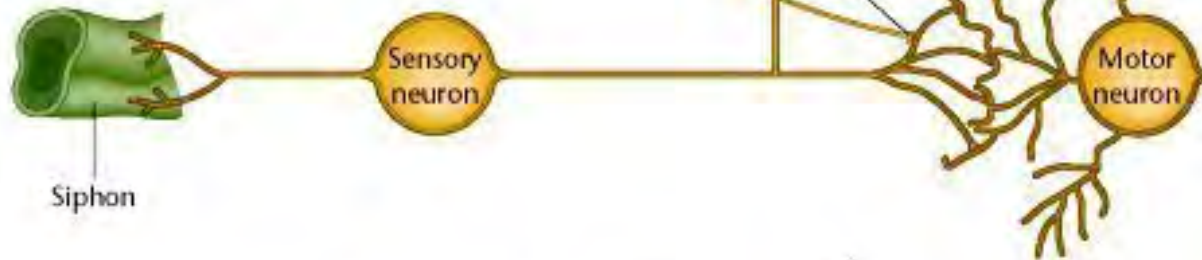
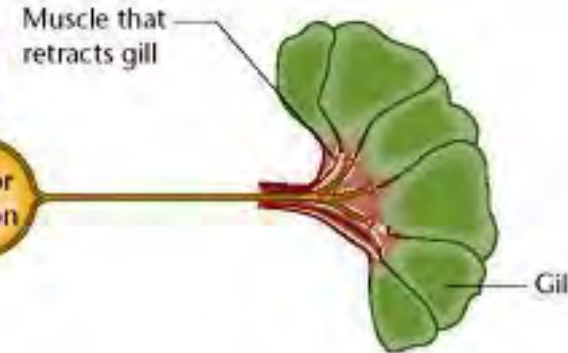


Aplysie
(mollusque marin)



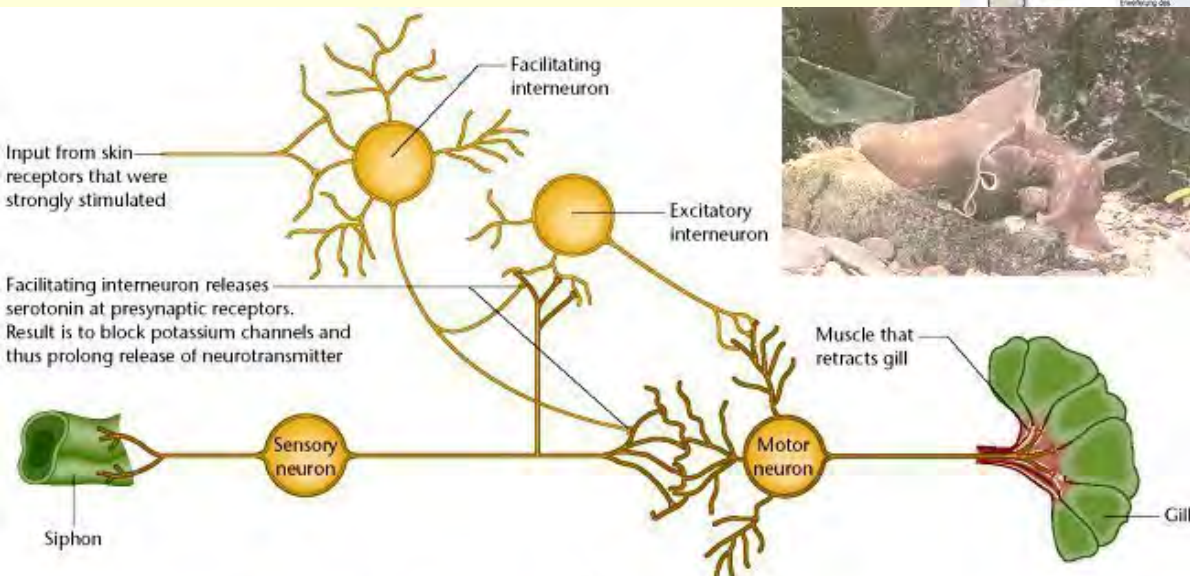
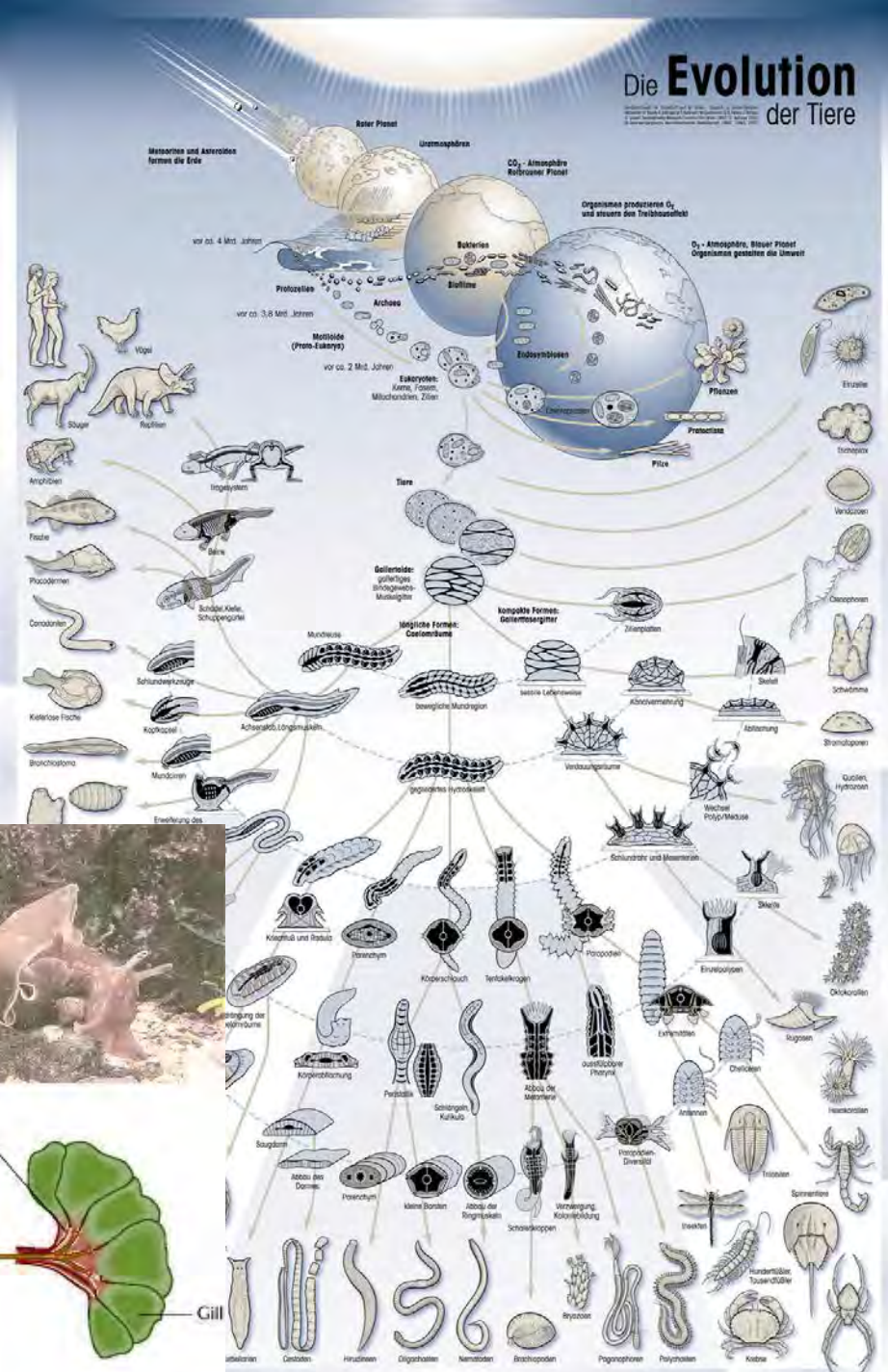


Synapses
in mollusks and
transmitter



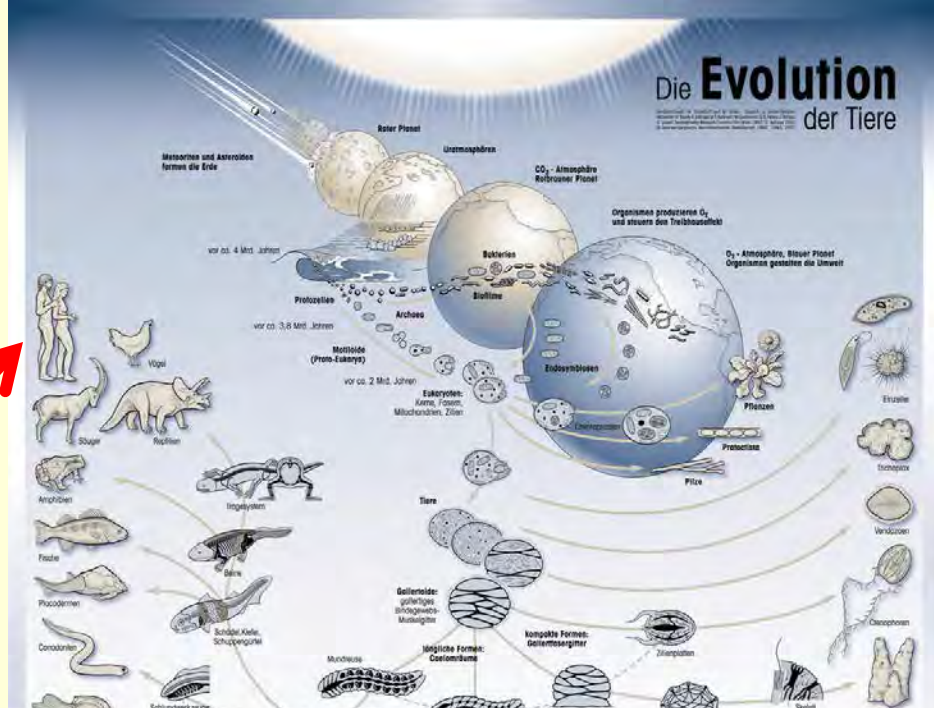
Une boucle sensori - motrice

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...

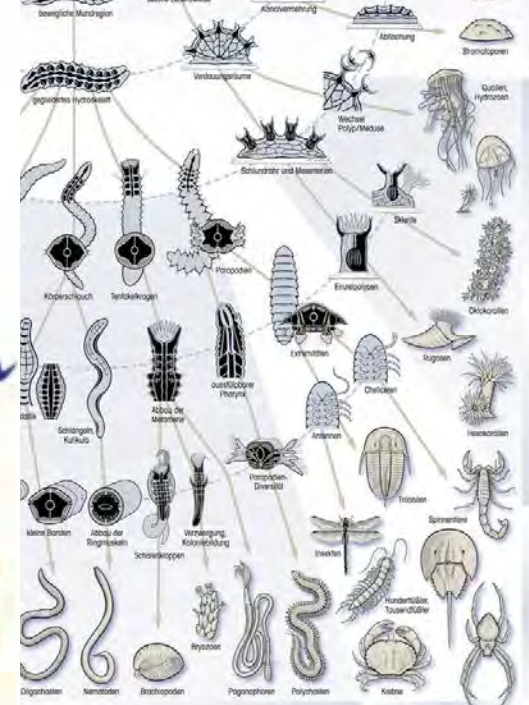
...pour en arriver à nous !



Perception

Apprendre
Mémoriser

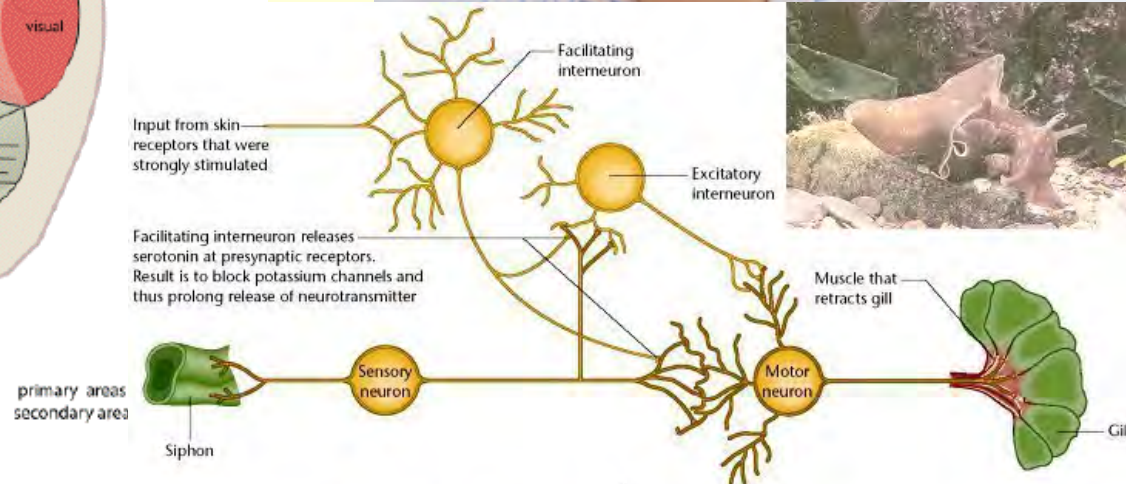
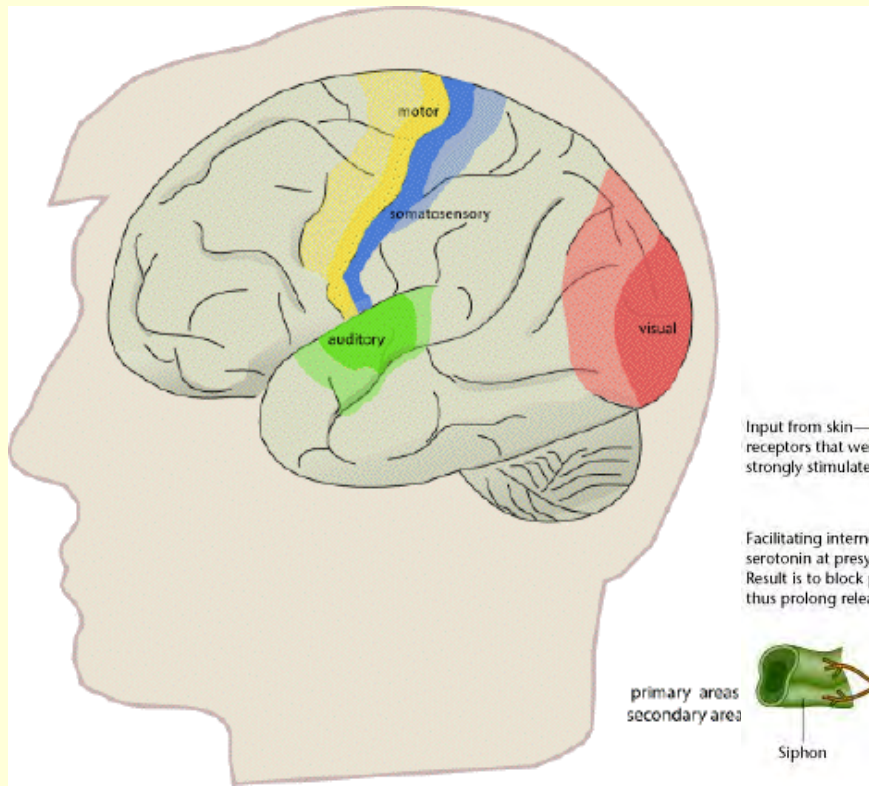
Action



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

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

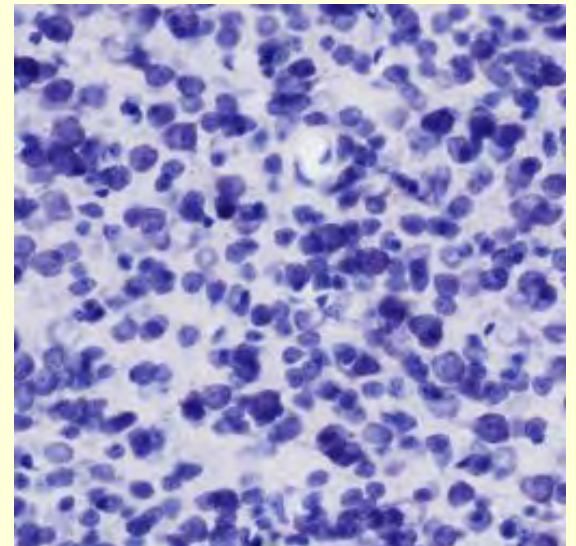
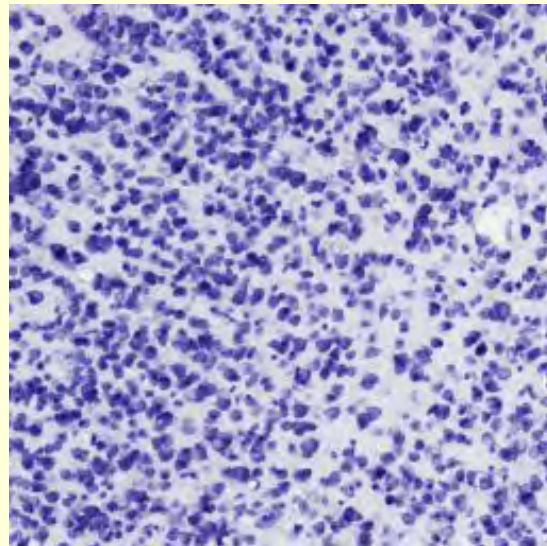
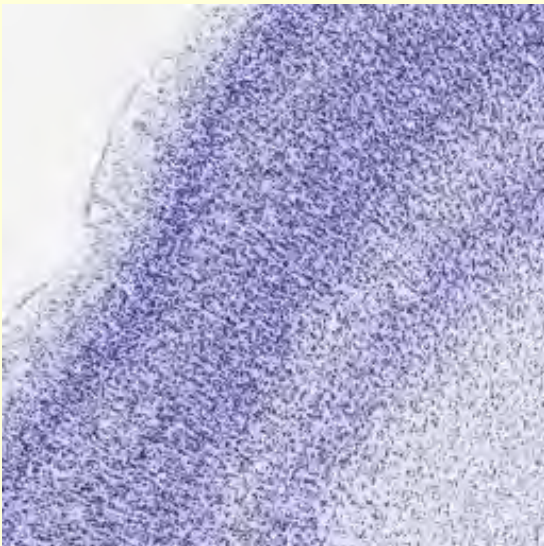
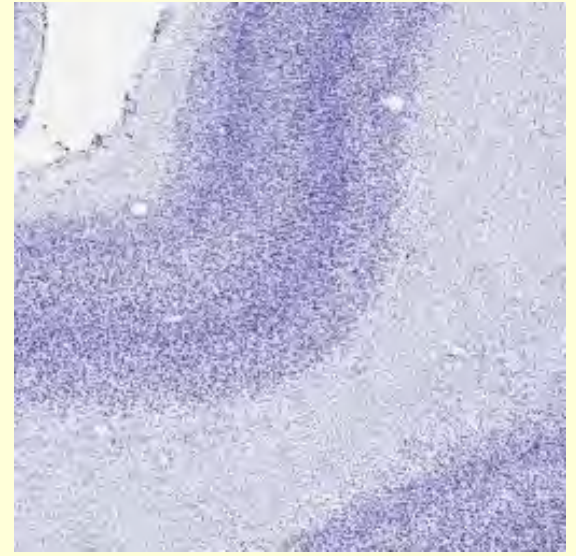
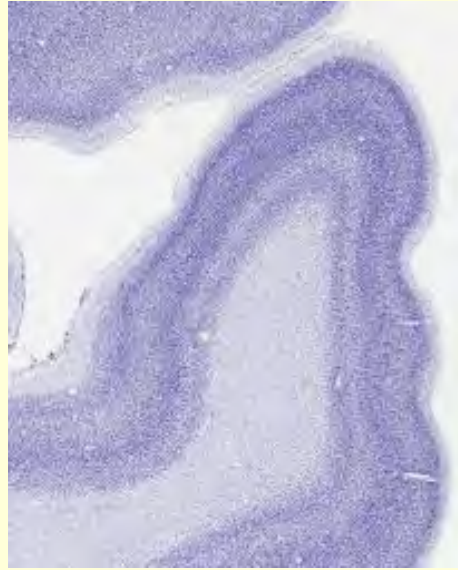
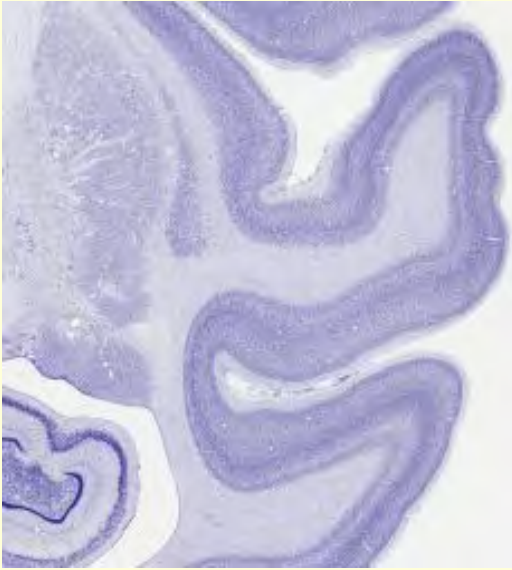
comme les inter-neurones de l'aplysie.



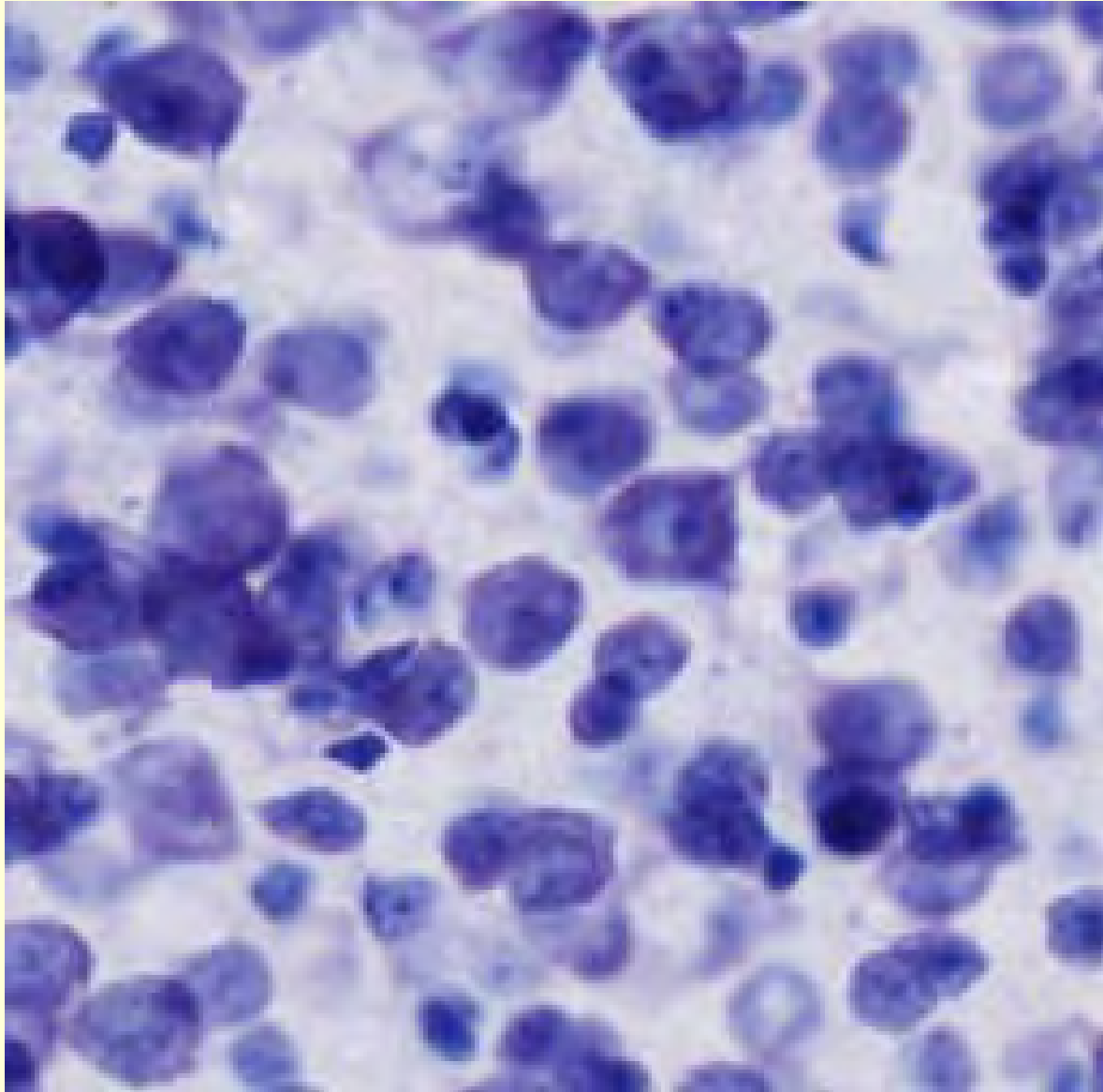


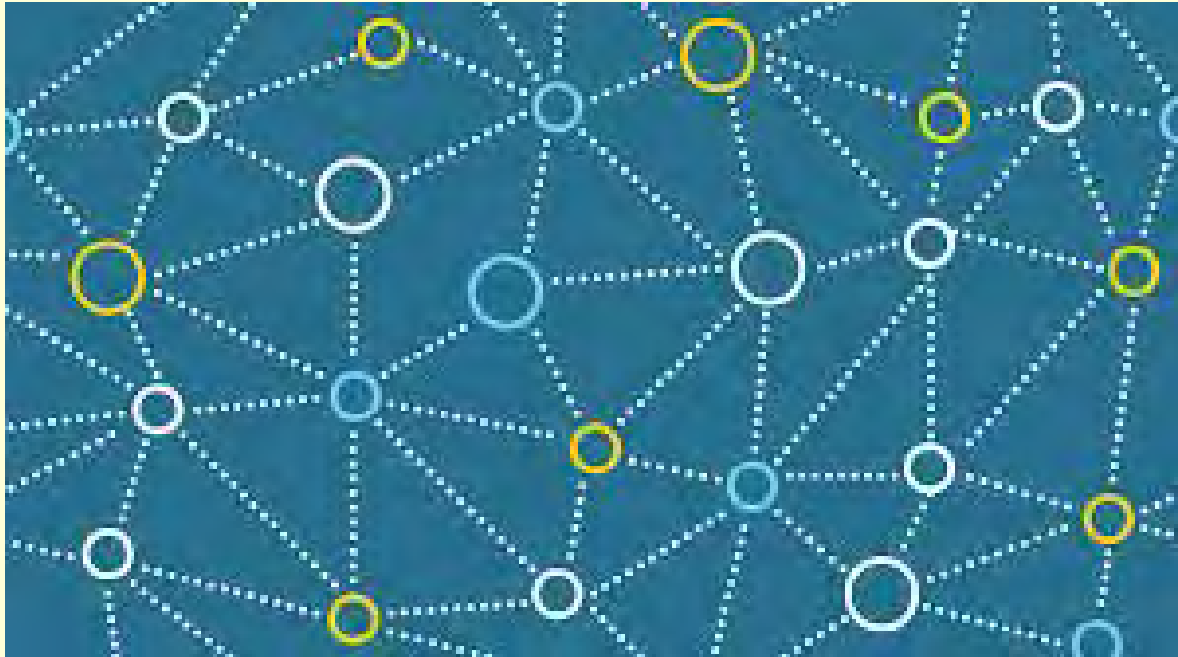
Allons donc voir comment est organisé cet objet souvent décrit comme « le plus complexe de l'univers connu », le cerveau humain...

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



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





Introduction :
croissance de la complexité

Cellules

Multicellulaires

Neurones

Circuits de neurones

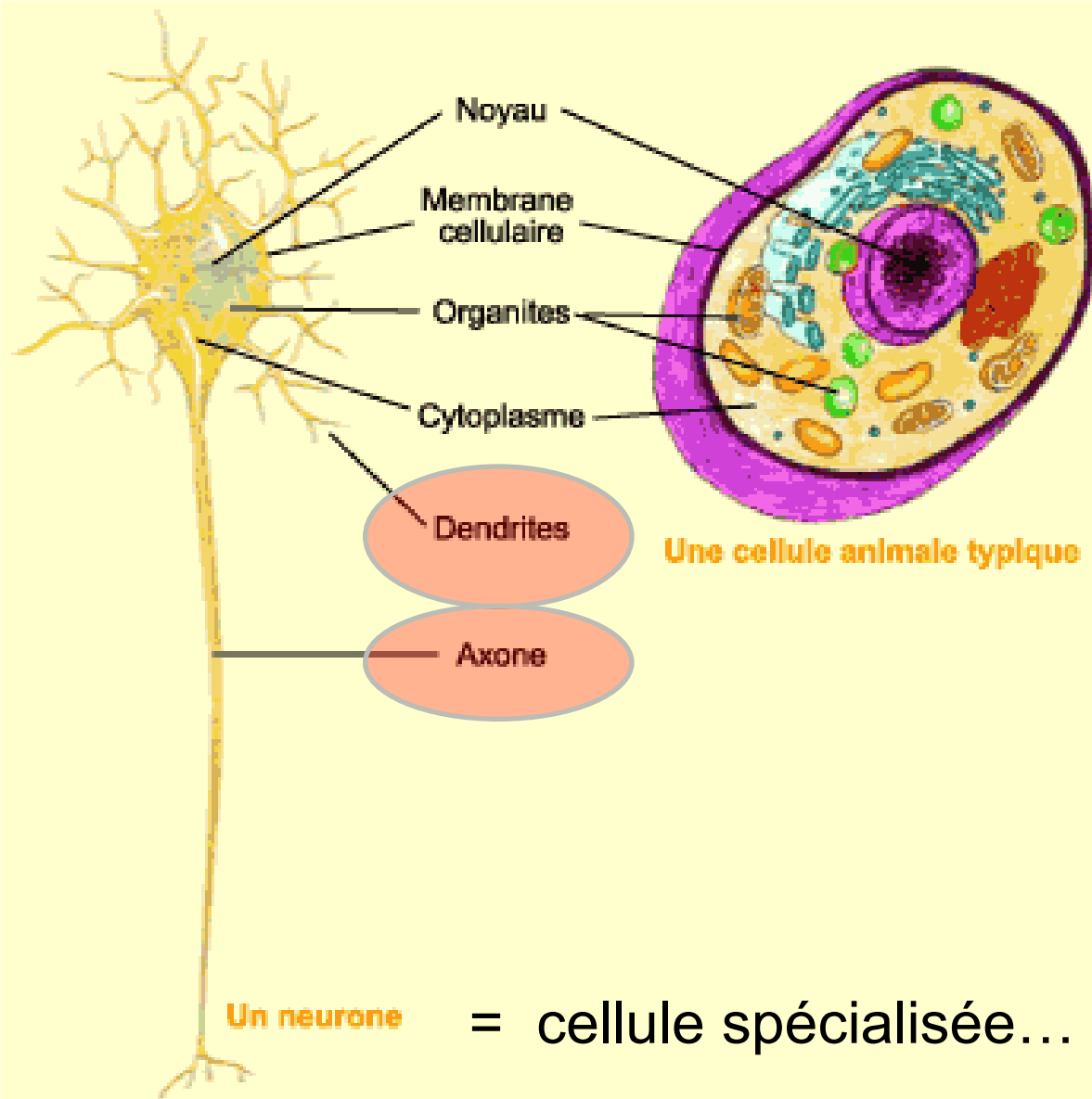
Activité dynamique :
oscillations et
synchronisations

Réseaux cérébraux

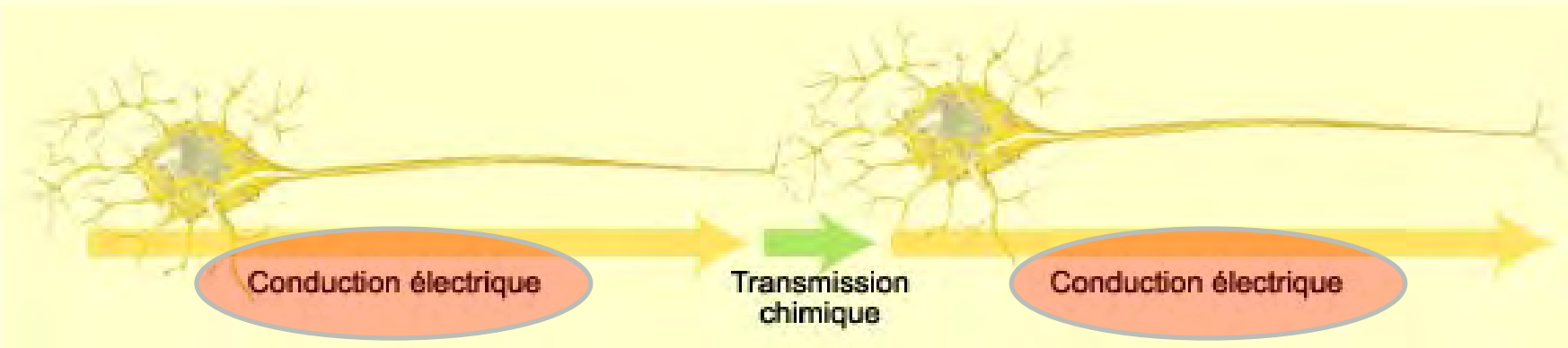
Modèles

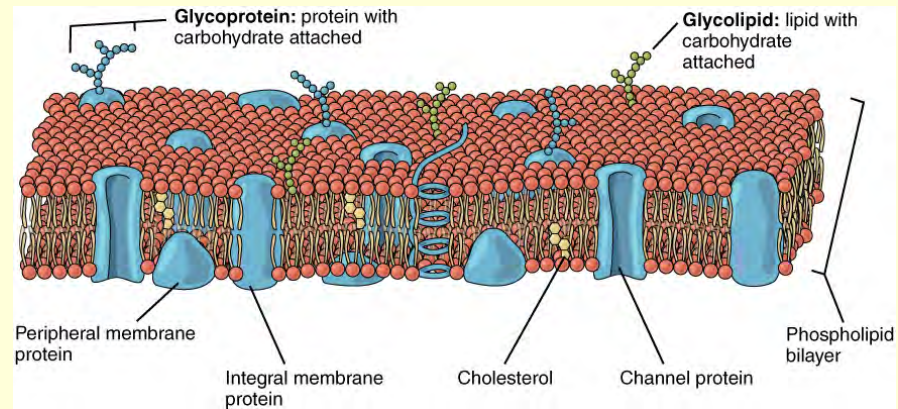
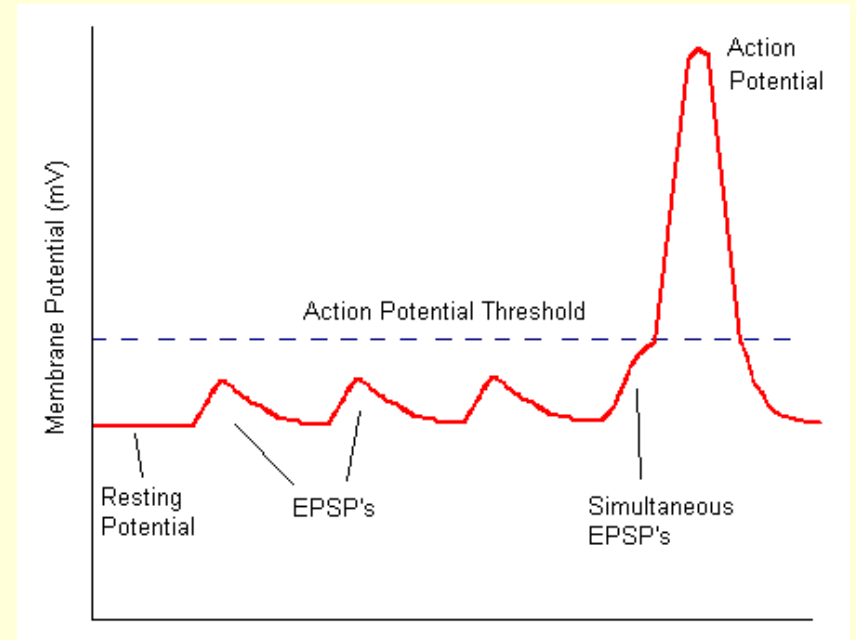
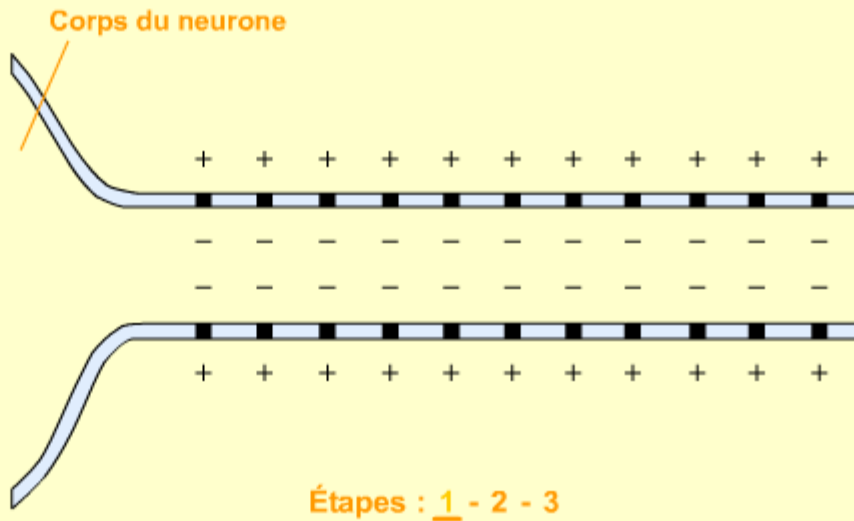
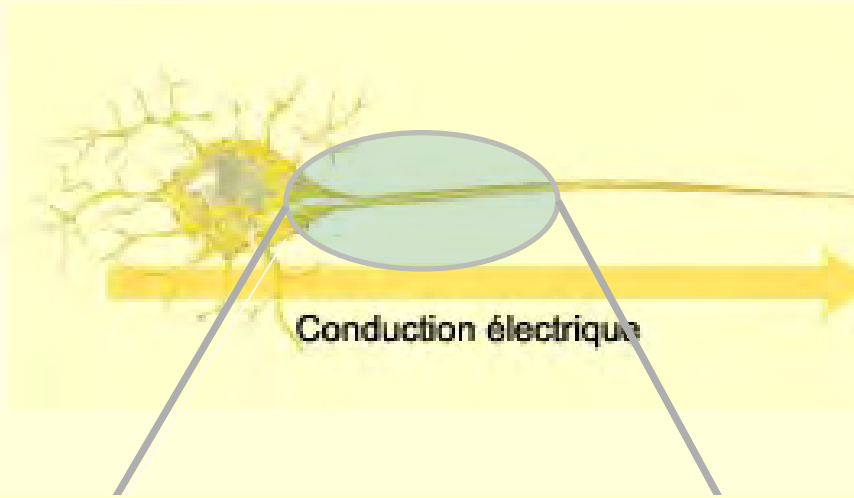
Conclusion :
langage et
sociétés humaines

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

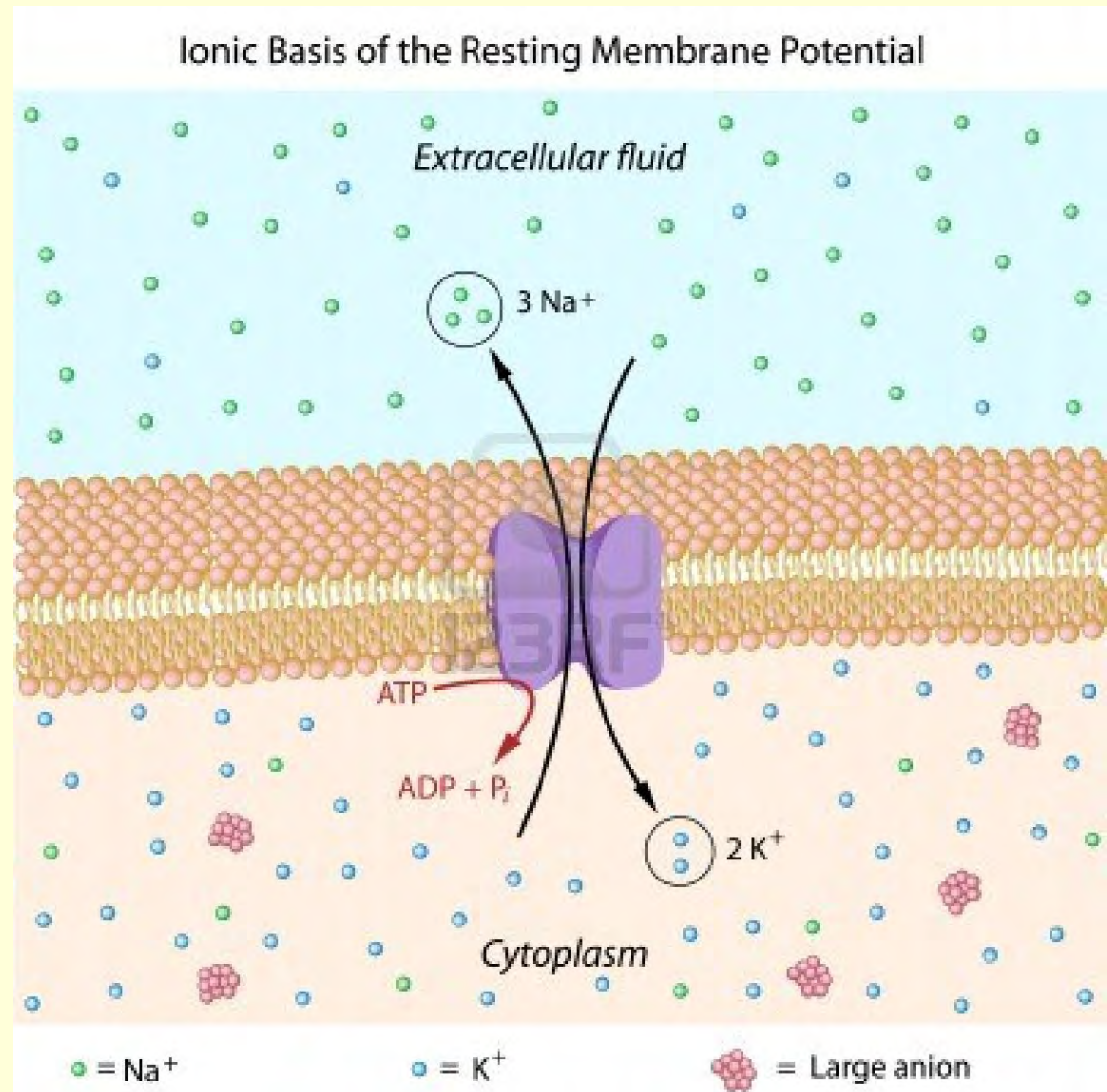


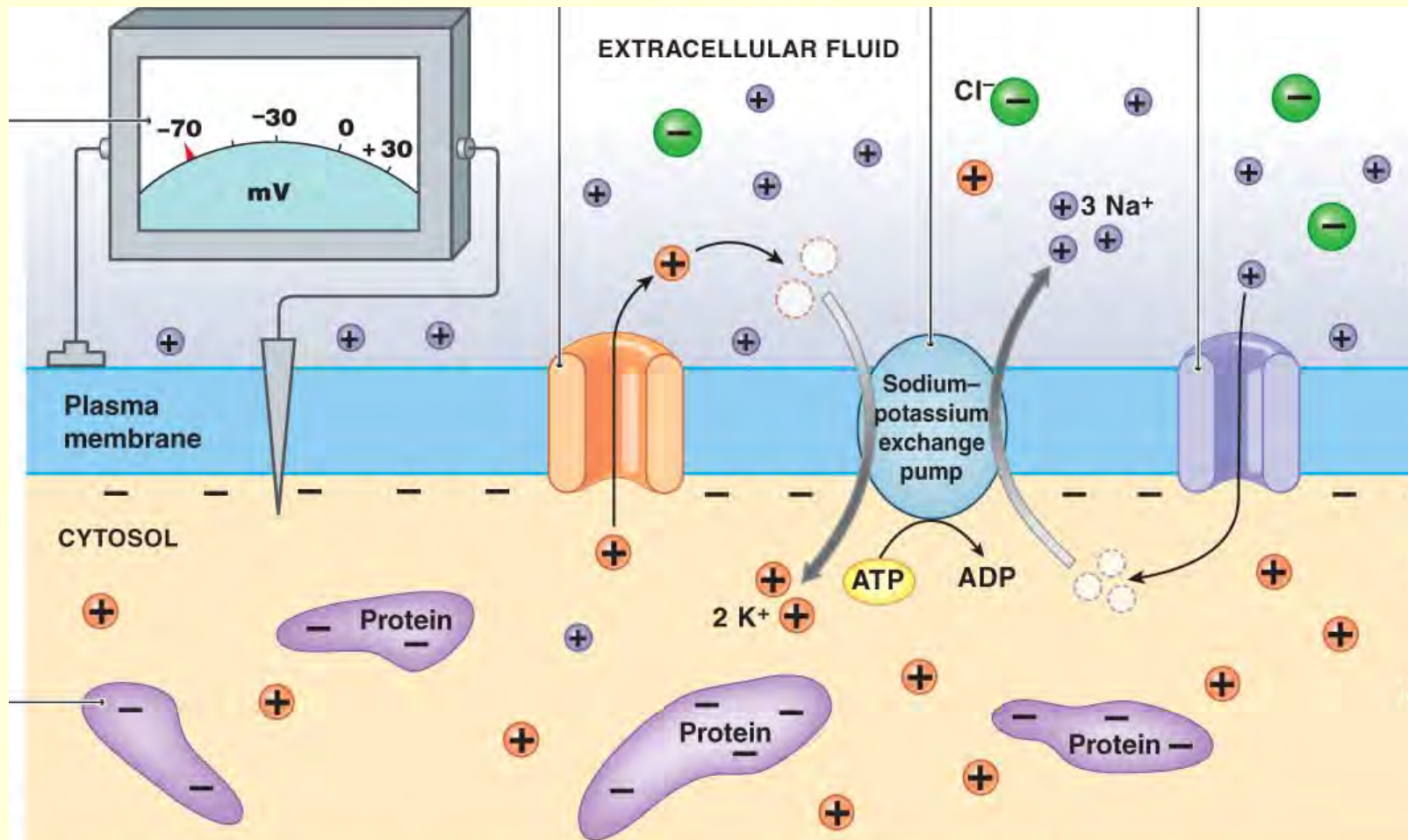
Les neurones ont des dendrites et des axones pour communiquer **rapidement** avec d'autres neurones

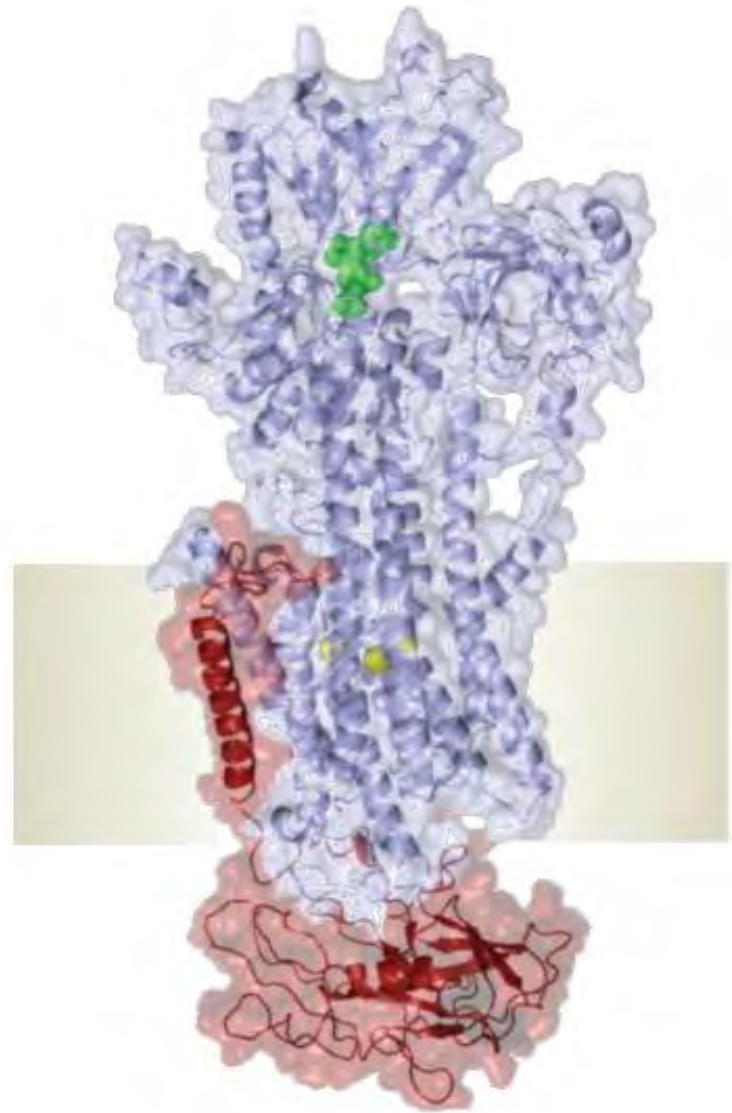




Un bref aperçu de la **pompe au sodium/potassium** :
l'une des nombreuses protéines qui rend possible l'influx nerveux





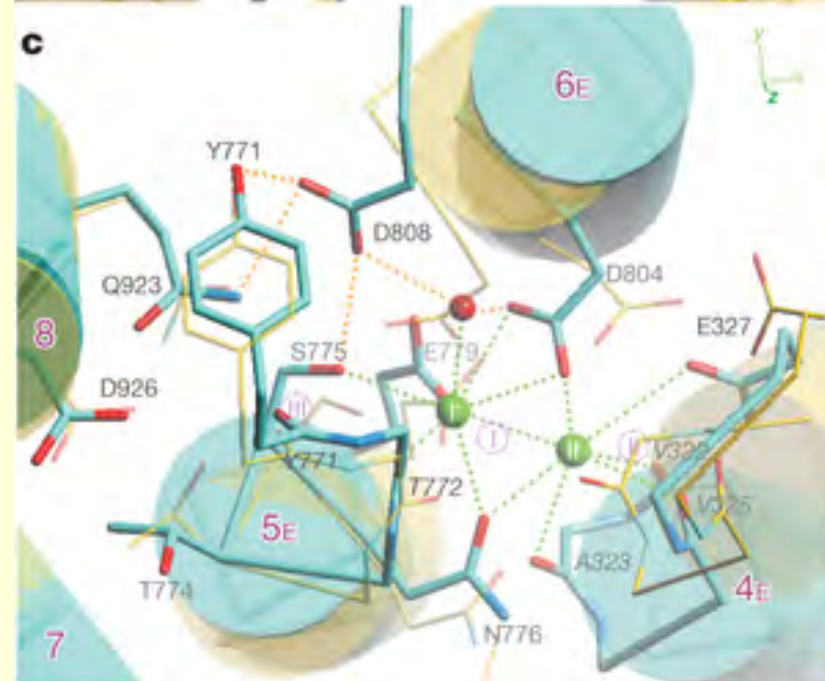
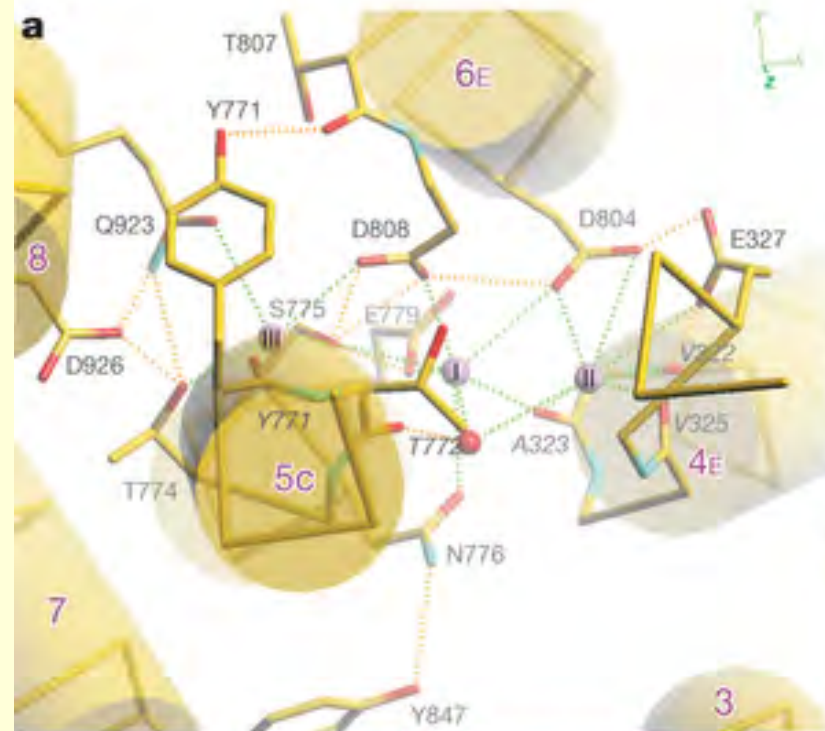


C'est seulement en **2009**,
que sa structure globale
a pu être observée.

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

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

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



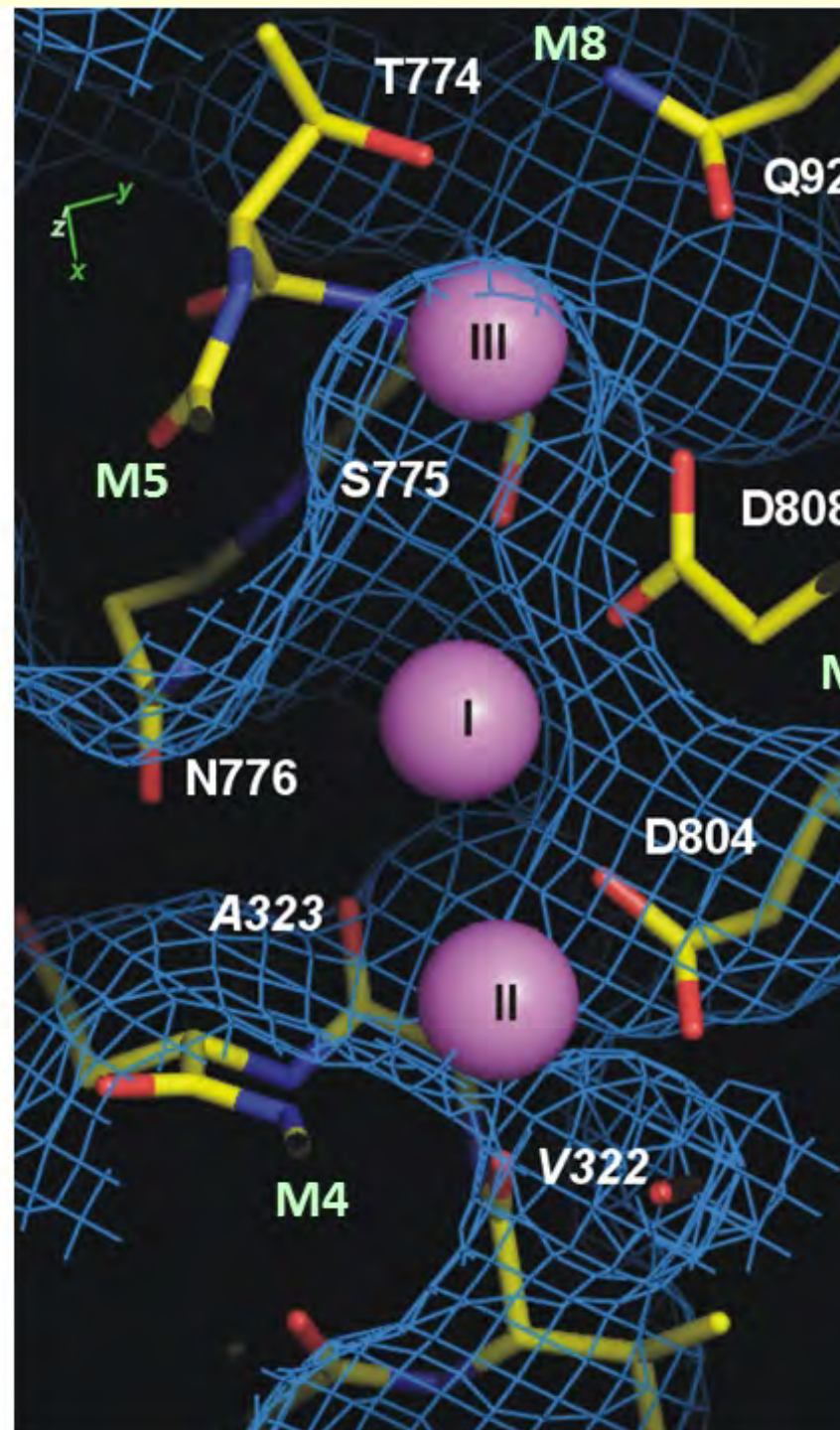
Par exemple, dans la première conformation, elle possède une cavité comportant **trois logements** qui ont exactement la taille d'ions sodium.

Mais ces logements sont **trop petits** pour accepter des ions potassium.

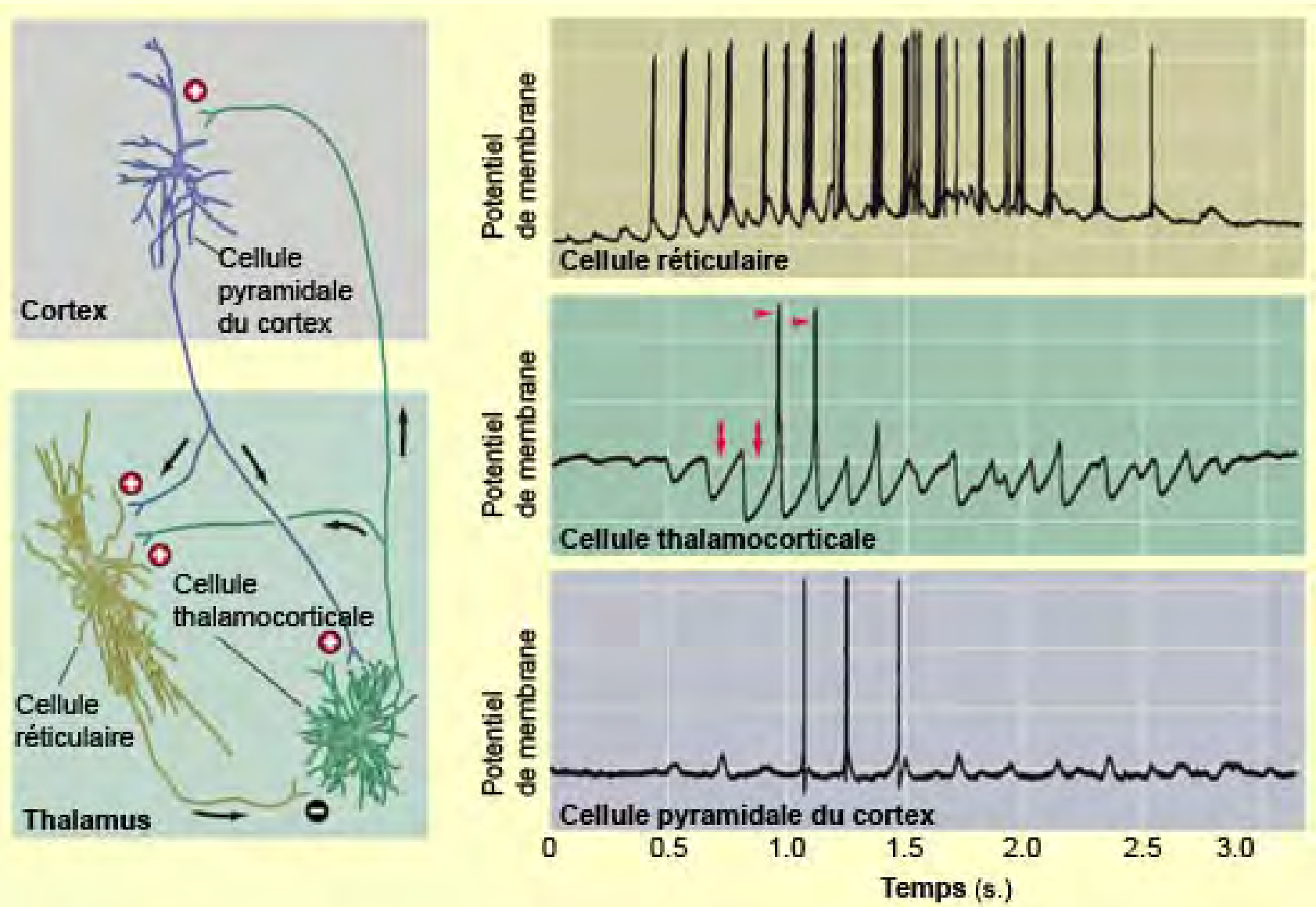
Ce réglage très précis permet à la pompe de **discriminer** entre les deux sortes d'ions.

Et de créer ainsi le potentiel de repos qui rendra possible les potentiel d'action.

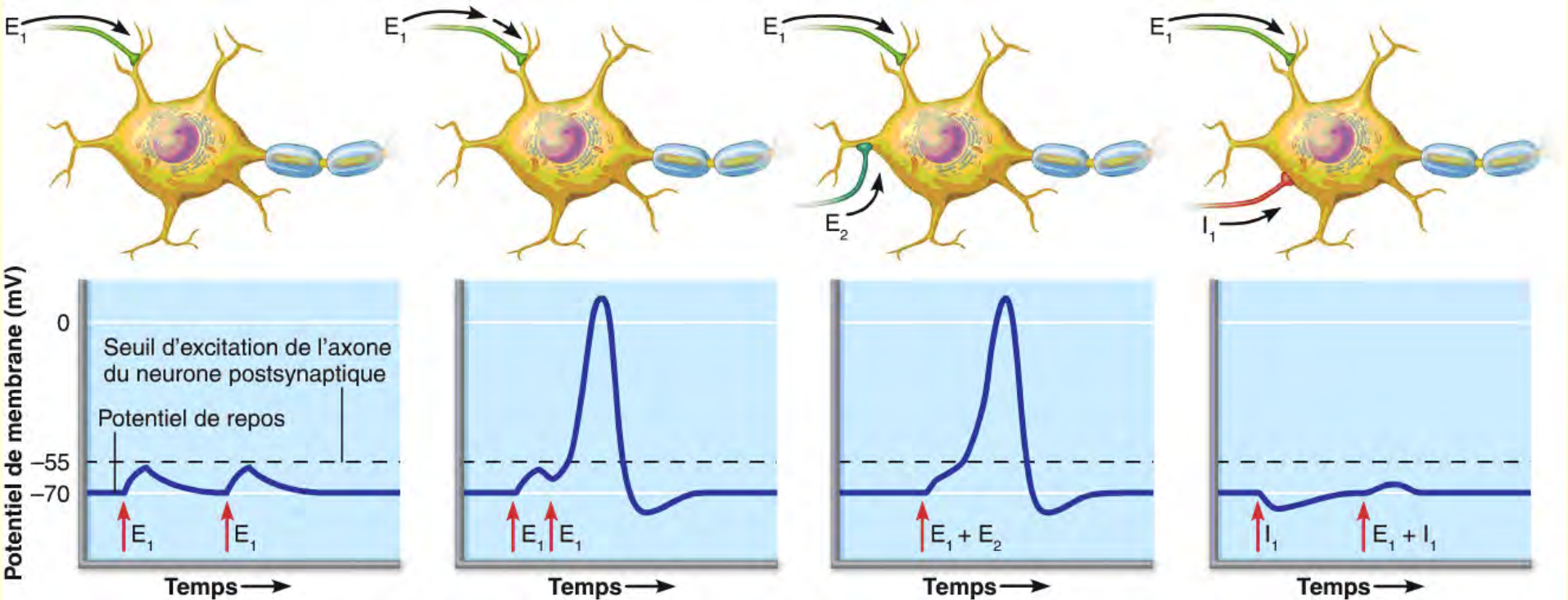
Et à partir de là, le cerveau pourra commencer à penser...



...grâce à ses potentiels d'action échangés entre les neurones !



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



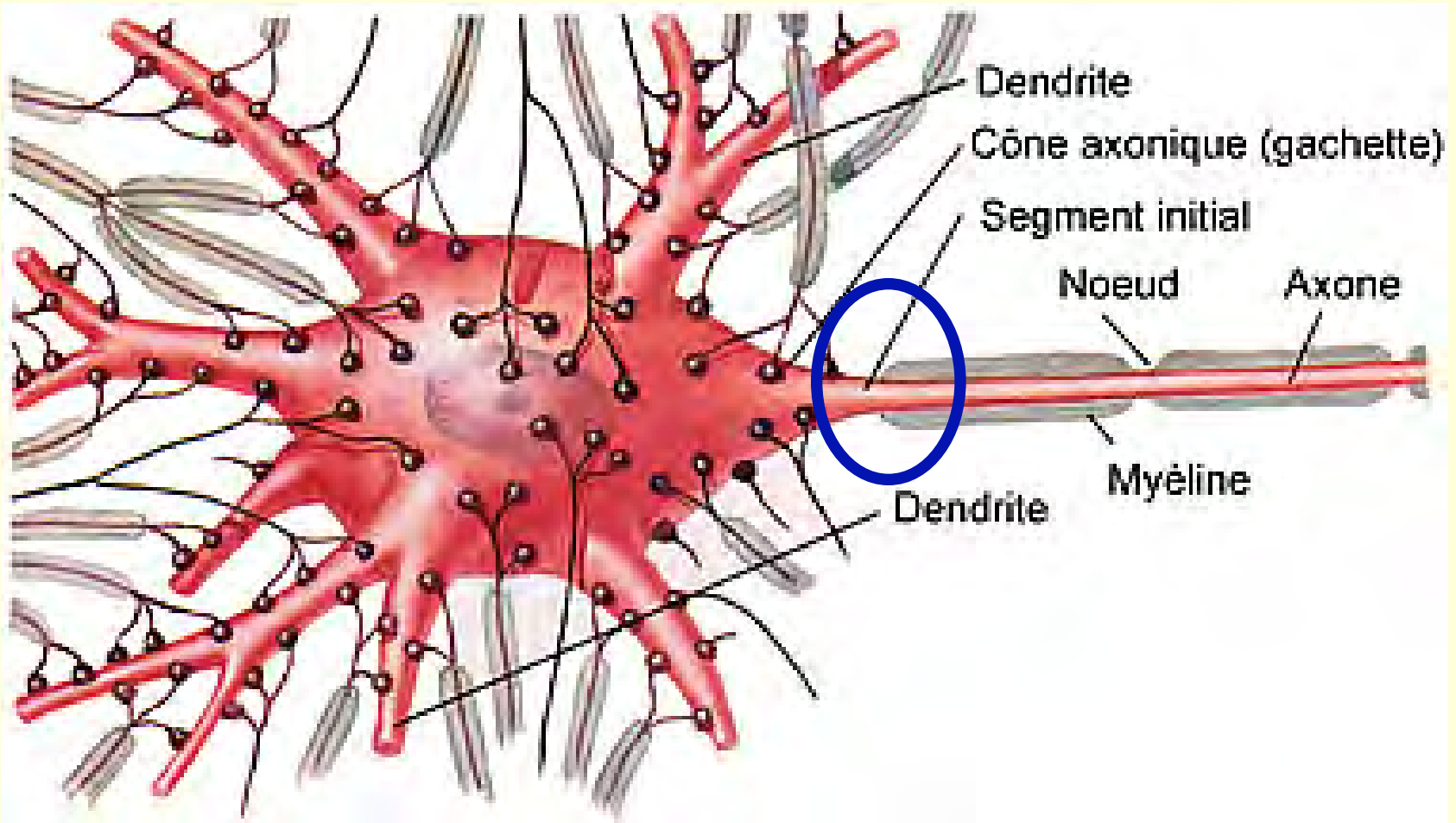
(a) **Pas de sommation ou stimulus infralaminaire:** Pas de sommation des PPSE lorsque deux stimulus sont séparés dans le temps.

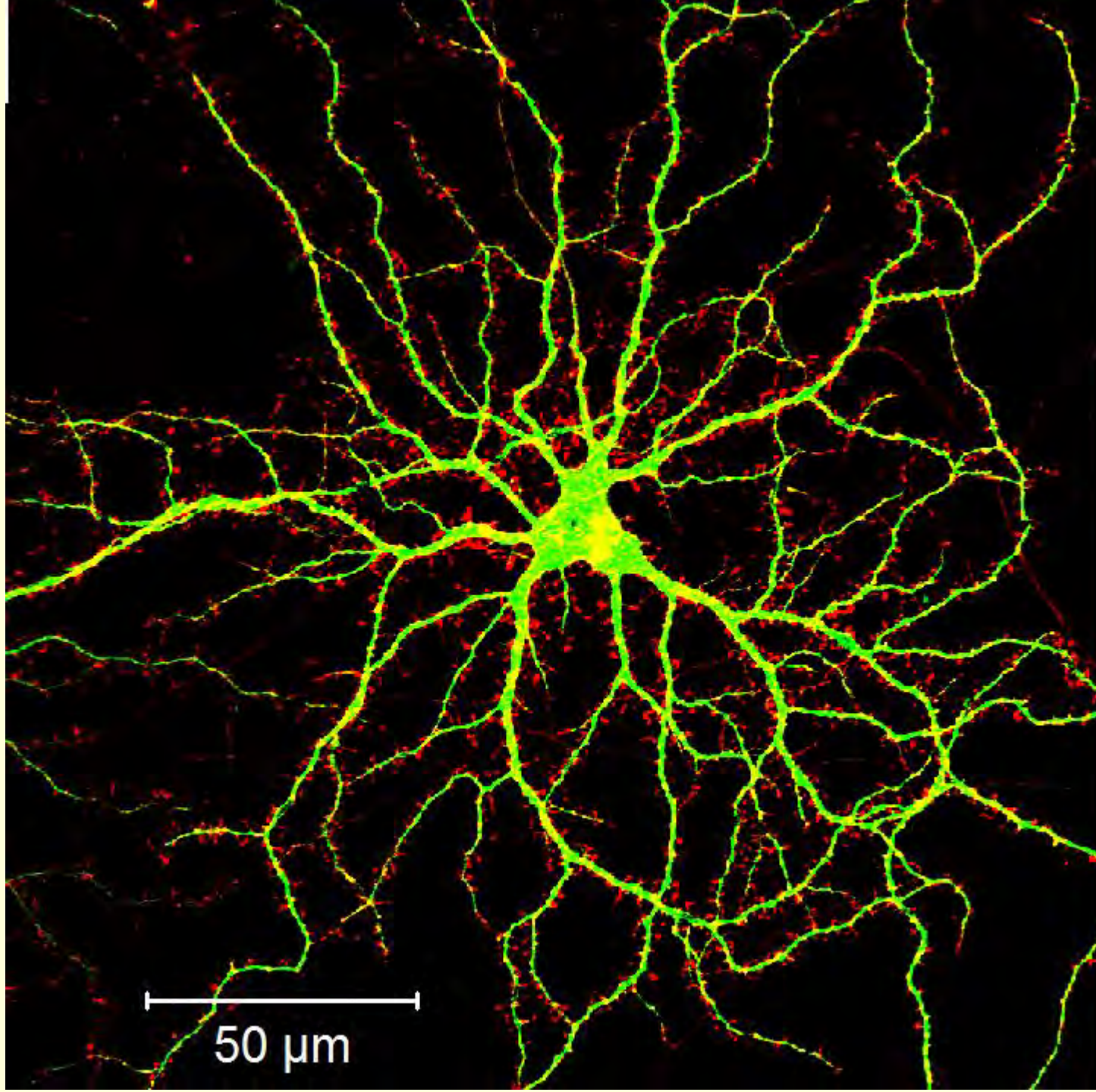
(b) **Sommation temporelle:** Sommation des PPSE lorsque deux stimulus sont rapprochés dans le temps.

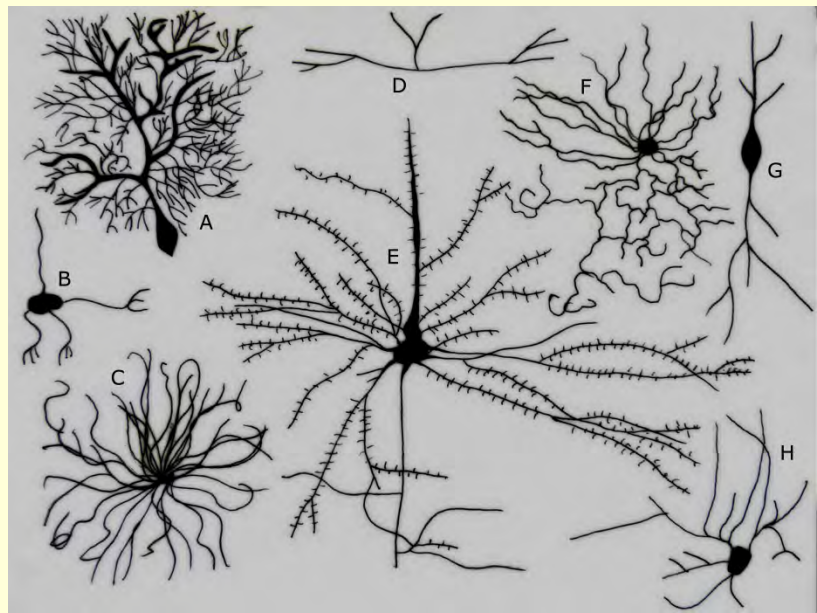
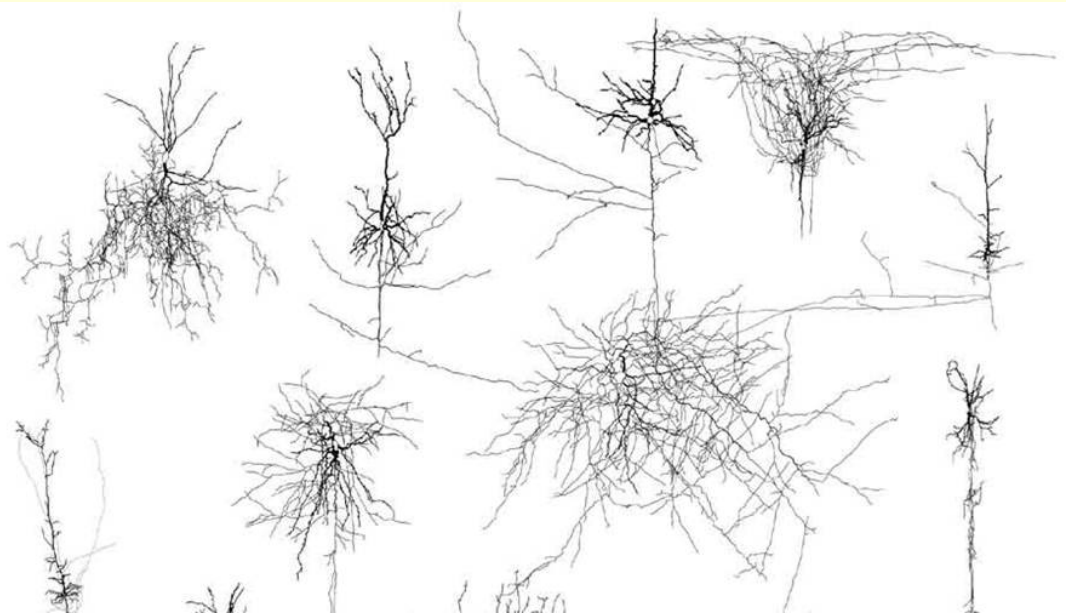
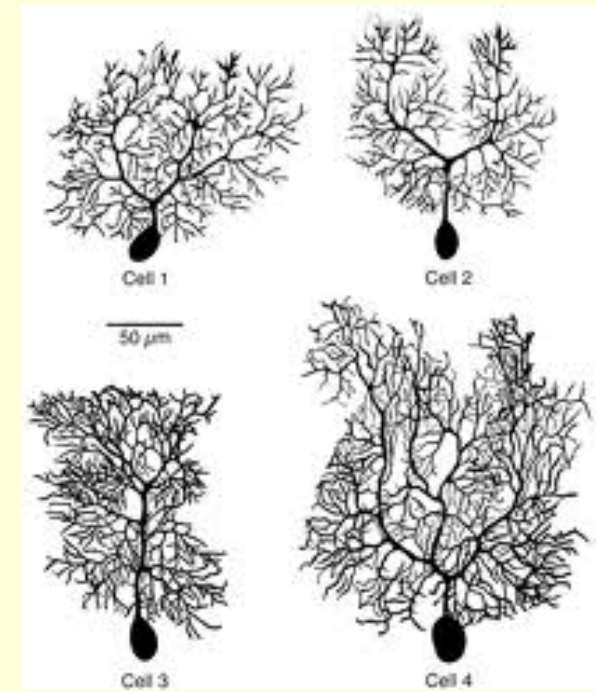
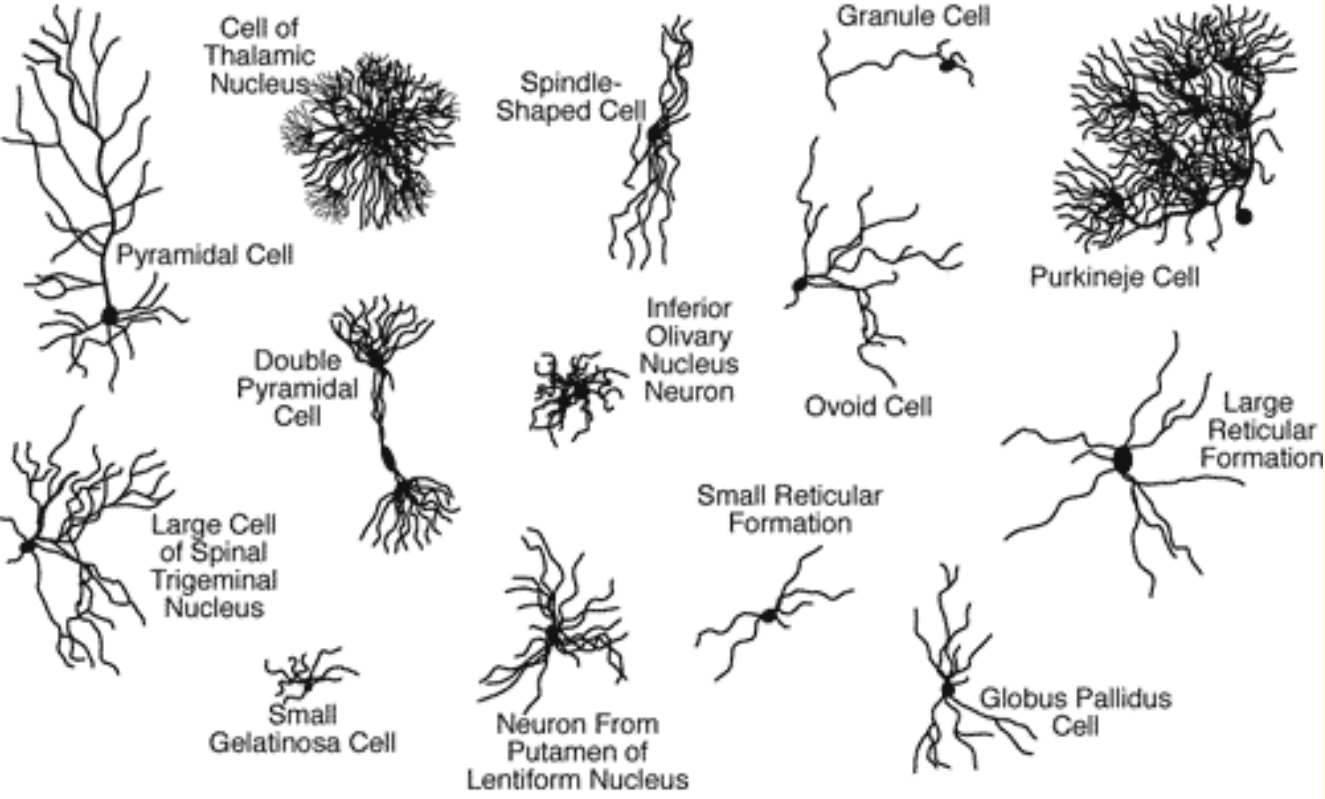
(c) **Sommation spatiale:** Sommation des PPSE lorsque deux stimulus se produisent simultanément.

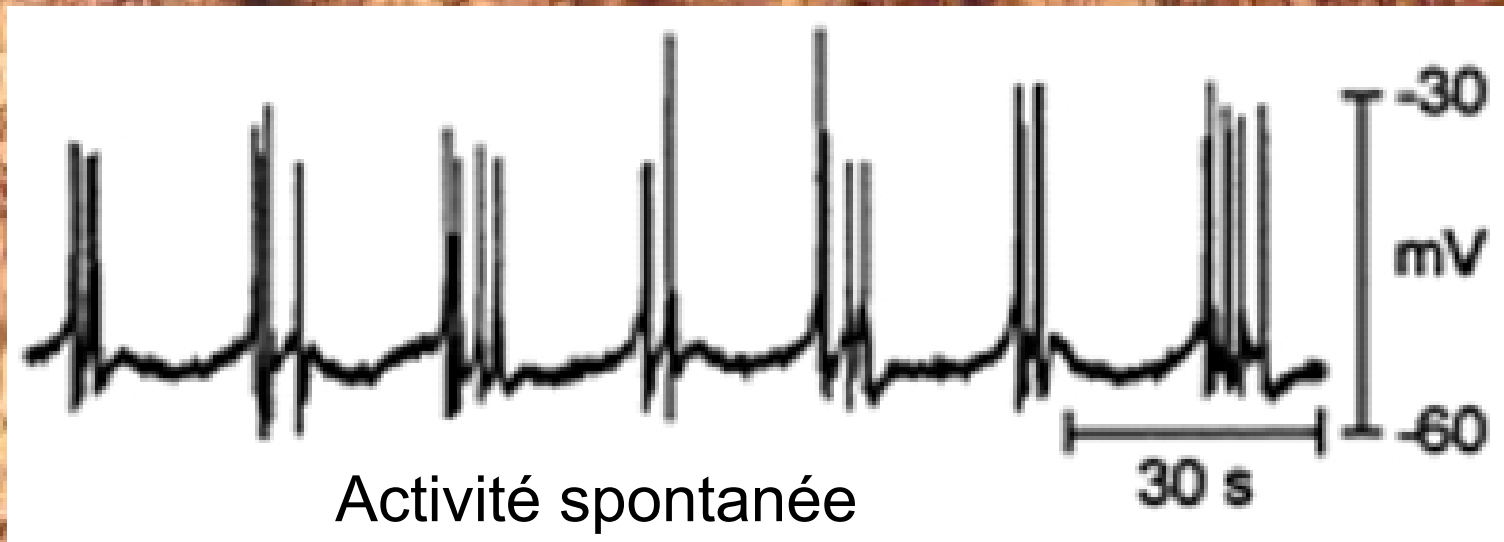
(d) **Sommation spatiale du PPSE et du PPSI:** Annulation possible des changements de potentiel de membrane.

Chacun de ces neurones devient un « **intégrateur** »



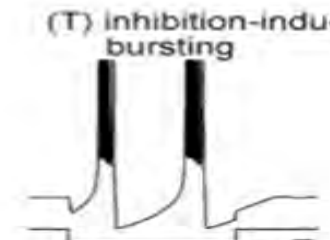
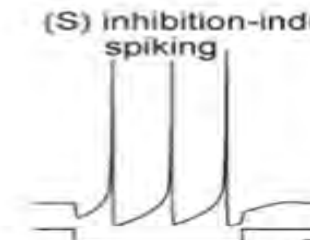
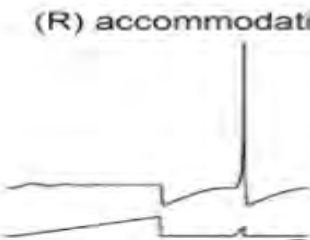
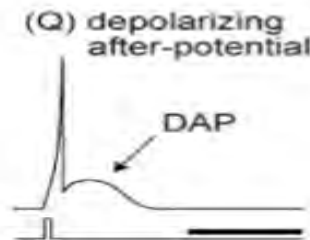
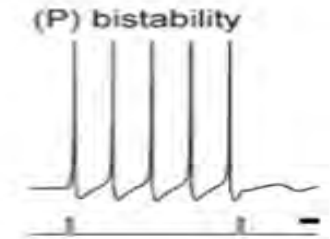
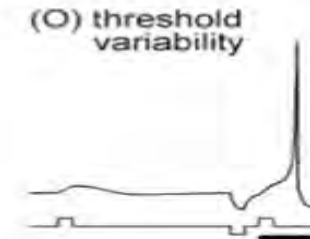
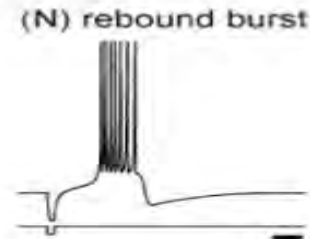
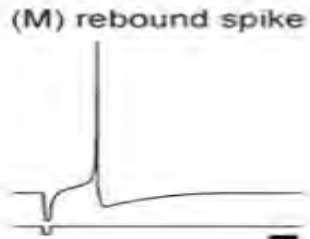
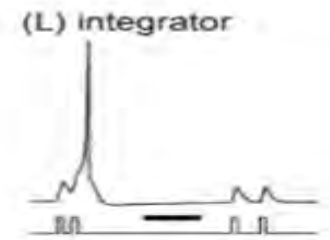
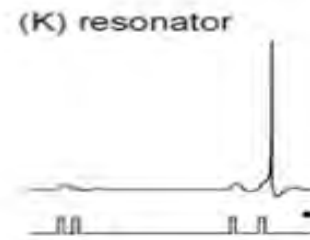
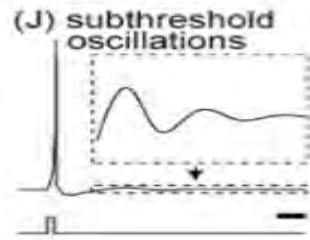
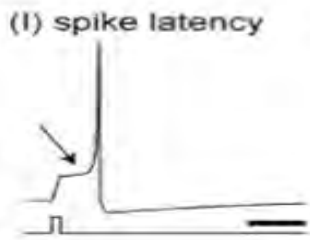






85 000 000 000 neurones

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



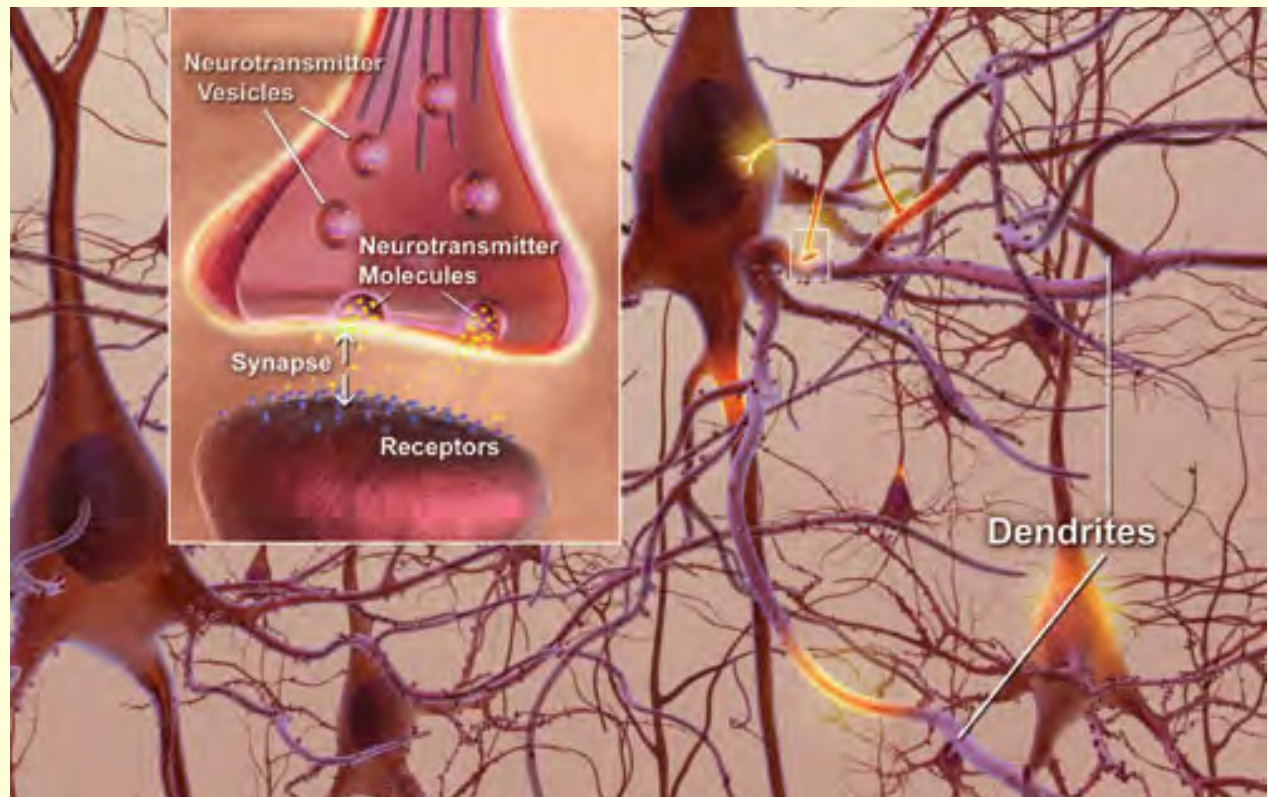
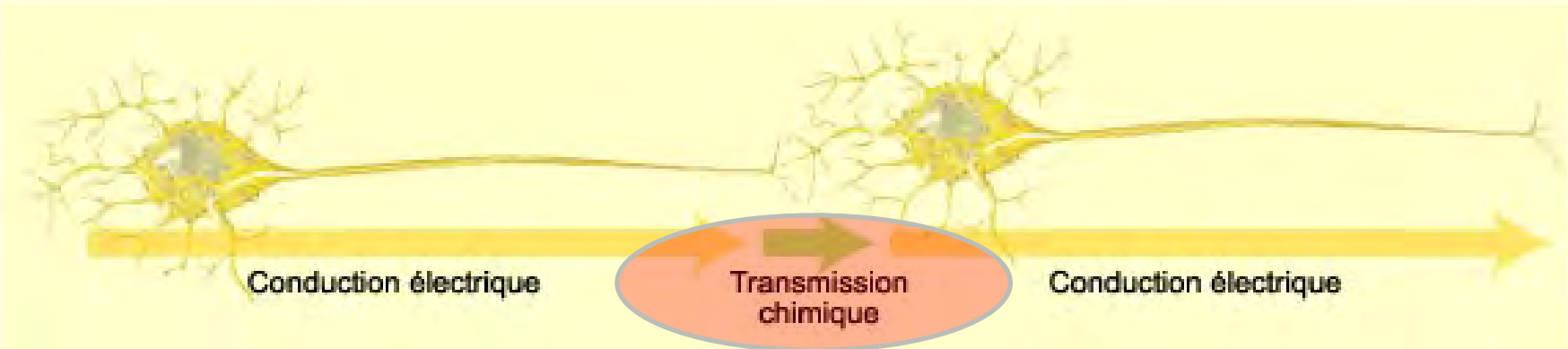
85 000 000 000 neurones

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



Neuron

Dendrites



Presynaptic cell

Postsynaptic cell

action potential



Synaptic vesicles containing neurotransmitter

Presynaptic membrane

Voltage-gated Ca^{2+} channel

1 Ca^{2+}

Synaptic cleft

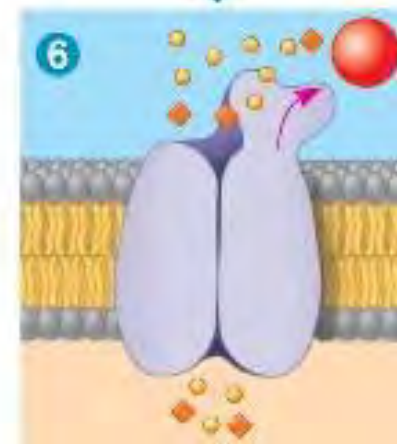
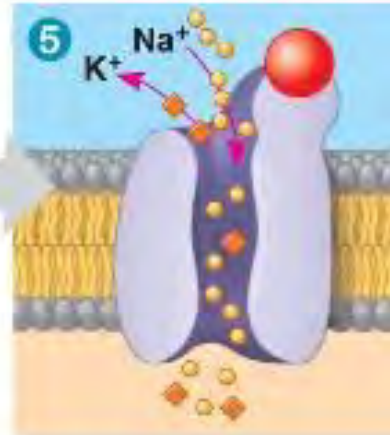
2

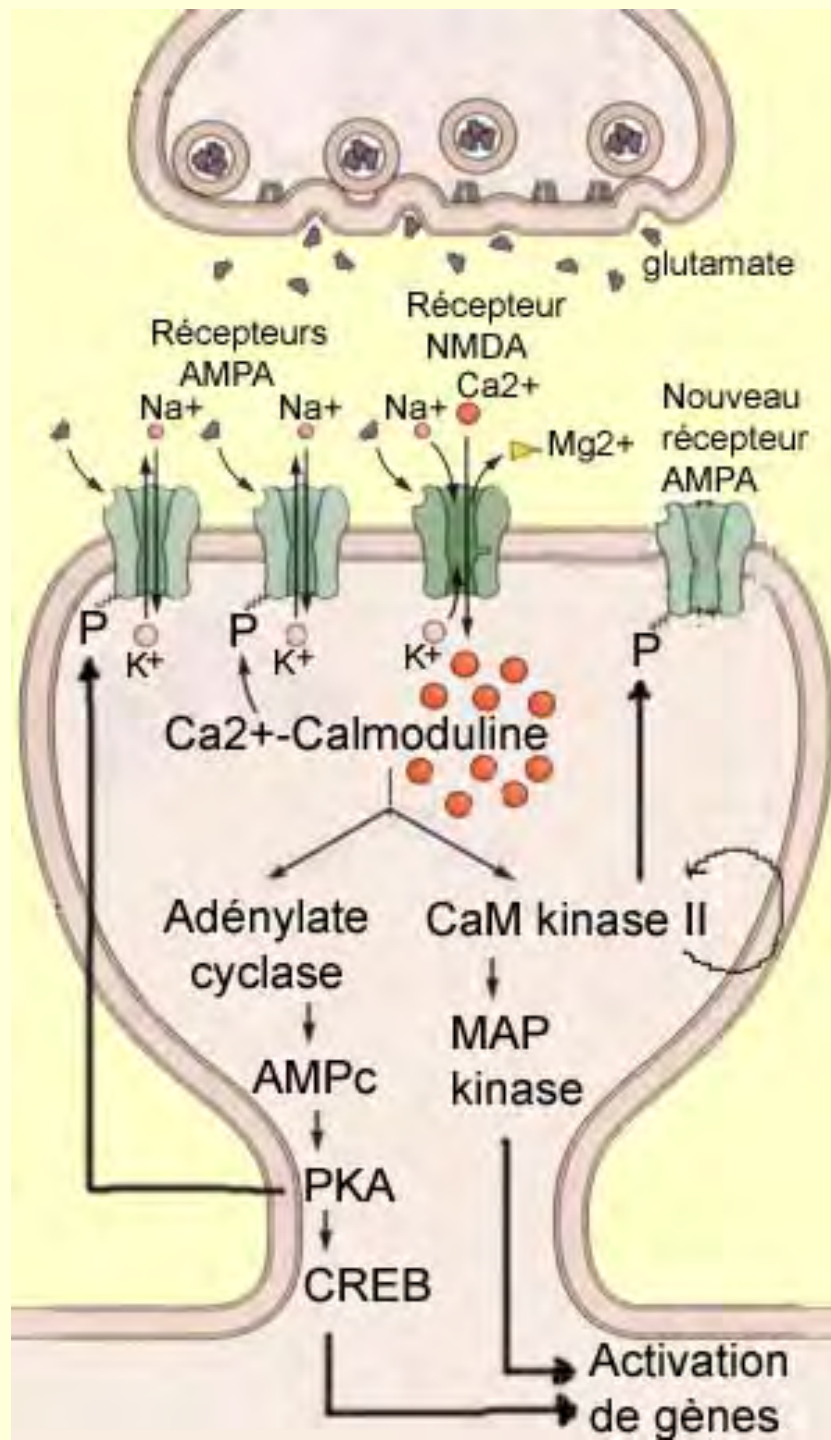
3

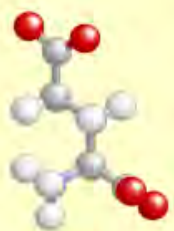
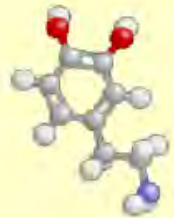
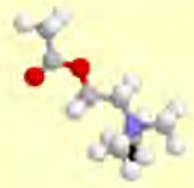
4

Ligand-gated ion channels

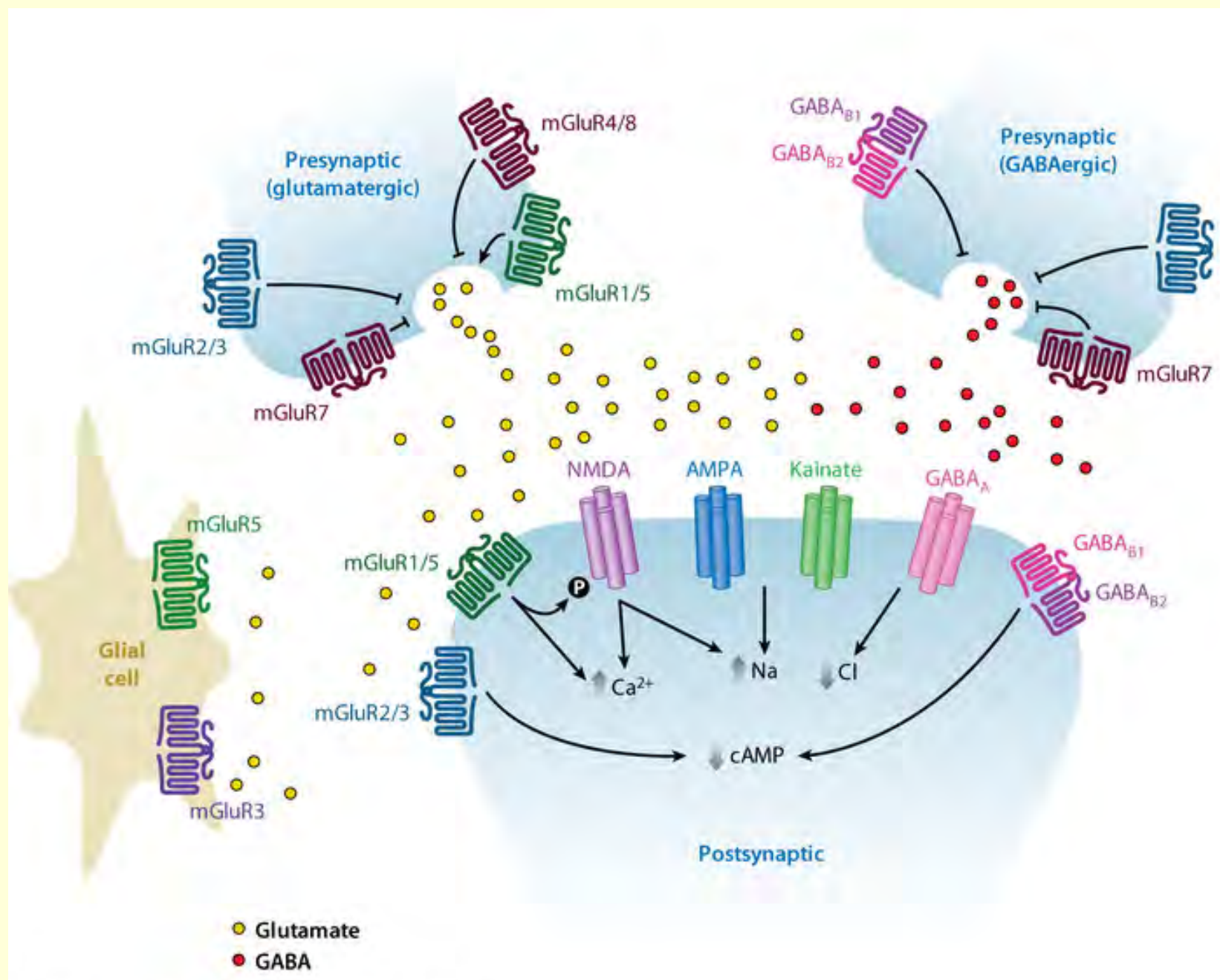
Postsynaptic membrane

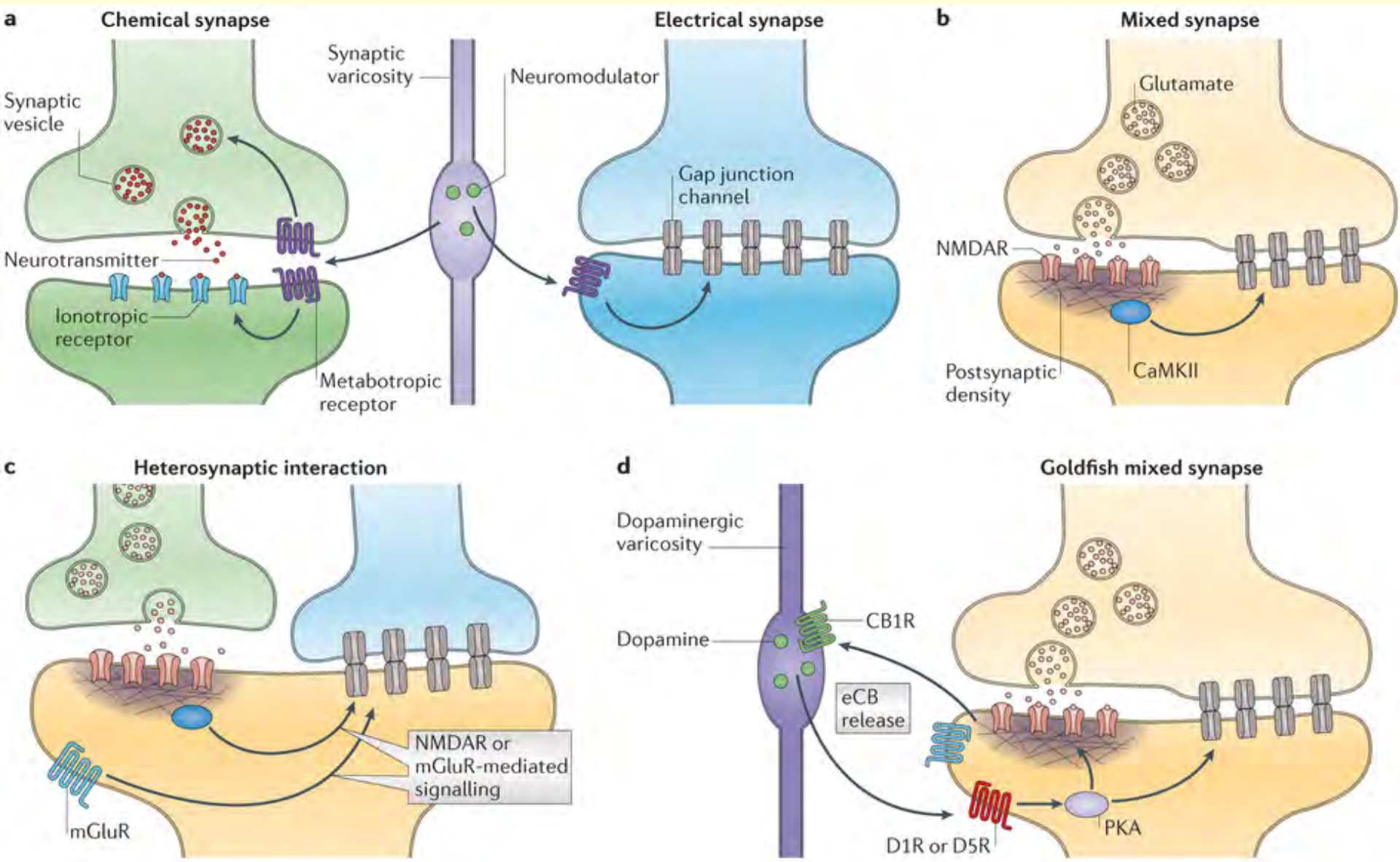


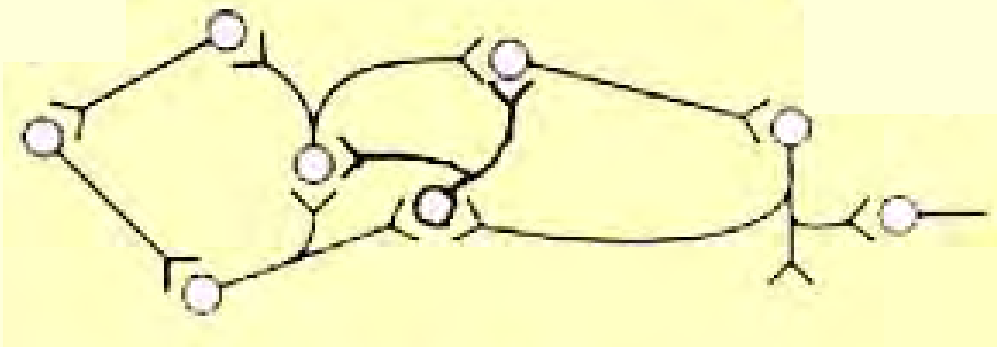


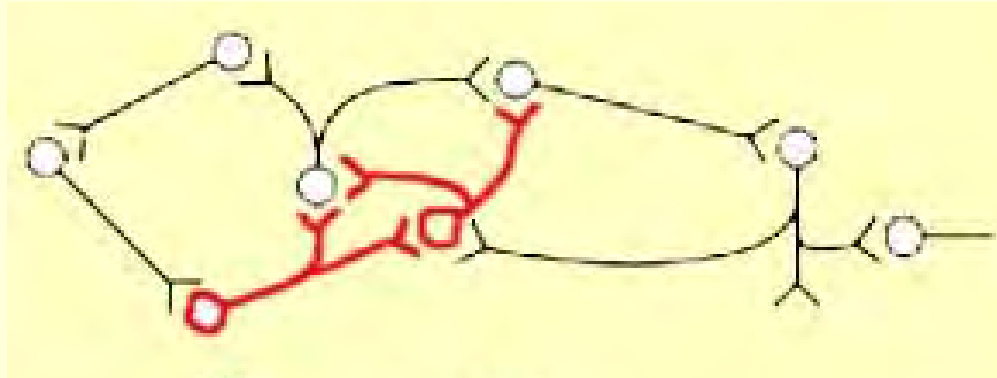


Etc, etc...



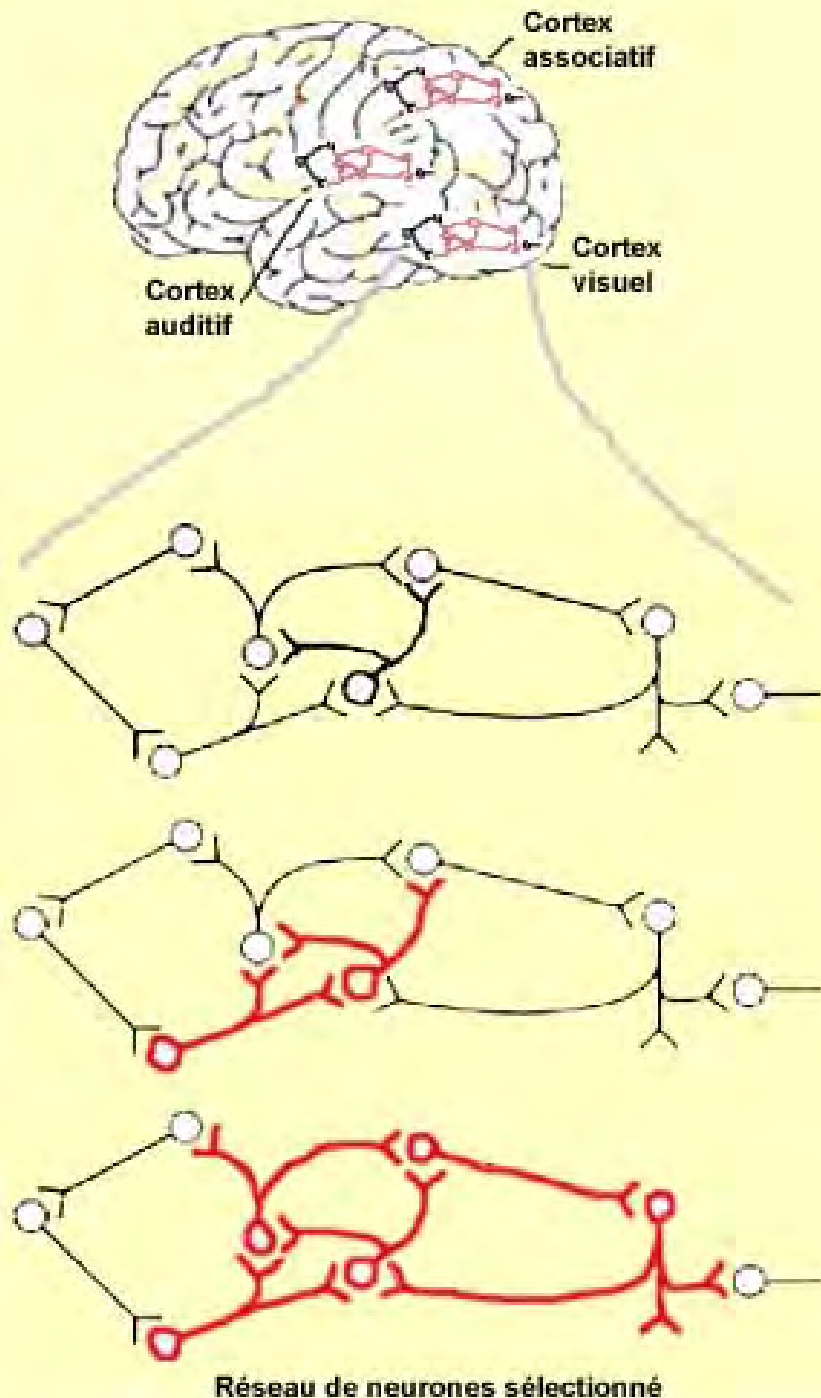




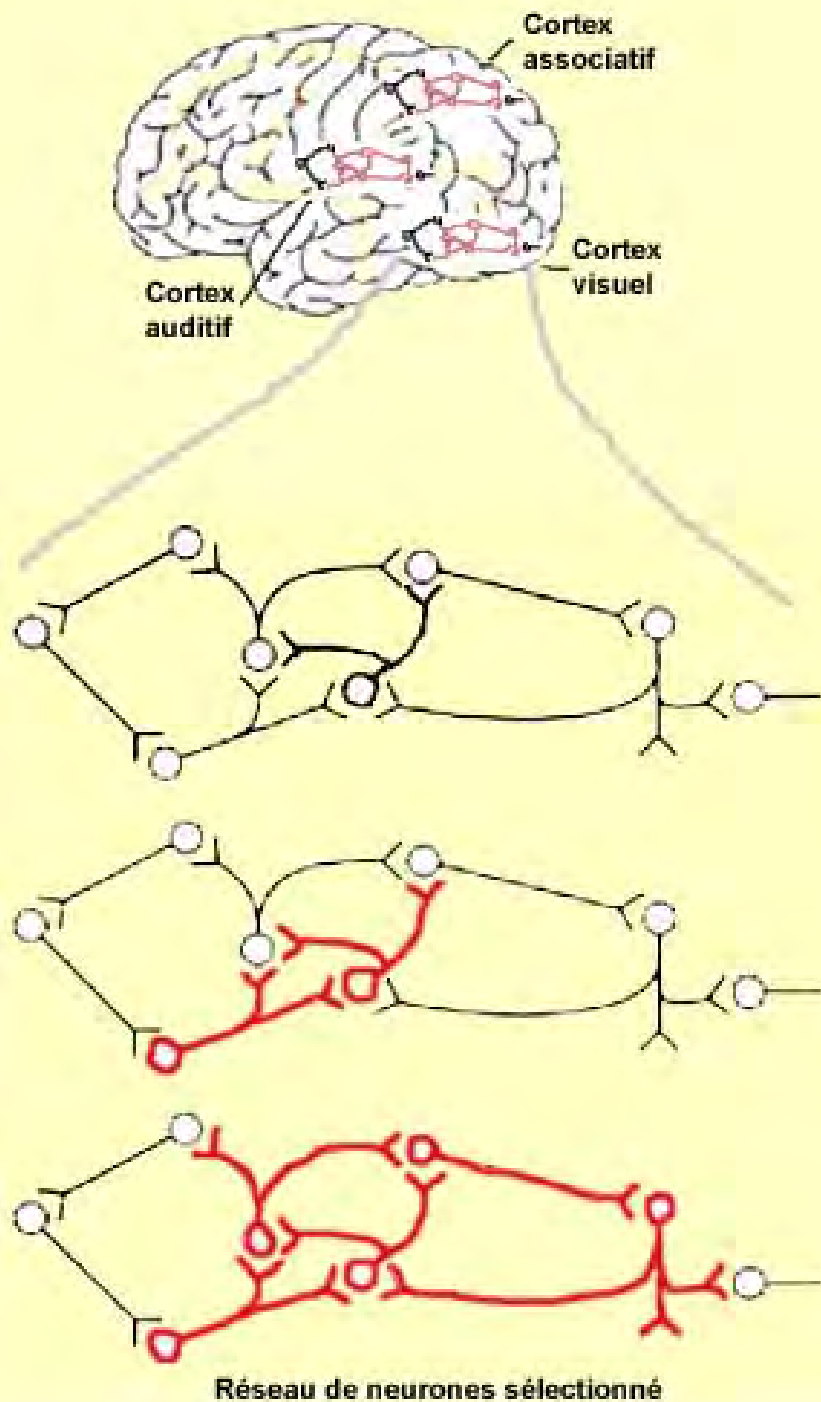


Assemblées de neurones



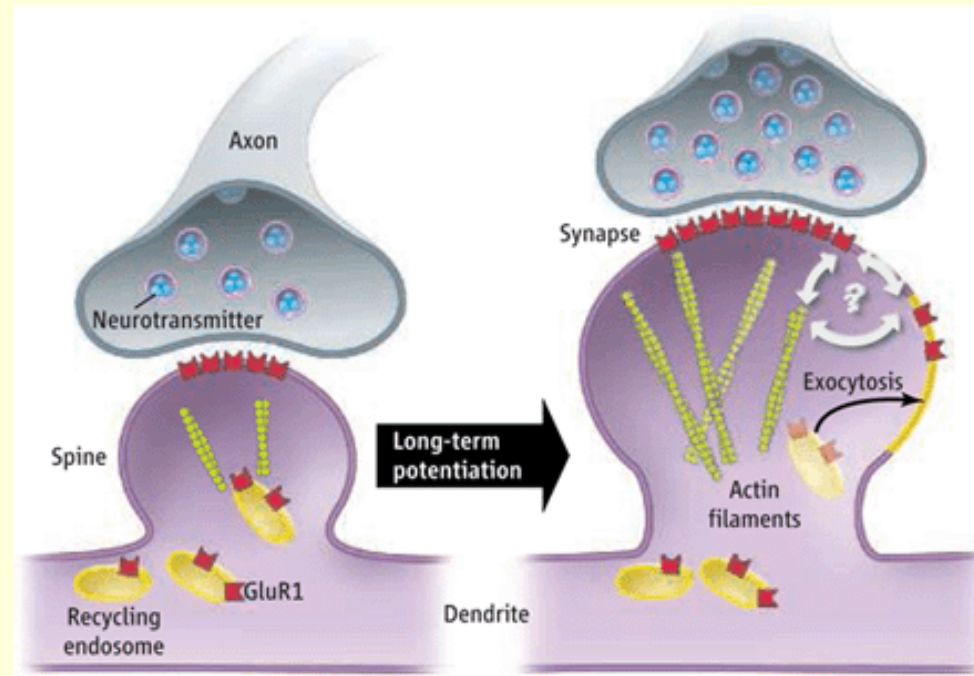


On renforce des connexions pour former des groupes de neurones qui vont devenir **habitués** à travailler ensemble.

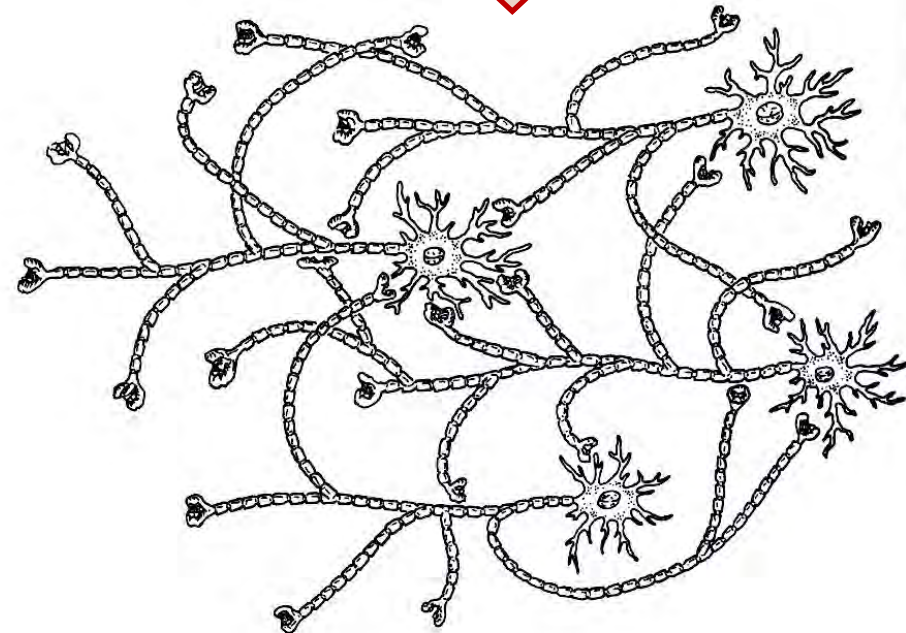
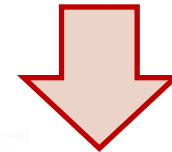
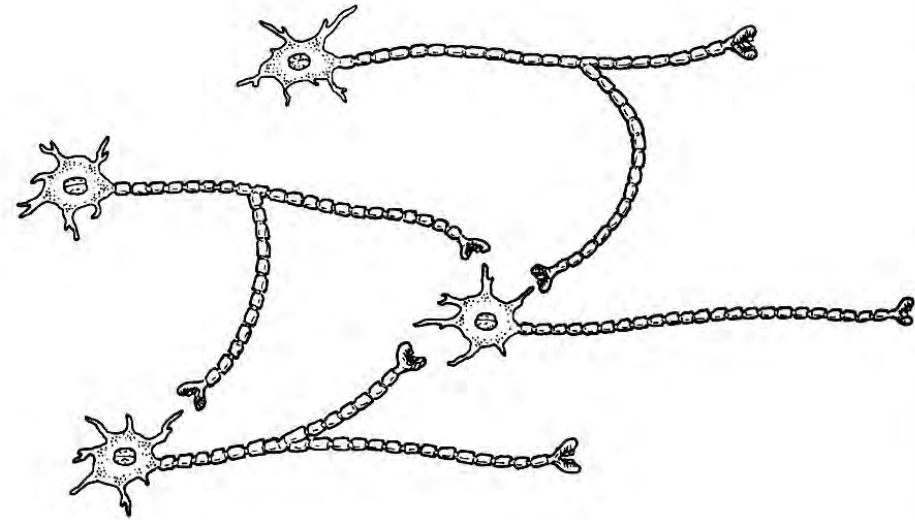


Comment ?

Grâce aux synapses qui se renforcent !

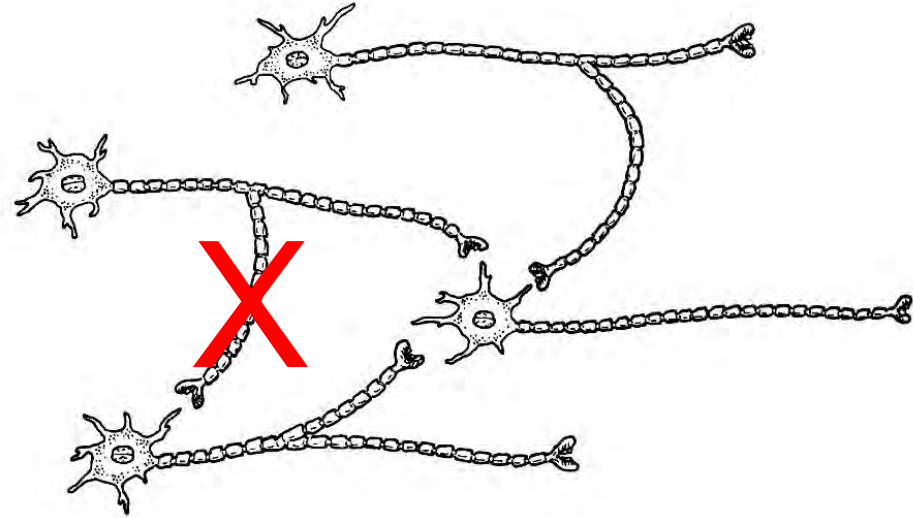


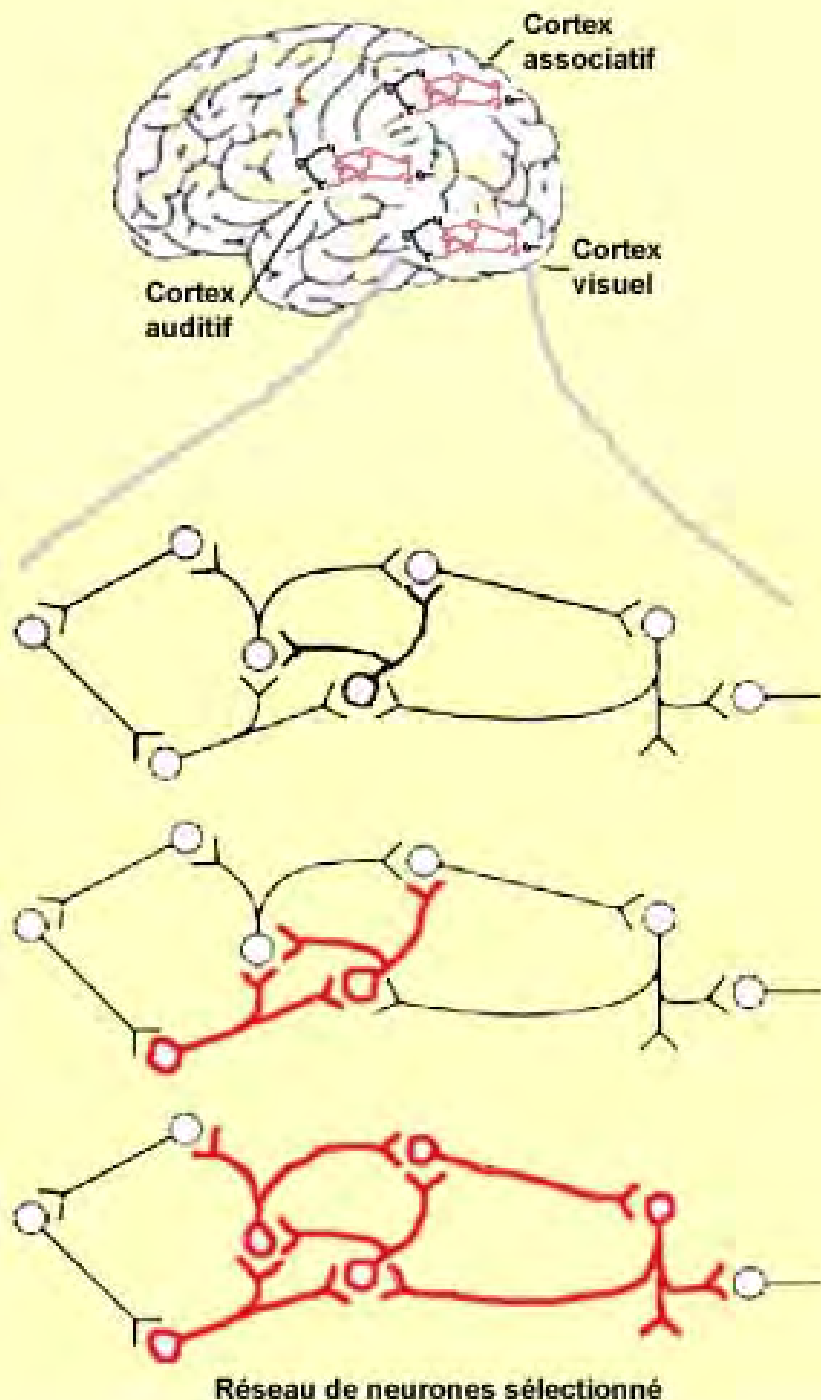
Ou encore : on crée de nouvelles connexions.



Ou encore : on crée de nouvelles connexions.

Ou on en élimine certaines.





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

elle peut se modifier elle-même;

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

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

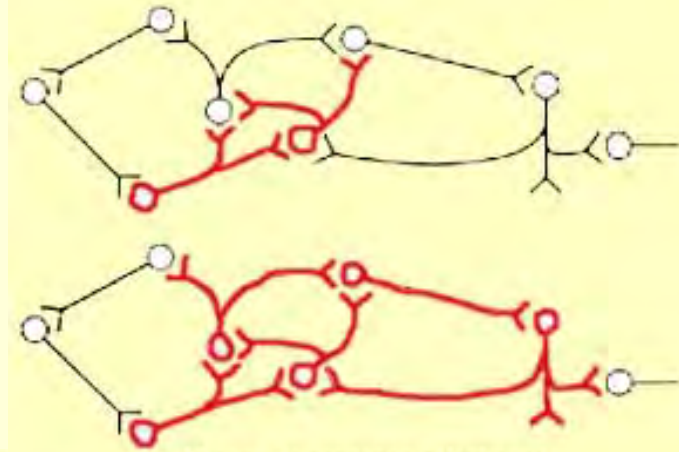


Neuromythe à oublier



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

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



Réseau de neurones sélectionné





Meilleure métaphore





neurons univers mécanique quanti
Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur...
Les trois infinis :
le petit, le grand et le complexe

l'UPop Montréal vous propose une activité spéciale sur le Mont-Royal

La complexité à pied : quand le Mont-Royal devient notre cerveau !

Départ : samedi 16 mai, 14h., statue des tam-tams

Tous les détails au www.upopmontreal.com



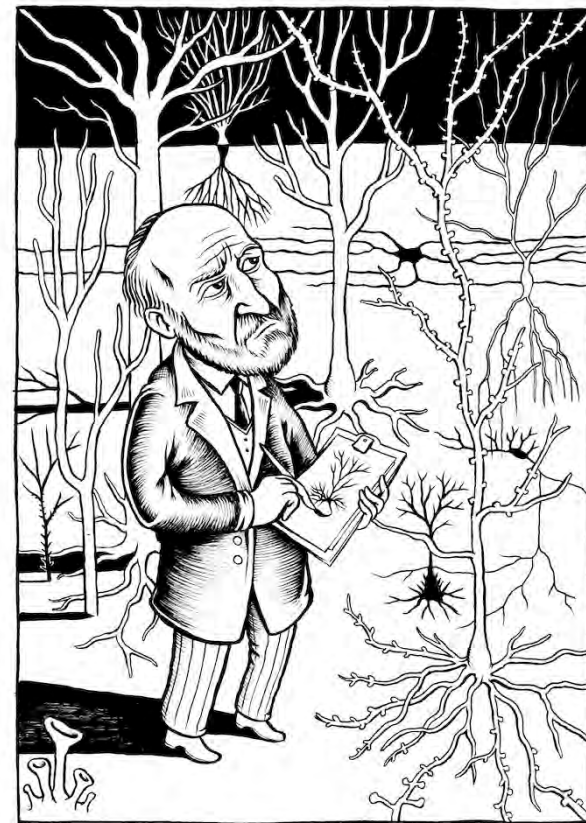
neurones univers mécanique quanti
Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur...
**Les trois infinis :
le petit, le grand et le complexe**

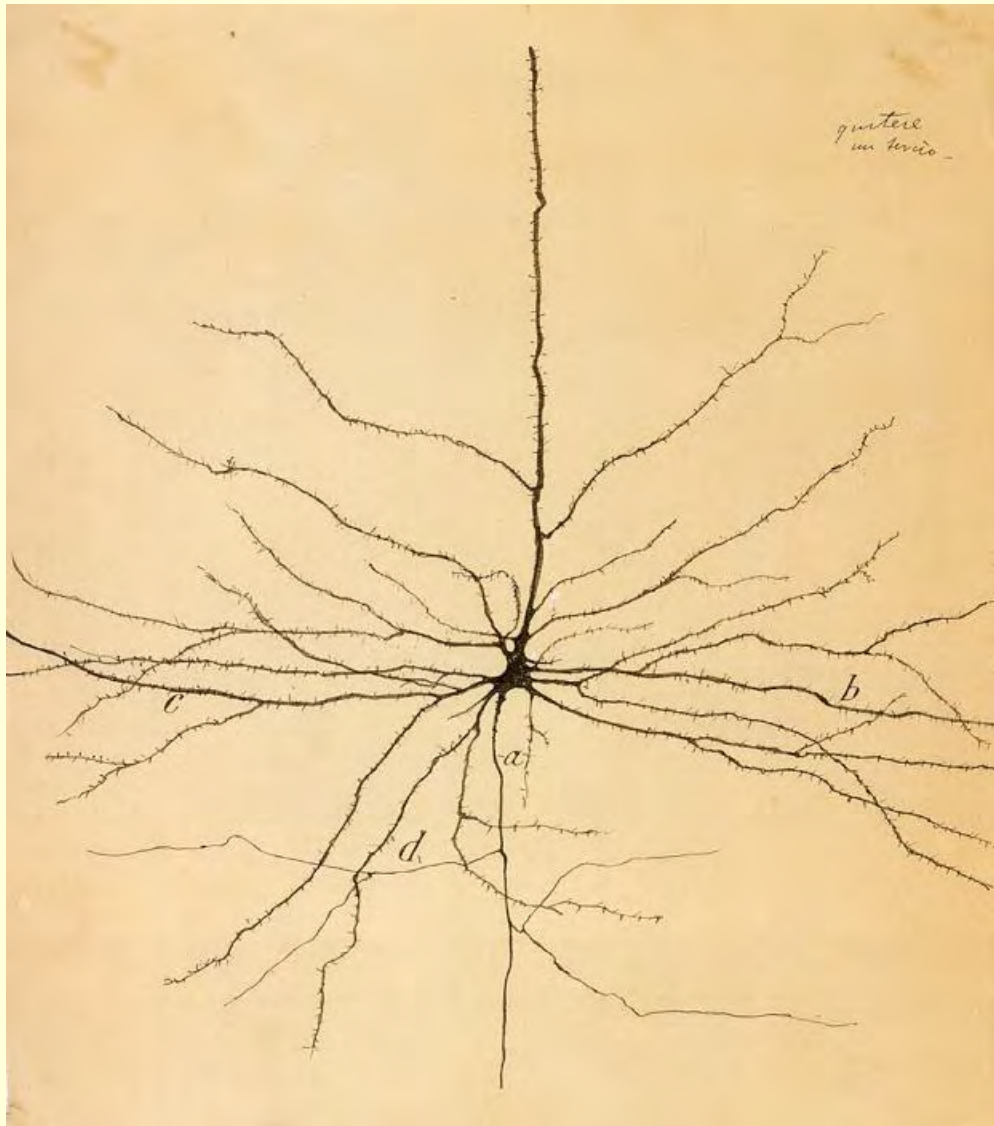
l'UPop Montréal vous propose une activité spéciale sur le Mont-Royal

La complexité à pied : quand le Mont-Royal devient notre cerveau !

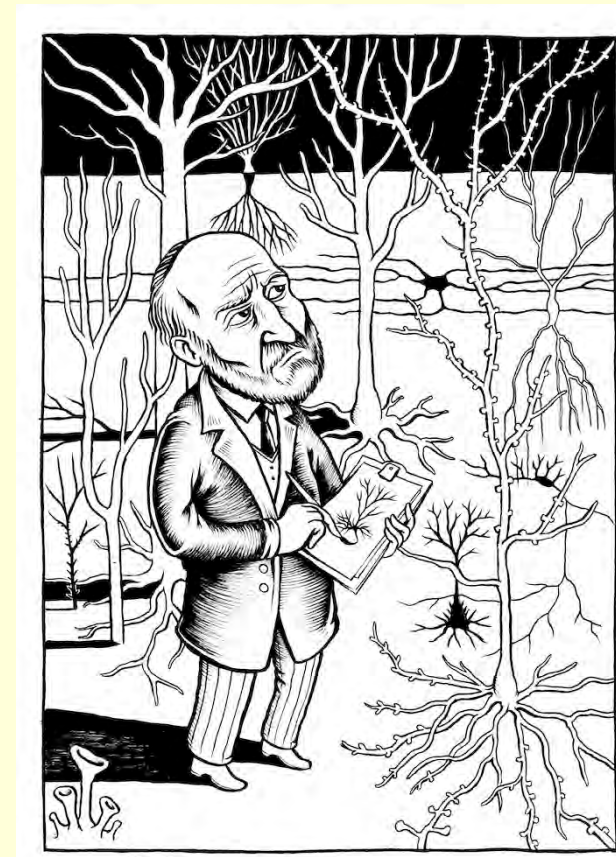
Départ : samedi 16 mai, 14h., statue des tam-tams

Tous les détails au www.upopmontreal.com

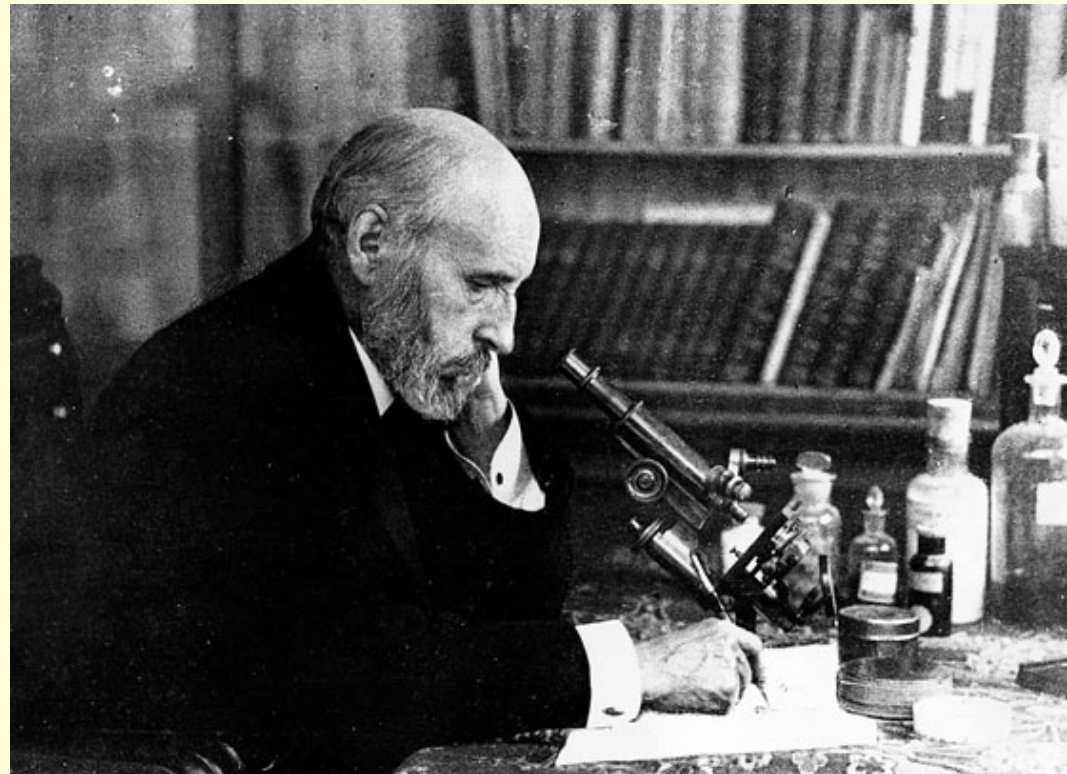




Neurone pyramidal du cortex moteur



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



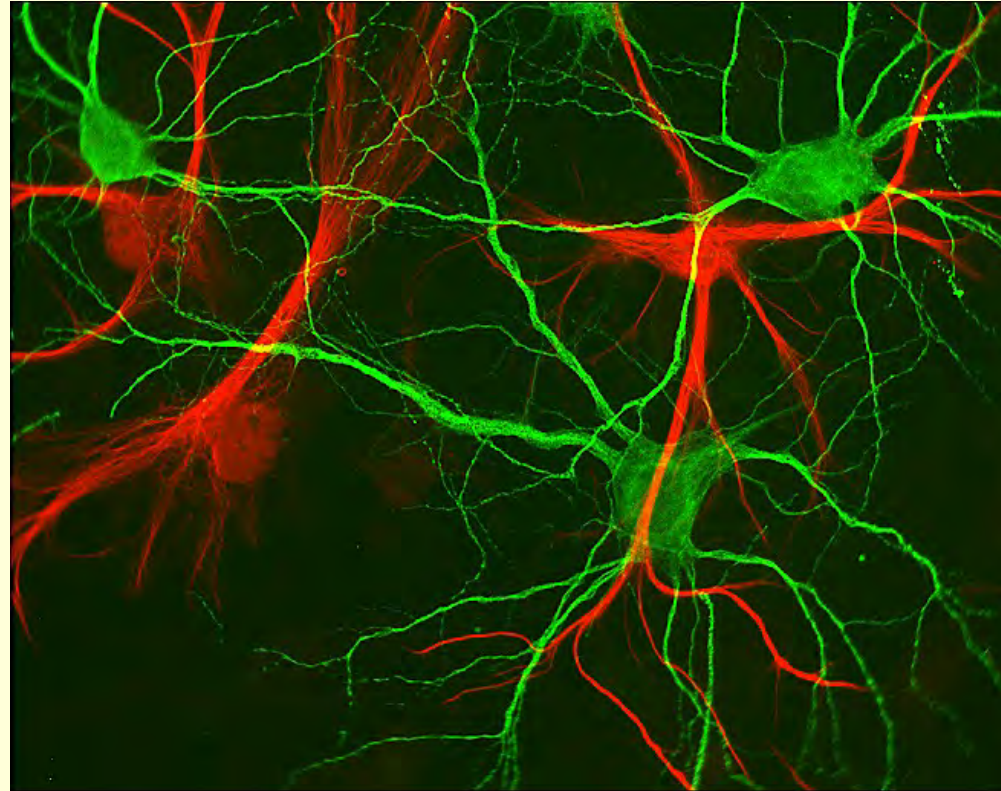
Ramon y Cajal

~~Le neurone est l'unité
structurale et fonctionnelle
de base du système nerveux;~~

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

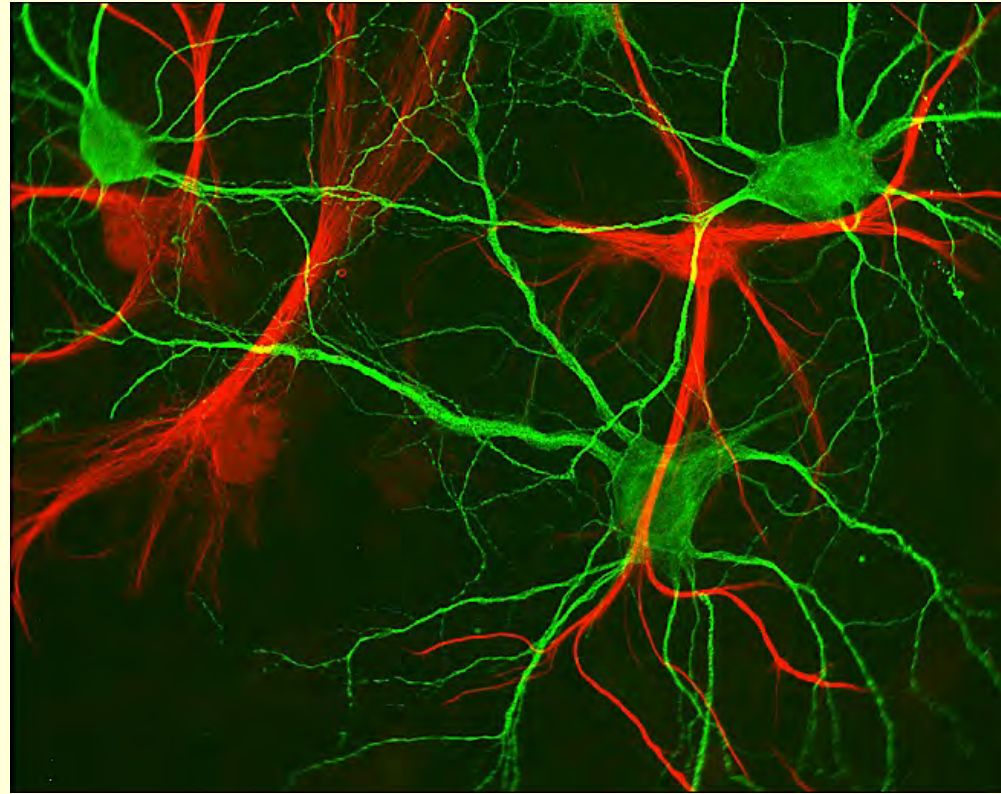
les cellules gliales !

(en rouge ici,
et les neurones en vert)



85 000 000 000
cellules gliales

+



THE
OTHER BRAIN



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

R. DOUGLAS FIELDS, Ph.D.

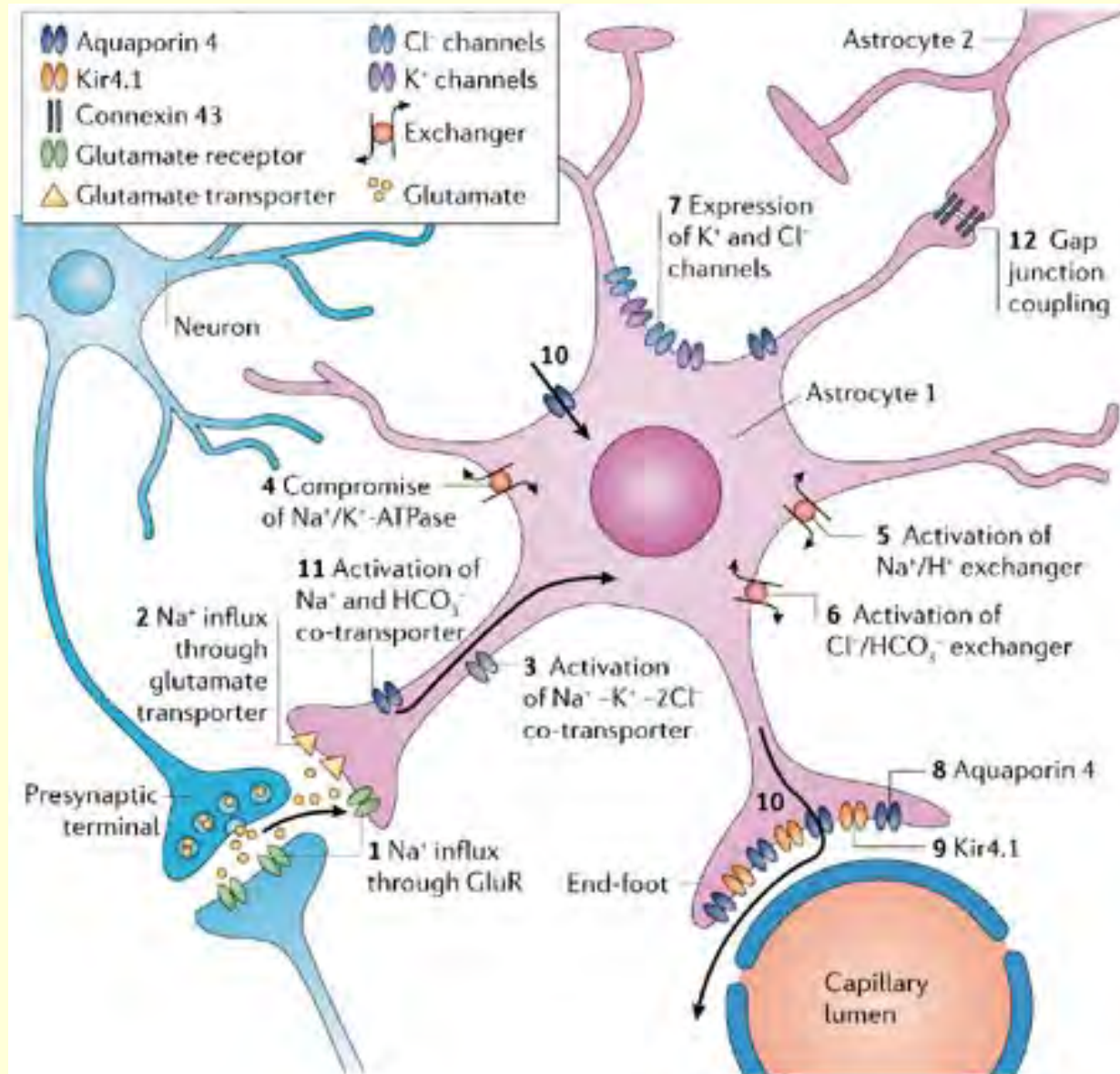
85 000 000 000
neurones !



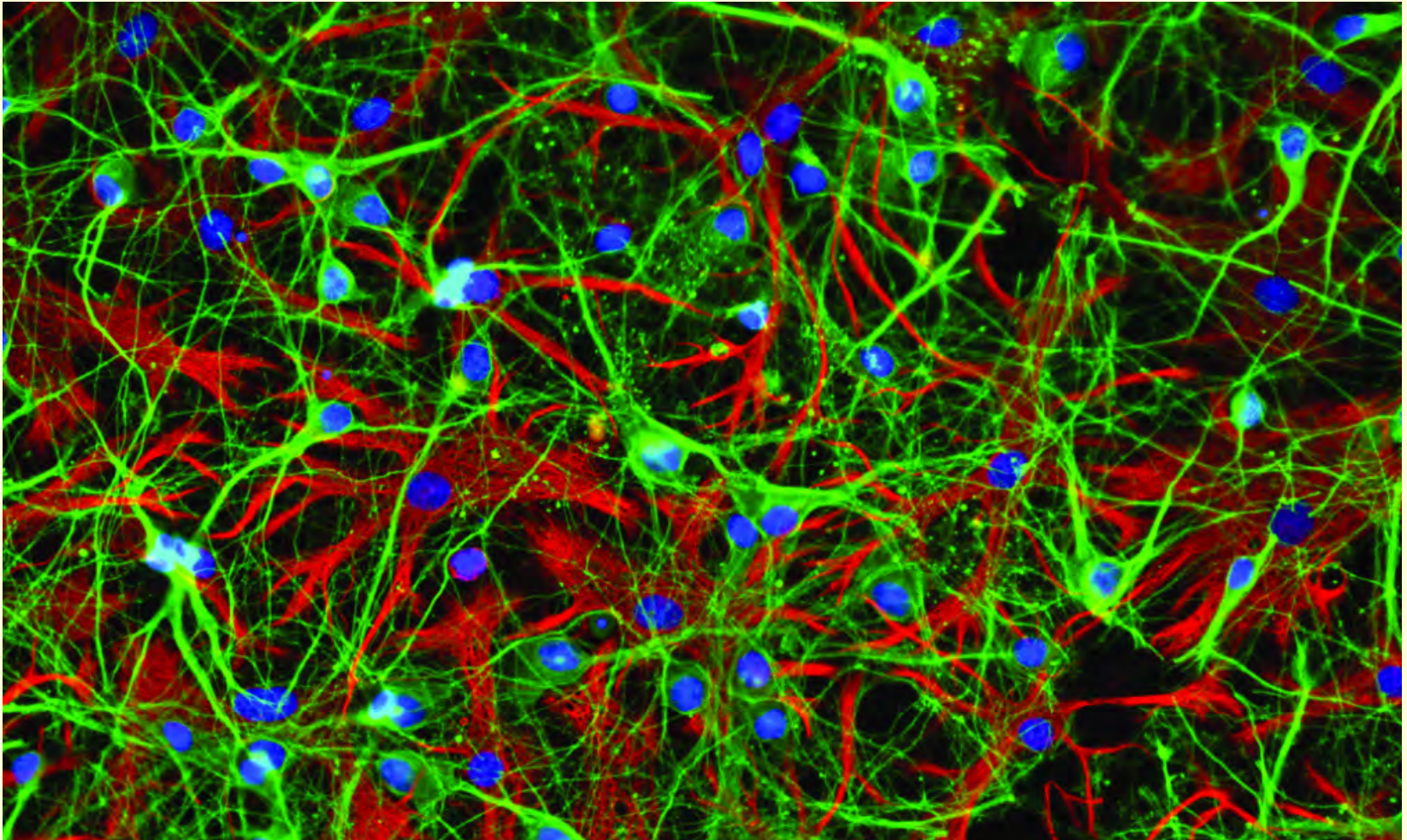
Glutamate Released from Glial Cells Synchronizes Neuronal Activity in the Hippocampus

María Cecilia Angulo, Andrei S. Kozlov, Serge Charpak, and Etienne Audinat.

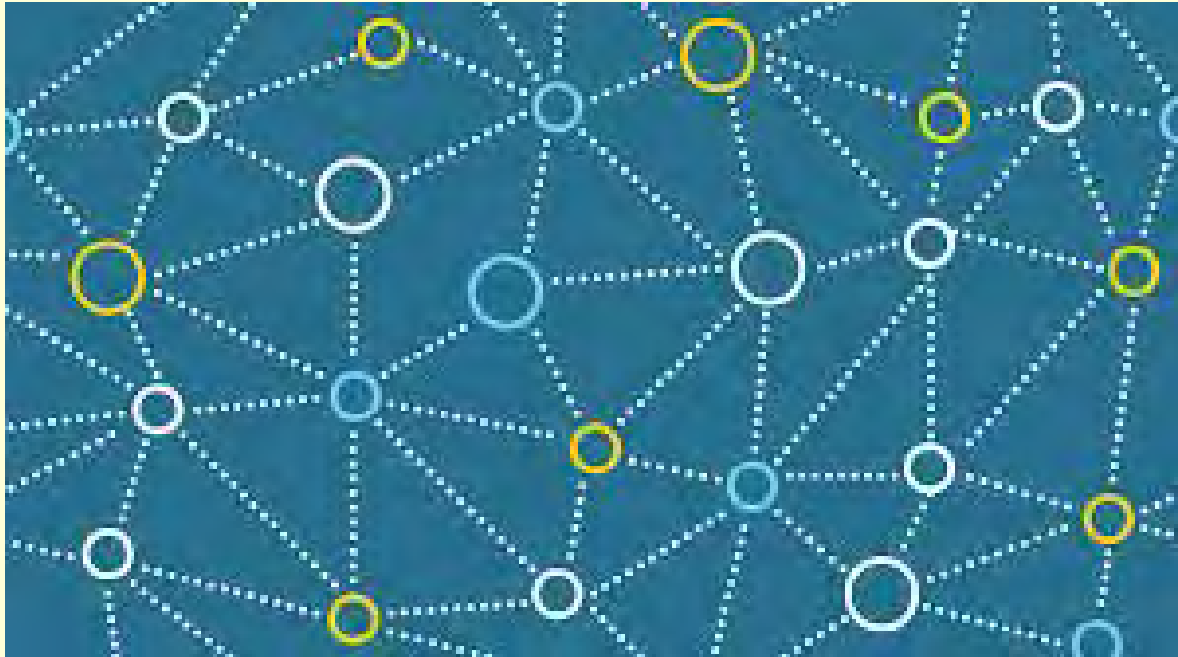
The Journal of Neuroscience,
4 August 2004.



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 β III-tubulin (green) and astrocyte-specific GFAP (red).



Introduction :
croissance de la complexité

Cellules

Multicellulaires

Neurones

Circuits de neurones

Activité dynamique :
oscillations et
synchronisations

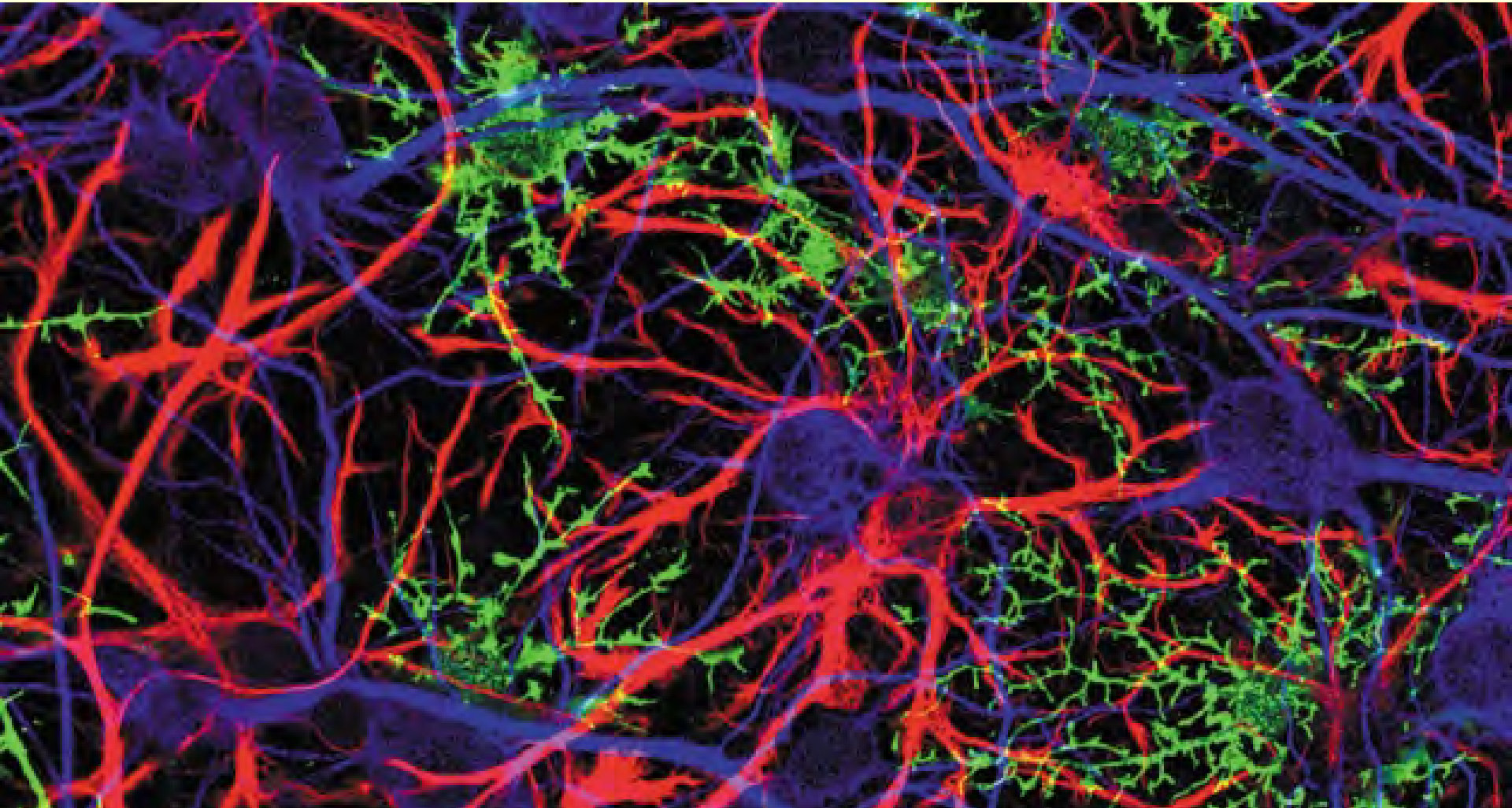
Réseaux cérébraux

Modèles

Conclusion :
langage et
sociétés humaines

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

Toutes ces images sont de fines tranches de tissu, donc une représentation pratiquement en **deux dimensions** seulement.





Or notre cerveau est un
objet en **trois dimensions** !

D'où les tentatives actuelles de reconstruire les branchements complexes des neurones et des cellules gliales en **trois dimensions** !

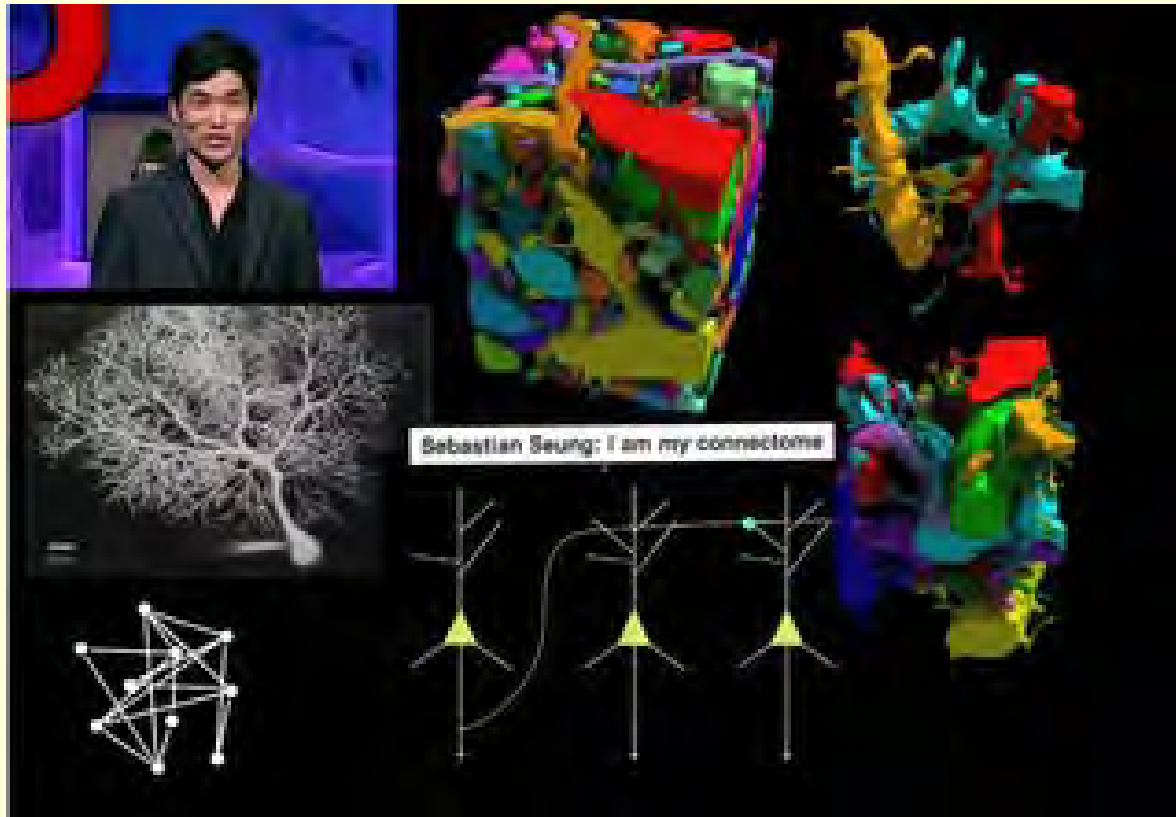
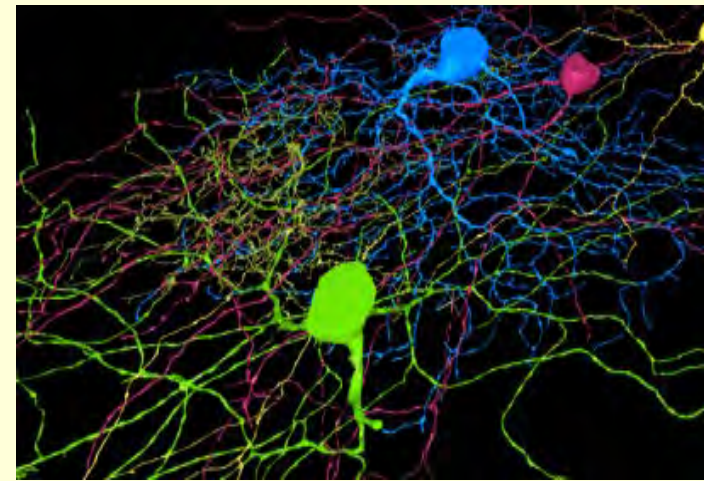
Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

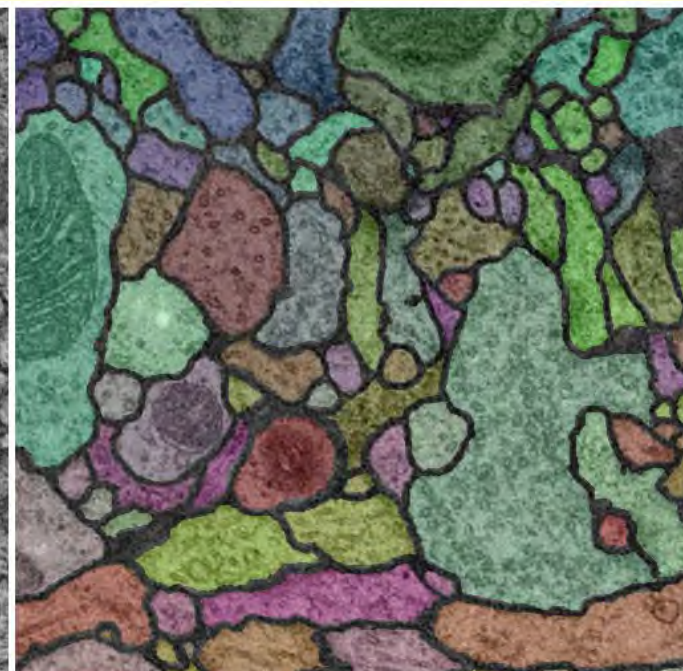
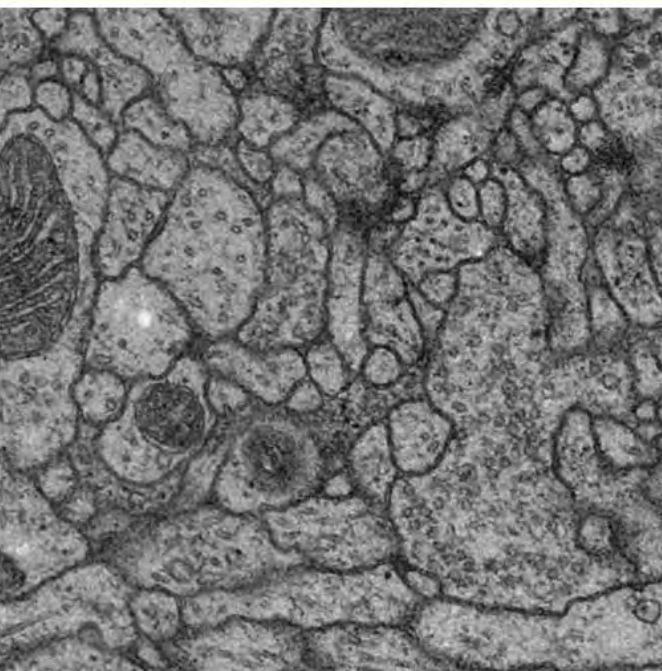
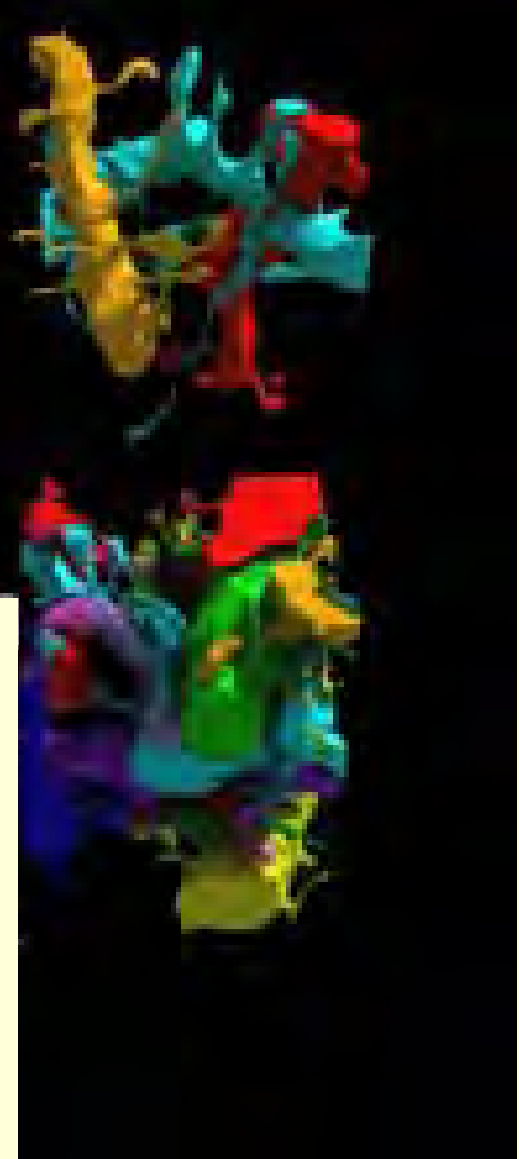
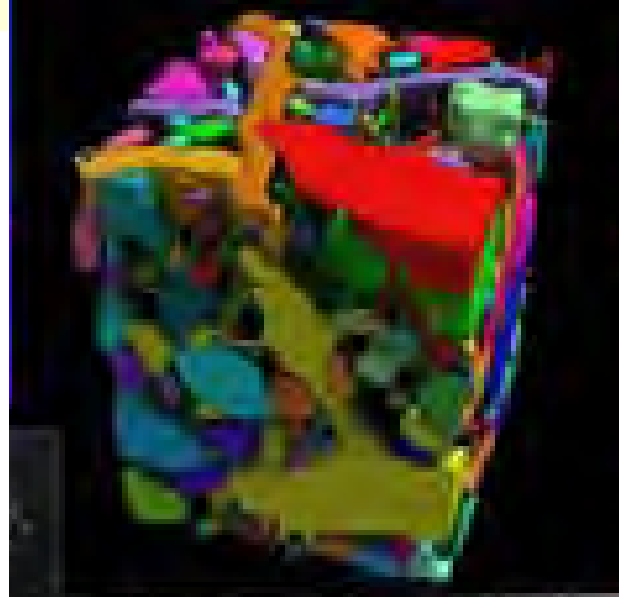
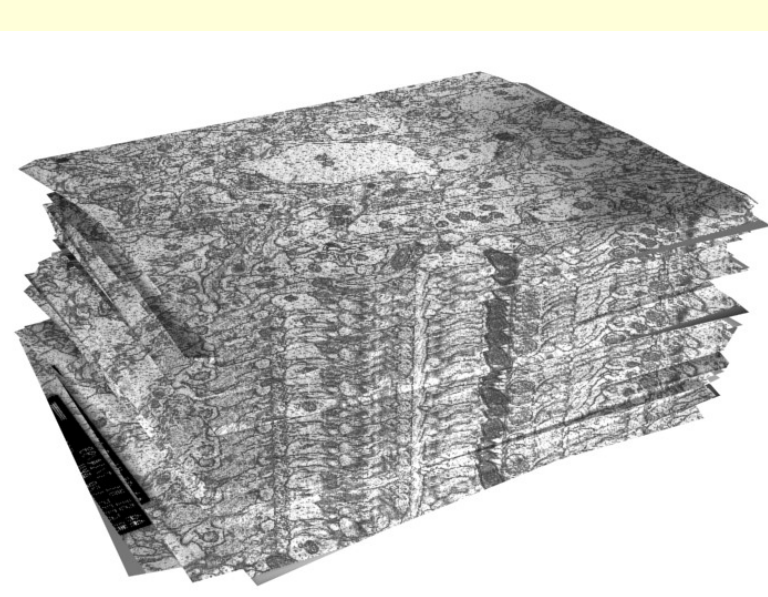
Aidez à cartographier nos connexions neuronales

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

Par exemple, le projet
« **EyeWire** », mené par
Sebastian Seung,

se concentre uniquement
sur un sous-groupe de
**cellules ganglionnaires
de la rétine** et fait appel
au public.





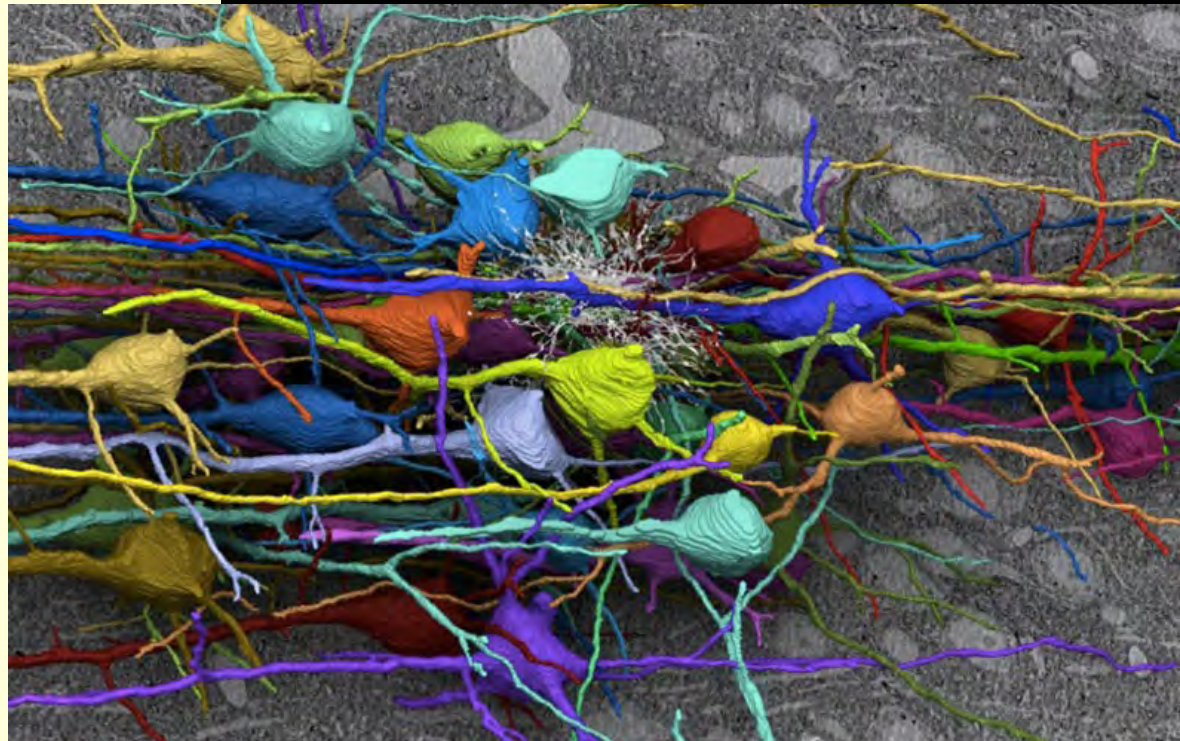
Jeff Lichtman

*Professor of Molecular and Cellular
Biology*

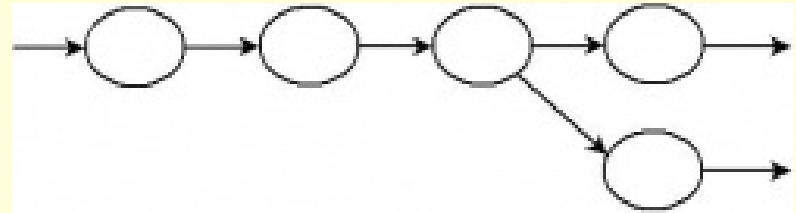
Harvard University

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

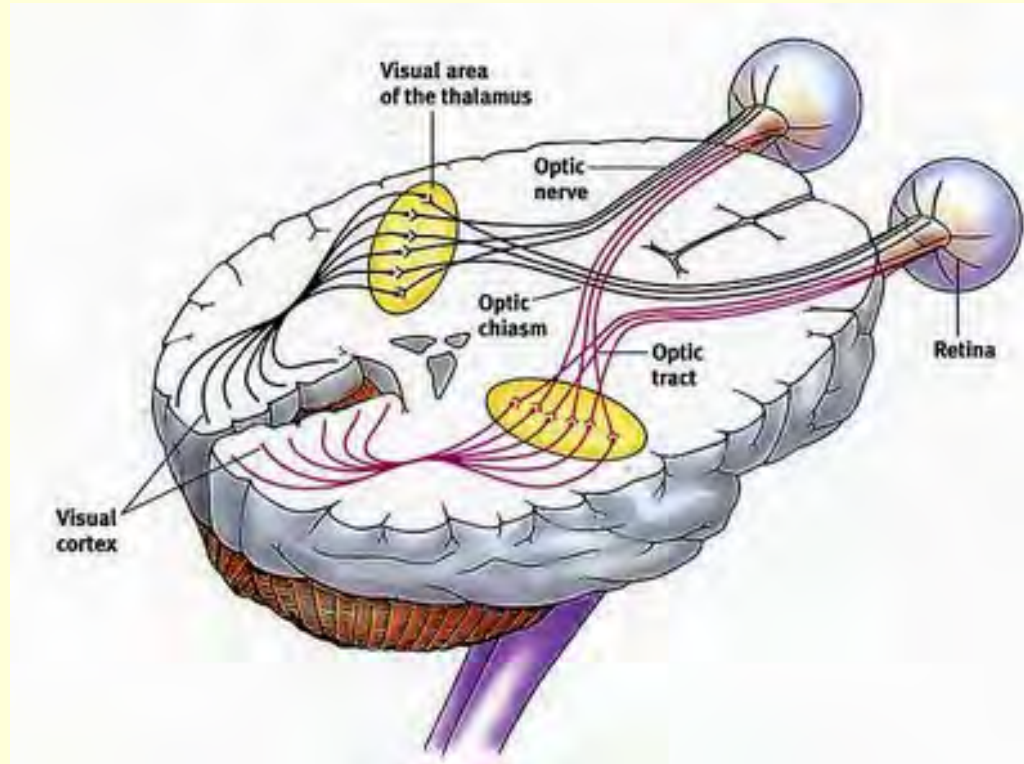
“These studies take advantage of transgenic animals in which we express different colored fluorescent proteins in each cell (**Brainbow**). In addition we have developed automated tools to map neural connections (connectomics) at nanometer resolution using a new method of **serial electron microscopy**. This latter approach gives of a means of revealing **neural circuit motifs** throughout the nervous system.”



Quels « motifs » pour les circuits de neurones ?



Sauf que, dans le cerveau...



Voici un schéma classique des voies visuelles dans le cerveau humain.

Il suggère que ce qui est capté par nos yeux est transmis au cortex visuel en faisant au passage des connexion aux neurones du corps genouillé latéral qui est vu ici comme un relais vers le cortex.

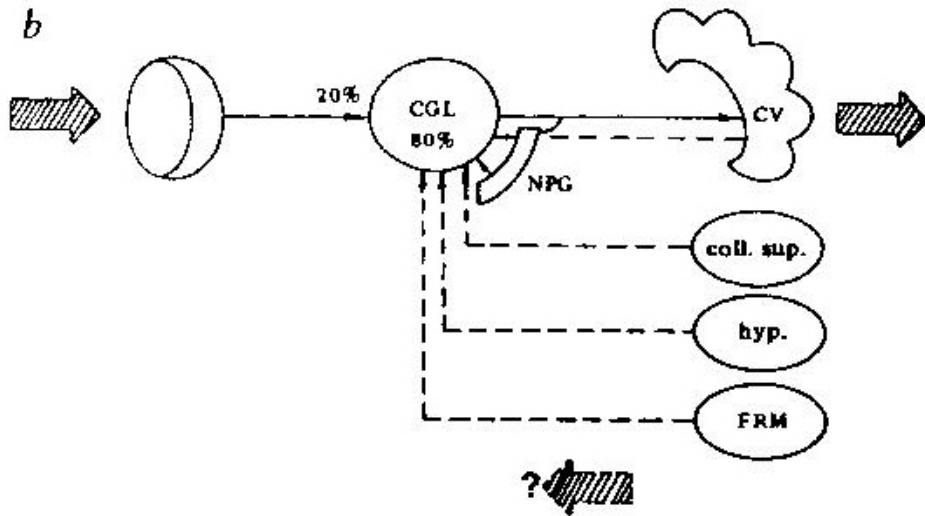


Figure 7 : Le diagramme des connexions du système visuel des mammifères. NPG : noyau peri-géniculé; coll.sup. : colliculus supérieur; hyp. : hypothalamus; FRM : formation réticulaire médiane; C.V. : cortex visuel; CGL : corps genouillé latéral.

74

Mais Francisco Varela a rappelé que **80%** de ce que capte toute cellule du CGL **ne vient pas de la rétine** mais de l'interconnectivité dense **d'autres régions** du cerveau.

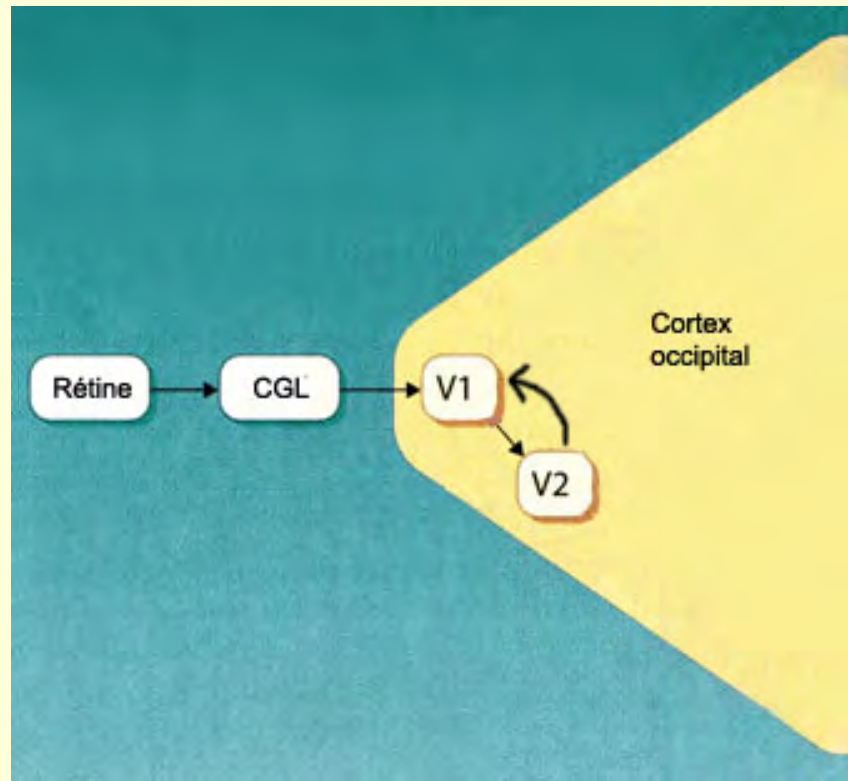
On peut aussi constater qu'il existe **plus de fibres reliant le cortex au CGL** qu'il n'y en a dans le sens inverse !

Considérer les voies visuelles comme constituant un dispositif de **traitement séquentiel des yeux vers le cortex** **s'avère complètement arbitraire.**

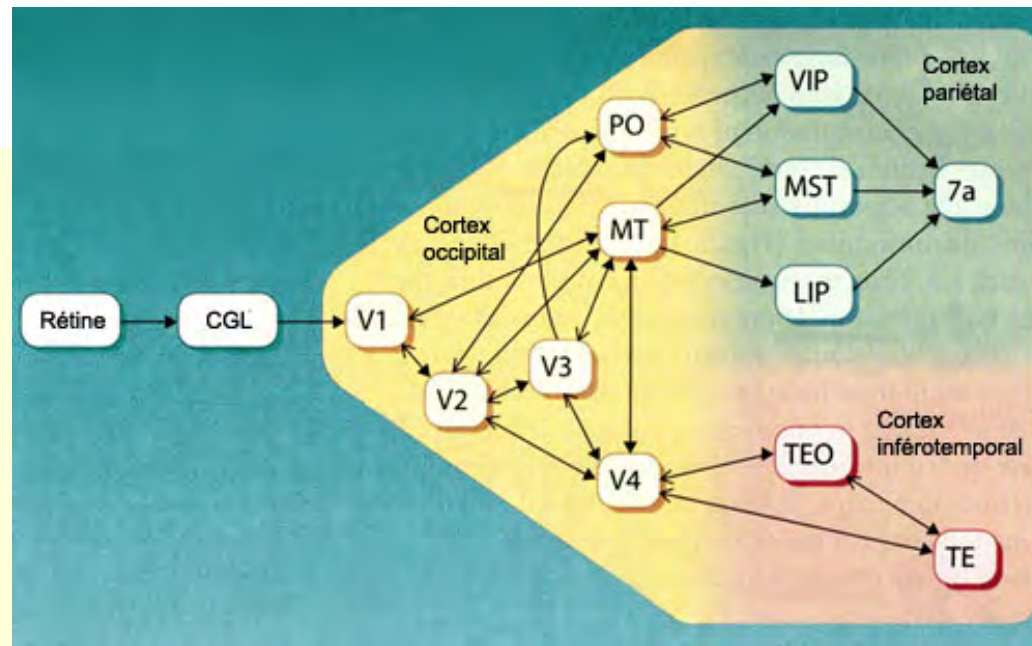
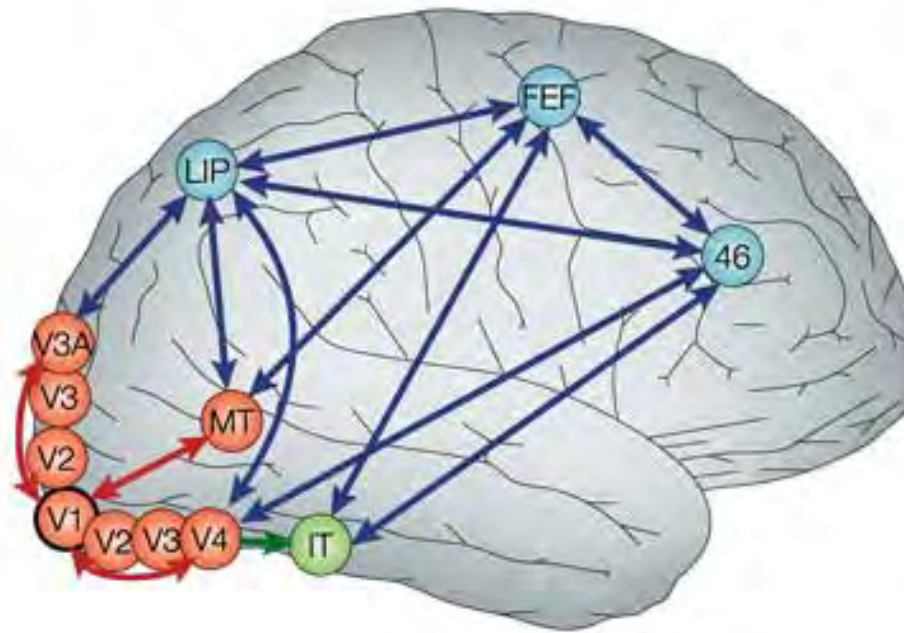
Pour Varela, ce qui se passe plutôt, c'est la **rencontre** de ces deux ensembles d'activité neuronale qui constitue un moment de **l'émergence d'une nouvelle configuration cohérente.** On y reviendra...

Si l'on regarde maintenant entre V1 et V2...

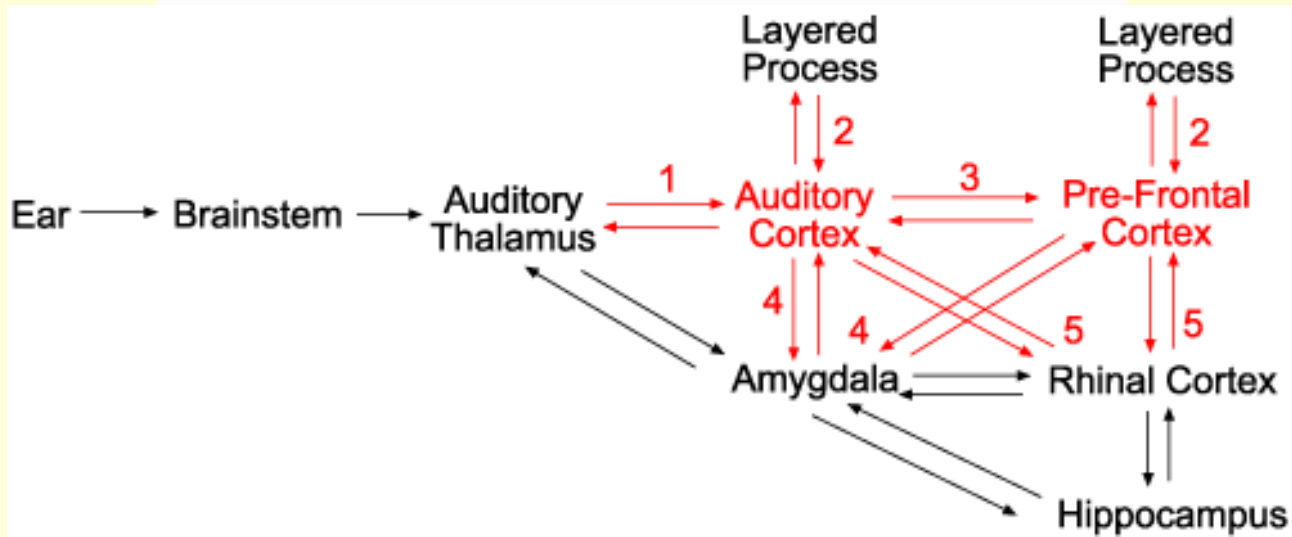
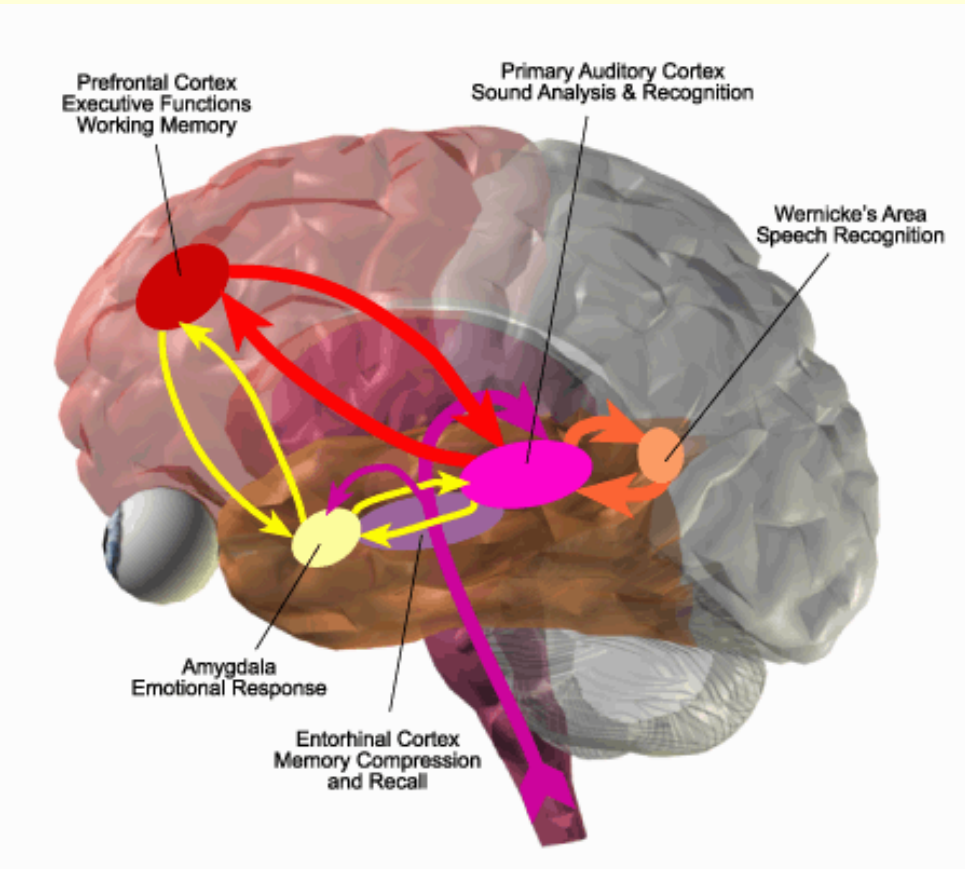
C'est la même chose !

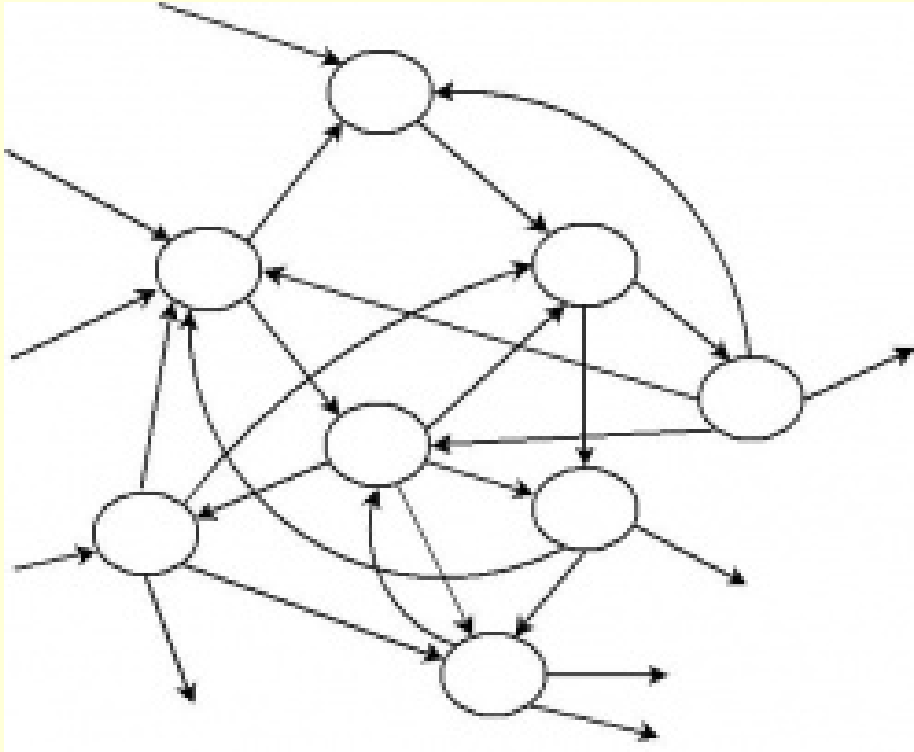


Et si l'on regarde à un niveau supérieur, en incluant tout le cerveau, on observe également un haut degré de réciprocité :



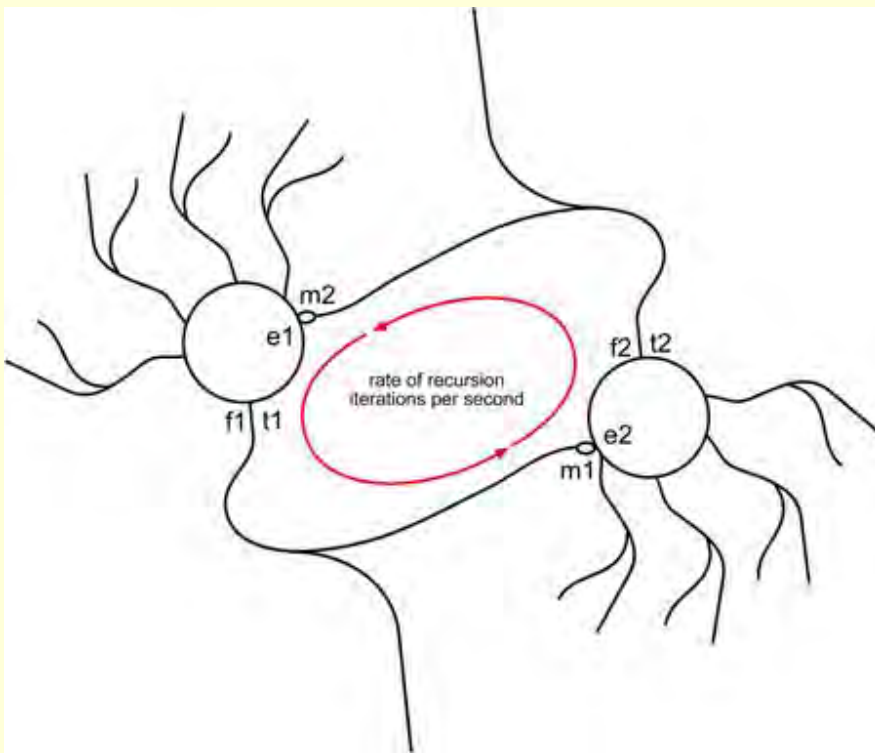
Et c'est la même chose pour les autres systèmes sensoriels, par exemple ici l'audition.



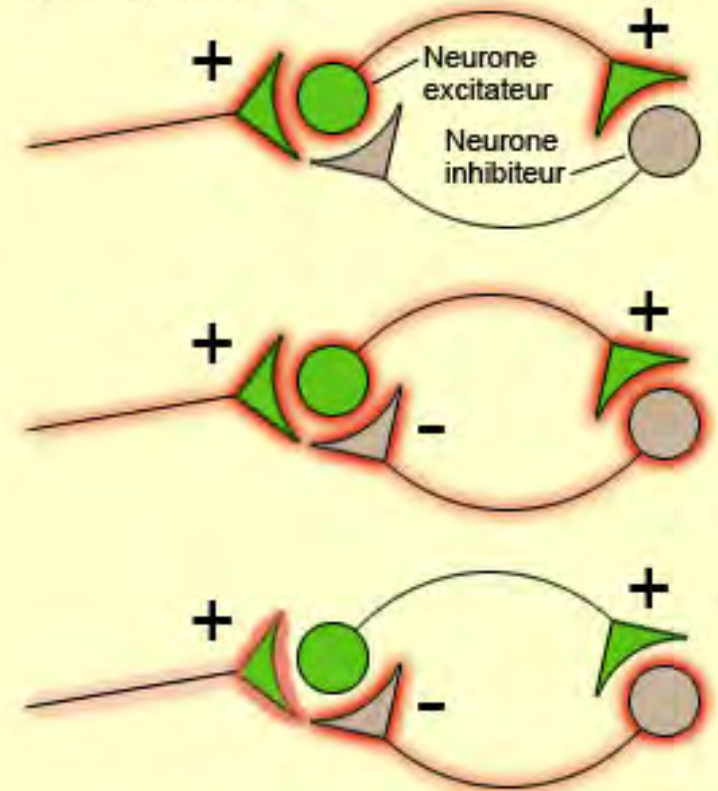


La propriété la plus évidente de ces réseaux de neurones est leur **non linéarité**.

Elles partent dans toutes les directions et sont souvent **récioproques**.

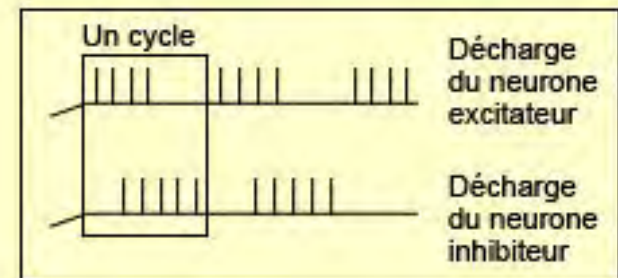


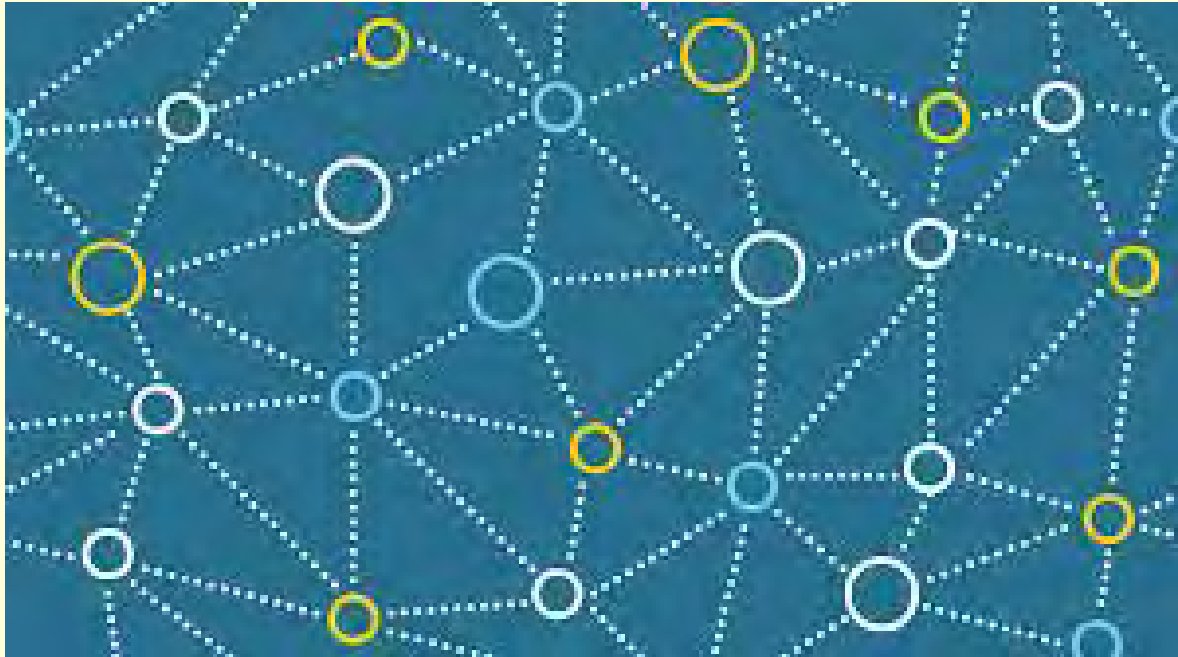
Afférence excitatrice active en permanence



Cette réciprocité peut fréquemment devenir une **boucle de rétroaction**, habituellement négative.

Ces rétroactions négatives dans les réseaux de neurones rendent possibles une auto-régulation d'une part, et d'autre part peuvent **générer des patterns d'activité rythmique**.





Introduction :
croissance de la complexité

Cellules

Multicellulaires

Neurones

Circuits de neurones

Activité dynamique :
oscillations et
synchronisations

Réseaux cérébraux

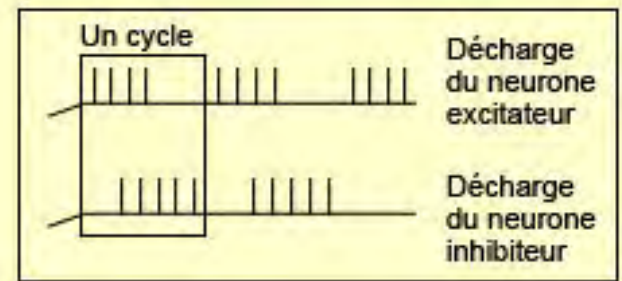
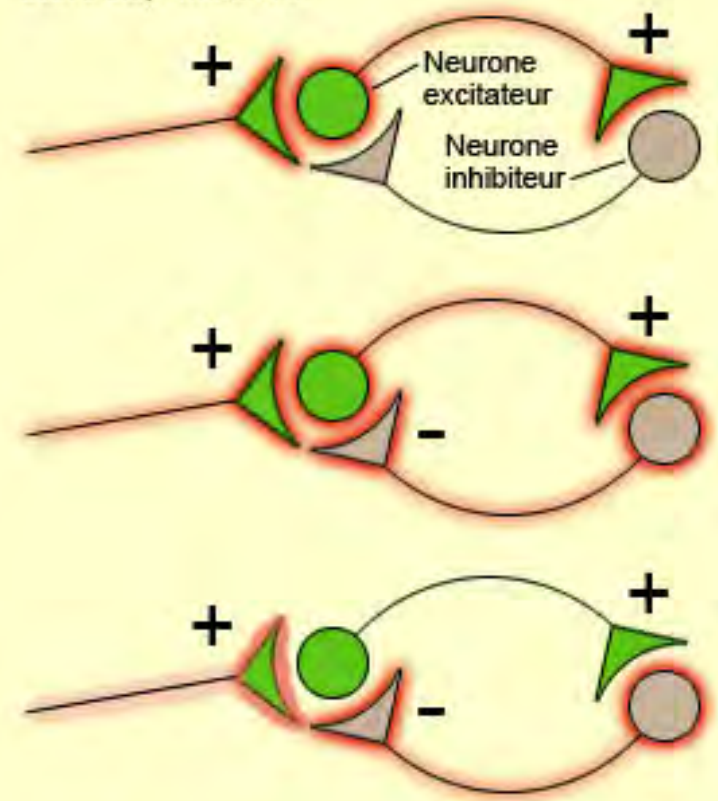
Modèles

Conclusion :
langage et
sociétés humaines

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

Des circuits de neurones en boucle peuvent donc **générer des patterns d'activité rythmique.**

Afférence excitatrice active en permanence

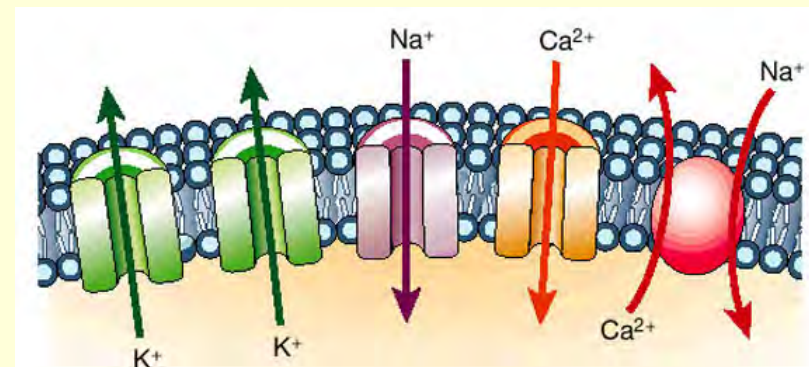
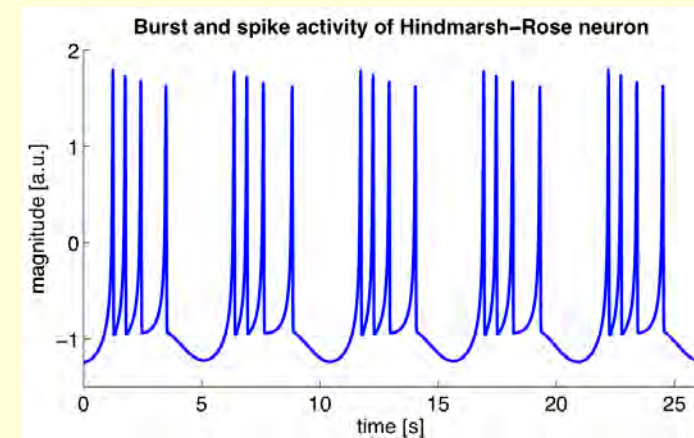


On observe aussi souvent une **rythmicité intrinsèque à un neurone**, comme l'explique György Buzsáki :

« Les phénomènes cycliques comme les oscillations neuronales sont omniprésents dans la nature.

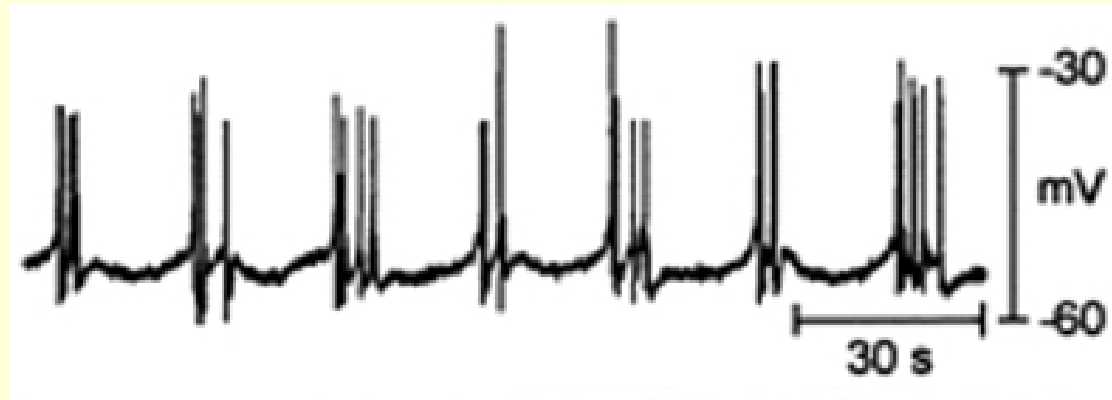
Il suffit que **deux forces s'opposent** pour que le calme plat soit rapidement **remplacé par un rythme**. »

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



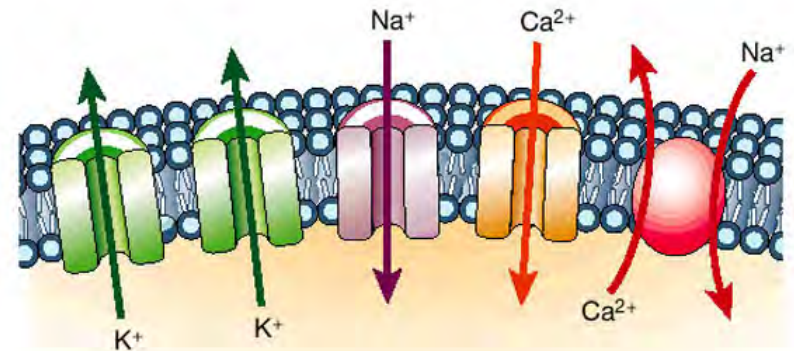
[...] Llinás' findings revealed that the neurons are **oscillators**

- William Bechtel (2013)

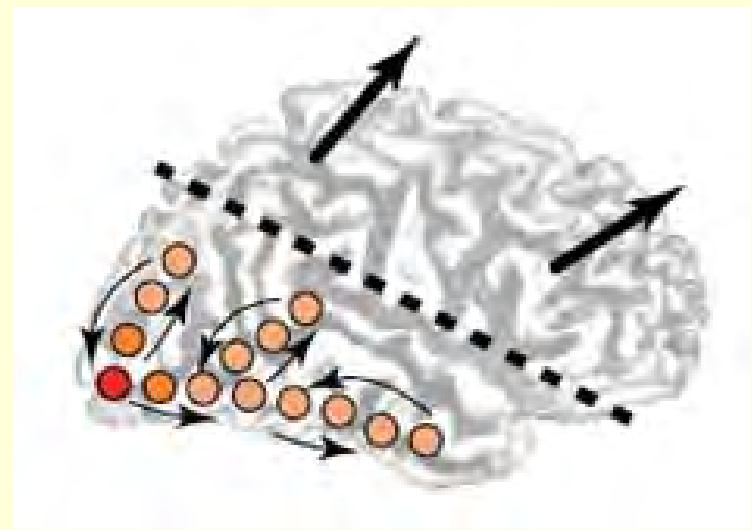


“nature went to a lot of trouble bringing together these channels at the right densities and location just to serve one purpose: **oscillation.**”

- Buzsáki 2006

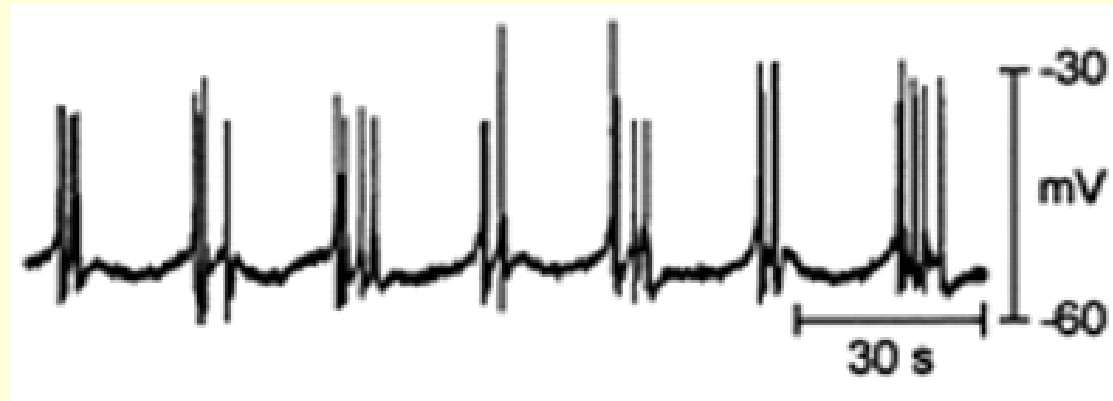


“If there’s input to the nervous system, fine. It will react to it.



Activité « **Bottom up** »

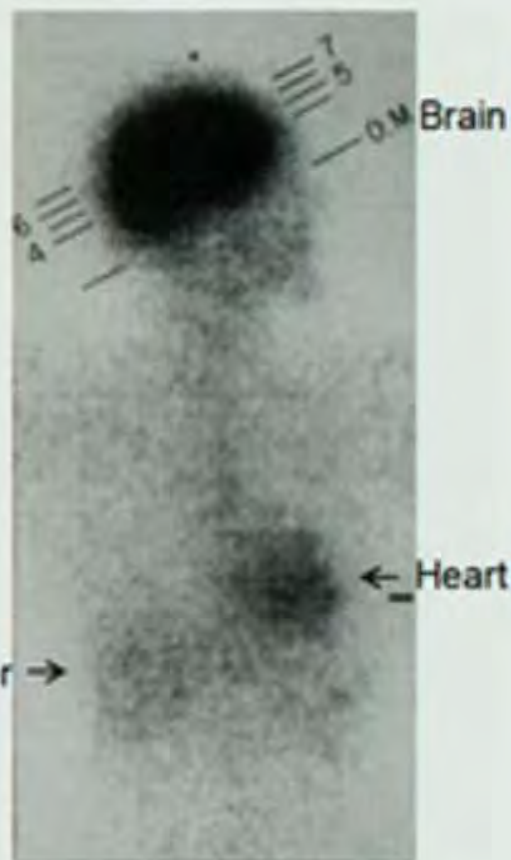
But the **nervous system is primarily a device for generating action spontaneously**. It’s an ongoing affair.



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

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

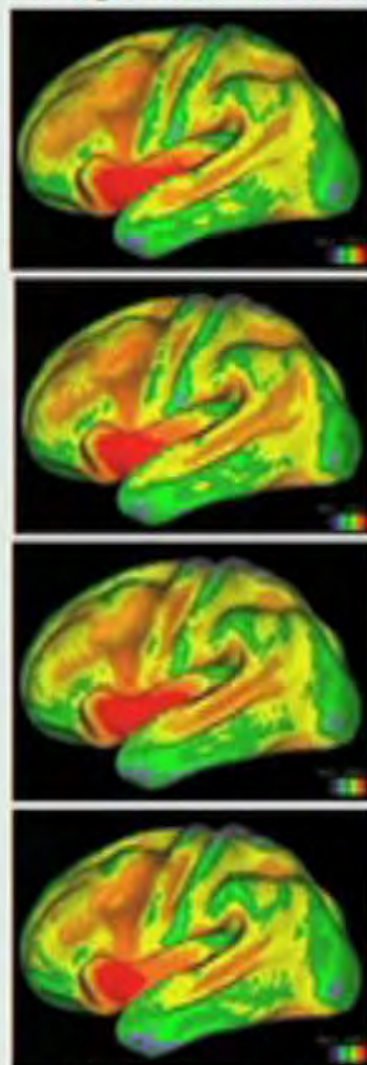
Resting Metabolism



Alavi & Reivich (2002)

Task Performance

Averaged Blood Flow

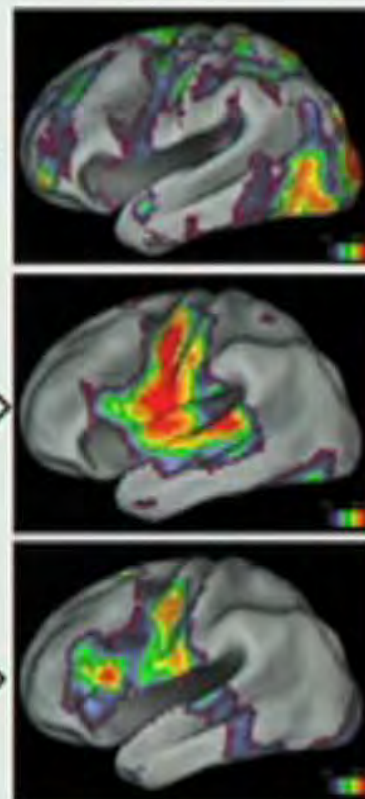


500 1300

Relative PET Counts

Conditions

Averaged Difference Images



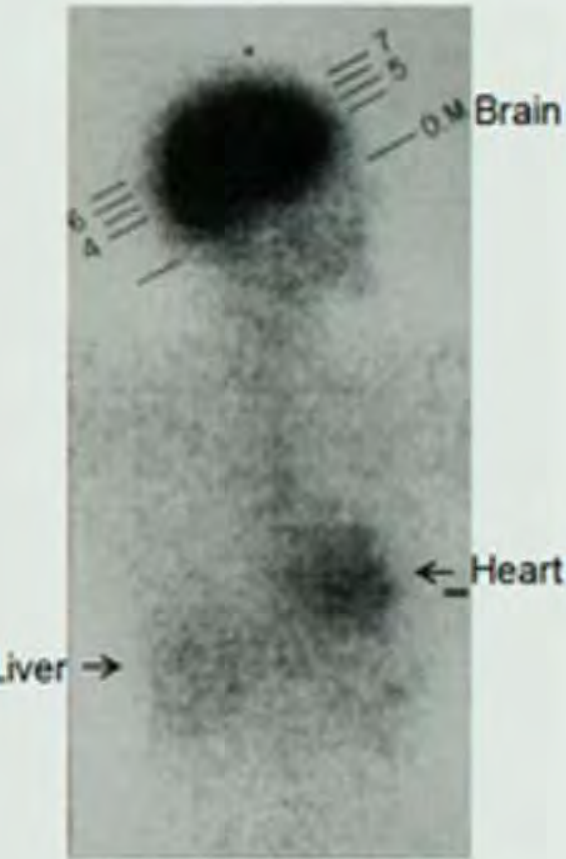
0 5

% Difference

(Adapted from Petersen et al (Nature) 1988)

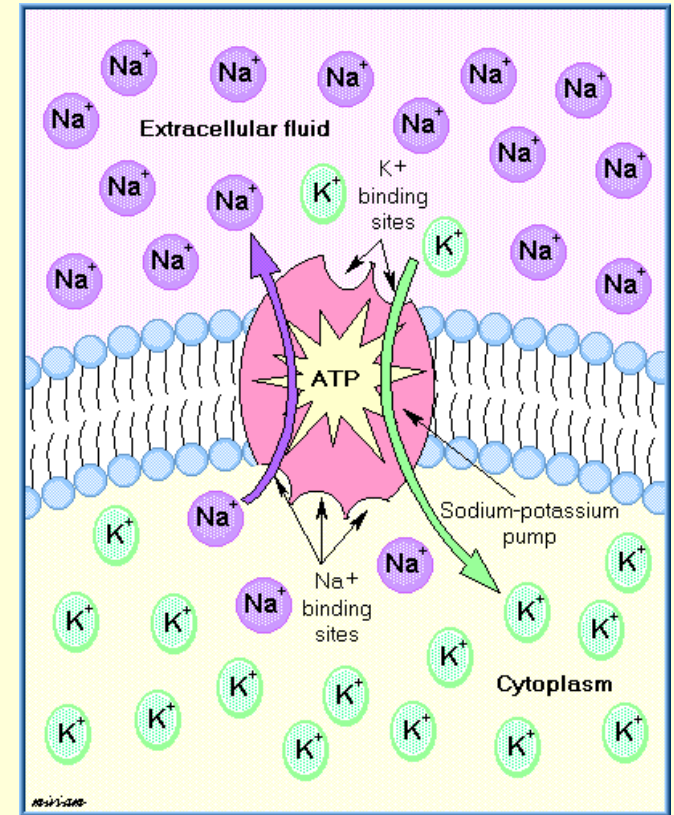


Resting Metabolism

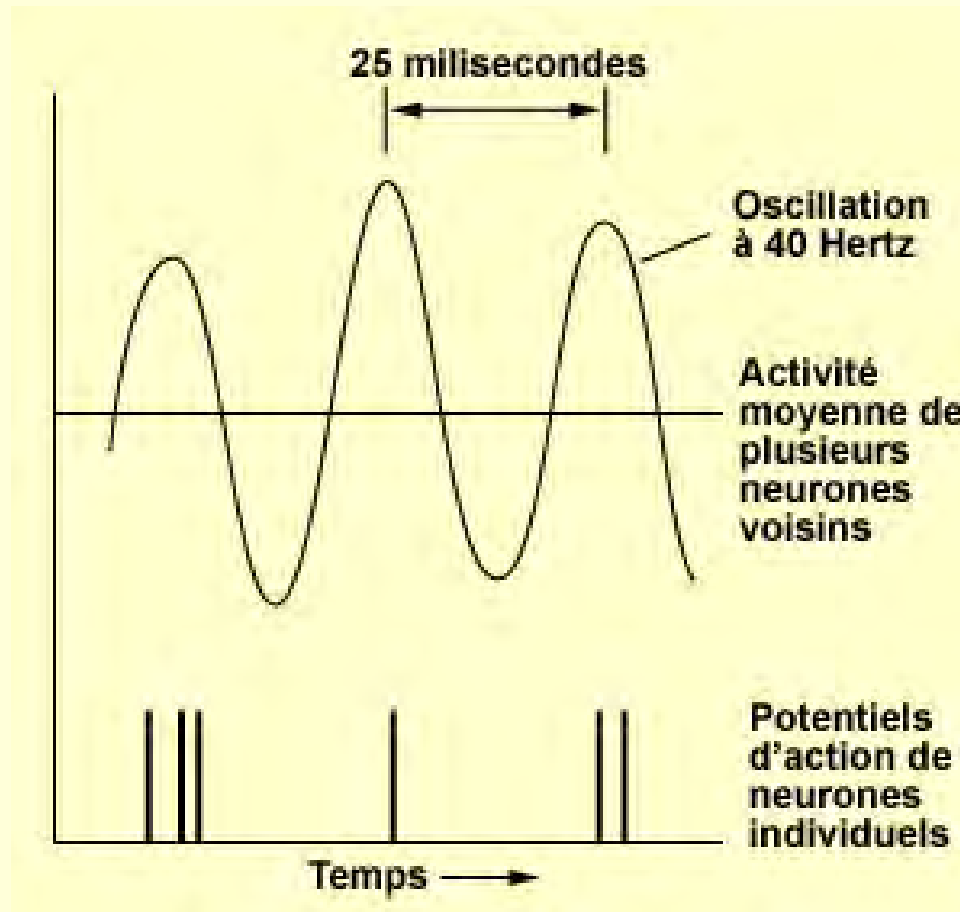


Alavi & Reivich (2002)

Pourquoi ?



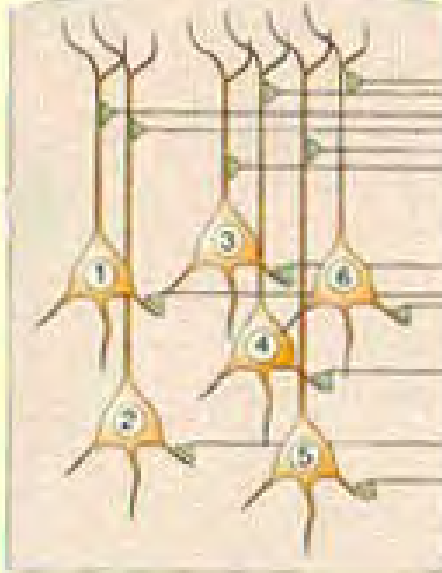
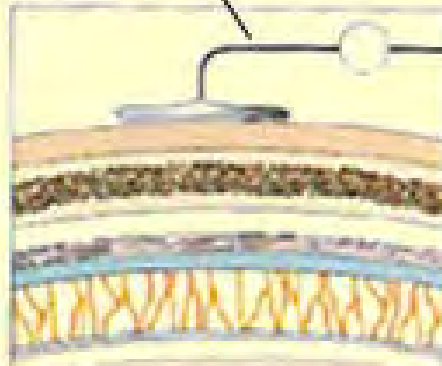
Surtout à cause de son activité endogène qui sollicite constamment les **pompes Na / K** pour rétablir les gradients de concentration des ions.



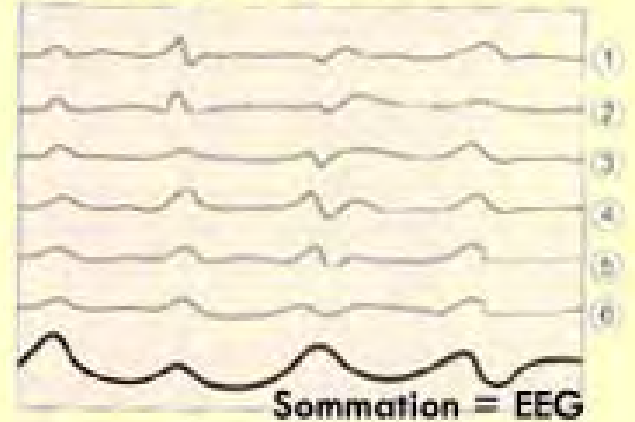
Cette activité cyclique endogène ou créé par les boucles de rétroaction génère donc des **oscillations**...



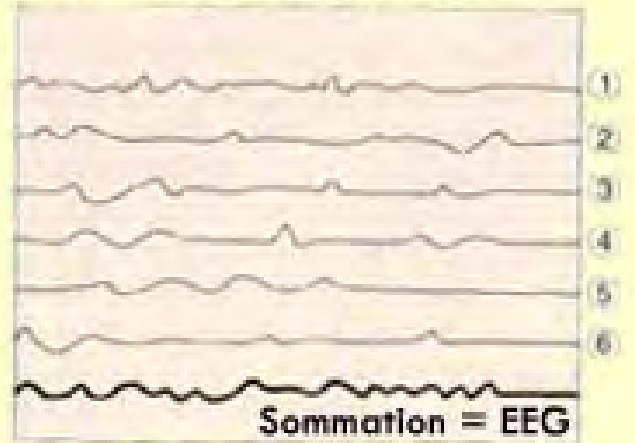
Électrode d'EEG



Décharges synchronisées



Décharges irrégulières

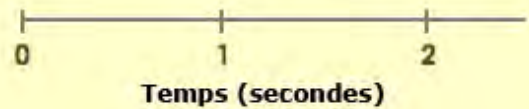


Beta (β)

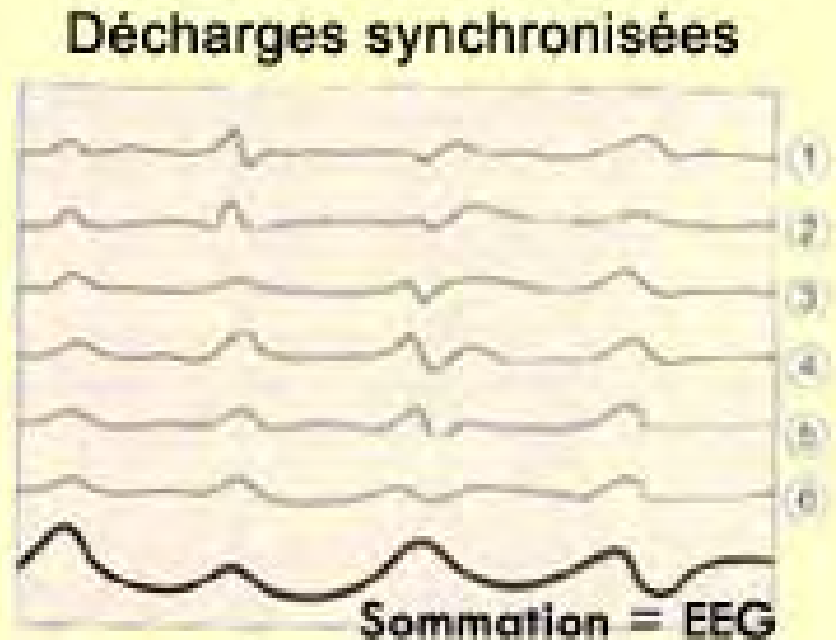
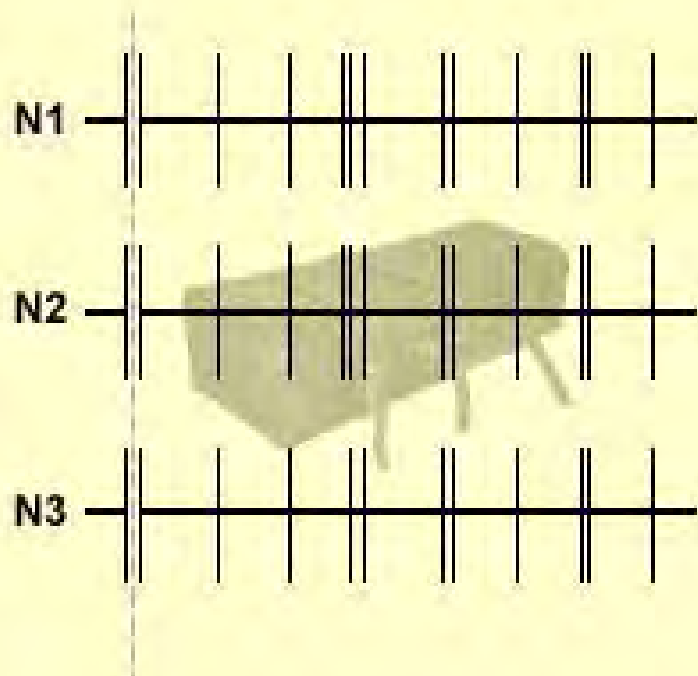
Alpha (α)

Theta (θ)

Delta (δ)



L'activité oscillatoire de différentes populations de neurones peut parfois être **synchronisée**.



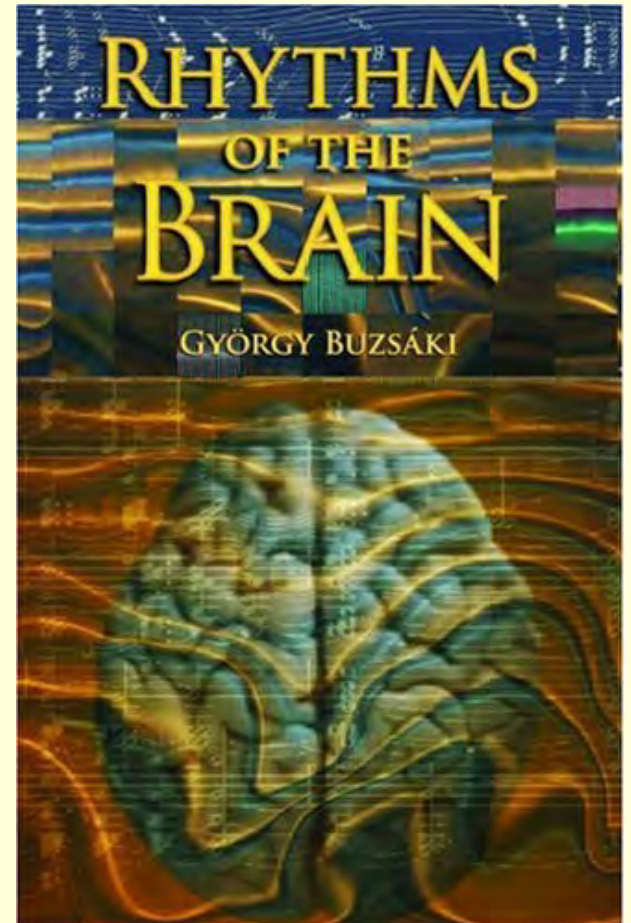
Oscillations et synchronisation d'activité sont des phénomènes **différents** mais souvent **liées** !

Lien oscillation - synchronisation

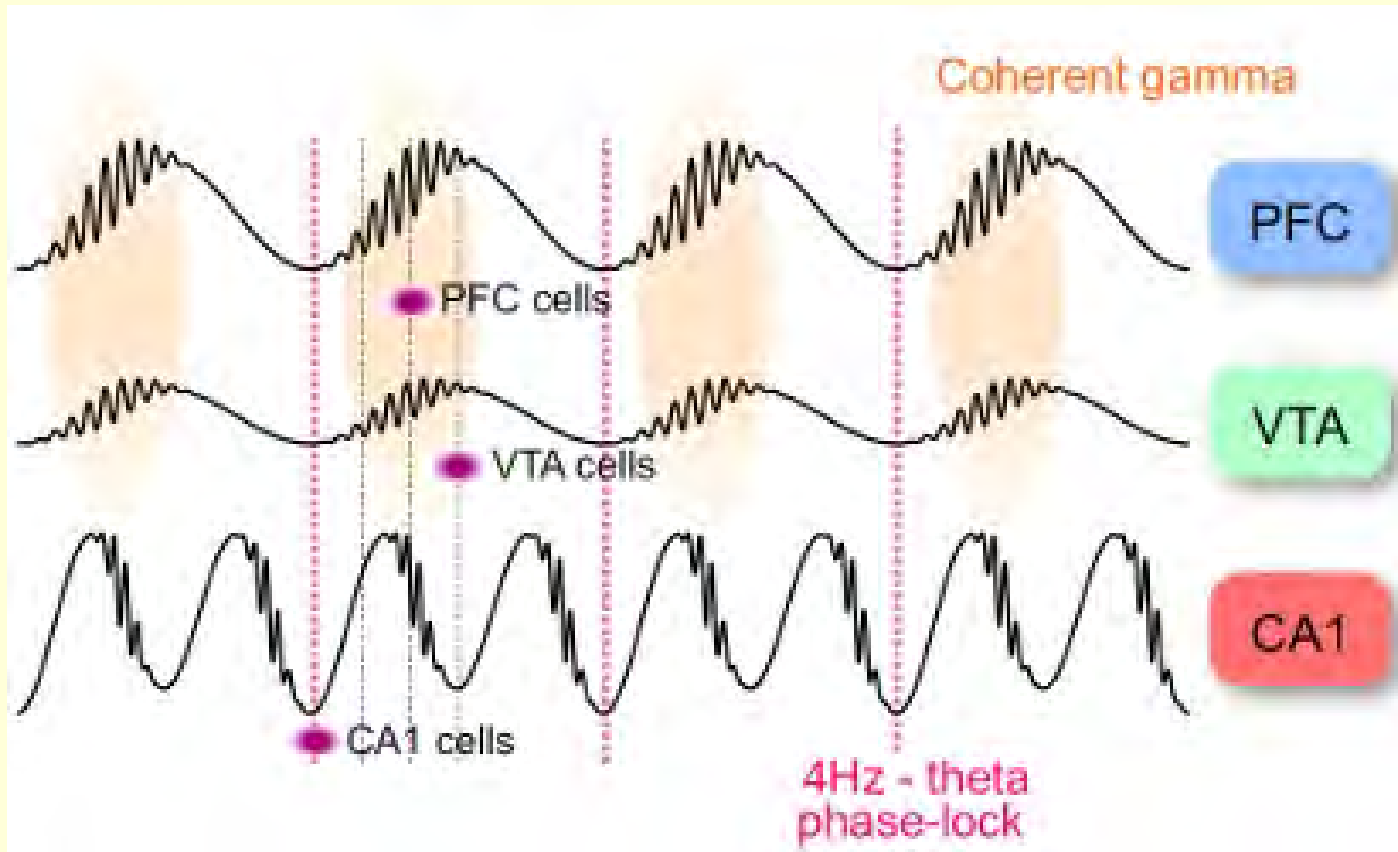
Les **oscillations** sont une façon très économique pour le cerveau de favoriser une **synchronisation d'activité** neuronale soutenue, rappelle György Buzsáki.

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

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

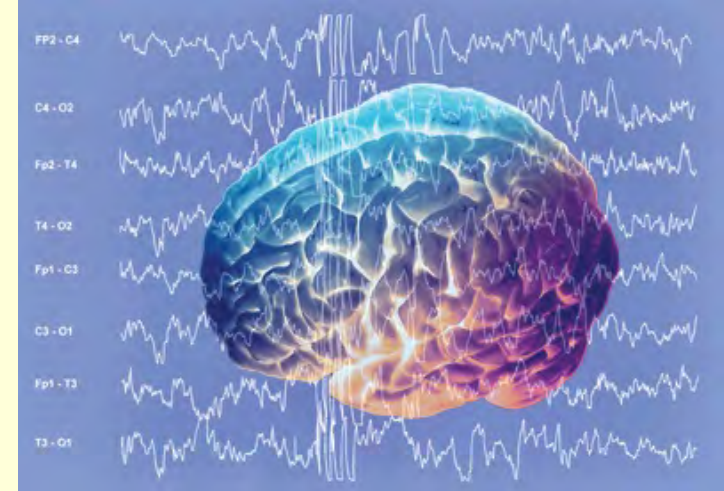


Ces **oscillations** dans le réseau sont capables de couvrir plusieurs bandes de fréquences simultanément.

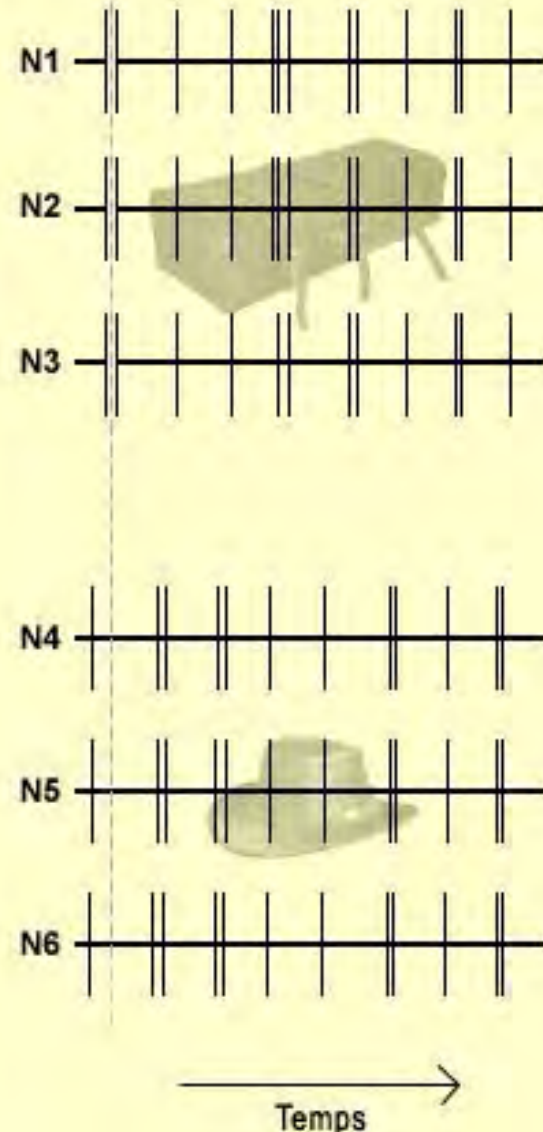
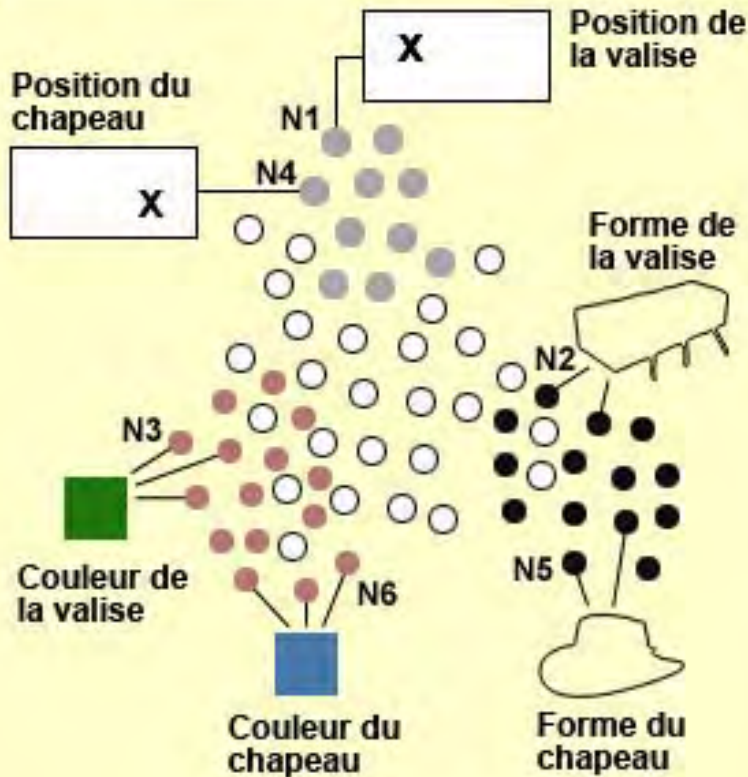


Un **rôle fonctionnel** possible, parmi d'autres, pour les oscillations et la synchronisation :

- **lier** différentes propriétés d'un même objet ("binding problem")



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

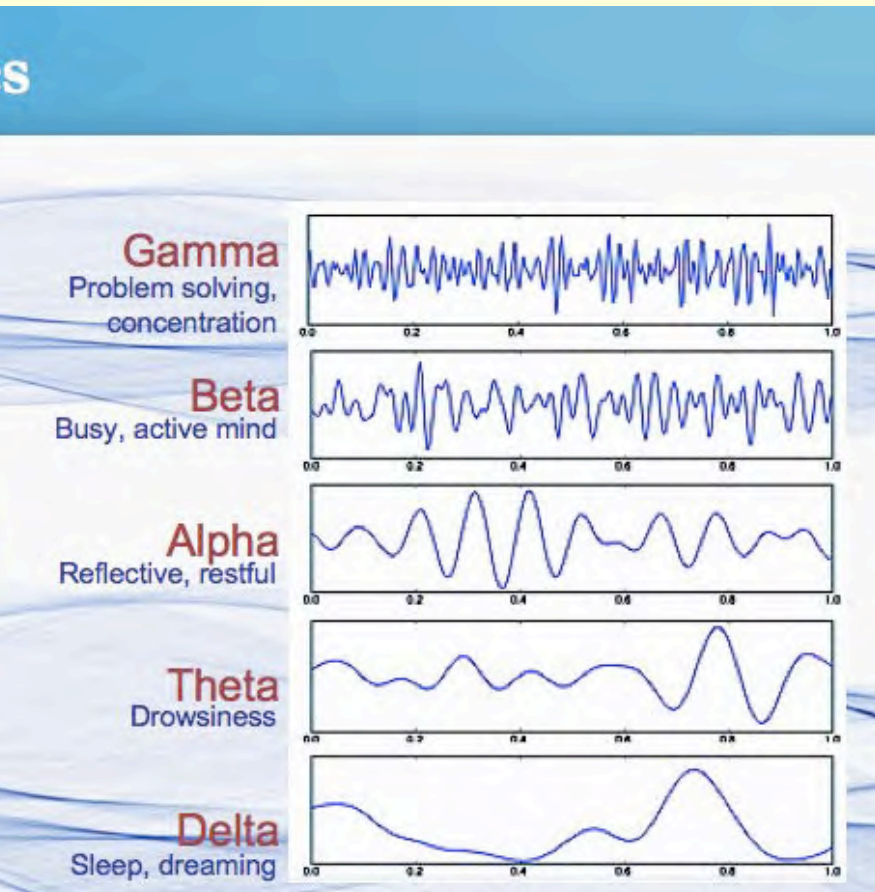


Dernier exemple...

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Synchroniser nos neurones pour syntoniser notre pensée ?

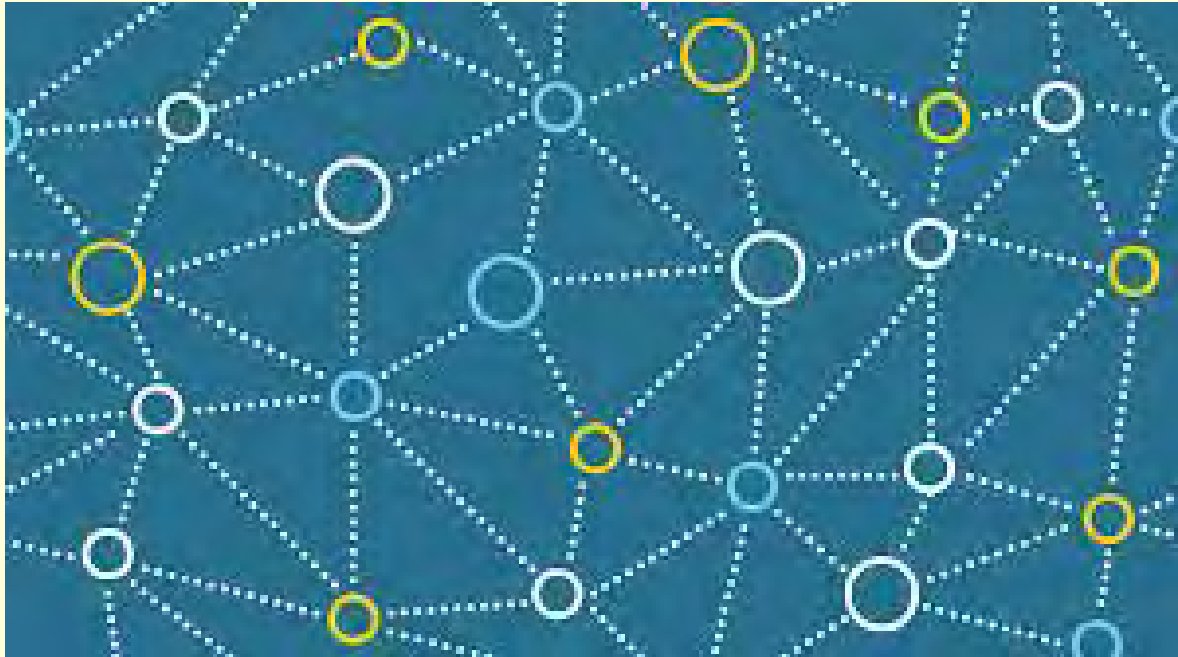
<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2011/03/28/synchroniser-nos-neurones-pour-syntoniser-notre-pensee/>



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

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

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



Introduction :
croissance de la complexité

Cellules

Multicellulaires

Neurones

Circuits de neurones

Activité dynamique :
oscillations et
synchronisations

Réseaux cérébraux

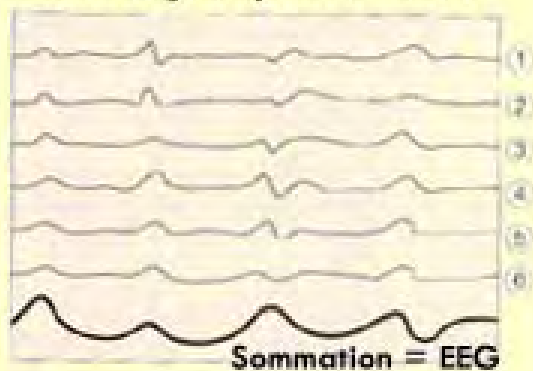
Modèles

Conclusion :
langage et
sociétés humaines

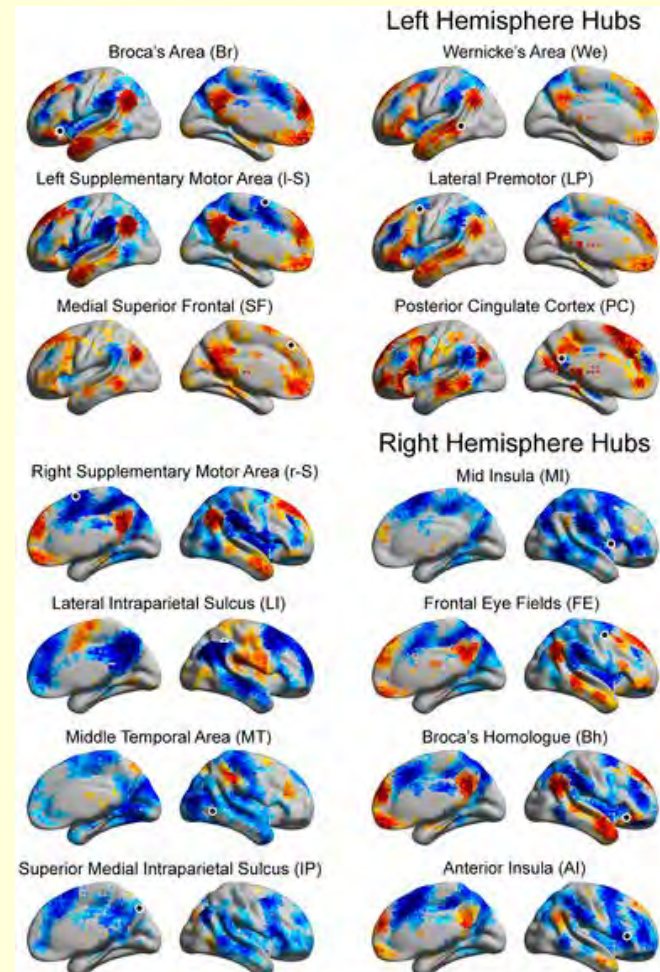
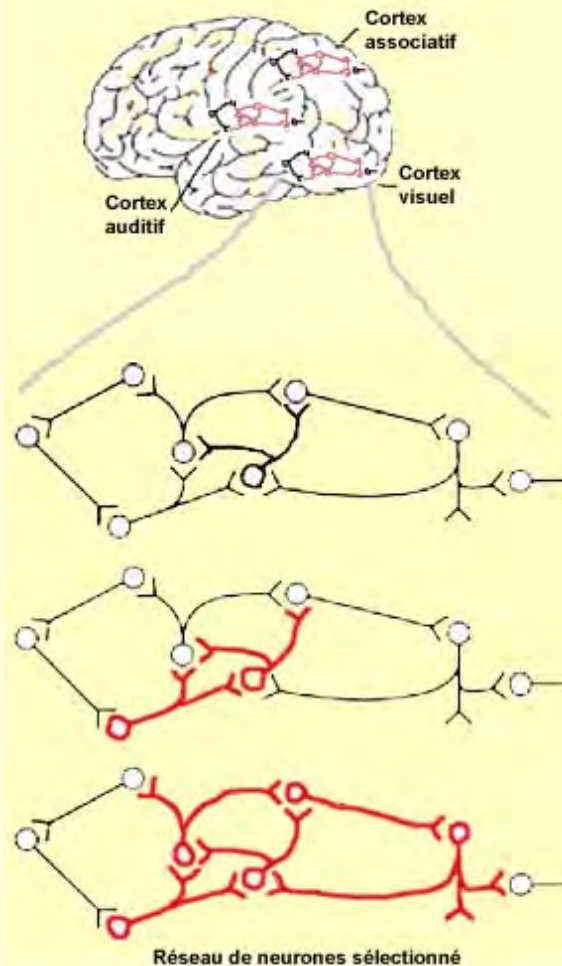
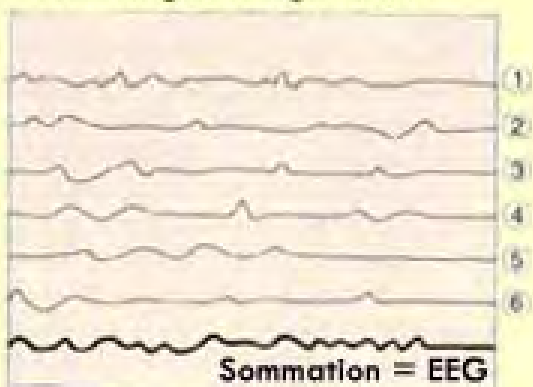
« Whenever we look at life,
we look at networks. »

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

Décharges synchronisées



Décharges irrégulières



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

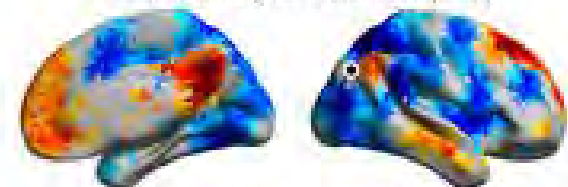
Right Supplementary Motor Area (r-S)



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)

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) à Bethesda, Maryland et qui aspire à cartographier le connectome humain en utilisant **plusieurs techniques**:

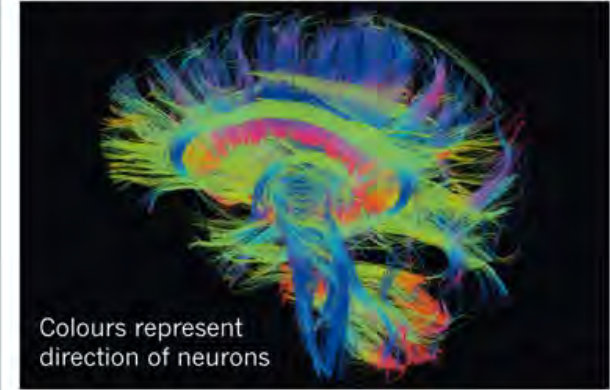
Diffusion-spectrum imaging (DSI)

SCANNING THE CONNECTOME

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

Mapping structure

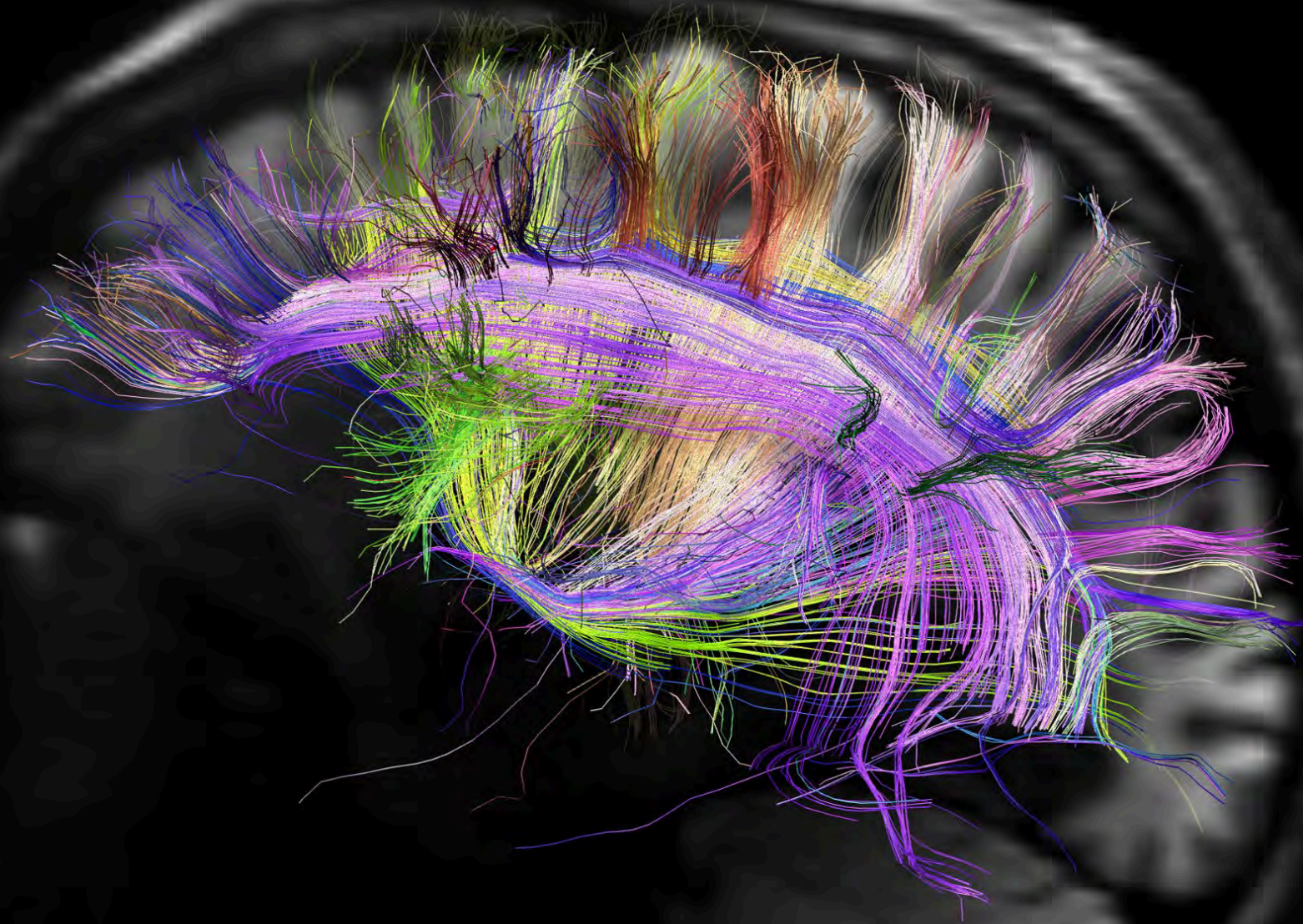
Diffusion spectrum imaging detects the movement of water molecules that flow along nerve fibres in the brain. The result is a map of the brain's neuronal network.

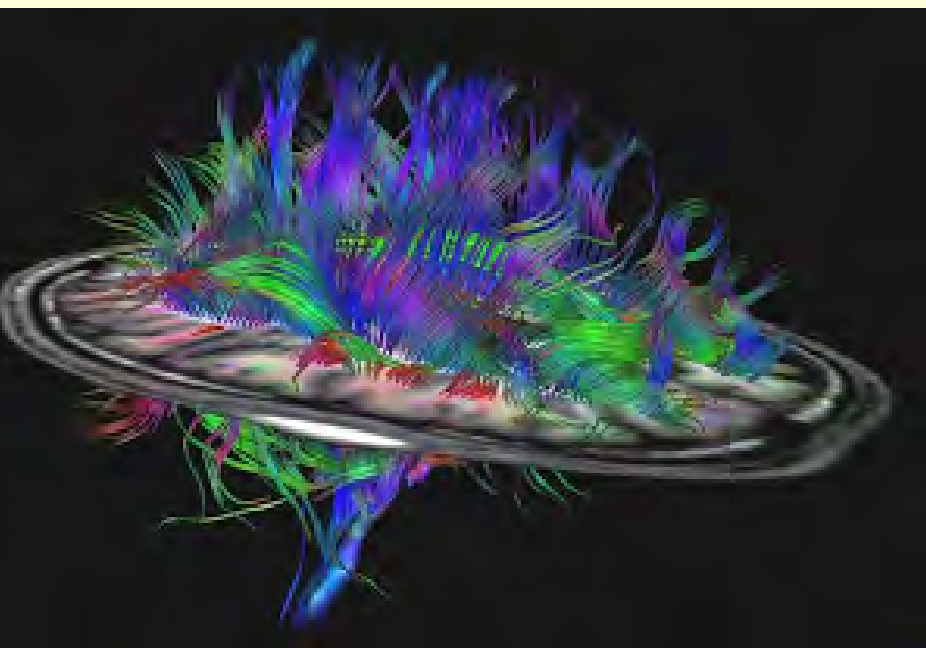
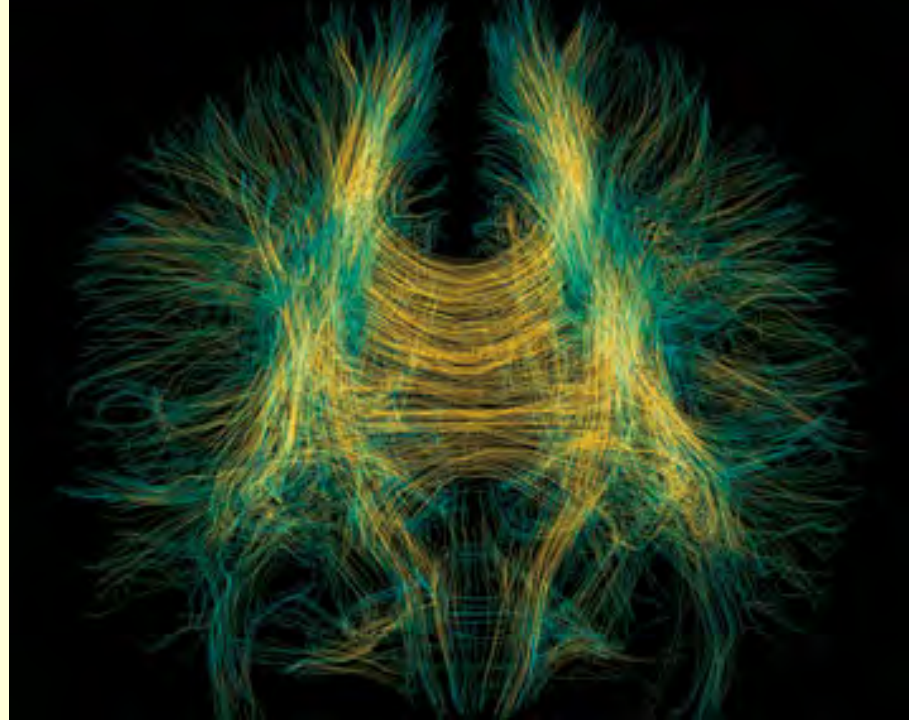
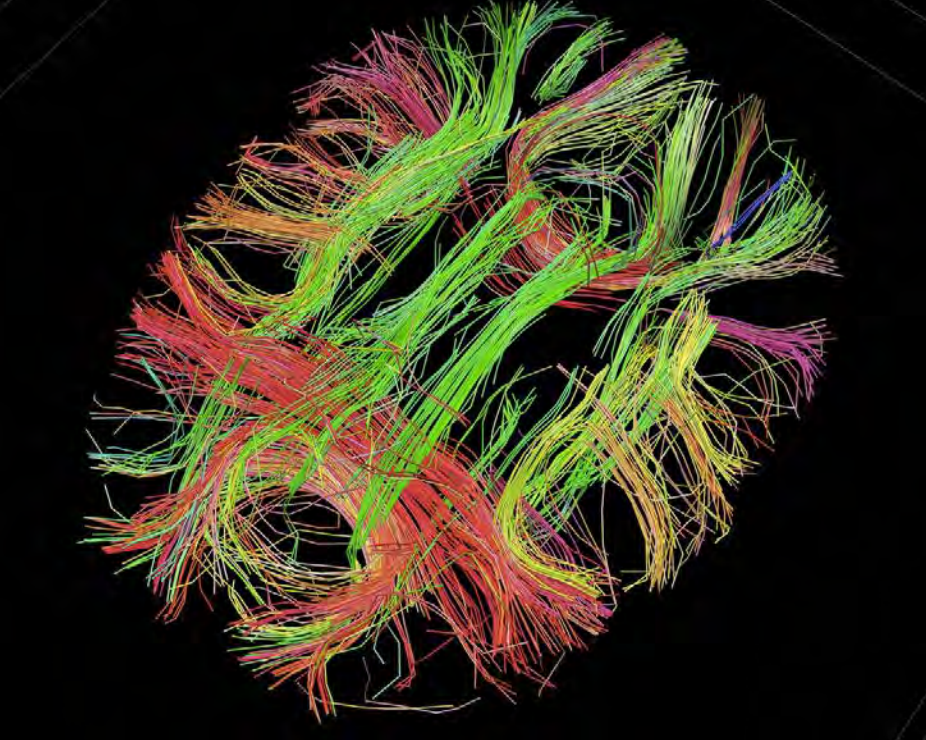


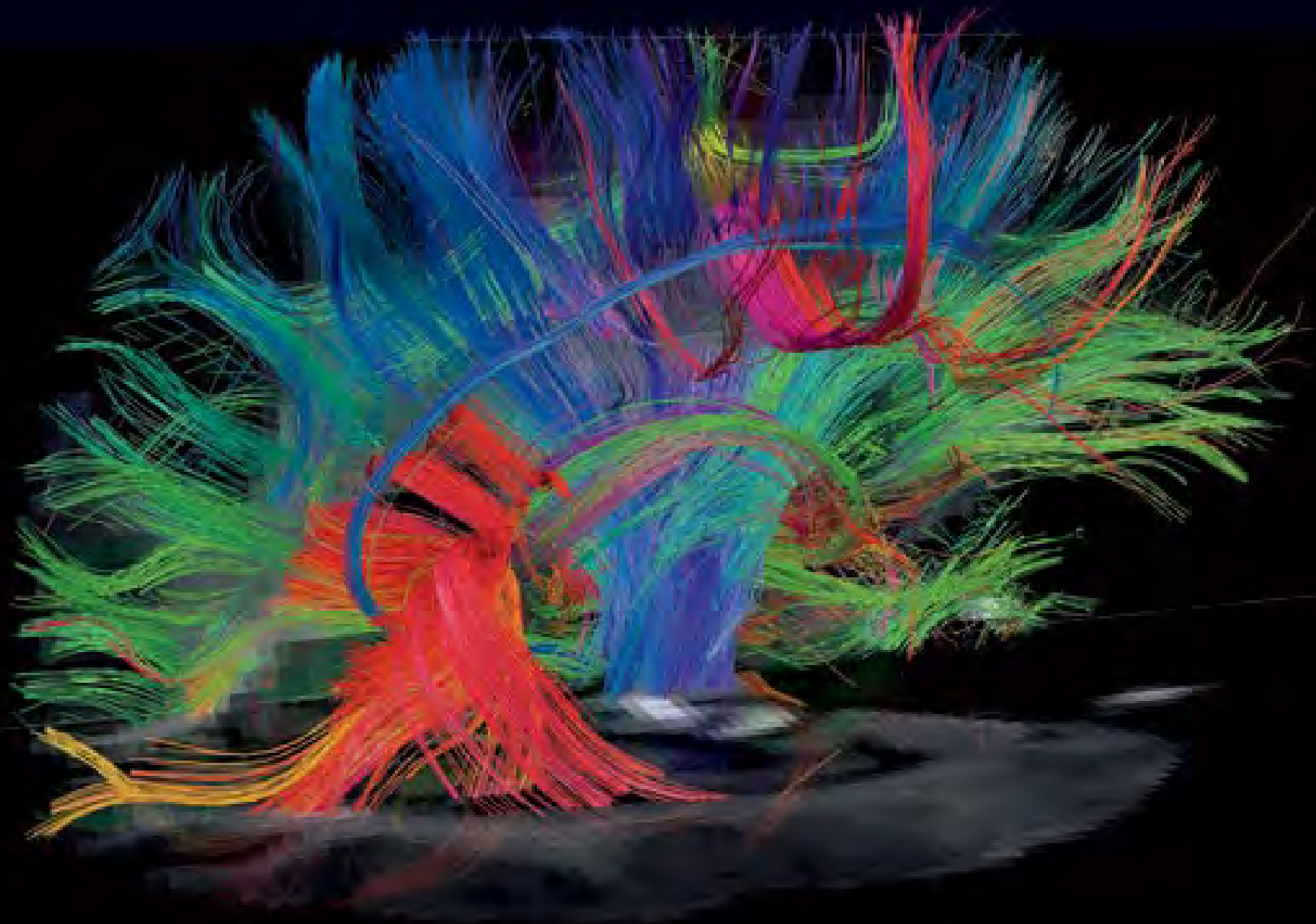
On peut maintenant visualiser sur des sujets vivants ces grands faisceaux cérébraux grâce à l'imagerie de diffusion :



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

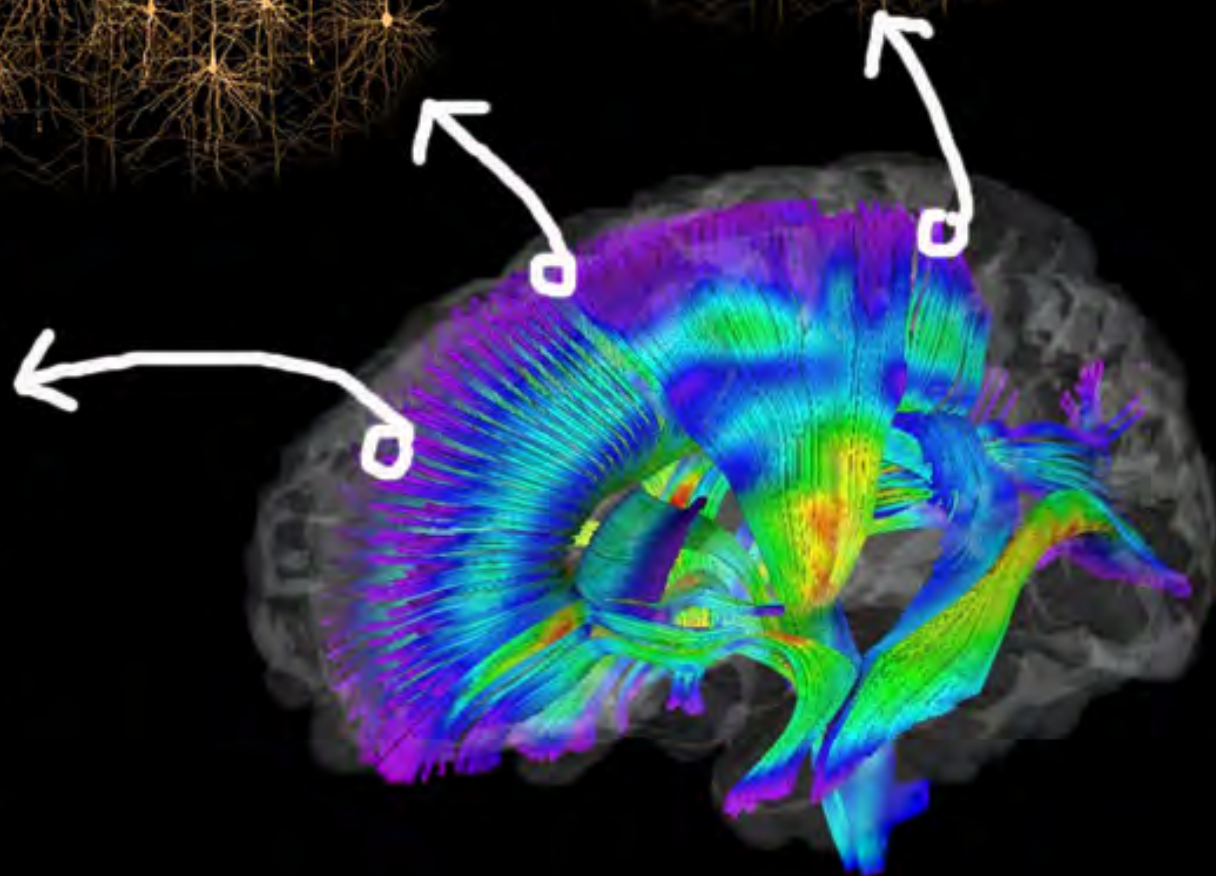
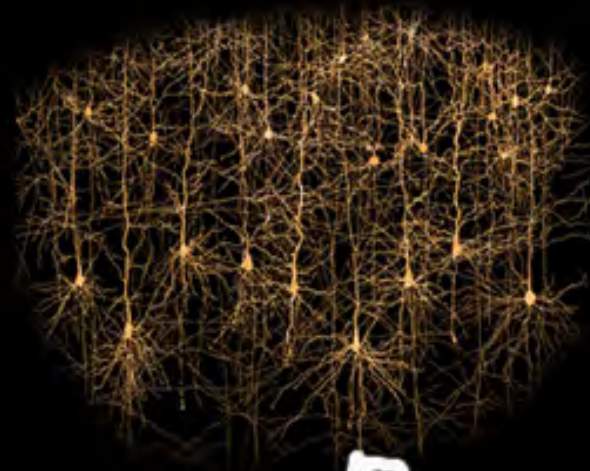
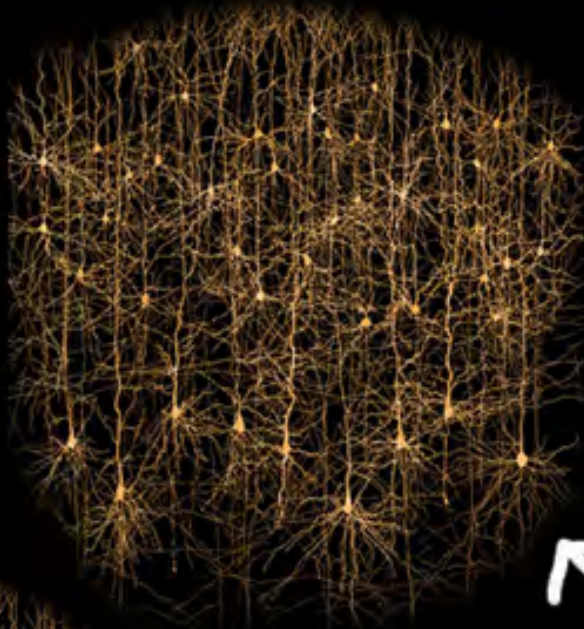
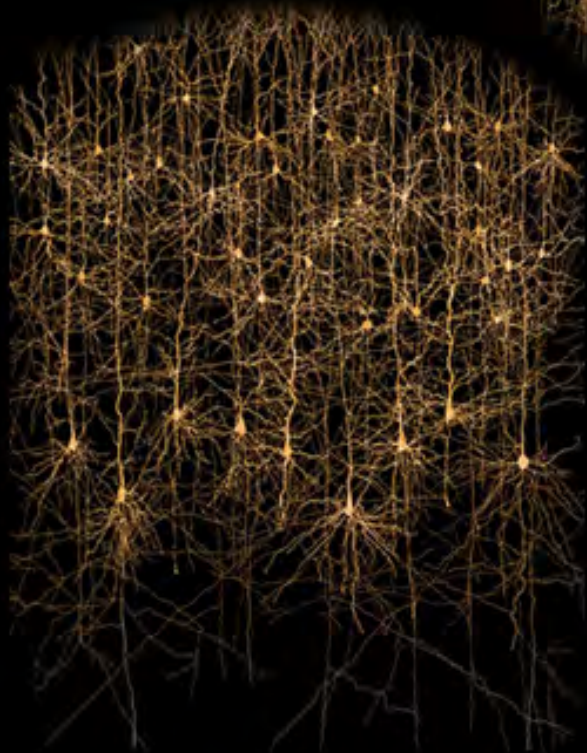






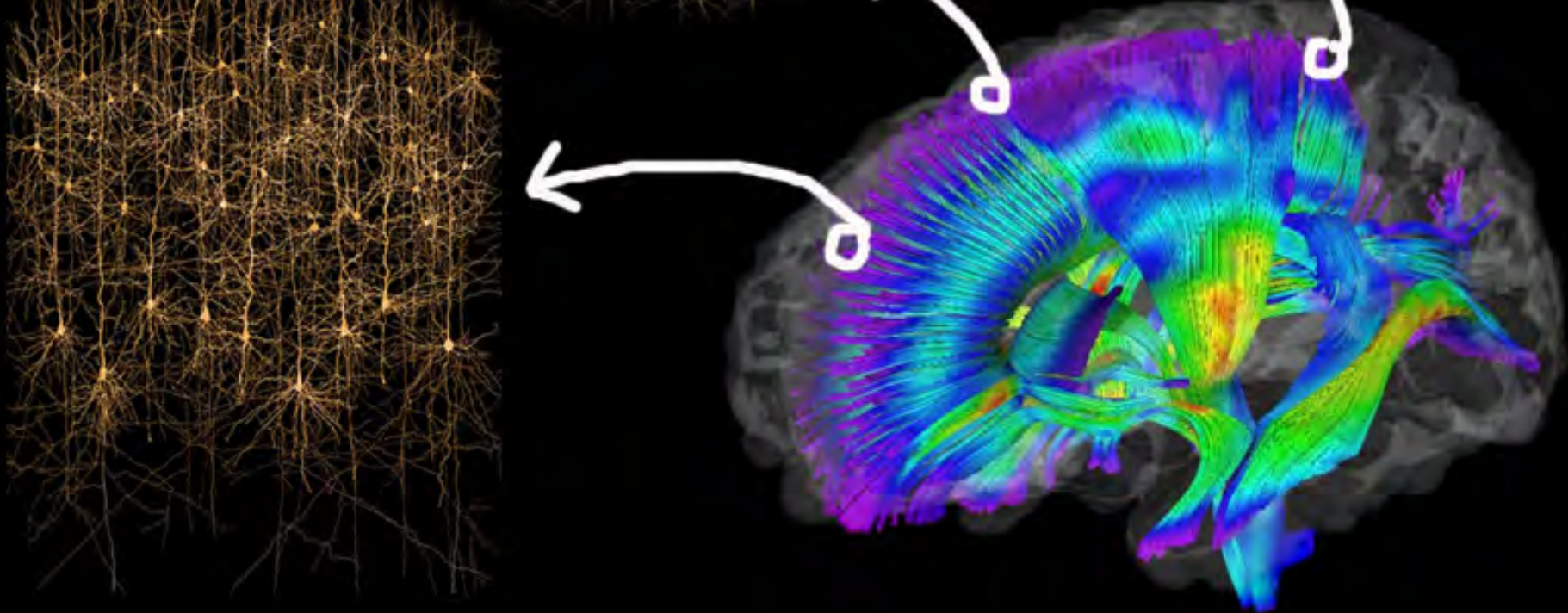
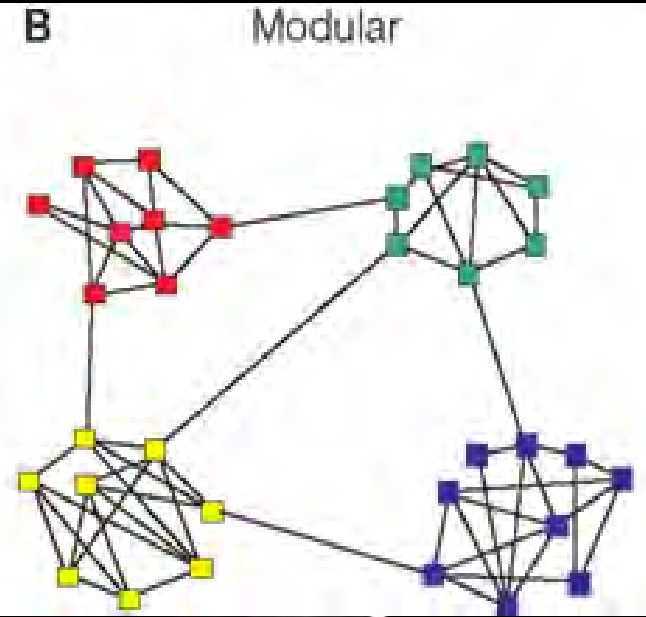
« Grandes
autoroutes...

...et petites
rues locales.

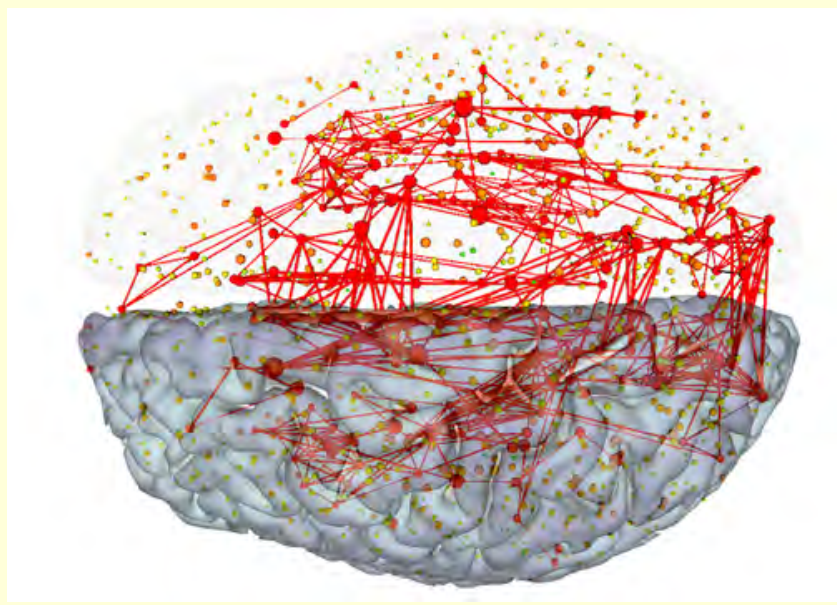
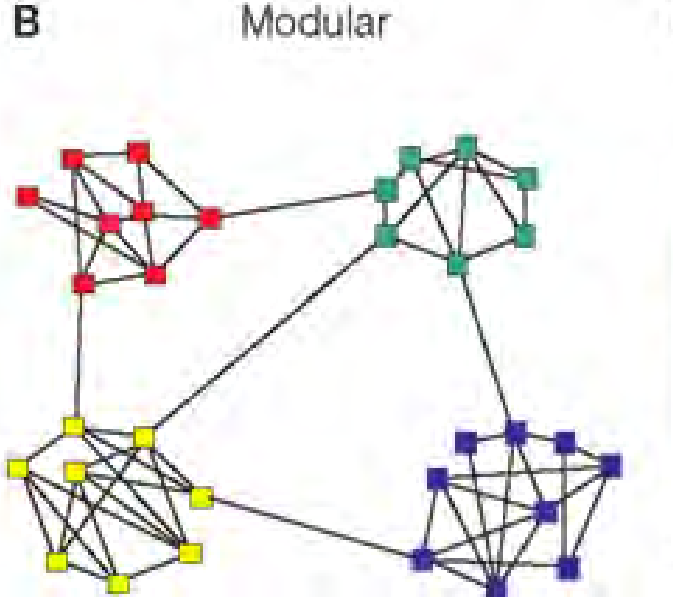


Et l'on découvre une organisation **modulaire** du cerveau d'un type particulier appelé "**small world**" :

surtout des connexions aux voisins, mais quelques longues connexions qui vont très loin ailleurs dans le cerveau.



Donc on cherche à établir la carte anatomique des routes de notre cerveau (qui sont d'ailleurs organisées comme notre réseau routier...)



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) à Bethesda, Maryland et qui aspire à cartographier le connectome humain en utilisant **plusieurs techniques**:

Diffusion-spectrum imaging (DSI)

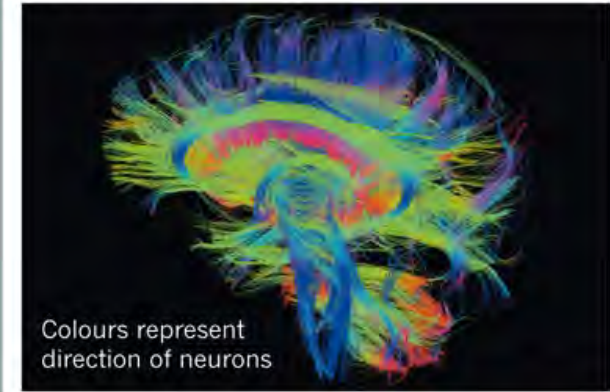
Resting-state functional MRI (rs-fMRI)

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).

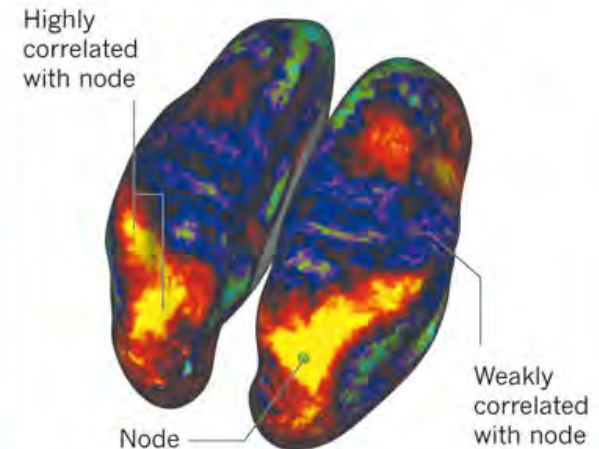
Mapping structure

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.



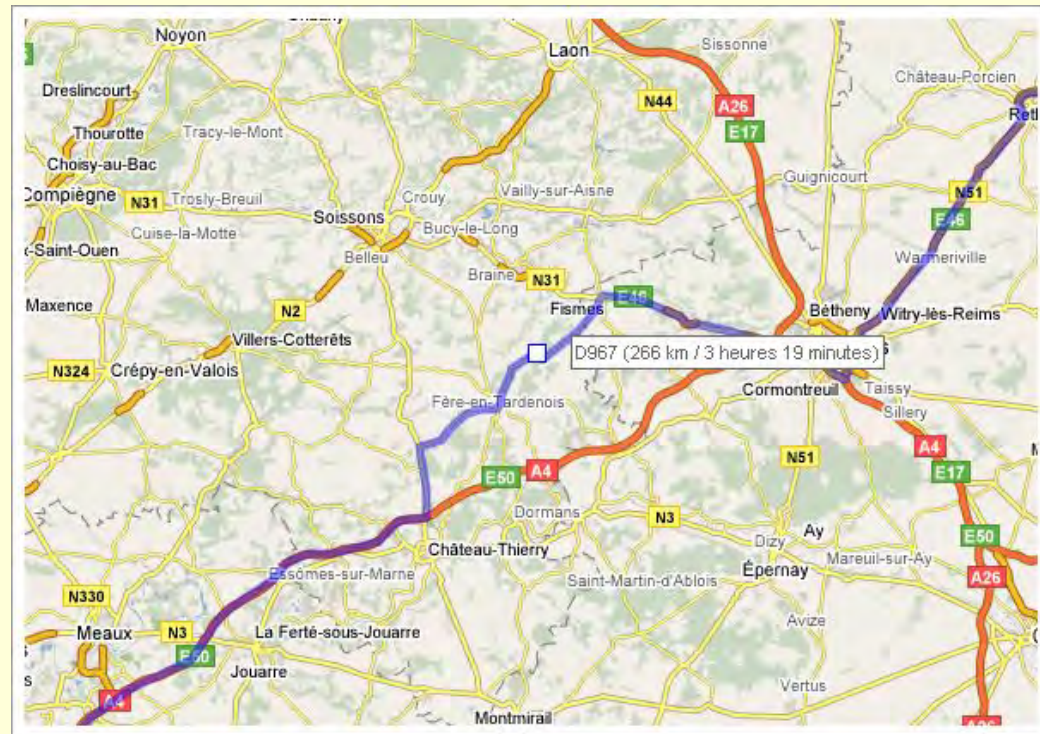
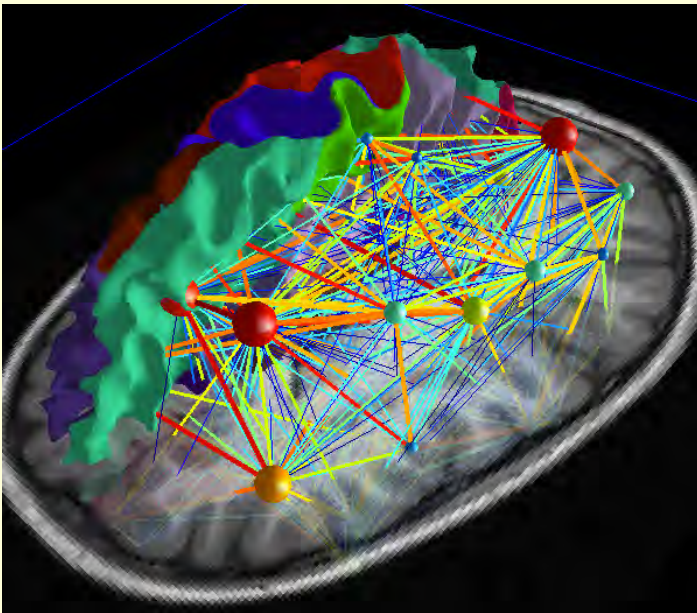
Mapping function

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.



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

en mesurant les fluctuations spontanées de l'activité cérébrale on tente d'identifier des régions qui ont naturellement tendance à « **travailler ensemble** ».



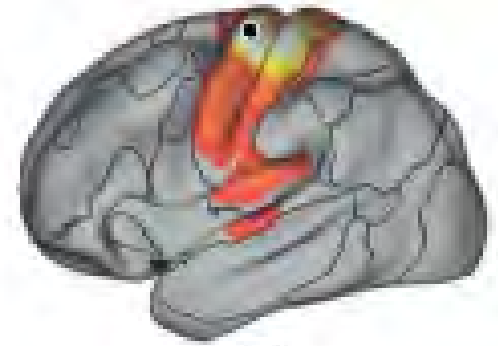


Visual

Si la « région semence » est placée dans les zones sensorielles et motrices **primaires**,

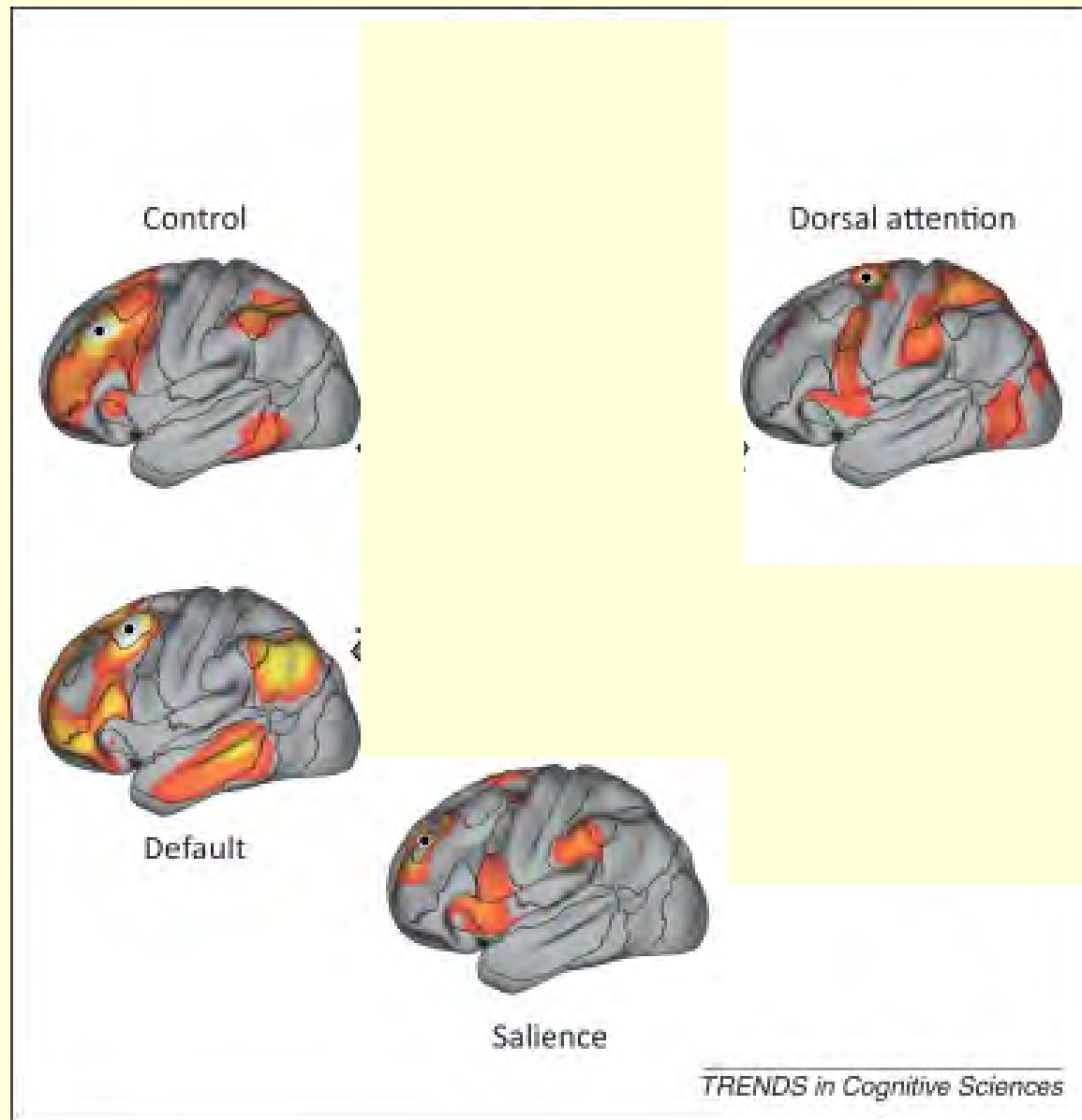
les réseaux obtenus affichent une **connectivité largement locale** (réseaux visuels et sensorimoteurs).

Somatomotor

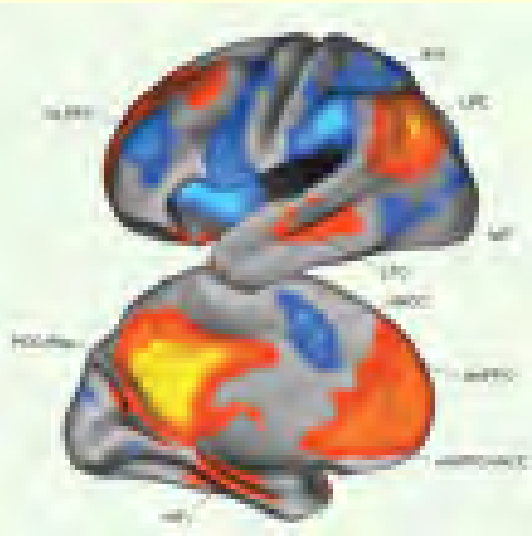


Mais si la « région semence » est placée dans les zones associatives, on observe des **réseaux distribués à l'échelle du cerveau**.

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



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

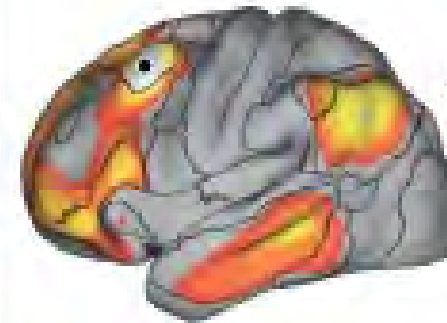


Lundi, 29 septembre 2014

Qu'est-ce qui détermine « ce qui nous trotte dans la tête » ?

On se trouve souvent dans **deux grands états mentaux qui s'opposent** et sont, d'une certaine façon, mutuellement exclusifs.

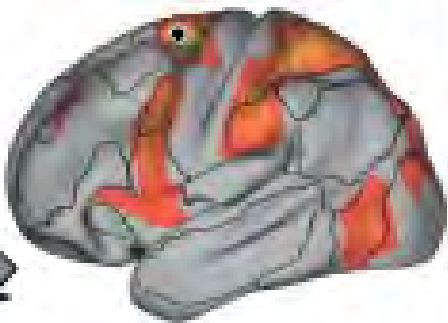
Soit nous sommes envahis par les innombrables stimuli de notre environnement (et ils sont fort nombreux à l'heure des téléphones intelligents et des réseaux sociaux) et notre **réseau du mode par défaut** nous repasse ensuite des extraits de ce film de notre vie personnelle et sociale quand il est moins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



Default

Ou soit, par l'entremise fréquente de régions frontales de notre cortex, nous concentrons notre **attention** sur une tâche cognitive pour la résoudre.

Dorsal attention

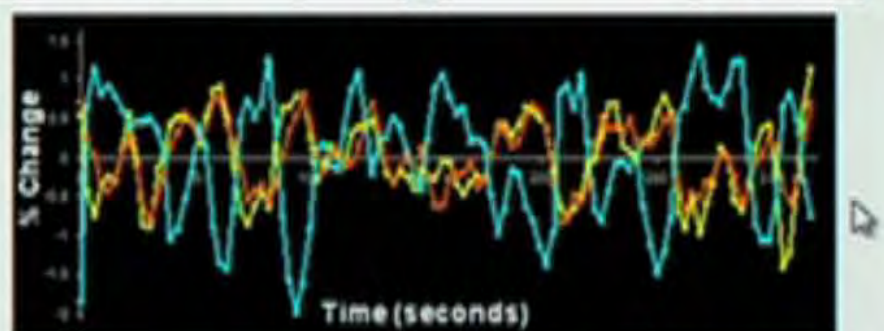
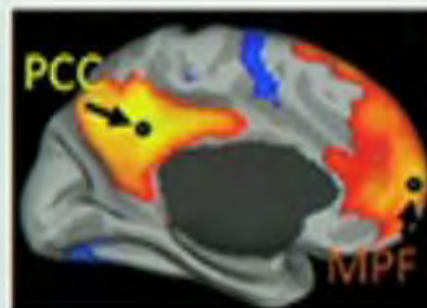
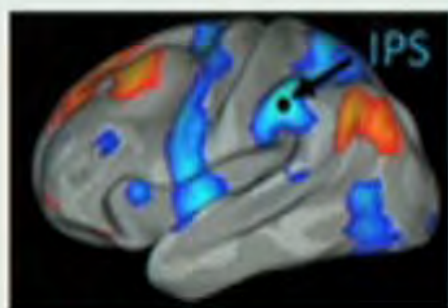




Default Mode Network



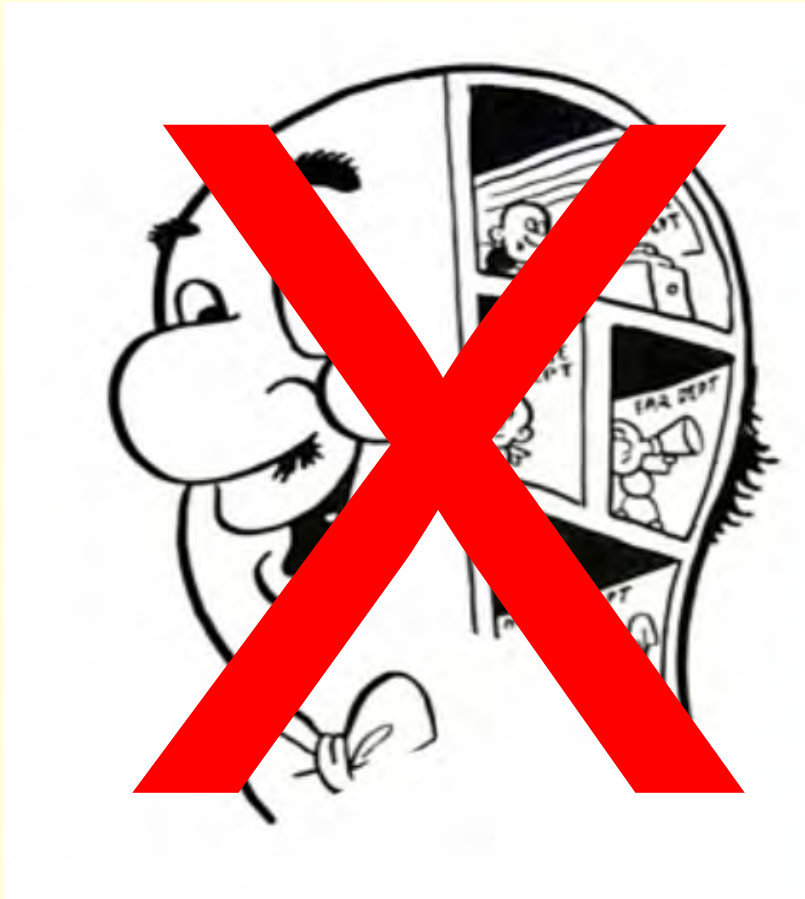
Dorsal Attention Network



Fox et al (2005) PNAS

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

Autrement dit, nous fournir les outils mentaux pour un meilleur contrôle « top down » (ou d'une certaine «autodéfense», pour employer un terme à la mode) face à la jungle médiatique et publicitaire qui nous assaille quotidiennement.



En résumé,
non seulement il n'y a
pas de « centre de.. »
dans le cerveau...

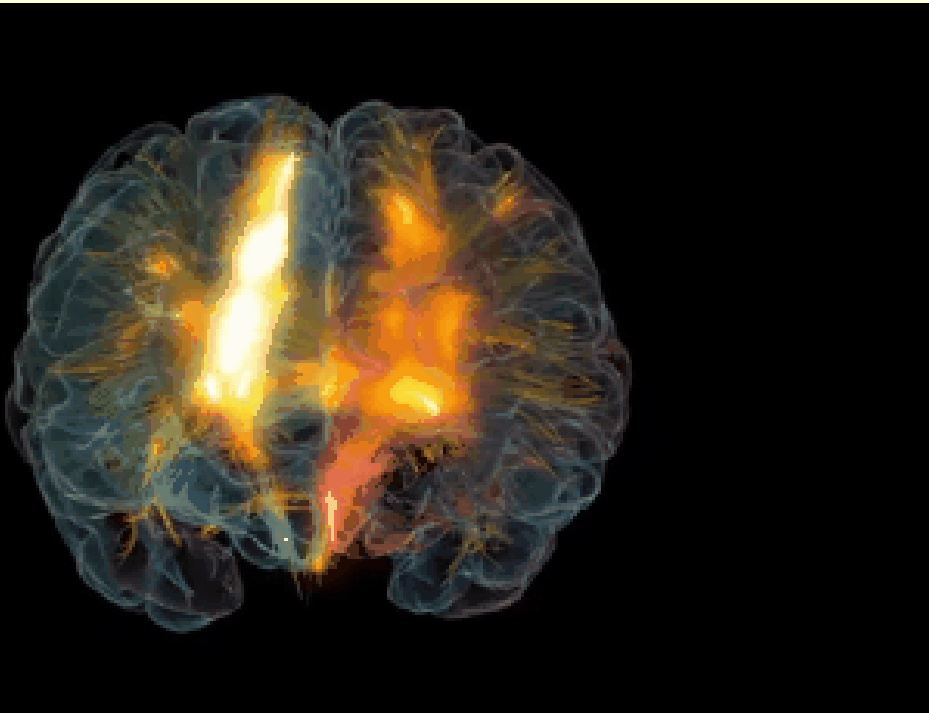
« **There is no boss in the brain.** »

- M. Gazzaniga



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

Un peu comme une **symphonie** !





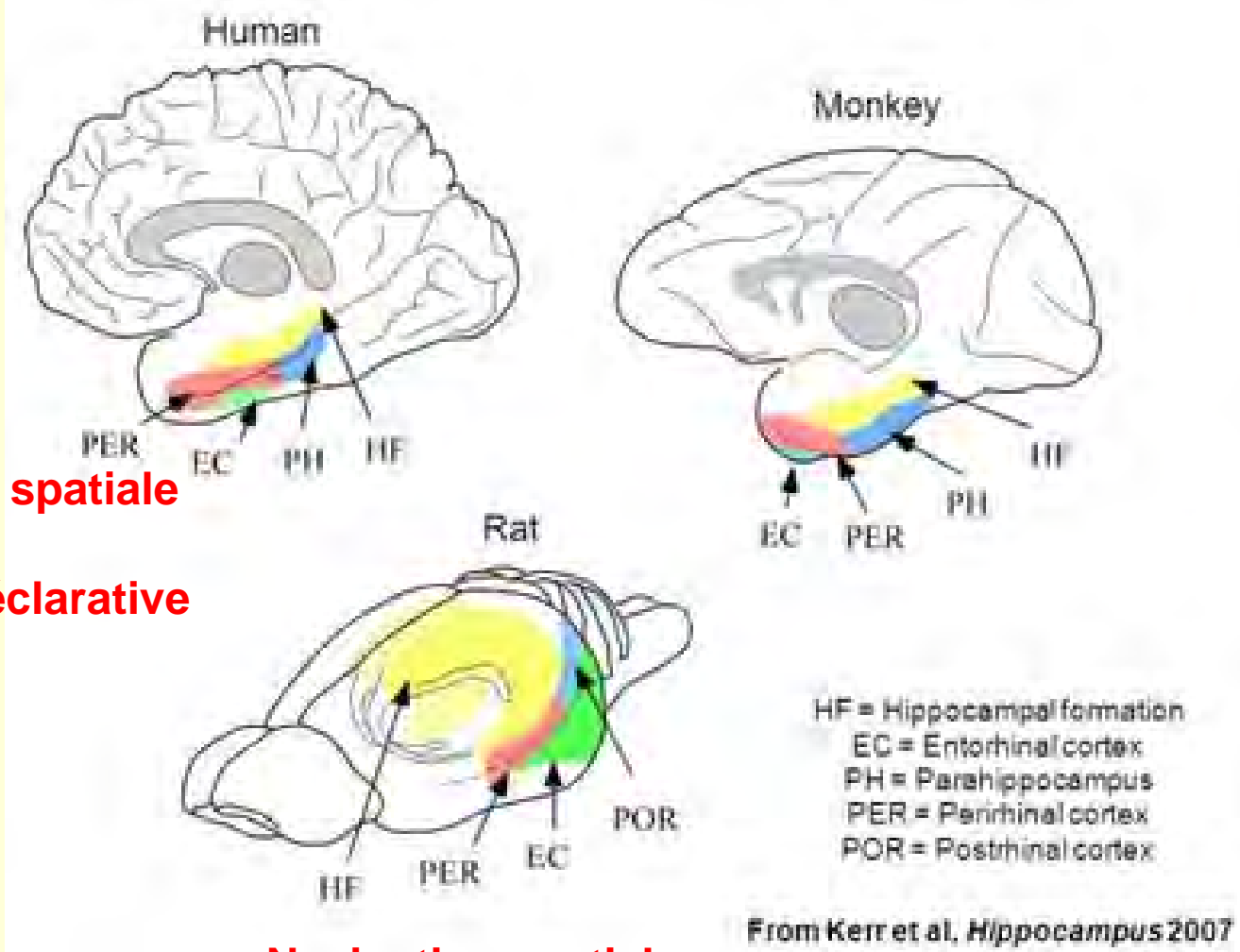
Lundi, **9 mars 2015**

La « réutilisation neuronale » pour enfin sortir de la phrénologie ?

Dans son livre *After Phrenology : Neural Reuse and the Interactive Brain*, Michael Anderson nous propose d'aller au-delà de la **phrénologie**

avec une approche alternative fondée sur ce qu'il appelle la « **réutilisation neuronale** » (« neural reuse », en anglais).

Navigation spatiale
+
Mémoire déclarative



Navigation spatiale

Ces travaux ont permis à d'autres auteurs d'émettre l'hypothèse d'une **continuité phylogénétique** de la **navigation spatiale** et de la **mémoire** chez les mammifères, y compris chez l'humain. (Buzsáki et Moser, **2013**)

Le cerveau est aussi complexe parce que c'est du bricolage sur des milliers et des millions d'années !



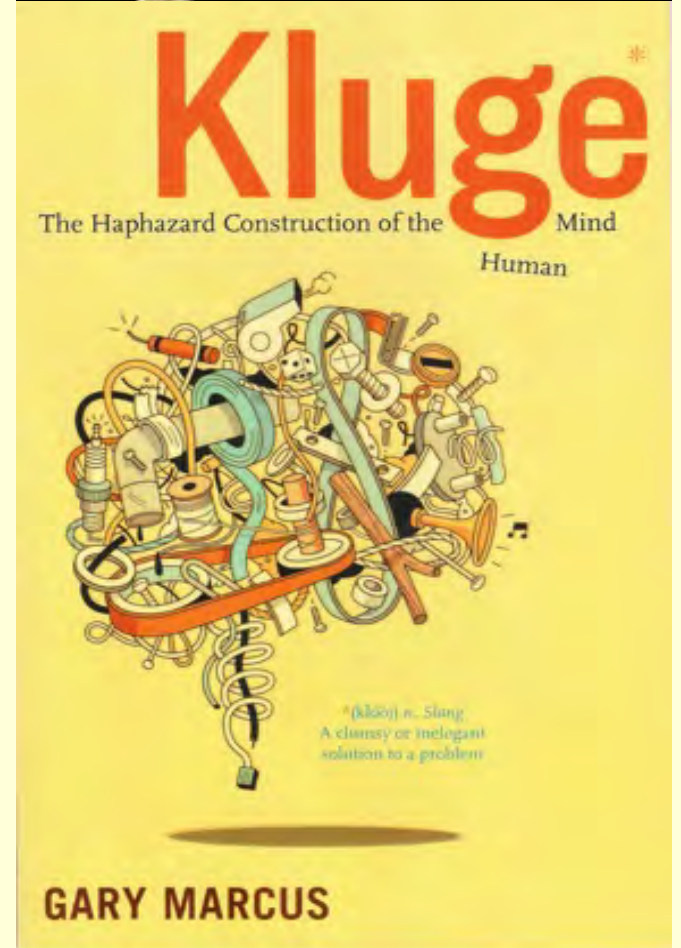
« L'évolution ne tire pas ses nouveautés du néant. Elle travaille sur ce qui existe déjà.

[...] La sélection naturelle opère à la manière non d'un ingénieur, mais d'un **bricoleur**;

un bricoleur qui ne sait pas encore ce qu'il va produire, mais récupère tout ce qui lui tombe sous la main. »

- François Jacob,
Le Jeu des possibles, 1981.

Le cerveau est aussi complexe parce que c'est du bricolage sur des milliers et des millions d'années !



¹(kløø) n. Slang
A clumsy or inelegant
solution to a problem

GARY MARCUS



Kluge

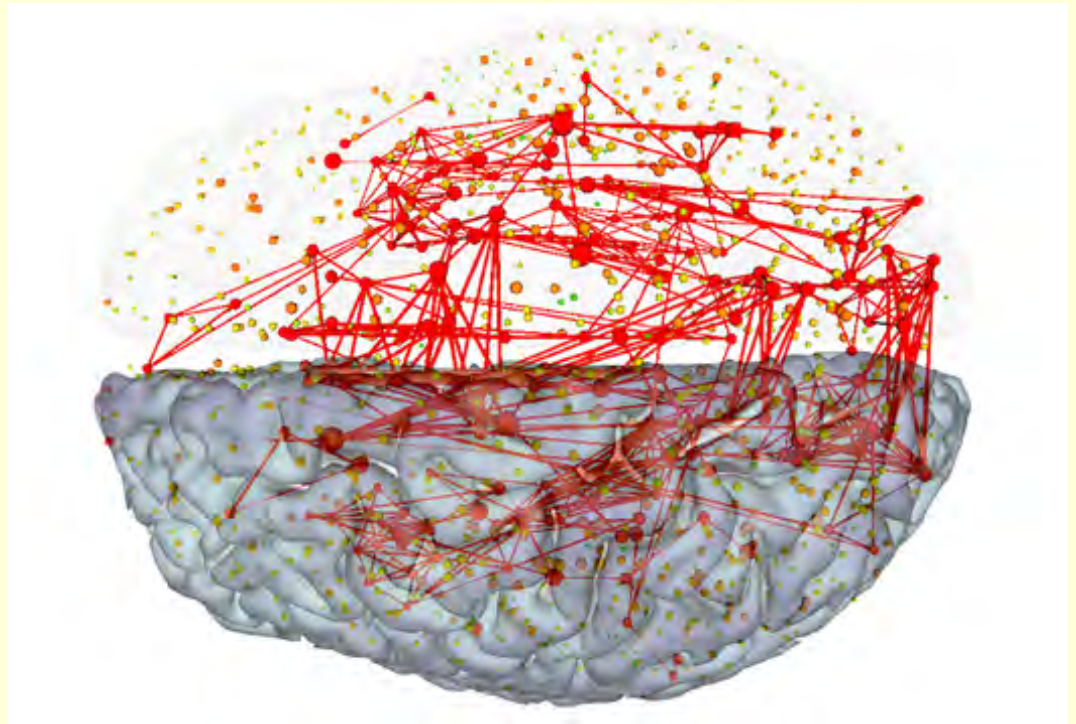
The Haphazard Construction of the Mind
Human

* (klōg) n. Slang
A clumsy or inelegant
solution to a problem

GARY MARCUS

The book cover features a central illustration of a chaotic, tangled mess of various tools and objects, including a wrench, a screwdriver, a hammer, a saw, a tape measure, and a power drill. The objects are rendered in a cartoonish, hand-drawn style with a color palette of greens, oranges, and browns. The title "Kluge" is written in large, bold, orange letters at the top. Below it, the subtitle "The Haphazard Construction of the Mind Human" is written in a smaller, black font. At the bottom, the author's name "GARY MARCUS" is printed in bold, black letters. A small definition of the word "kluge" is provided in a light blue font.

Et c'est très difficile
d'être conscient de
cette complexité car...

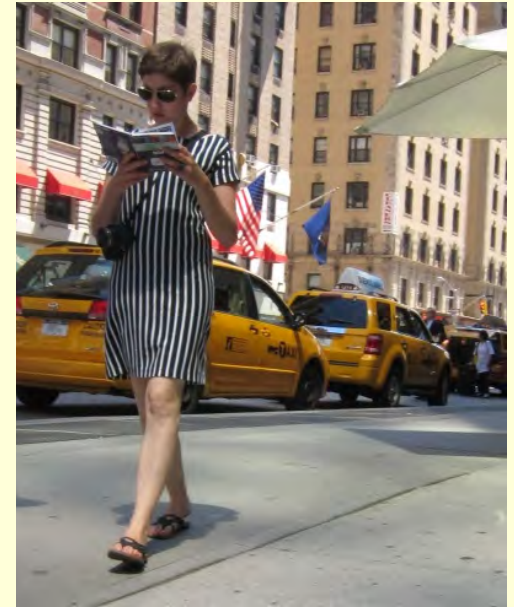


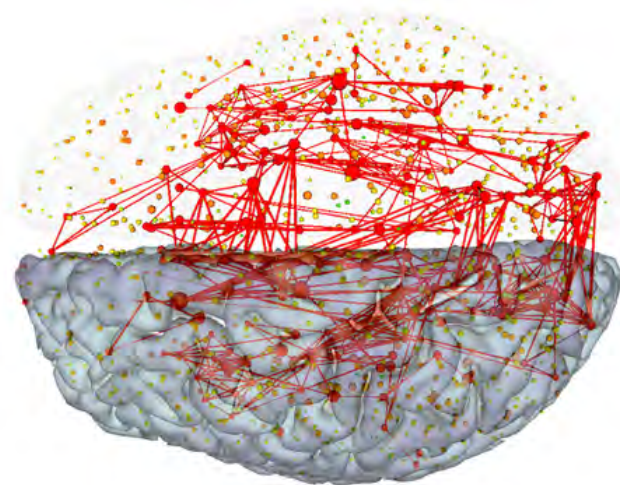
...le cerveau fonctionne globalement
de manière **parallèle et distribuée.**

Plusieurs choses s'y déroulent donc
simultanément...

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.



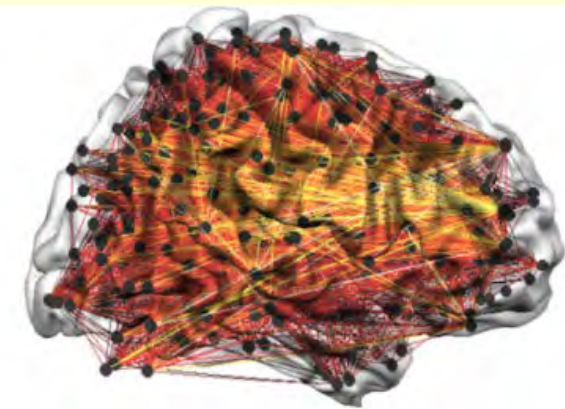
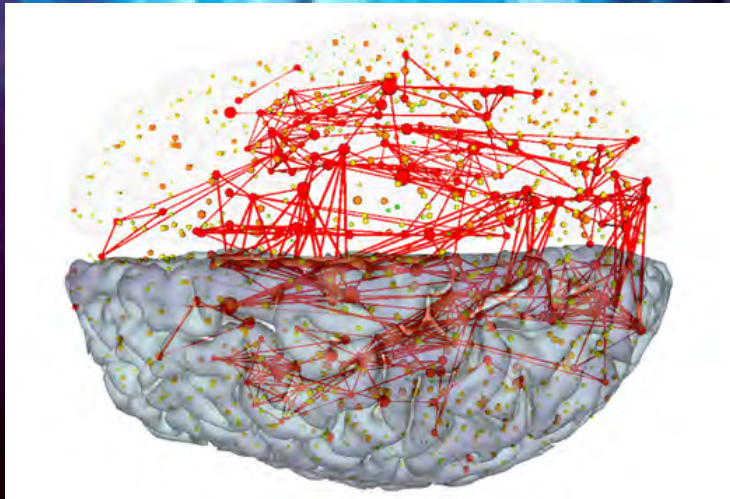


La partie immergée représente l'immense majorité de nos processus cognitifs qui sont **inconscients** et donc qui ont lieu sans qu'on s'en aperçoive.

Il est possible qu'un événement nouveau ou imprévu nous force à prendre une **décision consciente**.



Les processus mentaux dont on a **conscience** ne correspondent qu'à la pointe émergé de l'iceberg (nos rationalisations langagière par exemple (mais pas notre syntaxe)).



Breakdown of the brain's functional network modularity with awareness

Douglass **Godwin** et al.
([February 17, 2015](#))

Réduction soudaine de la modularité fonctionnelle du cerveau au profit d'une communication neuronale à grande échelle observée lorsque l'on prend conscience d'un stimulus.



Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

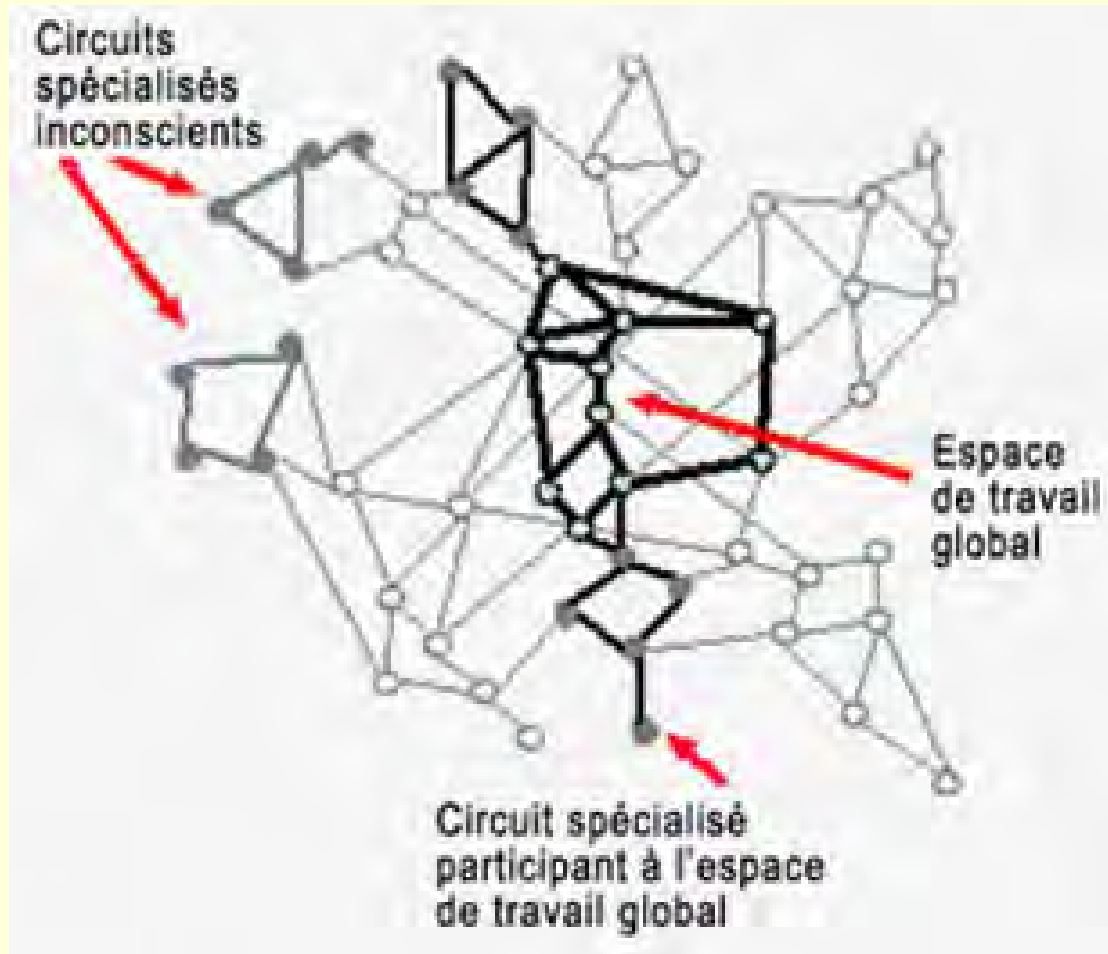
Lundi, 11 mai 2015

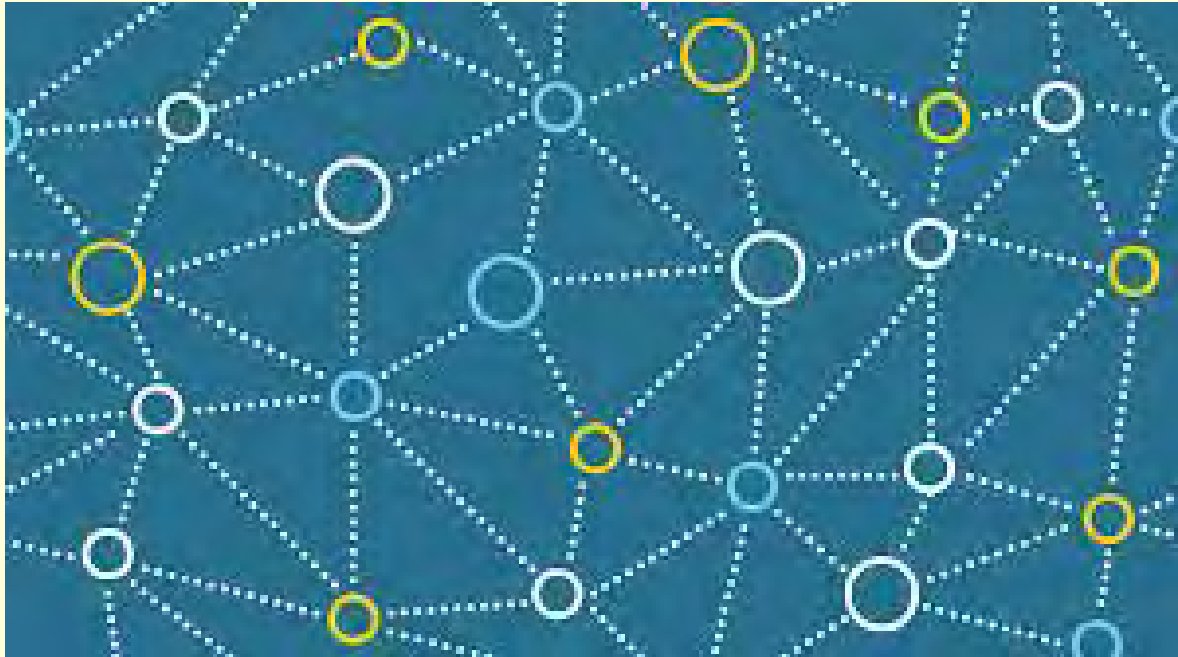
La dynamique des réseaux complexes éclaire la perte de conscience associée au sommeil

« ...on observe une **fragmentation modulaire de l'activité cérébrale quand on s'endort** en sommeil profond et qu'on perd ce qu'on appelle la conscience.

Et ils font l'hypothèse que cette réorganisation en de plus en plus de petites unités d'intégration modulaire qui apparaît avec le sommeil profond empêche le cerveau de faire cette intégration globale qui semble nécessaire à la conscience.

Une hypothèse avancée il y a longtemps sur le plan théorique par Bernard Baars avec son espace de travail neuronal qui est appuyée par plusieurs données récentes dont celles de l'équipe de Godwin.





Introduction :
croissance de la complexité

Cellules

Multicellulaires

Neurones

Circuits de neurones

Activité dynamique :
oscillations et
synchronisations

Réseaux cérébraux

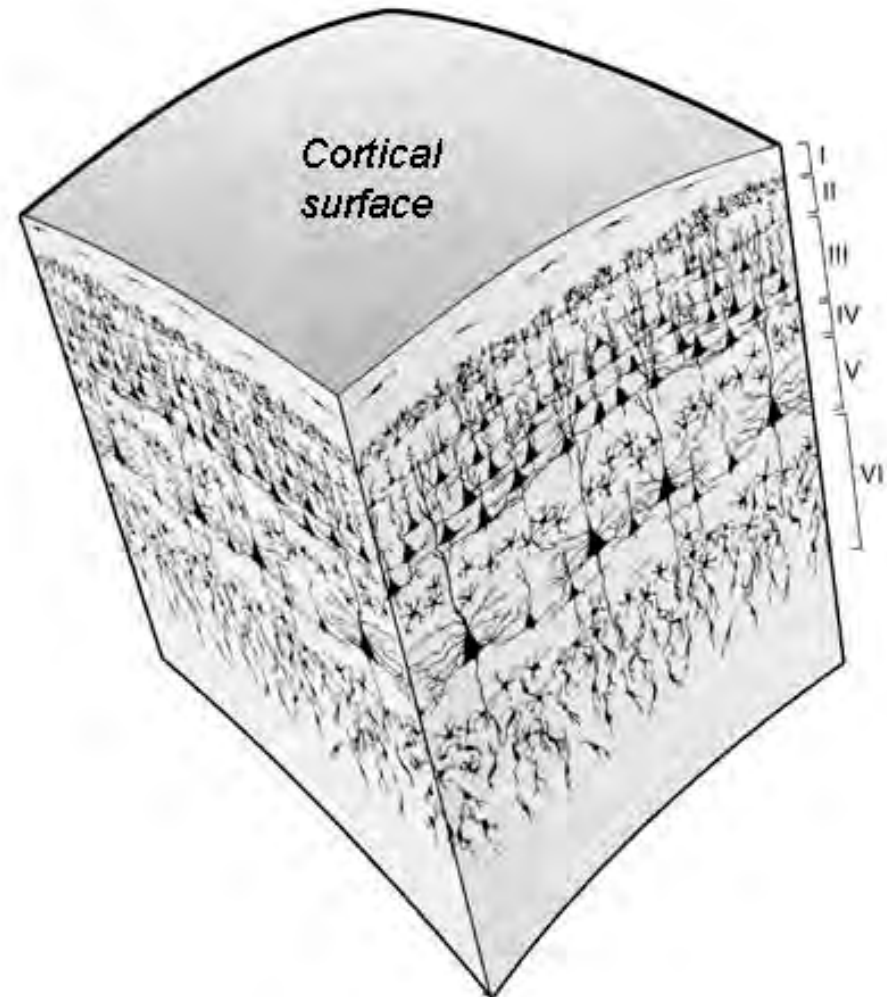
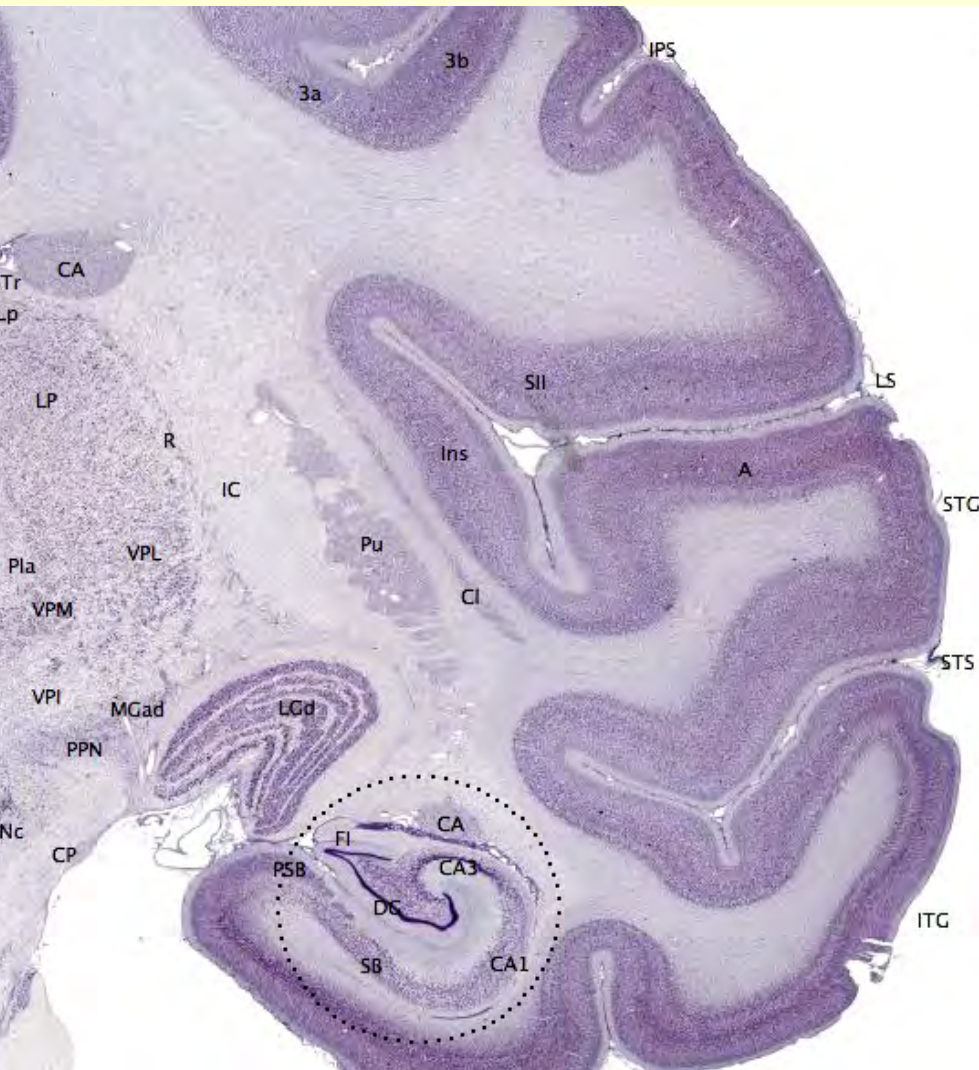
Modèles

Conclusion :
langage et
sociétés humaines

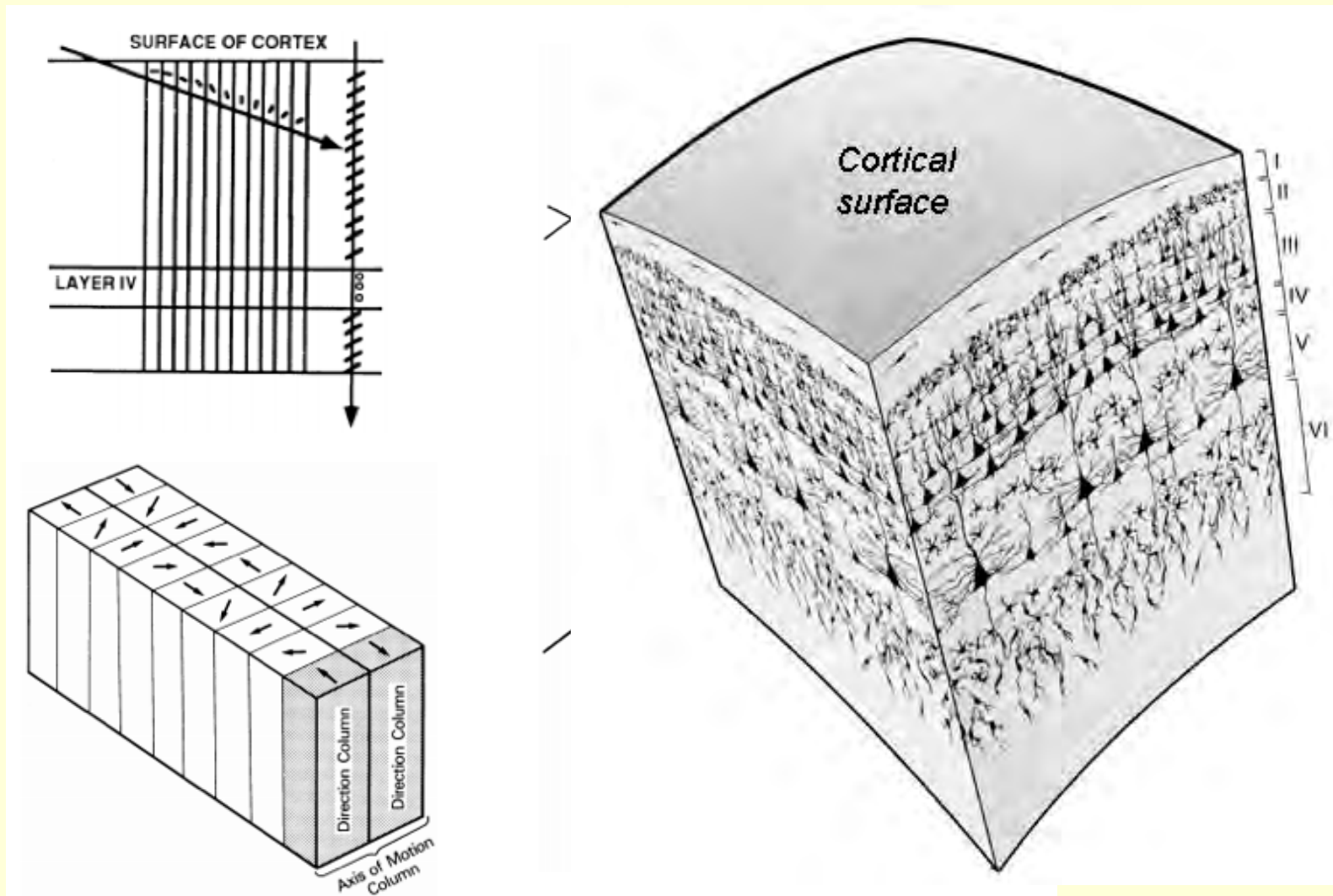
« Whenever we look at life,
we look at networks. »

Devant cette complexité décourageante, d'autres vont choisir une autre approche, celle de la **modélisation par ordinateur**

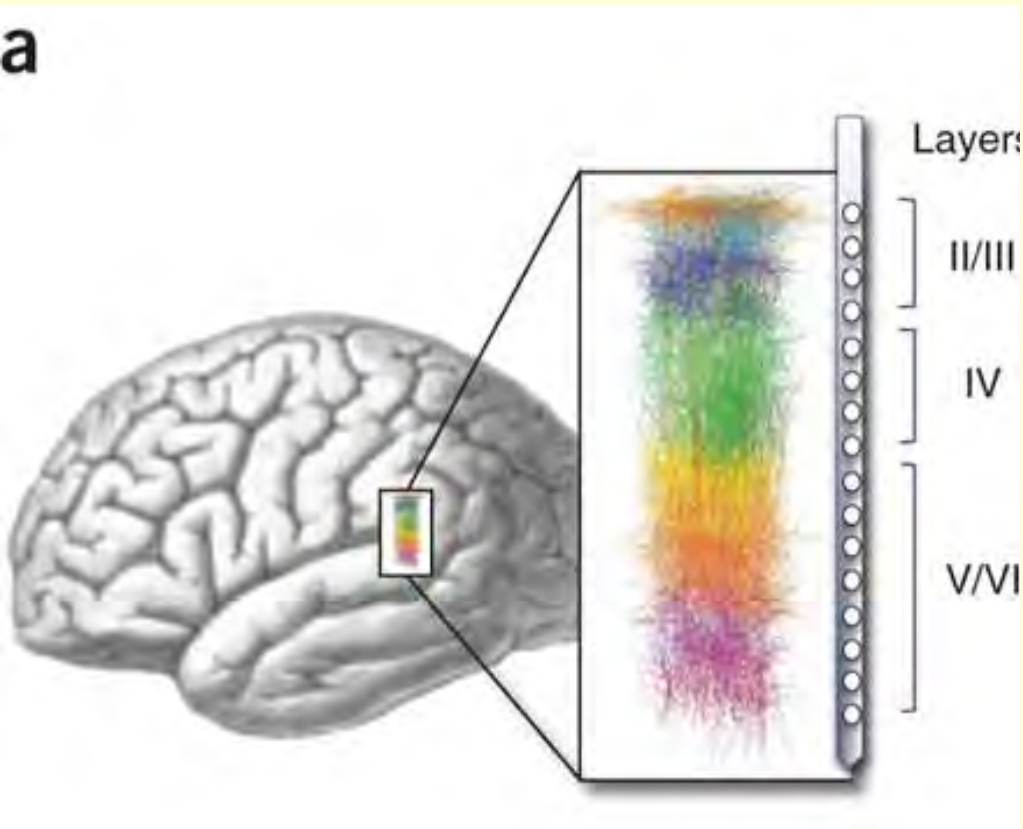
qui part de l'observation d'une organisation **en colonne** dans le **cortex**.



Connexions préférentielles à la verticale



Même s'il est difficile de définir une **colonne corticale** de façon formelle, la notion demeure **attrayante** parce qu'elle suggère qu'on peut simplifier l'insurmontable complexité du câblage cérébral en un **arrangement de d'unités similaire** organisées en parallèle.

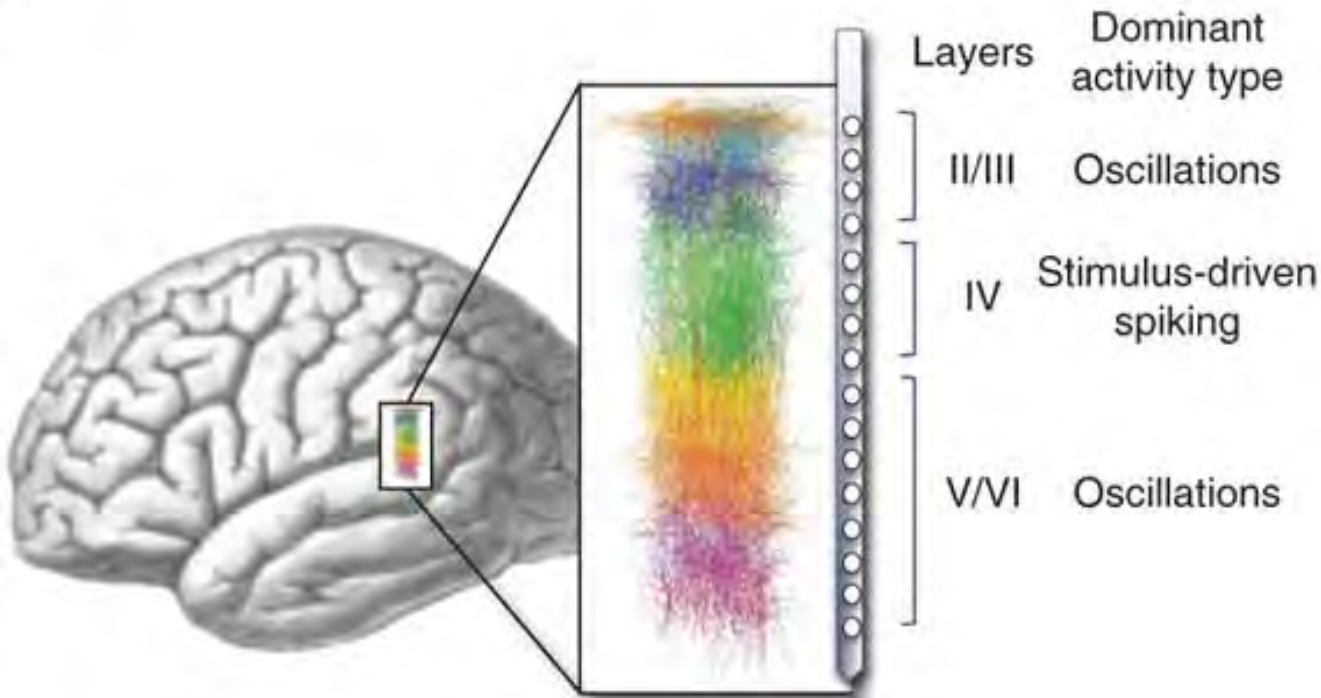


Le problème devient soudainement plus abordable:

comprenez une colonne, et vous les comprendrez toutes !

Donc modèle très populaire, surtout auprès de ceux qui font des simulations informatiques, comme le **Blue Brain Project de Henry Markram**, par exemple.

a



b

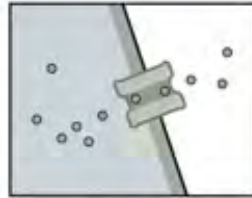


Le “**Blue Brain Project**”, a permis de **modéliser** une **colonne corticale** entière de cerveau de mammifère avec des unités de base **proches des neurones** (et non de simples points) avec des caractéristiques **jusqu’au niveau moléculaire**.

BUILDING A BRAIN

The Blue Brain simulation — a prototype for the Human Brain Project — constructs simulated sections of cortex from the bottom up, starting from detailed models of individual neurons.

SIMULATED NEURON



Ion channels

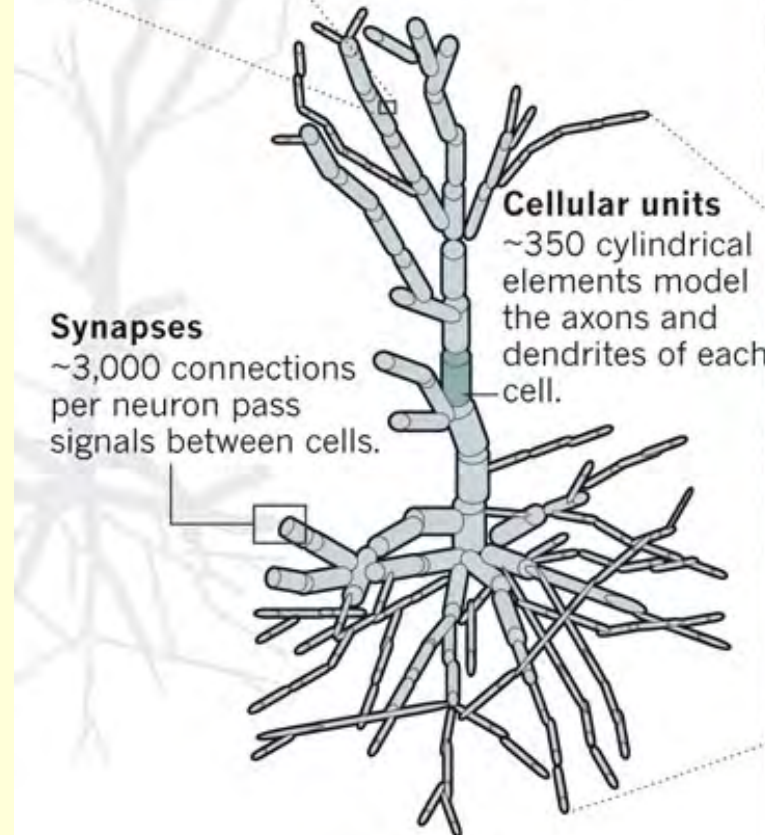
In each model neuron, ~7,000 ion channels control membrane traffic.

Synapses

~3,000 connections per neuron pass signals between cells.

Cellular units

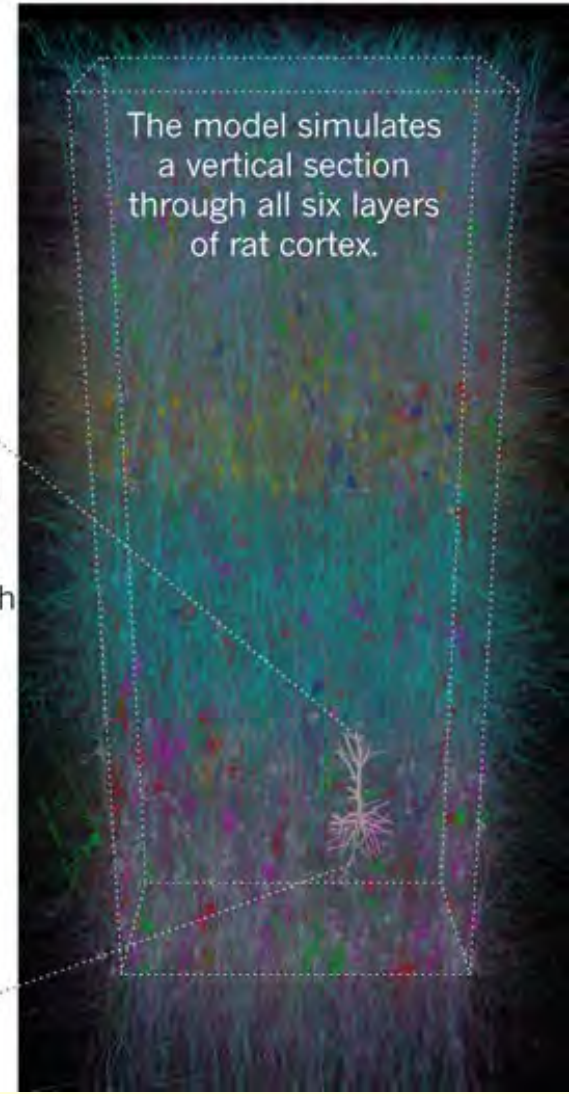
~350 cylindrical elements model the axons and dendrites of each cell.



NEOCORTICAL COLUMN

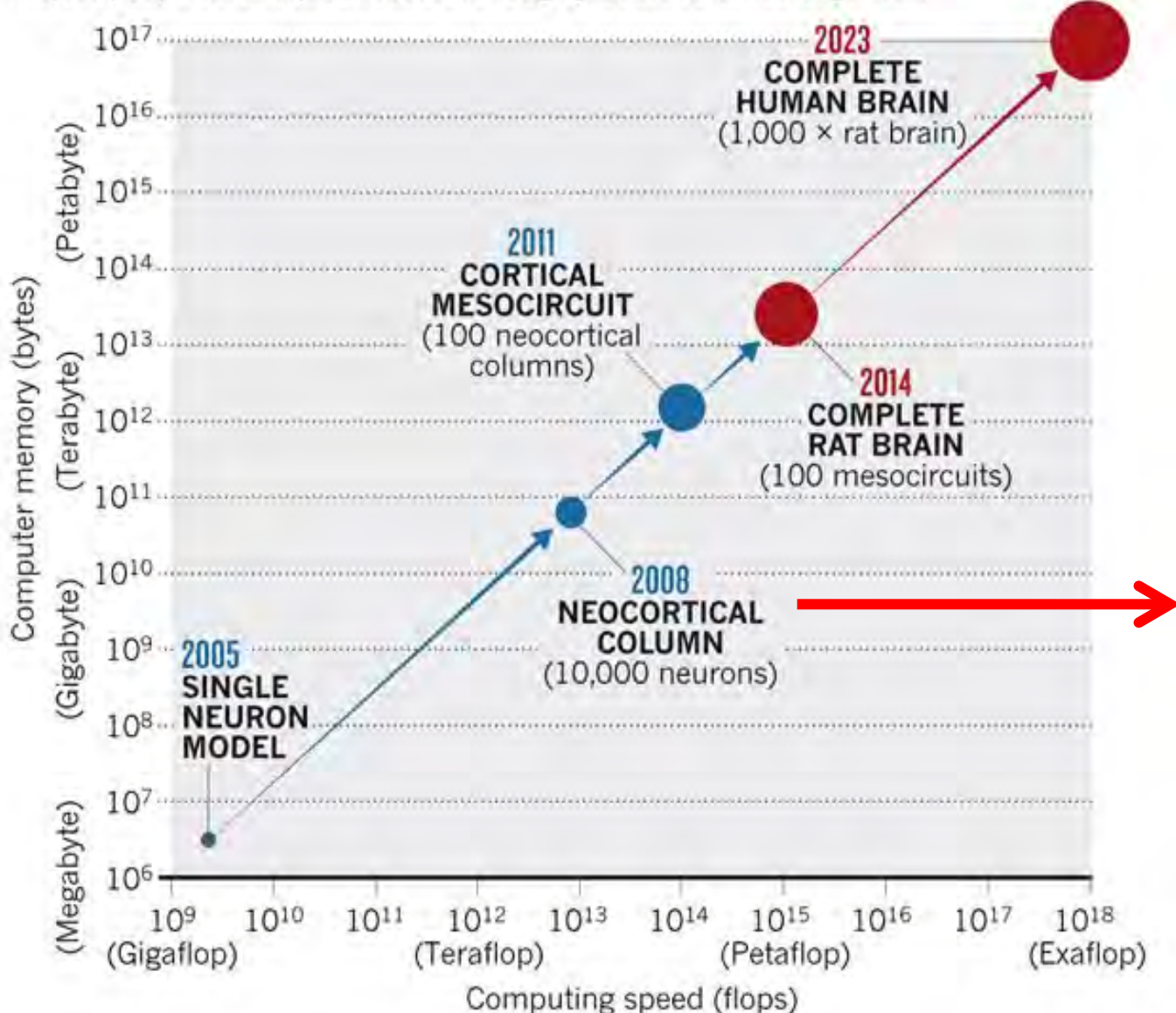
(10,000 neurons)

The model simulates a vertical section through all six layers of rat cortex.



FAR TO GO

The Blue Brain Project has steadily increased the scale of its cortical simulations through the use of cutting-edge supercomputers and ever-increasing memory resources. But the full-scale simulation called for in the proposed Human Brain Project (red) would require resources roughly 100,000 times larger still.



NEOCORTICAL COLUMN (10,000 neurons)



Le **Blue Brain Project** est donc appelé
à évoluer vers le Human Brain Project car...

“In late January **2013**, **The Human Brain Project** announced that it had successfully arranged a billion Euro funding package for a 10-year run.”

Critiques :

Le modèle pourrait devenir si détaillé qu'il ne serait pas plus facile à comprendre que le cerveau !

Pas d'organes sensoriels ou d'effecteurs, donc ne simule certainement pas comment une colonne fonctionne chez un véritable animal...

Débats :

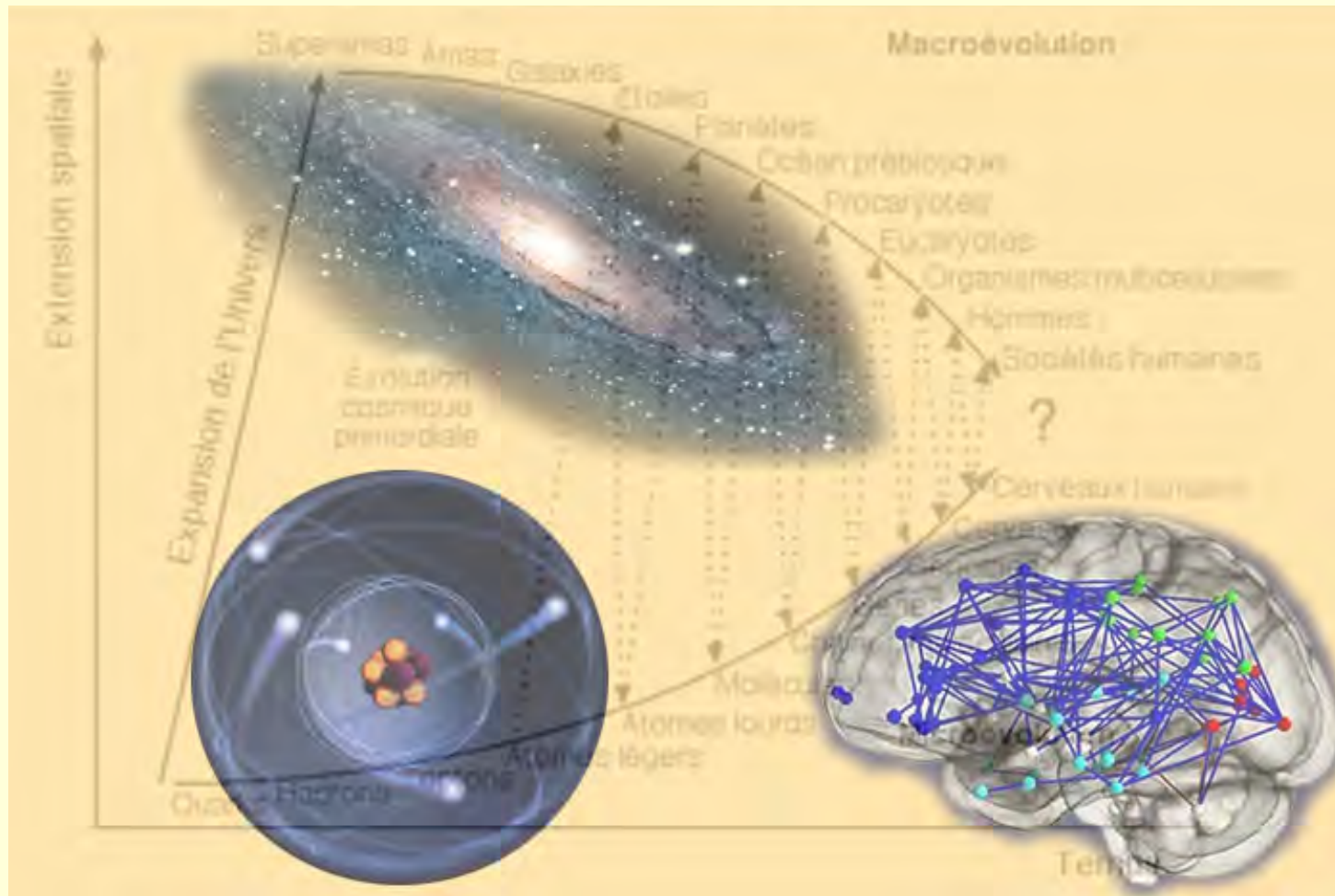
Entre les différents projets de simulation (le concurrent IBM...)

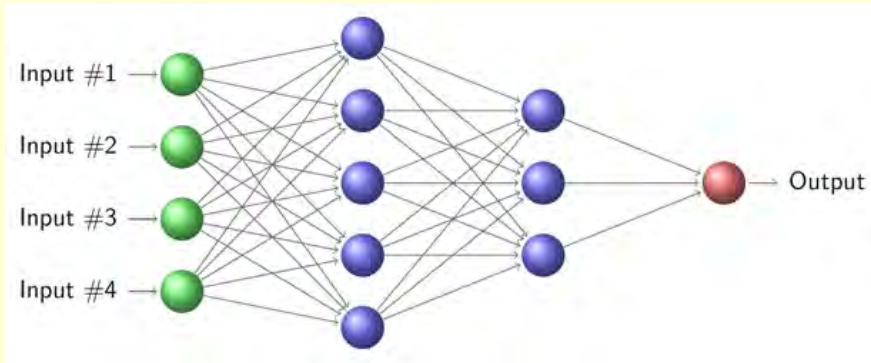
Avec ceux qui tentent d'établir le connectome à l'échelle micro (Seung, etc.) qui trouvent prématurés ces grands projets de modélisation.

Mais qu'est-ce qu'un modèle, déjà ?

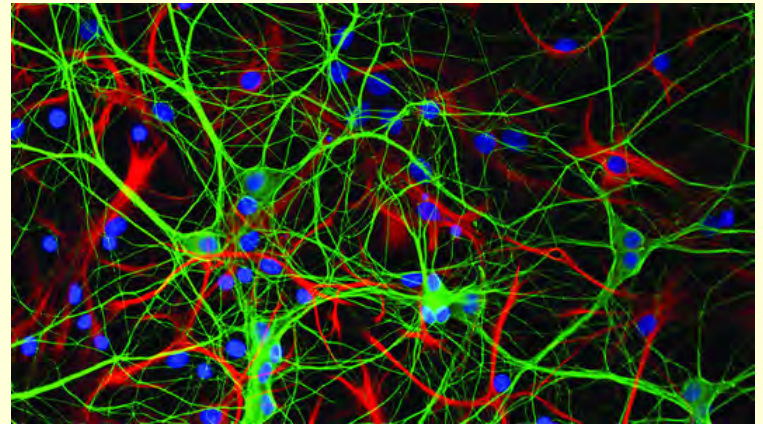
Un **modèle scientifique** est une représentation simplifiée

de ce qu'on ne peut pas voir directement pour différentes raisons :
trop petit, trop grand, trop complexe (comme dans le cas du cerveau).





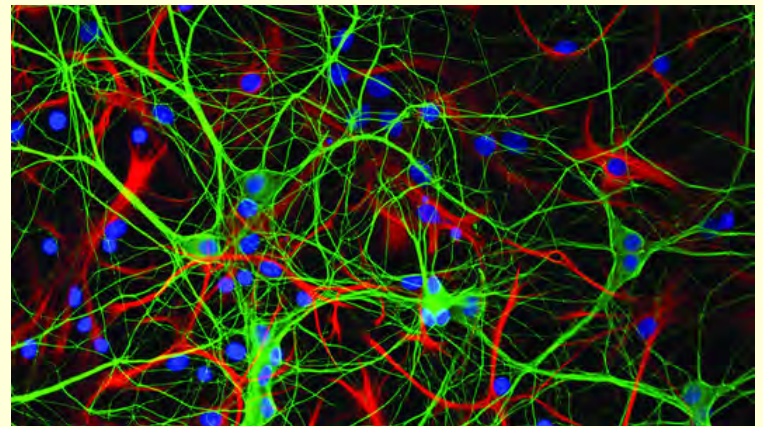
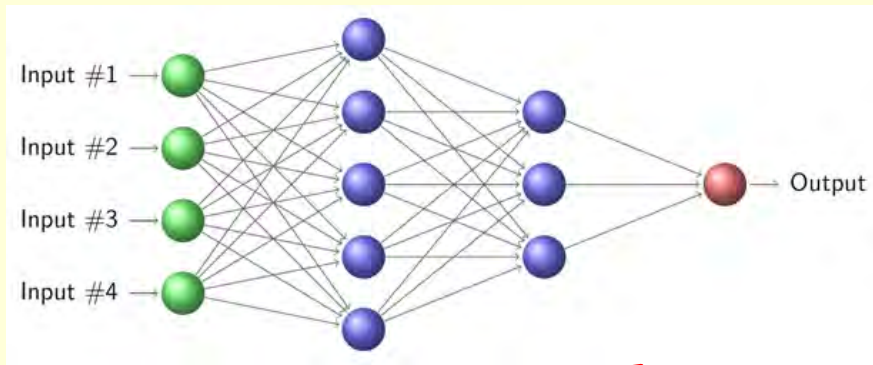
objet M



objet O

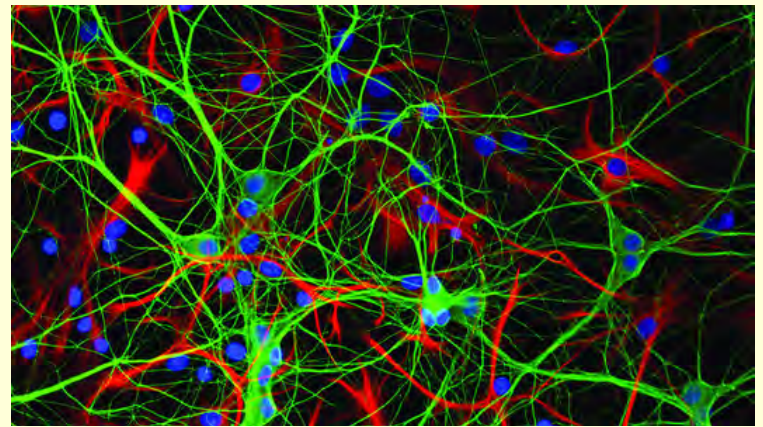
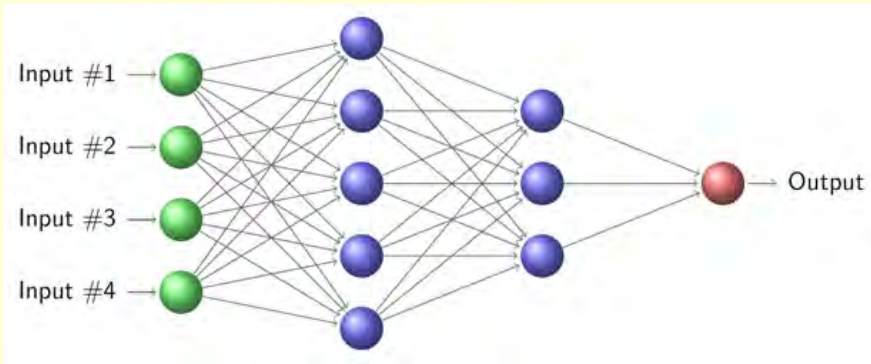
« Pour un observateur, un objet M est un modèle d'un objet O dans la mesure où l'observateur peut utiliser M pour répondre à des questions qui l'intéressent au sujet de O »

- Marvin Minsky, 1965



Le modèle renvoie donc à une **approximation** de la **réalité** et à une sélection de certains de ses éléments.

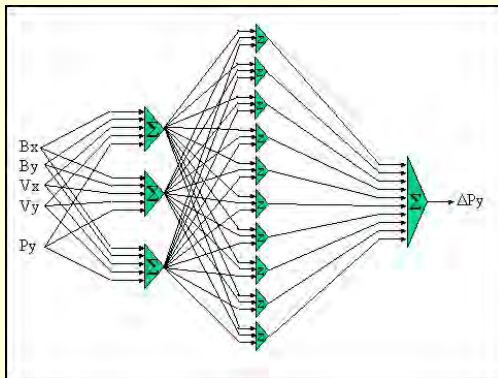
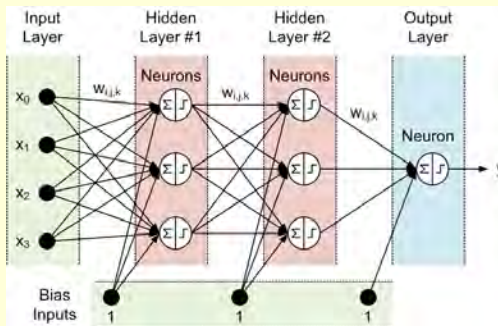
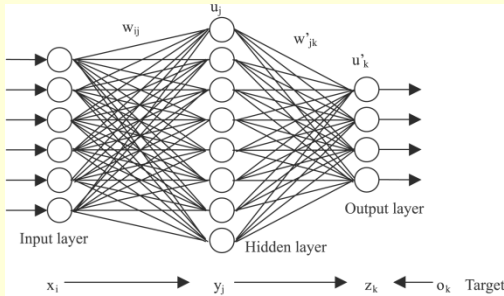
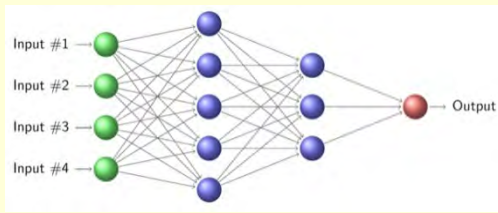
« Tous les modèles sont faux, certains sont utiles ».



Avec un modèle, on va pouvoir **générer des hypothèses**, c'est-à-dire des explications plausibles et provisoires des faits.

Ces hypothèses devront être par la suite contrôlée par des **expériences**, ou corroborées par des **observations** de la réalité.

Un modèle sera jugé **fécond** si les résultats de mesure sur le réel s'avèrent suffisamment conformes aux **prédictions** du modèle.

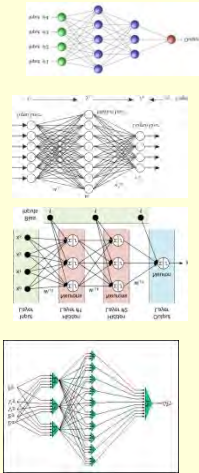


Mais ces modèles et ces hypothèses ne sont **pas isolés**.

Ils s'inscrivent généralement dans une **théorie scientifique** plus large.

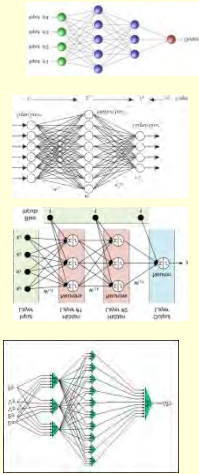
Exemple : les différents modèles de la théorie connexionniste en sciences cognitives

Modèles

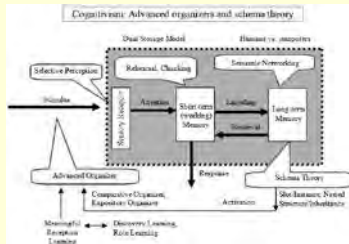
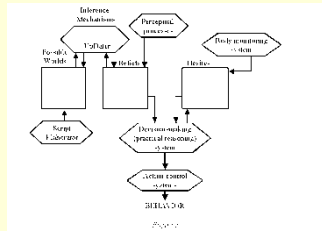


Exemple :
la théorie
connexionniste

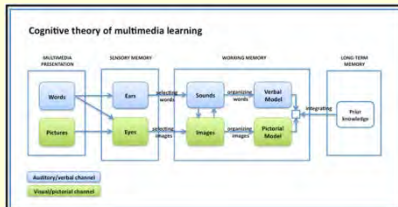
Modèles



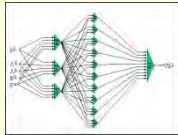
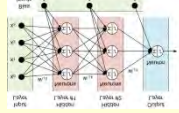
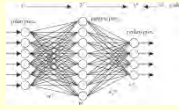
Exemple :
la théorie
connexionniste



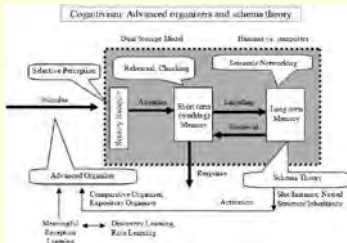
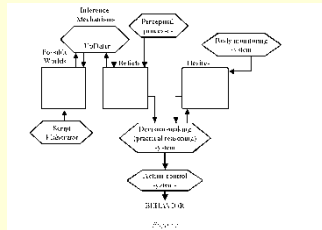
Exemple :
la théorie
cognitiviste



Modèles



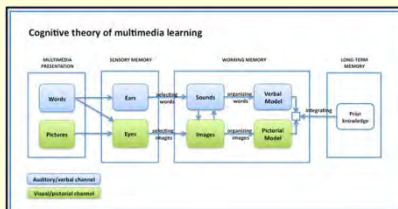
Exemple :
la théorie
connexionniste



Exemple :
la théorie
cognitiviste

Différentes théories

dans un « domaine » ou un
« programme » de recherche,
par exemple ici en
sciences cognitives.



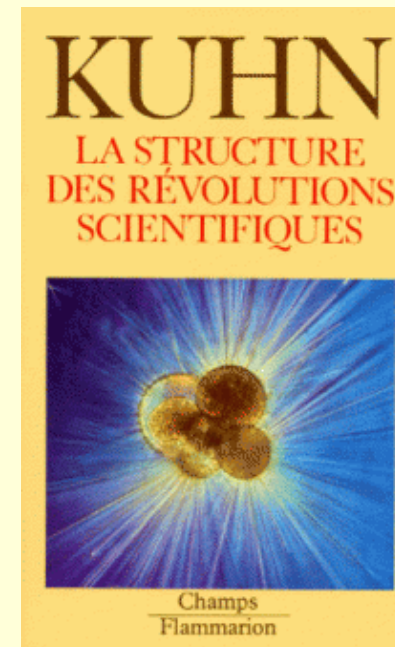
On parle de **paradigmes scientifiques**,
une notion introduite par Thomas Kuhn en 1962,
pour désigner l'idée qu'il y a, à une époque donnée,

« **UNE** » **théorie plus largement acceptée** au sein de
la communauté scientifique dans un domaine particulier.

Ce que Kuhn appelle aussi la « science normale ».

Les grandes lois ou les mécanismes explicatifs de ce
paradigme dominant pourront être **dérangées périodiquement**

par des données dites « a-normales » qui, lorsqu'elles
deviennent trop nombreuses, provoquent des
révolutions scientifiques.



Il y a eu 3 grands paradigmes en sciences cognitives
depuis le milieu du XXe siècle

Cognitivism

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

Il s'intéresse à l'esprit qu'il compare à un ordinateur.



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

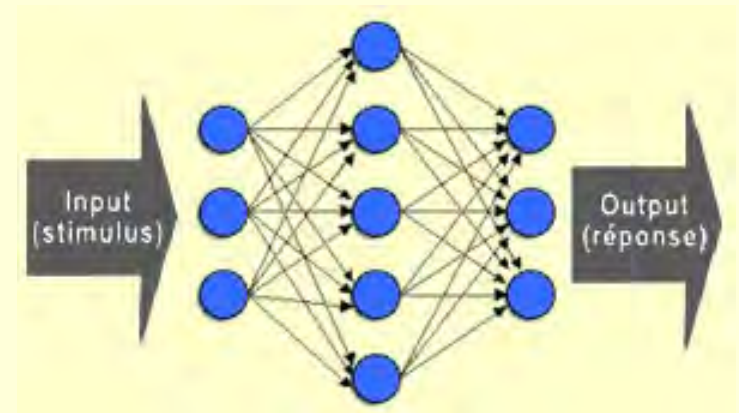
la **manipulation de symbole** à partir de règles.

Par n'importe quel dispositif pouvant **représenter** et manipuler des symboles.

Connexionnisme

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

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



Ici, la cognition c'est **l'émergence** d'états globaux dans un réseau de composants simples.

Elle est plus affaire d'entraînement que de programmation.

Systemes dynamiques incarnés

Les **systemes dynamiques incarnés** vont critiquer les deux premiers paradigmes à partir du début des années 1990.

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



Et c'est là où ça va devenir encore plus complexe car le cerveau entretient des liens extrêmement intimes avec le reste du corps.

Pendant longtemps :

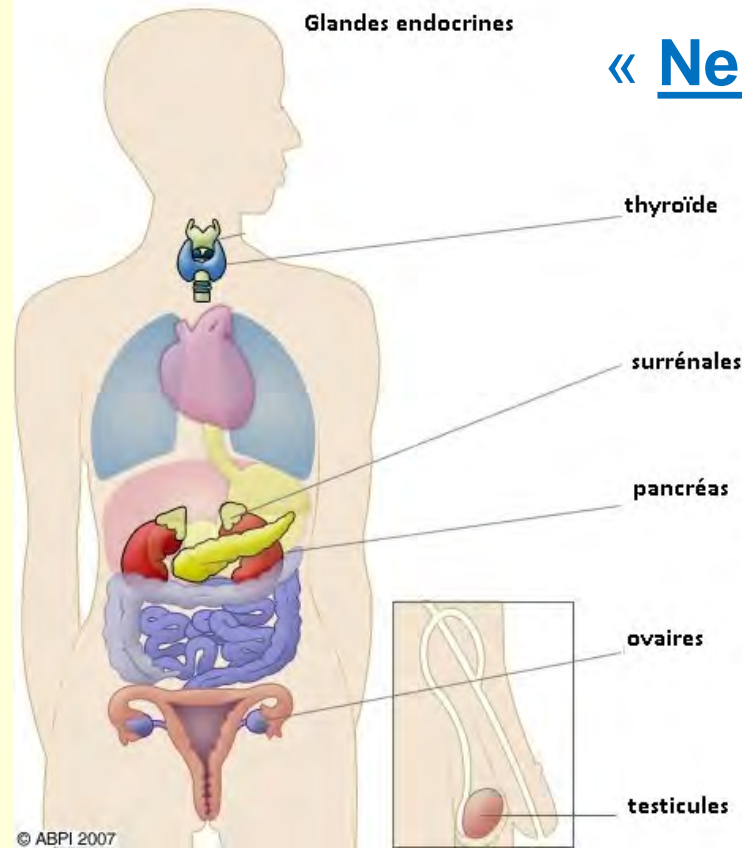
Cerveau

neurotransmetteurs

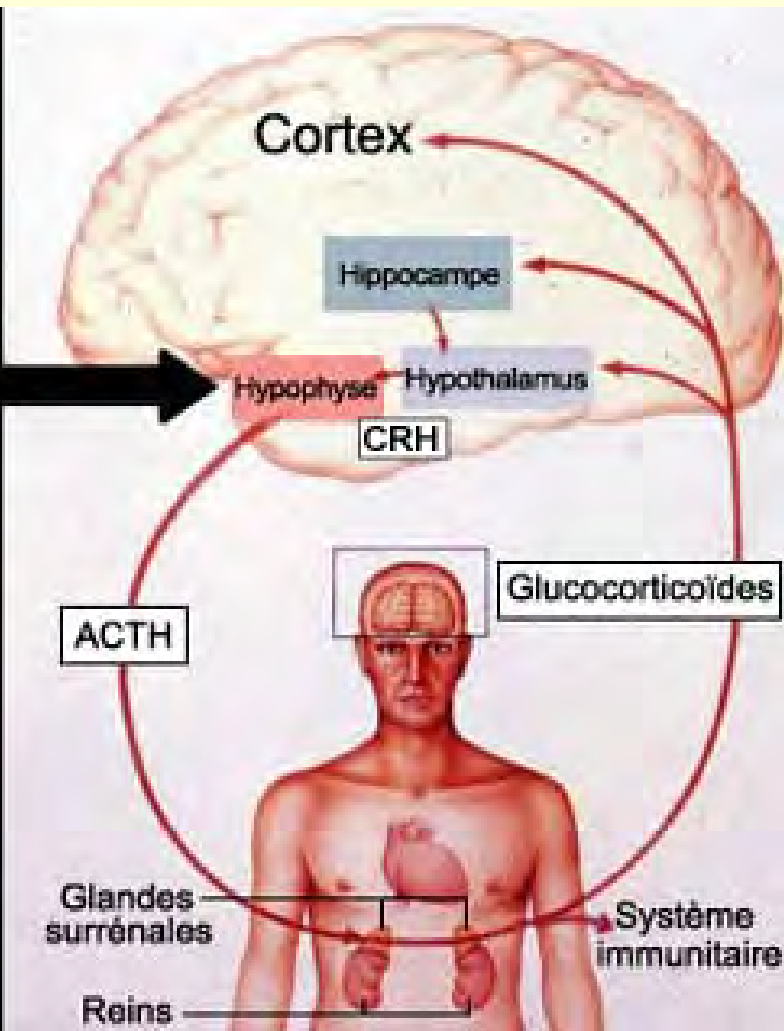
~~SÉPARATION~~

Corps

hormones



« Neurohormones »

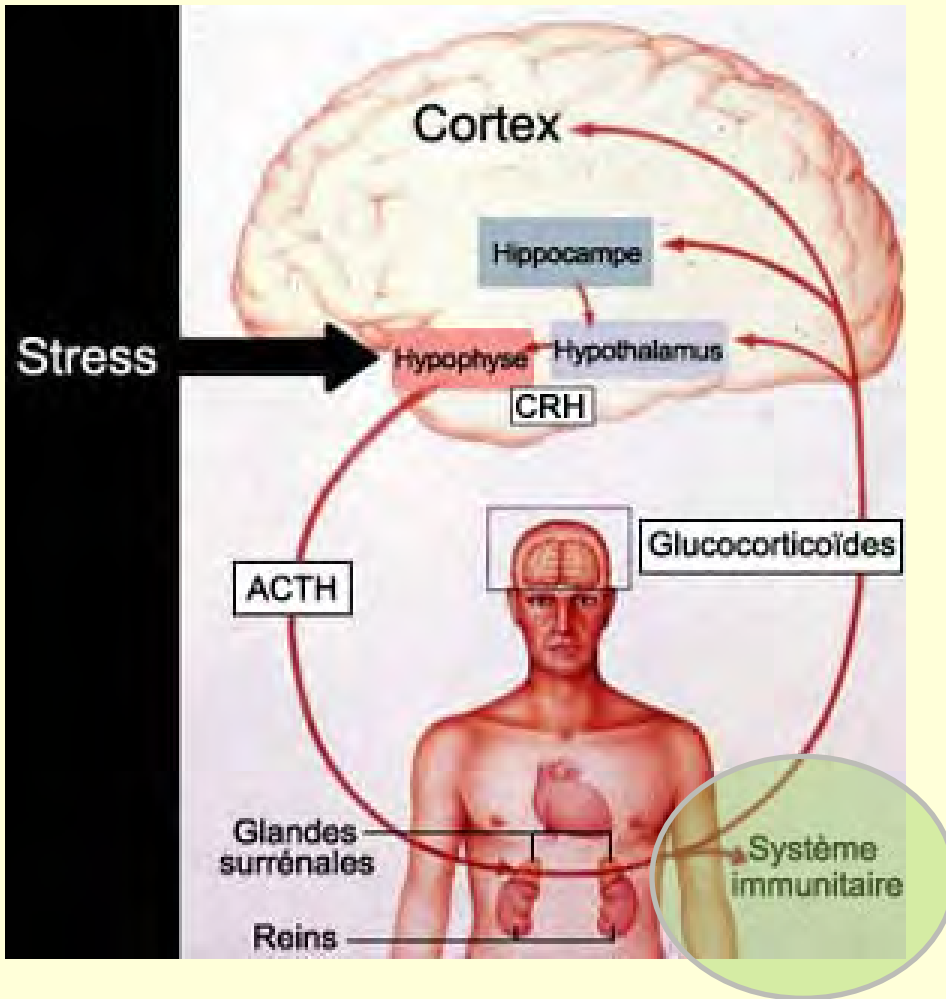


Neuroendocrinologie

étudie les interactions entre le système nerveux et le système endocrinien

nous amène à parler plus généralement de « **neurohormones** ».

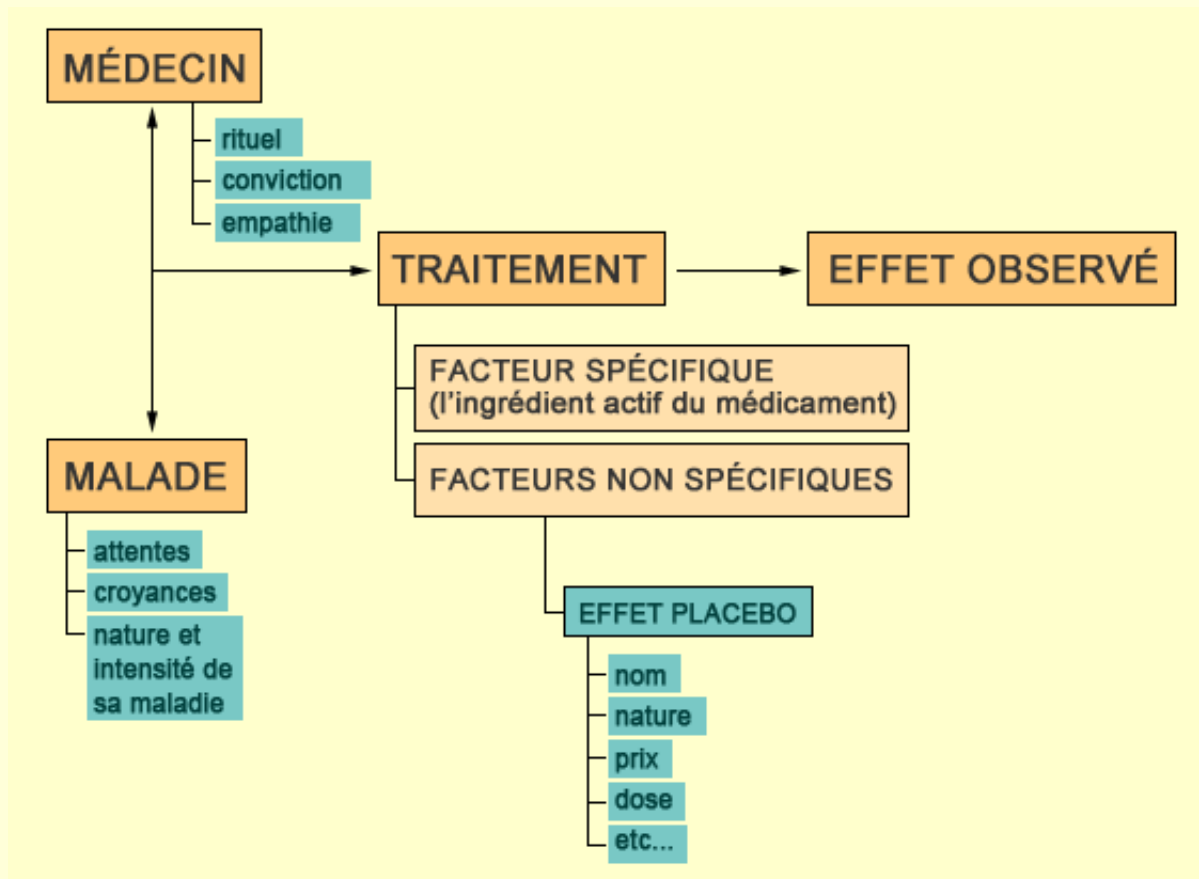
Neuro-psycho-immunologie



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

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

L'effet placebo : contrairement au stress,
les pensées ont ici un effet **bénéfique** sur le corps.

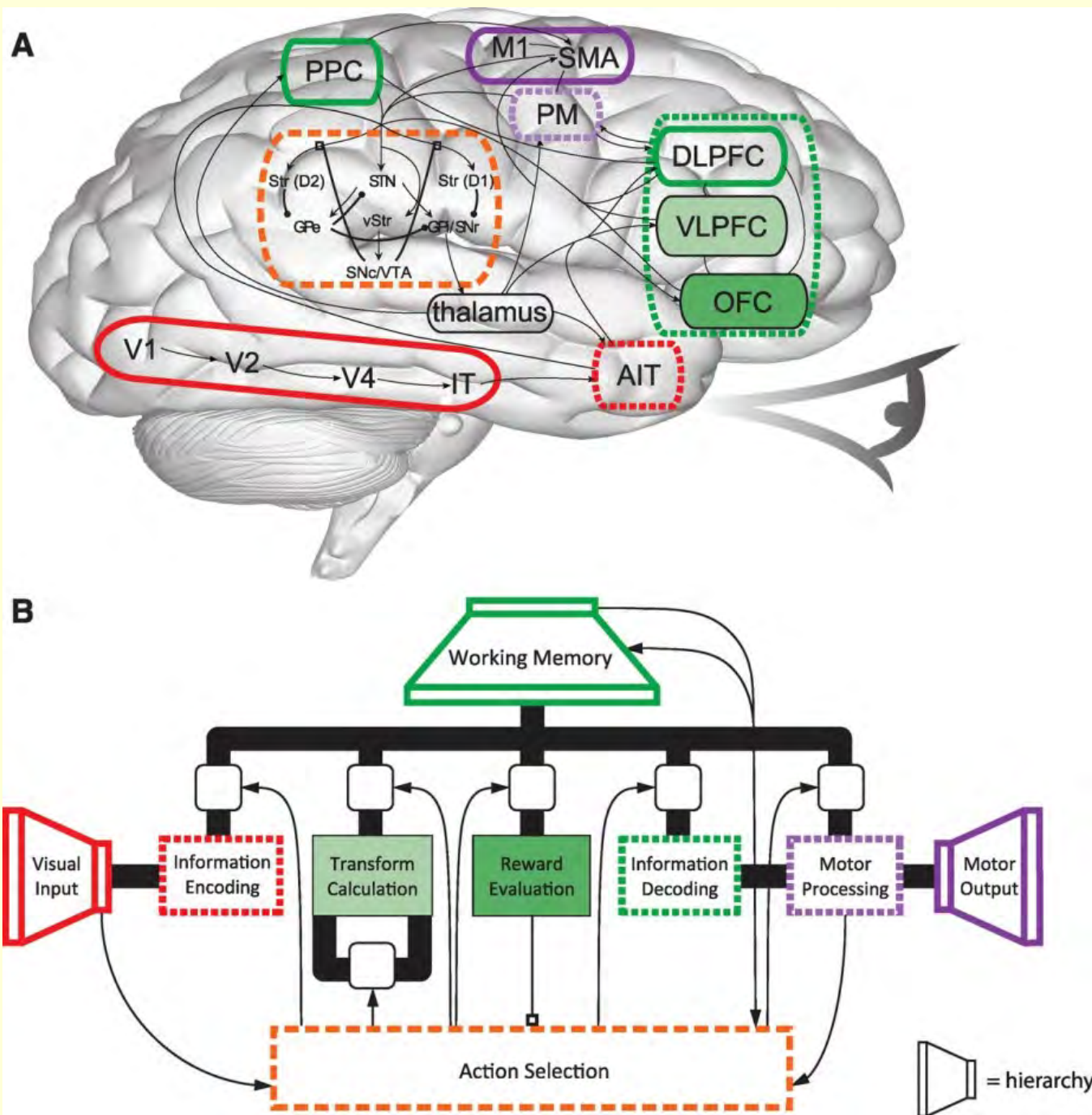


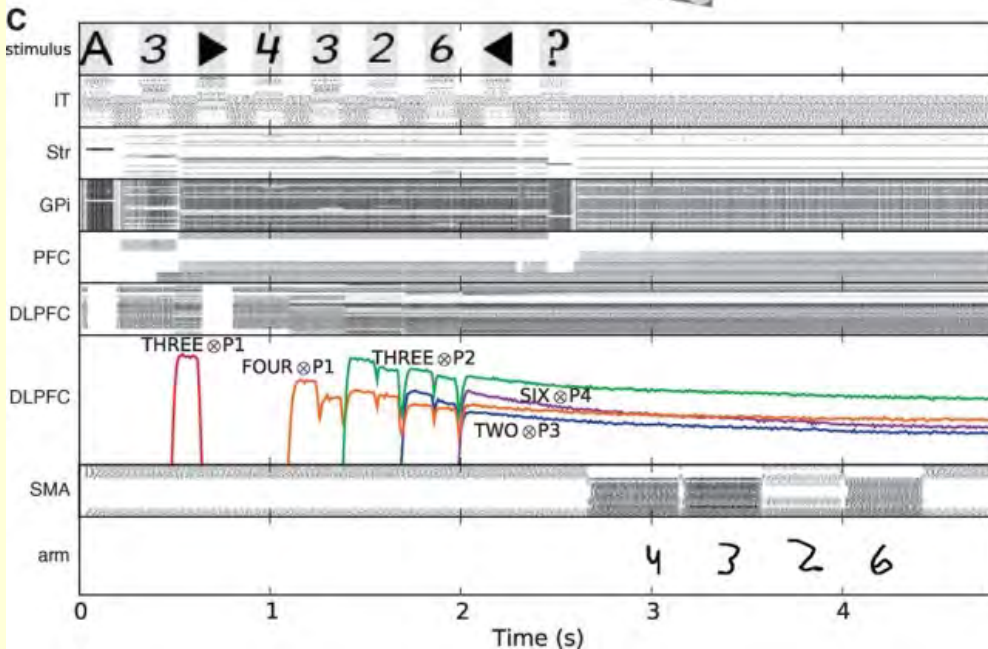
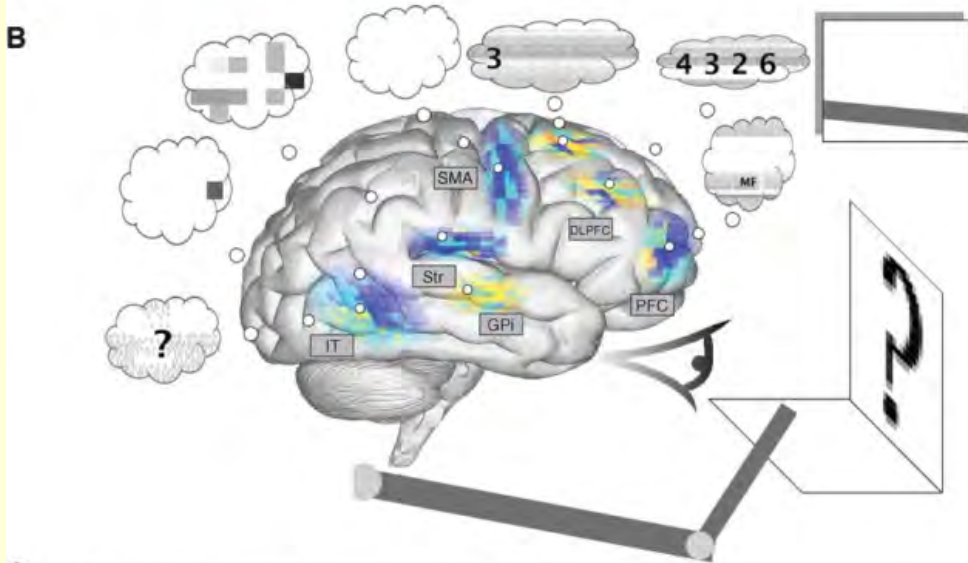


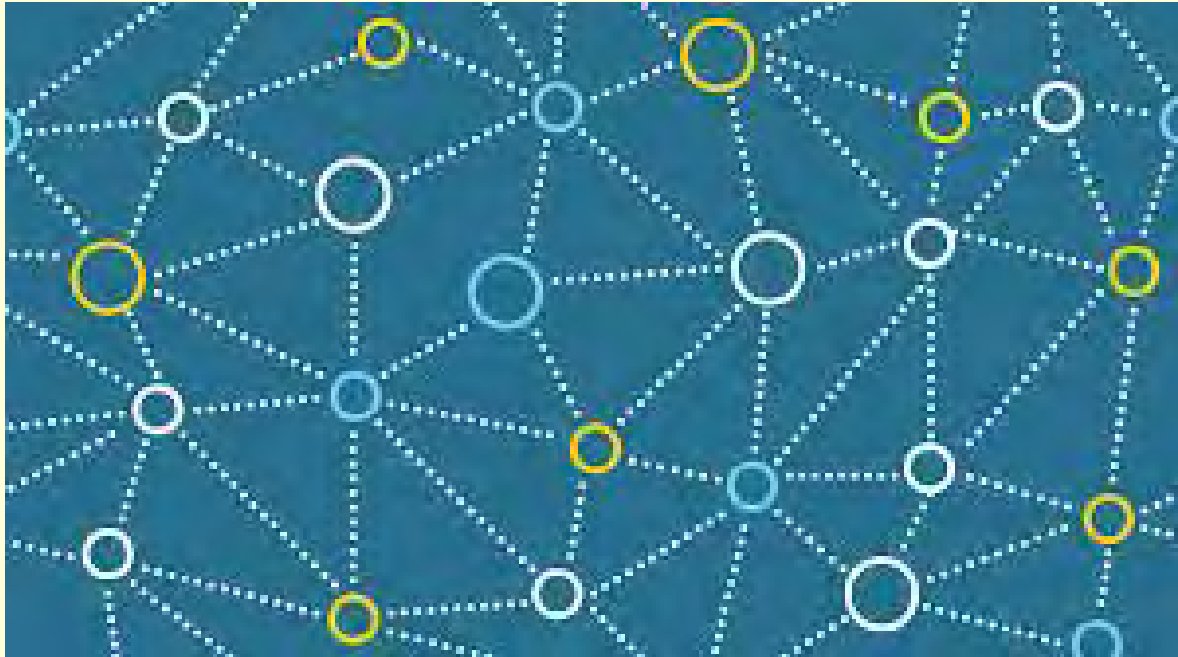
L'idée d'une raison qui fonctionnerait de façon indépendante du corps ne tient plus la route.

Un de ces modèles récents (2012)
« d'architecture cérébrale fonctionnelle »
qui intègre des éléments des 3 paradigmes :

The screenshot shows the Science journal website interface. At the top, there is a red header with the Science logo and navigation links: AAAS.ORG, FEEDBACK, HELP, LIBRARIANS. A search bar is on the right. Below this is a red navigation bar with links: NEWS, SCIENCE JOURNALS, CAREERS, MULTIMEDIA, COLLECTIONS. A secondary navigation bar below that reads: Science The World's Leading Journal of Original Scientific Research, Global News, and Commentary. Further down, there are links for Science Home, Current Issue, Previous Issues, Science Express, Science Products, My Science, and About the Journal. The main content area shows the breadcrumb path: Home > Science Magazine > 30 November 2012 > Eliasmith et al., 338 (6111): 1202-1205. On the left, there is a sidebar with 'Article Views' and a list of options: Abstract, Full Text (selected), Full Text (PDF), Figures Only, Supplementary Materials, and a 'Correction for this article' link. The main article information includes: Science 30 November 2012; Vol. 338 no. 6111 pp. 1202-1205; DOI: 10.1126/science.1225266. Navigation links include '< Prev | Table of Contents | Next >' and 'Leave a comment (0)'. The article title is 'A Large-Scale Model of the Functioning Brain' by Chris Eliasmith, Terrence C. Stewart, Xuan Choo, Trevor Bekolay, Travis DeWolf, Yichuan Tang, Daniel Rasmussen. There is a link for 'Author Affiliations' and a note: 'To whom correspondence should be addressed. E-mail: celiasmith@uwaterloo.ca'. At the bottom, there is an 'ABSTRACT' section.







Introduction :
croissance de la complexité

Cellules

Multicellulaires

Neurones

Circuits de neurones

Activité dynamique :
oscillations et
synchronisations

Réseaux cérébraux

Modèles

Conclusion :
langage et
sociétés humaines

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

leagues recently conducted the first detailed comparison between the human arcuate fasciculus and the connections inside the brains of other primates. Before Rilling's research, scientists had dissected brains

any less marvelous. It remains the most complex information-processing system in the world. But the growing body of research does, bit by bit, make the origin of the human brain a little less mysterious. ■



THE SOCIAL BRAIN

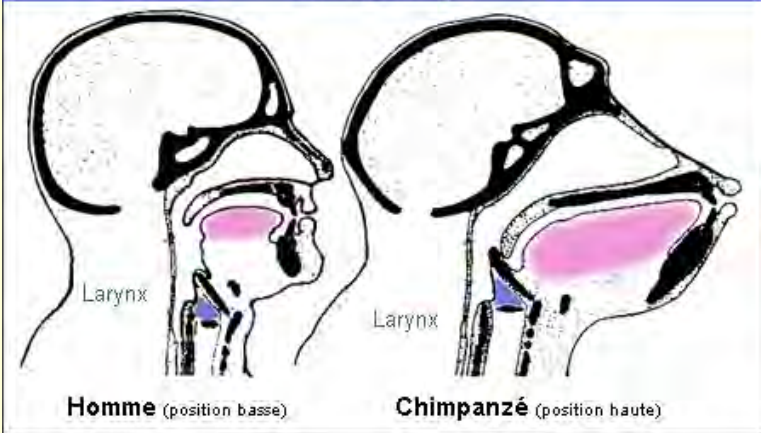
The larger the community group of a primate species, the larger that species' brain grew relative to body size. Humans' exuberant sociability may account for our particularly big brains

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

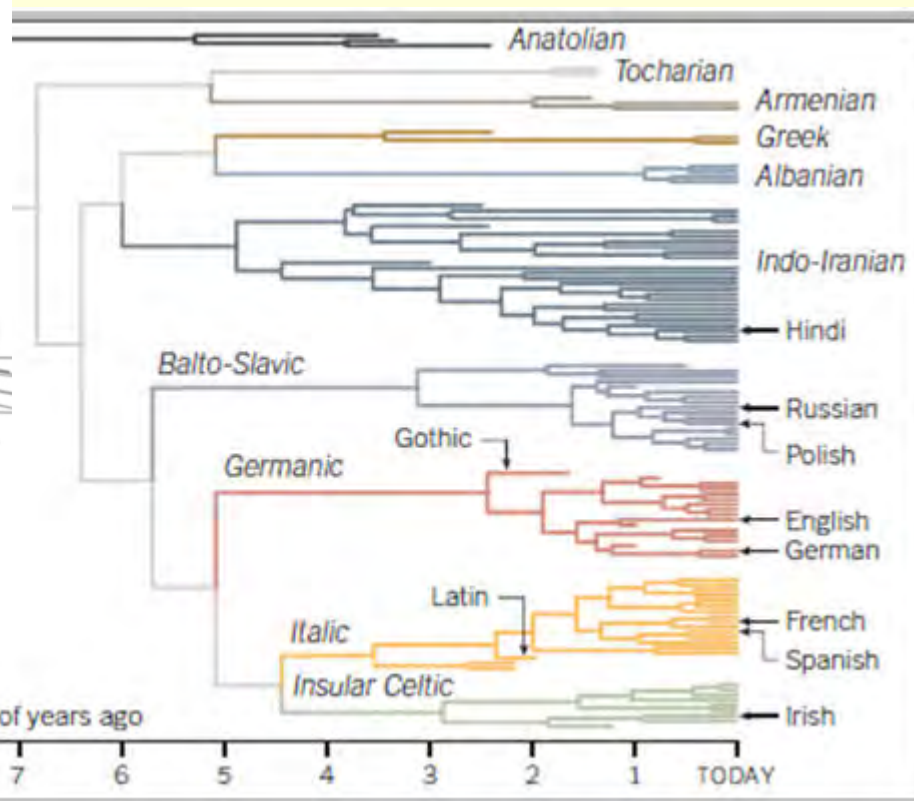
TOP OF THE LINE

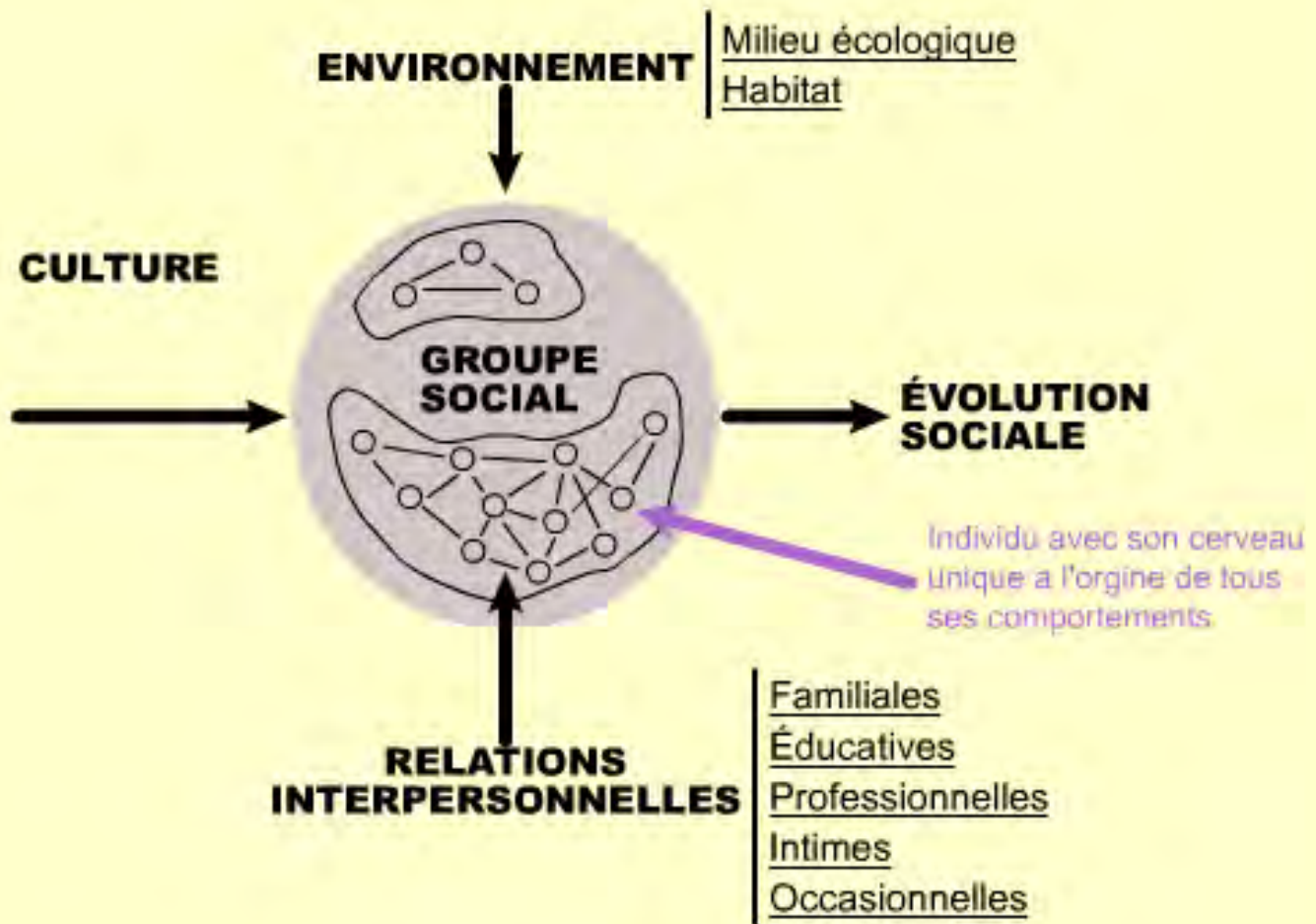
Nothing drives complex societies like language, and the key to human prolixity is the arcuate fasciculus, which weaves together the various brain regions that govern speech



« Les mots [...] sont des indices pour coordonner des actions par le langage. » (p.228)

« Ce qui est pertinent est la **coordination d'actions** [que les langues] provoquent et non la forme qu'elles adoptent. » (p.203) (table, mesa, etc.)

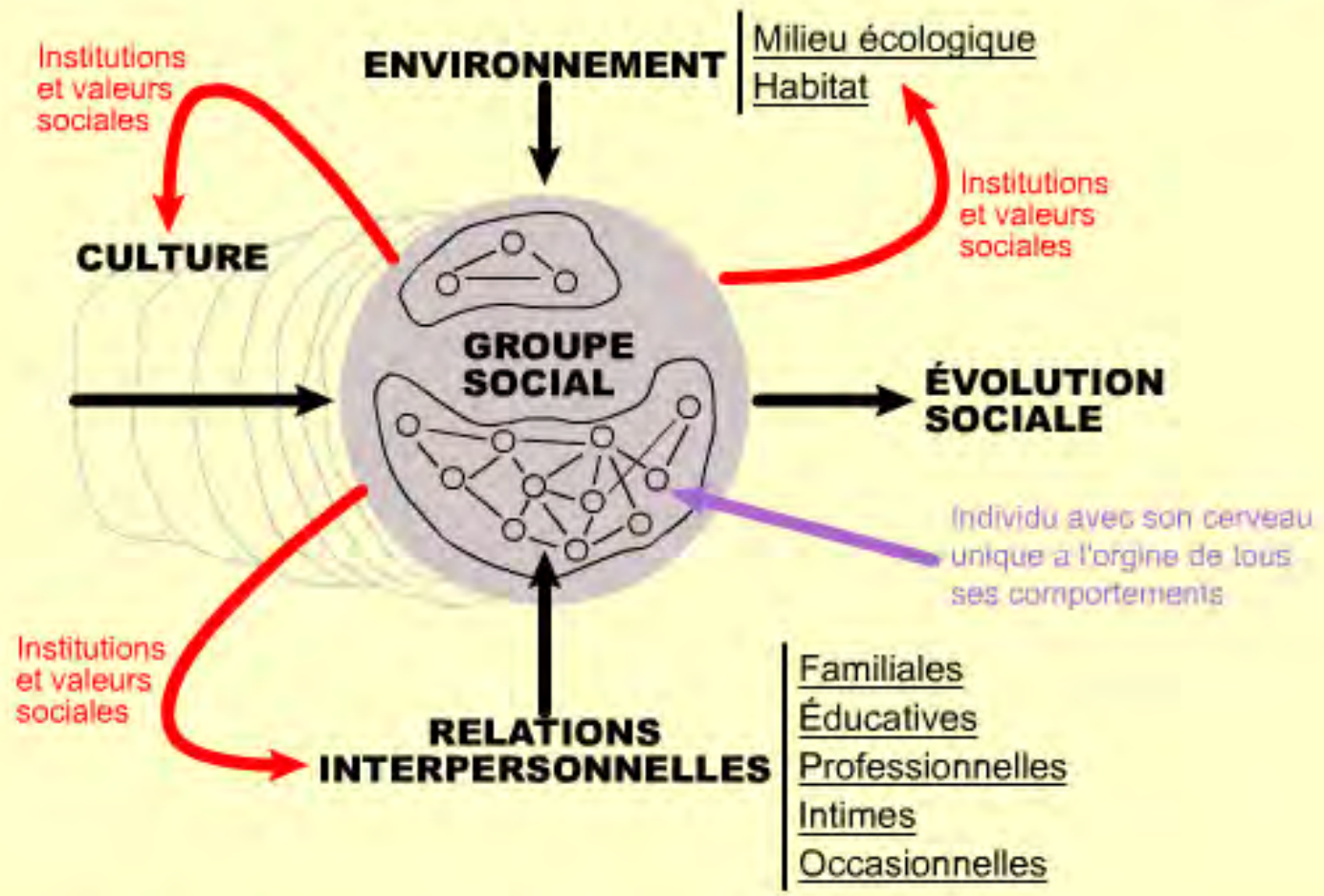




PASSÉ

PRÉSENT

FUTUR



« L'organisme restreint la créativité individuelle des unités qui le composent dans la mesure où ces unités existent pour cet organisme.

Le système social humain amplifie la créativité individuelle de ses composants, dans la mesure où le système existe au service de ces composants. »
(p.192-193)



Organismes
(autonomie
minimale des
composantes)

Insectes
sociaux

Sparte

Sociétés humaines
(autonomie
maximale des
composantes)



« Nous avons ces communautés humaines qui constituent des systèmes sociaux humains **diminués** par la mise en œuvre de mécanismes de stabilisation **forcée** dans toutes les dimensions comportementales de leurs membres: ces systèmes sociaux ont **perdu leur vigueur** et ont **dépersonnalisé** leurs composants » (p.193)



STOP It's time to **Bill C-51**

PRIVACY is a HUMAN RIGHT
protected by the **CANADIAN CHARTER OF RIGHTS AND FREEDOMS**

Call or write your MP
and say "NO" to Bill C-51

Saturday March 14th, 2015 **NATIONAL DAY OF ACTION to STOP BILL C-51** #StopC51



« **Tant qu'on n'aura pas diffusé très largement** à travers les [êtres humains] de cette planète la façon dont fonctionne leur cerveau, la façon dont ils l'utilisent





« Tant qu'on n'aura pas diffusé très largement à travers les [êtres humains] de cette planète la façon dont fonctionne leur cerveau, la façon dont ils l'utilisent

et tant que l'on n'aura pas dit que cela a toujours été pour dominer l'autre,

il y a peu de chance qu'il y ait quoi que ce soit qui change »



Ces gens qui ont pourtant tous
entre les deux oreilles
un exemplaire de cet objet
le plus complexe de l'univers connu,
le cerveau humain...



Contre l'austérité, la décroissance !

[Présentation](#)

[Professeur-e](#)

[Plan de session](#)

[Autres activités cette session](#)

Une fois que l'on a reconnu que le capitalisme est une course à la croissance destructrice, injuste et aliénante (cours 1),

Que l'on levé le voile sur les fausses promesses du développement durable (cours 2)

Que l'on a entrepris une démarche de décolonisation de l'imaginaire préalable à toute transition (cours 3)

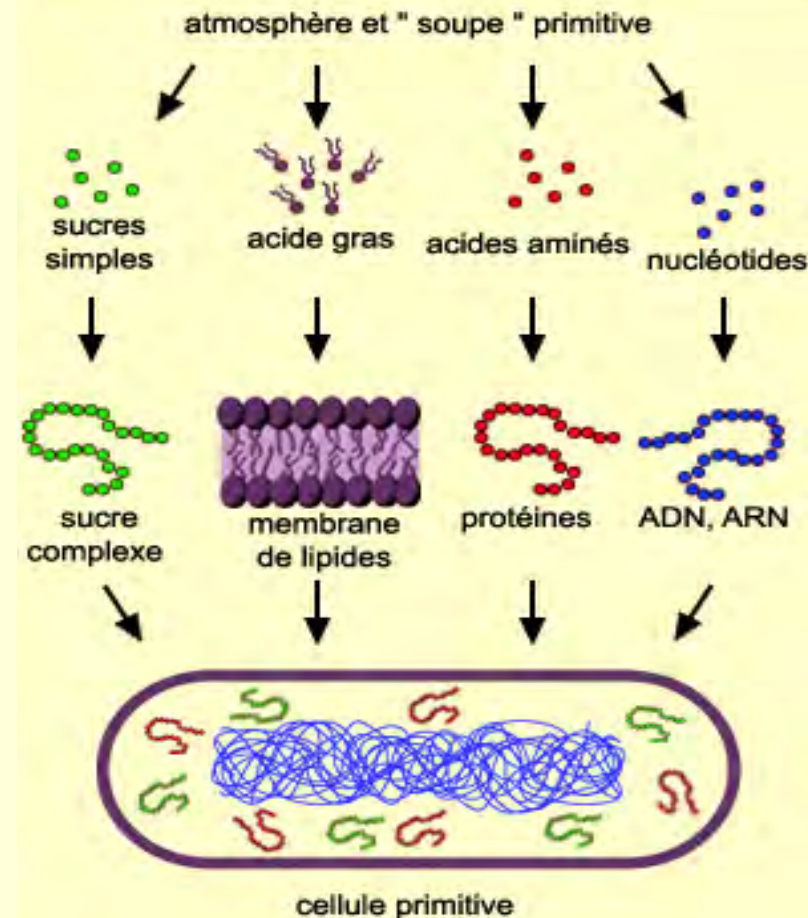
Comment on fait pour transformer le réseau social, autrement dit pour changer le monde? Pas de réponse unique car trop complexe...

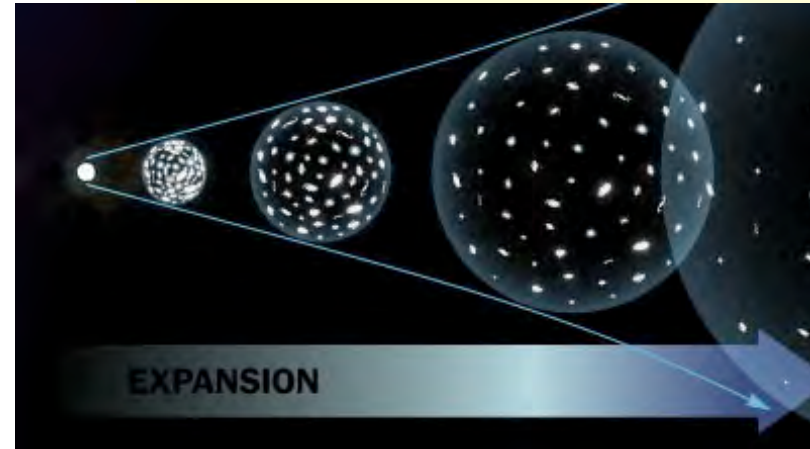
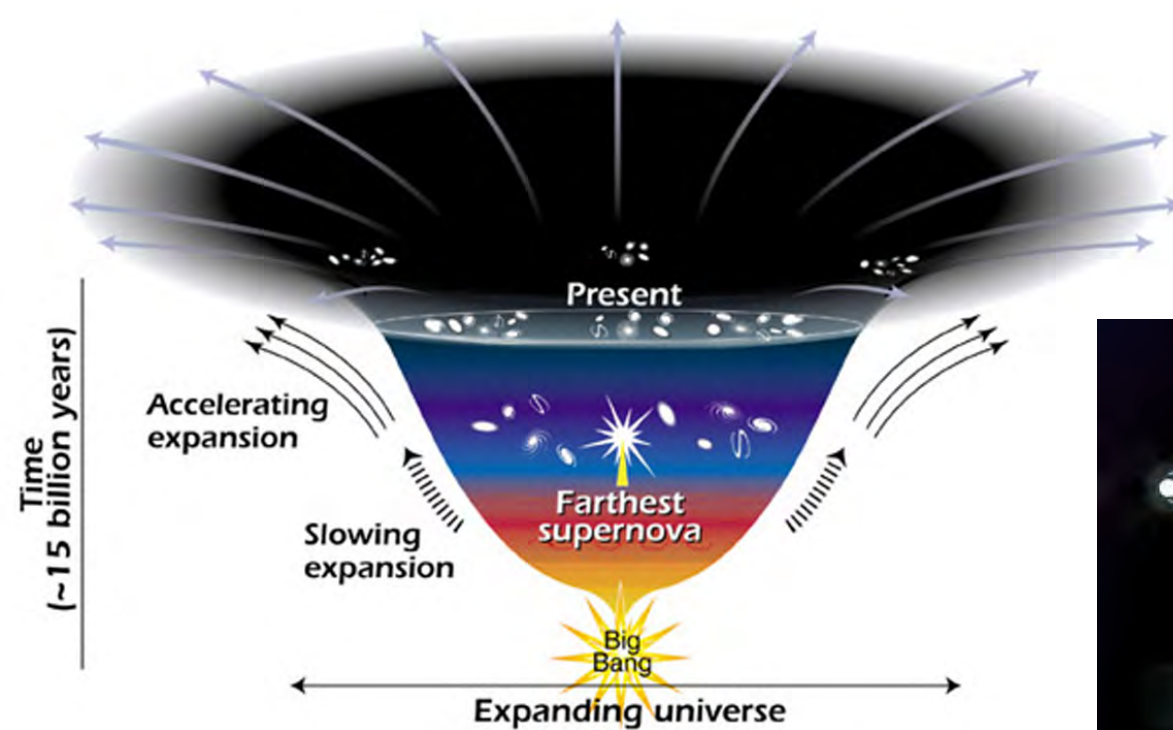
Plutôt : de nombreuses listes incluant des éléments de démocratisation, de communalisation, d'autoproduction et de coopération (4^e cours).

Les définitions de la vie sont également souvent des listes de critères (on en a plus de 300 !) comprenant des éléments comme :

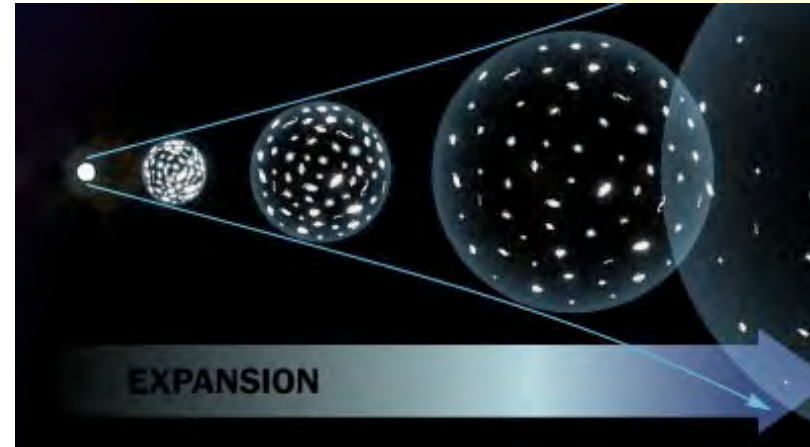
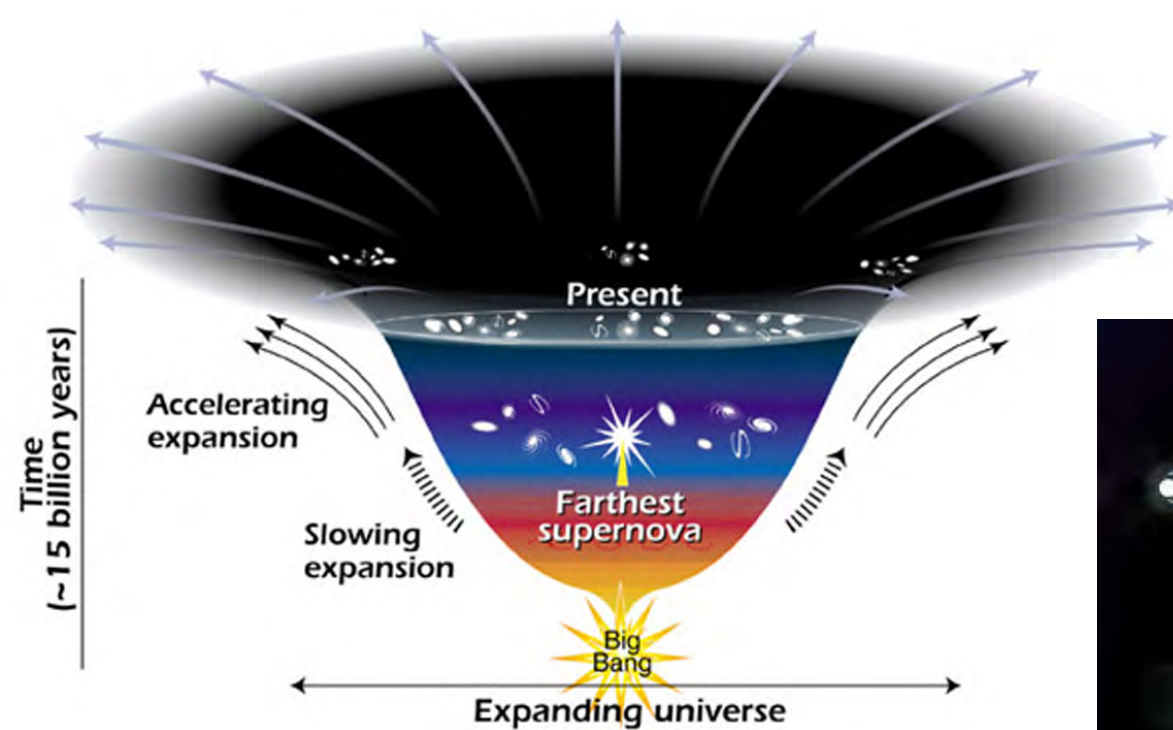
- Développement ou croissance
- Métabolisme
- Motilité
- Reproduction
- Réponse à des stimuli
- Etc.

Car il s'agit de processus se déroulant dans des réseaux complexes...



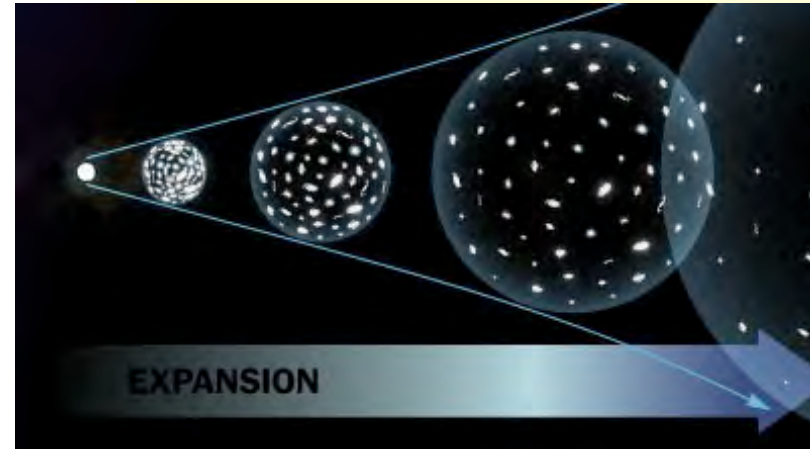
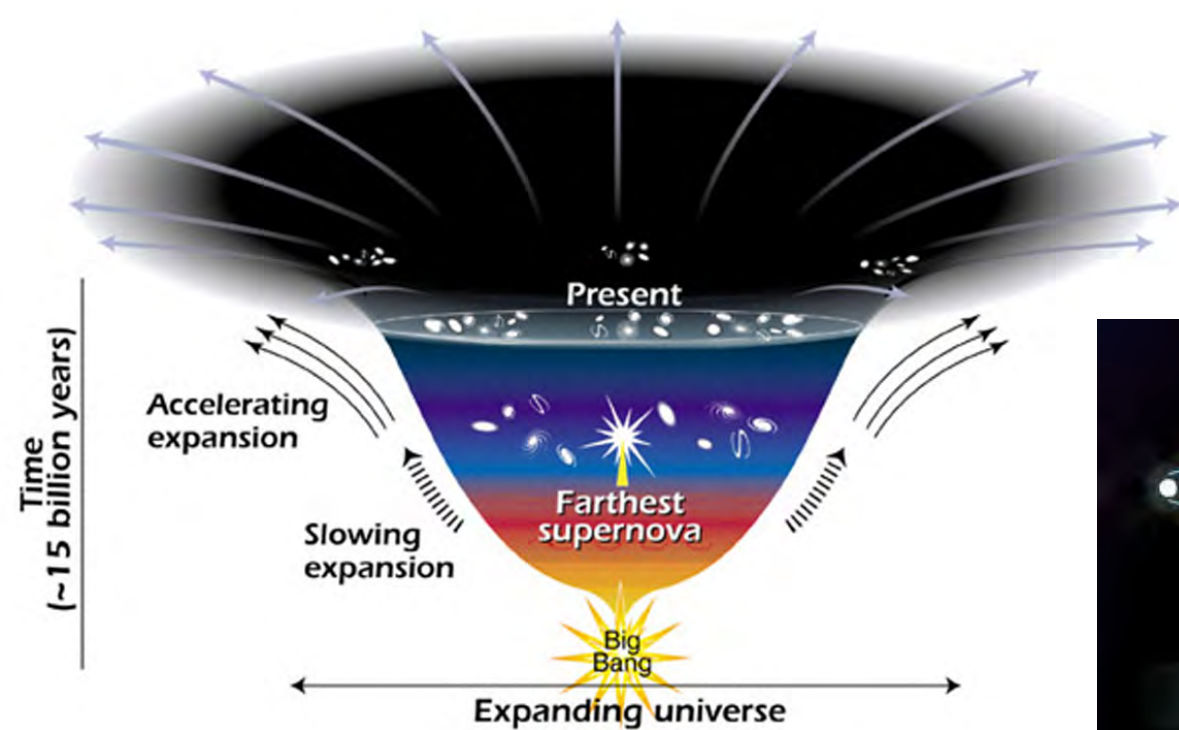


...apparus suite à **l'expansion rapide de l'univers** qui a empêché que la stabilité de l'atome de fer soit atteinte pour tous les éléments.



...apparus suite à **l'expansion rapide de l'univers** qui a empêché que la stabilité de l'atome de fer soit atteinte pour tous les éléments.

Et depuis, on est « pris » avec **une multitude d'états de même stabilité** possibles à tous les niveaux d'organisation de la complexité du vivant, de la cellule... aux sociétés humaines !



...apparus suite à **l'expansion rapide de l'univers** qui a empêché que la stabilité de l'atome de fer soit atteinte pour tous les éléments.

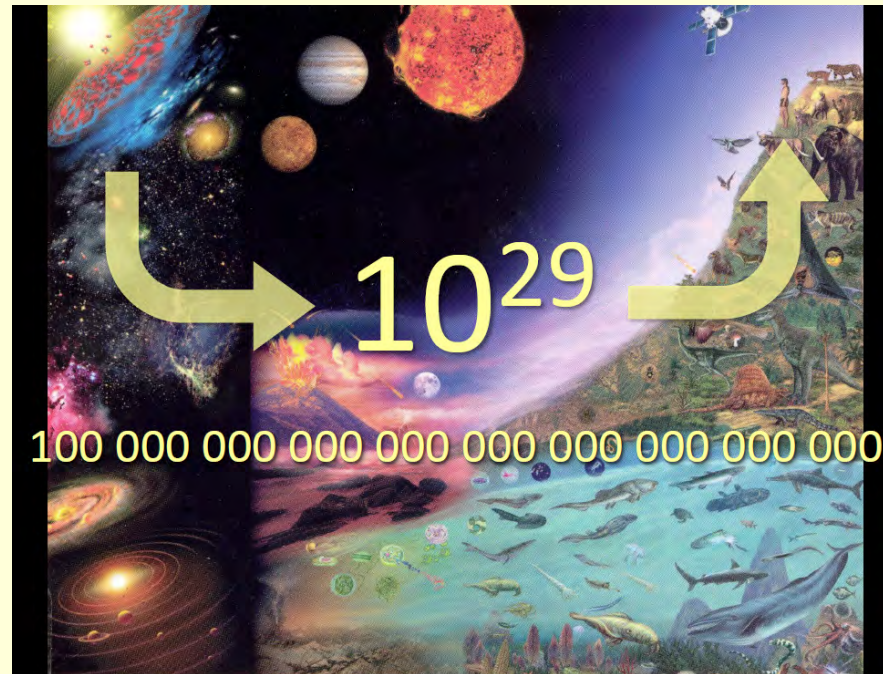
Et depuis, on est « pris » avec **une multitude d'états de même stabilité** possibles à tous les niveaux d'organisation de la complexité du vivant, de la cellule... aux sociétés humaines !

À nous peut-être le rôle de faire pencher la balance vers des formes encore viables et émancipatrices pour les individus...

...afin que la complexité continue à croître dans l'univers
et qu'une forme de conscience soit là pour s'en rendre compte !

...afin que la complexité continue à croître dans l'univers
et qu'une forme de conscience soit là pour s'en rendre compte !

Merci pour l'attention
de vos



de particules élémentaires bien organisées...

neurons univers mécanique quanti
Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur...
Les trois infinis : vertige supracon
le petit, le grand et le complexe

...et à
samedi
peut-être !

l'UPop Montréal vous propose une activité spéciale sur le Mont-Royal
La complexité à pied : quand le Mont-Royal devient notre cerveau !

Départ : samedi 16 mai, 14h., statue des tam-tams

Tous les détails au www.upopmontreal.com

