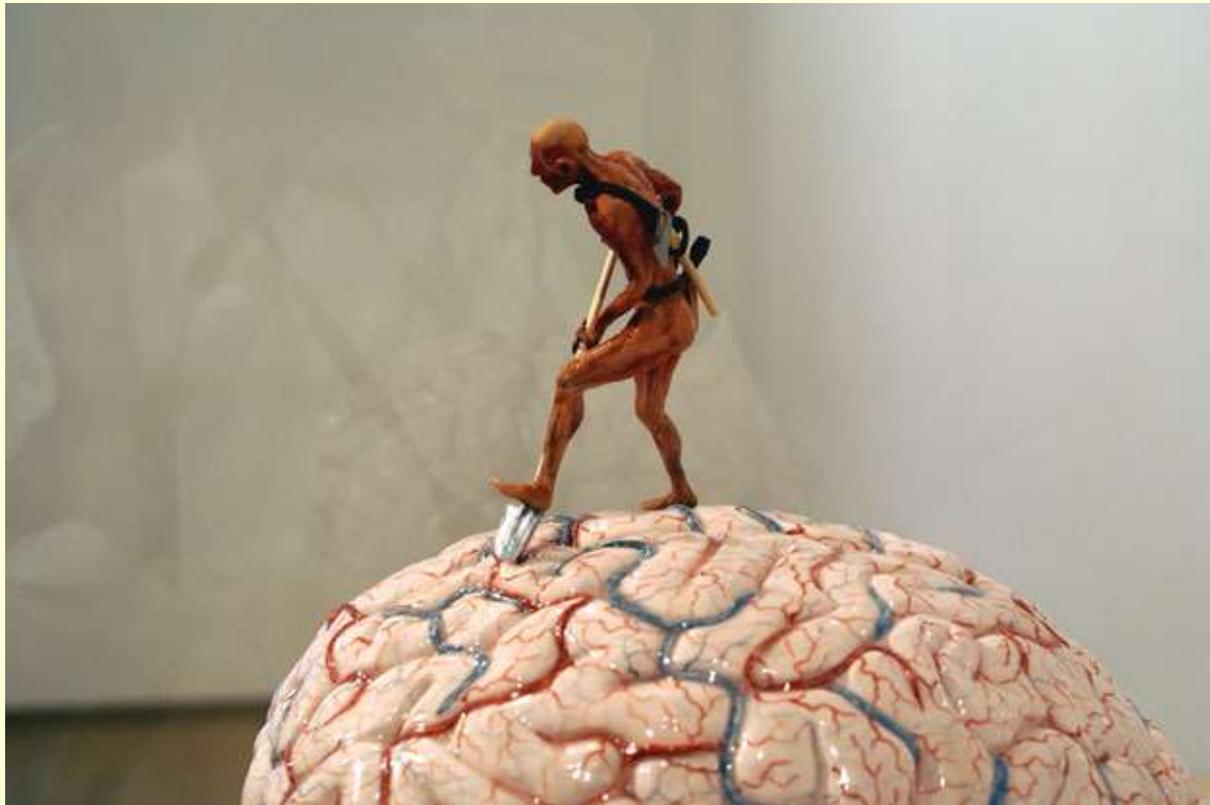


École des profs



11 octobre 2018



LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Un site web interactif sur le cerveau et les comportements humains

- 📍 Visite guidée
- 📍 Plan du site
- 📍 Diffusion
- 📍 Présentations
- 📍 Nouveautés
- 📍 English

Principes fondamentaux



Du simple au complexe

- Anatomie des niveaux d'organisation
- Fonction des niveaux d'organisation



Le bricolage de l'évolution

- Notre héritage évolutif

Le développement de nos facultés

- De l'embryon à la morale



Le plaisir et la douleur

- La quête du plaisir
- Les paradis artificiels
- L'évitement de la douleur



Les détecteurs sensoriels

- La vision



Le corps en mouvement

- Produire un mouvement volontaire

Fonctions complexes



Au coeur de la mémoire

- Les traces de l'apprentissage
- Oubli et amnésie



Que d'émotions

- Peur, anxiété et angoisse



De la pensée au langage

- Communiquer avec des mots



Dormir, rêver...

- Le cycle éveil - sommeil - rêve
- Nos horloges biologiques



L'émergence de la conscience

- Le sentiment d'être soi

Dysfonctions



Les troubles de l'esprit

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

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Chercher dans le blogue

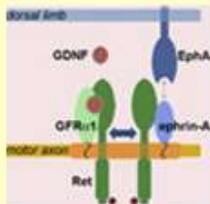
Envoyer

Catégories

- Au coeur de la mémoire
- De la pensée au langage

Lundi, 13 février 2012

Des protéines qui guident le câblage cérébral



Le cerveau humain contient des millions de fois plus de connexions entre ses neurones que les quelque 20 000 ou 25 000 gènes contenus dans l'ADN de nos cellules. Et pourtant, durant le développement de notre cerveau, les extrémités des axones de nos neurones en développement ressemblent à de véritables « têtes chercheuses » qui réussissent à trouver leur cible spécifique à travers la soupe moléculaire complexe que constitue le milieu extracellulaire.

Instituts de recherche en santé du Canada

Le cerveau à tous les niveaux est financé par l'**Institut des neurosciences, de la santé mentale et des toxicomanies (INSMT)**, l'un des 13 **instituts de recherche en santé du Canada (IRSC)**.

L'INSMT appuie la recherche dans différents domaines afin de réduire l'incidence des maladies du cerveau. L'INSMT fait ainsi progresser notre compréhension

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

[Retour à l'accueil](#)

Niveau d'explication

Débutant
Intermédiaire
Avancé

◀ □ ▶



Niveau d'organisation

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

Thème

Le plaisir et la douleur



Sous-thème

- La quête du plaisir
- Les paradis artificiels
- L'évitement de la douleur

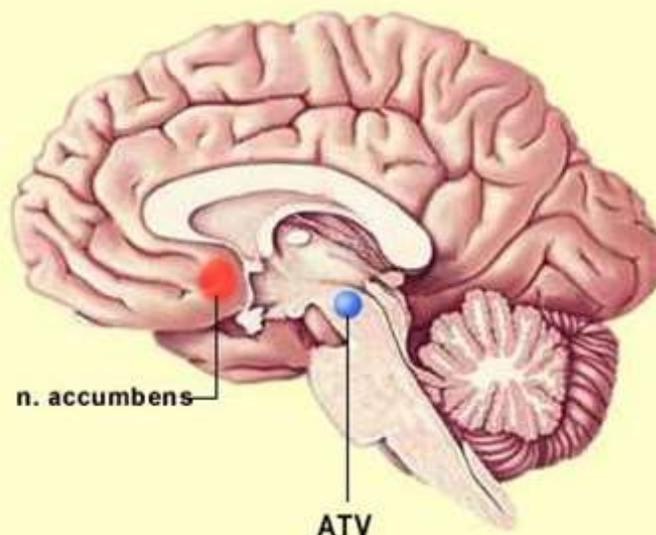


Un stimulus sensoriel qui n'apporte ni récompense ni punition est rapidement ignoré et oublié. C'est le phénomène de l'habituation qui nous fait oublier le contact de nos vêtements avec notre peau ou le tic tac de l'horloge du bureau.

LES CENTRES DU PLAISIR

1

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



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

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

3 niveaux d'explication

Niveau d'explication

Débutant

Intermédiaire

Avancé

◀ ◻ ▶



LE CERVEAU À TOUTES LES NIVEAUX!

Thème: **LE CERVEAU** / Niveau: **1000**

LES FONCTIONS DU CERVEAU

Le cerveau est un organe complexe qui contrôle toutes les activités de notre corps. Il est divisé en deux hémisphères, chacun spécialisé dans certaines fonctions. Les neurones, les cellules du cerveau, communiquent entre eux pour transmettre des informations.



LE CERVEAU À TOUTES LES NIVEAUX!

Thème: **LE CERVEAU** / Niveau: **1000**

LES FONCTIONS DU CERVEAU

Le cerveau est un organe complexe qui contrôle toutes les activités de notre corps. Il est divisé en deux hémisphères, chacun spécialisé dans certaines fonctions. Les neurones, les cellules du cerveau, communiquent entre eux pour transmettre des informations.



LE CERVEAU À TOUTES LES NIVEAUX!

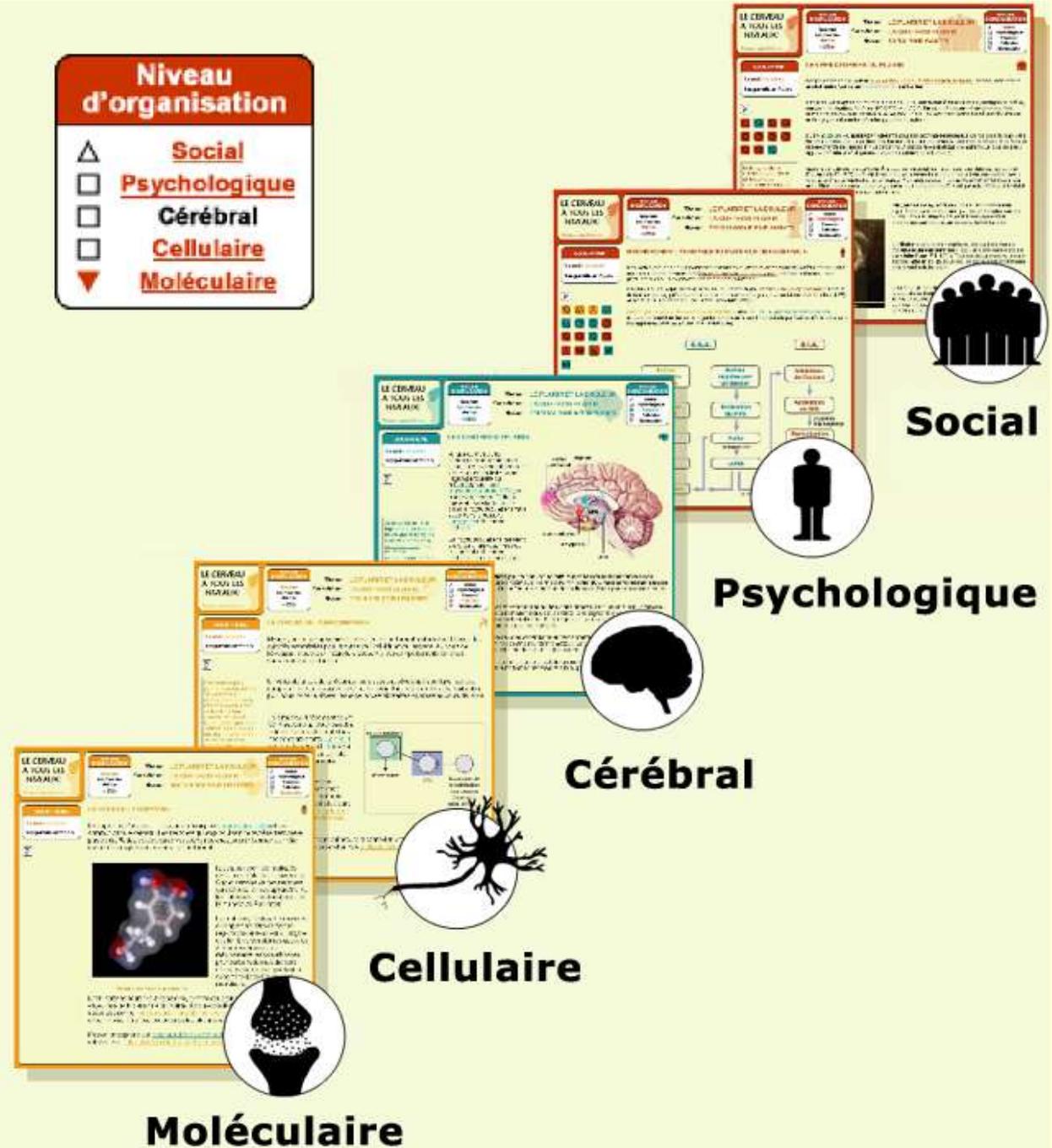
Thème: **LE CERVEAU** / Niveau: **1000**

LES FONCTIONS DU CERVEAU

Le cerveau est un organe complexe qui contrôle toutes les activités de notre corps. Il est divisé en deux hémisphères, chacun spécialisé dans certaines fonctions. Les neurones, les cellules du cerveau, communiquent entre eux pour transmettre des informations.



5 niveaux d'organisation



www.upopmontreal.com

DES COURS DONNÉS DANS **GRATUITS** les BARS et les CAFÉS

- Révolution féministe**
De la chambre à coucher, à l'économie de marché
- Plein gaz sur le schiste**
- Introduction à l'écologie sonore**
- L'éthique dans l'assiette**
- Parlons cerveau**
- La Mort se raconte**

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



Université du troisième âge

Accueil

Programmes

Bénévolat

UTA en bref

L'UTA et vous...

Étudiants

Professeurs

Partenaires

Personnel

Nous joindre



Français | English

UQÀM

Faculté des sciences humaines
Institut des sciences cognitives

UQAM > Institut des sciences cognitives

Chercher dans uqam.ca



Accueil

L'Institut

Études

Recherche

Membres

Communication

Nous contacter

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



LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Principes fondamentaux



Du simple au complexe

- Anatomie des niveaux d'organisation
- Fonction des niveaux d'organisation



Le bricolage de l'évolution

- Notre héritage évolutif



Le développement de nos facultés

- De l'embryon à la morale



Le plaisir et la douleur

- La quête du plaisir
- Les paradis artificiels
- L'évitement de la douleur



Les détecteurs sensoriels

- La vision



Le corps en mouvement

- Produire un mouvement volontaire

Fonctions complexes



Au coeur de la mémoire

- Les traces de l'apprentissage
- Oubli et amnésie



Que d'émotions

- Peur, anxiété et angoisse
- Désir, amour, attachement



De la pensée au langage

- Communiquer avec des mots



Dormir, rêver...

- Le cycle éveil - sommeil - rêve
- Nos horloges biologiques



L'émergence de la conscience

- Le sentiment d'être soi

Dysfonctions



Les troubles de l'esprit

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

Nouveau! "L'école des profs"

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

Recherche -> site + blogue

Google™ Recherche |

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Accueil du site

Recherche -> blogue

Billets par catégorie

Abonnez-vous!

NOUVELLES RÉCENTES SUR LE CERVEAU

Lundi, 5 septembre 2016

« La cognition incarnée », séance 1 : Survol historique des sciences cognitives et présentation du cours



Comme promis il y a deux semaines, voici donc un bref aperçu du premier cours sur la « cognition incarnée » que je donnerai mercredi à 18h au local A-1745 du pavillon Hubert-Aquin de l'UQAM. Et

Faire un don

nous permet de continuer

Après nous avoir appuyés pendant plus de dix ans, des resserrements budgétaires ont forcé l'INSMT à interrompre le financement du Cerveau à tous les niveaux le 31 mars 2013.

Malgré tous nos efforts (et malgré la reconnaissance de notre travail par les organismes approchés), nous ne sommes pas parvenus à trouver de nouvelles sources de

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

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

Recherche -> site + blogue

Google™ Recherche |

Principes fondamentaux

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

Fonctions complexes

- Au coeur de la mémoire**
 - Les traces de l'apprentissage
 - Oubli et amnésie
- Que d'émotions**
 - Peur, anxiété et angoisse
 - Désir, amour, attachement
- De la pensée au langage**
 - Communiquer avec des mots
- Dormir, rêver...**
 - Le cycle éveil - sommeil - rêve
 - Nos horloges biologiques

Dysfonction

- Les troubles**
 - Dépression
 - Les troubles de l'humeur
 - La cognition

Nouveau! "L'école des profs"

"L'école des profs"

Cours intensifs de perfectionnement en neurosciences cognitives

(cliquez ici pour les détails)

Fonctions supérieures, libre arbitre et éducation

Vers une cognition incarnée

Des réseaux de neurones qui oscillent de manière dynamique

D'où venons-nous et que faisons-nous ?

Ancienne et nouvelle grammaire de la communication neuronale

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Accueil du site

Lundi, 5 septembre 2016

« La cognition incarnée », séance 1 : Survol historique des sciences cognitives et présentation du cours

Comme promis il y a deux semaines, voici donc un bref aperçu du premier cours sur la « cognition incarnée » que je donnerai mercredi à 18h au local A-1745 du pavillon Hubert-Aquin de l'UQAM. Et



Recherche -> blogue

Billets par catégorie

Abonnez-vous !

NOUVELLES RÉCENTES SUR LE CERVEAU

Les Power Points de chaque présentation seront mis sur la page « L'école des profs » accessible par la page d'accueil du Cerveau à tous les niveaux quelques jours après avoir été donnés.



3 types de « tags » pour attirer l'attention sur 3 aspects importants en science :

Concept / Cadre théorique :

Méthode / Technique :

Débat / Controverse :

Plan

1^{ère} partie :

Intro : Notre « cerveau-corps-environnement » et ses niveaux d'organisation

Évolution cosmique, chimique et biologique

L'histoire évolutive de notre système nerveux

Mémoires et recyclage neuronal

2^e partie :

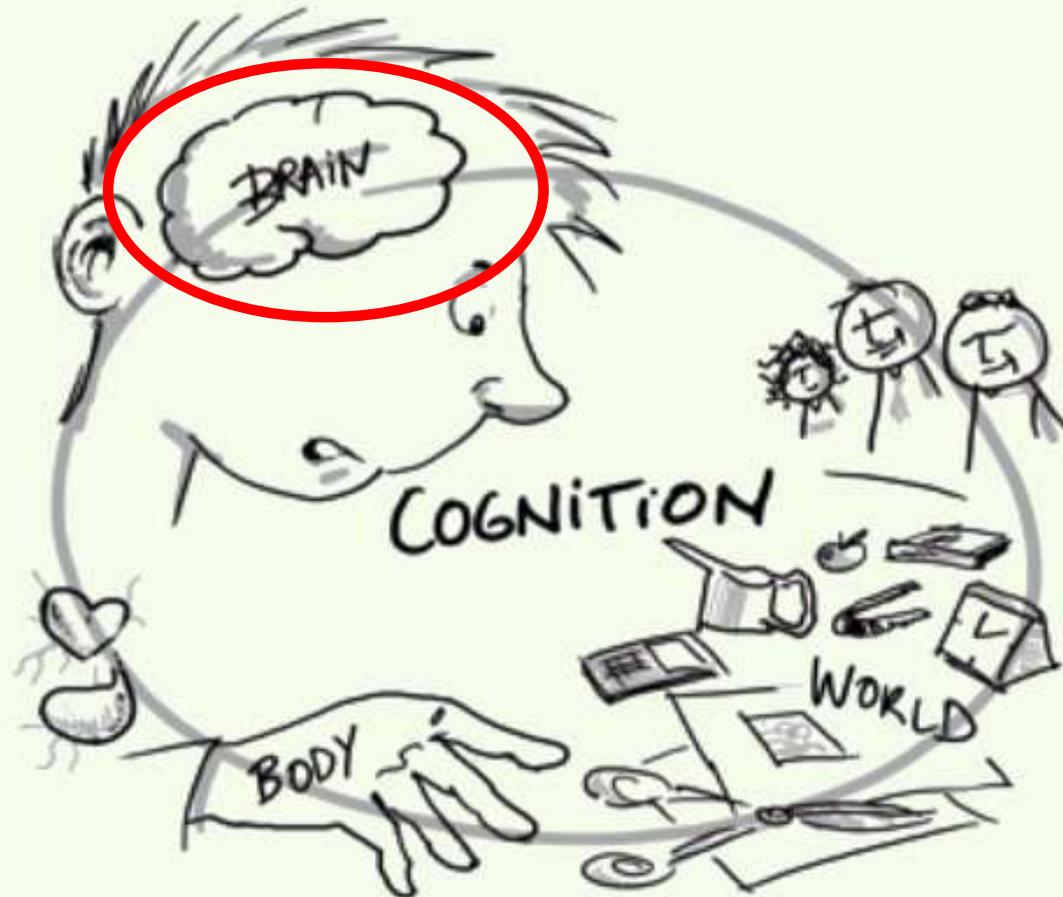
Un survol de son développement et de ses mécanismes de communication et de plasticité (anciens et nouveaux)

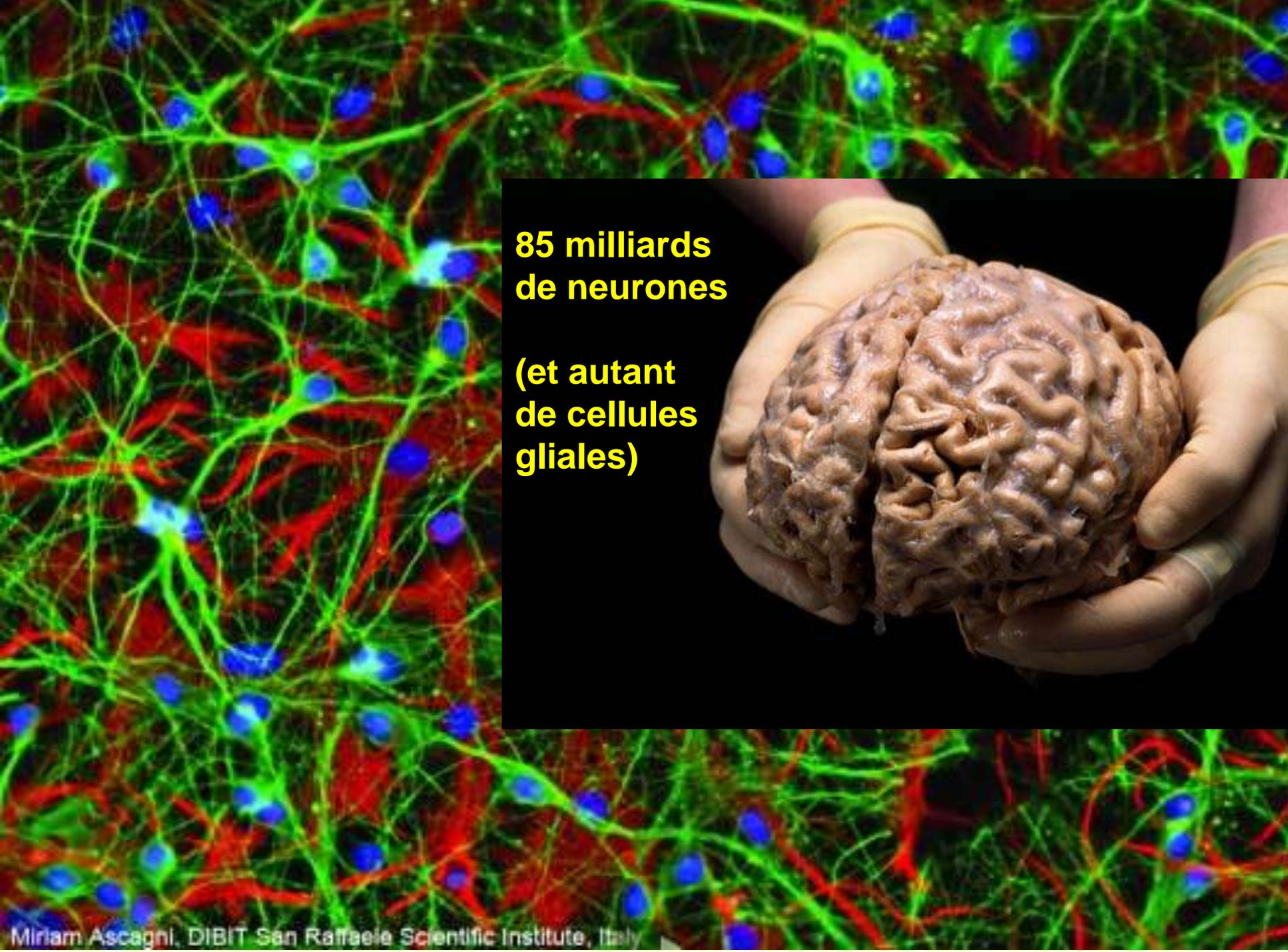
Apprendre à sélectionner des réseaux cérébraux transitoires

L'exemple de la prise de décision

Conclusion : Les innombrables différences entre le cerveau et l'ordinateur

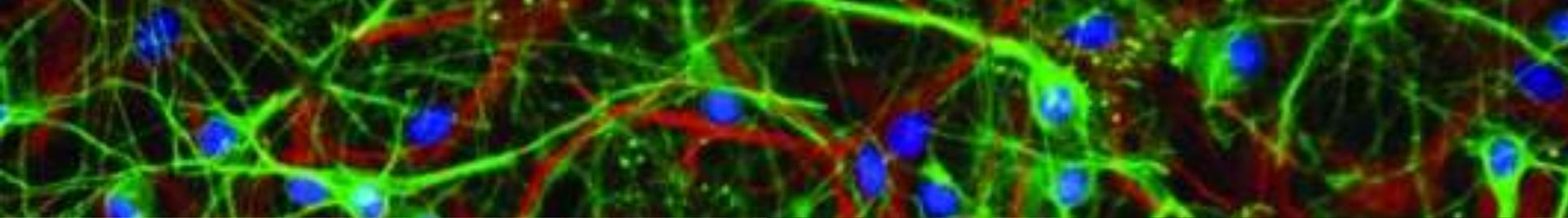
Cerveau – Corps - Environnement



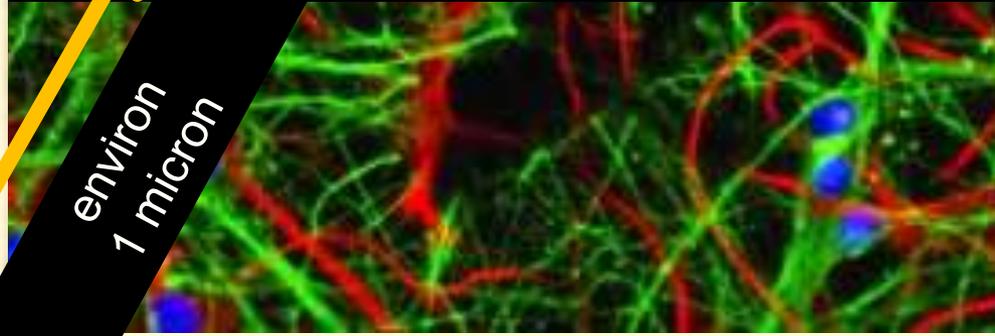
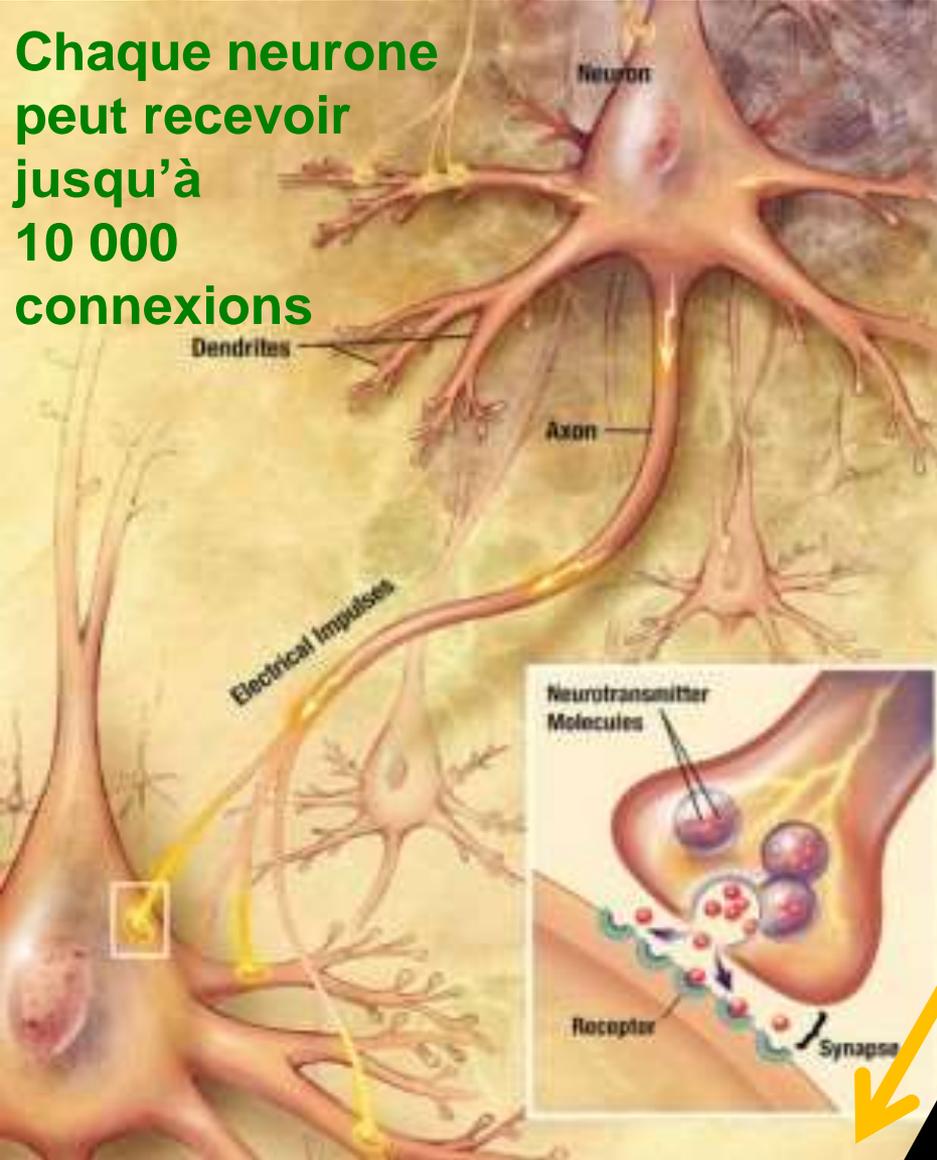


**85 milliards
de neurones**

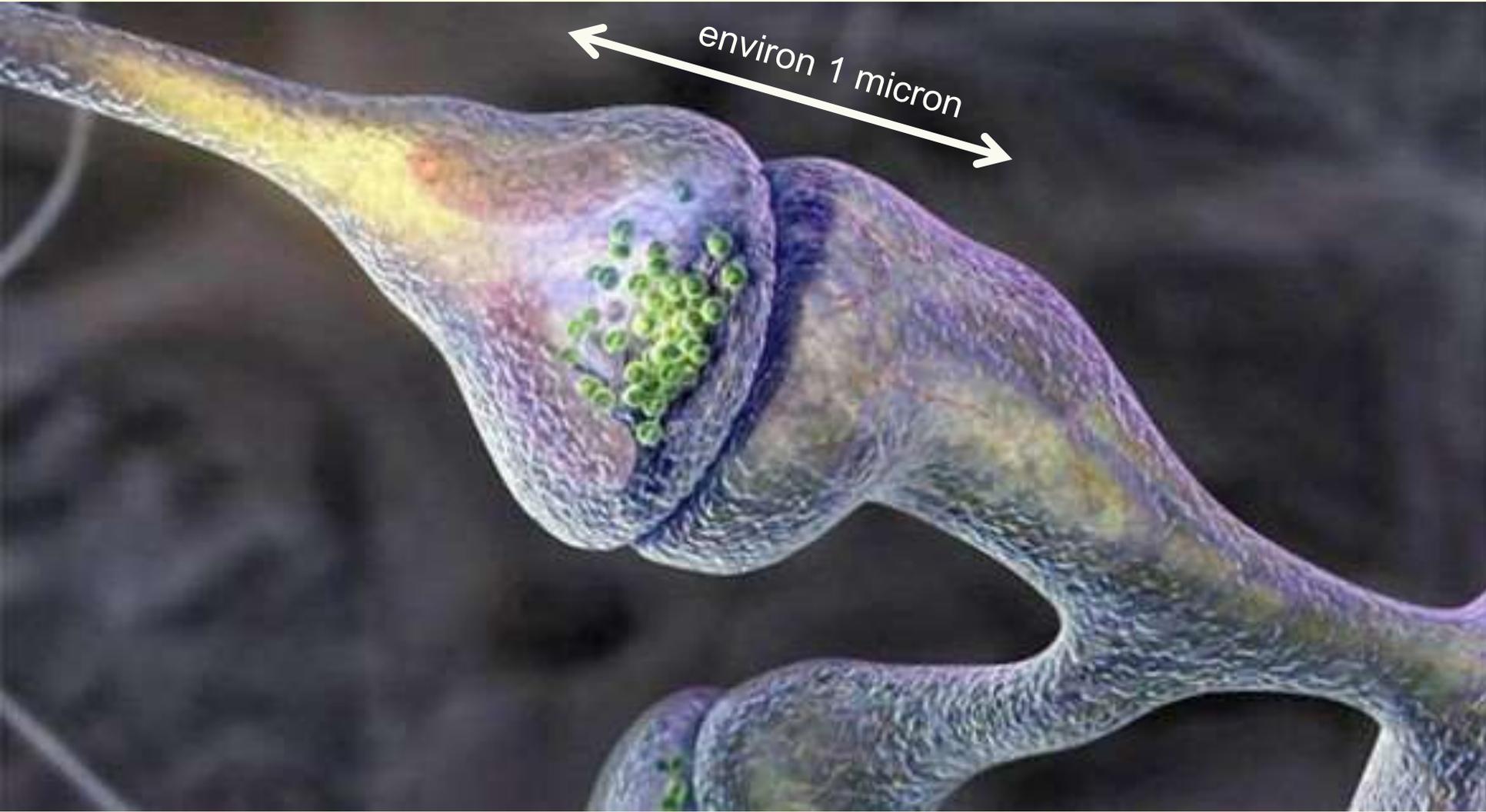
**(et autant
de cellules
gliales)**



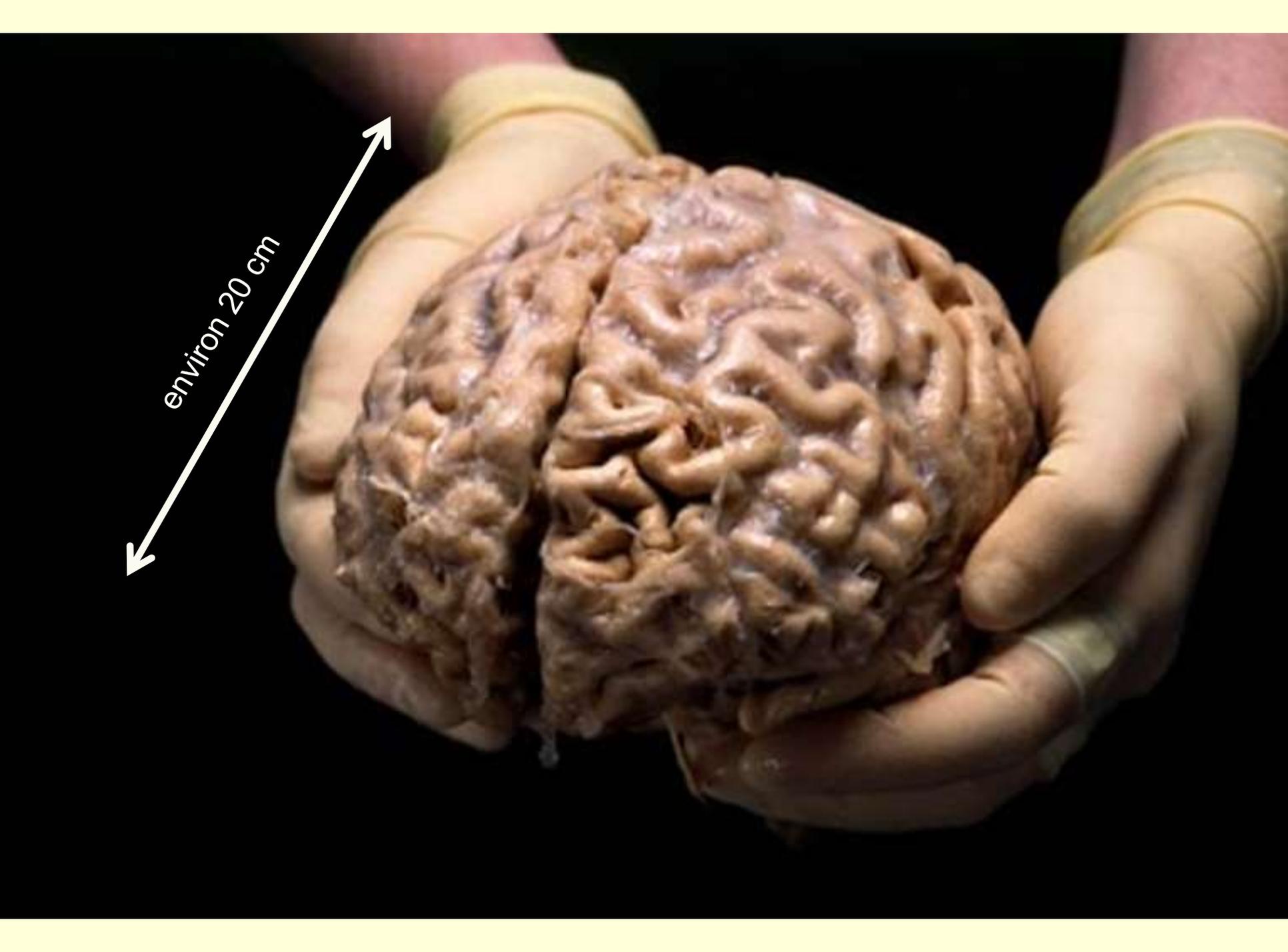
Chaque neurone
peut recevoir
jusqu'à
10 000
connexions



environ
1 micron

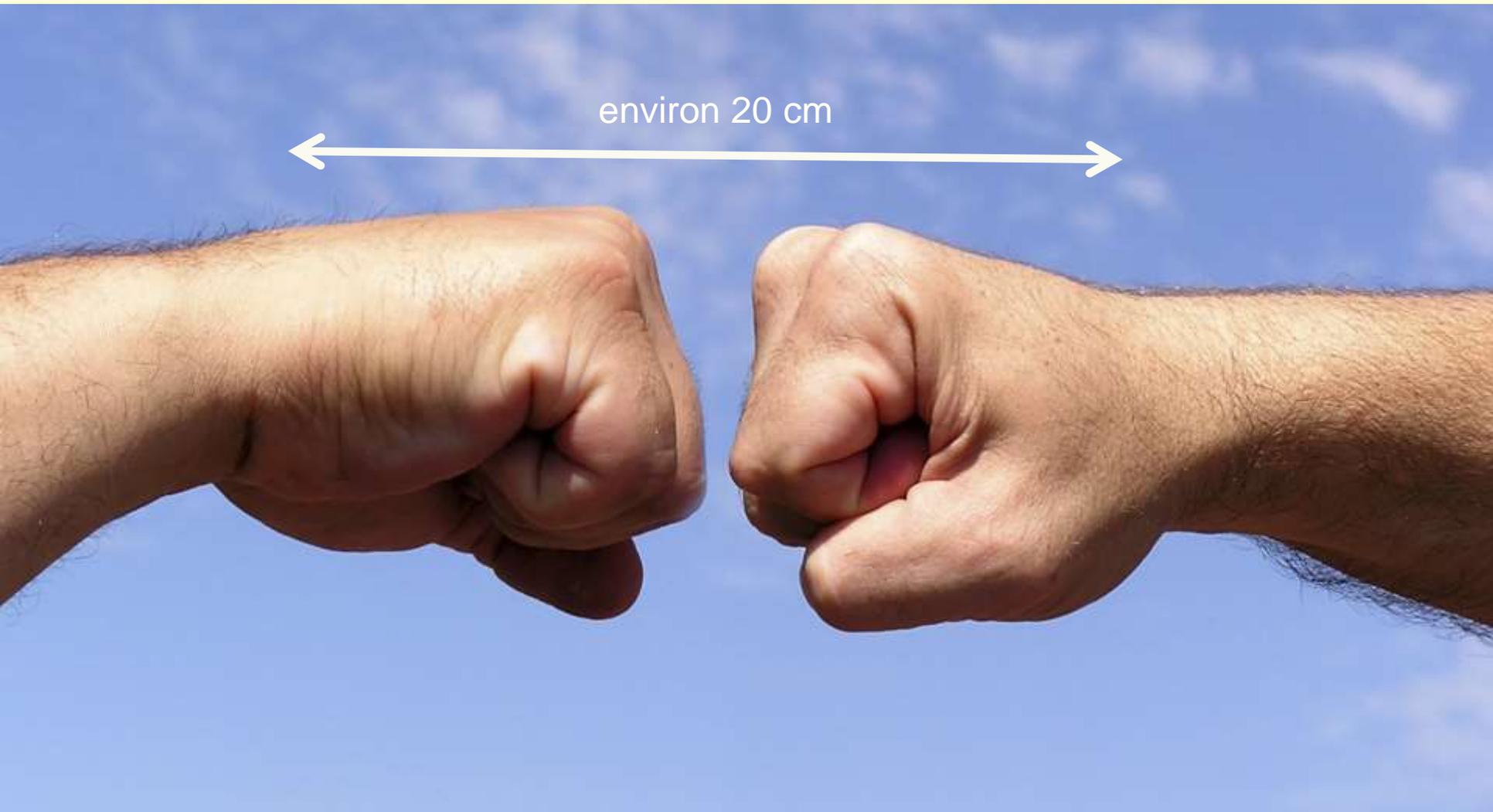


environ 1 micron

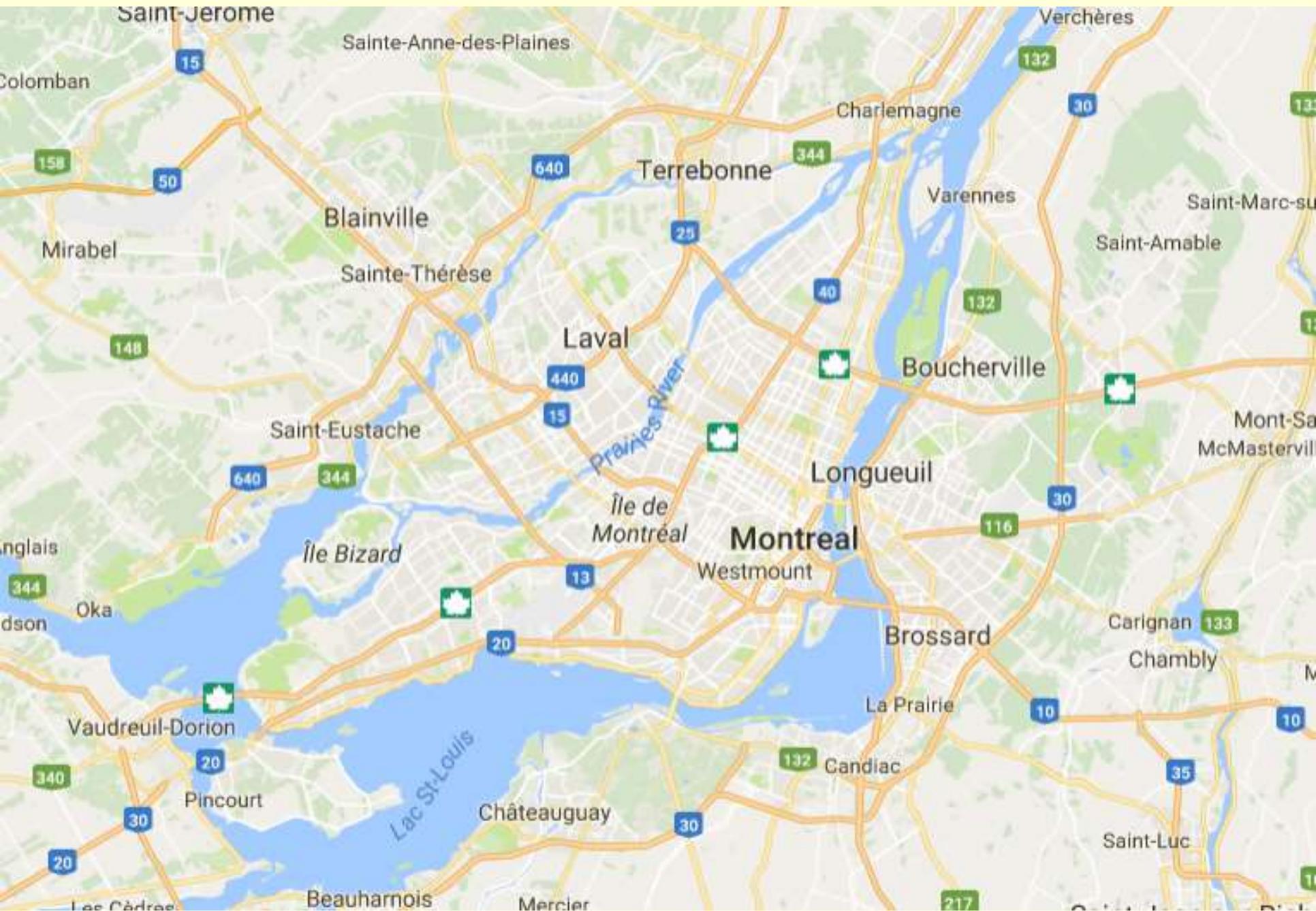


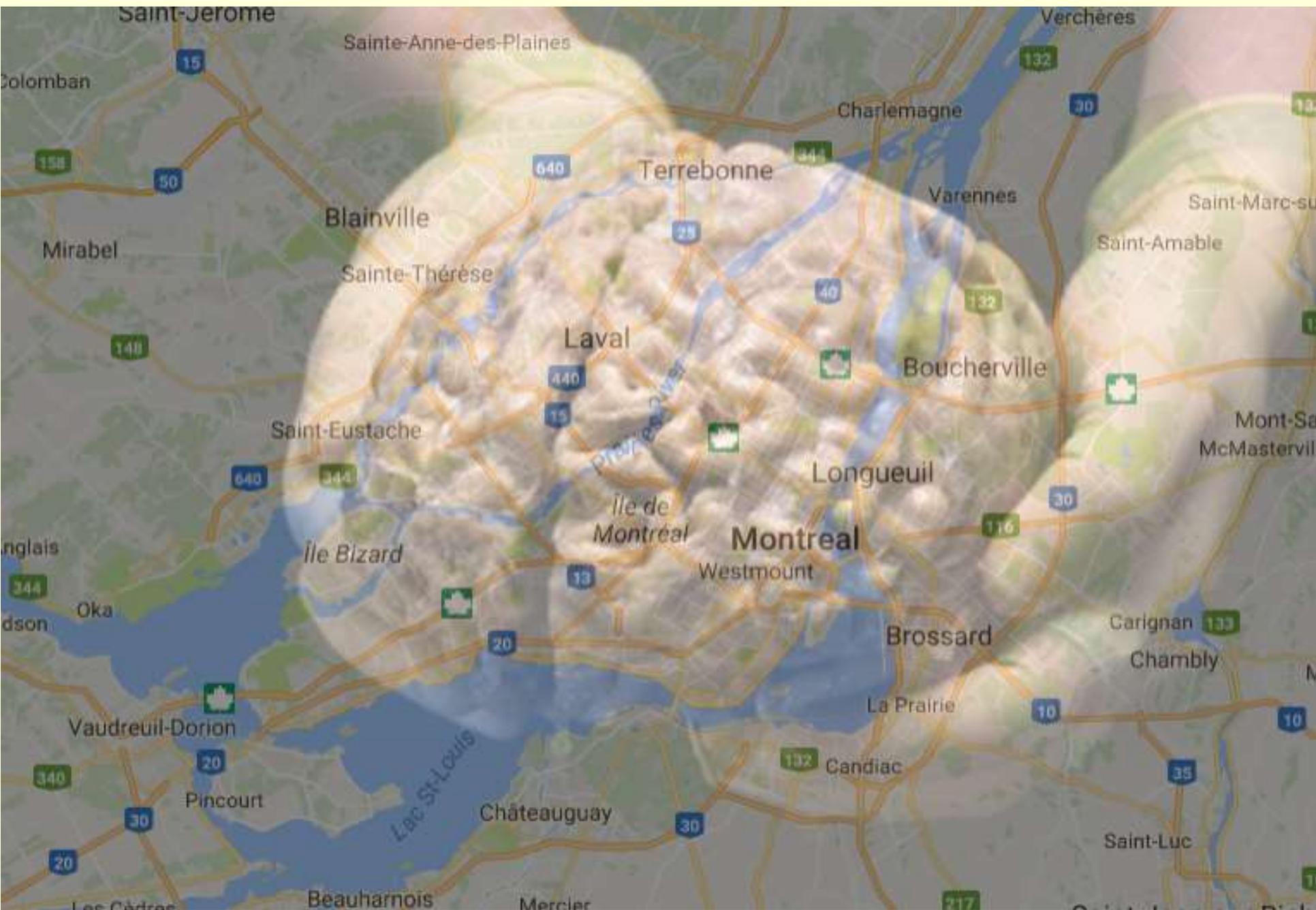
environ 20 cm

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



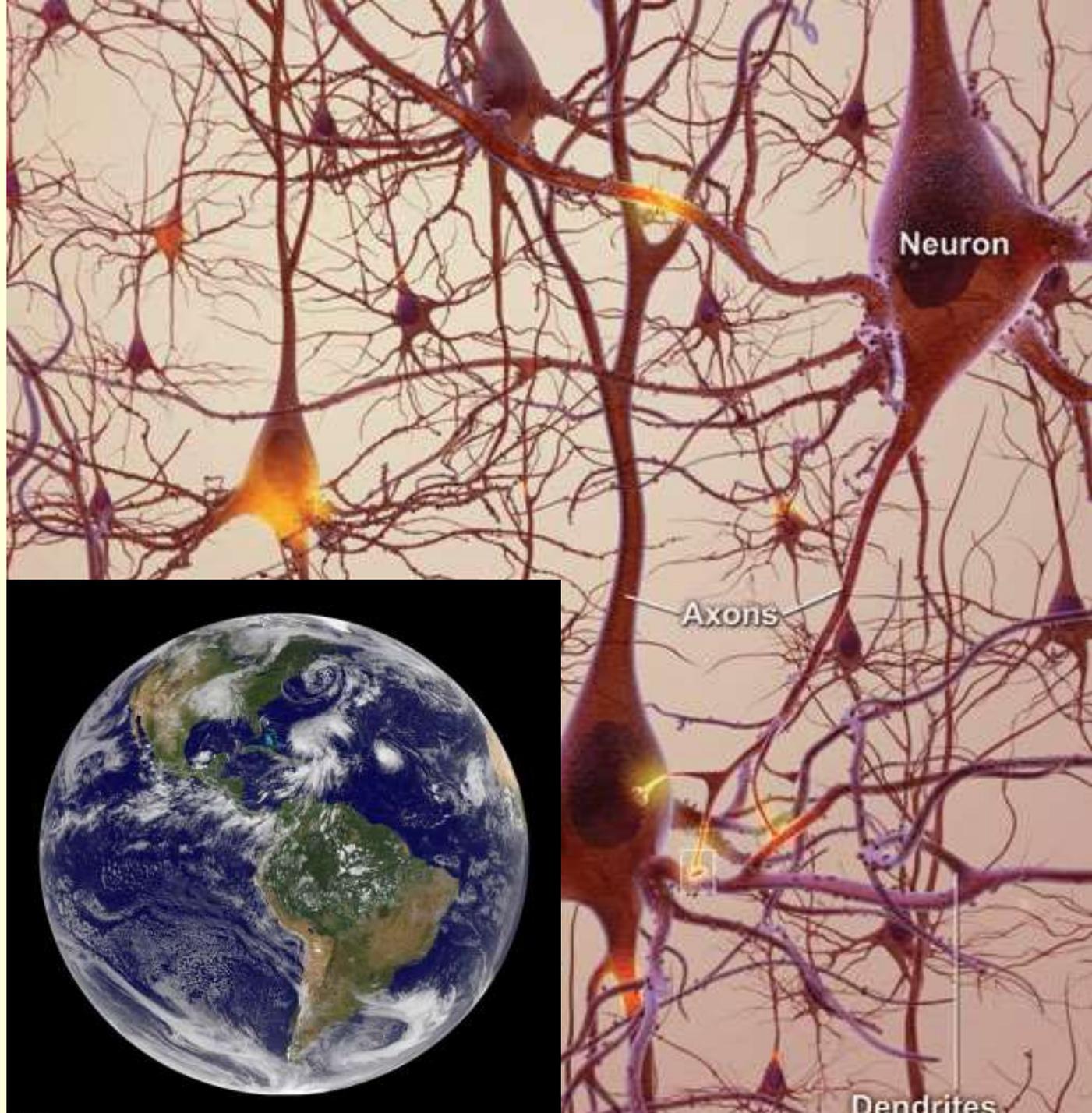
Alors : $0,2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} / 0,000\ 001 \text{ m} = 40\ 000 \text{ m} = \mathbf{40 \text{ km}}$



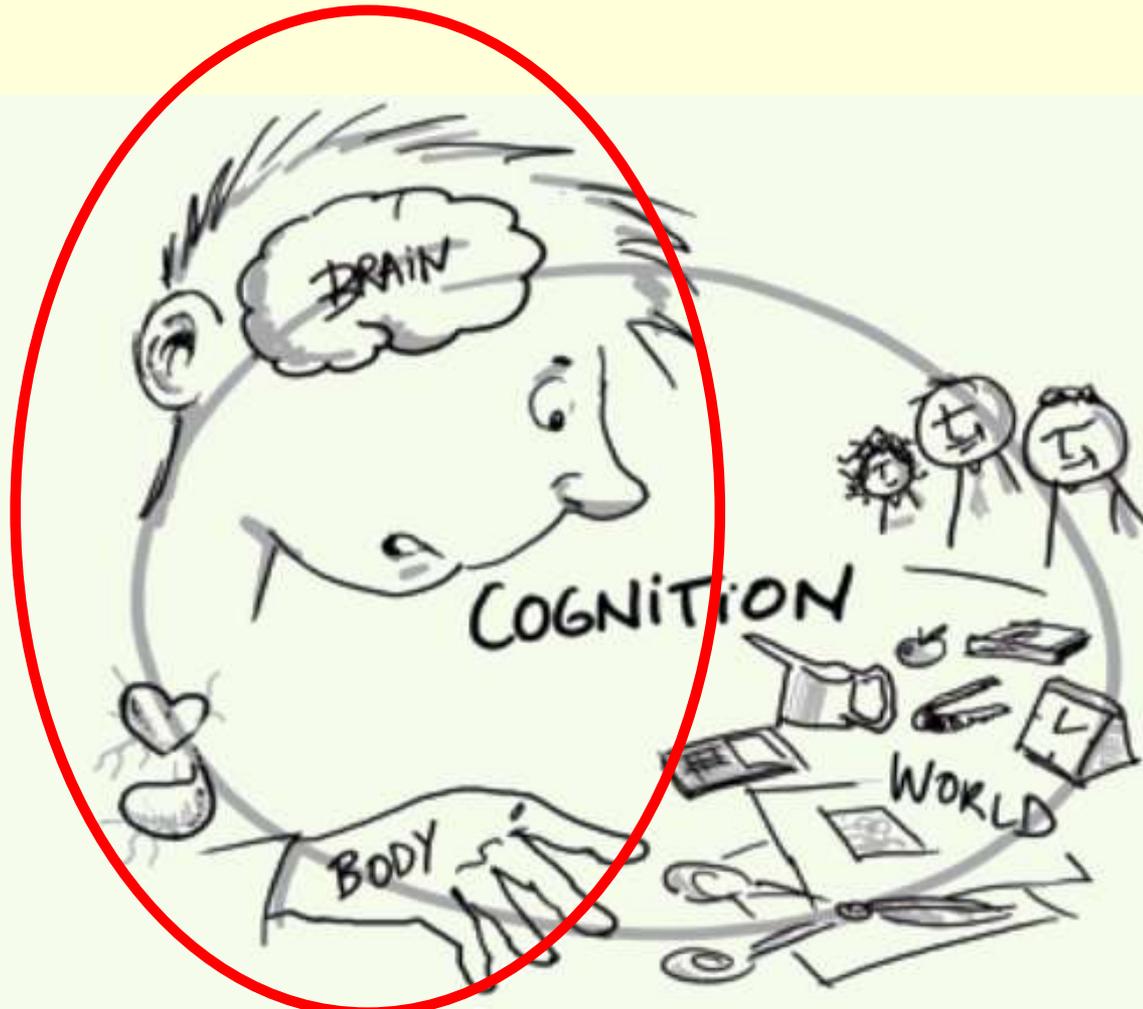


Et si on mettait
bout à bout tous
ces petits câbles,

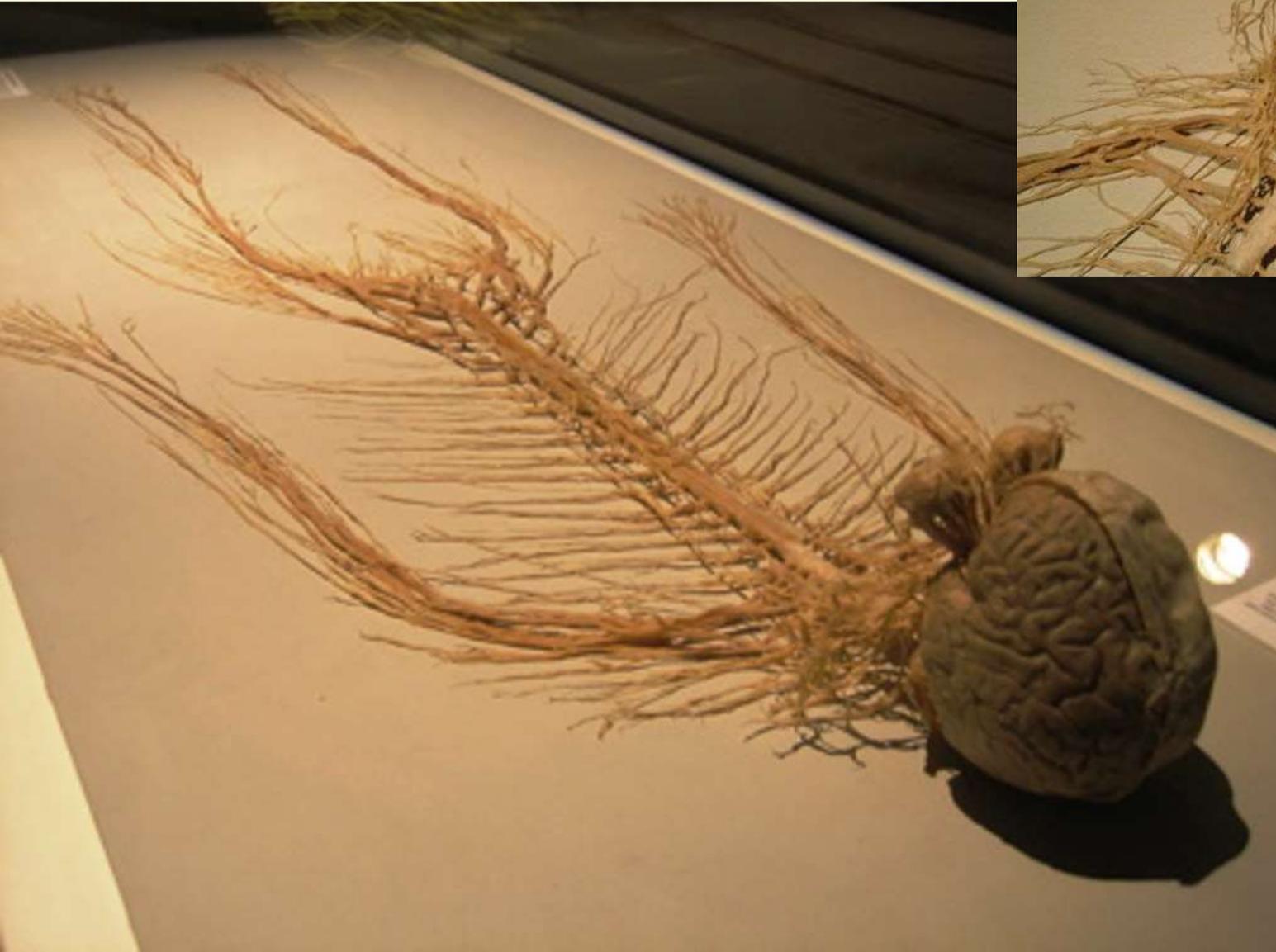
on a estimé
qu'on pourrait
faire plus de
**4 fois le tour
de la Terre**
avec le contenu
d'un seul cerveau
humain !

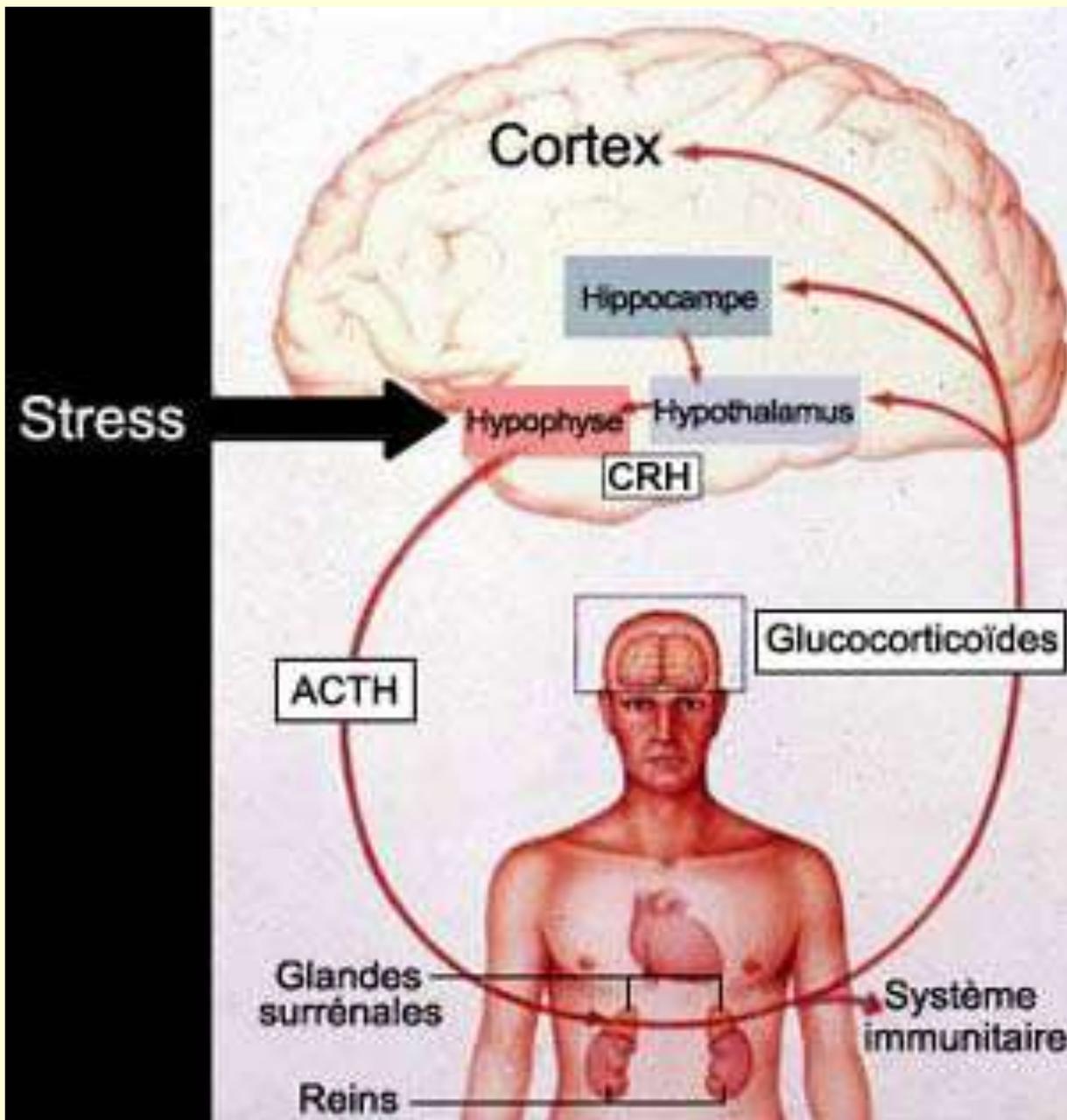


Cerveau – Corps - Environnement



Car il y a aussi tous les nerfs du système nerveux **périphérique** et des **nerfs crâniens**...



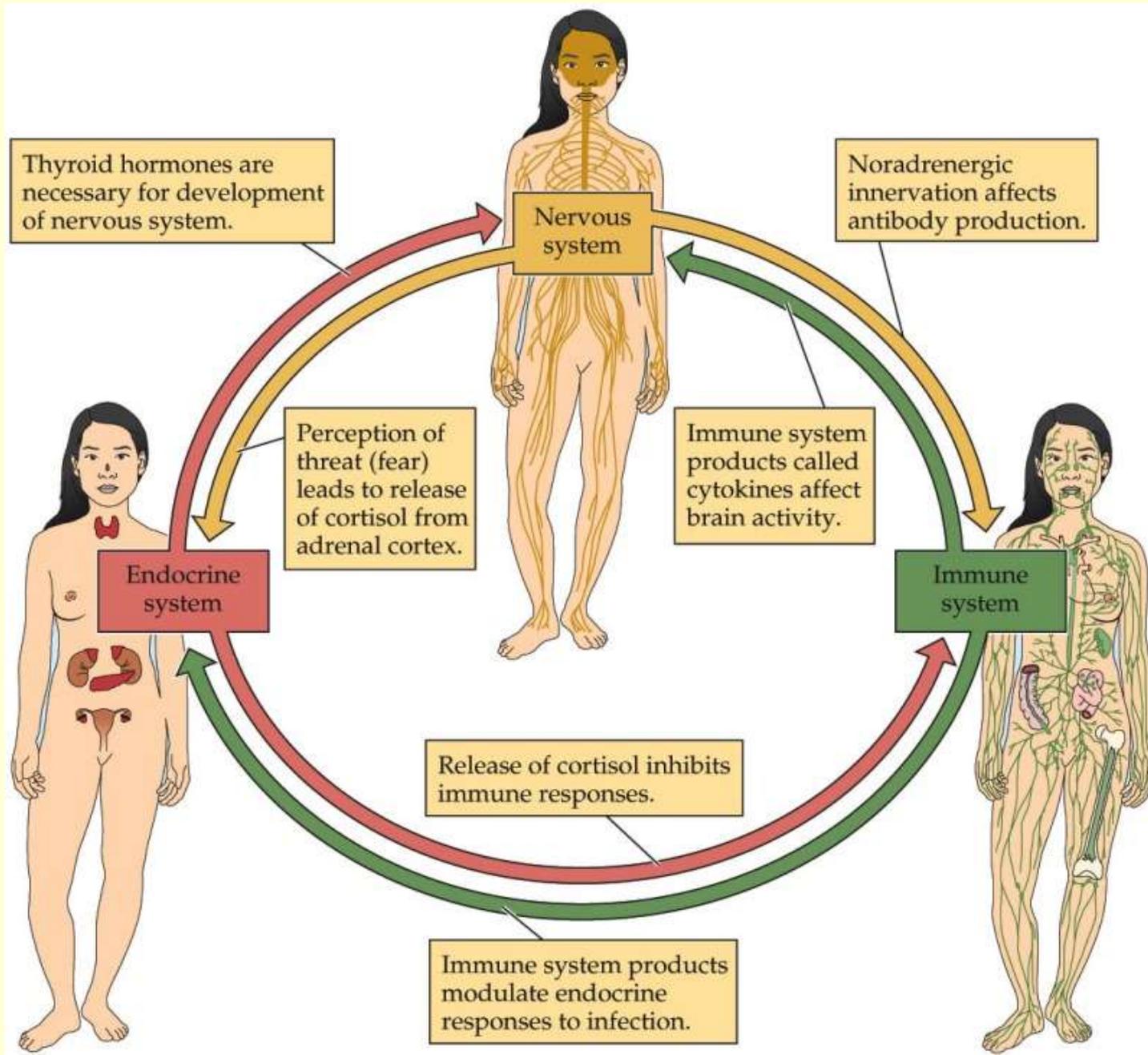


...et le **système endocrinien** avec toutes ses hormones

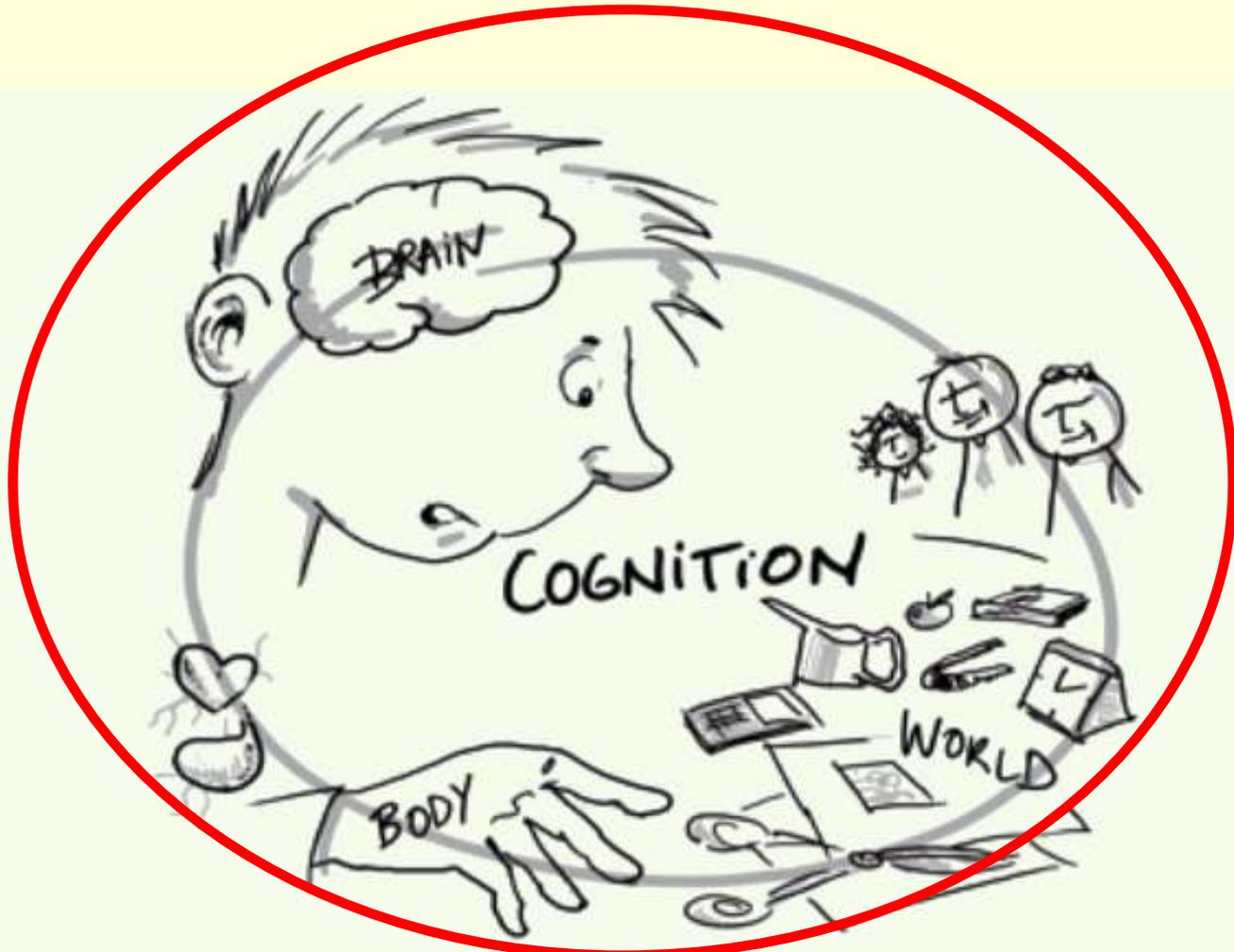
dirigées par l'hypophyse,

elle-même dirigée par l'hypothalamus...

...et toute la complémentarité entre les **systèmes nerveux, hormonal et Immunitaire.**



Cerveau – Corps - Environnement





L'environnement physique...





...et l'environnement humain !

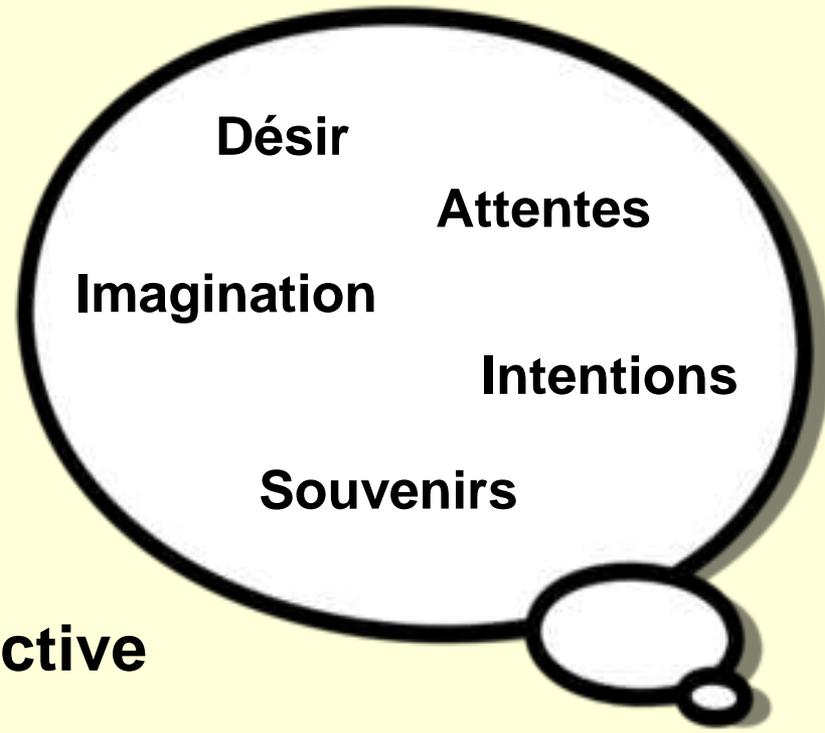




Langage : représentations symboliques communes permettant de coordonner nos actions



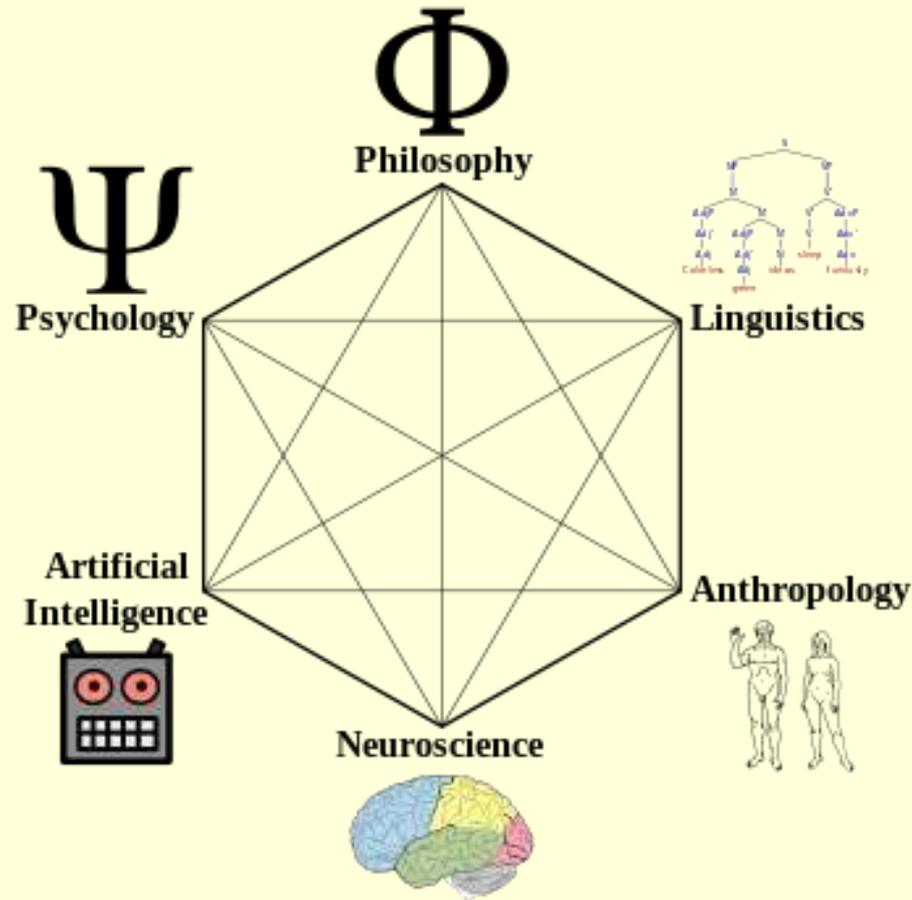
Ce langage tend aussi à « s'intérioriser » pour nommer des affects...



Cette **conscience subjective** est une caractéristique particulière de ces « corps-cerveau » vivants que les sciences cognitives vont tenter d'expliquer...

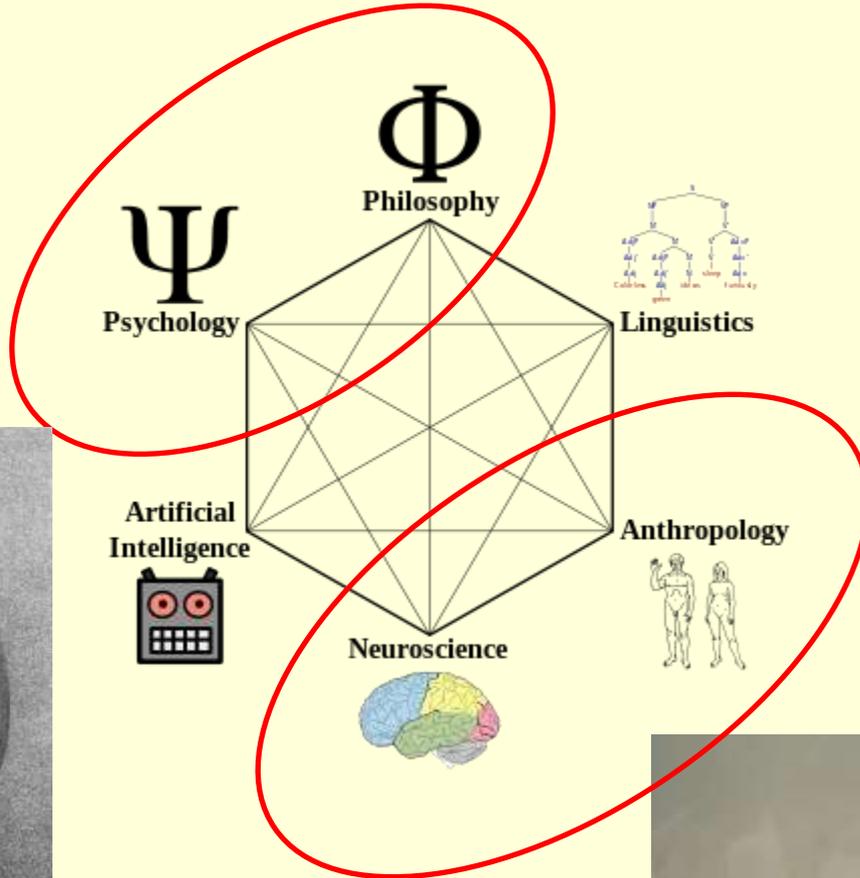


Et c'est ce qui intéresse ce qu'on appelle les « **sciences cognitives** »

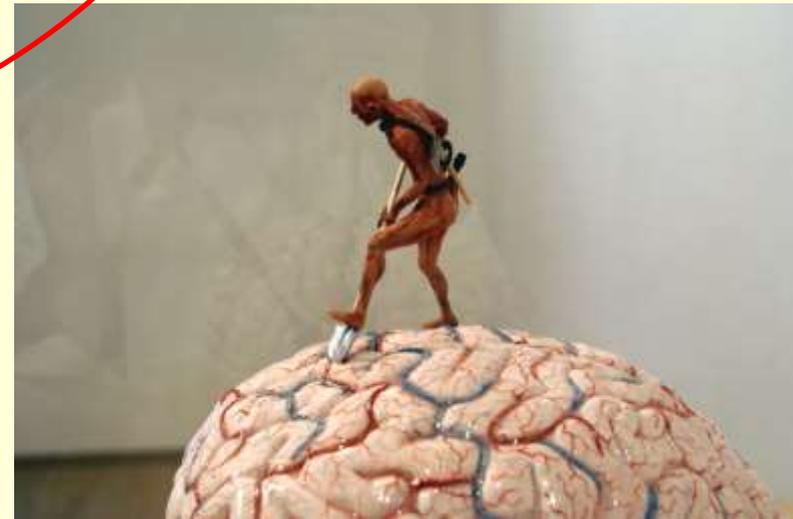


Dont certaines disciplines vont s'intéresser davantage à

l'aspect « subjectif »
ou à la 1^{ère} personne



l'aspect « objectif »
ou à la 3^e personne



Et ce n'est pas facile de concilier les deux...



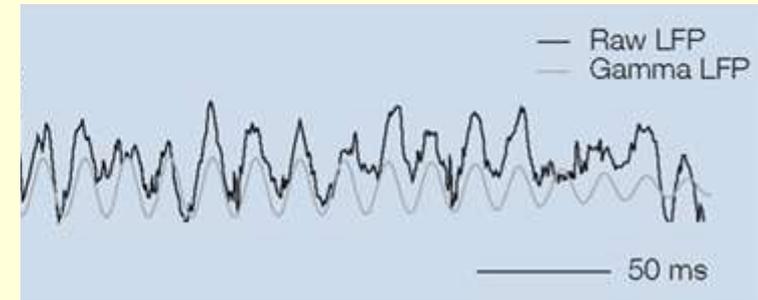
Le rouge que
l'on ressent à
la vue de cette
pomme...

...c'est notre
sentiment
« subjectif »
ou à la 1^{ère}
personne.

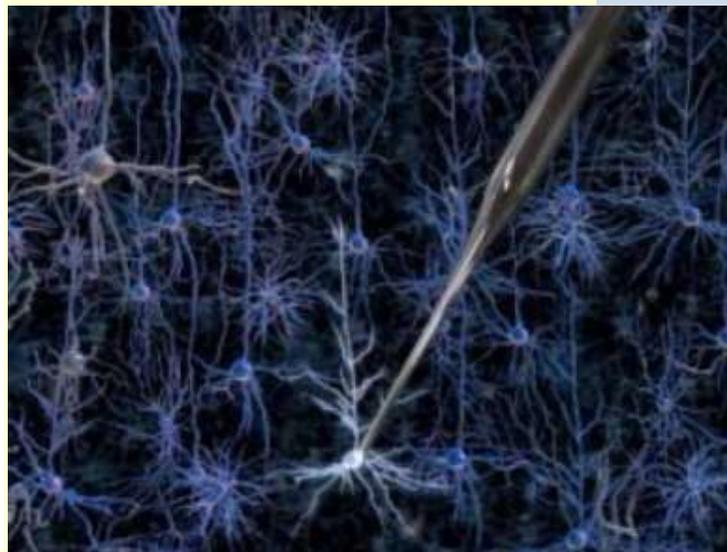
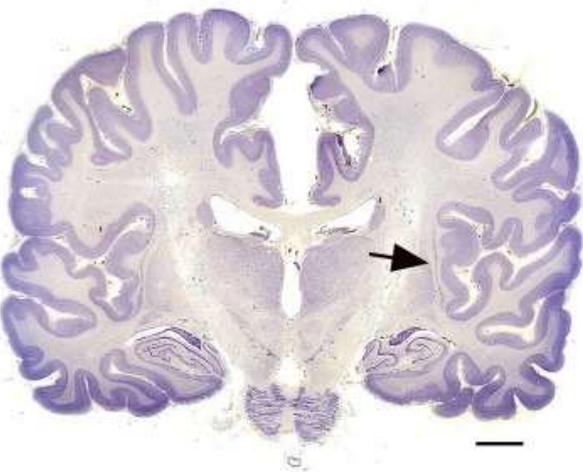


Mais il est où le rouge dans notre cerveau ?

Car si on regarde dans le cerveau, on voit juste
de l'activité électrique qui parcourt des neurones,
i.e. des ions qui traversent des membranes...!



B



Le niveau neuronal ou
moléculaire n'est donc
pas le bon niveau pour
voir des analogies
intéressantes avec
notre pensée... **mais il
y est nécessaire !**

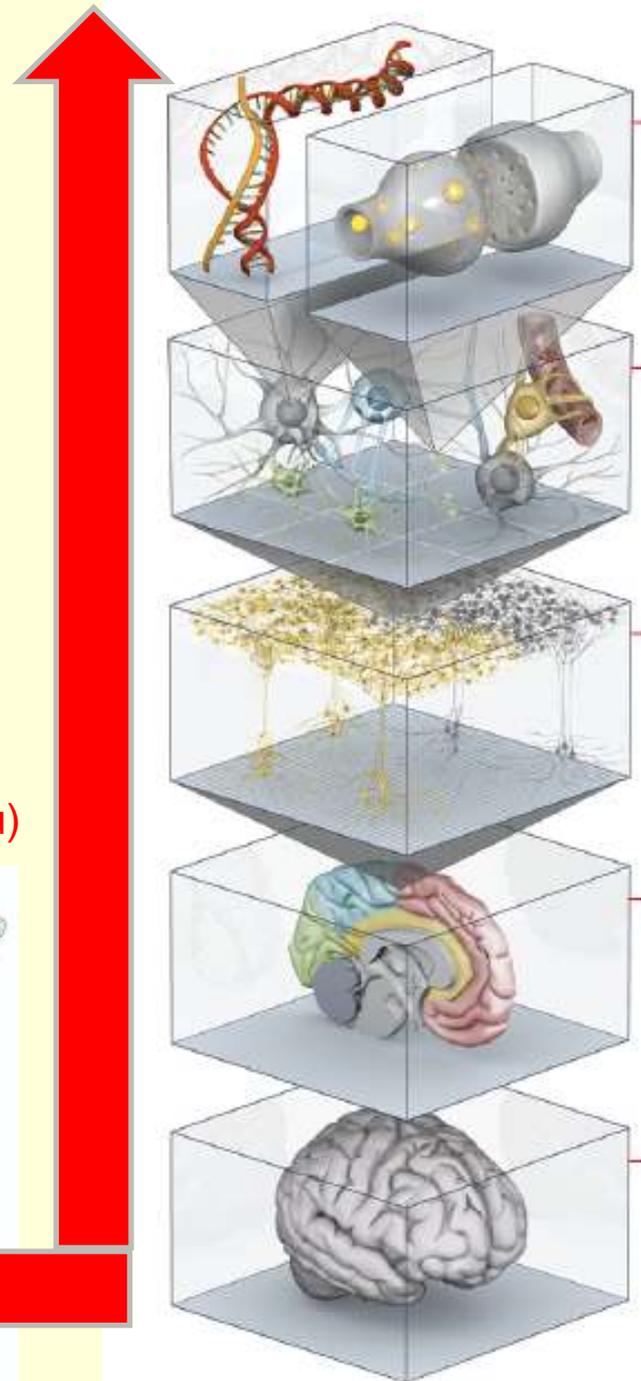
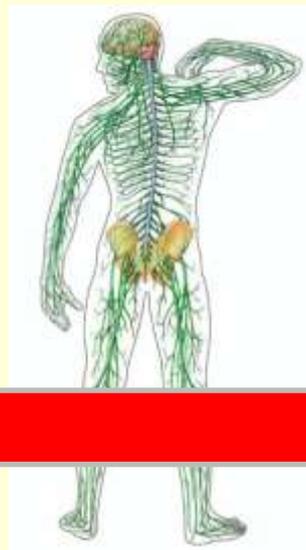
Nous sommes fait de multiples **niveaux d'organisation**



Le social
(corps-cerveau-environnement)



L'individu
(corps-cerveau)



C'est grâce à tout cela qu'émerge la conscience subjective.

Désir

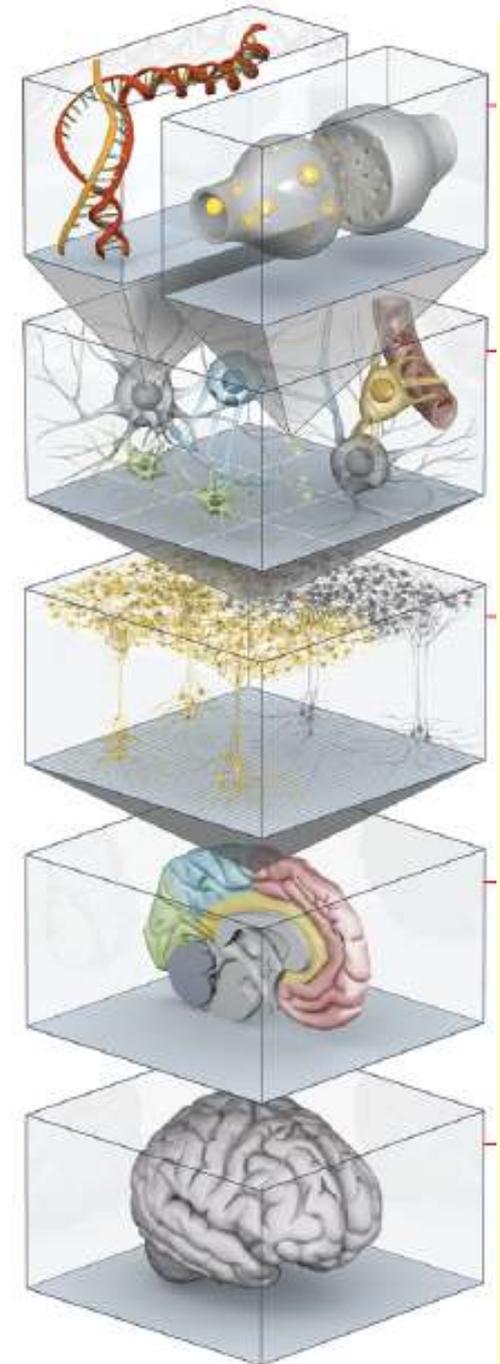
Attentes

Imagination

Intentions

Souvenirs

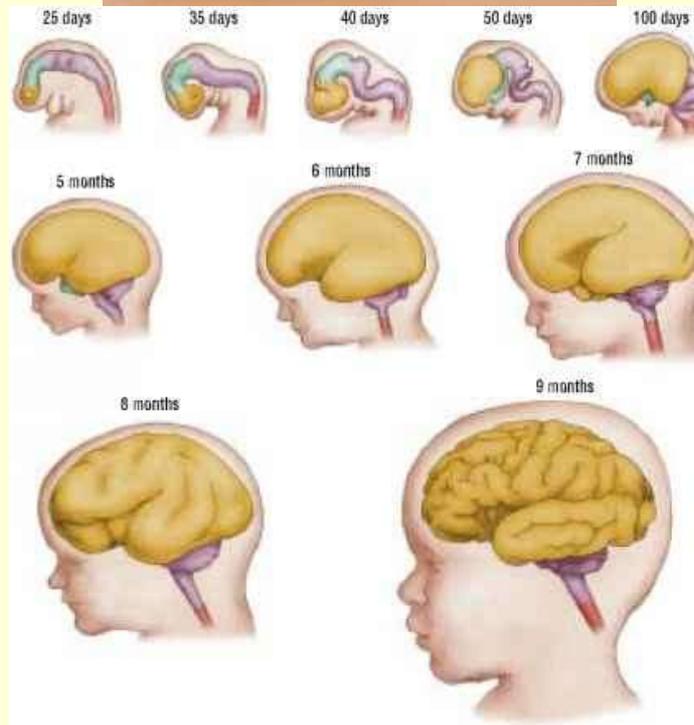
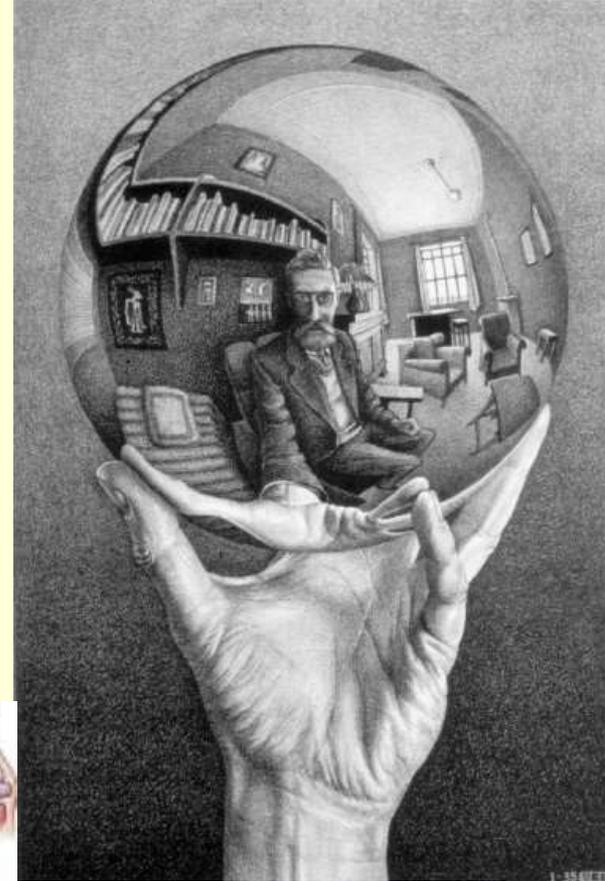
Mais ça commence quand ?

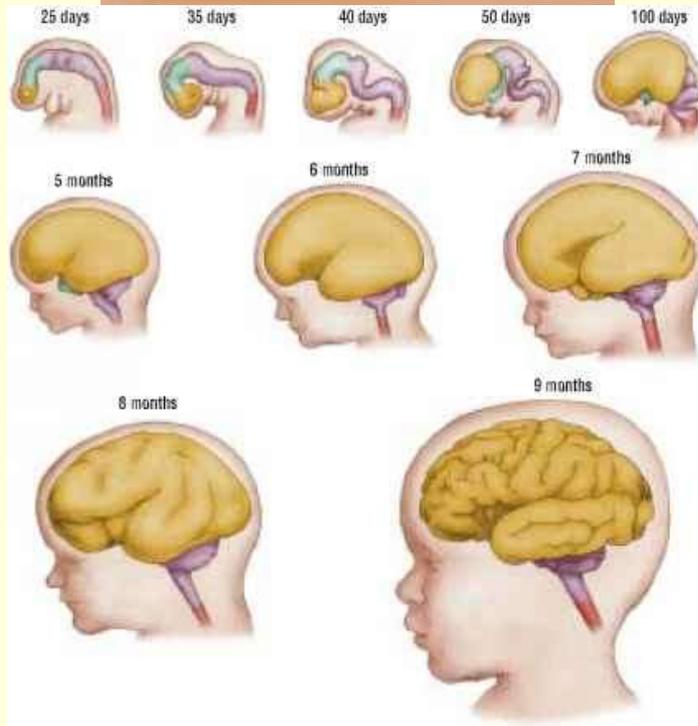
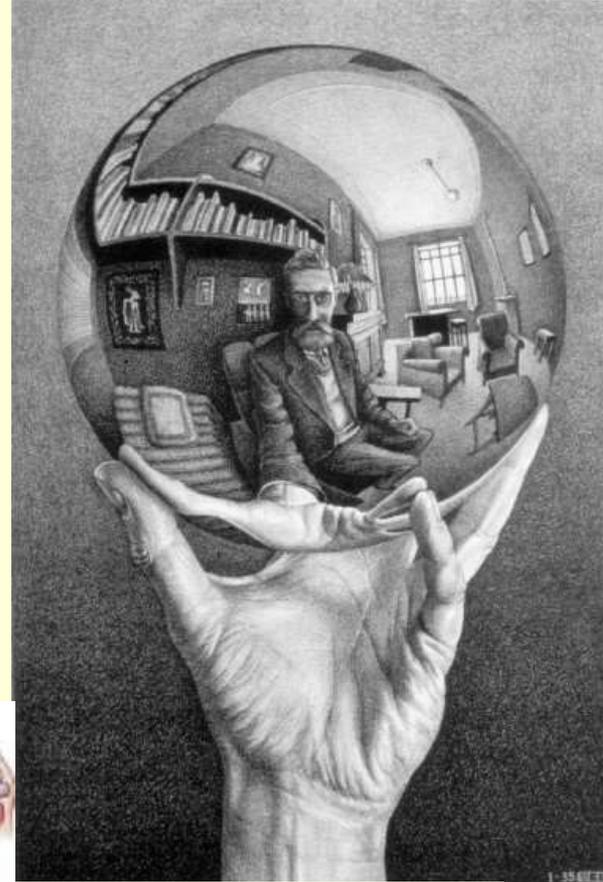


Difficile d'avoir accès à sa subjectivité...

...mais pas impossible par des protocoles astucieux

et l'on peut faire des corrélations avec le cerveau en développement.

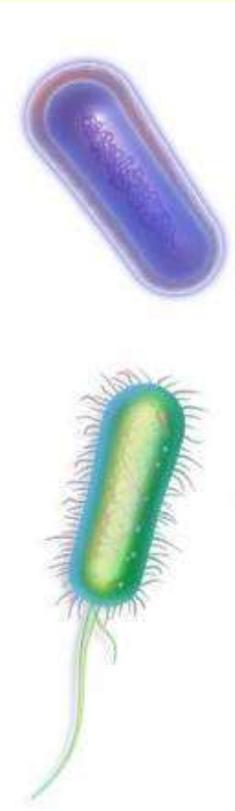
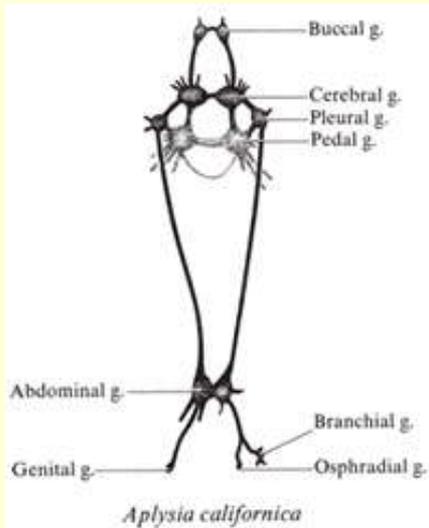






Malcolm MacIver: How Sentience Changed After Fish Invaded Land 385 Ma (2018)

https://www.youtube.com/watch?v=HI7fXIP_mjo&t=29s&index=39&list=PLTJcZPOXChRSWlzUa8mZ5hujZoLGBfyV0



Linguistic Bodies

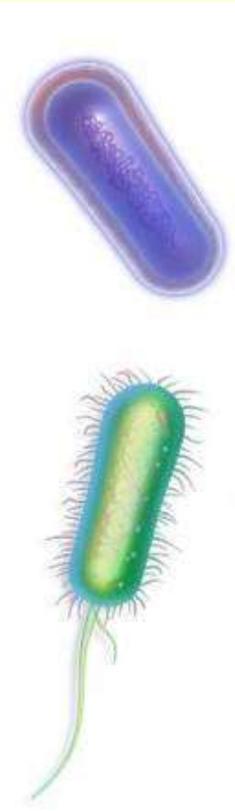
The Continuity between Life and Language

By [Ezequiel A. Di Paolo](#), [Elena Clare Cuffari](#) and
[Hanne De Jaegher](#) (2018)

A novel theoretical framework for an embodied, non-representational approach to language that extends and deepens enactive theory, bridging the gap between sensorimotor skills and language.

<https://mitpress.mit.edu/books/linguistic-bodies>

Il va falloir **reculer dans le temps**
pour essayer de comprendre où commence le « mind » !



Plan

1^{ère} partie :

Intro : Notre « cerveau-corps-environnement » et ses niveaux d'organisation

Évolution cosmique, chimique et biologique

L'histoire évolutive de notre système nerveux

Mémoires et recyclage neuronal

2^e partie :

Un survol de son développement et de ses mécanismes de communication et de plasticité (anciens et nouveaux)

Apprendre à sélectionner des réseaux cérébraux transitoires

L'exemple de la prise de décision

Conclusion : Les innombrables différences entre le cerveau et l'ordinateur

Essayer
de comprendre
le cerveau humain
tel qu'il est aujourd'hui,
c'est un peu comme...



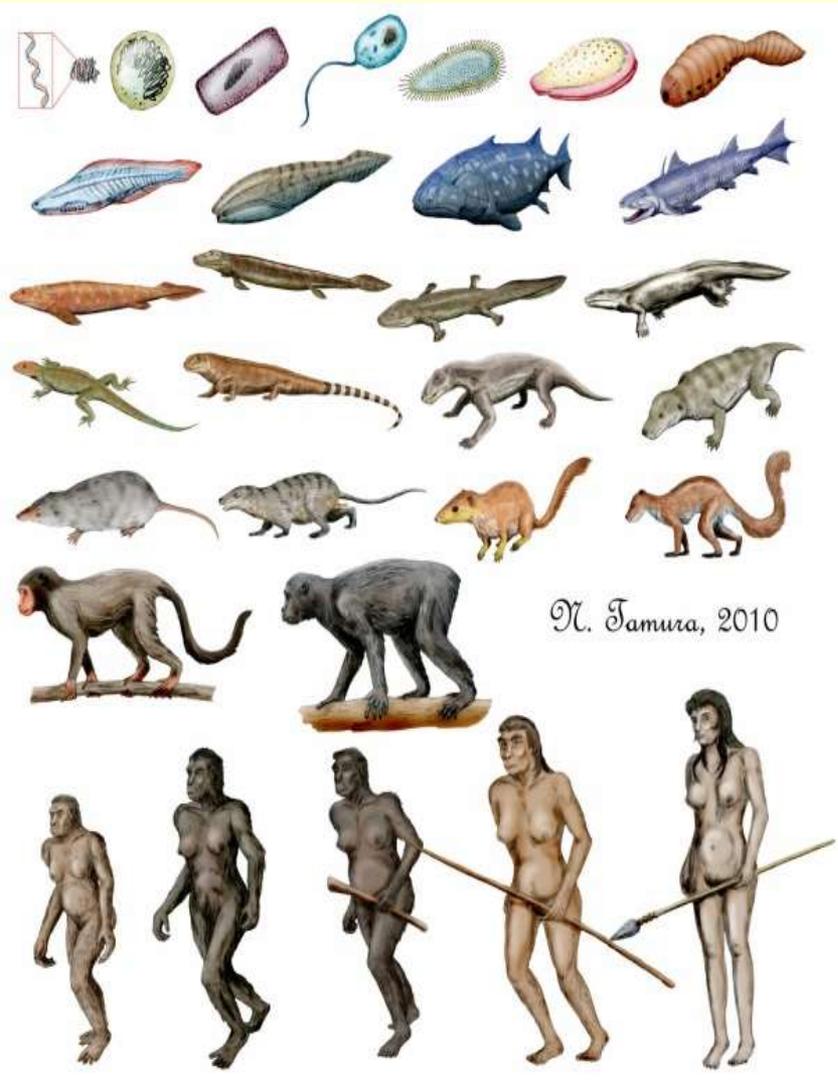


Live from the Flight Deck | golfcharlie232





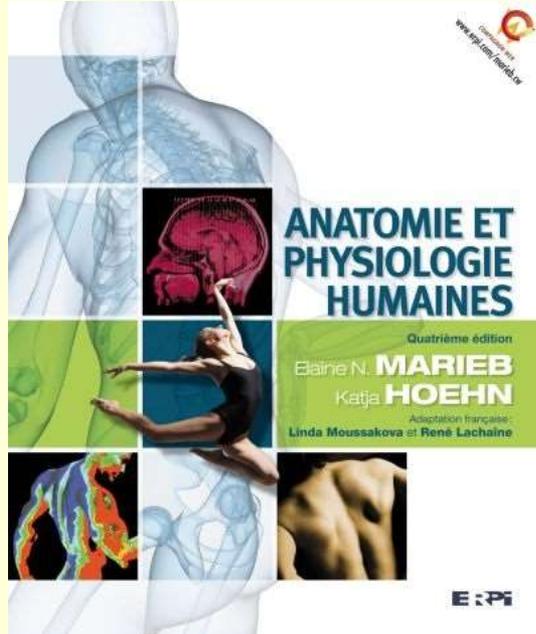




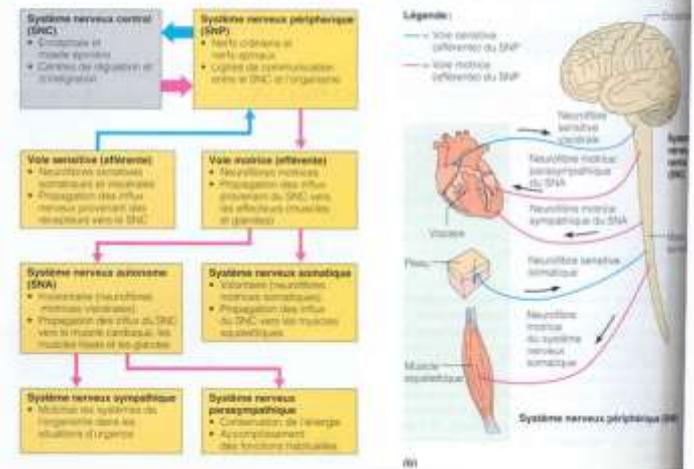
« Rien en biologie n'a de sens,
si ce n'est à la lumière de
l'évolution »

- Theodosius Dobzhansky
(1900-1975)





Organisation du système nerveux

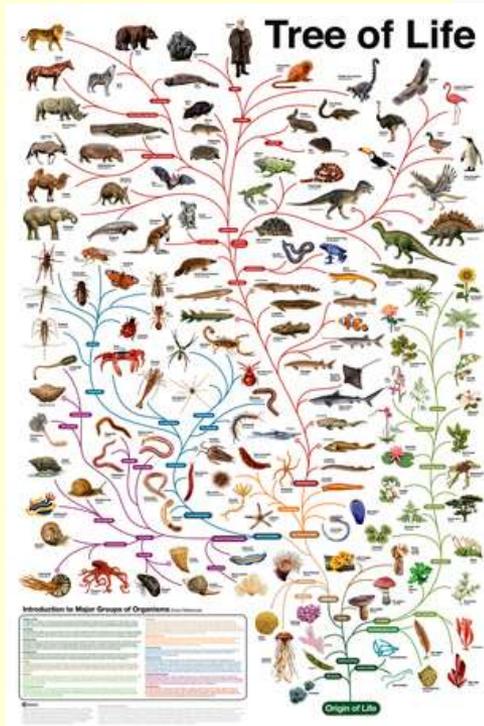


Marieb, 1999

Parce qu'essayer de comprendre le cerveau humain actuel en présentant son **organisation** et ses **fonctions**

en faisant pratiquement abstraction de sa longue **histoire évolutive**

risque de déboucher sur une compréhension **superficielle** de celui-ci.



Pour essayer de comprendre le cerveau, il faut donc d'abord se pencher ce qu'est **la vie** elle-même...



Et pour être sûr de ne rien manquer...



Croissance de complexité

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

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

Évolution cosmique, chimique et biologique

(Crédit : modifié de Robert Lamontagne)

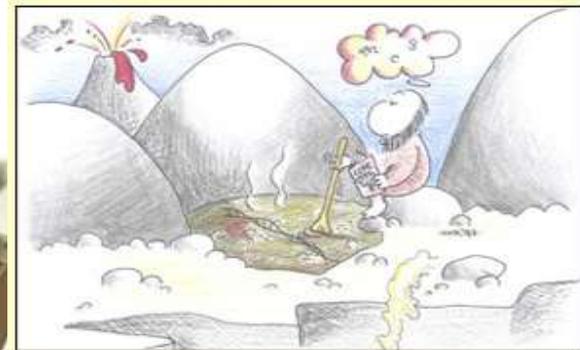
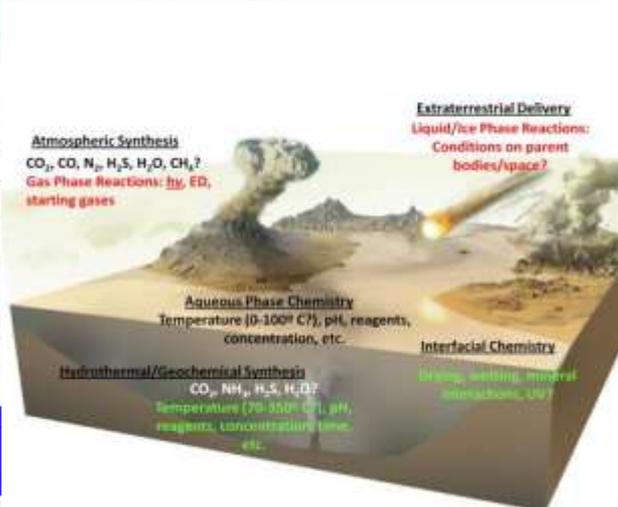


Croissance de complexité

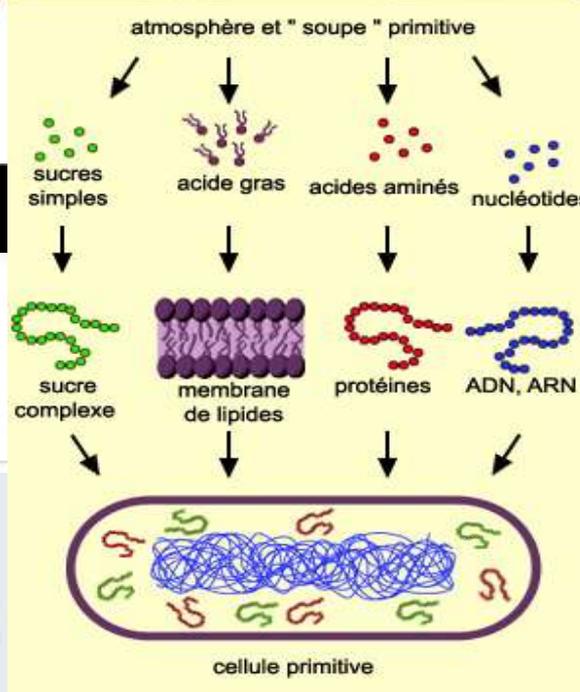
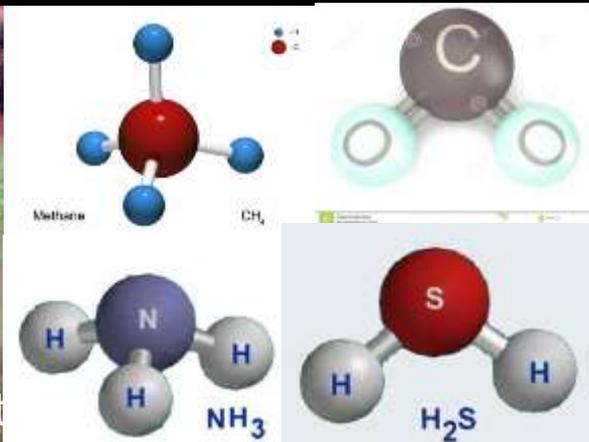
(ce qui ne veut pas dire que l'humain en soit la finalité !)



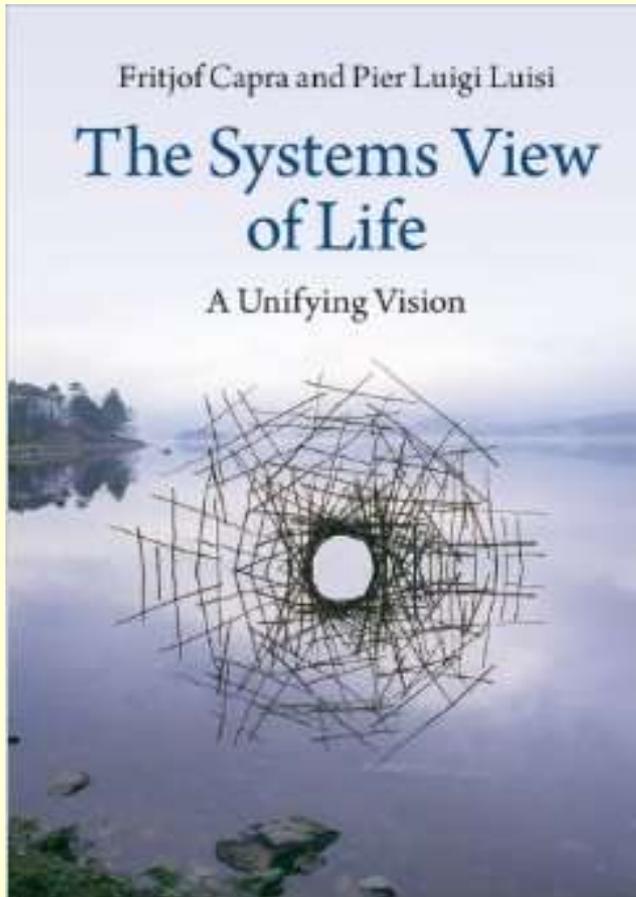
Tableau Périodique des Éléments



Évolution cosmique, chimique

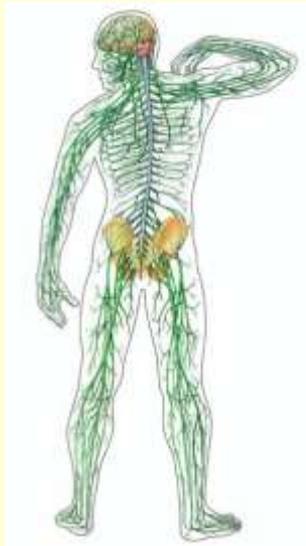


(Crédit : modifié de Robert Lamont)



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

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



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

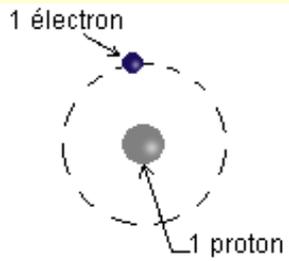




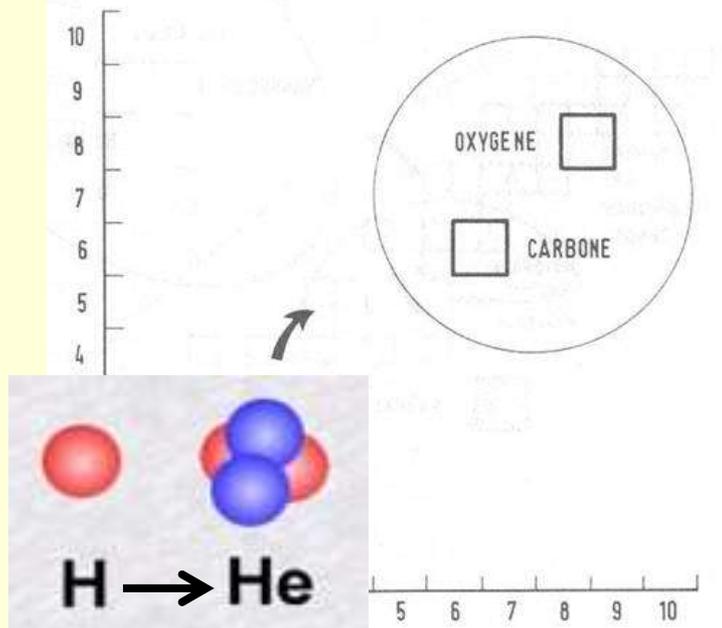
- l'étude de la **matière** : de quoi c'est fait ?

Les êtres vivants et la matière inerte sont faits des mêmes **atomes**.

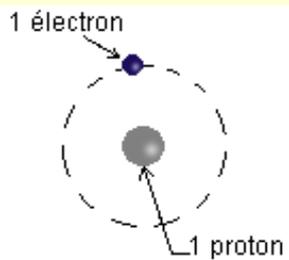
C'est justement leur forme, leur pattern d'organisation qui va les différencier...



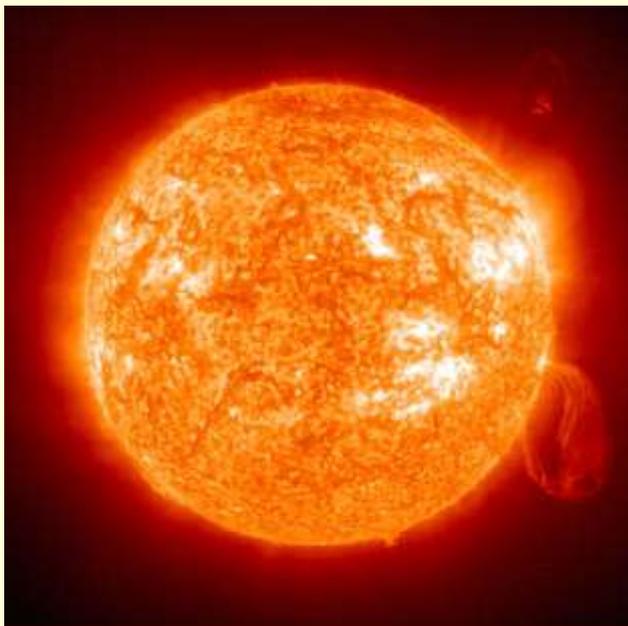
Combustion de l'hélium



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



Hydrogène





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

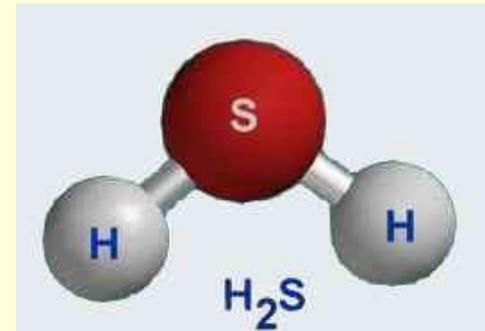
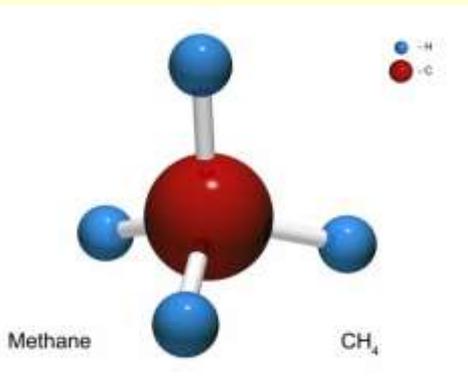
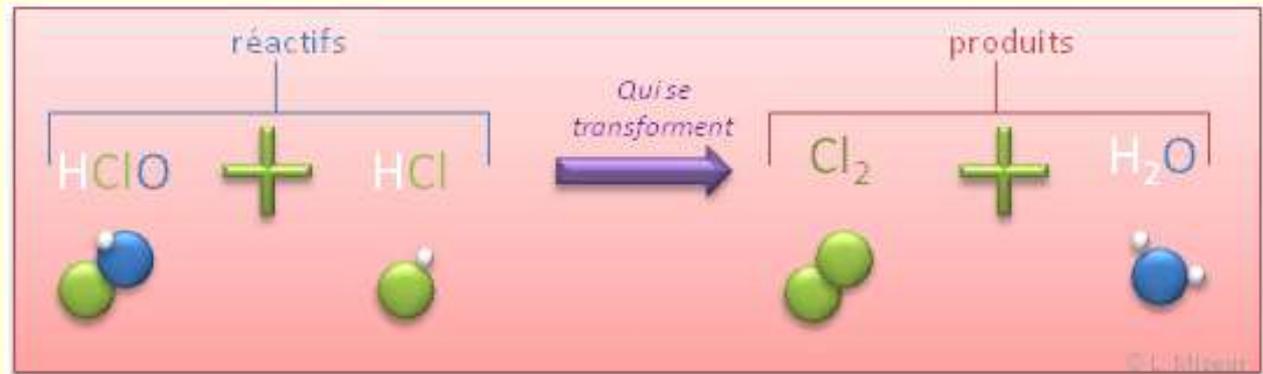
CoolCosmos.net



Molécule :

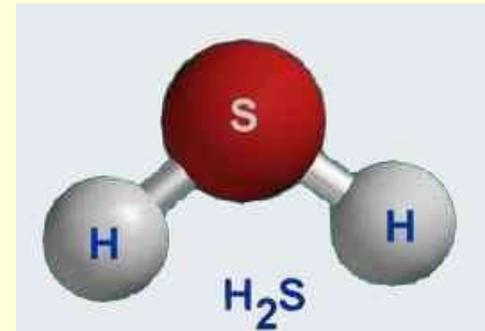
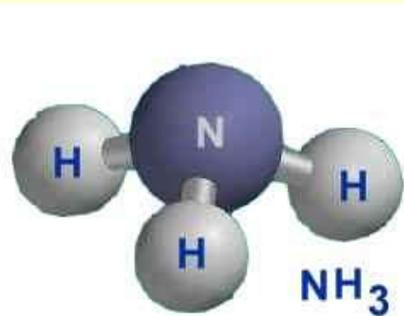
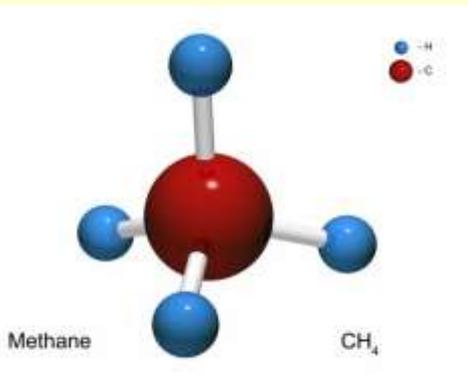
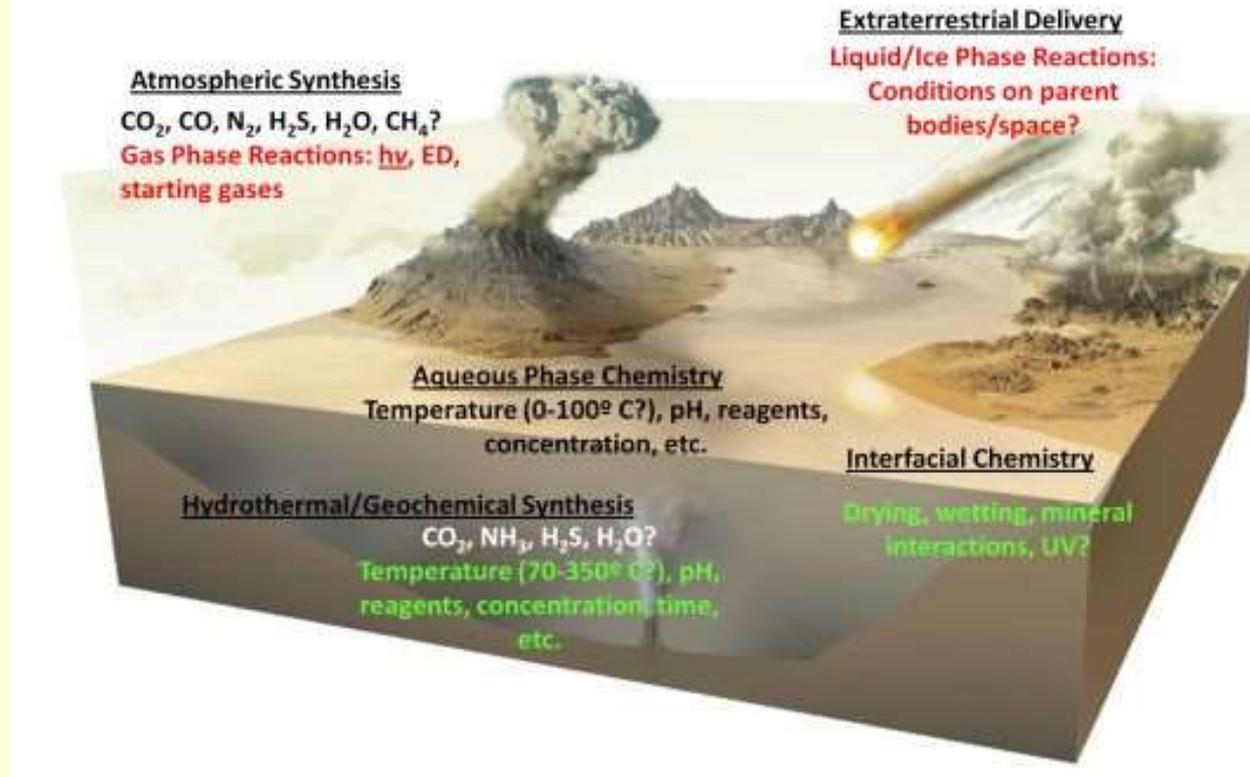
Les molécules constituent des **agrégats atomiques** liés par des liaisons dites « covalentes » d'au moins deux atomes, différents ou non.

L'assemblage d'atomes constituant une molécule peut se transformer en une ou plusieurs autres molécules ; c'est ce qu'on appelle une **réaction chimique**.

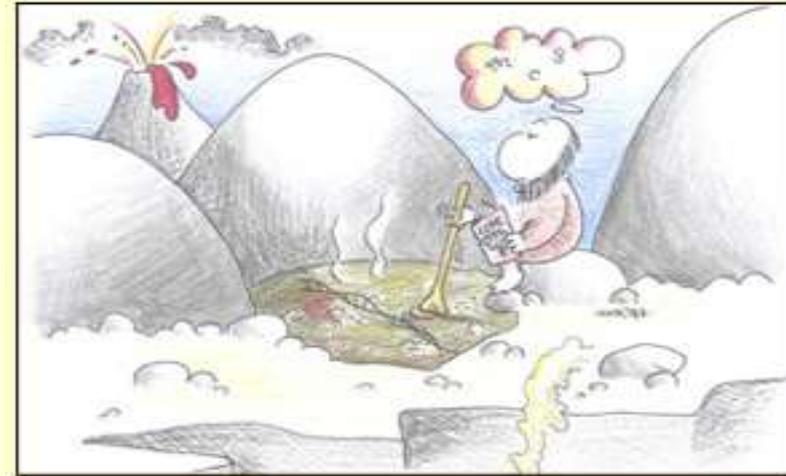


L'atmosphère primitive de notre planète aurait été constituée d'un mélange « inhospitalier » des **molécules simples** suivantes:

méthane (CH_4), ammoniac (NH_3), de vapeur d'eau (H_2O), de dioxyde de carbone (CO_2) et de sulfure d'hydrogène (H_2S).

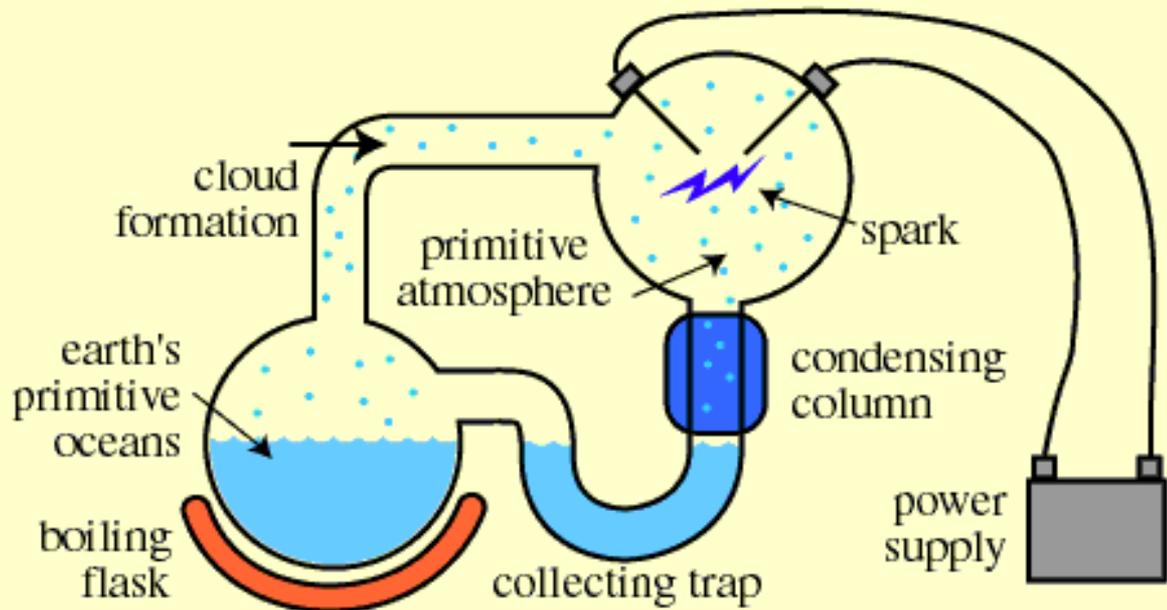


Ces molécules simples ont pu se complexifier jusqu'à un certain point dans les « **mares chaudes** » dont parlait déjà Darwin et qu'on a ensuite appelé « **soupe primitive** ».

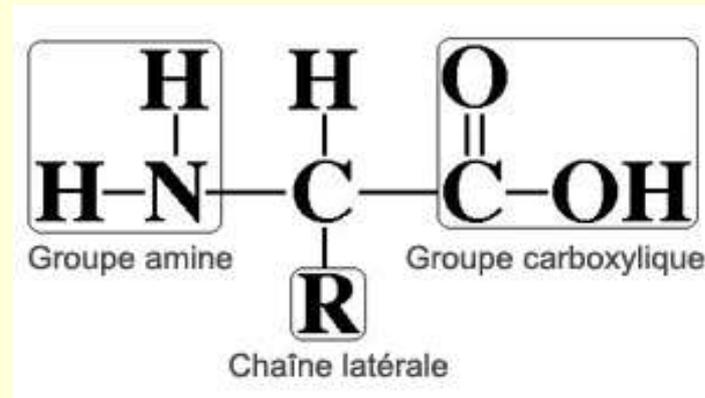


atmosphère et " soupe " primitive

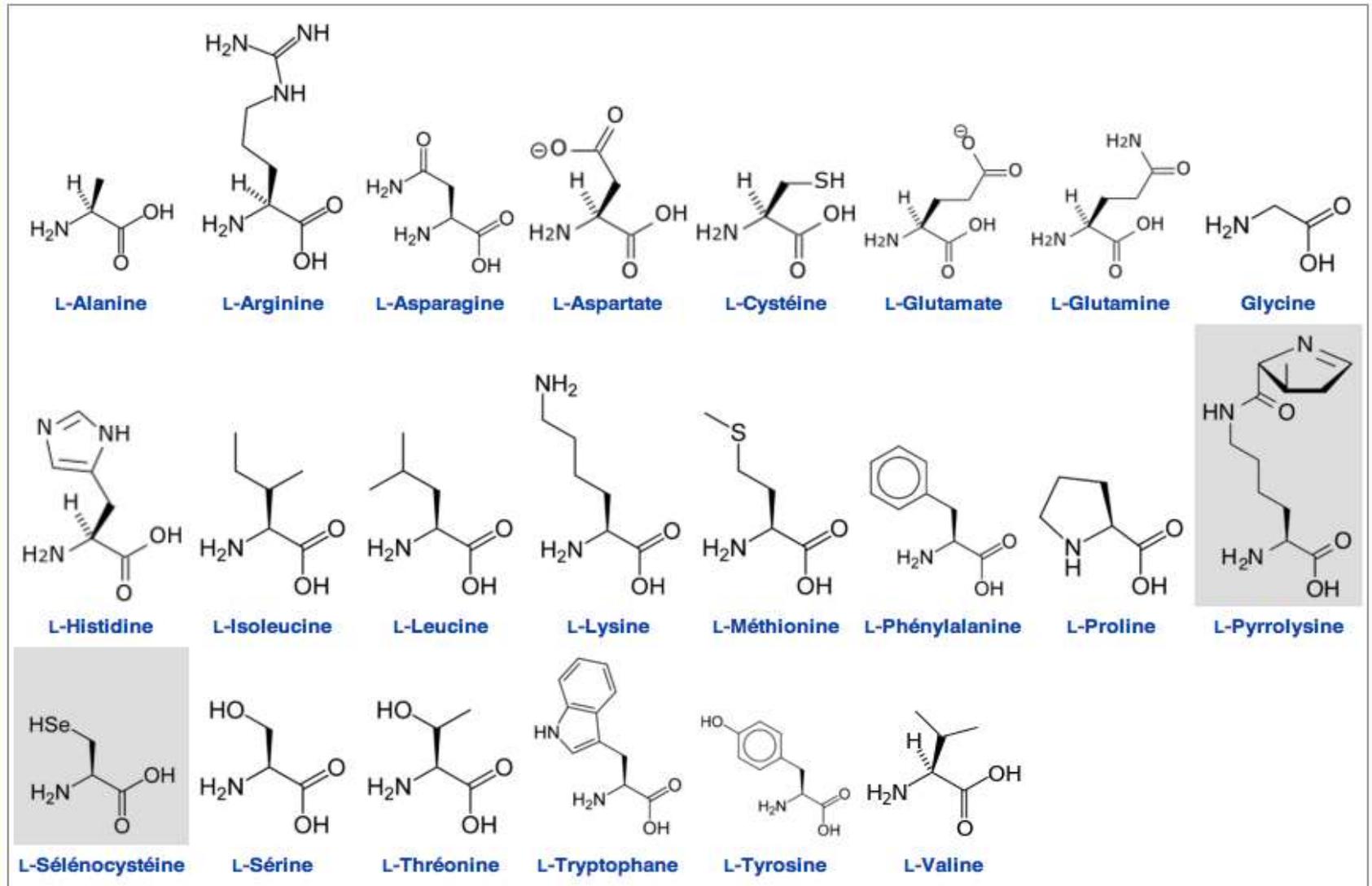
1953, Miller et Urey :
confirment cette hypothèse par une célèbre expérience in vitro où des molécules organiques apparaissent
(**acides aminés**, etc.)



Note : on parle de **molécules organiques** lorsqu'elles sont formées des atomes suivants : C-H-O-N.

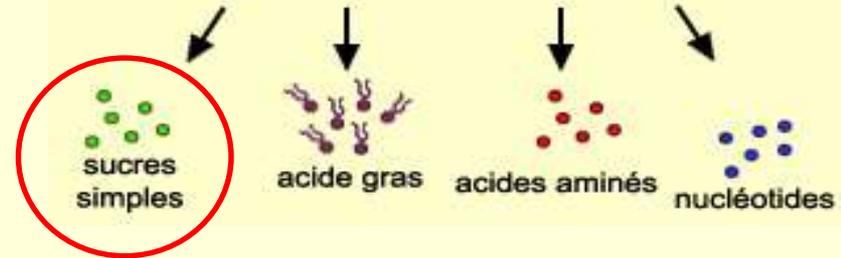


En présence du puissant rayonnement solaire (rayons UV...), ce mélange de gaz aurait donc pu donner naissance à plusieurs **molécules un peu plus complexe** telles que les **acides aminés** (qui formeront plus tard les protéines).





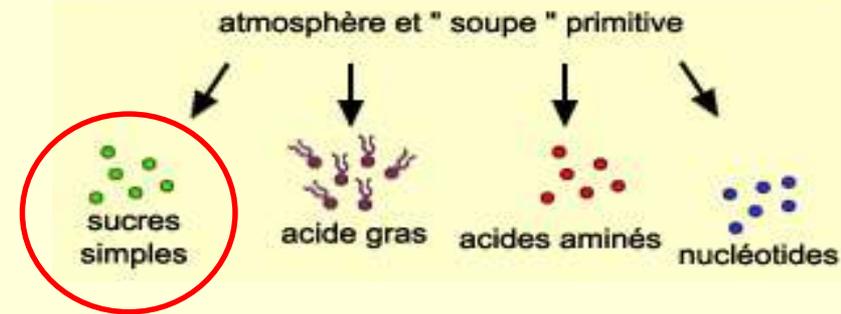
atmosphère et " soupe " primitive



Un constituant de la vie détecté dans une comète

16 avril 2016 <http://www.ledevoir.com/societe/science-et-technologie/468358/un-constituant-de-la-vie-detecte-dans-une-comete>

[...] L'analyse des glaces interstellaires produites en laboratoire a révélé la présence de **différents sucres**, dont le **ribose**, qui est l'un des trois constituants clés de l'**ARN**, l'acide ribonucléique, qui est « *considéré comme le matériel génétique des premiers organismes vivants* ». [...]



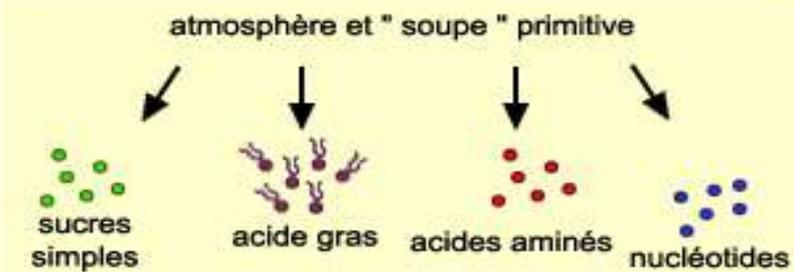
Concept / Cadre théorique :

On voit que le passage de molécules simples vers des molécules organiques comme les acides aminés ou les sucres s'accompagne, comme on l'a dit, d'une **croissance de la complexité**.

On parle aussi "**d'auto-organisation**" pour désigner un tel processus.

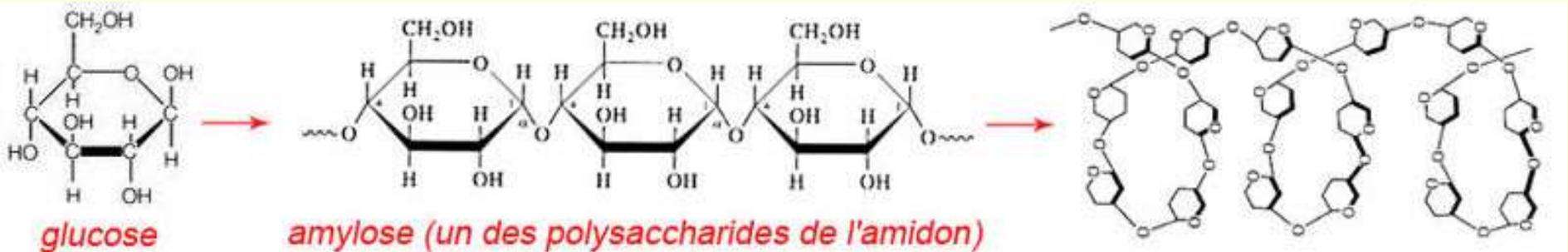
Et de tels processus chimique d'auto-organisation sont "**sous contrôle thermodynamique**",

c'est-à-dire qu'ils se produisent "spontanément" sans l'intervention de forces extérieures si les bonnes conditions de départ sont réunies.

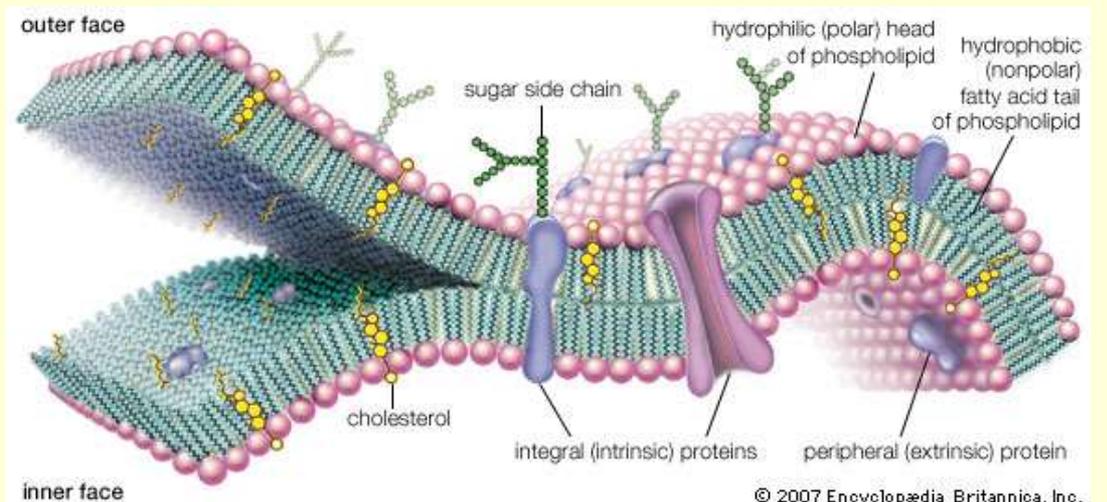
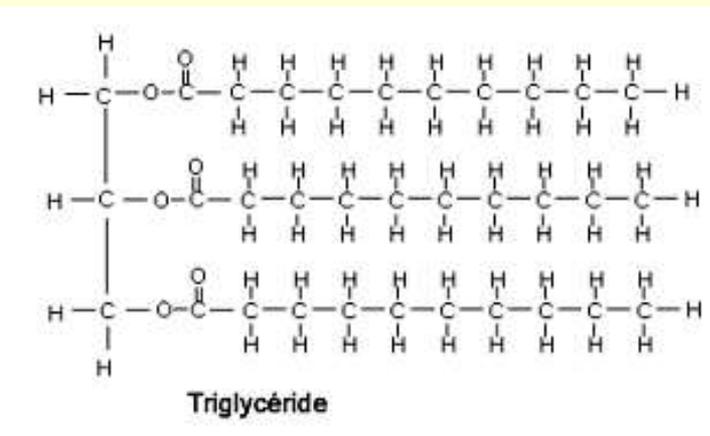


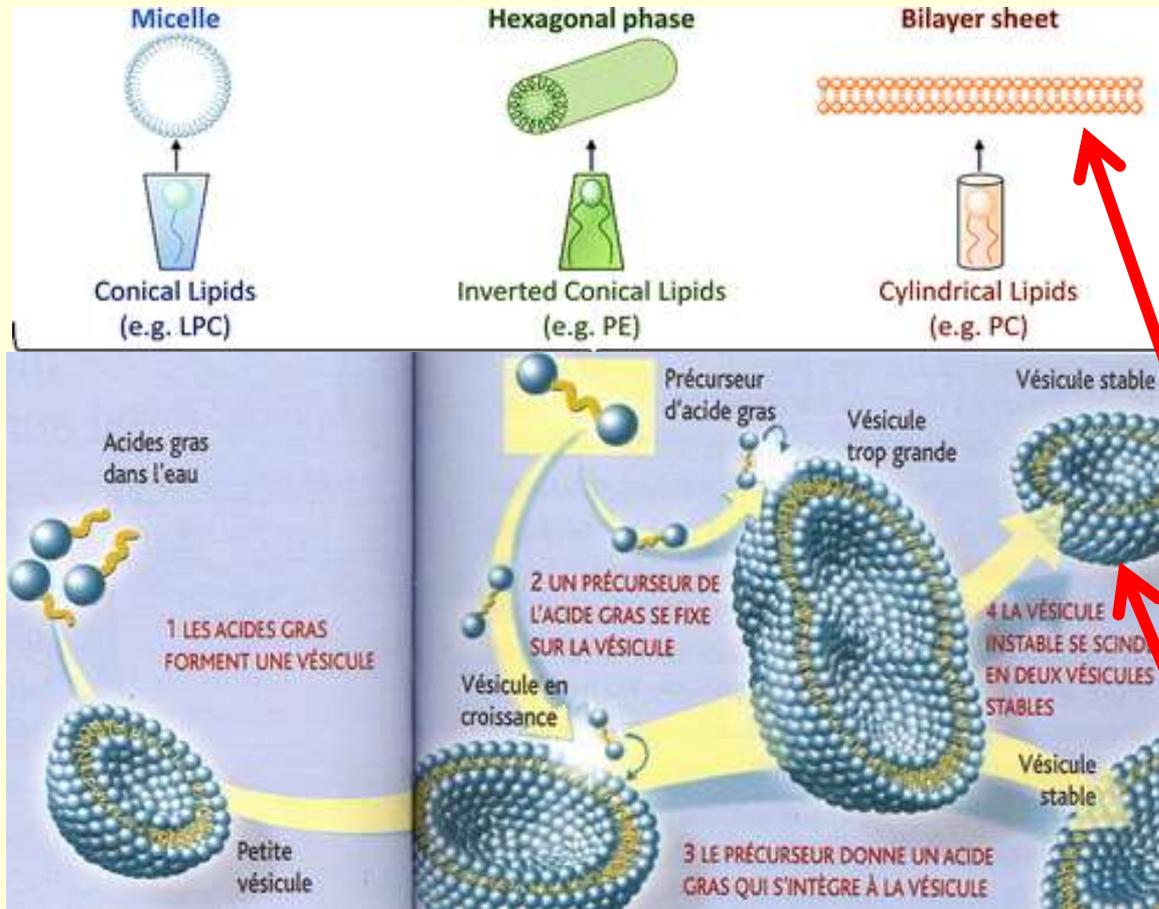
Ces processus d'**auto-organisation** vont ensuite favoriser la formation de chaînes moléculaires de :

- Glucides



- Lipides





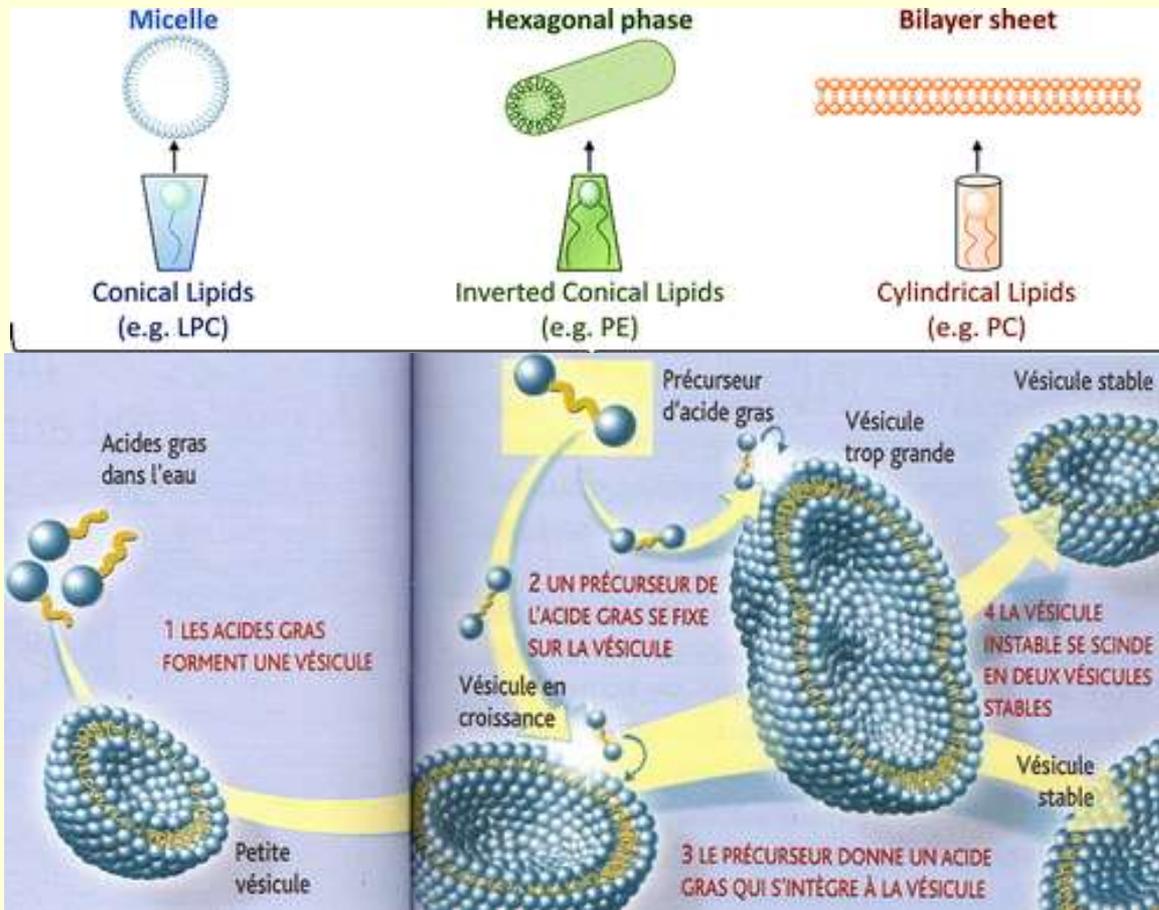
Ces chaînes de lipides vont donner lieu à des phénomènes **d'auto-organisation** mais cette fois-ci au niveau **supra-moléculaires** :

par exemple, des **couches bi-lipidiques**

qui vont former à leur tour des **vésicules** qui deviendront les futures membranes cellulaires.

“there is an overall increase of entropy (or disorder) due to the “liberation” of water molecules, which makes the process **thermodynamically favorable**.”

- The Systems View of Life

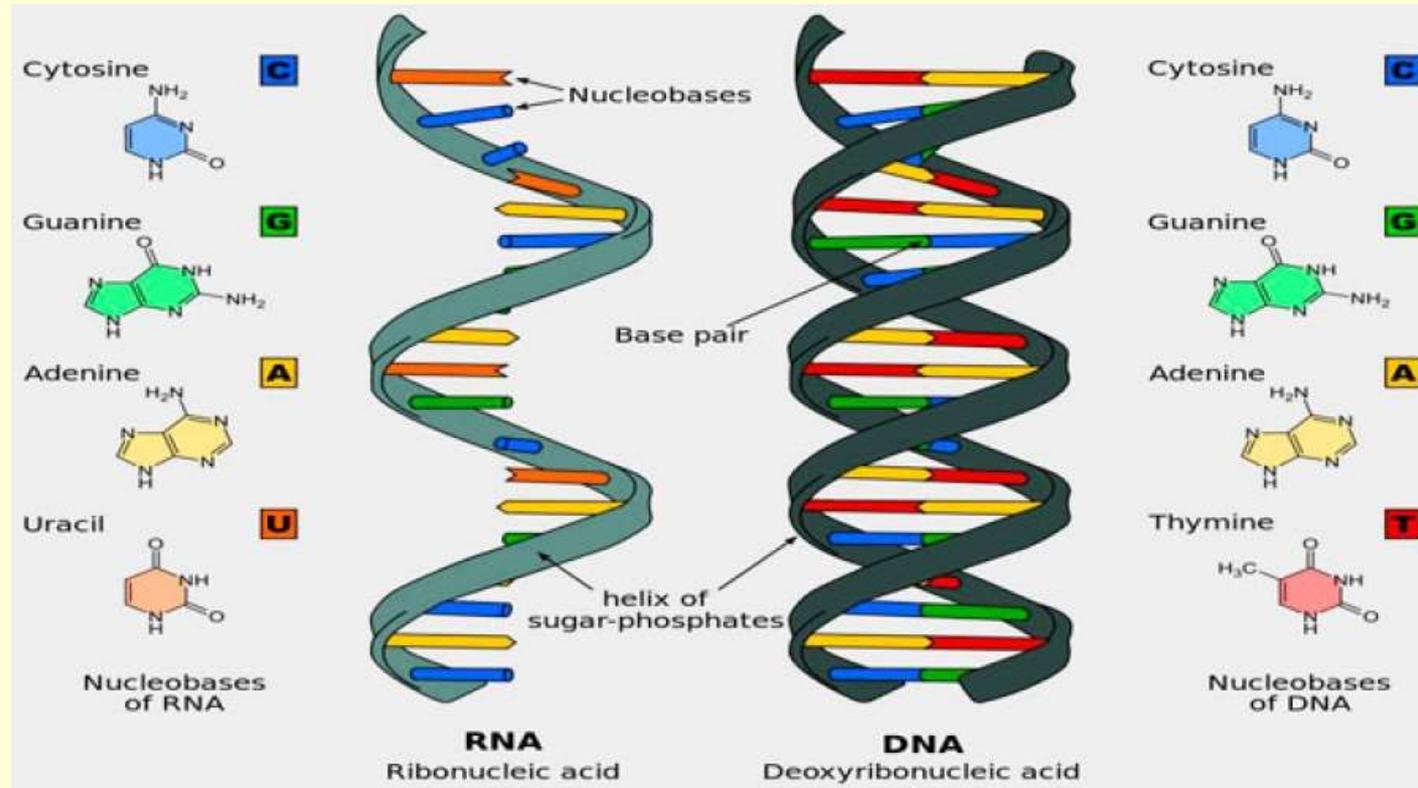


« Pas de membrane, pas de cellules.
Pas de cellules, pas de neurones.
Pas de neurones, pas de cerveaux.
Pas de cerveaux, pas d'humains ! »

Car encore aujourd'hui,
chaque cellule de
votre cerveau possède
une membrane.

...cette évolution chimique va donner lieu à des chaînes moléculaires de :

- Glucides
- Lipides
- **Bases nucléiques**

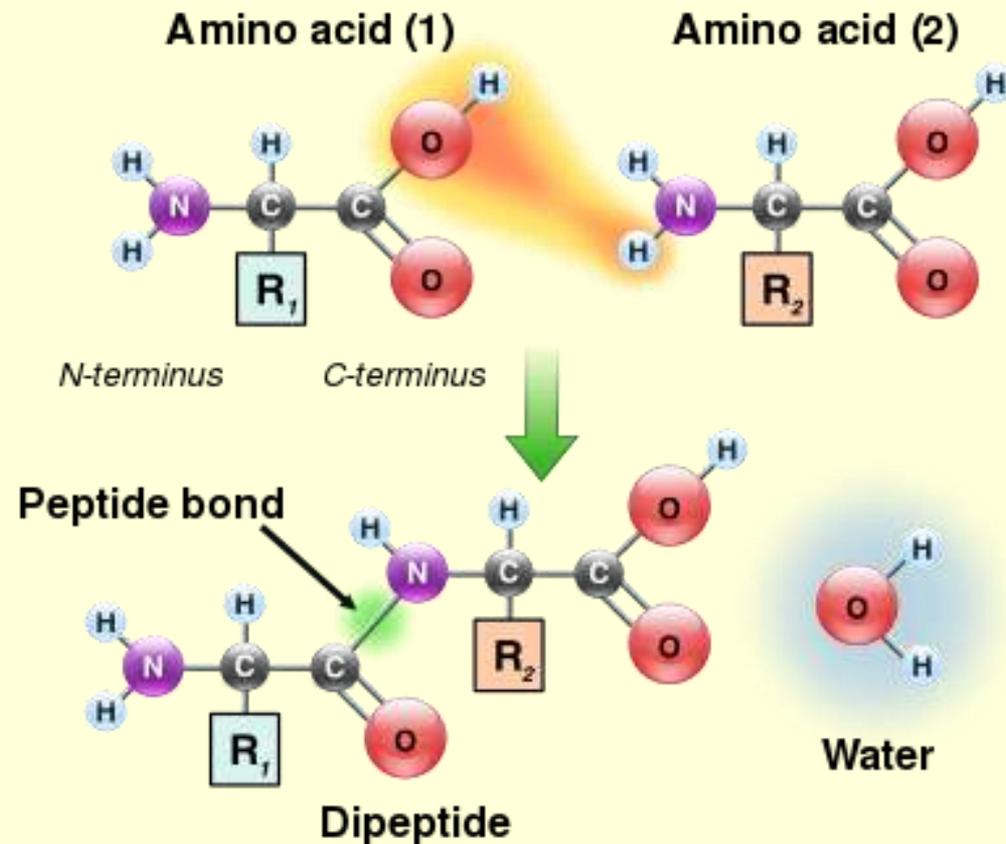


Même principe d'organisation que pour les lipides:

les deux brins complémentaires d'AND forment un duplex dans lequel les bases nucléiques hydrophobiques complémentaires fuient le contact de l'eau, laissant les "doigts" hydrophiliques des groupes phosphates s'occuper de la solubilité avec l'eau...

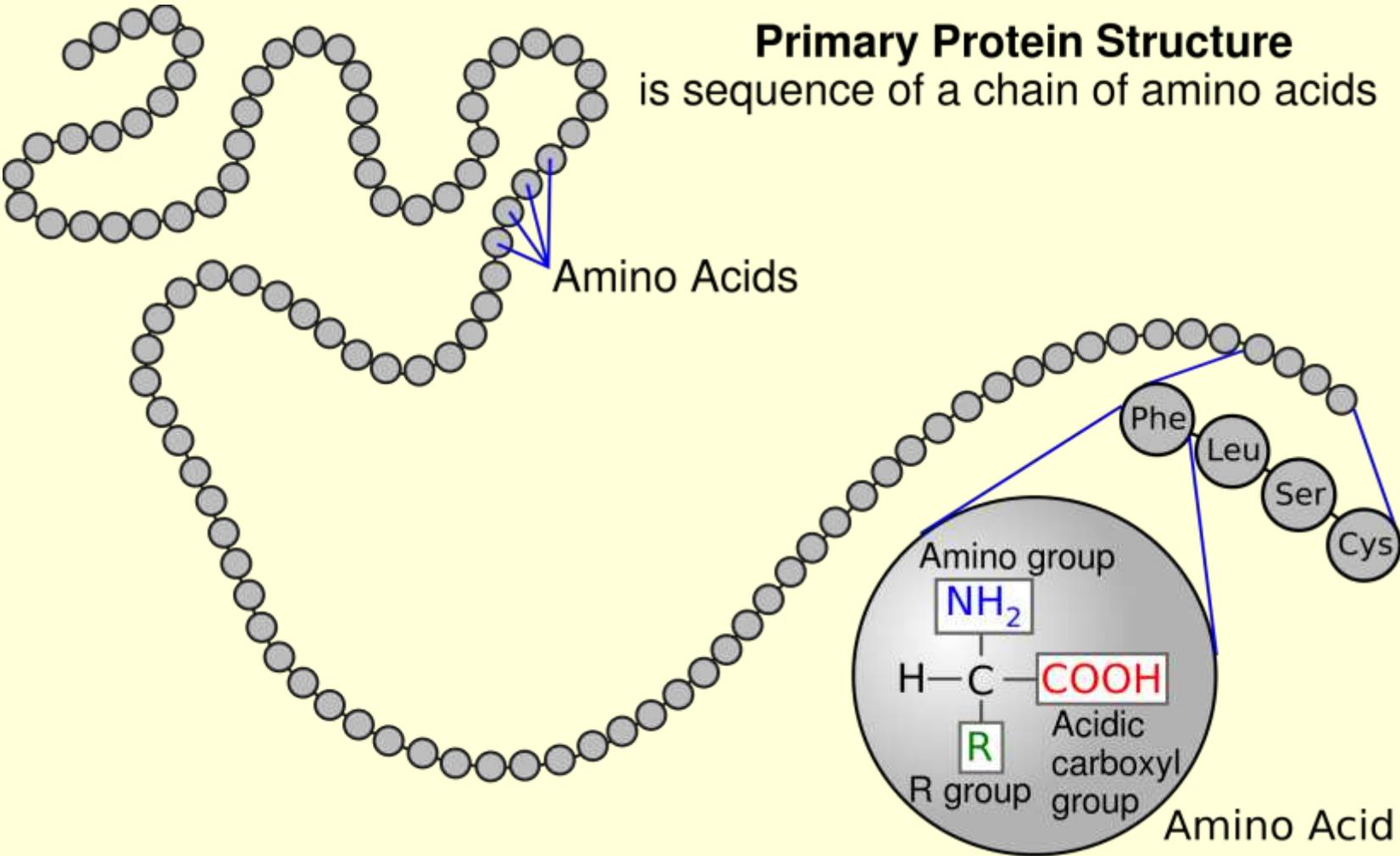
Car les molécules organiques vont avoir tendance à former des chaînes moléculaires de :

- Glucides
- Lipides
- Bases nucléiques
- **Protéines**

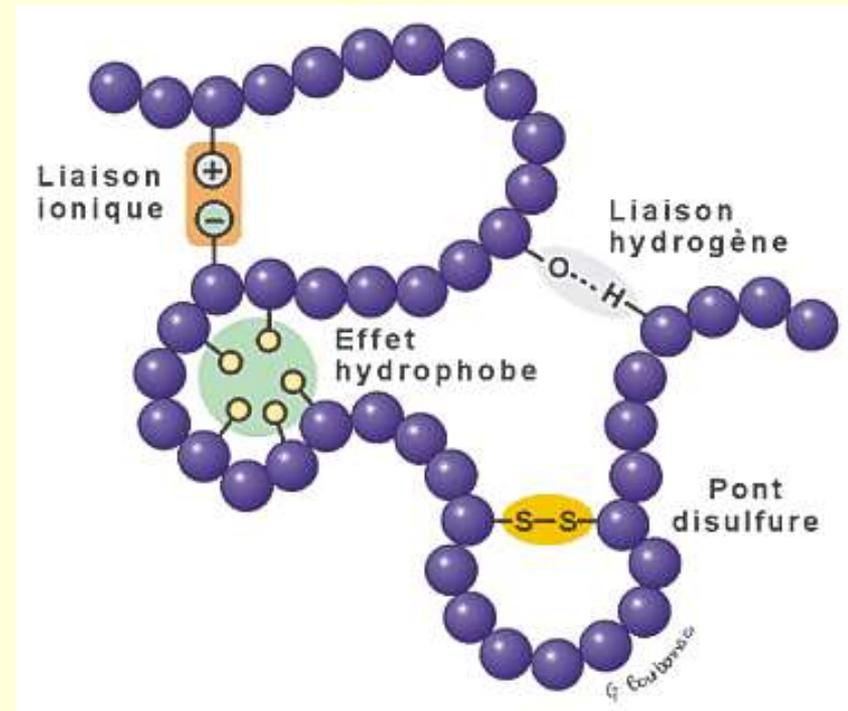
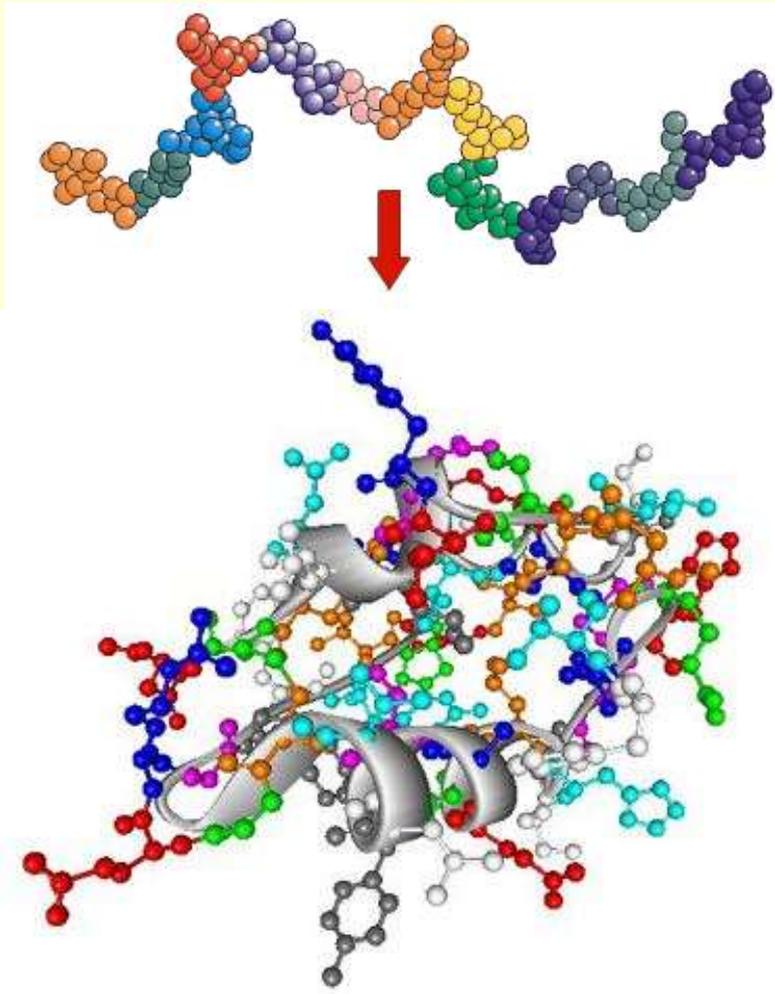


Primary Protein Structure

is sequence of a chain of amino acids

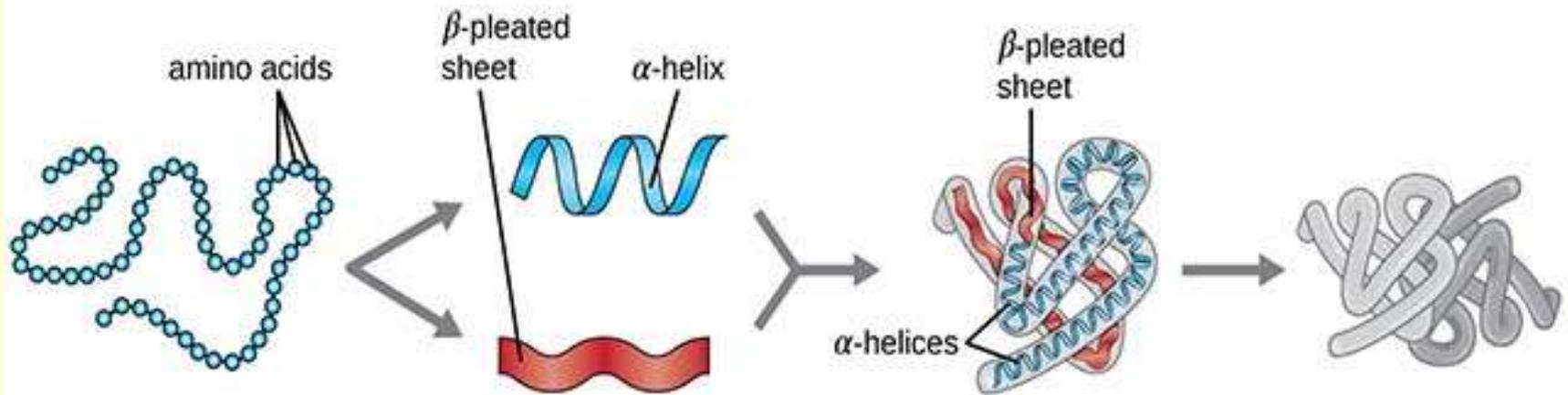


→ Vers 1953,
on comprend qu'il y a un
repliement de la chaîne
d'acides aminés



qui est déterminé par la
séquence primaire des acides
aminés de la protéine
(la suite des « perles » dans le
« collier de perles »).

Structure of Proteins



Primary Protein Structure

Sequence of a chain of amino acids

Secondary Protein Structure

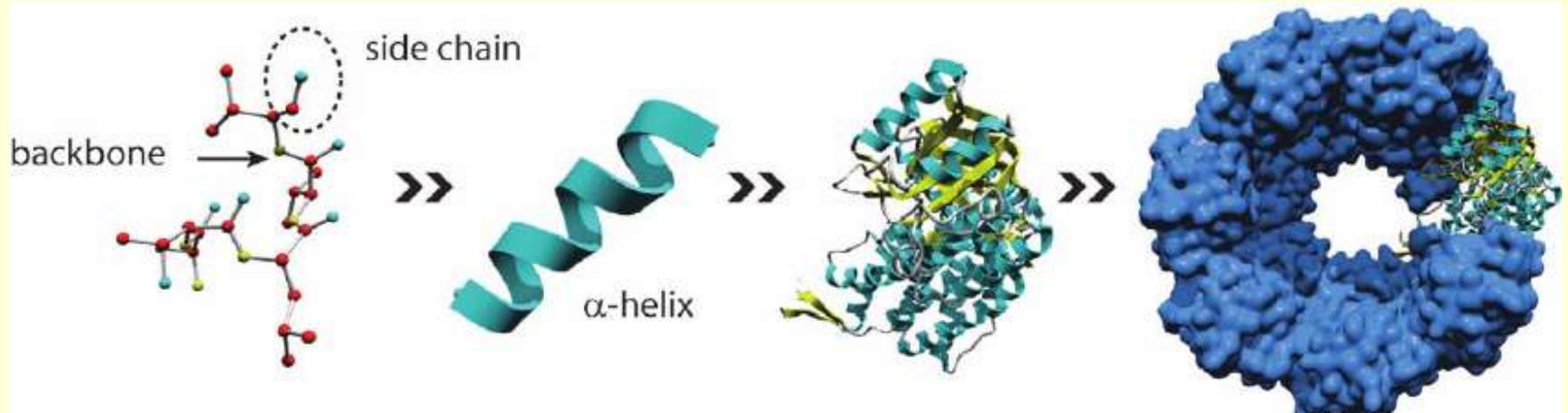
Local folding of the polypeptide chain into helices or sheets

Tertiary Protein Structure

three-dimensional folding pattern of a protein due to side chain interactions

Quaternary Protein Structure

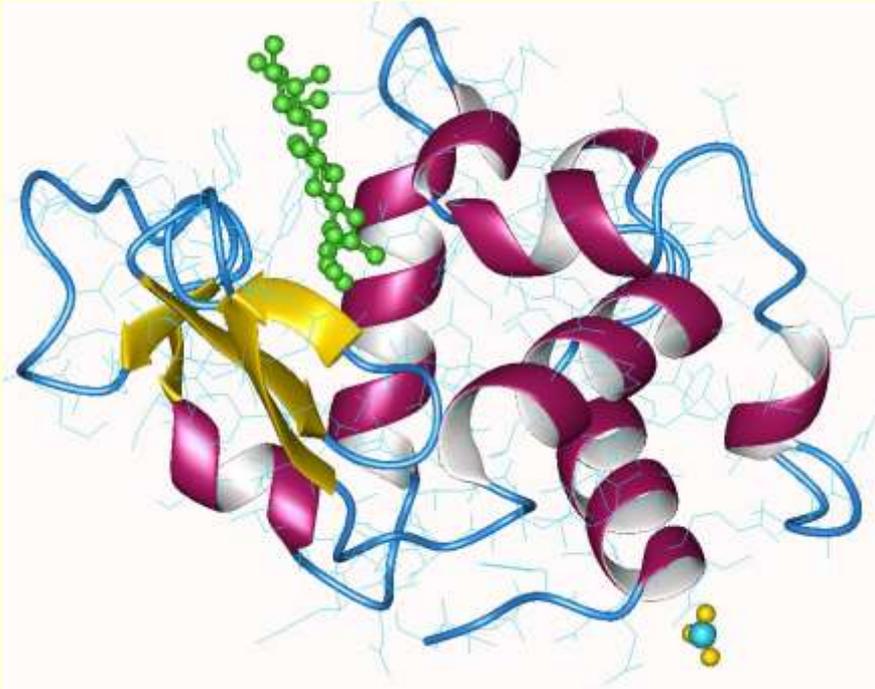
protein consisting of more than one amino acid chain



The protein folding problem: a major conundrum of science: Ken Dill at TEDxSBU

<https://www.youtube.com/watch?v=zm-3kovWpNQ> [5:30 à 6:00]





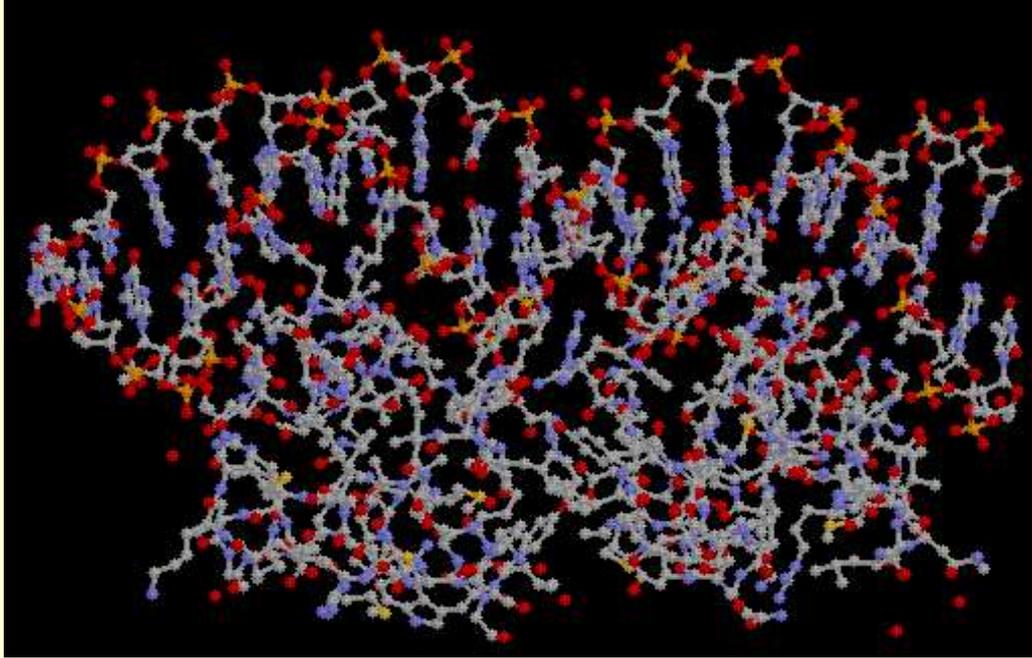
De combien de façons une suite de 129 acides aminés, comme celle de l'enzyme **lysozyme**, peut-elle exister?

Comme il existe 20 acides aminés différents, cela donne 20^{129} ,
ou encore 10^{168} (10 suivi par 168 zéros).

Donc rendu à ce niveau de complexité, il semble y avoir des événements « **accidentels** » qui font en sorte que si on « rejouait le film de l'évolution » une autre fois, on n'obtiendrait pas le même résultat... (S. J. Gould)

Il faut donc postuler toutes sortes **d'accidents de parcours** et de conditions **contingentes** qui ont déterminé la suite des acides aminés (la structure primaire de la protéine)

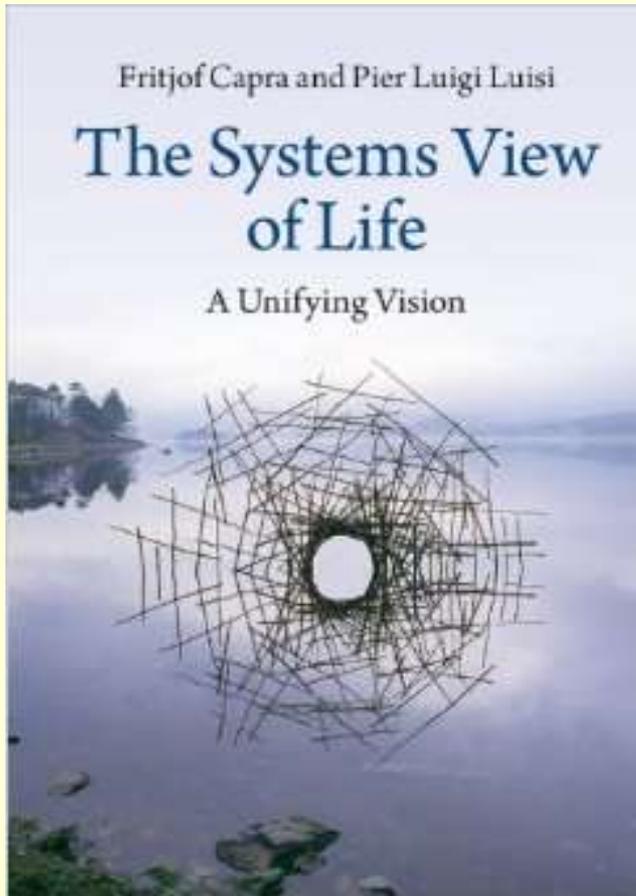
(conditions contingentes que l'on ne connaîtra jamais...)



Une fois la structure primaire établie, on peut dire que le **repliement s'auto-organise** (toujours sous contrôle thermodynamique), amenant « **l'émergence** » de nouvelles propriétés fonctionnelles au niveau de la structure 3D de la protéine (site de liaison d'un enzyme, le pore d'un canal membranaire, etc...).

Et Chris Anfinsen a démontré en **1954** que ce repliement spontané à partir de la structure primaire de la protéine est aussi **le plus stable thermodynamiquement**.

Si l'on **dénature** une protéine avec de **l'urée**, ce qui change sa forme et lui fait perdre sa fonction biologique, le retrait de l'urée amène la protéine à reprendre sa forme originale.



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 ?

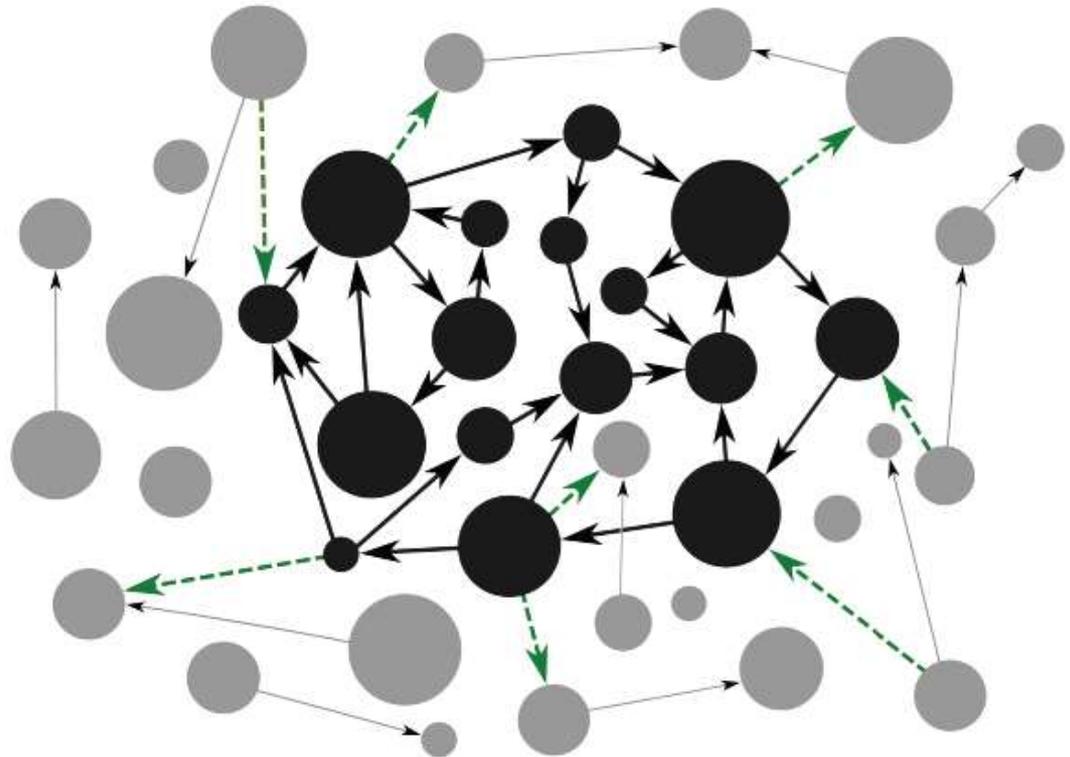
Parce que ça commence à devenir important avec le repliement des protéines,

Et ça va devenir fondamental avec les premières cellules...

Et est-ce qu'il y a un pattern commun qu'on va pouvoir associer à tous les systèmes vivants?

Comme on le verra dans un instant, la réponse est oui...

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



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

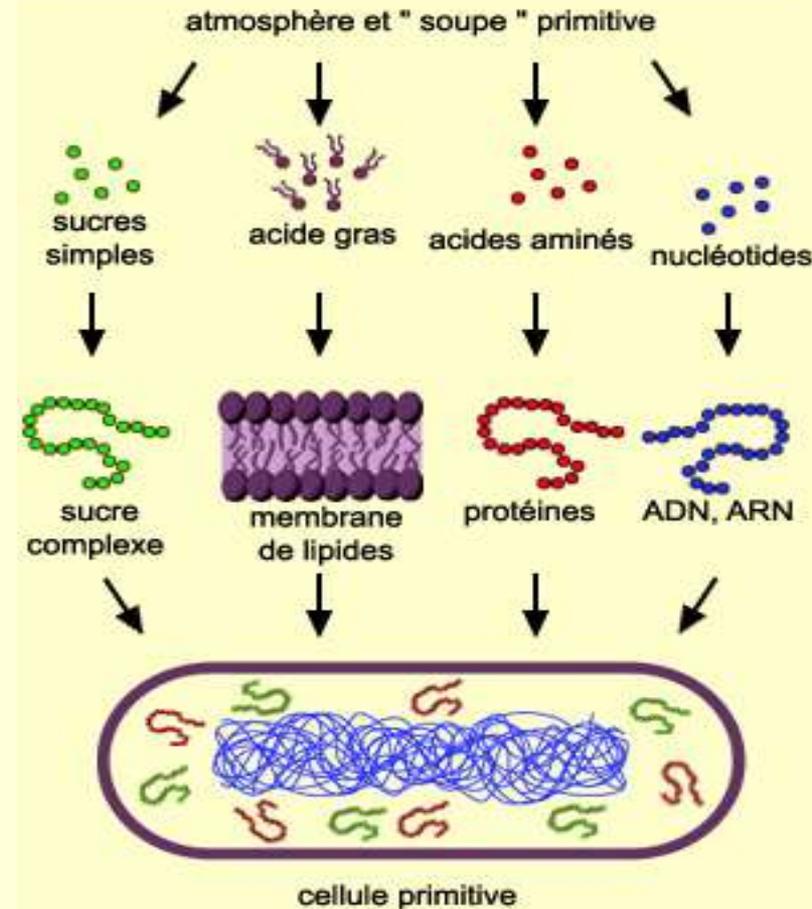
Débat / Controverse :

Qu'est-ce que la vie ?

Les définitions de la vie (on va y revenir...) sont souvent des listes de critères comprenant des éléments comme :

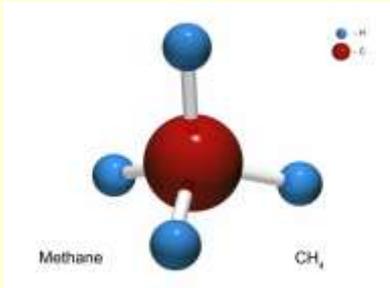
- Développement ou croissance
- Métabolisme
- Motilité
- Reproduction
- Réponse à des stimuli
- Etc.

Le biologiste Radu Popa a listé plus de 300 définitions de la vie...dont aucune ne fait l'unanimité !

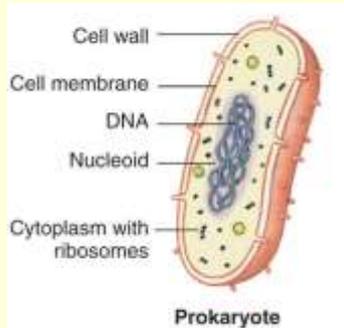


Débat / Controverse :

Qu'est-ce que la vie ?



+ ou – vivants
de différentes
manières...

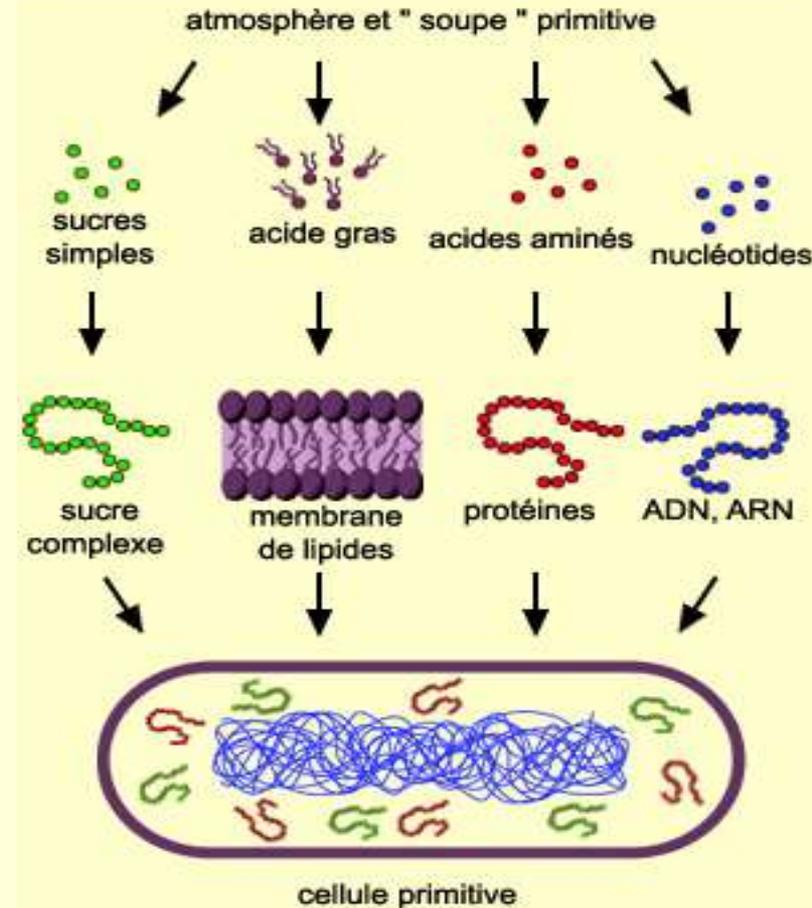


Non



Oui

un
gradient





Différentes machines permettant de voler, utilisant différents principes, comportant certaines forces et faiblesses en fonction de différents aspects considérés...

De même, il pourrait très bien y avoir différentes façon « d'être vivant », comportant certaines forces et faiblesses en fonction de différents aspects considérés...

Développement ou croissance + ou -

Métabolisme + ou -

Motilité + ou -

Reproduction + ou -

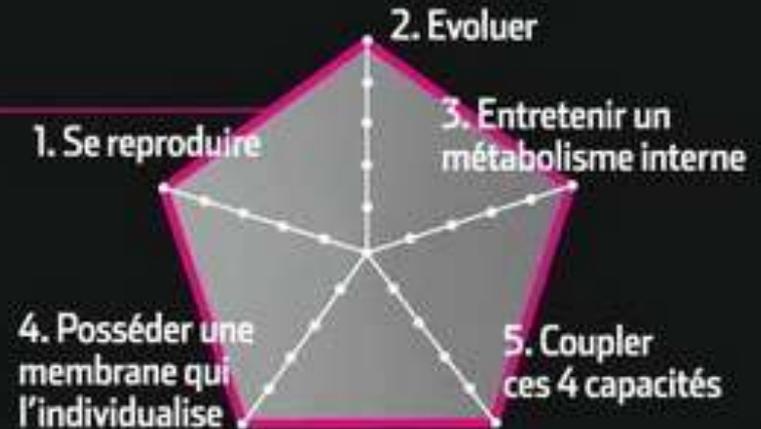
Réponse à des stimuli + ou -

Différentes « signature de vie »

Ni êtres vivants ni cailloux...

Etre vivant

Ce pentagone rose décrit un être vivant, c'est-à-dire un être capable de remplir ces 5 fonctions retenues pour qualifier la vie (même si elles ne suffisent pas, à elles seules, à la définir).



Chose inerte

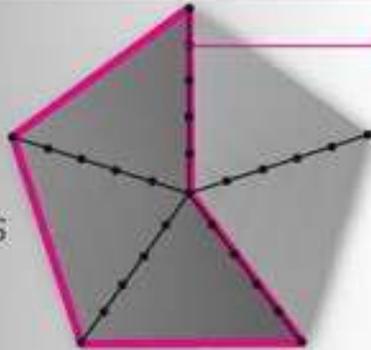
Incapable de se reproduire, d'évoluer, de posséder un métabolisme, une membrane ni, a fortiori, de conjuguer ces 4 facteurs, un caillou, par exemple, ne remplit aucune partie du pentagone.



Différentes « signature de vie »

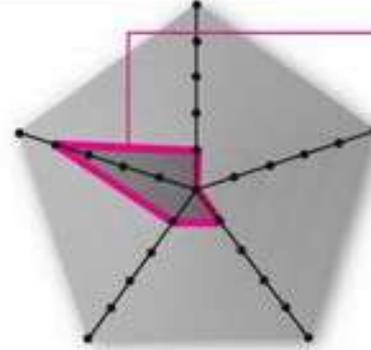
mais des organismes à mi-chemin entre les deux

A MI-CHEMIN
ENTRE LE VIVANT
ET L'INERTE, CES
"PRESQUE VIVANTS"
POSSÈDENT CERTAINES
FONCTIONS PHARES
DE LA VIE



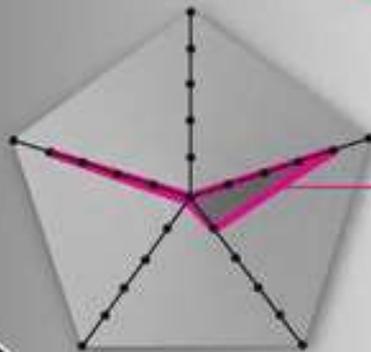
Virus

Parfois inerte, parfois actif, il est doté de 4 capacités fondamentales : il se reproduit, évolue et possède une membrane qui l'individualise.



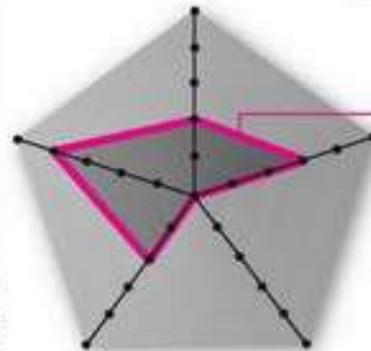
Prion

Cette protéine anormale est individualisée, elle se reproduit et évolue.



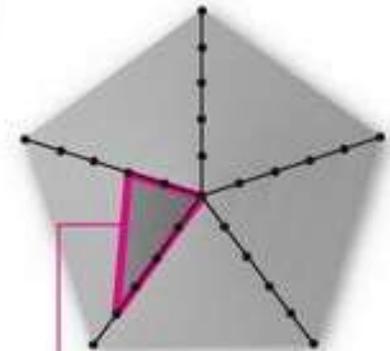
Pepsine

Cette protéine enzymatique digestive se reproduit (elle s'auto-catalyse) et entretient un métabolisme.



Ribozyme

Cet ARN est capable de catalyser des réactions, dont sa propre réplication. Il est individualisé, évolue et possède un métabolisme.



Liposome

C'est une vésicule individualisée dont la membrane est composée de lipides et qui se reproduit.

Pourquoi apparaît la vie ?

La réponse pourrait bien être pas très différente de “pourquoi il y a des molécules ou des macro-molécules ?”.

Autrement dit, ces bonnes vieilles
lois de la thermodynamique
qui pourraient encore contrôler l'affaire...

Lundi, 29 décembre 2014

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2014/12/29/3936/>

Le physicien Jeremy England pense que les organismes vivants existent parce qu'ils ont simplement tendance à mieux capturer l'énergie de leur environnement et à la dissiper sous forme de chaleur, conformément au deuxième principe de la thermodynamique.



“I am certainly not saying that Darwinian ideas are wrong,” he explained.

“On the contrary, I am just saying that from the perspective of the physics, you might call Darwinian evolution a special case of a more general phenomenon.”

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

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

Principes fondamentaux
Du simple au complexe
Le bricolage de l'évolution
Le développement de nos facultés
Le plaisir et la douleur
Les détecteurs sensoriels
Le corps en mouvement

Fonctions complexes
Au cœur de la mémoire
Que d'émotions
De la pensée au langage
Dormir, rêver...
L'émergence de la conscience
Dysfonctions
Les troubles de l'esprit

L'intelligence collective des groupes humains

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

Dans une étude publiée dans la revue Science en octobre 2010, des psychologues de trois universités américaines affirment avoir mis en évidence un facteur similaire d'intelligence générale, mais cette fois non pour des individus mais pour des groupes. Pour tester cette « intelligence collective », ils ont formé des dizaines de groupes de 2 à 3 personnes et les ont fait travailler pendant plusieurs heures sur différentes tâches allant du brainstorming orales ou écrites manuelles, en passant par la parole de dame contre un ordinateur.

Ce qui est ressorti de tout le tracas de ces nombreuses analyses statistiques de l'étude autour de ce facteur « c » (pour intelligence collective), et qui va au-delà du débat sur ce qu'il pourrait exactement représenter, c'est d'abord le fait qu'il n'était ni fortement corrélé avec l'intelligence moyenne des membres d'un groupe ni avec celle de l'individu du groupe ayant obtenu le meilleur score au test d'intelligence individuelle. Autrement dit, un groupe formé de gens brillants ne fait pas automatiquement le groupe le plus brillant.

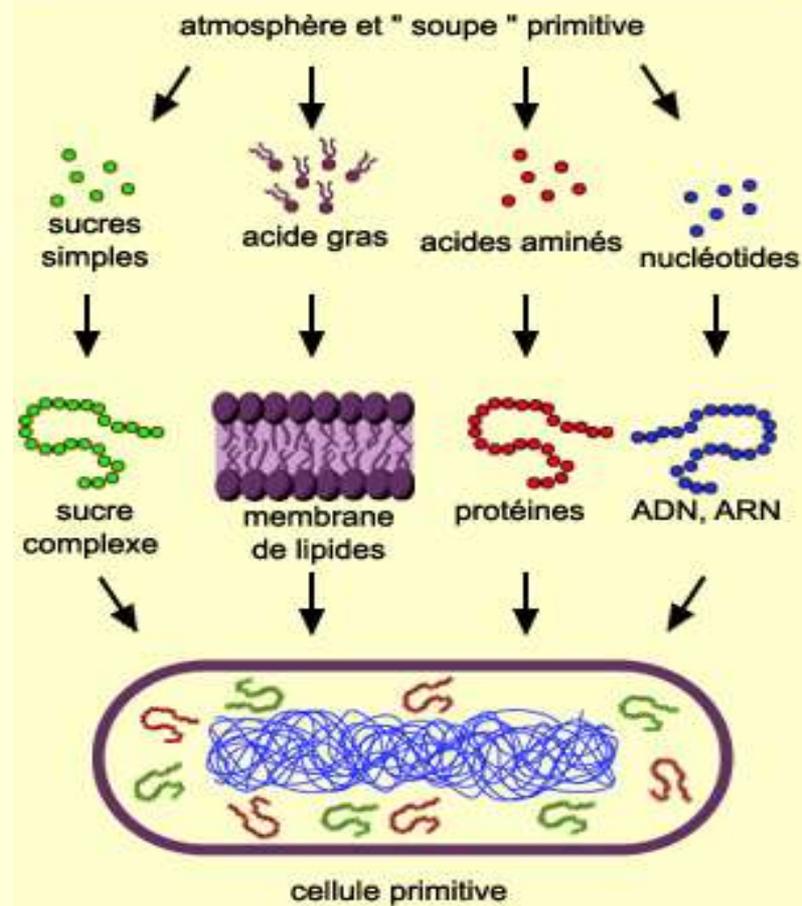
Les psychologues ont toutefois trouvé des facteurs permettant d'expliquer si un groupe se « comporte » collectivement, mais ils ont dû passer du côté de « l'organisation » pour en identifier trois : pression sociale, ce qui on pourrait appeler la sensibilité sociale globale du groupe (même capacité à



« Avec le temps, tout devient possible.

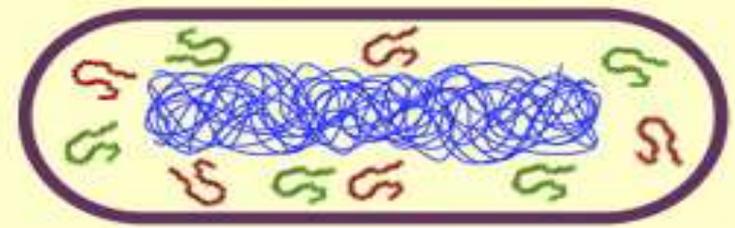
La nature n'en manque jamais. »

- Lamarck



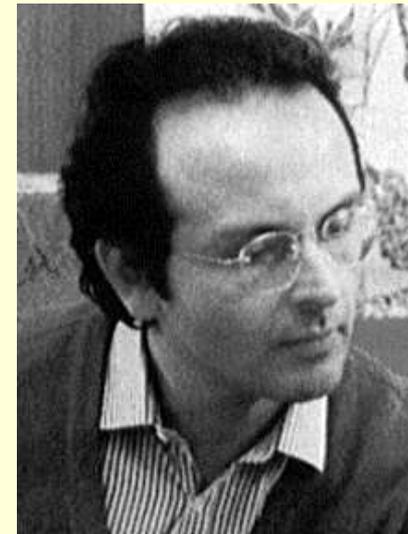
Pour comprendre ce qu'est une **cellule vivante**,

Concept / Cadre théorique :

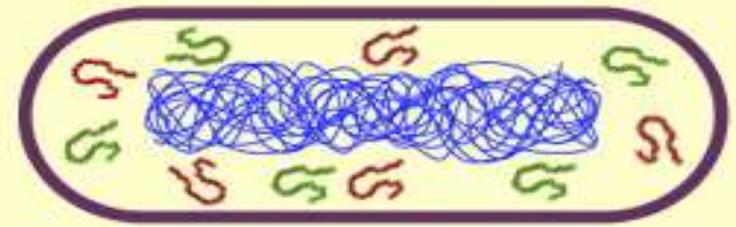


cellule primitive

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



Concept / Cadre théorique :



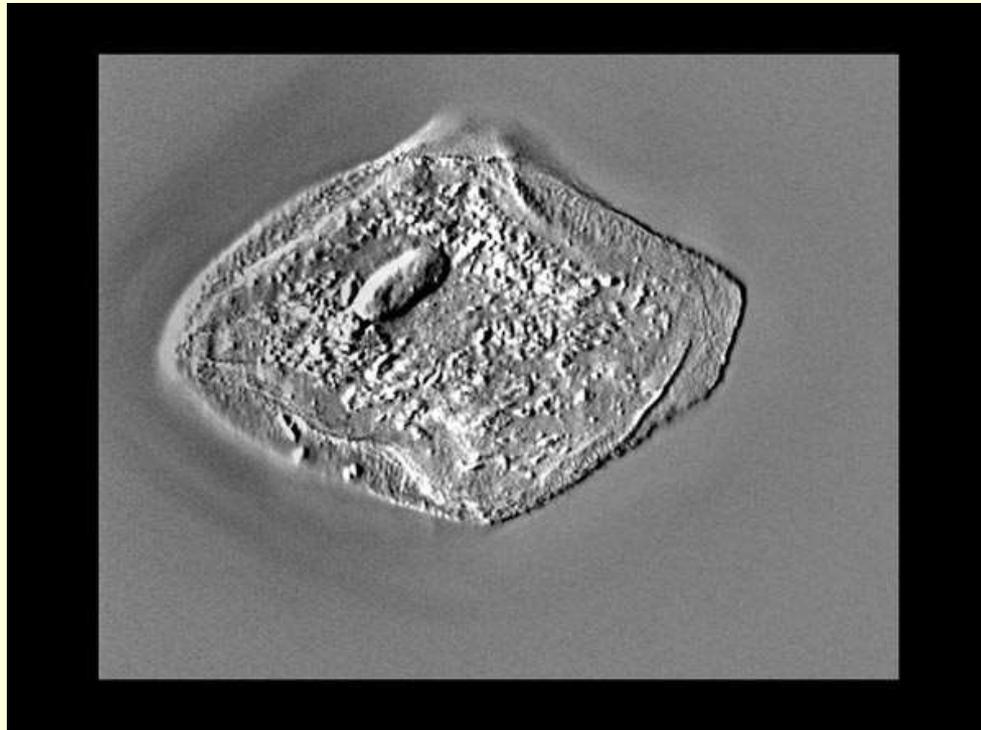
cellule primitive

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

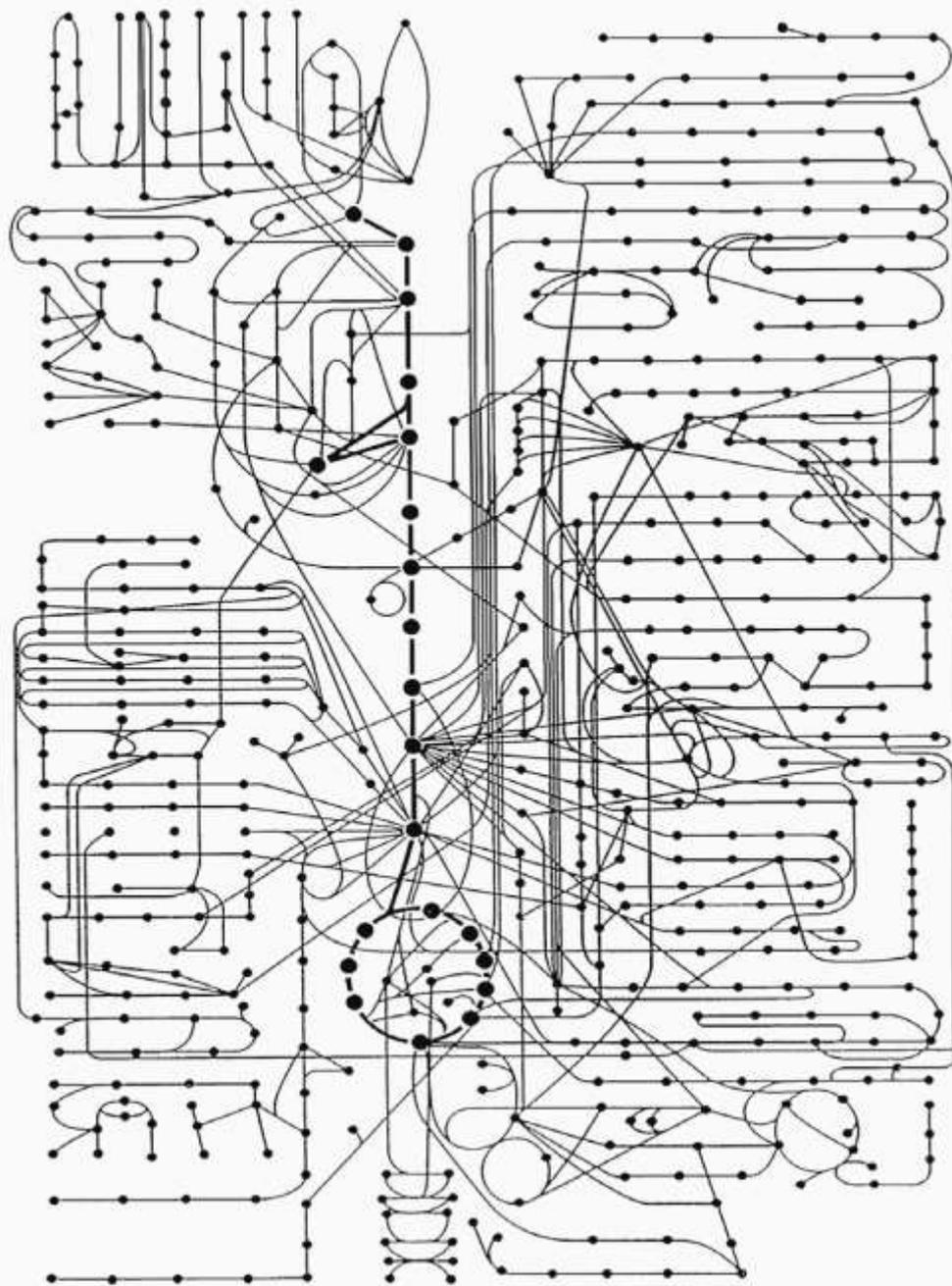
« Notre proposition est que les être vivants sont caractérisés par le fait que, littéralement, ils sont continuellement en train de **s'auto-produire**. »

- Maturana & Varela, *L'arbre de la connaissance*, p.32

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

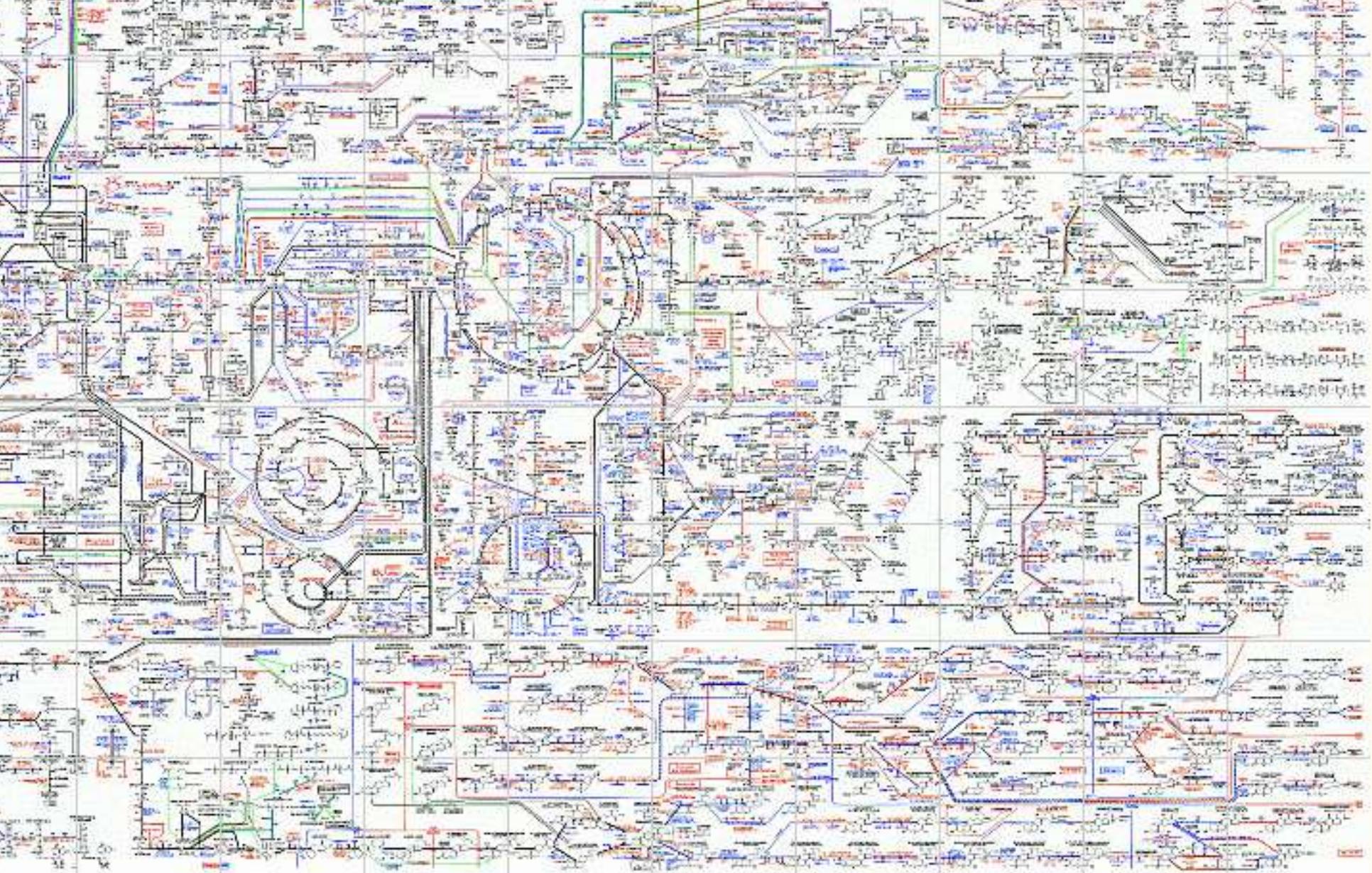


An image of a human buccal epithelial cell obtained using Differential Interference Contrast (DIC) microscopy
(www.canisius.edu/biology/cell_imaging/gallery.asp)



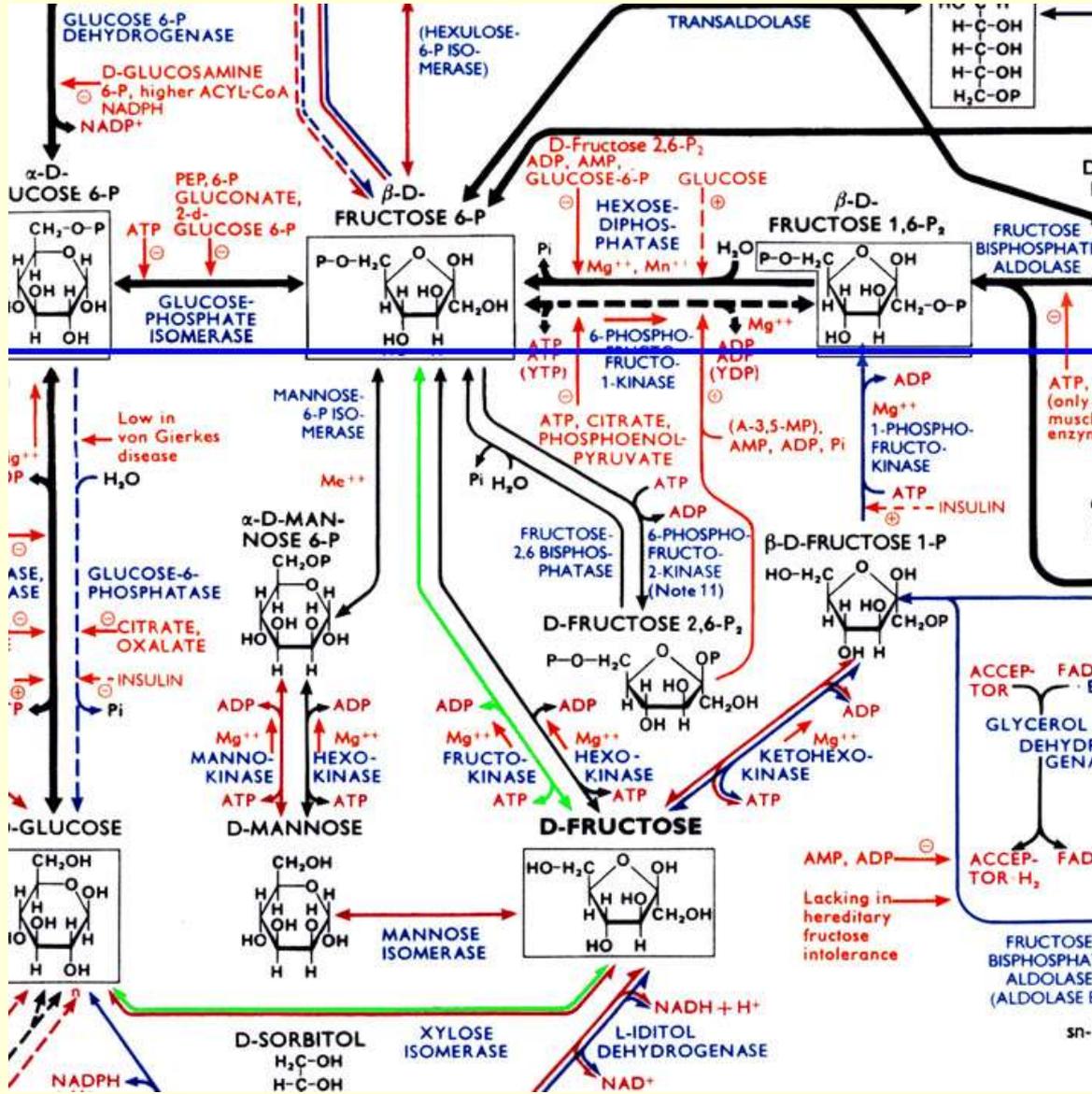
« un réseau »...

= des éléments qui entretiennent
des relations

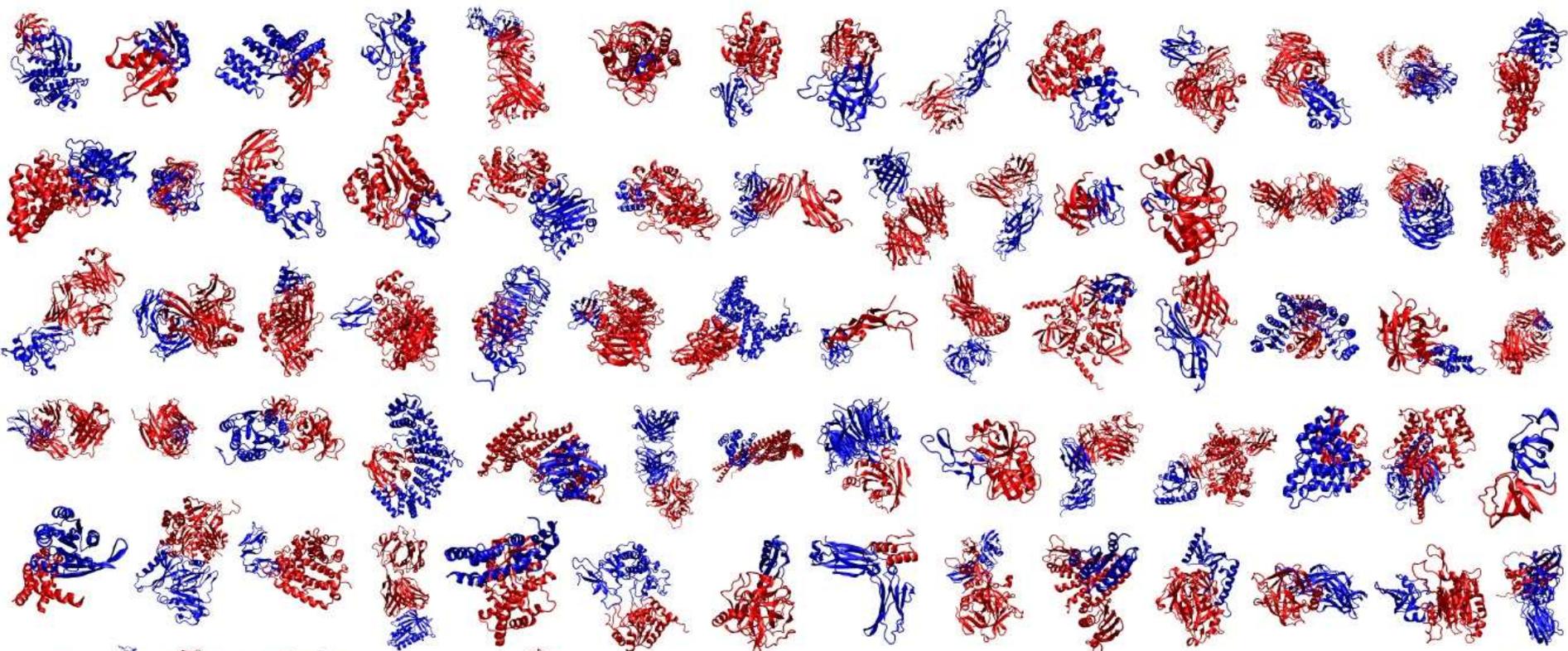
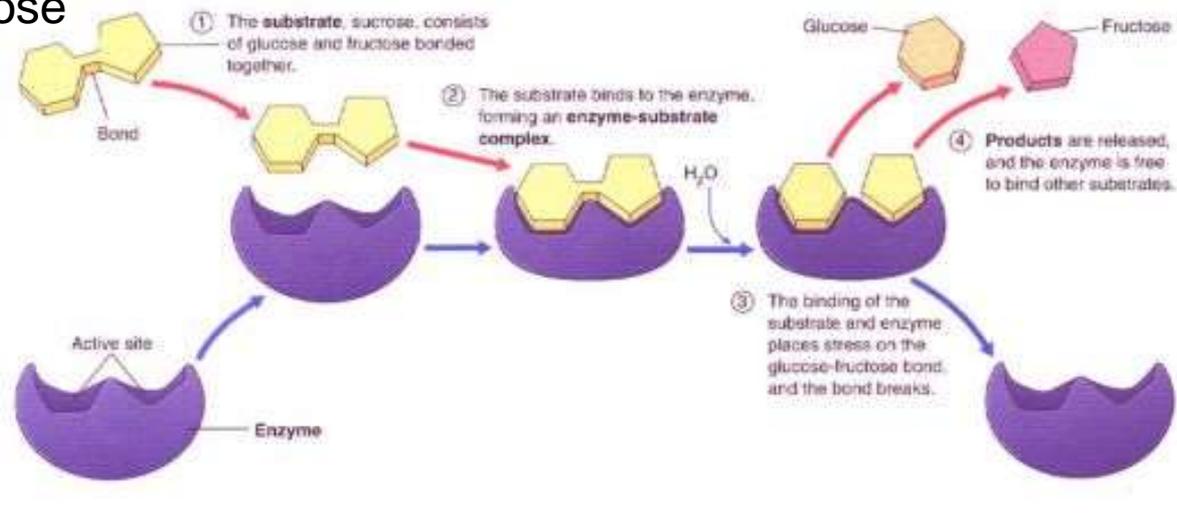


« un réseau complexe »... = cascades de réactions biochimiques dans une cellule

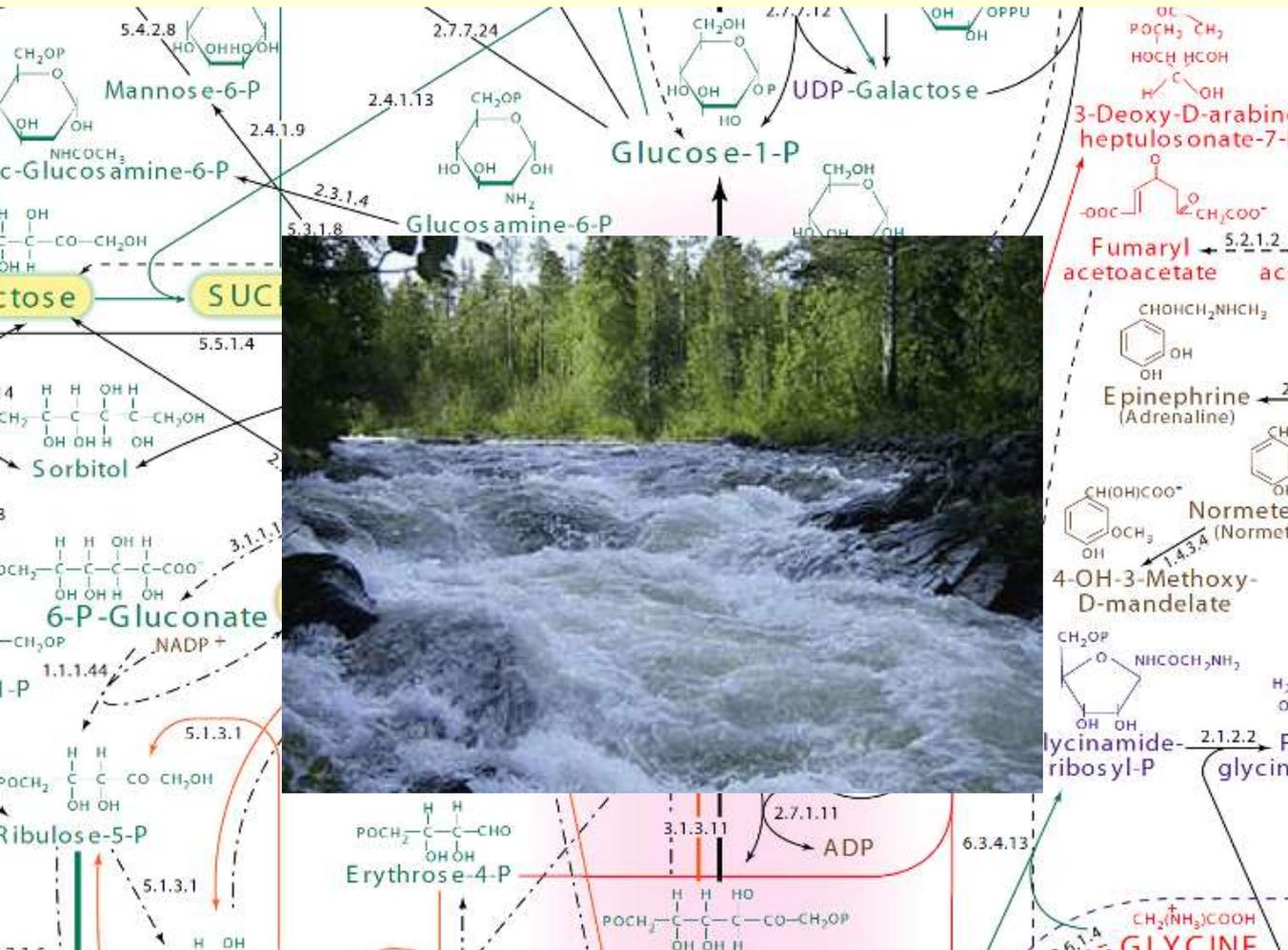
« un réseau complexe d'éléments »... : enzymes (protéines), ADN, etc.



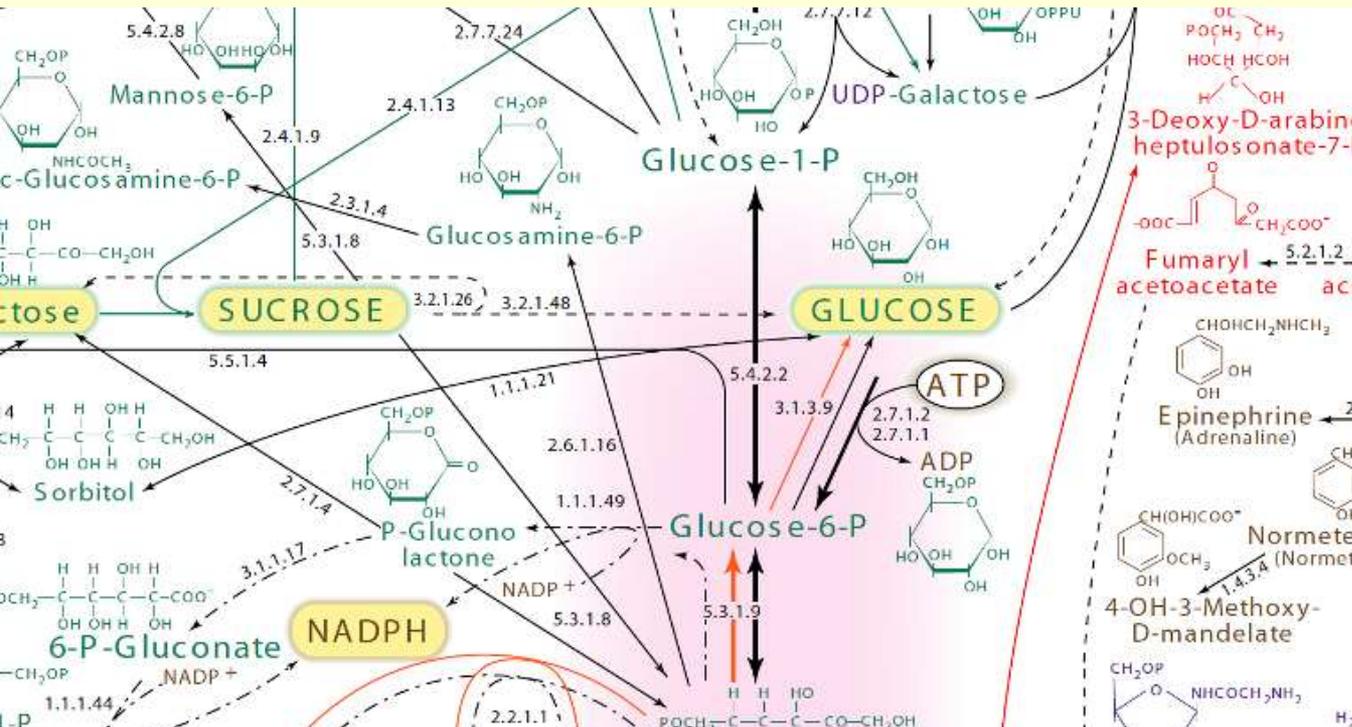
sucrose



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

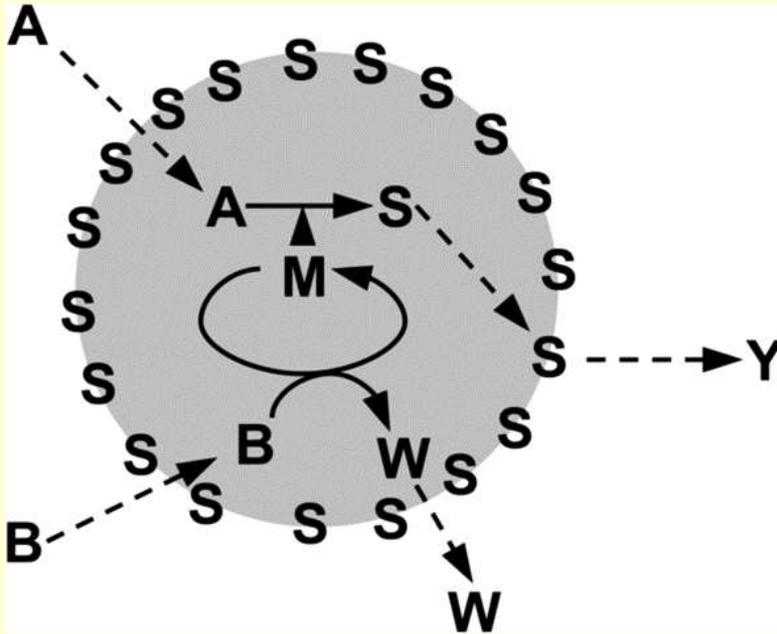


..qui régénèrent constamment, par leurs interactions et transformations, le réseau qui les a produits.



« Pas de métabolisme, pas de cellules.
 Pas de cellules, pas de neurones.
 Pas de neurones, pas de cerveaux.
 Pas de cerveaux, pas d'humains ! »

Car encore aujourd'hui,
 chaque cellule de
 votre cerveau
 a un tel métabolisme.



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

Un système autopoïétique subit donc constamment des **changements au niveau structurel**

tout en **préservant son pattern général d'organisation.**

Toute cellule est donc un **système ouvert** (du point de vue thermodynamique), qui :

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

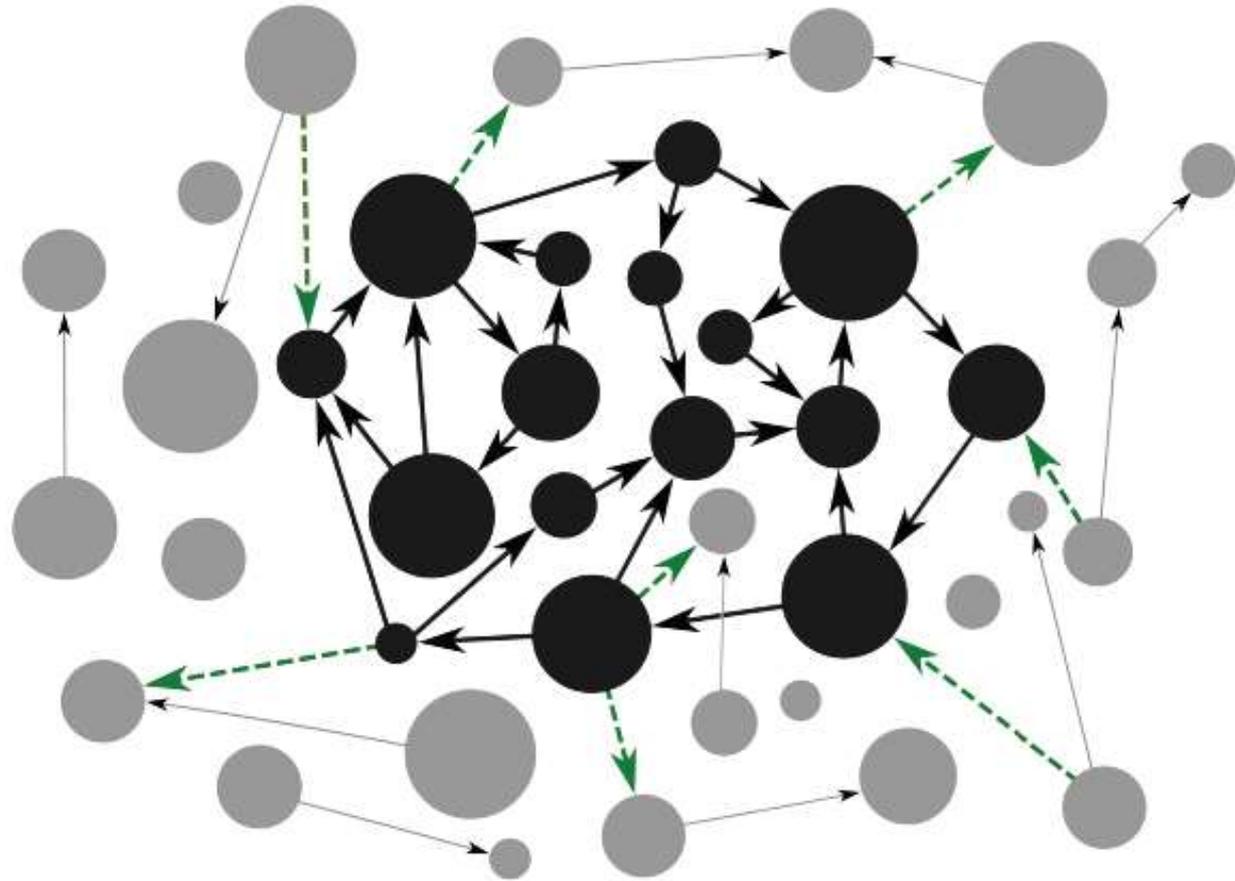
(mais le système est **fermé** du point de vue **opérationnel**)

Varela parle de
« **clôture
opérationnelle** »,
des systèmes vivants

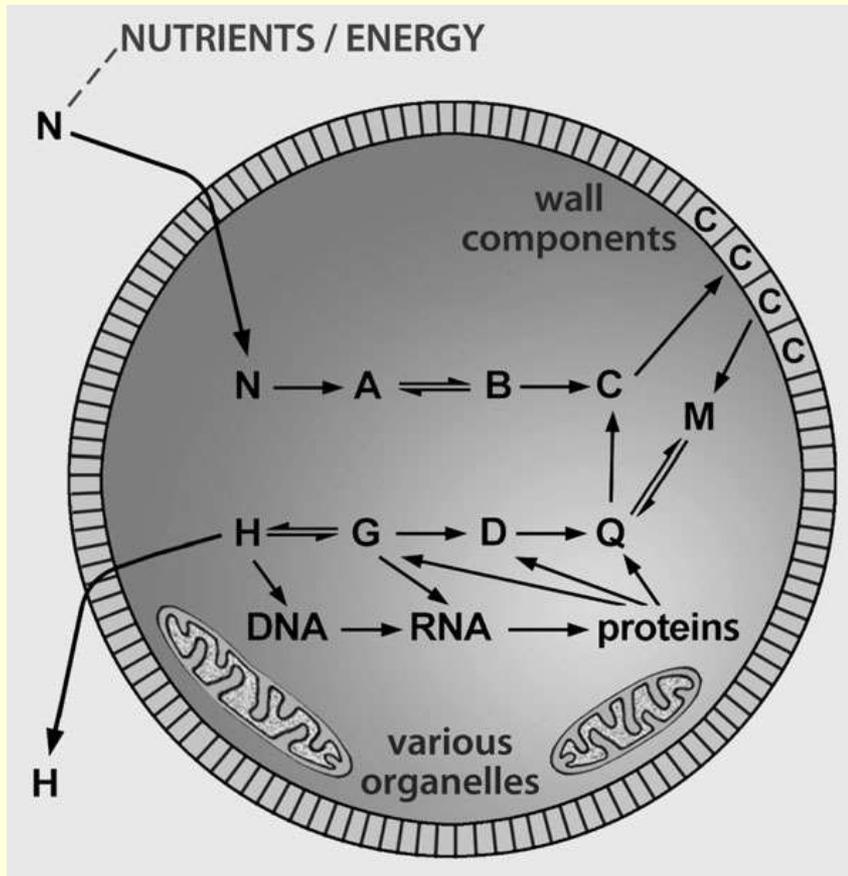
car elle ne se confond
évidemment pas avec
une paroi étanche.

En noir : une cellule

(des molécules se
fixent sur sa
membrane, des ions
traverse cette
membrane, etc.)



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



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 du réseau** 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)

+



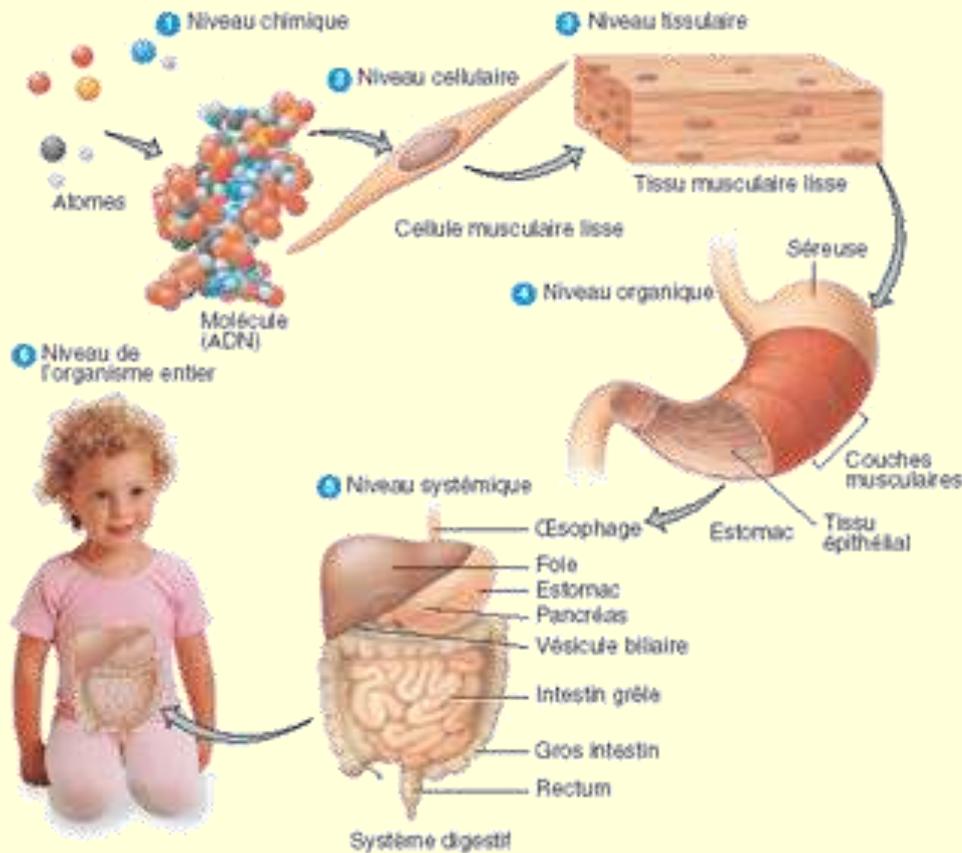
Chlore (Cl)
(gaz très toxique)

=



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

Organisation structurale du corps humain (Figure 1.1)



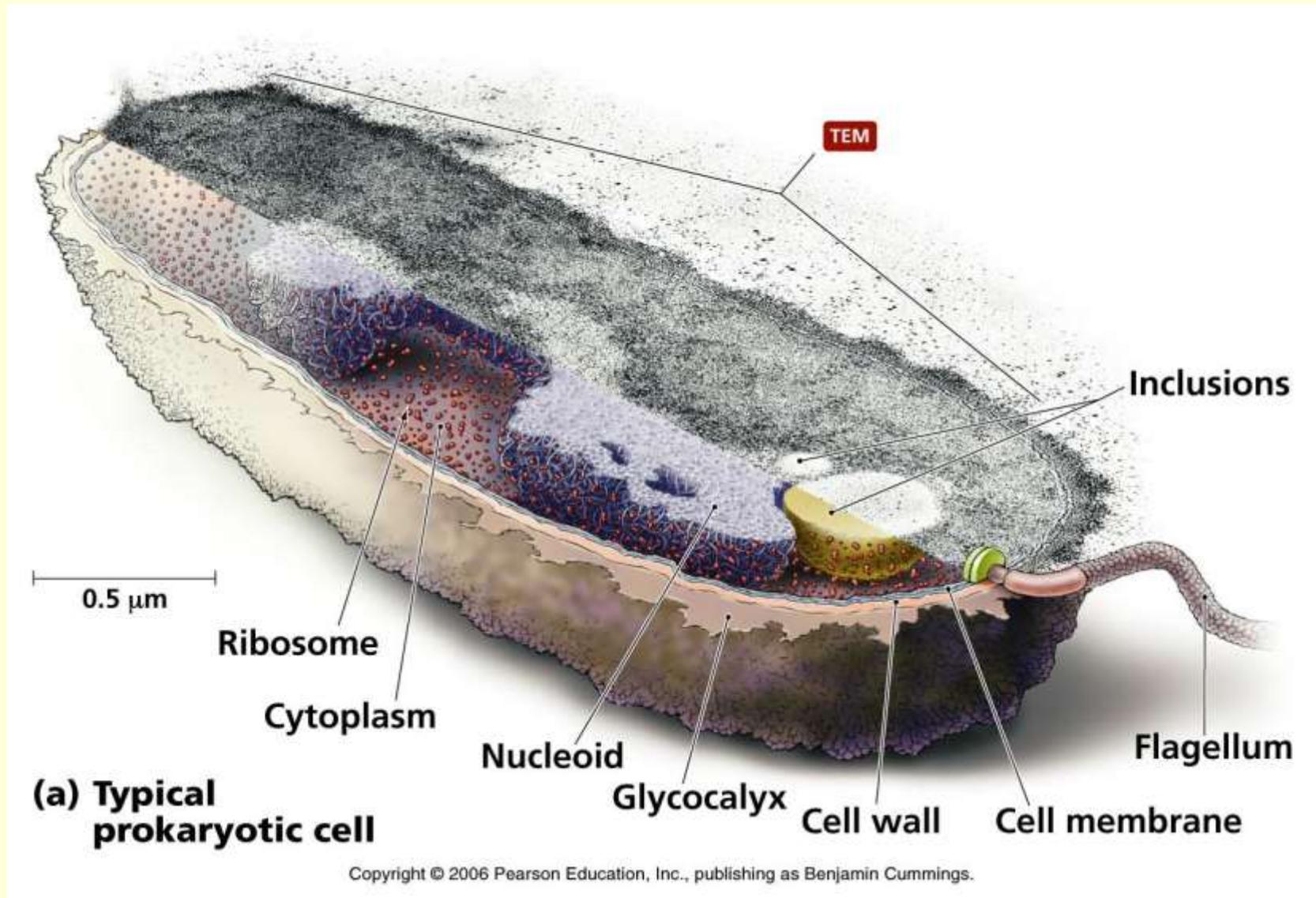
Et s'il est vrai que la biologie se construit à partir de la chimie,

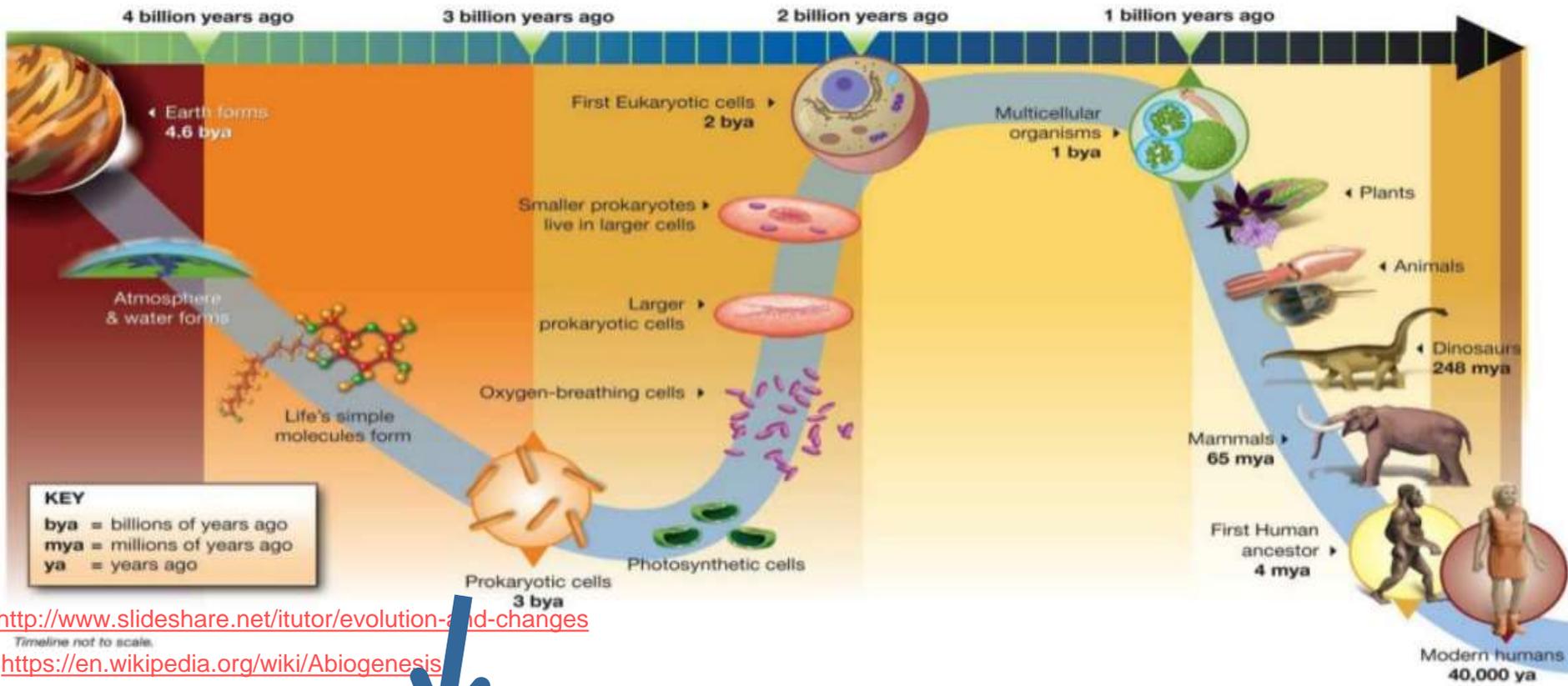
l'émergence du vivant en tant que **propriété** ne peut pas être réduit aux propriétés de ses constituants chimiques.

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 (issues de la forme de ses réseaux).

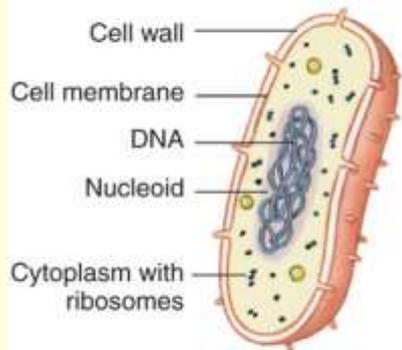
Les premières cellules vivante sont déjà infiniment complexes !





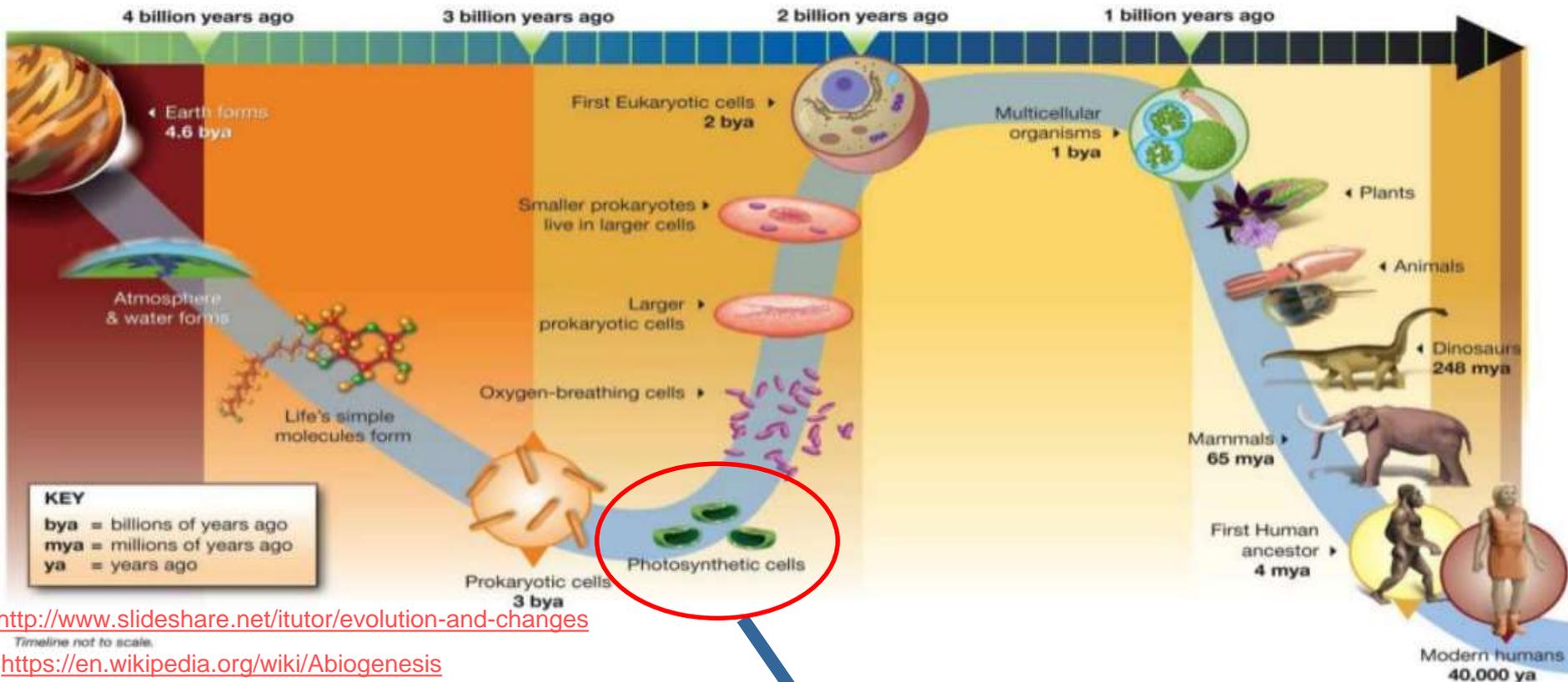
<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>

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



Prokaryote

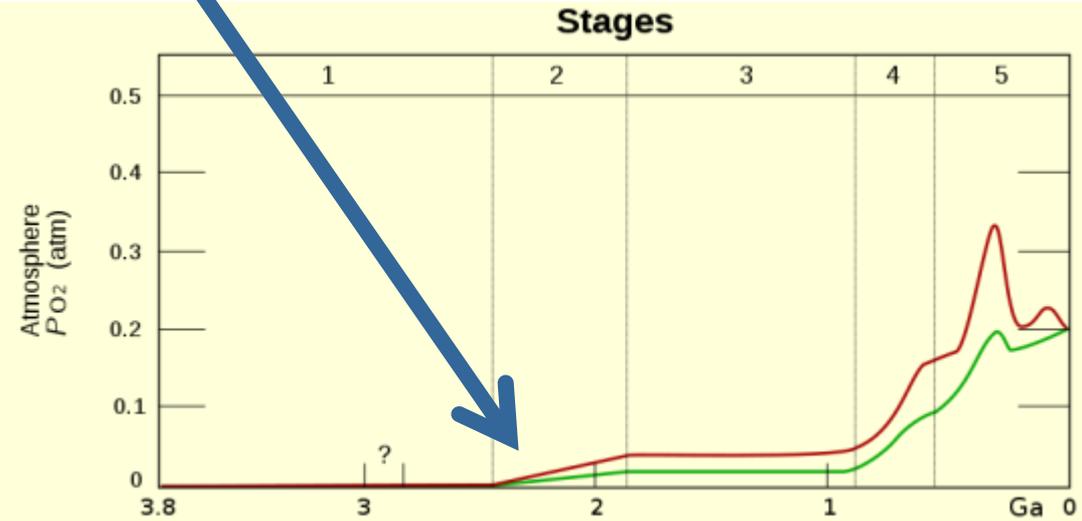
3,5 bya

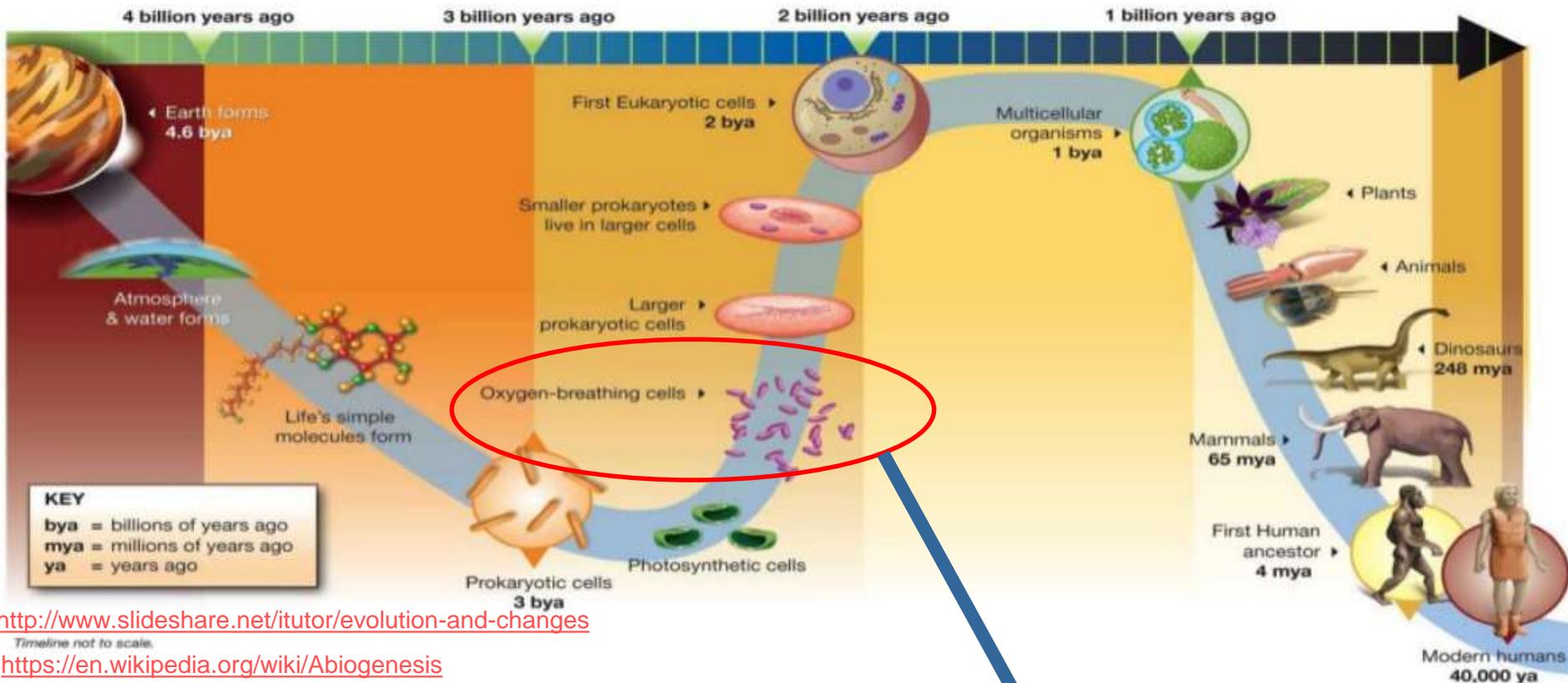


<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Abiogenesis>

2,4 Ga :

La Grande Oxydation
 (ou catastrophe de l'oxygène)

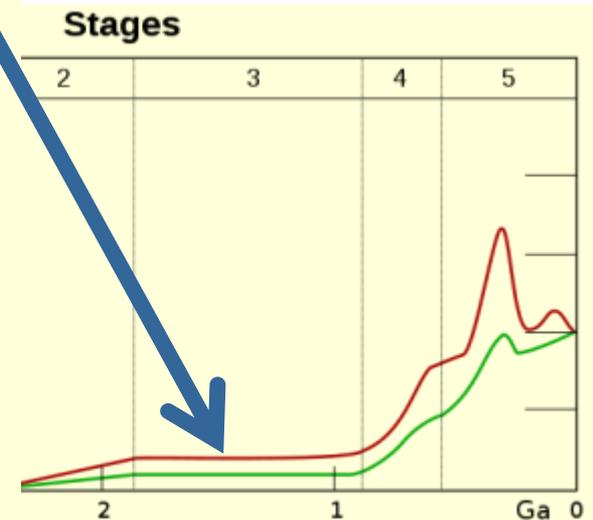


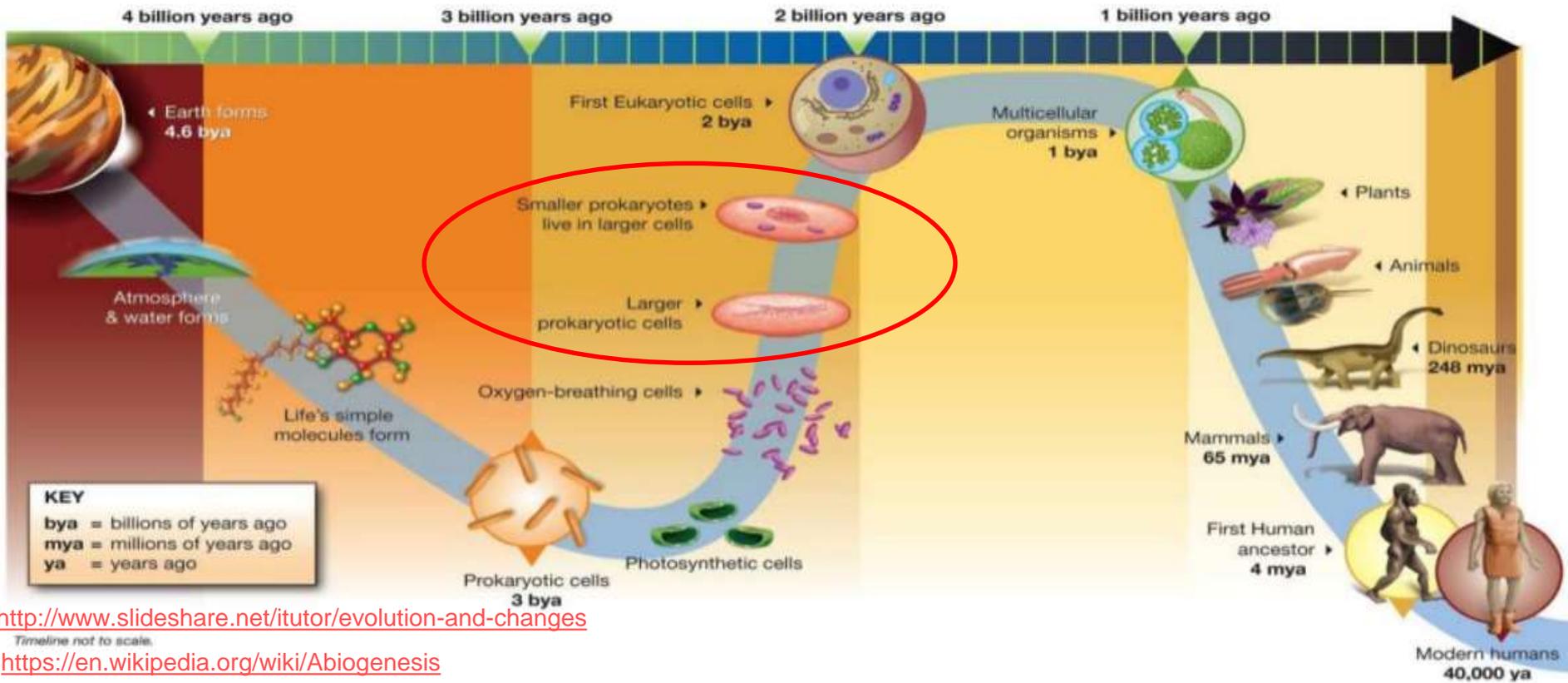


<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>

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

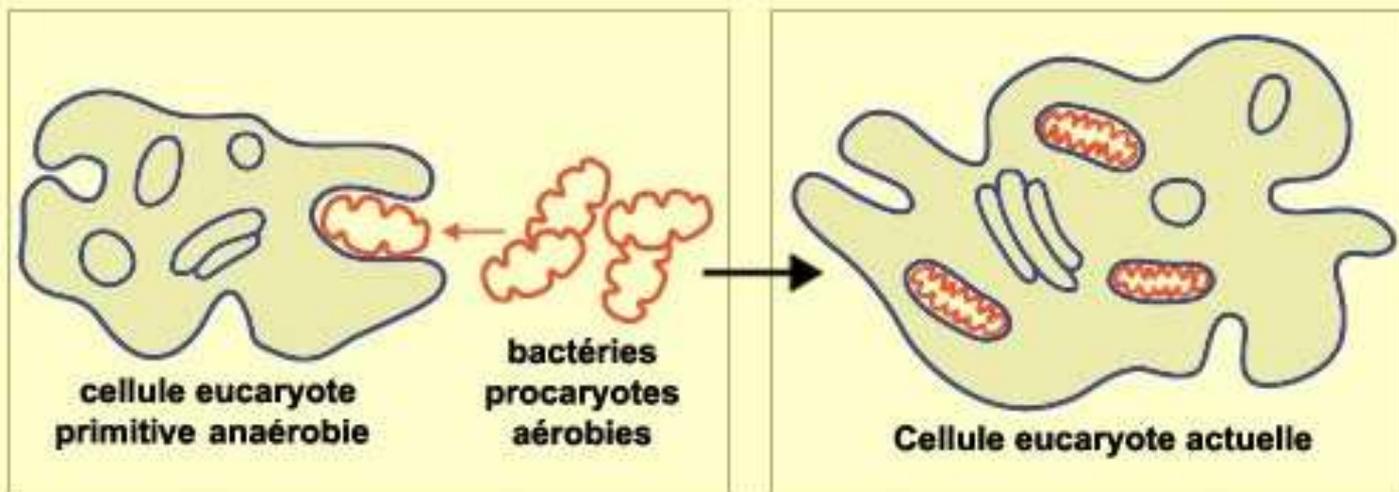
L'avènement de microorganismes capables d'utiliser cet oxygène va faire passer de 5 à 36 la quantité de molécules d'ATP produites à partir d'une molécule de glucose.



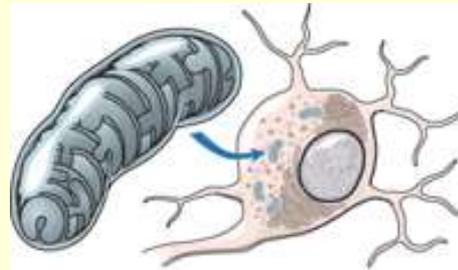


<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>

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



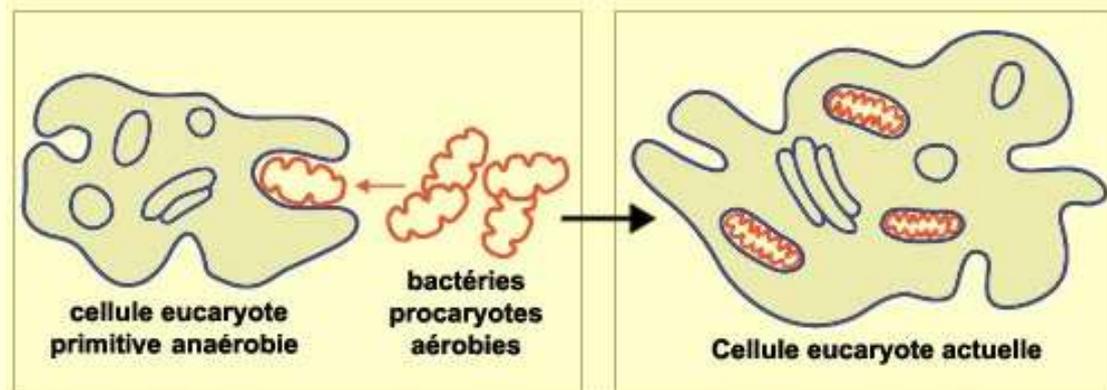
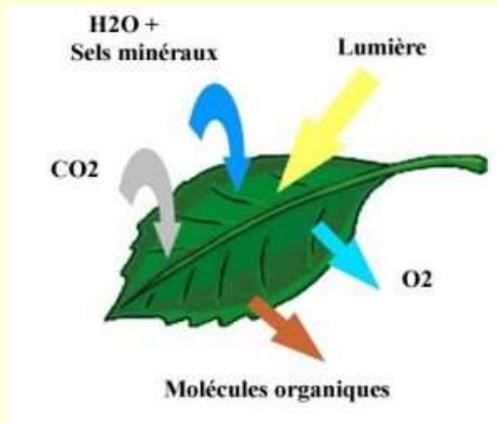
« Pas de mutation à l'origine de la **photosynthèse**
ou pas relation **symbiotique** cellules eucaryotes - bactéries aérobies
(qui sont des événements **contingents ou accidentels**),
pas de neurones si énergivores.
Pas de neurones, pas de cerveaux.
Pas de cerveaux, pas d'humains ! »

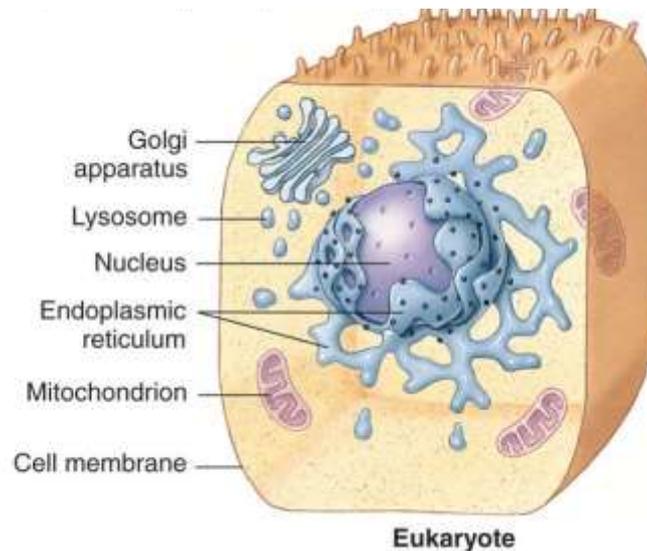
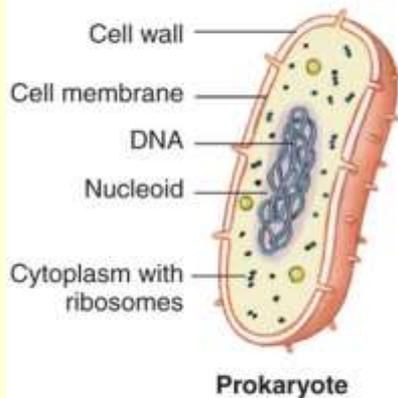
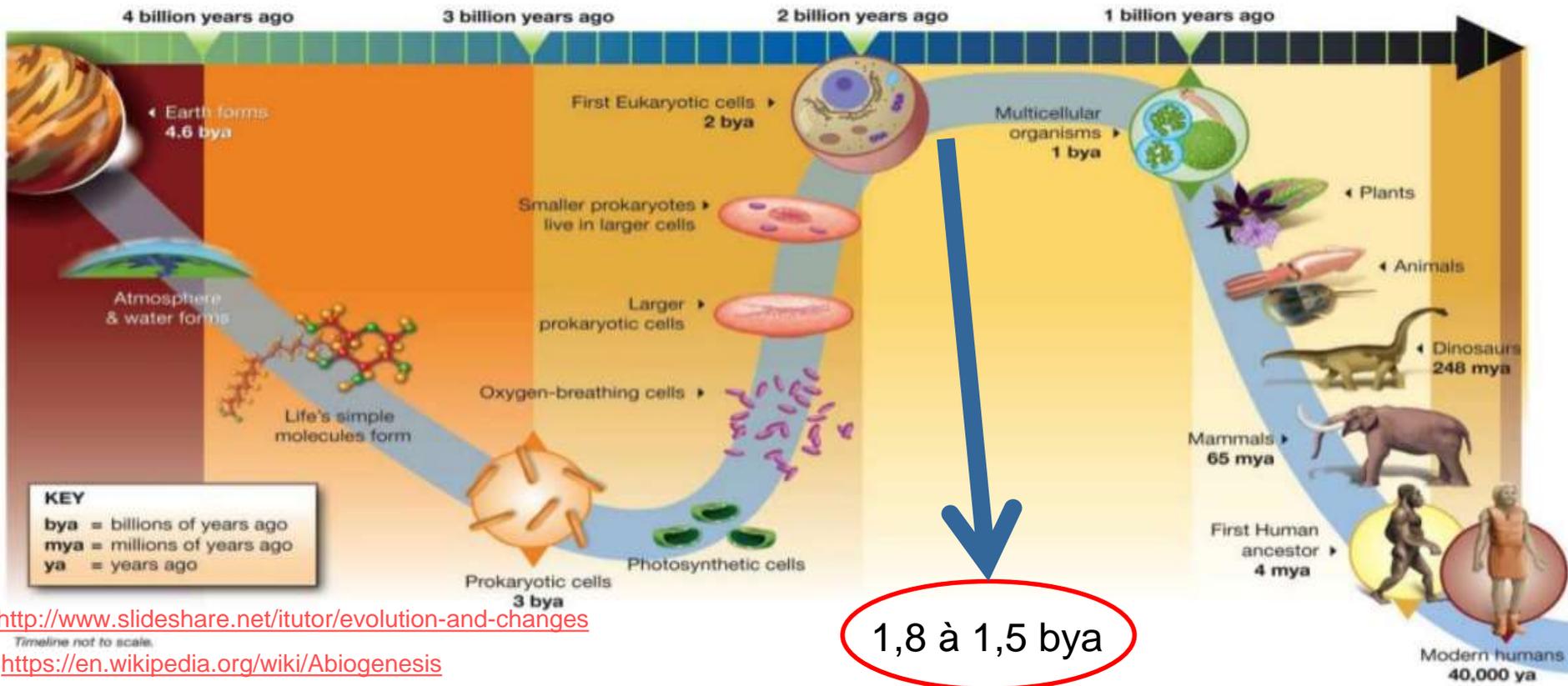


Car encore aujourd'hui,
chaque cellule de
votre cerveau possède
des mitochondries.

What
Caused
Life's Major
Evolutionary
Transitions?

<http://statedclearly.com/videos/what-caused-lifes-major-evolutionary-transitions/>

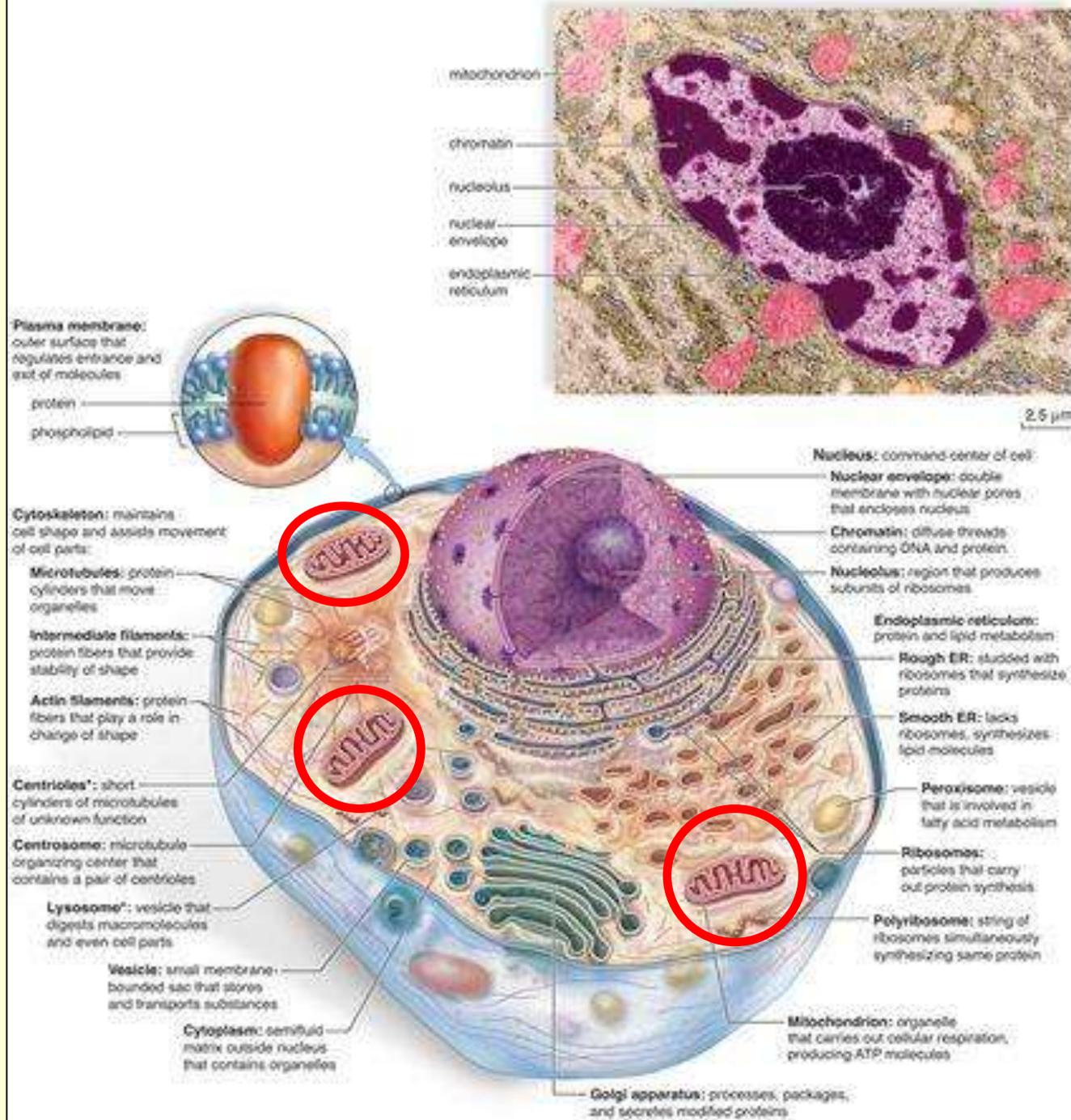




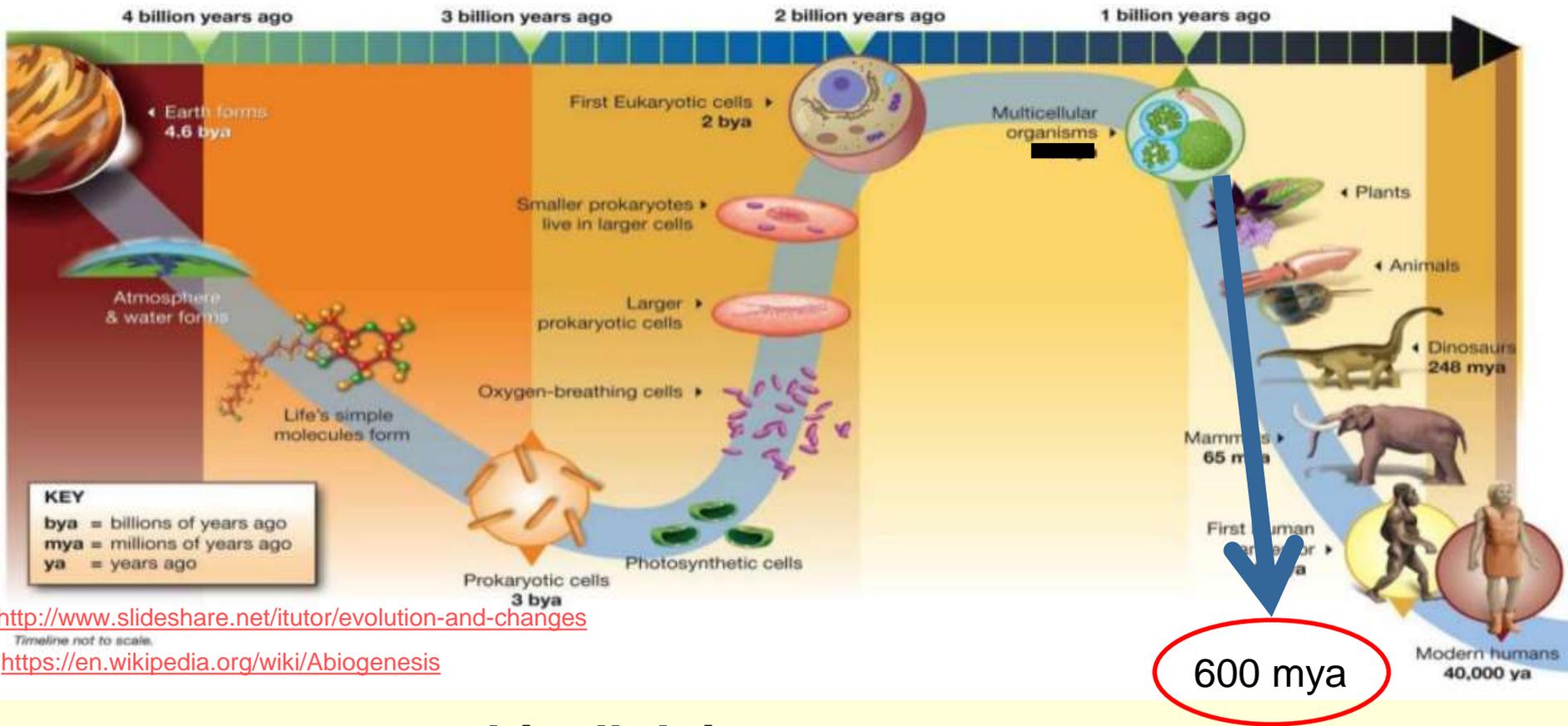
Les réseaux complexes se « compartimentalisent »

Dans le **noyau**, où se retrouve l'ADN.

Mais aussi dans différents compartiments, dont un très important, les **mitochondries**.



*not in plant cells

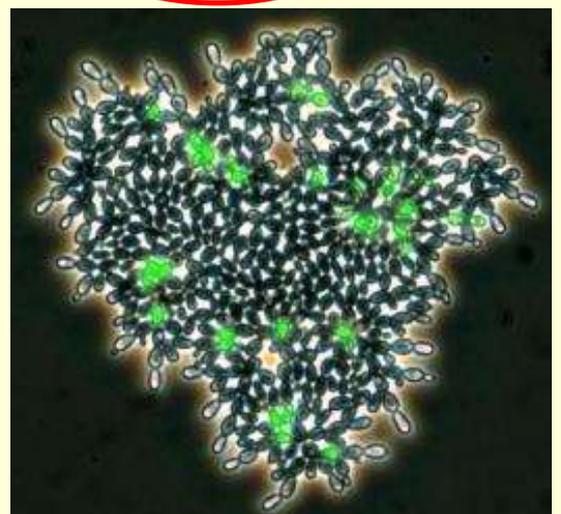


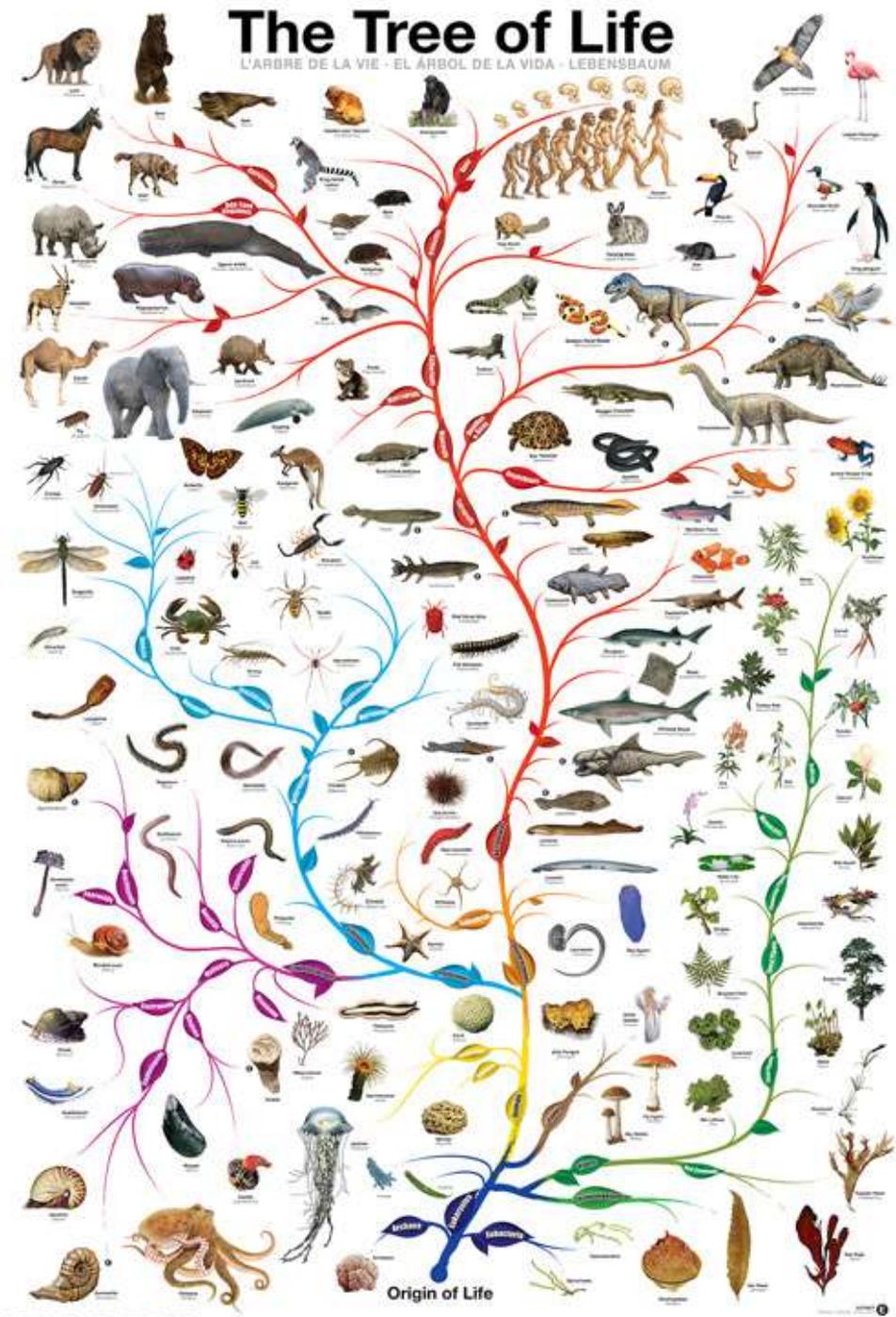
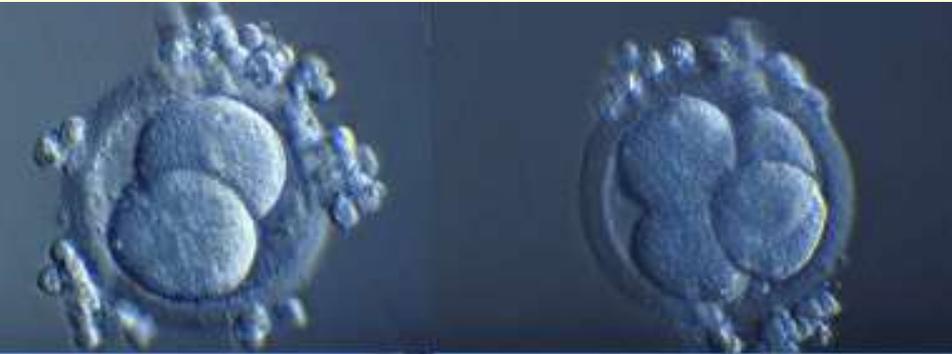
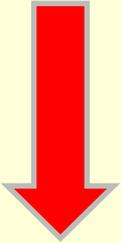
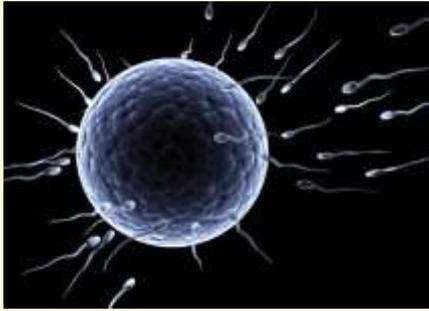
<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Abiogenesis>

L'émergence de la vie **multicellulaire** est attestée dans des roches datées de 2,1 milliards d'années (mais disparaît suite à la « catastrophe de l'oxygène »). Elle réapparaît il y a un peu plus de 600 millions d'années.

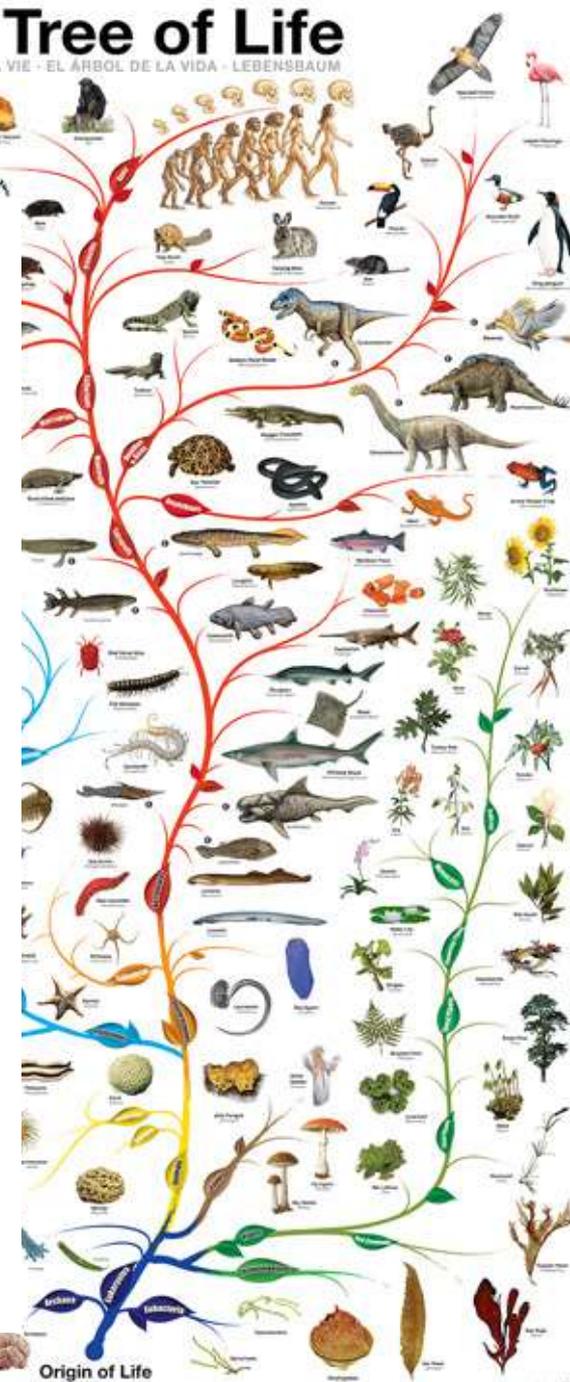
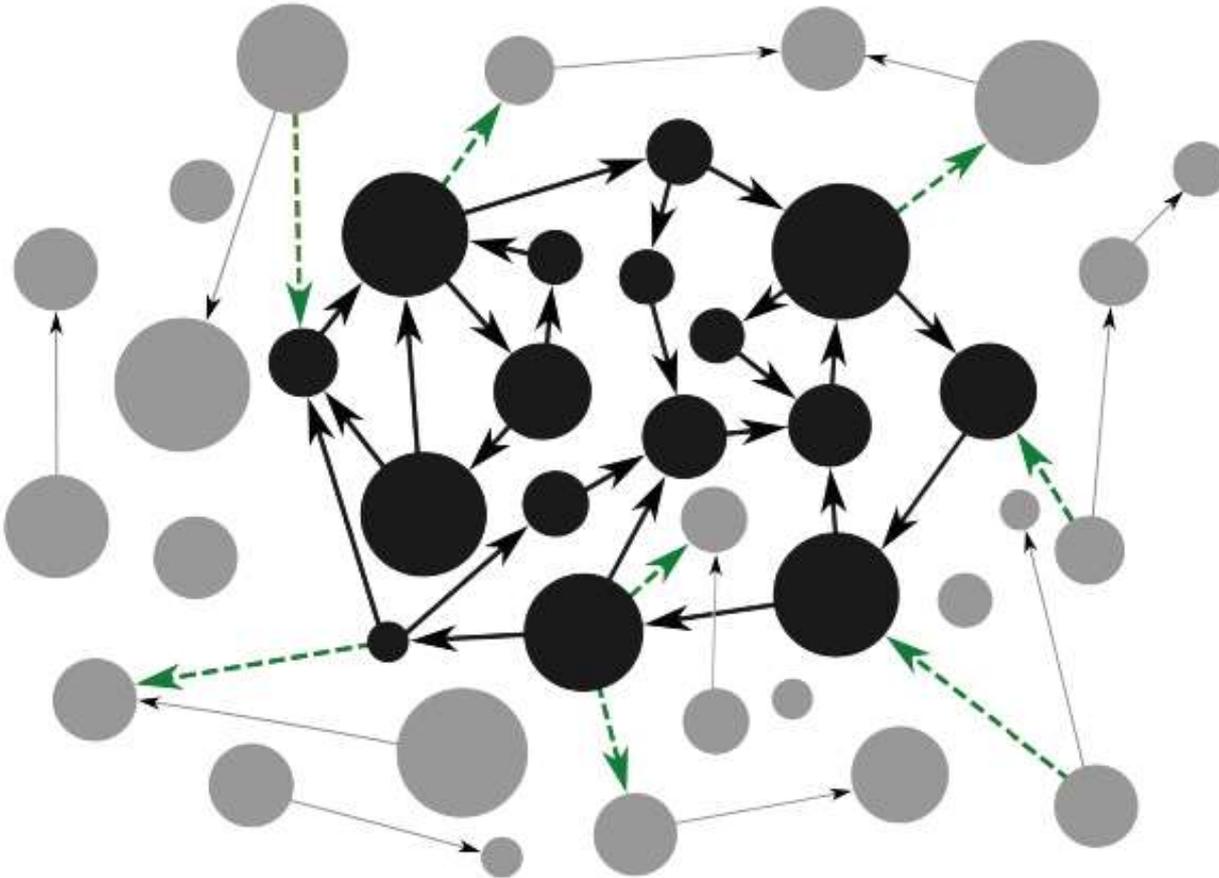
Des multicellulaires auraient évolué au moins 25 fois à partir d'ancêtres unicellulaires au cours de l'évolution.

https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89volution_de_la_multicellularit%C3%A9



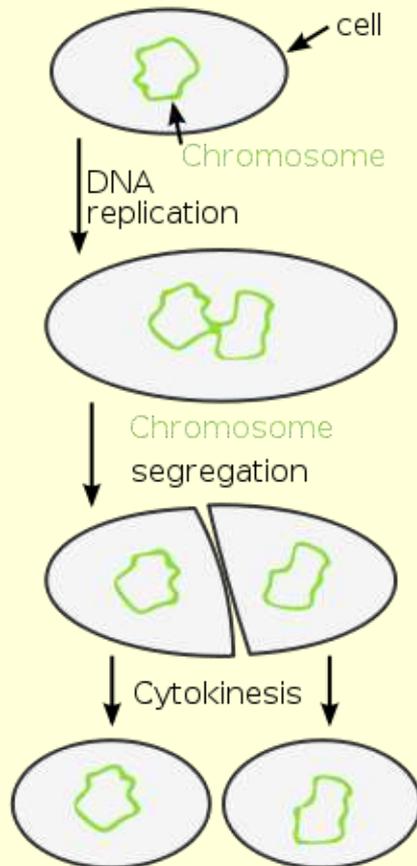


En noir : une cellule un organisme

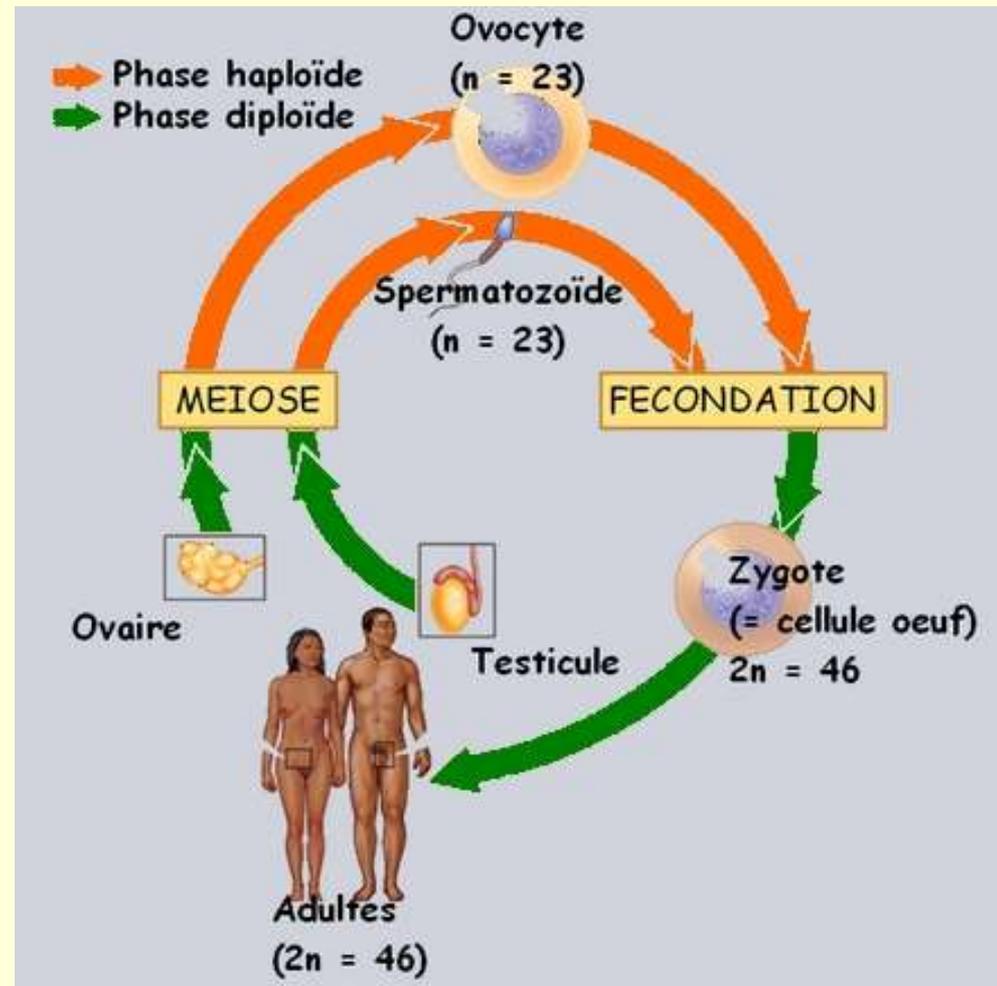


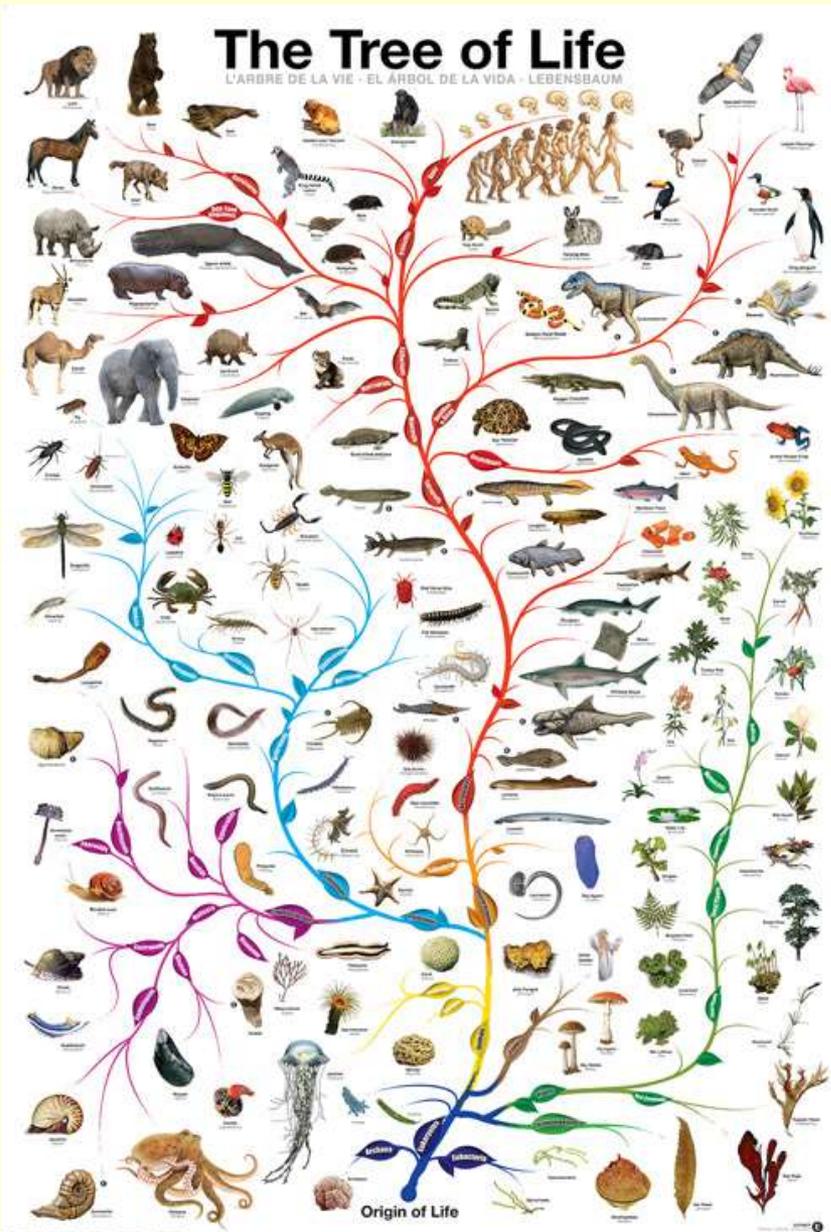
Autre étape importante : apparition de la **reproduction sexuée**, vraisemblablement avec les premiers eucaryotes.

Car avant : multiplication asexuée qui permet à **un** « parent » de se multiplier seul en faisant **deux copies identiques** de lui-même

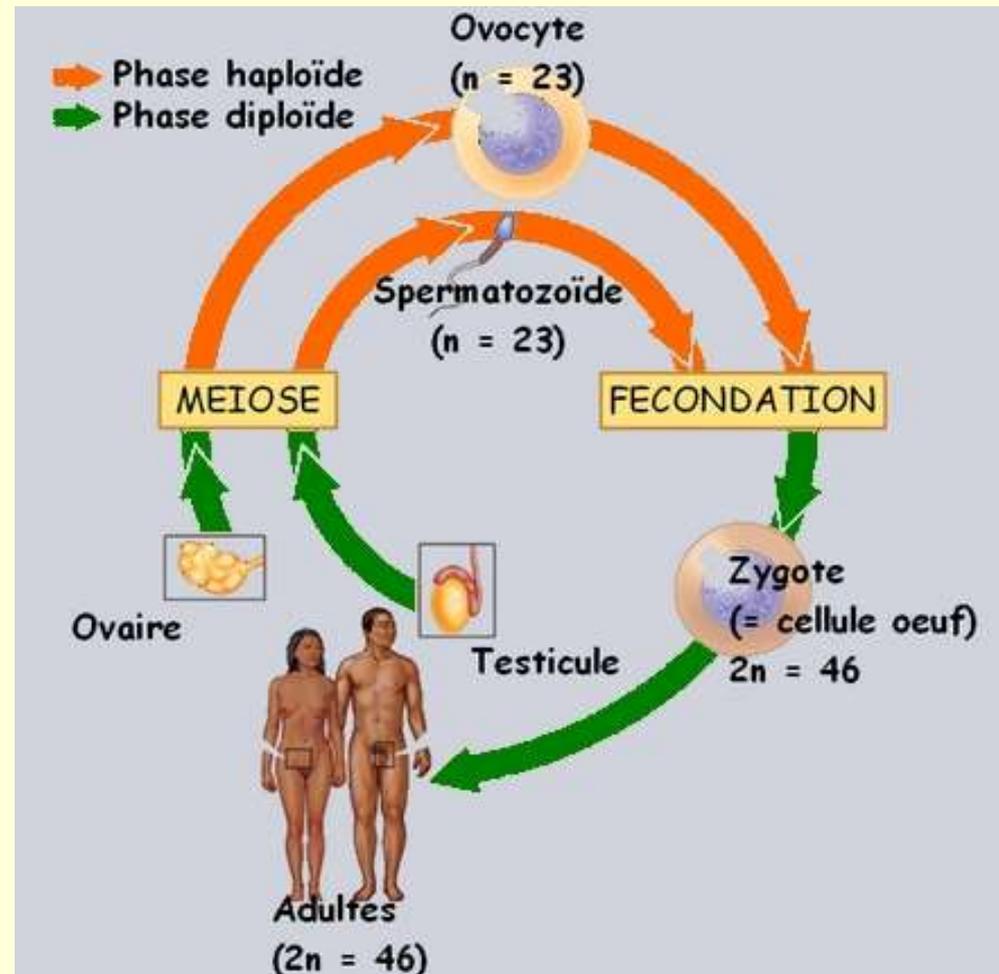


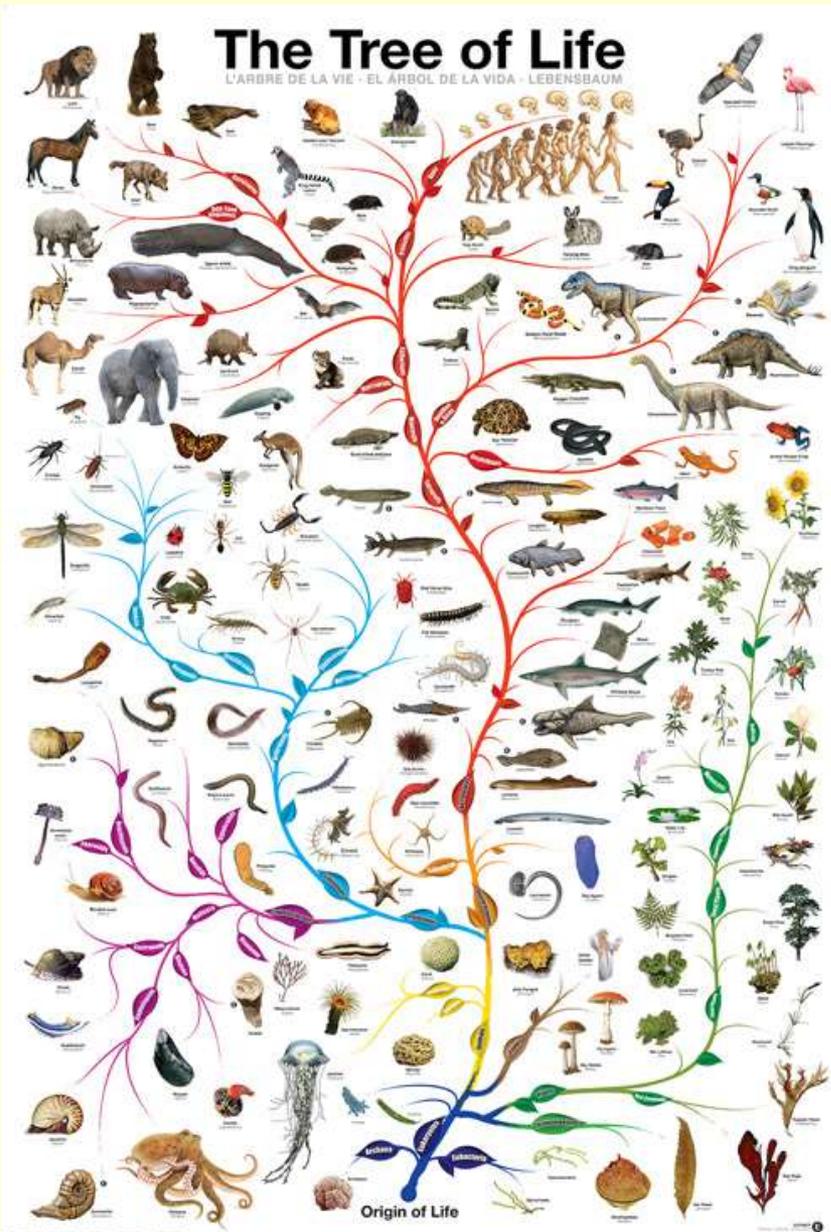
La sexualité : **deux** « parent » se mettent ensemble pour faire **un** individu toujours **différent** grâce au **brassage** du patrimoine génétique (crée beaucoup plus de **diversité**)





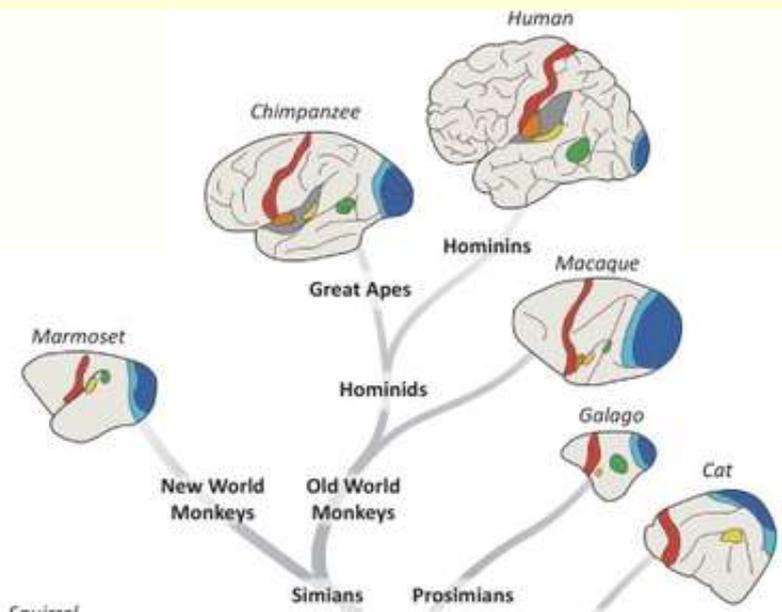
La sexualité : **deux** « parent » se mettent ensemble pour faire **un** individu toujours **différent** grâce au **brassage** du patrimoine génétique (crée beaucoup plus de **diversité**)





« Pas de sexualité, peu de diversité.
 Peu de diversité, peu d'évolution
 biologique. »

Peu d'évolution biologique,
 peu de chance de produire
 des cerveaux humains ! »



Plan

1^{ère} partie :

Intro : Notre « cerveau-corps-environnement » et ses niveaux d'organisation

Évolution cosmique, chimique et biologique

L'histoire évolutive de notre système nerveux

Mémoires et recyclage neuronal

2^e partie :

Un survol de son développement et de ses mécanismes de communication et de plasticité (anciens et nouveaux)

Apprendre à sélectionner des réseaux cérébraux transitoires

L'exemple de la prise de décision

Conclusion : Les innombrables différences entre le cerveau et l'ordinateur

Concept / Cadre théorique :

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



cellule
pancréatique



cellule
cardiaque



cellule
sanguine



cellule
pulmonaire



ovule



cellule
osseuse



cellule
de la rate



cellule
musculaire

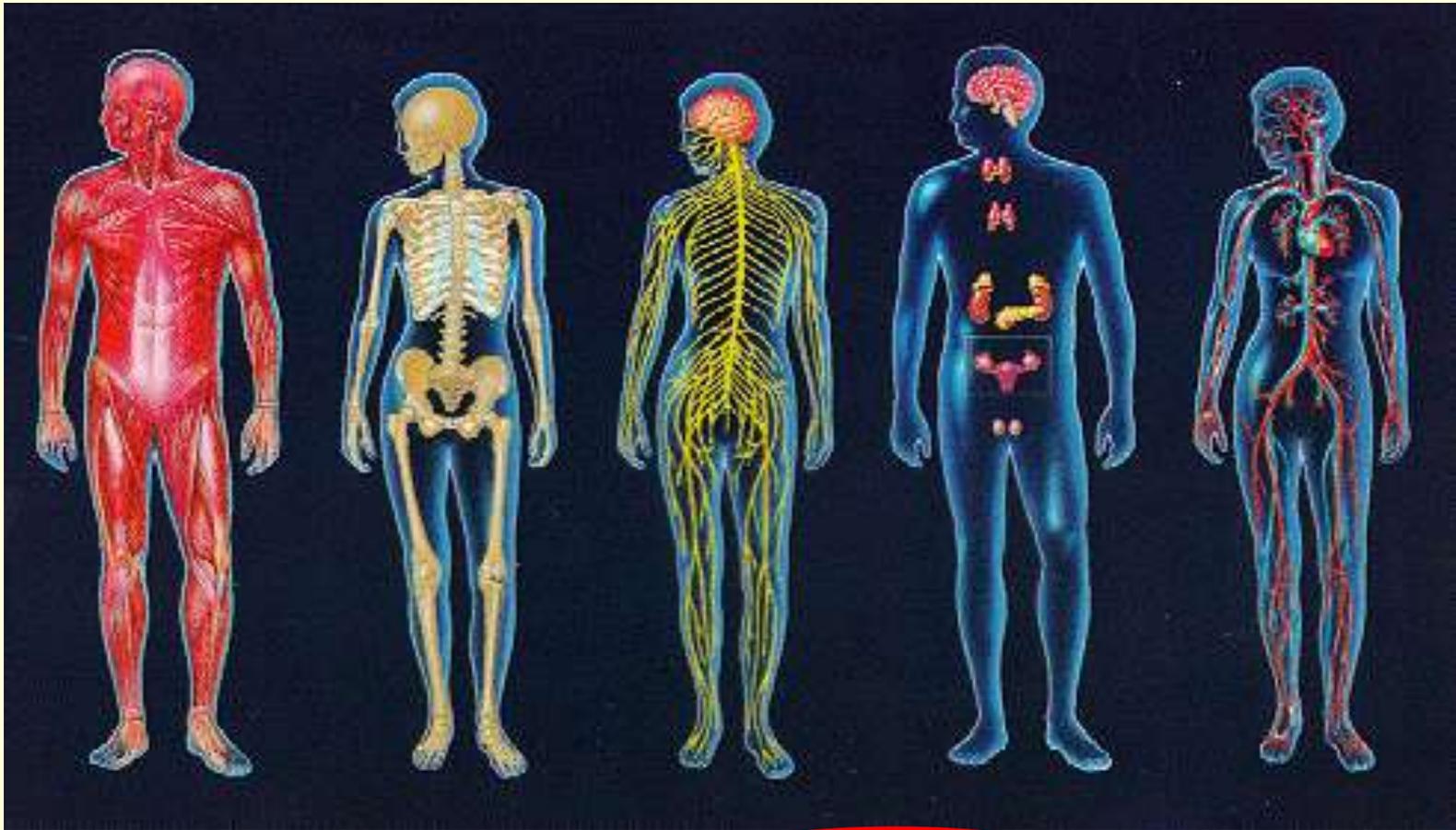


cellule
du cerveau



cellule
du foie

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



Musculo-squelettique

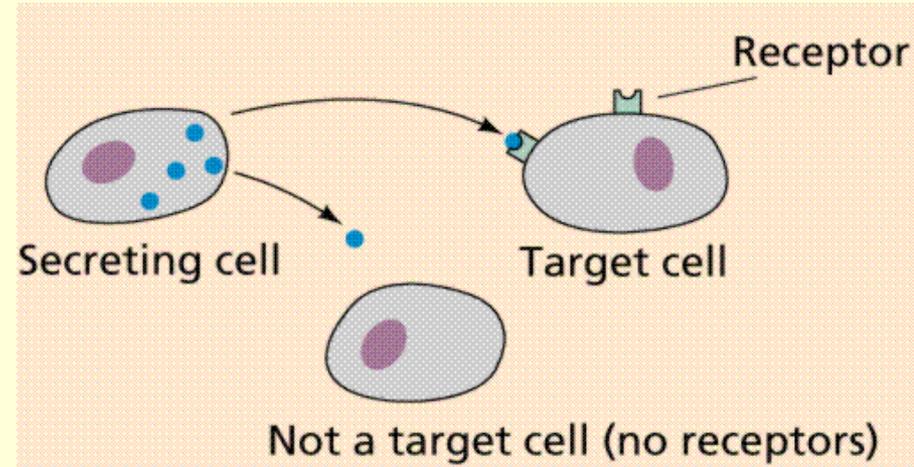
Nerveux

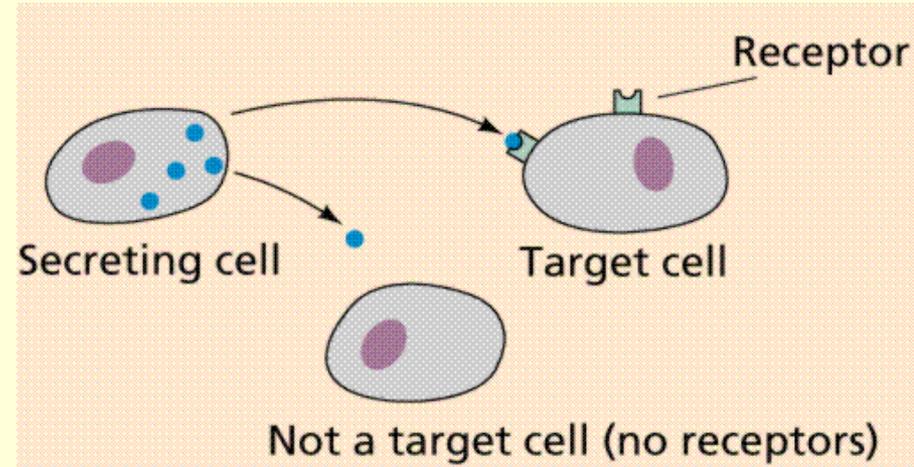
Endocrinien

Circulatoire

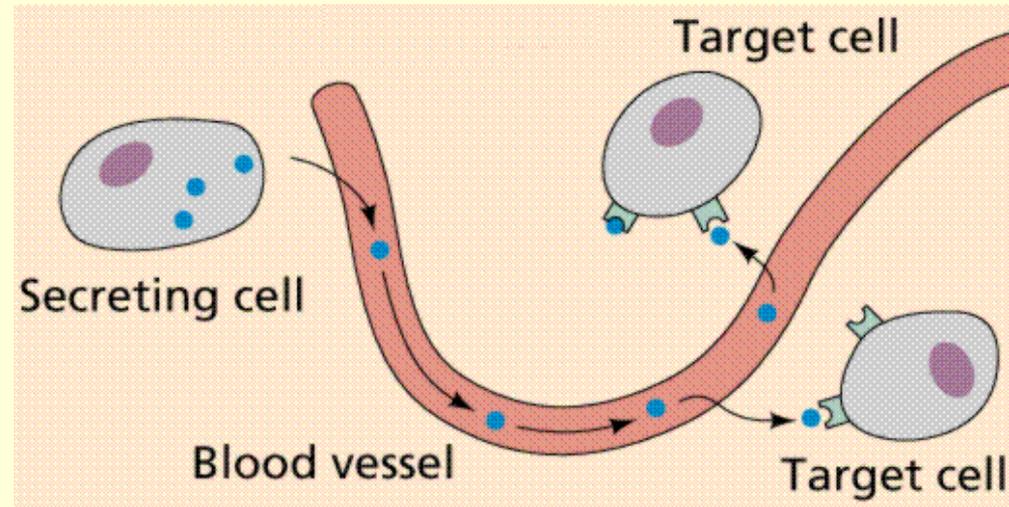


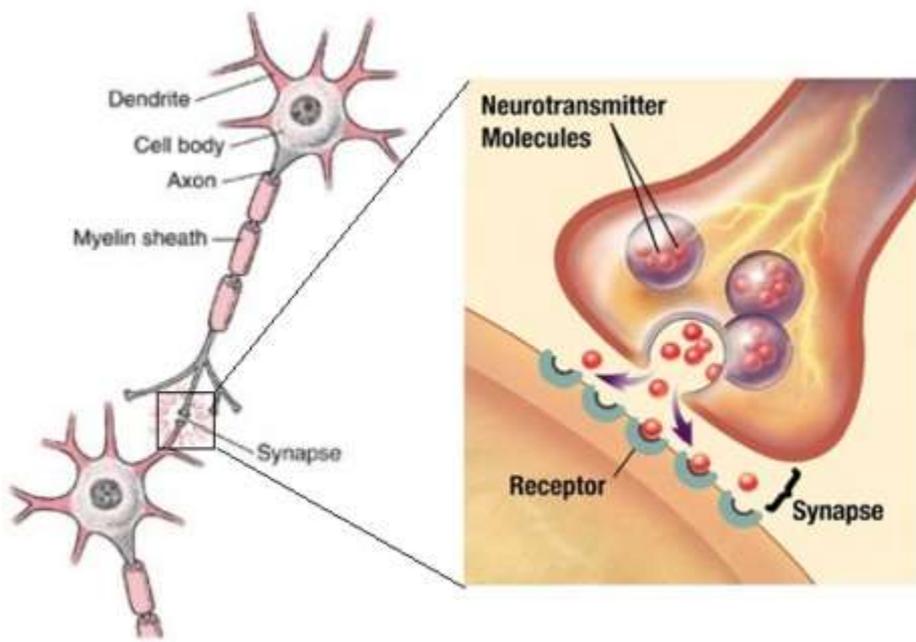
...dont l'origine est très ancienne !



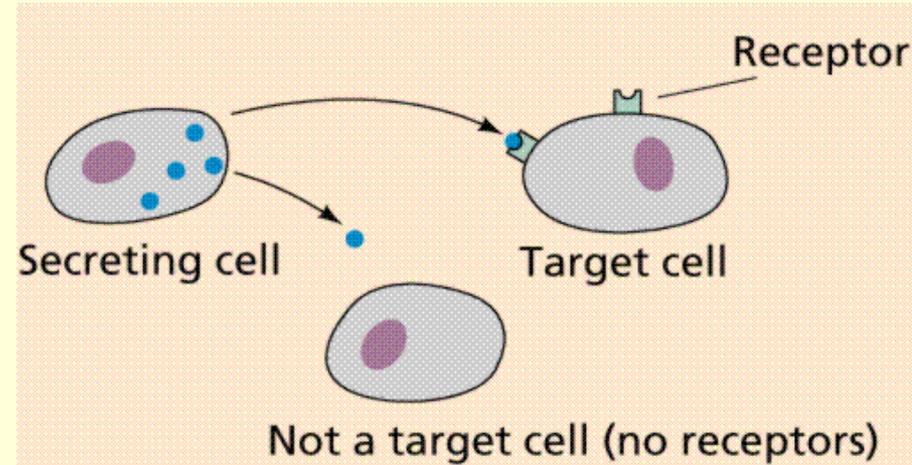


Hormones !
(système endocrinien)

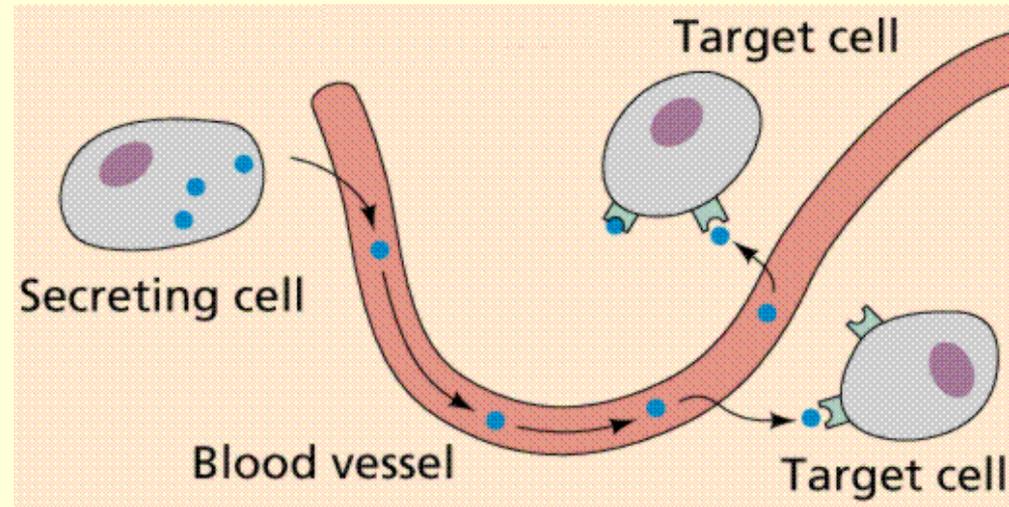




...mais aussi neurotransmetteurs et récepteur des neurones du **système nerveux !**

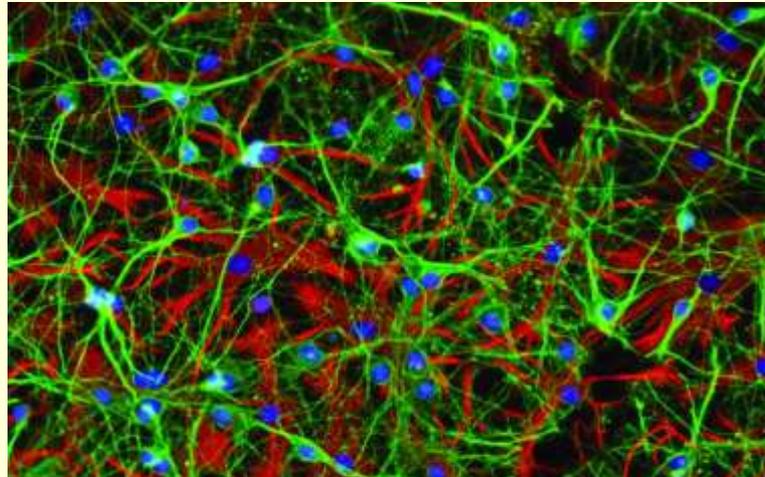


Hormones !
(système endocrinien)



« Pas de multicellulaires, pas de cellules spécialisées.
Pas de cellules spécialisées, pas de neurones.
Pas de neurones, pas de cerveaux.
Pas de cerveaux, pas d'humains ! »

Car encore aujourd'hui,
toute la puissance computationnelle de
notre cerveau vient du travail coordonné
de ses milliards de cellules.

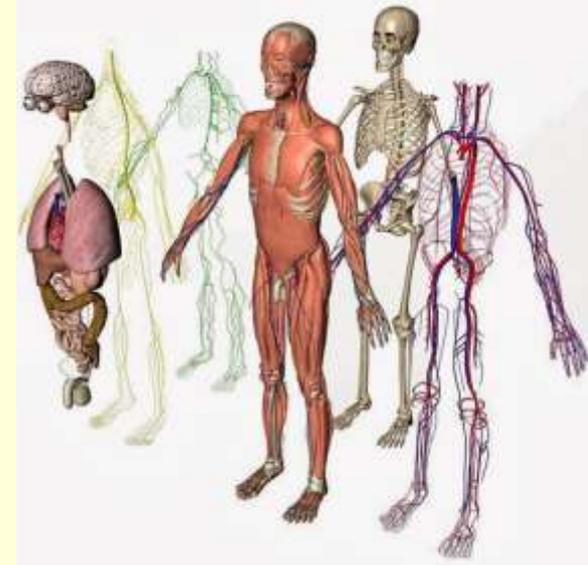


Nos besoins fondamentaux subissent des fluctuations qui oscillent autour d'une valeur optimale vers laquelle les différents systèmes de l'organisme vont tendre à les ramener.

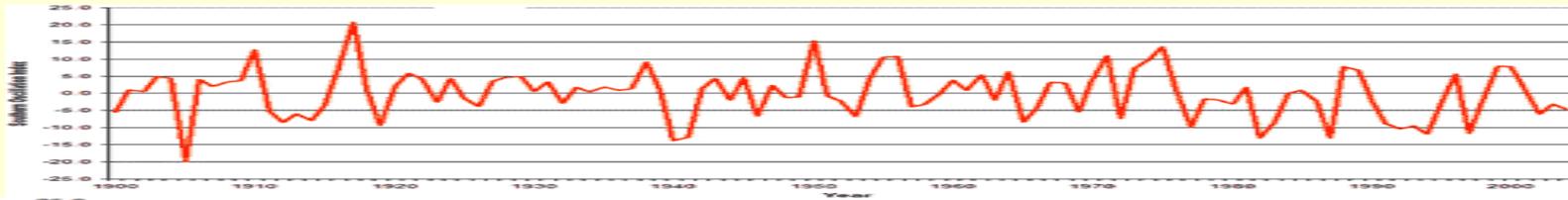
Autrement dit :

l'autopoïèse du niveau cellulaire va devenir

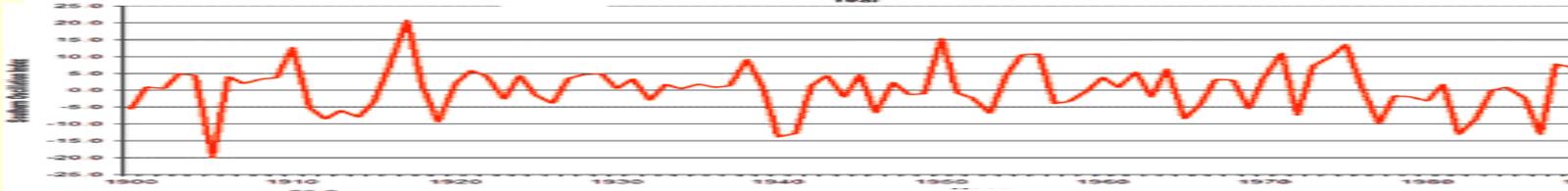
l'homéostasie au niveau de l'organisme multicellulaire !



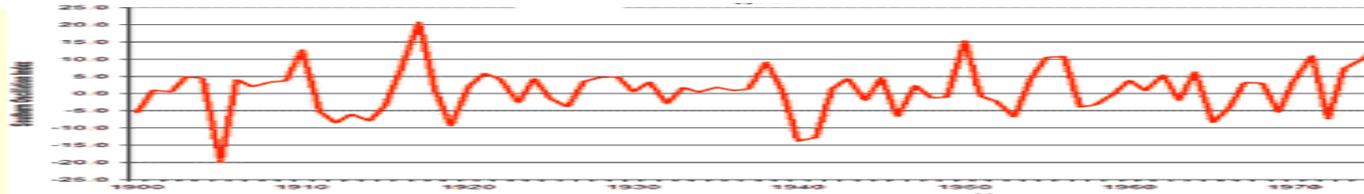
FAIM



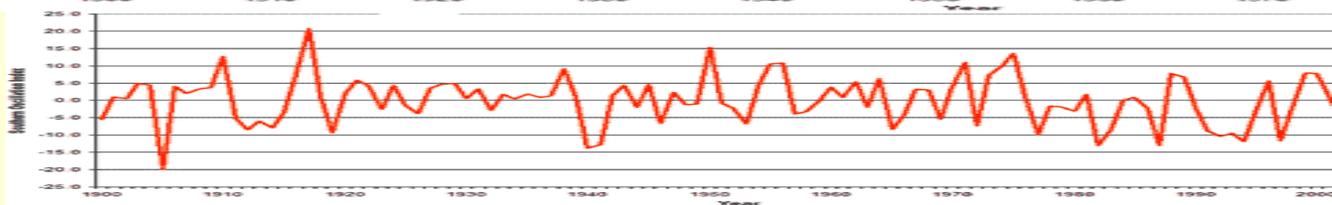
SOIF



TEMPÉRATURE



REPRODUCTION



Concept / Cadre théorique :

Claude BERNARD (1813-1878), en **1865** (Introduction à l'étude de la médecine expérimentale) crée le concept de **milieu intérieur** et **d'équilibre** à l'intérieur de celui-ci :

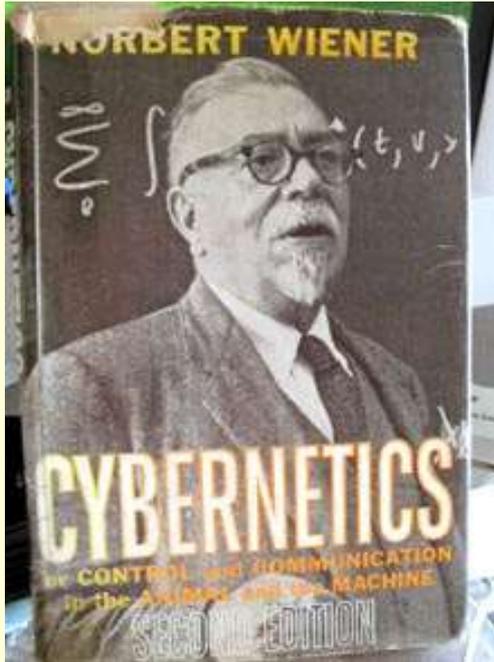
"Tous les mécanismes vitaux, quelques variés qu'ils soient, n'ont toujours qu'un but, celui de maintenir l'unité des conditions de la vie dans le milieu intérieur"

Walter Bradford CANNON (1871-1945), forge le mot **homéostasie** à partir des deux mots grecs stasis (état, position) et homolos (égal, semblable à) en **1926** (The Wisdom of the Body).

« The physiology of biological systems can be reduced almost entirely to their **homeostasis** ».

- Karl Friston (2010)

- concept étendu par **Norbert WIENER** (1894-1964) et William Ross ASHBY pour donner la **cybernétique**

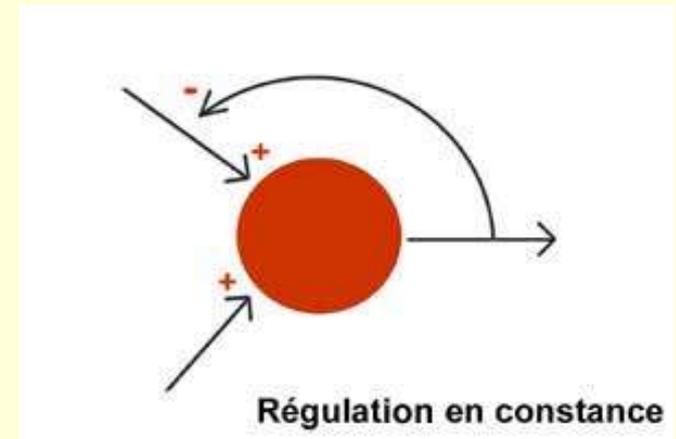


- concept étendu par **Norbert WIENER** (1894-1964) et William Ross ASHBY pour donner la **cybernétique**

Concept / Cadre théorique :

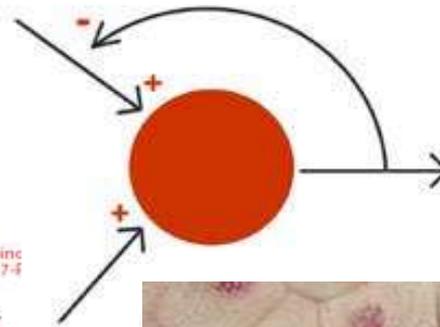
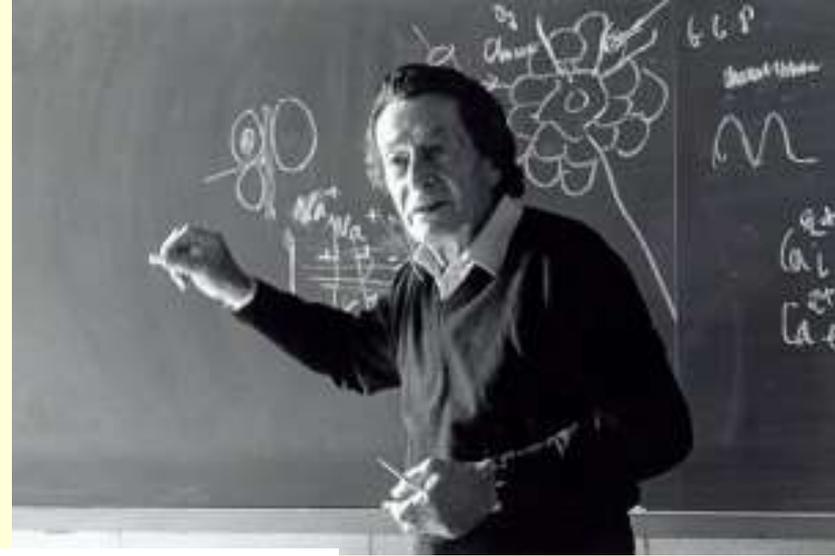
C'est l'idée de pilotage par rétroaction
ou « **d'action finalisée** »

[**feedback, closed loop, control mechanism**]

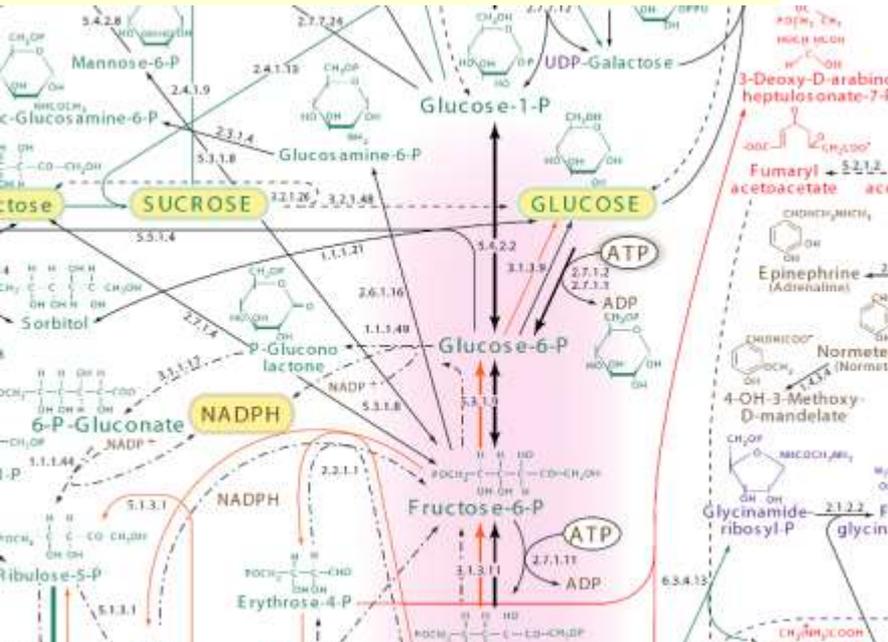


Des gens comme Hans Selye ou Henri Laborit vont être inspiré par cette notion de rétroaction pour la compréhension du vivant.

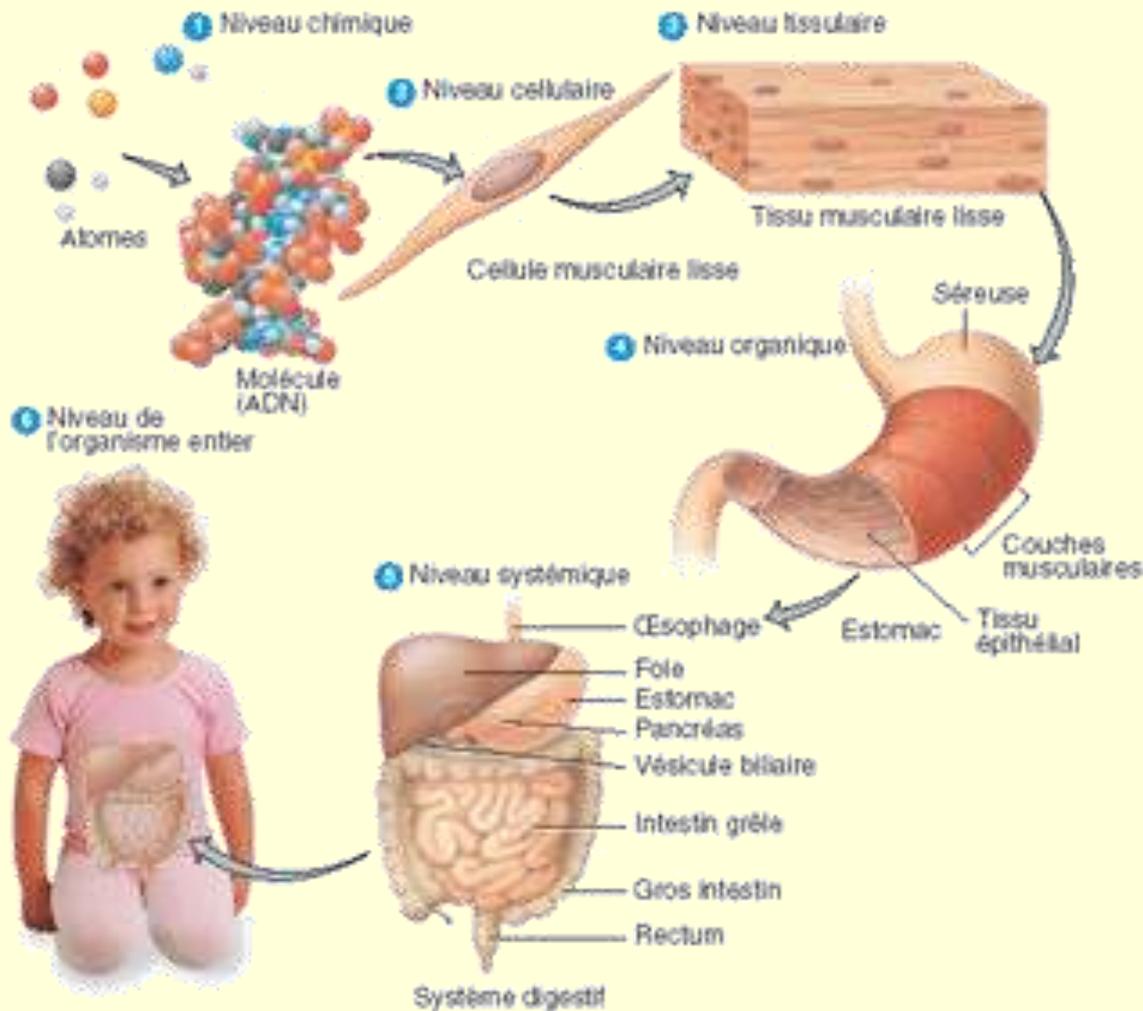
Ils trouvent des systèmes régulés par boucle de rétroaction tant dans les voies métaboliques...



...qu'entre les cellules d'un organe.



Organisation structurale du corps humain (Figure 1.1)

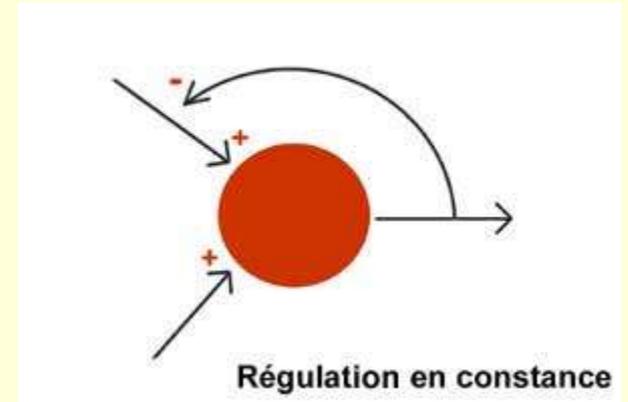
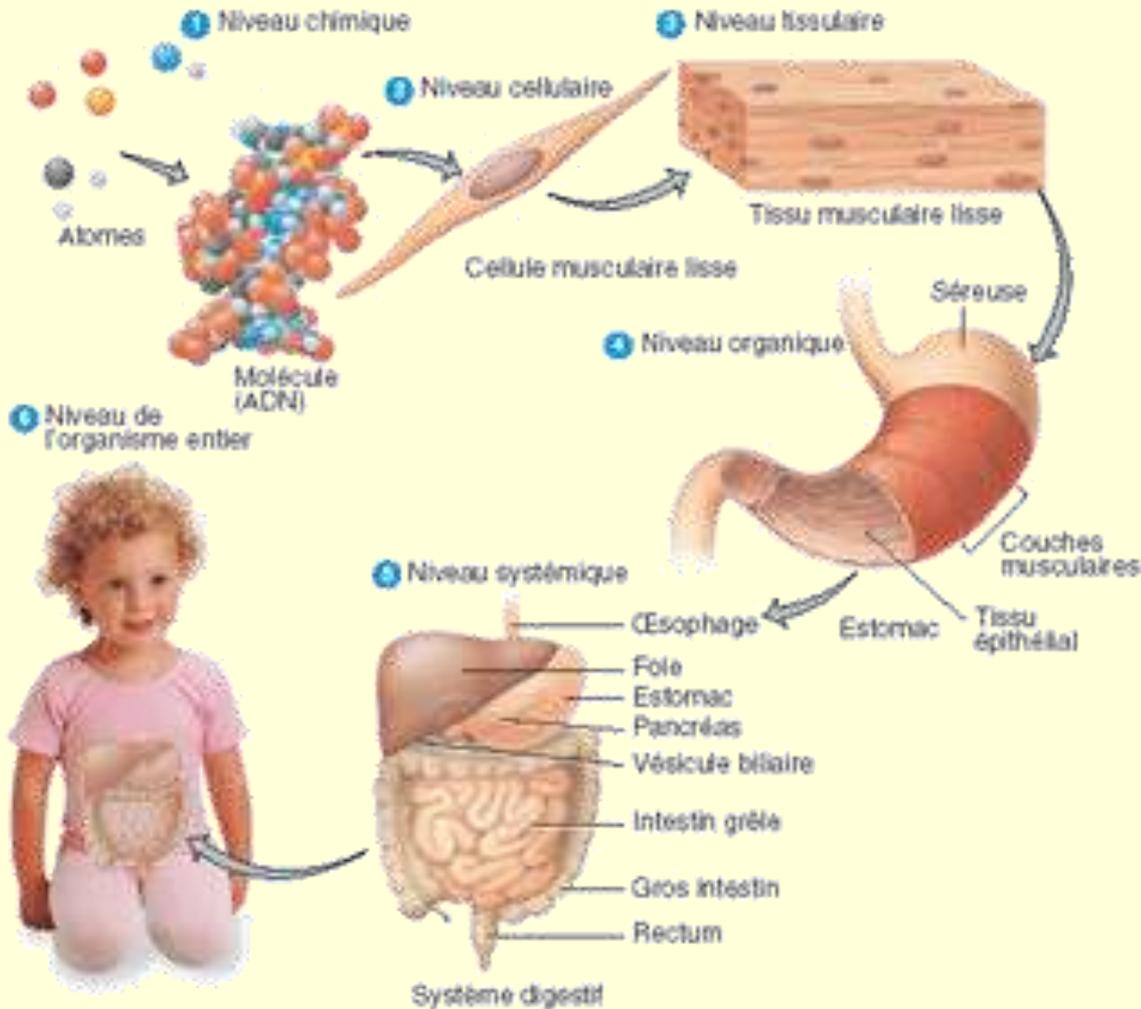


Car dans un organisme, chacun de ces « **niveaux d'organisation** » doit collaborer pour maintenir l'homéostasie de l'ensemble.

Comment ?

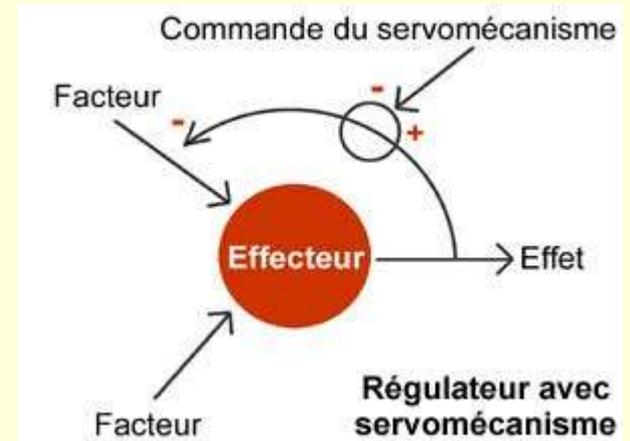
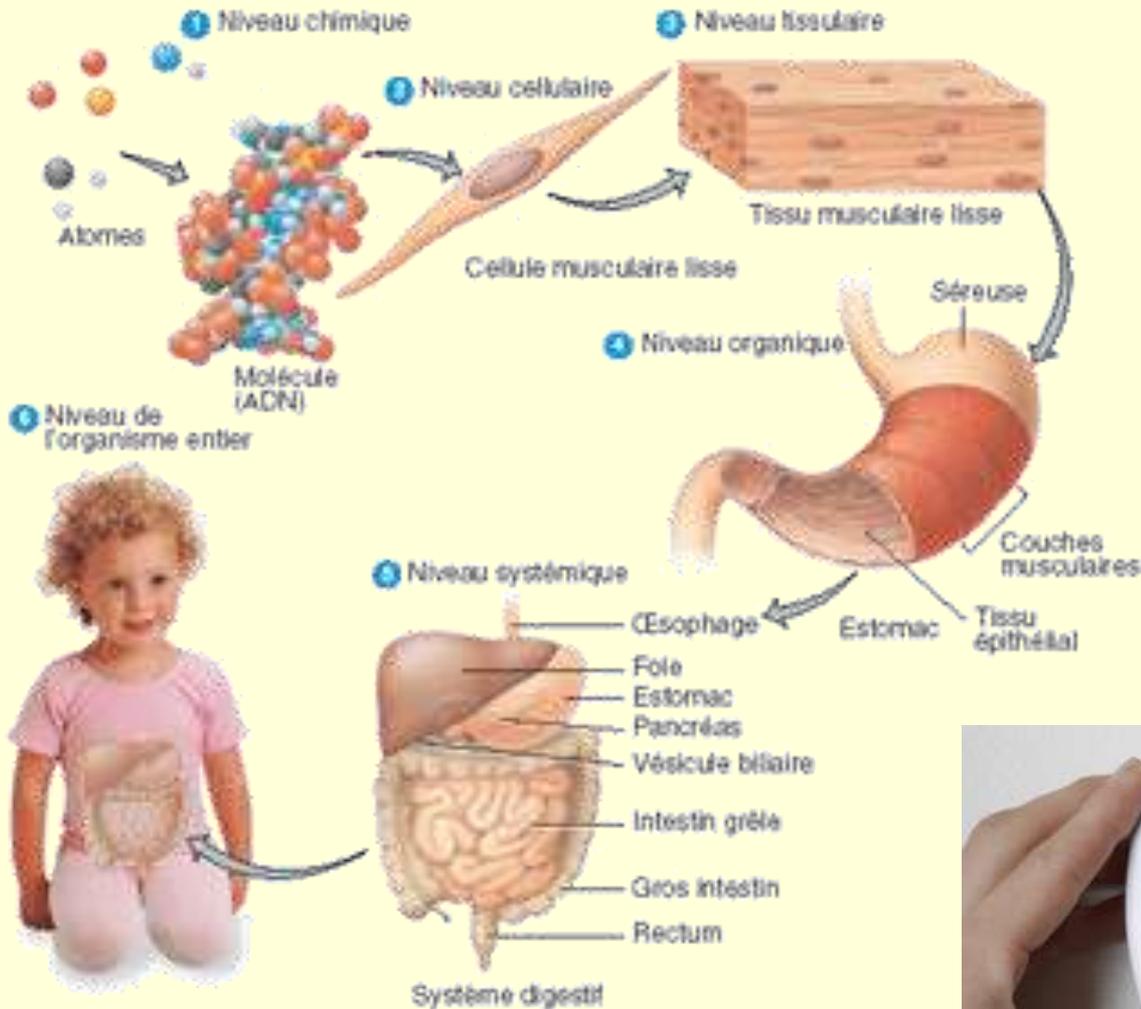
Par régulation de chaque niveau...

Organisation structurale du corps humain (Figure 1.1)

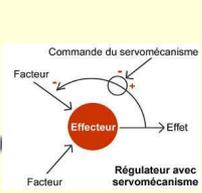


...et ajustement constant à la demande du niveau supérieur.

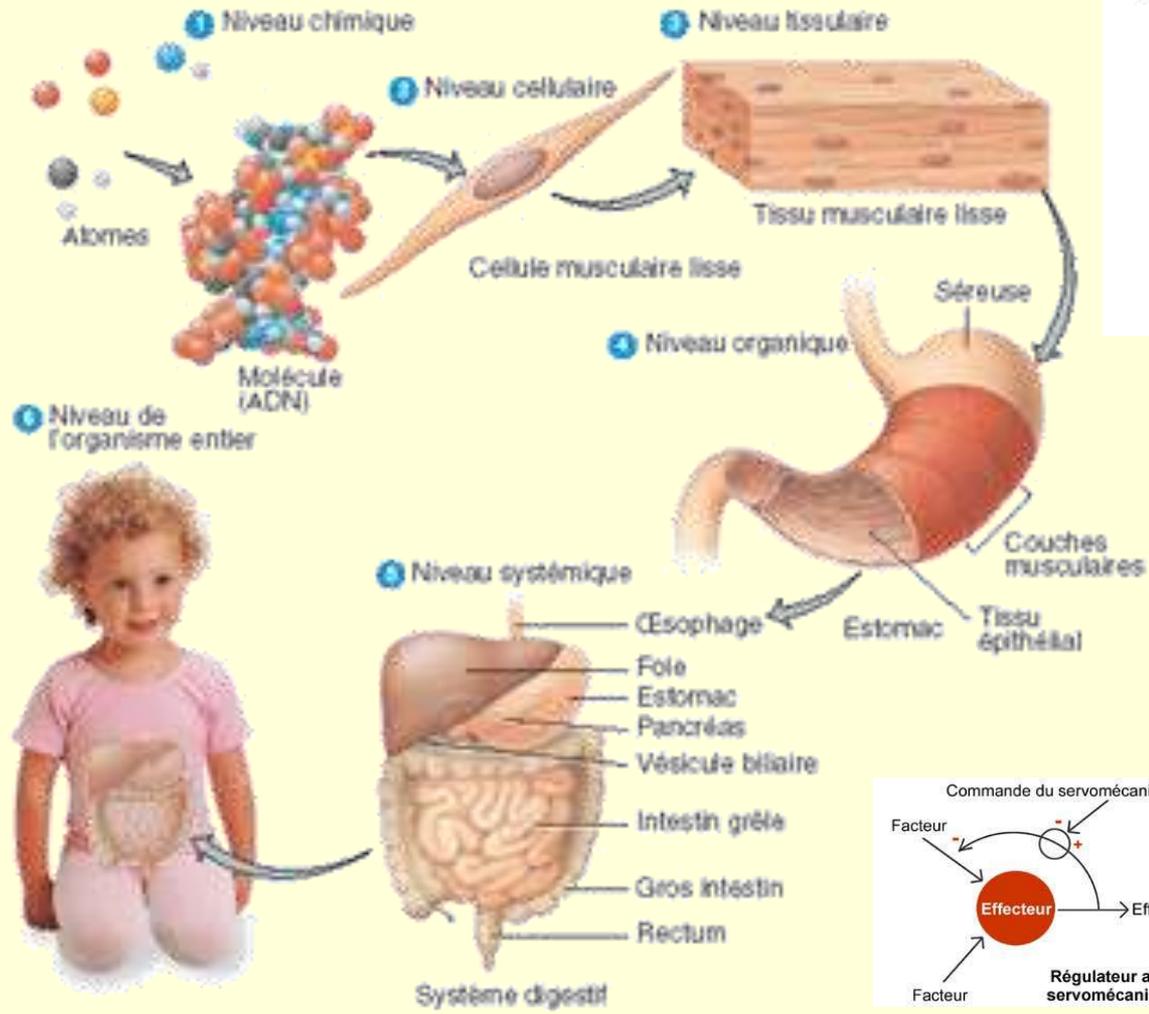
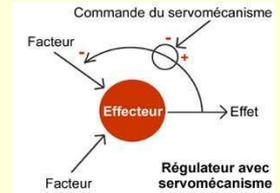
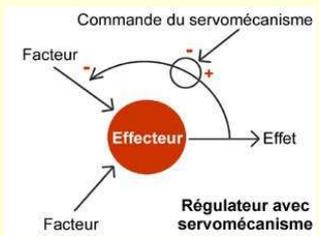
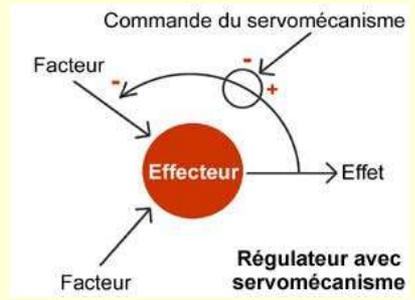
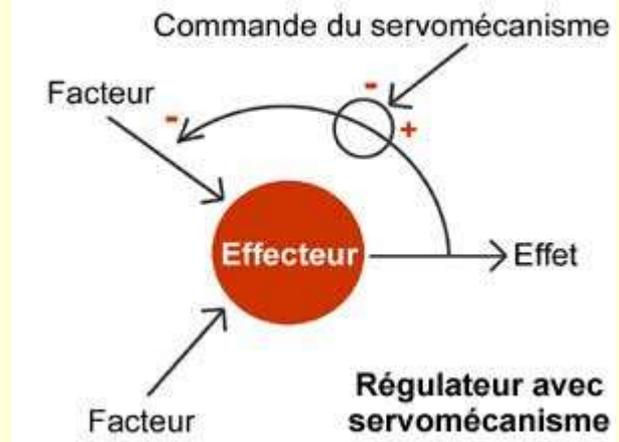
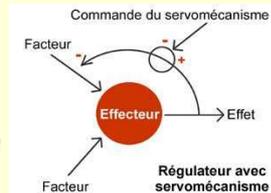
Organisation structurale du corps humain (Figure 1.1)



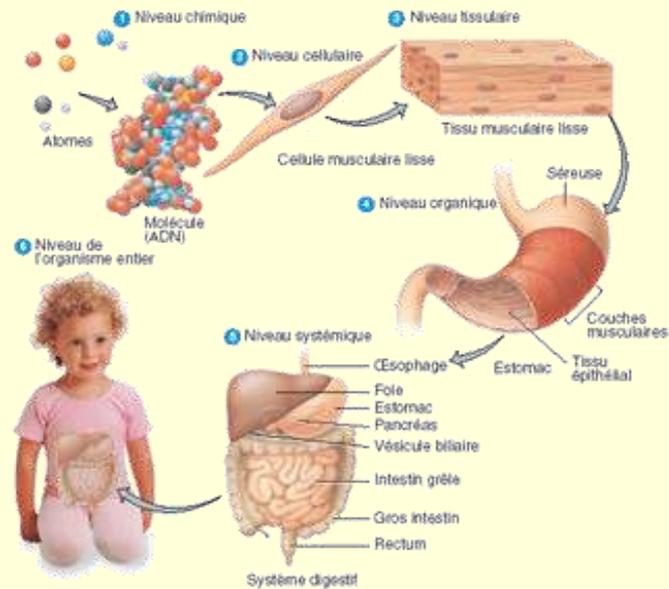
Organisation structurale du



(Figure

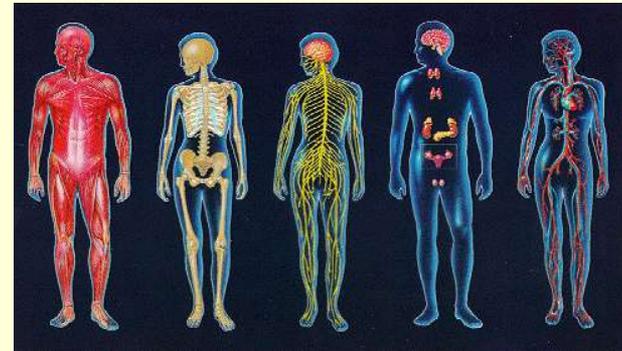


Niveaux d'organisation structurale du corps humain (Figure 1.1)



11. ÉDITIONS DU RENOUVEAU PÉDAGOGIQUE INC.

Mais pour que chaque niveau d'organisation de chacun des grands systèmes du corps humain puisse s'intégrer fonctionnellement...



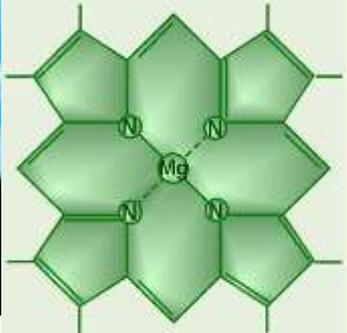
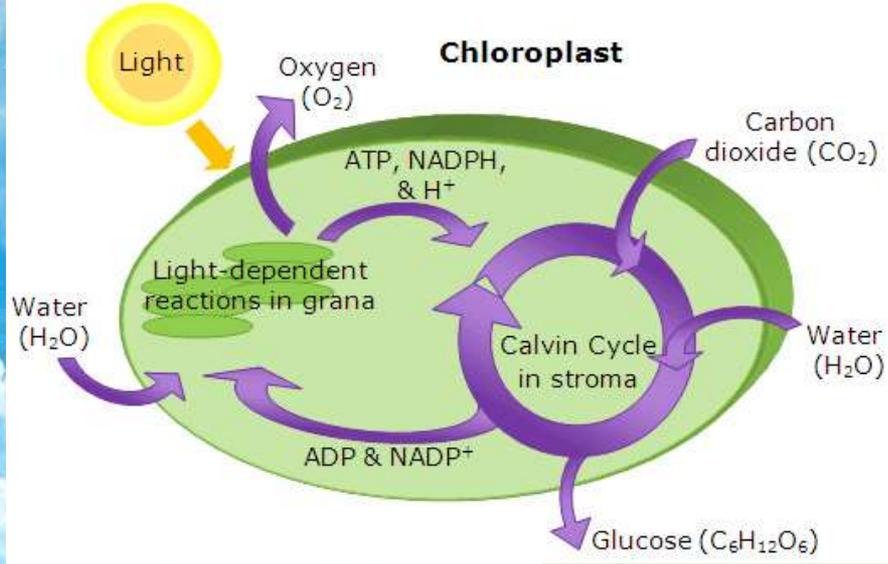
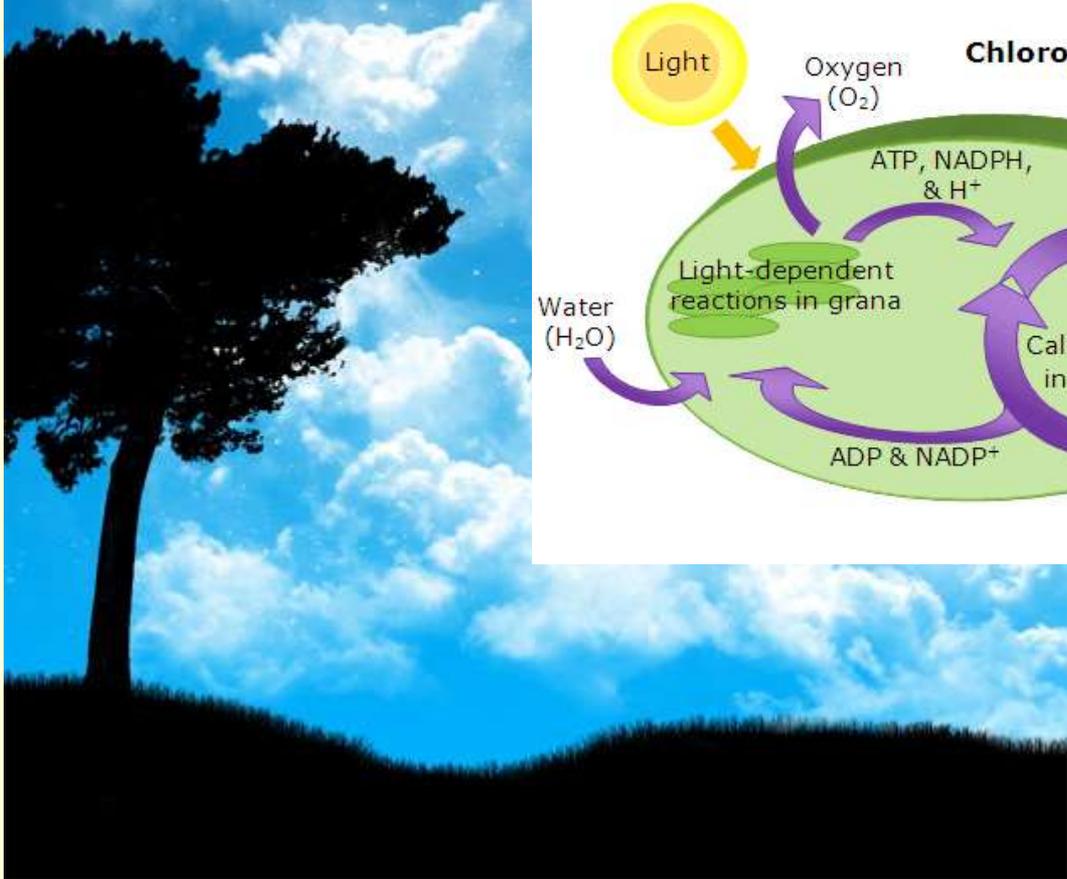
« Chaque sous-ensemble [doit avoir] la même finalité que l'ensemble : la protection de son **intégrité** dans le temps. »

- H. Laborit, La nouvelle grille, p.191



« 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

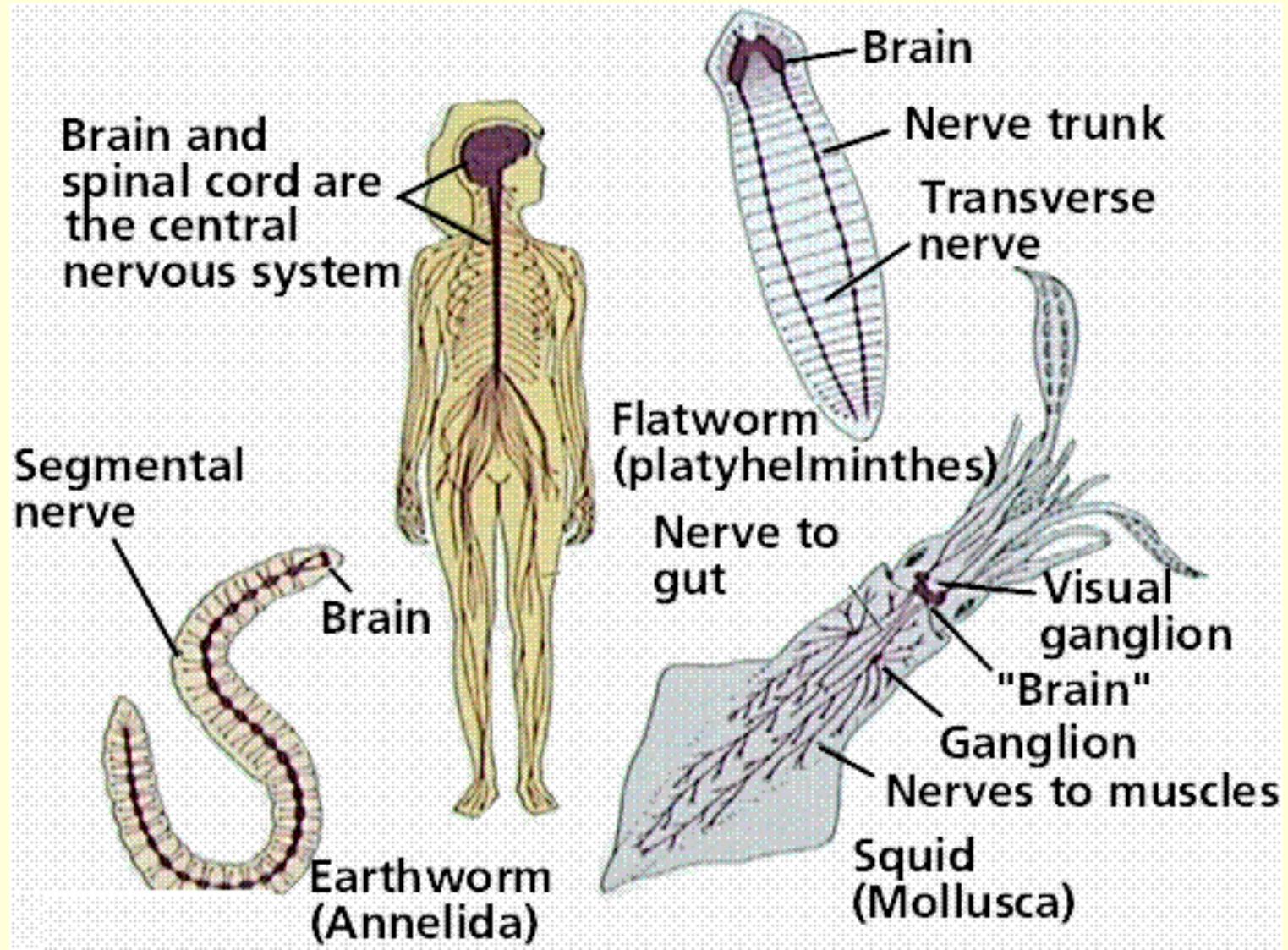




Animaux :

autonomie motrice
pour trouver leurs ressources
dans l'environnement

Systemes nerveux !



Plan

1^{ère} partie :

Intro : Notre « cerveau-corps-environnement » et ses niveaux d'organisation

Évolution cosmique, chimique et biologique

L'histoire évolutive de notre système nerveux

Mémoires et recyclage neuronal

2^e partie :

Un survol de son développement et de ses mécanismes de communication et de plasticité (anciens et nouveaux)

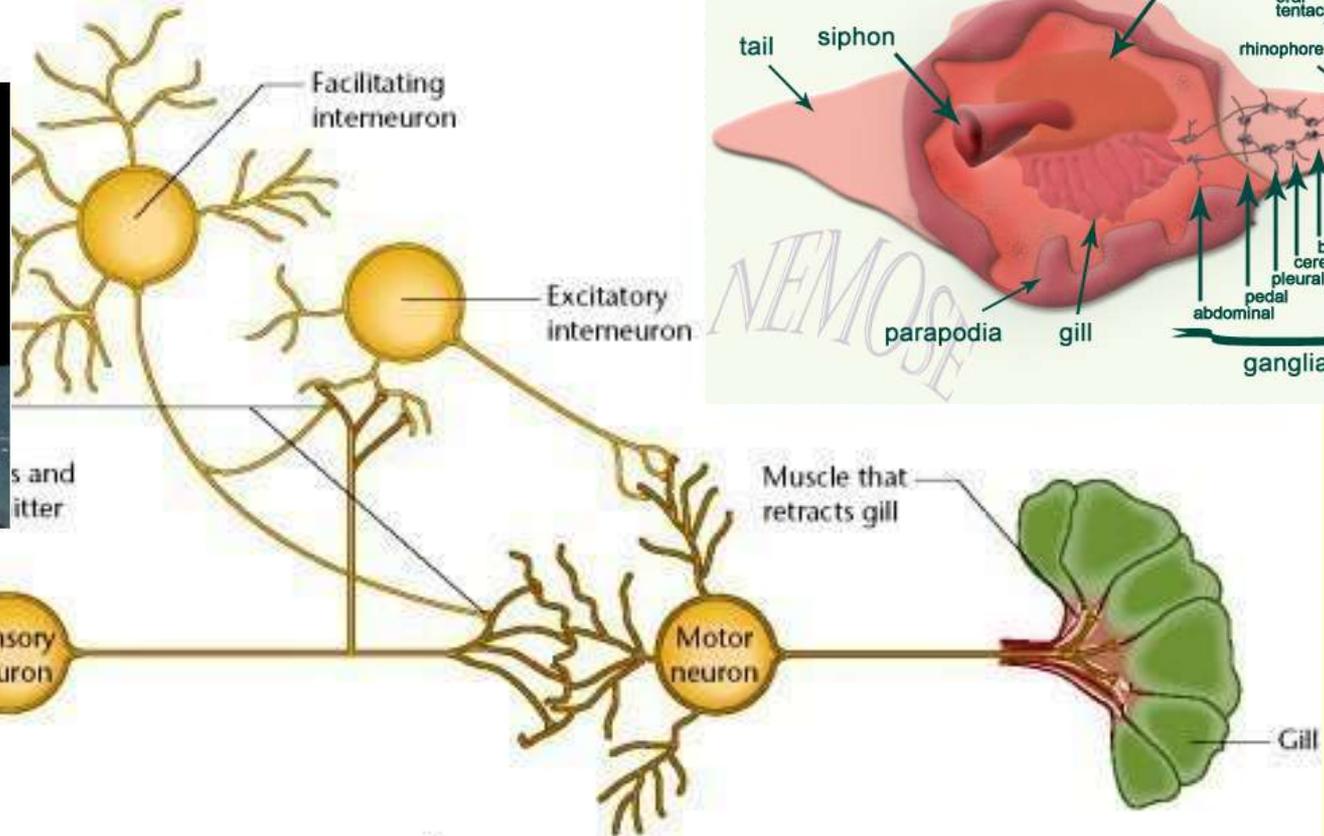
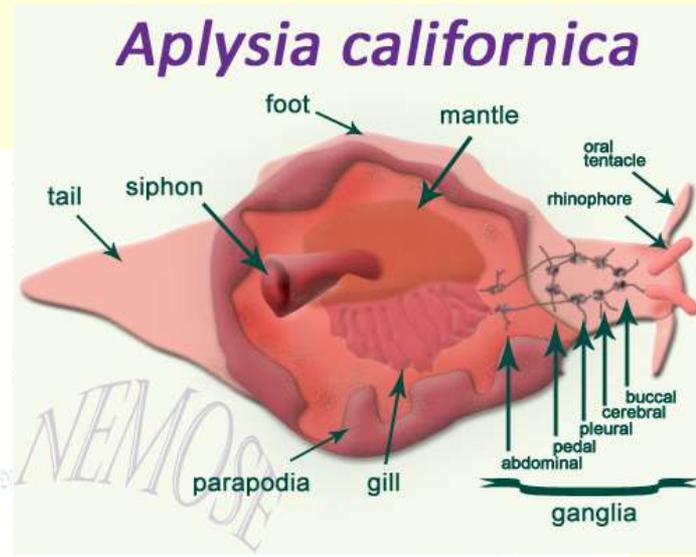
Apprendre à sélectionner des réseaux cérébraux transitoires

L'exemple de la prise de décision

Conclusion : Les innombrables différences entre le cerveau et l'ordinateur

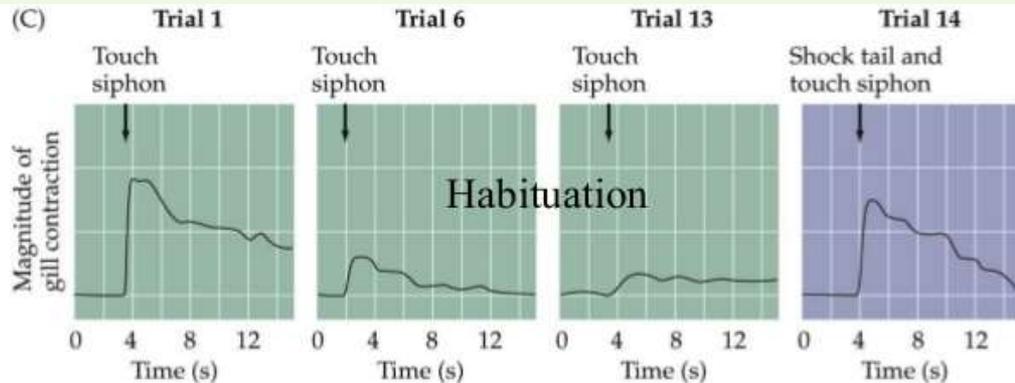
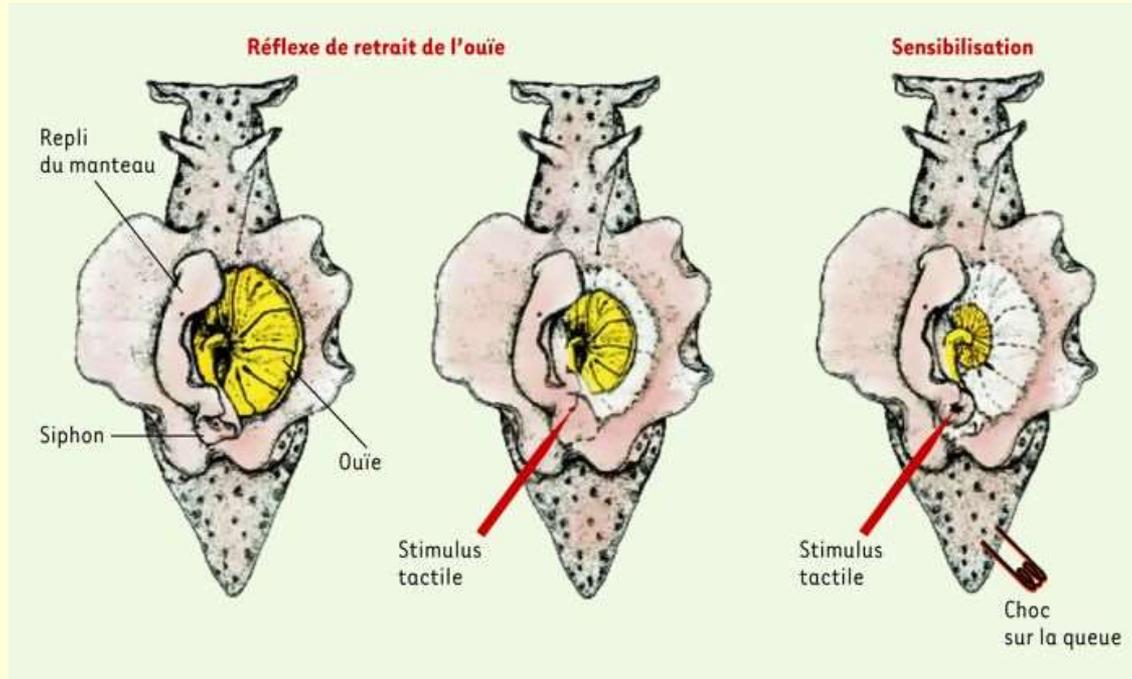
Aplysie

(mollusque marin)



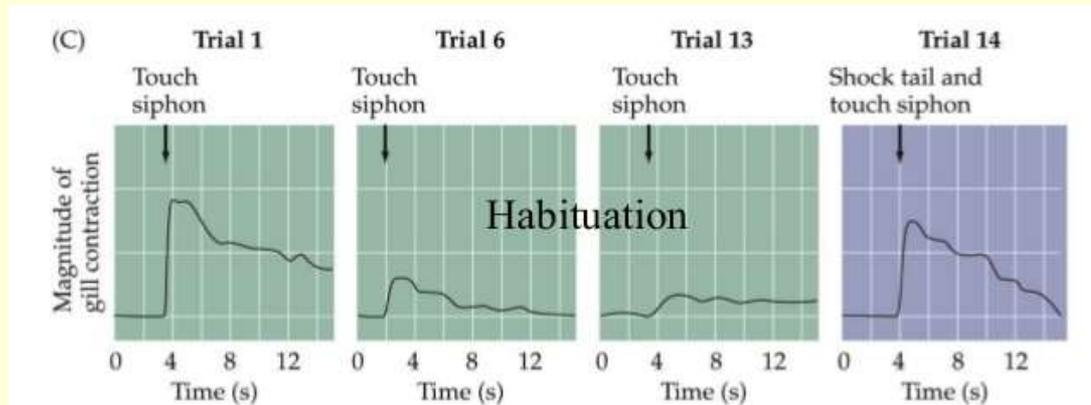
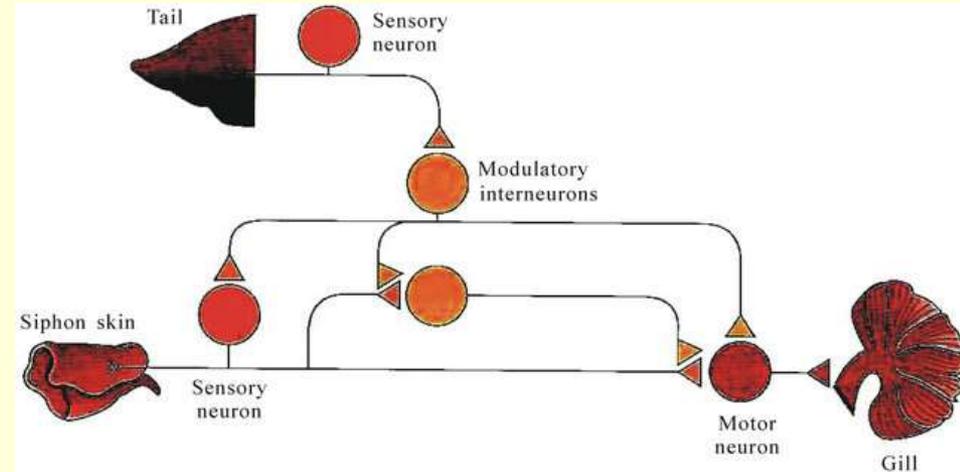
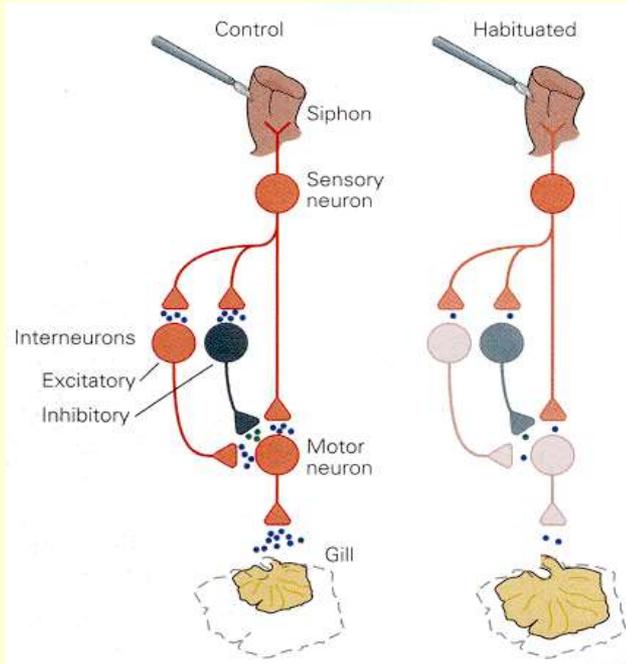
Une boucle sensori - motrice

Et déjà, dans les systèmes nerveux les plus primitifs, on voit apparaître des formes simples **d'apprentissage** et de **mémoire** comme...



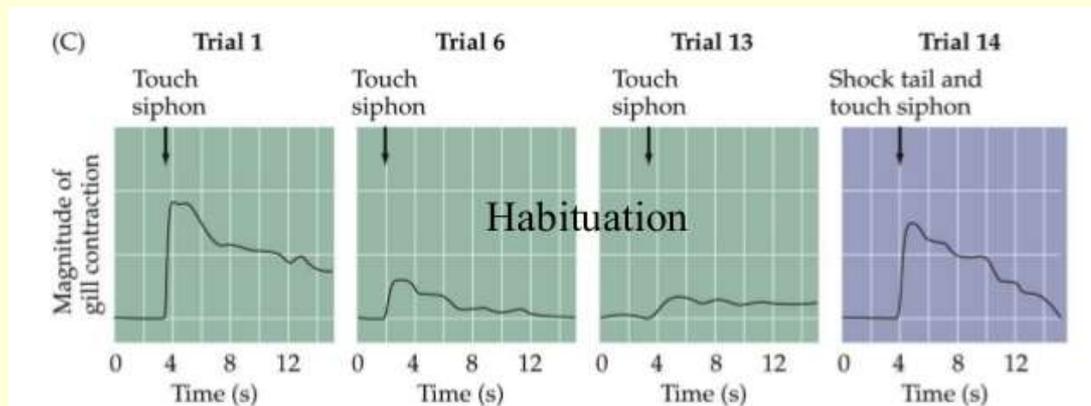
Sensibilisation

Et déjà, dans les systèmes nerveux les plus primitifs, on voit apparaître des formes simples **d'apprentissage** et de **mémoire** comme...



Sensibilisation

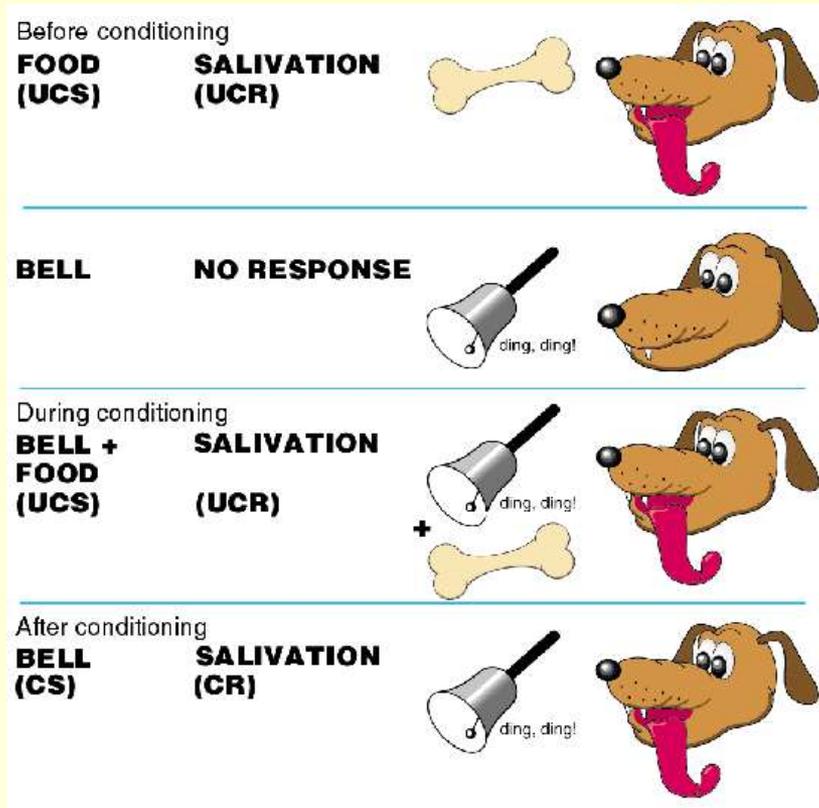
Des formes d'apprentissage et de mémoire qui demeurent présentes chez l'humain...



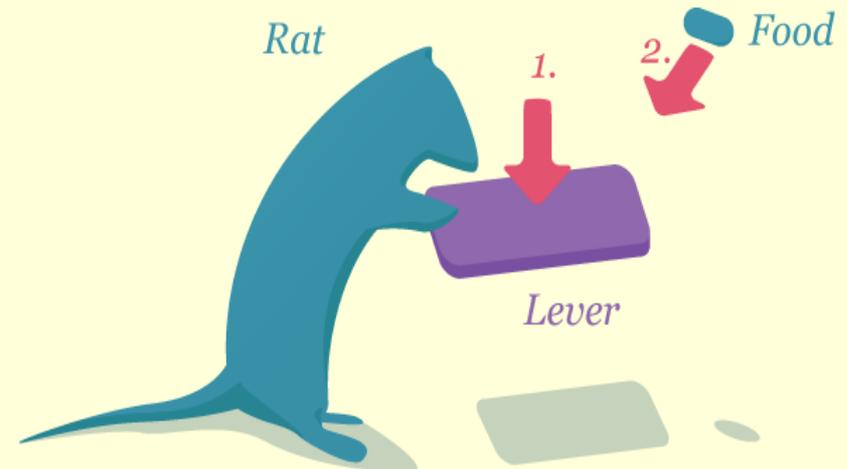
Sensibilisation

Tout comme d'autres formes **d'apprentissage** qui vont aussi apparaître assez tôt dans l'évolution :

Le **conditionnement classique**, où l'on apprend que 2 stimuli sont associés.



Le **conditionnement opérant**, où l'on apprend qu'avoir tel comportement amène une récompense.



Tout comme d'autres formes **d'apprentissage** qui vont aussi apparaître assez tôt dans l'évolution :

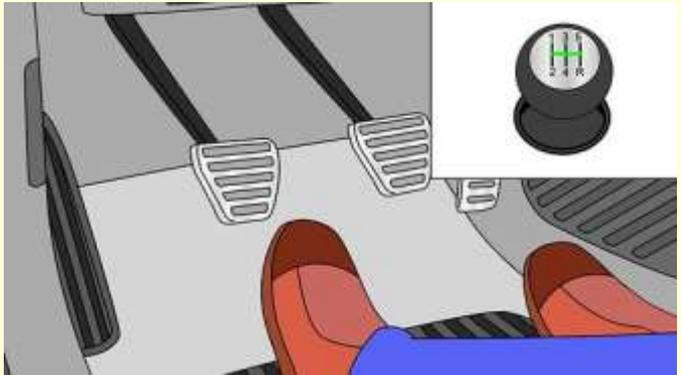
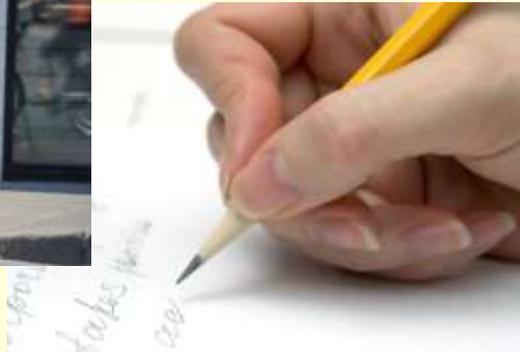
Le **conditionnement classique**, où l'on apprend que 2 stimuli sont associés.



Le **conditionnement opérant**, où l'on apprend qu'avoir tel comportement amène une récompense.



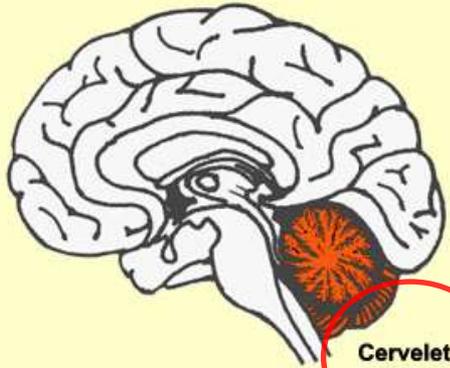
La mémoire procédurale (celle des habiletés motrices)



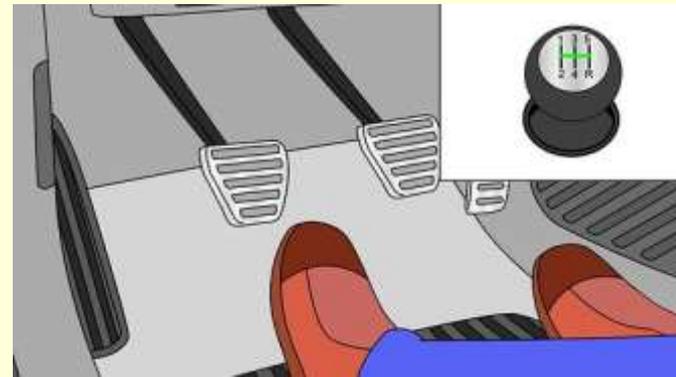
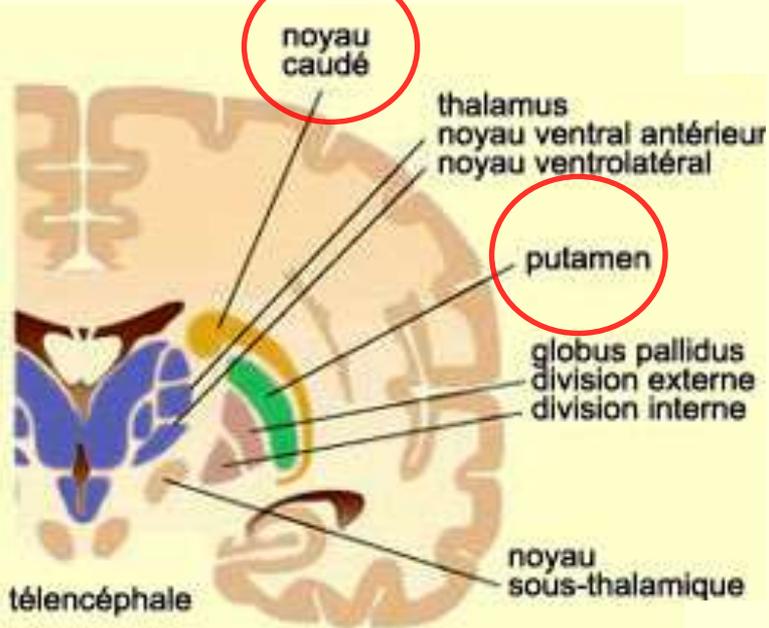
La mémoire procédurale (celle des habiletés motrices)

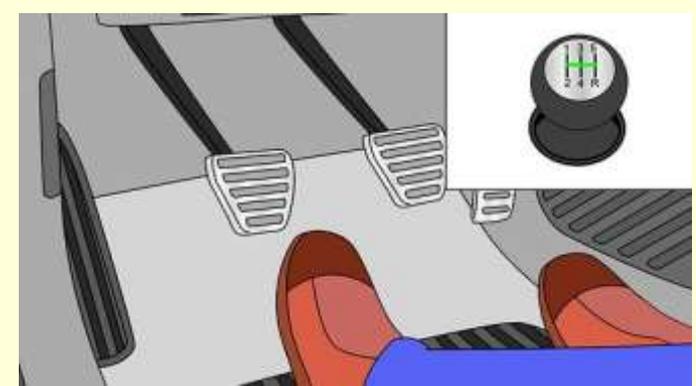
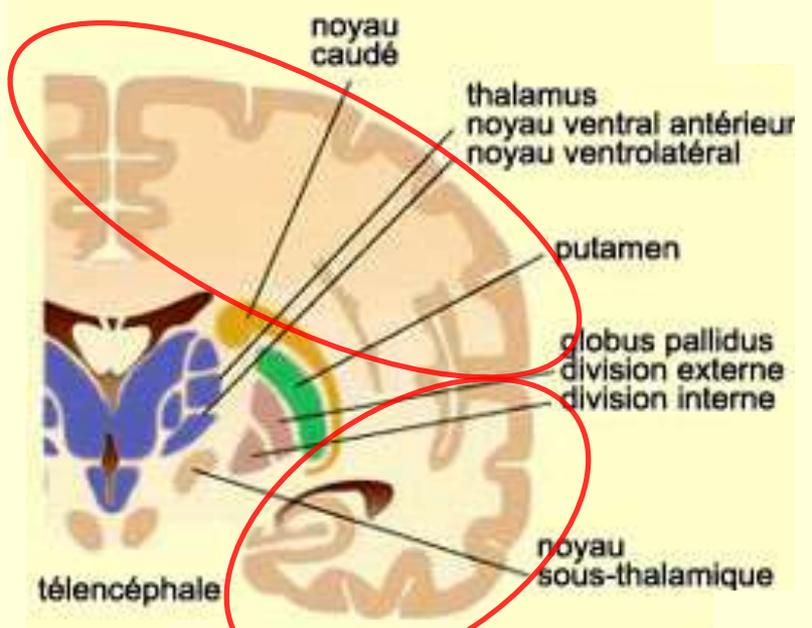
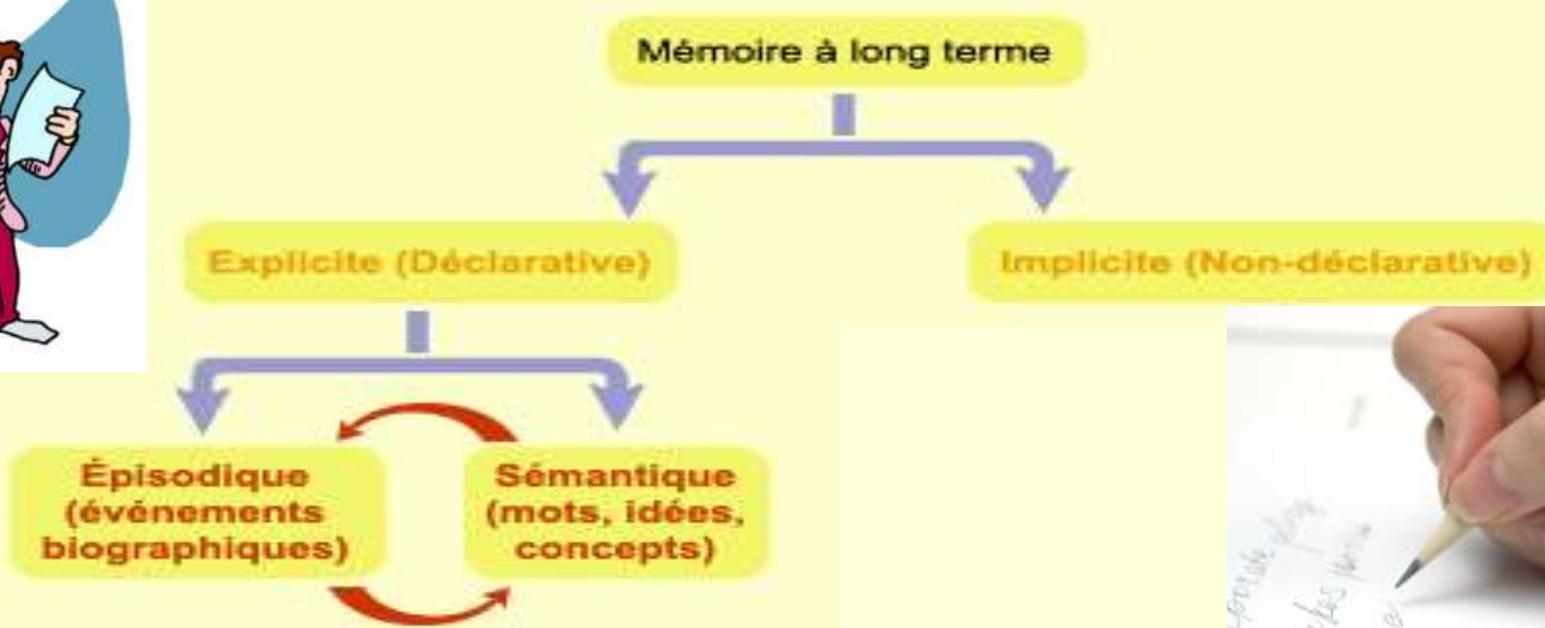
Mémoire à long terme

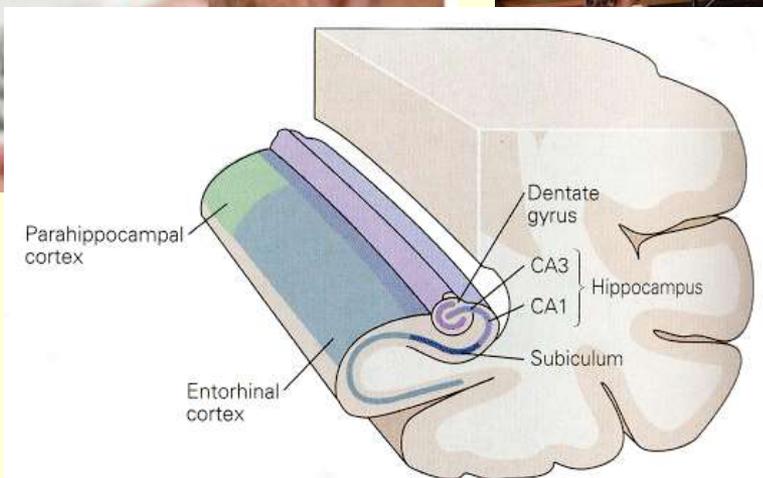
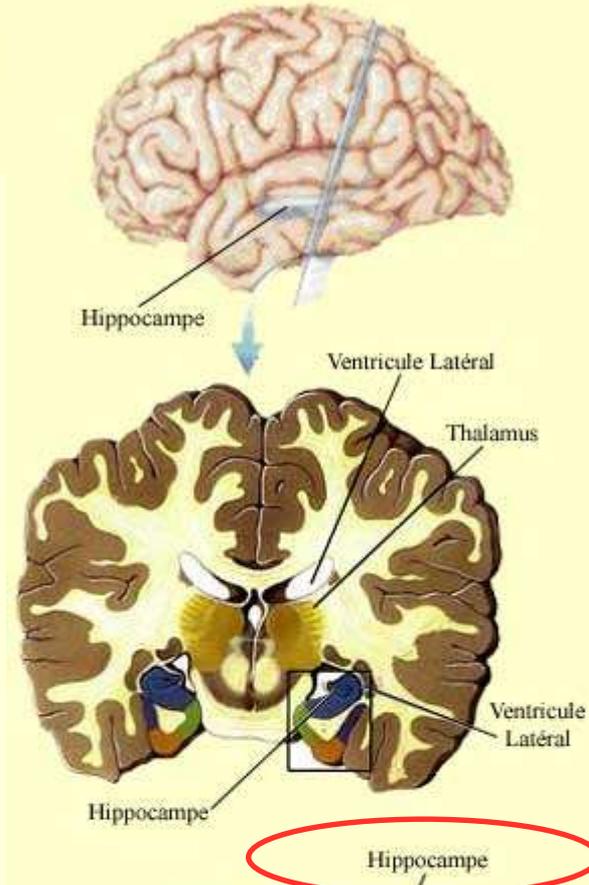
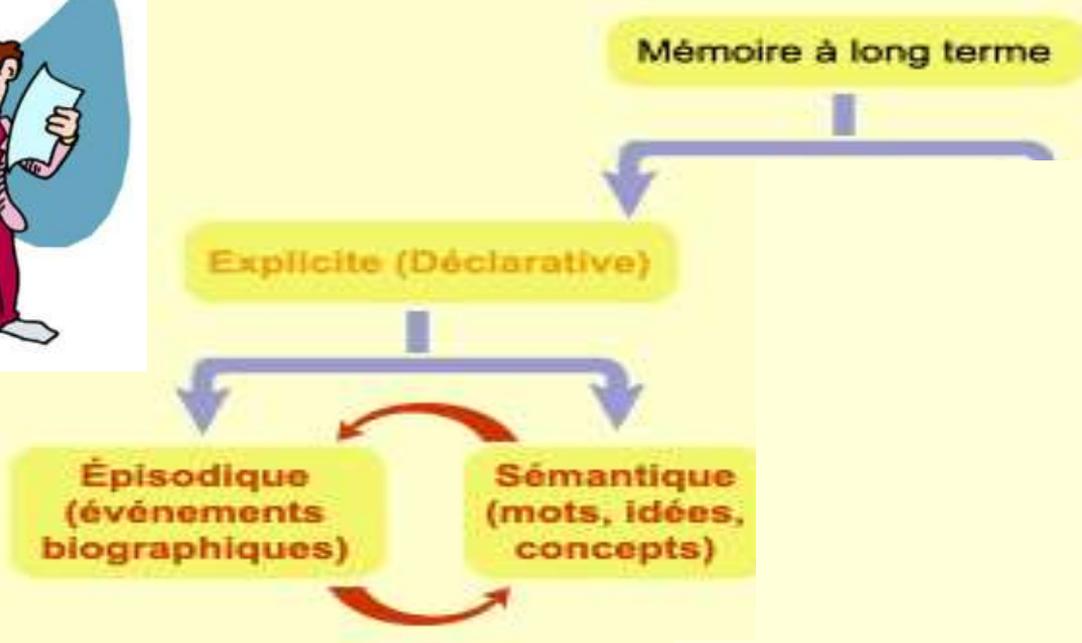
Implicite (Non-déclarative)



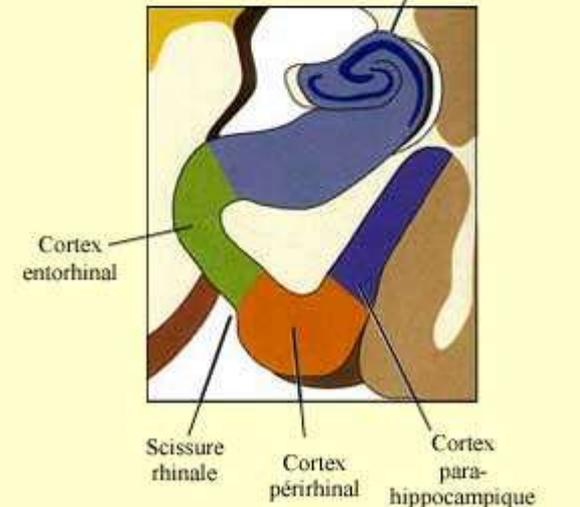
Cervelet





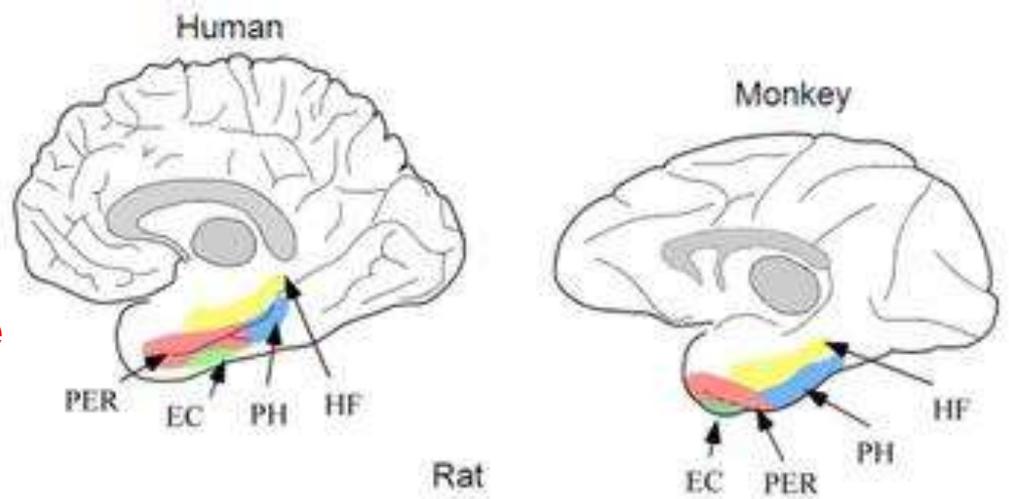


Différentes sous-régions contribuent différemment...



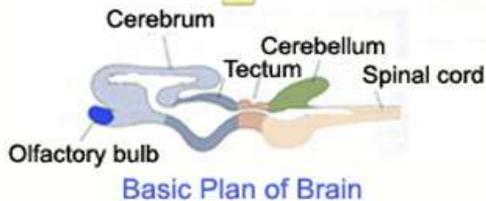
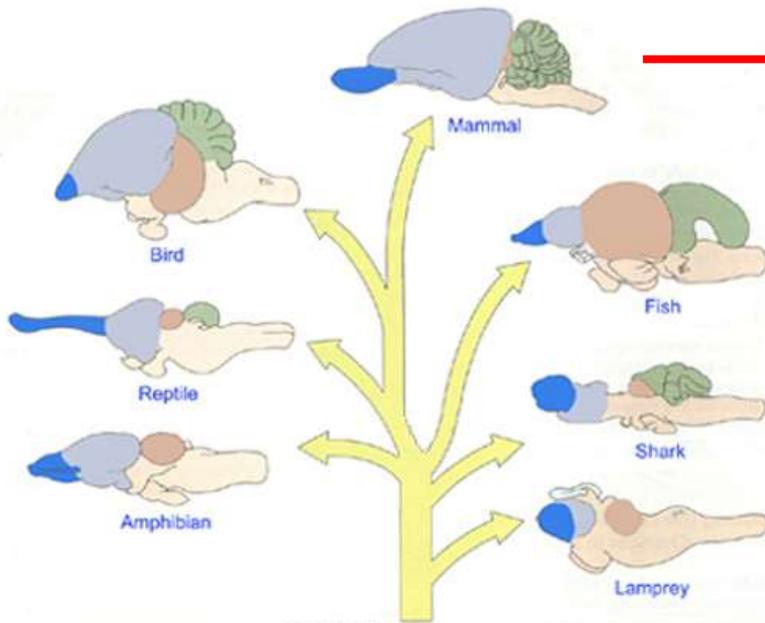


Navigation spatiale + Mémoire déclarative



HF = Hippocampal formation
EC = Entorhinal cortex
PH = Parahippocampus
PER = Perirhinal cortex
POR = Postrhinal cortex

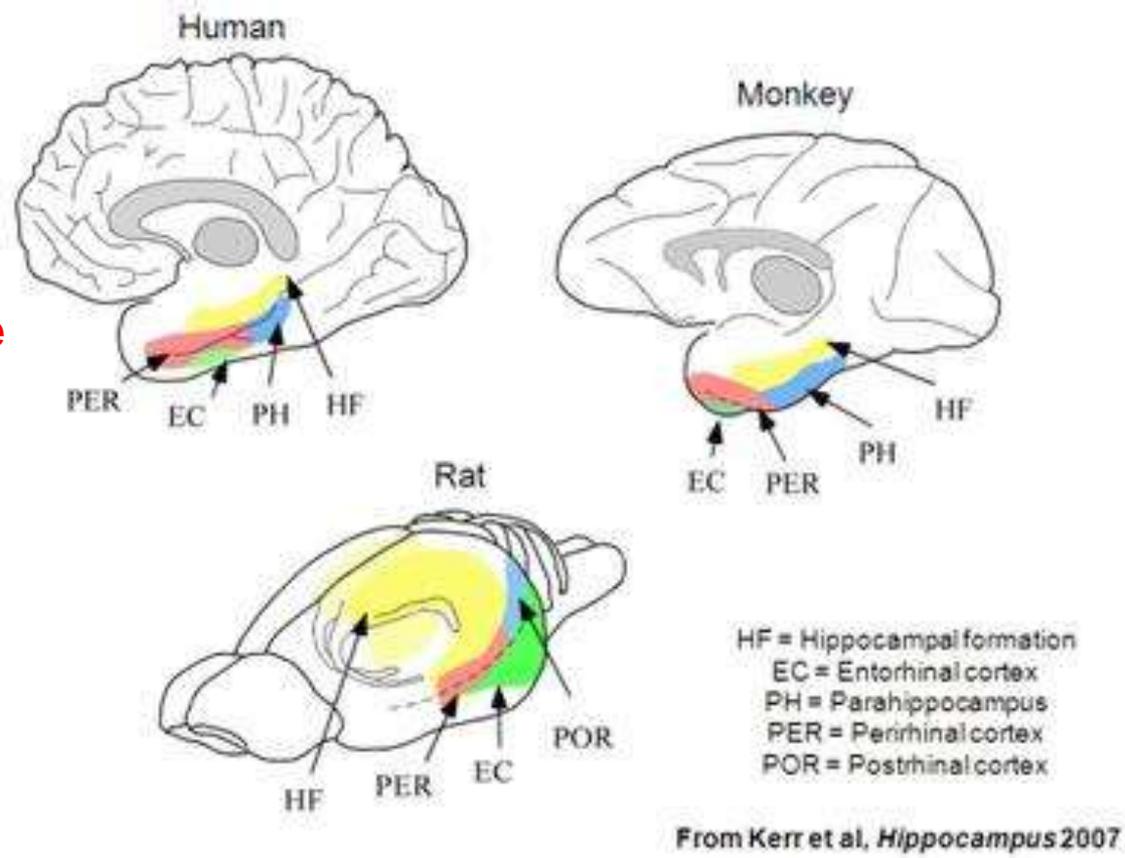
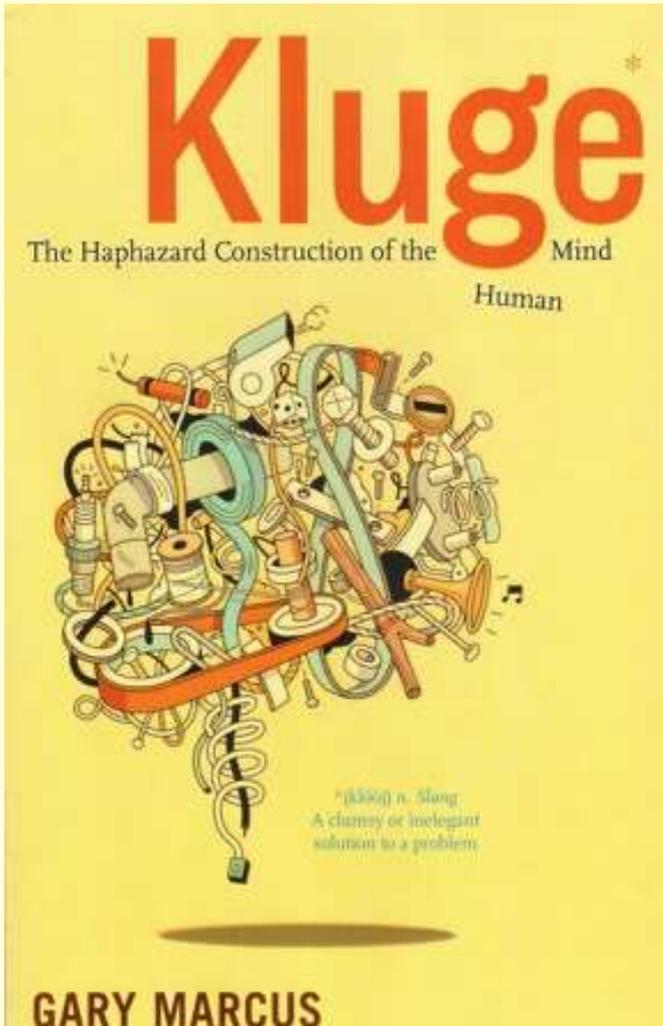
From Kerr et al, *Hippocampus* 2007



Navigation spatiale



Navigation spatiale + Mémoire déclarative



Navigation spatiale

« Recyclage neuronal »

Autre exemple avec **le langage** qui comprend :

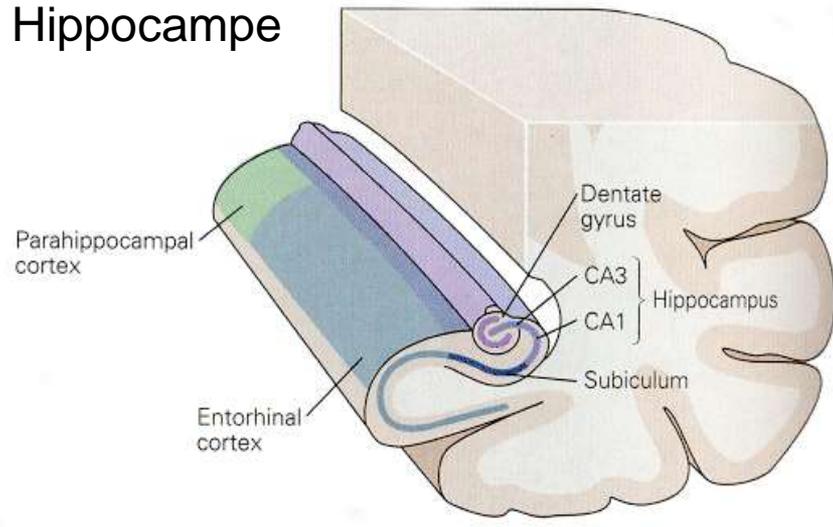
- **le lexique** : mots et leur signification, irrégularités de certains verbes

Pris en charge par la **mémoire déclarative** qui est impliquée dans l'apprentissage explicite d'items et d'événements arbitraires.

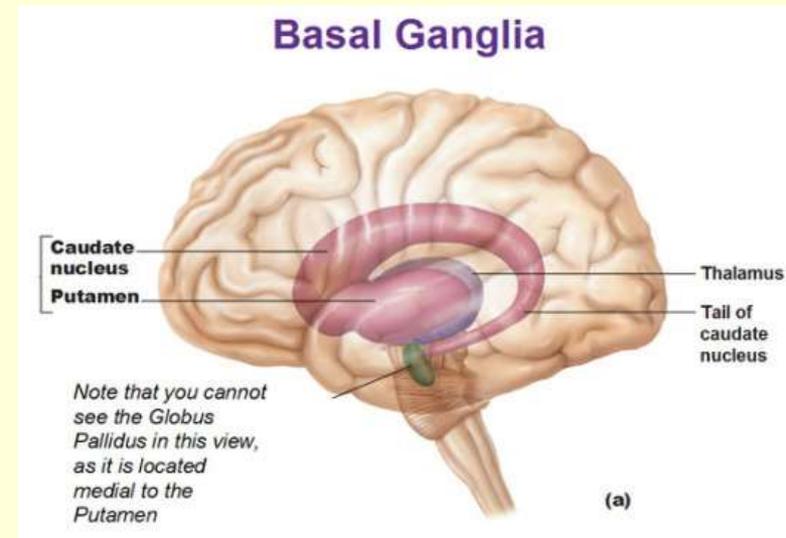
- **la grammaire** : règles, hiérarchies

Pris en charge par la **mémoire procédurale** qui est impliquée dans l'apprentissage implicite de séquences, de règles ou de catégories.

Hippocampe

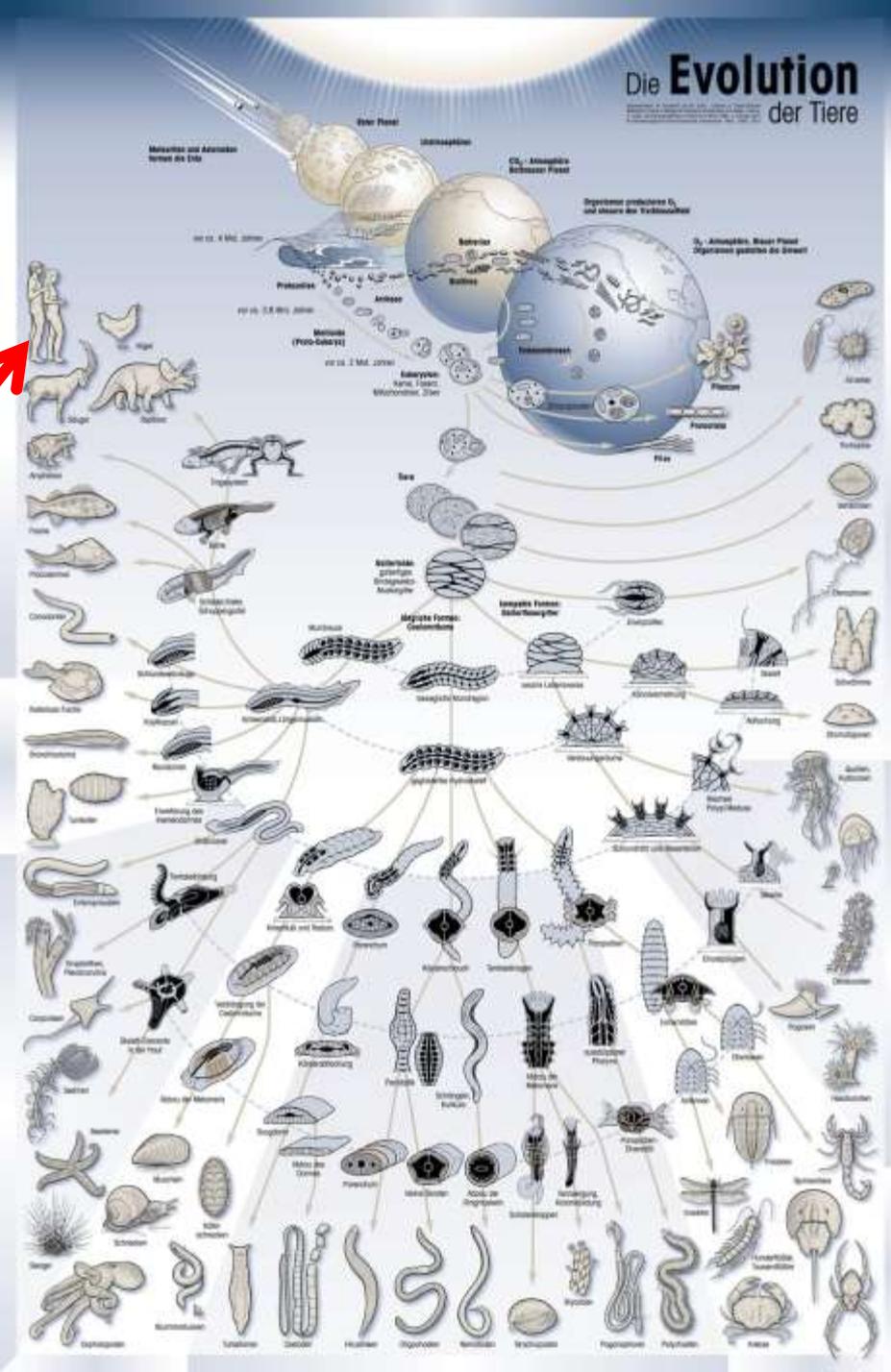
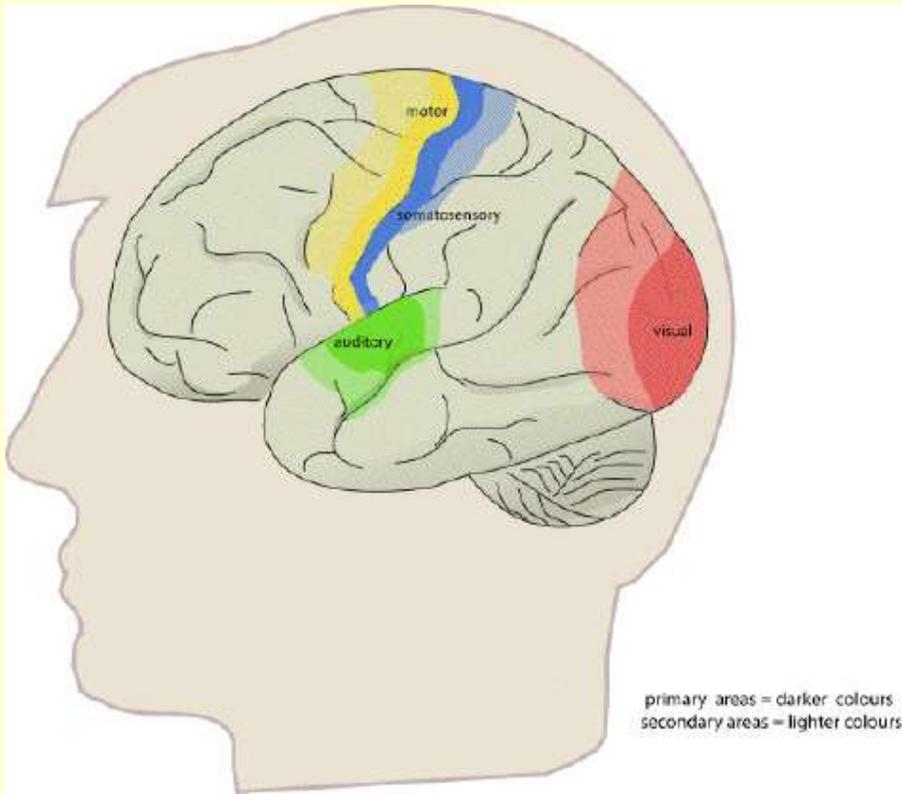


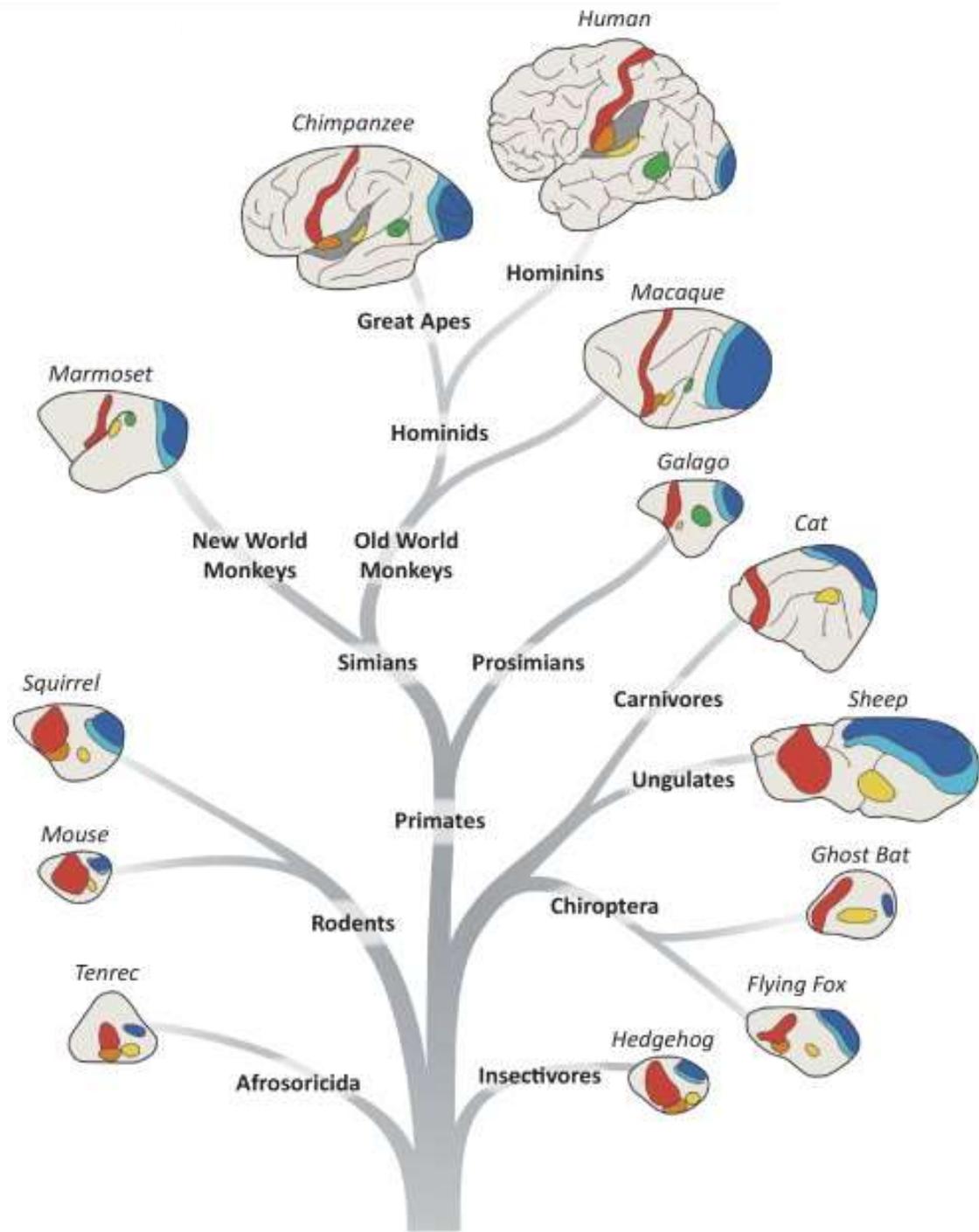
Basal Ganglia

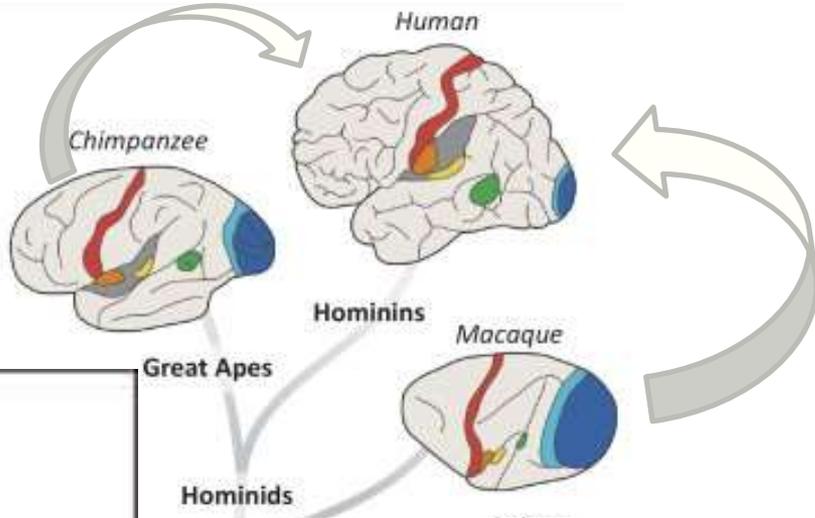


Pendant des centaines de millions d'années, cette boucle-sensorimotrice s'est donc complexifiée, mais de manière « conservatrice » et « bricoleuse »

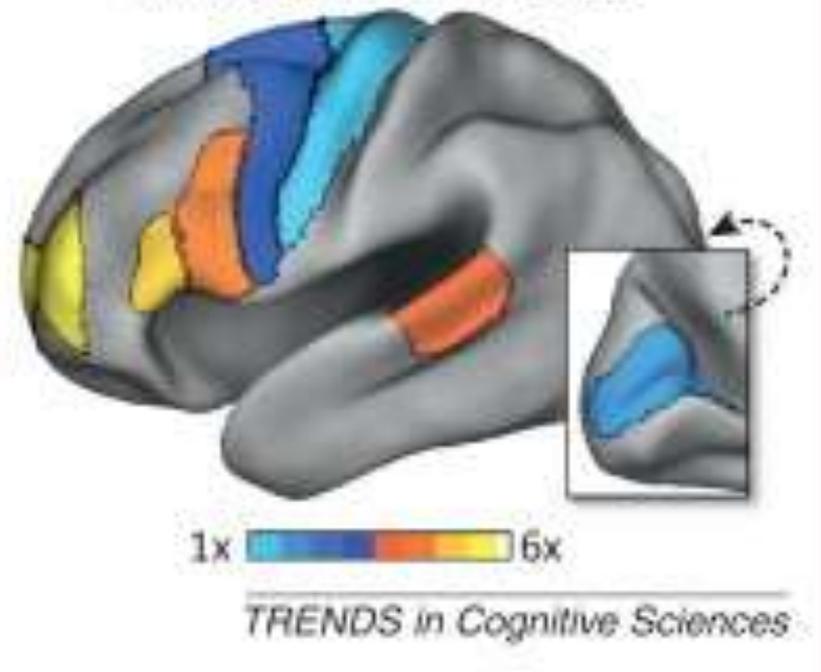
...et l'une des variantes sera nous !





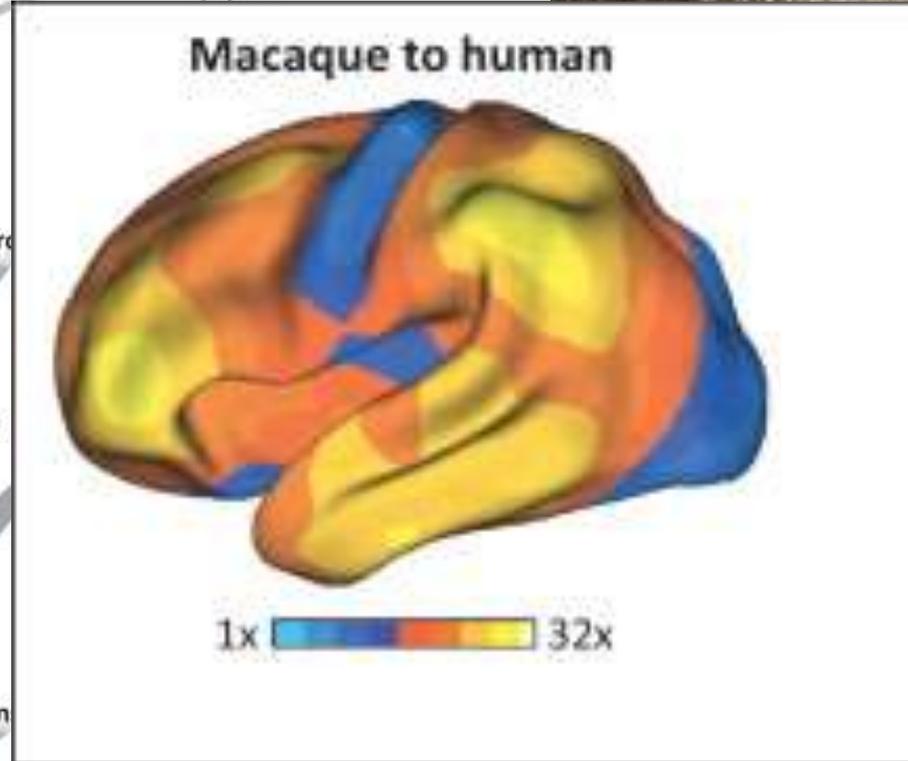


Chimpanzee to human

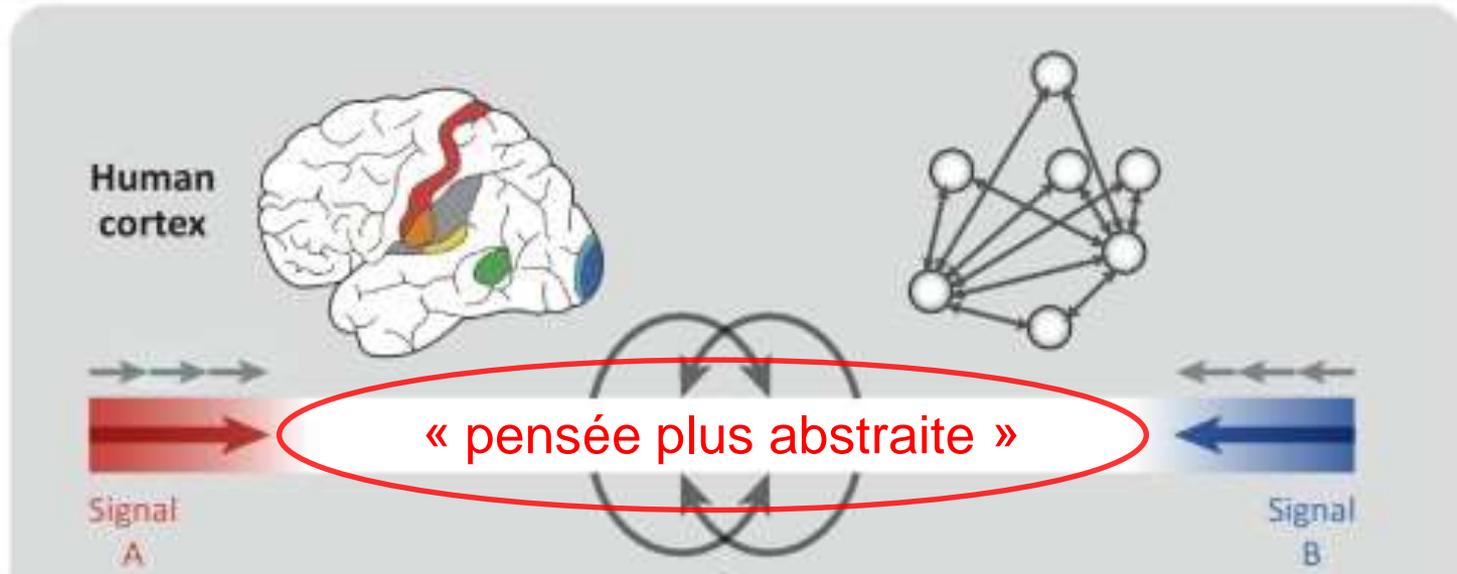


Ancêtre commun :
environ 6-7 millions d'années

Macaque to human

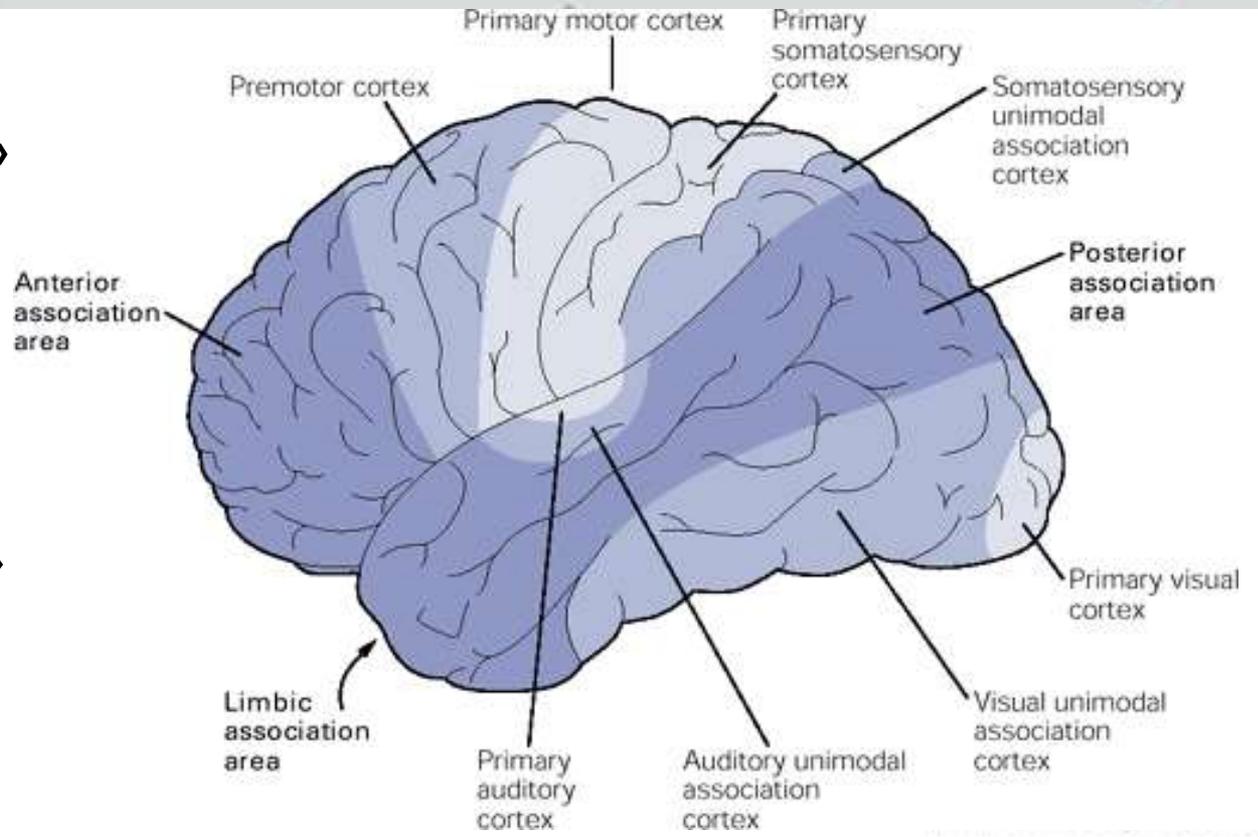


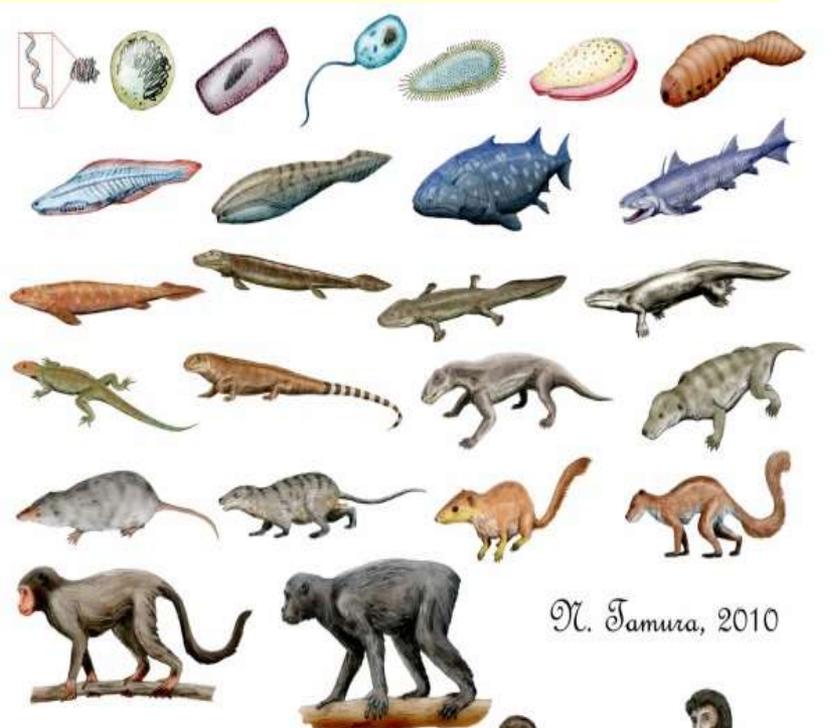
Ancêtre commun :
environ 25 millions d'années



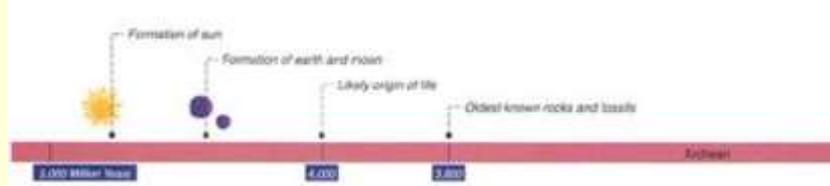
Cortex « associatif »

crée de l'espace pour le « offline »

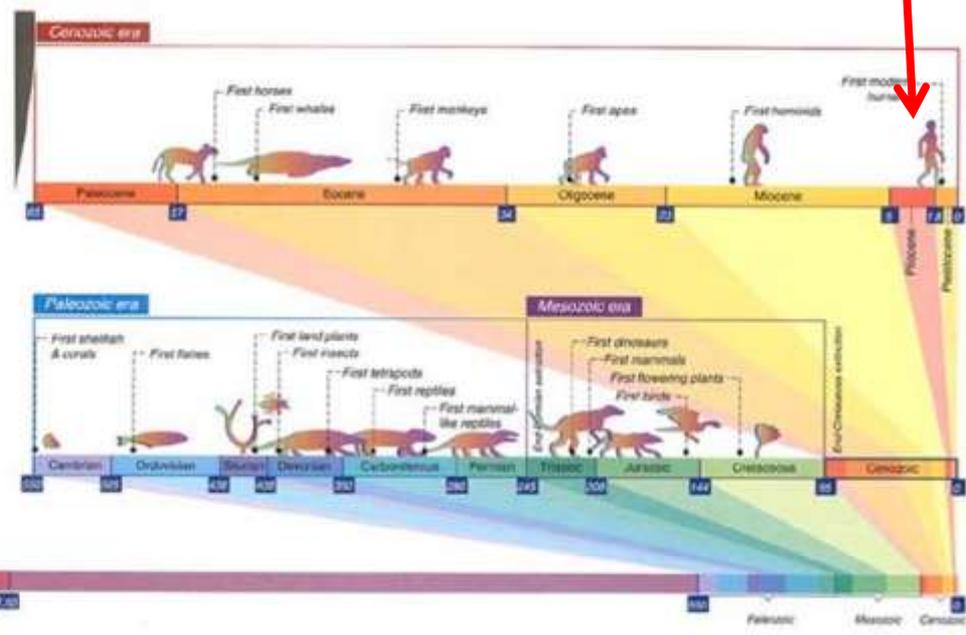


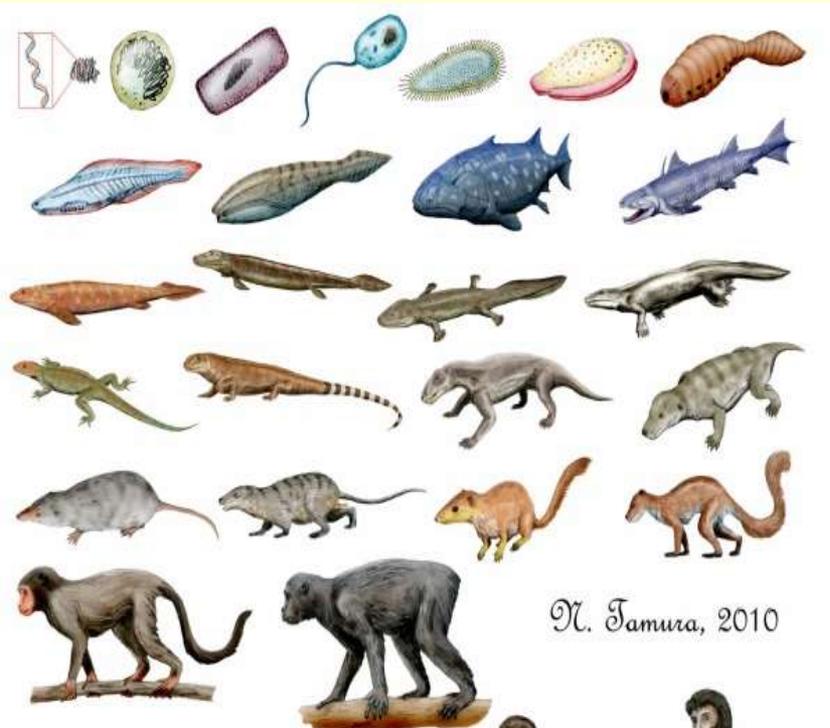


N. Tamura, 2010

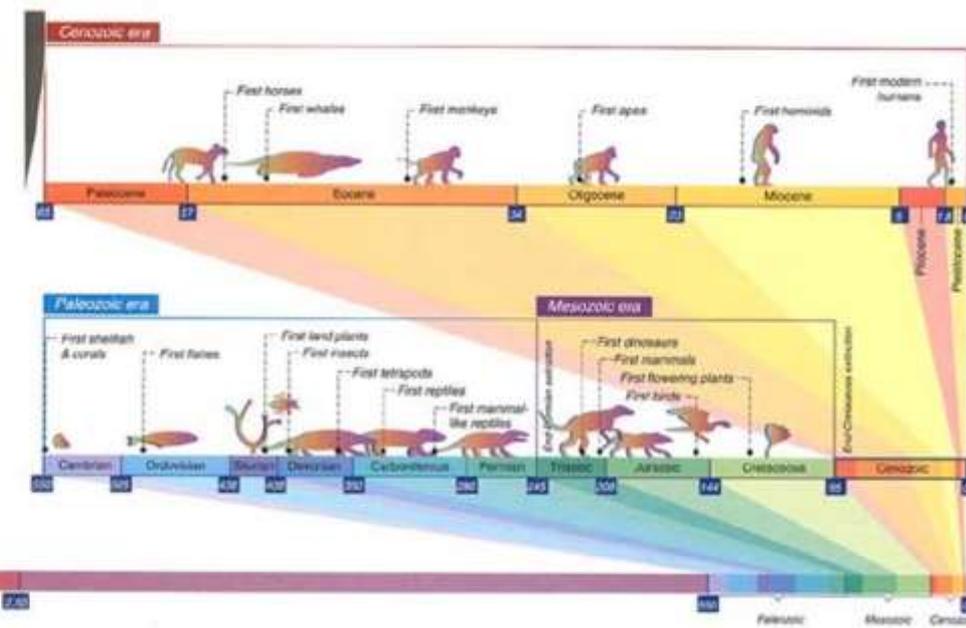
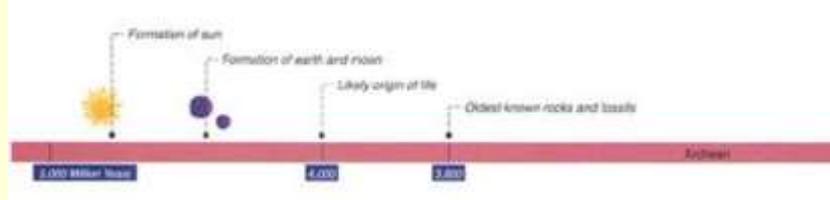
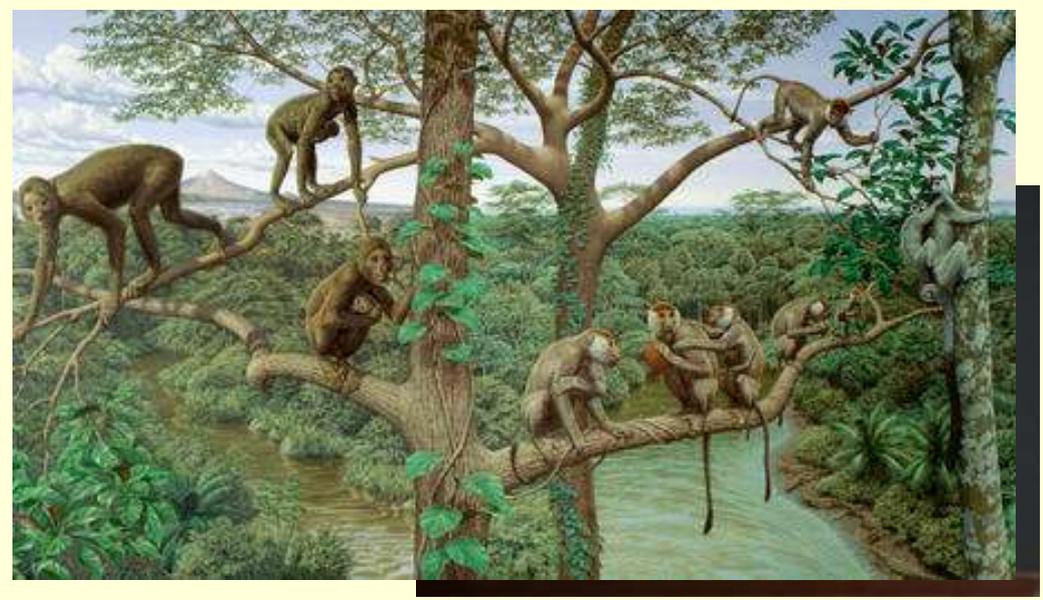


Mais on n'a pas évolué pour faire de la philo ou jouer aux échecs !

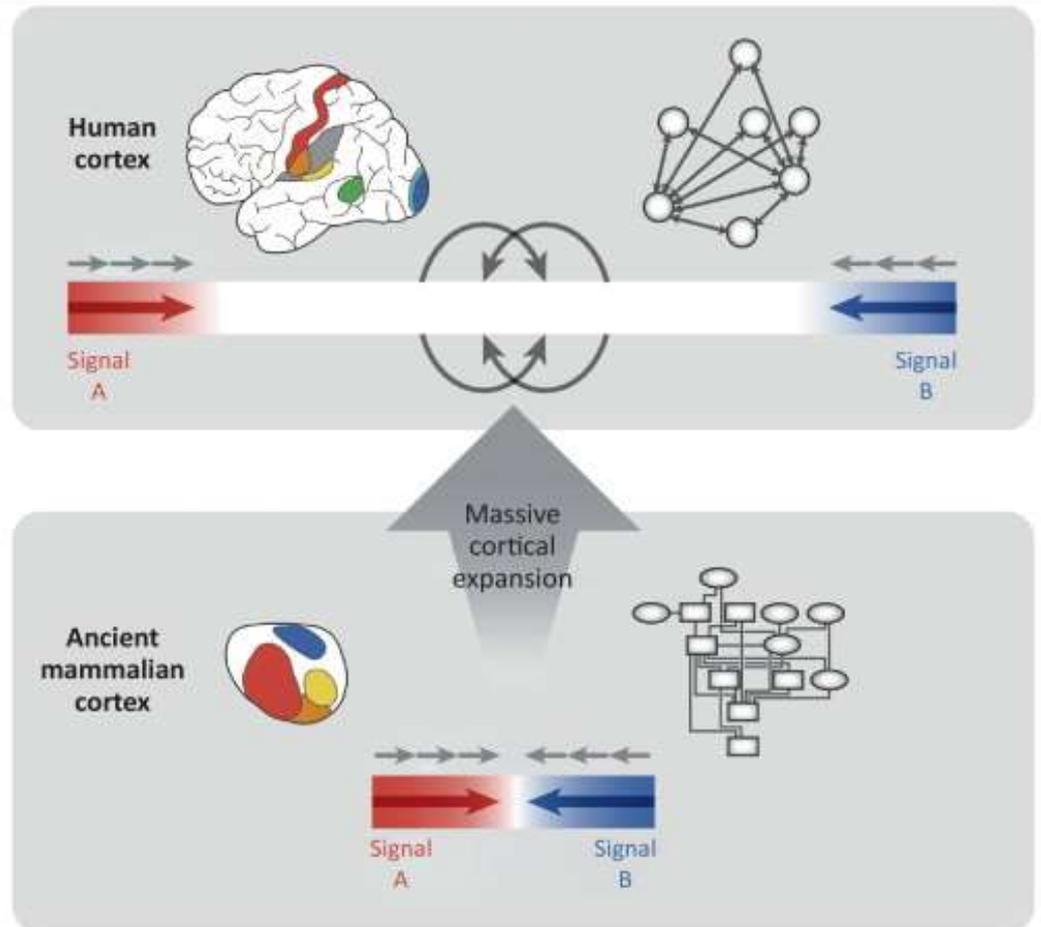




N. Tamura, 2010



Et progressivement, on aura l'option supplémentaire de faire du « offline »,

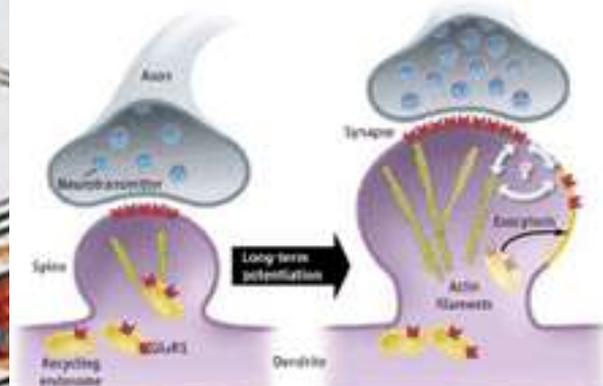
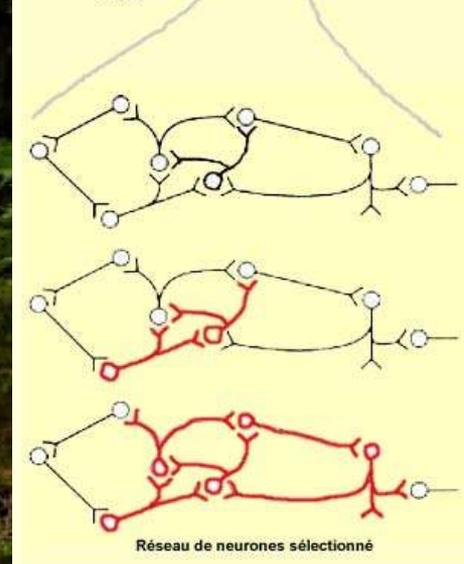
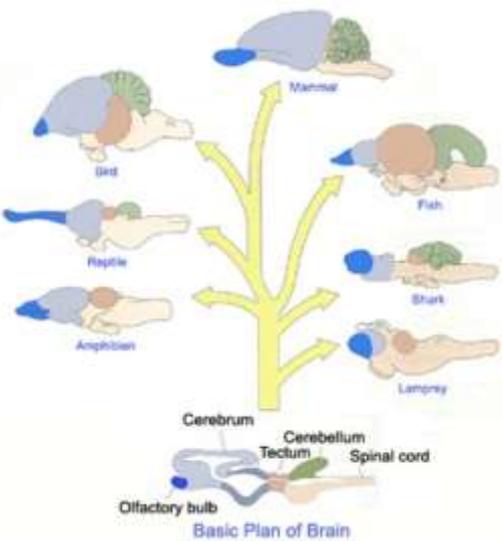


TRENDS in Cognitive Sciences

Il faut garder à l'esprit que durant le développement, au début de la vie, tout se fait en « **online** »

Une métaphore qui résume
ce qu'on a vu jusqu'ici
et qui va nous amener
vers la suite...





Et c'est un peu tout ça qu'on va explorer durant la 2^e heure...

