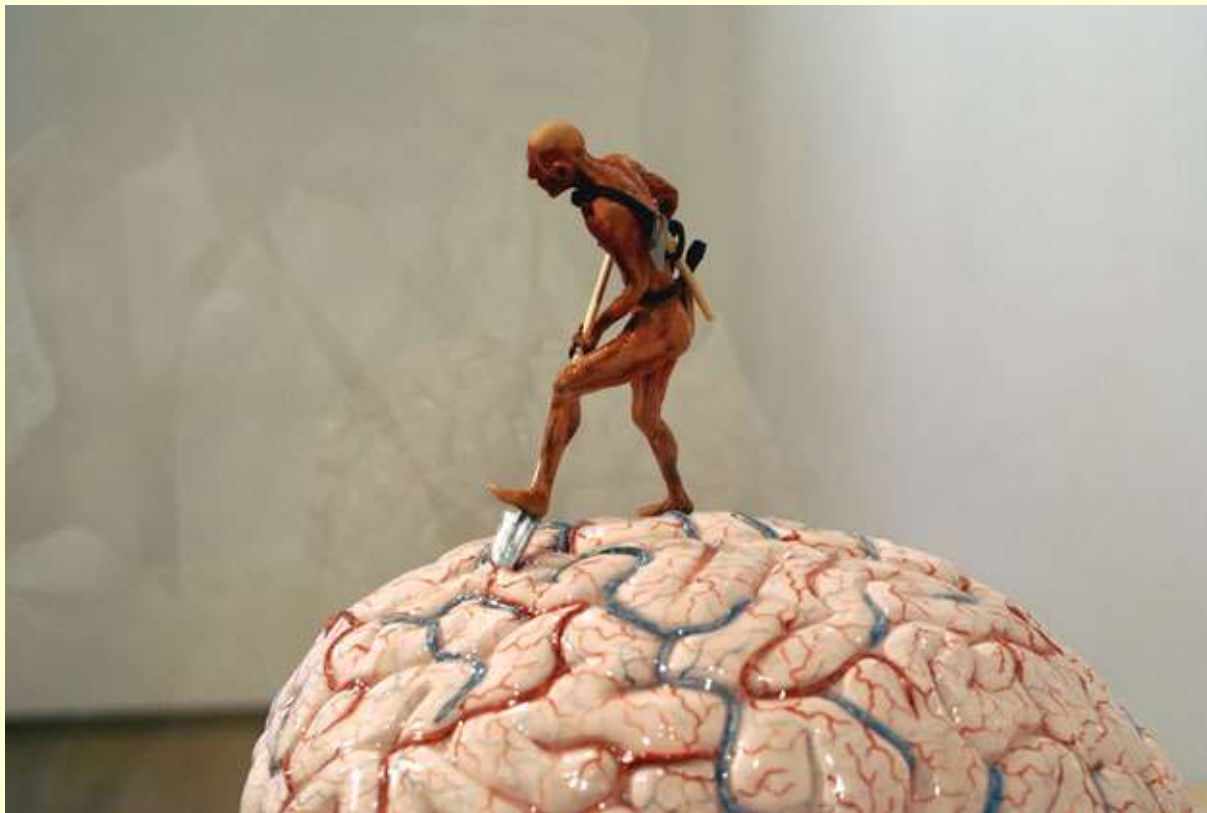


École des profs



**Cégep de
l'Abitibi-Témiscamingue**

7 juin 2019



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

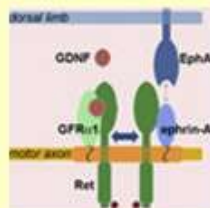
Envoyer

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

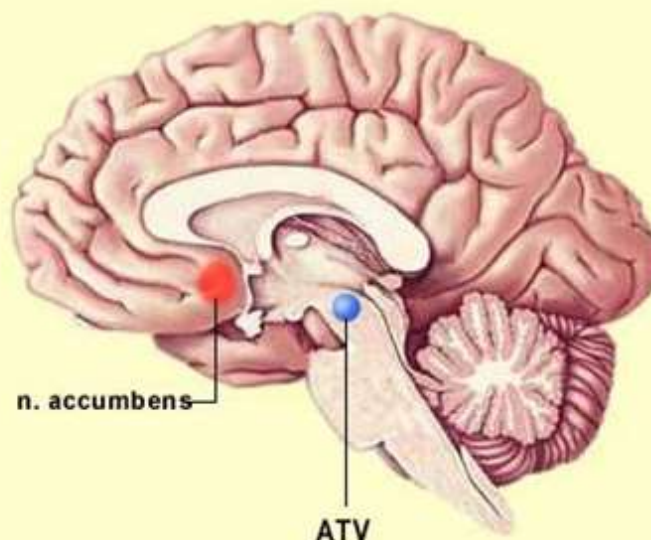


Un stimulus sensoriel qui n'apporte ni récompense ni punition est rapidement ignoré et oublié. C'est le phénomène de l'habituation qui nous fait oublier le contact de nos vêtements avec notre peau ou le tic tac de l'horloge du bureau.

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!

Titre: LE CERVEAU À TOUTES LES NIVEAUX!
Thème: Neurosciences
Niveau: Débutant

Introduction: Pour les personnes débutant la neurosciences, il est important de comprendre les bases du cerveau et de son fonctionnement. Ce document vous présente les principales structures du cerveau et leur rôle.




LES NEURONES DU CERVEAU (CNS) et leurs rôles sont essentiels pour la communication et le traitement de l'information. Ils sont classés en neurones moteurs, neurones sensoriels et neurones de liaison. Les neurones de liaison sont les plus nombreux et relient les neurones sensoriels aux neurones moteurs.

LE CERVEAU À TOUTES LES NIVEAUX!

Titre: LE CERVEAU À TOUTES LES NIVEAUX!
Thème: Neurosciences
Niveau: Intermédiaire

Introduction: Ce document explore les mécanismes de la transmission de l'information à travers les neurones, en particulier le rôle des neurotransmetteurs.



LES NEURONES DU CERVEAU (CNS) et leurs rôles sont essentiels pour la communication et le traitement de l'information. Ils sont classés en neurones moteurs, neurones sensoriels et neurones de liaison. Les neurones de liaison sont les plus nombreux et relient les neurones sensoriels aux neurones moteurs.

LE CERVEAU À TOUTES LES NIVEAUX!

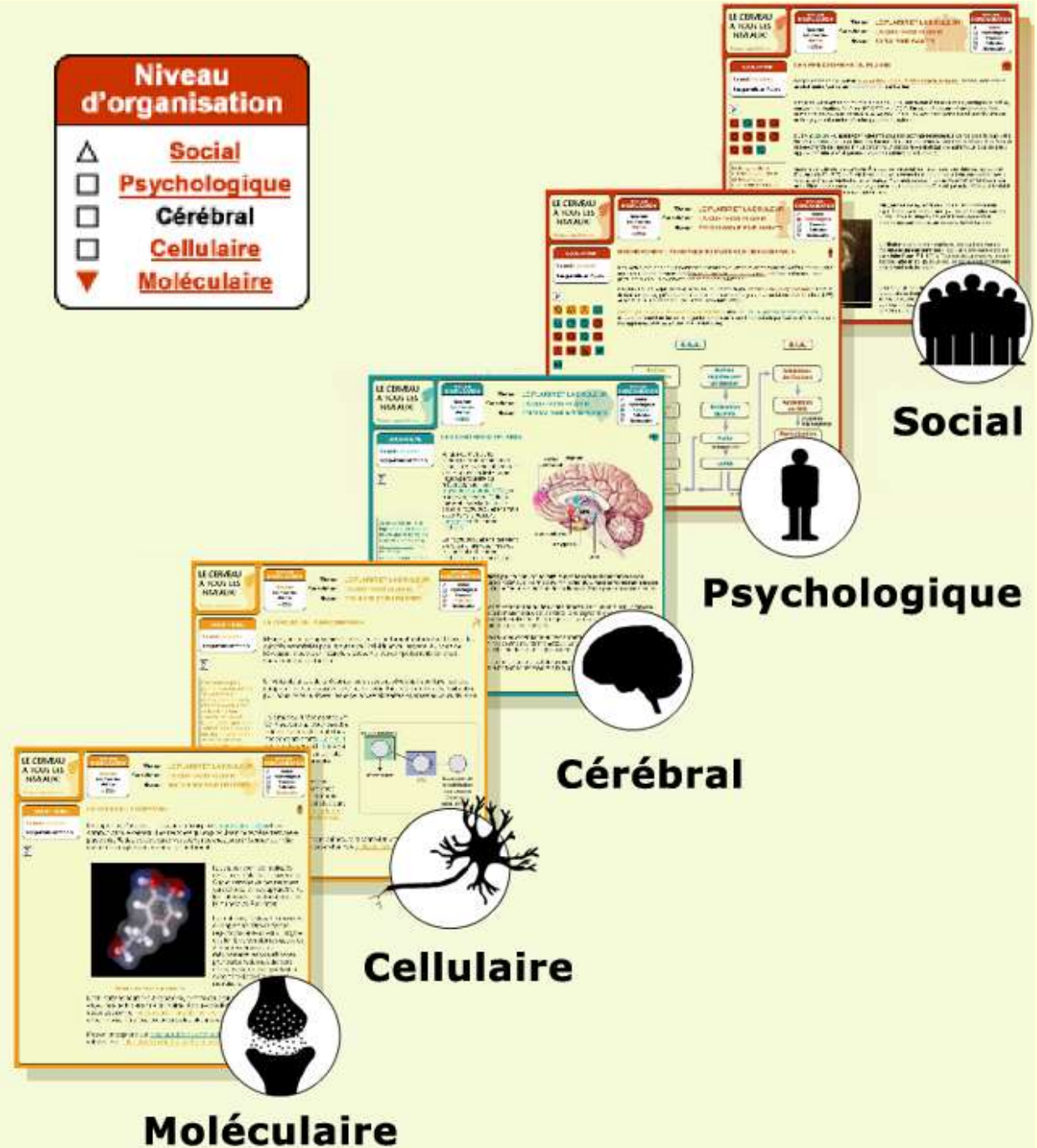
Titre: LE CERVEAU À TOUTES LES NIVEAUX!
Thème: Neurosciences
Niveau: Avancé

Introduction: Ce document approfondit les concepts de neurosciences, abordant des sujets tels que la plasticité cérébrale et les maladies neurodégénératives.



LES NEURONES DU CERVEAU (CNS) et leurs rôles sont essentiels pour la communication et le traitement de l'information. Ils sont classés en neurones moteurs, neurones sensoriels et neurones de liaison. Les neurones de liaison sont les plus nombreux et relient les neurones sensoriels aux neurones moteurs.

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'infinitement 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](#)

UQAM

Faculté des sciences humaines
Institut des sciences cognitives

UQAM > Institut des sciences cognitives

Chercher dans uqam.ca



[Accueil](#)

[L'Institut](#)

[Études](#)

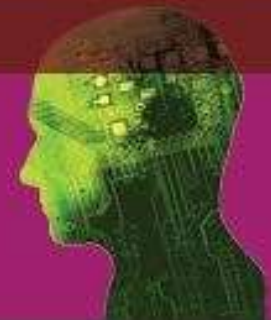
[Recherche](#)

[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 manico-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

Recherche -> blogue

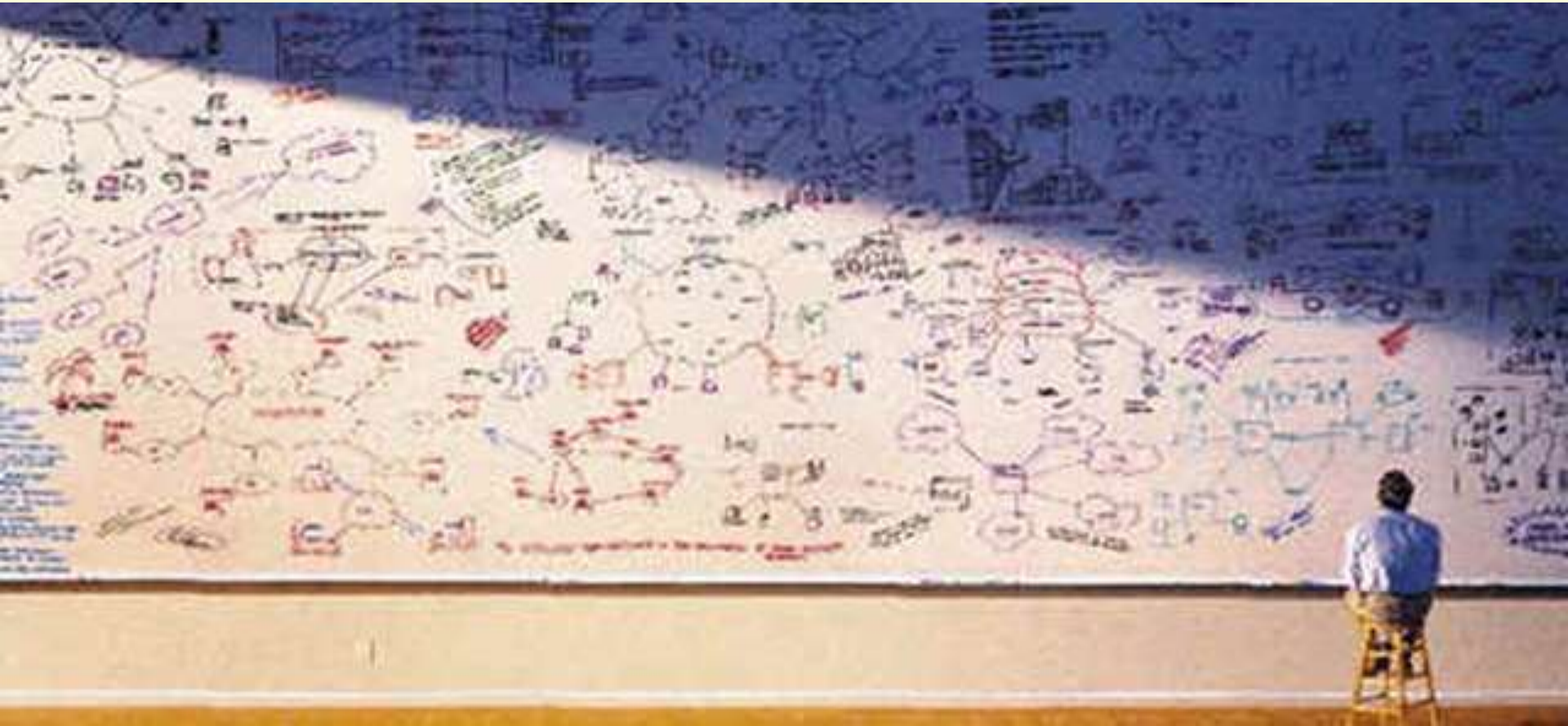
Billets par catégorie

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.

Merci de l'invitation et...



...de me donner l'occasion une fois de plus
d'essayer de donner du sens à toute cette complexité !



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

Concept / Cadre théorique :

Méthode / Technique :

Débat / Controverse :

Plan

Avant-midi :

1^{er} bloc : Perspective évolutive sur l'émergence des systèmes nerveux

2^e bloc : Développement, plasticité cérébrale, perception et action :
des processus dynamiques à différentes échelles de temps

Après-midi :

3^e bloc : De grands réseaux cérébraux transitoires :
Affordances et prise de décision, inconscient et langage conscient

4^e bloc : Le « cerveau-corps-environnement » :
stress et effet placebo, le grand cadre théorique du cerveau prédictif

Plan

1^{er} bloc : Perspective évolutive sur l'émergence des systèmes nerveux

Intro générale : cerveau-corps-environnement

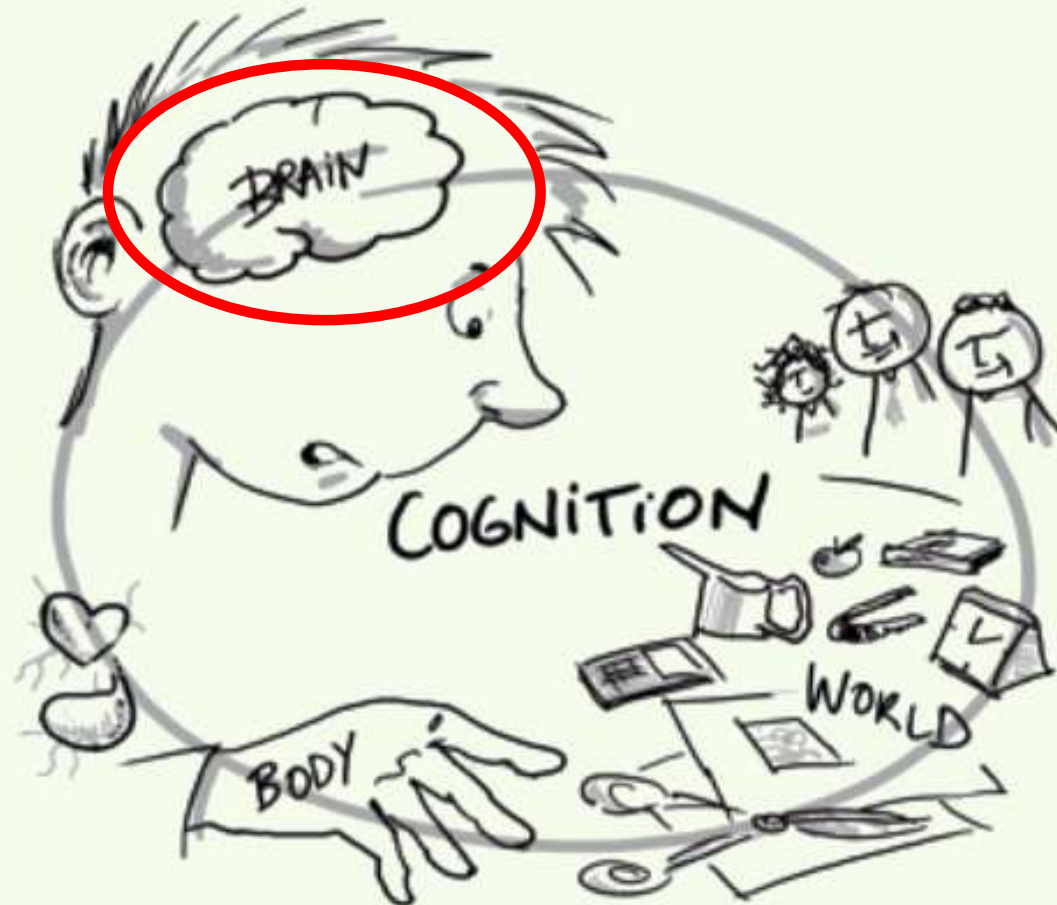
Évolution cosmique, chimique et biologique

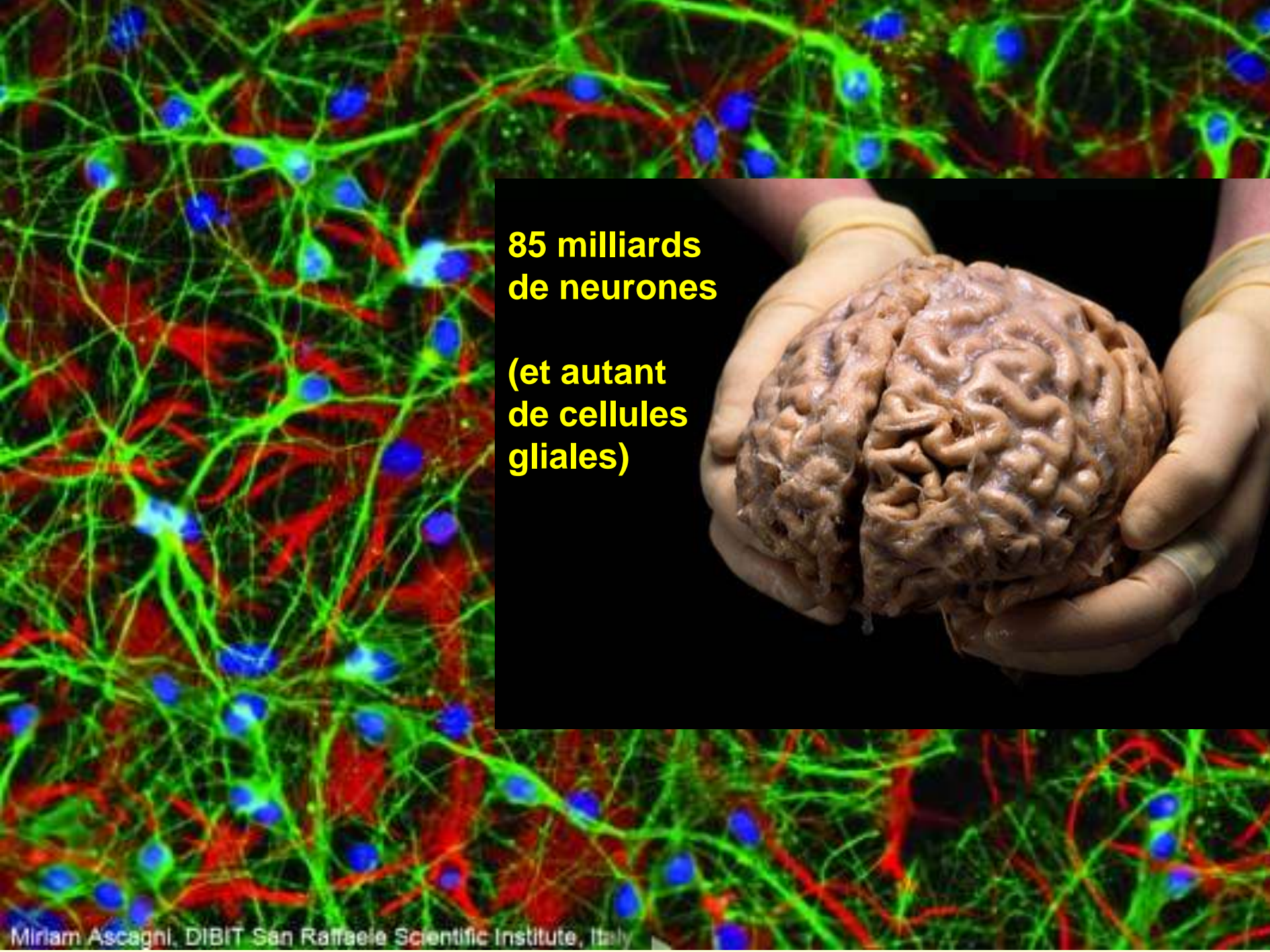
Émergence des systèmes nerveux

Plaisir, douleur, mémoire

Recyclage neuronal

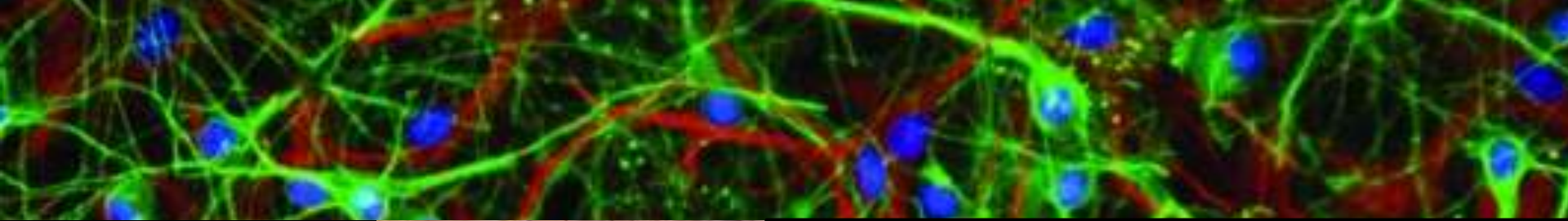
Cerveau – Corps - Environnement



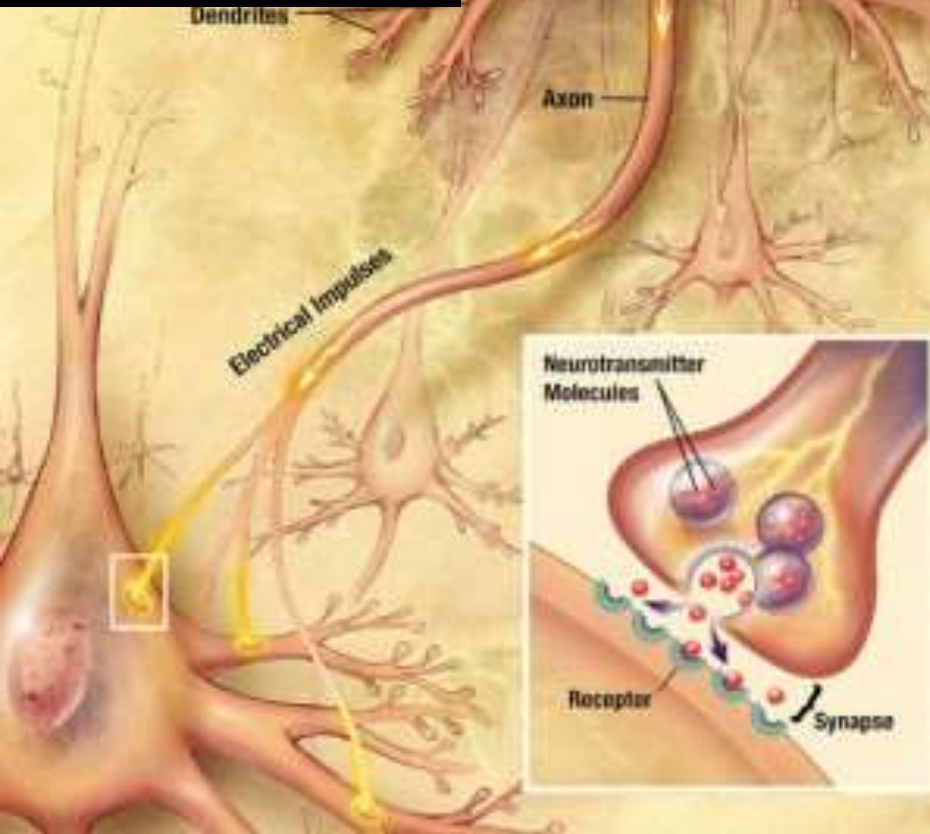


**85 milliards
de neurones**

**(et autant
de cellules
gliales)**



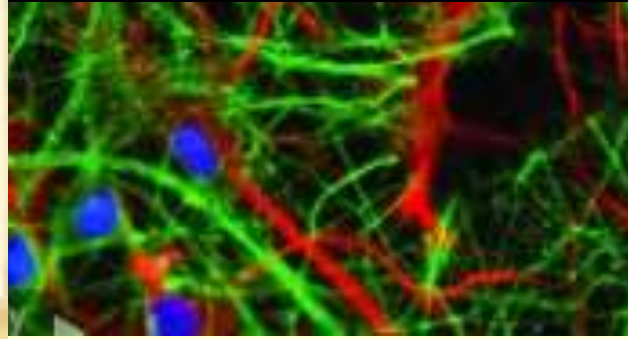
Chaque neurone peut recevoir 1 000 et même jusqu'à 10 000 connexions

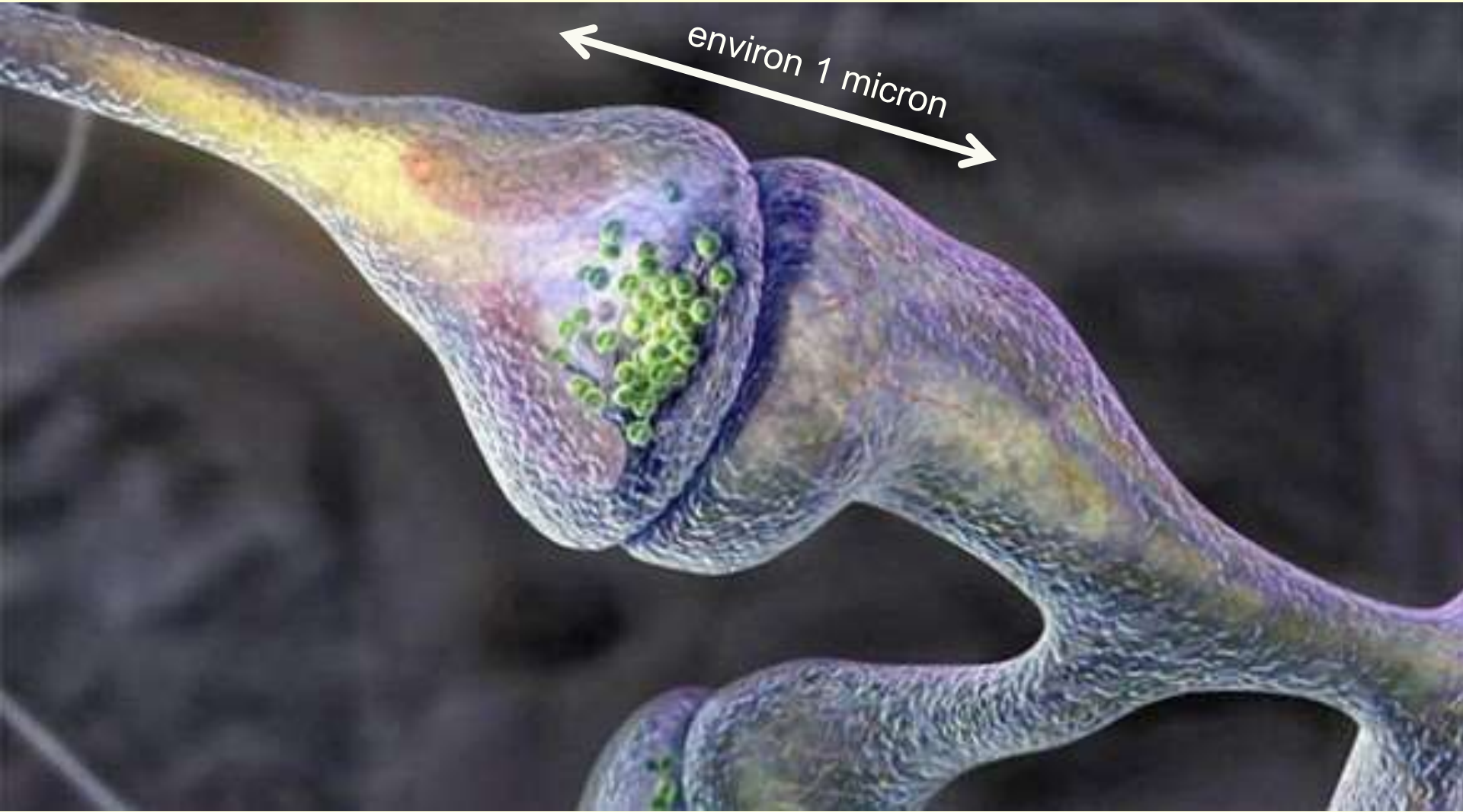


Si l'on comptait 1 000 connexions pour 86 milliards de neurones à raison de une par seconde, cela prendrait environ...

...2,7 millions d'années !

Donc il aurait fallu commencer un peu avant l'apparition d'Homo habilis (premier Homo il y a 2,5 millions d'années)



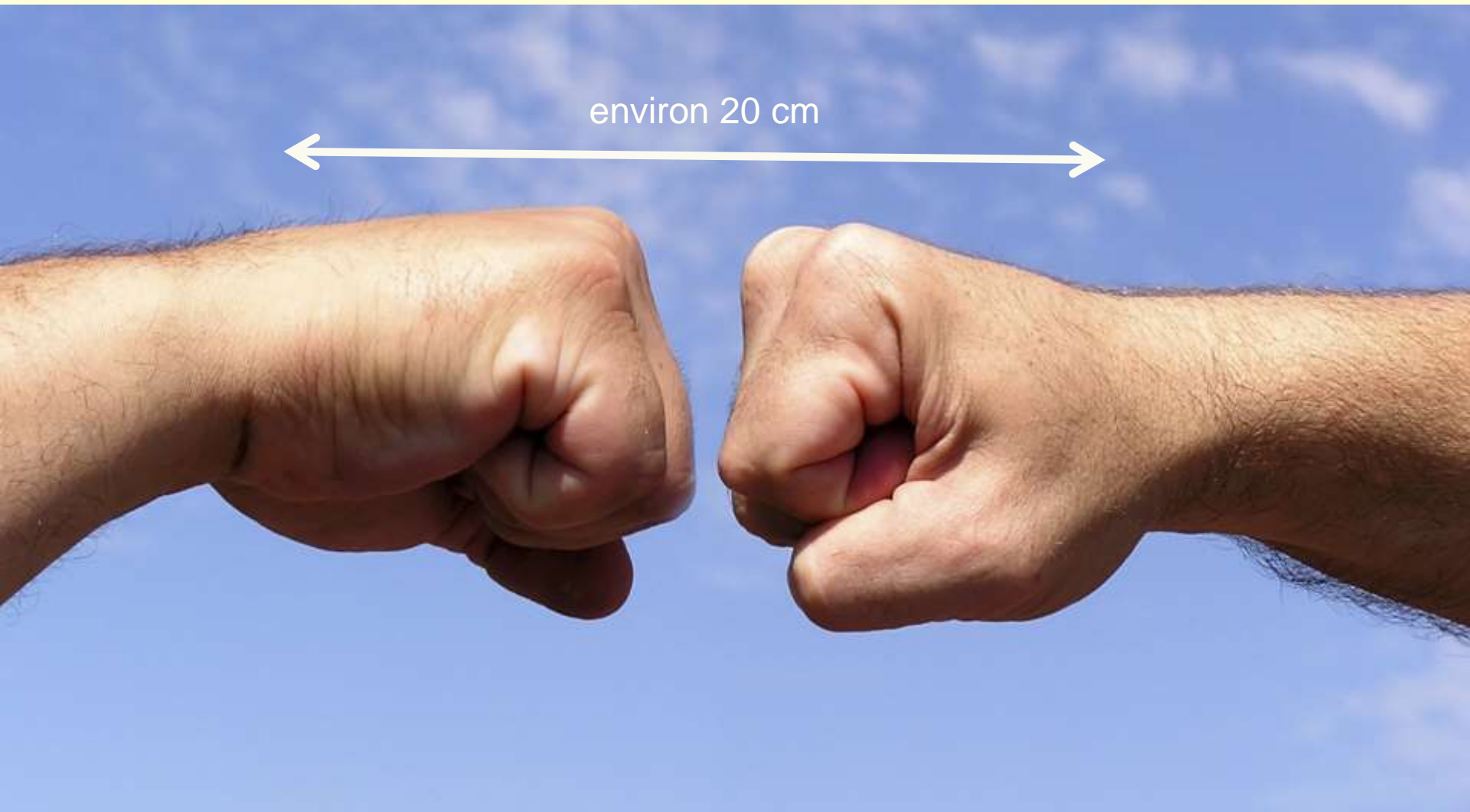


environ 1 micron

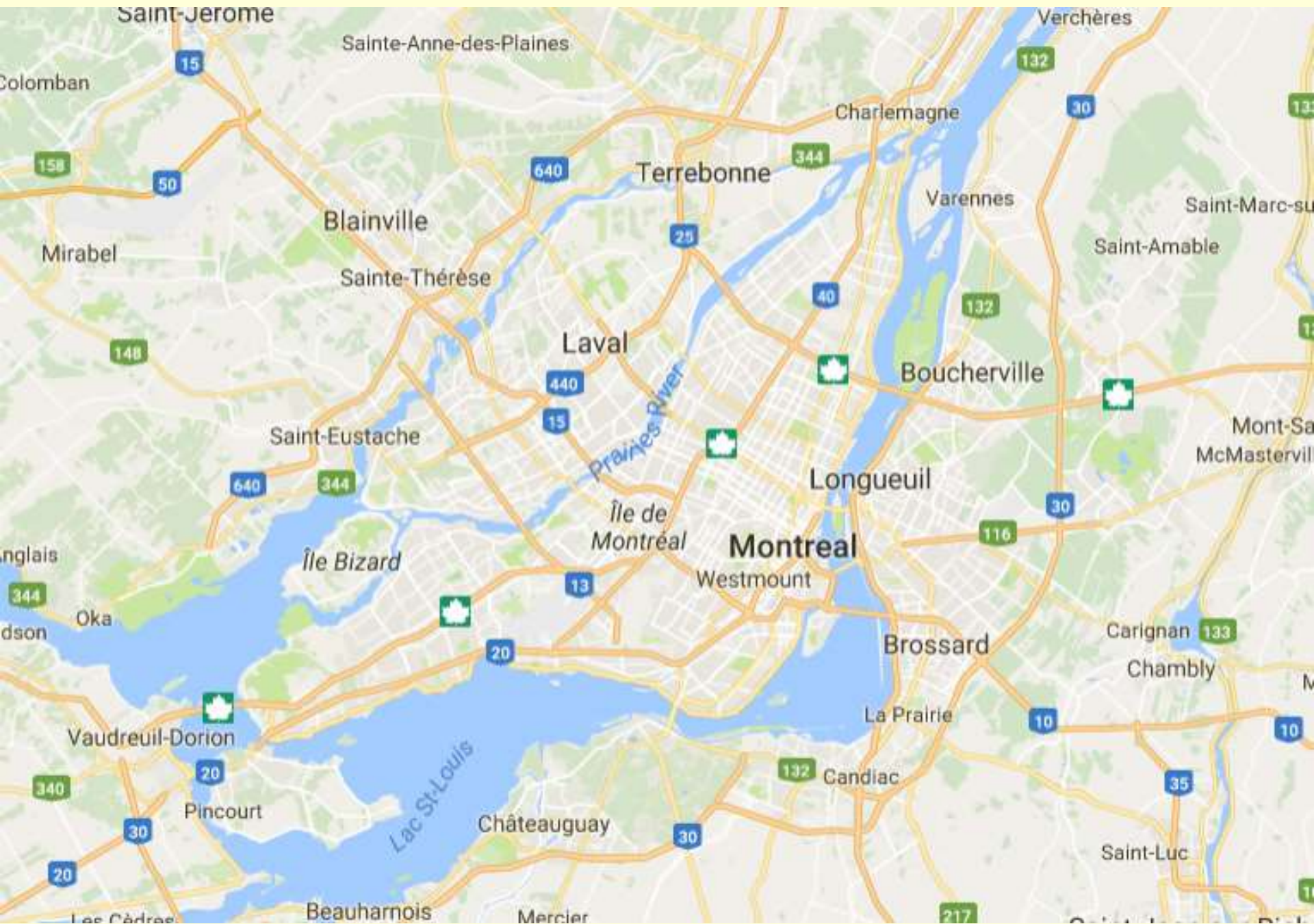
A photograph of a human brain held in two gloved hands. The brain is the central focus, showing its characteristic convoluted surface. The hands are wearing light-colored, possibly latex, gloves. A white double-headed arrow is drawn across the image, spanning the width of the brain. The text "environ 20 cm" is written along the arrow, indicating the approximate width of the brain.

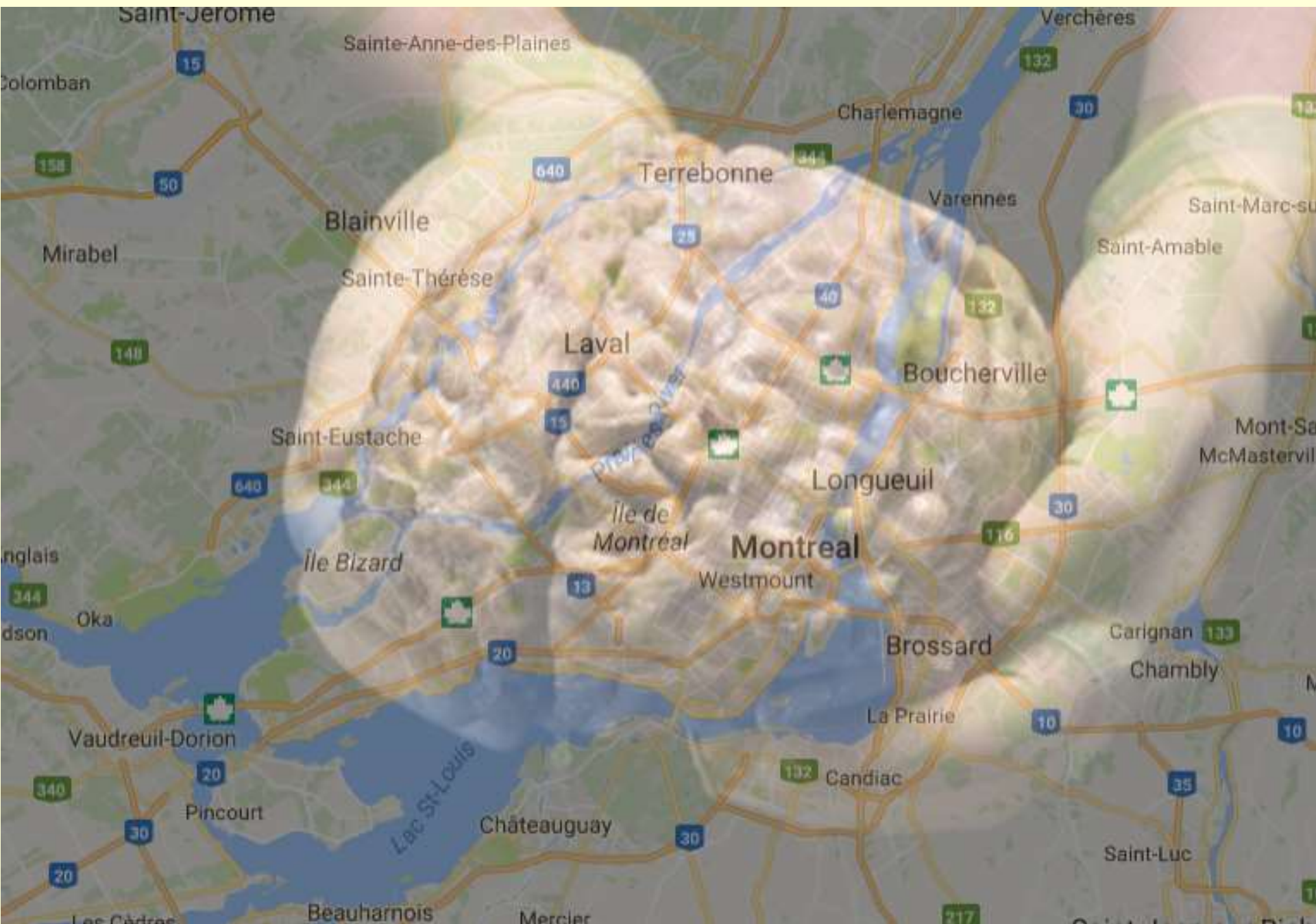
environ 20 cm

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



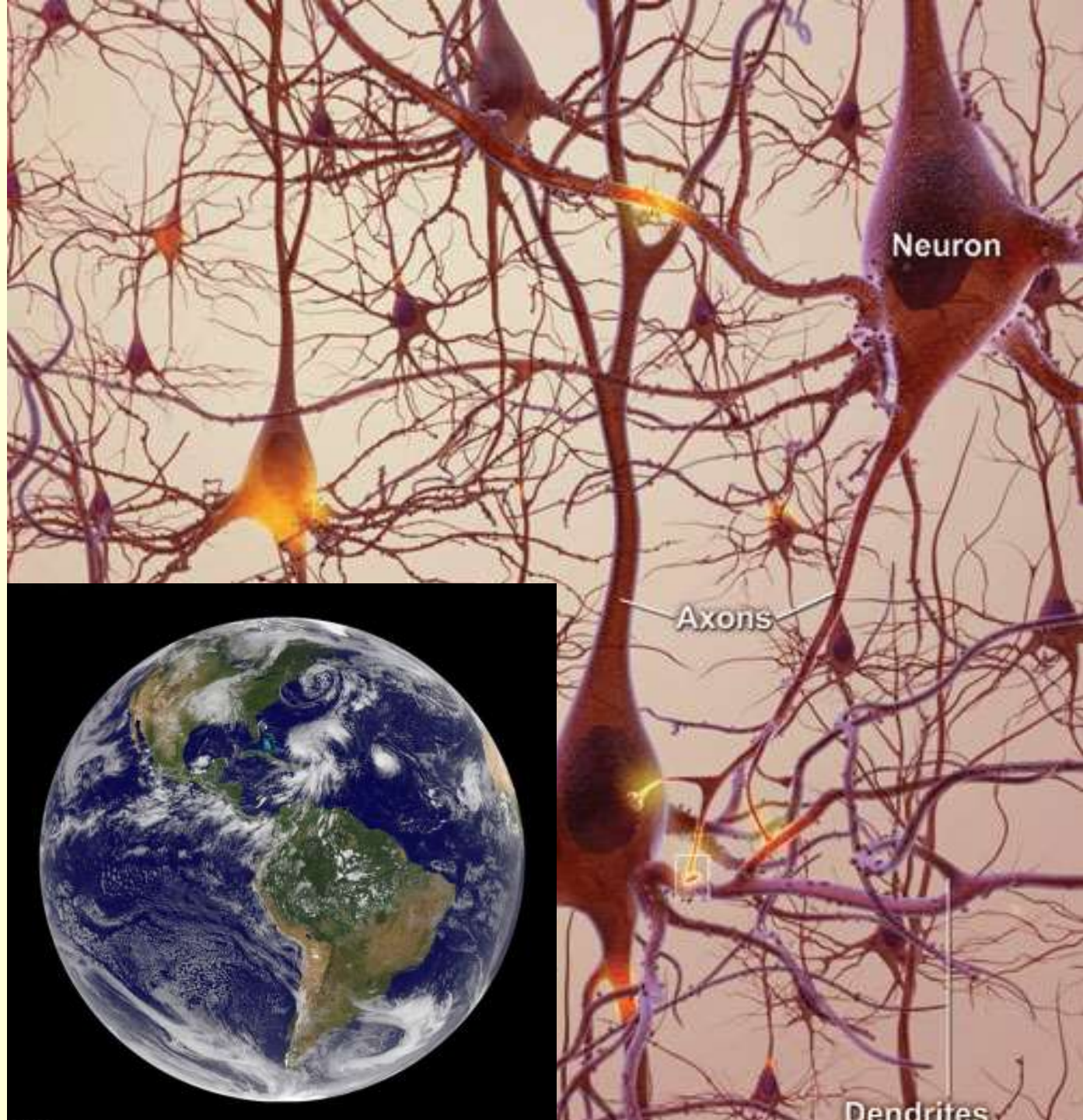
Alors : $0,2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} / 0,000\ 001 \text{ m} = 40\ 000 \text{ m} = \mathbf{40 \text{ km}}$



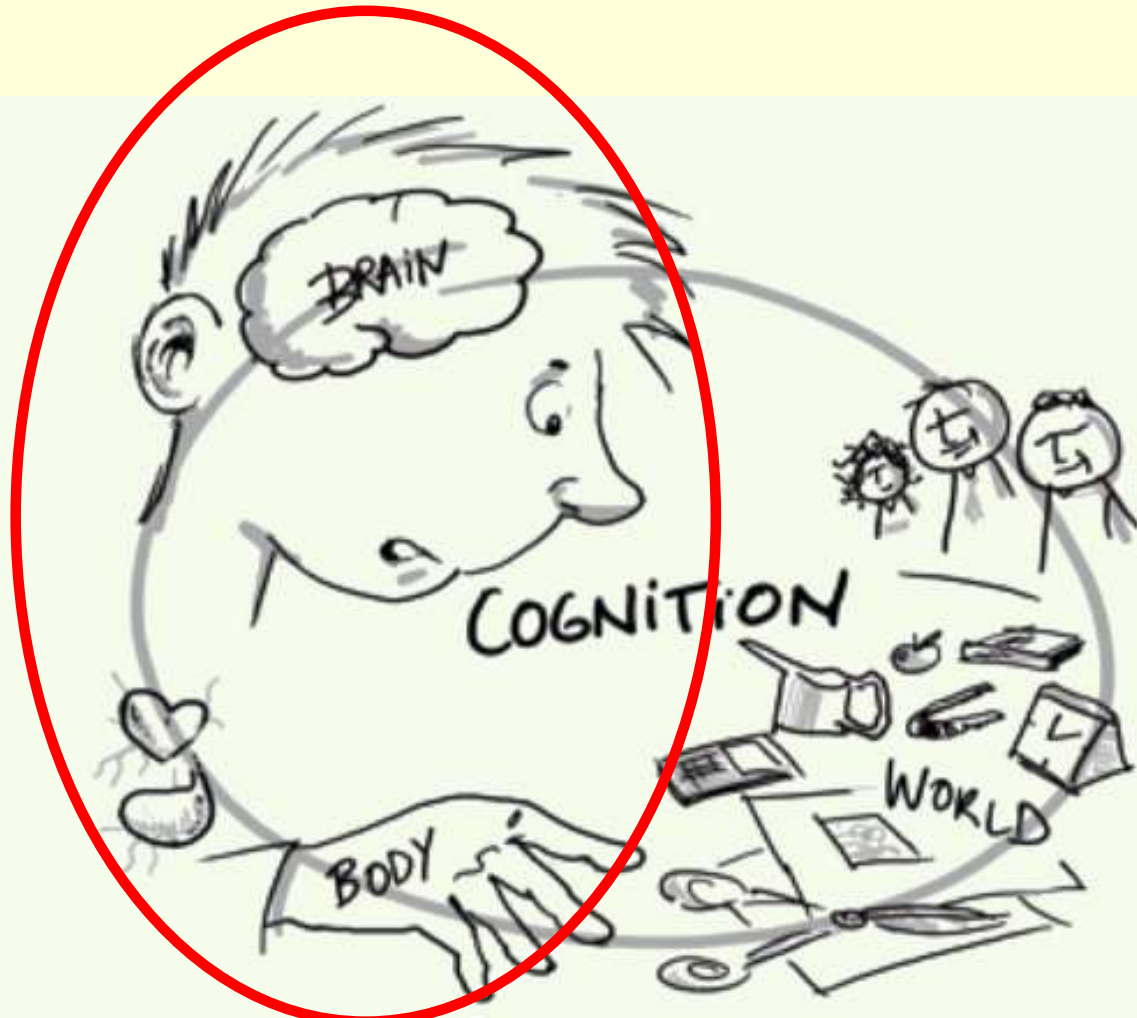


Et si on mettait
bout à bout tous
ces petits câbles,

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



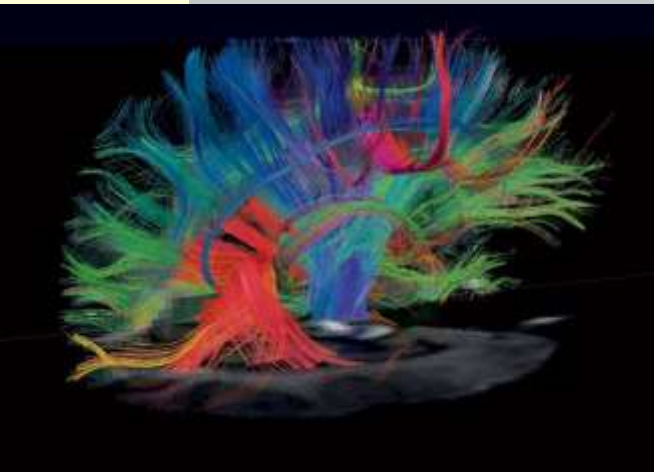
Cerveau – Corps - Environnement





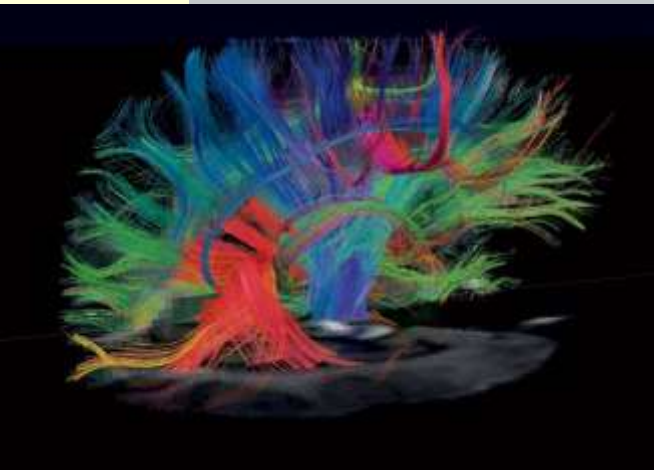
Le système nerveux comporte donc énormément de fils (les prolongements des neurones)...

...sans parler de tous les nerfs du système nerveux **périphérique** et des **nerfs crâniens**, car le cerveau a de tout temps évolué avec un corps !



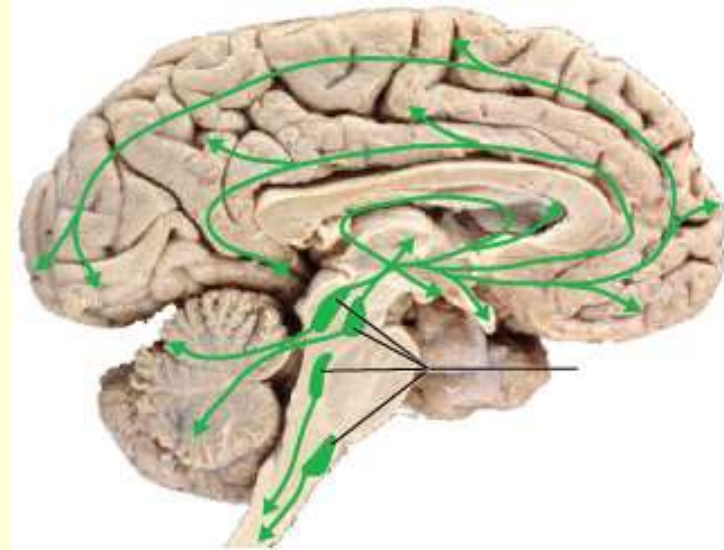


+



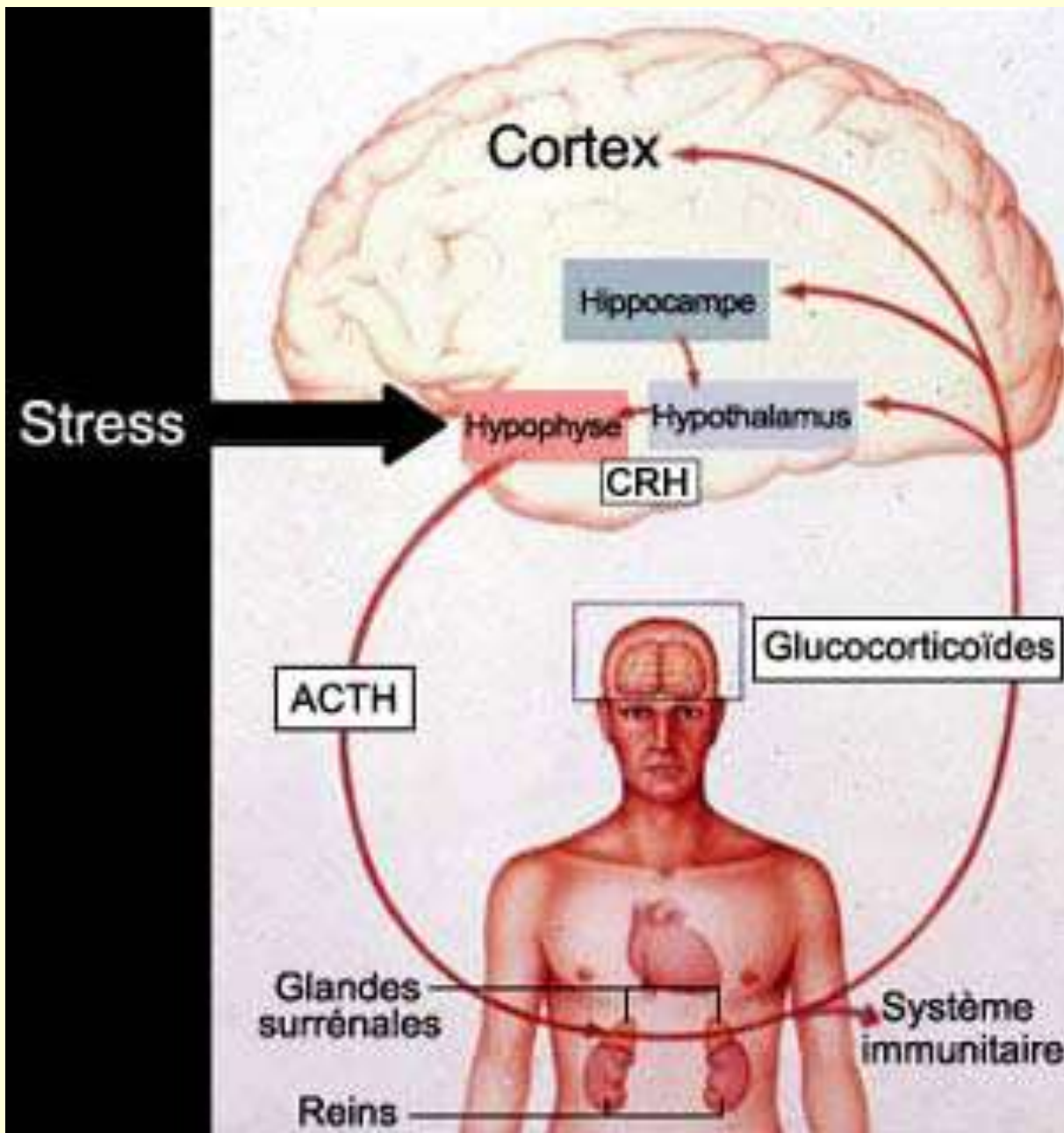
Il est temps
d'introduire
la soupe...

...ou les
« neuro-
hormones »



qui sont diffusées dans de vastes zones cérébrales





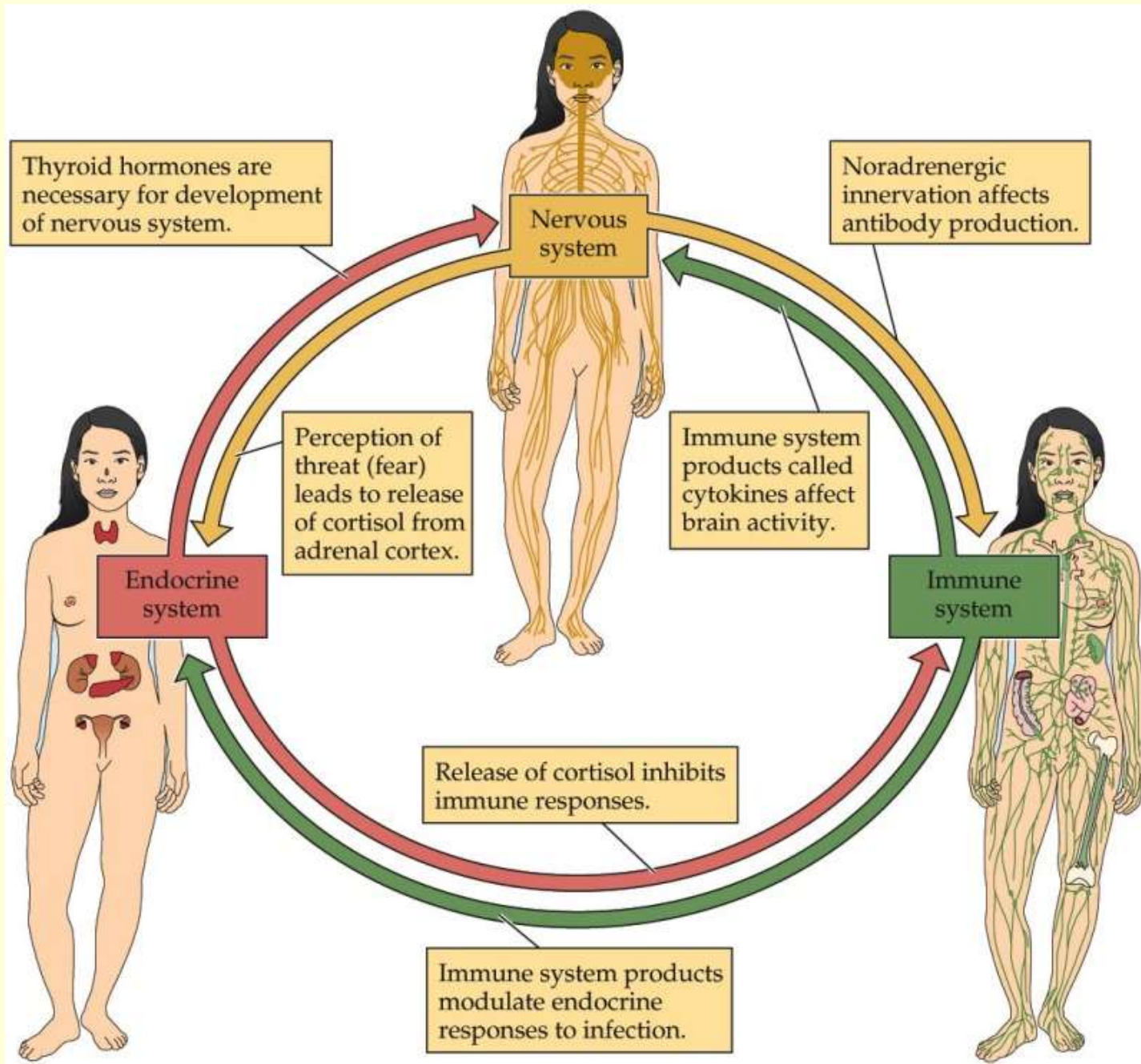
...et même au-delà,
dans tout le corps.

Par exemple,
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.**





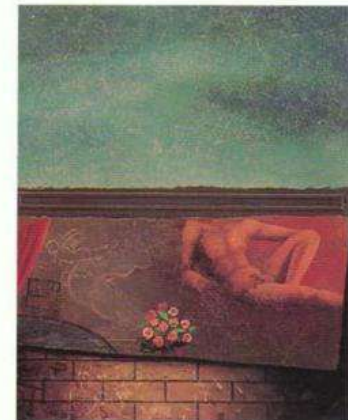
« **Je suis**
parce que je suis ému
et parce que tu le sais ! »

Nos émotions... impliquent tout ce « cerveau-corps »
en interaction avec le monde qui nous entoure.



JEAN-DIDIER VINCENT

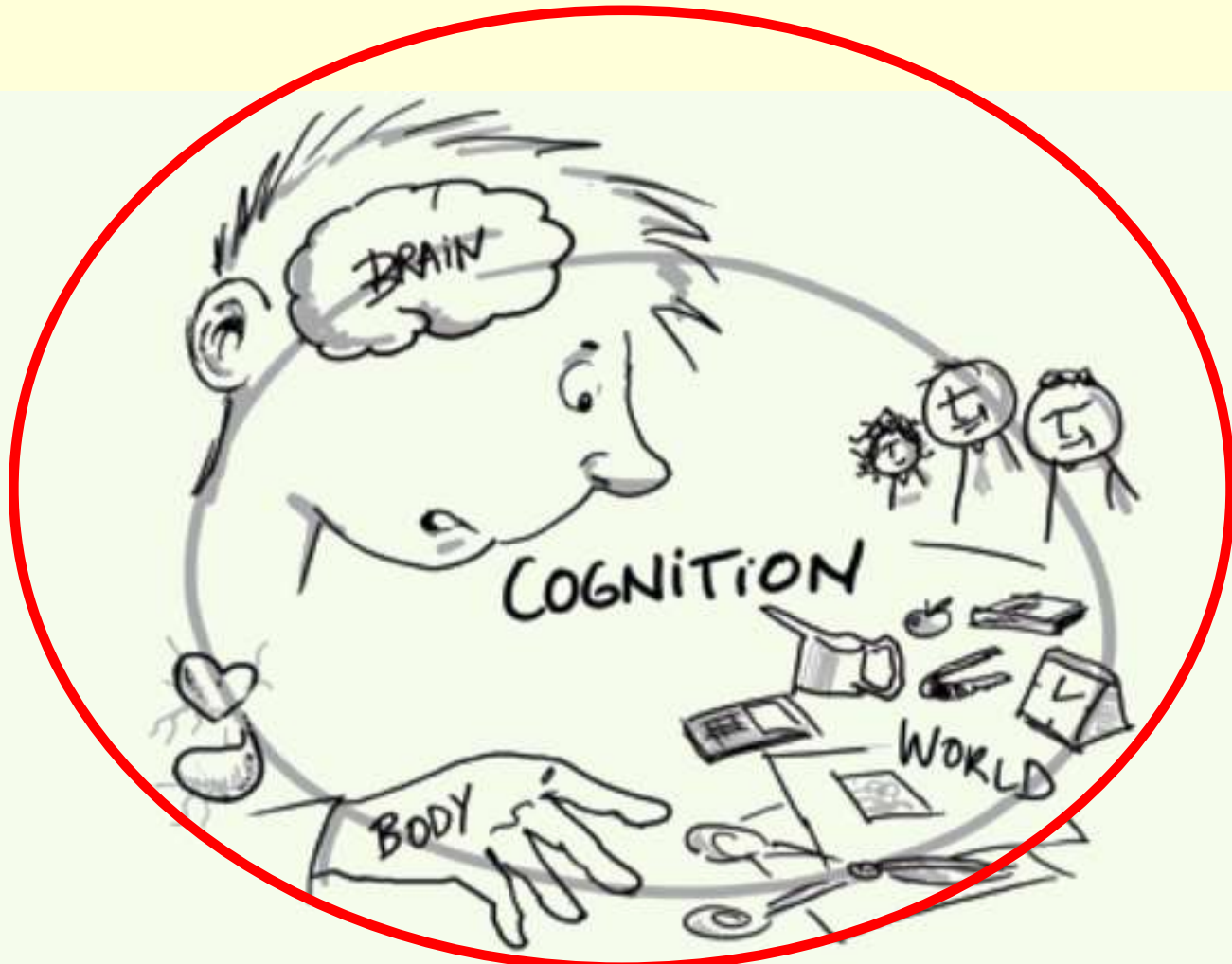
**BIOLOGIE
DES PASSIONS**



EDITIONS
ODILE JACOB
SCIENCES

(1986)

Cerveau – Corps - Environnement





L'environnement physique...





...et surtout l'environnement humain !





Langage : représentations symboliques communes permettant de coordonner nos actions

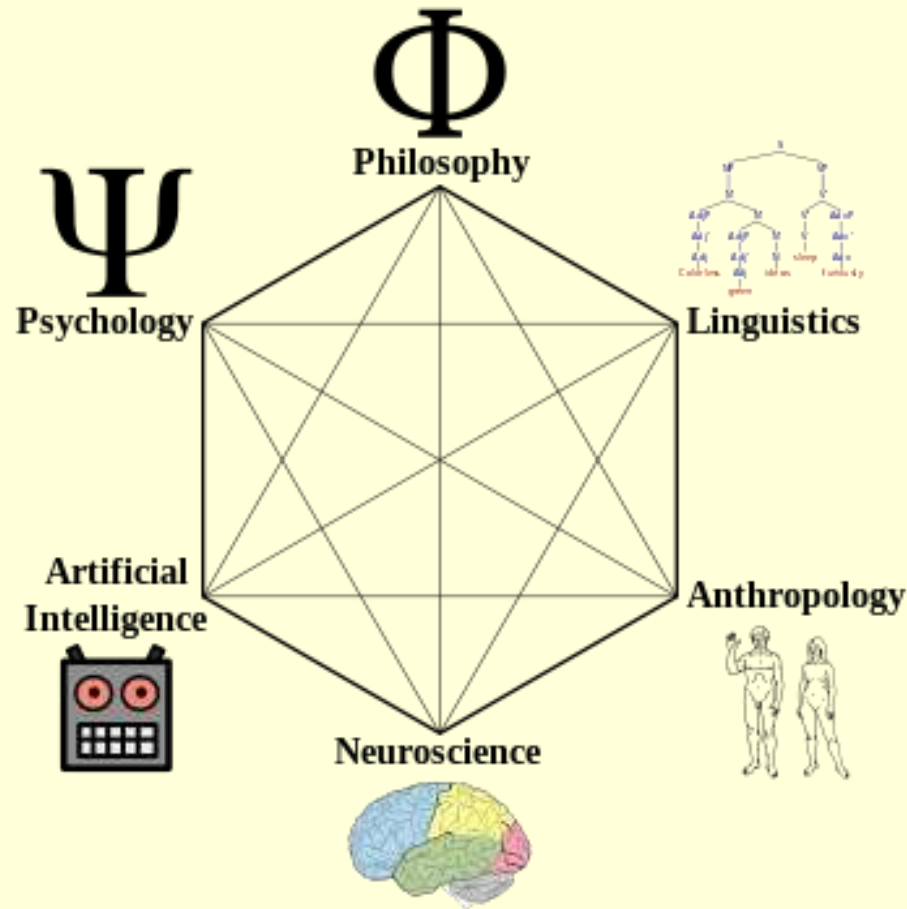


Ce langage
tend aussi à
« s'intérioriser »
pour participer à
ce qu'on appelle la
conscience subjective

qui est une
caractéristiques
particulière de ces
« corps-cerveau »...

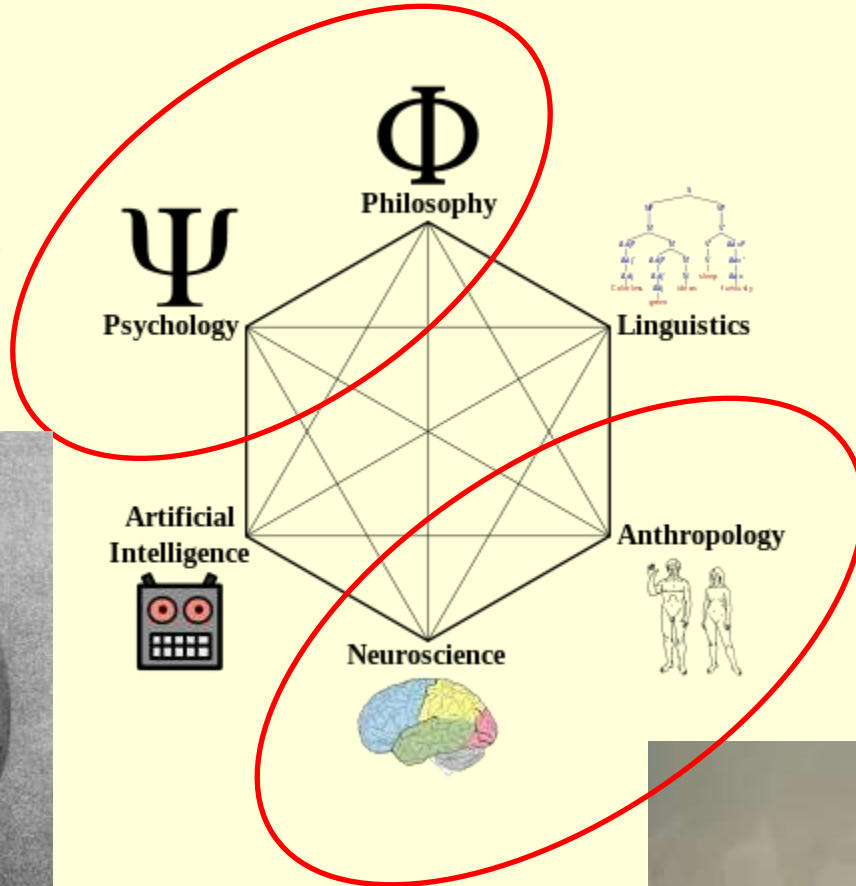


Et c'est ce qui intéresse ce qu'on appelle les « **sciences cognitives** »

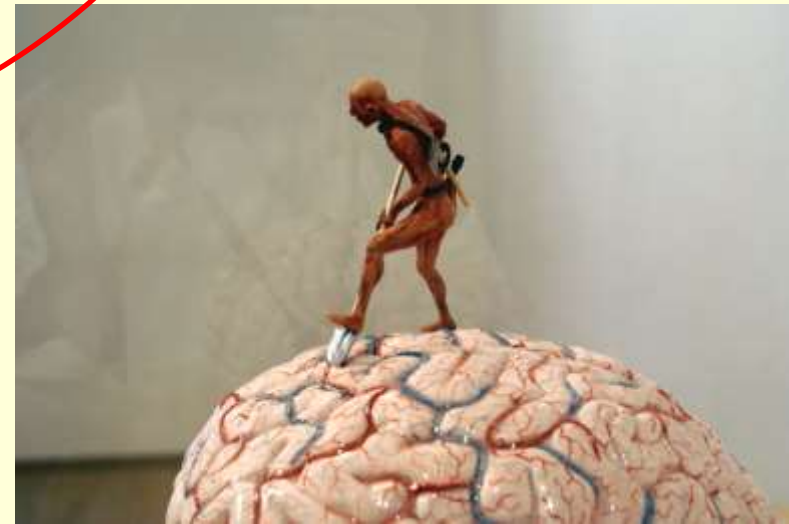


Dont certaines disciplines vont s'intéresser davantage à

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...



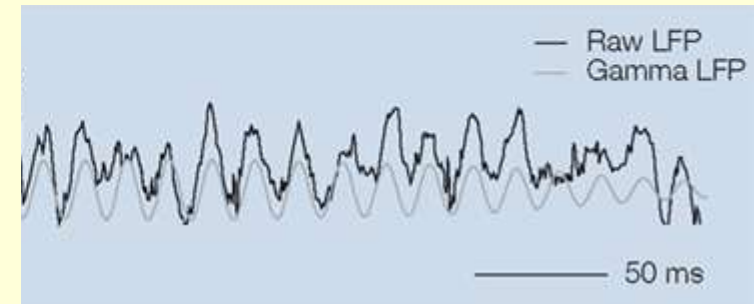
Le rouge que
l'on ressent à
la vue de cette
pomme...

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

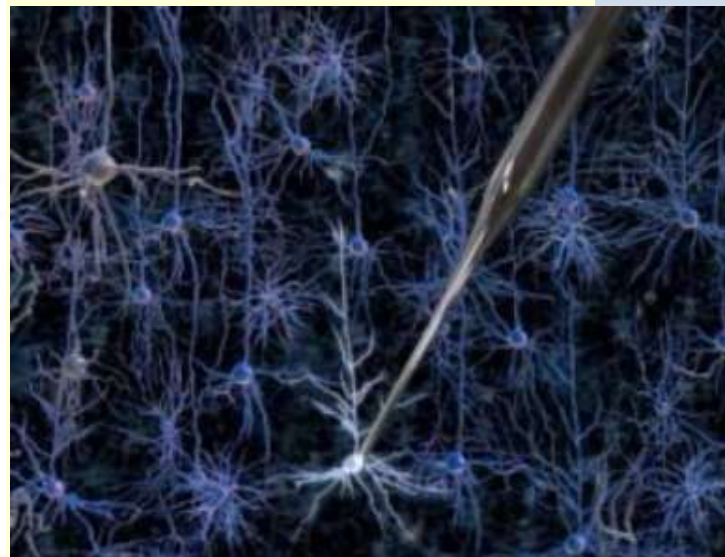
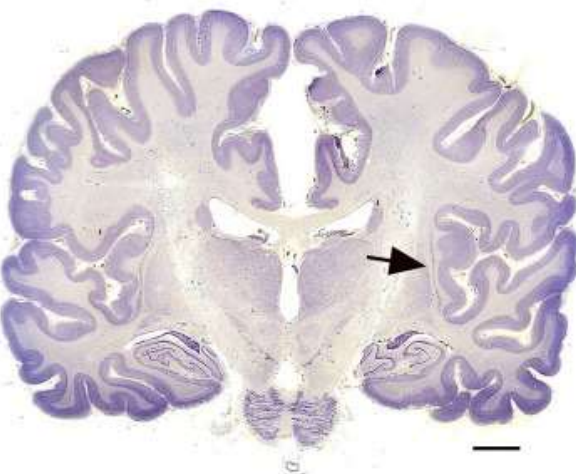


Mais il est où le rouge dans notre cerveau ?

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...!

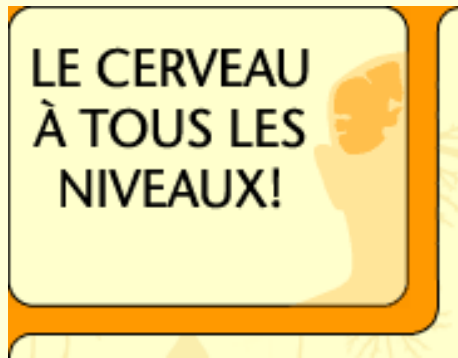


B



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 !**

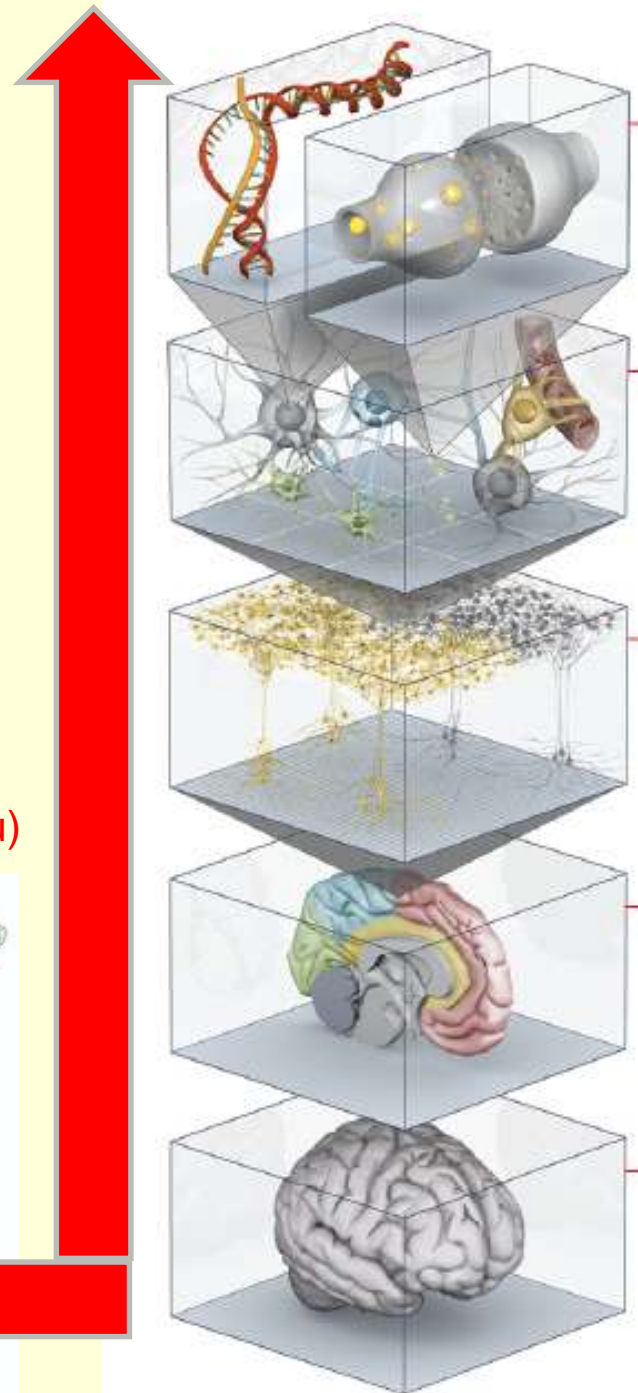
Nous sommes fait de multiples **niveaux** d'organisation



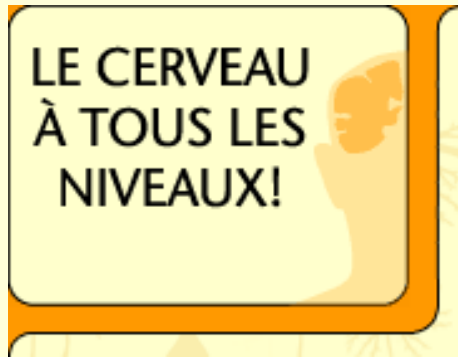
Le social
(corps-cerveau-environnement)



L'individu
(corps-cerveau)



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



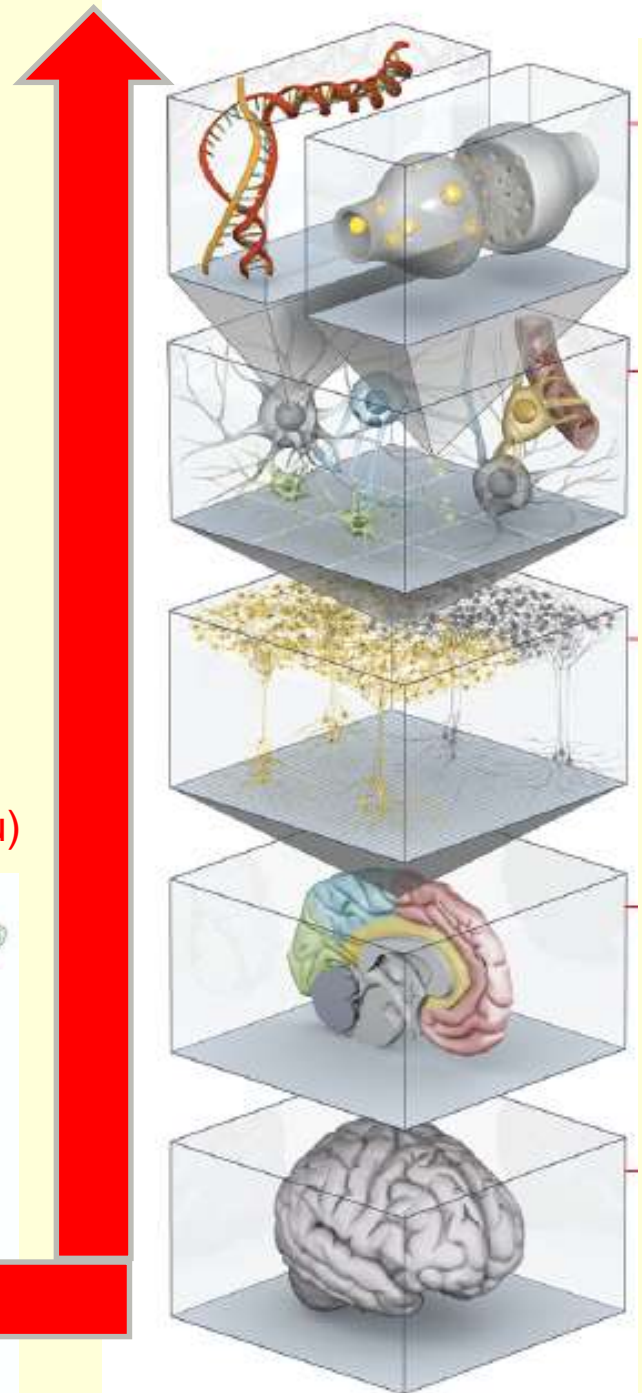
Le social
(corps-cerveau-environnement)



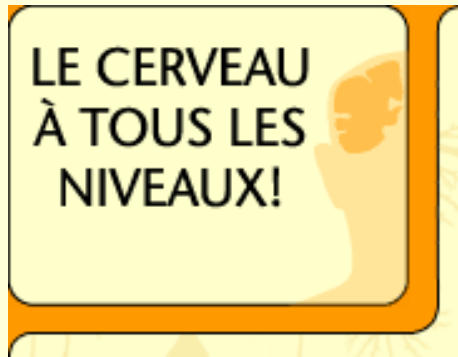
The Hierarchically Mechanistic Mind:
A Free-Energy Formulation
of the Human Psyche
October 2018

“... the HMM synthesises a **multi-level** [evolutionary systems theory] of human psychology...”

L'individu
(corps-cerveau)



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

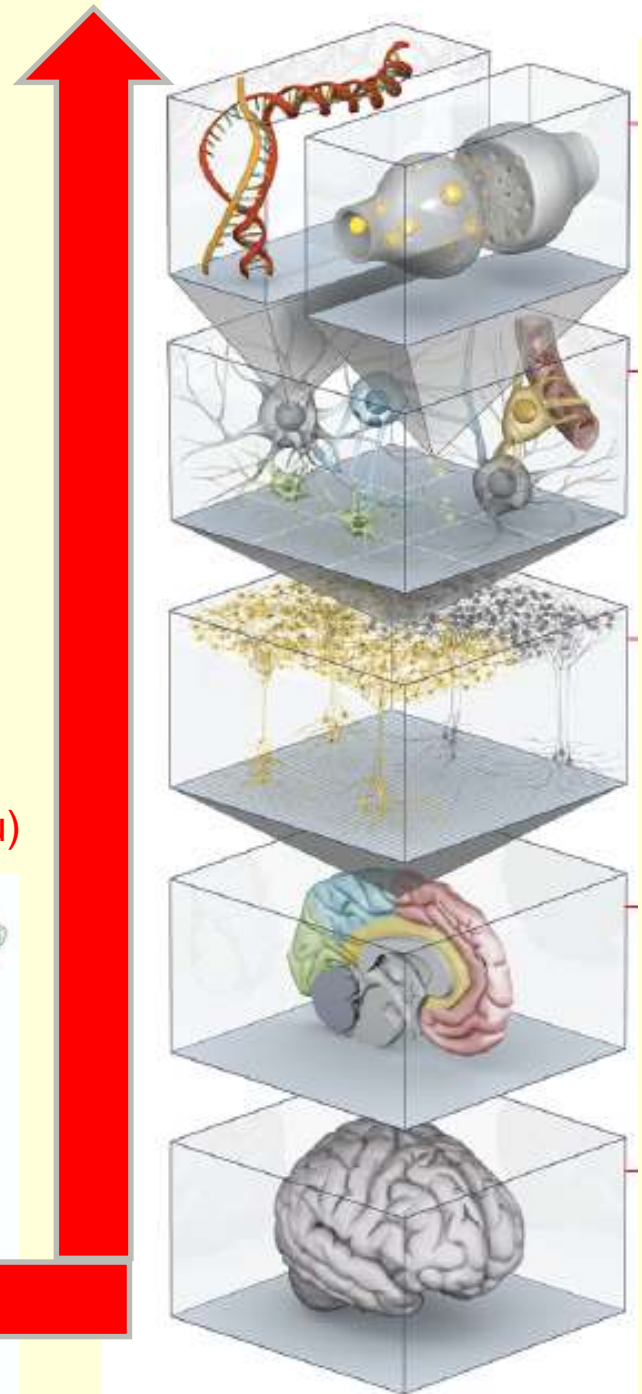


Le social
(corps-cerveau-environnement)



Cette conception au cœur des sciences cognitives contemporaine s'est progressivement imposé **il n'y a qu'un demi-siècle** environ...

L'individu
(corps-cerveau)



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

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



Henri Laborit
(1914-1995)



...qu'est-ce qu'on entend par **paradigmes scientifiques** ?

C'est une notion introduite par Thomas Kuhn en 1962.

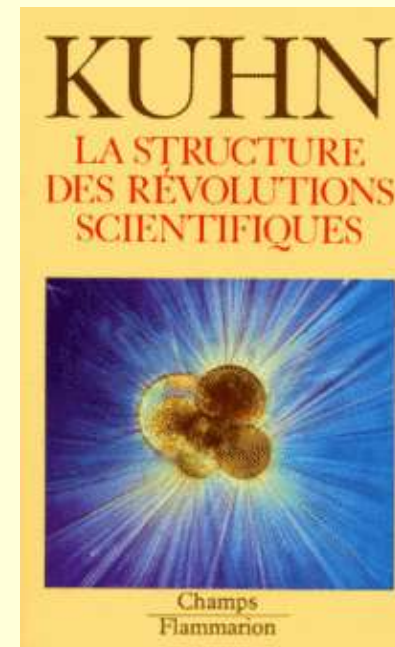
C'est l'idée qu'il y a, à une époque donnée,
« **UNE** » **théorie plus largement acceptée** au sein de la communauté scientifique dans un domaine particulier.

Ce que Kuhn appelle aussi la « science normale ».

Les lois de ce paradigme dominant pourront être dérangées périodiquement par des données « a-normales » qui, lorsqu'elles deviennent trop nombreuses, provoquent des **révolutions scientifiques**.

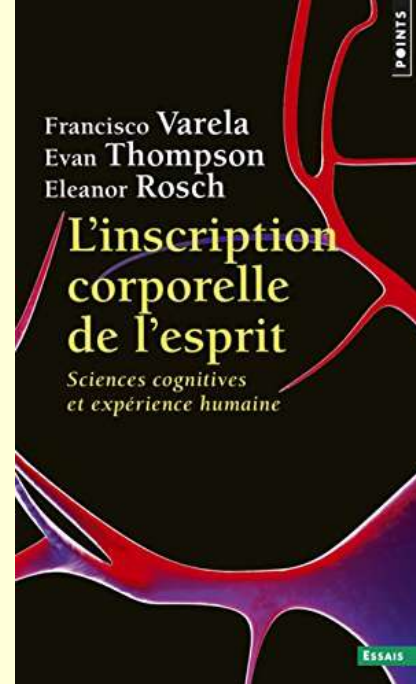
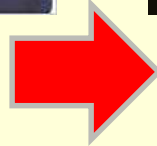
À des périodes calmes où règne un **paradigme dominant** succèdent donc des **crises** de contestation pouvant déboucher sur des remises en cause radicales paradigmes du moment.

La notion de paradigme attire donc aussi l'attention sur le contexte **sociologique** de la recherche scientifique.

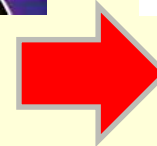




1980



1991

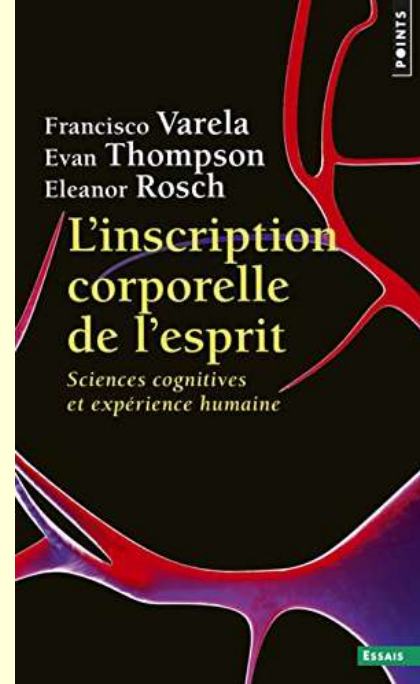


2016

Les sciences cognitives du dernier demi-siècle ont connu d'importants changements de paradigmes !



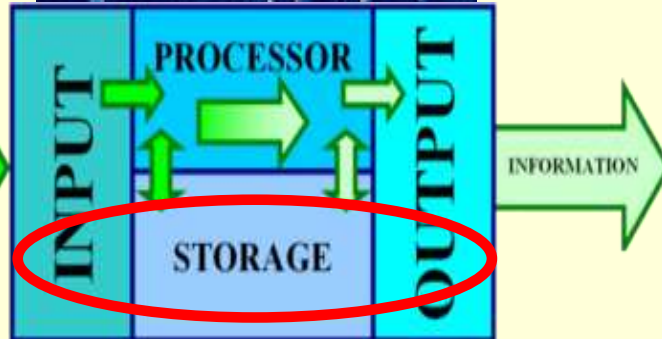
1980



1991



2016



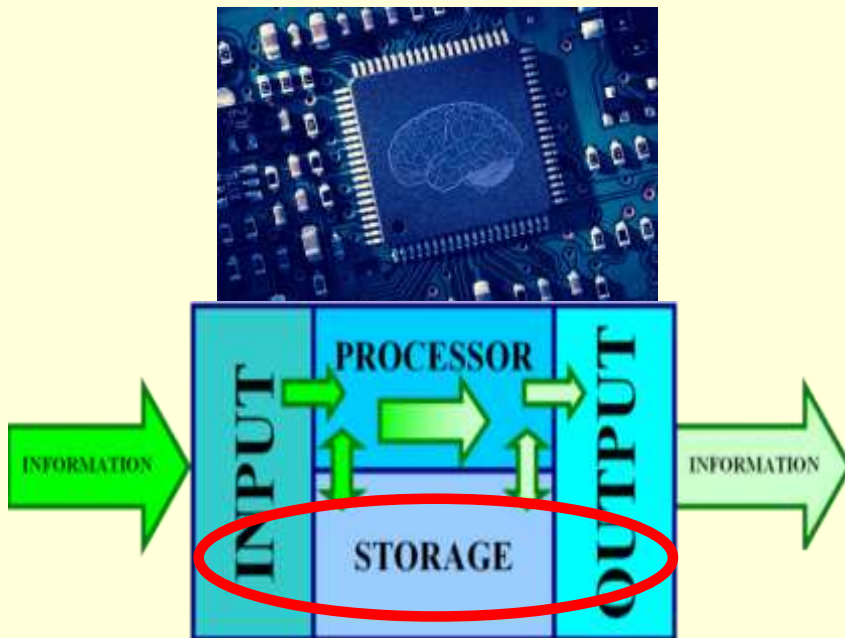
The Hierarchically Mechanistic Mind:

A Free-Energy Formulation of the Human Psyche

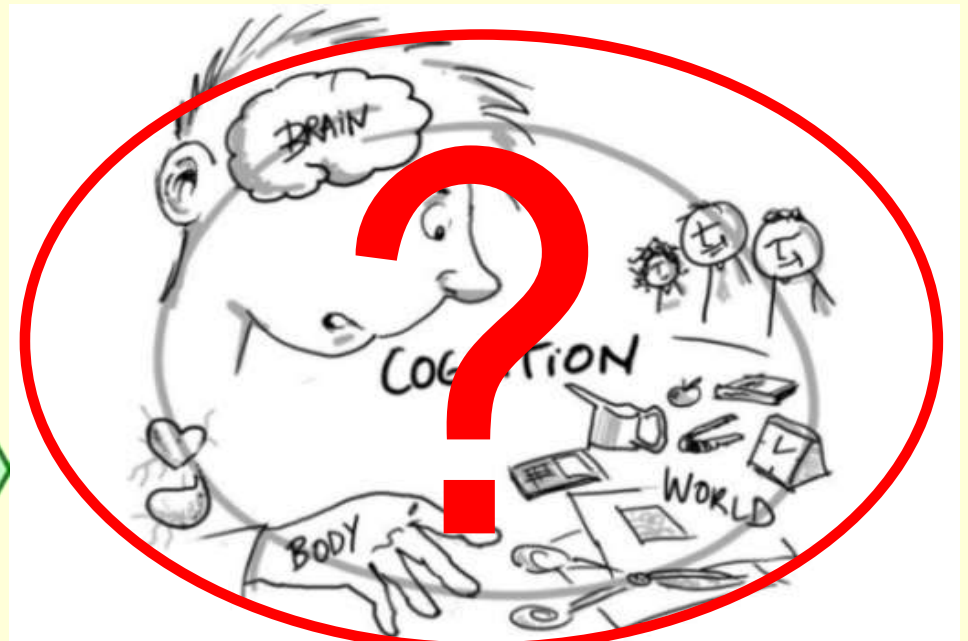
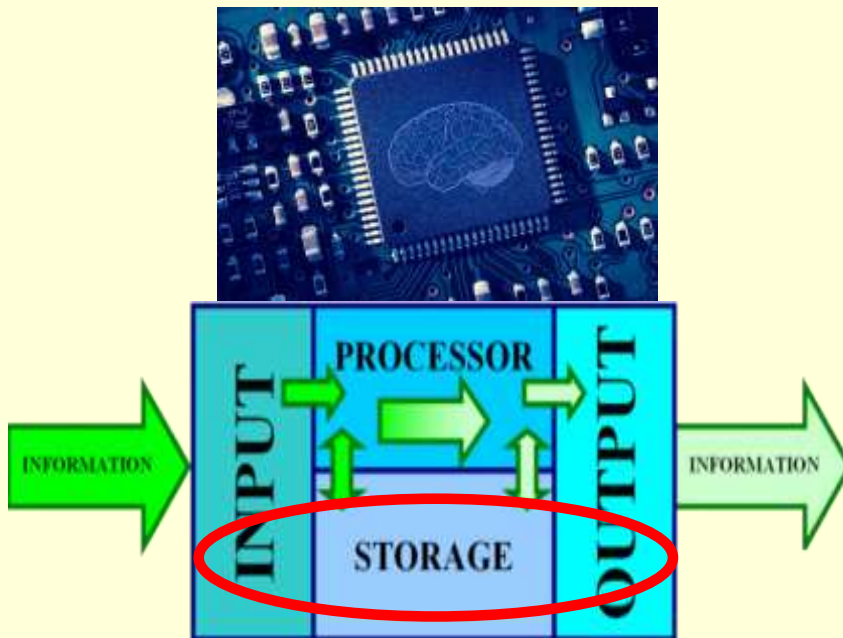
October 2018 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1571064519300028>

Paul Badcock, Karl J Friston, Maxwell J. D. Ramstead

“[...] this hypothesis defines the human brain as: an embodied, complex adaptive control system that actively minimises the variational free-energy (and, implicitly, the entropy) of (far from equilibrium) phenotypic states via self-fulfilling action-perception cycles, which are mediated by recursive interactions between **hierarchically organised** (functionally differentiated and differentially integrated) neurocognitive processes. These ‘mechanics’ instantiate adaptive priors, which have emerged from **selection** and **self-organisation** co-acting upon human phenotypes across **different timescales**.”



C'est un peu ce qu'on va tenter de faire aujourd'hui : considérer certains phénomènes (apprentissage, mémoire, prise de décision, etc.) en les recadrant dans de nouveaux paradigmes plus larges et englobant.



Pour voir si ces nouveaux paradigmes pourraient nous aider à mieux comprendre comment émerge la **conscience subjective** de tout cela.

Et aussi **quand ça commence?**

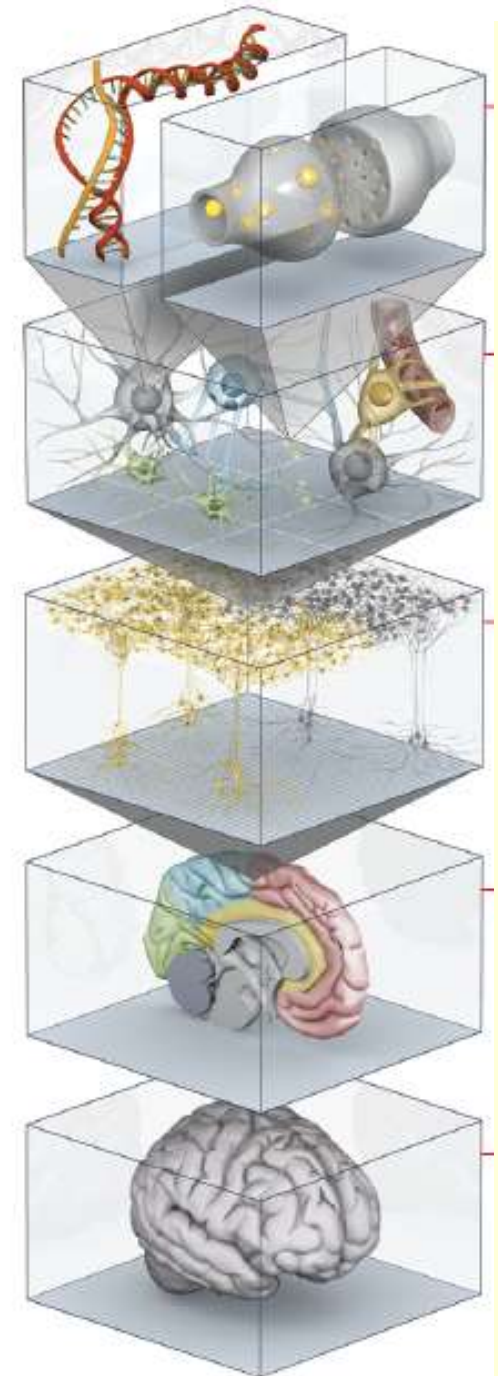
Désir

Attentes

Imagination

Intentions

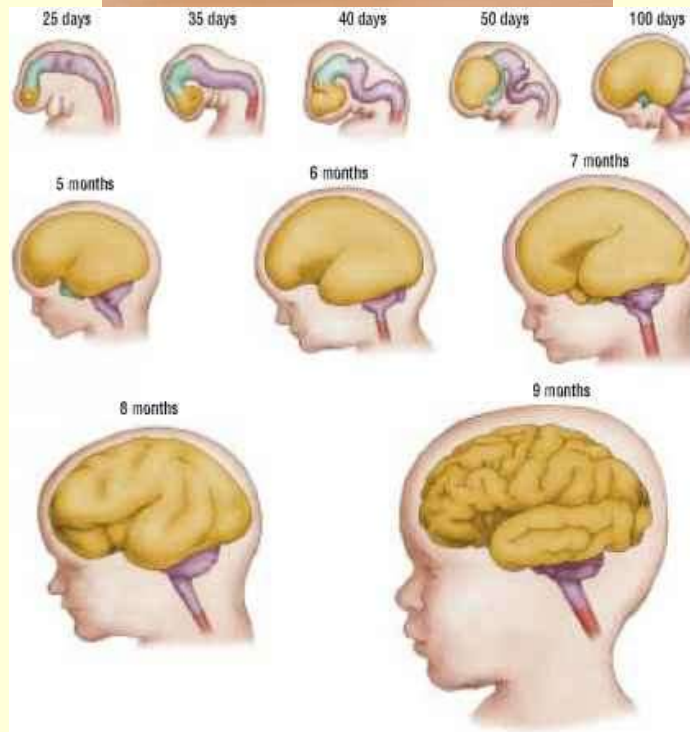
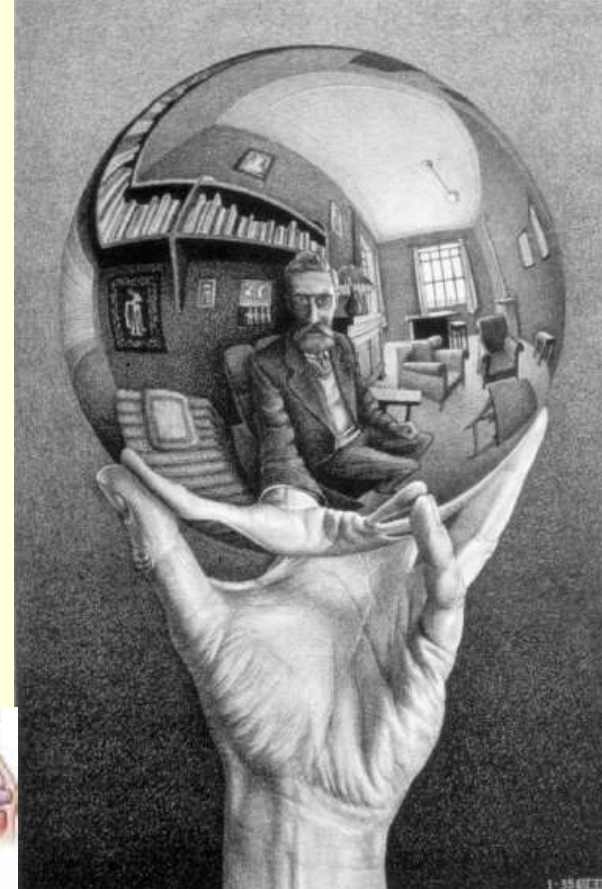
Souvenirs

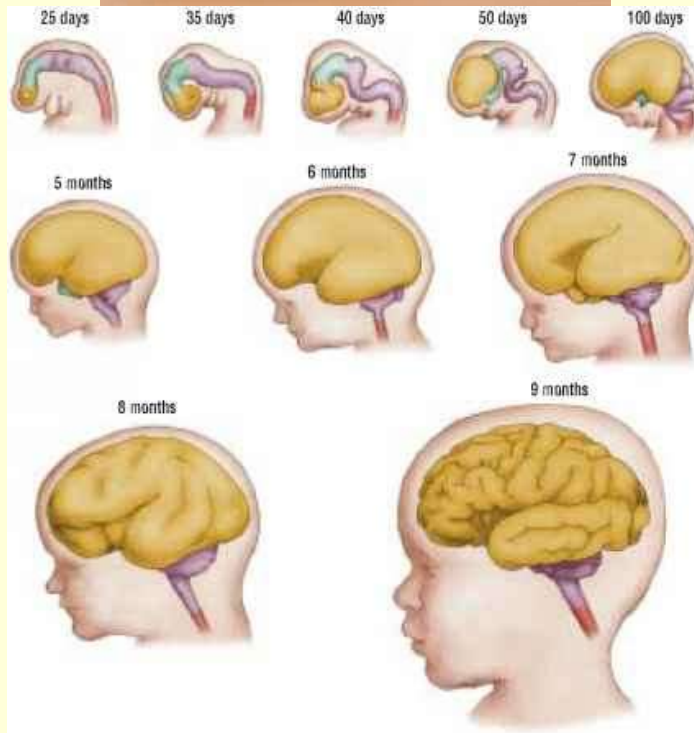
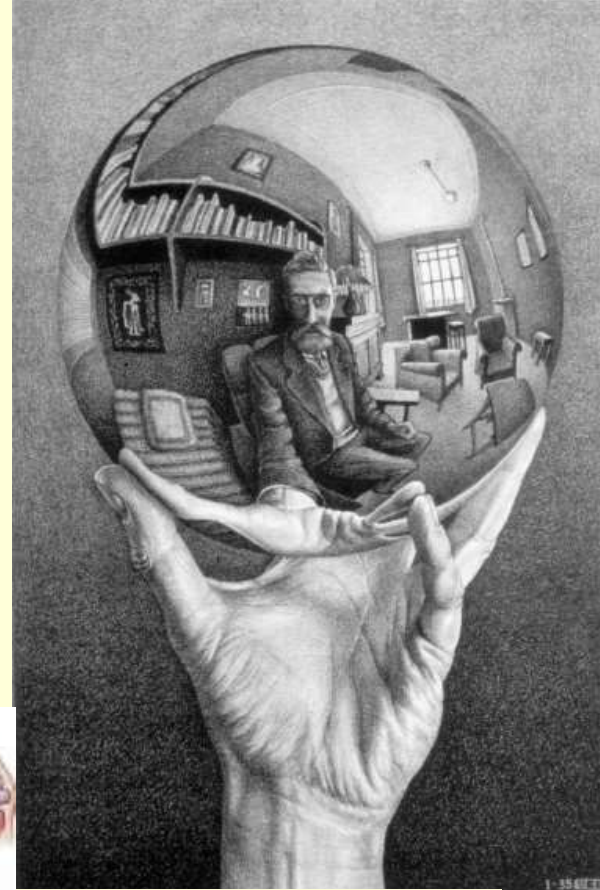


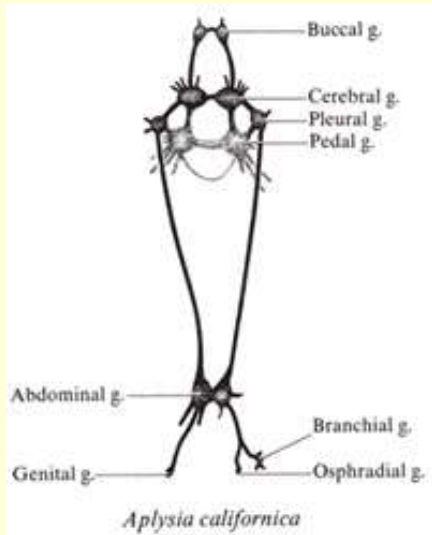
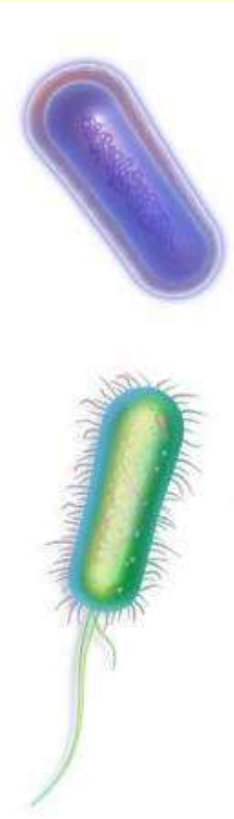
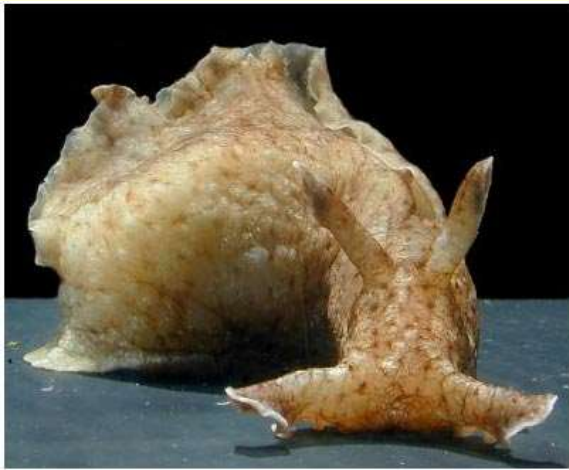
Difficile d'avoir accès
à sa subjectivité...

...mais pas
impossible par des
protocoles astucieux

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







Linguistic Bodies

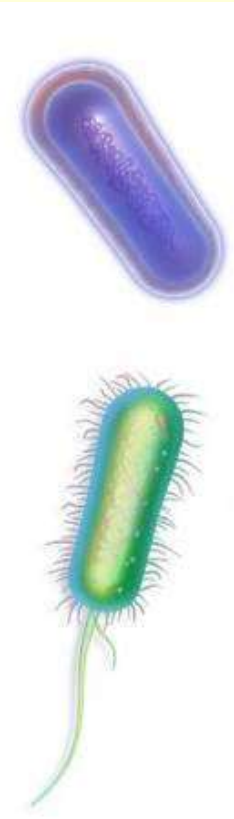
The Continuity between Life and Language

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^{er} bloc : Perspective évolutive sur l'émergence des systèmes nerveux

Intro générale : cerveau-corps-environnement

Évolution cosmique, chimique et biologique

Émergence des systèmes nerveux

Plaisir, douleur, mémoire

Recyclage neuronal

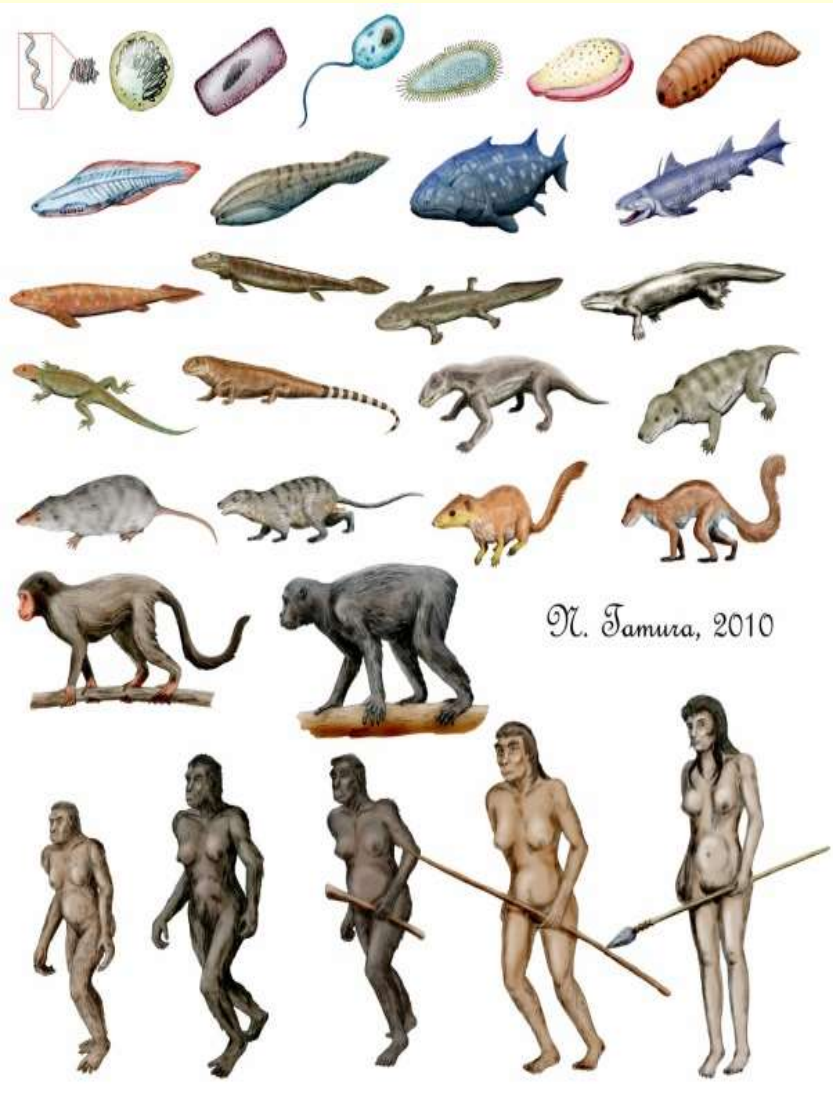


Live from the Flight Deck | golfcharlie232





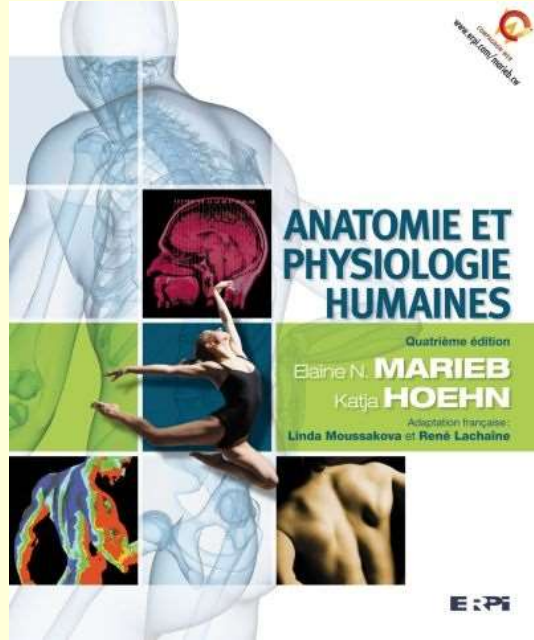




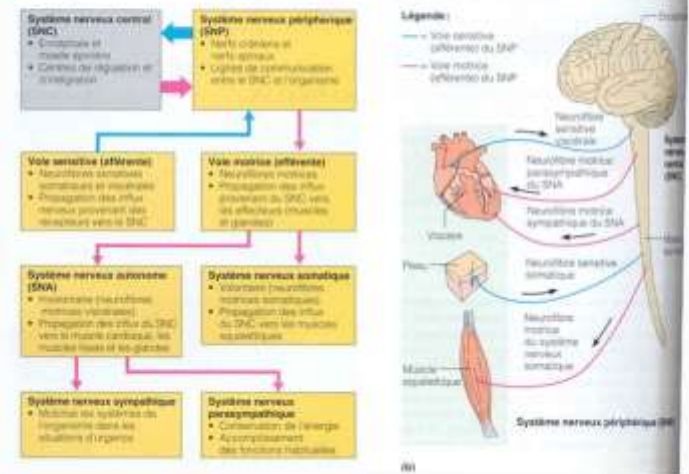
« Rien en biologie n'a de sens,
si ce n'est à la lumière de
l'évolution »

- Theodosius Dobzhansky
(1900-1975)





Organisation du système nerveux



Marieb, 1999

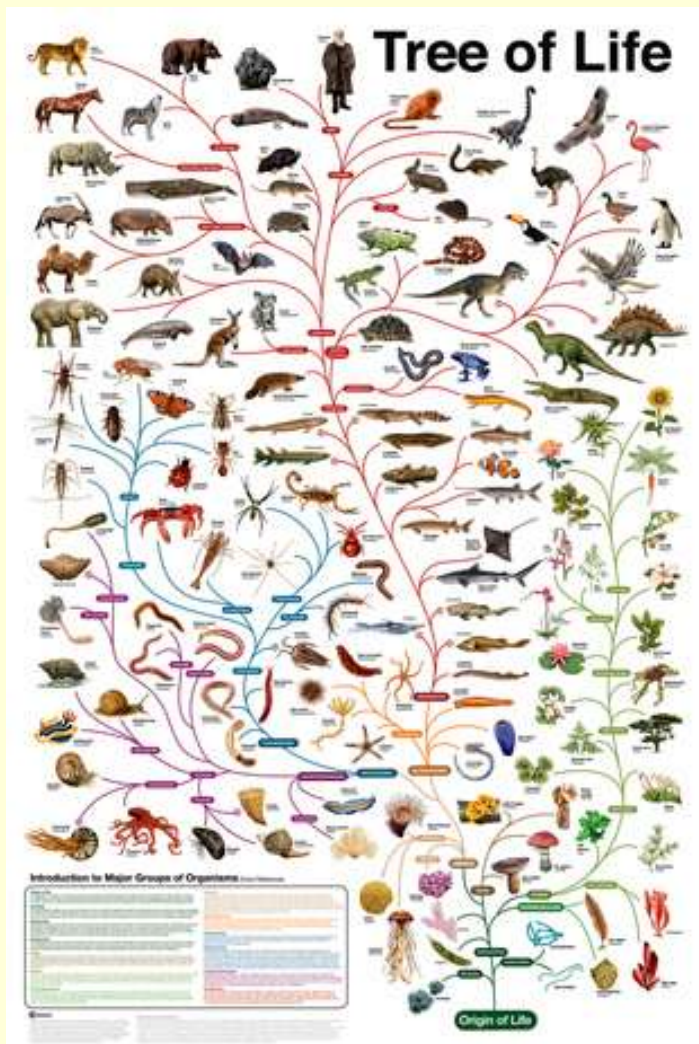
Parce qu'essayer de comprendre le cerveau humain actuel en présentant son **organisation** et ses **fonctions**

sans constamment rappeler sa longue **histoire évolutive**

rend très difficile une véritable compréhension de ses particularités morphologiques et de ce qu'il fait vraiment.



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
13,8 milliards
d'années

Évolution cosmique, chimique et biologique



(Crédit : modifié de Robert Lamontagne)

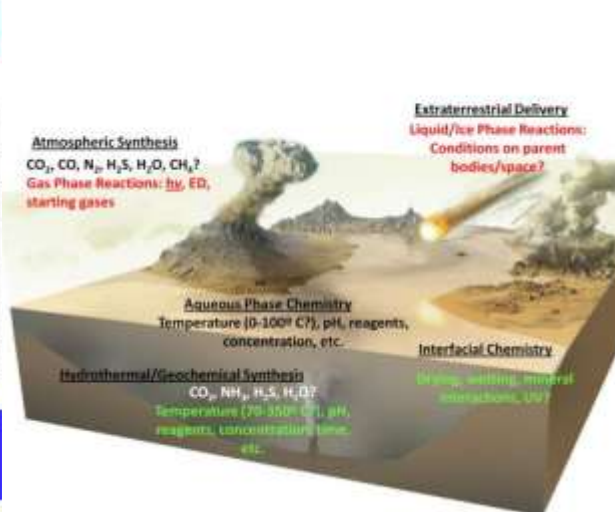


Croissance de complexité

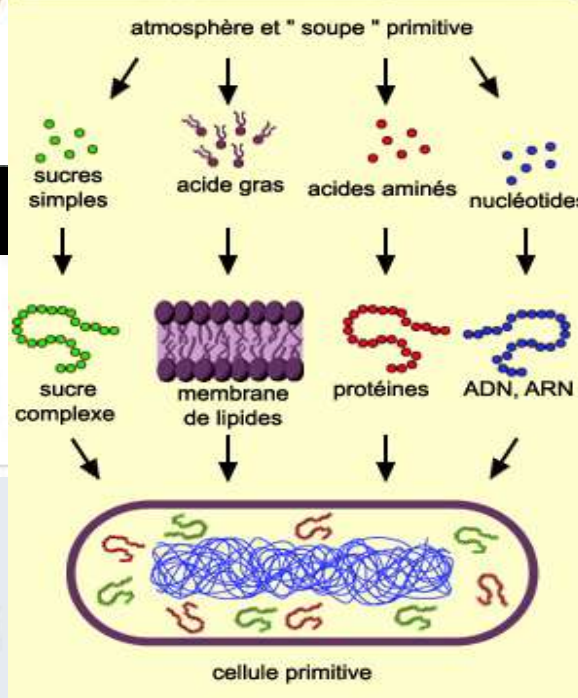
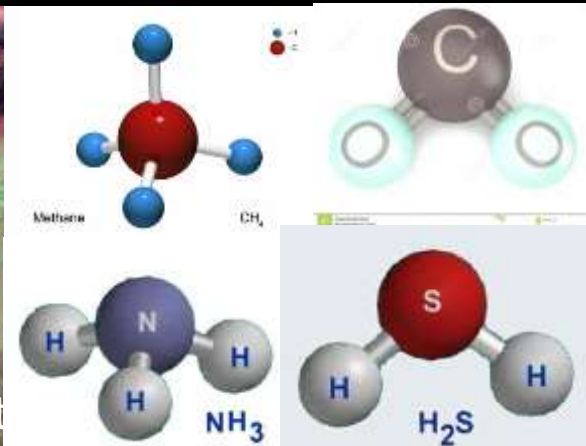
(ce qui ne veut pas dire que l'humain en soit la finalité !)



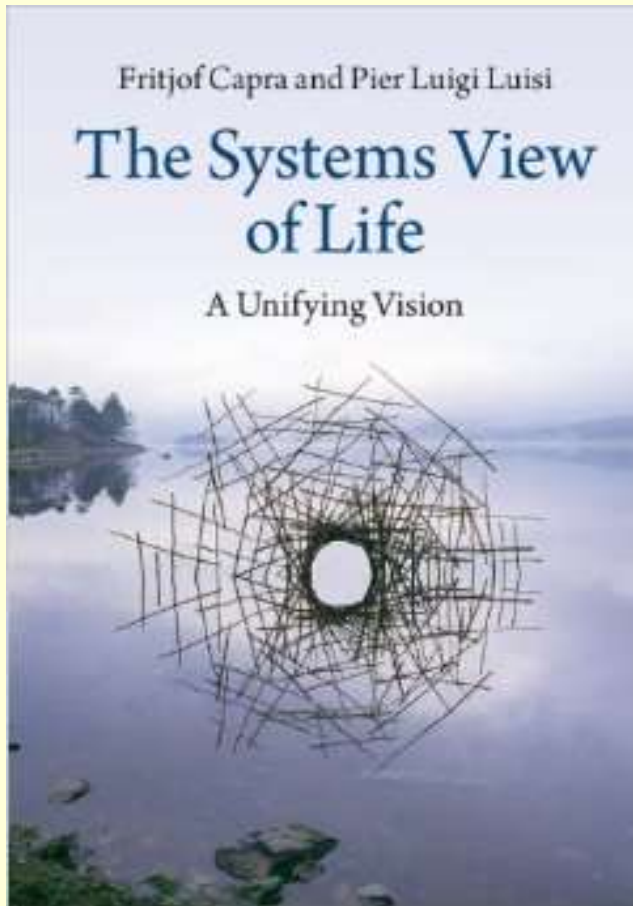
Tableau Périodique des Éléments



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 ?

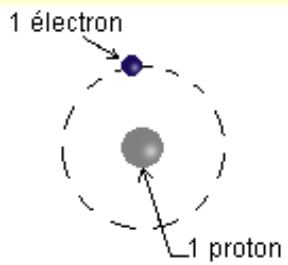




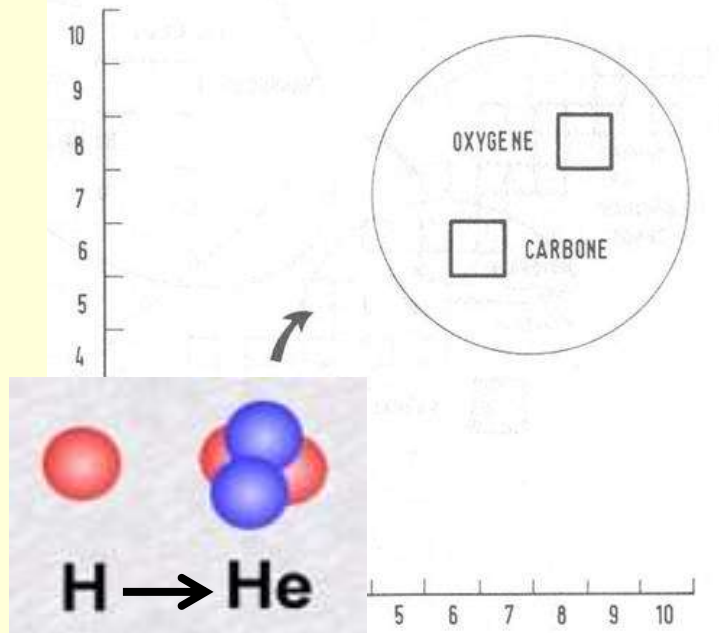
- l'étude de la **matière** : de quoi c'est fait ?

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

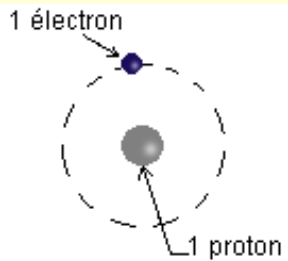
C'est justement leur forme, leur pattern d'organisation qui va les différencier...



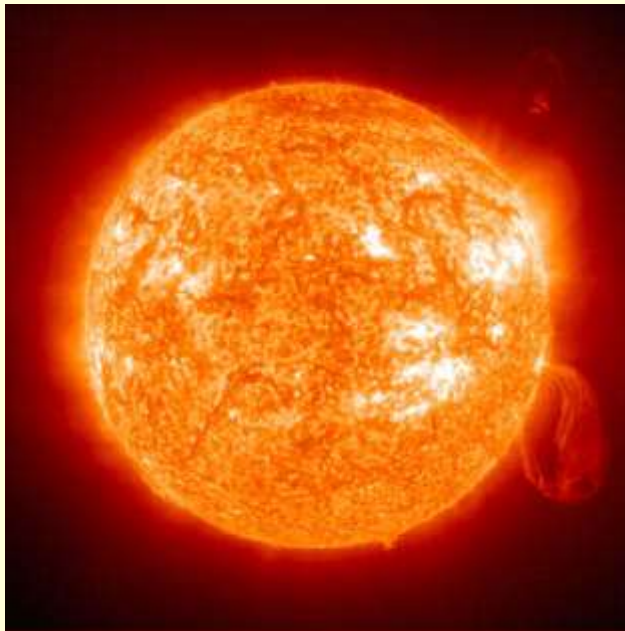
Combustion de l'hélium

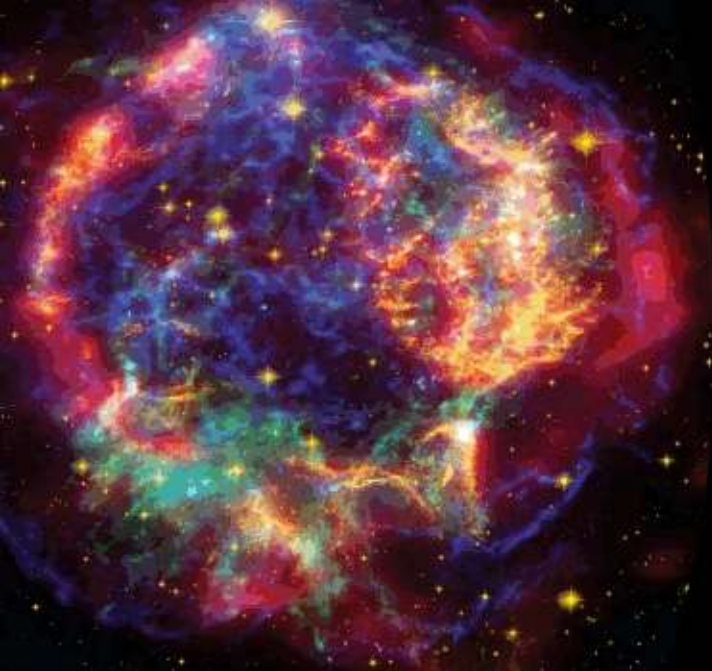


- l'étude de la **matière** : de quoi c'est fait ?



Hydrogène





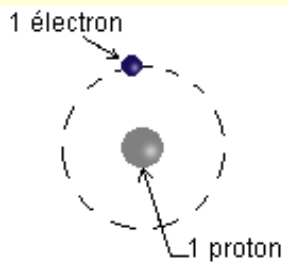
Elles s'éclatent pour vous!

Sans les étoiles mortes, vous ne seriez pas là.

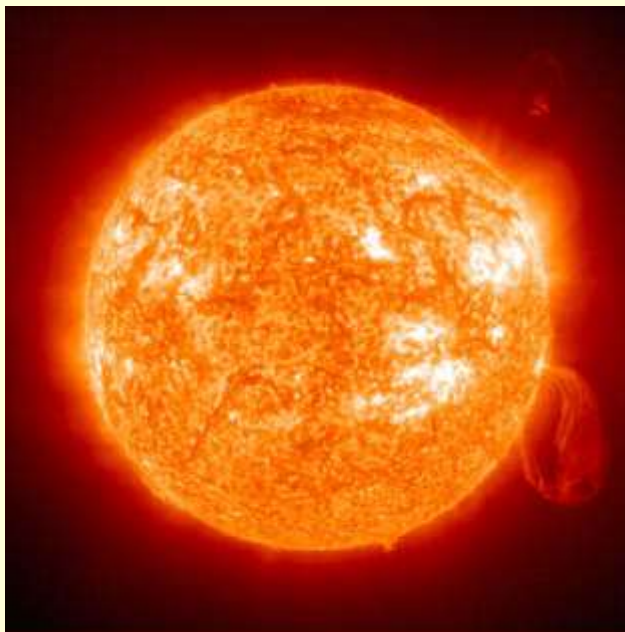
Le calcium de vos os, l'oxygène que vous respirez et le fer dans votre sang ont tous été formés dans des étoiles disparues depuis des milliards d'années.

craq-astro.ca

CoolCosmos.net



Hydrogène





Elles s'éclatent pour vous!

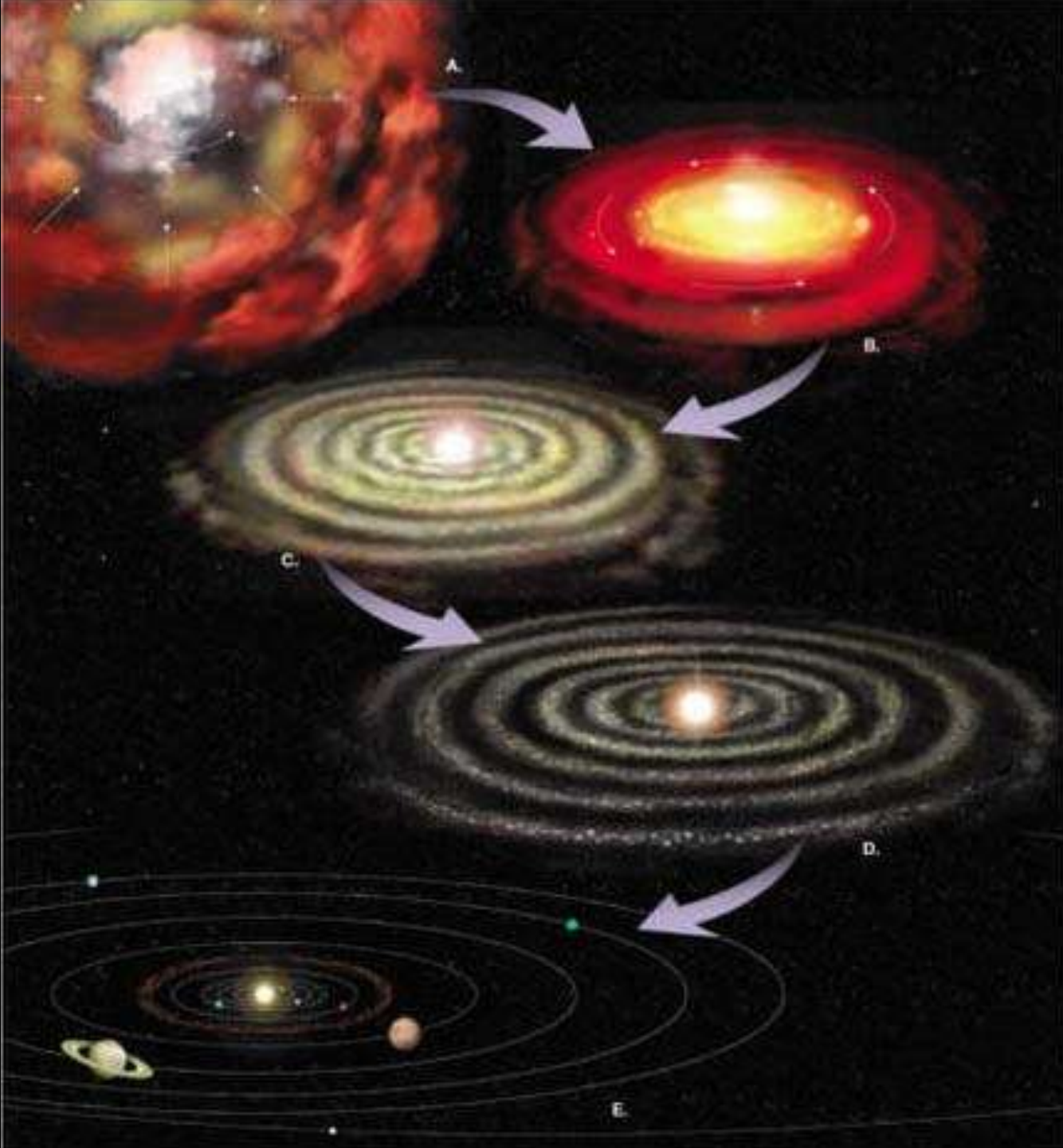
Sans les étoiles mortes, vous ne seriez pas là.

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

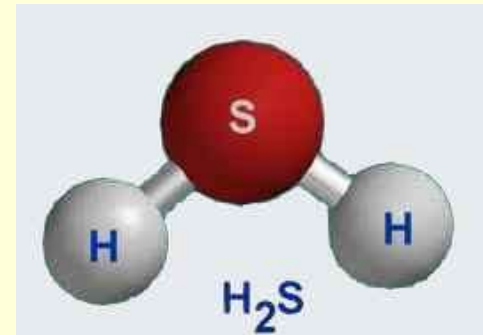
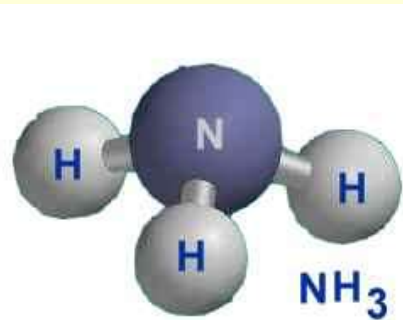
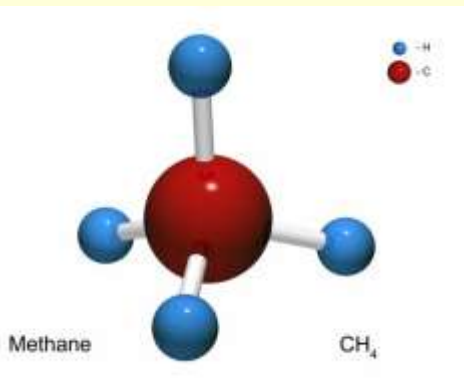
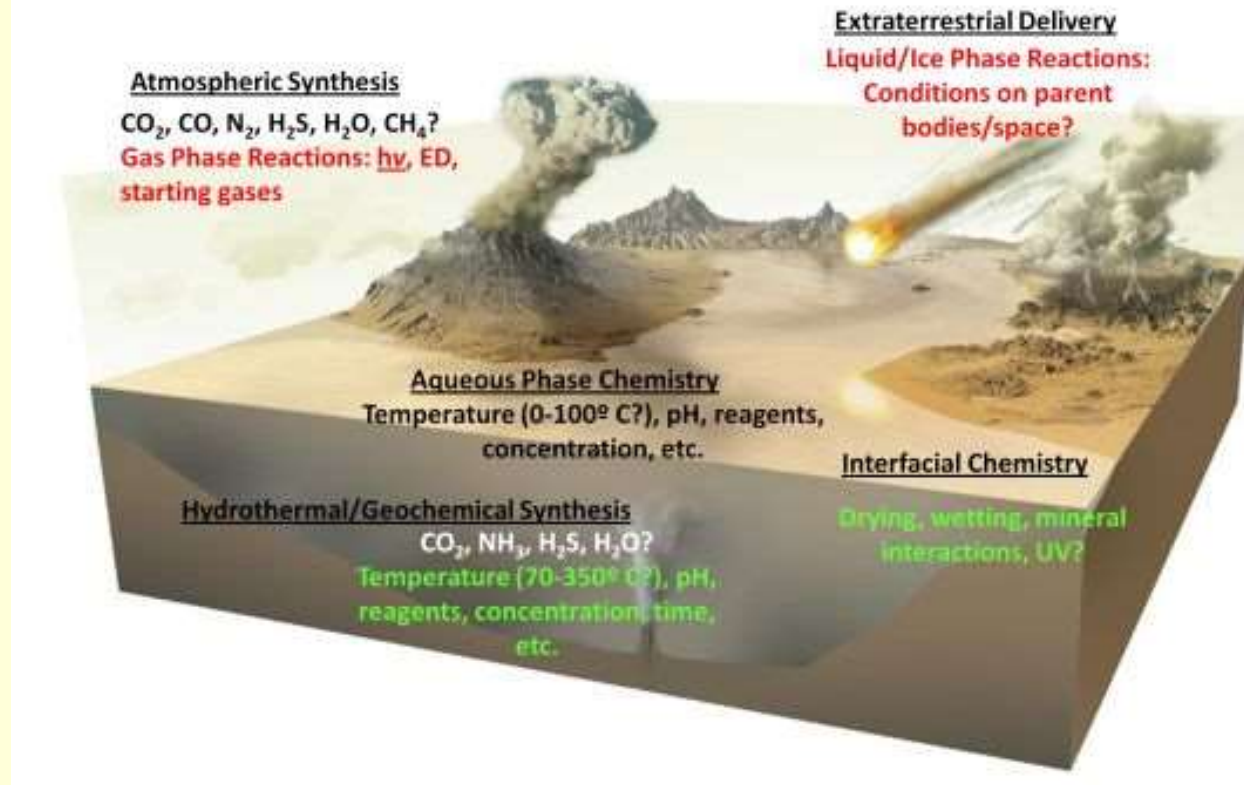






L'atmosphère primitive de notre planète aurait été constituée d'un mélange « inhospitalier » des **molécules simples** suivantes:

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).



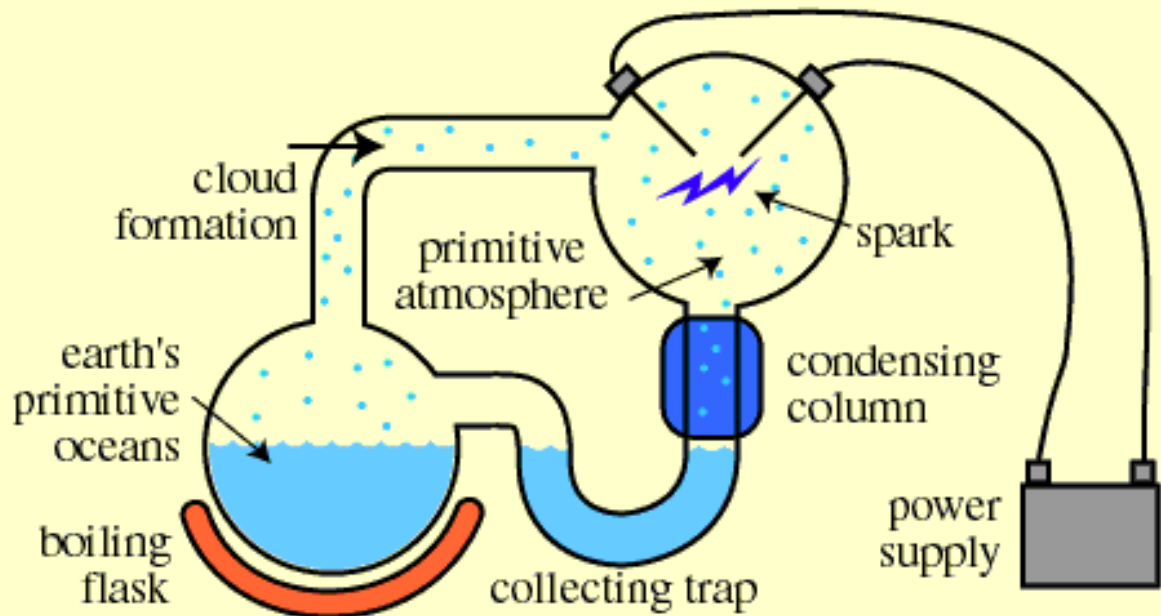
Ces molécules simples ont pu se complexifier jusqu'à un certain point dans les « **mares chaudes** » dont parlait déjà Darwin et qu'on a ensuite appelé « **soupe primitive** ».



atmosphère et "soupe" primitive

1953, Miller et Urey :
confirment cette
hypothèse par une
célèbre expérience in
vitro où des molécules
organiques apparaissent

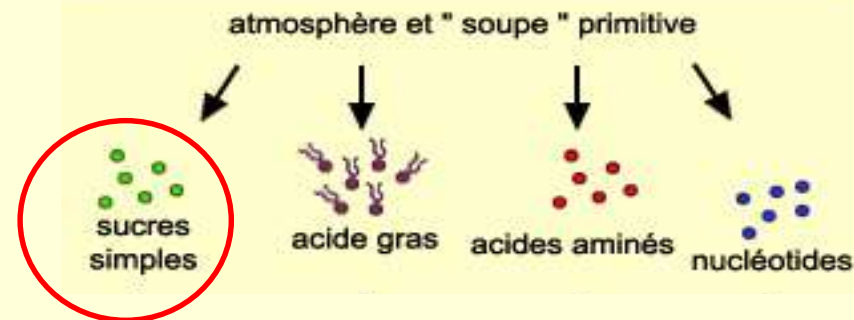
(**acides aminés**, etc.)



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* ». [...]

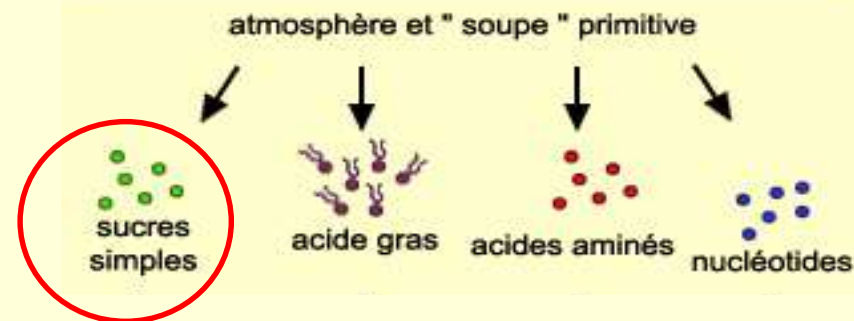


Le 3 mai 2019 – Et si les premières molécules organiques à la base de la vie sur Terre ne venaient pas des météorites ou des astéroïdes, mais plutôt, des entrailles de notre planète?

Et si de simples réactions chimiques dans les roches enfouies sous le plancher océanique étaient capables de donner des molécules organiques complexes comme des acides aminés?

Bénédicte Menez livrera le 9 mai 2019 le récit de la découverte qu'elle et des collègues ont faite de la possible origine «minérale» et intraterrestre du monde vivant, et qui a été publiée dans Nature.

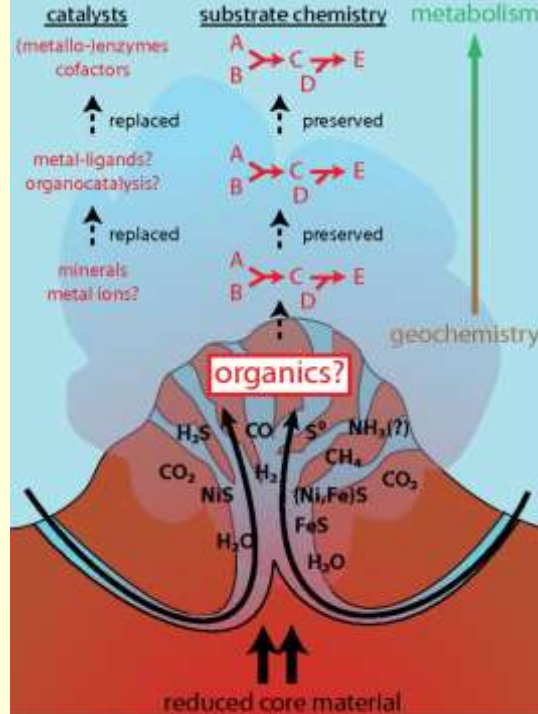
<https://salledepresse.uqam.ca/communiqués-de-presse/général/12740-la-vie-provient-elle-des-profondeurs-de-la-terre-recit-d-une-decouverte-fascinante-sur-la-possible-origine-minerale-et-intraterrestre-du-monde-vivant-conference-de-benedicte-menez-au-coeur-des-sciences-de-l-uqam-le-9-mai>



Abiotic synthesis of amino acids in the recesses of the oceanic lithosphere

<https://www.nature.com/articles/s41586-018-0684-z>

Bénédicte Ménez, et al.
Nature, volume 564,
pages 59–63 (2018)

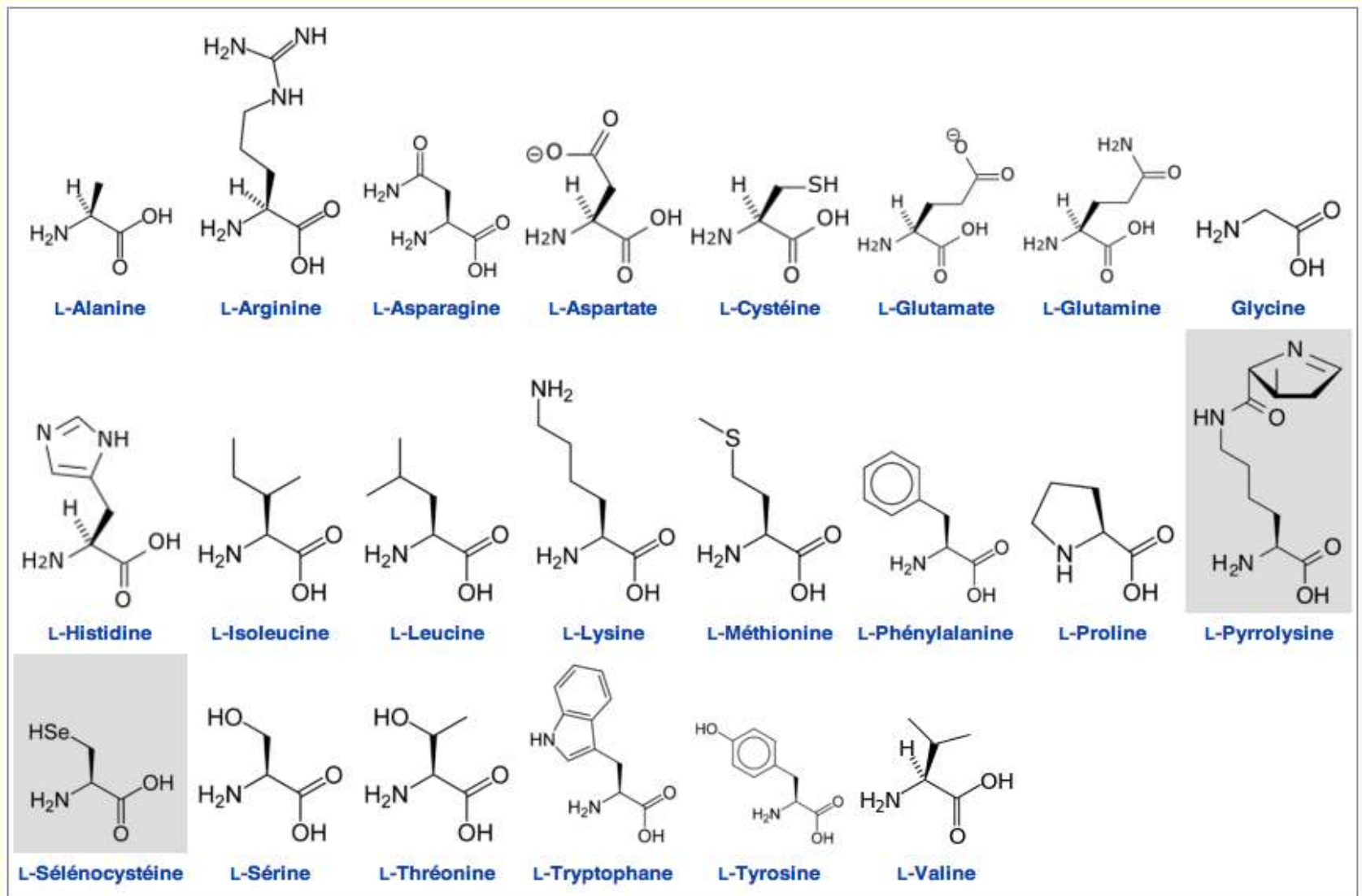


‘Lost City’ seabed rocks hold clues to Earth’s first amino acids

14 November 2018 <https://www.chemistryworld.com/news/evidence-emerges-from-the-deep-of-earths-first-amino-acids-/3009746.article>

Bénédicte Ménez at Paris Diderot University, France and her colleagues have identified the amino acid **tryptophan** – and other organic molecules – preserved in rock samples taken from almost 175m below the mid-Atlantic ocean floor at the Lost City hydrothermal field. Ruling out biological sources and contamination, the researchers suggest these chemicals formed from interactions between seawater and mantle-derived rocks called serpentinites, which would have been abundant in the prebiotic Earth’s crust.

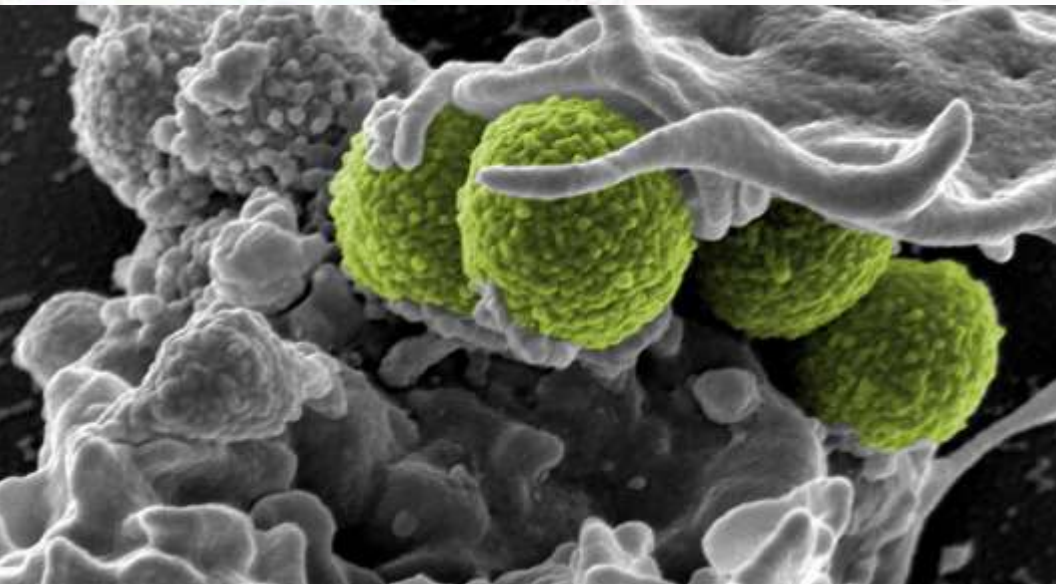
Les acides aminés (qui formeront plus tard les protéines).



Scientists discover billions of tons of 'zombie' bacteria inhabits the ground beneath our feet

by Ewan McKelvey, CNN

Updated 07:02 GMT (00:02 HKT) December 11, 2018



Million-Year-Old 'Zombie' Bacteria Living in Deep Earth a 'Challenge to Science'

11.12.2018

<https://sputniknews.com/science/201812111070577292-zombie-bacteria-deep-earth/>

“The subsurface biosphere spans up to 2.3 billion cubic km — this is almost twice the size of the world's oceans, a report from the observatory says.

The total mass of creatures living deep underground is estimated at 15-23 billion tonnes of carbon — 245 to 385 times greater than that of all humans.”

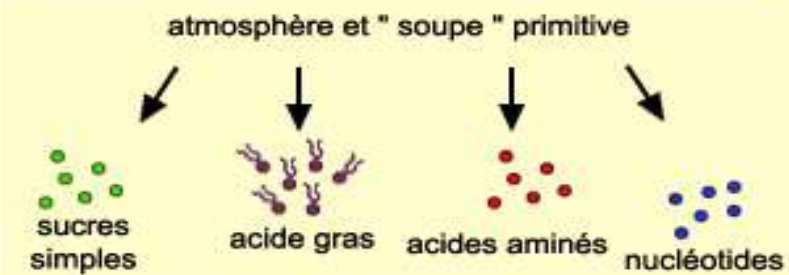
Concept / Cadre théorique :

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.

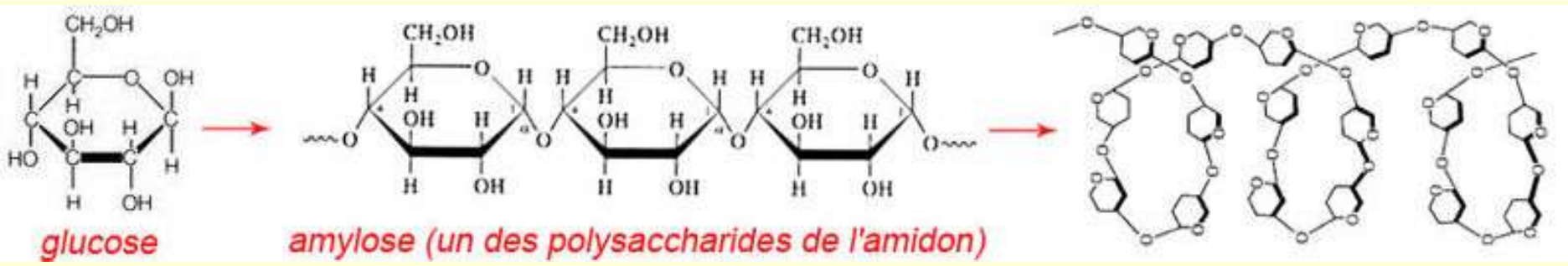
Et de tels processus chimique d'auto-organisation sont "**sous contrôle thermodynamique**",

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

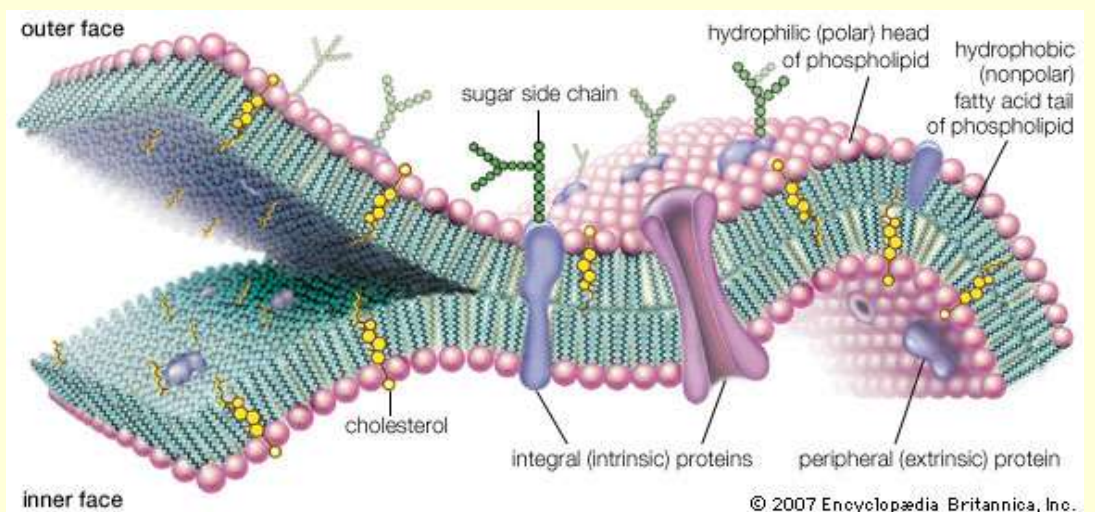
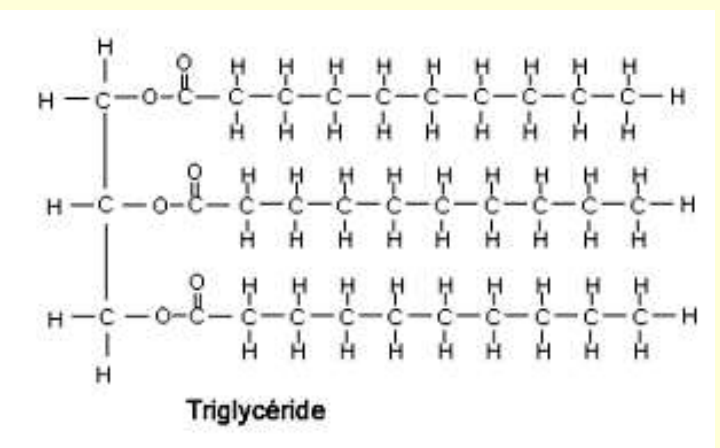


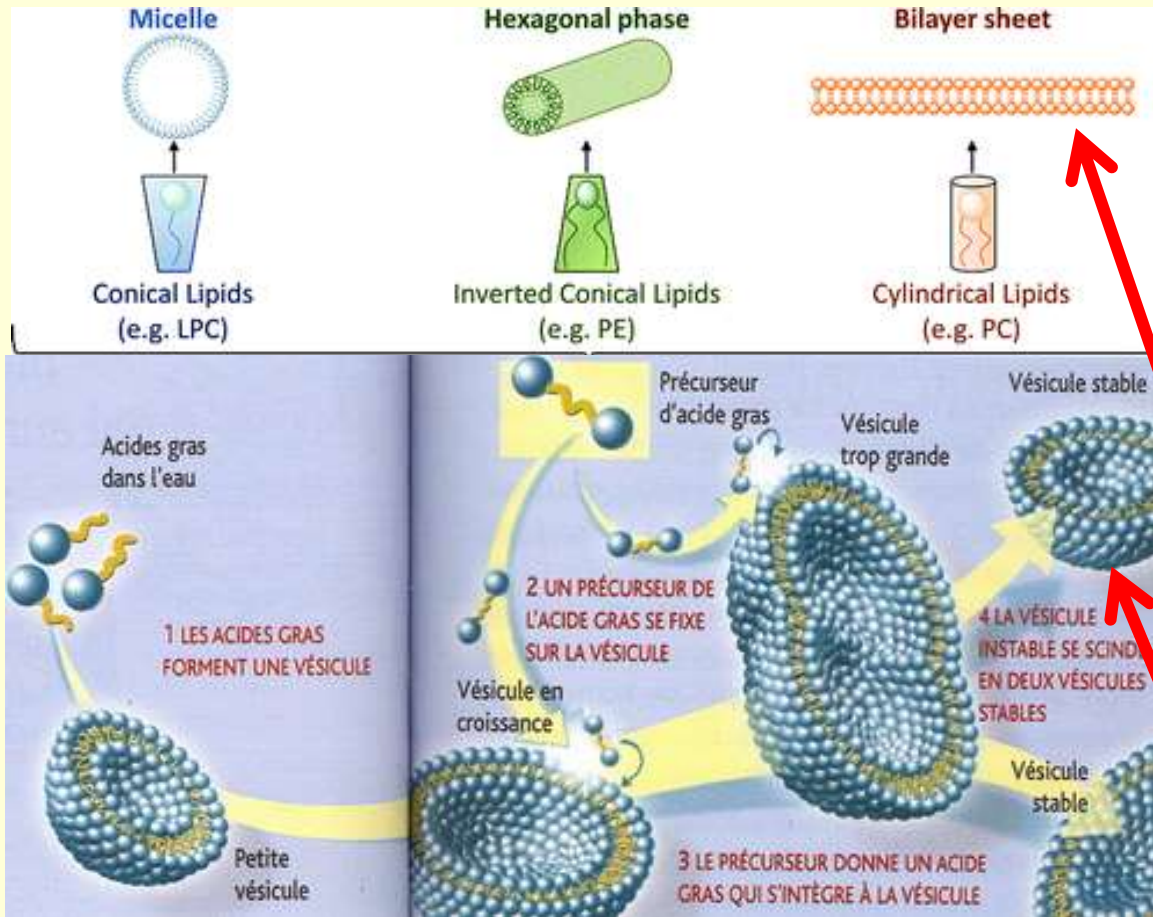
Ces processus d'**auto-organisation** vont ensuite favoriser la formation de chaînes moléculaires de :

- Glucides



- Lipides





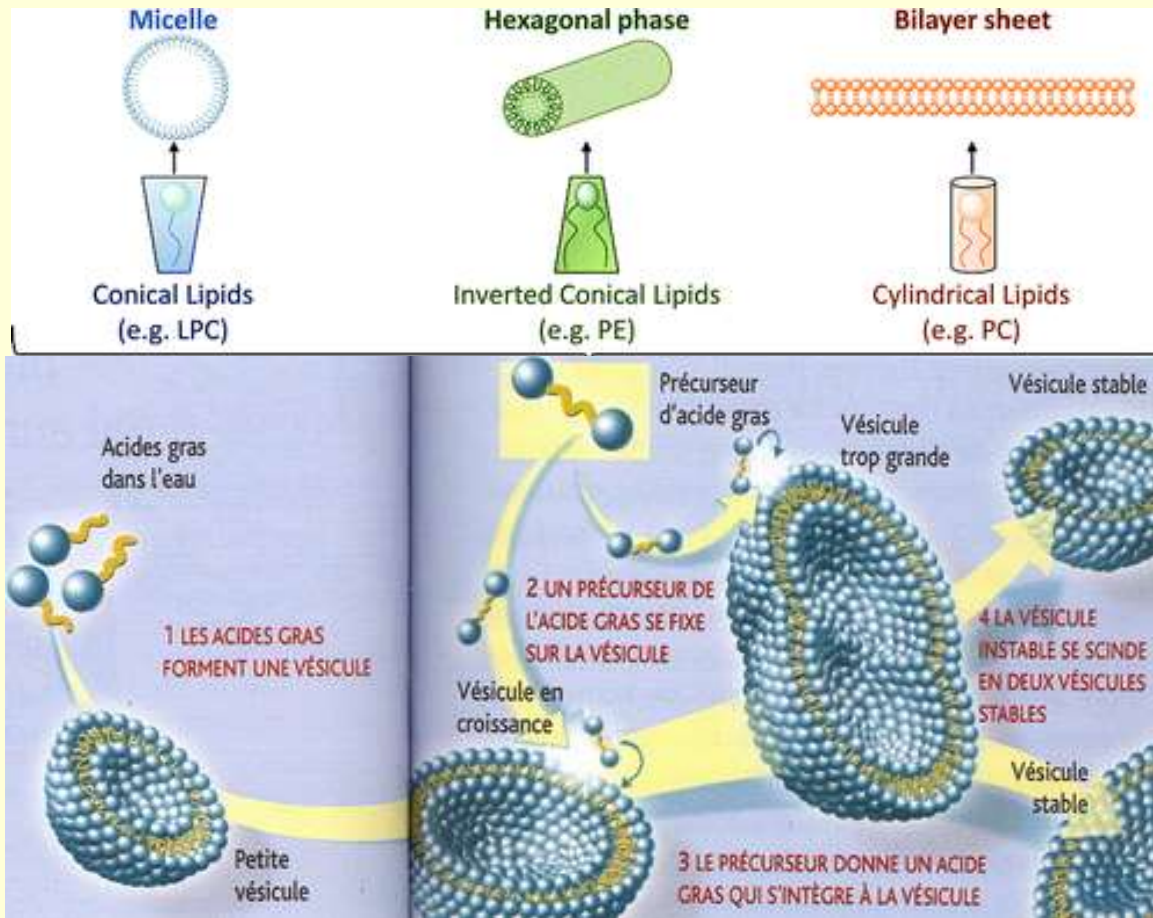
Ces chaînes de lipides vont donner lieu à des phénomènes **d'auto-organisation** mais cette fois-ci au niveau **supra-moléculaires** :

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

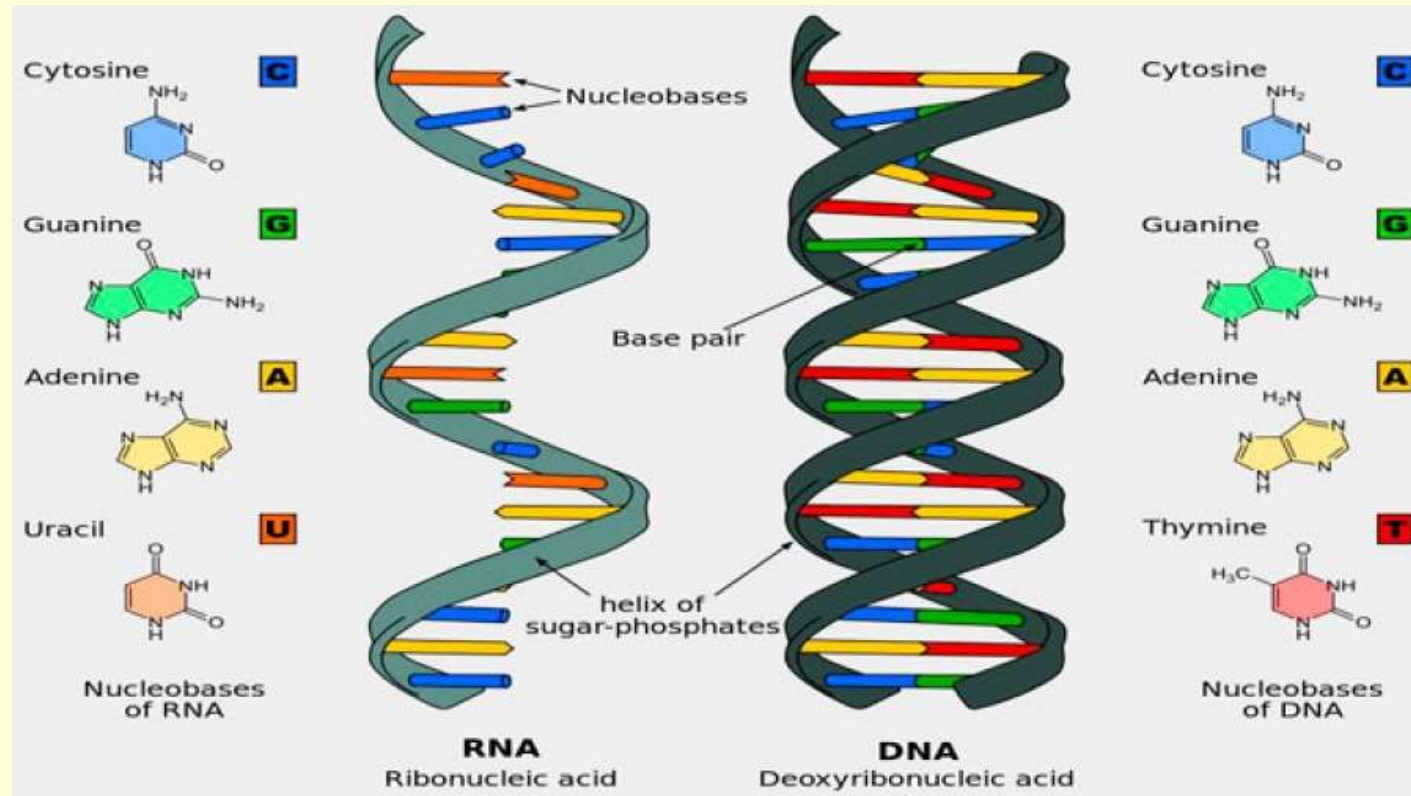


« Pas de membrane, pas de cellules.
Pas de cellules, pas de neurones.
Pas de neurones, pas de cerveaux.
Pas de cerveaux, pas d'humains ! »

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**

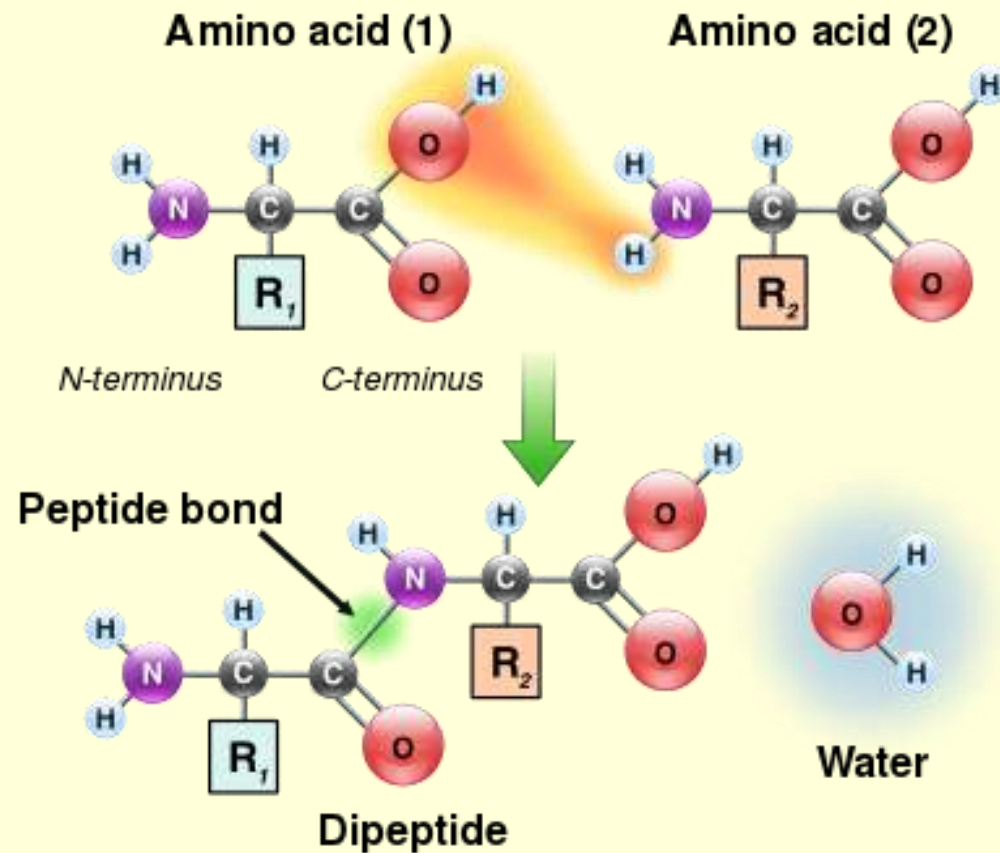


Même principe d'organisation que pour les lipides:

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...

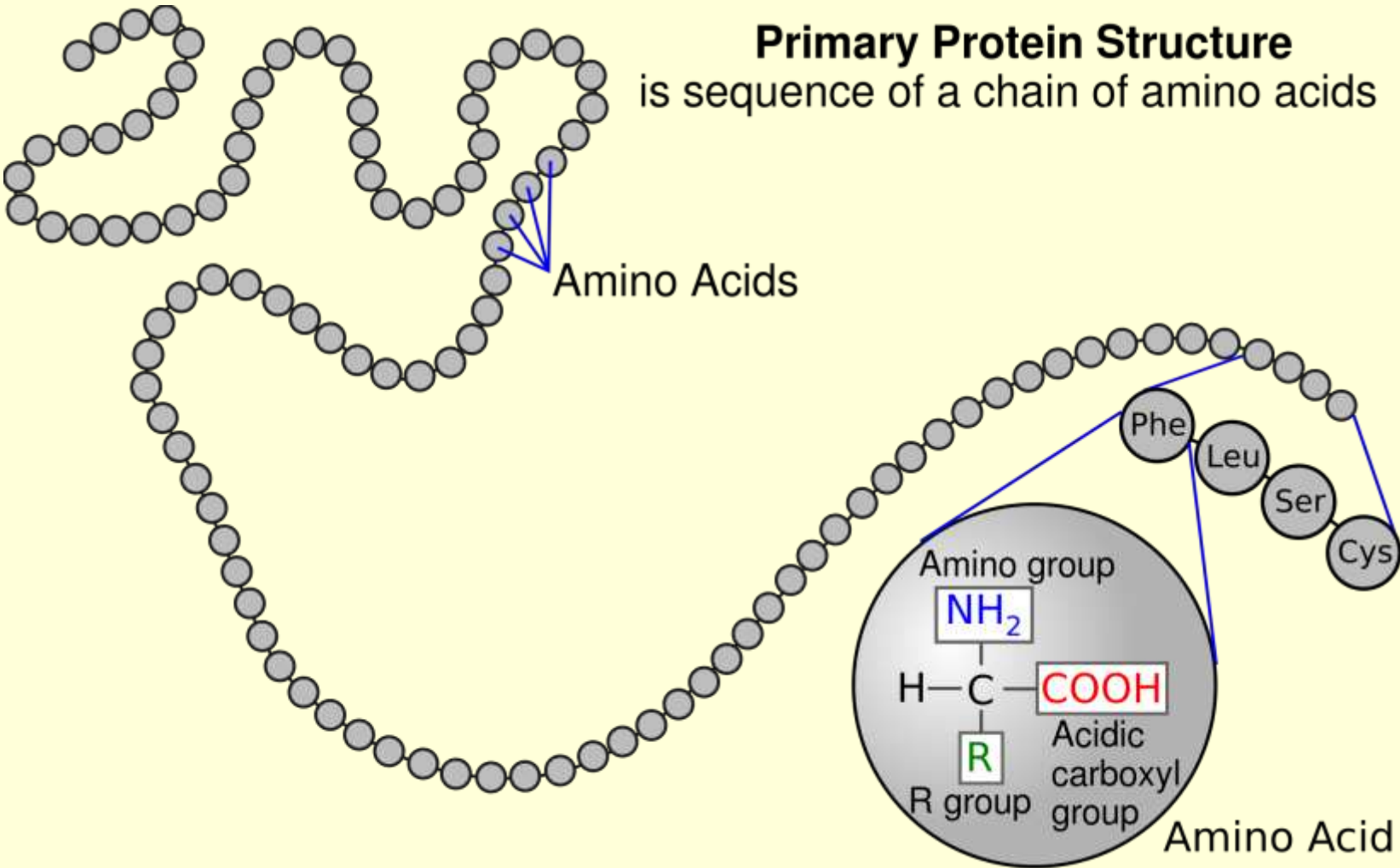
Car les molécules organiques vont avoir tendance à former des chaînes moléculaires de :

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

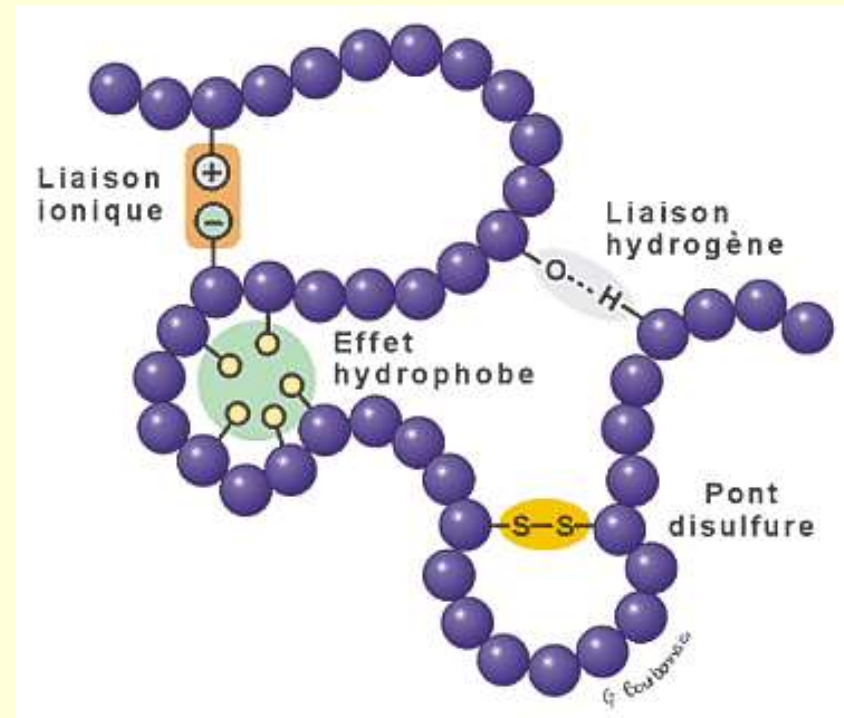
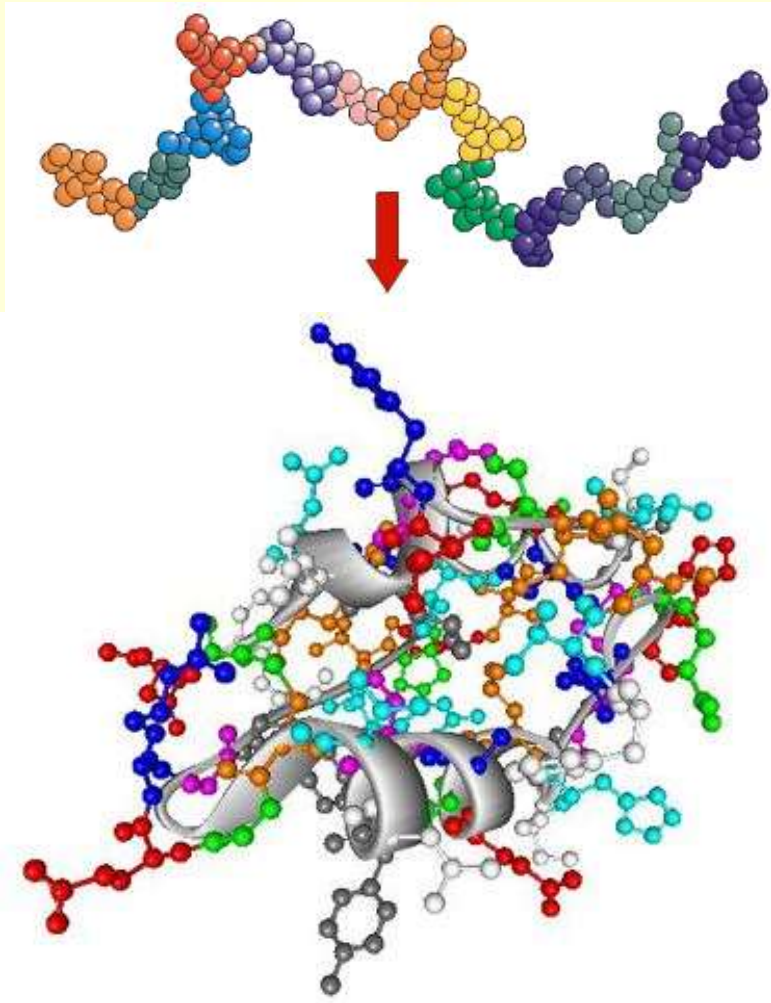


Primary Protein Structure

is sequence of a chain of amino acids



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



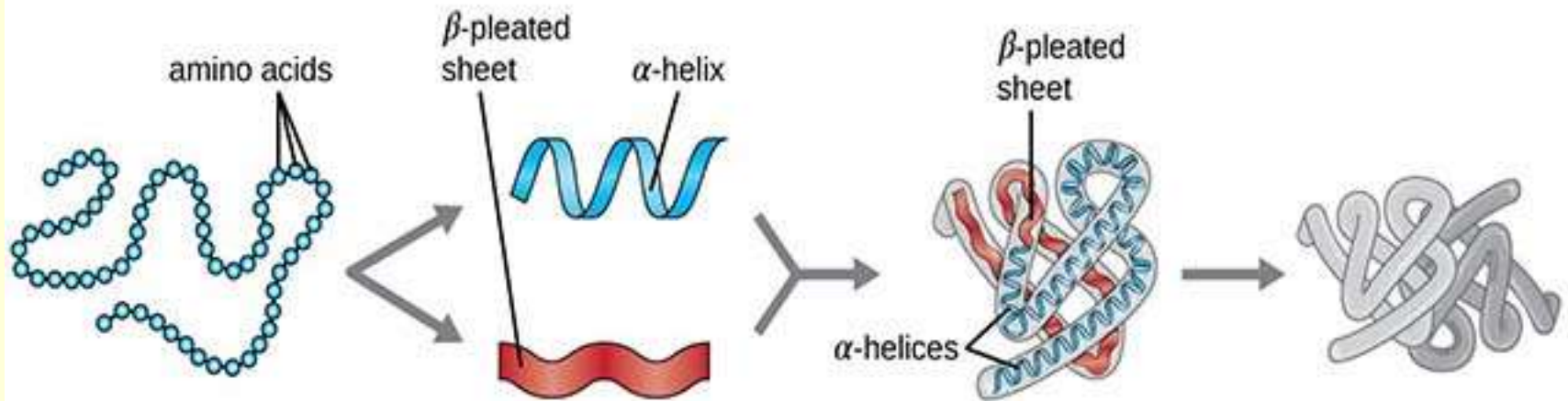
qui est déterminé par la
séquence primaire des acides
aminés de la protéine
(la suite des « perles » dans le
« collier de perles »).

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]



Structure of Proteins



Primary Protein Structure

Sequence of a chain of amino acids

Secondary Protein Structure

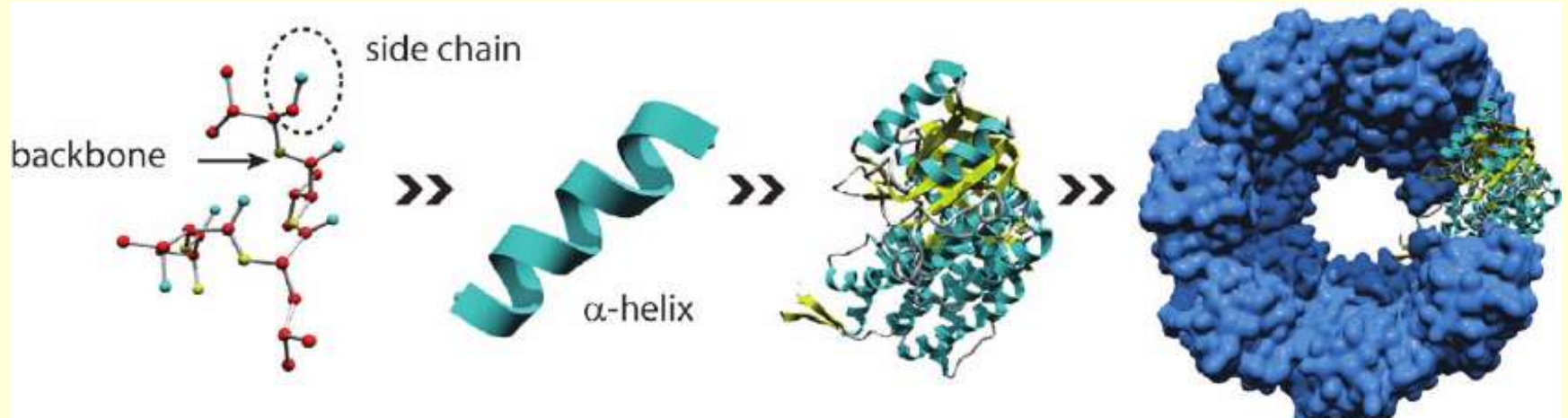
Local folding of the polypeptide chain into helices or sheets

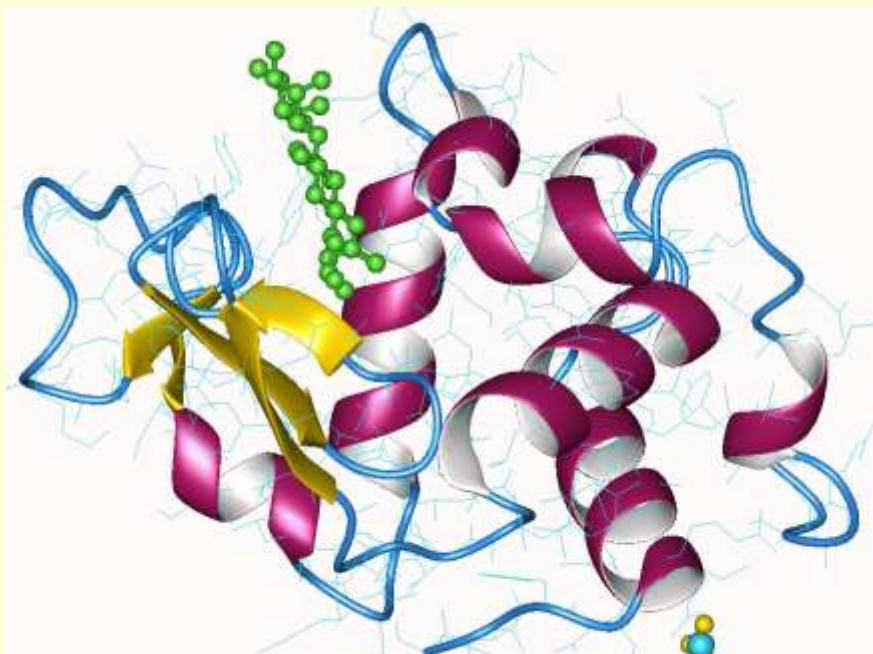
Tertiary Protein Structure

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

Quaternary Protein Structure

protein consisting of more than one amino acid chain





Concept / Cadre théorique :

Donc rendu à ce niveau de complexité, il semble y avoir des événements « **accidentels** »

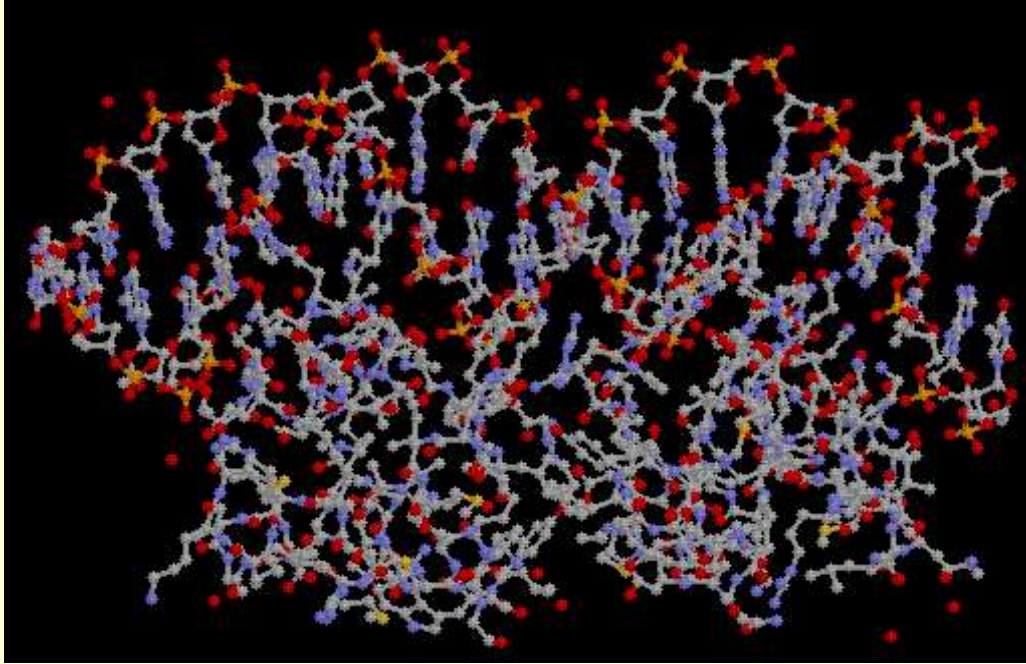
qui font en sorte que si on « rejouait le film de l'évolution » une autre fois, on n'obtiendrait pas le même résultat... (S. J. Gould)

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).

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)

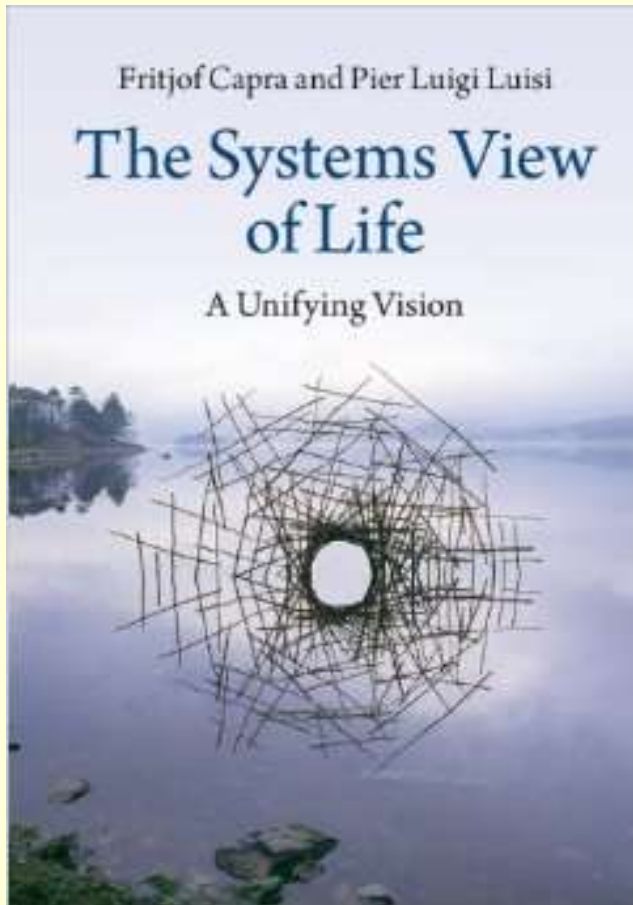
(conditions contingentes que l'on ne connaîtra jamais...)



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.

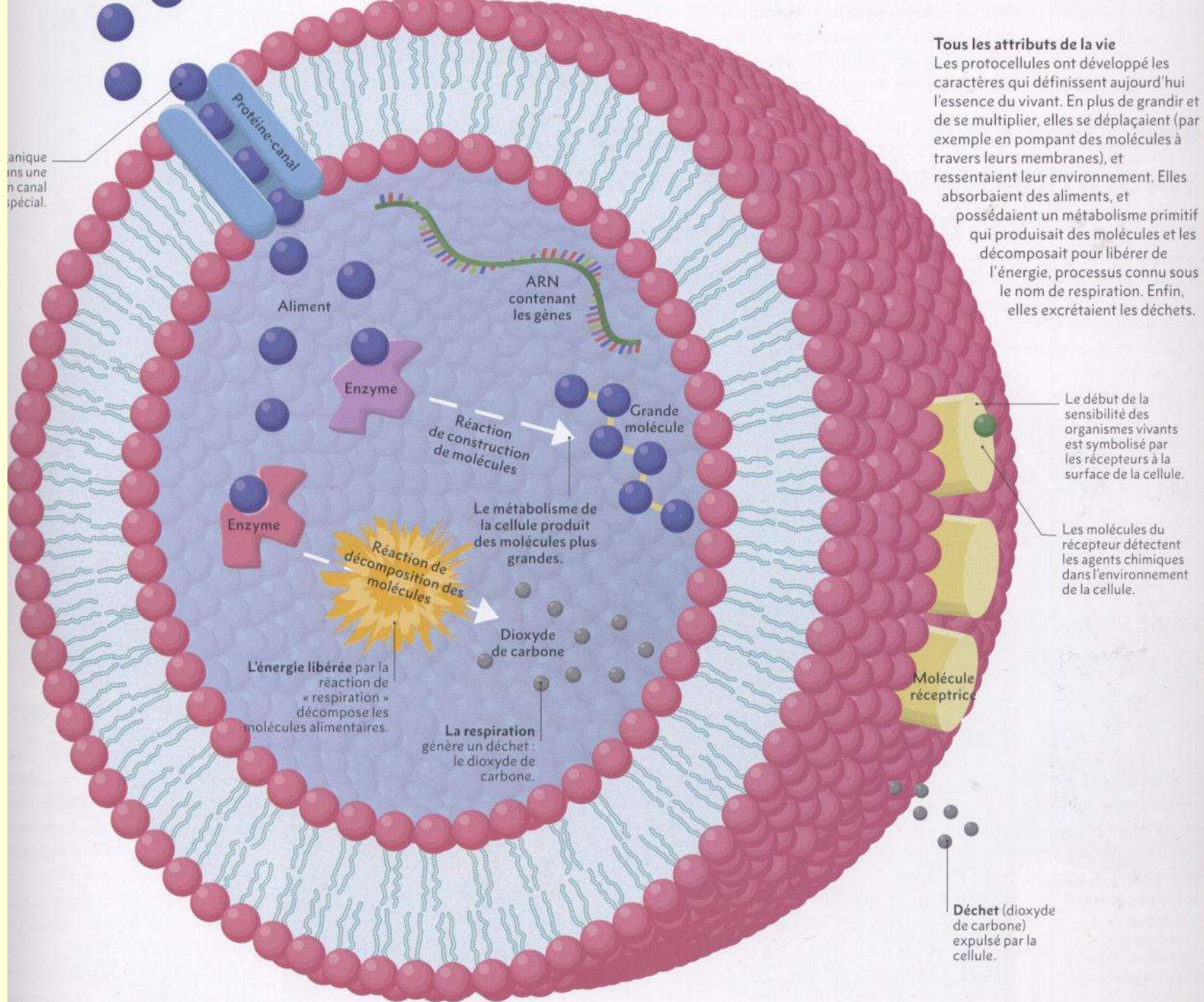


Durant l'histoire occidentale de la science et de la philosophie, il y a eu une tension entre 2 perspectives :

- 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...



Tous les attributs de la vie

Les protocellules ont développé les caractères qui définissent aujourd'hui l'essence du vivant. En plus de grandir et de se multiplier, elles se déplaçaient (par exemple en pompant des molécules à travers leurs membranes), et ressentait leur environnement. Elles absorbaient des aliments, et possédaient un métabolisme primitif qui produisait des molécules et les décomposait pour libérer de l'énergie, processus connu sous le nom de respiration. Enfin, elles excrétaient les déchets.

Le début de la sensibilité des organismes vivants est symbolisé par les récepteurs à la surface de la cellule.

Les molécules du récepteur détectent les agents chimiques dans l'environnement de la cellule.

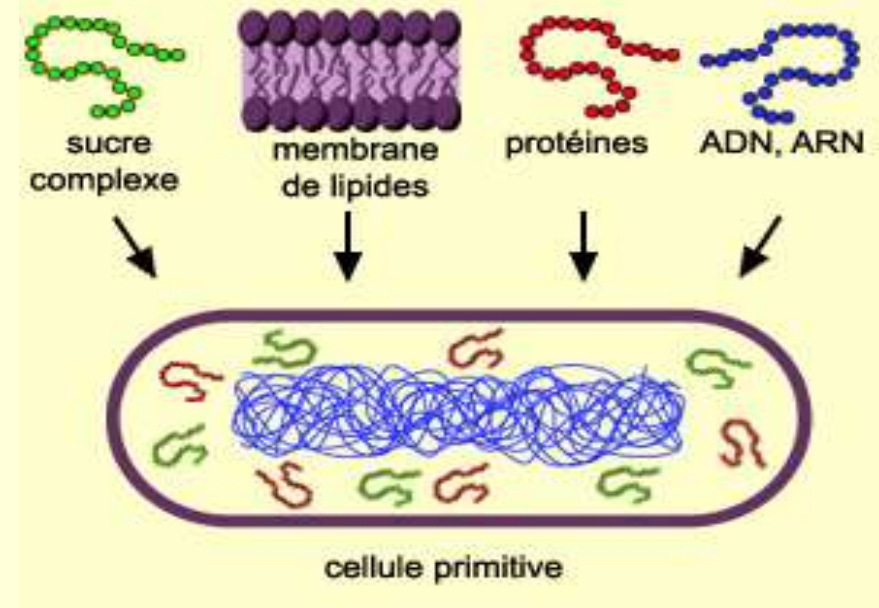
Déchet (dioxyde de carbone) expulsé par la cellule.

LES PROTOCELLULES SE DOTENT DE TOUS LES CARACTÈRES DE LA VIE

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

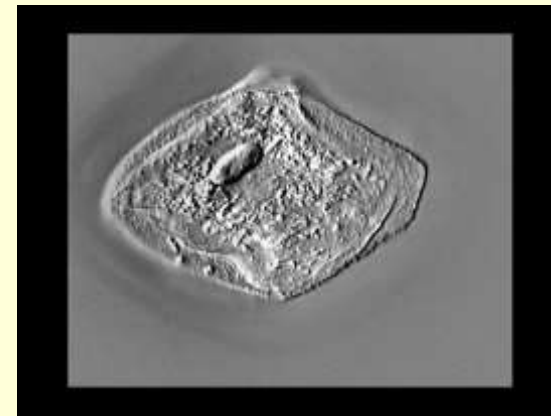
une notion très utile est celle **d'autopoïèse**,

élaborée par Humberto Maturana et Francisco Varela dans les années 1970.

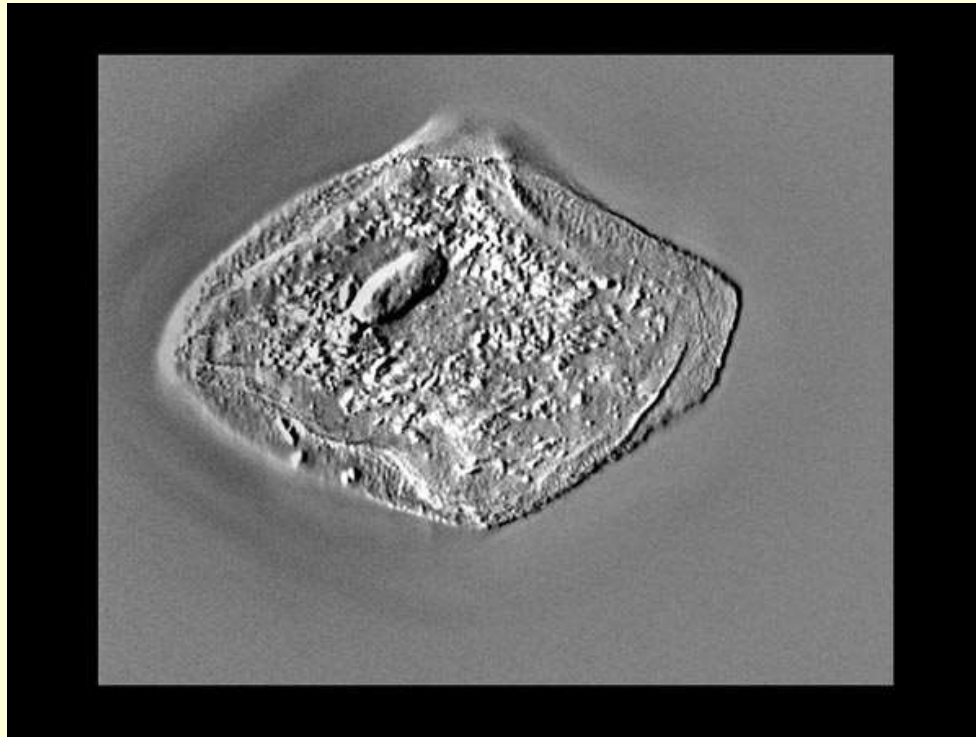


« Notre proposition est que les être vivants sont caractérisés par le fait que, littéralement, ils sont continuellement en train de **s'auto-produire**. »

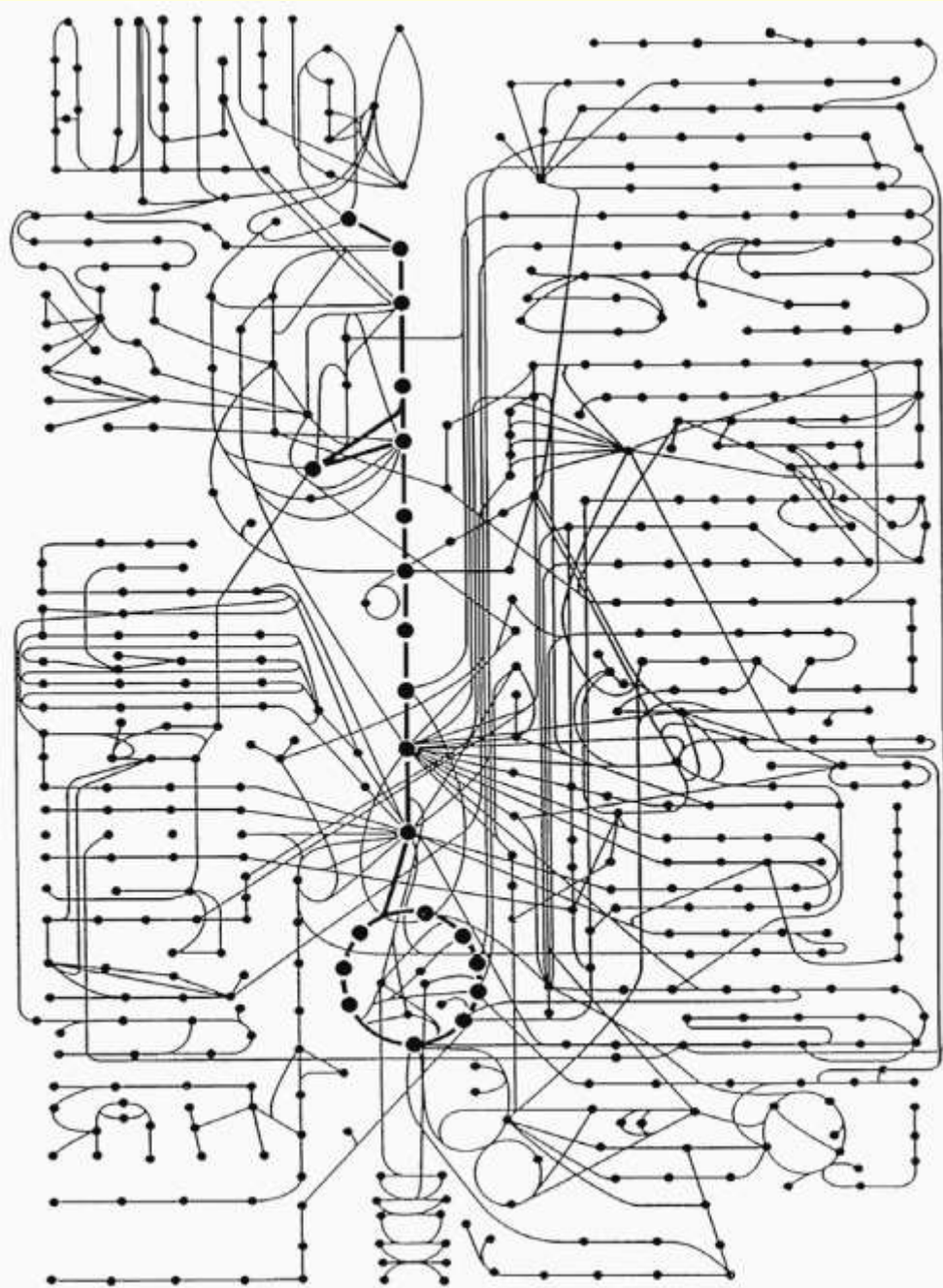
- Maturana & Varela, *L'arbre de la connaissance*, p.32



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

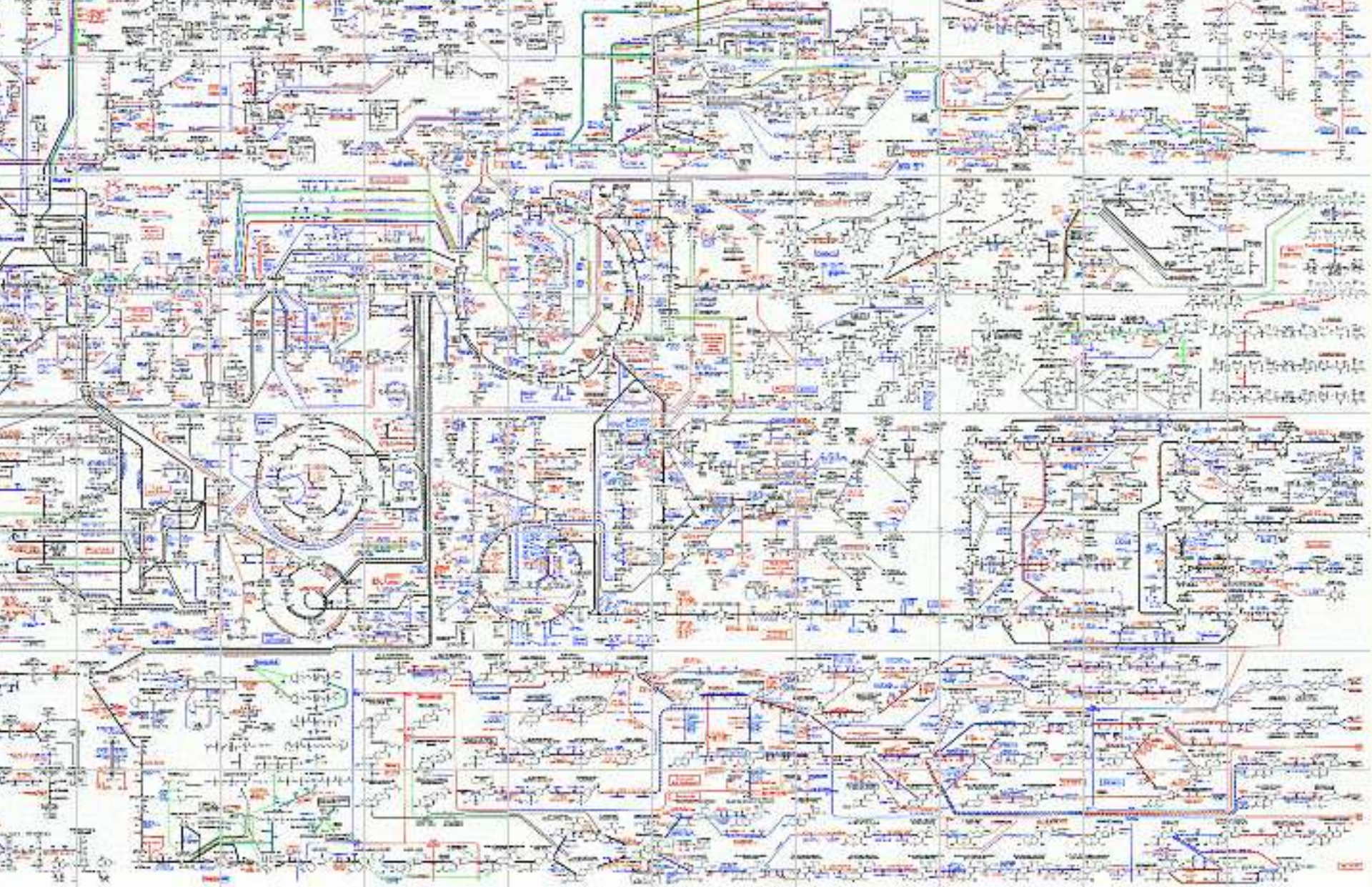


An image of a human buccal epithelial cell obtained using Differential Interference Contrast (DIC) microscopy
(www.canisius.edu/biology/cell_imaging/gallery.asp)



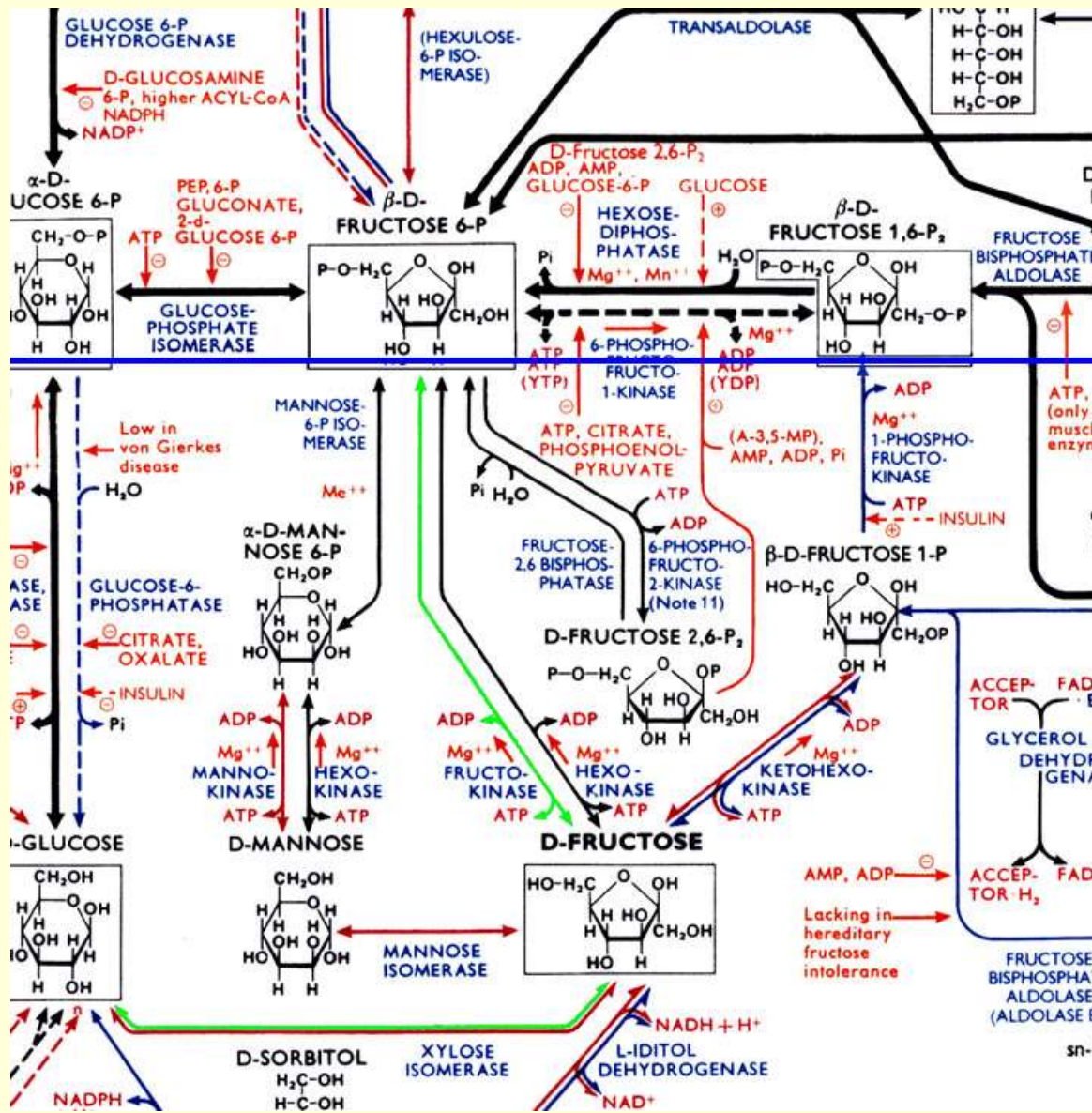
« un réseau »...

= des éléments qui entretiennent
des relations

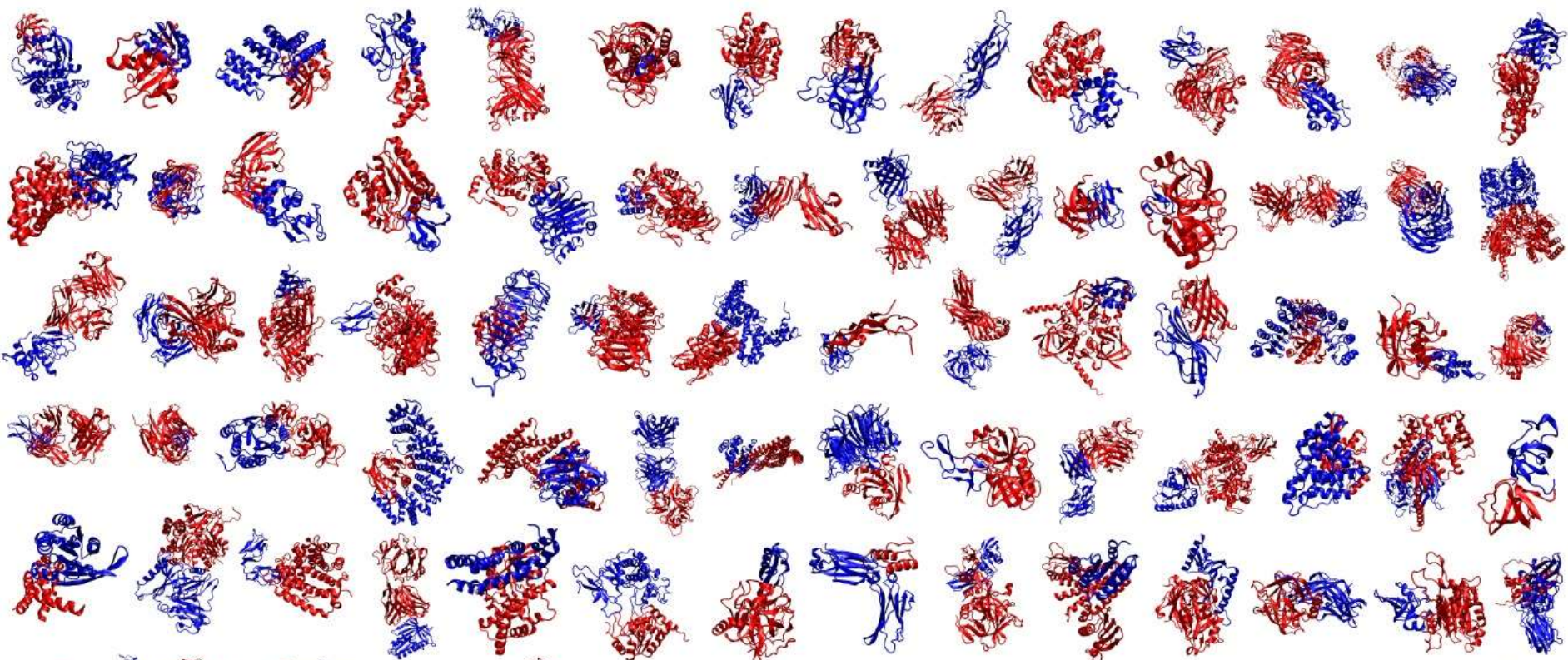
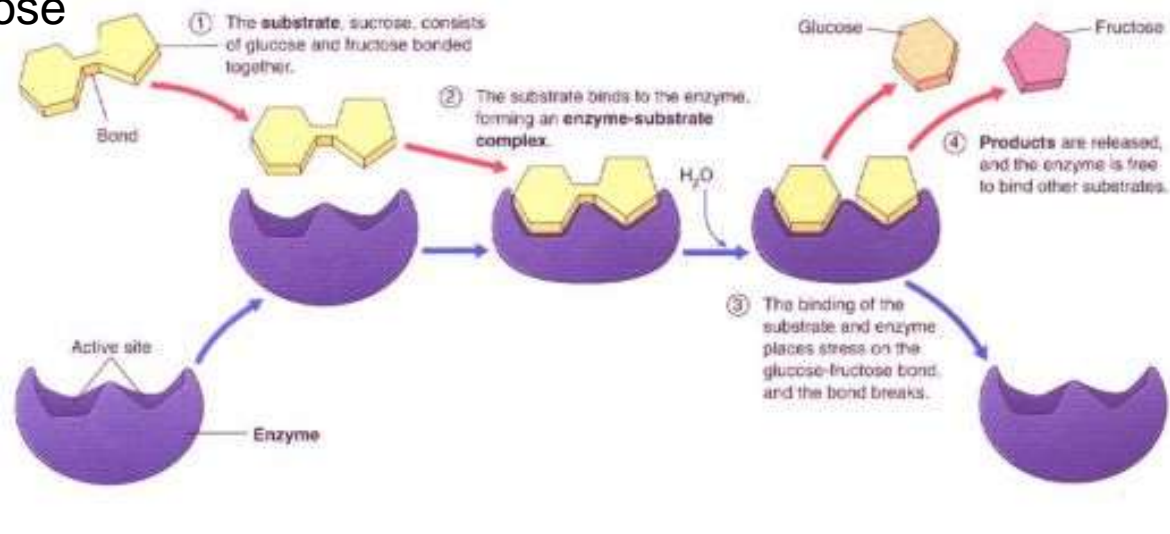


« un réseau complexe »... = cascades de réactions biochimiques dans une cellule

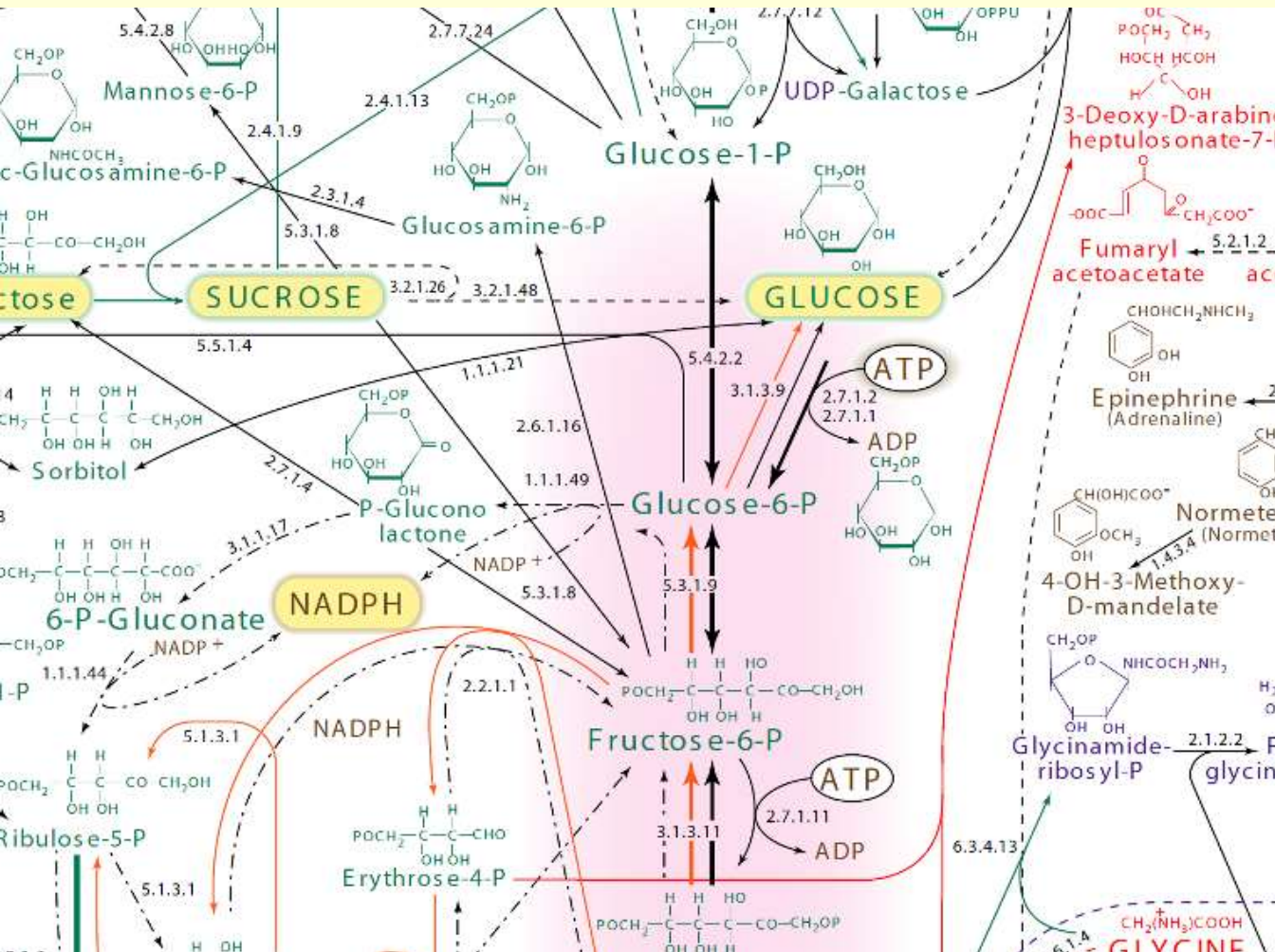
« un réseau complexe d'éléments »... : enzymes (protéines), ADN, etc.



sucrose

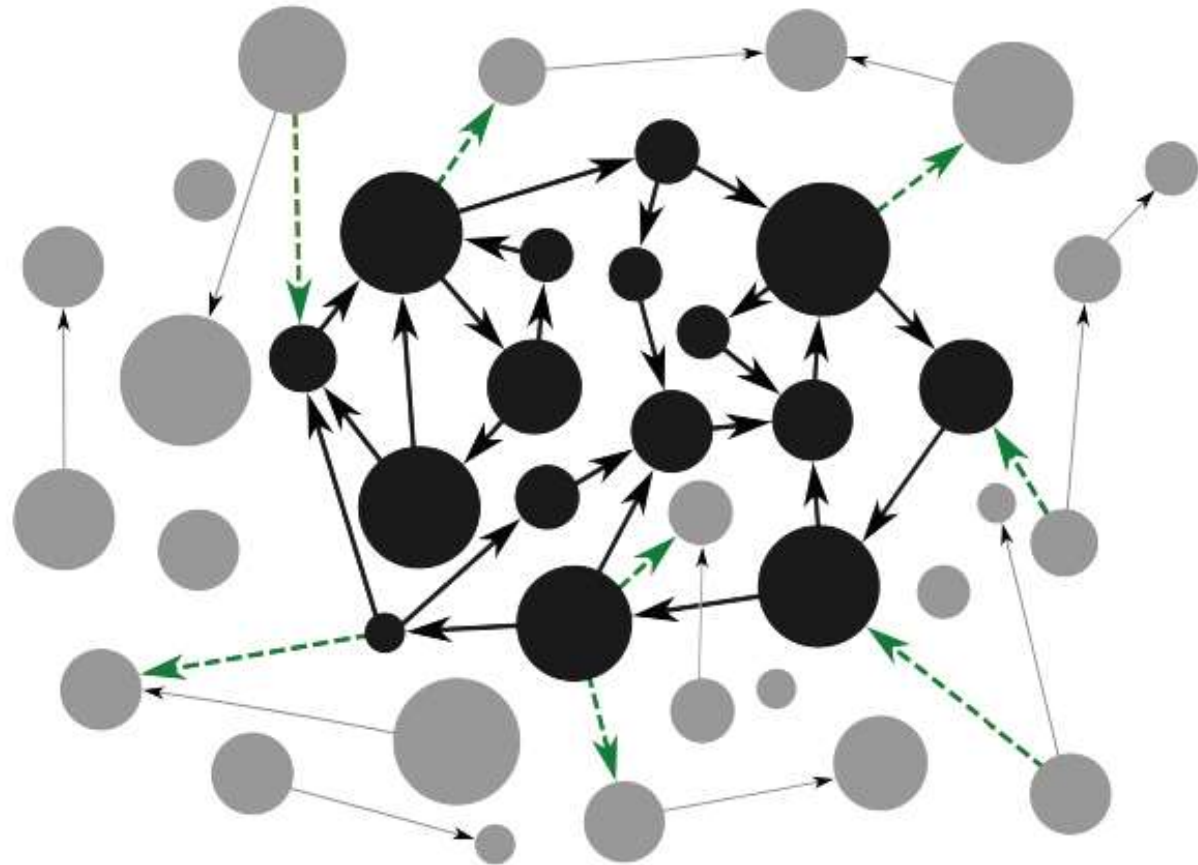


« un réseau complexe d'éléments »... : enzymes (protéines), ADN, etc.



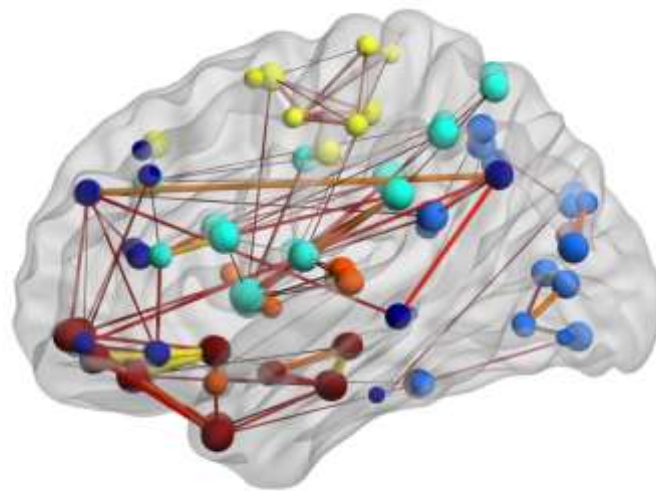
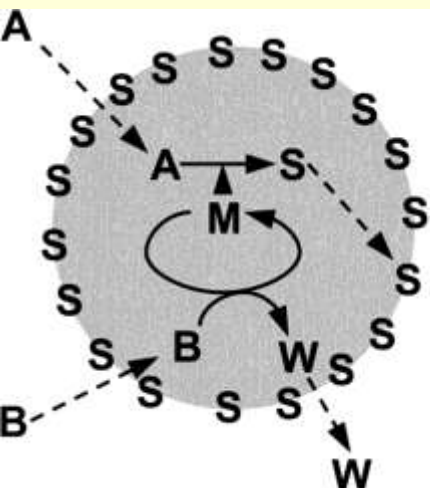
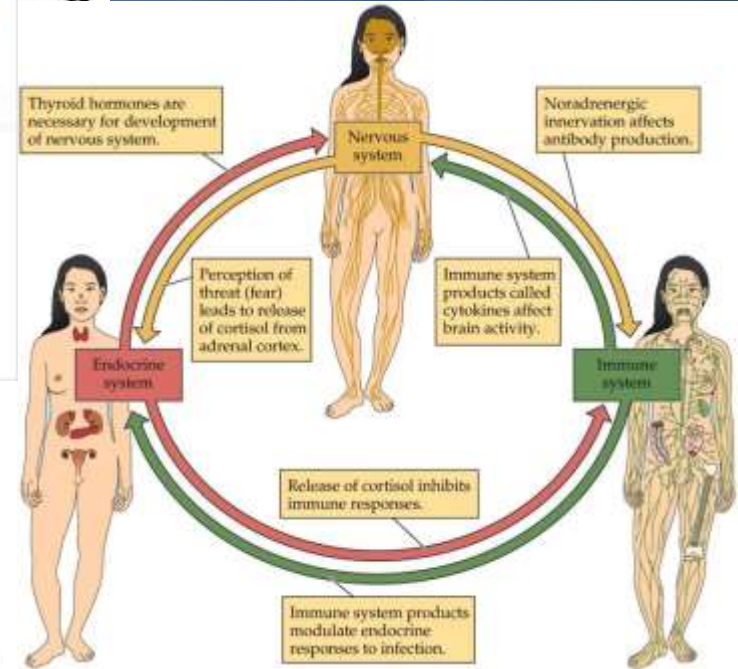
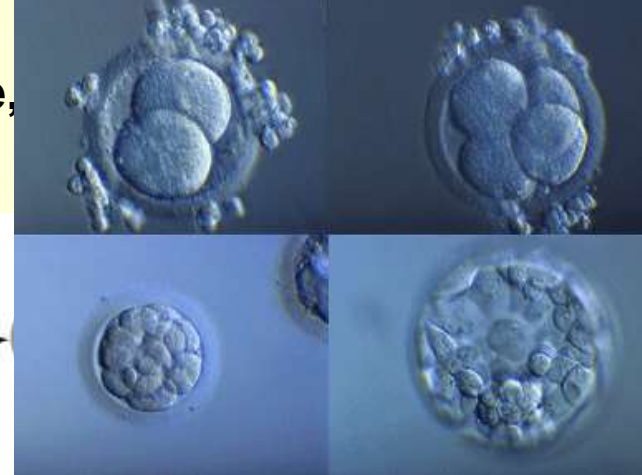
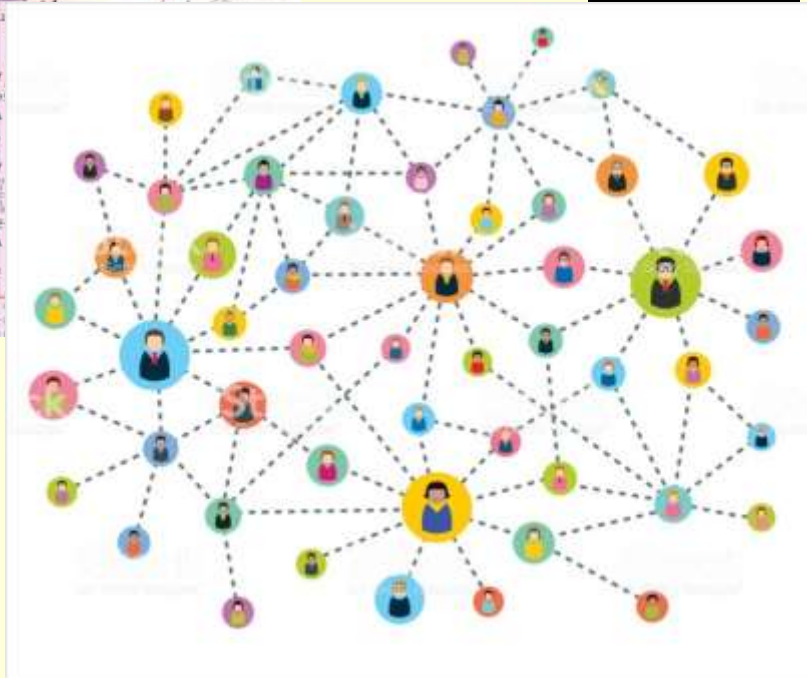
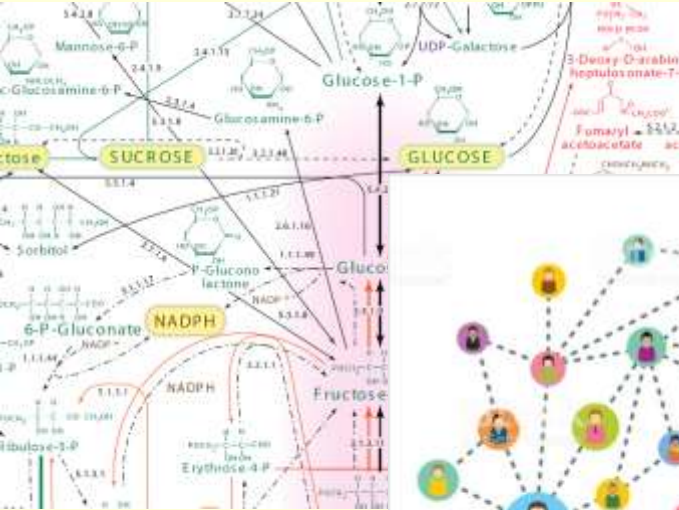
..qui régénèrent constamment, par leurs interactions et transformations, le réseau qui les a produits.

« Whenever we look at life,
we look at networks.” - Capra & Luisi



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

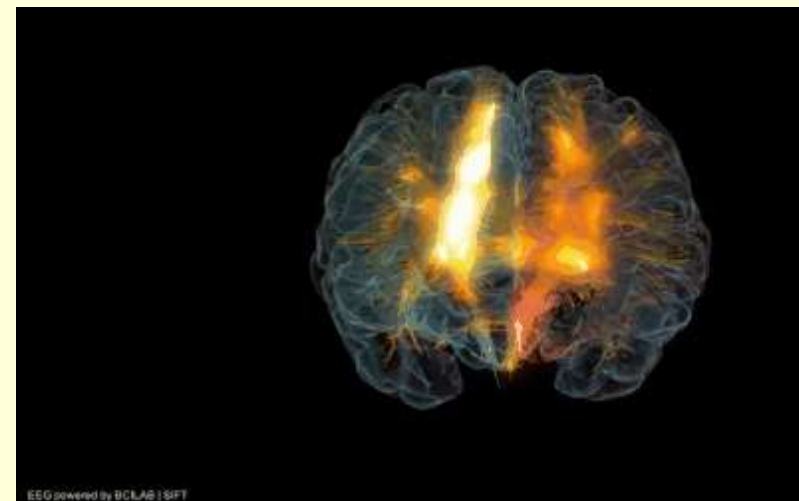
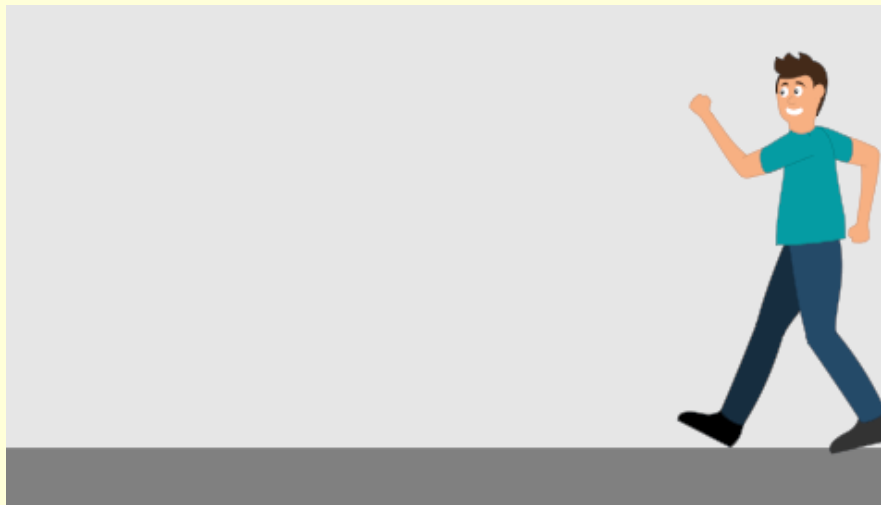
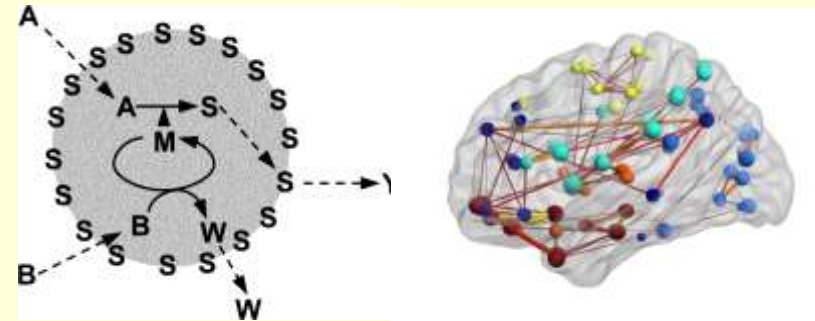
« Whenever we look at life, we look at networks. »

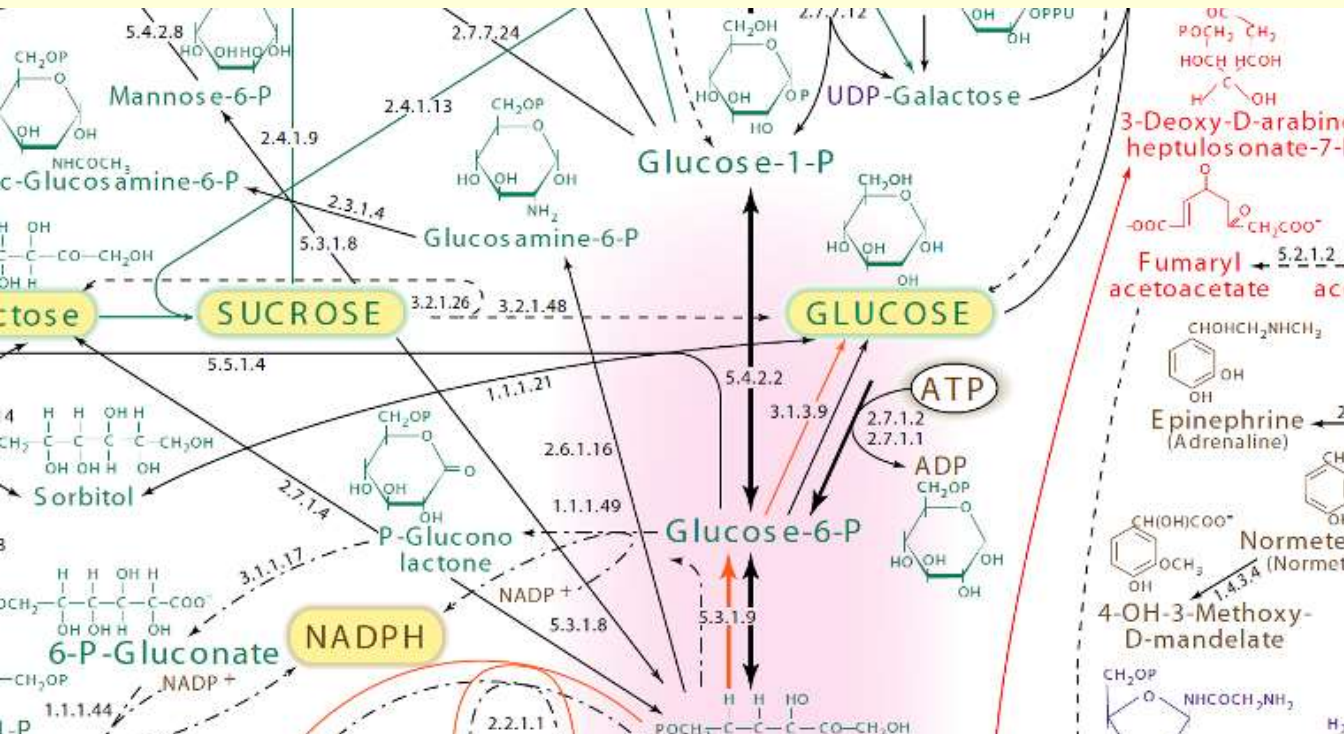


is Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported License.

On a donc :

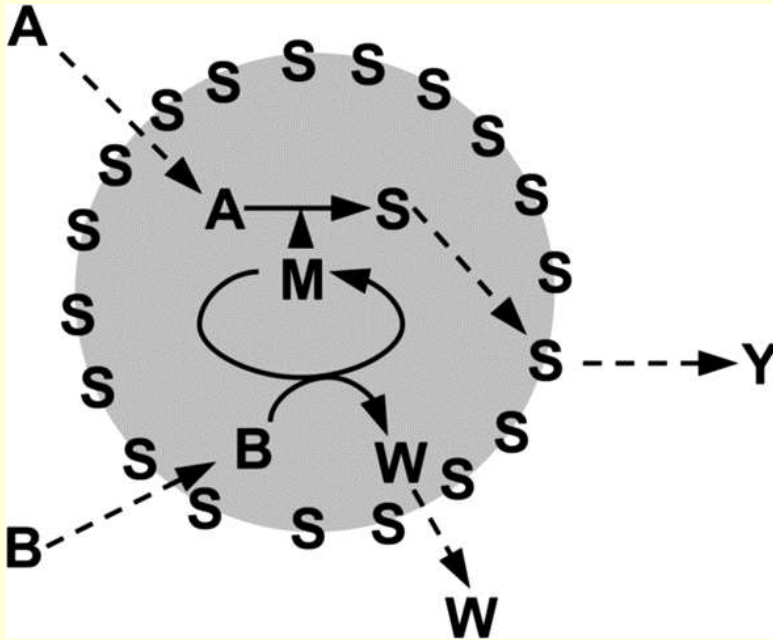
- l'étude de la **matière** : de quoi c'est fait ?
- l'étude de la **forme** : quel est le pattern ?
- l'étude des processus **dynamiques** : comment ces formes changent dans le temps ?





« 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 :

- a besoin de nutriments
- rejette des déchets
- construit sa propre **frontière** et tous ses **composants internes** qui se régénèrent continuellement

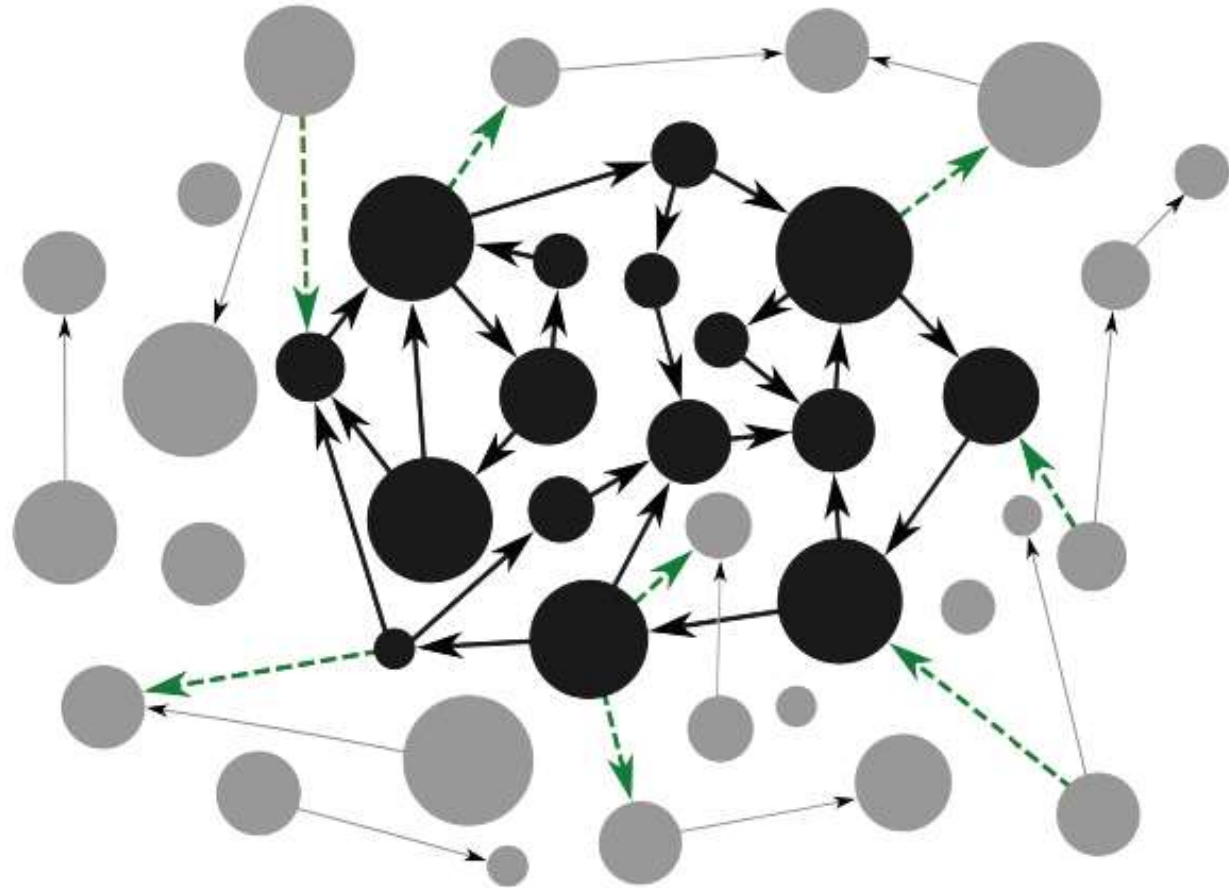
(donc le système est **fermé** du point de vue **opérationnel**)

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

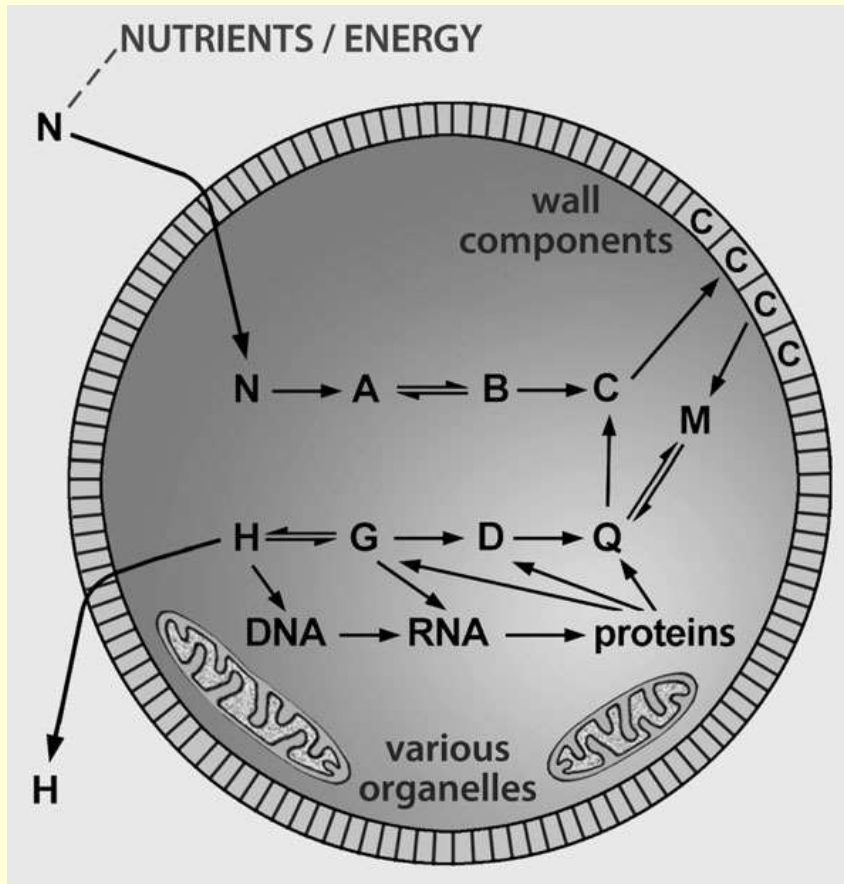
car elle ne se confond
évidemment pas avec
une paroi étanche.

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)

+



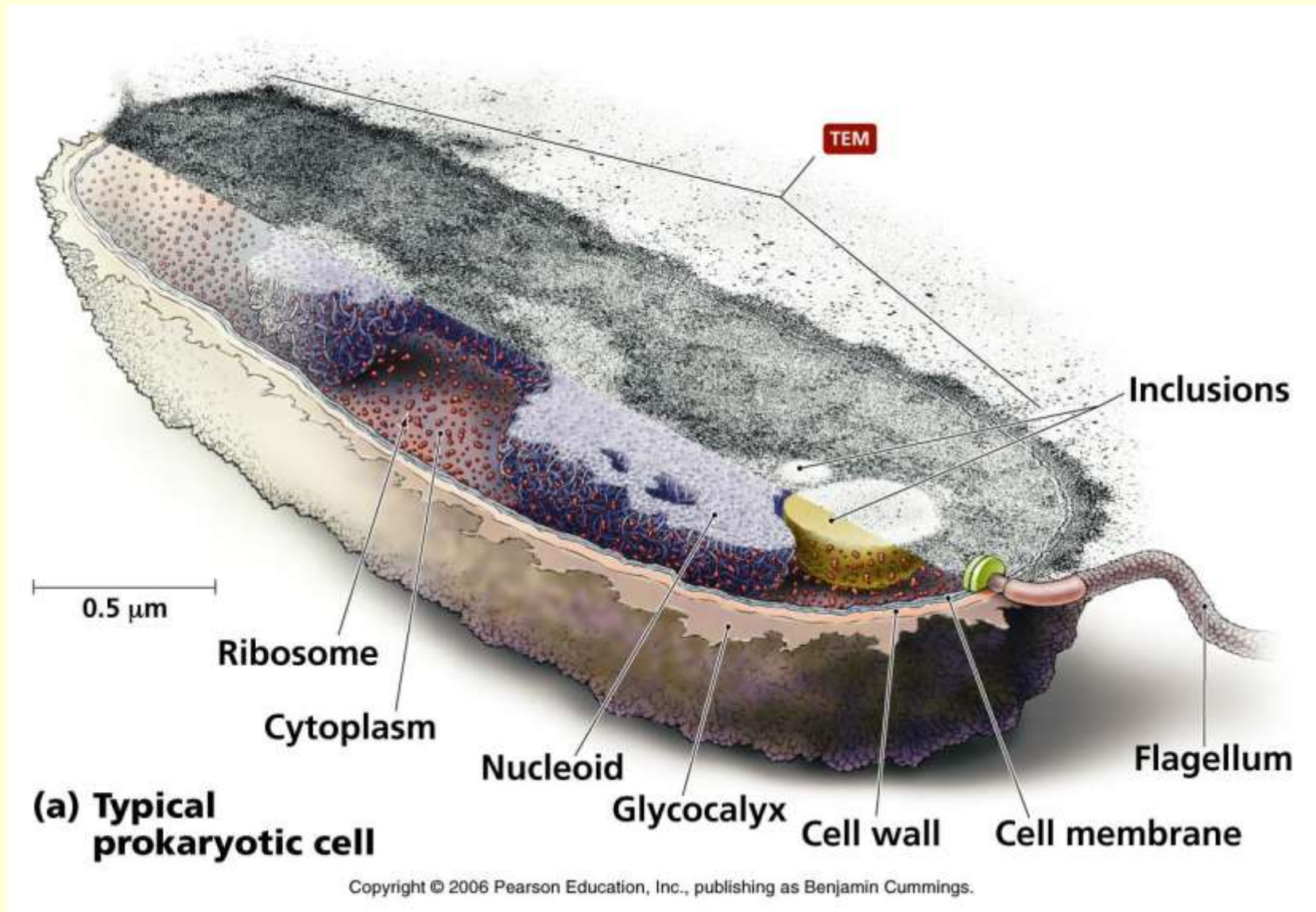
Chlore (Cl)
(gaz très toxique)

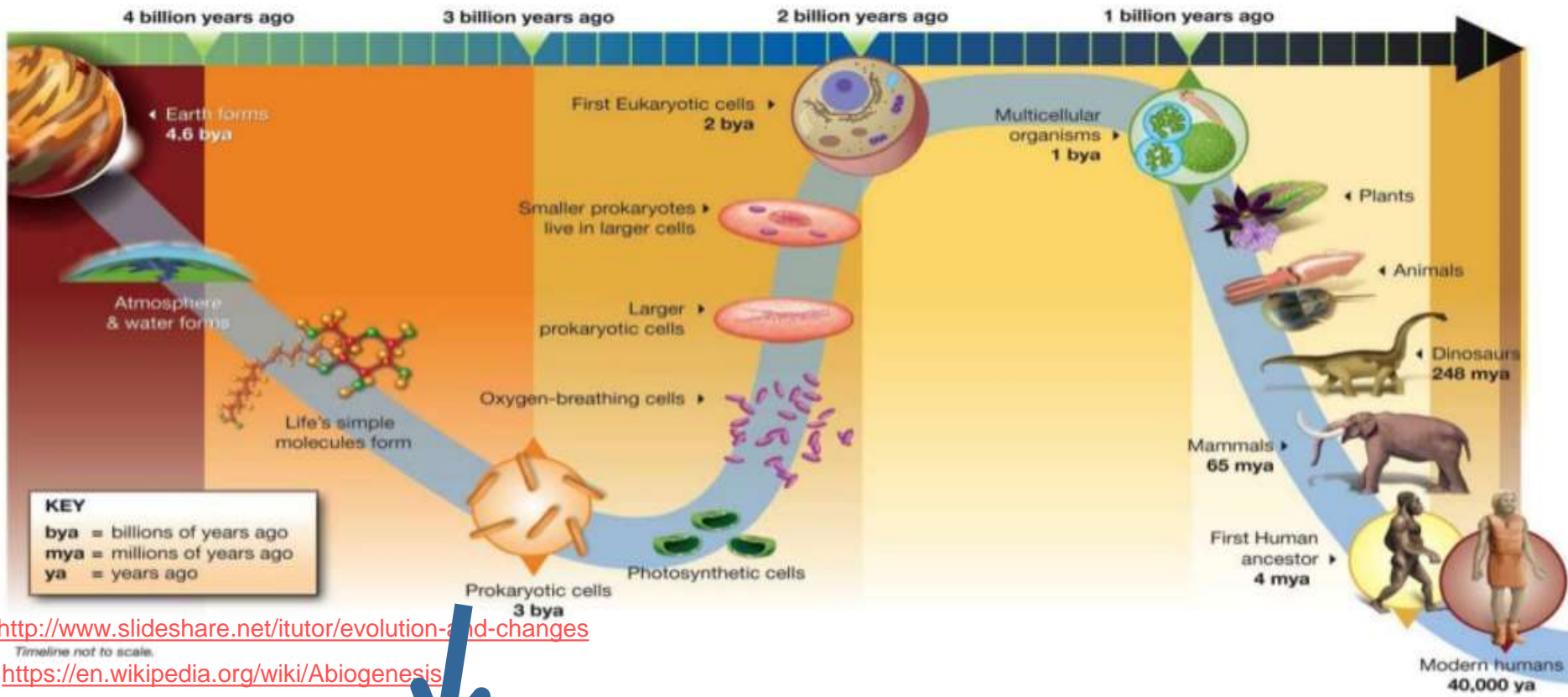
=



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

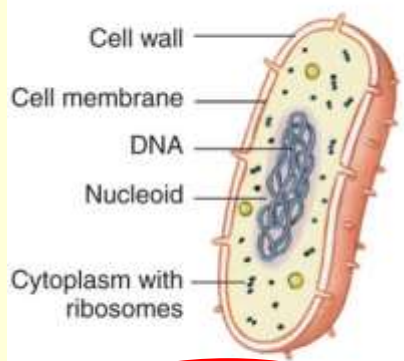
Les premières cellules vivante sont déjà infiniment complexes !





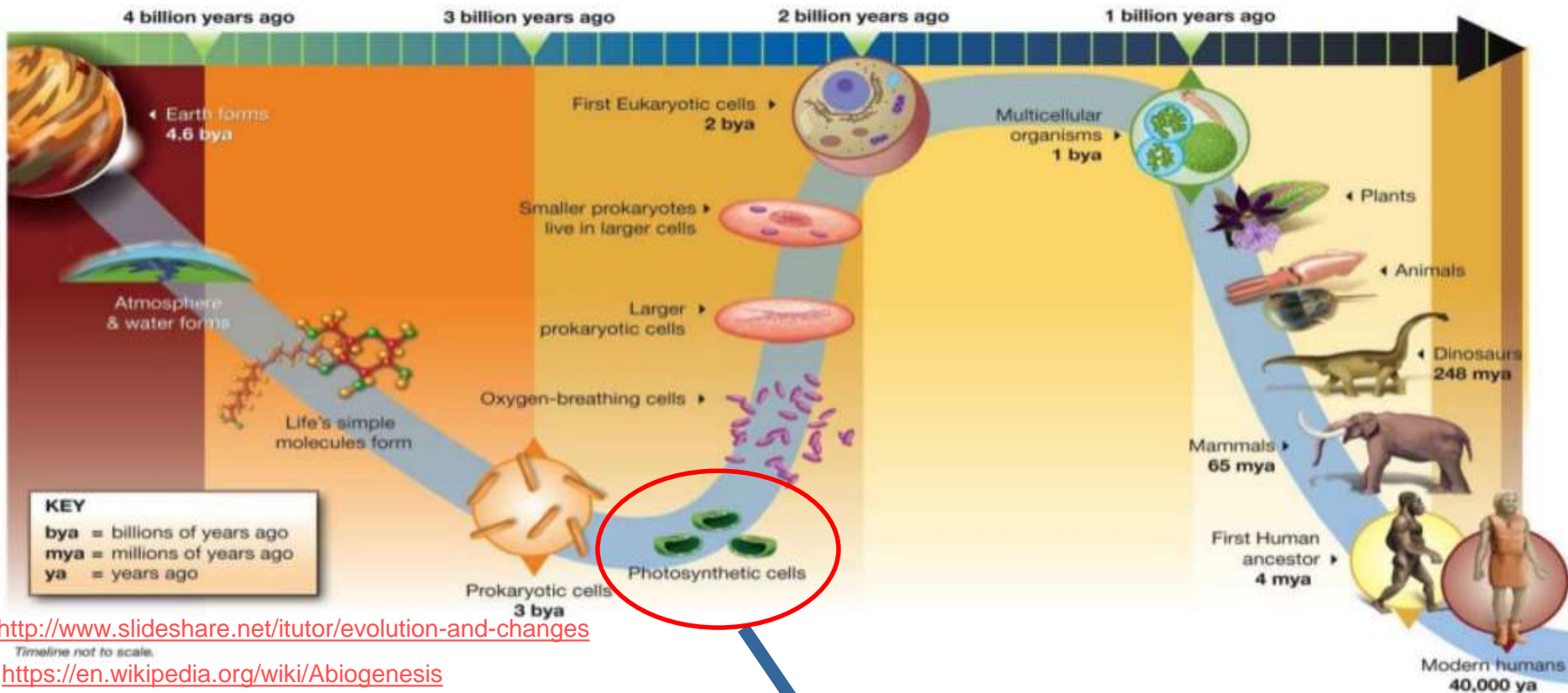
<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>

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



Prokaryote

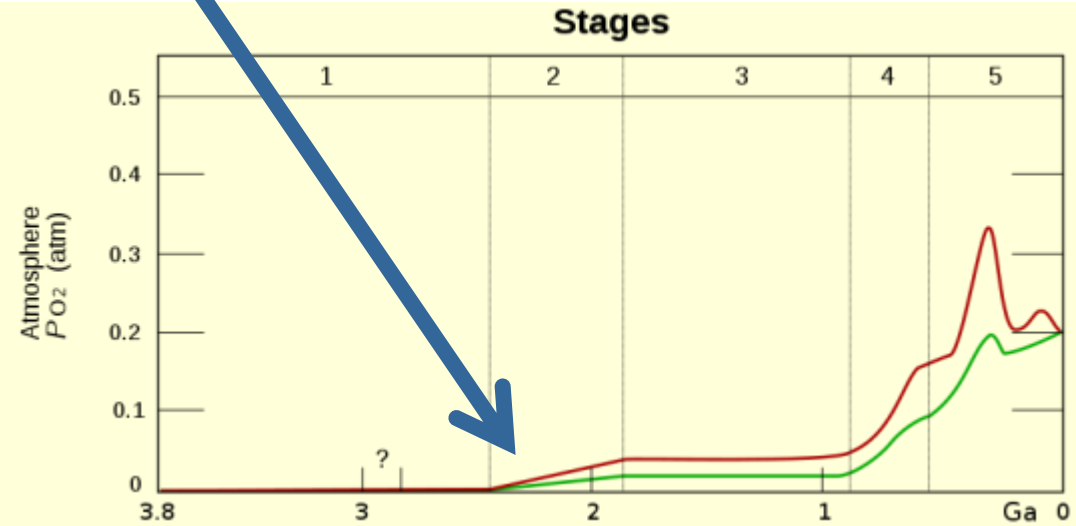
3,5 bya

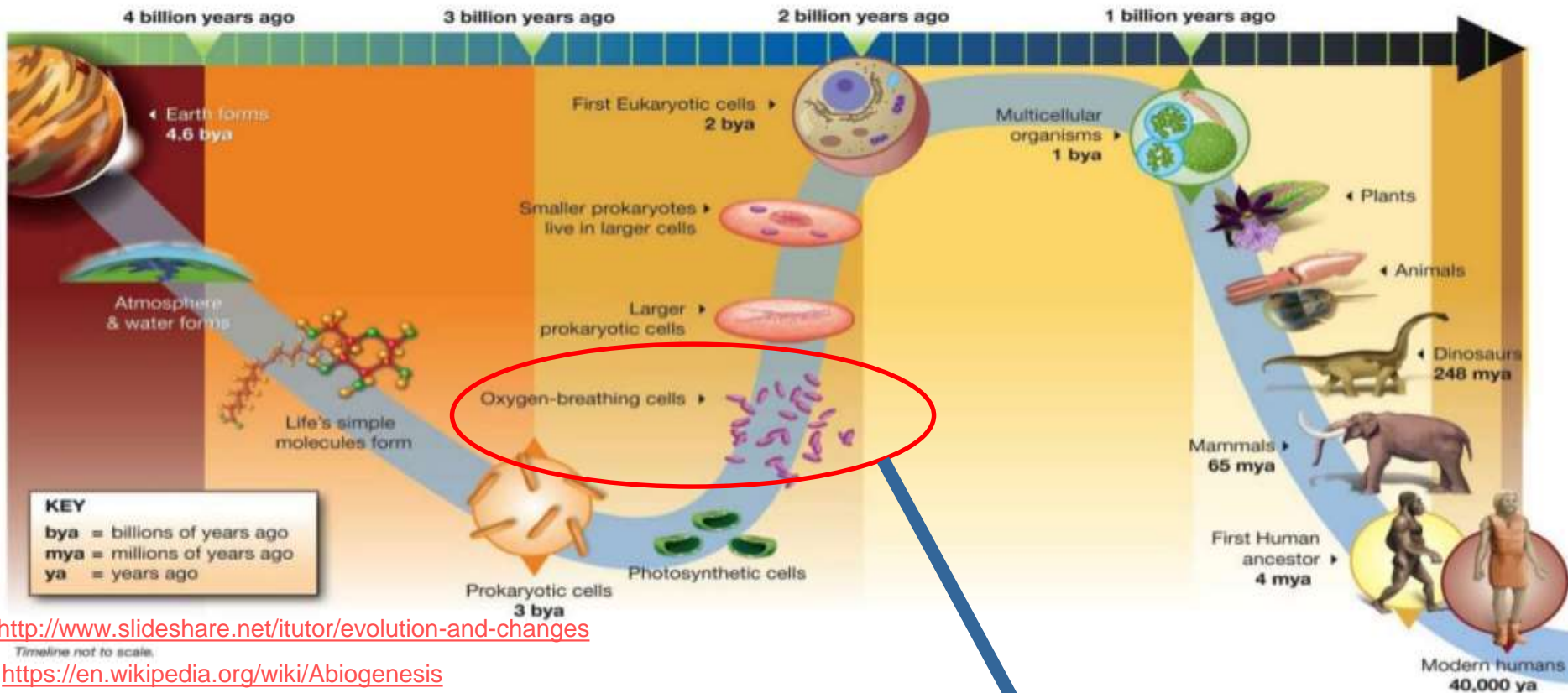


<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Abiogenesis>

2,4 Ga :

La Grande Oxydation
 (ou catastrophe de l'oxygène)

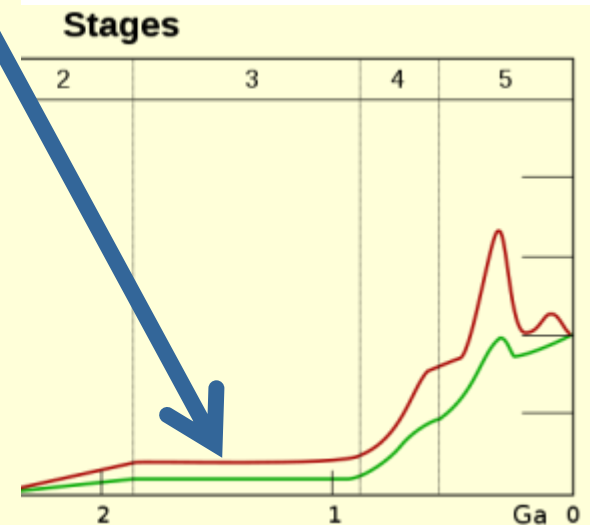


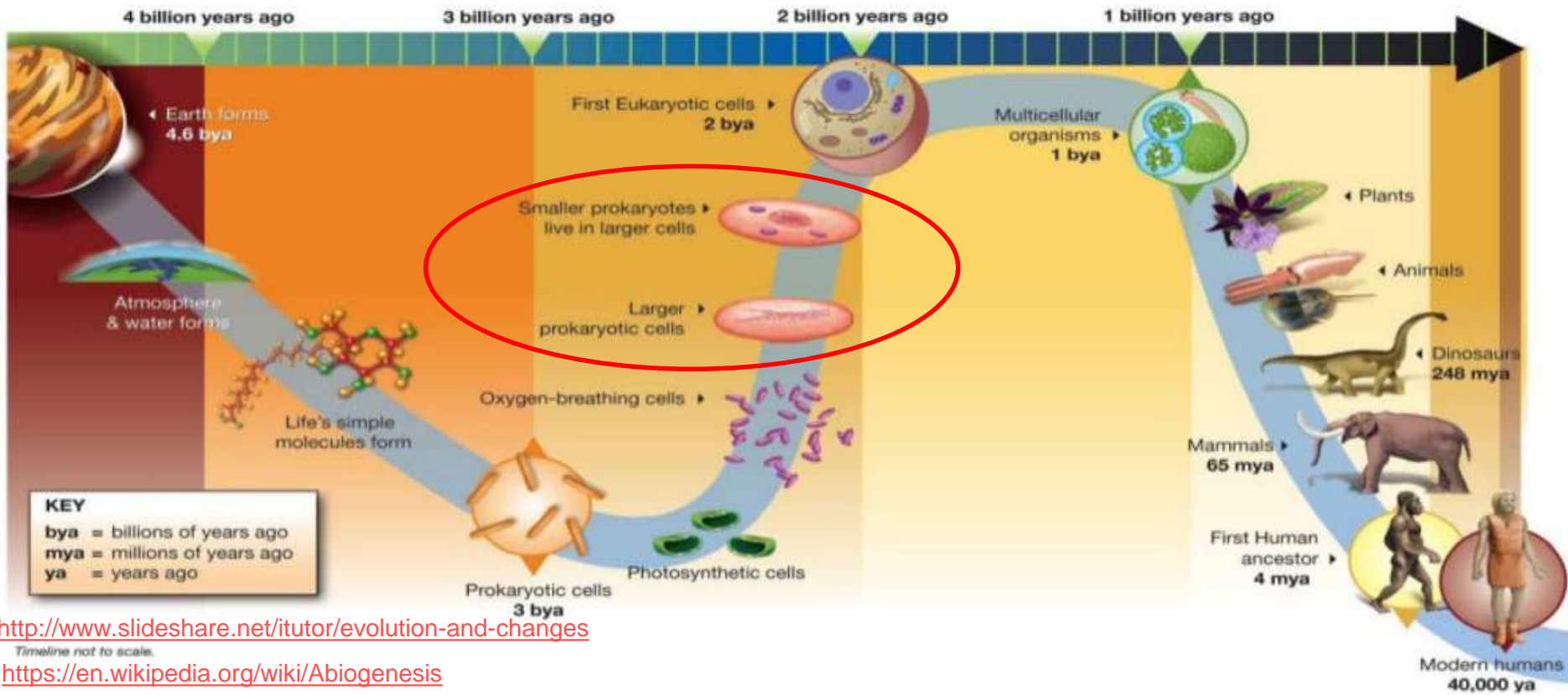


<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>

<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.

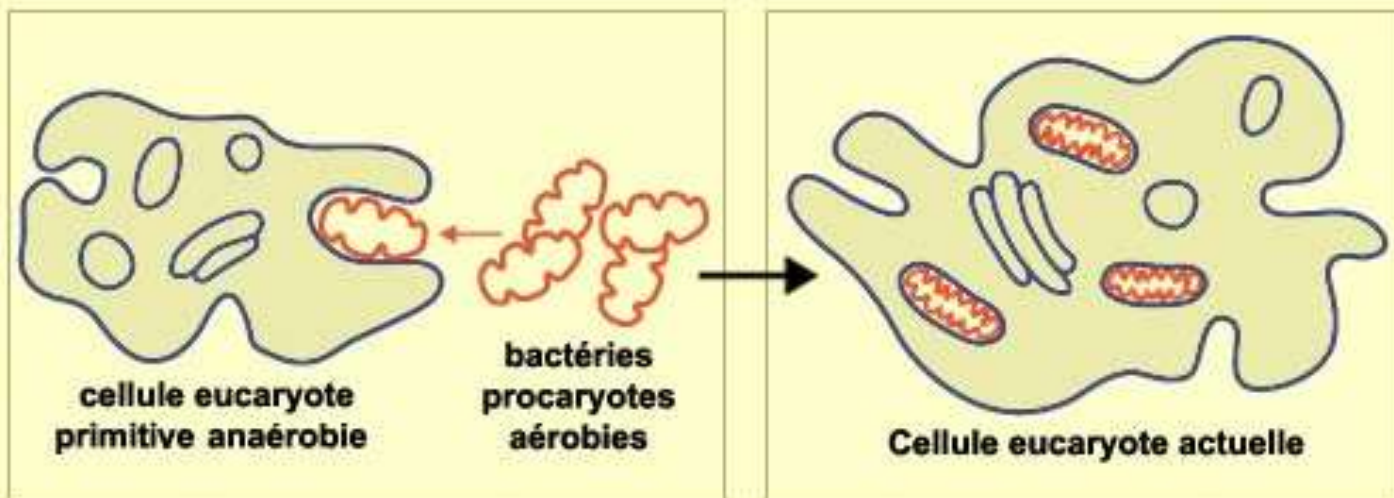




<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>

Timeline not to scale.

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



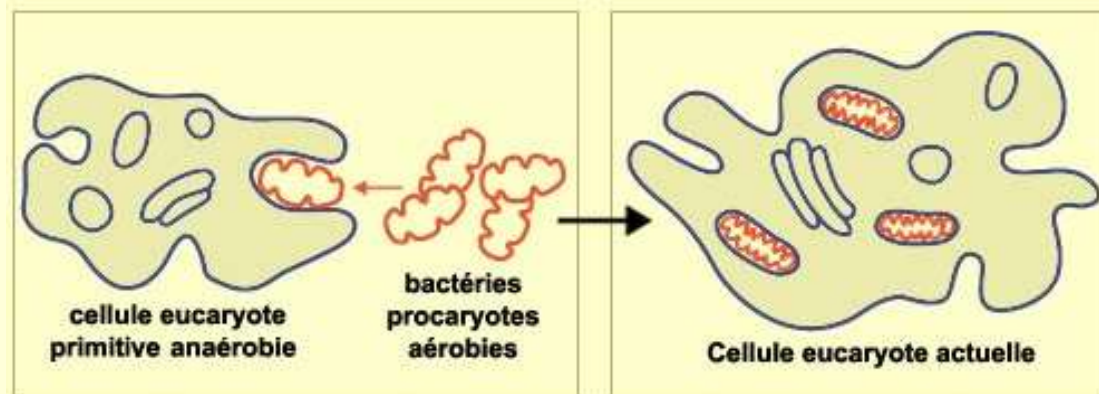
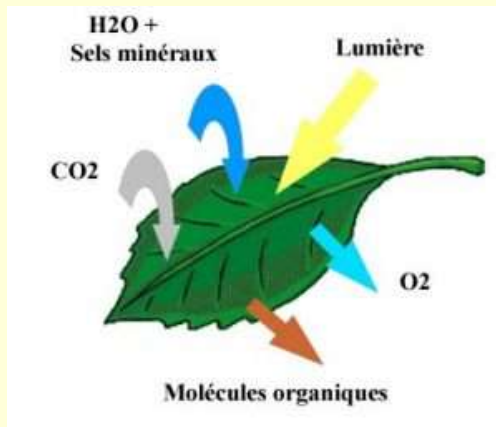
« Pas de mutation à l'origine de la **photosynthèse**
ou pas relation **symbiotique** cellules eucaryotes - bactéries aérobies
(qui sont des événements **contingents ou accidentels**),
pas de neurones si énergivores.
Pas de neurones, pas de cerveaux.
Pas de cerveaux, pas d'humains ! »

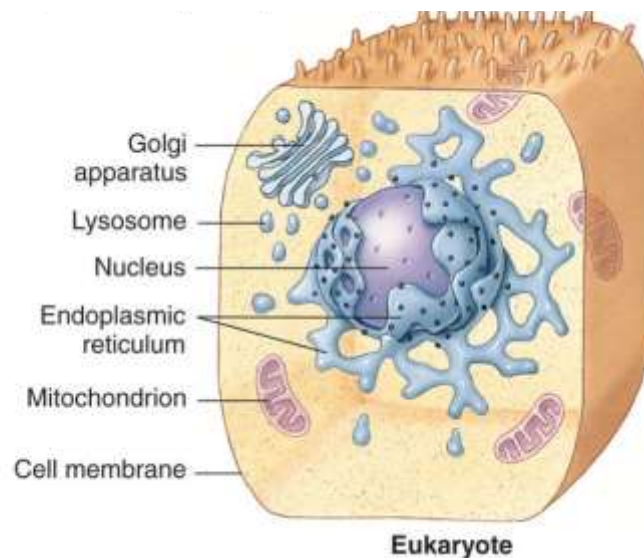
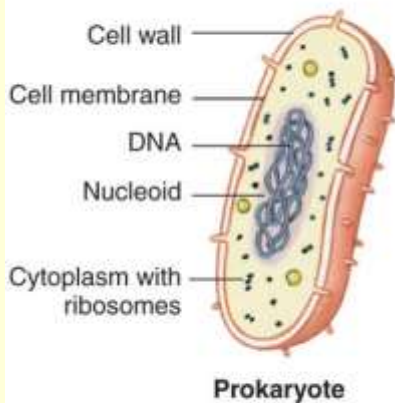
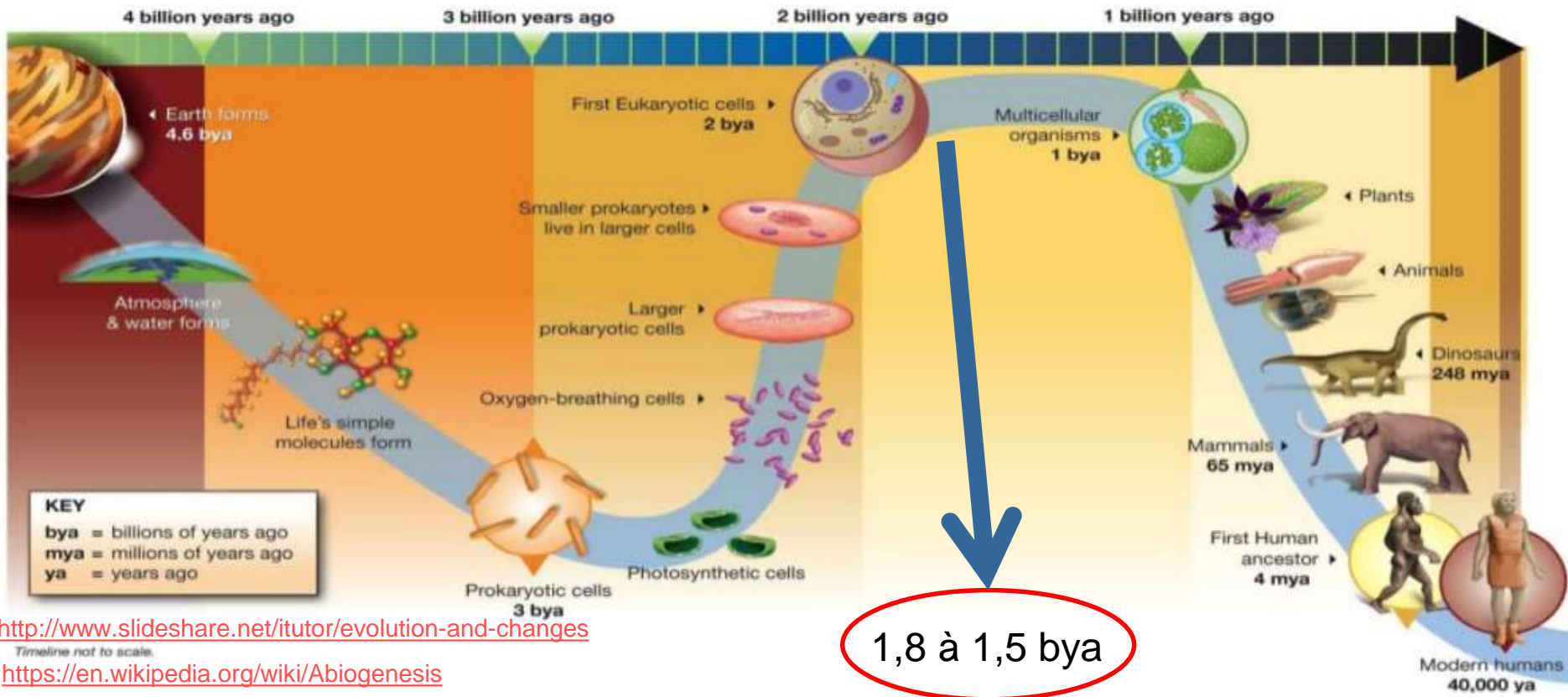


Car encore aujourd'hui,
chaque cellule de
votre cerveau possède
des mitochondries.

What
Caused
Life's Major
Evolutionary
Transitions?

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

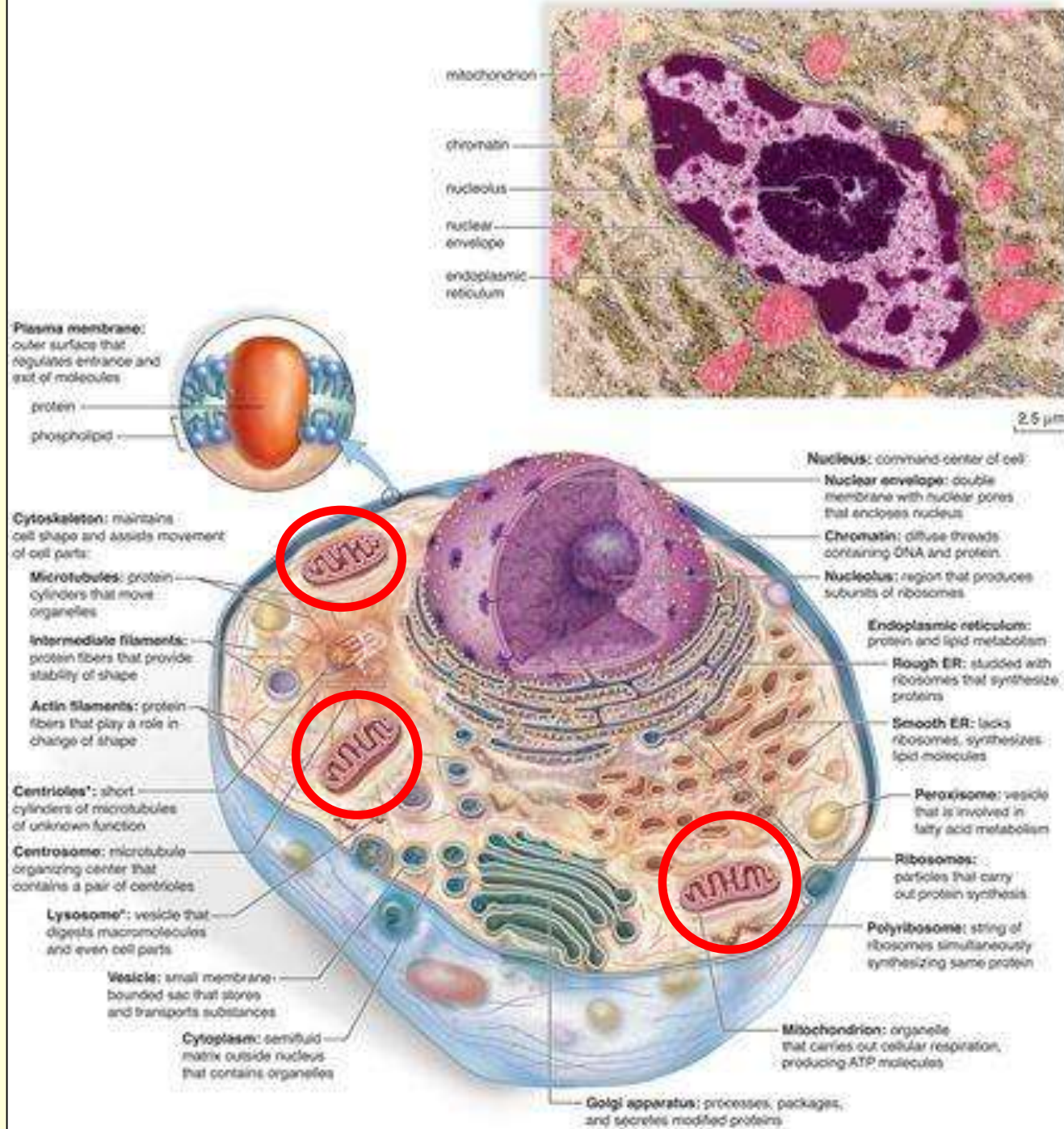


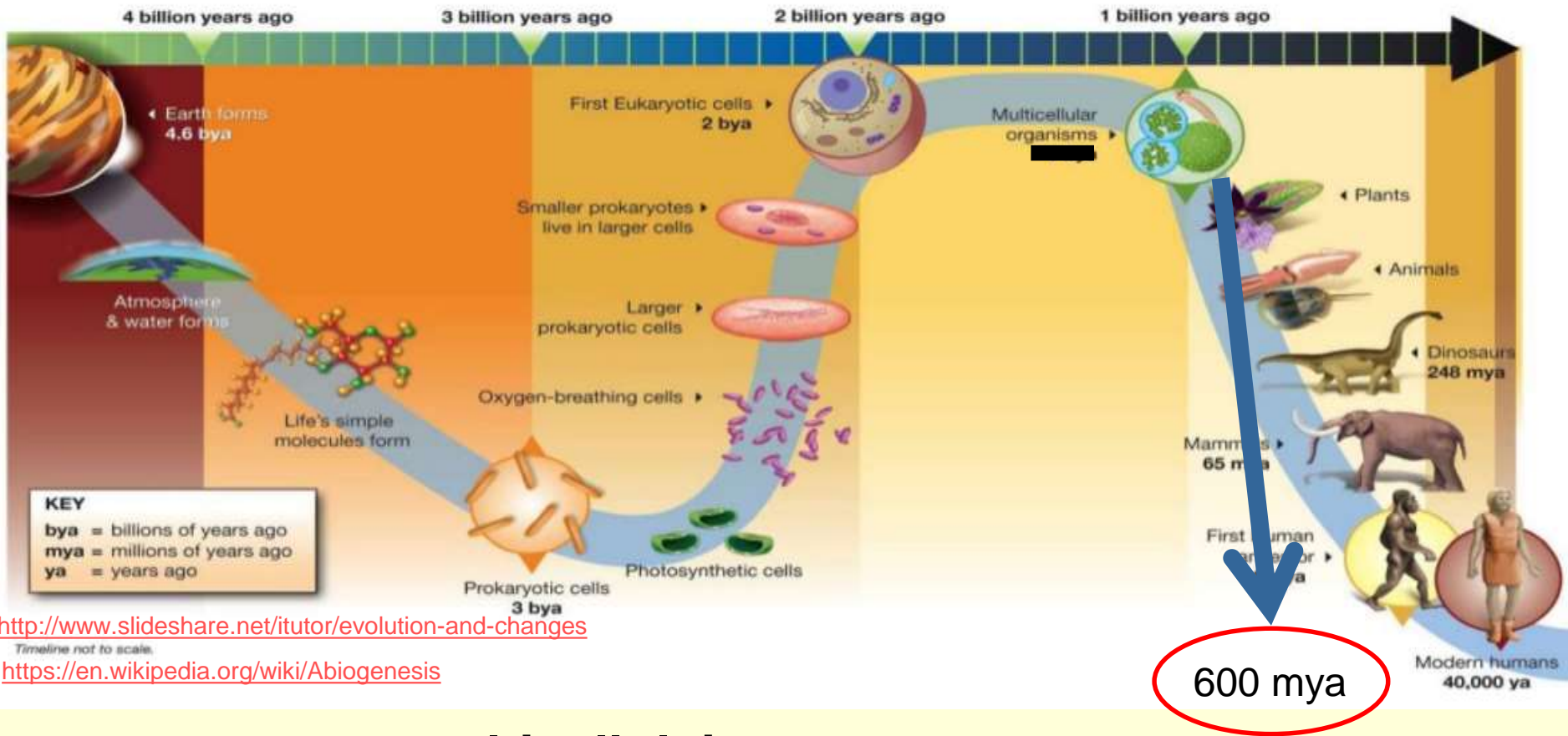


Les réseaux complexes se « compartimentalisent »

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

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



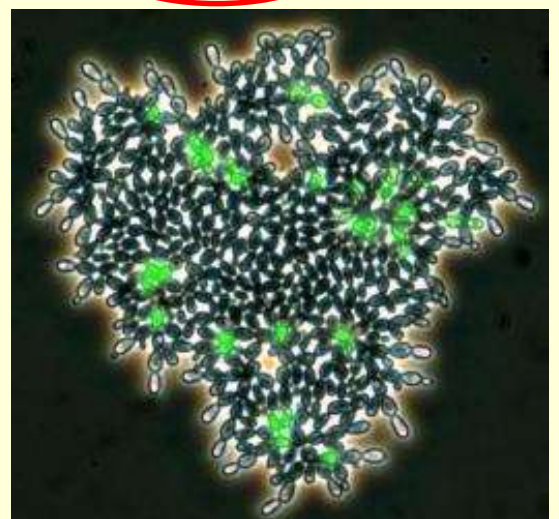


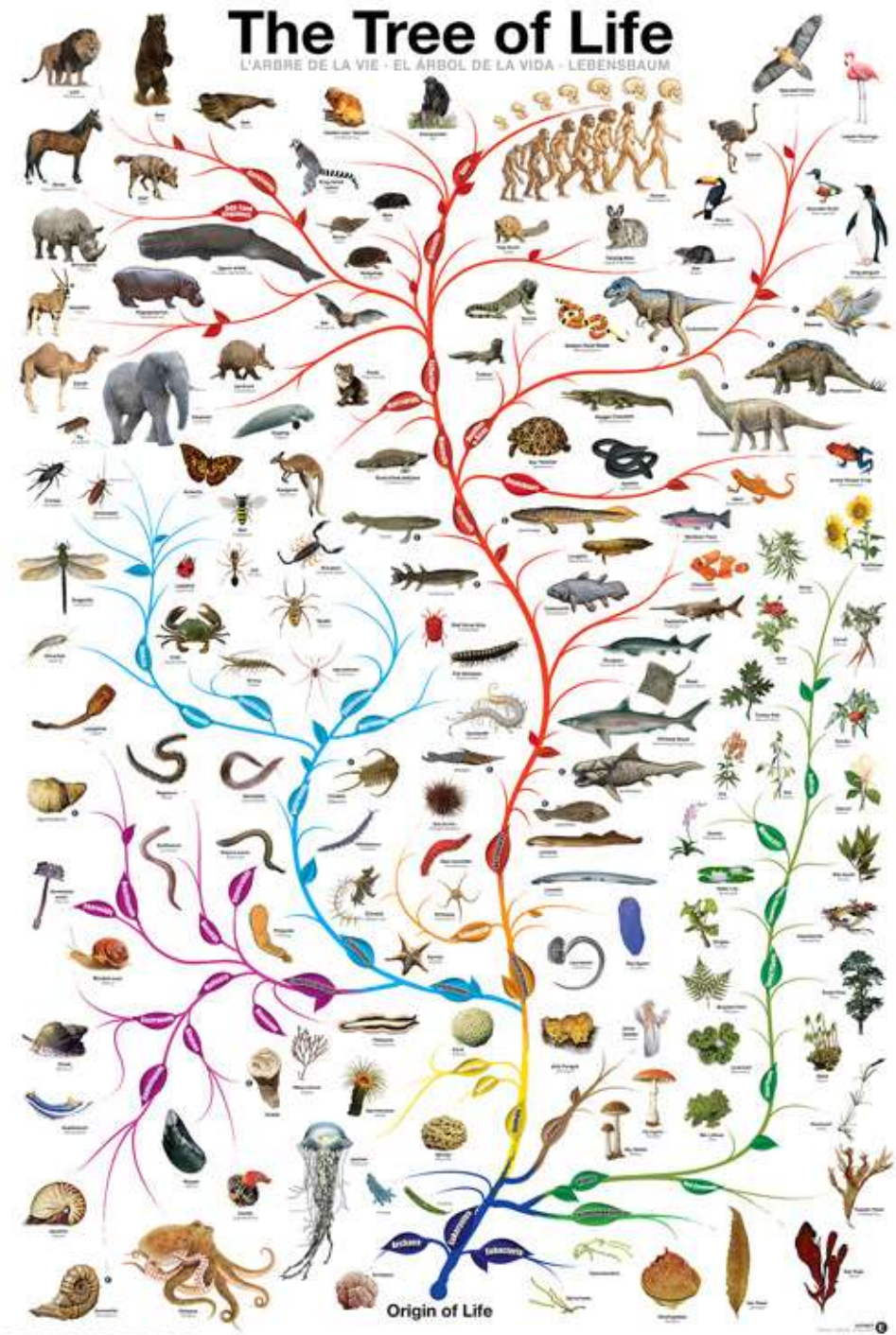
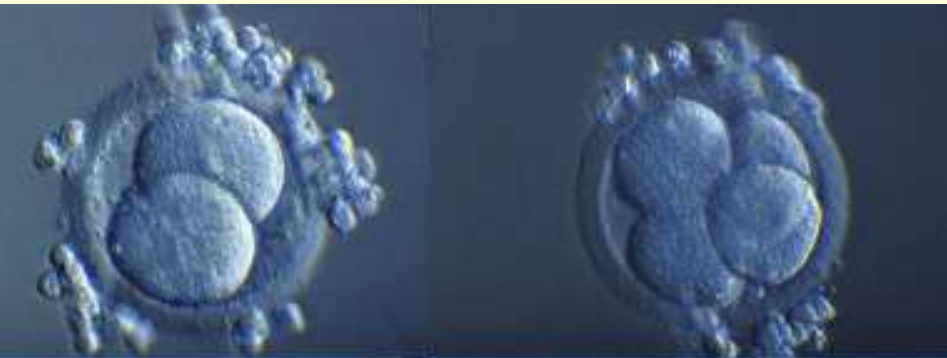
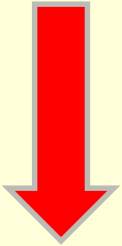
<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Abiogenesis>

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.

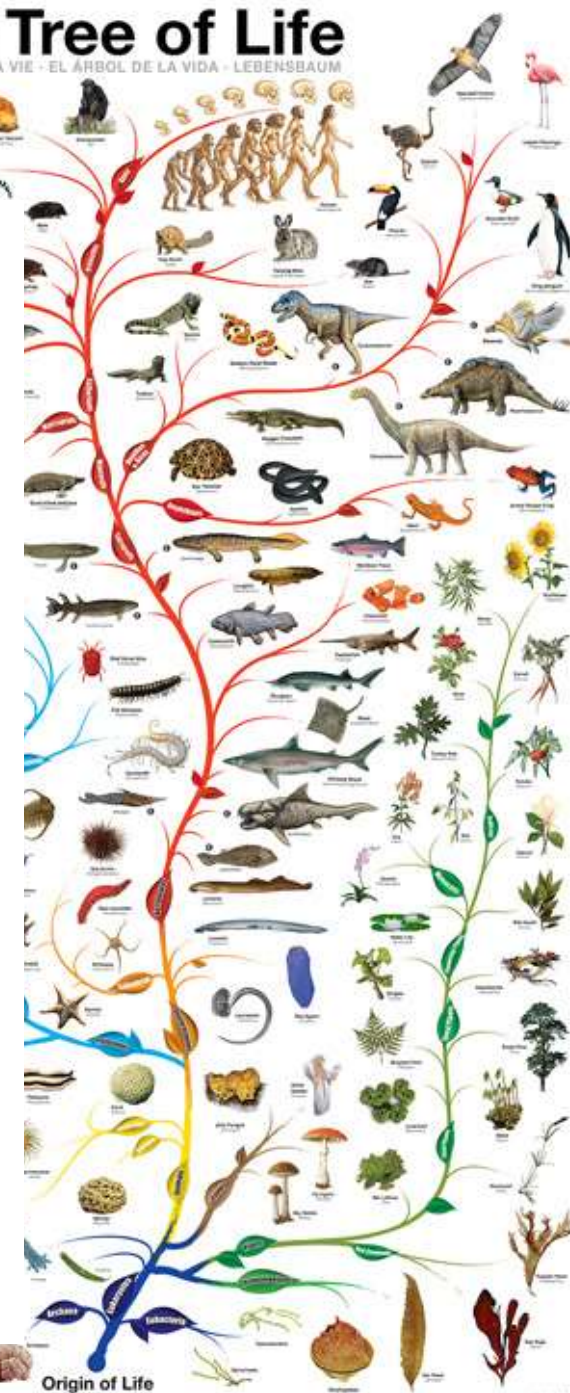
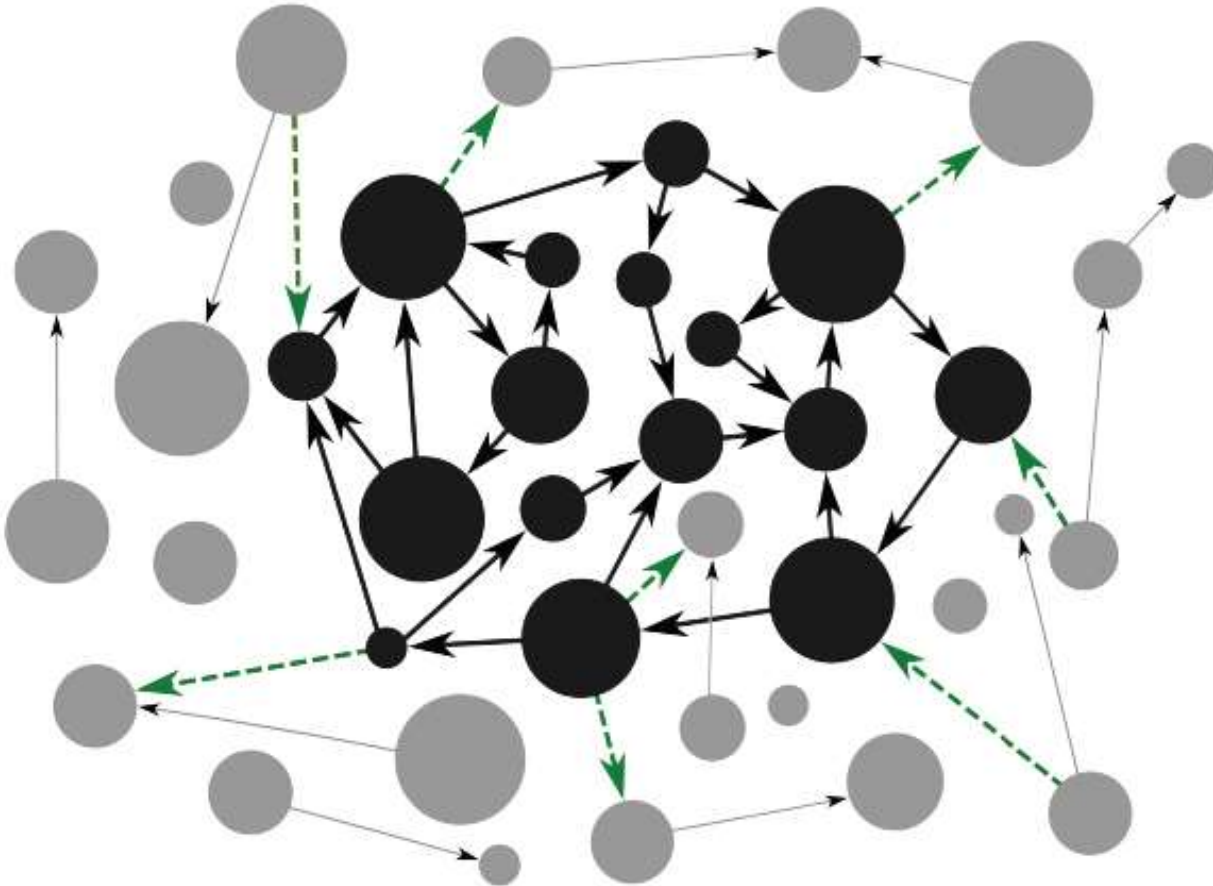
Des multicellulaires auraient évolué au moins 25 fois à partir d'ancêtres unicellulaires au cours de l'évolution.

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



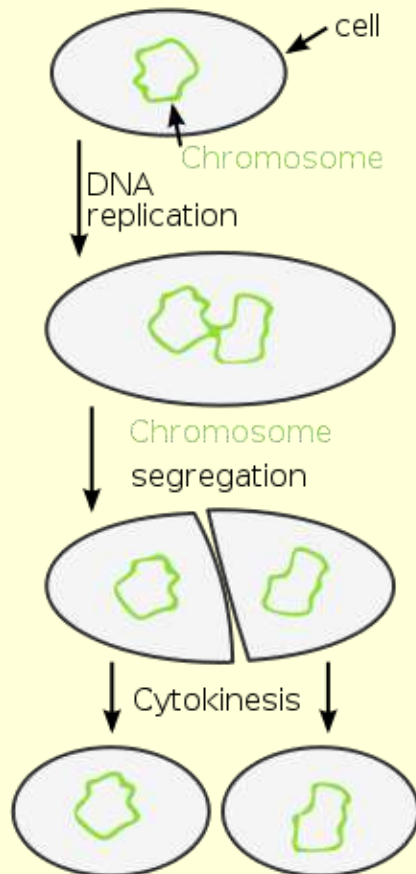


En noir : une cellule un organisme

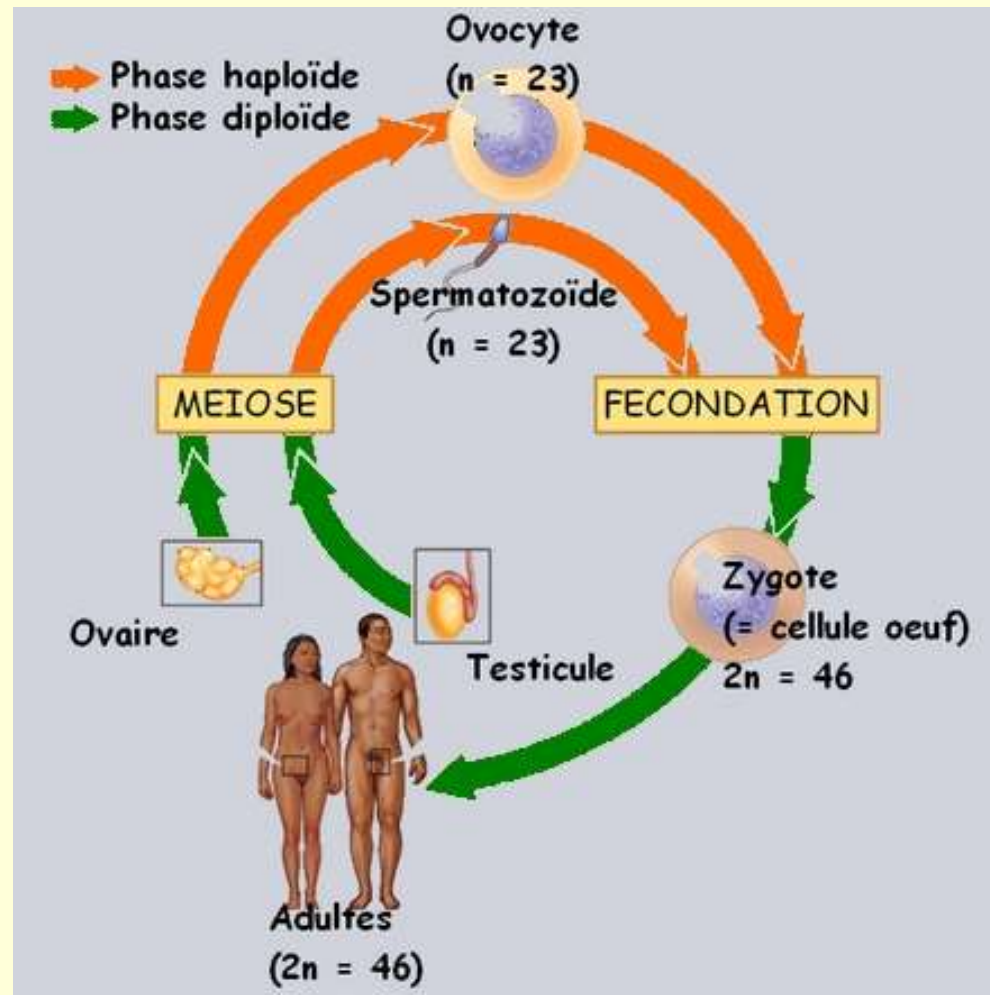


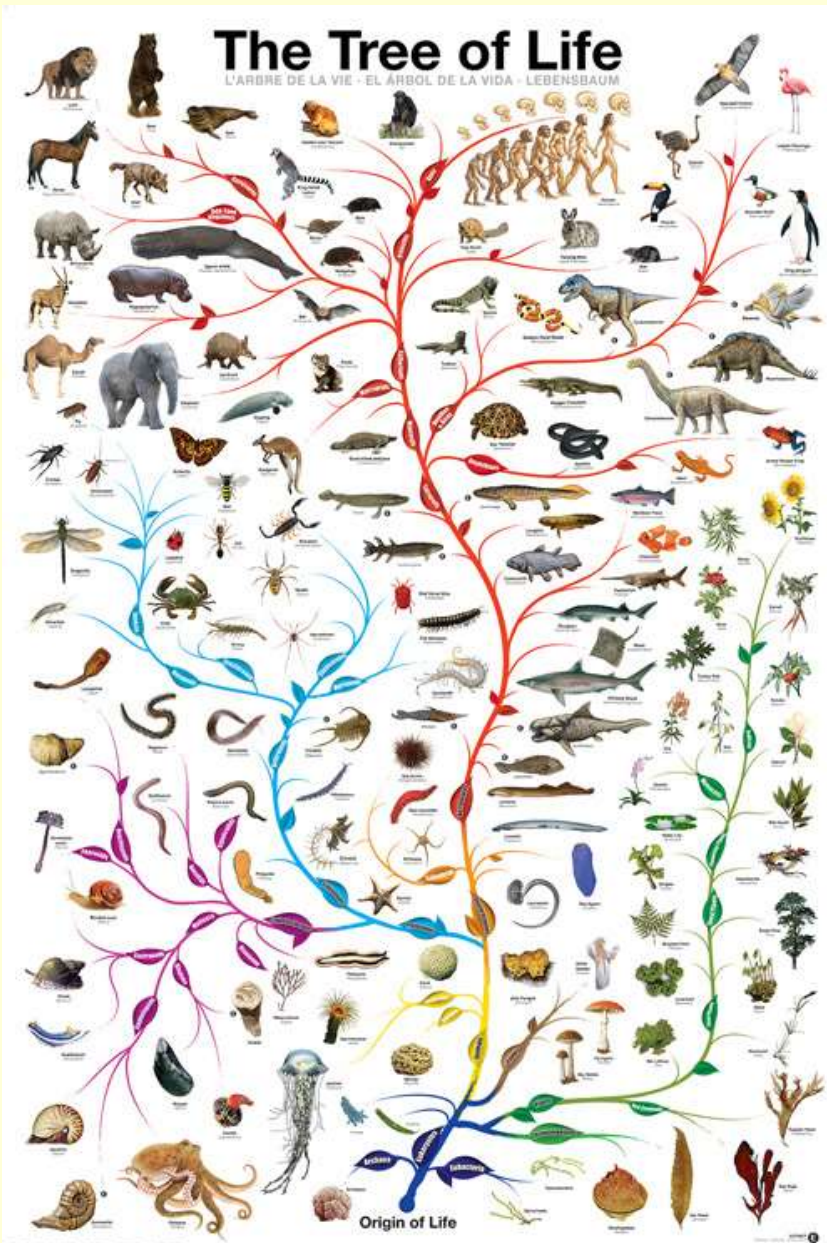
Autre étape importante : apparition de la **reproduction sexuée**, vraisemblablement avec les premiers eucaryotes.

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

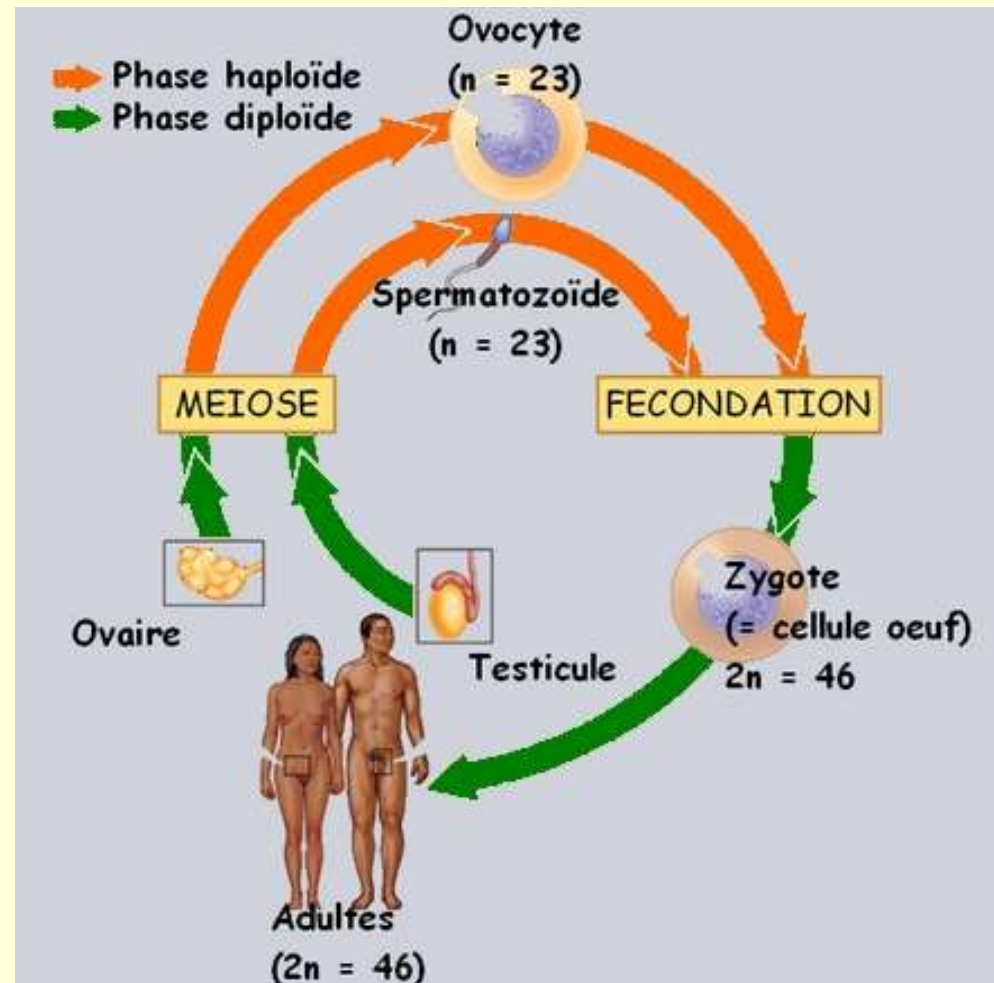


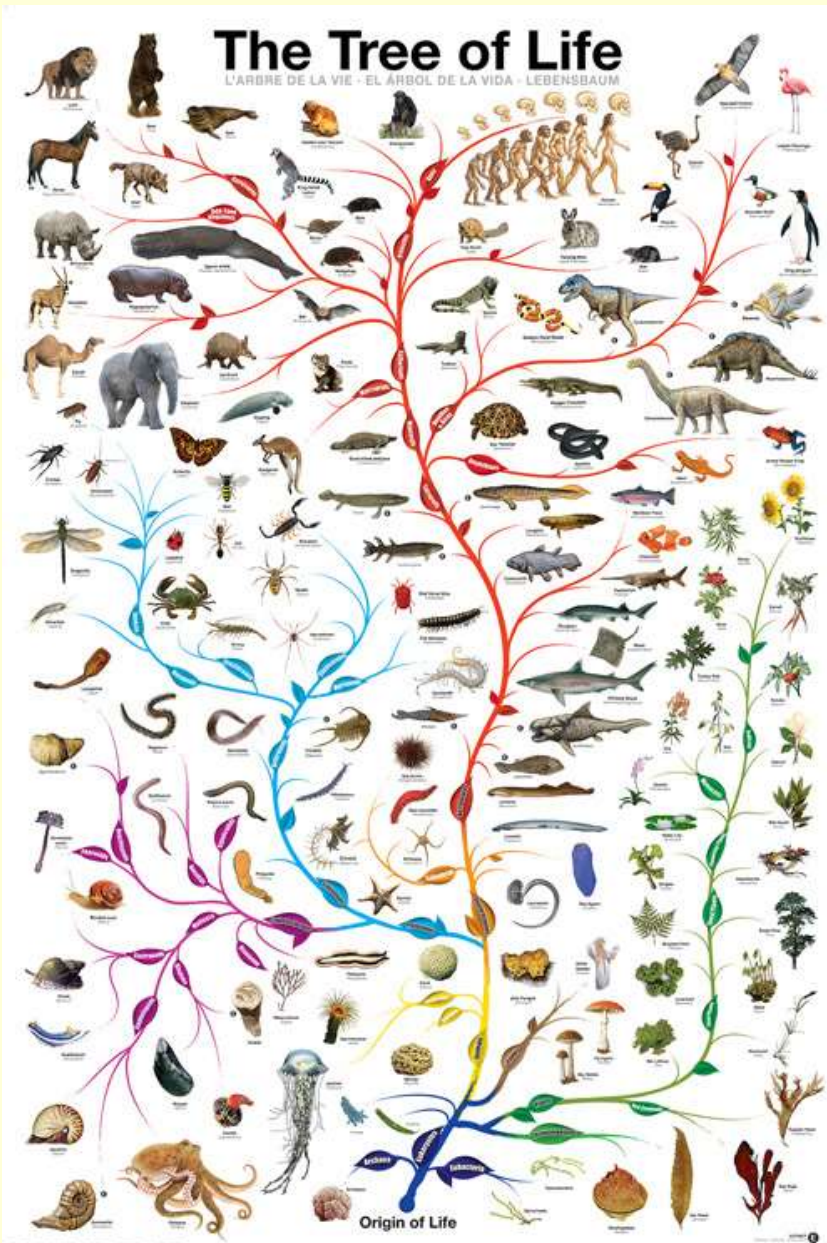
La sexualité : **deux** « parent » se mettent ensemble pour faire **un** individu toujours **différent** grâce au **brassage** du patrimoine génétique (crée beaucoup plus de **diversité**)





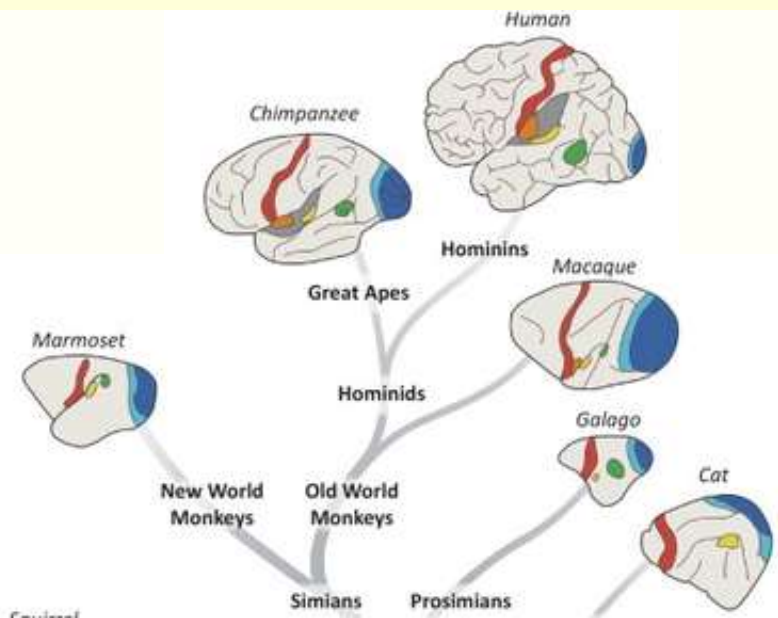
La sexualité : **deux** « parent » se mettent ensemble pour faire **un** individu toujours **différent** grâce au **brassage** du patrimoine génétique (crée beaucoup plus de **diversité**)





« 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^{er} bloc : Perspective évolutive sur l'émergence des systèmes nerveux

Intro générale : cerveau-corps-environnement

Évolution cosmique, chimique et biologique

Émergence des systèmes nerveux

Plaisir, douleur, mémoire

Recyclage neuronal

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

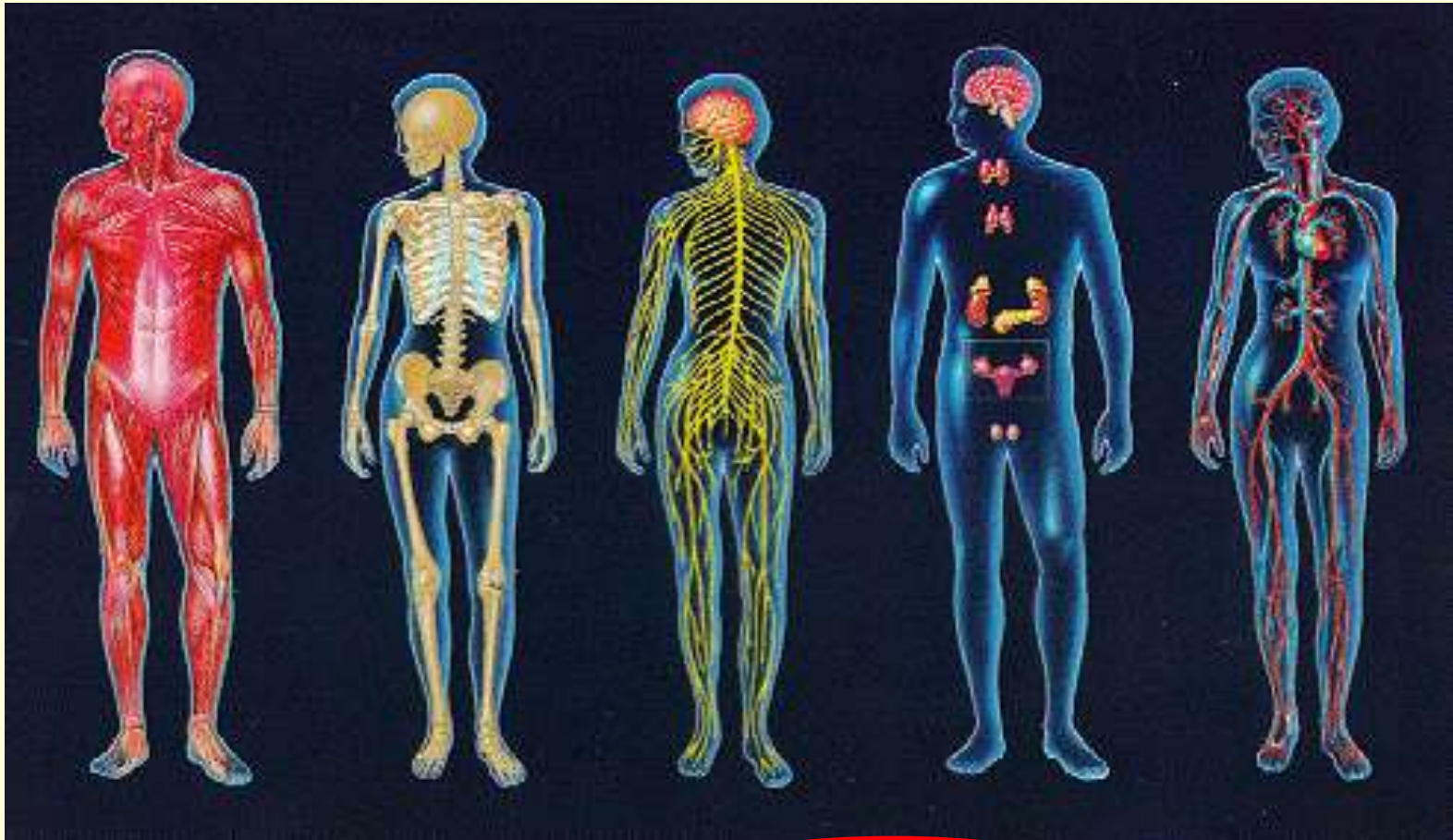


cellule
du cerveau



cellule
du foie

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

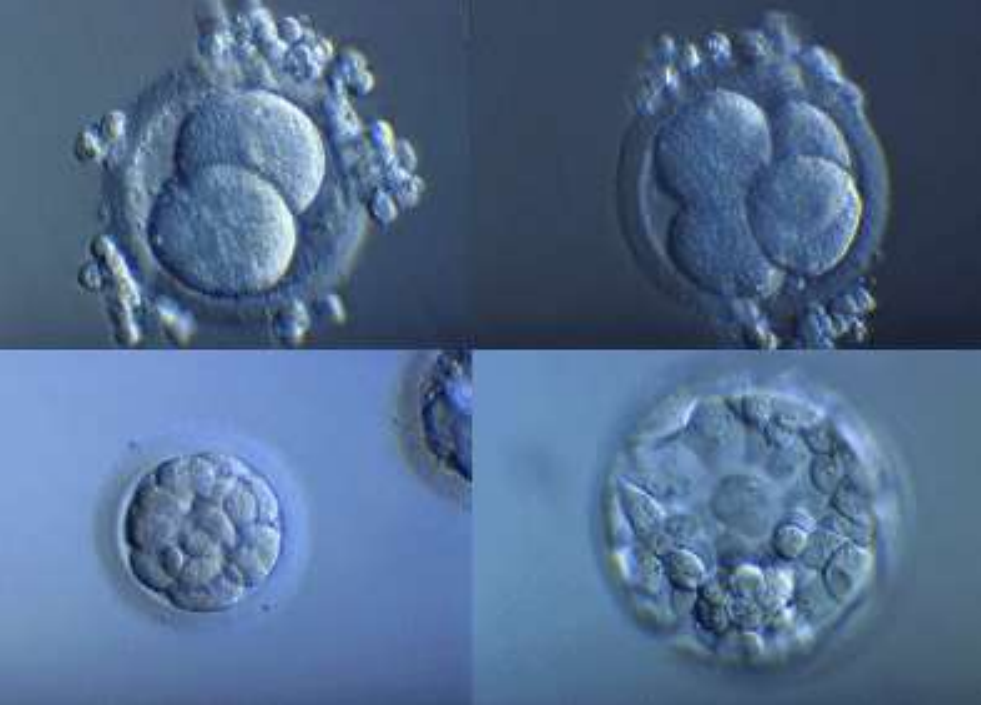


Musculo-squelettique

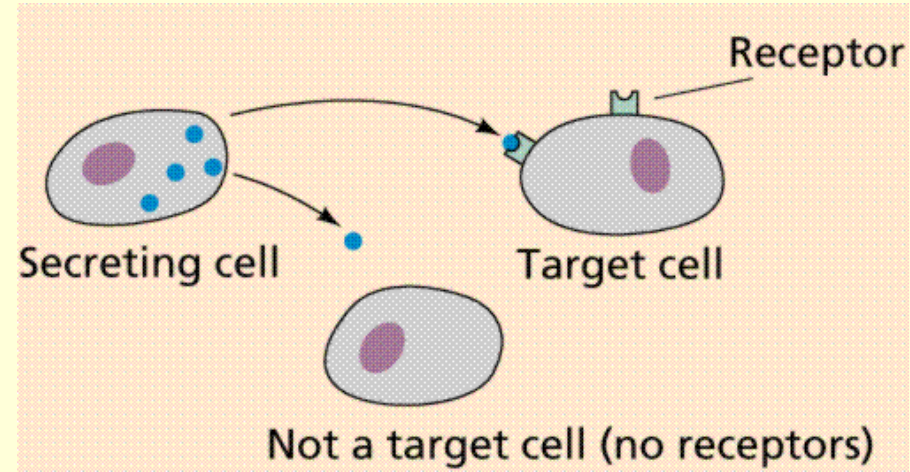
Nerveux

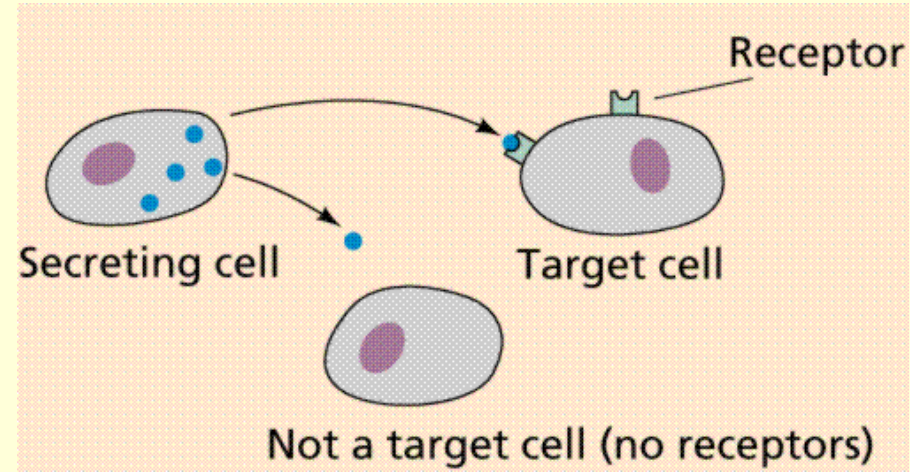
Endocrinien

Circulatoire

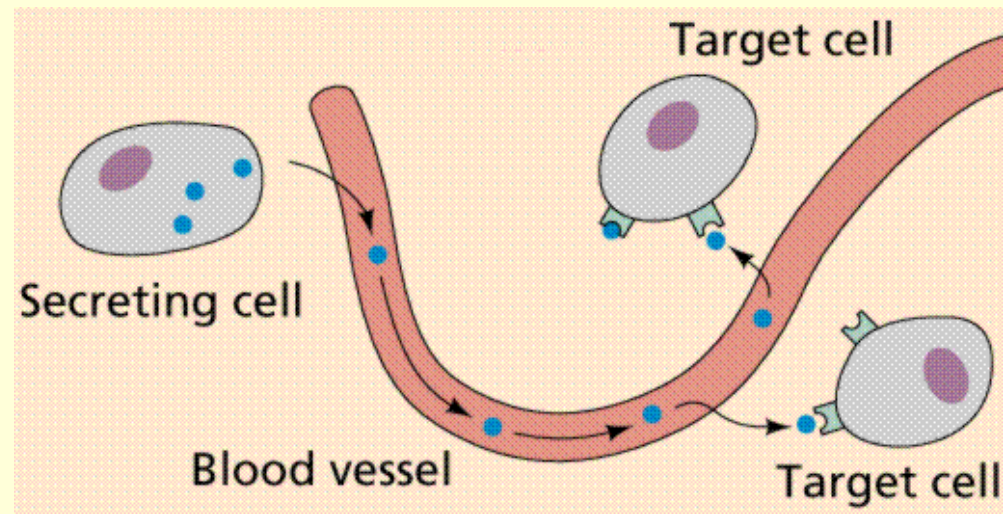


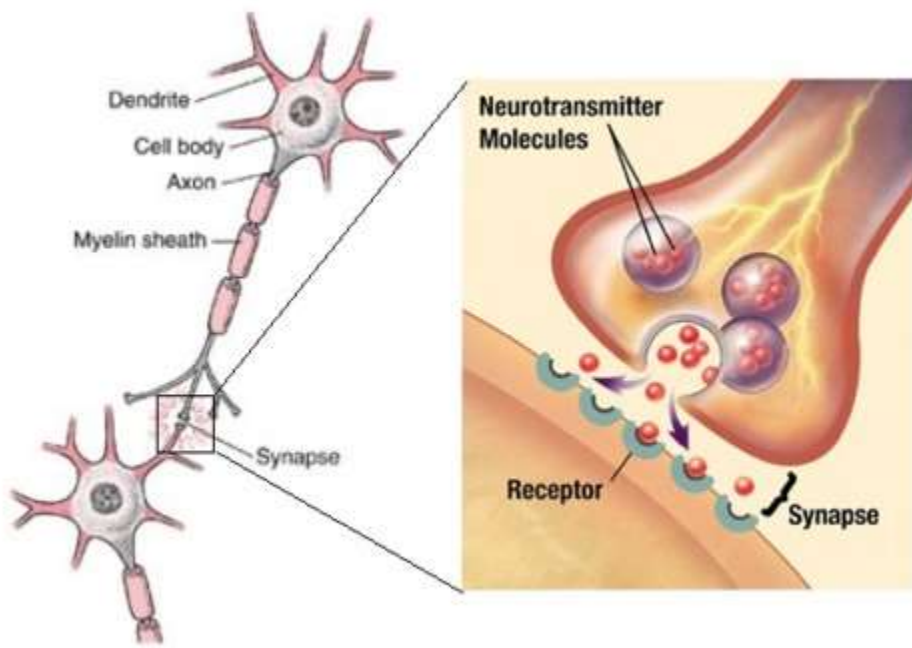
...dont l'origine est très ancienne !



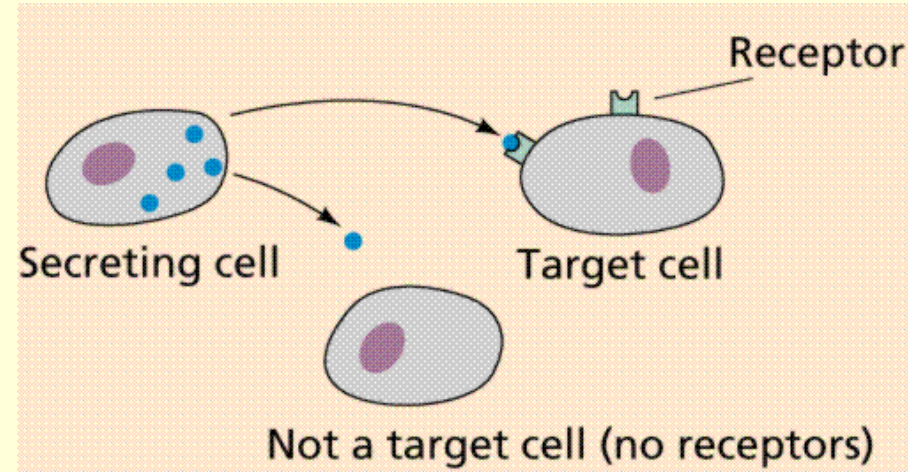


Hormones !
(système endocrinien)

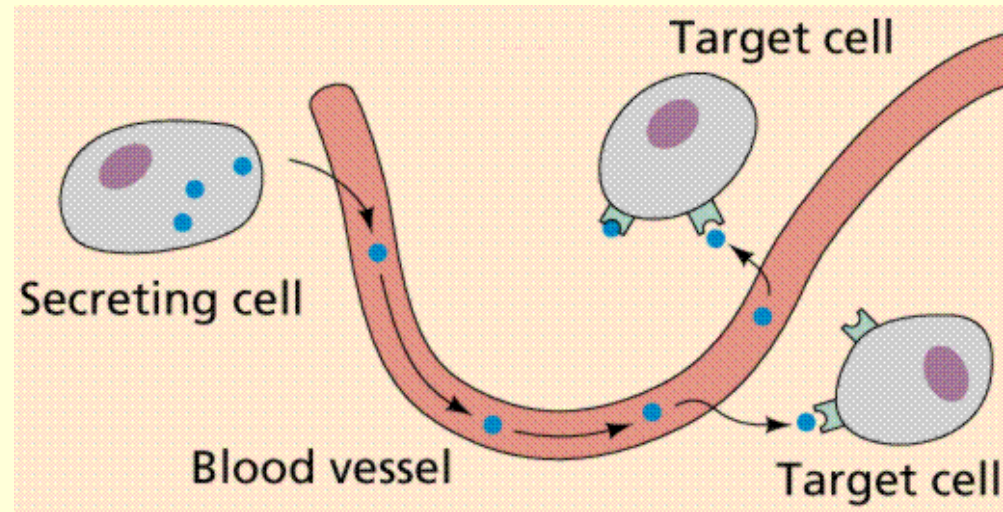




...mais aussi neurotransmetteurs et récepteur des neurones du **système nerveux !**

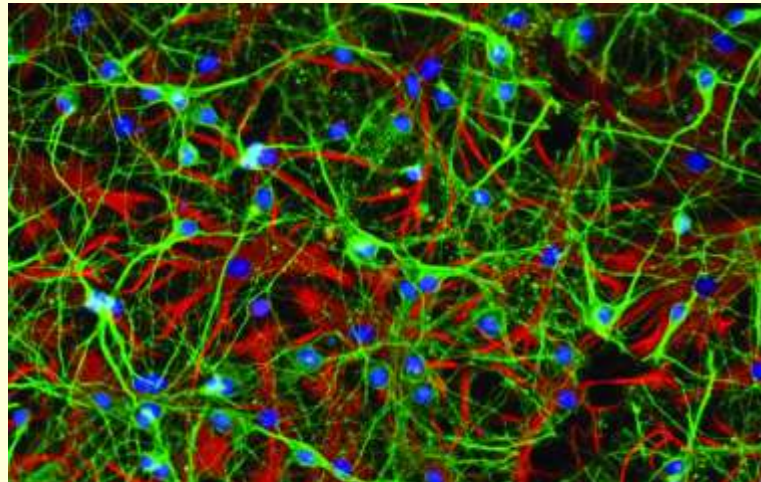


Hormones !
(système endocrinien)



« 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.

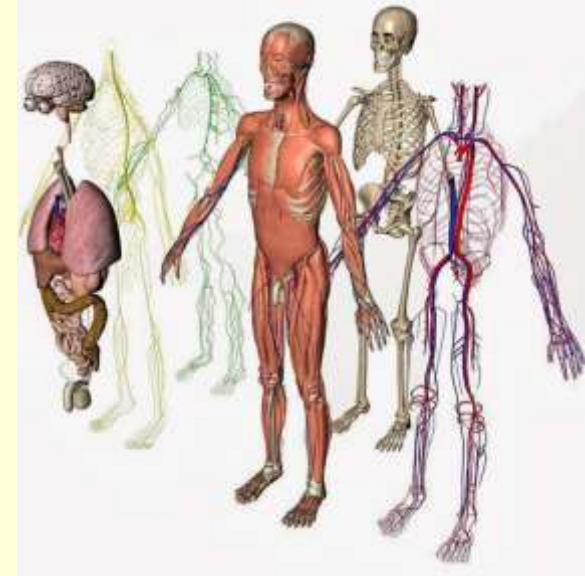


Nos besoins fondamentaux subissent des fluctuations qui oscillent autour d'une valeur optimale vers laquelle les différents systèmes de l'organisme vont tendre à les ramener.

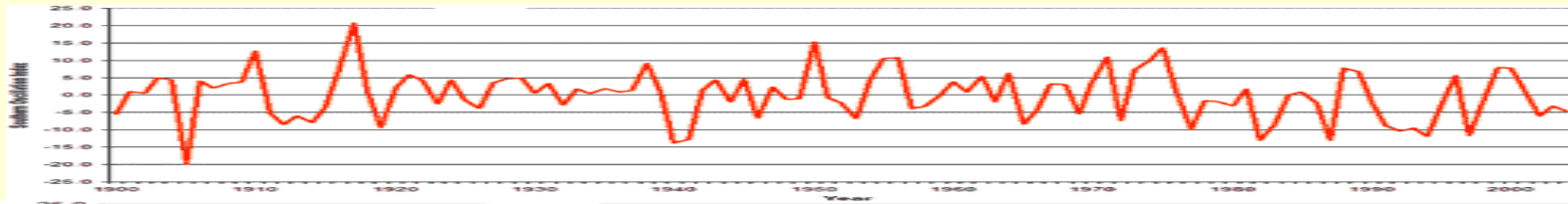
Autrement dit :

l'autopoïèse du niveau cellulaire va devenir

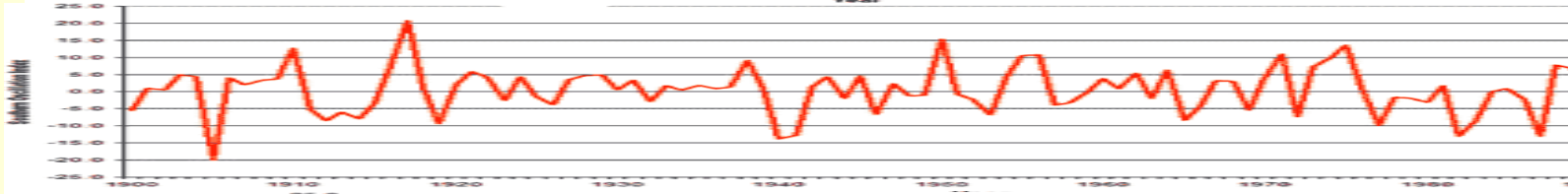
l'homéostasie au niveau de l'organisme multicellulaire !



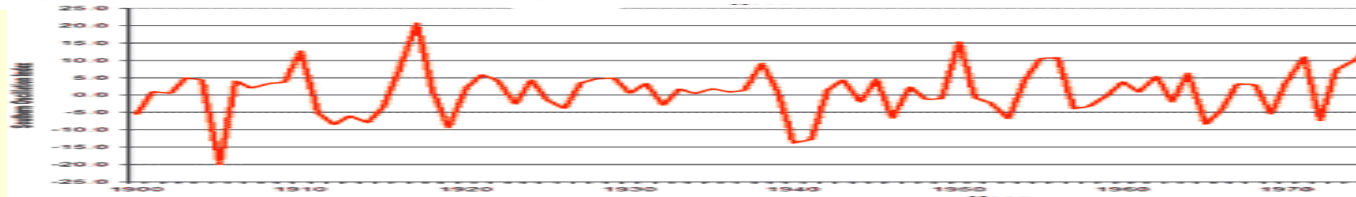
FAIM



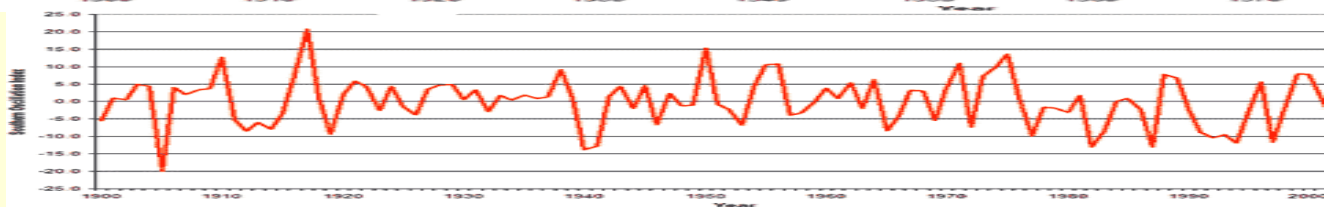
SOIF



TEMPÉRATURE



REPRODUCTION



Concept / Cadre théorique :

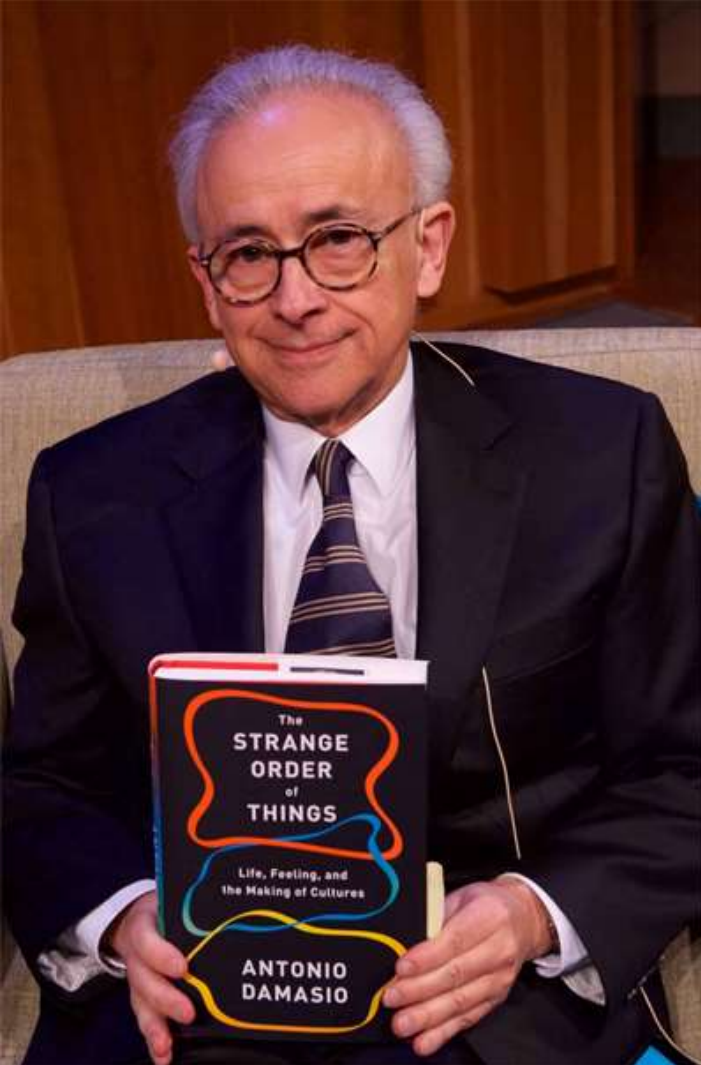
Claude BERNARD (1813-1878), en **1865** (Introduction à l'étude de la médecine expérimentale) crée le concept de **milieu intérieur** et **d'équilibre** à l'intérieur de celui-ci :

"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)



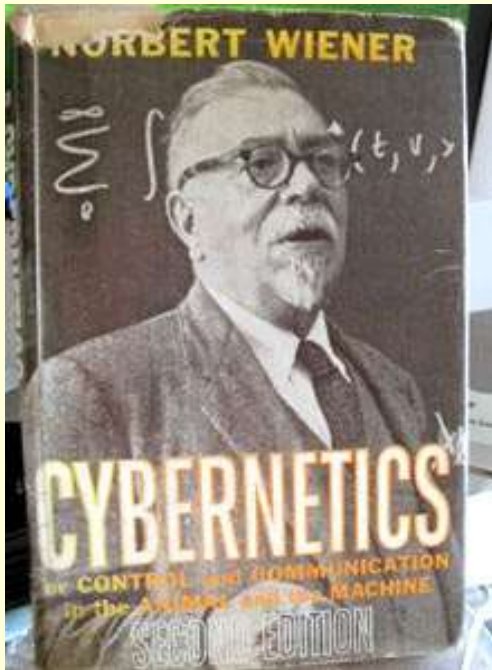
3 décembre 2018

L'étrange ordre des choses selon Antonio Damasio

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2018/12/03/letrange-ordre-des-choses-selon-antonio-damasio/>

De l'autopoïèse à l'homéostasie, et de l'affect à la culture, il n'y aurait qu'un pas qu'Antonio Damasio tente de franchir dans son dernier bouquin publié au début de l'année et intitulé « **The Strange Order of Things: Life, Feeling, and the Making of Cultures** ».

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

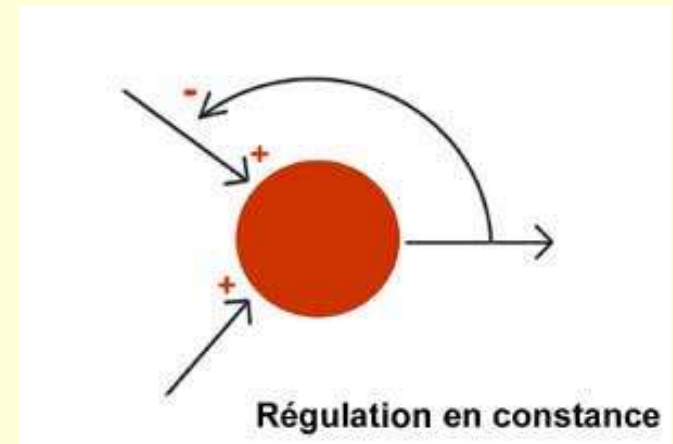


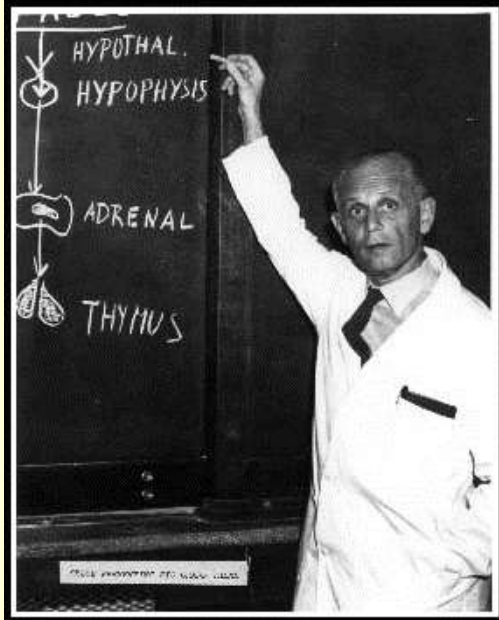
- concept étendu par **Norbert WIENER** (1894-1964) et William Ross ASHBY pour donner la **cybernétique**

Concept / Cadre théorique :

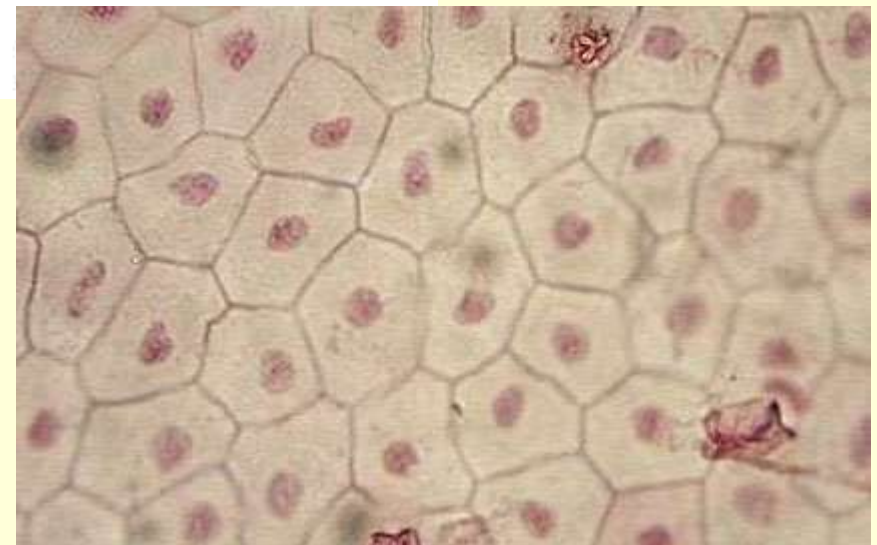
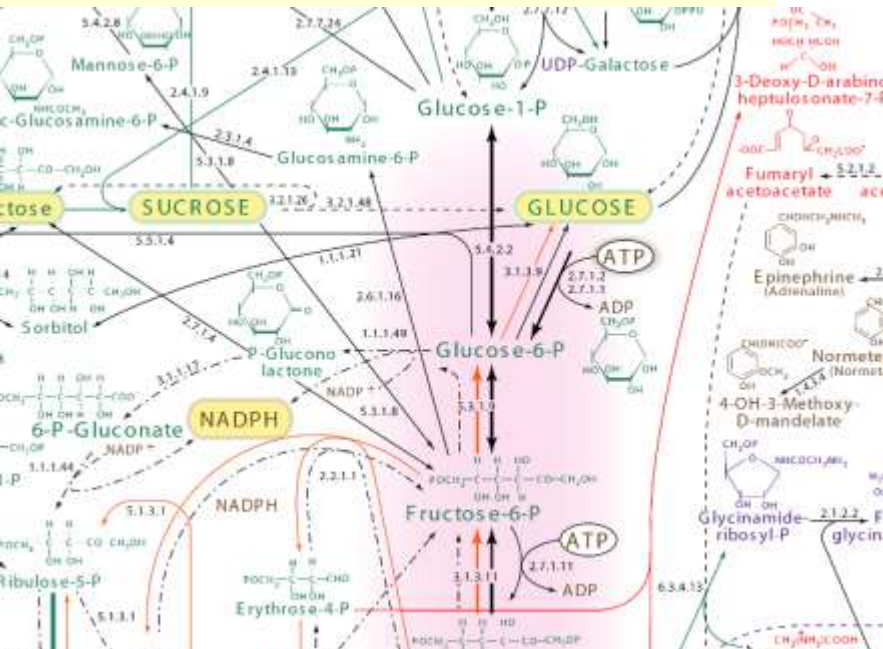
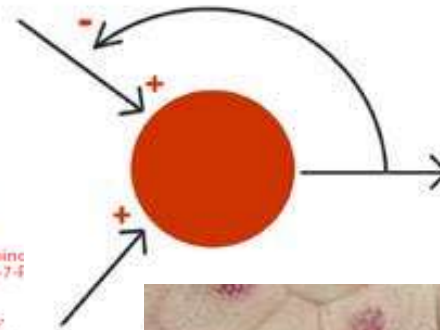
C'est l'idée de pilotage par rétroaction
ou « **d'action finalisée** »

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

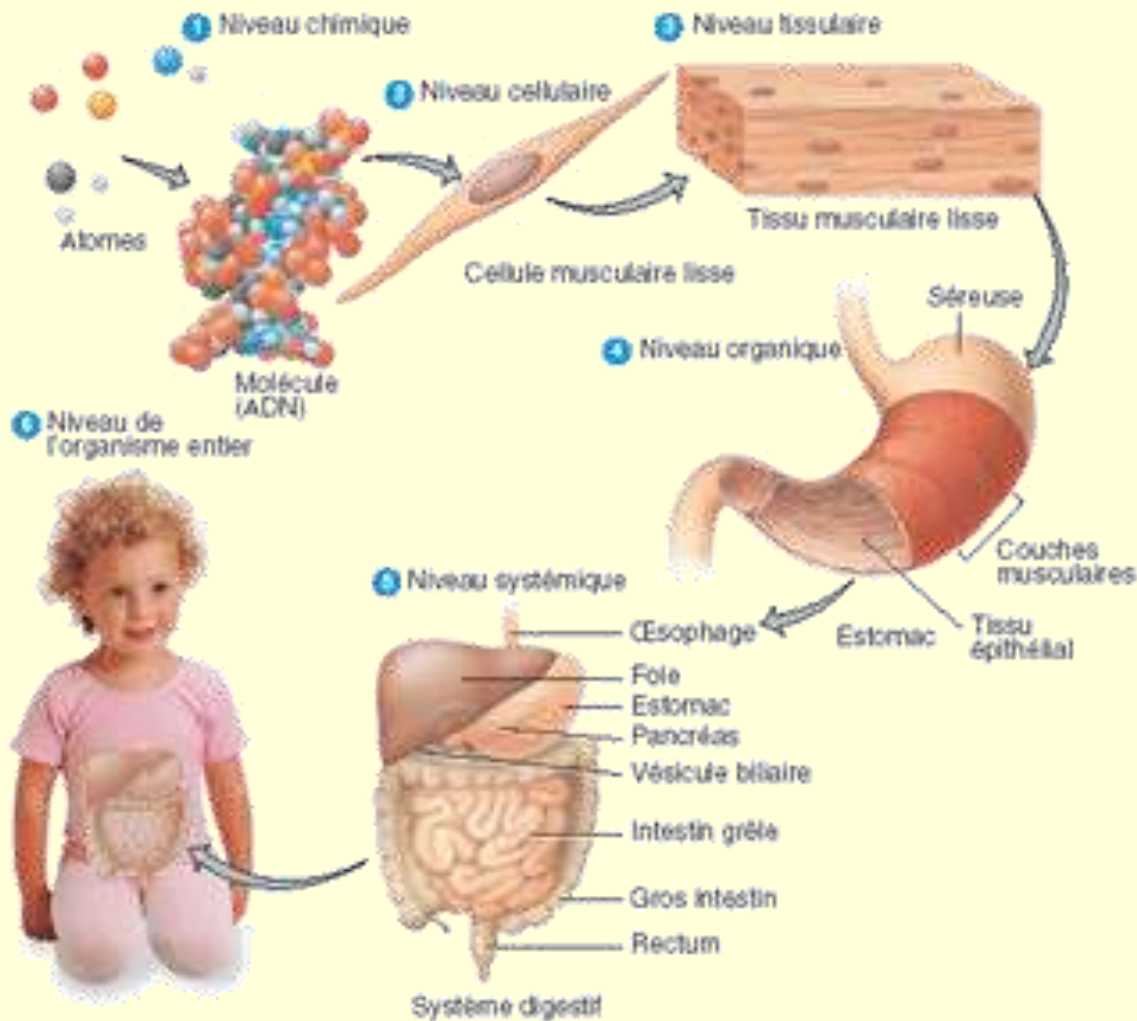




Des gens comme Hans Selye ou Henri Laborit vont être inspiré par cette notion de rétroaction pour la compréhension du vivant.



Organisation structurale du corps humain (Figure 1.1)

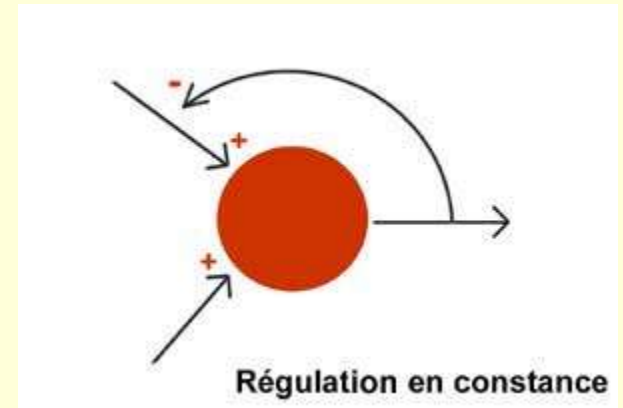
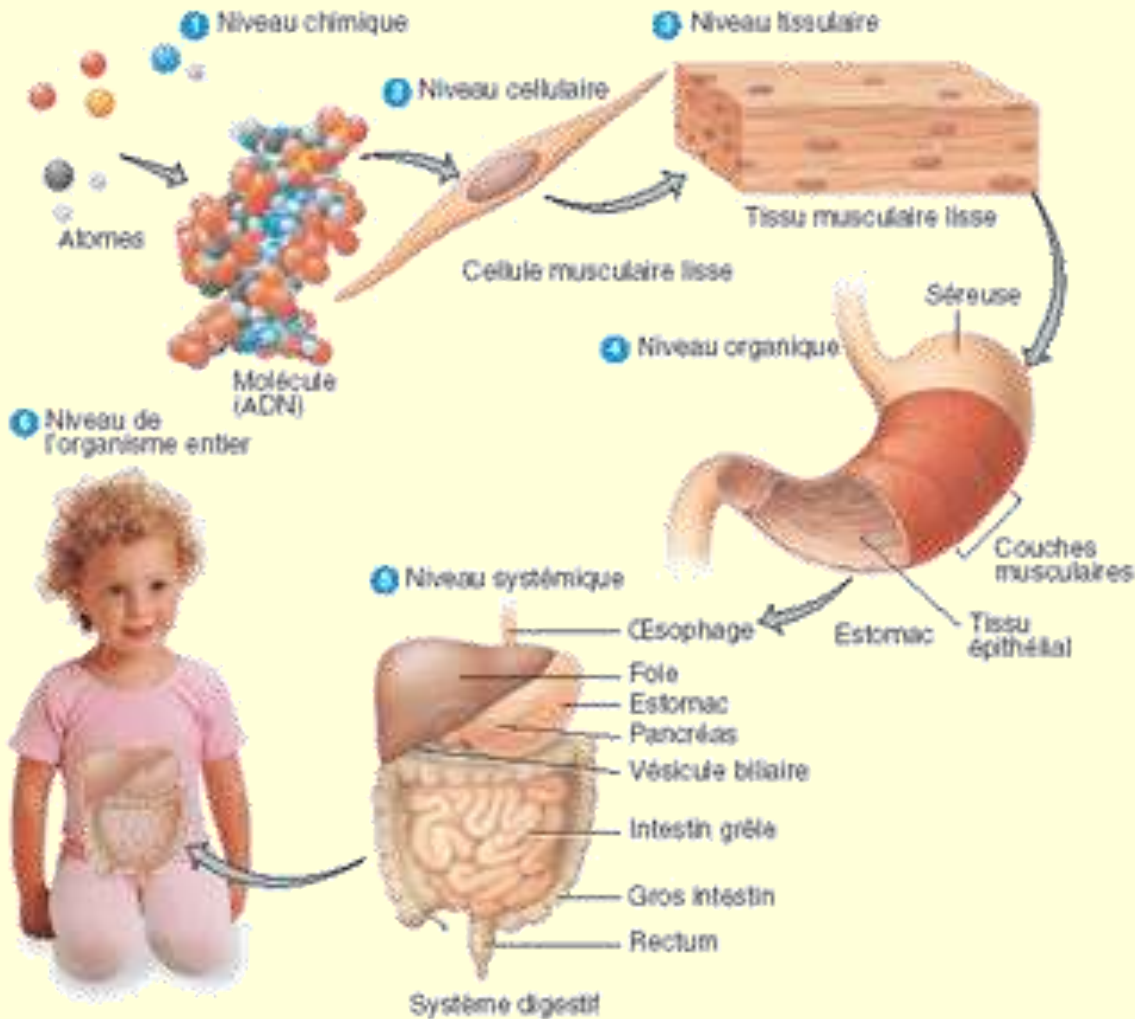


Car dans un organisme, chacun des « **niveaux d'organisation** » doit collaborer pour maintenir l'homéostasie de l'ensemble.

Comment ?

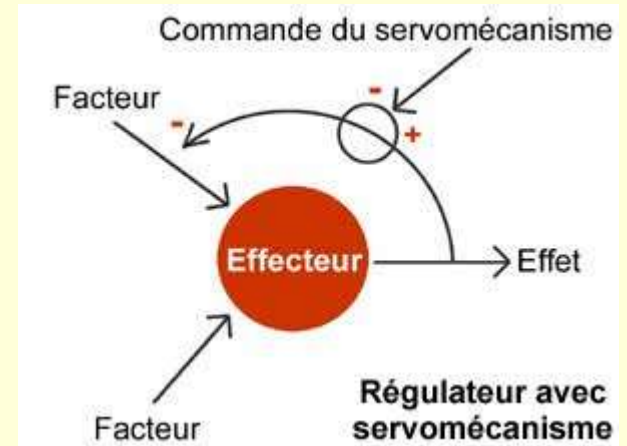
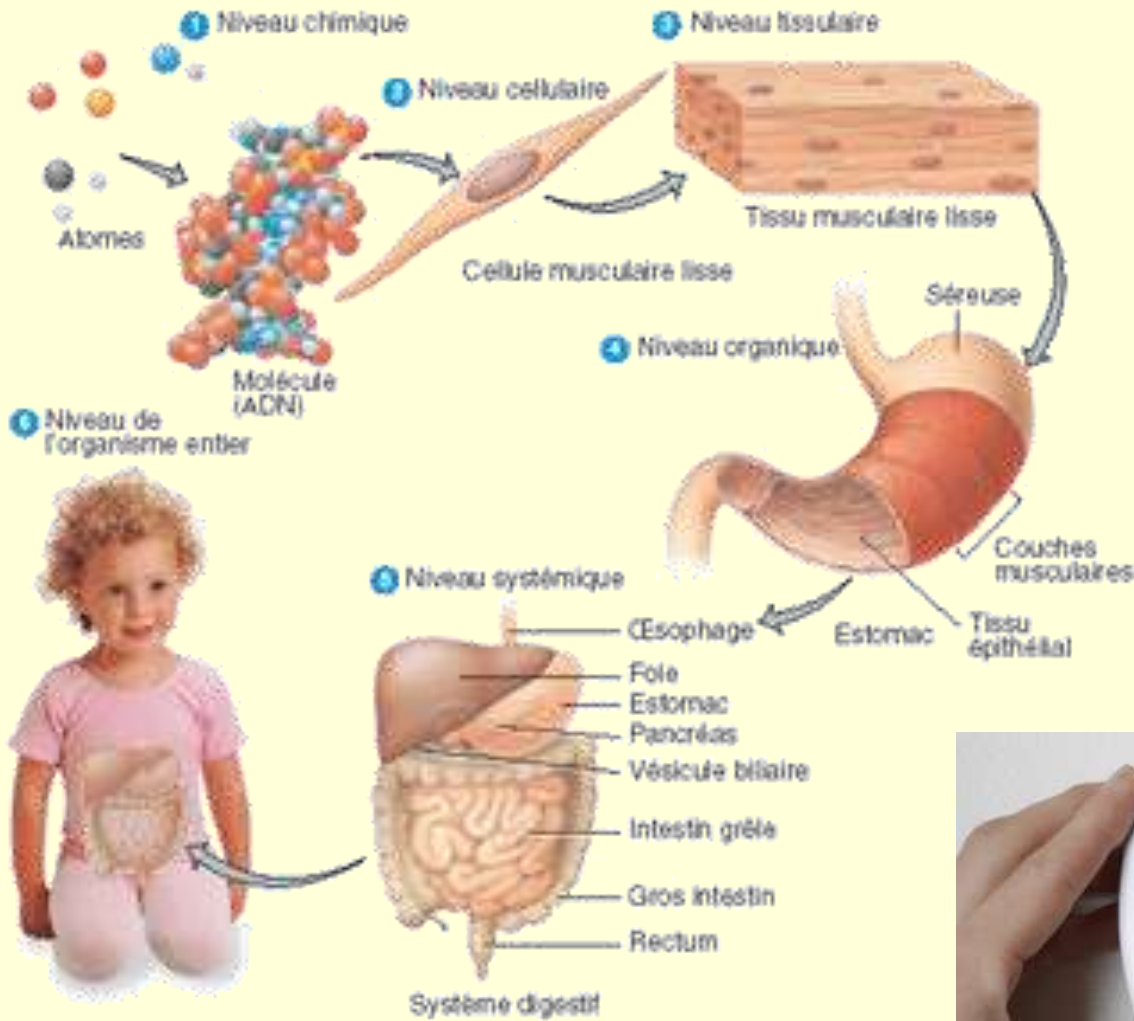
Par régulation de chaque niveau...

Organisation structurale du corps humain (Figure 1.1)

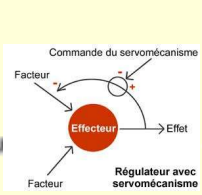


...et ajustement constant à la demande du niveau supérieur.

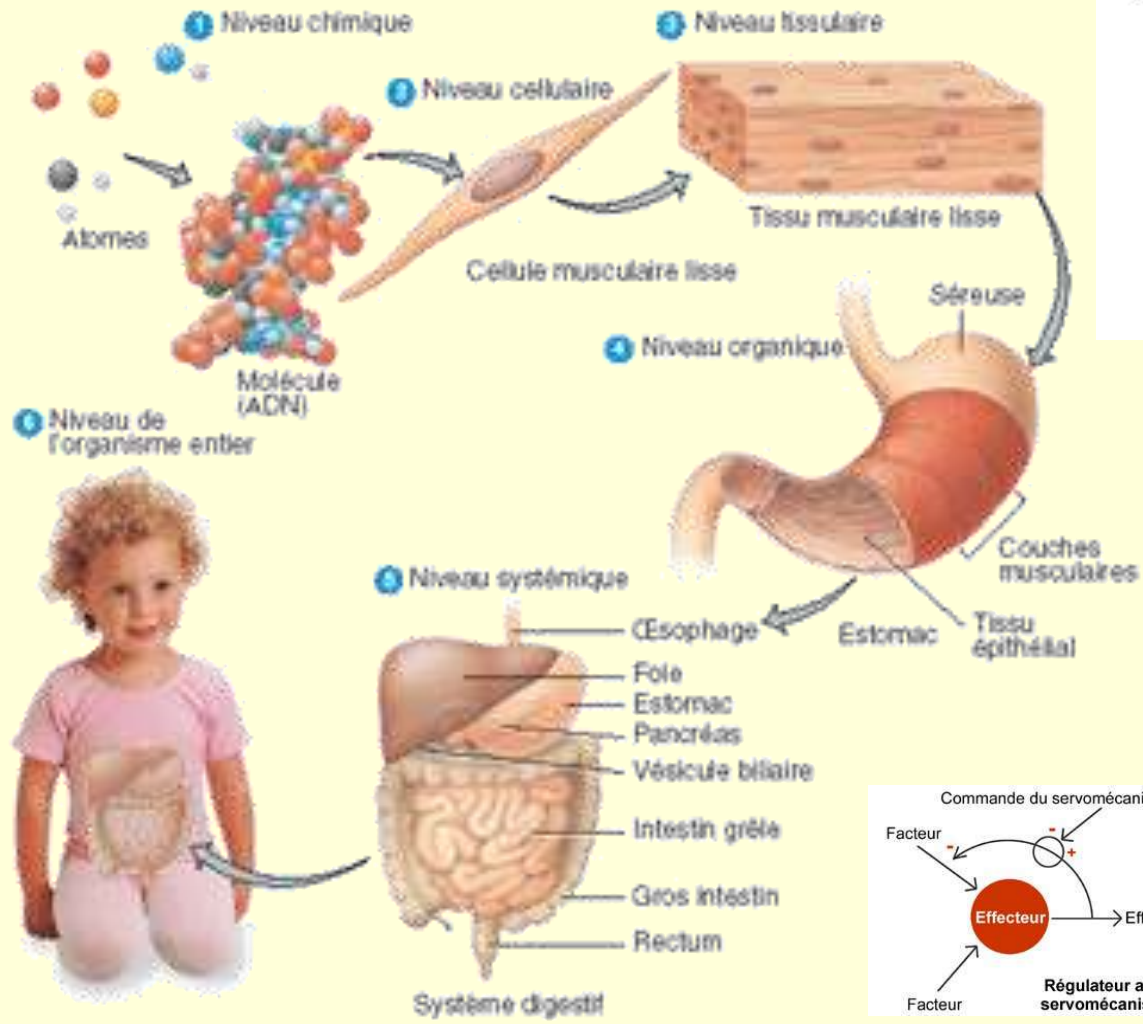
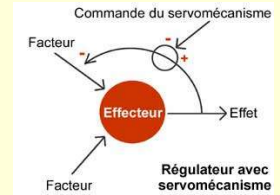
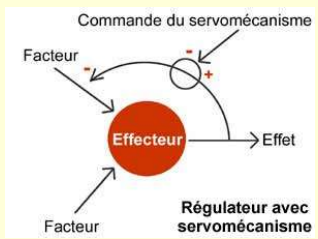
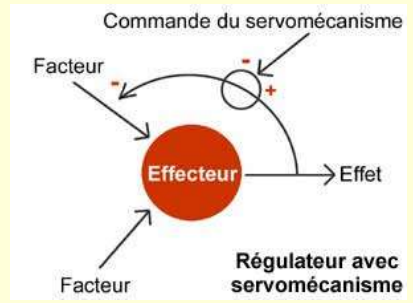
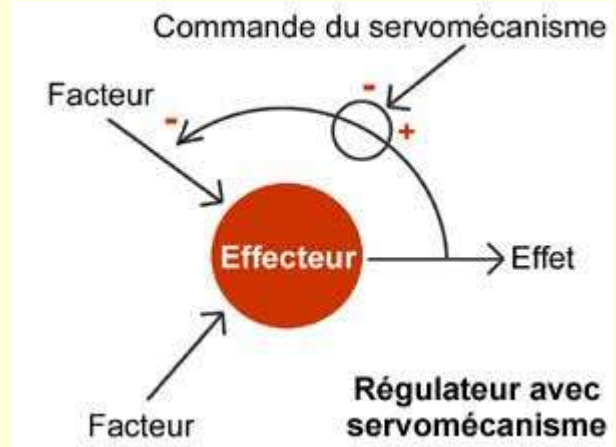
Organisation structurale du corps humain (Figure 1.1)



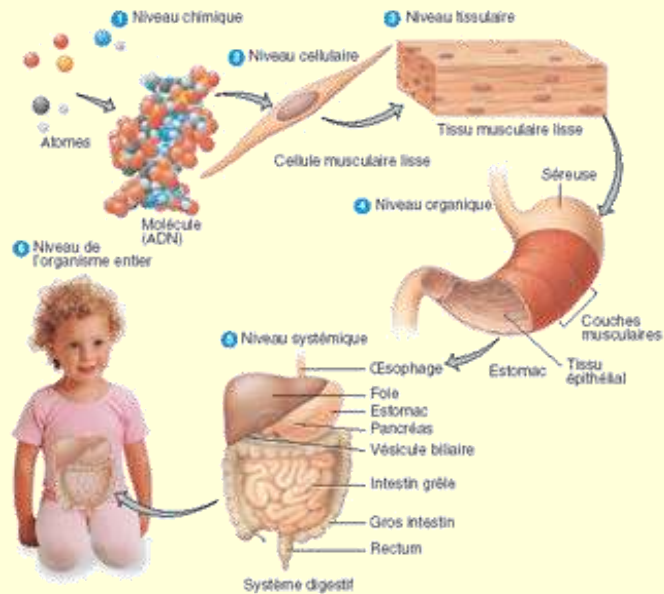
Organisation structurale du



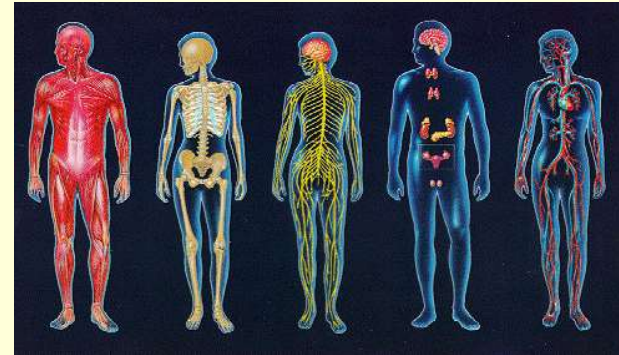
(Figure



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



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



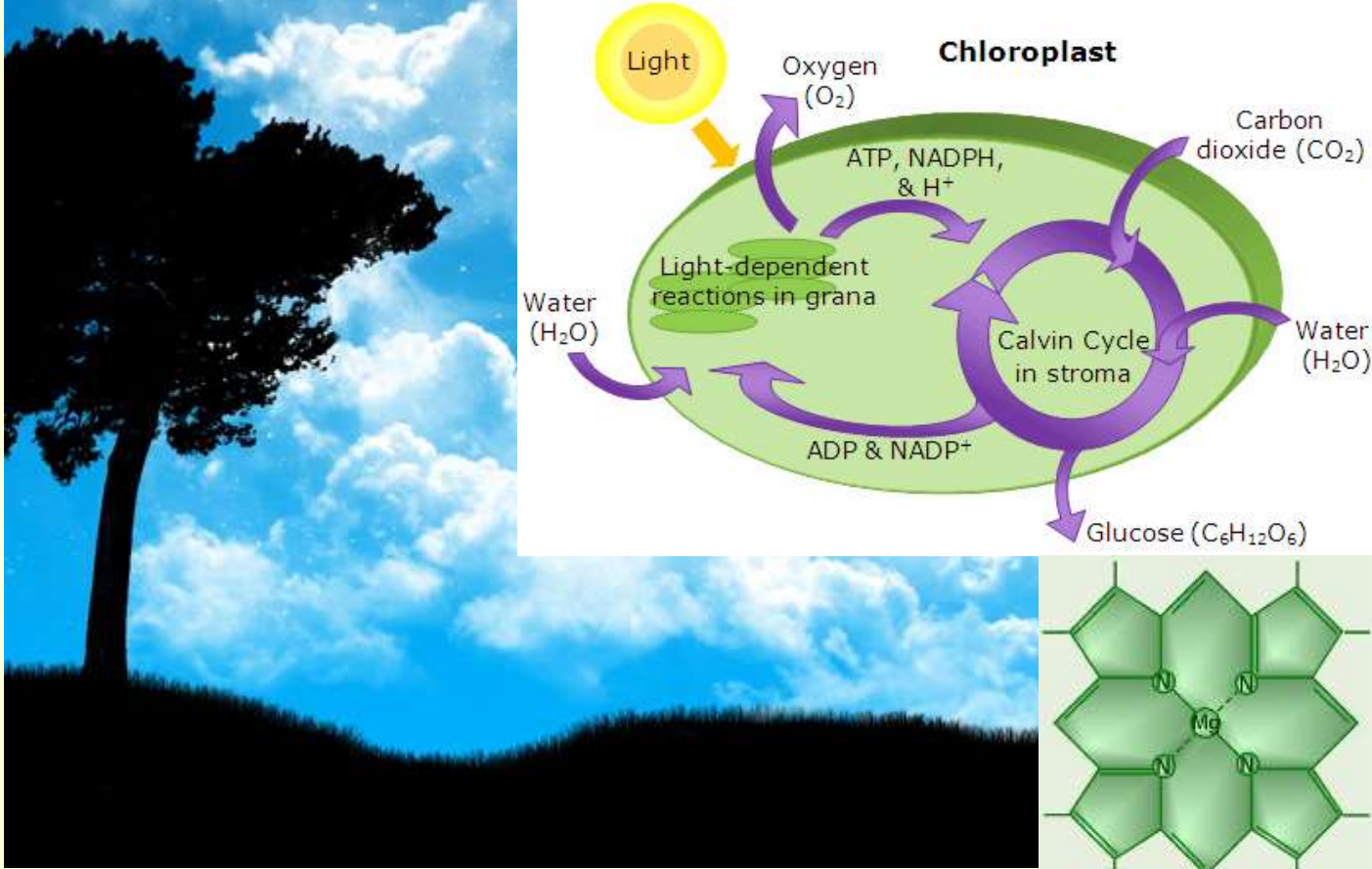
« Chaque sous-ensemble [doit avoir] la même finalité que l'ensemble : la protection de son **intégrité** dans le temps. »

- 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

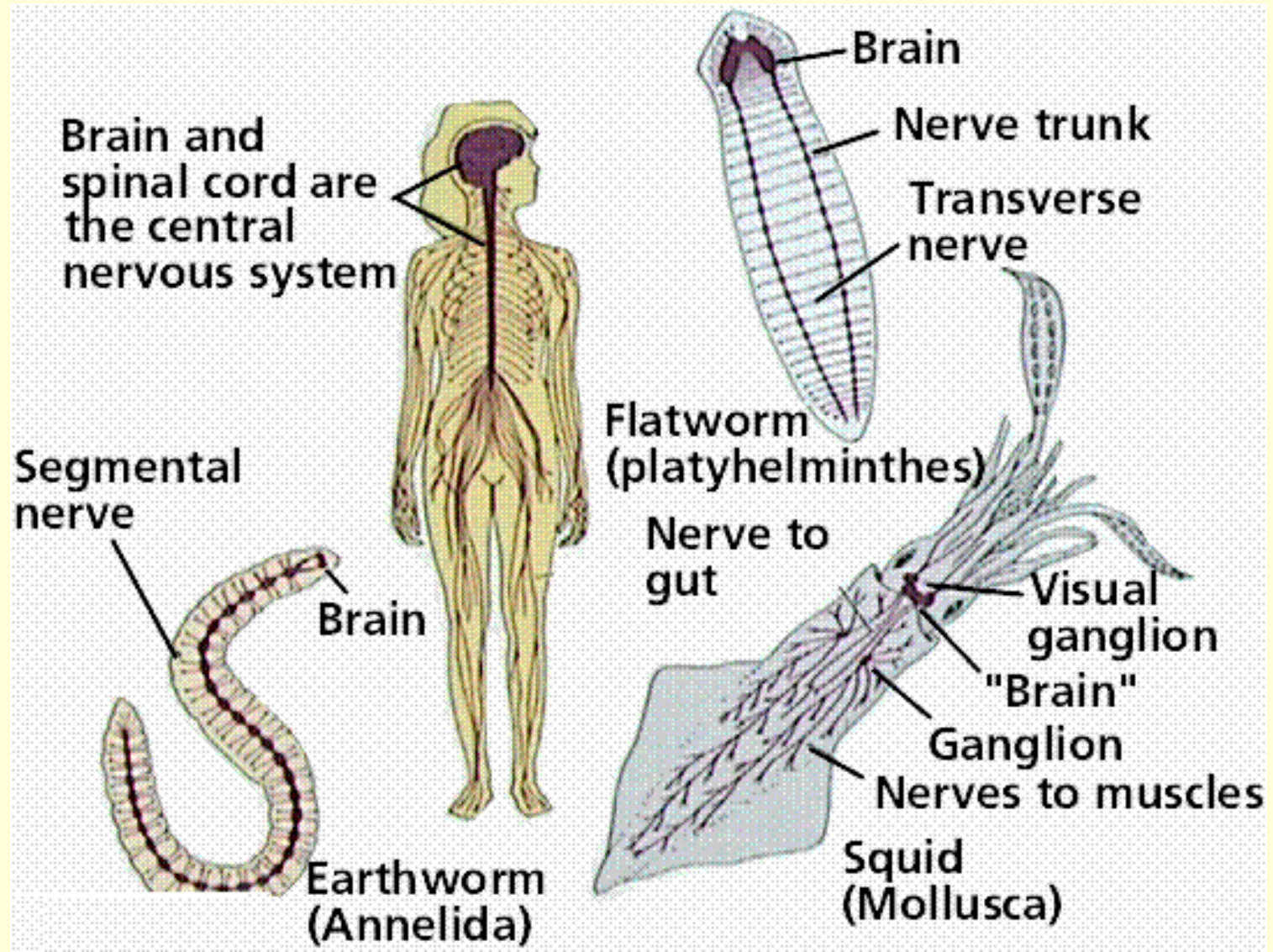




Animaux :

autonomie motrice
pour trouver leurs ressources
dans l'environnement

Systemes nerveux !



Plan

1^{er} bloc : Perspective évolutive sur l'émergence des systèmes nerveux

Intro générale : cerveau-corps-environnement

Évolution cosmique, chimique et biologique

Émergence des systèmes nerveux

Plaisir, douleur, mémoire

Recyclage neuronal



Comportements

**Approche
(recherche de plaisirs)**

**Évitement de
la douleur**





Cause ultime
= maintenir
sa structure.



manger,
boire,
se reproduire

protéger son
intégrité physique



Proxy = plaisir ou



→ Besoins innés qui sont modulés par des automatismes acquis chez les humains [classe sociale, médias, publicité, etc.]





Cause ultime
= maintenir
sa structure.



Unexpected rewards induce dopamine-dependent positive emotion-like state changes in bumblebee.

Perry C, Baciadonna L, Chittka L. *Science* **2016**, 353:1529-31.

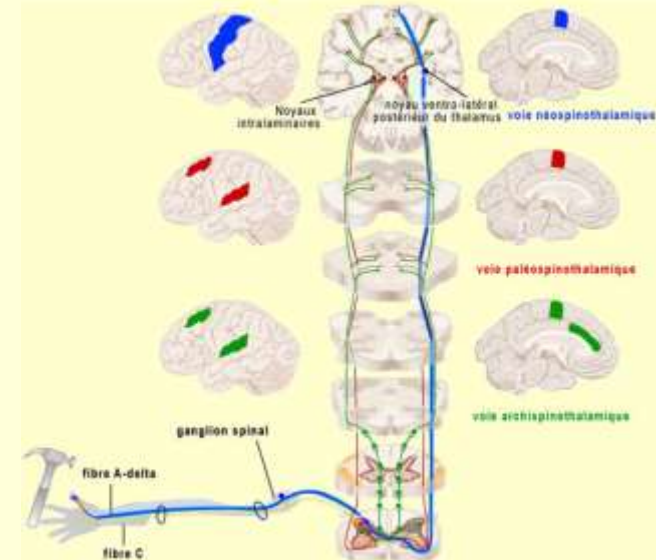
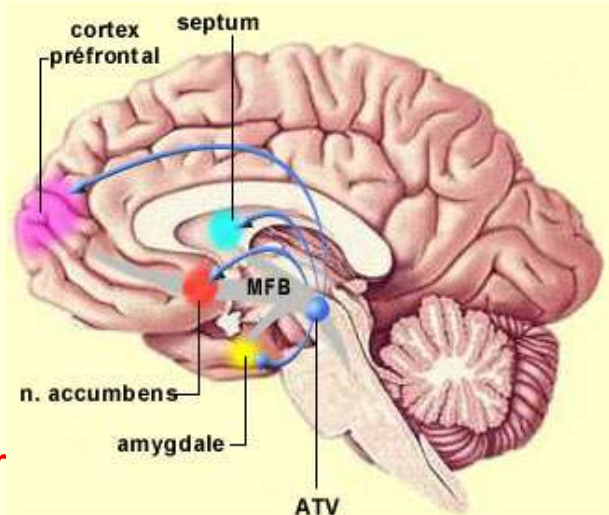
Ressentir, innover et transmettre

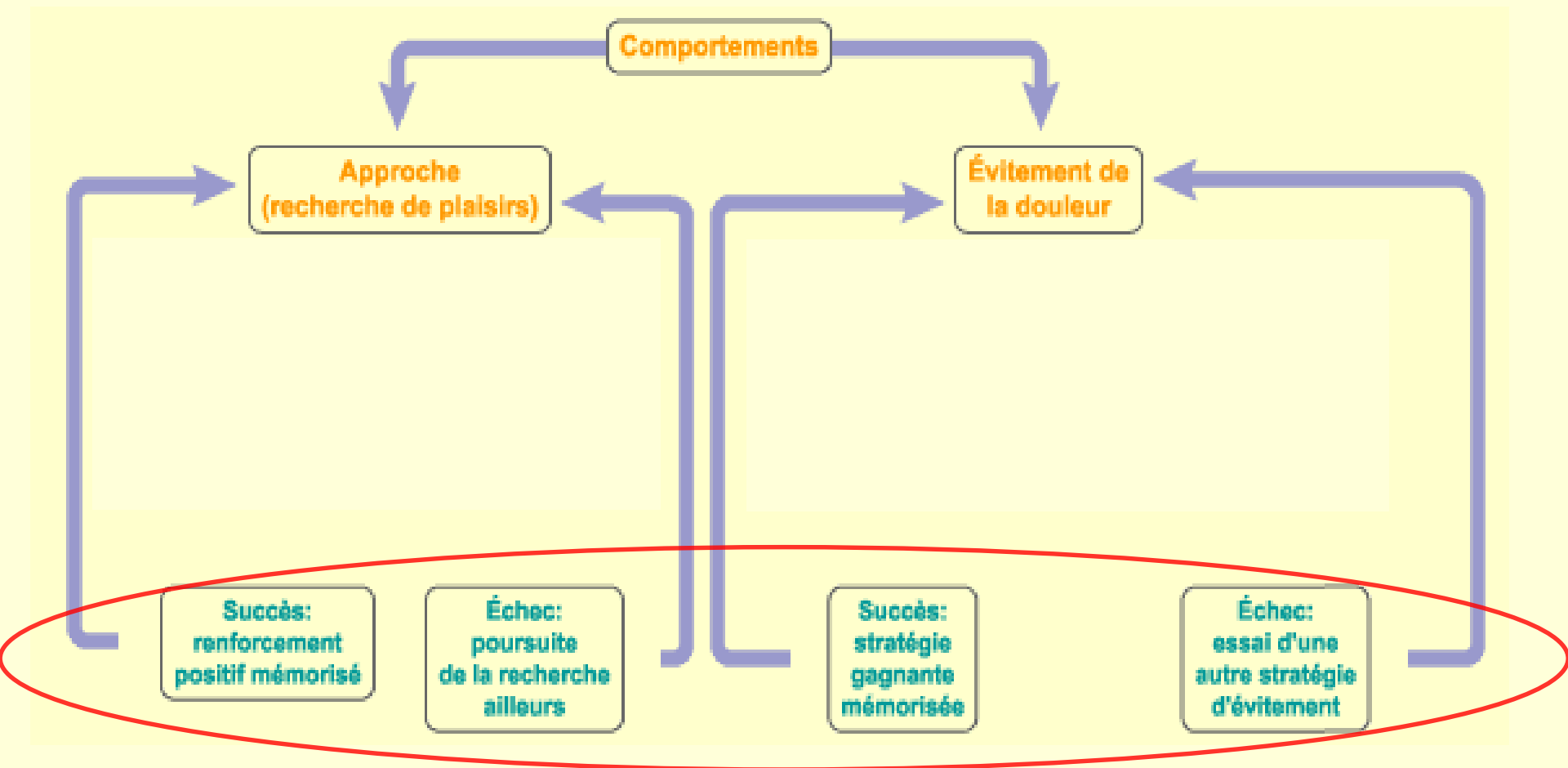
11 août **2018**

Jean Claude Ameisen

<https://www.franceinter.fr/emissions/sur-les-epaules-de-darwin/sur-les-epaules-de-darwin-11-aout-2018>

Proxy = plaisir





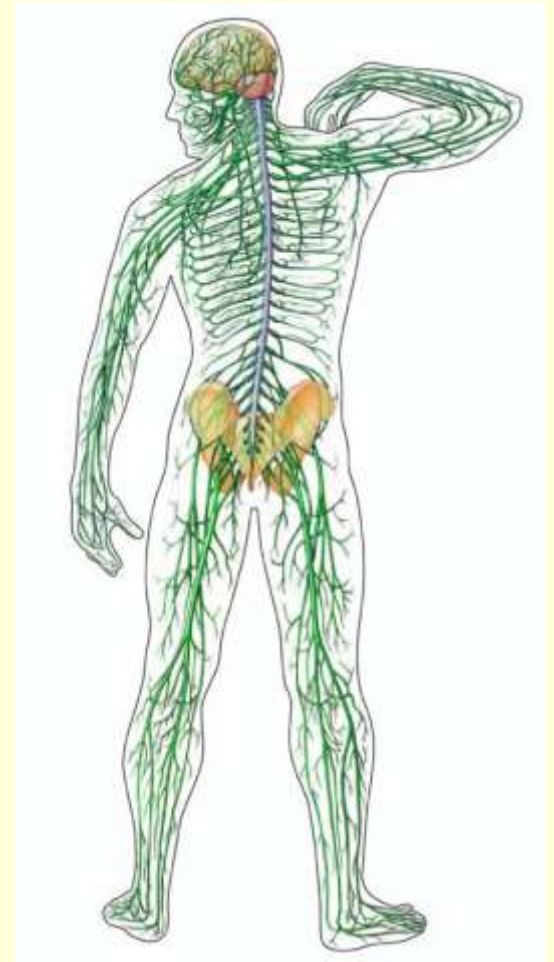
Apprentissage et mémorisation des « bons et mauvais coups »

« La mémoire du passé n'est pas faite pour se souvenir du passé, elle est faite pour prévenir le futur.

La mémoire est un instrument de **prédiction.** »

- Alain Berthoz

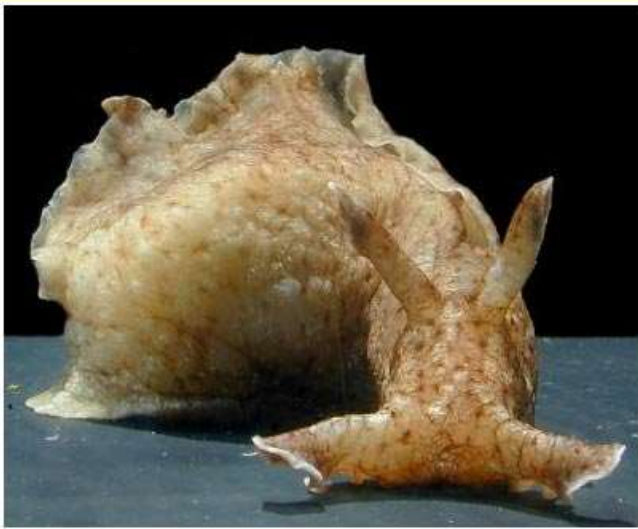
→ Pouvoir se souvenir de ses bons et mauvais coups amène un **avantage adaptatif** certain.



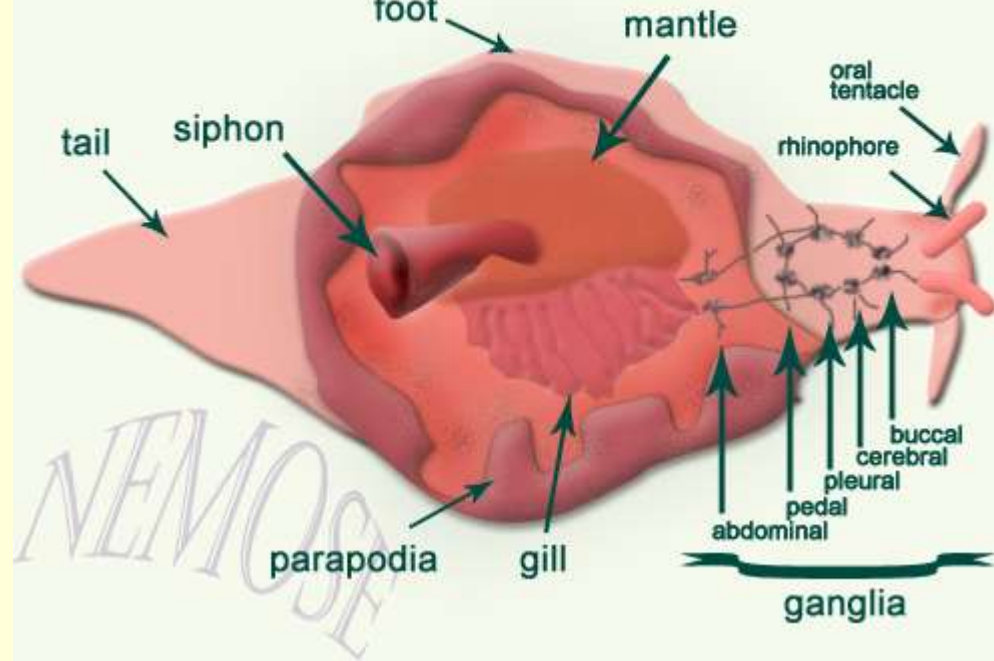
Percevoir le chaos du monde et en faire ressortir du **sens**,
prévoir ce qui va s'y passer,
et y **agir** souvent **très rapidement**,
voilà le rôle du système nerveux.

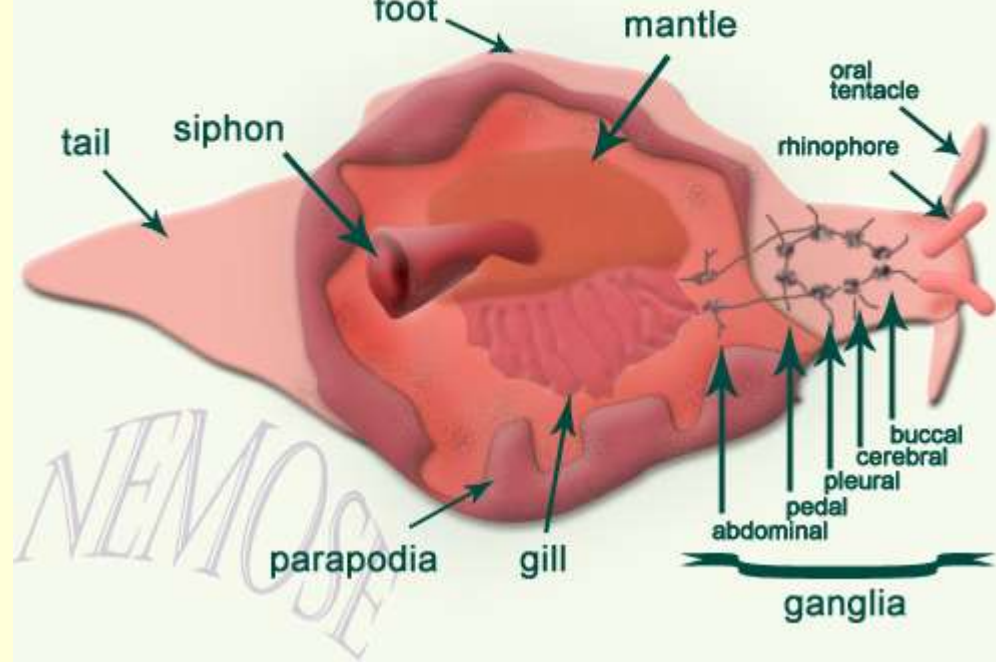
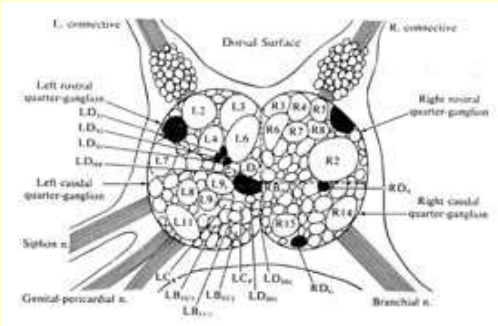
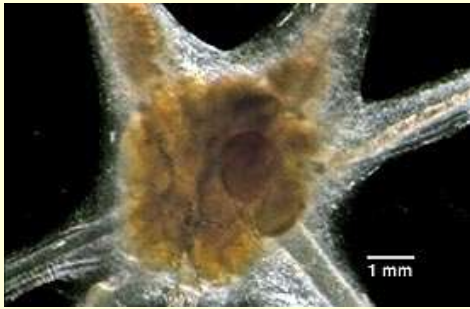
(contrairement par exemple au système endocrinien ou immunitaire, plus lent)



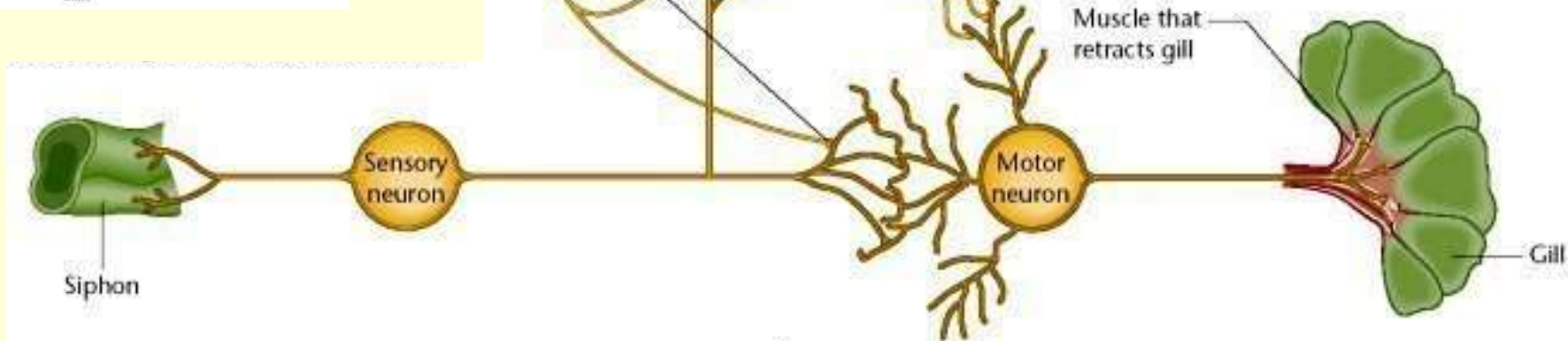
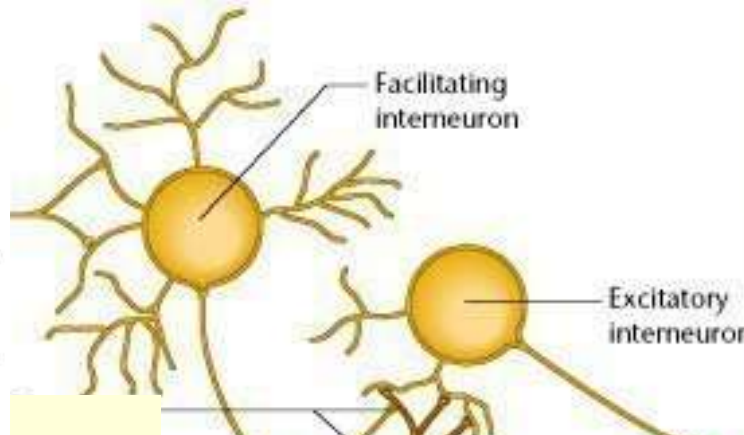
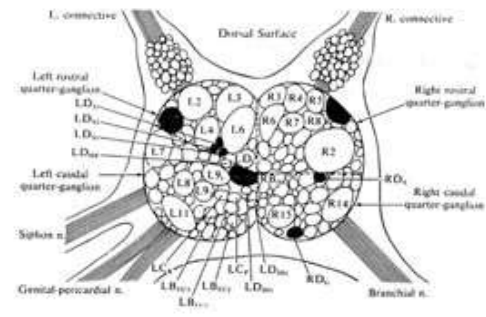
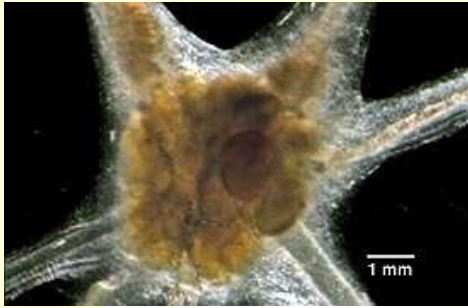


Aplysie
(mollusque marin)



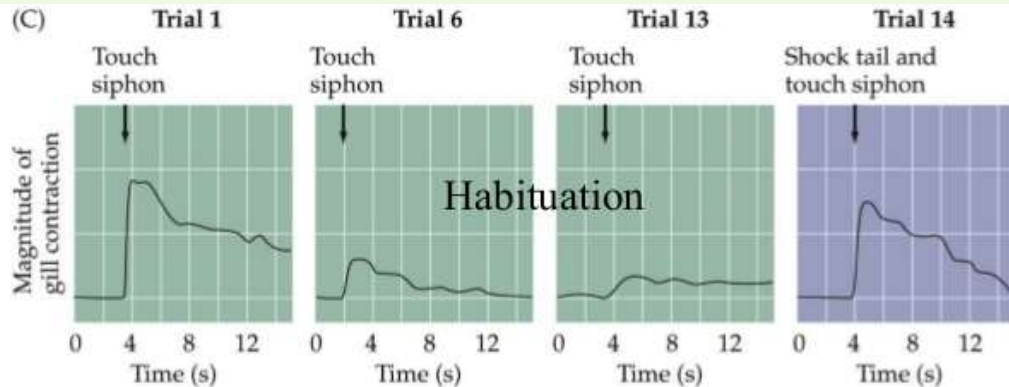
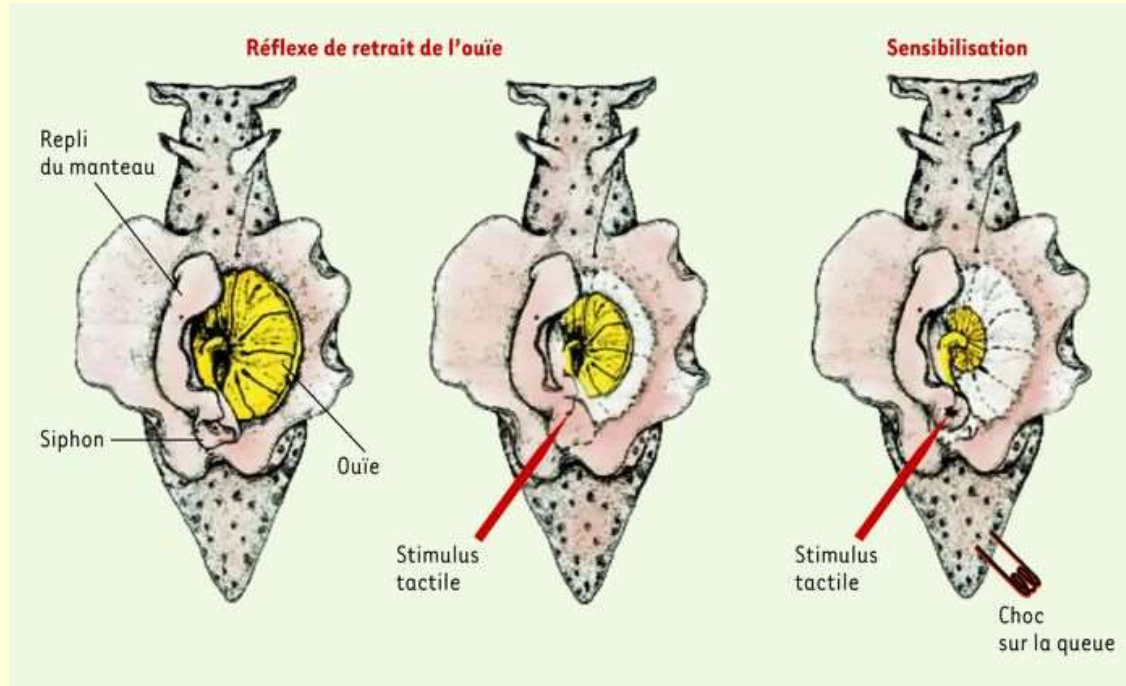


On voit apparaître des « **interneurones** » qui ne sont ni sensoriels ni moteurs.



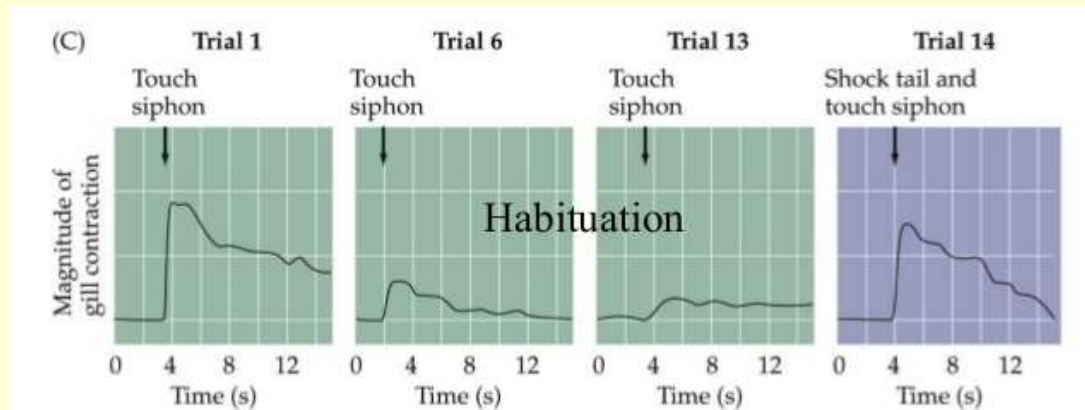
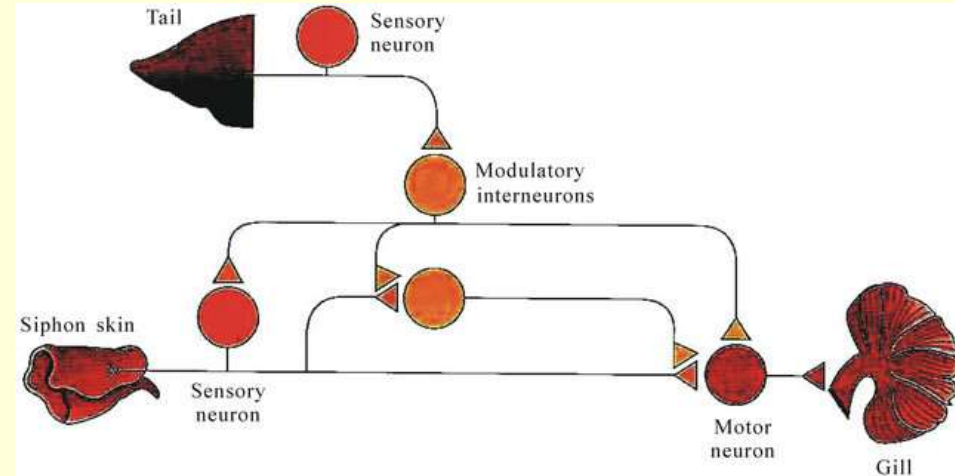
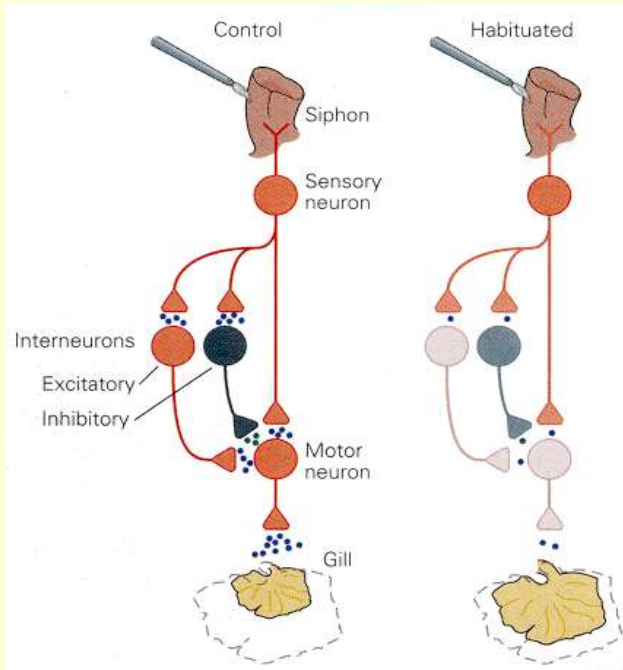
Boucle sensorimotrice

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



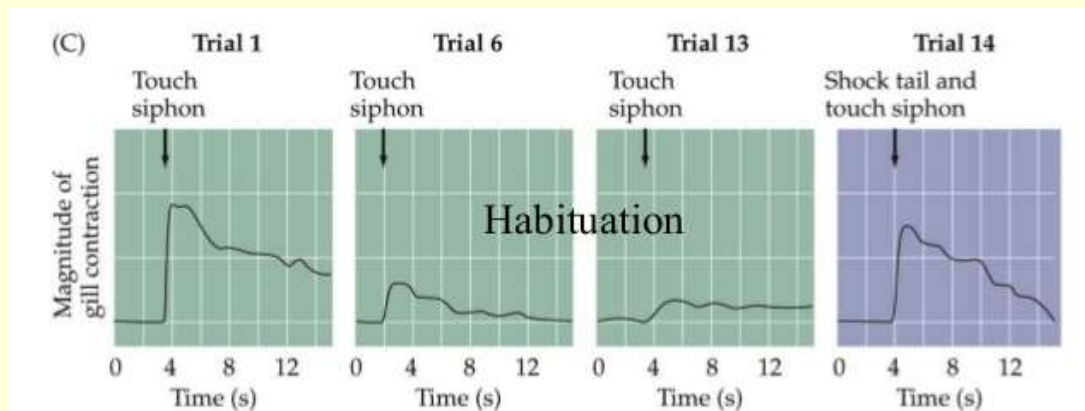
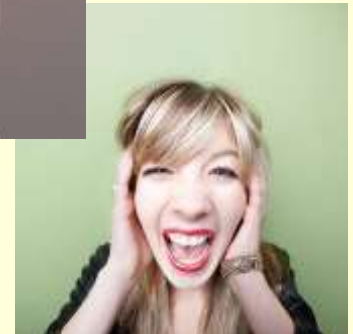
Sensibilisation

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



Sensibilisation

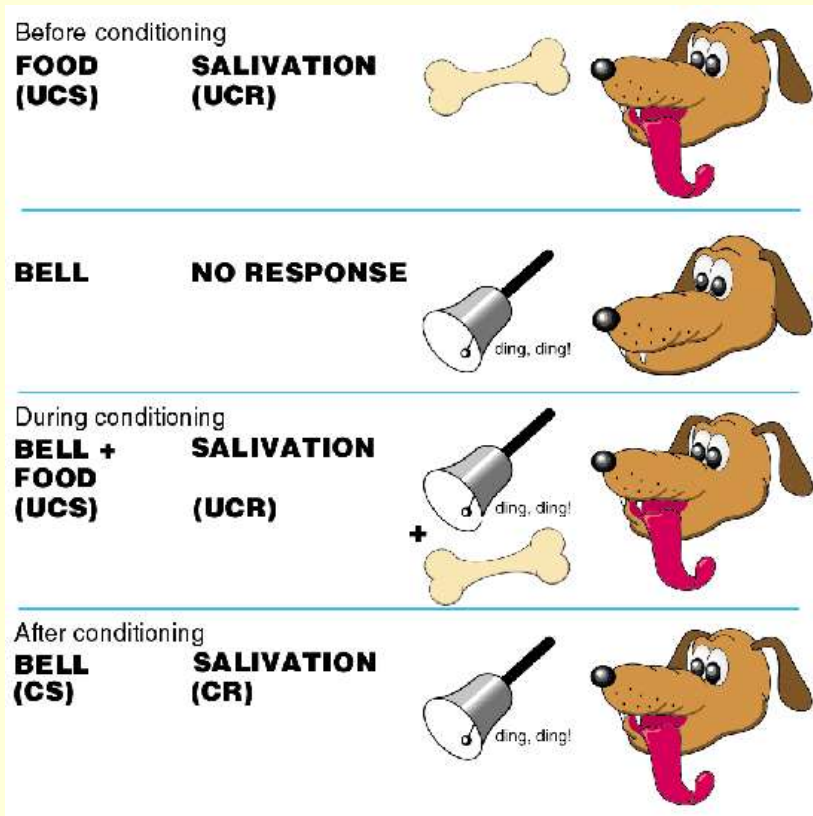
Des formes d'apprentissage et de mémoire qui demeurent présentes chez l'humain...



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.



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.

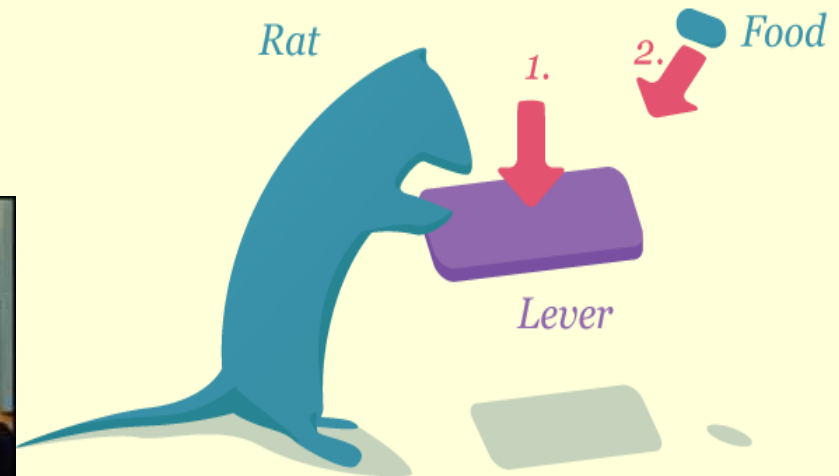


Tout comme d'autres formes **d'apprentissage** qui vont aussi apparaître assez tôt dans l'évolution :

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.





We're not addicted to smartphones, we're addicted to **social interaction**

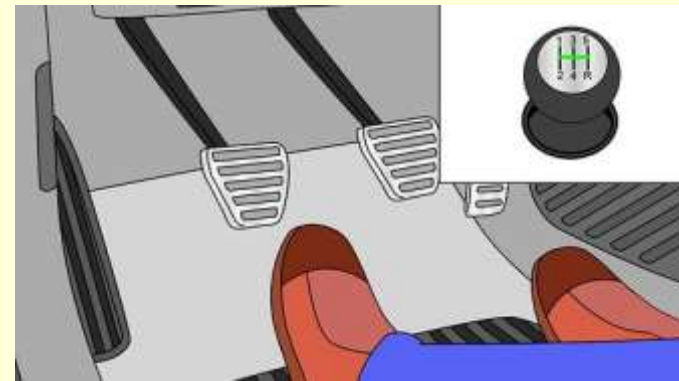
<https://www.mcgill.ca/newsroom/channels/news/were-not-addicted-smartphones-were-addicted-social-interaction-284522>

Front. Psychol., 20 February 2018 |
Hypernatural Monitoring: A Social Rehearsal Account of Smartphone Addiction

[Samuel P. L. Veissière](#)^{1,2,3,4*} and [Moriah Stendel](#)^{1,3,4}
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2018.00141/full>



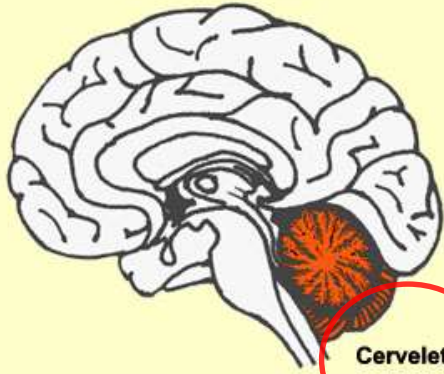
La mémoire procédurale (celle des habiletés motrices)



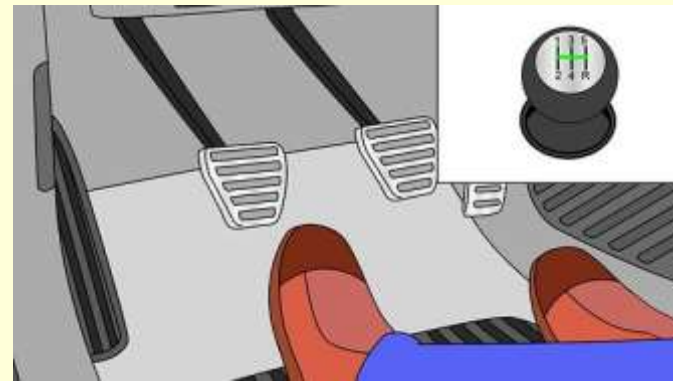
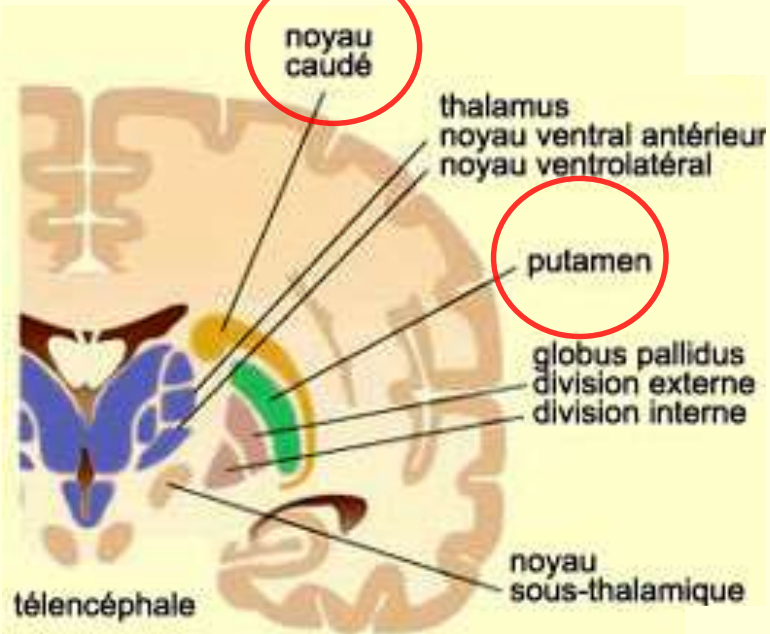
La mémoire procédurale (celle des habiletés motrices)

Mémoire à long terme

Implicite (Non-déclarative)



Cervelet

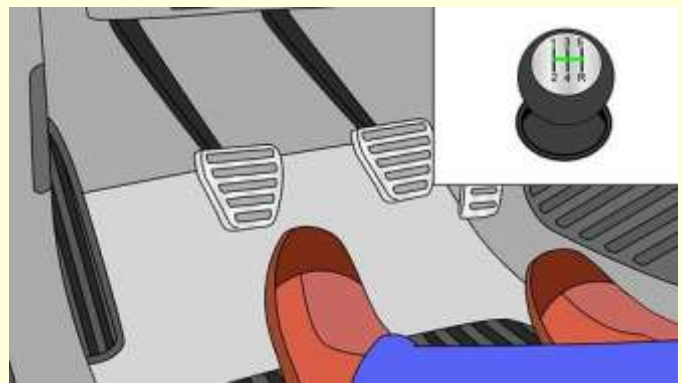
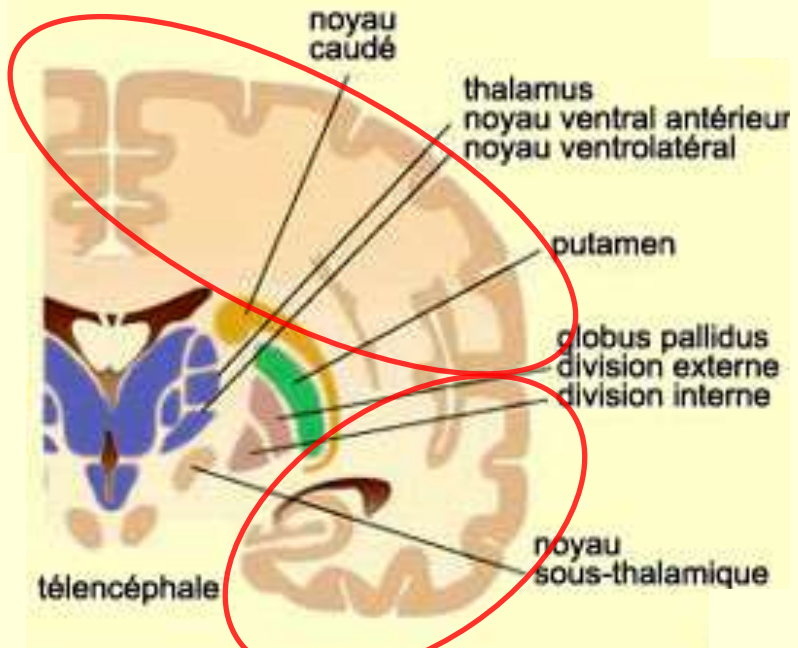


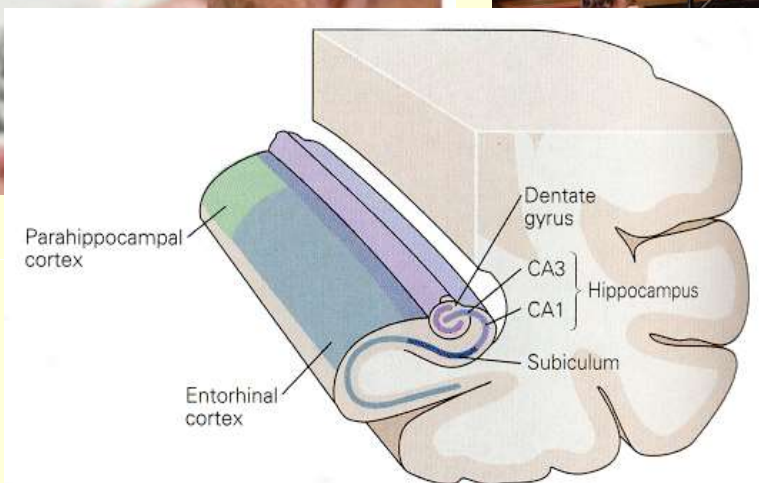
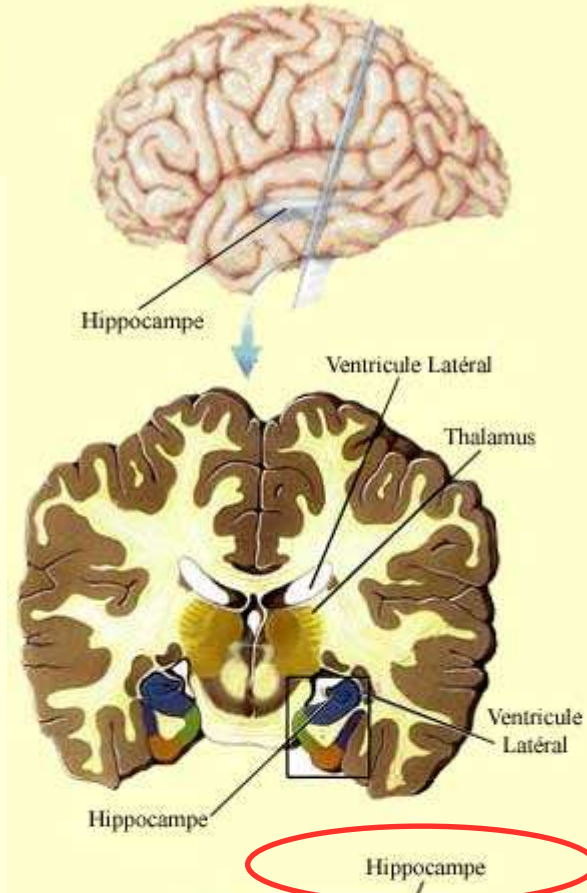
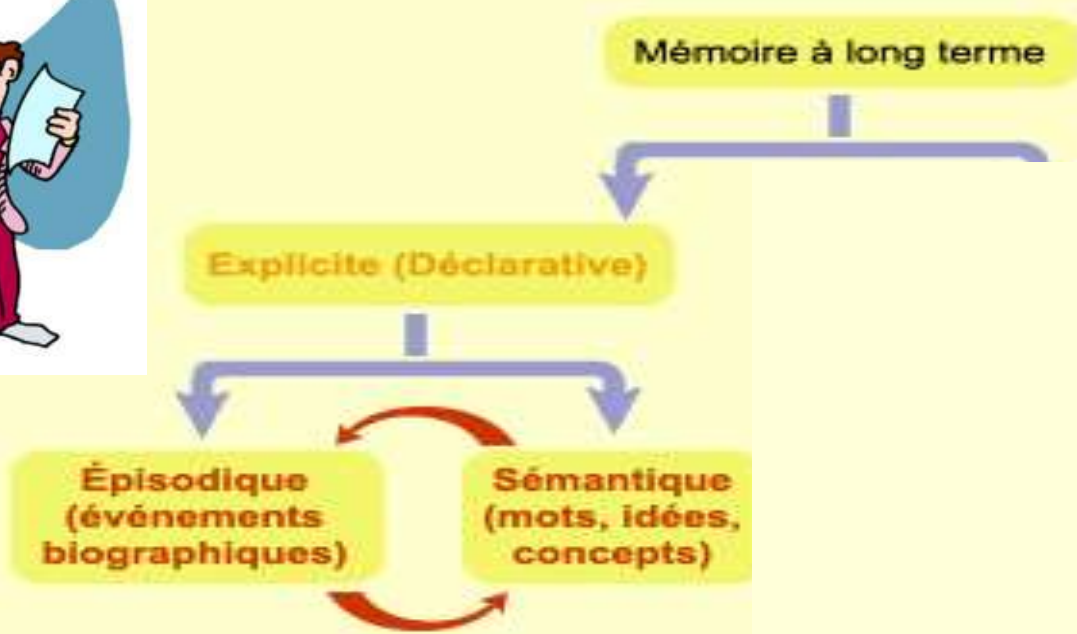


Mémoire à long terme

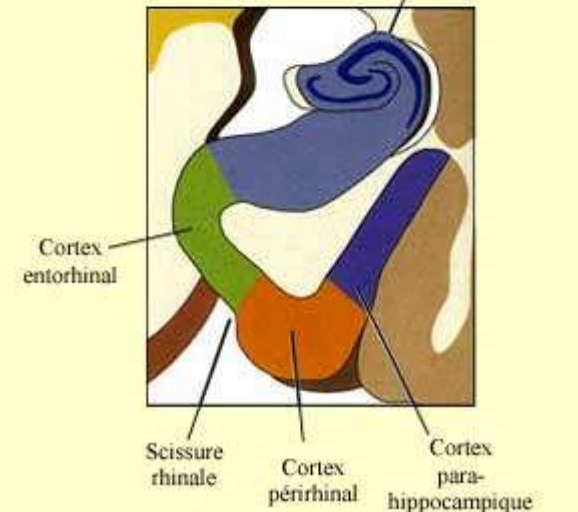
Explicite (Déclarative)

Implicite (Non-déclarative)





Différentes sous-régions contribuent différemment...



Plan

1^{er} bloc : Perspective évolutive sur l'émergence des systèmes nerveux

Intro générale : cerveau-corps-environnement

Évolution cosmique, chimique et biologique

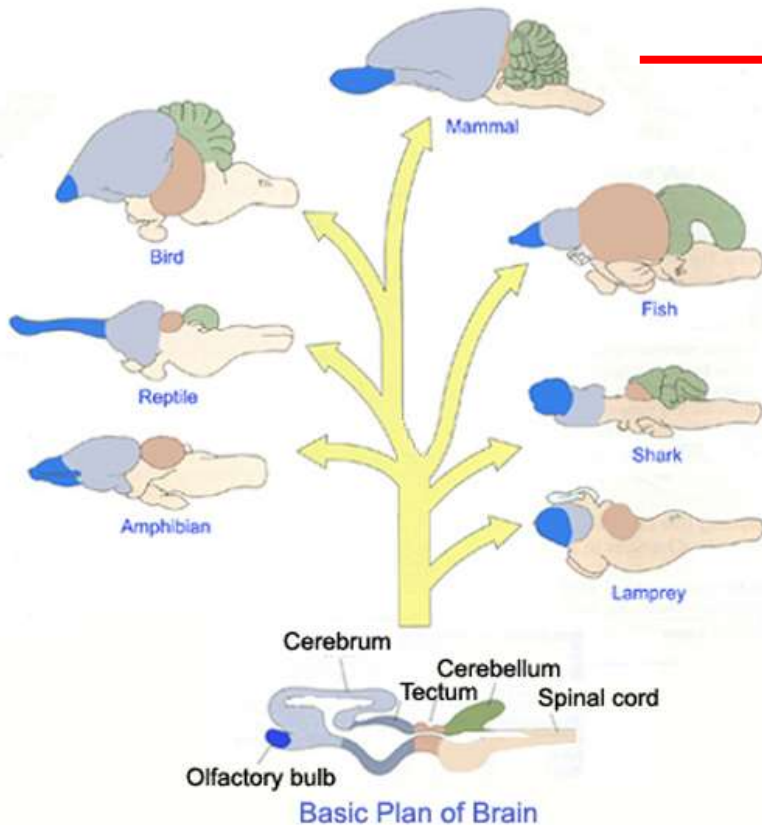
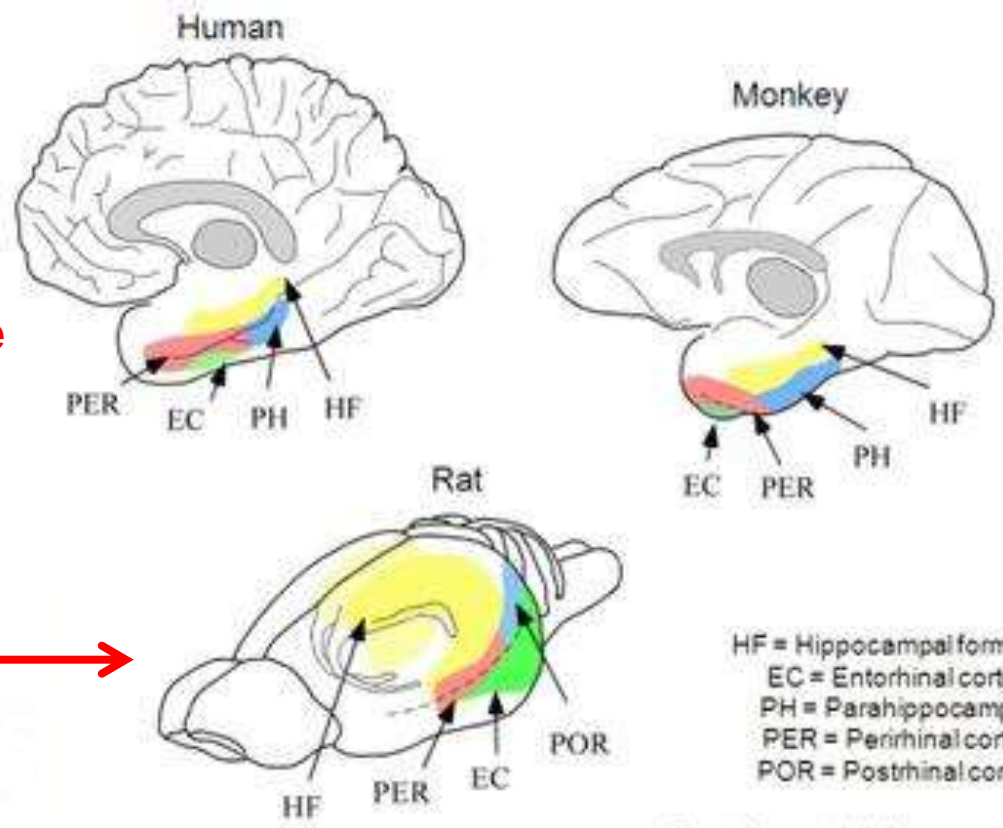
Émergence des systèmes nerveux

Plaisir, douleur, mémoire

Recyclage neuronal

On n'a qu'à penser
aux premiers
symptômes de
l'Alzheimer
(perte de mémoire
et désorientation)

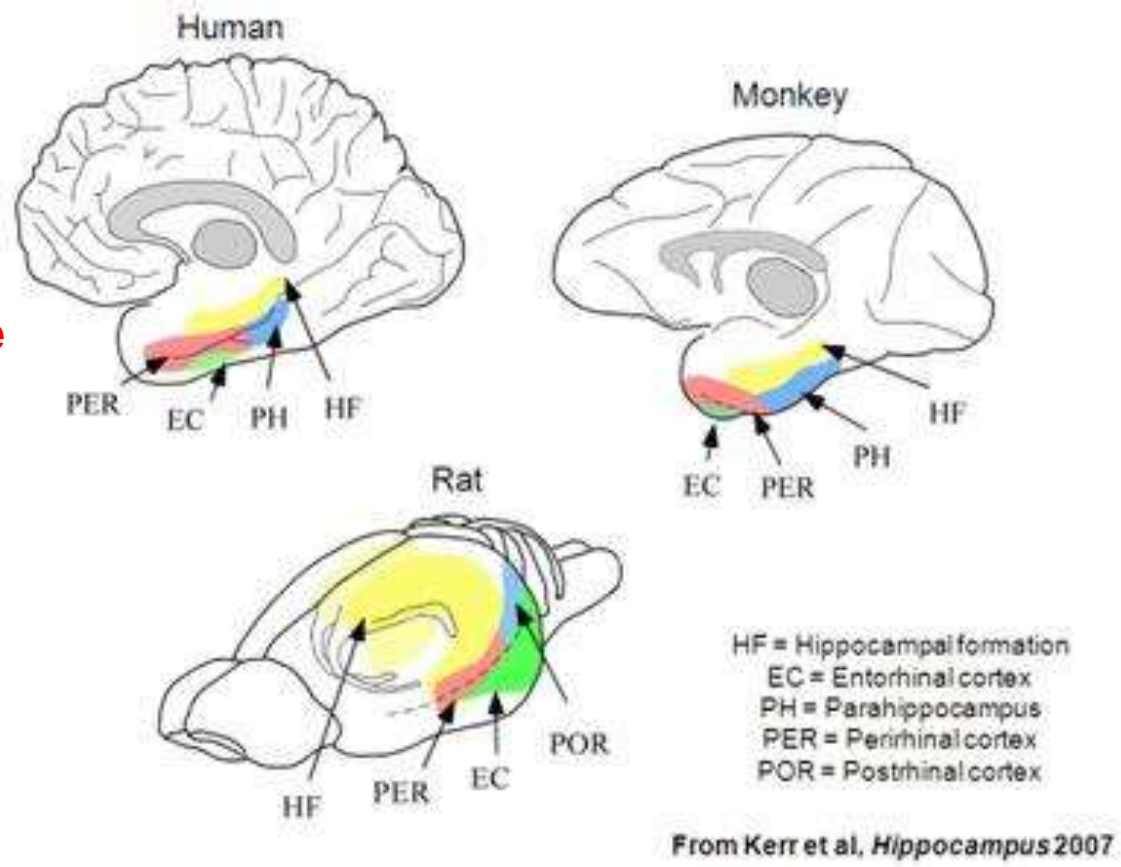
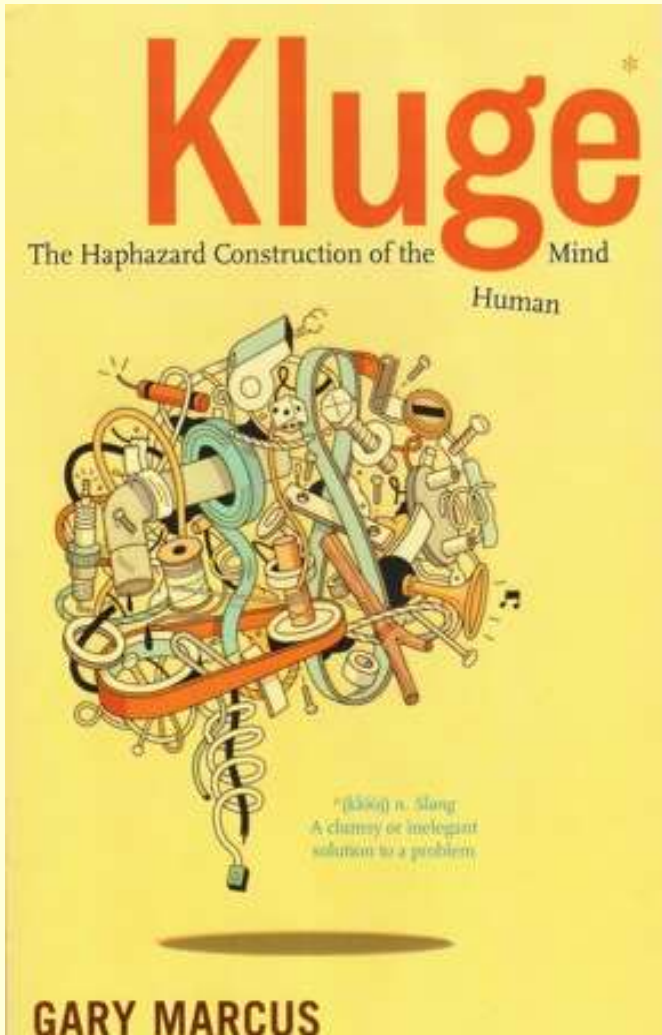
**Navigation
spatiale
+
Mémoire
déclarative**



Navigation spatiale



**Navigation spatiale
+
Mémoire déclarative**

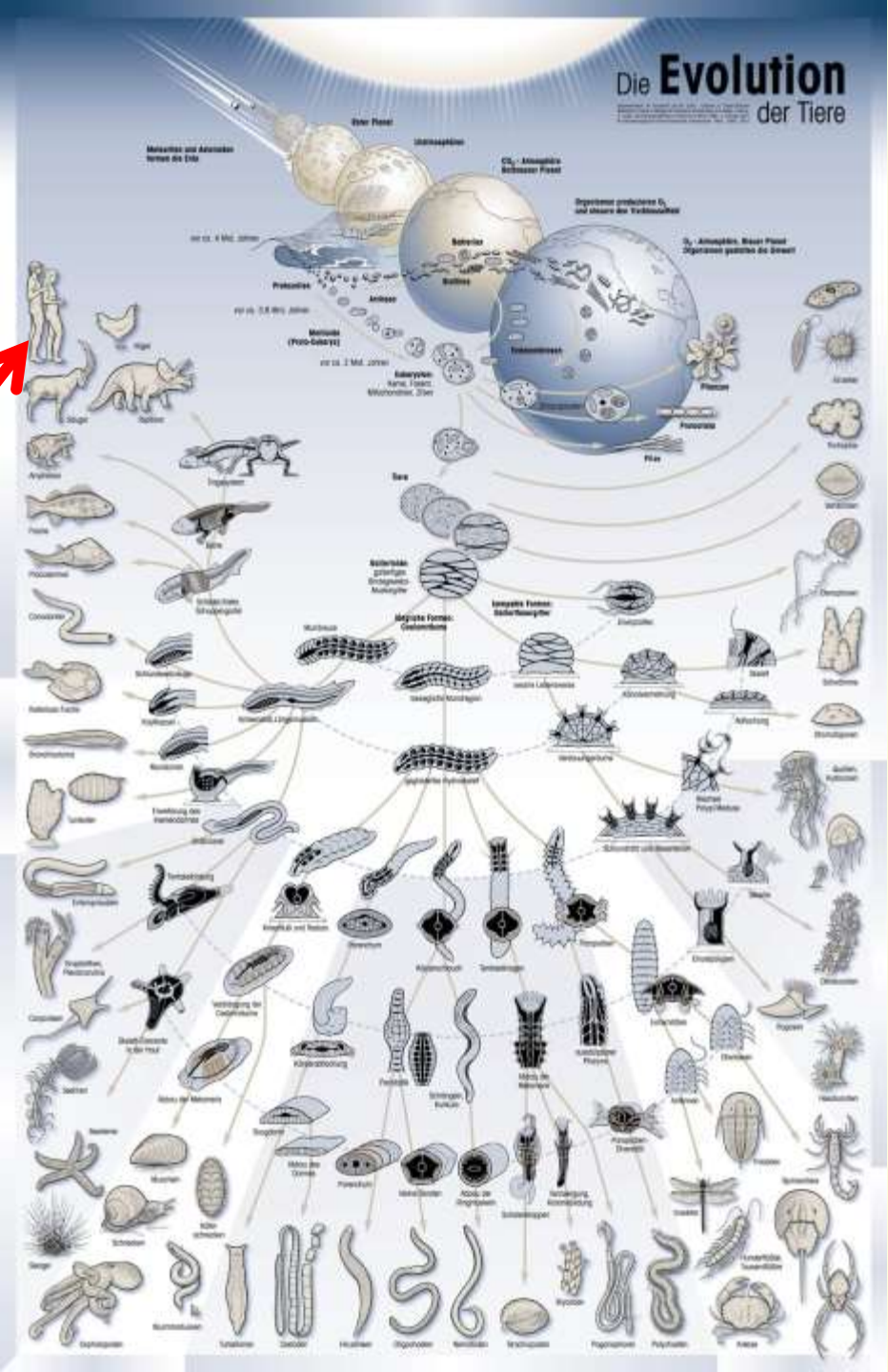
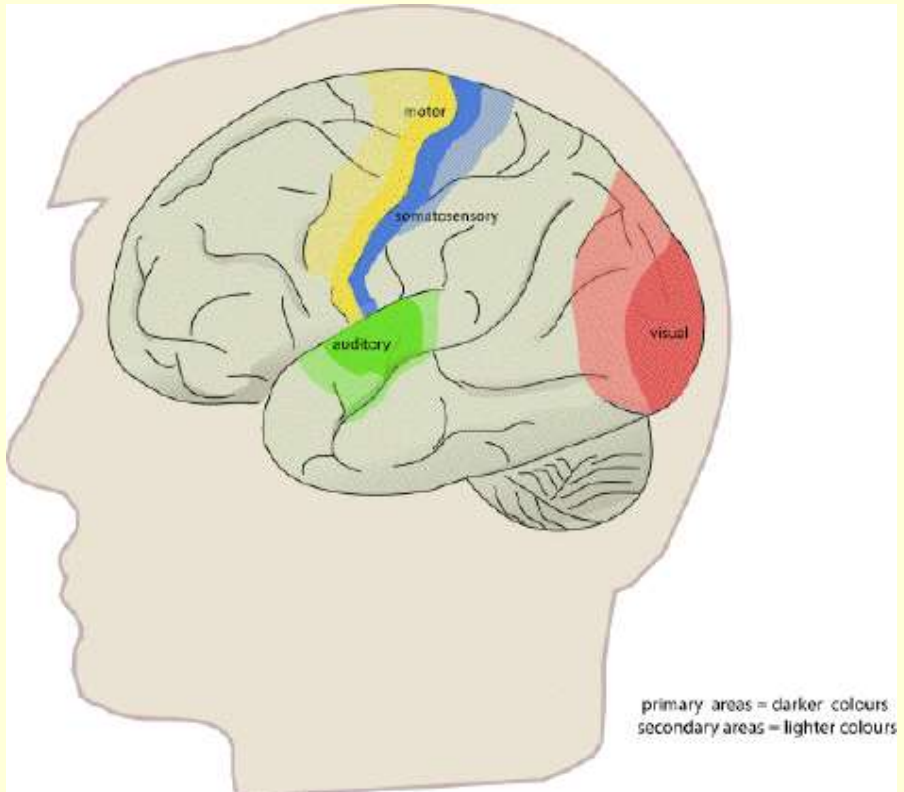


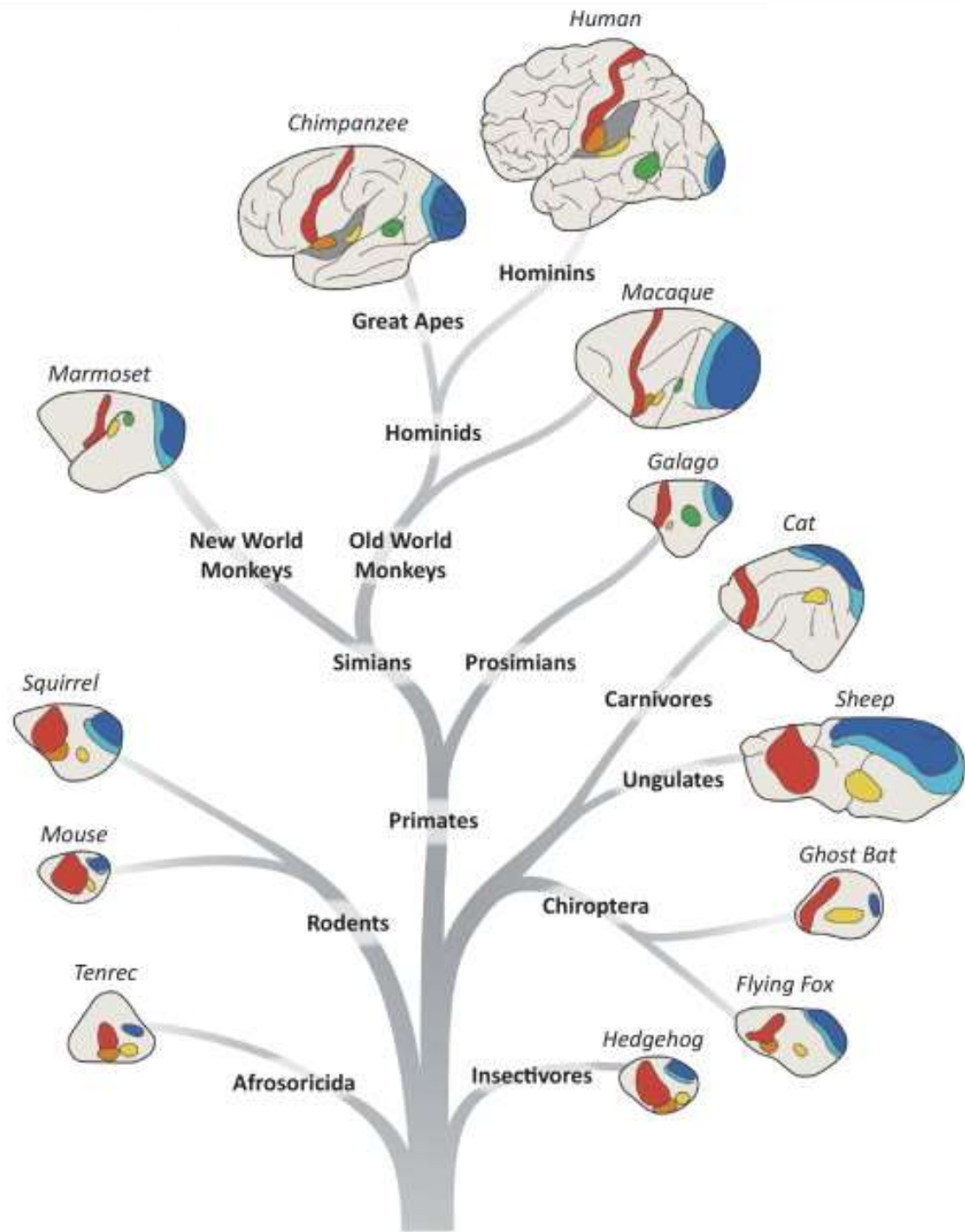
Navigation spatiale

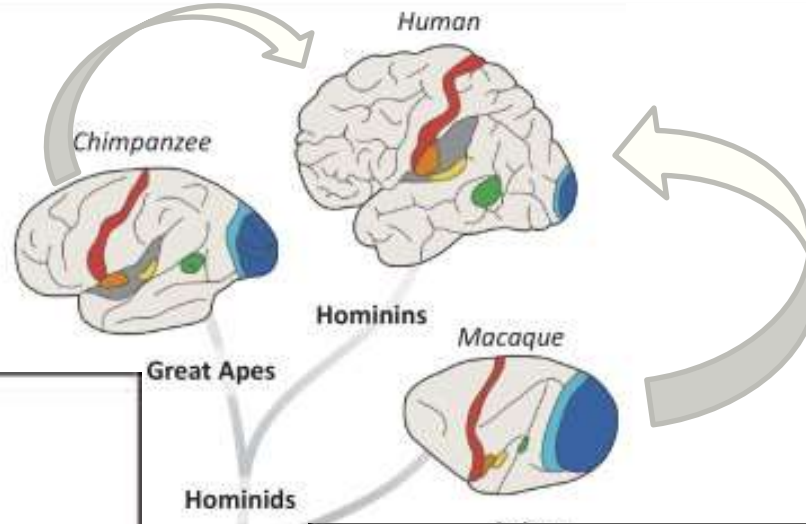
« Recyclage neuronal »

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

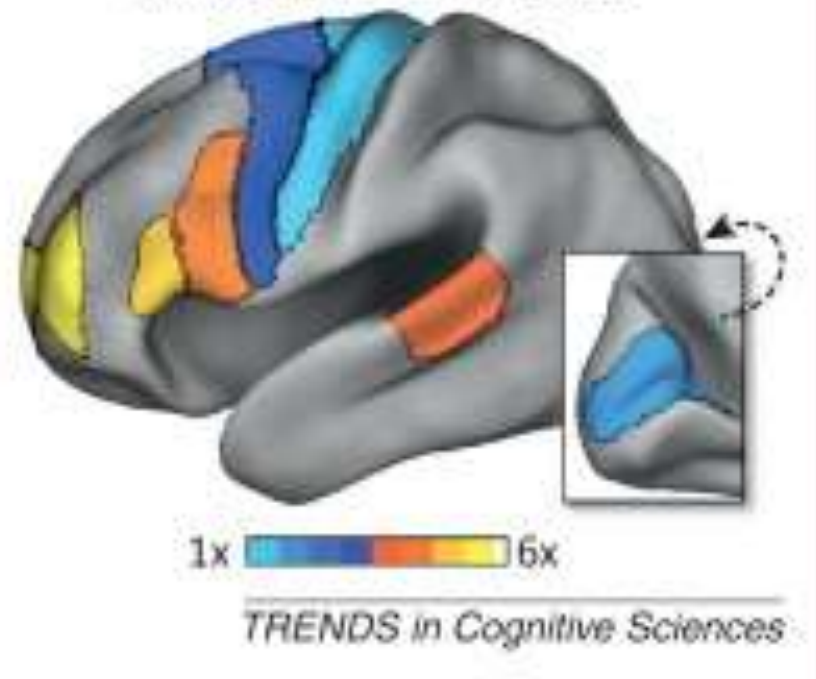
...et l'une des variantes sera nous !





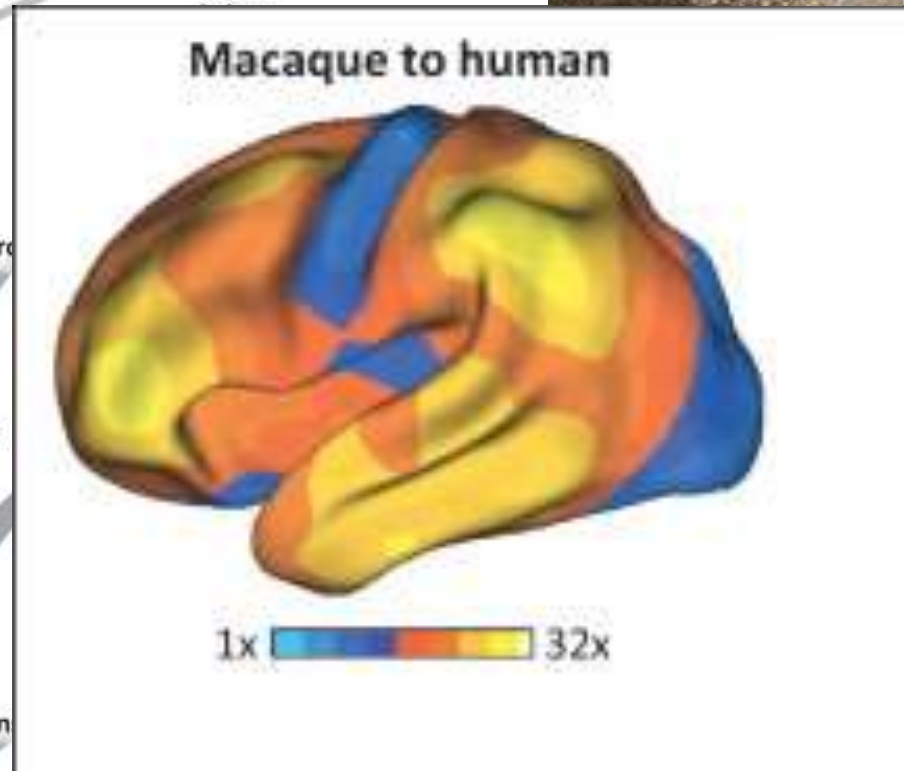


Chimpanzee to human

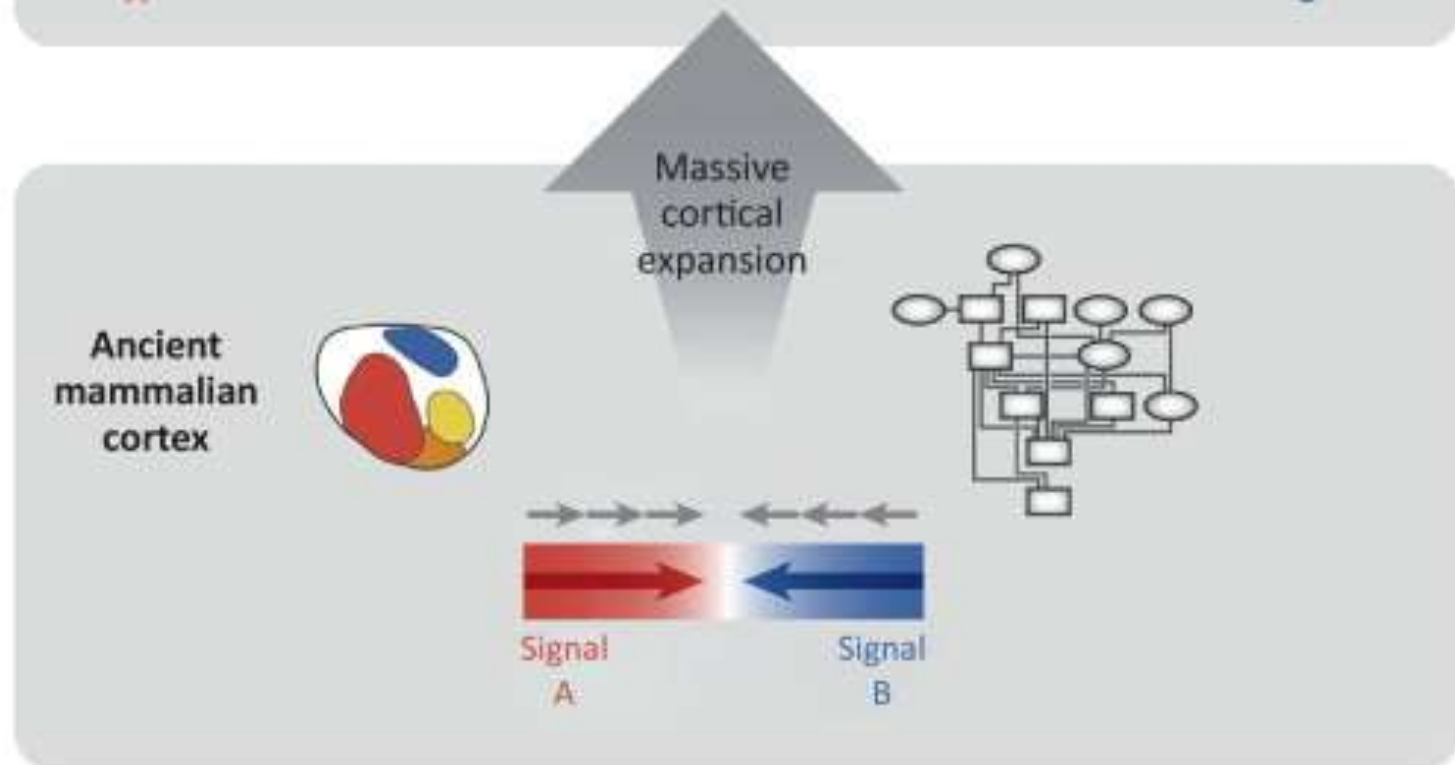
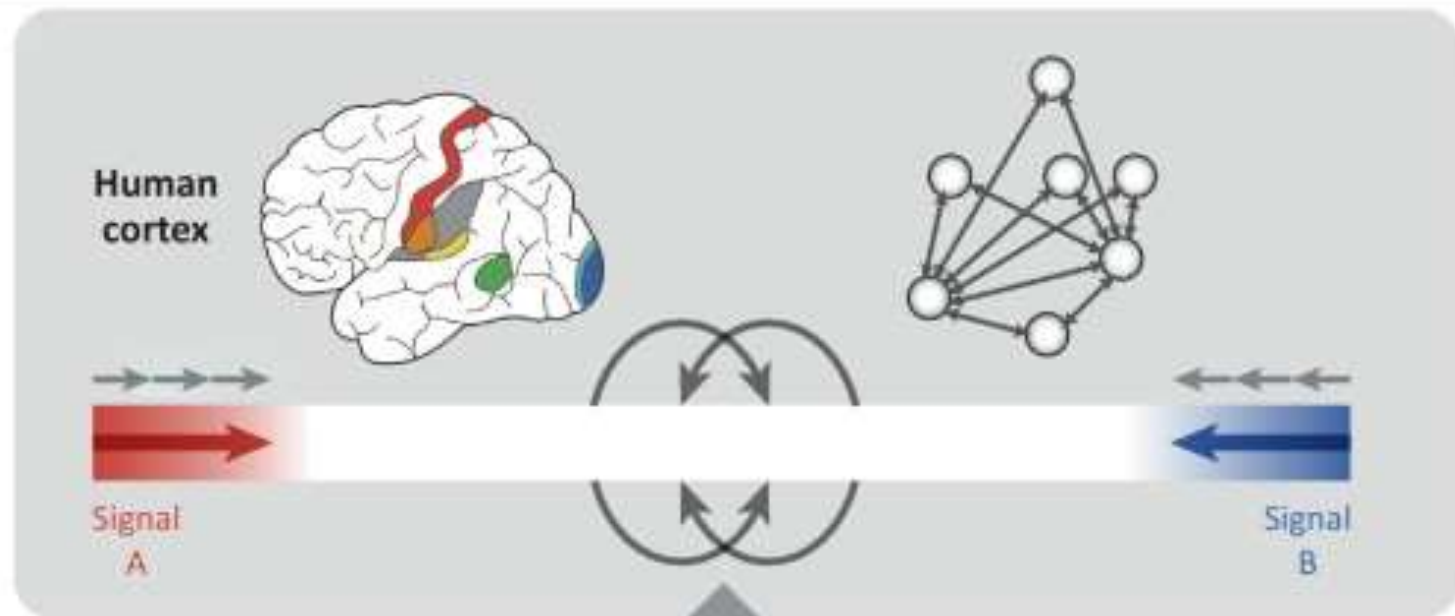


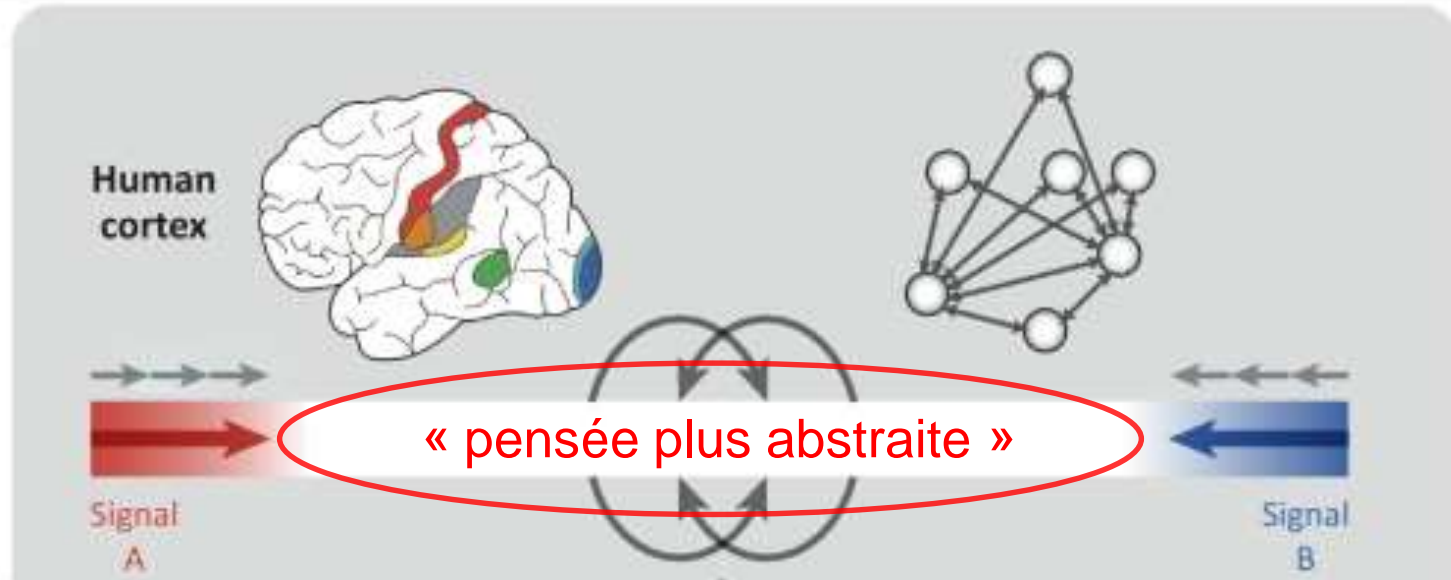
Ancêtre commun :
environ 6-7 millions d'années

Macaque to human



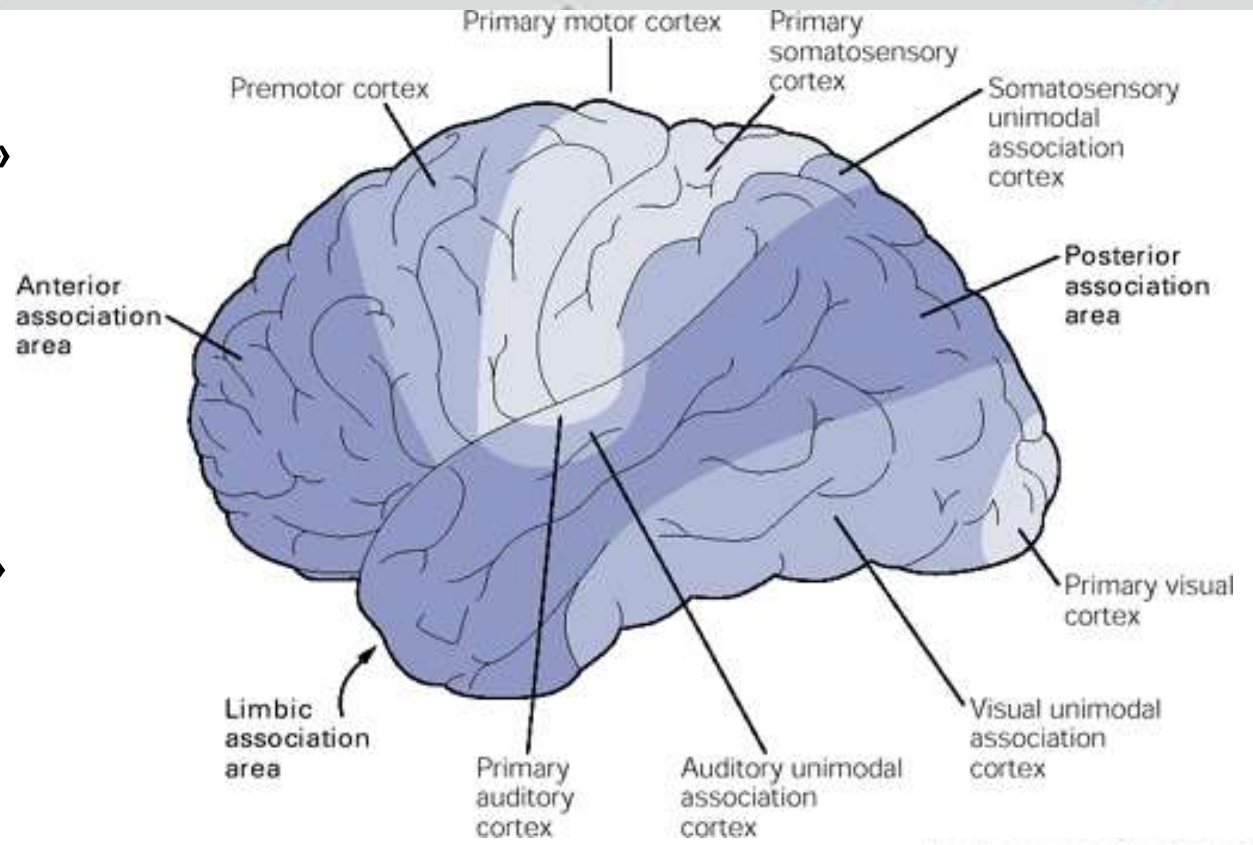
Ancêtre commun :
environ 25 millions d'années

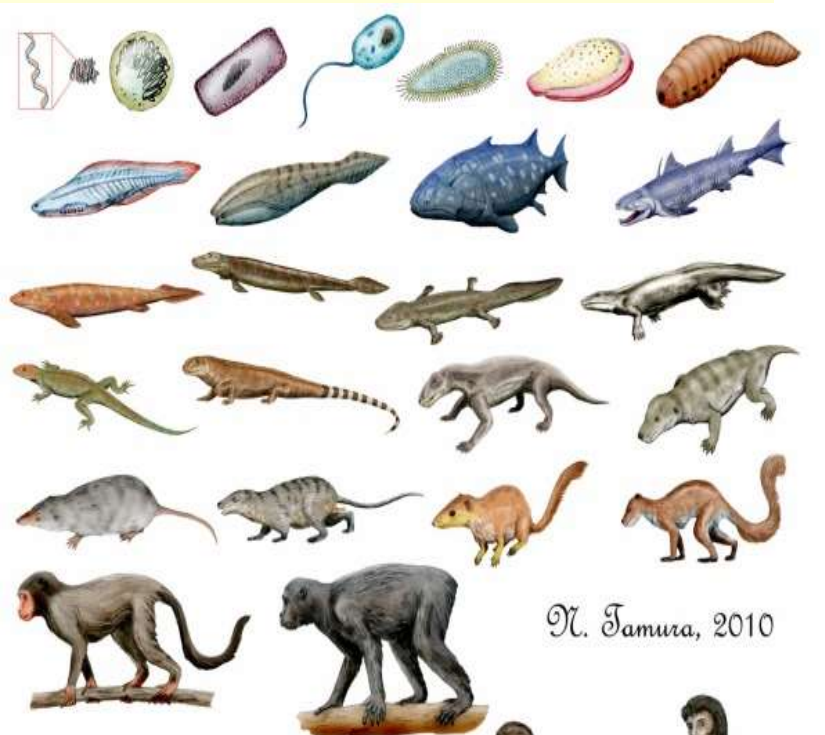




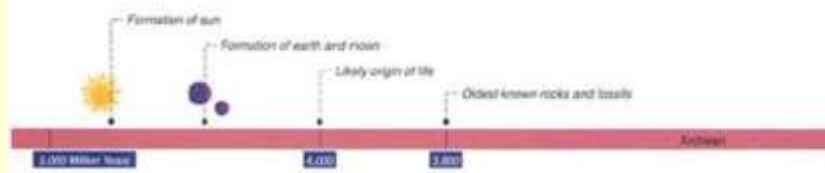
Cortex « associatif »

crée de l'espace pour le « offline »

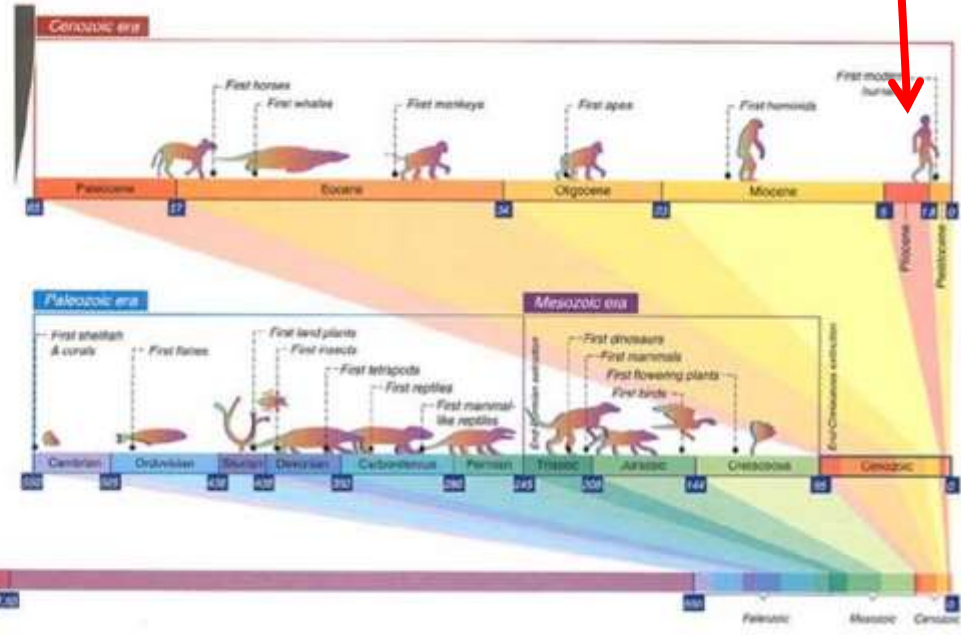


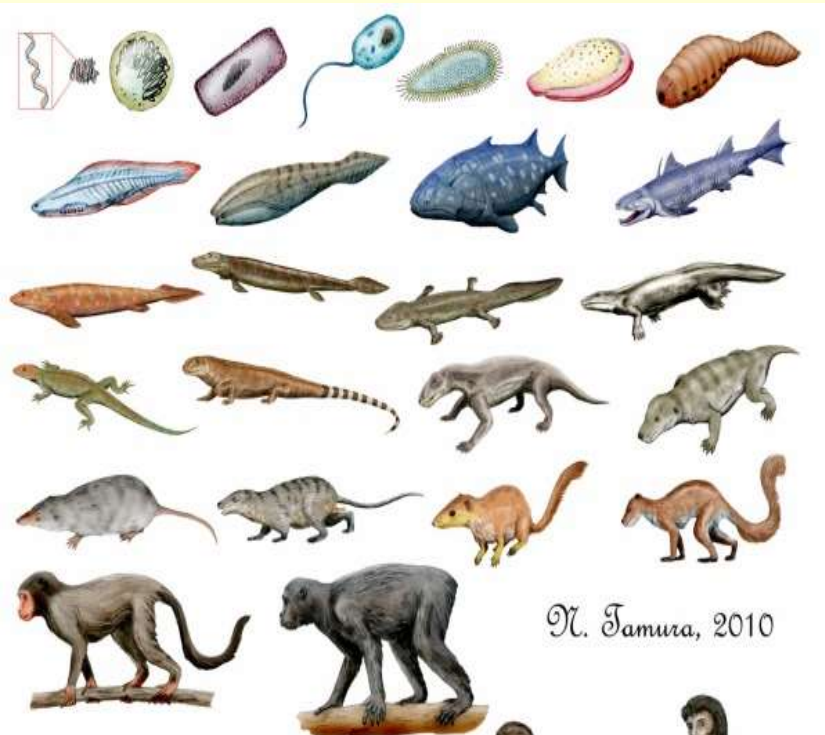


N. Tamura, 2010

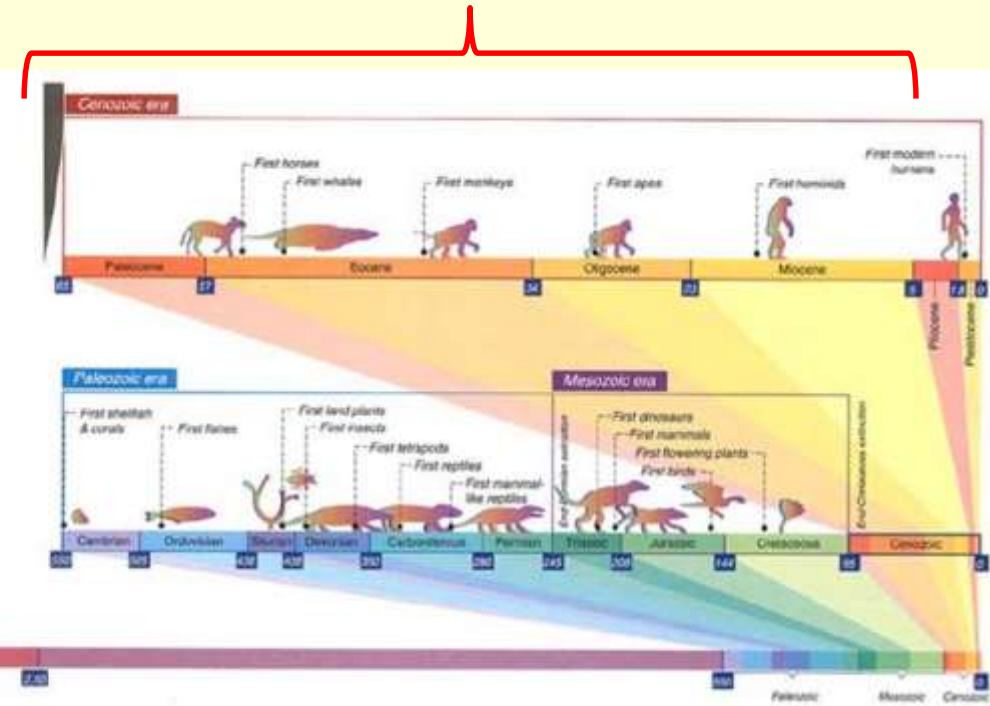
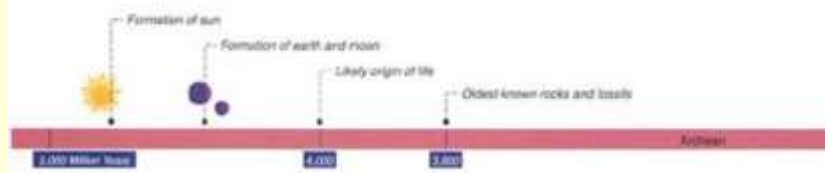


Mais on n'a pas évolué pour faire de la philo ou jouer aux échecs !

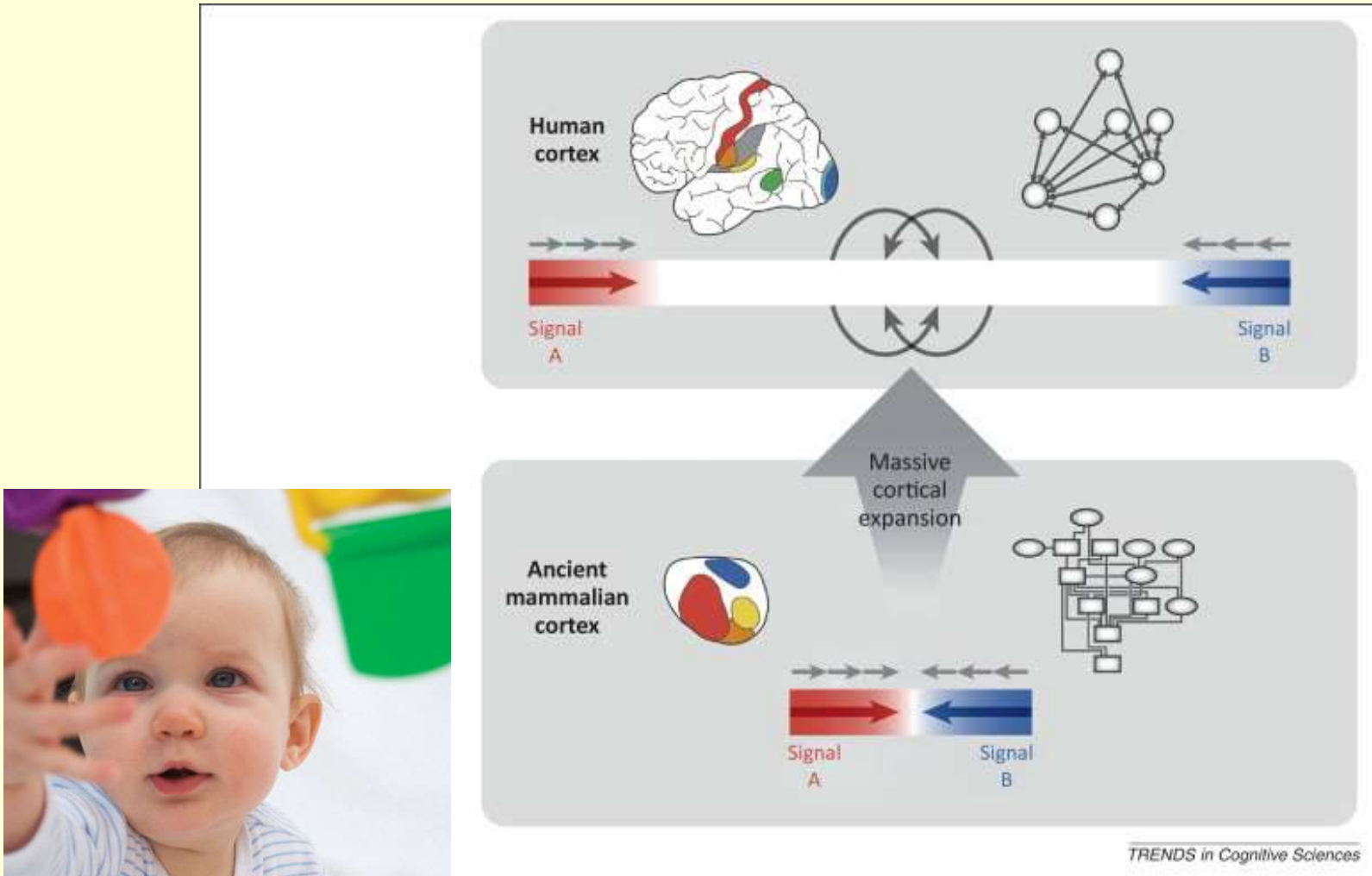




N. Tamura, 2010

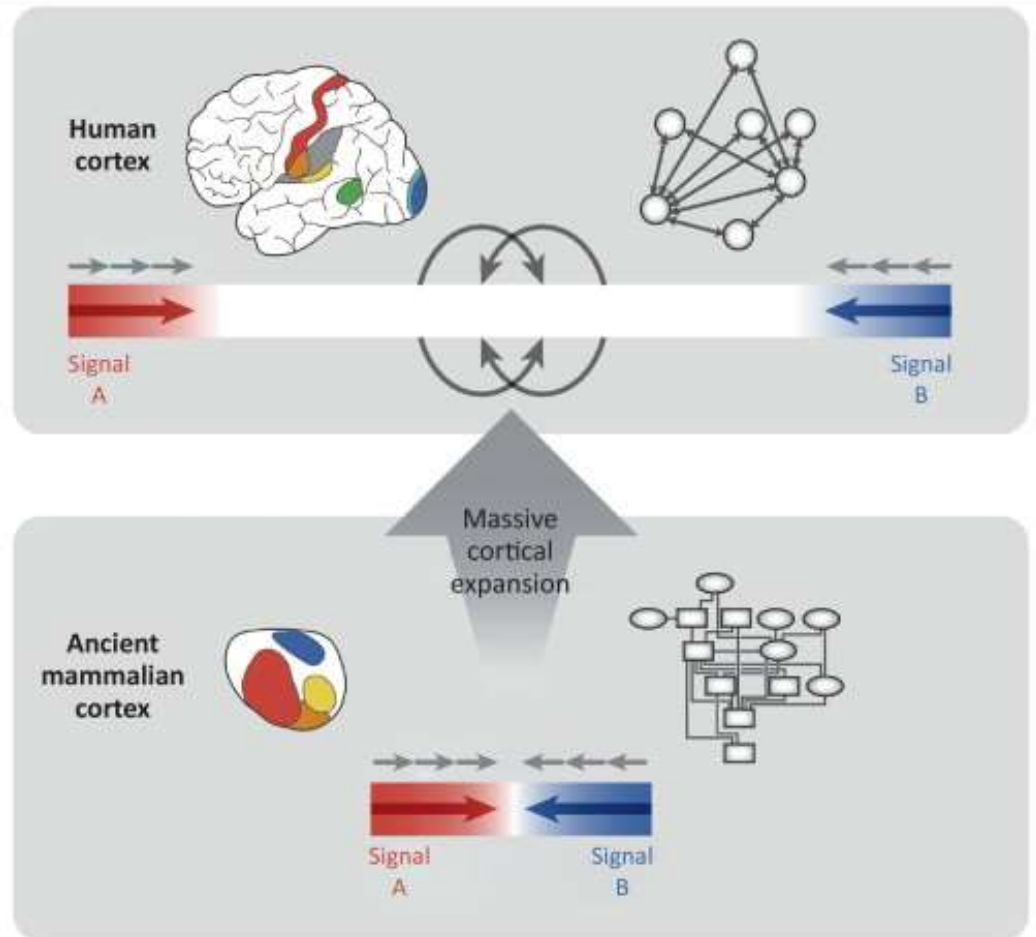


Et il faut garder à l'esprit que durant le développement...



...au début de la vie,
tout se fait en « **online** »

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

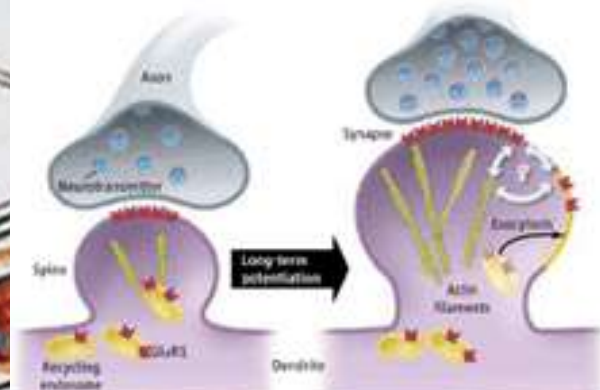
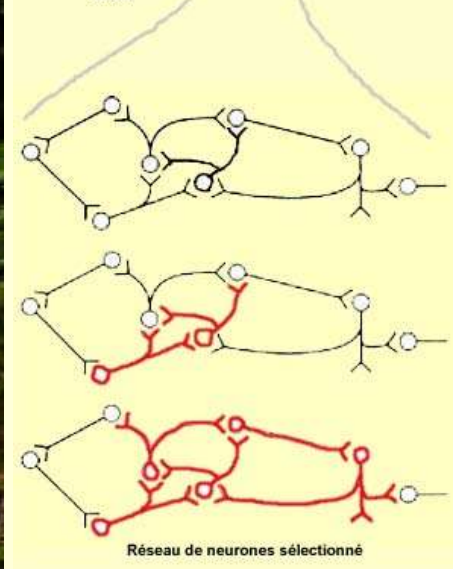
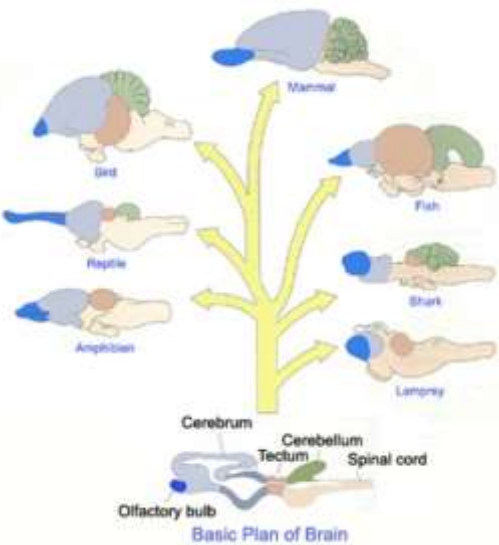


TRENDS in Cognitive Sciences

...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 quelques mécanismes de cette **plasticité cérébrale** qu'on va explorer durant la prochaine heure...

