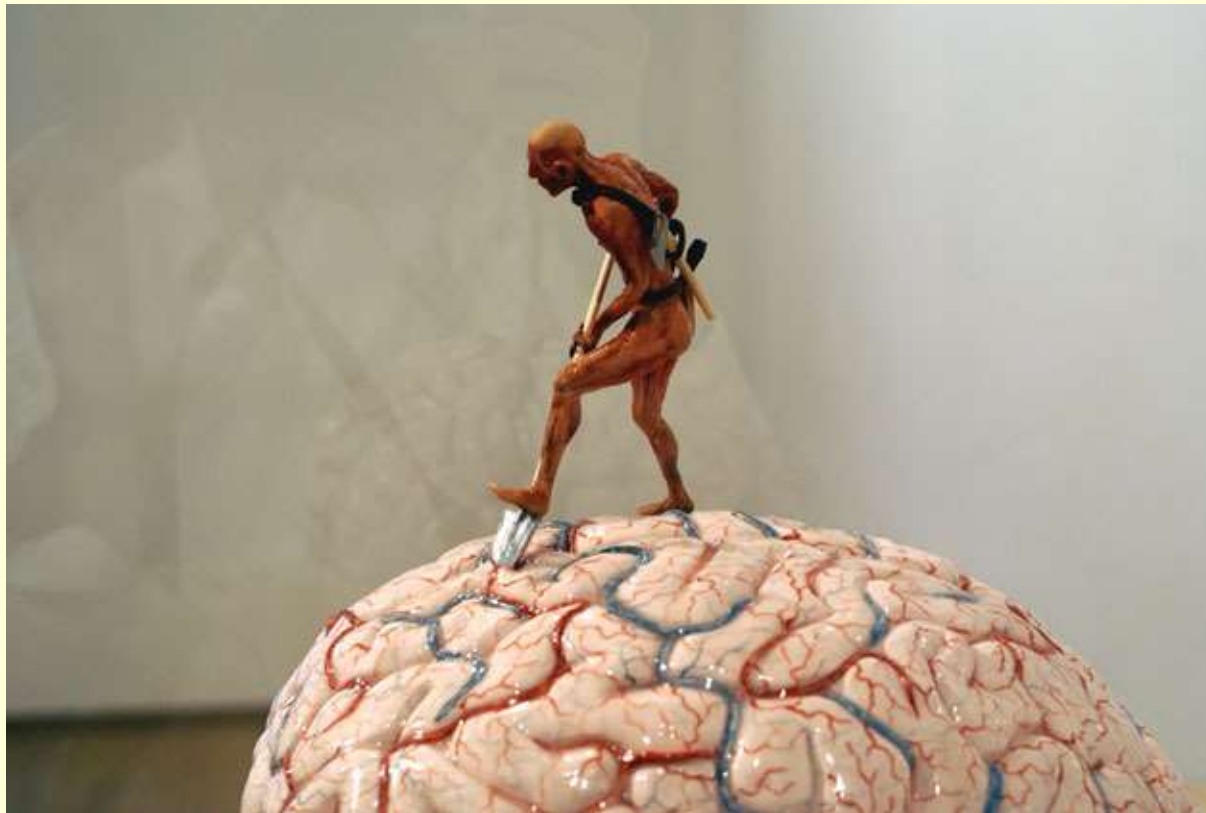


École des profs

15 janvier 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

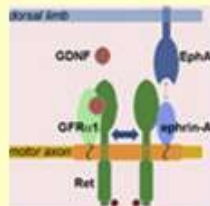
Envoyer

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

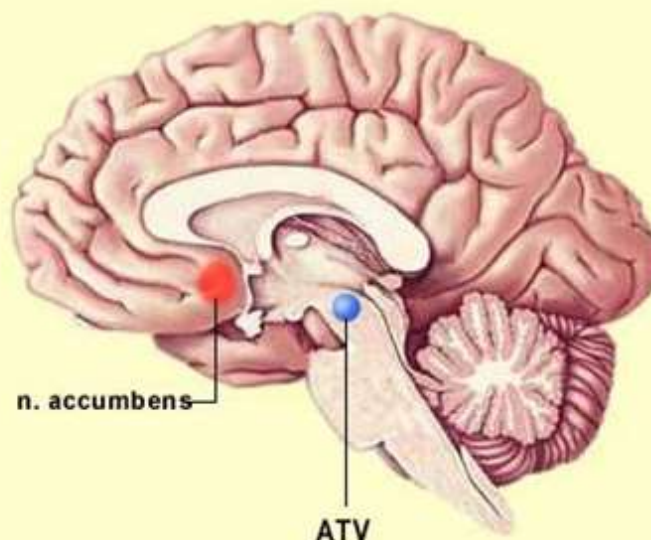


Un stimulus sensoriel qui n'apporte ni récompense ni punition est rapidement ignoré et oublié. C'est le phénomène de l'habituation qui nous fait oublier le contact de nos vêtements avec notre peau ou le tic tac de l'horloge du bureau.

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 plus de neurones, plus le cerveau est performant. Le cerveau est composé de milliards de neurones qui communiquent entre eux pour contrôler nos actions et nos pensées.

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 pensée et de l'apprentissage. Il examine comment les neurones communiquent et comment ces processus sont influencés par l'environnement.



LES NEURONES DU CERVEAU (CNS), et plus de neurones, plus le cerveau est performant. Le cerveau est composé de milliards de neurones qui communiquent entre eux pour contrôler nos actions et nos pensées.

LE CERVEAU À TOUTES LES NIVEAUX!

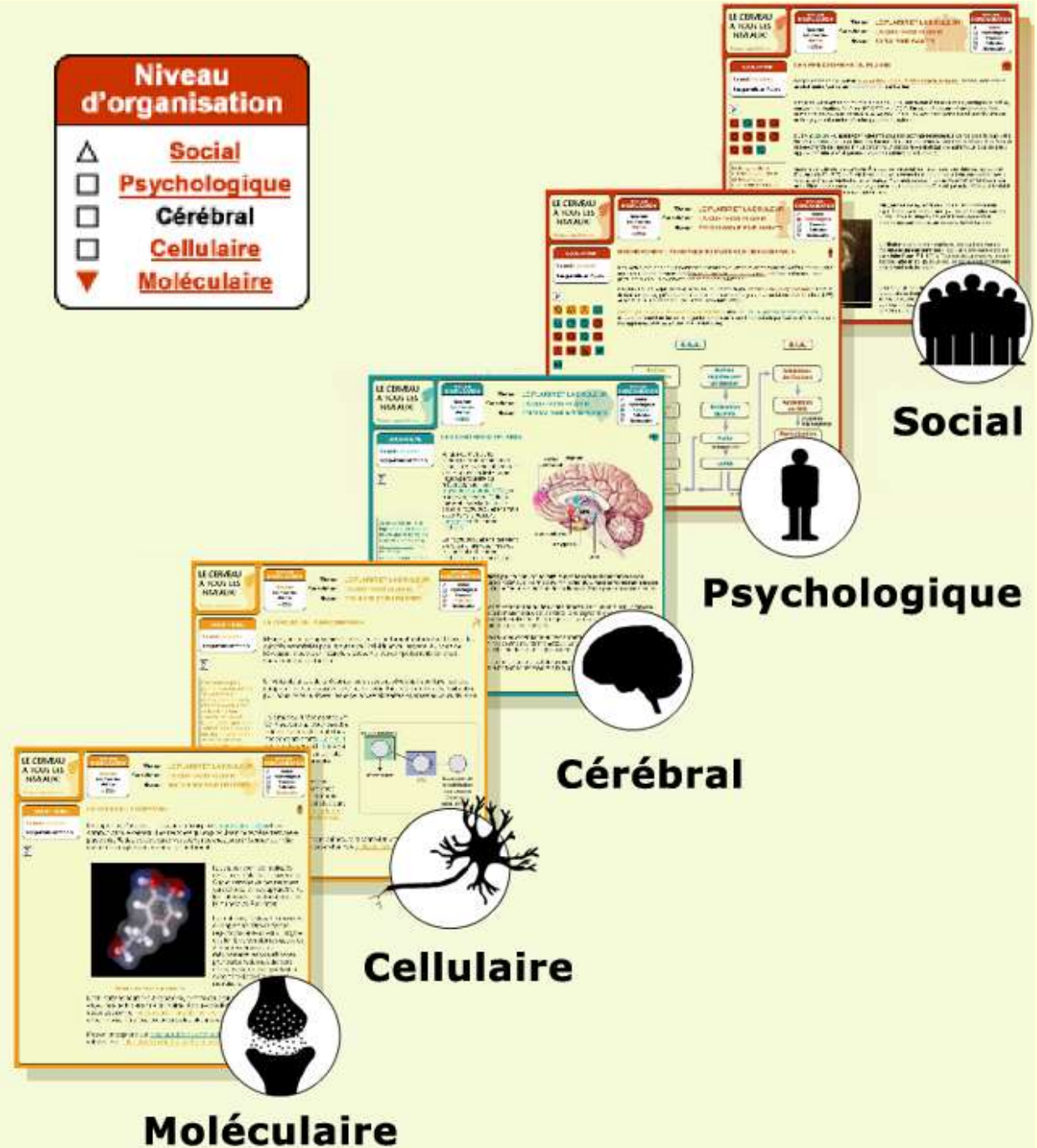
Titre: LE CERVEAU À TOUTES LES NIVEAUX!
Thème: Neurosciences
Niveau: Avancé

Introduction: Ce document explore les mécanismes de la pensée et de l'apprentissage. Il examine comment les neurones communiquent et comment ces processus sont influencés par l'environnement.



LES NEURONES DU CERVEAU (CNS), et plus de neurones, plus le cerveau est performant. Le cerveau est composé de milliards de neurones qui communiquent entre eux pour contrôler nos actions et nos pensées.

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](#)

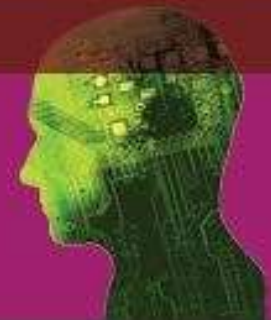
[Recherche](#)

[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 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
- Dép
- Les
- La c

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

Recherche -> blogue

Billets par catégorie

Abonnez-vous !

NOUVELLES RÉCENTES SUR LE CERVEAU

Lundi, 5 septembre 2016

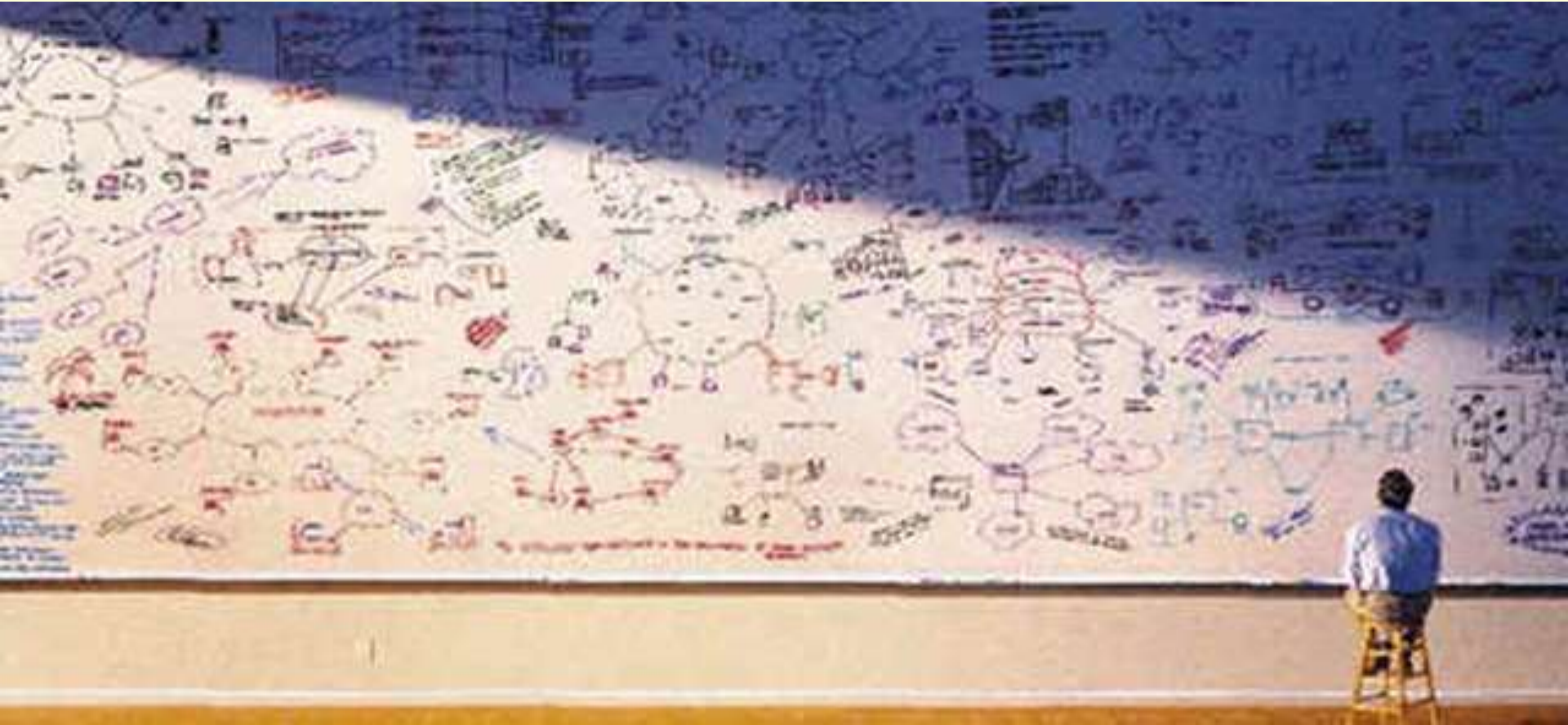
« La cognition incarnée », séance 1 : Survol historique des sciences cognitives et présentation du cours



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

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

1^{er} bloc : Défis des sciences cognitives et perspective évolutive sur l'émergence des systèmes nerveux

Intro générale : cerveau-corps-environnement

Les sciences cognitives :
différents niveaux d'organisation et d'échelles de temps

Évolution cosmique, chimique et biologique

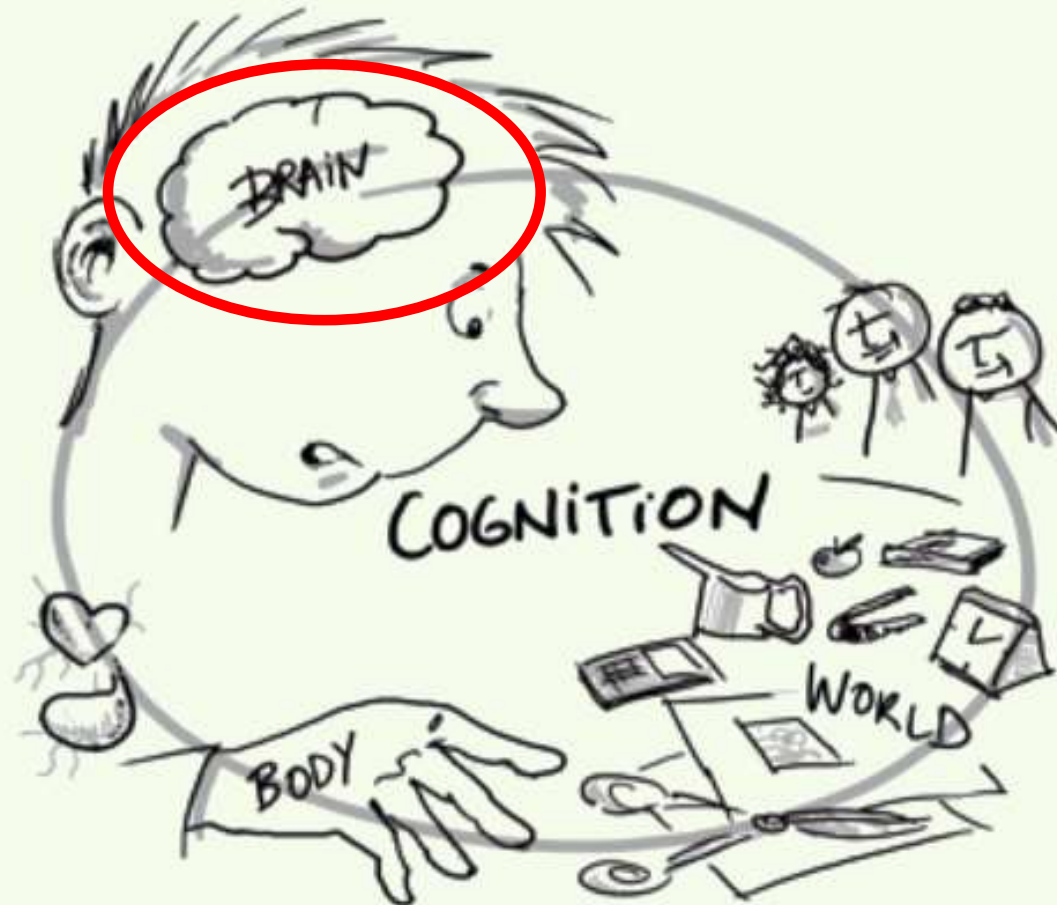
Émergence des systèmes nerveux

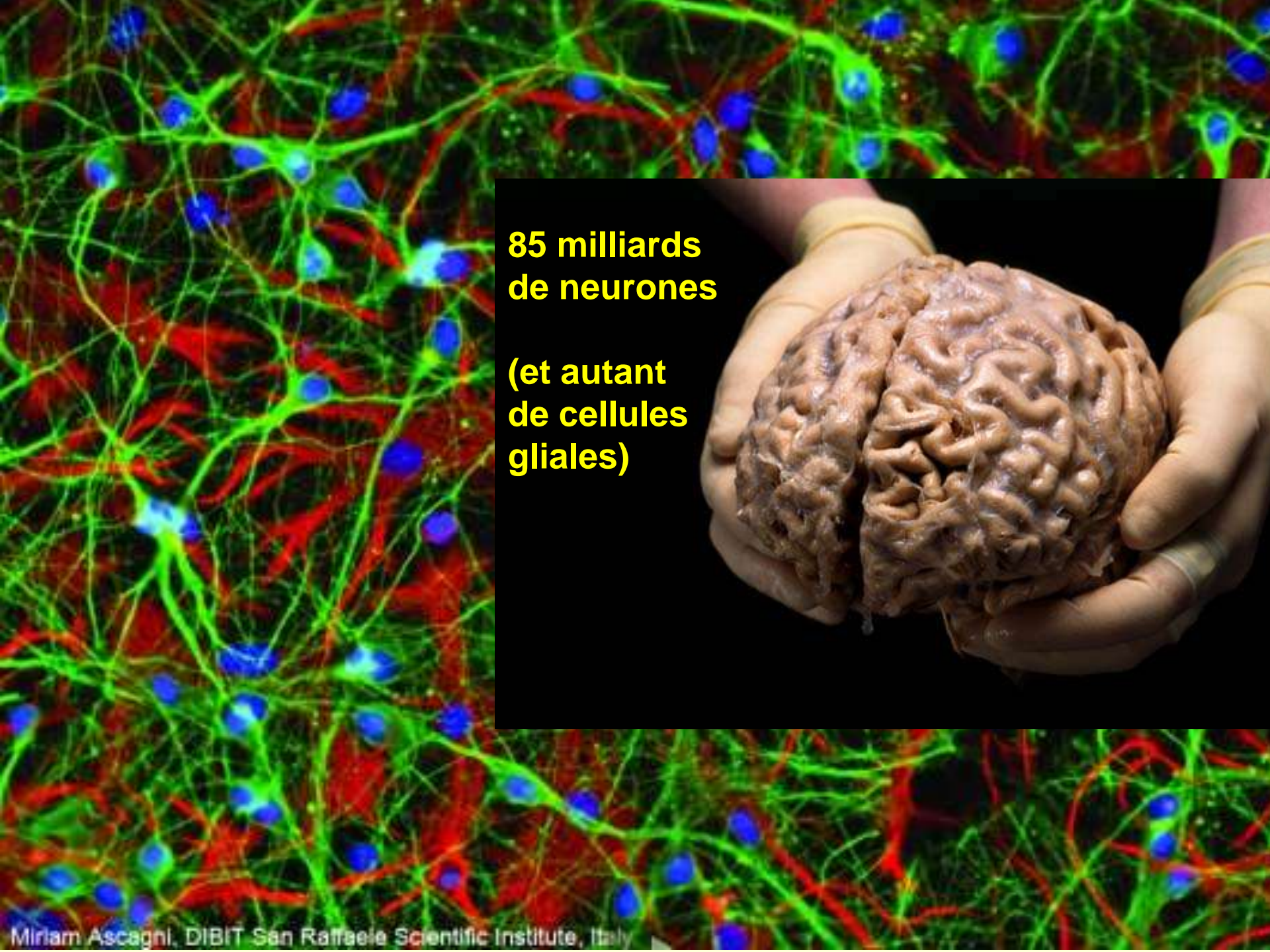
Plaisir, douleur, mémoire

Recyclage neuronal

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

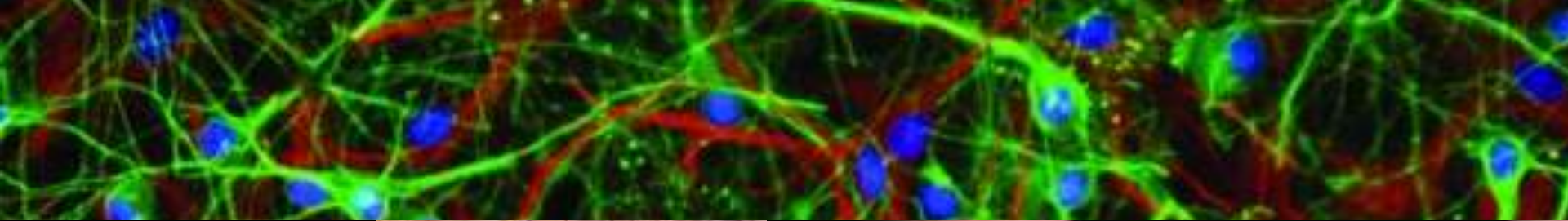
Cerveau – Corps - Environnement



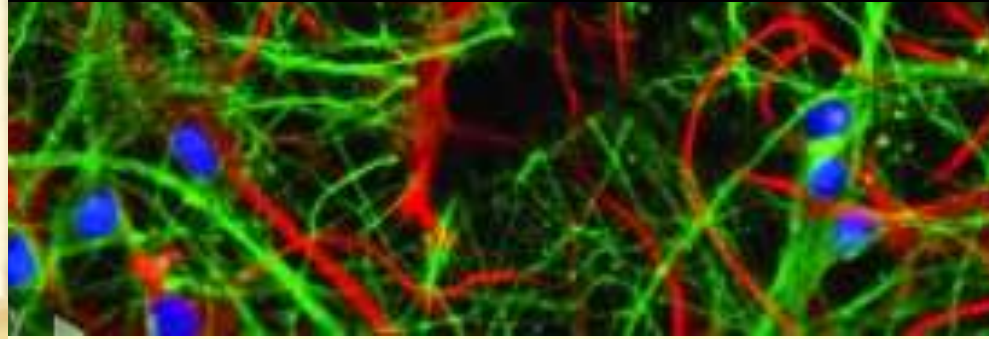


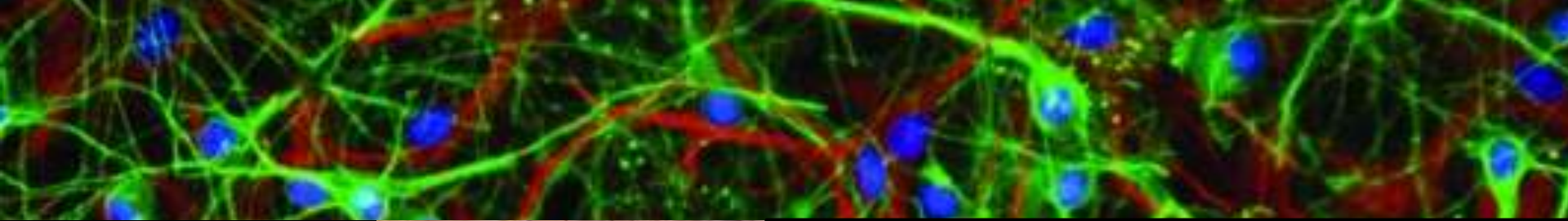
**85 milliards
de neurones**

**(et autant
de cellules
gliales)**

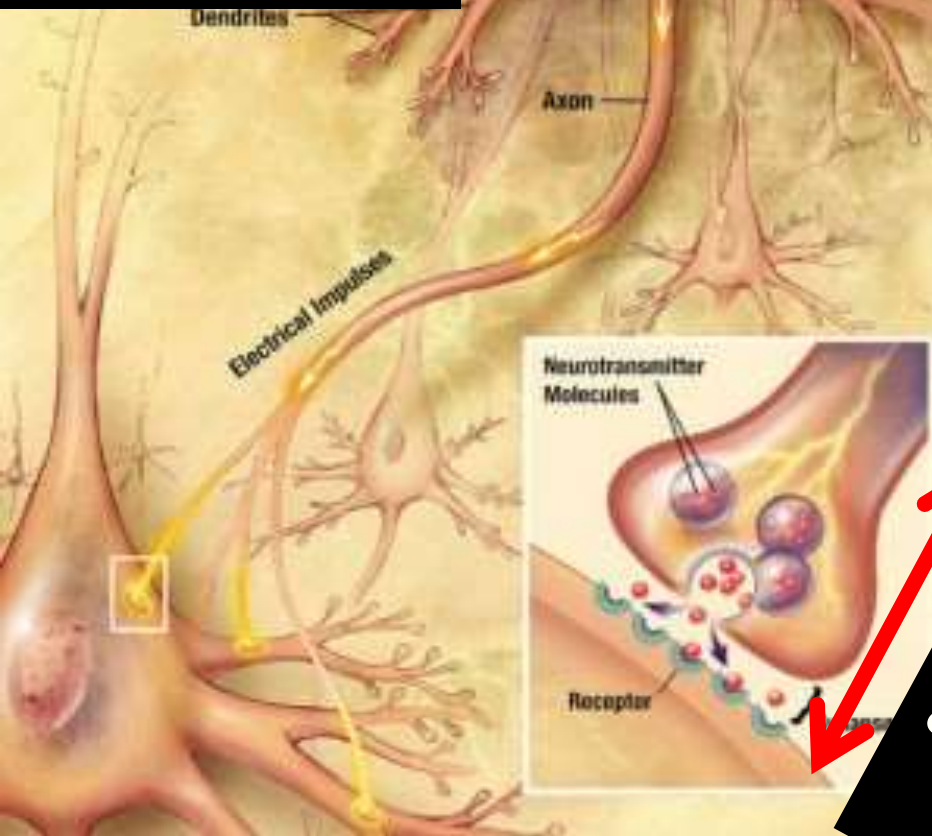


Chaque neurone peut recevoir 1 000 et même jusqu'à 10 000 connexions





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

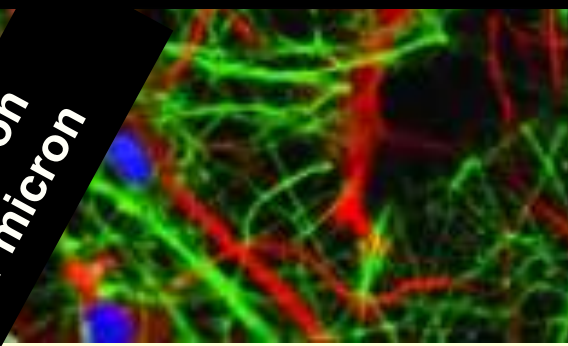


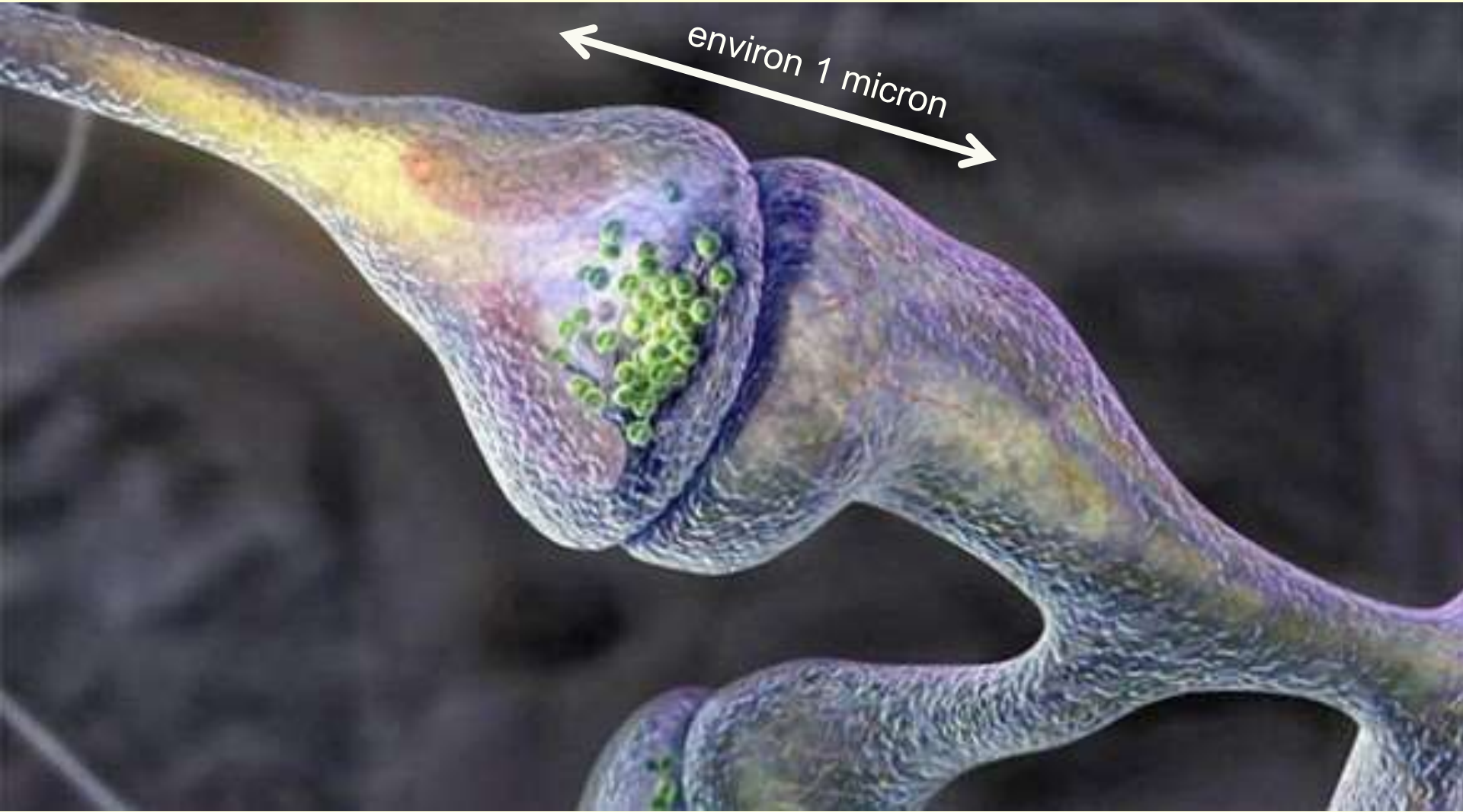
Si l'on comptait 1 000 connexions pour 86 milliards de neurones à raison de une par seconde, cela prendrait environ...

...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



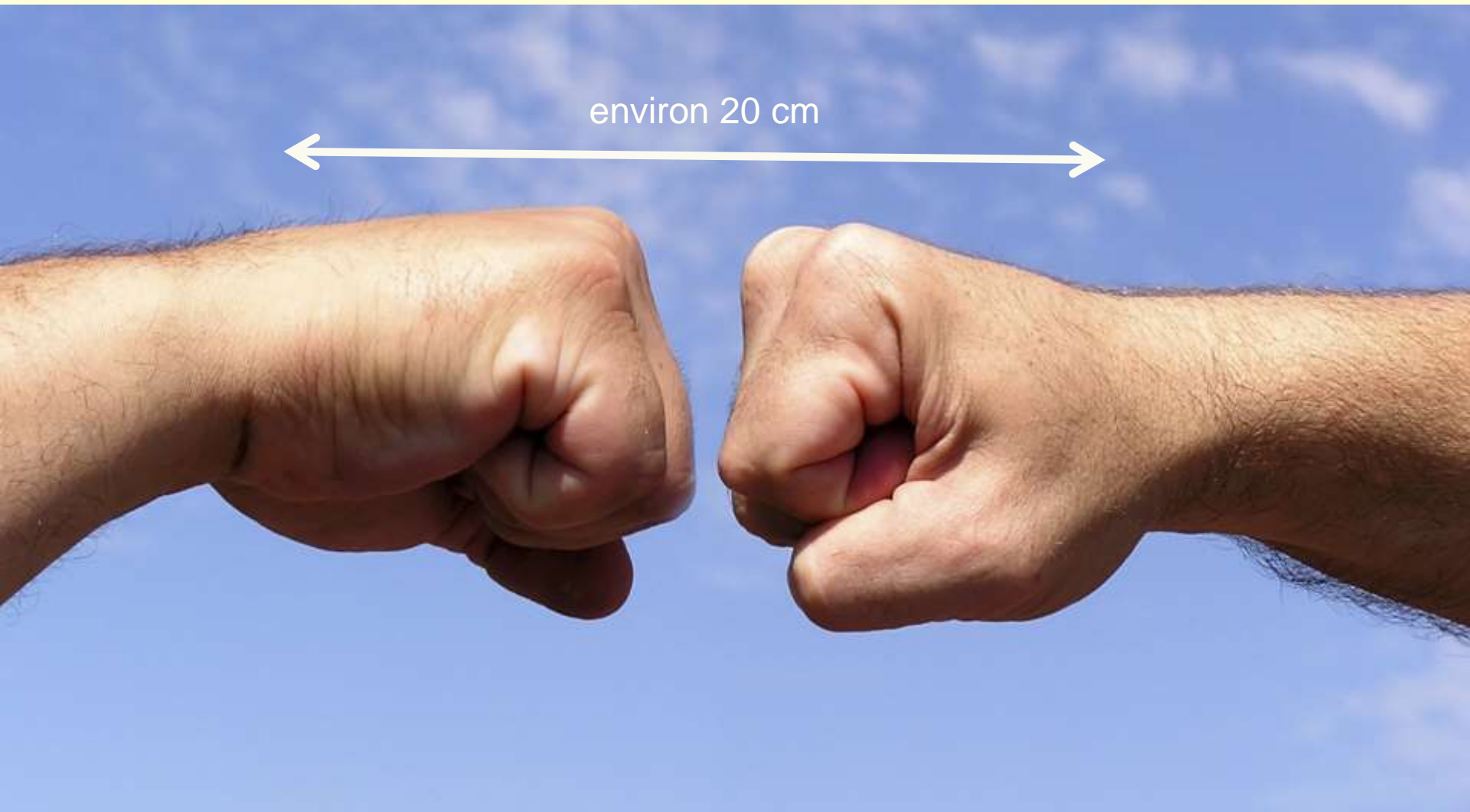


environ 1 micron

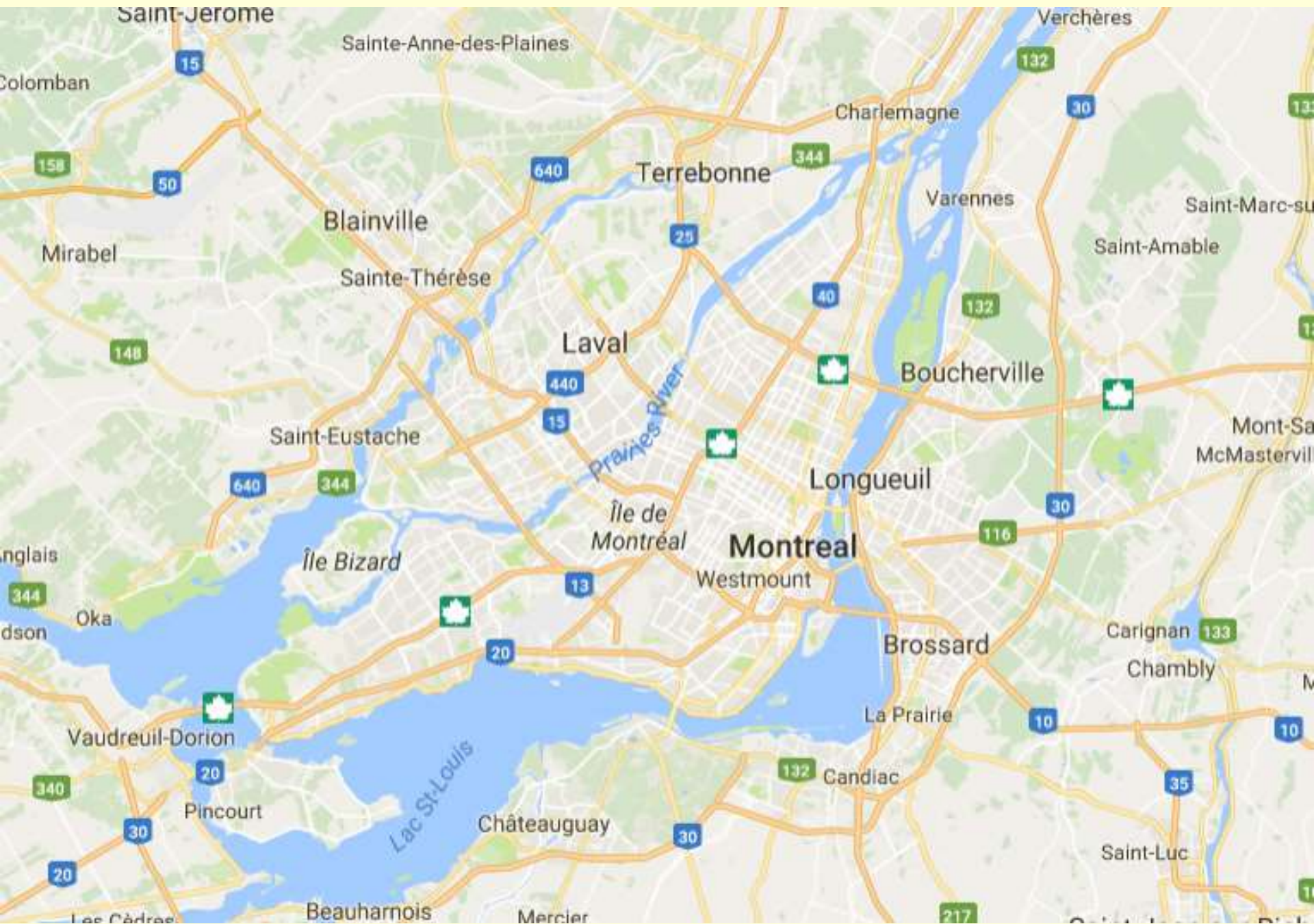


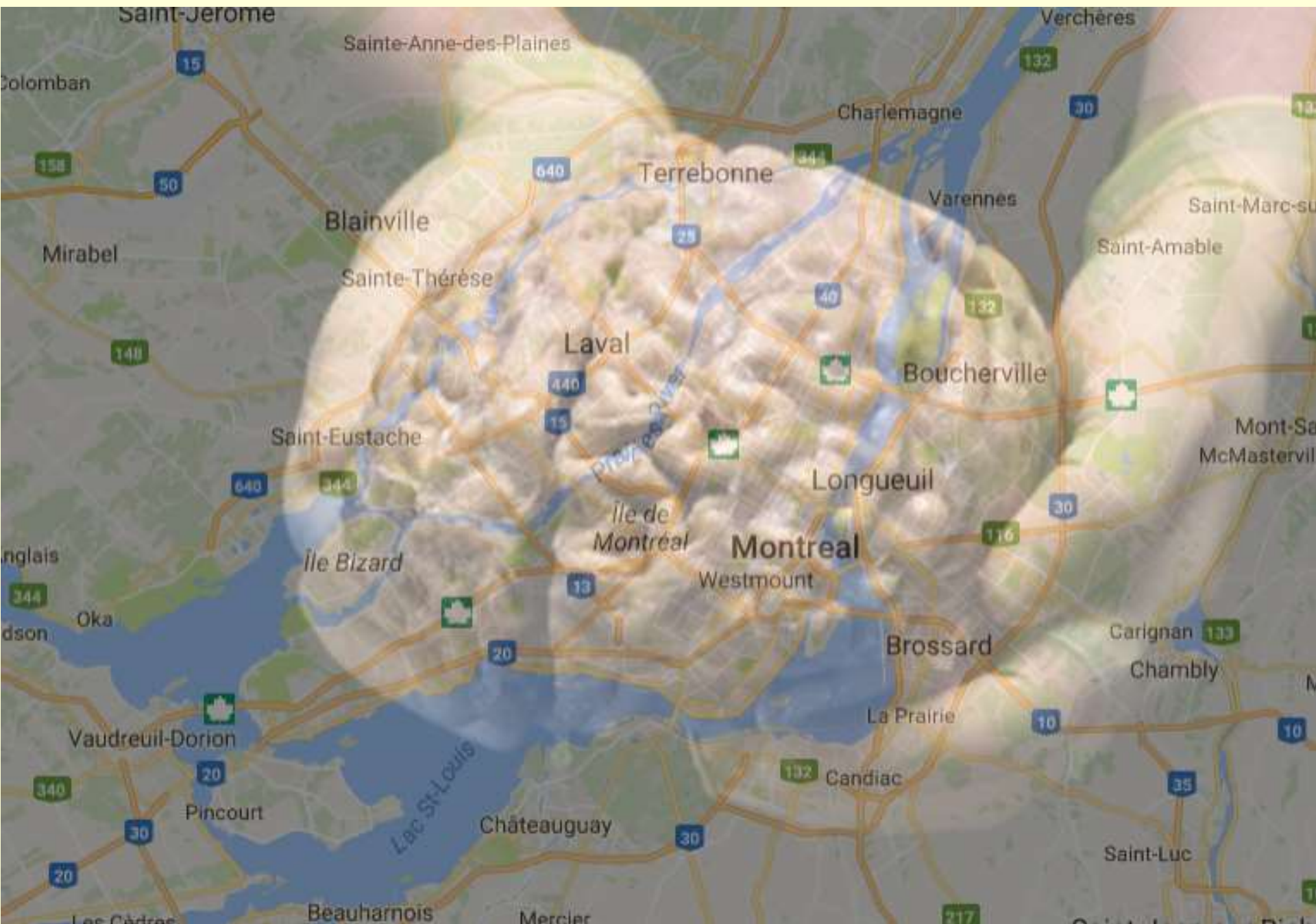
environ 20 cm

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



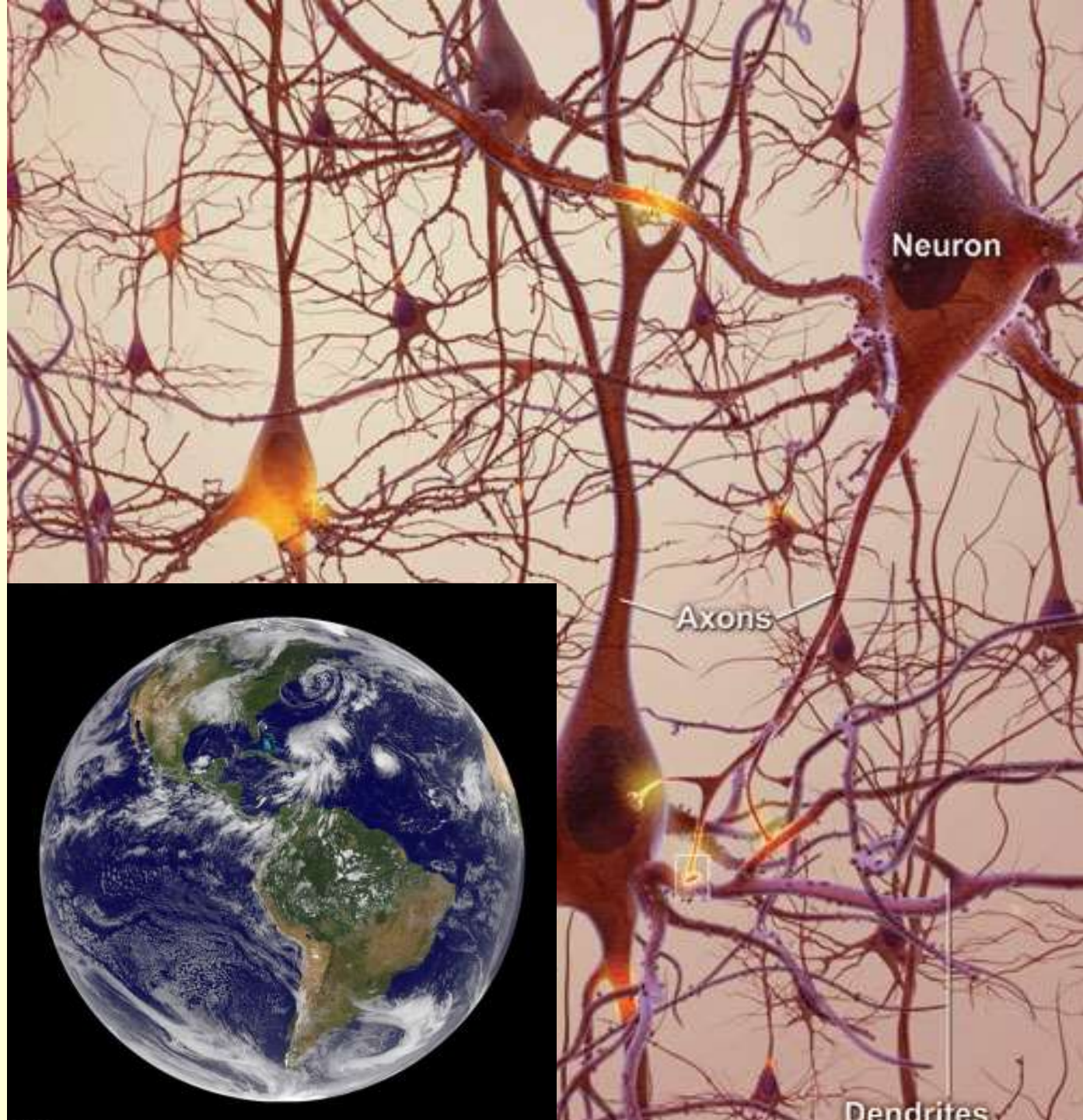
Alors : $0,2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} / 0,000\ 001 \text{ m} = 40\ 000 \text{ m} = \mathbf{40 \text{ km}}$



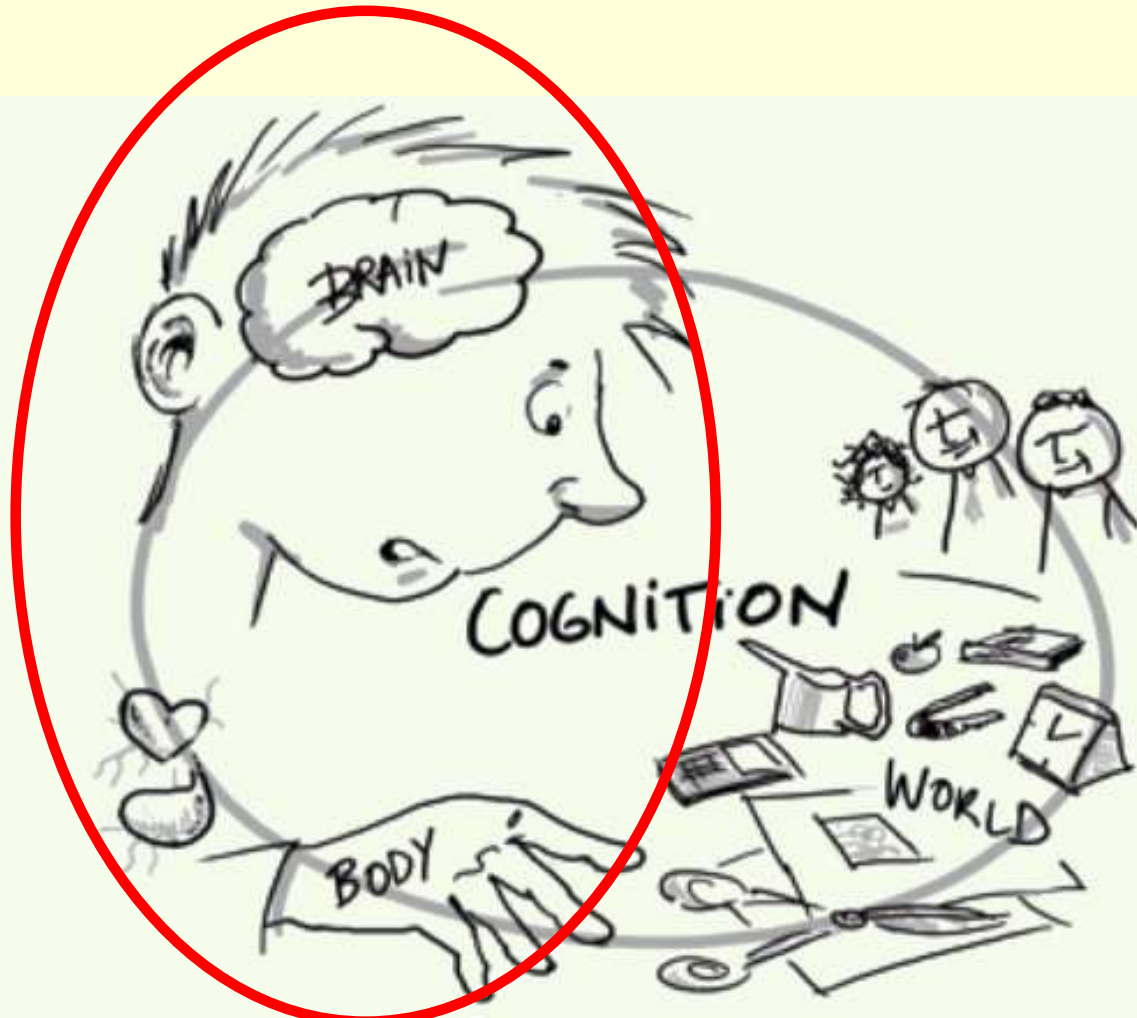


Et si on mettait
bout à bout tous
ces petits câbles,

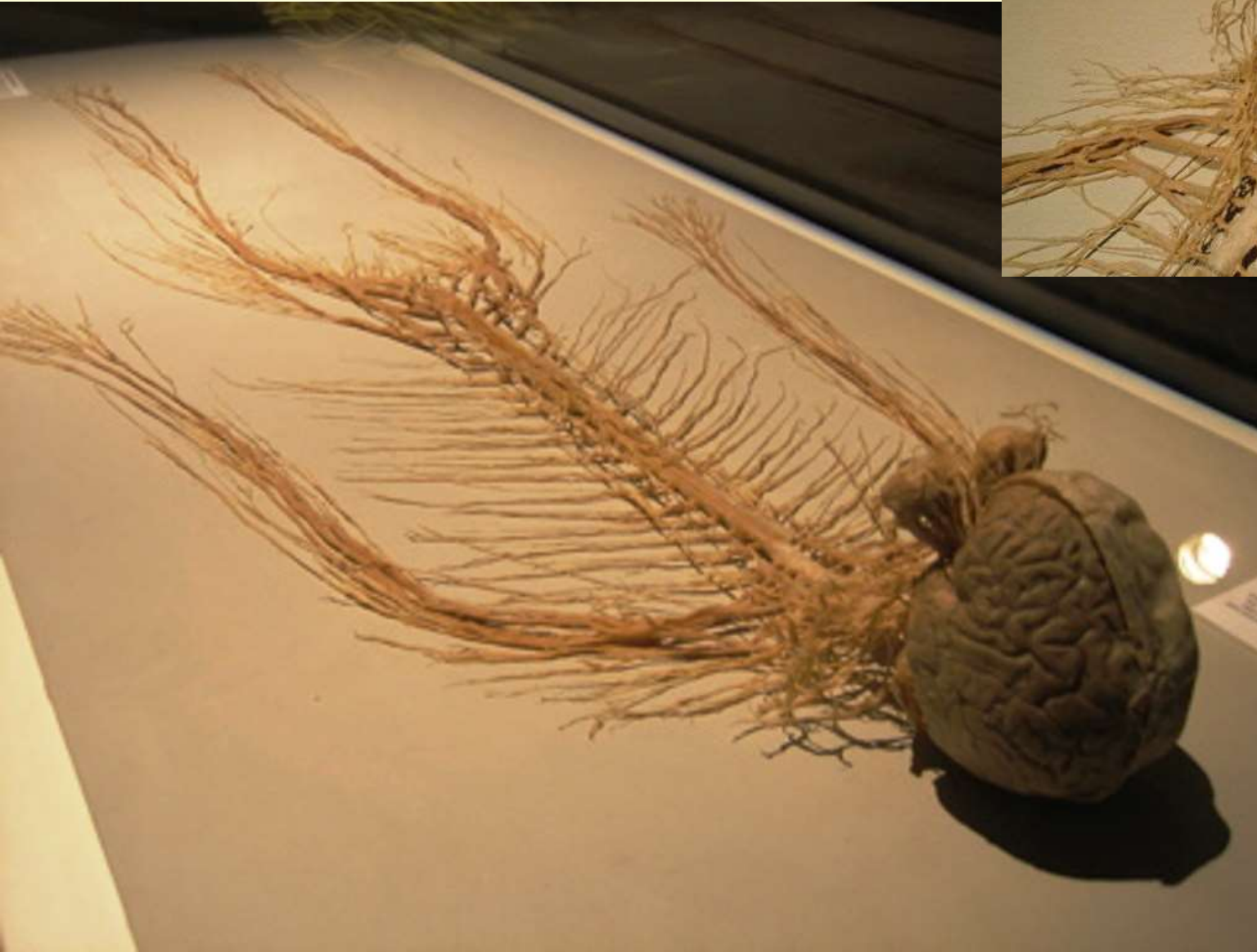
on a estimé
qu'on pourrait
faire plus de
**4 fois le tour
de la Terre**
avec le contenu
d'un seul cerveau
humain !

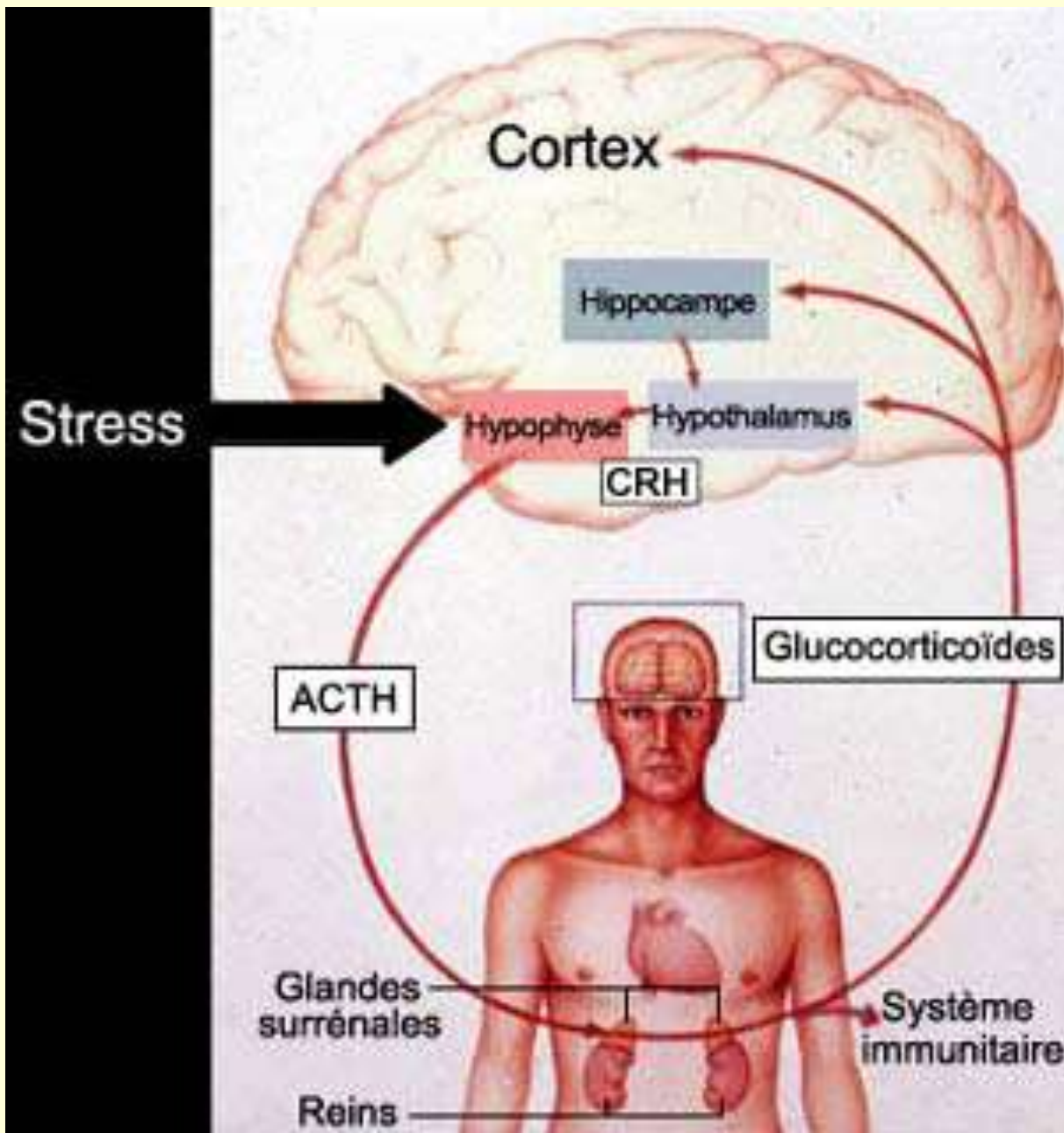


Cerveau – Corps - Environnement



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



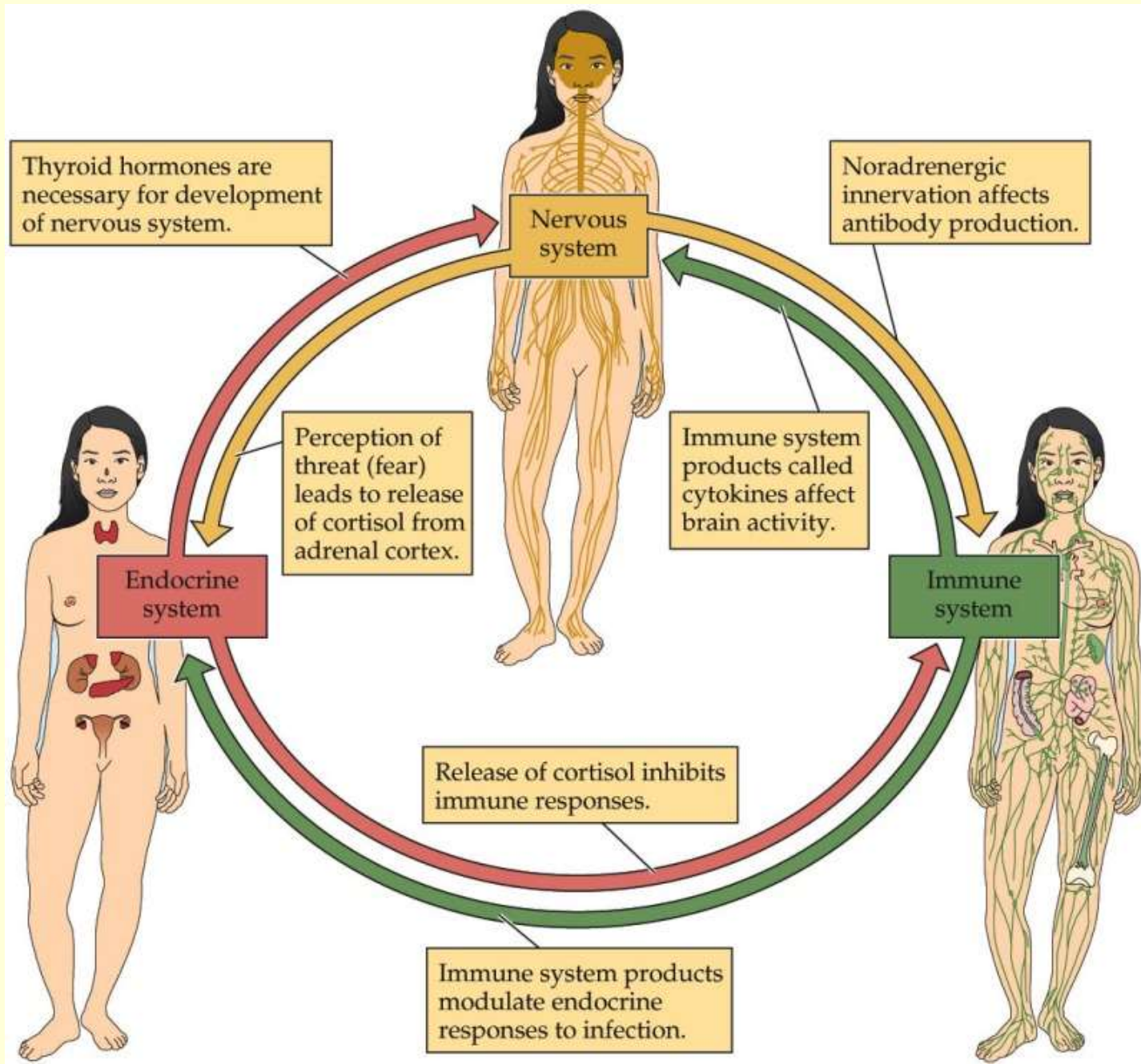


...et le **système endocrinien** avec toutes ses hormones

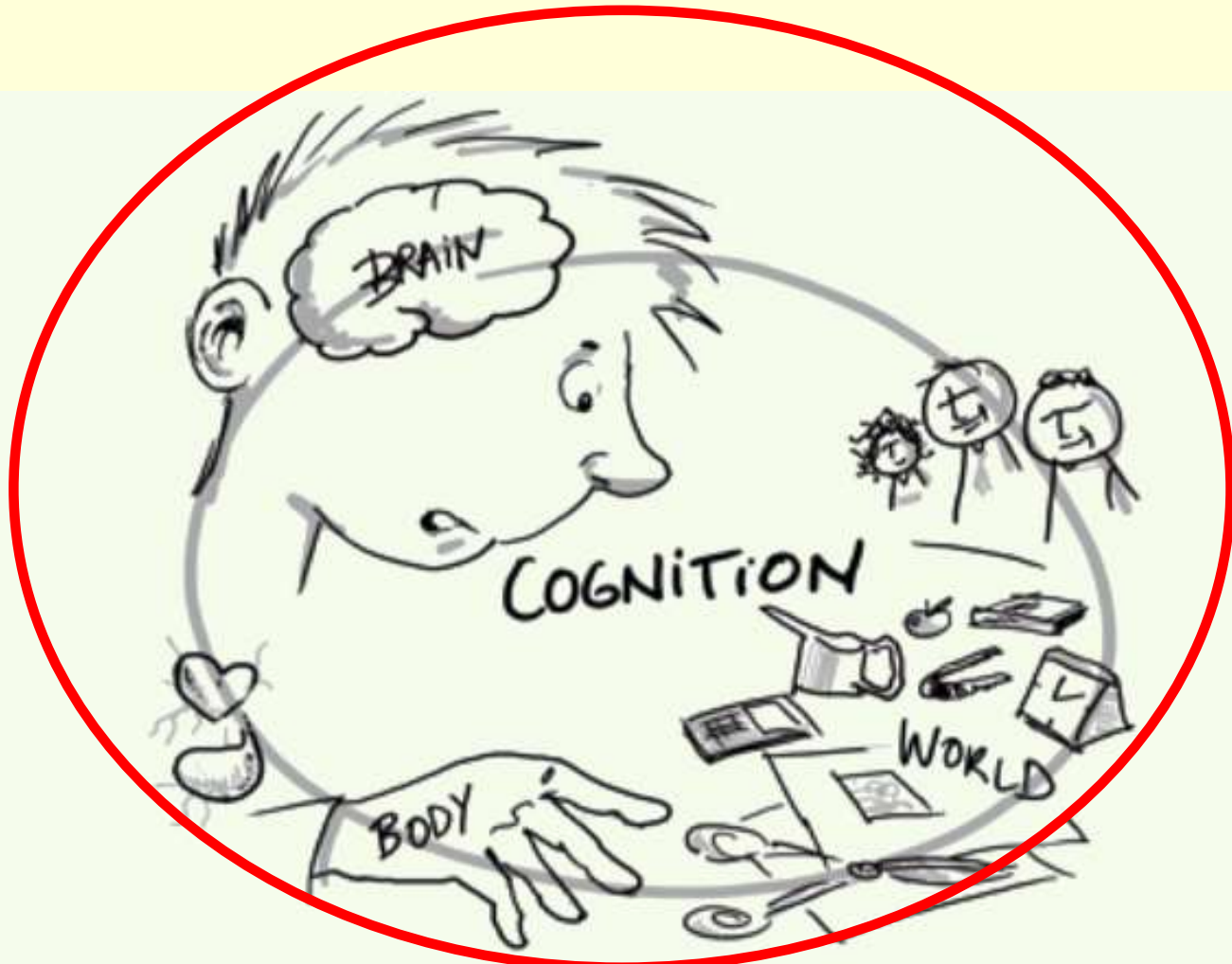
dirigées par l'hypophyse,

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 !

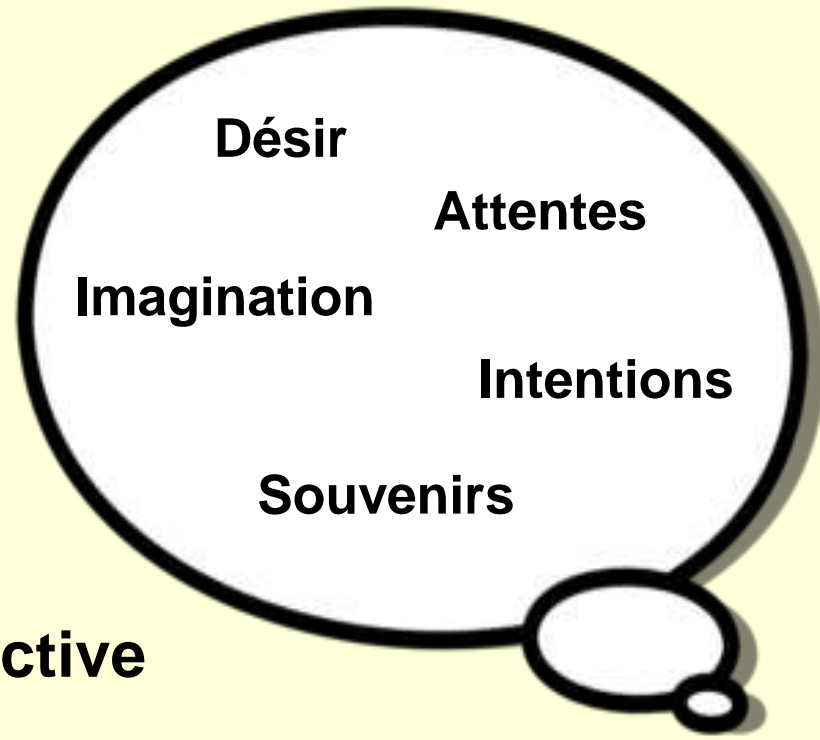




Langage : représentations symboliques communes permettant de coordonner nos actions



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...



Plan

1^{er} bloc : Défis des sciences cognitives et perspective évolutive sur l'émergence des systèmes nerveux

Intro générale : cerveau-corps-environnement

Les sciences cognitives :
différents niveaux d'organisation et d'échelles de temps

Évolution cosmique, chimique et biologique

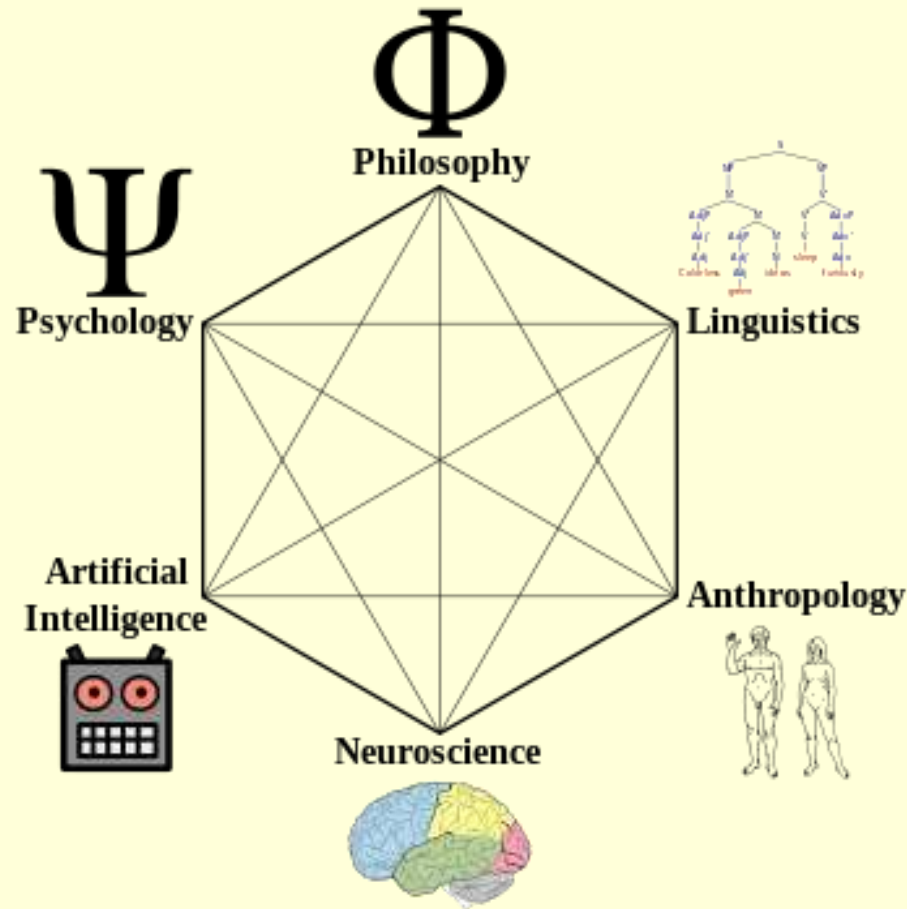
Émergence des systèmes nerveux

Plaisir, douleur, mémoire

Recyclage neuronal

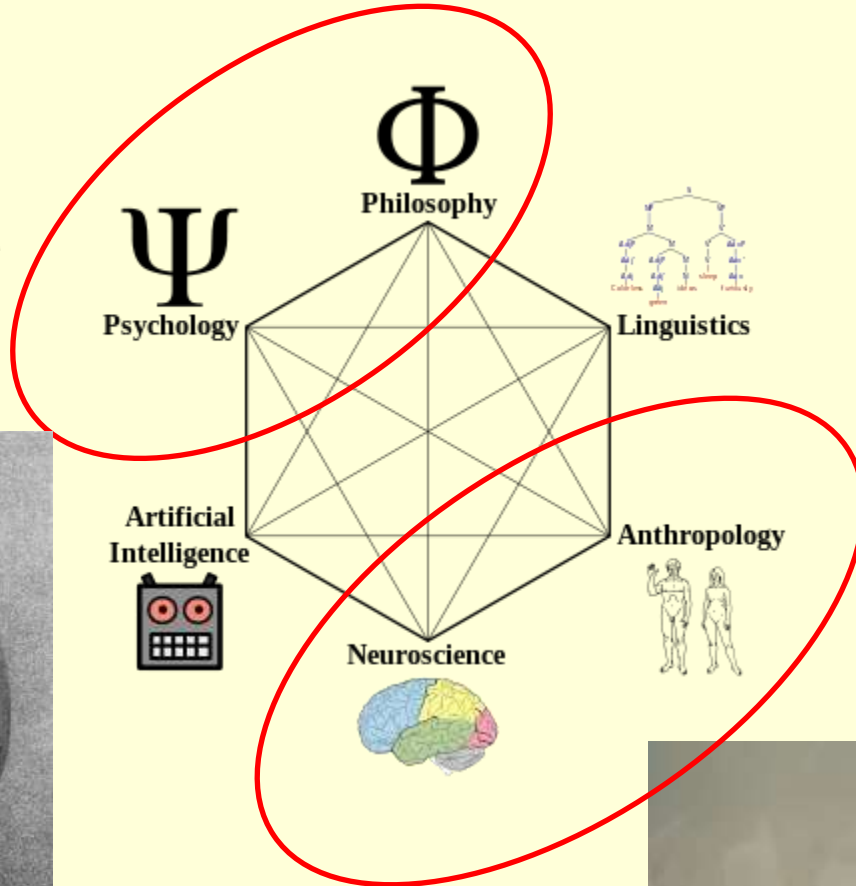
2^e bloc : Développement, apprentissage et mémoire, perception et action : des processus dynamiques à différentes échelles de temps

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

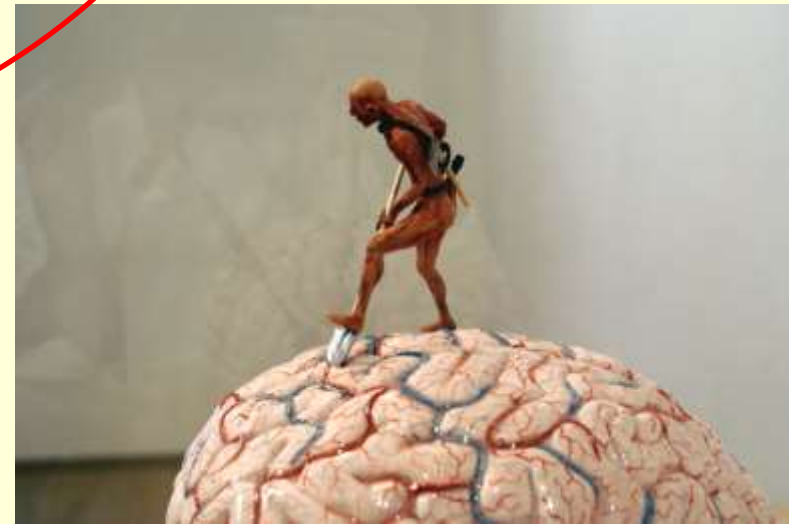


Dont certaines disciplines vont s'intéresser davantage à

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...



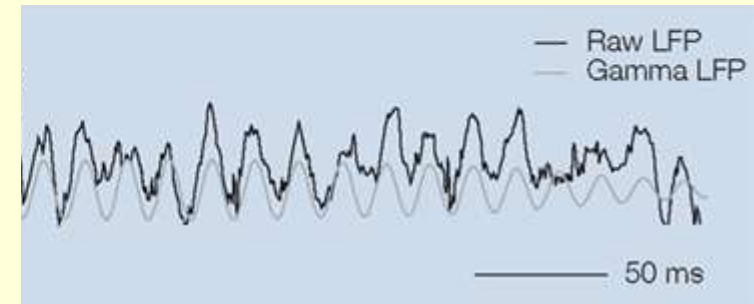
Le rouge que l'on ressent à la vue de cette pomme...

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

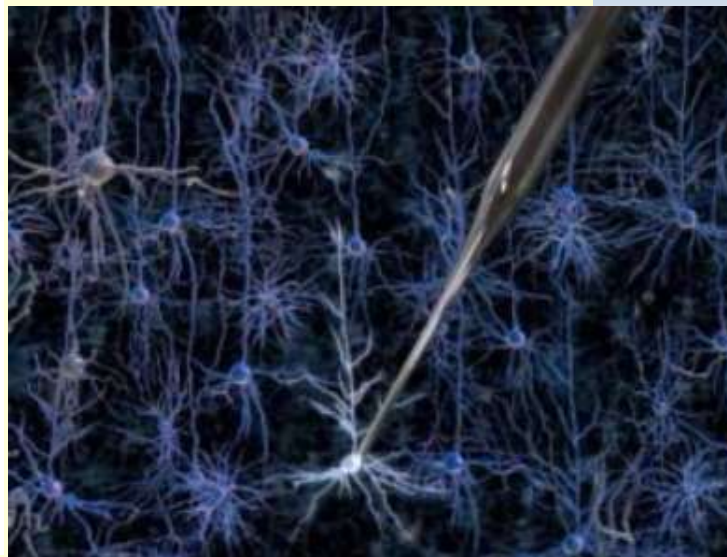
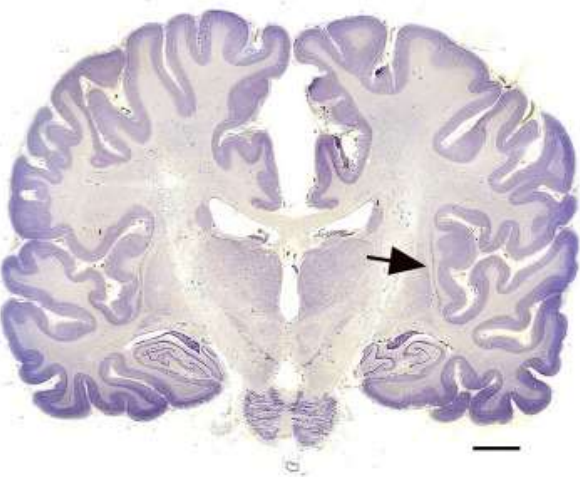


Mais il est où le rouge dans notre cerveau ?

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...!



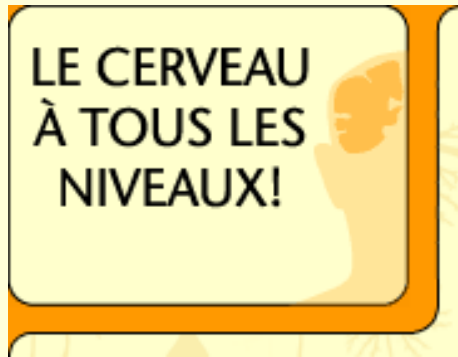
B



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 !**

Concept / Cadre théorique :

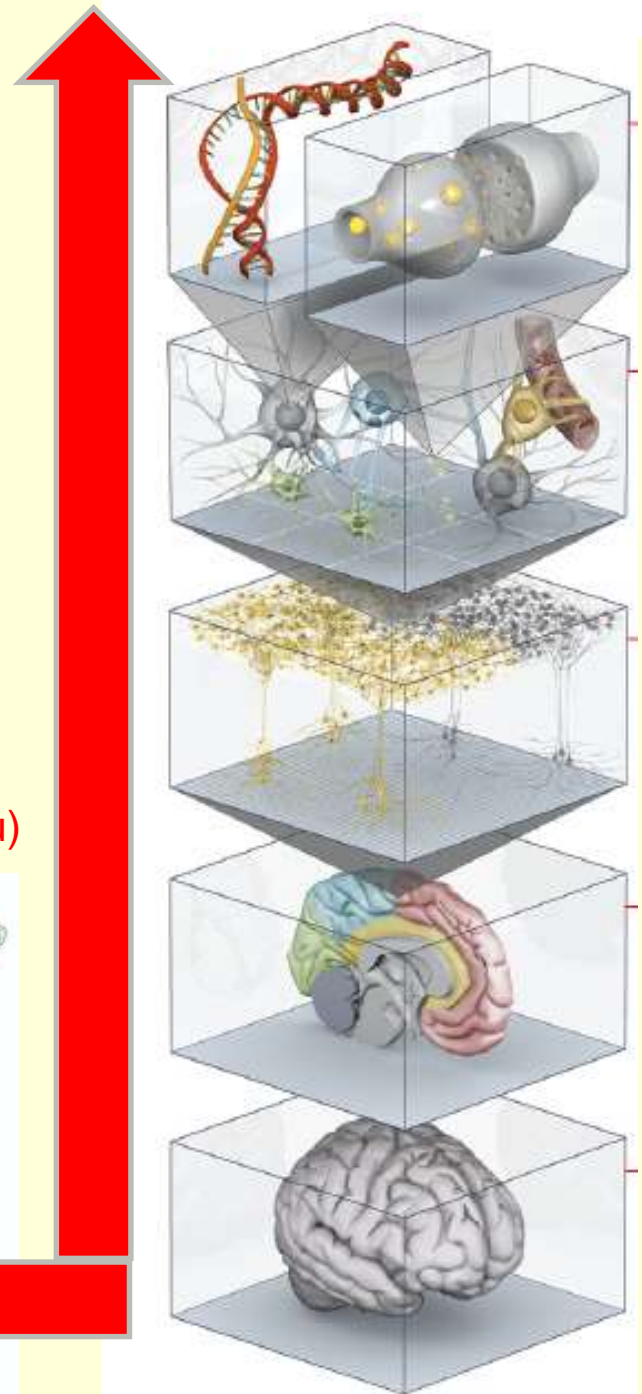
Nous sommes constitués de multiples **niveaux d'organisation** allant du moléculaire au social



Le social
(corps-cerveau-environnement)



L'individu
(corps-cerveau)



Concept / Cadre théorique :

Nous sommes constitués de multiples **niveaux d'organisation** allant du moléculaire au social

The Hierarchically Mechanistic Mind:

A Free-Energy Formulation of the Human Psyche

P.B. Badcock, K.J. Friston, M.J.D. Ramstead

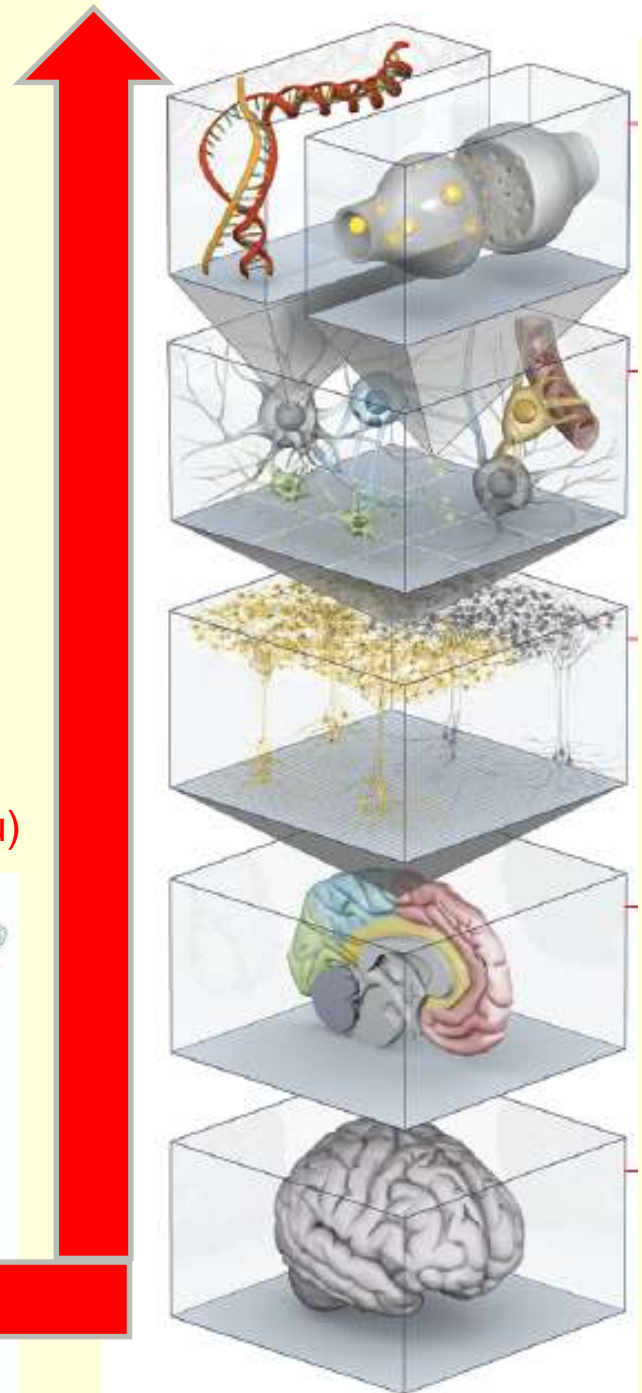
October 2018

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

Le social
(corps-cerveau-environnement)



L'individu
(corps-cerveau)



Concept / Cadre théorique :

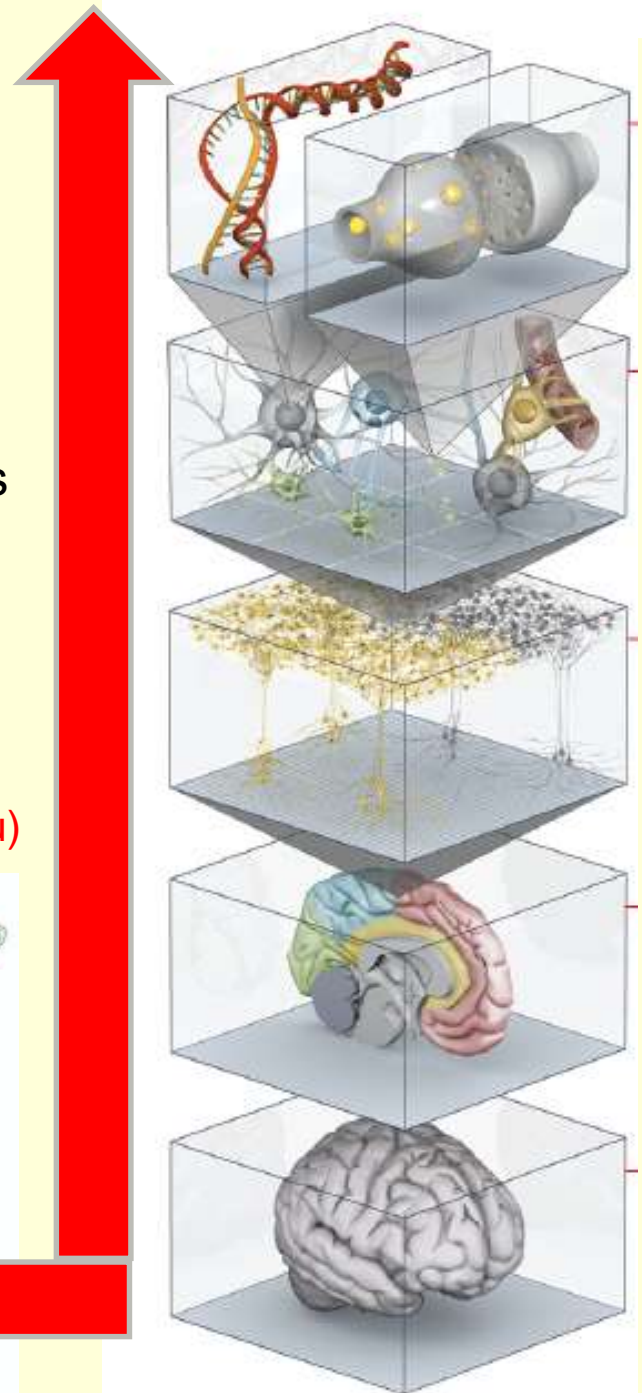
Nous sommes constitués de multiples **niveaux d'organisation** allant du moléculaire au social

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

Le social
(corps-cerveau-environnement)



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)



Mais à l'époque, ce n'était pas le « **paradigme dominant** »...

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

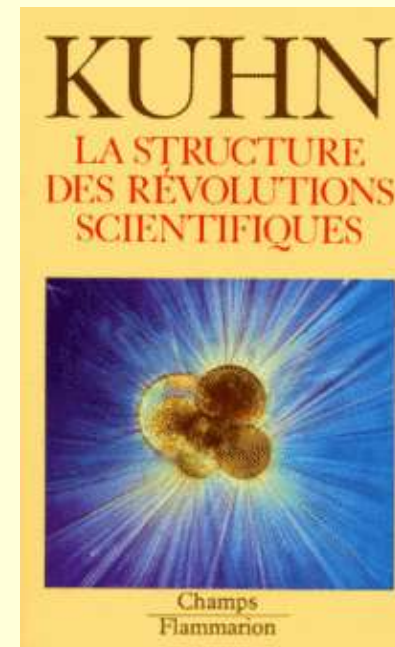
C'est une notion introduite par Thomas Kuhn en 1962.

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 ».

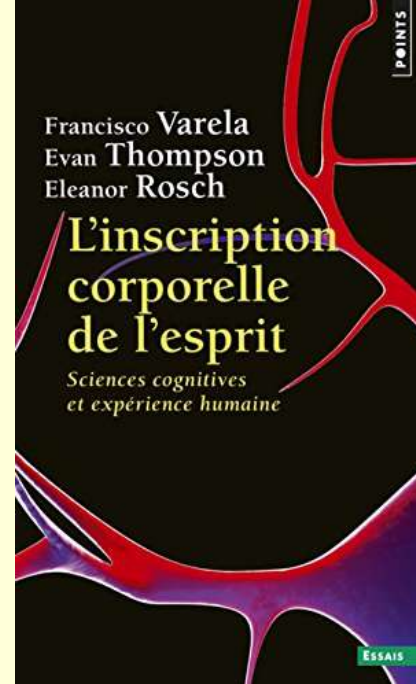
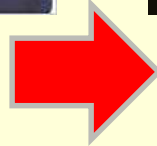
Les lois de ce paradigme dominant pourront être dérangées
périodiquement par des données « a-normales » qui,
lorsqu'elles deviennent trop nombreuses,
provoquent des **révolutions scientifiques**.

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.

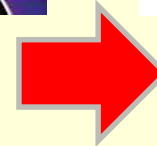




1980



1991

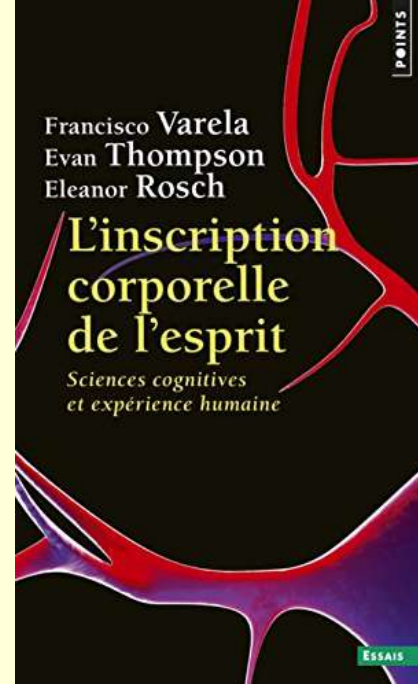


2016

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



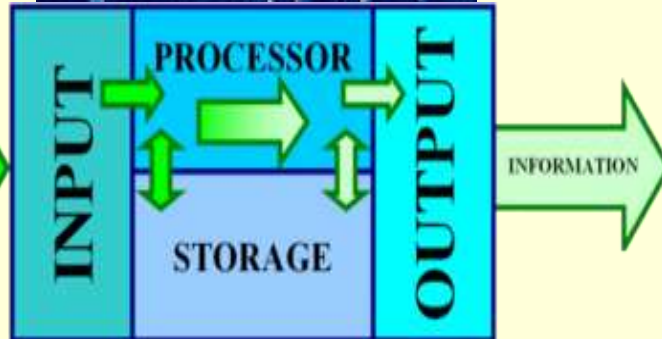
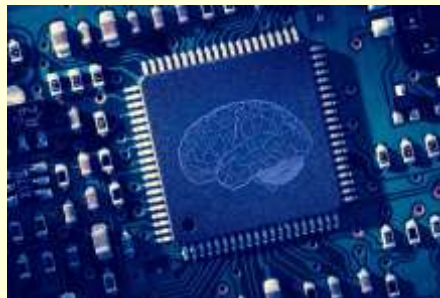
1980



1991

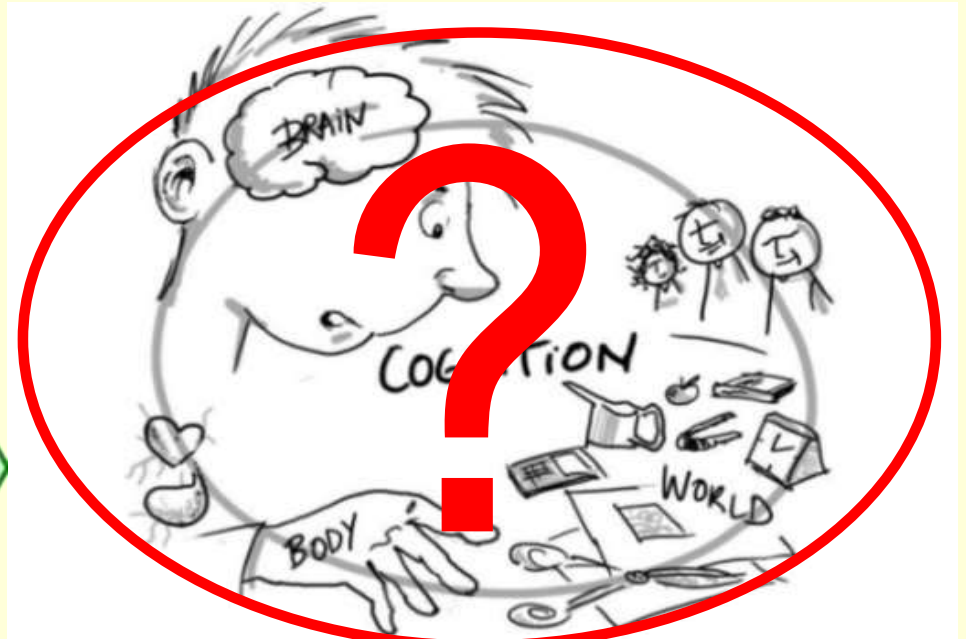
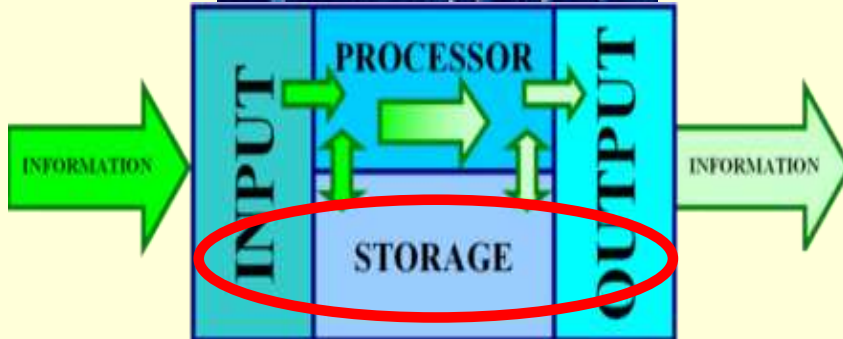
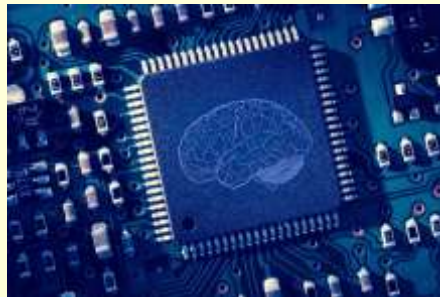


2016



On sait aujourd'hui que notre mémoire ne fonctionne pas comme le disque dur d'un ordinateur.

On va voir dans le 2^e bloc comment on l'explique à la lumière de ces nouveaux paradigmes...



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

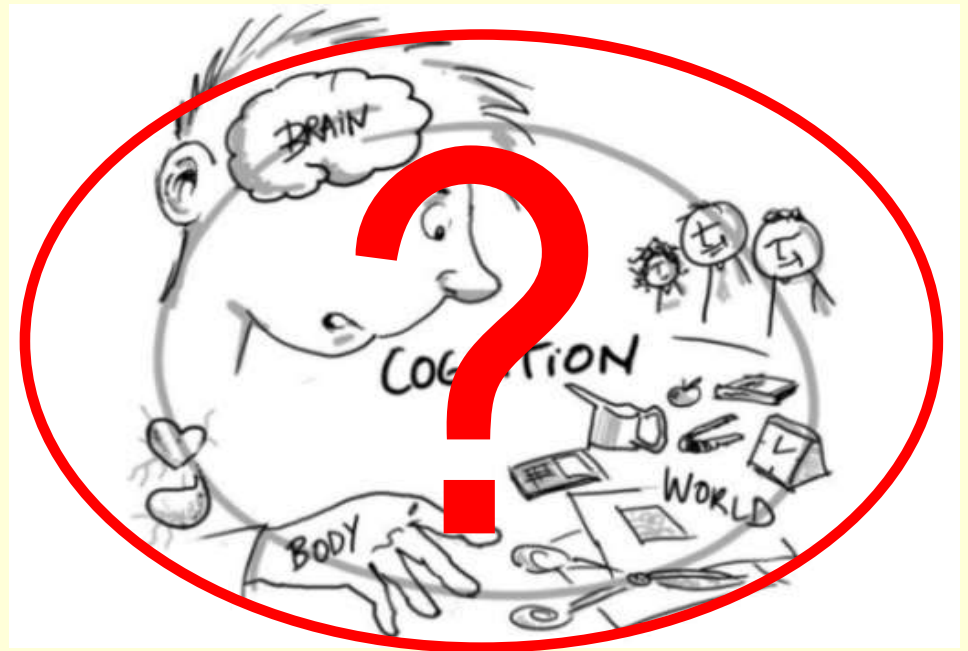
Paul Badcock, Karl J Friston, Maxwell J. D. Ramstead

October 2018

“[...] 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.

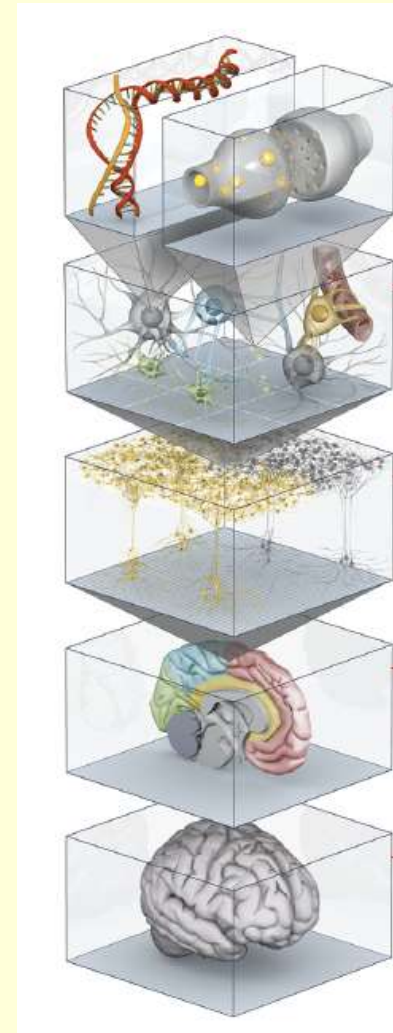
These ‘mechanics’ instantiate adaptive priors, which have emerged from selection and self-organisation co-acting upon human phenotypes across **different timescales**.”

On va essayer de détailler
tout ça dans le reste
de la présentation...



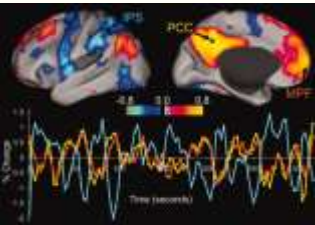
“different timescales” : après l’espace
et ses niveaux d’organisation →

il nous faut aborder le **temps**
et le caractère dynamique de ces formes et de ces patterns
(qui se constituent en réseaux)

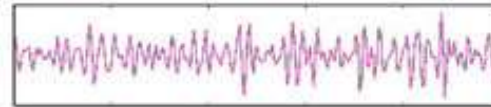


Échelle de temps :

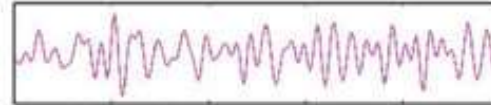
Processus dynamiques :



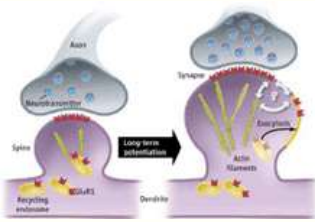
$10^{-3} s$



Gamma
40 - 70hz



Beta
12 - 40hz



$10^{11} s$

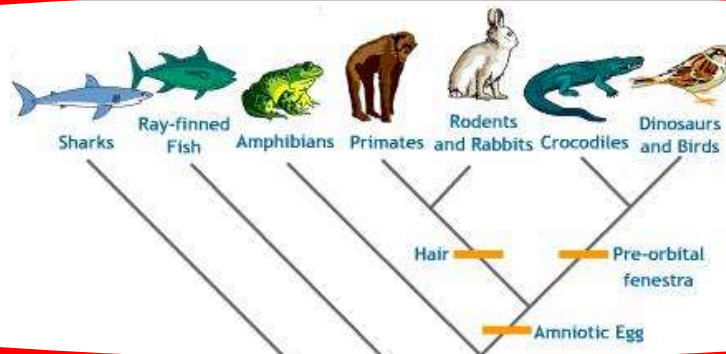
$10^3 s$



$10^6 s$



$10^{15} s$



Perception et action devant des situations en temps réel grâce à des coalitions neuronales synchronisées temporairement

L'apprentissage durant toute la vie par la plasticité des réseaux de neurones

Développement du système nerveux par des mécanismes épigénétiques

Évolution biologique qui façonne les plans généraux du système nerveux

Plan

1^{er} bloc : Défis des sciences cognitives et perspective évolutive sur l'émergence des systèmes nerveux

Intro générale : cerveau-corps-environnement

Les sciences cognitives :
différents niveaux d'organisation et d'échelles de temps

Évolution cosmique, chimique et biologique

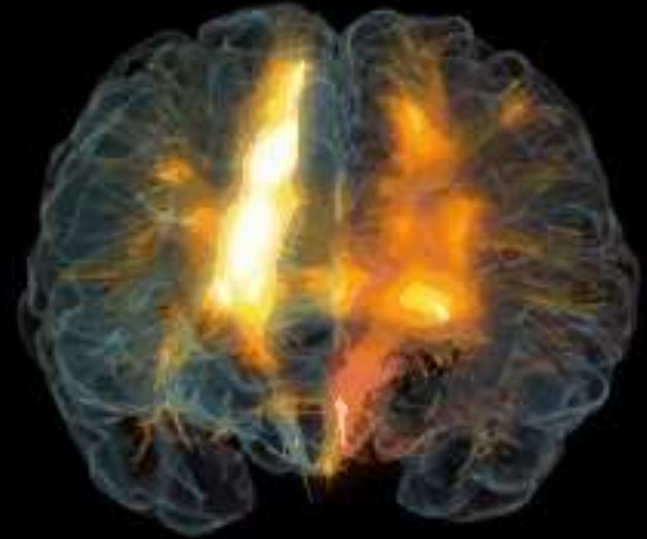
Émergence des systèmes nerveux

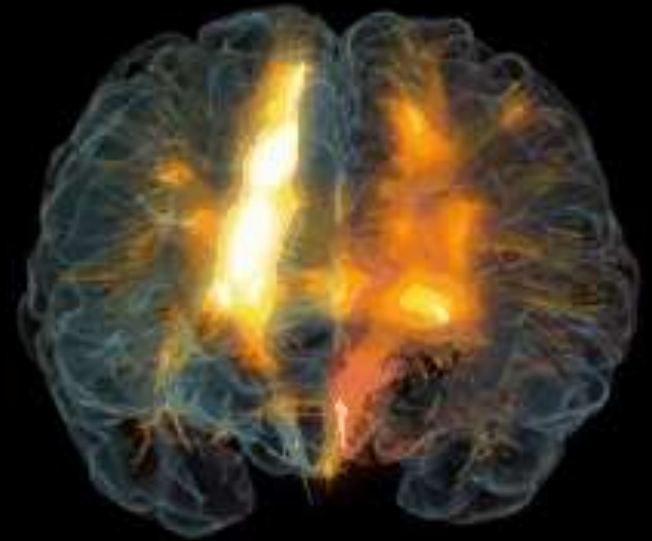
Plaisir, douleur, mémoire

Recyclage neuronal

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

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



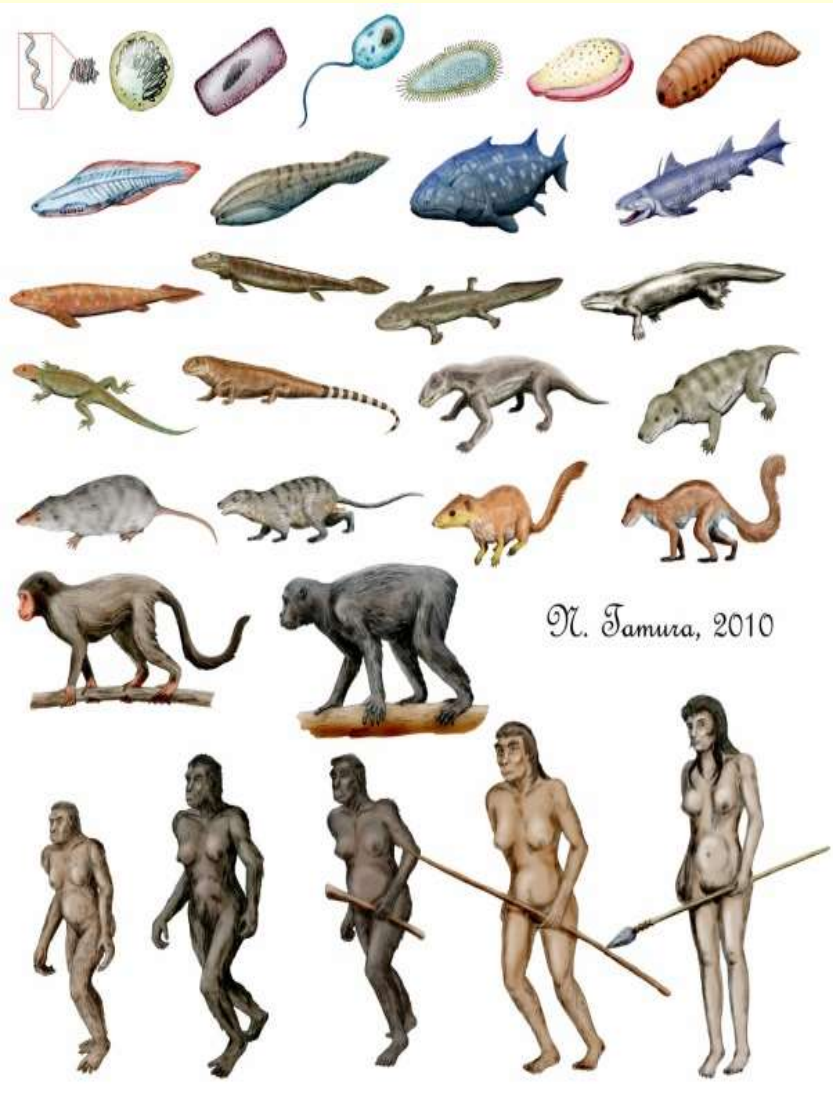


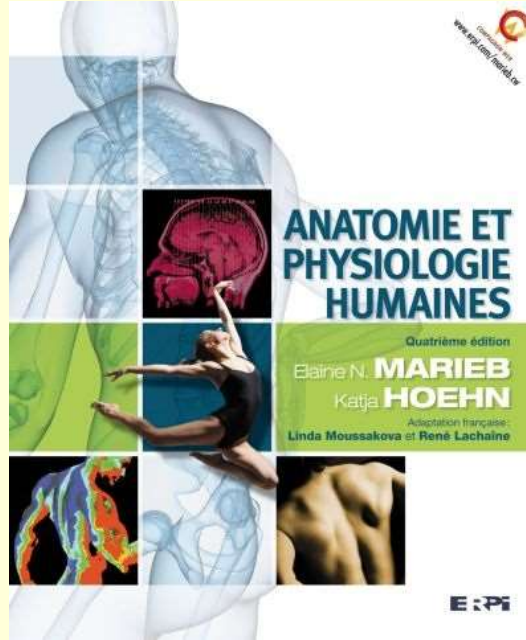




« Rien en biologie n'a de sens,
si ce n'est à la lumière de
l'évolution »

- Theodosius Dobzhansky
(1900-1975)



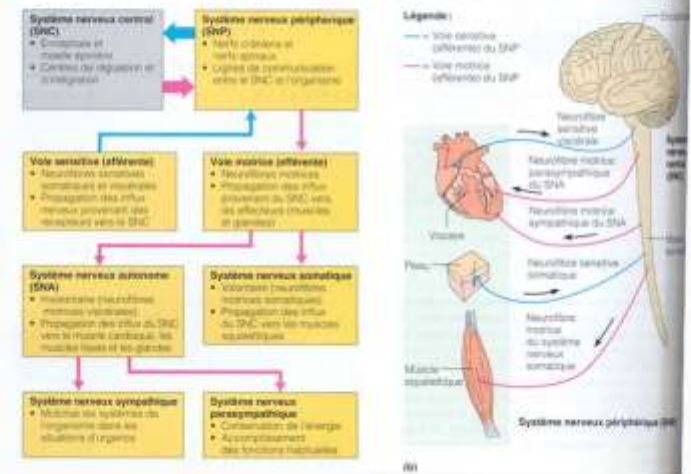


Parce qu'essayer de comprendre le cerveau humain actuel en présentant son **organisation** et ses **fonctions**

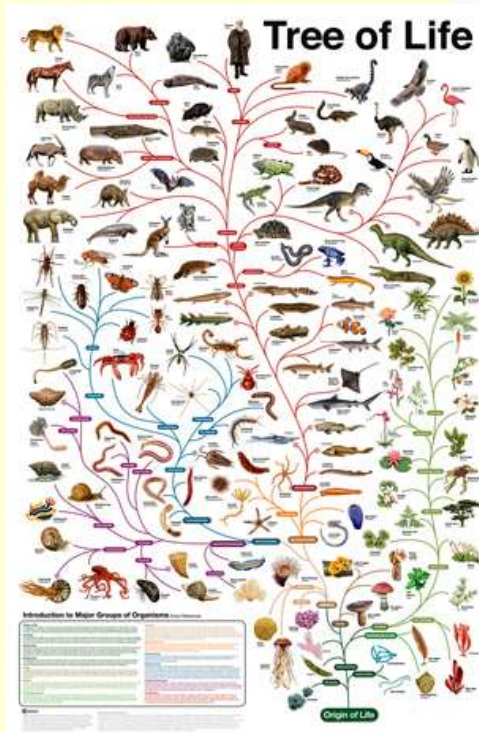
sans constamment rappeler sa longue **histoire évolutive**

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

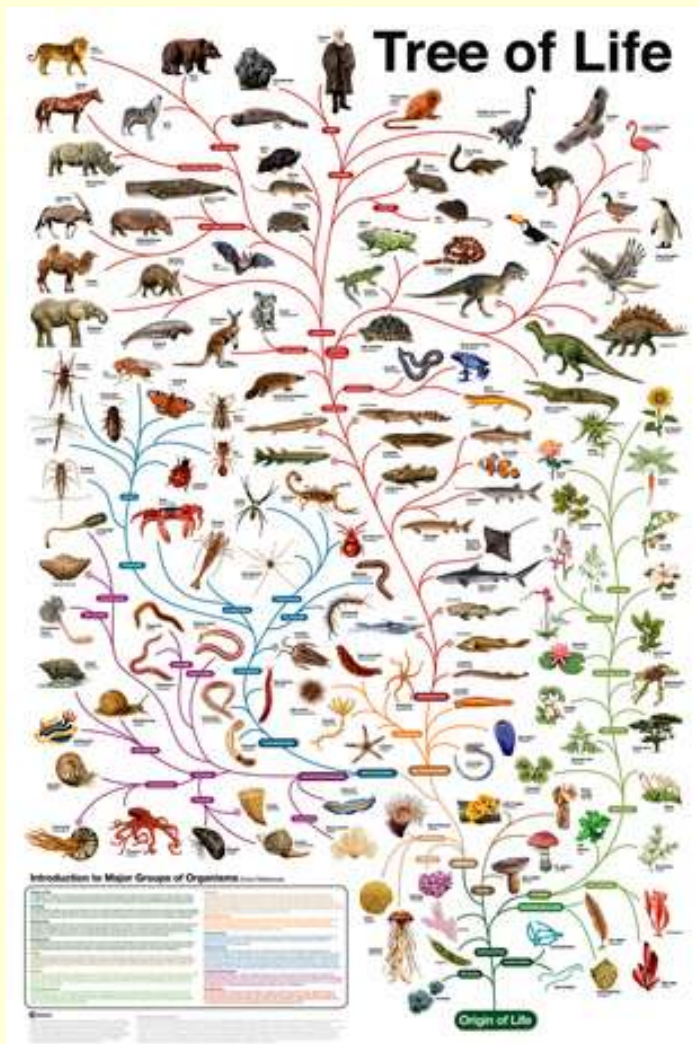
Organisation du système nerveux



Marieb, 1999



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)

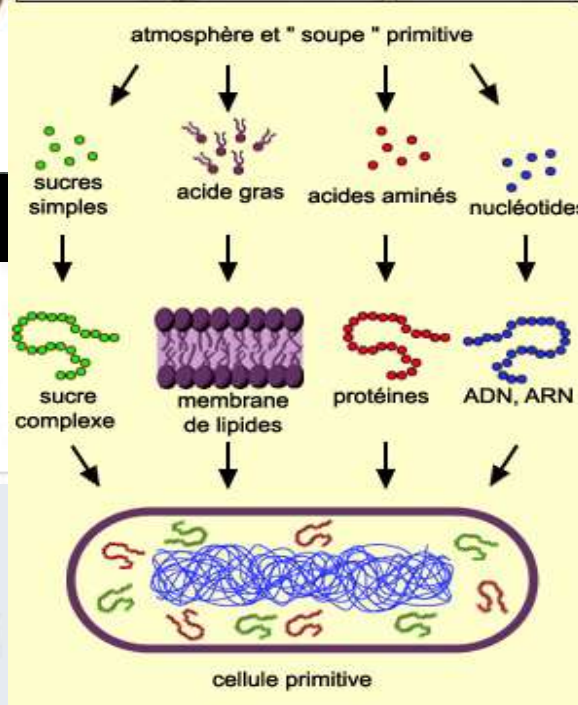
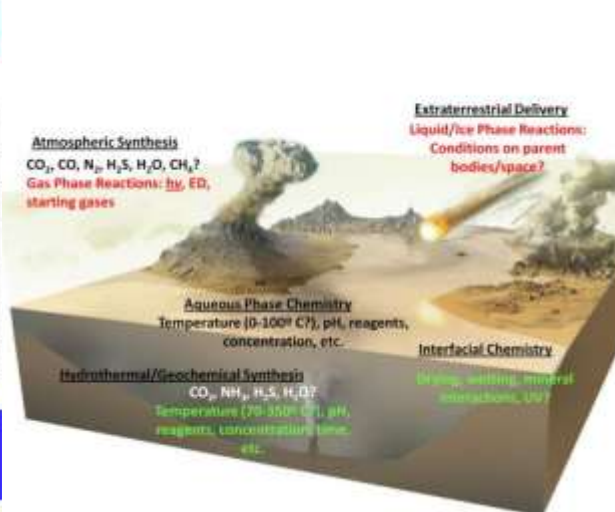


Croissance de complexité

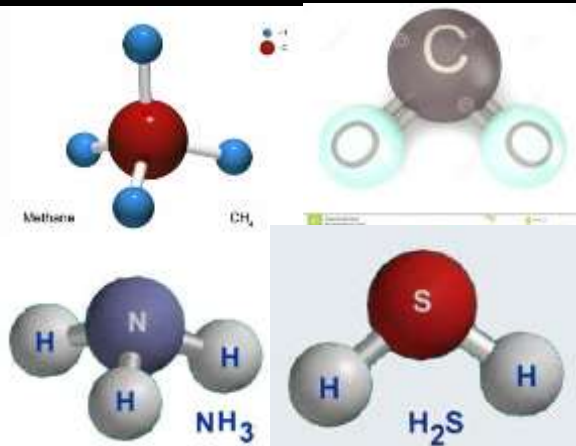
(ce qui ne veut pas dire que l'humain en soit la finalité !)



Tableau Périodique des Éléments



Évolution cosmique, chimique

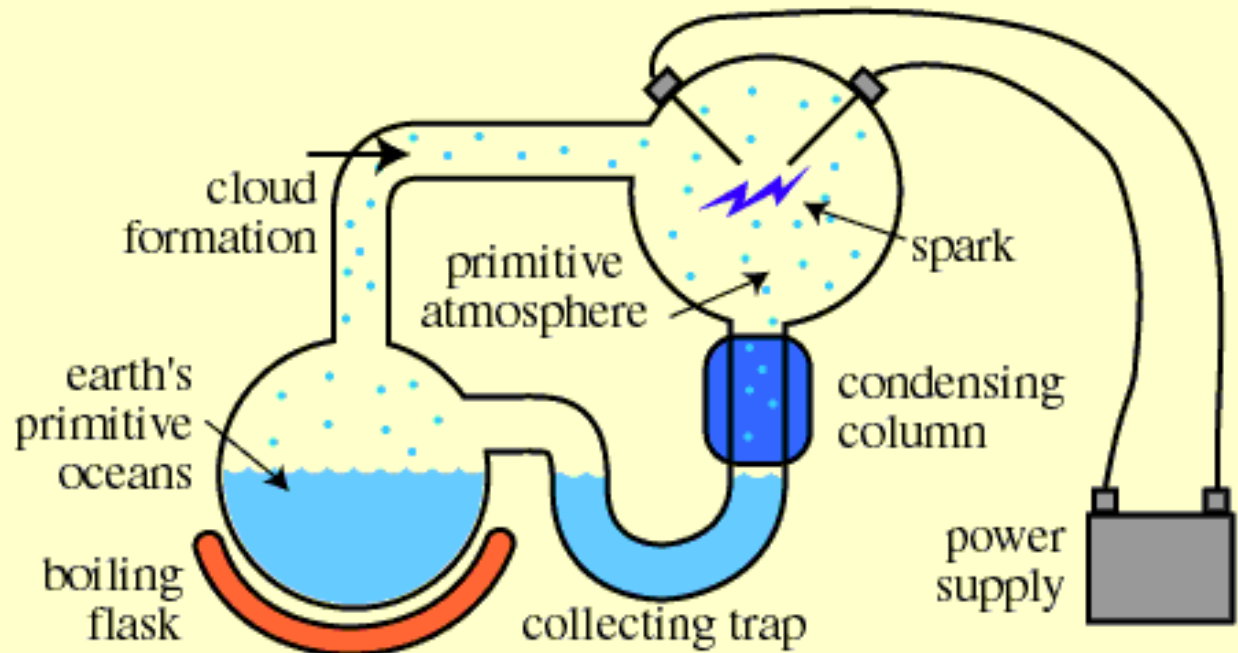


(Crédit : modifié de Robert Lamont)

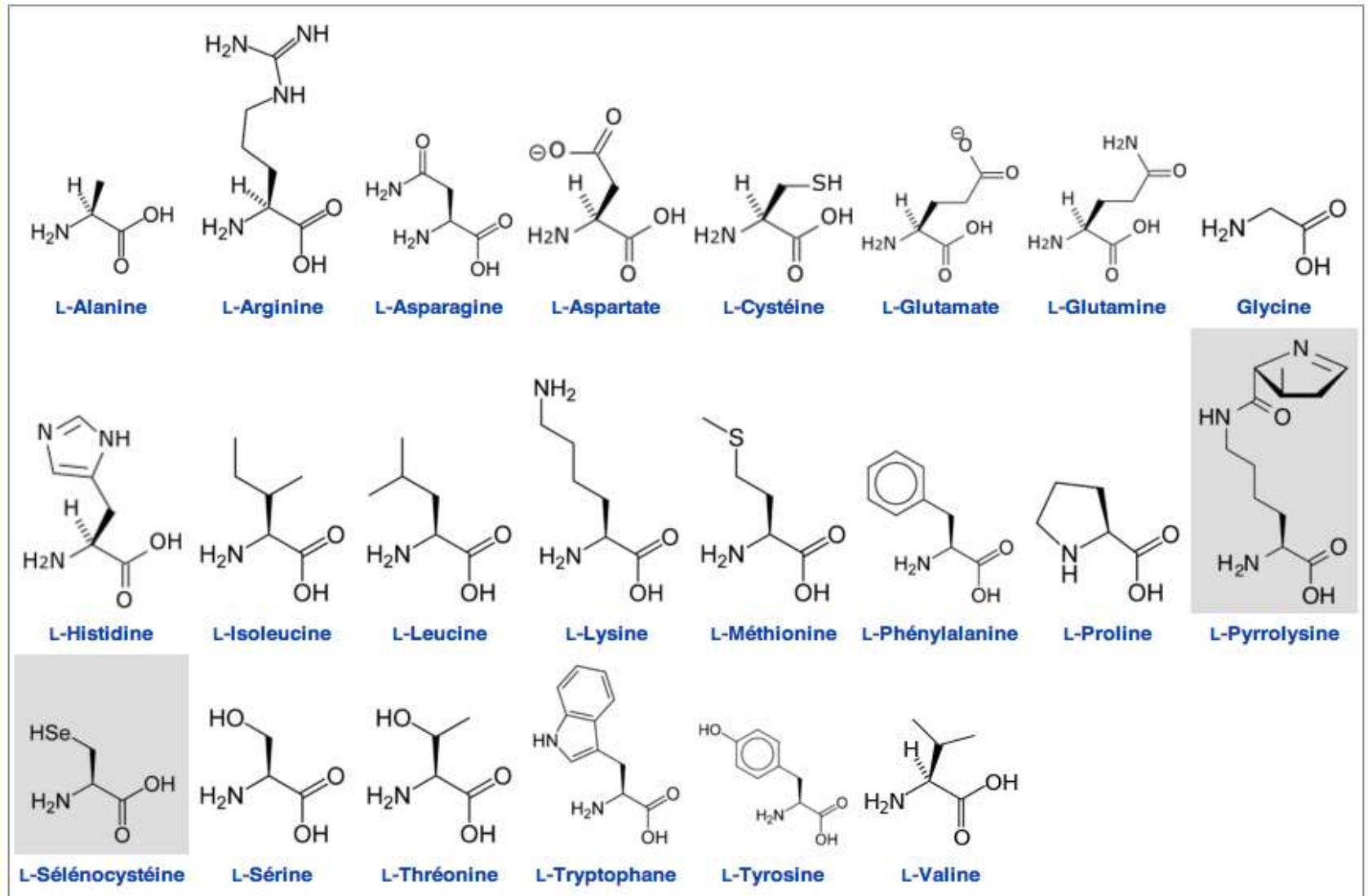


1953, Miller et Urey :
 confirment cette hypothèse par une célèbre expérience in vitro où des molécules organiques apparaissent

(**acides aminés**, etc.)



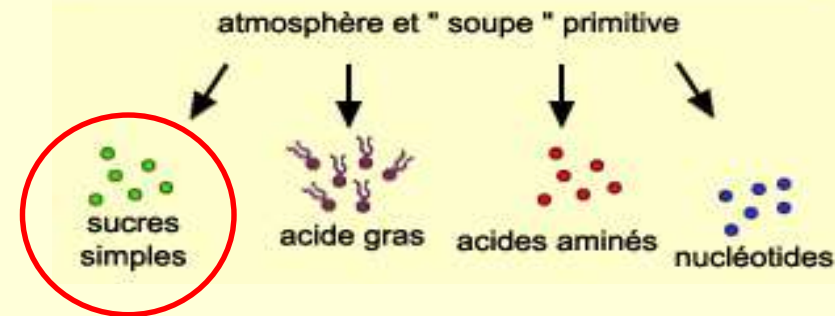
En présence du puissant rayonnement solaire (rayons UV...), ce mélange de gaz aurait donc pu donner naissance à plusieurs **molécules un peu plus complexe** telles que les **acides aminés** (qui formeront plus tard les protéines).



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 :

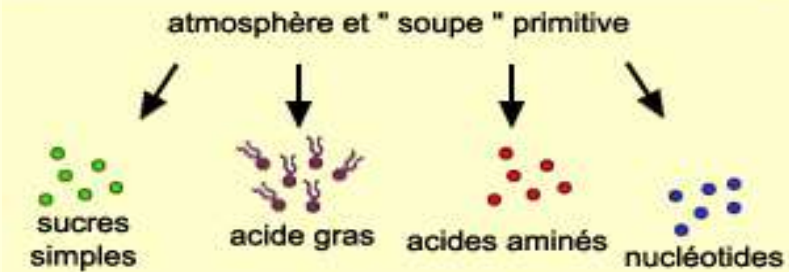
On voit que le passage de molécules simples vers des molécules organiques comme les acides aminés ou les sucres s'accompagne, comme on l'a dit, d'une **croissance de la complexité**.

On parle aussi "**d'auto-organisation**" pour désigner un tel processus ("self assembly")

<https://www.sciencedirect.com/topics/physics-and-astronomy/self-assembly> .

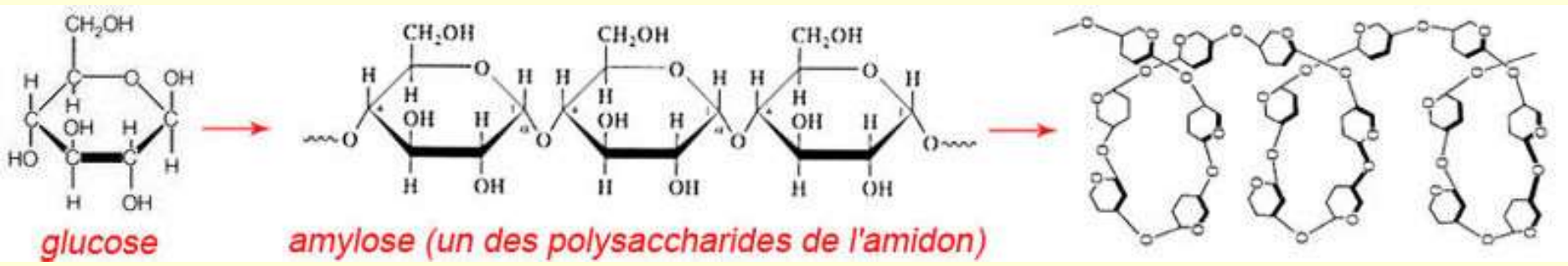
Et de tels processus chimique d'auto-organisation sont "**sous contrôle thermodynamique**",

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

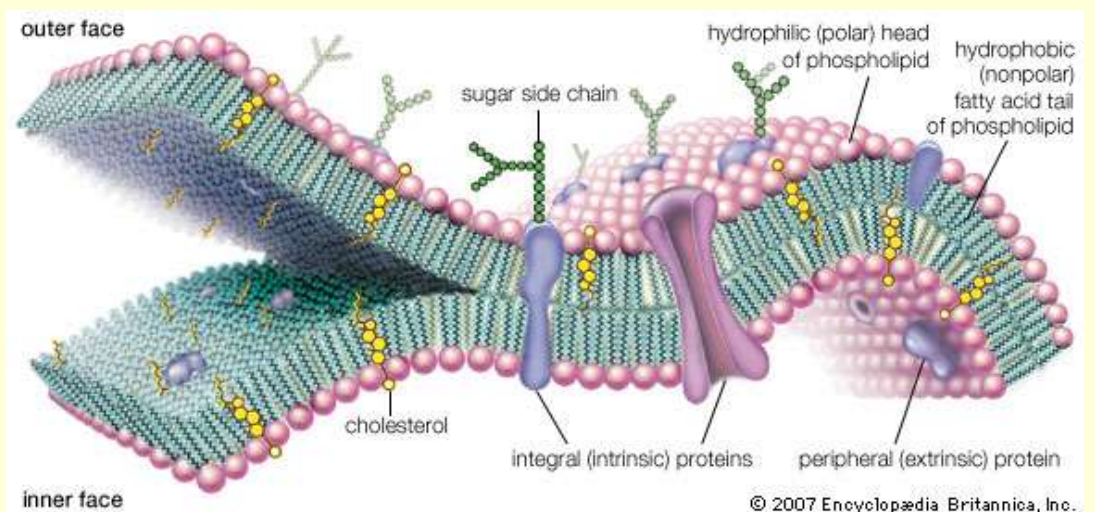
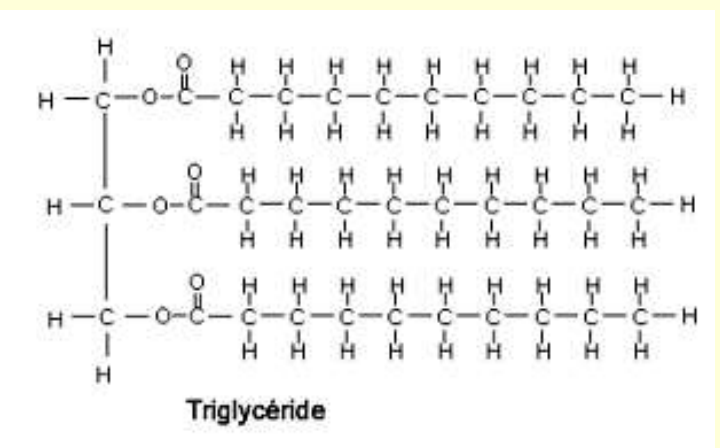


Ces processus d'**auto-organisation** vont ensuite favoriser la formation de chaînes moléculaires de :

- Glucides



- Lipides





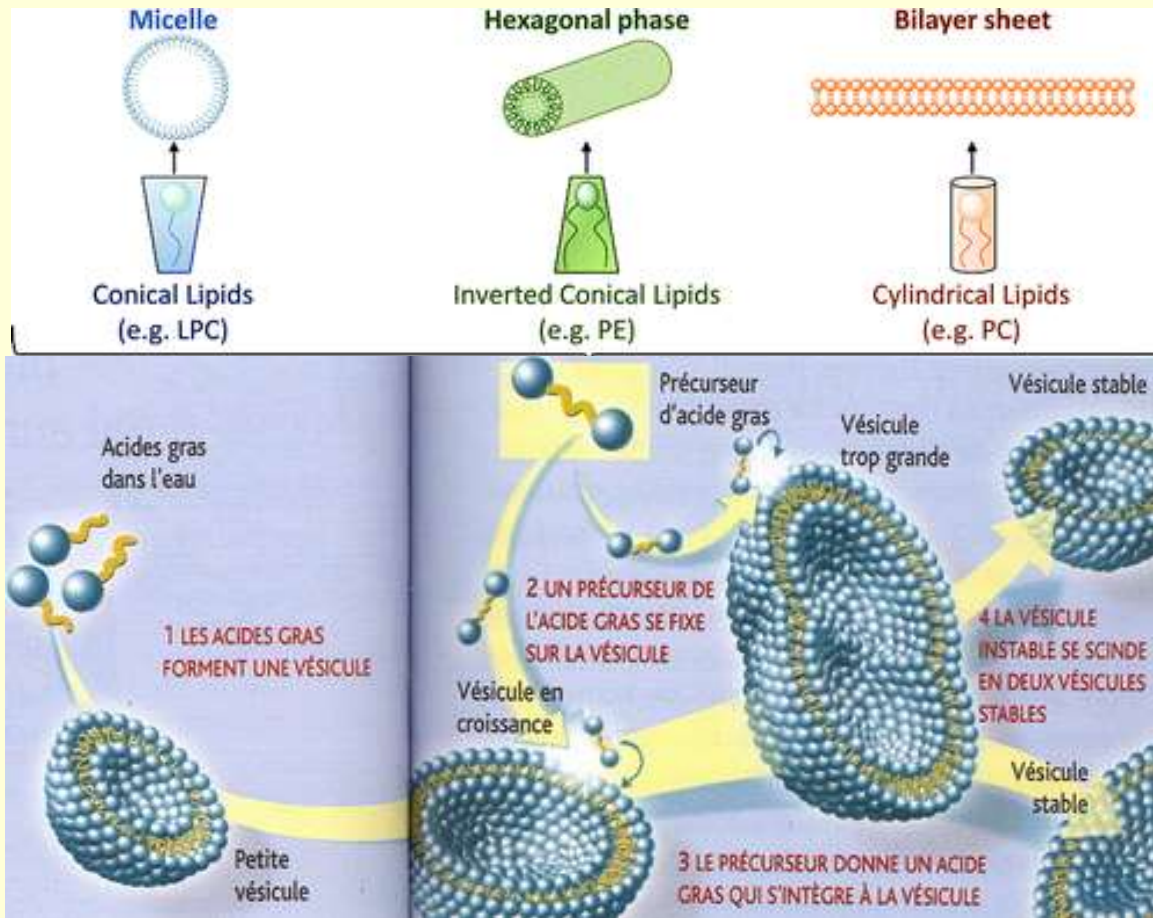
Ces chaînes de lipides vont donner lieu à des phénomènes **d'auto-organisation** mais cette fois-ci au niveau **supra-moléculaires** :

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**.”

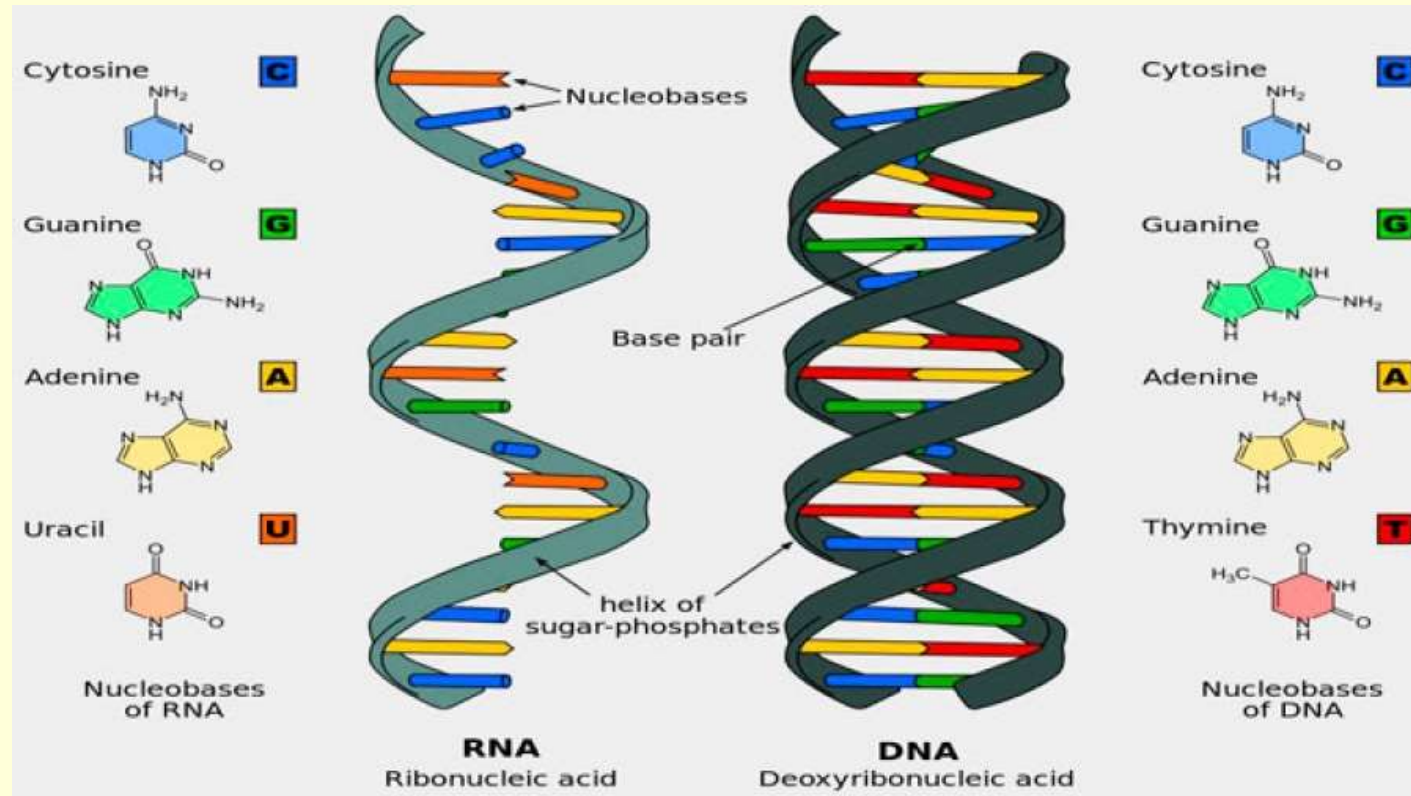
- The Systems View of Life



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

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

- Glucides
- Lipides
- **Bases nucléiques**

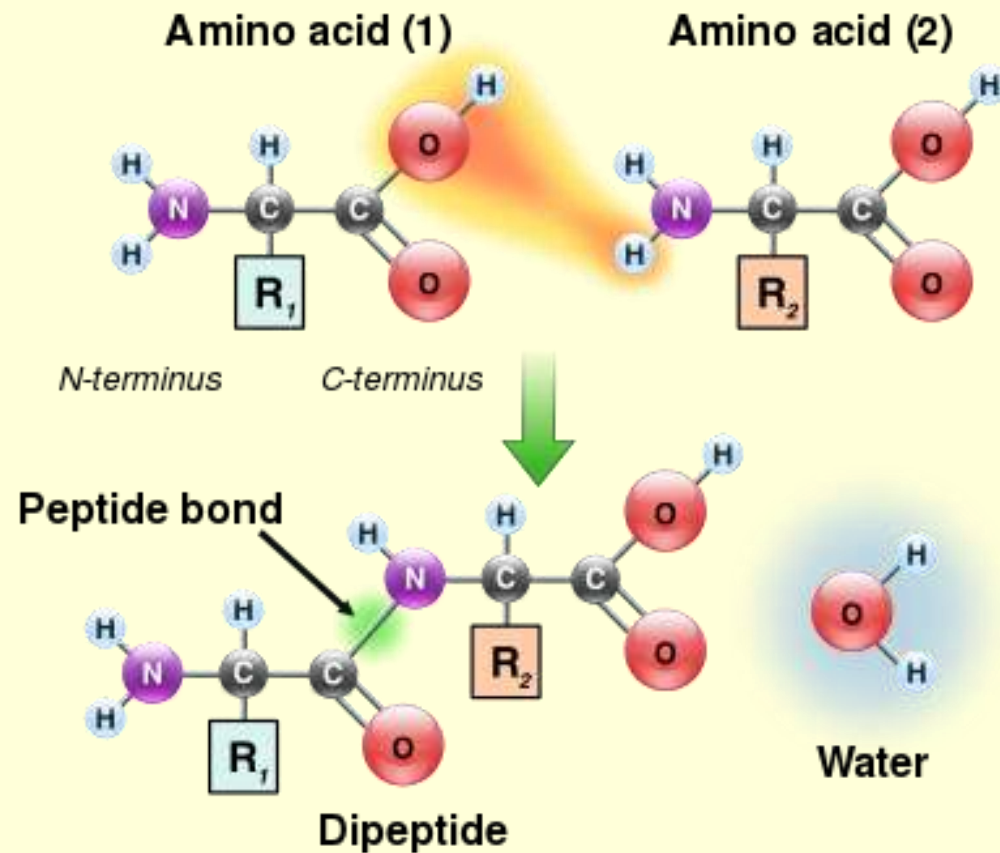


Même principe d'organisation que pour les lipides:

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...

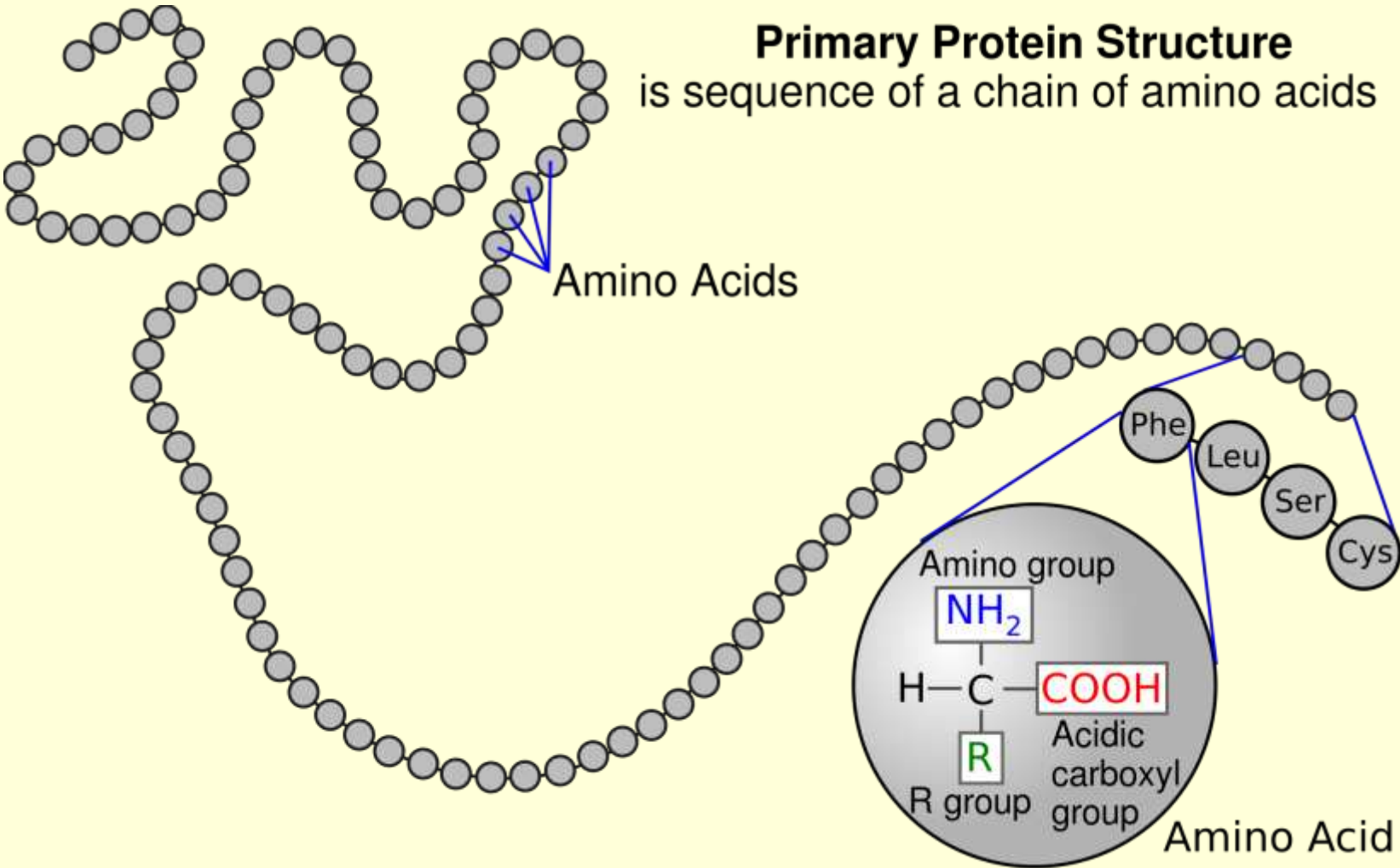
Car les molécules organiques vont avoir tendance à former des chaînes moléculaires de :

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

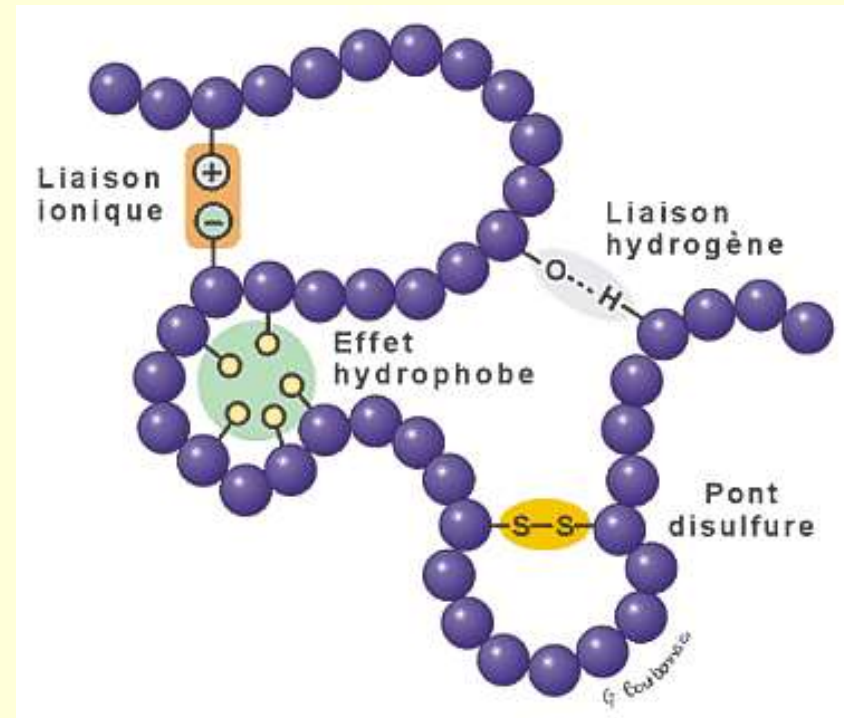
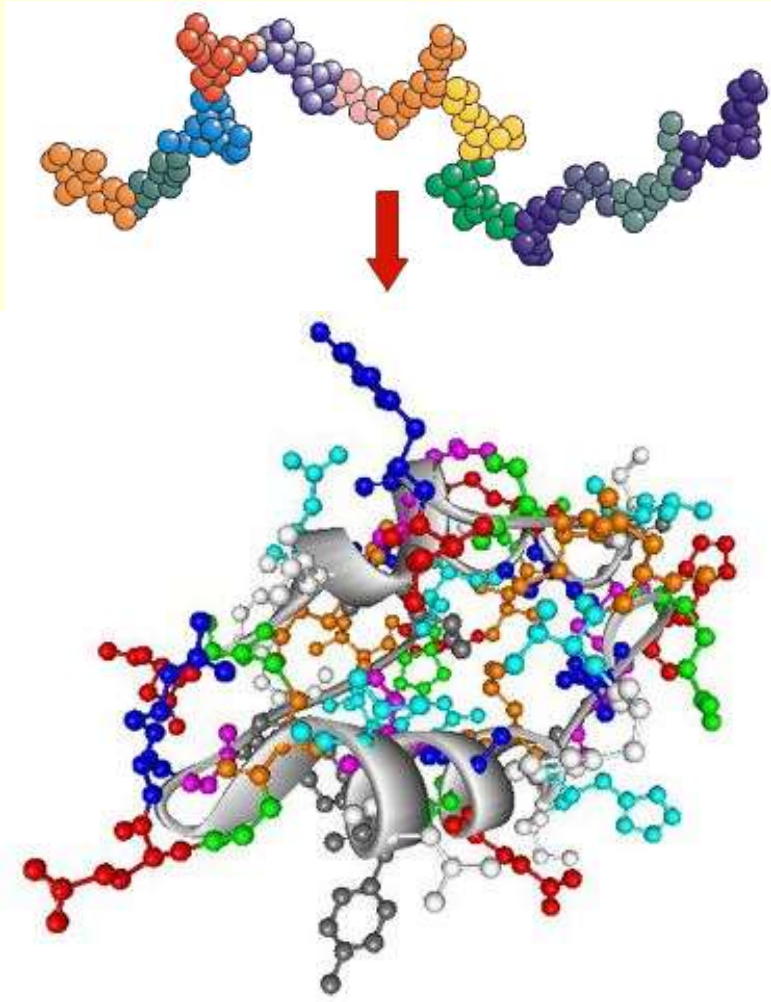


Primary Protein Structure

is sequence of a chain of amino acids

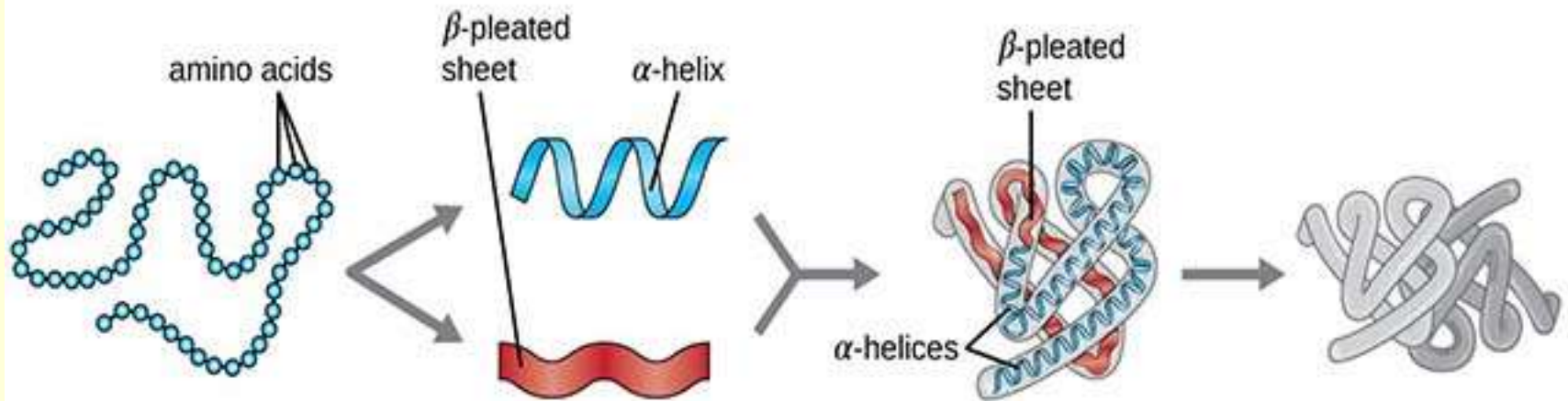


→ Vers 1953,
on comprend qu'il y a un
repliement de la chaîne
d'acides aminés



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

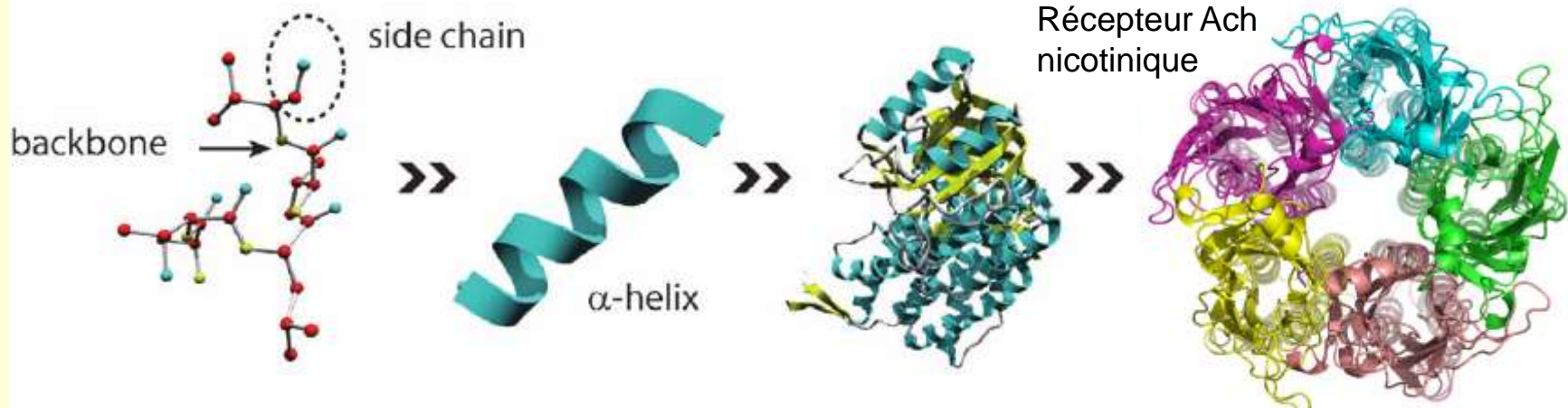
Local folding of the polypeptide chain into helices or sheets

Tertiary Protein Structure

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

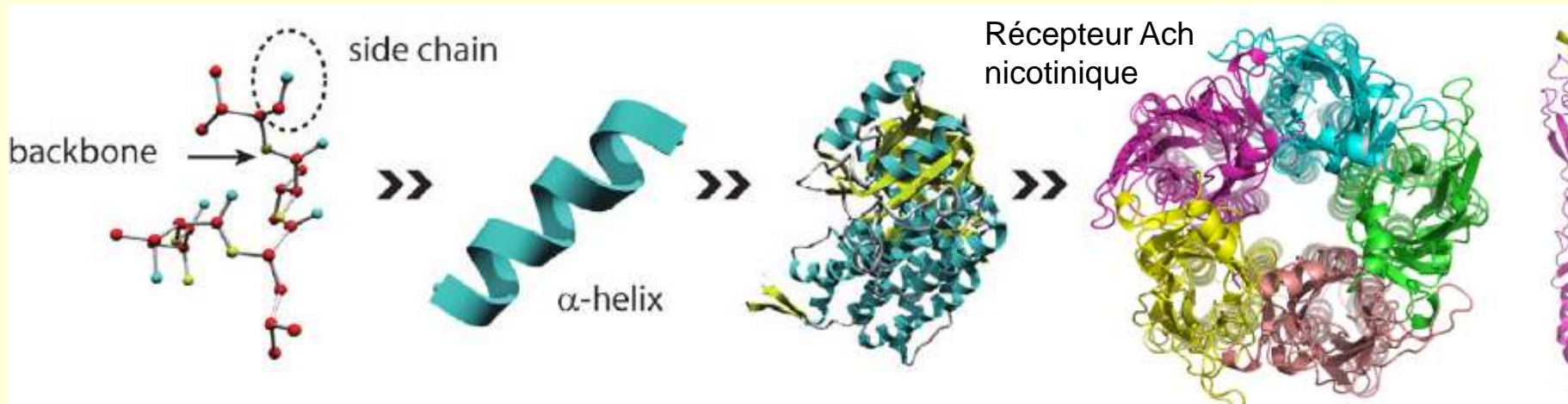
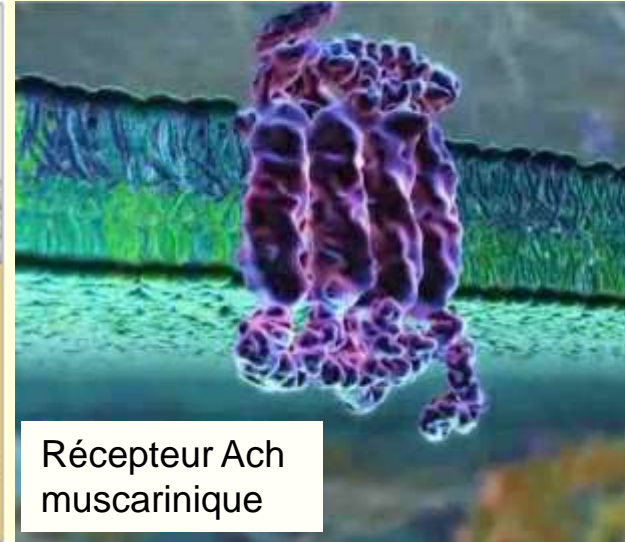
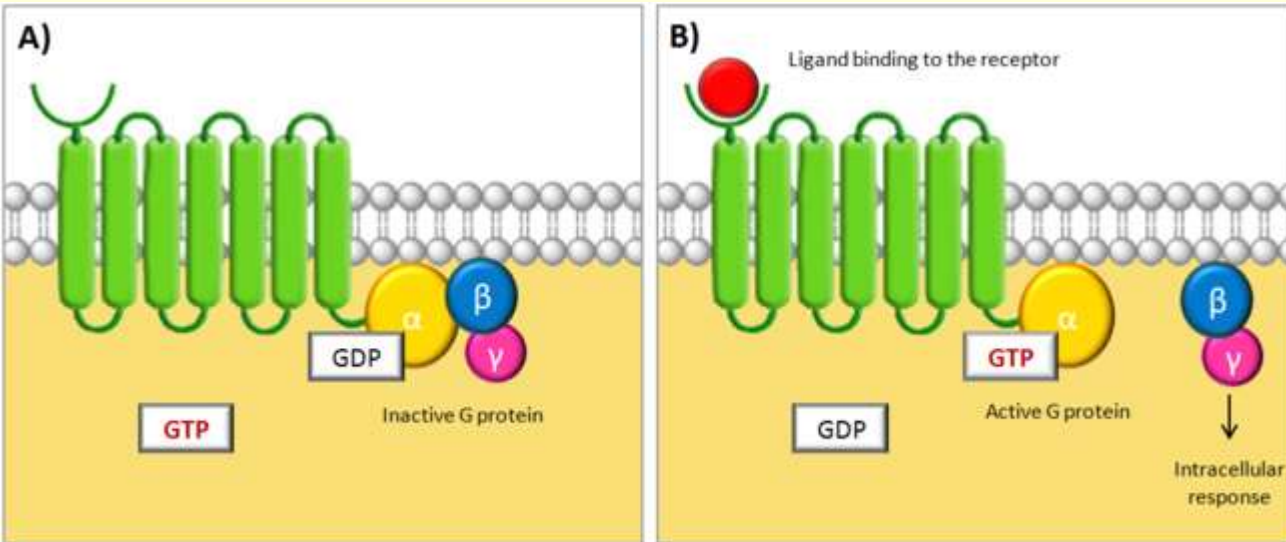
Quaternary Protein Structure

protein consisting of more than one amino acid chain



Récepteur à 7 domaines membranaire couplé à une protéine G

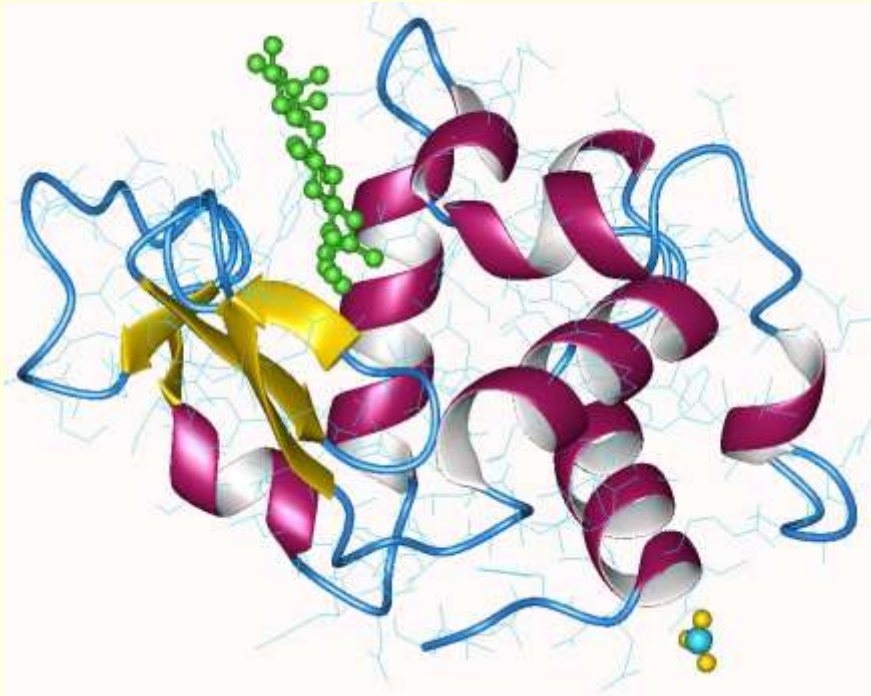
- rôle important dans la communication intercellulaire (par ex.: récepteur de neurotransmetteurs) et la transduction de signaux sensoriels (par ex.: la rhodopsine des photorécepteurs, récepteurs aux odeurs, etc.)
- la cible de la moitié des médicaments sur le marché



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]





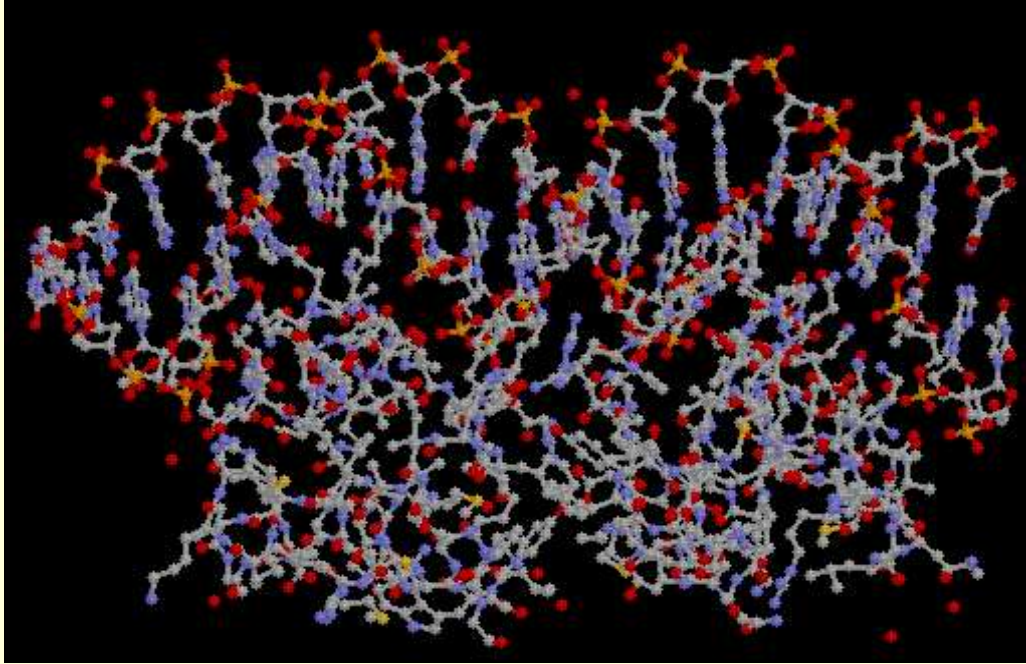
De combien de façons une suite de 129 acides aminés, comme celle de l'enzyme **lysozyme**, peut-elle exister?

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)

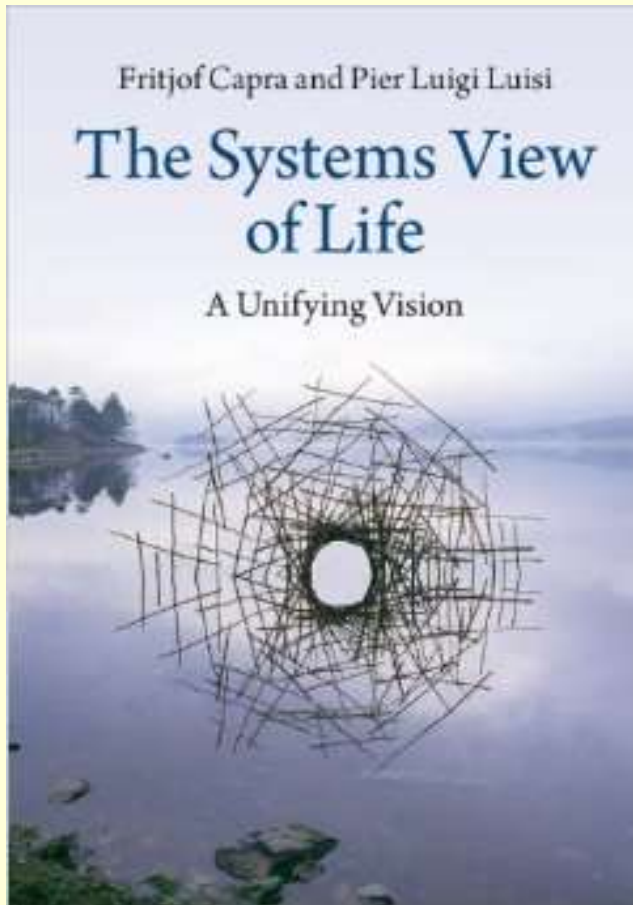
(conditions contingentes que l'on ne connaîtra jamais...)



À partir d'une structure primaire donnée issue d'événements contingents, on peut dire que le **repliement s'auto-organise** (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 vivantes...

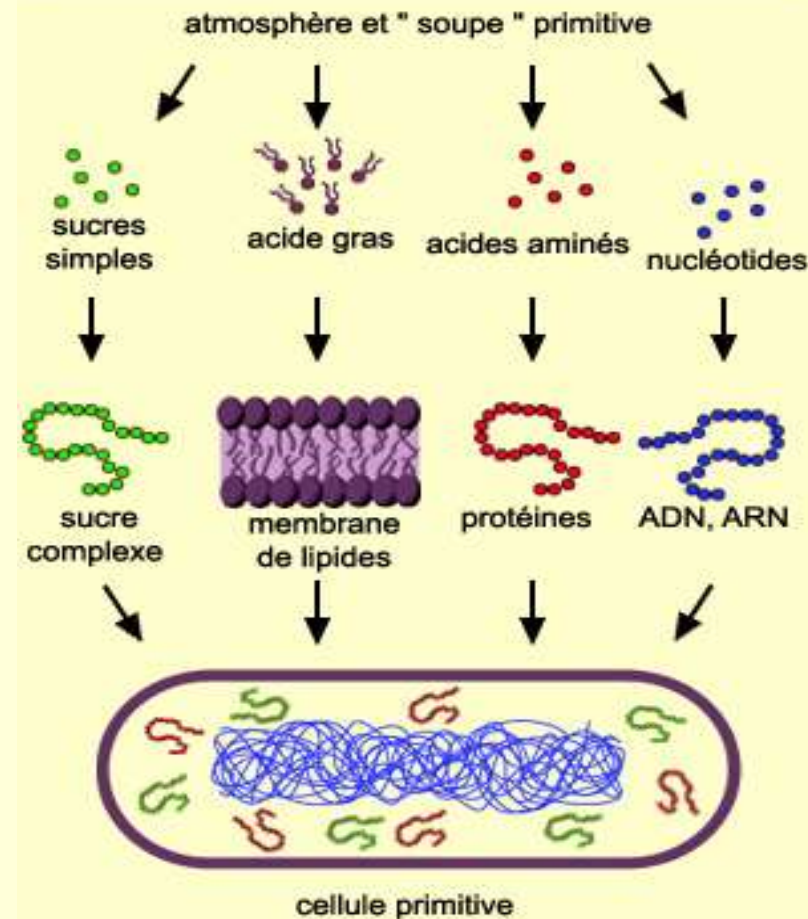
Débat / Controverse :

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 :

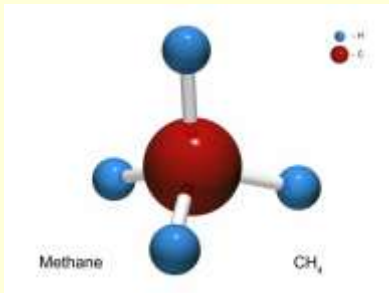
- Développement ou croissance
- Métabolisme
- Motilité
- Reproduction
- Réponse à des stimuli
- Etc.

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

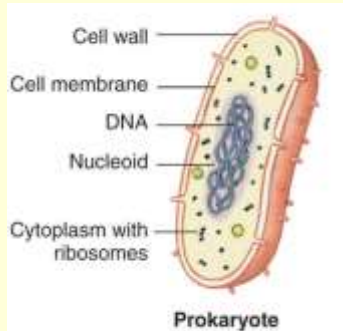


Débat / Controverse :

Qu'est-ce que la vie ?



+ ou – vivants
de différentes
manières...

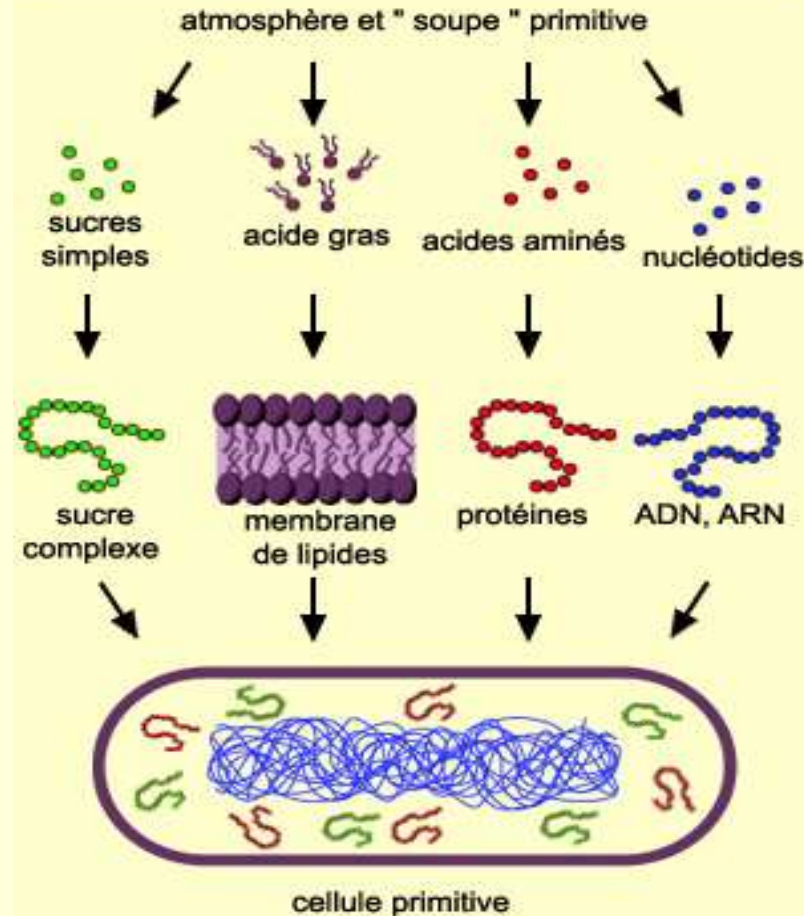


Non



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

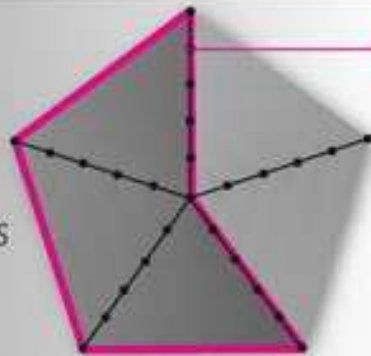
Incapable de se reproduire, d'évoluer, de posséder un métabolisme, une membrane ni, a fortiori, de conjuguer ces 4 facteurs, un caillou, par exemple, ne remplit aucune partie du pentagone.



Différentes « signature de vie »

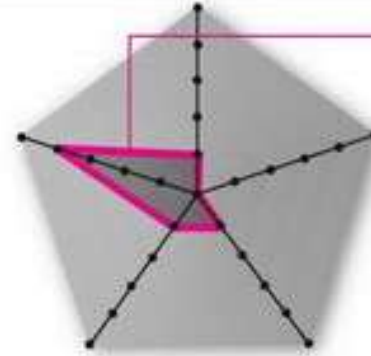
mais des organismes à mi-chemin entre les deux

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



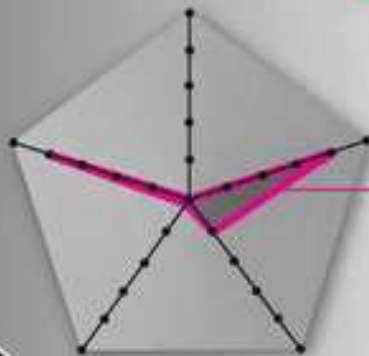
Virus

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



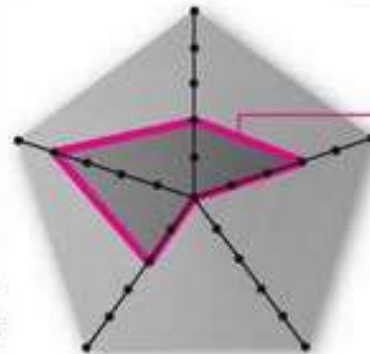
Prion

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



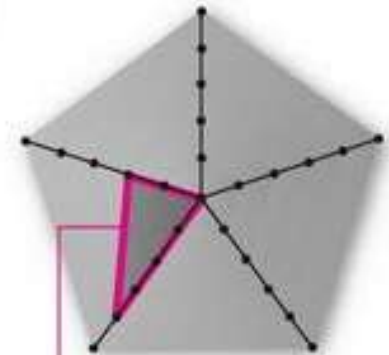
Pepsine

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...

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

- Mode d'emploi
- Votre guide
- Plan du site
- Diffusion
- Présentations
- Nouveautés
- English

Recherche -> site + blogue
Google (Recherche)

Principes fondamentaux

- Du simple au complexe**
 - Activité des réseaux d'organisation
 - Fonction des réseaux d'organisation
- Le bricolage de l'évolution**
 - Nos héritage évolutif
- Le développement de nos facultés**
 - De l'embryon à la mort
- Le plaisir et la douleur**
 - Le cycle du plaisir
 - Les circuits cérébraux
 - L'évolution de la douleur
- Les détecteurs sensoriels**
 - La vision
- Le corps en mouvement**
 - Produit un mouvement volontaire

Fonctions complexes

- Au cœur de la mémoire**
 - Les traces de l'apprentissage
 - Oubli et amnésie
- Que d'émotions**
 - Peur, anxiété et angosse
 - Désir, amour, attachement
- De la pensée au langage**
 - Communiquer avec des mots
- Dormir, rêver...**
 - Le cycle éveil - sommeil - réveil
 - Nos horloges biologiques
- L'émergence de la conscience**
 - Le sentiment d'être soi

Dysfonctions

- Les troubles de l'esprit**
 - Dépression et mélancolie-dépression
 - Les troubles autistes
 - La déviance de type Alzheimer

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

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.

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Lundi, 29 janvier 2013

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 fort intéressants des 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'est 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 sera « intelligent » collectivement, mais ils ont dû passer du côté de « compétences » pour en identifier trois : premièrement, ce qui on pourrait appeler la sensibilité sociale globale du groupe (même capacité à

Le cerveau à tous les niveaux est financé depuis dix ans par l'Institut des neurosciences, de la santé mentale et des technologies (INSM), l'un des 13 instituts de recherche au sein du Canada (BSC). Mais suite à une réévaluation de ses priorités découlant de réajustements budgétaires à l'IRSC, l'INSM a annoncé qu'elle cessait de financer le Cerveau à tous les niveaux le 15 mars 2013.

La belle surprise à l'heure après une décennie pour redonner le Cerveau à tous les niveaux (et sa version anglaise, The Brain from Top to Bottom) doit donc trouver un nouveau bailleur de fonds si elle veut poursuivre l'ouvrage. Bien que des démarches pour du financement alternatif auprès d'autres organismes soient en cours, rien n'est certain et il reste relativement peu de temps avant le 31 mars prochain.

Voilà pourquoi nous rendons publique cette situation, dans l'espoir de recueillir des idées ou des contacts auprès de la vaste communauté qui

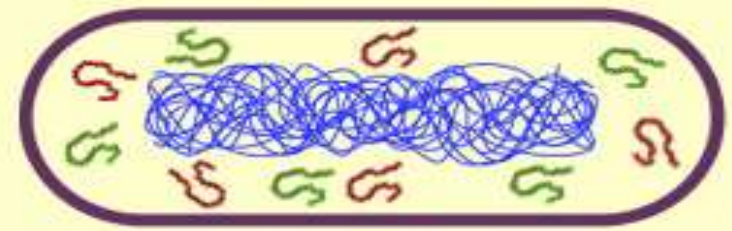


“I am certainly not saying that Darwinian ideas are wrong,” he explained.

“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.”

Concept / Cadre théorique :

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.



cellule primitive

Pourquoi ?

« Nous pensons qu'il est nécessaire de comprendre comment ces processus [cognitifs] sont enracinés dans l'être vivant pris dans sa totalité. »

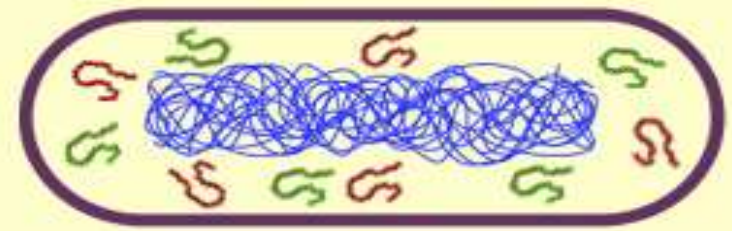
Car « toute connaissance dépend de la structure de celui qui connaît. »

- Maturana et Varela, L'arbre de la connaissance, p.22



Concept / Cadre théorique :

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.

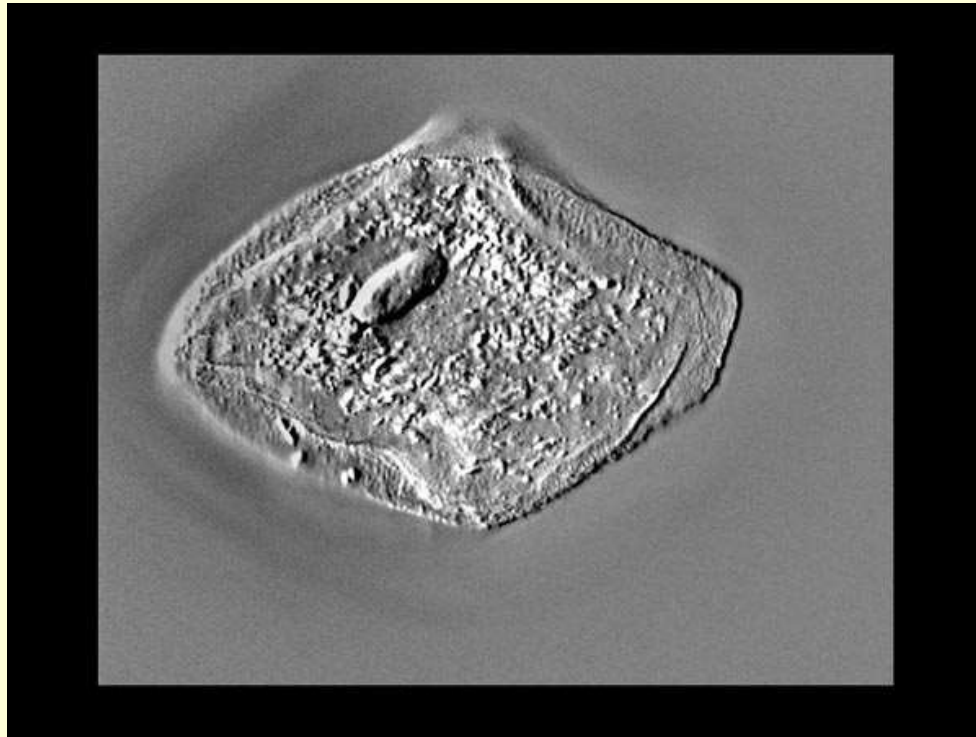


cellule primitive

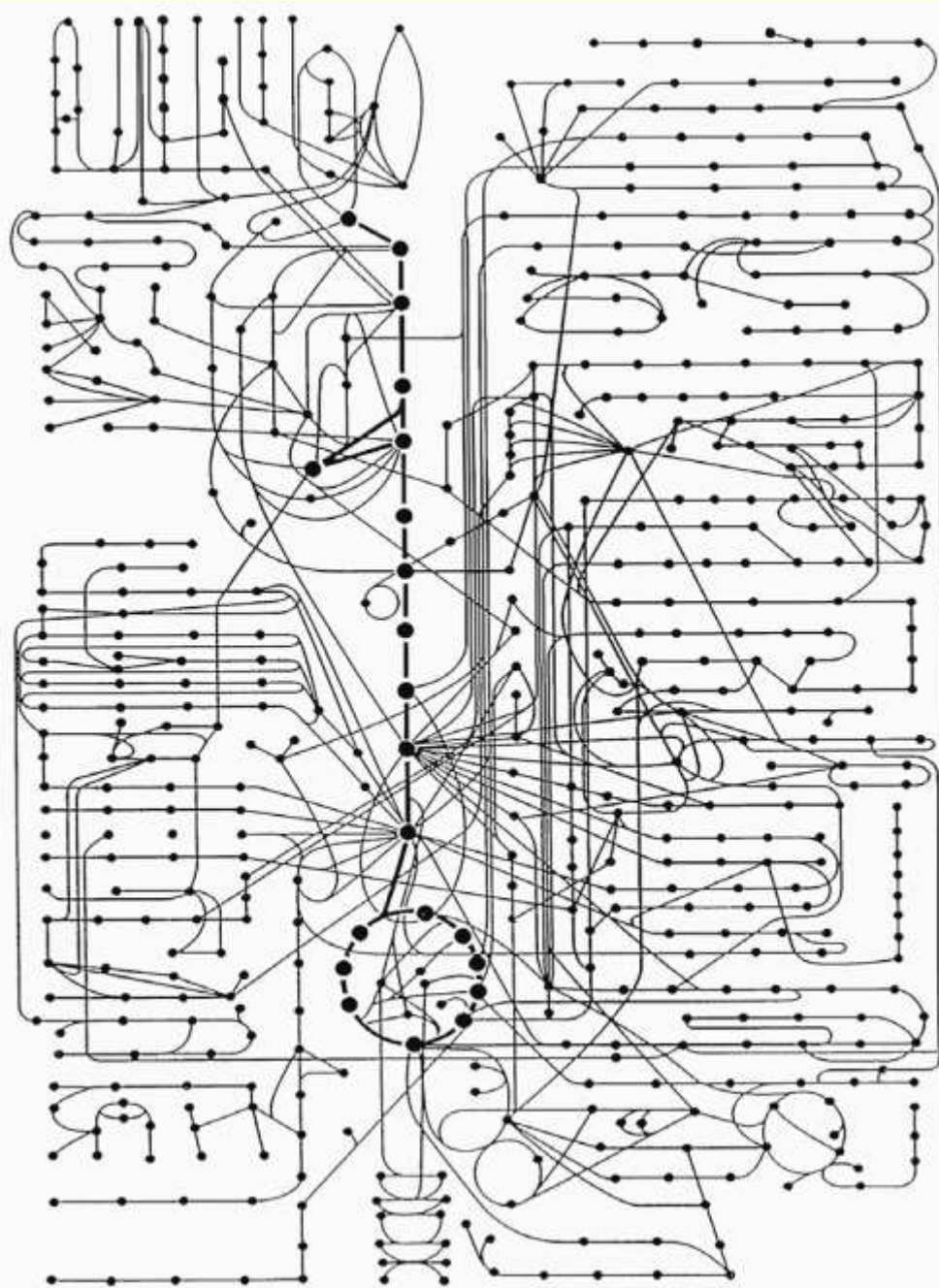
« Notre proposition est que les être vivants sont caractérisés par le fait que, littéralement, ils sont continuellement en train de **s'auto-produire**. »

- 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. »

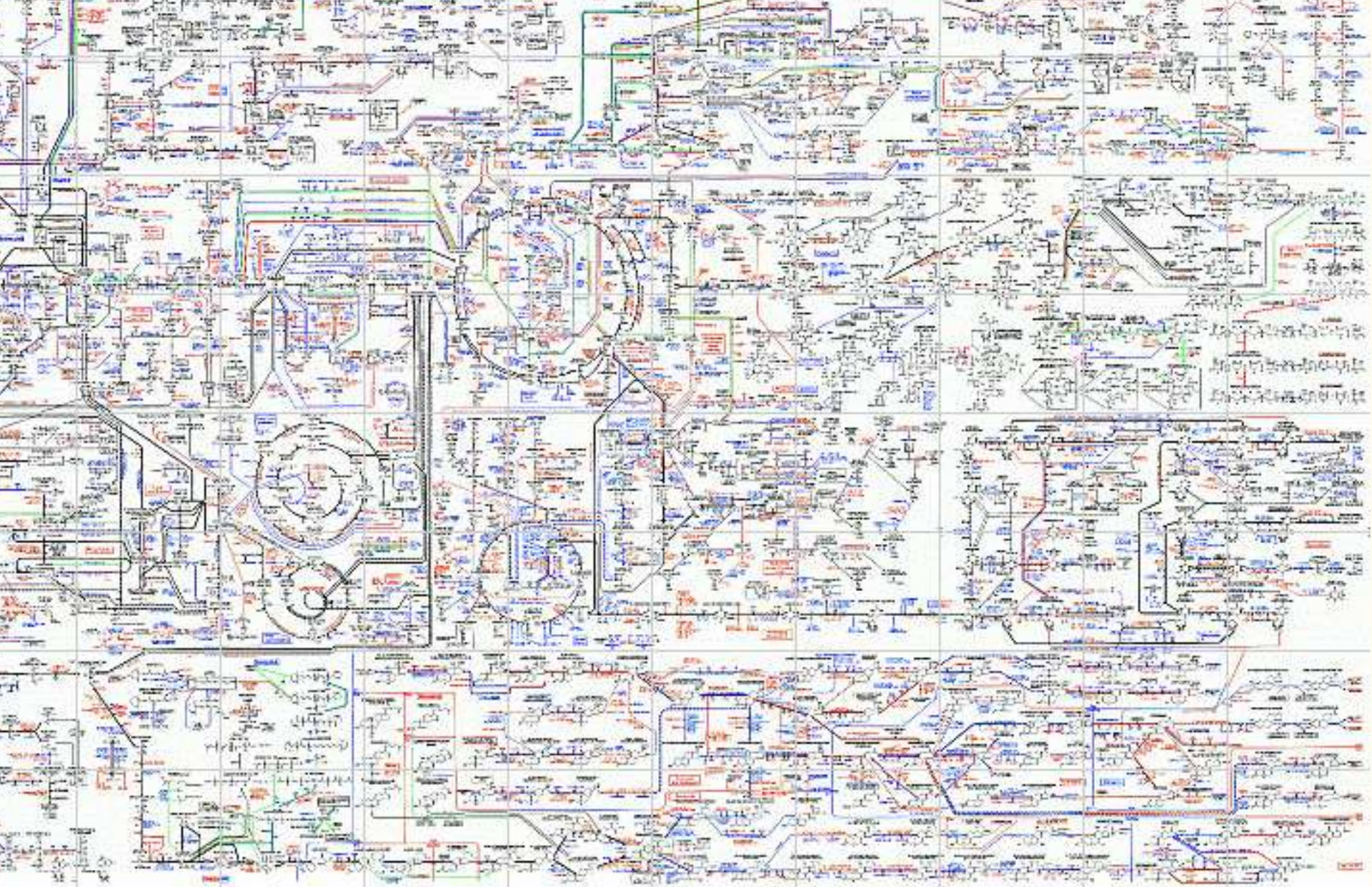


An image of a human buccal epithelial cell obtained using Differential Interference Contrast (DIC) microscopy
(www.canisius.edu/biology/cell_imaging/gallery.asp)



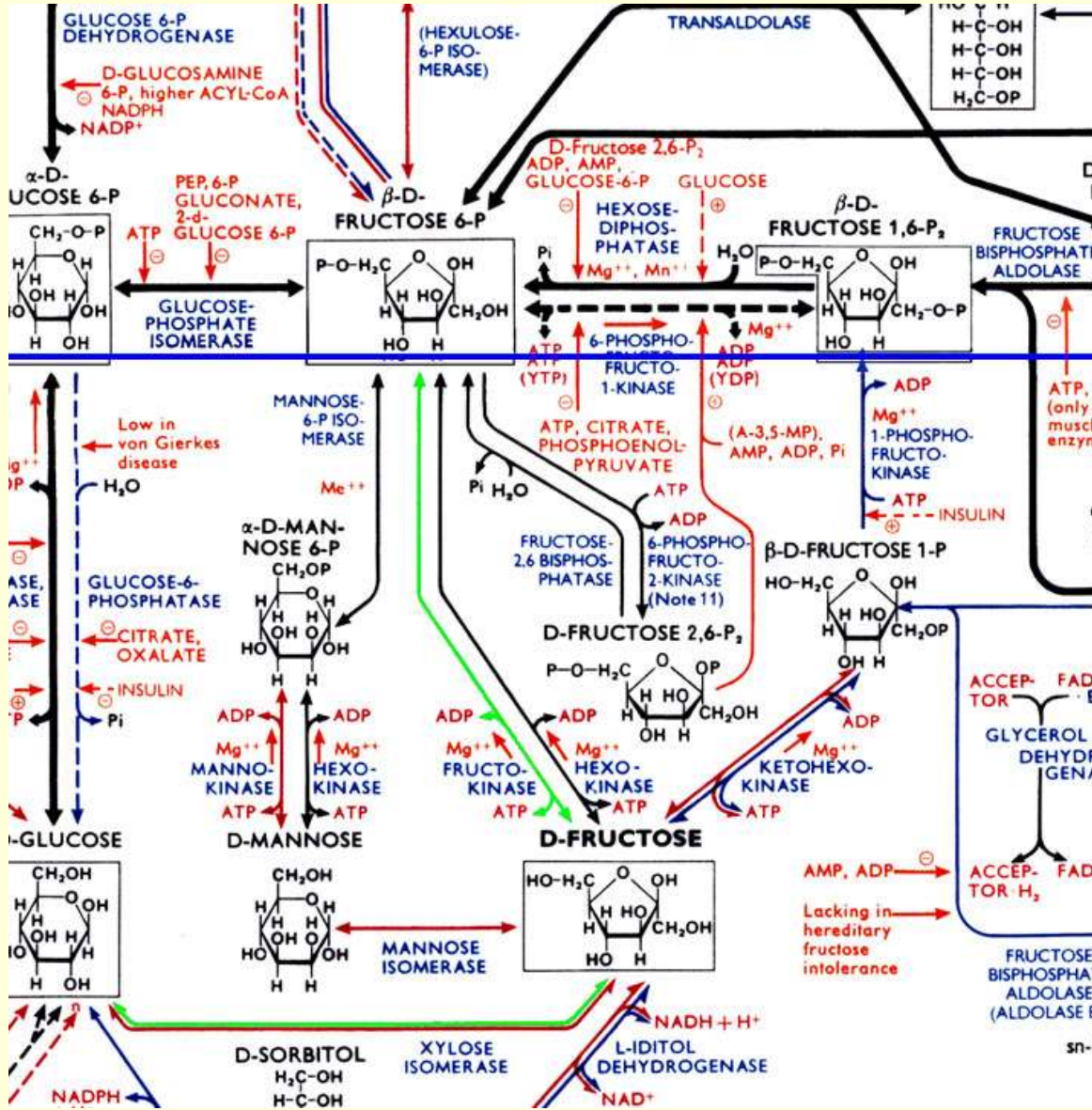
« un réseau »...

= des éléments qui entretiennent
des relations

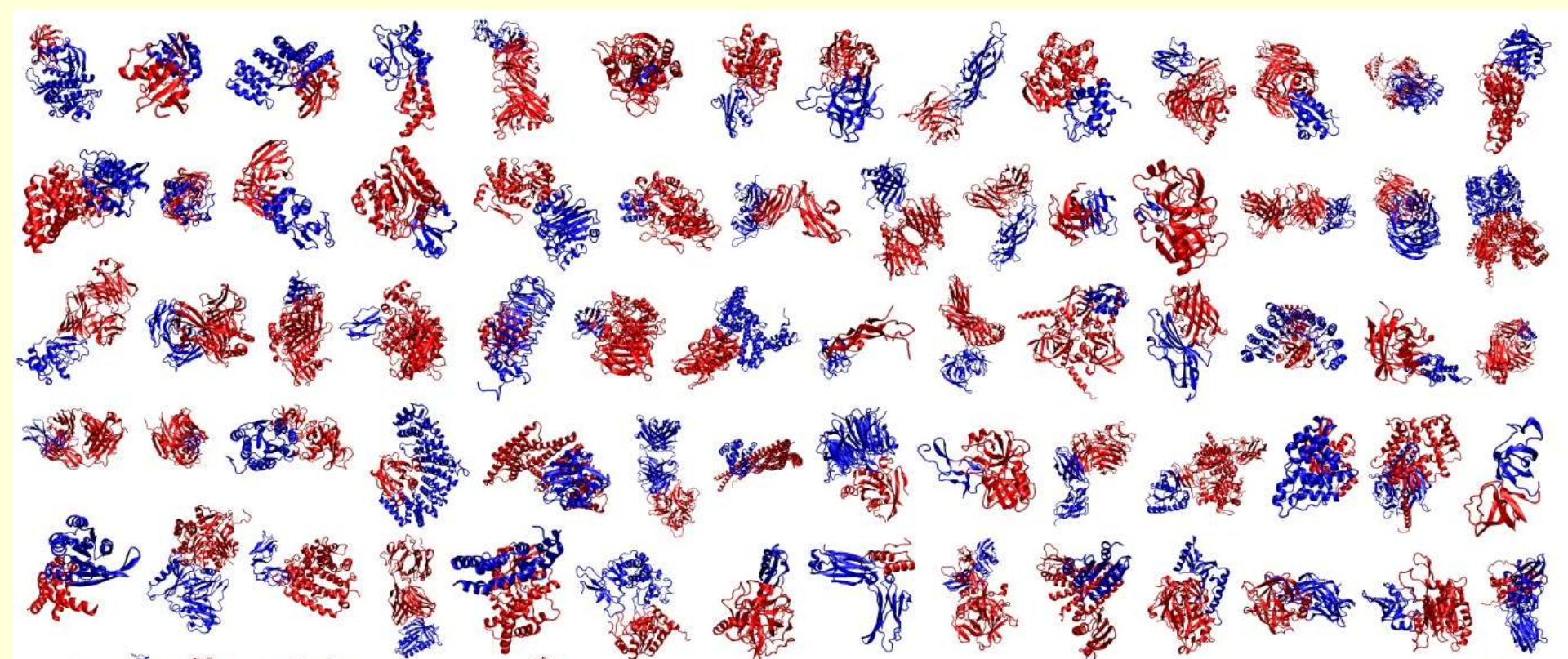
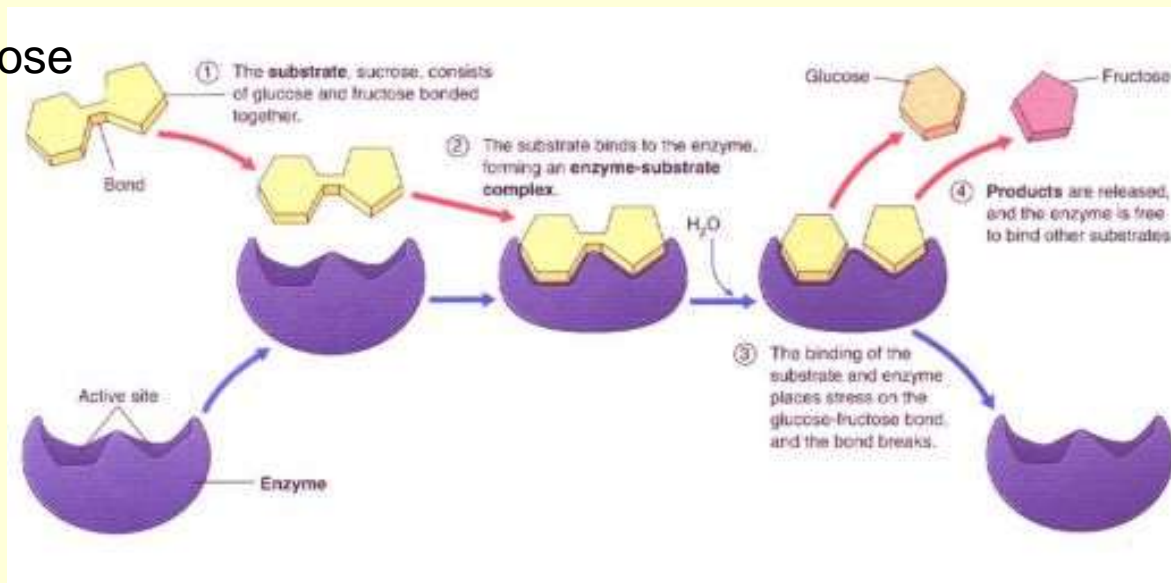


« un réseau complexe »... = cascades de réactions biochimiques dans une cellule

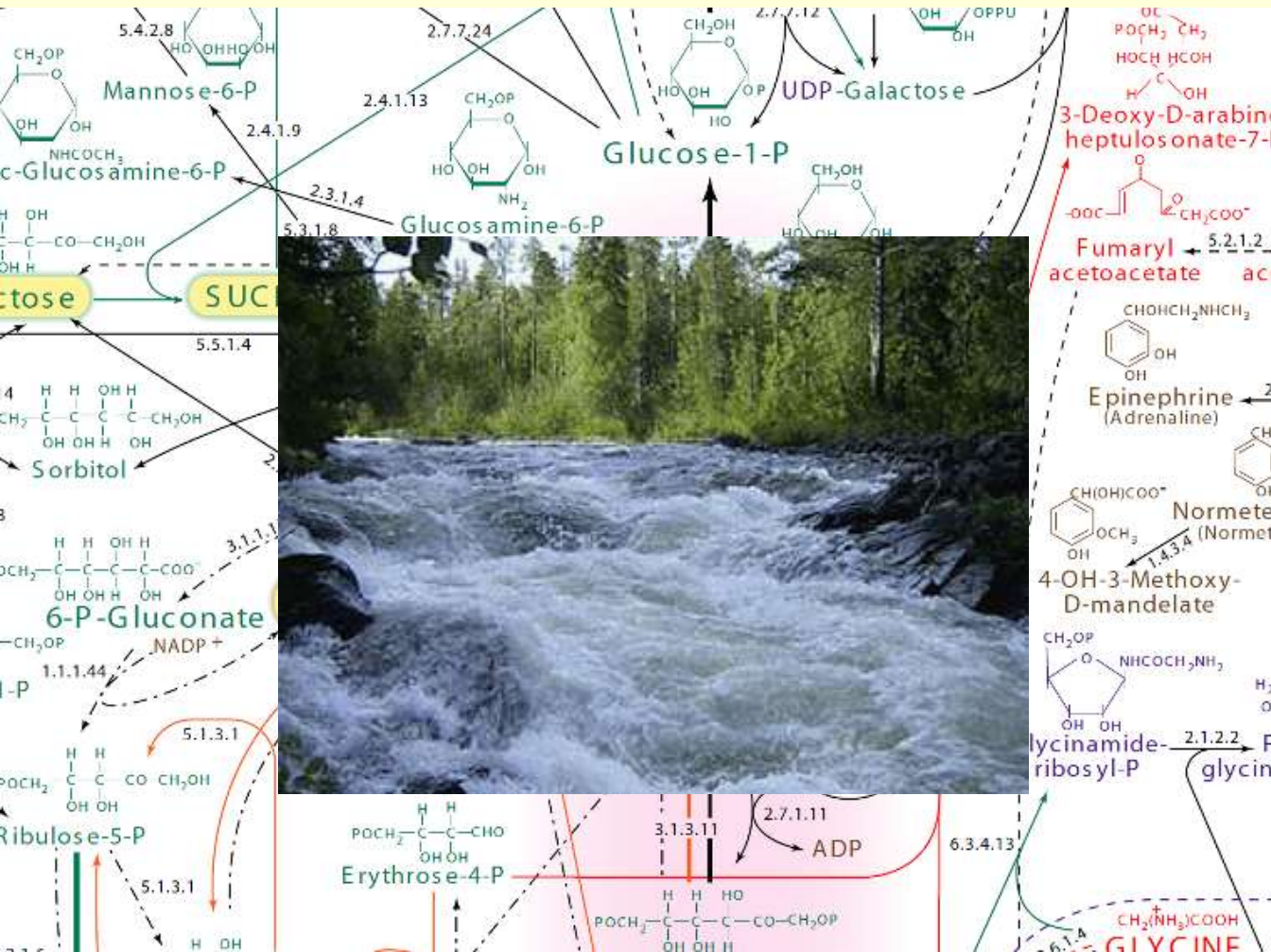
« un réseau complexe d'éléments »... : enzymes (protéines), ADN, etc.



sucrose



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



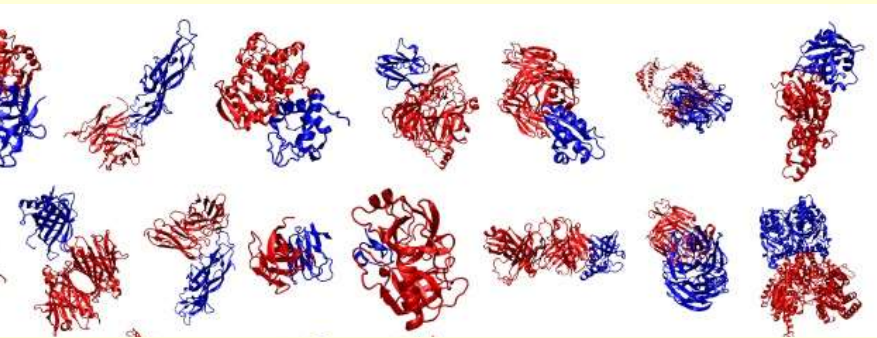
..qui régénèrent constamment, par leurs interactions et transformations, le réseau qui les a produits.

Concept / Cadre théorique :

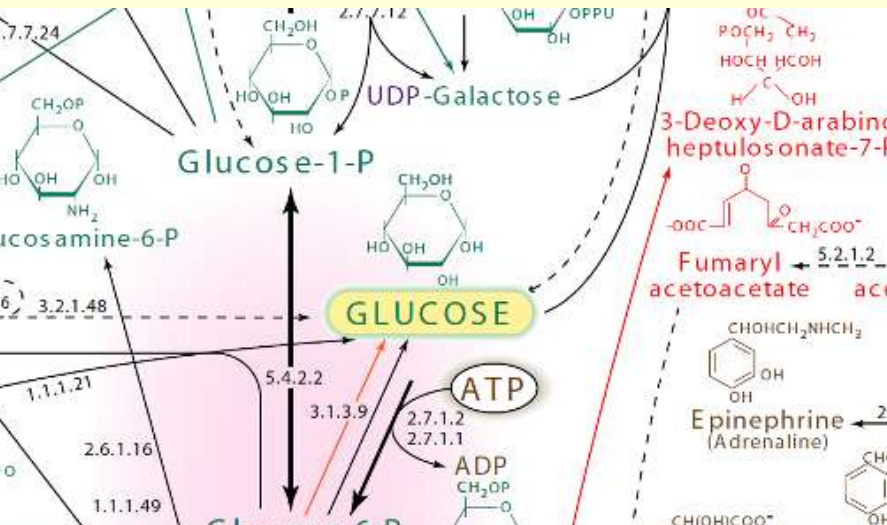
Donc il faut ajouter à :



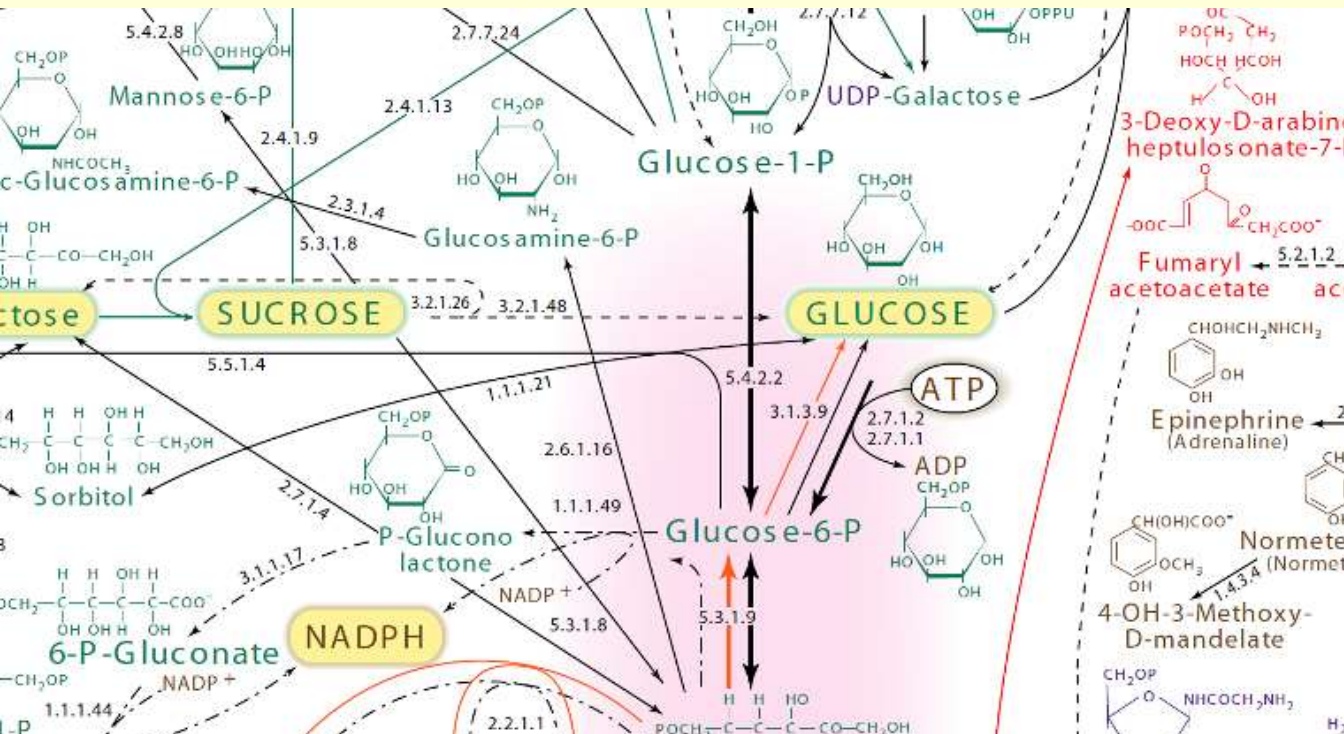
- l'étude de la **matière** : de quoi c'est fait ?



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

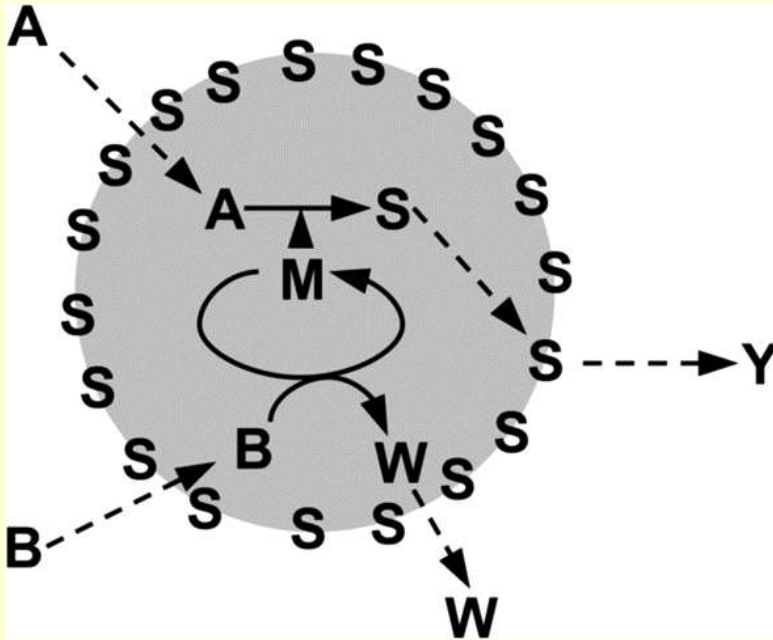


- l'étude des processus **dynamiques** : comment ces formes changent dans le temps ?



« 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>

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 vont eux-mêmes engendrer les processus qui produisent tous les composants, etc.

Un système autopoïétique subit donc constamment des **changements** au niveau de ses **éléments structuraux**

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

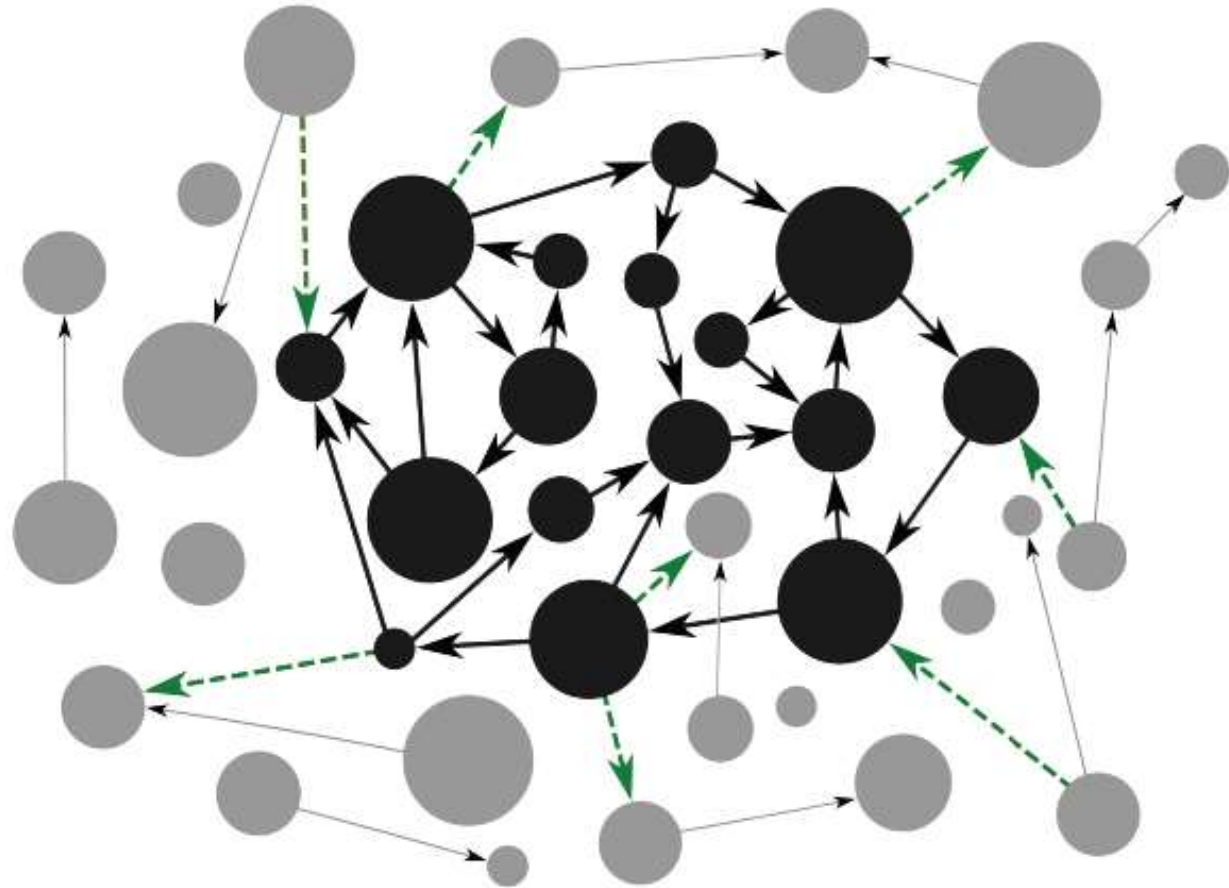
(car le système est **fermé** du point de vue **opérationnel**)

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

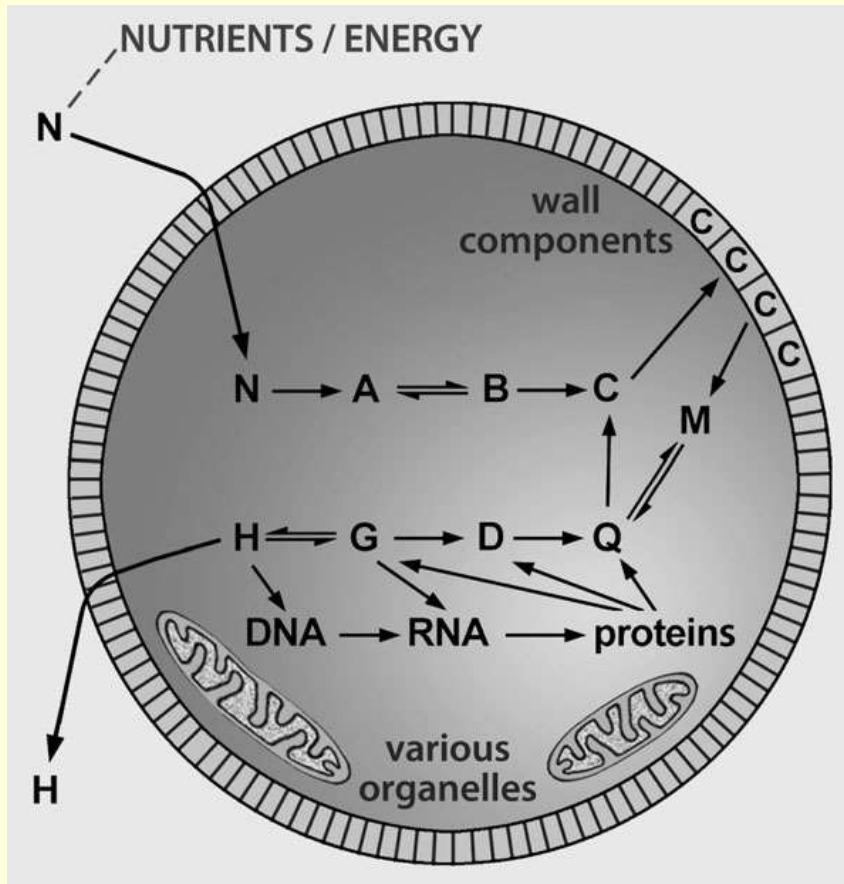
car elle ne se confond
évidemment pas avec
une paroi étanche.

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)

+



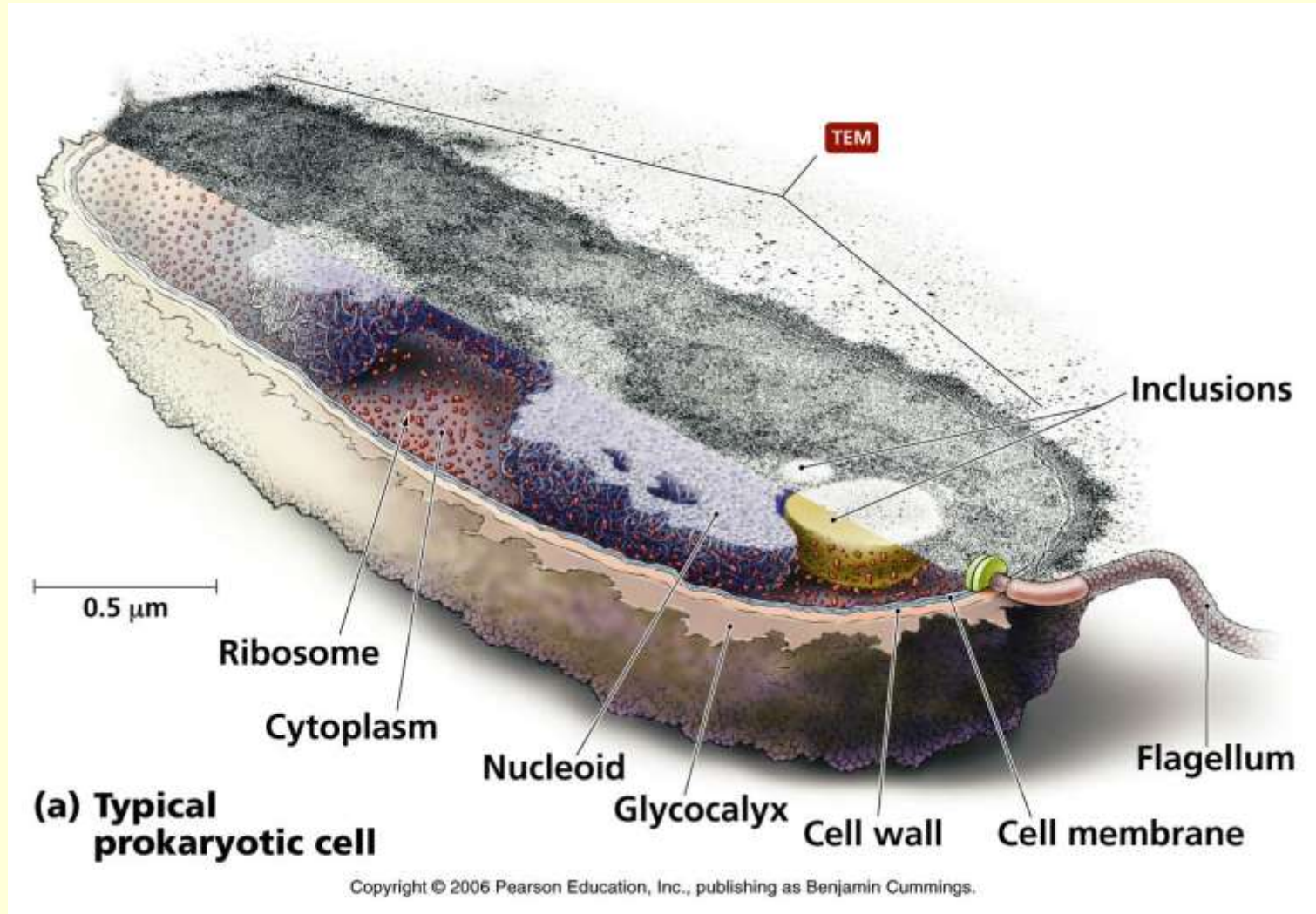
Chlore (Cl)
(gaz très toxique)

=

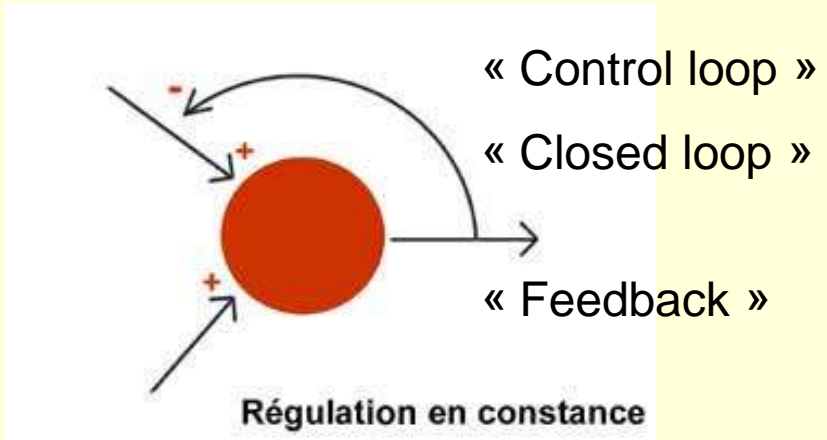
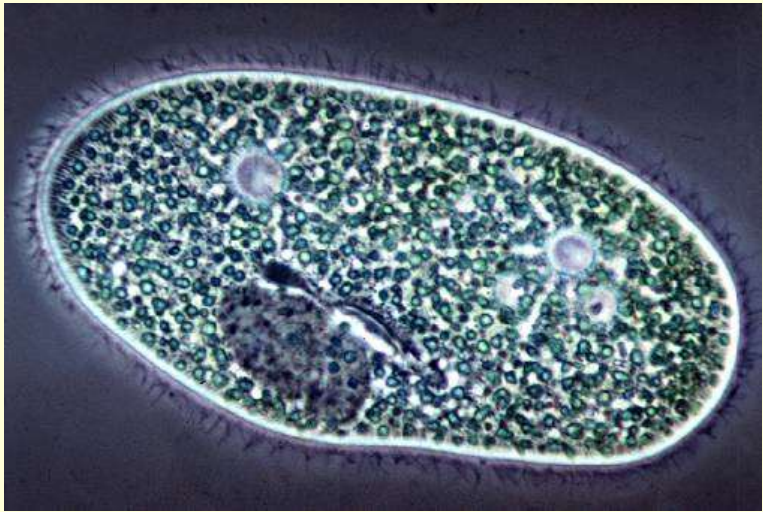
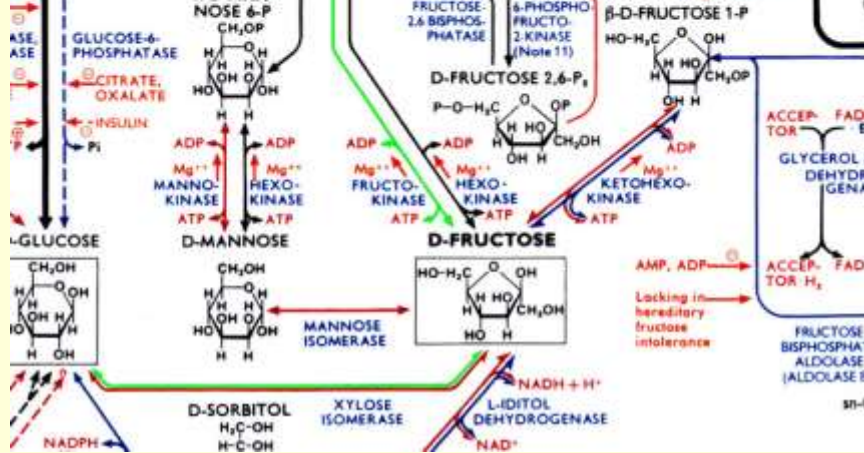


Chlorure de sodium (NaCl)
(sel de table,
parfaitement comestible)

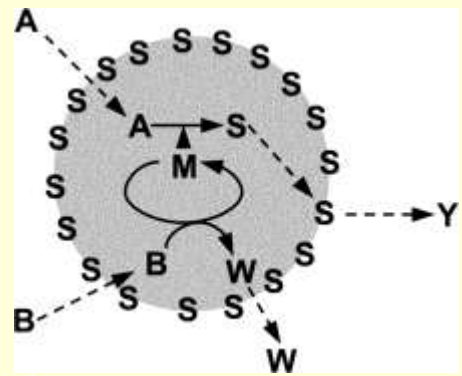
Les premières cellules vivante sont déjà infiniment complexes !



Et non seulement elles se maintiennent, mais elles s'adaptent à leur environnement.

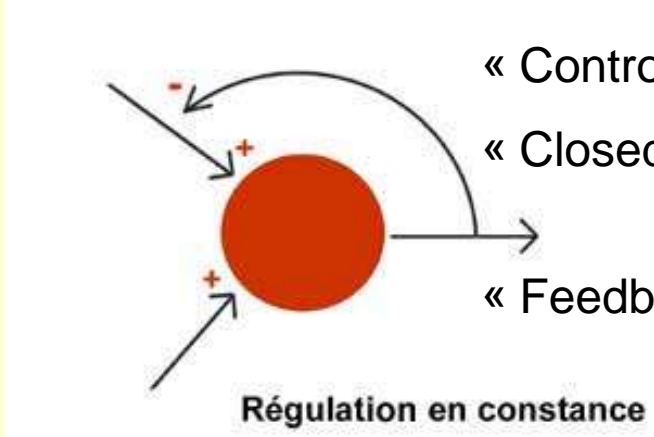
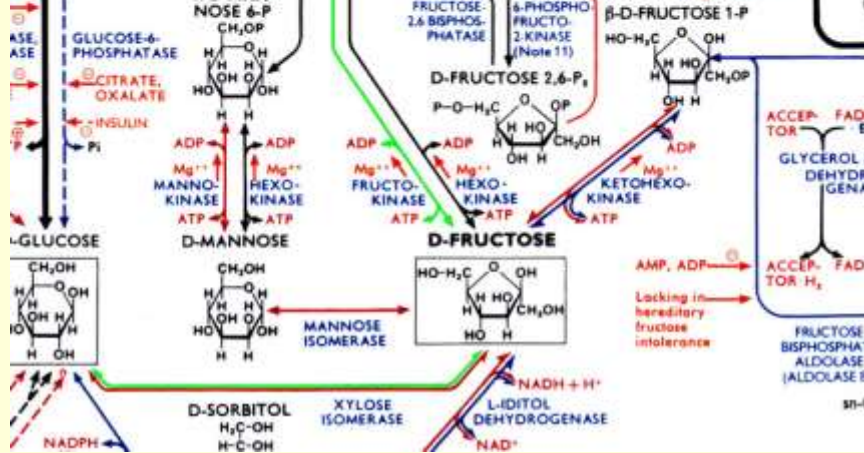


L'autopoïèse
permet donc le
maintien de la vie
et l'autonomie.

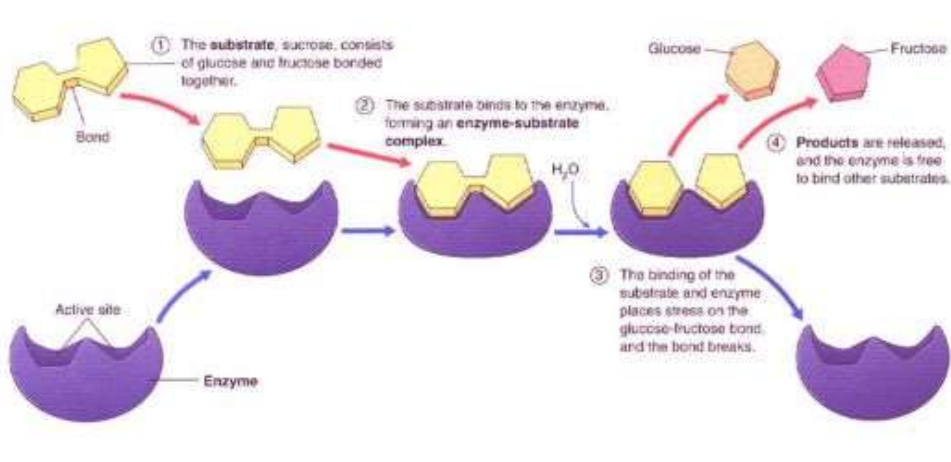


Grâce à
d'innombrables
boucles de
régulation

« Physiologie »



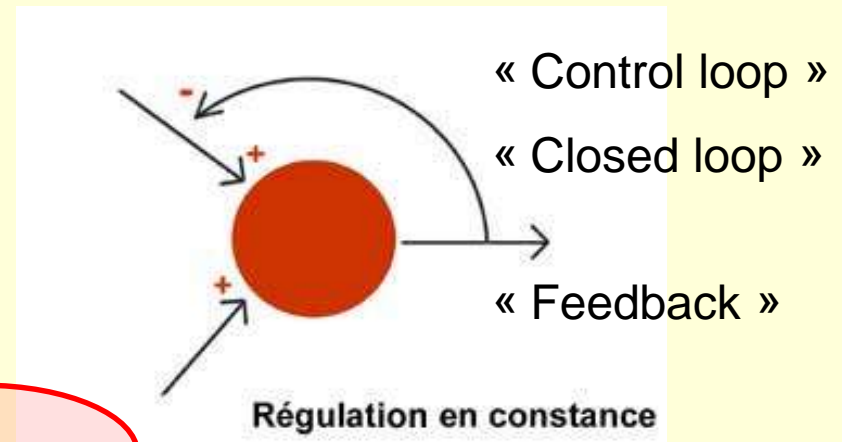
sucrose



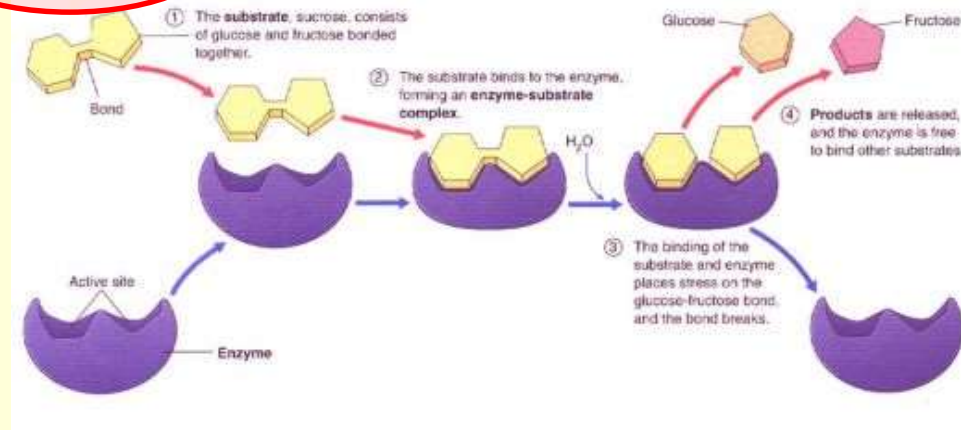
« Comportement » :

peut être pensé comme une autre **boucle de contrôle**,
mais à l'extérieur de l'organisme cette fois !

(plutôt que comme un « input-output process »)



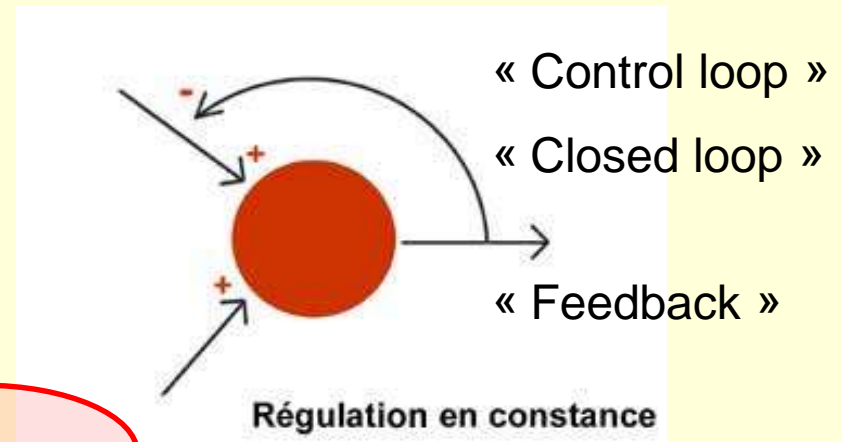
sucrose



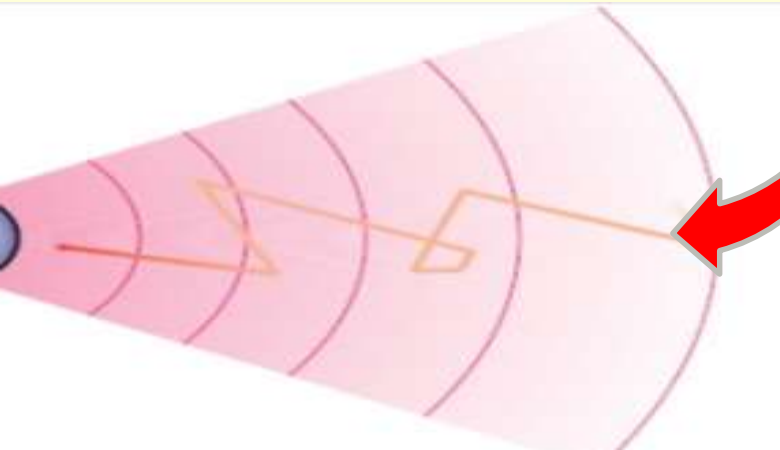
« Comportement » :

peut être pensé comme une autre **boucle de contrôle**,
mais à l'extérieur de l'organisme cette fois !

(plutôt que comme un « input-output process »)



sucrose



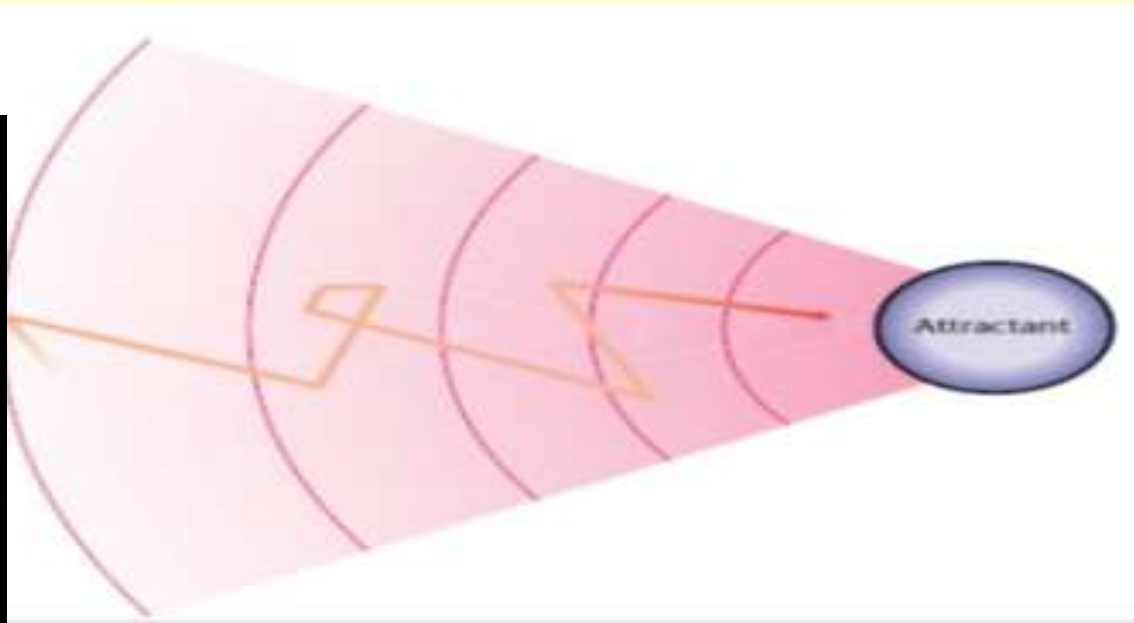
Concepts voisins :

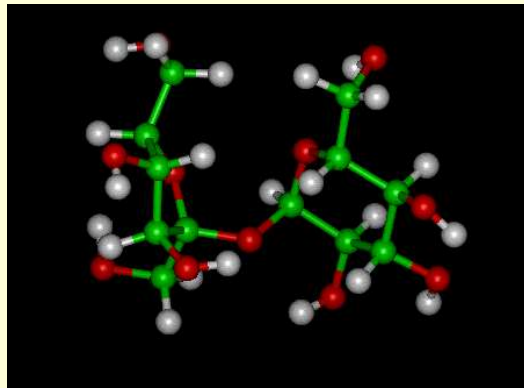
Adaptivity (Di Paolo) = behaviour as control
mechanism (Cisek) = active inference (Friston)
??!

Prenons l'exemple d'une bactérie mobile qui nage dans un milieu aqueux en remontant un **gradient de sucre**.

La bactérie nage au hasard jusqu'à ce qu'elle sente le gradient de molécules de sucre, grâce à un « **couplage** » de récepteurs sur sa membrane avec cette molécule.

Puis elle va se mettre naturellement à remonter ce gradient pour avoir plus de sucre **parce qu'elle a les enzymes pour en soutirer de l'énergie !**





Le point important ici : bien que le **sucrose** est un réel élément de cet environnement physicochimique, son statut comme **aliment**, lui, ne l'est pas.

Le sucrose en tant qu'aliment **n'est pas intrinsèque au statut de sucrose en tant que molécule**. C'est plutôt une caractéristique « relationnelle », liée au métabolisme de la bactérie (qui peut l'assimiler et en soutirer de l'énergie).

Le sucrose n'a donc **pas de signification ou de valeur comme nourriture en soi**, mais seulement dans ce milieu particulier que le corps (et le métabolisme) de la bactérie amène à exister.

Francisco Varela résume ceci en disant que grâce à l'autonomie de l'organisme (ici la bactérie), son environnement a un « **surplus de signification** » comparé au monde physicochimique.

Les significations particulières (valeurs positives ou négatives) que l'on retrouve dans ce monde sont donc le **résultat des actions d'un organisme particulier**.

La signification et la valeur des choses **ne préexiste donc pas** dans le monde physique, mais est mise de l'avant (« **éactés** ») par les organismes.

Par conséquent, **vivre** est un processus créateur de sens.

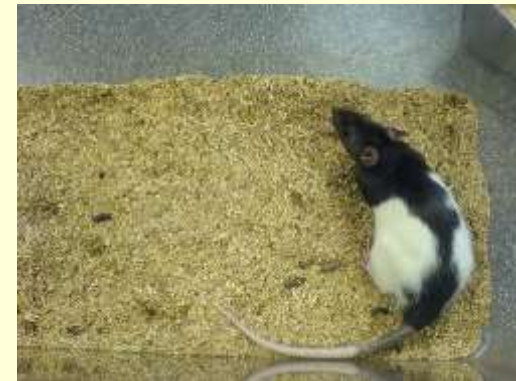
Donc pour ces auteurs dès qu'il y a vie, il y a cognition.

Et chaque organisme va construire durant sa vie «son monde» de sens:
de l'auto-organisation à un niveau encore plus élevé ?...

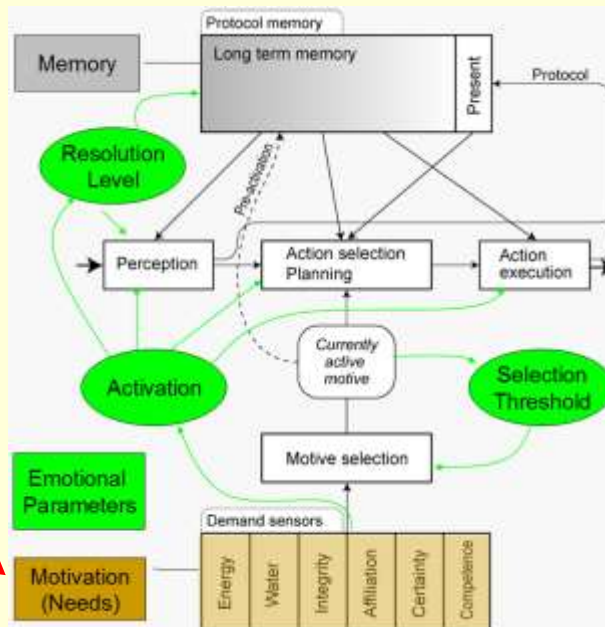
Et cela rejoint certaines caractéristiques de la cognition, comme celle d'être **intrinsèquement concerné par la monde**, d'y chercher et d'y trouver de la **signification**.

En effet, les êtres vivants ont ce désir, **cette curiosité**, **d'explorer leur espace vital** parce qu'ils ont besoin de trouver des éléments pour renouveler leur structure.

L'environnement devient un lieu de **significations** et de **valeurs**, un « monde-milieu » (Umwelt).



Alors que dans le cas des architectures fonctionnalistes cognitivistes, on est toujours obligé de leur adjoindre une petite boîte étiquetée **“motivation”** pour déclencher leur action...

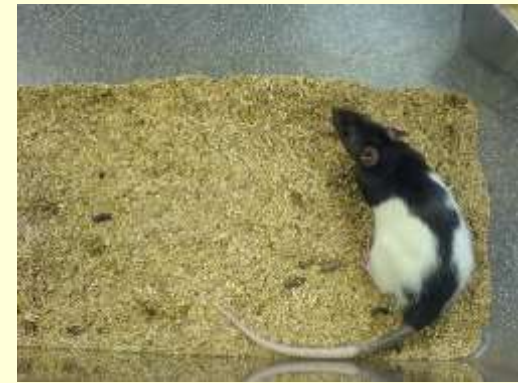


Et cela rejoint certaines caractéristiques de la cognition, comme celle d'être **intrinsèquement concerné par la monde**, d'y chercher et d'y trouver de la **signification**.

En effet, les êtres vivants ont ce désir, **cette curiosité**, **d'explorer leur espace vital** parce qu'ils ont besoin de trouver des éléments pour renouveler leur structure.

L'environnement devient un lieu de **significations** et de **valeurs**, un « monde-milieu » (Umwelt).

Alors que dans le cas des architectures fonctionnalistes cognitivistes, on est toujours obligé de leur adjoindre une petite boîte étiquetée "**motivation**" pour déclencher leur action...

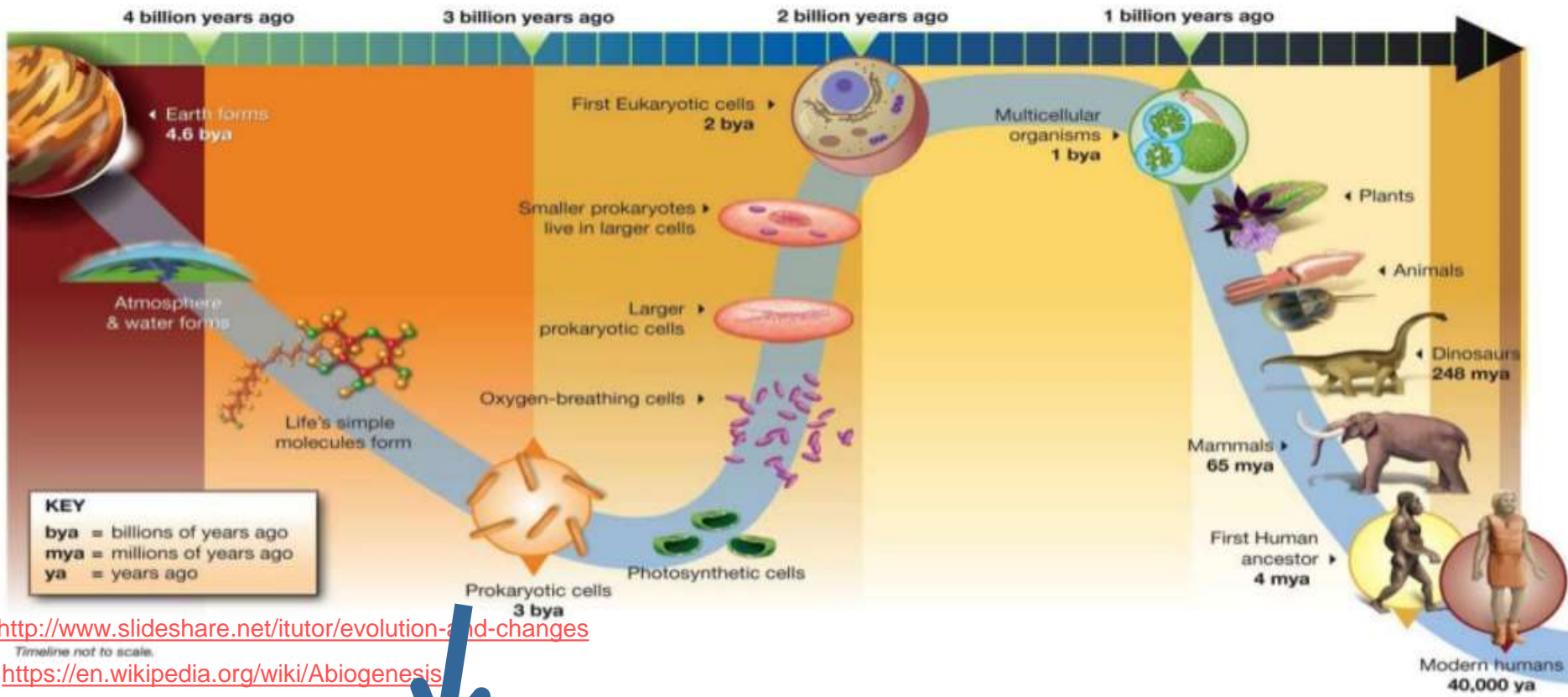


Julie Pitt - Machines that Learn Through Action:

The Future of AI 2017

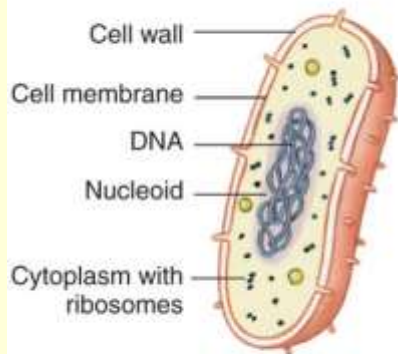
https://www.youtube.com/watch?v=qRi_OH6eQuw

Beaucoup de problèmes avec les approches classiques pour amener des robots à explorer leur environnement, mais « l'inférence active » (Friston), qui part d'une motivation **intrinsèque** (à ne pas trop avoir une pile déchargée par exemple), amène une plus grande capacité exploratoire.



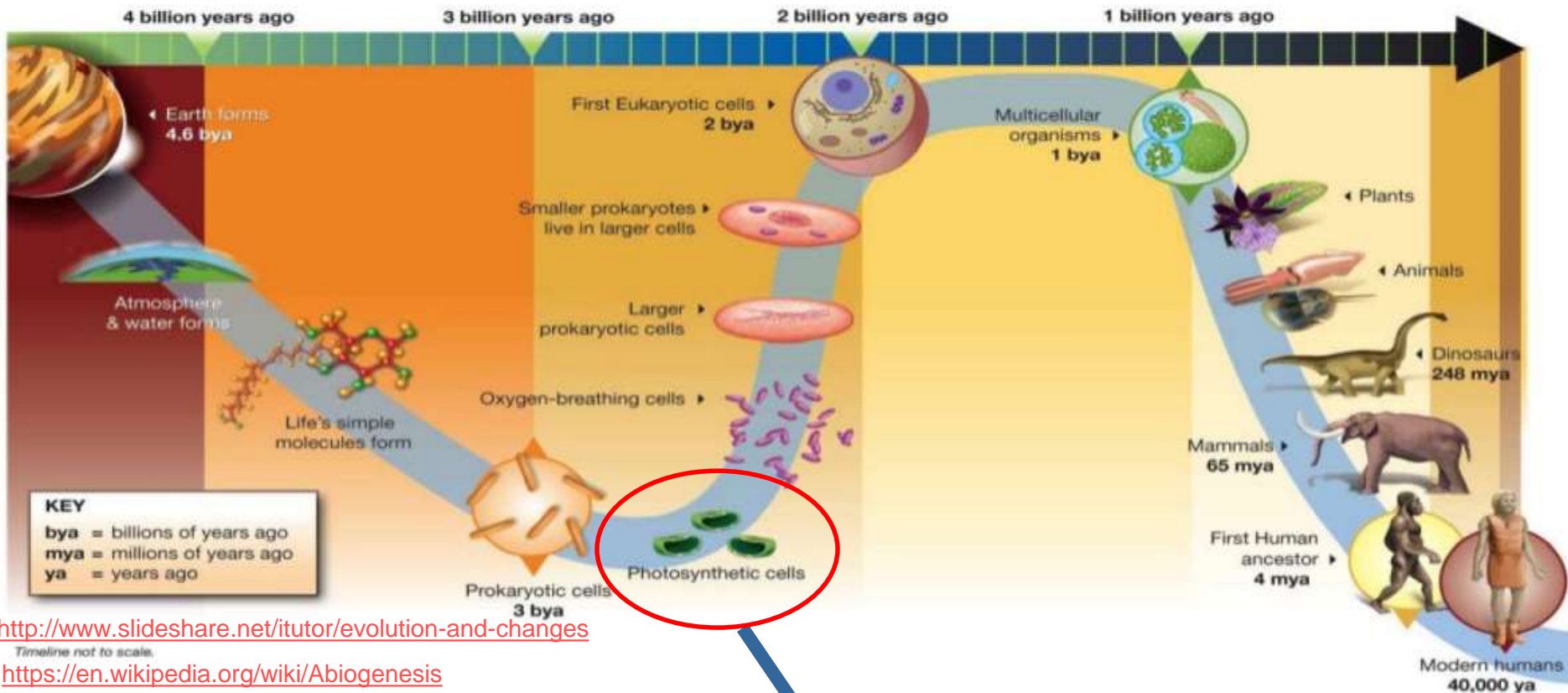
<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>

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



Prokaryote

3,5 bya

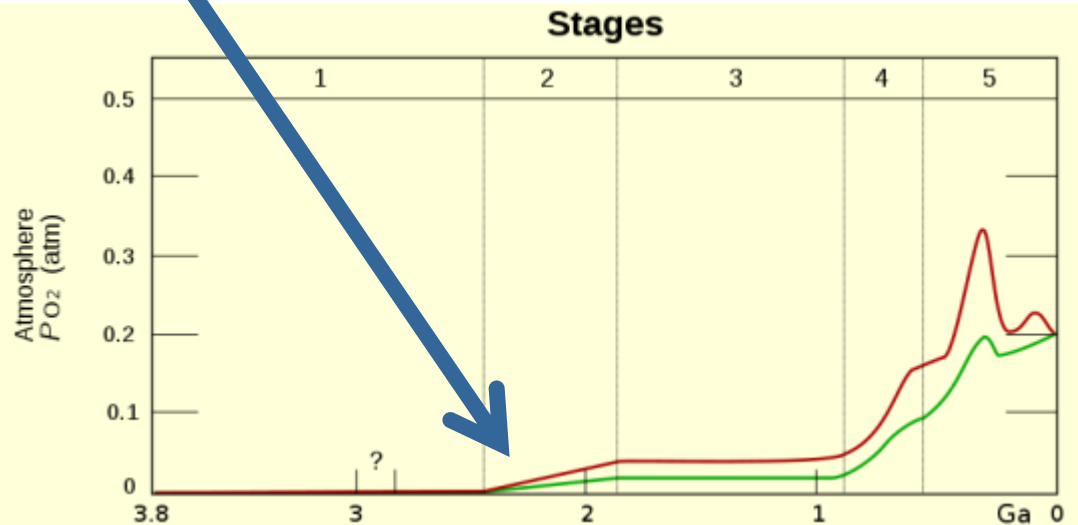


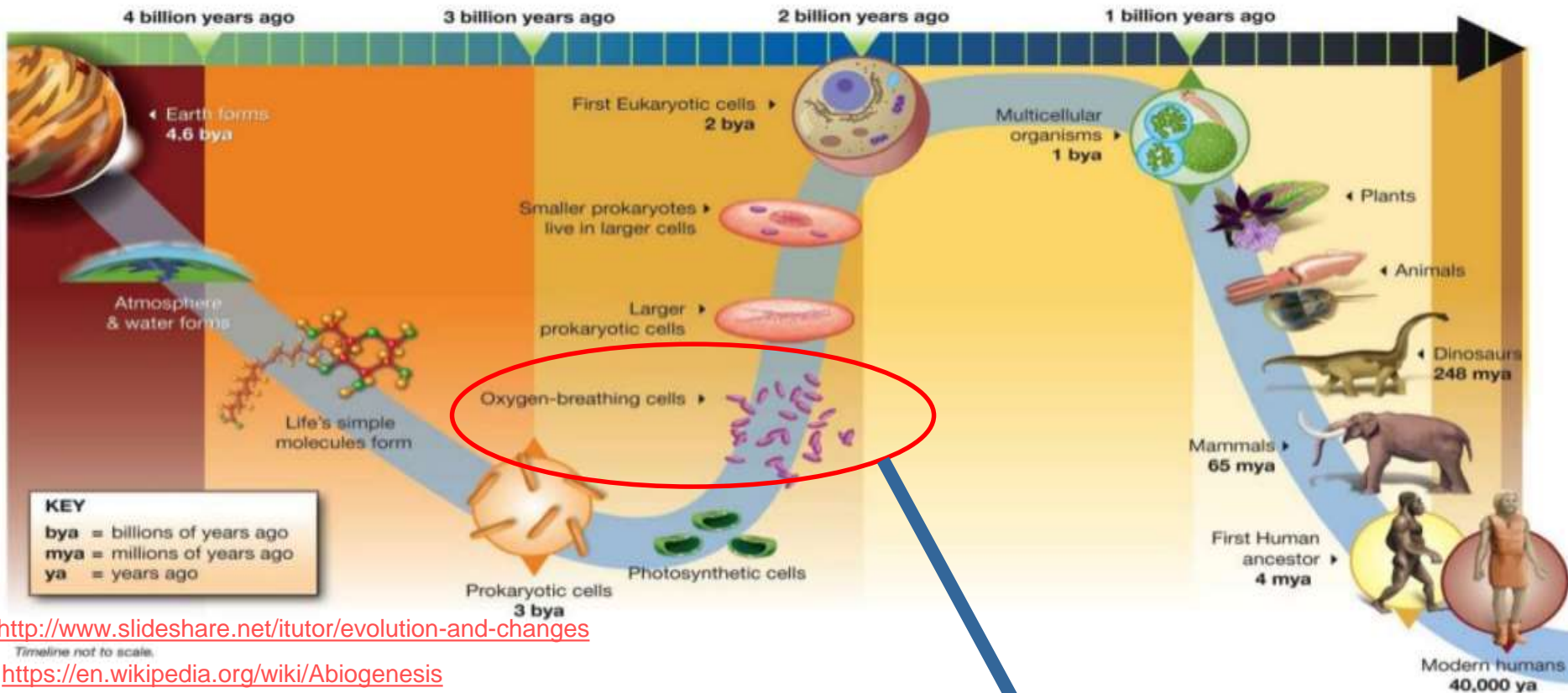
<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>

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

2,4 Ga :

La Grande Oxydation
(ou catastrophe de l'oxygène)

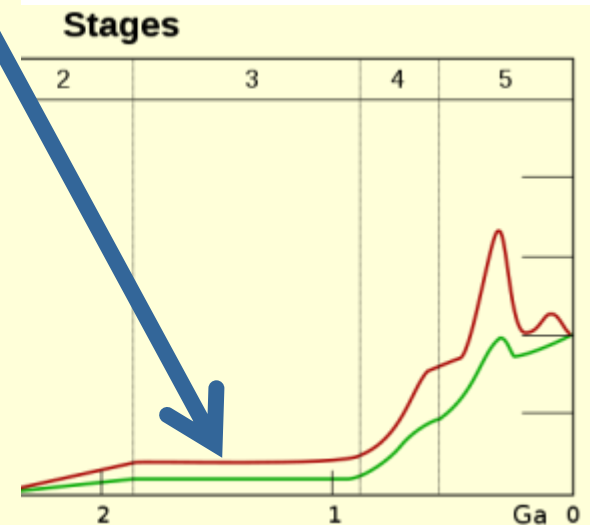


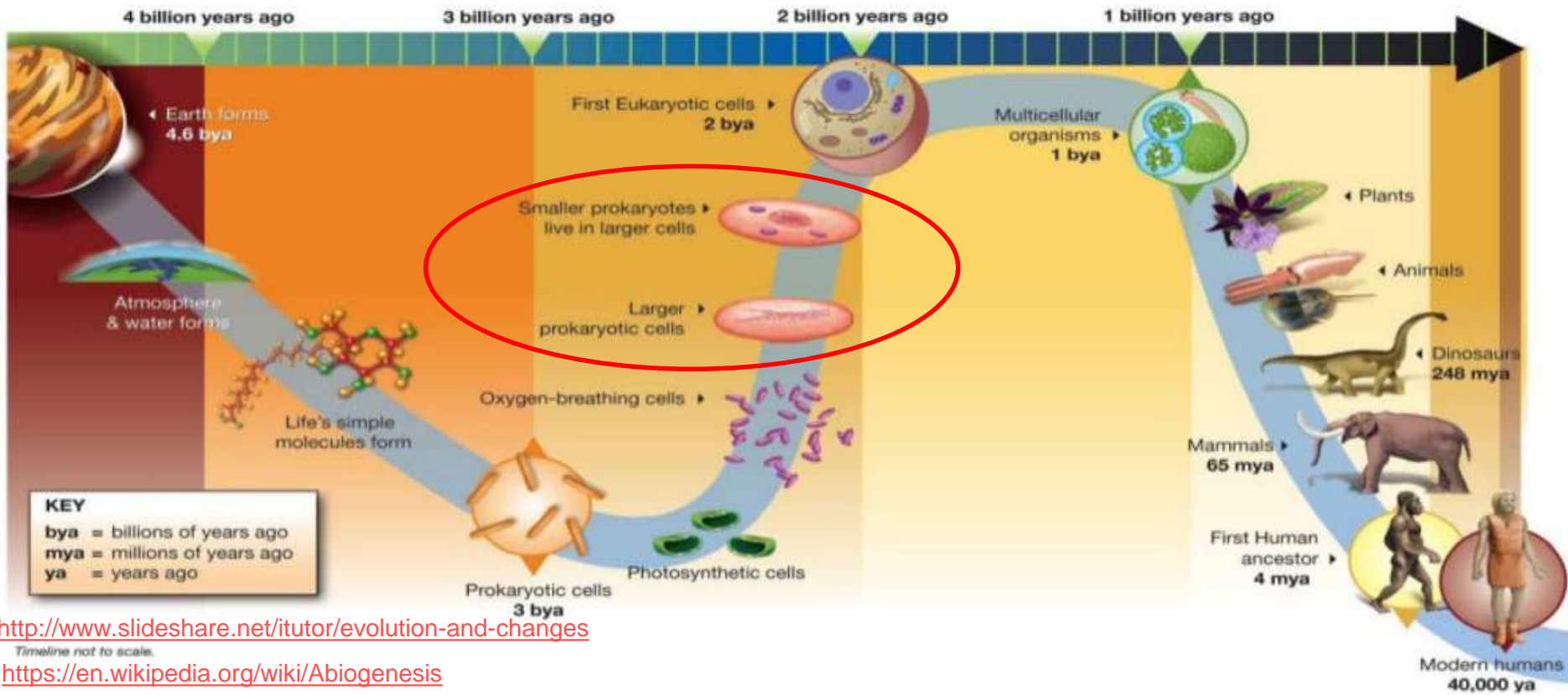


<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>

<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.

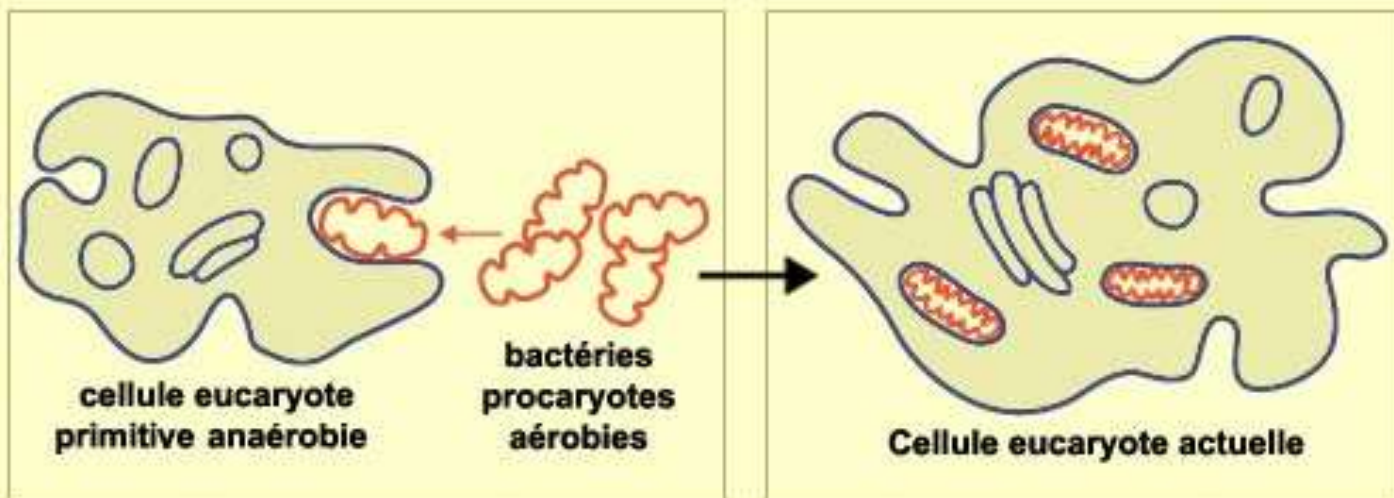




<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>

Timeline not to scale.

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



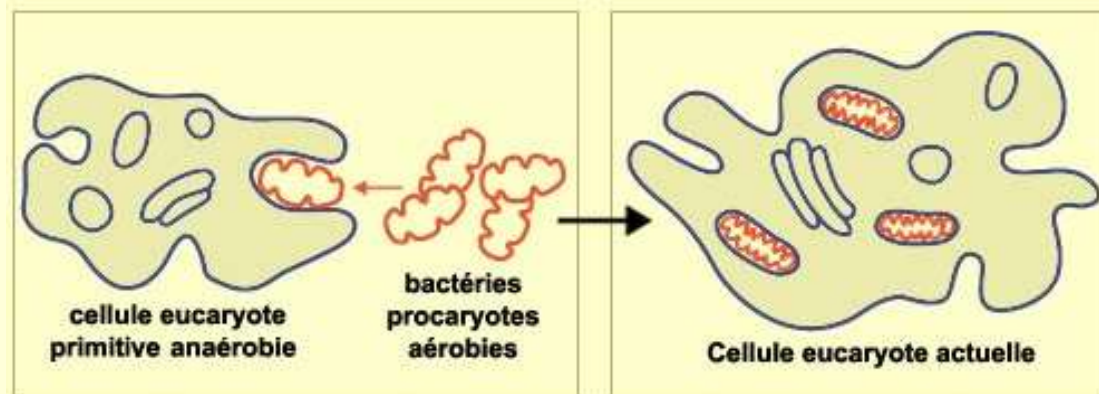
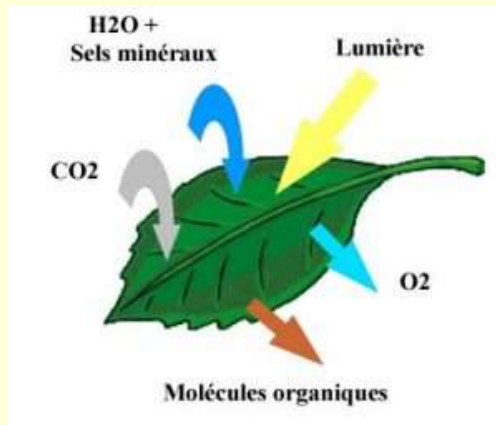
« Pas de mutation à l'origine de la **photosynthèse**
ou pas relation **symbiotique** cellules eucaryotes - bactéries aérobies
(qui sont des événements **contingents ou accidentels**),
pas de neurones si énergivores.
Pas de neurones, pas de cerveaux.
Pas de cerveaux, pas d'humains ! »

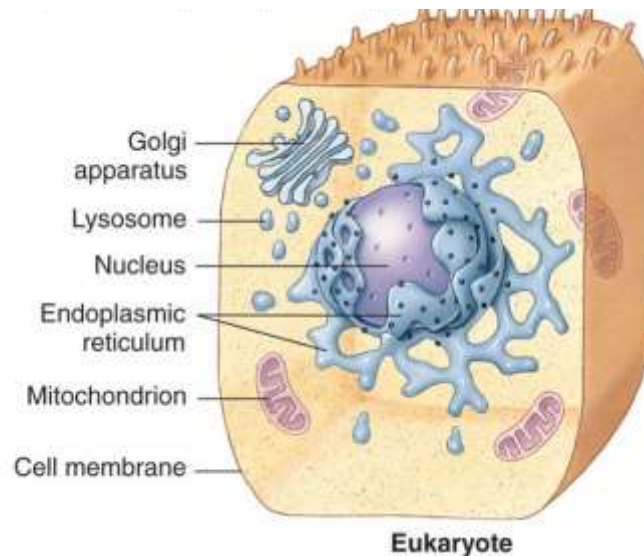
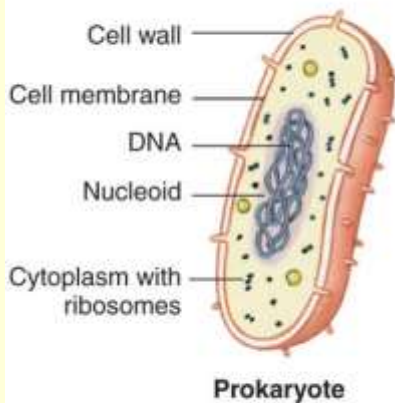
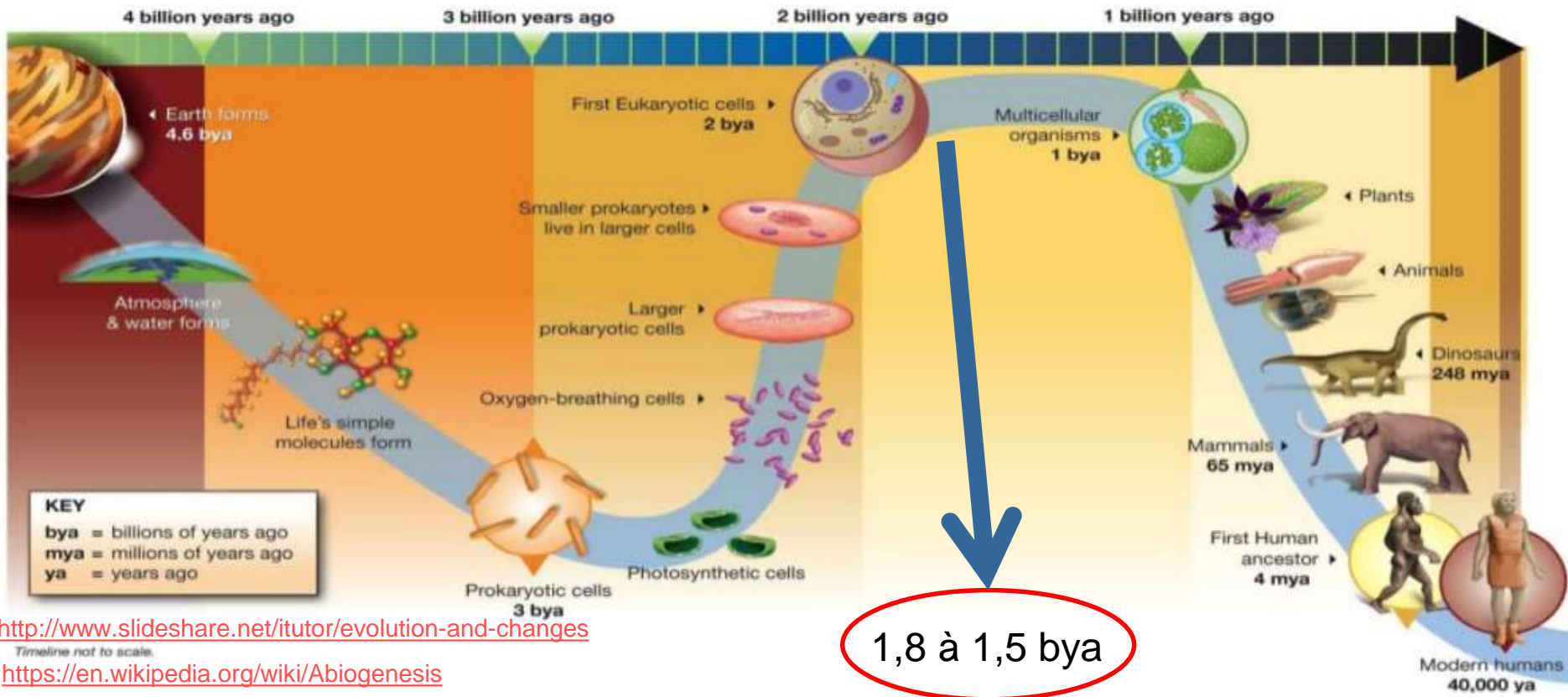


Car encore aujourd'hui,
chaque cellule de
votre cerveau possède
des mitochondries.

What
Caused
Life's Major
Evolutionary
Transitions?

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

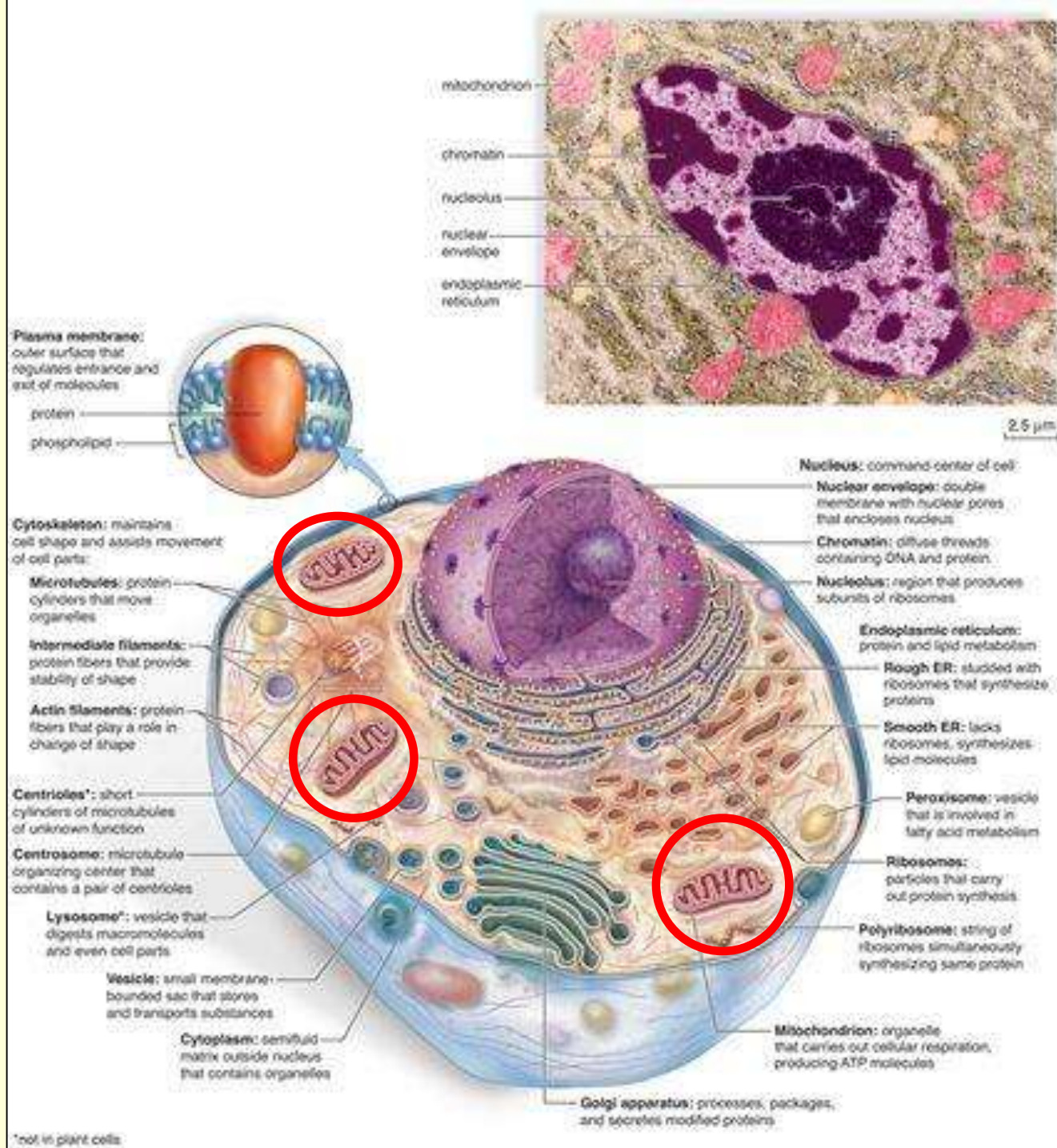


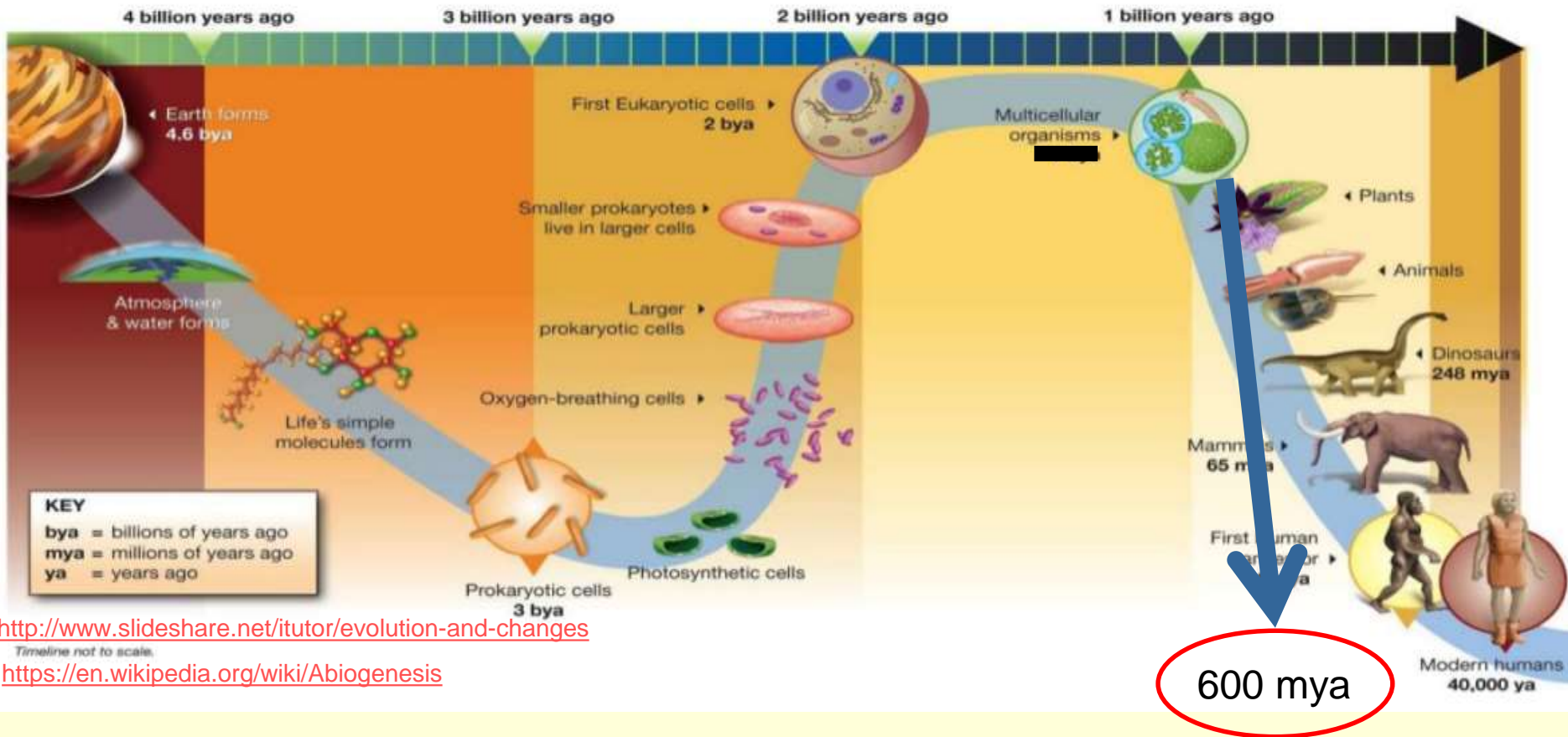


Les réseaux complexes se « compartimentalisent »

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

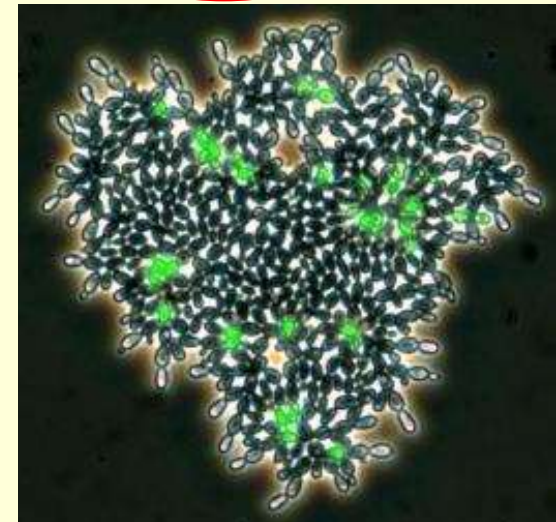
Mais aussi dans différents compartiments, dont un très important, les **mitochondries**.

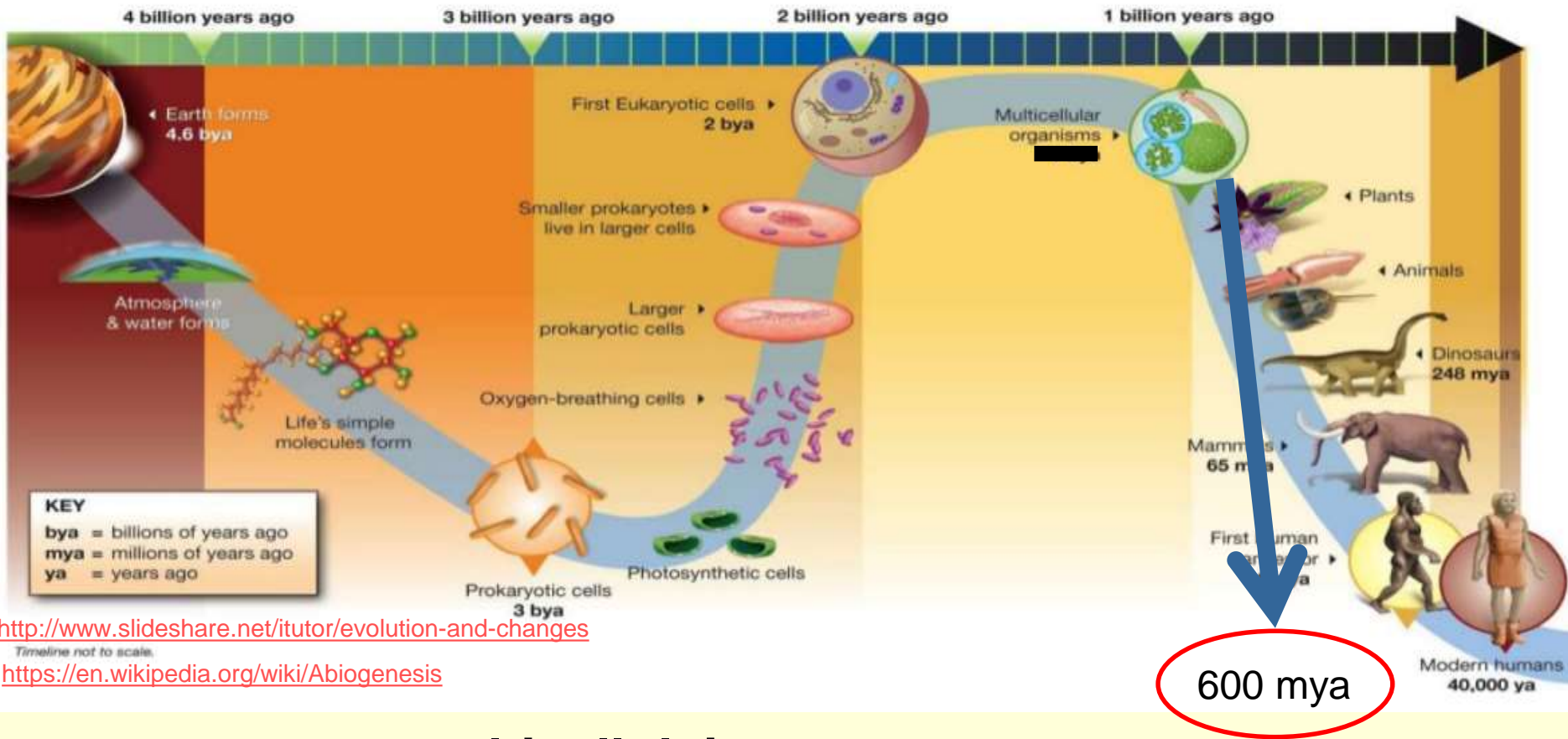




L'émergence de la vie **multicellulaire** est attestée dans des roches datées de 2,1 milliards d'années (mais disparaît suite à la « catastrophe de l'oxygène »). Elle réapparaît il y a un peu plus de 600 millions d'années.

Concept / Cadre théorique :





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

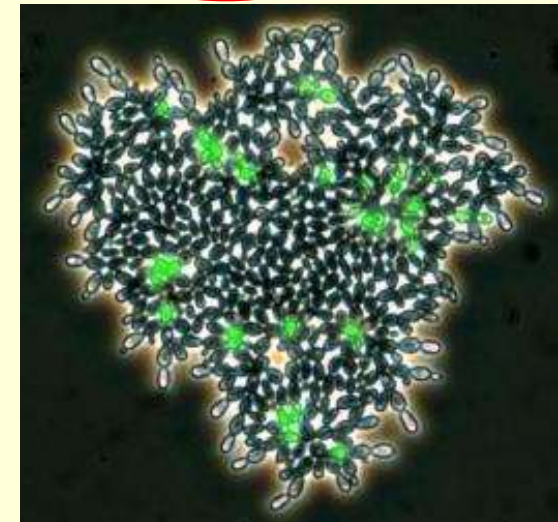
<https://en.wikipedia.org/wiki/Abiogenesis>

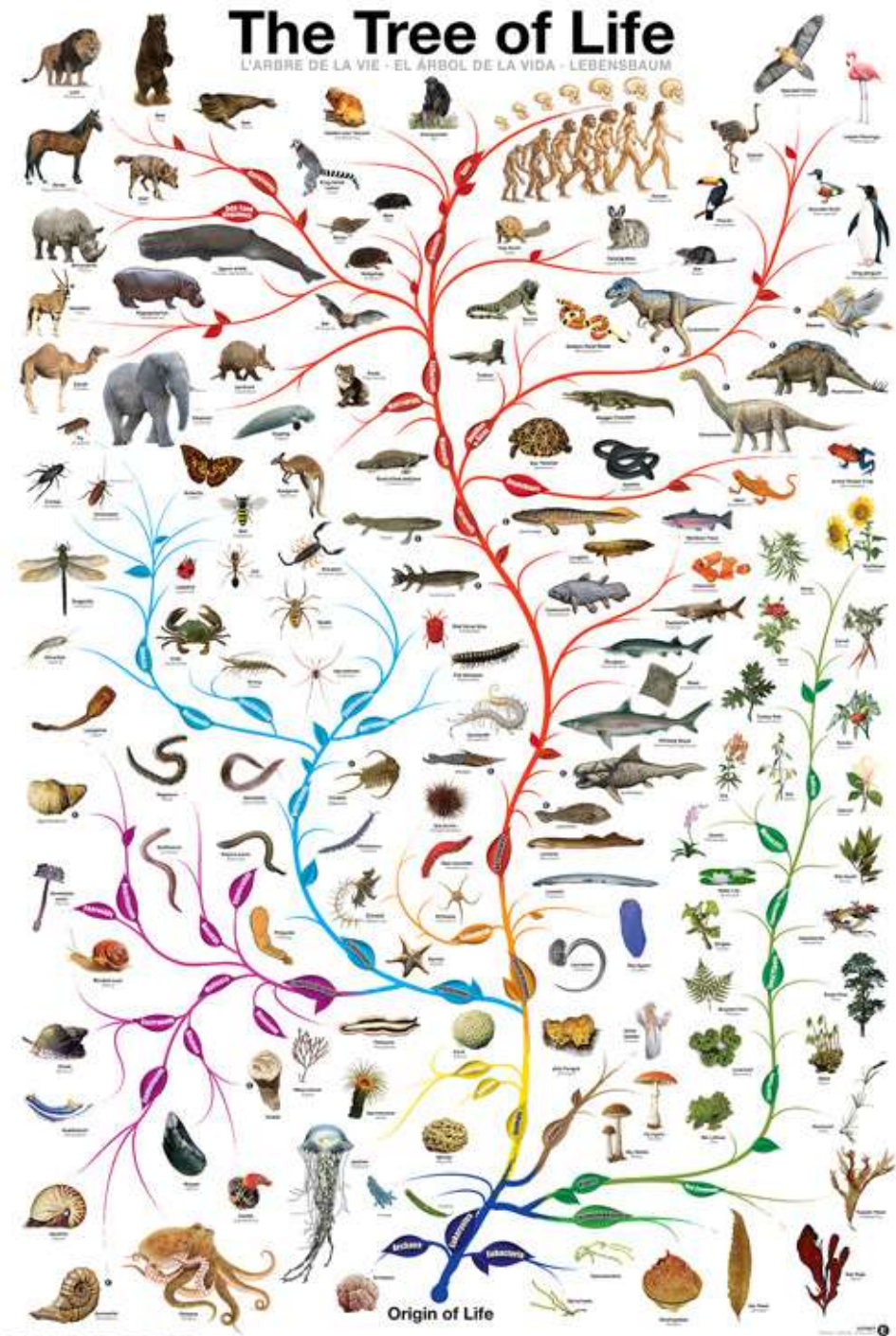
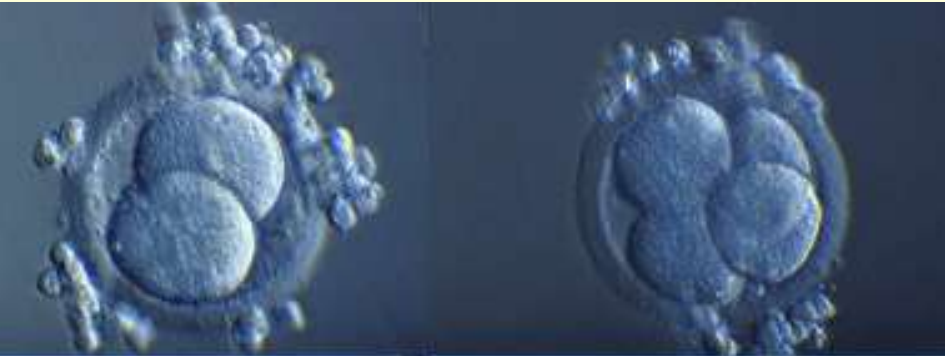
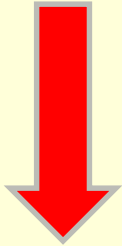
L'émergence de la vie **multicellulaire** est attestée dans des roches datées de 2,1 milliards d'années (mais disparaît suite à la « catastrophe de l'oxygène »).

Elle réapparaît il y a un peu plus de 600 millions d'années.

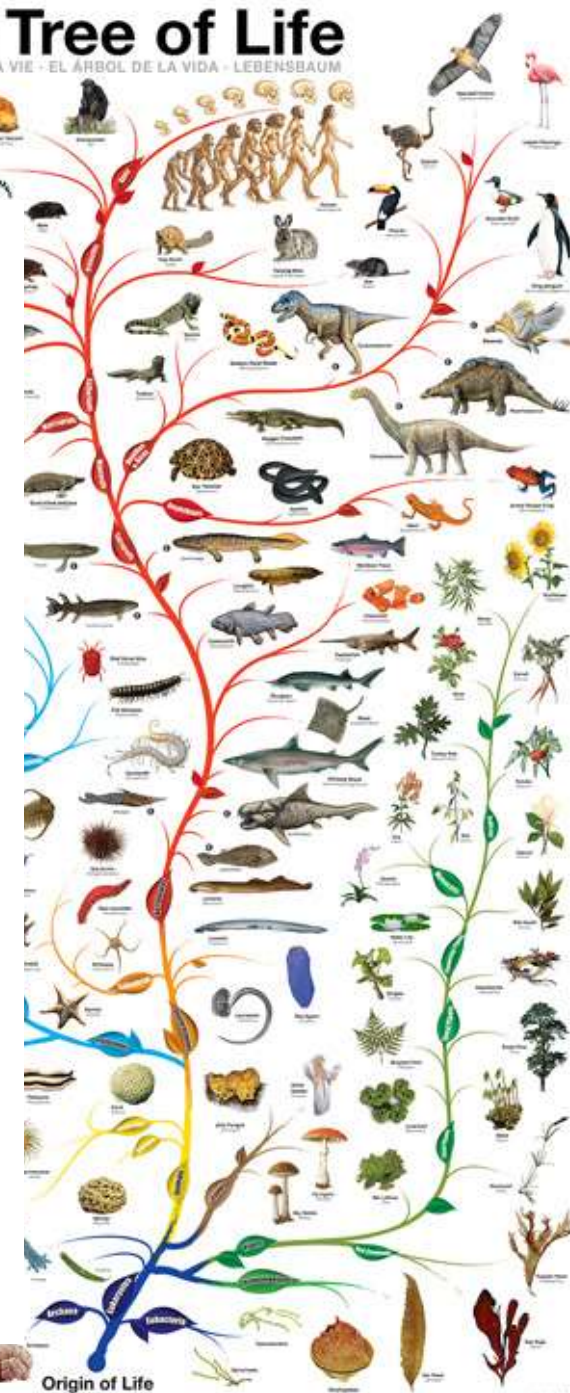
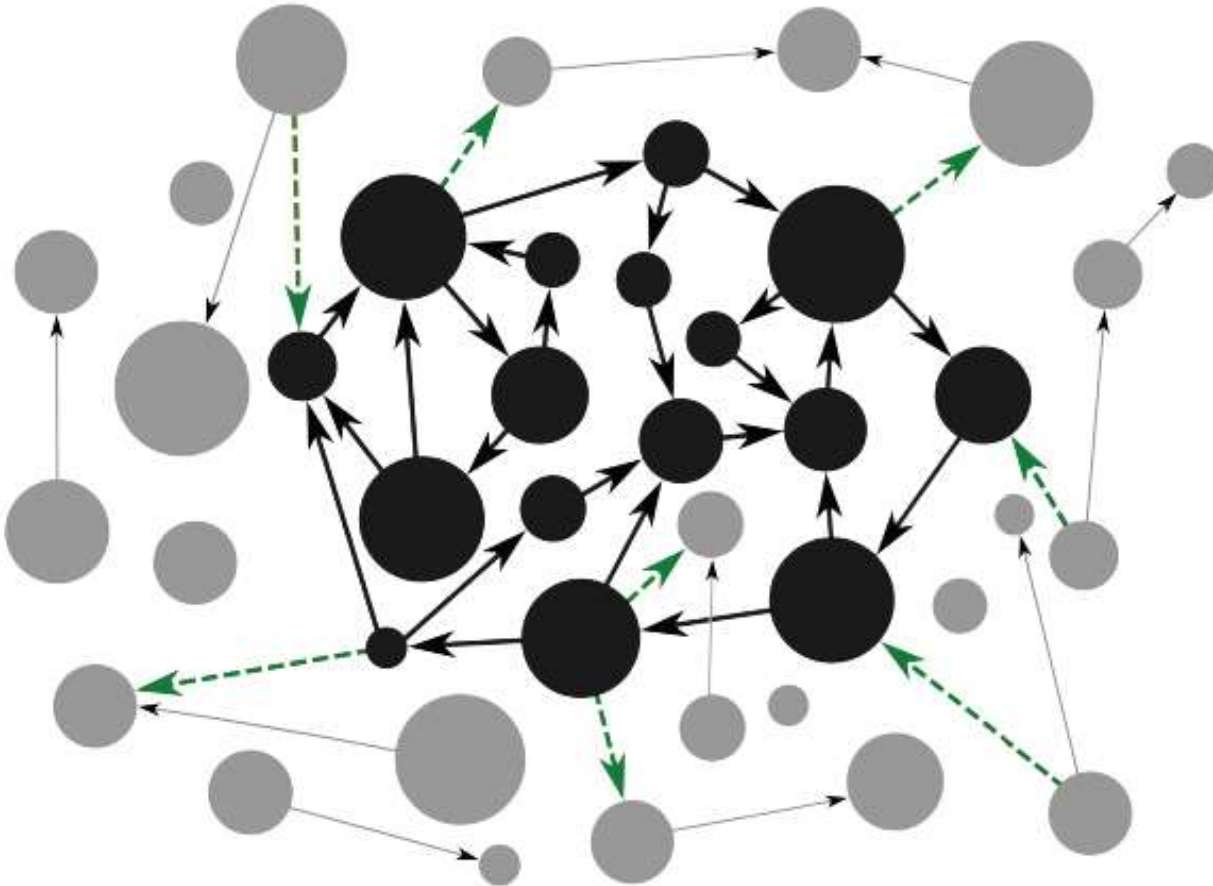
Des multicellulaires auraient évolué au moins 25 fois à partir d'ancêtres unicellulaires au cours de l'évolution.

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



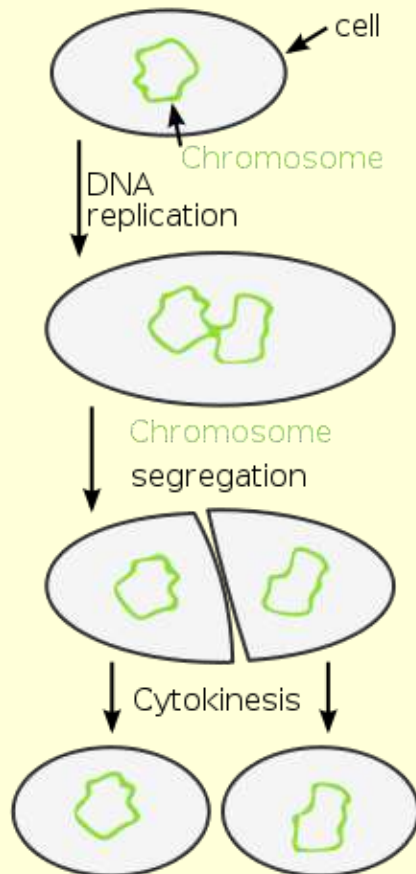


En noir : une cellule un organisme

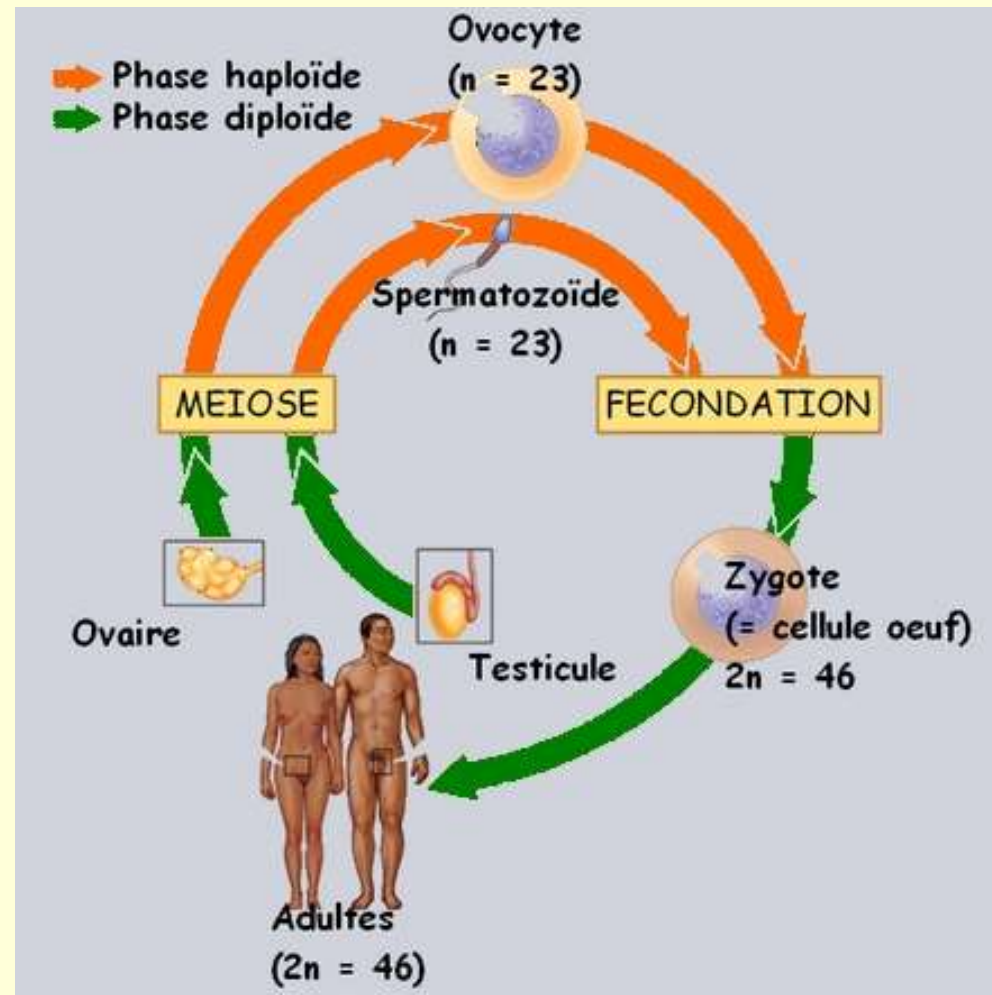


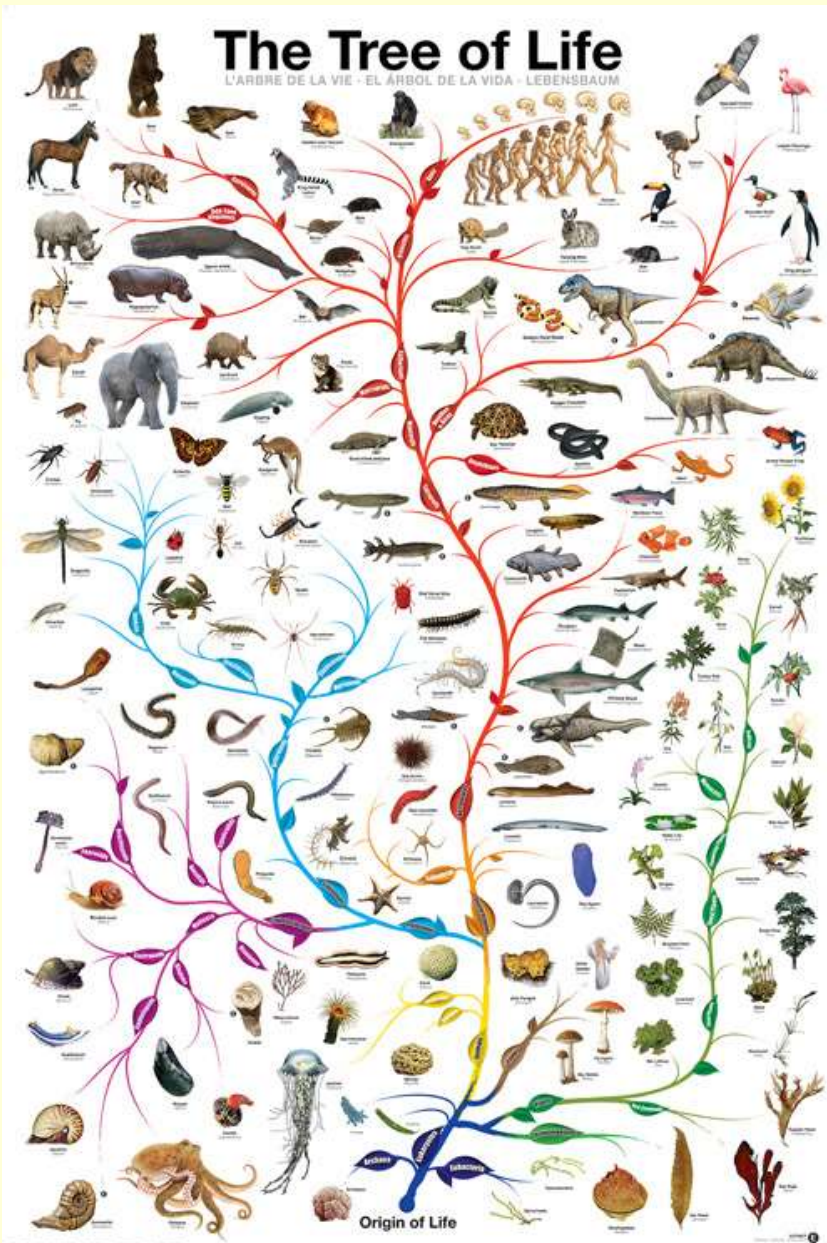
Autre étape importante : apparition de la **reproduction sexuée**, vraisemblablement avec les premiers eucaryotes.

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



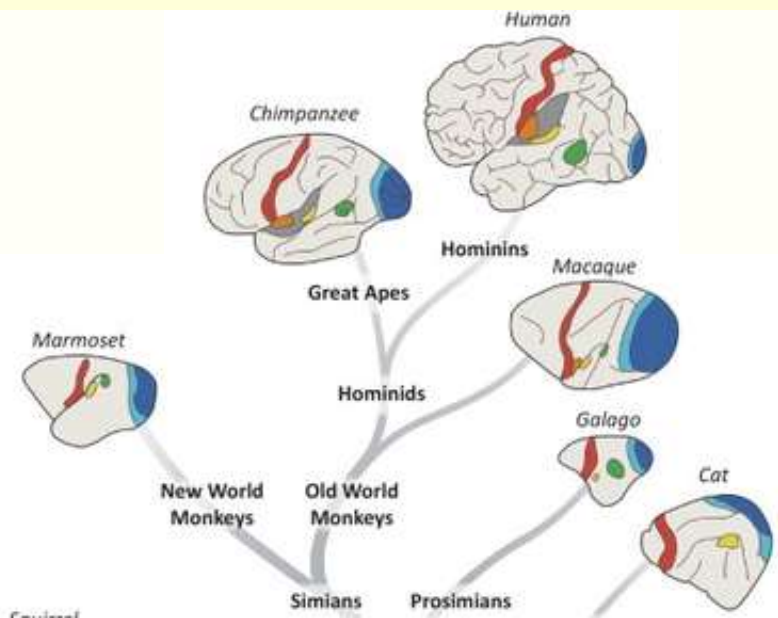
La sexualité : **deux** « parent » se mettent ensemble pour faire **un** individu toujours **différent** grâce au **brassage** du patrimoine génétique (crée beaucoup plus de **diversité**)





« 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 : Défis des sciences cognitives et perspective évolutive sur l'émergence des systèmes nerveux

Intro générale : cerveau-corps-environnement

Les sciences cognitives :
différents niveaux d'organisation et d'échelles de temps

Évolution cosmique, chimique et biologique

Émergence des systèmes nerveux

Plaisir, douleur, mémoire

Recyclage neuronal

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

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

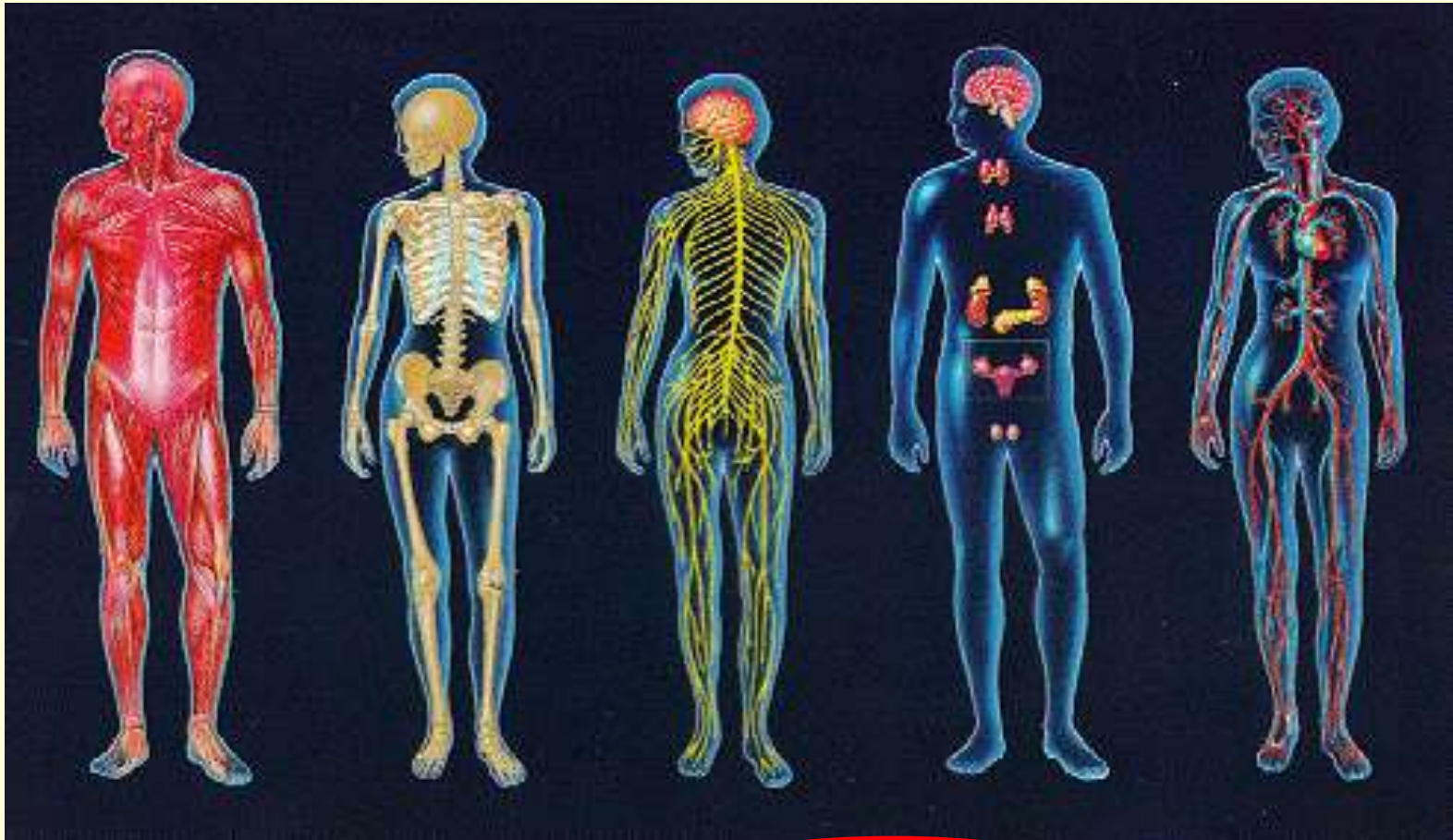


cellule
du cerveau



cellule
du foie

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

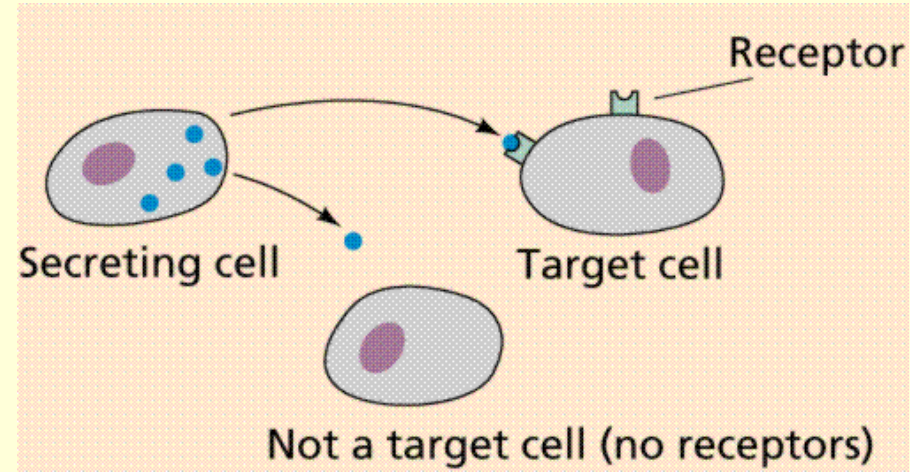
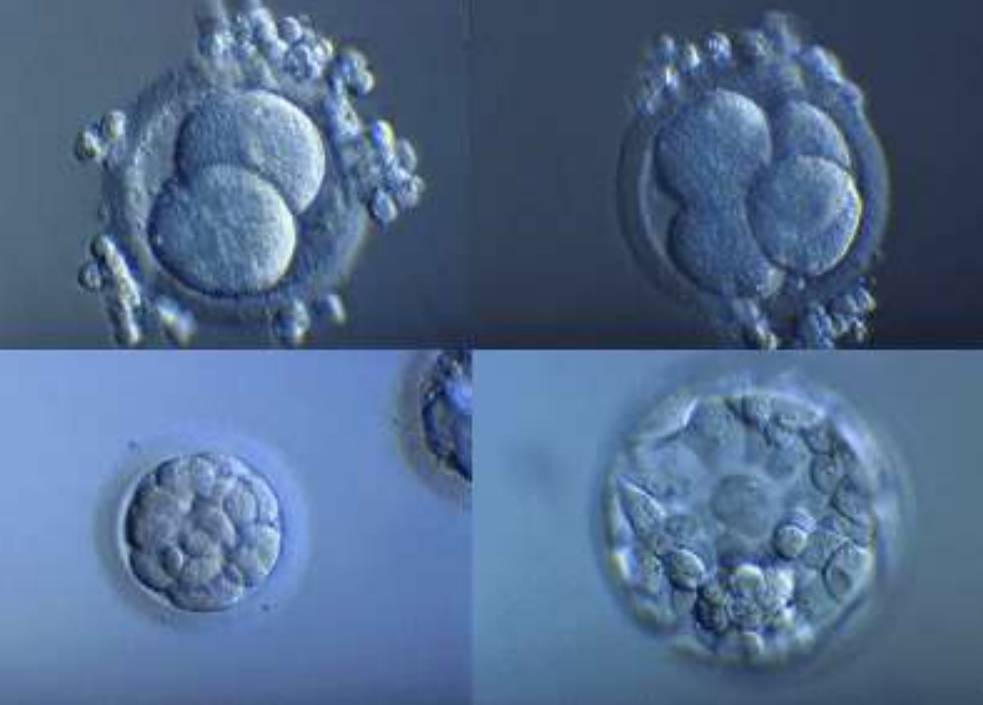


Musculo-squelettique

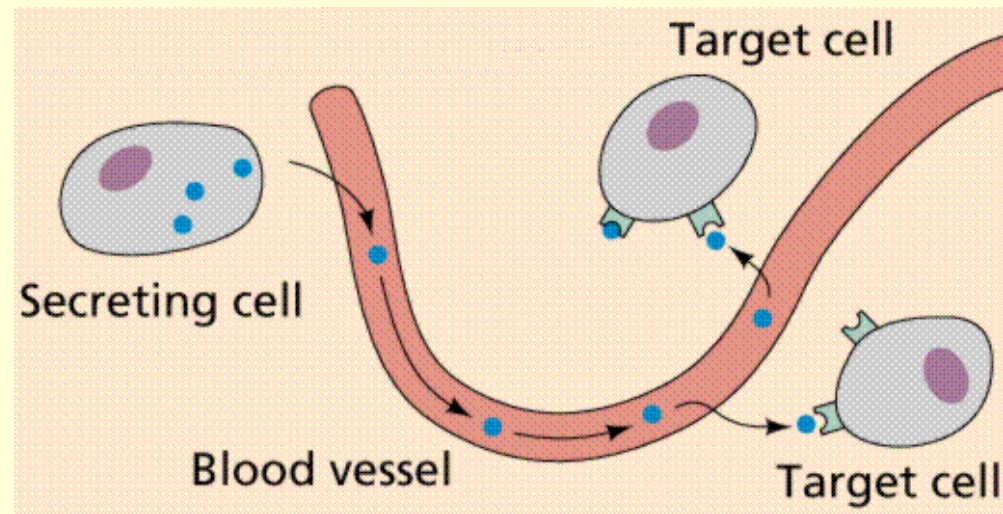
Nerveux

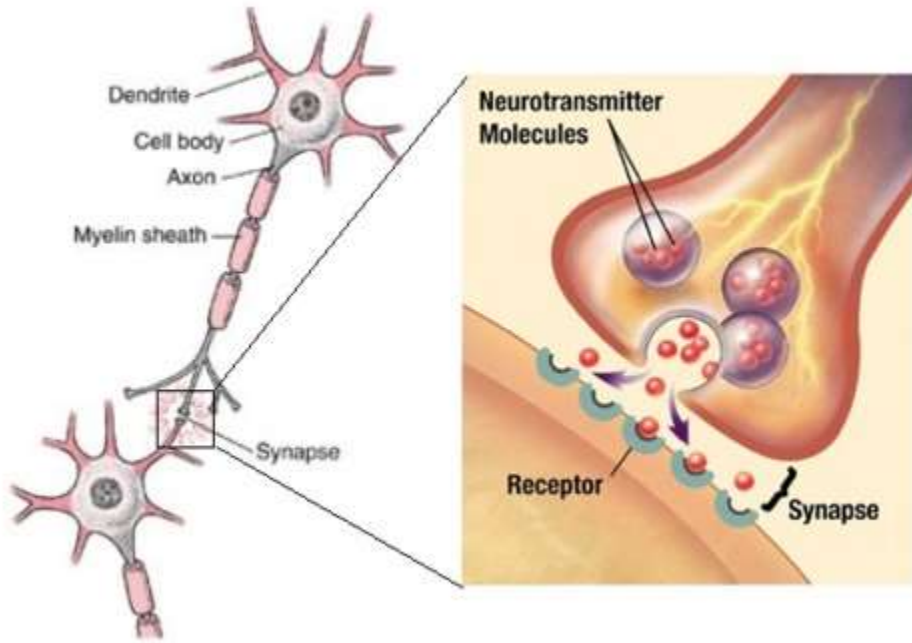
Endocrinien

Circulatoire

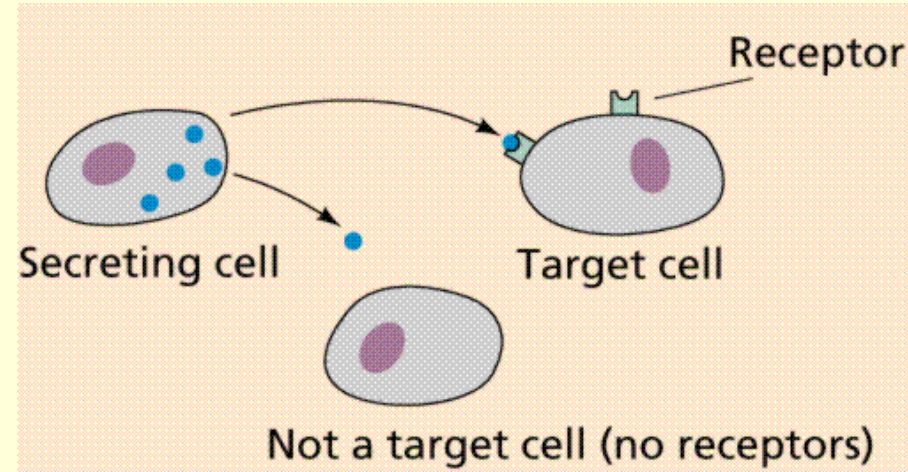


Hormones !
(système endocrinien)

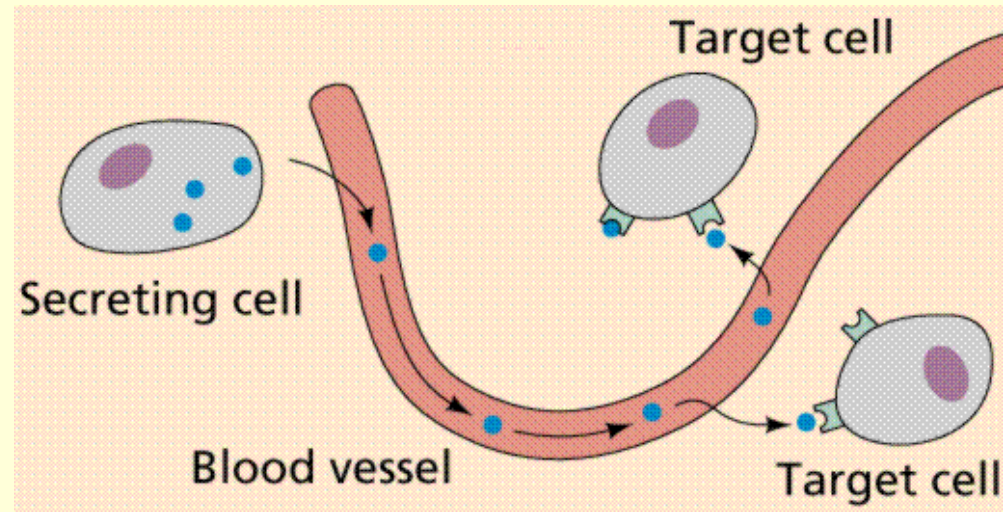




...mais aussi neurotransmetteurs et récepteur des neurones du **système nerveux !**

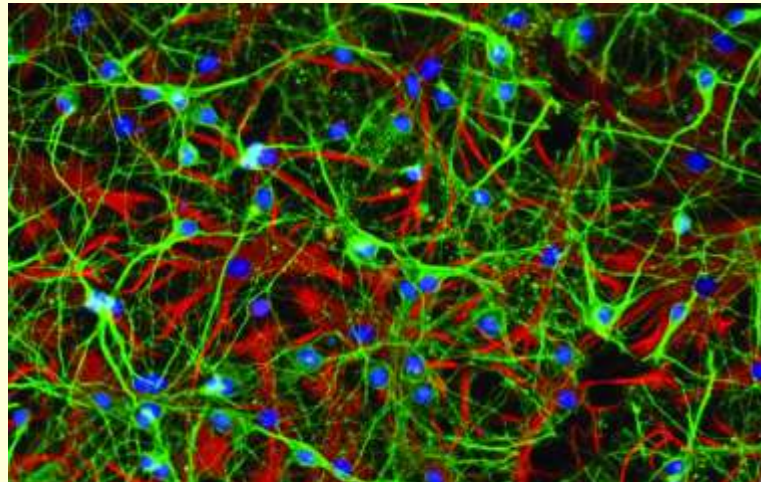


Hormones !
(système endocrinien)



« 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.

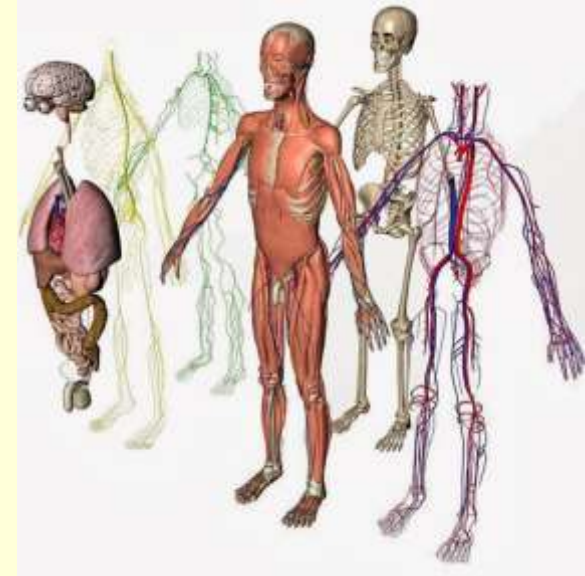


Nos besoins fondamentaux subissent des fluctuations qui oscillent autour d'une valeur optimale vers laquelle les différents systèmes de l'organisme vont tendre à les ramener.

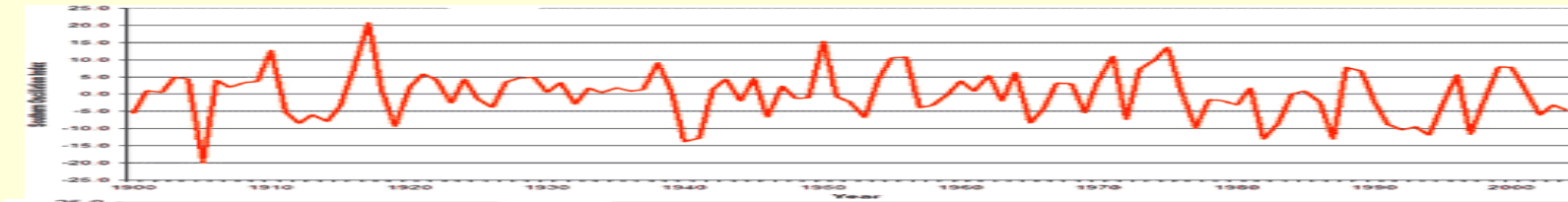
Autrement dit :

l'autopoïèse du niveau cellulaire va devenir

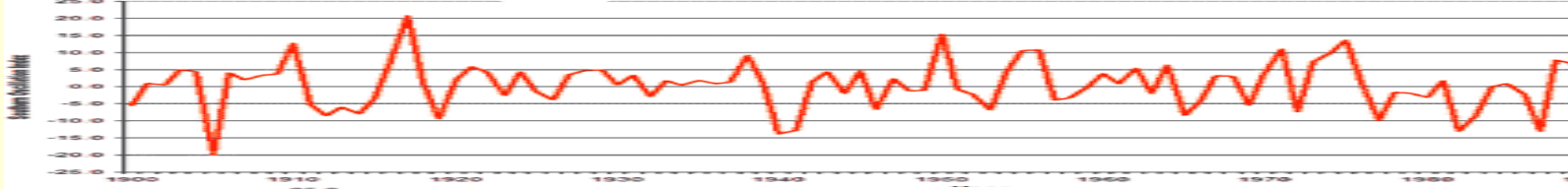
l'homéostasie au niveau de l'organisme multicellulaire !



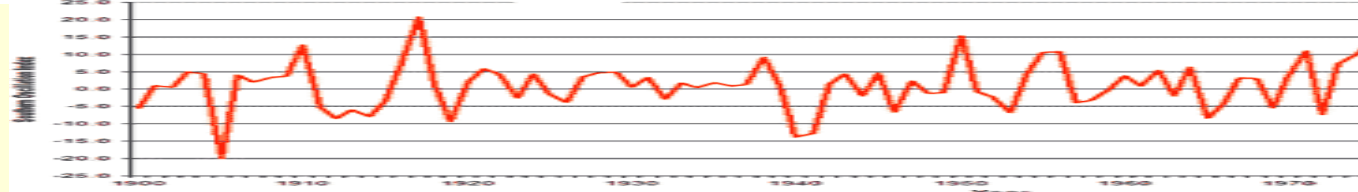
FAIM



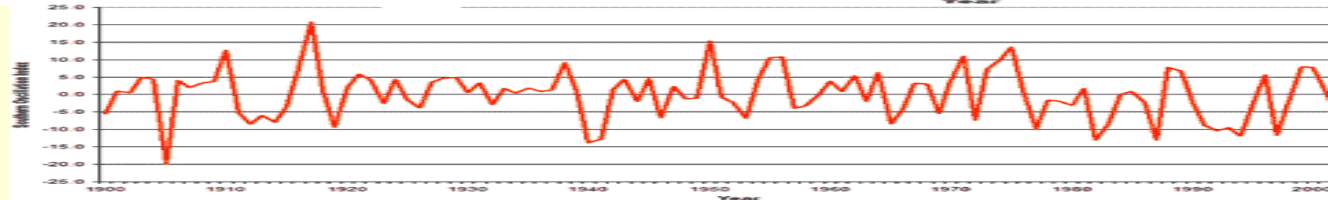
SOIF



TEMPÉRATURE



REPRODUCTION



Concept / Cadre théorique :

Claude BERNARD (1813-1878), en **1865**, 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"

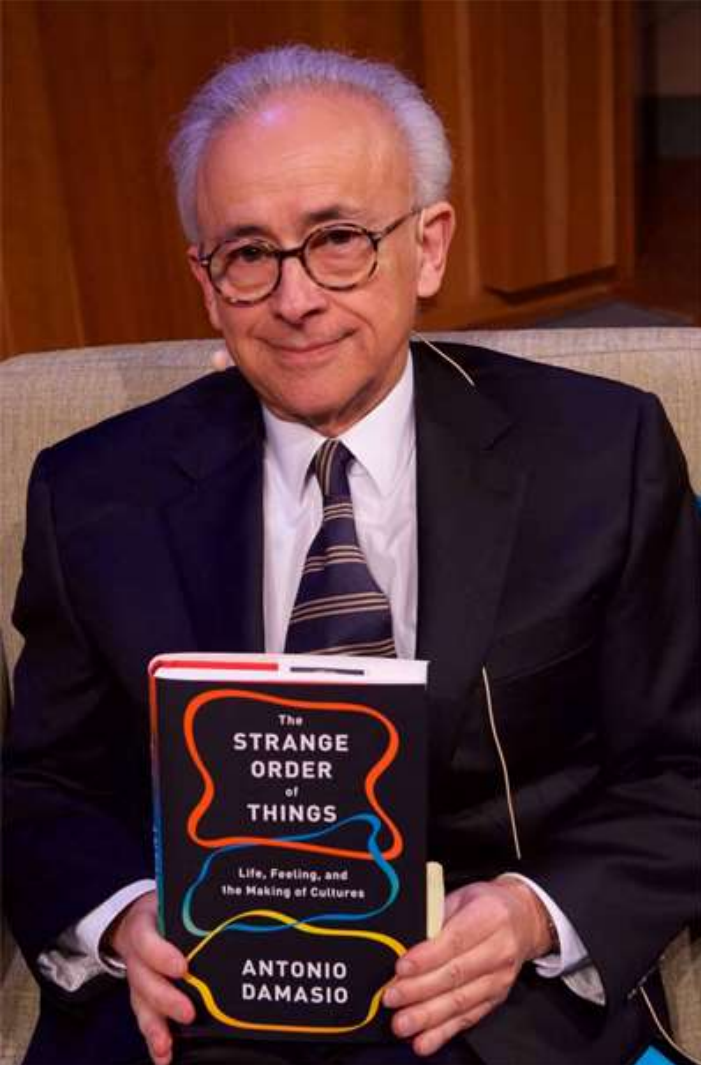
Walter Bradford CANNON (1871-1945), forge le mot **homéostasie** à partir des deux mots grecs stasis (état, position) et homolos (égal, semblable à) en **1926**.

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

- Karl Friston (**2010**)

« Technically, biological systems **revisit the same set of characteristic states** that constitute a *random dynamical attractor*. »

- M. Ramstead, A. Constant, P. Badcock, K. Friston (**2019**)

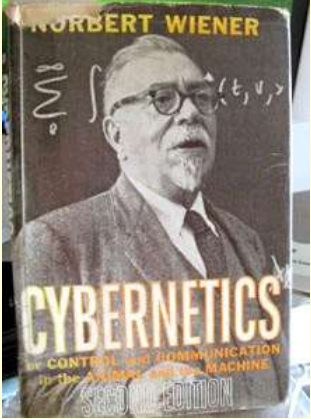


3 décembre 2018

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** ».

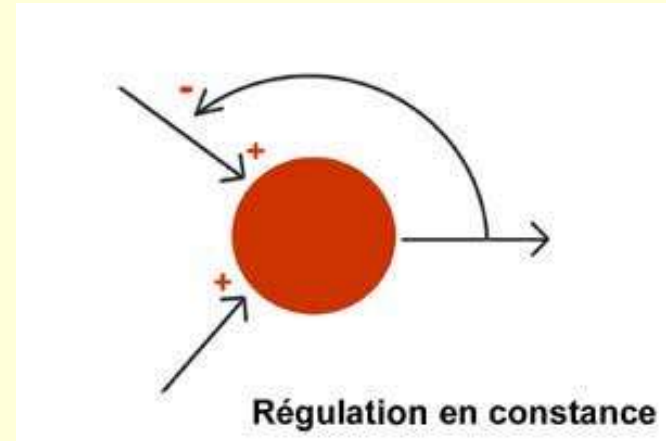


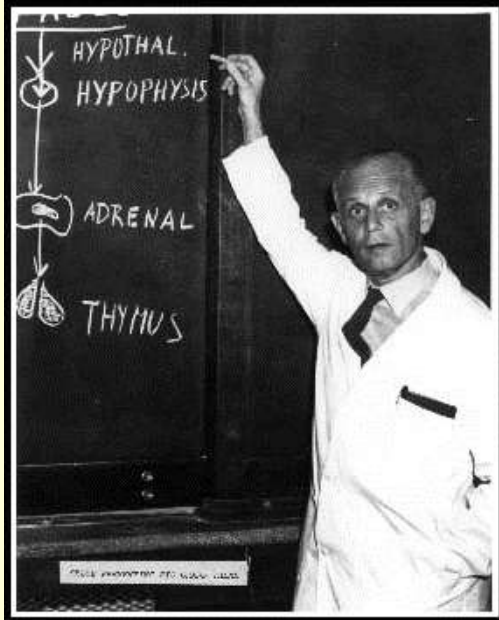
Depuis les pionniers de la **cybernétique** au milieu du XXe siècle, on sait que l'un des principes de base des systèmes régulés est :

la **rétroaction**

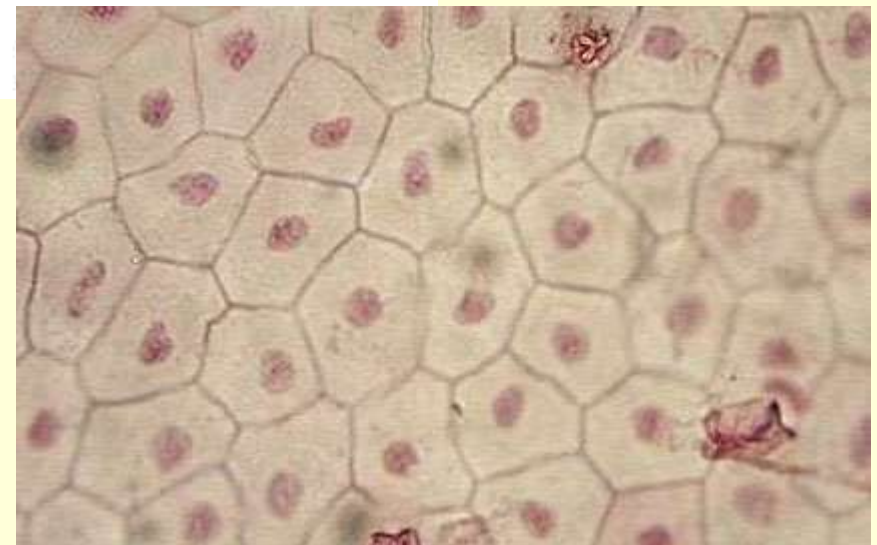
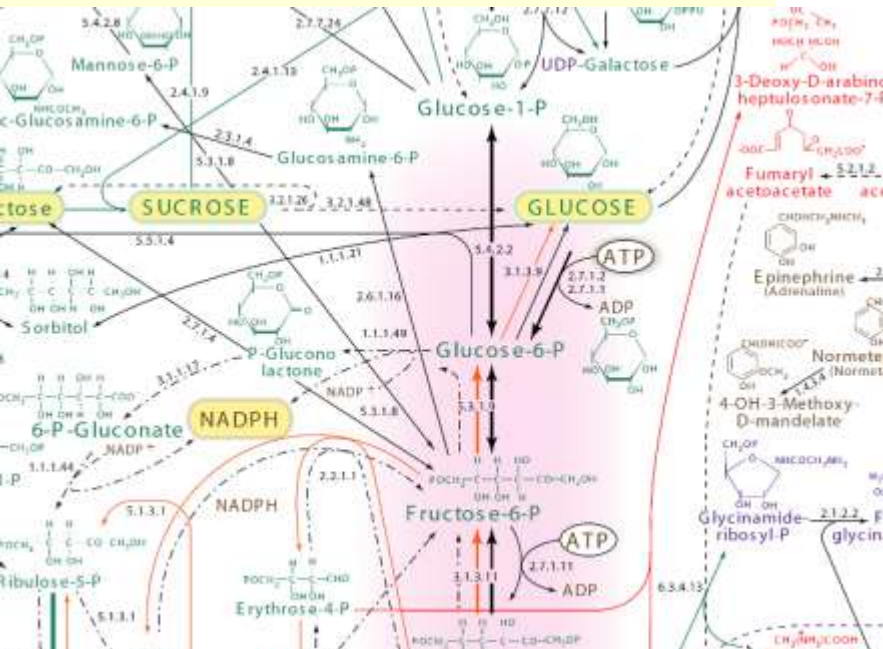
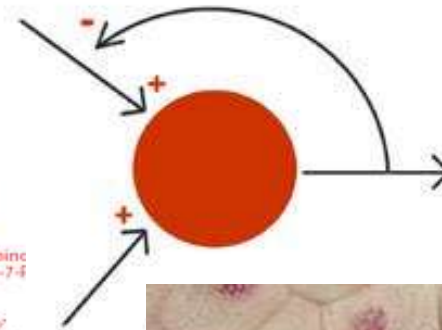
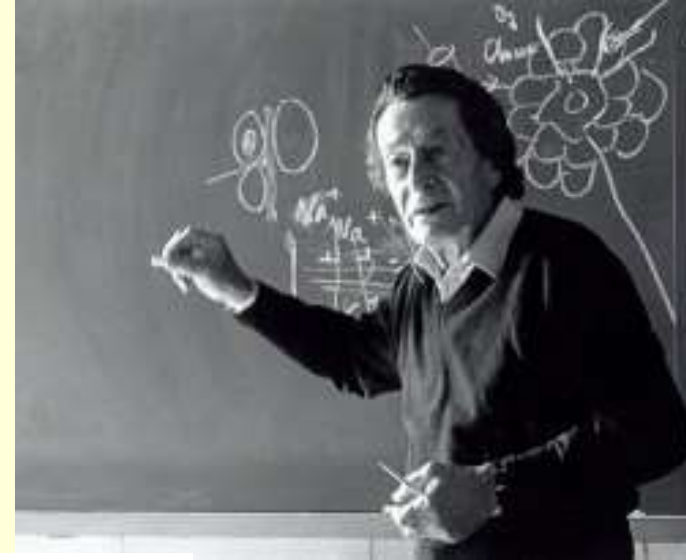
[feedback, closed loop, control mechanism]

Concept / Cadre théorique

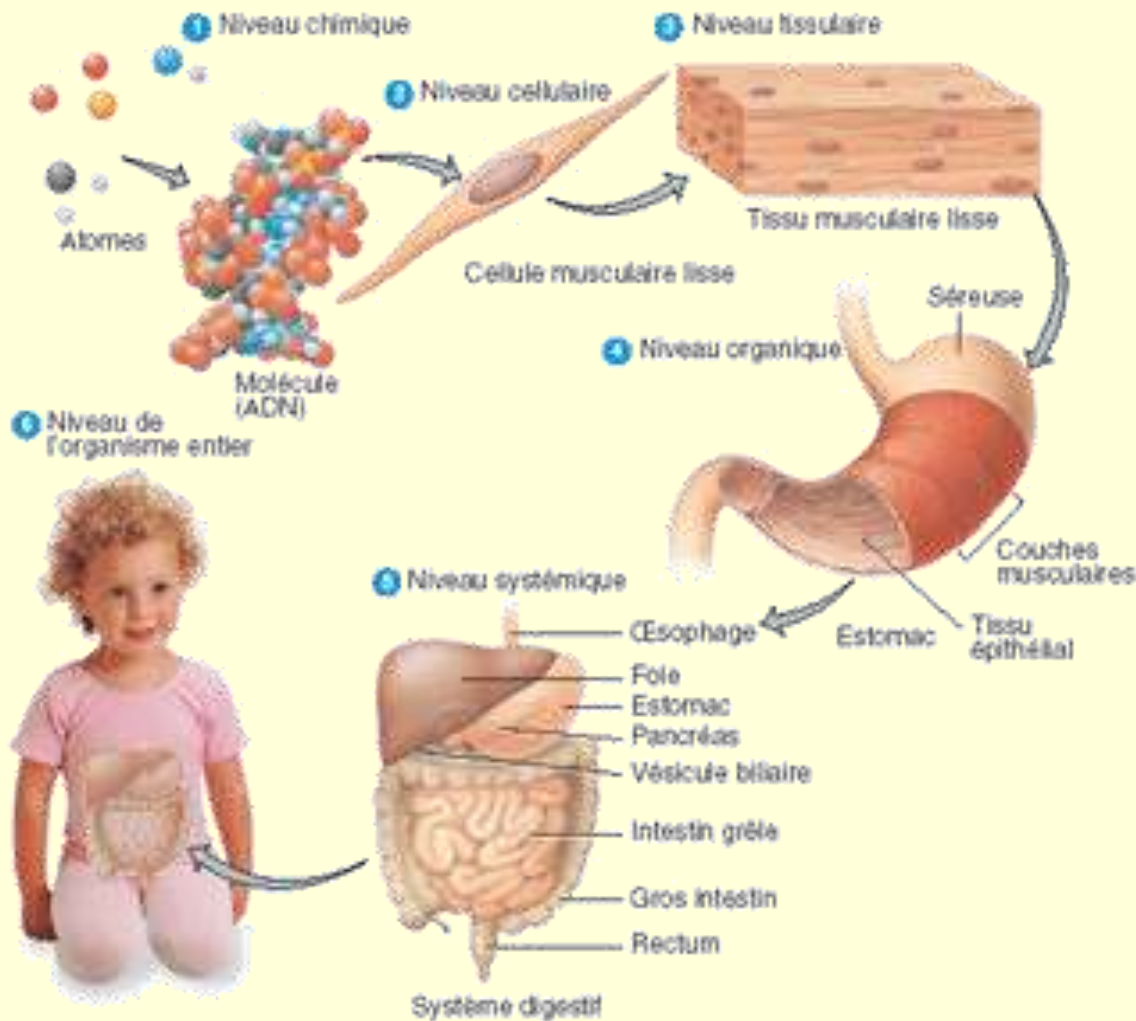




Des gens comme Hans Selye ou Henri Laborit vont être inspiré par cette notion de rétroaction pour la compréhension du vivant.



Organisation structurale du corps humain (Figure 1.1)

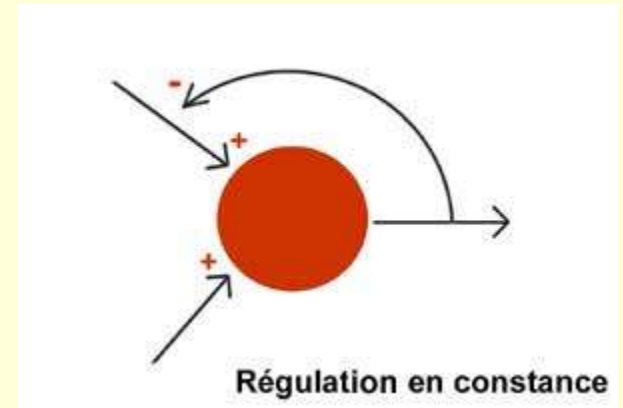
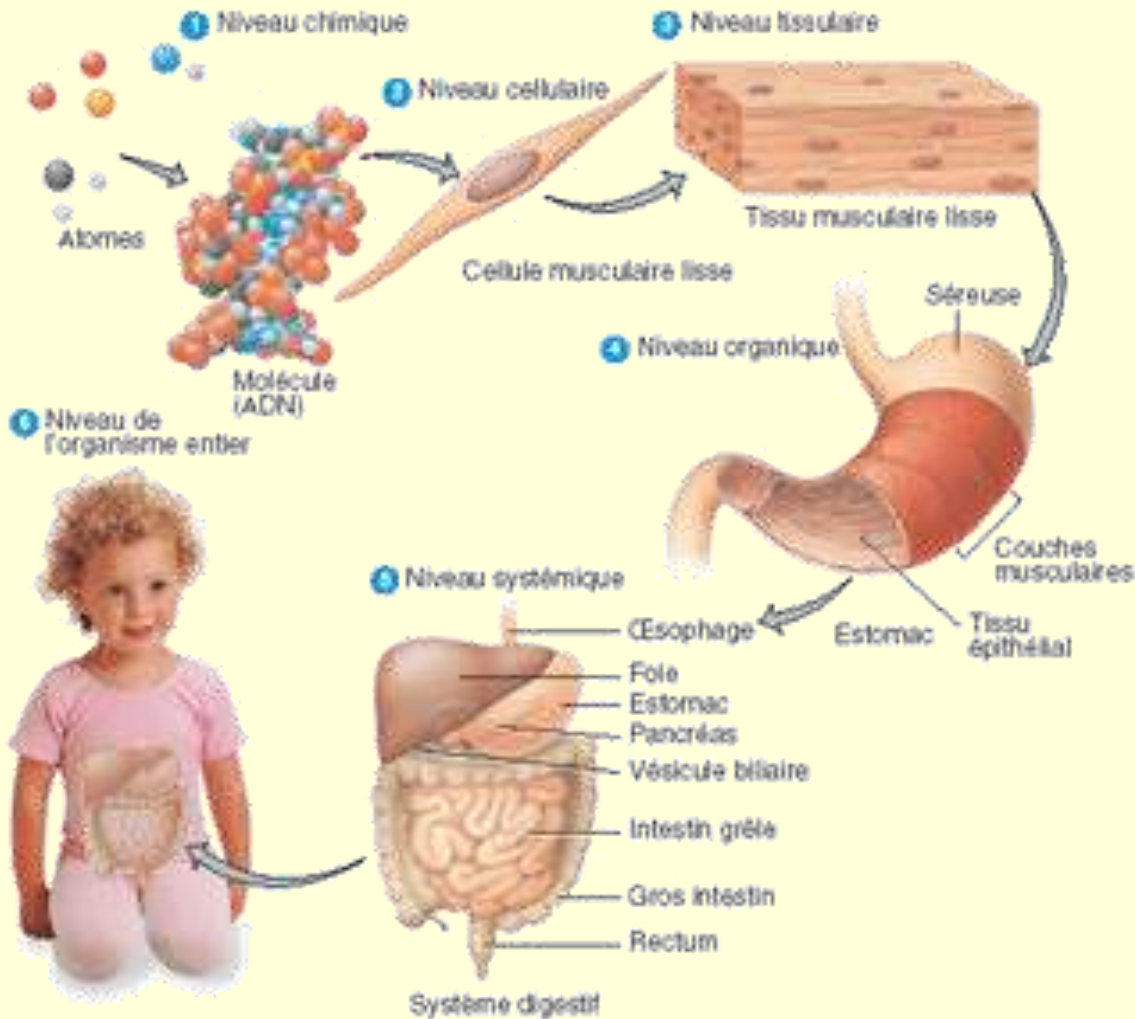


Car dans un organisme, chacun de ces « **niveaux d'organisation** » doit collaborer pour maintenir l'homéostasie de l'ensemble.

Comment ?

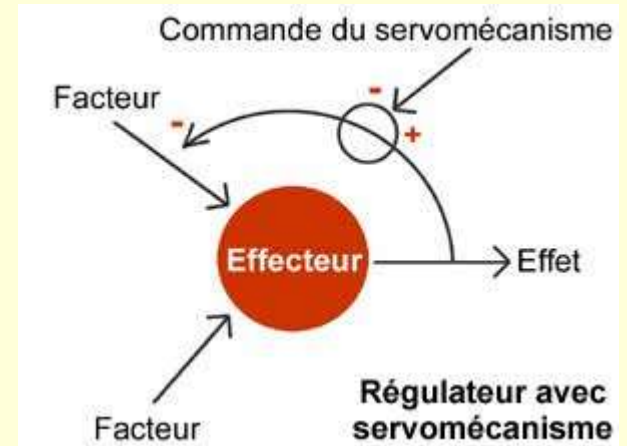
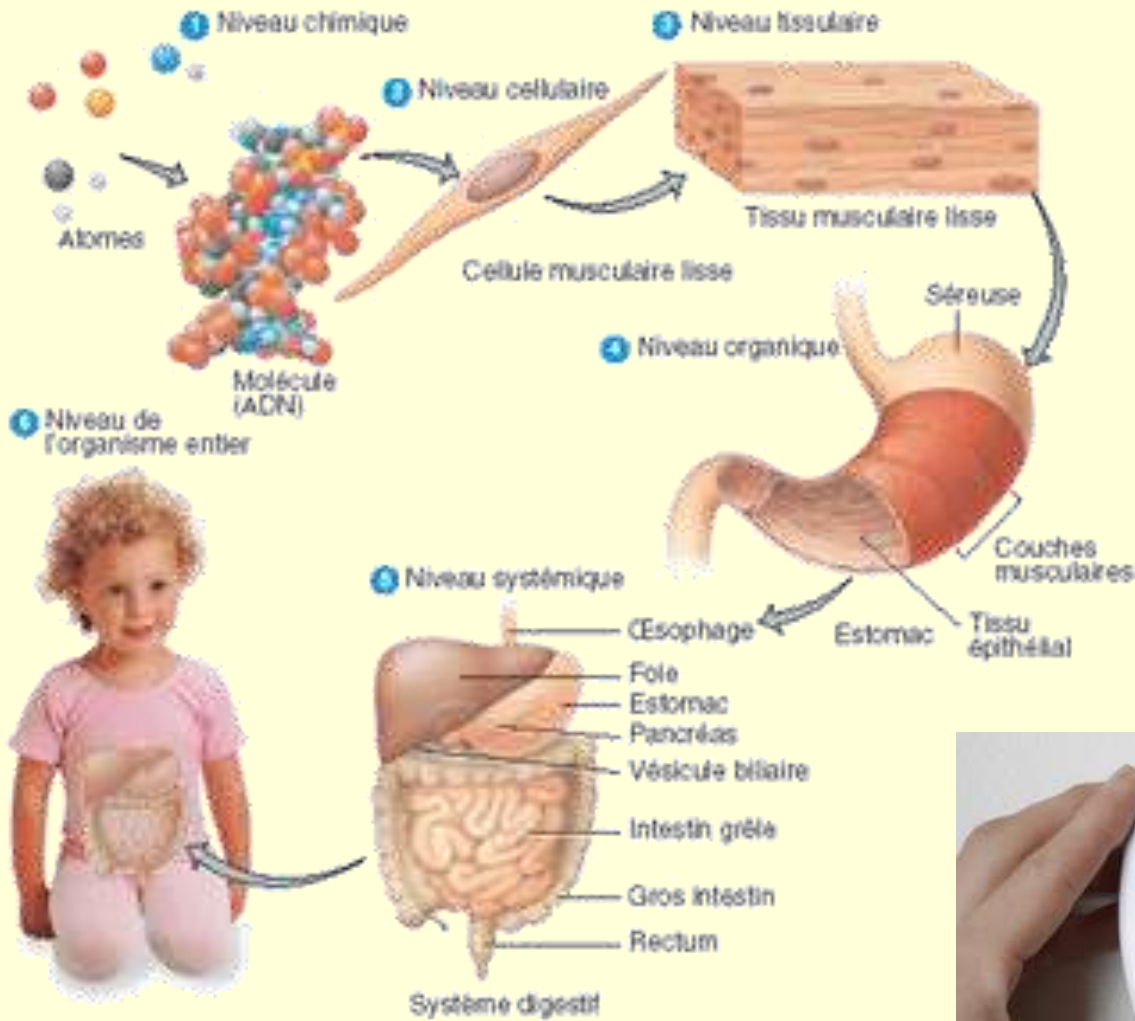
Par régulation de chaque niveau...

Organisation structurale du corps humain (Figure 1.1)

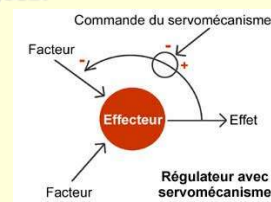
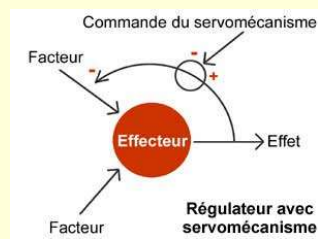
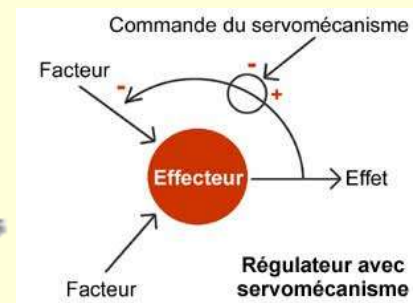
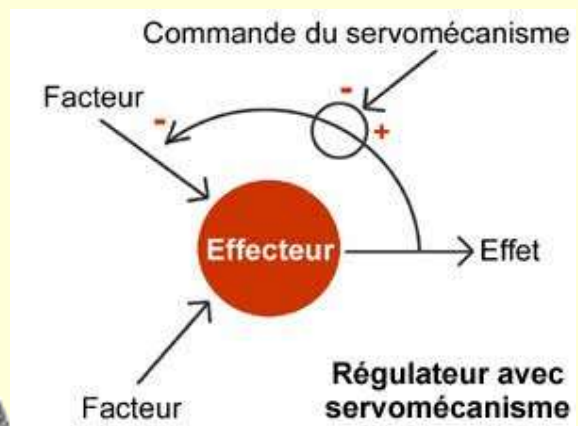
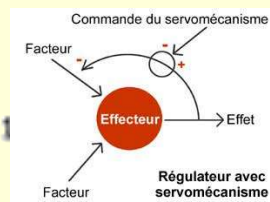
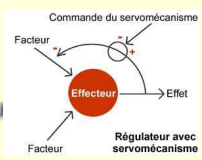
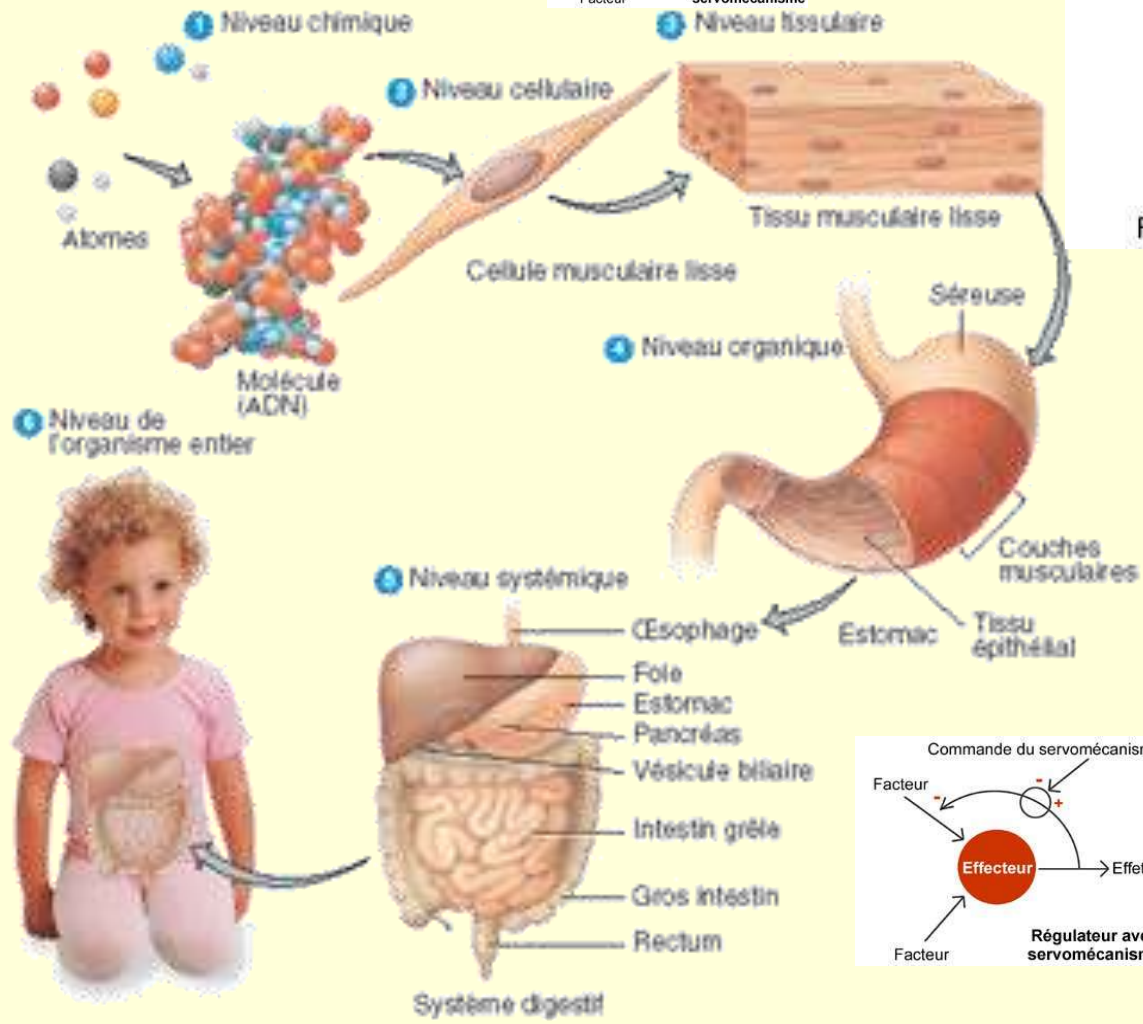


...et ajustement constant à la demande du niveau supérieur.

Organisation structurale du corps humain (Figure 1.1)



(Figure 1

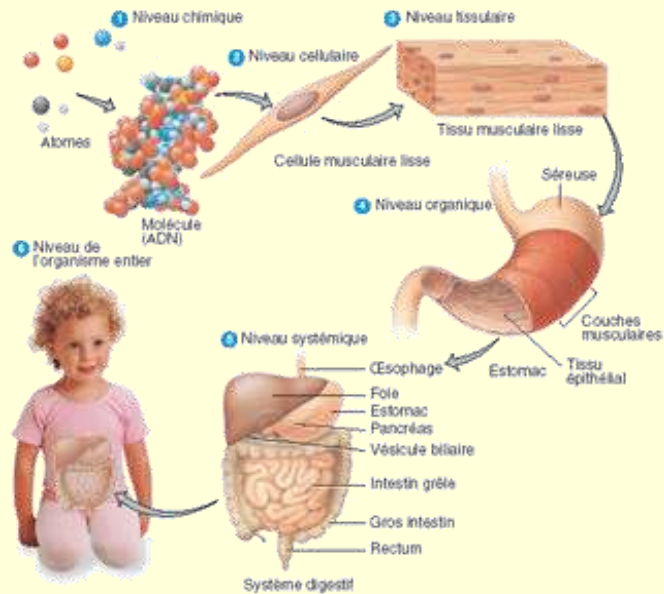


“Active inference destroys free energy gradients at each scale, under the guidance or control of a generative model at the scale above.”

Variational ecology and the physics of sentient systems (2019)

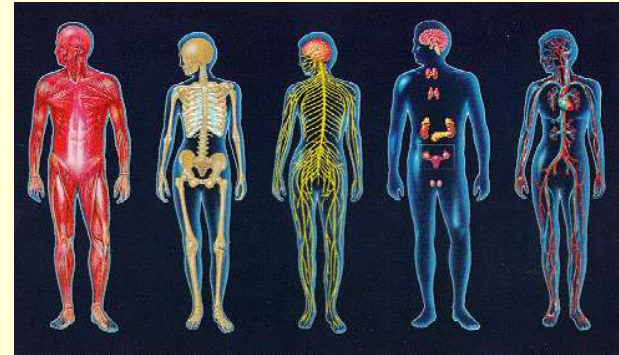
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S157106451930003X?fbclid=IwAR34FGTFtRxssviMaQe5TS9zXK5pr2wc3W8P9LZexX8VDKft_8VrlqgV6Hw#bfn0030

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...



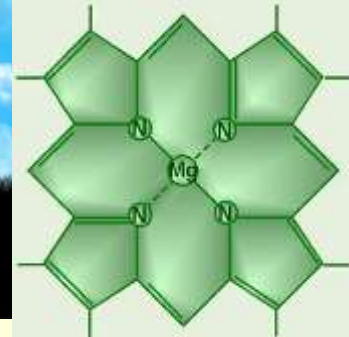
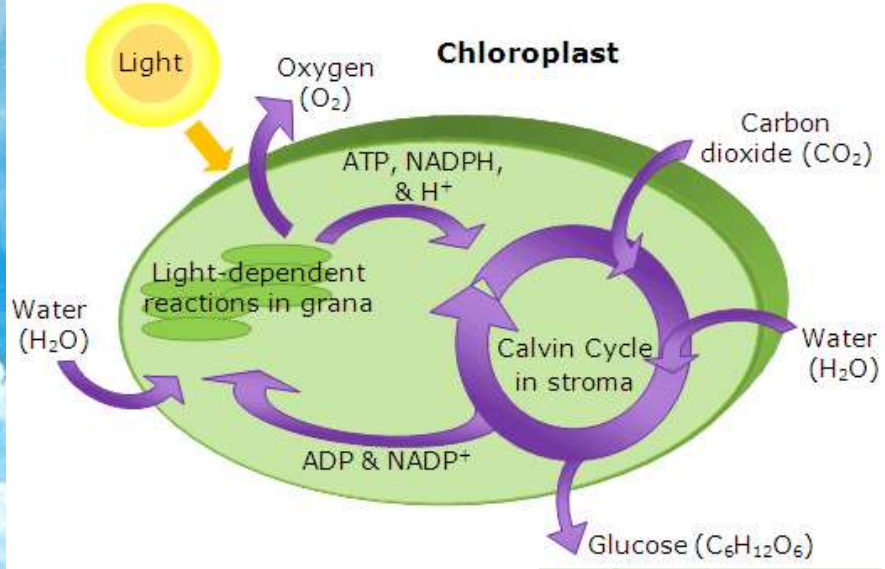
« Chaque sous-ensemble [doit avoir] la même finalité que l'ensemble : la protection de son **intégrité** dans le temps. »

- 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

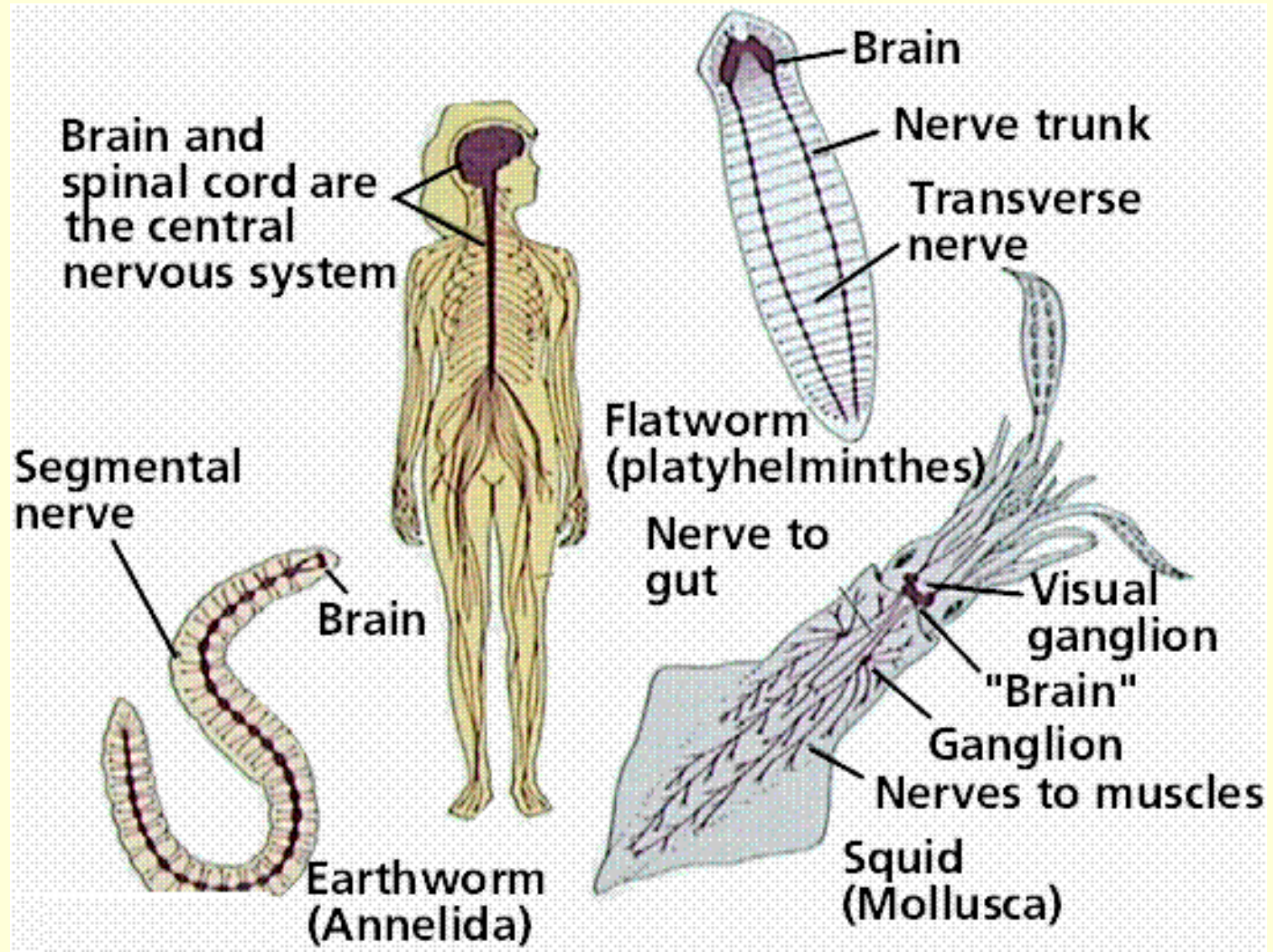




Animaux :

autonomie motrice
pour trouver leurs ressources
dans l'environnement

Systemes nerveux !



Plan

1^{er} bloc : Défis des sciences cognitives et perspective évolutive sur l'émergence des systèmes nerveux

Intro générale : cerveau-corps-environnement

Les sciences cognitives :
différents niveaux d'organisation et d'échelles de temps

Évolution cosmique, chimique et biologique

Émergence des systèmes nerveux

Plaisir, douleur, mémoire

Recyclage neuronal

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

Comportements

**Approche
(recherche de plaisirs)**

**Évitement de
la douleur**

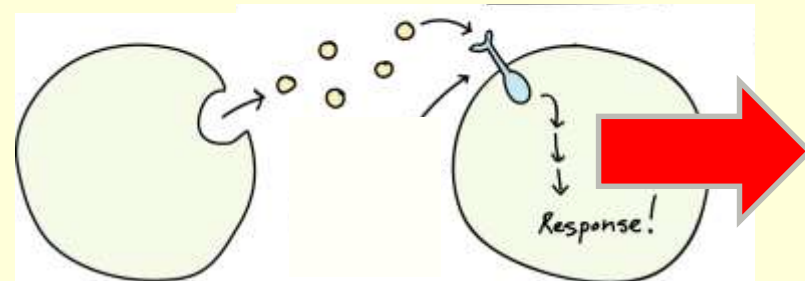
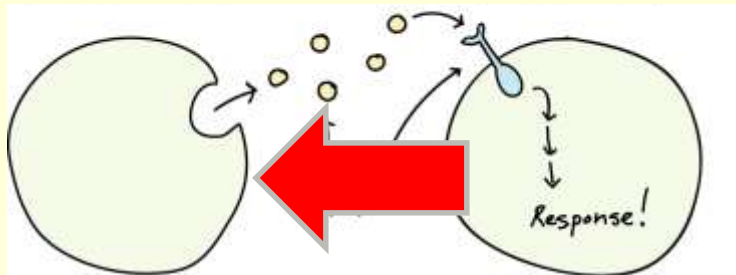




Comportements

**Approche
(recherche de plaisirs)**

**Évitement de
la douleur**





Comportements

Approche
(recherche de plaisirs)

Évitement de
la douleur



manger,
boire,
se reproduire



protéger son
intégrité physique



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





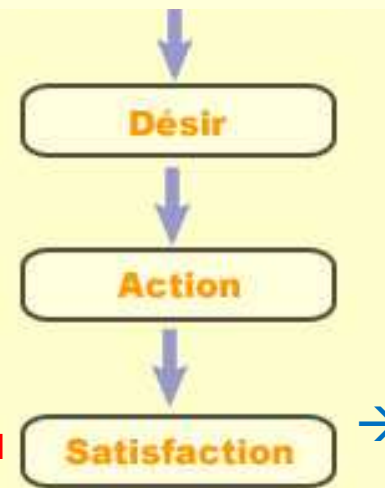
Cause ultime
= maintenir
sa structure.



manger,
boire,
se reproduire

protéger son
intégrité physique

→ Exemple : l'**amer**
(proxy pour la toxicité
probable d'un aliment)



Proxy = plaisir ou

→ Exemple : le **sucré**
(proxy pour la valeur énergétique de l'aliment)



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

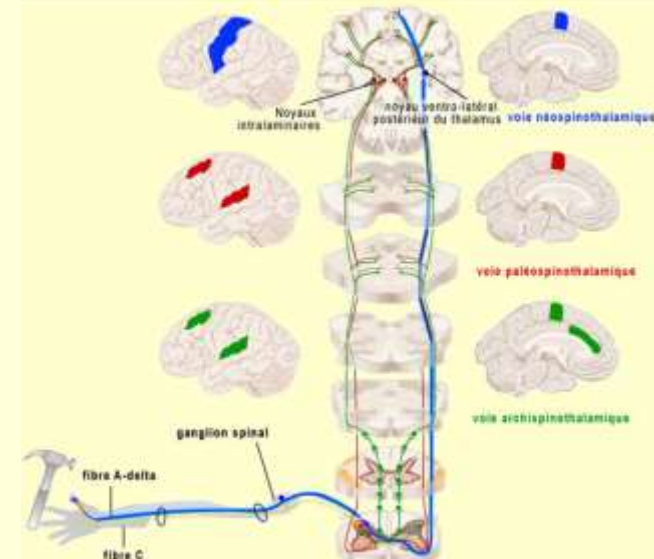
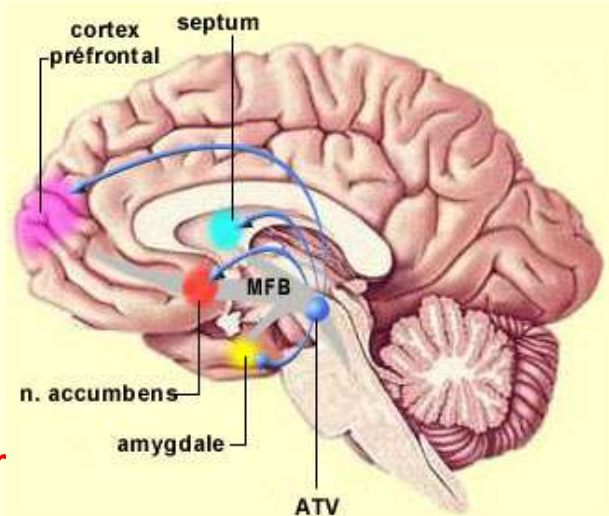
<https://www.franceinter.fr/emissions/sur-les-epaules-de-darwin/sur-les-epaules-de-darwin-11-aout-2018>

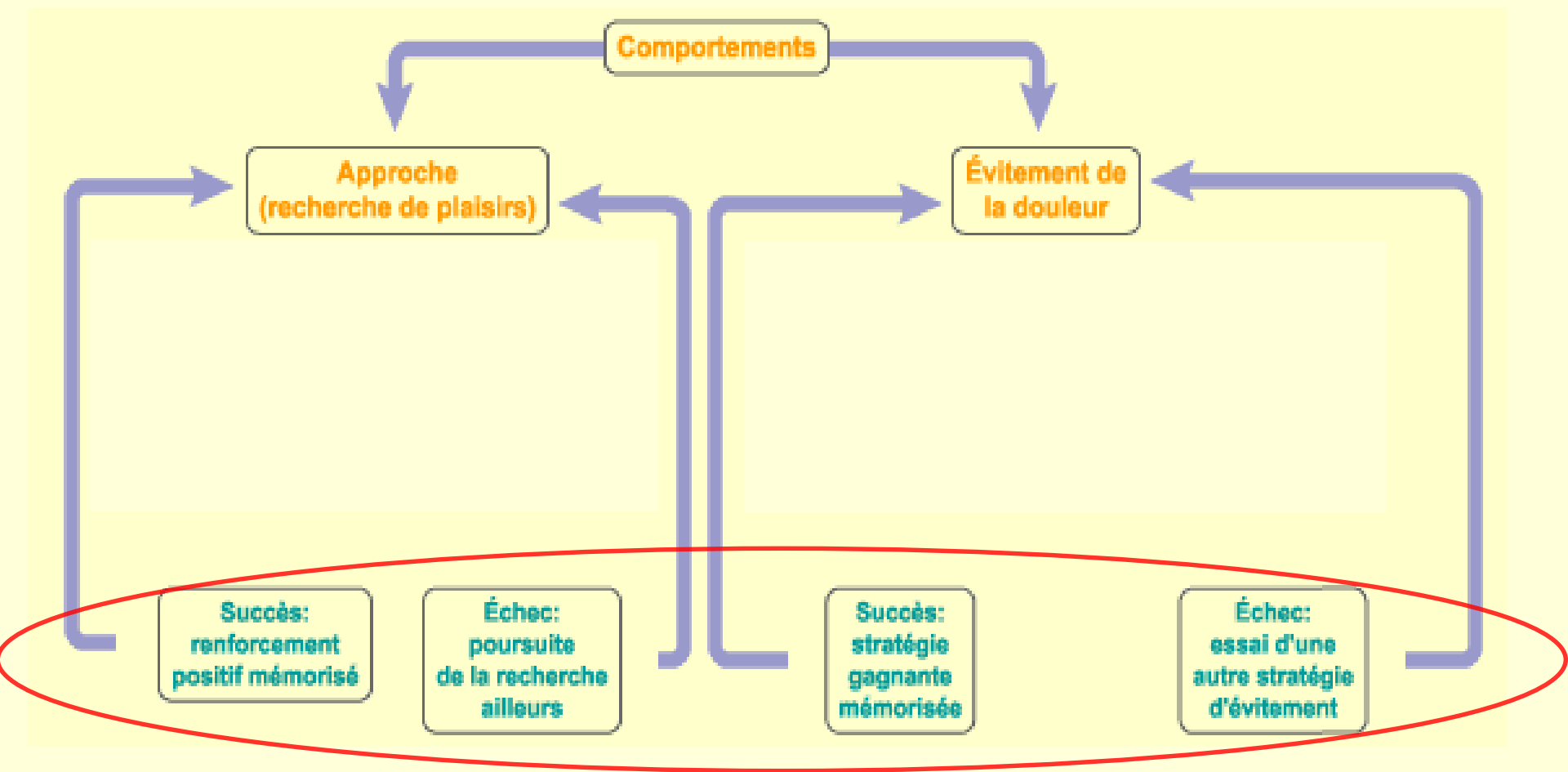
Proxy = plaisir



manger,
boire,
se reproduire

protéger son
intégrité physique





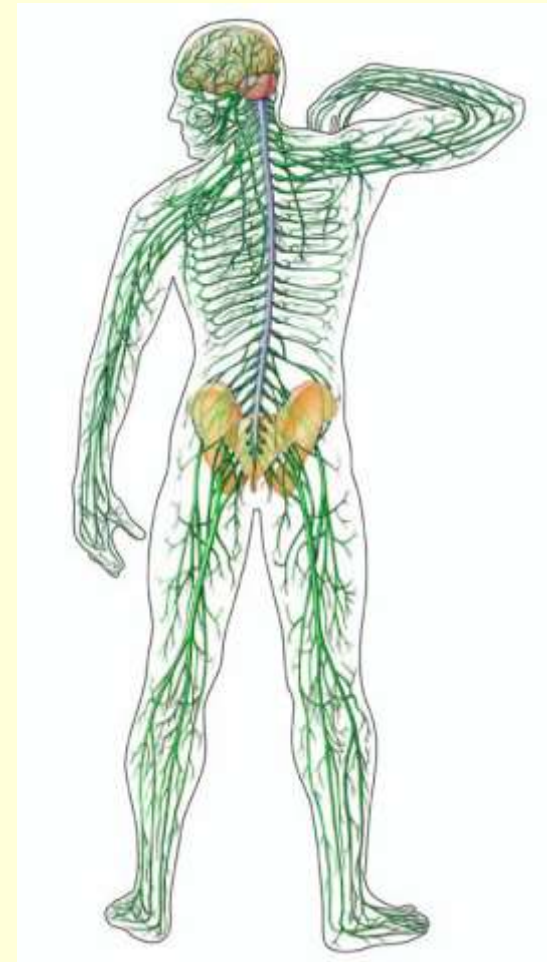
L'apprentissage et mémorisation des « bons et mauvais coups » est donc très précieux d'un point de vue **adaptatif** car il va permettre de mieux **prédire** l'avenir et donc **d'agir** de façon **plus efficace**.



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

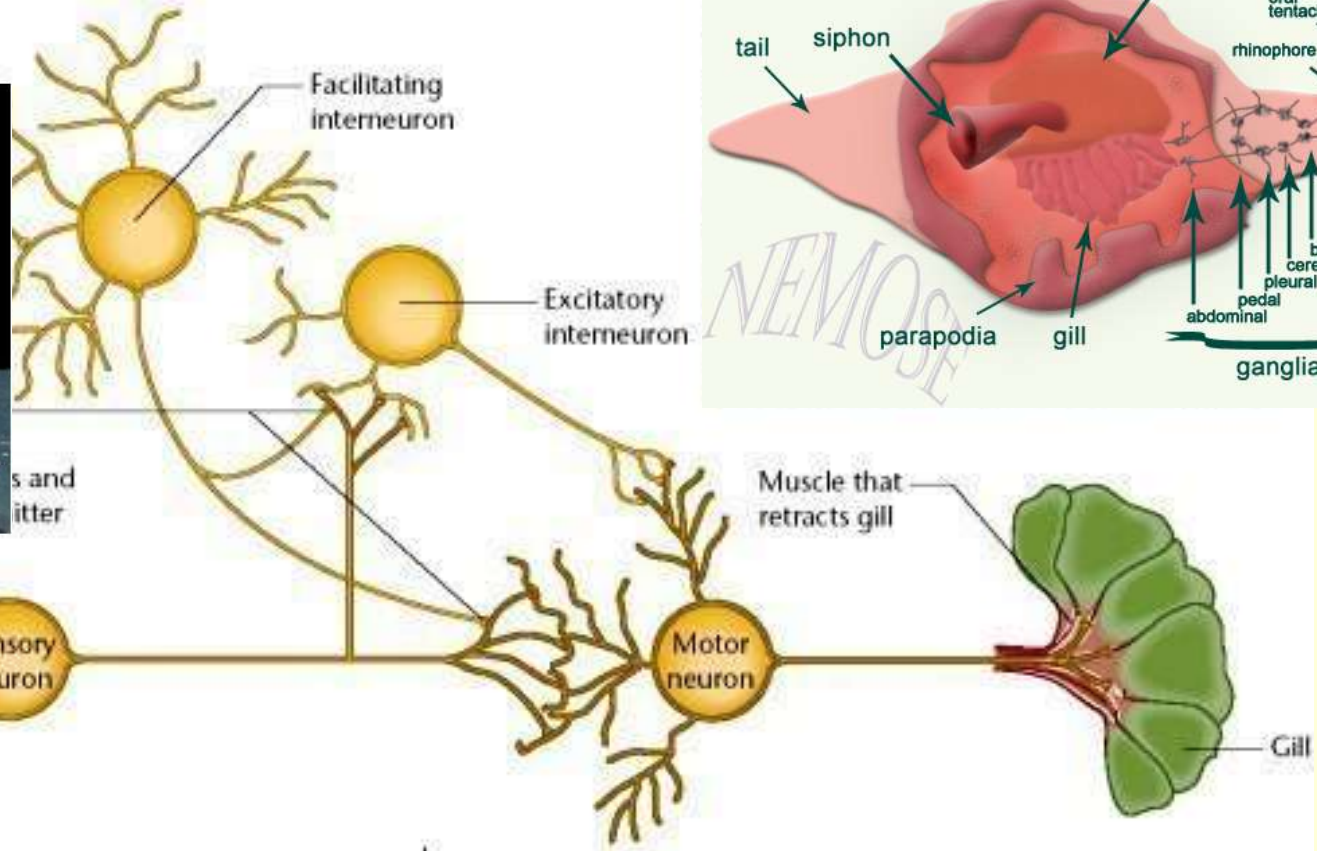
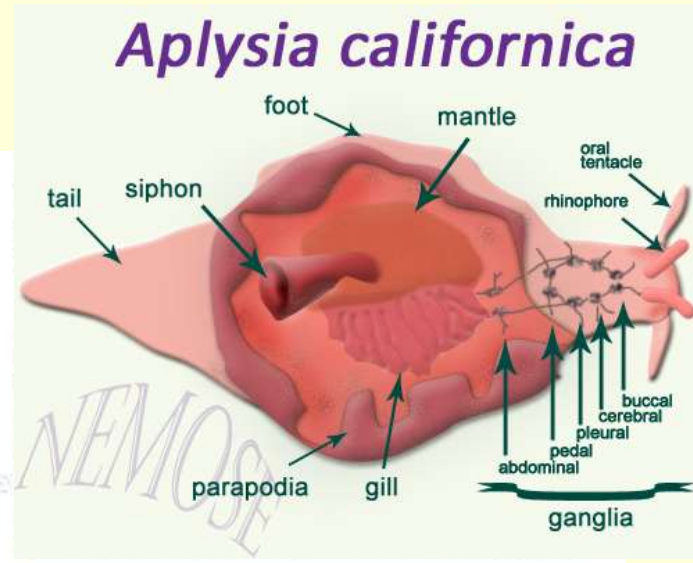
La mémoire est un instrument de **prédiction.** »

- Alain Berthoz



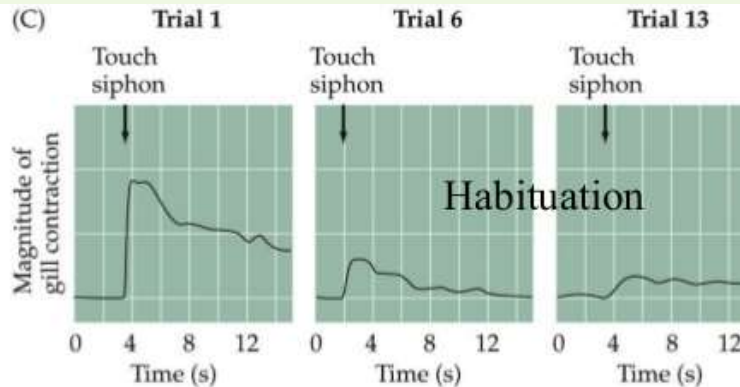
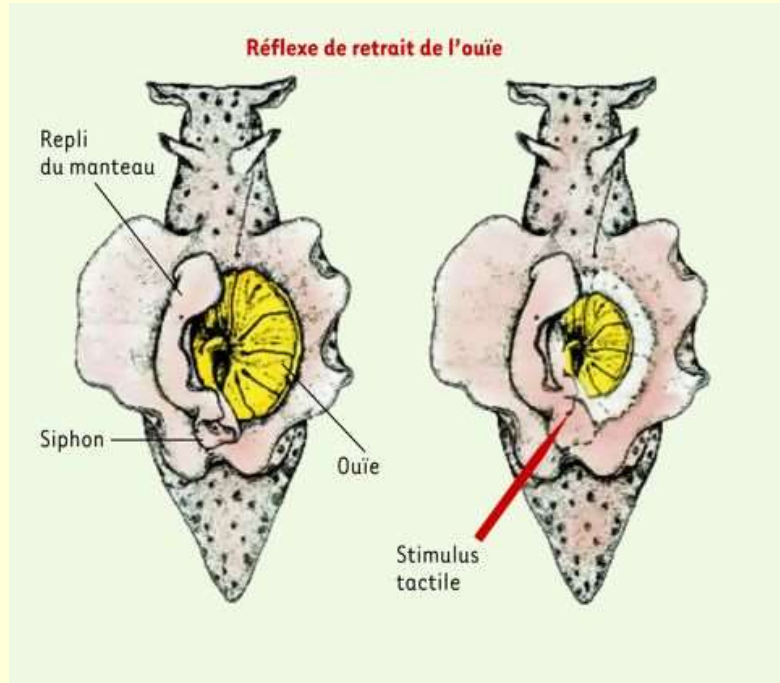
Aplysie

(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...

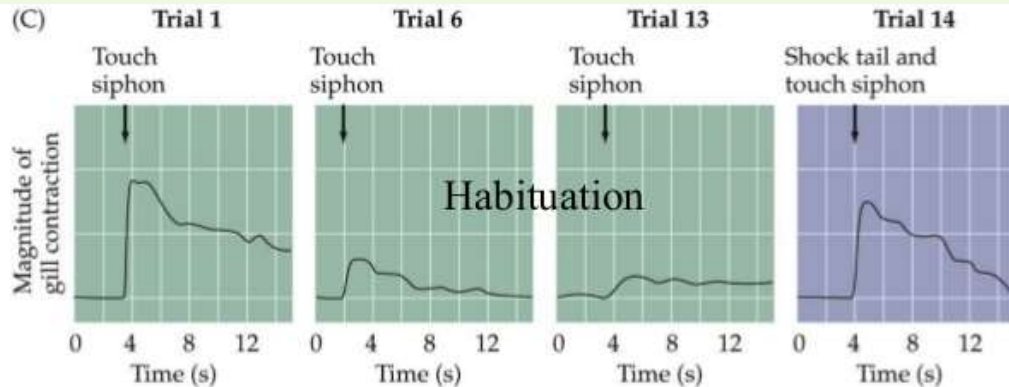
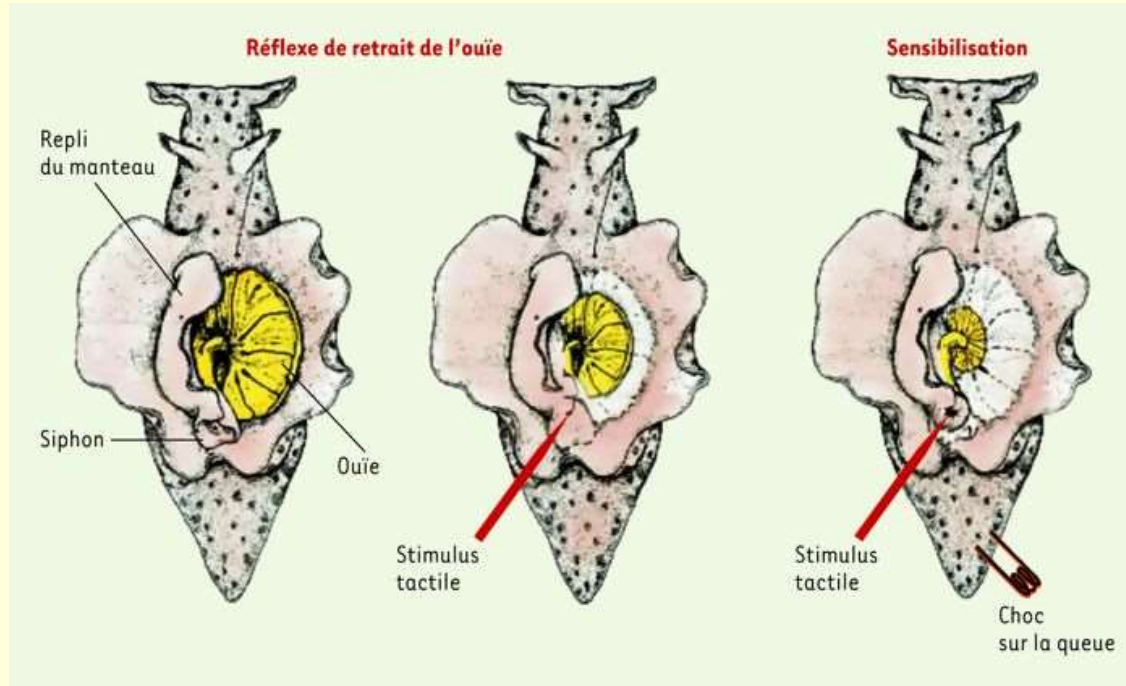


L'animal apprend que ce stimulus n'est pas douloureux

et cette mémoire va lui permettre de **prédire** qu'un stimulus semblable n'est pas dangereux

et donc il va agir de manière adaptative en l'ignorant.

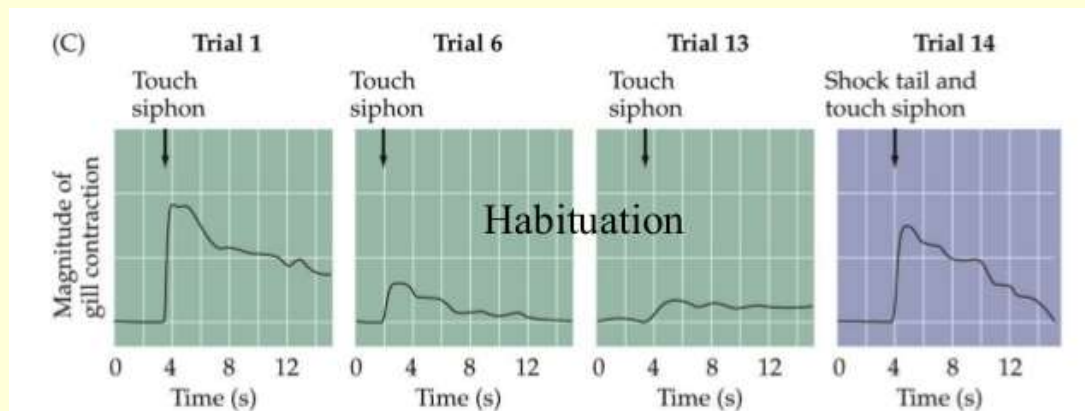
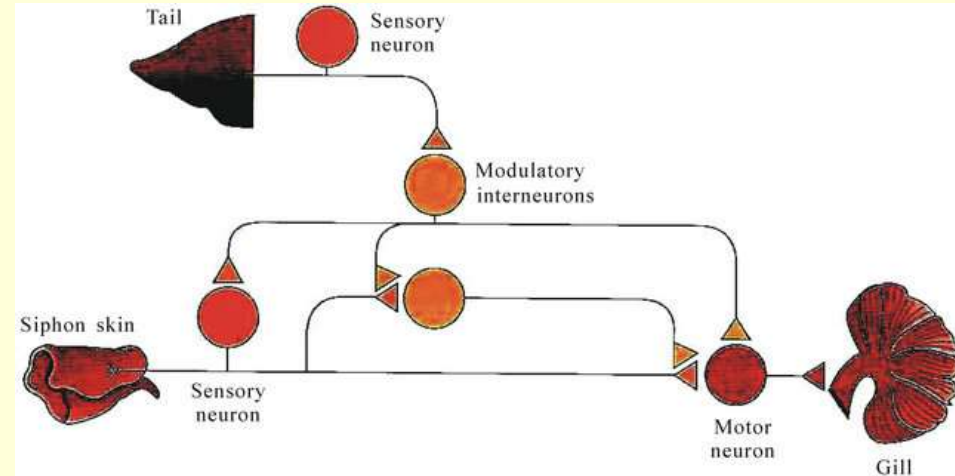
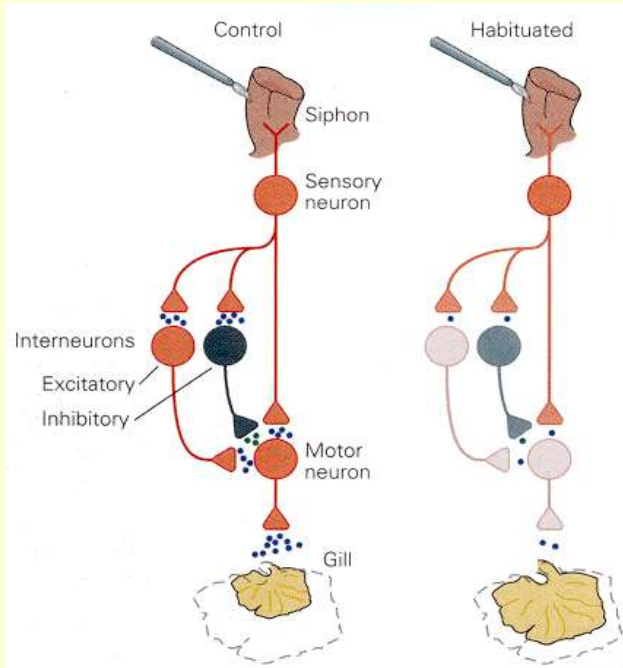
Et déjà, dans les systèmes nerveux les plus primitifs, on voit apparaître des formes simples **d'apprentissage** et de **mémoire** comme...



Quelque chose de nouveau survient et provoque une douleur;

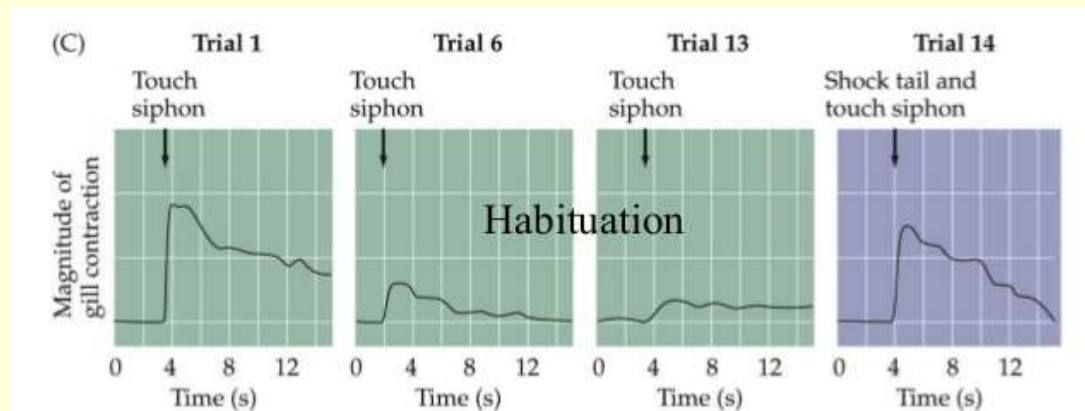
l'animal **prédit** la présence d'un danger et agit en conséquence.

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



Sensibilisation

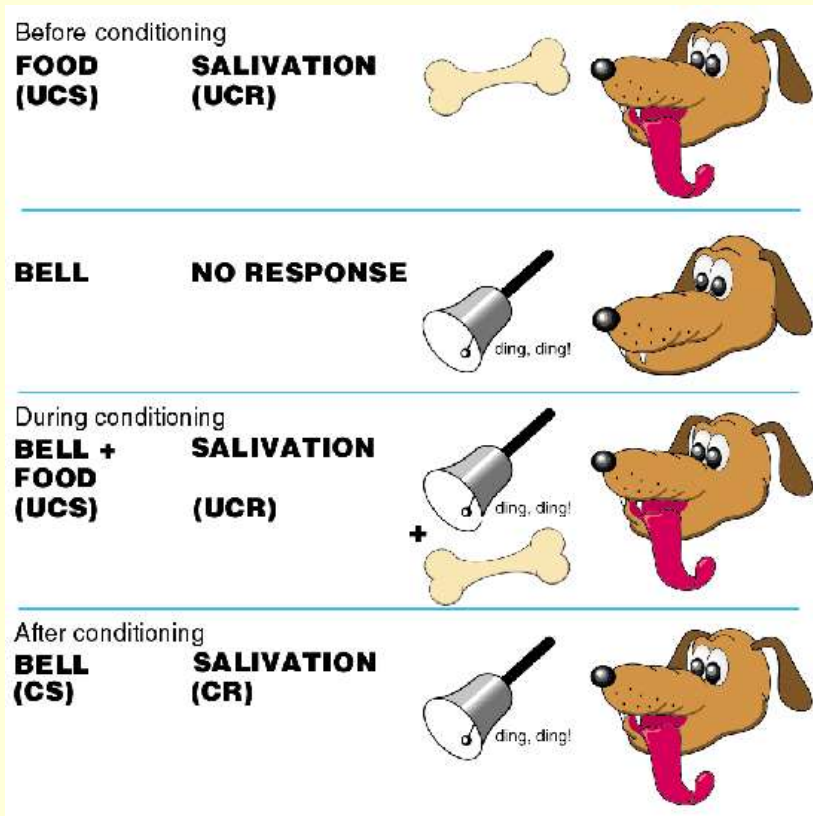
Des formes d'apprentissage et de mémoire qui demeurent présentes chez l'humain...



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.

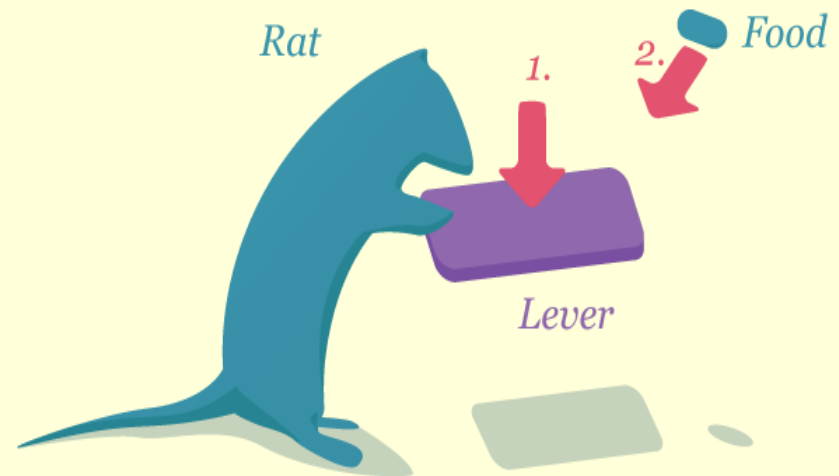


Encore ici, l'association permet de faire une **prédiction** et de se préparer en conséquence.

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

Encore une association, ici entre une action et une conséquence, qui permet de **prédire** ce qui va se passer et de mieux s'y préparer.

Et 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 :

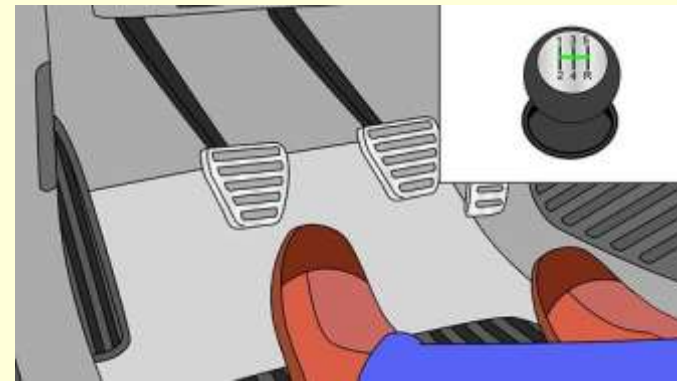
Le **conditionnement classique**, où l'on apprend que 2 stimuli sont associés.



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



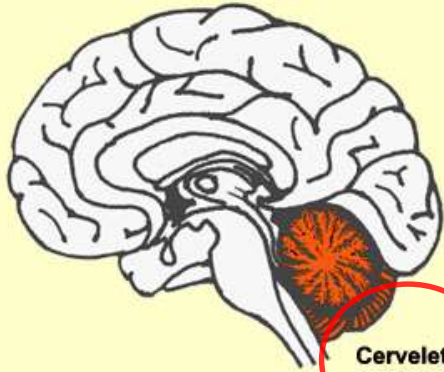
La mémoire procédurale (celle des habiletés motrices)



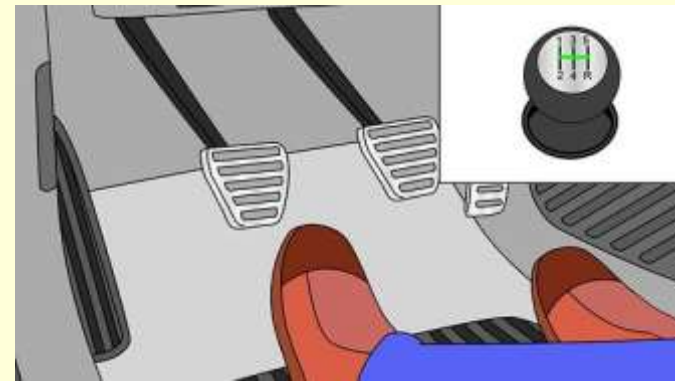
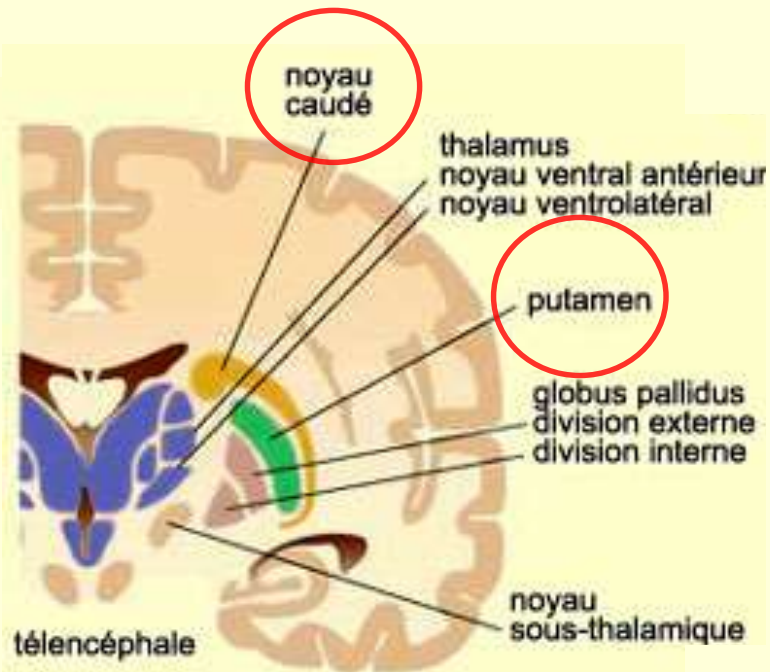
La mémoire procédurale (celle des habiletés motrices)

Mémoire à long terme

Implicite (Non-déclarative)



Cervelet

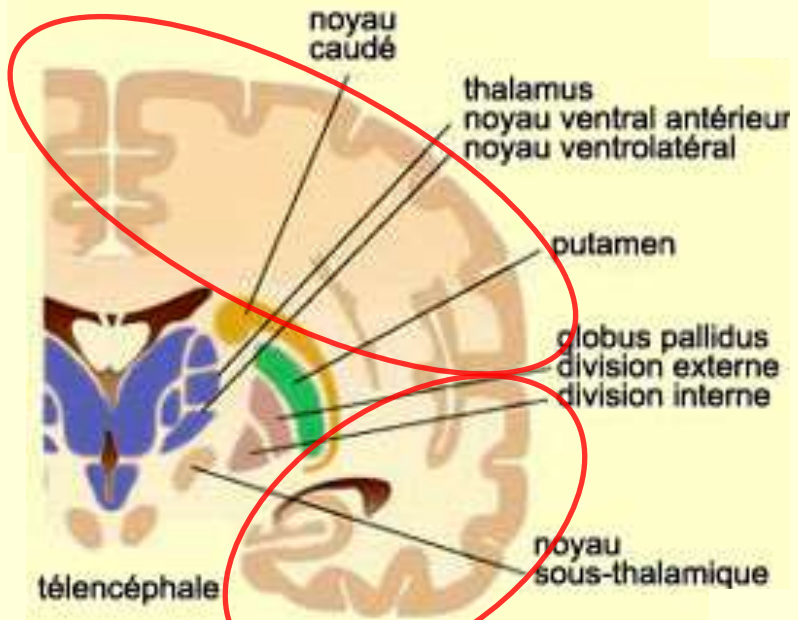
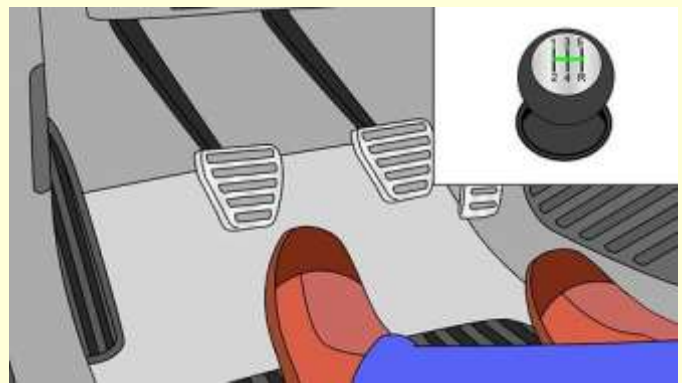


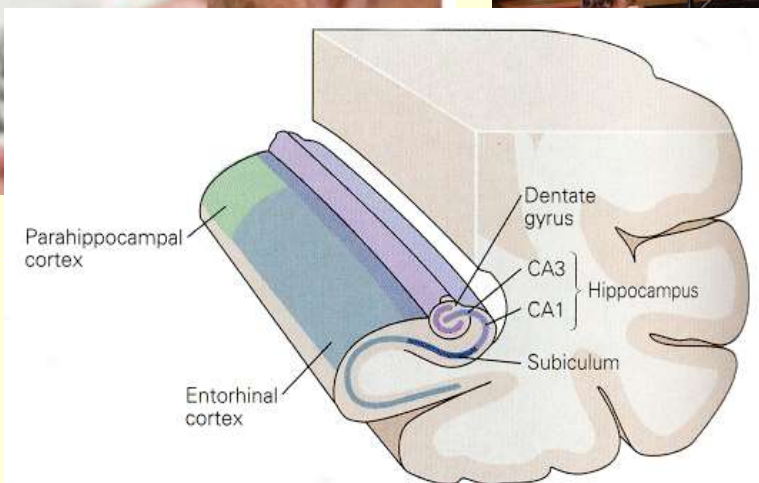
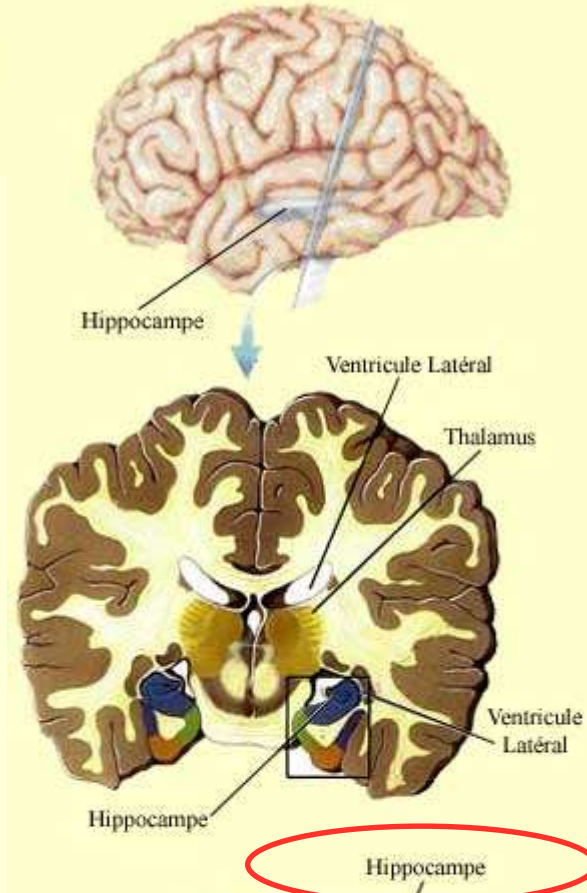
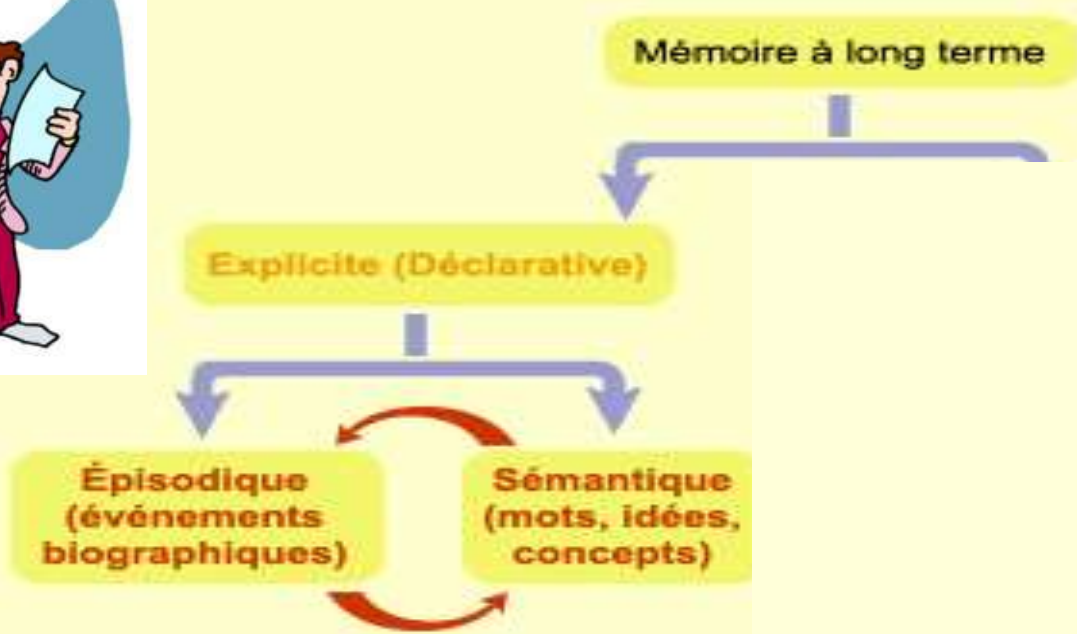


Mémoire à long terme

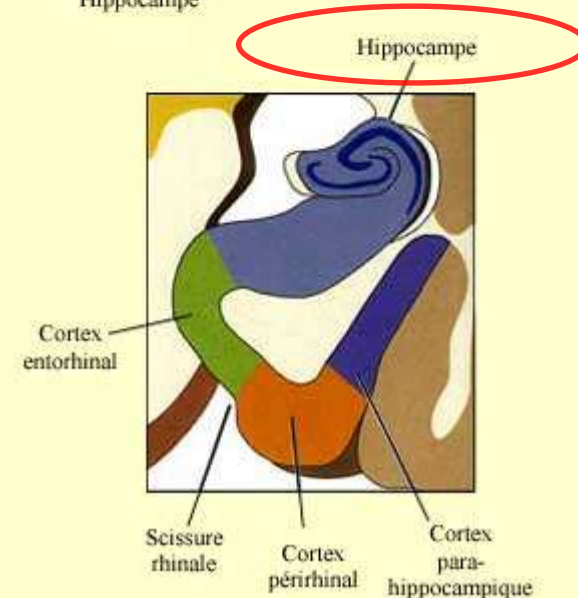
Explicite (Déclarative)

Implicite (Non-déclarative)





Différentes sous-régions contribuent différemment...



Plan

1^{er} bloc : Défis des sciences cognitives et perspective évolutive sur l'émergence des systèmes nerveux

Intro générale : cerveau-corps-environnement

Les sciences cognitives :
différents niveaux d'organisation et d'échelles de temps

Évolution cosmique, chimique et biologique

Émergence des systèmes nerveux

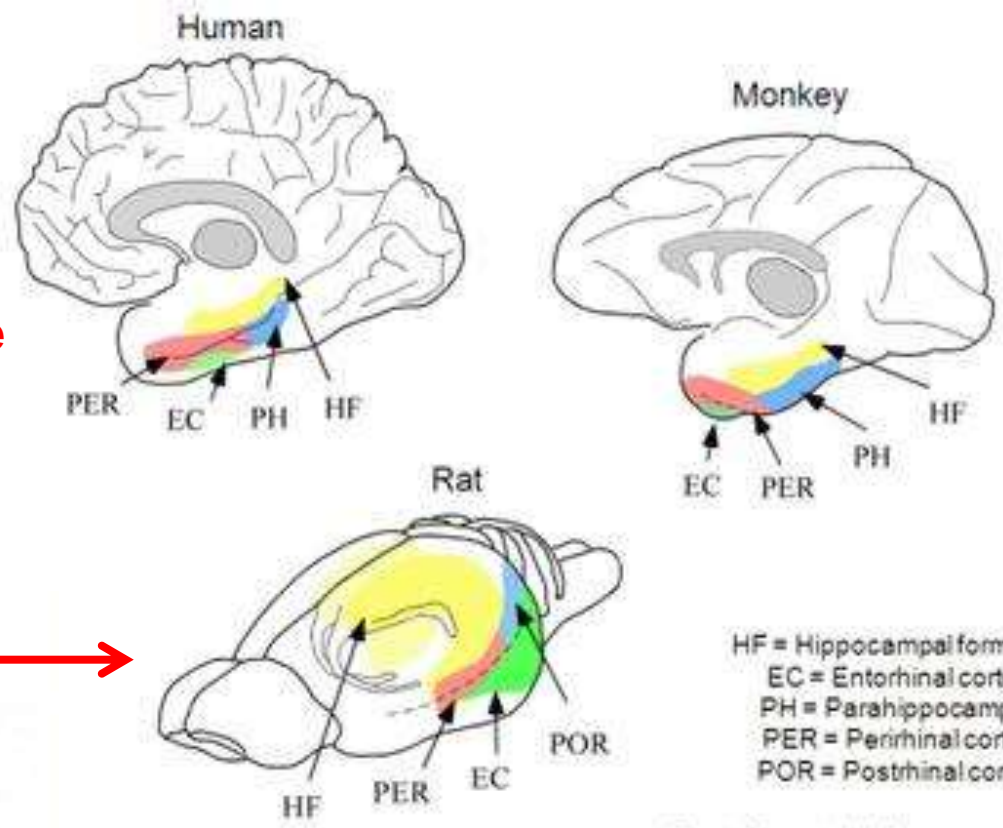
Plaisir, douleur, mémoire

Recyclage neuronal

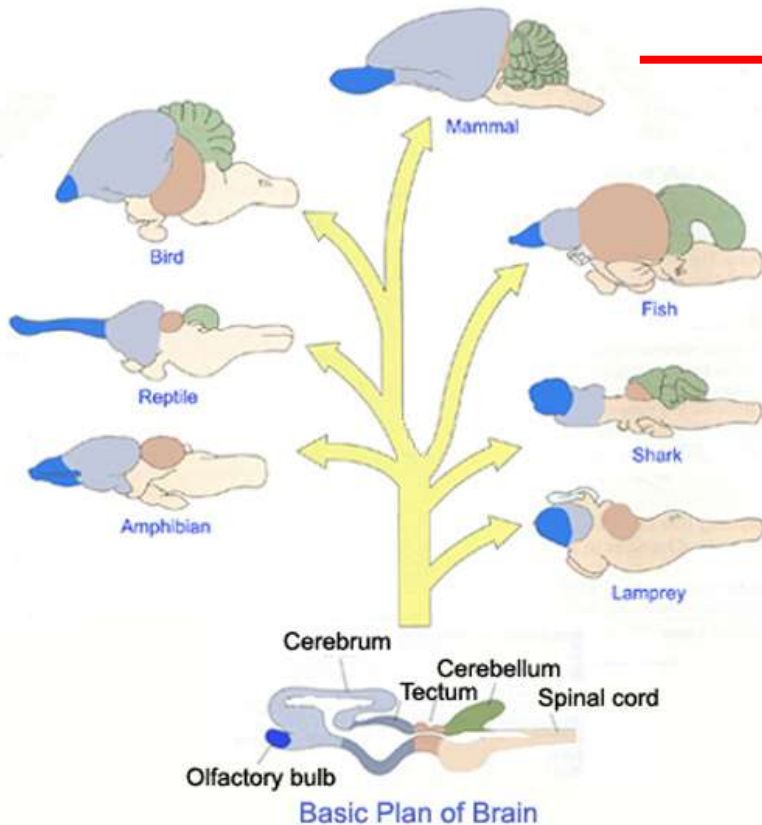
2^e bloc : Développement, apprentissage et mémoire, perception et action : des processus dynamiques à différentes échelles de temps

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

**Navigation
spatiale
+
Mémoire
déclarative**



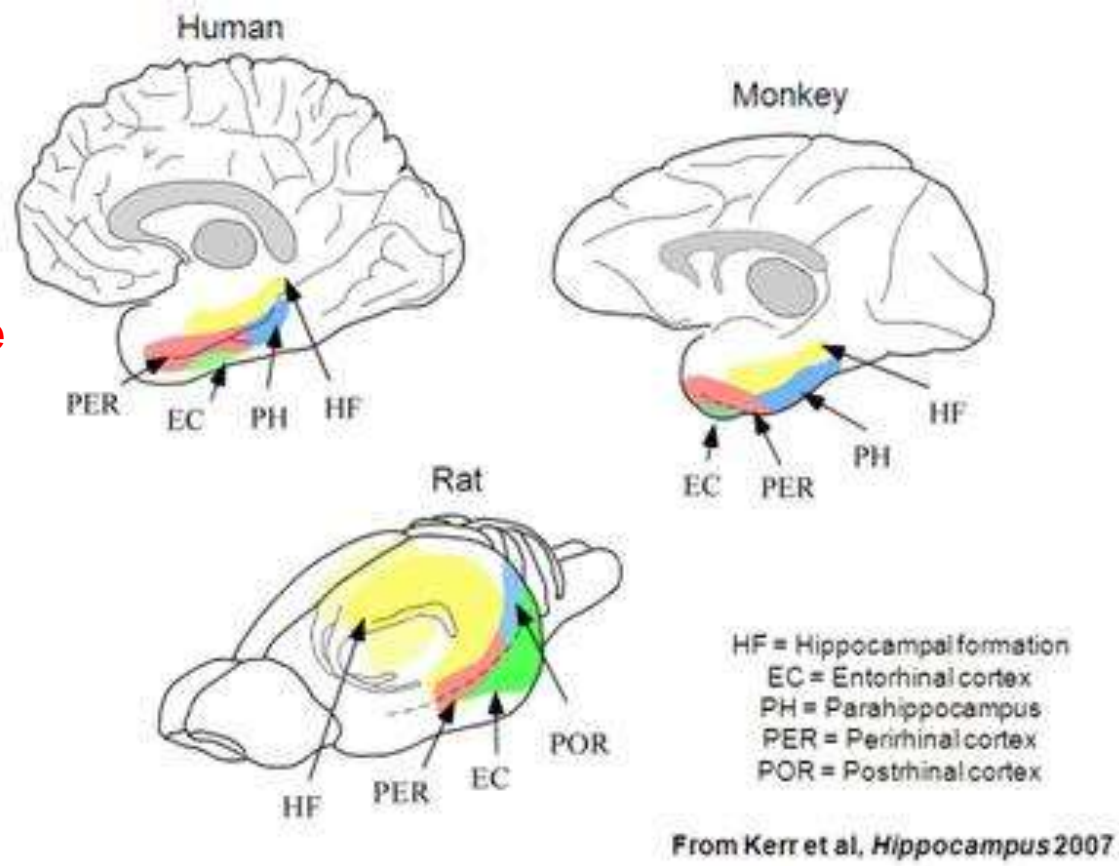
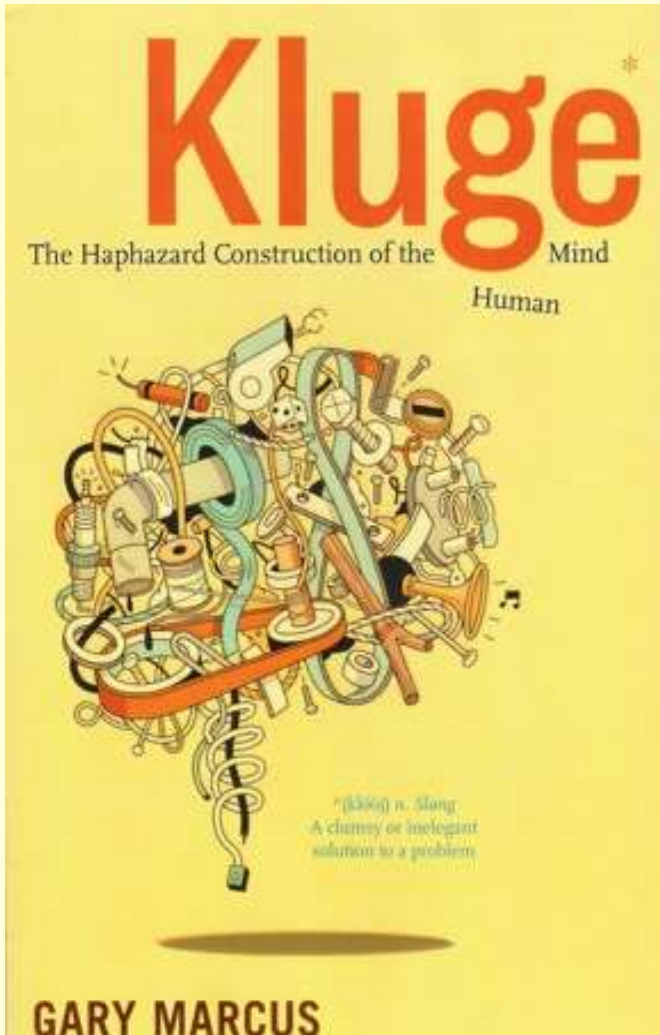
From Kerr et al, *Hippocampus* 2007



Navigation spatiale



**Navigation spatiale
+
Mémoire déclarative**



Navigation spatiale

« Recyclage neuronal »

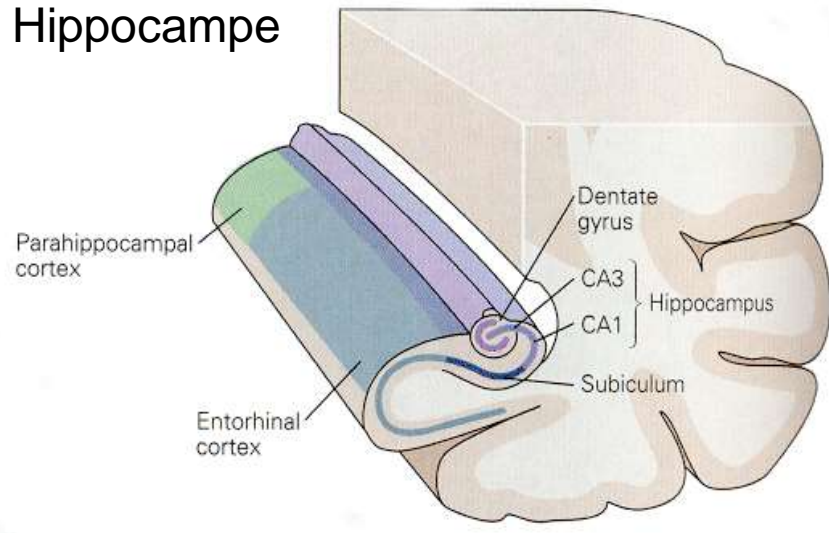
Autre exemple avec **le langage** qui comprend :

- **le lexique** : mots et leur signification, irrégularités de certains verbes
- **la grammaire** : règles, hiérarchies

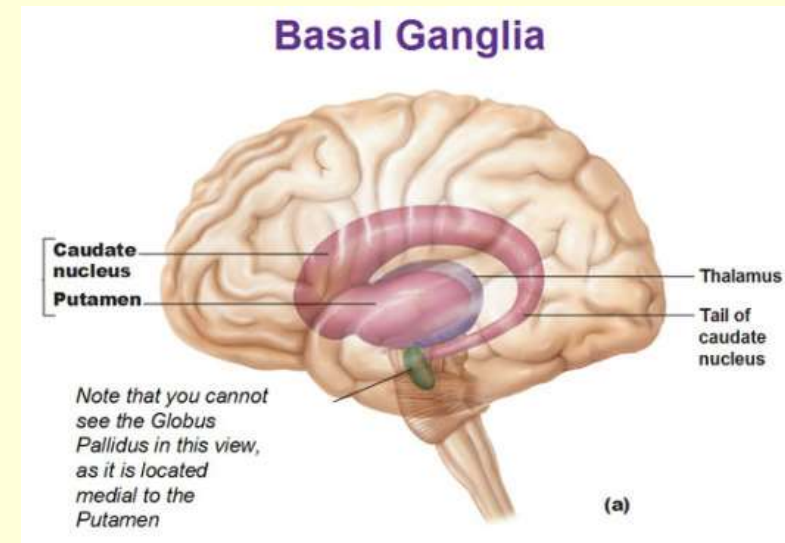
Pris en charge par la **mémoire déclarative** qui est impliquée dans l'apprentissage explicite d'items et d'événements arbitraires.

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

Hippocampe

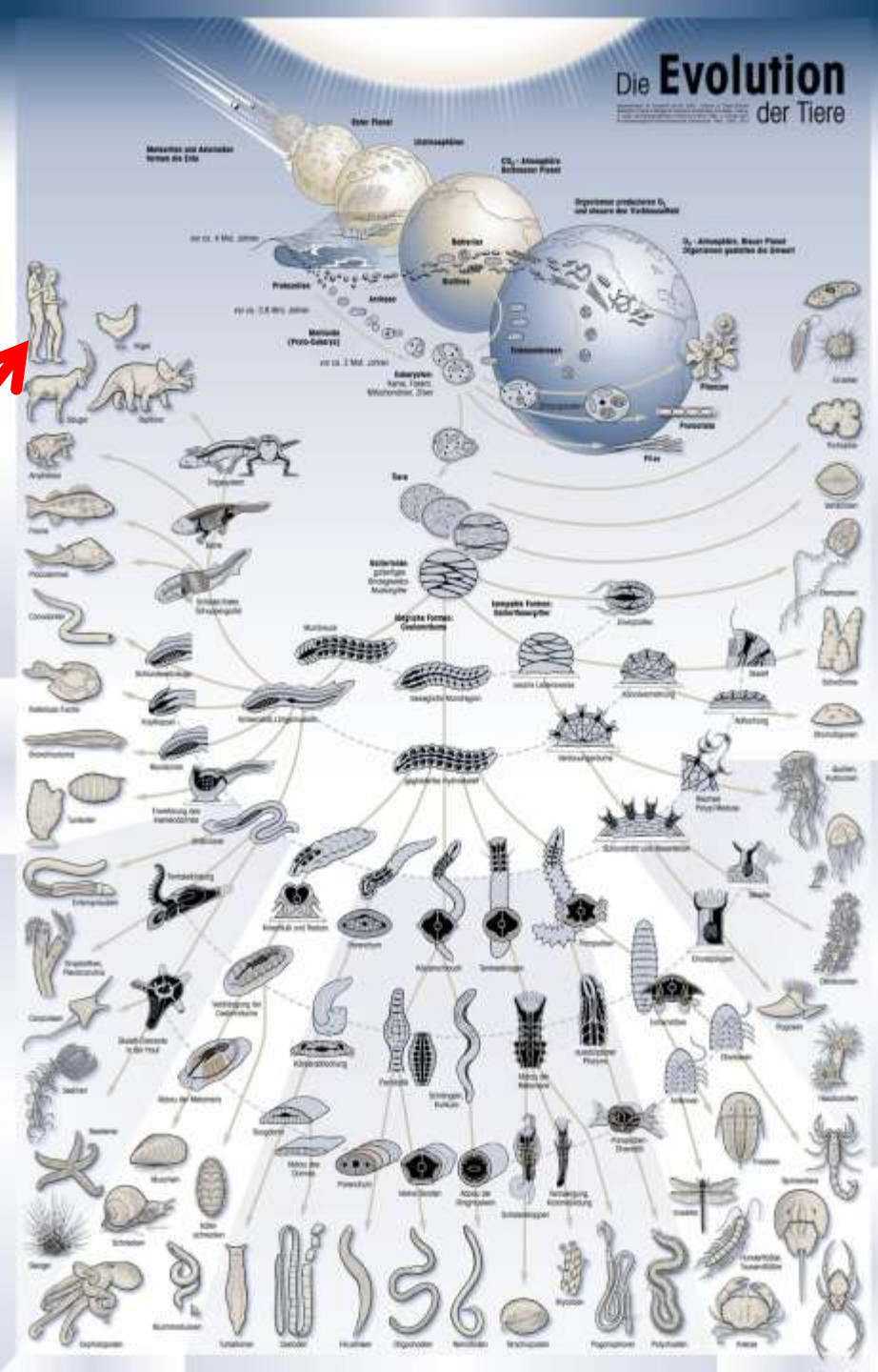
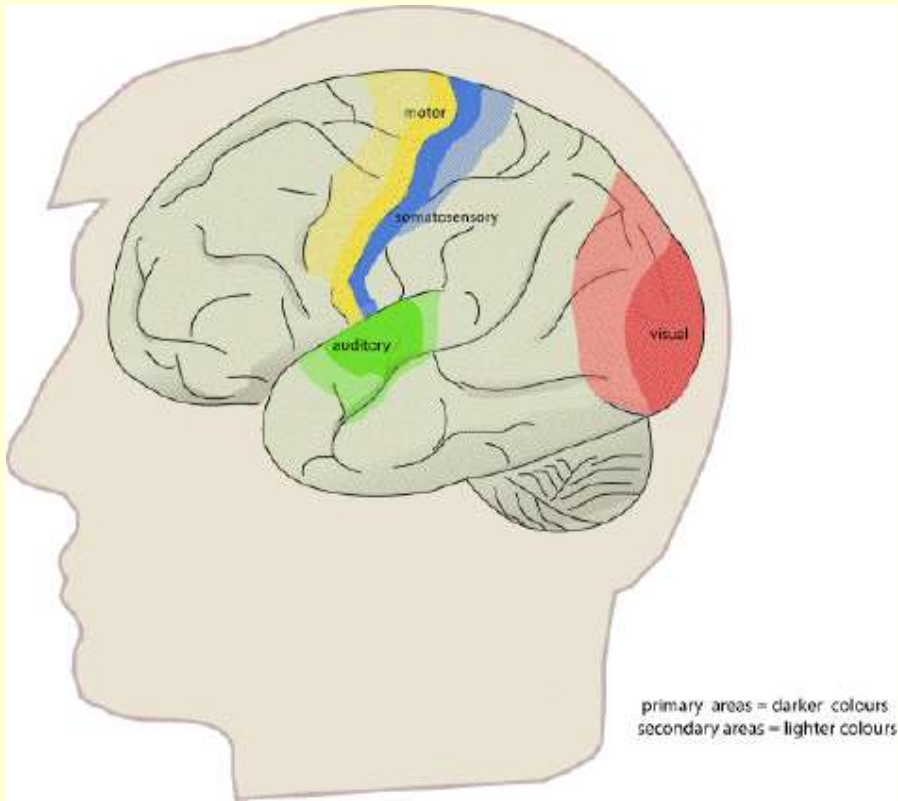


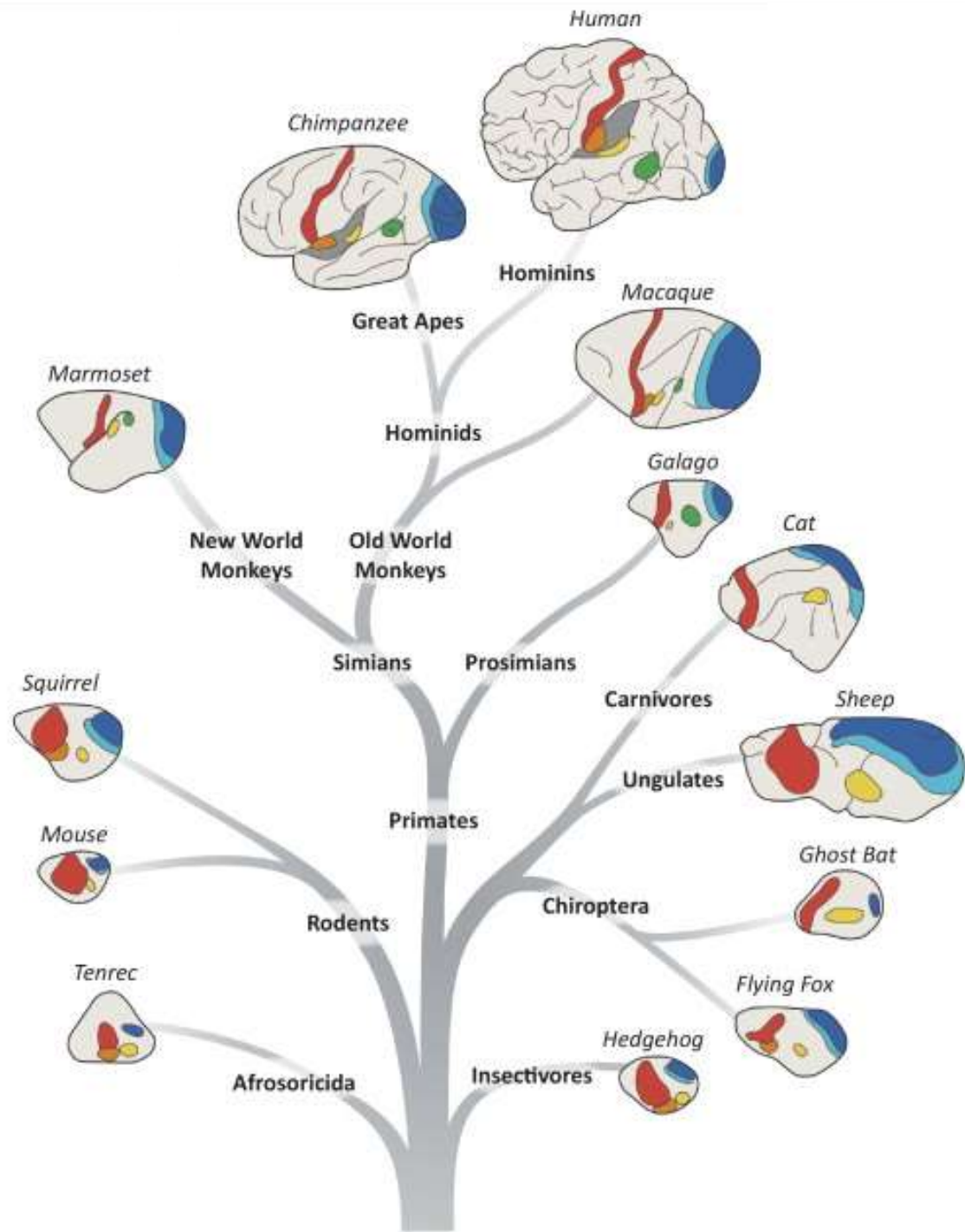
Basal Ganglia

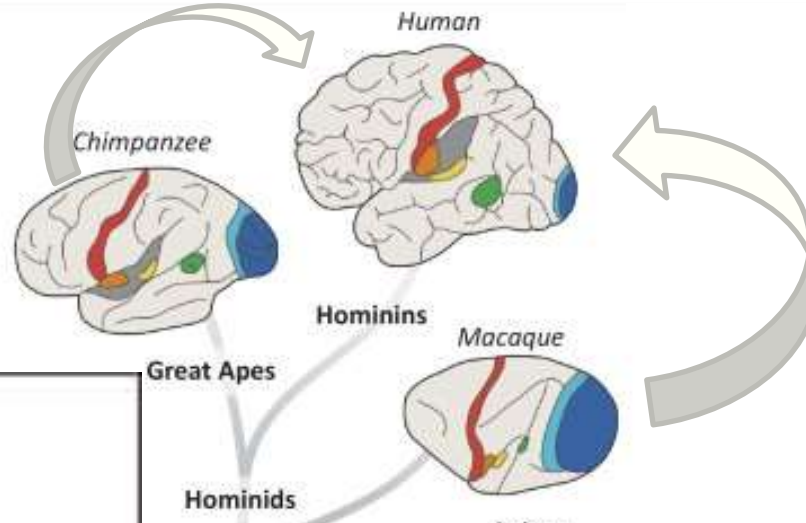


Pendant des centaines de millions d'années, cette boucle-sensorimotrice s'est donc complexifiée, mais de manière « conservatrice » et « bricoleuse »

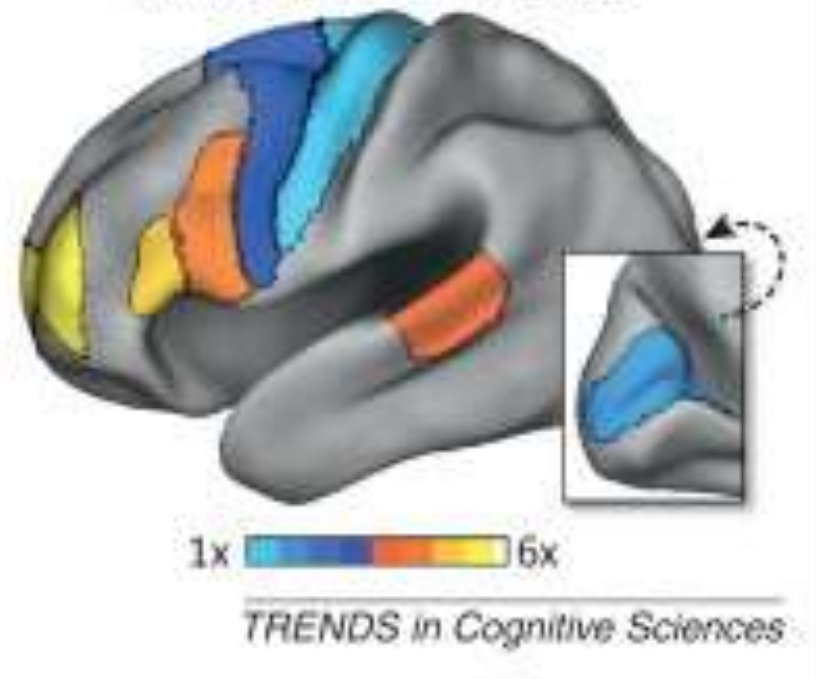
...et l'une des variantes sera nous !





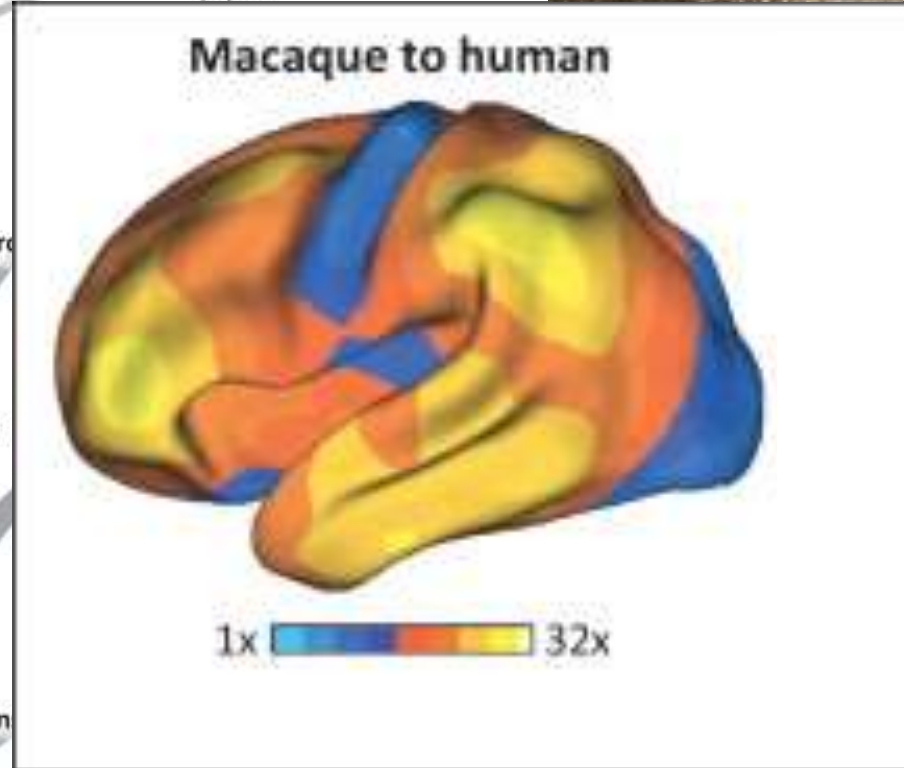


Chimpanzee to human

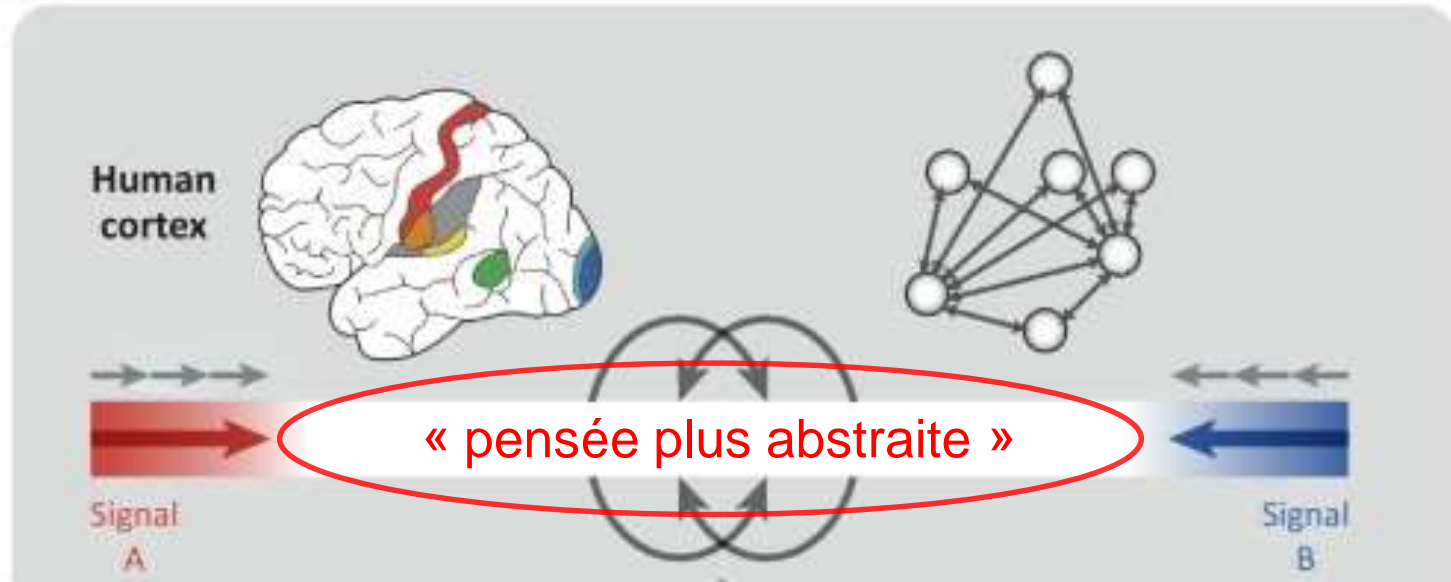


Ancêtre commun :
environ 6-7 millions d'années

Macaque to human

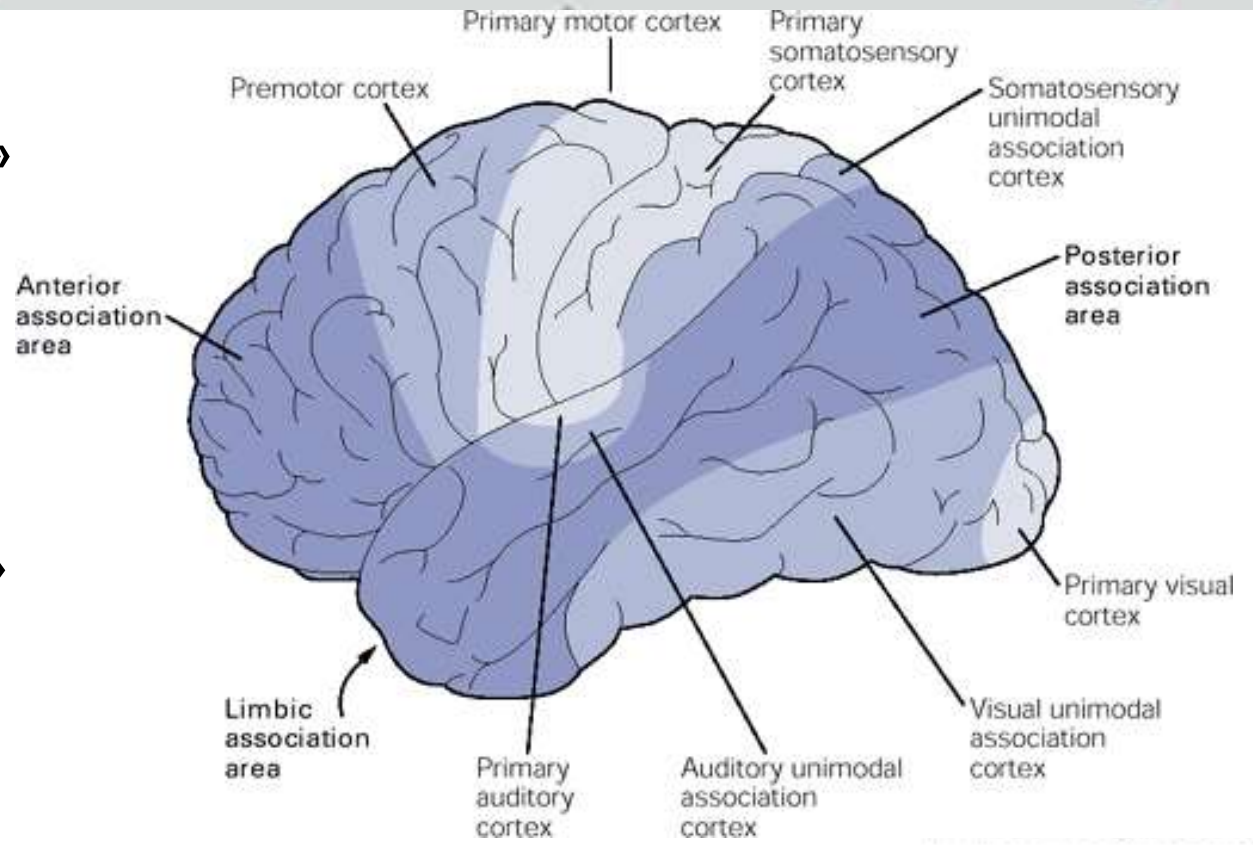


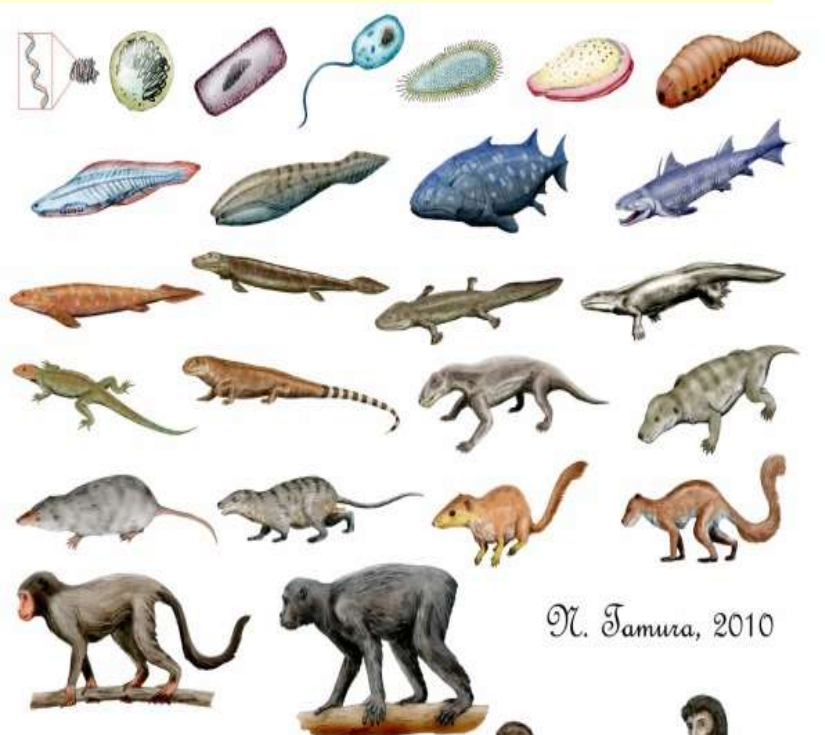
Ancêtre commun :
environ 25 millions d'années



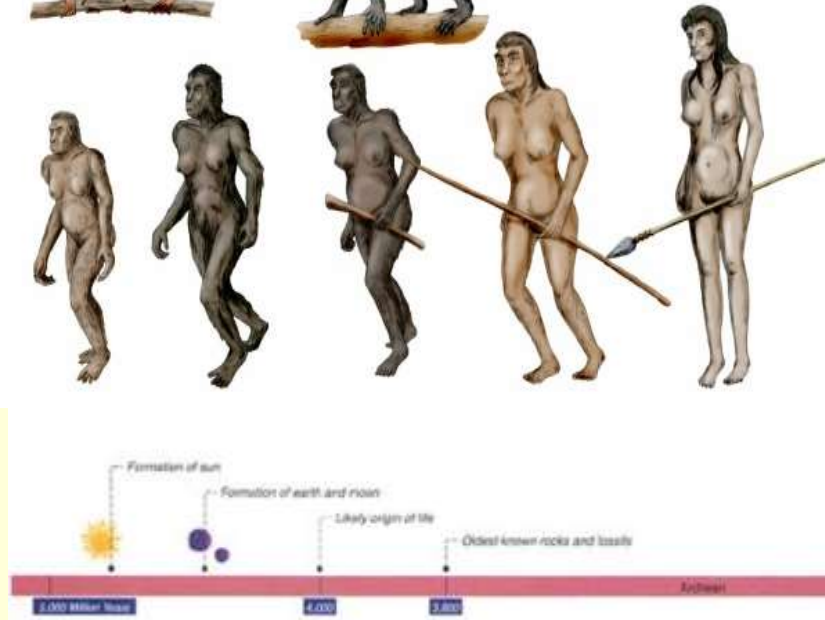
Cortex « associatif »

crée de l'espace pour le « offline »

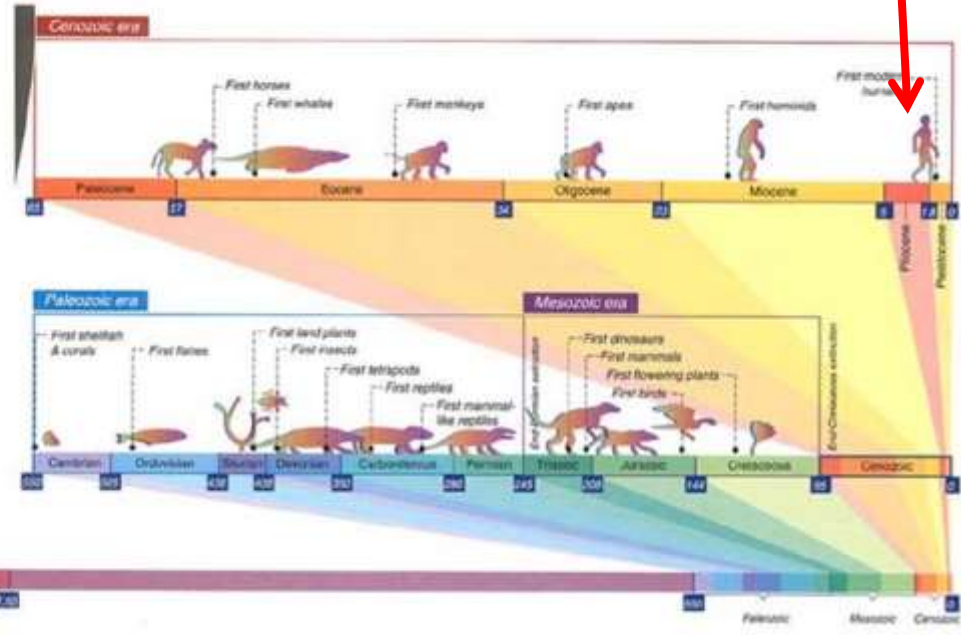


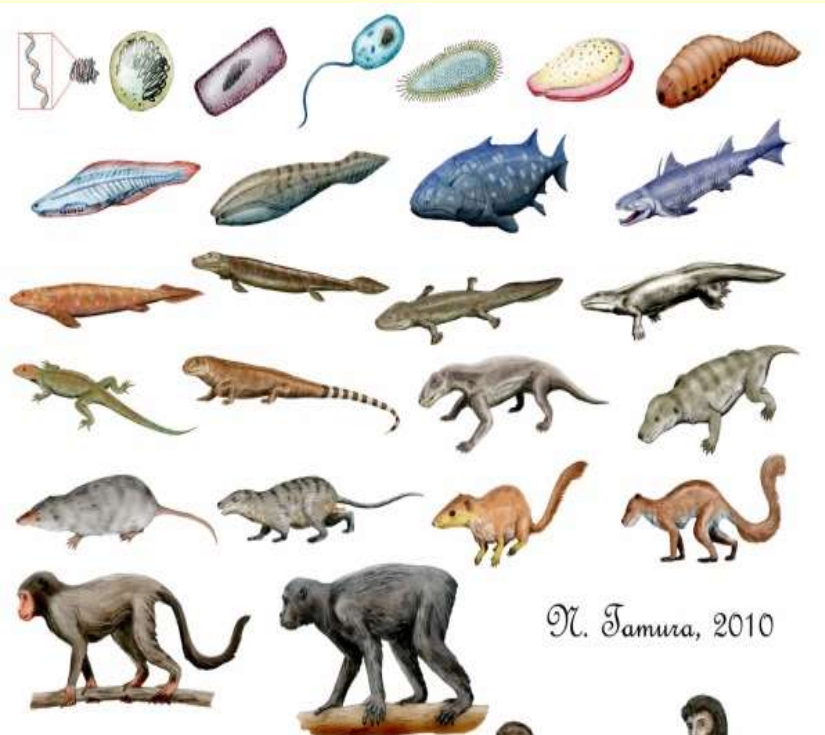


N. Tamura, 2010

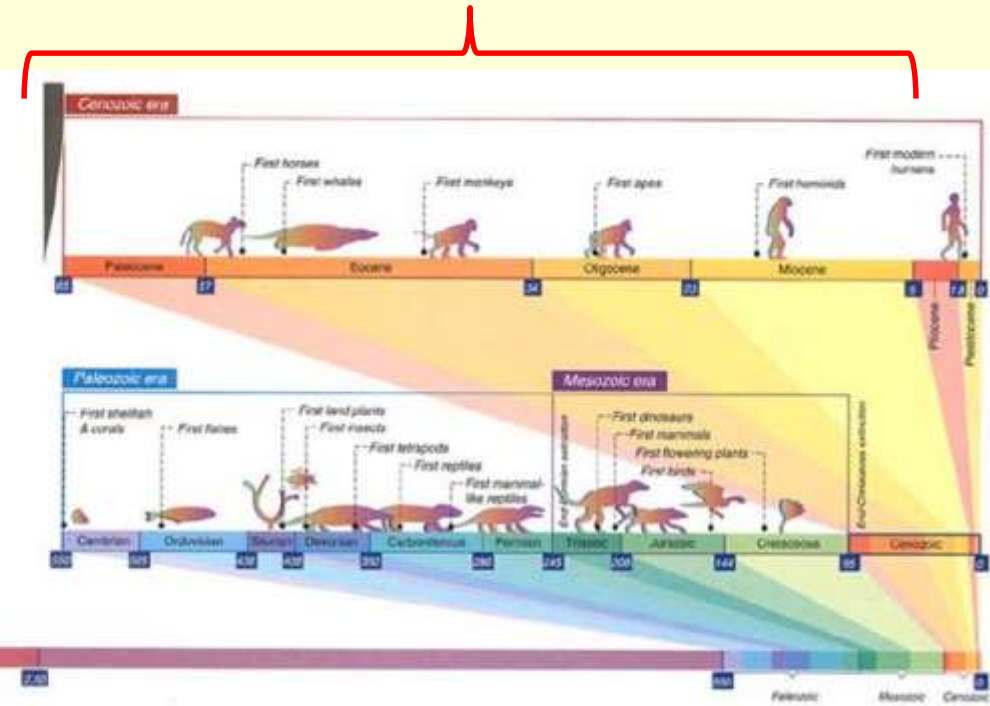
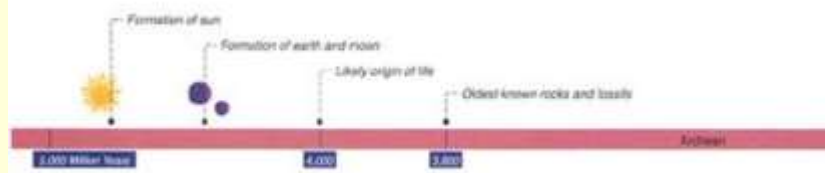


Mais on n'a pas évolué pour faire de la philo ou jouer aux échecs !

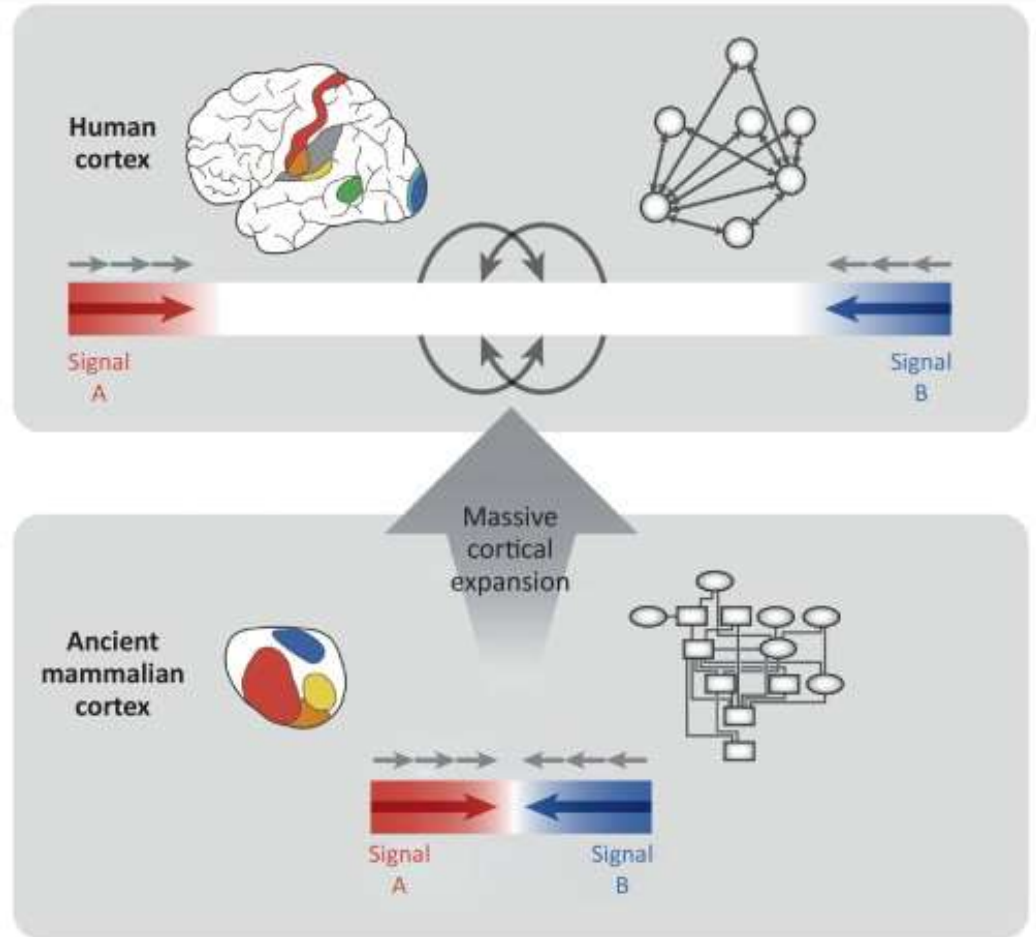




N. Tamura, 2010



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



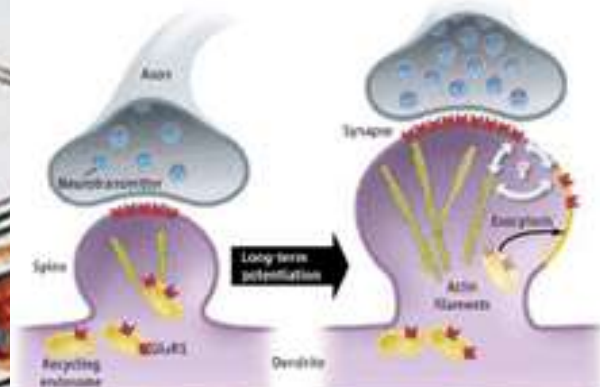
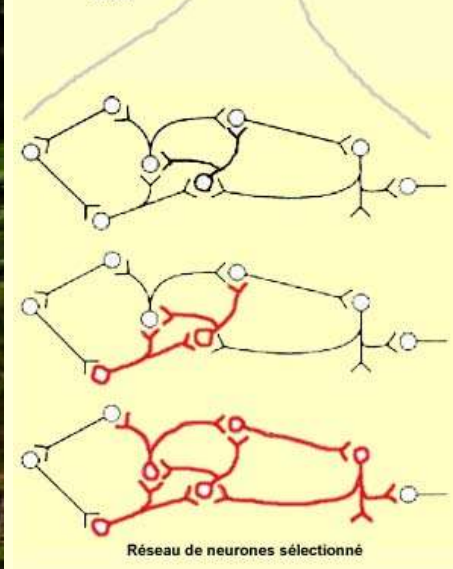
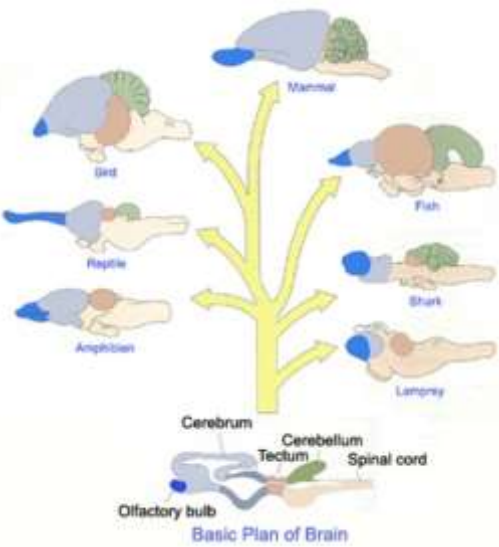
TRENDS in Cognitive Sciences

Il faut garder à l'esprit que durant le développement...

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

Une métaphore
qui fait le lien entre
ce qu'on a vu jusqu'ici
et vers où on s'en va...





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

