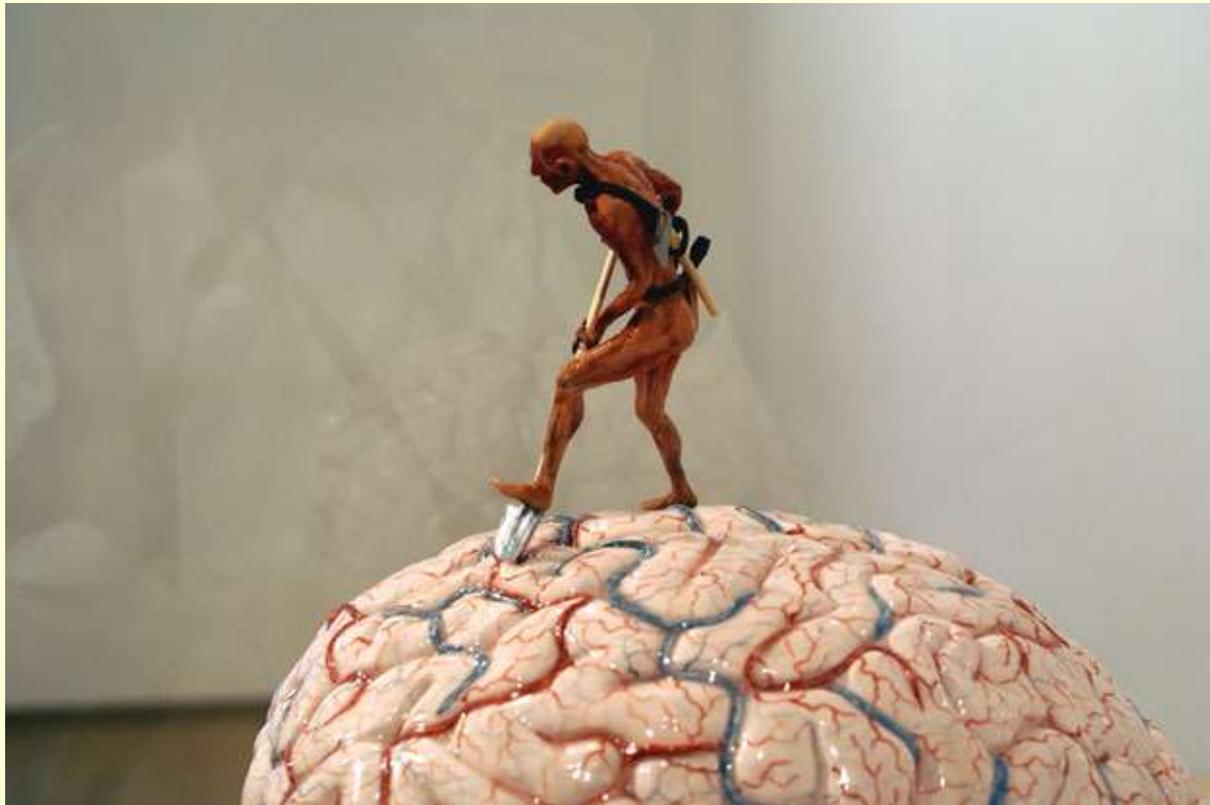


École des profs



6 décembre 2018



LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Un site web interactif sur le cerveau et les comportements humains

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

Principes fondamentaux



Du simple au complexe

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



Le bricolage de l'évolution

- Notre héritage évolutif

Le développement de nos facultés

- De l'embryon à la morale



Le plaisir et la douleur

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



Les détecteurs sensoriels

- La vision



Le corps en mouvement

- Produire un mouvement volontaire

Fonctions complexes



Au coeur de la mémoire

- Les traces de l'apprentissage
- Oubli et amnésie



Que d'émotions

- Peur, anxiété et angoisse



De la pensée au langage

- Communiquer avec des mots



Dormir, rêver...

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



L'émergence de la conscience

- Le sentiment d'être soi

Dysfonctions



Les troubles de l'esprit

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

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Chercher dans le blogue

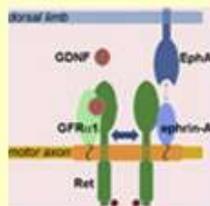
Envoyer

Catégories

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

Lundi, 13 février 2012

Des protéines qui guident le câblage cérébral



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

Instituts de recherche en santé du Canada

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

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

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

[Retour à l'accueil](#)

Niveau d'explication

Débutant
Intermédiaire
Avancé



Niveau d'organisation

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

Thème

Le plaisir et la douleur



Sous-thème

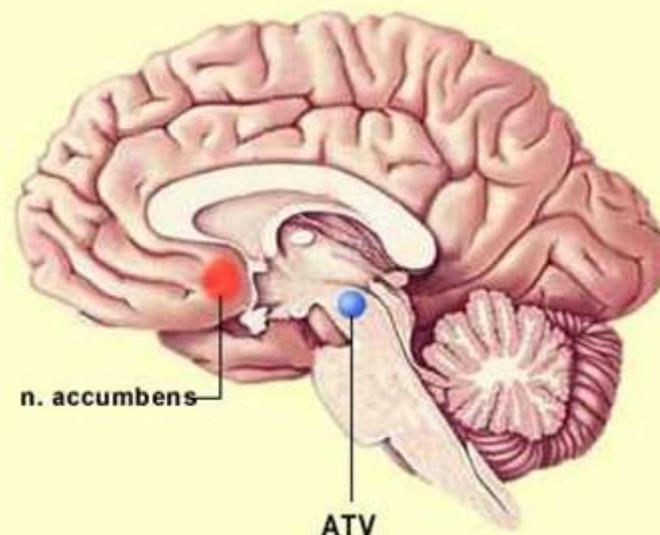
- La quête du plaisir
- Les paradis artificiels
- L'évitement de la douleur



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

LES CENTRES DU PLAISIR

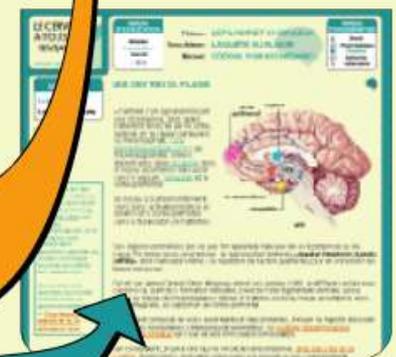
Pour qu'une espèce survive, ses individus doivent en premier lieu assurer leurs fonctions vitales comme se nourrir, réagir à l'agression et se reproduire. L'évolution a donc mis en place dans notre cerveau des régions dont le rôle est de "récompenser" l'exécution de ces fonctions vitales par une sensation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



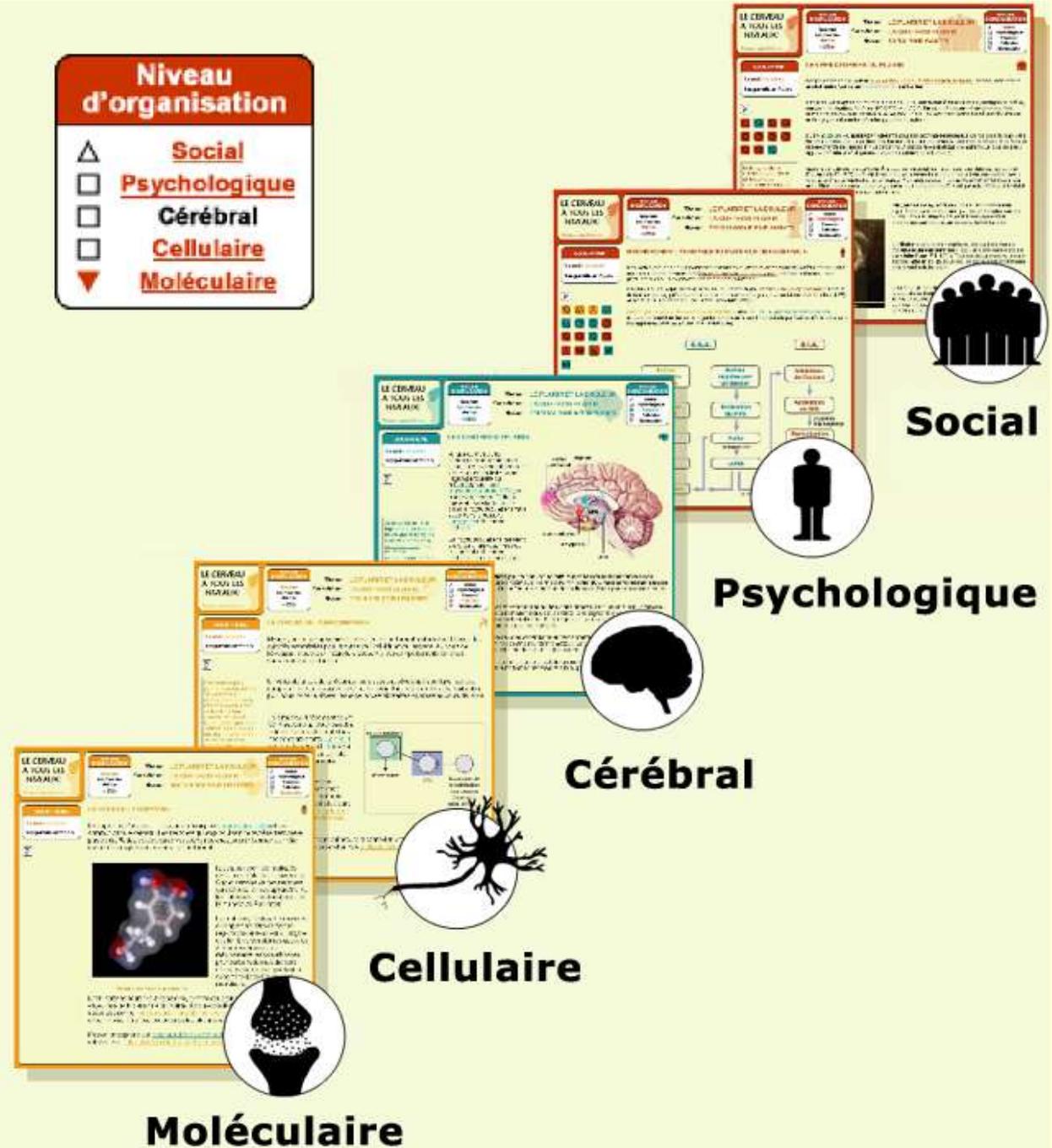
Ce sont ces régions, interconnectées entre elles, qui forment ce que l'on appelle le **circuit de la récompense**.

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



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](#)

UQÀM

Faculté des sciences humaines
Institut des sciences cognitives

UQAM > Institut des sciences cognitives

Chercher dans uqam.ca



[Accueil](#)

[L'Institut](#)

[Études](#)

[Recherche](#)

[Membres](#)

[Communication](#)

[Nous contacter](#)

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



LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

- 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

Nouveau! "L'école des profs"

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

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Accueil du site

Recherche -> blogue

Billets par catégorie



Abonnez-vous !

NOUVELLES RÉCENTES SUR LE CERVEAU

Lundi, 5 septembre 2016

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



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

Faire un don

nous permet de continuer

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

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

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

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

Recherche -> site + blogue

Google™ Recherche |

Principes fondamentaux

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

Fonctions complexes

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

Dysfonction

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

Nouveau! "L'école des profs"

"L'école des profs"

Cours intensifs de perfectionnement en neurosciences cognitives

(cliquez ici pour les détails)

Fonctions supérieures, libre arbitre et éducation

Vers une cognition incarnée

Des réseaux de neurones qui oscillent de manière dynamique

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

Ancienne et nouvelle grammaire de la communication neuronale

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Accueil du site

Lundi, 5 septembre 2016

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



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

Recherche -> blogue

Recherche -> blogue

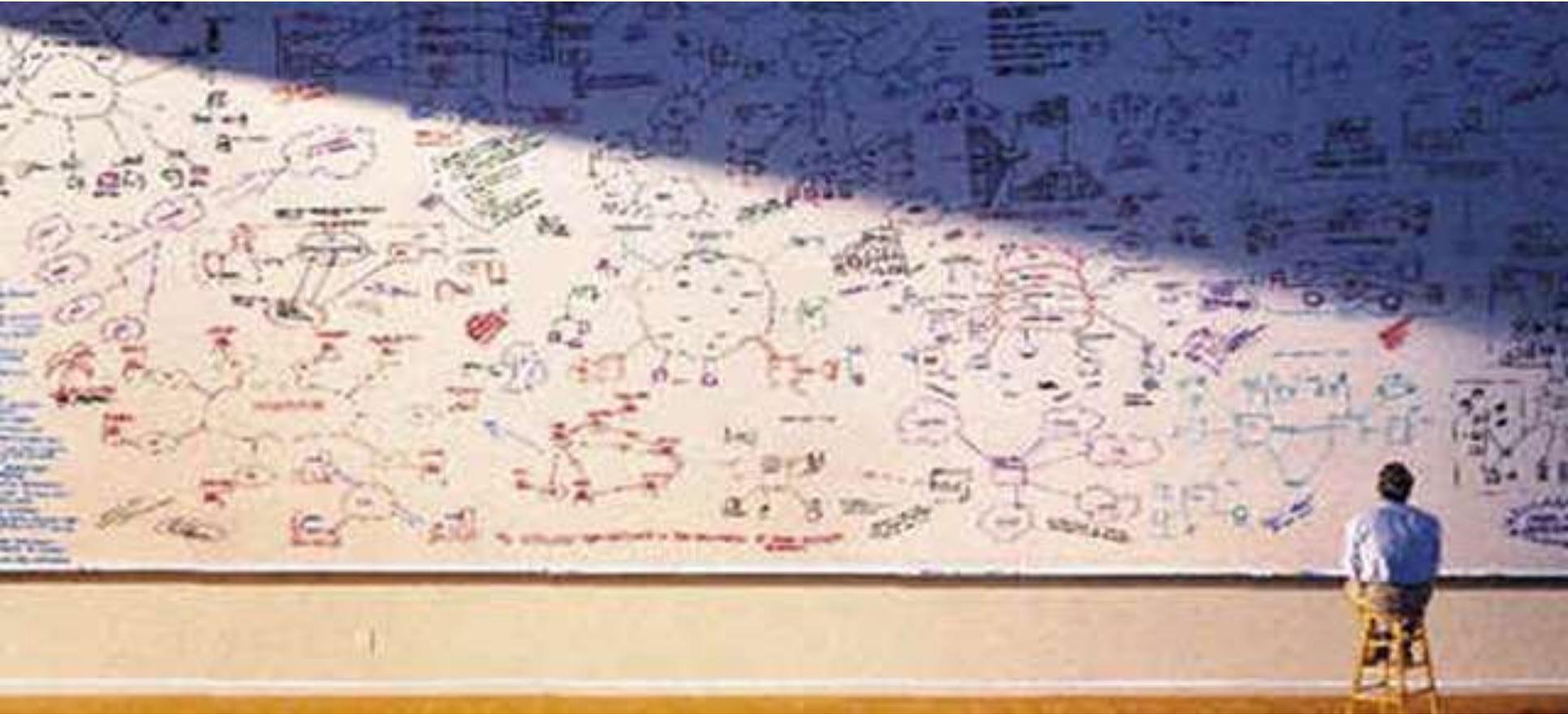
Billets par catégorie

Abonnez-vous !

NOUVELLES RÉCENTES SUR LE CERVEAU

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

Merci de l'invitation et...



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



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

Concept / Cadre théorique :

Méthode / Technique :

Débat / Controverse :

La commande :

« Après consultation auprès des différents profs de bio et de psycho voici, voici donc notre plan de formation pour l'école des profs.

1- Mémoire, plasticité, apprentissage

2- Sciences cognitives

3- Communication neuronale

4- Les fonctions supérieures

Si le temps le permet (5- Interaction **corps-cerveau-environnement**)

Il serait intéressant que :

- Une partie de la présentation porte sur les **commotions cérébrales** et leurs effets. »

Plan

Avant-midi : surtout **théorie**

1^{er} bloc : Perspective historique sur les **sciences cognitives** et évolutive sur l'émergence des systèmes nerveux

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

Après-midi : surtout **pratique**

3^e bloc : Le « **cerveau-corps-environnement** » : prise de décision, **commotion cérébrale**, stress et effet placebo

4^e bloc : **Les fonctions supérieures** : attention, inhibition, lecture, langage et inconscient, conscience

Plan

Avant-midi : surtout **théorie**

1^{er} bloc : Perspective historique sur les sciences cognitives et évolutive sur l'émergence des systèmes nerveux

Intro générale : cerveau-corps-environnement

Perspective historique sur les sciences cognitives

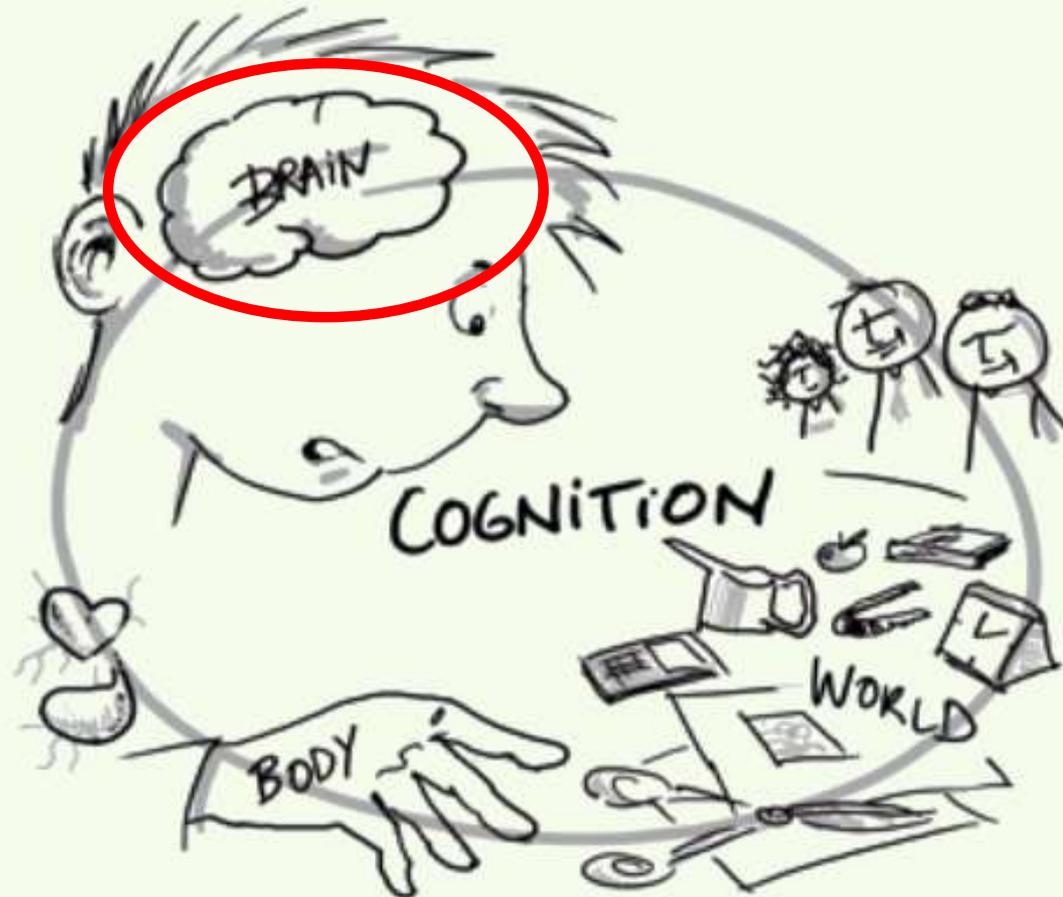
Évolution cosmique, chimique et biologique

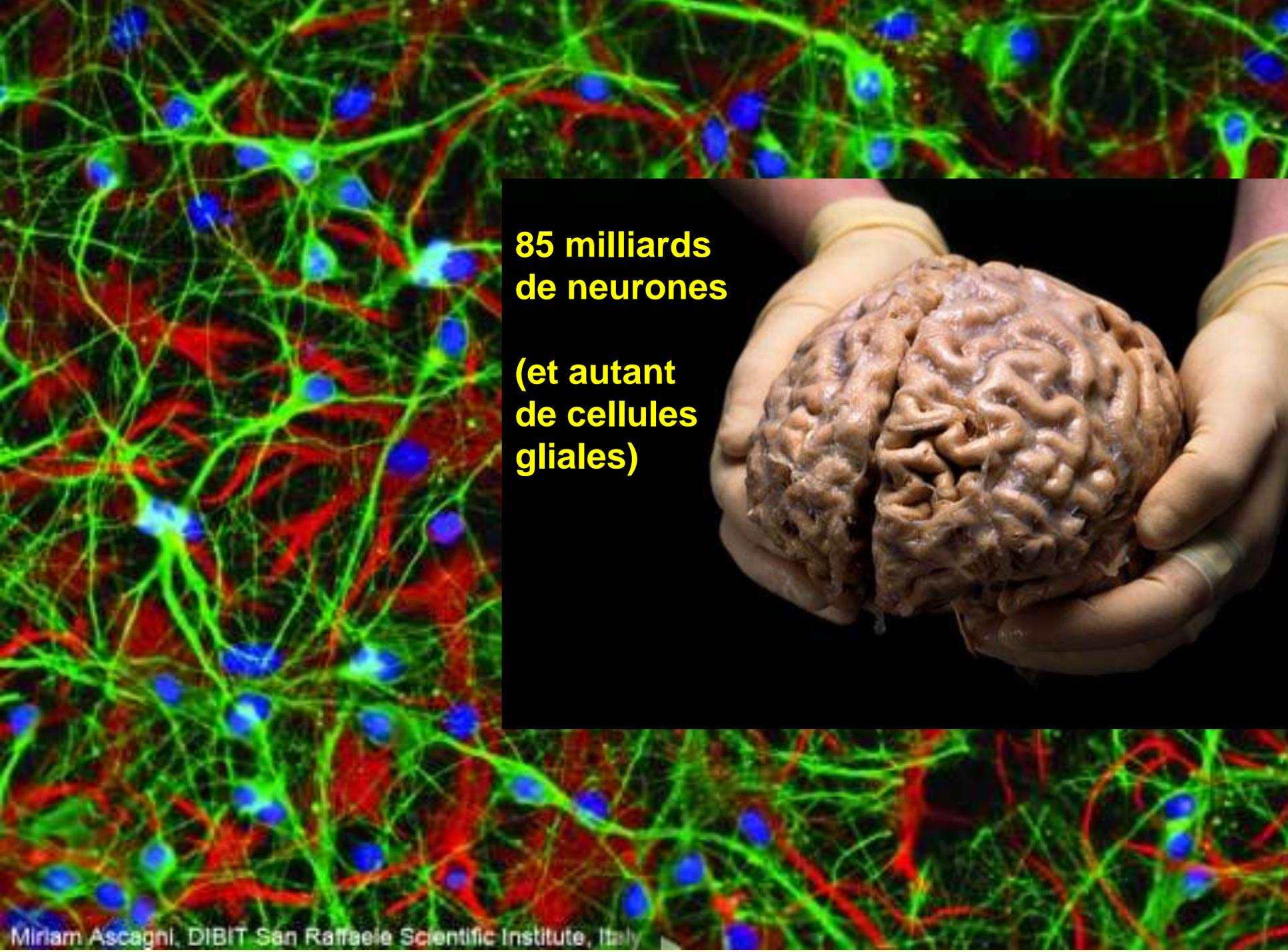
Émergence des systèmes nerveux

Plaisir, douleur, mémoire

Recyclage neuronal

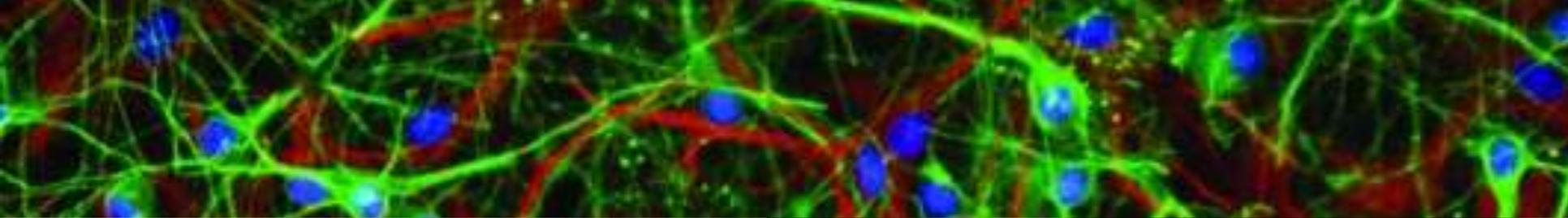
Cerveau – Corps - Environnement



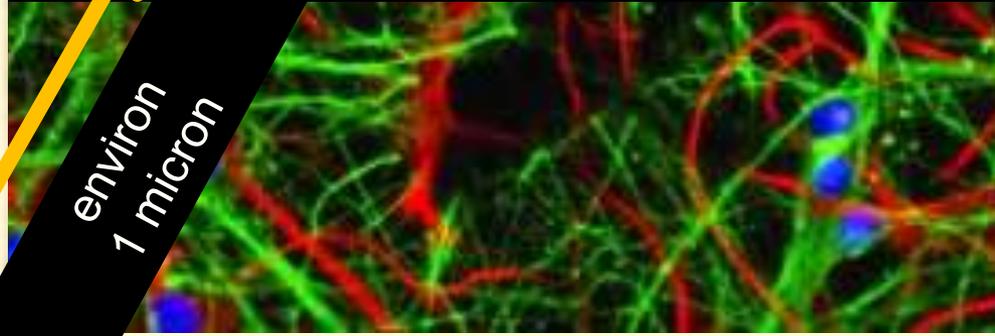
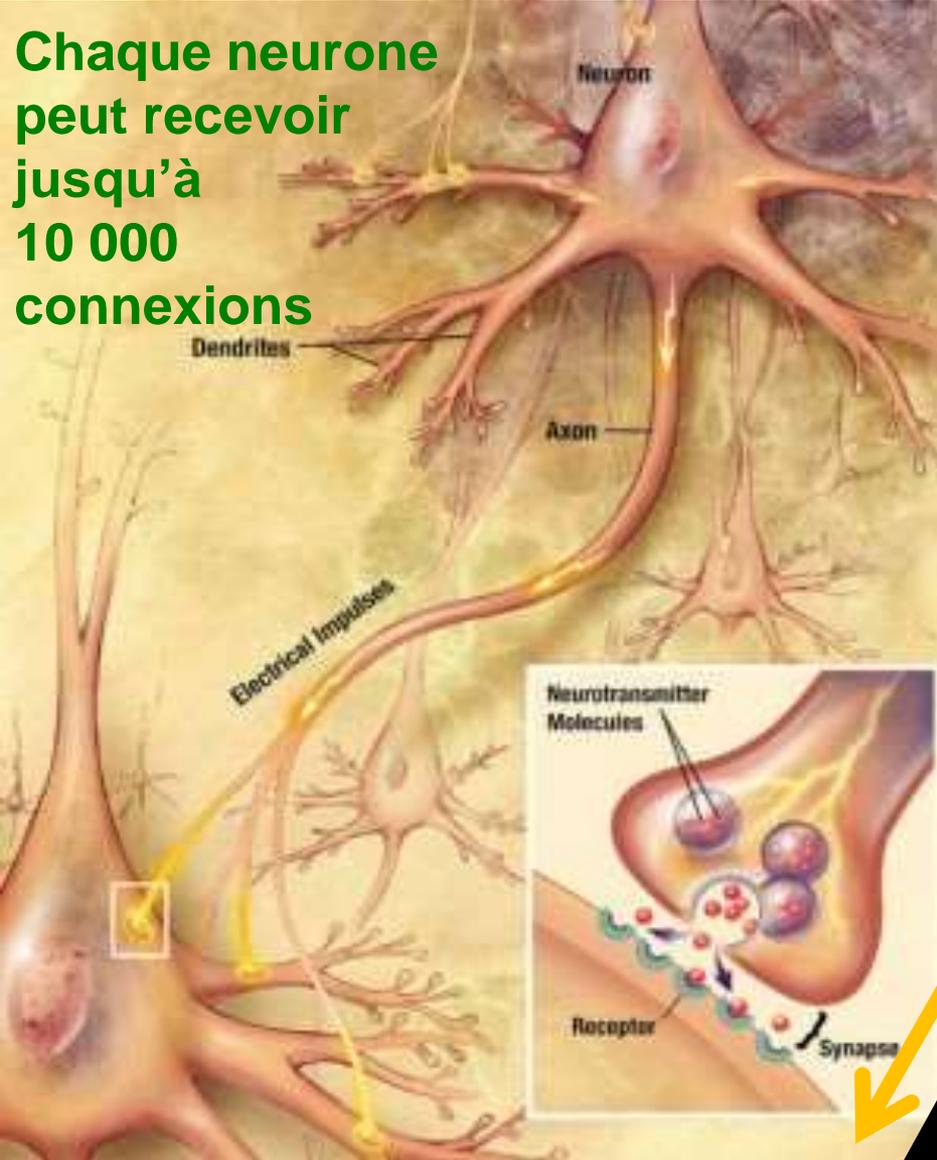


**85 milliards
de neurones**

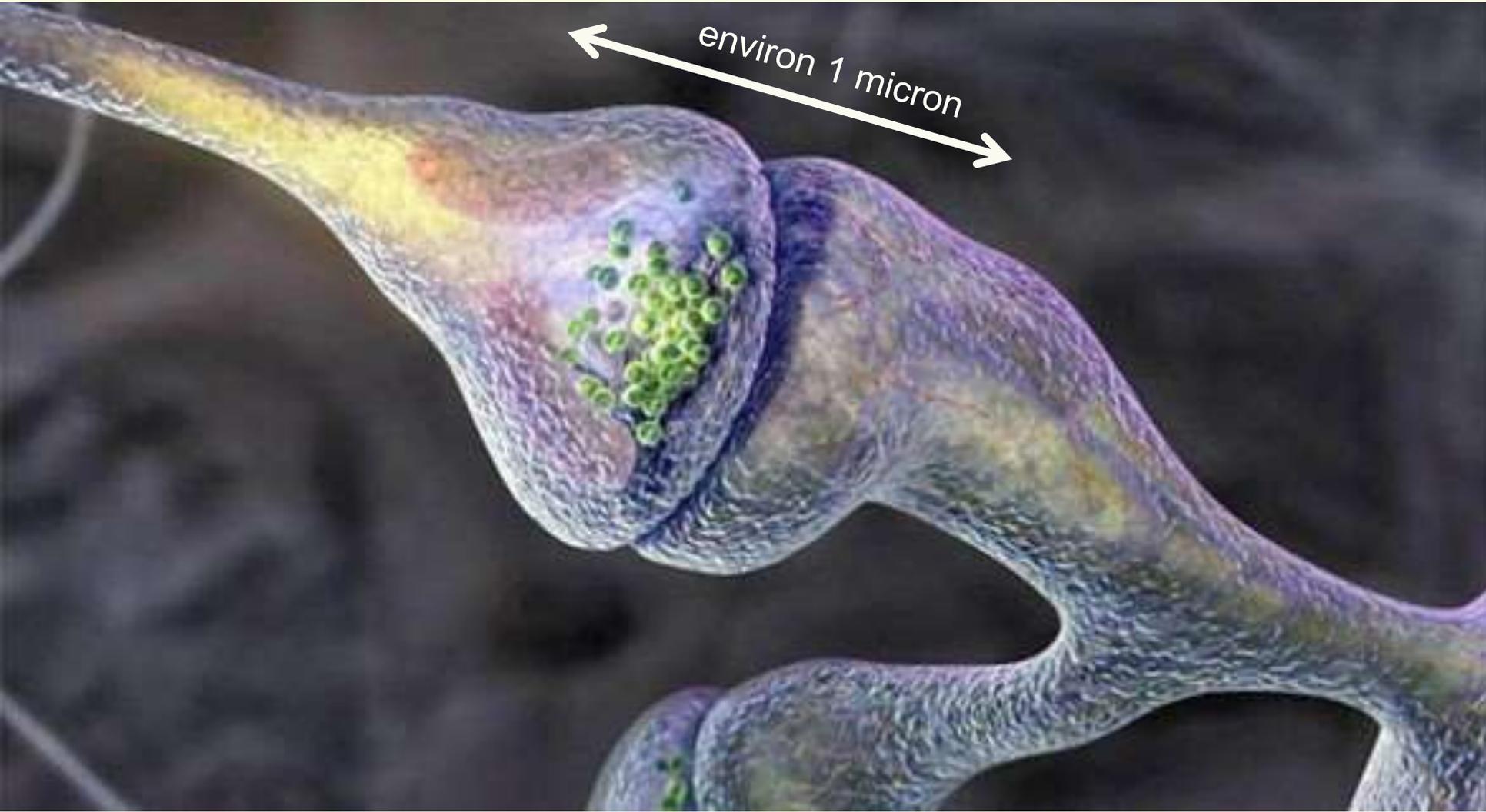
**(et autant
de cellules
gliales)**



Chaque neurone
peut recevoir
jusqu'à
10 000
connexions



environ
1 micron

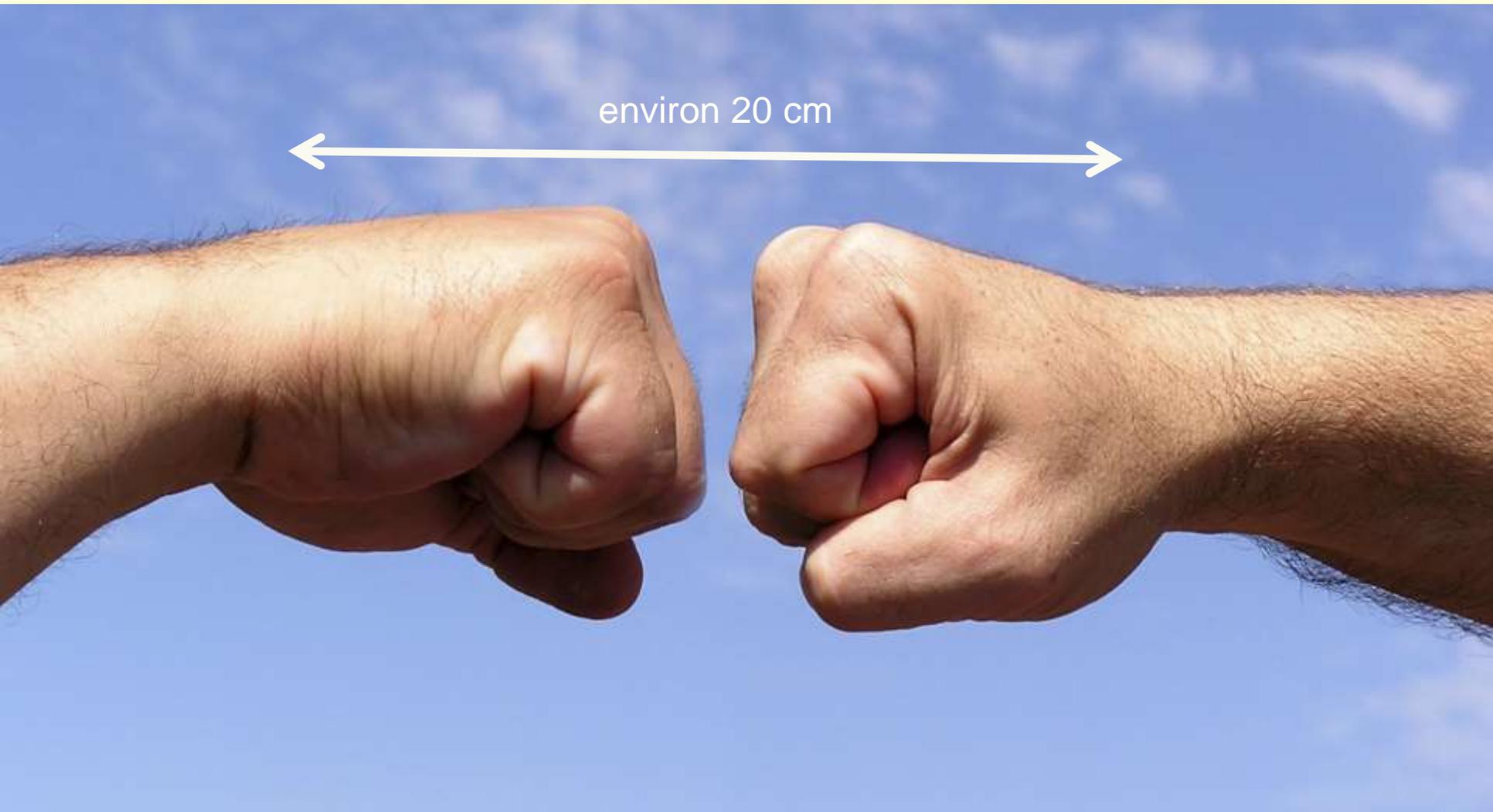


environ 1 micron

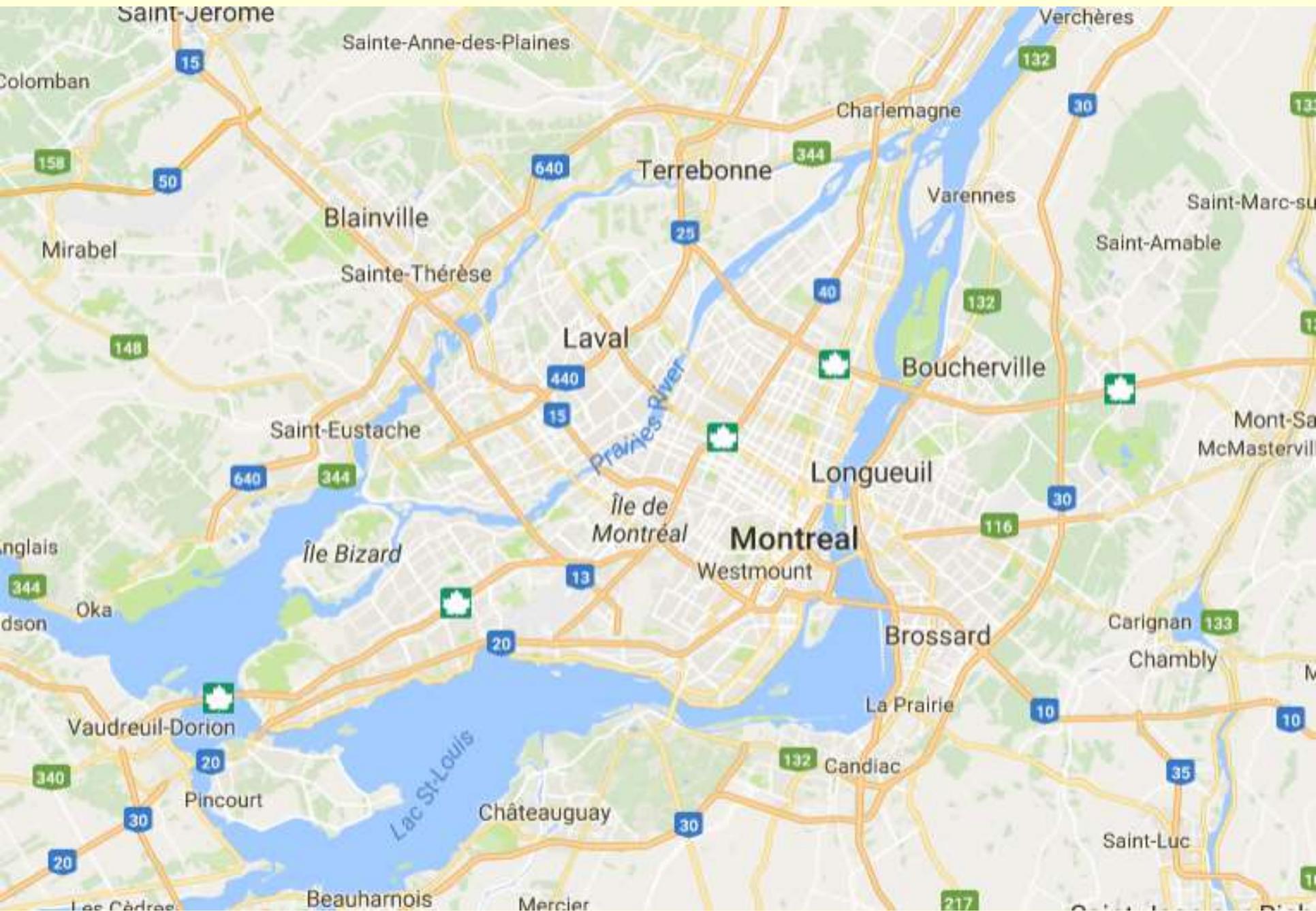
A photograph of a human brain held in two gloved hands. The brain is the central focus, showing its characteristic convoluted surface. The hands are wearing light-colored, possibly latex, gloves. A white double-headed arrow is drawn across the left side of the brain, indicating its size. The text "environ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

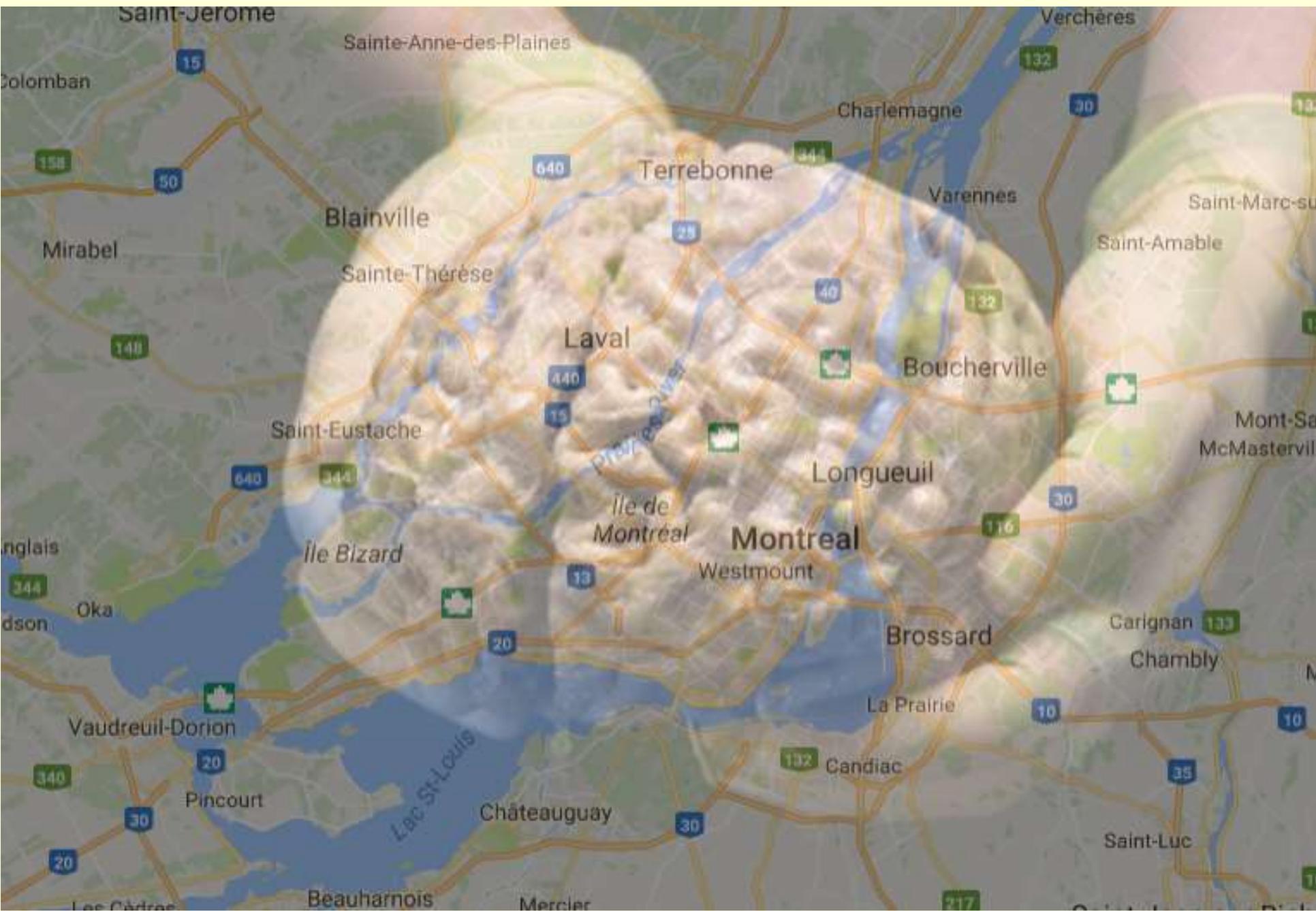
environ 20 cm

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



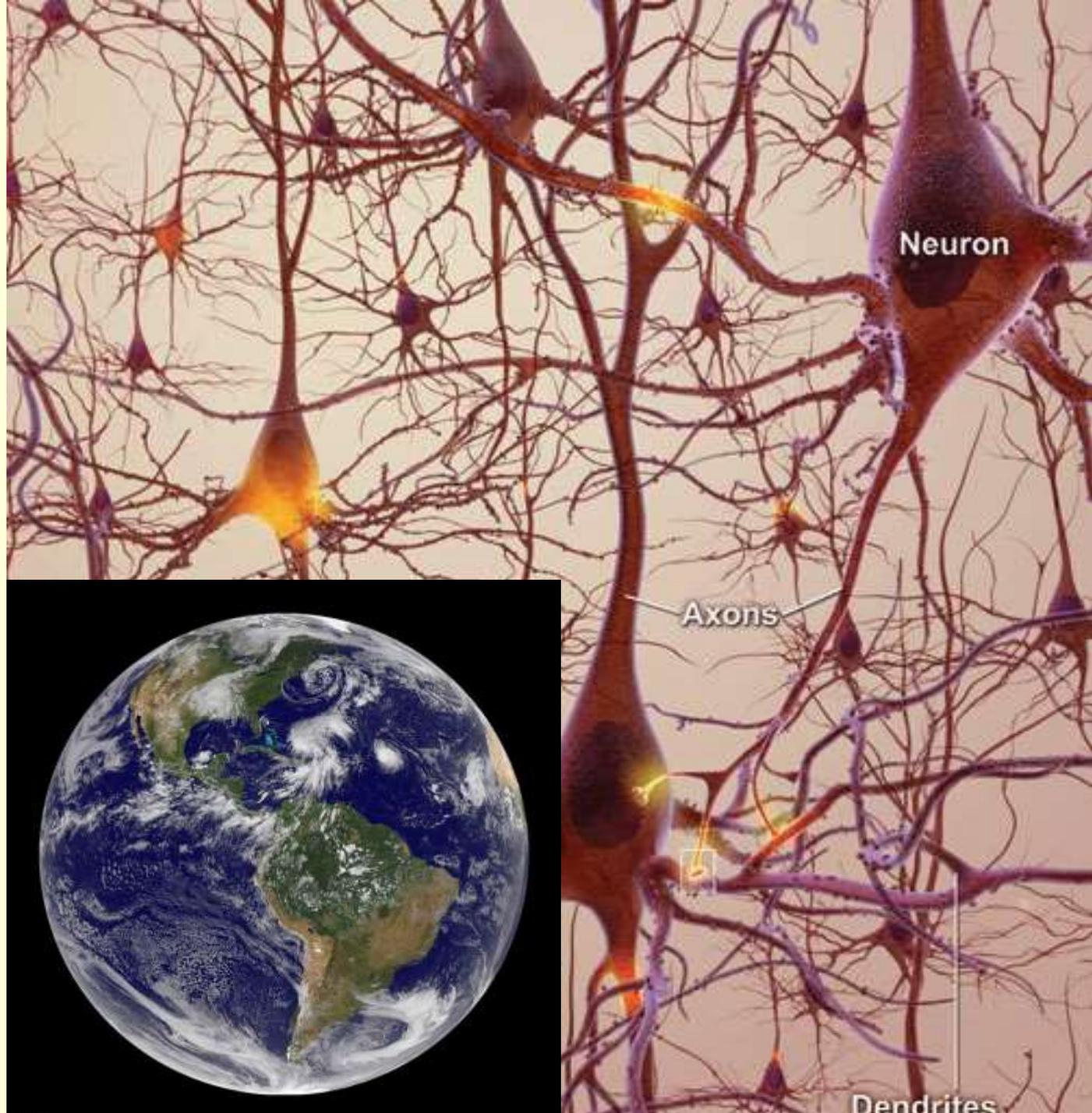
Alors : $0,2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} / 0,000 \text{ } 001 \text{ m} = 40 \text{ } 000 \text{ m} = \mathbf{40 \text{ km}}$



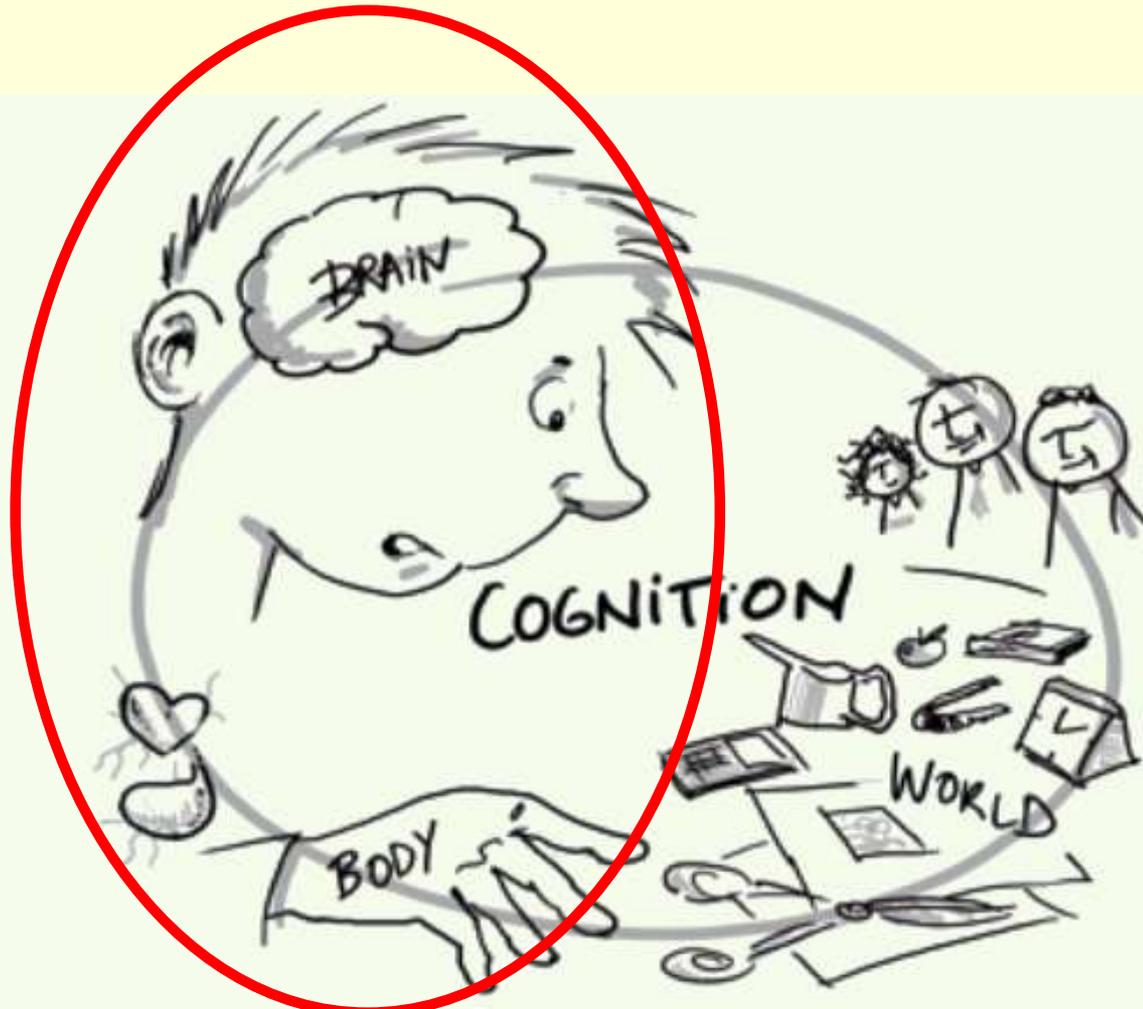


Et si on mettait
bout à bout tous
ces petits câbles,

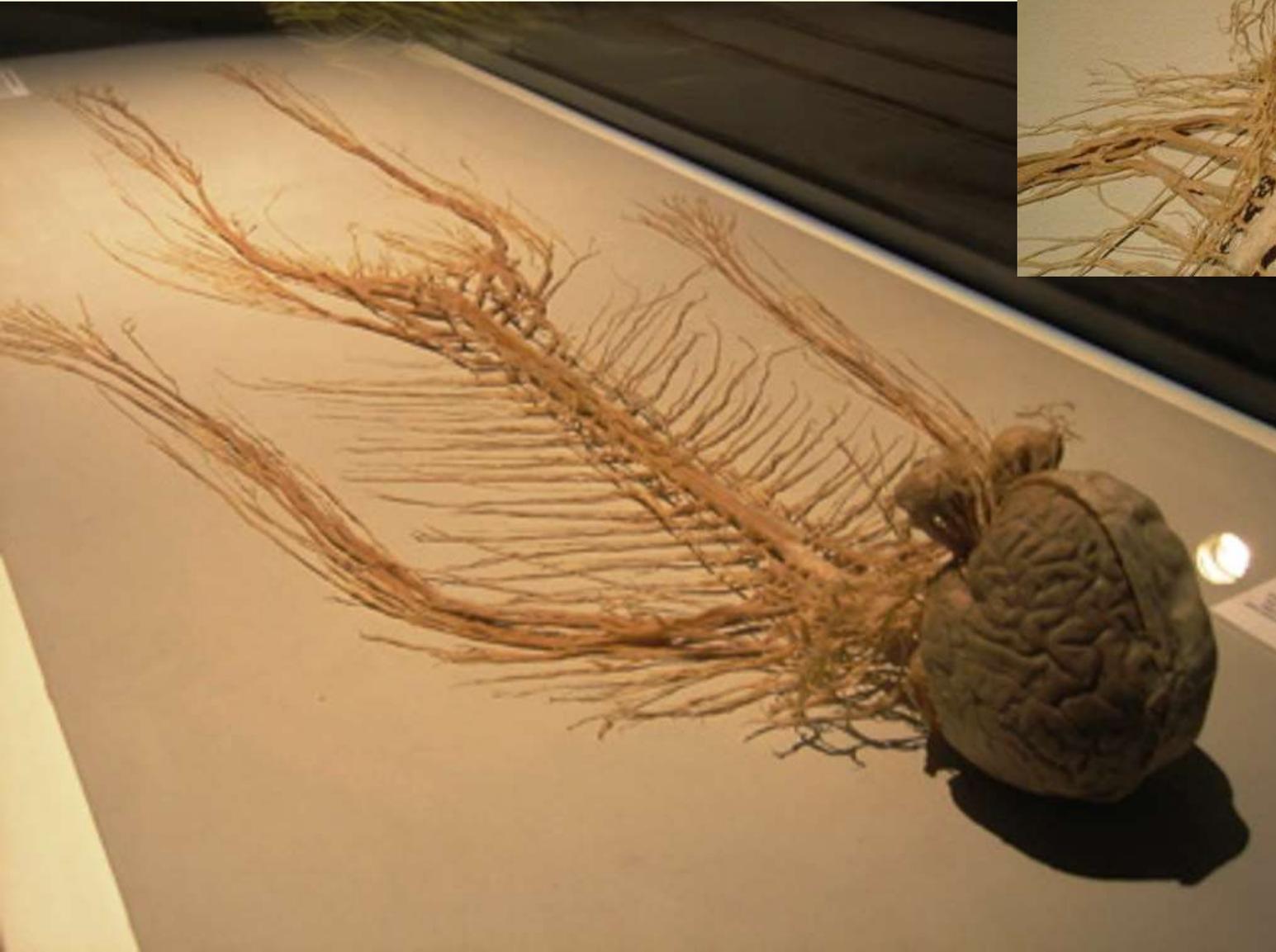
on a estimé
qu'on pourrait
faire plus de
**4 fois le tour
de la Terre**
avec le contenu
d'un seul cerveau
humain !

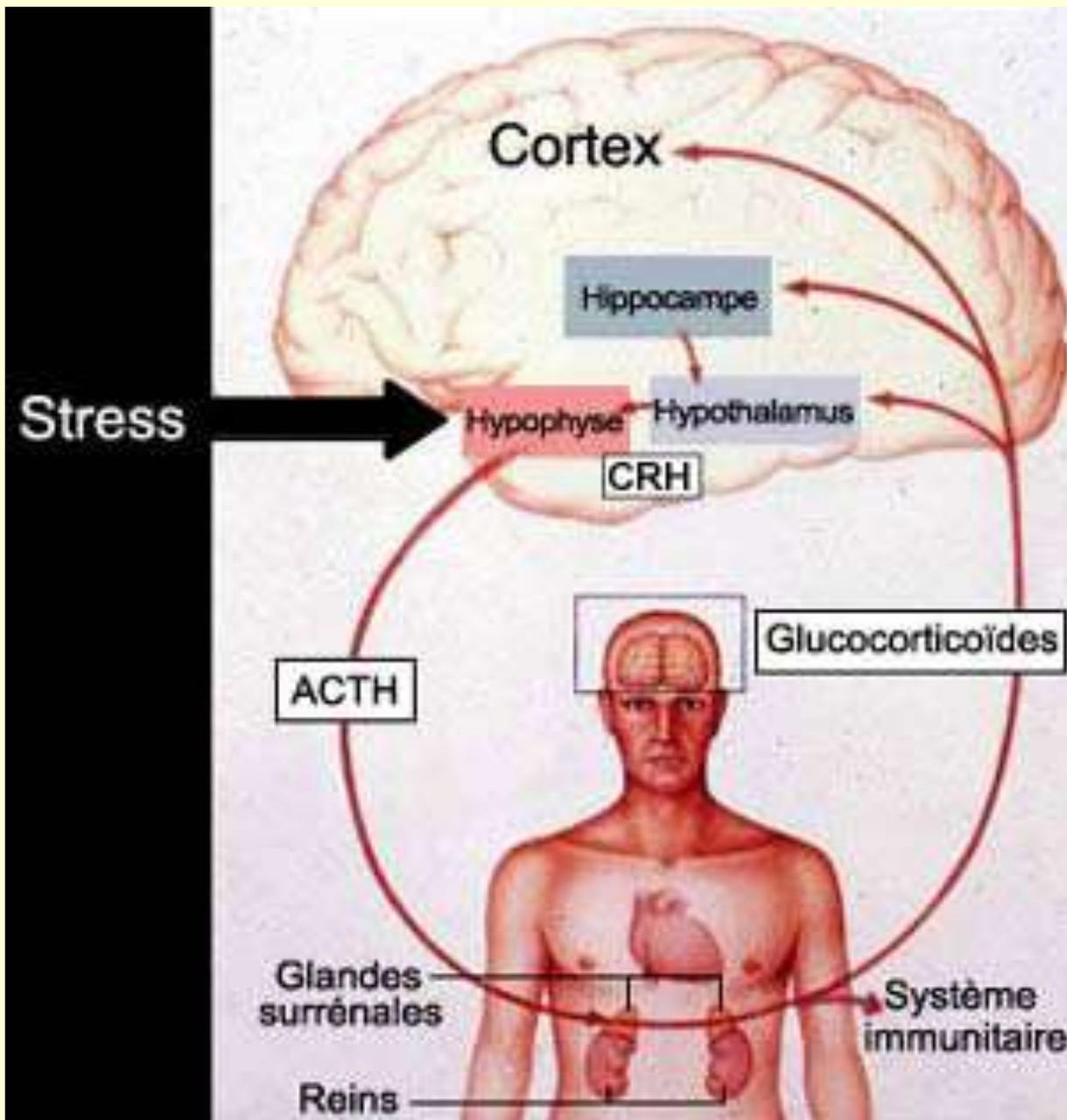


Cerveau – Corps - Environnement



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



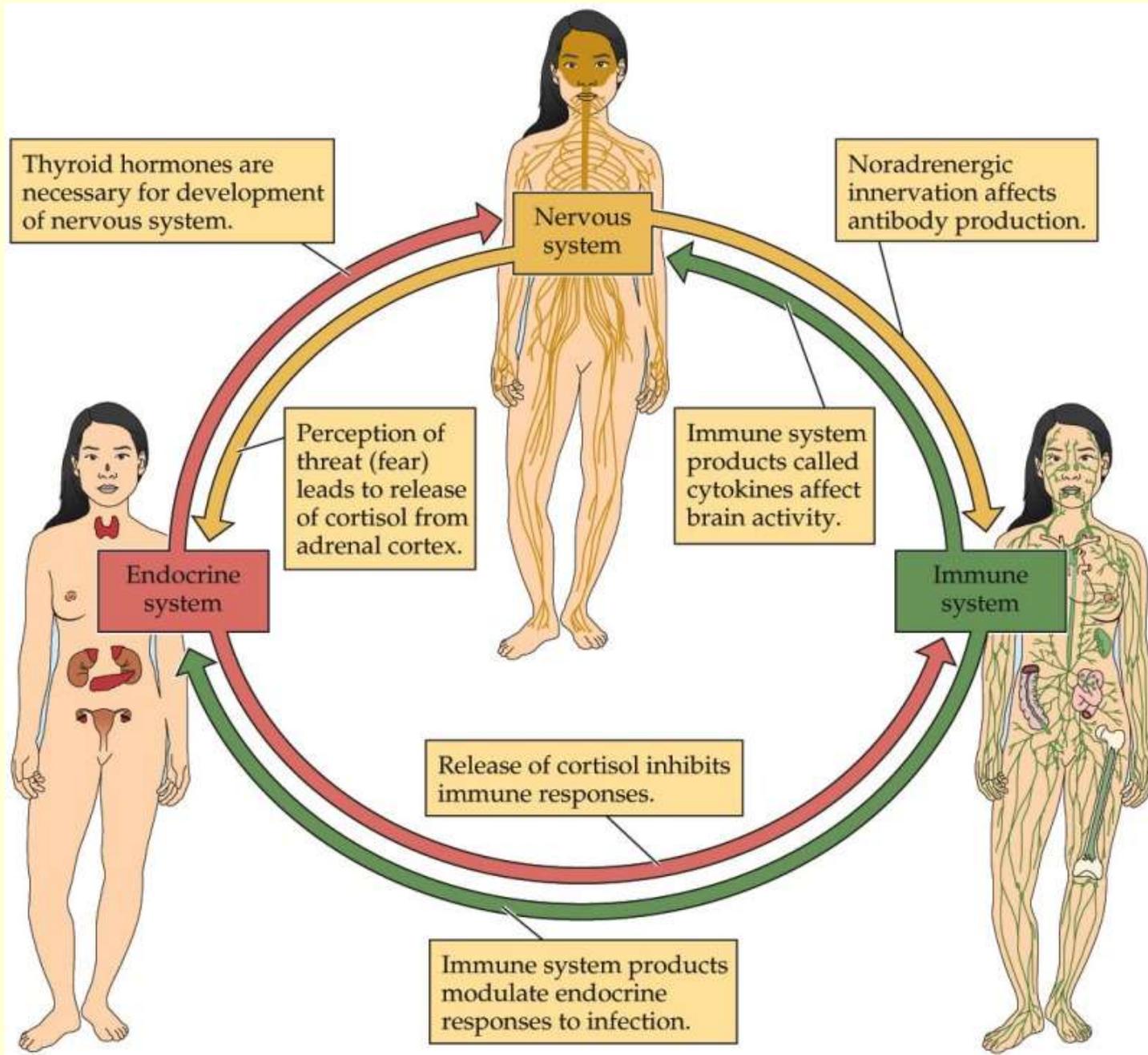


...et le **système endocrinien** avec toutes ses hormones

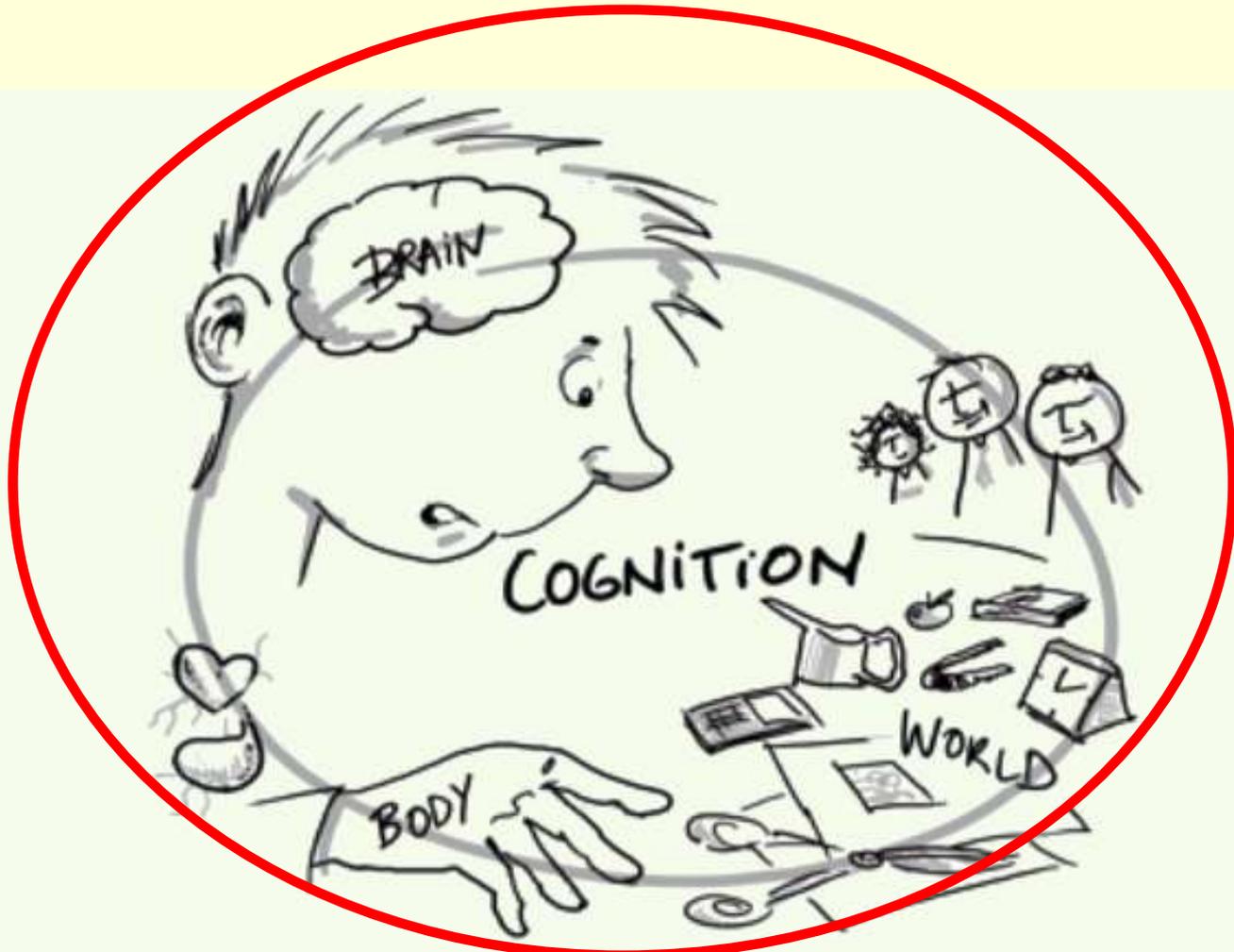
dirigées par l'hypophyse,

elle-même dirigée par l'hypothalamus...

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



Cerveau – Corps - Environnement





L'environnement physique...





...et l'environnement humain !

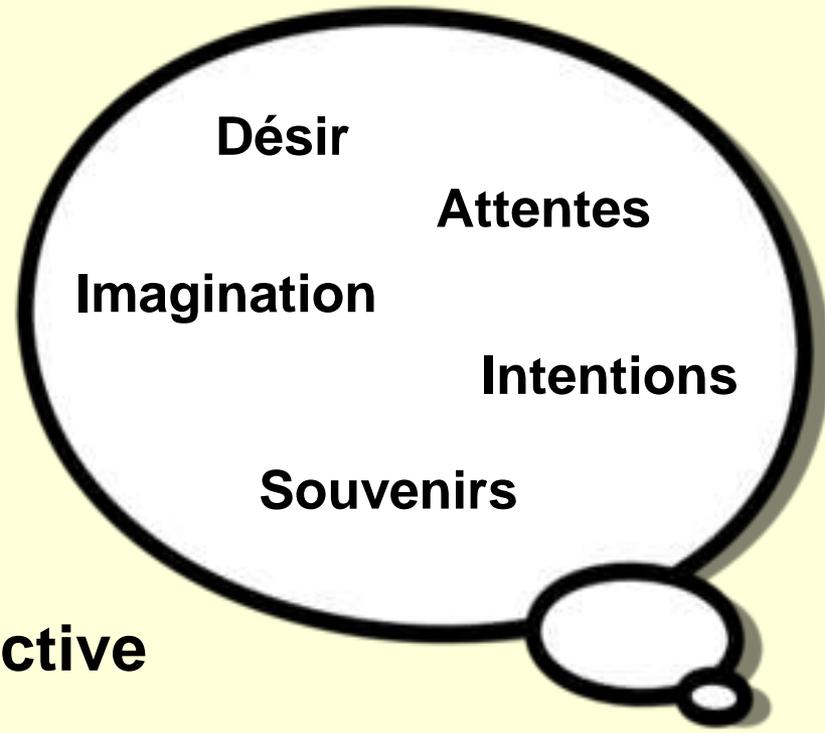




Langage : représentations symboliques communes permettant de coordonner nos actions



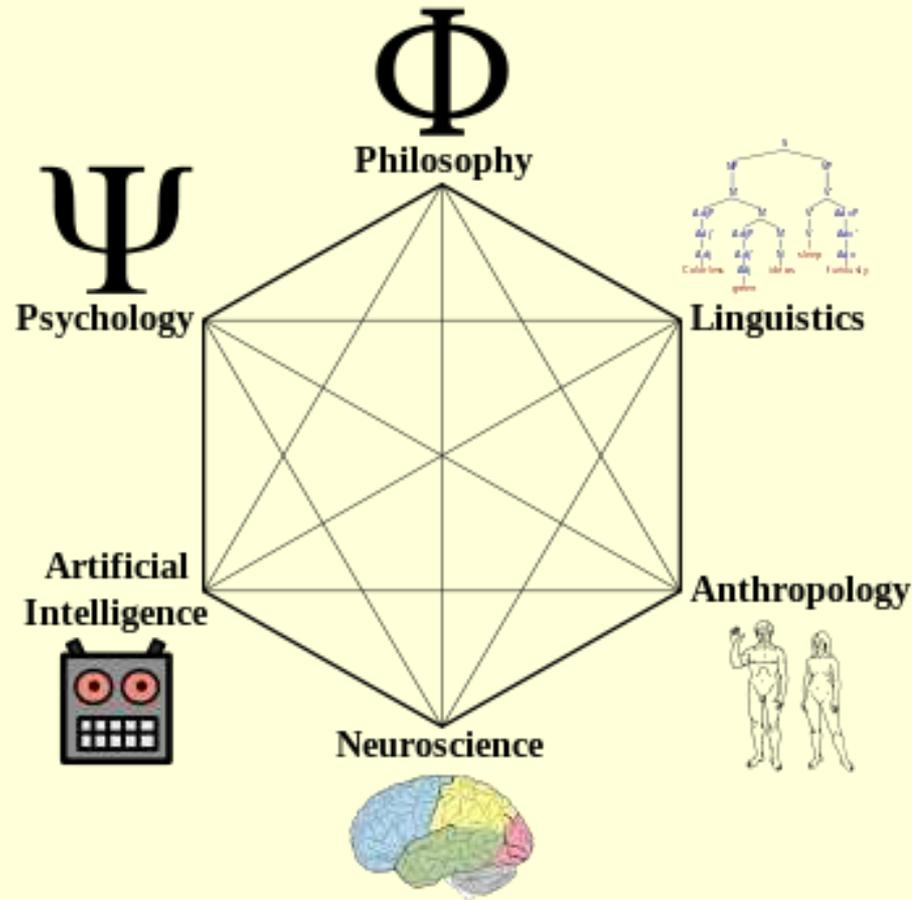
Ce langage tend aussi à « s'intérioriser » pour nommer des affects...



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

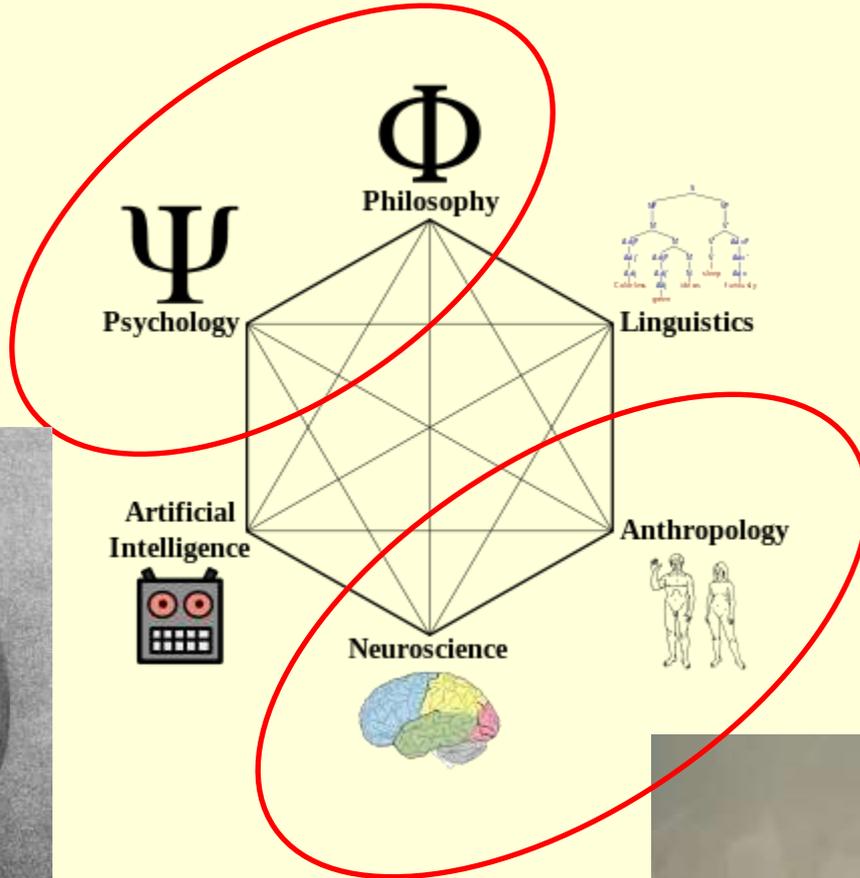


Et c'est ce qui intéresse ce qu'on appelle les « **sciences cognitives** »

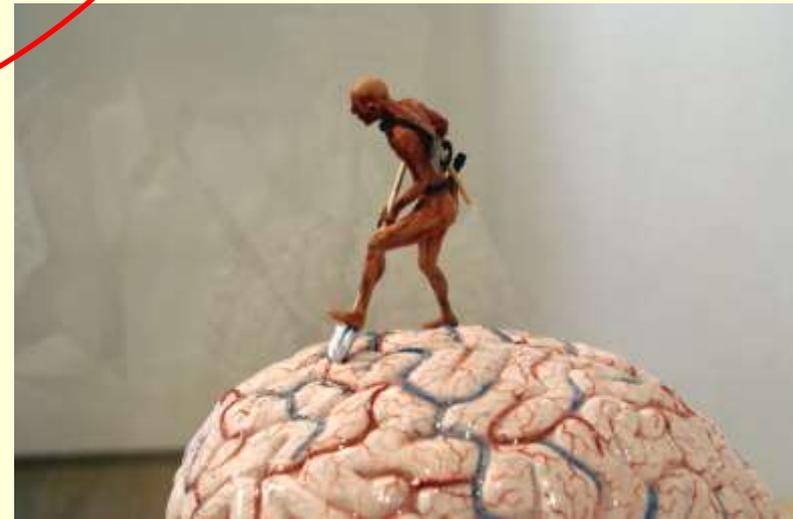


Dont certaines disciplines vont s'intéresser davantage à

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



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



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



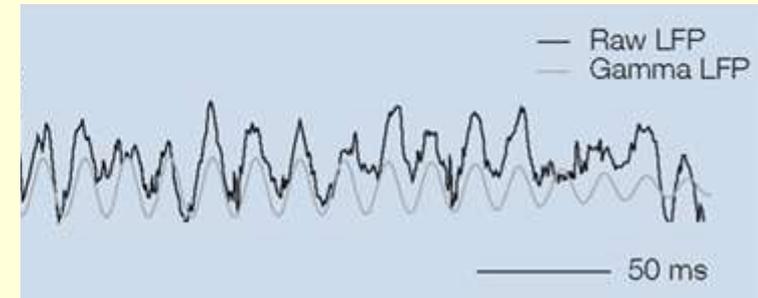
Le rouge que l'on ressent à la vue de cette pomme...

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

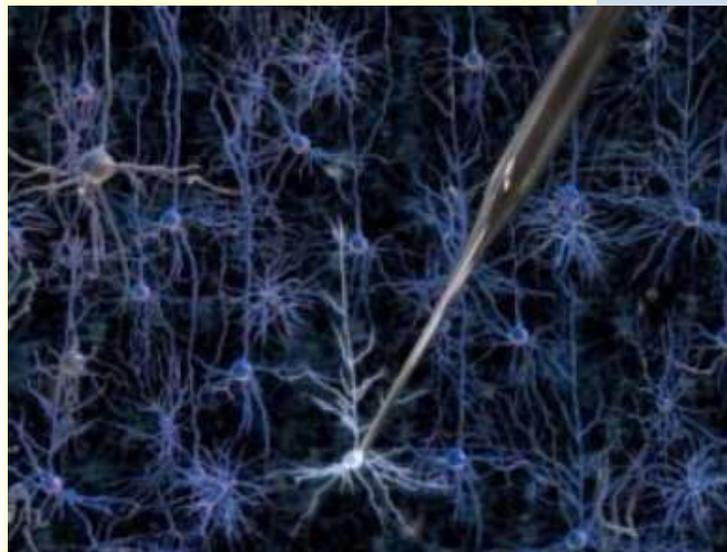
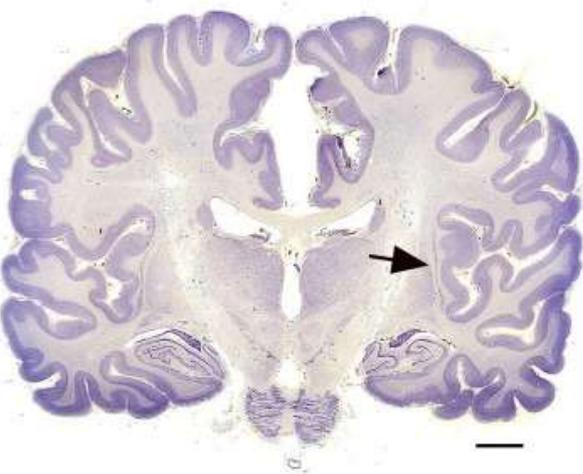


Mais il est où le rouge dans notre cerveau ?

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

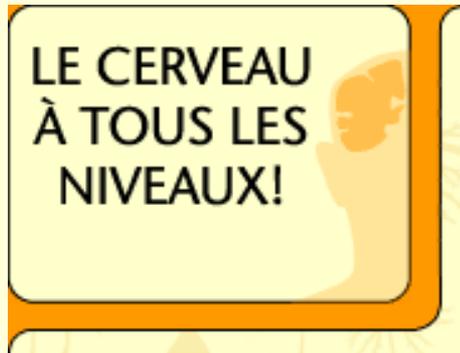


B



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

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



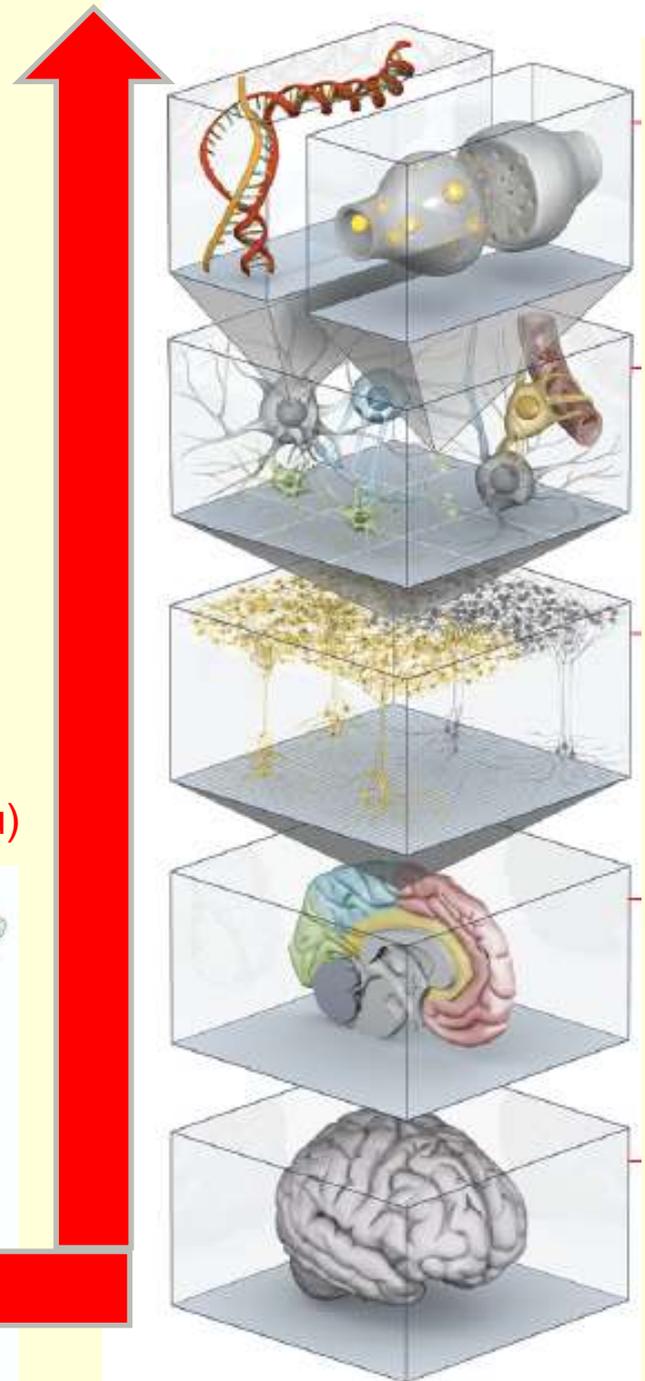
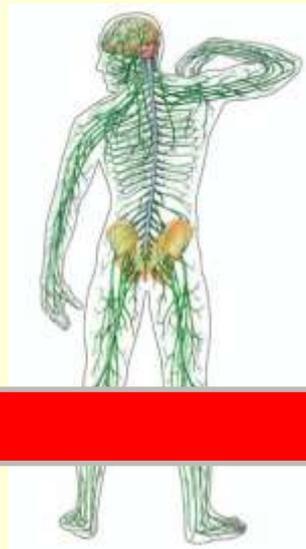
Le social
(corps-cerveau-environnement)



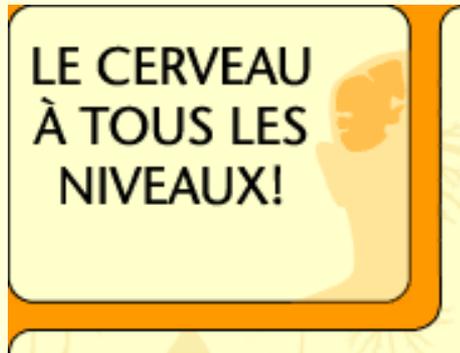
The Hierarchically Mechanistic Mind:
A Free-Energy Formulation
of the Human Psyche
October **2018**

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

L'individu
(corps-cerveau)



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

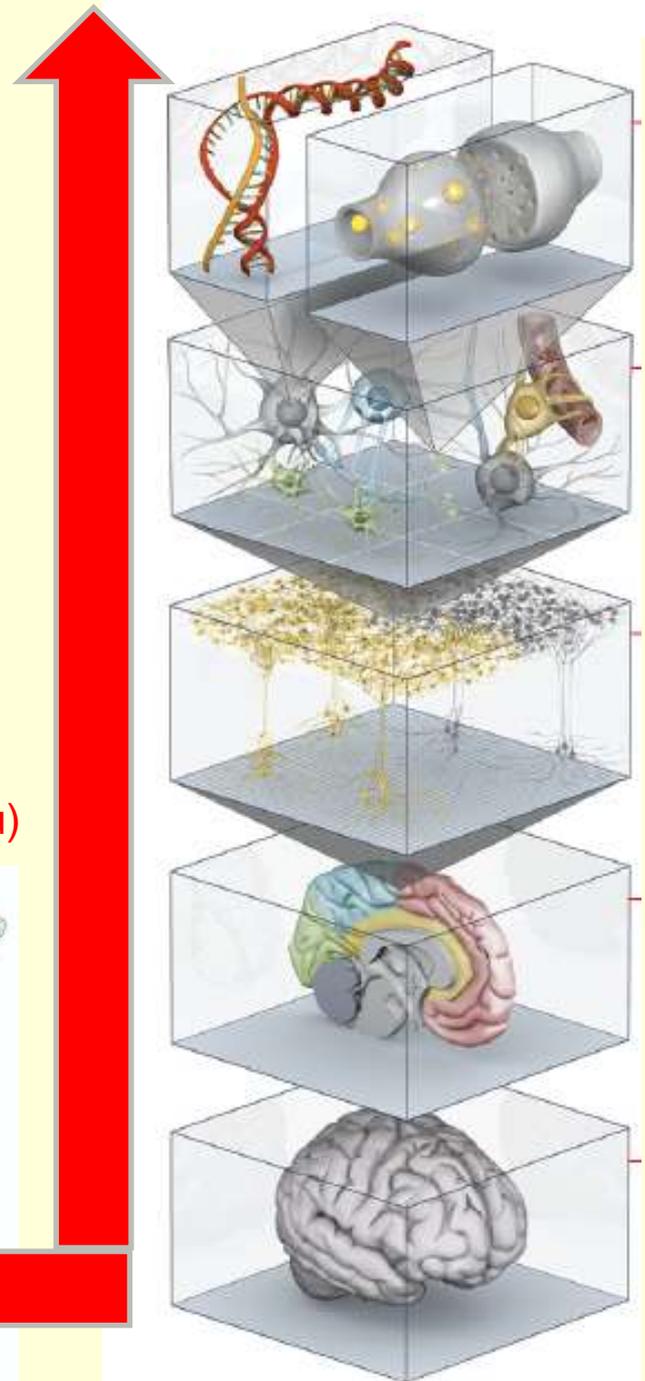
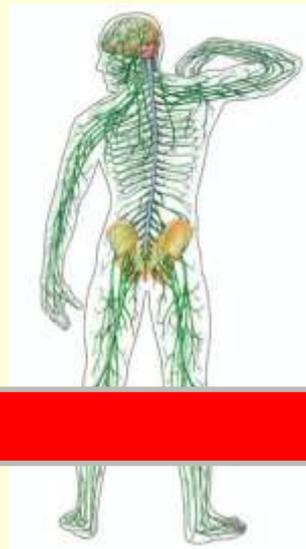


Le social
(corps-cerveau-environnement)



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

L'individu
(corps-cerveau)

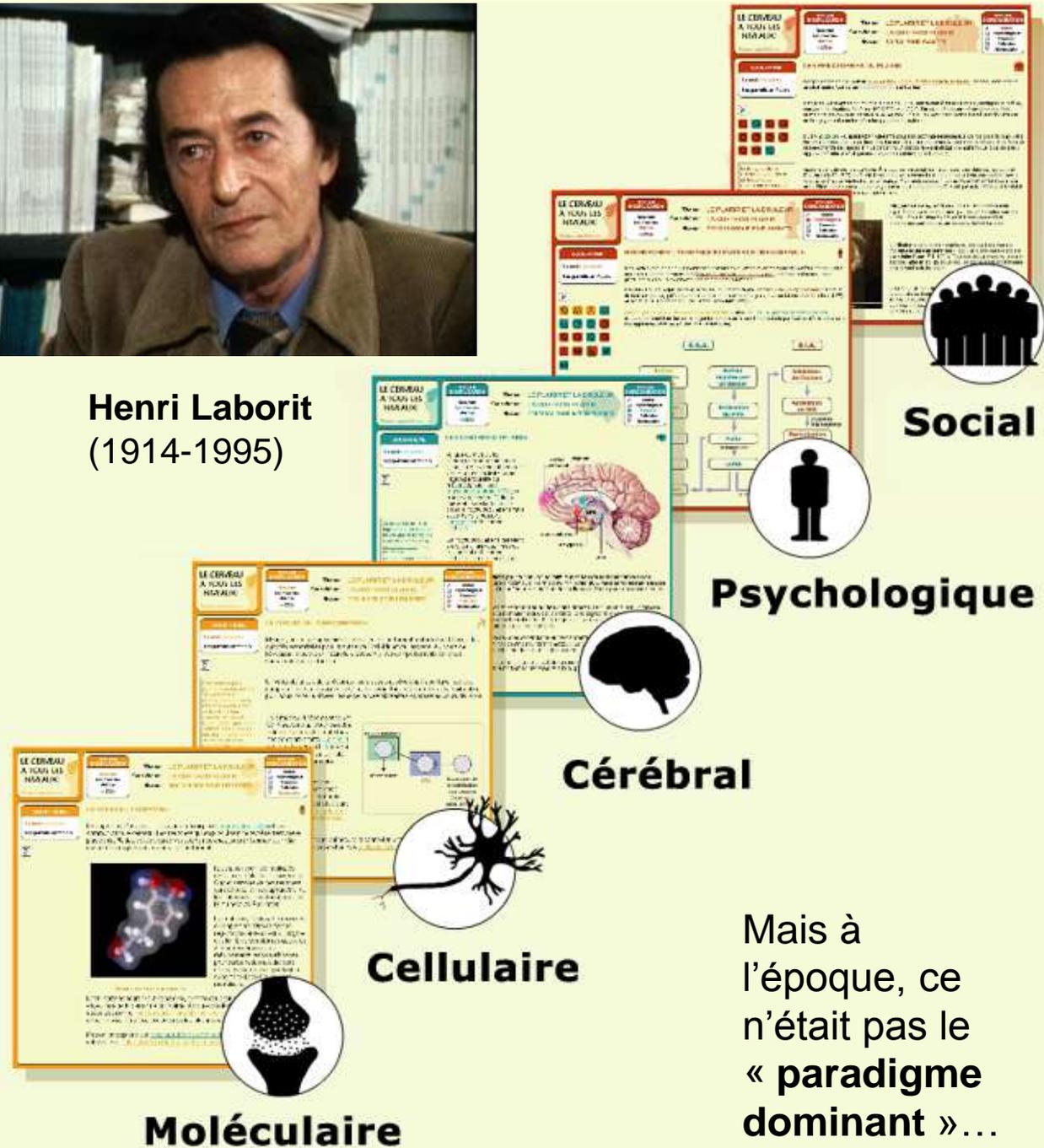


« Actuellement [en **1975**] est en train de se bâtir une façon d'interpréter le comportement humain en situation sociale qui prend ses bases dans les molécules et qui, **de niveaux d'organisation en niveaux d'organisation**, [...] permet d'interpréter de façon assez nouvelle les comportements humains.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

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



Henri Laborit
(1914-1995)



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.

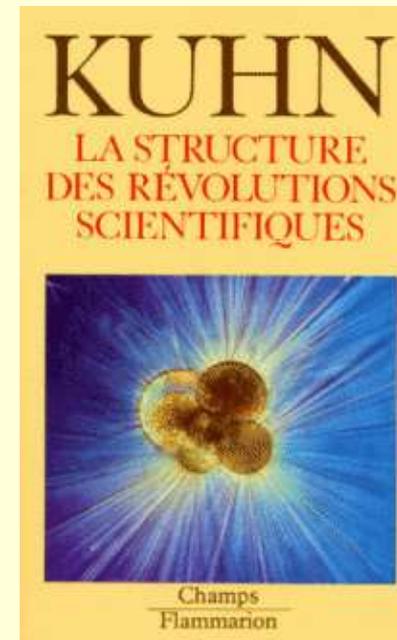
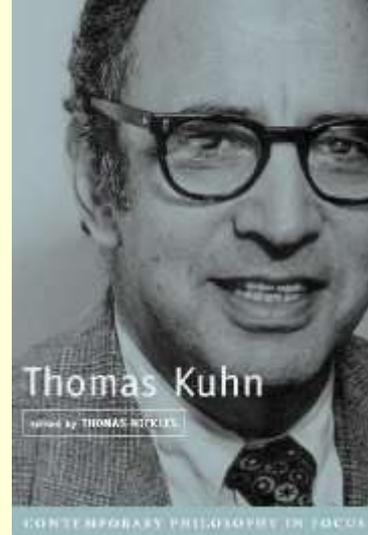
C'est l'idée qu'il y a, à une époque donnée,
« **UNE** » **théorie plus largement acceptée** au sein de la communauté scientifique dans un domaine particulier.

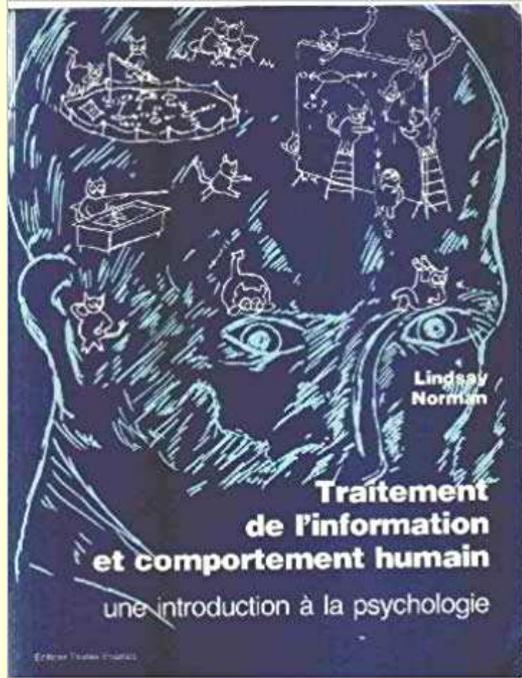
Ce que Kuhn appelle aussi la « science normale ».

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**.

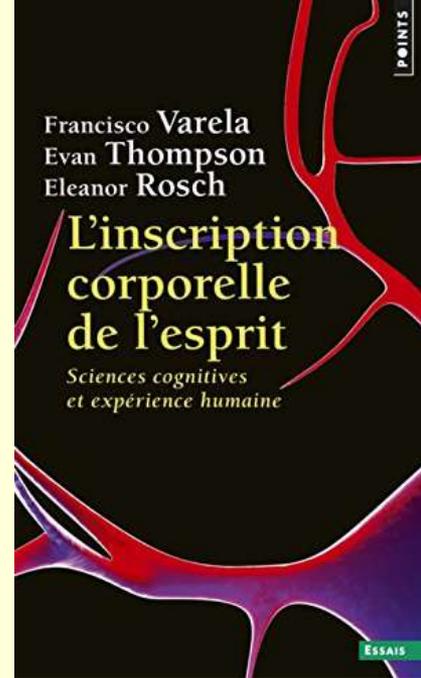
À des périodes calmes où règne un **paradigme dominant** succèdent donc des **crises** de contestation pouvant déboucher sur des remises en cause radicales paradigmes du moment.

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





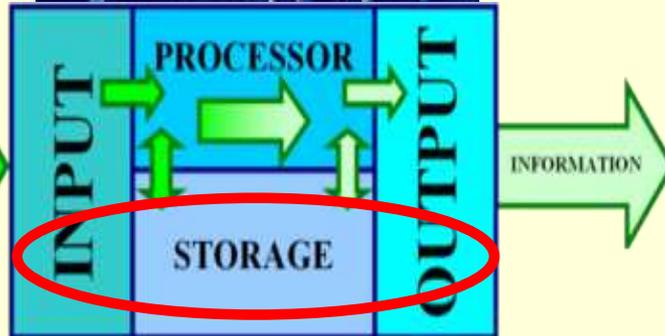
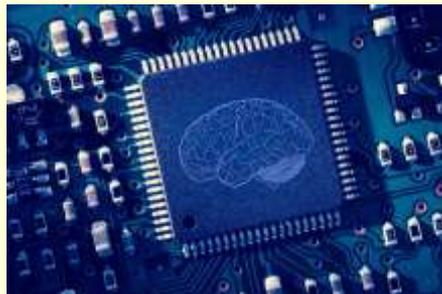
1980



1991



2016

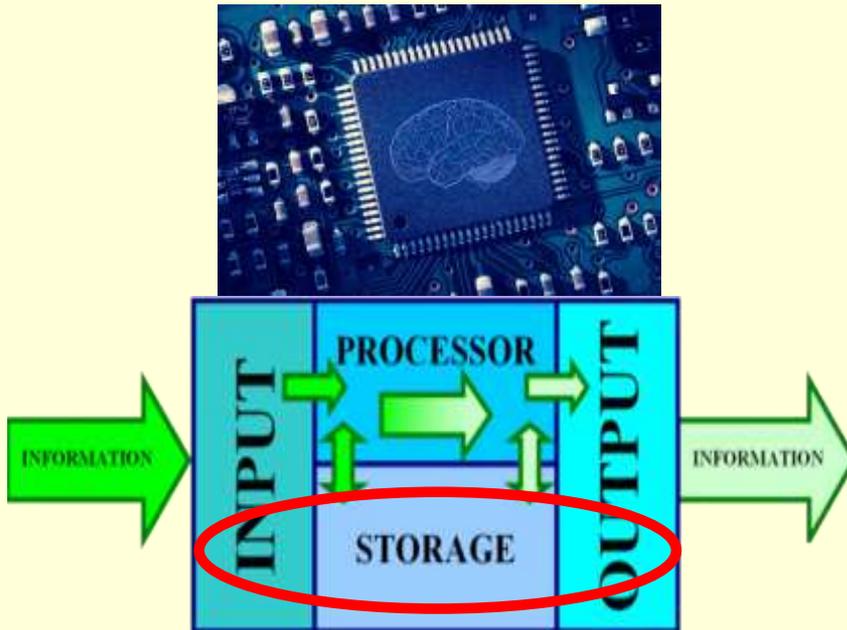


The Hierarchically Mechanistic Mind: A Free-Energy Formulation of the Human Psyche

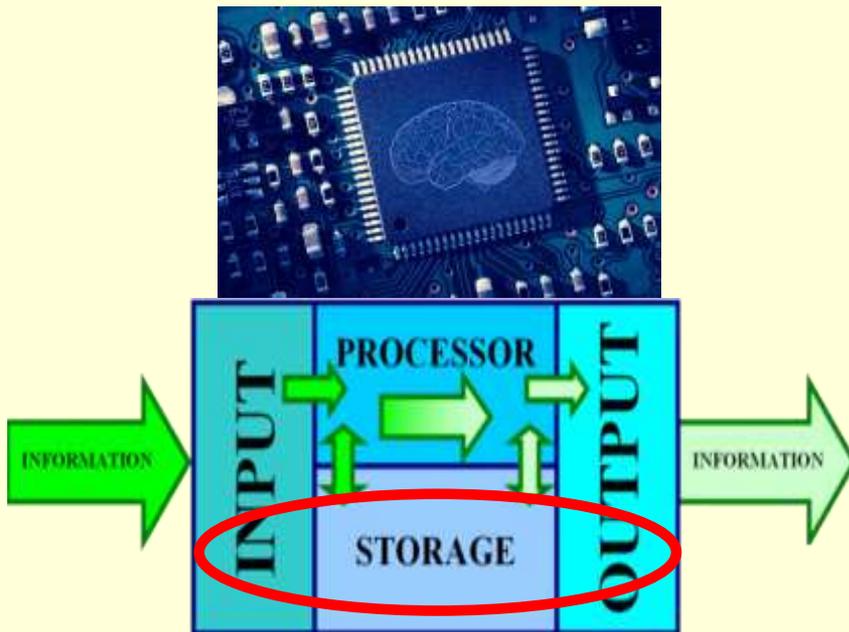
October 2018

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

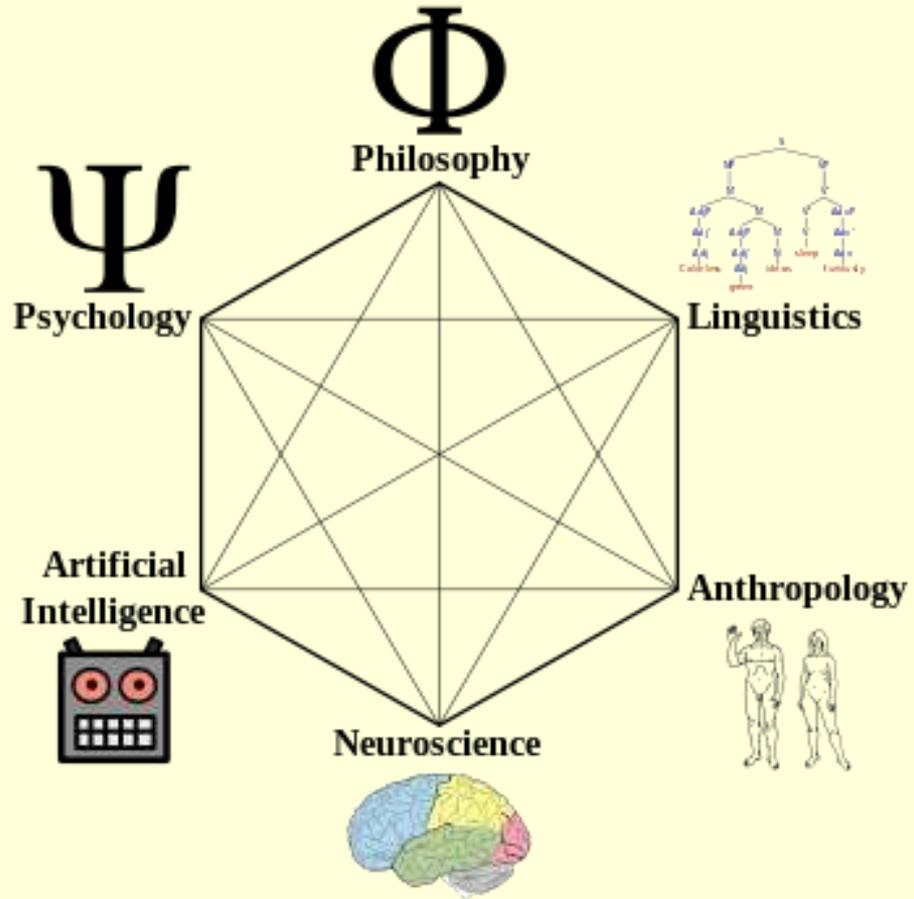
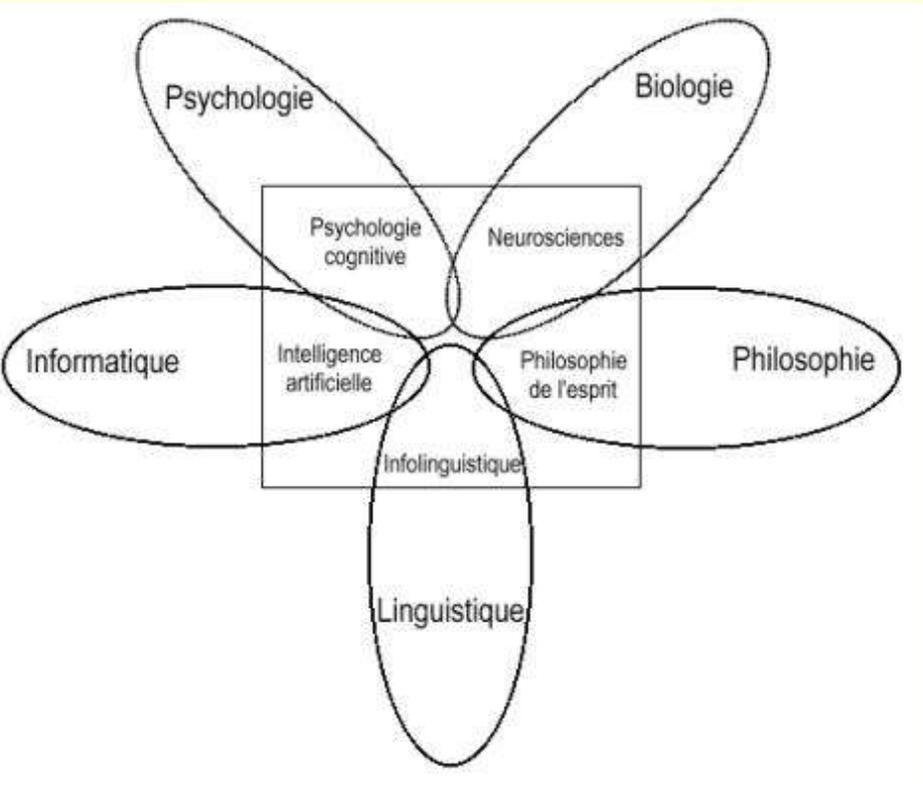
“[...] this hypothesis defines the human brain as: an embodied, complex adaptive control system that actively minimises the variational free-energy (and, implicitly, the entropy) of (far from equilibrium) phenotypic states via self-fulfilling action-perception cycles, which are mediated by recursive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



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



Les sciences cognitives telles qu'on les connaît aujourd'hui sont nées peu après le milieu du XXe siècle...



...lorsque différentes disciplines s'intéressant toutes à l'esprit humain (« mind ») se sont mises à **dialoguer**.

Plan

Avant-midi : surtout **théorie**

1^{er} bloc : Perspective historique sur les sciences cognitives et évolutive sur l'émergence des systèmes nerveux

Intro générale : cerveau-corps-environnement

Perspective historique sur les sciences cognitives

Évolution cosmique, chimique et biologique

Émergence des systèmes nerveux

Plaisir, douleur, mémoire

Recyclage neuronal

Plusieurs **grandes théories** ou « **paradigmes** » se sont succédés (et « superposés »...) depuis un siècle pour tenter d'expliquer ce rapport entre la 1^{ère} et la 3^e personne, entre pensée et cerveau...

...et ont des noms charmants (!) comme :

- Structuralisme
- Behaviorisme
- Cognitivism
- Connexionnisme
- Cognition incarnée
- « Predictive processing »

On n'a pas le temps de les présenter toutes alors on ne va que donner un aperçu rapide des 4 dernières.

Vers le milieu du XX^e siècle, avec des gens comme Noam Chomsky, se développe la **linguistique**, discipline scientifique consacré à l'une de nos capacités mentales les plus sophistiquées, **le langage**.

En **1959**, Chomsky affirme que « vouloir étendre le **modèle behavioriste** de l'apprentissage à la linguistique est **sans espoir**. »



Modèle **behavioriste**, à partir des années 1920...

Vers le milieu du XX^e siècle, avec des gens comme Noam Chomsky, se développe la **linguistique**, discipline scientifique consacré à l'une de nos capacités mentales les plus sophistiquées, **le langage**.

En **1959**, Chomsky affirme que « vouloir étendre le **modèle behavioriste** de l'apprentissage à la linguistique est **sans espoir**. »

Pour lui, nos compétences linguistiques ne peuvent être expliquées sans admettre que les êtres humains possèdent un répertoire important de **structures cognitives complexes** qui président à l'usage du langage.



Cognitivism

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



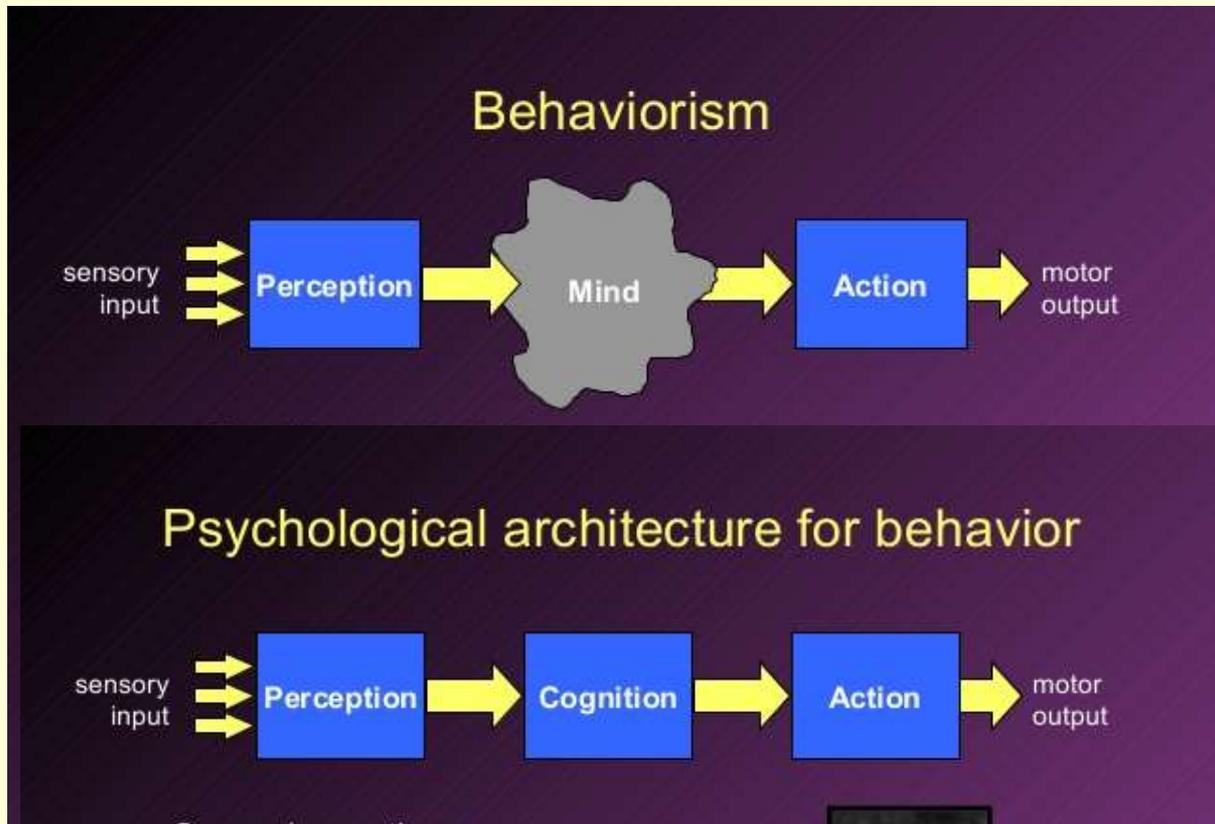
Considère à nouveau l'esprit qu'il compare à un ordinateur.

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

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

Autrement dit, ce qui fonde encore plus ou moins explicitement ce paradigme dominant des sciences cognitives, c'est encore le **vieux schéma cartésien** « perception → esprit → action ».

À la différence près que, comme l'esprit n'a plus la cote depuis le behaviorisme c'est la « cognition » qui l'a remplacé dans le même schéma.



(Source de cette diapo, et de toutes celles qui suivent sur fond mauve : <http://www.slideshare.net/BrainMoleculeMarketing/uqam2012-cisek>)

Ce modèle repose aussi sur un postulat explicitement défendu, à savoir que la **nature du substrat physique** qui permet la cognition **importe peu**.

Dans le jargon des sciences cognitives, c'est la thèse fonctionnaliste dite « **de réalisation multiple** » inspirée directement de la métaphore avec l'ordinateur où le cerveau serait le « hardware » et la cognition le « software ».

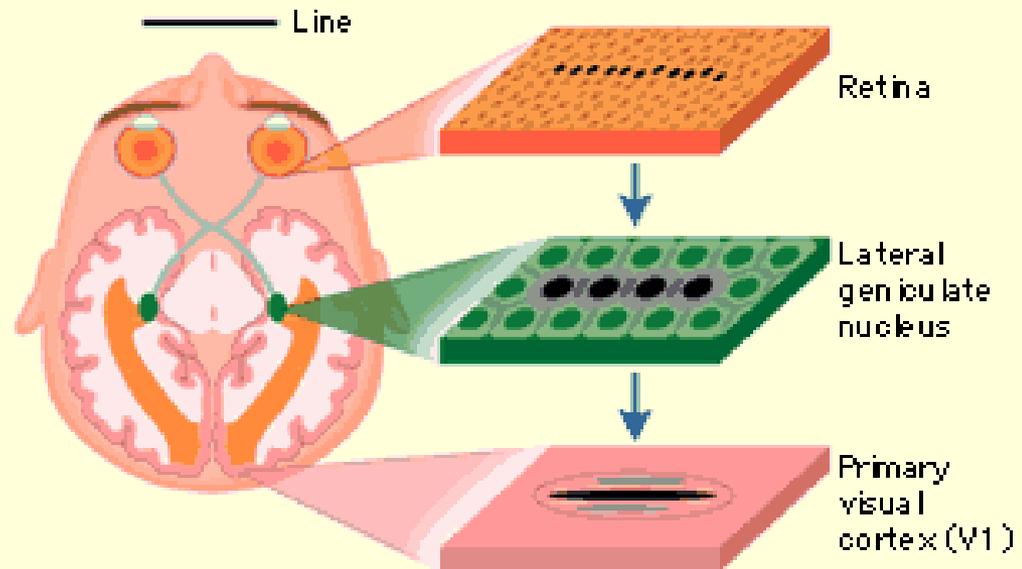


Une autre notion qui dérive de ce modèle « dualiste » qui ne dit pas son nom est celle de **représentation**.

Cette notion peut prendre plusieurs sens dans les débats techniques en sciences cognitives, mais elle renvoie à l'idée qu'avec un certain code, **l'activité nerveuse représente d'une certaine façon le monde extérieur.**

L'idée de représentation s'accorde aussi très bien avec une autre, celle d'une **décomposition** possible des comportements **en plus petites unités.**

Ainsi, au niveau de la **perception visuelle** par exemple, on dira que telle aire visuelle représente ou « code pour » des lignes avec une certaine orientation dans le champ visuel, que telle autre « code pour » cette ligne, mais avec un mouvement, etc.



L'assurance tranquille du paradigme dominant... ;-)

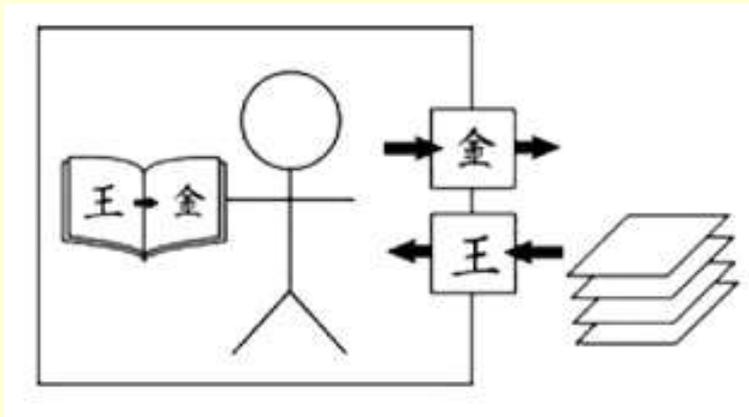
Durant l'âge d'or du cognitivisme dans les **années 1970**, les cognitivistes aimaient à dire que leur approche était "the only game in town" (Fodor 1975, 1981).



Mais éventuellement, les **problèmes** et **limites** s'accumulent...

Par exemple, à partir des **années 1980**, le philosophe **John Searle**, développe une série d'arguments pour démontrer que **l'ordinateur ne pense pas car il n'a pas accès au sens.**

L'argument de la « chambre chinoise » :
une machine ne fait que manipuler des symboles abstraits,
sans en comprendre la signification.



Elle peut traduire mot à mot un texte dans deux langues étrangères si elle dispose d'un dictionnaire de correspondances.

Mais ne comprenant pas le sens des mots utilisés : comment choisir entre « *weather* » ou « *time* » pour traduire le mot français « temps », si on n'a pas accès à son sens ?

→ le « problème de **l'ancrage** des significations » (dans le réel)

Vers le connexionnisme...

Le cognitivisme voulait aussi simuler les performances d'un expert humain adulte.

Mais comme il ne réussissait bien qu'à résoudre que des tâches plus circonscrites et locales (l'exemple du jeu d'échecs...),



Vers le connexionnisme...

Le cognitivisme voulait aussi simuler les performances d'un expert humain adulte.

Mais comme il ne réussissait bien qu'à résoudre que des tâches plus circonscrites et locales (l'exemple du jeu d'échecs...),

une conviction s'est développée : la forme **d'intelligence** la plus fondamentale n'est peut-être pas celle de l'expert, mais bien celle d'un... **bébé** !

Car un bébé peut acquérir le langage et constituer des objets signifiants à partir de ce qui semble être une masse informe de stimuli.

Il fallait donc chercher plutôt à simuler l'intelligence du bébé qui apprend.



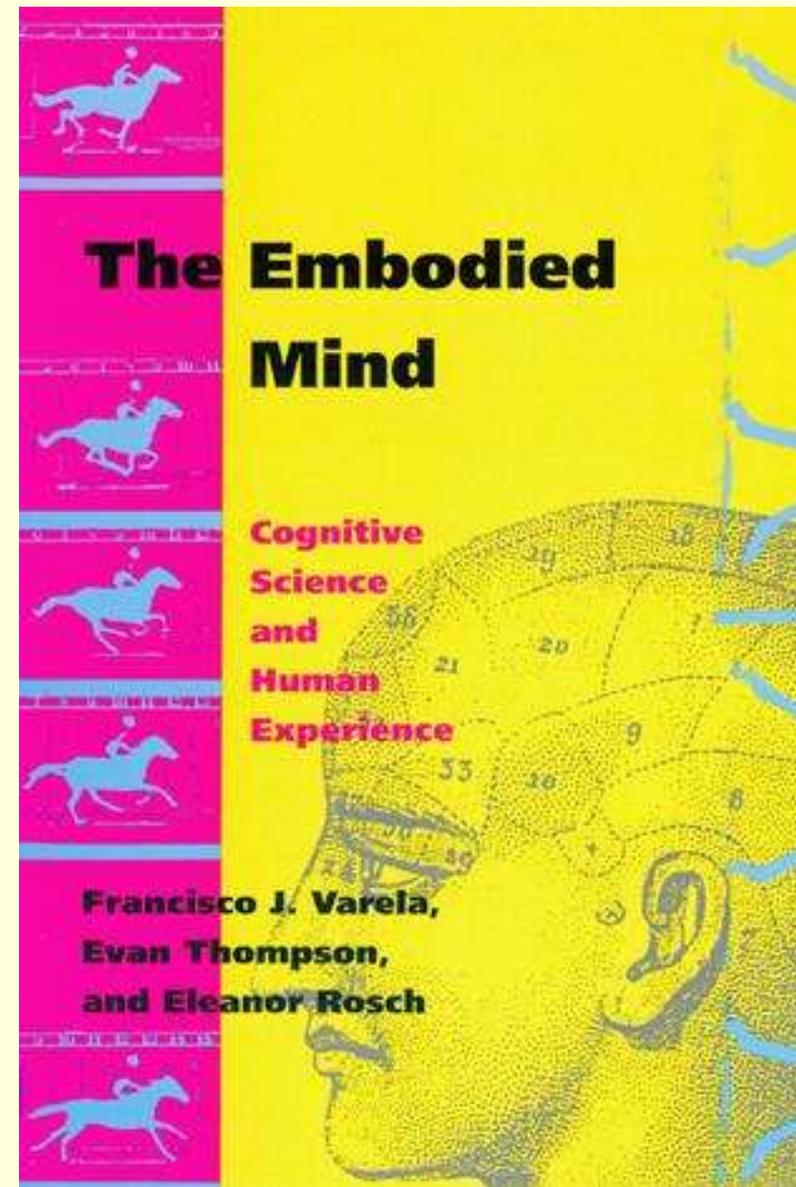
Systemes dynamiques incarnés

À partir du début des années 1990,

les **systemes dynamiques incarnés** vont critiquer
le cognitivisme **et** le connexionnisme

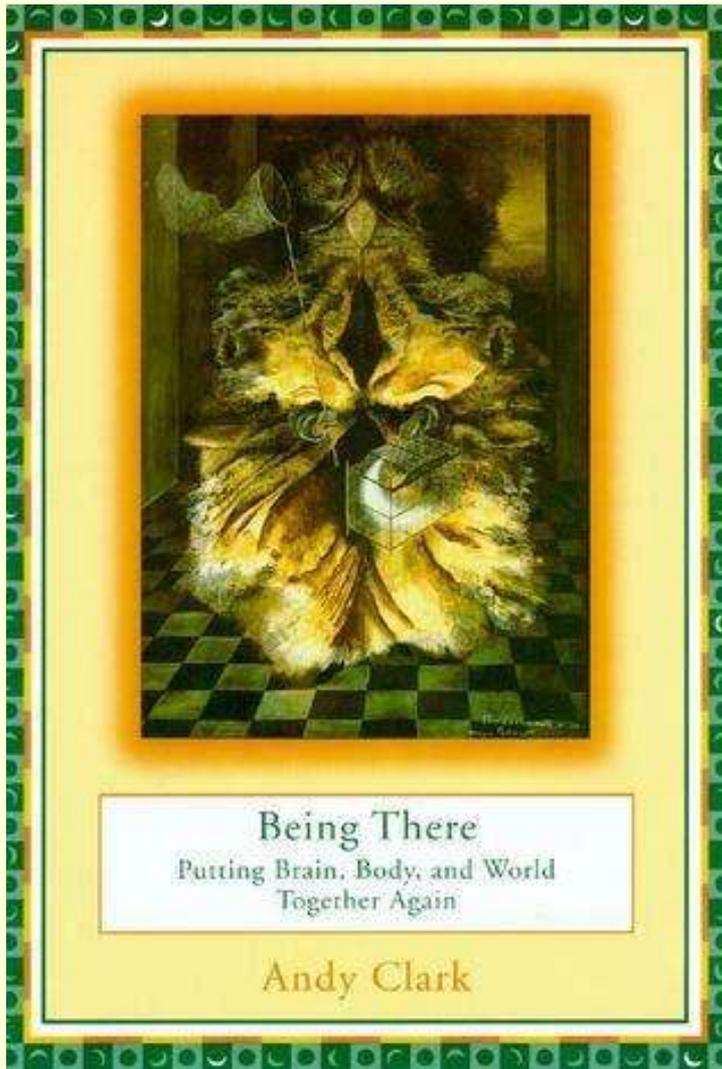
Ils vont prendre en compte non seulement le cerveau, mais le **corps**
particulier d'un organisme et l'environnement dans lequel il évolue.



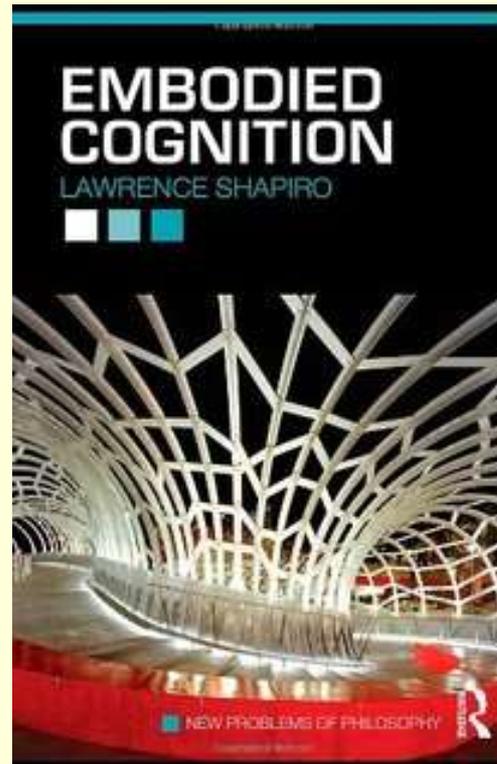


1991

1996



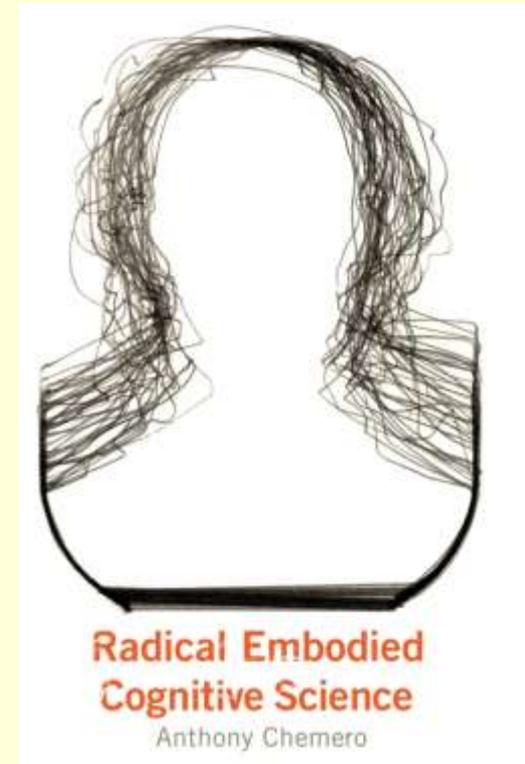
2011



**'Embodied Cognition',
by Lawrence Shapiro**

<http://psychsciencenotes.blogspot.ca/2012/07/embodied-cognition-by-lawrence-shapiro.html>

2011



CONSCIOUSNESS EXPLAINED



DANIEL C. DENNETT
Author of *Brainstorms* and coauthor of *The Mind's Eye*

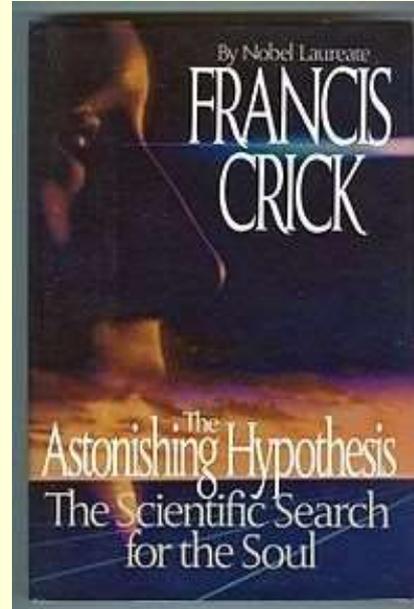
1991

GERALD M. EDELMAN

BIOLOGIE DE LA
CONSCIENCE



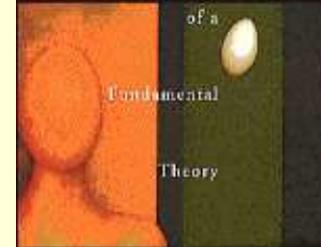
1992



1994

The
Conscious
Mind

In Search



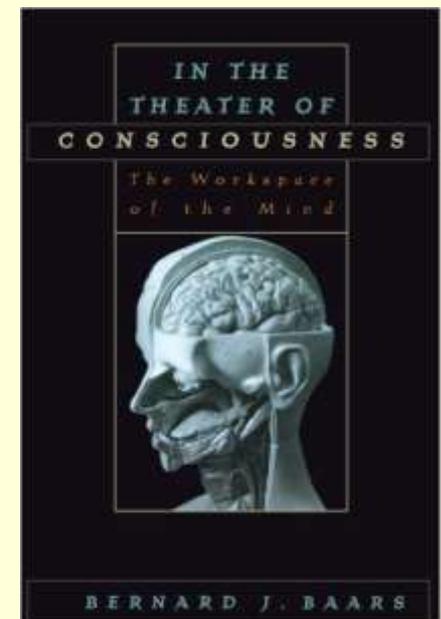
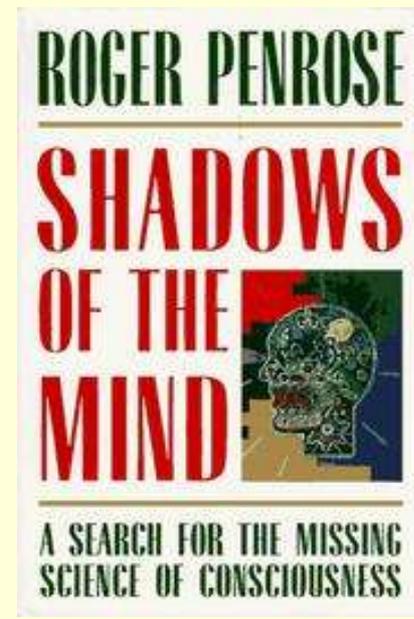
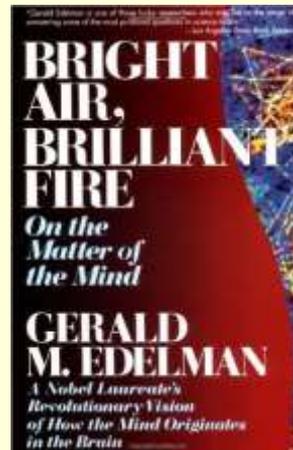
DAVID J. CHALMERS

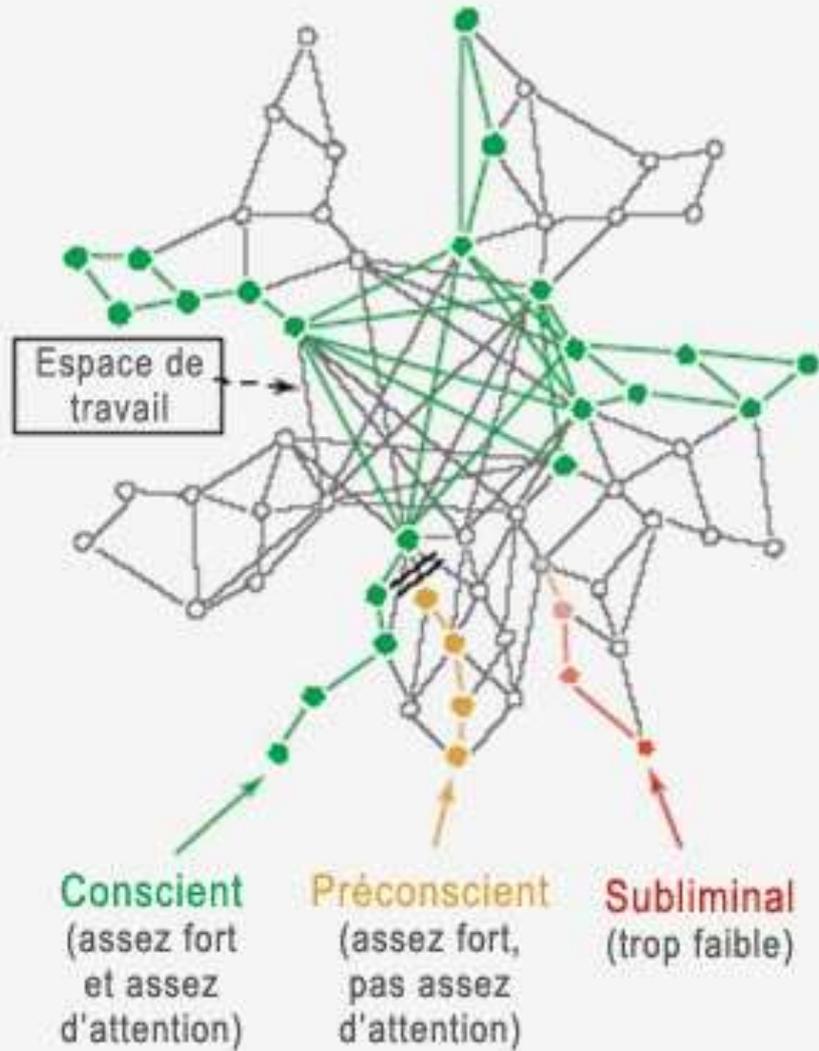
1996

1997

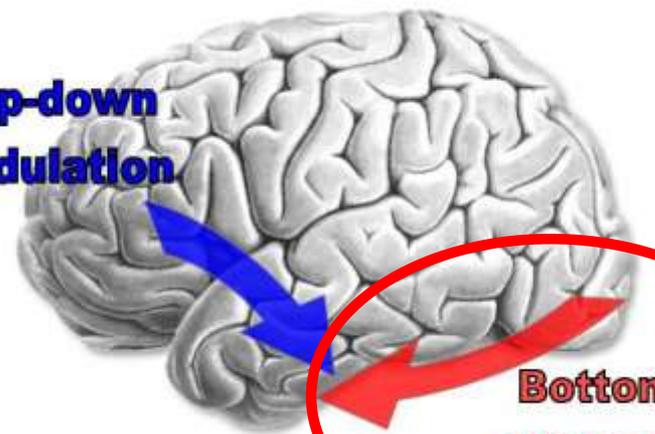
Dans les années
1990 aussi, un
nouveau thème
s'impose :

la conscience !

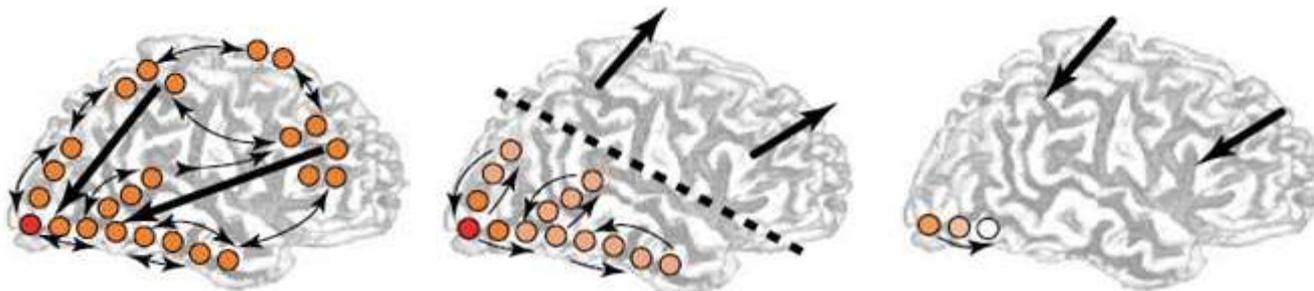


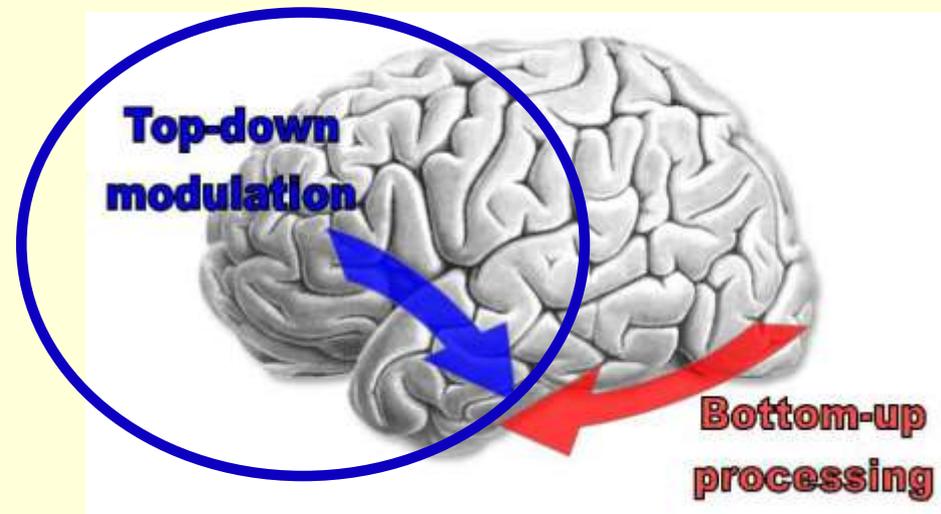


Top-down modulation



Bottom-up processing





Et finalement, depuis à peine une décennie :

Le cerveau comme une **machine à faire des prédictions** (« the Bayesian Brain »)

Le codage prédictif (« predictive processing »)

**The free-energy
principle:
a unified brain
theory?**

Friston K

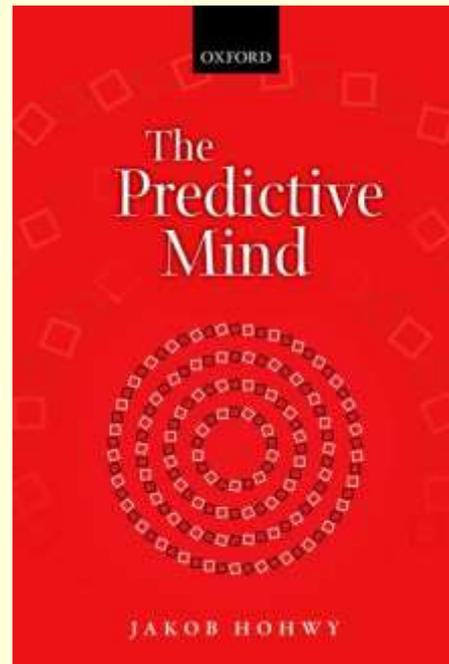
[Nat Rev Neurosci.](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20068583)

2010

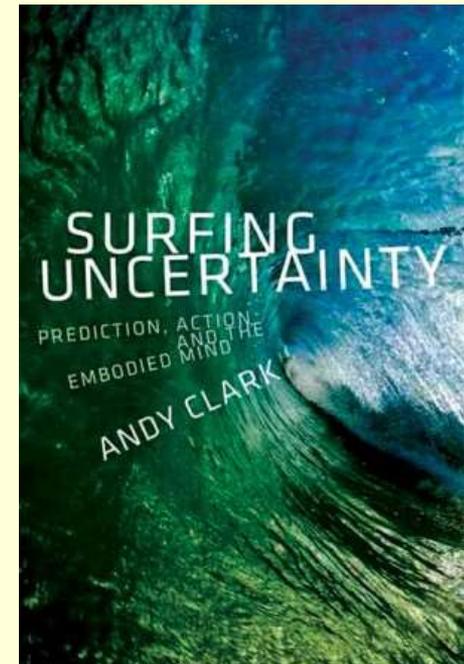
Feb;11(2):127-38.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20068583>

2010



2014



2015

Et finalement, depuis à peine une décennie :

Le cerveau comme une **machine à faire des prédictions** (« the Bayesian Brain »)

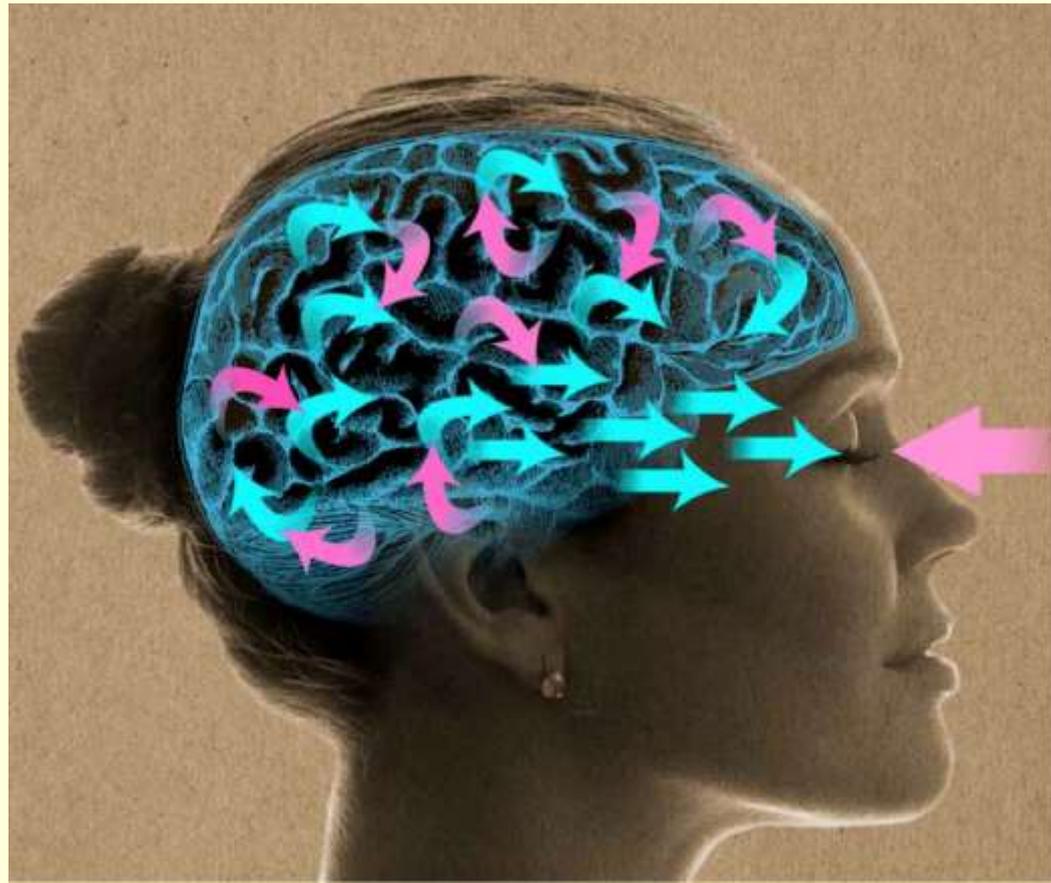
Le codage prédictif (« predictive processing »)

<https://neurobanter.com/2014/11/14/i-just-dropped-in-to-see-what-condition-my-condition-was-in-how-blind-insight-changes-our-view-of-metacognition/>

Le cerveau serait fondamentalement une **machine à prédiction** qui projette ses modèles internes sur le monde (de façon « top down »)

et qui, surtout, utilise les *erreurs* de ses *prédictions* (recueillies de façon « bottom up ») pour modifier ses **comportements** et/ou ses **modèles** internes du monde.

Et tout cela se passe inconsciemment la plupart du temps...

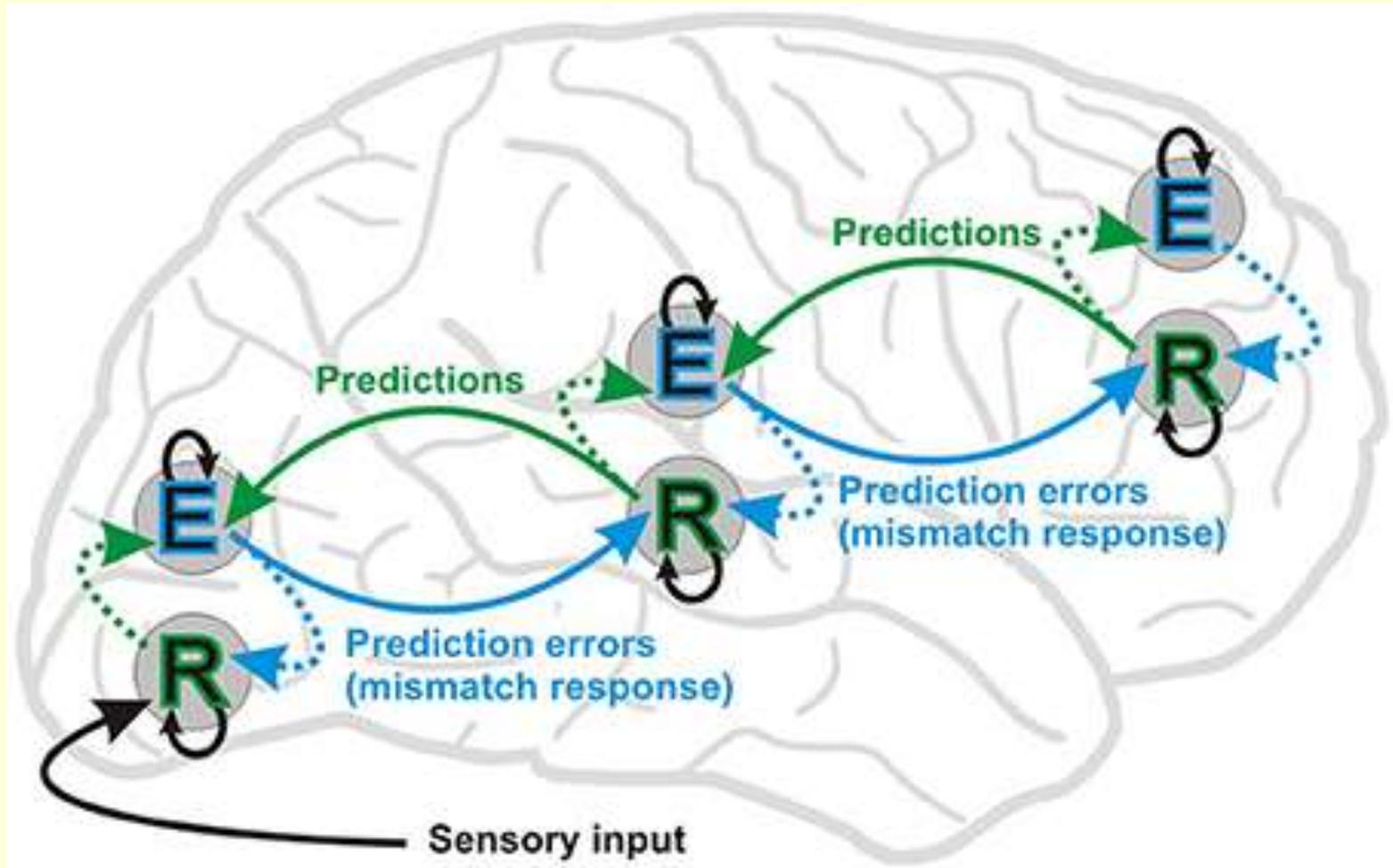


Pour minimiser continuellement l'erreur de ses modèles prédictifs, le cerveau peut :

- soit **choisir un autre modèle** (recherche d'une **autre coalition** de régions cérébrales actives)
- ou améliorer les modèles existants lorsqu'il ne correspond pas bien à la réalité (**plasticité** cérébrale);
- ou soit **changer le monde** pour qu'il corresponde davantage à notre modèle si l'on est par exemple convaincu qu'il est le bon (par une **action** sur ce monde, autrement dit par nos comportements).

Des **prédictions** et des **correction d'erreurs** qui se font à de **multiples niveaux**.

([Friston, 2005, 2008, 2010](http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fnhum.2014.00666/full)). <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fnhum.2014.00666/full>



Brains like that are not cognitive couch-potatoes, passively awaiting the next waves of sensory stimulation.

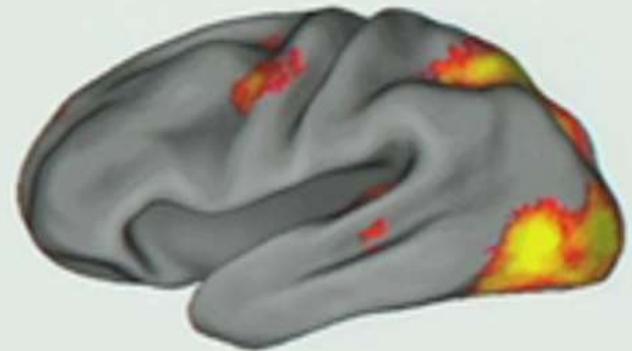
Instead, they are *pro-active prediction engines* constantly trying to anticipate the shape of the incoming sensory signal.

- Andy Clark

An Historical View

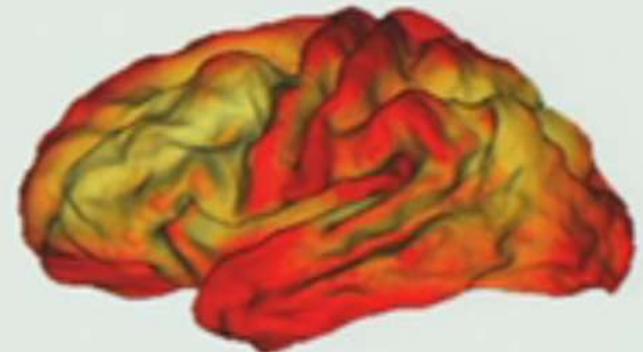
Reflexive

(Sir Charles Sherrington)



Intrinsic

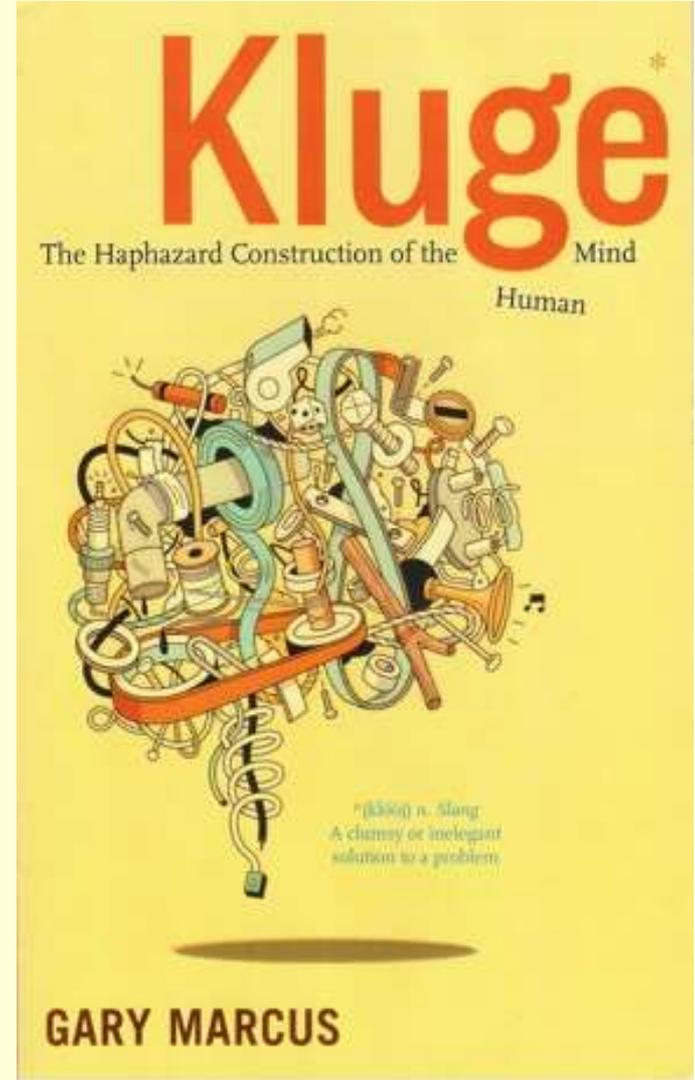
(T. Graham Brown)



Raichle: Two Views

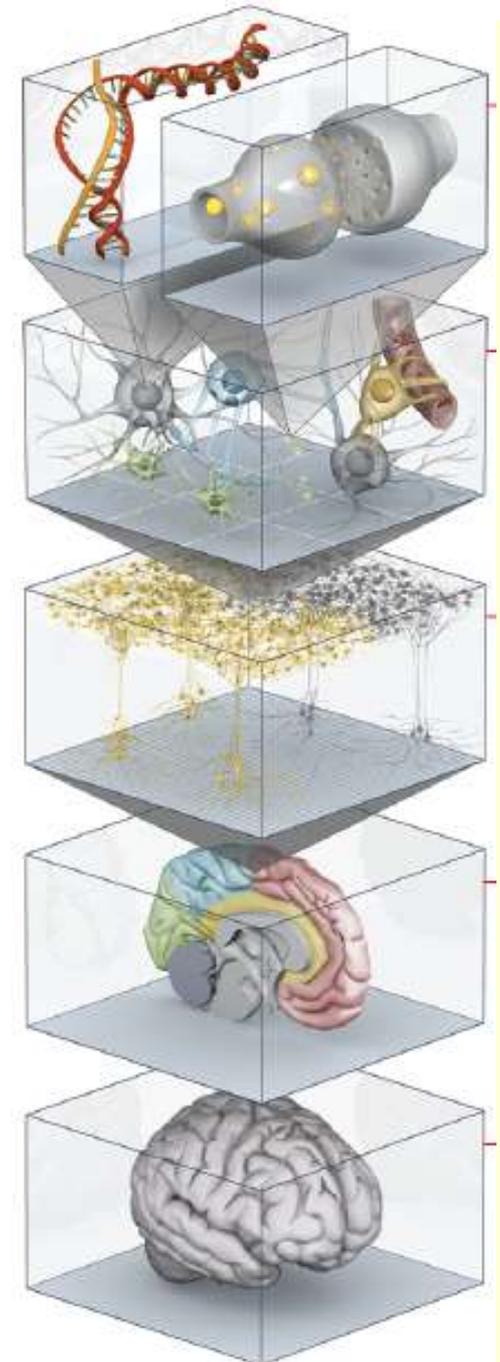
La question est donc de savoir s'il pourrait y avoir quelques grands principes au cœur du fonctionnement du cerveau, guidé par des règles de frugalité, de simplicité ou de minimisation de l'entropie ou du désordre, en quelque sorte...

Et ce, malgré le fait que le cerveau soit le fruit d'une **longue évolution bricoleuse** qui est loin d'être toujours en train d'optimiser.



Et est-ce que ces grands principes pourraient nous aider à comprendre comment peut émerger la **conscience subjective** de tout cela.

Mais ça commence quand ?



Désir

Attentes

Imagination

Intentions

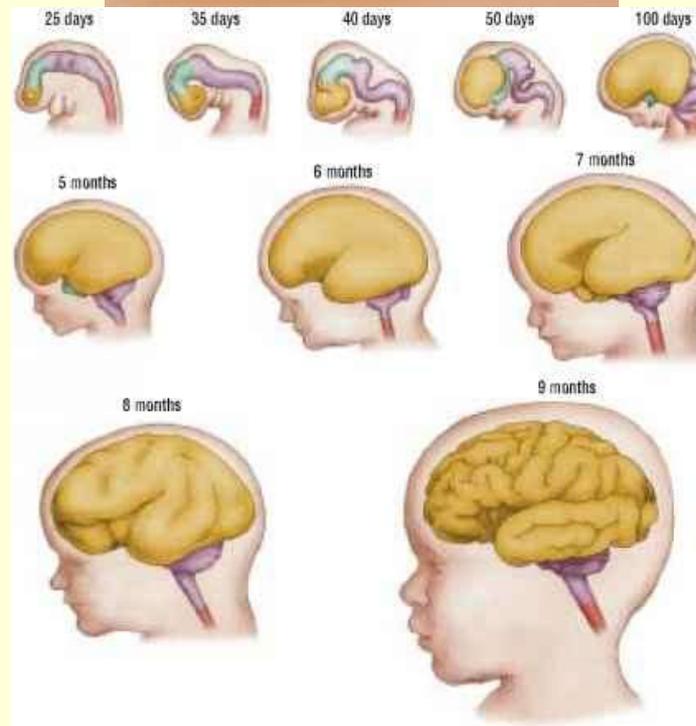
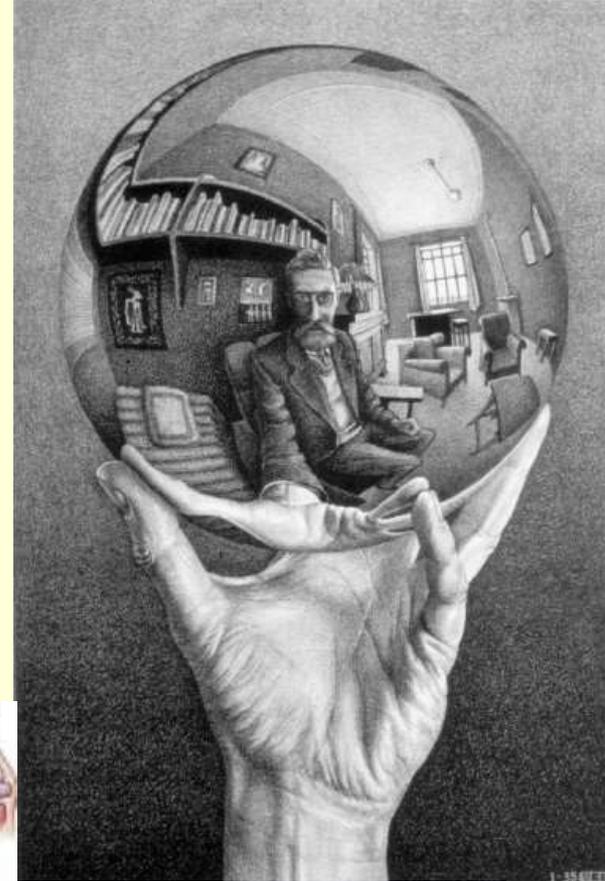
Souvenirs

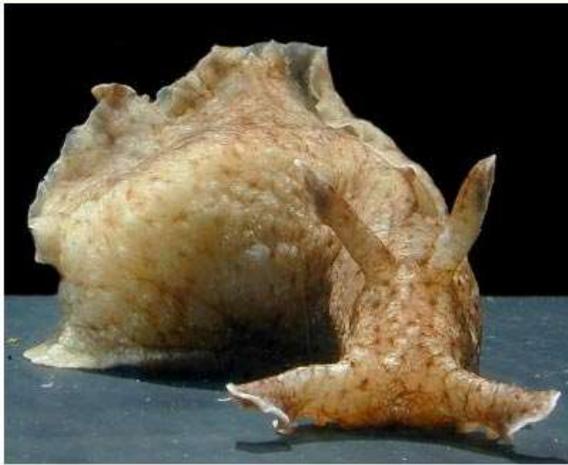


Difficile d'avoir accès
à sa subjectivité...

...mais pas
impossible par des
protocoles astucieux

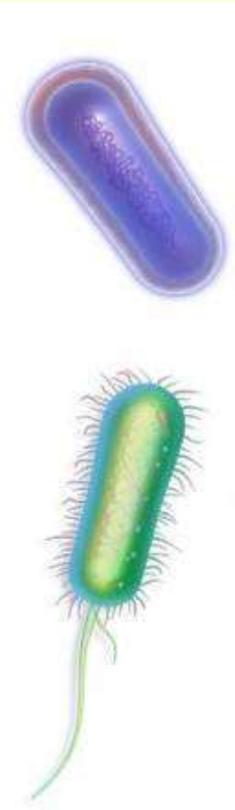
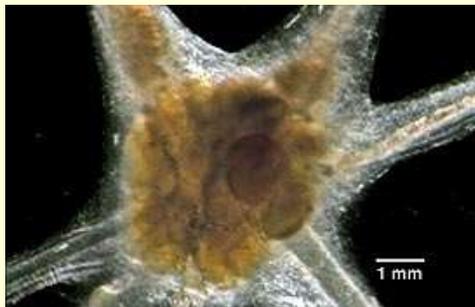
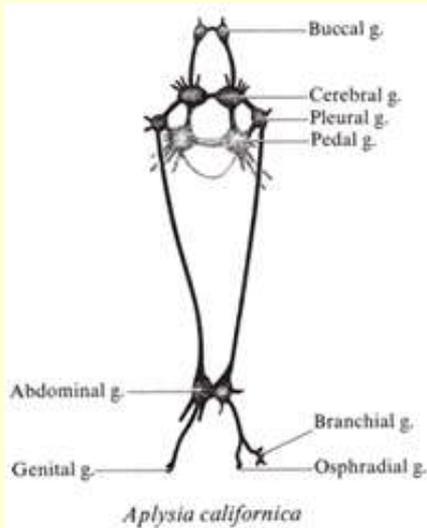
et l'on peut faire des
corrélations avec le
cerveau en
développement.





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

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



Linguistic Bodies

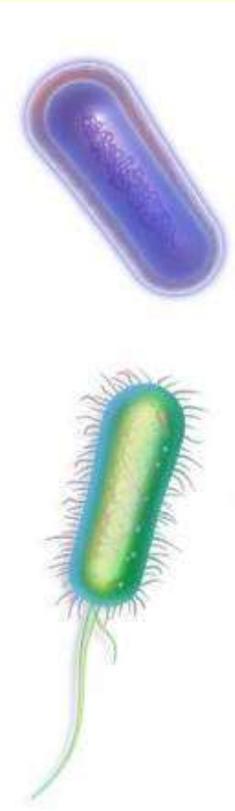
The Continuity between Life and Language

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

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

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

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



Plan

Avant-midi : surtout **théorie**

1^{er} bloc : Perspective historique sur les sciences cognitives et évolutive sur l'émergence des systèmes nerveux

Intro générale : cerveau-corps-environnement

Perspective historique sur les sciences cognitives

Évolution cosmique, chimique et biologique

Émergence des systèmes nerveux

Plaisir, douleur, mémoire

Recyclage neuronal

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



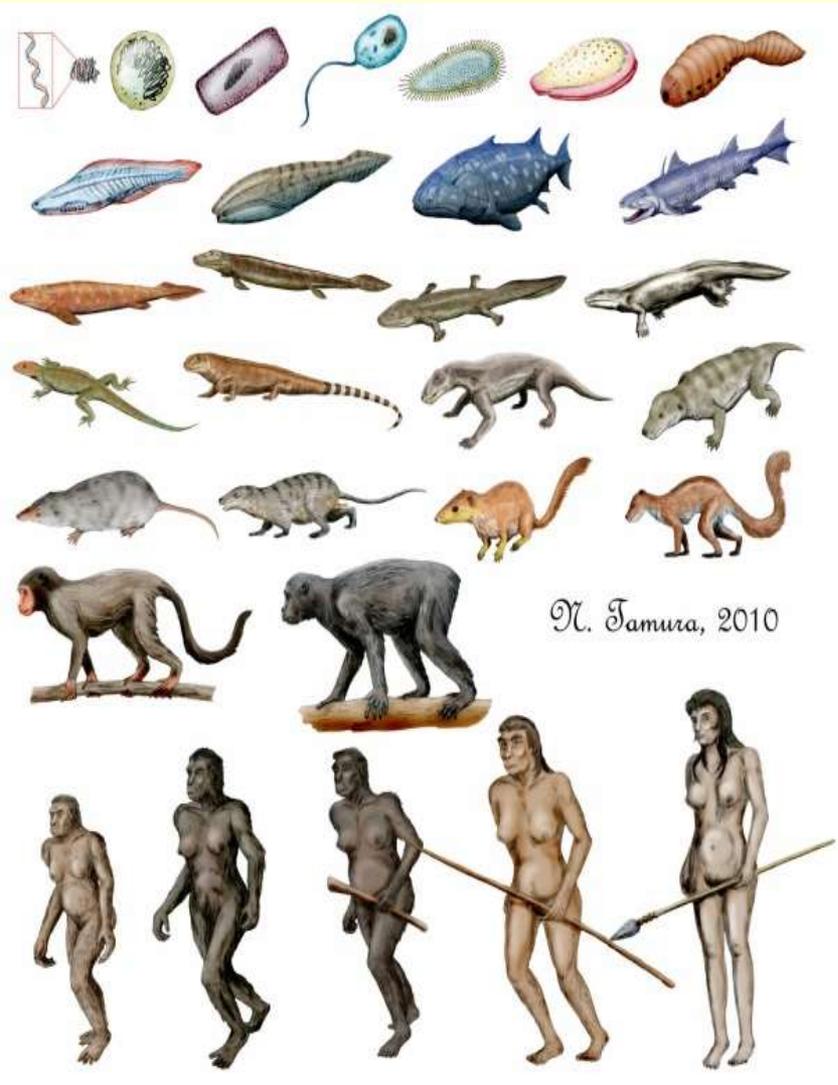


Live from the Flight Deck | golfcharlie232







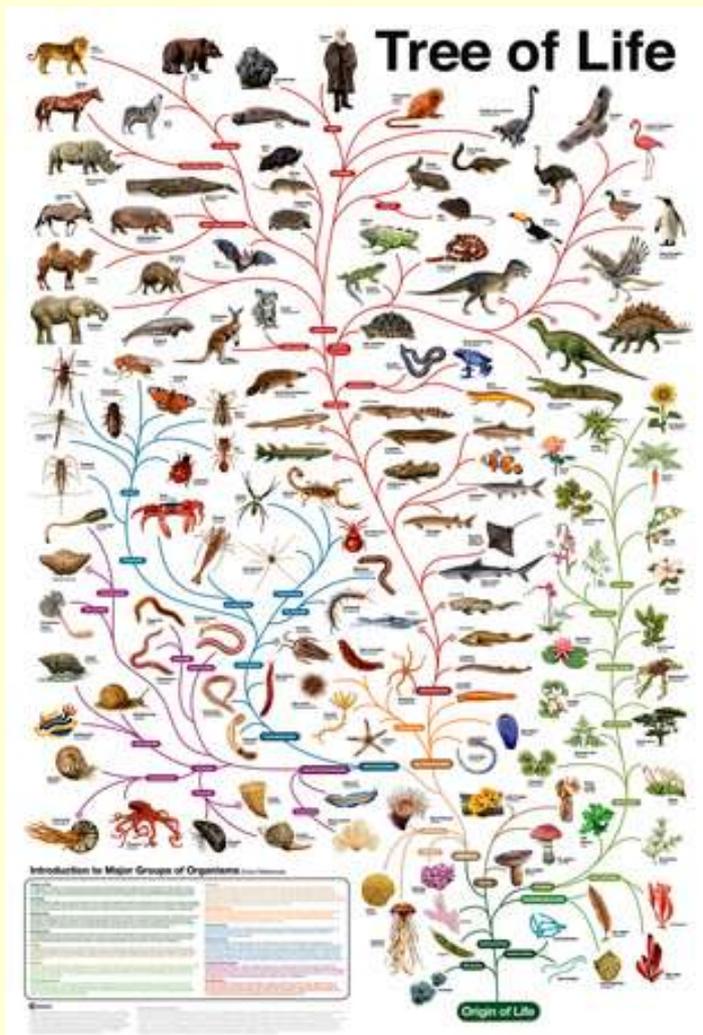


« Rien en biologie n'a de sens,
si ce n'est à la lumière de
l'évolution »

- Theodosius Dobzhansky
(1900-1975)



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



Et pour être sûr de ne rien manquer...





Croissance de complexité

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

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

Évolution cosmique, chimique et biologique



(Crédit : modifié de Robert Lamontagne)

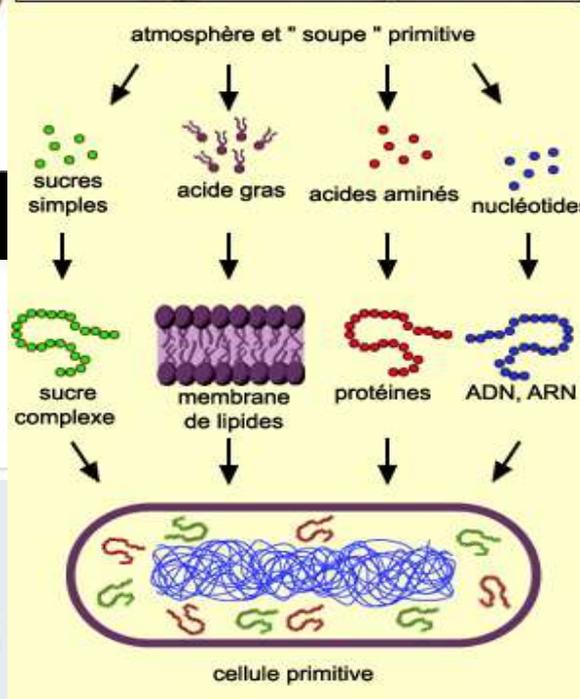
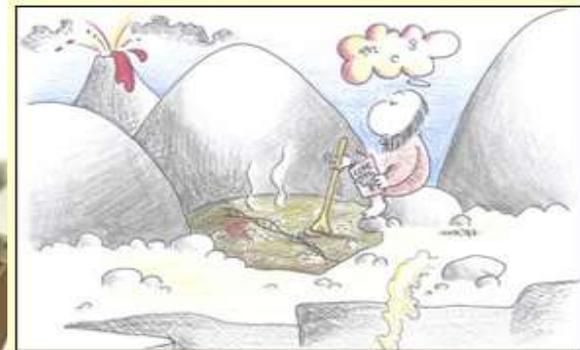
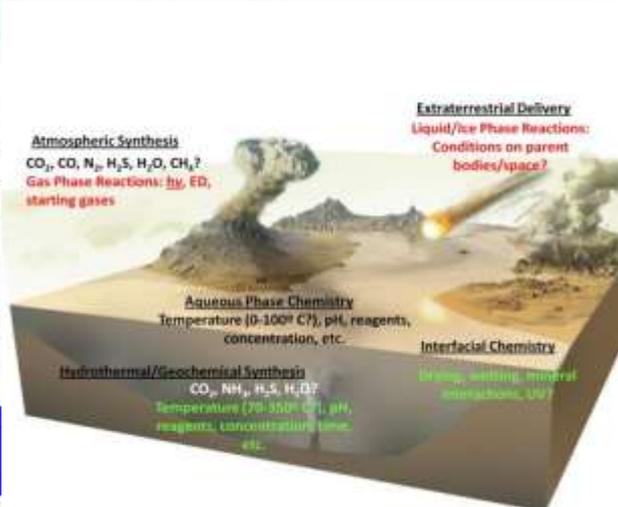


Croissance de complexité

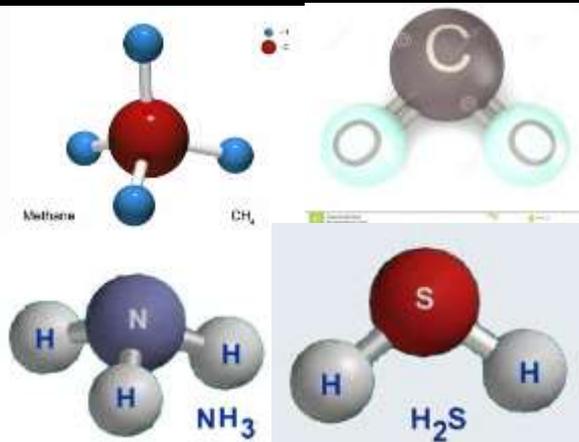
(ce qui ne veut pas dire que l'humain en soit la finalité !)



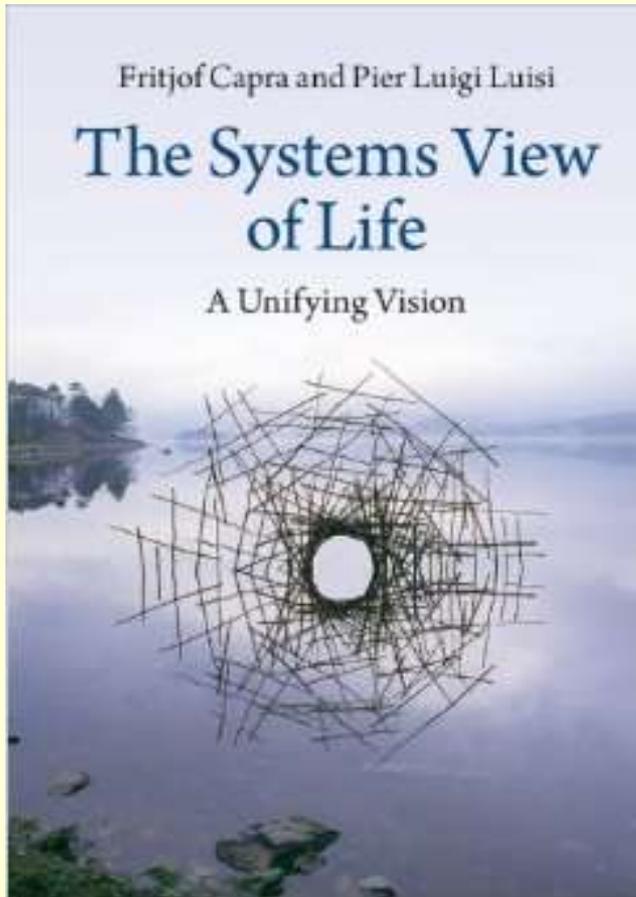
Tableau Périodique des Éléments



Évolution cosmique, chimique

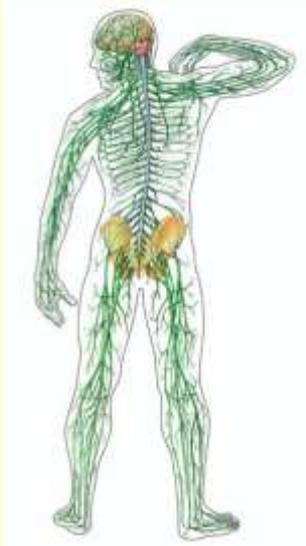
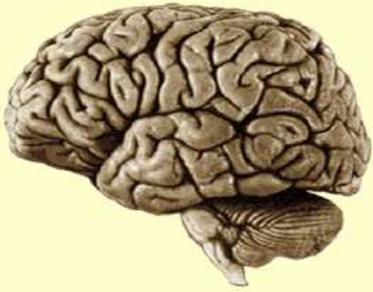


(Crédit : modifié de Robert Lamont)



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

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



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

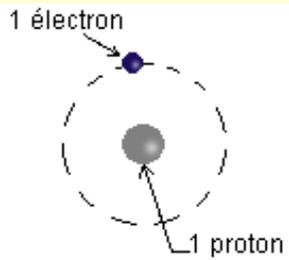




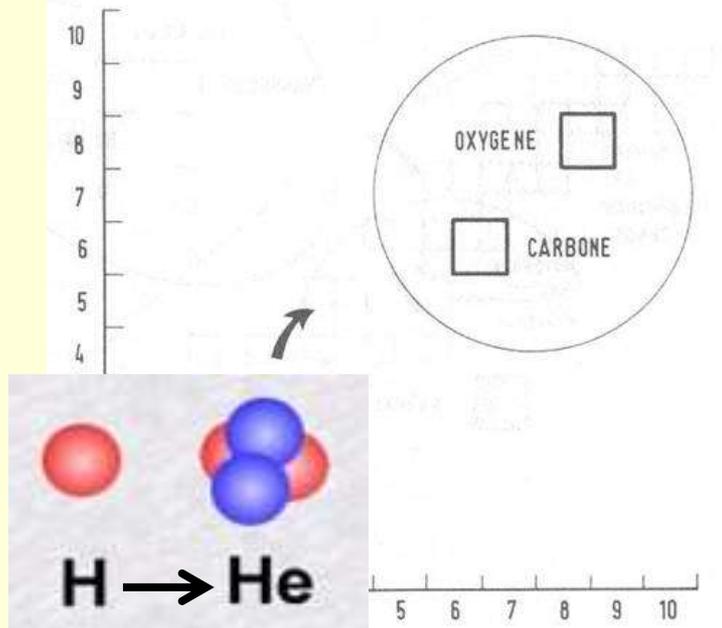
- l'étude de la **matière** : de quoi c'est fait ?

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

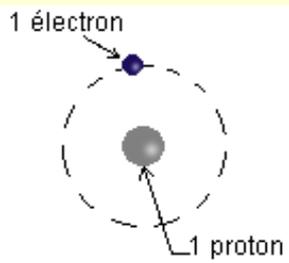
C'est justement leur forme, leur pattern d'organisation qui va les différencier...



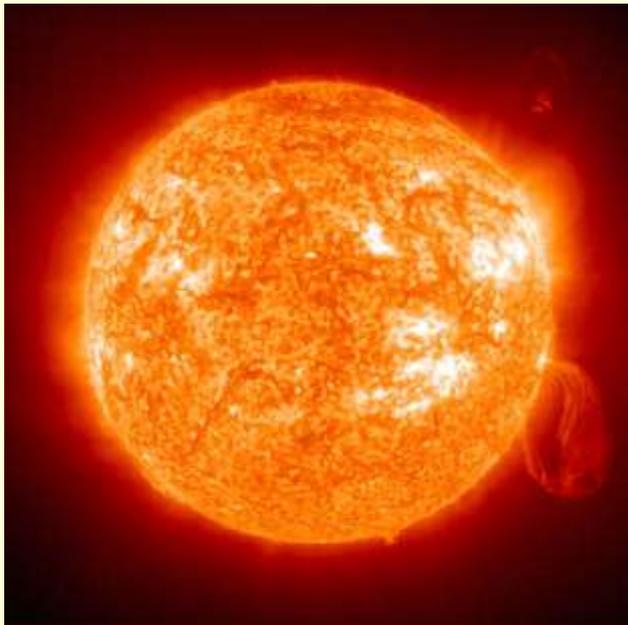
Combustion de l'hélium

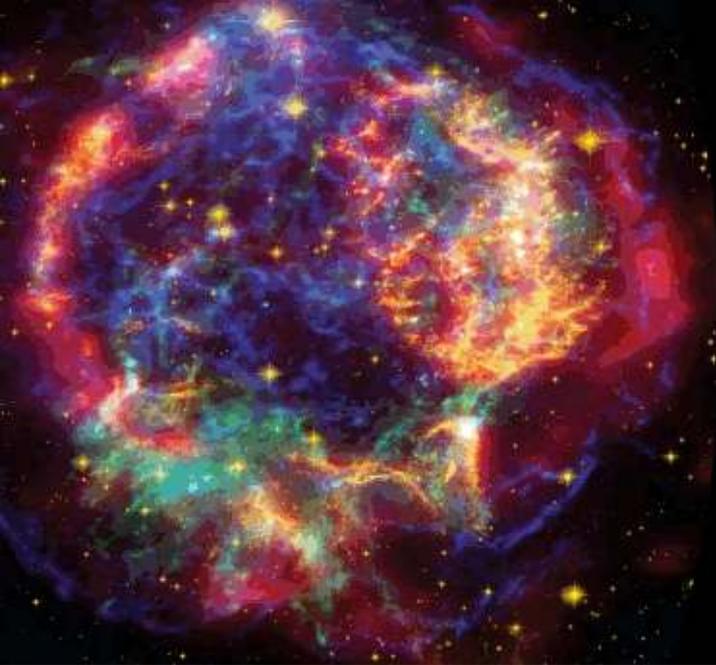


- l'étude de la **matière** : de quoi c'est fait ?



Hydrogène





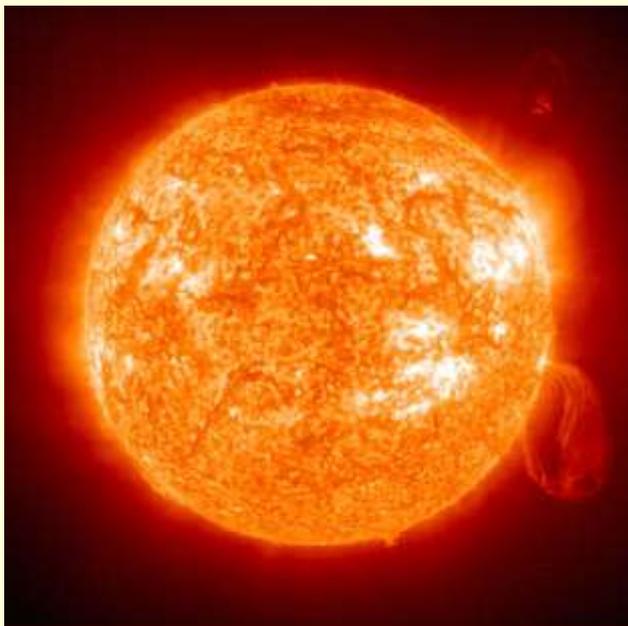
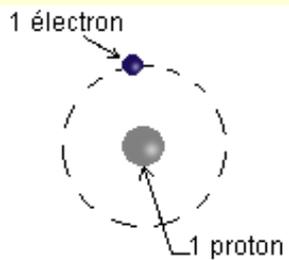
Elles s'éclatent pour vous!

Sans les étoiles mortes, vous ne seriez pas là.

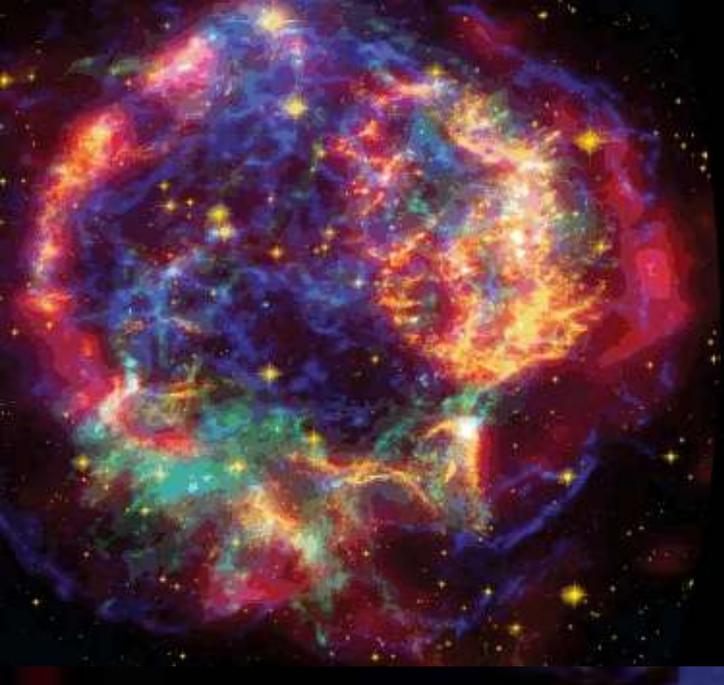
Le calcium de vos os, l'oxygène que vous respirez et le fer dans votre sang ont tous été formés dans des étoiles disparues depuis des milliards d'années.

craq-astro.ca

CoolCosmos.net



Hydrogène



Elles s'éclatent pour vous!

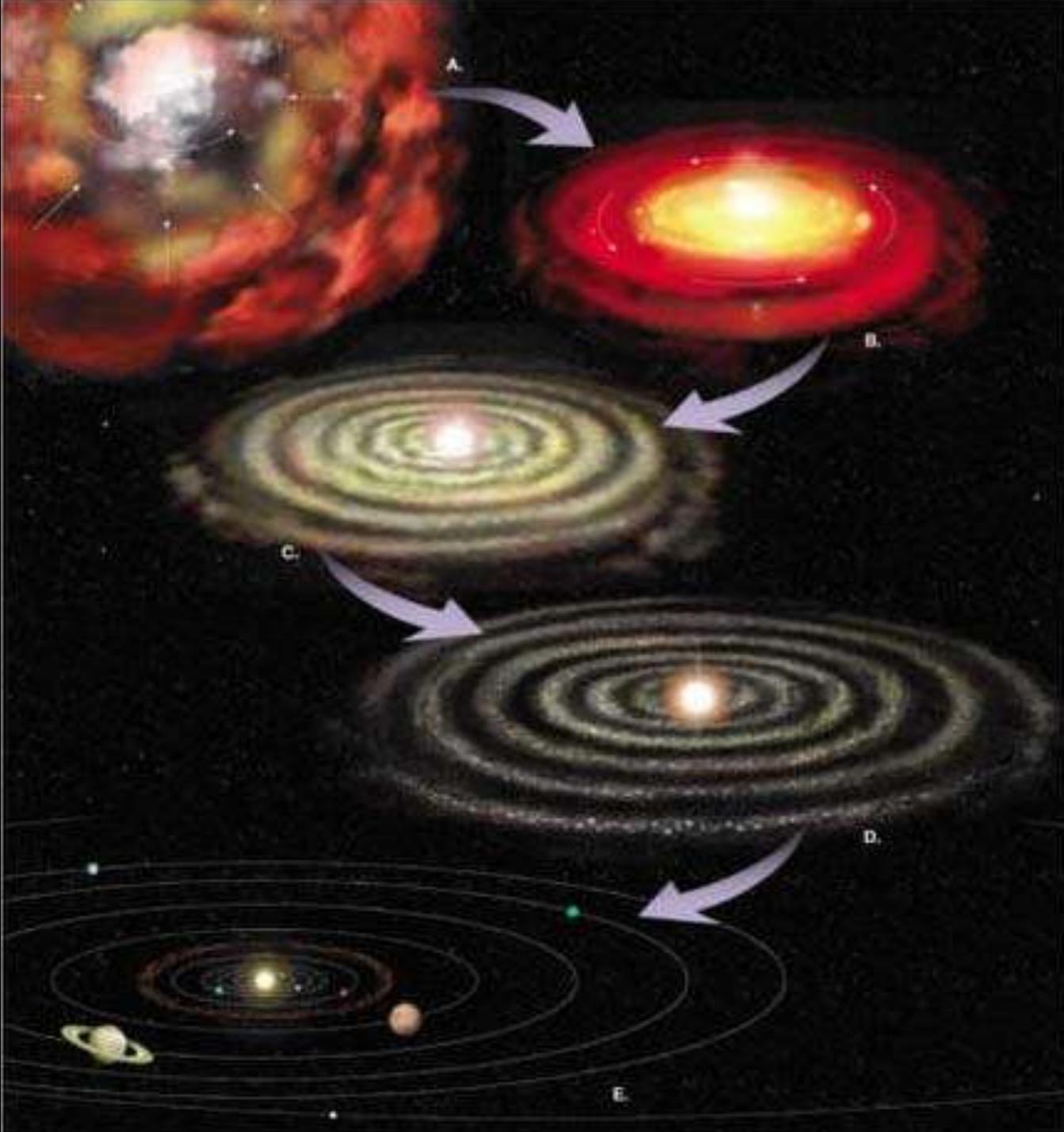
Sans les étoiles mortes, vous ne seriez pas là.

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

craq-astro.ca

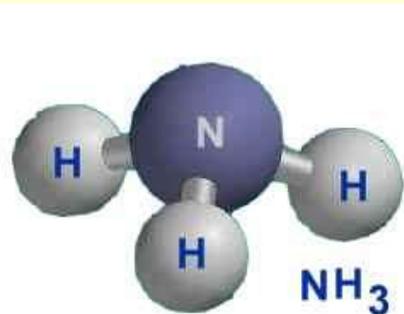
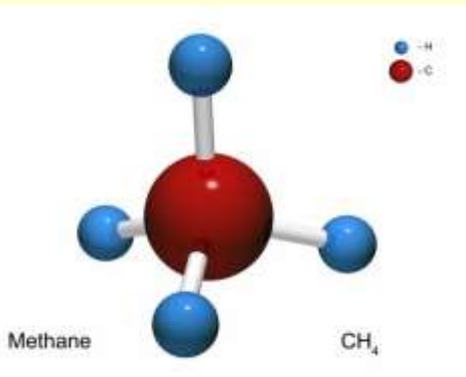
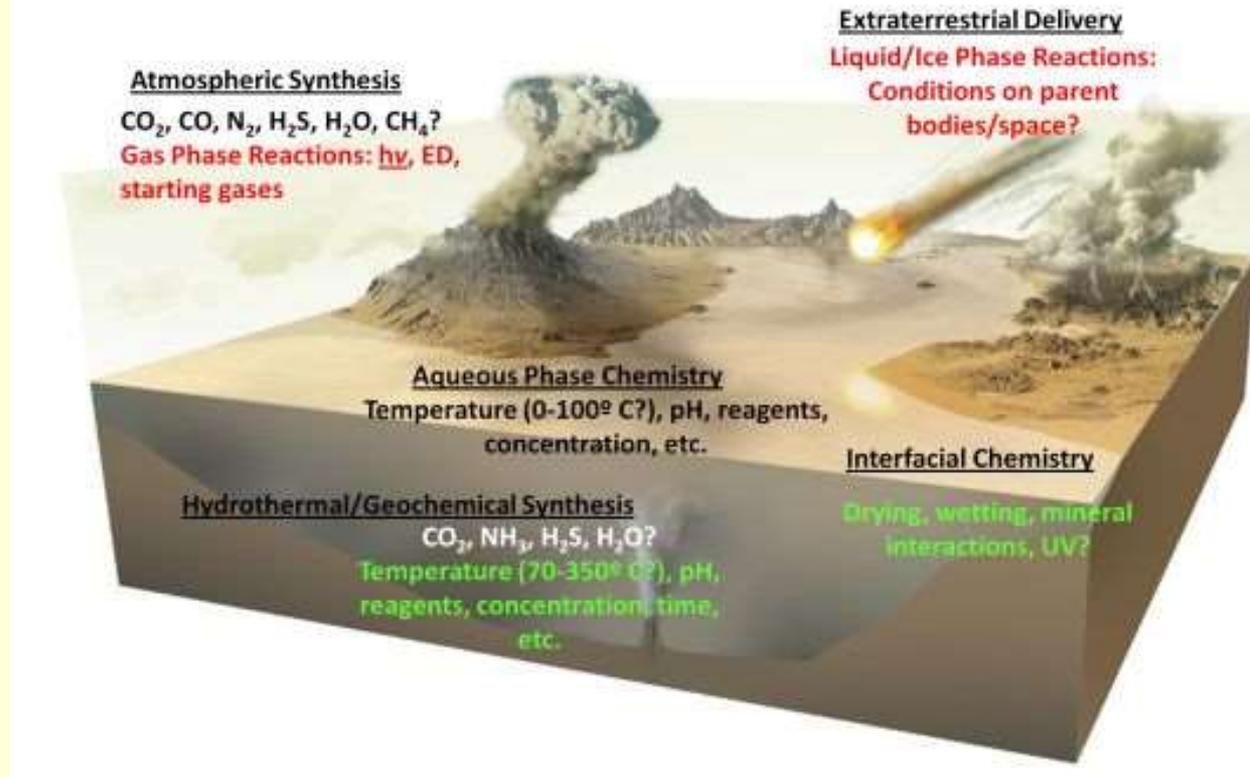
CoolCosmos.net



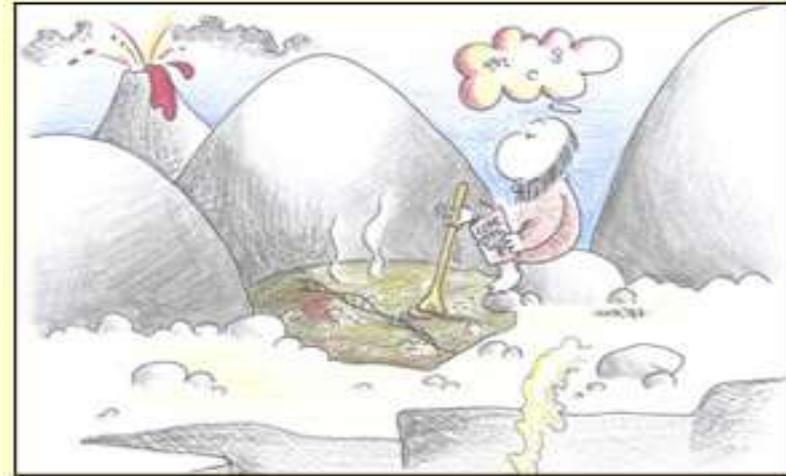


L'atmosphère primitive de notre planète aurait été constituée d'un mélange « inhospitalier » des **molécules simples** suivantes:

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

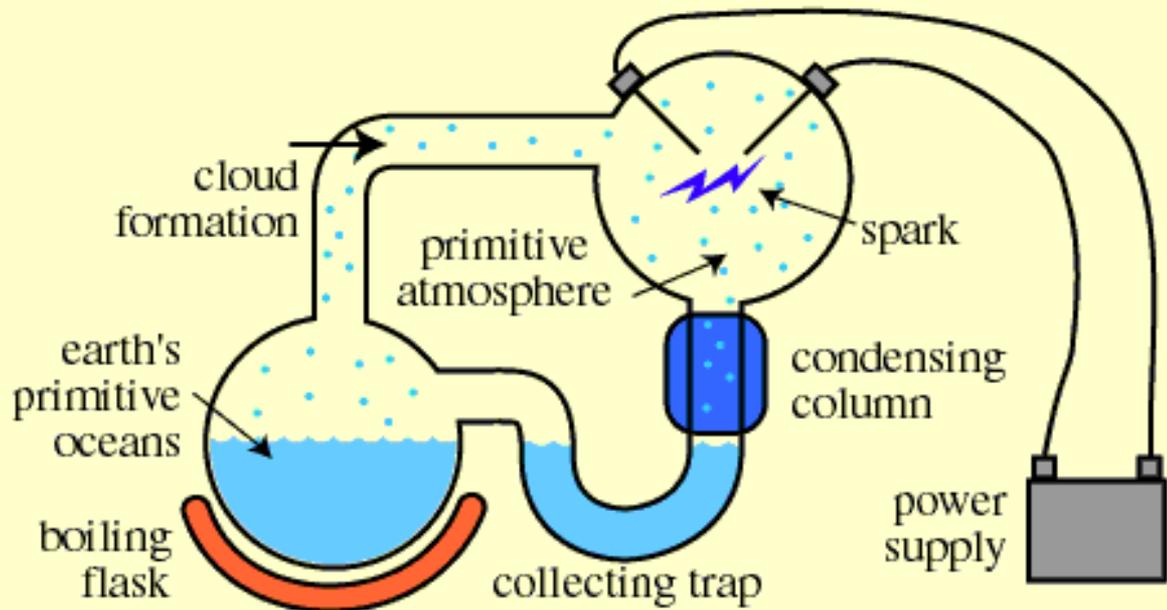


Ces molécules simples ont pu se complexifier jusqu'à un certain point dans les « **mares chaudes** » dont parlait déjà Darwin et qu'on a ensuite appelé « **soupe primitive** ».

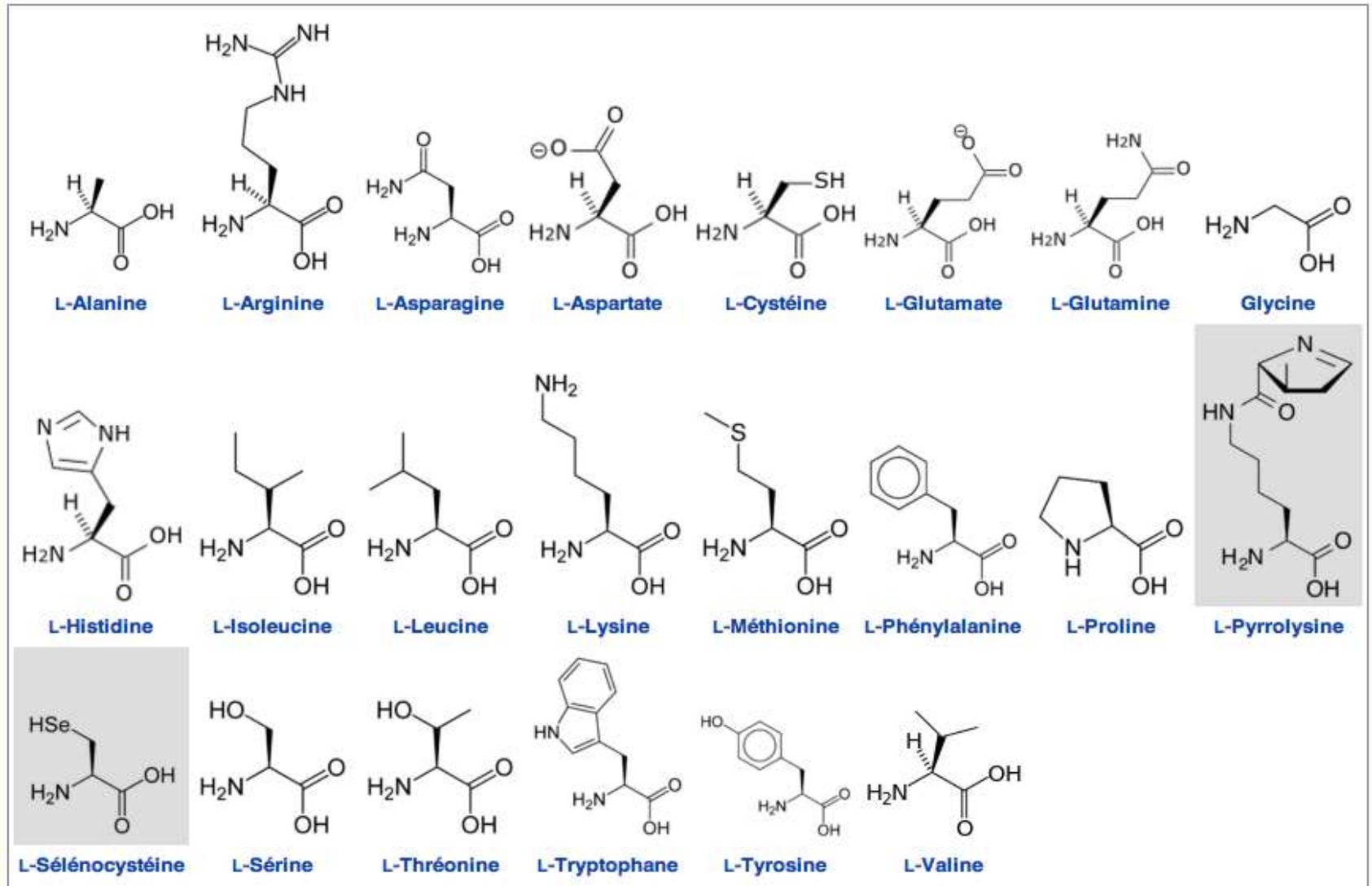


atmosphère et "soupe" primitive

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



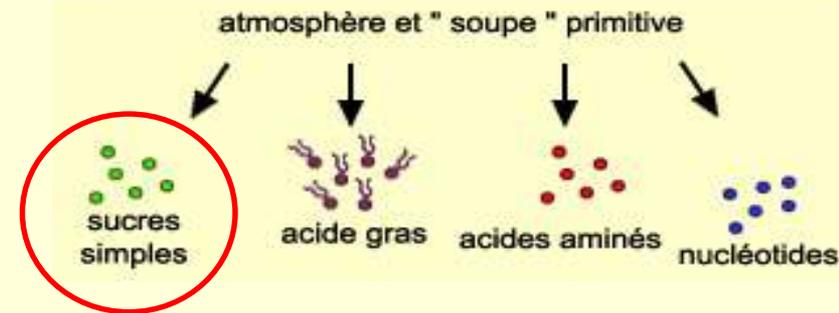
En présence du puissant rayonnement solaire (rayons UV...), ce mélange de gaz aurait donc pu donner naissance à plusieurs **molécules un peu plus complexe** telles que les **acides aminés** (qui formeront plus tard les protéines).



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* ». [...]



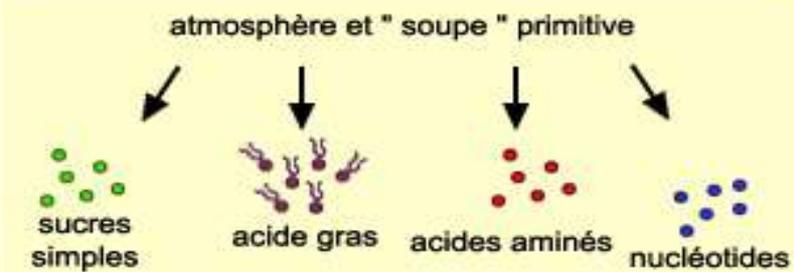
Concept / Cadre théorique :

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.

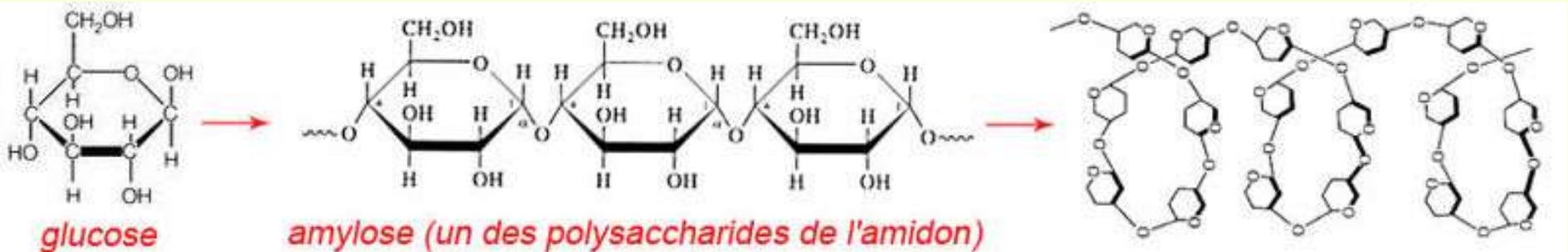
Et de tels processus chimique d'auto-organisation sont "**sous contrôle thermodynamique**",

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

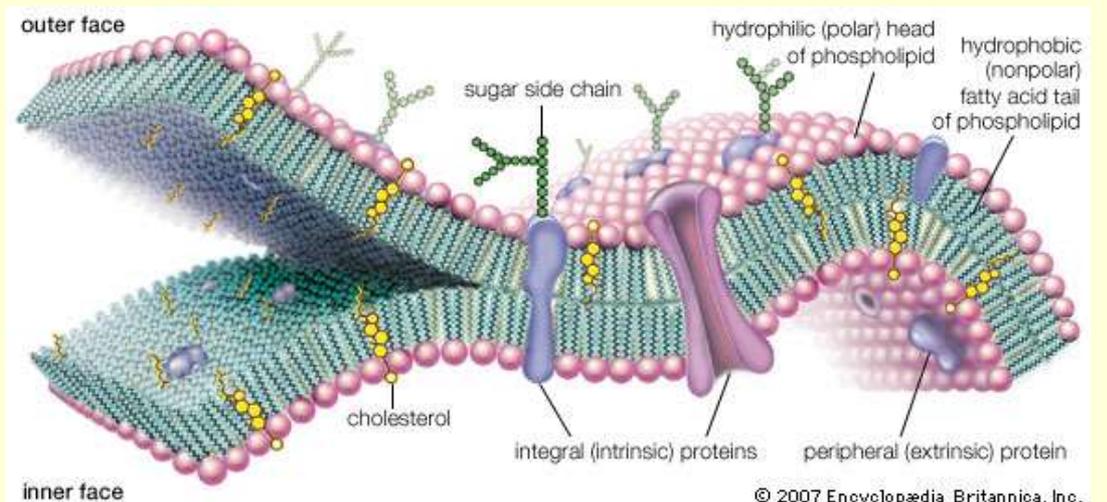
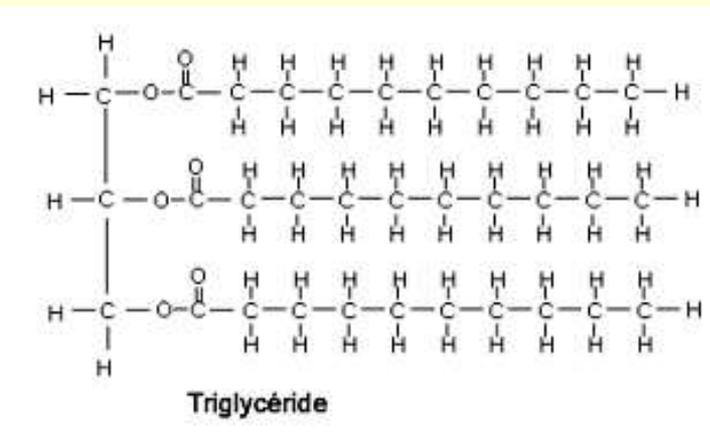


Ces processus d'**auto-organisation** vont ensuite favoriser la formation de chaînes moléculaires de :

- Glucides



- Lipides





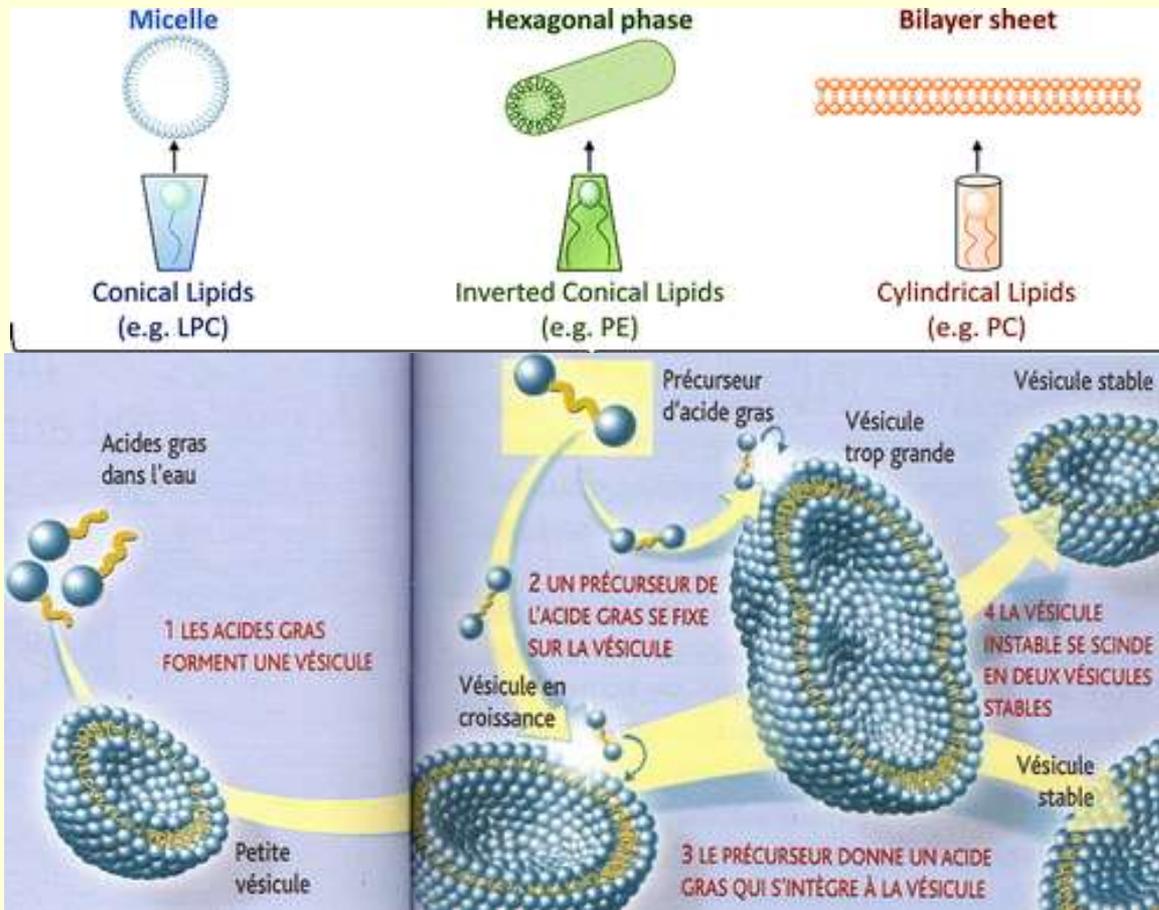
Ces chaînes de lipides vont donner lieu à des phénomènes **d'auto-organisation** mais cette fois-ci au niveau **supra-moléculaires** :

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

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

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

- The Systems View of Life

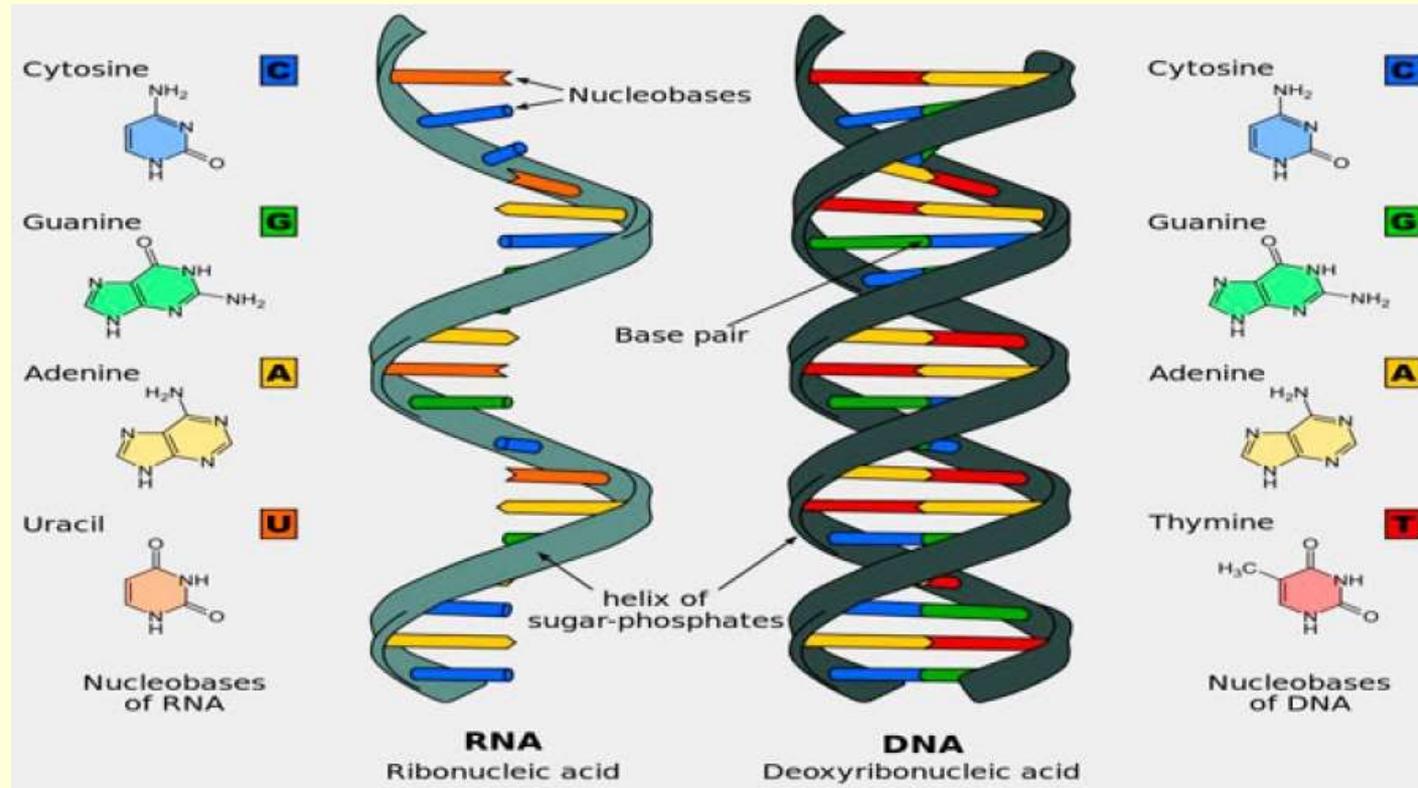


« Pas de membrane, pas de cellules.
Pas de cellules, pas de neurones.
Pas de neurones, pas de cerveaux.
Pas de cerveaux, pas d'humains ! »

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

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

- Glucides
- Lipides
- **Bases nucléiques**

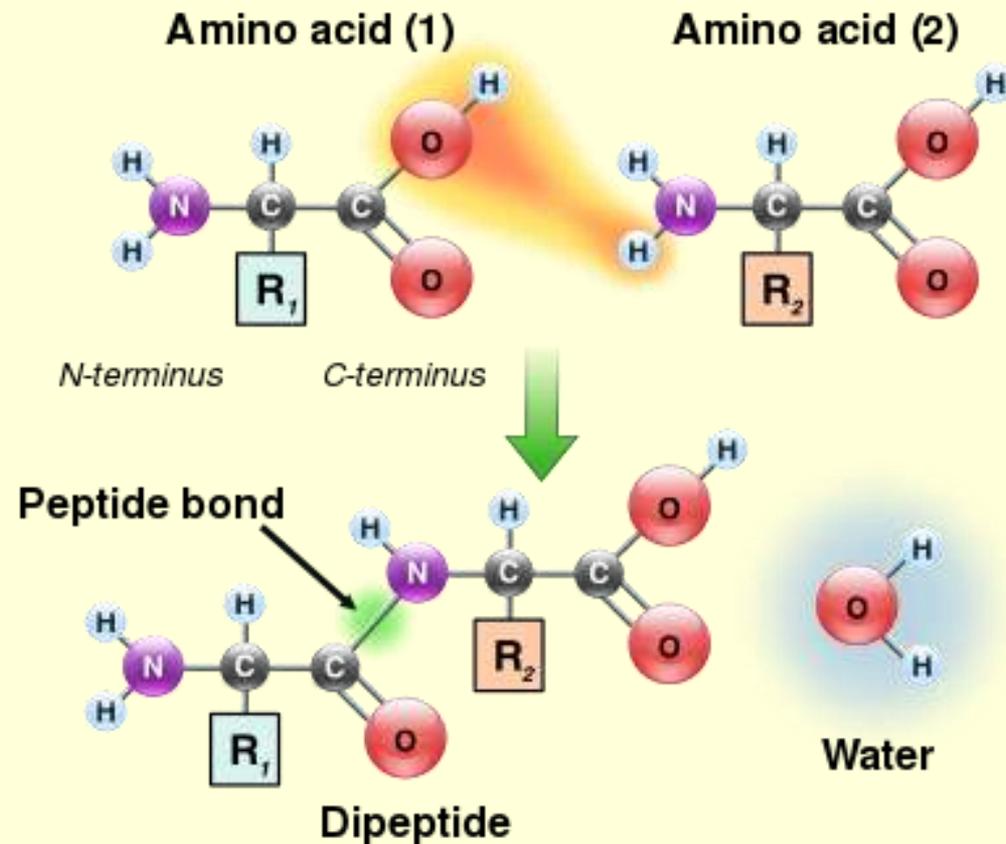


Même principe d'organisation que pour les lipides:

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

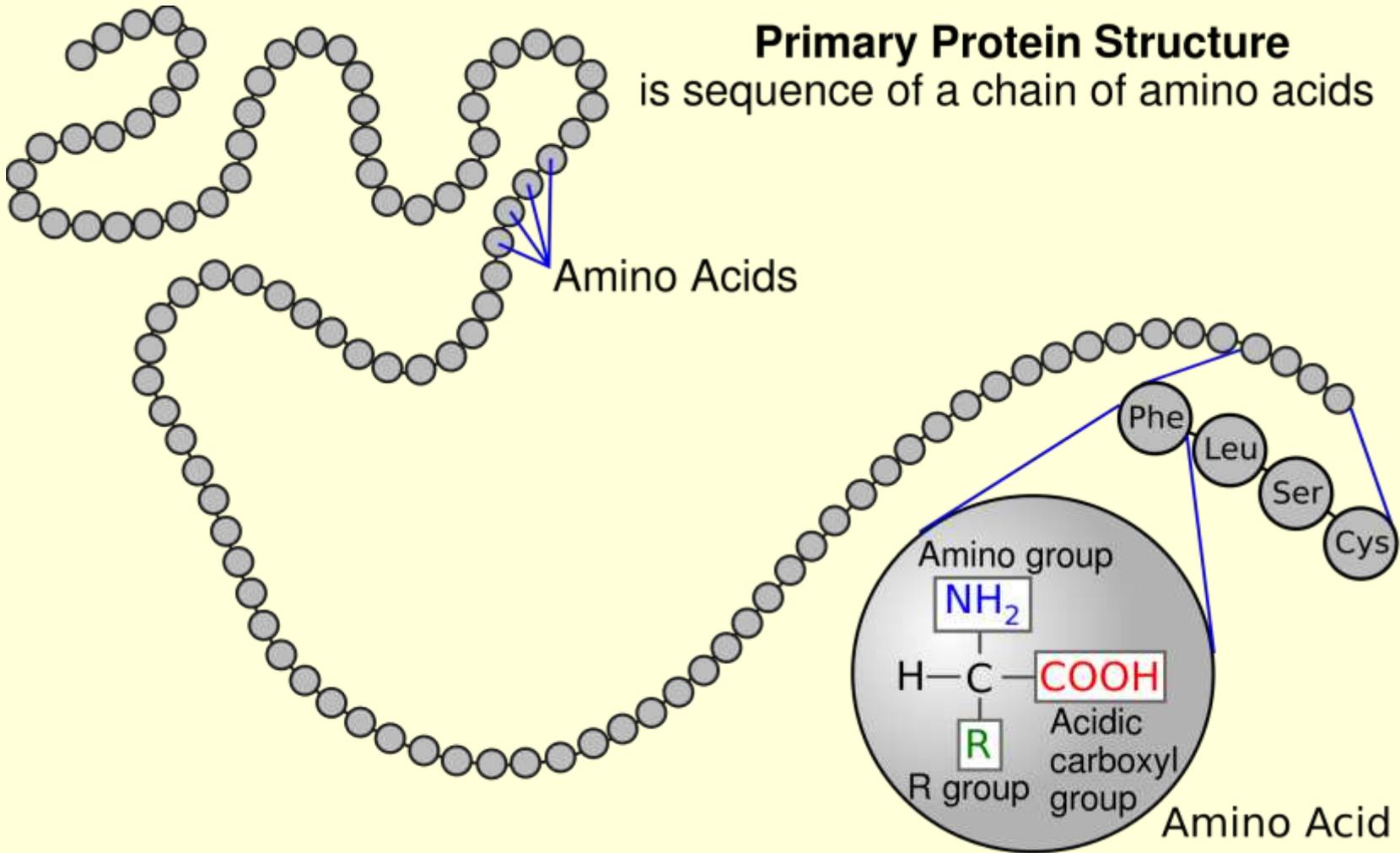
Car les molécules organiques vont avoir tendance à former des chaînes moléculaires de :

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

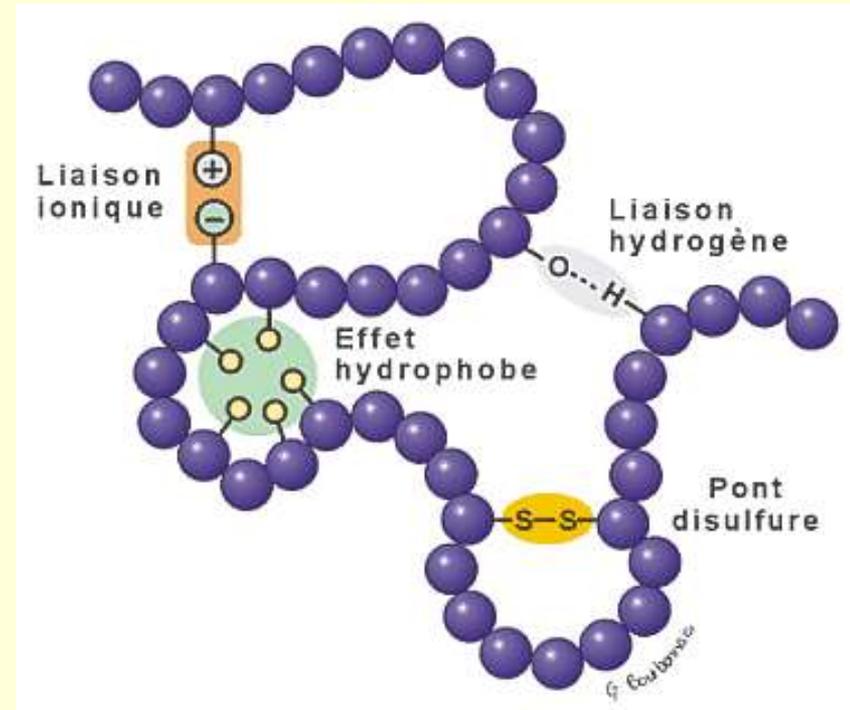
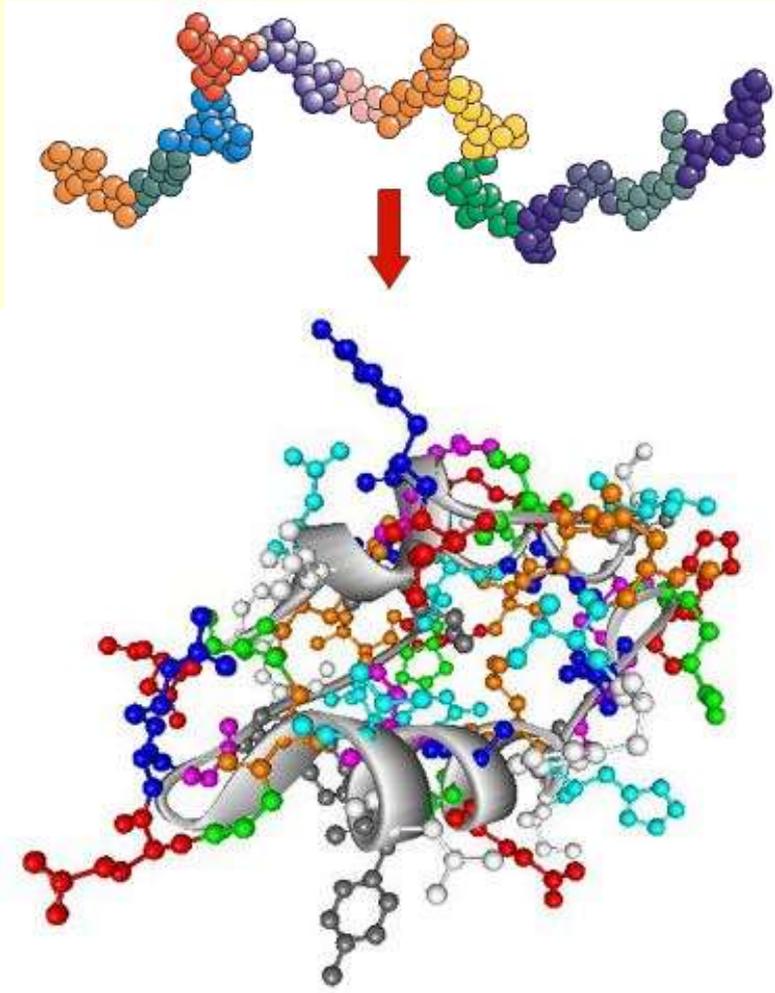


Primary Protein Structure

is sequence of a chain of amino acids

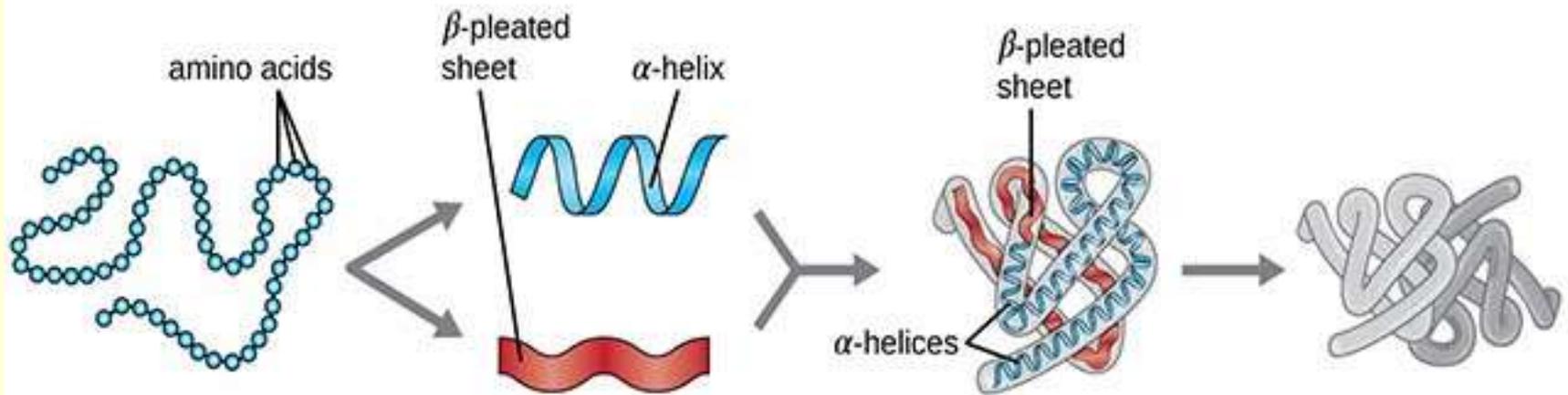


→ Vers 1953,
on comprend qu'il y a un
repliement de la chaîne
d'acides aminés



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

Structure of Proteins



Primary Protein Structure

Sequence of a chain of amino acids

Secondary Protein Structure

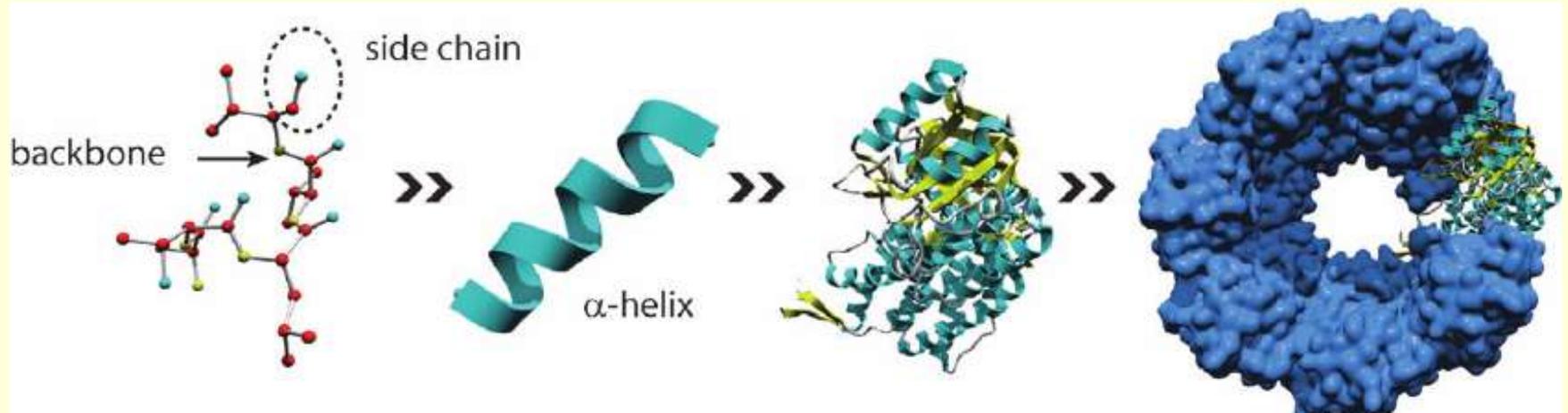
Local folding of the polypeptide chain into helices or sheets

Tertiary Protein Structure

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

Quaternary Protein Structure

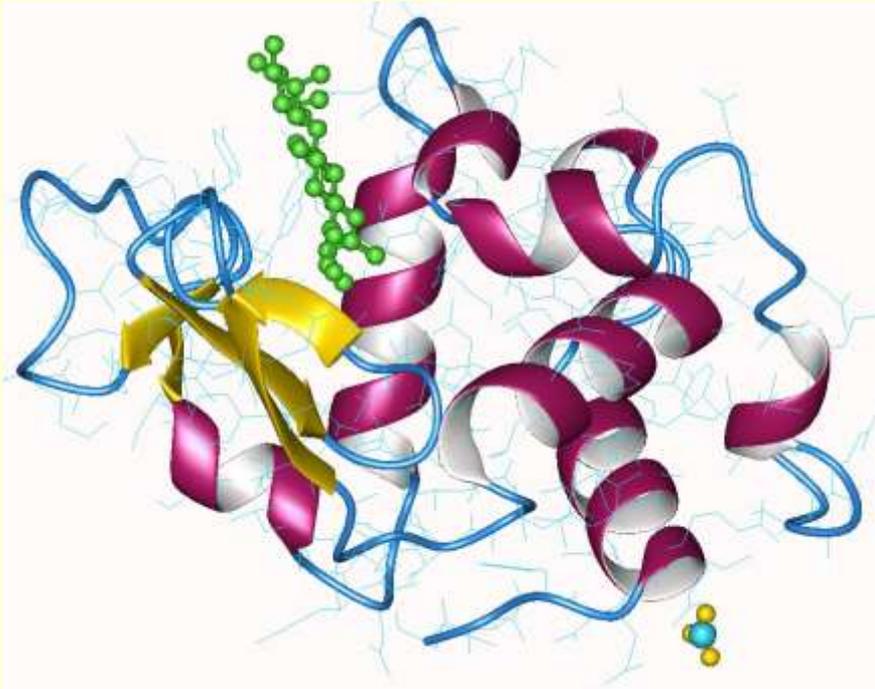
protein consisting of more than one amino acid chain



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

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





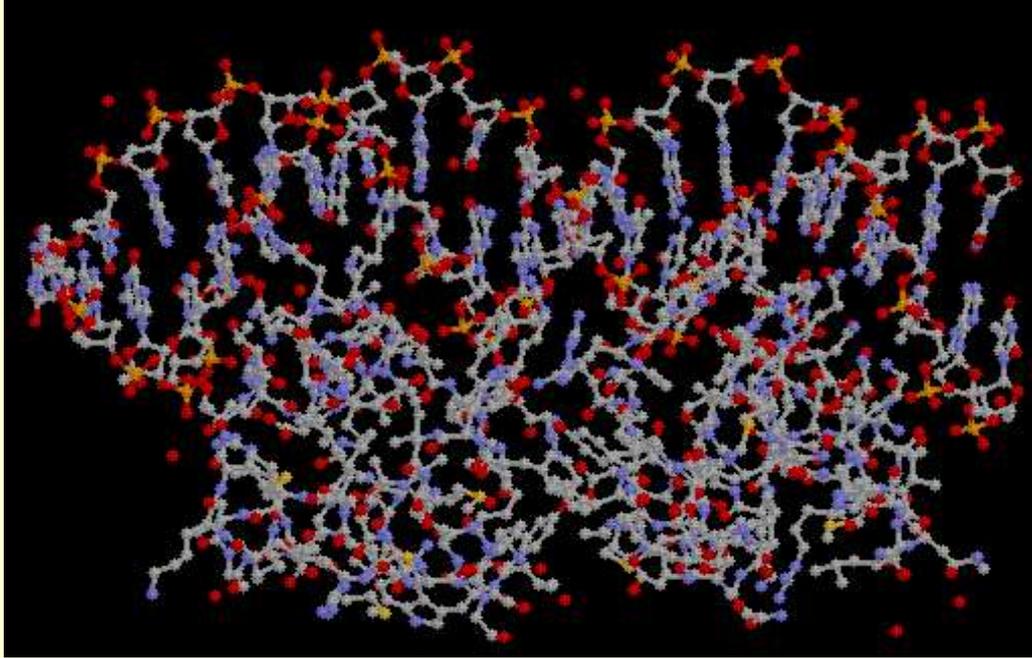
De combien de façons une suite de 129 acides aminés, comme celle de l'enzyme **lysozyme**, peut-elle exister?

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

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

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

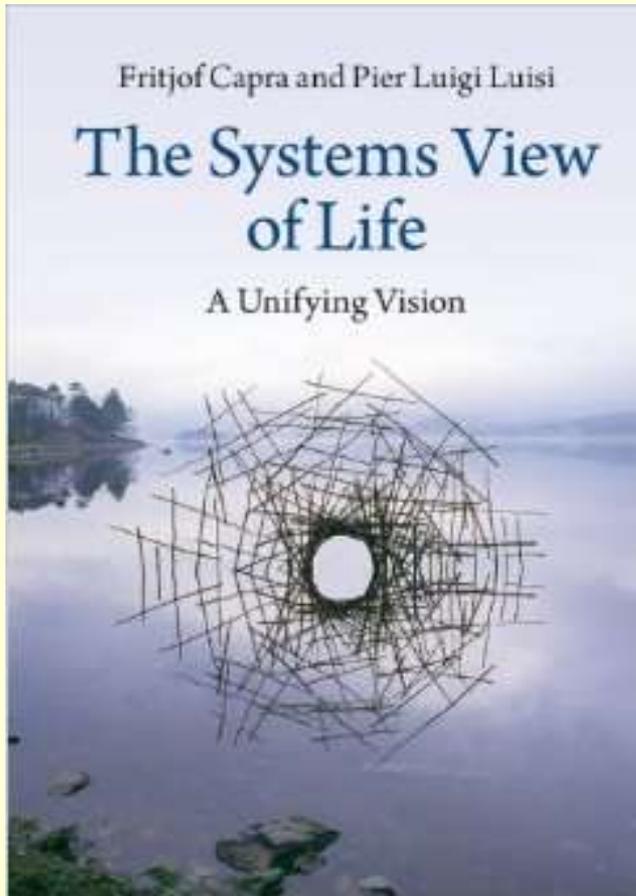
(conditions contingentes que l'on ne connaîtra jamais...)



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

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

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



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

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

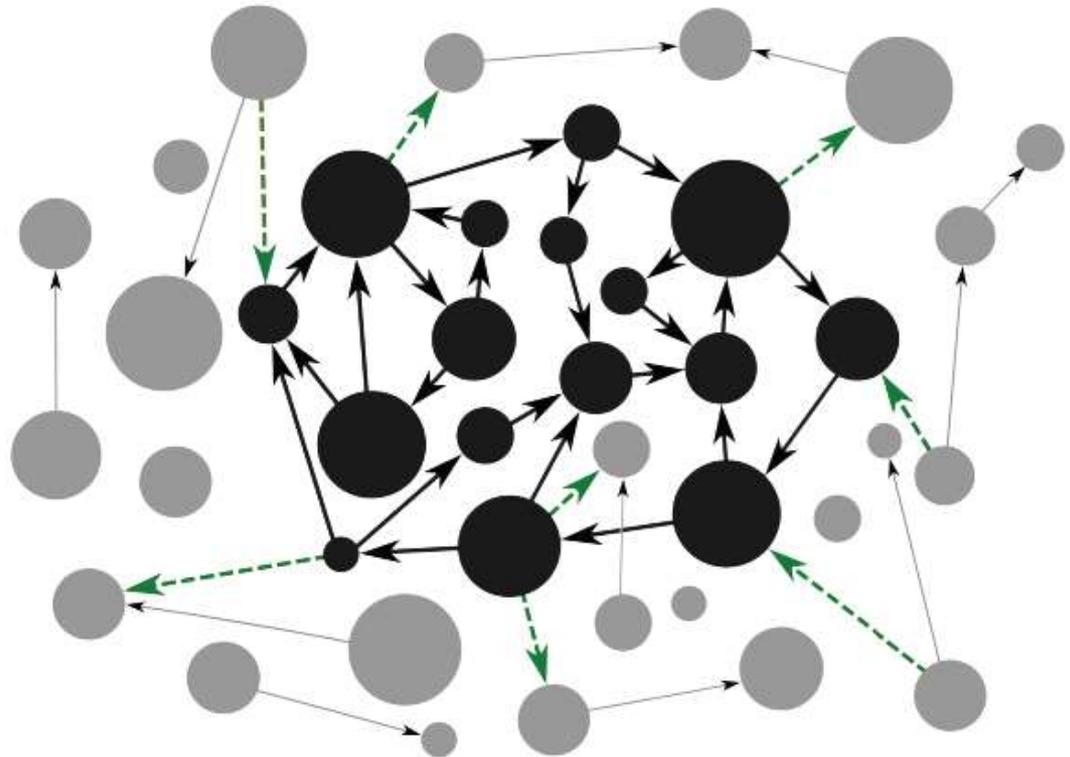
Parce que ça commence à devenir important avec le repliement des protéines,

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

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

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

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



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

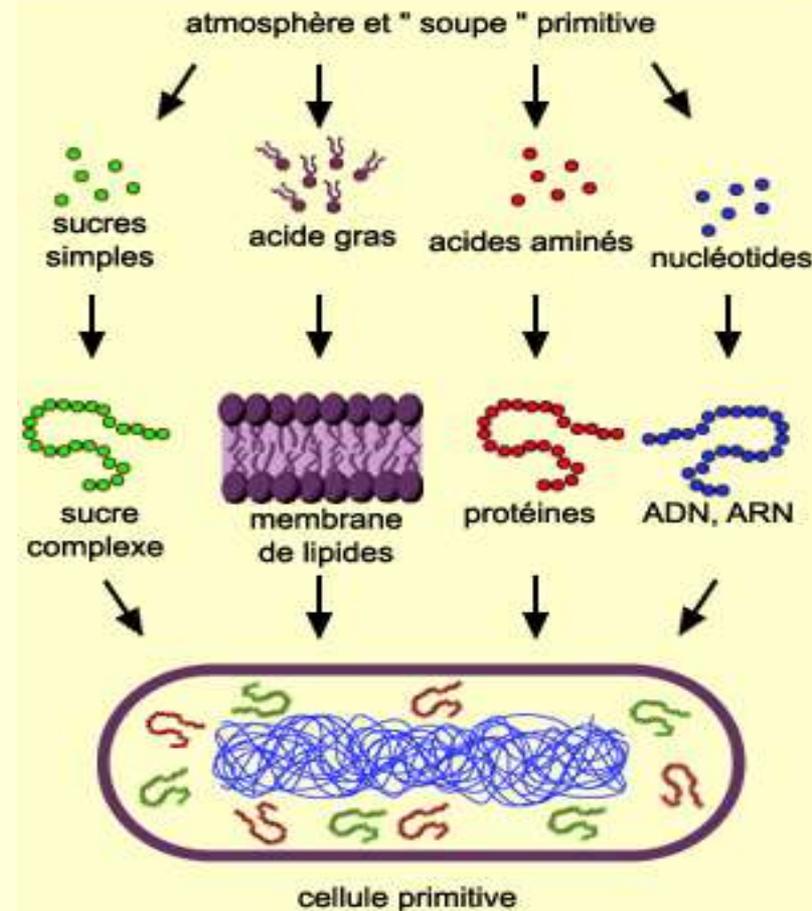
Débat / Controverse :

Qu'est-ce que la vie ?

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

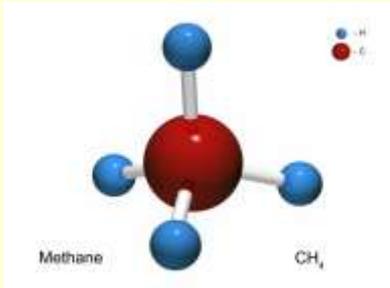
- Développement ou croissance
- Métabolisme
- Motilité
- Reproduction
- Réponse à des stimuli
- Etc.

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

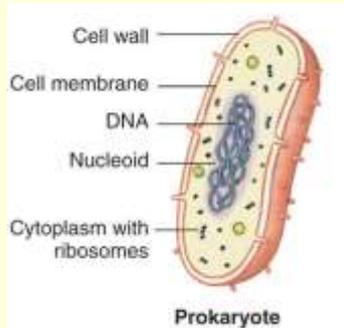


Débat / Controverse :

Qu'est-ce que la vie ?



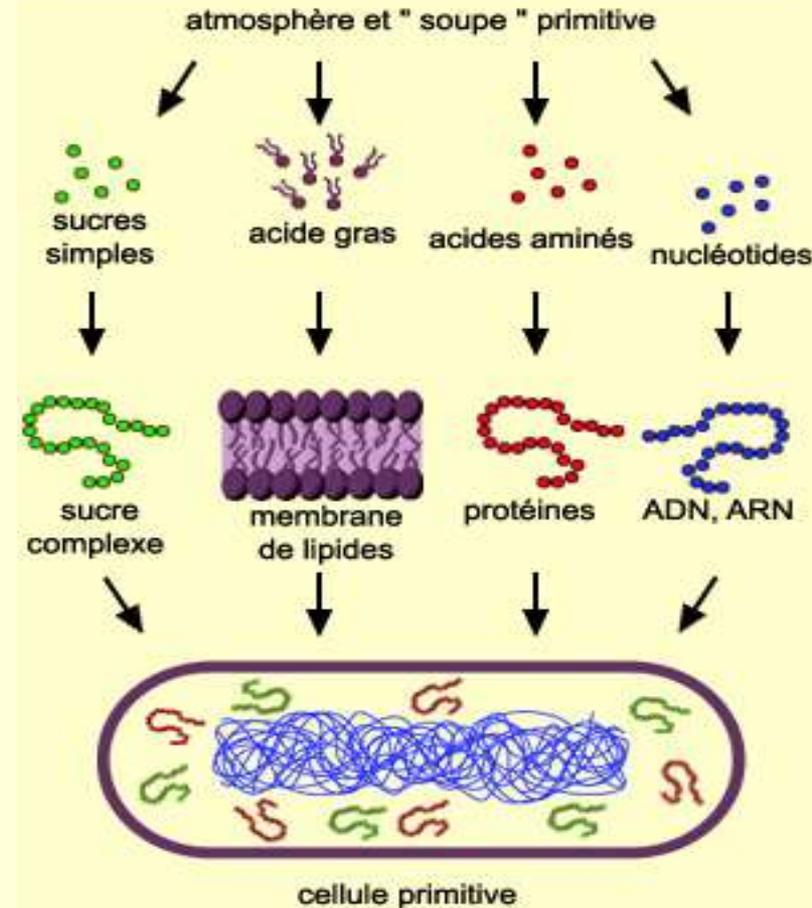
+ ou – vivants
de différentes
manières...



Non

un
gradient

Oui





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

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

Développement ou croissance + ou -

Métabolisme + ou -

Motilité + ou -

Reproduction + ou -

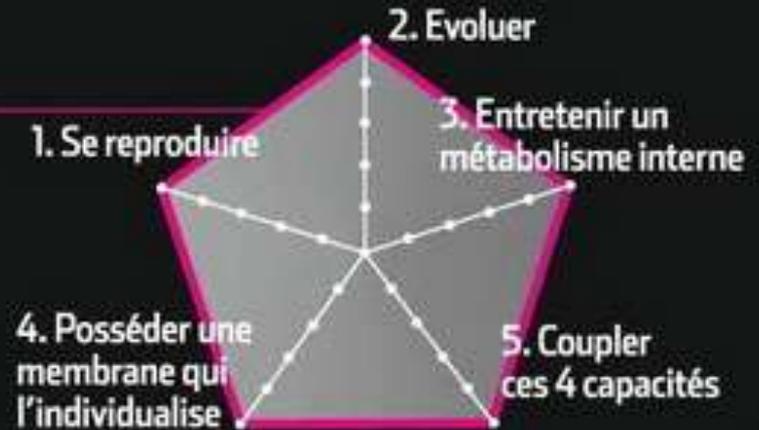
Réponse à des stimuli + ou -

Différentes « signature de vie »

Ni êtres vivants ni cailloux...

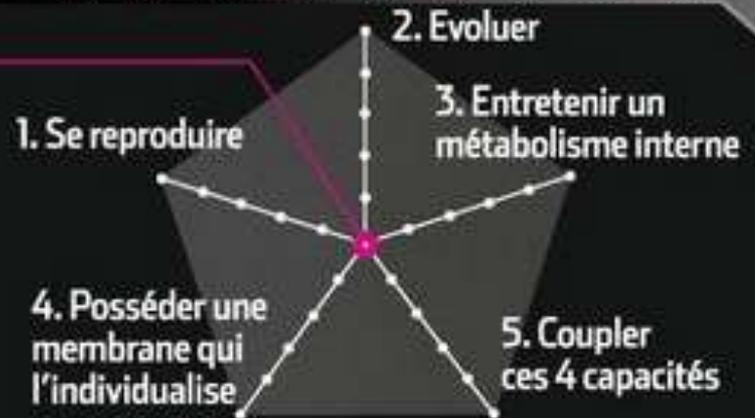
Etre vivant

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



Chose inerte

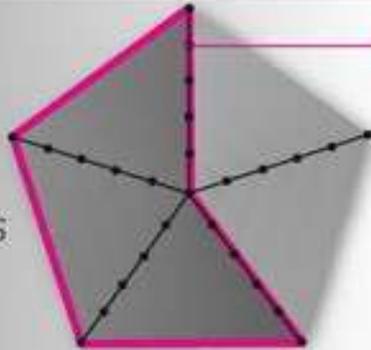
Incapable de se reproduire, d'évoluer, de posséder un métabolisme, une membrane ni, a fortiori, de conjuguer ces 4 facteurs, un caillou, par exemple, ne remplit aucune partie du pentagone.



Différentes « signature de vie »

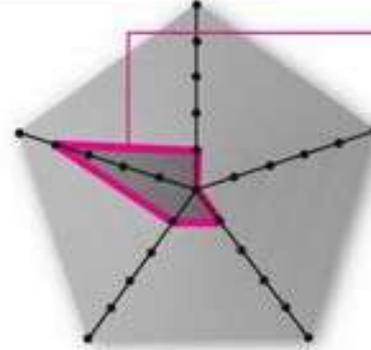
mais des organismes à mi-chemin entre les deux

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



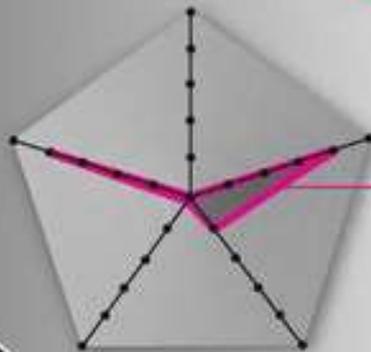
Virus

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



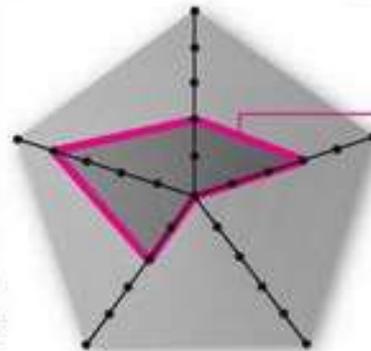
Prion

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



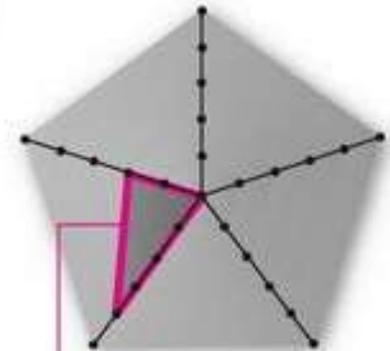
Pepsine

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



Ribozyme

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



Liposome

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

Pourquoi apparaît la vie ?

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

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

Lundi, 29 décembre 2014

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

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



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

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

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

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

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

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

L'intelligence collective des groupes humains

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

Dans une étude publiée dans la revue Science en octobre 2010, des psychologues de trois universités américaines affirment avoir mis en évidence un facteur similaire d'intelligence générale, mais cette fois non pour des individus mais pour des groupes. Pour tester cette « intelligence collective », ils ont formé des dizaines de groupes de 2 à 3 personnes et les ont fait travailler pendant plusieurs heures sur différentes tâches allant du brainstorming oratoire ou diorama mental, 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 totalement corrélé avec l'intelligence moyenne des membres d'un groupe ni avec celle de l'individu du groupe ayant obtenu le meilleur score au test d'intelligence individuelle. Autrement dit, un groupe formé de gens brillants ne fait pas automatiquement le groupe le plus brillant.

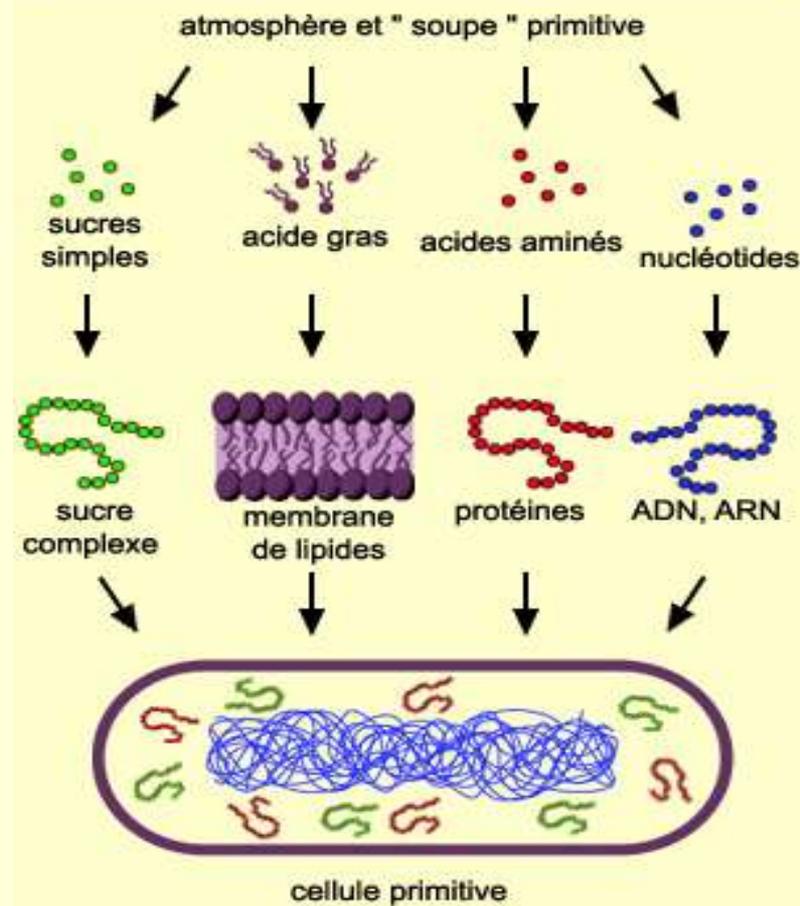
Les psychologues ont toutefois trouvé des facteurs permettant d'expliquer si un groupe se « comporte » collectivement, mais ils ont dû passer du côté de « l'organisation » pour en identifier trois : pression sociale, ce qui on pourrait appeler la sensibilité sociale globale du groupe (même capacité à



« Avec le temps, tout devient possible.

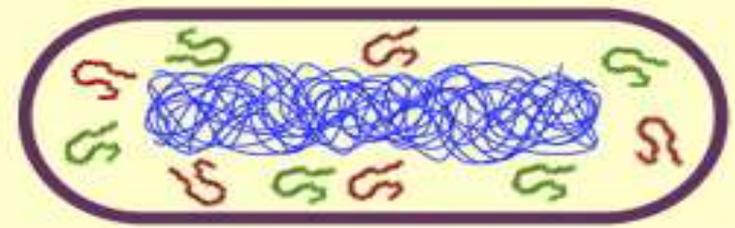
La nature n'en manque jamais. »

- Lamarck



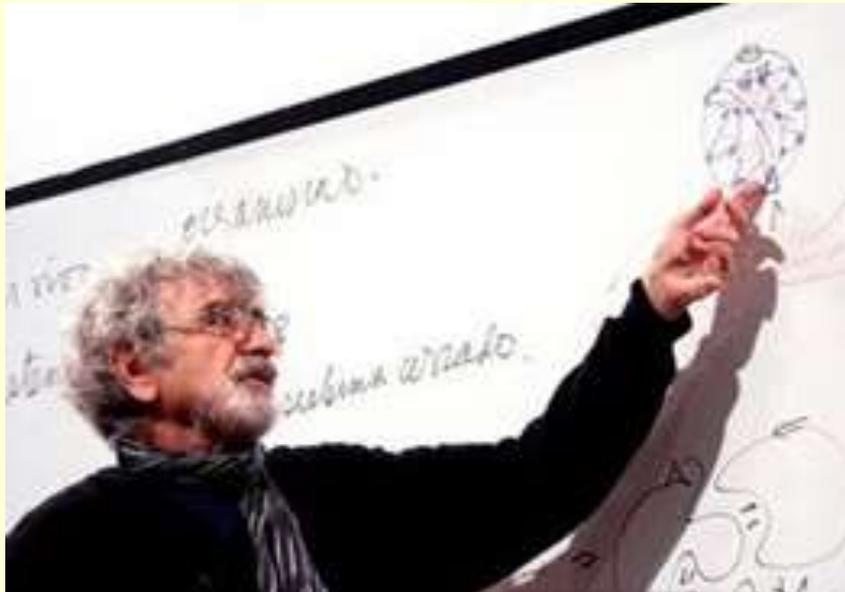
Pour comprendre ce qu'est une **cellule vivante**,

Concept / Cadre théorique :

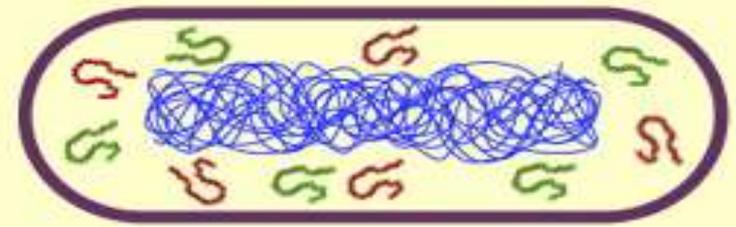


cellule primitive

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



Concept / Cadre théorique :



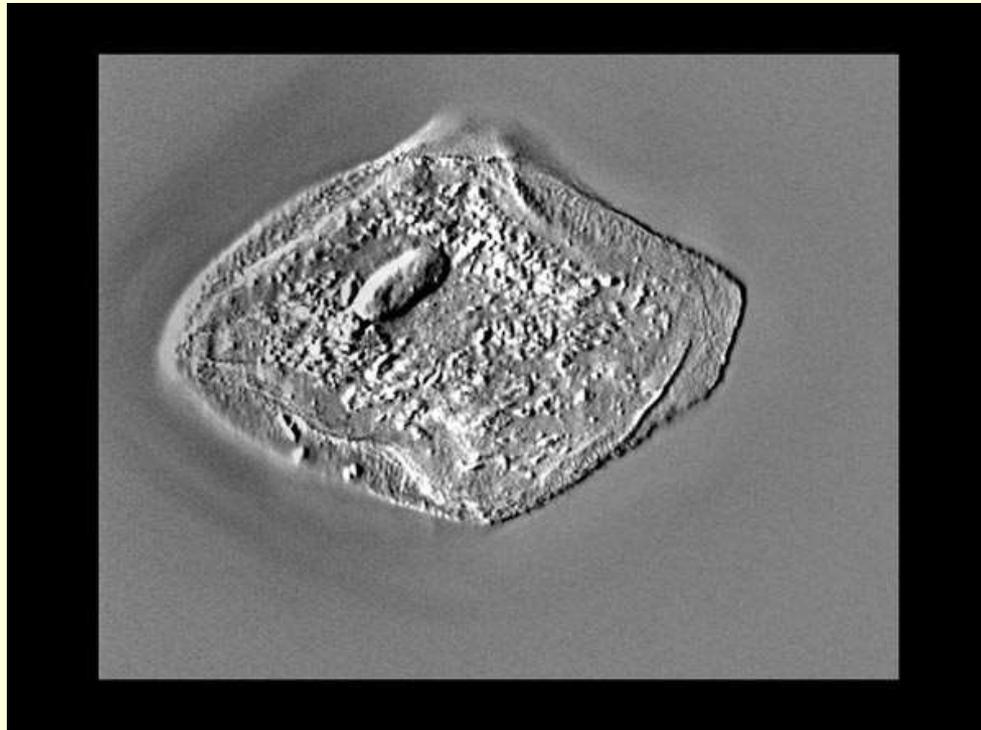
cellule primitive

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

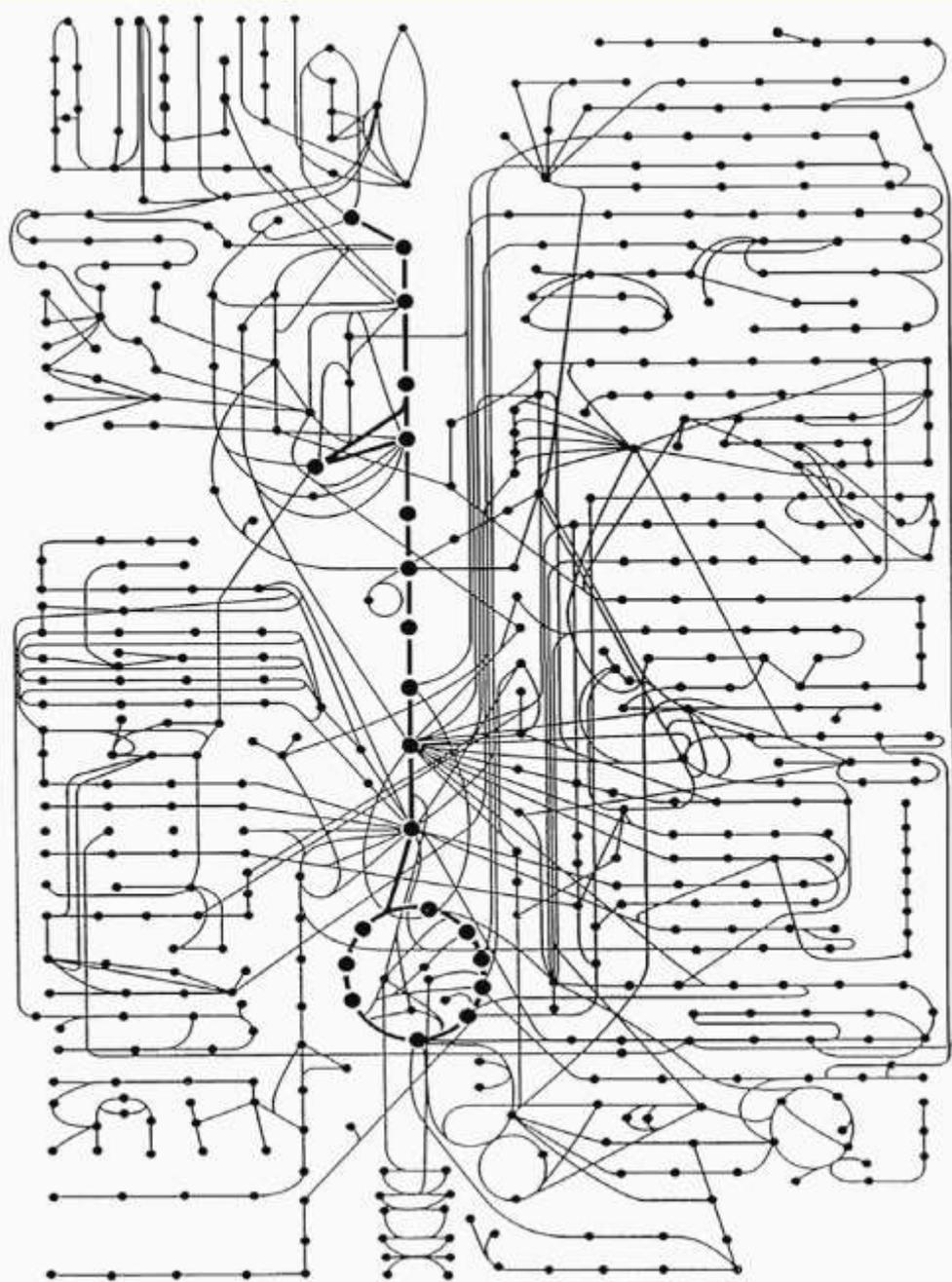
« Notre proposition est que les être vivants sont caractérisés par le fait que, littéralement, ils sont continuellement en train de **s'auto-produire**. »

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

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

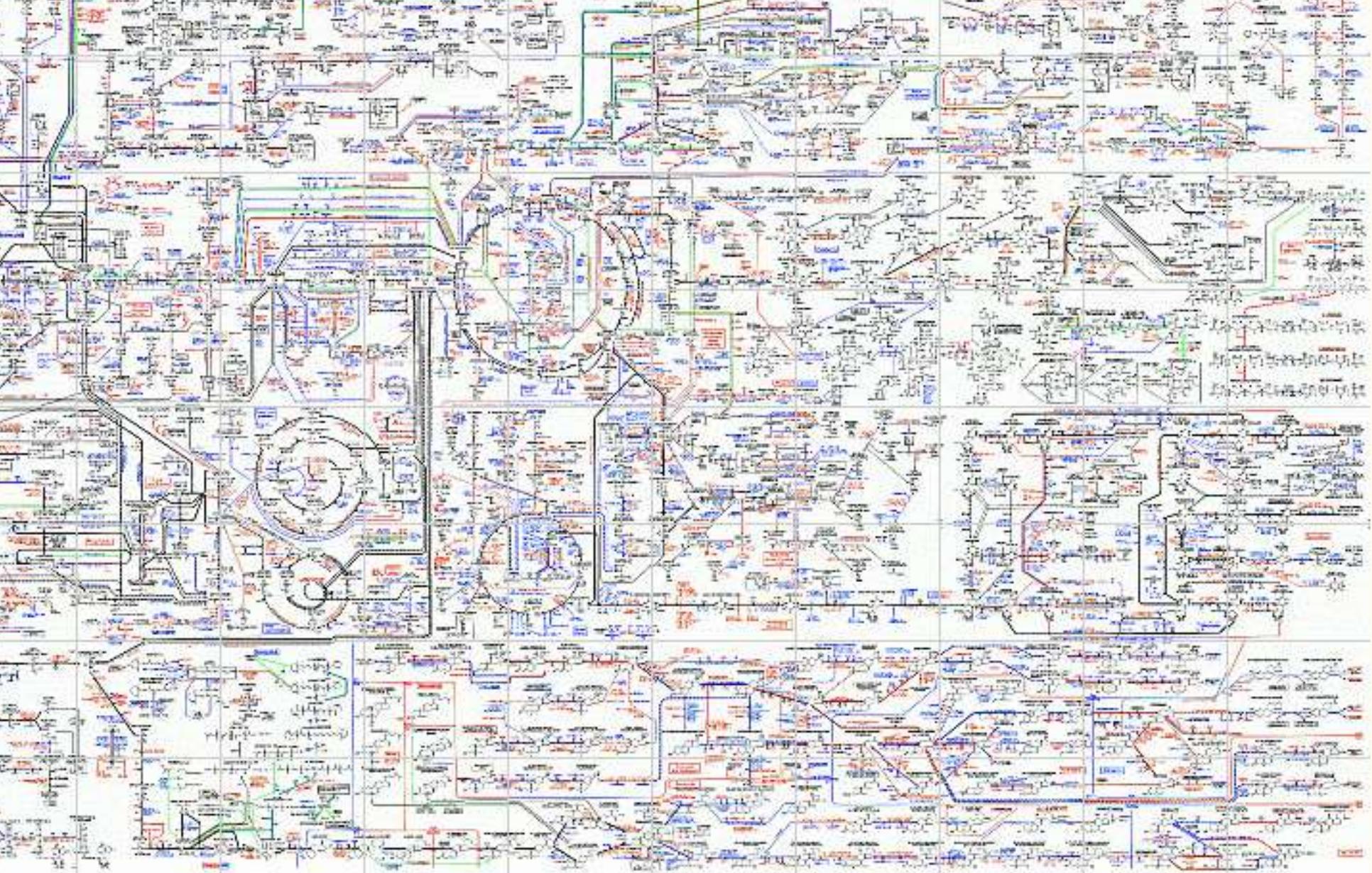


An image of a human buccal epithelial cell obtained using Differential Interference Contrast (DIC) microscopy
(www.canisius.edu/biology/cell_imaging/gallery.asp)



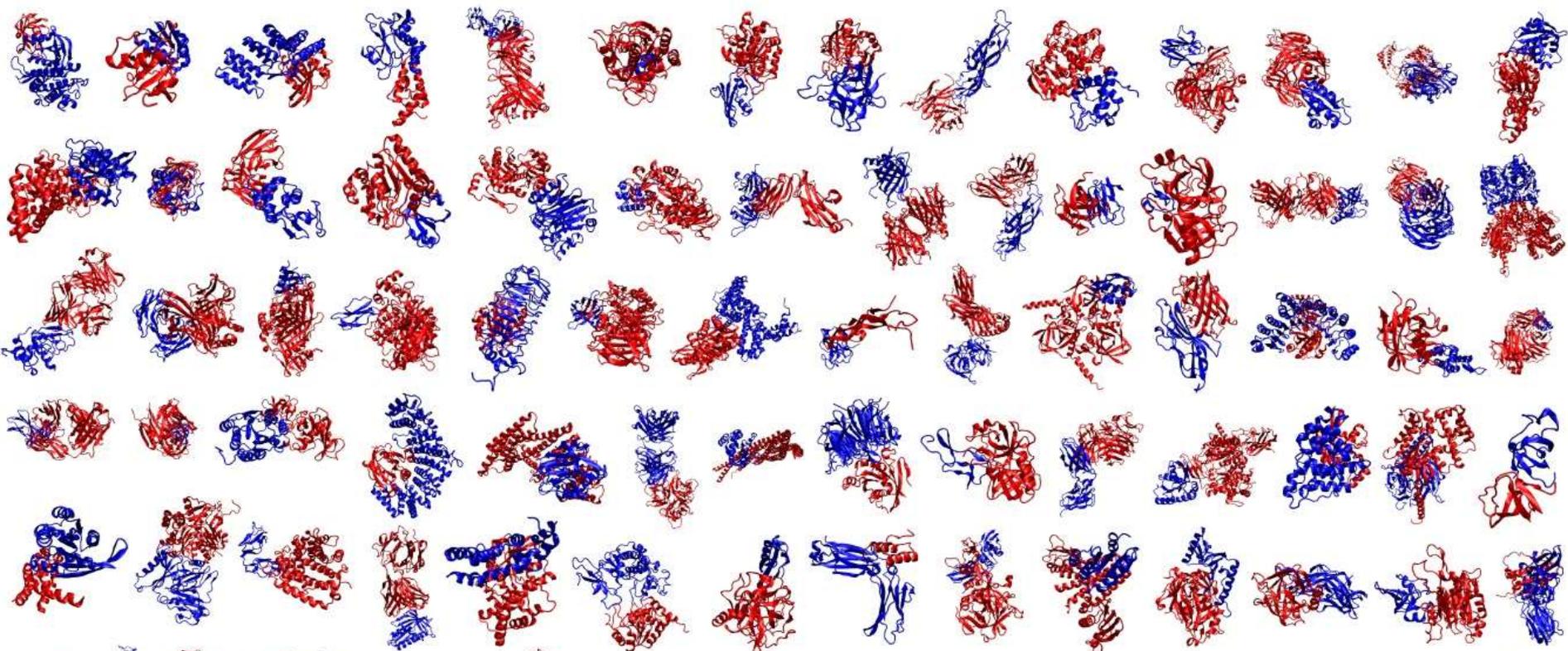
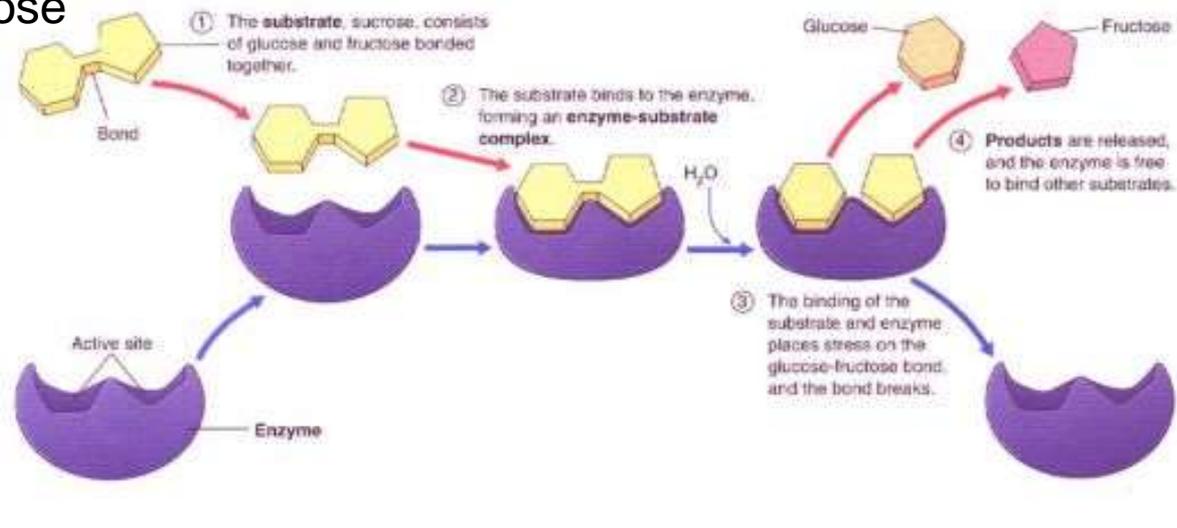
« un réseau »...

= des éléments qui entretiennent
des relations

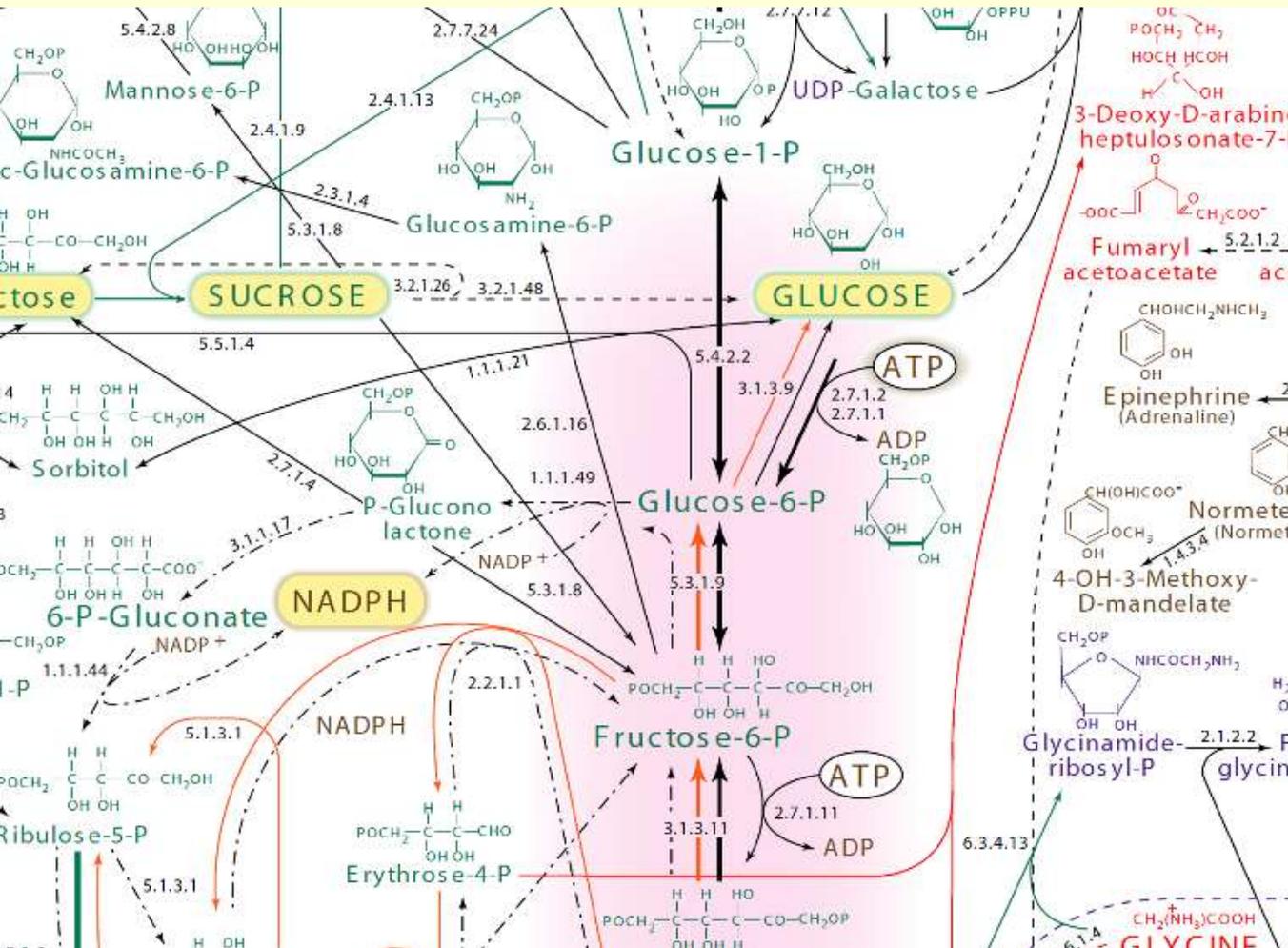


« un réseau complexe »... = cascades de réactions biochimiques dans une cellule

sucrose

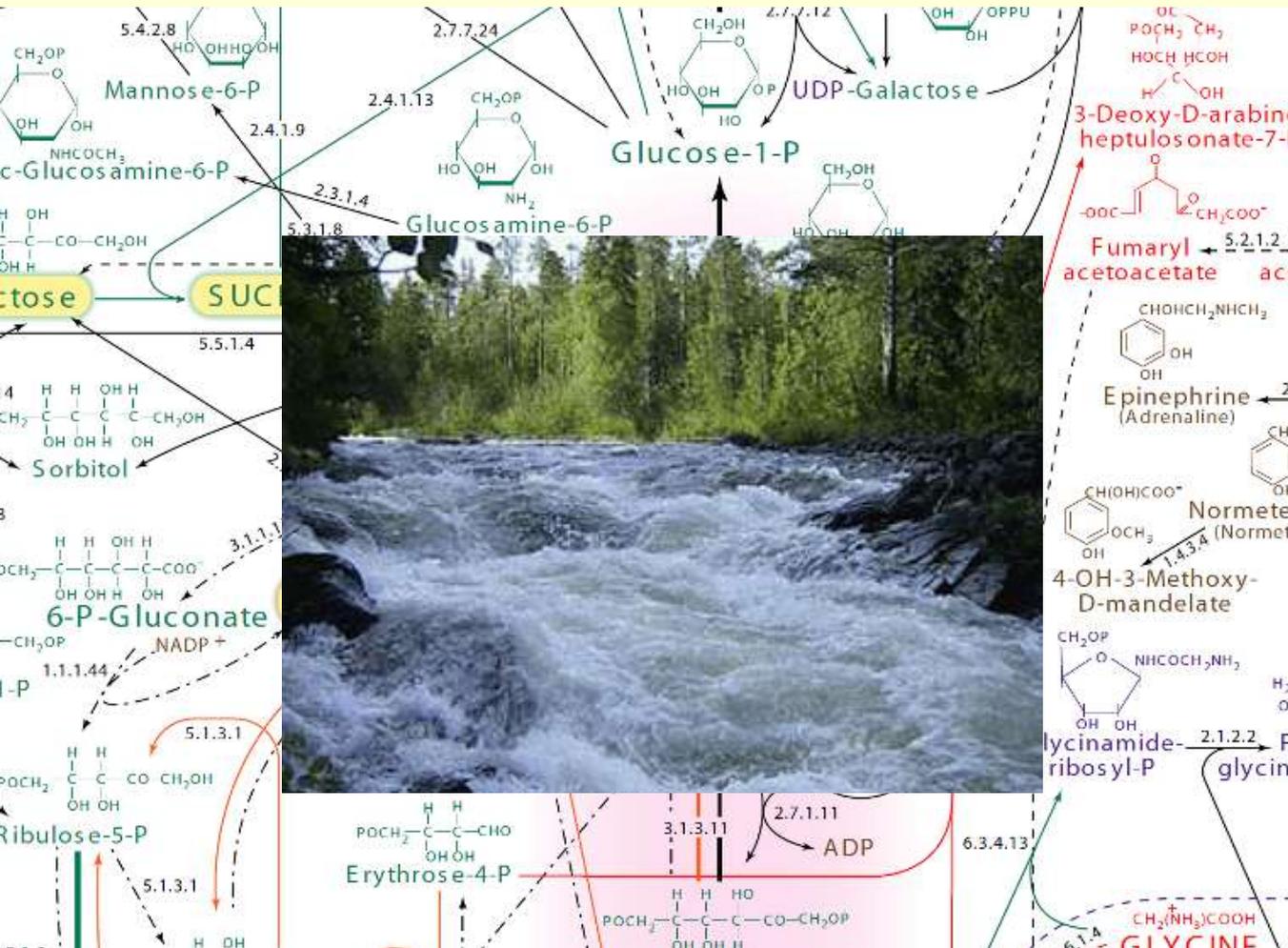


« un réseau complexe d'éléments »... : enzymes (protéines), ADN, etc.



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

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



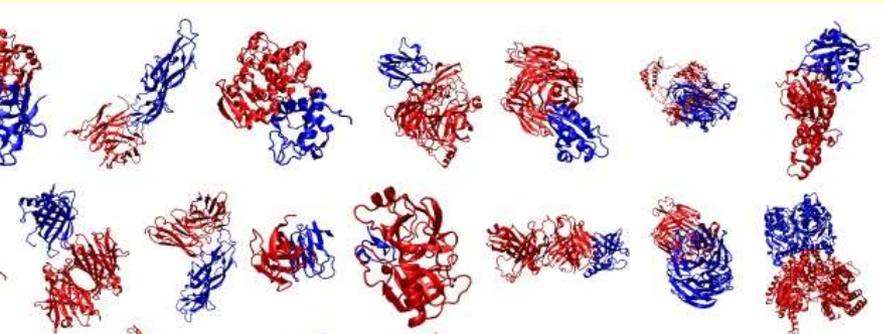
..qui régénèrent constamment, par leurs interactions et transformations, le réseau qui les a produits.

Concept / Cadre théorique :

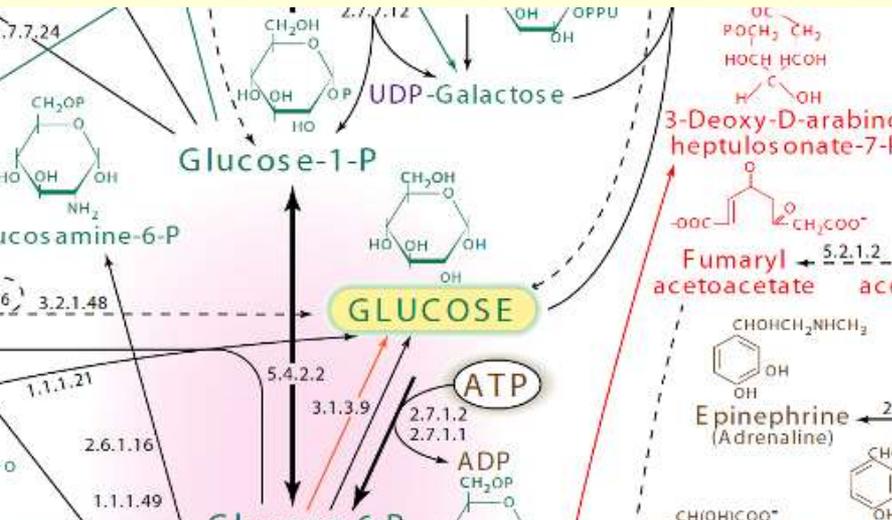
Donc il faut ajouter à :



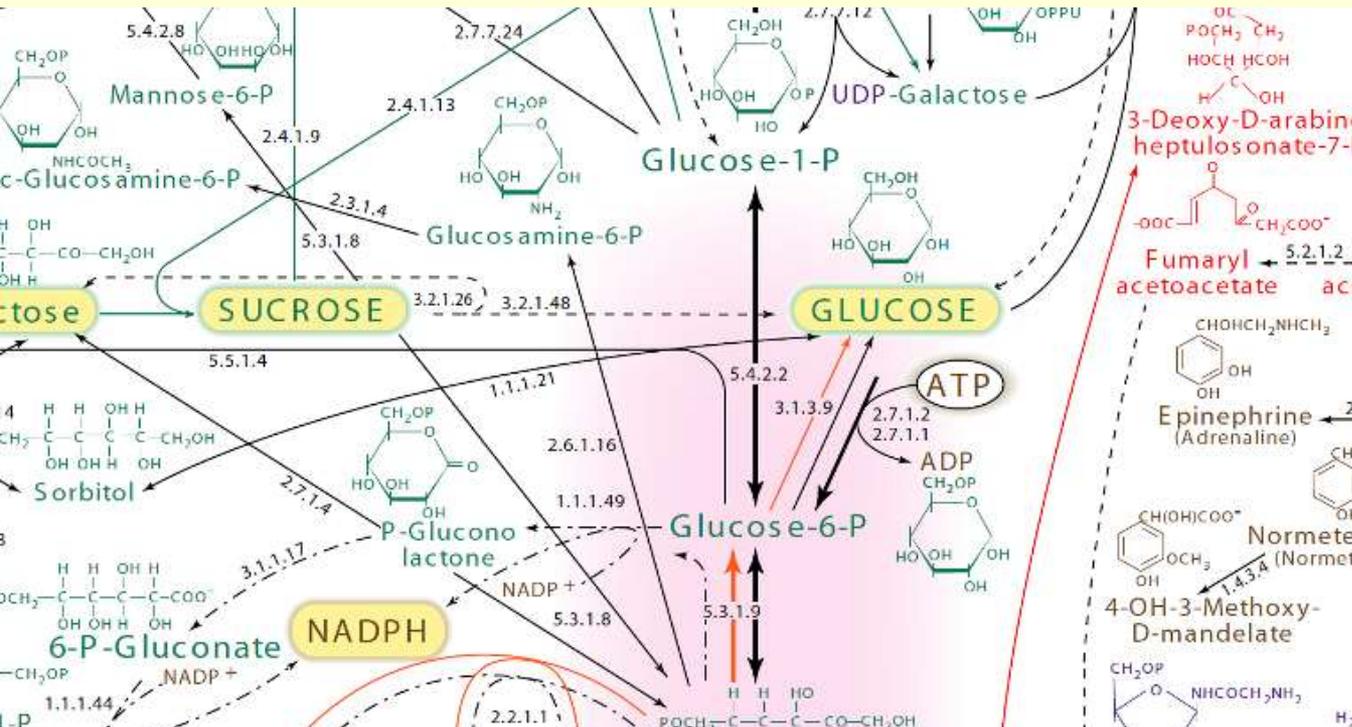
- l'étude de la **matière** : de quoi c'est fait ?



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

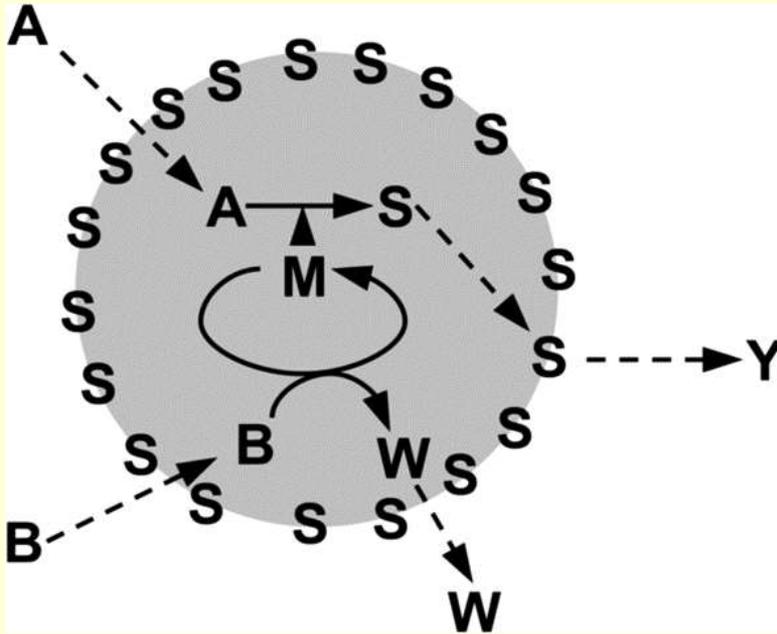


- l'étude des processus **dynamiques** : comment ces formes changent dans le temps ?



« 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>

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

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

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

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

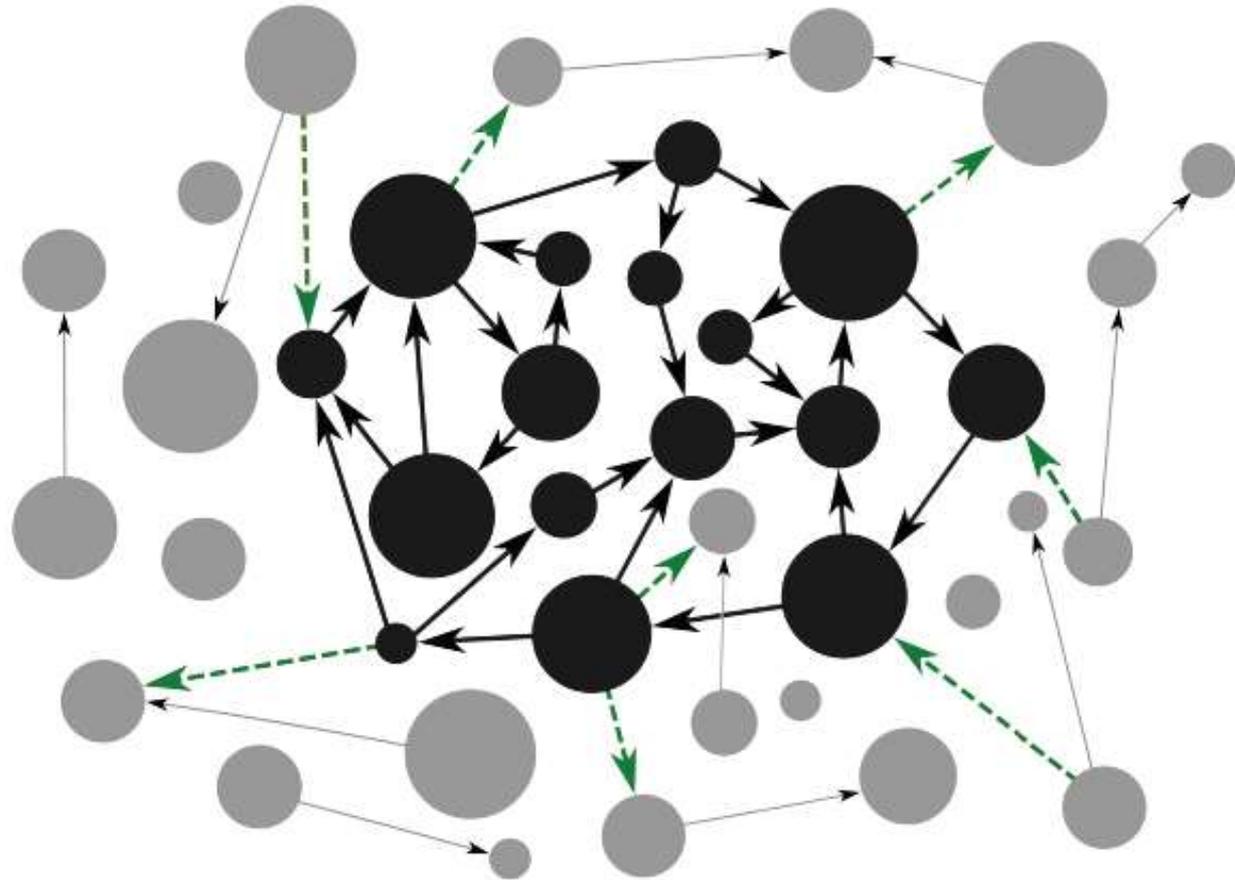
(mais le système est **fermé** du point de vue **opérationnel**)

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

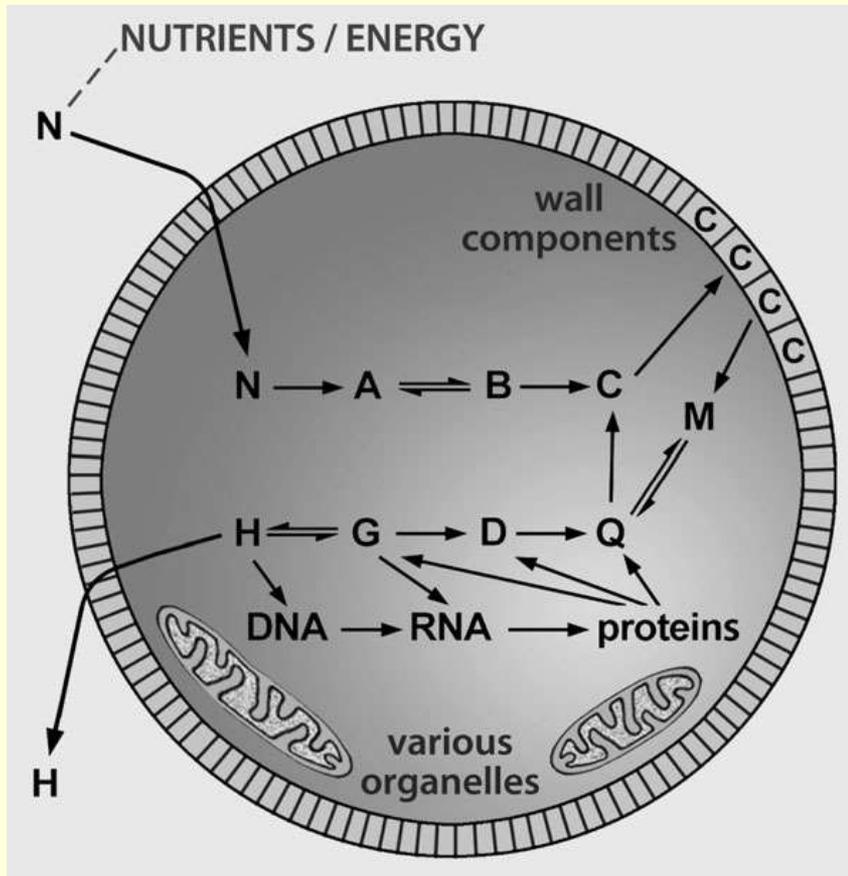
car elle ne se confond
évidemment pas avec
une paroi étanche.

En noir : une cellule

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



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



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

Car la vie n'est pas localisée.

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

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

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

Exemple de propriétés émergentes en chimie



Sodium (Na)
(métal hautement inflammable)

+



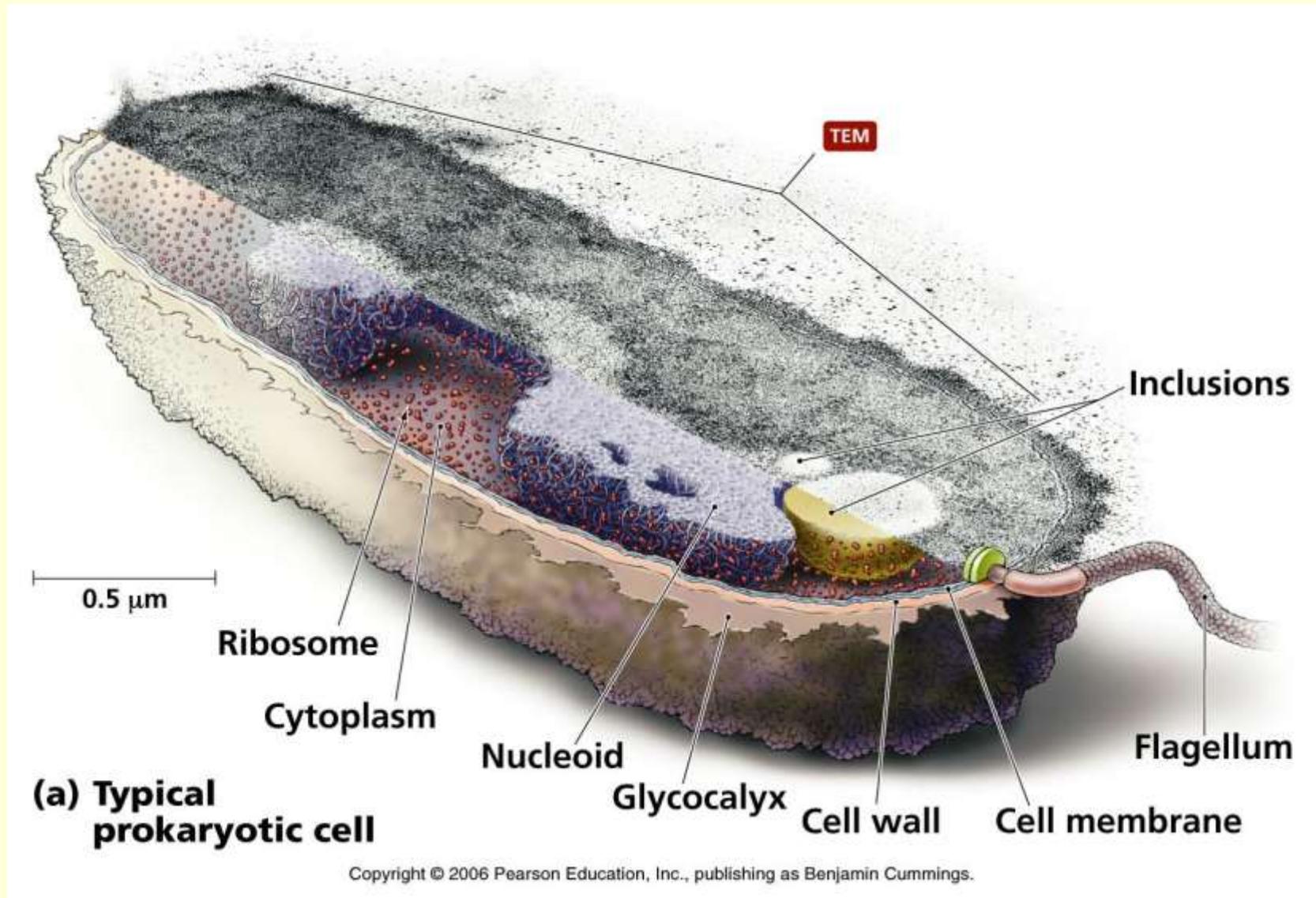
Chlore (Cl)
(gaz très toxique)

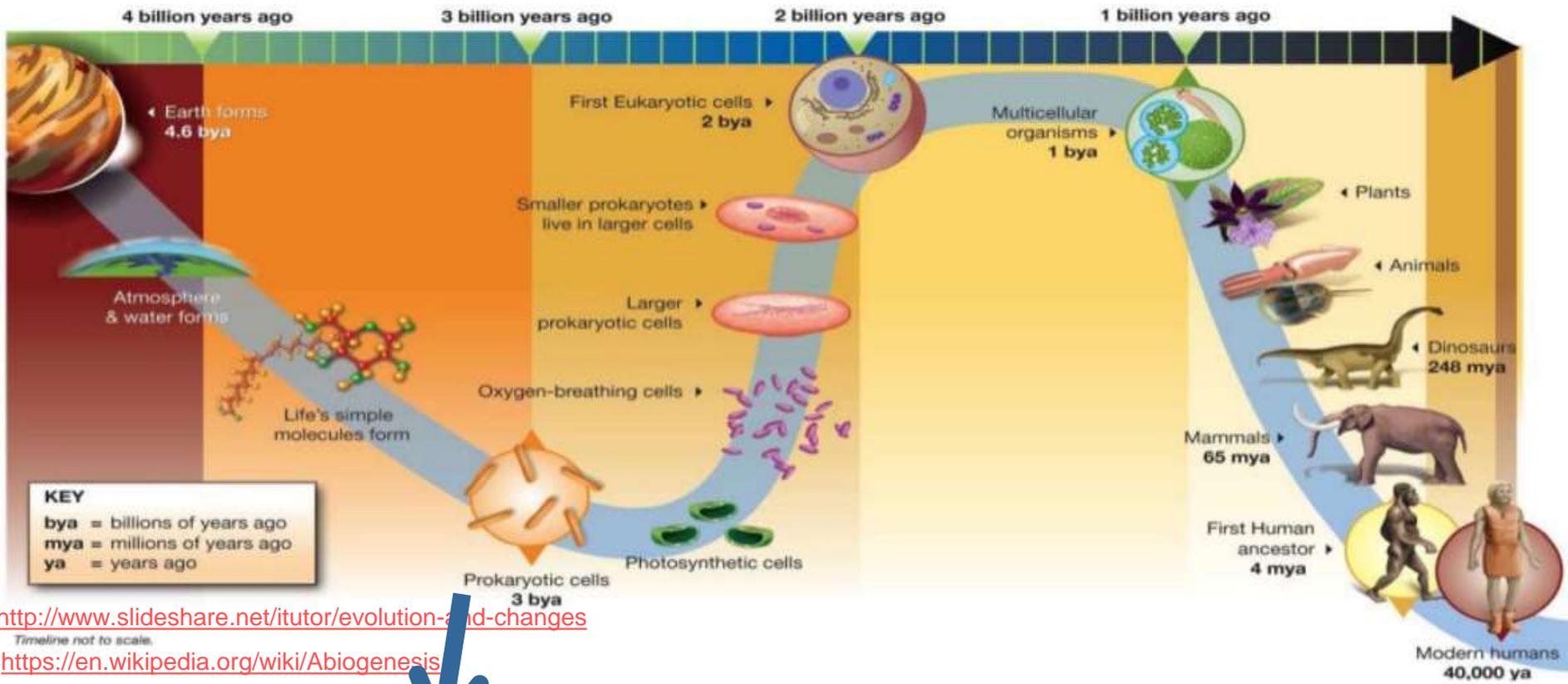
=



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

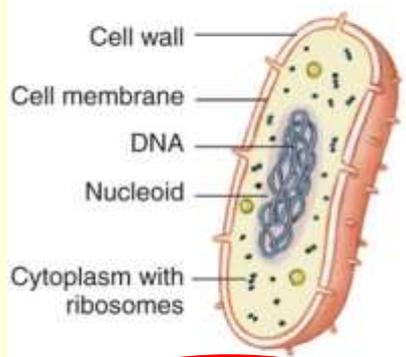
Les premières cellules vivante sont déjà infiniment complexes !





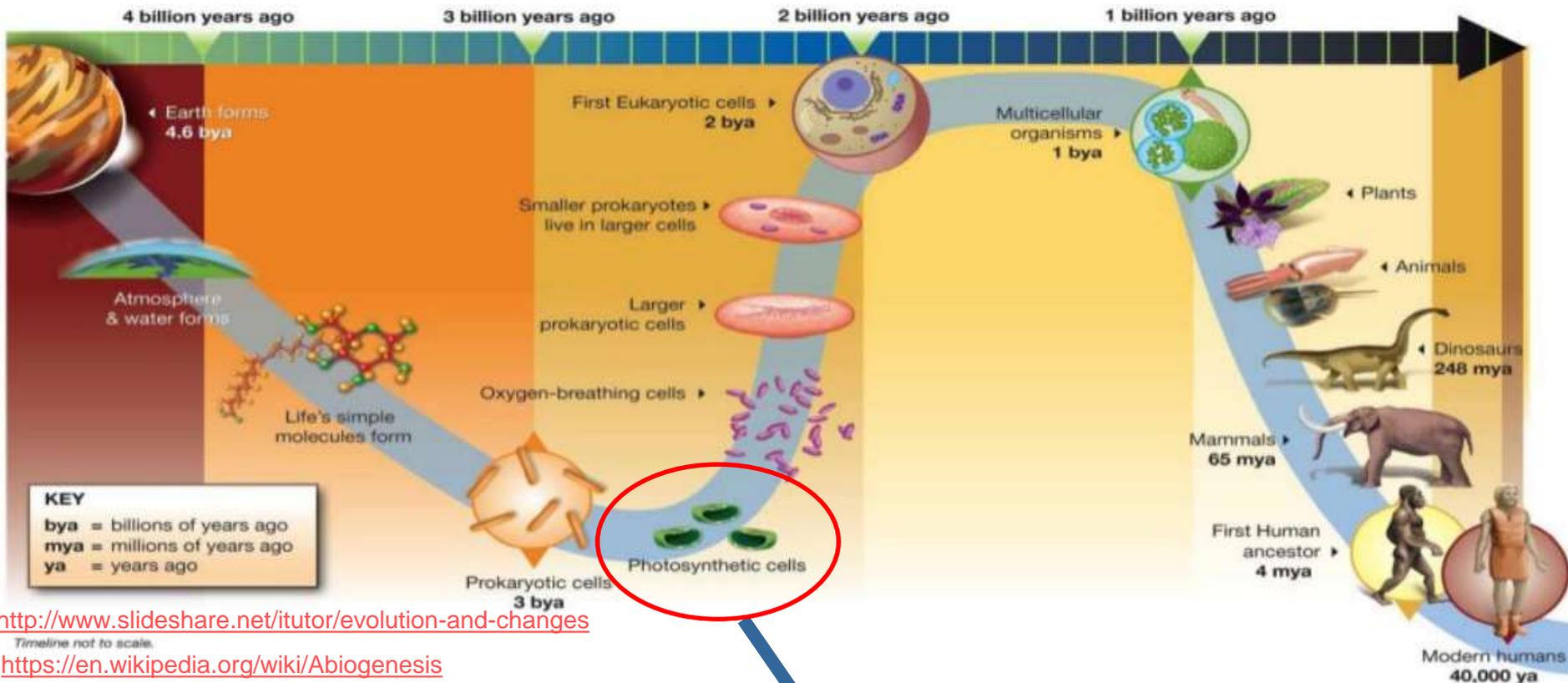
<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>

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



Prokaryote

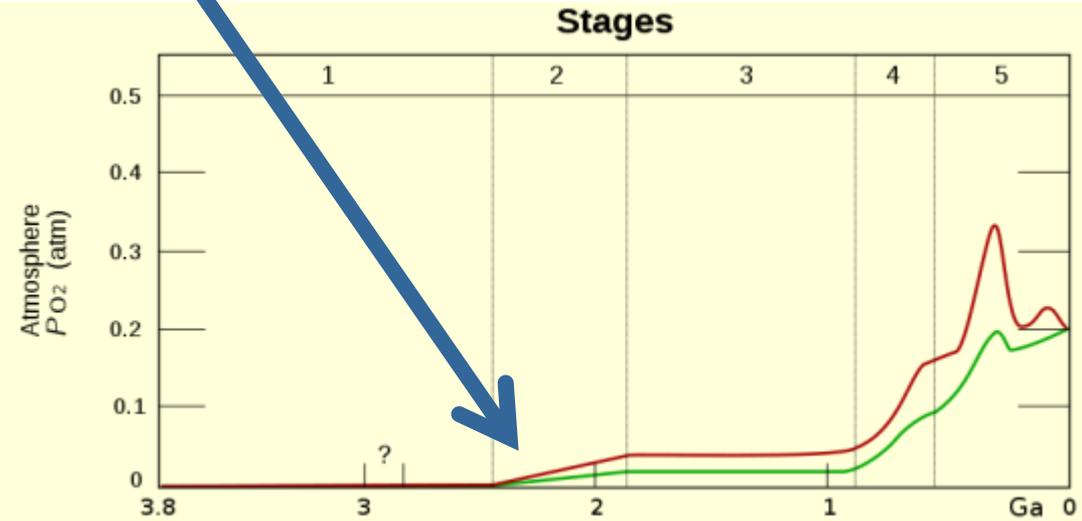
3,5 bya

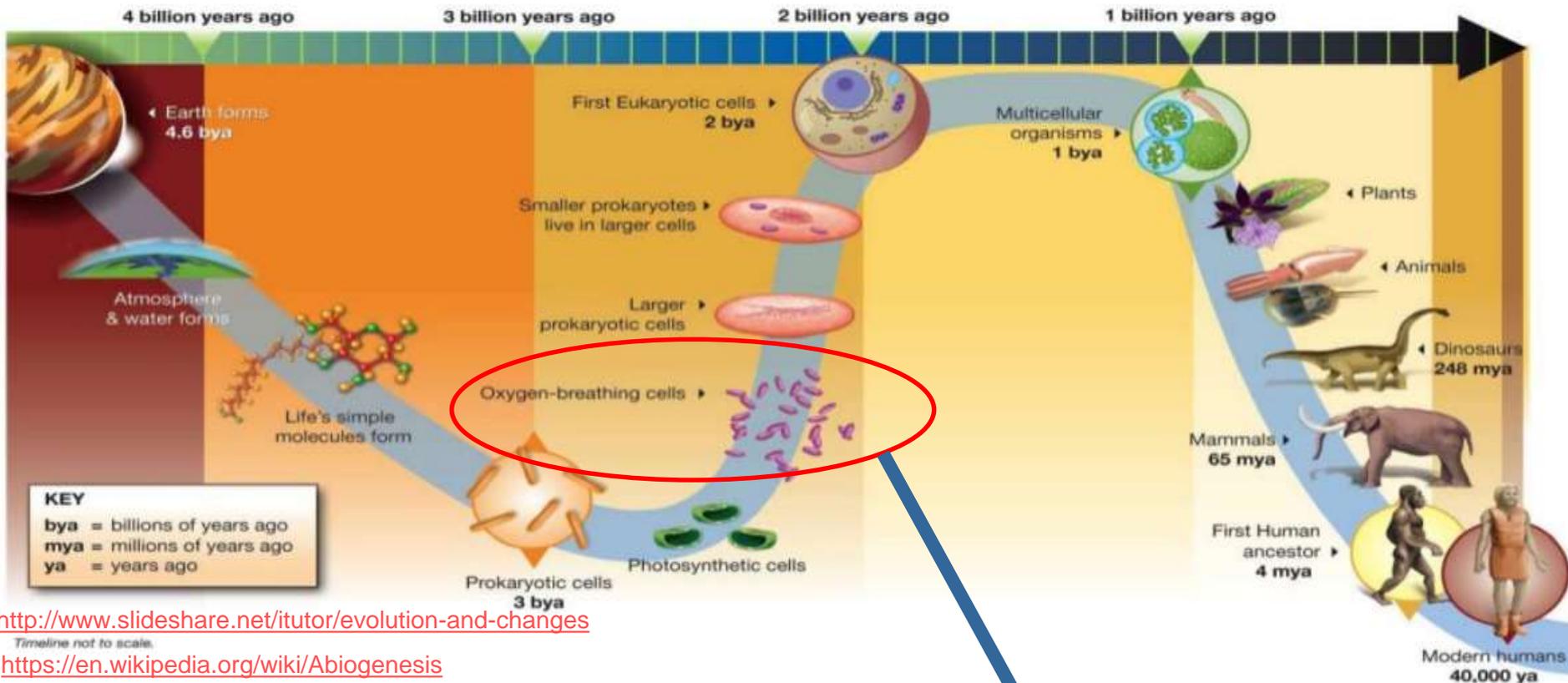


<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Abiogenesis>

2,4 Ga :

La Grande Oxydation
 (ou catastrophe de l'oxygène)

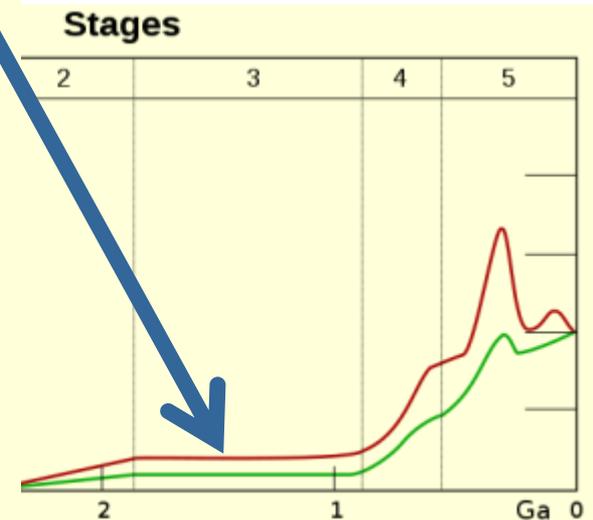


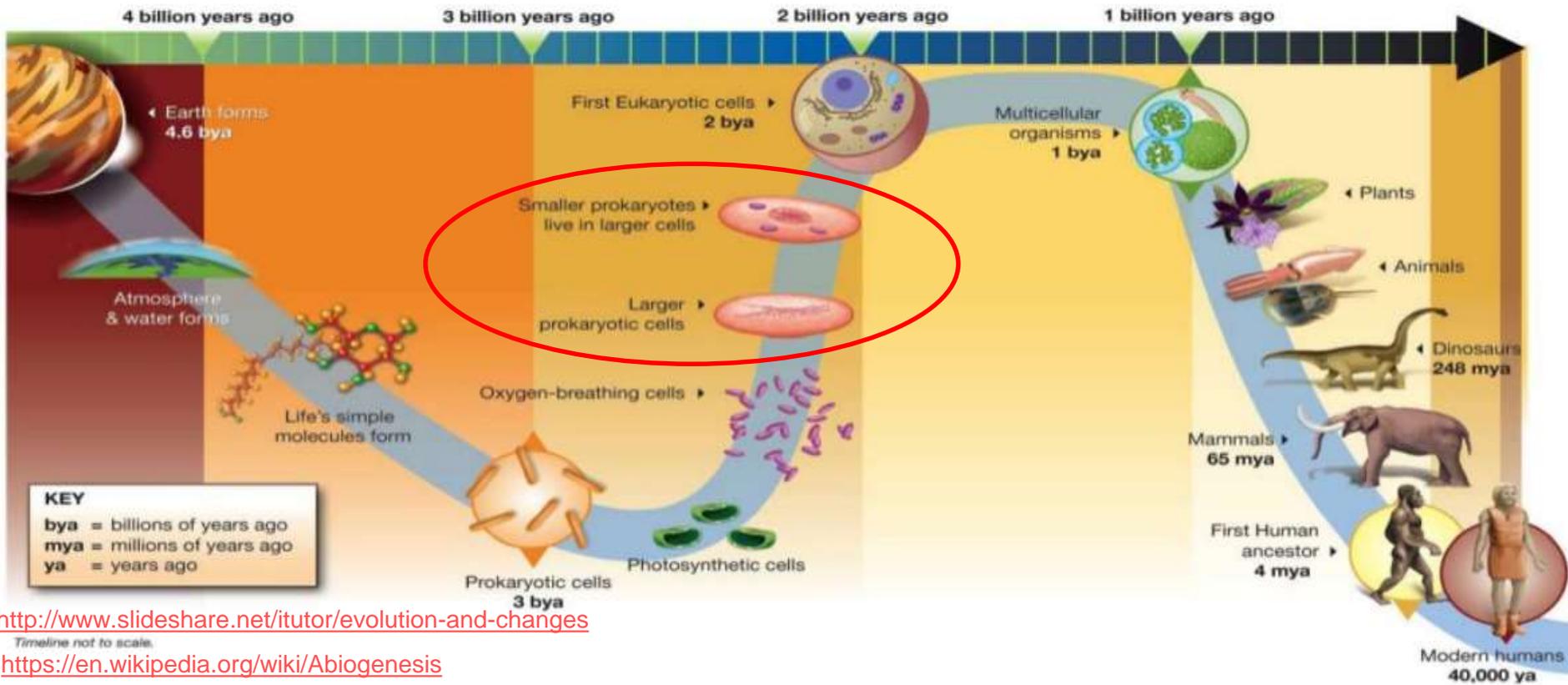


<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>

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

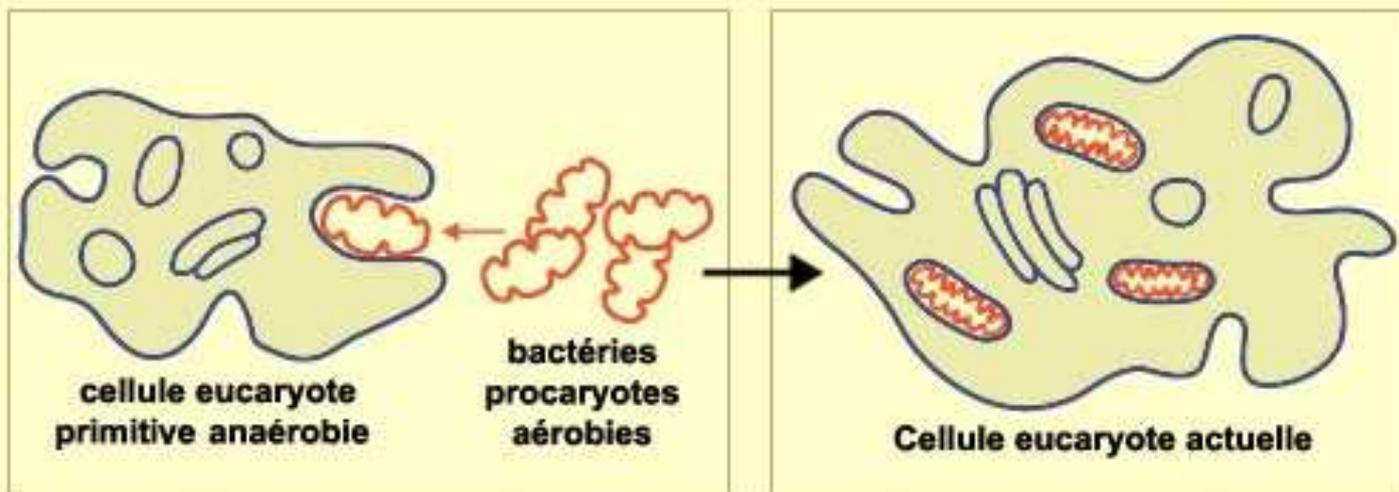
L'avènement de microorganismes capables d'utiliser cet oxygène va faire passer de 5 à 36 la quantité de molécules d'ATP produites à partir d'une molécule de glucose.



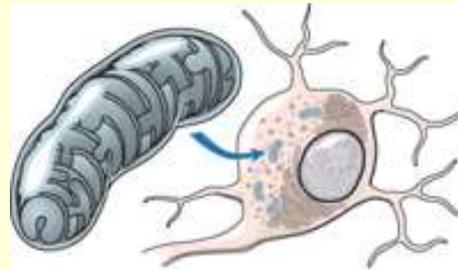


<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>

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



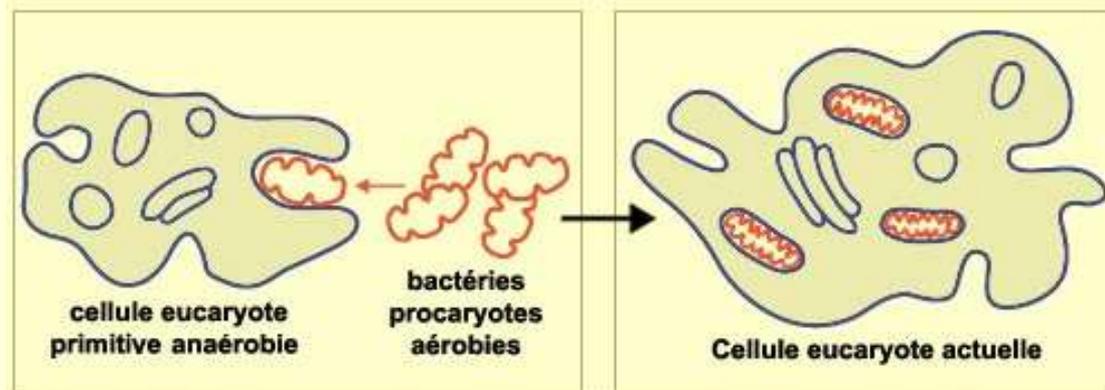
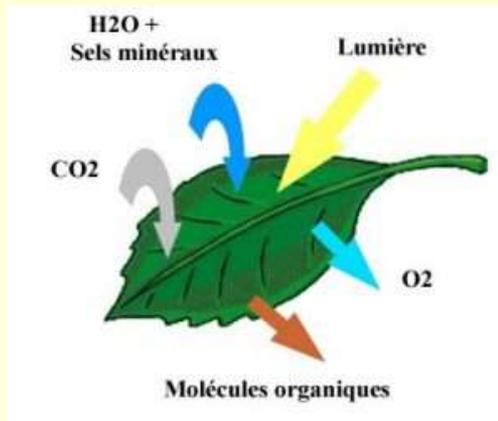
« Pas de mutation à l'origine de la **photosynthèse**
ou pas relation **symbiotique** cellules eucaryotes - bactéries aérobies
(qui sont des événements **contingents ou accidentels**),
pas de neurones si énergivores.
Pas de neurones, pas de cerveaux.
Pas de cerveaux, pas d'humains ! »

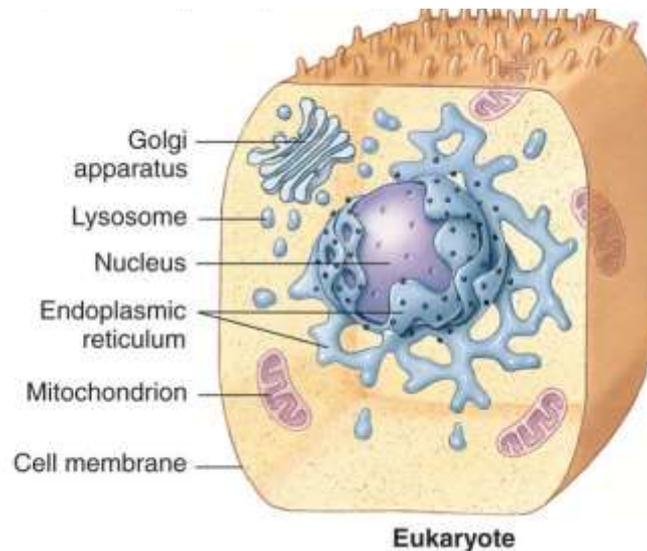
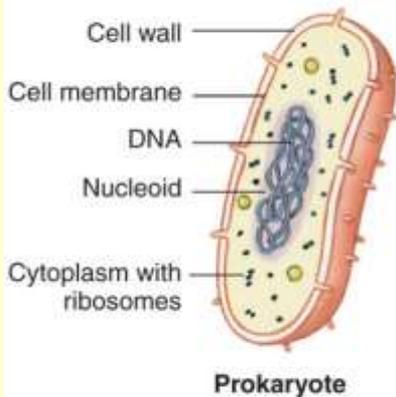
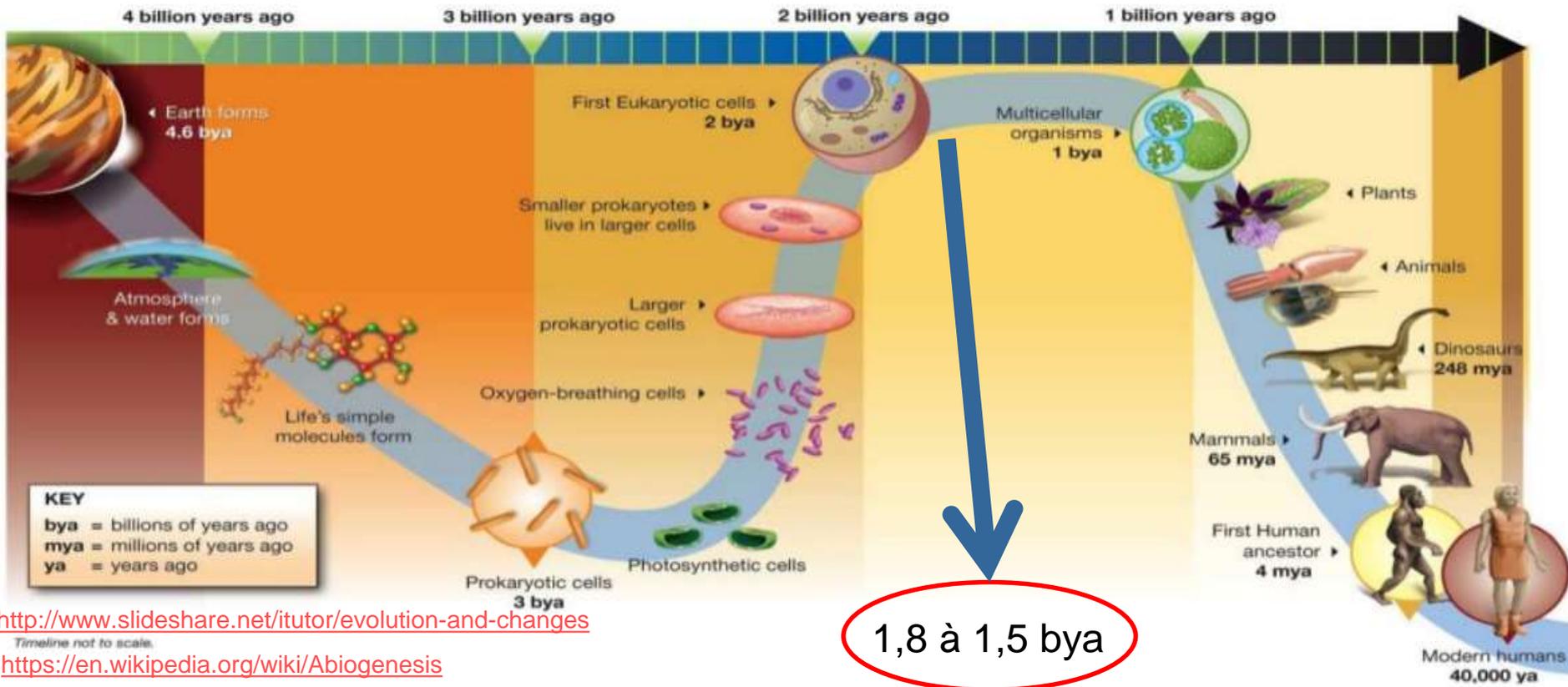


Car encore aujourd'hui,
chaque cellule de
votre cerveau possède
des mitochondries.

What
Caused
Life's Major
Evolutionary
Transitions?

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

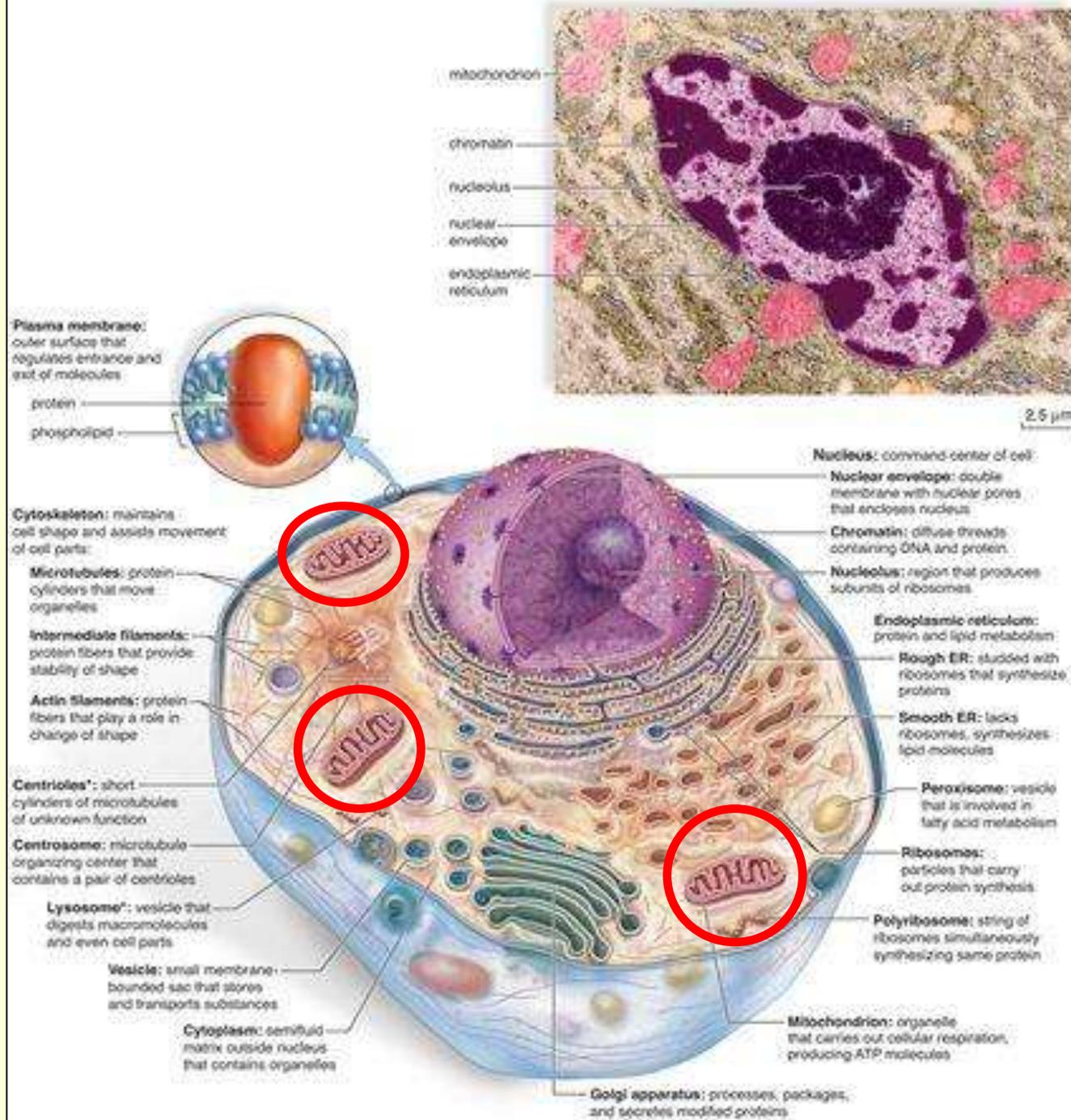


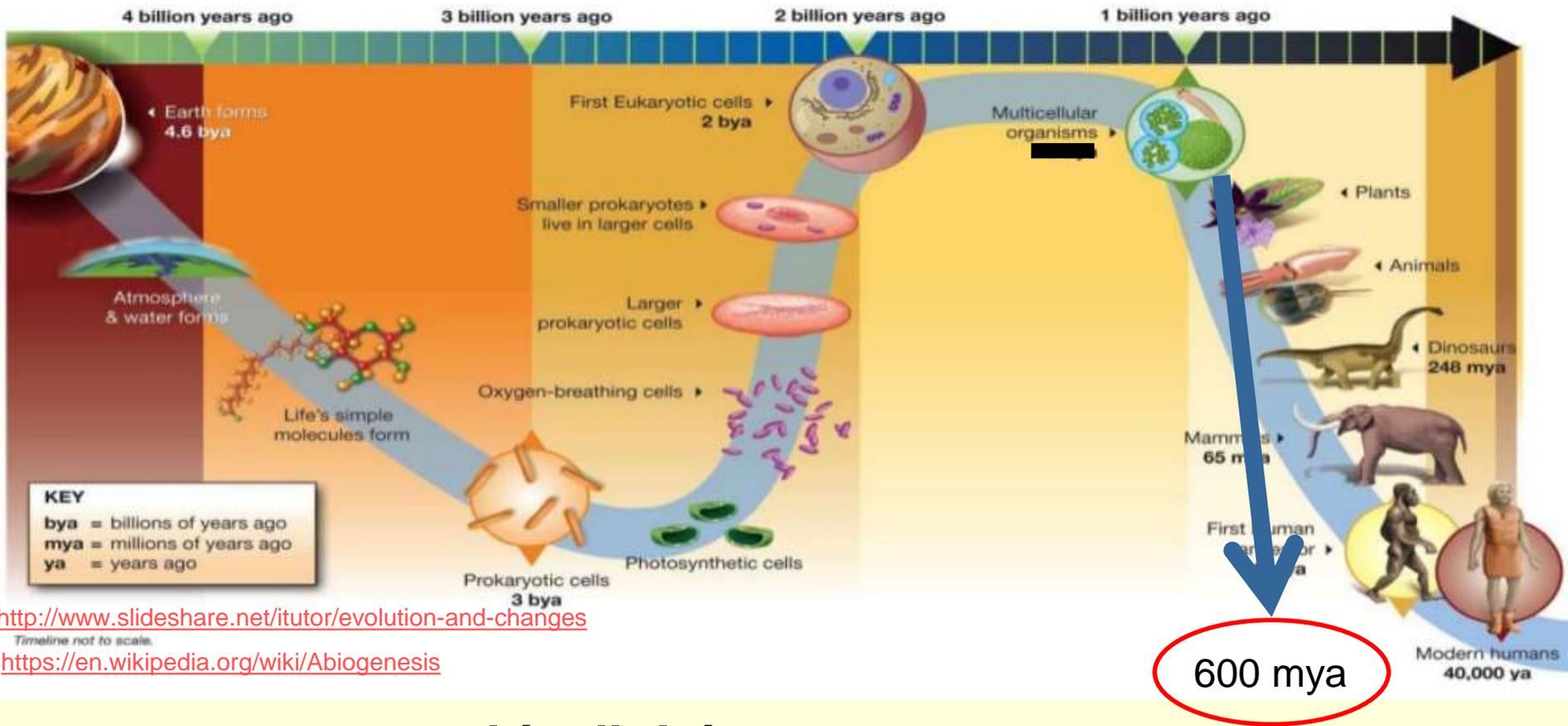


Les réseaux complexes se « compartimentalisent »

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

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



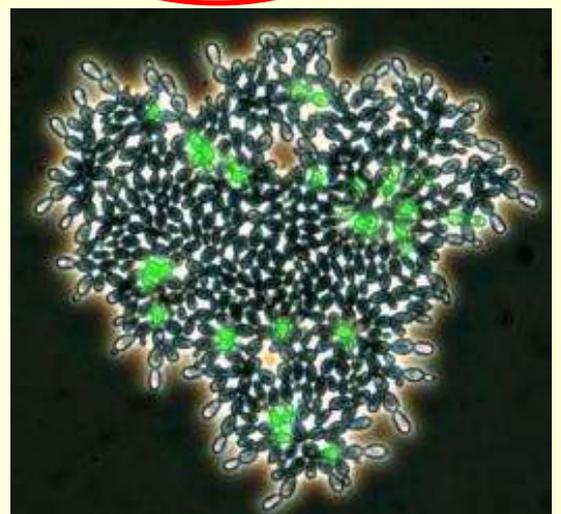


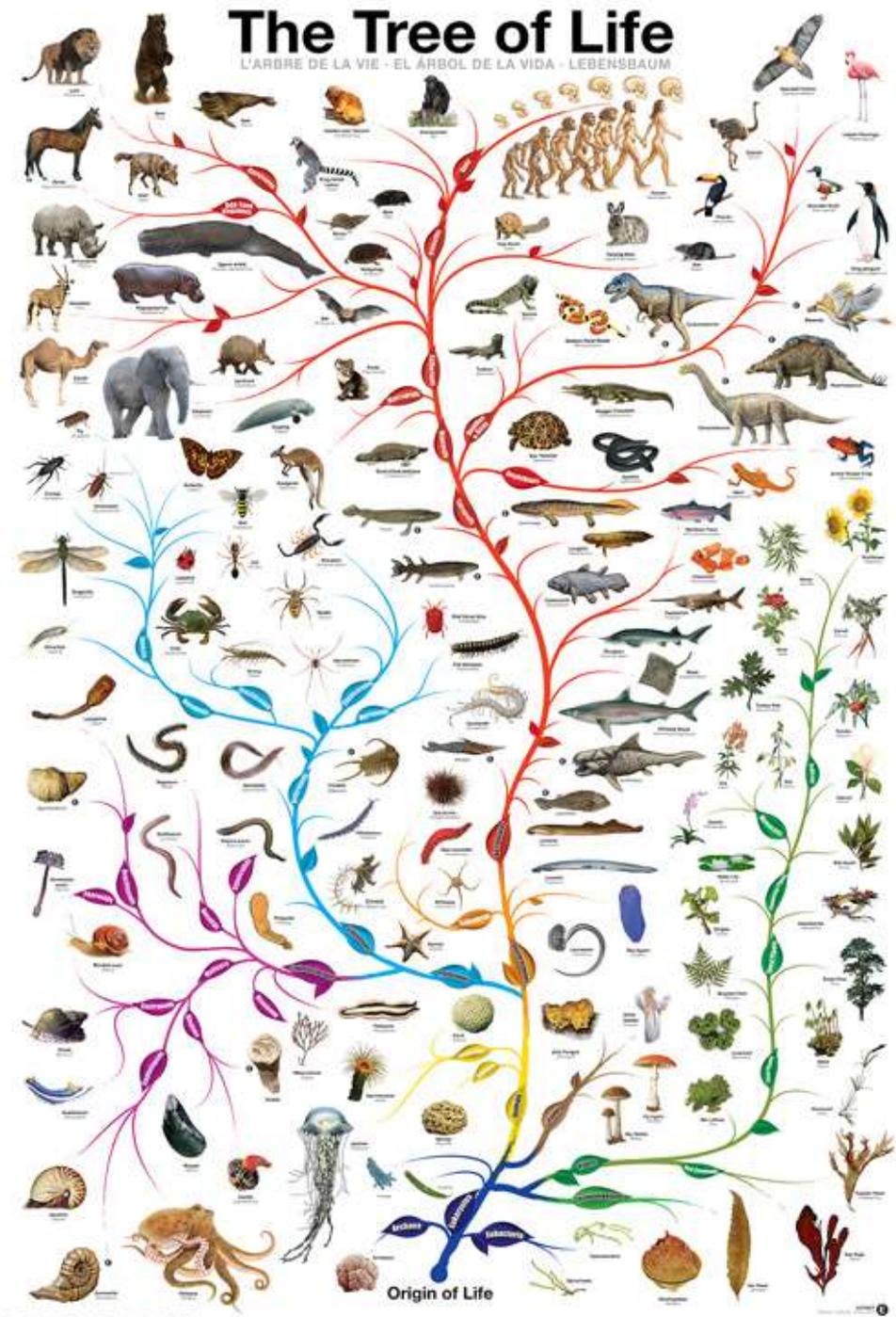
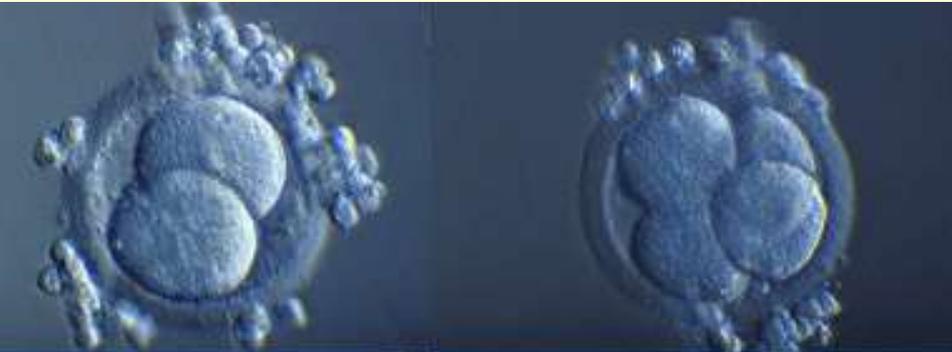
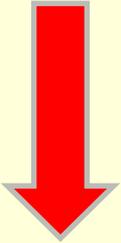
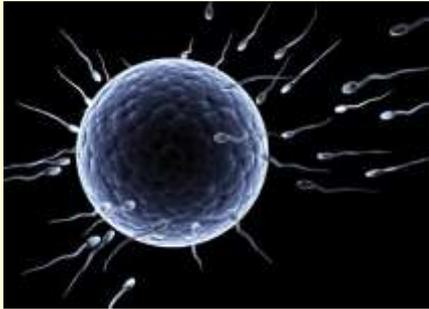
<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Abiogenesis>

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.

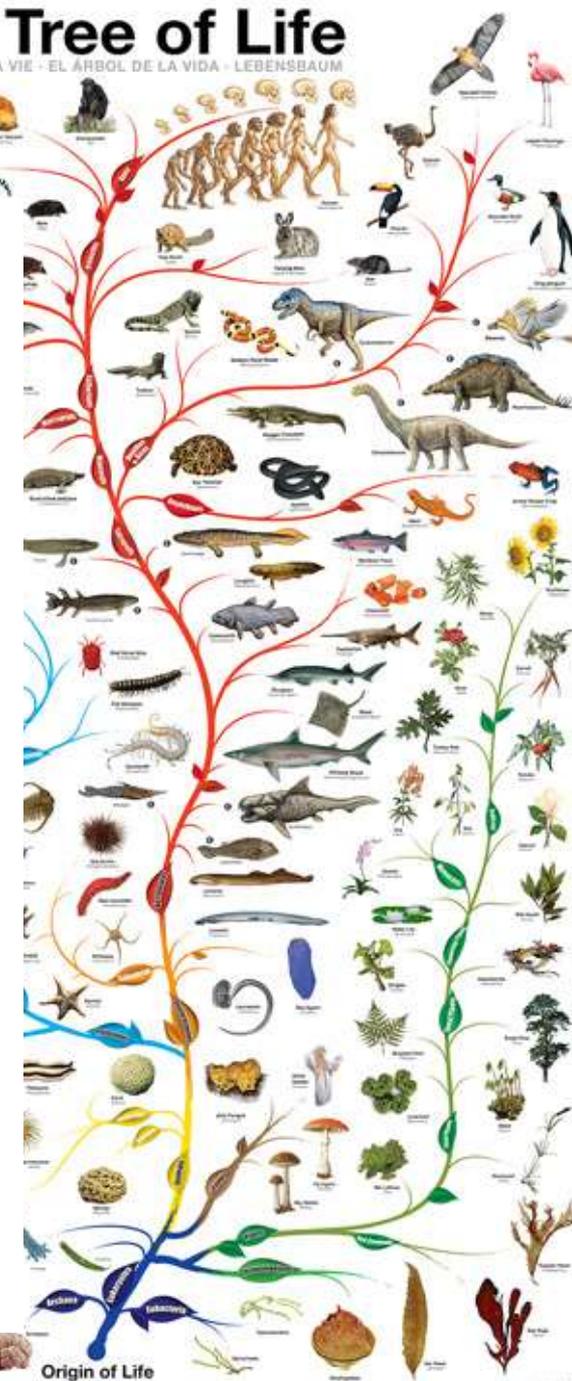
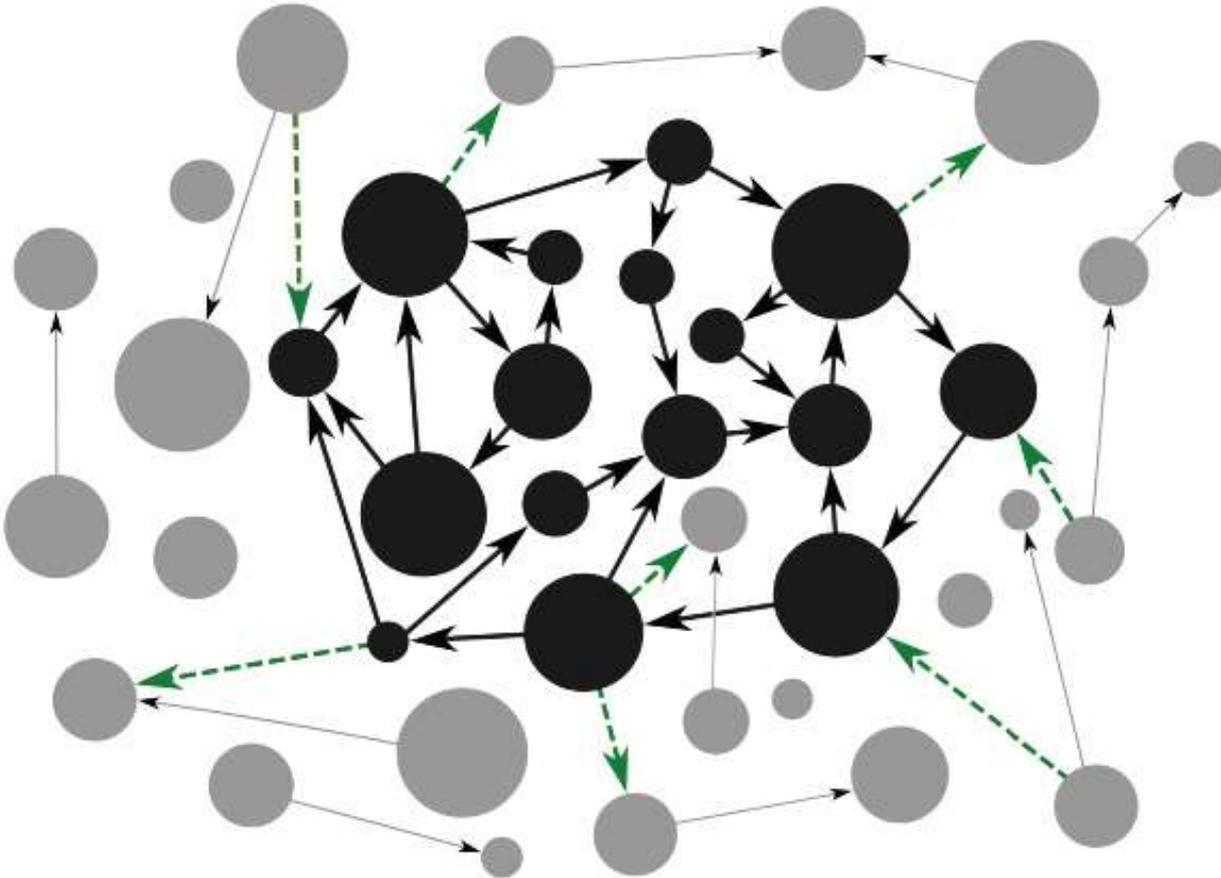
Des multicellulaires auraient évolué au moins 25 fois à partir d'ancêtres unicellulaires au cours de l'évolution.

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





En noir : une cellule un organisme

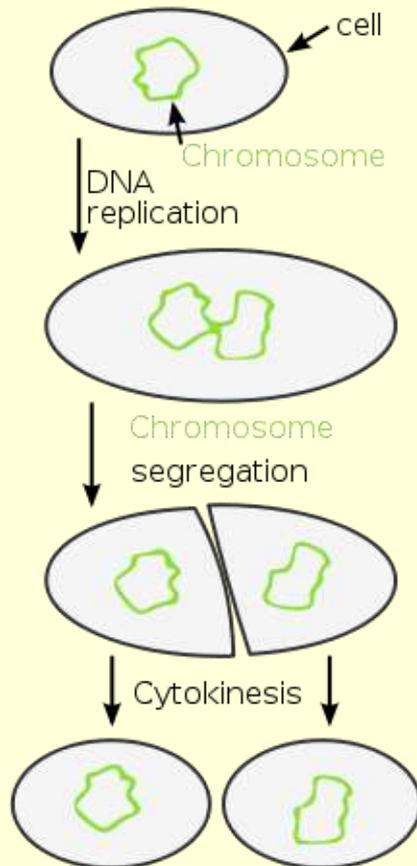


Copyright Ezequiel Di Paolo, 2013. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported License. http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed_en_US

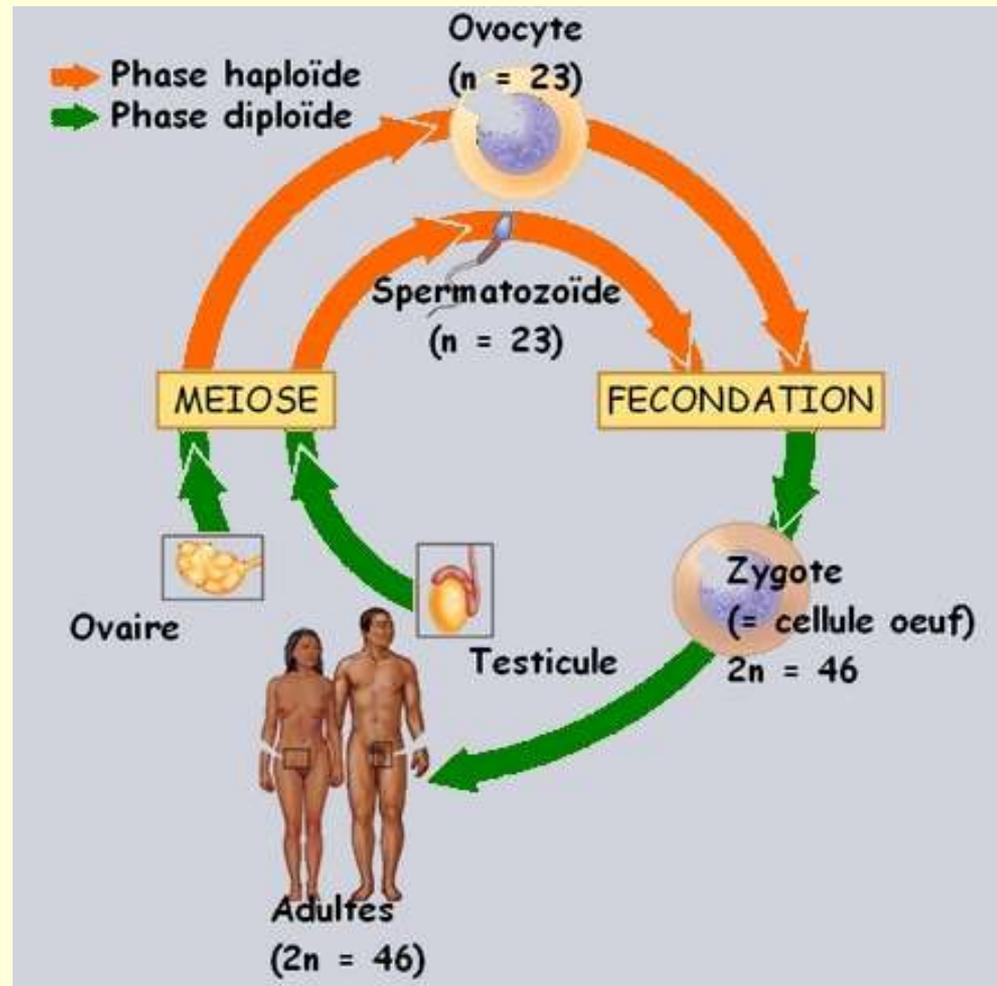


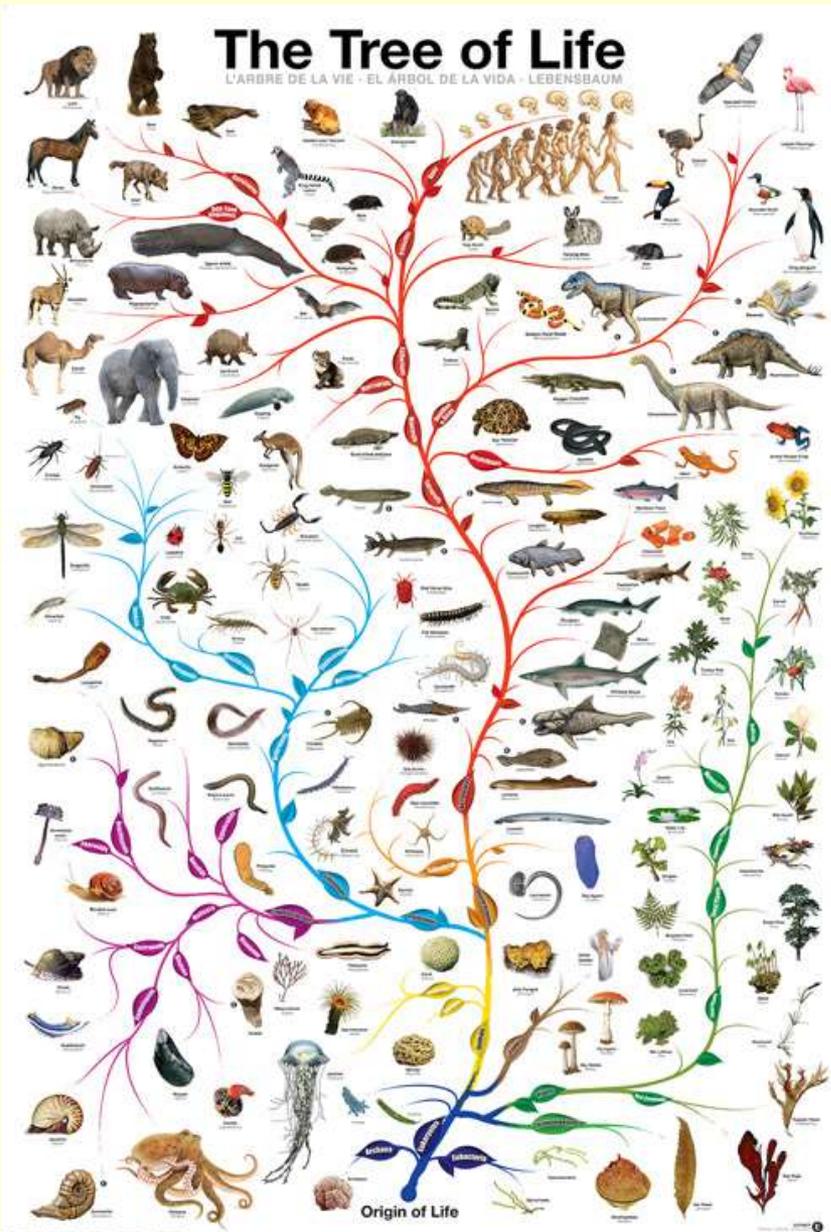
Autre étape importante : apparition de la **reproduction sexuée**, vraisemblablement avec les premiers eucaryotes.

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

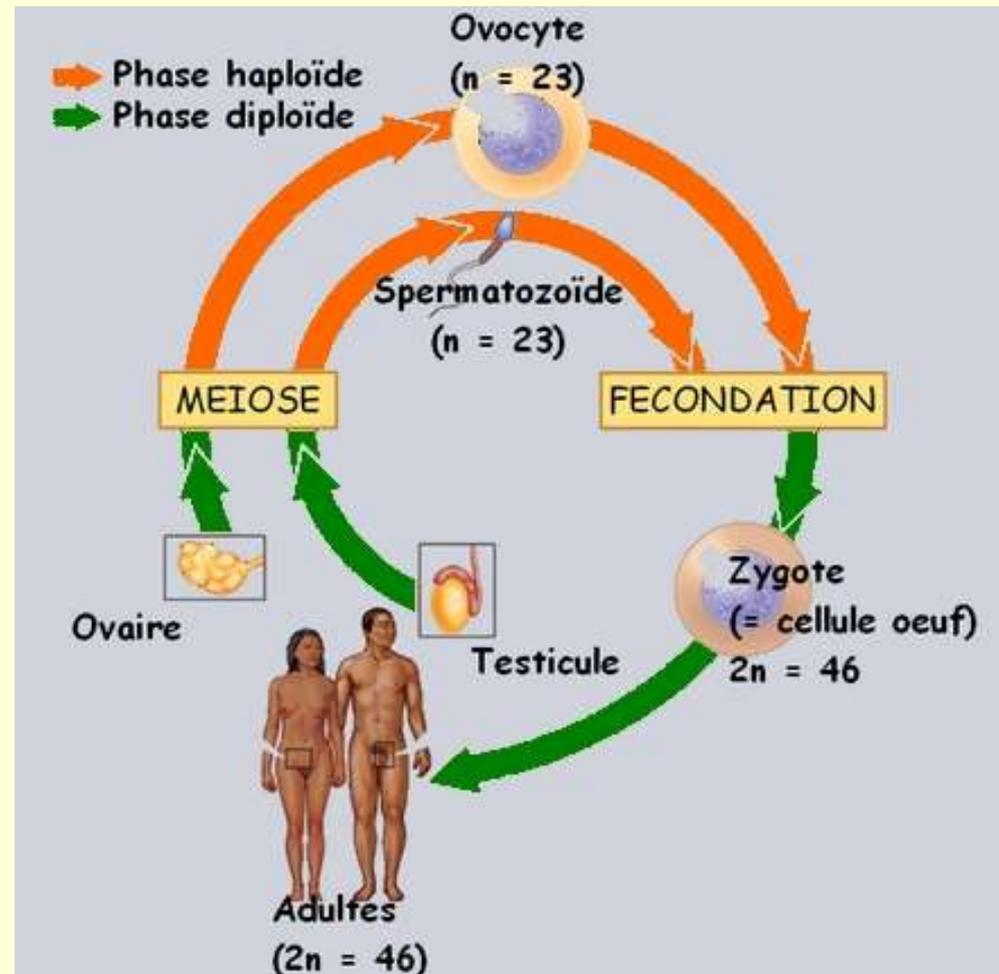


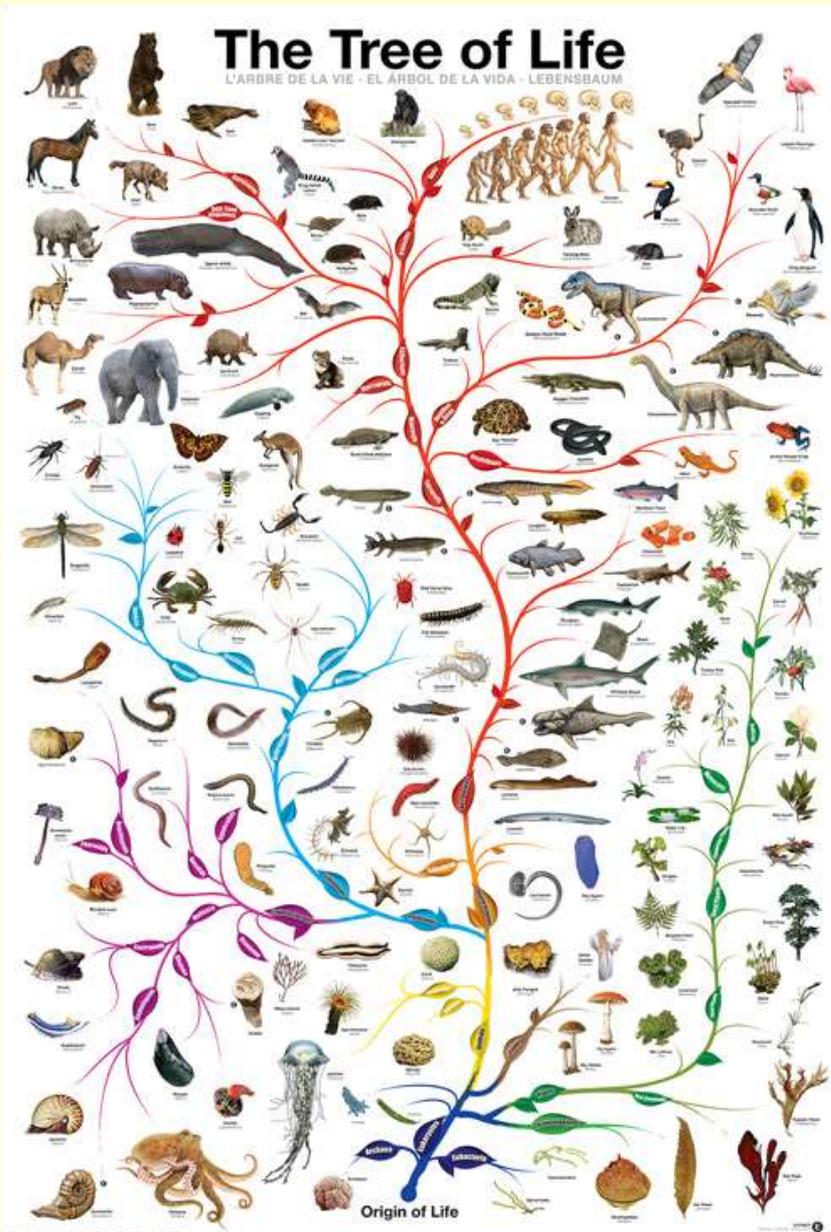
La sexualité : **deux** « parent » se mettent ensemble pour faire **un** individu toujours **différent** grâce au **brassage** du patrimoine génétique (crée beaucoup plus de **diversité**)





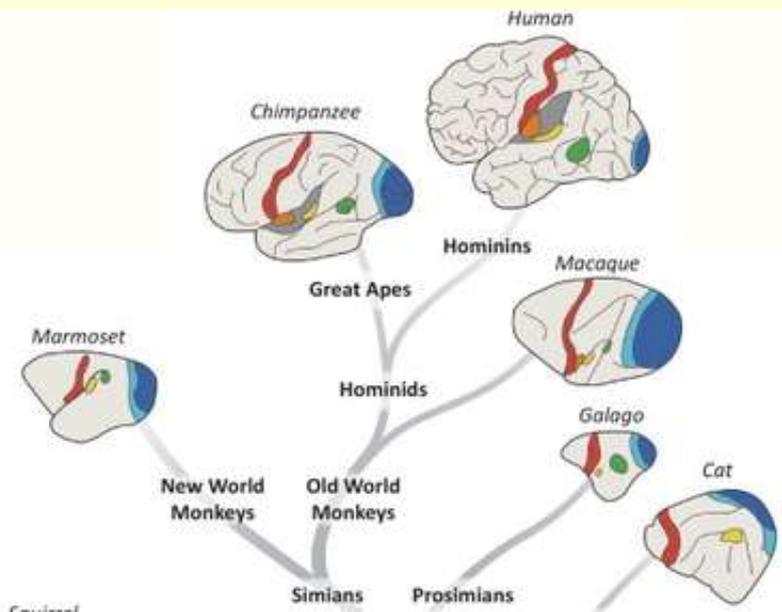
La sexualité : **deux** « parent » se mettent ensemble pour faire **un** individu toujours **différent** grâce au **brassage** du patrimoine génétique (crée beaucoup plus de **diversité**)





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

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



Plan

Avant-midi : surtout **théorie**

1^{er} bloc : Perspective historique sur les sciences cognitives et évolutive sur l'émergence des systèmes nerveux

Intro générale : cerveau-corps-environnement

Perspective historique sur les sciences cognitives

Évolution cosmique, chimique et biologique

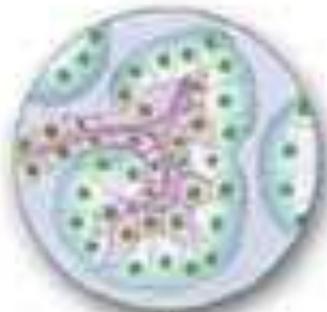
Émergence des systèmes nerveux

Plaisir, douleur, mémoire

Recyclage neuronal

Concept / Cadre théorique :

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



cellule
pancréatique



cellule
cardiaque



cellule
sanguine



cellule
pulmonaire



ovule



cellule
osseuse



cellule
de la rate



cellule
musculaire

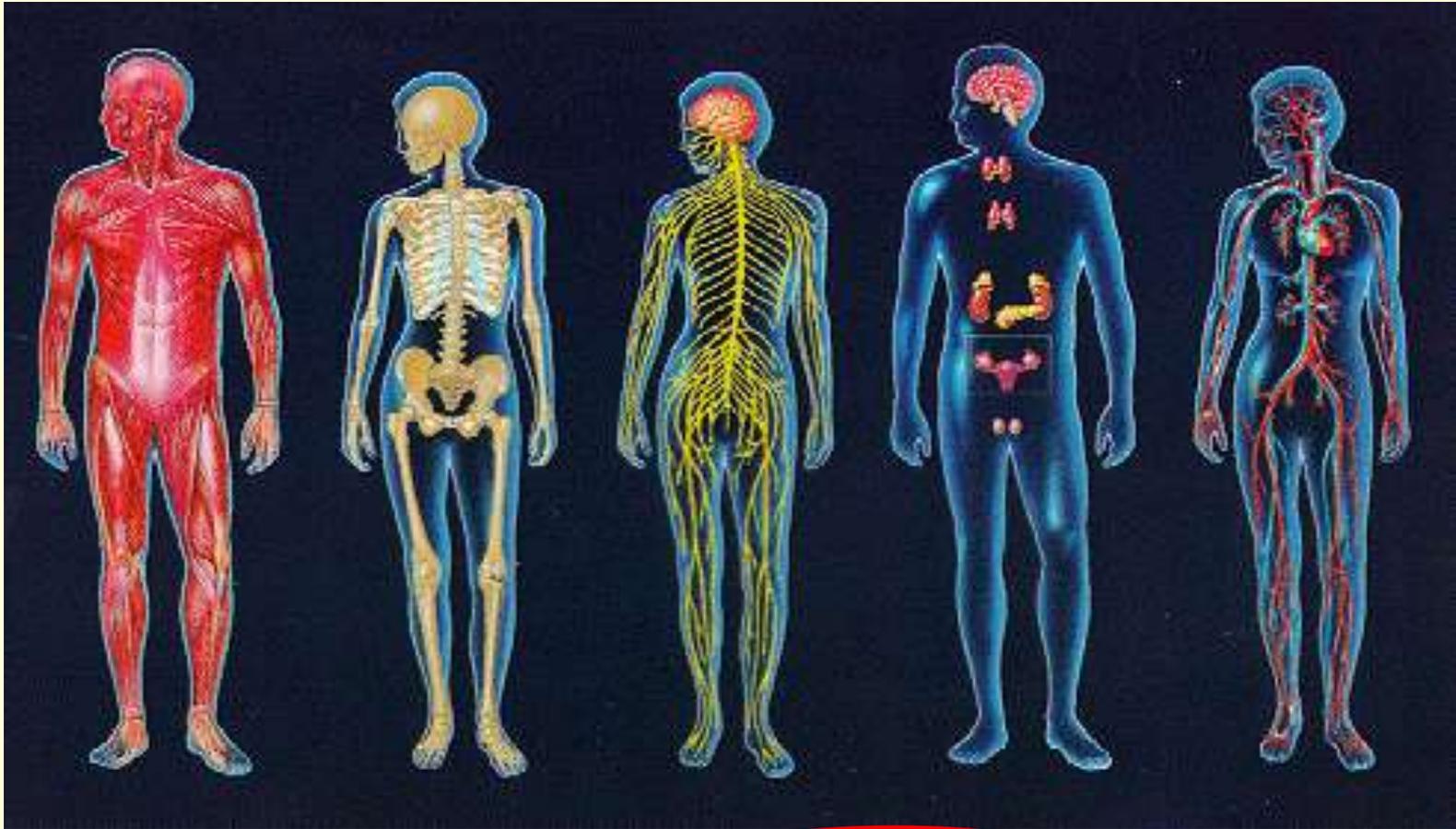


cellule
du cerveau



cellule
du foie

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

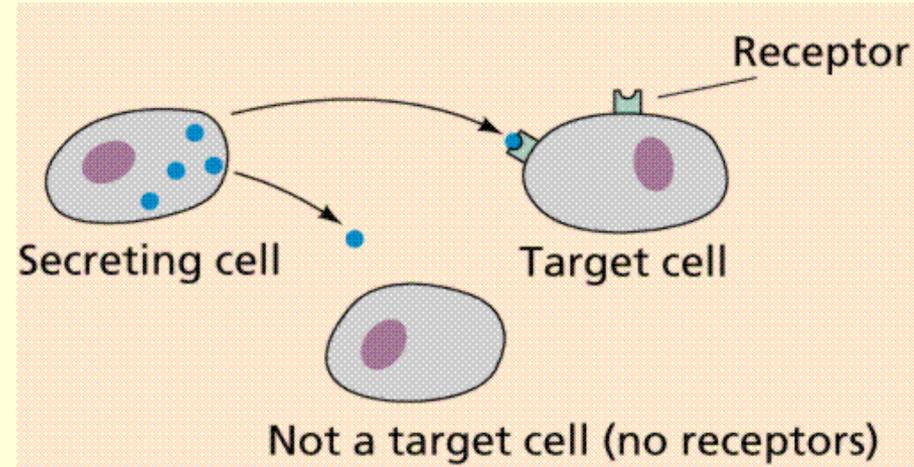


Musculo-squelettique

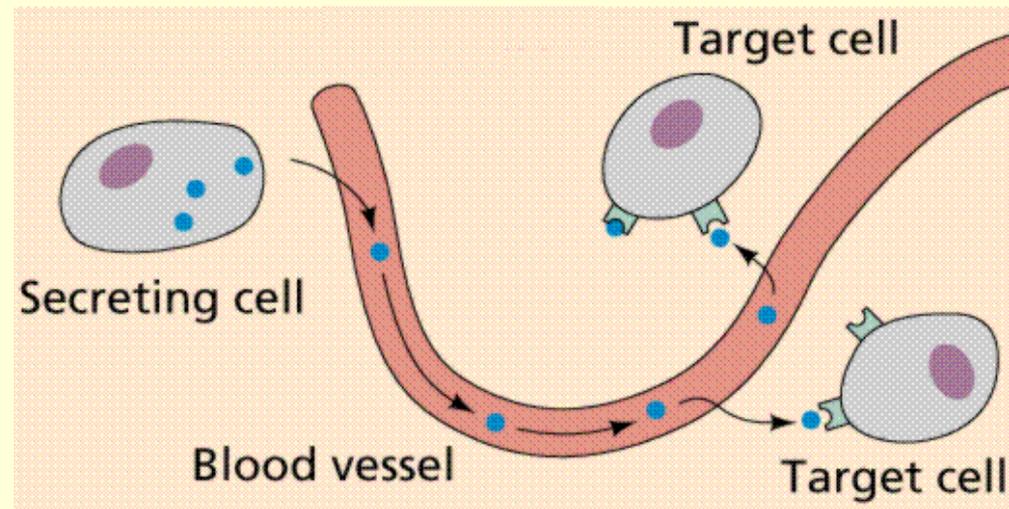
Nerveux

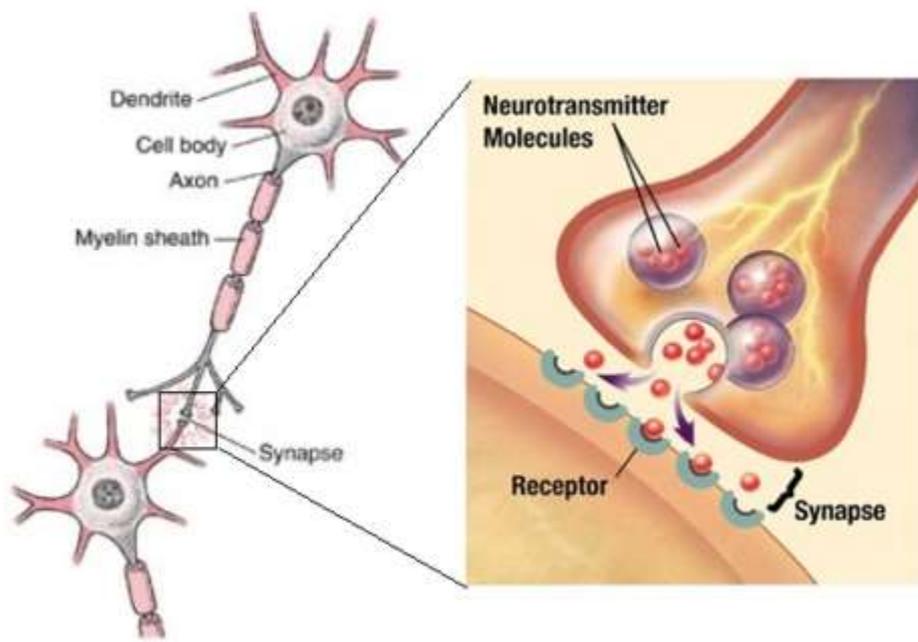
Endocrinien

Circulatoire

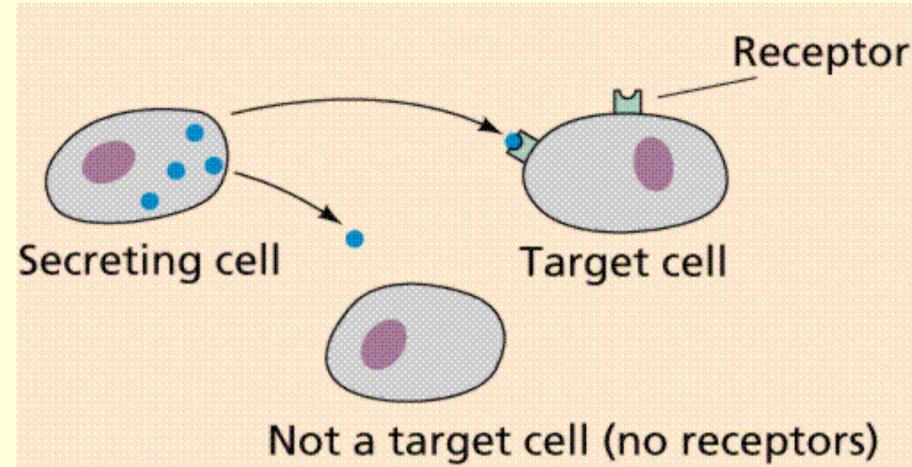


Hormones !
(système endocrinien)

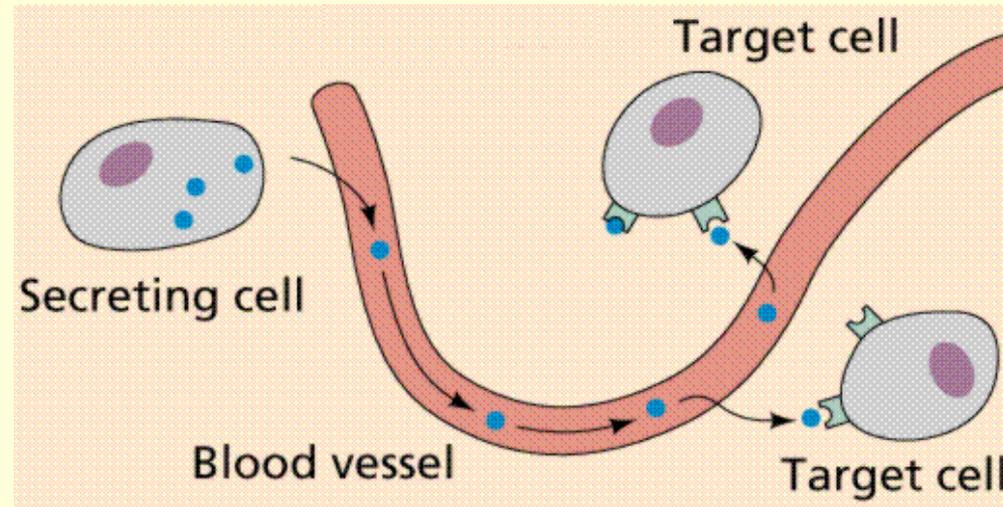




...mais aussi neurotransmetteurs et récepteur des neurones du **système nerveux !**

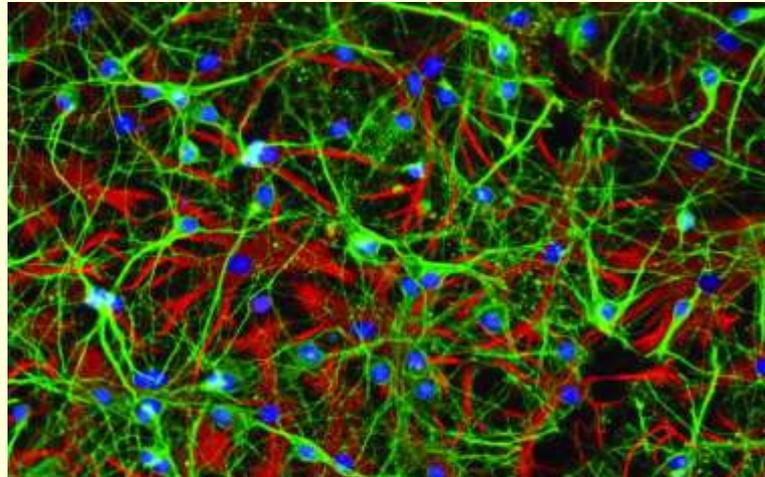


Hormones !
(système endocrinien)



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

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

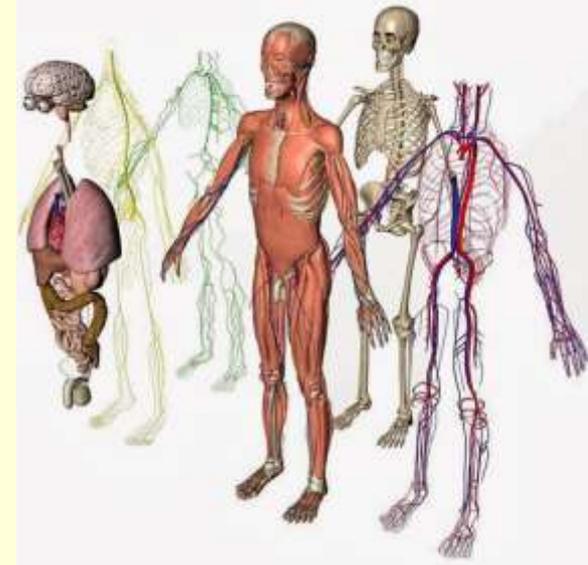


Nos besoins fondamentaux subissent des fluctuations qui oscillent autour d'une valeur optimale vers laquelle les différents systèmes de l'organisme vont tendre à les ramener.

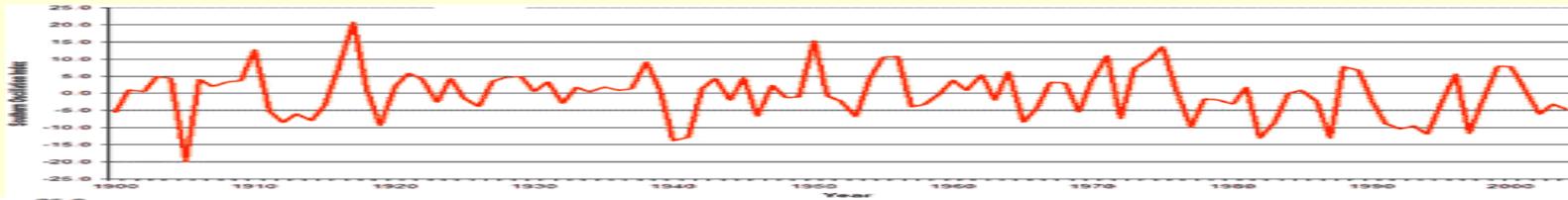
Autrement dit :

l'autopoïèse du niveau cellulaire va devenir

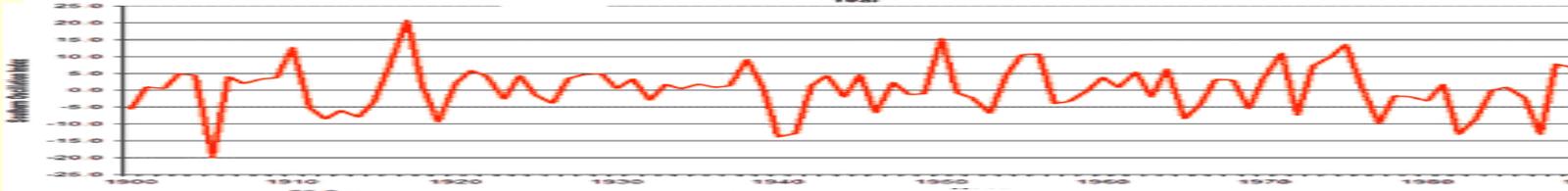
l'homéostasie au niveau de l'organisme multicellulaire !



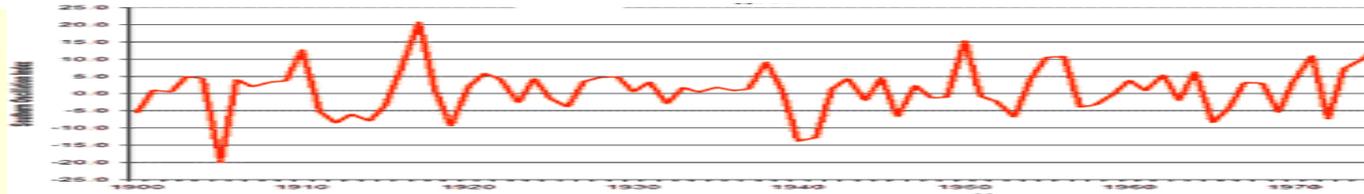
FAIM



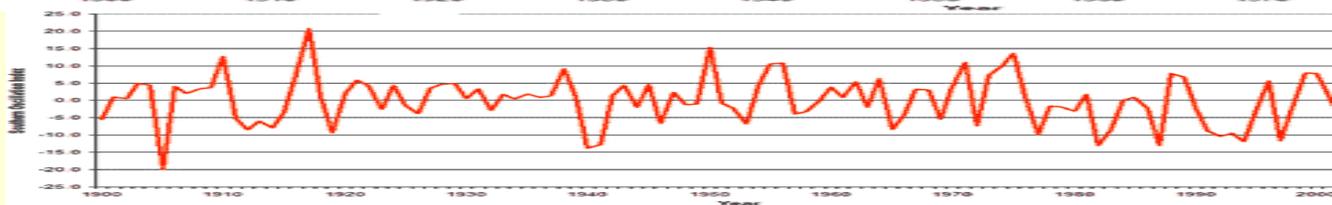
SOIF



TEMPÉRATURE



REPRODUCTION



Concept / Cadre théorique :

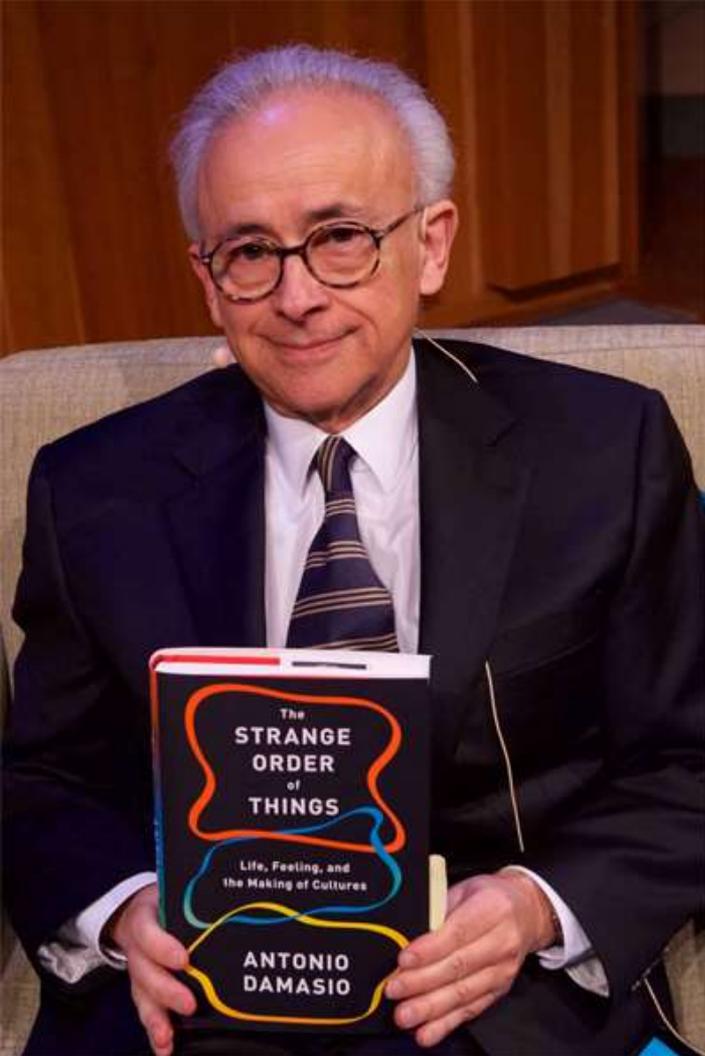
Claude BERNARD (1813-1878), en **1865** (Introduction à l'étude de la médecine expérimentale) crée le concept de **milieu intérieur** et **d'équilibre** à l'intérieur de celui-ci :

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

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

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

- Karl Friston (2010)



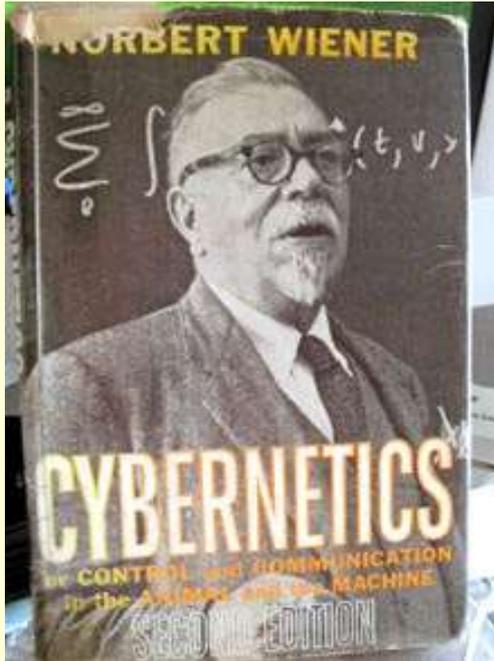
3 décembre 2018

L'étrange ordre des choses selon Antonio Damasio

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

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

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

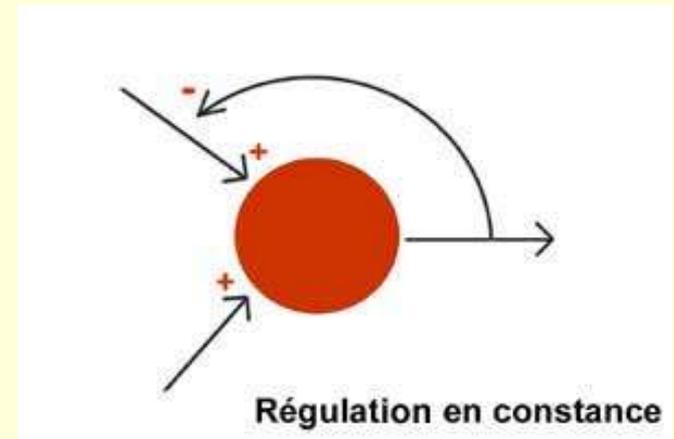


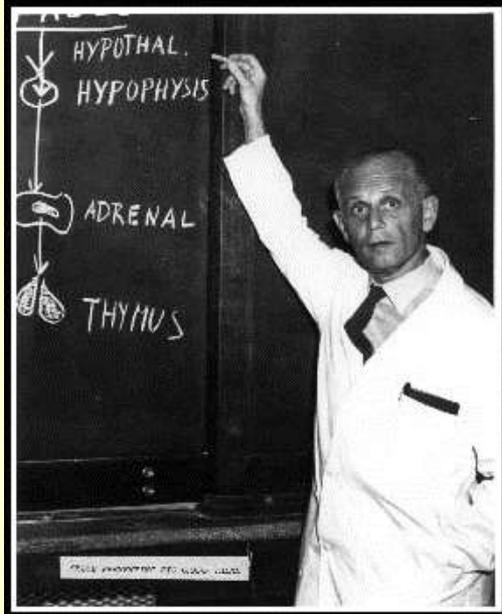
- concept étendu par **Norbert WIENER** (1894-1964) et William Ross ASHBY pour donner la **cybernétique**

Concept / Cadre théorique :

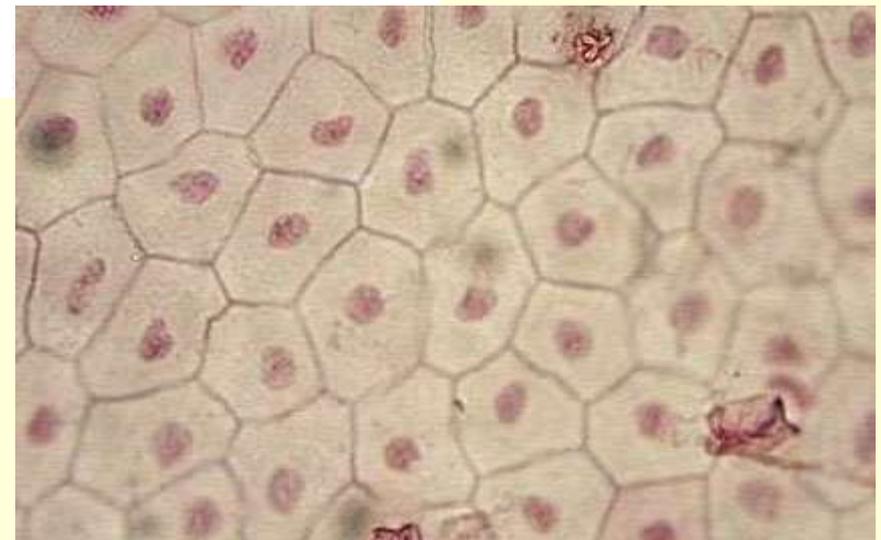
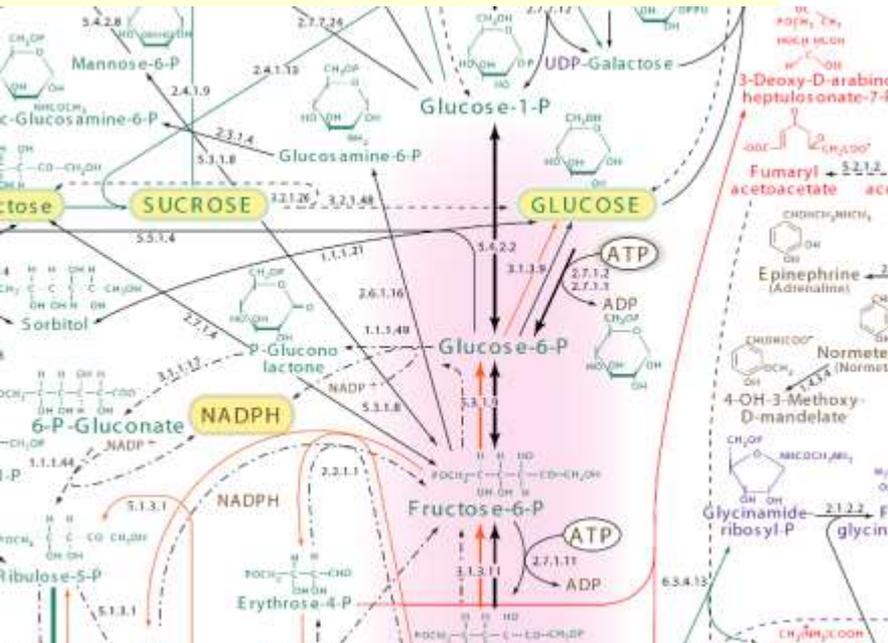
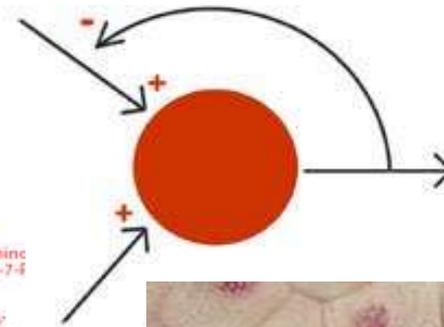
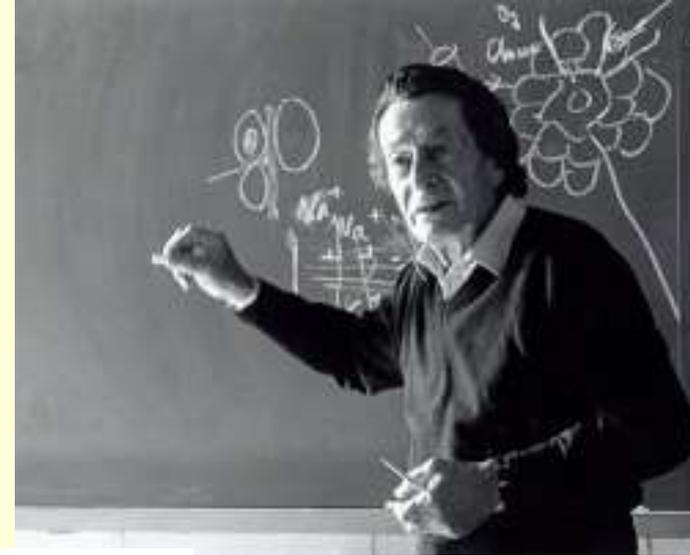
C'est l'idée de pilotage par rétroaction
ou « **d'action finalisée** »

[feedback, closed loop, control mechanism]



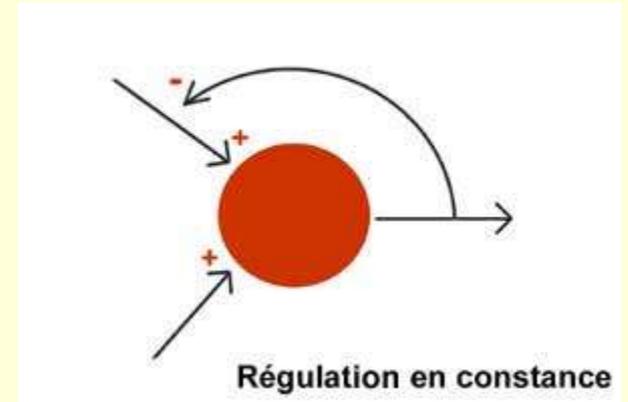
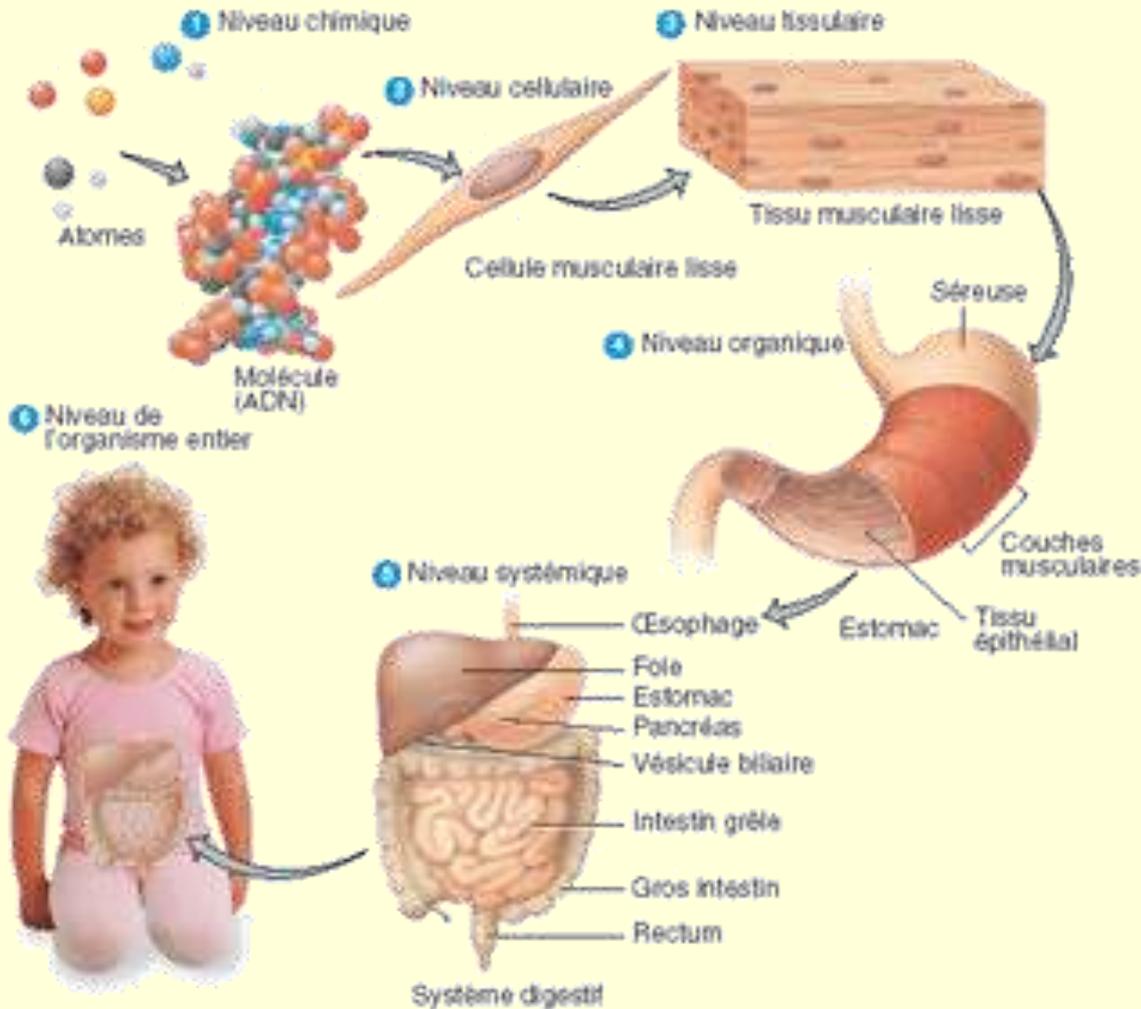


Des gens comme Hans Selye ou Henri Laborit vont être inspiré par cette notion de rétroaction pour la compréhension du vivant.



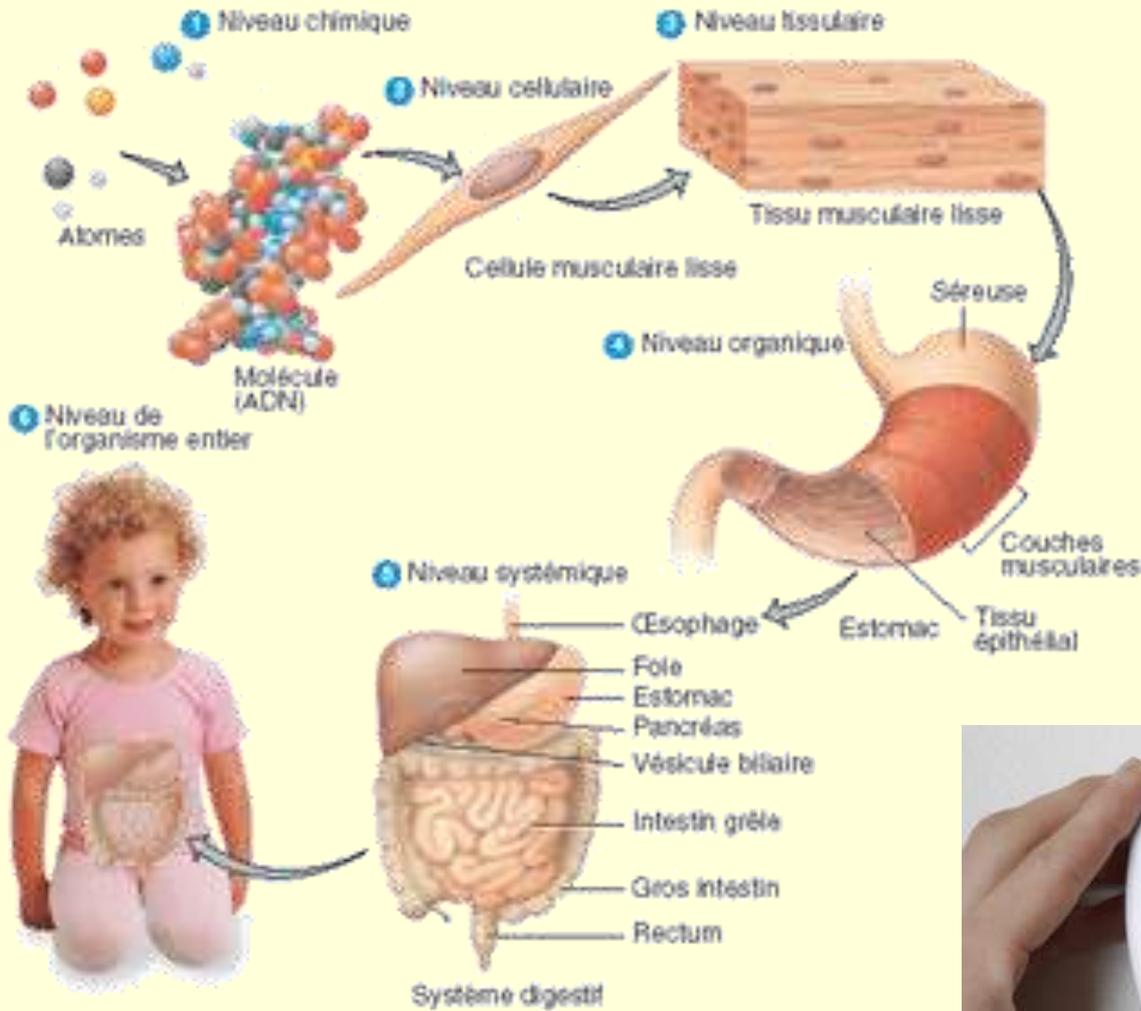
Par régulation de chaque niveau...

Organisation structurale du corps humain (Figure 1.1)

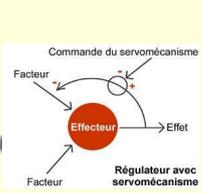


...et ajustement constant à la demande du niveau supérieur.

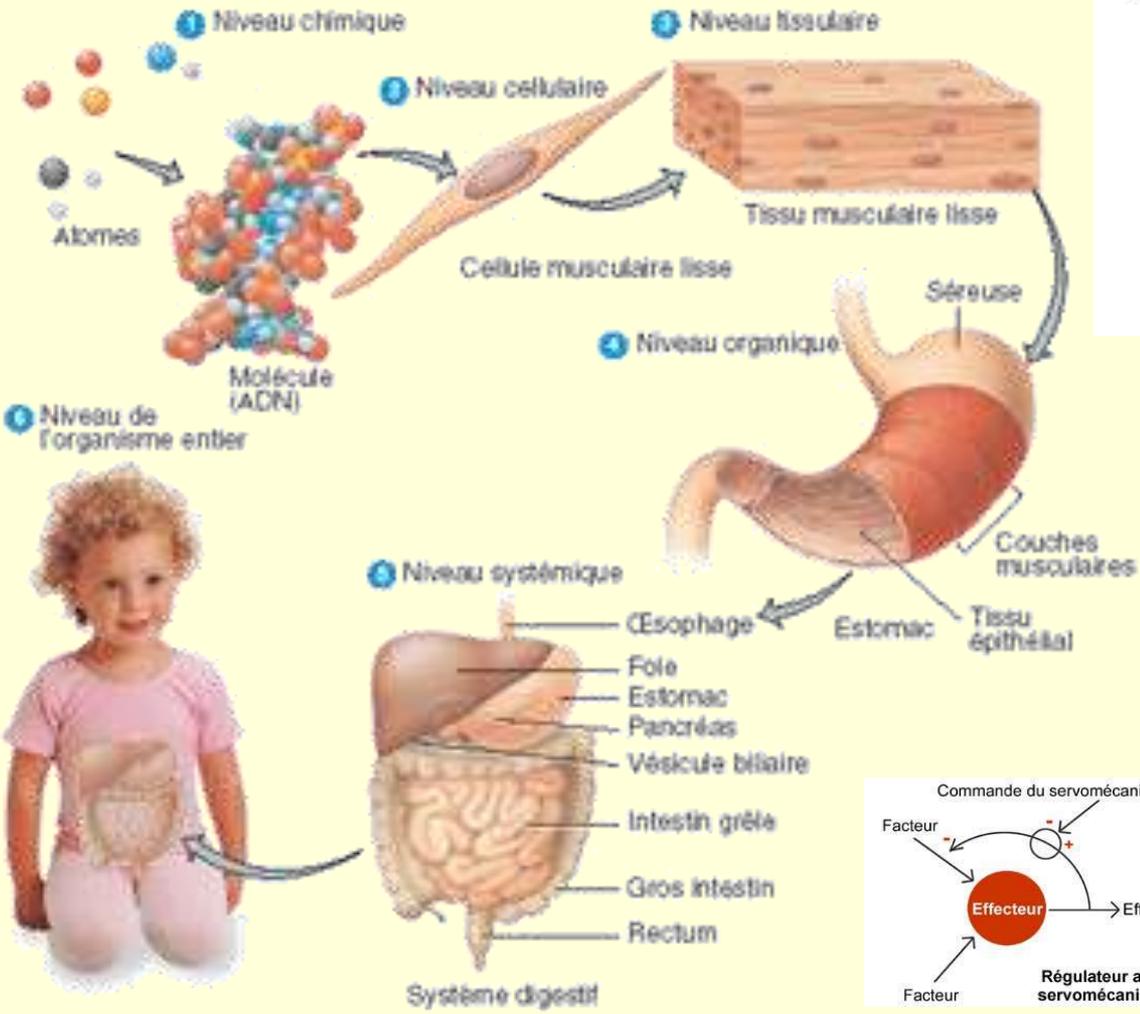
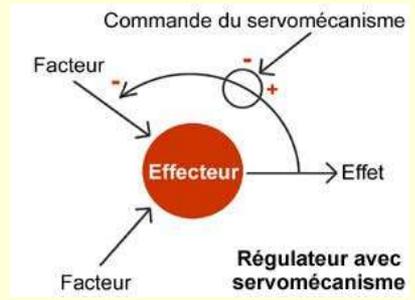
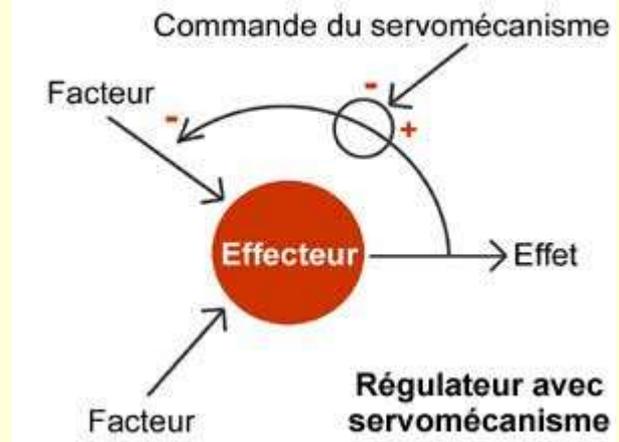
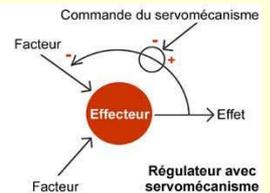
Organisation structurale du corps humain (Figure 1.1)



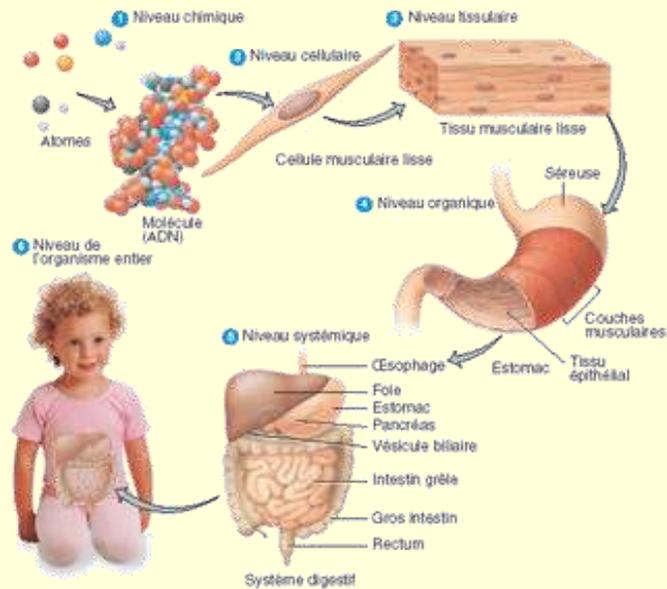
Organisation structurale du



(Figure

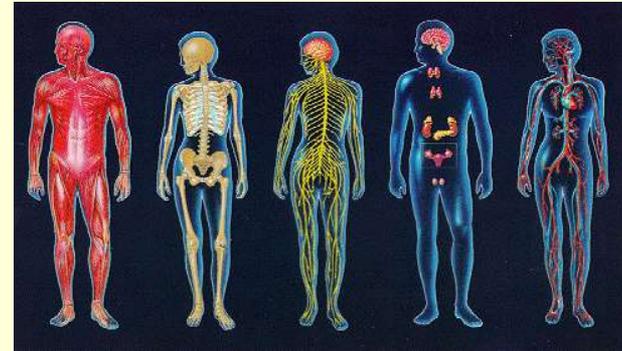


Niveaux d'organisation structurale du corps humain (Figure 1.1)



11. ÉDITIONS DU RENOUVEAU PÉDAGOGIQUE INC.

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



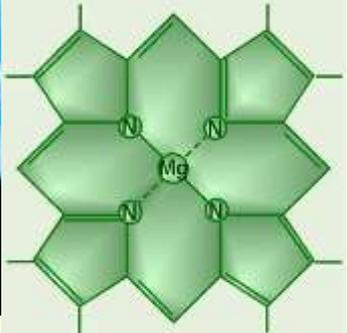
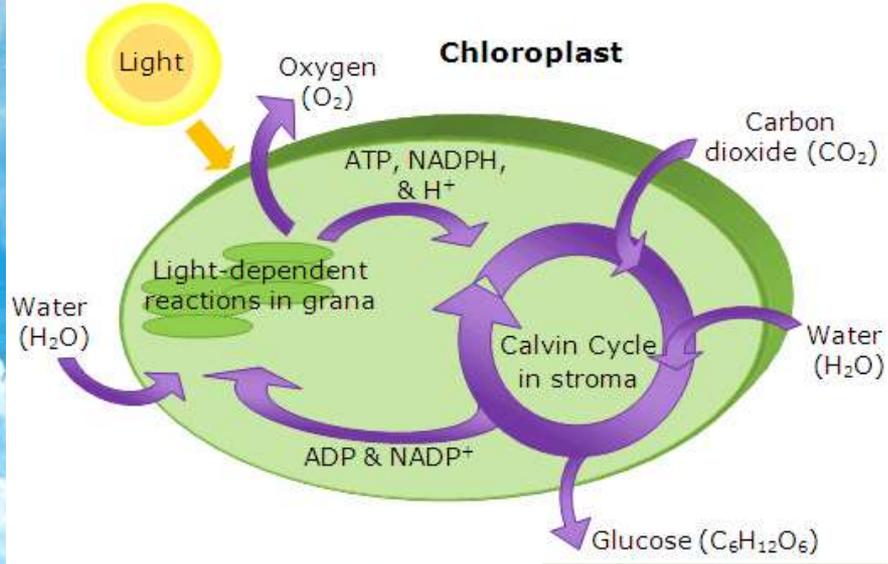
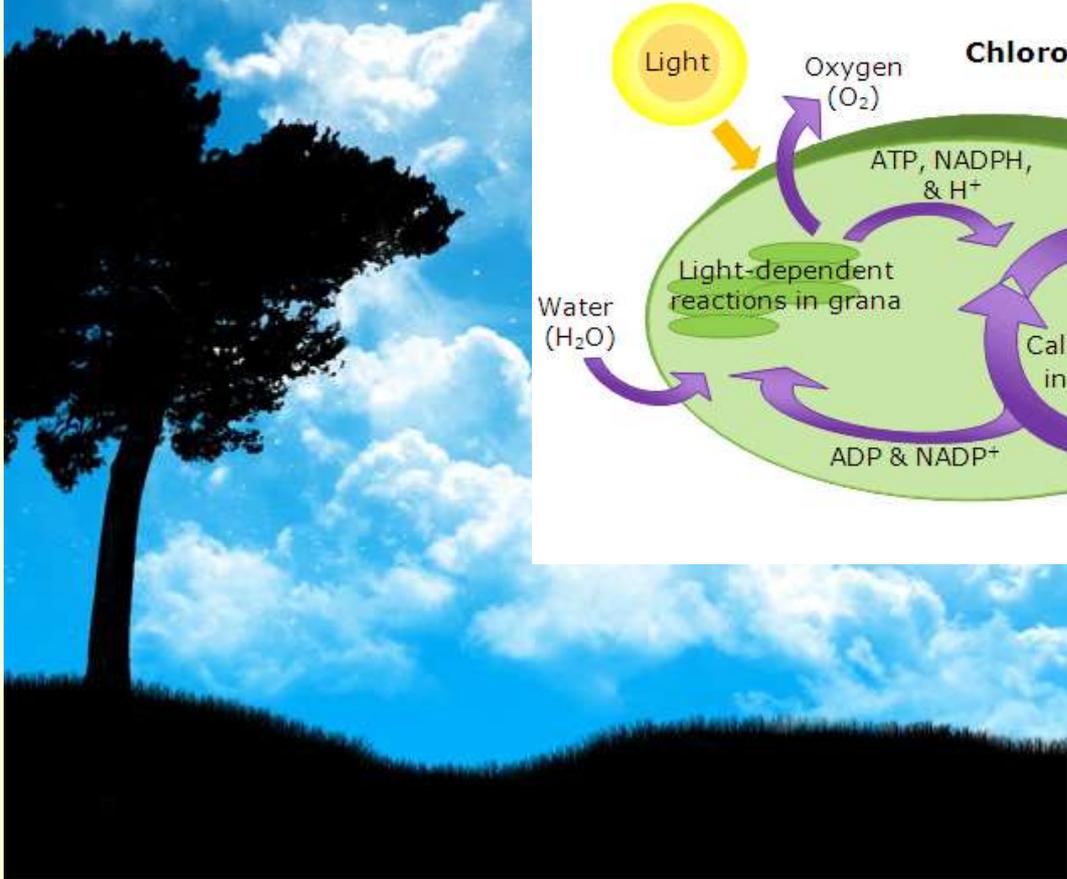
« Chaque sous-ensemble [doit avoir] la même finalité que l'ensemble : la protection de son **intégrité** dans le temps. »

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



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

- Henri Laborit



Plantes :

photosynthèse

grâce à l'énergie du soleil

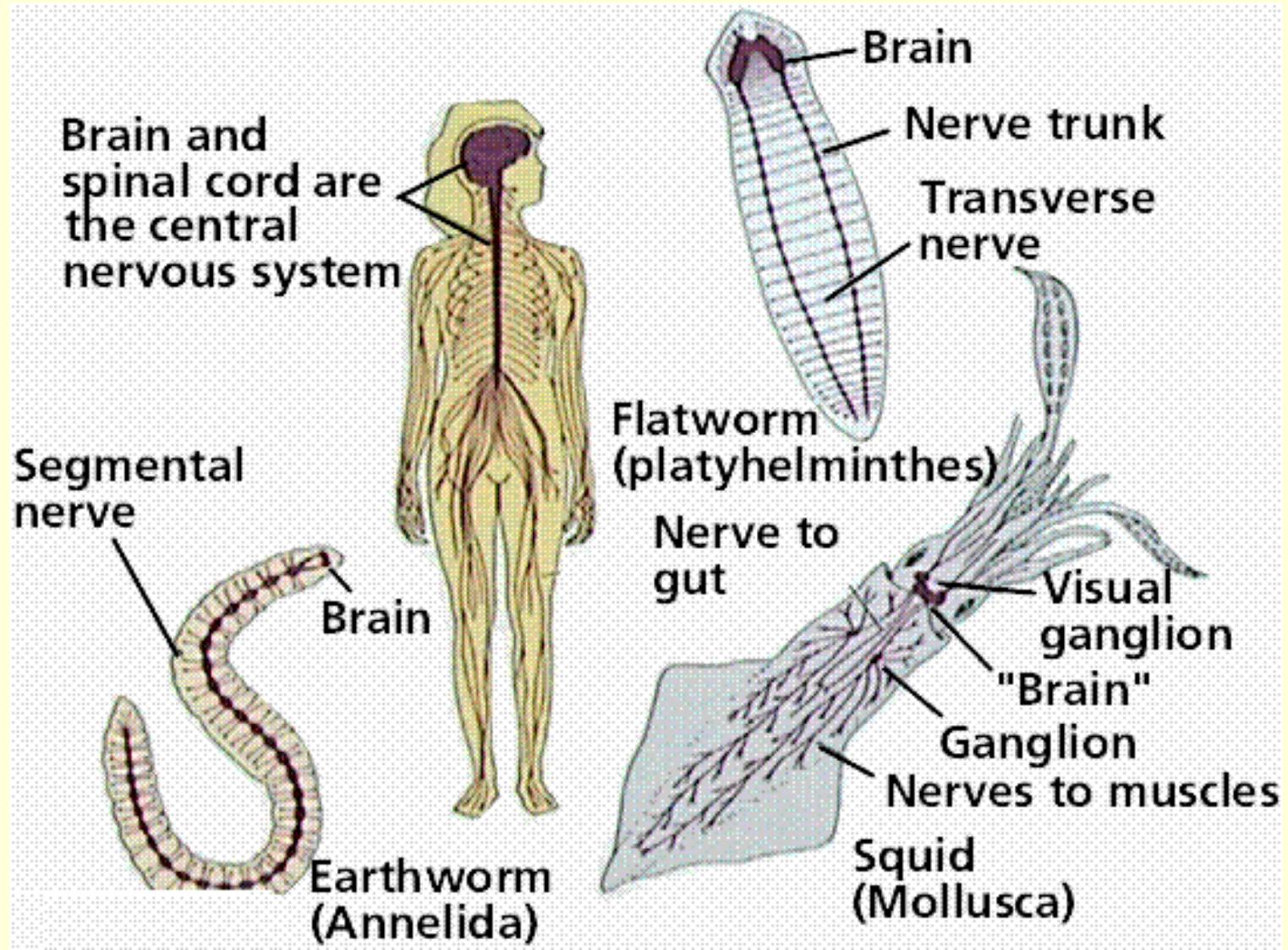




Animaux :

autonomie motrice
pour trouver leurs ressources
dans l'environnement

Systemes nerveux !



Plan

Avant-midi : surtout **théorie**

1^{er} bloc : Perspective historique sur les sciences cognitives et évolutive sur l'émergence des systèmes nerveux

Intro générale : cerveau-corps-environnement

Perspective historique sur les sciences cognitives

Évolution cosmique, chimique et biologique

Émergence des systèmes nerveux

Plaisir, douleur, mémoire

Recyclage neuronal



Comportements

**Approche
(recherche de plaisirs)**

**Évitement de
la douleur**





Cause ultime
= maintenir
sa structure.



manger,
boire,
se reproduire

protéger son
intégrité physique



Proxy = plaisir ou



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





Cause ultime
= maintenir
sa structure.



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

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

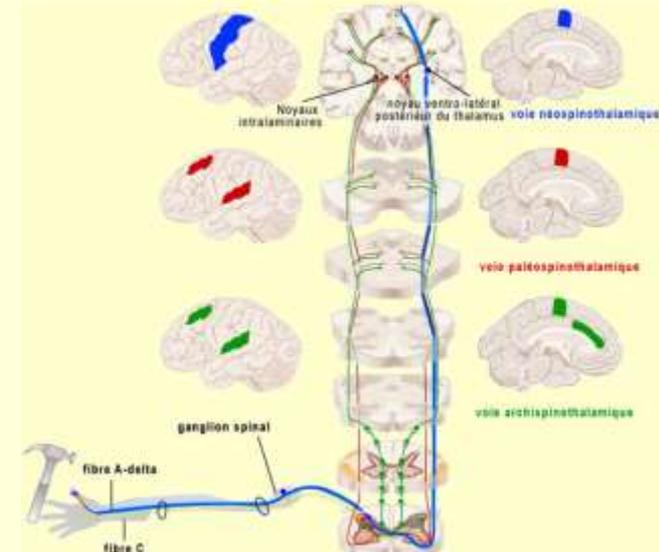
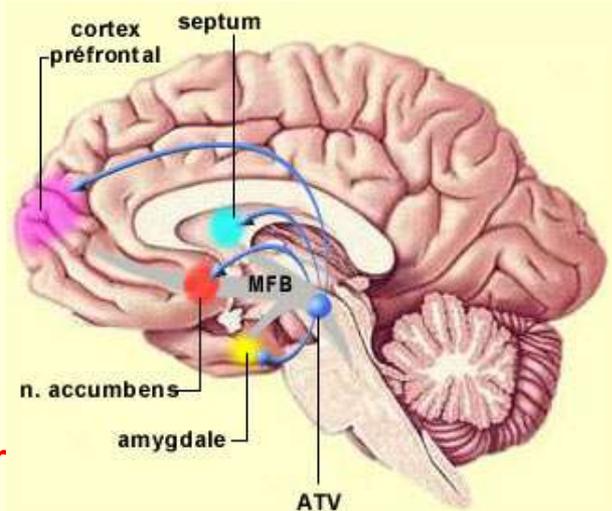
Ressentir, innover et transmettre

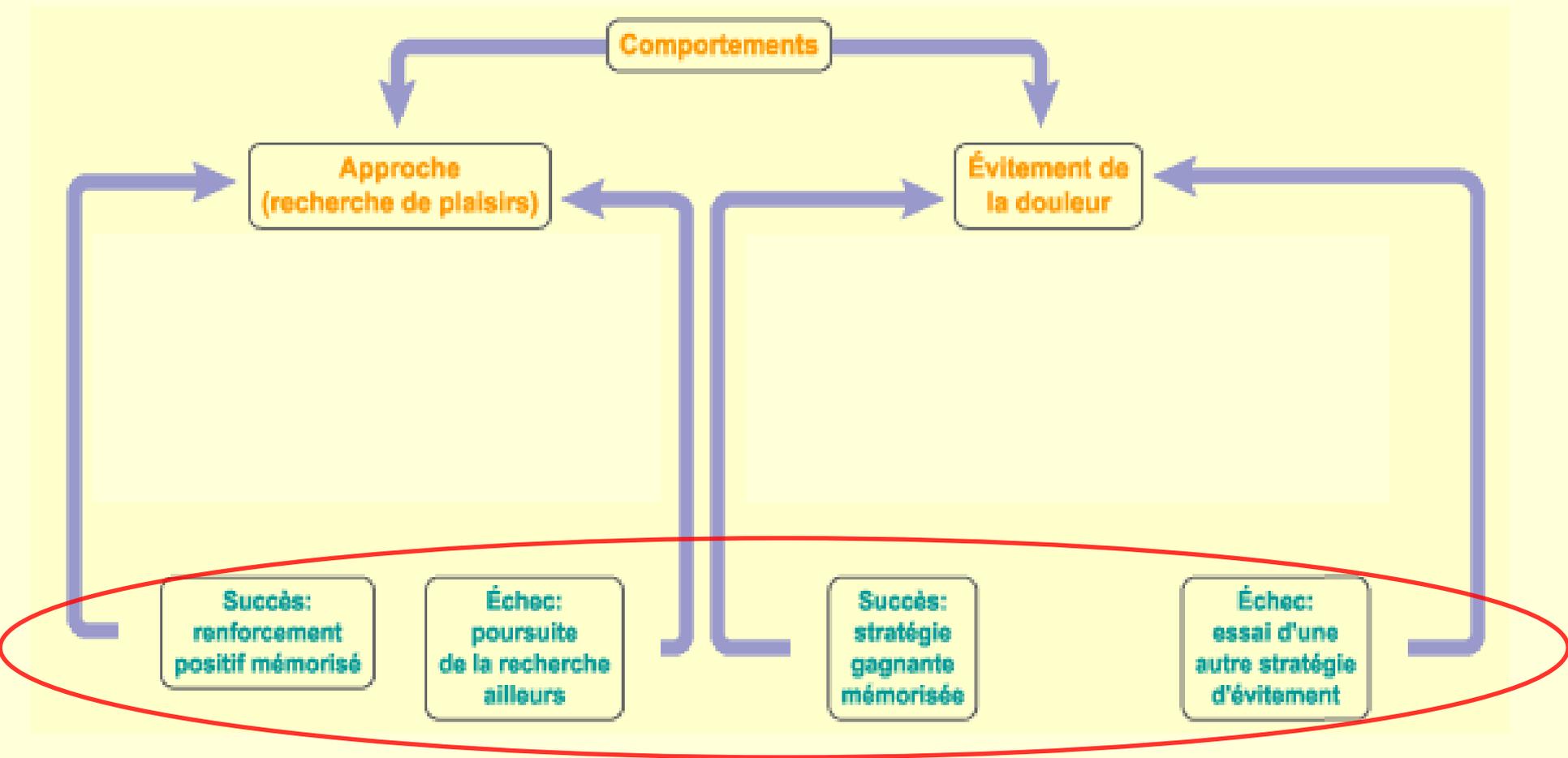
11 août **2018**

Jean Claude Ameisen

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

Proxy = plaisir





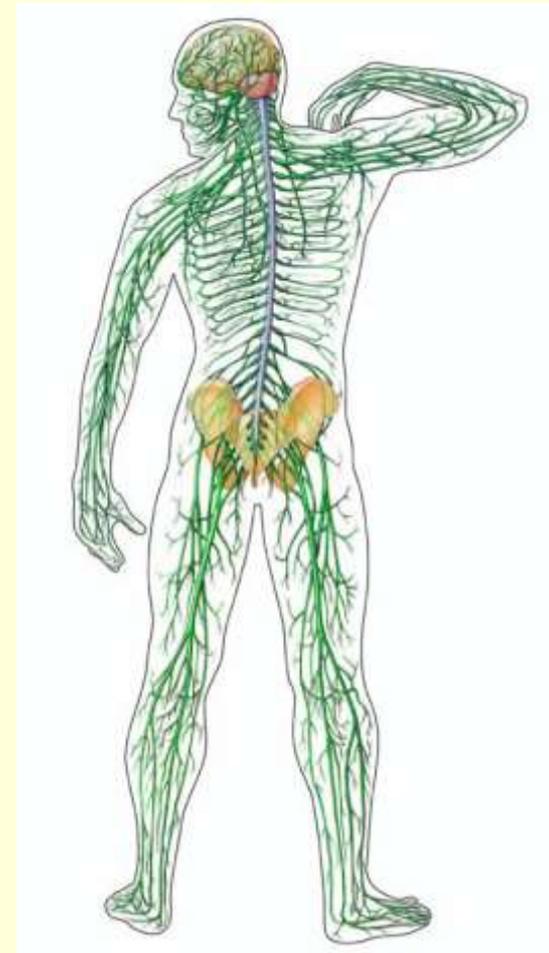
L'apprentissage et mémorisation des « bons et mauvais coups » est donc très précieux d'un point de vue adaptatif.



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

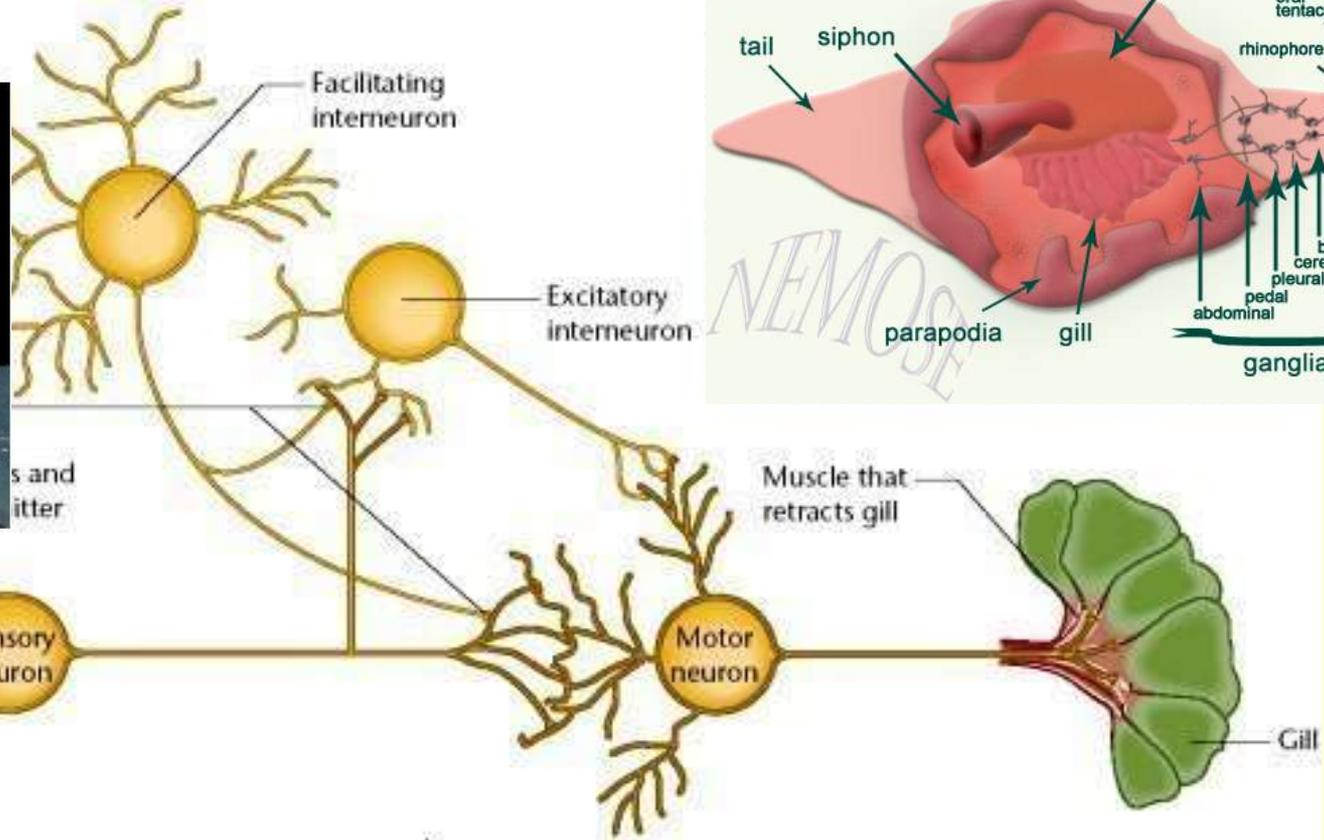
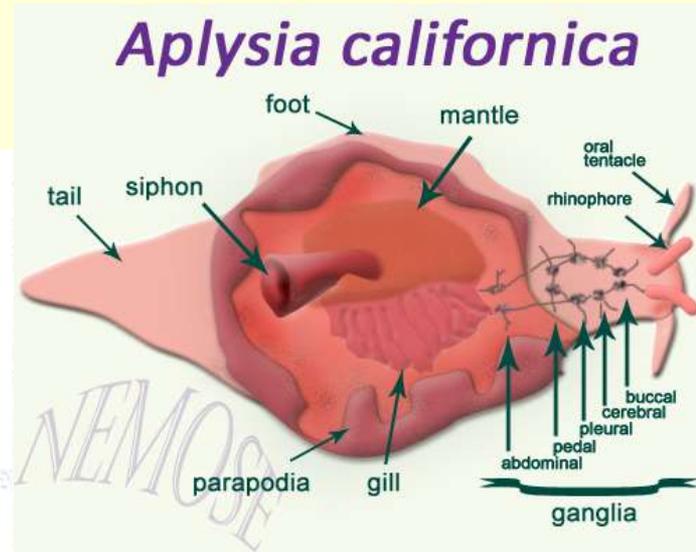
La mémoire est un instrument de **prédiction.** »

- Alain Berthoz



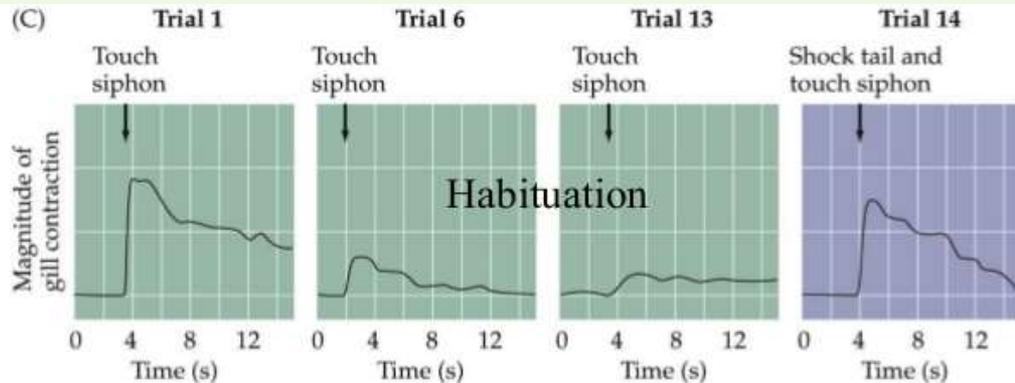
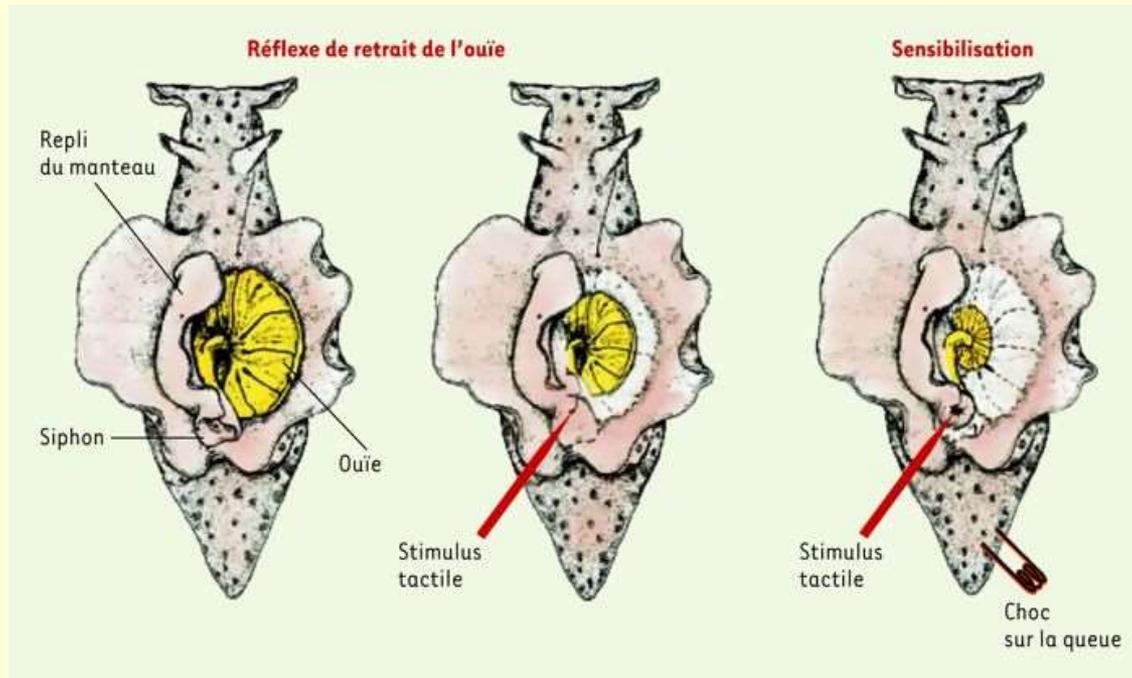
Aplysie

(mollusque marin)



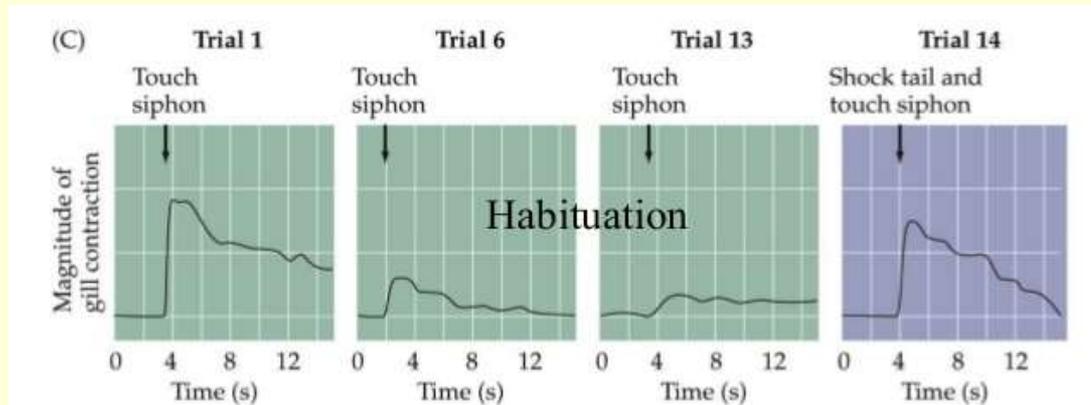
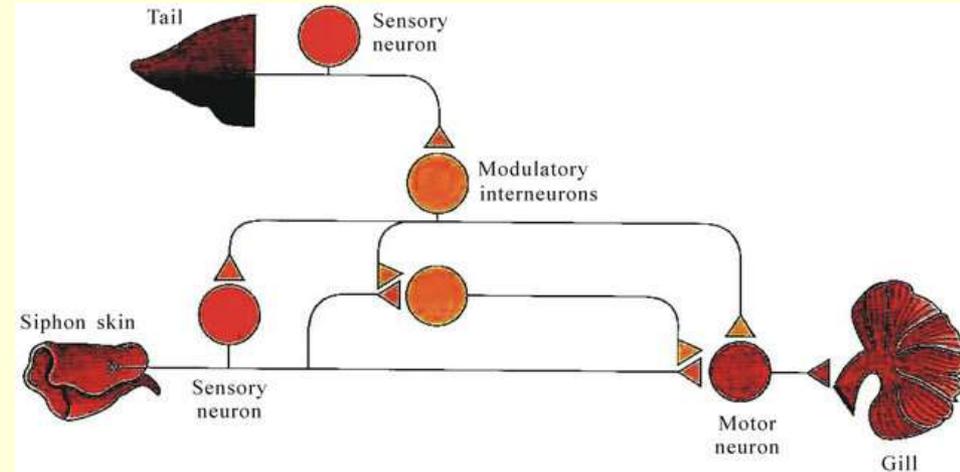
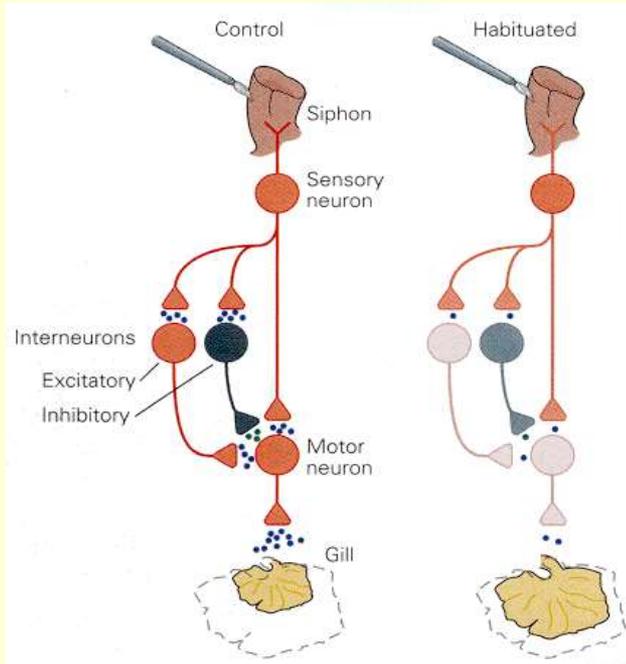
Une boucle sensori - motrice

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



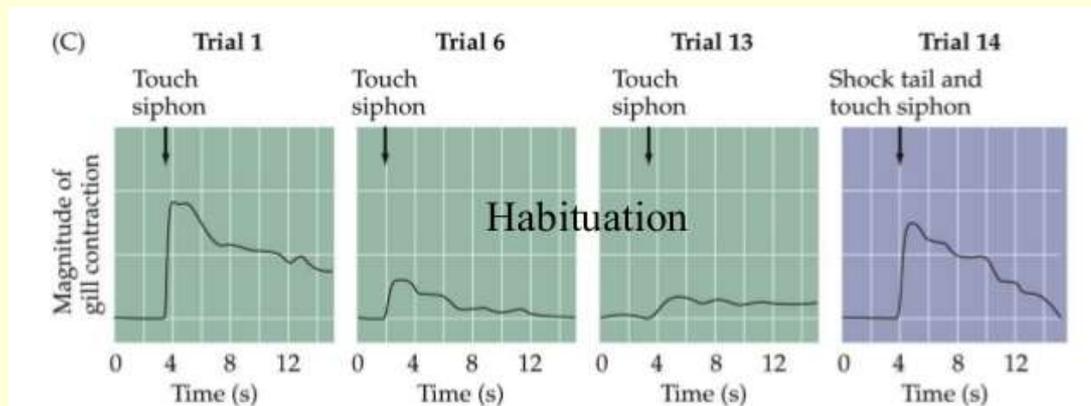
Sensibilisation

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



Sensibilisation

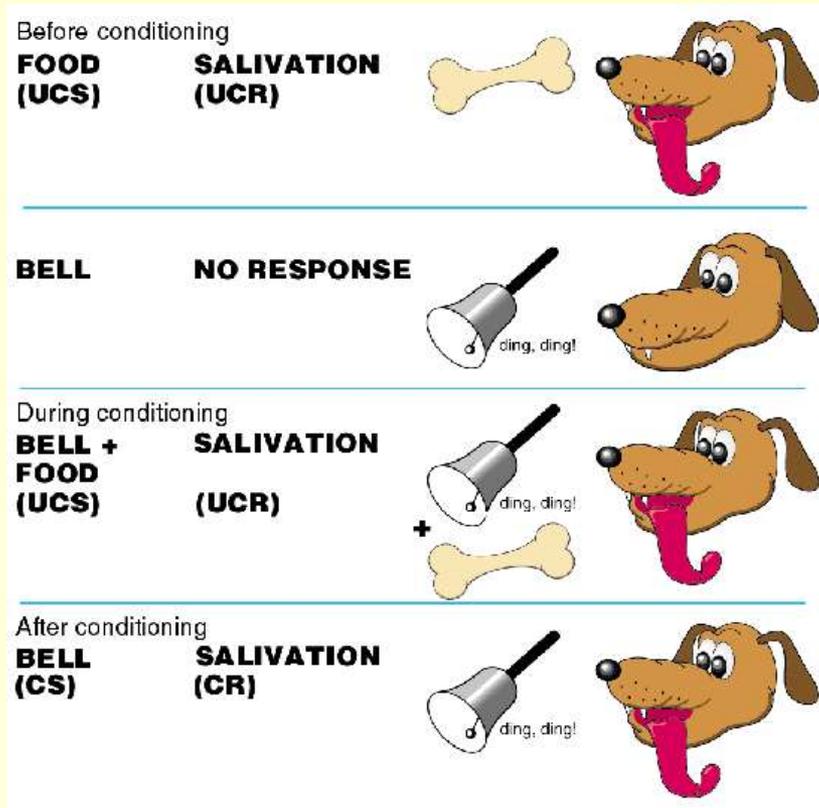
Des formes d'apprentissage et de mémoire qui demeurent présentes chez l'humain...



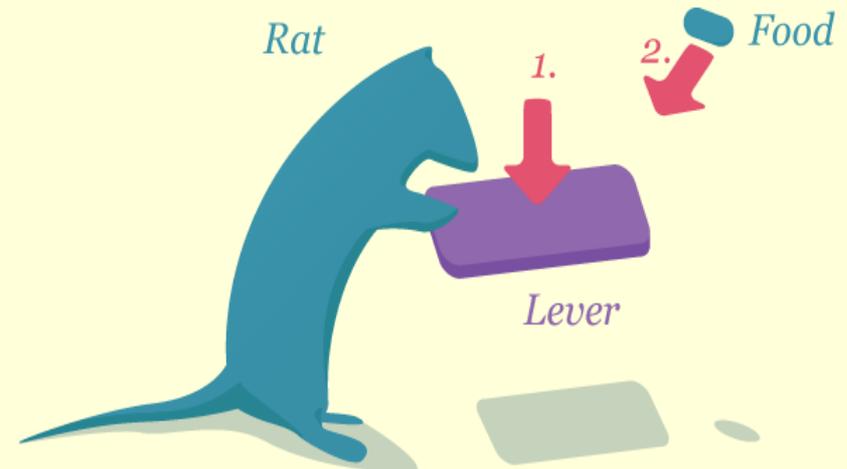
Sensibilisation

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

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



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



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

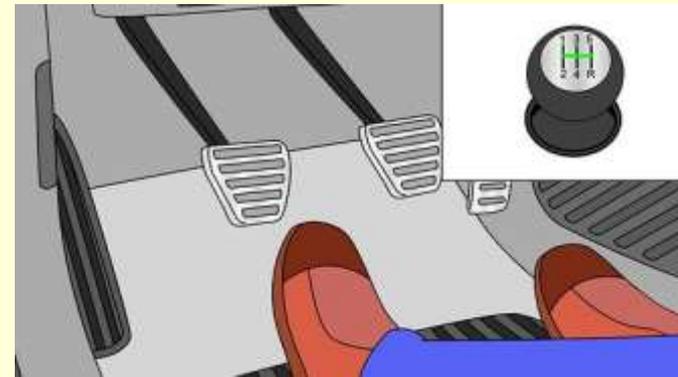
Le **conditionnement classique**, où l'on apprend que 2 stimuli sont associés.



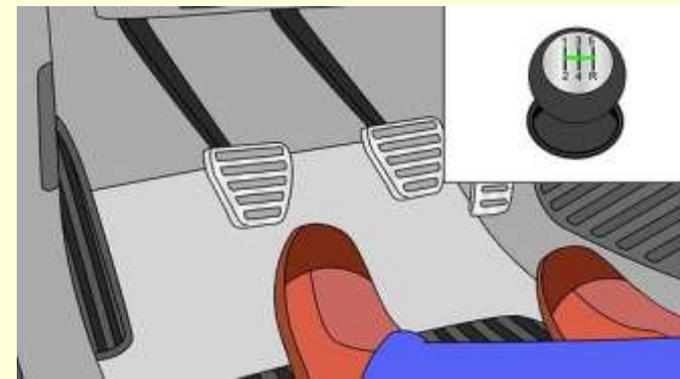
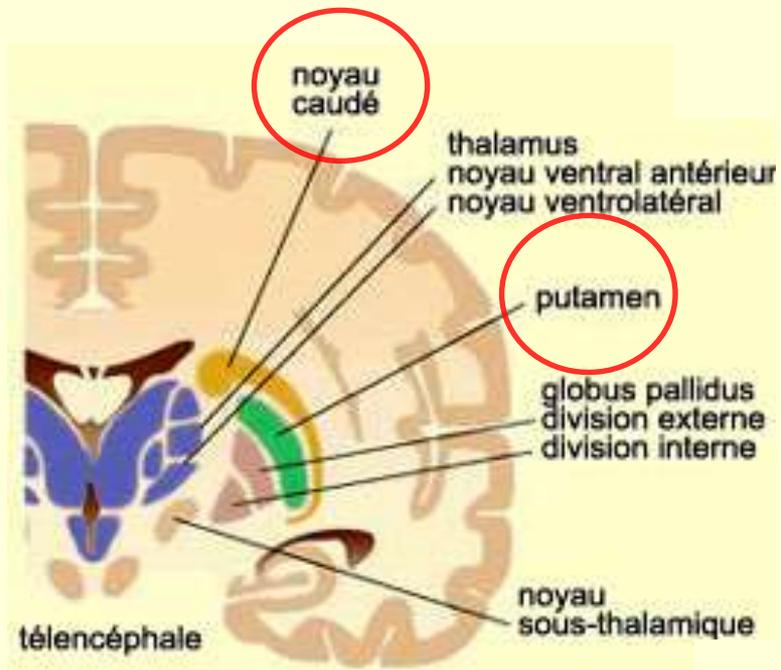
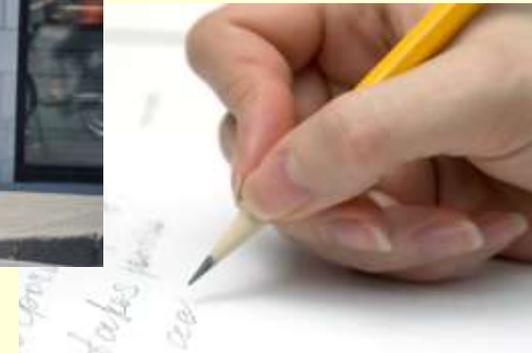
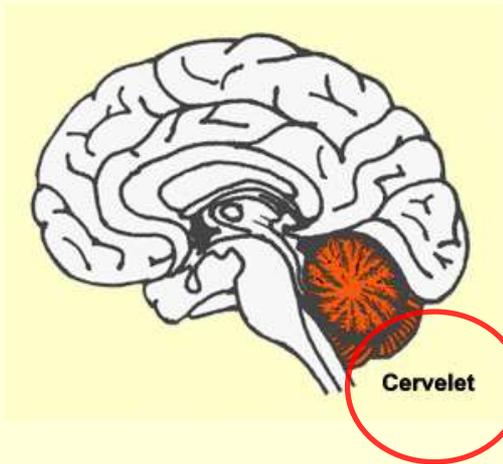
Le **conditionnement opérant**, où l'on apprend qu'avoir tel comportement amène une récompense.



La mémoire procédurale (celle des habiletés motrices)



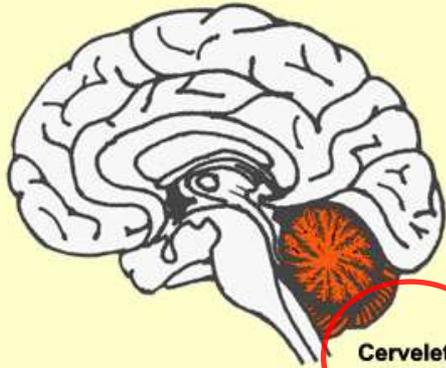
La mémoire procédurale (celle des habiletés motrices)



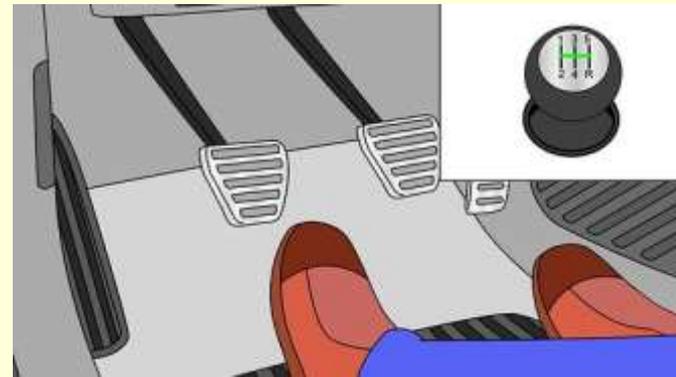
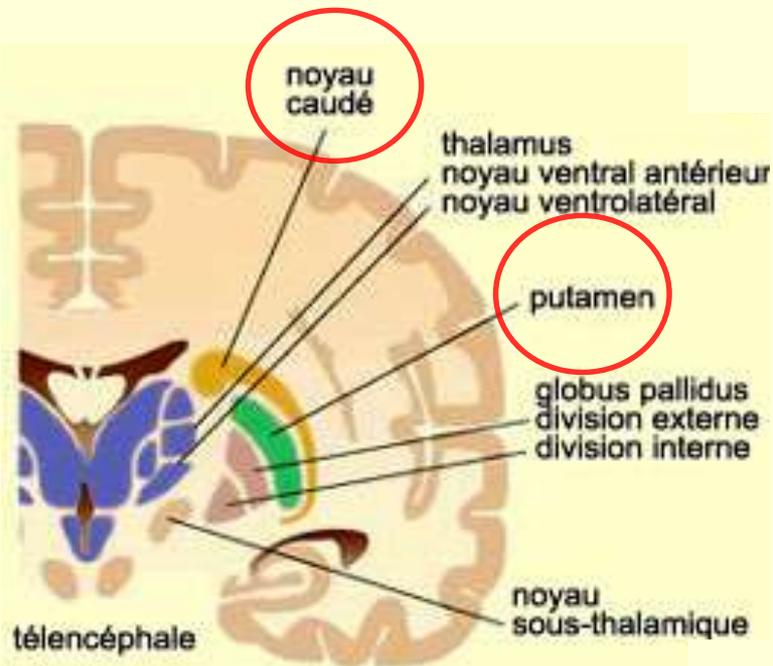
La mémoire procédurale (celle des habiletés motrices)

Mémoire à long terme

Implicite (Non-déclarative)



Cervelet

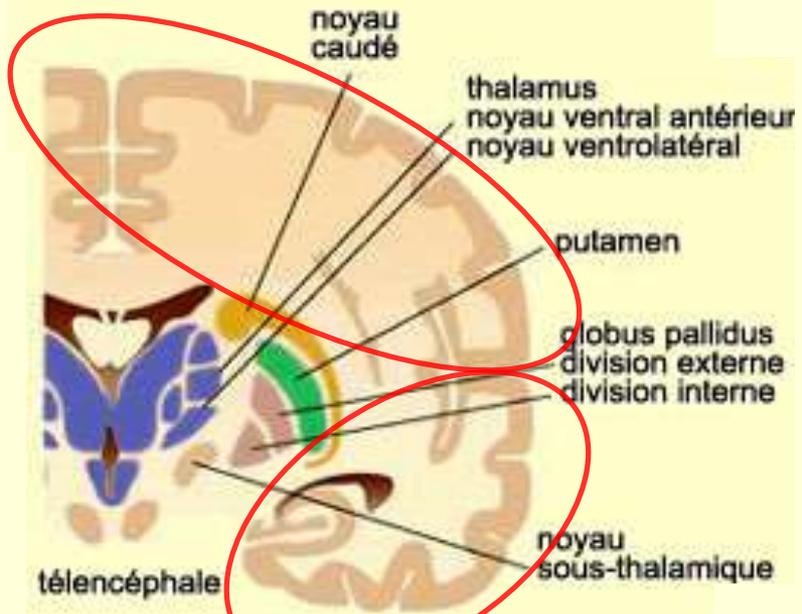
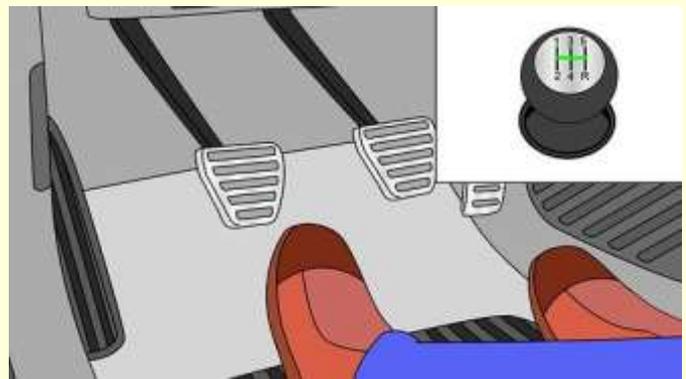


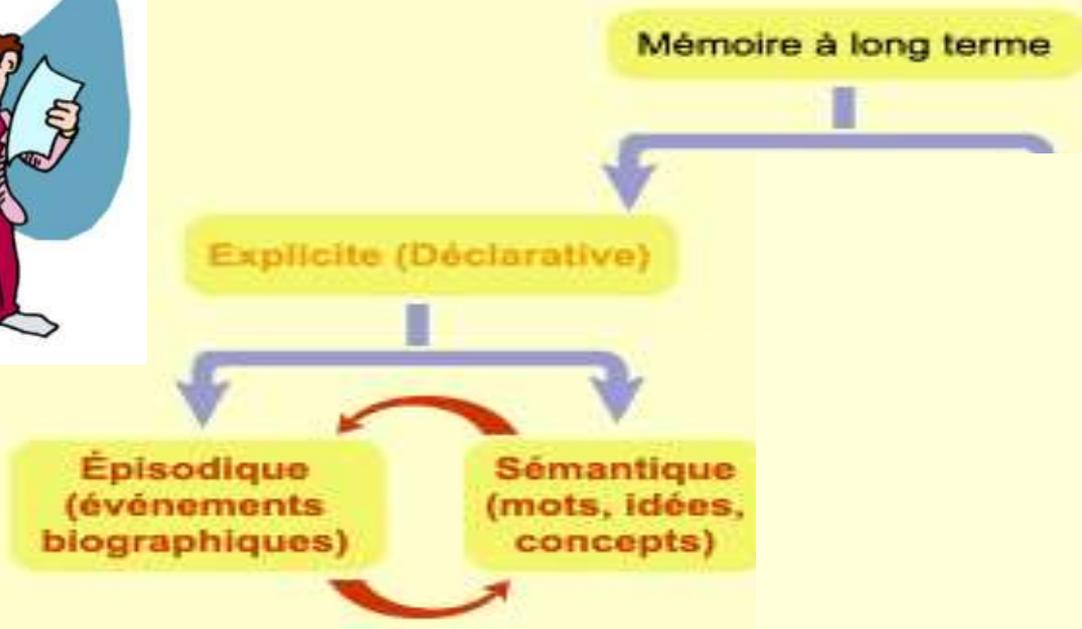


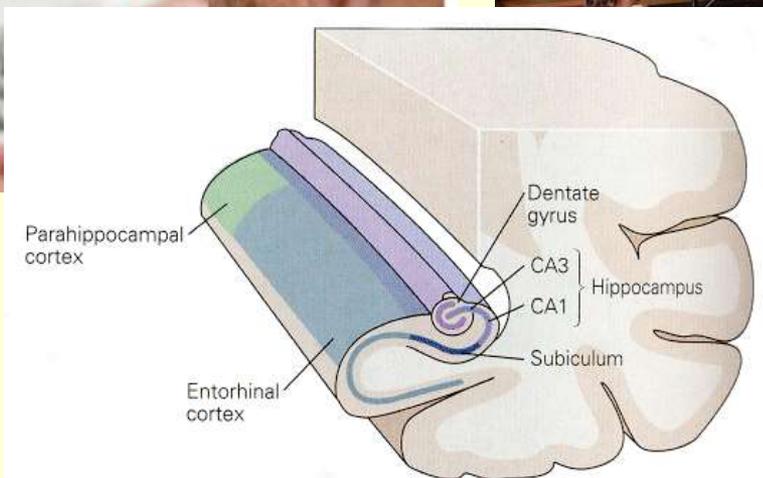
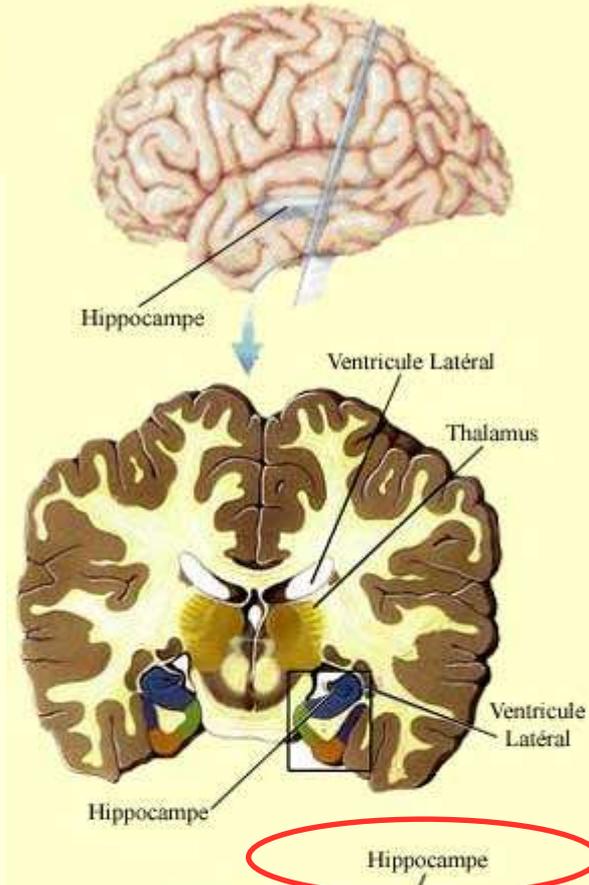
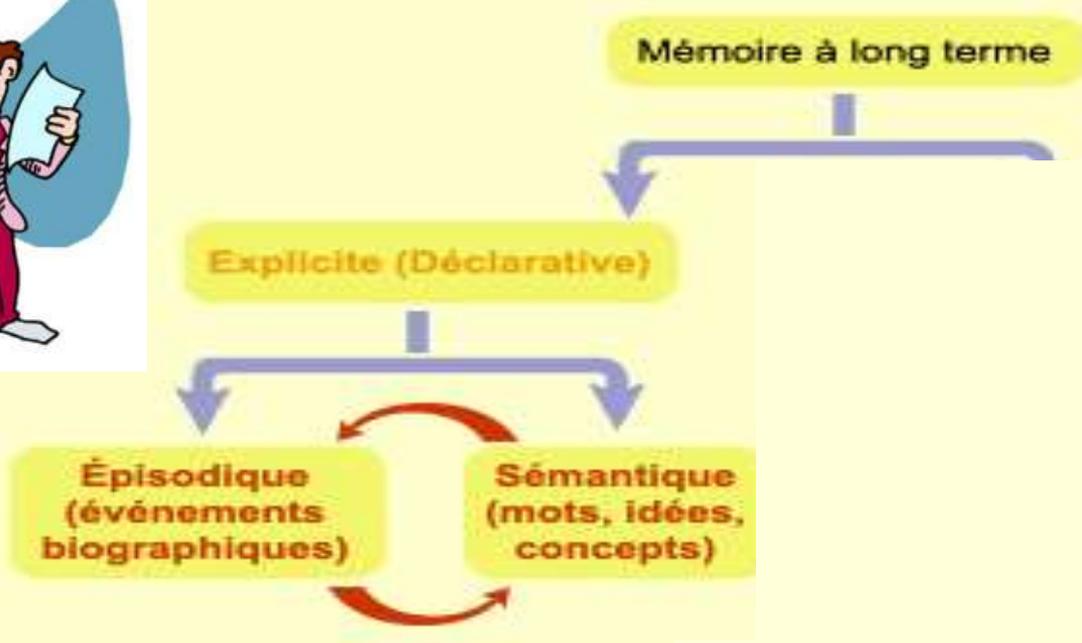
Mémoire à long terme

Explicite (Déclarative)

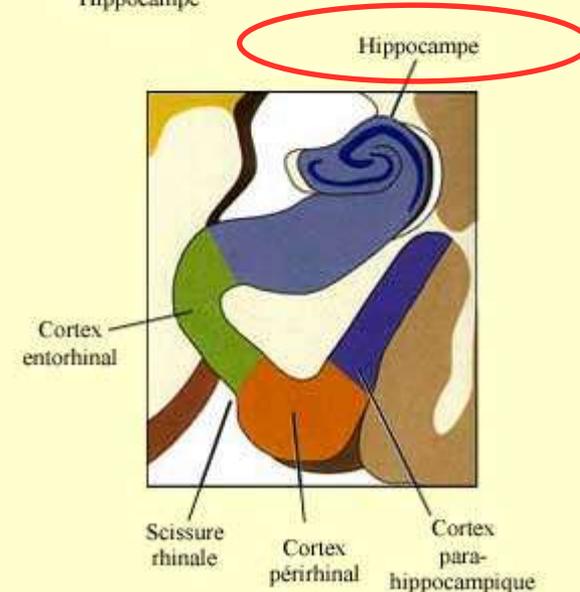
Implicite (Non-déclarative)







Différentes sous-régions contribuent différemment...



Plan

Avant-midi : surtout **théorie**

1^{er} bloc : Perspective historique sur les sciences cognitives et évolutive sur l'émergence des systèmes nerveux

Intro générale : cerveau-corps-environnement

Perspective historique sur les sciences cognitives

Évolution cosmique, chimique et biologique

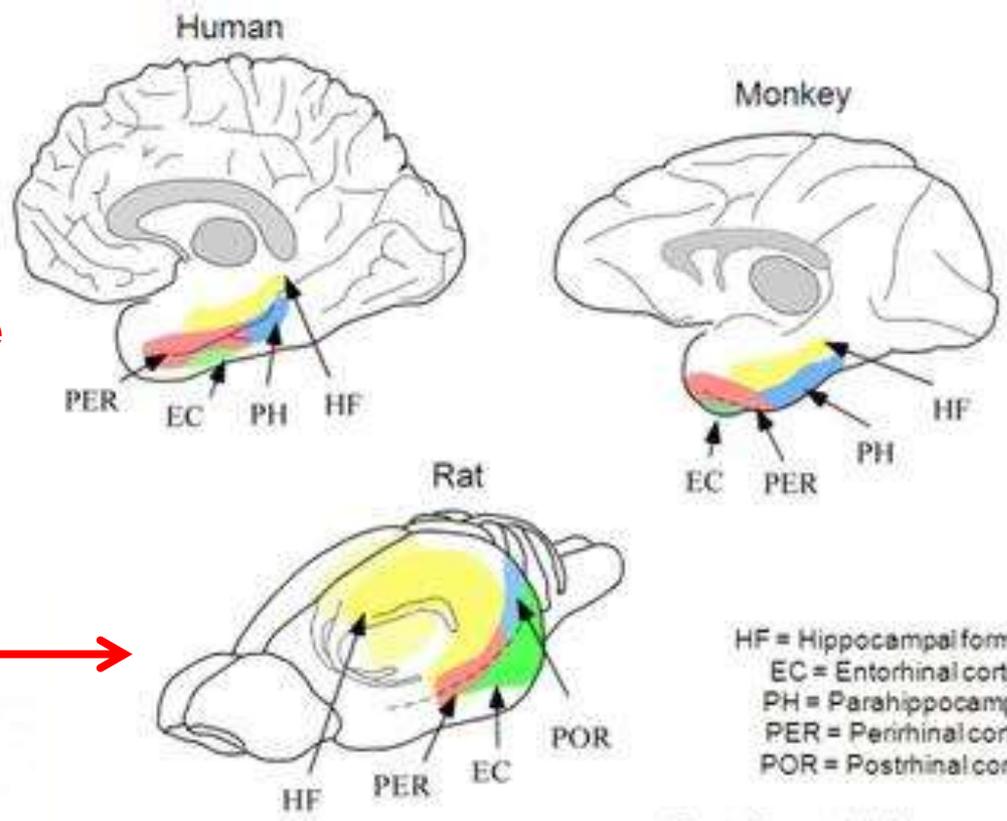
Émergence des systèmes nerveux

Plaisir, douleur, mémoire

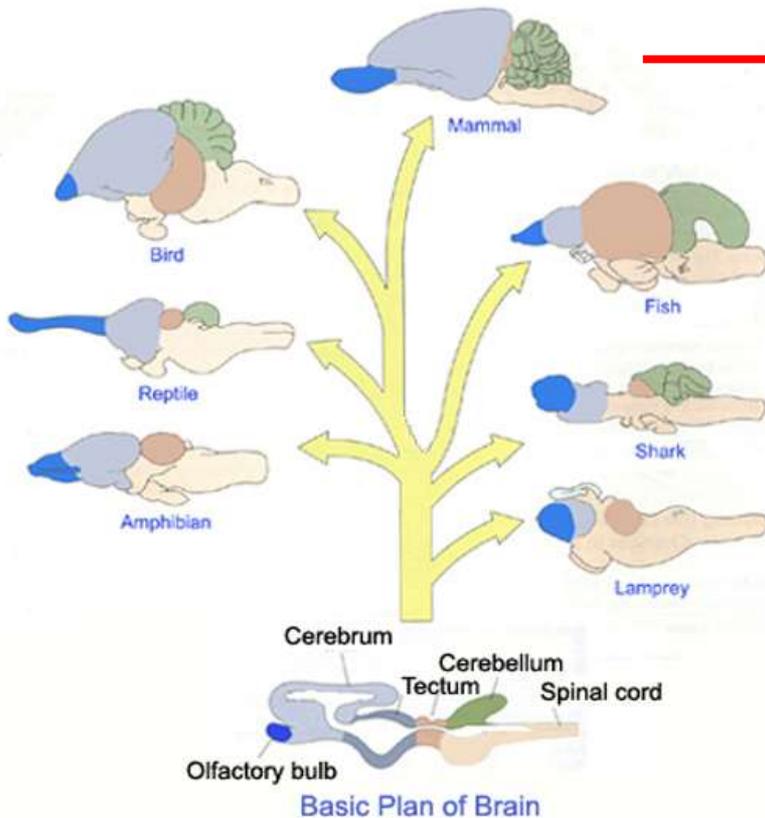
Recyclage neuronal

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

**Navigation
spatiale
+
Mémoire
déclarative**



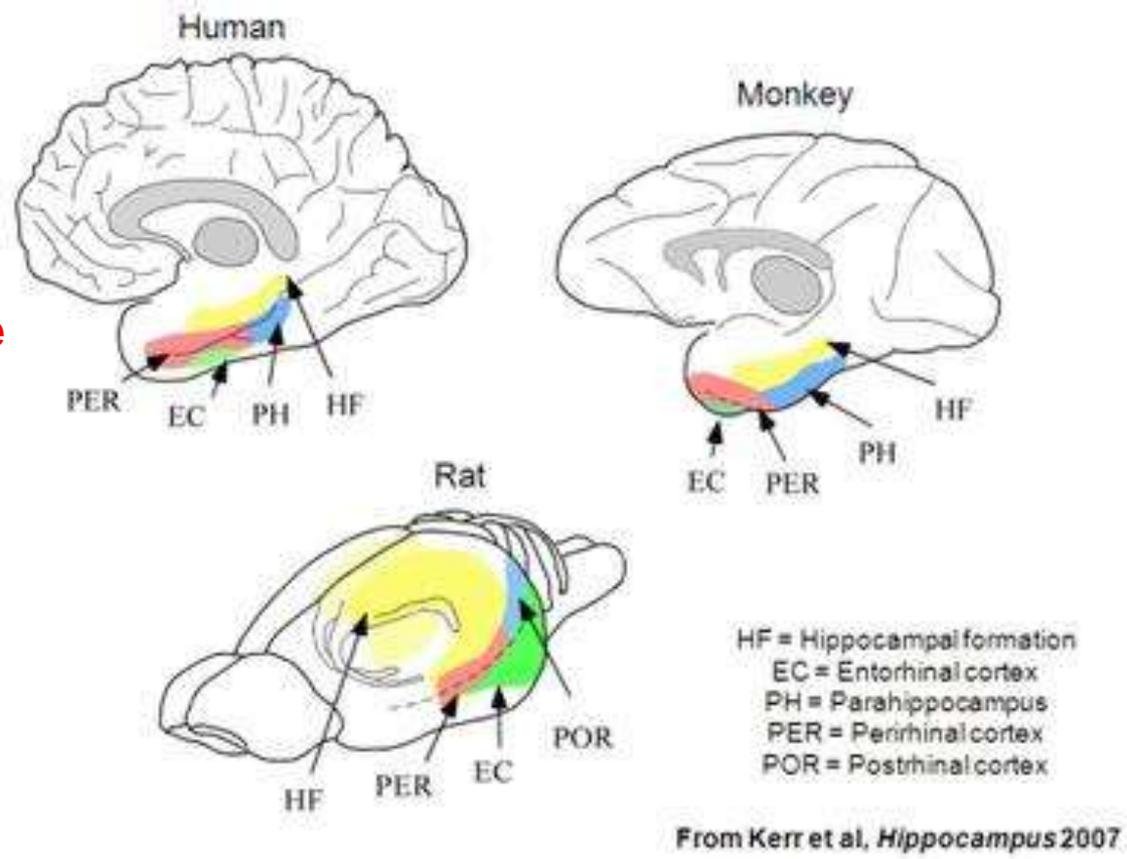
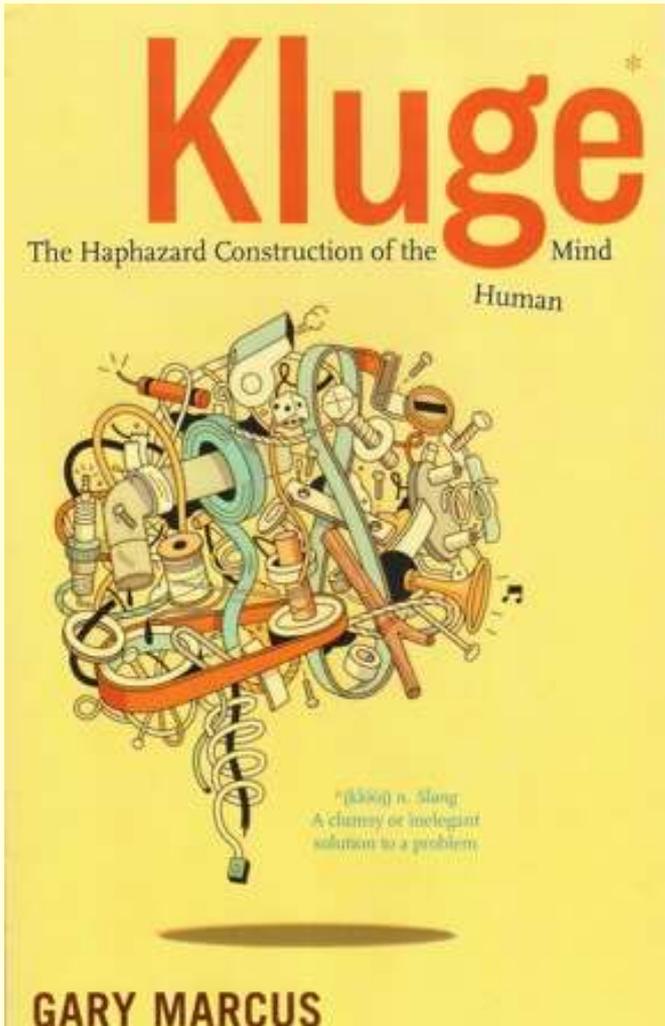
From Kerr et al, *Hippocampus* 2007



Navigation spatiale



**Navigation spatiale
+
Mémoire déclarative**



Navigation spatiale

« Recyclage neuronal »

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

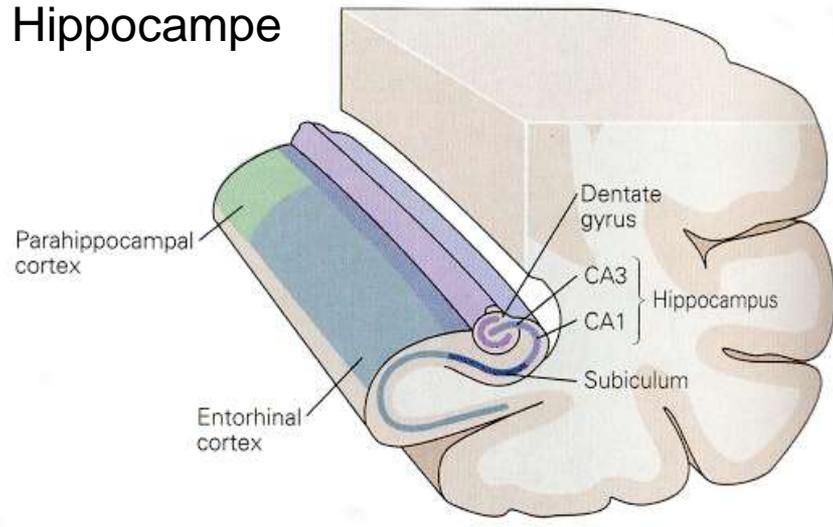
- **le lexique** : mots et leur signification, irrégularités de certains verbes

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

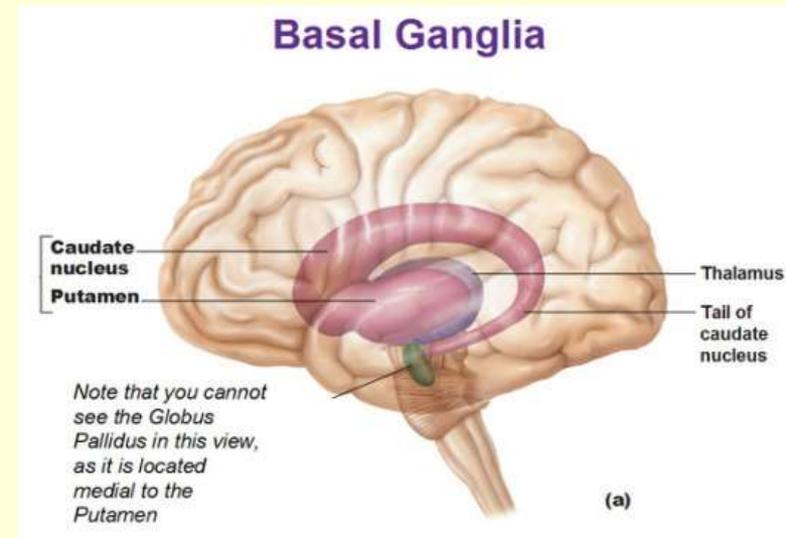
- **la grammaire** : règles, hiérarchies

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

Hippocampe

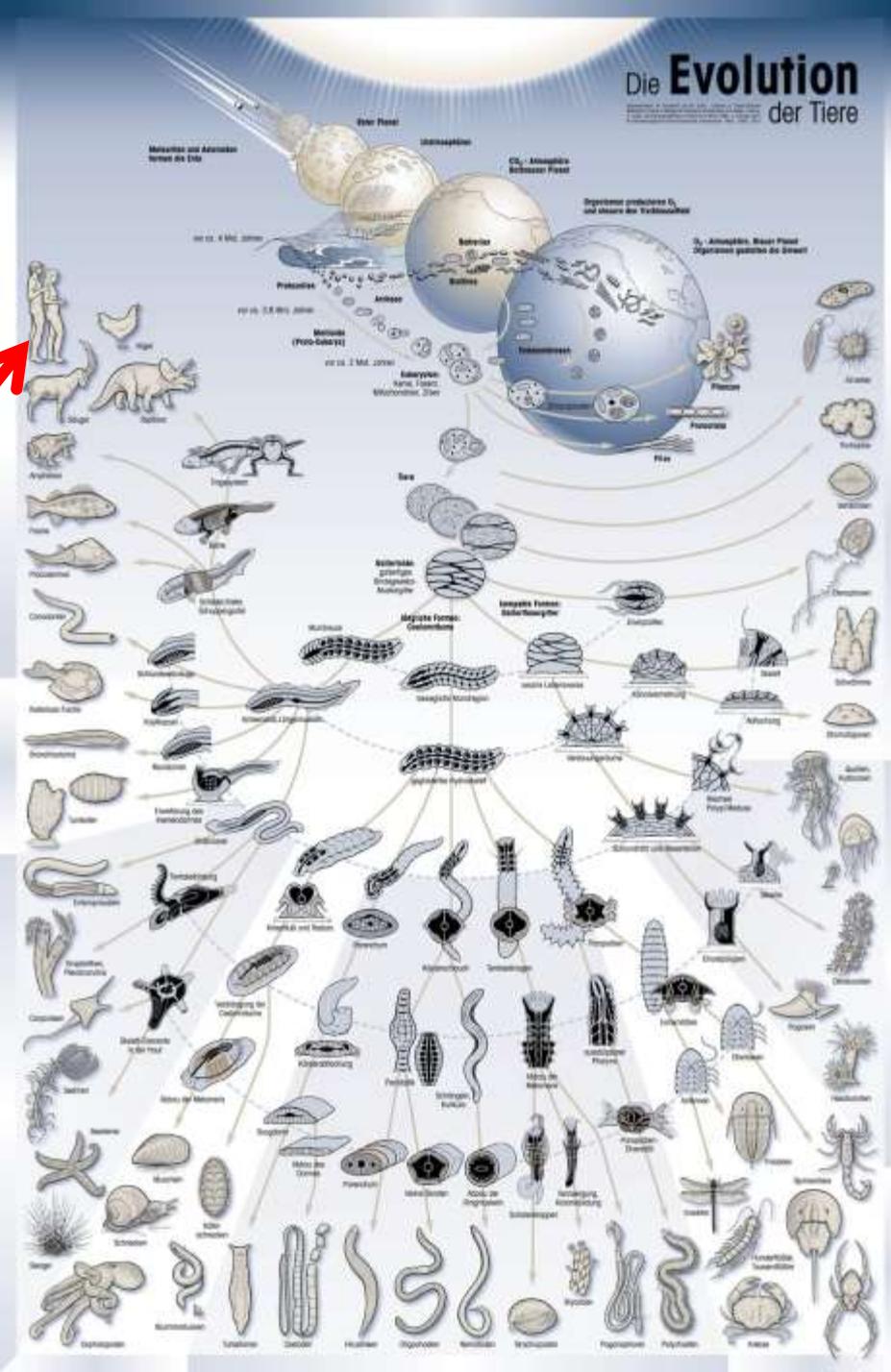
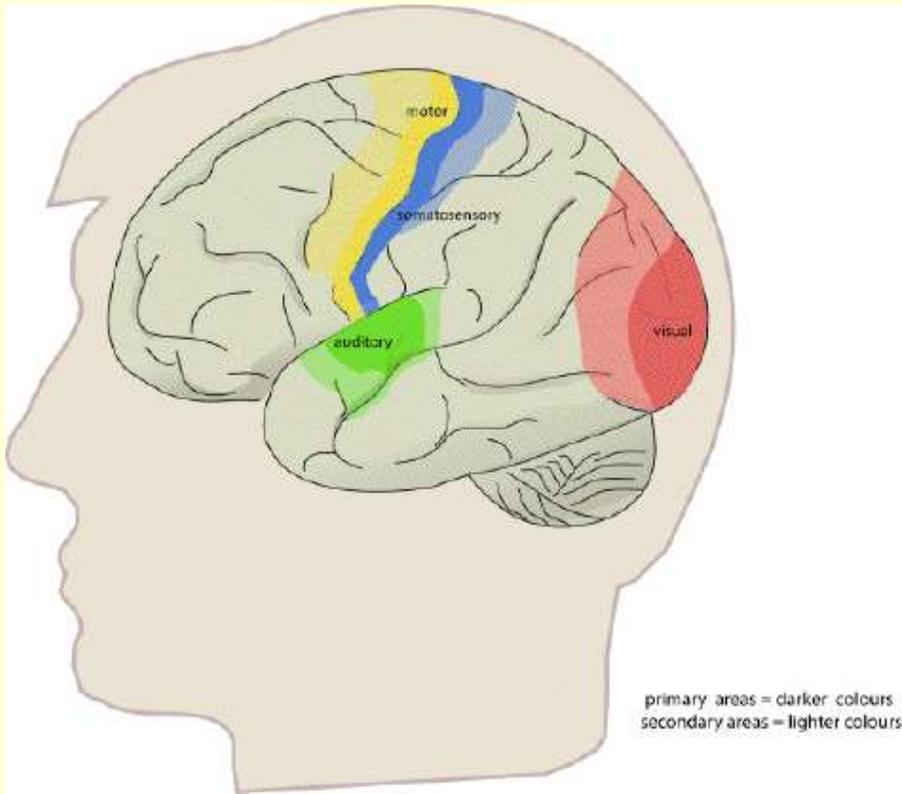


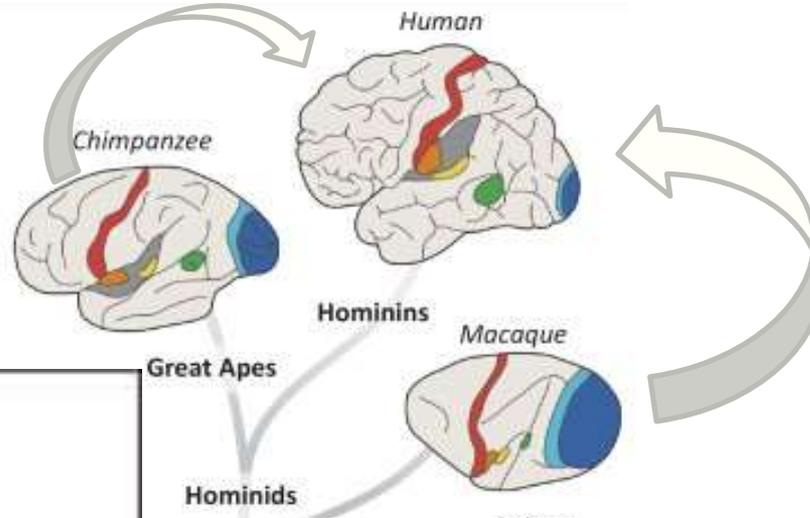
Basal Ganglia



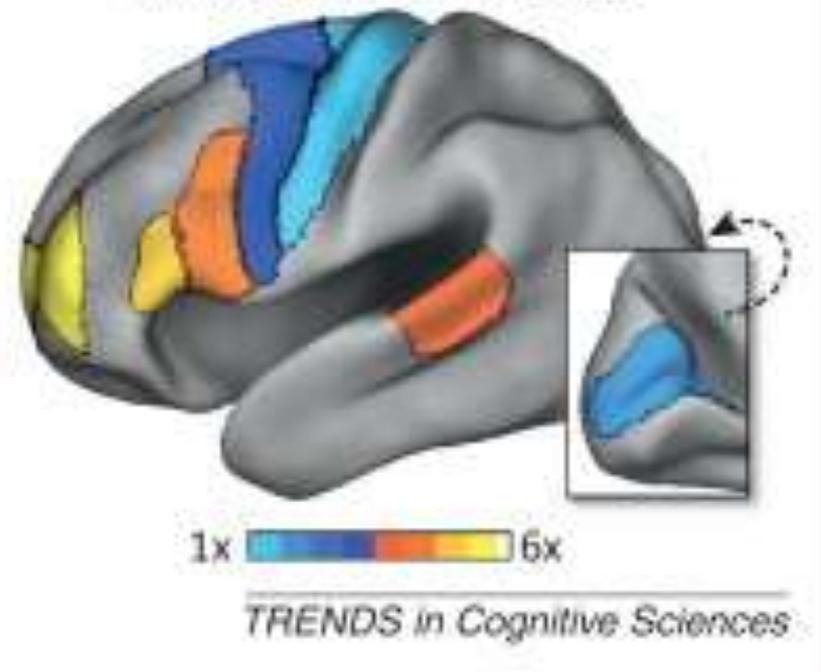
Pendant des centaines de millions d'années, cette boucle-sensorimotrice s'est donc complexifiée, mais de manière « conservatrice » et « bricoleuse »

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



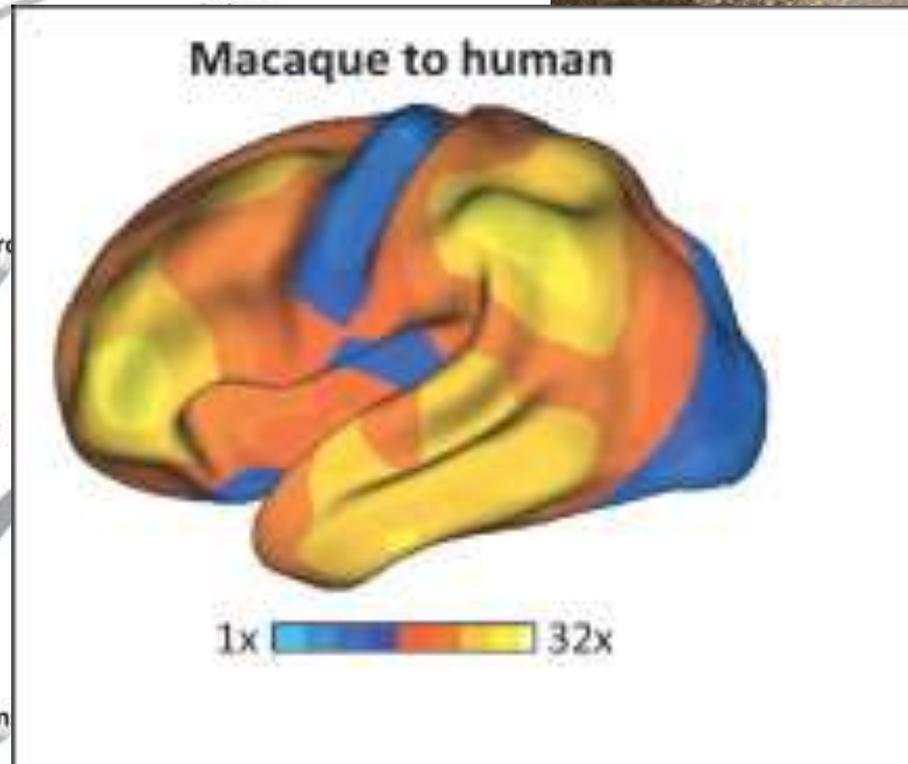


Chimpanzee to human

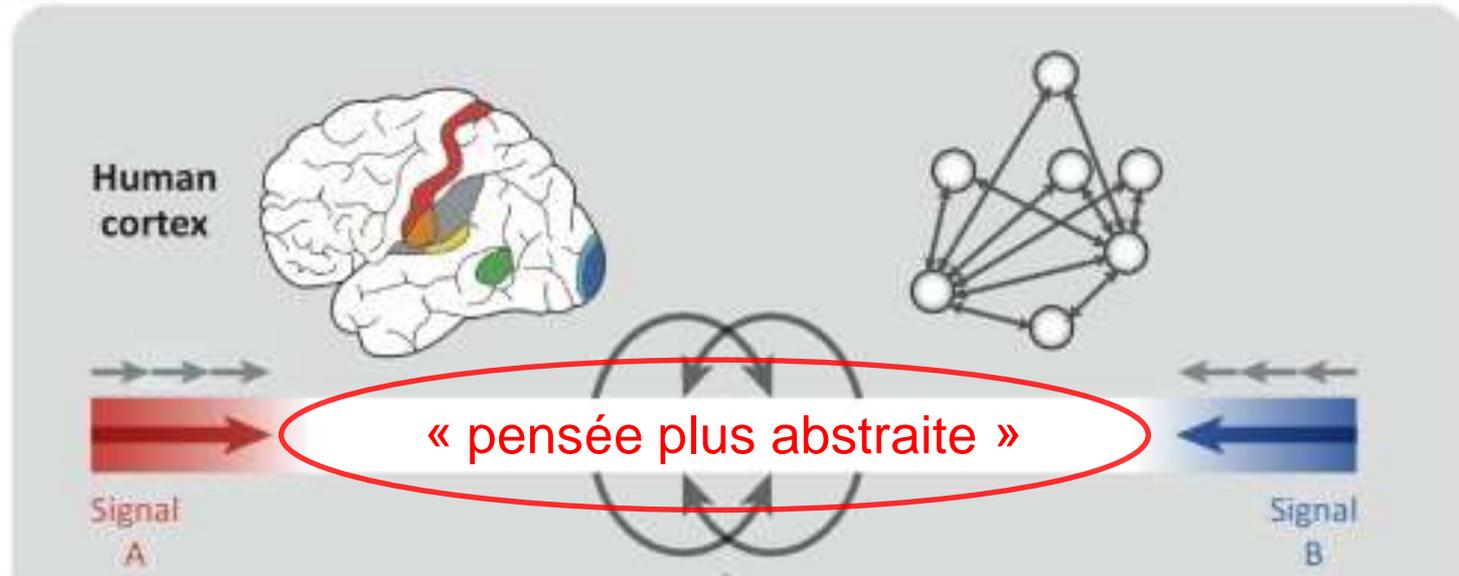


Ancêtre commun :
environ 6-7 millions d'années

Macaque to human

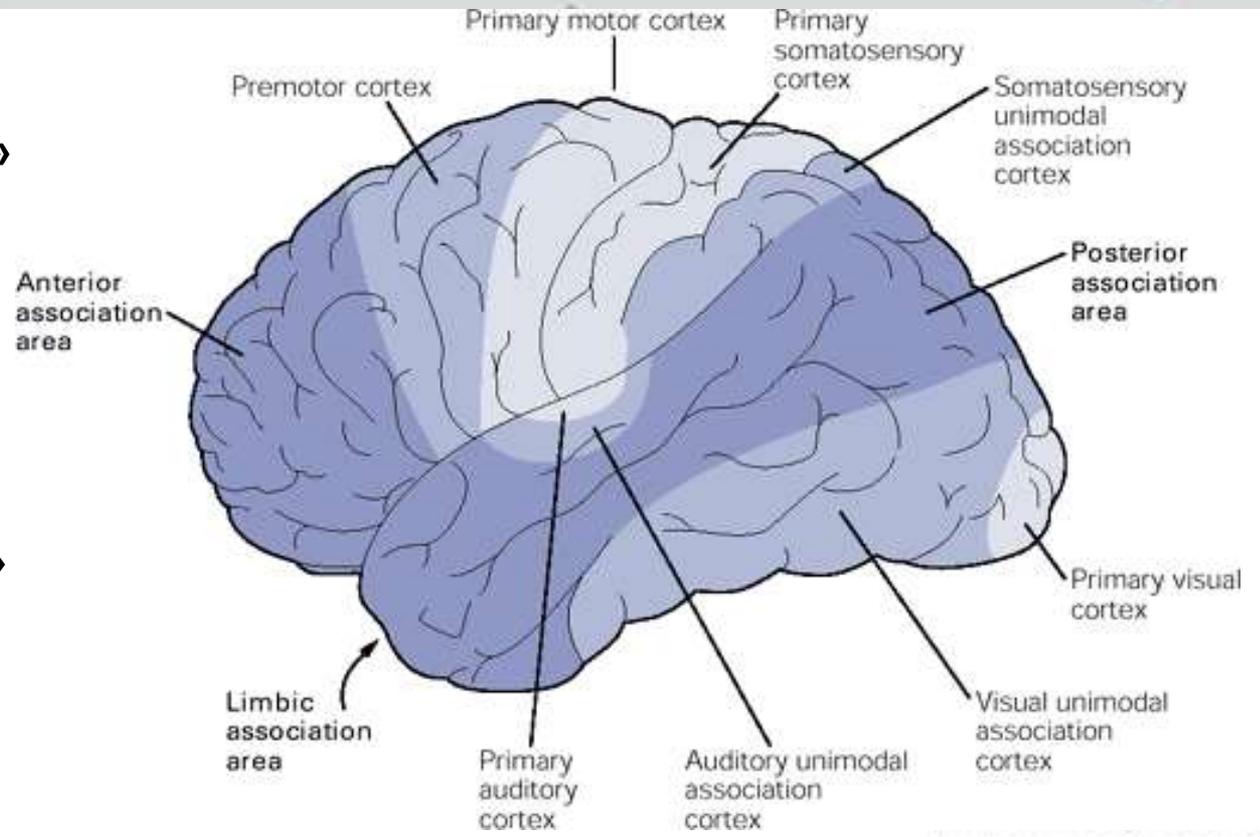


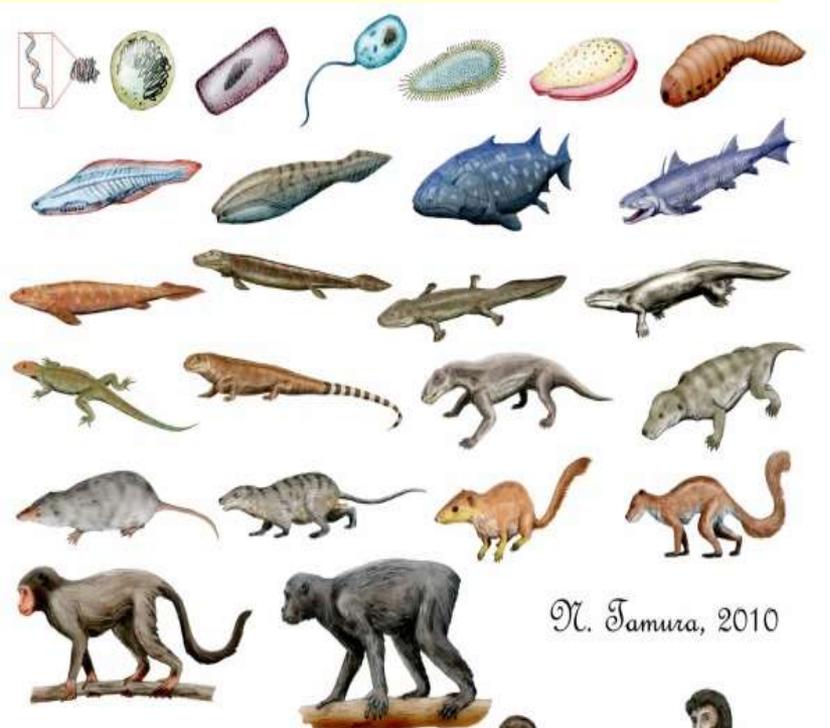
Ancêtre commun :
environ 25 millions d'années



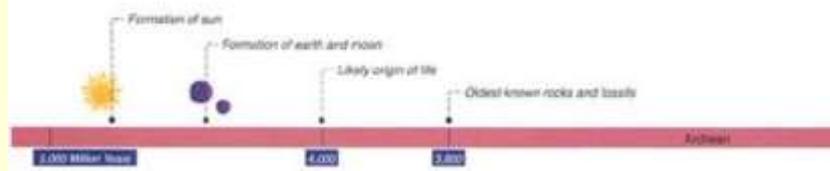
Cortex « associatif »

crée de l'espace pour le « offline »

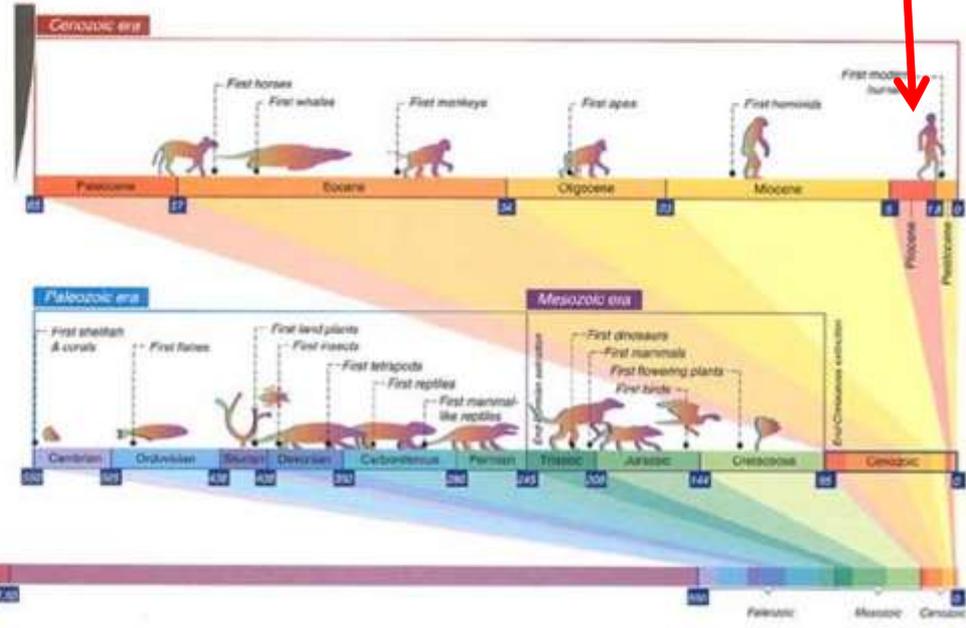


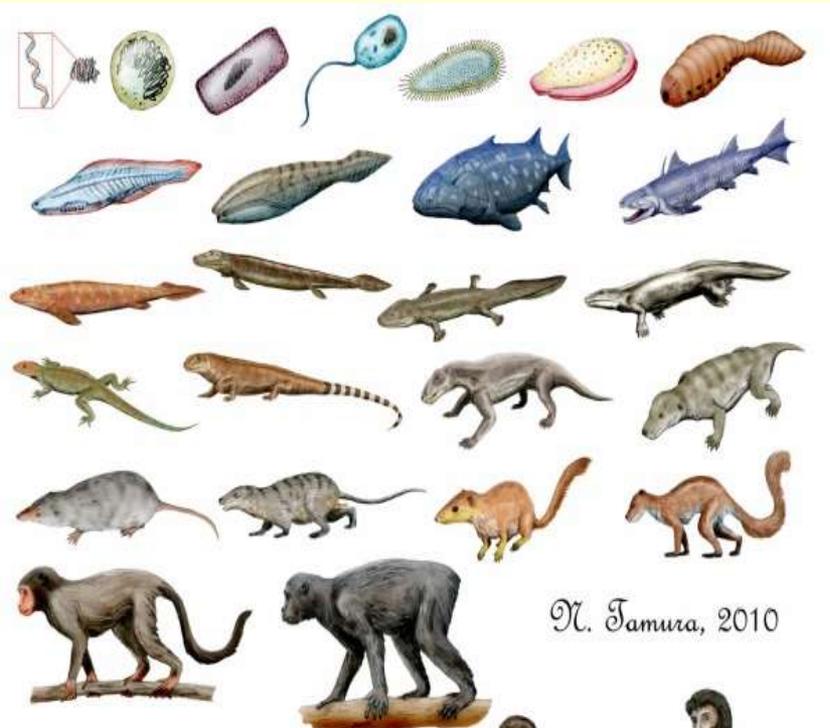


N. Tamura, 2010

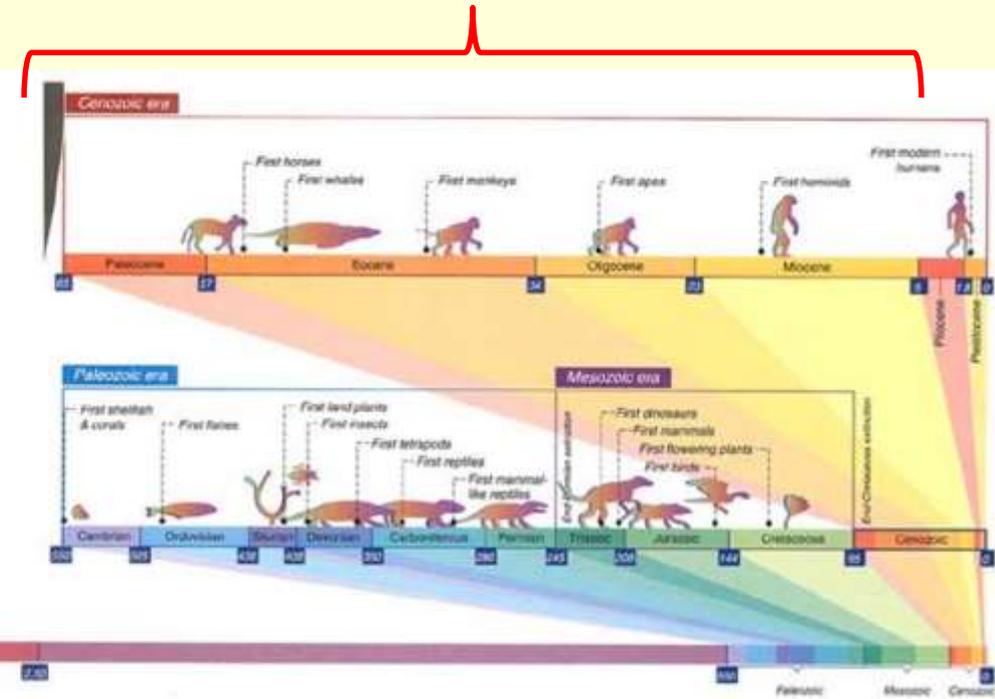
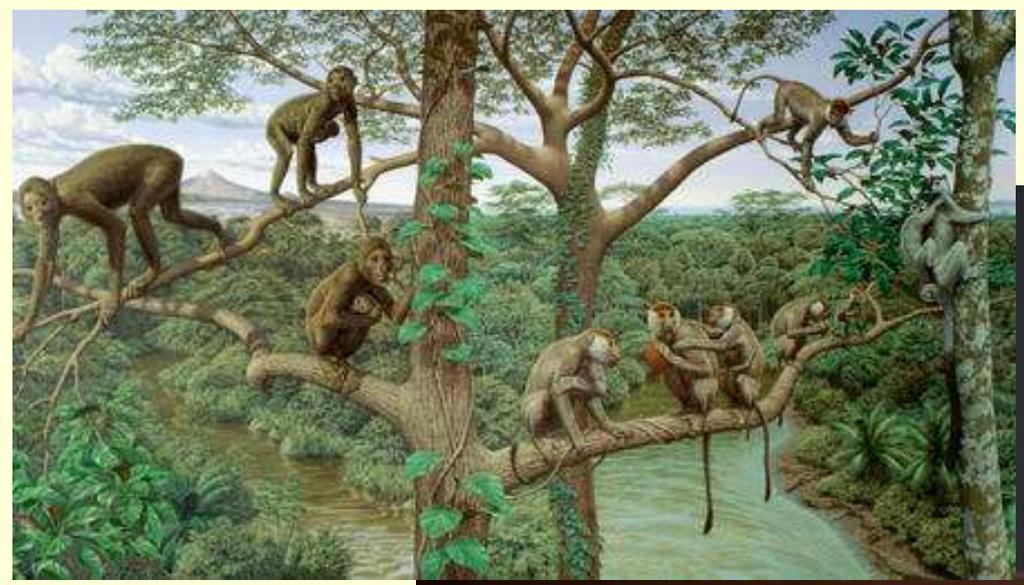
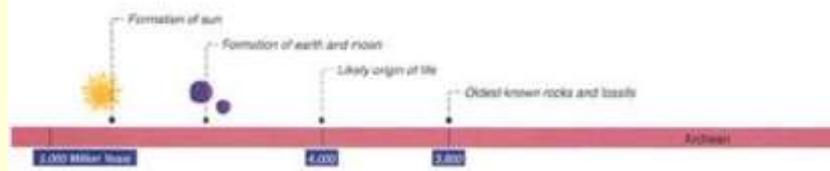


Mais on n'a pas évolué pour faire de la philo ou jouer aux échecs !

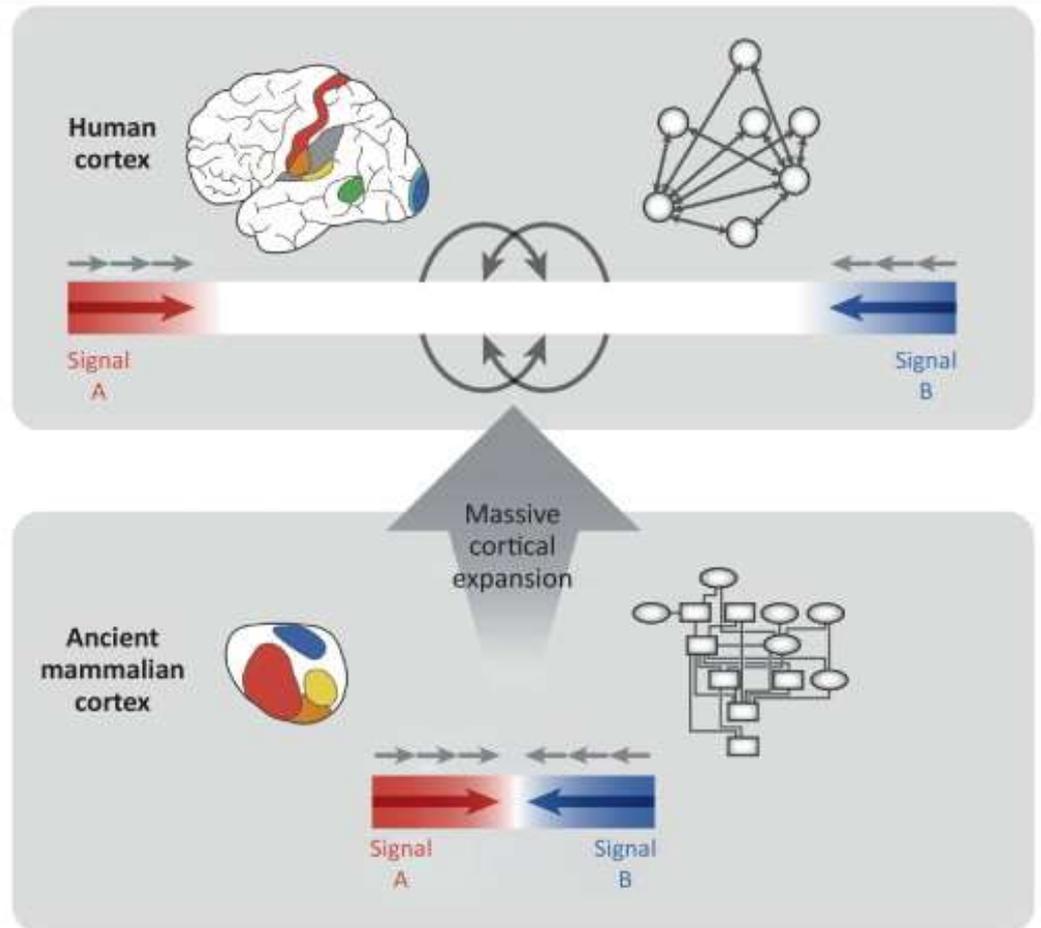




N. Tamura, 2010



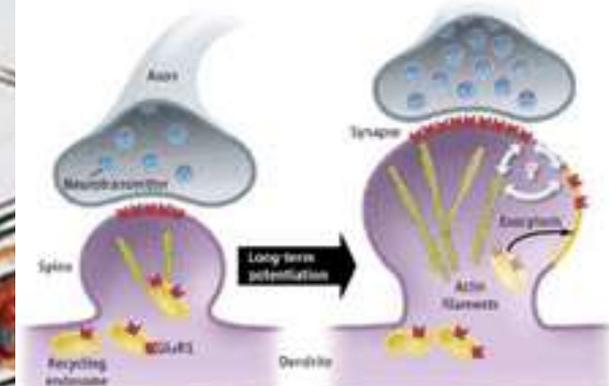
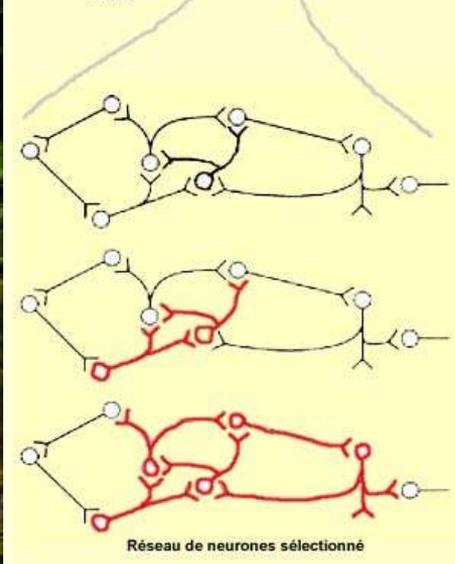
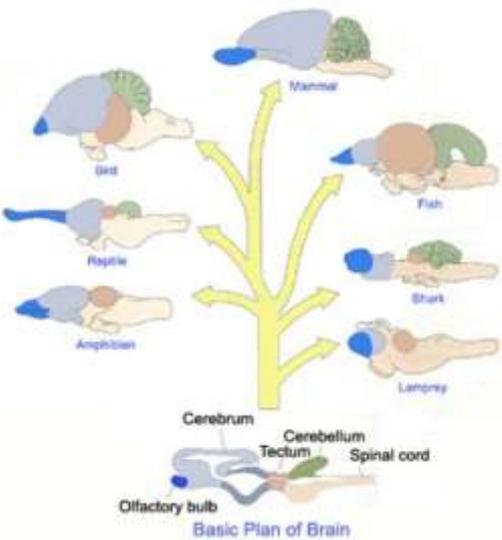
Et progressivement, on aura l'option supplémentaire de faire du « offline »



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

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





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

