

L'apport des sciences cognitives... à tous les niveaux !

UTA St-Lambert – Joliette

Hiver 2018

par Bruno Dubuc



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 mania-co-dépression
- ✦ Les troubles anxieux
- ✦ La démence de type Alzheimer

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Chercher dans le blogue

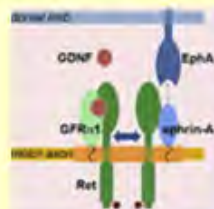
Envoyer

Catégories

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

Lundi, 13 février 2012

Des protéines qui guident le câblage cérébral



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

Instituts de recherche en santé du Canada

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

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

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Retour à l'accueil

Niveau d'explication

Débutant
Intermédiaire
Avancé

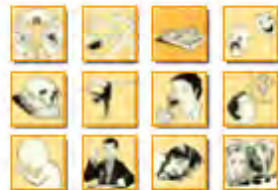


Niveau d'organisation

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

Thème

Le plaisir et la douleur



Sous-thème

La quête du plaisir

Les paradis artificiels

L'évitement de la douleur

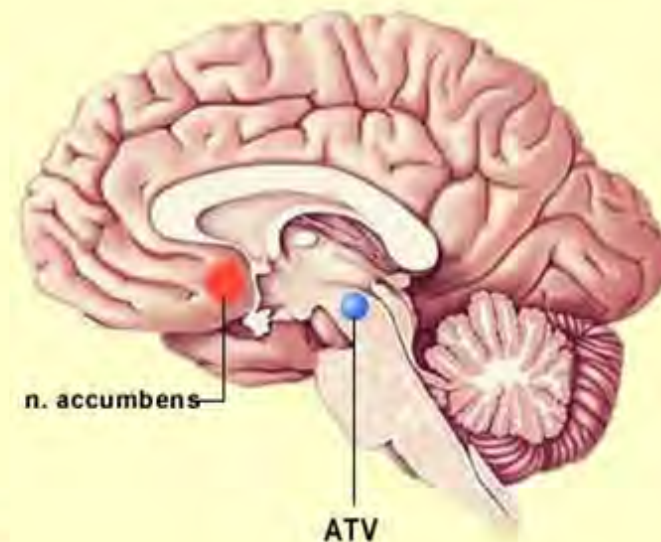


Un stimulus sensoriel qui n'apporte ni récompense ni punition est rapidement ignoré et oublié. C'est le phénomène de l'habituation qui nous fait oublier le contact de nos vêtements avec notre peau ou le tic tac de l'horloge du bureau.

LES CENTRES DU PLAISIR

1

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



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

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

3 niveaux d'explication

Niveau d'explication

Débutant
Intermédiaire
Avancé

◀ ◻ ▶



LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Titre: LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!
Auteur: [non lisible]
Mot-clé: [non lisible]

LES DIFFÉRENCES DU CERVEAU




Le cerveau est un organe complexe qui permet de penser, d'apprendre, de ressentir et de contrôler le corps. Il est divisé en différentes régions, chacune ayant des fonctions spécifiques. Les différences de structure et de fonction entre les individus peuvent expliquer certaines variations de comportement et de capacités.

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Titre: LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!
Auteur: [non lisible]
Mot-clé: [non lisible]

LES DIFFÉRENCES DU CERVEAU



Le cerveau est un organe complexe qui permet de penser, d'apprendre, de ressentir et de contrôler le corps. Il est divisé en différentes régions, chacune ayant des fonctions spécifiques. Les différences de structure et de fonction entre les individus peuvent expliquer certaines variations de comportement et de capacités.

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Titre: LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!
Auteur: [non lisible]
Mot-clé: [non lisible]

LES DIFFÉRENCES DU CERVEAU



Le cerveau est un organe complexe qui permet de penser, d'apprendre, de ressentir et de contrôler le corps. Il est divisé en différentes régions, chacune ayant des fonctions spécifiques. Les différences de structure et de fonction entre les individus peuvent expliquer certaines variations de comportement et de capacités.

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Retour à l'accueil

Niveau d'explication

Débutant
Intermédiaire
Avancé



Le plaisir et la douleur



La quête du plaisir

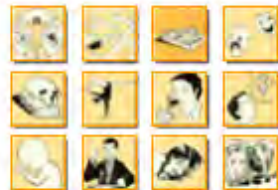
cérébral débutant

Niveau d'organisation

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

Thème

Le plaisir et la douleur



Sous-thème

La quête du plaisir

Les paradis artificiels

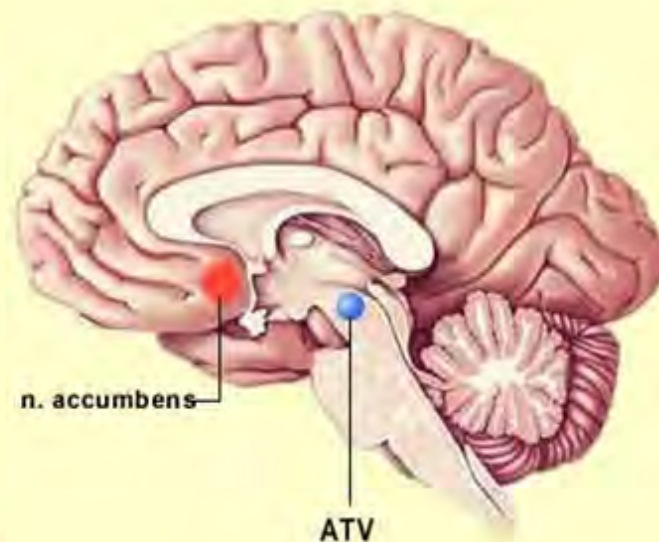
L'évitement de la douleur



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

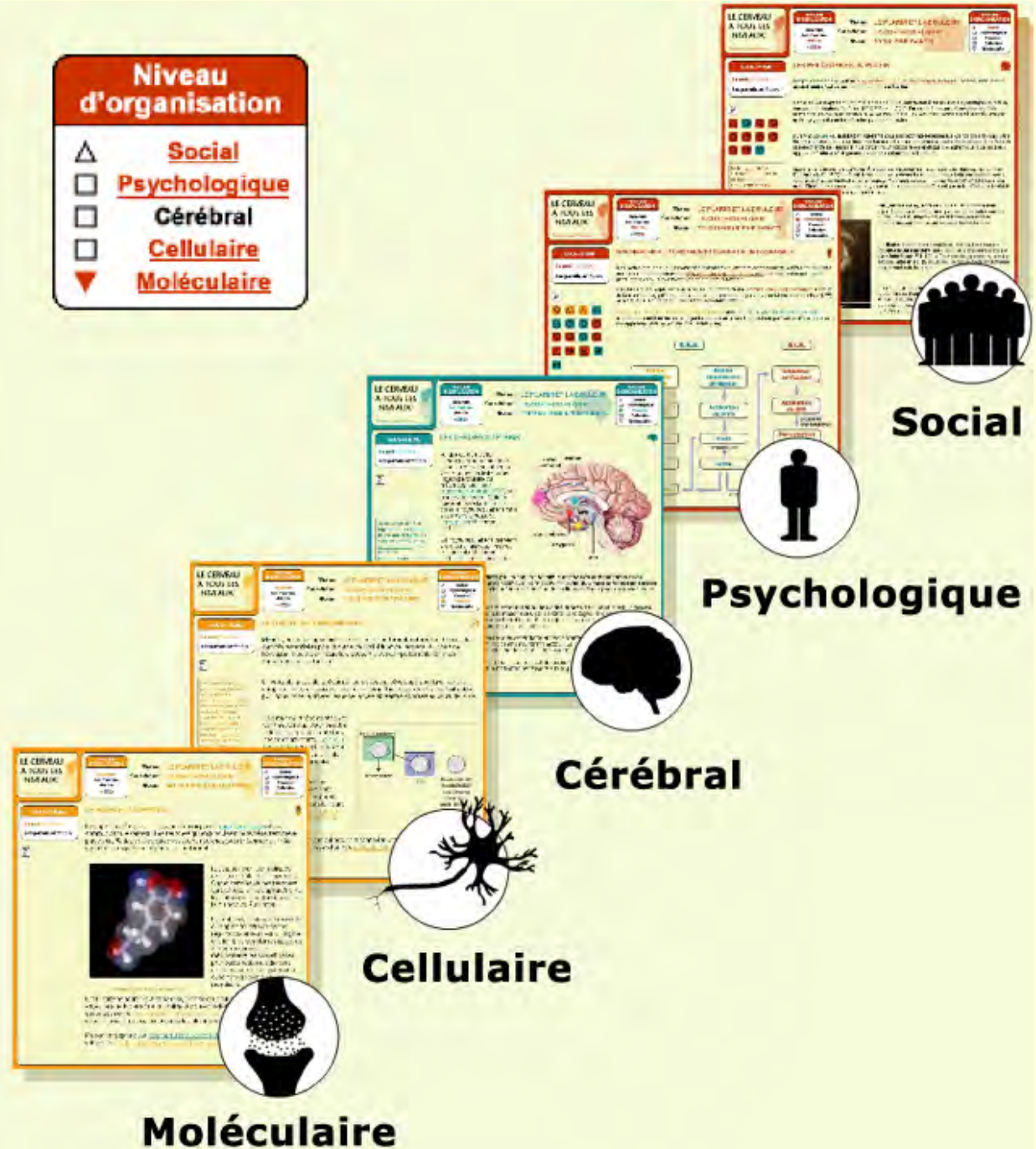
Pour qu'une espèce survive, ses individus doivent en premier lieu assurer leurs fonctions vitales comme se nourrir, réagir à l'agression et se reproduire. L'évolution a donc mis en place dans notre cerveau des régions dont le rôle est de "récompenser" l'exécution de ces fonctions vitales par une sensation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

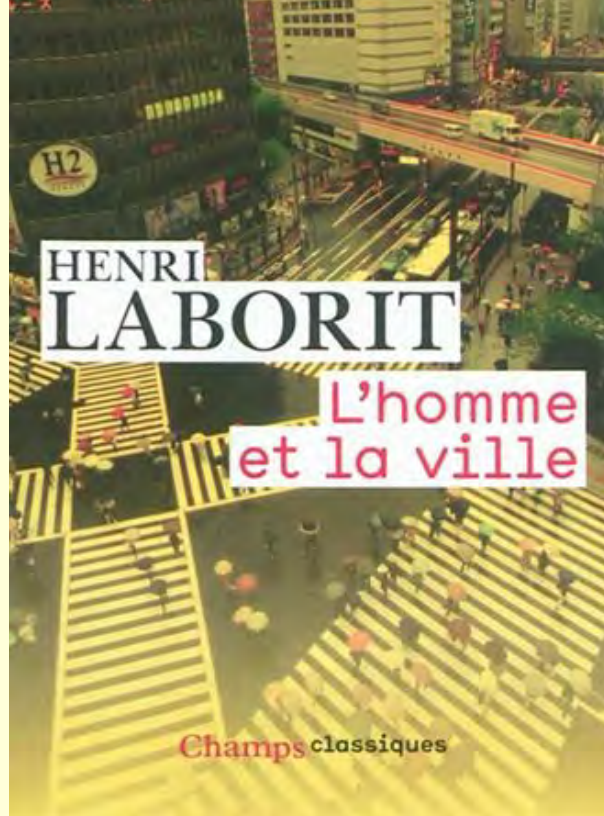


Ce sont ces régions, interconnectées entre elles, qui forment ce que l'on appelle le **circuit de la récompense**.

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.

5 niveaux d'organisation





LES DÉBROUILLARDS
DRÔLEMENT SCIENTIFIQUE !

QUÉBEC SCIENCE

Institut de recherche en santé du Canada

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Niveau d'explication

Débutant
Intermédiaire
Avancé

Retour à l'accueil



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



Cet hiver, le séminaire interdisciplinaire portera sur les Grands débats actuels en sciences cognitives. Il sera question des concepts, thèses et méthodes qui suscitent de vifs débats encore aujourd'hui comme la notion de modularité, la

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 vertige supracond

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



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.

"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 CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

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

Recherche

Principales présentations

- Du simple au complexe
 - Autisme des réseaux d'organisation
 - Fonction des réseaux d'organisation
- Le langage de l'évolution
 - Mère langage
- Le développement de nos facultés
 - De l'émotion à la conscience
- Le plaisir et la douleur
 - La quête du plaisir
 - Les plaisirs artistiques
 - L'éveil
- Les déficients cognitifs
 - La vision
- Le corps en mouvement
 - Publiser un croquis volontaire

Recommander "L'école des profs"

Fonctions comparées

- Au cœur de la mémoire
 - Les traces de l'apprentissage
 - Où et comment
- Que d'évolutions
 - Pour sentir et agir
 - Des atouts attachés
- 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

De la fonction locale

- Les troubles de l'esprit
 - Dépression et trouble dépressif
 - Les troubles anxieux
 - La démence de type Alzheimer

La BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Accueil du site

Recherche

Neurones inhibiteurs : plus qu'un simple frein

On connaît l'existence des cellules gliales depuis aussi longtemps que les neurones mais ce n'est que depuis deux ou trois décennies que l'on découvre leur rôle important dans la communication de l'information. De même, en fait depuis fort longtemps aussi qu'entre les gros neurones excitateurs du cortex cérébral se trouve une multitude de petits neurones inhibiteurs. Or de simples « freins » de l'activité corticale, ceux-ci révèlent eux aussi peu à peu une diversité de nature, de forme, de connectivité et de fonction.

NOUVELLES RÉCENTES SUR LE CERVEAU

Abonnez-vous !

Faire un don

Après nous avoir appuyés pendant plus de six ans, des reclassements budgétaires ont forcé l'INMIST 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 financement. Nous nous voyons contraints de nous en remettre

Plan du cours

- Cours 1:** A- Vue d'ensemble et multidisciplinarité des sciences cognitives
B- Du Big Bang aux primates (- 13,7 milliards d'années à - 65 millions d'années)
- Cours 2:** A- Des primates aux sociétés humaines (de - 65 millions d'années à 1900)
B- De la théorie du neurone au piège du « cerveau-ordinateur » (1900-1980)
- Cours 3 :** A- Évolution de nos mémoires et rôle de l'hippocampe
B- Apprendre à associer, de la liste d'épicerie aux championnats de mémoire
- Cours 4:** A- Cartographie anatomique du cerveau d'hier à aujourd'hui
B- Imagerie cérébrale fonctionnelle : voir nos réseaux cérébraux s'activer
- Cours 5 :** A- Des réseaux qui oscillent à l'échelle du cerveau entier
B- Éveil, sommeil et rêve
- Cours 6 :** A- « Cerveau – Corps » : la cognition incarnée (1990 et +)
(liens système nerveux, hormonal et immunitaire)
B- « Cerveau – Corps – Environnement » (cognition située et prise de décision)
- Cours 7 :** A – Les « fonctions supérieures » : l'exemple de la lecture et de l'attention
B- Les analogies, les concepts et leur représentation cérébrale
- Cours 8 :** A- Quelques grandes questions à la lumière des sciences cognitives modernes
B- Vers où aller maintenant : plaidoyer pour une pédagogie qui tient compte de tout ça!

Billets par catégorie



Abonnez-vous !

**NOUVELLES
RÉCENTES
SUR LE CERVEAU**



Deric Bownds'
Mindblog



Neuroforecasting crowd
funding outcomes

Do Americans care
about rising inequality?

How to regulate Artificial
Intelligence

How "ought" exceeds
but implies "can"

Debate over a scientific
wellness study.

BrainFacts.org



Lundi, 11 septembre 2017

Ma série de cours résumée dans ce blogue les 8 prochaines semaines



Pour les deux prochains mois à partir de la semaine prochaine, je vous propose un format un peu différent pour ces billets de bogue du lundi que je publierai... le mardi ! Explication du pourquoi et du comment...

Le pourquoi, c'est que je donnerai à partir de la semaine prochaine **ma série de 8 cours de 2h15 environ** dans deux **universités du troisième âge (UTA)** de la région de Montréal, celle de Longueuil et celle de St-Bruno. Ma journée du lundi et celle du mercredi seront donc en grande partie consacrées à ce cours, ce qui ne me permettra pas d'écrire mon billet le lundi comme à mon habitude **depuis bientôt 7 ans**. Je me suis donc dit que je l'écrirais le mardi. Mais je me connais : je voudrai plutôt améliorer les choses qui ont moins bien passées dans mon cours de la veille pour mon cours du lendemain, tenir compte de certaines questions des gens, etc. Bref, je ne serai pas en mesure de bien résumer des articles scientifiques récemment parus parce que j'aurai la tête ailleurs. Que faire alors ?

Trois remarques avant de commencer :

1)

Je ne suis pas médecin. Je ne suis pas professeur. Je ne suis pas spécialiste.

Je suis un « généraliste » né avec une maladie incurable... la curiosité !

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

- Jean-Didier Vincent,
Biologie des passions (1986)



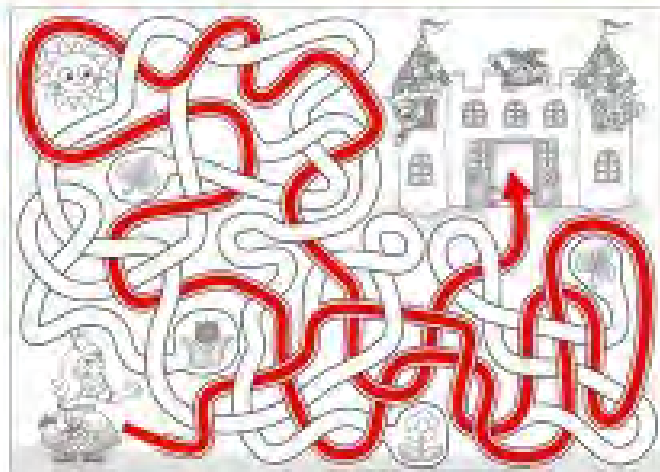
2) Les connaissances scientifiques dans un vaste domaine comme les sciences cognitives sont virtuellement infinies (et généralement on ne se plaint pas que mes cours en manquent...)

Mais en 20h de cours, on ne pourra donner qu'une image bien partielle...



D'où la difficulté de trouver un chemin pédagogique dans ce labyrinthe de connaissance...

...et 3) **essayer de me renouveler** tant dans le contenu de mes cours qu'au niveau de mon approche pédagogique durant nos 8 séances.



À commencer par prendre quelques minutes pour vous demander si vous avez des attentes en termes de contenu pour le cours...



Cours 1: Vue d'ensemble, puis du Big Bang aux primates
(- 13,7 milliards d'années à – 65 millions d'années)

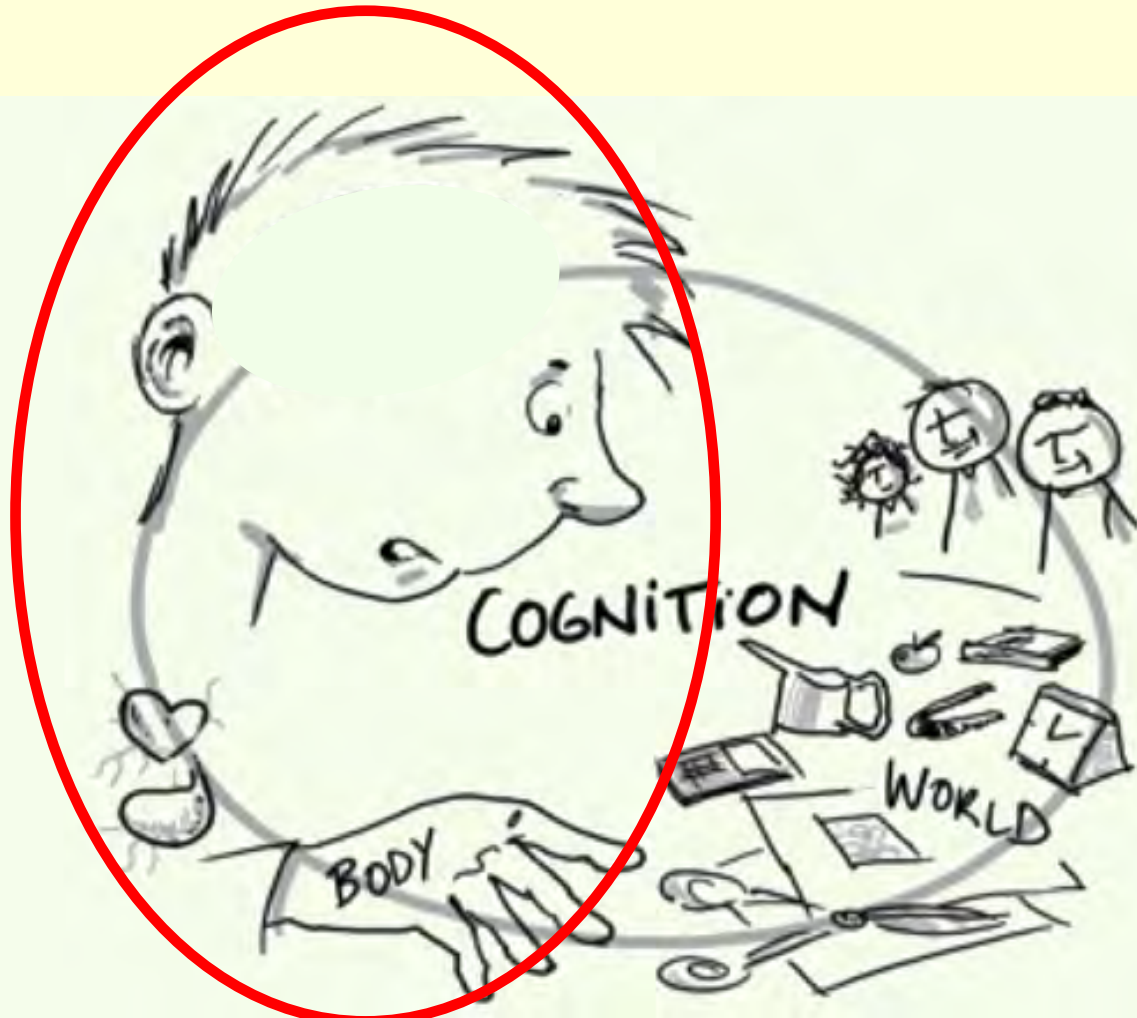


*Le silence éternel de ces espaces infinis m'effraie
Pascal.*

Pourquoi le cerveau a besoin du corps et de l'environnement pour penser

<http://www.upopmontreal.com/hiver-2017/pourquoi-le-cerveau-a-besoin-du-corps-et-de-lenvironnement-pour-penser/>

3 mai 2017





Comportements

**Approche
(recherche de plaisirs)**



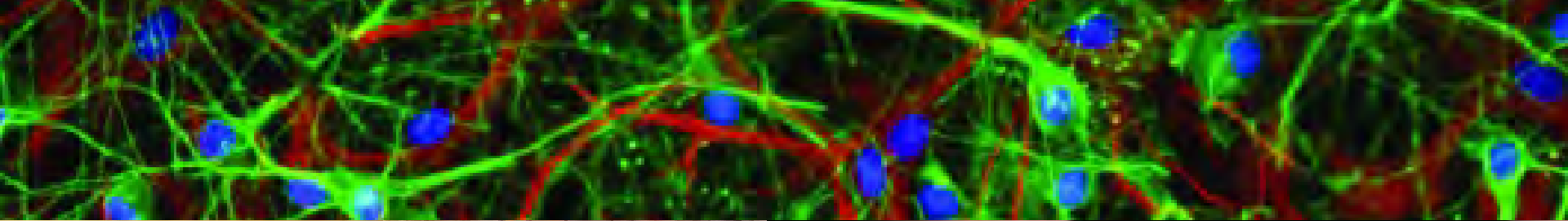
**Évitement de
la douleur**

manger,
boire,
se reproduire

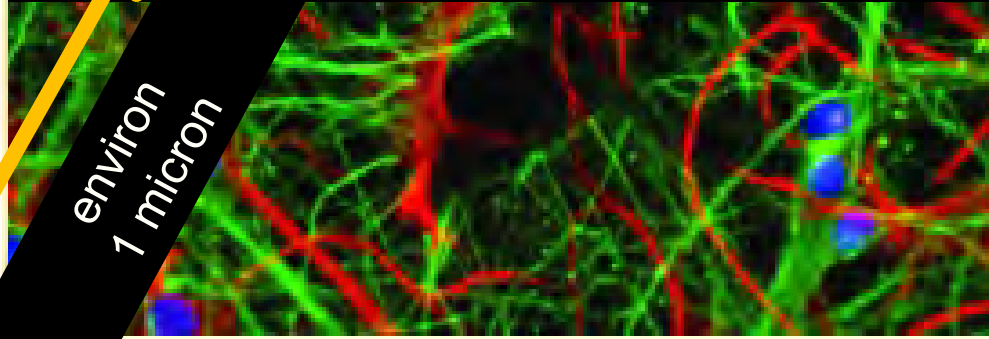
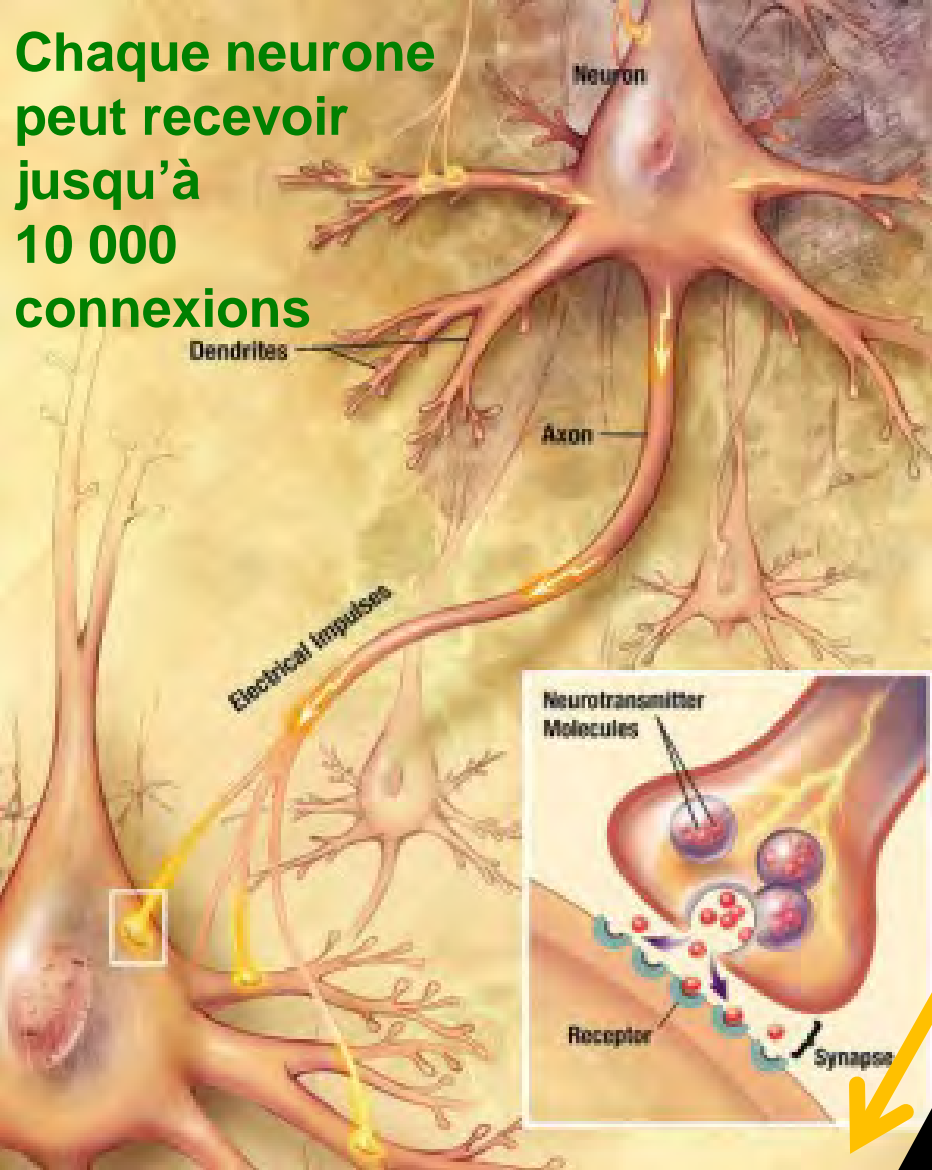
protéger son
intégrité physique



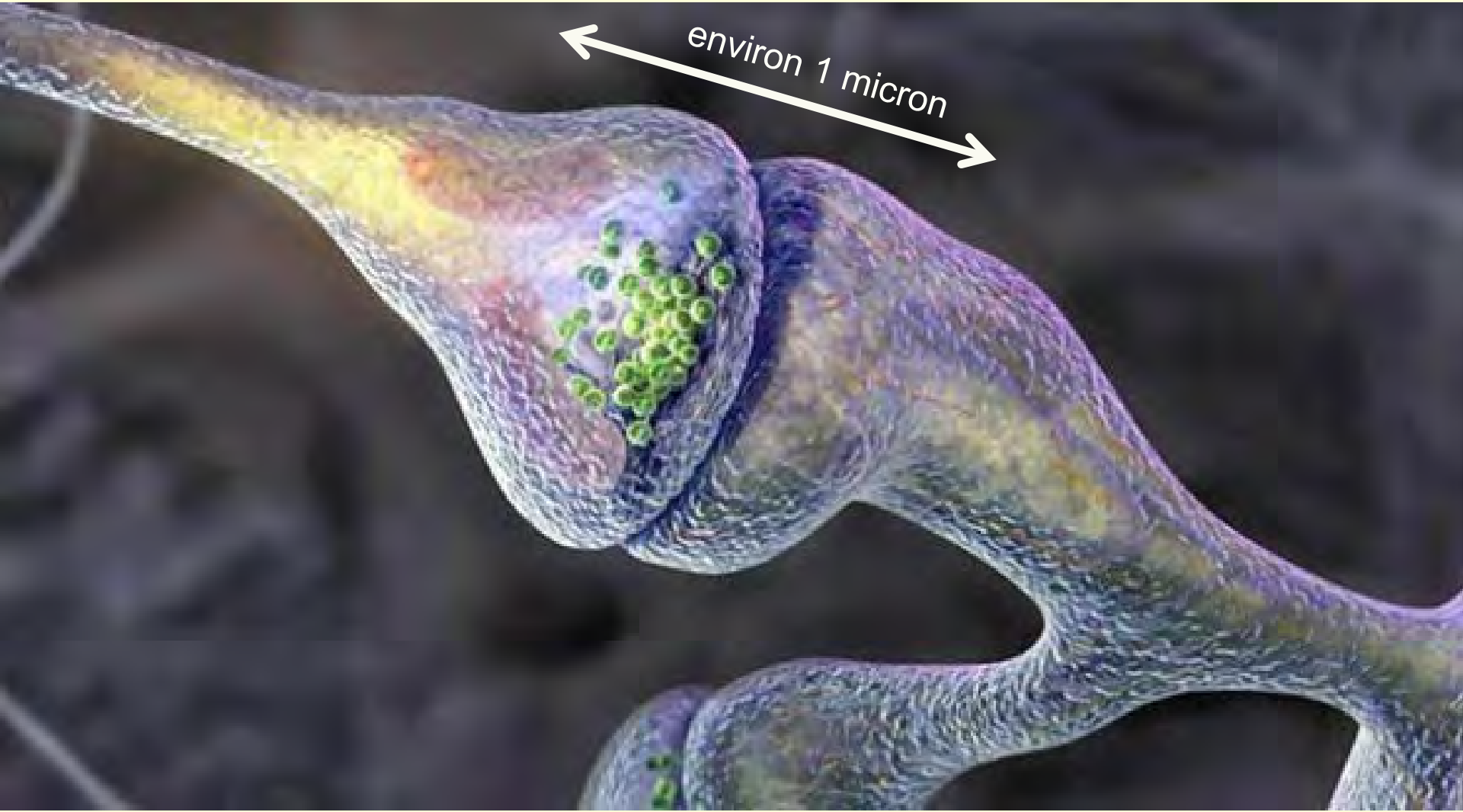




Chaque neurone
peut recevoir
jusqu'à
10 000
connexions



environ
1 micron

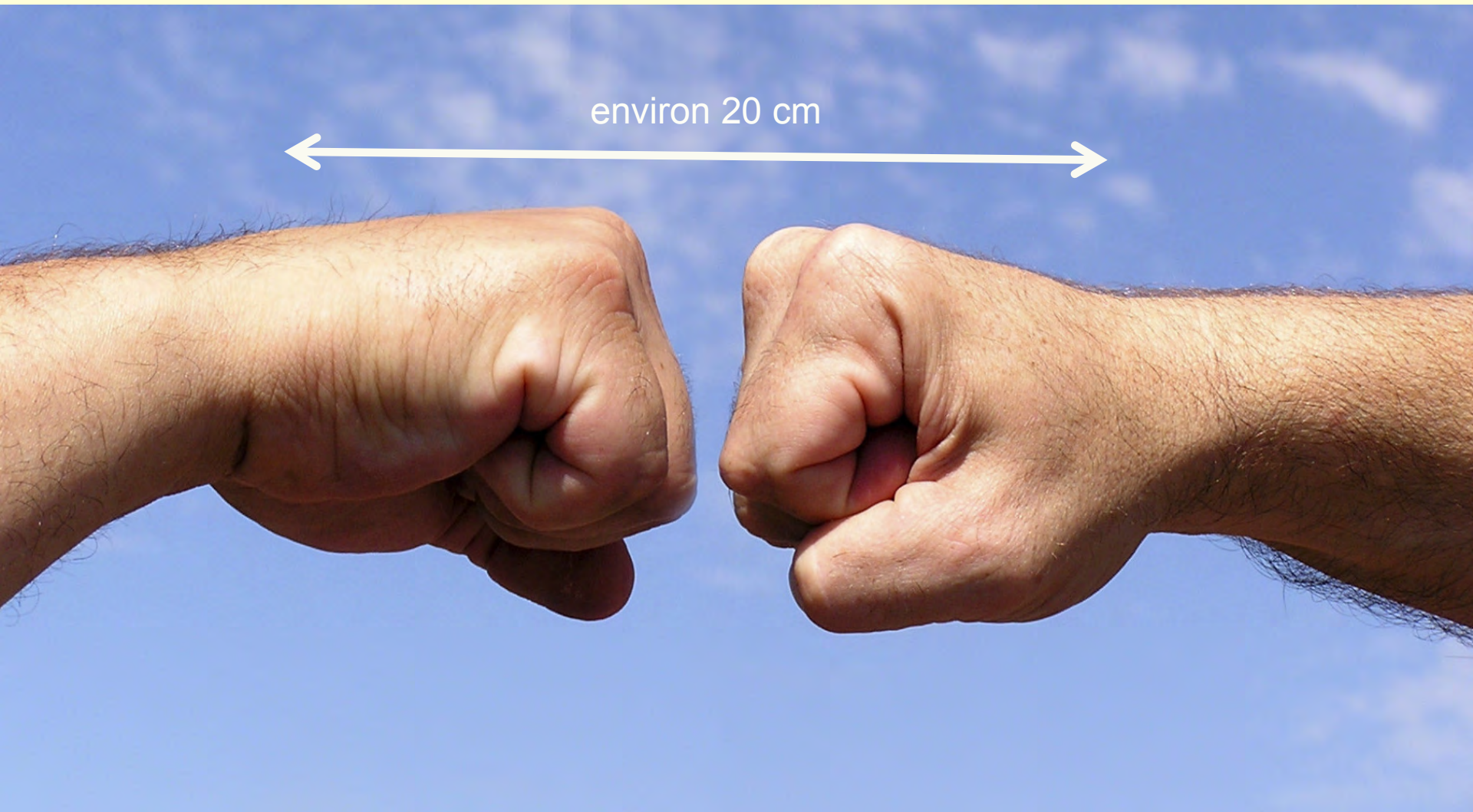


environ 1 micron

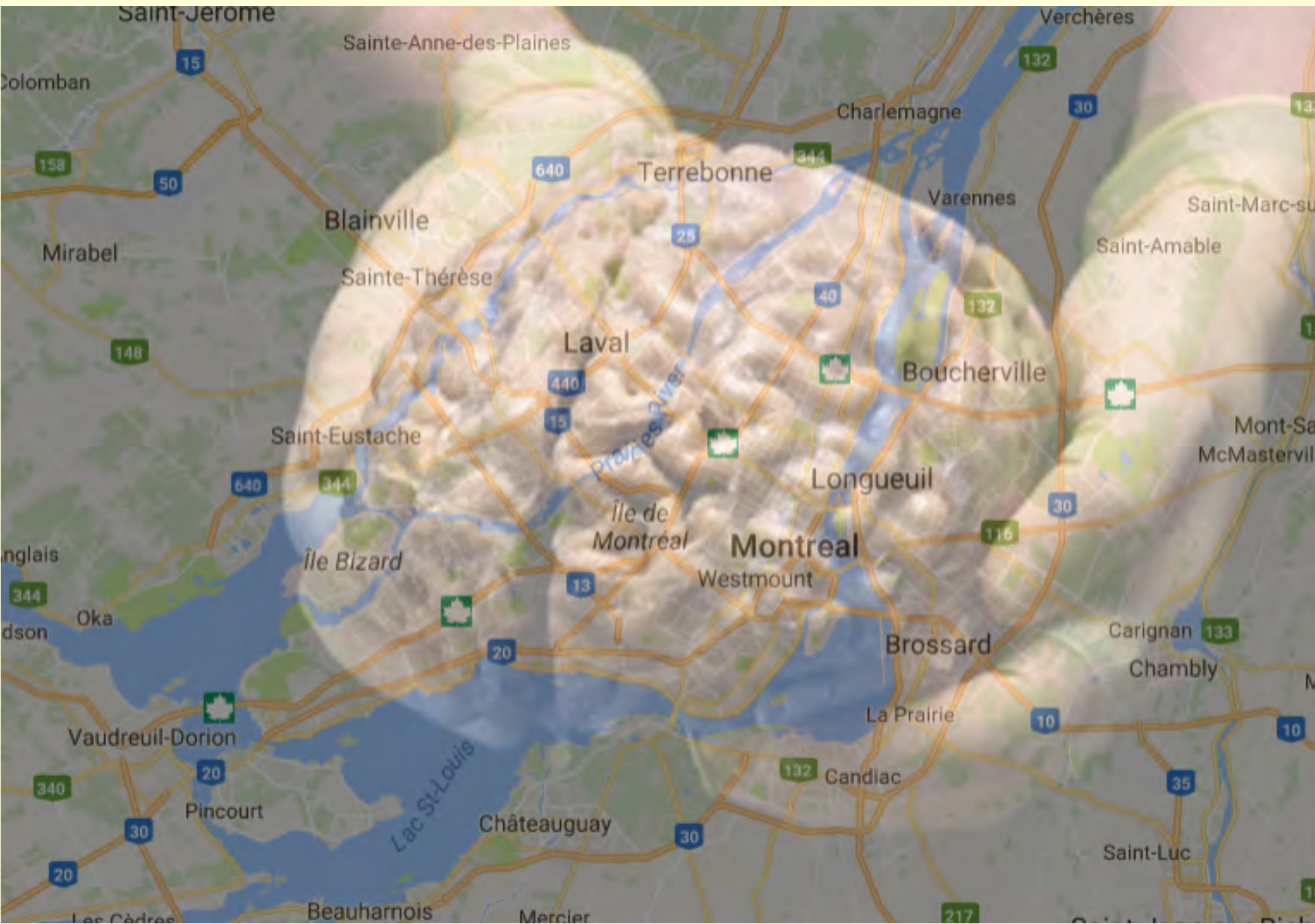


environ 20 cm

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

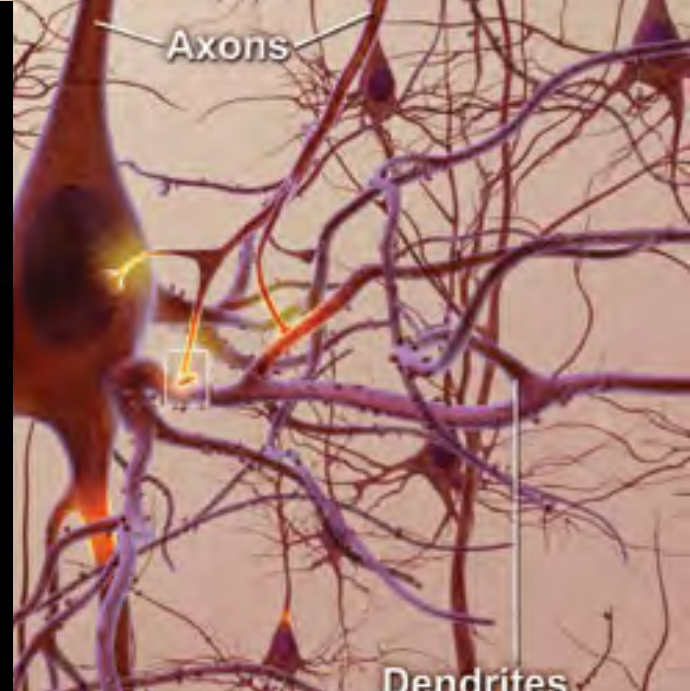


Alors : $0,2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} / 0,000 \text{ } 001 \text{ m} = 40 \text{ } 000 \text{ m} = \mathbf{40 \text{ km}}$

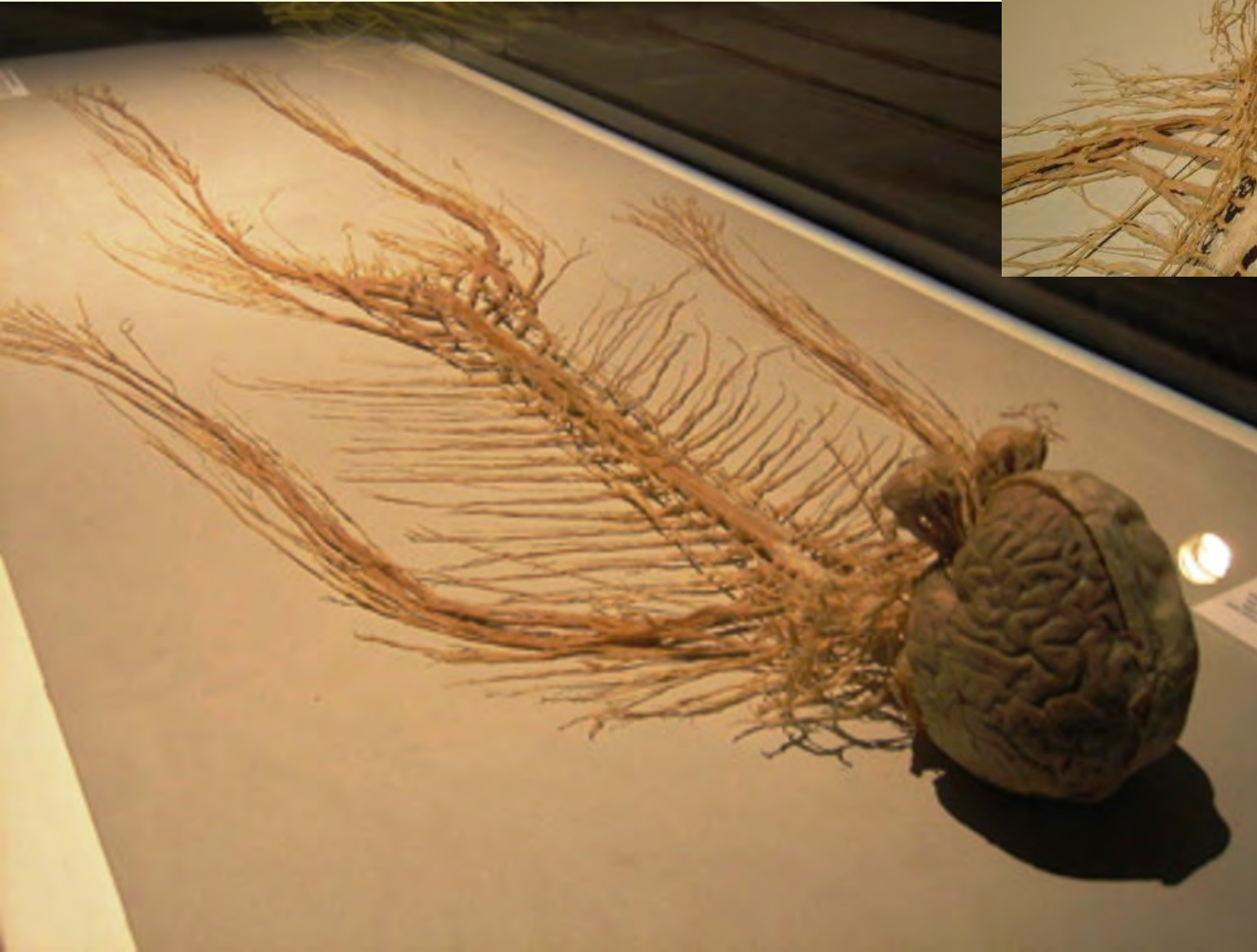


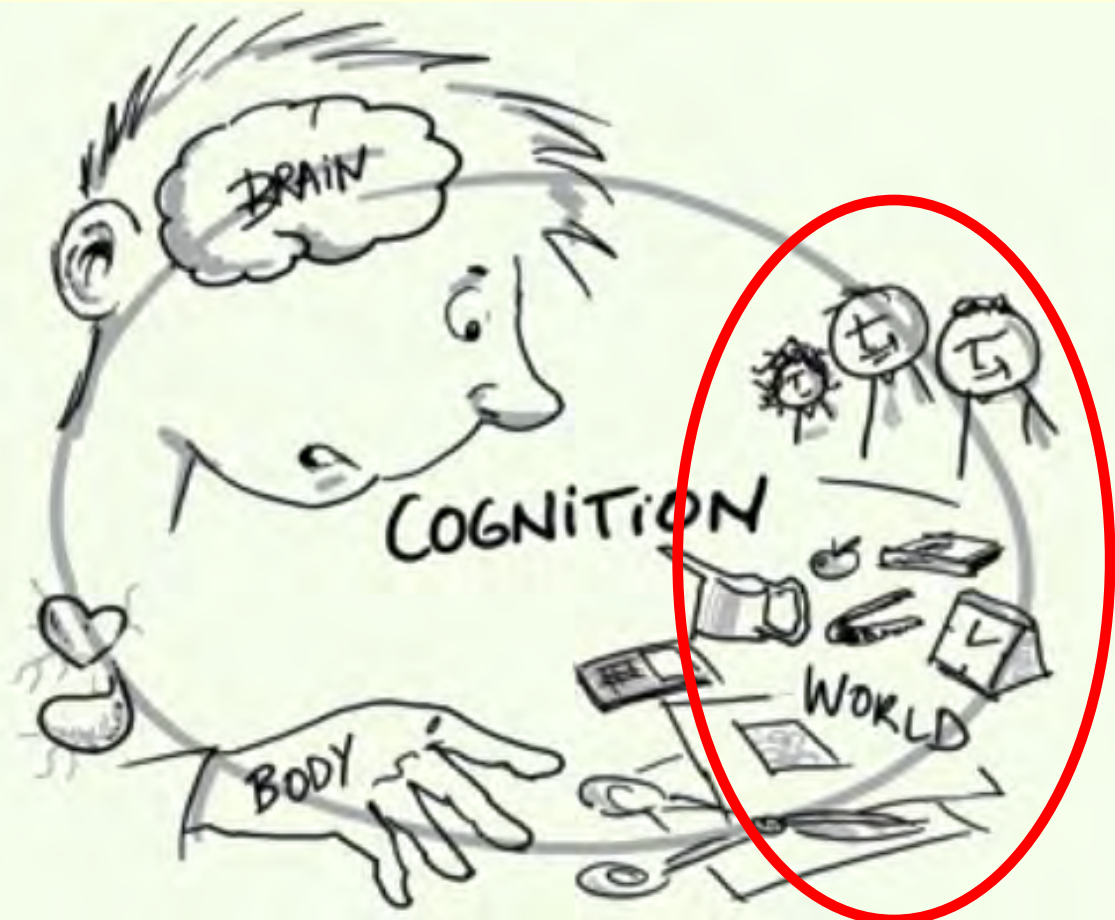
Et si on mettait
bout à bout tous
ces petits câbles,

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



Sans parler de tous les nerfs du système nerveux **périphérique** et des **nerfs crâniens**...



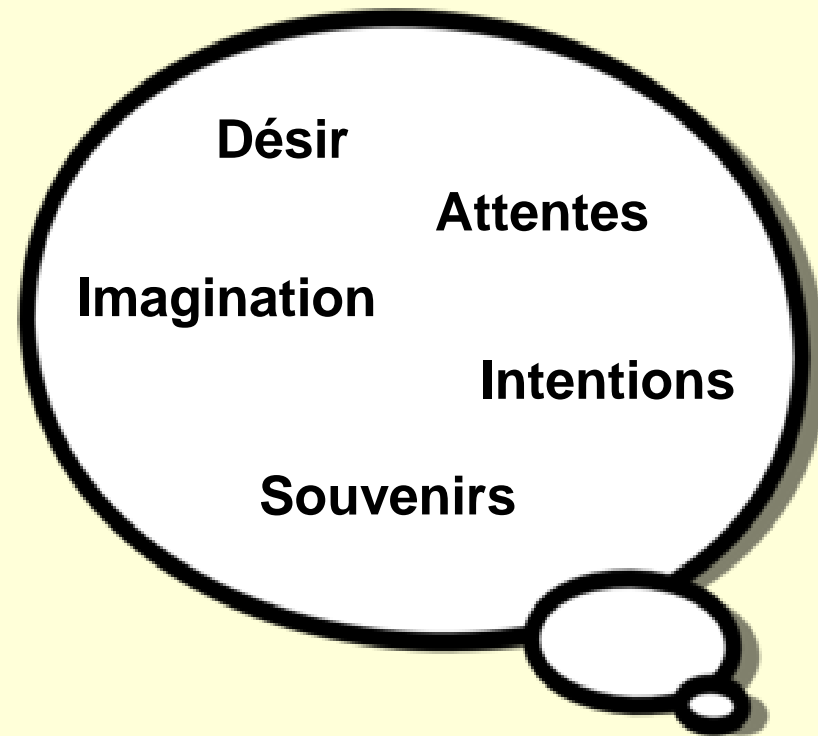




Langage : représentations symboliques communes permettant de coordonner nos actions



L'aspect **subjectif** est
LA caractéristique
unique du cerveau
comparé à tout autre
objet...





Approche
« subjective »
ou

à la 1^{ère}
personne

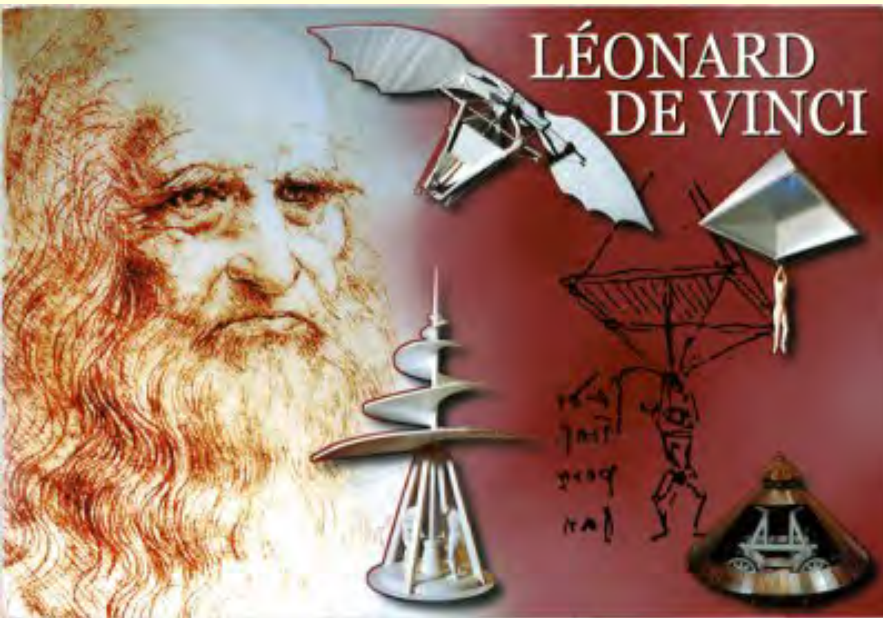




Le grand défi est de tenter
de relier cet aspect
subjectif de la pensée
à l'étude **objective**
du corps et du cerveau !



D'où viennent les disciplines qui vont nous accompagner durant ce cours et qui sont concernées par ce problème ?



Léonard de Vinci (1452 - 1519)

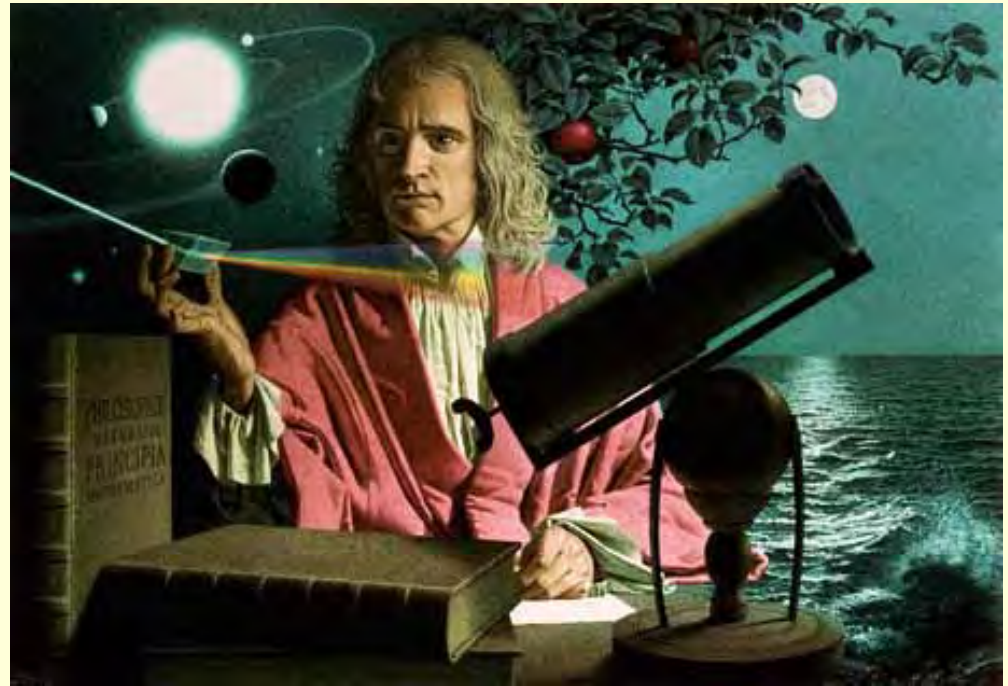
La figure du « **savant universel** »

Peintre, sculpteur, orfèvre, musicien, architecte, physicien, astronome, géologue, géomètre, anatomiste, botaniste, alchimiste, inventeur visionnaire, ingénieur mécanicien, militaire, horloger, urbaniste, etc.



**René Descartes
(1596-1650)**

Descartes avait encore cette ambition de tout embrasser, de tout expliquer...



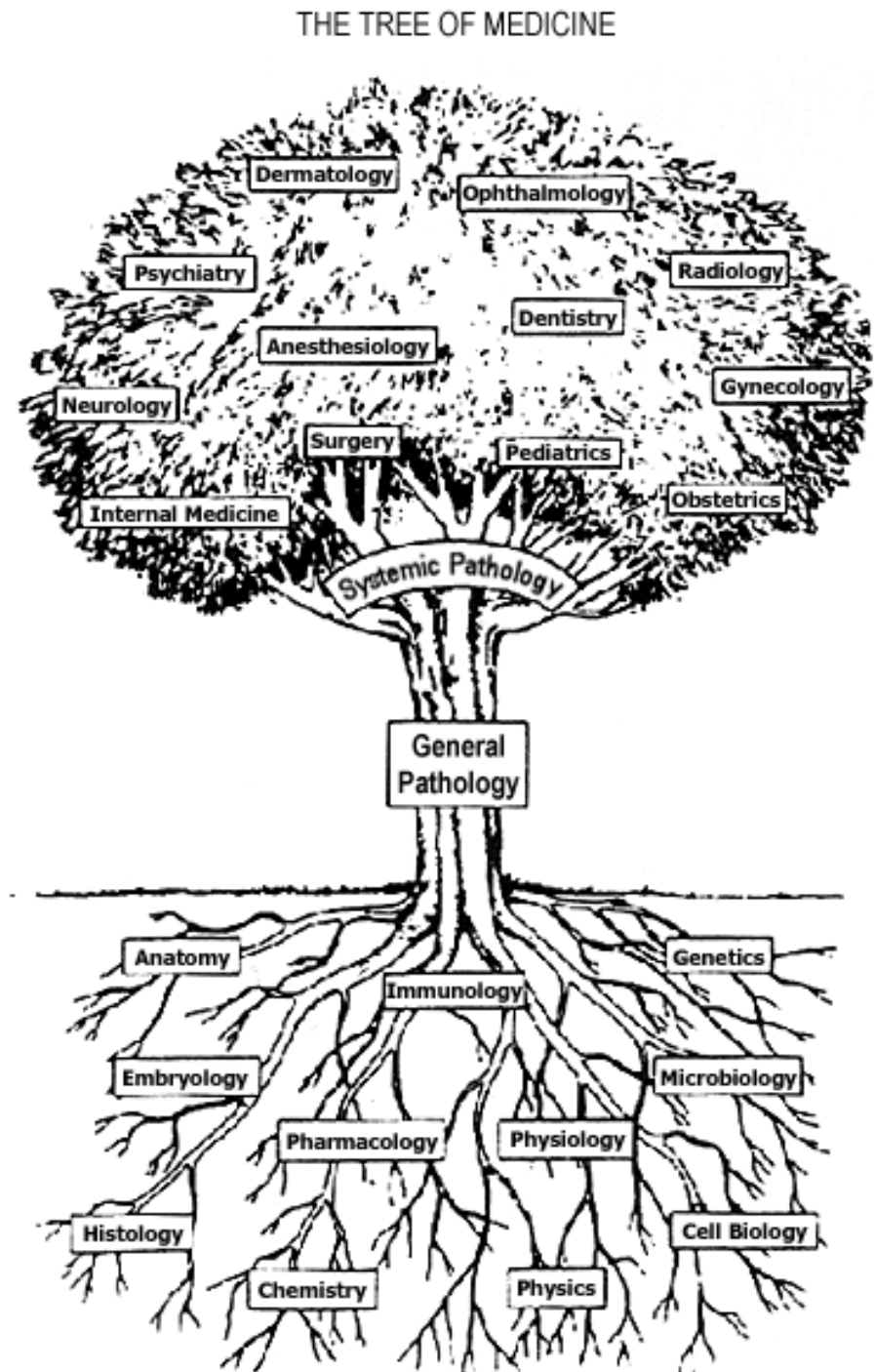
**Isaac Newton
(1642-1727)**

C'est un peu à partir de Newton que des spécialités se sont créées en science;

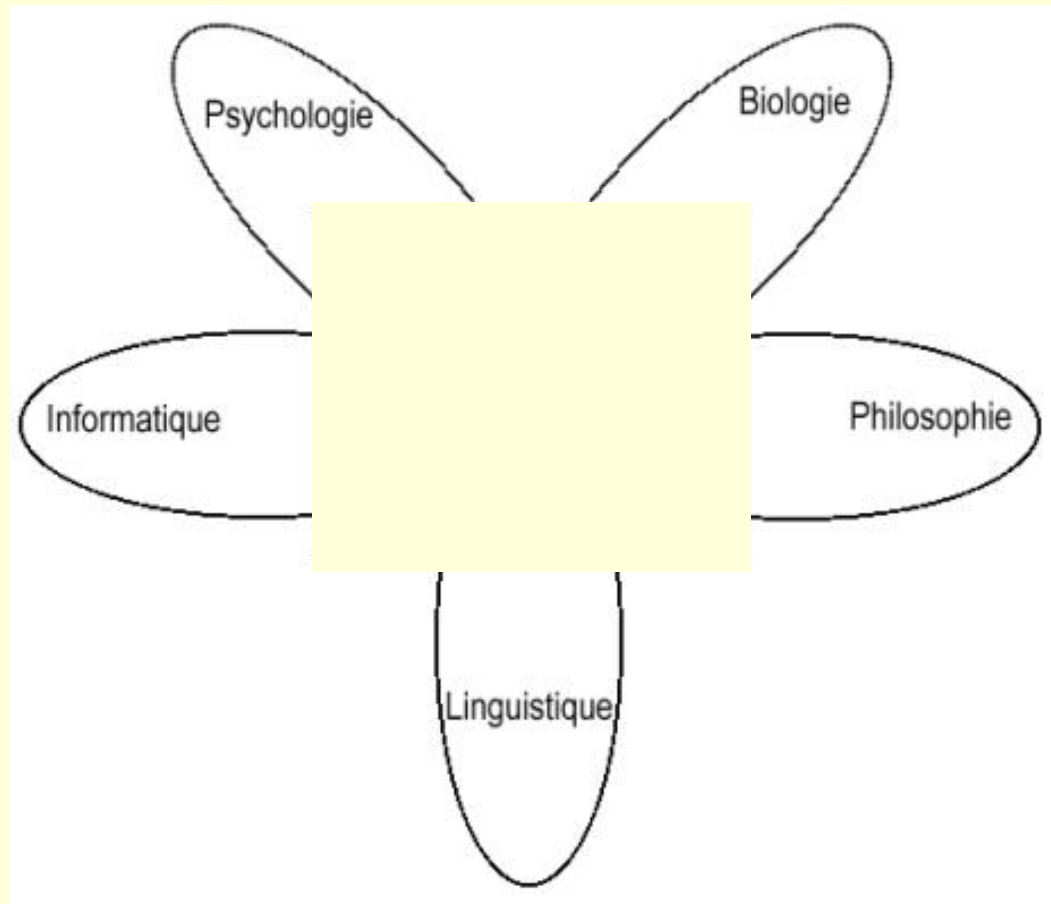
Newton dira que ses lois expliquent ceci ou cela, mais pas **tout** cela...

Puis, avec le **XXe siècle**, les disciplines scientifiques deviennent de plus en plus **spécialisées**.

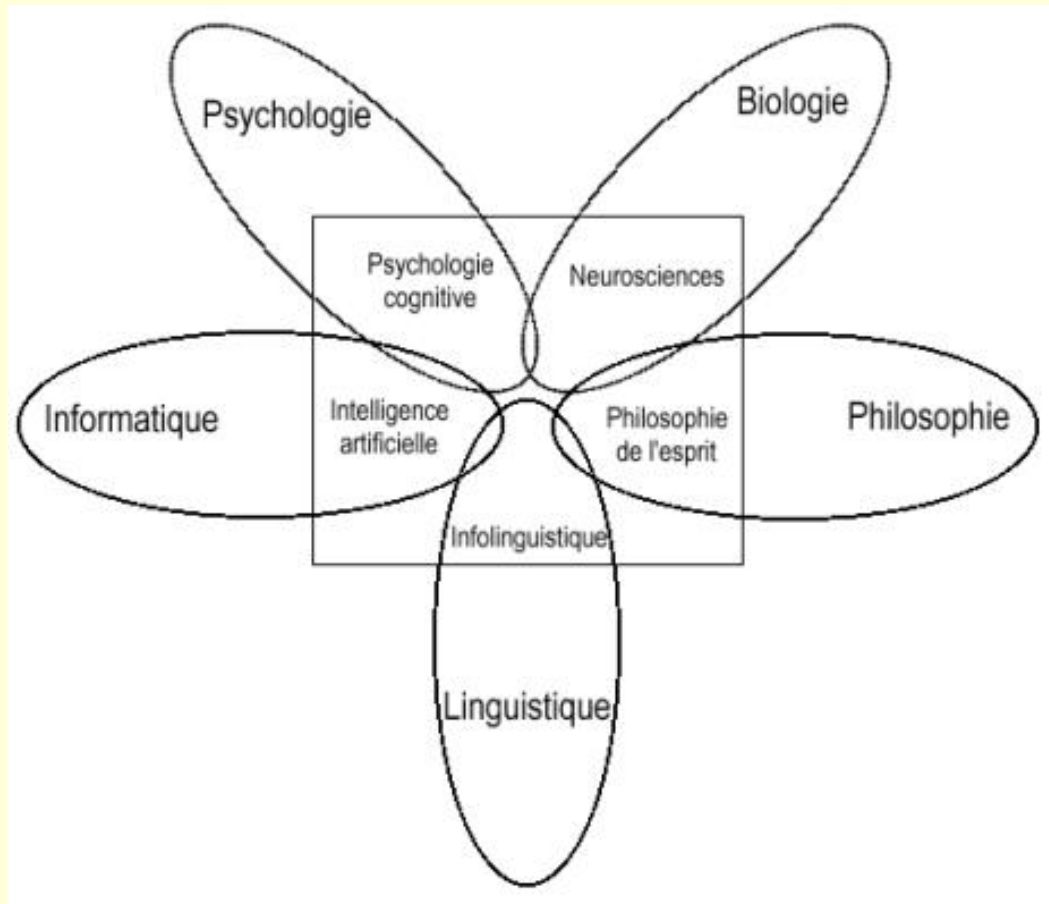
Et le « **spécialiste** » devient synonyme de bon scientifique...



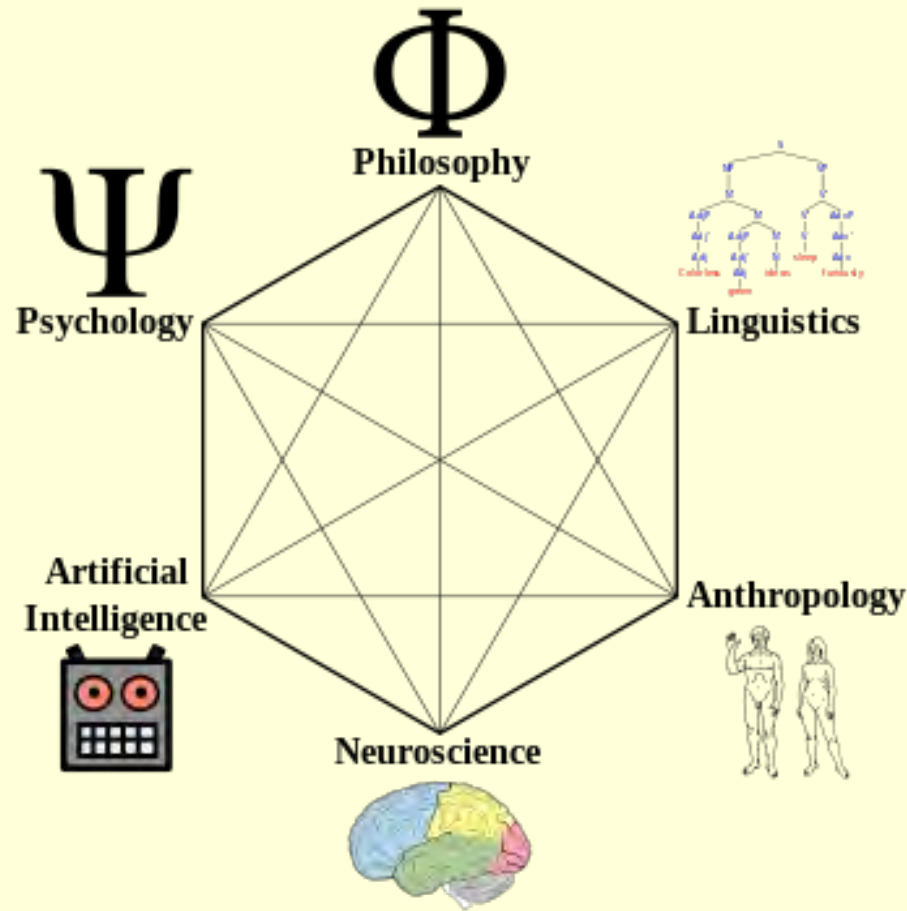
Et donc durant le XXe siècle on va passer de ceci...



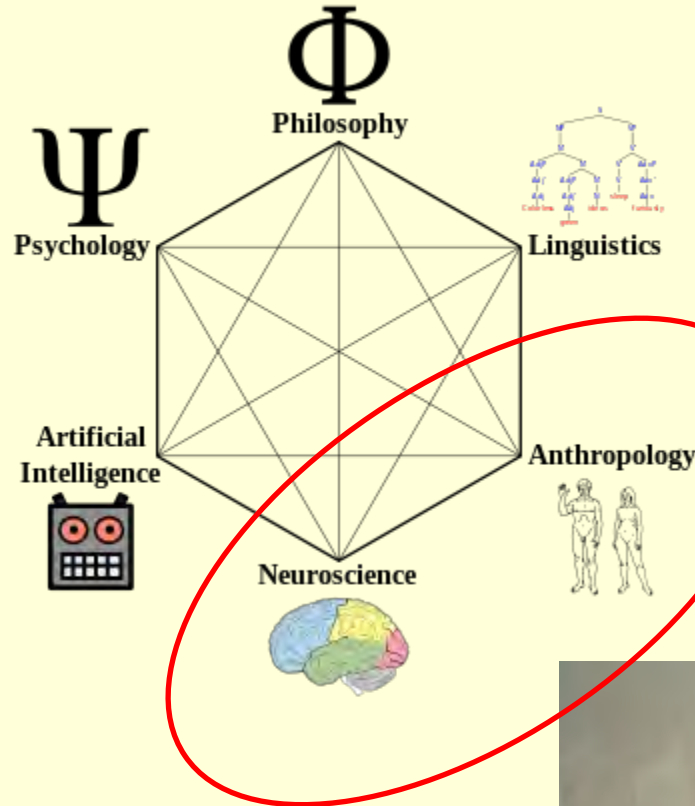
...à cela, c'est-à-dire à des disciplines s'intéressant toutes au **fonctionnement de la pensée humaine et qui essaient de collaborer.**



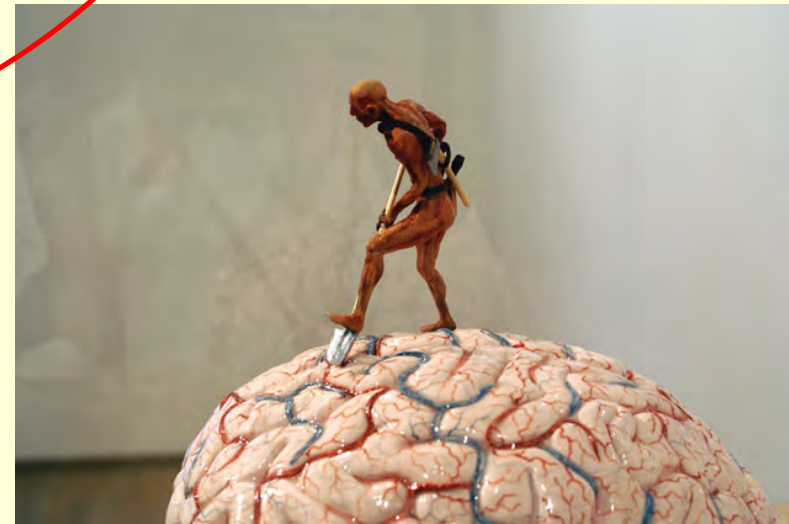
Et qui vont se constituer ce qu'on appelle les « **sciences cognitives** »



Dont certaines disciplines vont s'intéresser davantage à

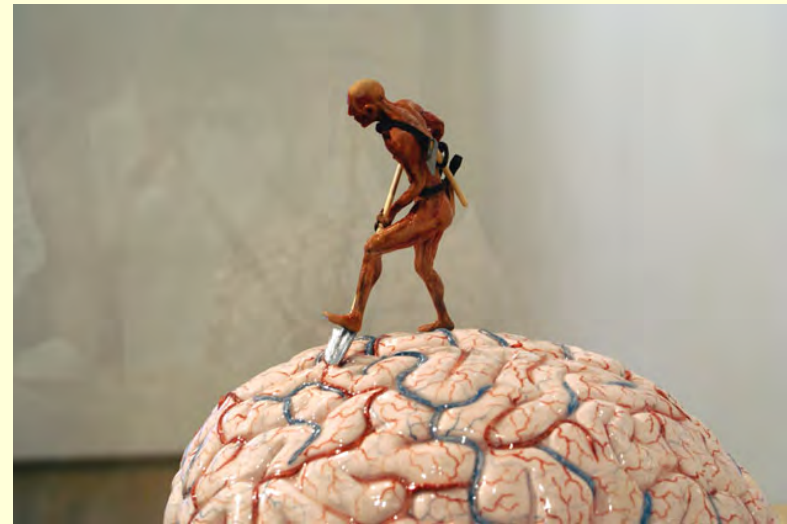
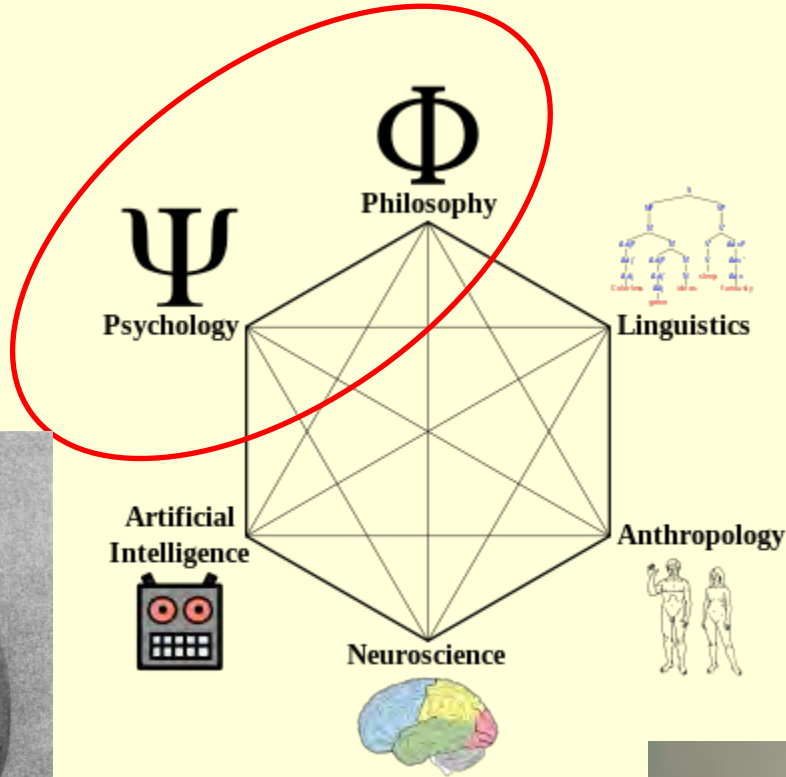


l'aspect « objectif »
ou à la 3^e personne

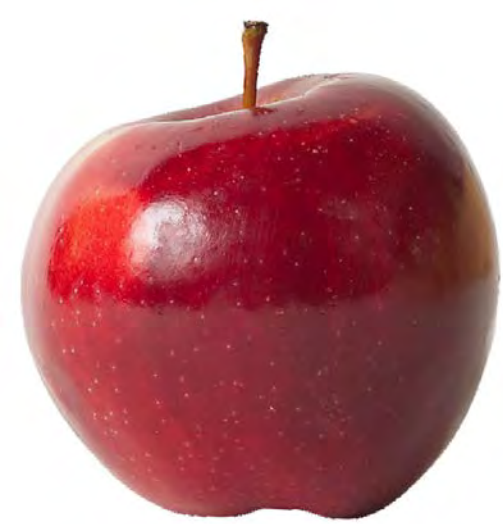


Dont certaines disciplines vont s'intéresser davantage à

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

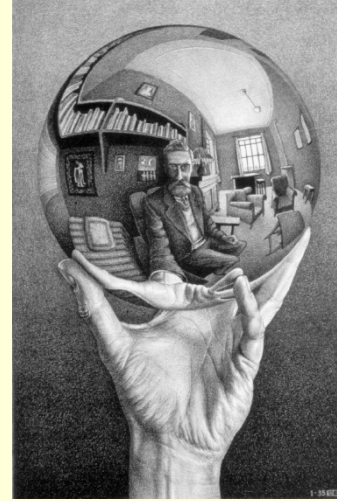


Et ce n'est pas facile de concilier les deux...



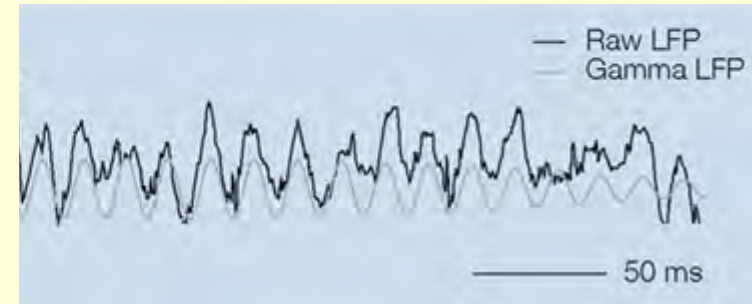
Le rouge que l'on ressent à la vue de cette pomme...

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

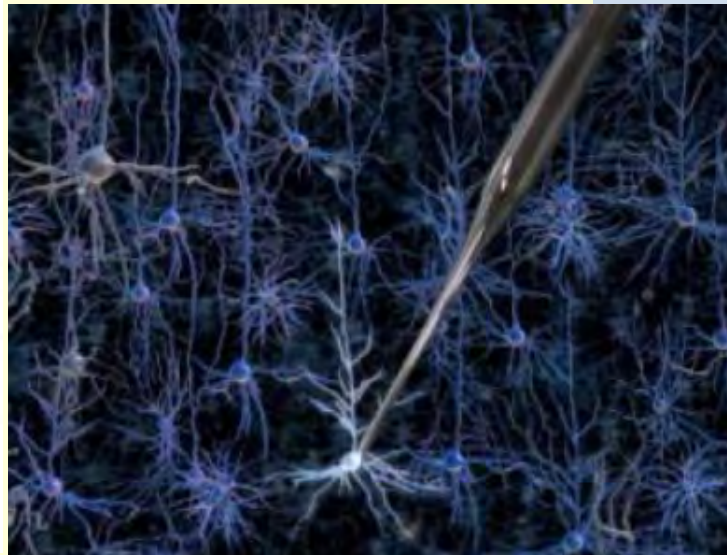
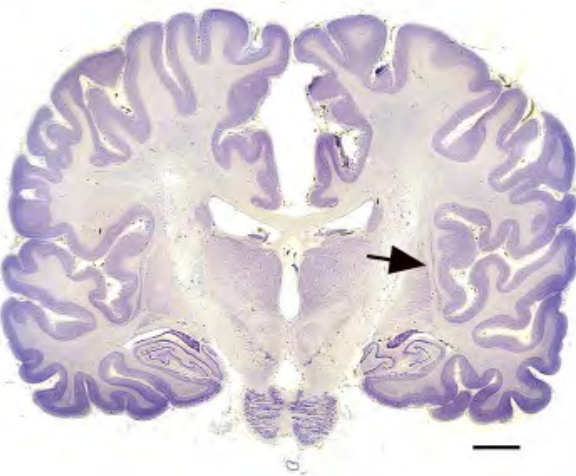


Mais il est où le rouge dans notre cerveau ?

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



B



Depuis des siècles les philosophes se butent sur cette **dualité « objectif / subjectif »** qui peut prendre plusieurs étiquettes :

Esprit / corps (mind / body)

Sujet / objet (self / world)

Observateur / observé

Etc...

Et l'on va voir durant le cours, à la suite de penseur comme Francisco Varela, que la meilleure façon d'éviter de rester pris dans ces oppositions,

c'est de faire des **aller retour constants** entre un travail de catégorisation des états subjectif et des états neurophysiologiques.

états subjectifs

Besoin

Douleur

Désir

Etc.

(sont des catégories élémentaires de la psychologie populaire (« folk-psychology ») : résultent d'une **réciprocité** entre ce qui est vécu et l'emploi public de ces termes)

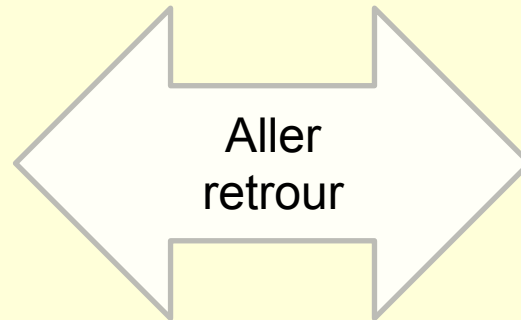
états neurophysiologiques

Cortex visuel primaire

Réseau du mode par défaut

Synchronisation d'activité nerveuse

Etc.

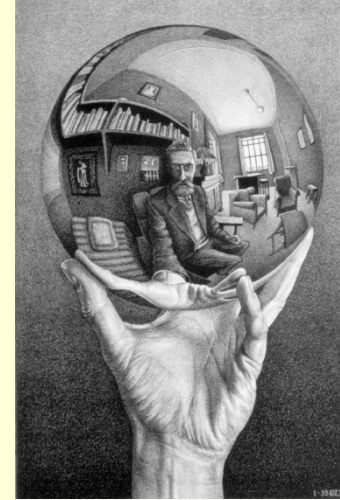


C'est la même chose pour des catégories plus raffinées :

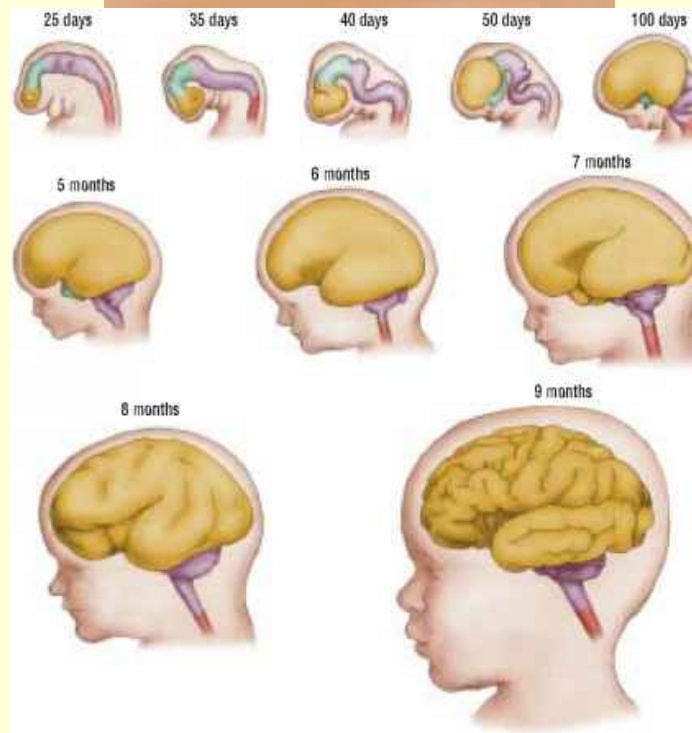
Attention focalisée versus
attention ouverte
en méditation

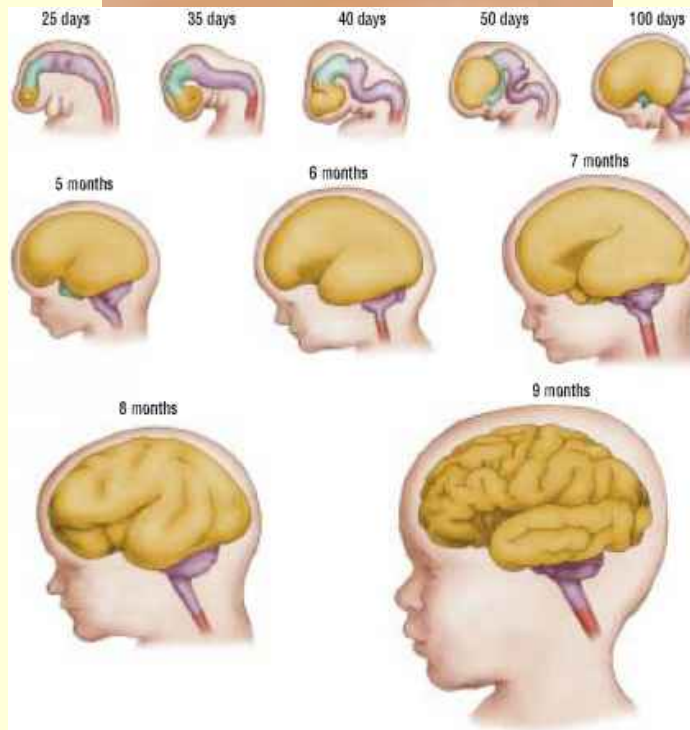
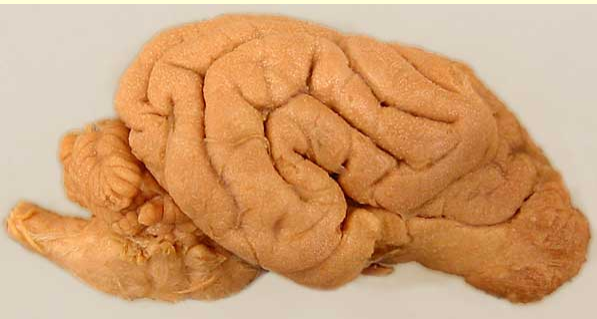
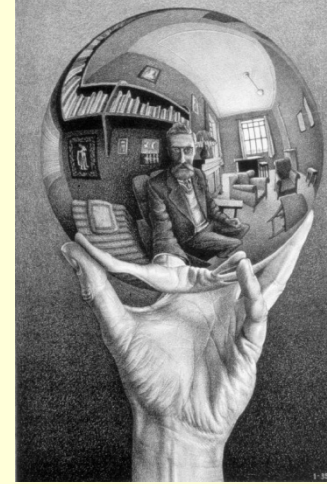
Dépolarisation membranaire
amenant une excitabilité accrue
dans tels neurones du cortex

Difficile d'avoir accès
à sa subjectivité...



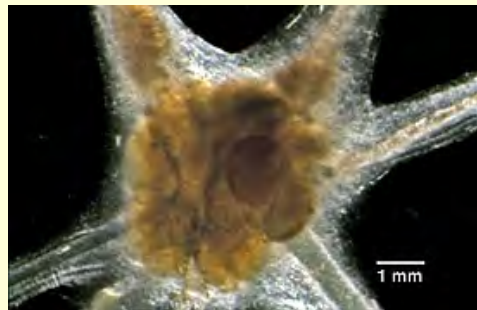
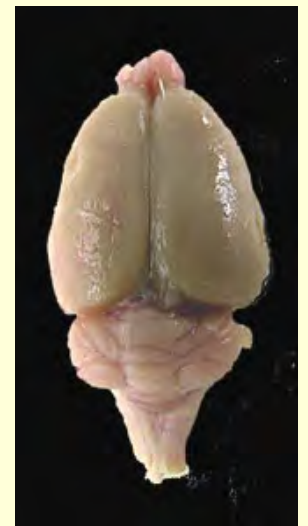
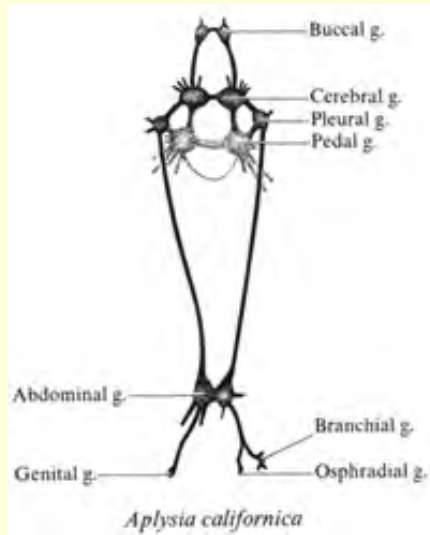
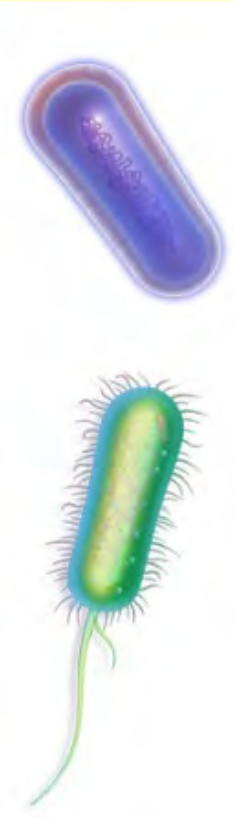
Et est-ce que
ces problèmes
se posent
seulement pour
les **humains**
adultes ?

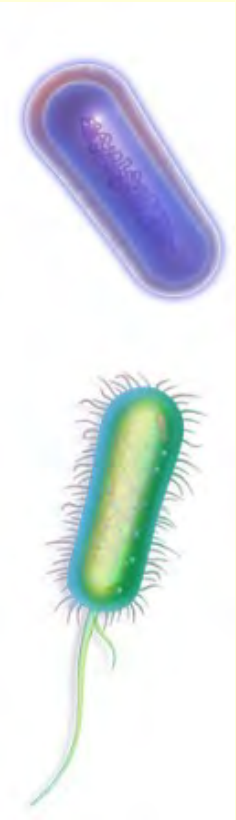




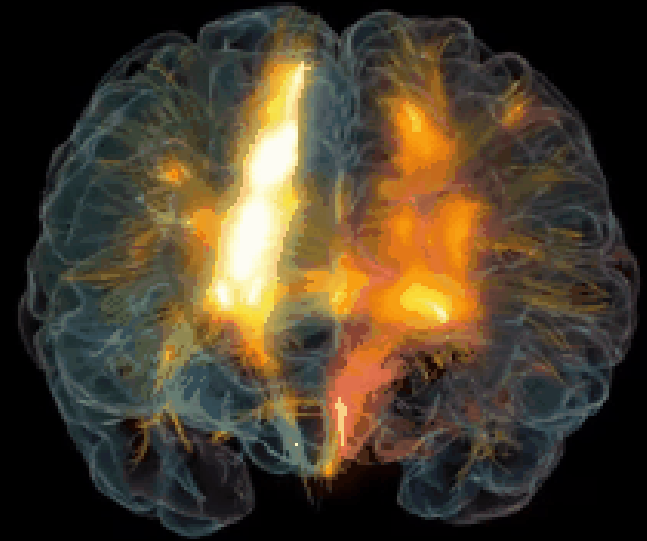
Et est-ce que
ces problèmes
se posent
seulement pour
les **humains**
adultes ?







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





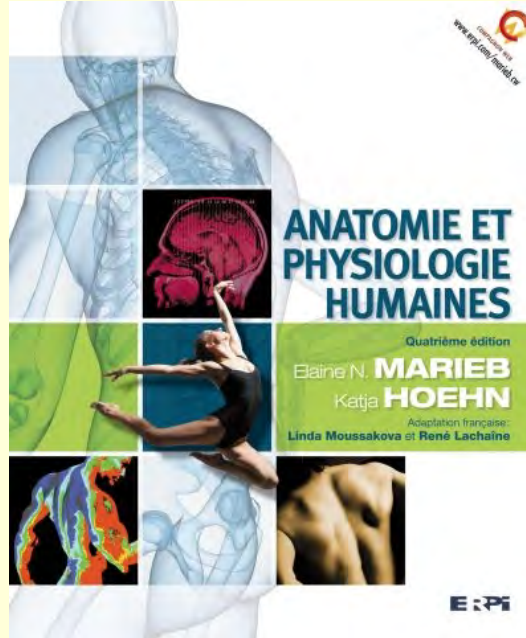




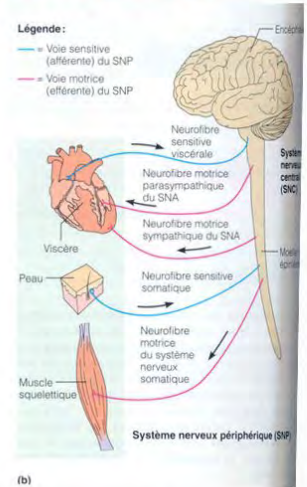
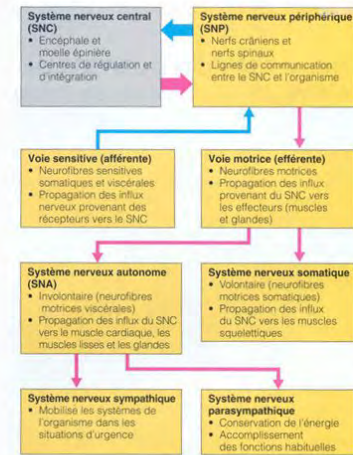
« Rien en biologie n'a de sens, si ce n'est à la lumière de l'évolution »

- Theodosius Dobzhansky (1900-1975)





Organisation du système nerveux

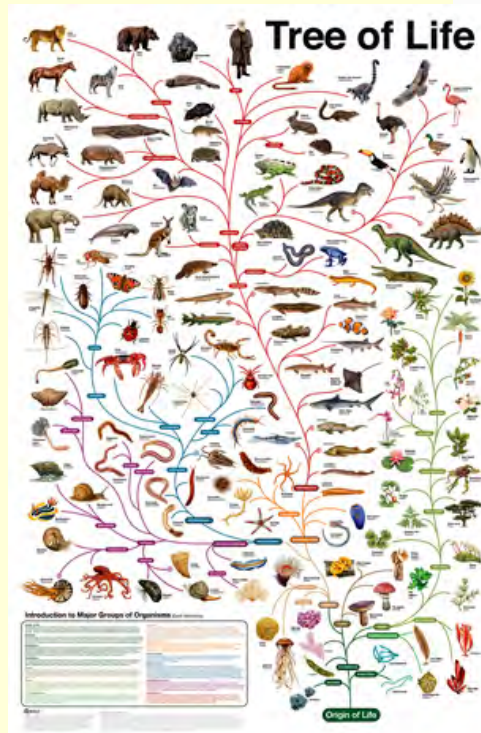


Marieb, 1999

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

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

ne peut déboucher que sur une compréhension **superficielle** de celui-ci.



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



Et pour être sûr de ne rien manquer...





...on va reculer très loin dans le passé... ;-)



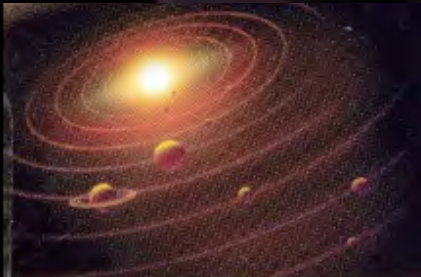


« L'histoire de l'Univers, c'est comment ces quarks et ces électrons sont devenus vous-mêmes.



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

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




- Hubert Reeves



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)

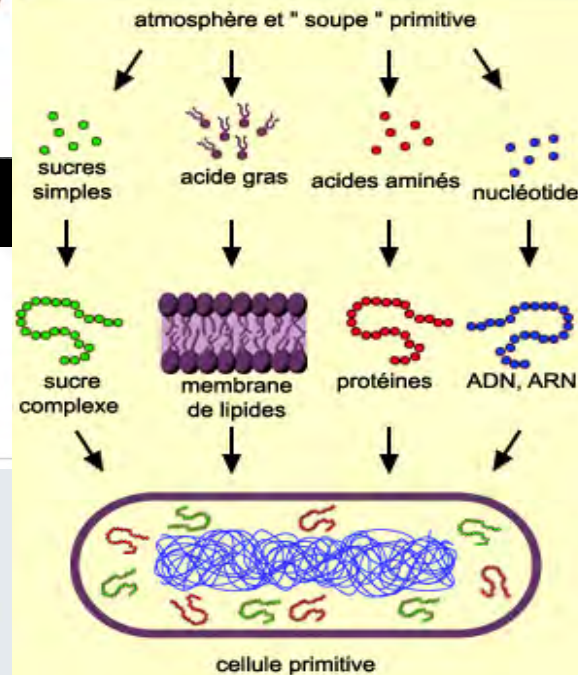
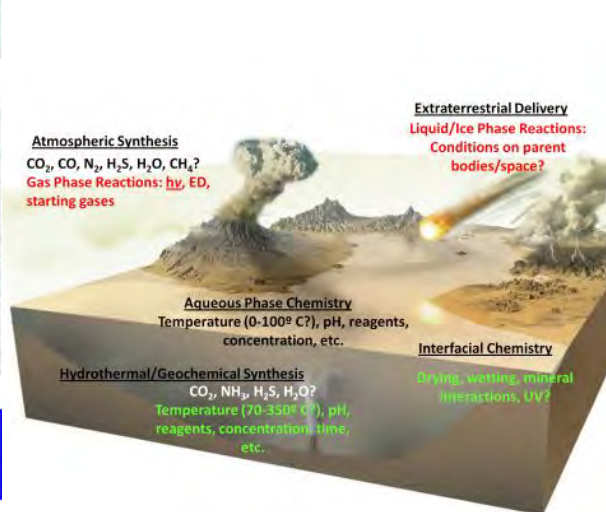
Croissance de complexité

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

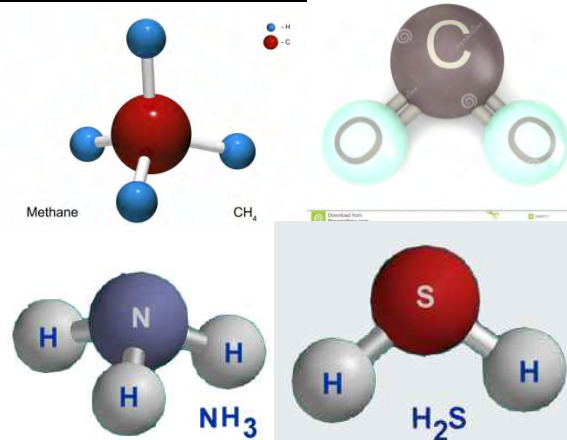
Tableau Périodique des Éléments

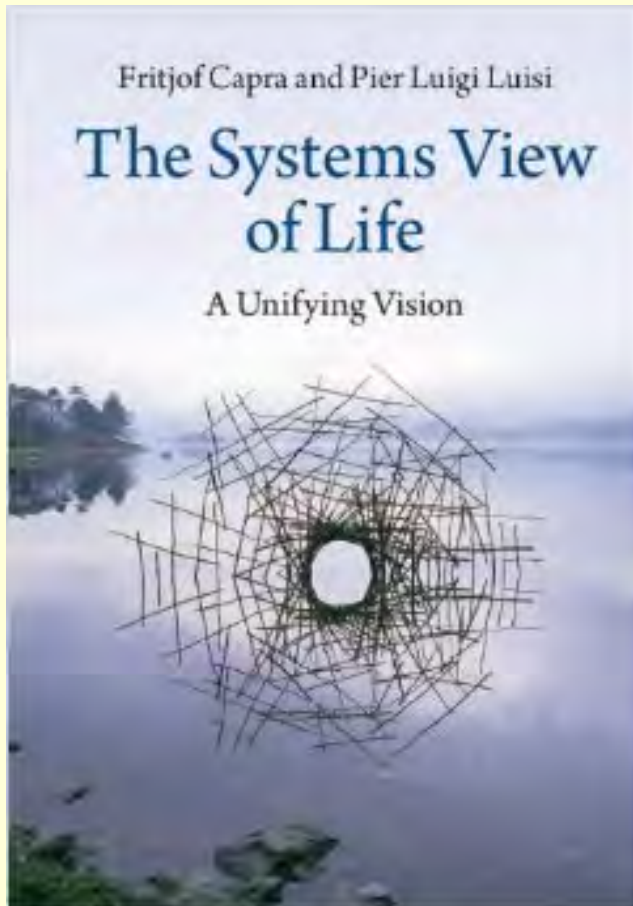
■ Métaux alcalins ■ Actinides
■ Métaux alcalino-terreux ■ Métaux alcalins
■ Métaux de transition ■ Non-métaux
■ Lanthanides ■ Gaz rares

S Solide
L Liquide
G Gaz
R Radioactif



Évolution cosmique, chimique



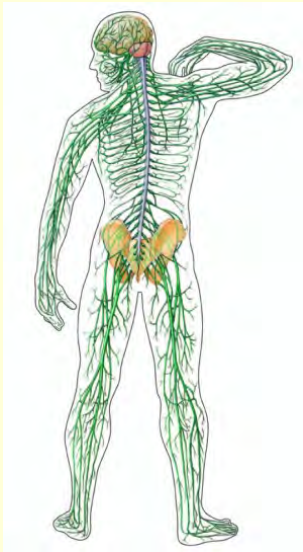


Durant l'histoire occidentale de la science et de la philosophie, il y a eu une tension entre 2 quêtes :

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

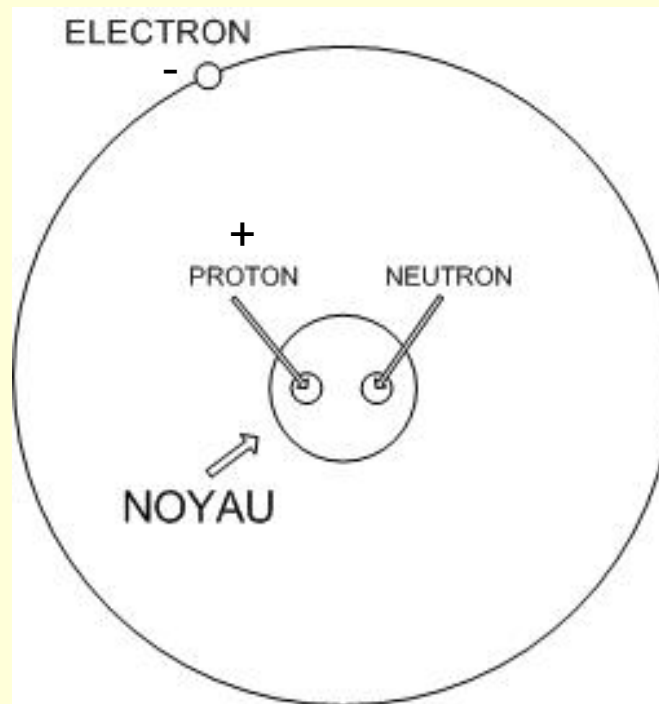


- l'étude de la **matière** : de quoi c'est fait ?



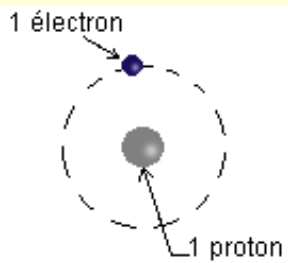
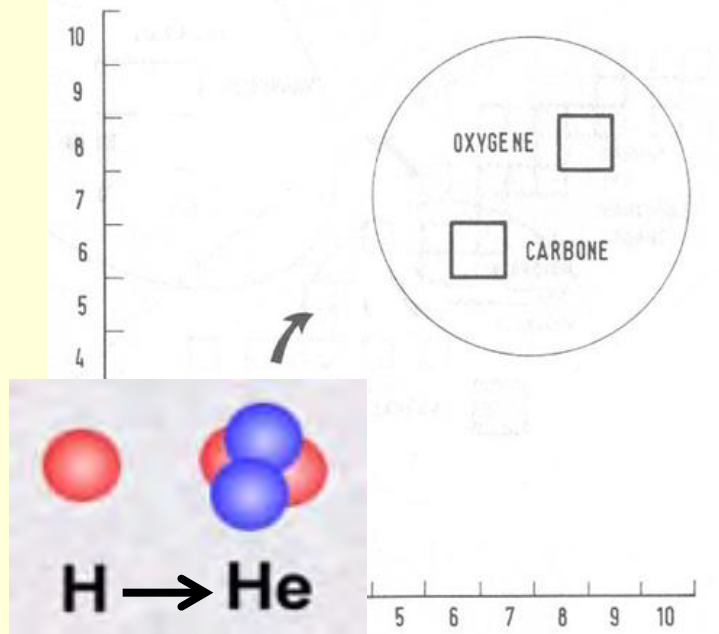
Tout est fait
d'atomes !



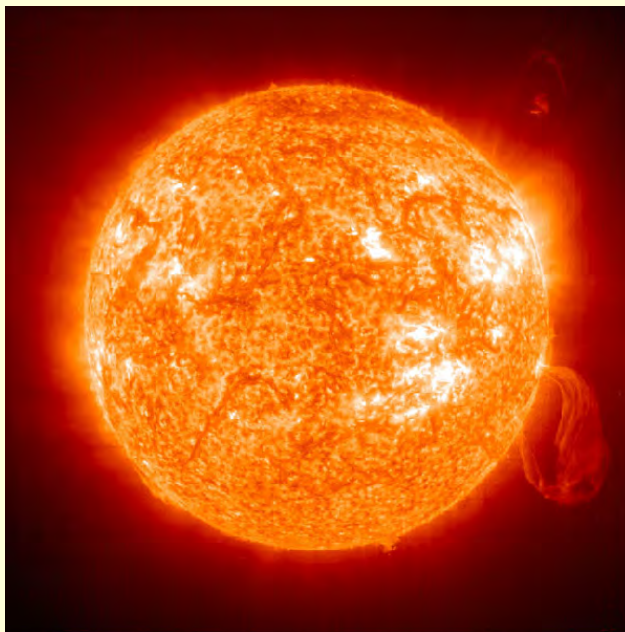


L'atome est constitué d'un noyau concentrant plus de 99,9 % de sa masse autour duquel se distribuent des électrons pour former un nuage 100 000 fois plus étendu que le noyau lui-même (donc schéma pas à l'échelle ici !).

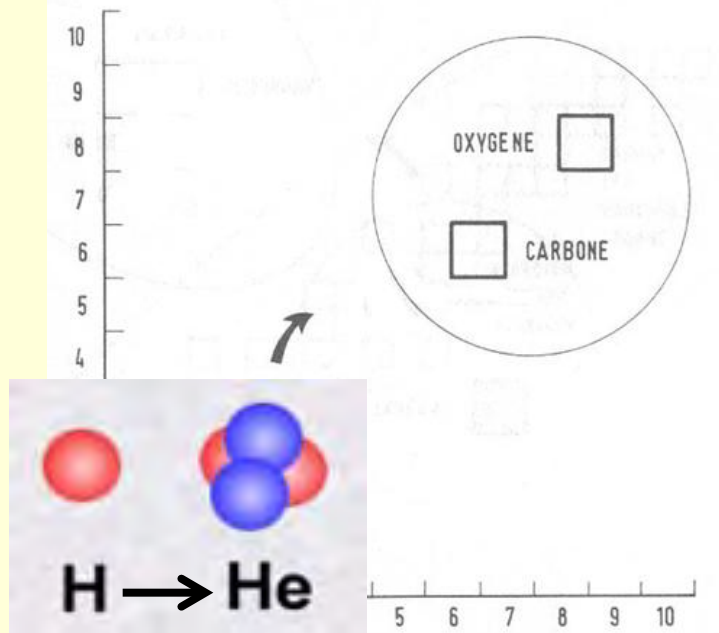
Combustion de l'hélium



Hydrogène



Combustion de l'hélium



Elles s'éclatent pour vous!

Sans les étoiles mortes, vous ne seriez pas là.

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

craq-astro.ca

CoolCosmos.net

Tableau Périodique des Éléments

1 IA	New Original																18 VIIIA	
1 H Hydrogène 1.00794																	2 He Hélium 4.002602	
3 Li Lithium 6.941	4 Be Béryllium 9.012182																	10 Ne Néon 20.1797
11 Na Sodium 22.989770	12 Mg Magnésium 24.3050	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 Ar Argon 39.948	
19 K Potassium 39.0983	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.955910	22 Ti Titane 47.867	23 V Vanadium 50.9415	24 Cr Chrome 51.9961	25 Mn Manganèse 54.938049	26 Fe Fer 55.8457	27 Co Cobalt 58.933200	28 Ni Nickel 58.6934	29 Cu Cuivre 63.546	30 Zn Zinc 65.409	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.64	33 As Arsenic 74.92160	34 Se Sélénium 78.96	35 Br Brome 79.904	36 Kr Krypton 83.798	
37 Rb Rubidium 87.4678	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.90585	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.90638	42 Mo Molybdène 95.94	43 Tc Technétium (98)	44 Ru Ruthénium 101.07	45 Rh Rhodium 102.90550	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Argent 107.8682	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Étain 118.710	51 Sb Antimoine 121.760	52 Te Tellure 127.60	53 I Iode 126.90447	54 Xe Xénon 131.293	
55 Cs Césium 132.90545	56 Ba Baryum 137.327	57 to 71																
87 Fr Francium (223)	88 Ra Radium (226)	89 to 103																
Atomic masses in parentheses are those of the most stable or common isotope.																		

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

Note: The subgroup numbers 1-18 were adopted in 1984 by the International Union of Pure and Applied Chemistry. The names of elements 112-118 are the Latin equivalents of those numbers.

57 La Lanthane 138.9055	58 Ce Cérium 140.116	59 Pr Praséodyme 140.90765	60 Nd Néodyme 144.24	61 Pm Prométhium (145)	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.92534	66 Dy Dysprosium 162.500	67 Ho Holmium 164.93032	68 Er Erbium 167.259	69 Tm Thulium 168.93421	70 Yb Ytterbium 173.04	71 Lu Lutécium 174.967
89 Ac Actinium (227)	90 Th Thorium 232.0381	91 Pa Protactinium 231.03588	92 U Uranium 238.02891	93 Np Neptunium (237)	94 Pu Plutonium (244)	95 Am Américium (243)	96 Cm Curium (247)	97 Bk Berkélium (247)	98 Cf Californium (251)	99 Es Einsteinium (252)	100 Fm Fermium (257)	101 Md Mendelevium (258)	102 No Nobélium (259)	103 Lr Lawrencium (262)

Pour essayer de
comprendre sa place
dans l'univers,

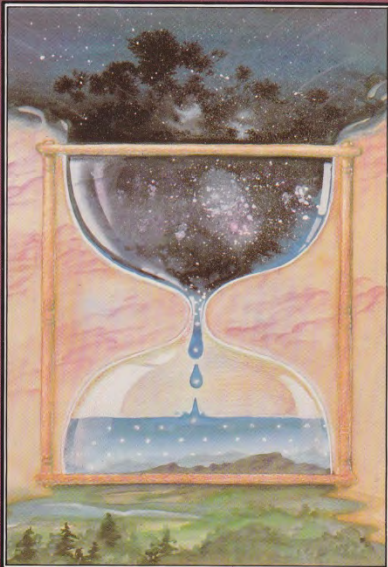


Pour essayer de
comprendre sa place
dans l'univers,

Hubert Reeves

PATIENCE DANS L'AZUR

L'ÉVOLUTION COSMIQUE




QUÉBEC SCIENCE
ÉDITEUR

(1981)

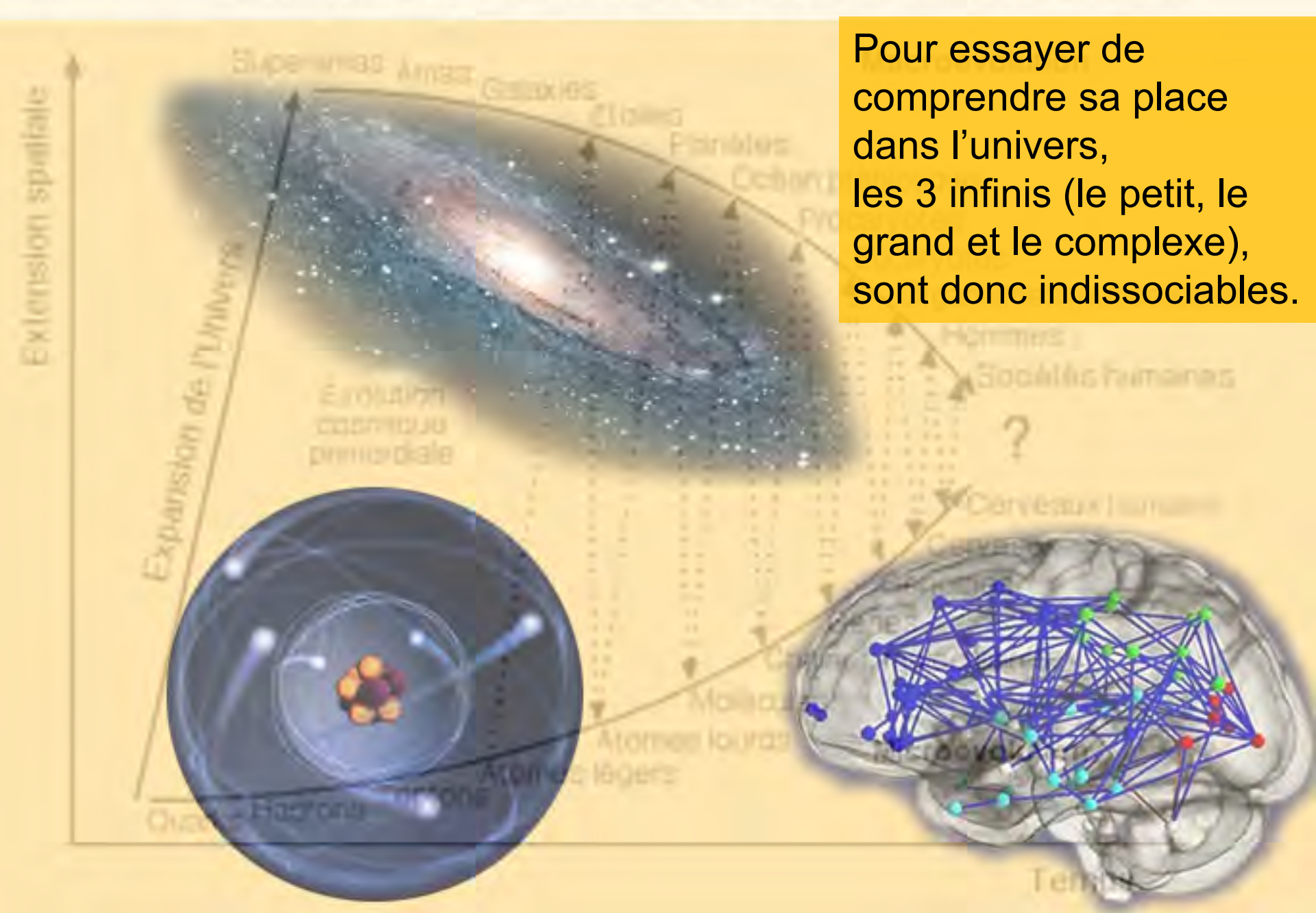
BIG HISTORY PROJECT



A photograph of a person standing in a dark forest at night, looking up at the starry sky. The person is illuminated by a warm, orange glow from a tent nearby. The background shows a lake and mountains under a dark blue night sky with visible stars.

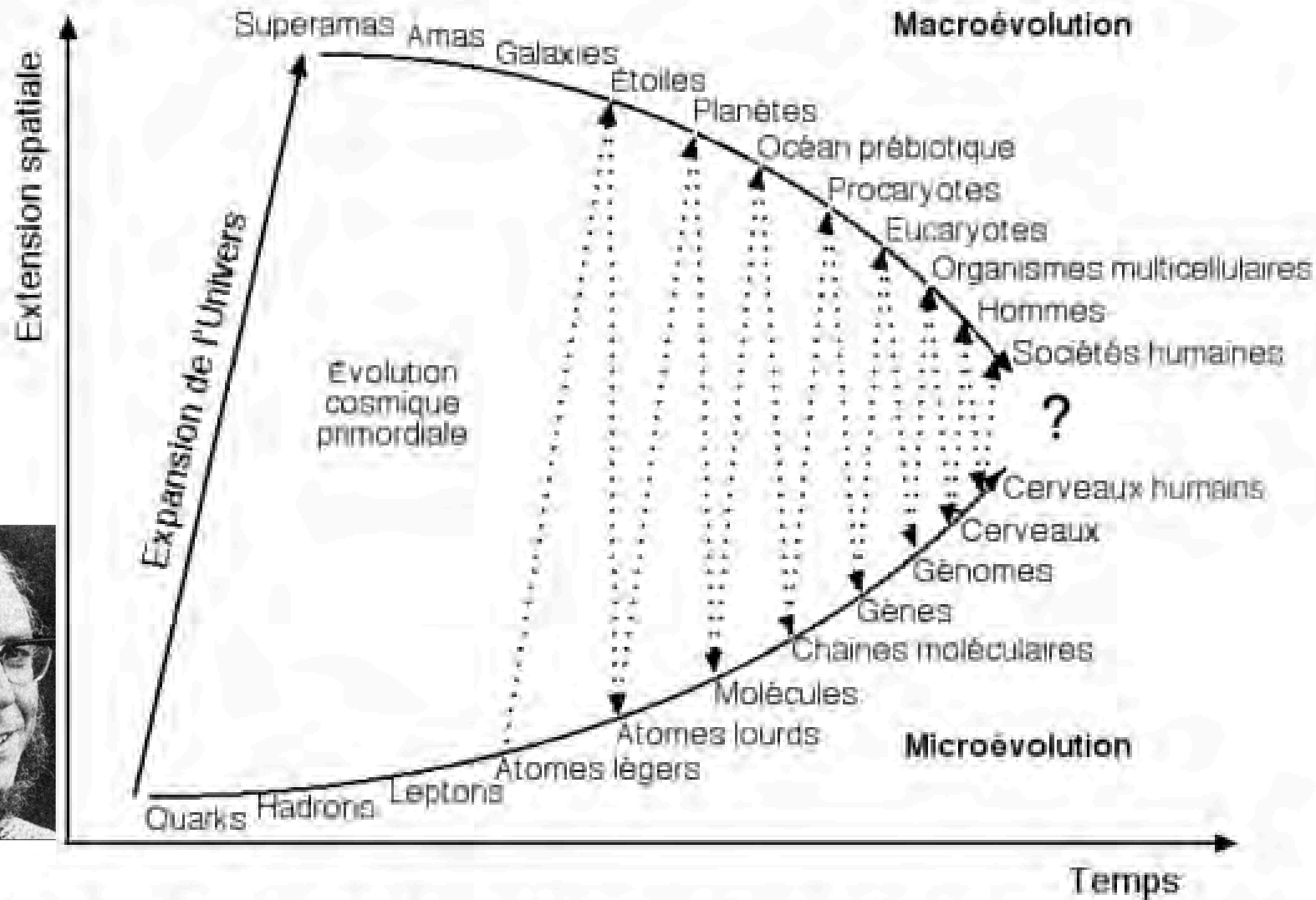
Pour essayer de
comprendre sa place
dans l'univers,
les 3 infinis (le petit, le
grand et le complexe),
sont donc indissociables.

Pour essayer de comprendre sa place dans l'univers, les 3 infinis (le petit, le grand et le complexe), sont donc indissociables.

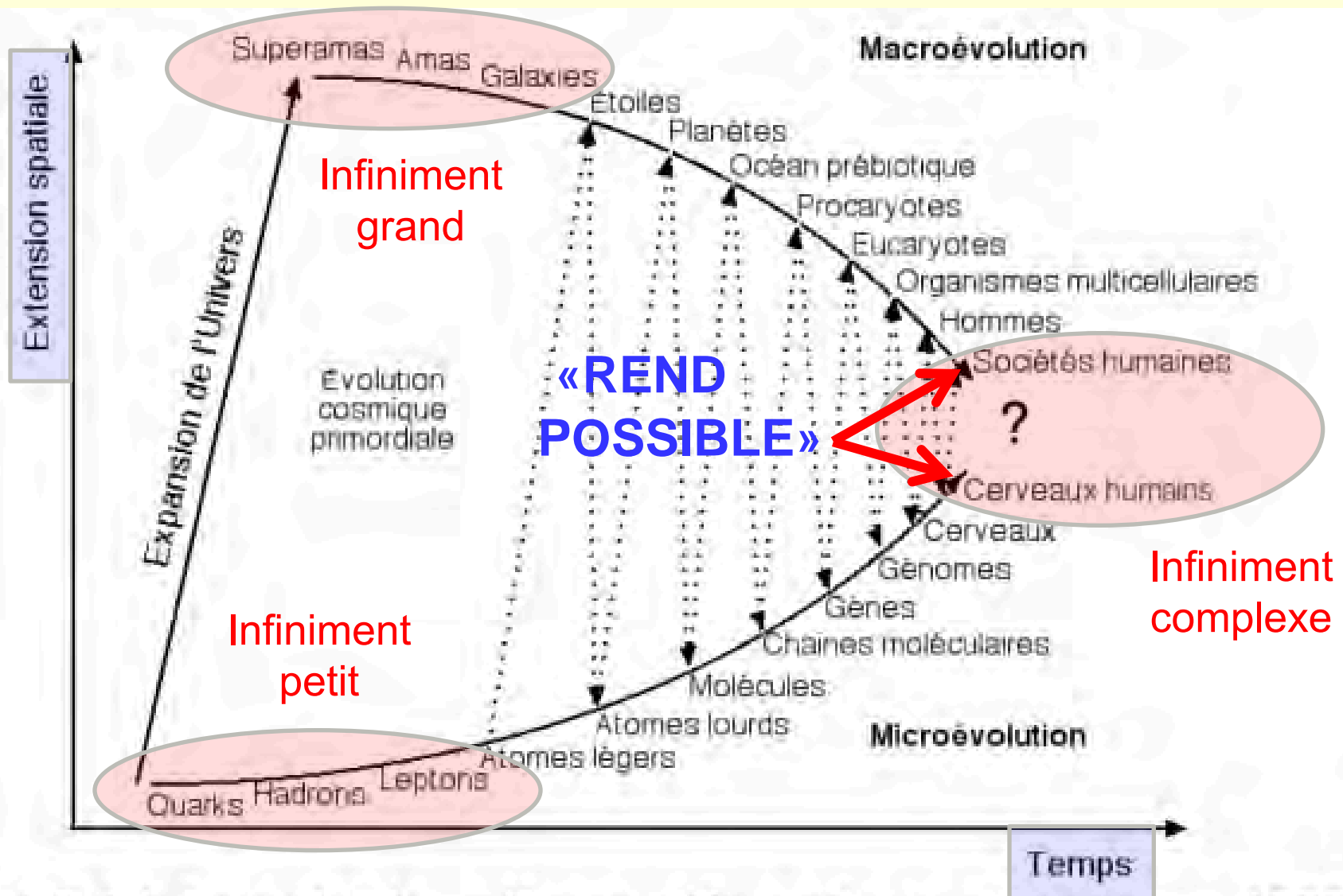




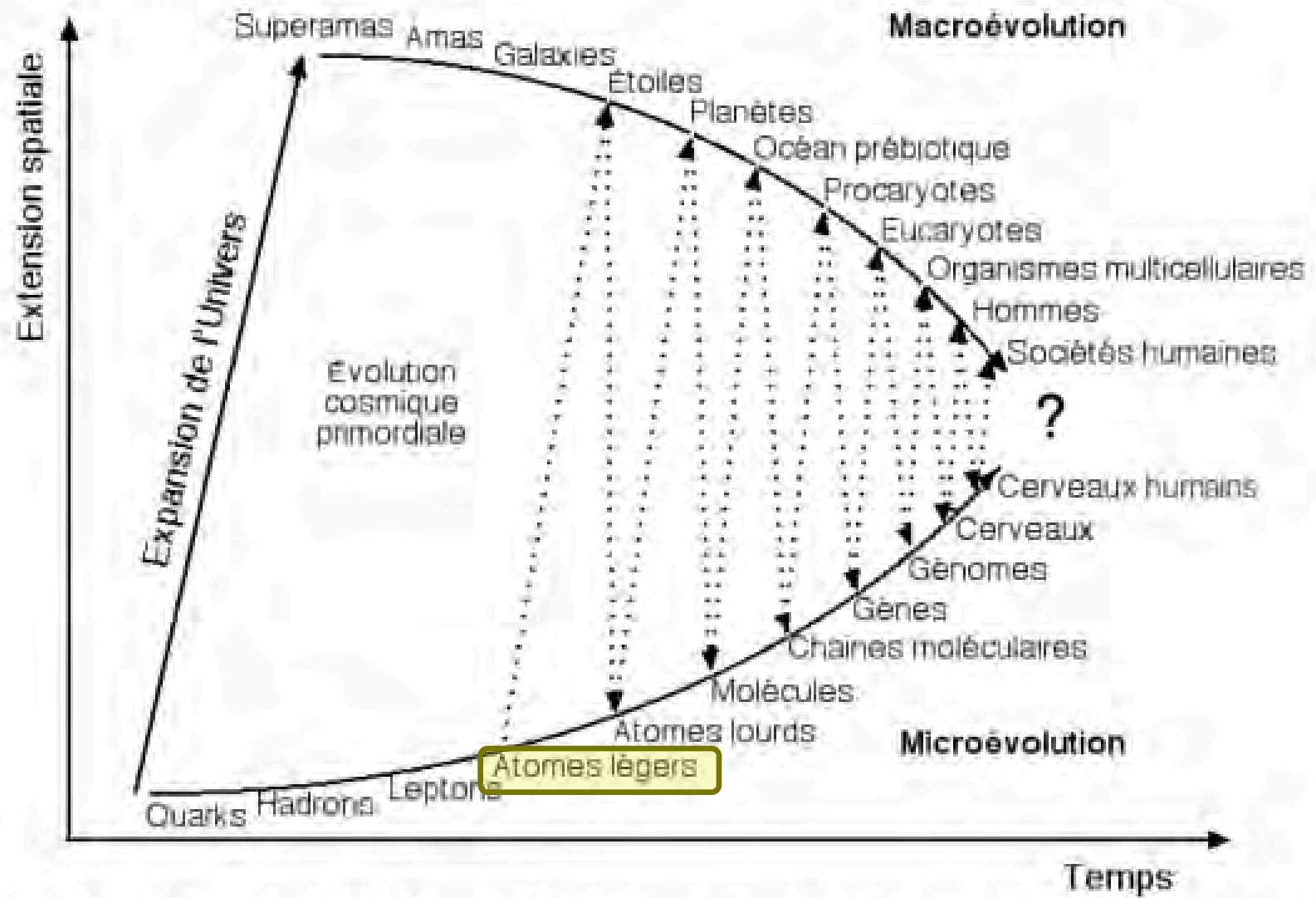
(1929 - 1980)



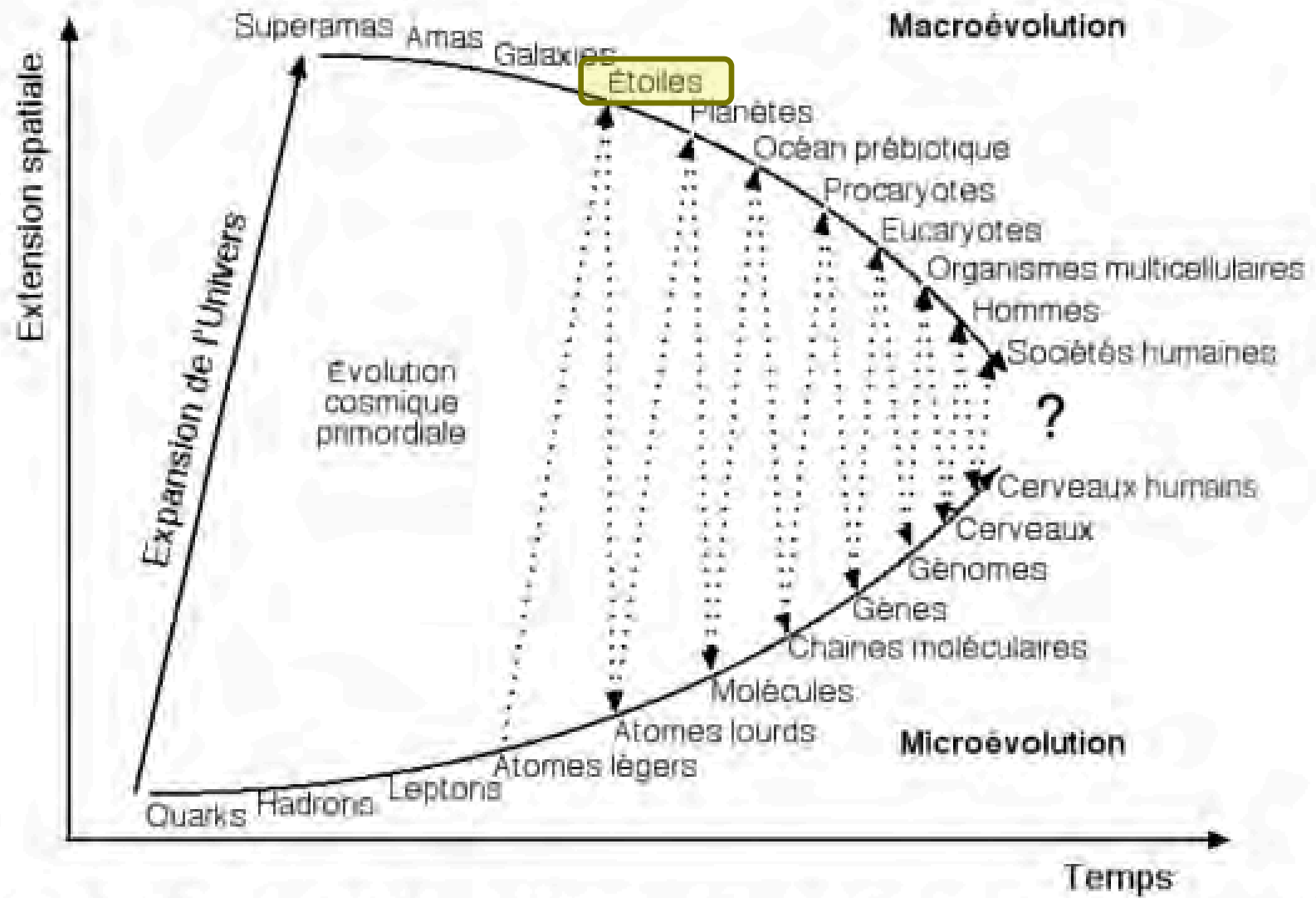
D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.



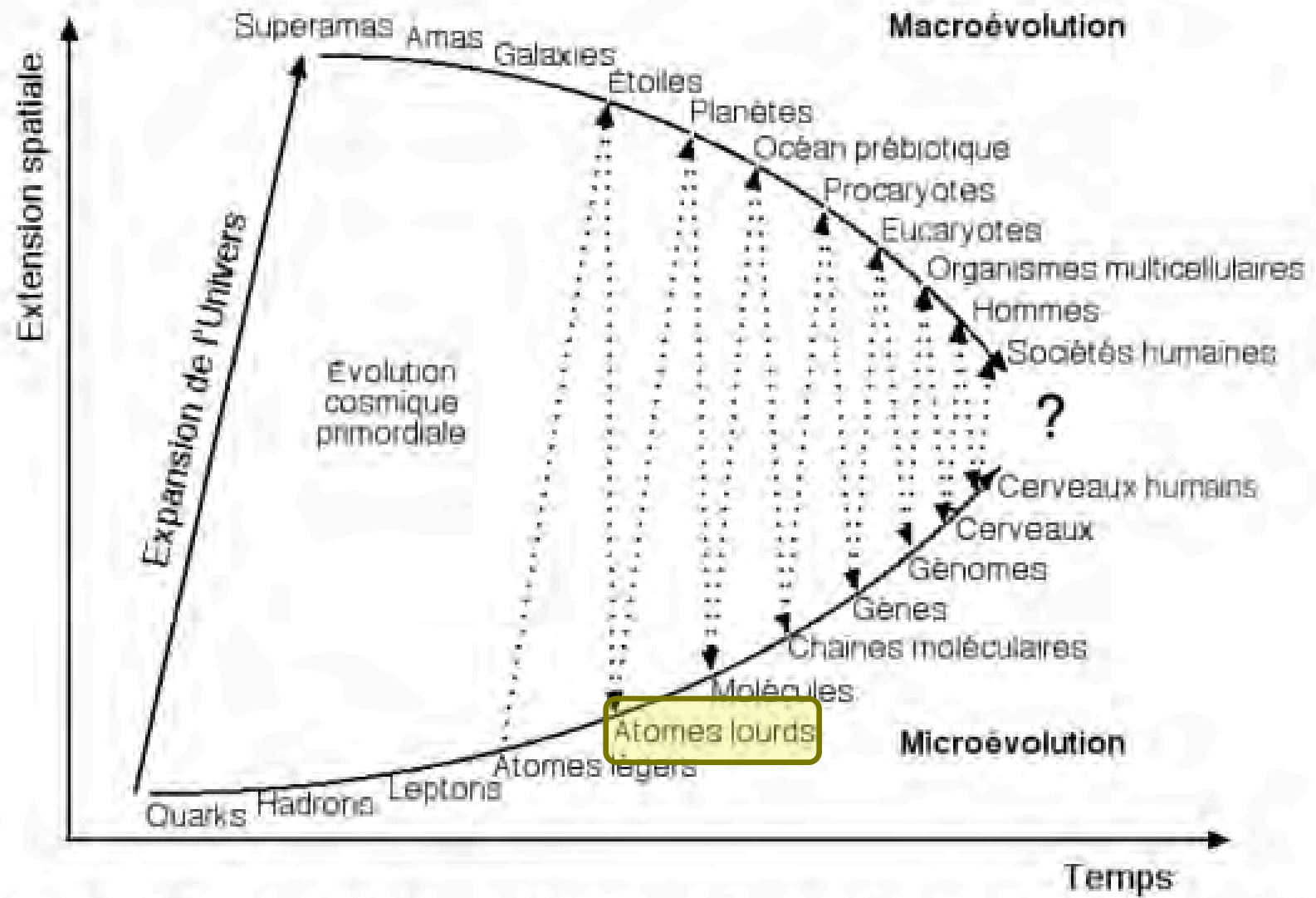
D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.



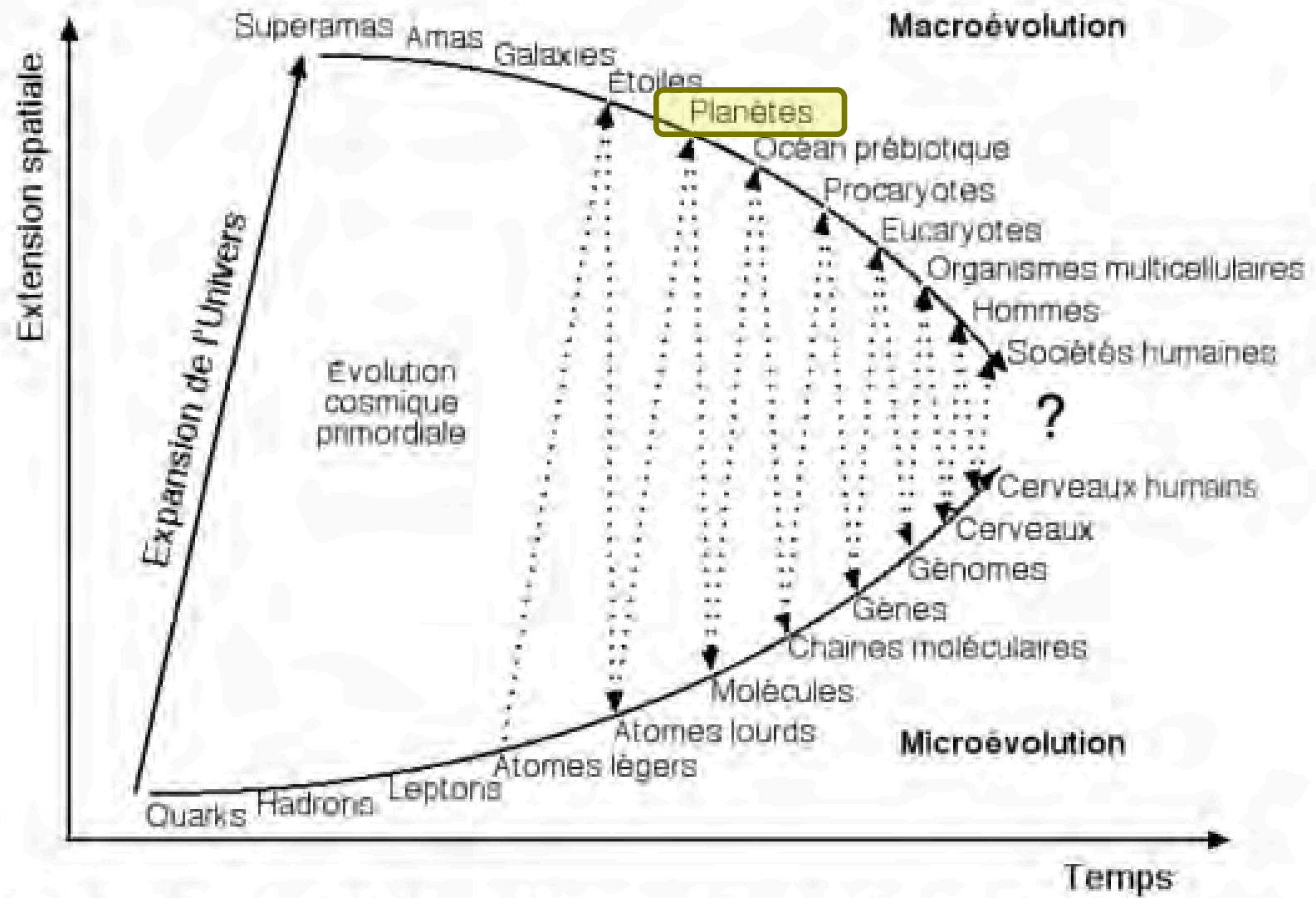
D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.



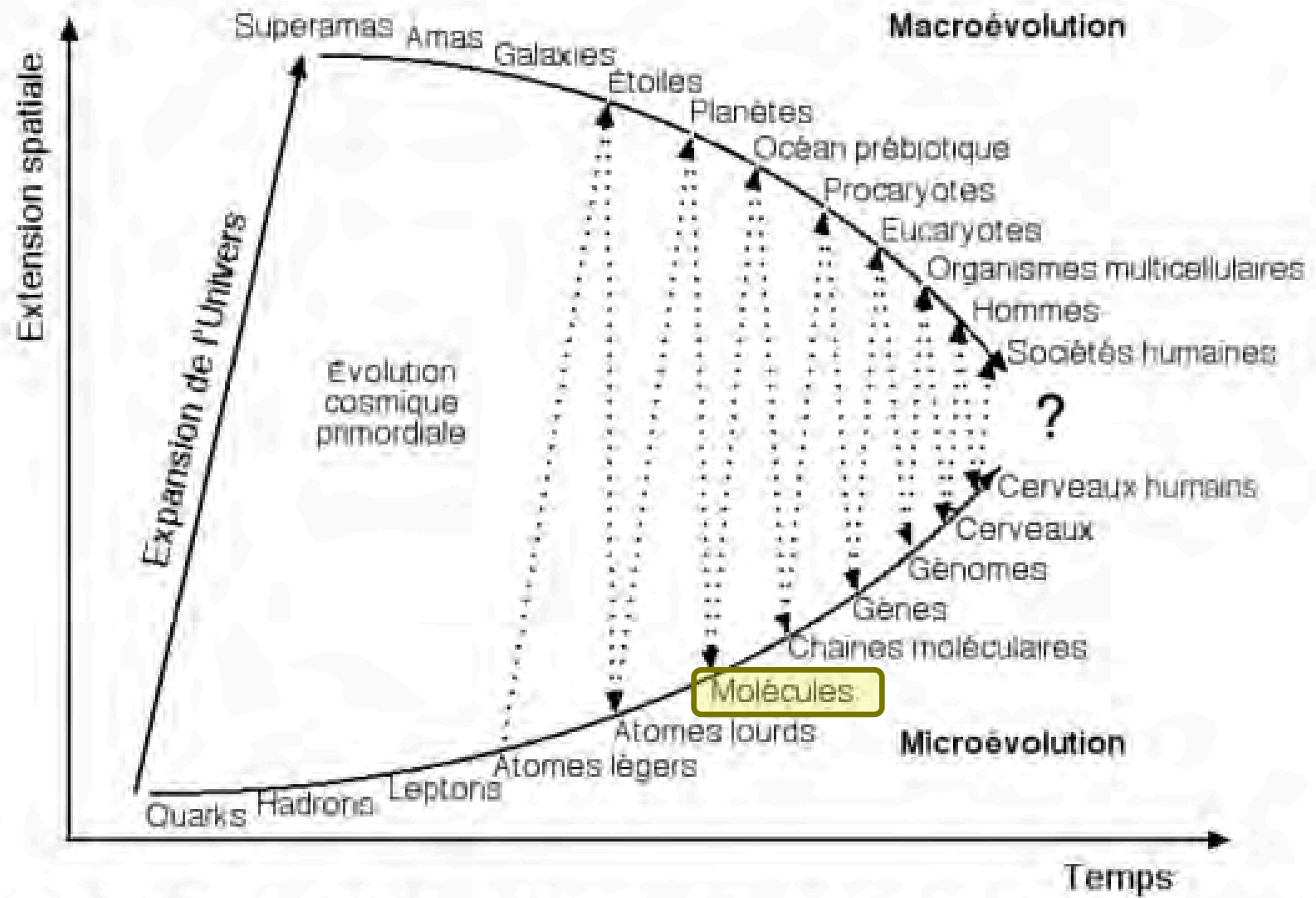
D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.



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

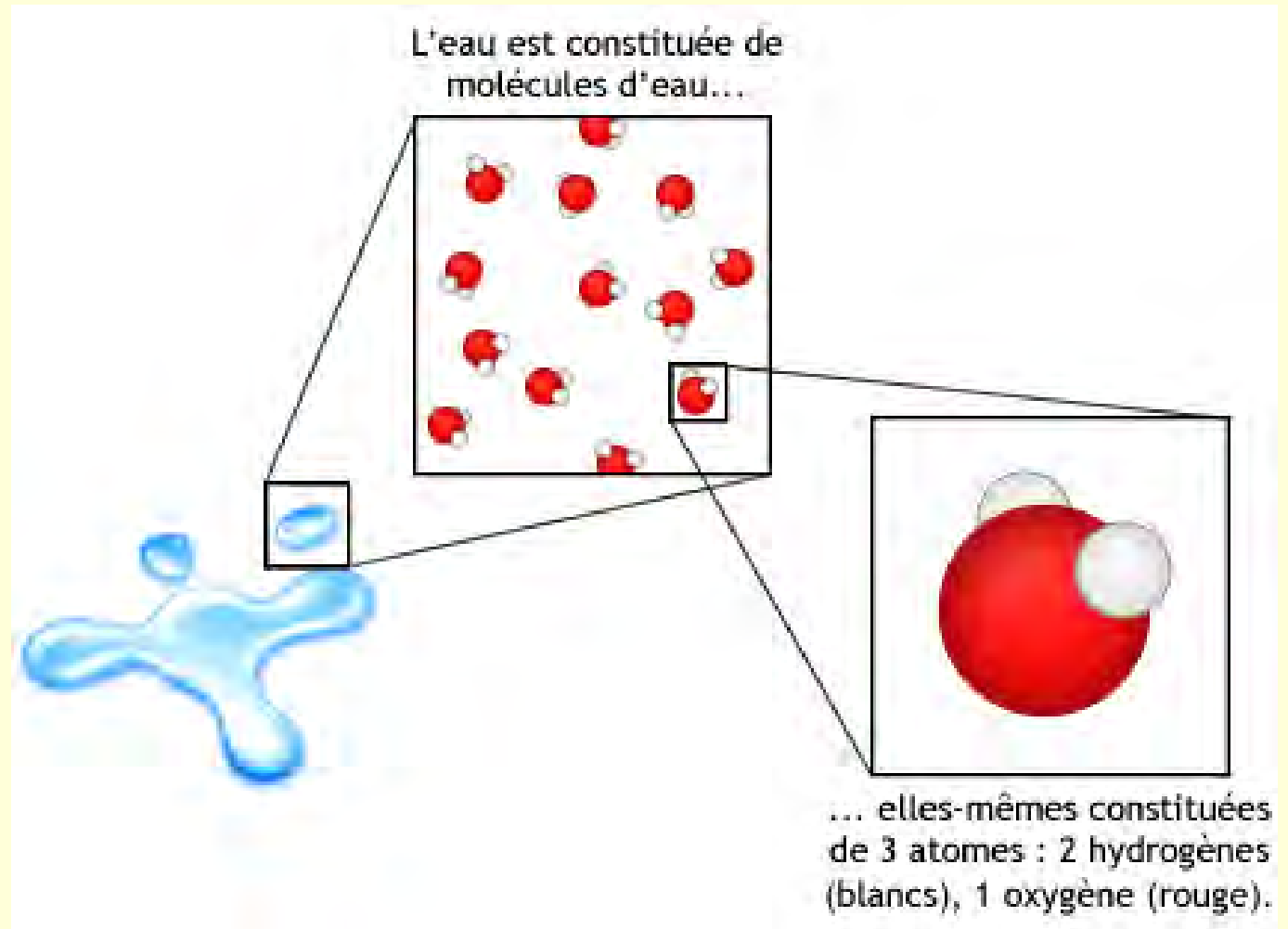


D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.



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

Molécule :

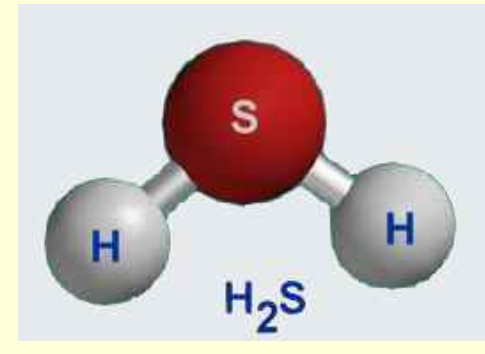
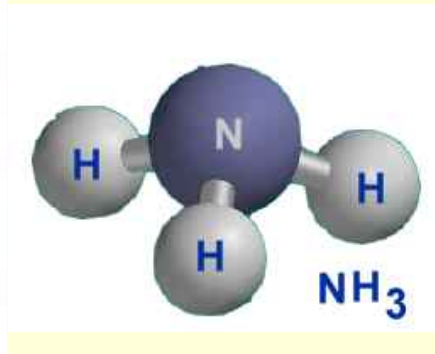
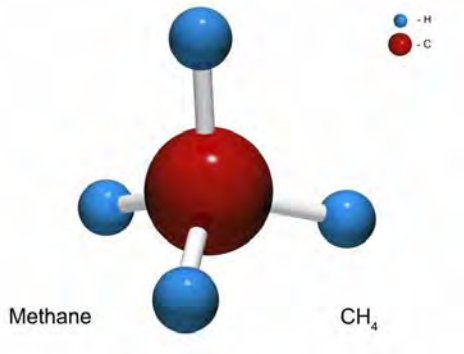


Molécule :

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

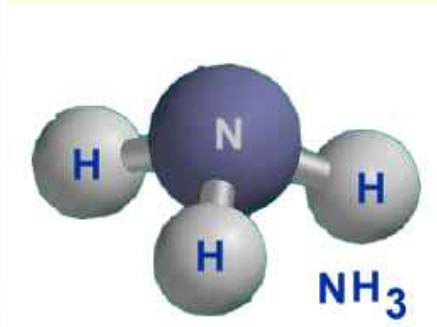
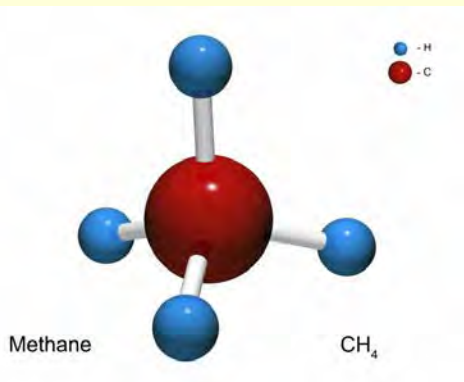
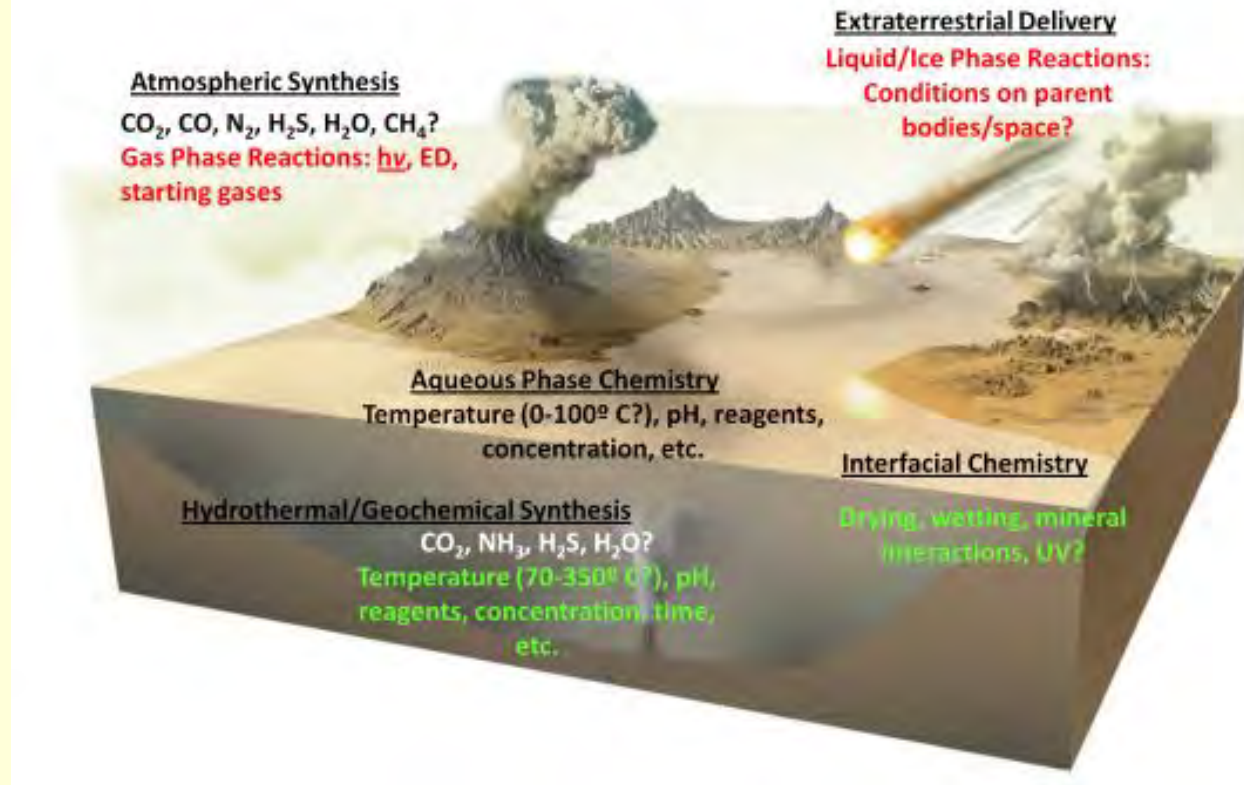
L'assemblage d'atomes constituant une molécule **n'est pas définitif**.

Il est susceptible de subir des modifications; on a alors une **réaction chimique**.



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

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



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

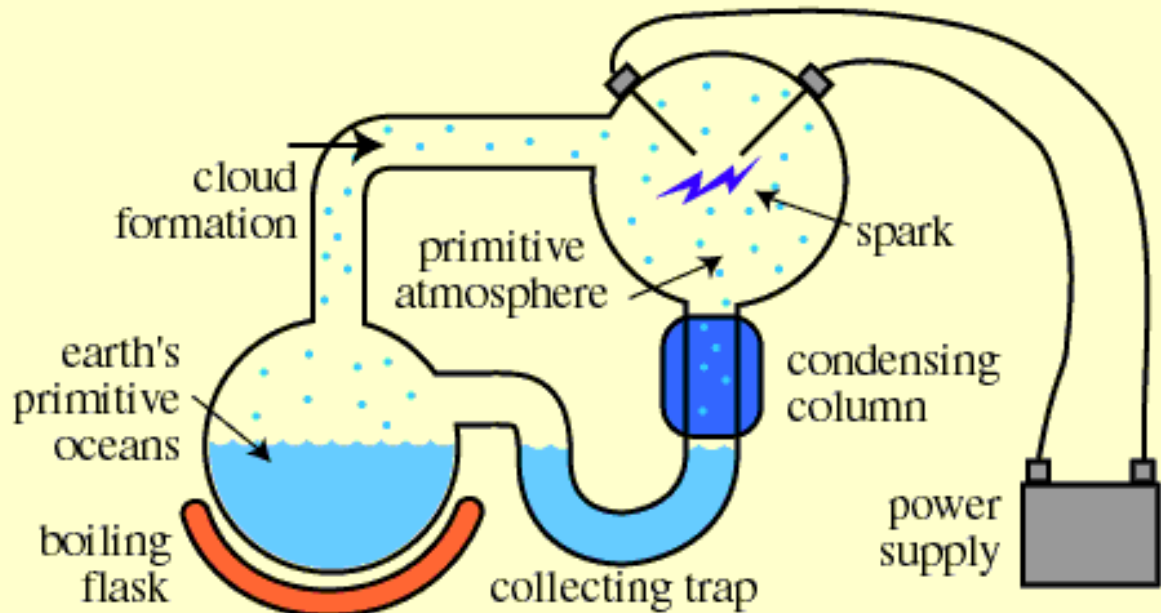


atmosphère et "soupe" primitive

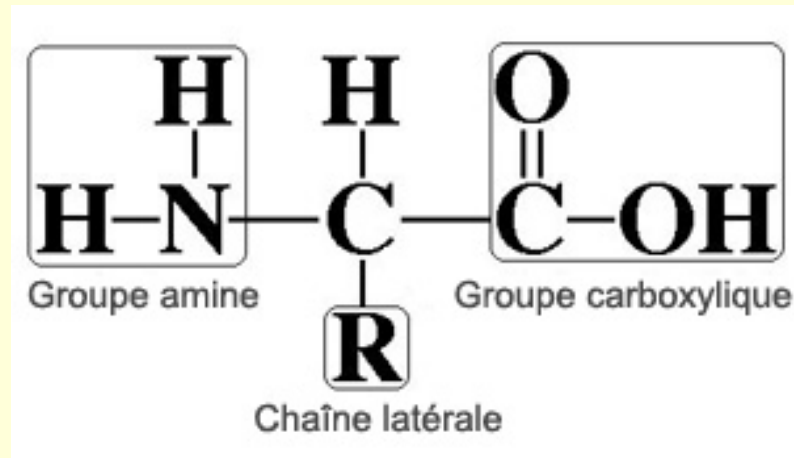
1953, Miller et Urey :

confirment cette hypothèse par une célèbre expérience in vitro où des **molécules organiques** apparaissent

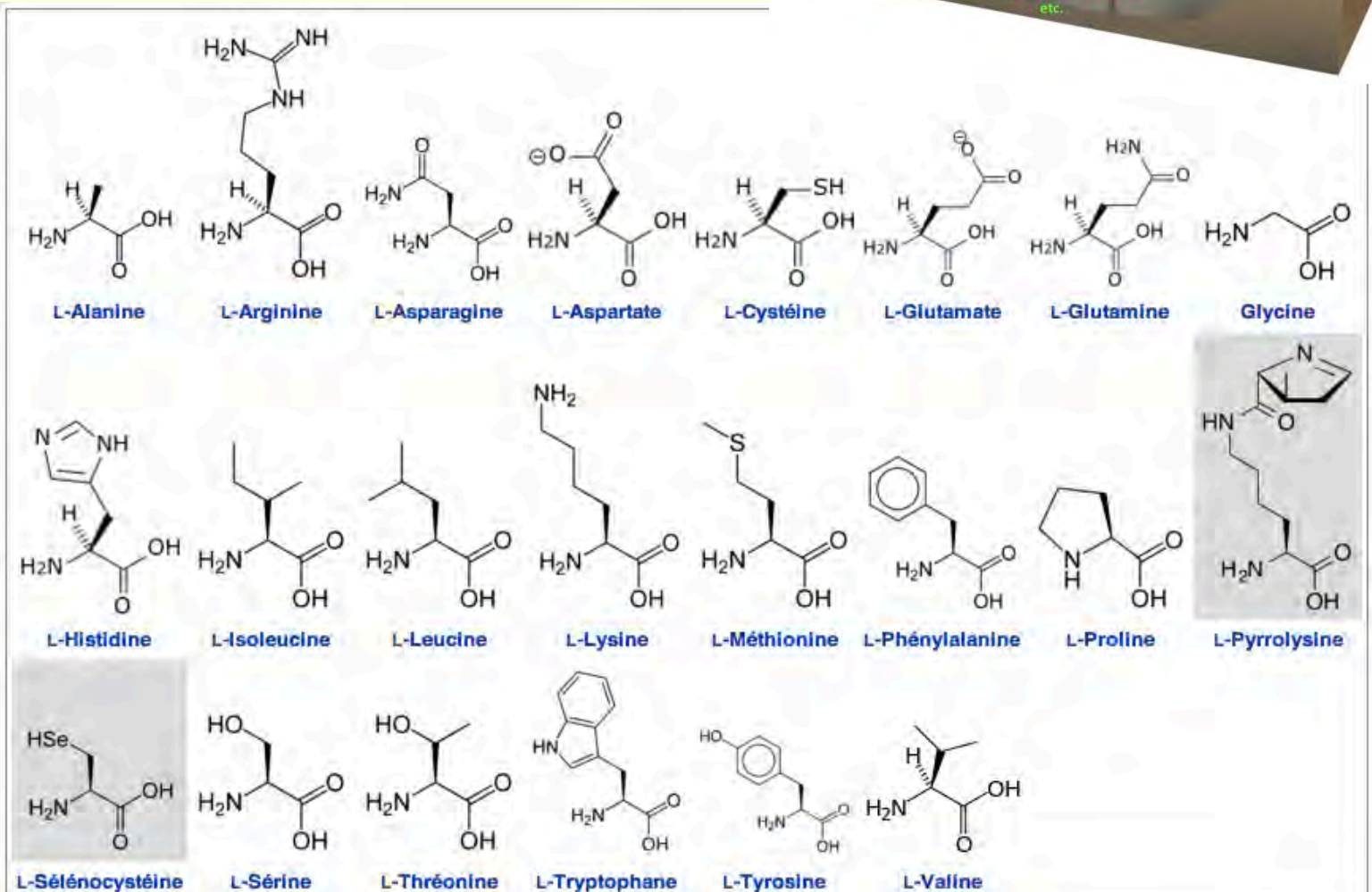
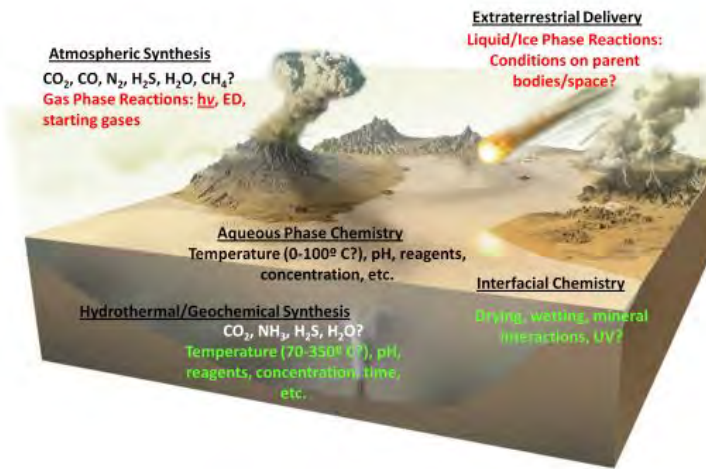
(**acides aminés**, etc.)



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



En présence du puissant rayonnement solaire (rayons UV...), ce mélange de gaz de l'atmosphère primitive terrestre a donc pu donner naissance à plusieurs **molécules un peu plus complexe** telles que les **acides aminés**.



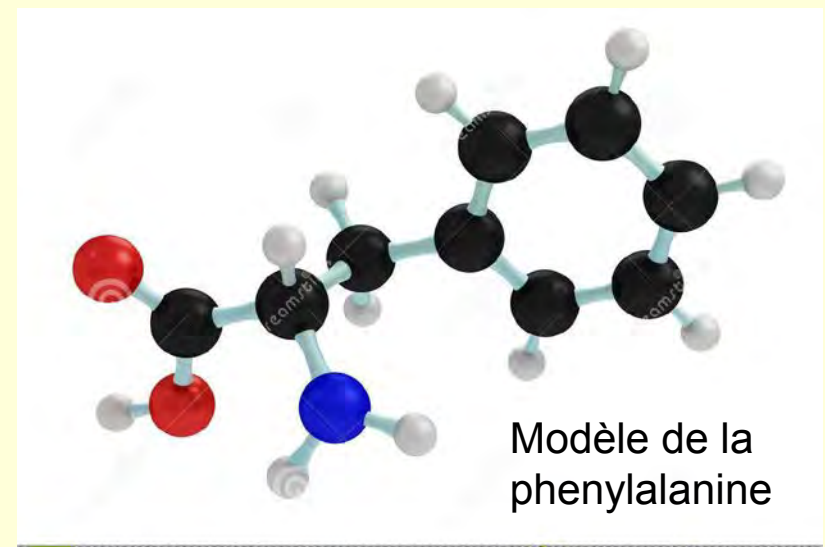
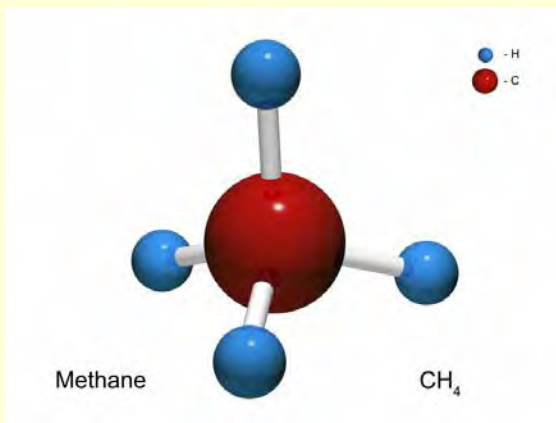
On peut donc dire que le passage de molécules simples vers des molécules organiques comme les acides aminés s'accompagne d'une **croissance de la complexité**.

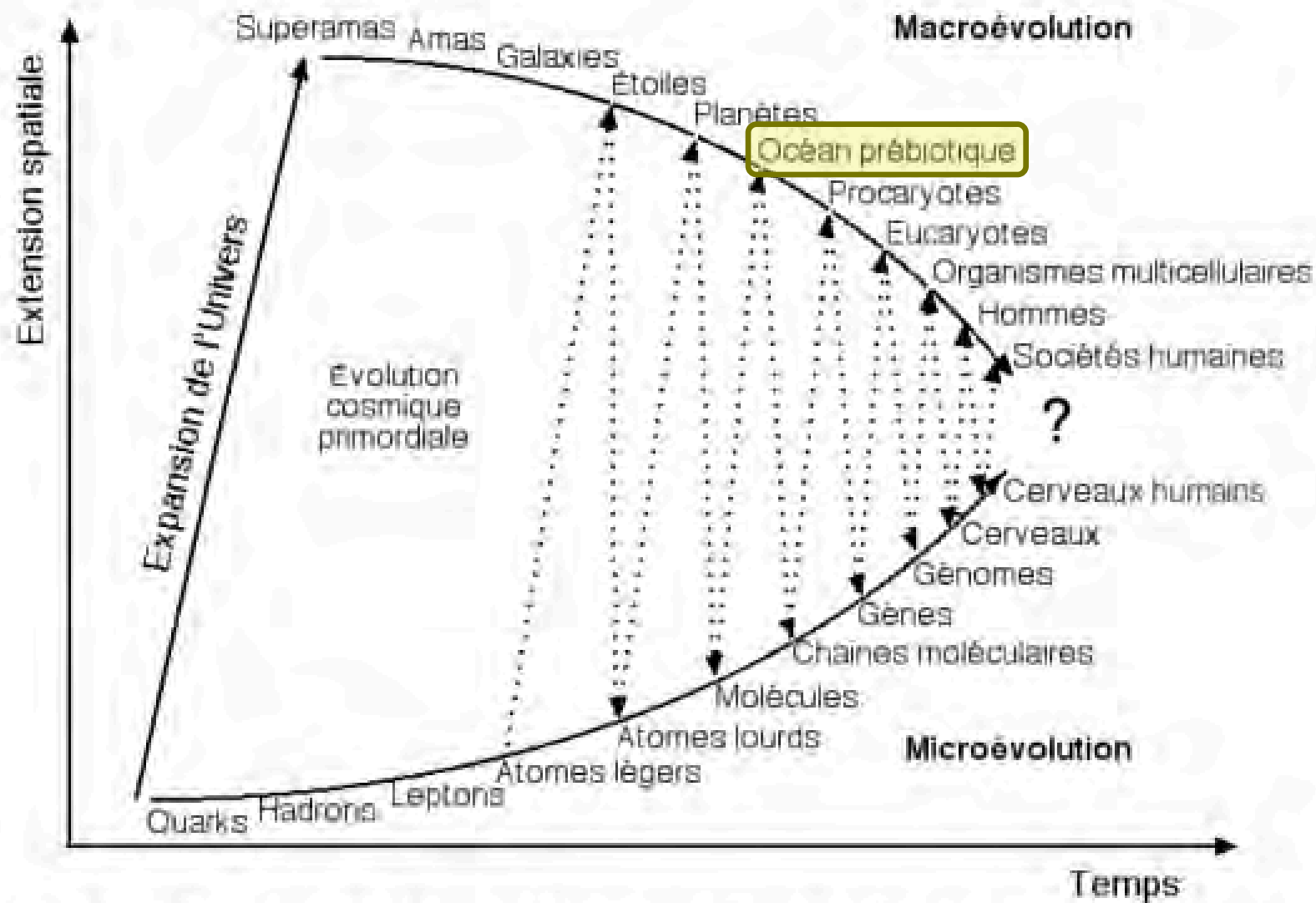
On parle aussi “**d'auto-organisation**” pour désigner un tel processus.

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

c'est-à-dire qu'ils vont former “spontanément”, sans l'intervention de forces extérieures, **les formes moléculaires les plus stables** pour les conditions physico-chimiques qui sont réunies.

On va y revenir...





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

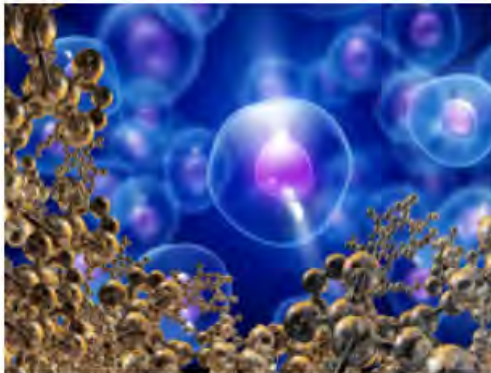
Quand apparaît la vie ?



CONFÉRENCE - AMPHITHÉÂTRE
19 mars 2015 - 19h00

DU CHIMIQUE AU BIOLOGIQUE
AINSI VINT LA VIE!

**Encore beaucoup
de questions...**



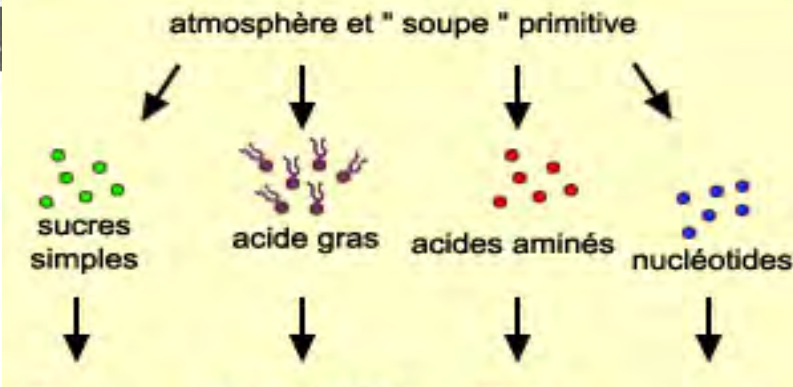
Une conférence de Christophe Malaterre

De la formation de la Terre, il y a environ 4,5 milliards d'années, à l'apparition de la vie, il y a de cela 3,5 à 3,8 milliards d'années, que s'est-il passé?

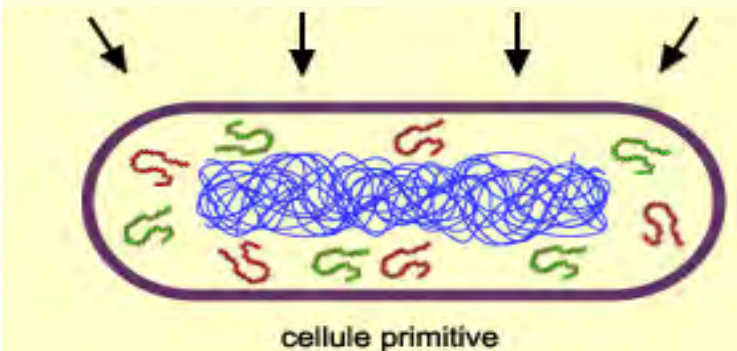
Comment sommes-nous passés de l'inerte au vivant? Une évolution chimique aurait-elle précédé l'évolution biologique? Et quels en seraient les processus évolutifs? Enquête scientifique et philosophique sur les origines et la nature même de la vie.

Christophe Malaterre est professeur de philosophie des sciences à l'UQAM et titulaire de la Chaire de recherche UQAM en

philosophie des sciences. Il a notamment publié *Les origines de la vie: émergence ou explication réductive?* (Éditions Hermann, 2010) et a collaboré à l'ouvrage collectif *De l'inerte au vivant. Une enquête scientifique et philosophique* (La ville brûle, 2013). Ses travaux lui ont valu de nombreux prix, dont celui du jeune chercheur de la Société française de philosophie des sciences, en 2010.



??????????



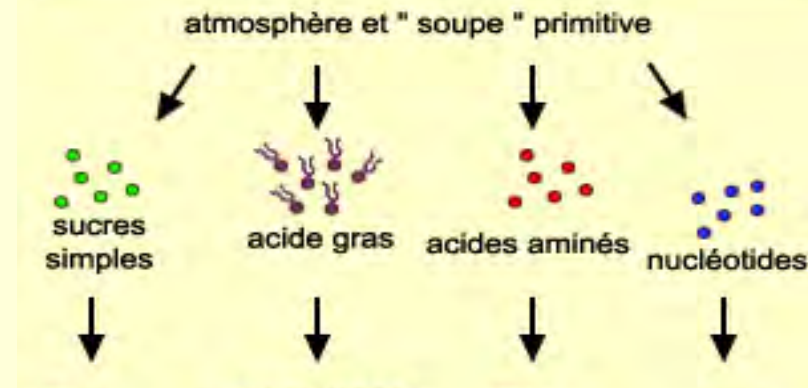
Quand apparaît la vie ?

Les définitions de la vie sont souvent des listes de critères comprenant des éléments comme :

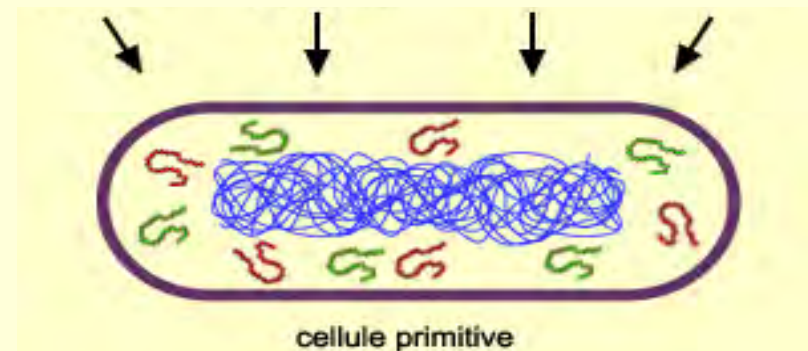
- Développement ou croissance
- Métabolisme
- Motilité
- Reproduction
- Réponse à des stimuli
- Etc.

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

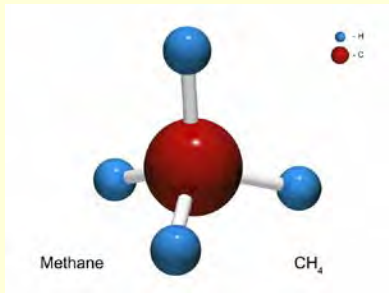
<http://planete.gaia.free.fr/sciences/vivant/presque.html>
http://carlzimmer.com/articles/2012.php?subaction=showfull&id=1329948013&archive=&start_from=&ucat=15&



??????????



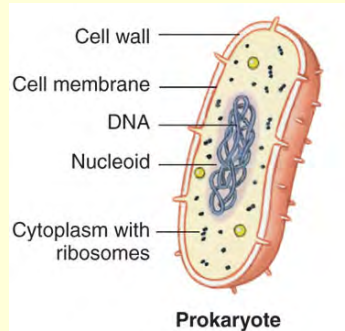
Quand apparaît la vie ?



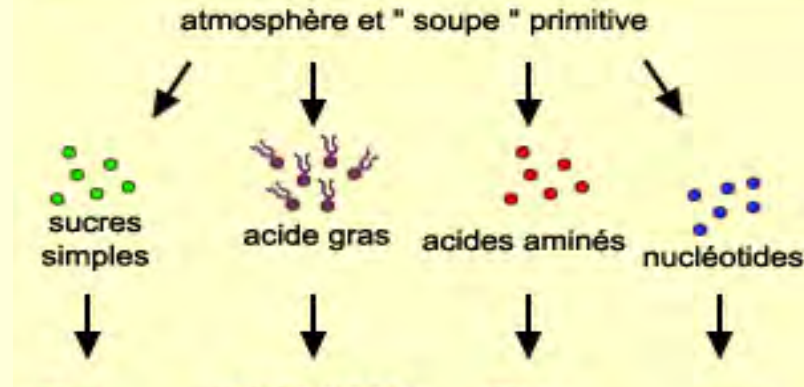
Non

Qu'est-ce qui se passe entre les deux ?

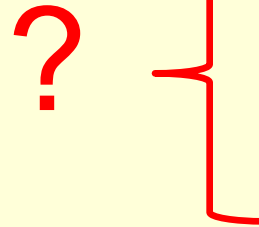
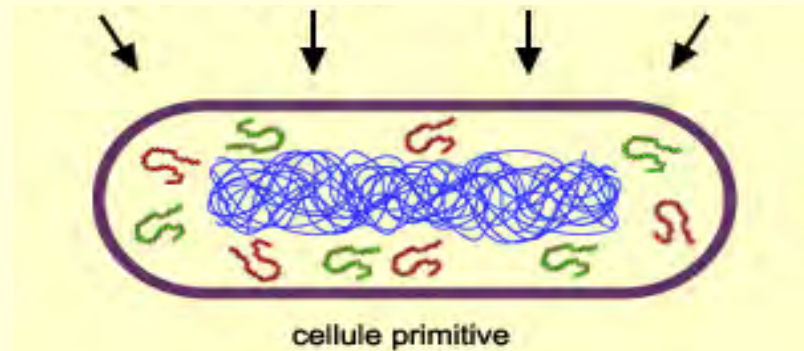
C'est ce qu'on va essayer de voir maintenant...

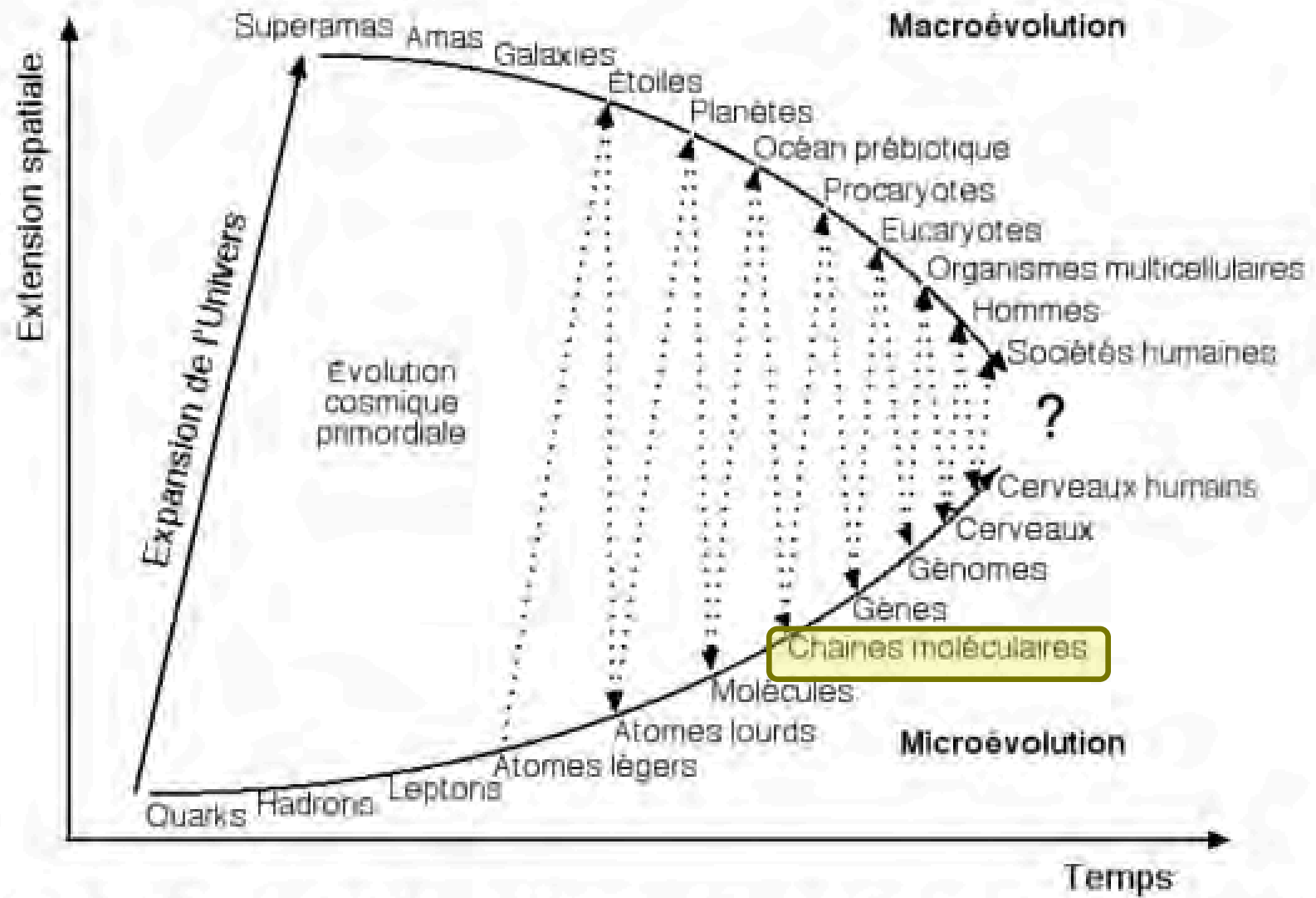


Oui



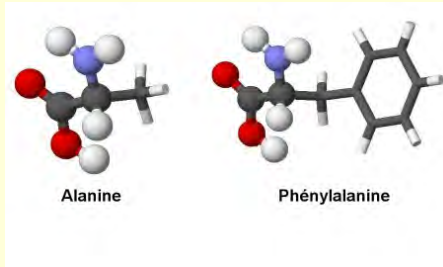
????????????



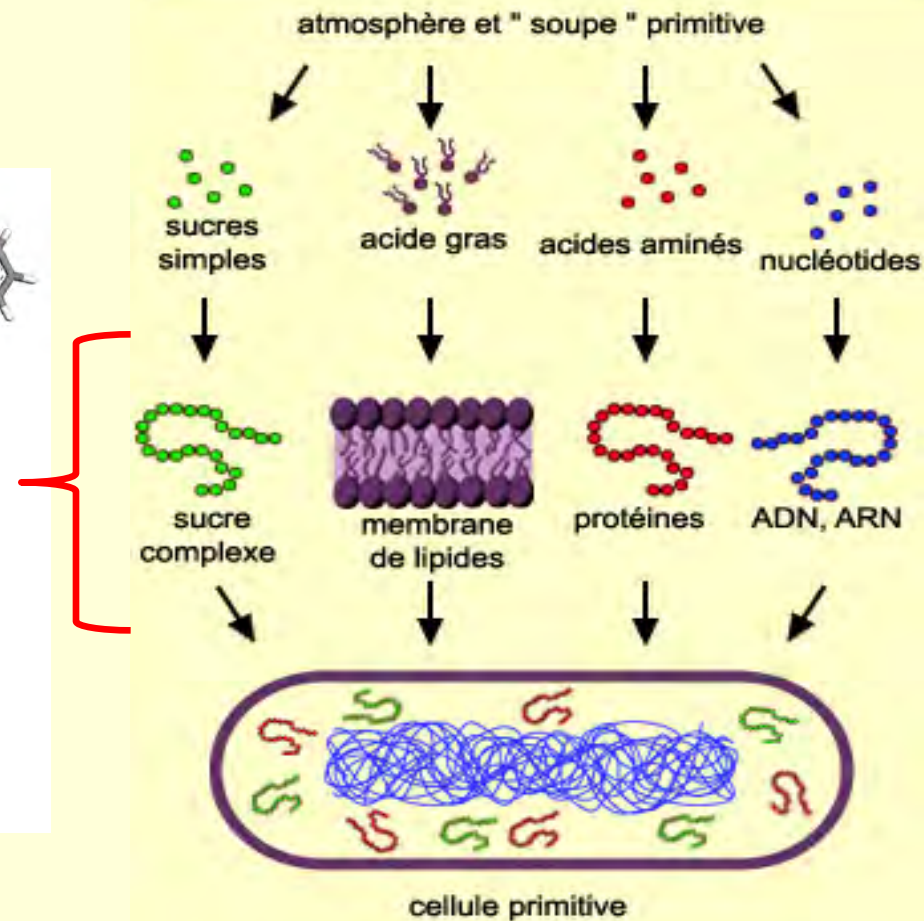
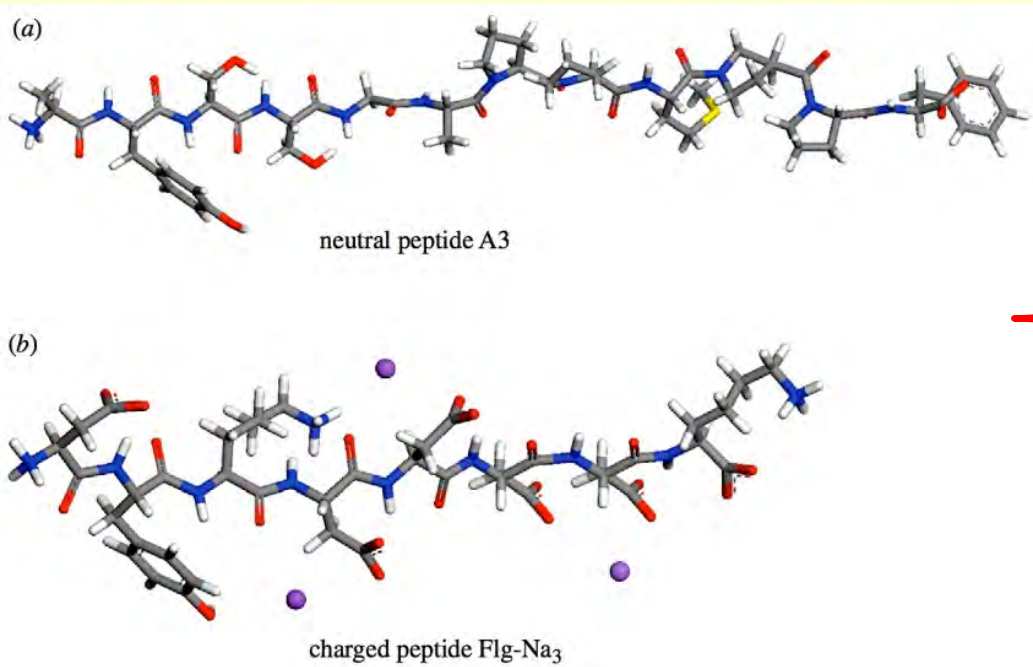


D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.

Comment passe-t-on de molécules organiques simples (acides aminés, etc.)...

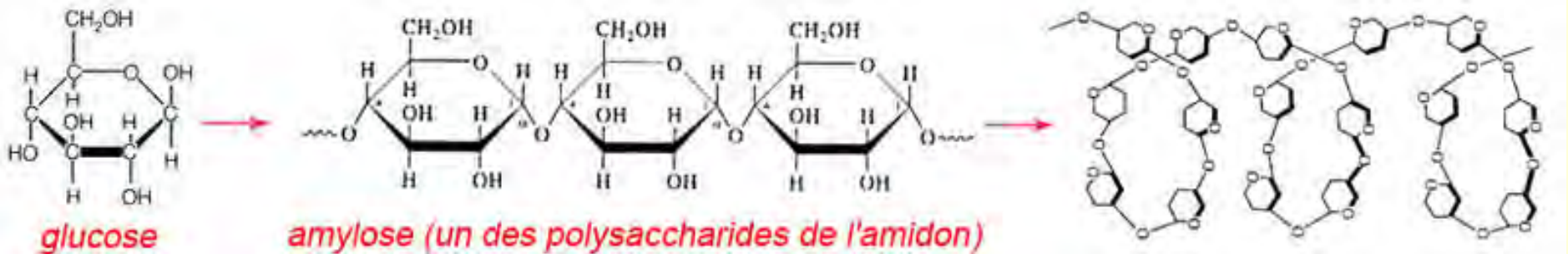


...à des chaînes de molécules...

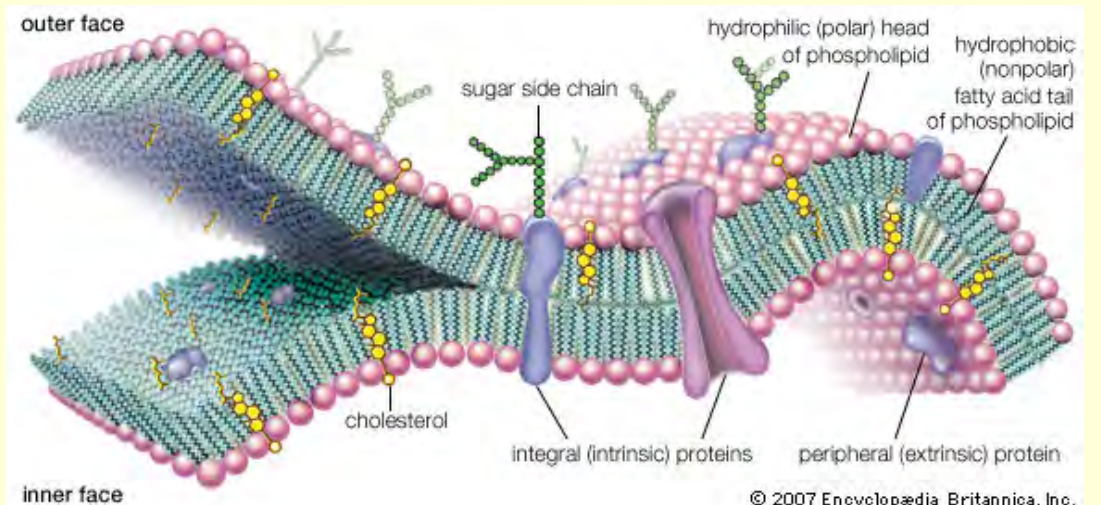
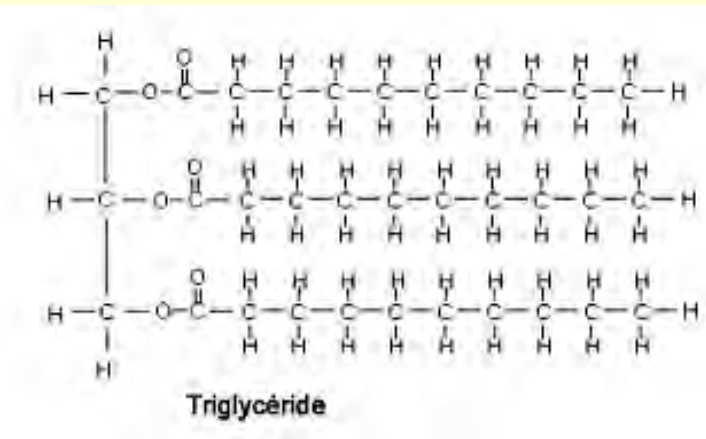


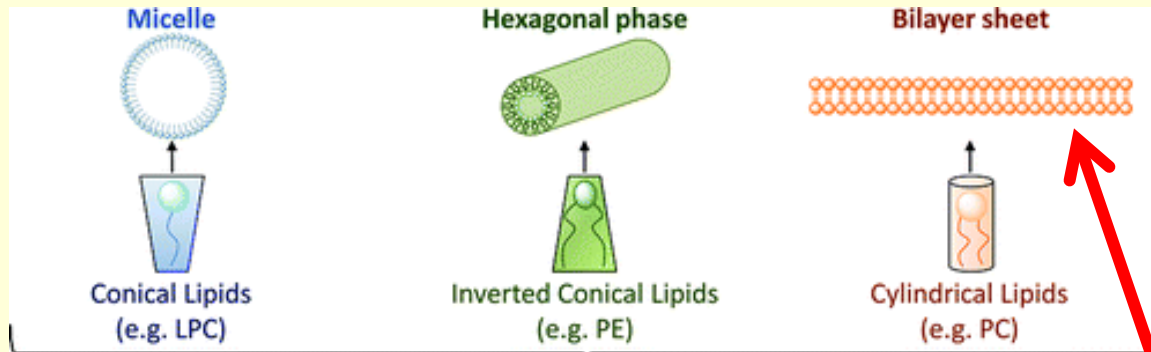
Car les molécules organiques vont avoir tendance à former des chaînes moléculaires de :

- Glucides



- Lipides

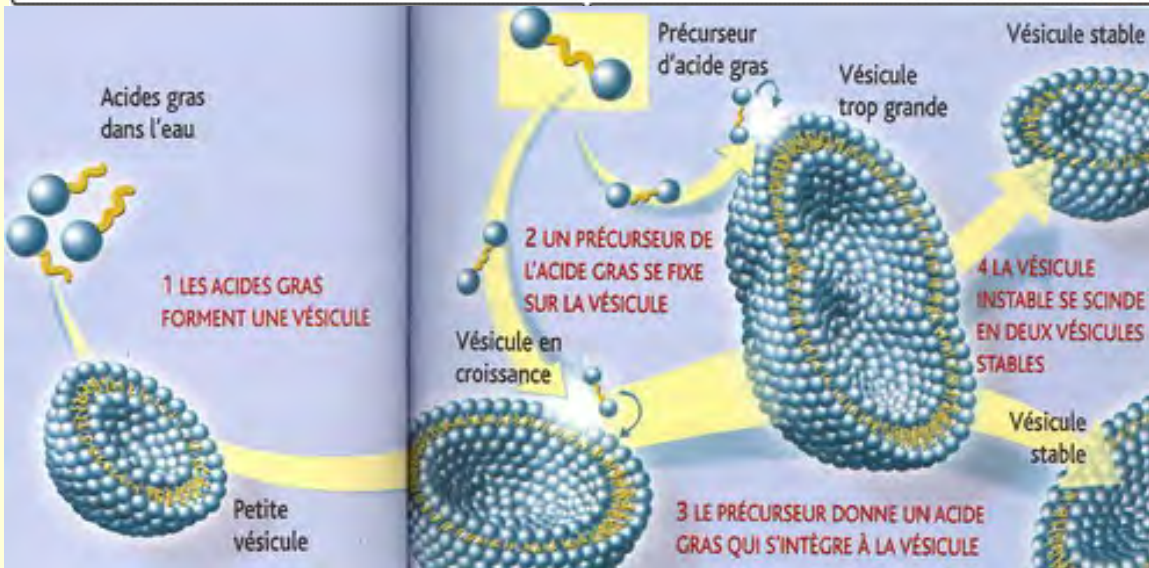
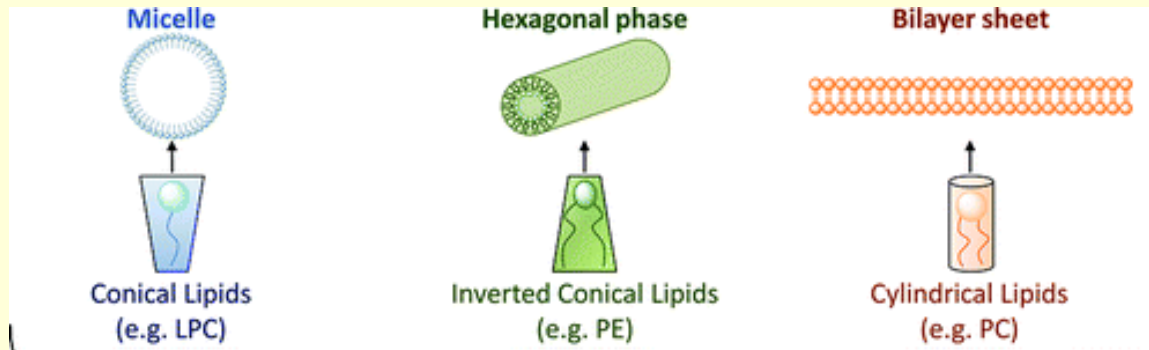




Ces chaînes de lipides vont donner lieu à des phénomènes **d'auto-organisation** mais cette fois-ci au niveau **supra-moléculaires** :

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

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

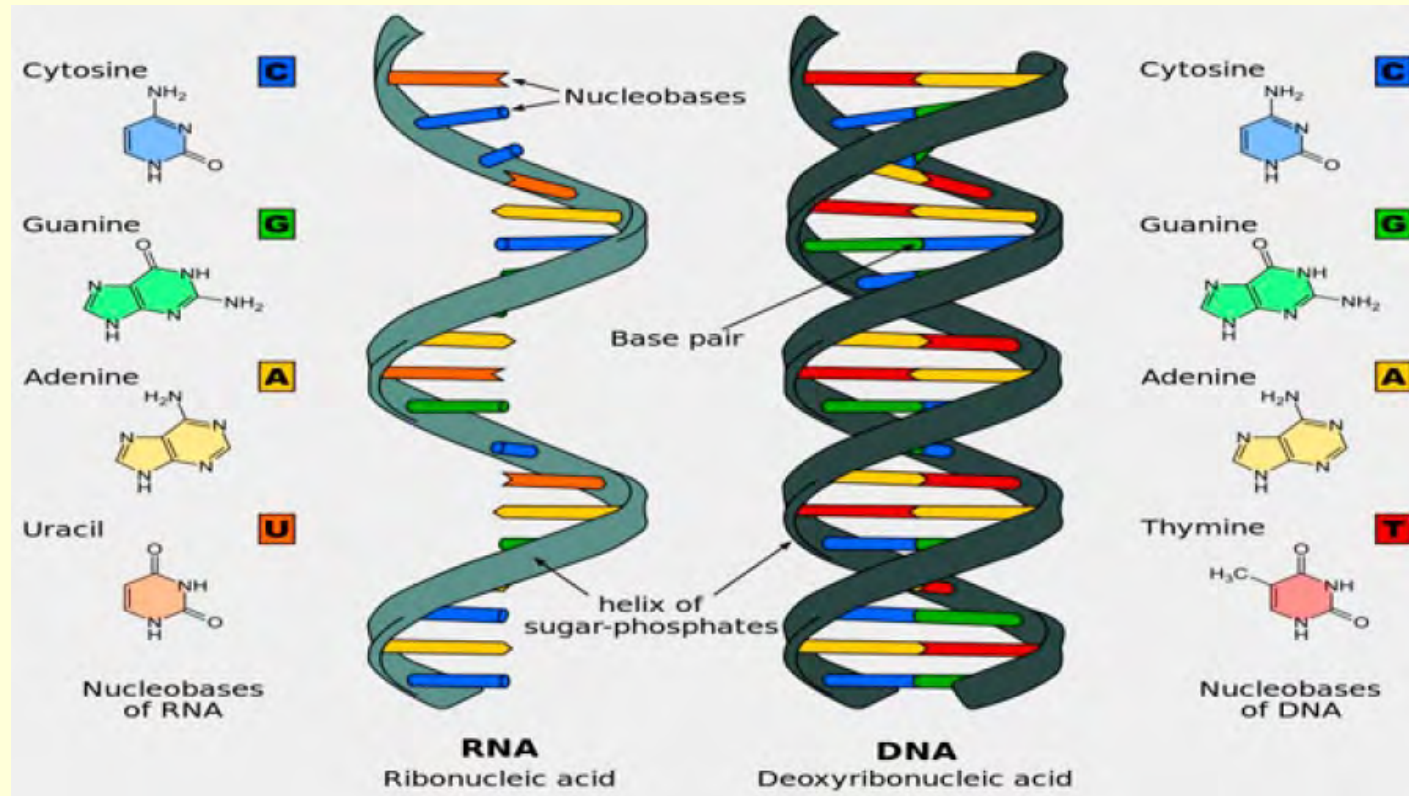


« Pas de membrane, pas de cellules.
 Pas de cellules, pas de neurones.
 Pas de neurones, pas de cerveaux.
 Pas de cerveaux, pas d'humains ! »

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

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

- Glucides
- Lipides
- **Bases nucléiques**

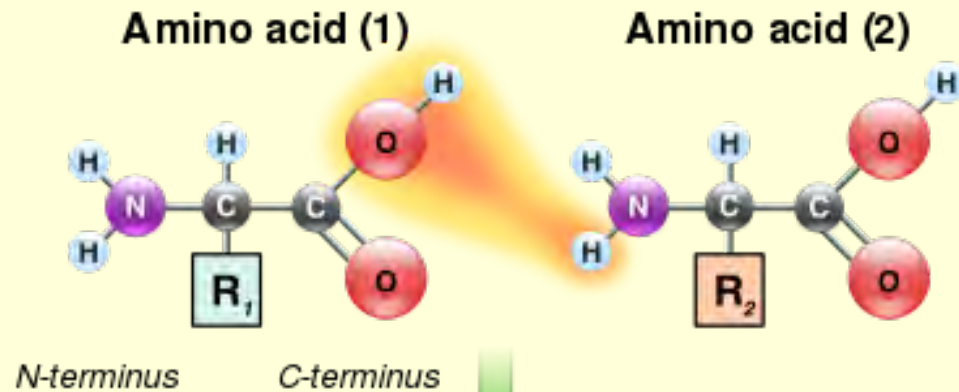


Même principe d'organisation que pour les lipides:

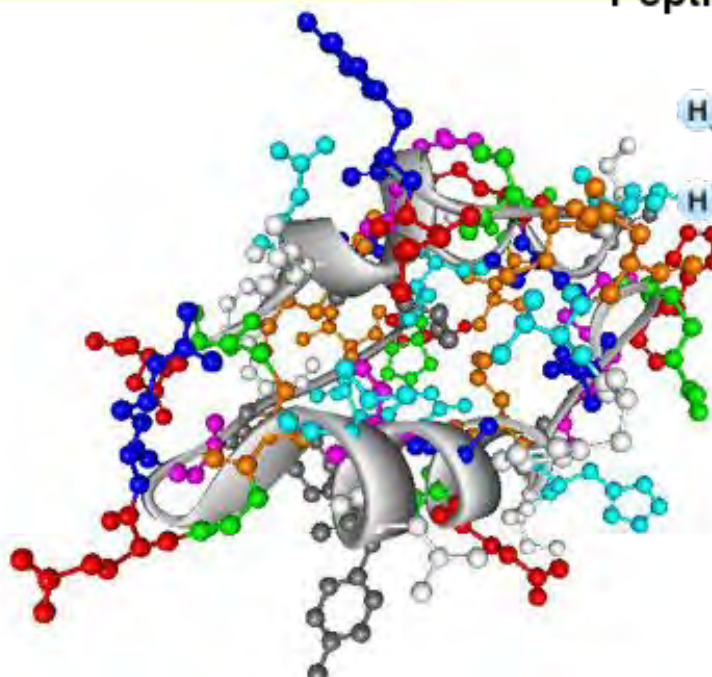
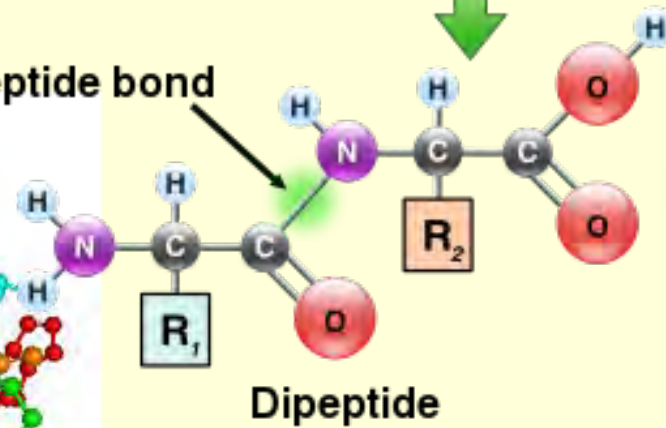
les bases nucléiques **hydrophobiques** complémentaires fuient le contact de l'eau, laissant les "doigts" **hydrophiliques** des groupes phosphates s'occuper de la solubilité avec l'eau...

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

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

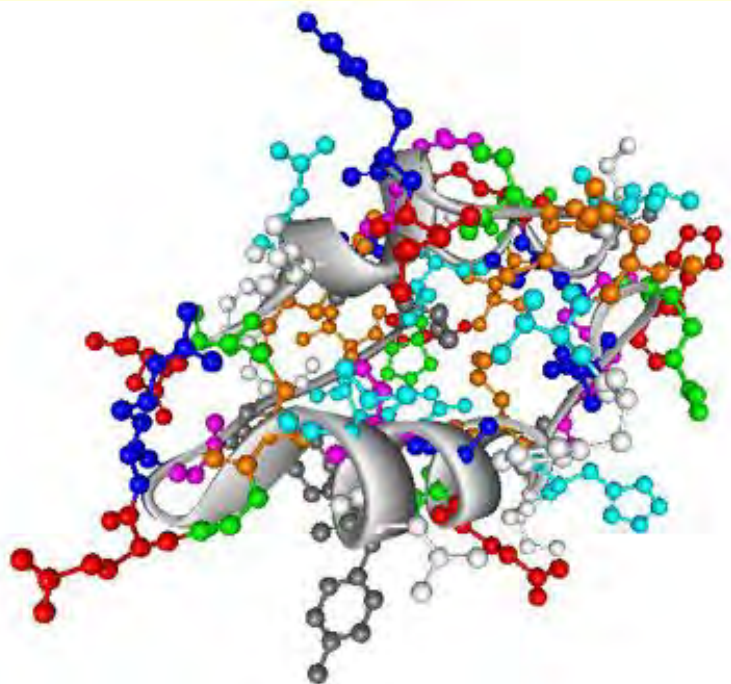
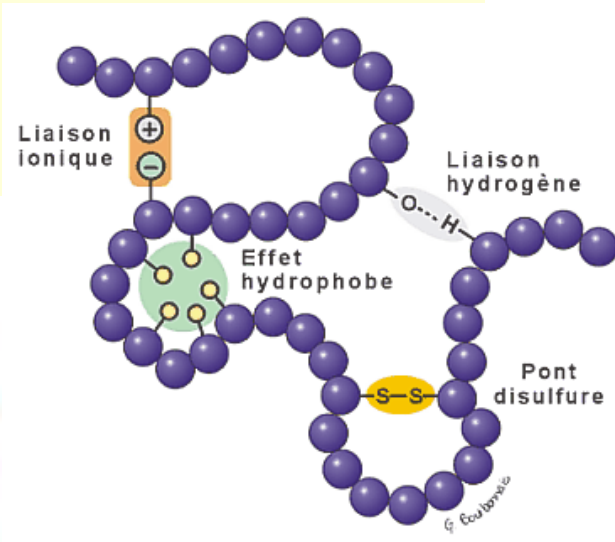
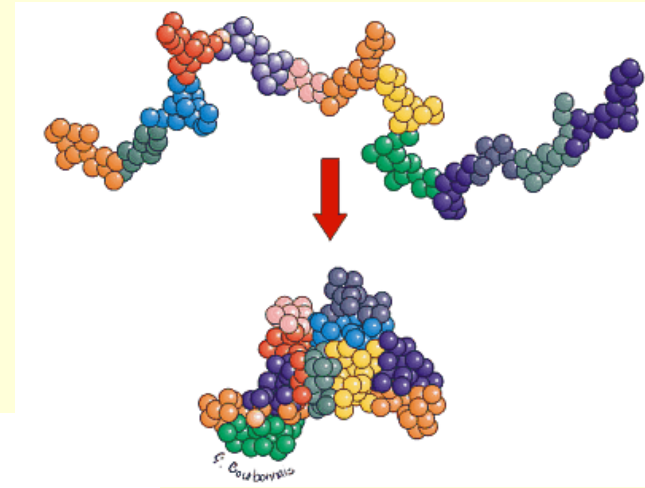


Peptide bond

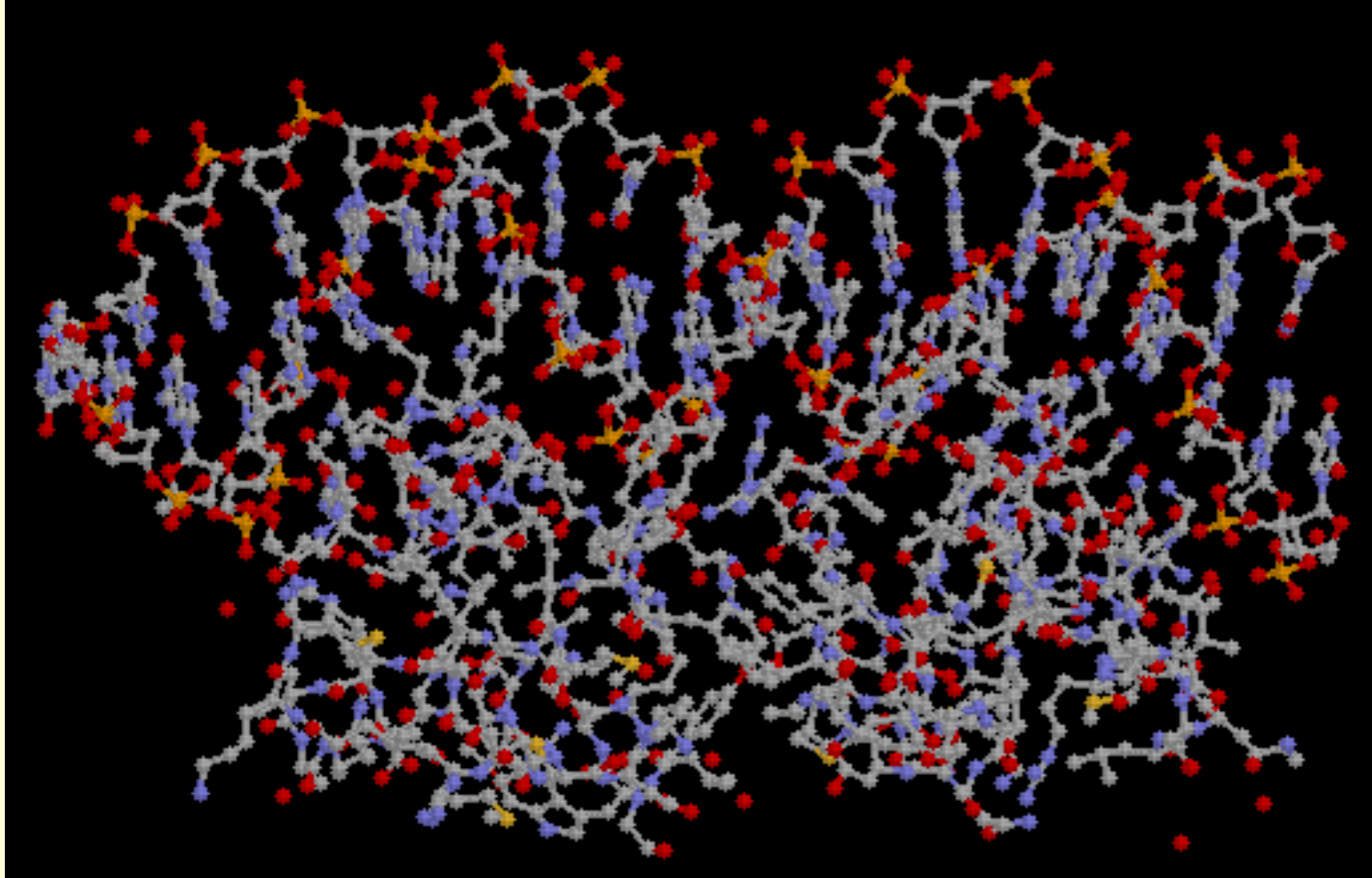


Car les molécules organiques vont avoir tendance à former des chaînes moléculaires de :

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



Le **repliement** de la chaîne d'acides aminés est déterminé par la séquence primaire des acides aminés de la protéine (la suite des « perles » dans le « collier de perles »).



On peut donc dire encore une fois que **ce 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...)

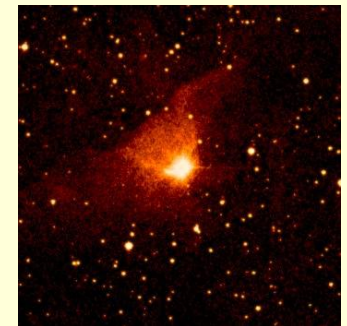
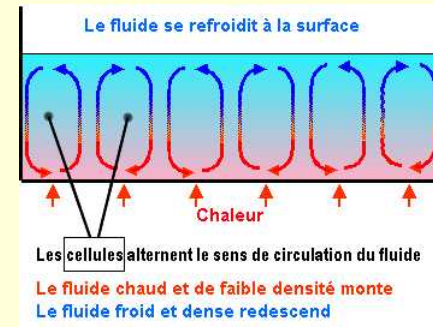
La notion d'**auto-organisation** permet de comprendre comment **de l'ordre peut apparaître spontanément au sein du désordre [...]**

et amener **l'émergence spontanée d'une structure** sous l'effet conjoint d'un apport extérieur d'énergie et des interactions entre les éléments du système considéré.

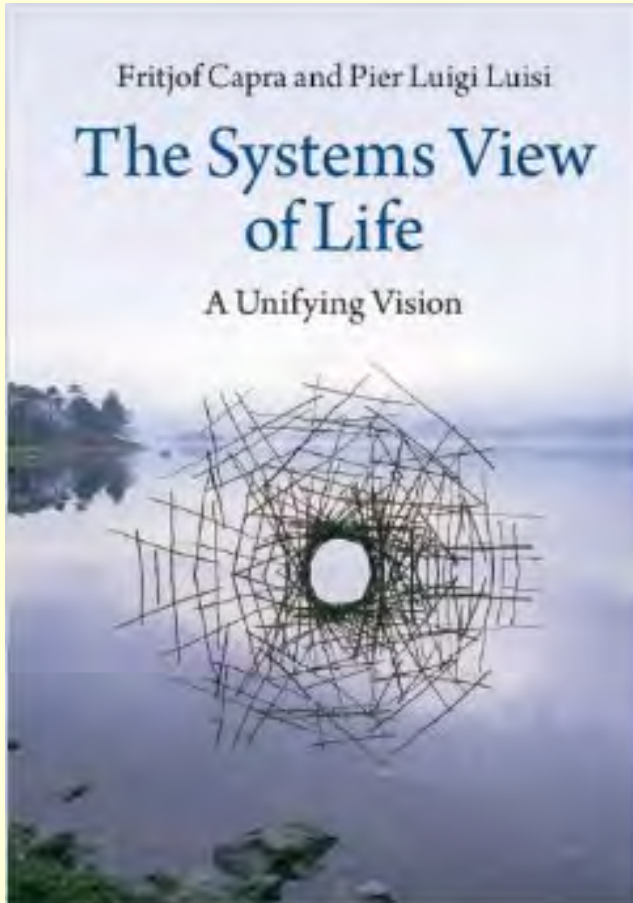
(grâce aux propriétés de la matière donnée par des lois naturelles, et aucune autre « volonté » extérieure)

Exemples :

- l'apparition de motifs périodiques dans un liquide chauffé par le dessous (cellules de convection)
- la formation des dunes (par l'interaction du sable et du vent)
- un nuage de gaz et de poussière qui va former, grâce à la gravité, une étoile



- Les interactions moléculaires qui vont donner lieu aux processus du vivant

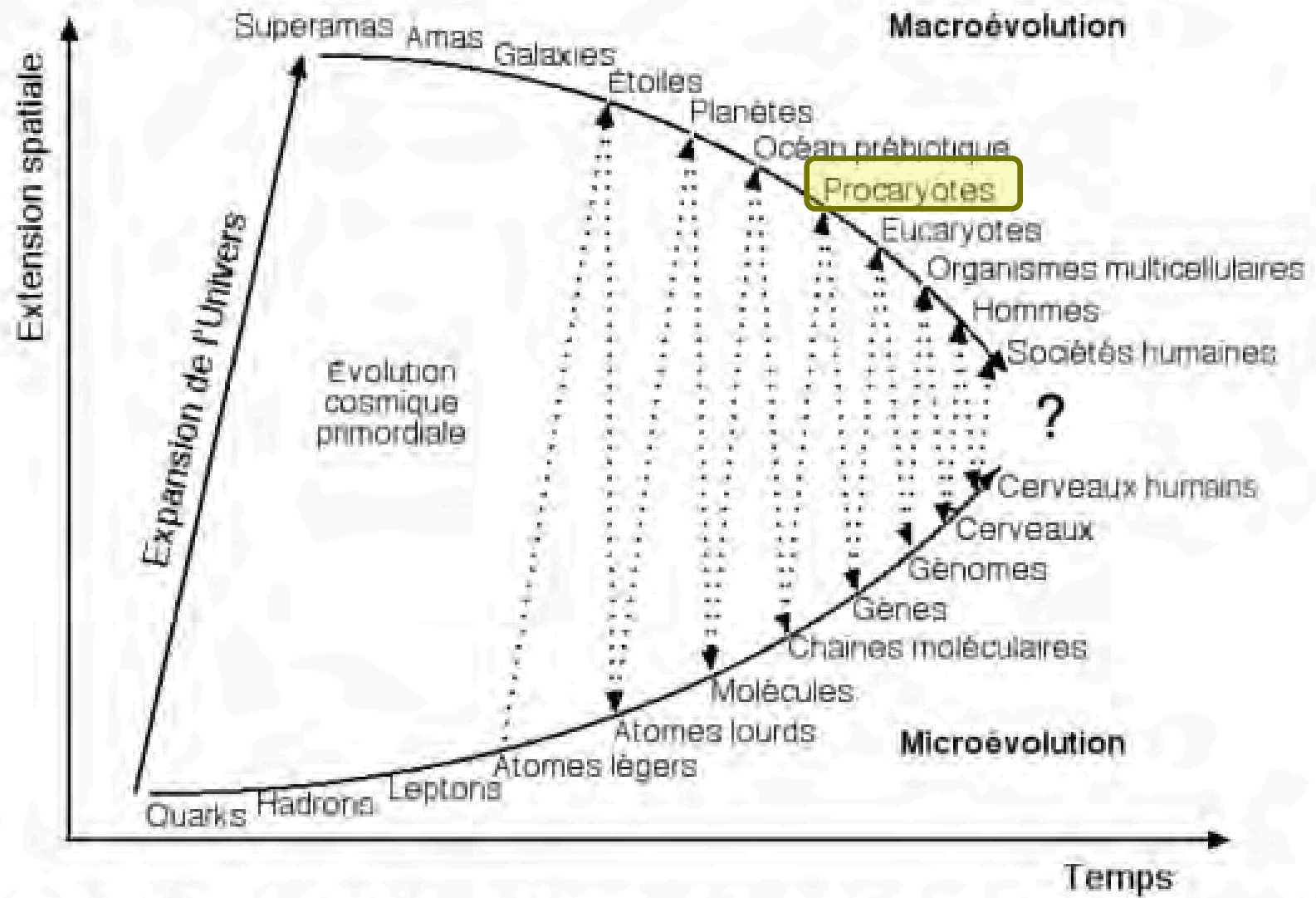


Durant l'histoire occidentale de la science et de la philosophie, il y a eu une tension entre 2 perspectives :

- 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...



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

Apparition des premiers êtres vivants.

Les plus anciennes traces de vie découvertes dans le Nord-du-Québec

1 mars 2017

<http://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1019725/vie-terre-decouverte-nord-du-quebec-nuvvuagittug>

Extraits :

« Des structures présentes dans des roches de Nuvvuagittuq, situé sur la côte est de la baie d'Hudson, laissent à penser qu'il s'agit de micro-organismes fossilisés qui dateraient d'au moins **3,8 milliards d'années, ou plus probablement de 4,3 milliards d'années.**

...[Cette découverte] révèle aussi que les conditions de l'apparition de la vie sur Terre existaient à un stade précoce de son évolution. »

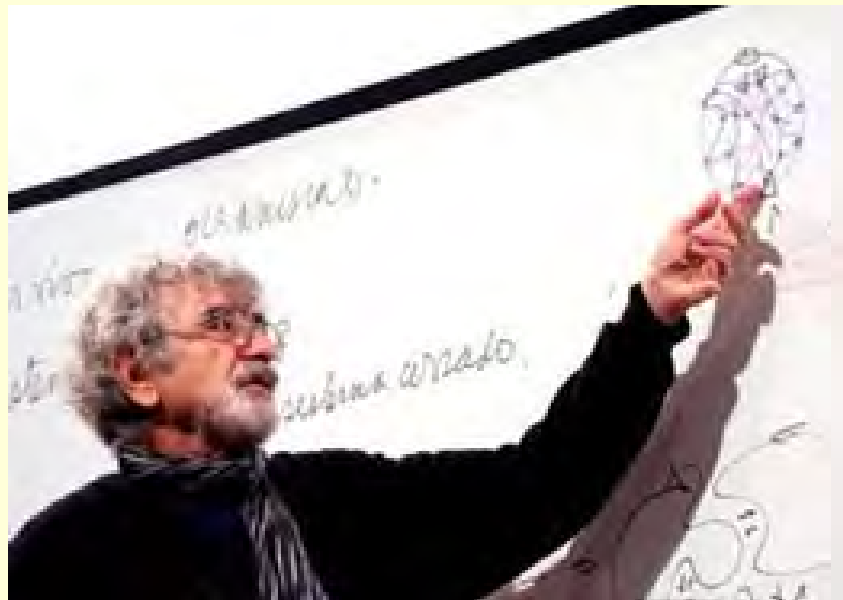
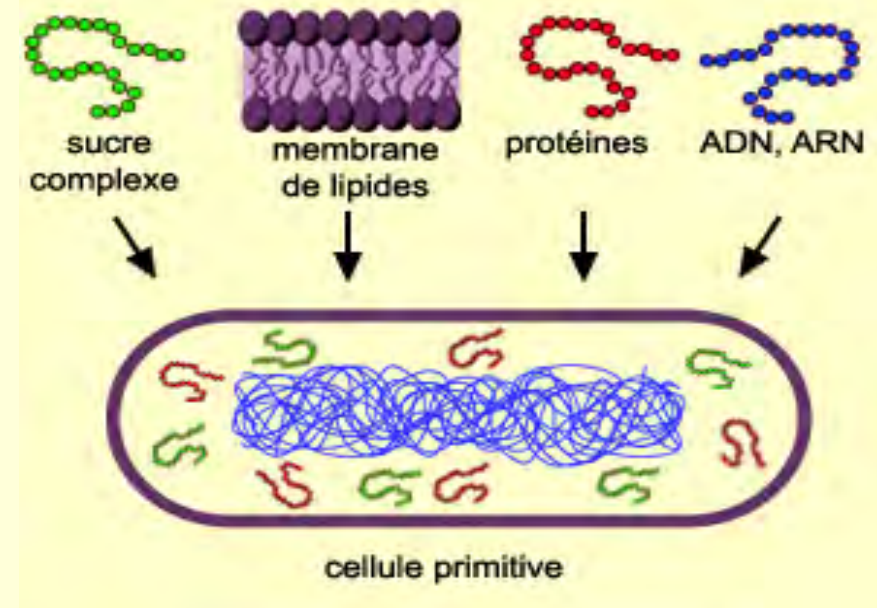
Qu'est-ce qui distingue le **vivant** du **non vivant** ?

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

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

élaborée par Humberto Maturana et Francisco Varela

dans les années 1970.

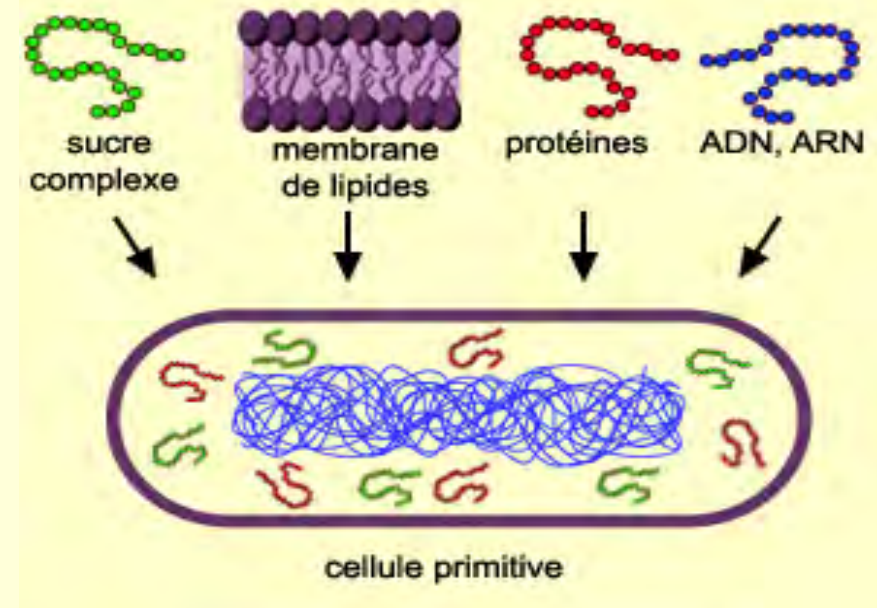


Pour comprendre ce qu'est une **cellule vivante**,

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

élaborée par Humberto Maturana et Francisco Varela

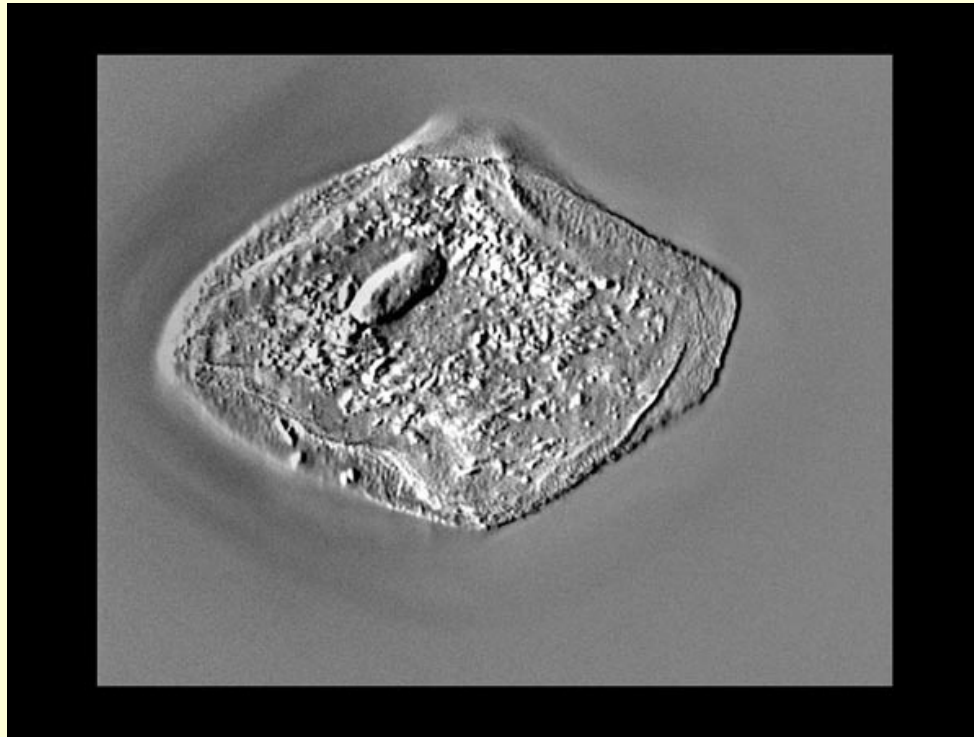
dans les années 1970.



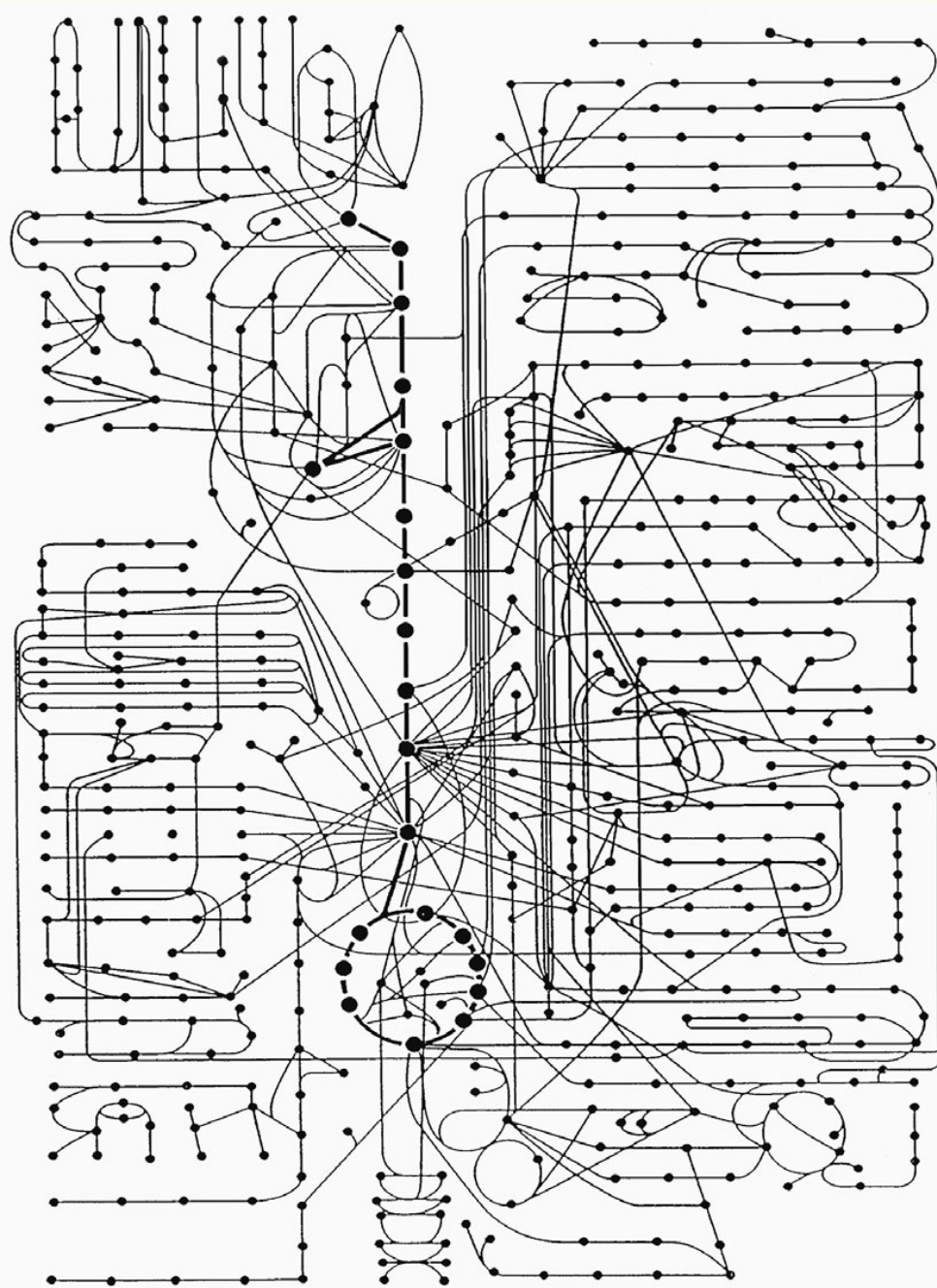
« Notre proposition est que les être vivants sont caractérisés par le fait que, littéralement, ils sont continuellement en train de **s'auto-produire**. »

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

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



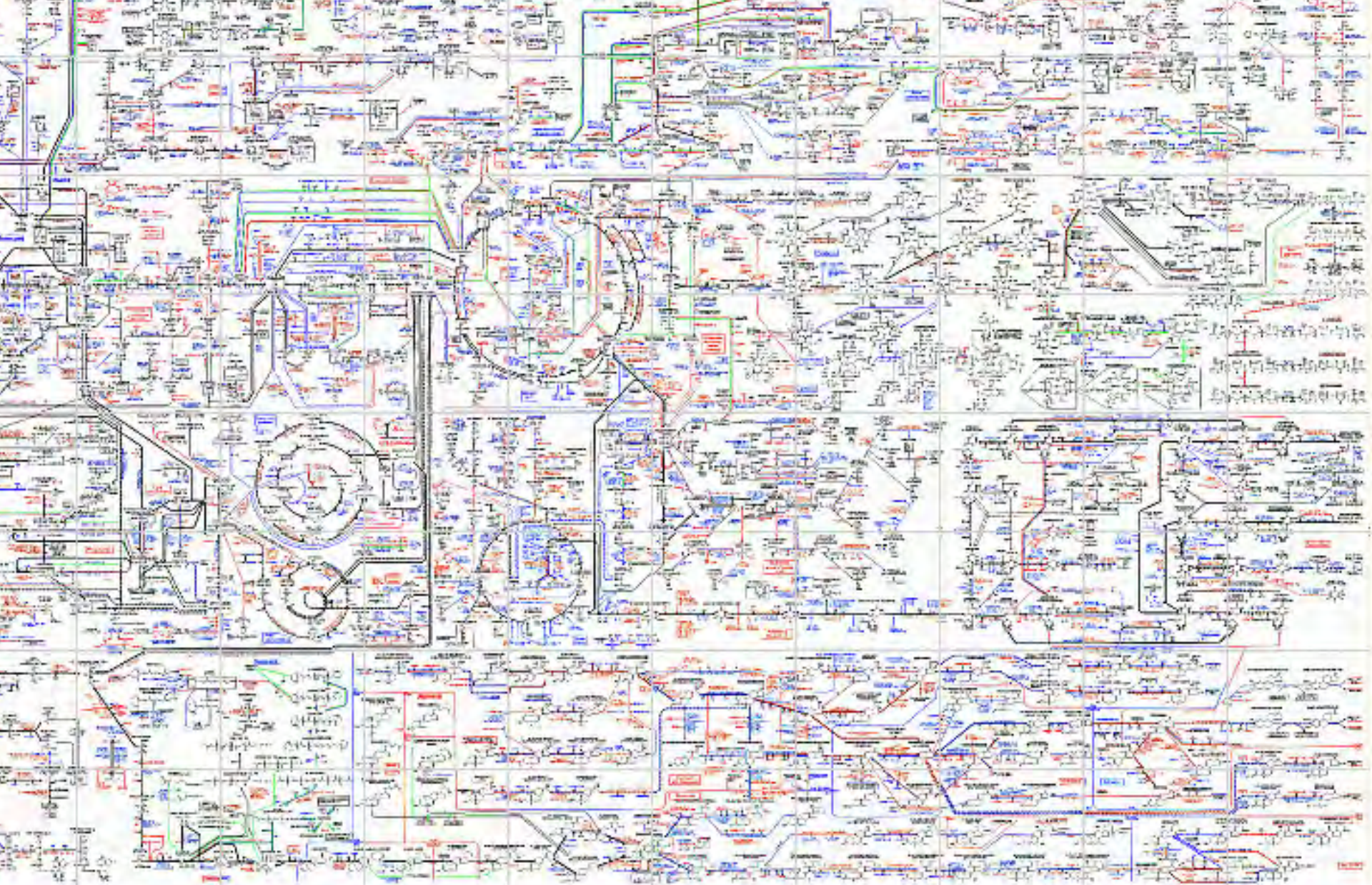
An image of a human buccal epithelial cell obtained using Differential Interference Contrast (DIC) microscopy
(www.canisius.edu/biology/cell_imaging/gallery.asp)



« un réseau »...

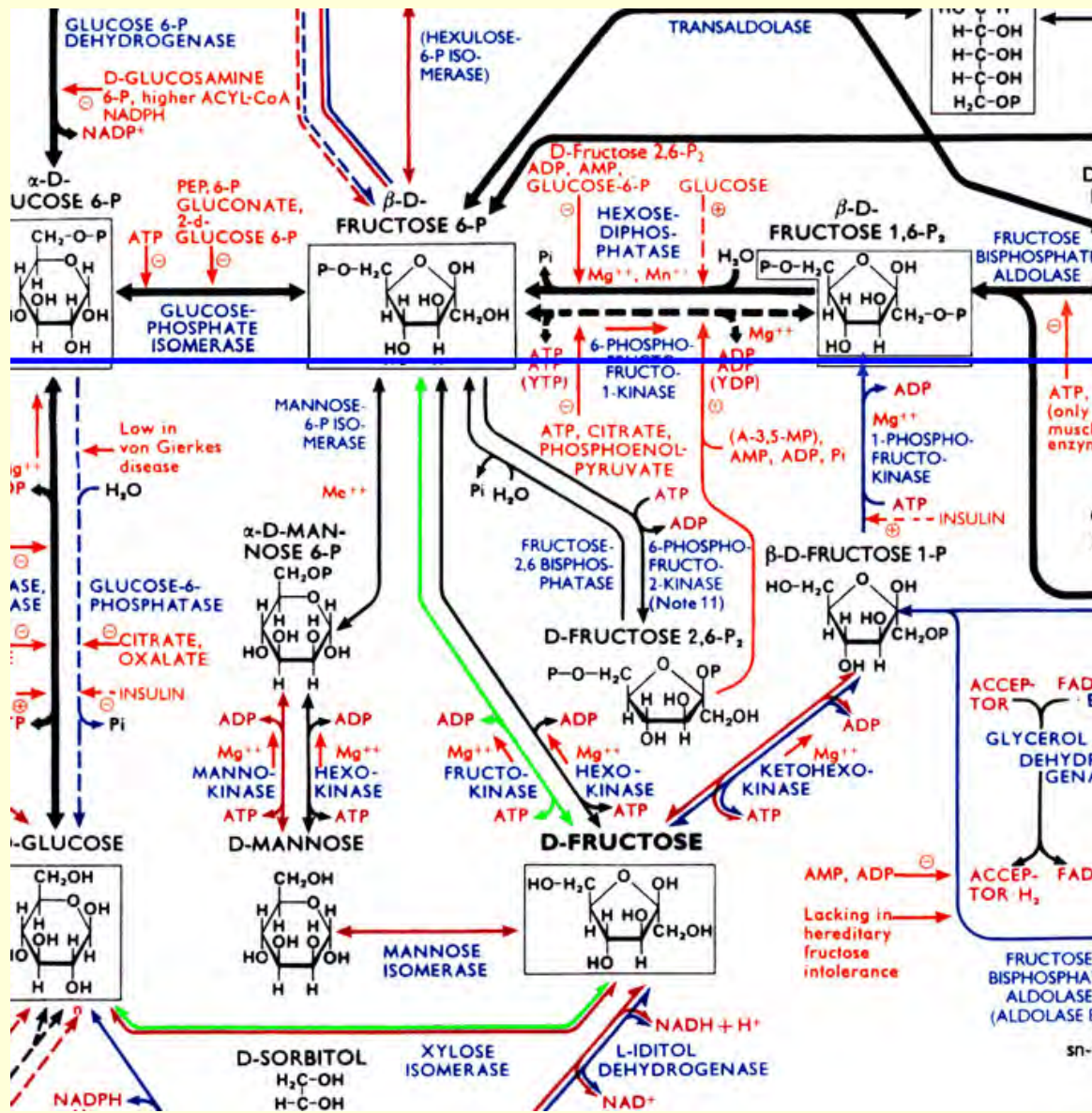
= des éléments qui entretiennent des relations

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

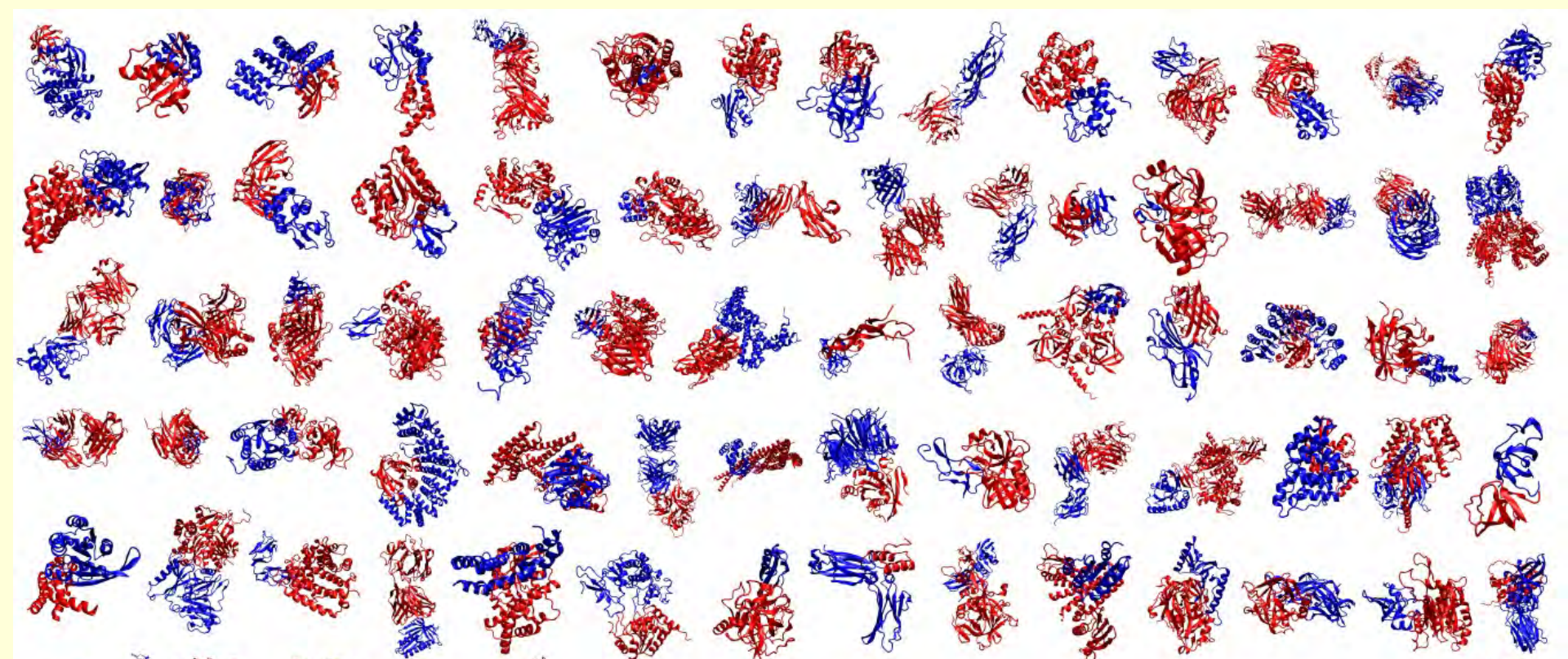
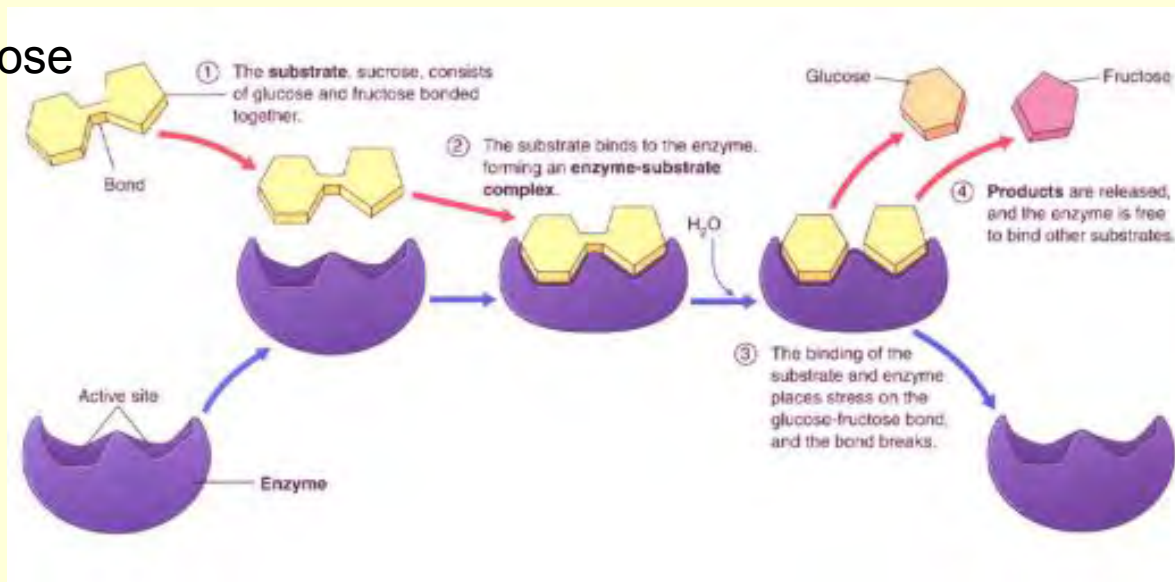


« un réseau complexe »... = cascades de réactions biochimiques dans une cellule

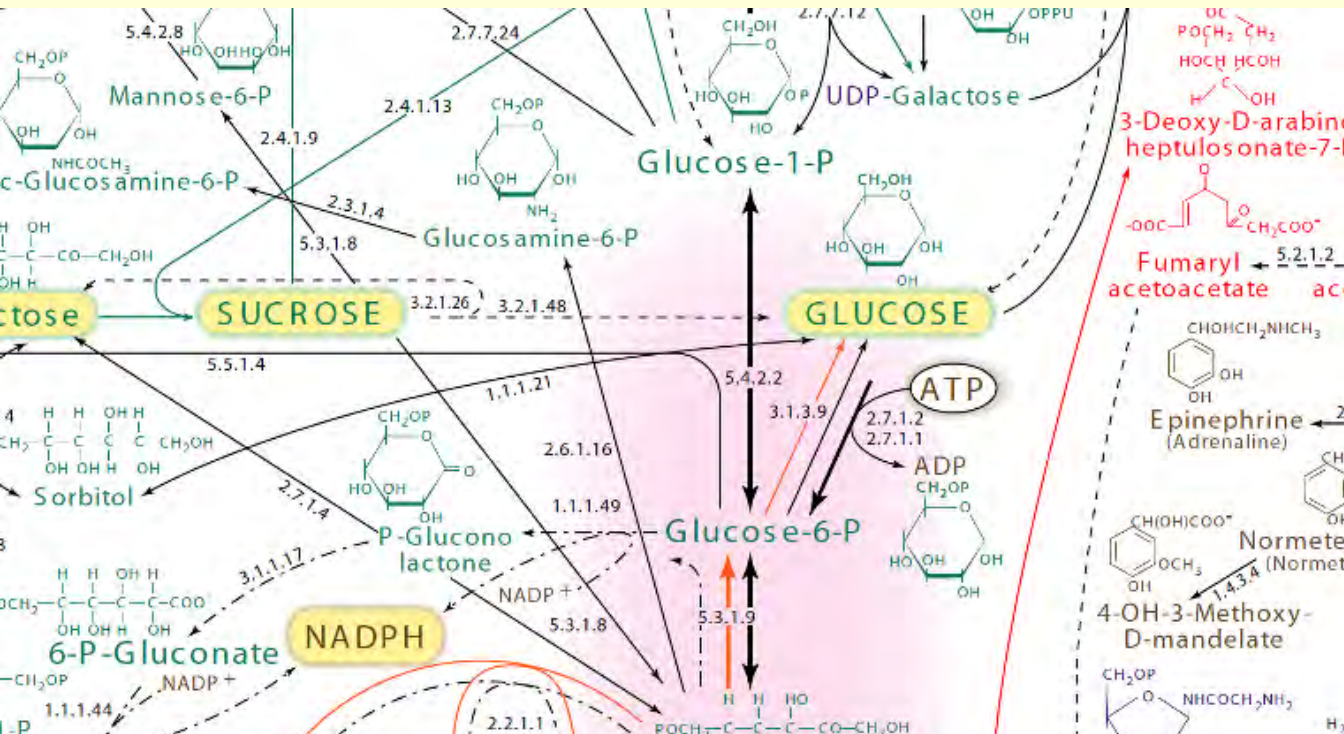
« un réseau complexe d'éléments »... : enzymes (protéines), ADN, etc.



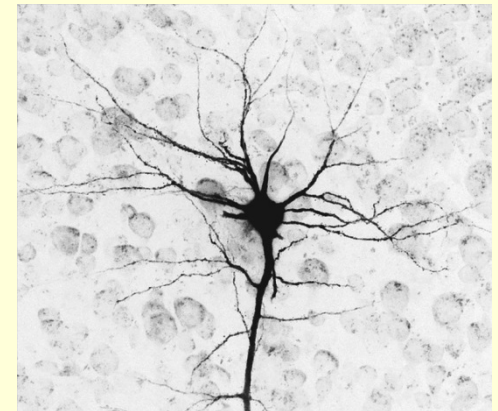
sucrose



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



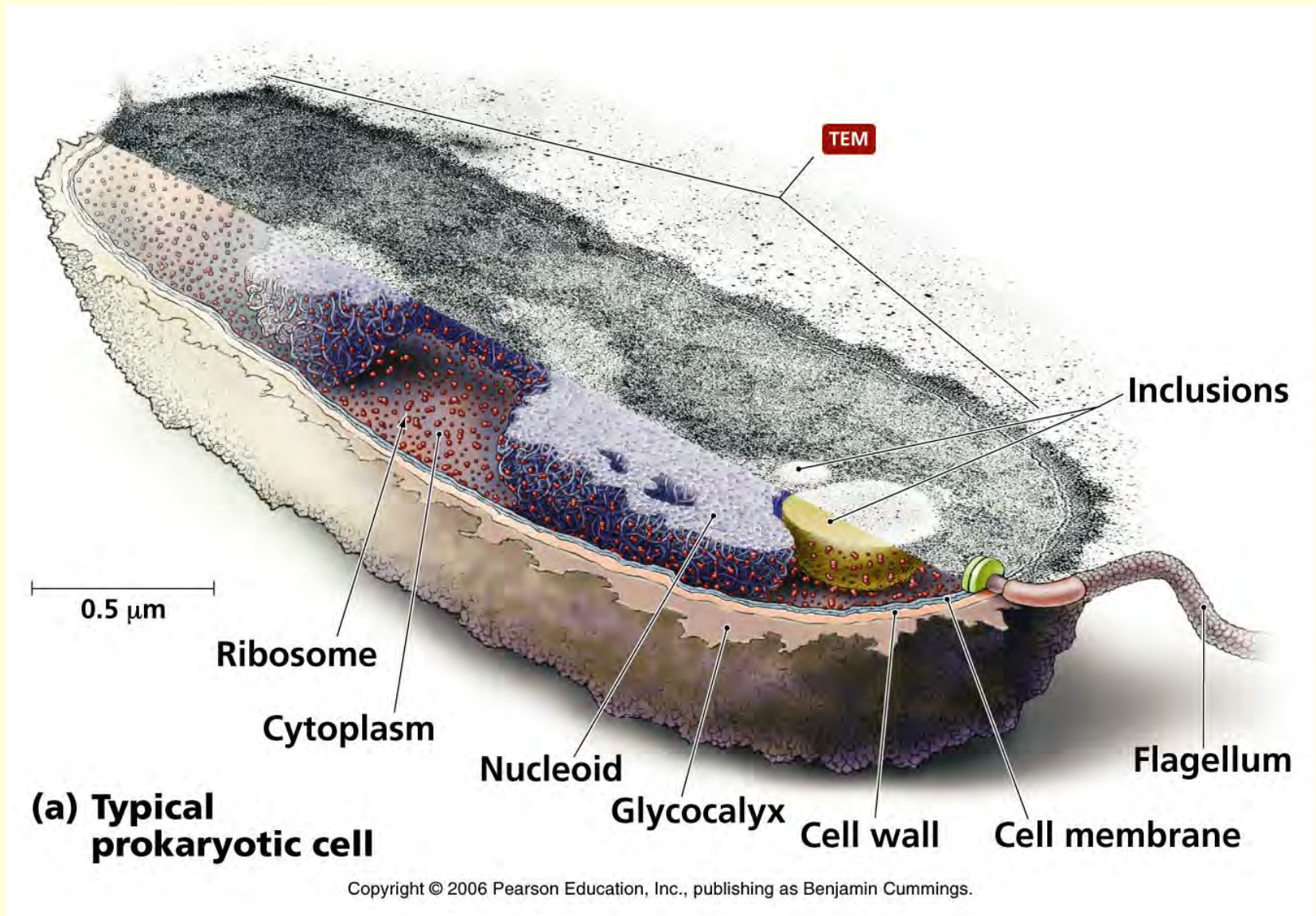
..qui régénèrent constamment, par leurs interactions et transformations, le réseau qui les a produits.



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

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

Les premières cellules vivante sont déjà infiniment complexes !



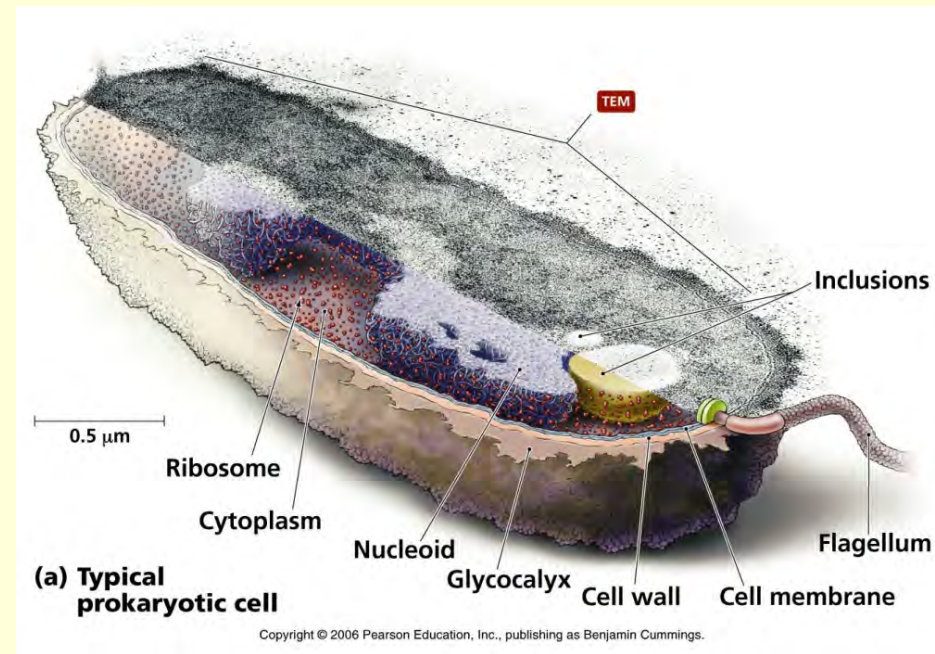
À un certain niveau d'organisation,

on voit donc apparaître un « **agent autonome** » avec une **identité** propre.

Cet agent autonome découle
d'interactions dynamiques au niveau
local (les interactions moléculaires
de son métabolisme, par exemple)

ET

de processus émergents qui
apparaissent à un niveau **global**.

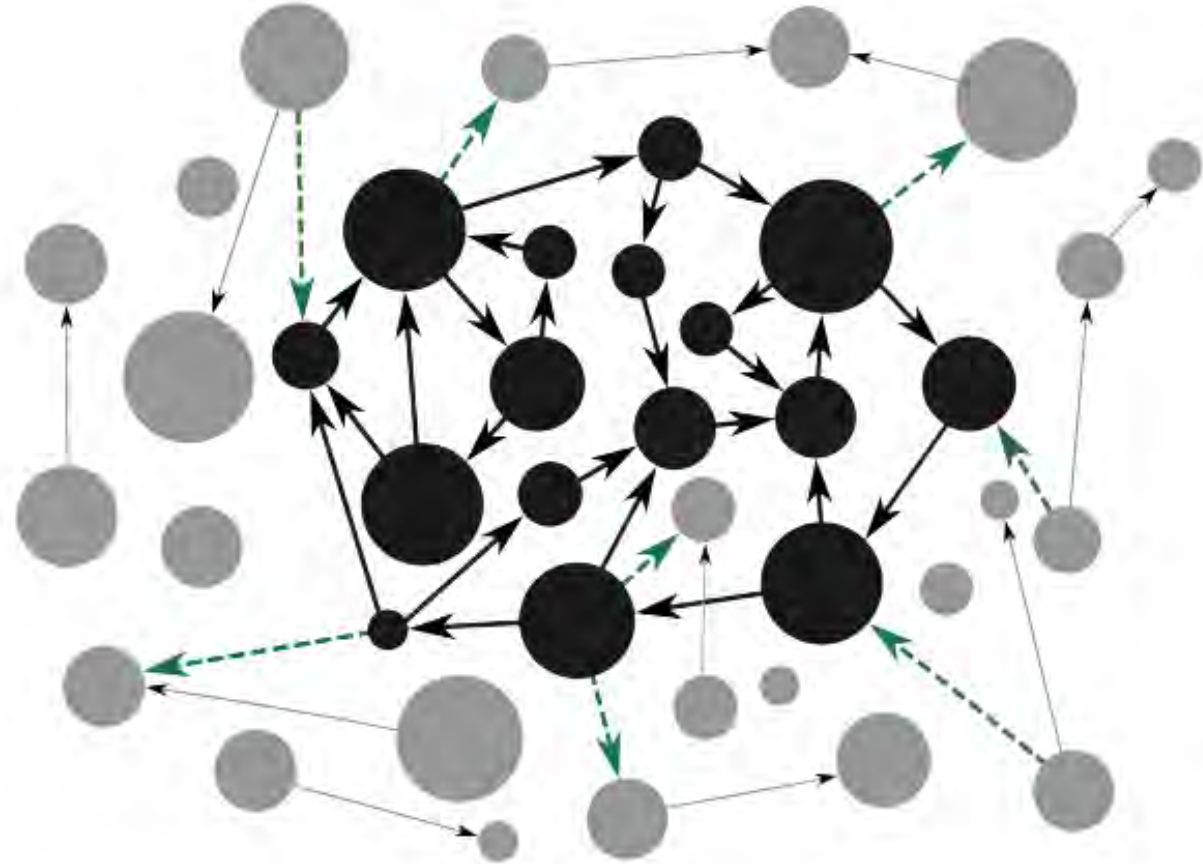


En noir : une cellule

dont les différentes
composantes
moléculaires
interagissent
localement et
préférentiellement
entre elles

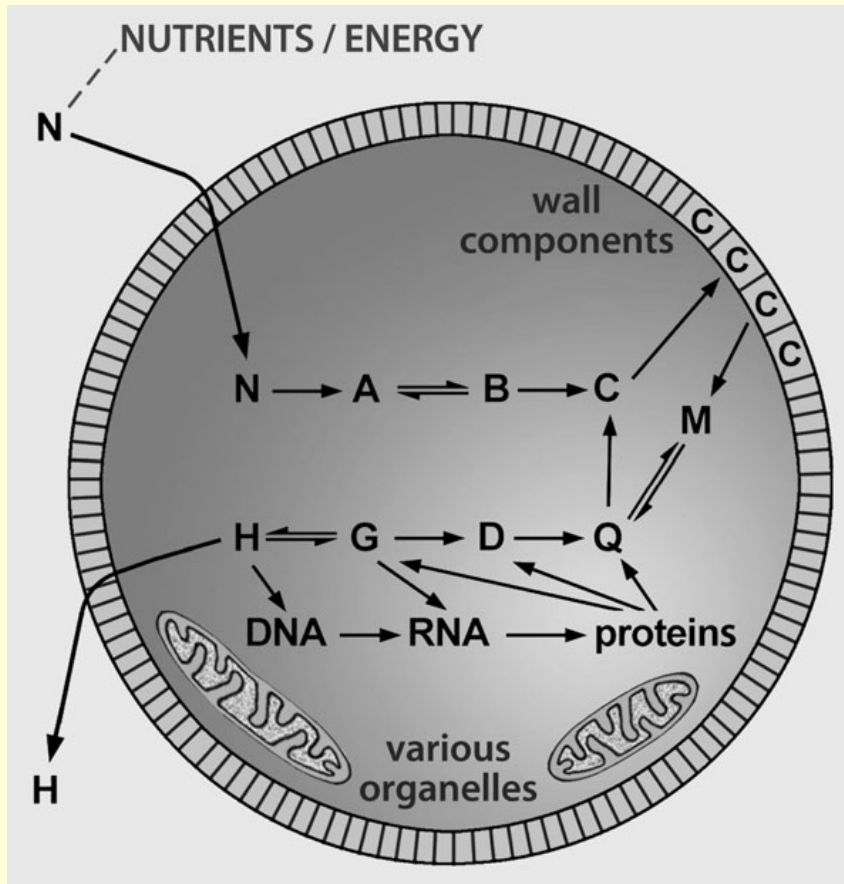
(mais c'est
un « système ouvert »
du point de vue
thermodynamique,

i.e. de l'énergie entre
et des « déchets »
sortent)



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

<http://www.gaillard-systemique.com/autopoiese-varela>



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 un processus émergent qui n'est pas présent dans les parties mais dans les interactions dynamiques au sein du tout que forment ces parties.

Ces propriétés émergentes sont parfois étonnantes
(comme la vie) ou comme cet exemple en chimie :



+



=



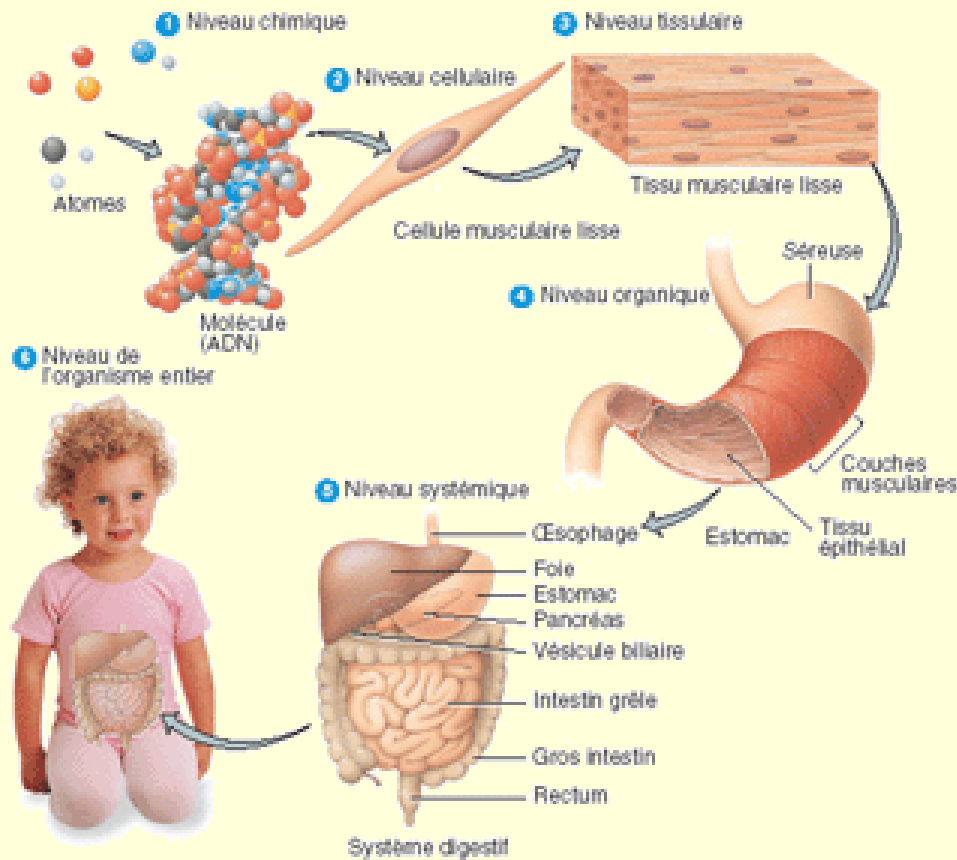
Sodium (Na)
(métal hautement inflammable)

Chlore (Cl)
(gaz très toxique)

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

La conscience par rapport au système nerveux
en est un autre pas moins étonnant...

Organisation structurale du corps humain (Figure 1.1)

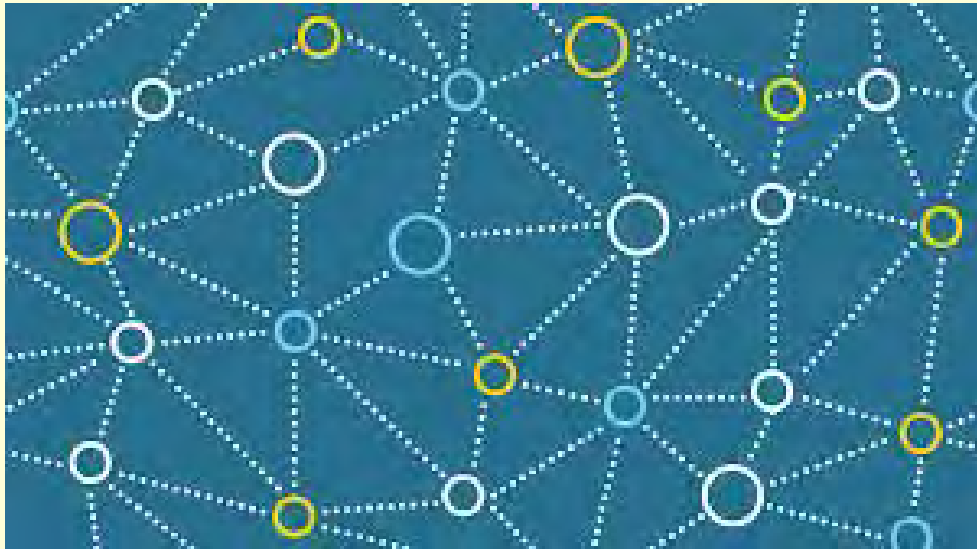


Une conséquence importante :

L'approche **réductionniste** en science où l'on cherche à réduire le tout en ses parties pour mieux le comprendre n'est applicable que lorsqu'on parle de **ce qui compose** la structure du vivant. ("De quoi c'est fait ?")

L'émergence du vivant en tant que **propriété particulière** ne peut donc pas être réduite aux propriétés de ses constituants chimiques.

Pour comprendre êtres vivants, il faut considérer la forme et les interactions dynamiques globales au sein de ses réseaux.



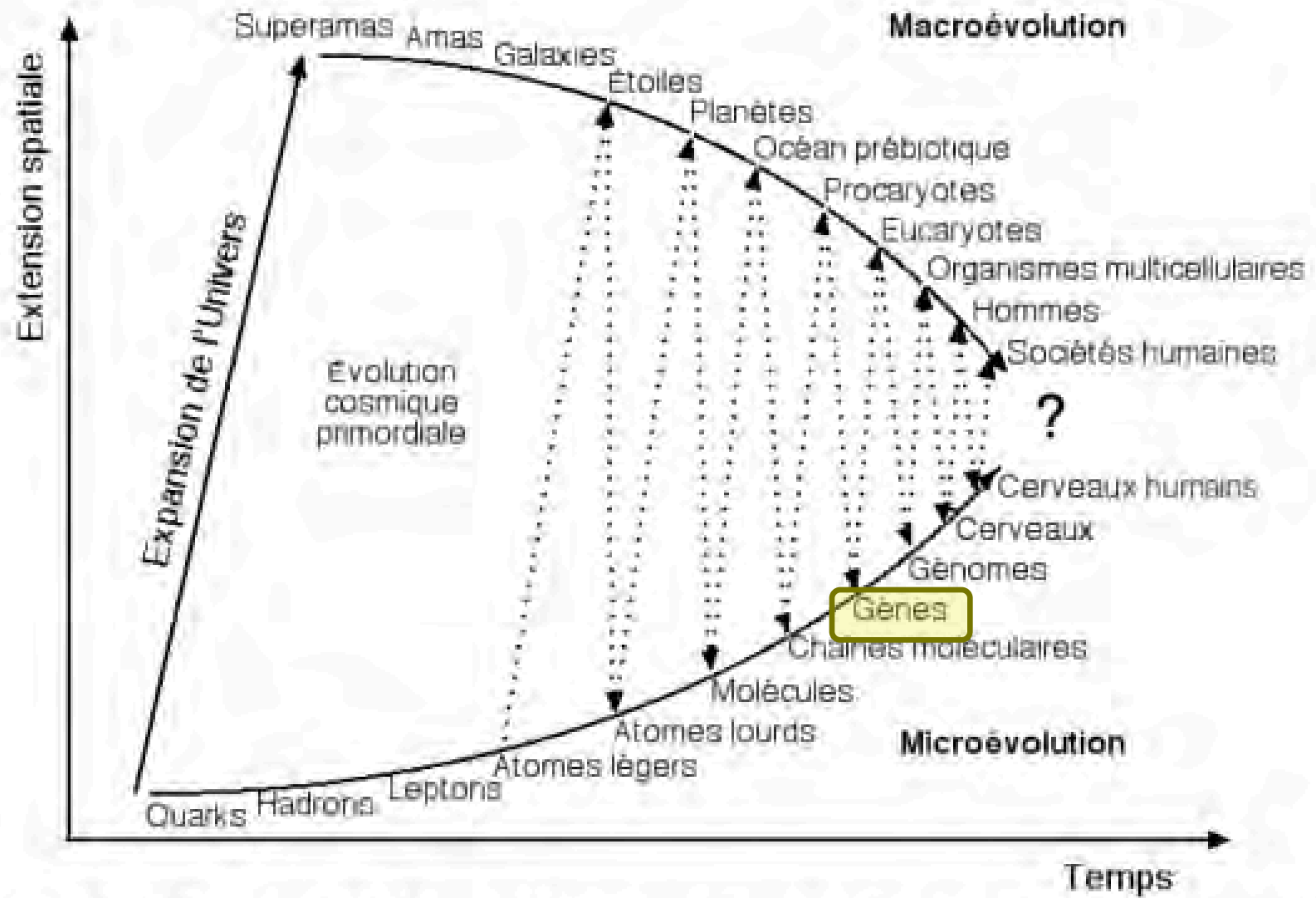
« Whenever we look at life,
we look at networks. »

- Capra & Luisi

Un conséquence importante :

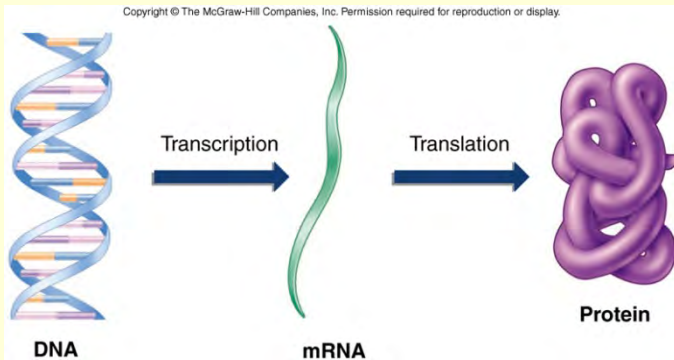
L'approche **réductionniste** en science où l'on cherche à réduire le tout en ses parties pour mieux le comprendre n'est applicable que lorsqu'on parle de **ce qui compose** la structure du vivant.
("De quoi c'est fait ?")

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

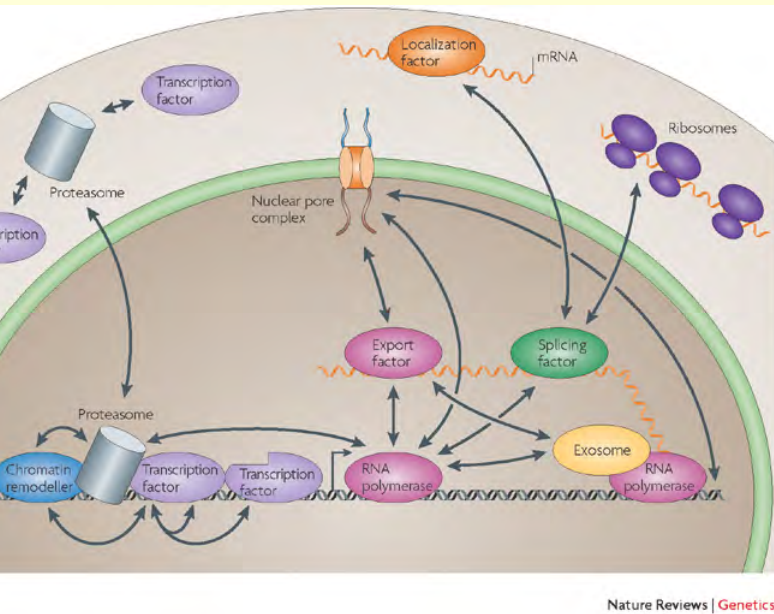


D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.

Et ça se vérifie déjà au niveau du gène...

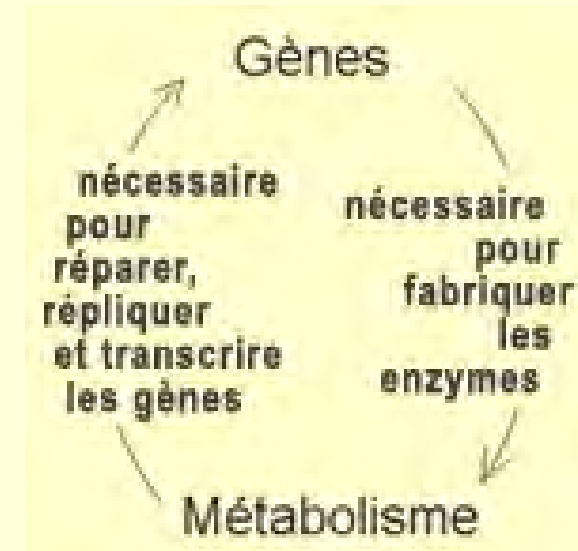


On a longtemps pensé que les gènes n'étaient que les « plans » pour fabriquer nos protéines.



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

Dans l'autopoïèse, le **métabolisme** et les **gènes** forment ensemble un réseau.



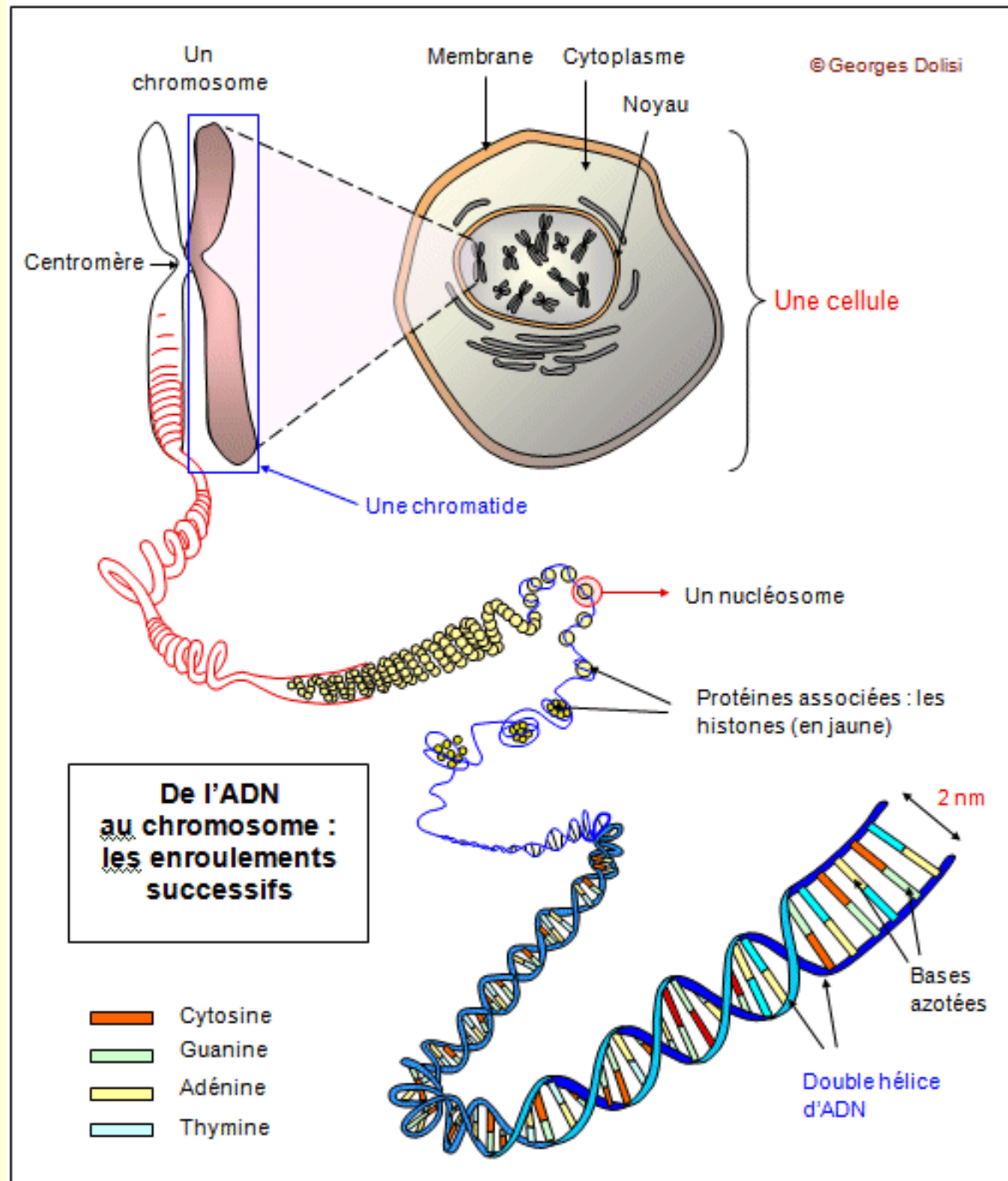
Ces réseaux métaboliques doivent cependant réussir à **se reproduire en faisant des copies d'eux-mêmes.**

Car la vie implique aussi une capacité de **mémoire** pour retenir les bons coups du hasard.

C'est ce que fait l'ADN, cette **longue** molécule relativement **stable** située dans le noyau de chacune de nos cellules.

Mais cette stabilité ne lui confère pas un statut particulier vis-à-vis des autres molécules :

l'ADN fait partie d'un **réseau complexe d'interactions moléculaires.**



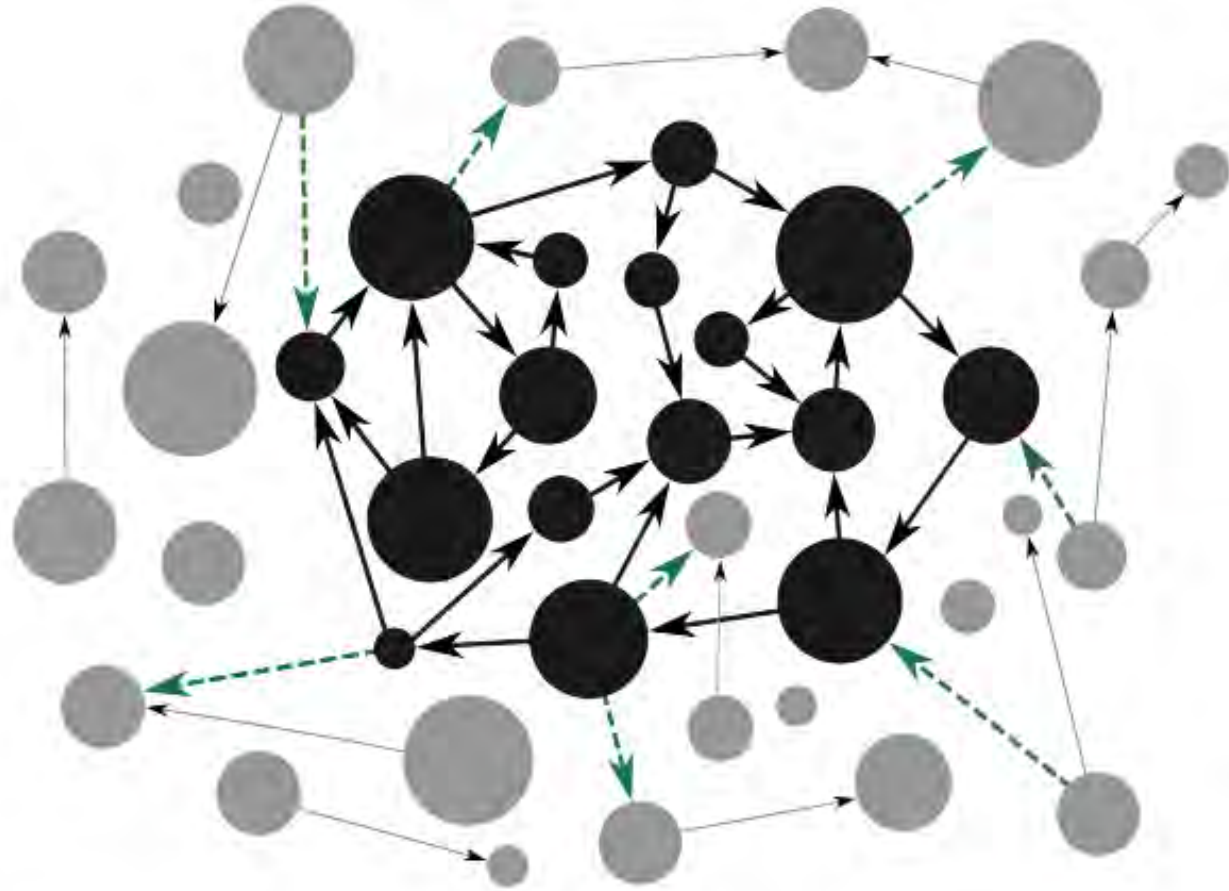
En noir :

un réseau de plusieurs **gènes**

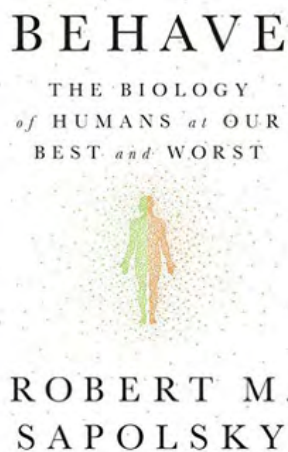
et leurs **promoteurs**

impliqués dans le
moindre comportement

(il est extrêmement
rare de trouver un gène
unique correspondant à
un trait comportemental
unique)



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

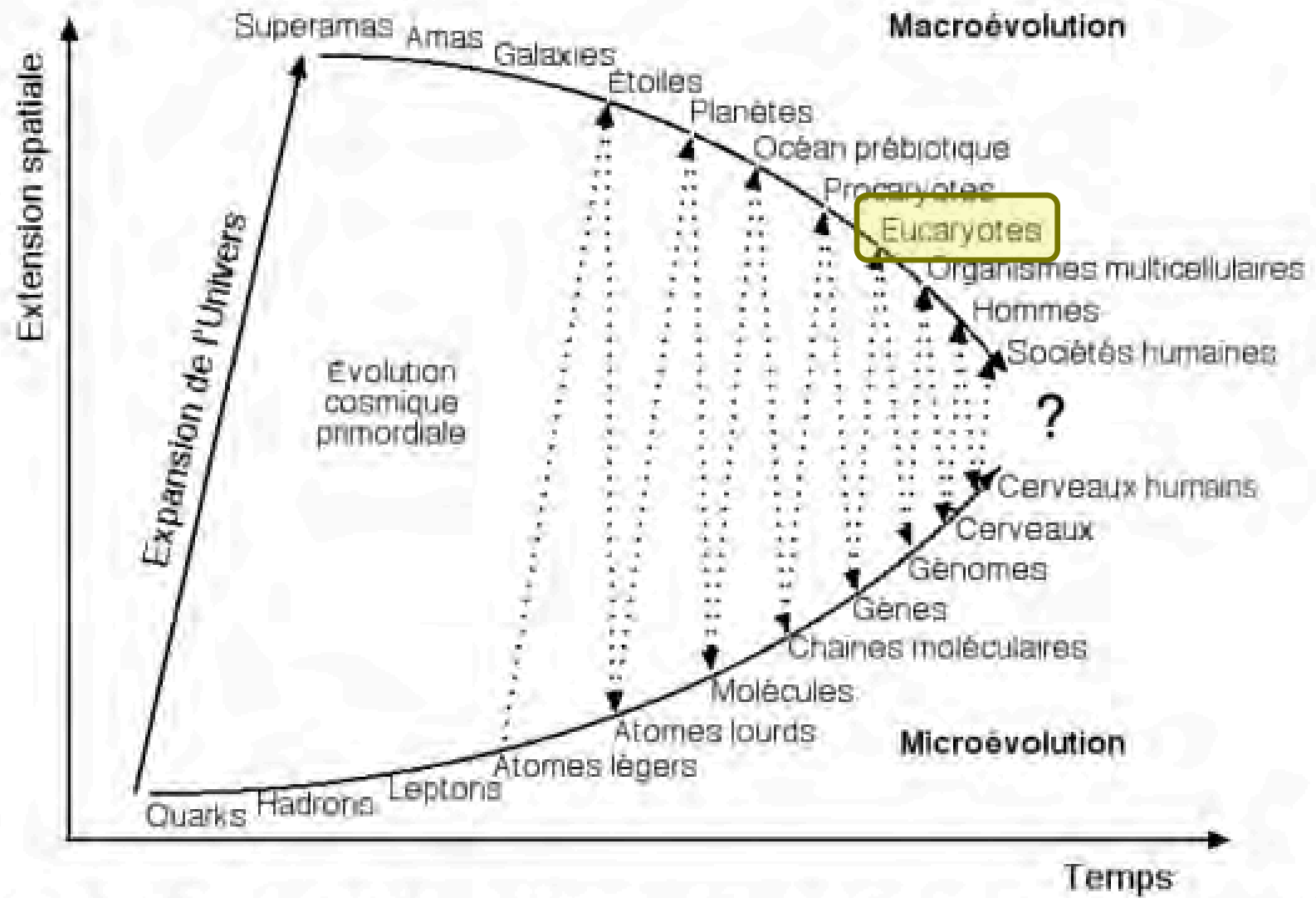


TED video :

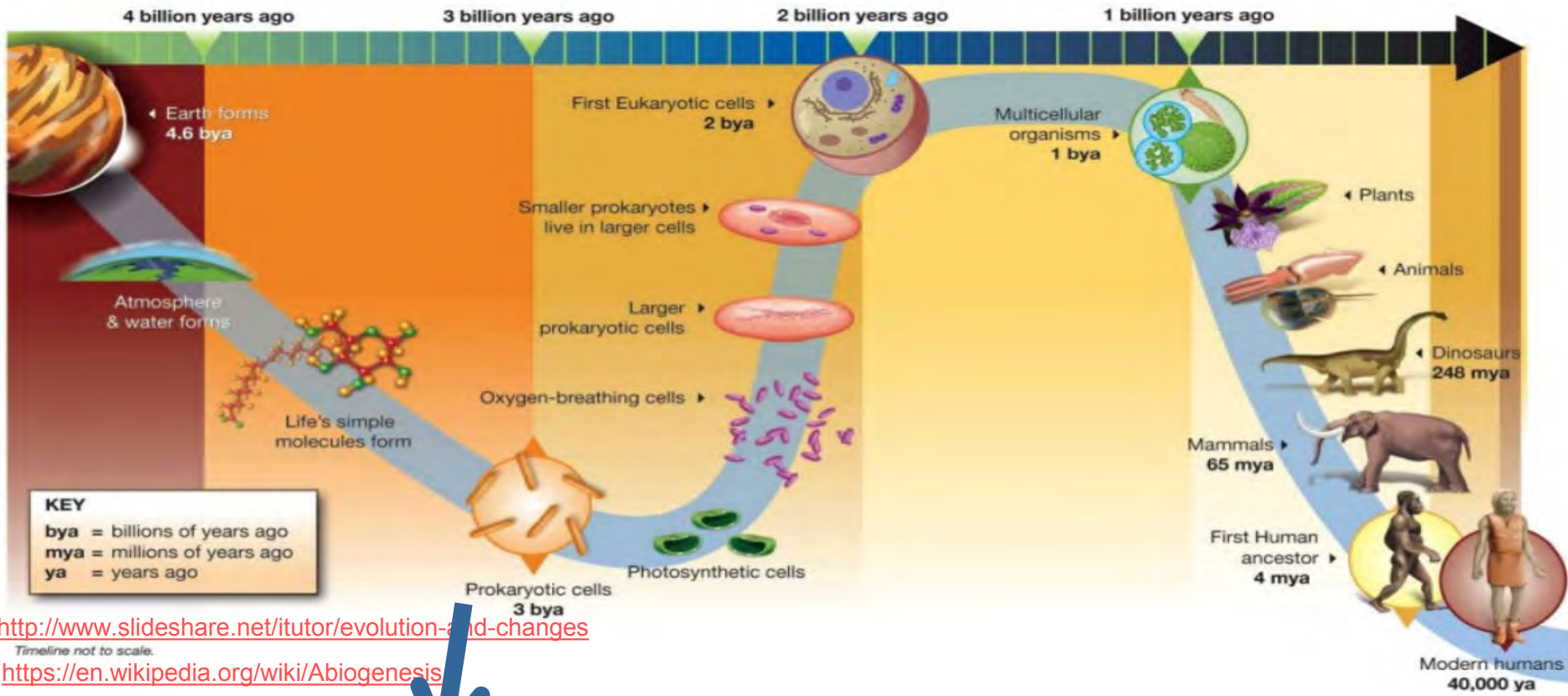
The biology of our best and worst selves.

https://www.ted.com/talks/robert_sapolsky_the_biology_of_our_best_and_worst_selves

- a. This review of candidate genes barely scratches even the surface of the surface. Go on PubMed (a major search engine of the biomedical literature) and search “MAO gene/behavior”—up come more than 500 research papers. “Serotonin transporter gene/behavior”—1,250 papers. “Dopamine receptor gene/behavior”—nearly 2,000.
- b. The candidate gene approaches show that the effect of a single gene on a behavior is typically tiny. In other words, having the “warrior gene” variant of MAO probably has less effect on your behavior than does believing that you have it.
- c. Genomewide survey approaches show that these behaviors are influenced by huge numbers of genes, each one playing only a tiny role.
- d. What this translates into is nonspecificity. For example, serotonin transporter gene variants have been linked to risk of depression, but also anxiety, obsessive-compulsive disorder, schizophrenia, bipolar disorder, Tourette’s syndrome, and borderline personality disorder. In other words, that gene is part of a network of hundreds of genes pertinent to depression, but also part of another equally large and partially overlapping network relevant to anxiety, another relevant to OCD, and so on. And meanwhile, we’re plugging away, trying to understand interactions of two genes at a time.
- e. And, of course, gene and environment, gene and environment.



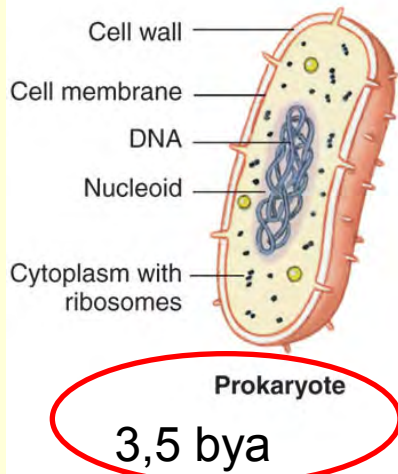
D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.

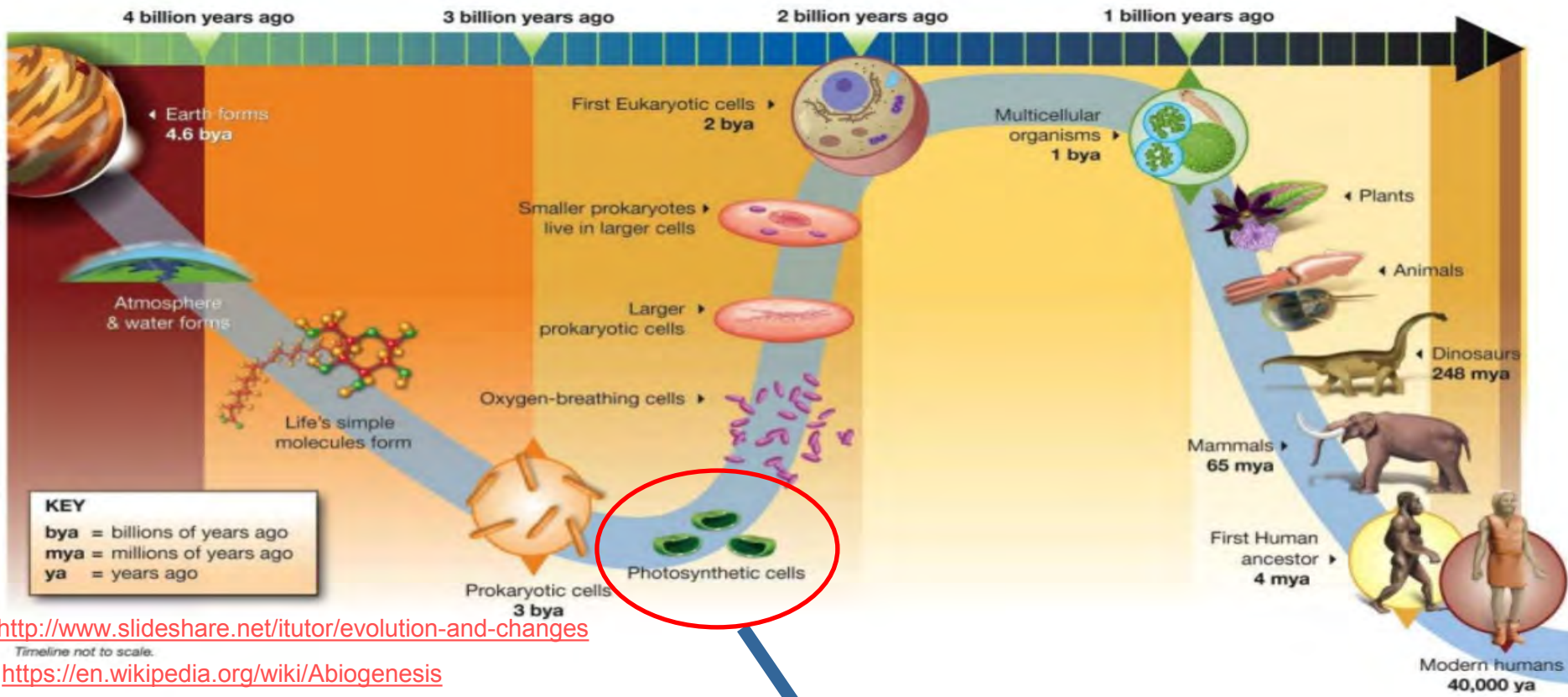


<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>

Timeline not to scale.

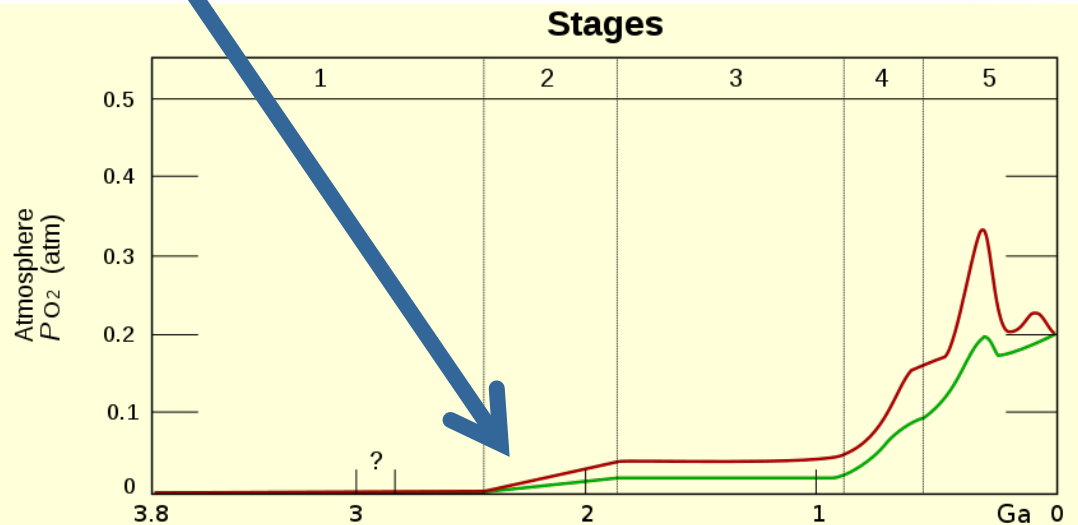
<https://en.wikipedia.org/wiki/Abiogenesis>

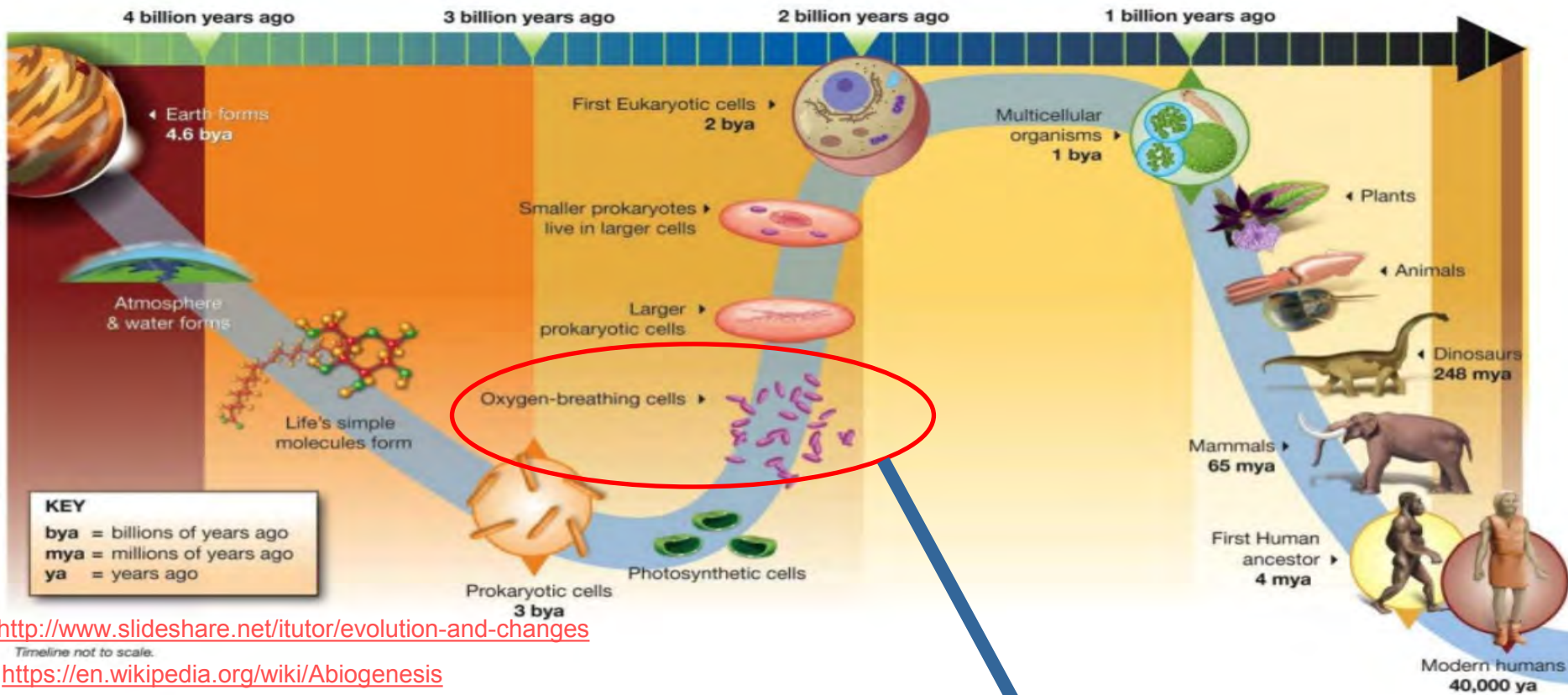




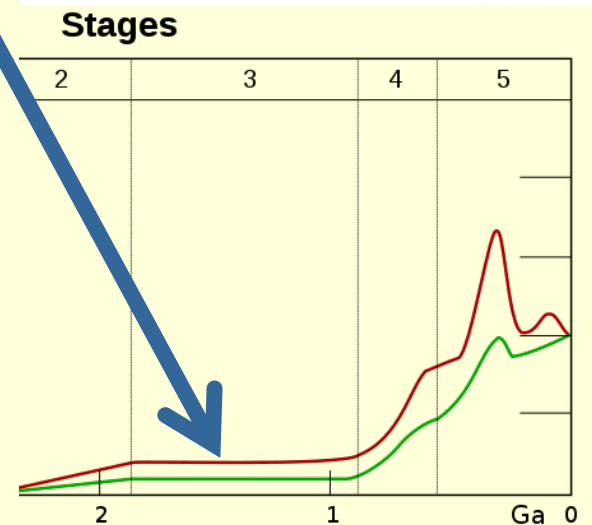
2,4 Ga :

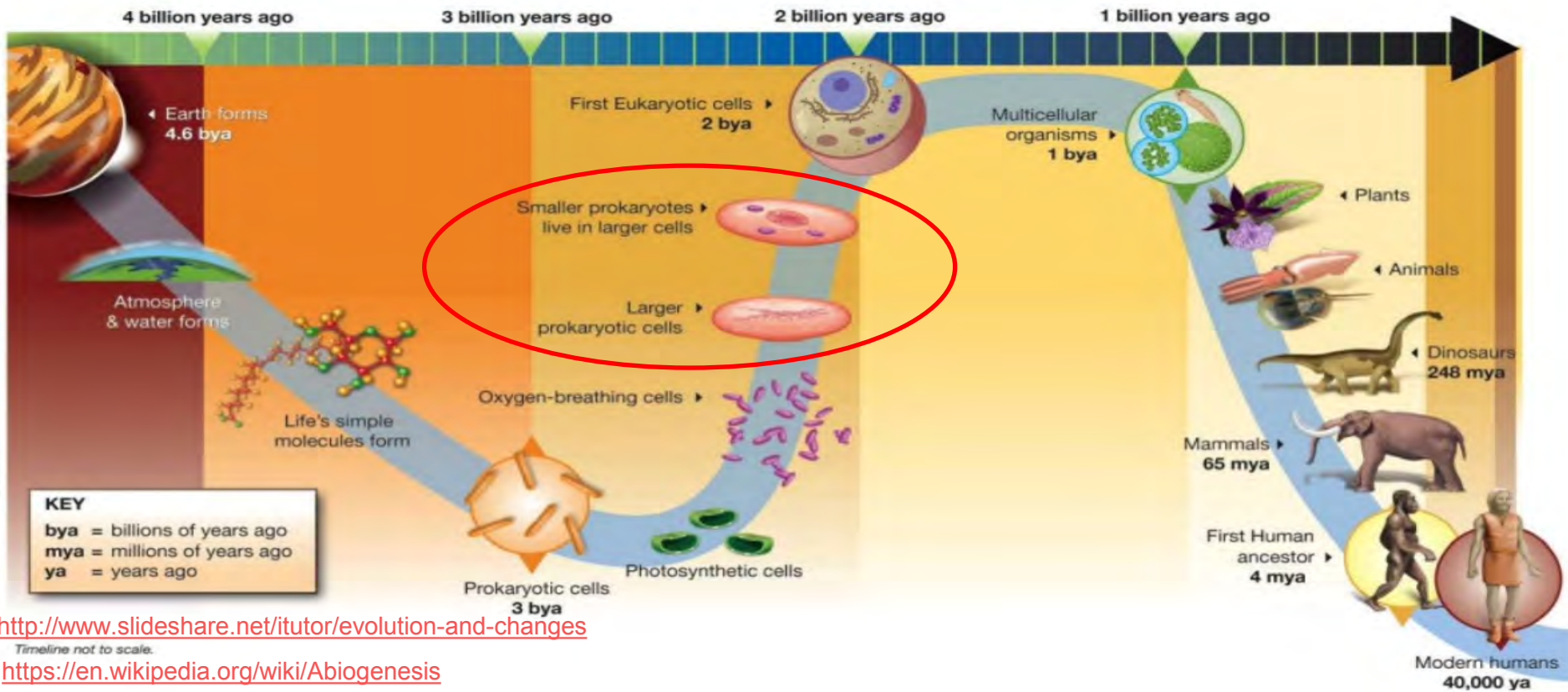
La Grande Oxydation
 (ou catastrophe de l'oxygène)



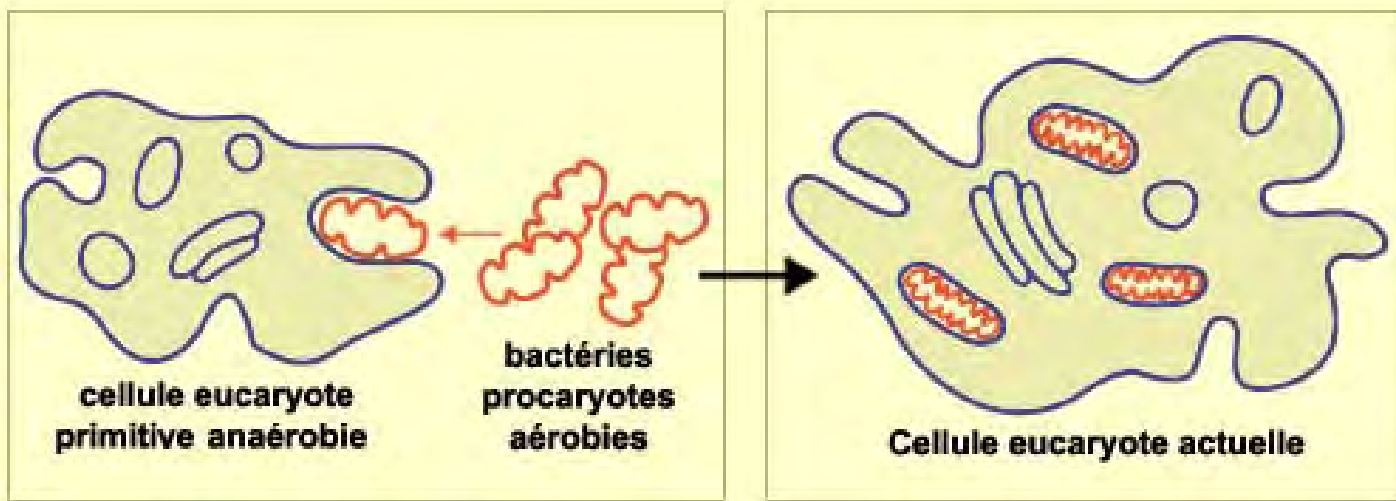


L'avènement de microorganismes capables d'utiliser cet oxygène va faire passer de 5 à 36 la quantité de molécules d'ATP produites à partir d'une molécule de glucose.





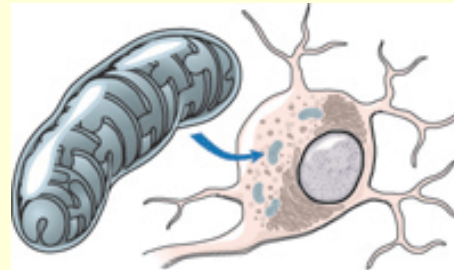
<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Abiogenesis>



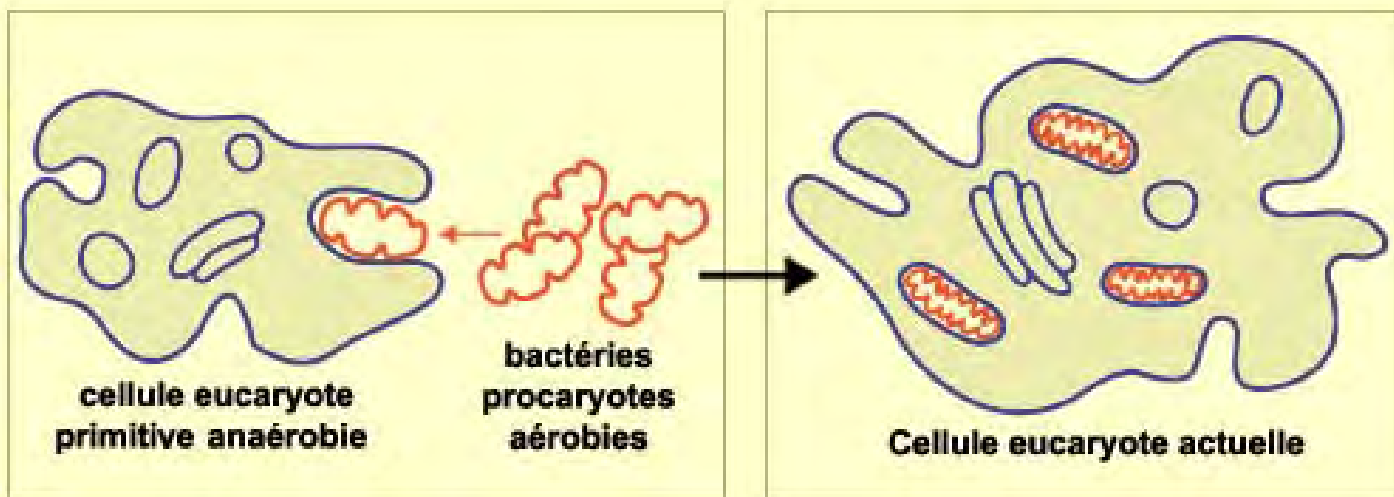
« Pas de relation **symbiotique** cellules eucaryotes - bactéries aérobies
(une forme de coopération), pas de neurones si énergivores.
Pas de neurones, pas de cerveaux.
Pas de cerveaux, pas d'humains ! »

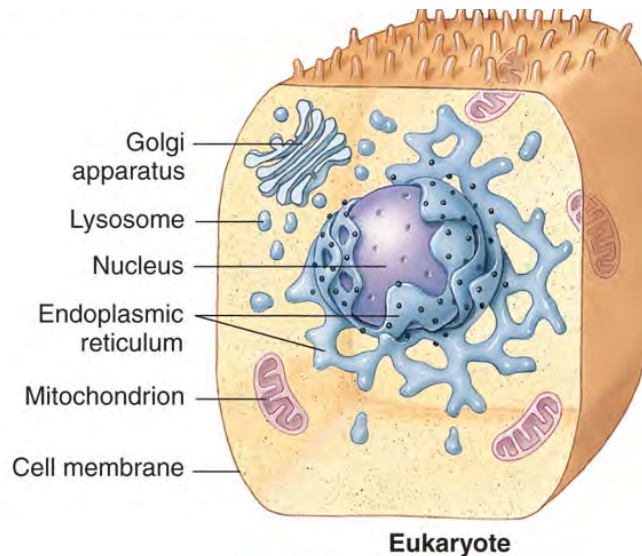
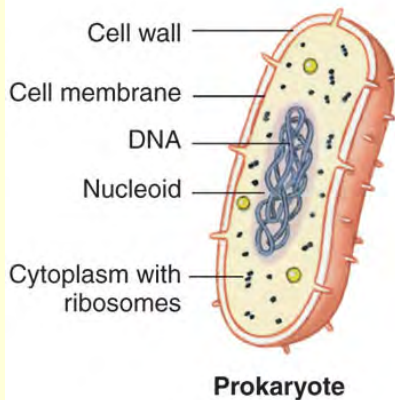
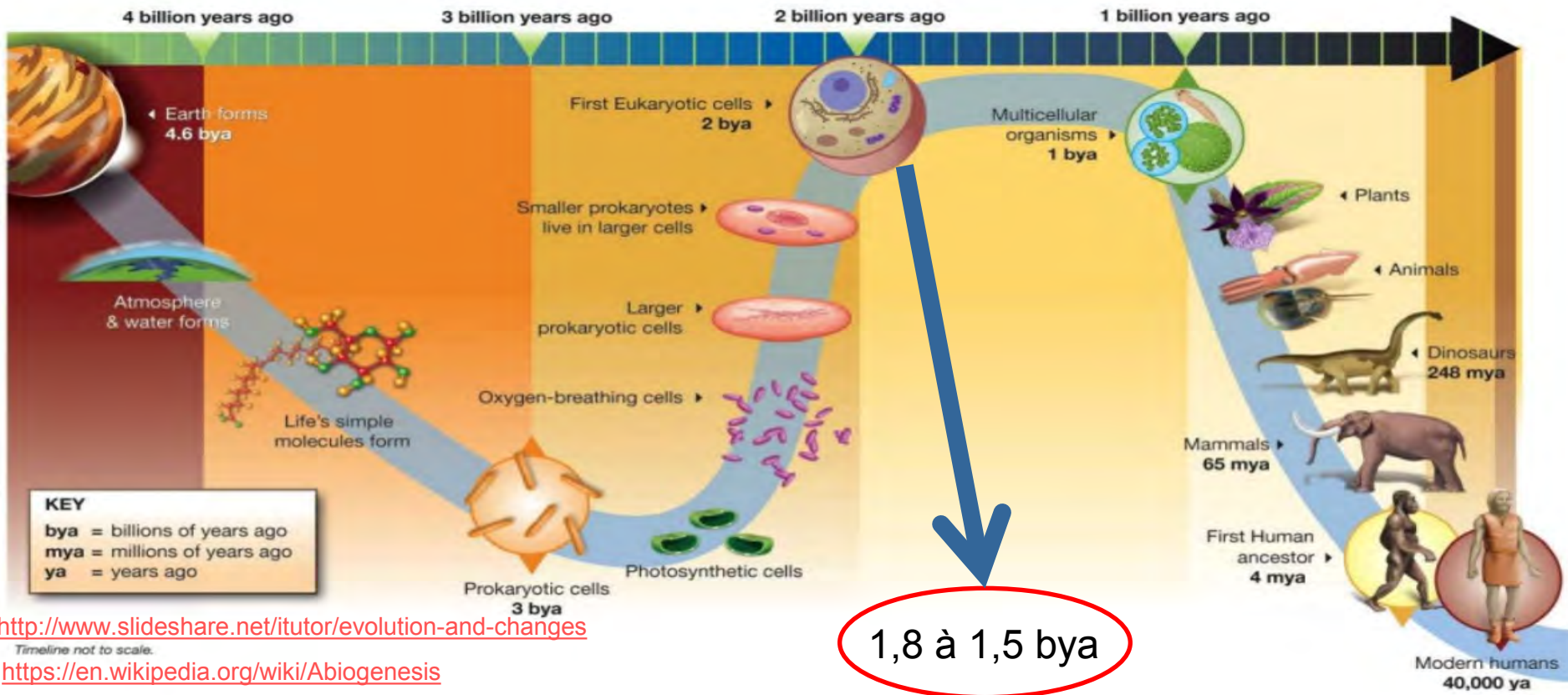
What Caused Life's Major
Evolutionary Transitions?

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



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

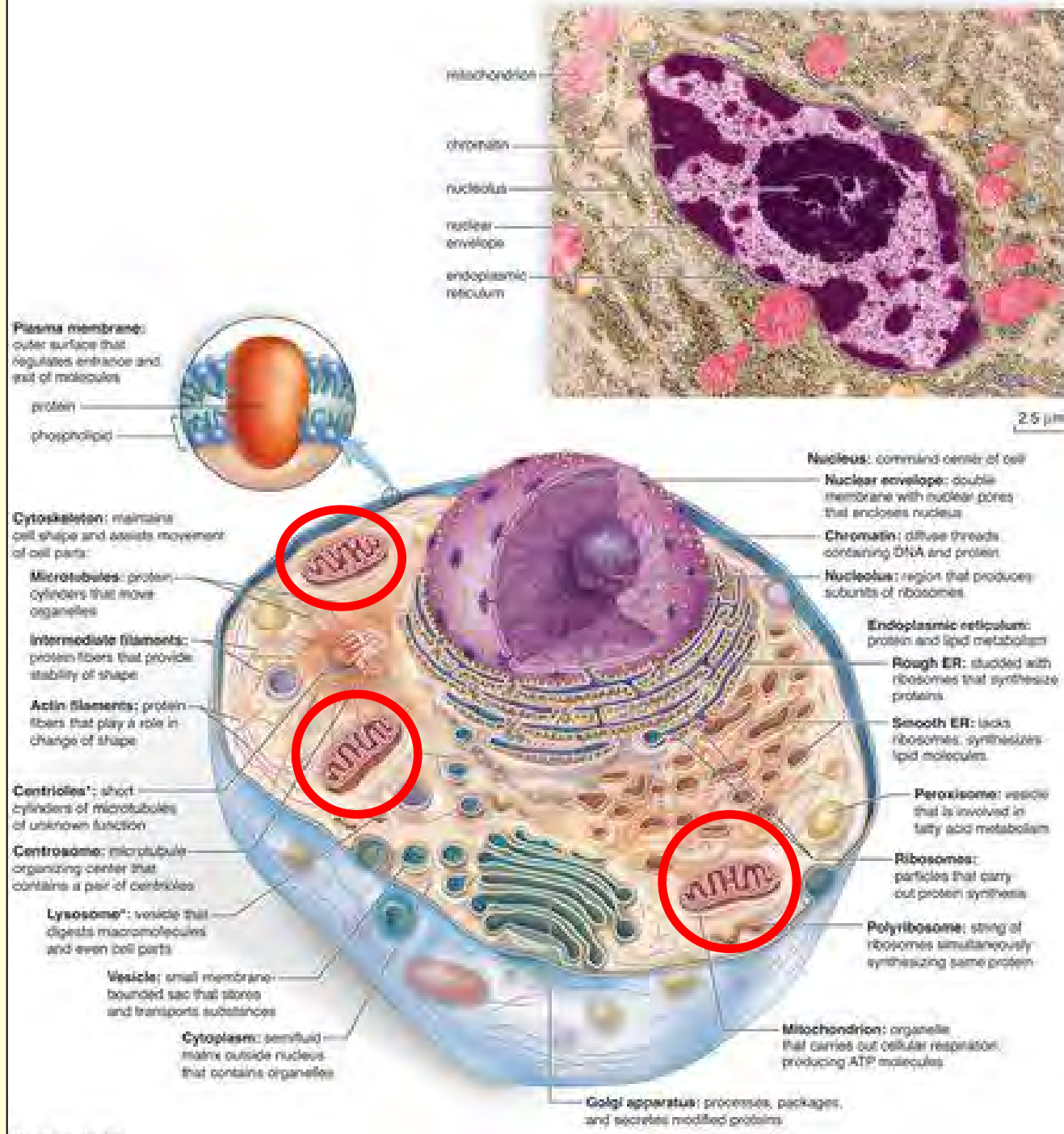




Les réseaux complexes se « compartimentalisent »

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

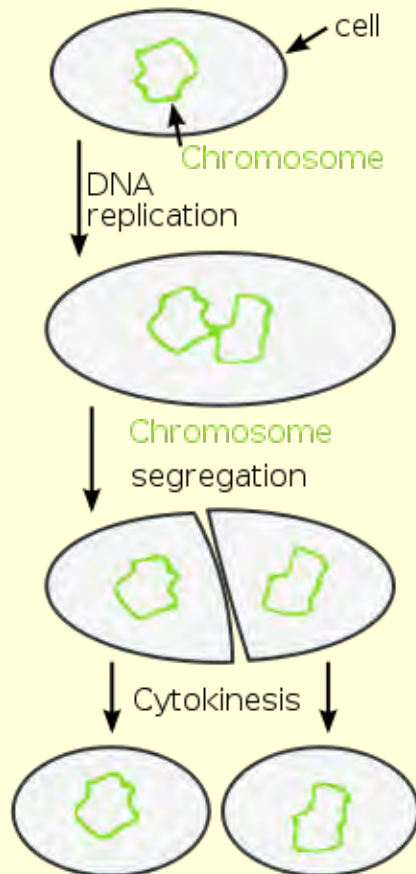
Mais aussi dans différents compartiments, dont un très important, les **mitochondries**.



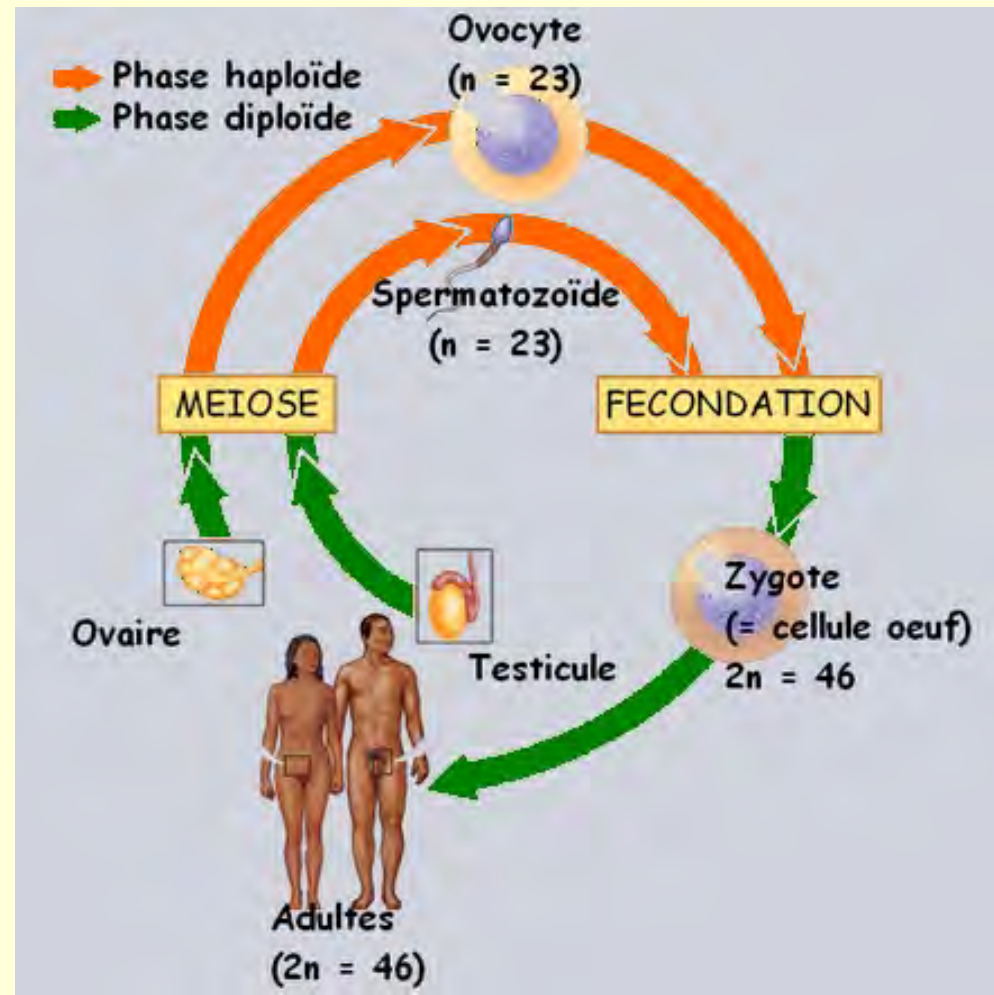
Note: in plant cells

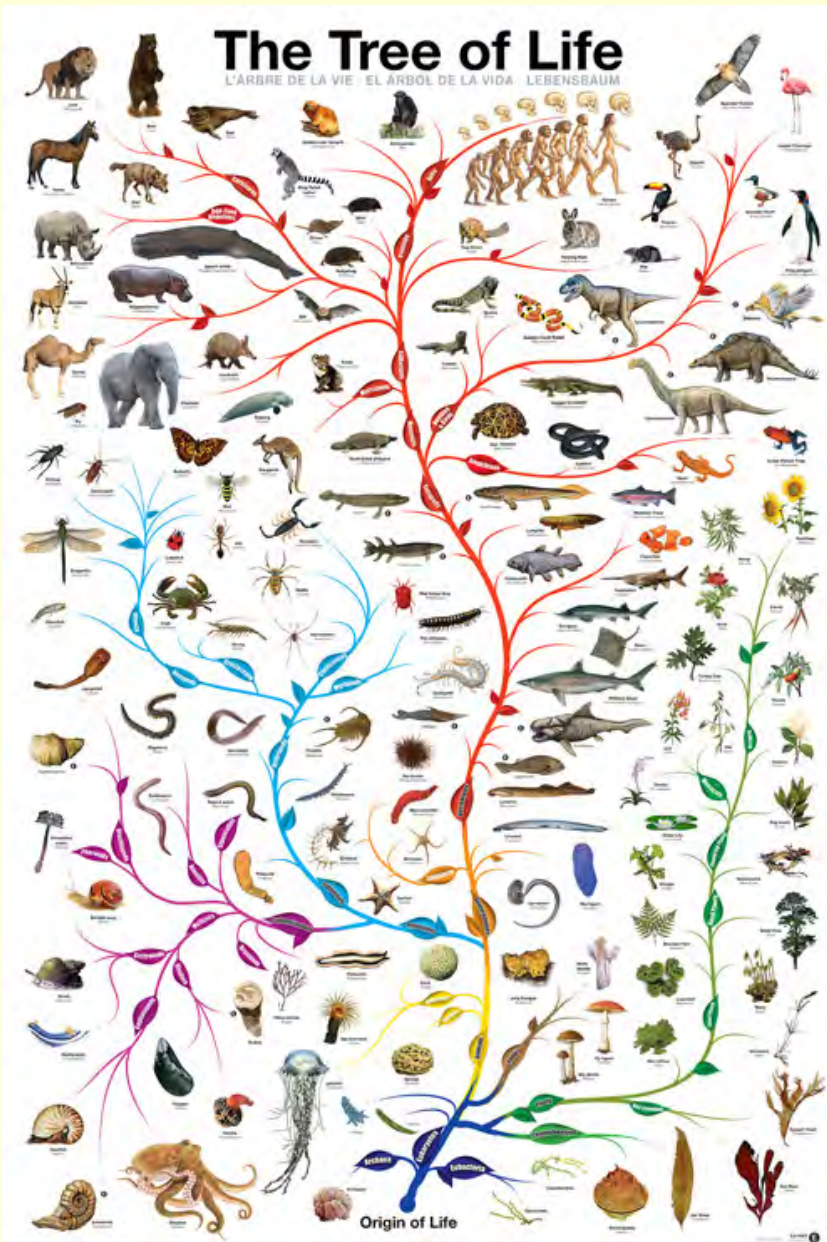
Autre étape importante : apparition de la **reproduction sexuée**, vraisemblablement avec les premiers eucaryotes.

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

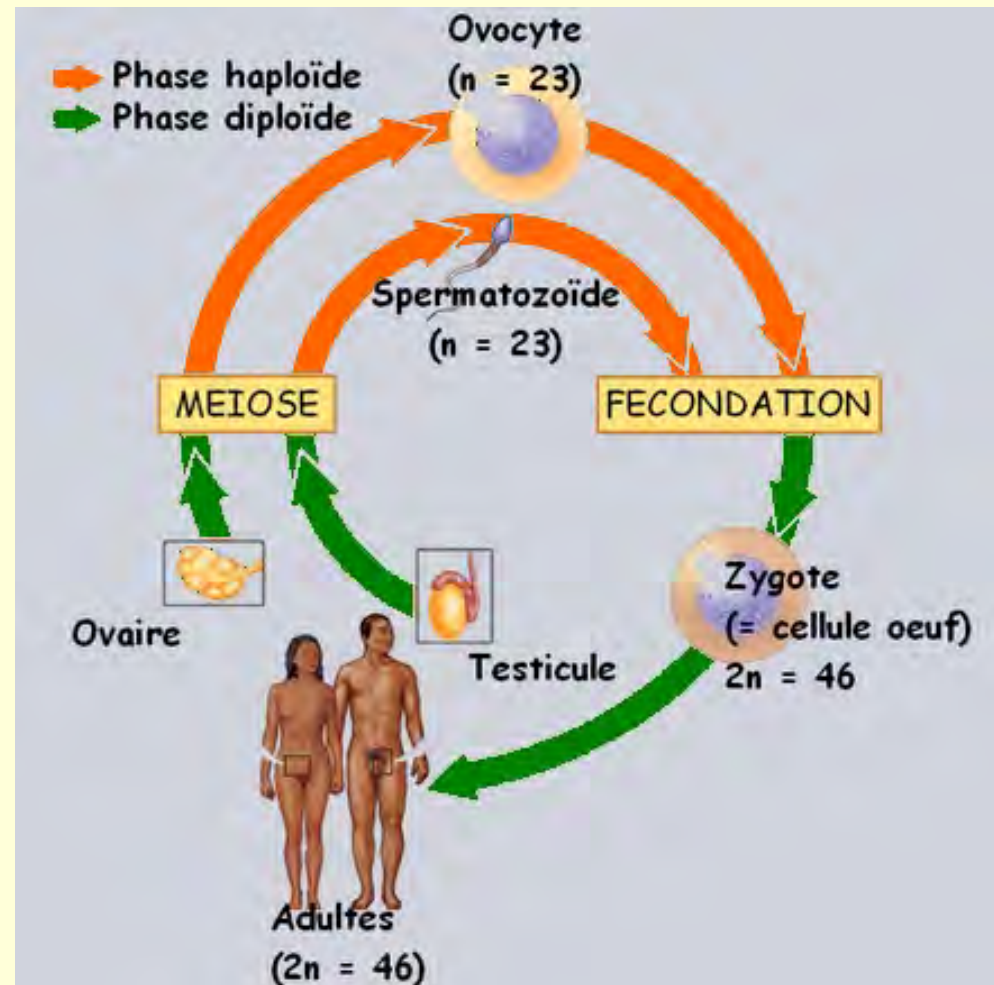


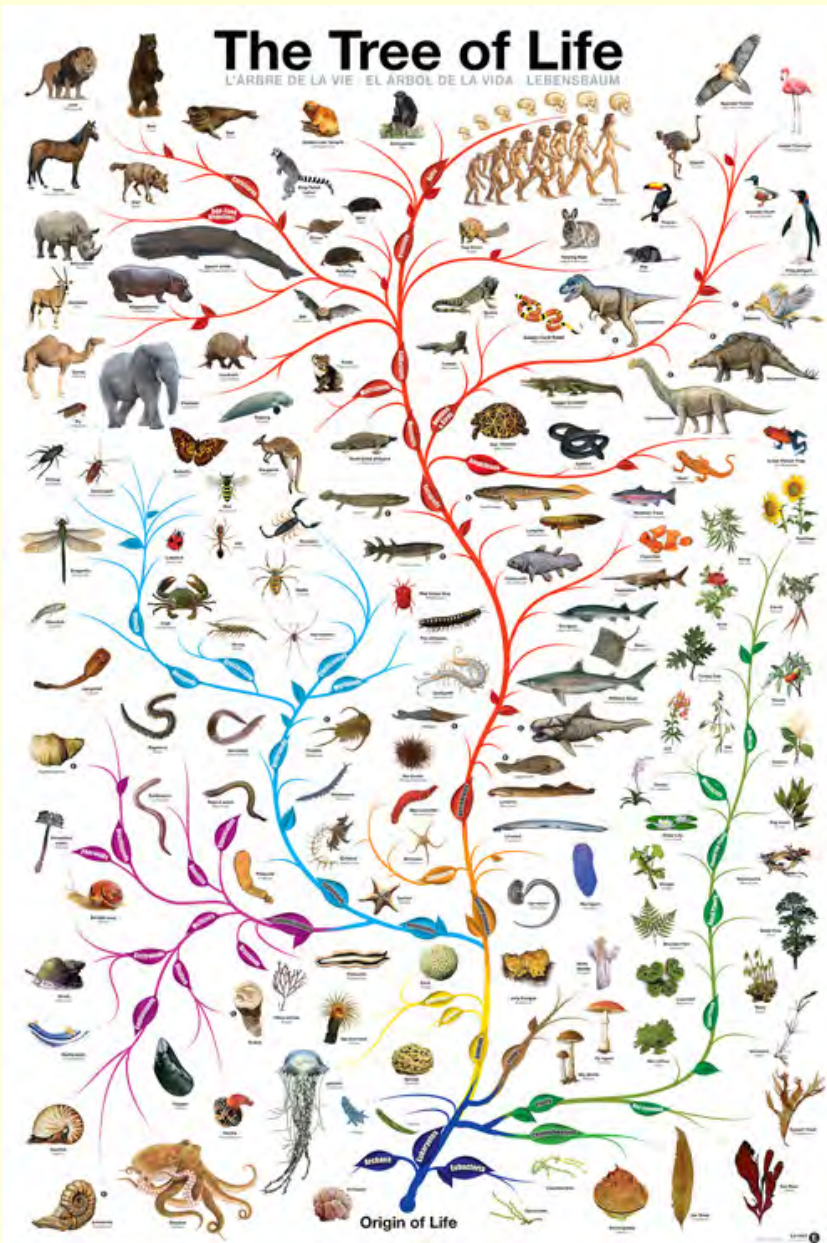
La sexualité : **deux** « parent » se mettent ensemble pour faire **un** individu toujours **différent** grâce au **brassage** du patrimoine génétique (crée beaucoup plus de **diversité**)





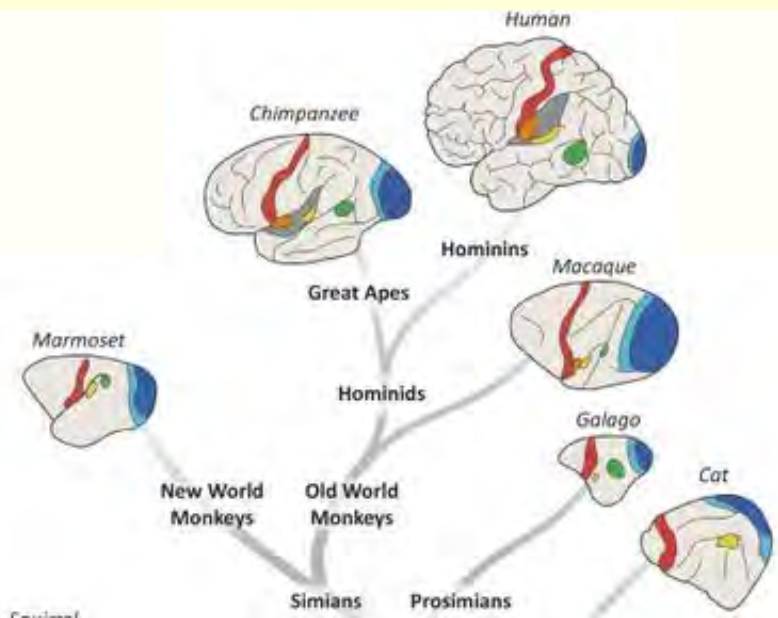
La sexualité : **deux** « parent » se mettent ensemble pour faire **un** individu toujours **différent** grâce au **brassage** du patrimoine génétique (crée beaucoup plus de **diversité**)





« 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 ! »



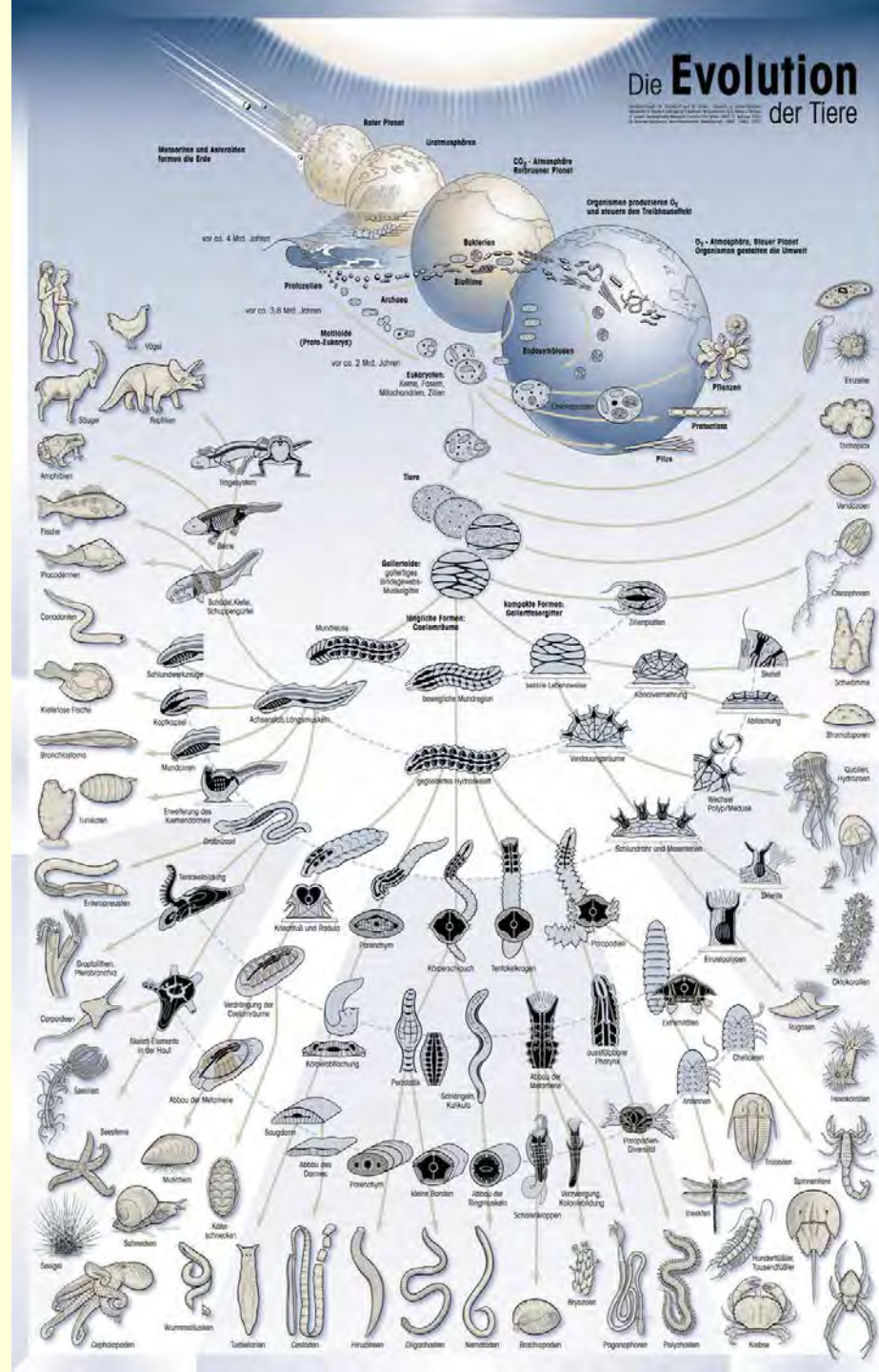
Un moteur important de l'évolution : La sélection naturelle

1- Les individus d'une population **diffèrent suite à des mutations** qui surviennent au hasard;

2- Plusieurs de ces différences sont **héréditaires**;

3- Certains individus, dans un environnement donné, ont des caractéristiques qui les **avantagent** en terme de survie et de reproduction;

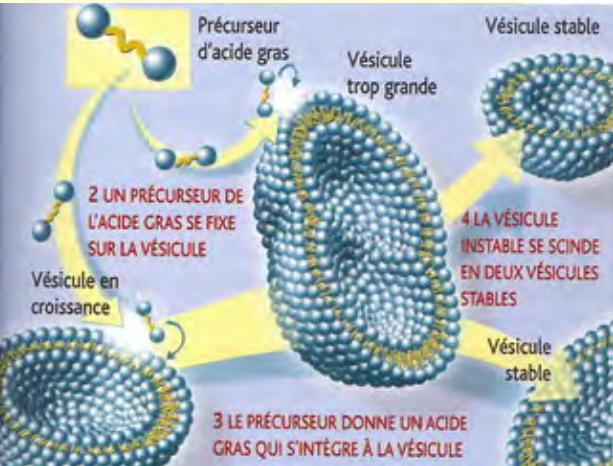
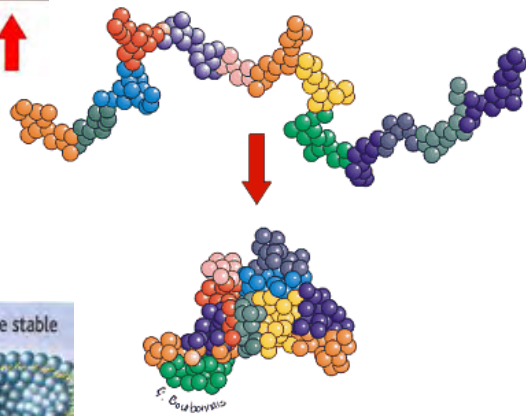
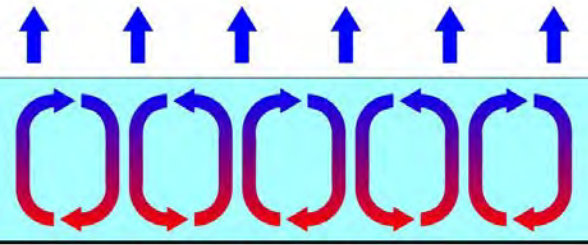
4- Ils vont donc transmettre **plus efficacement à leur descendants ces caractères héréditaires avantageux**, et progressivement toute la population les possédera.



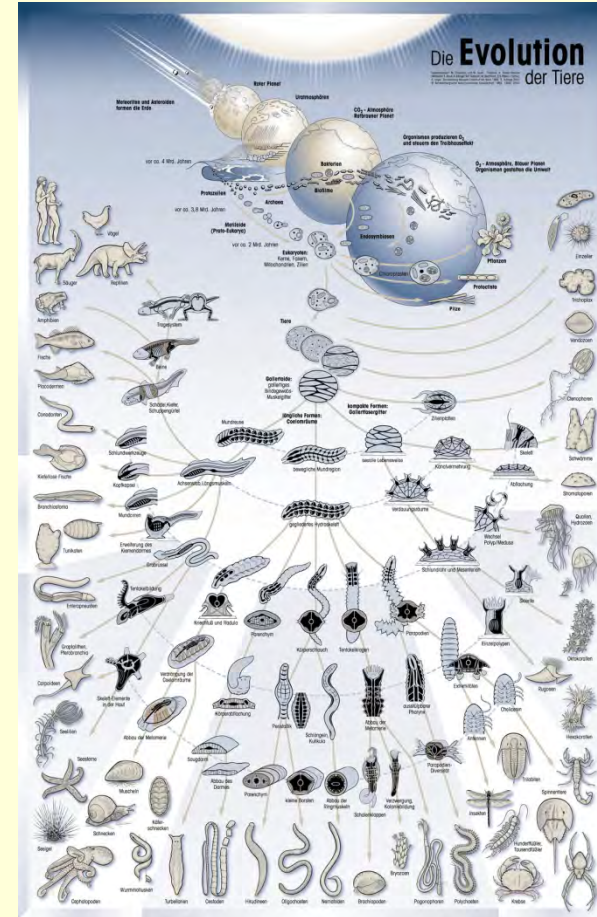
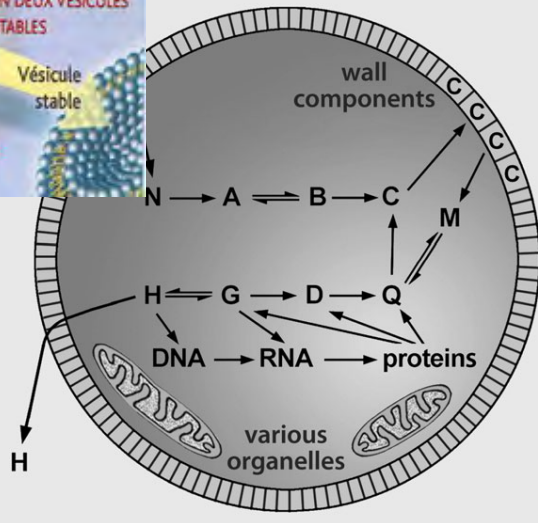
Auto-organisation

+

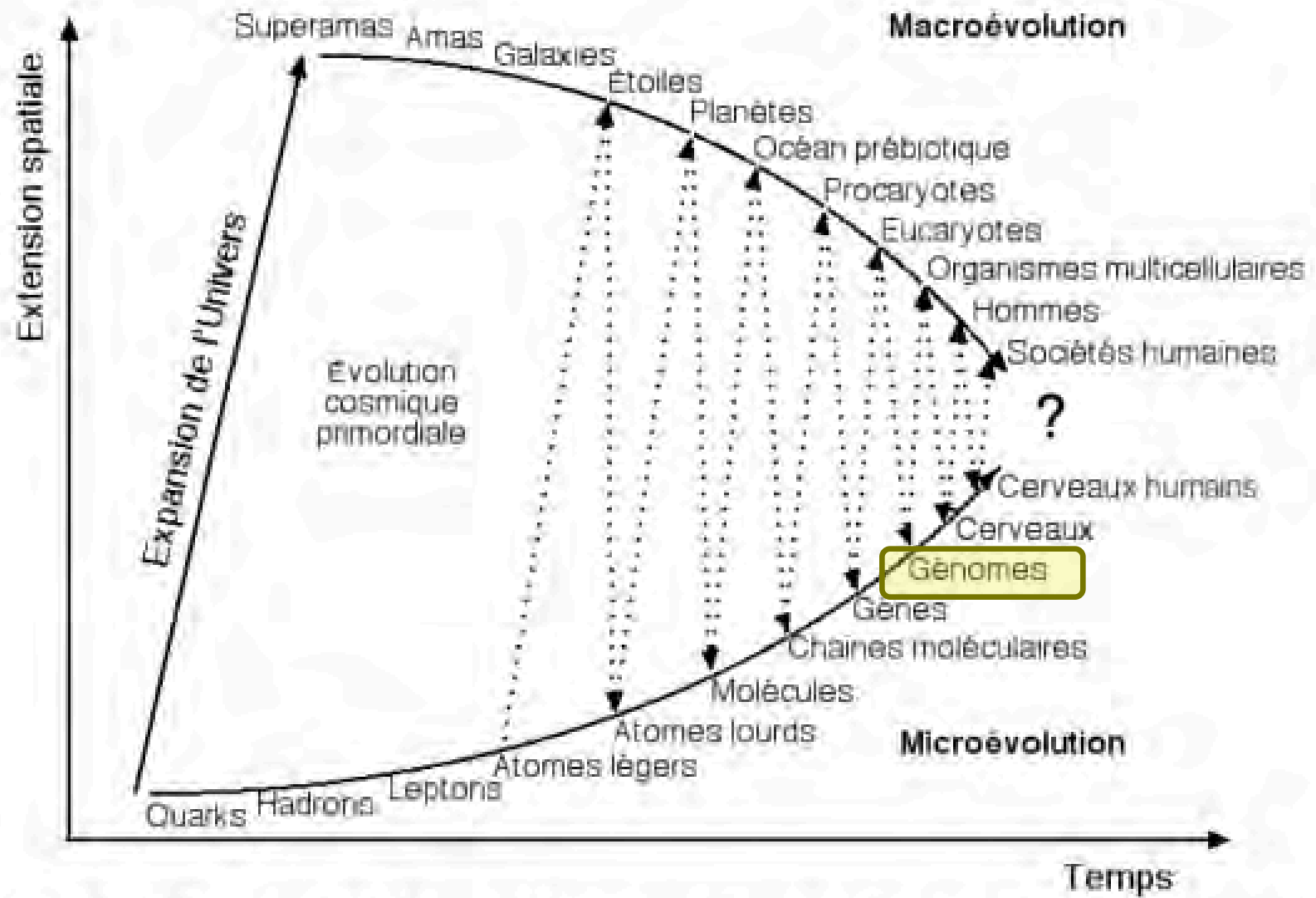
Sélection générale



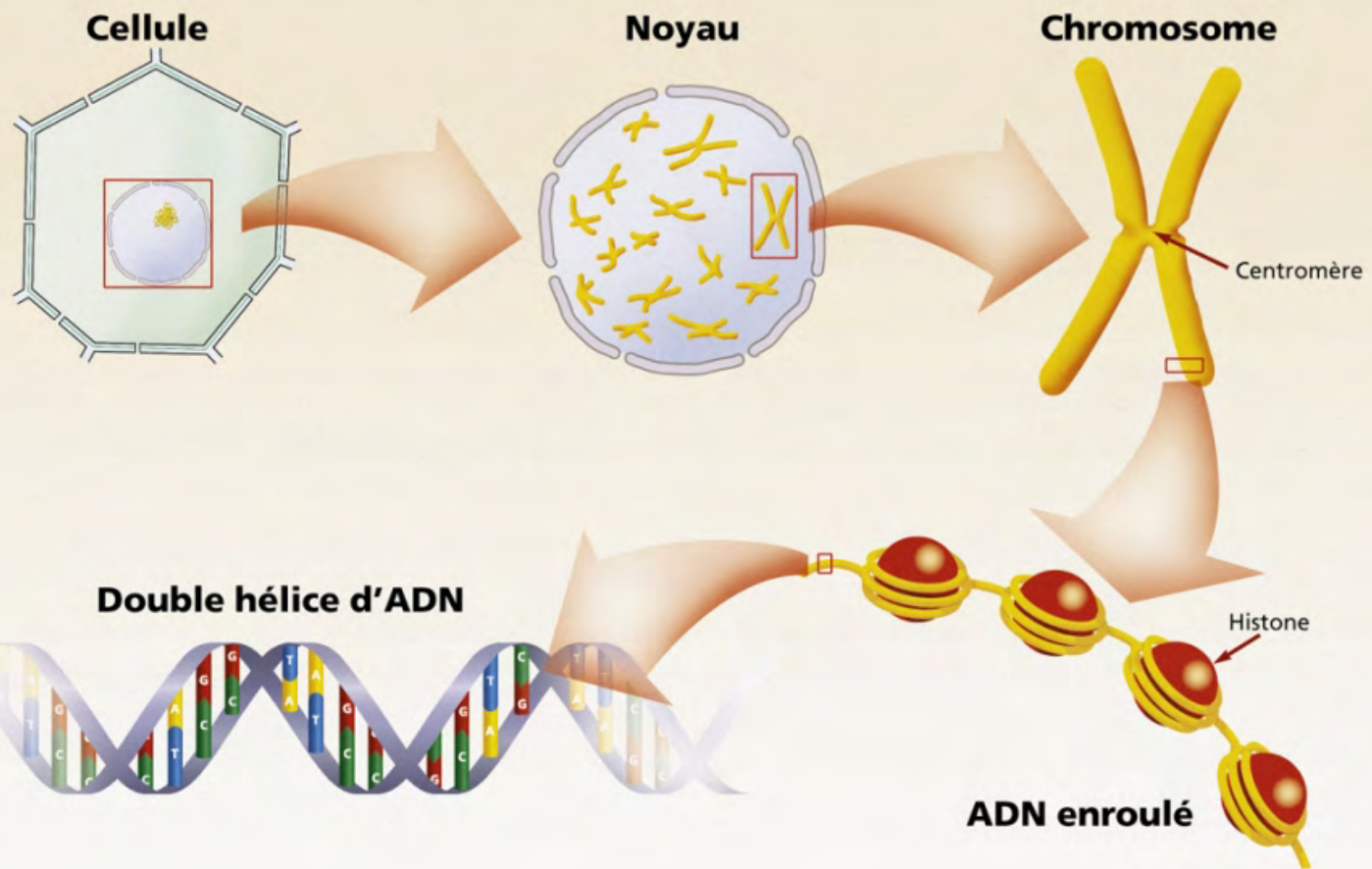
ENTS / ENERGY



= deux processus fondamentaux qui se renforcent mutuellement (théorie des systèmes évolutifs)



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



9

Chaque cellule eucaryote renferme un certain nombre de **chromosomes** qui est l'enroulement très serré du long brin d'**ADN** qui est le support physique des **gènes**.

Et c'est l'ensemble de ces chromosomes qu'on appelle le **génom**e.

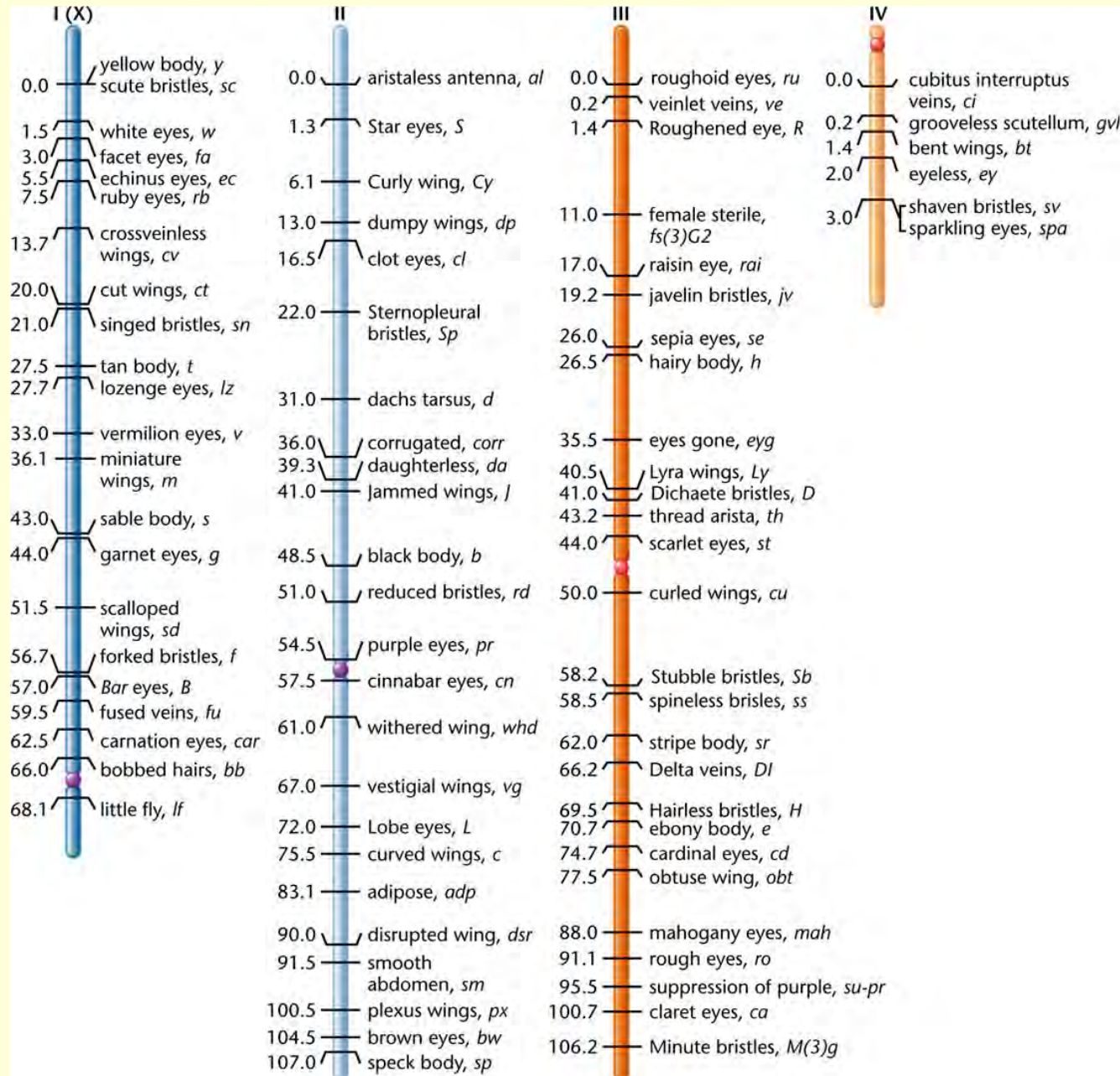
Mouche mutante



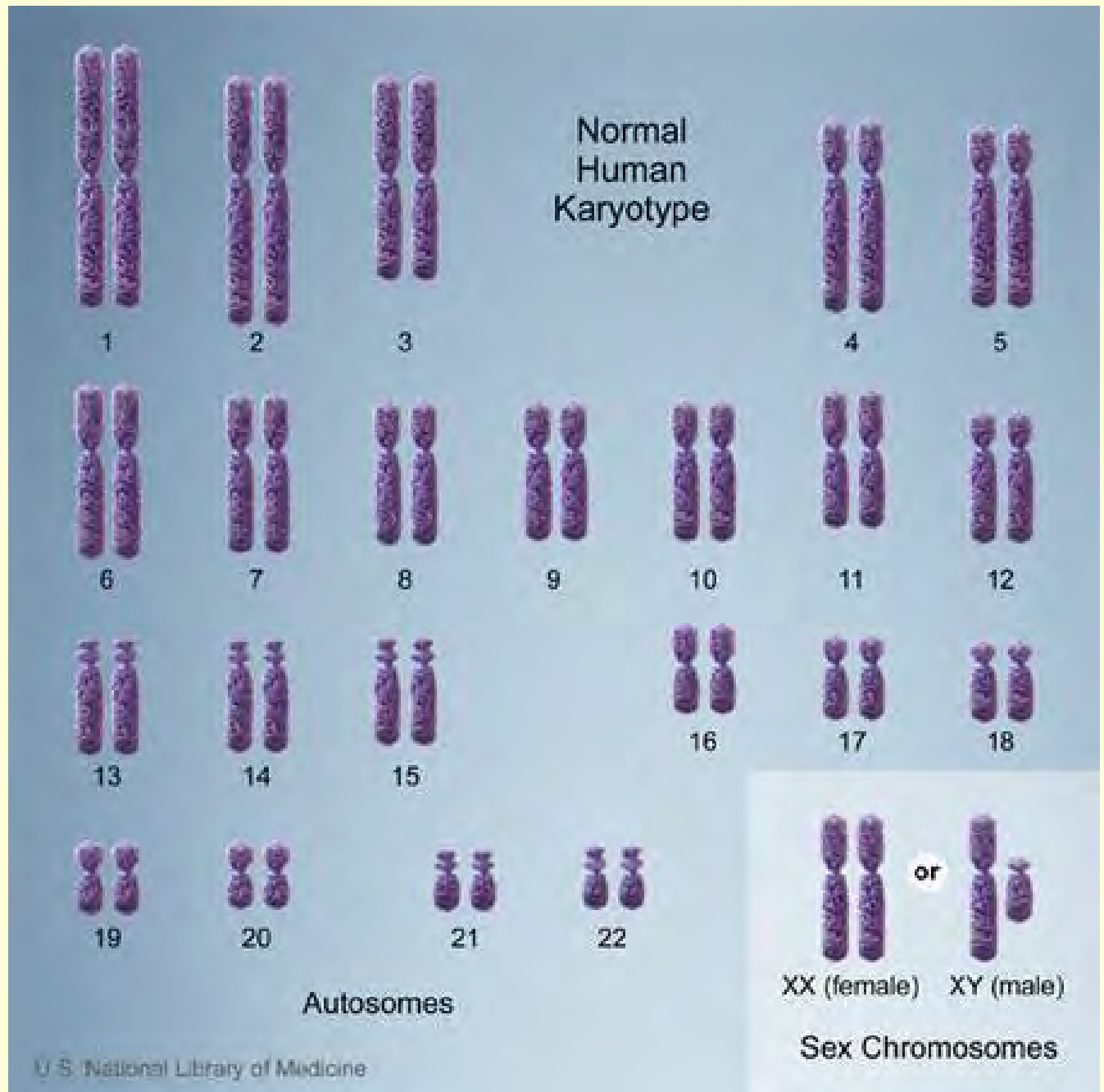
Mouche normale

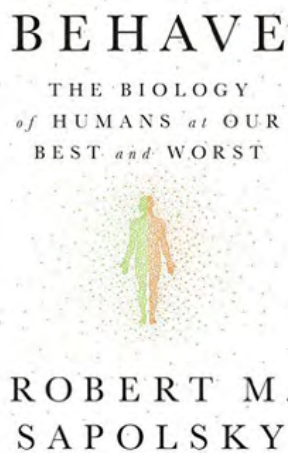


La mouche drosophile a un génome constitué de **13 000 gènes** portés sur **4 paires de chromosomes**



L'être humain, lui, a un génome constitué d'environ **20 000 gènes** portés sur **23 paires de chromosomes**.





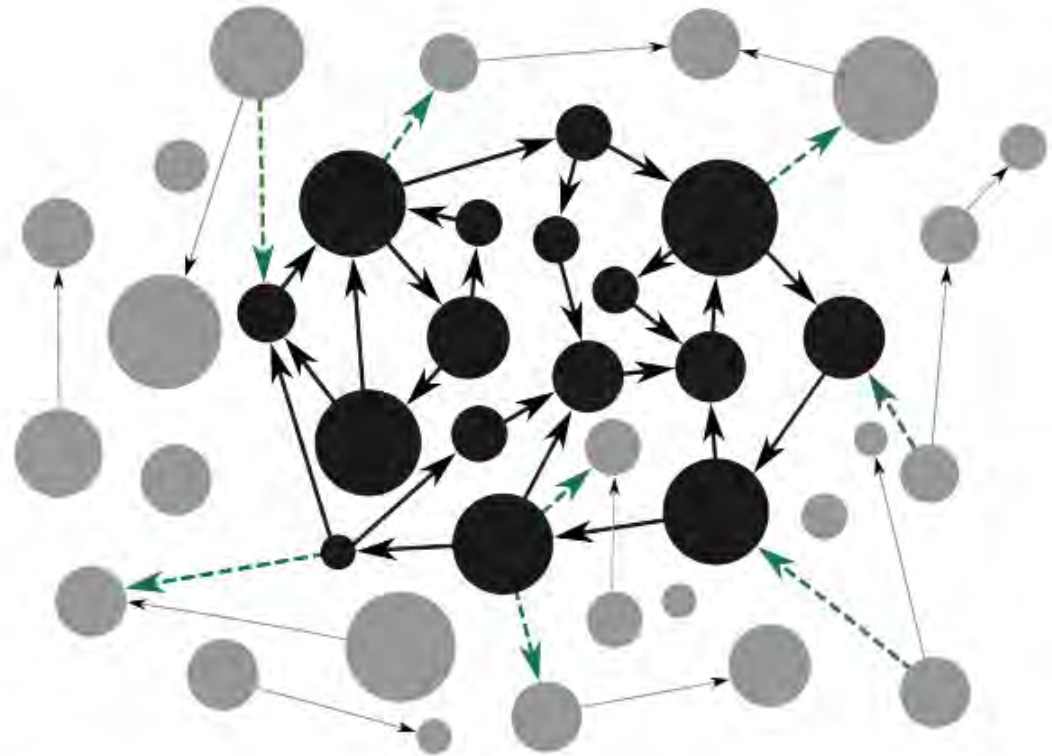
Genes have plenty to do with behavior. Even more appropriately, all behavioral traits are affected to some degree by genetic variability.⁶⁵ They have to be, given that they specify the structure of all the proteins pertinent to every neurotransmitter, hormone, receptor, etc. that there is. And they have plenty to do with individual differences in behavior, given the large percentage of genes that are polymorphic, coming in different flavors. But their effects are supremely context dependent. Ask not what a gene does. Ask what it does in a particular environment and when expressed in a particular network of other genes (i.e., gene/gene/gene/gene . . . /environment).

En noir :

Le réseau de gènes

que forme notre **génom**

où l'expression de chaque gène est régulé par de nombreux facteurs environnementaux (en gris).



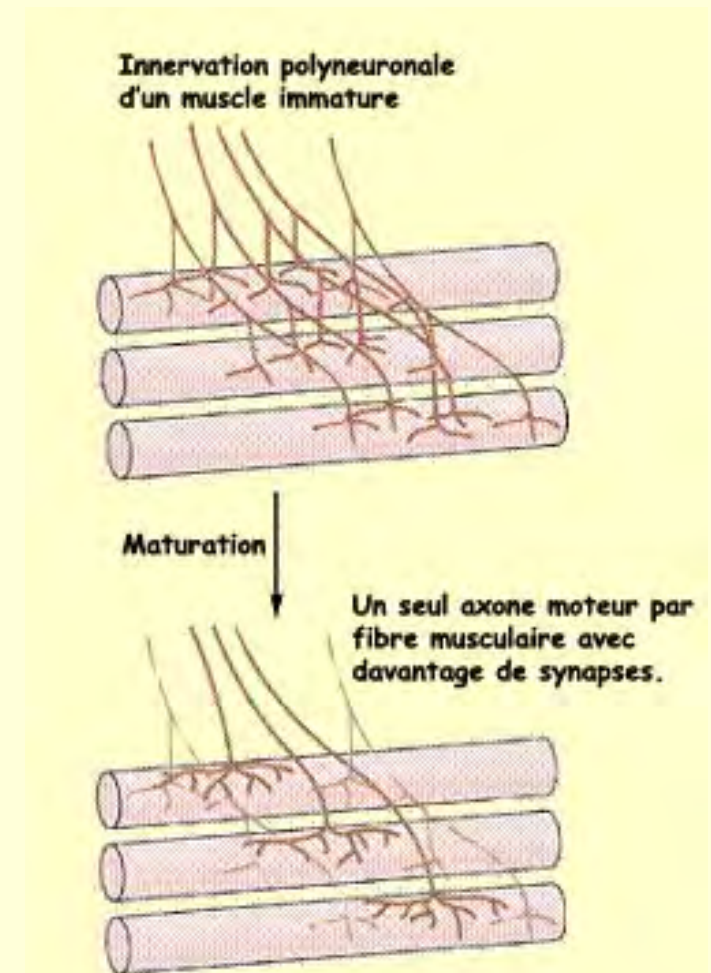
Copyright Ezequiel Di Paolo, 2013. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported License. http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.en_US

Et en ce qui concerne le cerveau plus particulièrement, 20 000 gènes pour spécifier l'emplacement de 85 milliards de neurones et de leur 1000 ou 10 000 connexions chacun, c'est pas assez !

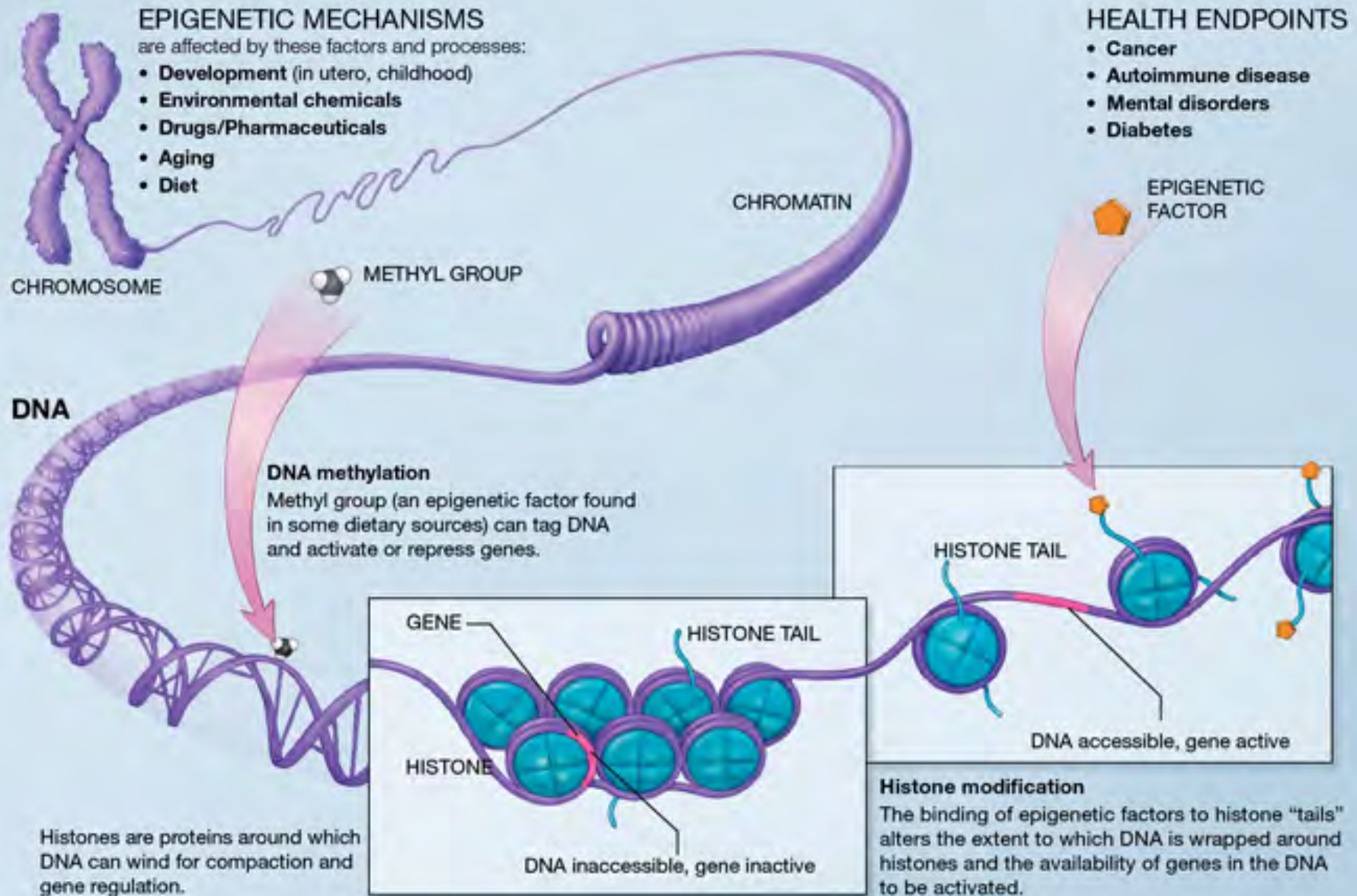
Il va donc devoir y avoir des choses qui se passent « après les gènes », durant le développement.

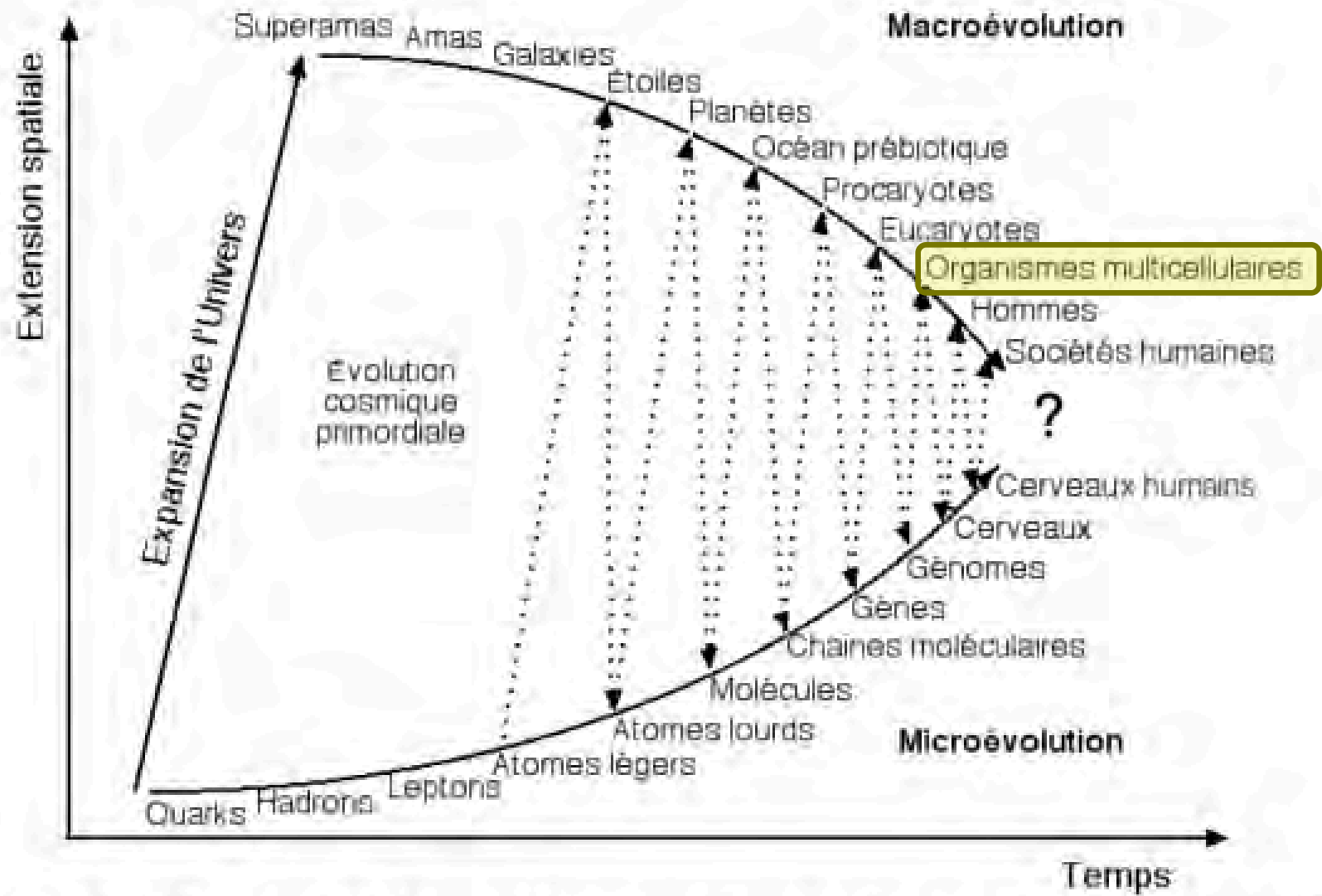
Ces phénomènes **épigénétiques** », qui surviennent donc après la naissance, étaient déjà observés vers 1972 par J-P Changeux et son équipe (rapportés dans l'*Homme neuronal*, 1983).

Ils sont sous le contrôle de l'activité du réseau et se font sur le mode "darwinien" de **compétition** et **d'élimination** de synapses.

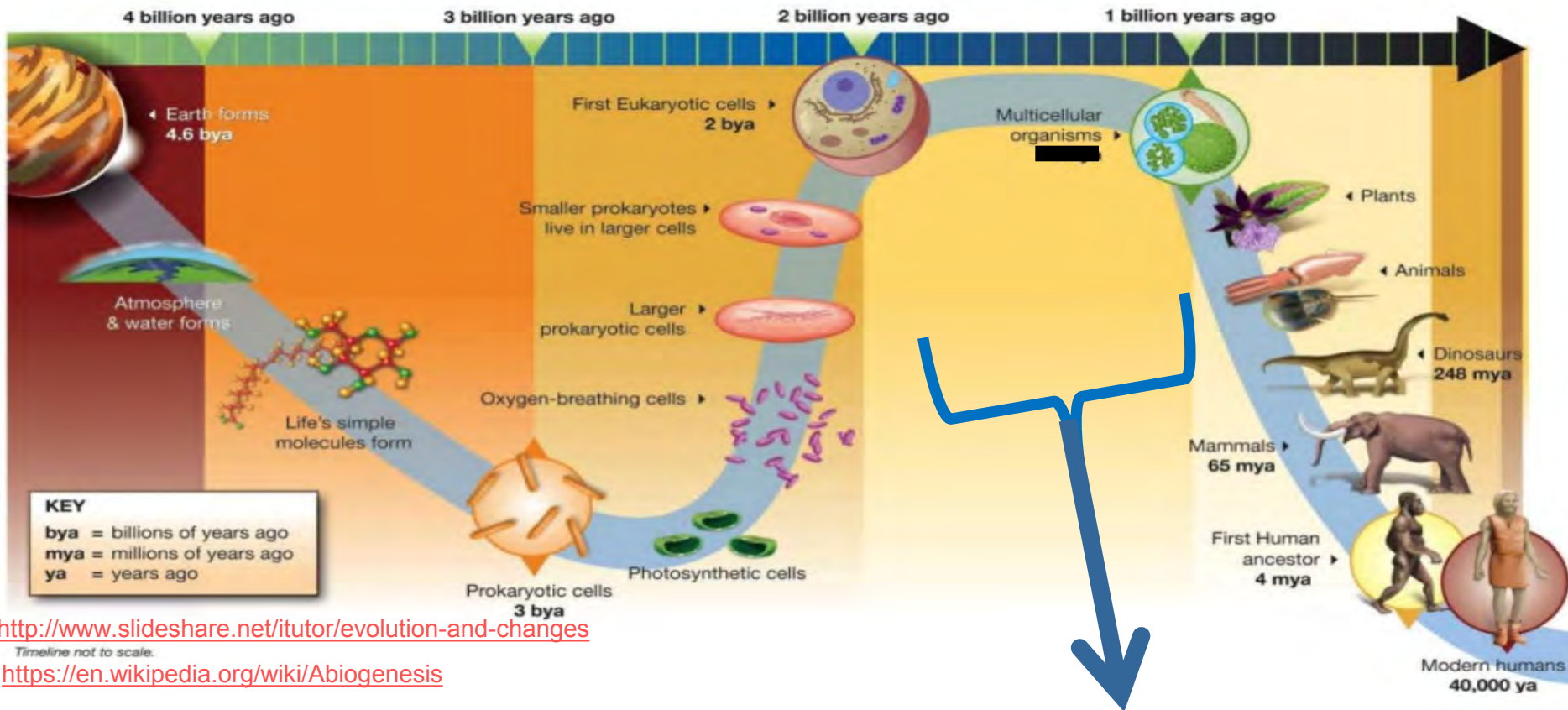


Le spectre des phénomènes **épigénétiques** s'est beaucoup élargi et on connaît maintenant certains mécanismes moléculaires qui **contrôlent l'expression des gènes**.





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



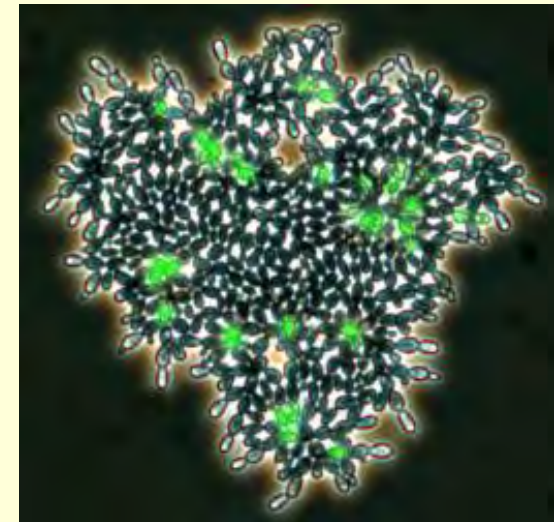
<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>

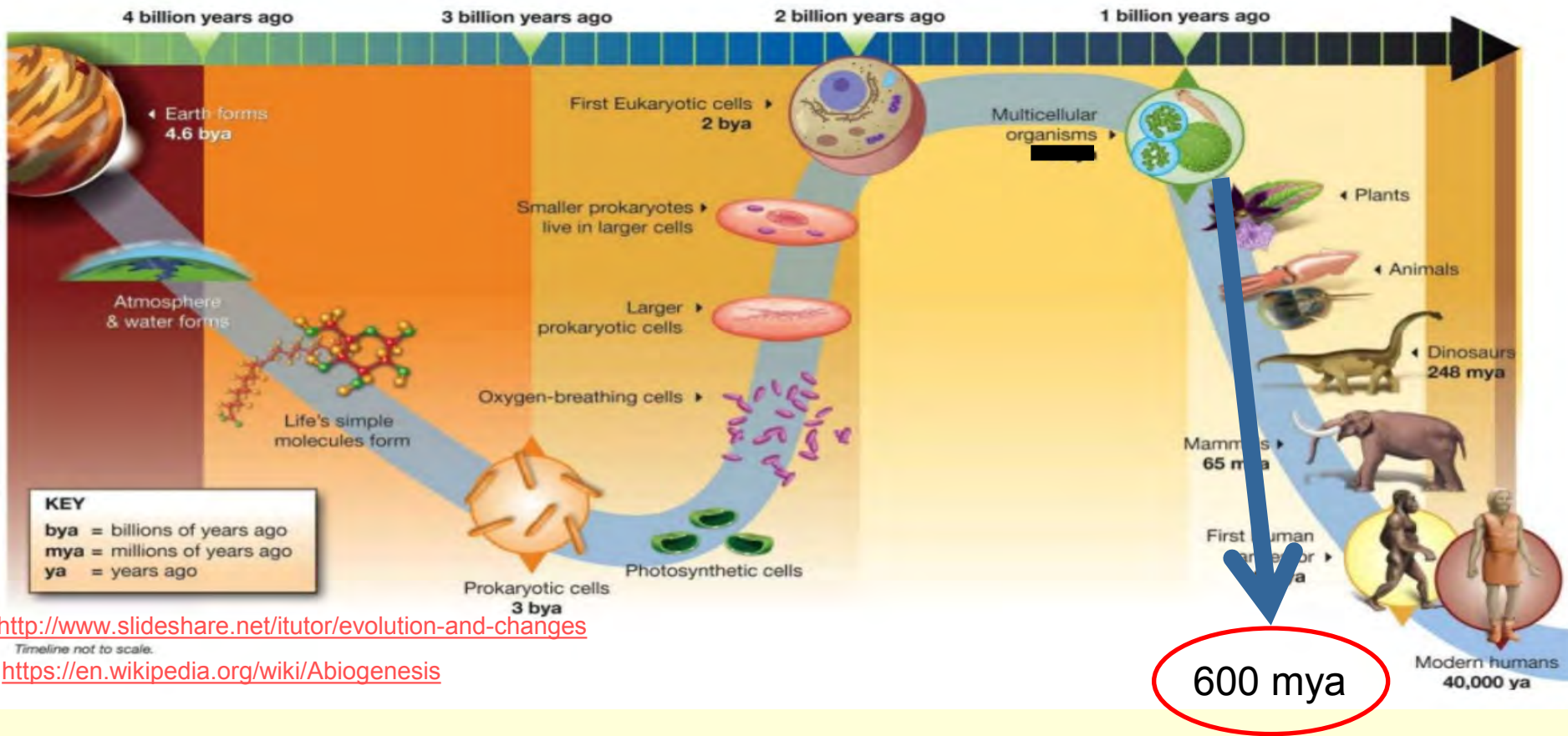
Timeline not to scale.

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

À partir d'il y a environ 2 milliards d'années, on estime que la **multicellularité** est apparue au moins 25 fois au cours de l'évolution, par des mécanismes différents,

probablement en raison des avantages sélectifs qu'elle confère (augmentation de la taille de l'organisme, **spécialisation cellulaire**, etc.)





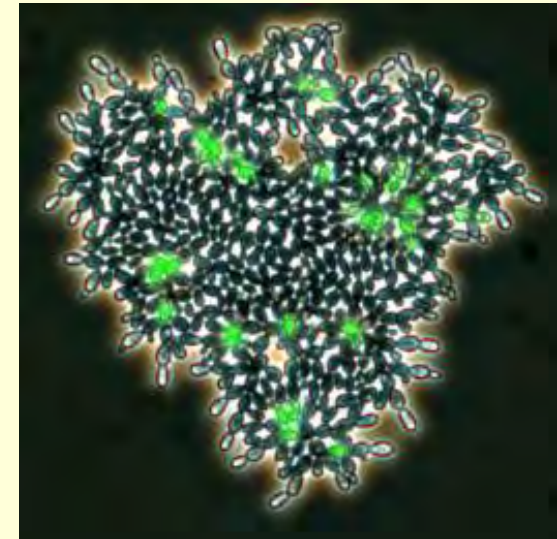
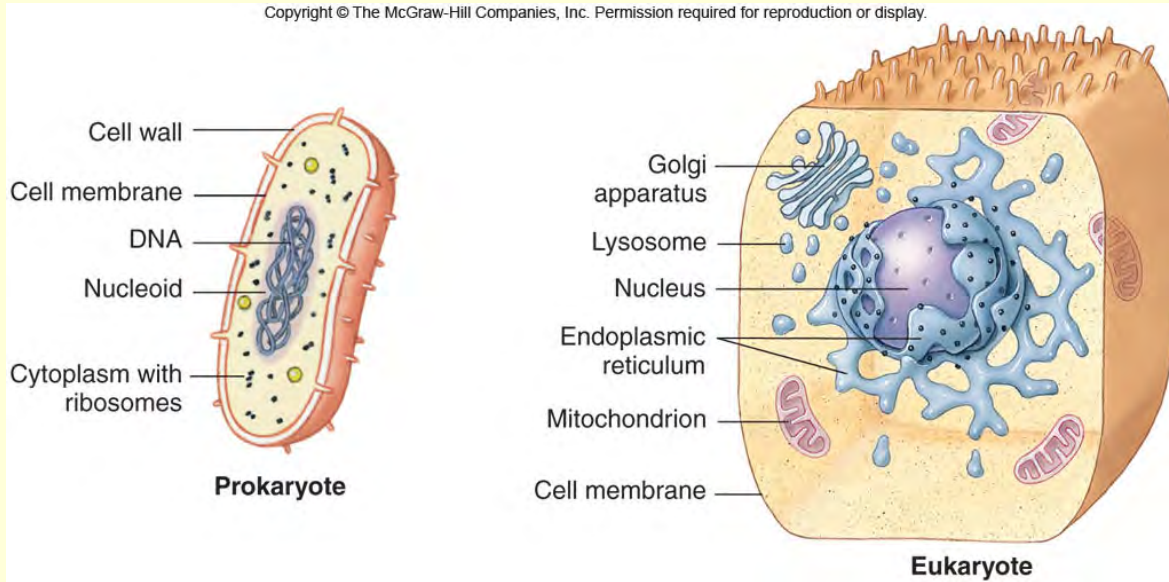
L'émergence de la vie **multicellulaire** apparaît véritablement il y a un peu plus de **600 millions d'années**

(les animaux multicellulaires les plus simples d'aujourd'hui (les éponges) seraient apparus au plus tard il y a **635 millions d'années**).

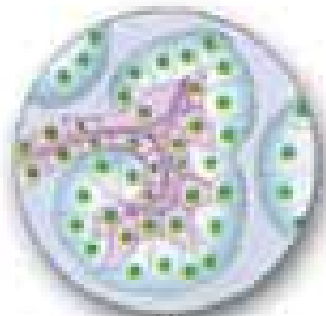


Qu'apporte le passage des unicellulaires aux pluricellulaires ?

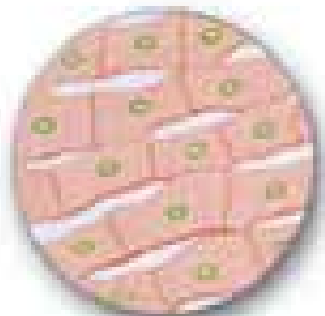
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Accélération du phénomène de **spécialisation cellulaire**



cellule
pancréatique



cellule
cardiaque



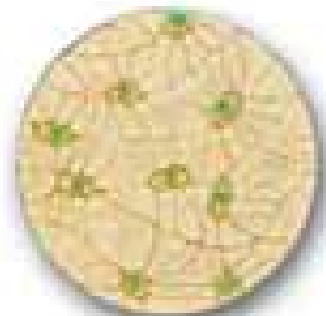
cellule
sanguine



cellule
pulmonaire



ovule



cellule
osseuse



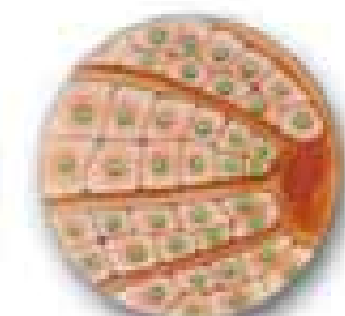
cellule
de la rate



cellule
musculaire



cellule
du cerveau



cellule
du foie

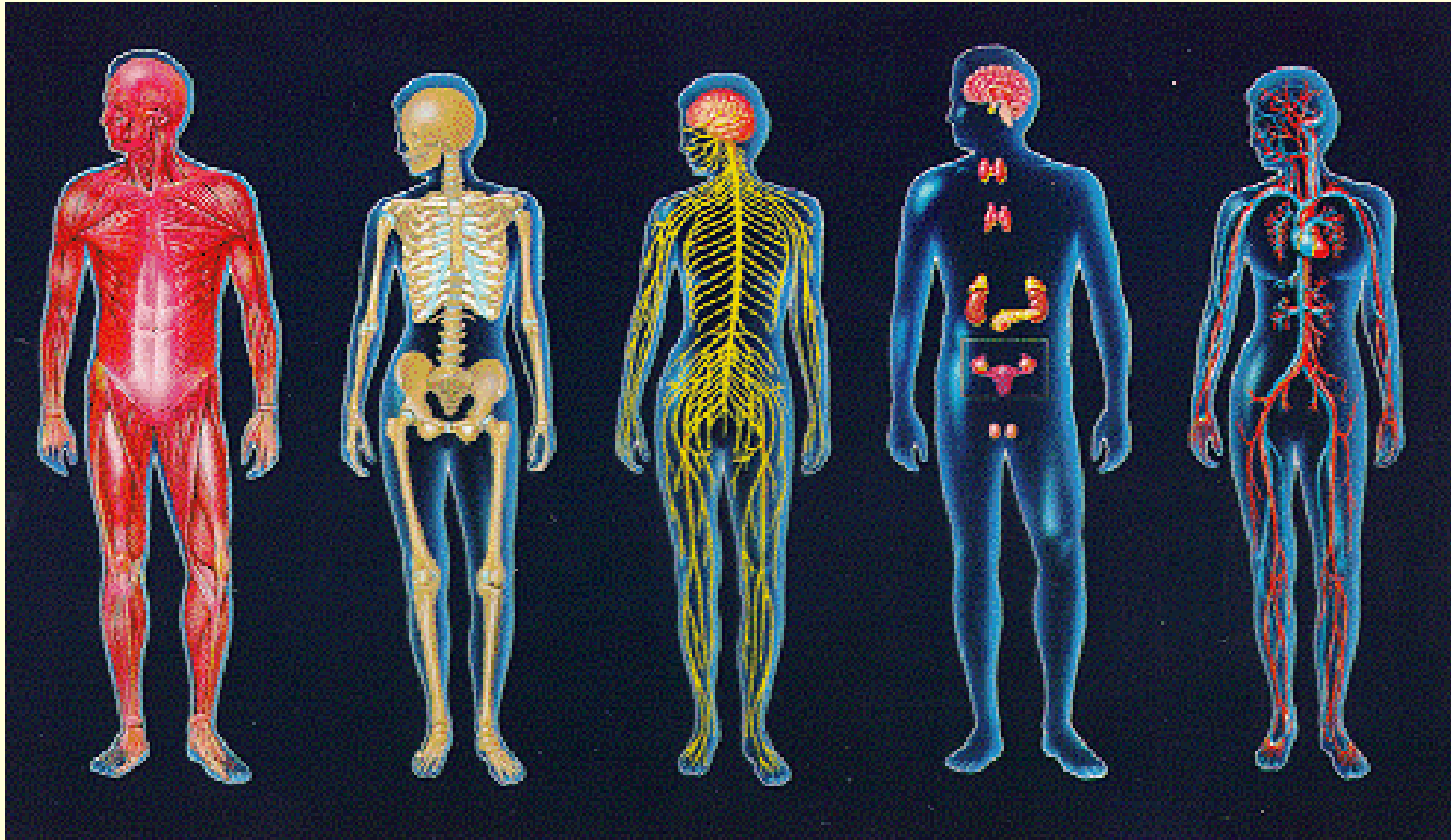
Ces cellules spécialisées vont former différents **tissus** et **organes**,
et finalement différents **grands systèmes...**

Musculo-squelettique

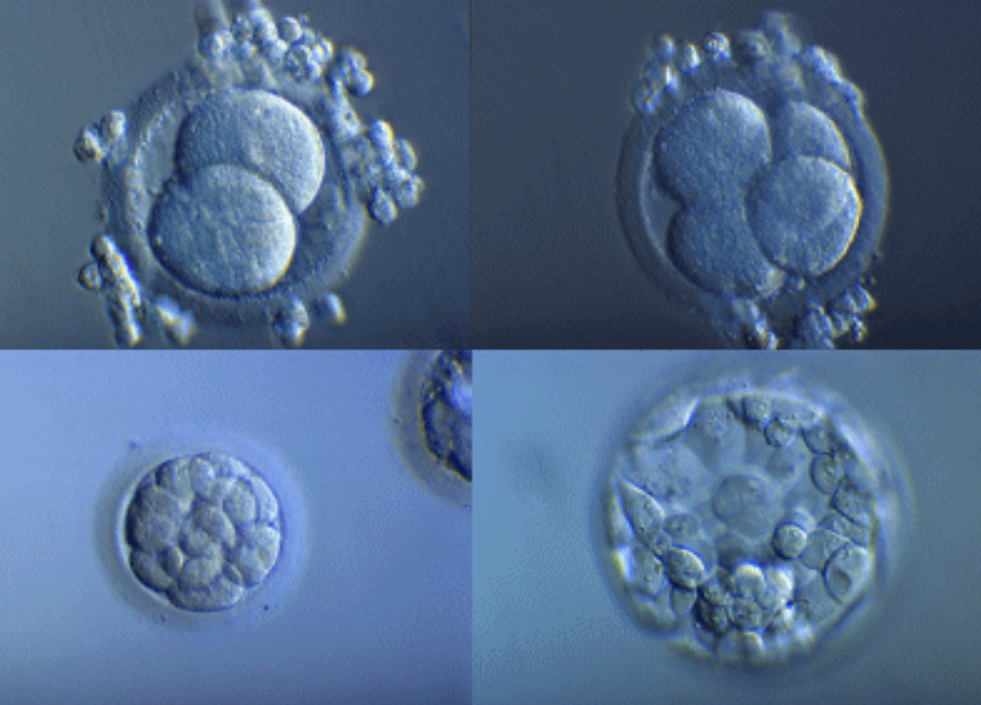
Nerveux

Endocrinien

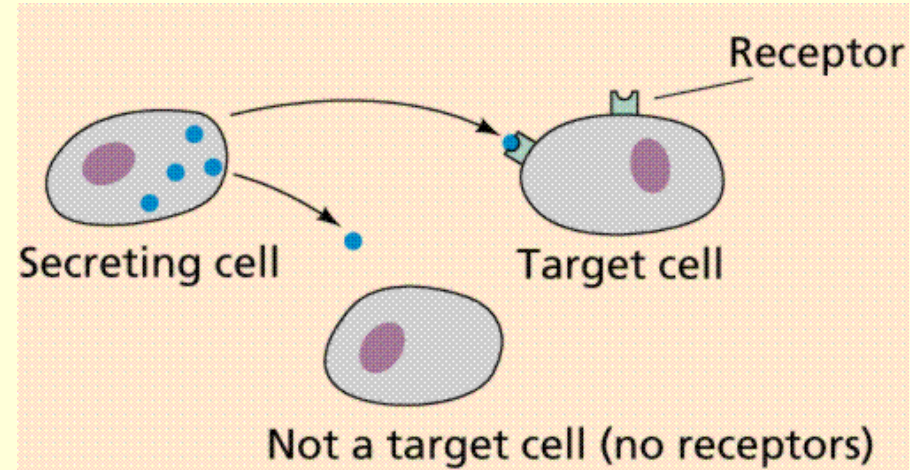
Circulatoire



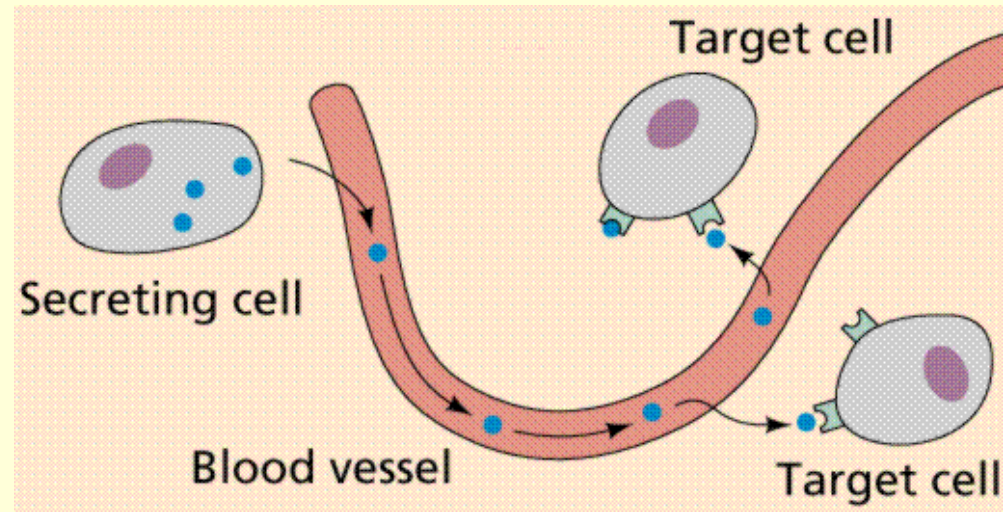
Mais leur origine...

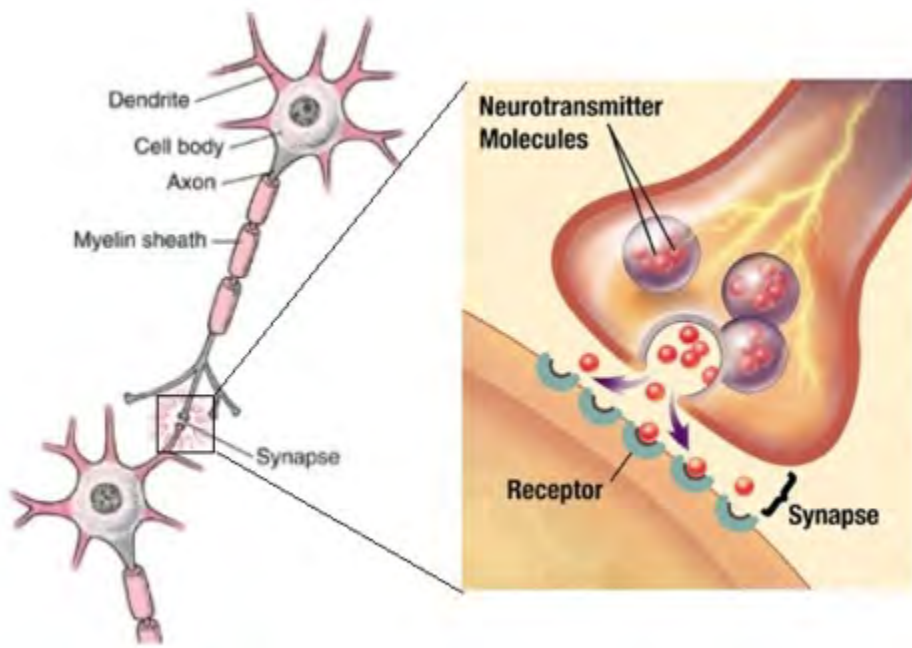


...est très ancienne et moins « tranchée » !

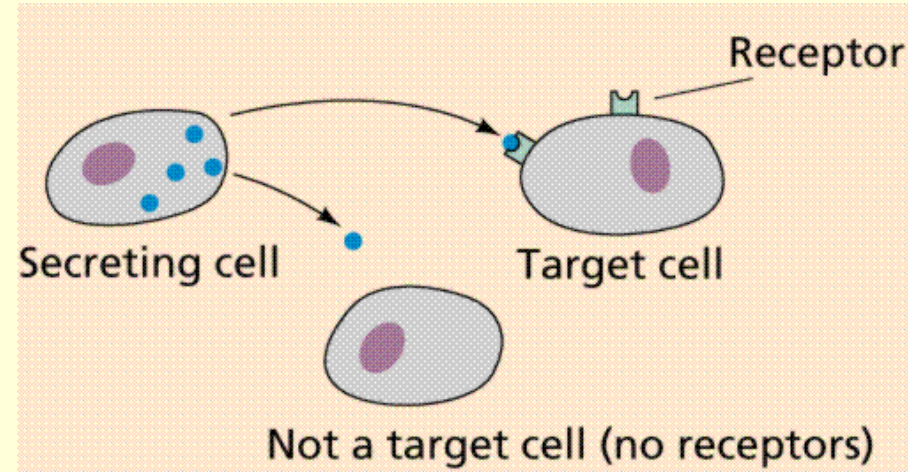


Hormones !
(système endocrinien)

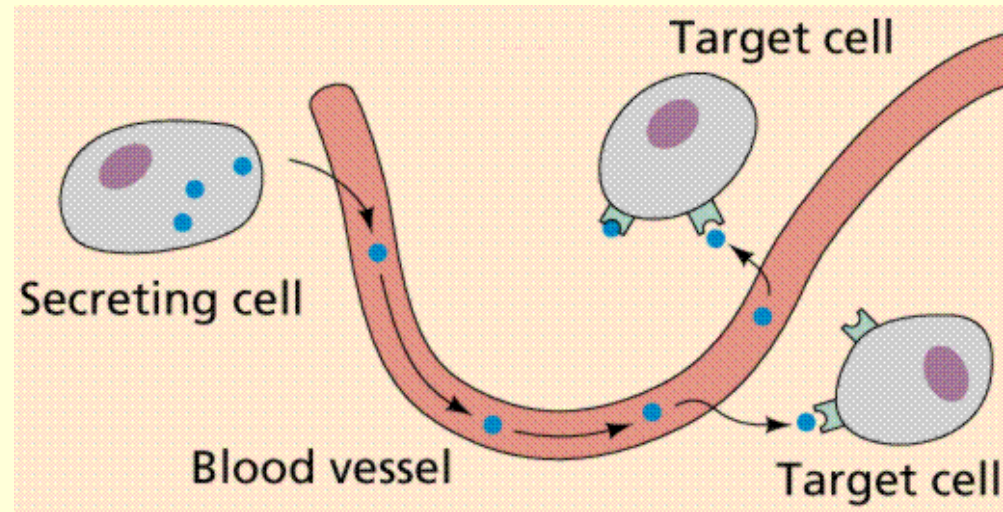


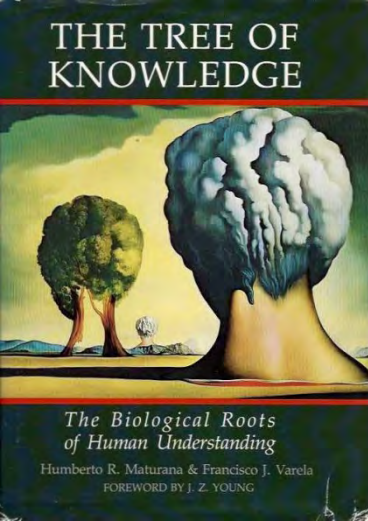


...mais aussi neurotransmetteurs et récepteur des neurones du **système nerveux !**



Hormones !
(système endocrinien)





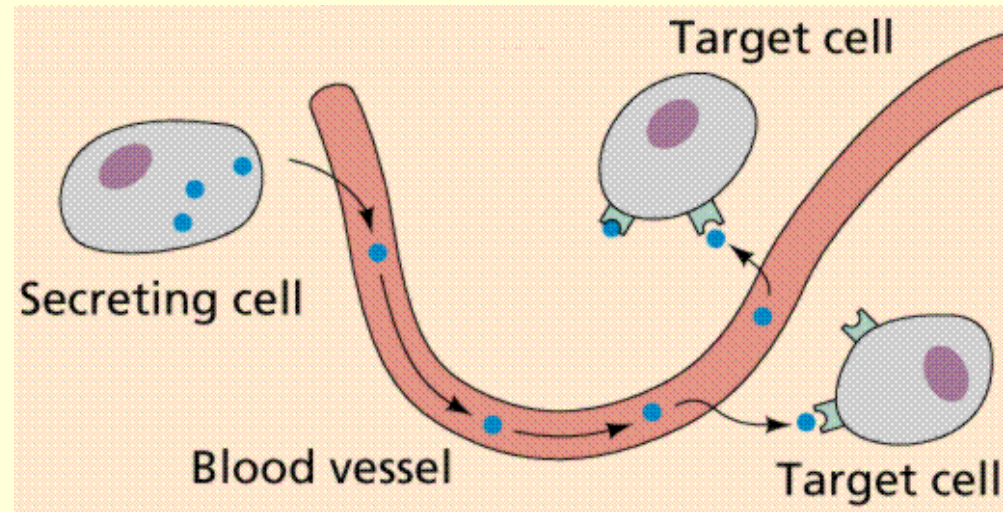
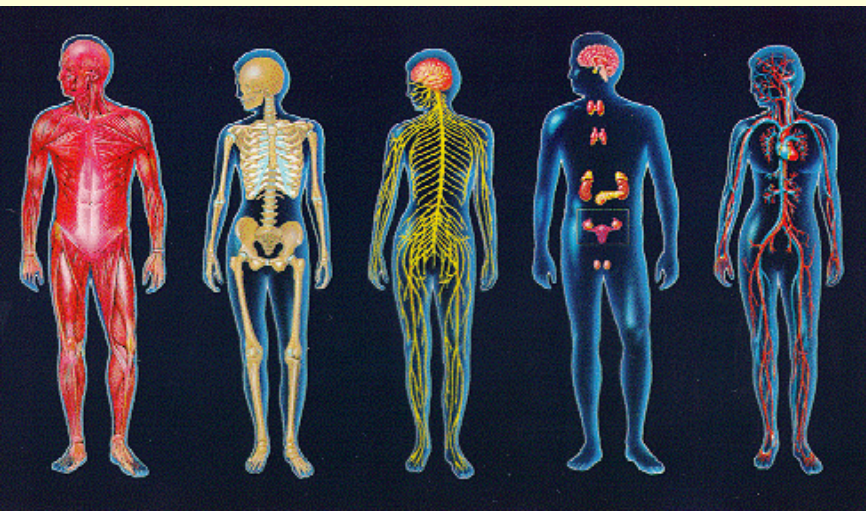
2 perspectives descriptives
différentes des systèmes vivants :

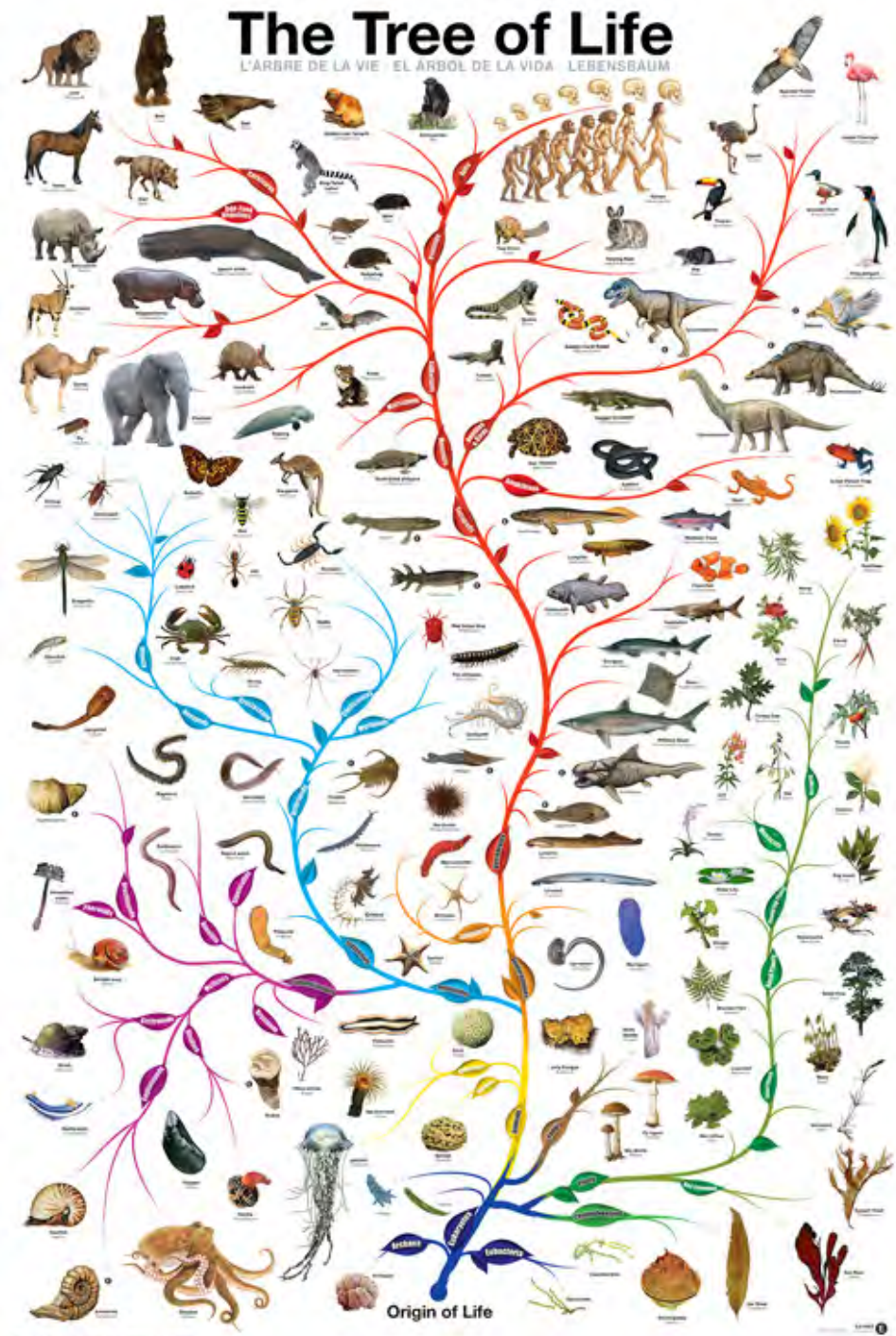
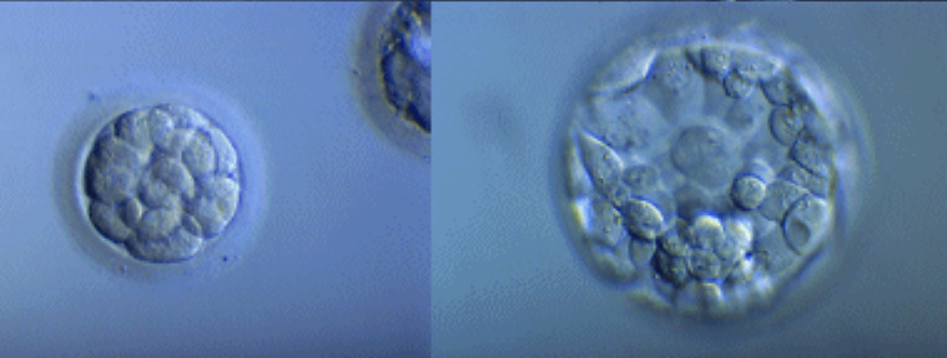
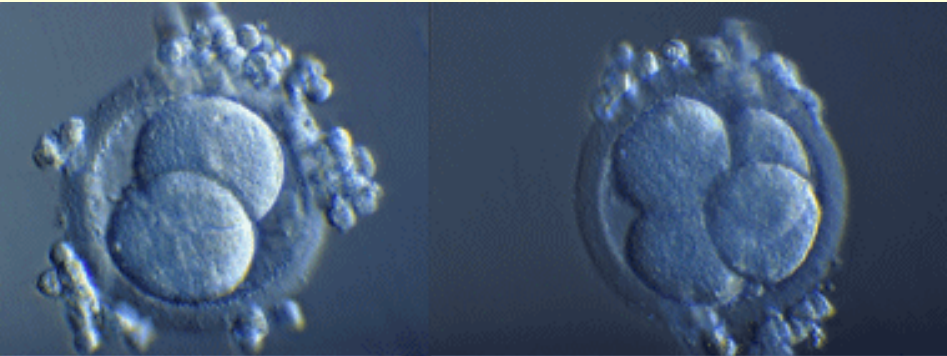
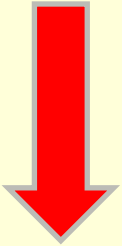
description symbolique ou **fonctionnelle** / description **causale** ou opérationnelle

(que l'on utilise dans le langage courant
et qui est plus « arbitraire »)

Ex.: le système endocrinien contrôle le
métabolisme pour maintenir l'homéostasie

Ex.: telle molécules sécrétée par
telle cellule se fixe sur tel récepteur
de telle autre cellule modifiant ainsi
l'activité de tel enzyme, etc.

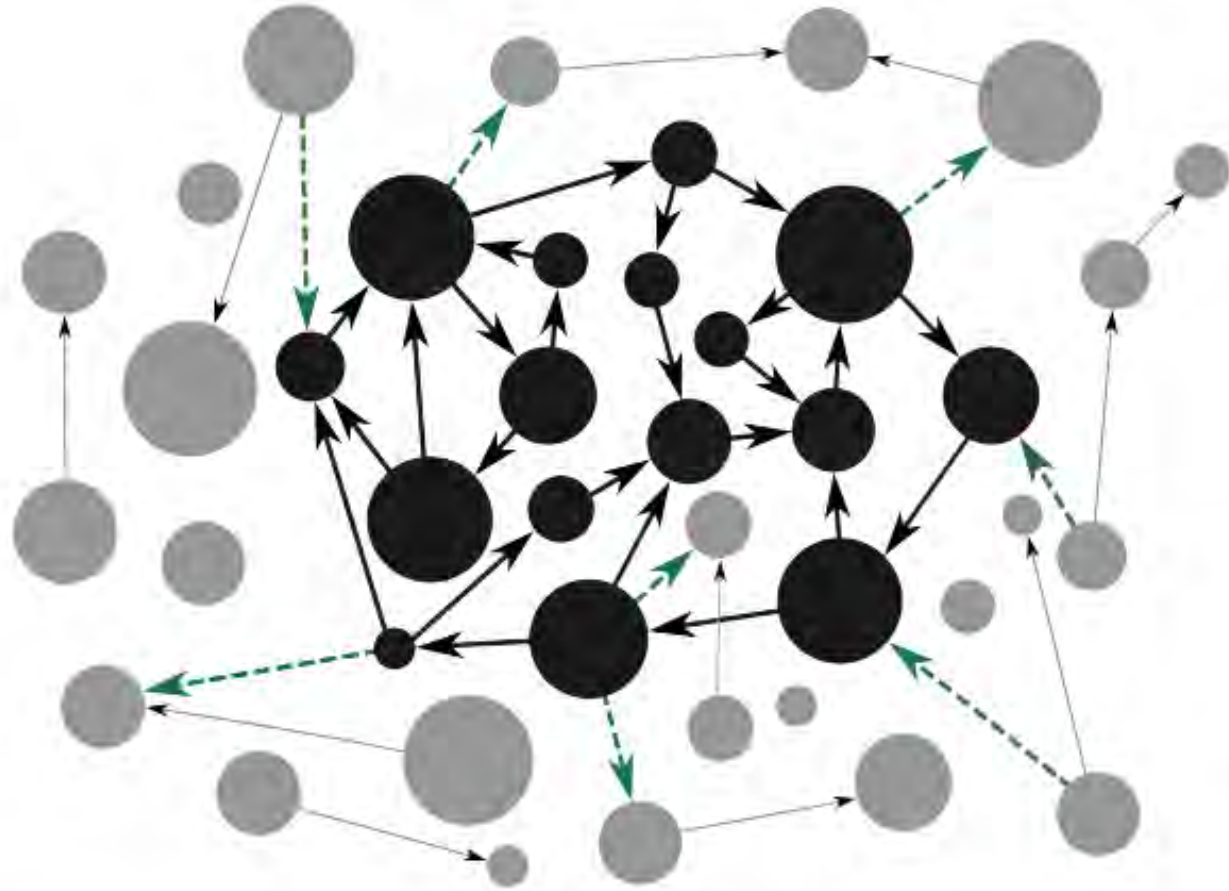




En noir : un organisme

dont les différentes
cellules spécialisées
interagissent
préférentiellement
entre elles

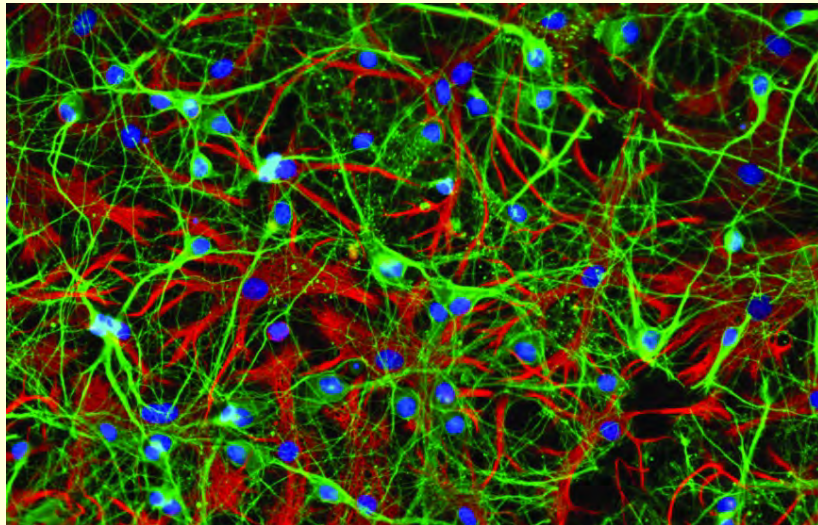
(mais c'est toujours
un « système ouvert »
du point de vue
thermodynamique)

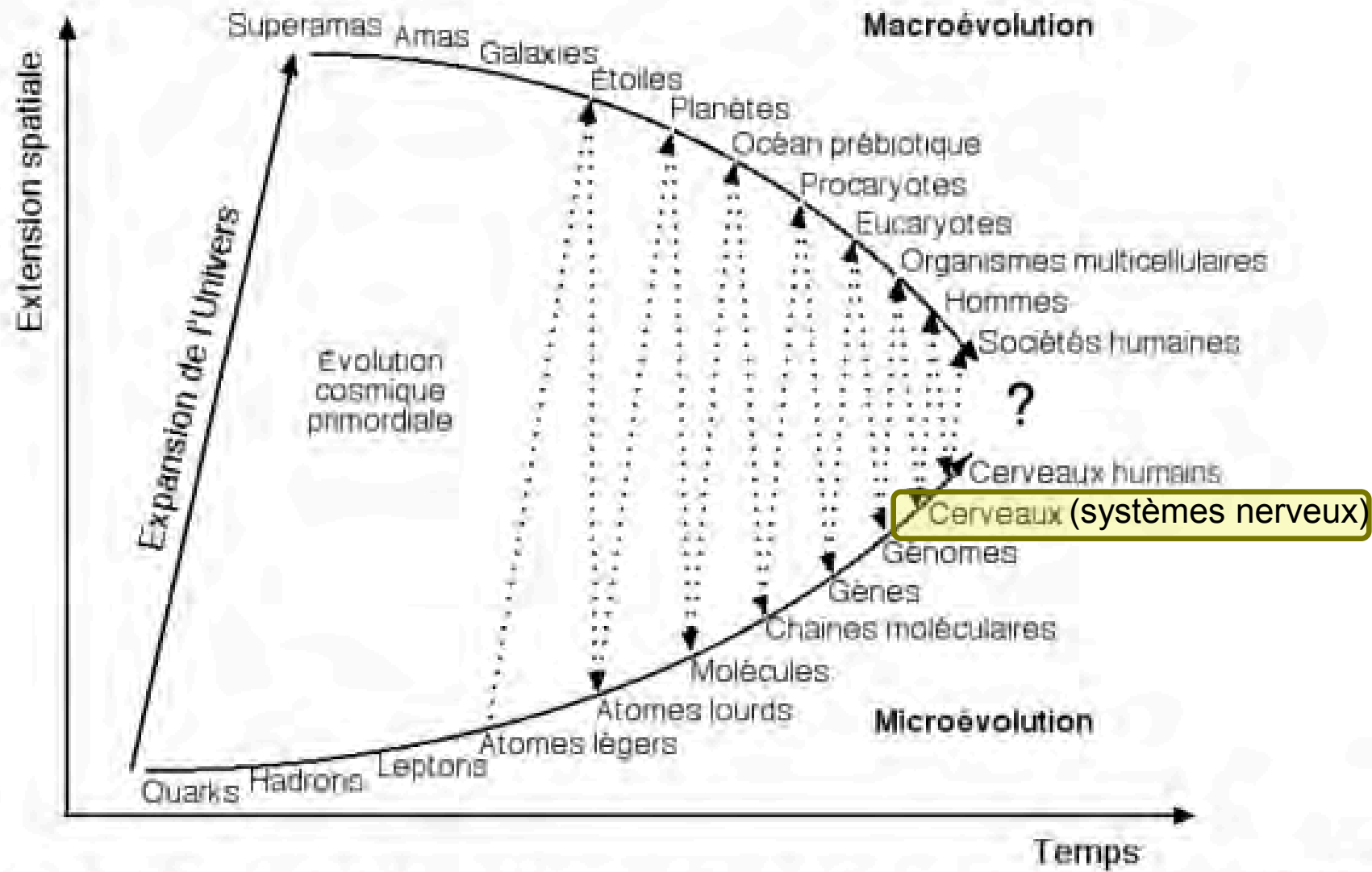


Copyright Ezequiel Di Paolo, 2013. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported License. http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.en_US

« 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.



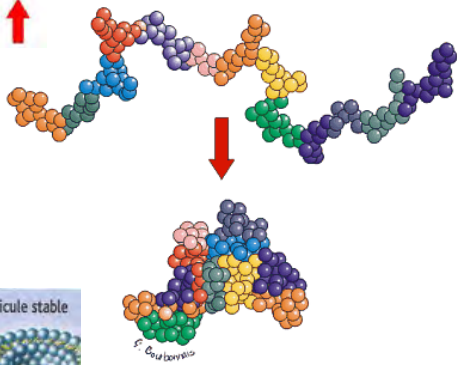
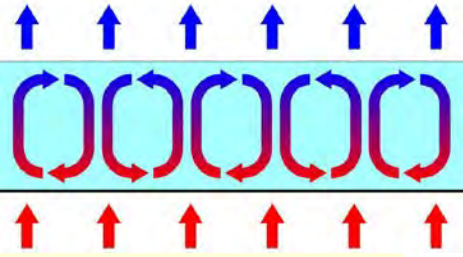


D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.

2^e principe de la thermodynamique :

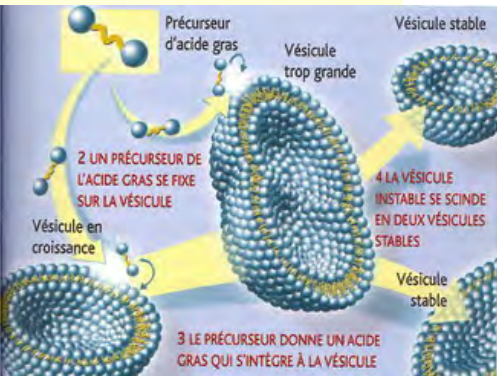
l'entropie (désordre) croît constamment





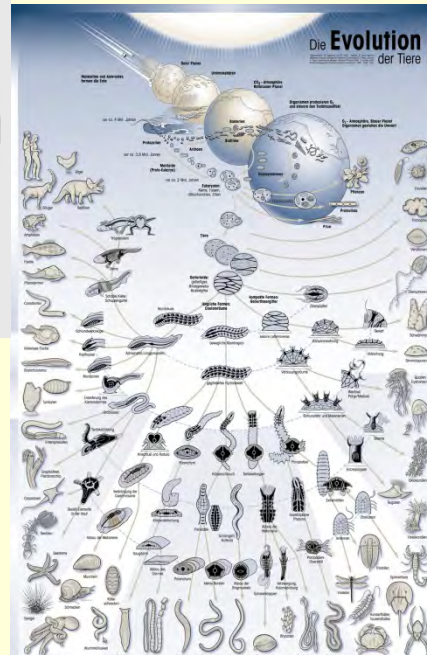
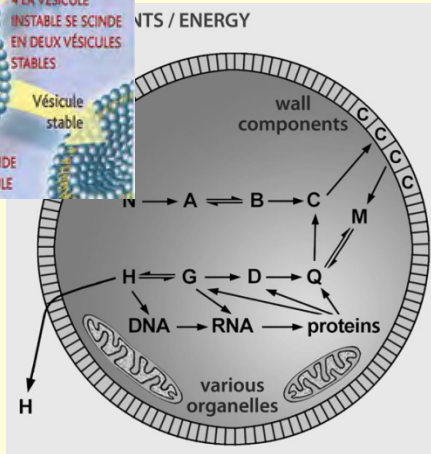
Un système dynamique **réduit son entropie locale** (ou augmente son "ordre" intrinsèque)

en favorisant ou sélectionnant des arrangements particuliers de ses composantes



Auto-organisation

+ **Sélection générale**



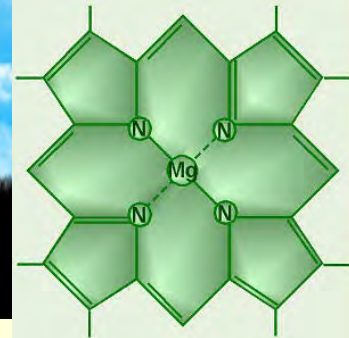
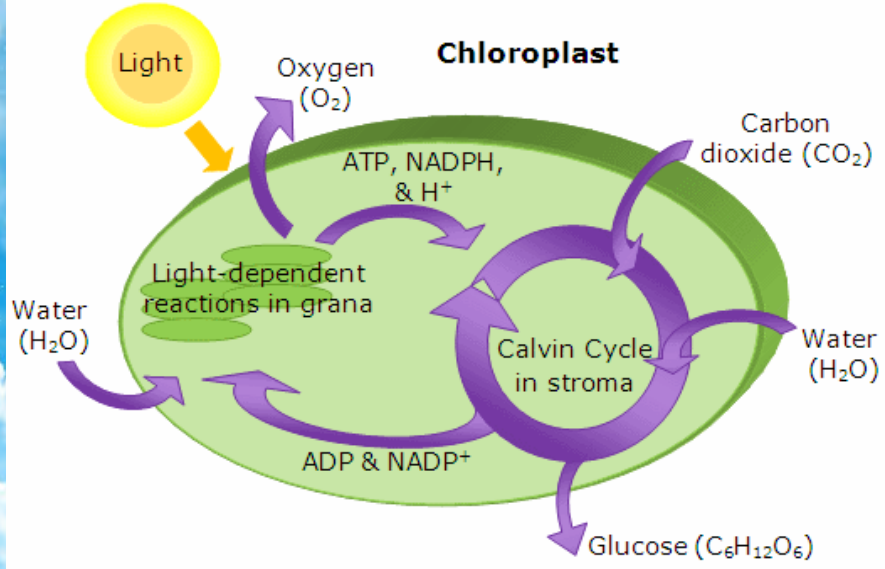
qui vont **maximiser l'entropie globale** le plus rapidement et efficacement possible

(Martyushev & Seleznev, 2006).



« 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

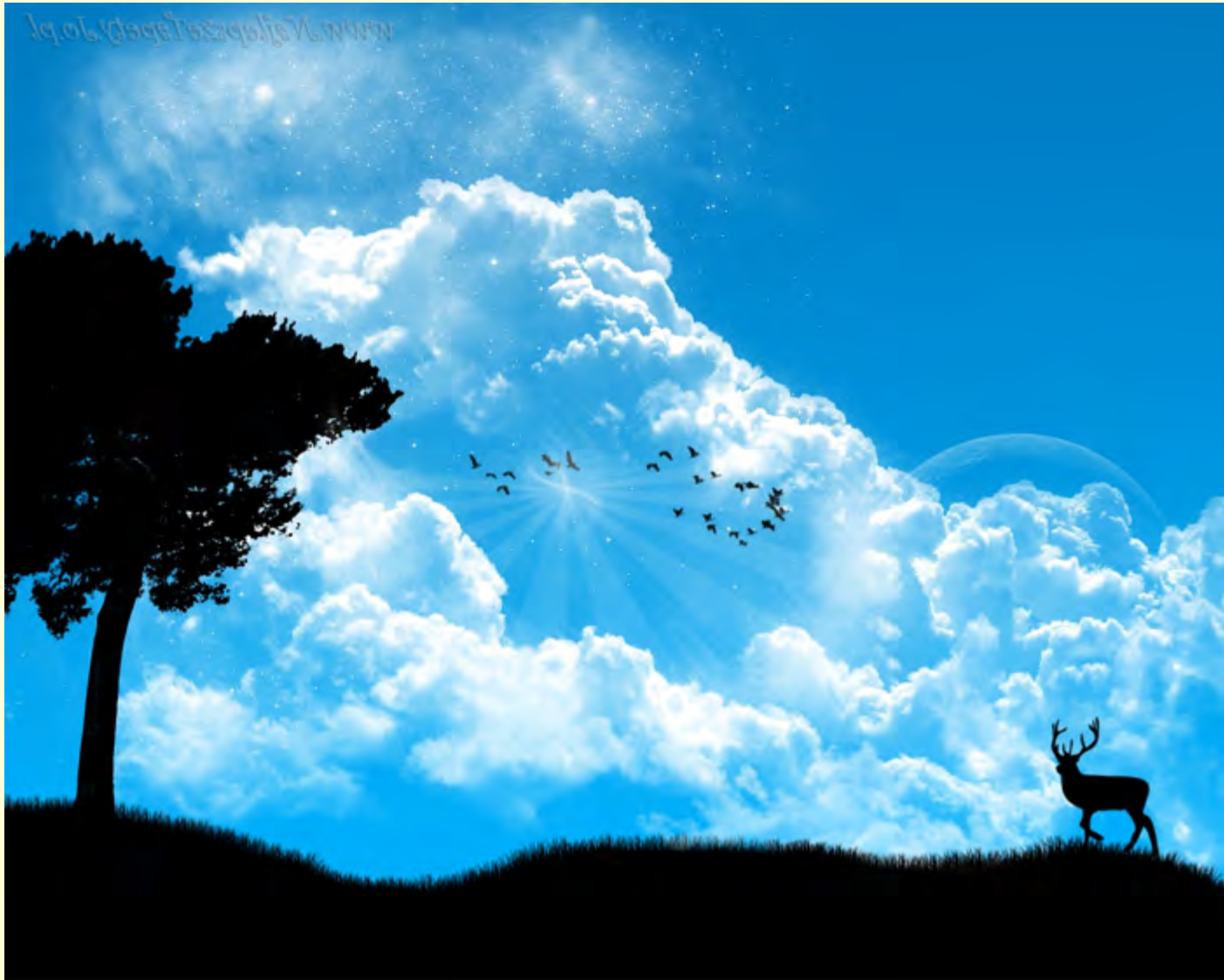




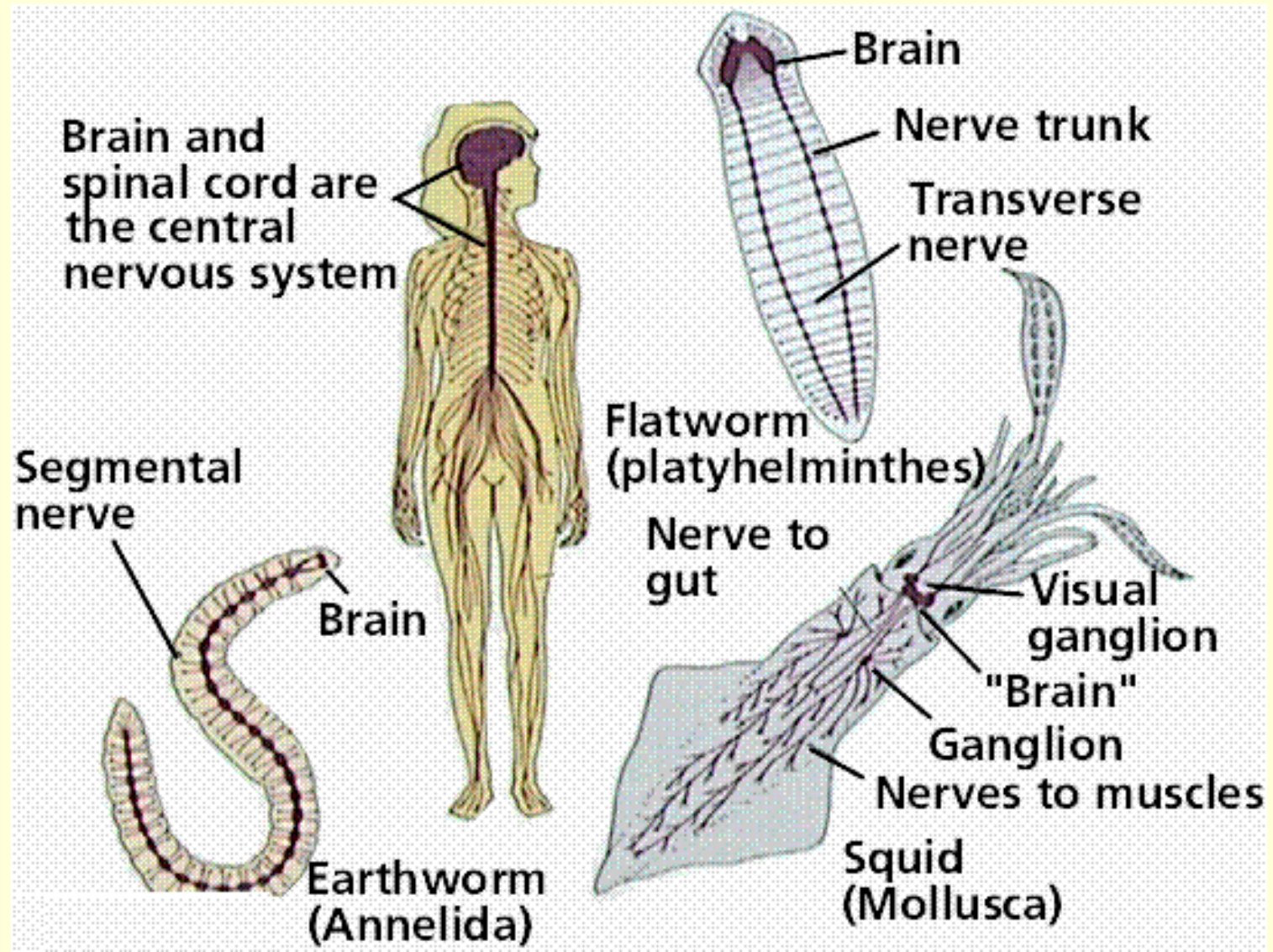
Animaux :

autonomie motrice
pour trouver leurs ressources
dans l'environnement

Qu'est-ce qui se développera chez les **hétérotrophes** que les **autotrophes** n'ont pas besoin ?

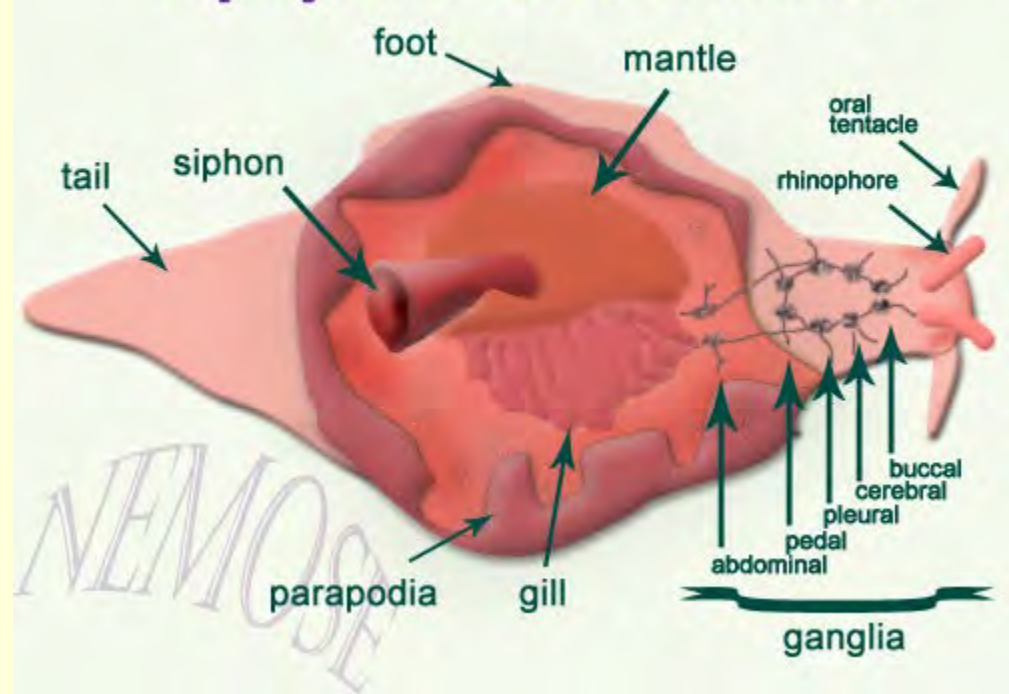


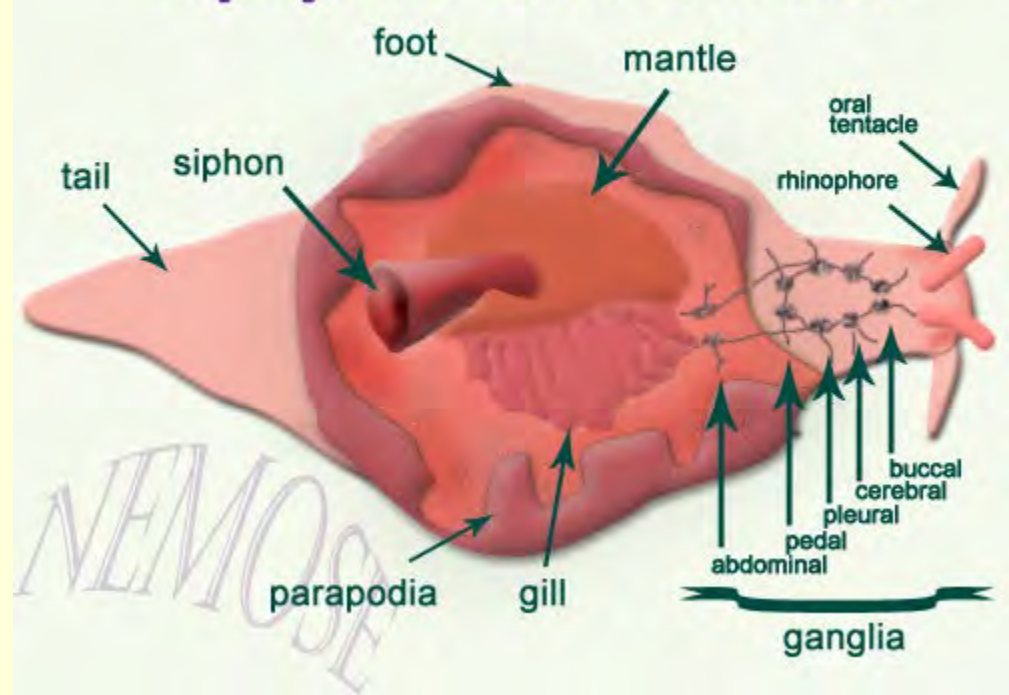
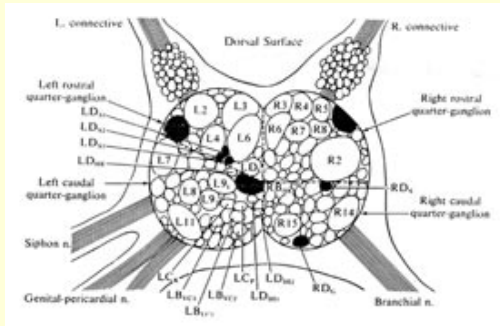
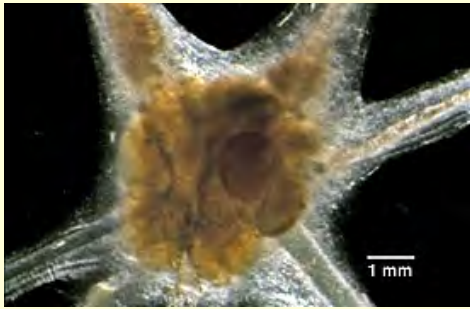
Un système nerveux !

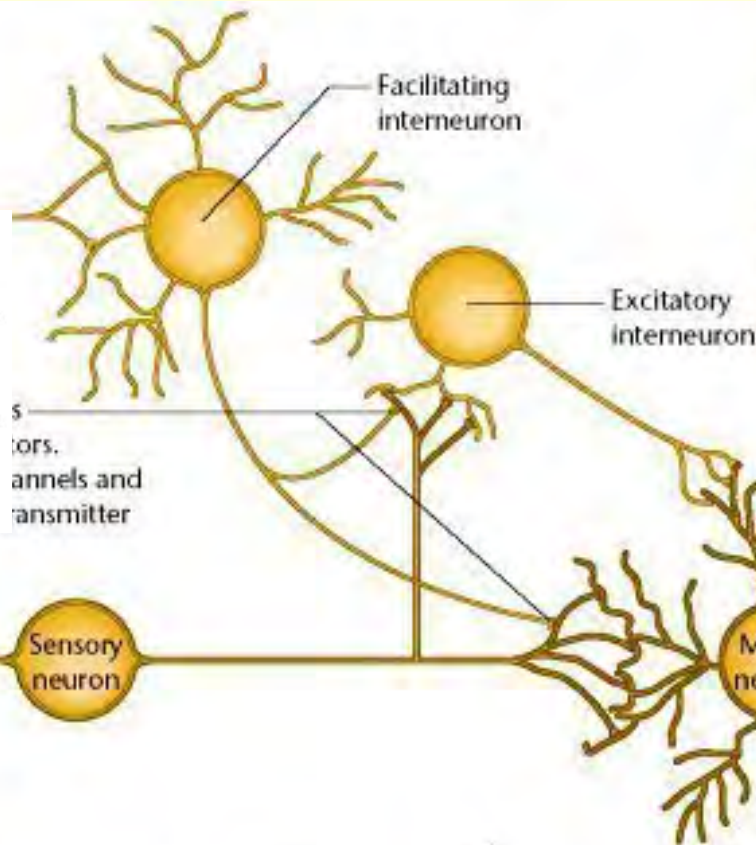
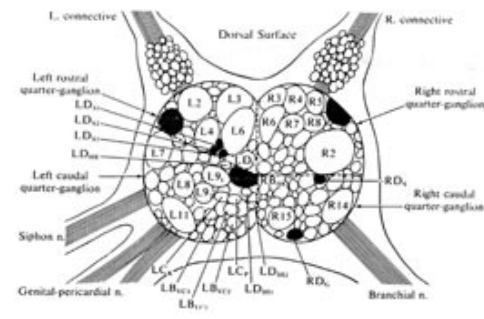
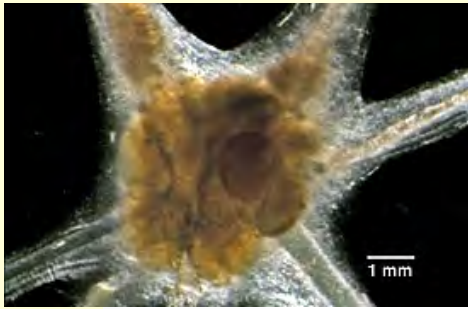




Aplysie
(mollusque marin)







Une boucle sensori - motrice

qui va permettre de **connaître** le monde et **d'agir** sur ce monde.

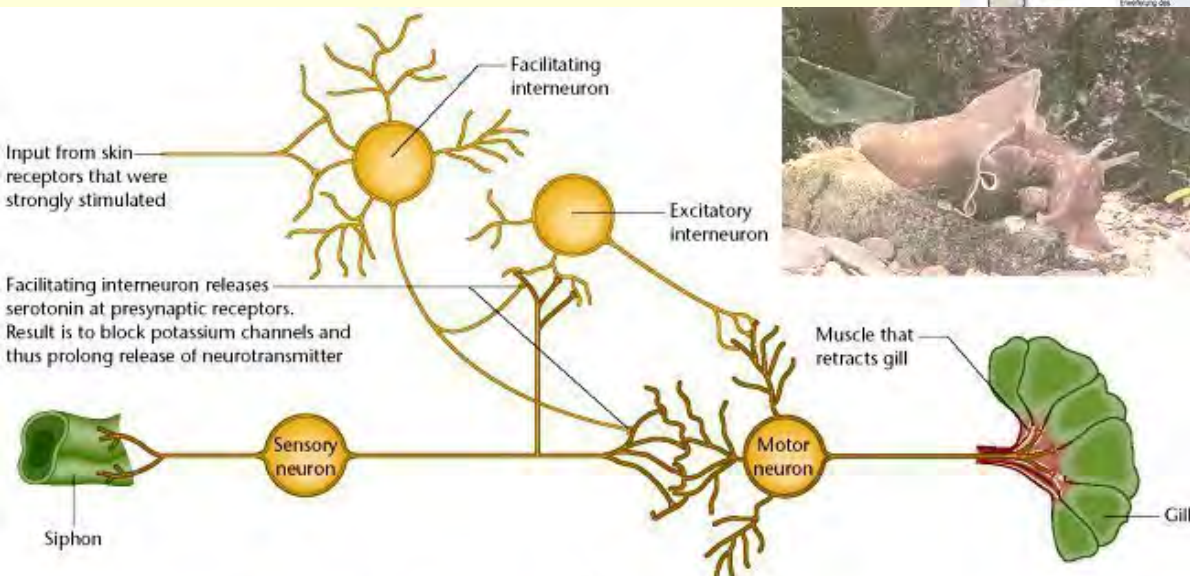
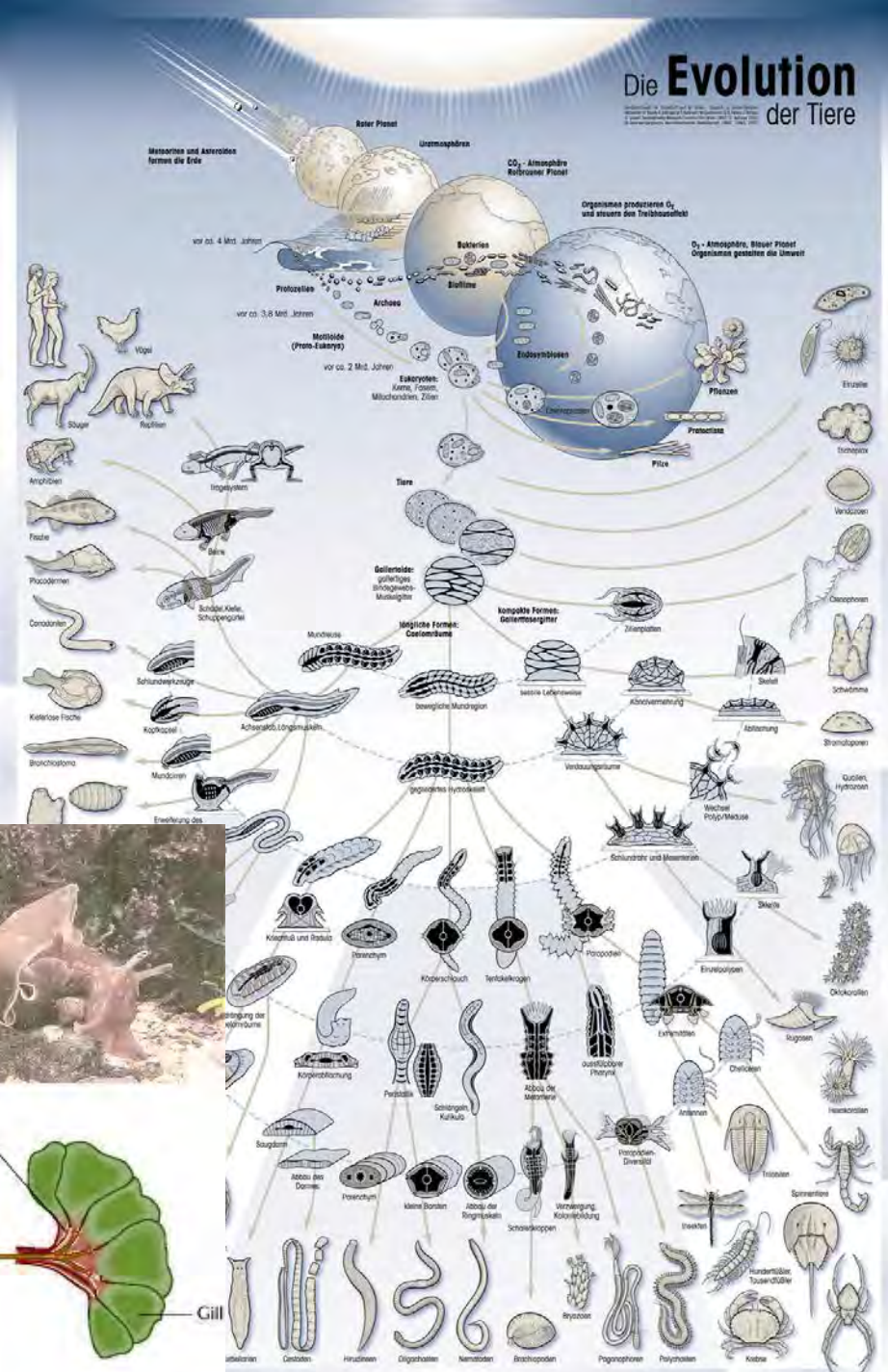
Et progressivement,

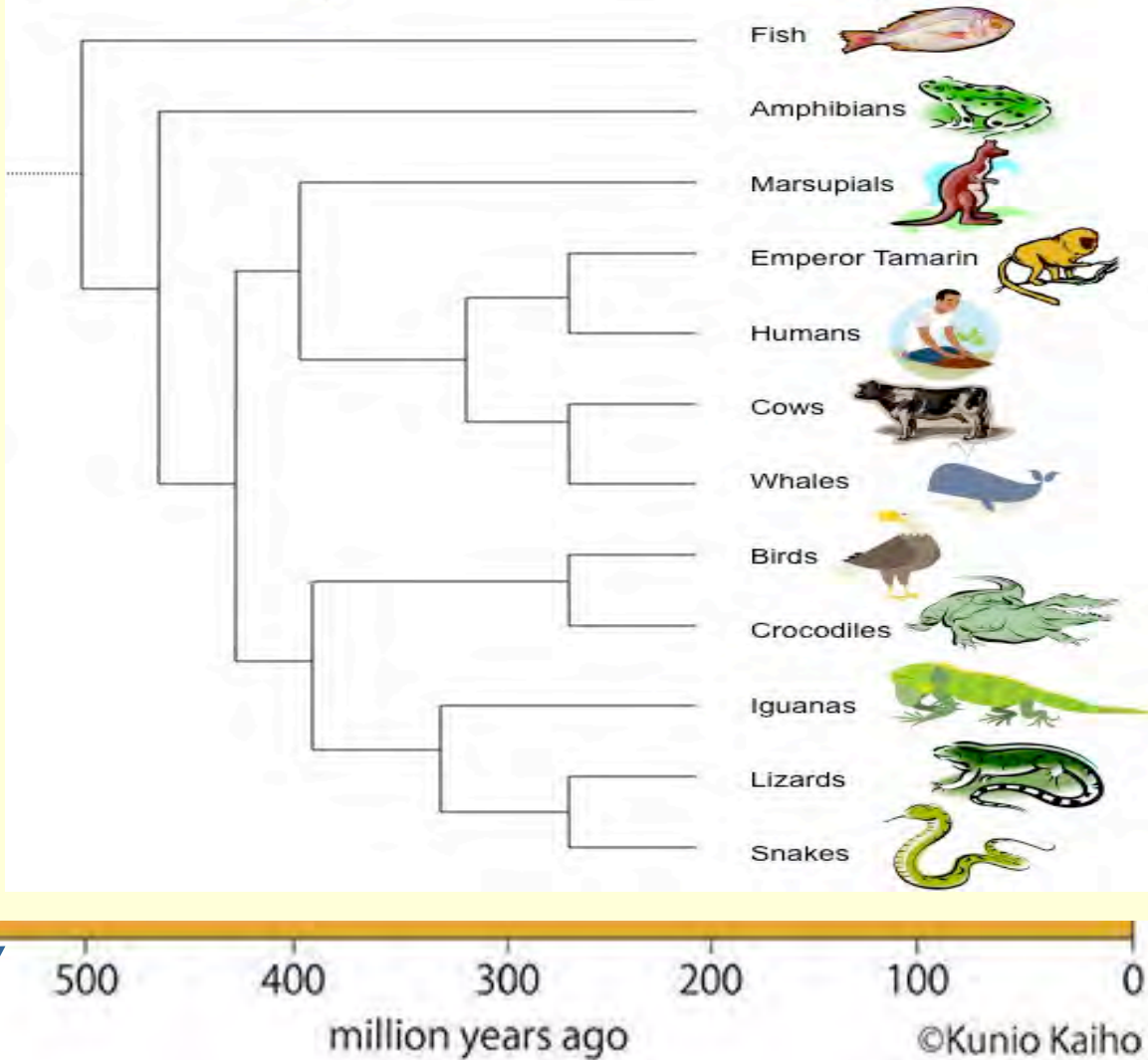
« la logique fondamentale du système nerveux [va devenir] celle d'un **couplage** entre des mouvements et un flux de modulations sensorielles de manière **circulaire**. »

- Francisco Varela, Le cercle créateur, p.126



Pendant des centaines de millions d'années, c'est donc cette boucle-sensorimotrice et ce couplage qui vont se complexifier...





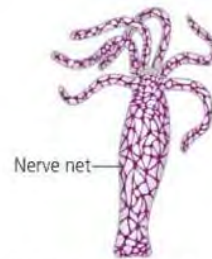
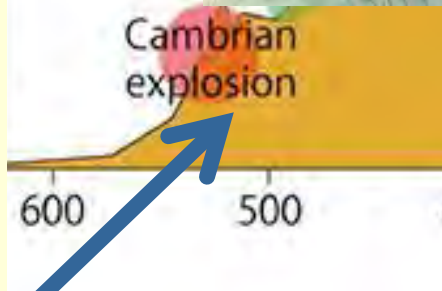
Les
premiers
vertébrés
(525 Ma)



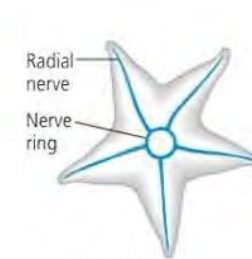
L'un des premiers vertébrés :
Haikouichthys

Profitions-en tout de suite pour mentionner que chez les **invertébrés** la forme du système nerveux était encore **liée à la forme générale du corps**, à la diversité des organes sensoriels, etc.

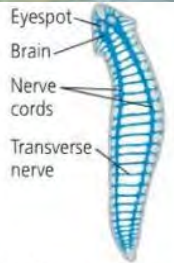
(pas encore de « céphalisation » comme chez les vertébrés)



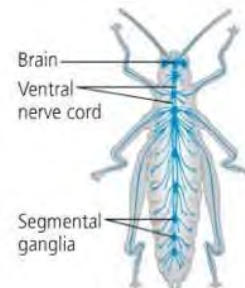
(a) Hydra (cnidarian)



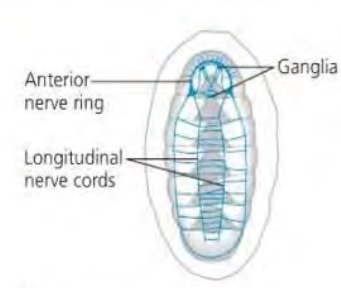
(b) Sea star (echinoderm)



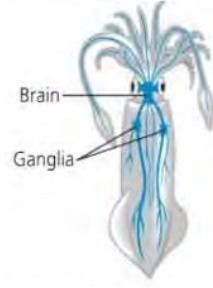
(c) Planarian (flatworm)



(e) Insect (arthropod)



(f) Chiton (mollusc)



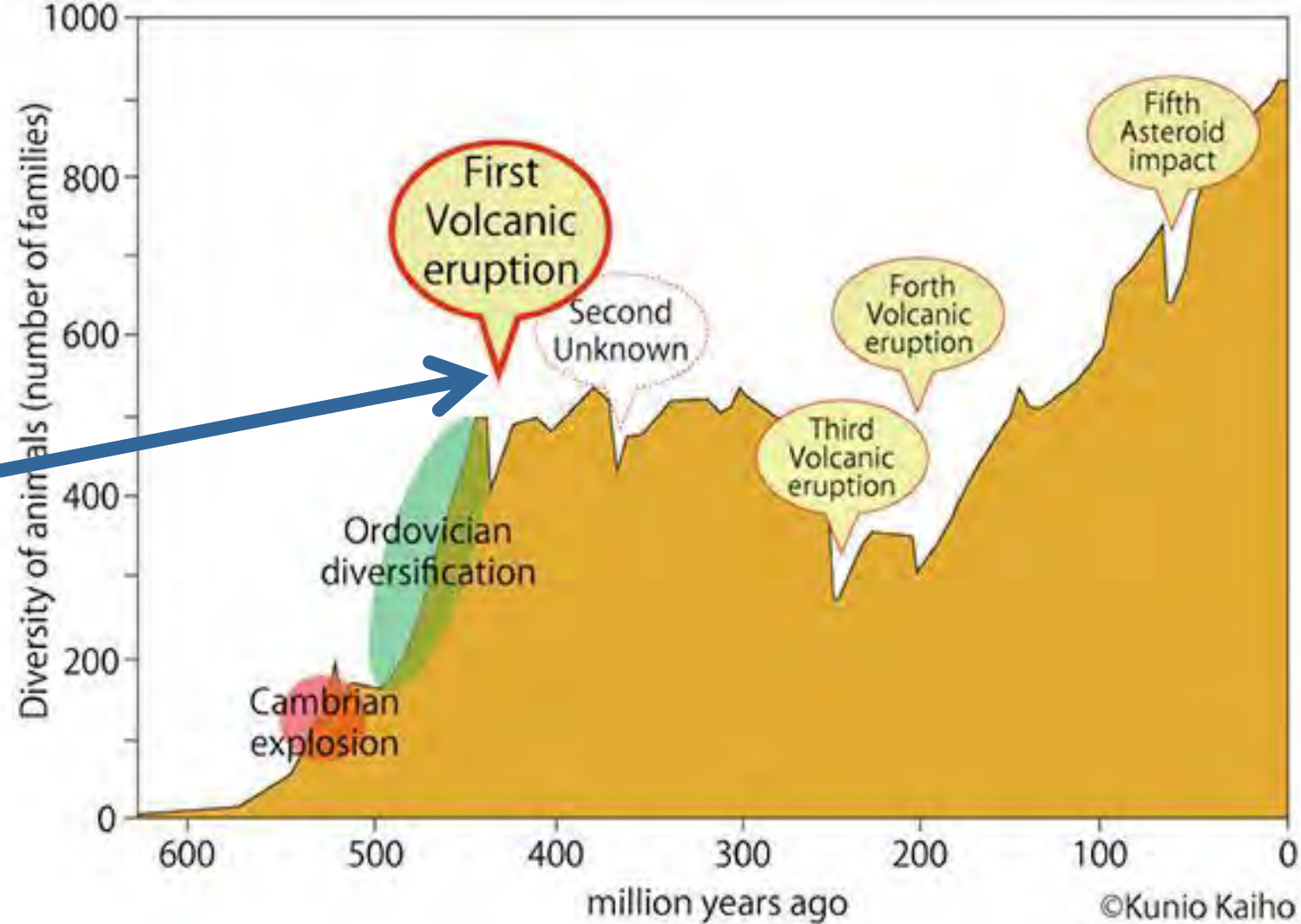
(g) Squid (mollusc)

Shale de Burgess
(508 Ma,
B-C, Canada)

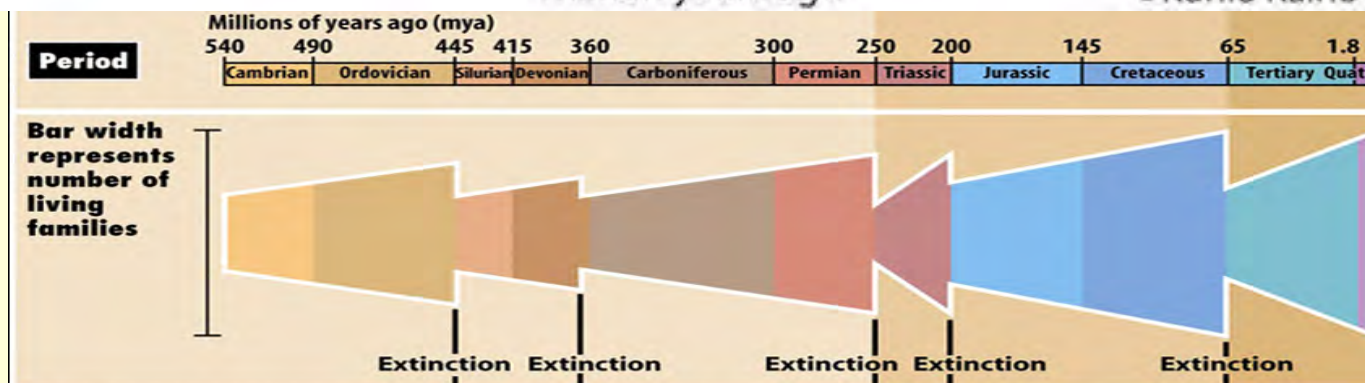
https://en.wikipedia.org/wiki/Burgess_Shale

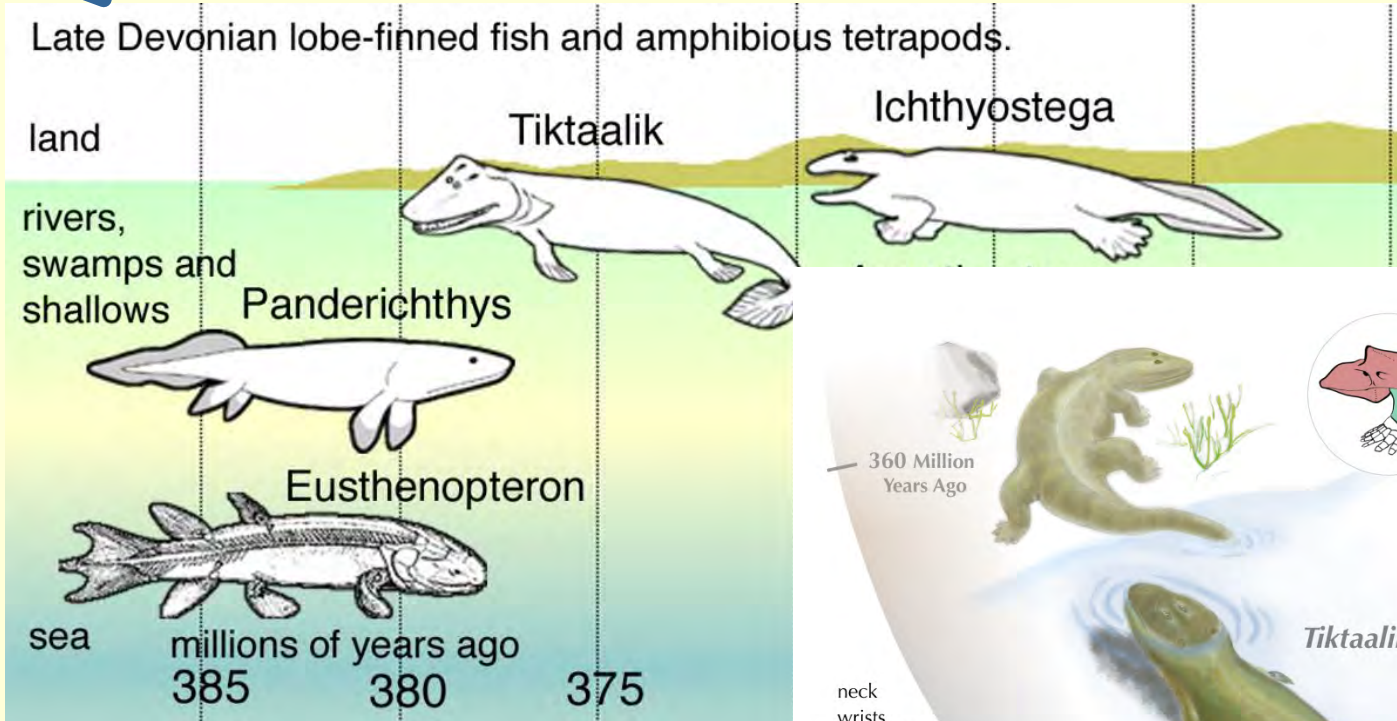
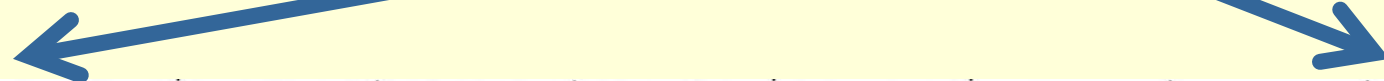
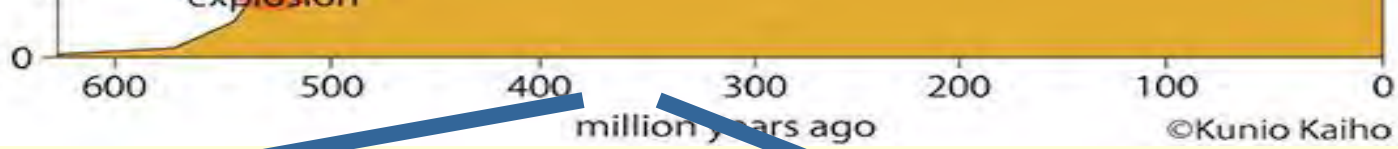
Il y a environ **435 millions** d'années, la majorité des espèces qui vivaient sur Terre ont disparu lors de la **première grande extinction de masse du vivant.**

C'est dans les roches de l'île **d'Anticosti** au Québec qu'on le constate le mieux.



<http://ici.radio-canada.ca/tele/decouverte/2014-2015/segments/reportage/986/fossiles-anticosti>





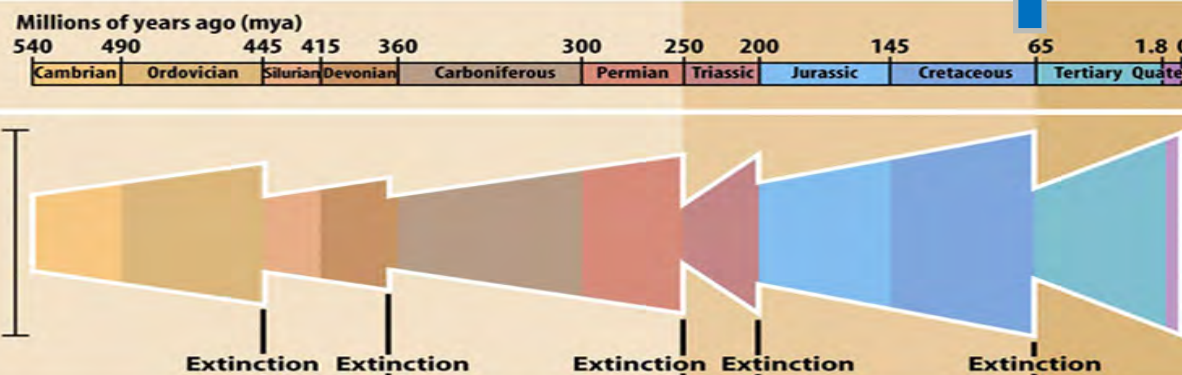
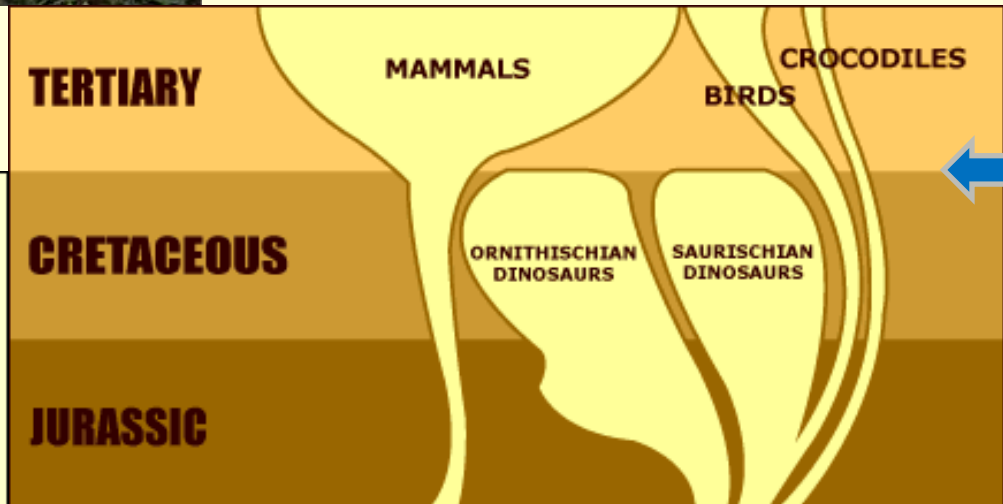
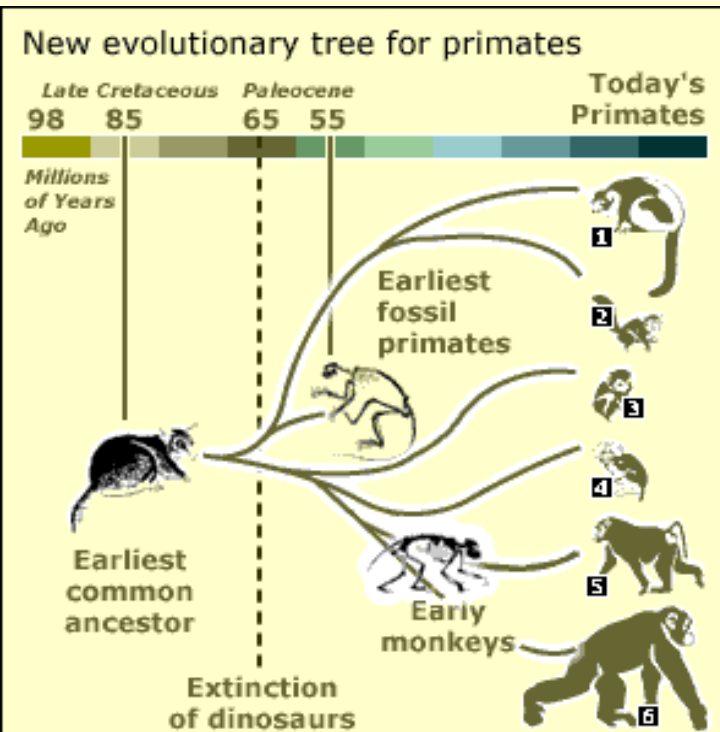
380 - 365 Ma :

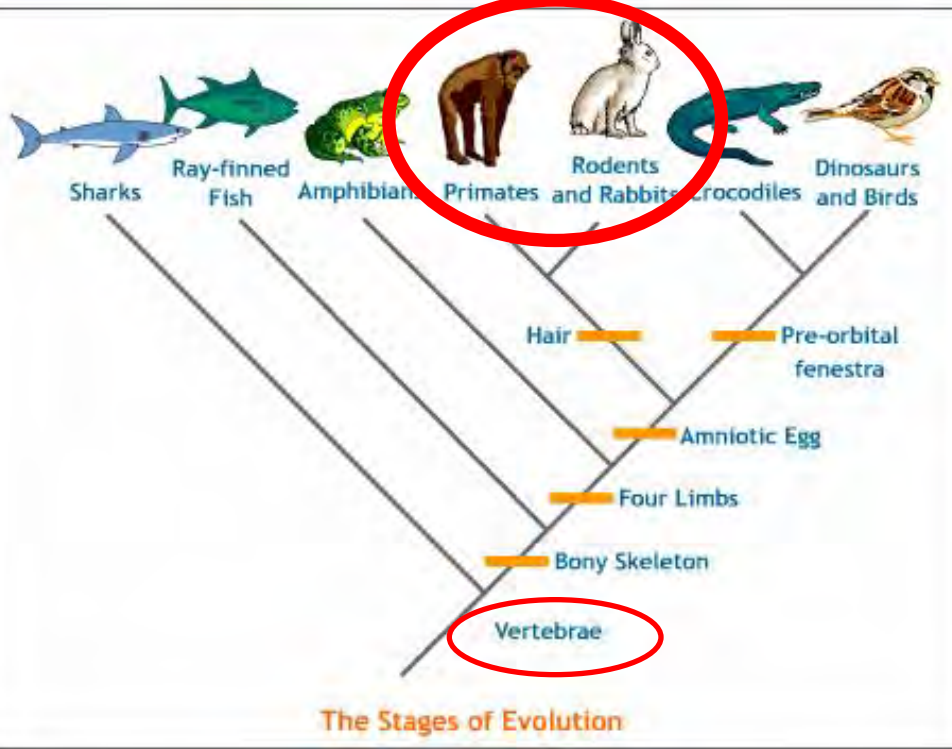
Les premiers tétrapodes sortent de l'eau et s'adaptent à la vie terrestre



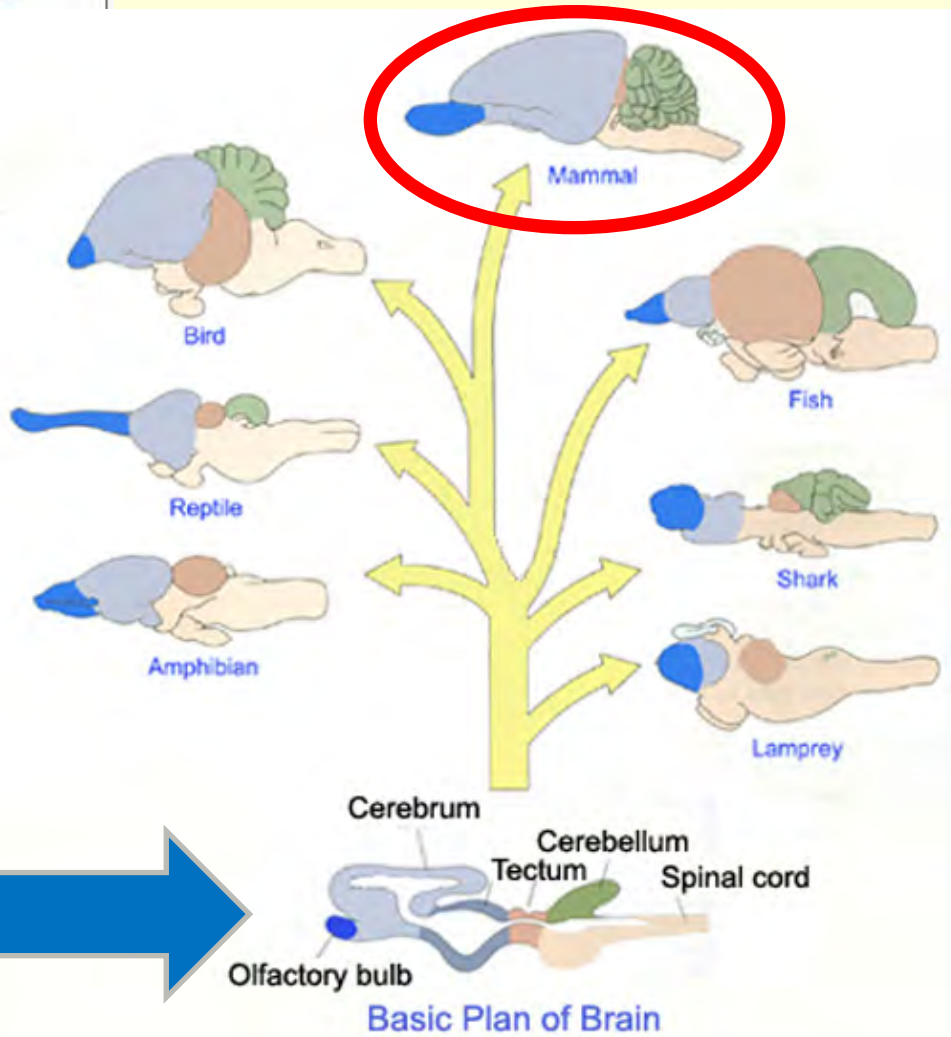
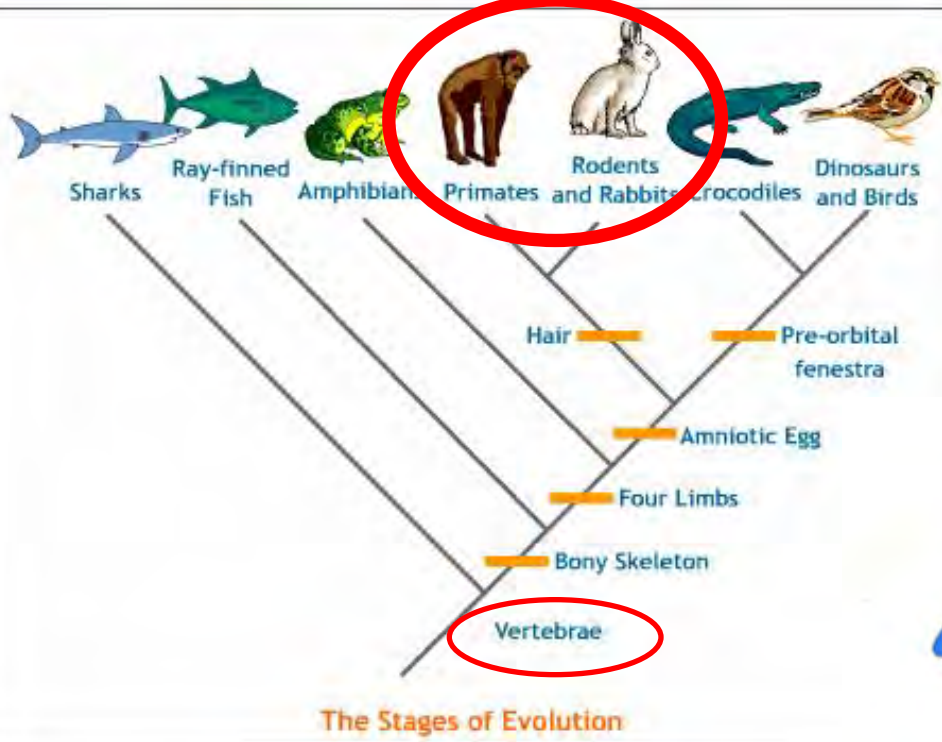
Rise of the mammals began before dinosaur extinction, research suggests

<https://www.theguardian.com/science/2016/jun/08/rise-of-the-mammals-began-before-dinosaur-extinction-research-suggests>





Quelle tendance va apparaître dans les systèmes nerveux des vertébrés ?

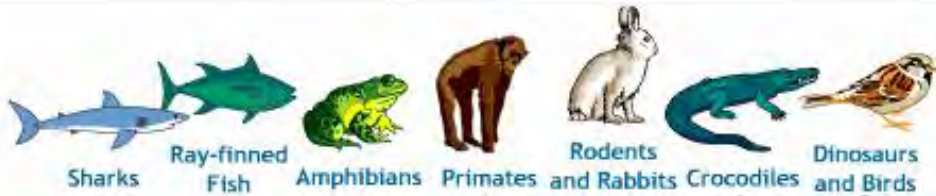


Chez les vertébrés :

« **céphalisation** » **croissante**
 (les neurones se concentrent dans un cerveau)

à partir d'un modèle commun





Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Accueil du site

Lundi, 2 janvier 2017

Deux « arbres de la vie » pour les 15 ans du Cerveau à tous les niveaux !

Recherche -> blogue

Billets par catégorie

Abonnez-vous !

NOUVELLES RÉCENTES SUR LE CERVEAU

Deric Bownds' Mindblog

Mysterianism

Feel good fractals.

Why our supermarket tomatoes are sturdy and flavorless.

MindBlog's 11th anniversary... some statistics.

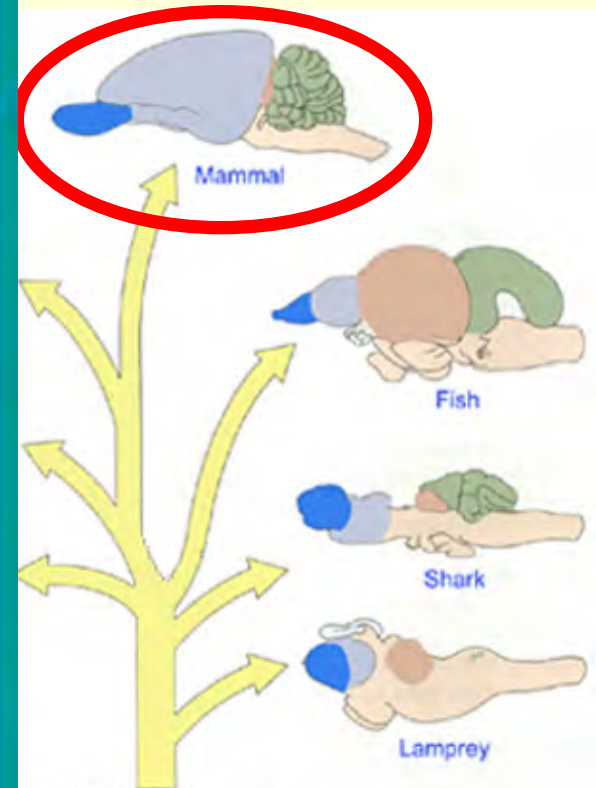
Artificial intelligence: Machines that reason



Comme je l'ai écrit avant les Fêtes, on va donc revenir en 2017 à des billets de blogue plus courts et plus simples que les « gros morceaux » de l'automne dernier.

Et pour commencer cette année 2017, la page Facebook du Cerveau à tous les niveaux* me rappelait ce matin ce billet publié il y a exactement 5 ans où j'écrivais :

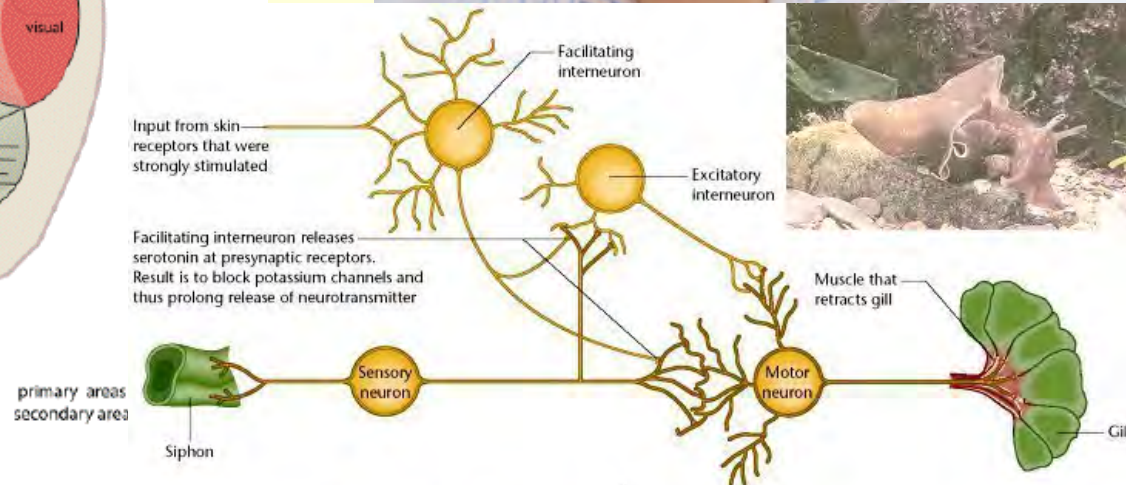
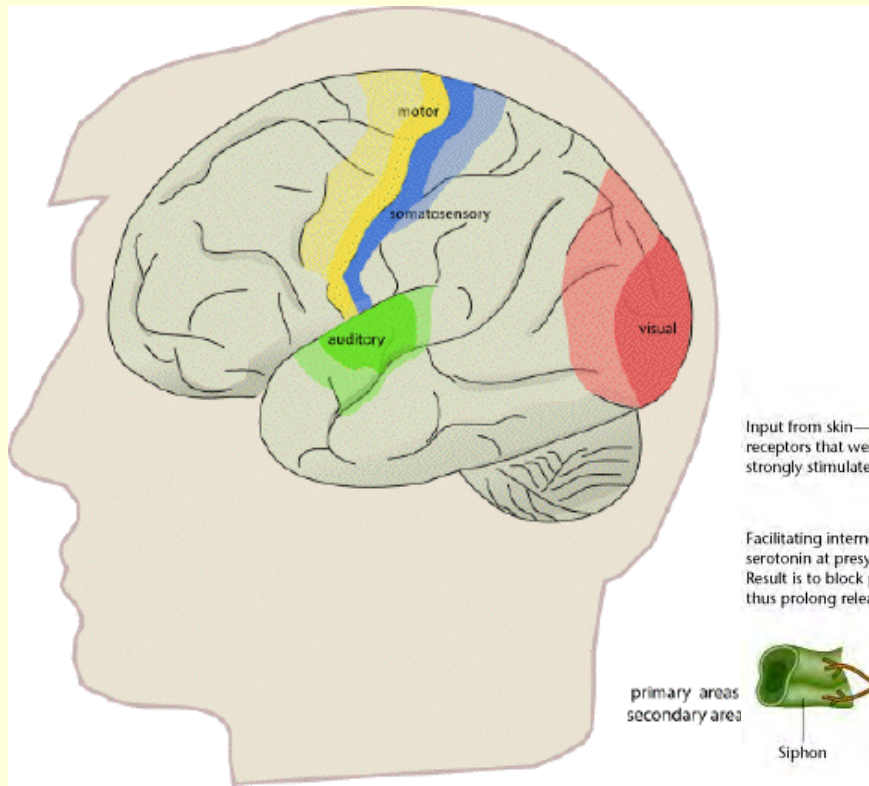
« Au début janvier 2002, il y a très exactement 10 ans, commençait la construction du Cerveau à tous les niveaux ! J'ai peine à le croire, mais la section « Nouveautés » du site est là pour rappeler le chemin parcouru depuis une décennie, à essayer de décortiquer ensemble « l'objet le plus complexe de l'univers dont on a tous un exemplaire entre les deux oreilles »... »



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

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

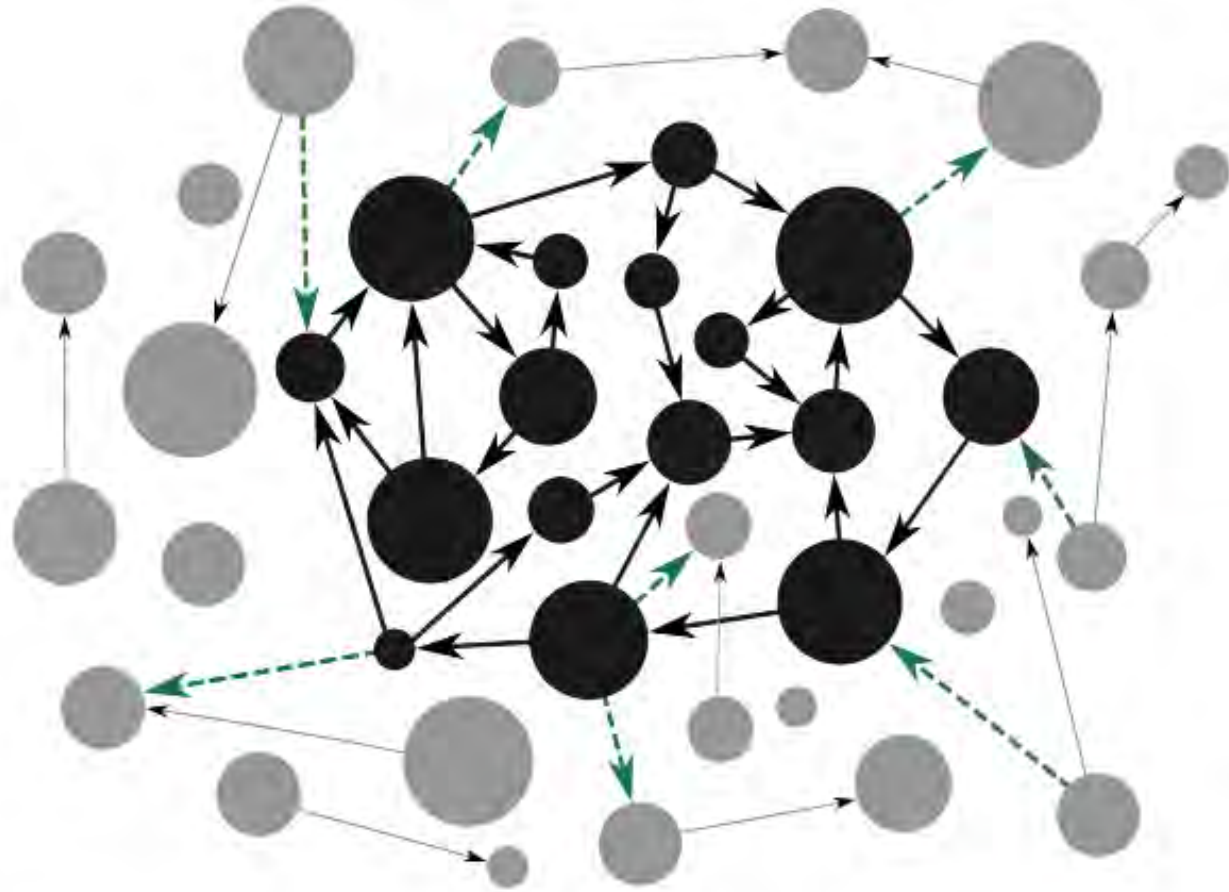
comme les inter-neurones de l'aplysie.



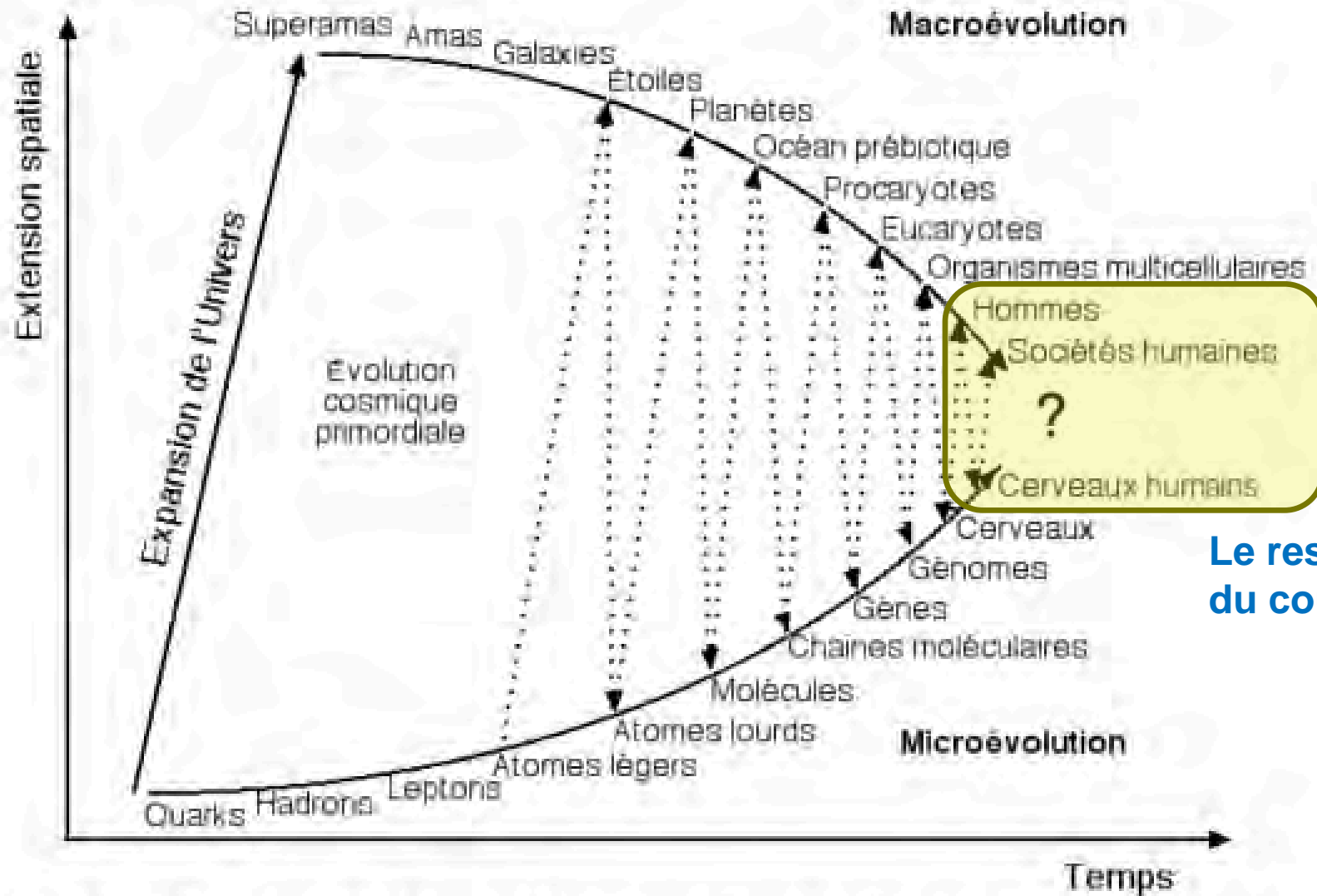
En noir : un cerveau

dont les différents neurones interagissent préférentiellement entre eux

(mais c'est toujours un « système ouvert » du point de vue thermodynamique)



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



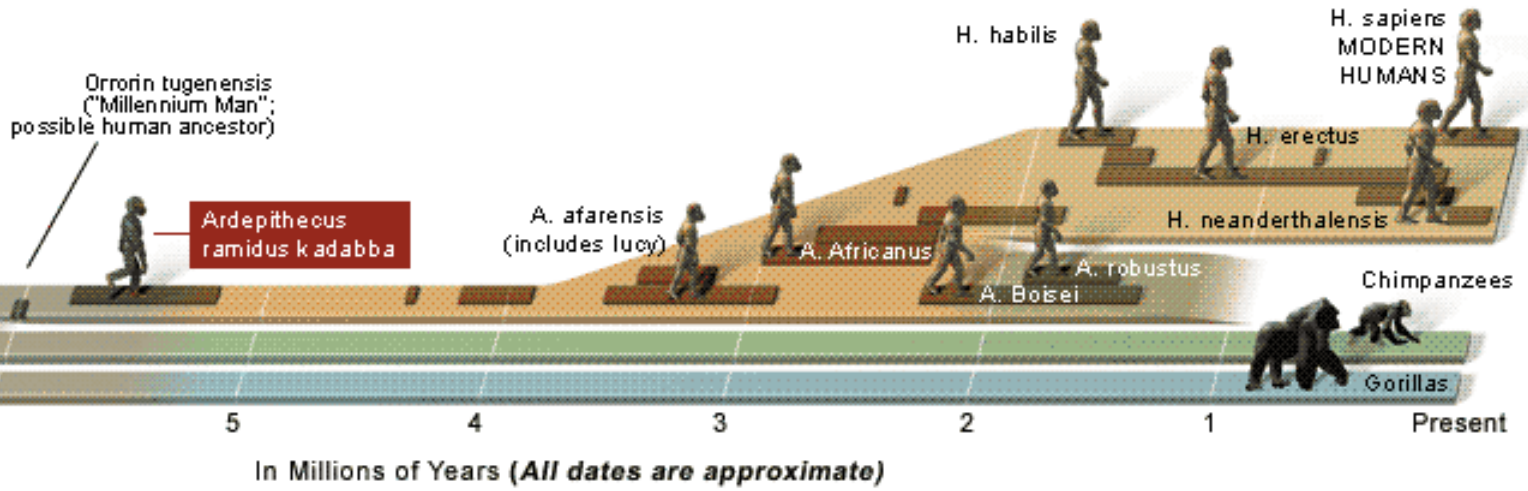
Le reste
du cours !

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

A WALK THROUGH HUMAN EVOLUTION

The newest fossils have brought scientists tantalizingly close to the time when humans first walked upright—splitting off from the chimpanzees. Their best guess now is that it happened at least 6 million years ago [Click here to read the cover story >>](#)

LAST COMMON ANCESTOR
It should have a mosaic of features reminiscent of both apes and humans—but that's true of several species already found, so identification might be tough



Cours 1: Vue d'ensemble, puis du Big Bang aux primates (- 13,7 milliards d'années à - 65 millions d'années)

Cours 2: A- Des primates aux sociétés humaines (de - 65 millions d'années à 1900)
B- De la théorie du neurone au piège du « cerveau-ordinateur » (1900-1980)