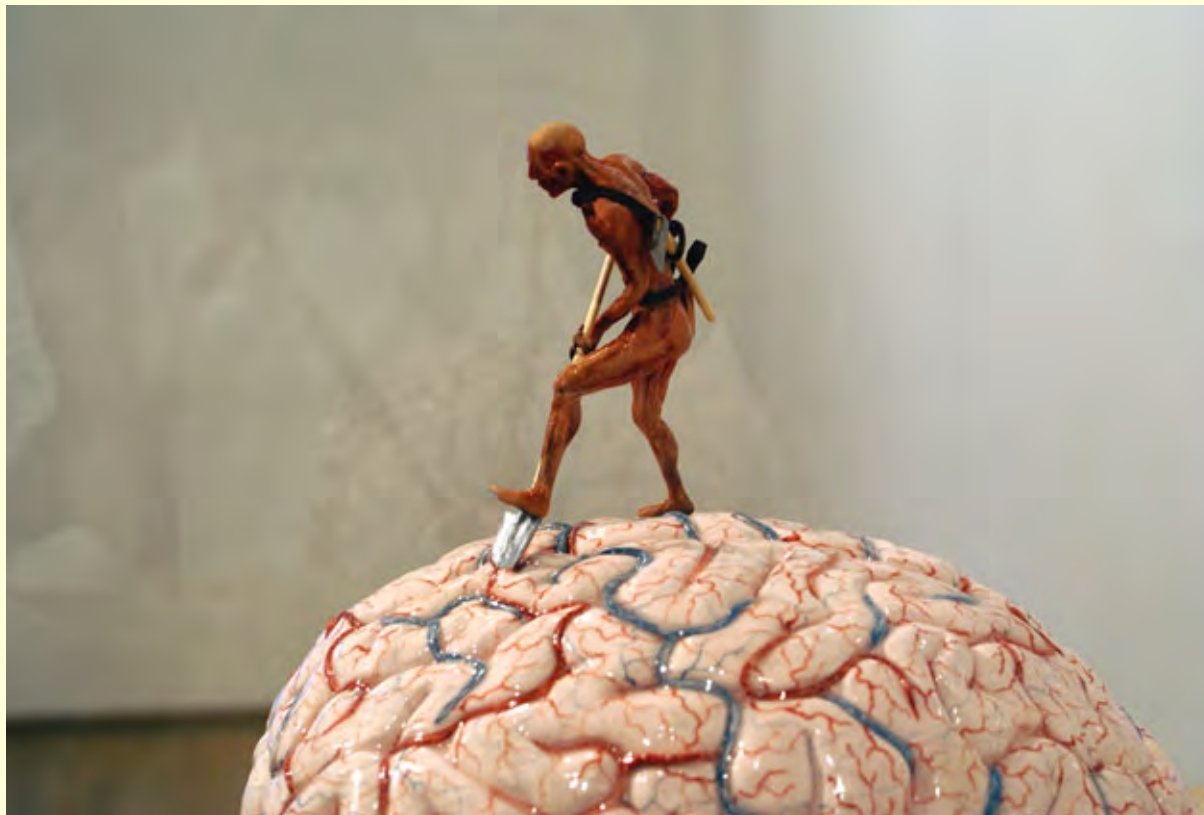


École des profs



15 août 2018



LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Un site web interactif sur le cerveau et les comportements humains

● Visite guidée

● Plan du site

● Diffusion

● Présentations

● Nouveautés

● English

Principes fondamentaux



Du simple au complexe

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



Le bricolage de l'évolution

- ✦ Notre héritage évolutif

Le développement de nos facultés

- ✦ De l'embryon à la morale



Le plaisir et la douleur

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



Les détecteurs sensoriels

- ✦ La vision



Le corps en mouvement

- ✦ Produire un mouvement volontaire

Fonctions complexes



Au coeur de la mémoire

- ✦ Les traces de l'apprentissage
- ✦ Oubli et amnésie



Que d'émotions

- ✦ Peur, anxiété et angoisse



De la pensée au langage

- ✦ Communiquer avec des mots



Dormir, rêver...

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



L'émergence de la conscience

- ✦ Le sentiment d'être soi

Dysfonctions



Les troubles de l'esprit

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

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Chercher dans le blogue

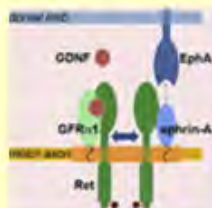
Envoyer

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

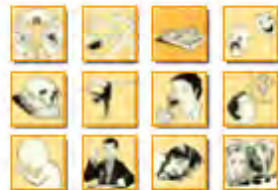


Niveau d'organisation

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

Thème

Le plaisir et la douleur



Sous-thème

La quête du plaisir

Les paradis artificiels

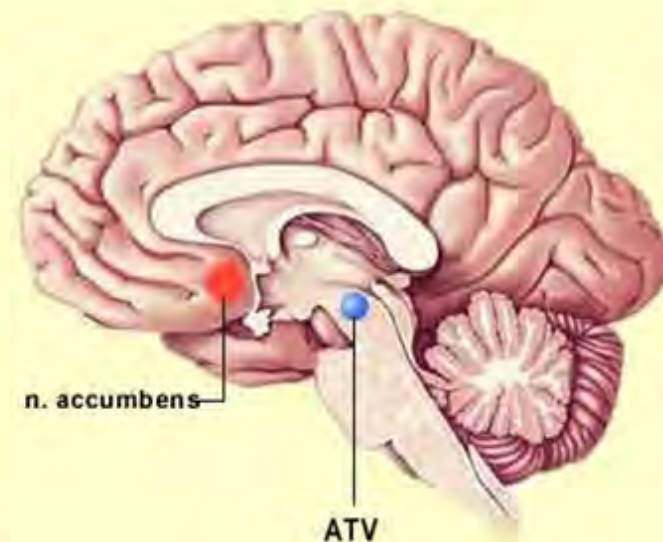
L'évitement de la douleur



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

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

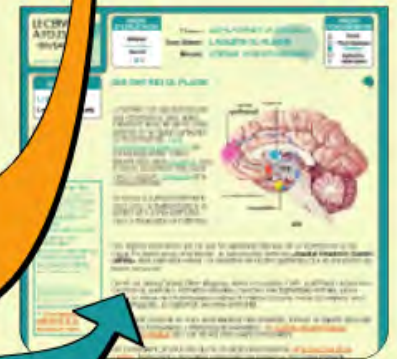
Niveau d'explication

Débutant

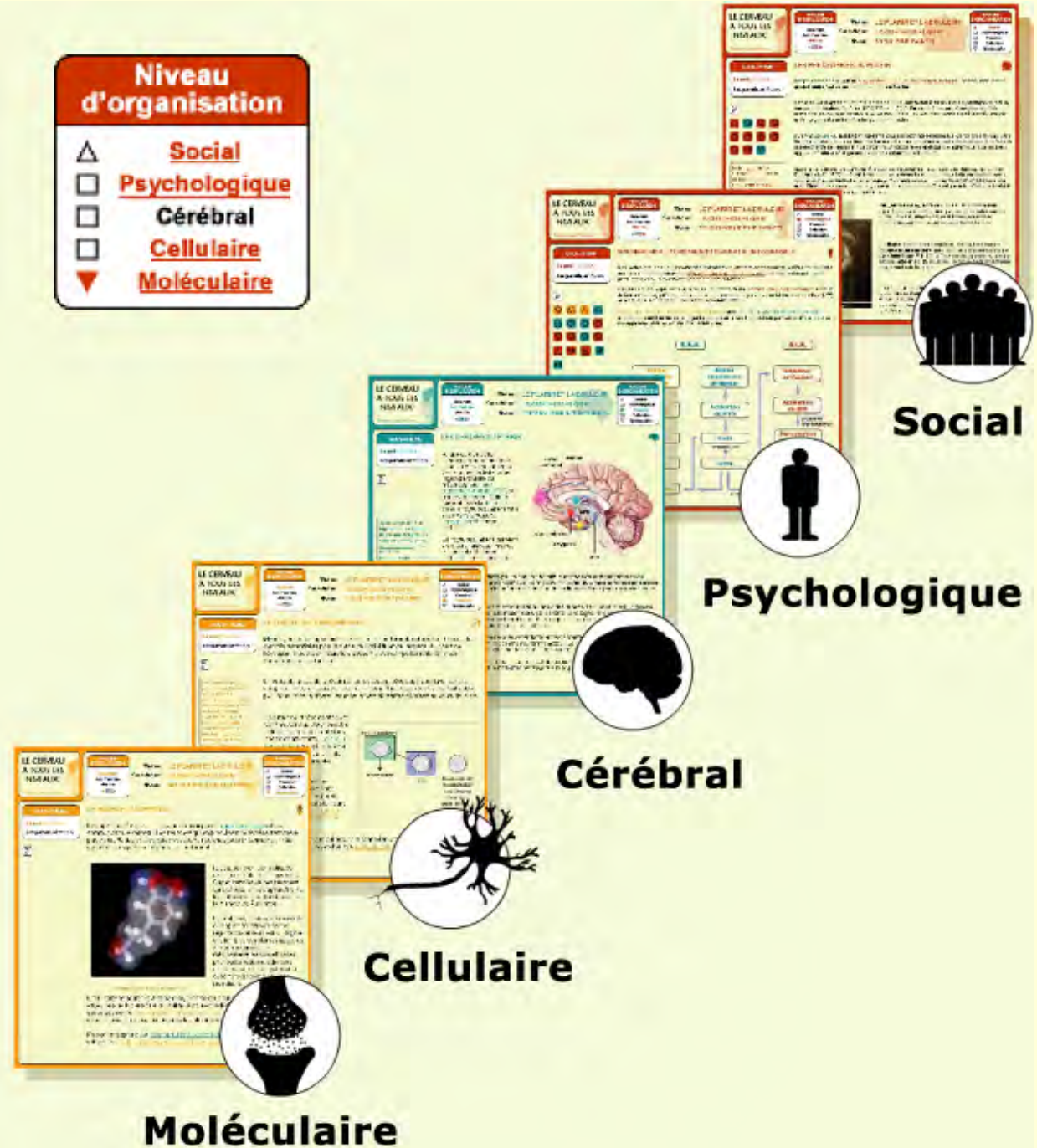
Intermédiaire

Avancé

◀ ◻ ▶



5 niveaux d'organisation



www.upopmontreal.com

DES COURS DONNÉS DANS

GRATUITS

les BARS et les CAFÉS

Révolution féministe

De la chambre à coucher, à l'économie de marché

Plein gaz sur le schiste

Introduction à l'écologie sonore

L'éthique dans l'assiette

Parlons cerveau

La Mort se raconte

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](#)





- Accueil
- L'Institut
- Études
- Recherche
- Membres
- Communication
- Nous contacter



» Conférences



» Instituts d'été

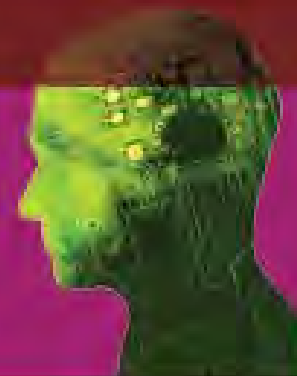


» Cognitio



PERCEPTION
ET ACTION

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



LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

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

Recherche -> site + blogue

Google Recherche

Principes fondamentaux



Du simple au complexe

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



Le bricolage de l'évolution

- Notre héritage évolutif



Le développement de nos facultés

- De l'embryon à la morale



Le plaisir et la douleur

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



Les détecteurs sensoriels

- La vision



Le corps en mouvement

- Produire un mouvement volontaire

Nouveau! "L'école des profs"

Fonctions complexes



Au coeur de la mémoire

- Les traces de l'apprentissage
- Oubli et amnésie



Que d'émotions

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



De la pensée au langage

- Communiquer avec des mots



Dormir, rêver...

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



L'émergence de la conscience

- Le sentiment d'être soi

Dysfonctions



Les troubles de l'esprit

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

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Accueil du site

Recherche -> blogue

Recherche -> blogue

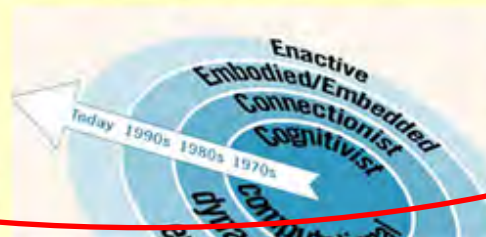
Billets par catégorie

Abonnez-vous!

NOUVELLES RÉCENTES SUR LE CERVEAU

Lundi, 5 septembre 2016

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



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

Faire un don

nous permet de continuer

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

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

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

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

Recherche -> site + blogue

Google Recherche

Principes fondamentaux



Du simple au complexe

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



Le bricolage de l'évolution

- Notre héritage évolutif



Le développement de nos facultés

- De l'embryon à la morale



Le plaisir et la douleur

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



Les détecteurs sensoriels

- La vision



Le corps en mouvement

- Produire un mouvement volontaire

Fonctions complexes



Au coeur de la mémoire

- Les traces de l'apprentissage
- Oubli et amnésie



Que d'émotions

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



De la pensée au langage

- Communiquer avec des mots



Dormir, rêver...

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



L'émergence de la conscience

- Le sentiment d'être soi

Dysfonctions



Les troubles de l'esprit

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

Nouveau! "L'école des profs"

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Accueil du site

Lundi, 5 septembre 2016

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



Comme promis il y a deux semaines, voici donc un bref aperçu du premier cours sur la

« cognition incarnée » que je donnerai mercredi à 18h au local A-1745 du pavillon Hubert-Aquin de l'UQAM. Et

Faire un don

nous permet de continuer

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

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

Billets par catégorie

Abonnez-vous!

NOUVELLES RÉCENTES SUR LE CERVEAU

Les Power Points des quatre présentations de la journée seront mis sur la page « **L'école des profs** » accessible par la page d'accueil du *Cerveau à tous les niveaux* d'ici quelques jours.

"L'école des profs"

Cours intensifs de perfectionnement en neurosciences cognitives

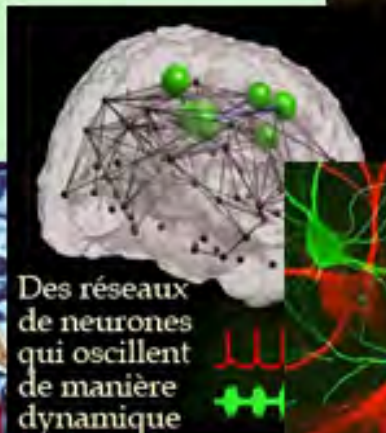
(cliquez ici pour les détails)



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



Vous le savez, la pédagogie, comme bien d'autres choses,
c'est l'art de raconter une bonne histoire !

Le problème, c'est que dès qu'on rentre dans une discipline
complexe, il y a beaucoup de version possible de l'histoire ...

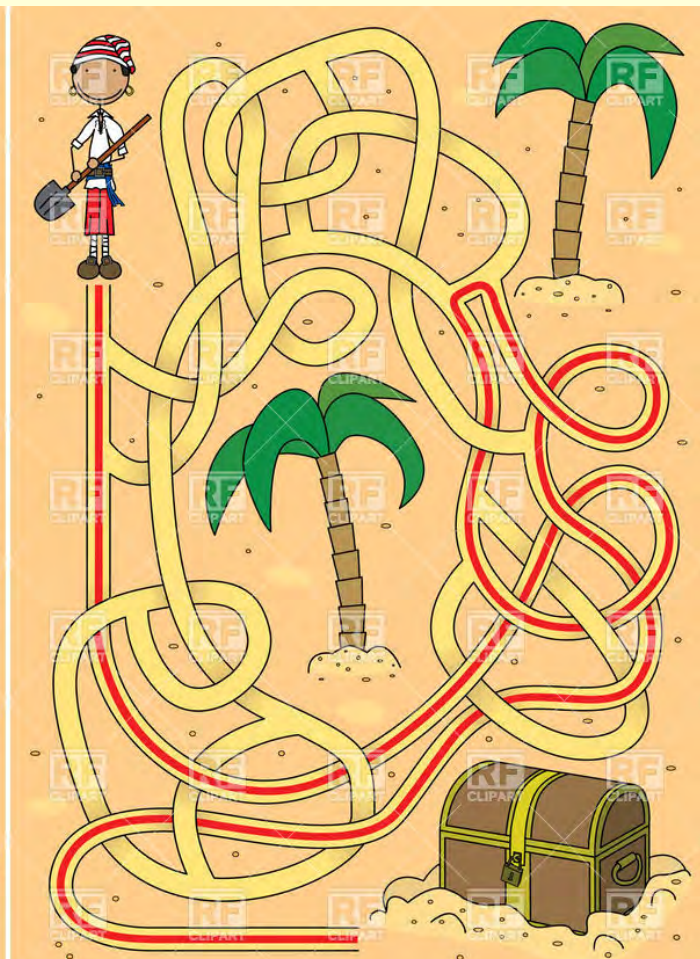
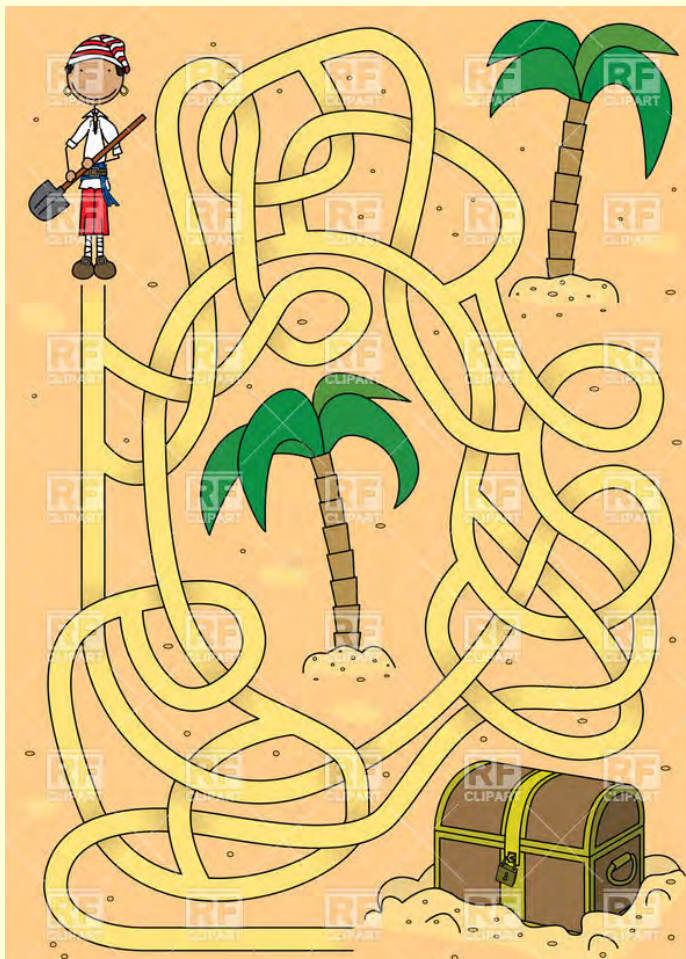


Table des matières

Avant-propos

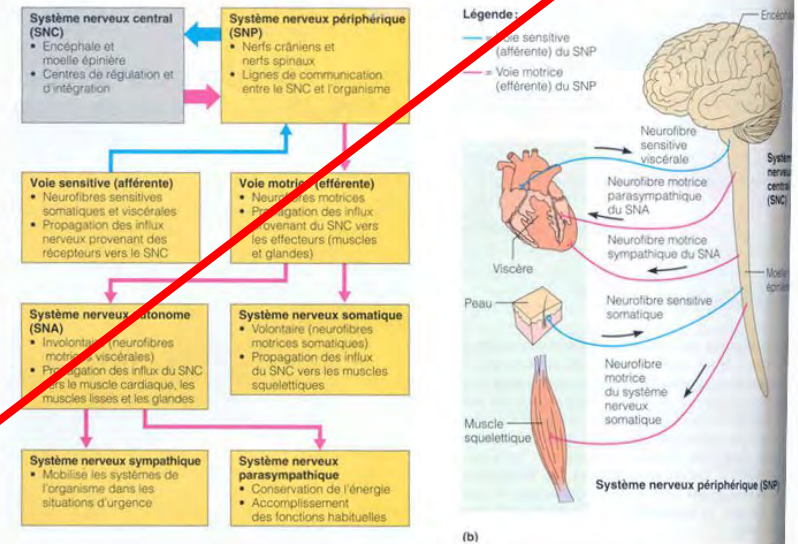
VII

Leçons

I. La structure du vivant	3	22	La bile et sa sécrétion	50
1 L'état macromoléculaire	4	23	Le dioxyde de carbone dans l'organisme animal	52
2 Les tissus conducteurs des sèves	6	24	Respiration et milieu de vie	54
3 Les particularités de la cellule végétale chlorophyllienne	8	25	Excrétion azotée et milieu de vie	56
4 Cellulose et lignine : leurs rôles chez les végétaux	10	26	Les rôles du rein des Mammifères	58
5 Le système endomembranaire dans la cellule	12	27	Néphridies et néphrons	60
6 Qu'est ce qu'un virus ?	14	28	Les plantes en C4 et CAM	62
7 La cavité palléale des Mollusques	16	29	De la solution du sol à la solution de sève brute	64
8 Les appendices des Arthropodes	18	30	Les fonctions des racines	66
9 Plans d'organisation des principaux taxons animaux	20	31	Les principales adaptations des Angiospermes au milieu aérien	68
10 Les principes des classifications du vivant	22	32	Les besoins alimentaires de l'Homme et leur couverture	70
11 Le coelome	24	33	Les tissus adipeux	72
12 La vie sans mésoderme	26	34	Les réserves végétales	74
13 Le mésoderme	28	35	Équilibre acido-basique et pH sanguin	76
14 La métamérie	30	36	Le débit cardiaque	78
II. L'information génétique	33	37	Le tissu nodal	80
15 Étude comparée de l'expression du génome chez les Eucaryotes et les Eubactéries	34	38	Les vaisseaux sanguins des Mammifères	82
16 Transferts de gènes chez les Bactéries	36	39	Réponses de l'organisme humain à l'exercice musculaire	84
17 Transmission de l'information génétique au cours des divisions cellulaires	38	40	Conversions énergétiques dans la cellule chlorophyllienne	86
III. Métabolismes et fonctions de nutrition	41	41	Le saccharose : origine et devenir chez les Angiospermes	88
18 L'oxydation du glucose, source d'énergie pour la cellule	42	42	Les glucides dans la vie des cellules végétales	90
19 L'ATP	44	IV. Fonctions de relation	93	
20 Les coenzymes dans le métabolisme	46	43	La communication nerveuse	94
21 Le carrefour duodénal	48	44	Le potentiel d'action	96
		45	Le système nerveux végétatif : un système antagoniste ?	98

III

Organisation du système nerveux



ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE HUMAINES

Quatrième édition

Elaine N. **MARIEB**
Katja **HOEHN**

Adaptation française: Linda Moussakova et René Lachaine

1999

www.elsevier.com

E:PI

1^{ère} heure :

NOTRE HISTOIRE

évolution cosmique,
chimique, et biologique

émergence des systèmes
nerveux

hominisation

2^e heure :

DES PROCESSUS DYNAMIQUE À DIFFÉRENTES ÉCHELLES DE TEMPS

développement

le cerveau n'est pas un ordinateur

plasticité

perception et action

DÎNER

3^e heure :

LES RÉSEAUX DU CERVEAU

connectome

spécialisation cérébrale ?

neuromodulation

réseaux

attention

conscience

émotion

4^e heure :

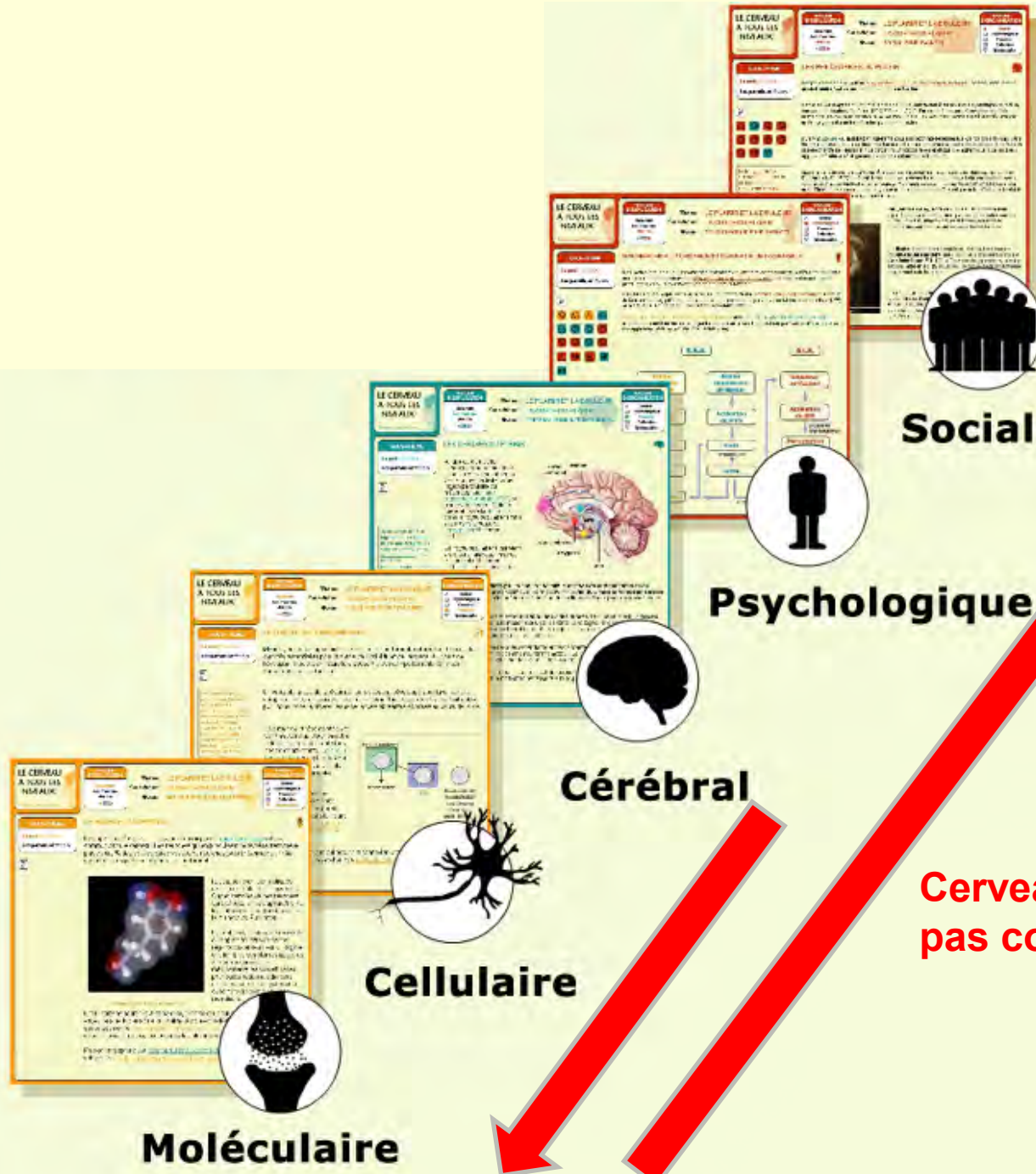
CERVEAU – CORPS - ENVIRONNEMENT

voies de communication entre système
nerveux, hormonal et immunitaire

exemple du stress et de l'effet placebo

cognition orientée vers l'action :
les affordances

le cerveau prédictif



**Cerveau-
corps-
environnement**

**Cerveau et corps
ne font qu'un**

**Cerveau : l'histoire d'un organe
pas comme les autres**

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

Concept / Cadre théorique :

Méthode / Technique :

Débat / Controverse :

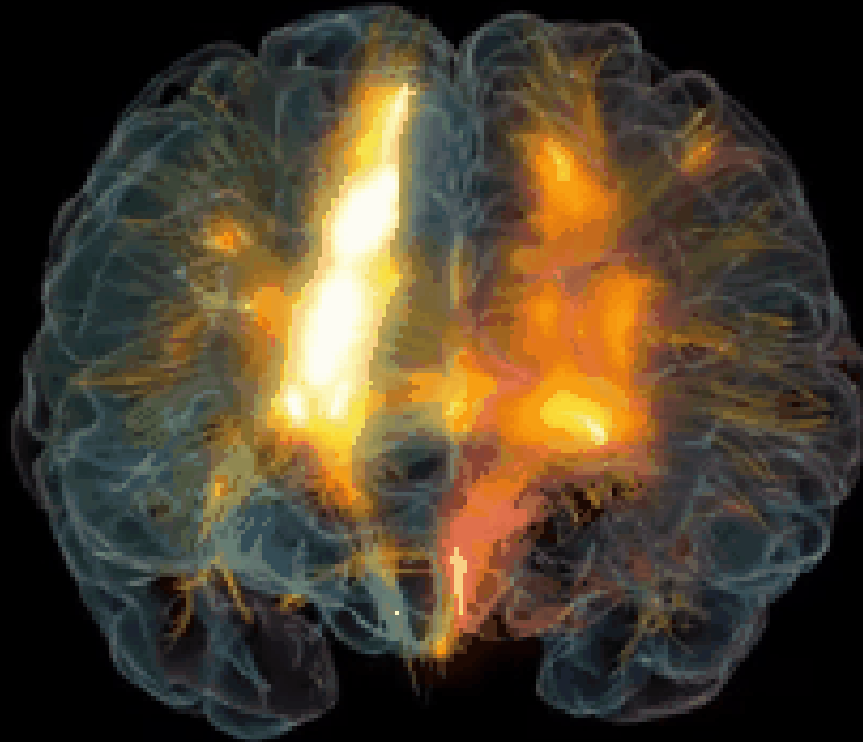


Voilà l'objet dont nous allons parler.

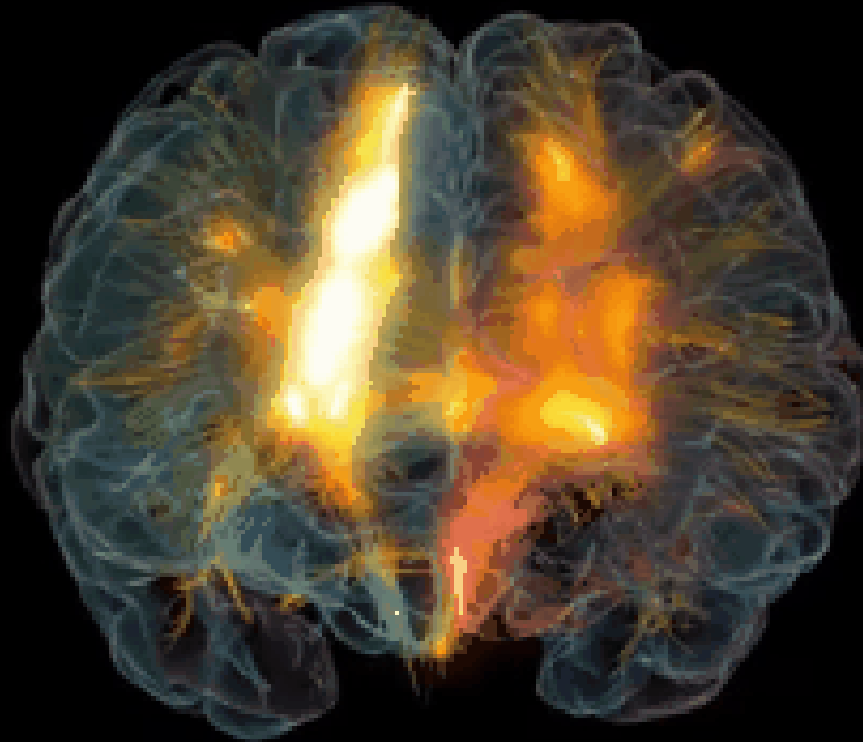
Avec sa forme étrange, mais aussi...



...son activité dynamique incessante,
C'est probablement l'objet le plus complexe de l'univers connu
dont on a tous un exemplaire entre les deux oreilles !



Mais c'est pas juste le cerveau qui est complexe,
c'est toute **la vie avant** lui qui a permis son émergence et toutes
les sociétés humaines après qui se sont constituées grâce à lui !



Concept / Cadre théorique :

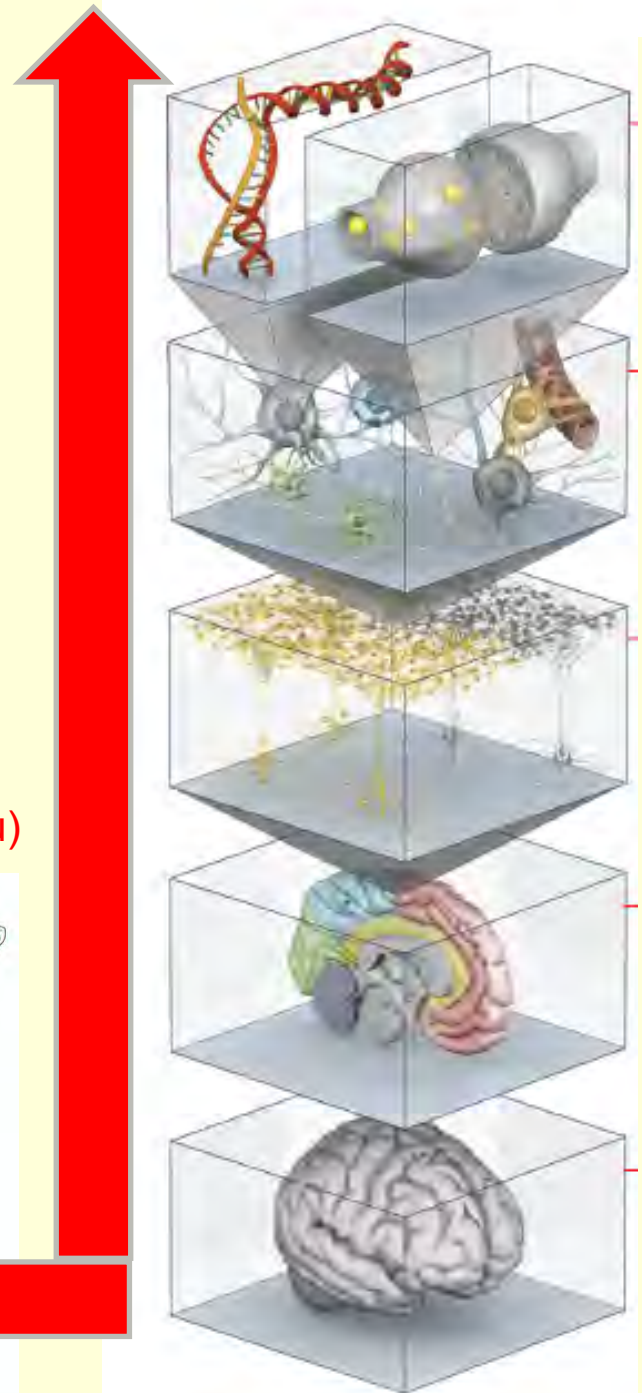
Niveaux d'organisation

LE CERVEAU
À TOUS LES
NIVEAUX!

Le social
(corps-cerveau-environnement)



L'individu
(corps-cerveau)



Désir

Attentes

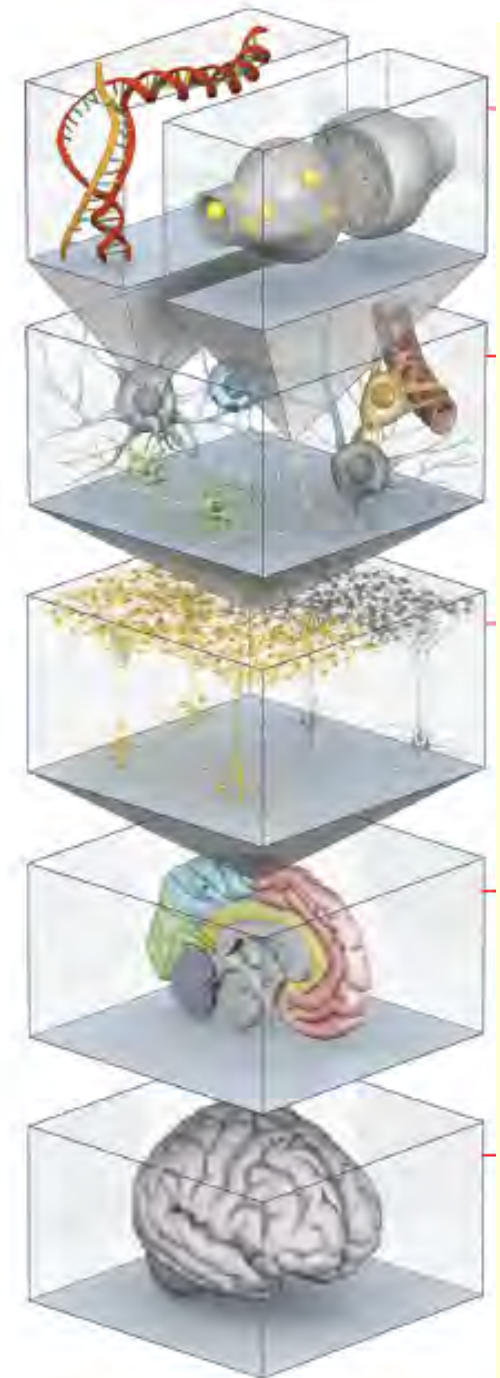
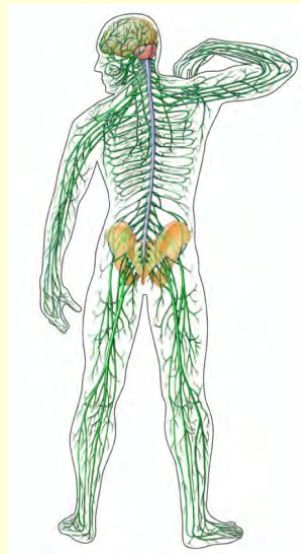
Imagination

Intentions

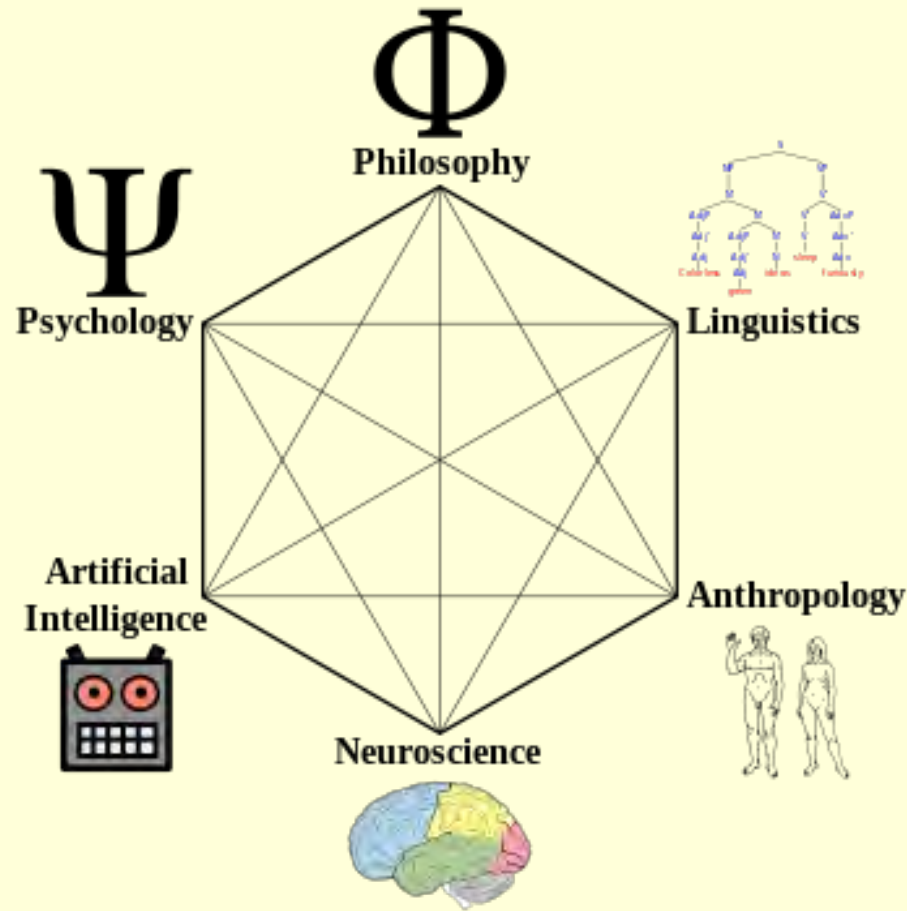
Souvenirs

C'est grâce à tout cela qu'émerge la subjectivité qui est **LA** caractéristique **unique** du cerveau comparé à tout autre objet...

L'individu
(corps-cerveau)

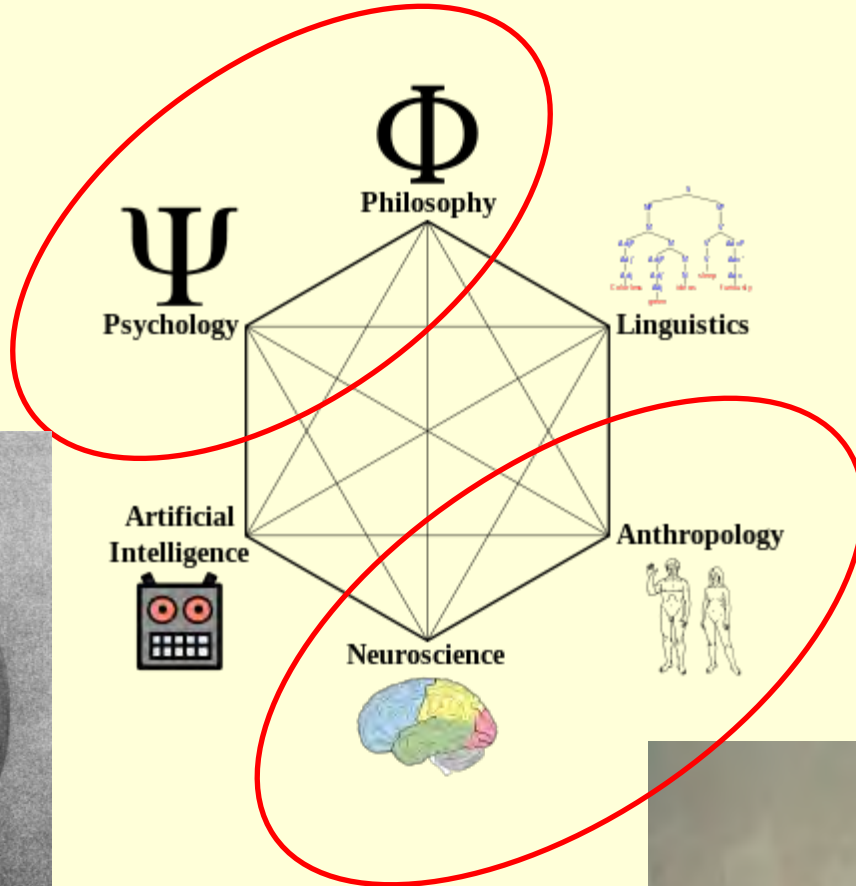


Et c'est ce qui intéresse ce qu'on appelle les « **sciences cognitives** »

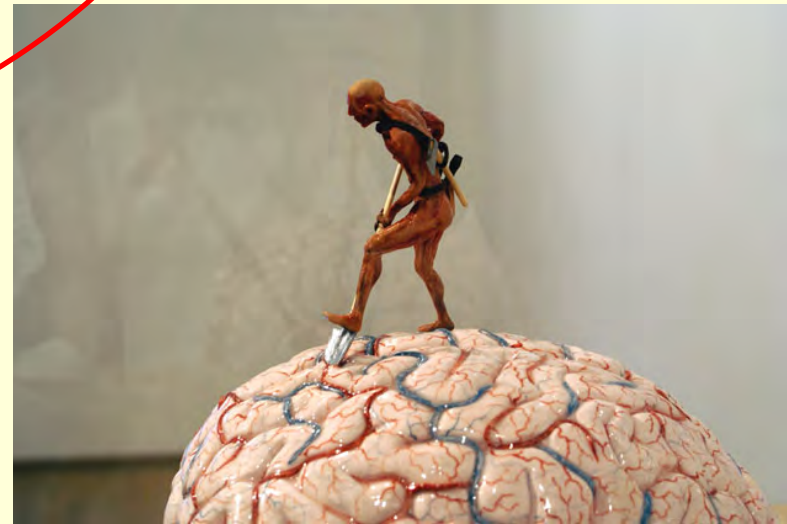
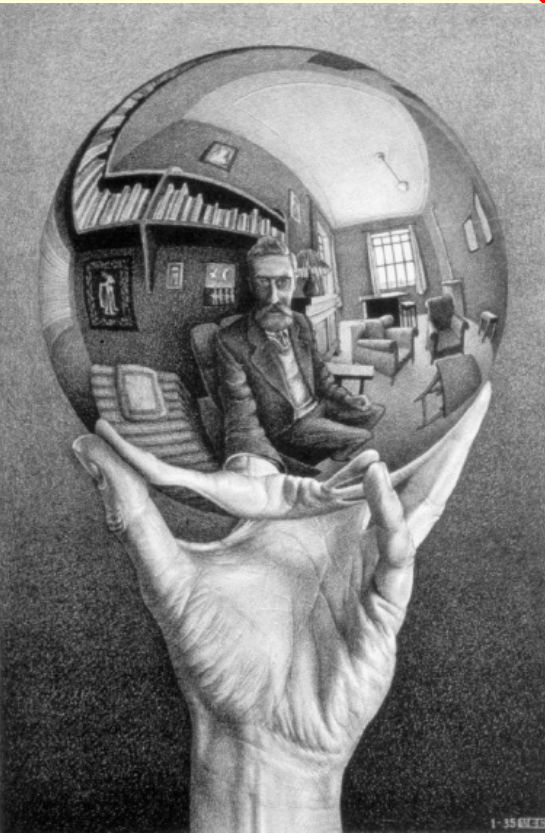


Dont certaines disciplines vont s'intéresser davantage à

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



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

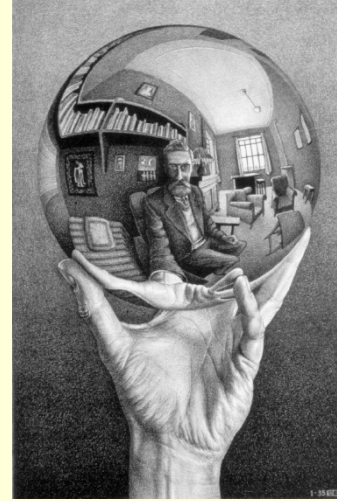


Et ce n'est pas facile de concilier les deux...



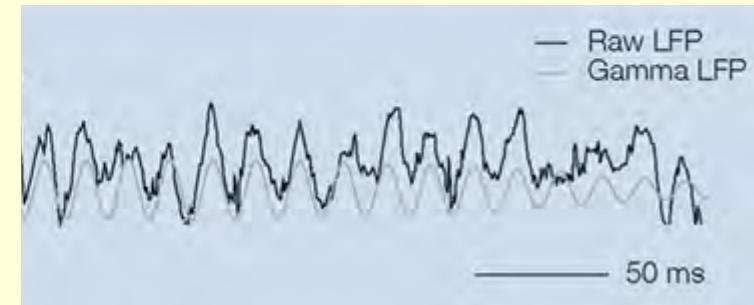
Le rouge que
l'on ressent à
la vue de cette
pomme...

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

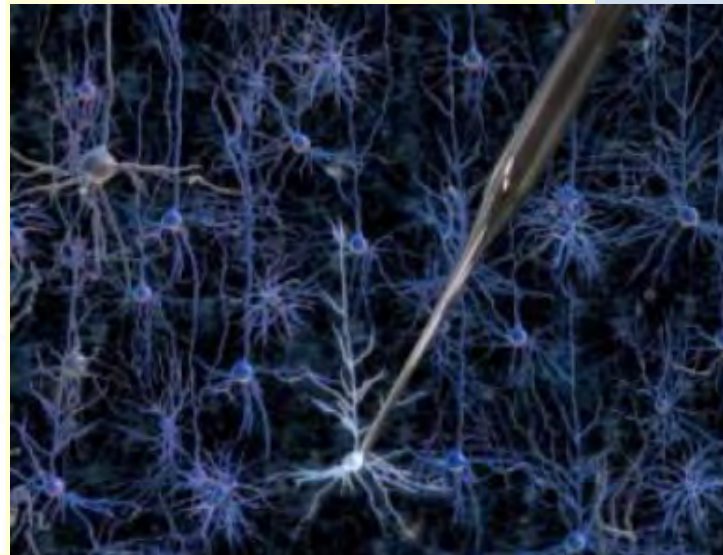
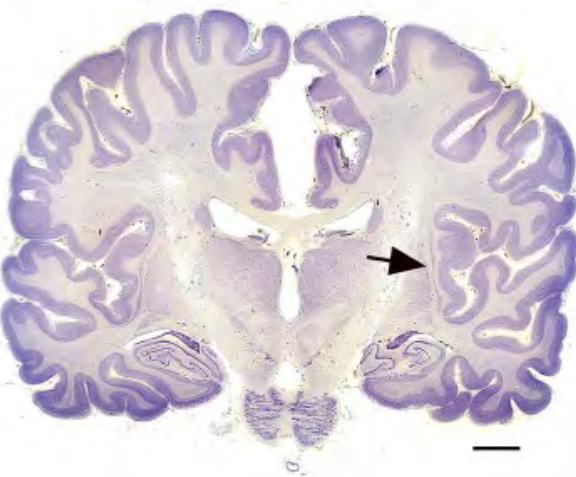


Mais il est où le rouge dans notre cerveau ?

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



B



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

On va donc repartir arbitrairement du **cerveau**,
mais pour comprendre des phénomènes de haut niveau
(émotion, prise de décision, libre arbitre, etc.),

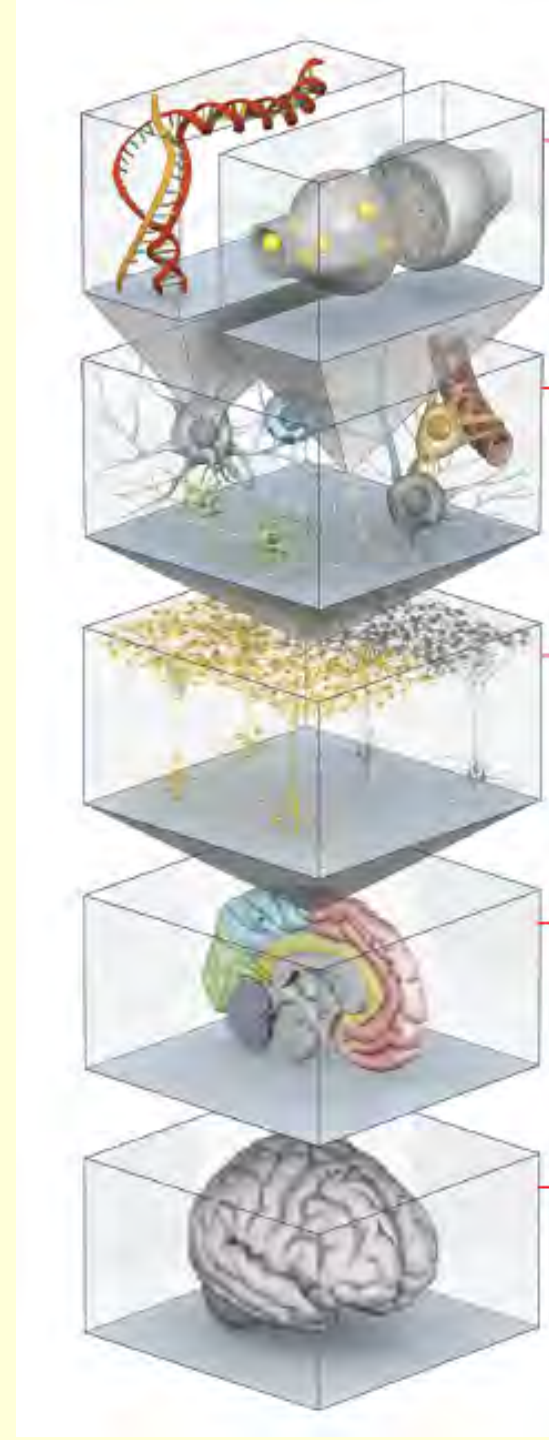
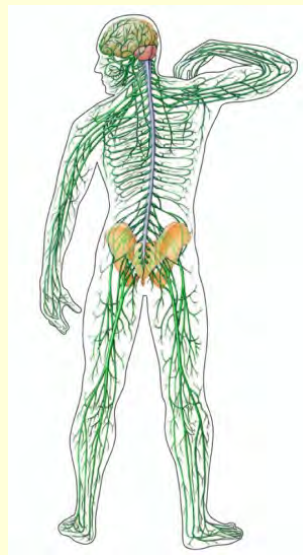
il va falloir inclure non seulement tout le système
nerveux, mais aussi **tout le corps** (les autres systèmes)

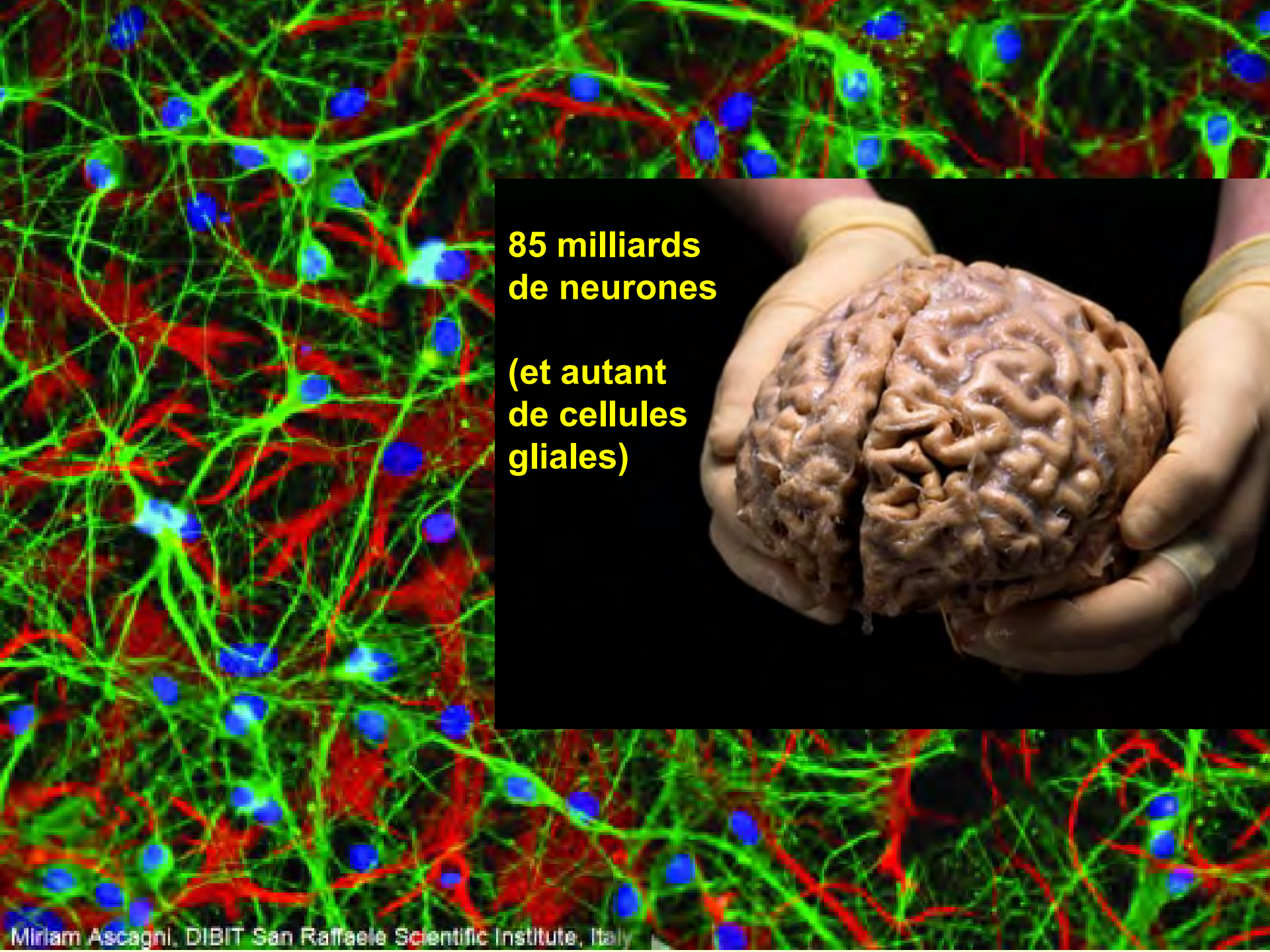
et **l'environnement** (en particulier social).

Le social
(corps-cerveau-environnement)



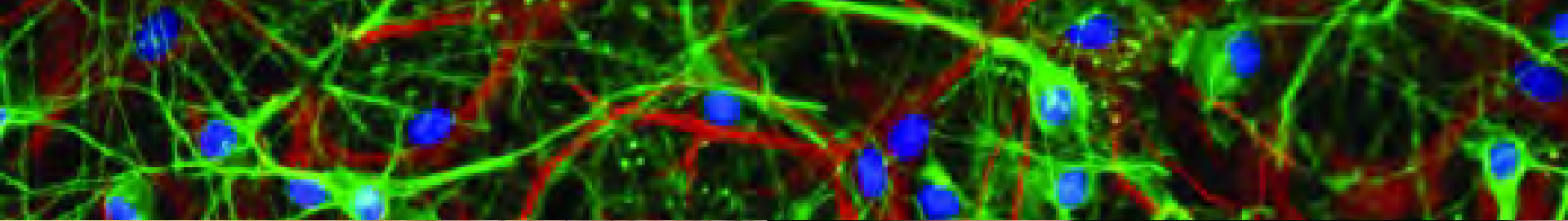
L'individu
(corps-cerveau)



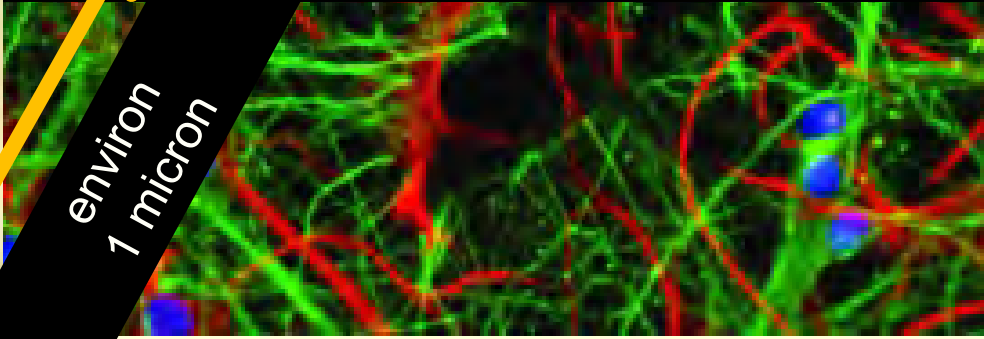
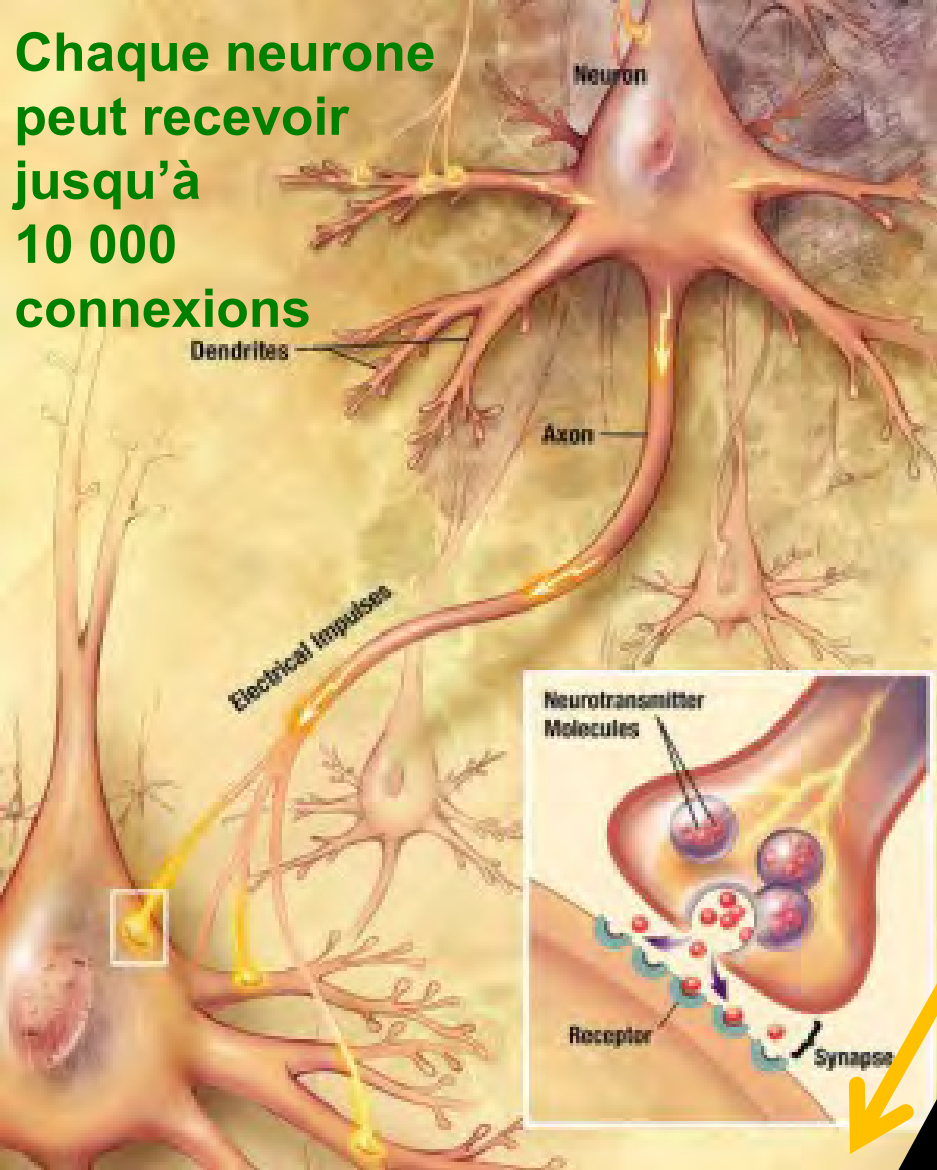


**85 milliards
de neurones**

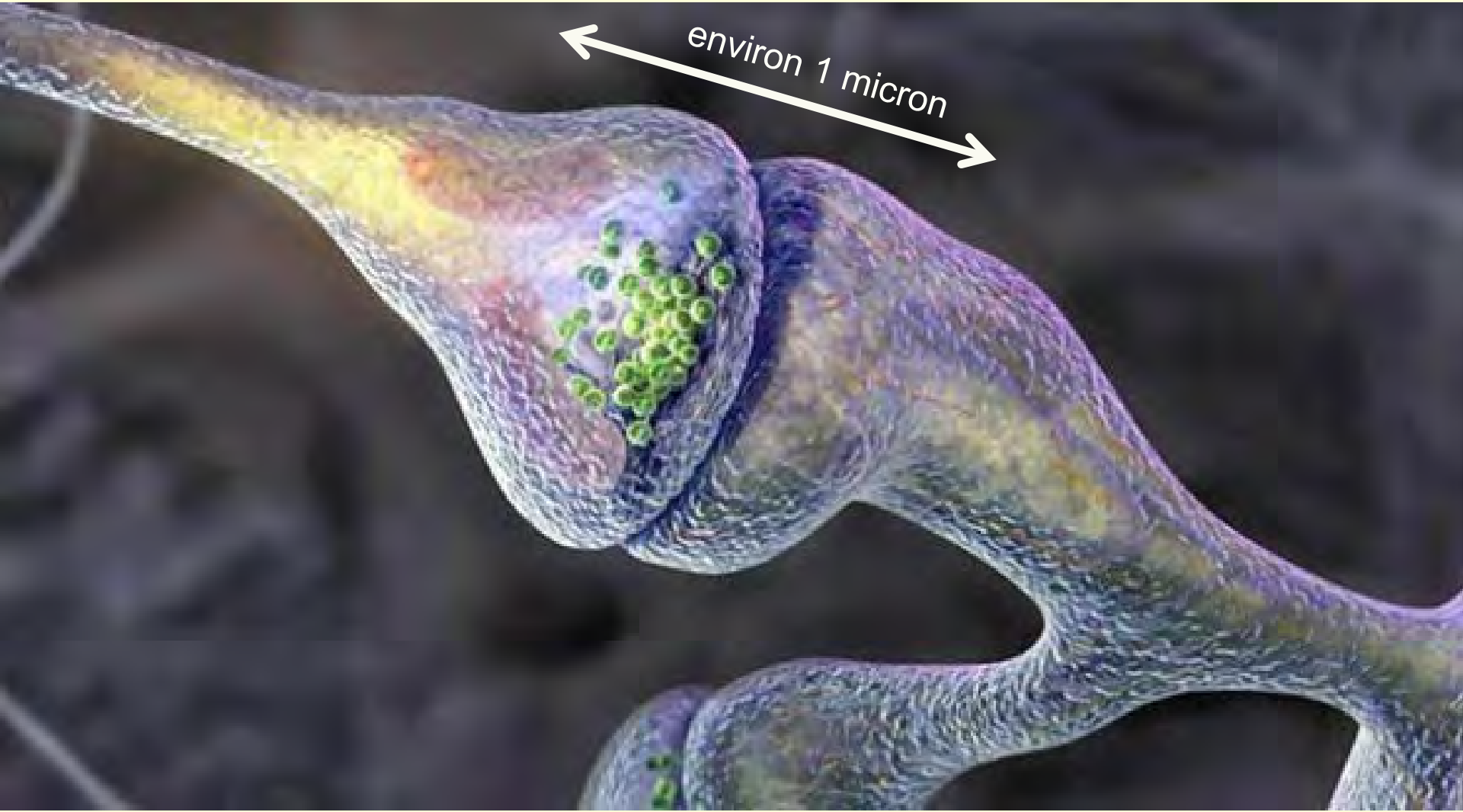
**(et autant
de cellules
gliales)**



Chaque neurone
peut recevoir
jusqu'à
10 000
connexions



environ
1 micron

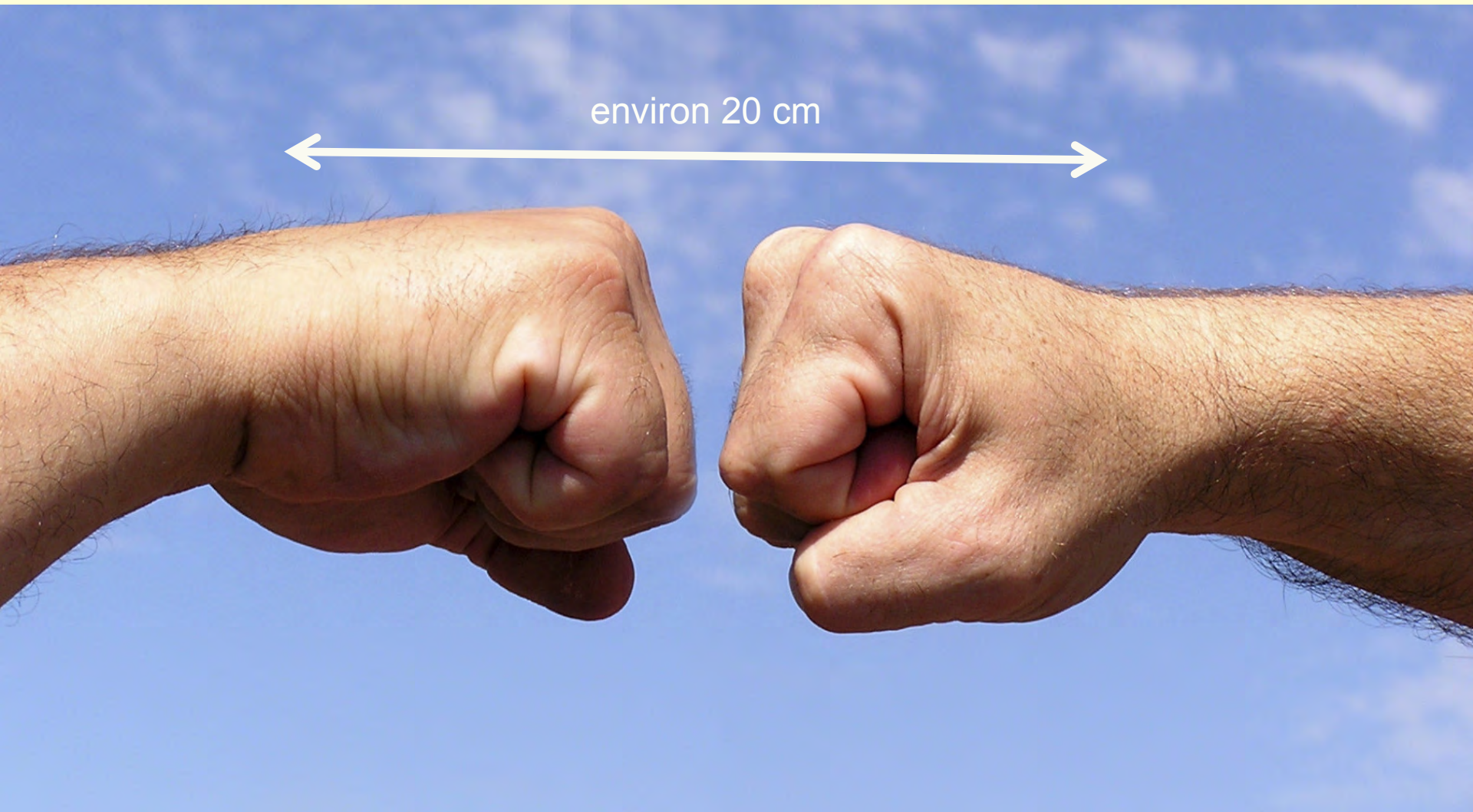


environ 1 micron

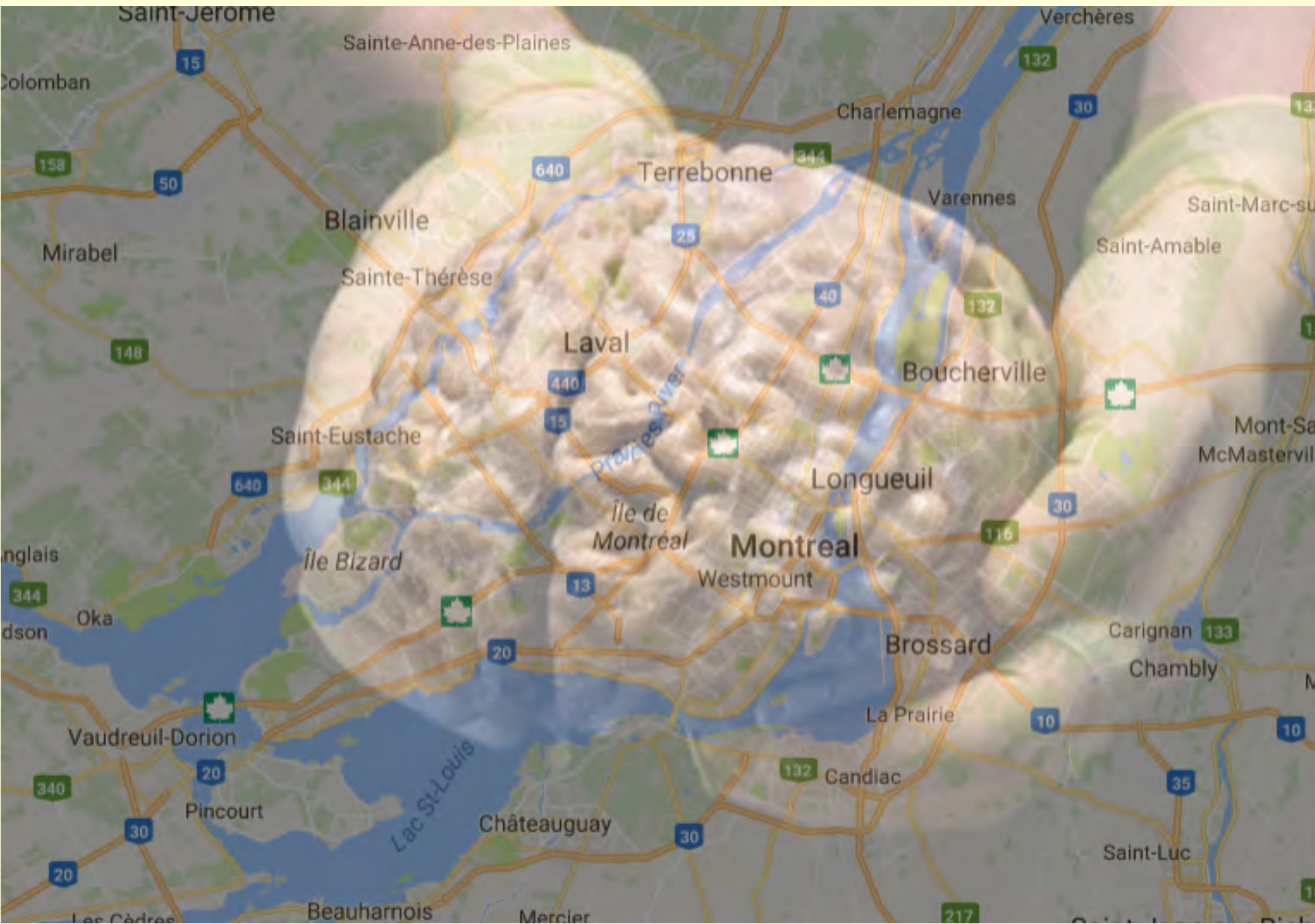


environ 20 cm

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

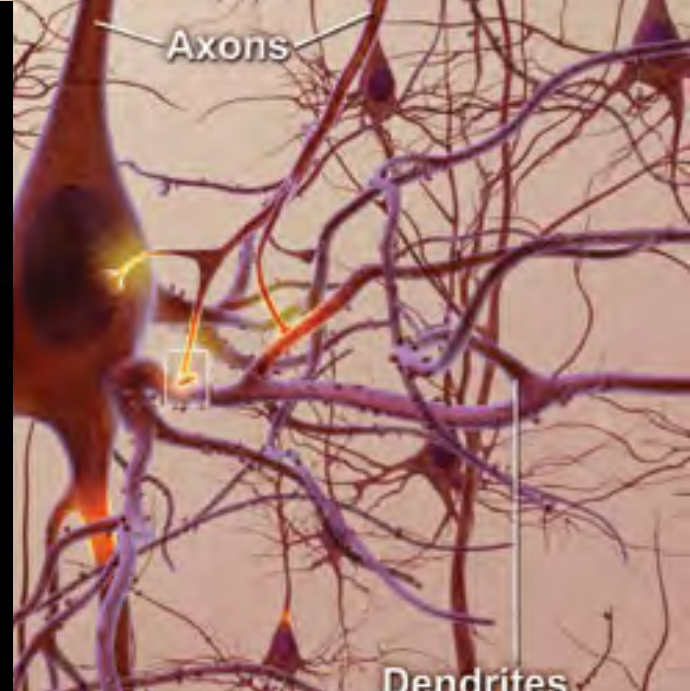


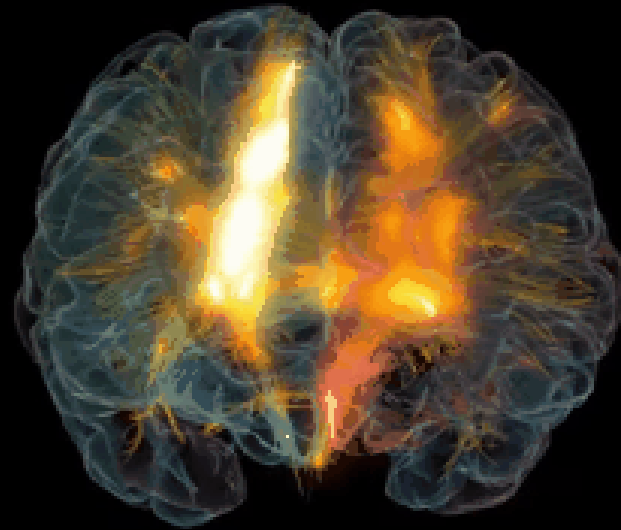
Alors : $0,2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} / 0,000 \text{ } 001 \text{ m} = 40 \text{ } 000 \text{ m} = \mathbf{40 \text{ km}}$



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 !







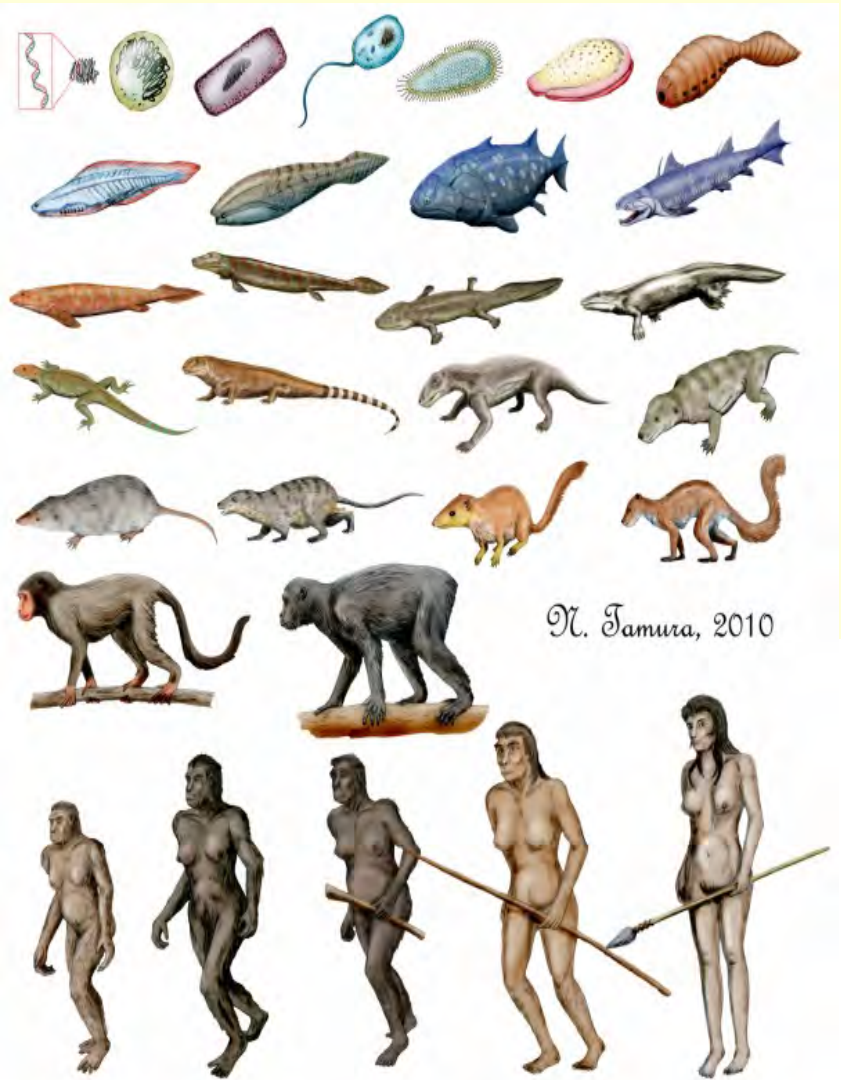




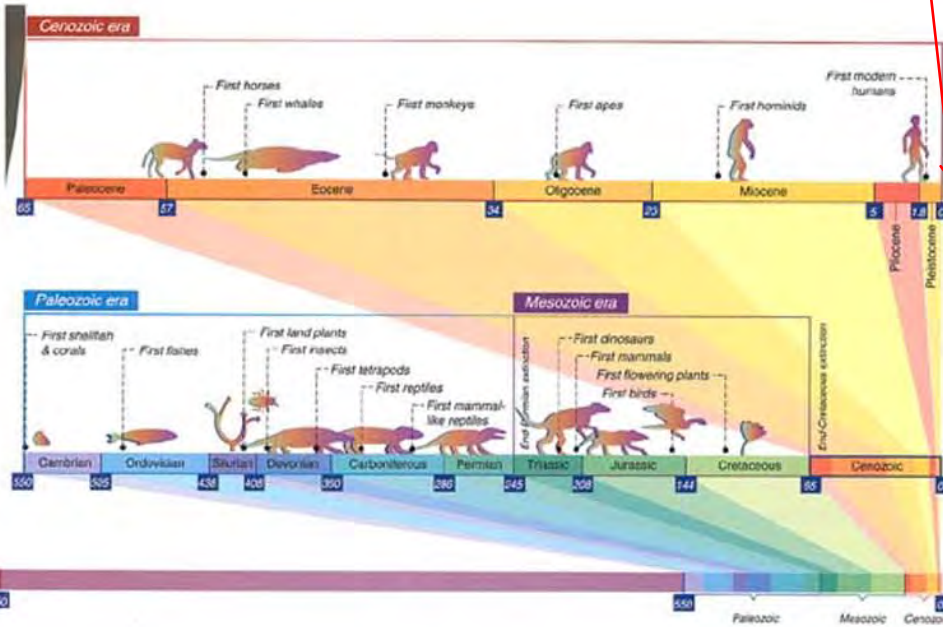
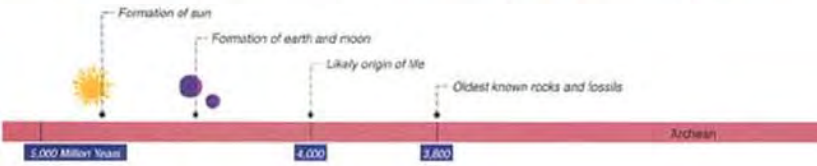
« Rien en biologie n'a de sens, si ce n'est à la lumière de l'évolution »

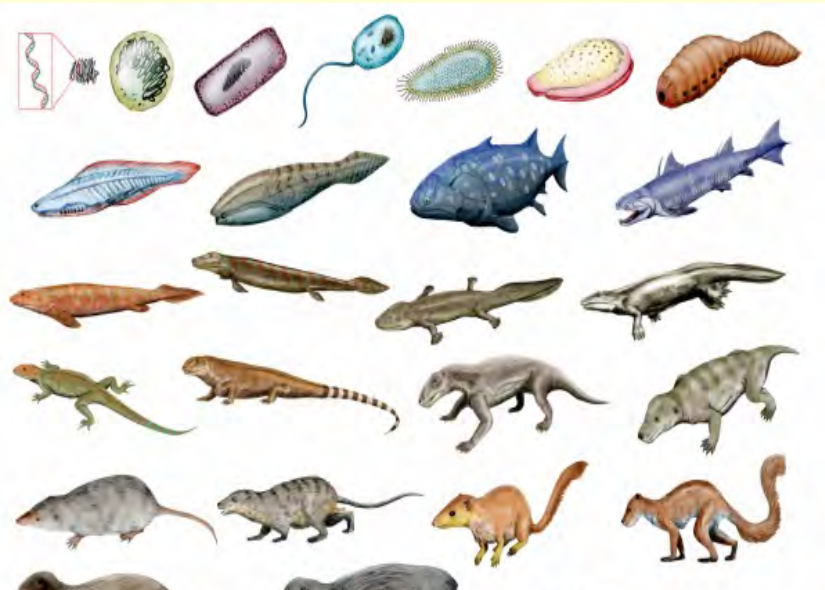
- Theodosius Dobzhansky (1900-1975)



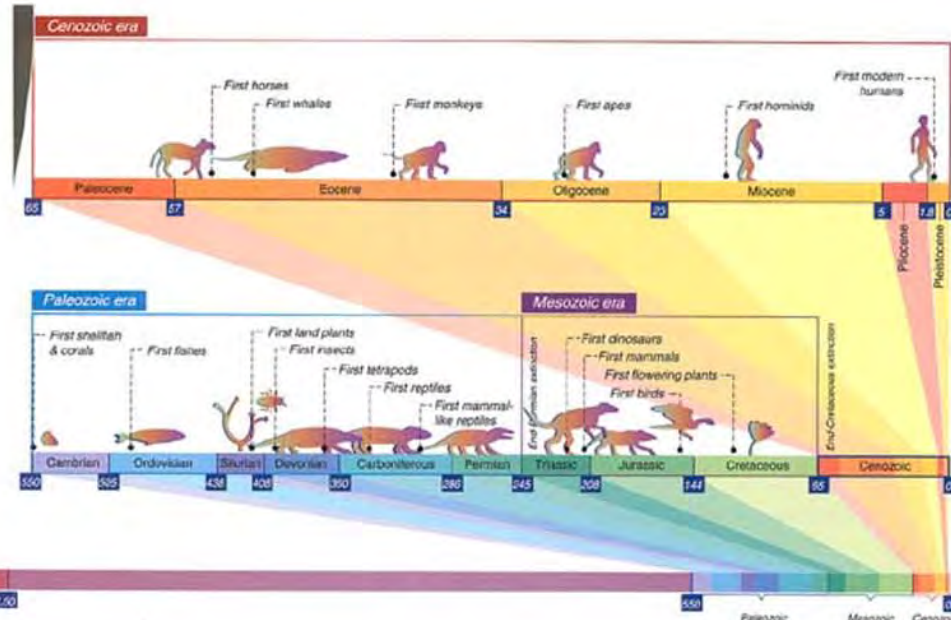
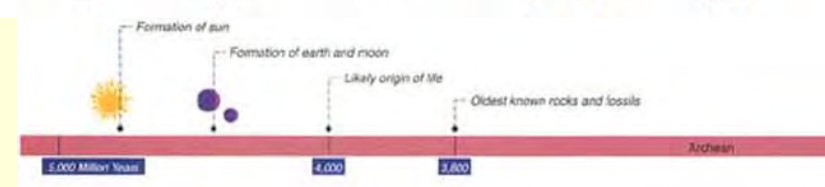


N. Tamura, 2010



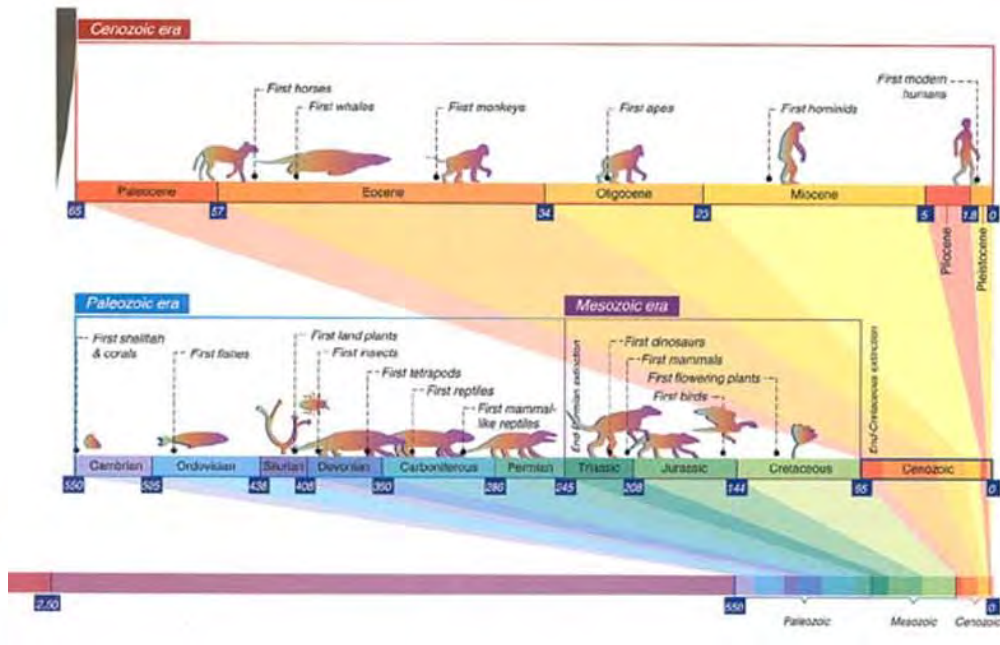
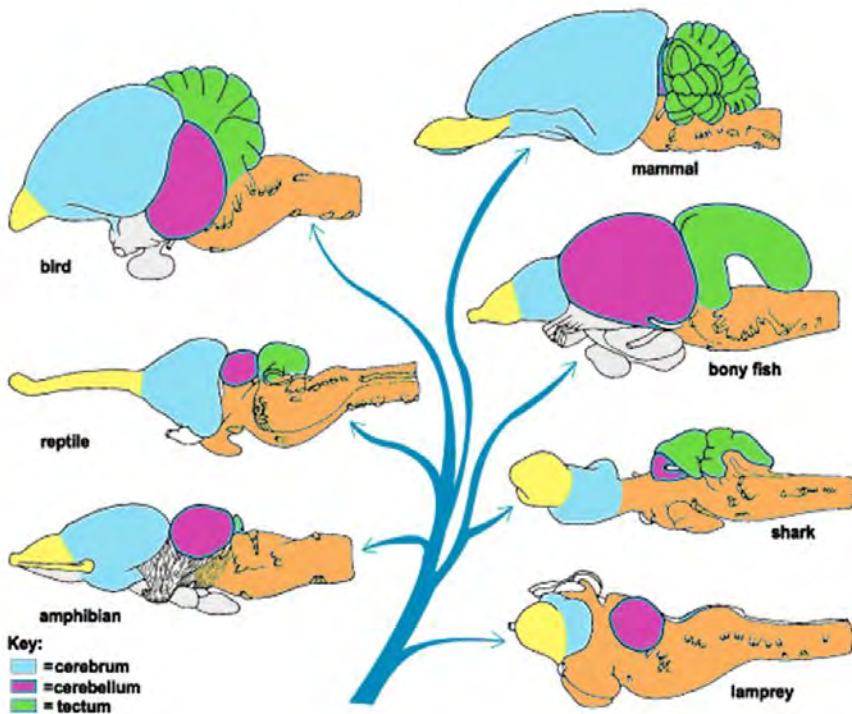


N. Tamura, 2010





Notre cerveau, bricolage de l'évolution



1^{ère} heure : NOTRE HISTOIRE

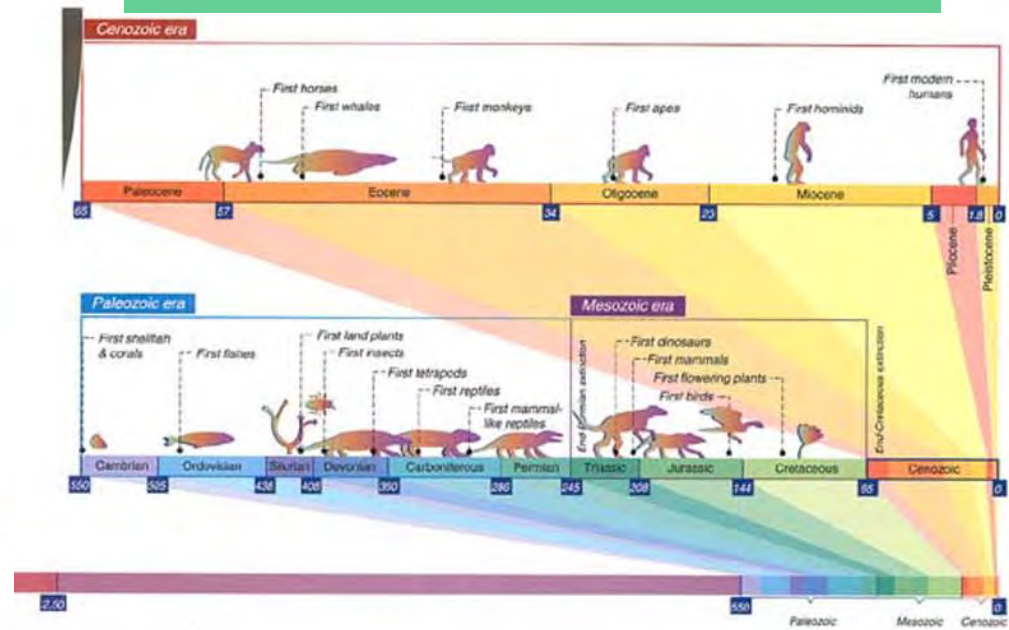
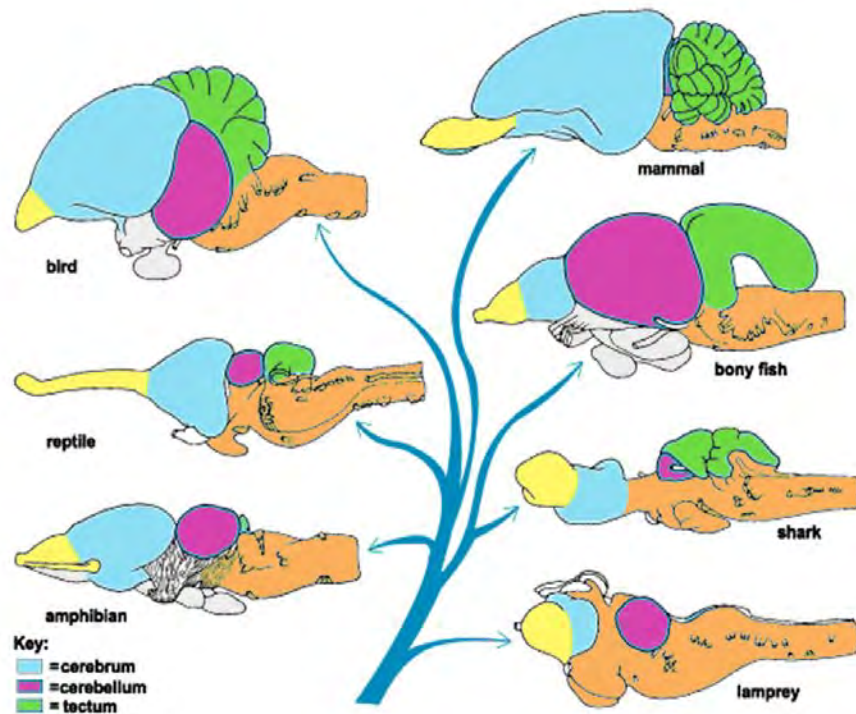
évolution cosmique,
chimique, et biologique

émergence des systèmes
nerveux

hominisation



Notre cerveau,
bricolage de
l'évolution





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

Évolution cosmique, chimique et biologique



(Crédit : modifié de Robert Lamontagne)

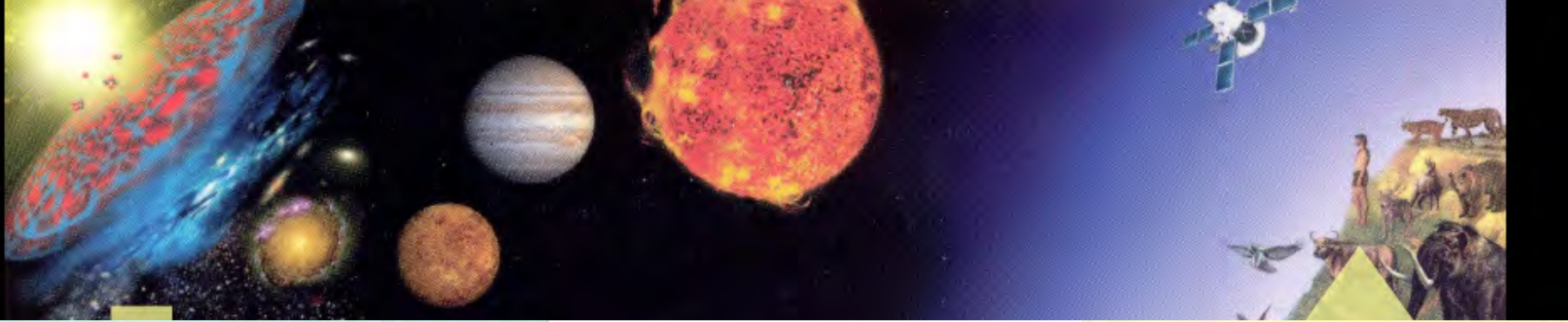


Tableau Périodique des Éléments

1 H																		18 He	
2 He																		10 Ne	
3 Li																		18 Ar	
4 Be																		36 Kr	
5 B																		54 Xe	
6 C																		86 Rn	
7 N																		118 Og	
8 O																			
9 F																			
10 Ne																			
11 Na																			
12 Mg																			
13 Al																			
14 Si																			
15 P																			
16 S																			
17 Cl																			
18 Ar																			
19 K																			
20 Ca																			
21 Sc																			
22 Ti																			
23 V																			
24 Cr																			
25 Mn																			
26 Fe																			
27 Co																			
28 Ni																			
29 Cu																			
30 Zn																			
31 Ga																			
32 Ge																			
33 As																			
34 Se																			
35 Br																			
36 Kr																			
37 Rb																			
38 Sr																			
39 Y																			
40 Zr																			
41 Nb																			
42 Mo																			
43 Tc																			
44 Ru																			
45 Rh																			
46 Pd																			
47 Ag																			
48 Cd																			
49 In																			
50 Sn																			
51 Sb																			
52 Te																			
53 I																			
54 Xe																			
55 Cs																			
56 Ba																			
57 La																			
58 Ce																			
59 Pr																			
60 Nd																			
61 Pm																			
62 Sm																			
63 Eu																			
64 Gd																			
65 Tb																			
66 Dy																			
67 Ho																			
68 Er																			
69 Tm																			
70 Yb																			
71 Lu																			
72 Hf																			
73 Ta																			
74 W																			
75 Re																			
76 Os																			
77 Ir																			
78 Pt																			
79 Au																			
80 Hg																			
81 Tl																			
82 Pb																			
83 Bi																			
84 Po																			
85 At																			
86 Rn																			
87 Fr																			
88 Ra																			
89 Ac																			
90 Th																			
91 Pa																			
92 U																			
93 Np																			
94 Pu																			
95 Am																			
96 Cm																			
97 Bk																			
98 Cf																			
99 Es																			
100 Fm																			
101 Md																			
102 No																			
103 Lr																			
104 Rf																			
105 Db																			
106 Sg																			
107 Bh																			
108 Hs																			
109 Mt																			
110 Ds																			
111 Rg																			
112 Cn																			
113 Nh																			
114 Fl																			
115 Mc																			
116 Lv																			
117 Ts																			
118 Og																			

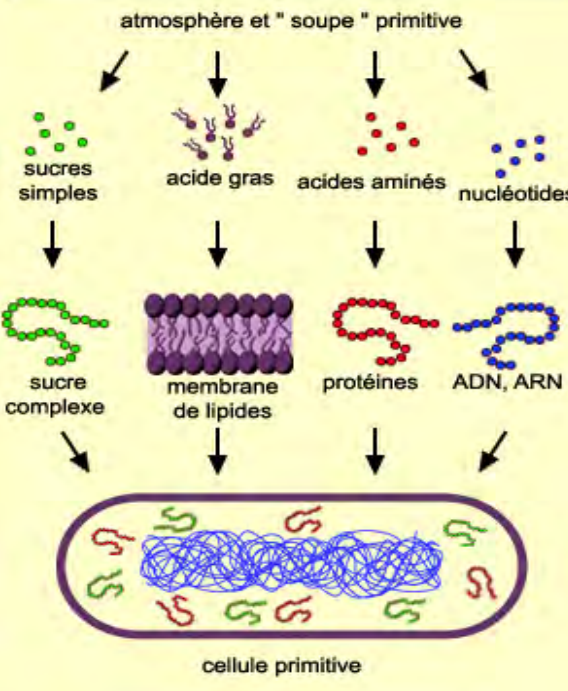
Atmospheric Synthesis
 $CO_2, CO, N_2, H_2S, H_2O, CH_4?$
Gas Phase Reactions: *hy, ED, starting gases*

Extraterrestrial Delivery
Liquid/Ice Phase Reactions:
Conditions on parent bodies/space?

Aqueous Phase Chemistry
 Temperature (0-100° C?), pH, reagents, concentration, etc.

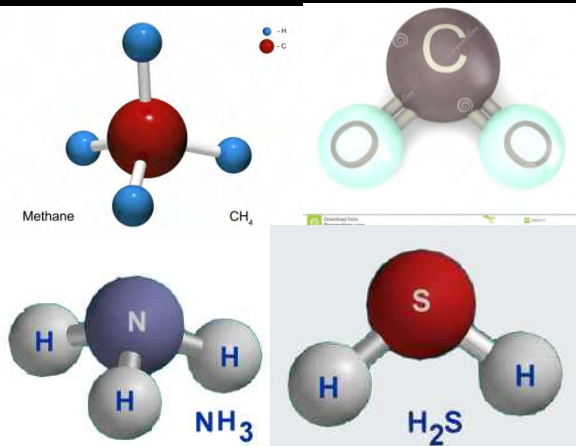
Hydrothermal/Geochemical Synthesis
 $CO_2, NH_3, H_2S, H_2O?$
 Temperature (70-350° C?), pH, reagents, concentration, time, etc.

Interfacial Chemistry
 Drying, wetting, mineral interactions, UV?



Évolution cosmique,

chimique



(Crédit : modifié de Robert Lamont)



Tableau Périodique des Éléments

Métaux alcalins		Métaux alcalino-terrestres		Métaux de transition		Lanthanides		Actinides		Métaux pauvres		Non-métaux		Gaz rares	
Solide		Liquide		Gaz		Métalloïde									
Address numbers & parentheses are those of the most stable or common isotope.															
The lanthanide and actinide series are placed below the main body of the periodic table for clarity. The elements in the 7th period are shown in a separate row.															

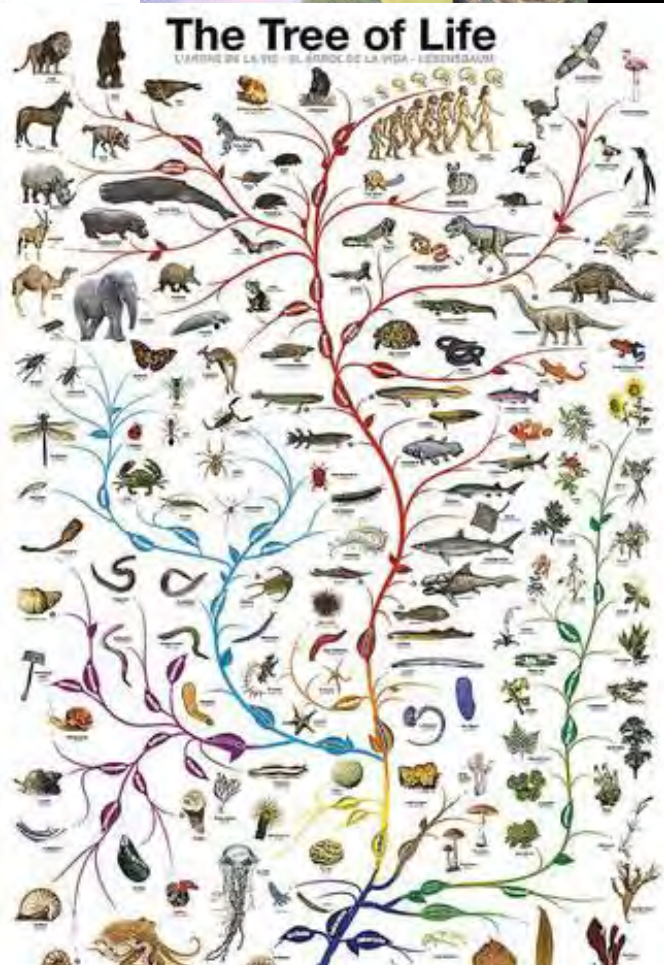
Atmospheric Synthesis
 $\text{CO}_2, \text{CO}, \text{N}_2, \text{H}_2\text{S}, \text{H}_2\text{O}, \text{CH}_4?$
Gas Phase Reactions: hv, ED , starting gases

Extraterrestrial D
Liquid/Ice Phase R
Conditions on p
bodies/spa

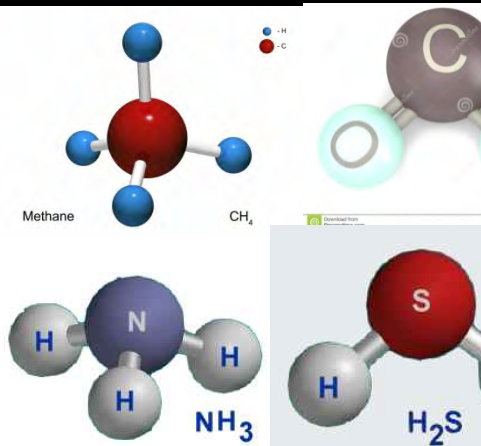
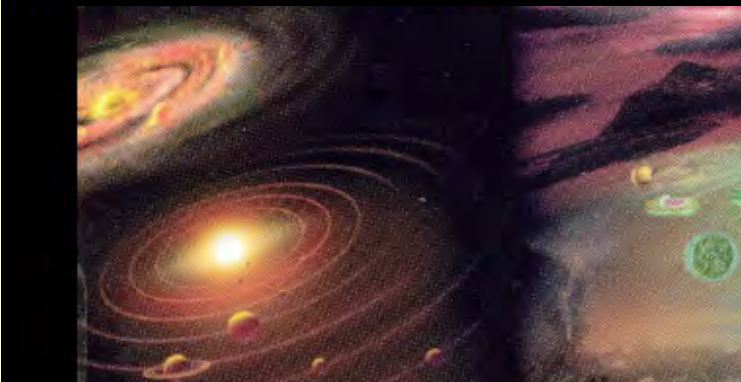
Aqueous Phase Chemistry
Temperature (0-100° C?), pH, reagents, concentration, etc.

Hydrothermal/Geochemical Synthesis
 $\text{CO}_2, \text{NH}_3, \text{H}_2\text{S}, \text{H}_2\text{O}?$
Temperature (70-350° C?), pH, reagents, concentration, time, etc.

Interfacial Chem
Drying, wetting, interactions.



Évolution cosmique, chimique



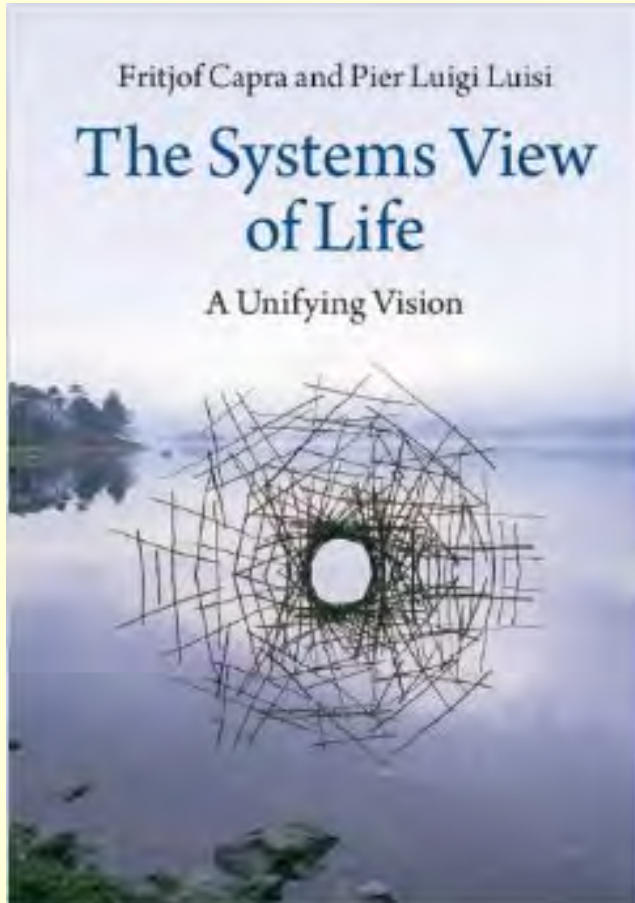
(Crédit : modifié de Robert Lamont)

Concept / Cadre théorique :

Avec le temps, on constate l'émergence de **formes de plus en plus complexes** (à certains endroits, pas partout, et pas toujours).

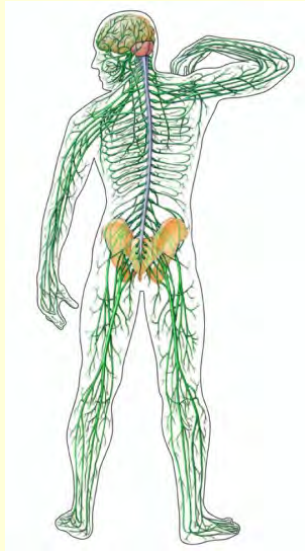
Autrement dit,
il y a **croissance de la complexité** localement et temporairement (dans un contexte d'augmentation global du désordre, de l'entropie).

Concept / Cadre théorique :



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 ?



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

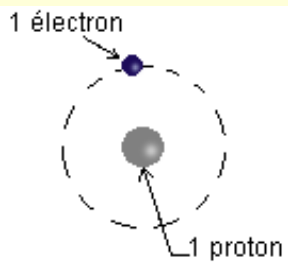




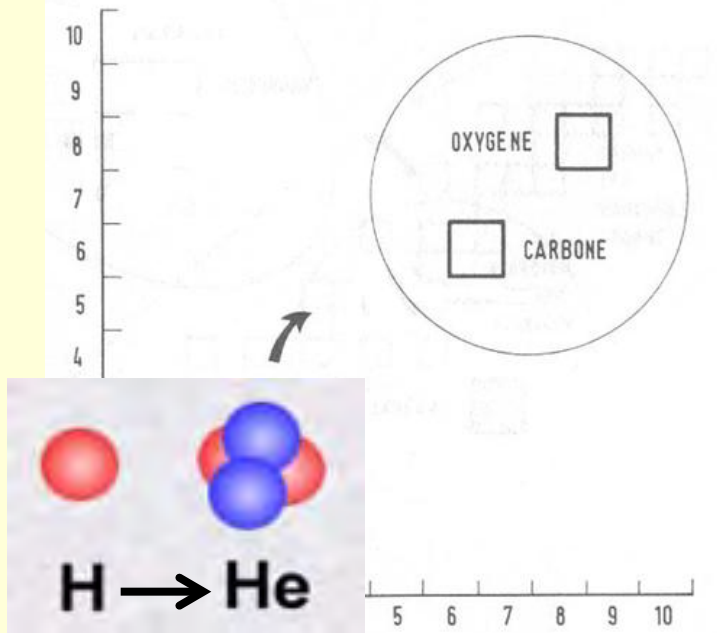
- l'étude de la **matière** : de quoi c'est fait ?

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

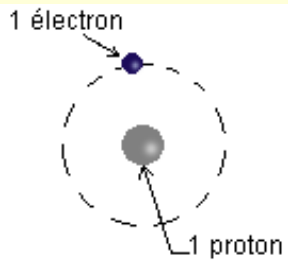
C'est justement leur forme, leur pattern d'organisation qui va les différencier...



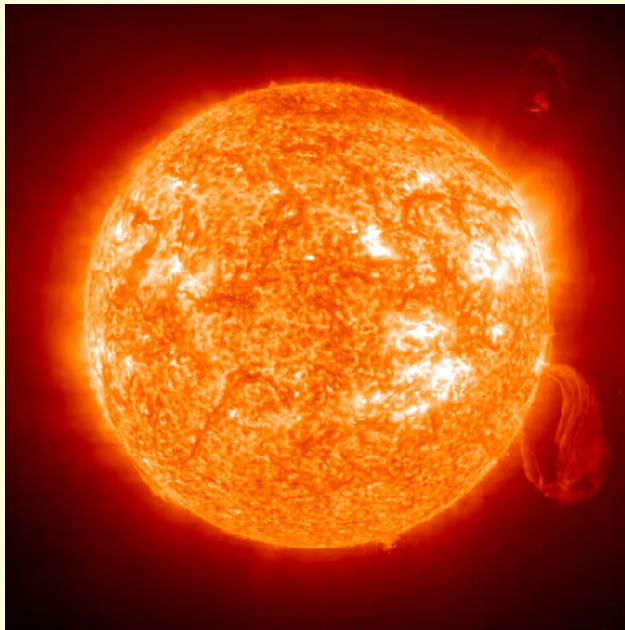
Combustion de l'hélium

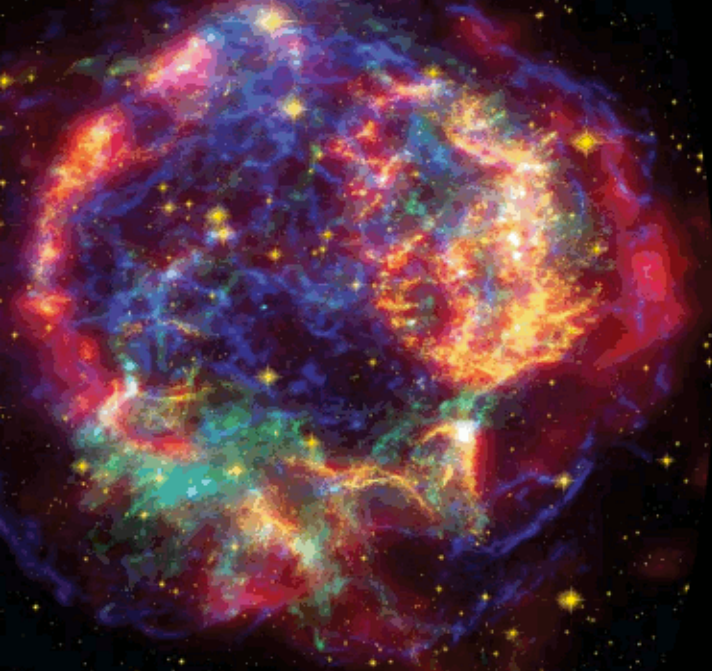


- l'étude de la **matière** : de quoi c'est fait ?



Hydrogène





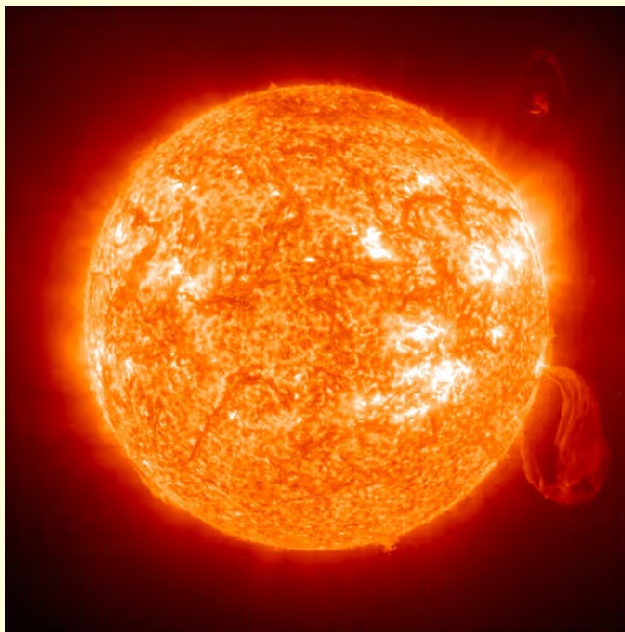
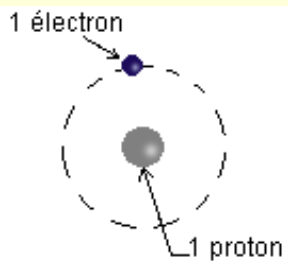
Elles s'éclatent pour vous!

Sans les étoiles mortes, vous ne seriez pas là.

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

craq-astro.ca

CoolCosmos.net



Hydrogène



Elles s'éclatent pour vous!

Sans les étoiles mortes, vous ne seriez pas là.

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

craq-astro.ca

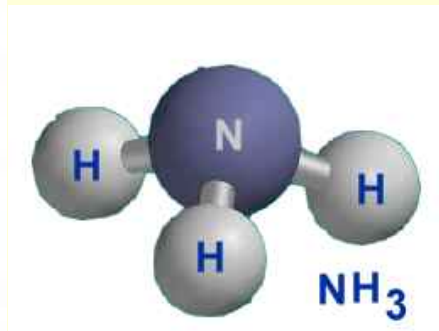
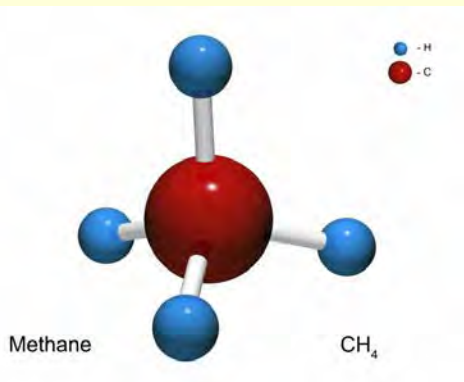
CoolCosmos.net



Molécule :

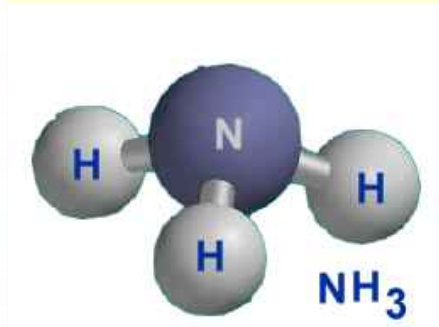
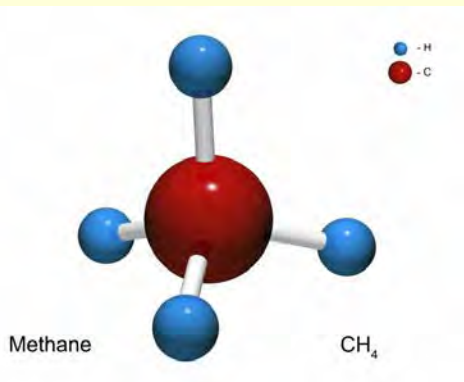
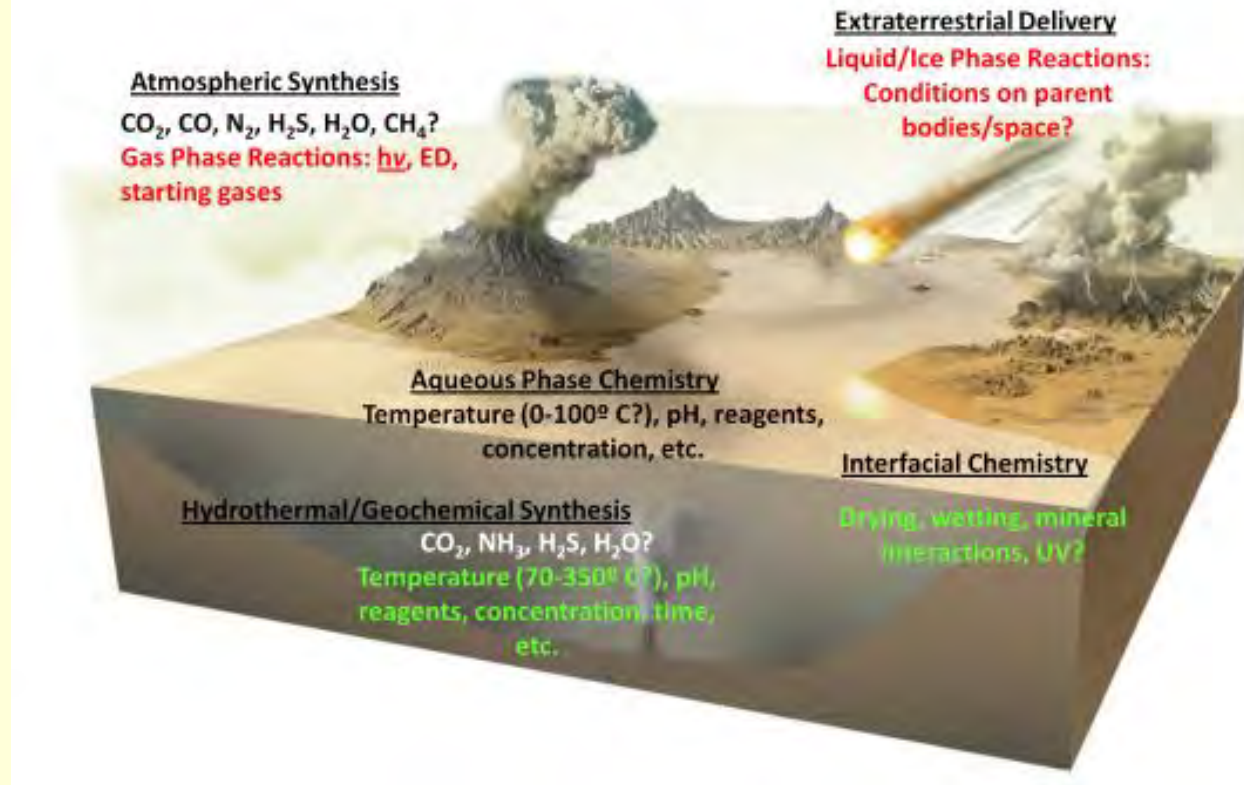
Les molécules constituent des **agrégats atomiques** liés par des liaisons dites « covalentes » d'au moins deux atomes, différents ou non.

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



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

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

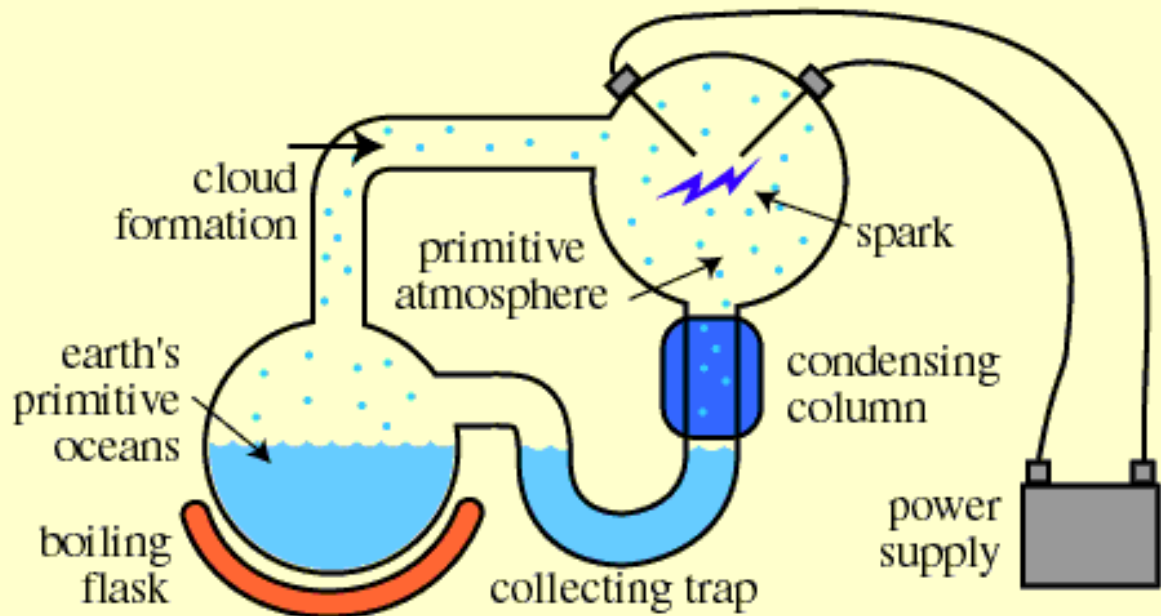


Ces molécules simples ont pu se complexifier jusqu'à un certain point dans les « **mares chaudes** » dont parlait déjà Darwin et qu'on a ensuite appelé « **soupe primitive** ».

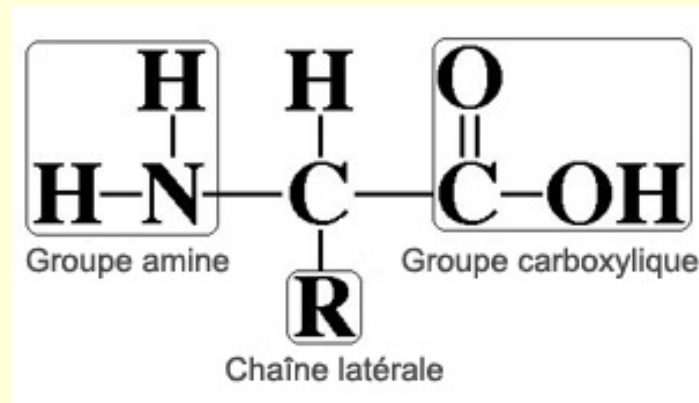


atmosphère et "soupe" primitive

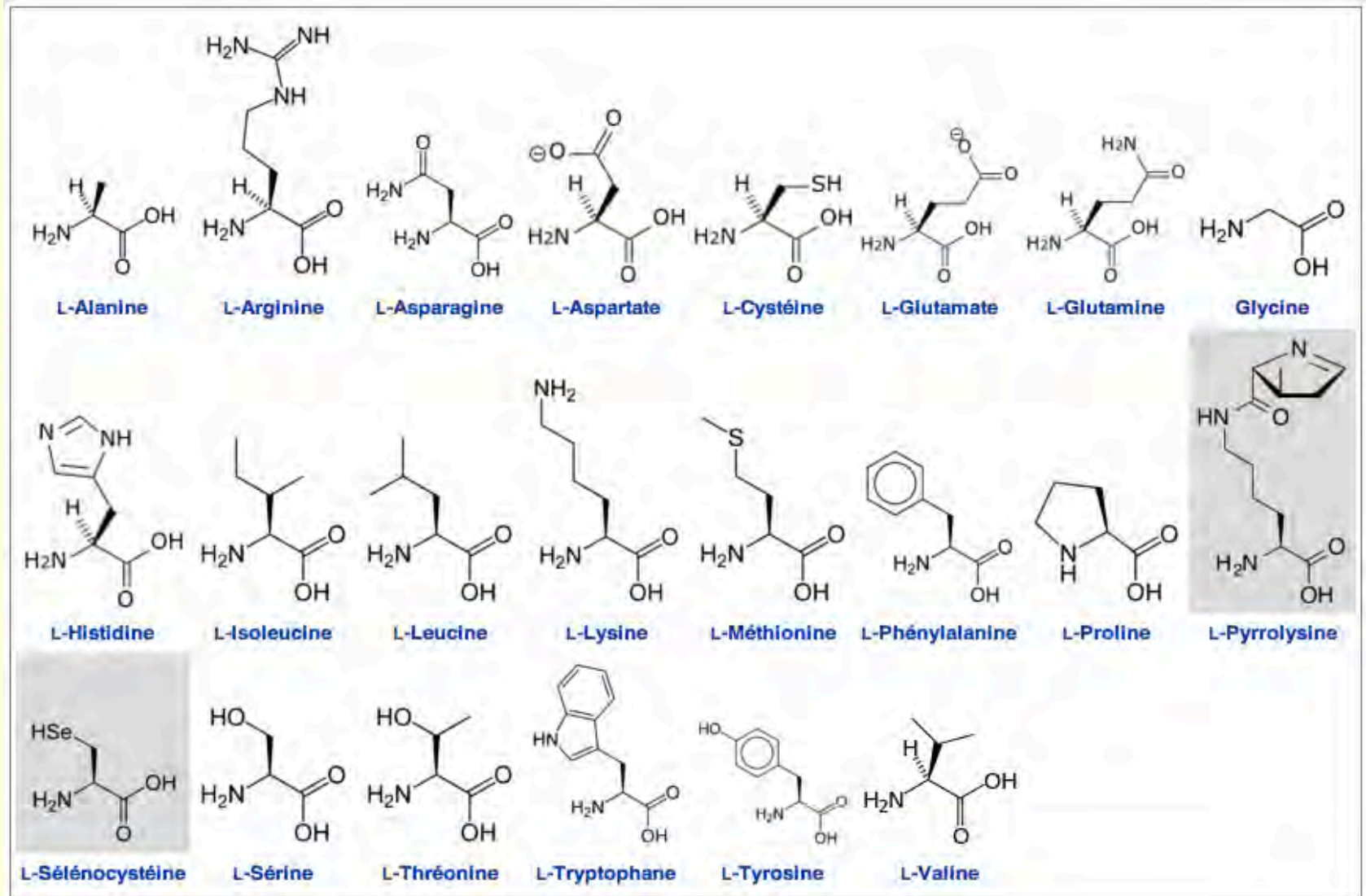
1953, Miller et Urey :
confirment cette hypothèse par une célèbre expérience in vitro où des molécules organiques apparaissent
(**acides aminés**, etc.)



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



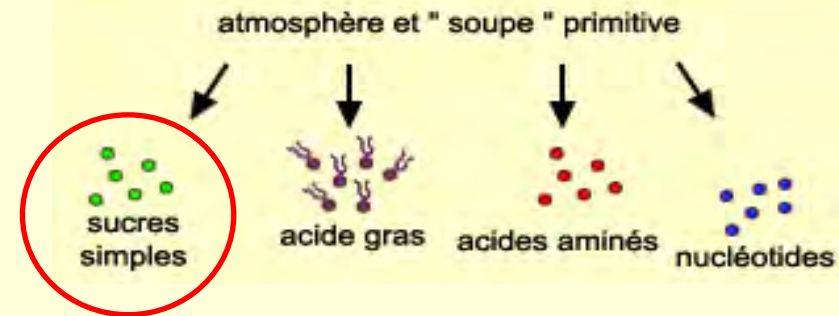
En présence du puissant rayonnement solaire (rayons UV...), ce mélange de gaz aurait donc pu donner naissance à plusieurs **molécules un peu plus complexe** telles que les **acides aminés** (qui formeront plus tard les protéines).



Un constituant de la vie détecté dans une comète

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

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



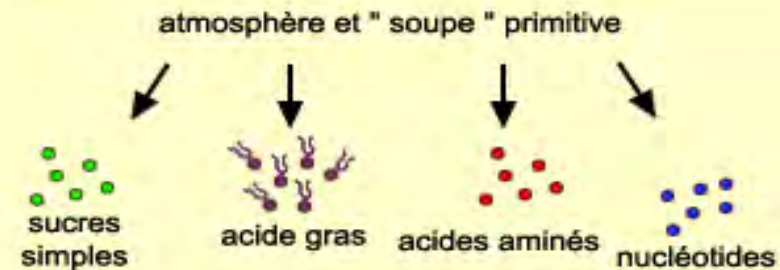
Concept / Cadre théorique :

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

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

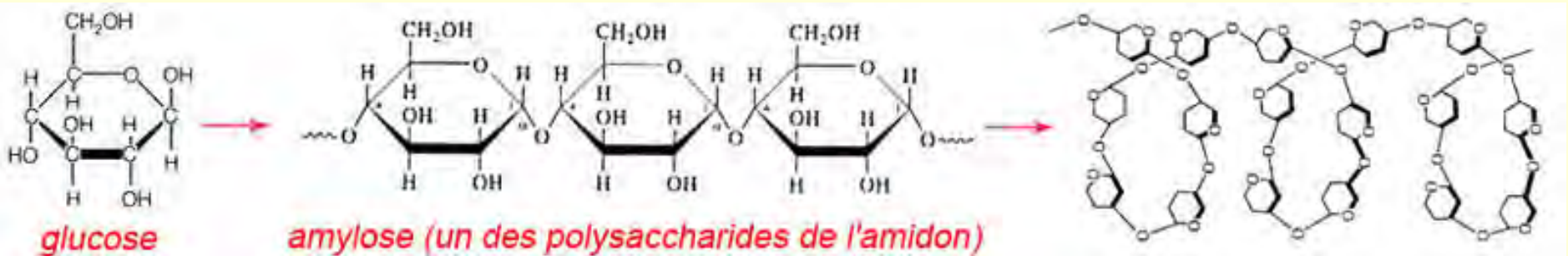
Et de tels processus chimique d'auto-organisation sont "**sous contrôle thermodynamique**",

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

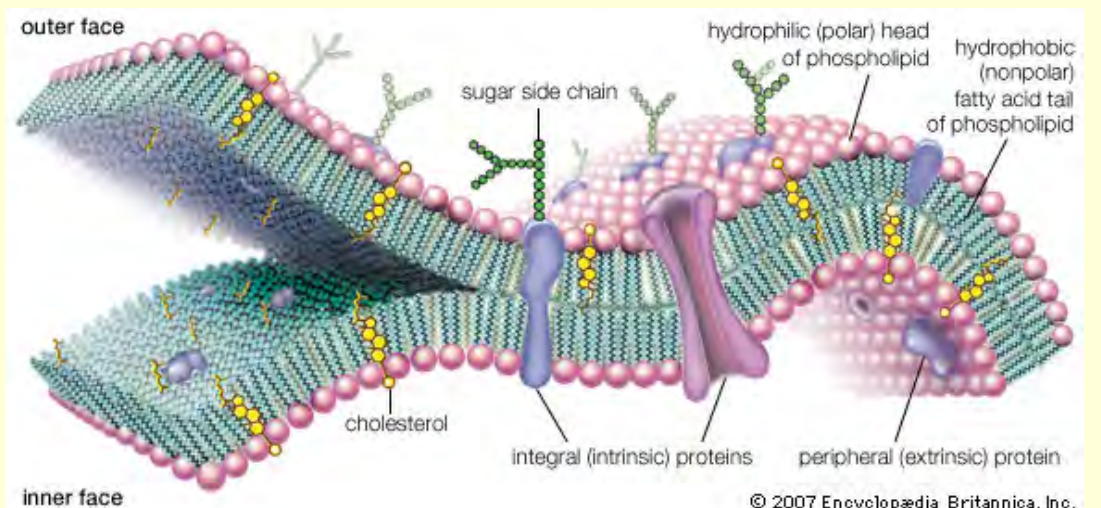
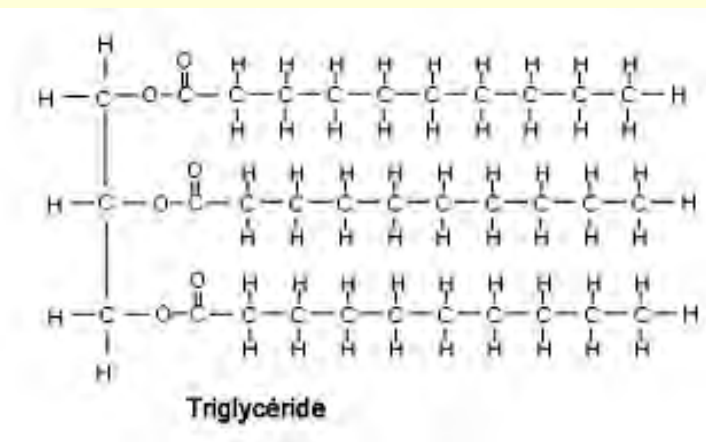


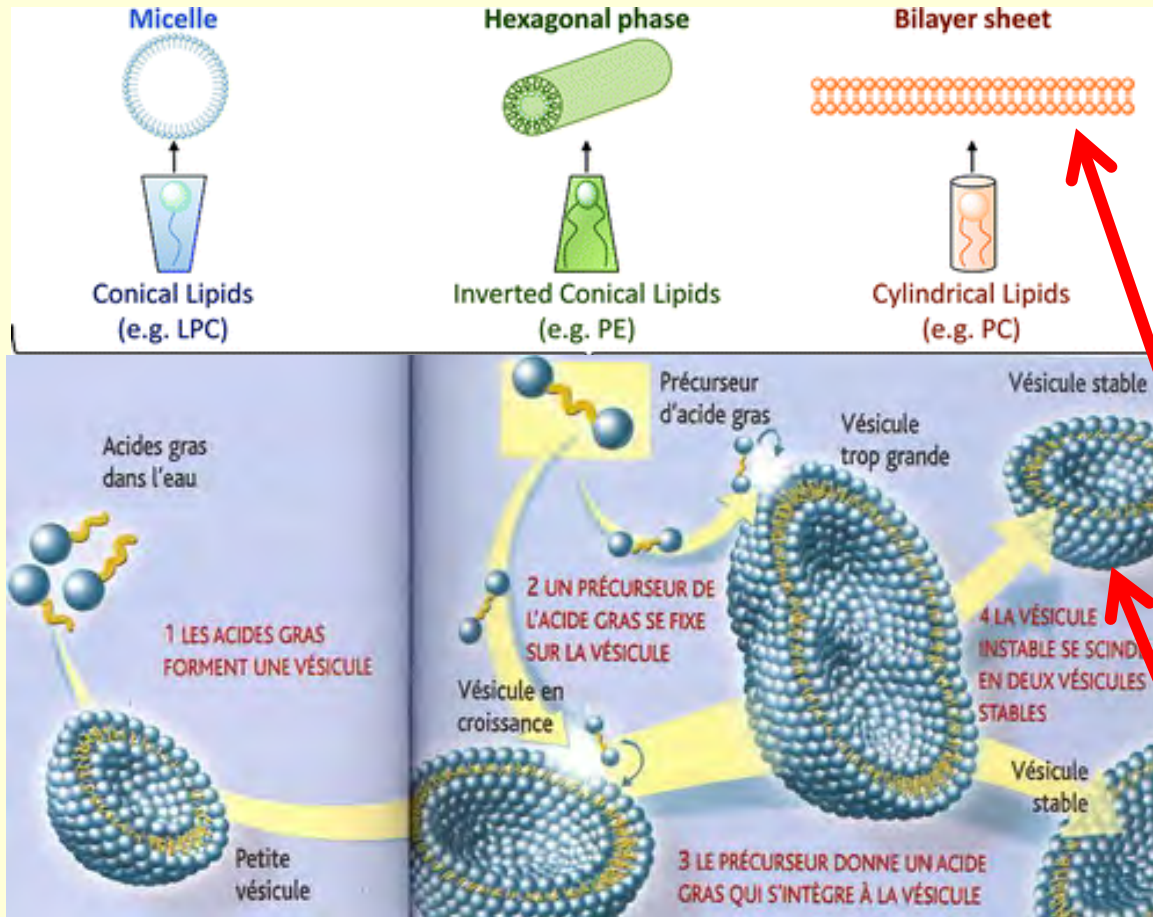
Ces processus d'**auto-organisation** vont ensuite favoriser la formation de chaînes moléculaires de :

- Glucides



- Lipides





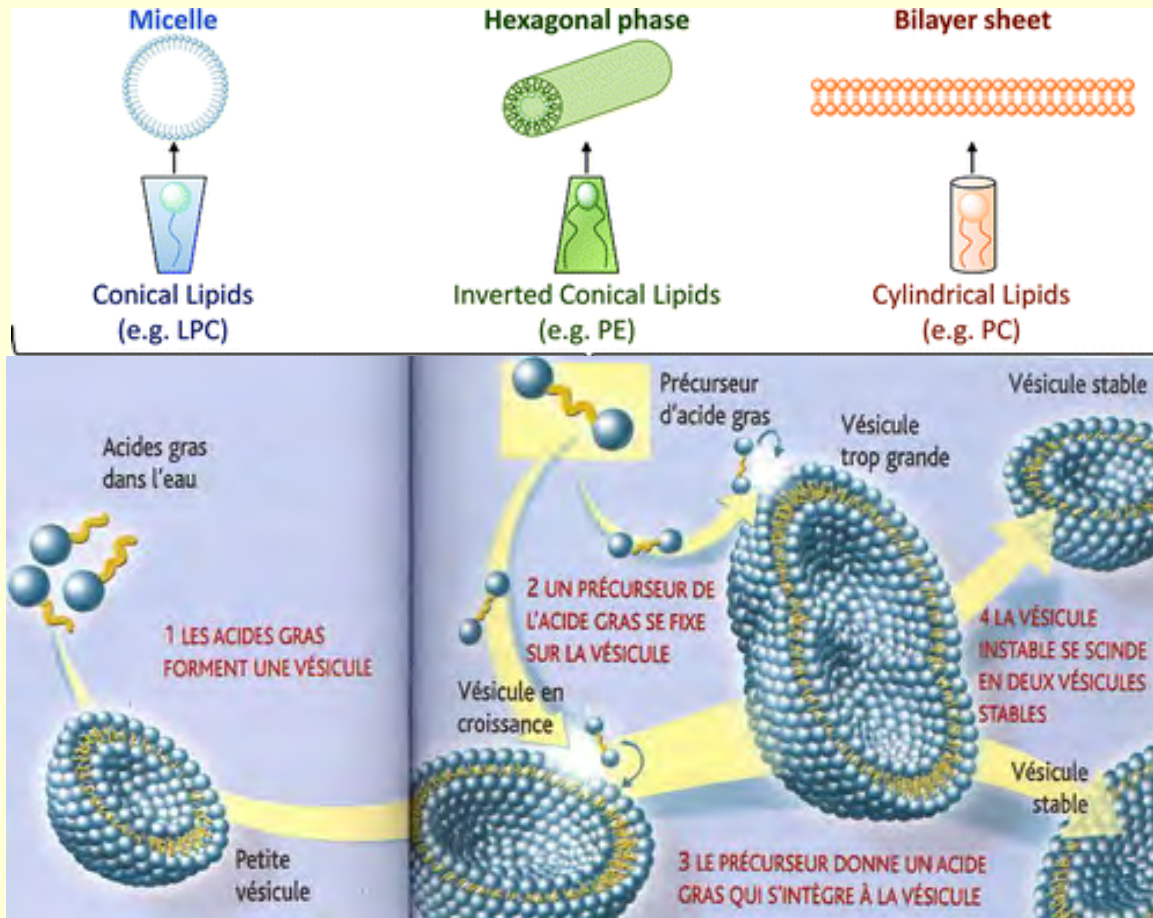
Ces chaînes de lipides vont donner lieu à des phénomènes **d'auto-organisation** mais cette fois-ci au niveau **supra-moléculaires** :

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

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

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

- The Systems View of Life

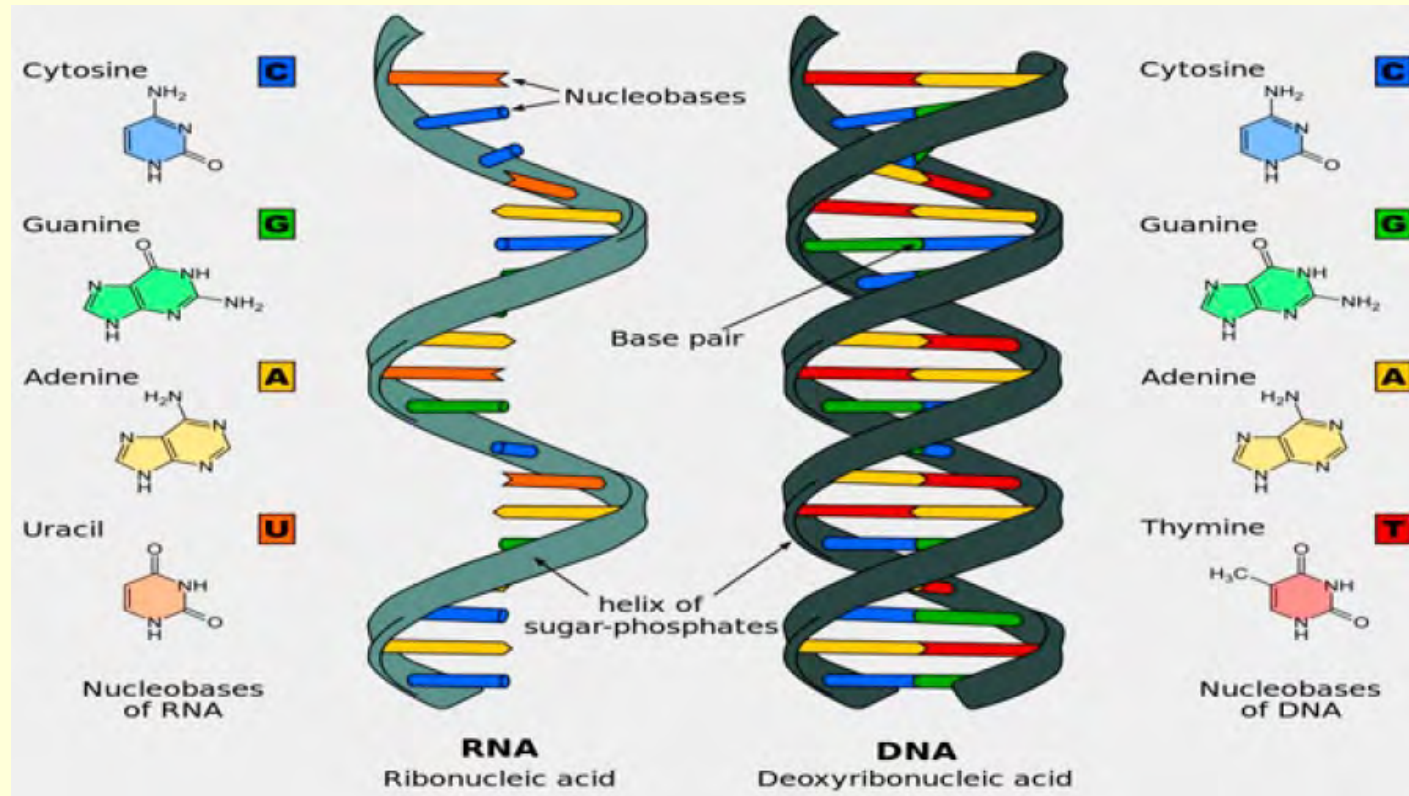


« Pas de membrane, pas de cellules.
Pas de cellules, pas de neurones.
Pas de neurones, pas de cerveaux.
Pas de cerveaux, pas d'humains ! »

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

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

- Glucides
- Lipides
- **Bases nucléiques**

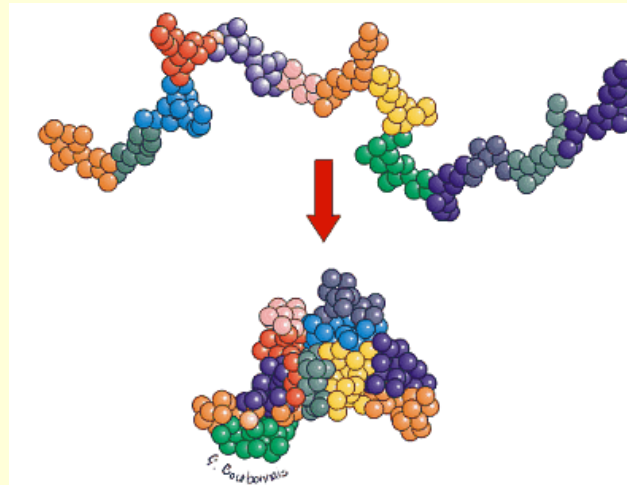
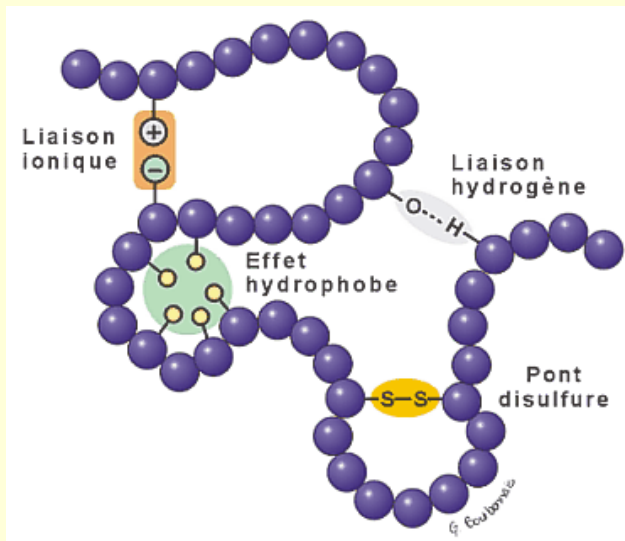
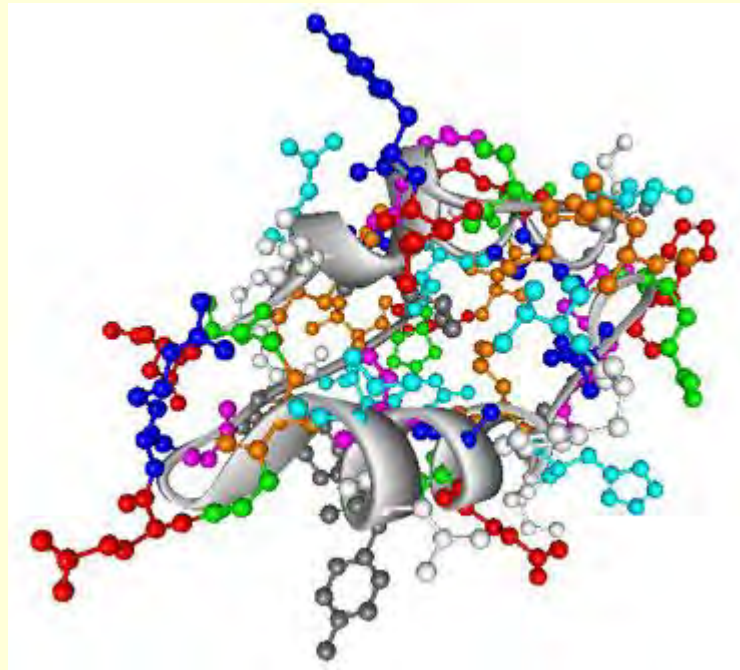


Même principe d'organisation que pour les lipides:

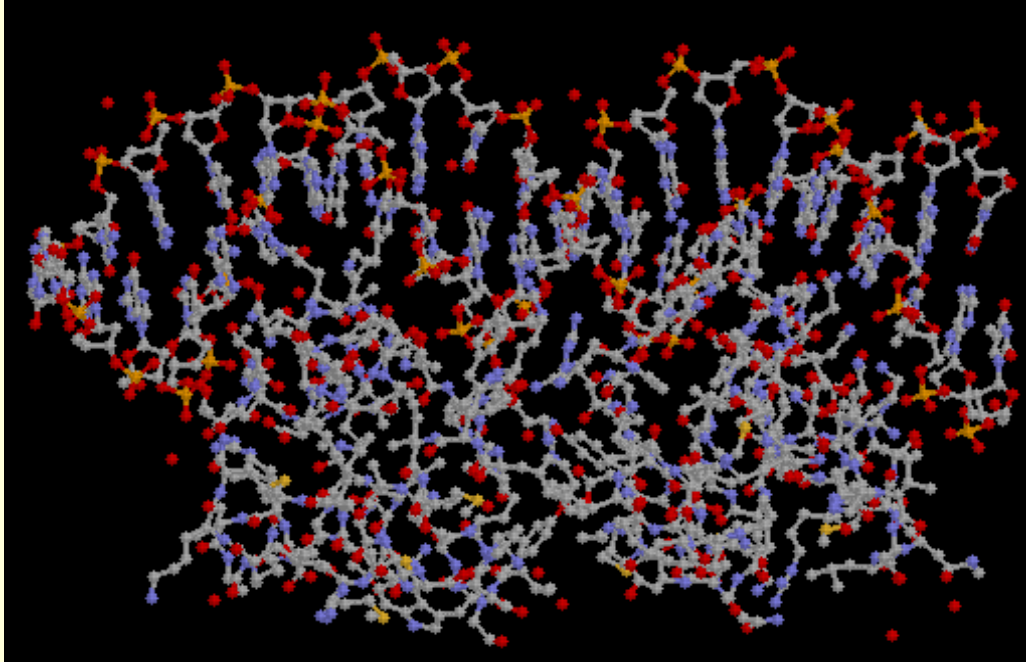
les deux brins complémentaires d'AND forment un duplex dans lequel les bases nucléiques hydrophobiques complémentaires fuient le contact de l'eau, laissant les "doigts" hydrophiliques des groupes phosphates s'occuper de la solubilité avec l'eau...

...cette évolution chimique va donner lieu à 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 »).



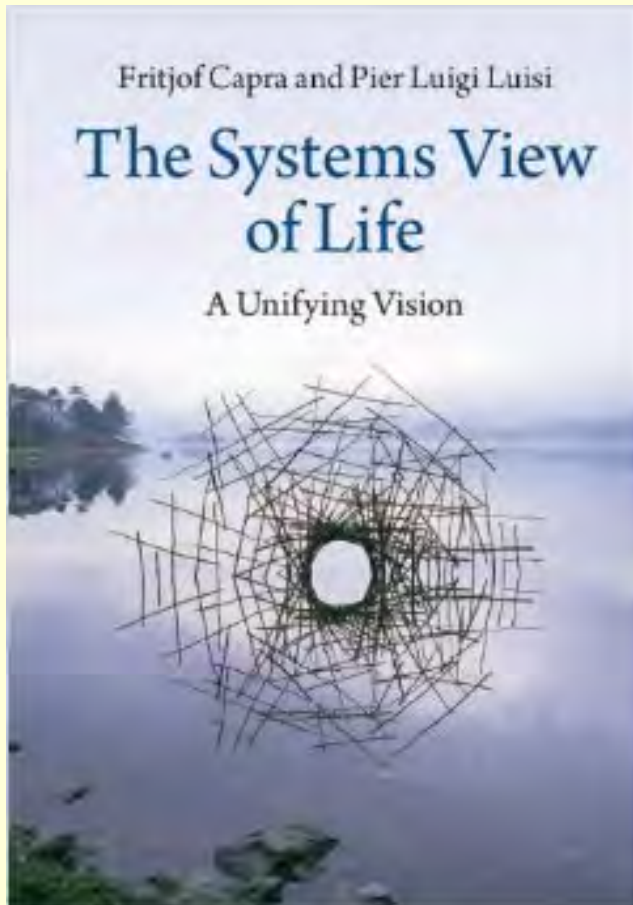
On peut donc dire encore une fois que **ce repliement s'auto-organise** (toujours sous contrôle thermodynamique), amenant « l'émergence » de nouvelles propriétés fonctionnelles au niveau de la structure 3D de la protéine (site de liaison d'un enzyme, le pore d'un canal membranaire, etc...) :

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

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

Rappel :

Les molécules organiques ne vont pas se distinguer par la nature de leurs constituants, mais bien **au niveau de leur arrangement, de leur structure, bref leur forme.**



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

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

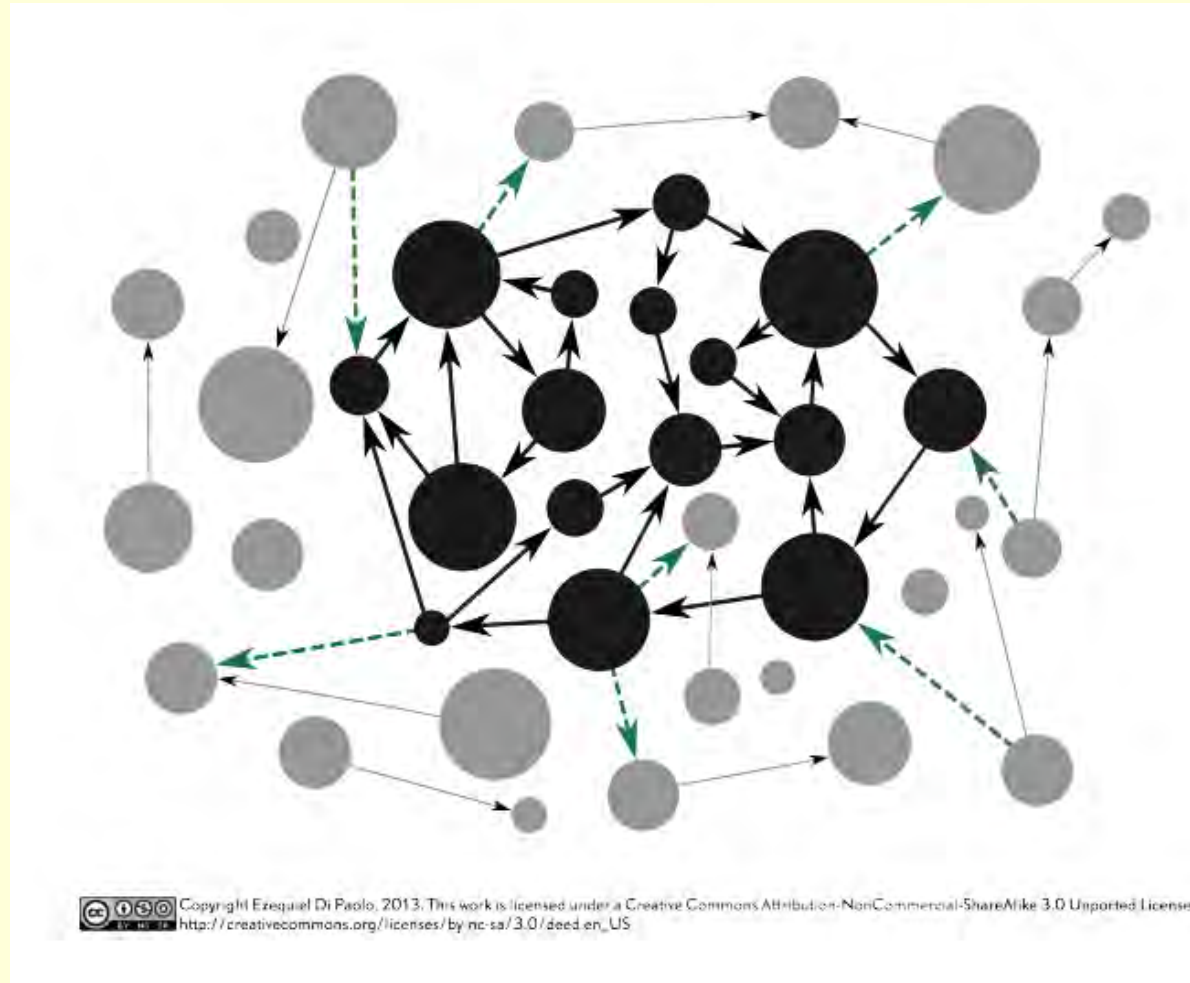
Parce que ça commence à devenir important avec le repliement des protéines,

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

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

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

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



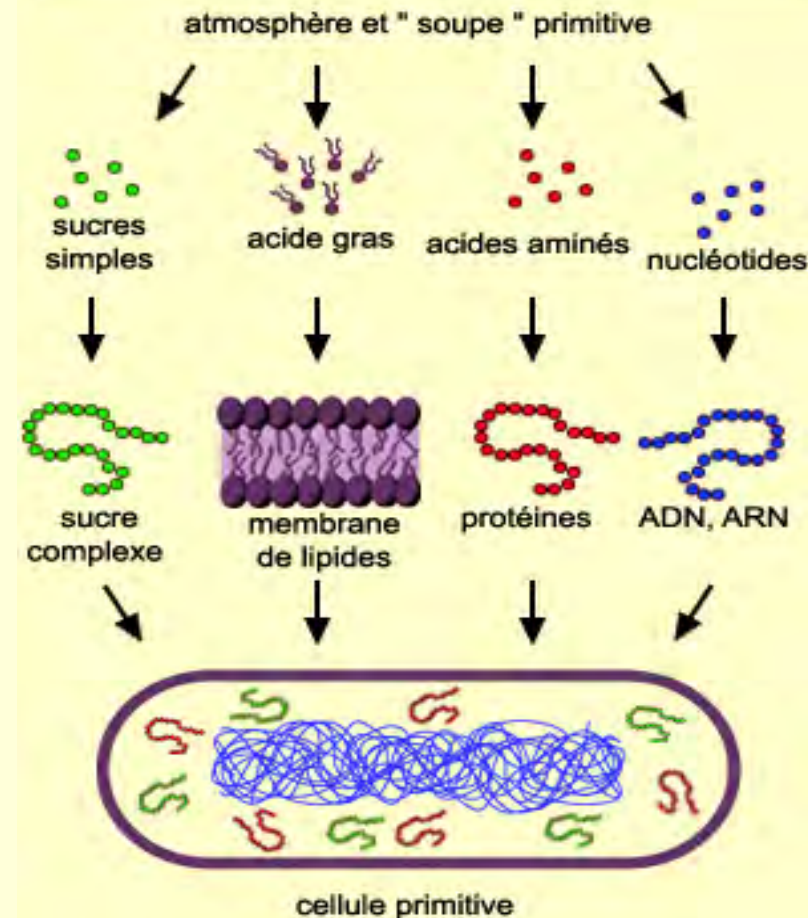
Débat / Controverse :

Qu'est-ce que la vie ?

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

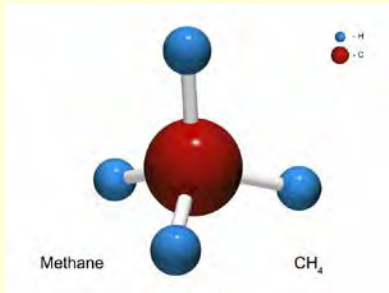
Développement ou croissance
Métabolisme
Motilité
Reproduction
Réponse à des stimuli
Etc.

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

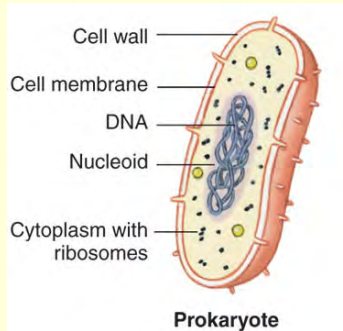


Débat / Controverse :

Qu'est-ce que la vie ?



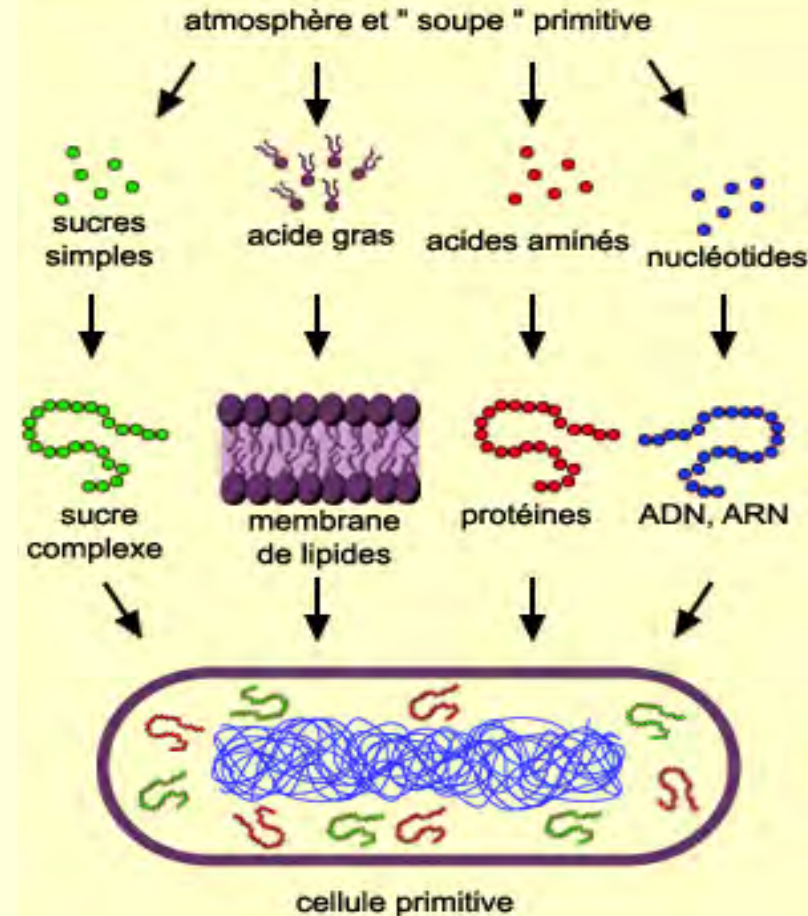
+ ou – vivants
de différentes
manières...



Non

un
gradient

Oui





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

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

Développement ou croissance + ou –

Métabolisme + ou –

Motilité + ou –

Reproduction + ou –

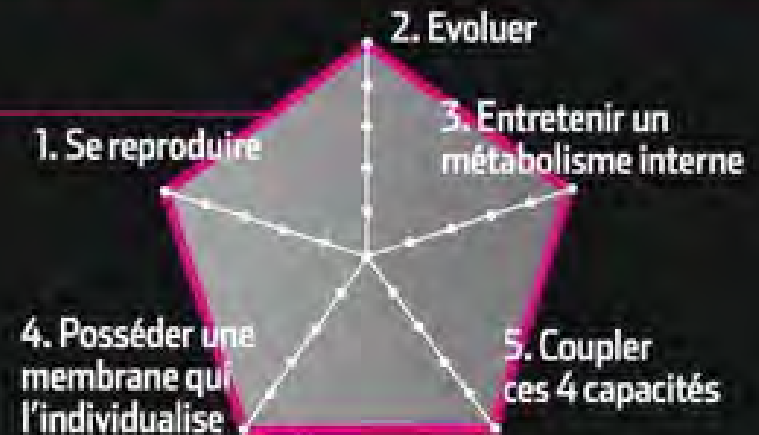
Réponse à des stimuli + ou –

Différentes « signature de vie »

Ni êtres vivants ni cailloux...

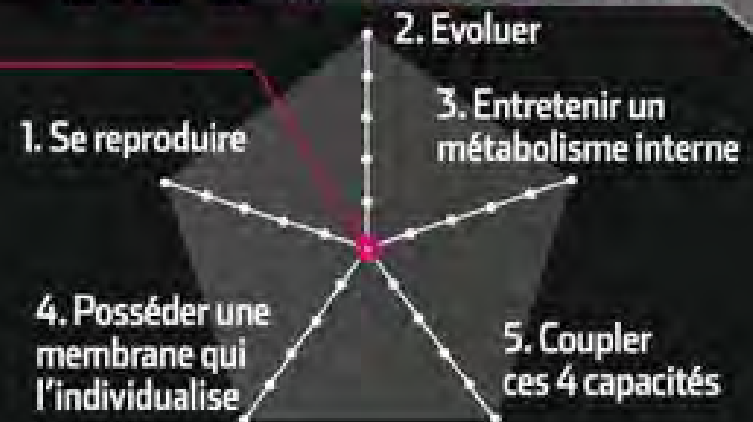
Etre vivant

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



Chose inerte

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



Différentes « signature de vie »

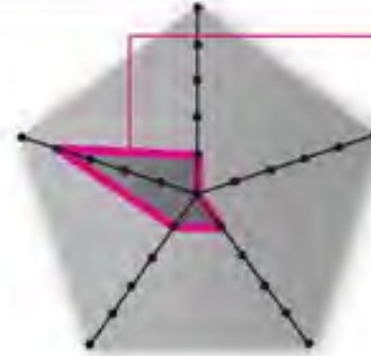
mais des organismes à mi-chemin entre les deux

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



Virus

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



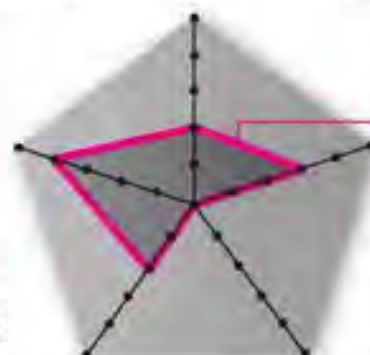
Prion

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



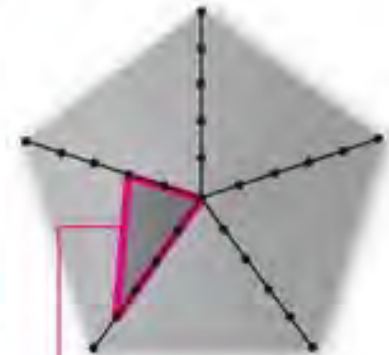
Pepsine

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



Ribozyme

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



Liposome

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

Pourquoi apparaît la vie ?

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

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

Lundi, 29 décembre 2014

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

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



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

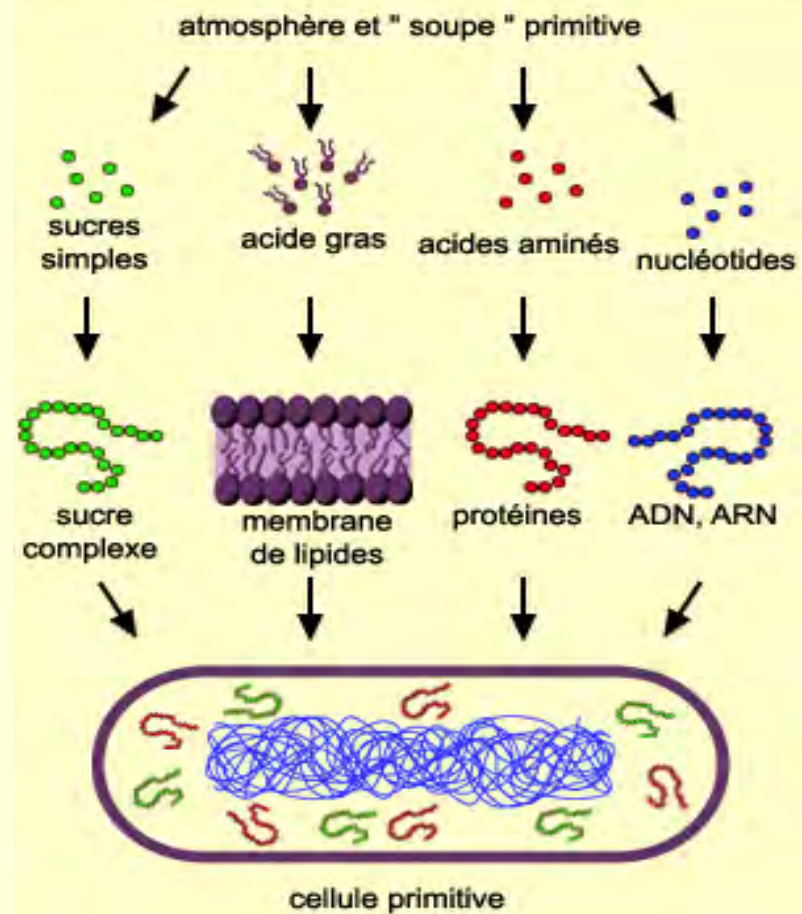
“On the contrary, I am just saying that from the perspective of the physics, you might call Darwinian evolution a special case of a more general phenomenon.”



« Avec le temps, tout devient possible.

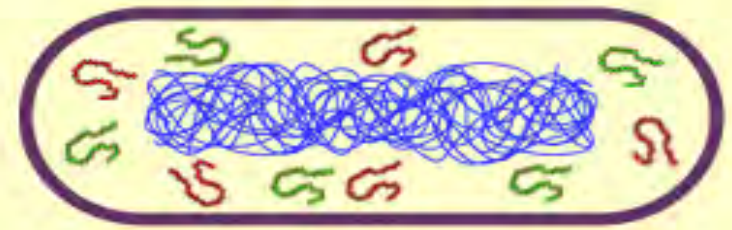
La nature n'en manque jamais. »

- Lamarck



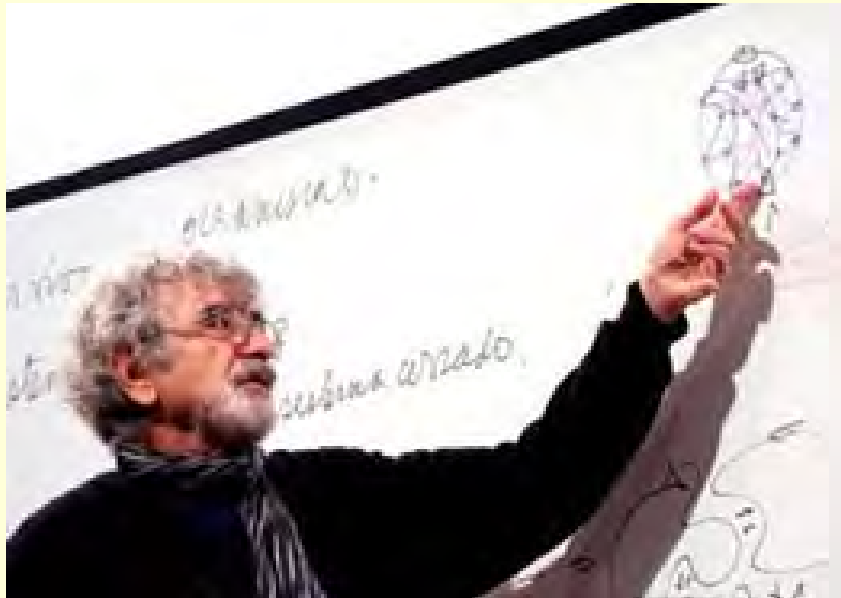
Pour comprendre ce qu'est une **cellule vivante**,

Concept / Cadre théorique :

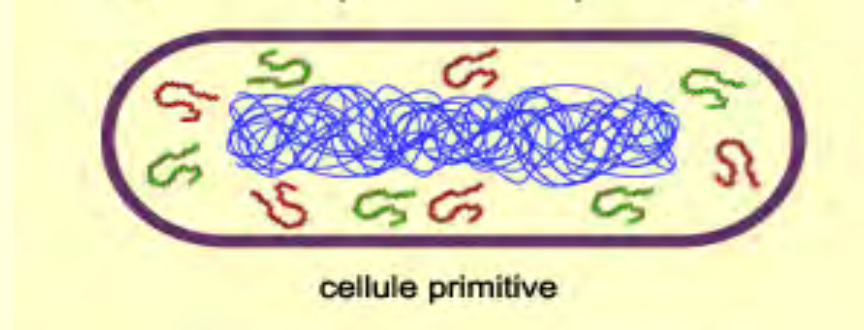


cellule primitive

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



Concept / Cadre théorique :

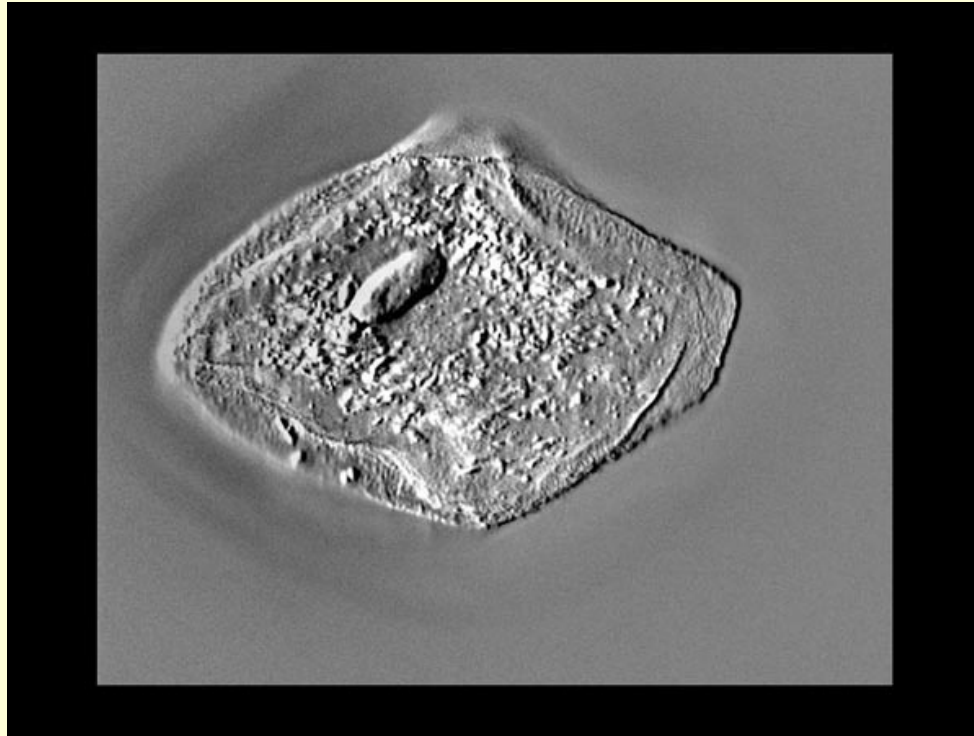


une notion très utile est celle **d'autopoïèse**,
élaborée par Humberto Maturana et Francisco Varela
dans les années 1970.

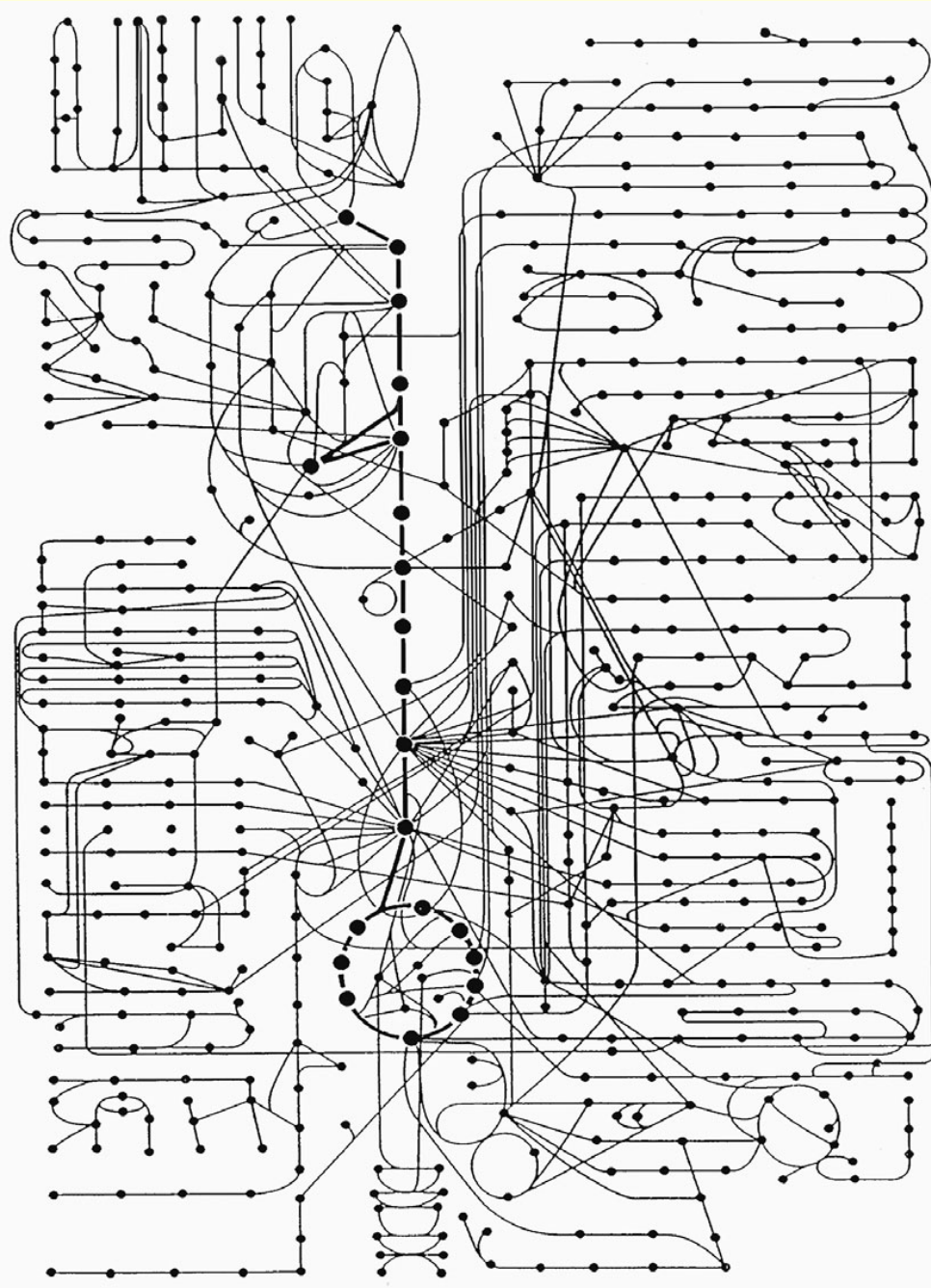
« Notre proposition est que les être vivants sont caractérisés par le fait que, littéralement, ils sont continuellement en train de **s'auto-produire**. »

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

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

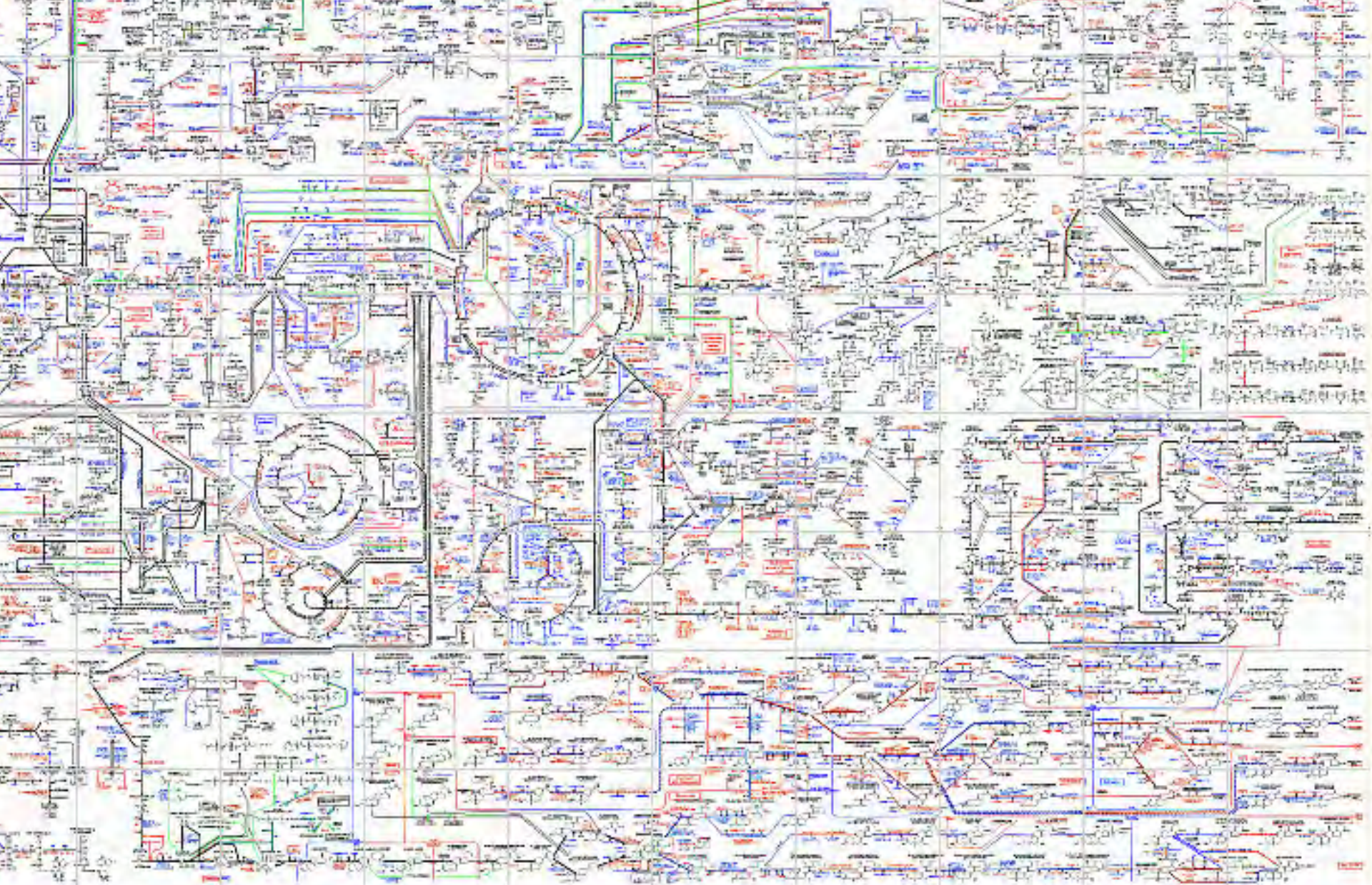


An image of a human buccal epithelial cell obtained using Differential Interference Contrast (DIC) microscopy
(www.canisius.edu/biology/cell_imaging/gallery.asp)



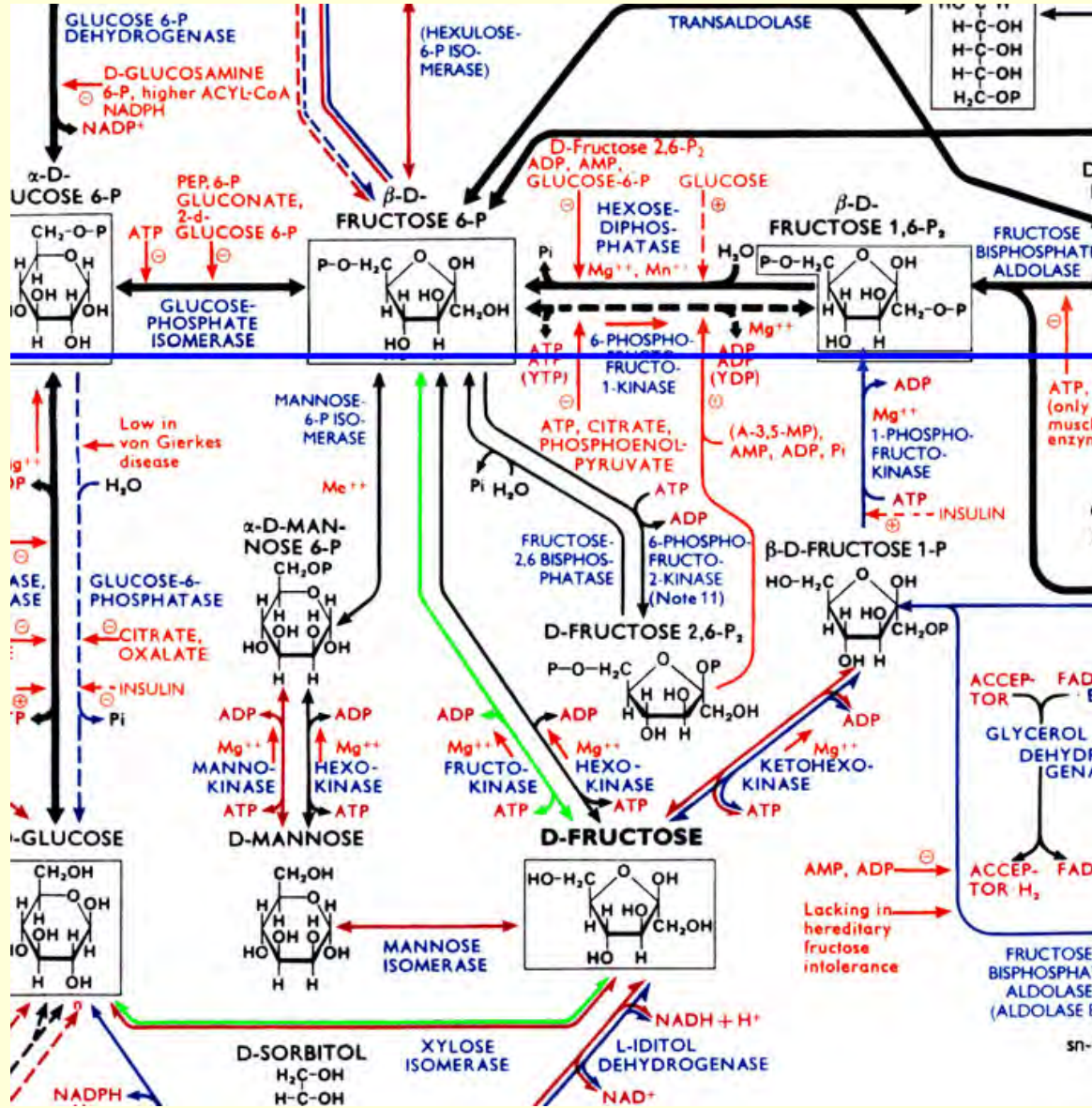
« un réseau »...

= des éléments qui entretiennent
des relations

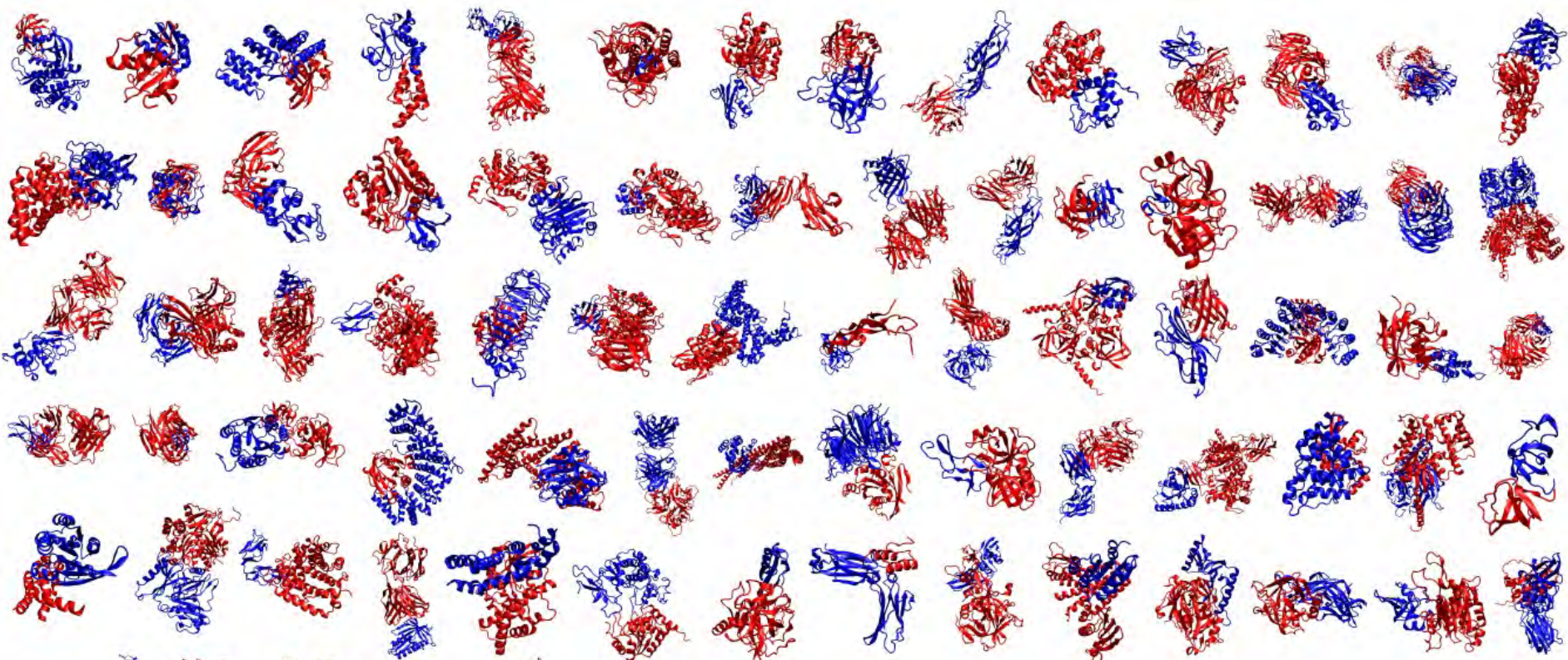
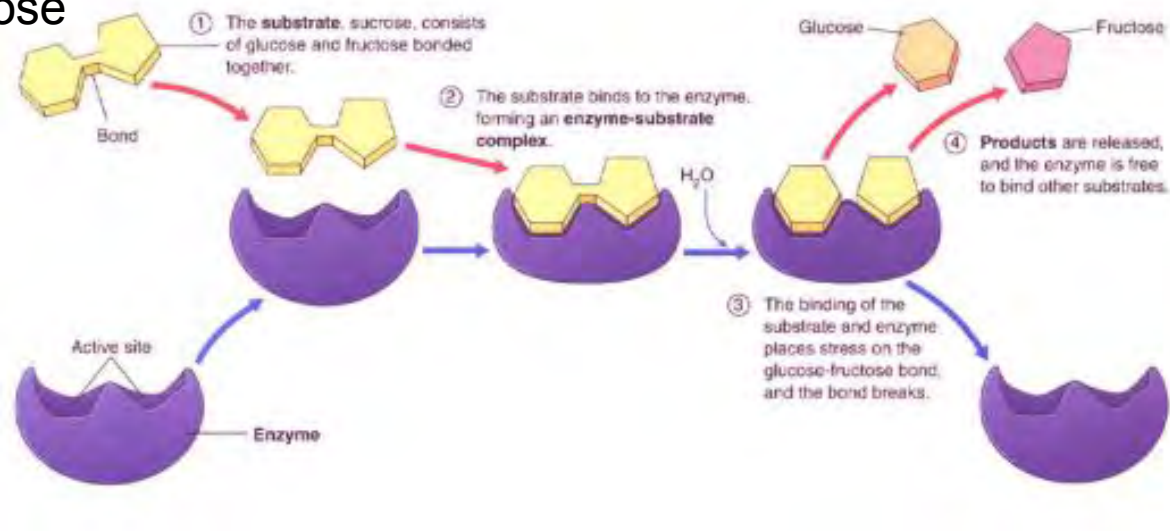


« un réseau complexe »... = cascades de réactions biochimiques dans une cellule

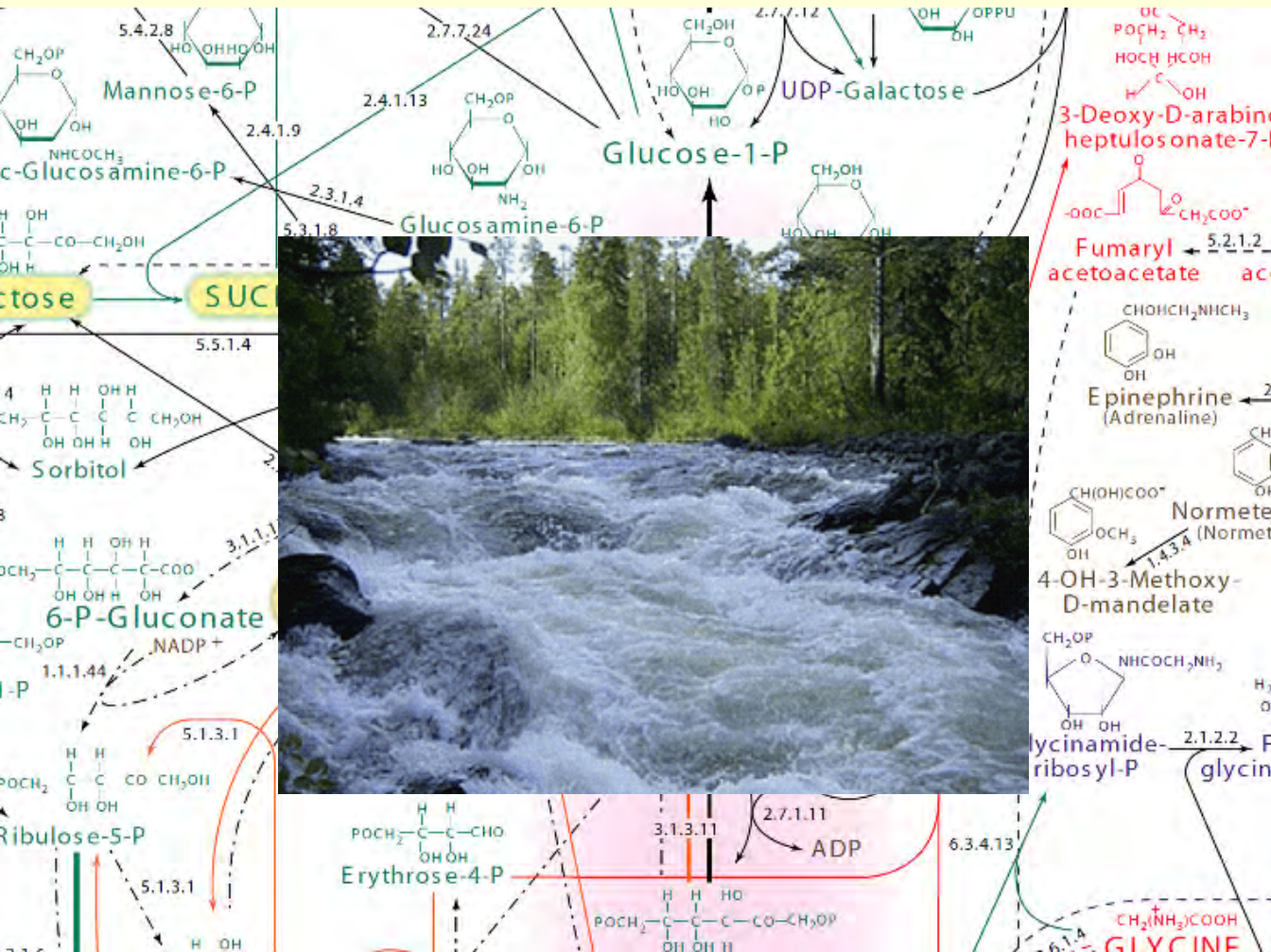
« un réseau complexe d'éléments »... : enzymes (protéines), ADN, etc.



sucrose

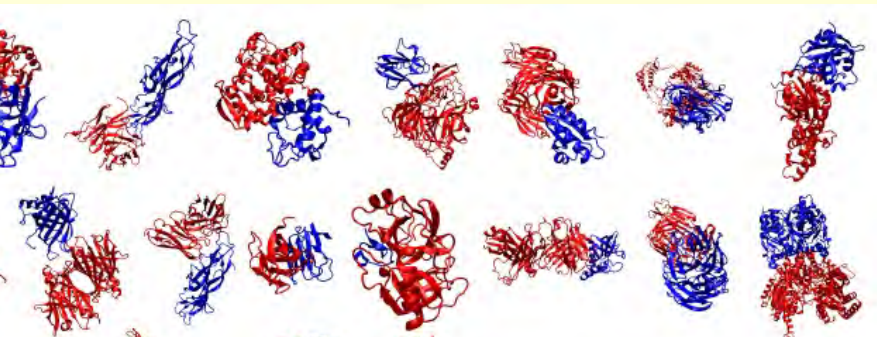
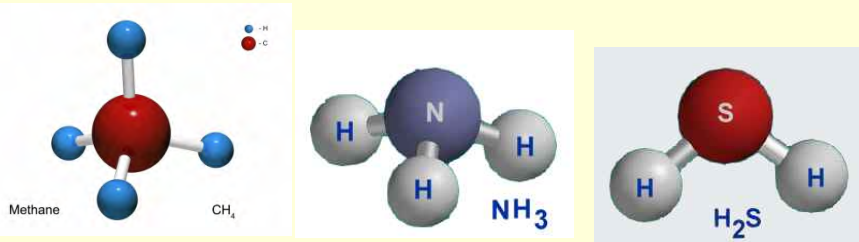


« un réseau complexe d'éléments »... : enzymes (protéines), ADN, etc.



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

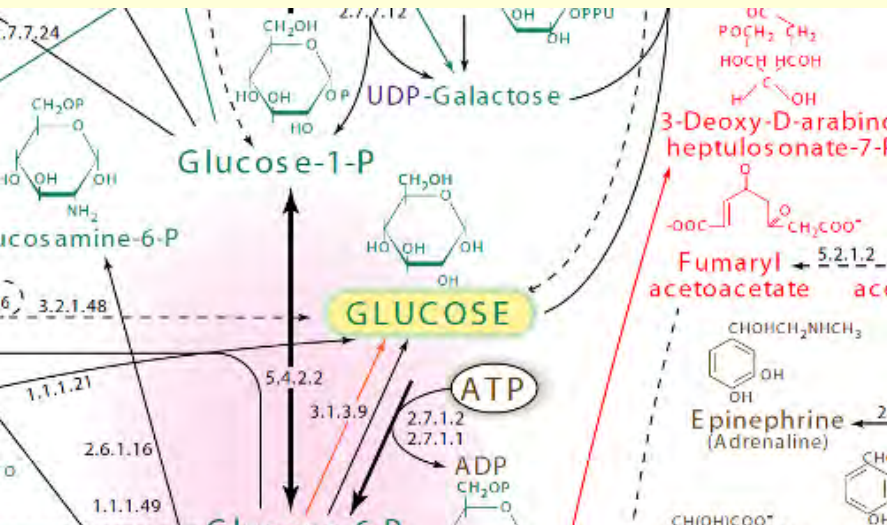
Concept / Cadre théorique :



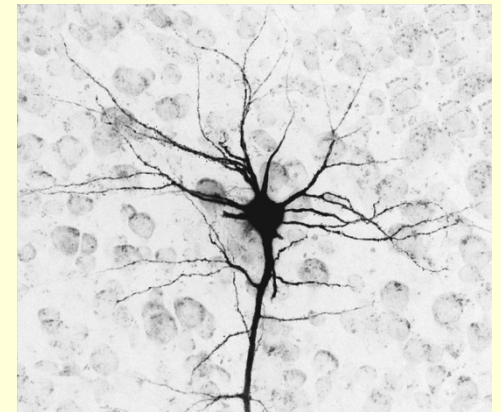
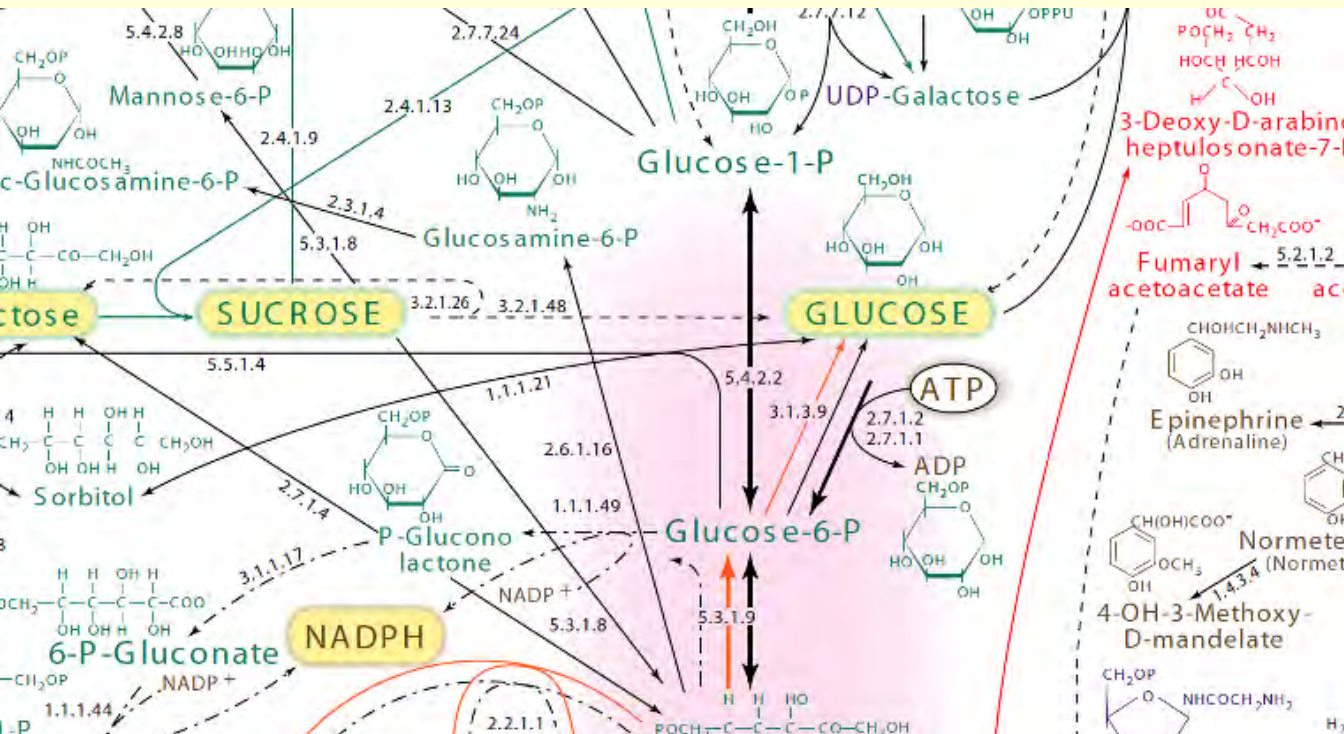
Donc il faut ajouter à :

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

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



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



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

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



L'un des intervenants des **LabOrigins** rappelait qu'à peu près tous nos atomes se sont renouvelés depuis notre naissance, même dans nos neurones, mais que **la structure, elle, reste et se transforme** puisque nos connaissances et notre vision du monde évoluent.

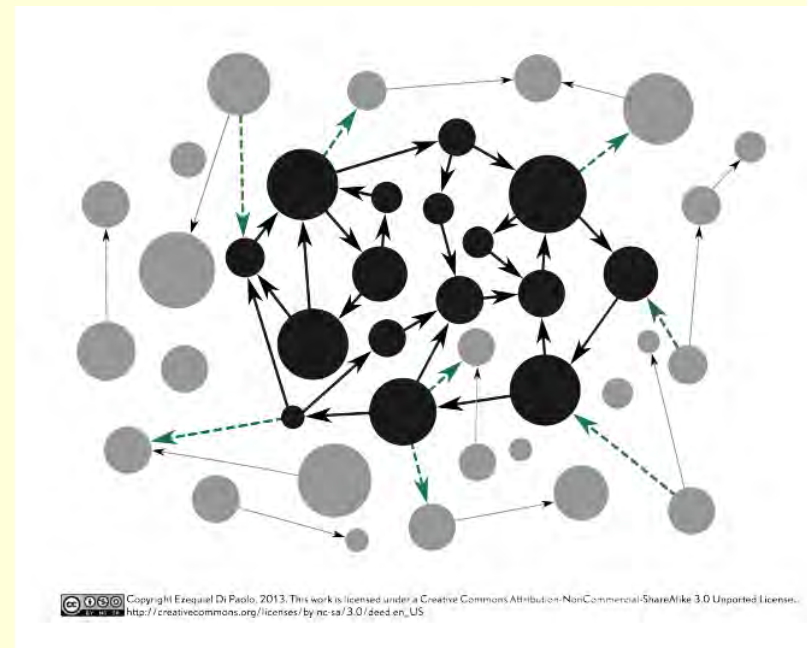
<http://laborigins.com/>

<https://www.youtube.com/channel/UCdK-Vq3bBGg1h0QRN-Nt3NQ>

La particularité d'un système autopoïétique est donc qu'il subit constamment des **changements au niveau structurel**

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

Mais cette conception première s'est enrichie d'un autre aspect essentiel...



Concept / Cadre théorique :

Conception première de l'autopoïèse :

→ auto-renouvellement des éléments du réseau

Tout système vivant doit constamment se renouveler car ses cellules et ses molécules se dégradent continuellement.

Mais malgré ces changements perpétuels, l'organisme maintient **son identité générale** ou **pattern d'organisation**.

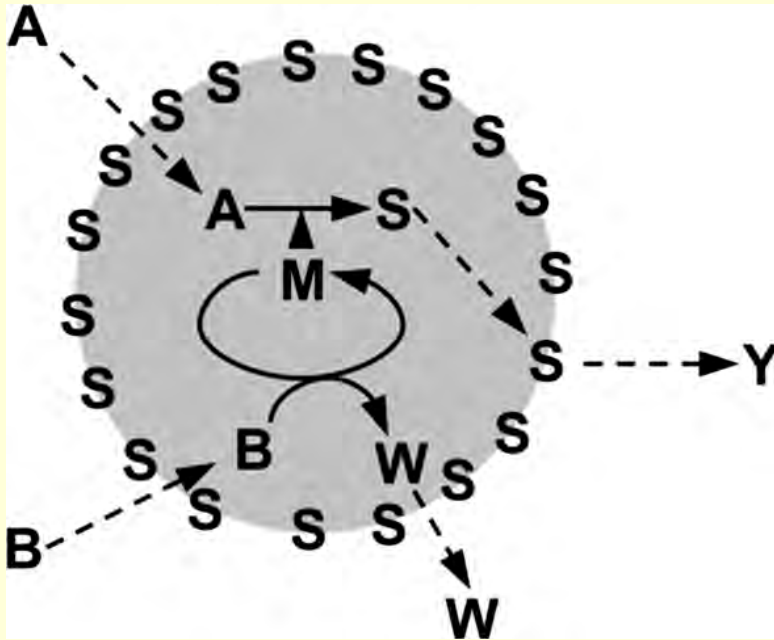
Enrichissement du concept : “sens-making” (Varela), “adaptivity” (Di Paolo)

→ Variations amenant la création de nouvelles structures,
de nouvelles connexions dans le réseaux

Ces changements, plus “développementaux” que simplement cycliques, sont :

- soit le résultat de la **dynamique interne** du système;
- soit la conséquence de **perturbations dans l'environnement extérieur**

Et surtout, ces changements vont altérer les réponses futures du système !
C'est ce processus qu'on va appeler “**apprentissage**”
(la modification d'un comportement sur la base d'une expérience préalable)



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

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

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

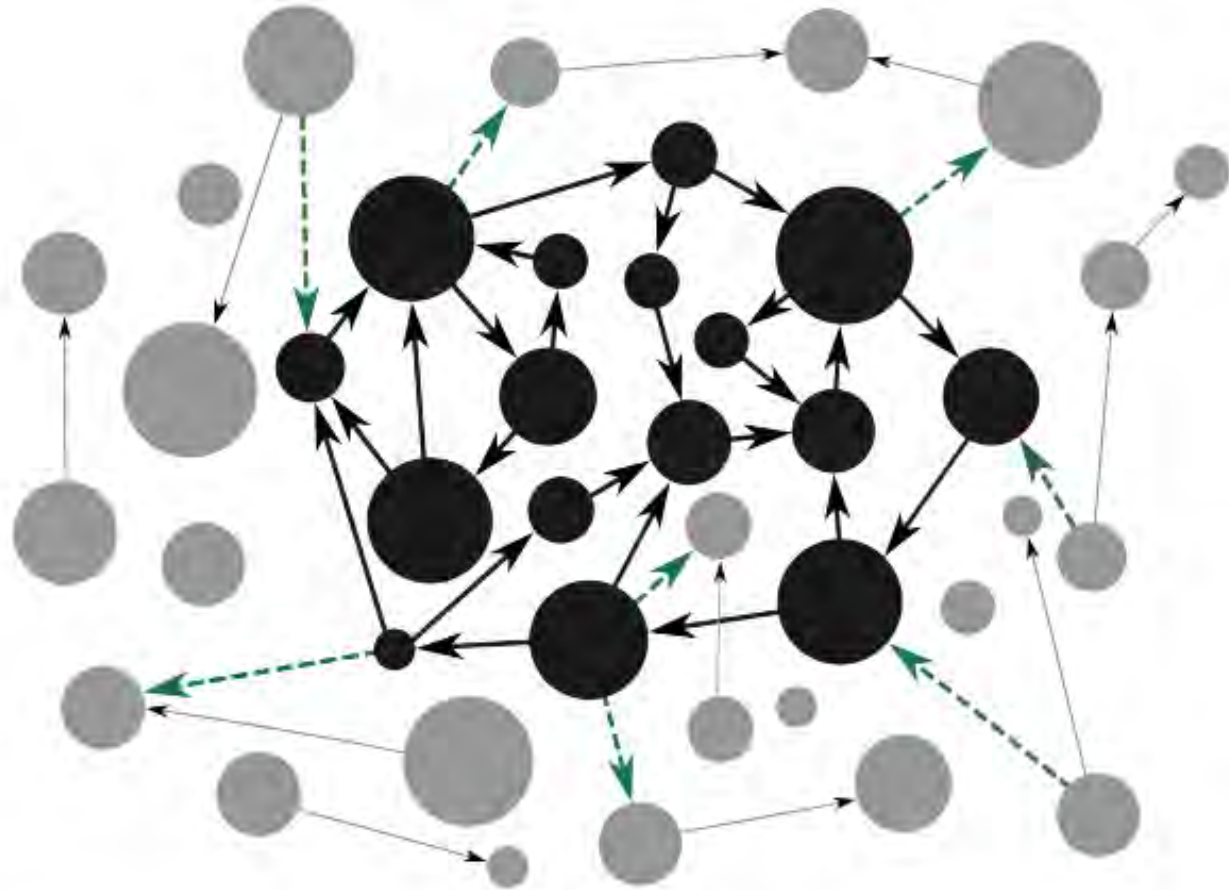
(mais le système est **fermé** du point de vue **opérationnel**)

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

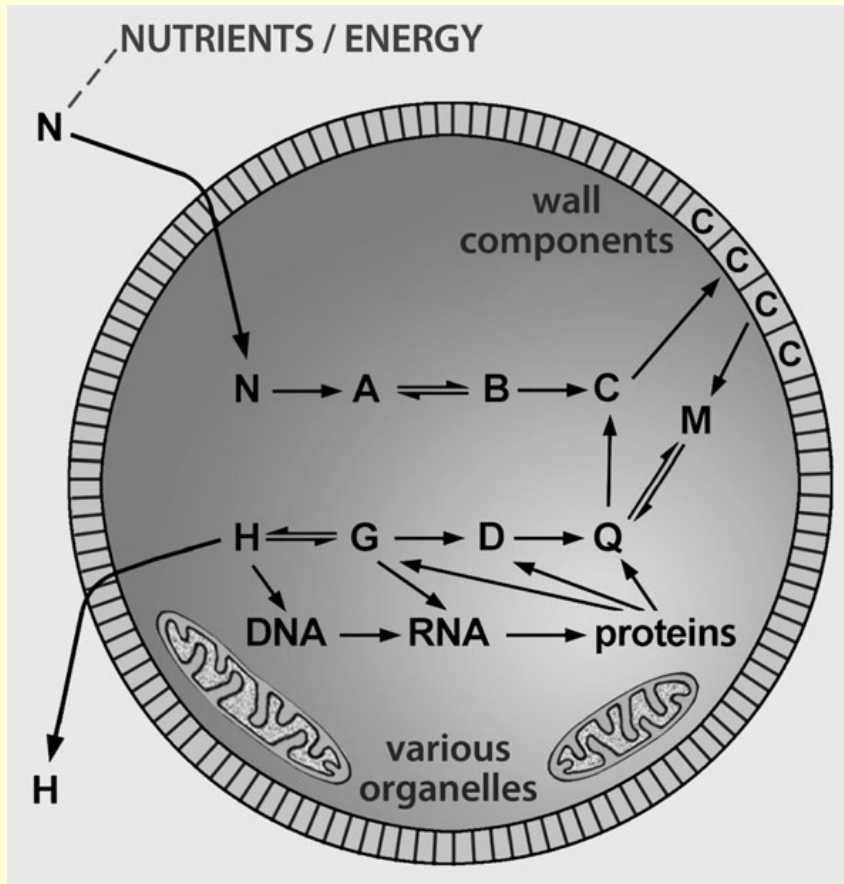
car elle ne se confond
évidemment pas avec
une paroi étanche.

En noir : une cellule

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



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



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

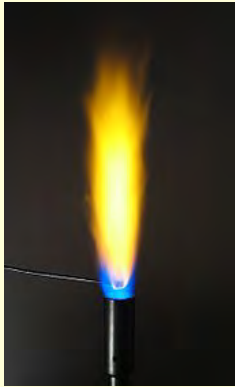
Car la vie n'est pas localisée.

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

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

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

Exemple de propriétés émergentes en chimie



+



=

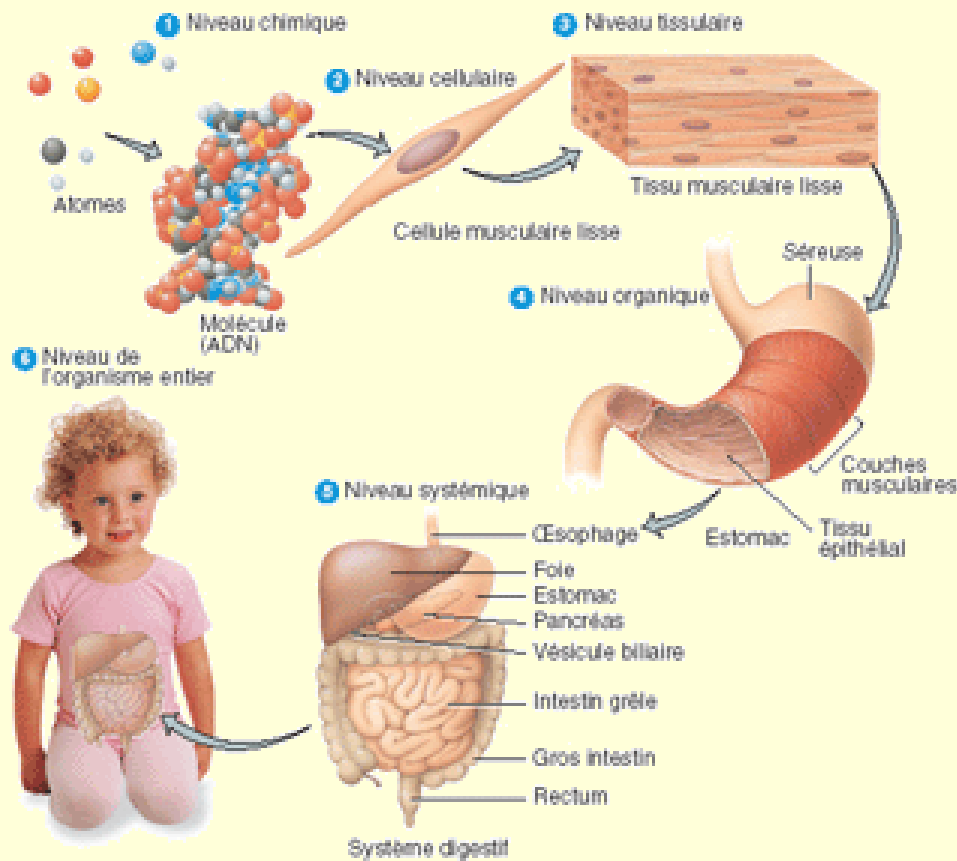


Sodium (Na)
(métal hautement inflammable)

Chlore (Cl)
(gaz très toxique)

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

Organisation structurale du corps humain (Figure 1.1)



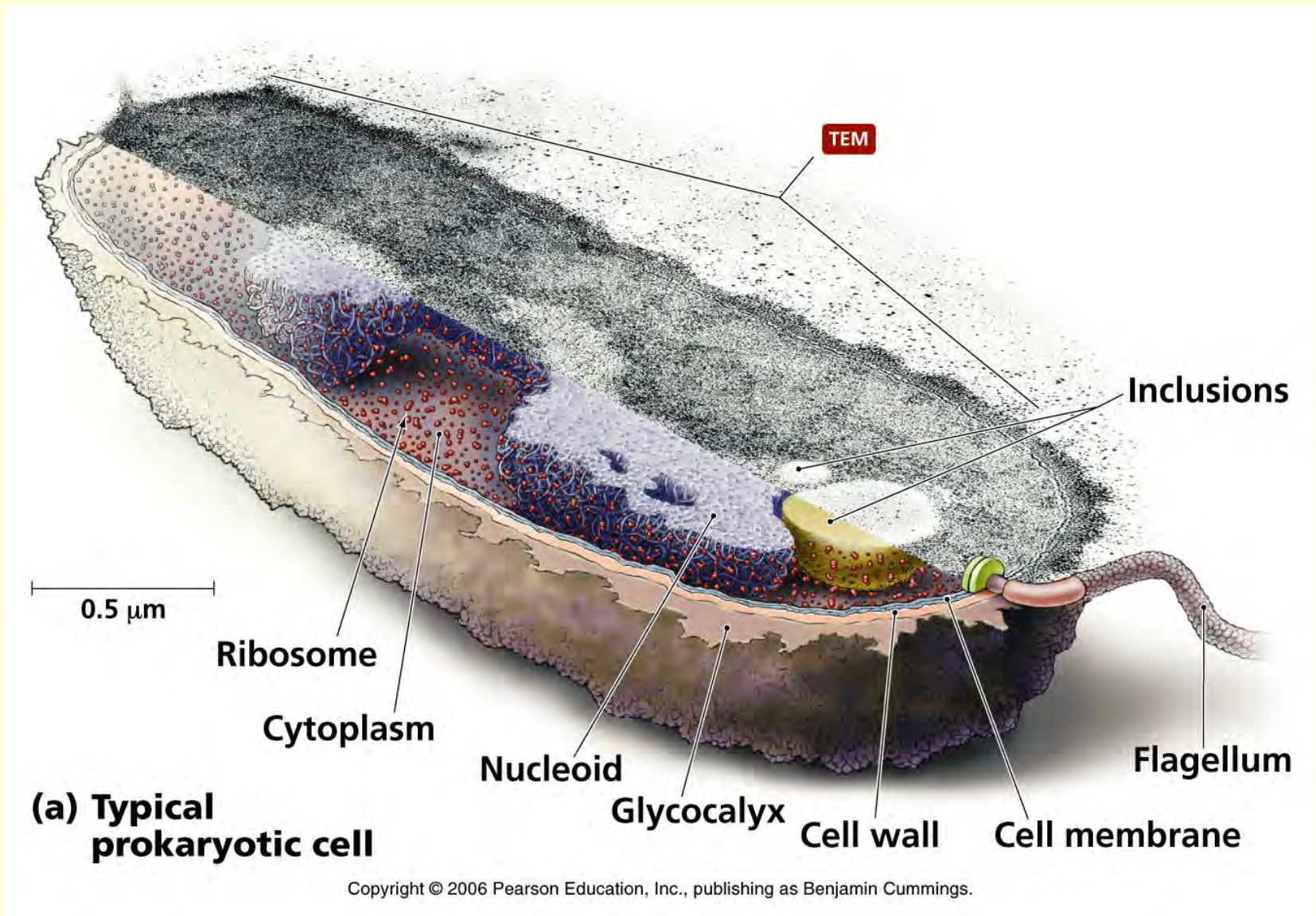
Et s'il est vrai que la biologie se construit à partir de la chimie,

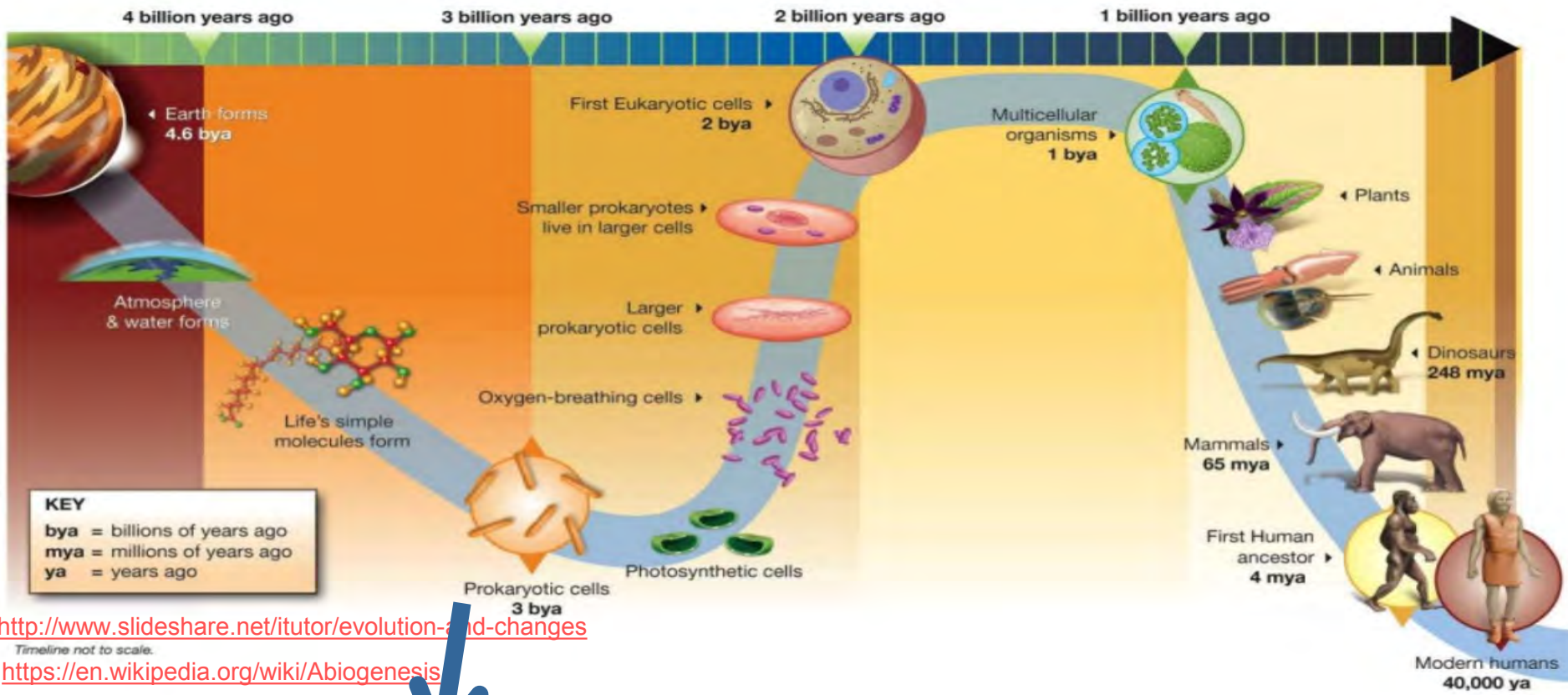
l'émergence du vivant en tant que **propriété** ne peut pas être réduit aux propriétés de ses constituants chimiques.

L'approche **réductionniste** en science où l'on cherche à réduire le tout en ses parties n'est applicable que lorsqu'on parle de **ce qui compose** la structure du vivant.

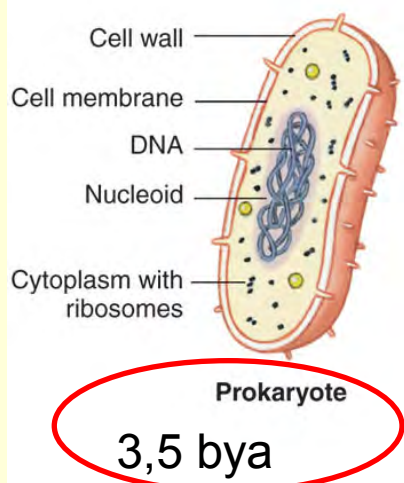
Et non des propriétés (issues de la forme de ses réseaux).

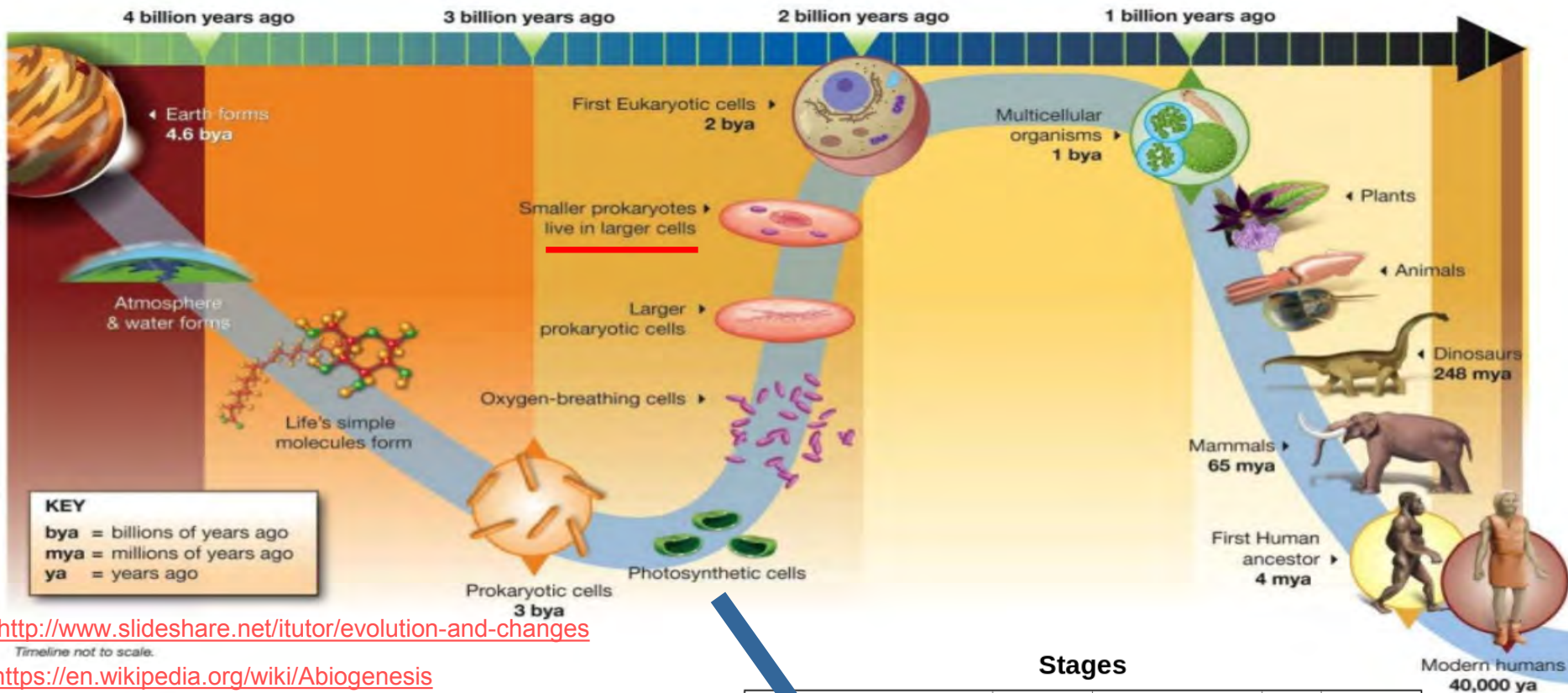
Les premières cellules vivante sont déjà infiniment complexes !





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



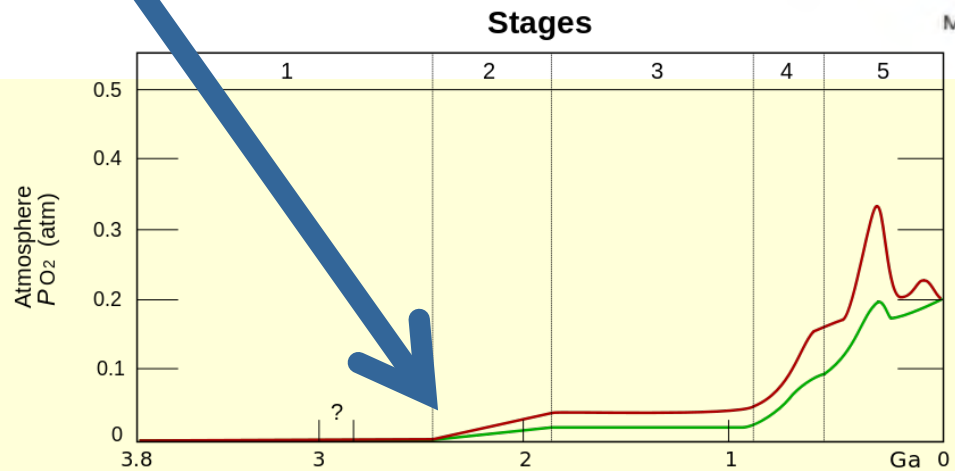


<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>

Timeline not to scale.

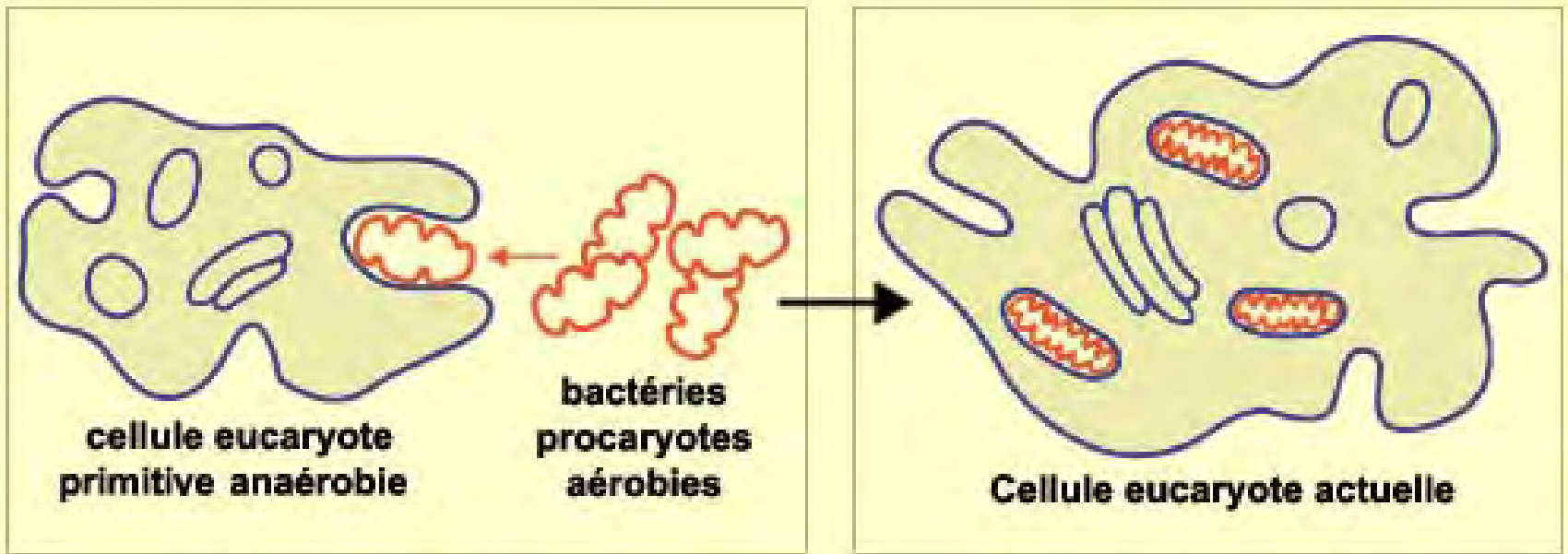
<https://en.wikipedia.org/wiki/Abiogenesis>

Vers -2,4 milliards d'années, grâce aux cyanobactéries photosynthétiques anaérobies, l'oxygène va commencer à se répandre dans l'océan et dans l'atmosphère.

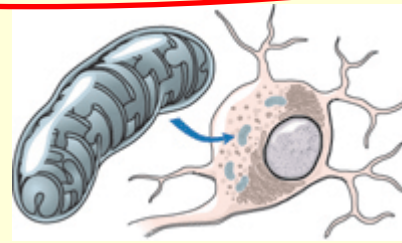


Évolution de la concentration en dioxygène de l'atmosphère terrestre. Limites haute en rouge et basse en vert¹.

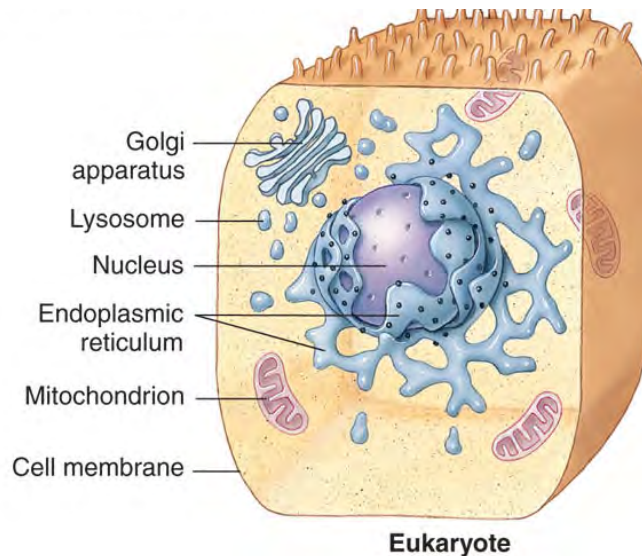
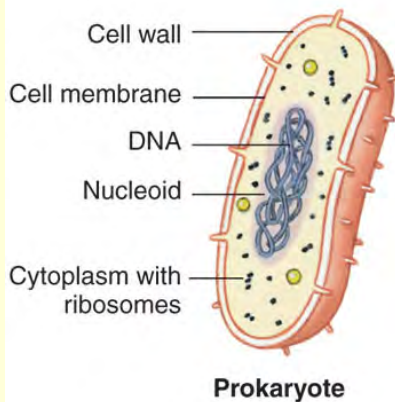
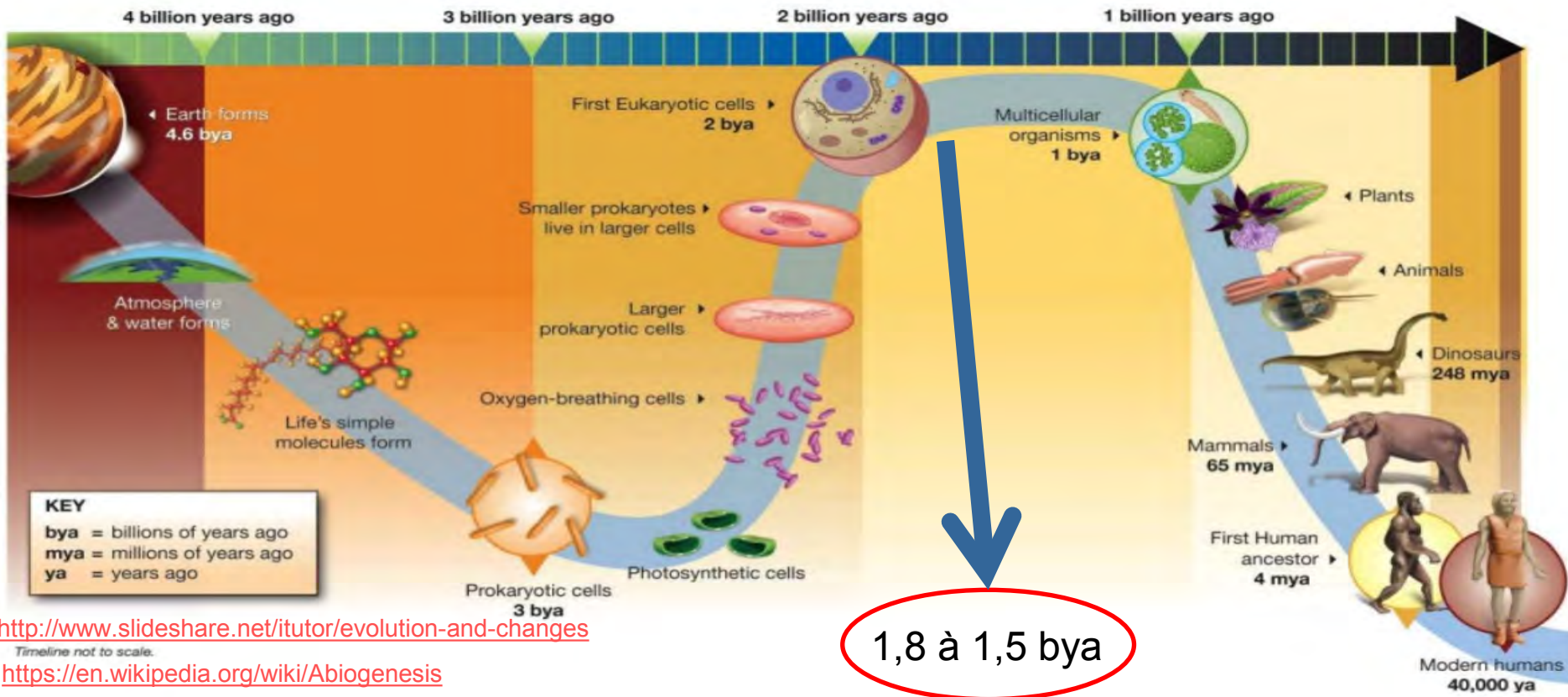
Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Grande_Oxydation



« 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 ! »



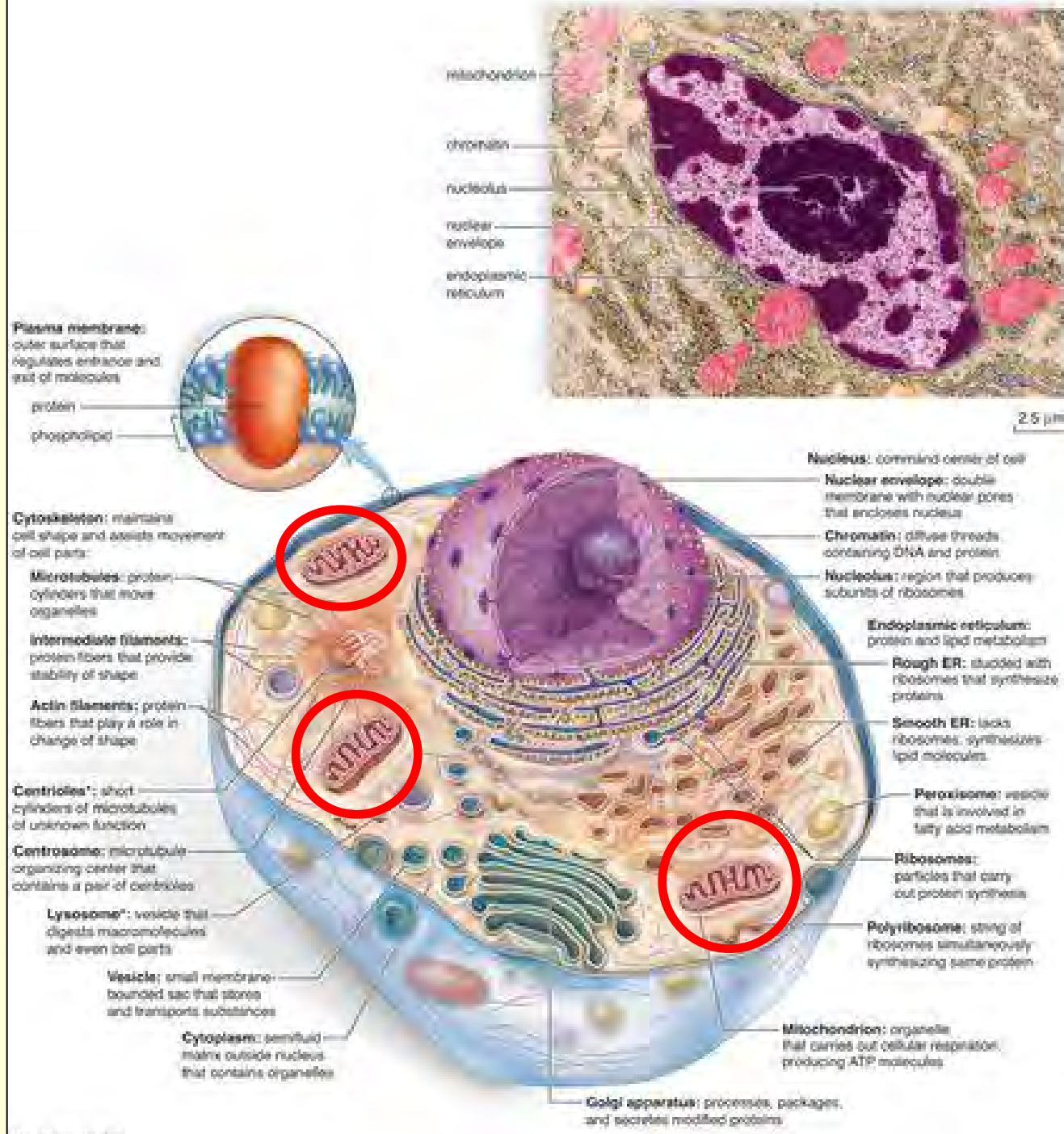
Car encore aujourd'hui, chaque cellule de votre cerveau possède des mitochondries.



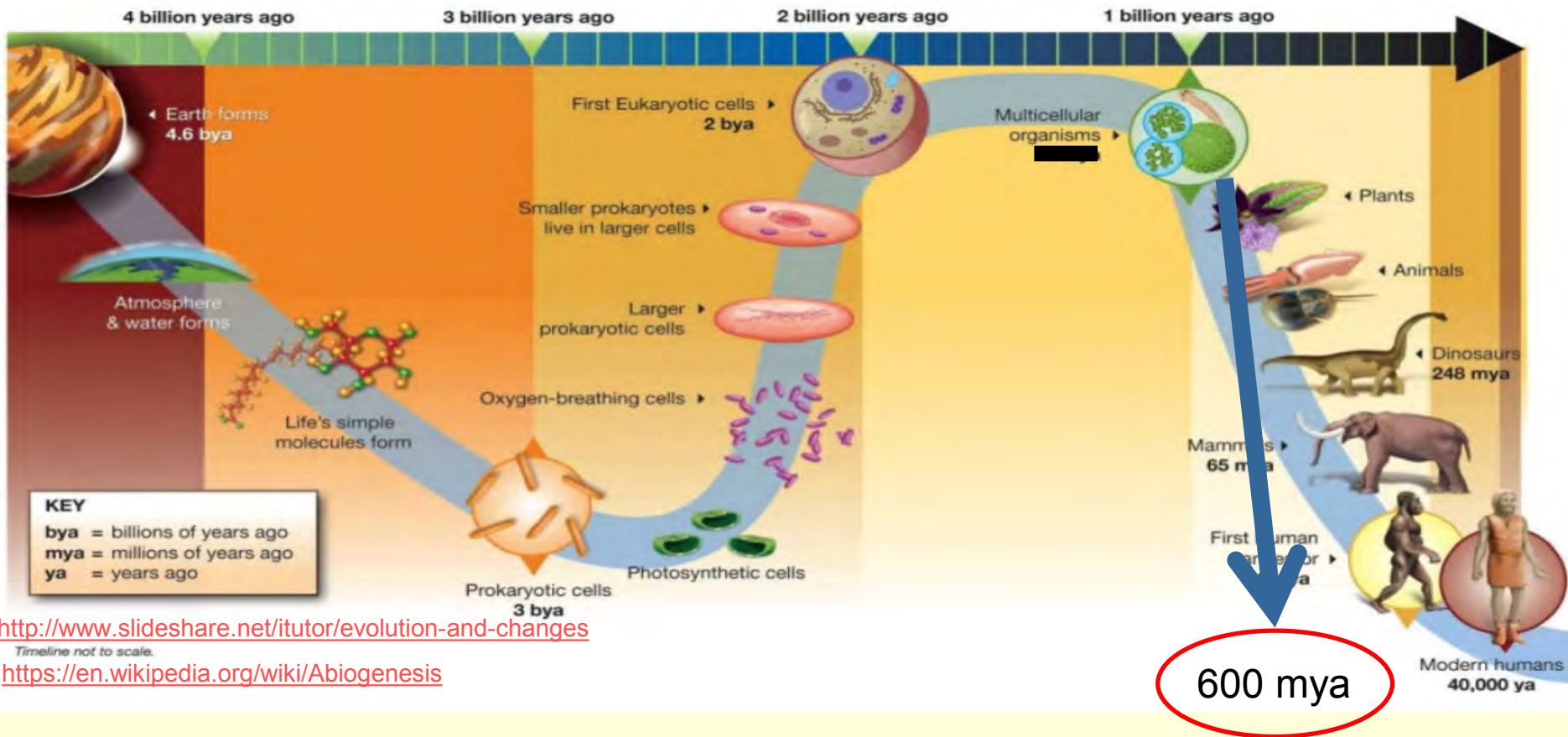
Les réseaux complexes se « compartimentalisent »

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

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



Note: in plant cells



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

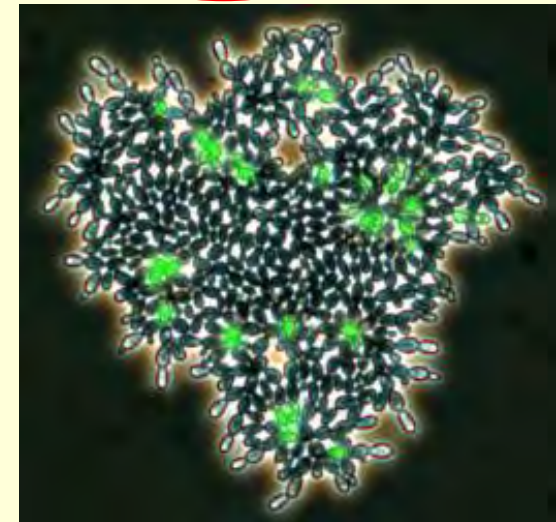
Timeline not to scale.

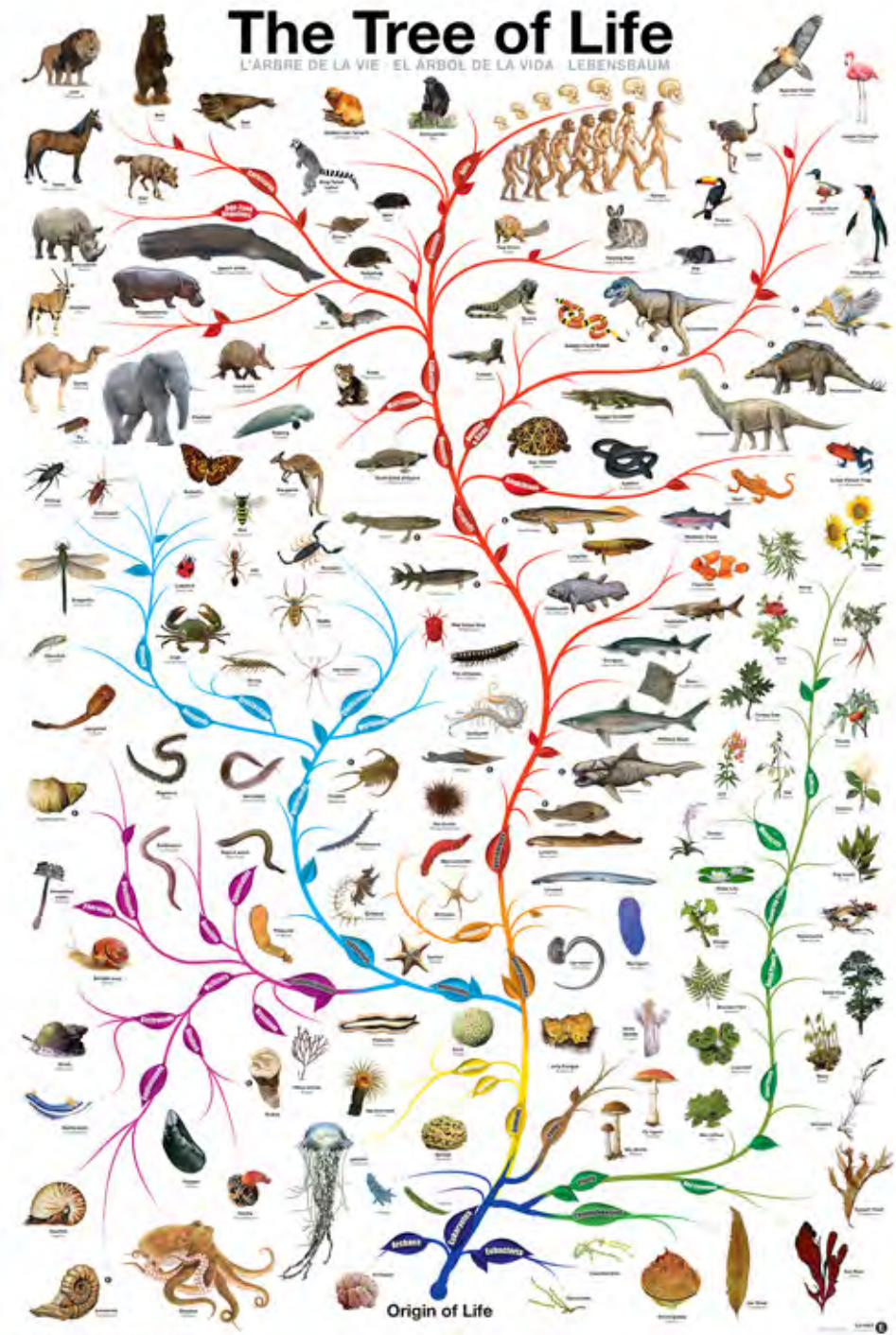
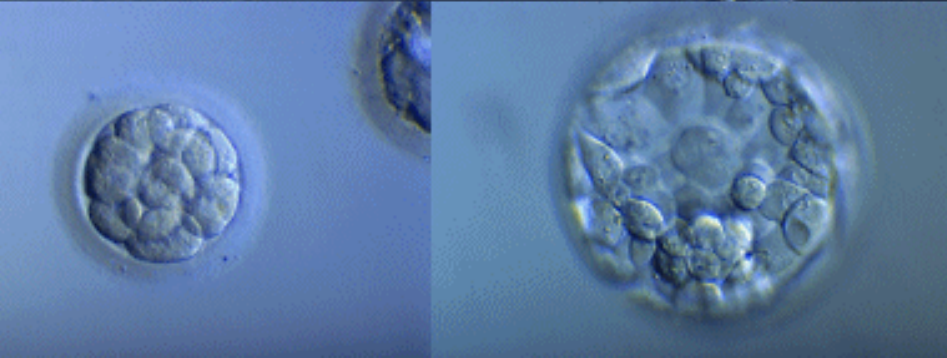
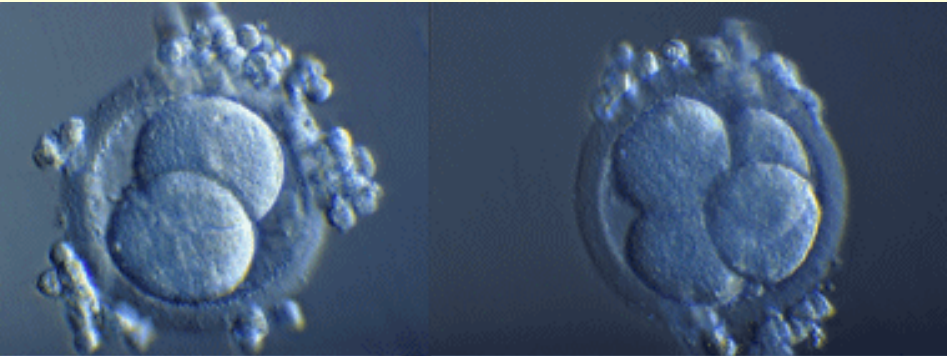
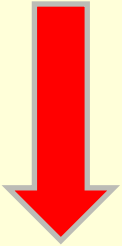
<https://en.wikipedia.org/wiki/Abiogenesis>

L'émergence de la vie **multicellulaire** est attestée dans des roches datées de 2,1 milliards d'années, mais cette forme de vie disparaît par la suite lors de la « catastrophe de l'oxygène » (avec grande glaciation...).

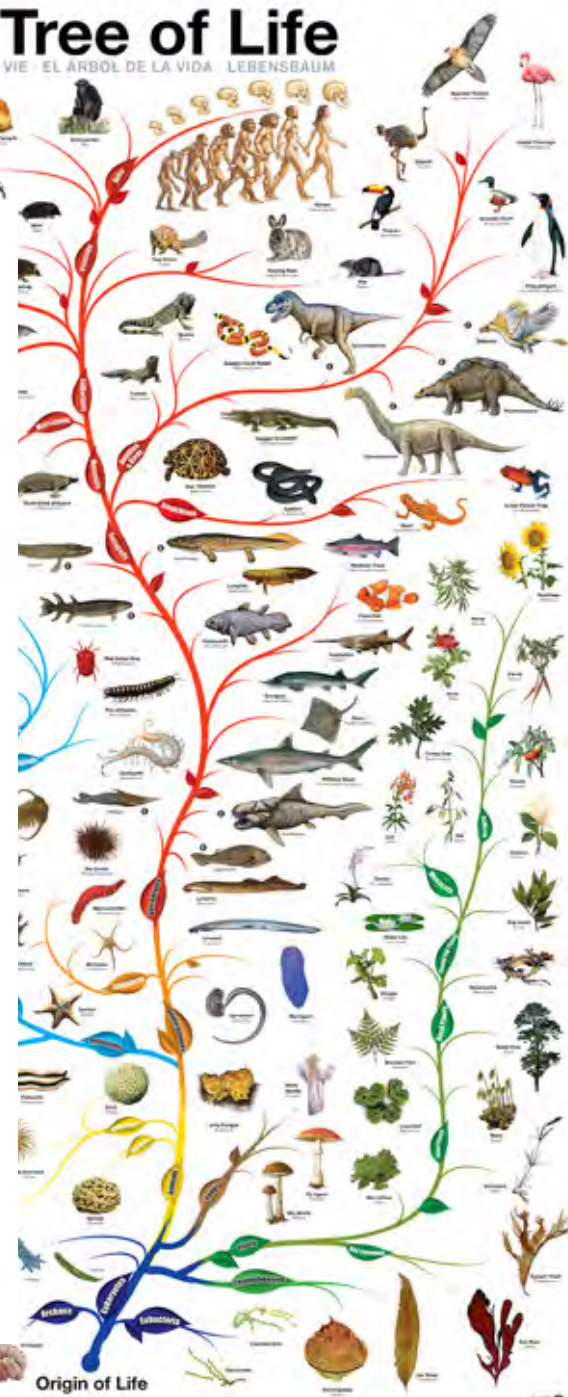
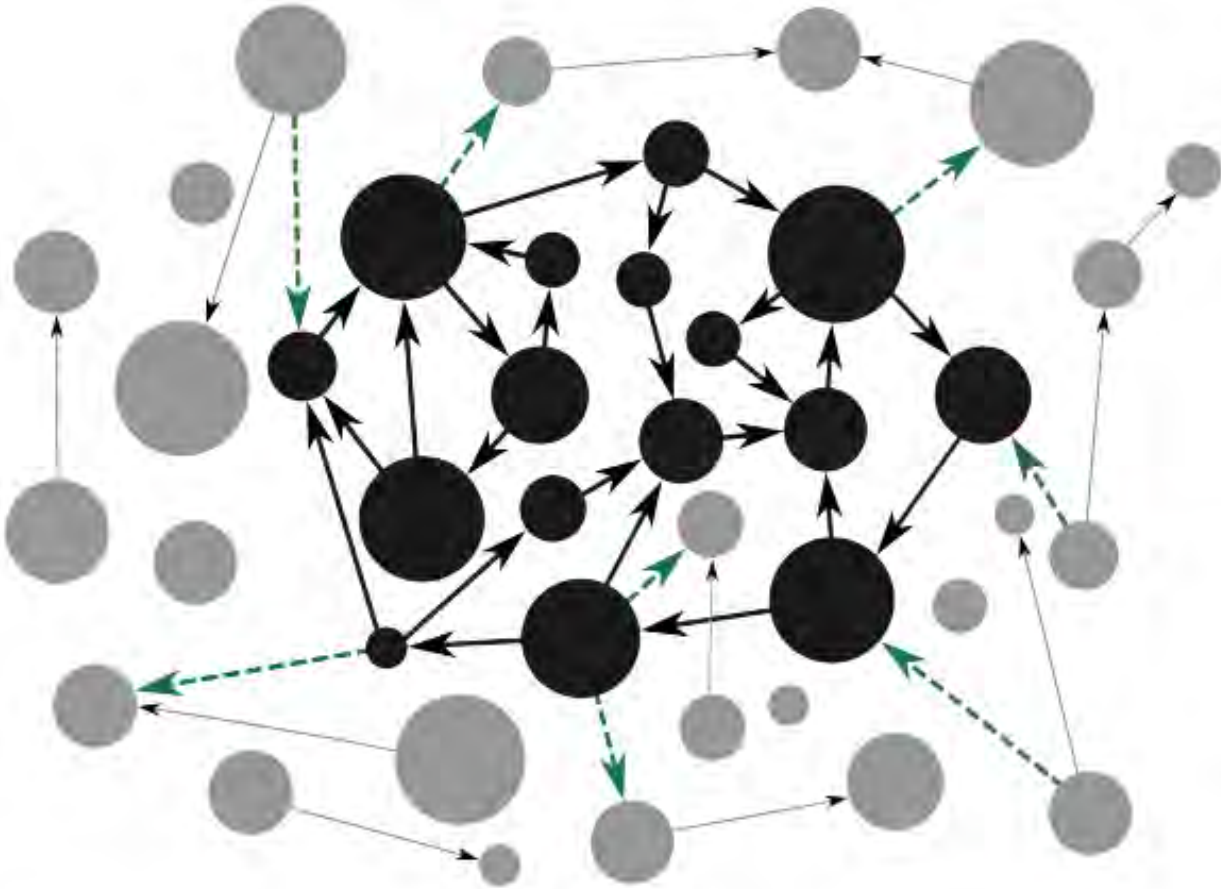
Elle réapparaît véritablement il y a un peu plus de 600 millions d'années.

Concept / Cadre théorique :



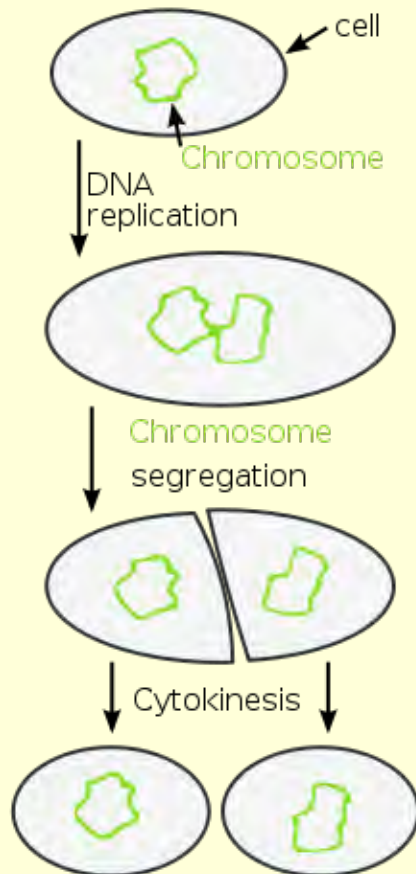


En noir : une cellule un organisme

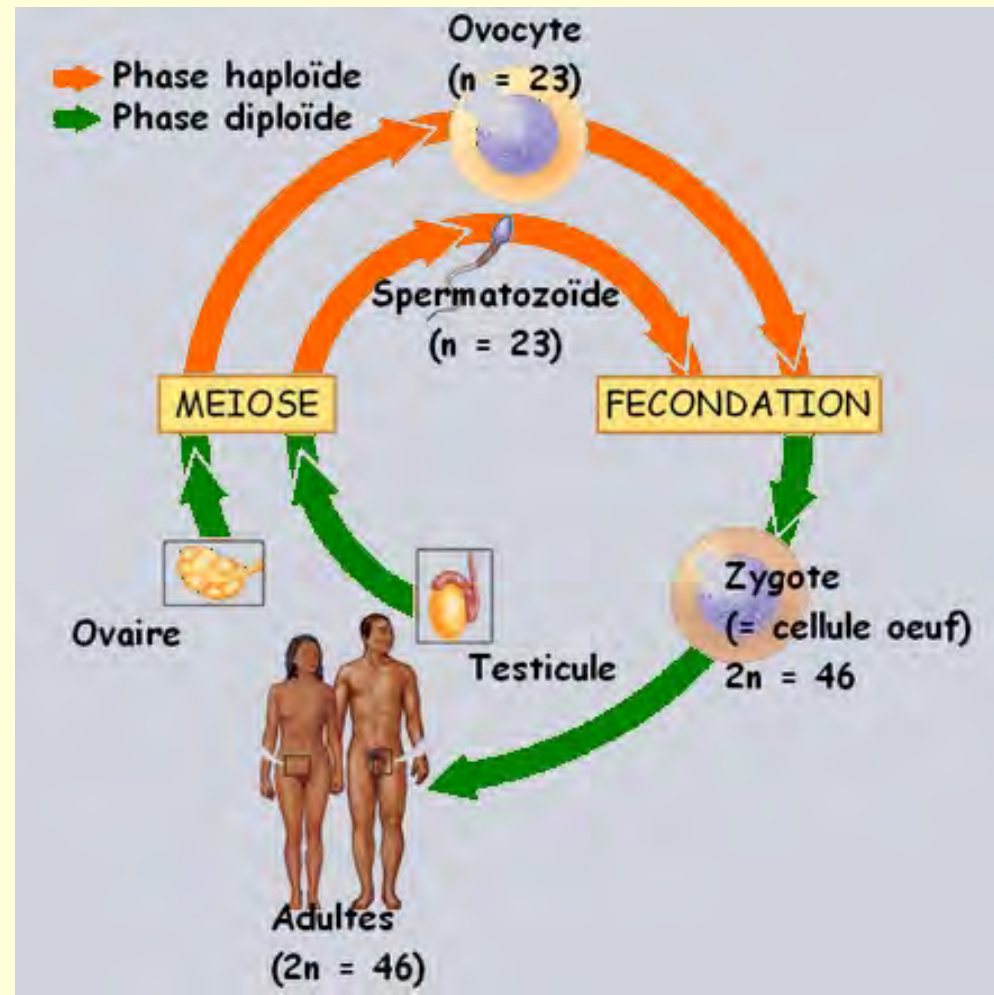


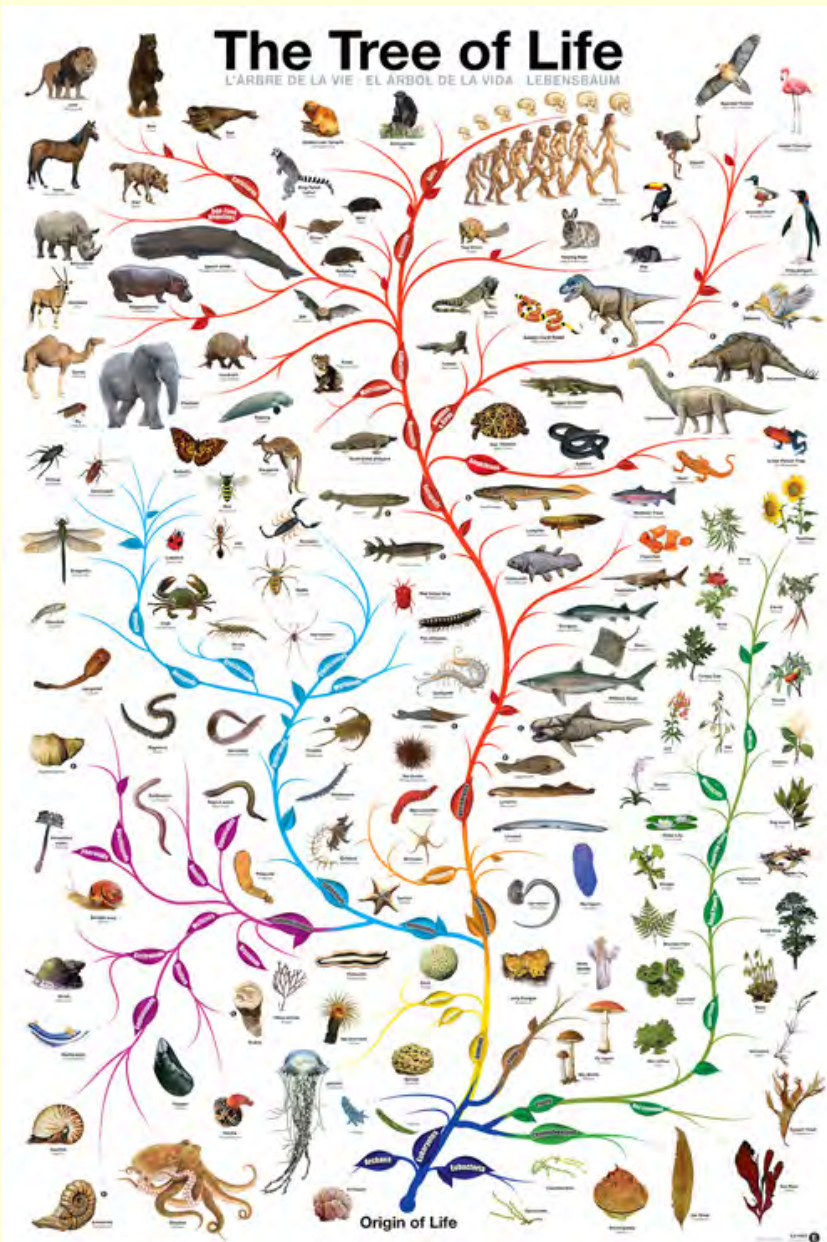
Autre étape importante : apparition de la **reproduction sexuée**, vraisemblablement avec les premiers eucaryotes.

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

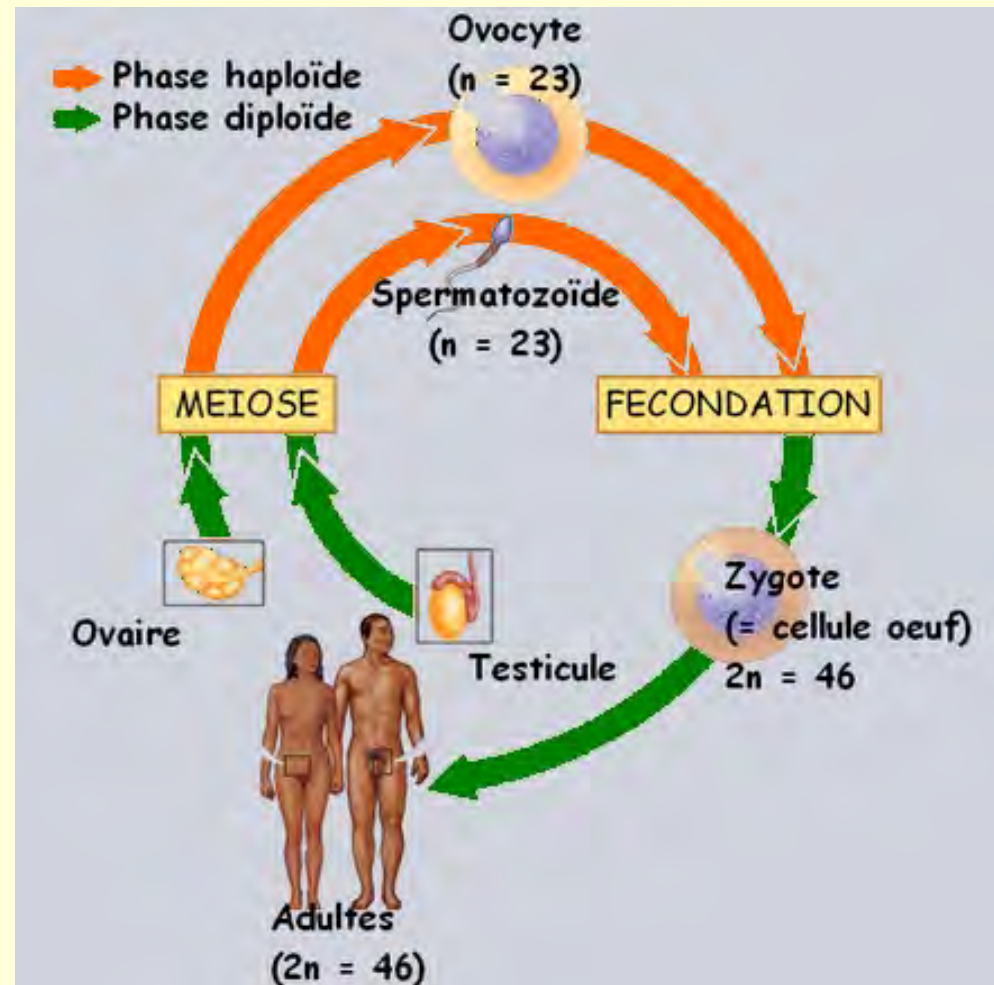


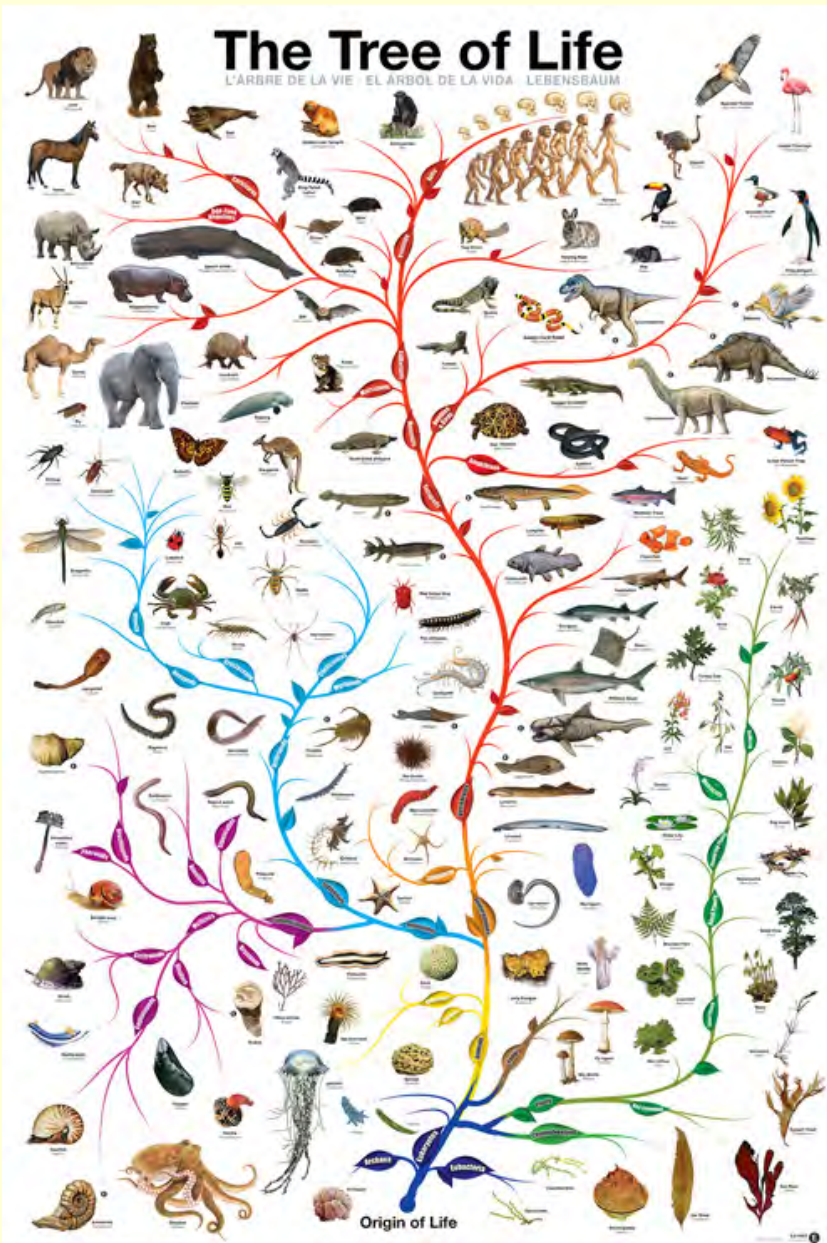
La sexualité : **deux** « parent » se mettent ensemble pour faire **un** individu toujours **différent** grâce au **brassage** du patrimoine génétique (crée beaucoup plus de **diversité**)





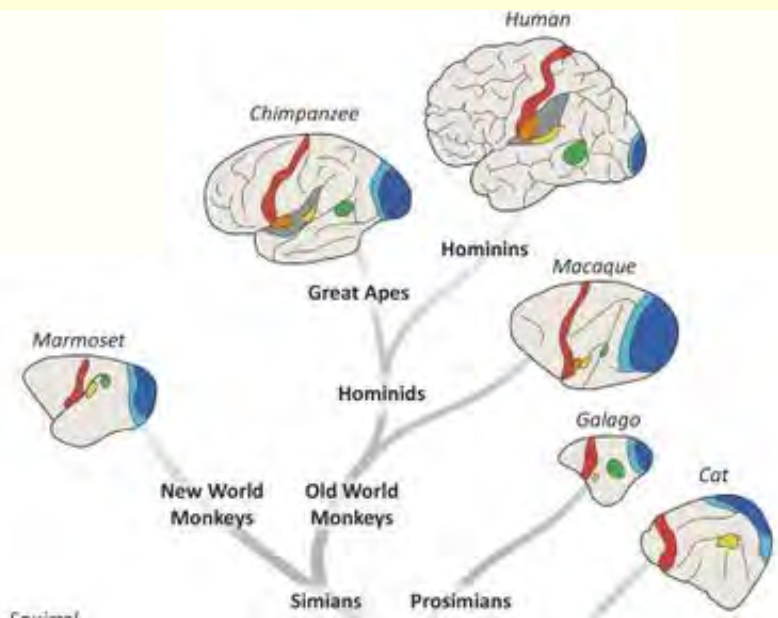
La sexualité : **deux** « parent » se mettent ensemble pour faire **un** individu toujours **différent** grâce au **brassage** du patrimoine génétique (crée beaucoup plus de **diversité**)





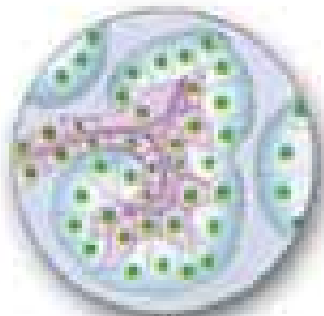
« Pas de sexualité, peu de diversité.
 Peu de diversité, peu d'évolution
 biologique. »

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

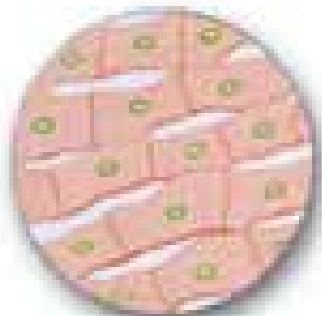


Concept / Cadre théorique :

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



cellule
pancréatique



cellule
cardiaque



cellule
sanguine



cellule
pulmonaire



ovule



cellule
osseuse



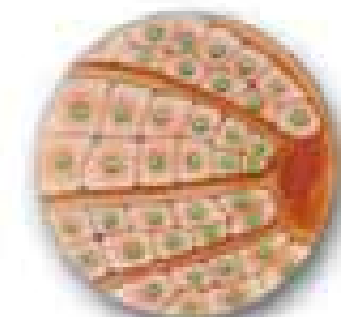
cellule
de la rate



cellule
musculaire

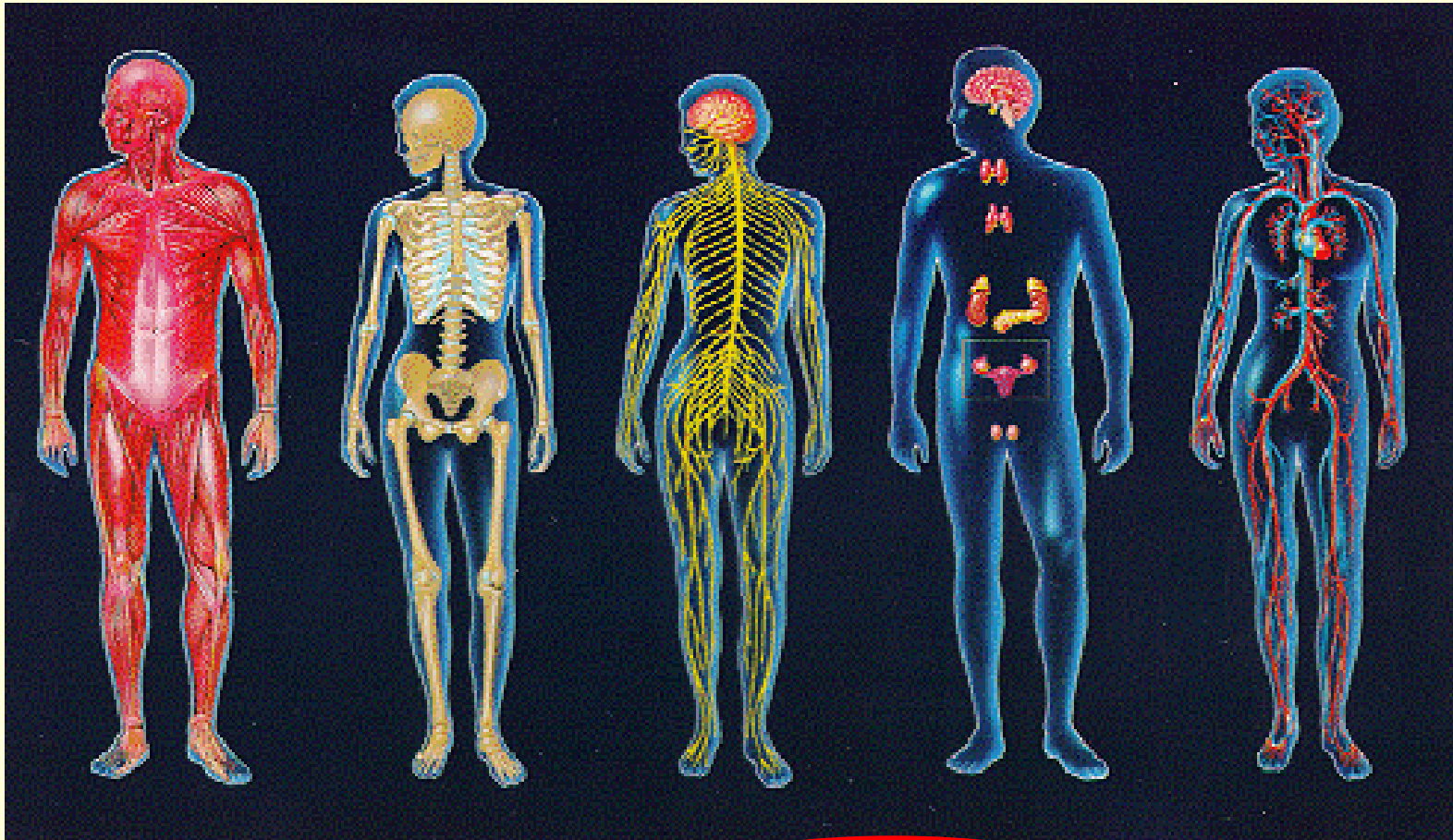


cellule
du cerveau



cellule
du foie

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

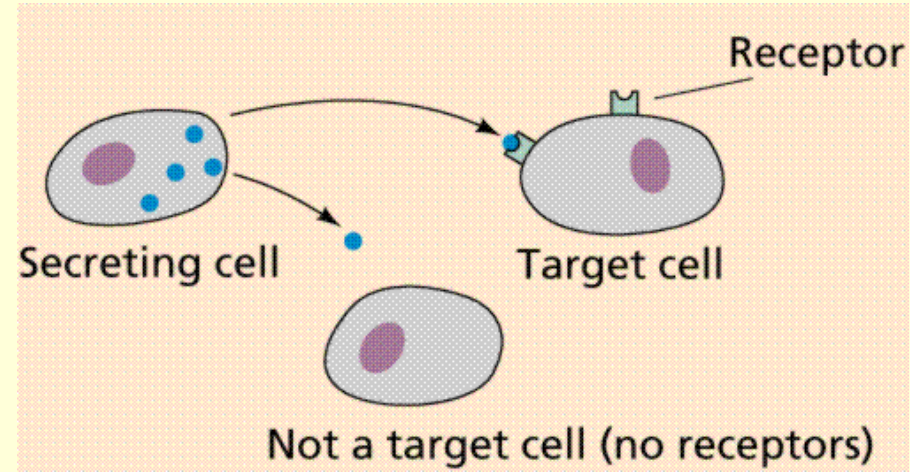
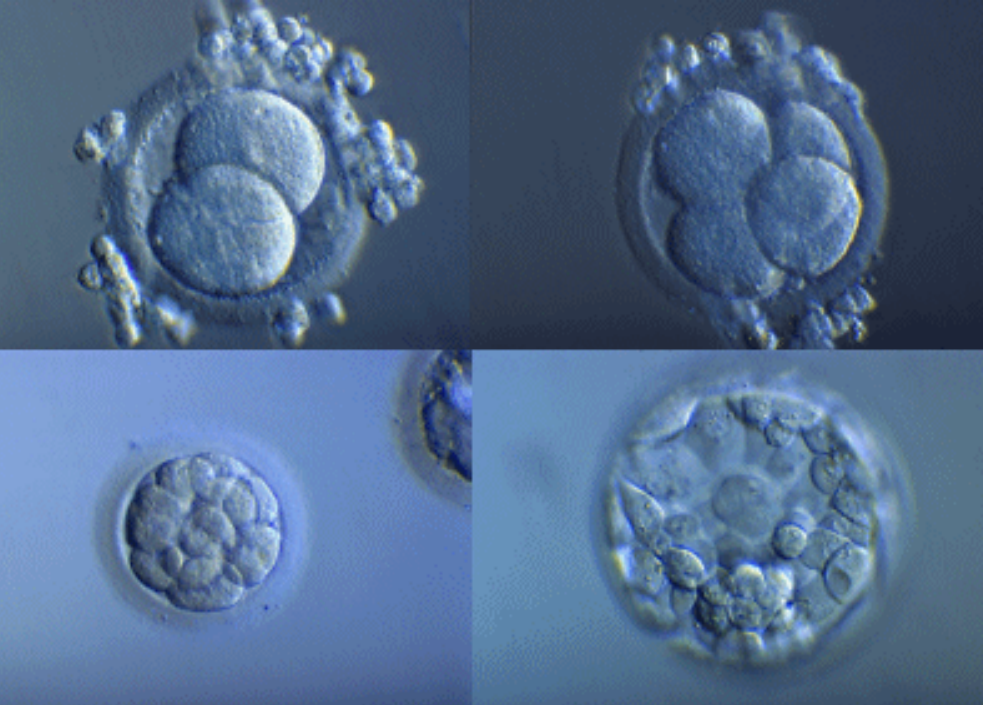


Musculo-squelettique

Nerveux

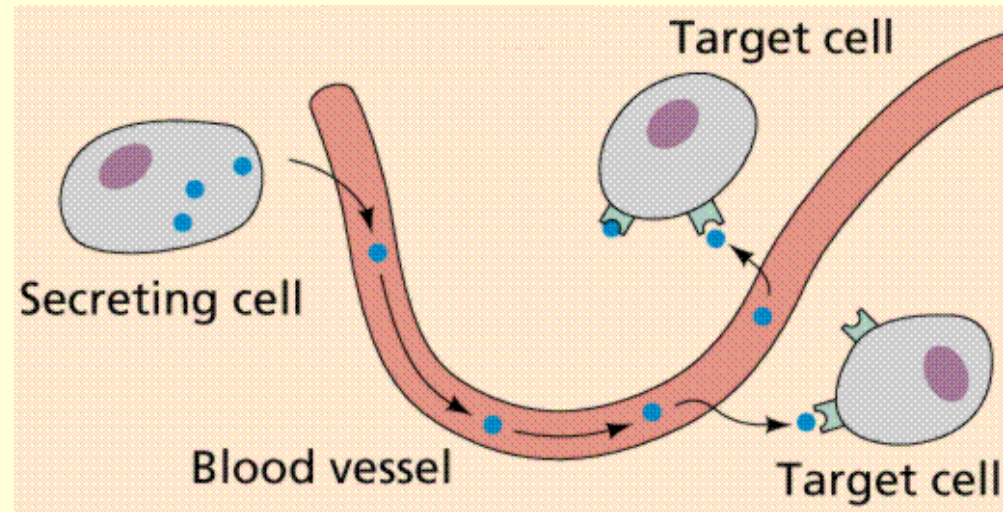
Endocrinien

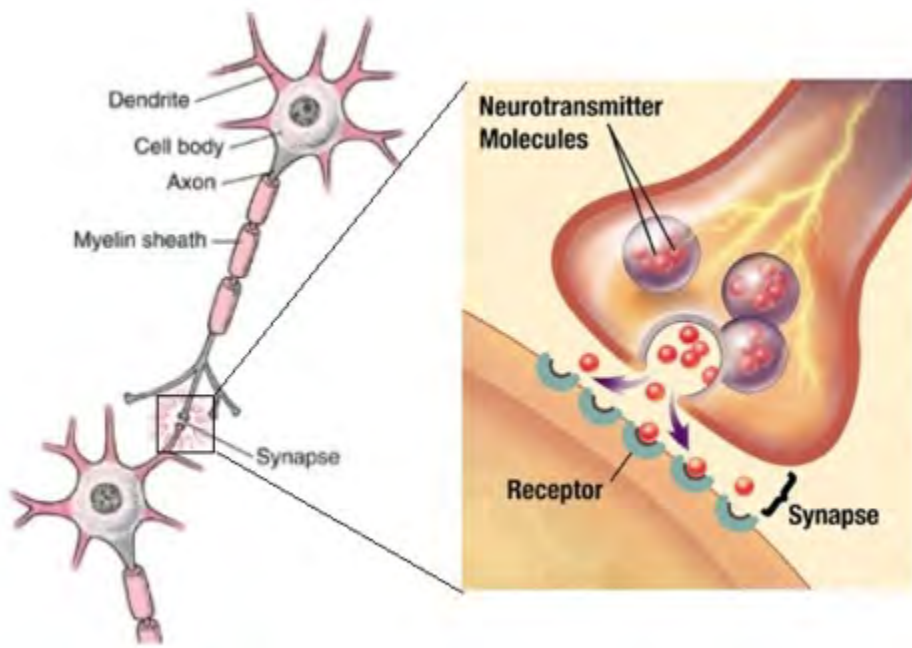
Circulatoire



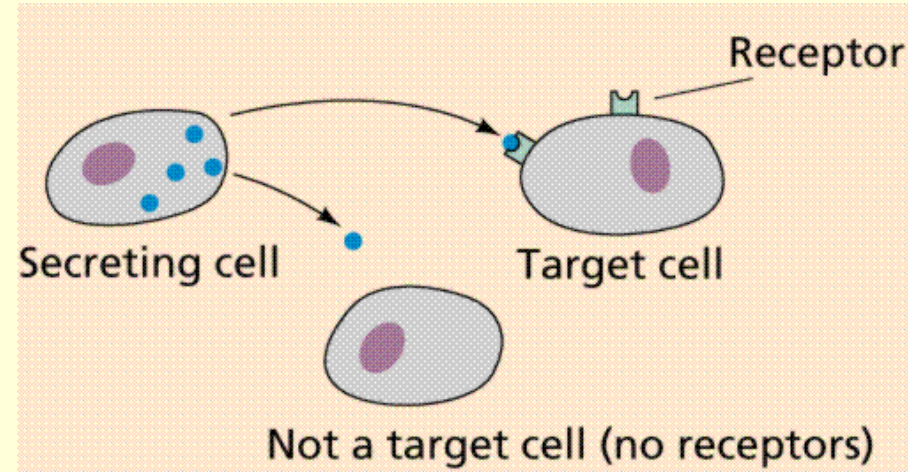
Hormones !

(système endocrinien)

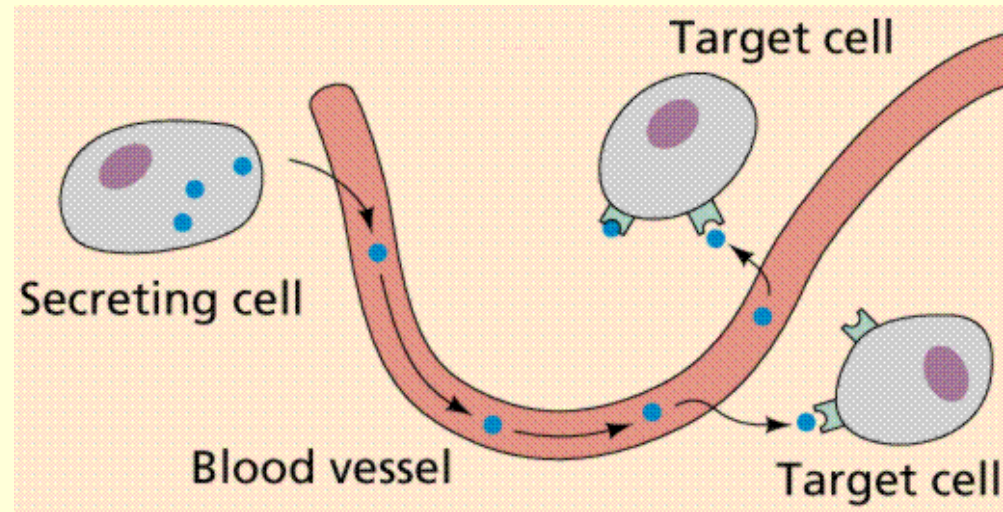




...mais aussi neurotransmetteurs et récepteur des neurones du **système nerveux !**

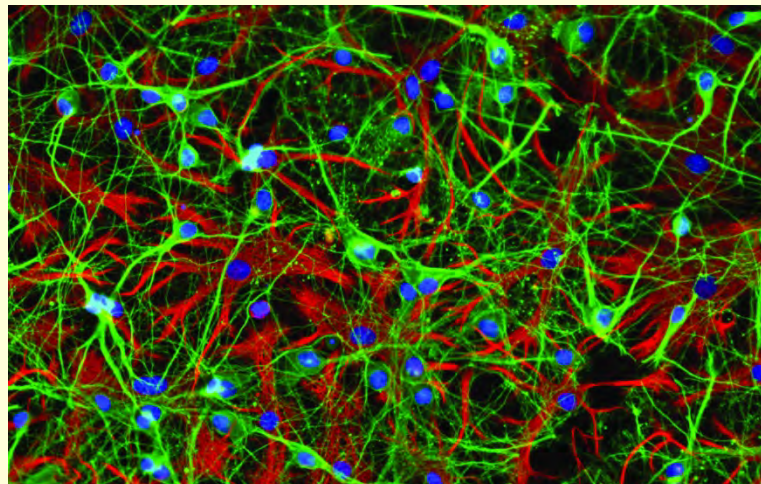


Hormones !
(système endocrinien)



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

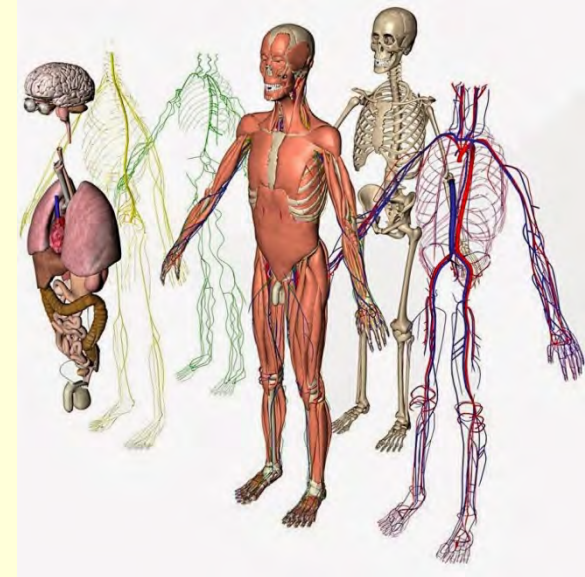
Car encore aujourd'hui,
toute la puissance computationnelle de
notre cerveau vient du travail coordonné
de ses milliards de cellules.



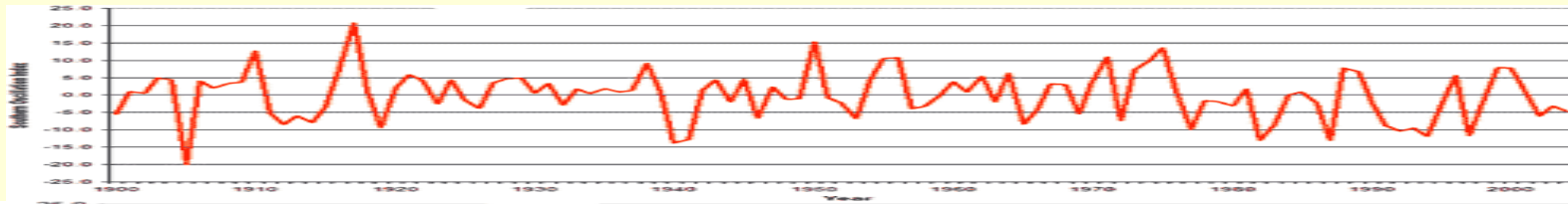
Nos besoins fondamentaux subissent des fluctuations qui oscillent autour d'une valeur optimale vers laquelle les différents systèmes de l'organisme vont tendre à les ramener.

Autrement dit :

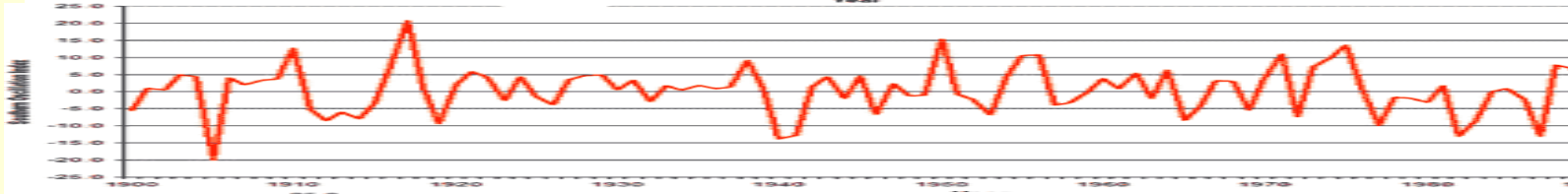
l'autopoïèse du niveau cellulaire va devenir
l'homéostasie au niveau de l'organisme multicellulaire !



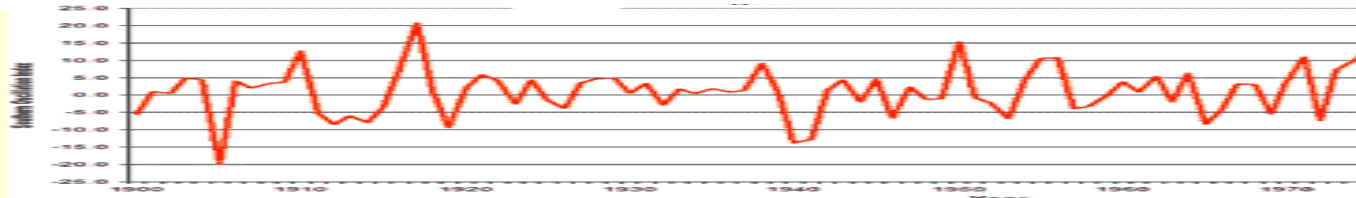
FAIM



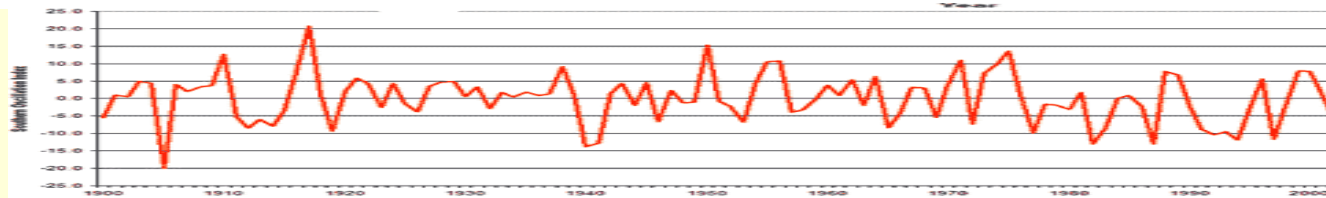
SOIF



TEMPÉRATURE



REPRODUCTION



Concept / Cadre théorique :

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

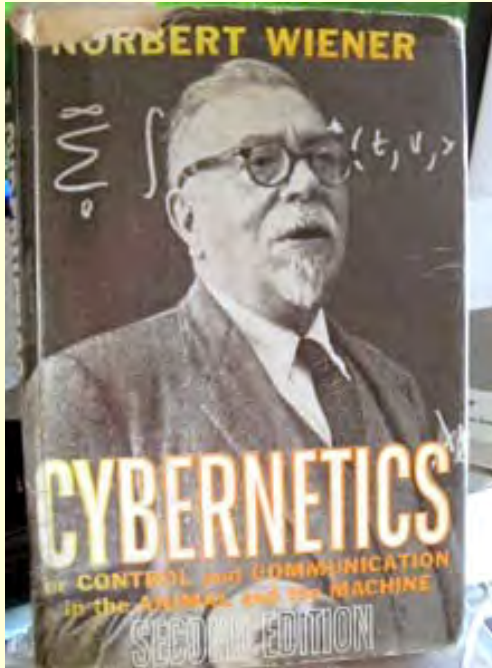
"Tous les mécanismes vitaux, quelques variés qu'ils soient, n'ont toujours qu'un but, celui de maintenir l'unité des conditions de la vie dans le milieu intérieur"

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

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

- Karl Friston (2010)

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

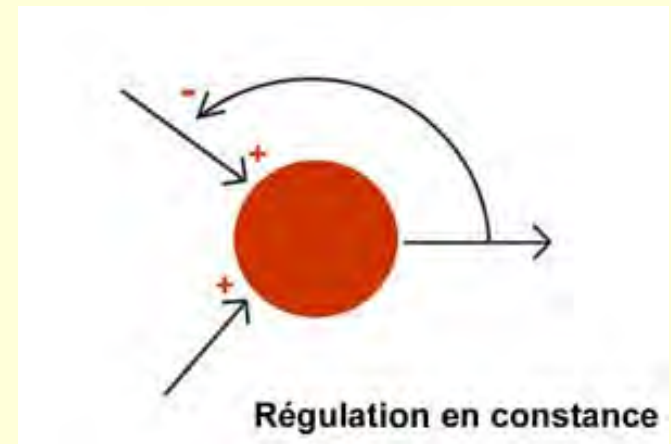


- concept étendu par **Norbert WIENER** (1894-1964) et William Ross ASHBY pour donner la **cybernétique**

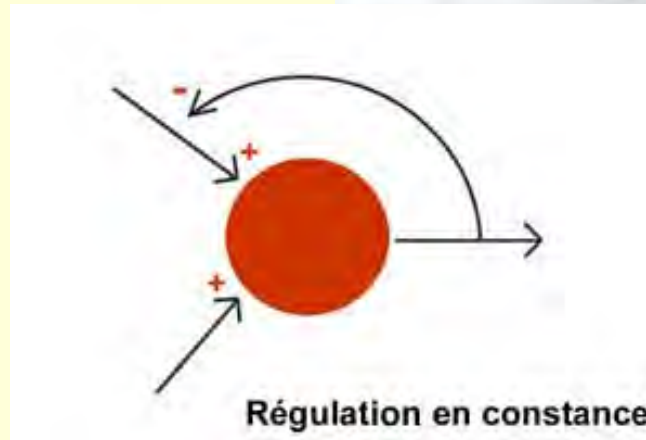
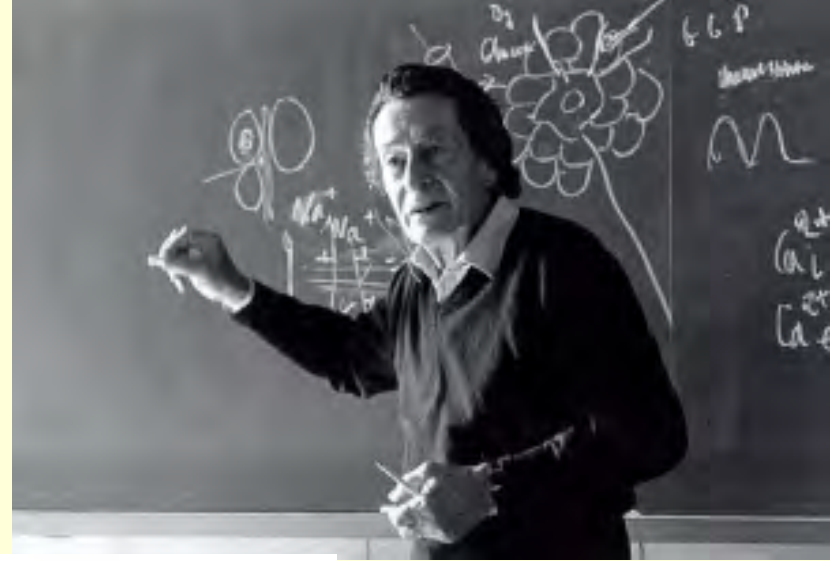
Concept / Cadre théorique :

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

[feedback, closed loop, control mechanism]

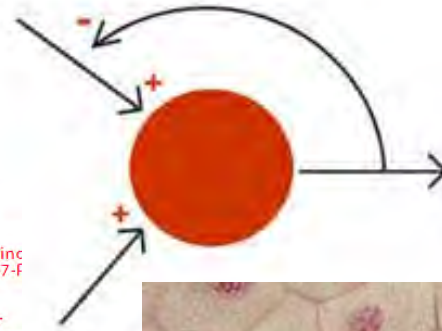
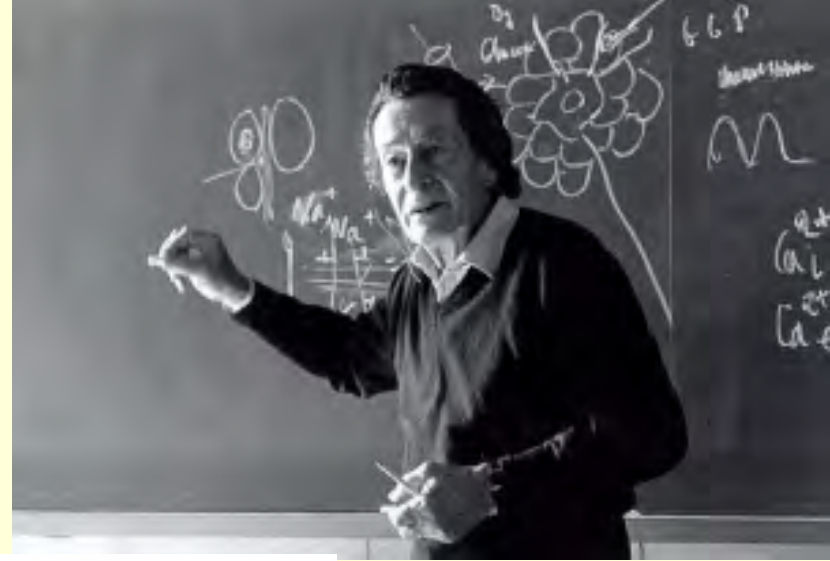


Des gens comme Hans Selye ou Henri Laborit vont être inspiré par cette notion de rétroaction pour la compréhension du vivant.

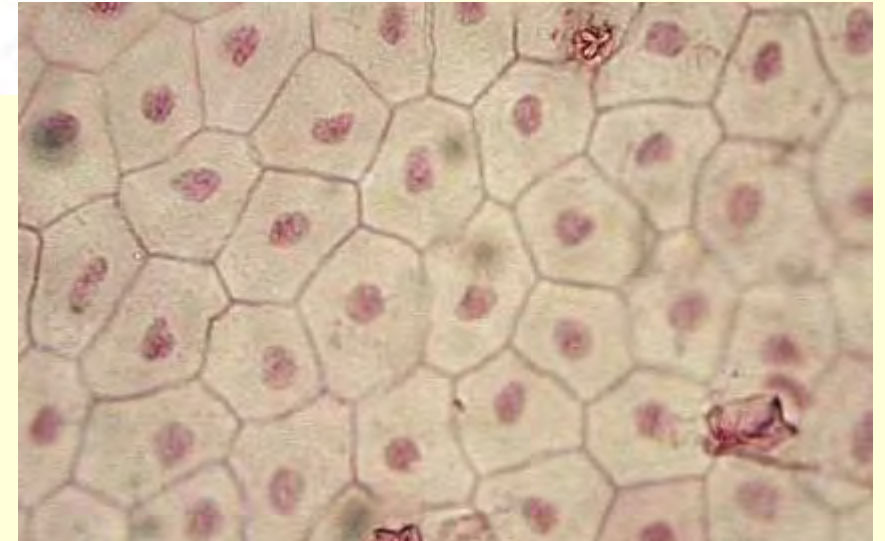
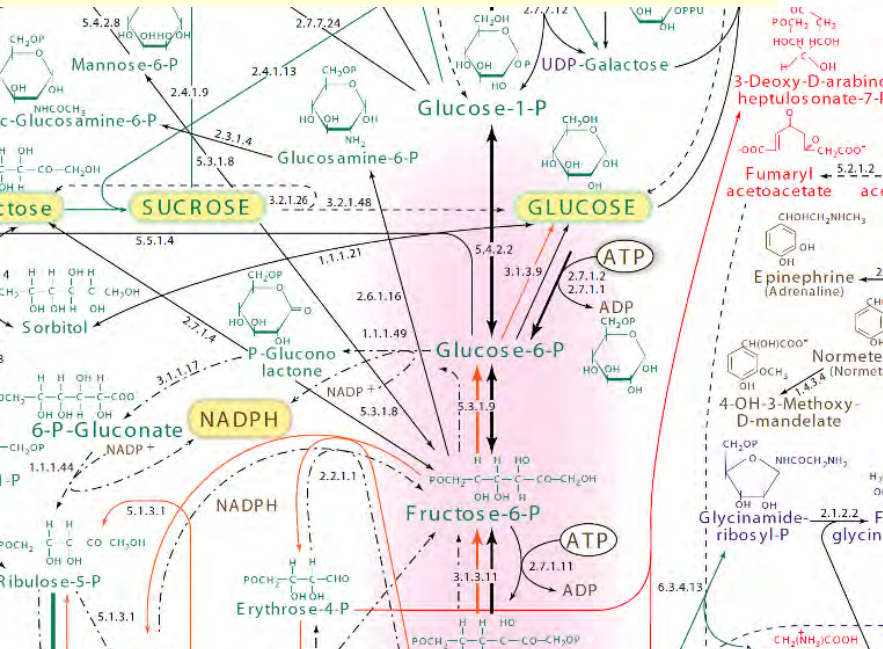


Des gens comme Hans Selye ou Henri Laborit vont être inspiré par cette notion de rétroaction pour la compréhension du vivant.

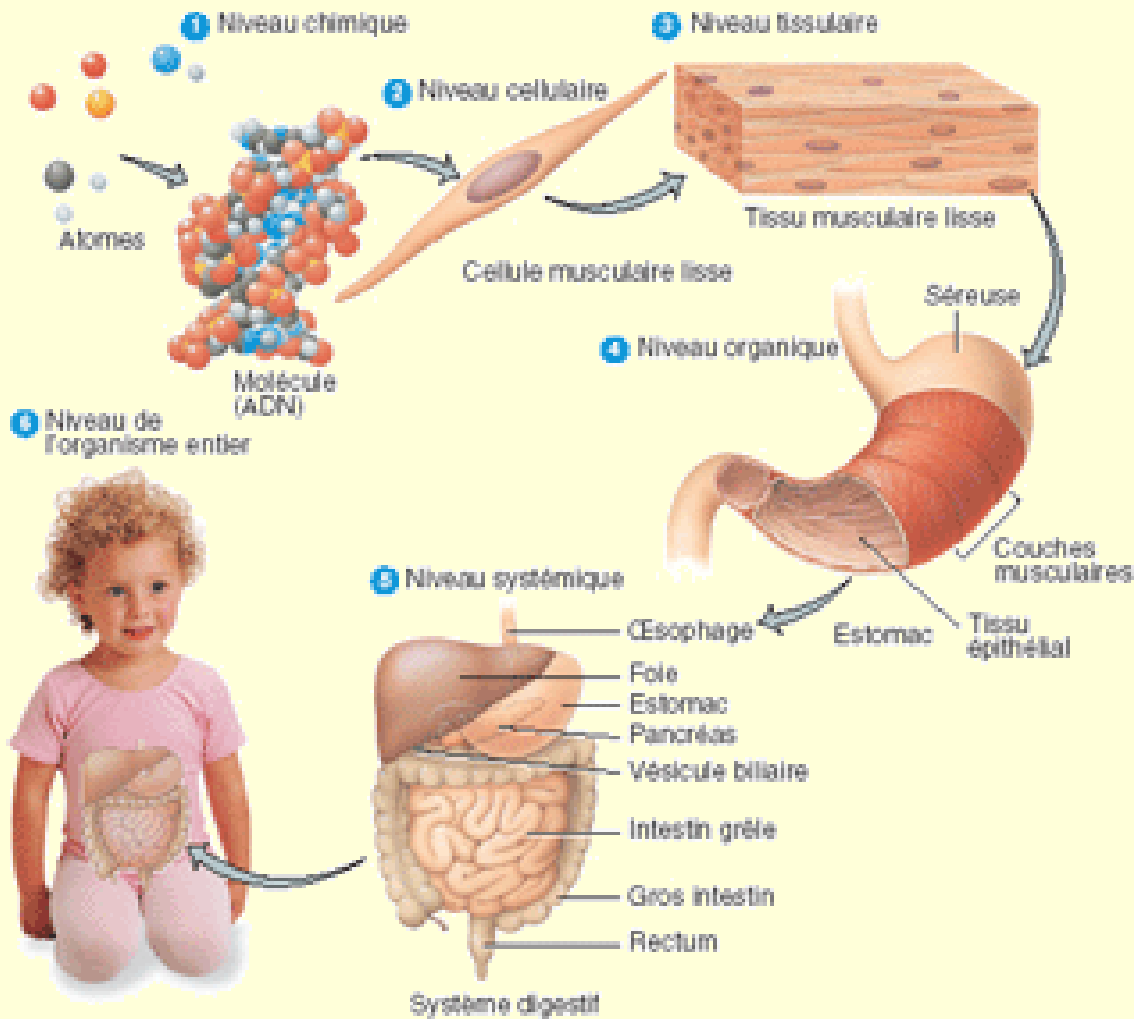
Ils trouvent des systèmes régulés par boucle de rétroaction tant dans les voies métaboliques...



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



Organisation structurale du corps humain (Figure 1.1)

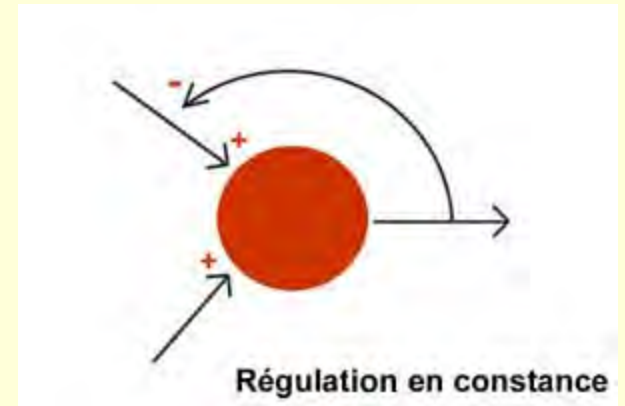
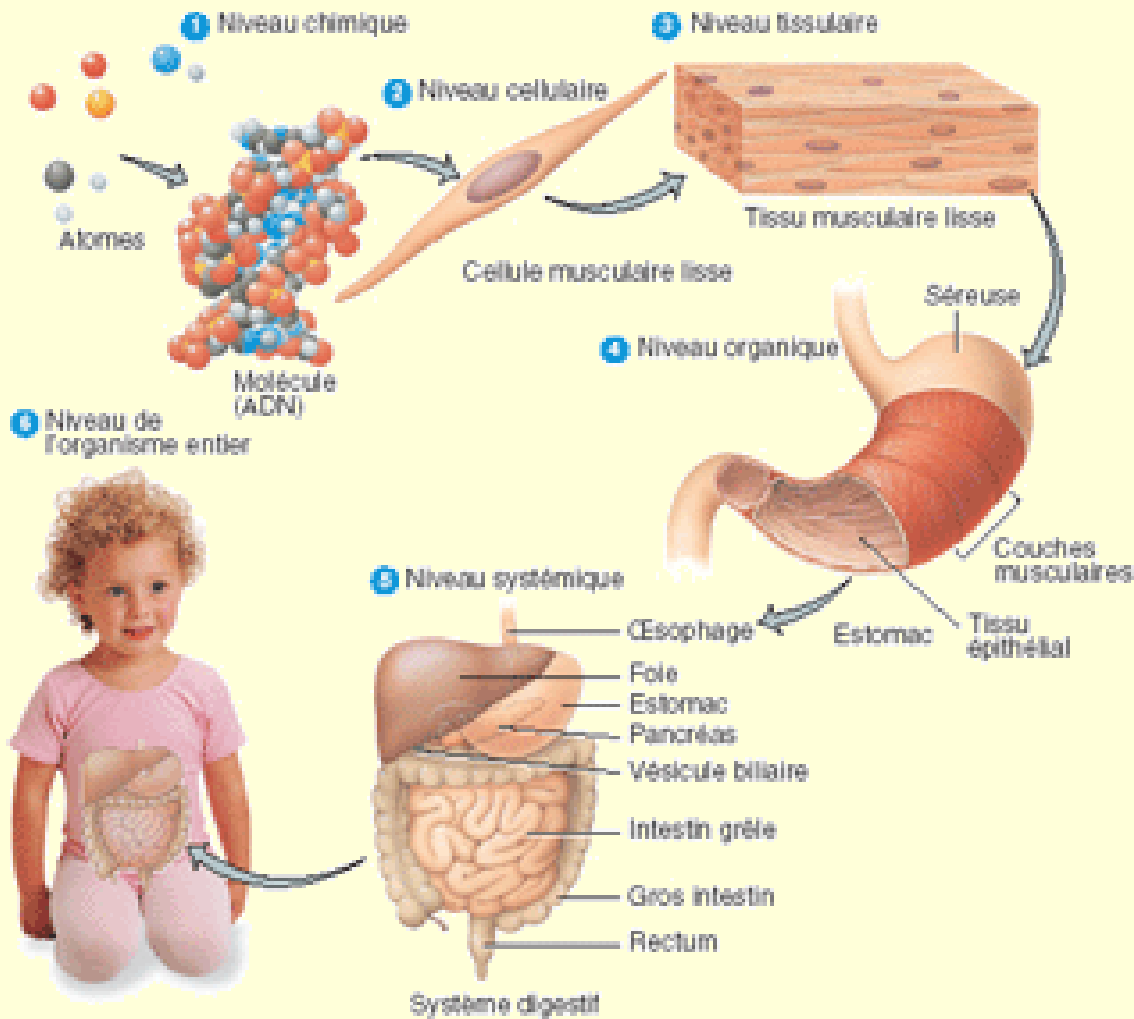


Car dans un organisme, chacun de ces « **niveaux d'organisation** » doit collaborer pour maintenir l'homéostasie de l'ensemble.

Comment ?

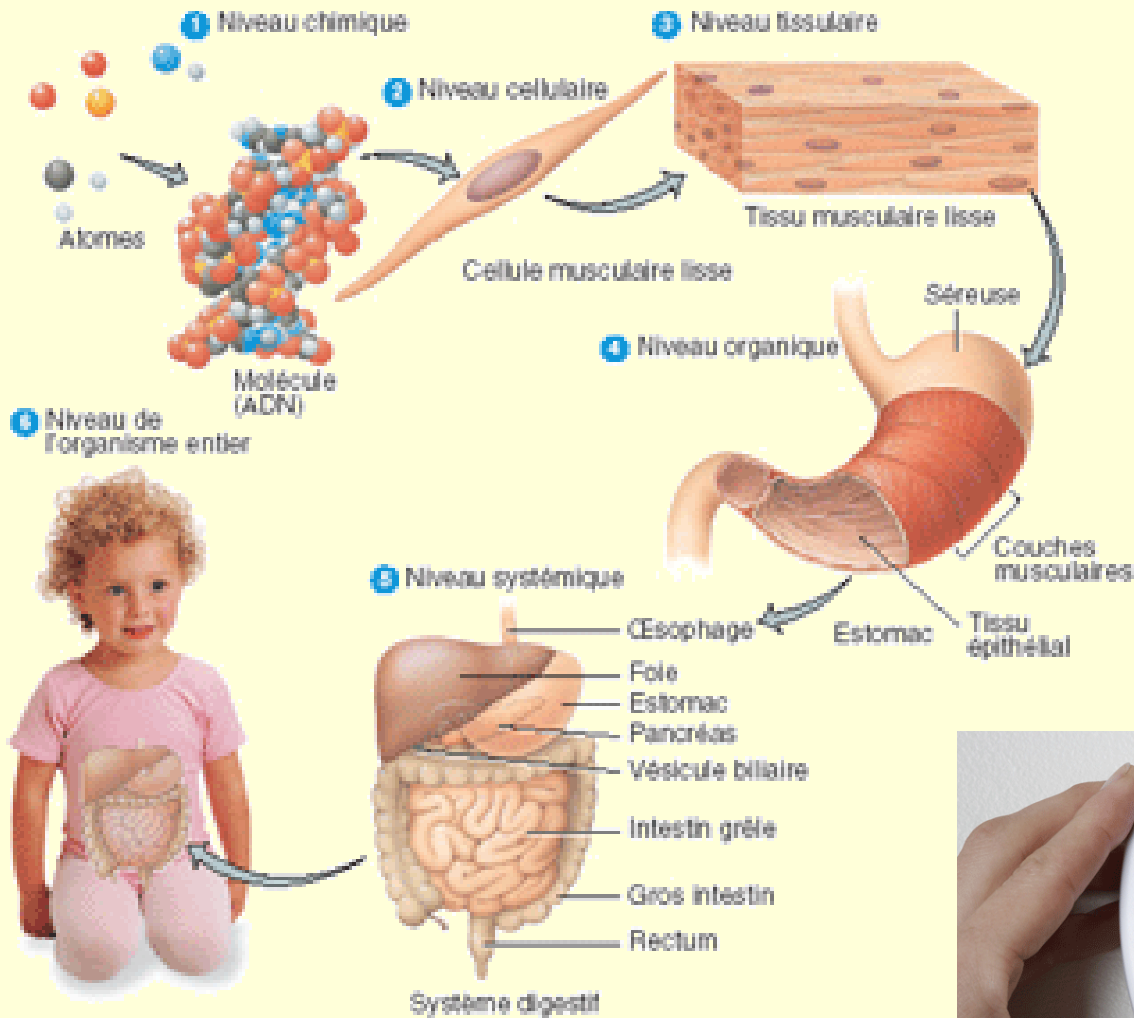
Par régulation de chaque niveau...

organisation structurale du corps humain (Figure 1.1)

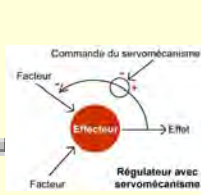


...et ajustement constant à la demande du niveau supérieur.

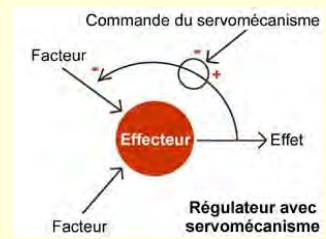
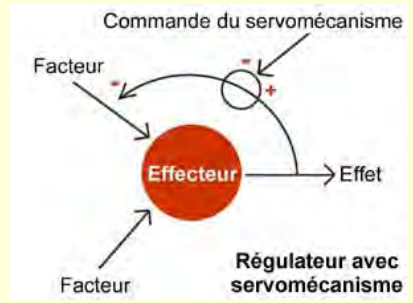
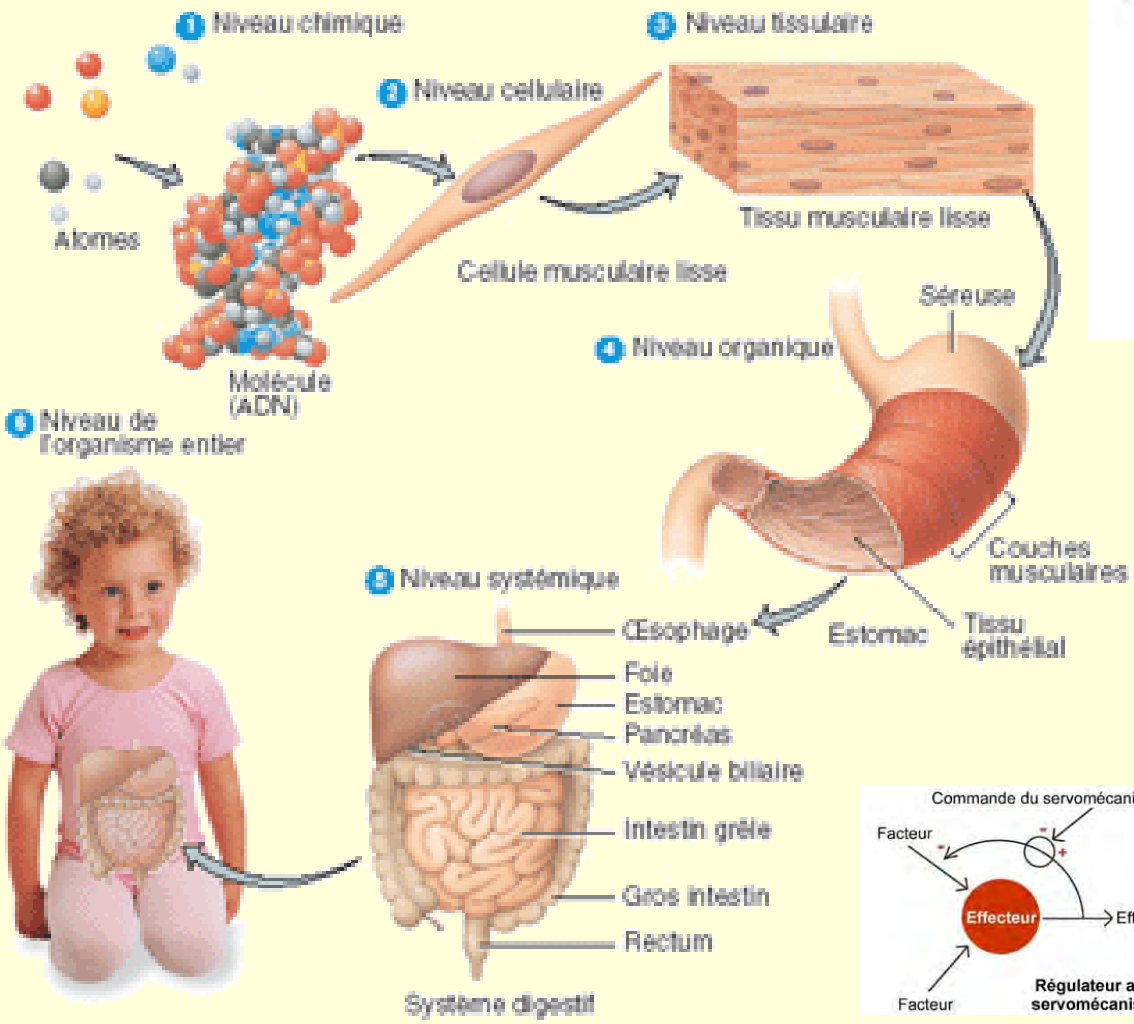
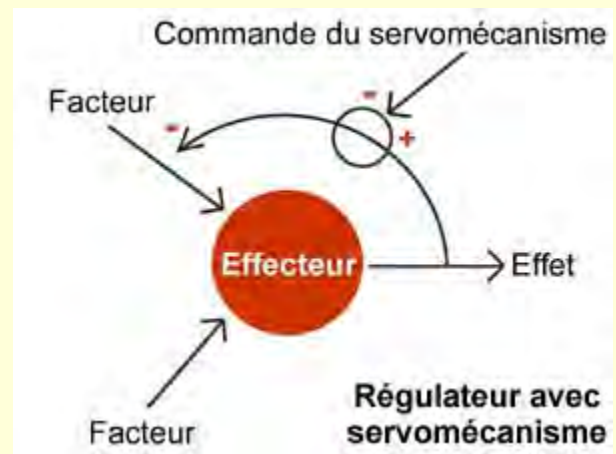
organisation structurale du corps humain (Figure 1.1)



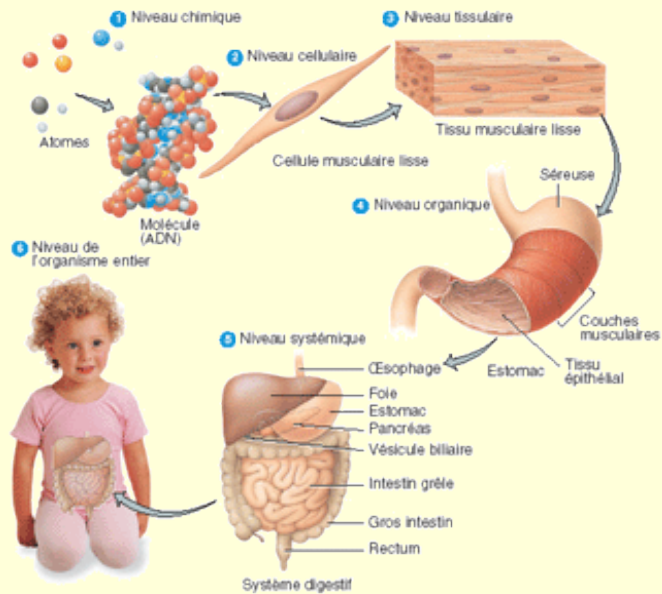
organisation structurale du



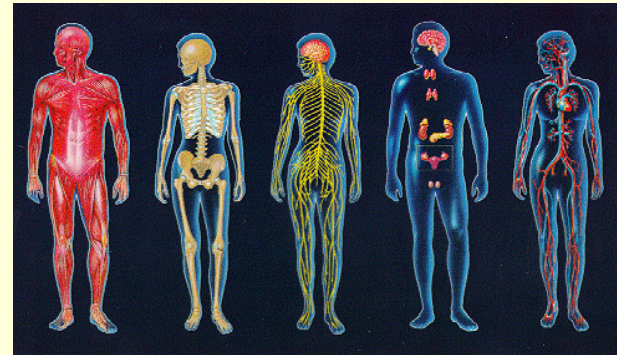
(Figure



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



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



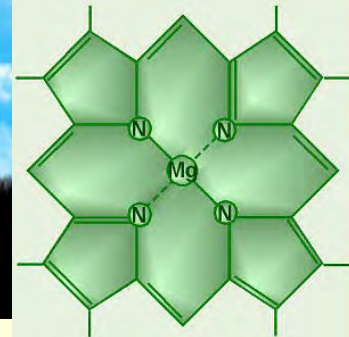
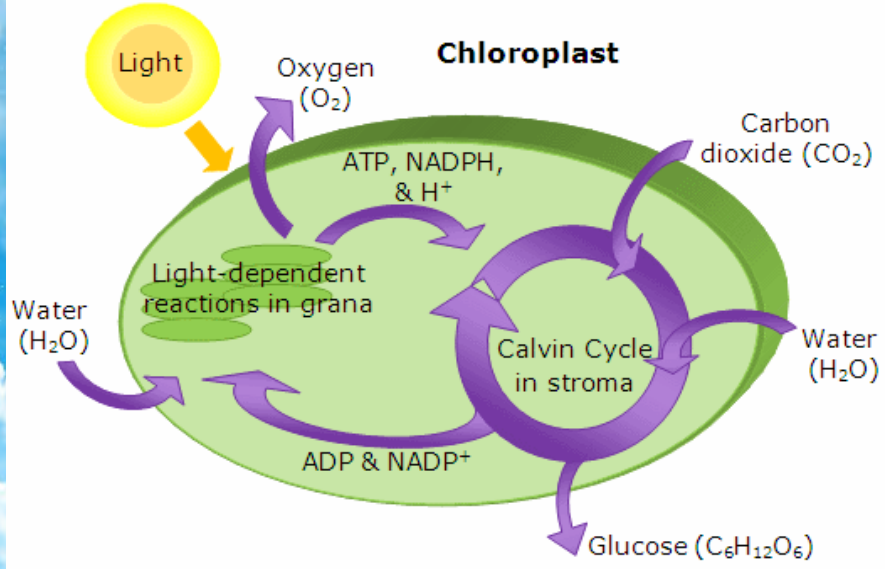
« Chaque sous-ensemble [doit avoir] la même finalité que l'ensemble : la protection de son **intégrité** dans le temps. »

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



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

- Henri Laborit

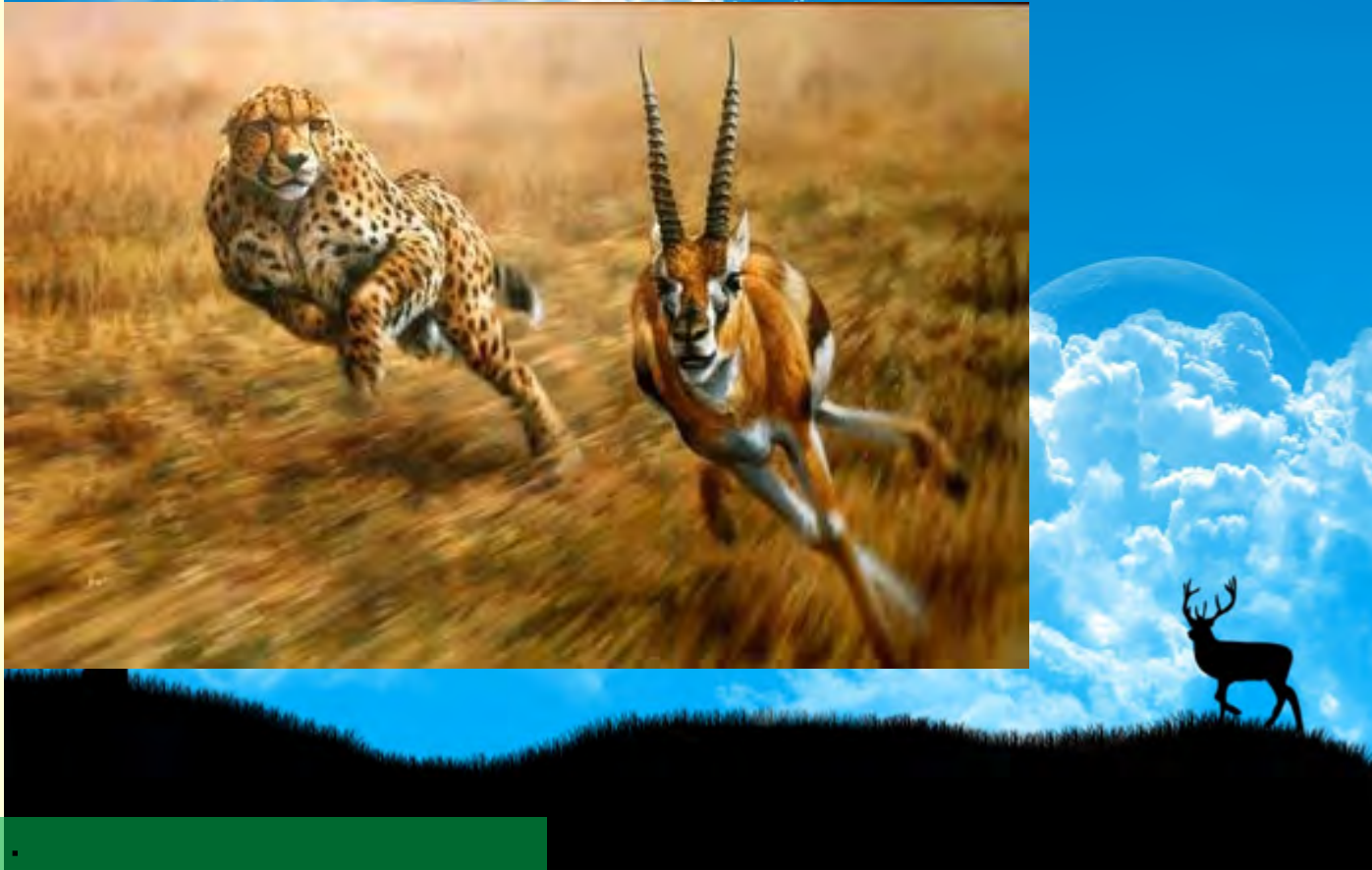


Plantes :

photosynthèse

grâce à l'énergie du soleil





1^{ère} heure :

NOTRE HISTOIRE

évolution cosmique,
chimique, et biologique

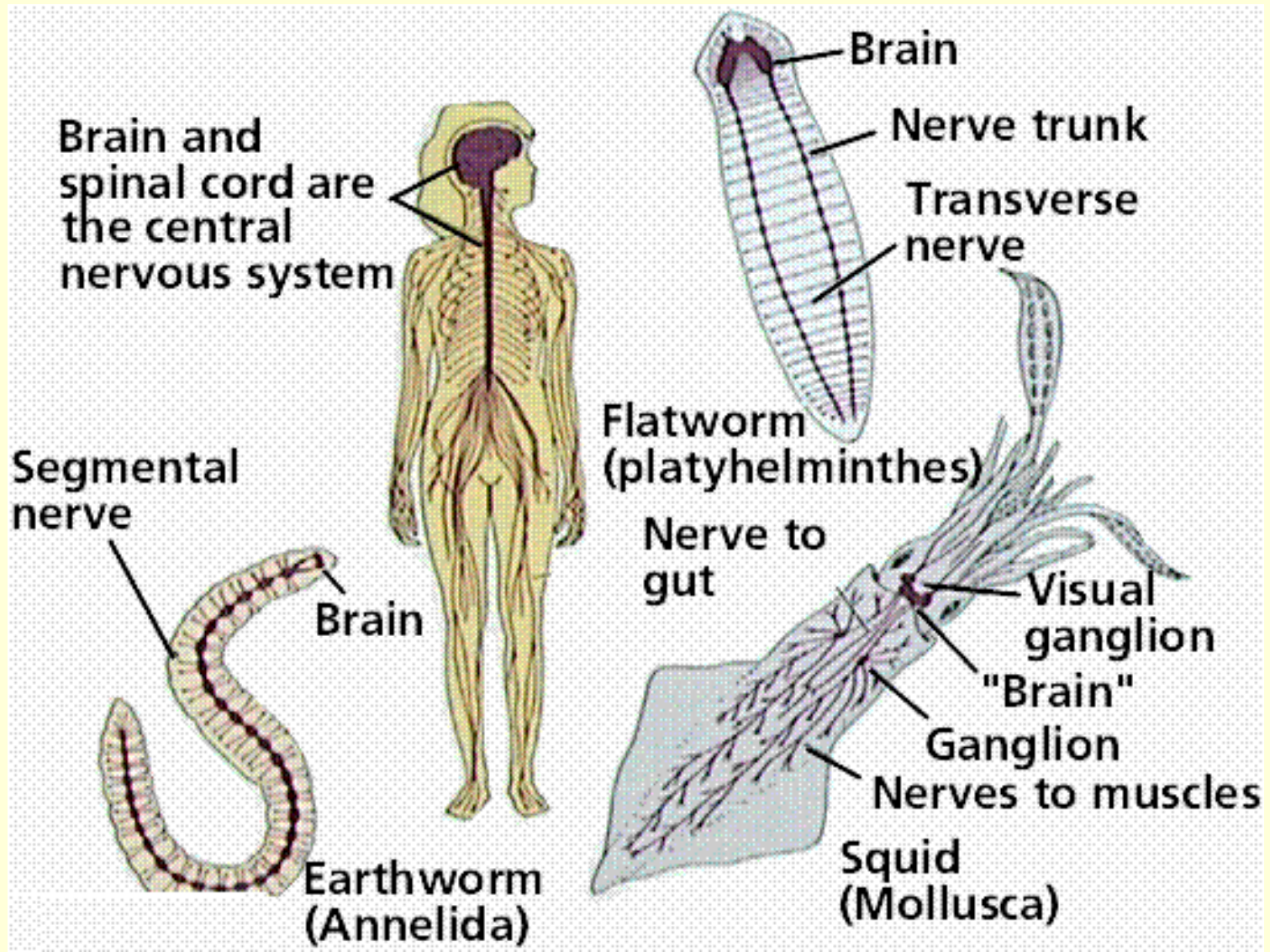
**émergence des systèmes
nerveux**

hominisation

Animaux :

autonomie motrice
pour trouver leurs ressources
dans l'environnement

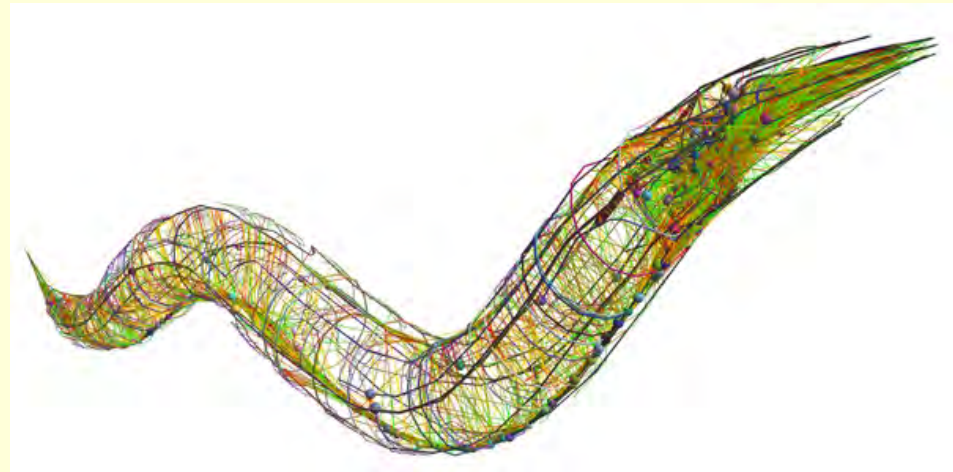
Systemes nerveux !



C. elegans :

302 neurones et 7000 synapses

- environ 1/3 de neurones **sensoriels**;
- environ 1/3 de neurones **moteurs**;
- environ 1/3 de neurones ayant des inputs et des output, suggérant un rôle dans **l'intégration**.

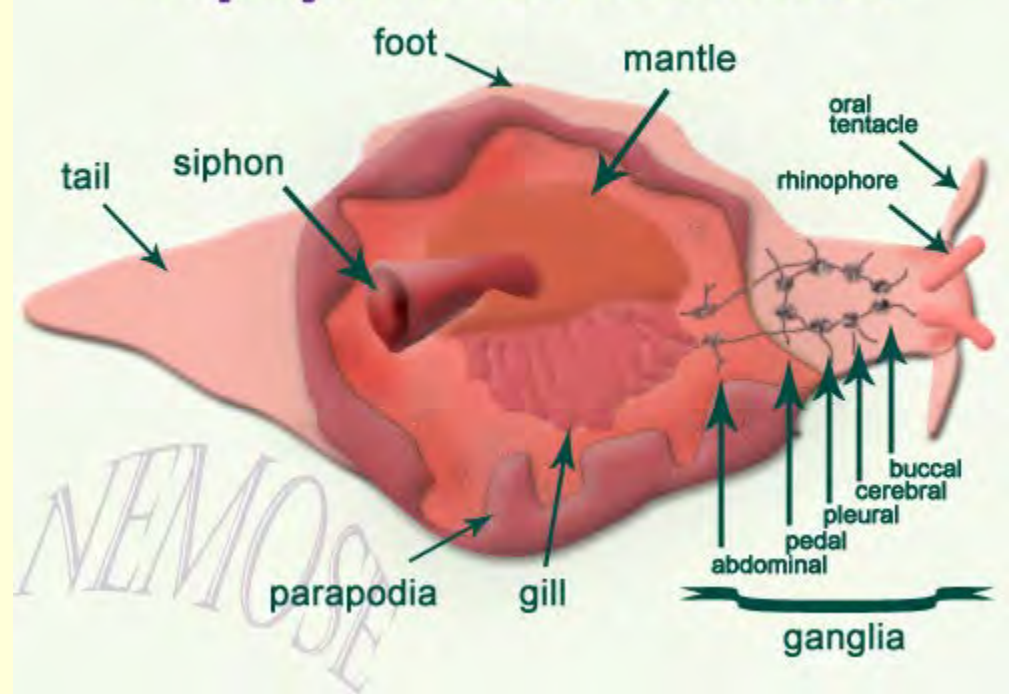


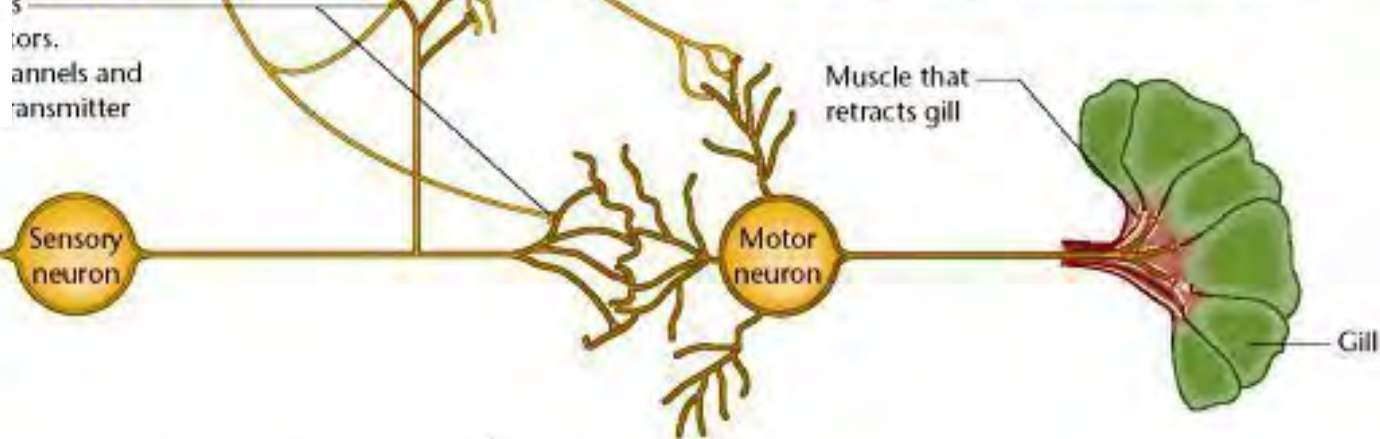
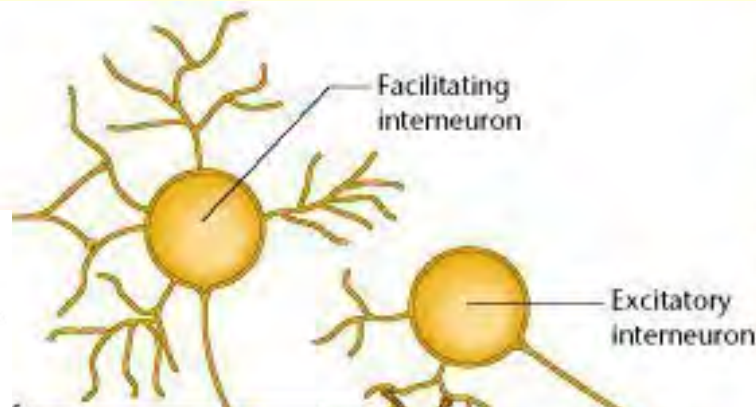
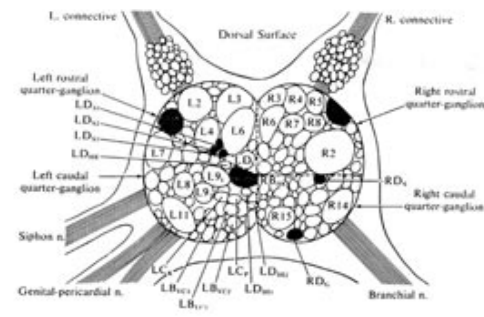
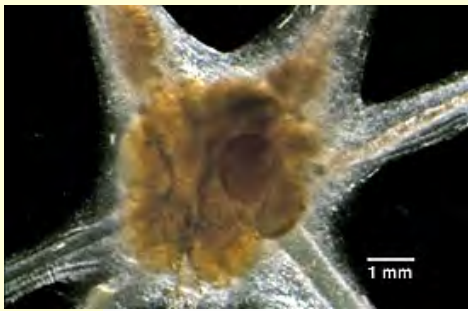
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bies.201100185/full#fig1>



Aplysie
(mollusque marin)

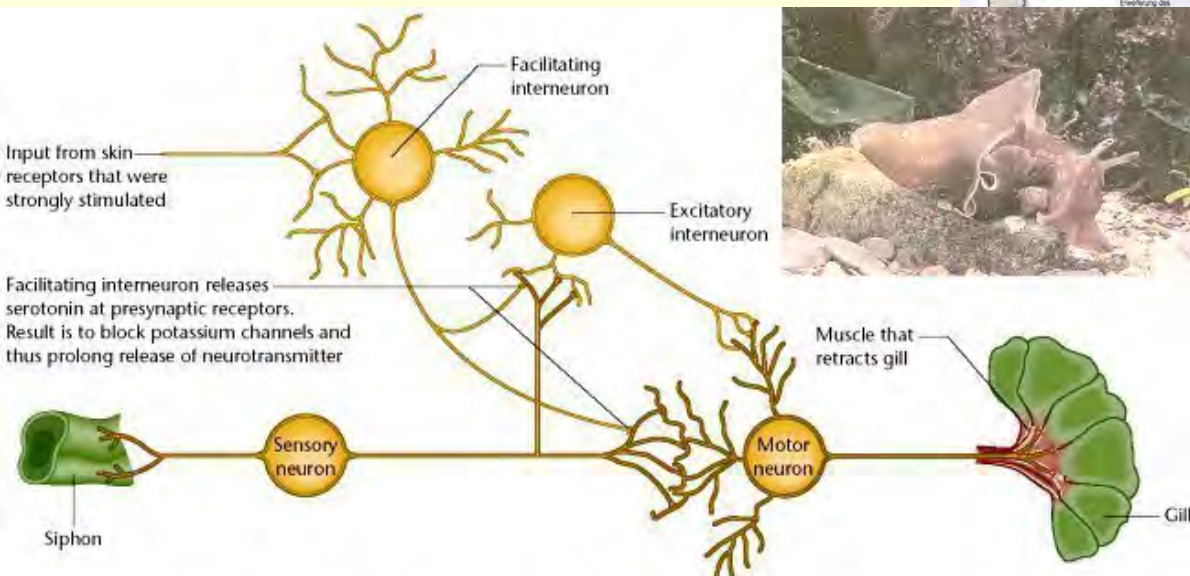
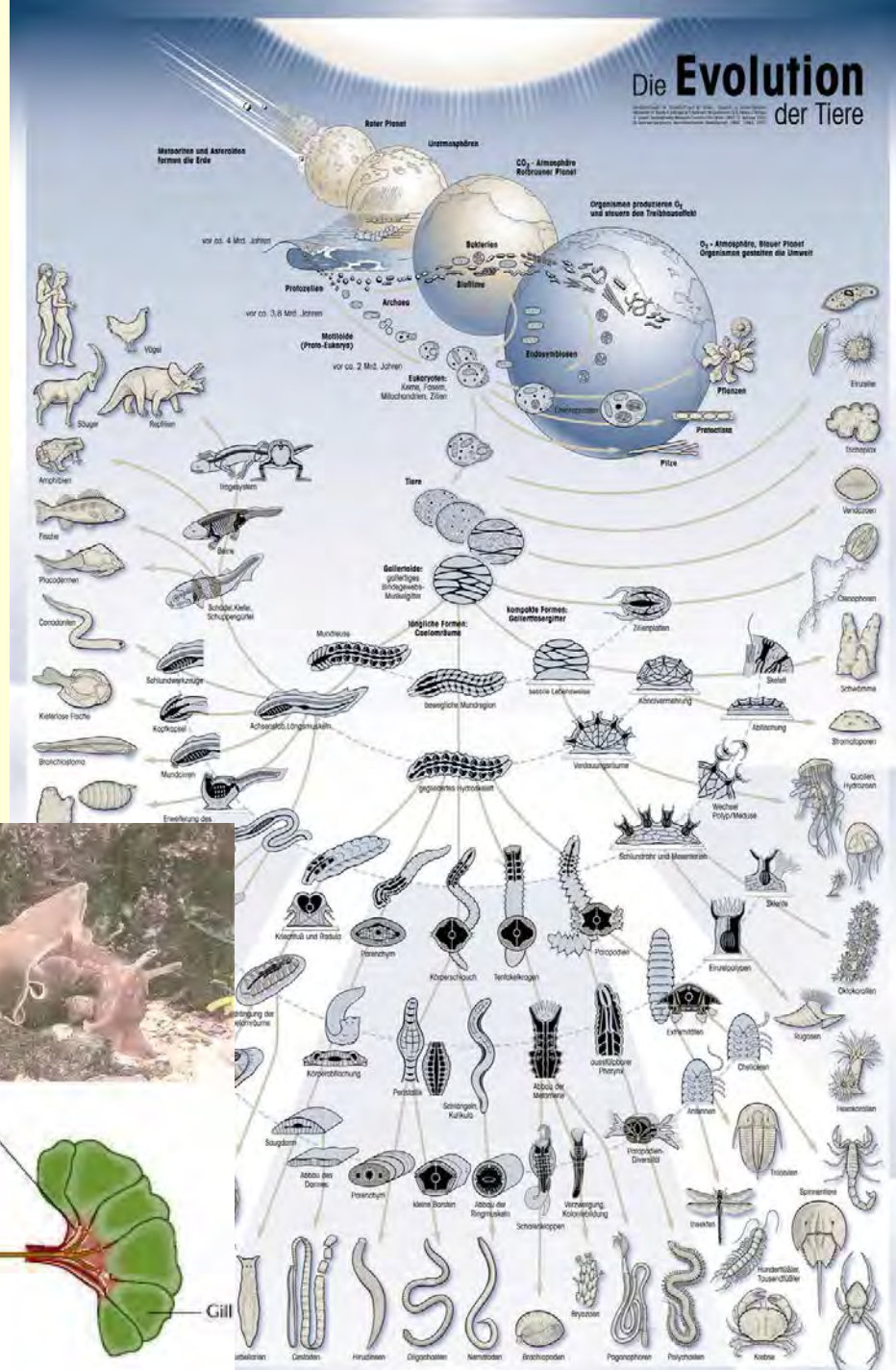
20 000 neurones





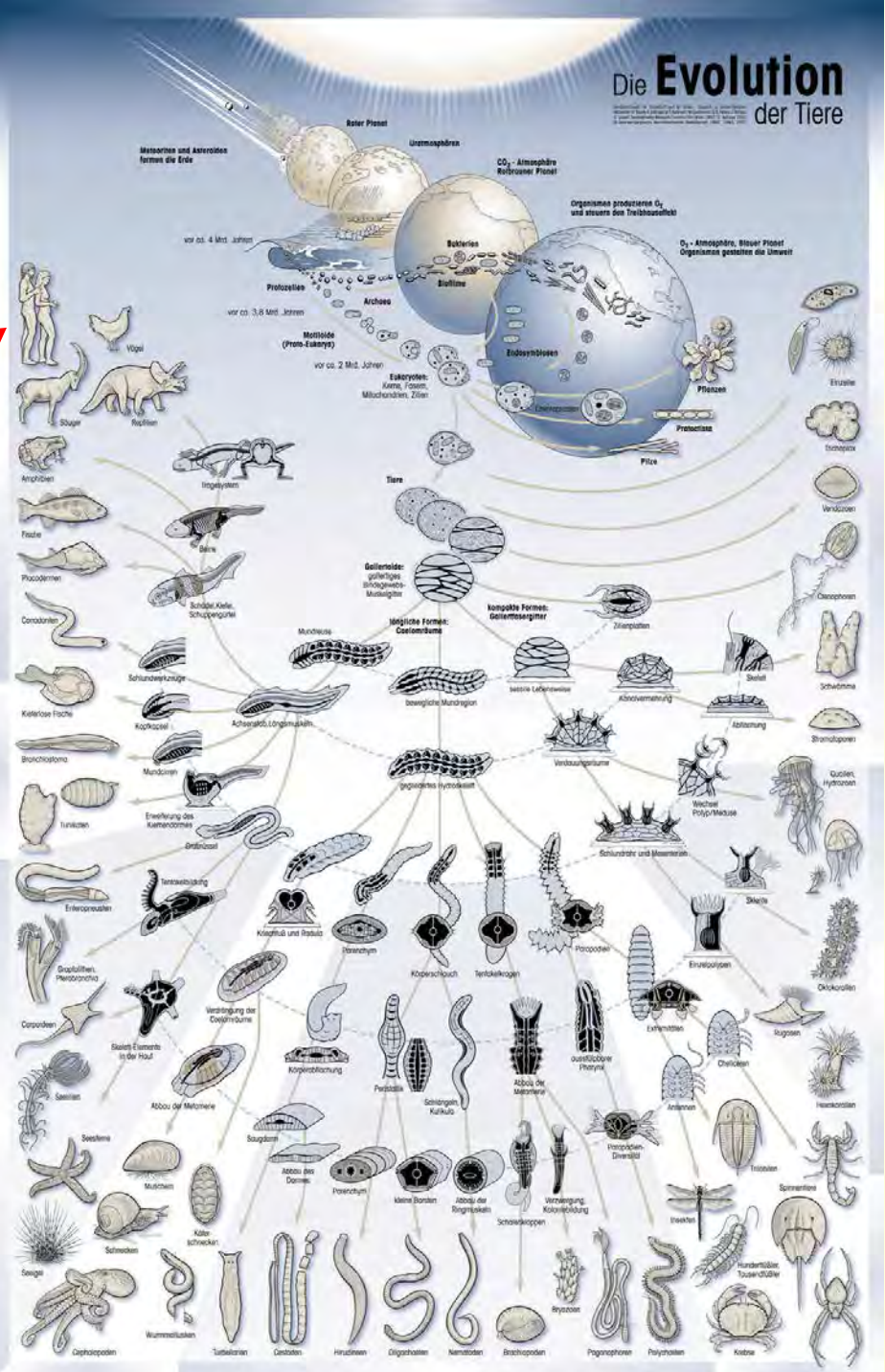
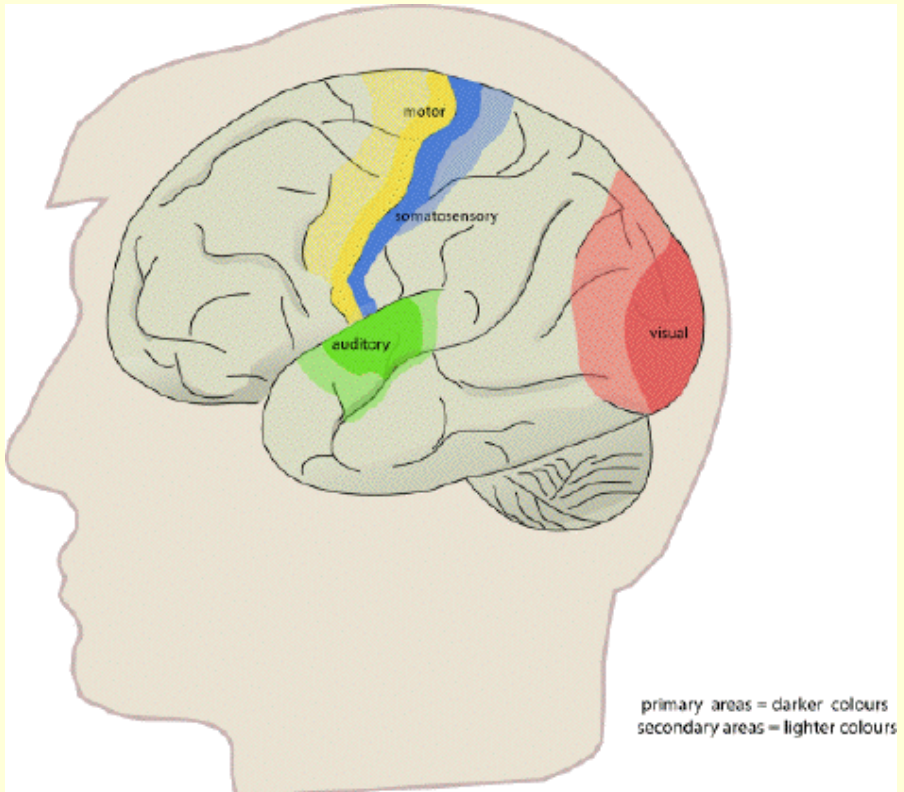
Une boucle sensori - motrice

Pendant des centaines de millions d'années, c'est cette boucle-sensorimotrice qui va se complexifier...



Pendant des centaines de millions d'années, c'est cette boucle-sensorimotrice qui va se complexifier...

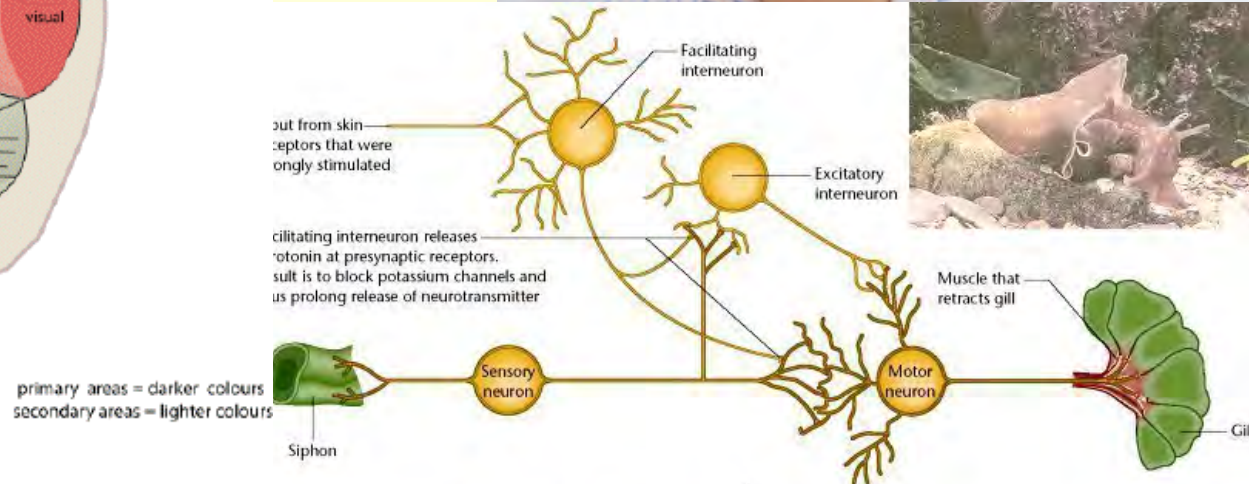
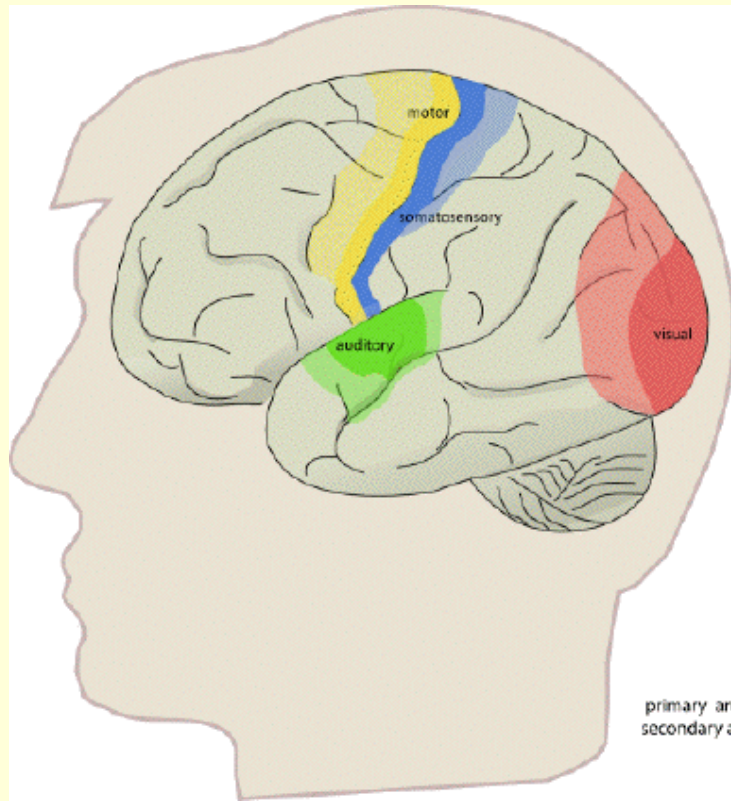
...et l'une des variantes sera nous !



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

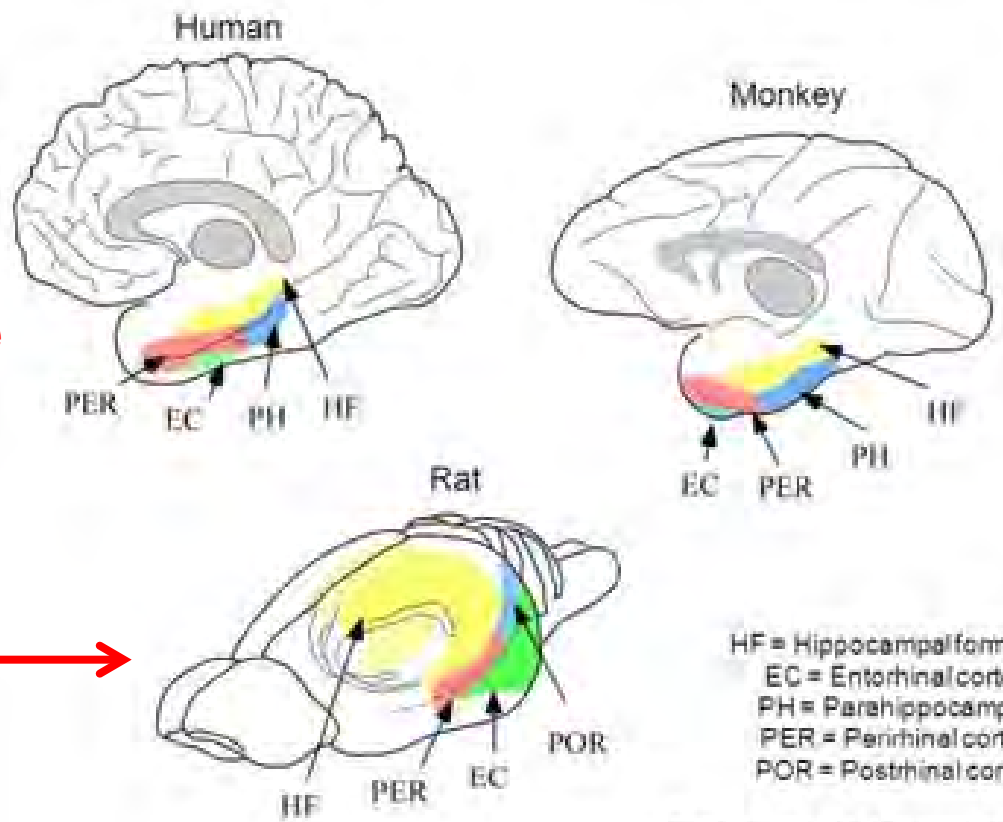
mais la plus grande partie du cortex humain va essentiellement **moduler cette boucle**,

comme les inter-neurones de l'aplysie.

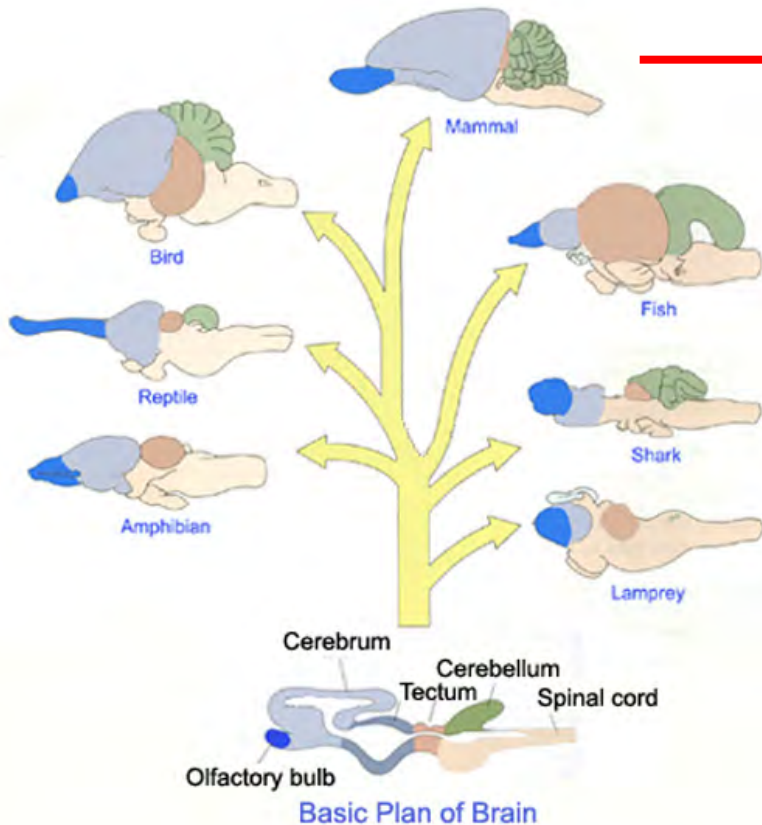




Navigation spatiale + Mémoire déclarative



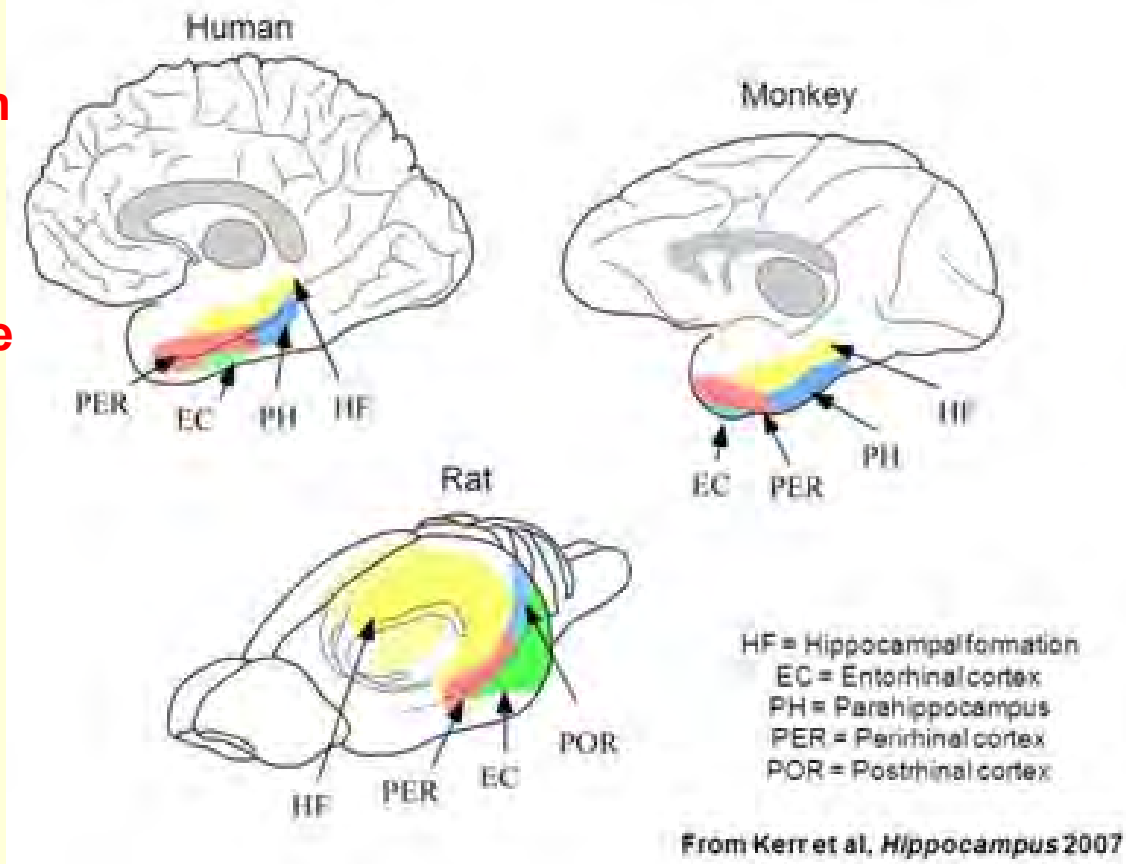
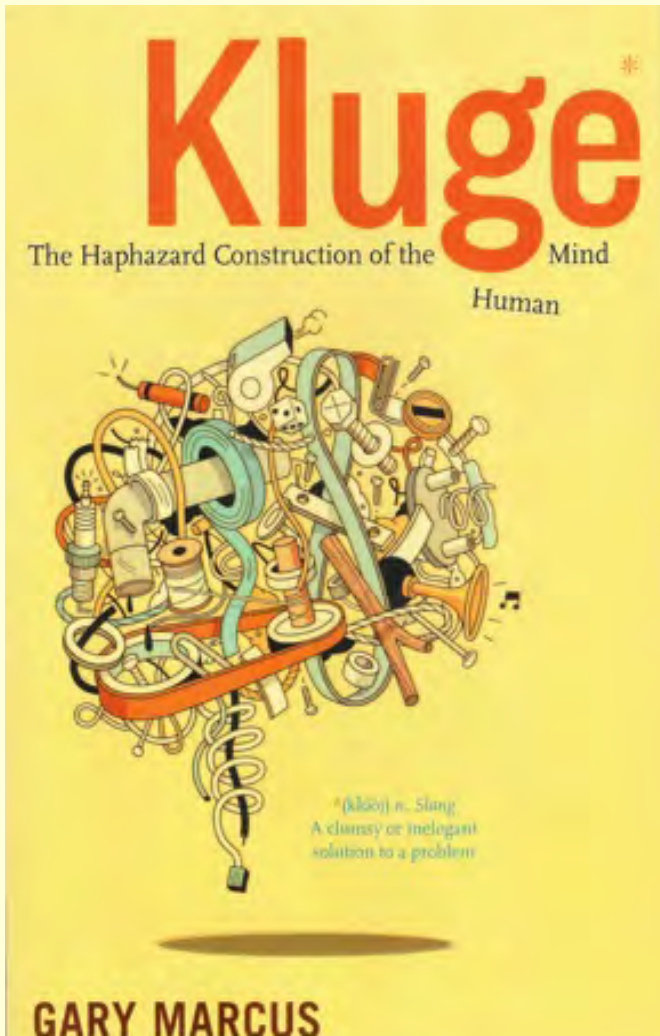
From Kerr et al, *Hippocampus* 2007



Navigation spatiale



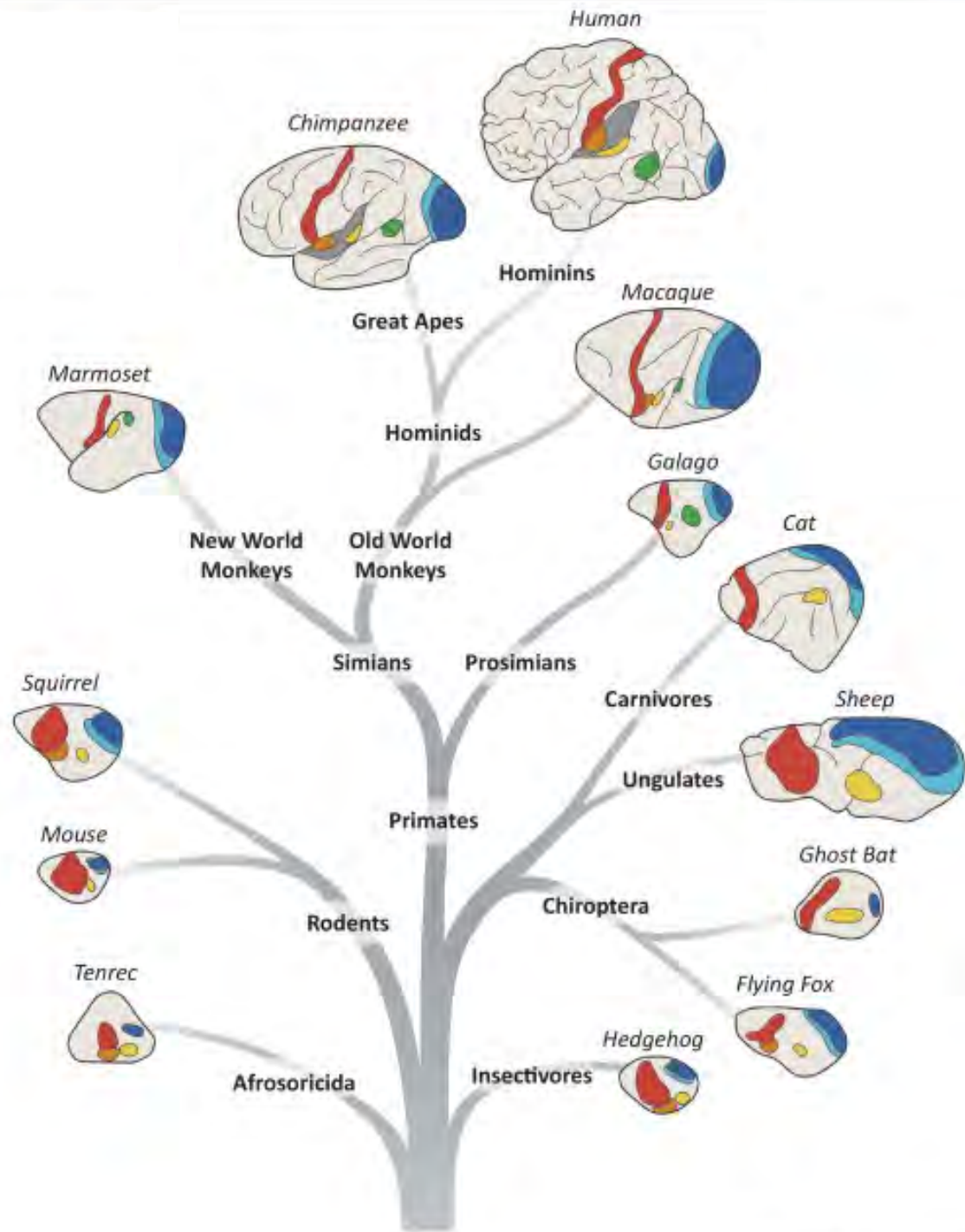
**Navigation spatiale
+
Mémoire déclarative**

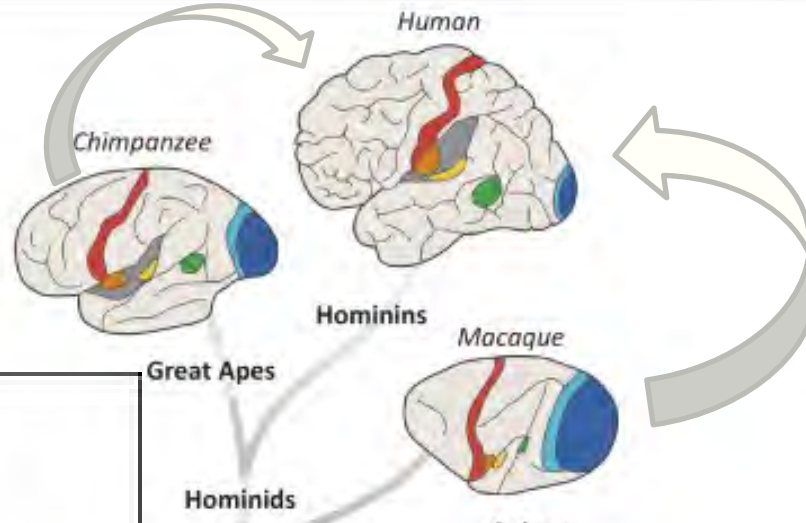


Navigation spatiale

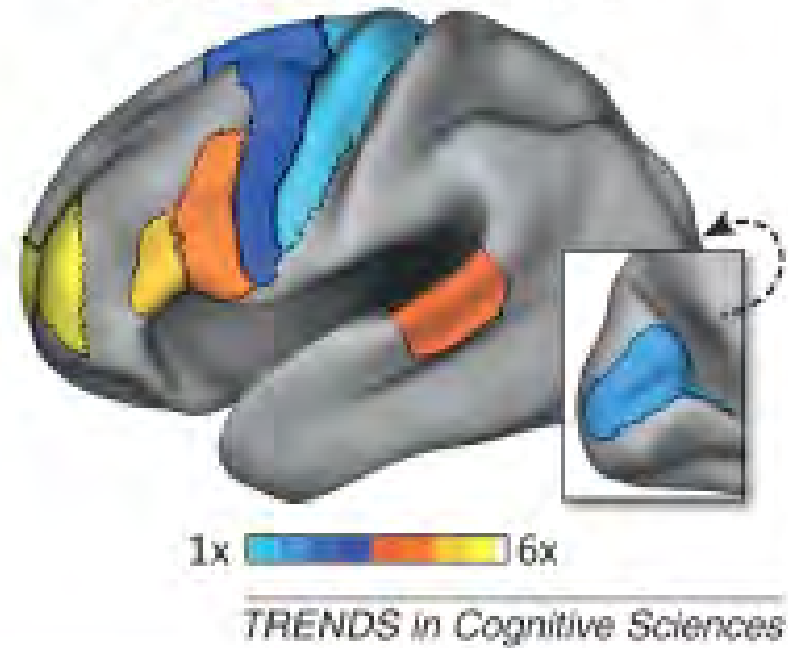
Concept / Cadre théorique :

« Recyclage neuronal »



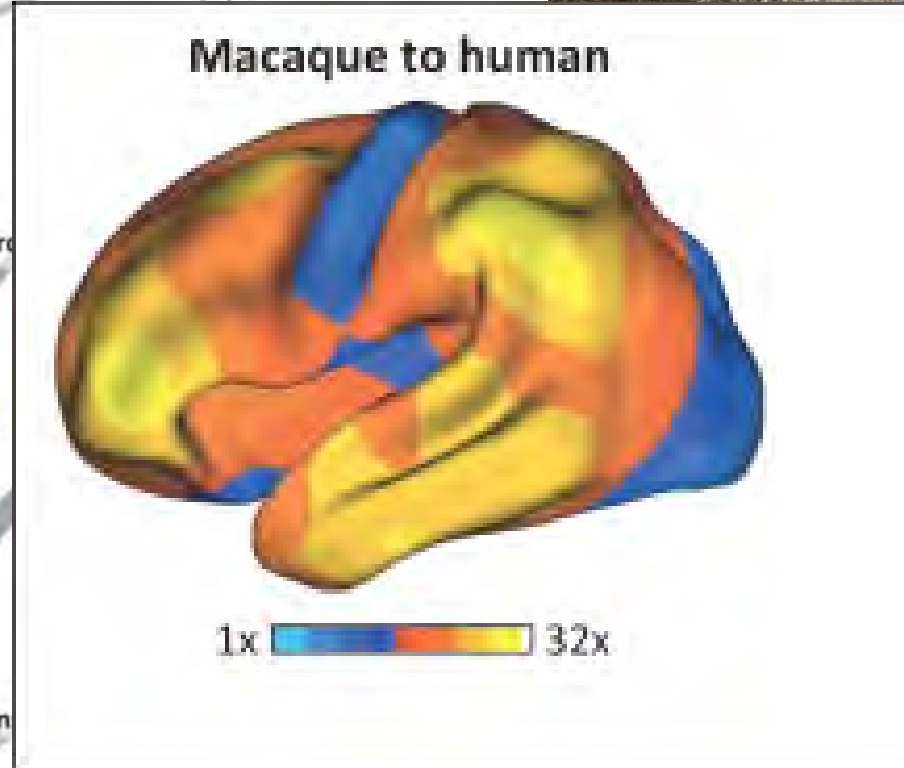


Chimpanzee to human

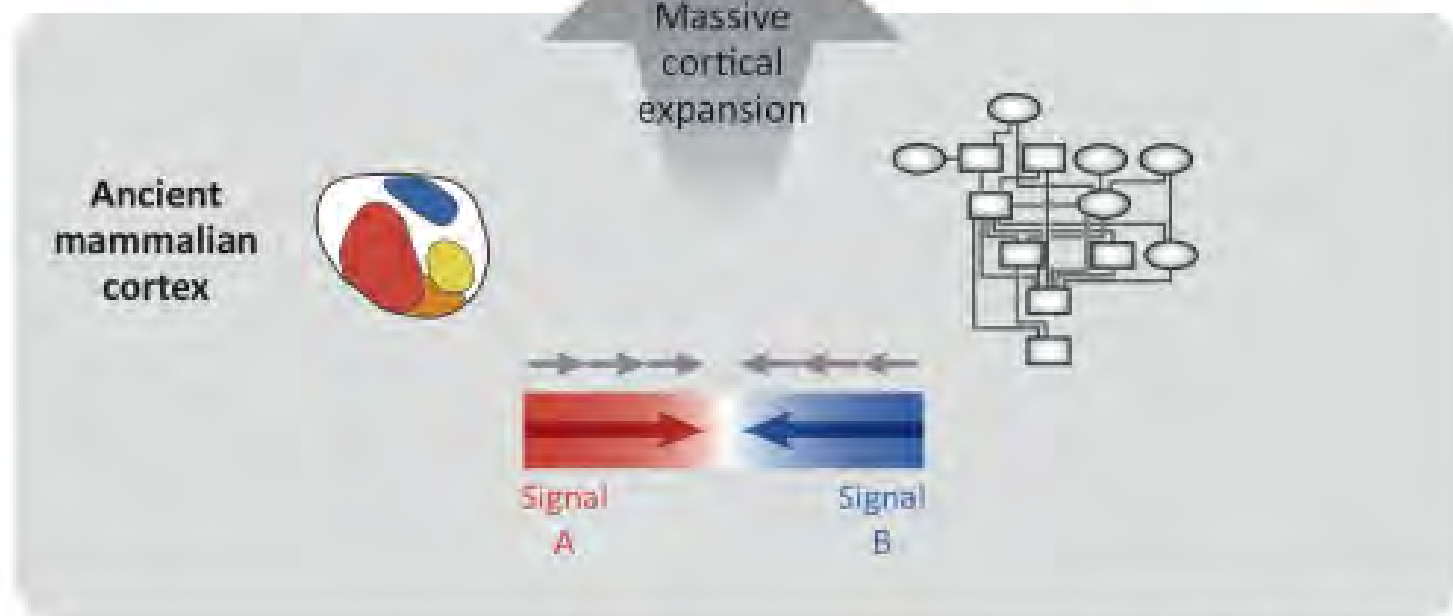


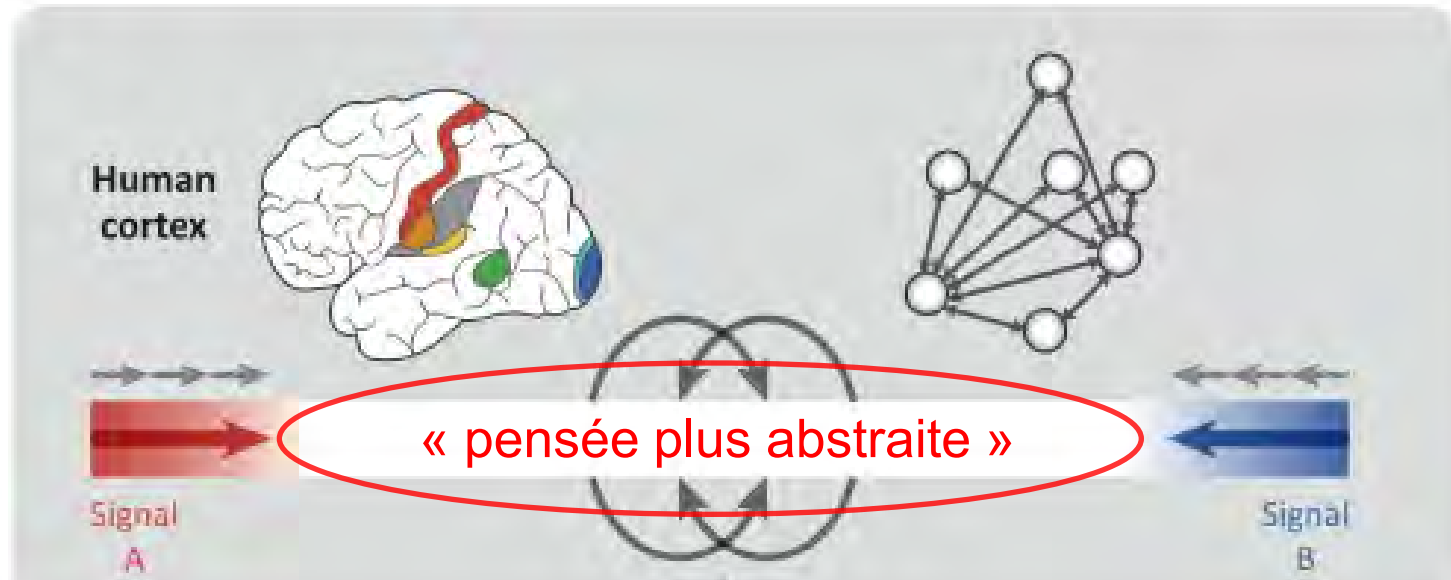
Ancêtre commun :
environ 6-7 millions d'années

Macaque to human



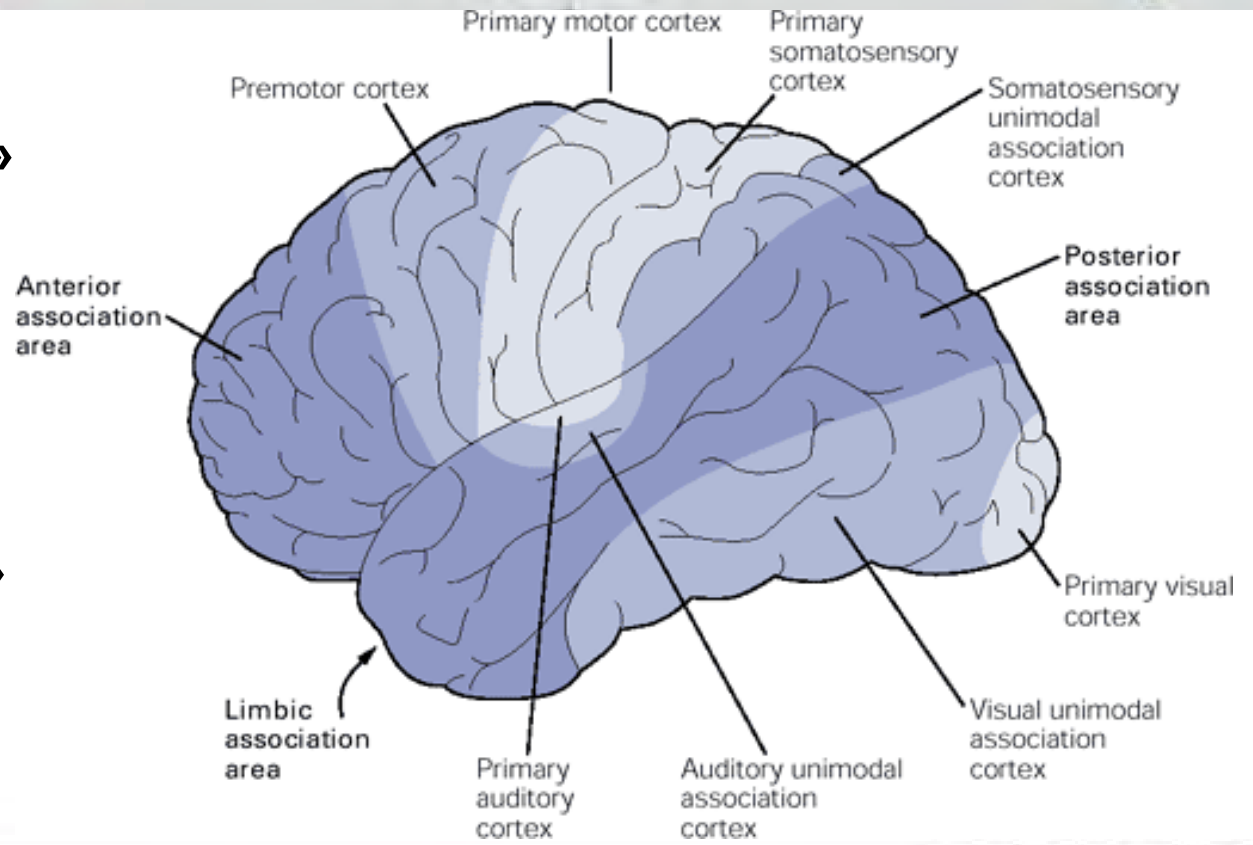
Ancêtre commun :
environ 25 millions d'années





Cortex « associatif »

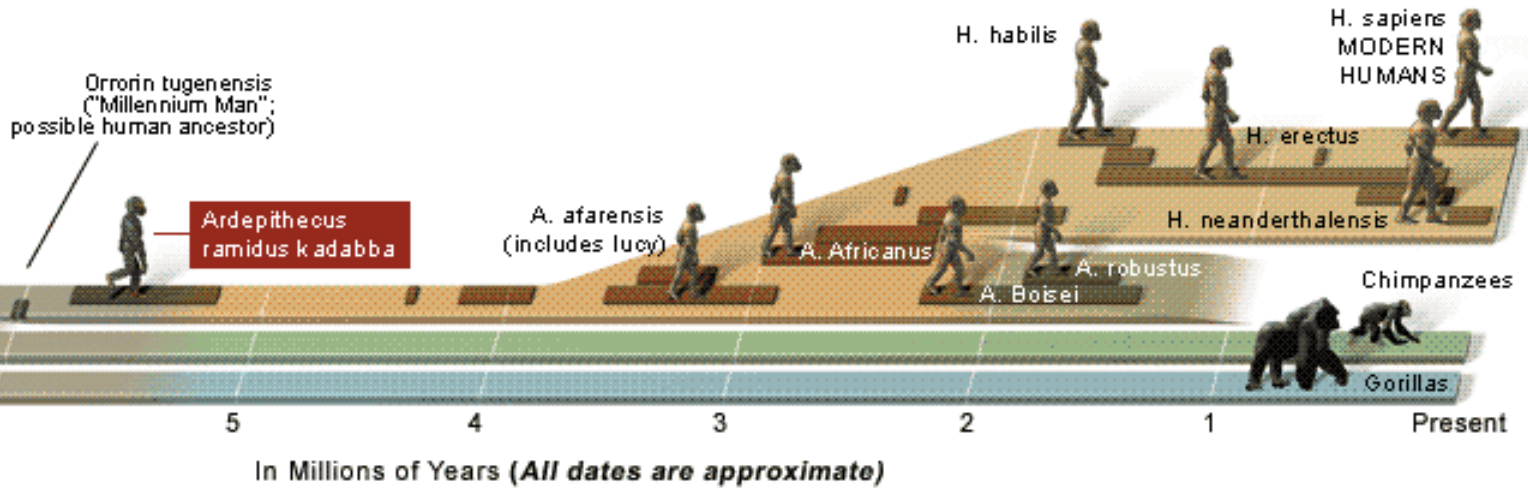
crée de l'espace pour le « **offline** »



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



Timeline by Joe Lertola

In Millions of Years (All dates are approximate)

1ère heure : NOTRE HISTOIRE

évolution cosmique,
chimique, et biologique

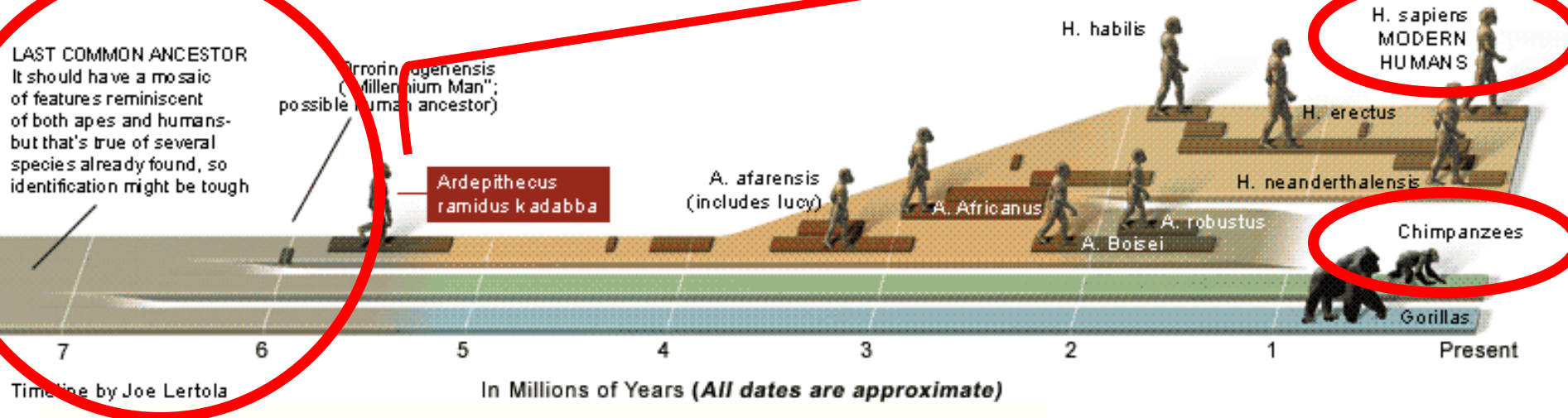
émergence des systèmes
nerveux

hominisation

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



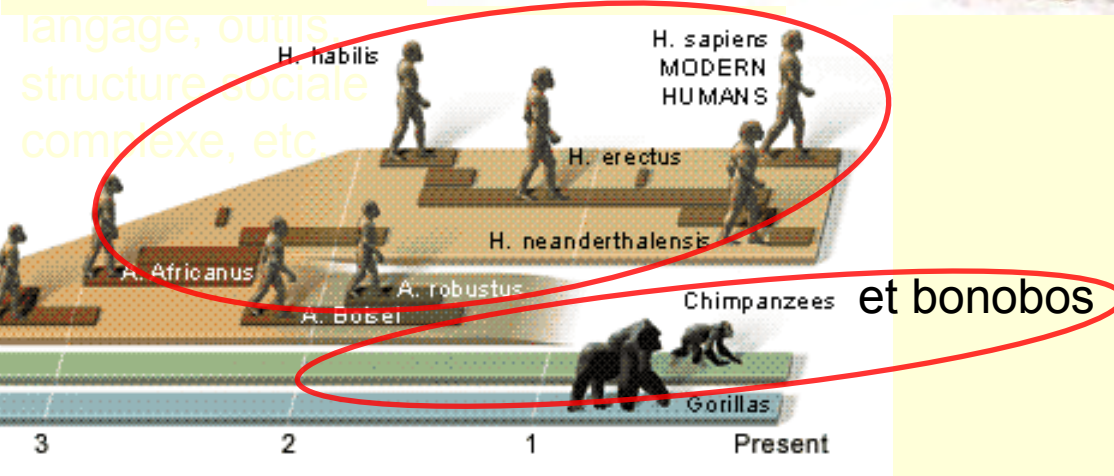
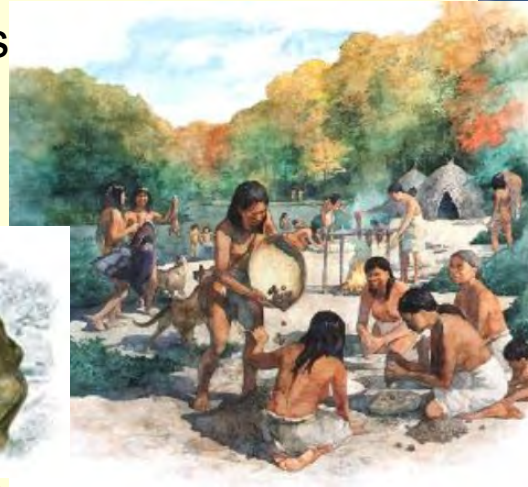
L'hominisation,

ou l'histoire de la lignée humaine.


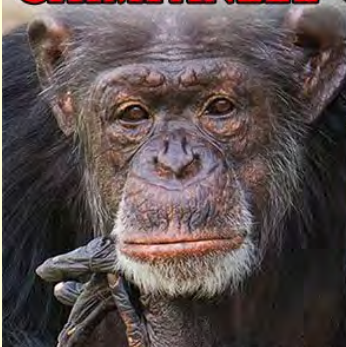
http://lecerveau.mcgill.ca/flash/capsules/histoire_bleu03.html

Mais rien de comparable aux transformations cognitives chez les hominidés durant à peine plus longtemps (3 millions d'années)

- langage, outils, structure sociale complexe, etc.



CHIMPANZEE vs BONOBO



WHICH TEAM ARE YOU ON?

War, violence & **MEN** rule

Peace, love & **WOMEN** rule



Évolution divergente chimpanzés / bonobos
il y a **1-2 millions d'année** a donné :

- organisation sociale différente (bonobos: matriarcale; chimpanzé: dominée par mâle alpha)
- utilisation d'outils présente chez l'un (chimpanzé) mais pas chez l'autre.



L'expansion cérébrale est sans doute une part importante de l'explication derrière ces changements cognitifs spectaculaires.



CHIMPANZEE vs **BONOBO**

WHICH TEAM ARE YOU ON?

War, violence & **MEN** rule

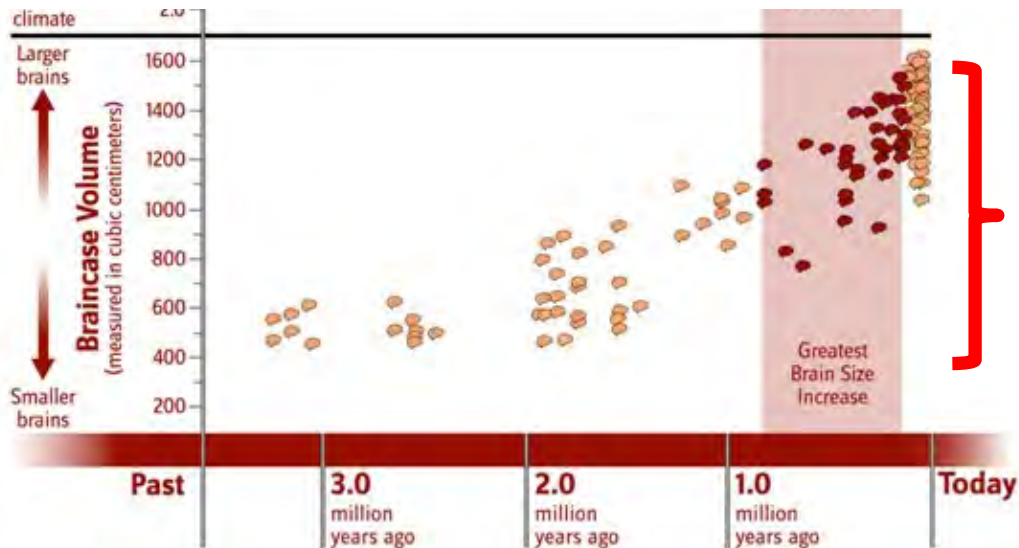
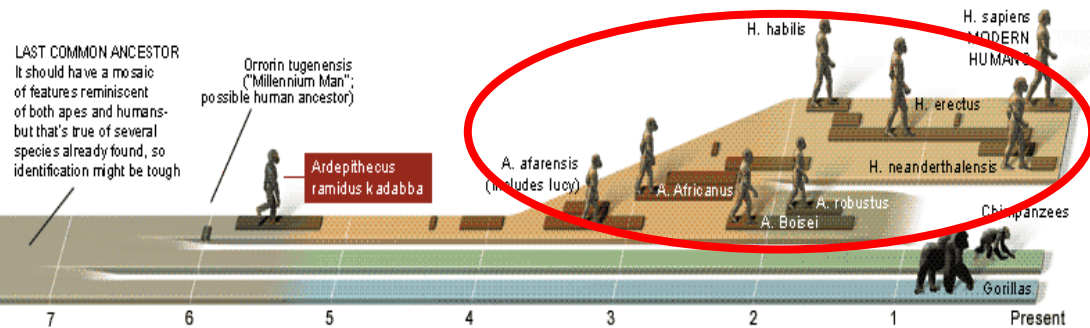
Peace, love & **WOMEN** rule

The complex block features a comparison between chimpanzees and bonobos. At the top, the text 'CHIMPANZEE vs BONOBO' is displayed in red and blue. Below this, two large close-up portraits of a chimpanzee and a bonobo are shown. Underneath the portraits, the text 'WHICH TEAM ARE YOU ON?' is written in white. Below this, two lines of text describe the teams: 'War, violence & MEN rule' in red and 'Peace, love & WOMEN rule' in blue. At the bottom, there are two smaller images: one showing a group of chimpanzees and another showing a group of bonobos.

En moins de 4 millions d'années,
un temps relativement court à l'échelle de l'évolution,

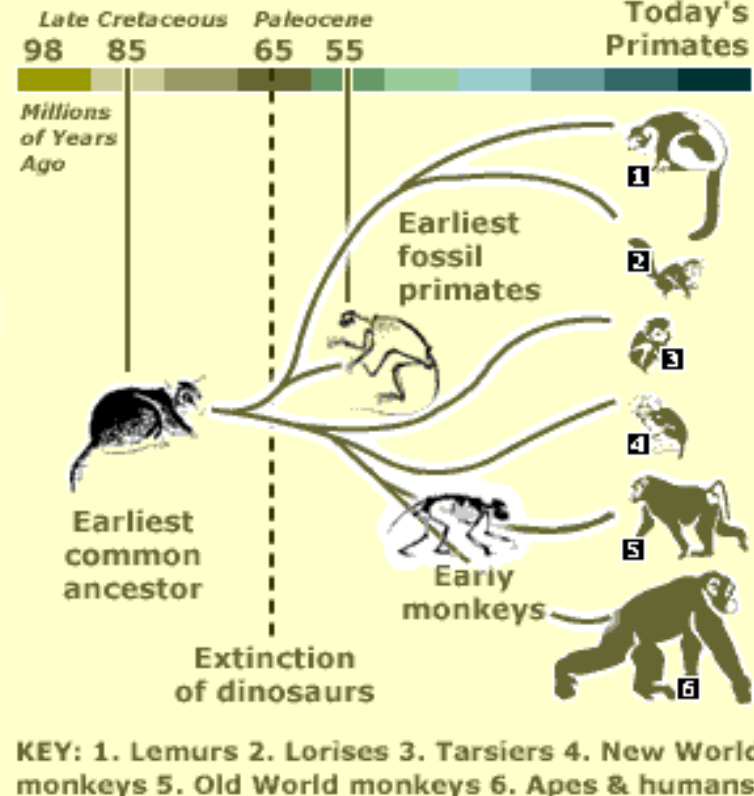
A WALK THROUGH HUMAN EVOLUTION

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 >>](#)

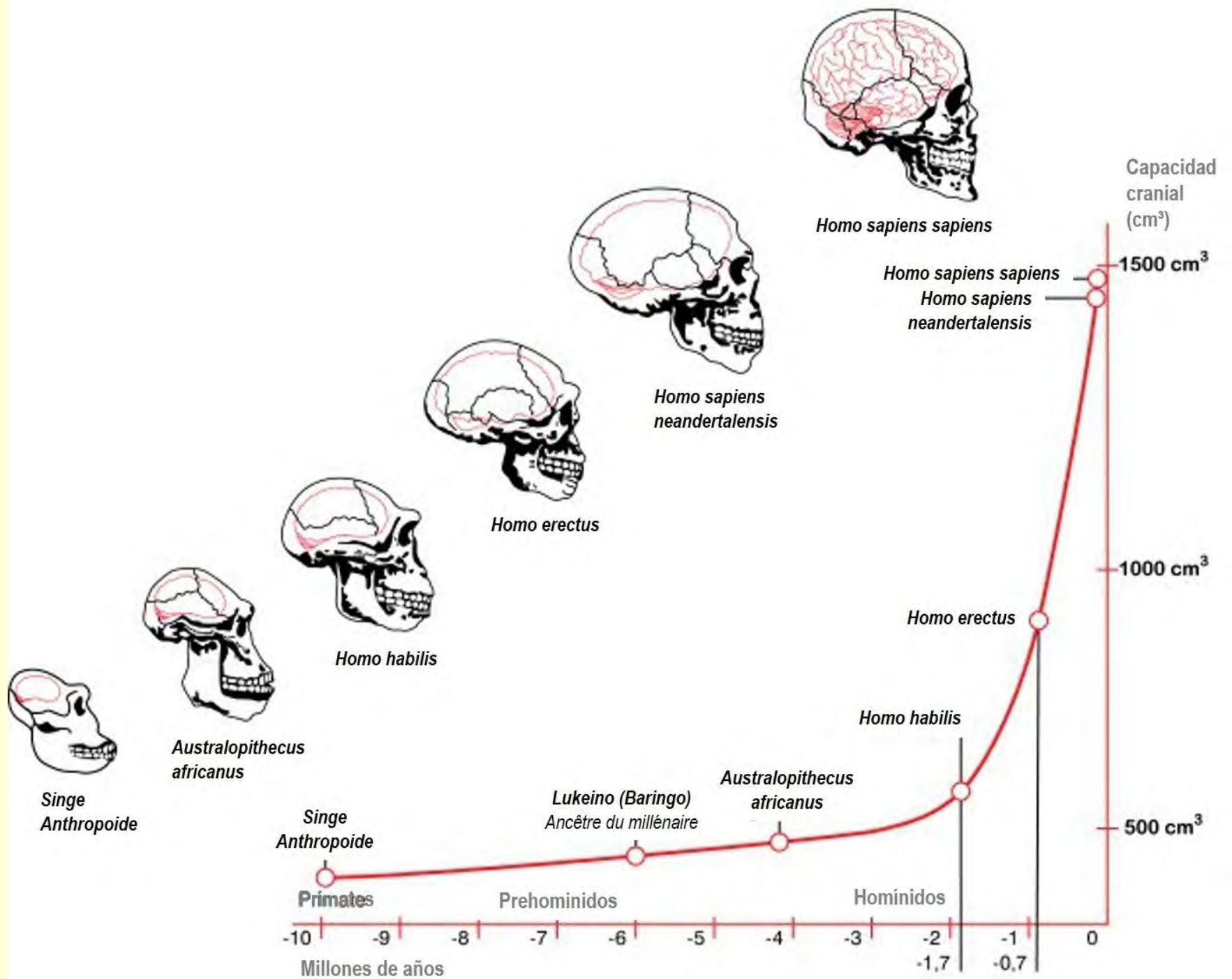


le cerveau des hominidés va **tripler** de volume

New evolutionary tree for primates



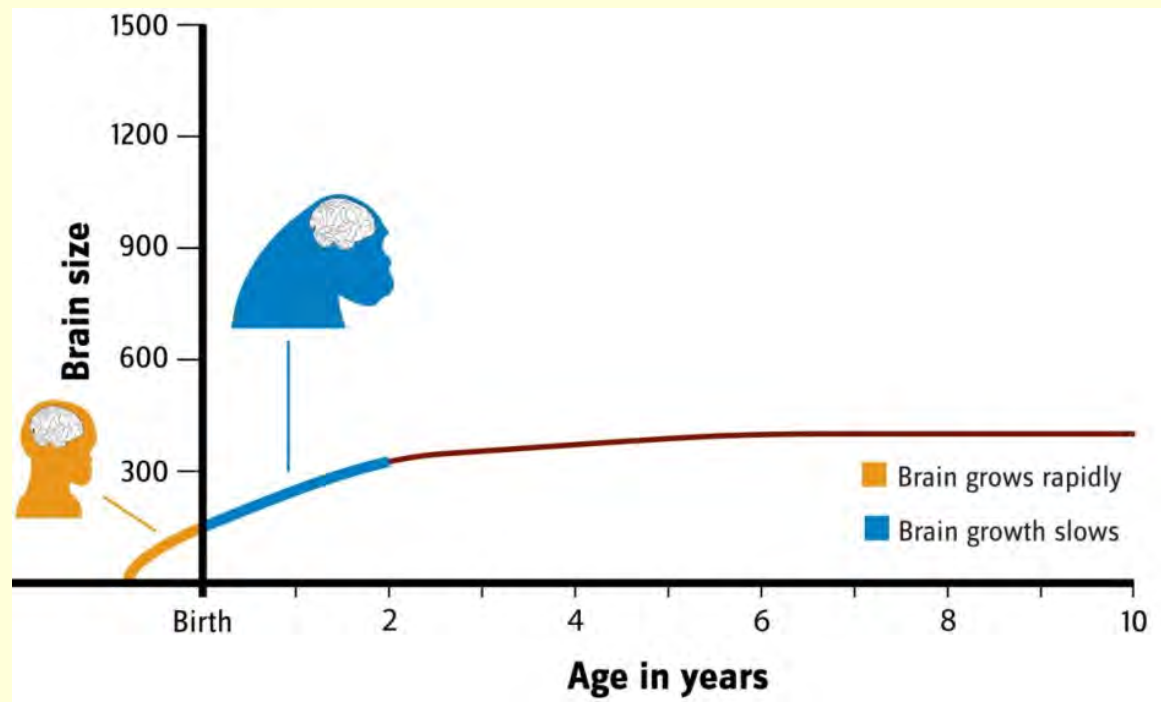
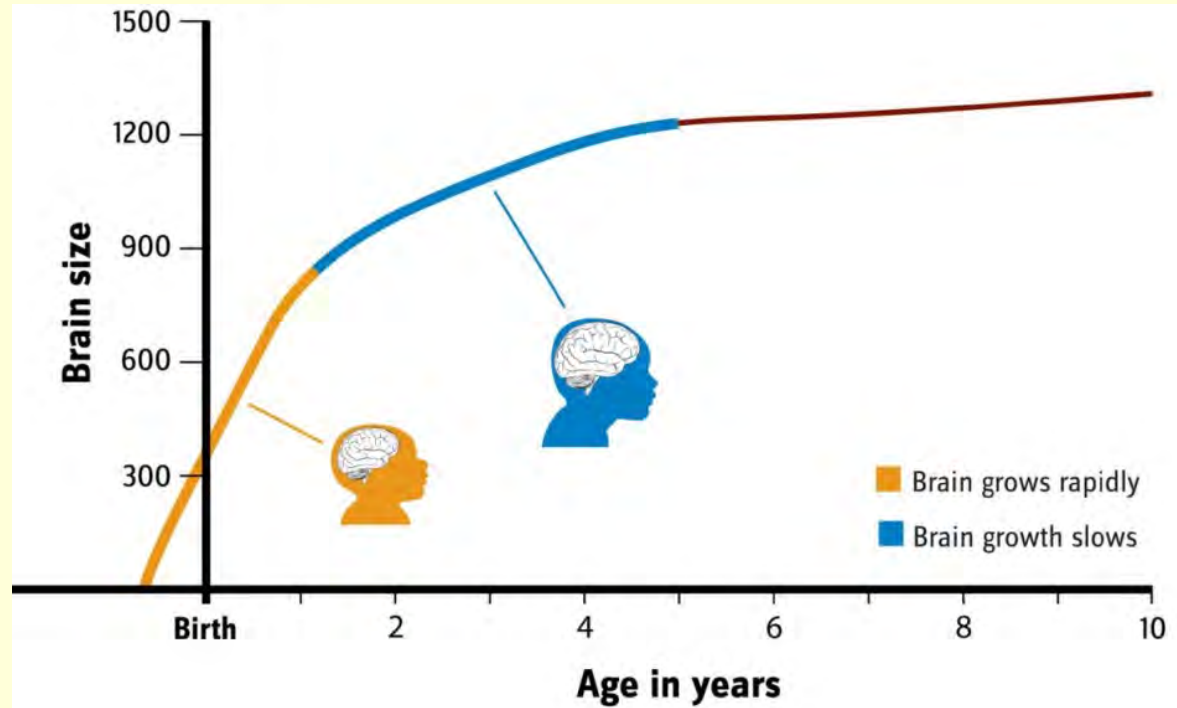
par rapport à celui qu'il avait acquis en **60 millions d'années** d'évolution des primates.



À cause de ce volume cérébral trois fois plus grand, le bébé humain naît à un stade relativement **inachevé** de son développement : il est de loin **le moins précoce de tous les primates** (« néoténie »).

À la naissance, le cerveau humain ne représente que **25 %** du volume qu'il atteindra à l'âge adulte.

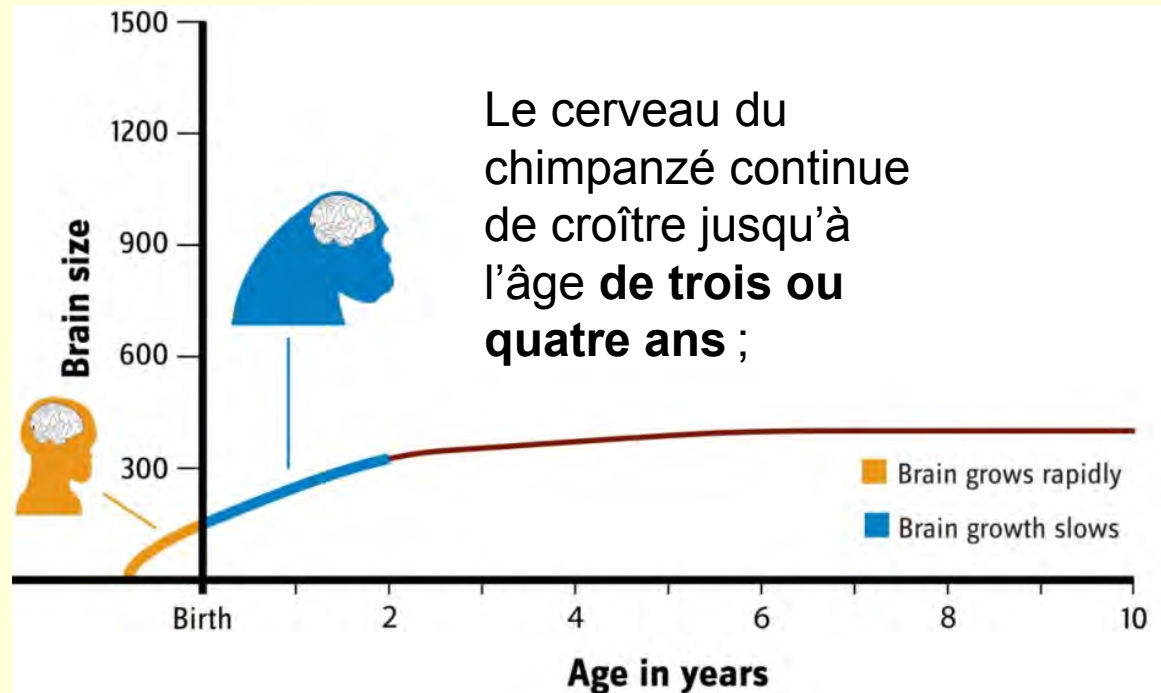
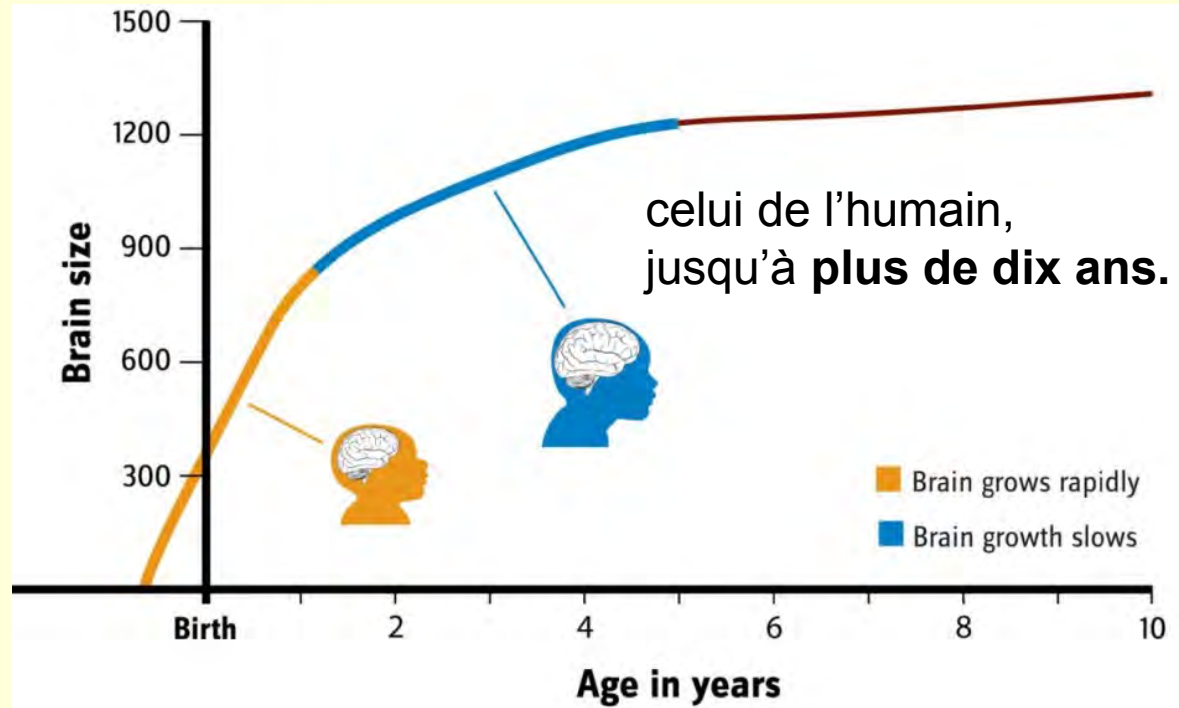
Chez le chimpanzé nouveau-né, cette proportion est de **40 %**.



À cause de ce volume cérébral trois fois plus grand, le bébé humain naît à un stade relativement **inachevé** de son développement : il est de loin **le moins précoce de tous les primates** (« néoténie »).

À un an, le cerveau n'a atteint que **50 %** de son volume final chez l'humain,

mais **80 %** chez notre plus proche parent



À cause de cette période prolongée de dépendance juvénile chez l'humain, élever un enfant est considérablement **plus coûteux sur le plan biologique qu'élever un petit primate.**

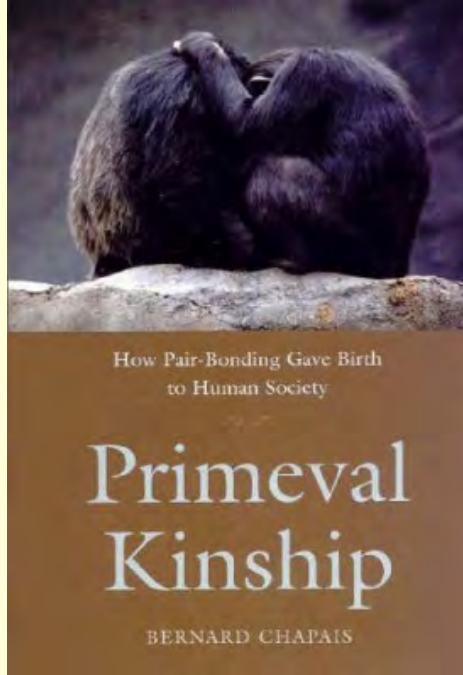
Et comme les mères humaines prennent soin d'une progéniture à développement lent jusque tard dans l'adolescence, il arrive fréquemment qu'elles élèvent et approvisionnent **plusieurs enfants dépendants simultanément.**



L'approvisionnement des enfants, passé l'âge du sevrage, n'existe pas chez les autres primates.

Les soins maternels constituent donc une activité essentiellement **séquentielle** dans la vie des mères primates.

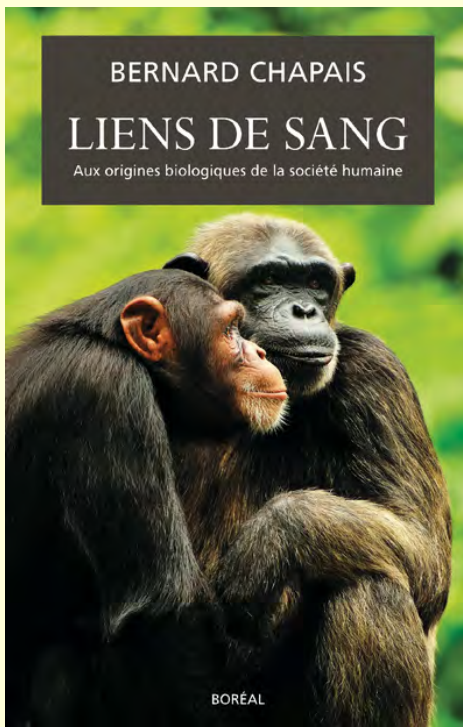
Dans ce contexte, **la contribution du père aux soins parentaux** chez l'humain va prendre tout son sens...



Méthode / Technique :

La primatologie

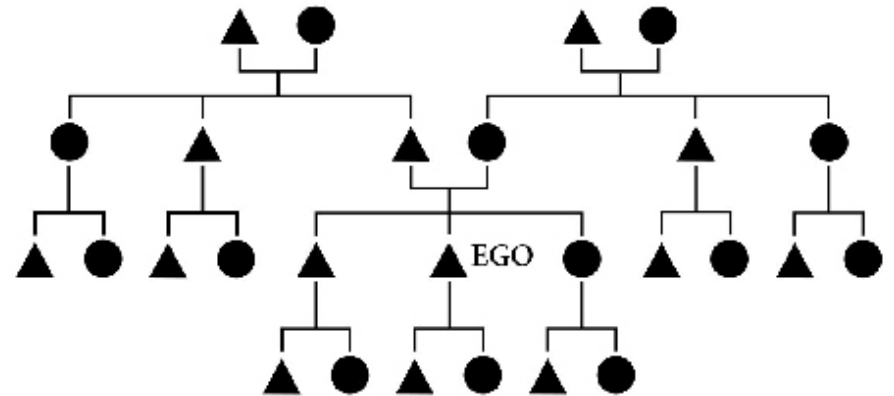
Ce qui précède et ce qui va suivre est tiré des travaux de l'anthropologue et primatologue montréalais **Bernard Chapais** dont vous pouvez lire une synthèse remarquable dans ses livres **Primeval Kinship** (2008) et **Liens de sang** (2015).



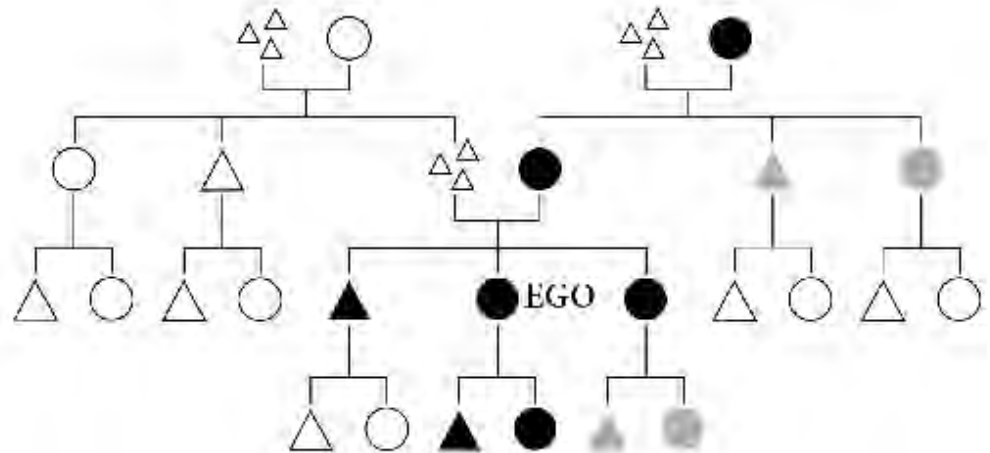
Chapais y rappelle donc l'importance de la **coopération parentale** dans l'évolution de la famille humaine qui a maintes fois été démontrée.

Concrètement, cela a amené la formation d'un **couple monogame stable** durant plusieurs années qui va ainsi distinguer l'espèce humaine de ses plus proches cousins (chimpanzés et bonobos).

Ce phénomène nouveau va en amener un autre d'une grande importance : la **reconnaissance étendue de la parenté**, unique à chez l'espèce humaine.



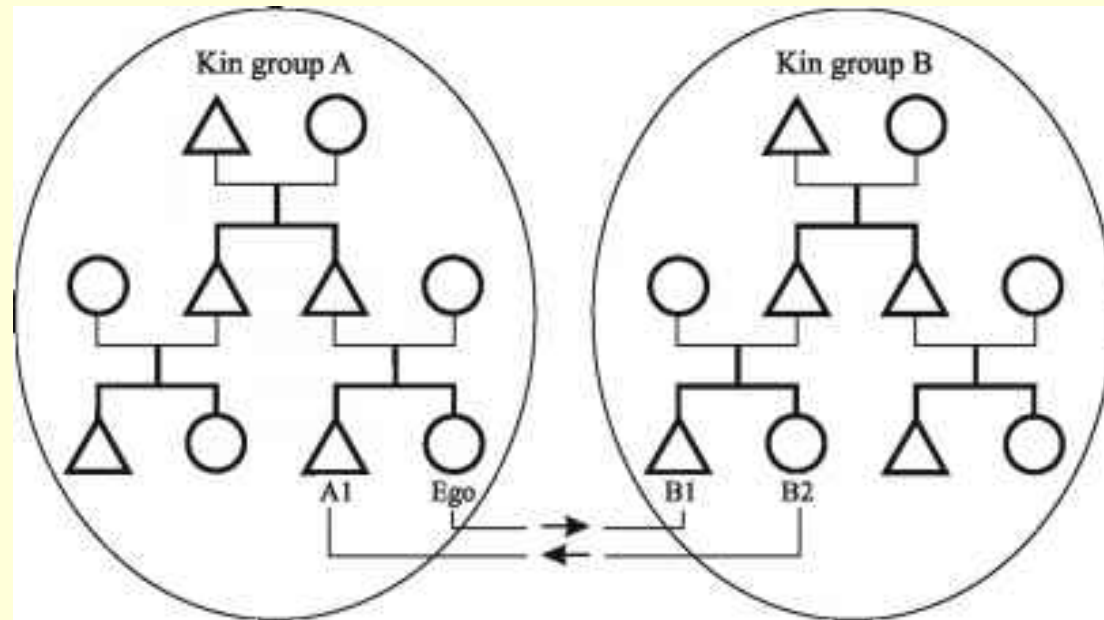
Car cela n'est pas le cas chez les autres primates (les chimpanzés par exemple où la promiscuité sexuelle fait en sorte que les petits, élevés par leur mère, ne savent pas qui est leur père).



À cela va s'ajouter le phénomène de l'évitement de l'inceste (déjà présents chez les autres primates)

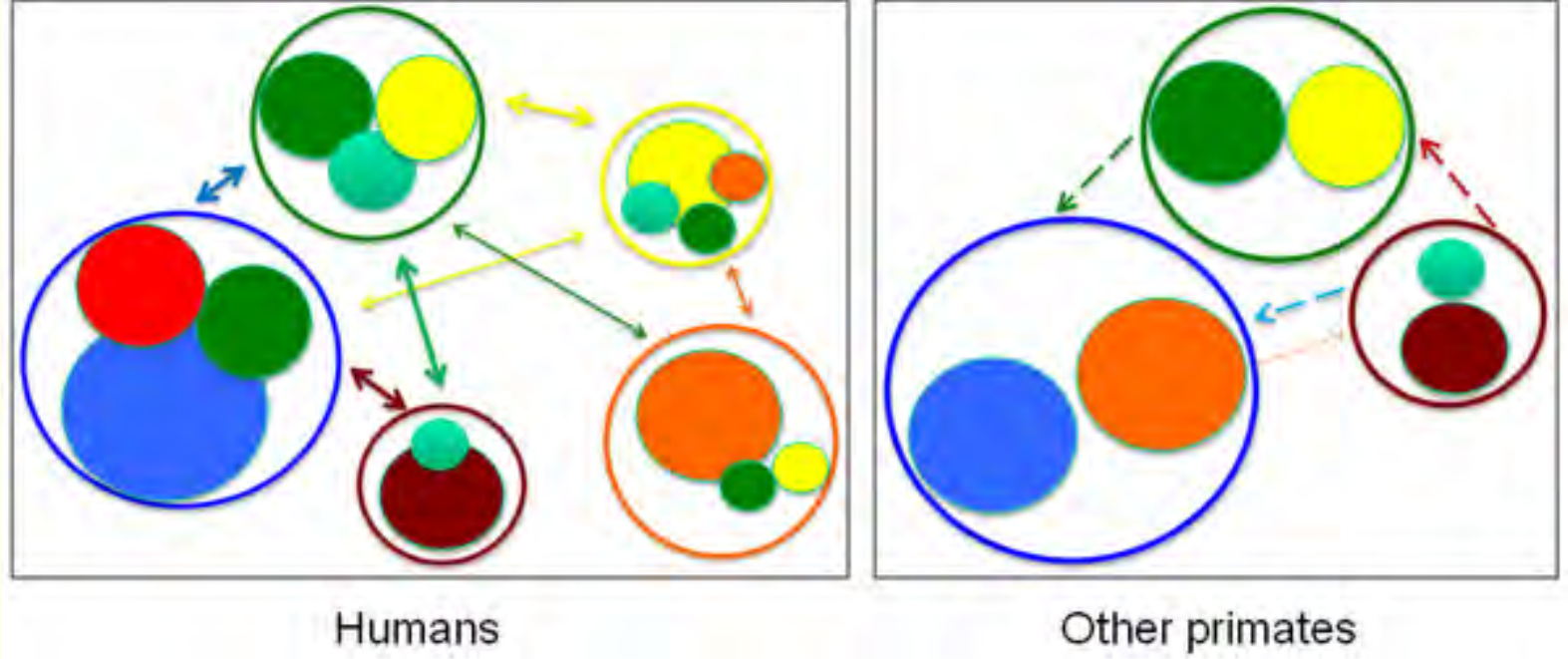
mais qui, dans les groupes humains formés de couples monogames apparentés, va amener **l'exogamie reproductive**,

i.e. un individu quitte son groupe pour aller vivre et se reproduire dans un autre.



L'exogamie reproductive va amener un **processus de pacification et d'alliances entre les groupes (unique aux sociétés humaines)** :

une femelle du groupe A qui s'en va dans le groupe B demeure à la fois liée à ses parents restés dans le groupe A et à son mari du groupe B (et par conséquent à la famille de son mari dans le groupe B).



La structure sociale humaine
d'**exogamie réciproque** :

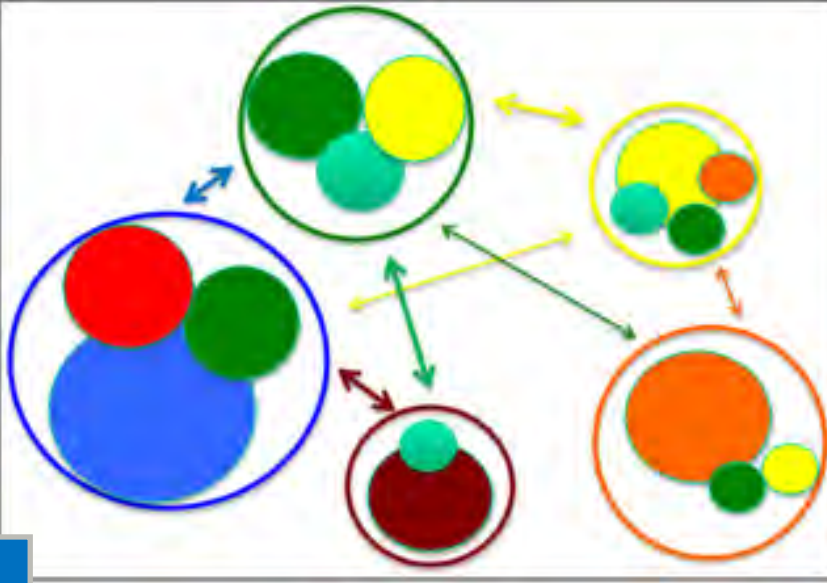
- inclut l'échange de partenaires sexuels, de biens et de services (flèches bi-directionnelles),
- implique de multiples lignées de parenté (cercles pleins) existant souvent dans des communautés résidentielles multiples (cercles ouverts).

Il en résulte une coopération répandue (superposition des cercles pleins) découlant d'une économie d'échelle à l'intérieur et entre les communautés humaines.

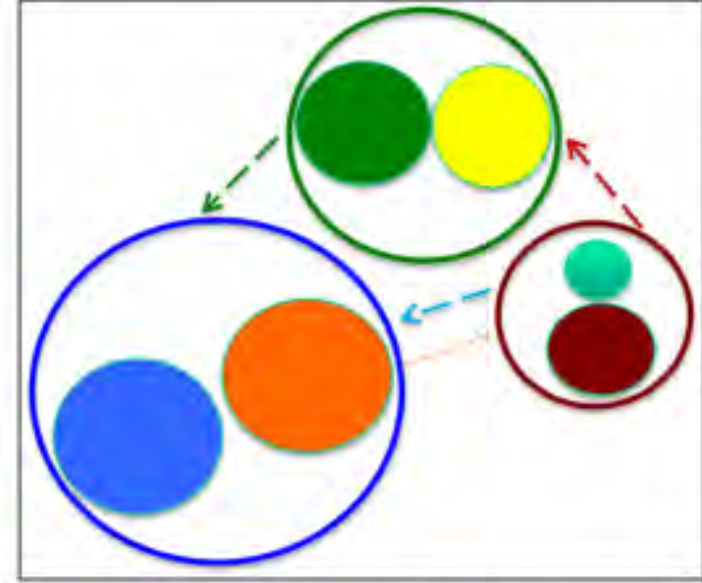
Au contraire, chez les autres primates, mâles ou femelles émigrent (flèches pointillées).

L'absence d'exogamie **réciproque** fait en sorte que les lignées de parenté sont réduites à des communautés simples qui ne génèrent donc pas les "méta-groupes" à l'origine des structures sociales humaines complexes.

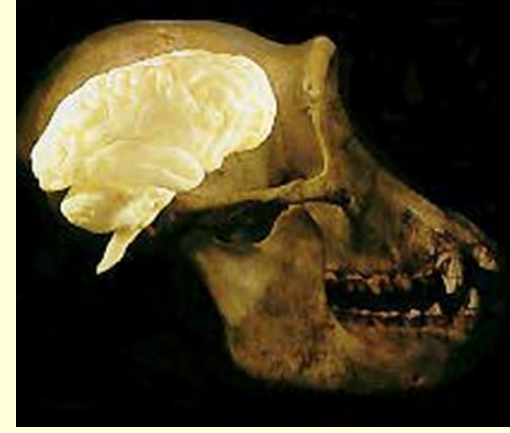
Organisation sociale complexe facilitée par...



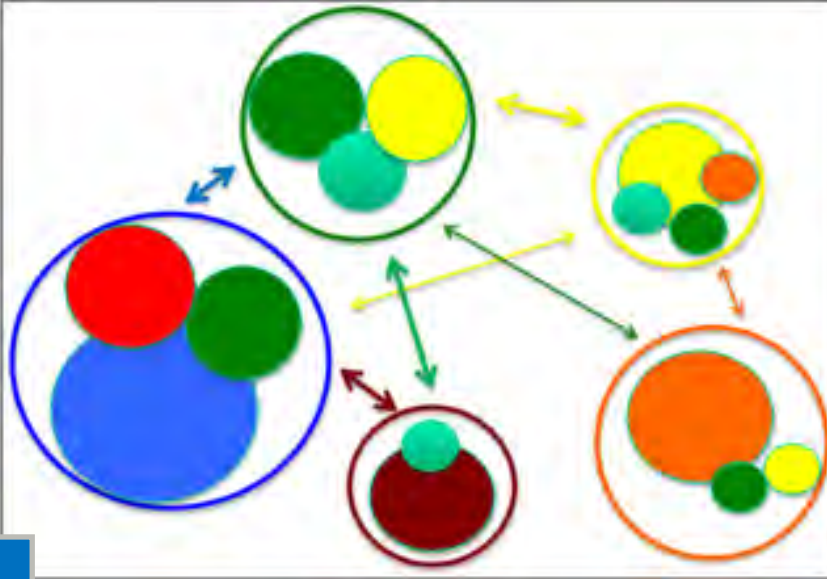
Humans



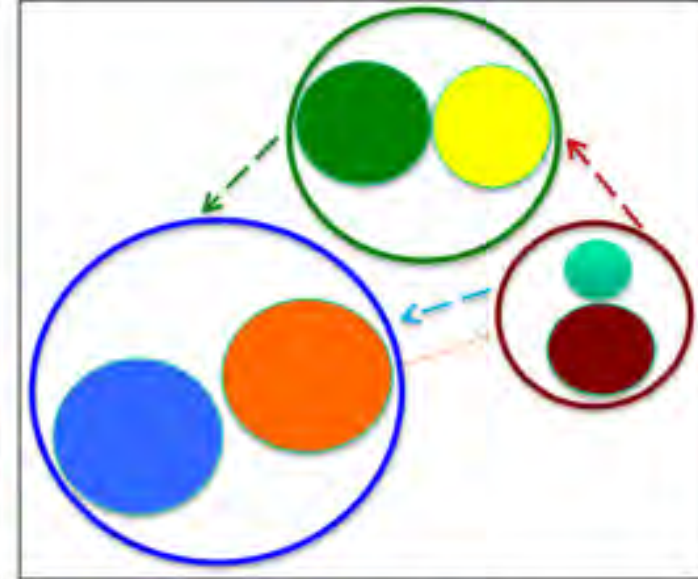
Other primates



Organisation sociale complexe facilitée par...



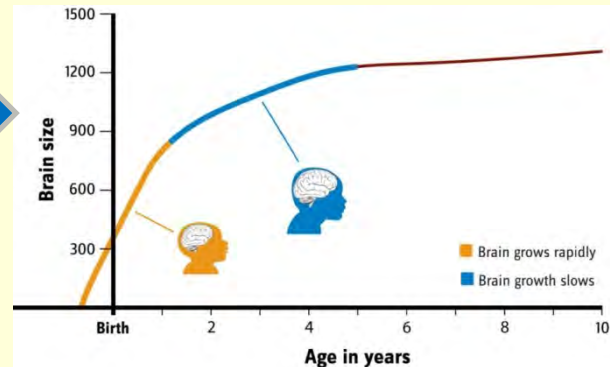
Humans



Other primates

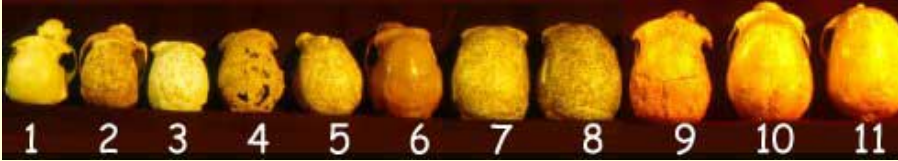


Mais gros cerveau car mature tard...



règles sociales complexes: pression sélective pour plus gros cerveau !?

- dépendance juvénile prolongée
- contribution du père aux soins parentaux
- couple monogame stable
- reconnaissance étendue de la parenté
- avec l'exogamie reproductive
- pacification + alliances entre groupes complexes



Plusieurs phénomènes sont probablement agi de concert (et sont encore débattus) pour expliquer l'origine de l'expansion cérébrale spectaculaire chez l'humain :

- les **règles sociales complexes** (un plus gros cerveau aide à assimiler des conduites sociales complexes);
- la **fabrication d'outils** (car elle nécessite précision motrice, mémoire et planification); Les premiers outils seraient datés de 3,3 millions d'années.
<http://www.hominides.com/html/actualites/premiers-outils-3-3-millions-annees-925.php> (21/05/15)
<http://mailchi.mp/pourlascience/au-sommaire-du-numro-477-de-pour-la-science-saturne-les-plus-belles-dcouvertes-de-cassini-627989?e=2cdb4df74c> (août 2017)
- la **chasse** (suivre et prédire le parcours du gibier est facilité par la mémoire fournie par un gros cerveau);
- la **préparation des aliments** (What Makes Us Human? Cooking, Study Says. 2012 <http://news.nationalgeographic.com/news/2012/10/121026-human-cooking-evolution-raw-food-health-science/>)
- le **langage** (plusieurs pensent qu'il s'agit d'une adaptation survenue très tôt chez les hominidés).

Apparition du langage :

Nouvelles régions ? Agrandissement d'anciennes régions ?

Réutilisation de certaines régions ou parties de réseaux cérébraux ?

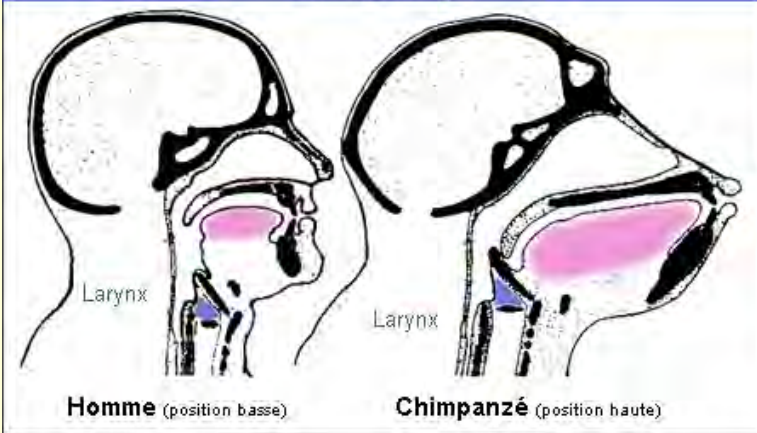


TALKING THE TALK

Macaques diverged from human ancestors 30 million years ago, and their brains have simple language regions. Chimps split off 7 million years ago and have better speech centers

TOP OF THE LINE

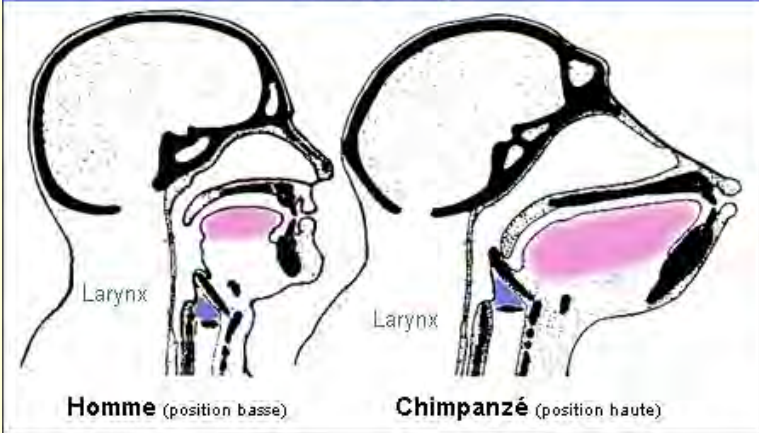
Nothing drives complex societies like language, and the key to human proximity is the arcuate fasciculus, which weaves together the various brain regions that govern speech



C'est l'***Homo habilis***, il y a plus de deux millions d'années, qui pourrait être le plus ancien préhumain à avoir employé un langage articulé, ce qui ne signifie pas pour autant que son langage était comparable au nôtre.

On suppose aussi la présence d'une proto-langue chez l'homme et la femme de **Néandertal** qui, au niveau actuel des connaissances, ne possédait pas de syntaxe.

Avec **Homo sapiens** apparaît l'aire de Broca sur une circonvolution frontale gauche, et celle de Wernicke sur une circonvolution temporale gauche, suivant la mutation génétique d'un ou de plusieurs gènes (FOXP2 ...), il y a cent à deux cent mille ans, donnant la capacité de passer des mots à la syntaxe.



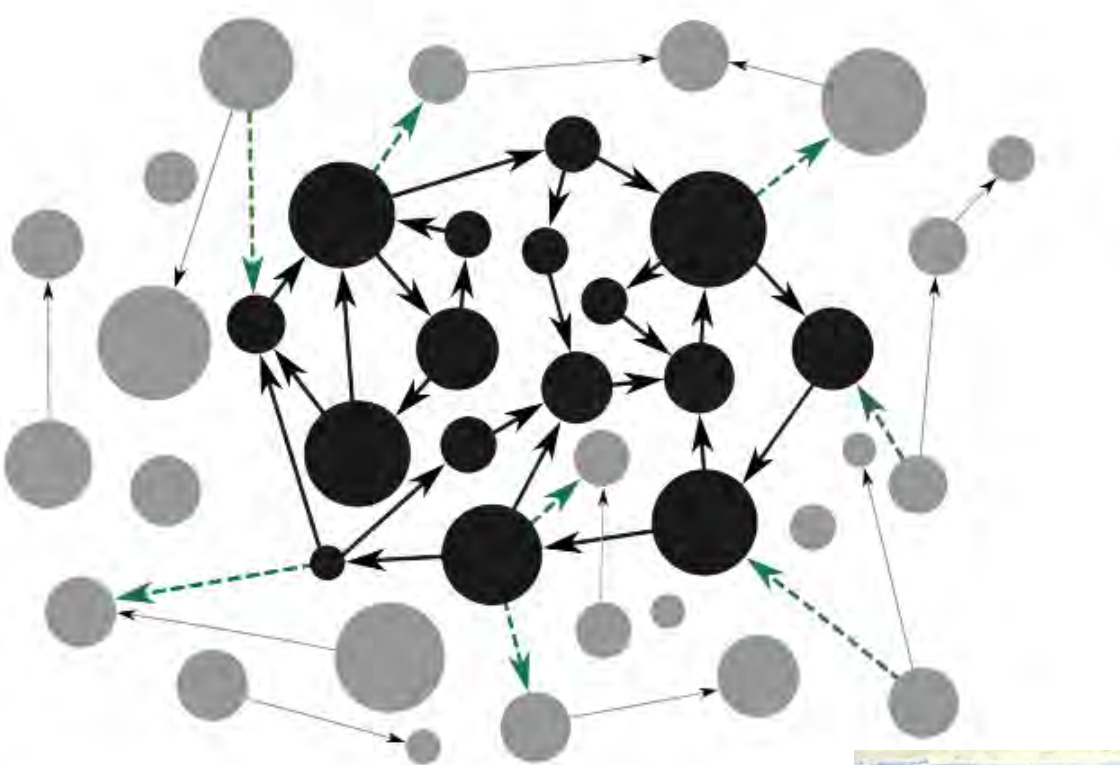
« Les mots [...] sont des indices pour coordonner des actions par le langage. »
(L'arbre de la connaissance, p.228)

« Ce qui est pertinent est la **coordination d'actions** [que les langues] provoquent



Samuel Veissière Ph.D. (Nov 30, 2016)
Vanishing Grandmothers and the Decline of Empathy
<https://www.psychologytoday.com/blog/culture-mind-and-brain/201611/vanishing-grandmothers-and-the-decline-empathy>






En noir : un groupe social humain

dont les différents individus 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 license. http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.en_US

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





Mais le soir, quand la **maîtrise du feu** a permis d'allonger le temps d'éveil, on peut utiliser le langage pour se raconter des histoires...



samedi 18 juillet **2015**

La glace et le feu

<http://www.franceinter.fr/emission-sur-les-epaules-de-darwin-la-glace-et-le-feu-0>

Argile du passé (2)

<http://www.franceinter.fr/player/reecouter?play=1188741>

...et représenter ces récits par des peintures.



Anatomiquement, notre espèce Homo sapiens apparaît il y a au moins **200 000 ans**, mais du point de vue **comportemental**, on parle de **40 000 à 50 000 ans**.



Les plus anciennes peintures rupestres figuratives : grottes de l'île de Sulawesi, Indonésie, il y a environ **40 000 ans**

09/10/2014

http://www.pourlascience.fr/ewb_pages/a/actuelles-plus-anciennes-peintures-rupestres-decouvertes-en-asie-33383.php



Grotte Chauvet, en France, il y a plus de **30.000 ans**

08/05/2012

<http://www.lefigaro.fr/sciences/2012/05/07/01008-20120507ARTFIG00738-grotte-chauvet-la-plus-ancienne-au-monde.php>

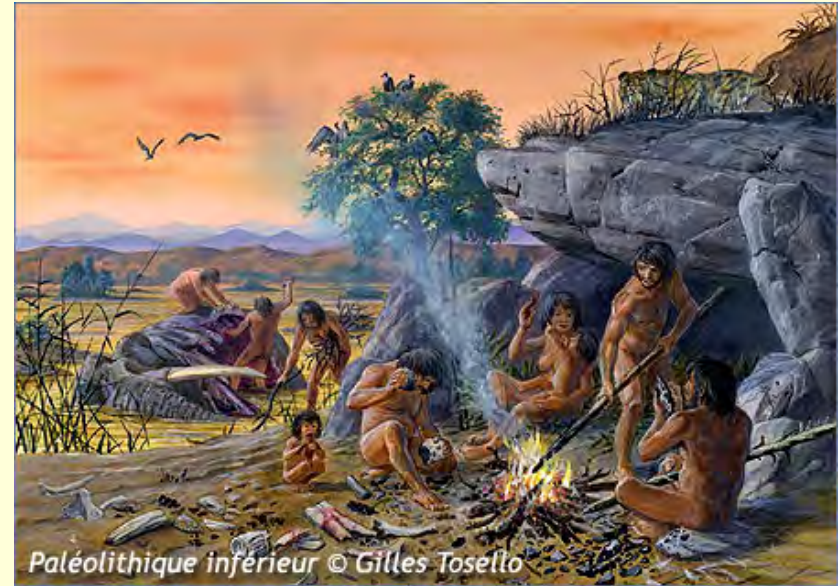


Grotte de Lascaux : il y a **17 000 – 18 000 ans**

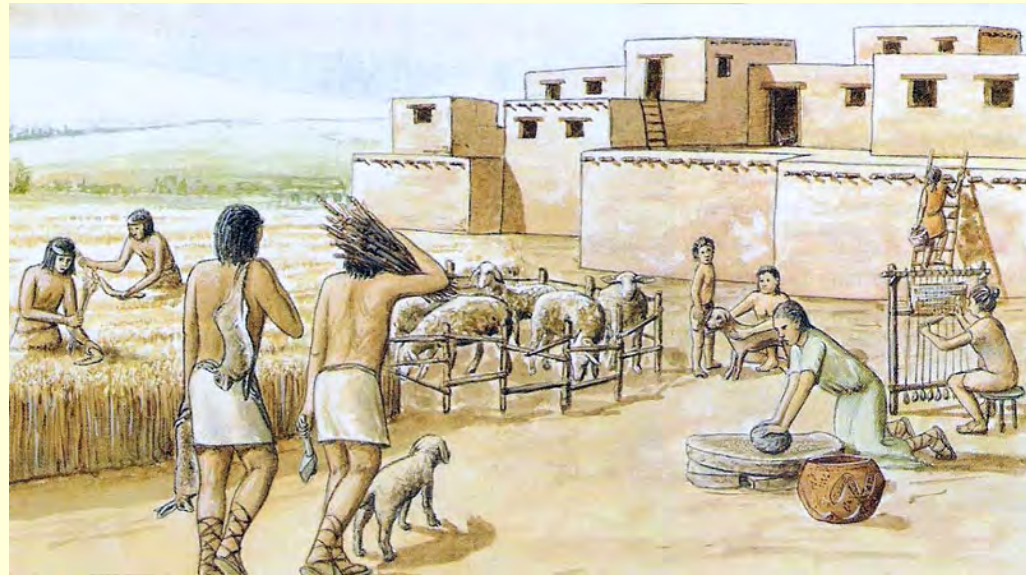
https://fr.wikipedia.org/wiki/Grotte_de_Lascaux



Commencé avec l'apparition de la première espèce du genre Homo, *Homo habilis*, il y a environ trois millions d'années, le **paléolithique** s'achève il y a **environ 10 000 ans**.

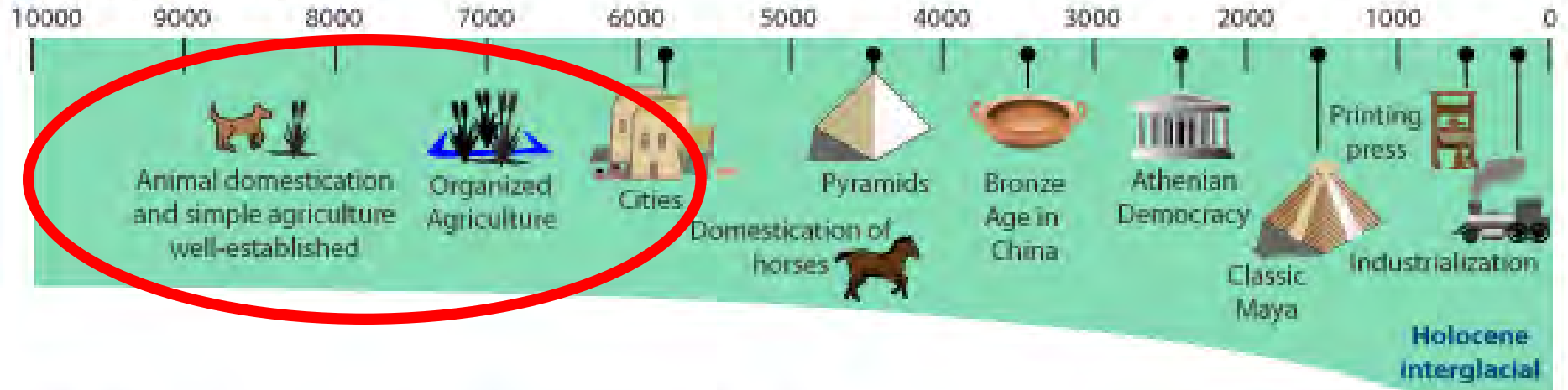


À partir de là débute le **néolithique**, c'est-à-dire la sédentarisation



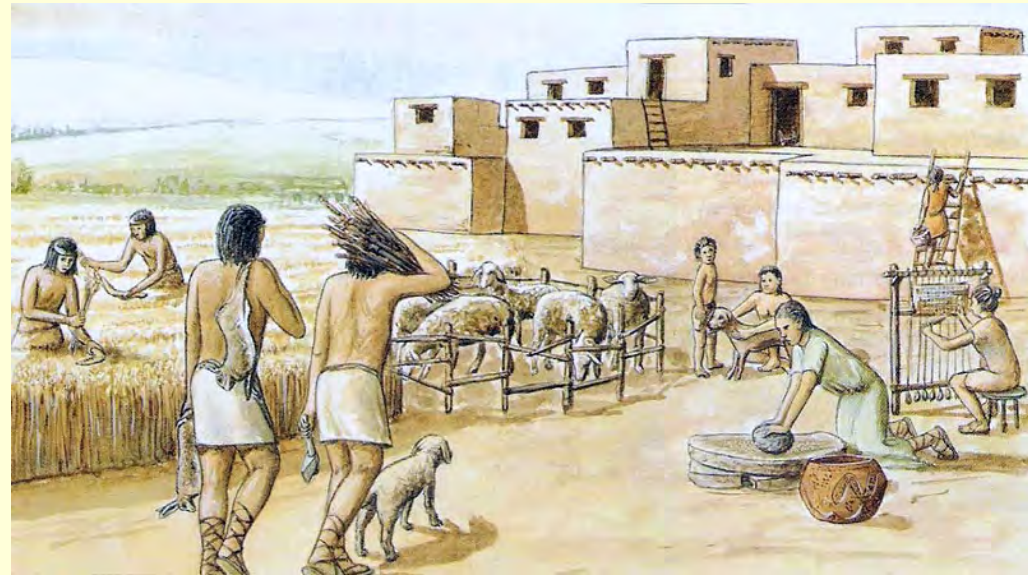
Global Climate, Human Evolution and Civilization

Years before present (1950)



À partir de là débute le **néolithique**,
c'est-à-dire la sédentarisation

et le début de la **domestication**
animale et de **l'agriculture**.

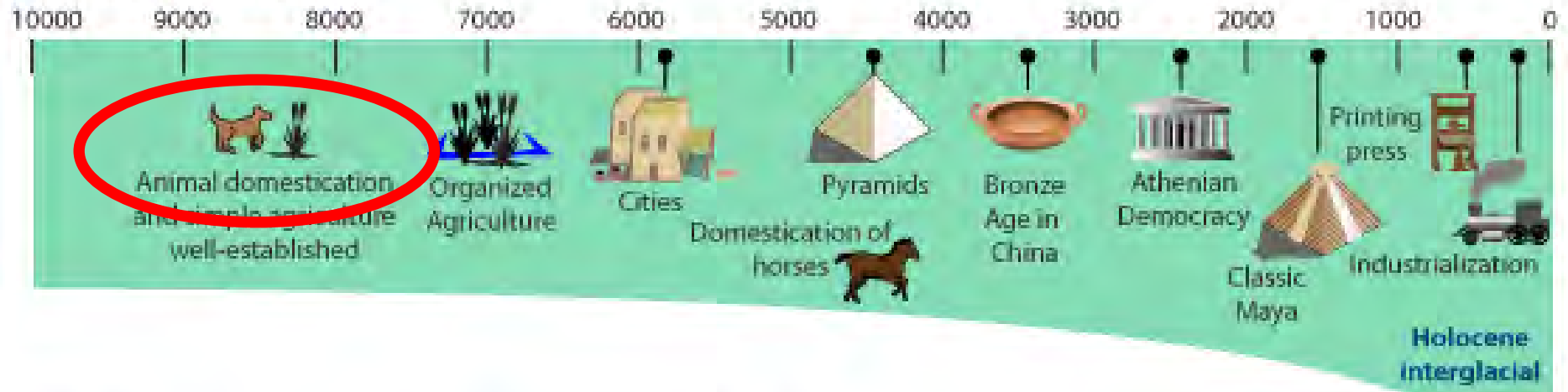


Concept / Cadre théorique :

Un niveau de complexité supplémentaire va s'ajouter avec
le phénomène de **co-évolution gène-culture**

Global Climate, Human Evolution and Civilization

Years before present (1950)



Exemple classique : la pratique culturellement transmise de **l'élevage** qui a favorisé la transmission d'allèles de gènes pour la **tolérance au lactose** dans certaines populations humaines.

par Jean-Claude Ameisen
le samedi de 11h05 à 12h

inter **sur les épaules de Darwin**

accueil
écoutez le direct
programmes
émissions
chroniques

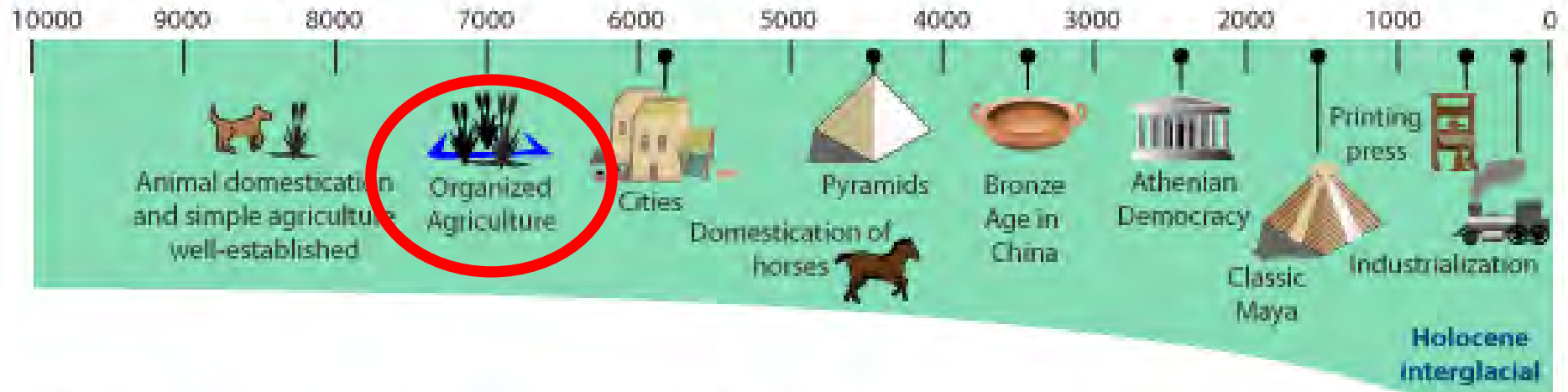
A la découverte de Neandertal en nous...
<http://www.franceinter.fr/player/reecouter?play=879632>

Apprivoiser la nature
<http://www.franceinter.fr/emission-sur-les-epaules-de-darwin-apprivoiser-la-nature>

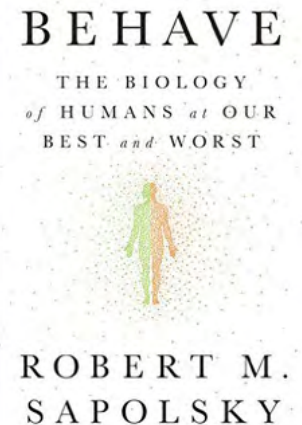
Aux origines de l'agriculture
<http://www.franceinter.fr/emission-sur-les-epaules-de-darwin-aux-origines-de-lagriculture>

Global Climate, Human Evolution and Civilization

Years before present (1950)



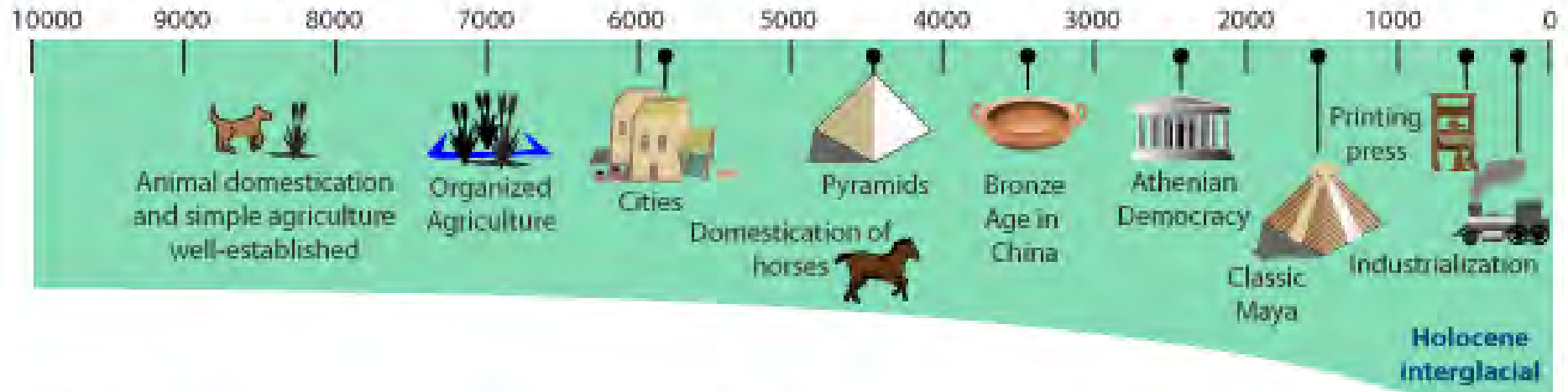
Exemple classique : la pratique culturellement transmise de **l'élevage** qui a favorisé la transmission d'allèles de gènes pour la **tolérance au lactose** dans certaines populations humaines.



Autre exemple : la culture du riz en Asie nécessite des efforts collectifs. Une pression sélective semble avoir joué contre le gène de type 7R du récepteur à la dopamine, qui est une **variante connue pour favoriser l'impulsivité** que l'on retrouve beaucoup **moins** dans les cultures **collectivistes** asiatiques.

Global Climate, Human Evolution and Civilization

Years before present (1950)



Des centaines de gènes humains **évoluent probablement encore** en réponse à une pression sélective venant de pratiques culturelles...

Global Climate, Human Evolution and Civilization

Years before present (1950)



Le néolithique s'achève il y a environ 5 – 6 000 ans avec l'invention de **l'écriture**...

...et qui inaugure ce qu'on appelle **l'Histoire**.





Et nous voilà donc aujourd'hui avec 7,5 milliards d'Homo sapiens partout sur la Terre avec des **milliers de cultures différentes**.



Le réchauffement climatique pourrait enclencher un cercle vicieux catastrophique

6 août 2018

<https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1116766/changement-climatique-cercle-vicieux-catastrophe-rechauffement-co2-methane-environnement>



« la température moyenne de la Terre pourrait se stabiliser à +4 °C ou +5 °C par rapport à l'ère préindustrielle, bien au-delà de l'objectif de l'Accord de Paris sur le climat (+2 °C maximum), selon cette étude de la revue *Proceedings of the National Academy of Sciences* (PNAS).

Les émissions de gaz à effet de serre ont déjà provoqué une hausse de 1 °C de la température moyenne de la Terre, assez pour augmenter les probabilités de canicules, de sécheresses ou de tempêtes, de même que leur intensité. »

La question est peut-être au fond de savoir si la complexité va continuer de croître dans l'univers et si une forme de conscience sera là pour s'en rendre compte !

Ou si elle va s'arrêter avec le « summum de l'intelligence » qu'elle semble avoir atteint...

