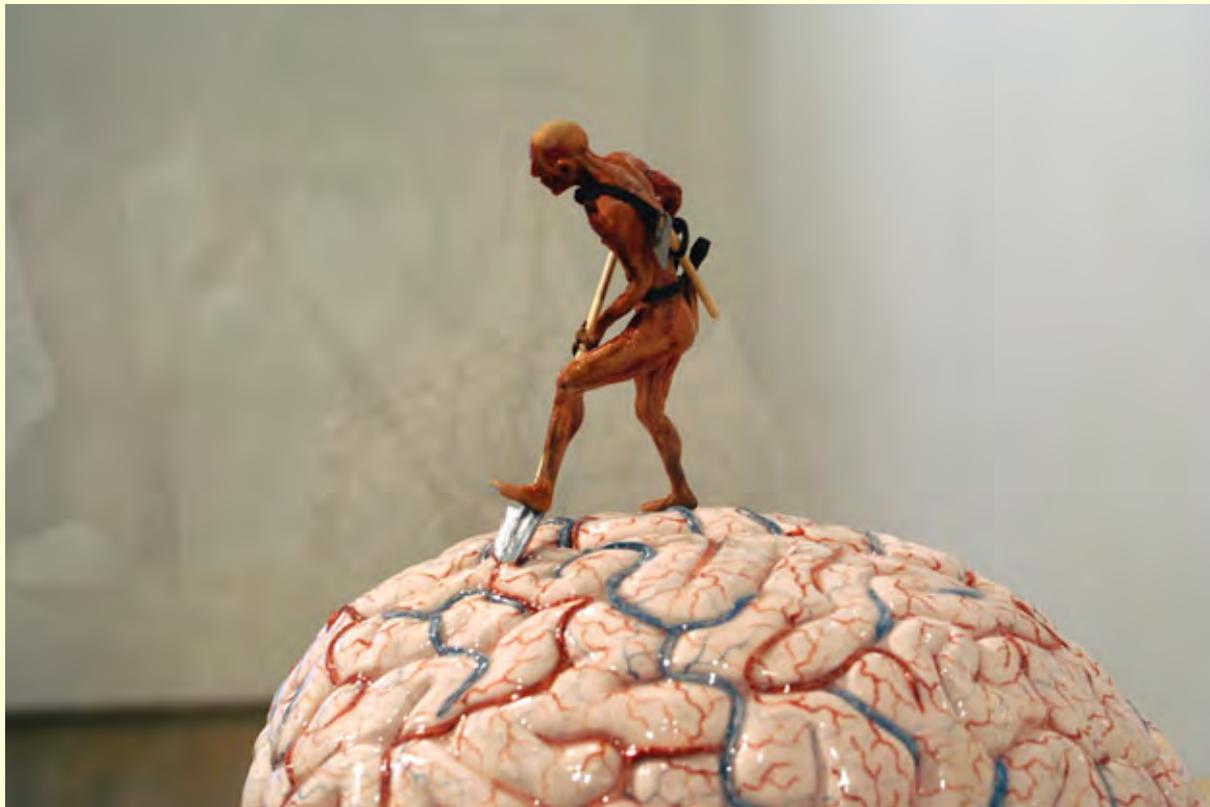


École des profs



Collège
de Bois-de-Boulogne

11-12 juin 2015



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

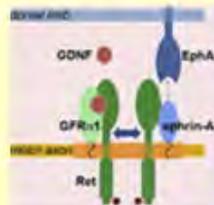
Envoyer

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



Le plaisir et la douleur



La quête du plaisir

cérébral débutant

Niveau d'organisation

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

Thème

Le plaisir et la douleur



Sous-thème

La quête du plaisir

Les paradis artificiels

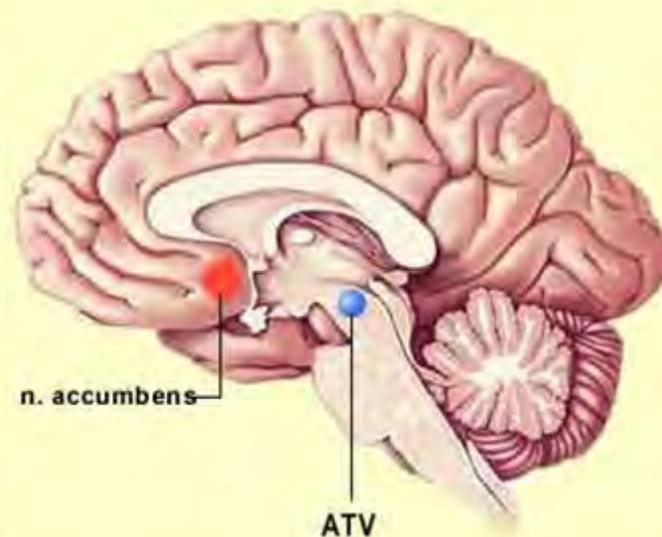
L'évitement de la douleur



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

LES CENTRES DU PLAISIR

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



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

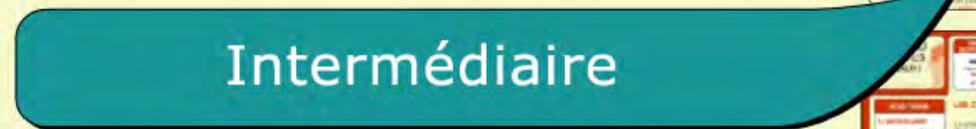
L'aire tegmentale ventrale (ATV), un groupe de neurones situés en plein centre du cerveau, est particulièrement importante dans ce circuit. Elle reçoit de l'information de plusieurs autres régions qui l'informent du niveau de satisfaction des besoins fondamentaux ou plus spécifiquement humains.

3 niveaux d'explication

Niveau d'explication

Débutant
Intermédiaire
Avancé

◀ ◻ ▶



LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Titre: **LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!**
Mots-clés: **Cerveau, Neurologie, Médecine**

LES DIFFÉRENCES DU CERVEAU



Le cerveau est un organe complexe qui contrôle toutes les fonctions de notre corps. Il est divisé en plusieurs régions, chacune ayant des fonctions spécifiques. Les différences de structure et de fonction entre ces régions sont ce qui nous rend uniques.

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Titre: **LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!**
Mots-clés: **Cerveau, Neurologie, Médecine**

LES DIFFÉRENCES DU CERVEAU



Le cerveau est un organe complexe qui contrôle toutes les fonctions de notre corps. Il est divisé en plusieurs régions, chacune ayant des fonctions spécifiques. Les différences de structure et de fonction entre ces régions sont ce qui nous rend uniques.

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Titre: **LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!**
Mots-clés: **Cerveau, Neurologie, Médecine**

LES DIFFÉRENCES DU CERVEAU



Le cerveau est un organe complexe qui contrôle toutes les fonctions de notre corps. Il est divisé en plusieurs régions, chacune ayant des fonctions spécifiques. Les différences de structure et de fonction entre ces régions sont ce qui nous rend uniques.

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Retour à l'accueil

Niveau d'explication

Débutant
Intermédiaire
Avancé

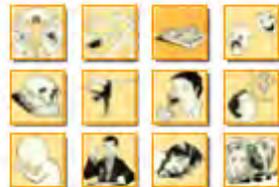


Niveau d'organisation

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

Thème

Le plaisir et la douleur



Sous-thème

La quête du plaisir

Les paradis artificiels

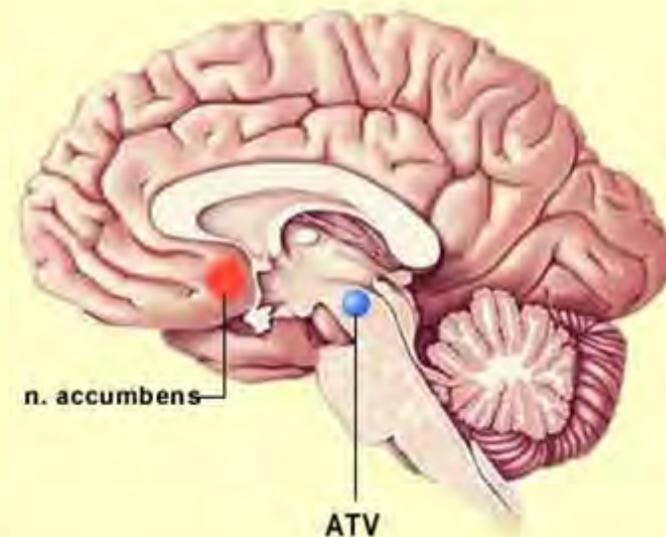
L'évitement de la douleur



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.

5 niveaux d'organisation





QUÉBEC SCIENCE

LES DÉBROUILLARDS DRÔLEMENT SCIENTIFIQUE !

Institut de recherche en santé du Canada

Institut des neurosciences, de la santé mentale et des toxicomanies

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

[Retour à l'accueil](#)

Niveau d'explication

Débutant
Intermédiaire
Avancé



Le plaisir
et la douleur



La quête
du plaisir

cérébral
débutant

Niveau d'organisation

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

Thème

Le plaisir et la douleur



LES CENTRES DU PLAISIR

Pour qu'une espèce survive,
ses individus doivent en
premier lieu assurer leurs

1

Accueil

L'Institut

Études

Recherche

Membres

Communication

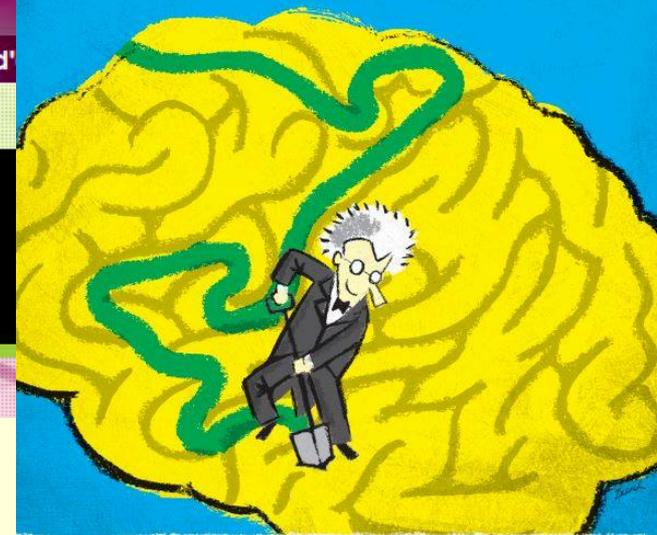
Nous contacter



ÇA FAIT 10 ANS QU'ON S'CREUSE LES MĒNINGES

- _Foire
- _Quiz
- _Cinéma
- _Historique
- _Cocktail

Le vendredi 22 novembre 2013 | De 10 h à 20 h
Programme complet : isc.uqam.ca



www.upopmontreal.com



**La Mort
se raconte**

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

**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



Donc je ne suis pas prof ni chercheur...





Un casse-tête, à deux niveaux :

1) je ne peux que donner un aperçu très partiel, en mettant ensemble quelques morceaux ;

2) définir un ordre, dans la présentation partielle de certains assemblages de morceaux, n'est pas facile car on n'a que la linéarité du langage pour appréhender des réseaux et une causalité circulaire à tous les niveaux, mais sans hyperliens !

Table des matières

Avant-propos

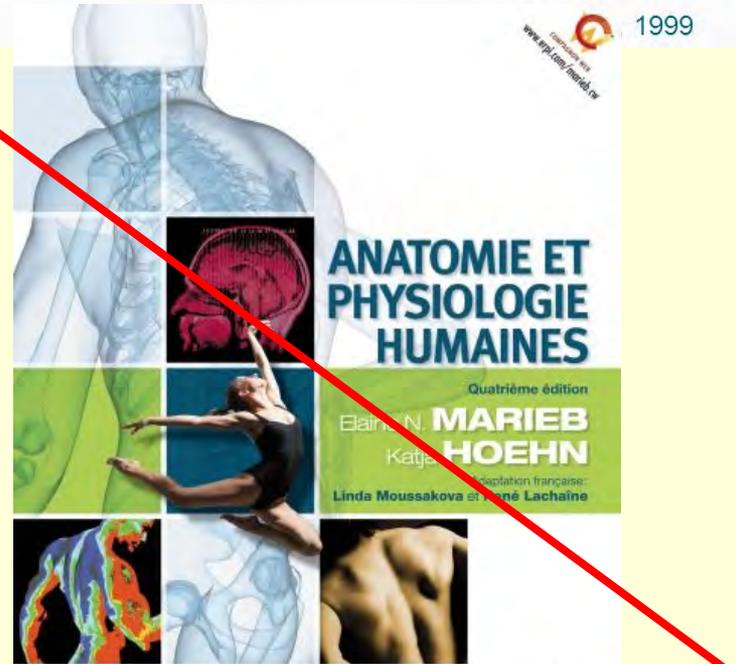
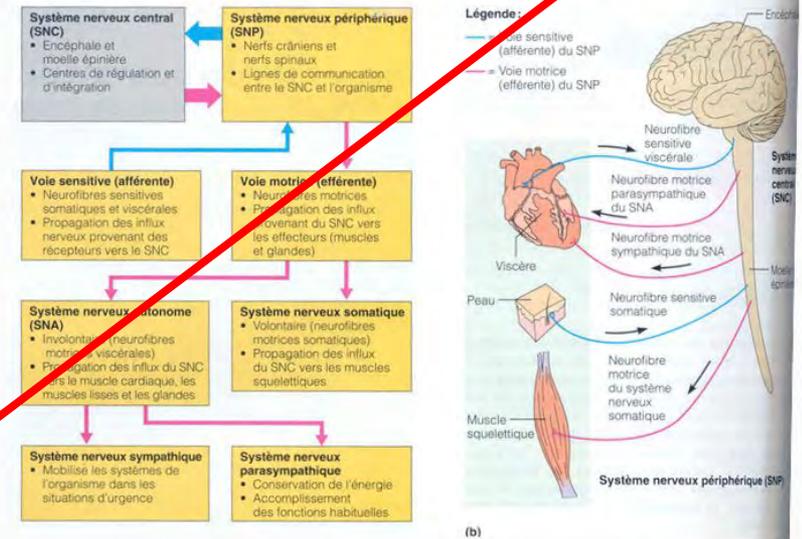
VII

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



Jeudi 11 juin

**Séance 1 : Du Big Bang aux sociétés humaines,
en passant par l'évolution des systèmes nerveux**

Séance 2 : Ancienne et nouvelle « grammaire » de la communication neuronale

[dîner]

Séance 3 : Nos mémoires

Séance 4 : Cartographier notre connectome

Vendredi 12 juin

Séance 5 : Des réseaux qui oscillent à l'échelle du cerveau

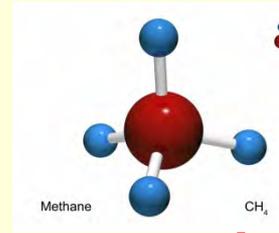
Séance 6 : Les « fonctions supérieures »

[dîner]

Séance 7 : Le corps-cerveau-environnement

Séance 8 : Vers une « neuropédagogie » ?

Jeudi 11 juin



**Séance 1 : Du Big Bang aux sociétés humaines,
en passant par l'évolution des systèmes nerveux**

Séance 2 : Ancienne et nouvelle « grammaire » de la communication neuronale

[dîner]

Séance 3 : Nos mémoires

Séance 4 : Cartographier notre connectome

Vendredi 12 juin

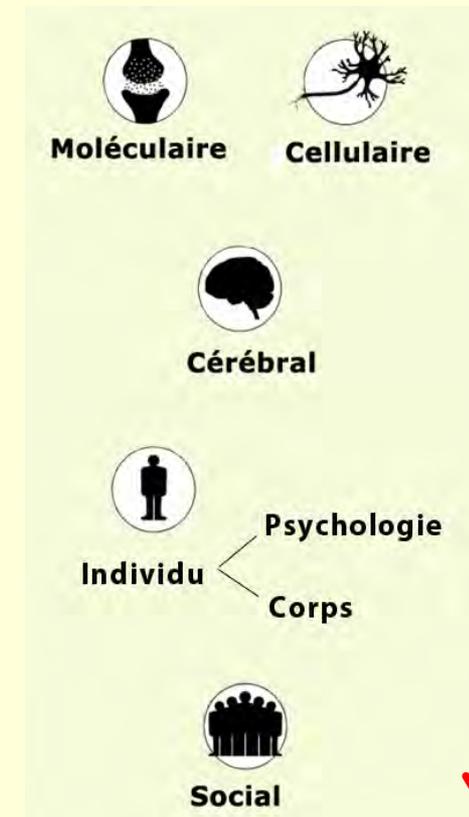
Séance 5 : Des réseaux qui oscillent à l'échelle du cerveau

Séance 6 : Les « fonctions supérieures »

[dîner]

Séance 7 : Le corps-cerveau-environnement

Séance 8 : Vers une « neuropédagogie » ?



Lundi 8 juin

Séance 1 : Du Big Bang aux sociétés humaines, en passant par l'évolution des systèmes nerveux

De la nécessité de la « Big History »;

Un peu de thermodynamique;

La matière et la forme;

Atomes et étoiles;

Planètes et molécules;

Origine de la vie;

Autopoïèse;

Procaryotes;

Eucaryotes;

Génomes;

Multicellulaires;

Systèmes nerveux;

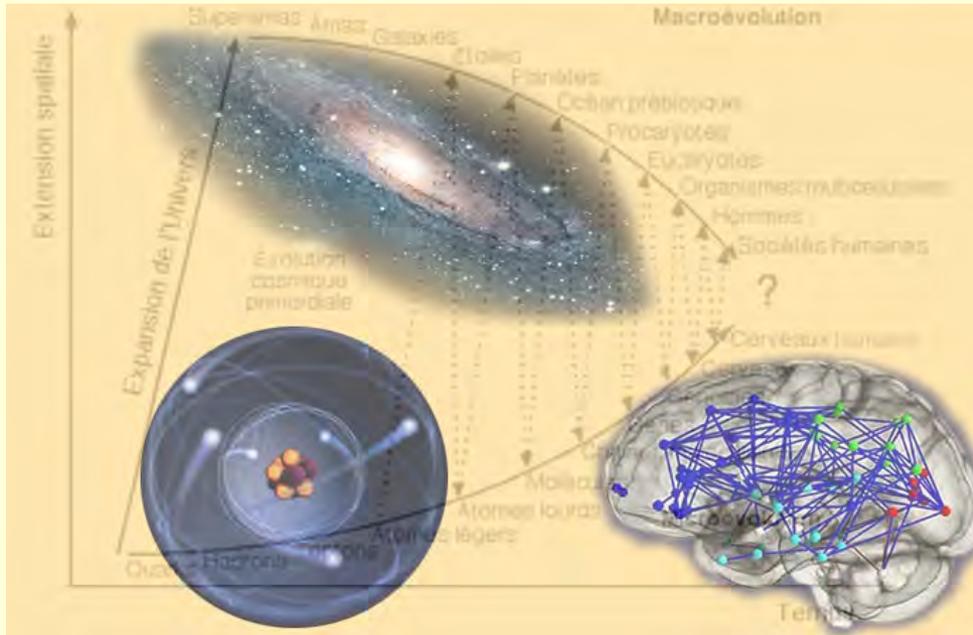
Hominisation;

Cerveaux humains;

Sociétés humaines;

La nécessaire mais difficile multidisciplinarité.

« Chaque heure passée par un enfant sur un banc d'école devrait commencer par définir la **structure** de ce qui va être dit dans les **structures d'ensemble**.



Chaque chose apprise doit se mettre en place dans un cadre plus vaste, par niveaux d'organisation et régulation intermédiaires, aussi bien dans le sens horizontal du présent, que vertical du passé et de l'avenir. »

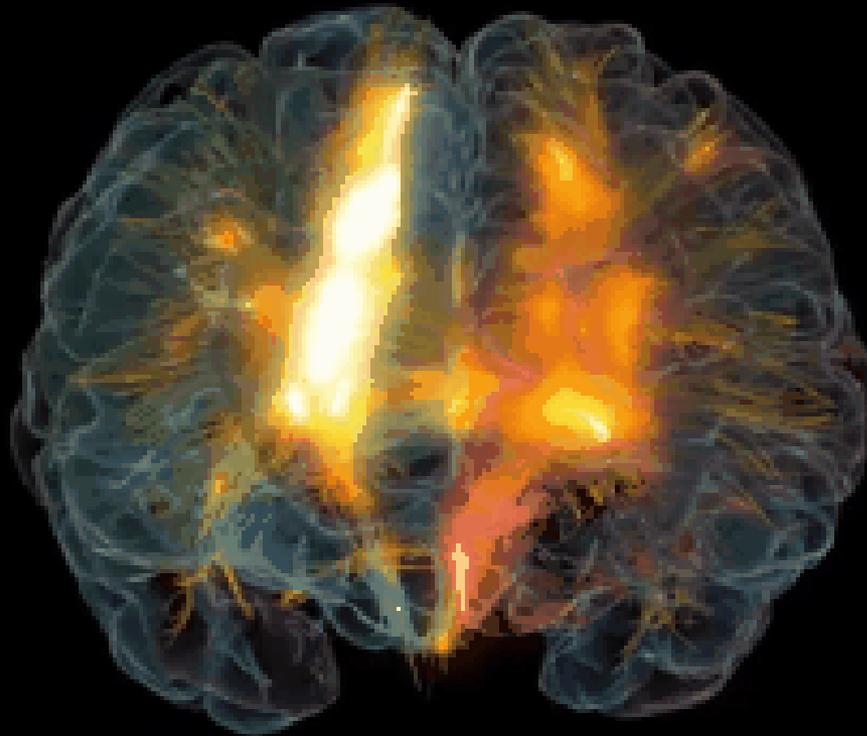


Voilà la **structure** dont nous allons parler.

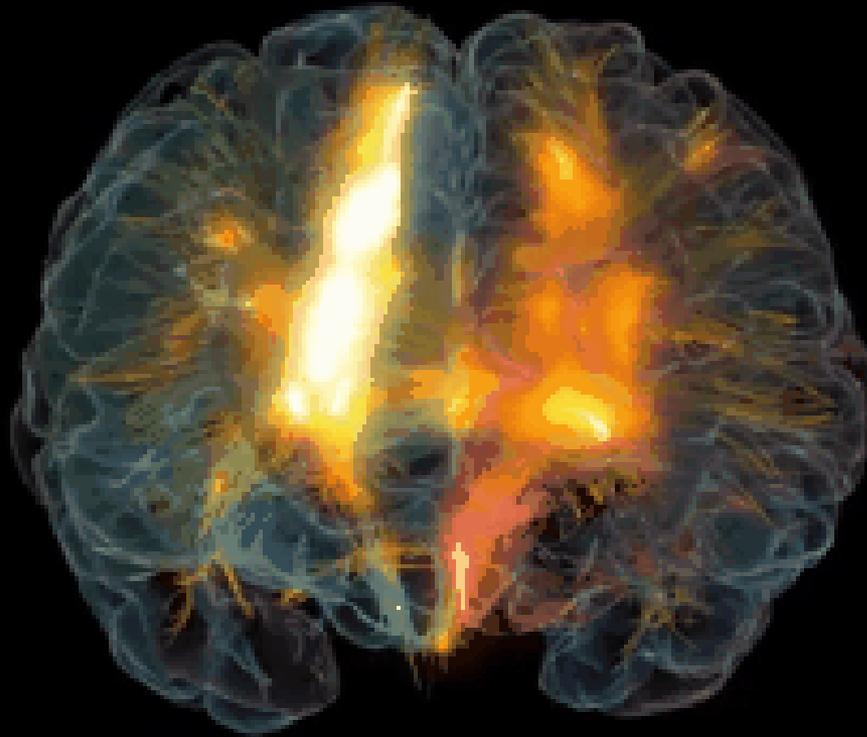
Avec sa forme étrange, mais aussi...

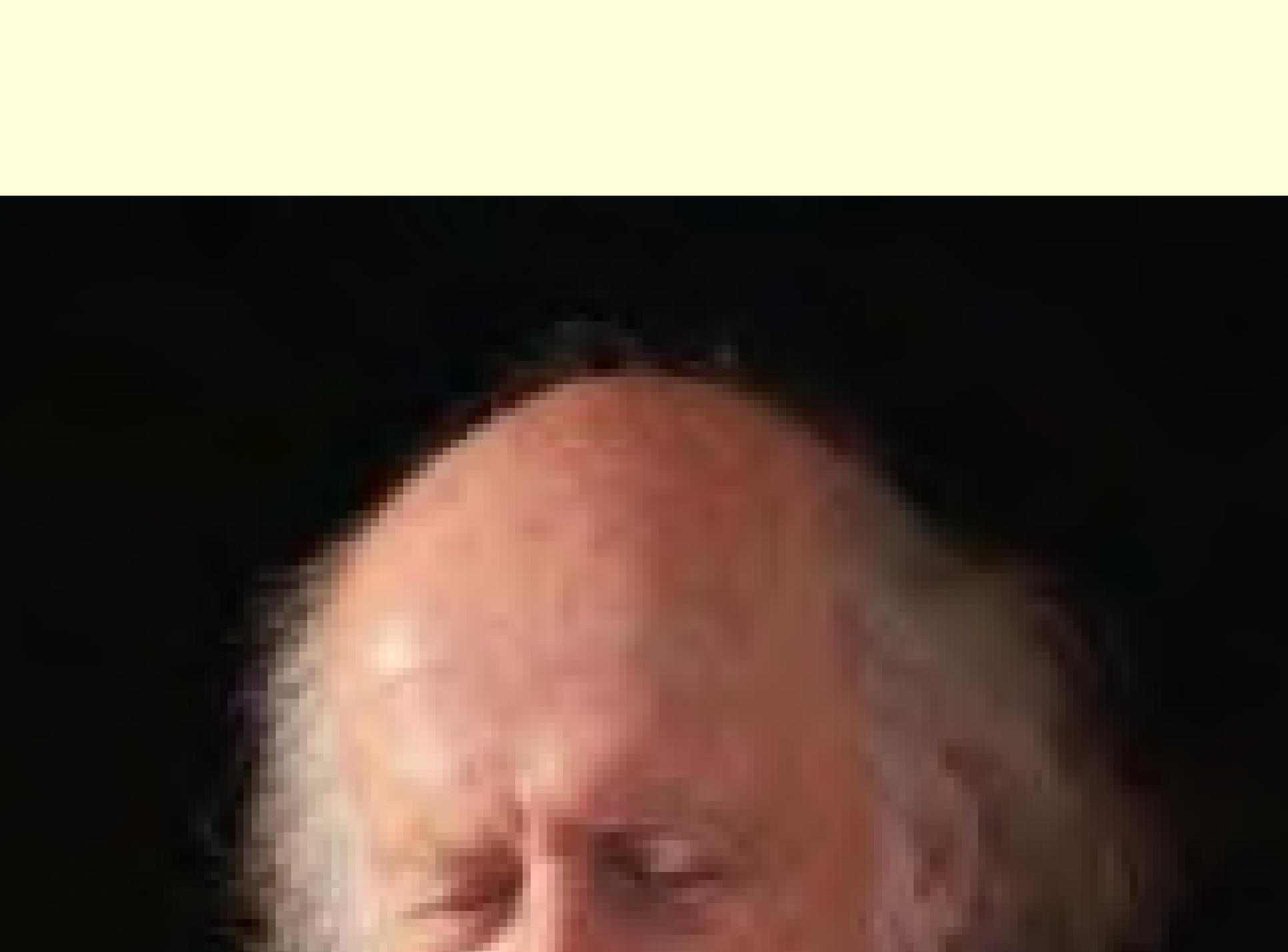


...son activité dynamique incessante,
C'est probablement l'objet le plus complexe de l'univers connu
dont on a tous un exemplaire entre les deux oreilles !



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 !







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

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

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

- Hubert Reeves

Qu'est-ce qui rend possible
la croissance de la complexité ?



Dans un système **isolé** comme l'univers, l'énergie se conserve (1^{er} principe de la thermodynamique)

Et...

l'énergie se dissipe, se dégrade, sous forme de chaleur
(entropie croissante)

(2^e principe de la thermodynamique)



www.ACTUACJIT.fr.com

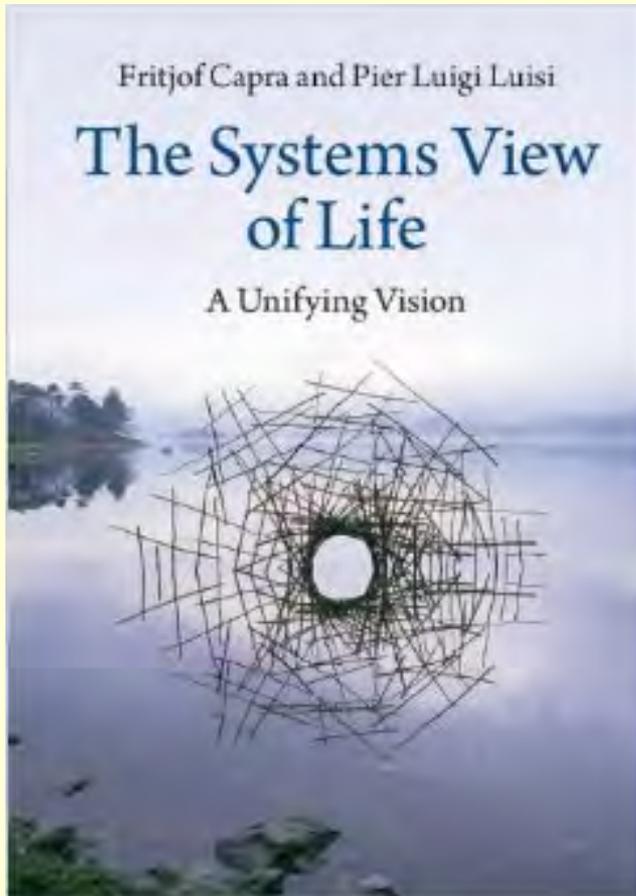


Il peut donc y avoir
croissance de
complexité
localement...

...parce qu'il continue d'y avoir
croissance du désordre à l'échelle
de l'univers.



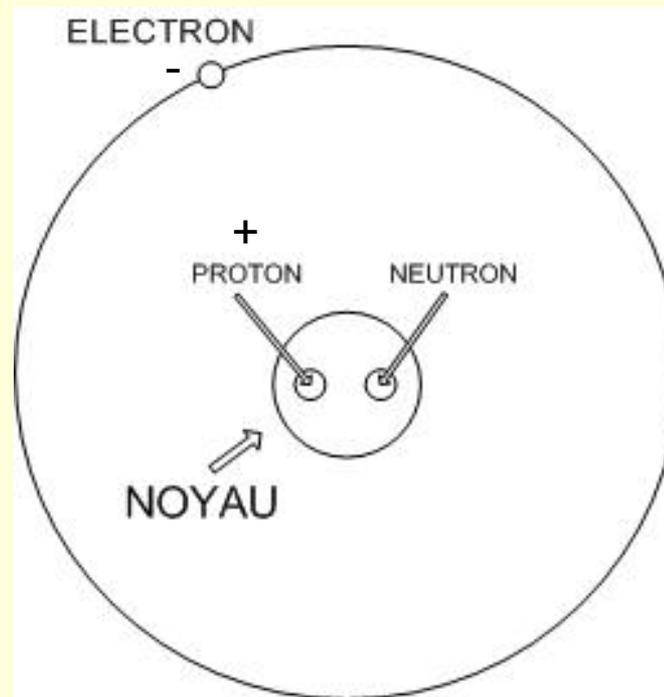
Et cette complexité va pouvoir croître dans ce
qu'on appelle des **systèmes ouverts**, c'est-à-dire
qui peuvent échanger de la matière et de l'énergie
avec le milieu extérieur.



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

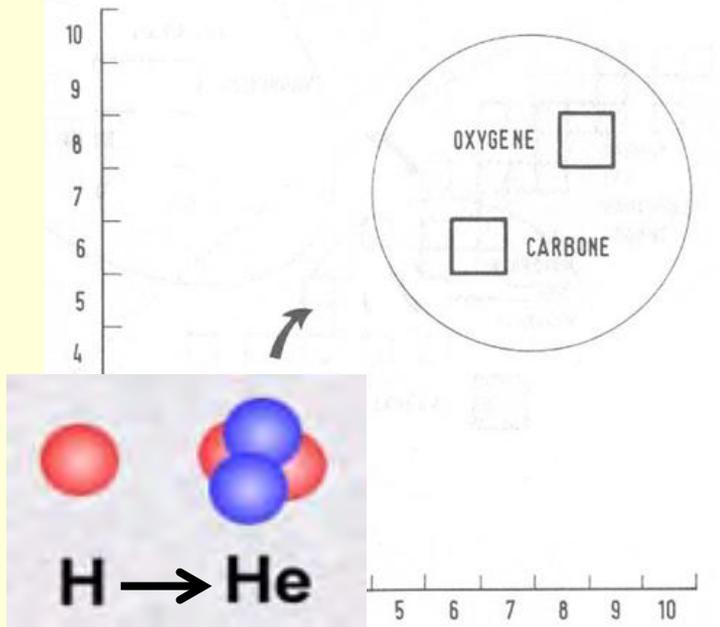
- l'étude de la **matière** : de quoi c'est fait ?
- l'étude de la **forme** : quel est le pattern ?

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

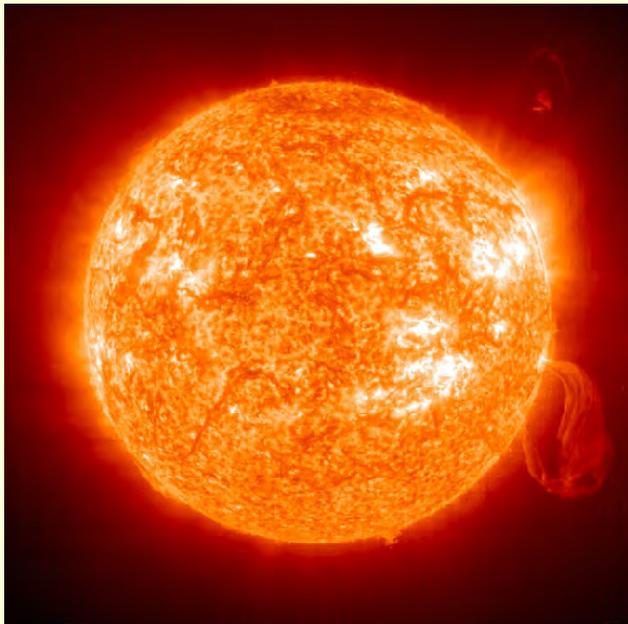
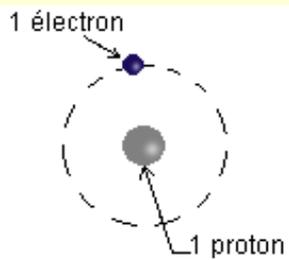


L'atome est constitué d'un noyau concentrant plus de 99,9 % de sa masse autour duquel se distribuent des électrons pour former un nuage 100 000 fois plus étendu que le noyau lui-même (donc schéma pas à l'échelle ici !).

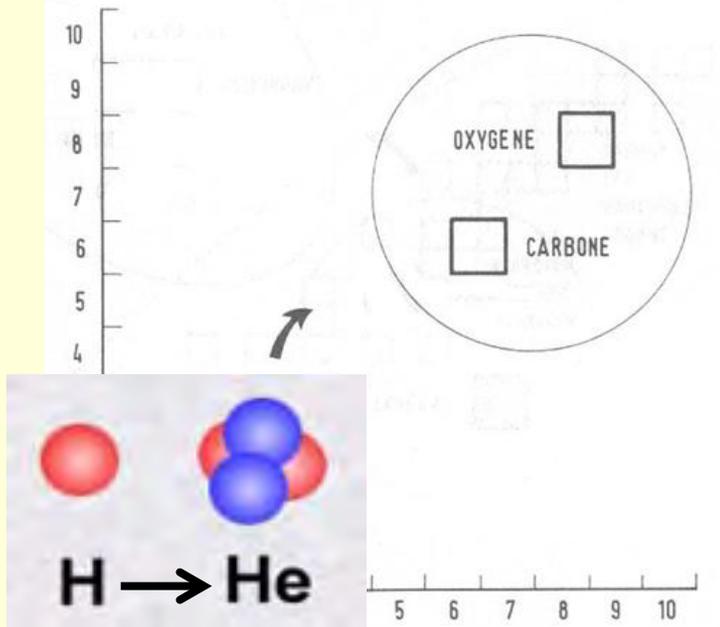
Combustion de l'hélium



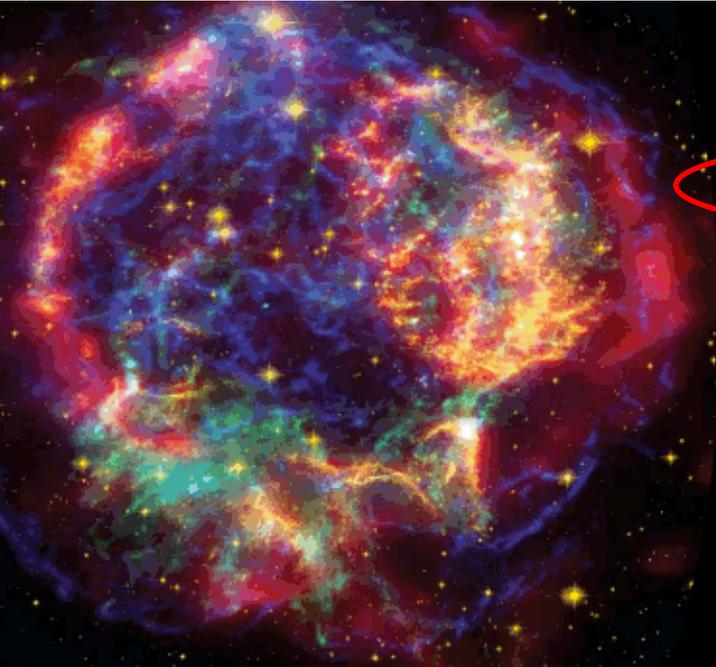
- l'étude de la **matière** : de quoi c'est fait ?



Combustion de l'hélium



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



Elles s'éclatent pour vous!

Sans les étoiles mortes, vous ne seriez pas là.

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

craq-astro.ca

CoolCosmos.net

Tableau Périodique des Éléments

1 IA	New Original																18 VIIIA												
1 H Hydrogène 1.00794																	2 He Hélium 4.002602												
3 Li Lithium 6.941	4 Be Béryllium 9.012182																	10 Ne Néon 20.1797											
11 Na Sodium 22.989770	12 Mg Magnésium 24.3050	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 Ar Argon 39.948												
19 K Potassium 39.0983	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.955910	22 Ti Titane 47.867	23 V Vanadium 50.9415	24 Cr Chrome 51.9961	25 Mn Manganèse 54.938049	26 Fe Fer 55.8457	27 Co Cobalt 58.933200	28 Ni Nickel 58.6934	29 Cu Cuivre 63.546	30 Zn Zinc 65.409	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.64	33 As Arsenic 74.92160	34 Se Sélénium 78.96	35 Br Brome 79.904	36 Kr Krypton 83.798												
37 Rb Rubidium 87.4678	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.90585	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.90638	42 Mo Molybdène 95.94	43 Tc Technétium (98)	44 Ru Ruthénium 101.07	45 Rh Rhodium 102.90550	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Argent 107.8682	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Étain 118.710	51 Sb Antimoine 121.760	52 Te Tellure 127.60	53 I Iode 126.90447	54 Xe Xénon 131.293												
55 Cs Césium 132.90545	56 Ba Baryum 137.327	57 to 71																											
87 Fr Francium (223)	88 Ra Radium (226)	89 to 103																											
72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantale 180.9479	74 W Tungstène 183.84	75 Re Rhénium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.217	78 Pt Platine 195.078	79 Au Or 196.96655	80 Hg Mercure 200.59	81 Tl Thallium 204.3833	82 Pb Plomb 207.2	83 Bi Bismuth 208.98038	84 Po Polonium (209)	85 At Astate (210)	86 Rn Radon (222)	104 Rf Rutherfordium (261)	105 Db Dubnium (262)	106 Sg Seaborgium (266)	107 Bh Bohrium (264)	108 Hs Hassium (269)	109 Mt Meitnerium (268)	110 Ds Darmstadtium (271)	111 Rg Roentgenium (272)	112 Uub Ununbium (285)	113 Uut Ununtrium (284)	114 Uuq Ununquadium (289)	115 Uup Ununpentium (288)	116 Uuh Ununhexium (292)	117 Uus Ununseptium	118 Uuo Ununoctium

Atomic masses in parentheses are those of the most stable or common isotope.

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

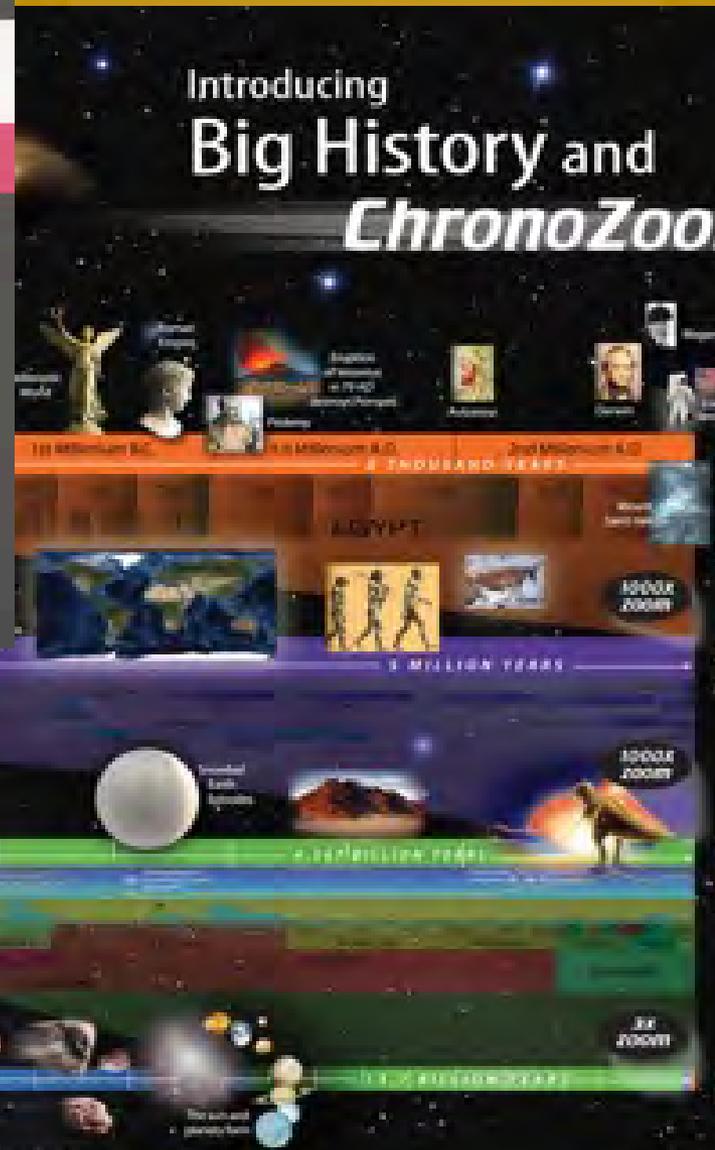
57 La Lanthane 138.9055	58 Ce Cérium 140.116	59 Pr Praséodyme 140.90765	60 Nd Néodyme 144.24	61 Pm Prométhium (145)	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.92534	66 Dy Dysprosium 162.500	67 Ho Holmium 164.93032	68 Er Erbium 167.259	69 Tm Thulium 168.93421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

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

Pour essayer de
comprendre sa place
dans l'univers,



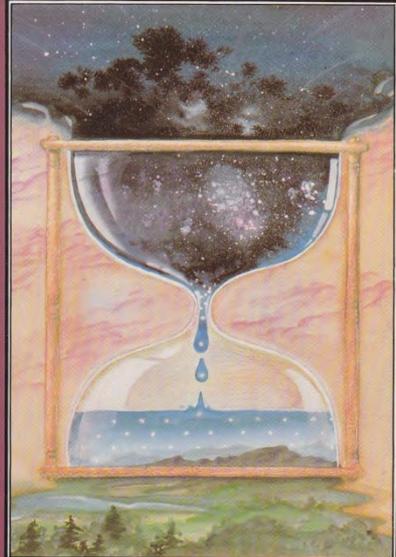
Pour essayer de comprendre sa place dans l'univers,



Hubert Reeves

PATIENCE DANS L'AZUR

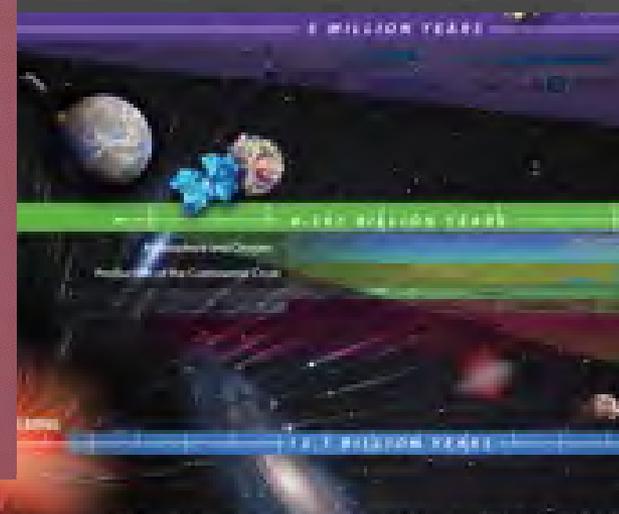
L'ÉVOLUTION COSMIQUE



QUÉBEC SCIENCE ÉDITEUR (1981)

NEW COMPLEXITY

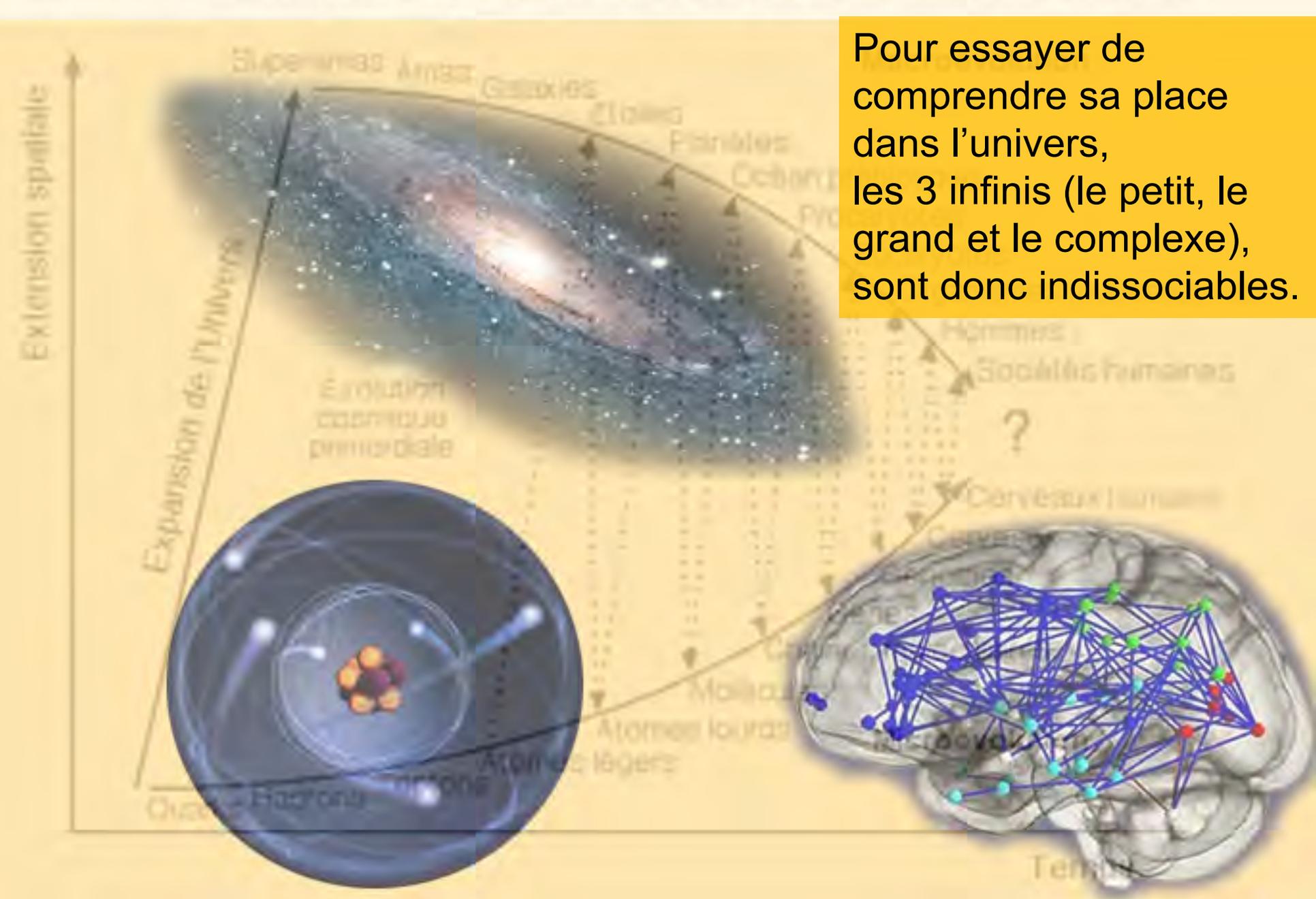
Each threshold results in entirely new things that are more complex than anything before. This section identifies what those are. They'll always have more diverse components that, when arranged in precise ways, contain "emergent" properties unlike any others in existence.



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

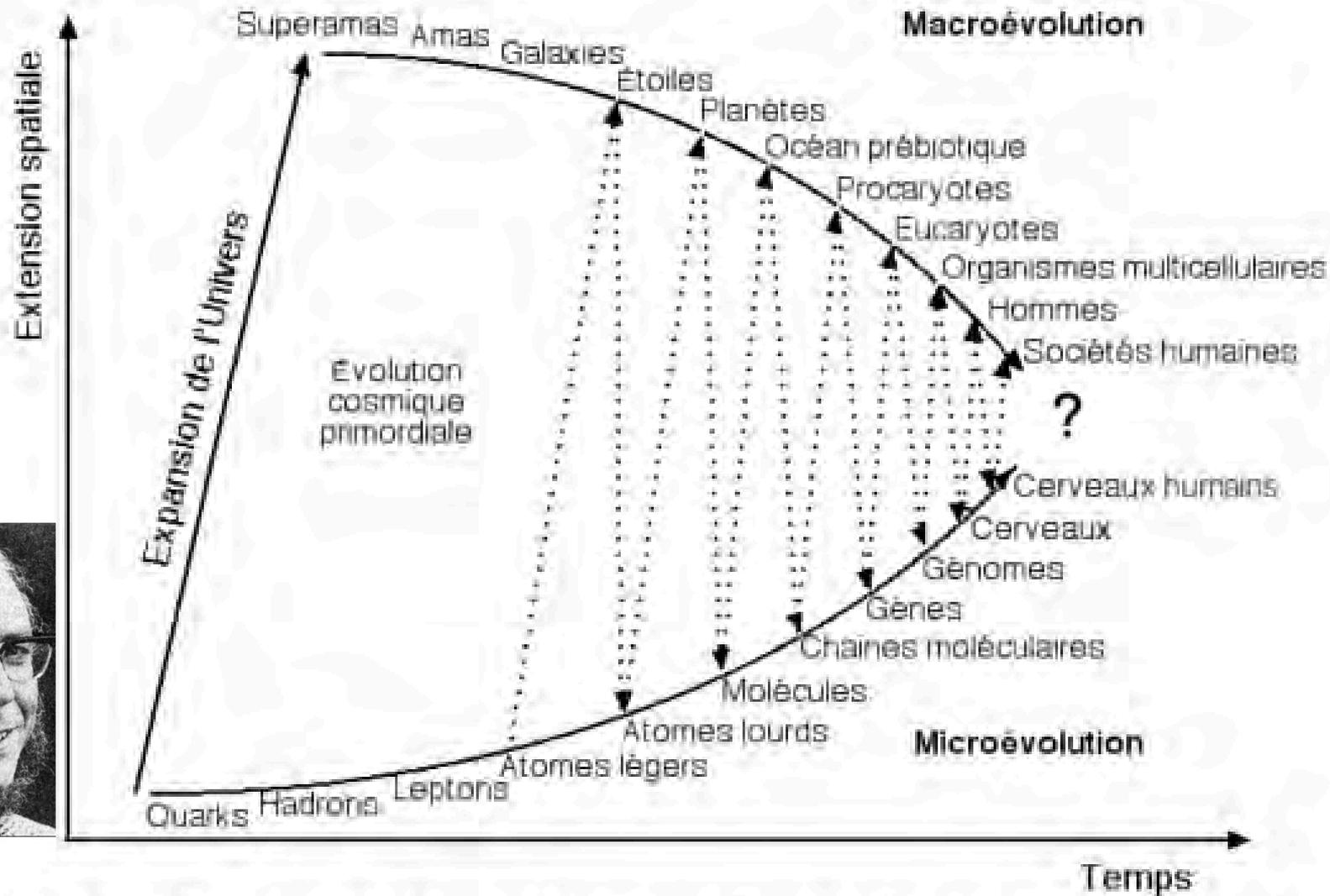
Pour essayer de
comprendre sa place
dans l'univers,
les 3 infinis (le petit, le
grand et le complexe),
sont donc indissociables.

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

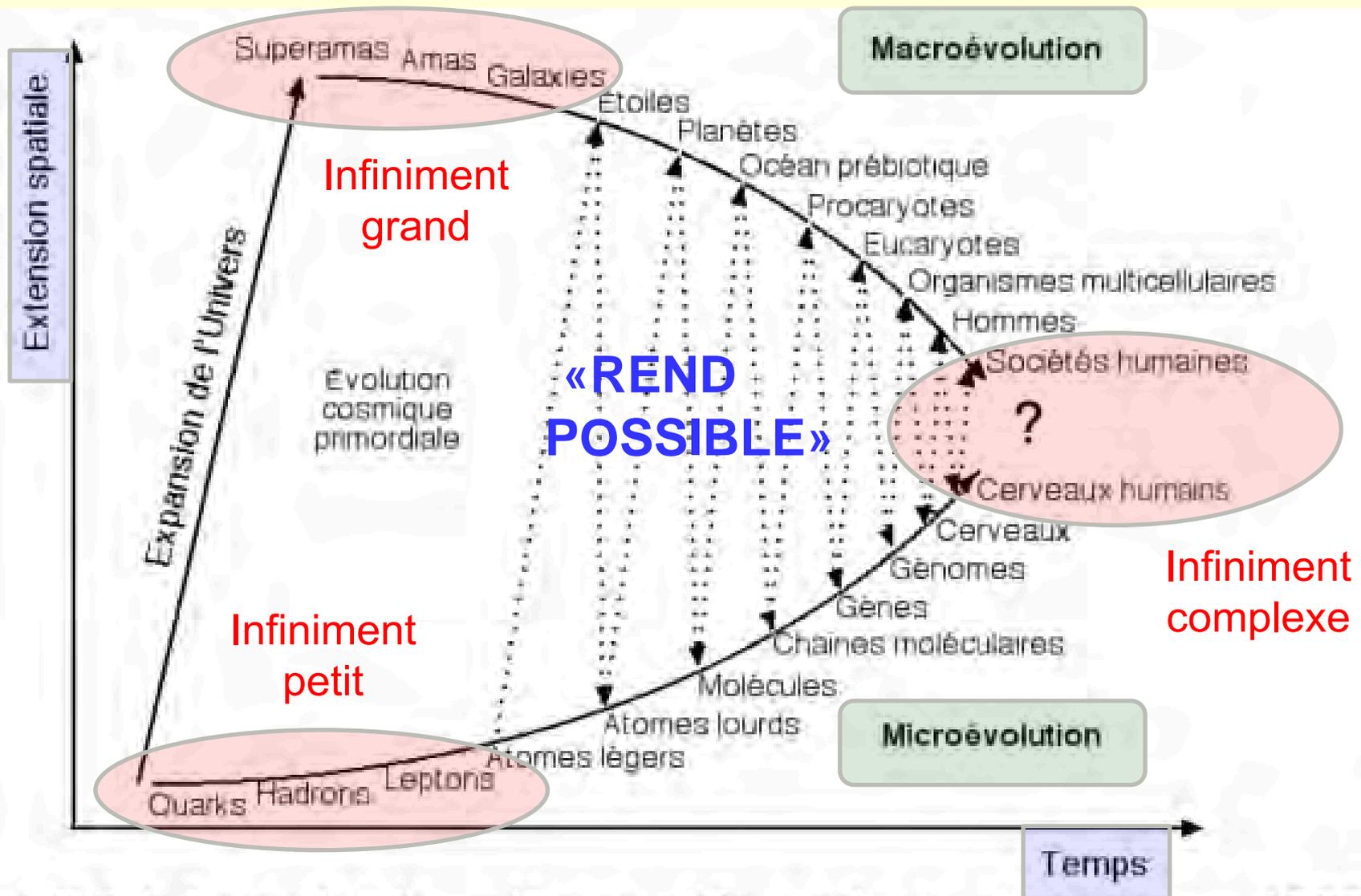




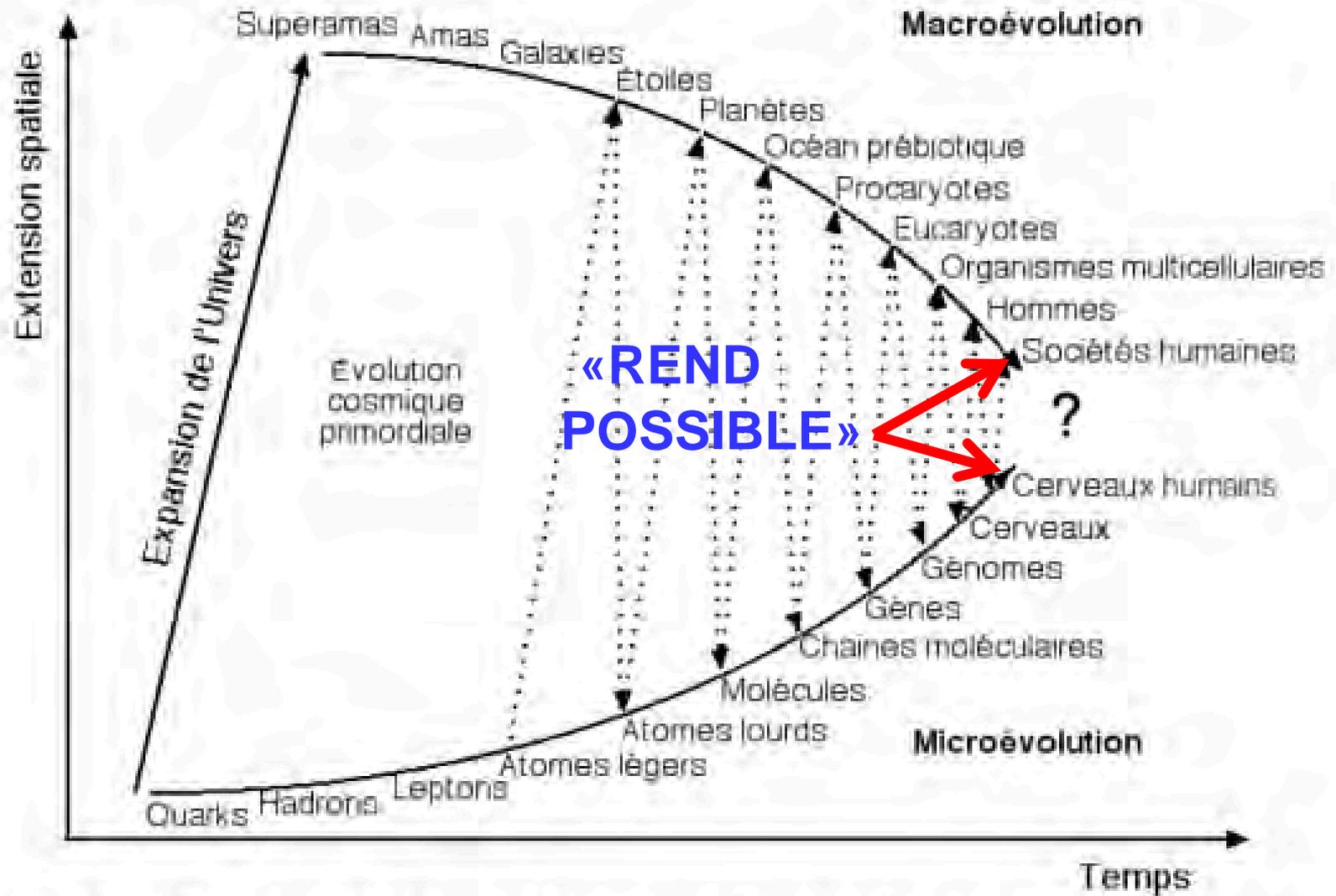
(1929 - 1980)



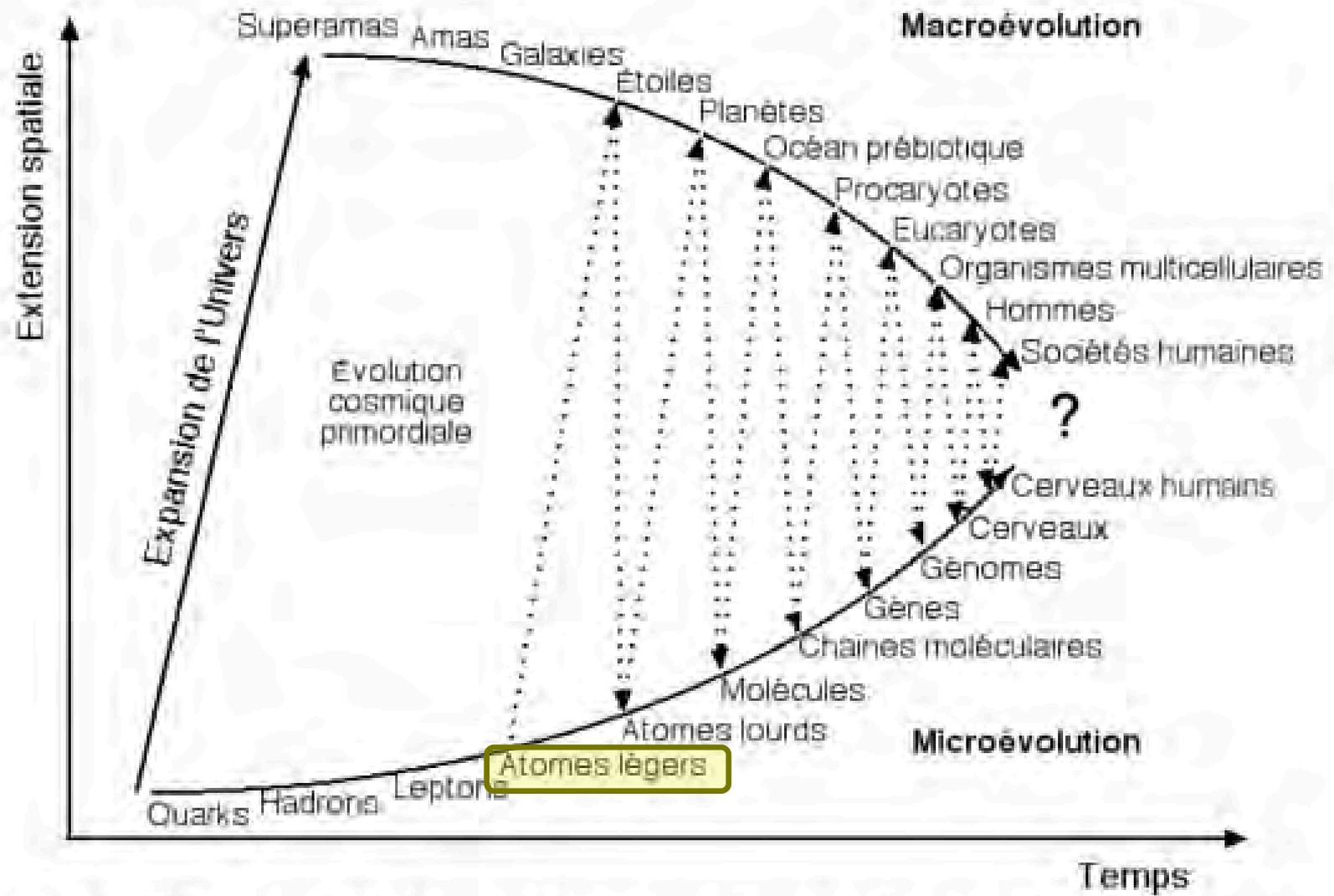
D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.



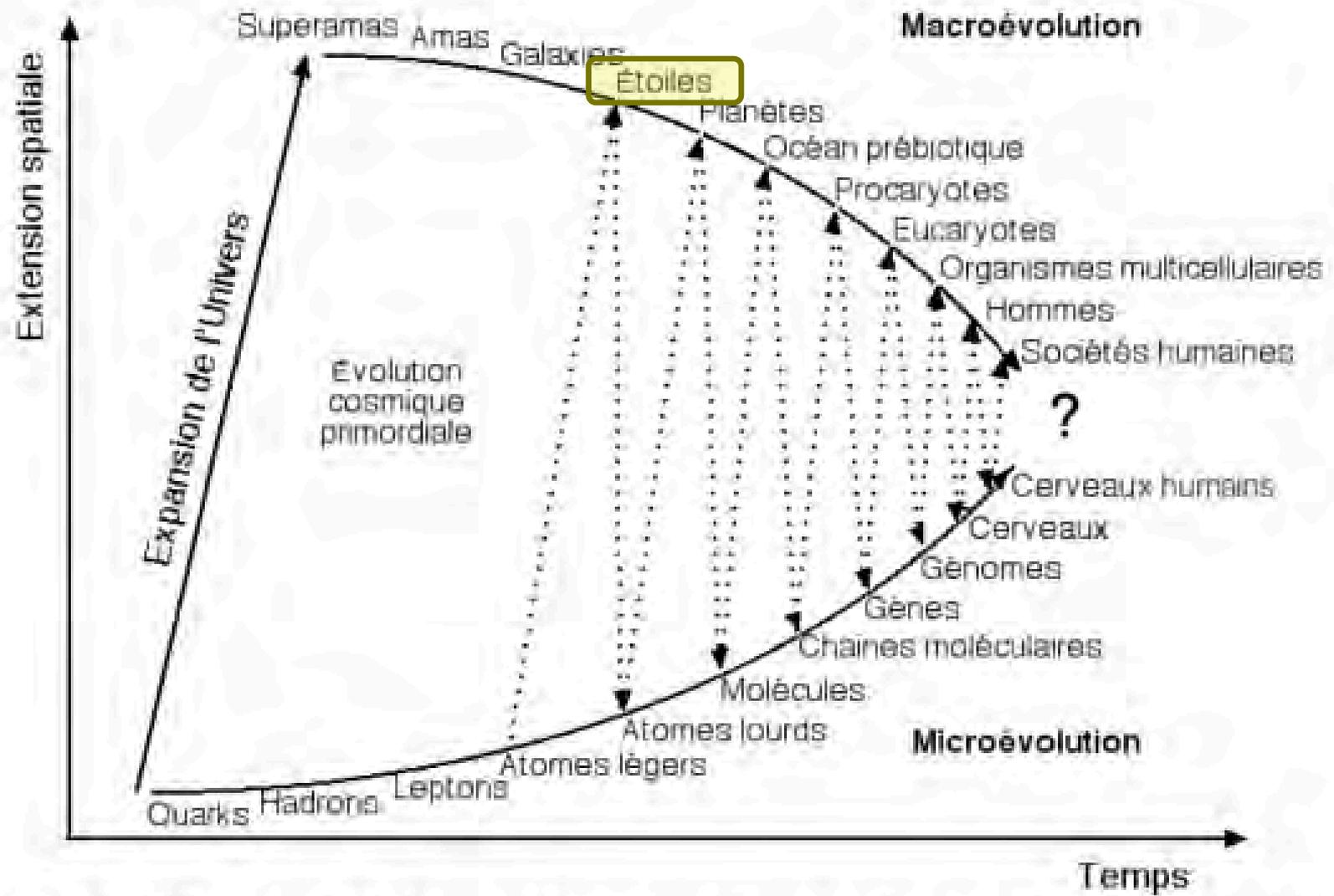
D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.



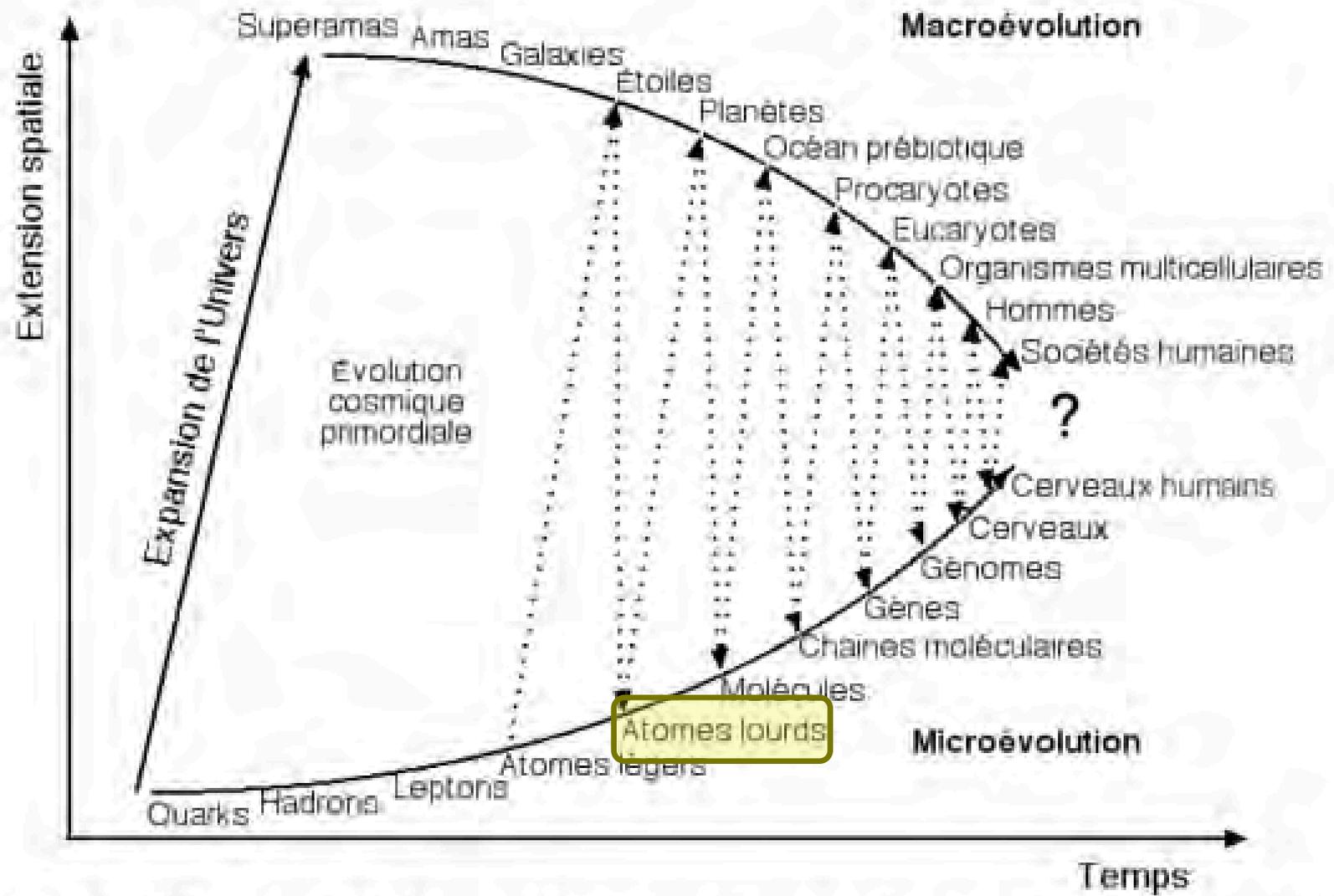
D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.



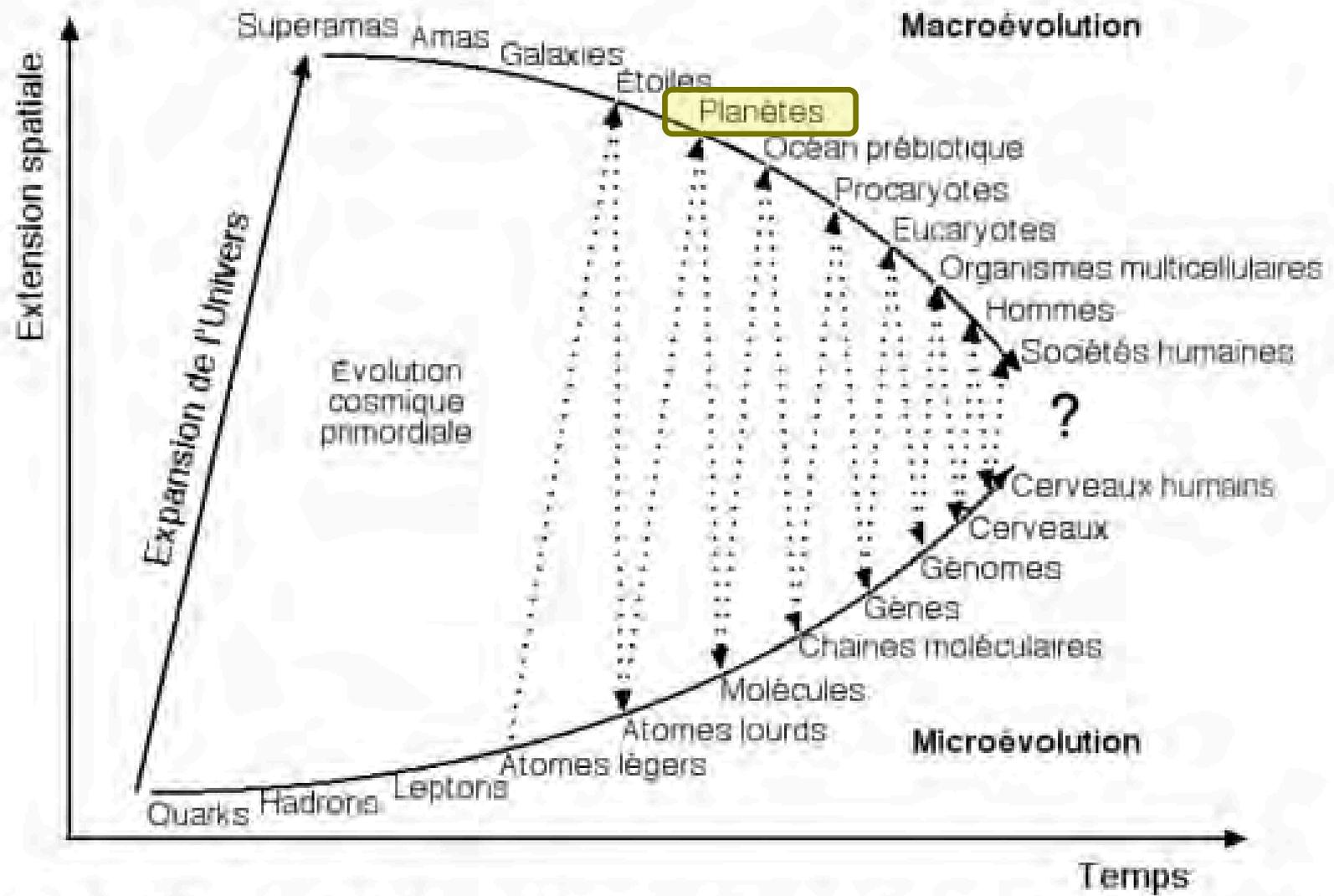
D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.



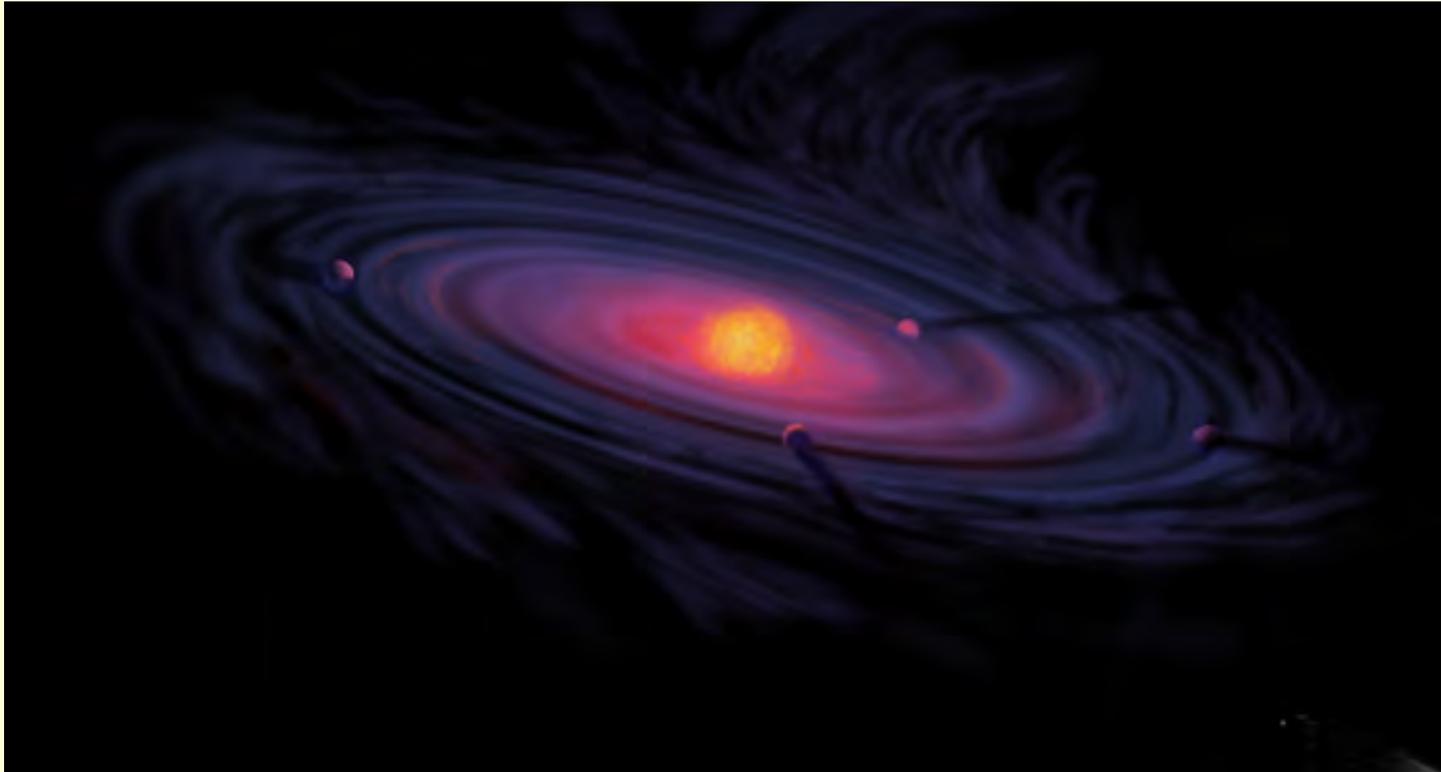
D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.



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



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



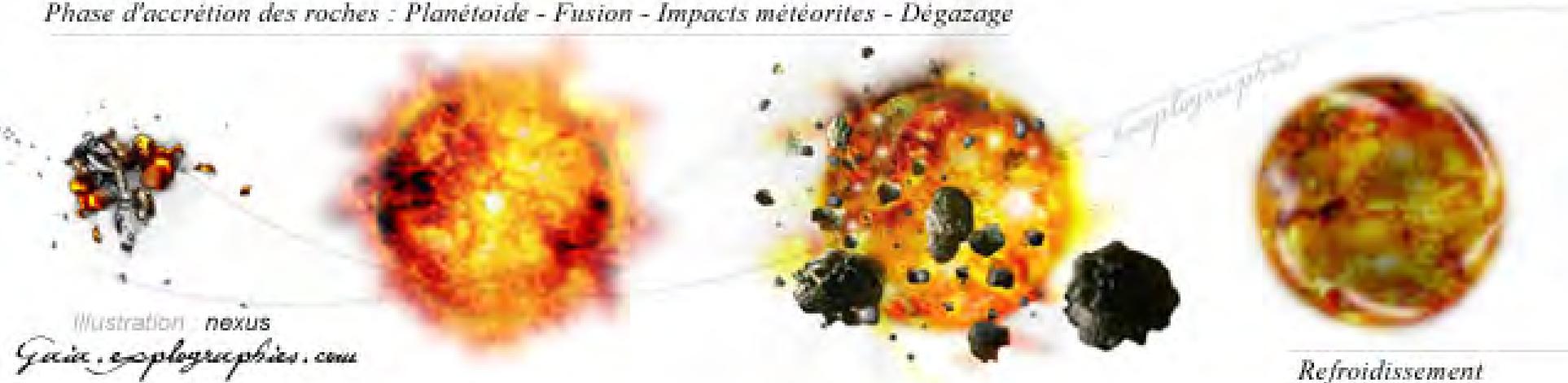
Une vue
d'artiste du
**disque
protoplané-
taire.**

[http://fr.wikipedia.org
/wiki/Histoire_de_la
Terre](http://fr.wikipedia.org/wiki/Histoire_de_la_Terre)

Des **protoplanètes** commencent à se former tout autour du futur Soleil...

...grâce à des fragments de plus en plus gros qui entrent en collision les uns avec les autres.

Phase d'accrétion des roches : Planétoïde - Fusion - Impacts météorites - Dégazage



Ceux-ci incluent un groupement situé approximativement à 150 millions de kilomètres du centre : **la Terre.**

Plus tard, une **collision importante** avec un **astéroïde** de la taille d'une planète mélangea les couches externes des deux planètes.



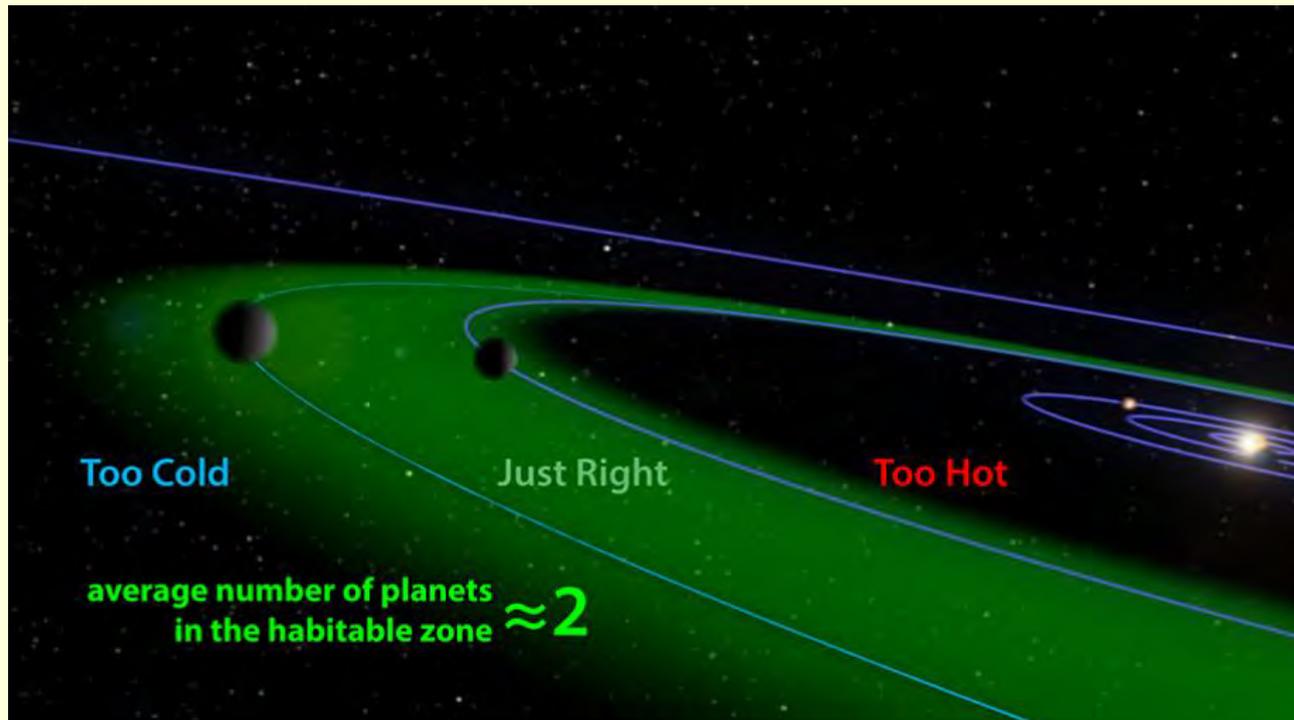
Cela provoqua l'agrandissement de la Terre et le reste des débris forma la **Lune** qui demeura captive en orbite autour de la Terre.

Le nombre estimé de planètes « habitables » dans notre galaxie devient vertigineux

Par Erwan Lecomte

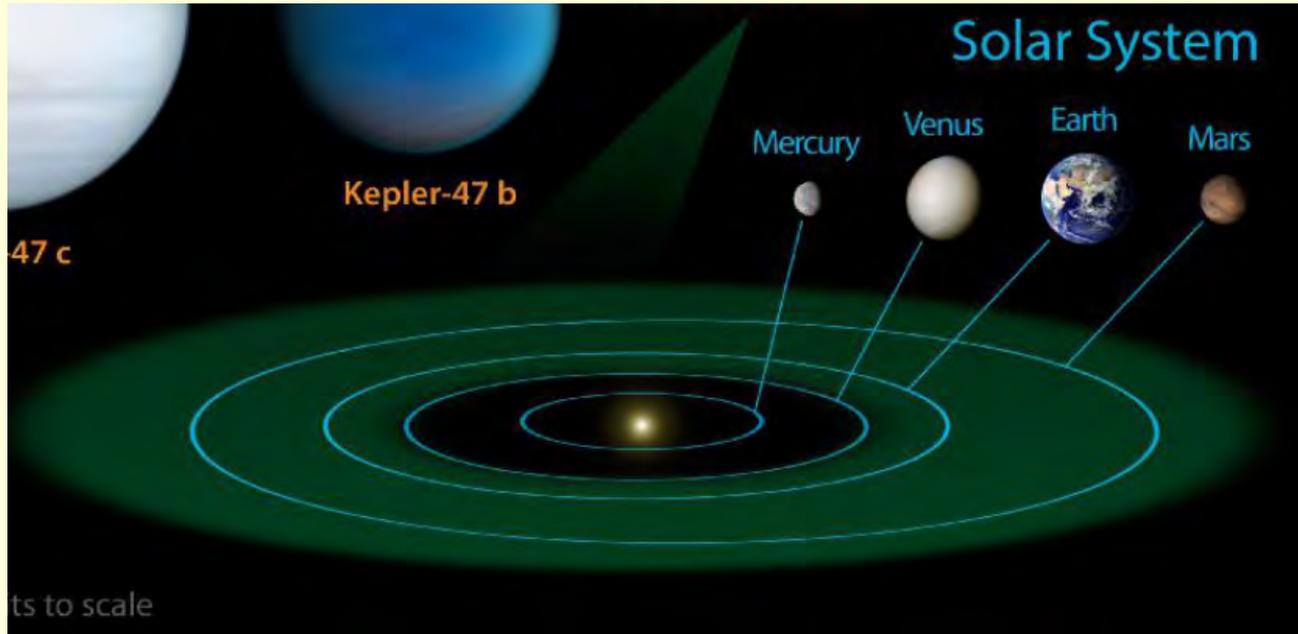
Publié le 6 février 2015

Dans une nouvelle publication basée sur les dernières données récoltées par le télescope Kepler, des chercheurs estiment qu'elles **se compteraient en "centaines de milliards"**. C'est bien plus que les dernière estimations.



Être dans la zone habitable : nécessaire mais pas suffisant

Pour que la vie puisse apparaître, il faut que **de nombreux autres facteurs** soient présents.



<http://www.sciencesetavenir.fr/espace/20140418.OBS4396/c-est-quoi-une-planete-en-zone-habitable.html>

ATMOSPHÈRE : il faut que la planète ait une taille suffisante pour pouvoir retenir une atmosphère protectrice.

Aussi, si son atmosphère est riche en CO₂, un effet de serre va alors augmenter la température à sa surface de plusieurs degrés.

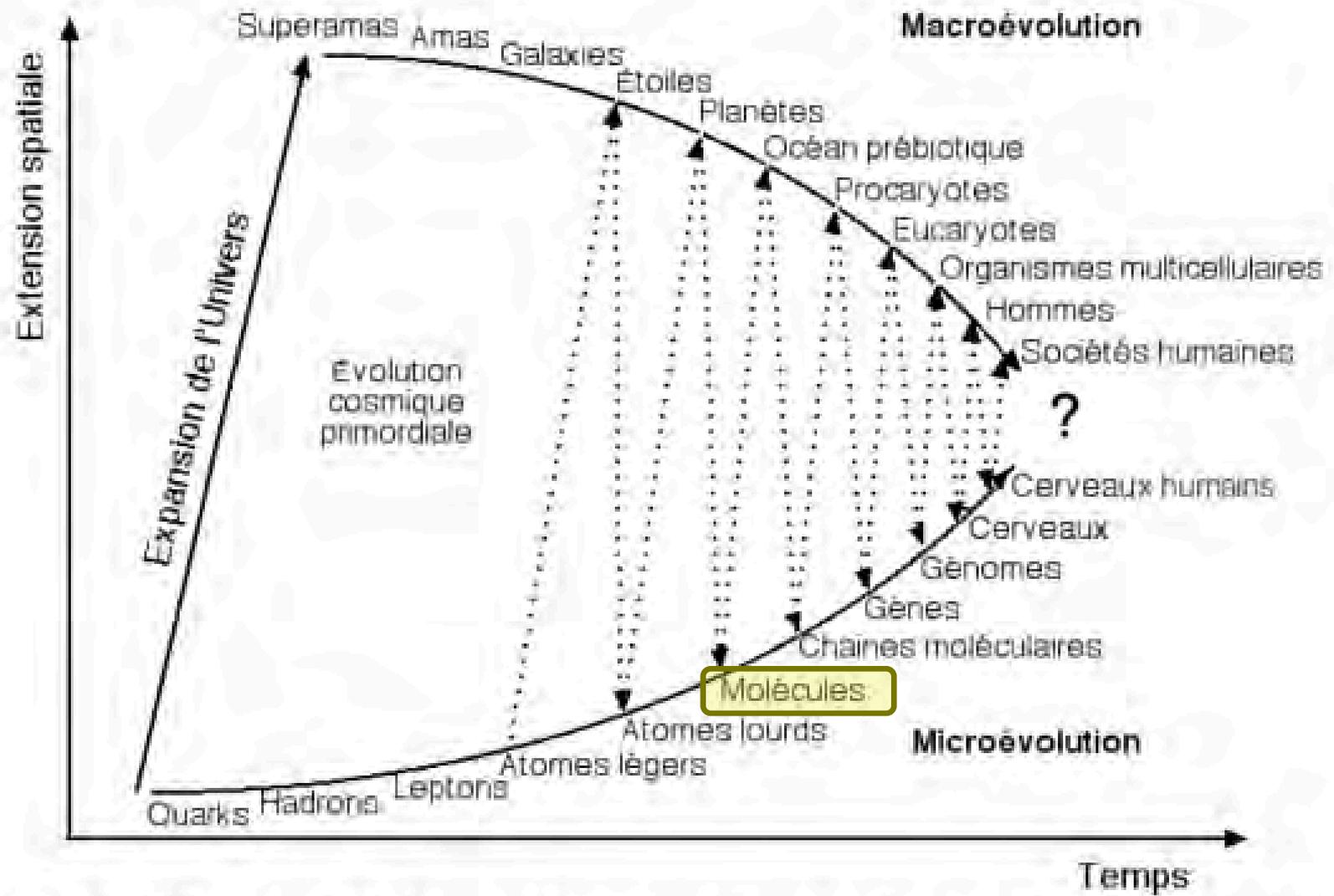
CHAMP MAGNÉTIQUE : un champ magnétique est favorable car il agit autour de la Terre comme un **bouclier** qui dévie les particules chargées émises par le soleil.

Pour nous, c'est le **noyau liquide fait de fer et de nickel** au centre de la Terre, dont la rotation provoque l'apparition de notre champ magnétique.

STABILISATEUR. Ultime élément, moins indispensable celui-là : la présence de la **Lune** agissant à la manière d'un **gyroscope**, contribue à **stabiliser** la Terre sur son axe.

En l'absence de cette stabilisation, on pourrait observer des variations bien plus importantes et erratiques des paramètres physico-chimiques de l'environnement. Ce qui, on suppose, pourrait compliquer le développement de la vie...

Bref, sans tout cela, la vie aurait eu bien moins de chance d'apparaître sur la Terre...



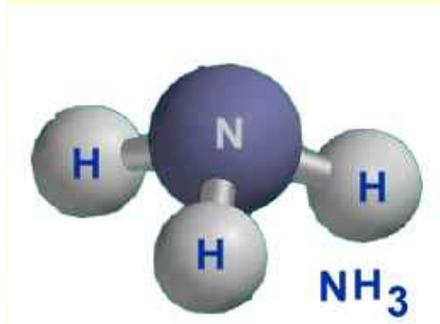
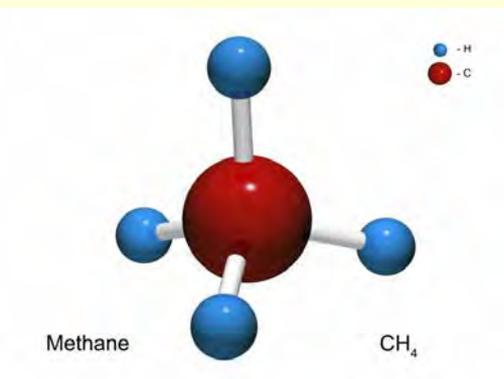
D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.

Molécule :

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

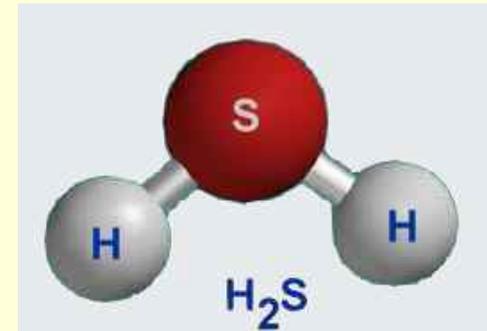
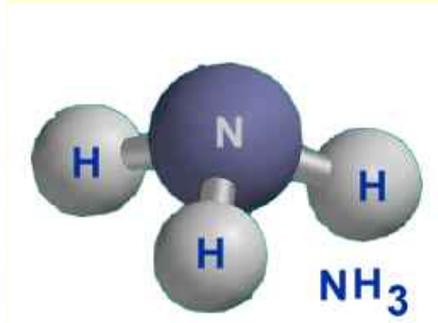
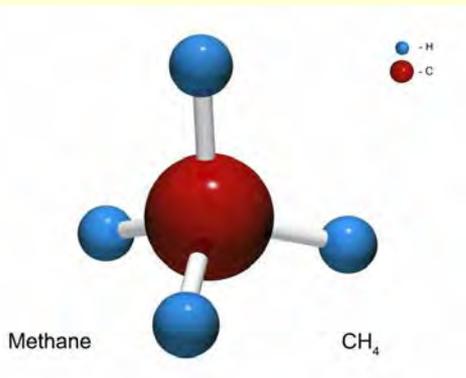
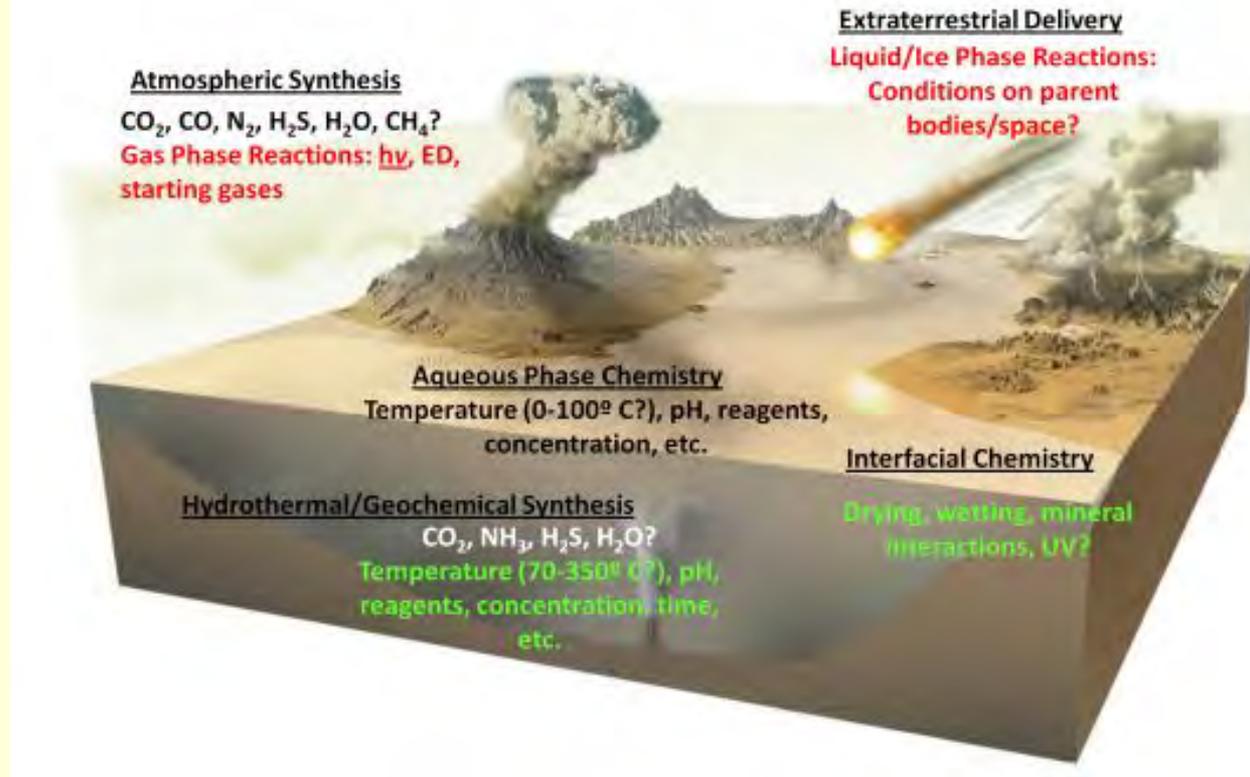
L'assemblage d'atomes constituant une molécule **n'est pas définitif**.

Il est susceptible de subir des modifications, c'est-à-dire de 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).

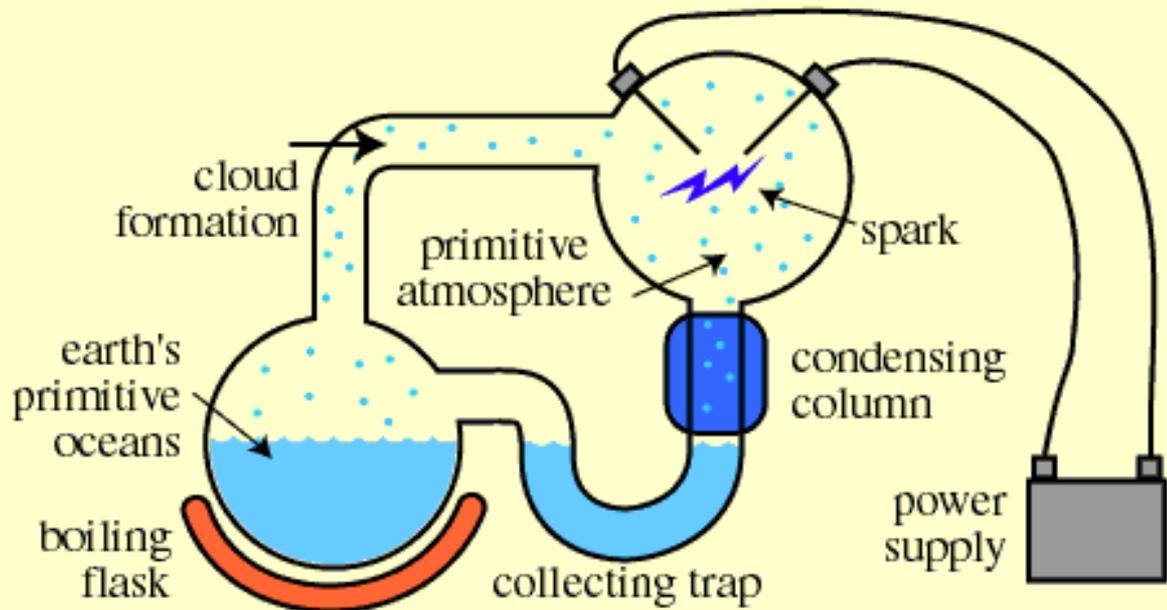


Ces molécules simples ont pu se complexifier jusqu'à un certain point dans les « **mares chaudes** » dont parlait déjà Darwin et qu'on a ensuite appelé « **soupe primitive** ».

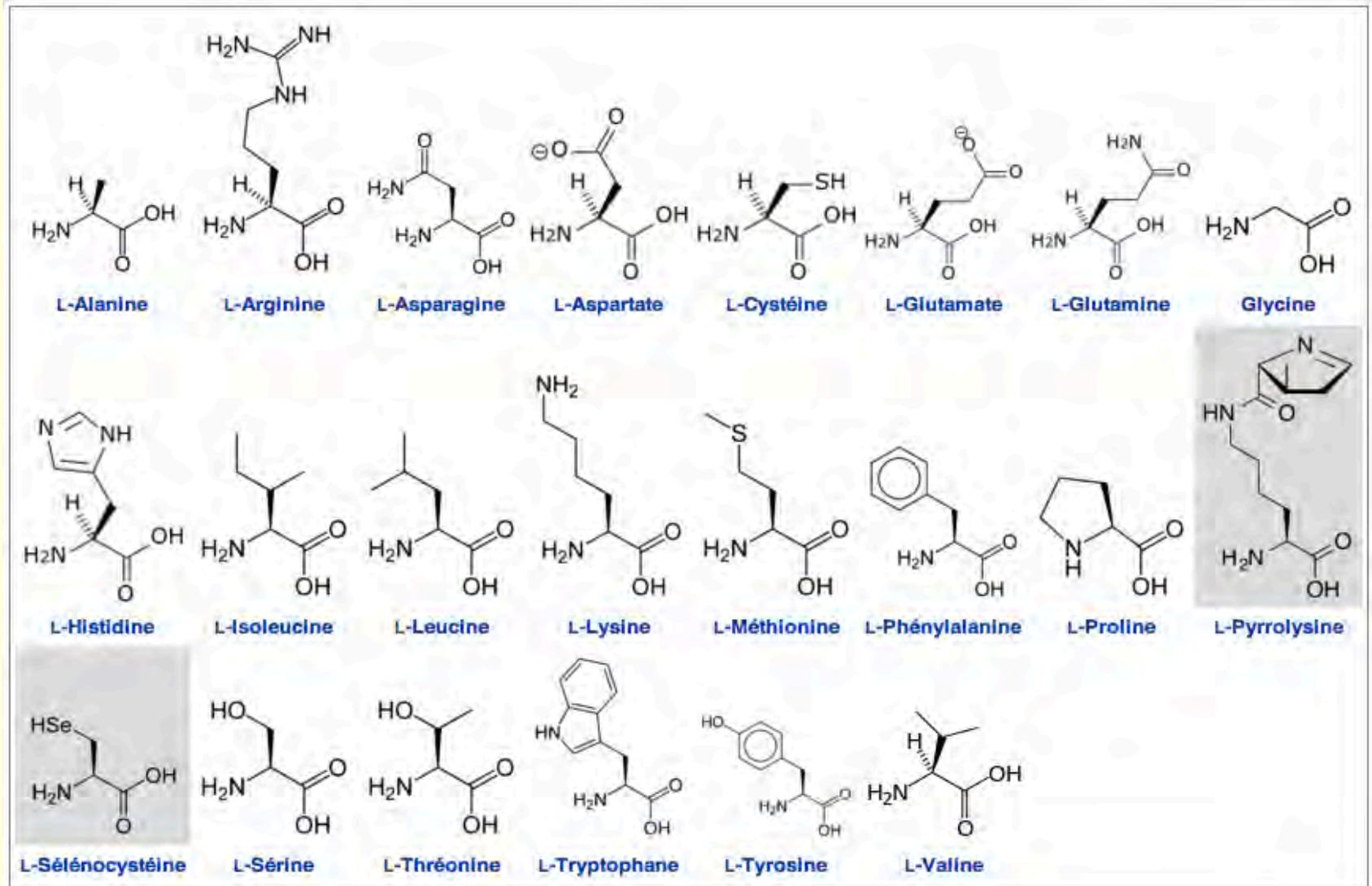


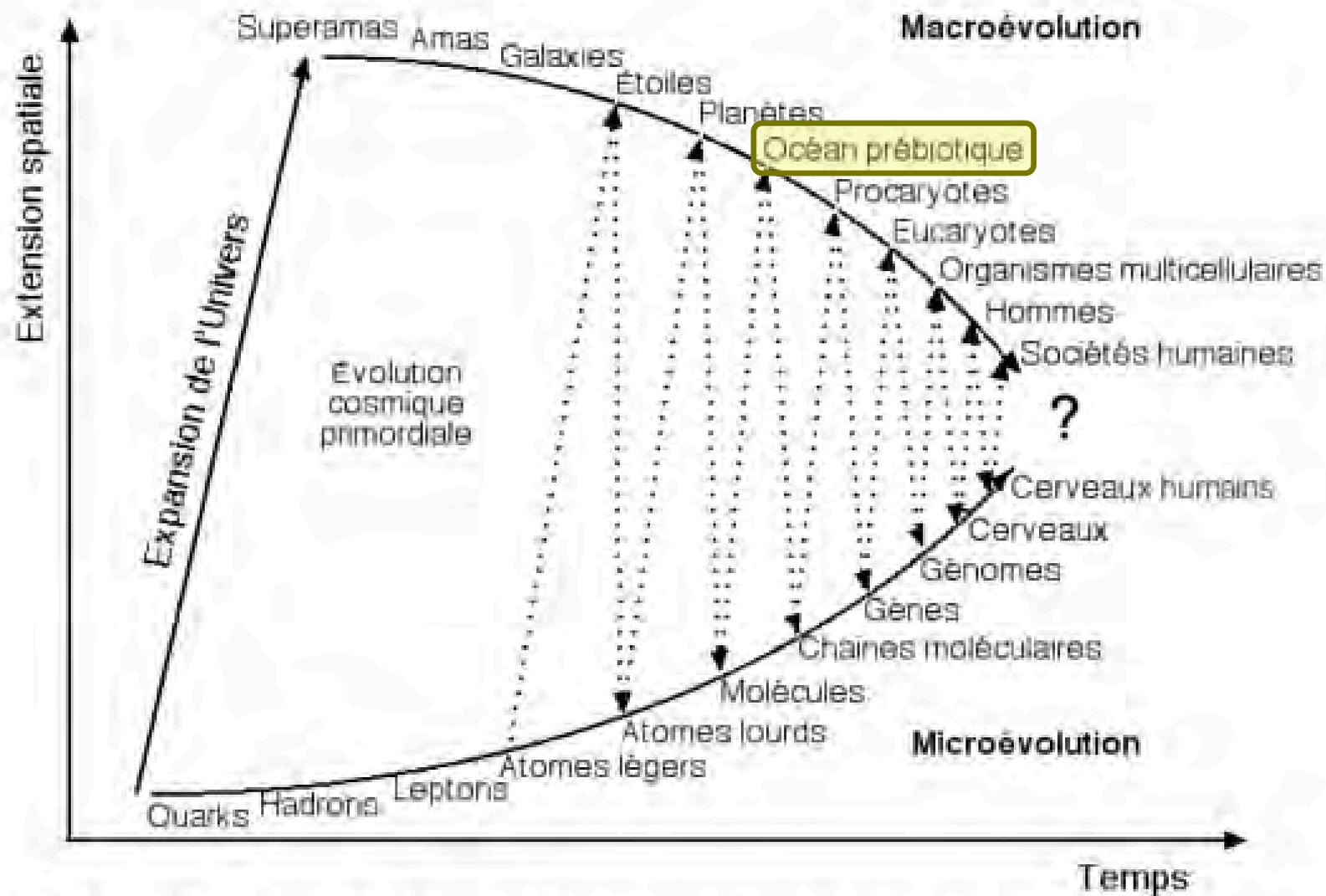
atmosphère et "soupe" primitive

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



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).





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

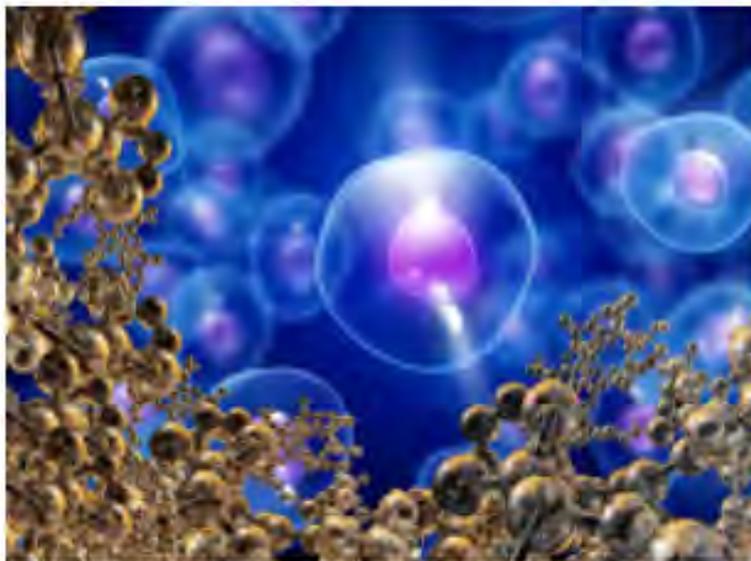


CONFÉRENCE - AMPHITHÉÂTRE

19 mars 2015 - 19h00

DU CHIMIQUE AU BIOLOGIQUE

AINSI VINT LA VIE!



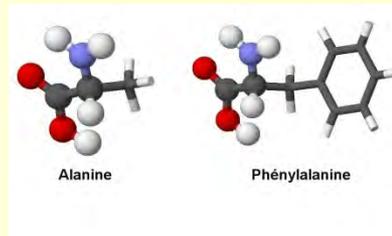
Une conférence de Christophe Malaterre

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

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

Christophe Malaterre est professeur de philosophie des sciences à l'UQAM et

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



...à des chaînes de molécules...

...puis ensuite à des petits ARN...

...puis encore plus tard à de longues chaînes informationnelles comme l'ADN ?

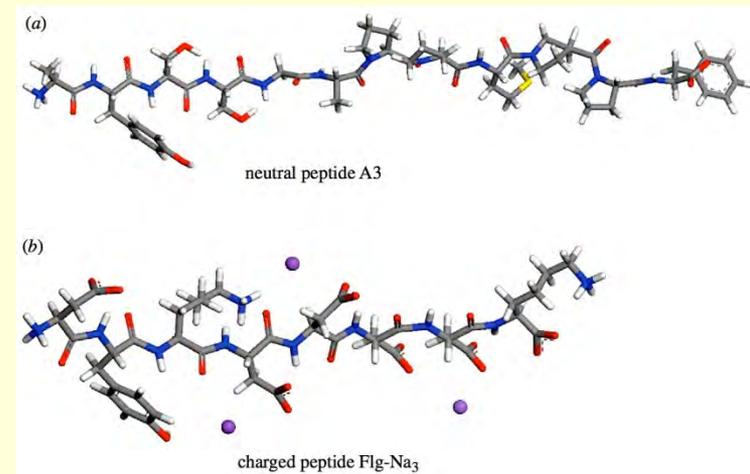
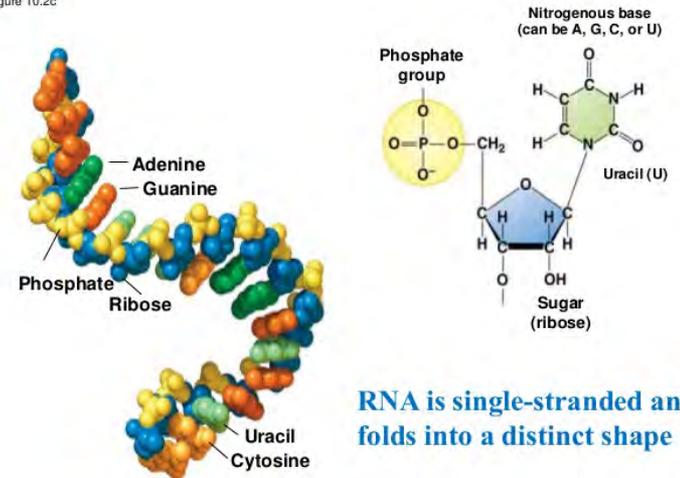


Figure 10.2c



La notion **d'évolution chimique** occupe actuellement une place centrale dans le débat scientifique sur les origines de la vie.

Certains chercheurs transposent dans le monde chimique le concept darwinien de **sélection naturelle**.

- (1- variations;
- 2- avantage de certaines variantes dans certains milieux en terme de survie et de reproduction;
- 3- transmission accrue (différentielle) de cette variante.)

La notion **d'évolution chimique** occupe actuellement une place centrale dans le débat scientifique sur les origines de la vie.

Certains chercheurs transposent dans le monde chimique le concept darwinien de **sélection naturelle**.

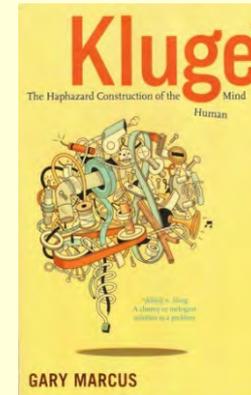
Et pensent que des ARN autocatalytiques peuvent donner lieu à de la **variation / sélection**.

D'autres considèrent que l'évolution chimique renvoie à des processus évolutifs différents, **la sélection naturelle n'étant pas le seul moteur ou mécanisme de l'évolution.**

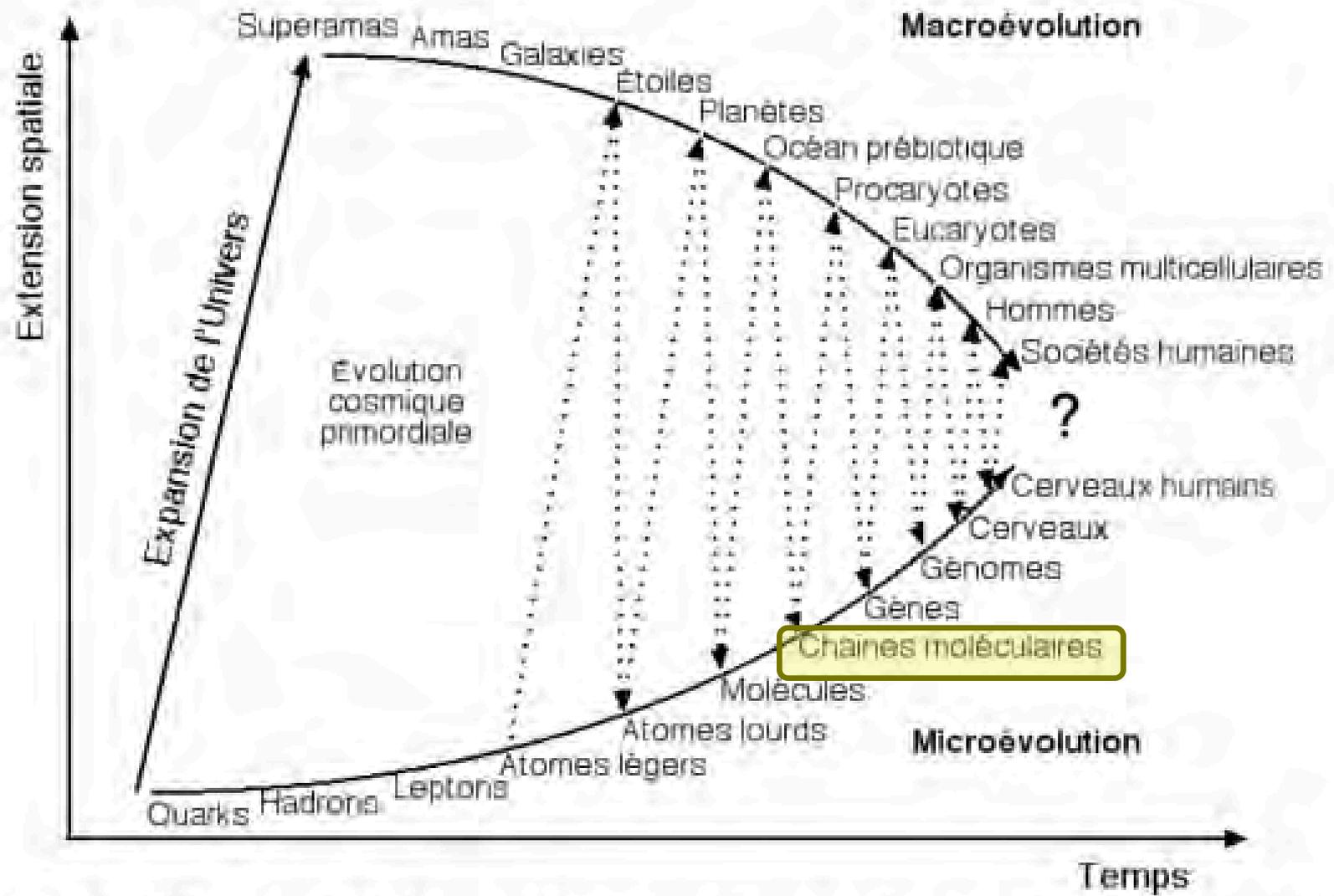
- La dérive génétique aléatoire (« genetic drift »)



- Le bricolage (réutilisation fortuite) (« tinkering », « kluge »)



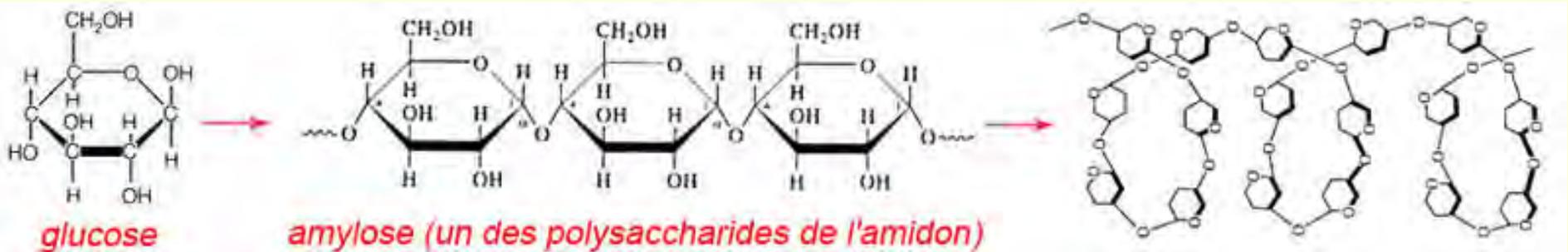
Et donc certains pensent que **l'évolution chimique** aurait pu bénéficier de certaines formes de dérive et de bricolage moléculaire.



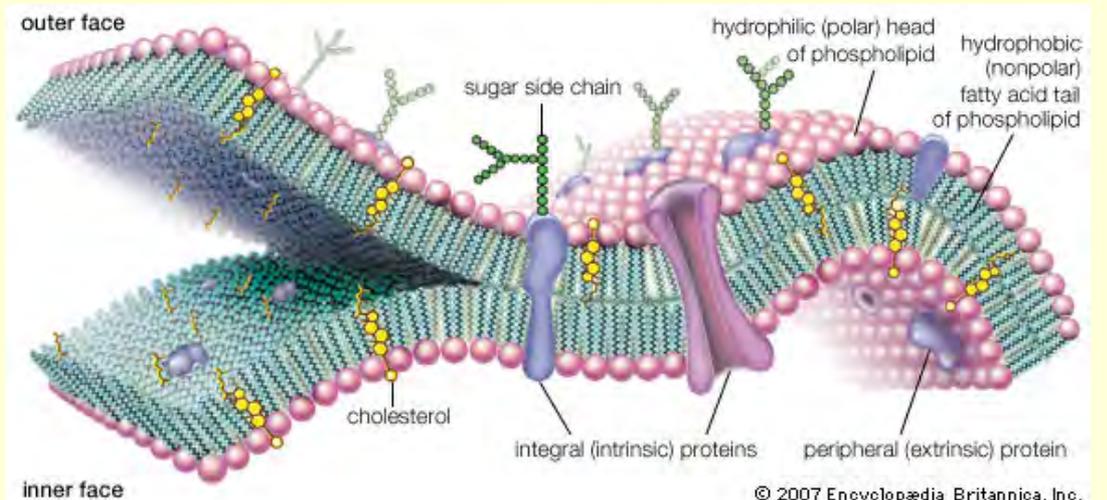
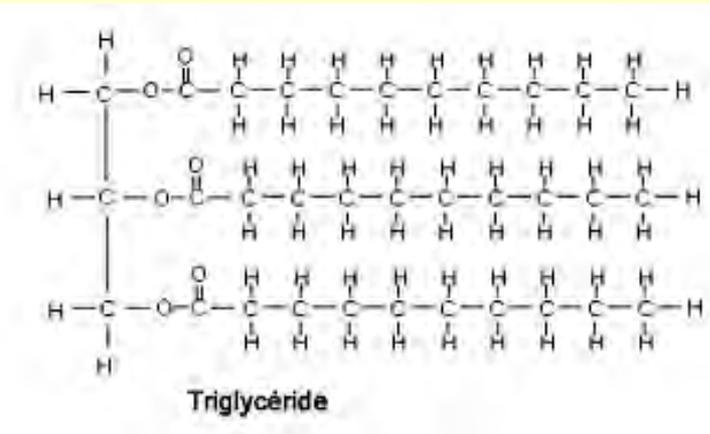
D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.

Quoi qu'ait pu être ses mécanismes, cette évolution chimique va donner lieu à des chaînes moléculaires de :

- Glucides



- Lipides



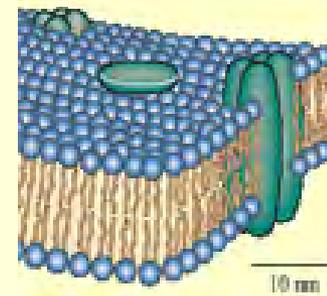


Ces chaînes de lipides vont donner lieu à des phénomènes **d'auto-organisation supra-moléculaires** :

par exemple, des couches bi-lipidiques qui vont former des **vésicules** qui deviendront les futures membranes cellulaires.

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

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



Lumière sur les premières membranes cellulaires

« On n'a pas le choix que de supposer qu'à un moment donné au début de l'évolution, une réaction biochimique capable de fabriquer des membranes a pu être **catalysée par une molécule non organique**, c'est-à-dire n'étant pas issue du métabolisme d'une cellule vivante.

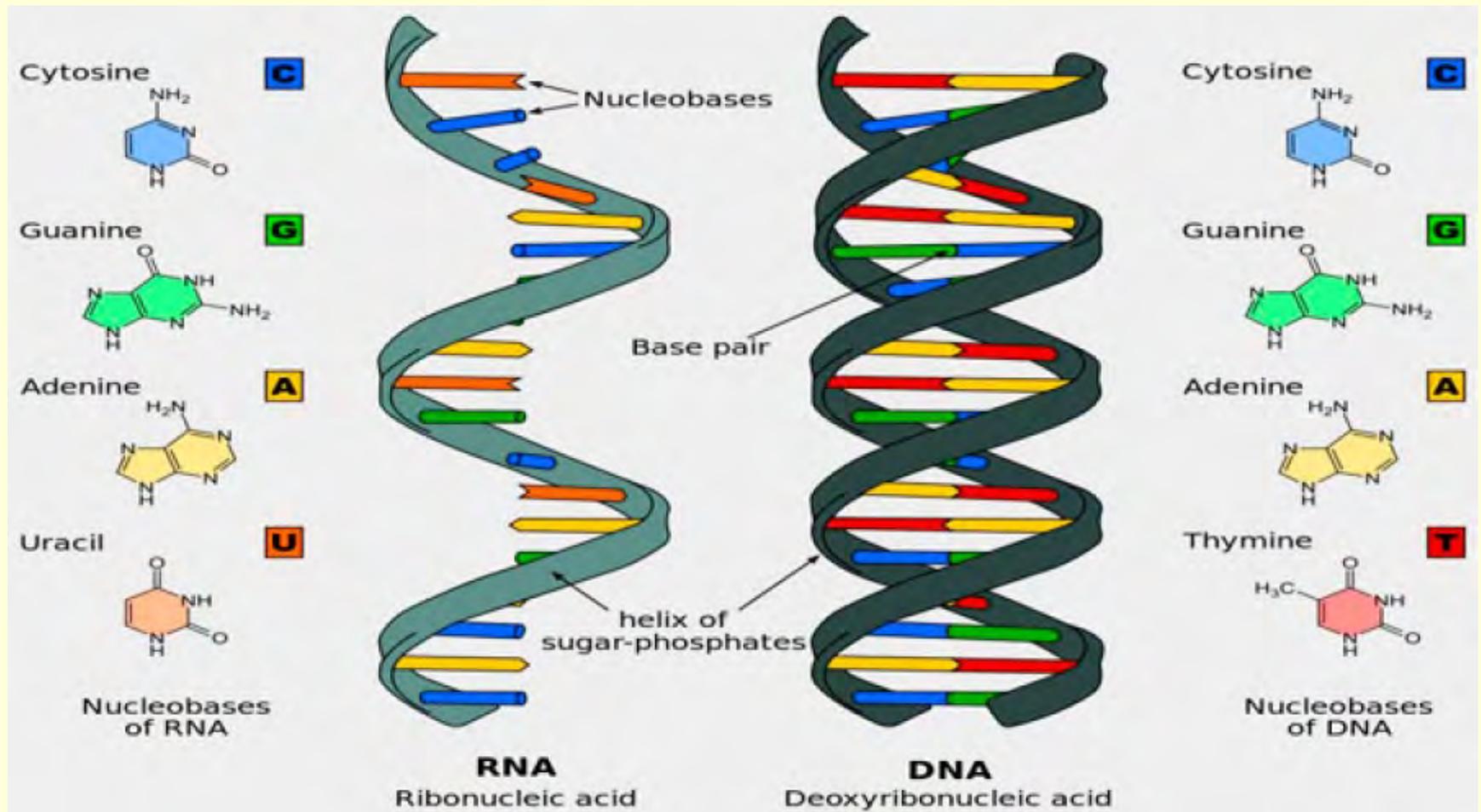
C'est justement ce que viennent de réaliser (**janvier 2012**) les chimistes Neal Devaraj et Itay Budin en utilisant des **ingrédients simples** (eau, huile, détergent) et de simples **ions de cuivre comme catalyseur** pour unir les deux chaînes lipidiques »

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2012/02/06/lumiere-sur-les-premieres-membranes-cellulaires/>

A screenshot of the website 'Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX'. The page has an orange header with navigation links: 'Accueil', 'Contact', 'Gérer', 'S'abonner', 'Lien d'envoi', 'débutant', 'intermédiaire', 'avancé'. The main content area is divided into several sections. On the left, there's a sidebar with 'LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!' and a list of categories: 'Mode d'emploi', 'Visite guidée', 'Plan du site', 'Diffusion', 'Présentations', 'Nouveautés', and 'English'. The main content area features three columns of articles. The first column has 'Principales Fonctionnalités' with sub-sections like 'Du simple au complexe', 'Le bricolage de l'évolution', 'Le développement de nos facultés', 'Le plaisir et la douleur', 'Les détecteurs sensoriels', and 'Le corps en mouvement'. The second column has 'Fonctions complexes' with sub-sections like 'Au cœur de la mémoire', 'Que d'émotions', 'De la pensée au langage', 'Dormir, rêver...', 'L'émergence de la conscience', and 'Dysfonction'. The third column has 'Dysfonction' with sub-sections like 'Les troubles de l'esprit', 'Dépression et trouble-dépression', 'Les troubles anxieux', and 'La maladie de type Alzheimer'. At the bottom, there's a featured article titled 'L'intelligence collective des groupes humains' dated 'Lundi, 28 janvier 2013'. The article text discusses psychology and intelligence. A red circle highlights the article title and the first paragraph of the text. The footer of the page includes 'Archives' with dates from 2013 to 2010.

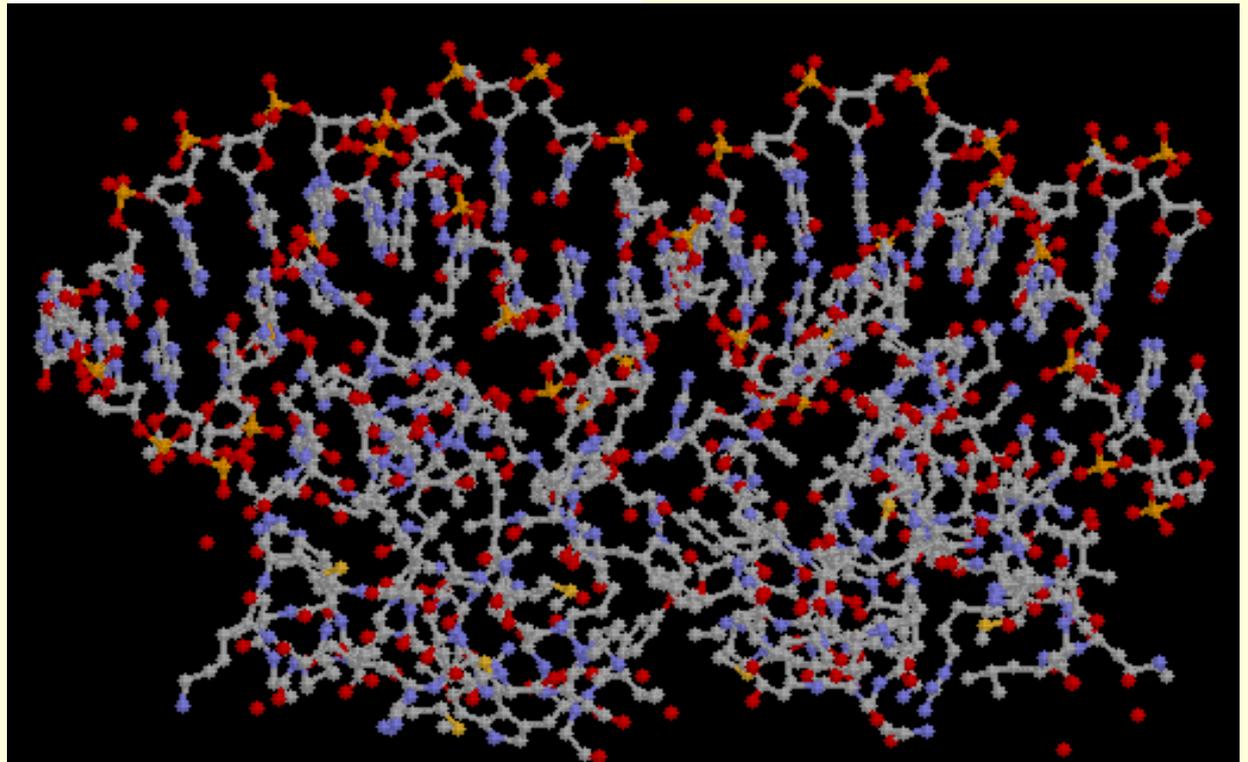
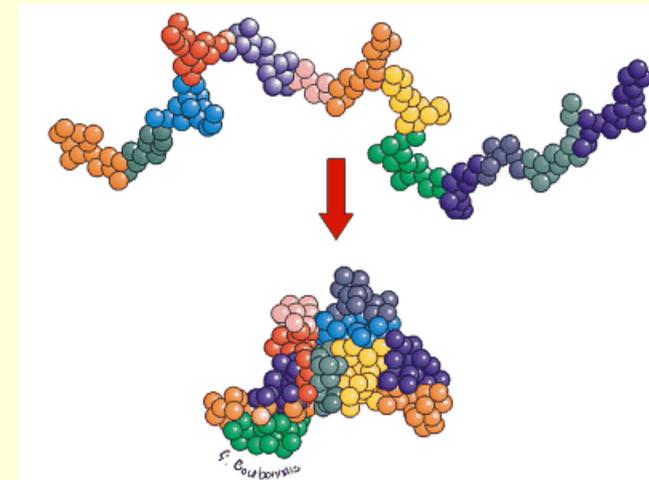
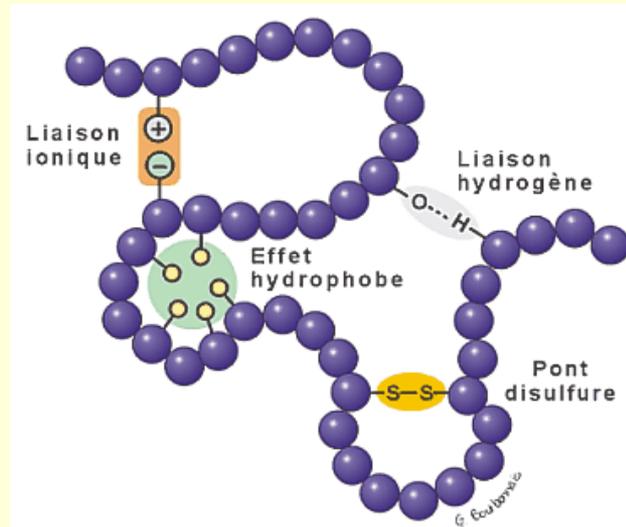
...cette évolution chimique va donner lieu à des chaînes moléculaires de :

- Glucides
- Lipides
- Bases nucléiques



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

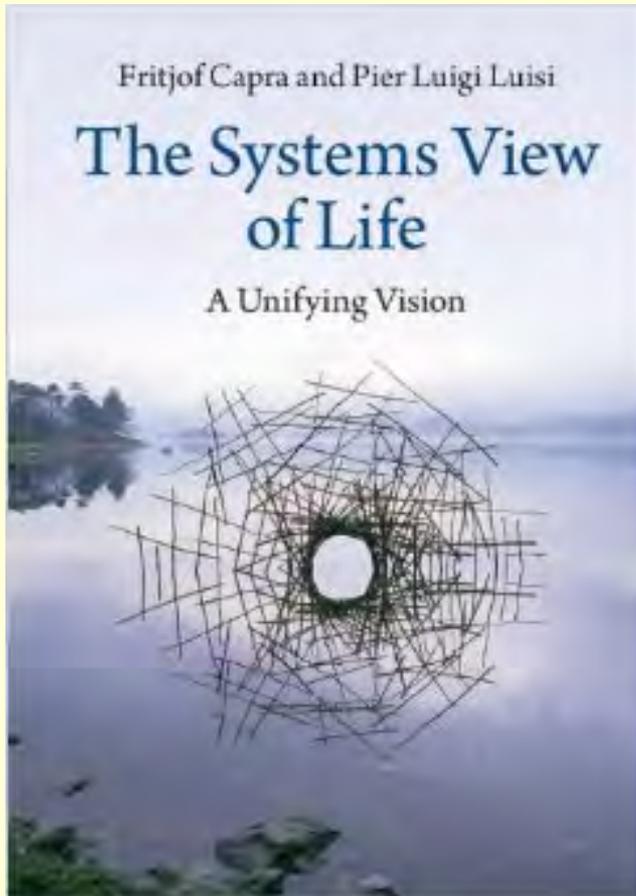
- Glucides
- Lipides
- Bases nucléiques
- Protéines



Rappel :

Les « macro-molécules » qui formeront les organismes **vivants** sont donc constituées des **mêmes atomes** **que ceux que l'on retrouve dans la matière inanimée.**

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.**

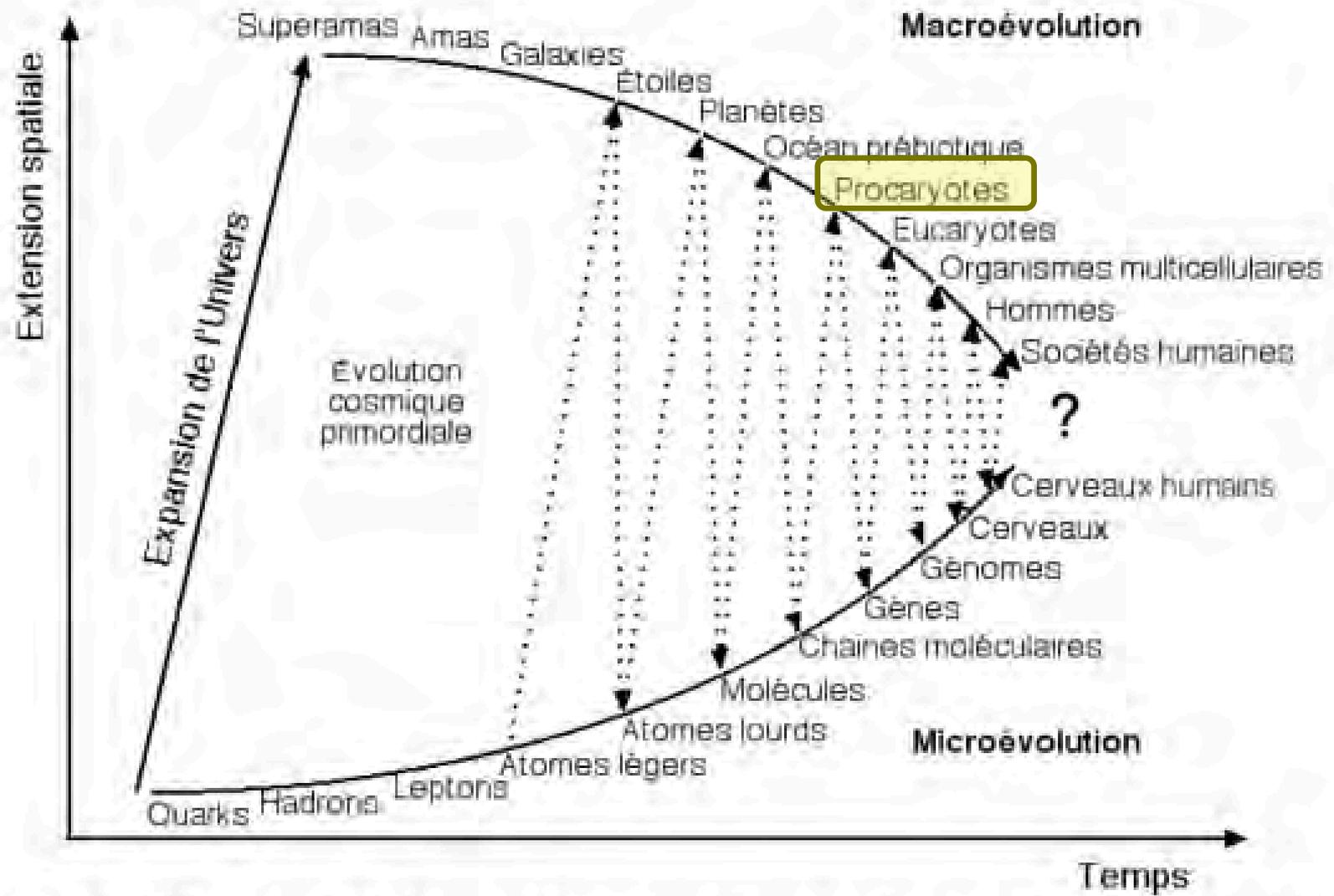


Durant l'histoire occidentale de la science et de la philosophie, il y a eu une tension entre 2 perspectives :

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

Pas que ce n'était pas important avant (par exemple, le repliement des protéines),

mais cela va devenir central avec les premières cellules.



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

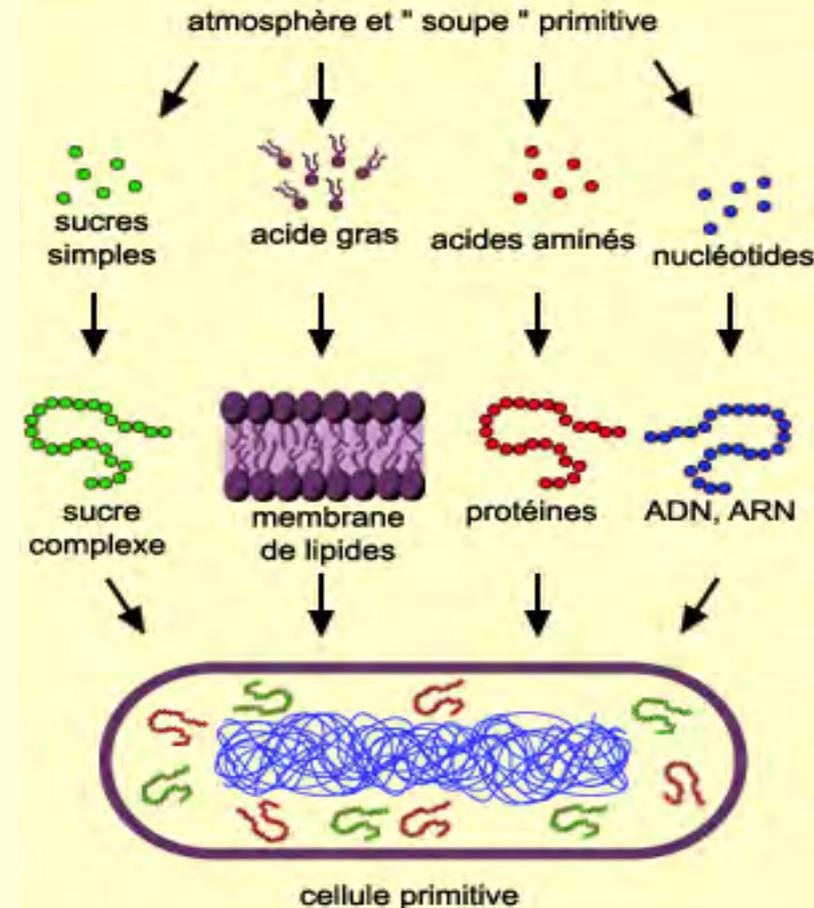
Dans ce passage de l'évolution **chimique** à l'évolution **biologique**,

quand apparaît la vie ?

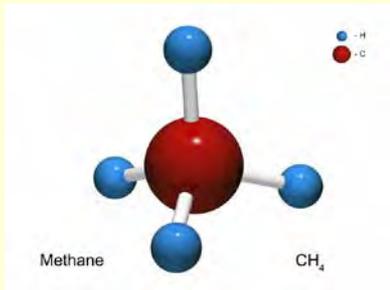


Les définitions de la vie (on va y revenir...) sont souvent des listes de critères comprenant des éléments comme :

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



Dans ce passage de l'évolution chimique à l'évolution biologique, quand apparaît la vie ?



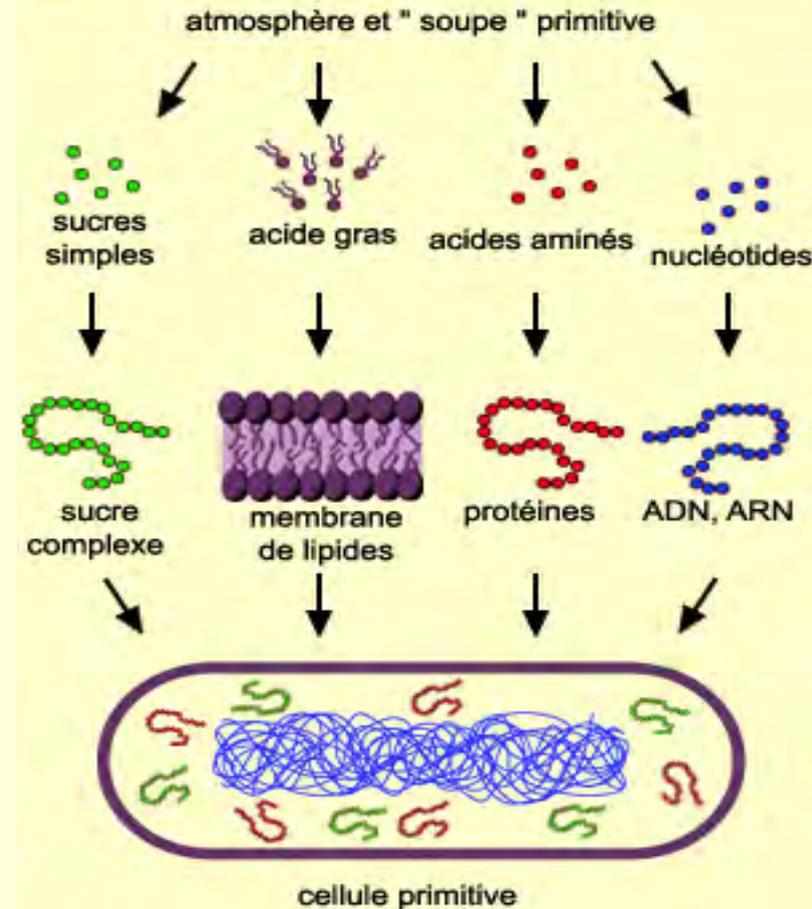
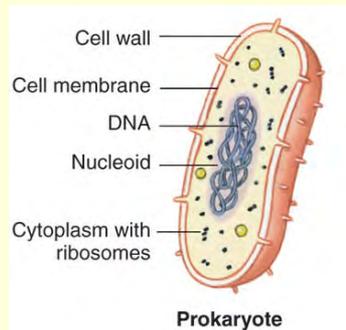
Non



un gradient

Oui

+ ou – vivants de différentes manières...





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 –

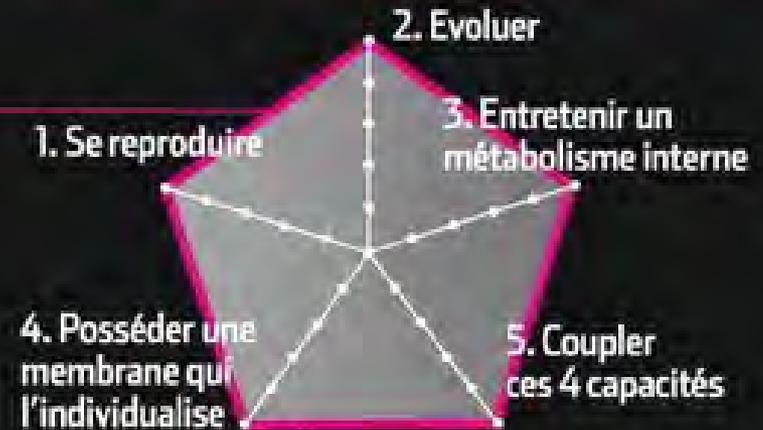
Réponse à des stimuli + ou –

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

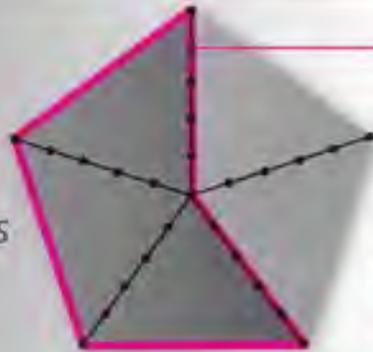
Incapable de se reproduire, d'évoluer, de posséder un métabolisme, une membrane ni, a fortiori, de conjuguer ces 4 facteurs, un caillou, par exemple, ne remplit aucune partie du pentagone.



Différentes « signature de vie »

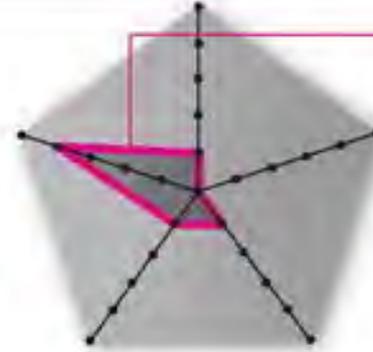
mais des organismes à mi-chemin entre les deux

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



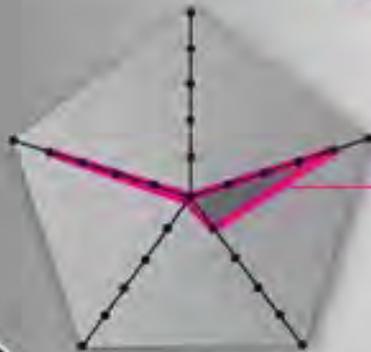
Virus

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



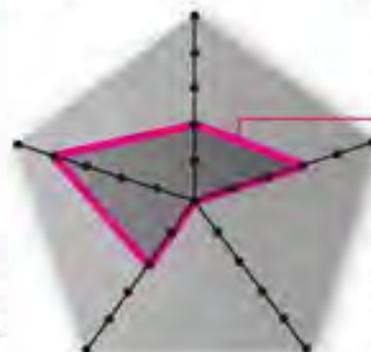
Prion

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



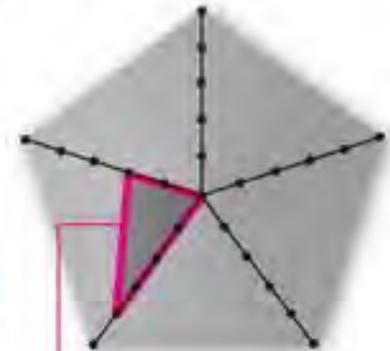
Pepsine

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.

Car le biologiste Radu Popa a listé plus de 300 définitions de la vie...

...dont aucune ne fait l'unanimité !

<http://planete.gaia.free.fr/sciences/vivant/presque.html>

http://carlzimmer.com/articles/2012.php?subaction=showfull&id=1329948013&archive=&start_from=&ucat=15&

On peut aussi se demander (comme un enfant fatiguant!),
pourquoi apparaît la vie ?

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Lundi, 29 décembre 2014

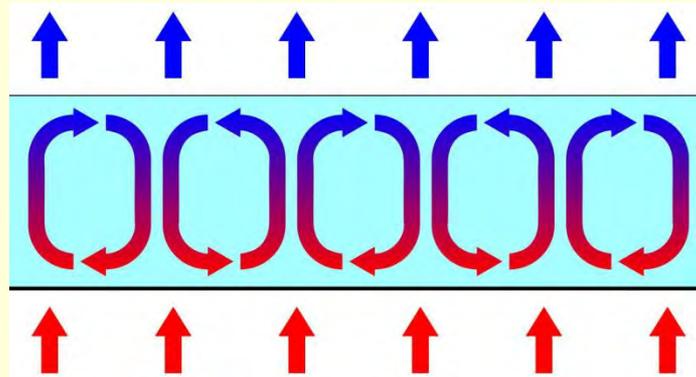
Des « liens-cadeaux » pour finir l'année 2014

Jeremy England, physicien de 31 ans, 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.



La démonstration mathématique de England montre que :

« quand un groupe d'atomes est entraîné par une source d'énergie externe (comme le soleil ou des carburants chimiques) et entouré par un bain de chaleur (comme l'océan ou l'atmosphère), **il se restructure progressivement afin de dissiper de plus en plus d'énergie.**



La démonstration mathématique de England montre que :

« quand un groupe d'atomes est entraîné par une source d'énergie externe (comme le soleil ou des carburants chimiques) et entouré par un bain de chaleur (comme l'océan ou l'atmosphère), **il se restructure progressivement afin de dissiper de plus en plus d'énergie.** »

Cela pourrait signifier que dans certaines conditions, la matière acquiert inexorablement l'attribut physique associé à la vie. »

Qualifiée de spéculative mais prometteuse par plusieurs de ses collègues, cette idée est en voie d'être mise à l'épreuve empiriquement. Affaire à suivre en 2015, donc...

Pourquoi la vie existe-t-elle ? Ce physicien a développé une théorie qui pourrait bouleverser les fondements actuels

<http://soocurious.com/fr/physicien-idee-revolutionne-raison-origine-vie-terre-science/>

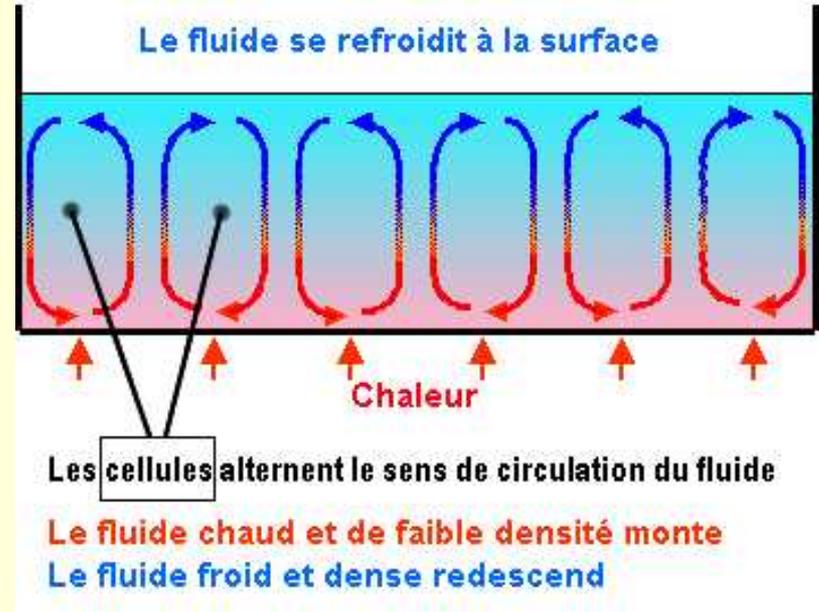
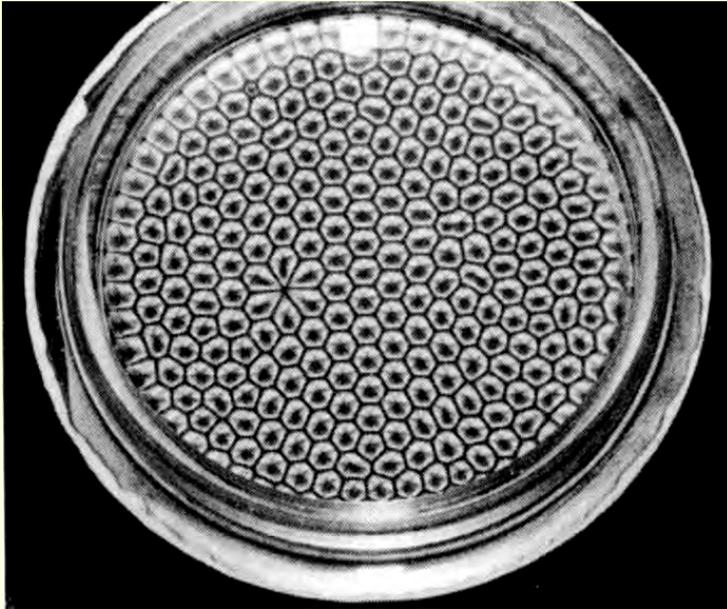
(incluant une présentation vidéo d'une heure de England)

A New Physics Theory of Life

<https://www.quantamagazine.org/20140122-a-new-physics-theory-of-life/>

Un exemple de phénomène dissipatif auto-organisé :

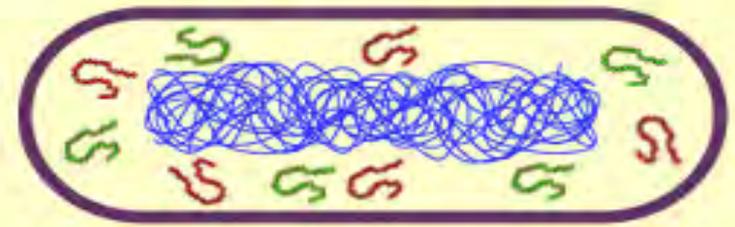
les **cellules de Bénard**



Des cellules presque vivantes.

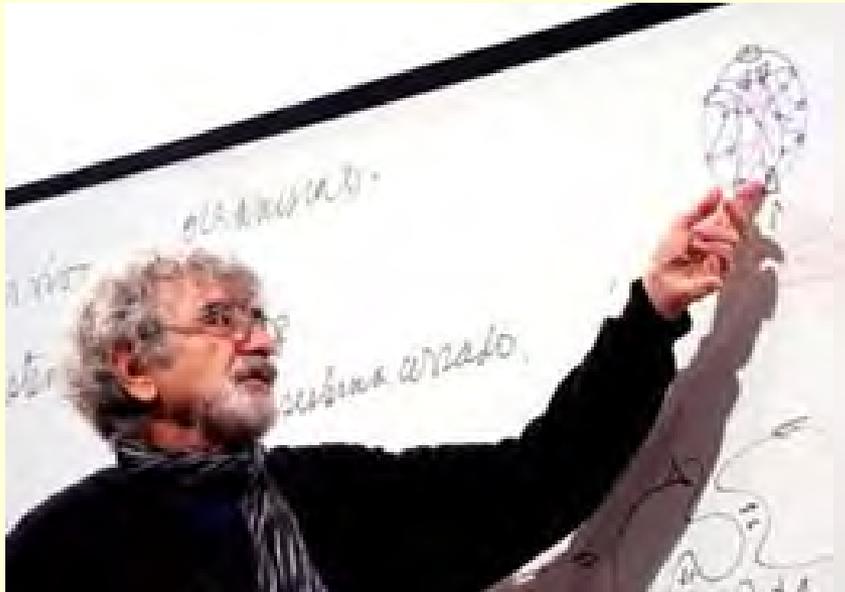
<http://www.francois-roddier.fr/?p=109>

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

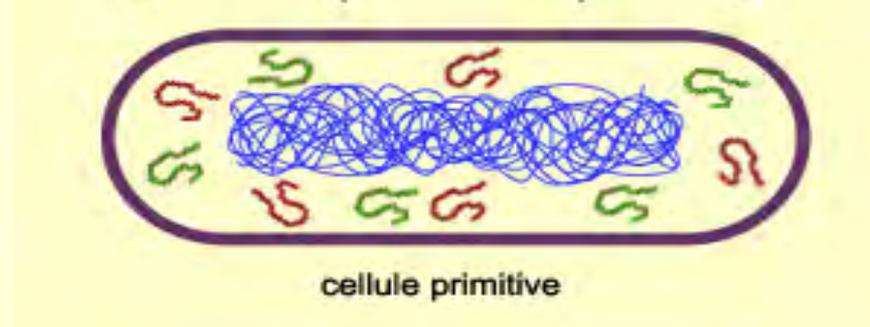


cellule primitive

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



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

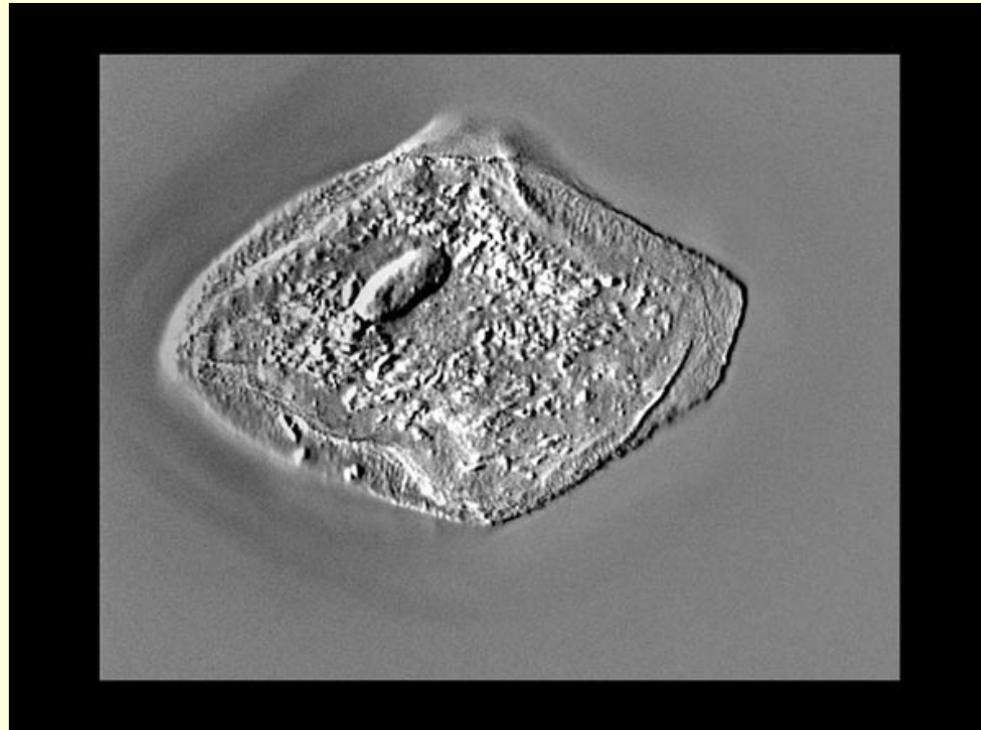


une notion très utile est celle **d'autopoïèse**,
élaborée par Humberto Maturana et Francisco Varela
dans les années 1970.

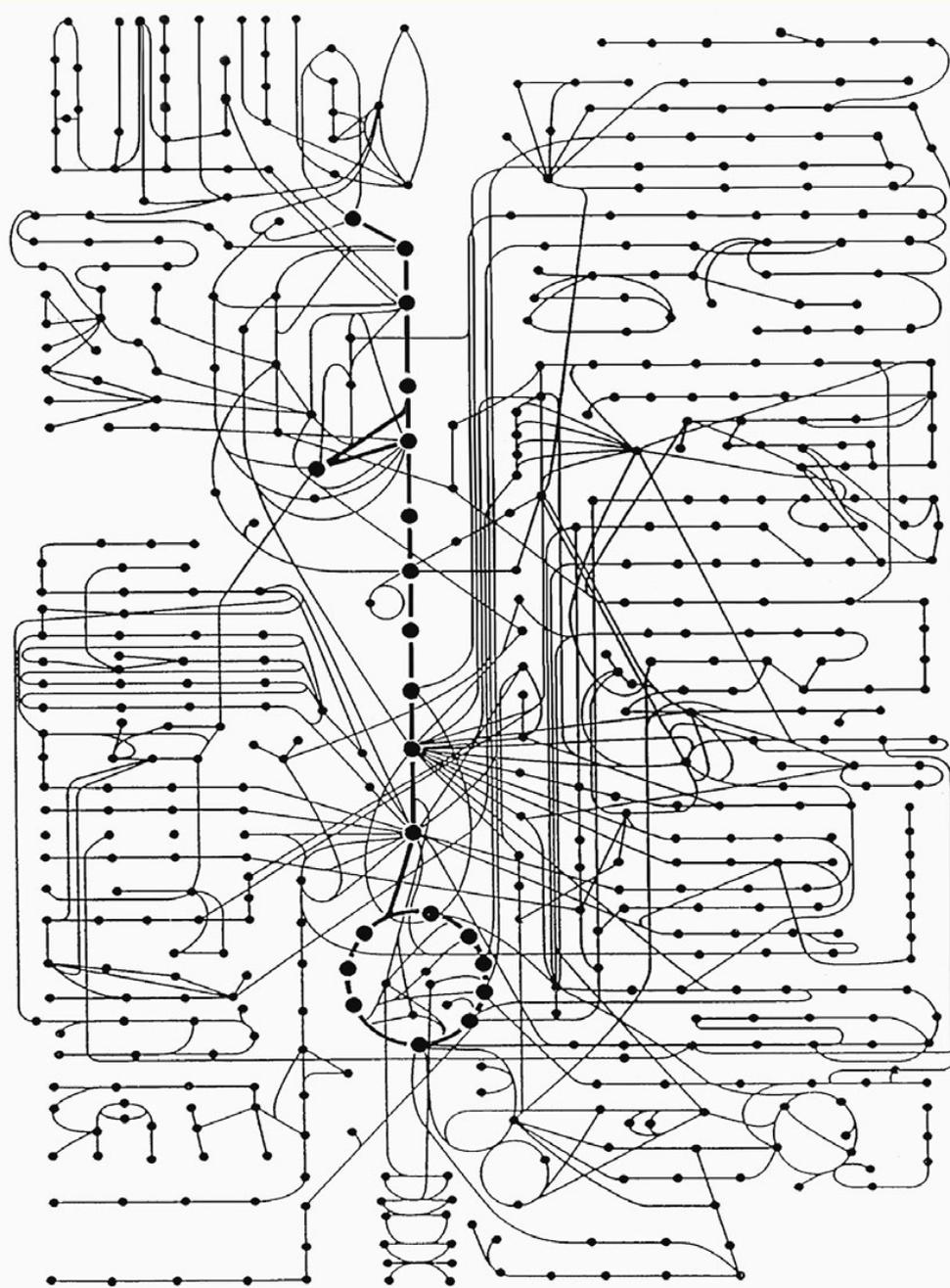
« Notre proposition est que les être vivants sont caractérisés par le fait que, littéralement, ils sont continuellement en train de **s'auto-produire**. »

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

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



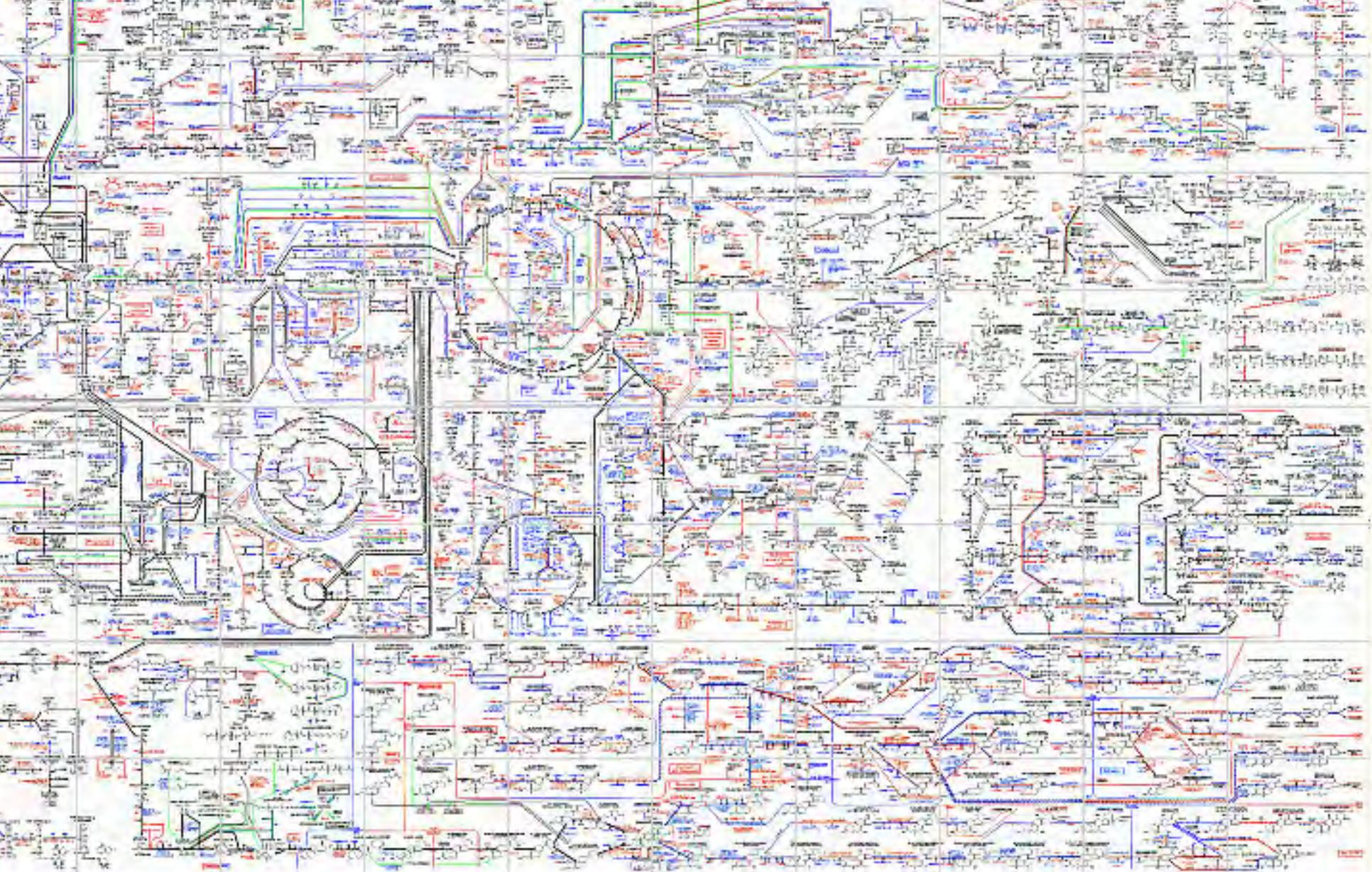
An image of a human buccal epithelial cell obtained using Differential Interference Contrast (DIC) microscopy
(www.canisius.edu/biology/cell_imaging/gallery.asp)



« un réseau »...

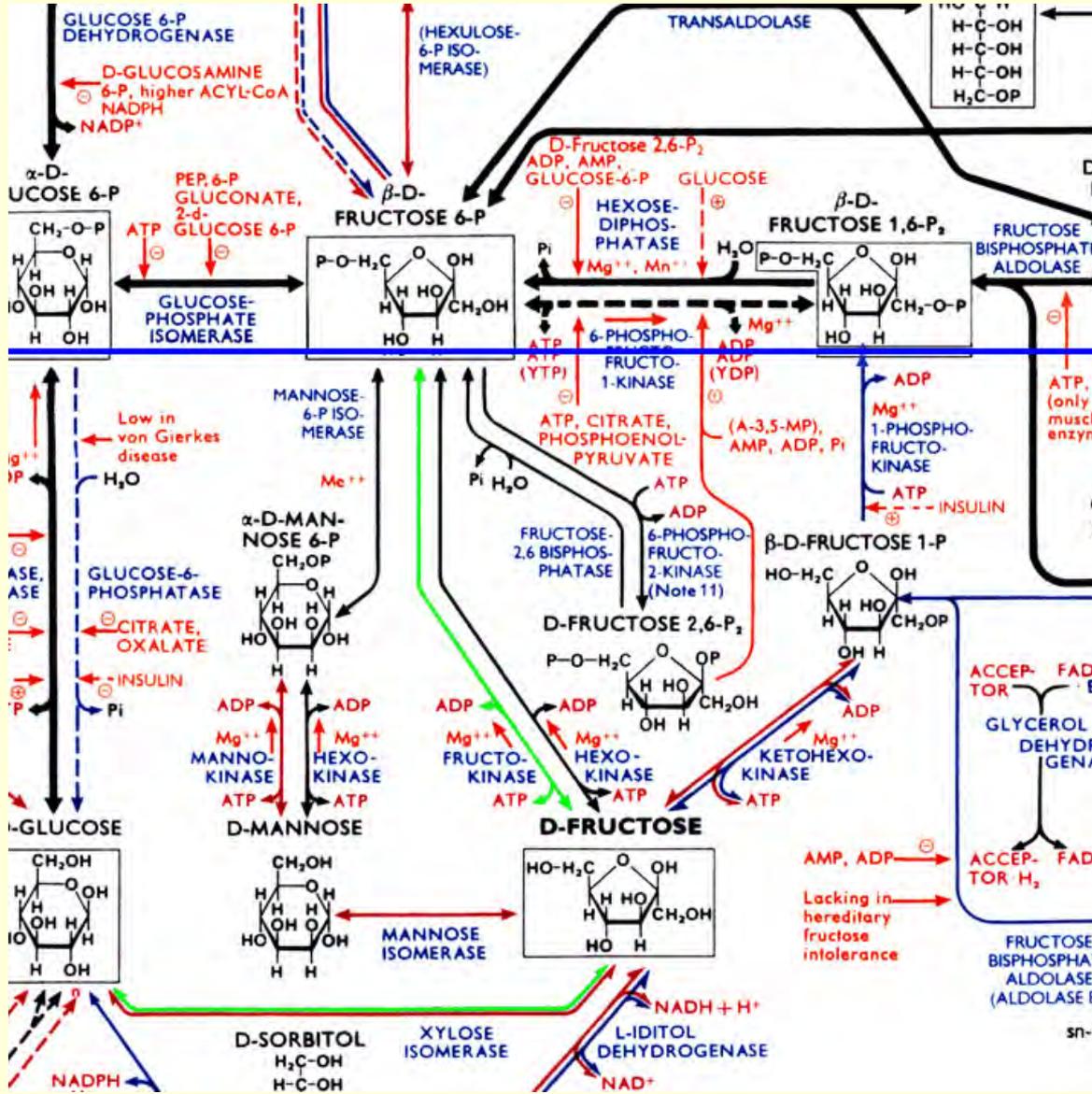
= des éléments qui entretiennent des relations

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



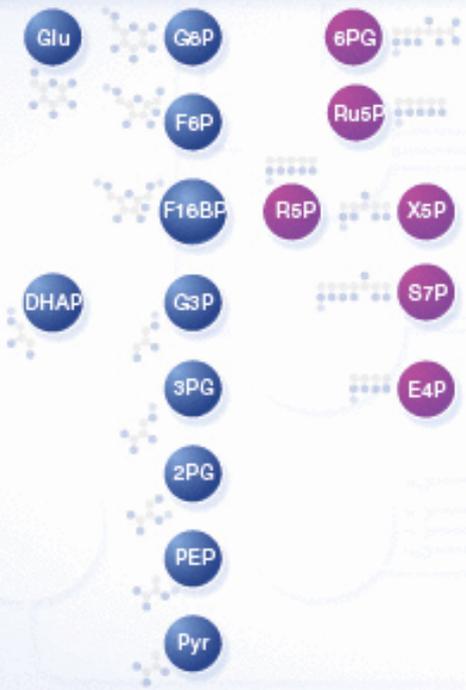
« un réseau complexe »... = cascades de réactions biochimiques dans une cellule

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

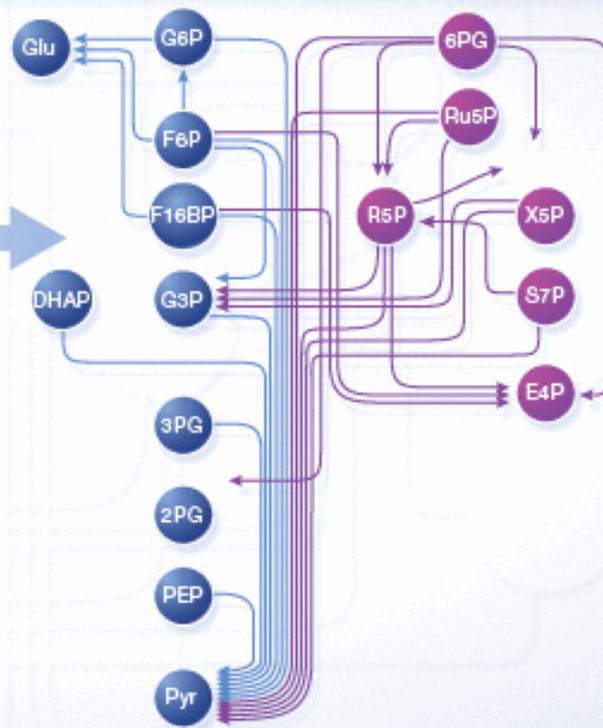


..qui régénèrent constamment, par leurs interactions et transformations, le réseau qui les a produits.

Glycolysis and PPP intermediates



Enzyme-free reaction cascade



Non-enzymatic glycolysis and pentose phosphate pathway-like reactions in a plausible Archean ocean

Markus A Keller,
Alexandra V Turchyn,
Markus Ralser

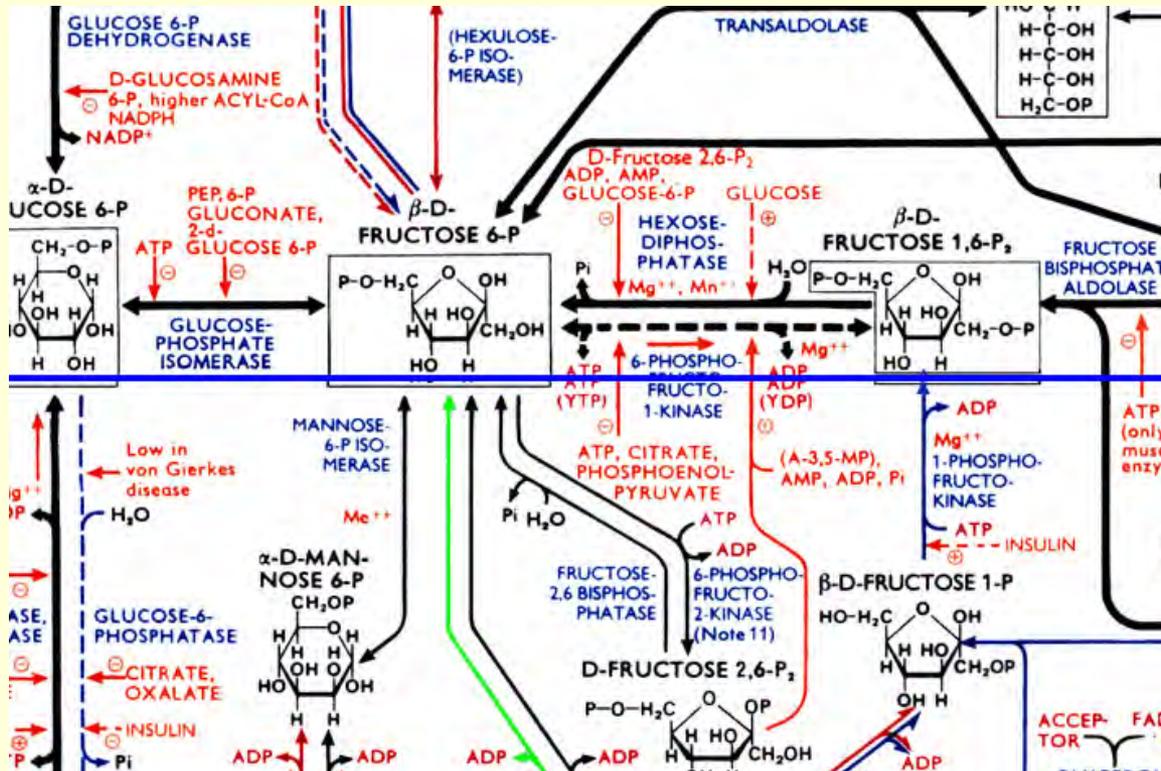
Published

25.04.2014

<http://msb.embopress.org/content/10/4/725>

« metabolism could be of prebiotic origin. »

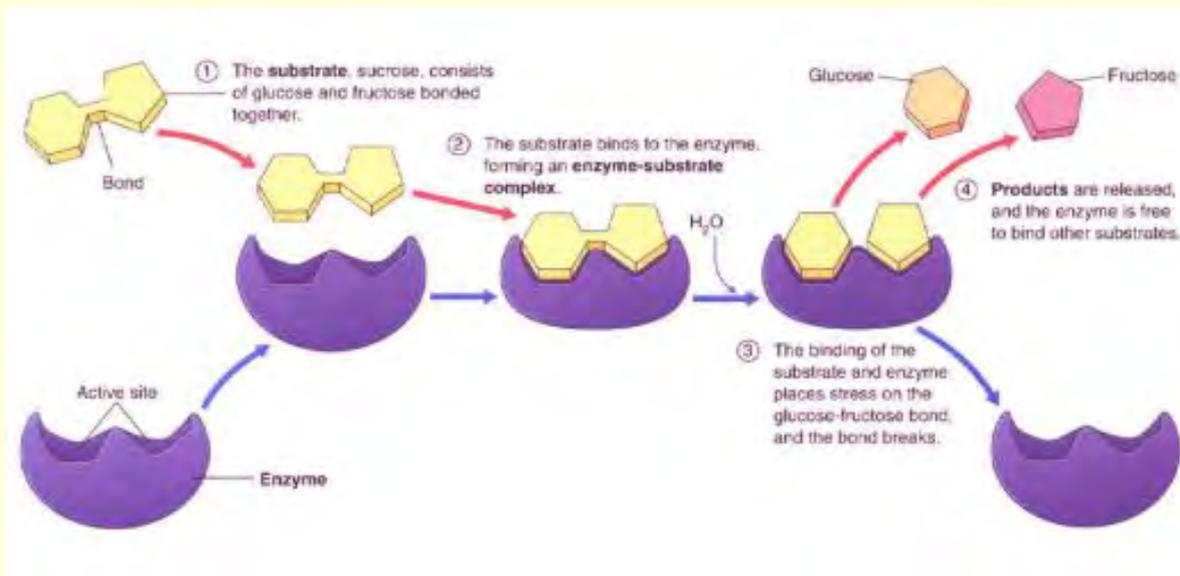
« un réseau complexe d'éléments »... : enzymes (protéines), ADN, etc.



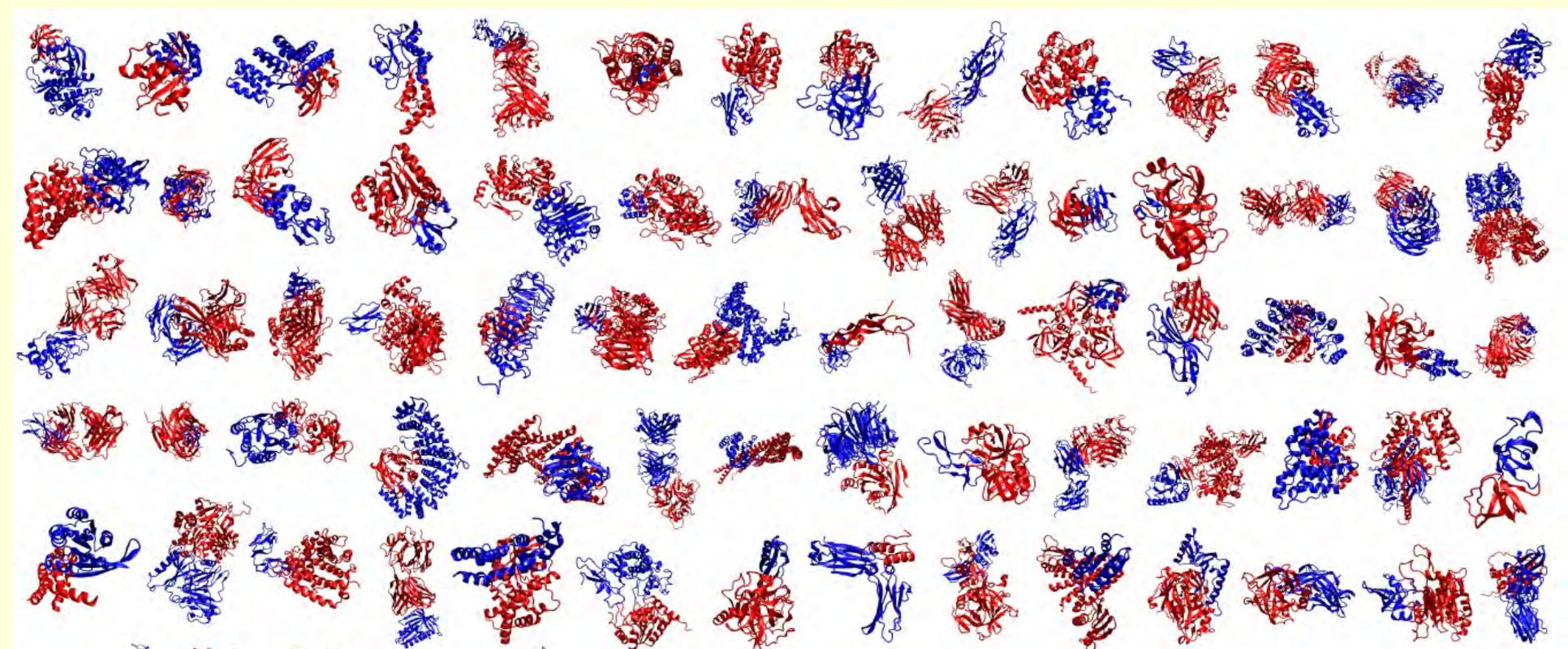
..qui régénèrent constamment, par leurs interactions et transformations, le réseau qui les a produits.

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

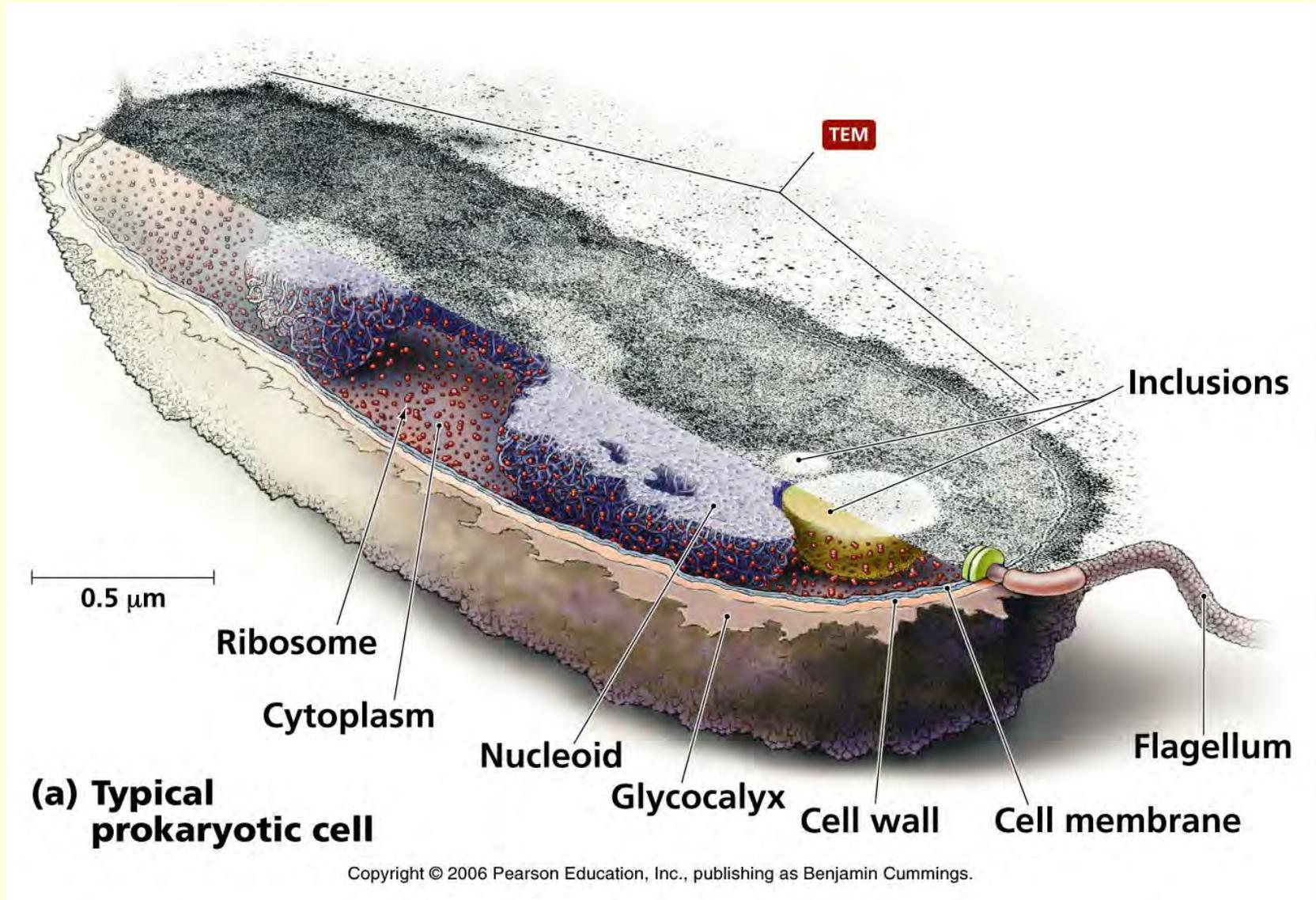
Car encore aujourd'hui, chaque cellule de votre cerveau a un tel métabolisme.

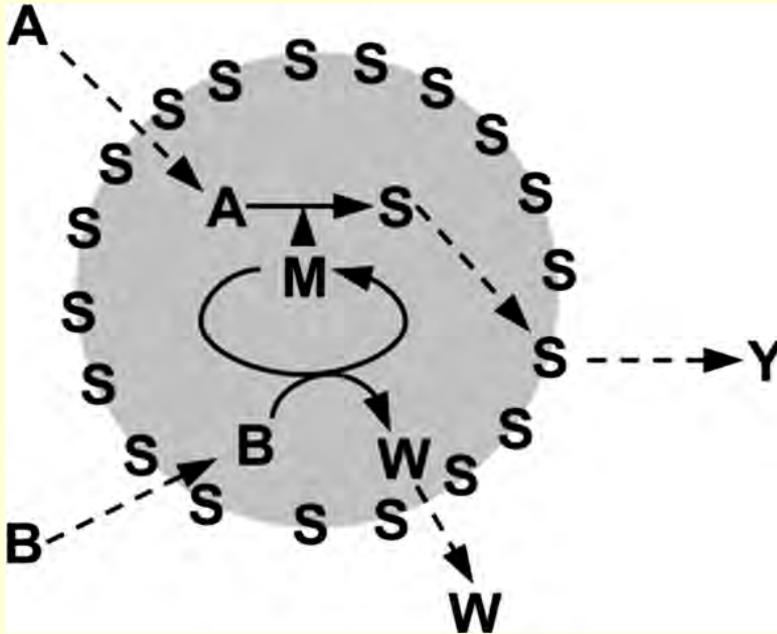


..qui régénèrent constamment, par leurs interactions et transformations, le réseau qui les a produits.



Les premières cellules vivante sont déjà infiniment complexes !



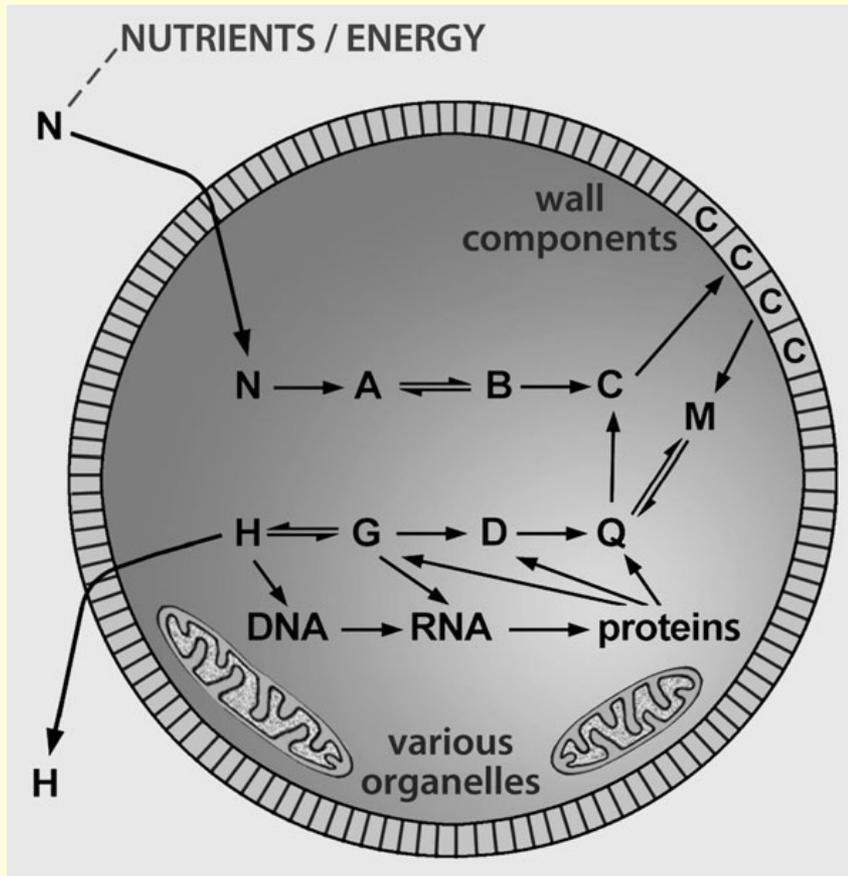


<http://www.humphath.com/spip.php?article17459>

Toute cellule est donc un **système ouvert** qui :

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

“ Life is a factory that makes itself from within. “



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



+



=

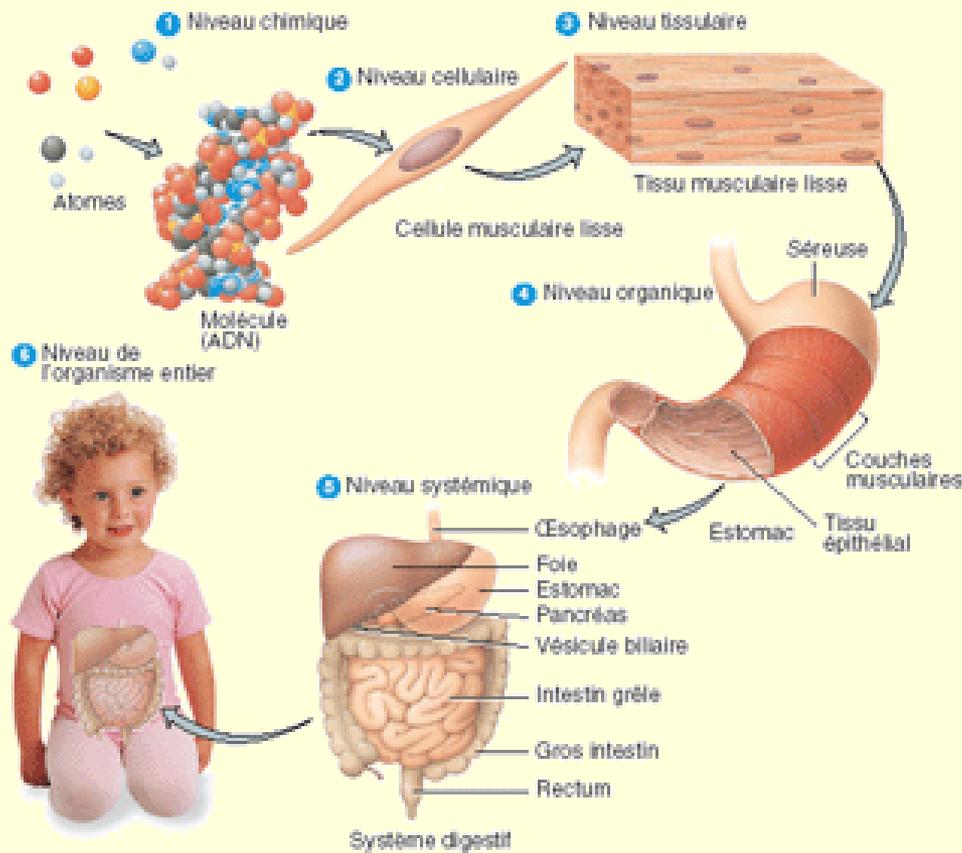


Sodium (Na)
(métal hautement inflammable)

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).

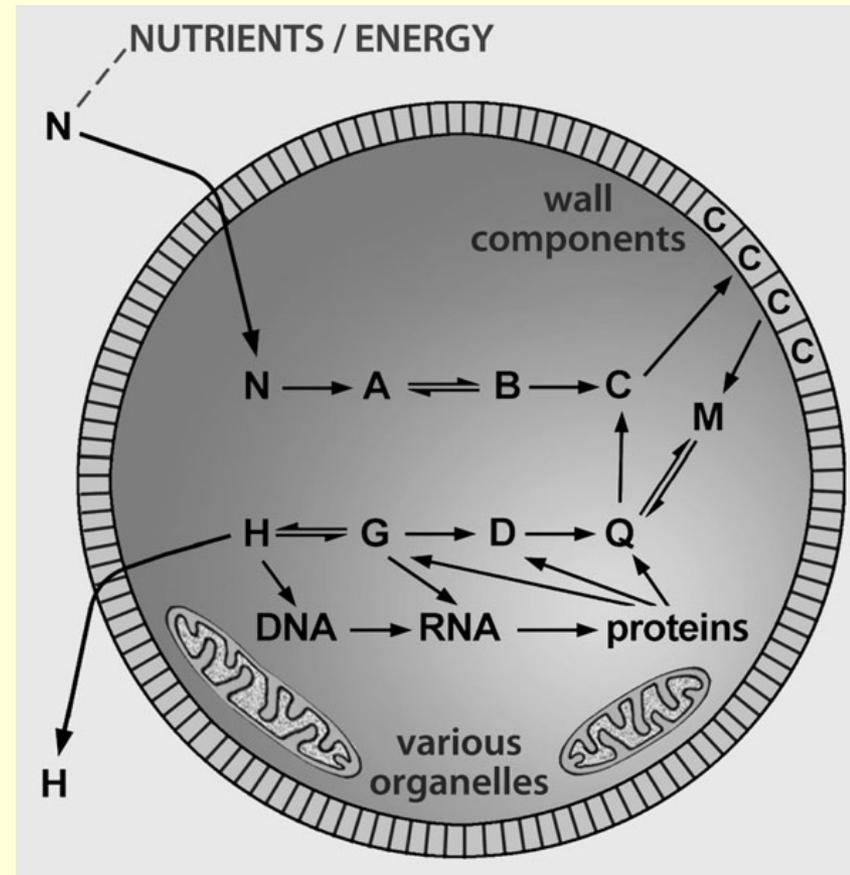
En biologie, c'est donc la 2^e question qui va nous intéresser :

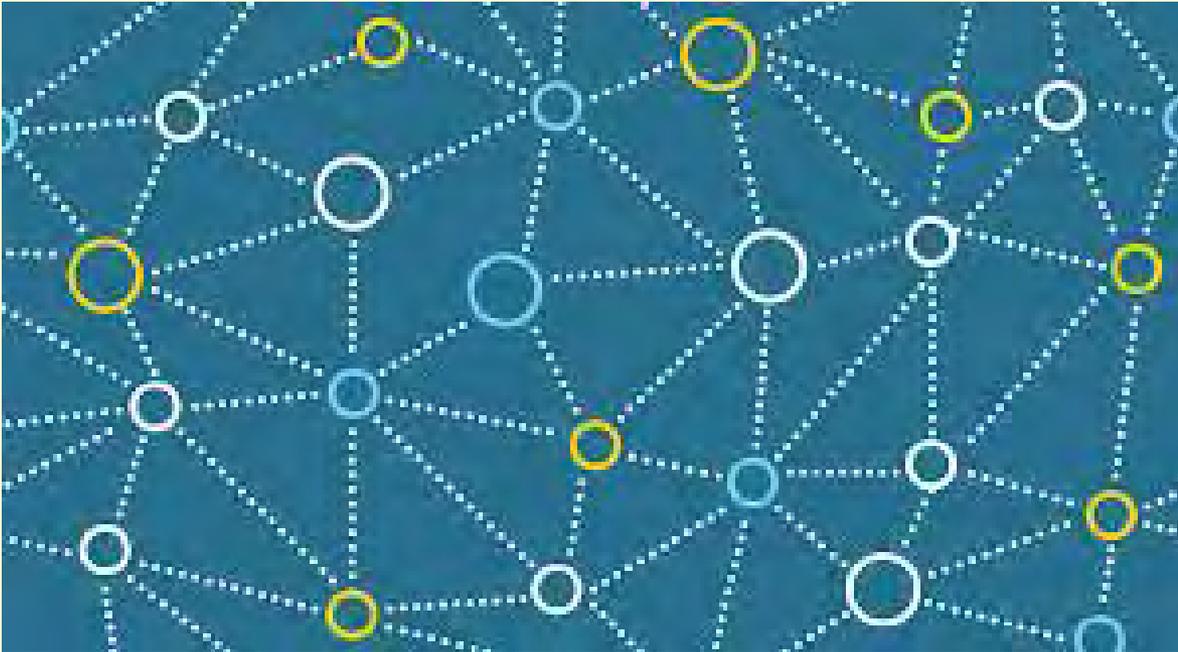
l'étude de la **forme** : quel est le pattern ?

Est-ce qu'il y a un pattern commun qu'on peut associer à tous les systèmes vivants?

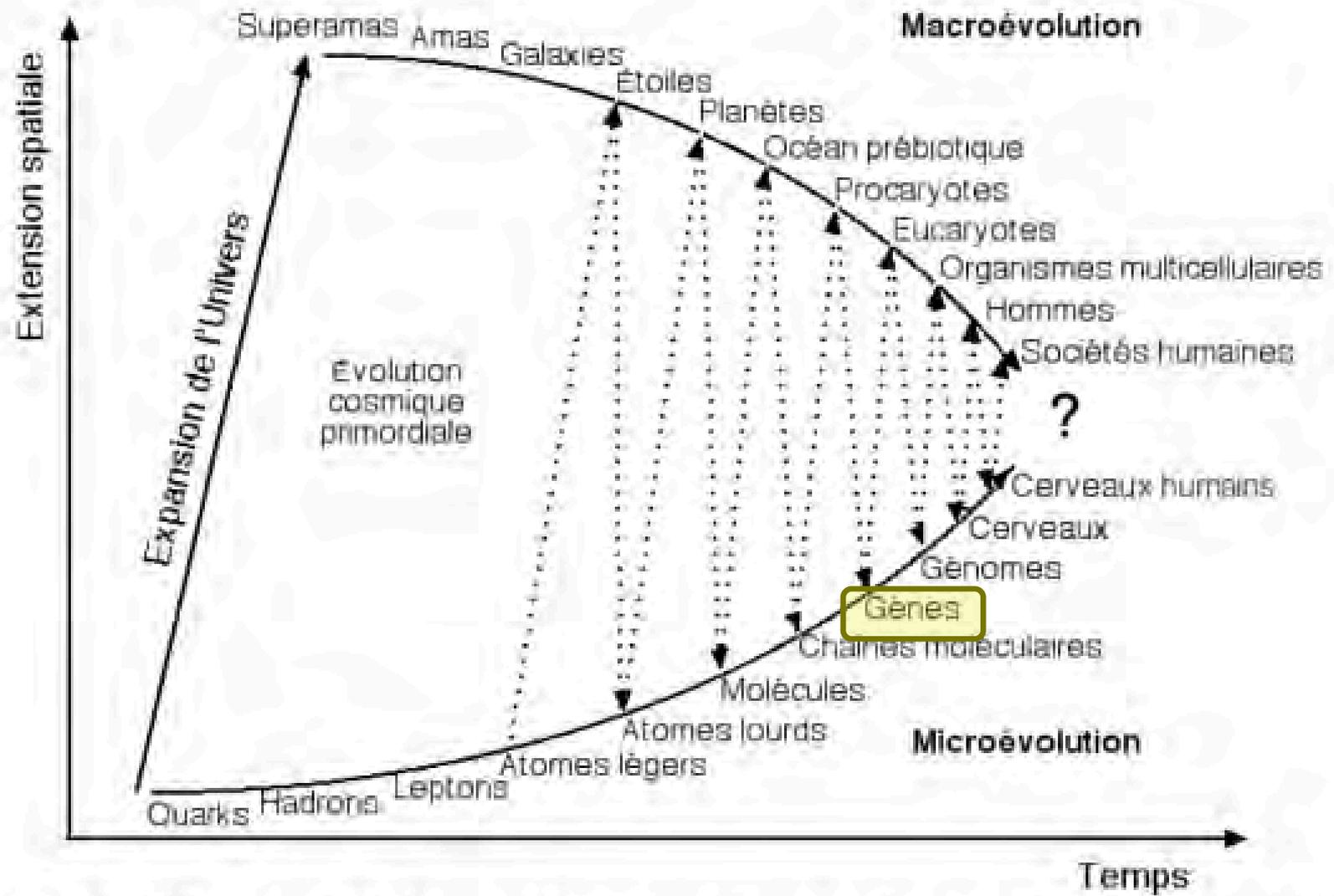
Je vous donne tout de suite le punch :

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



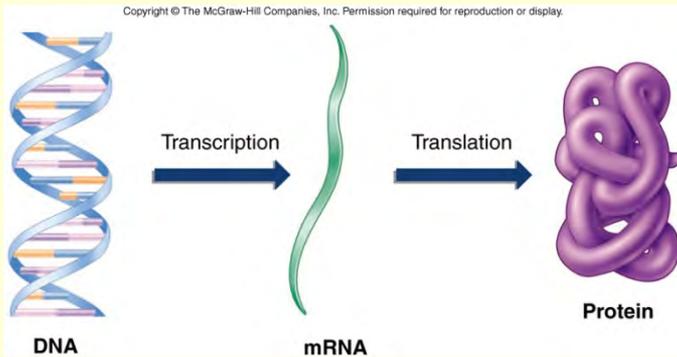


« Whenever we look at life,
we look at networks.”

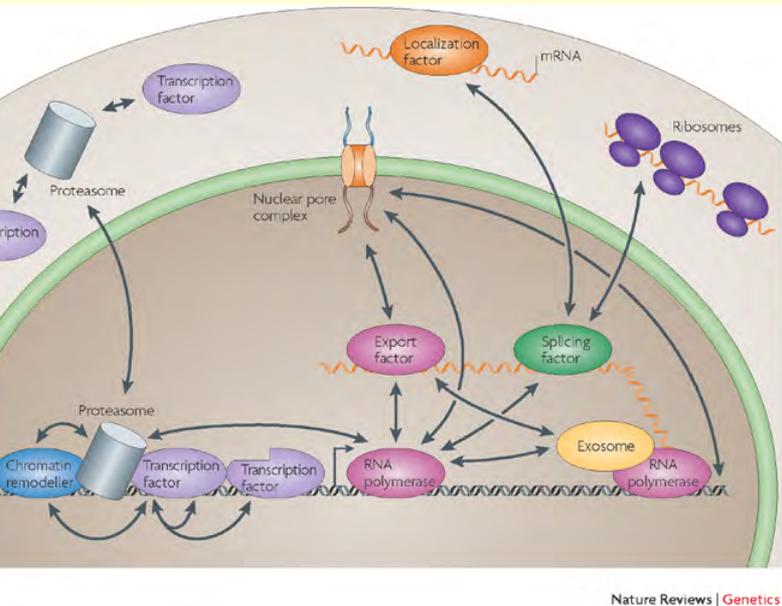


D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.

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

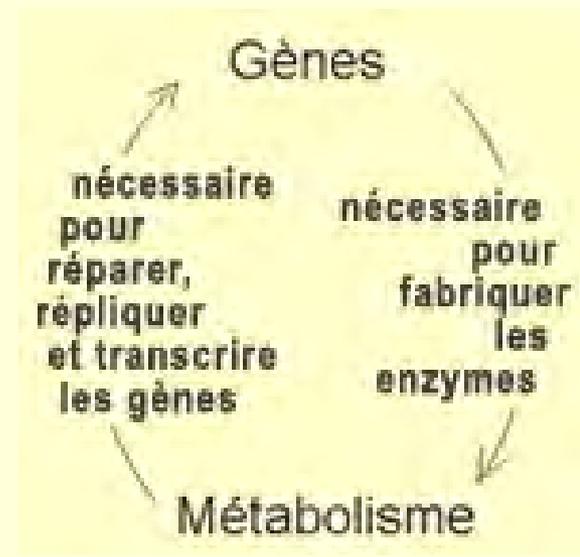


On a longtemps pensé que les gènes n'étaient que les « plans » pour fabriquer nos protéines.



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

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



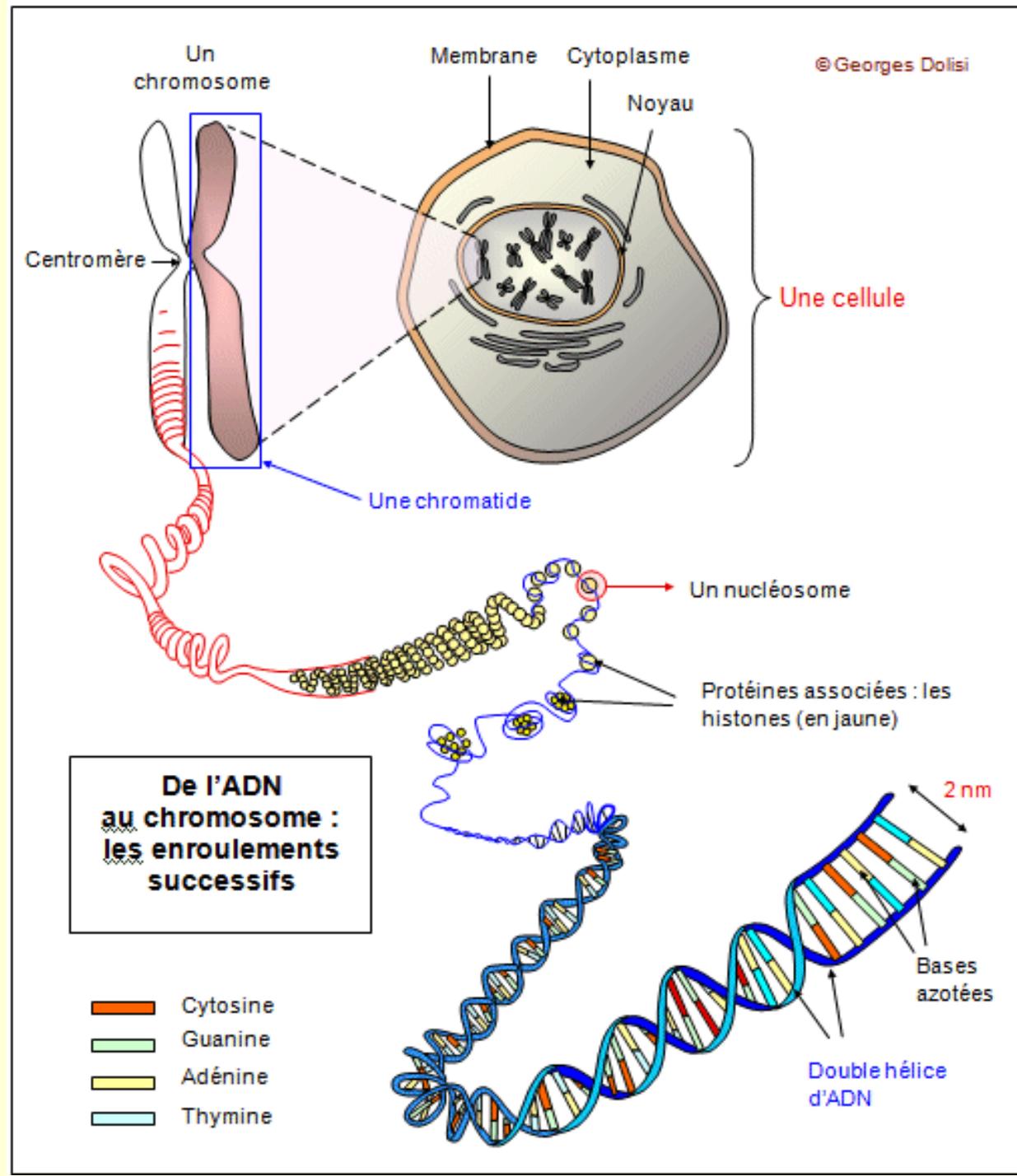
Ces réseaux doivent cependant réussir à se **reproduire** en faisant des copies d'eux-mêmes.

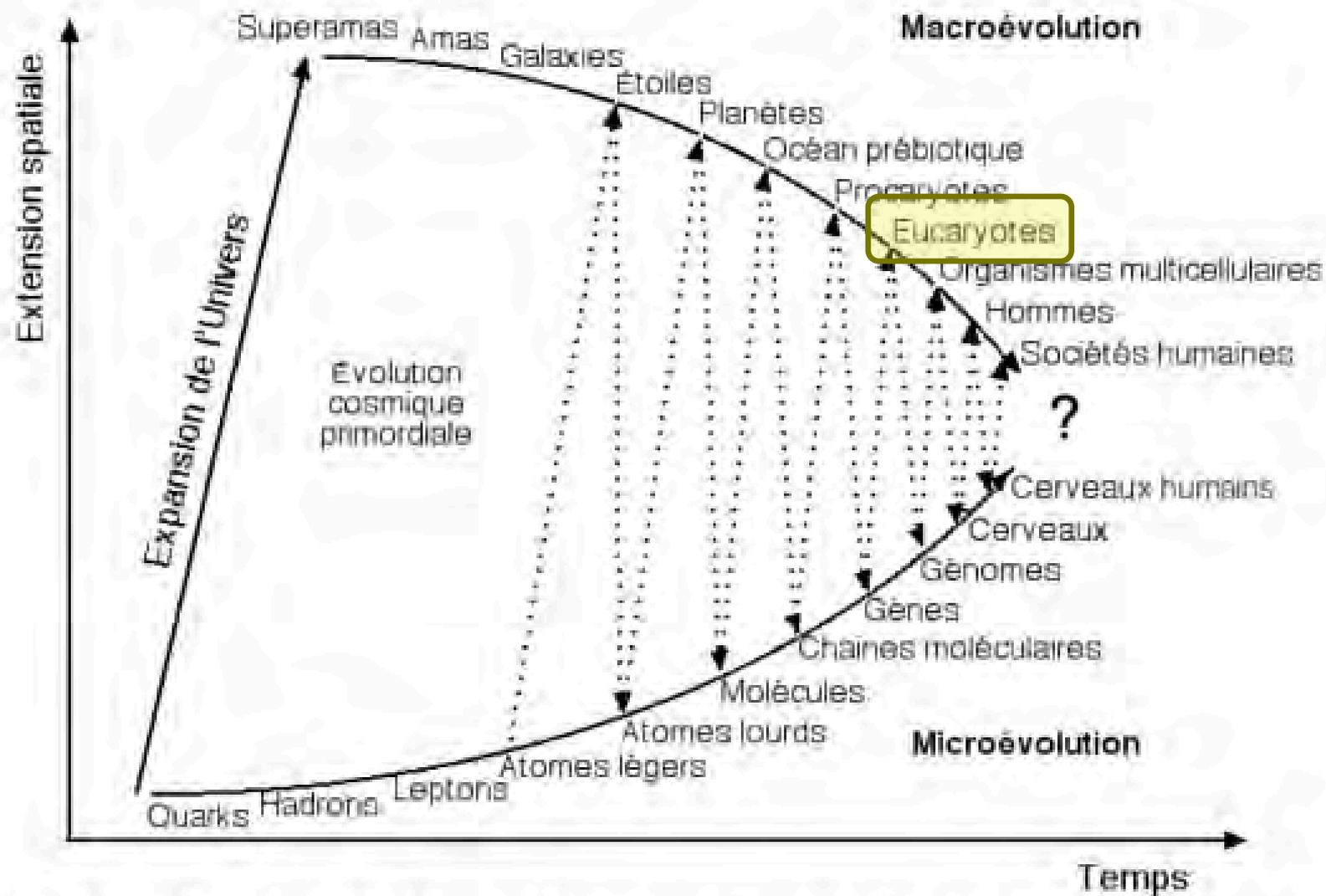
Car la vie implique aussi une capacité de **mémoire** pour retenir les bons coups du hasard.

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

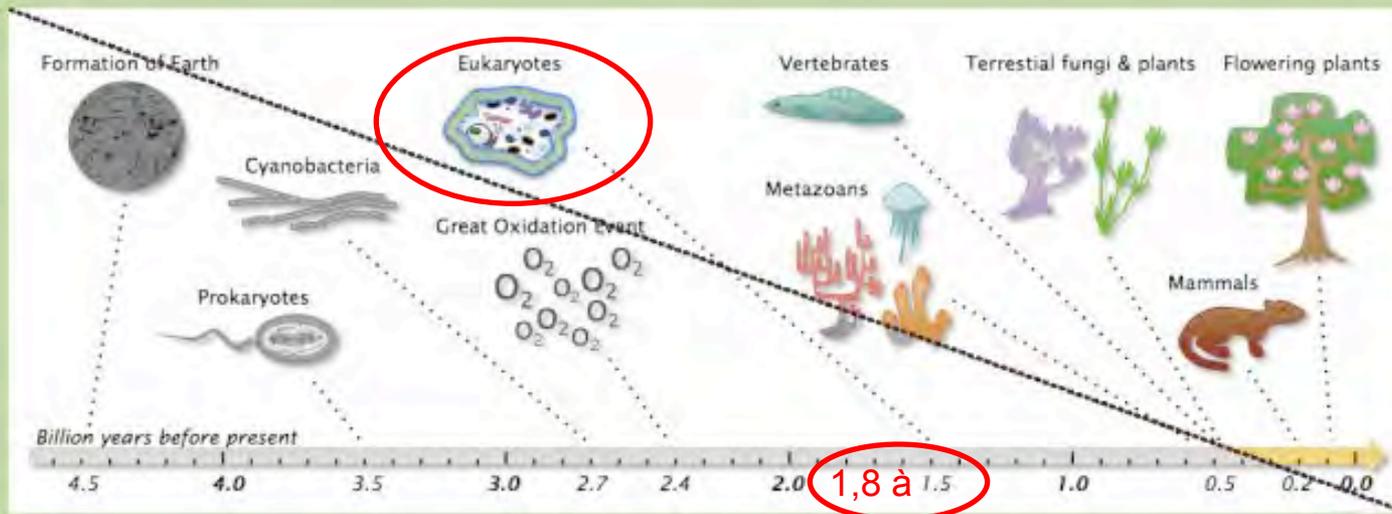
Mais cette stabilité ne lui confère pas un statut particulier vis-à-vis des autres molécules :

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

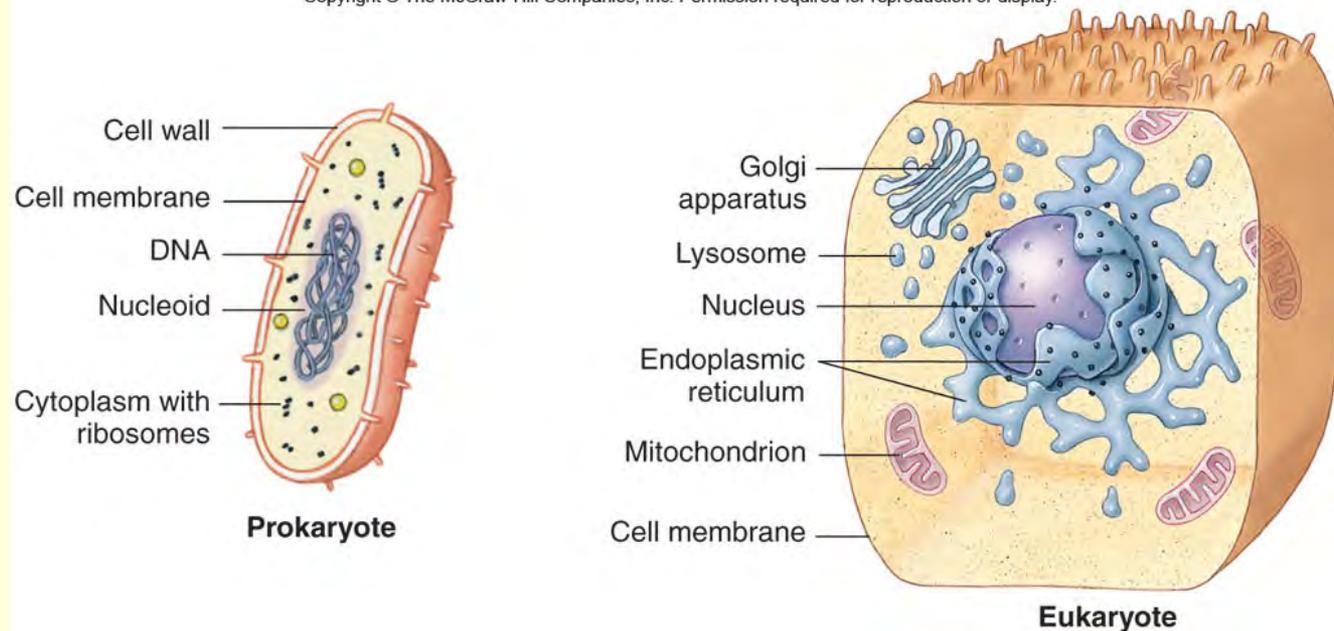




D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.



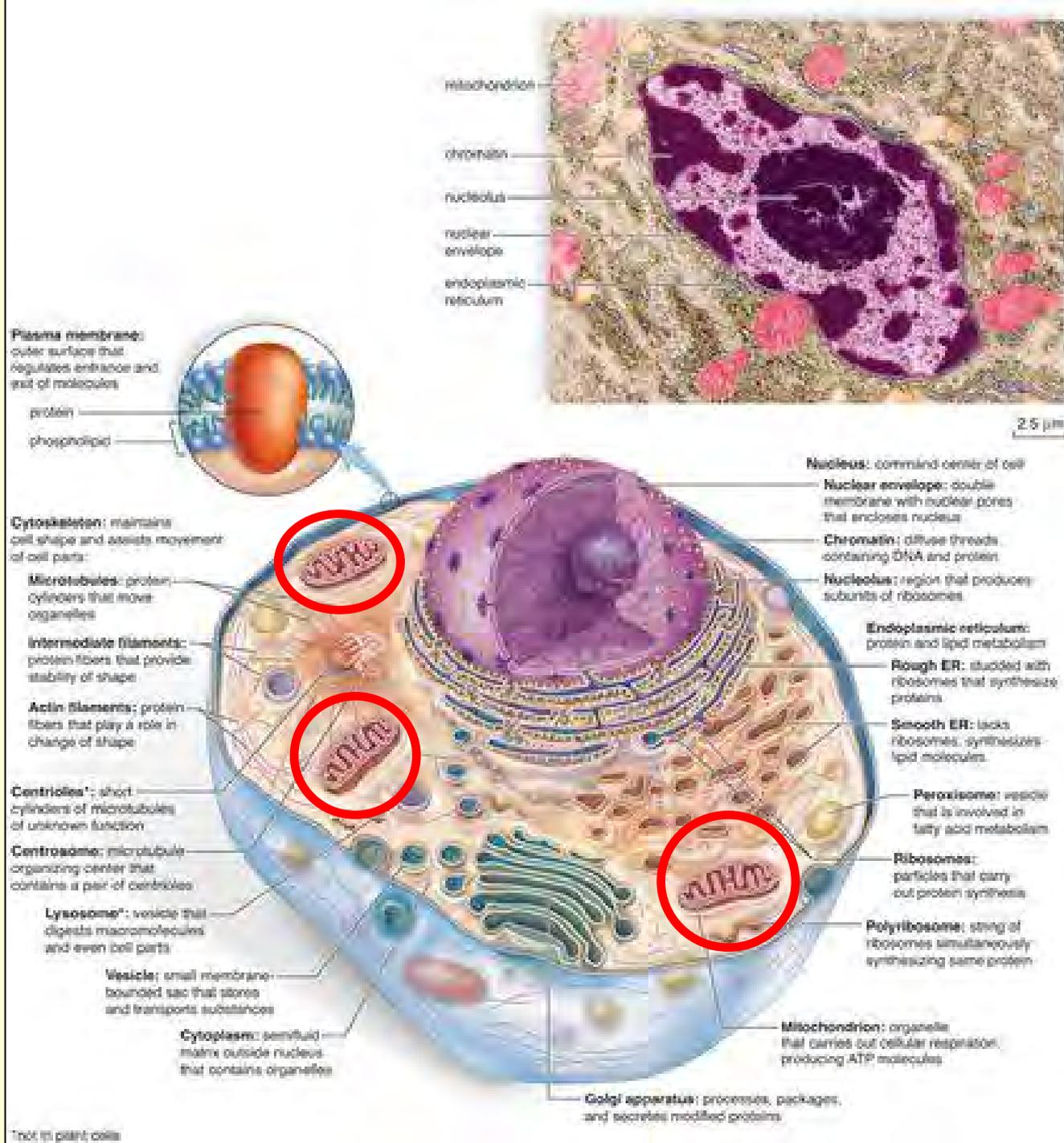
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Les réseaux complexes se « compartimentalisent »

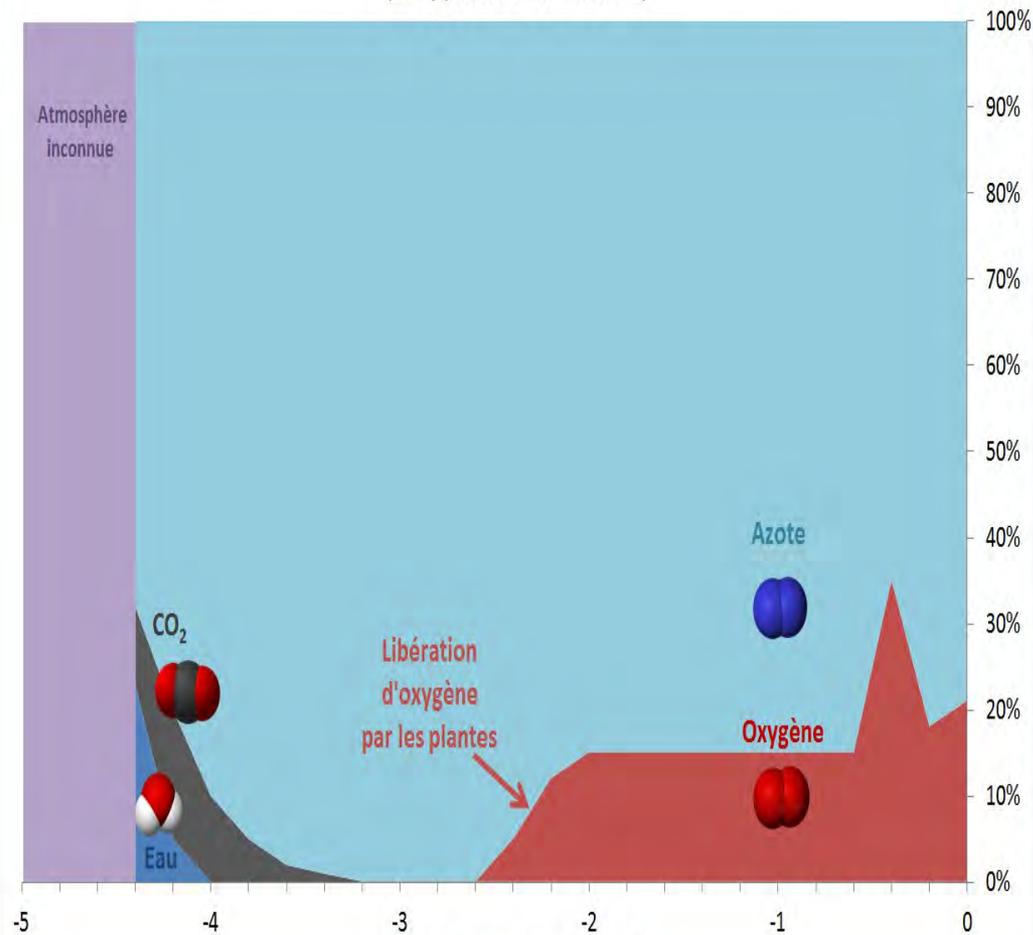
Dans le **noyau**, où se retrouve l'ADN.

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

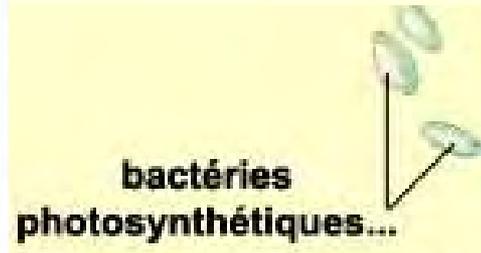


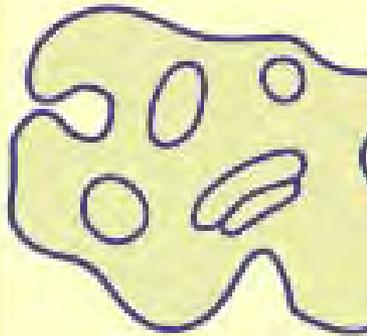
Composition de l'atmosphère depuis 5 milliards d'années

(en %) (Source : Pour la Science)



© Olivier Berruyer, www.les-crisis.fr

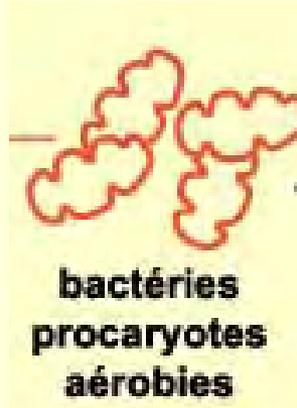




**cellule eucaryote
primitive anaérobie**

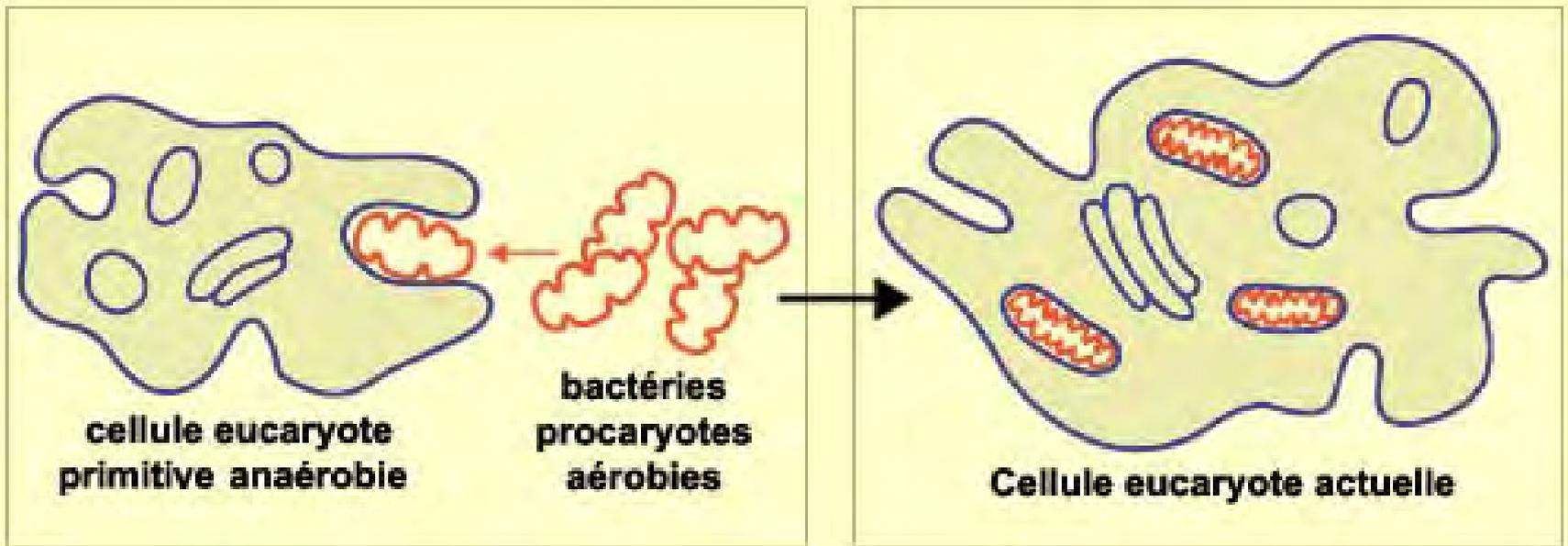
Avant, avec seulement la glycolyse :

Bilan énergétique : 2 ATP



capables d'utiliser la molécule d'oxygène.

Bilan énergétique : 38 ATP !

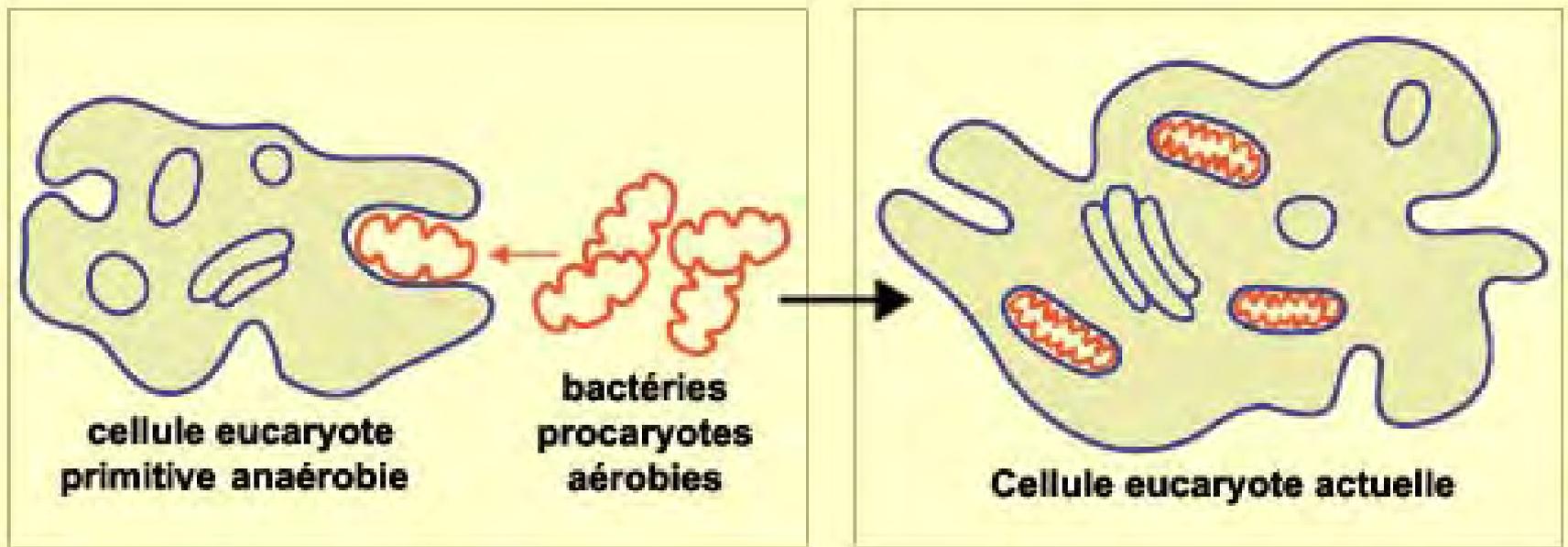


Avant, avec seulement la glycolyse : le **glucose** sera transformé en absence d'oxygène, en alcool éthylique qui sert d'accepteur interne pour les électrons.

Bilan énergétique : 2 ATP

Avec la mitochondrie, la molécule d'oxygène est utilisée comme accepteur final d'électrons et permet une oxydation complète de la molécule de glucose qui sera complètement transformée en CO₂ et H₂O.

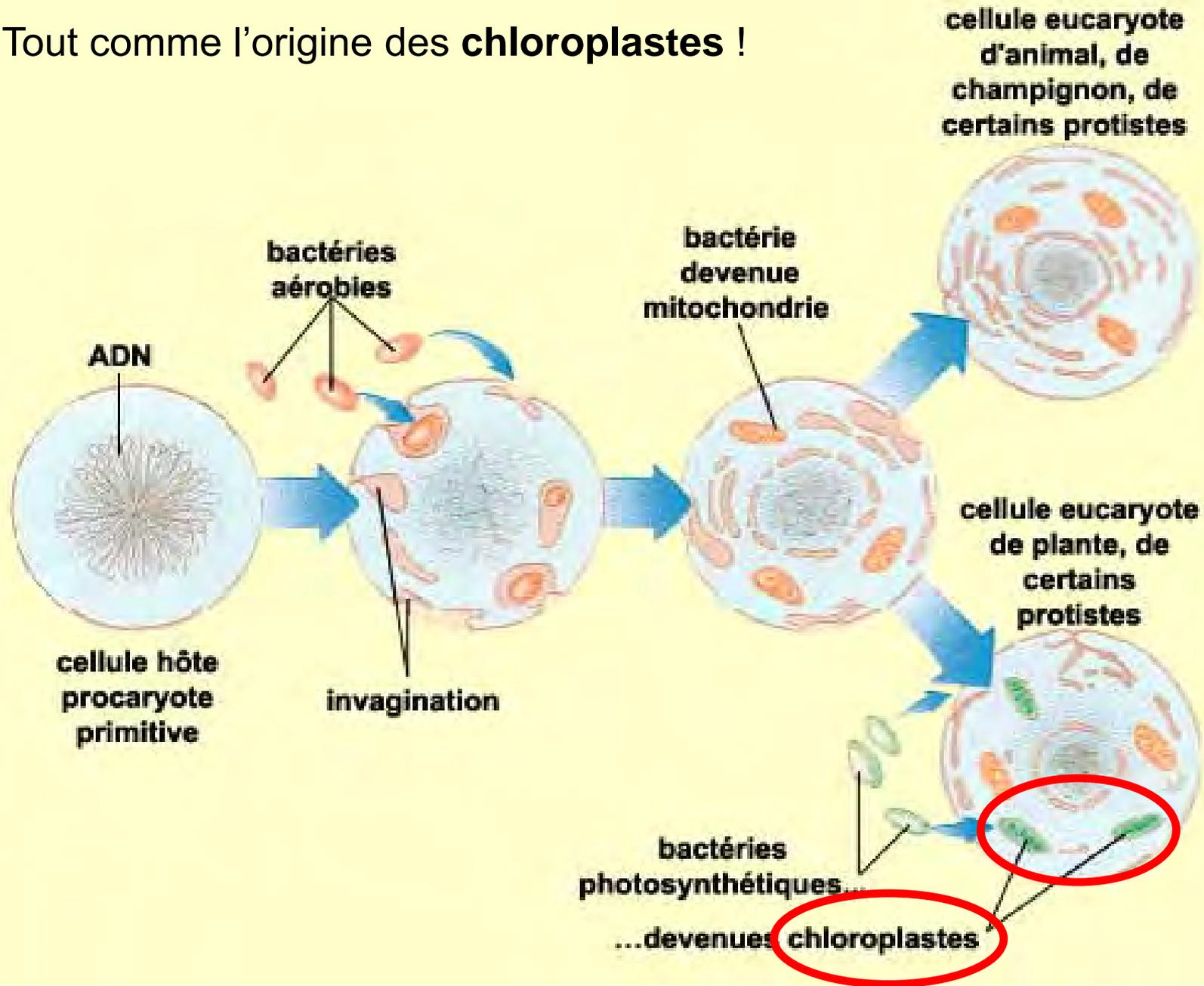
Bilan énergétique : 38 ATP,
soit 19 fois plus que la glycolyse !



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

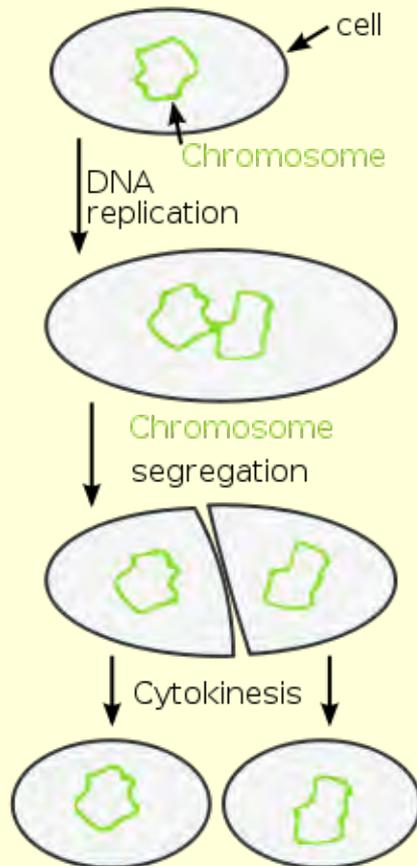
Car encore aujourd'hui,
chaque cellule de
votre cerveau possède
des mitochondries.

Tout comme l'origine des **chloroplastes** !

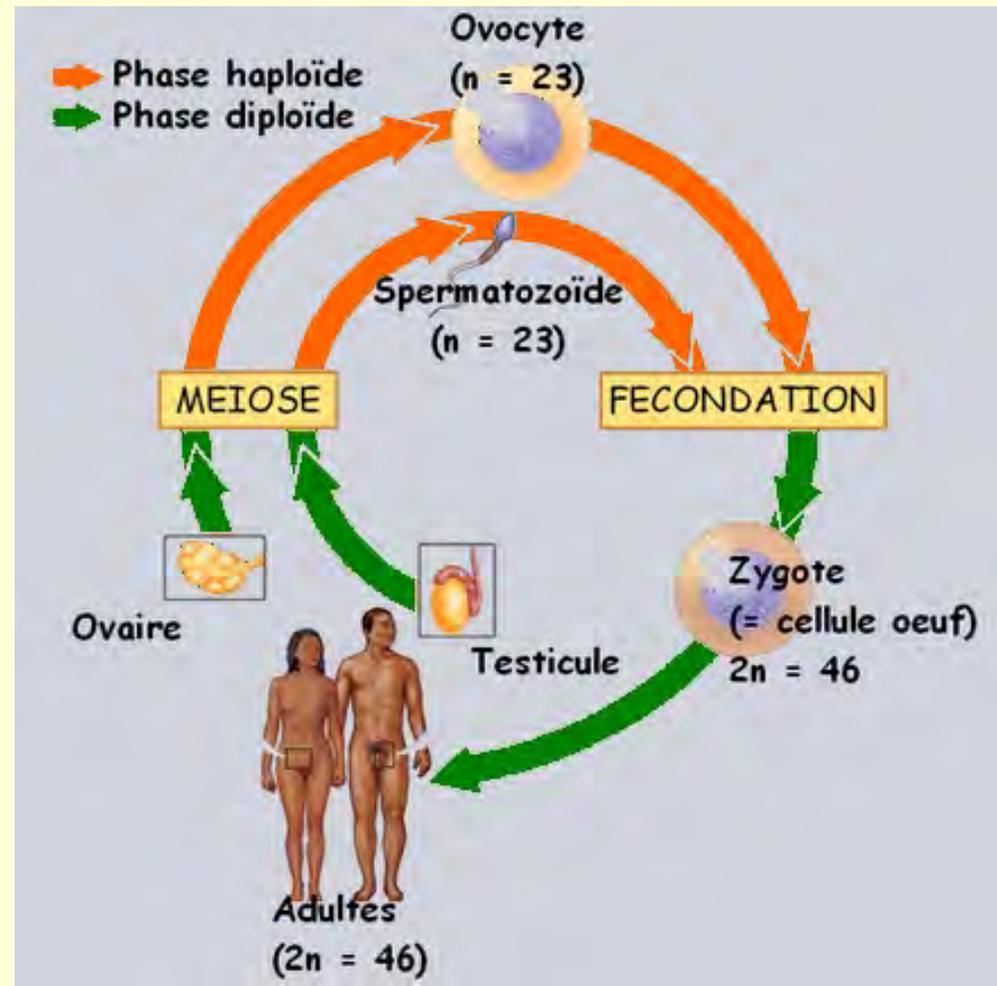


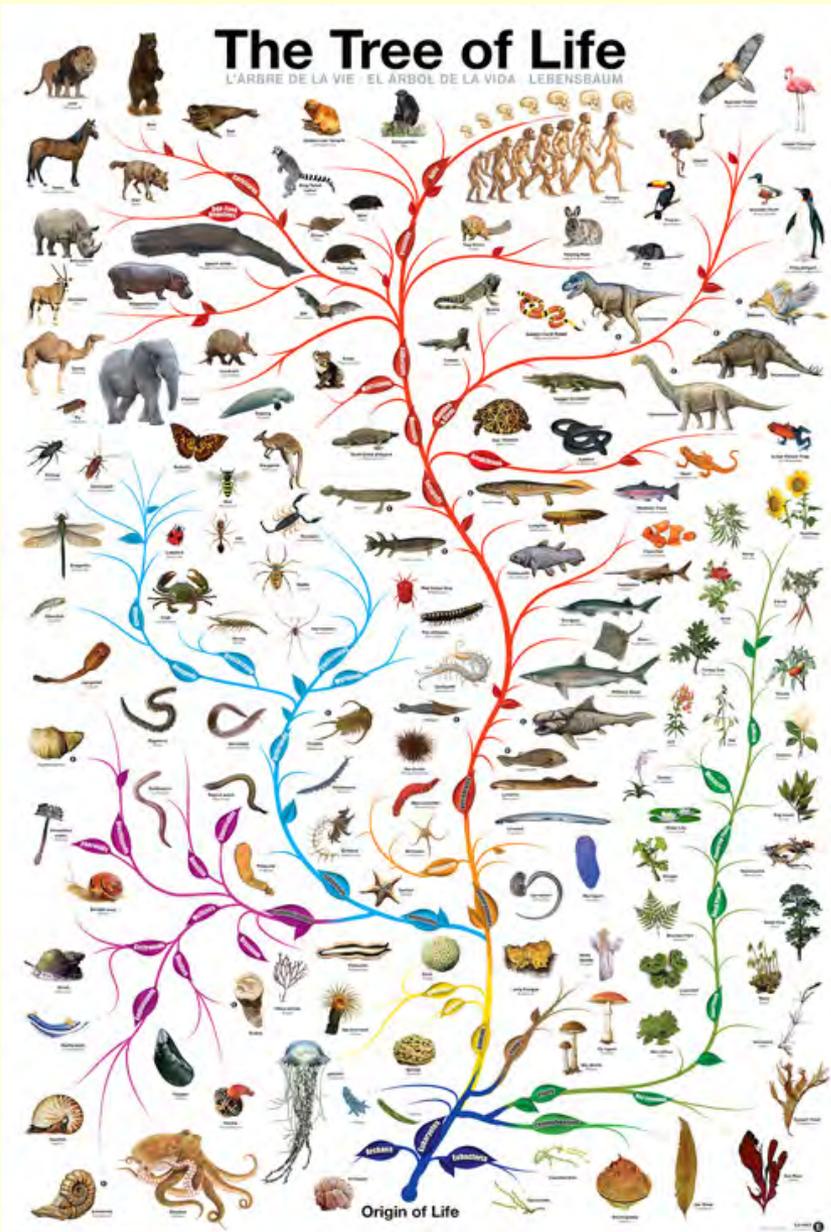
Autre étape importante : apparition de la **reproduction sexuée**, vraisemblablement avec les premiers eucaryotes.

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

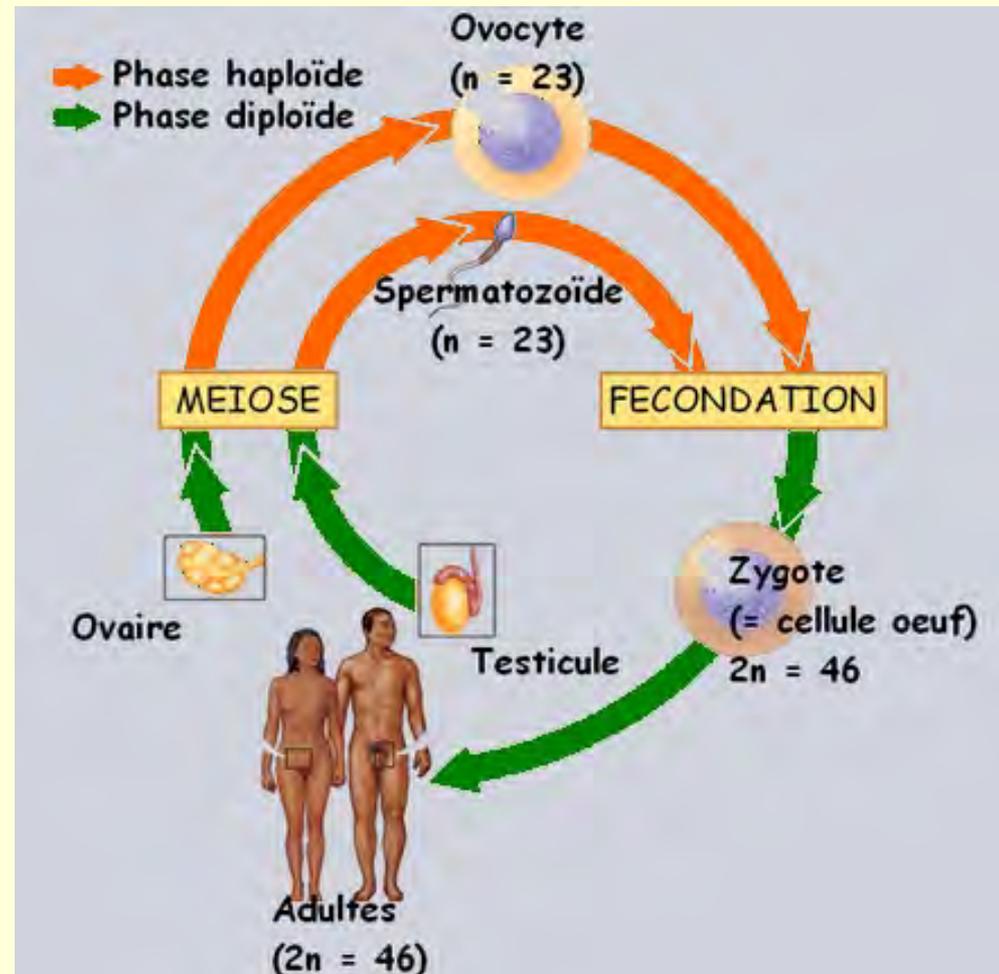


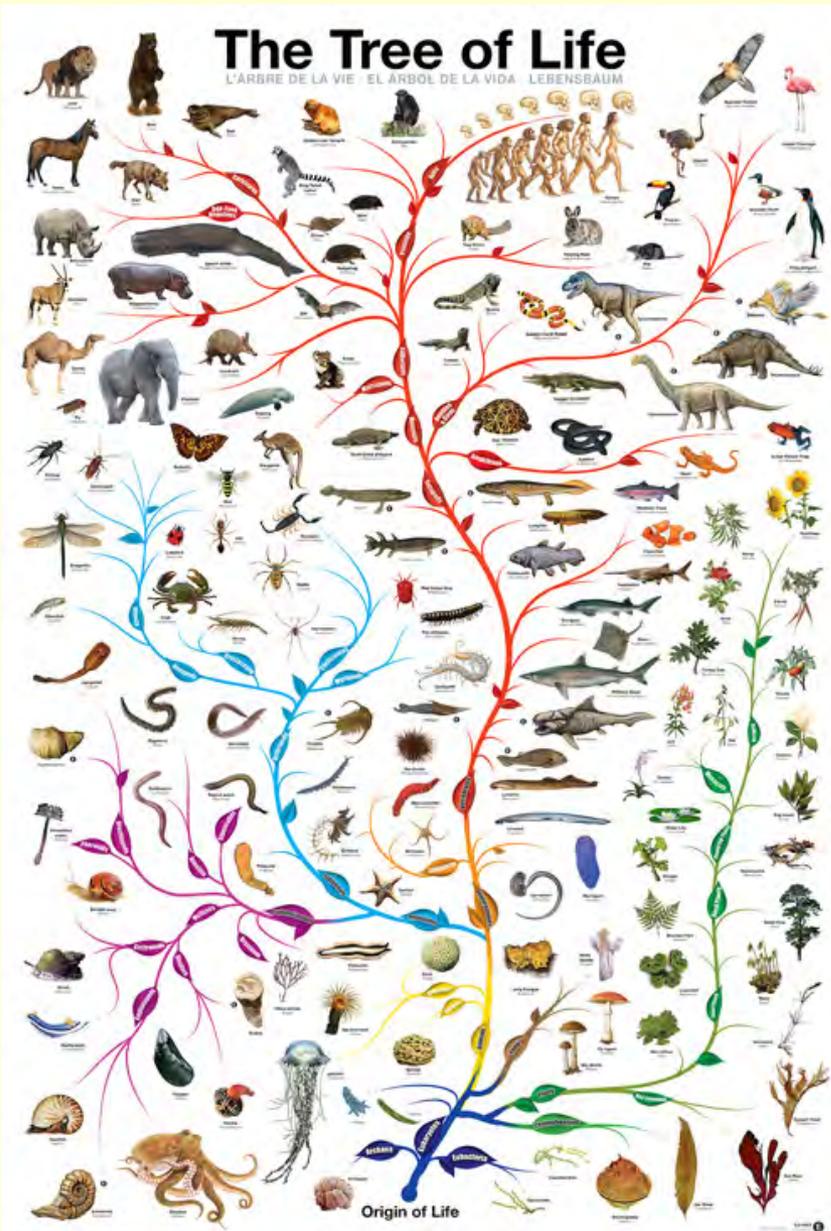
La sexualité : **deux** « parent » se mettent ensemble pour faire **un** individu toujours **différent** grâce au **brassage** du patrimoine génétique (crée beaucoup plus de **diversité**)





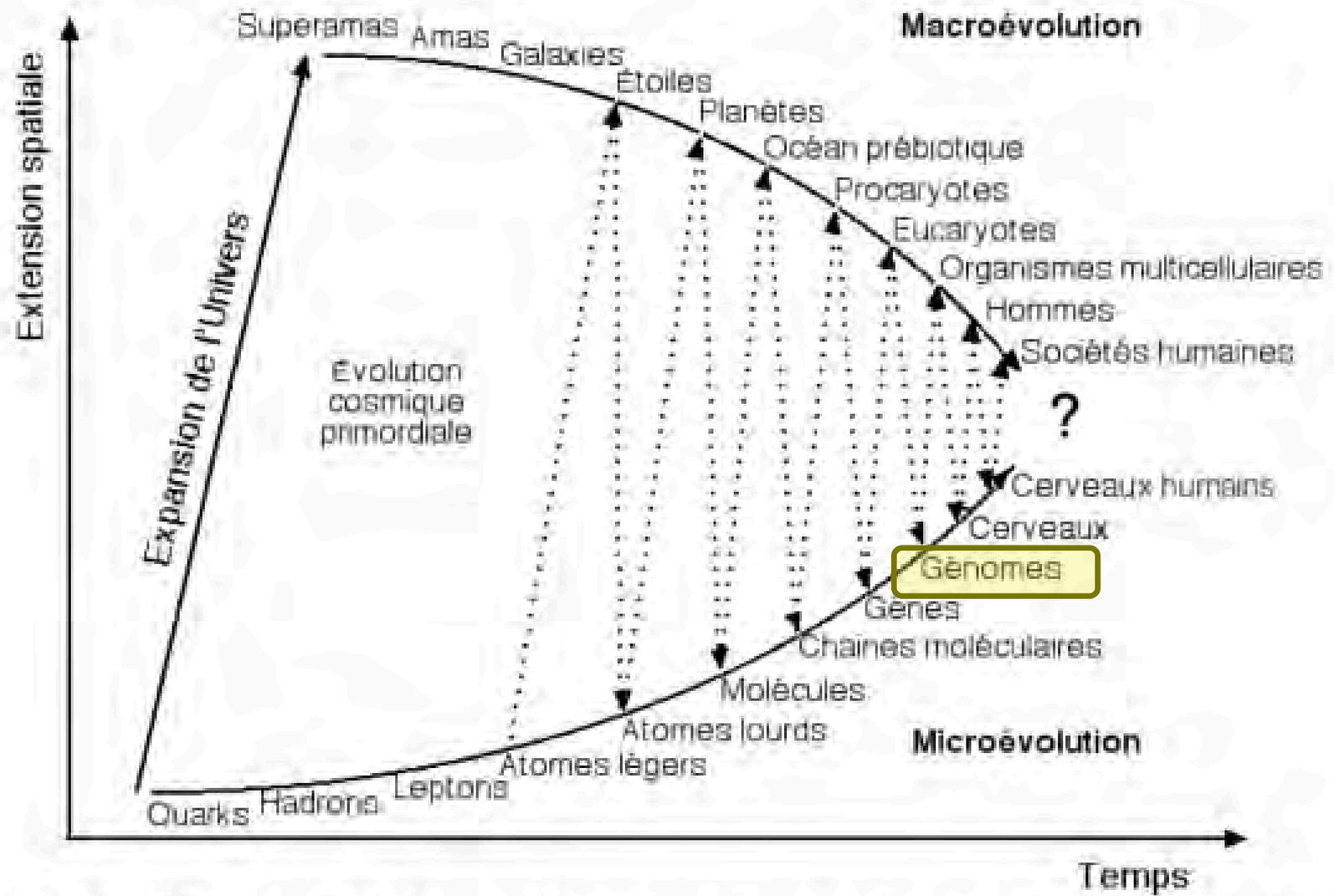
La sexualité : **deux** « parent » se mettent ensemble pour faire **un** individu toujours **différent** grâce au **brassage** du patrimoine génétique (crée beaucoup plus de **diversité**)





« 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 ! »



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

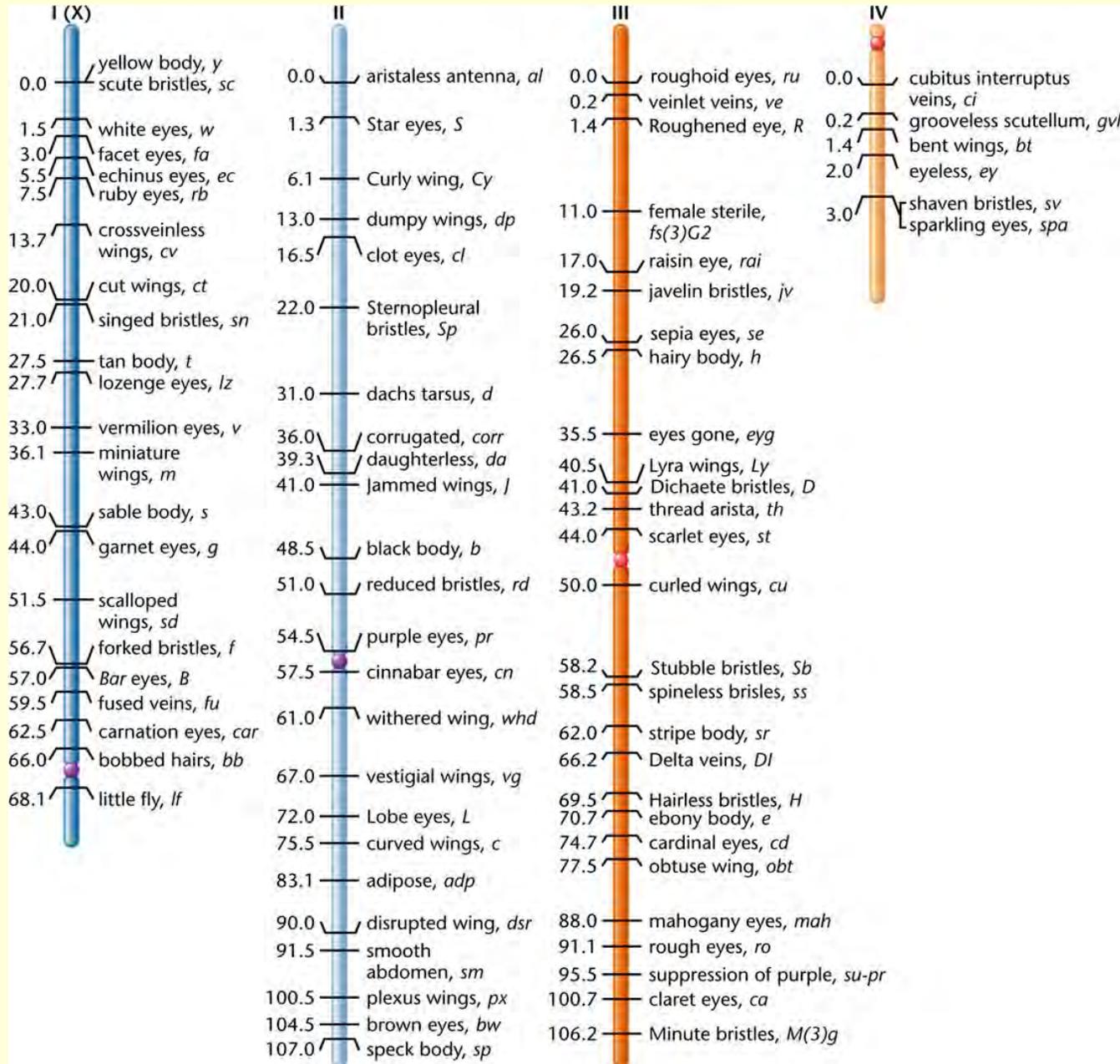
Mouche mutante

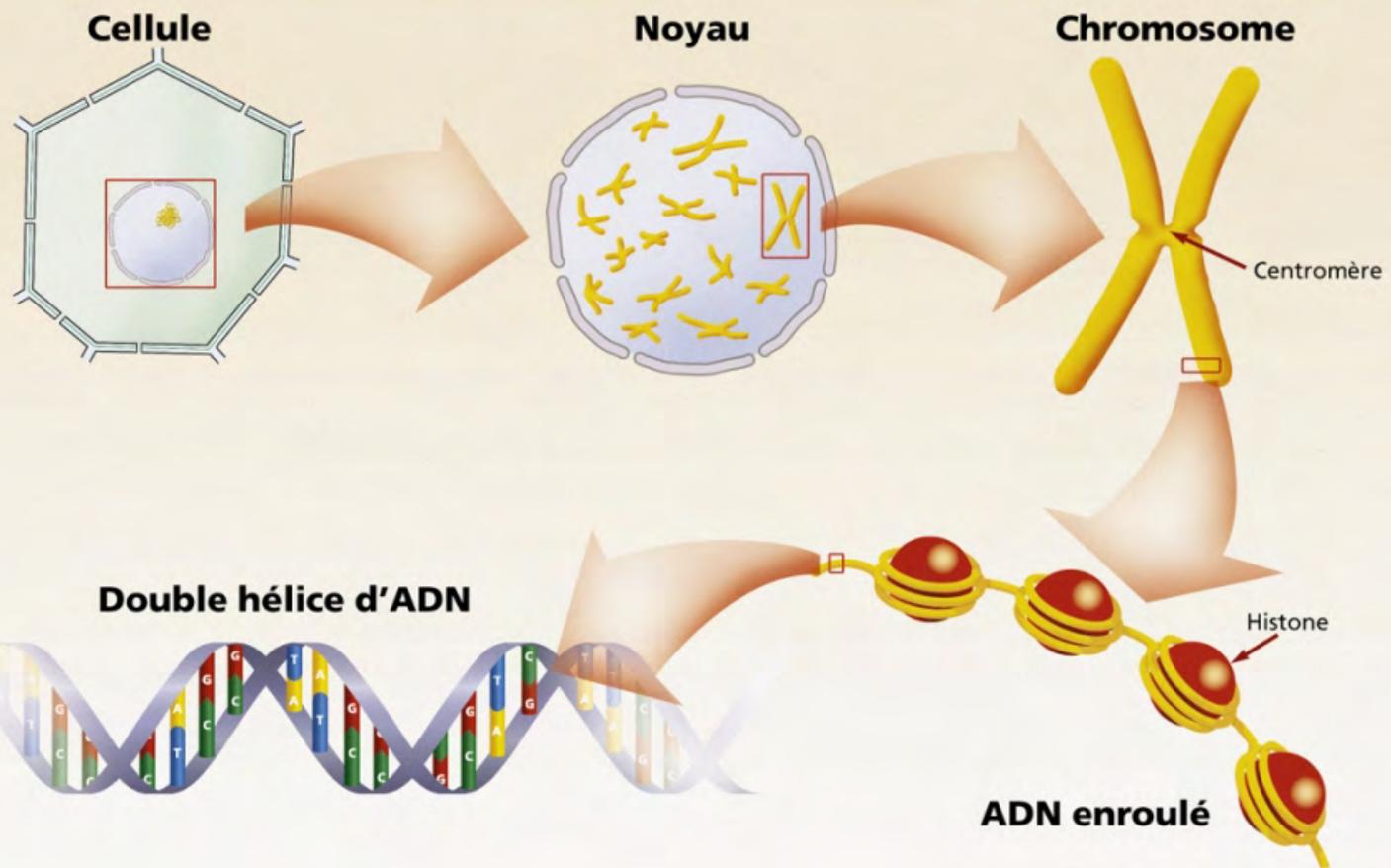


Mouche normale



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

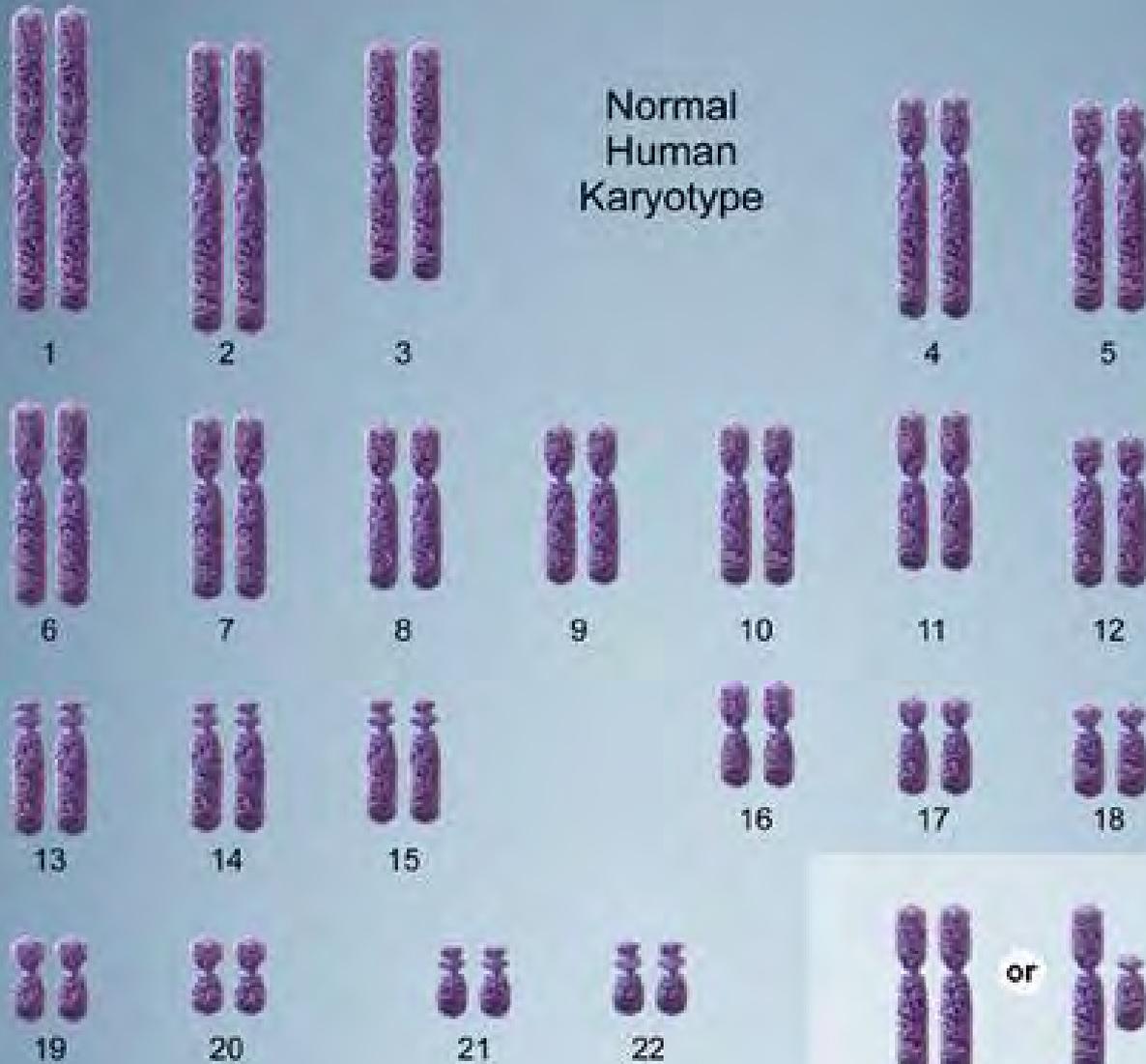




9

On estime le nombre de gènes codant une protéine chez l'Homme à environ **20 000**, ce qui correspond à 3,2 milliards de paires de nucléotides. Ainsi chaque cellule humaine contient 2 mètres d'ADN environ.

Normal
Human
Karyotype



Autosomes

XX (female) XY (male)

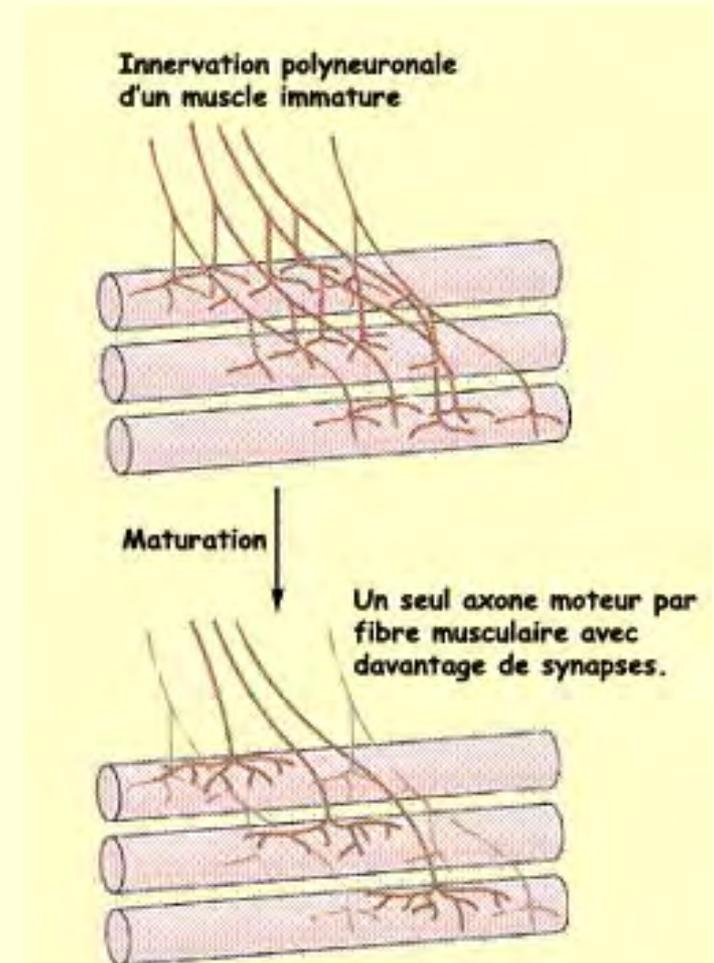
Sex Chromosomes

20 000 gènes pour spécifier l'emplacement de 85 milliards de neurones et de leur 1000 ou 10 000 connexions chacun, c'est pas assez !

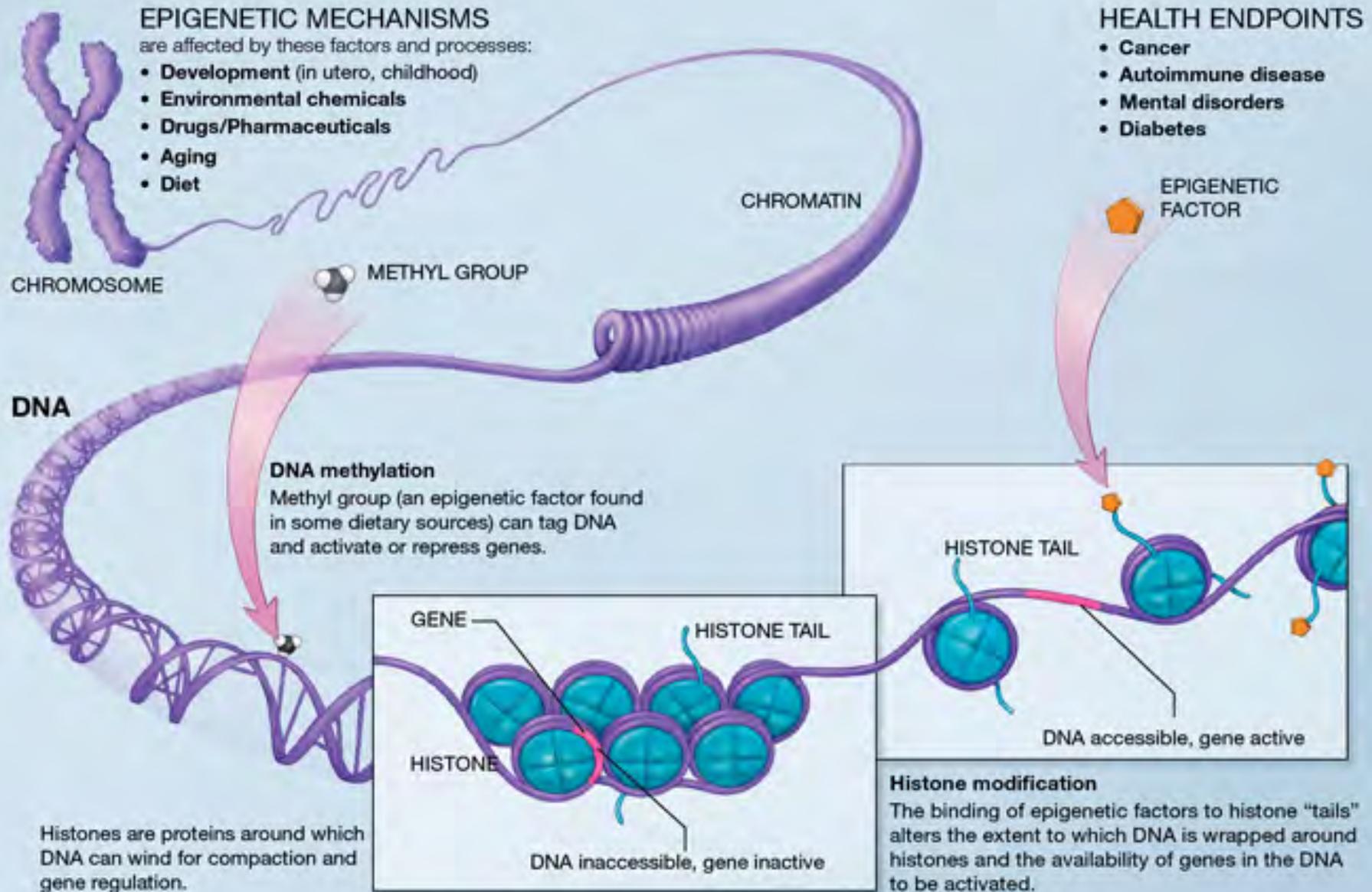
Il va donc devoir y avoir des choses qui se passent « après les gènes », durant le développement.

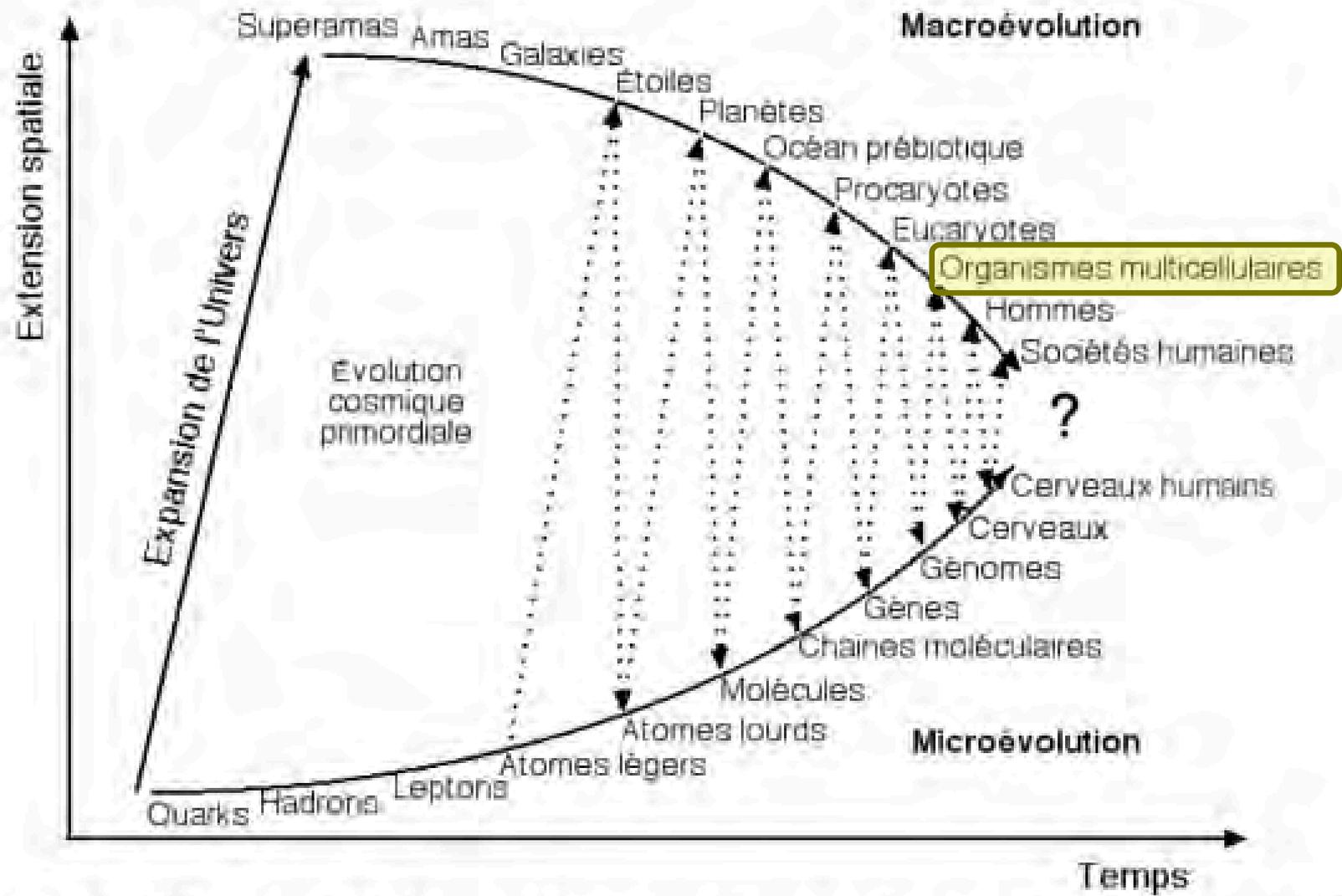
Ces phénomènes **épigénétiques** », qui surviennent donc après la naissance, ont été déjà observés vers 1972 par J-P Changeux et son équipe (rapportés dans l'*Homme neuronal*, 1983),

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

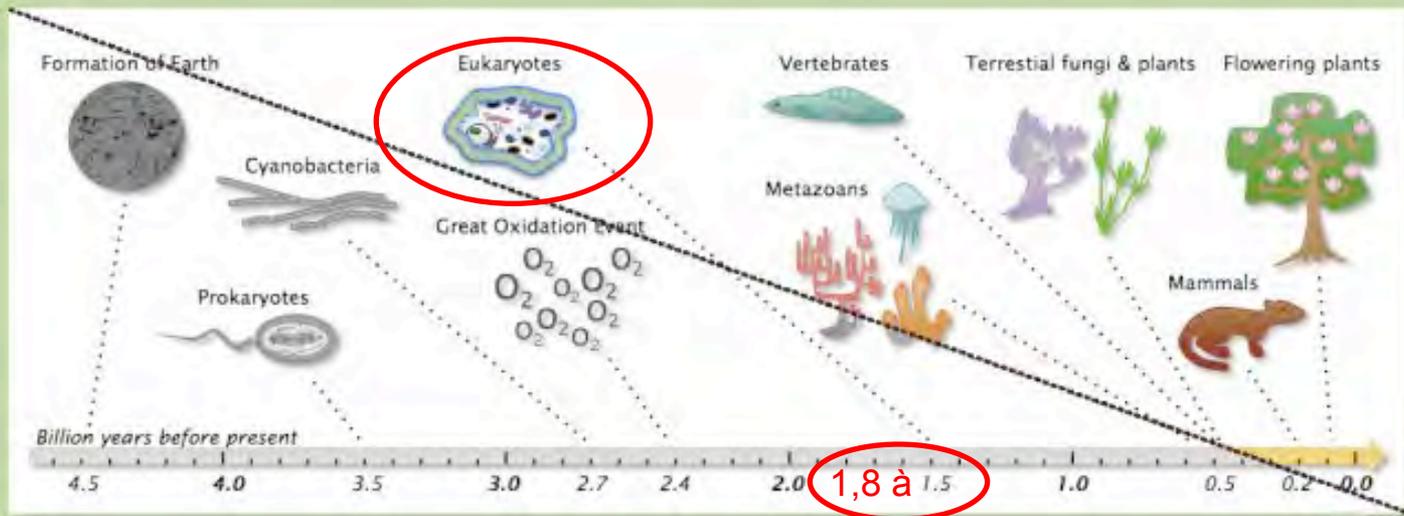


Le spectre des phénomènes **épigénétiques** s'est beaucoup élargi et on connaît maintenant certains mécanismes moléculaires qui les sous-tendent.

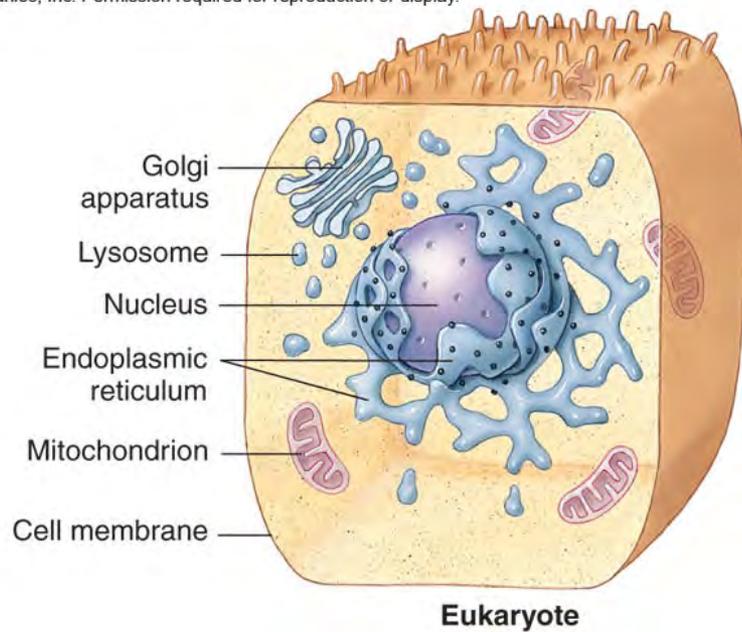


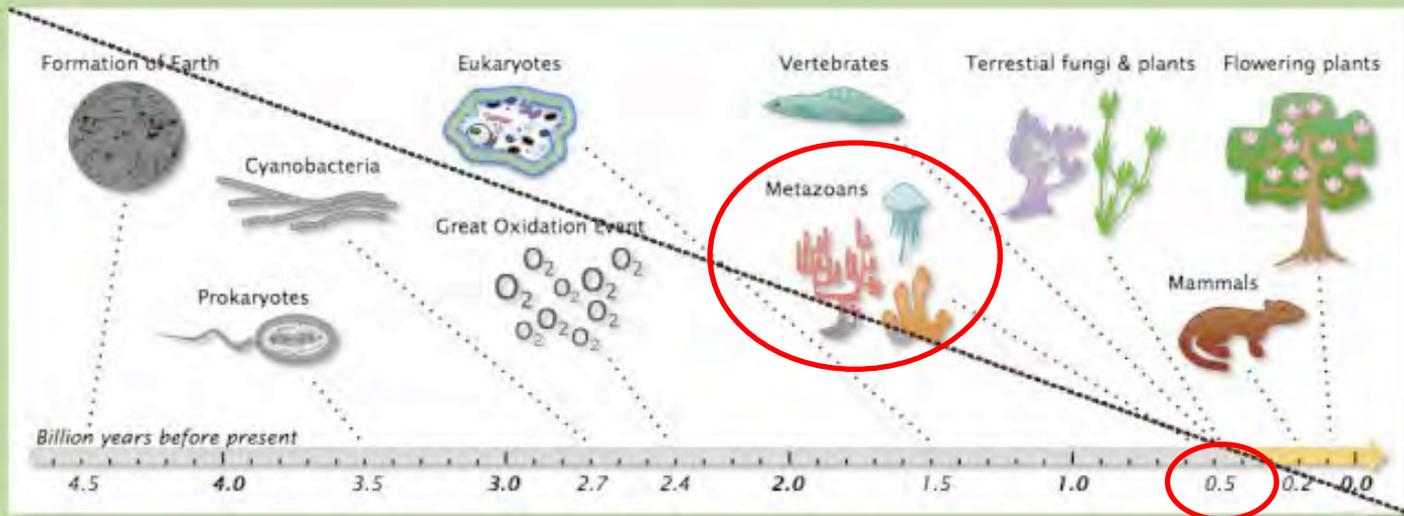


D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.

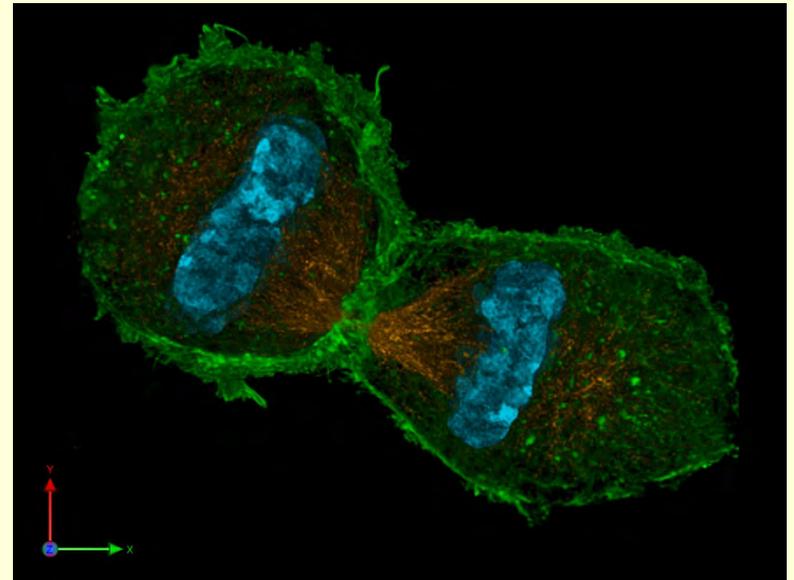
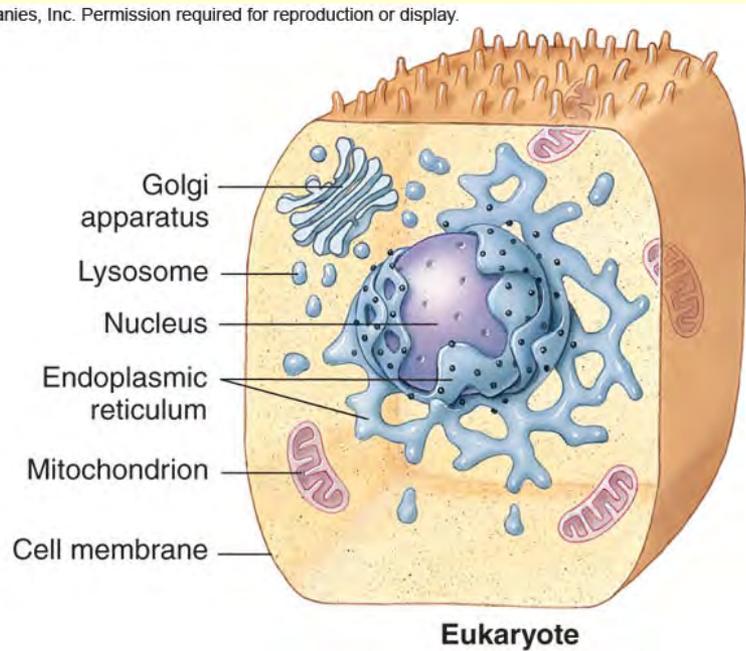


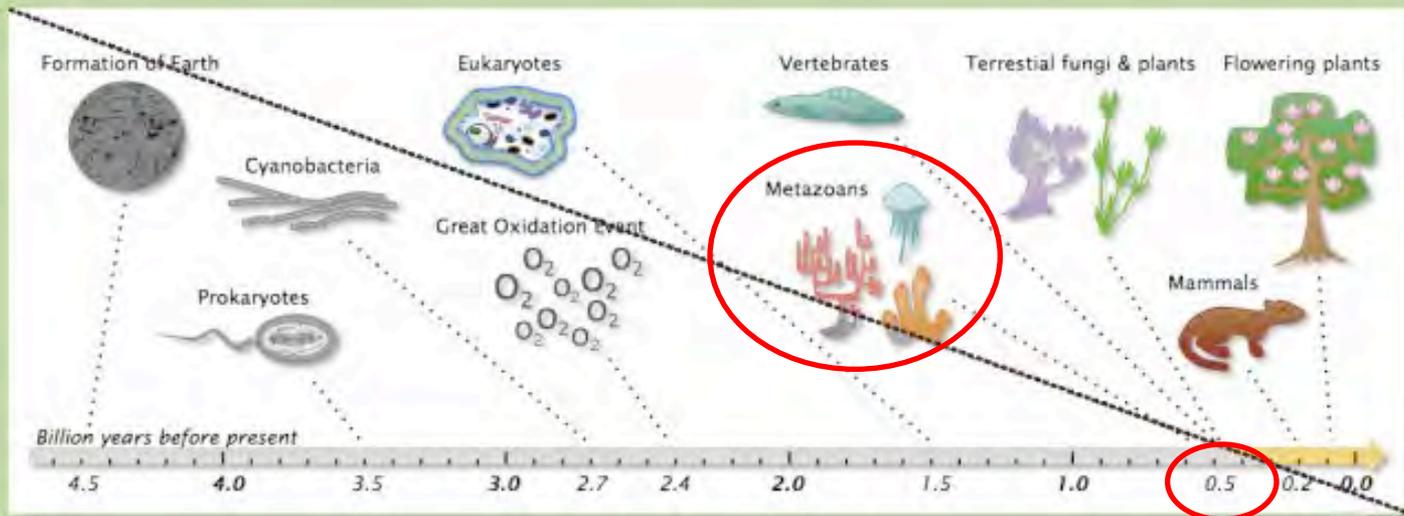
© 2008 McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



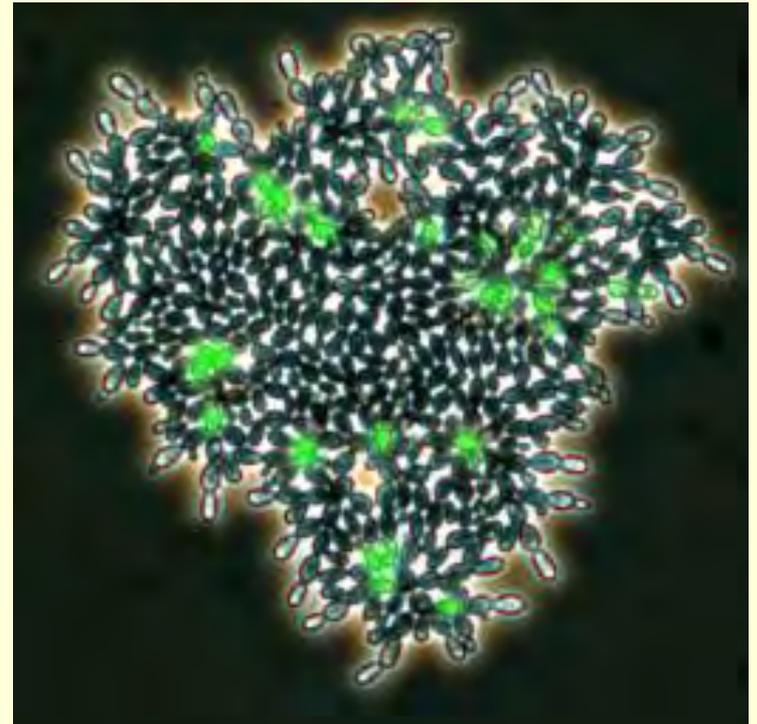
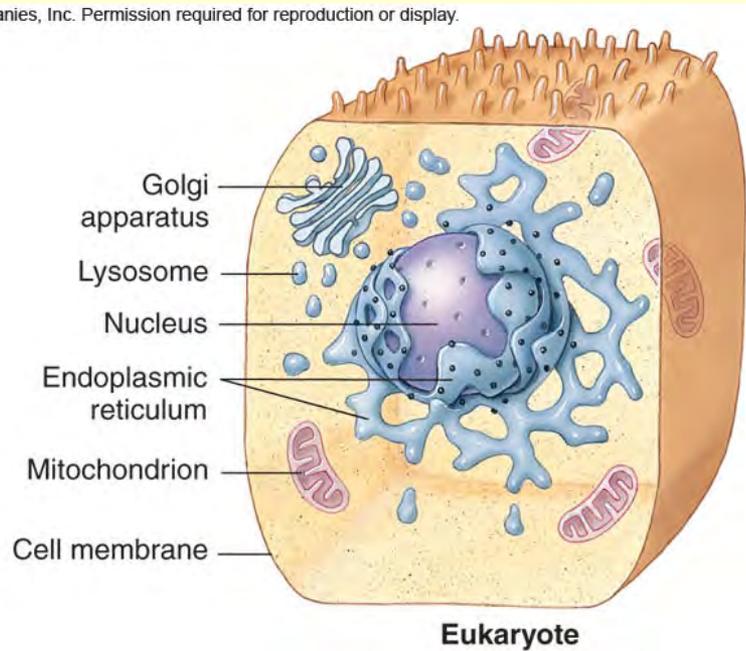


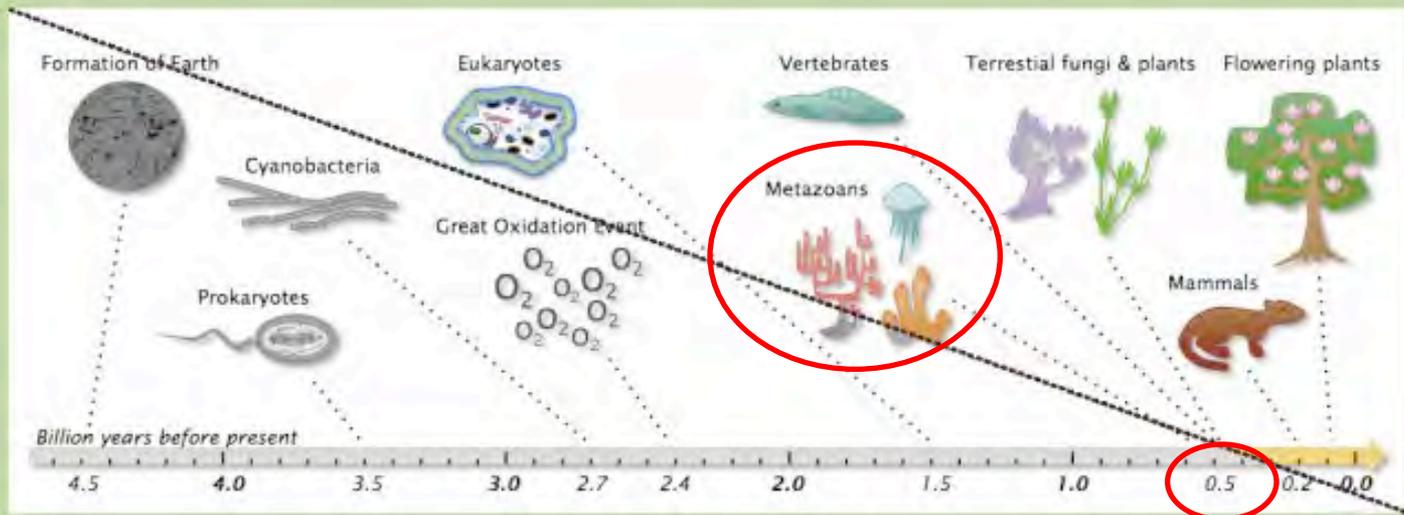
© 2004 McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.





Copyright © 2011 McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.





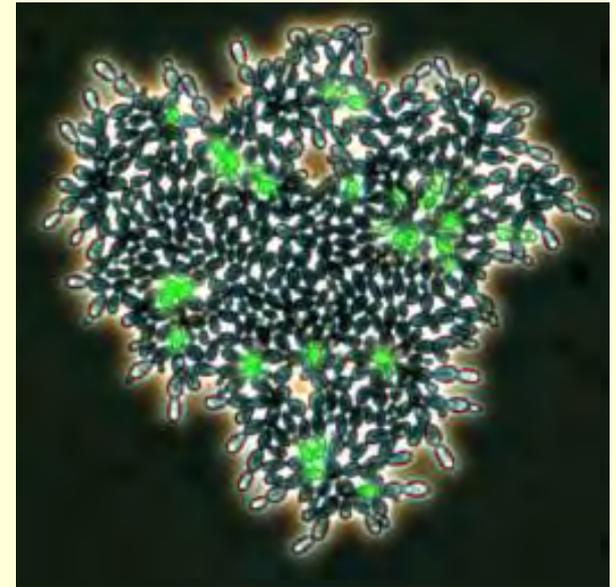
Scientists replicate key evolutionary step in life on earth

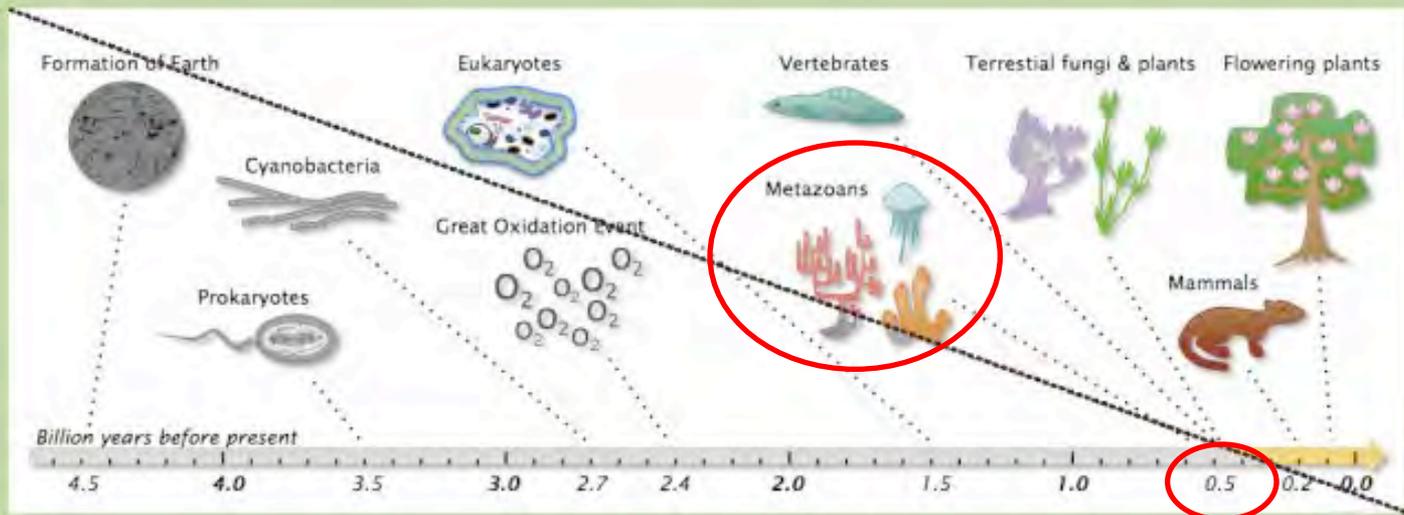
Jan 16, 2012

<http://phys.org/news/2012-01-scientists-replicate-key-evolutionary-life.html#iCp>

"This study is the **first to experimentally observe that transition** [the switch to living as a group, as multi-celled organisms]"

Pas seulement un groupe de cellules attaché au hasard, mais des cellules (de levure) **qui restent attachées ensemble après leur division.**



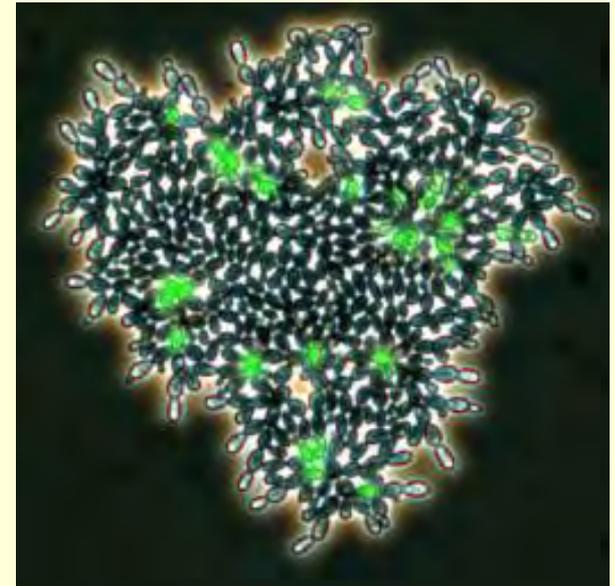


Important car cette similarité génétique amène de la **coopération**.

Aussi :

- En atteignant une certaine taille, les cellules meurent par apoptose;
- Les cellules-filles se reproduisent seulement quand elles atteignent la taille de leur parent

"A cluster alone isn't multi-cellular. But when cells in a cluster **cooperate**, **make sacrifices** for the common good, and **adapt** to change, that's an **evolutionary transition to multi-cellularity**."



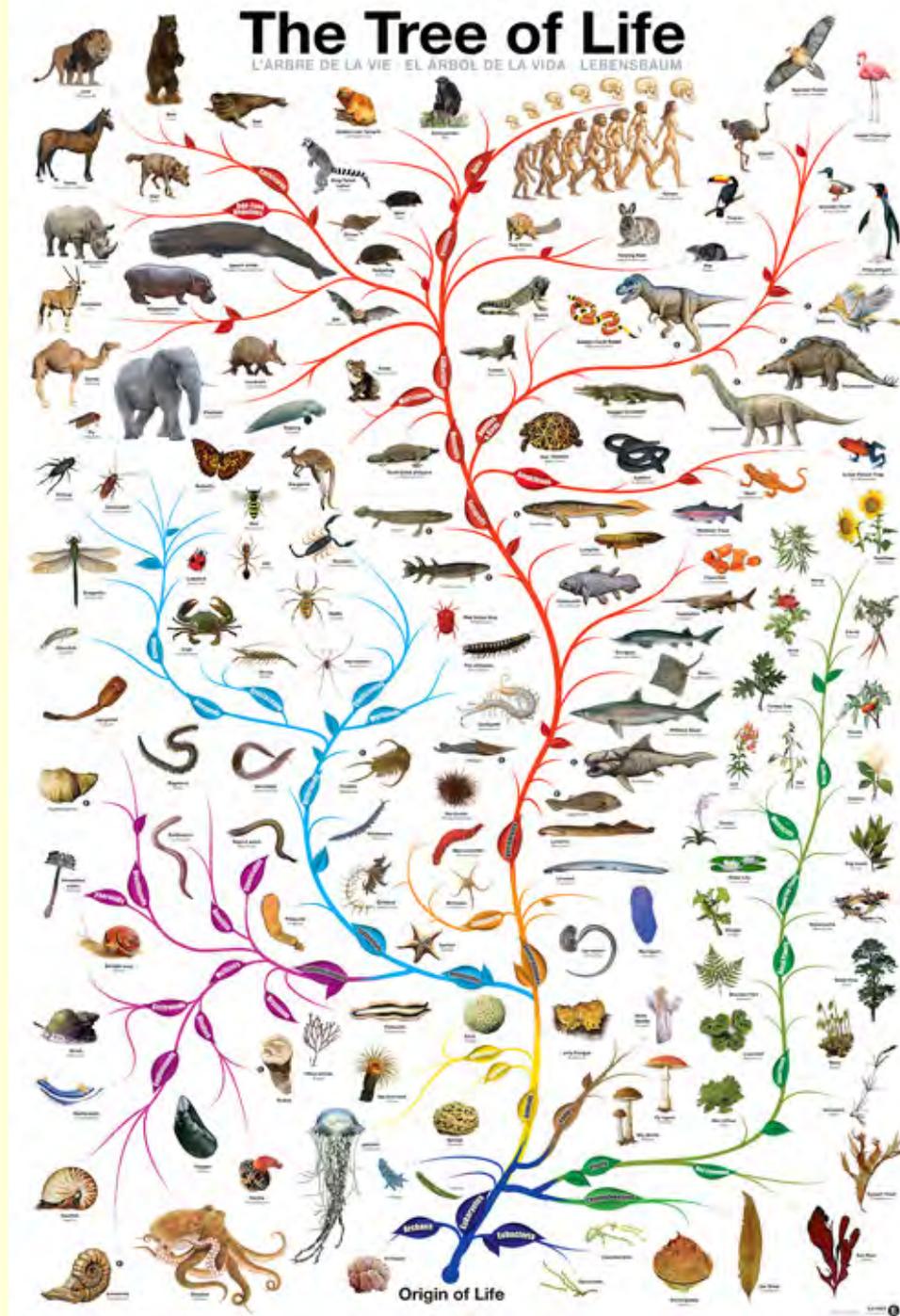
Un moteur important de l'évolution :
La sélection naturelle

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

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

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

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



L'évolution n'est pas que la sélection naturelle

Trop de gens pensent encore que **la sélection naturelle de Darwin** est un mécanisme capable d'expliquer à peu près tous les aspects de l'évolution.

PZ Myers, un spécialiste de la biologie évolutive du développement qui tient l'un des blogues scientifiques les plus fréquentés, montre que **la complexité n'est habituellement pas le produit de la sélection naturelle**.

Les **mutations dues au hasard**, couplées à une **dérive génétique** au sein de la population, explique en grande partie la complexification du vivant.



L'évolution n'est pas que la sélection naturelle

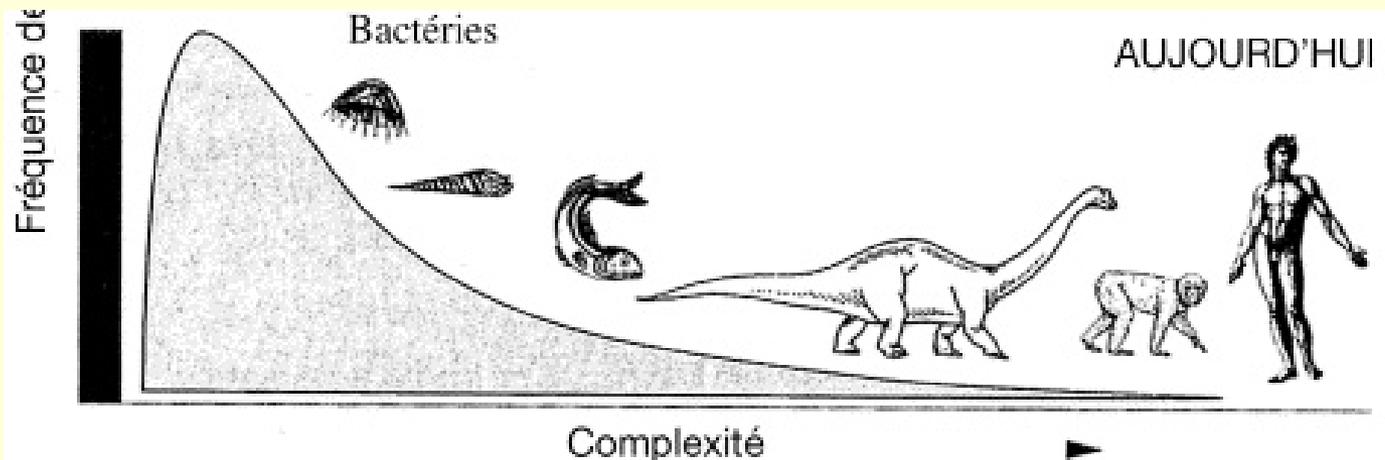
Trop de gens pensent encore que **la sélection naturelle de Darwin** est un mécanisme capable d'expliquer à peu près tous les aspects de l'évolution.

PZ Myers, un spécialiste de la biologie évolutive du développement qui tient l'un des blogues scientifiques les plus fréquentés, montre que **la complexité n'est habituellement pas le produit de la sélection naturelle**.

Les **mutations dues au hasard**, couplées à une **dérive génétique** au sein de la population, explique en grande partie la complexification du vivant.

Mur de la complexité minimale

(SJ Gould)

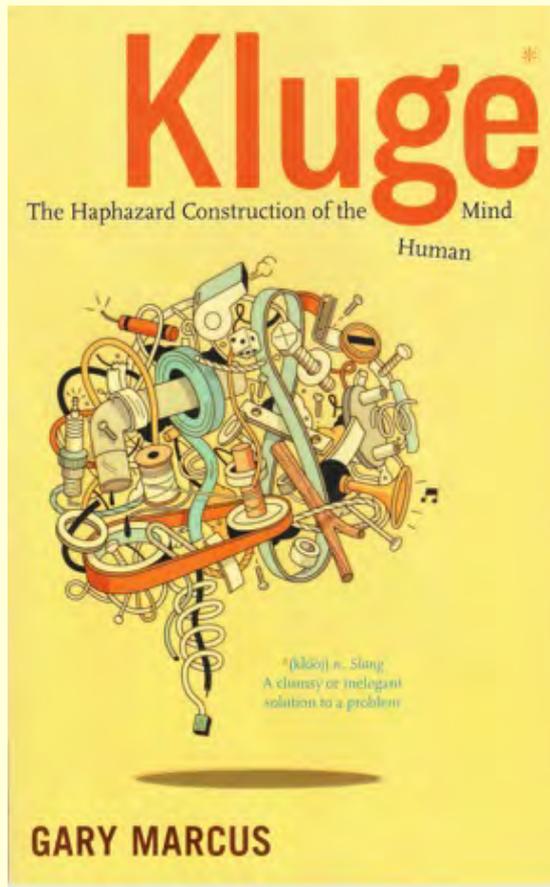




"L'évolution ne tire pas ses nouveautés du néant. Elle travaille sur ce qui existe déjà.

[...] la sélection naturelle opère à la manière non d'un ingénieur, mais d'un bricoleur ; un bricoleur qui ne sait pas encore ce qu'il va produire, mais récupère tout ce qui lui tombe sous la main [...]"

- (François Jacob / né en 1920 / Le jeu des possibles / 1981)



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



cellule
pancréatique



cellule
cardiaque



cellule
sanguine



cellule
pulmonaire



ovule



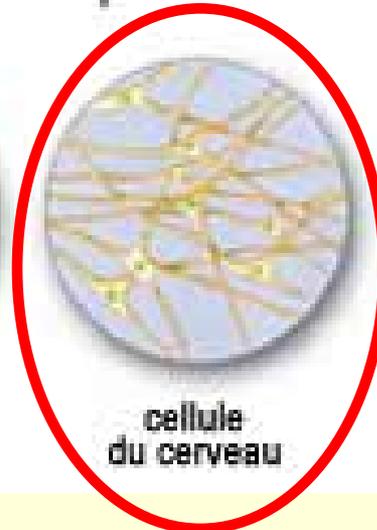
cellule
osseuse



cellule
de la rate



cellule
musculaire



cellule
du cerveau



cellule
du foie

Autre phénomène de **symbiose** important :

Le **nombre de cellules** propres à un organisme humain adulte est de l'ordre de **10^{14}** (**cent mille milliards !**)

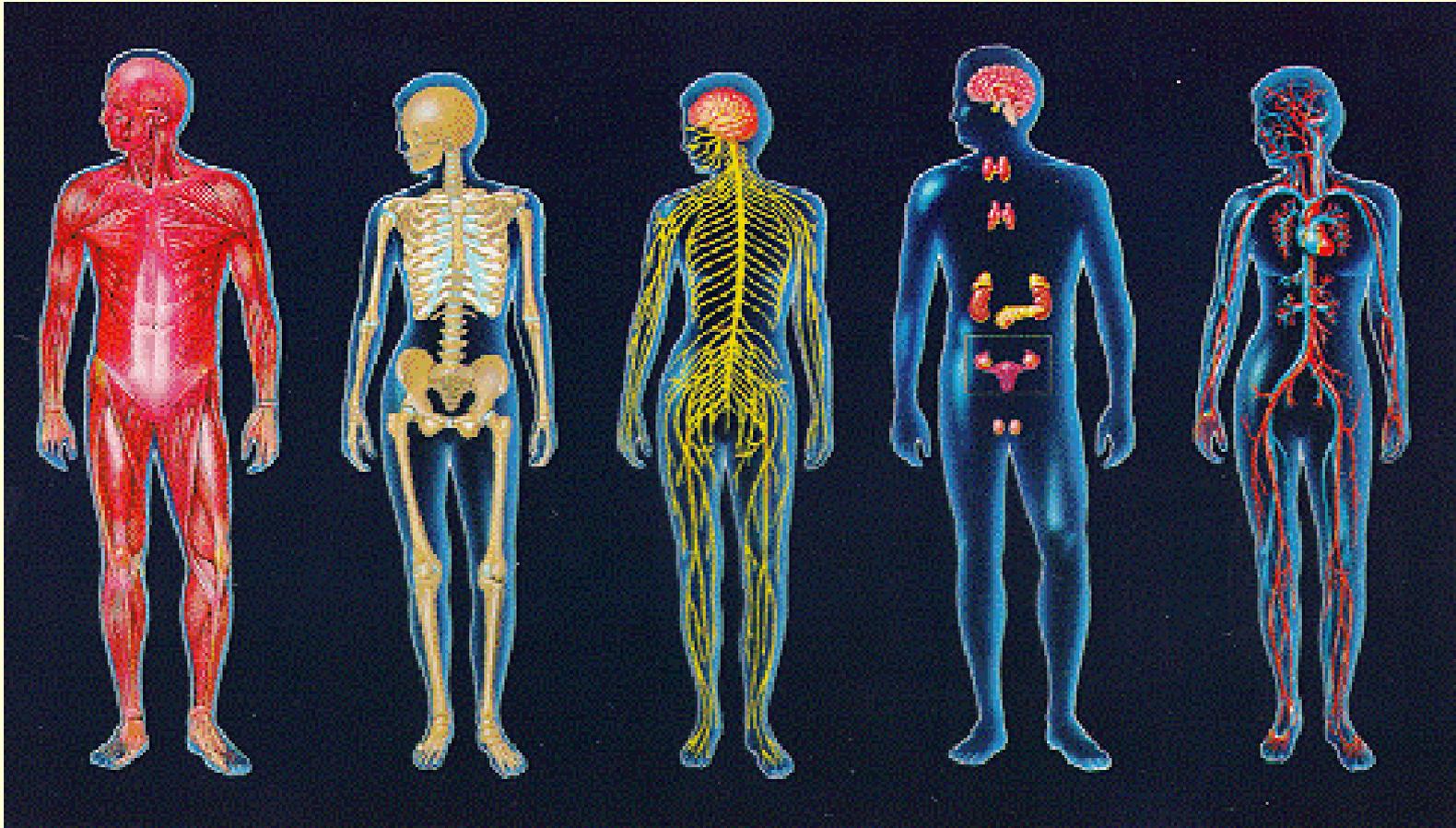
Les **bactéries** présentes dans ce même organisme, constituant notre **flore microbienne** (le microbiote), seraient dix fois plus nombreuses¹ (**10^{15}**) !

Le plus connue des organismes du microbiote est la bactérie ***Escherichia coli***, qui vit dans le côlon.



E. coli compose environ 80% de notre flore intestinale et participe au bon fonctionnement du système gastro-intestinal. Elle forme avec 400 autres espèces, un écosystème stable, essentiel au maintien d'une bonne santé.

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

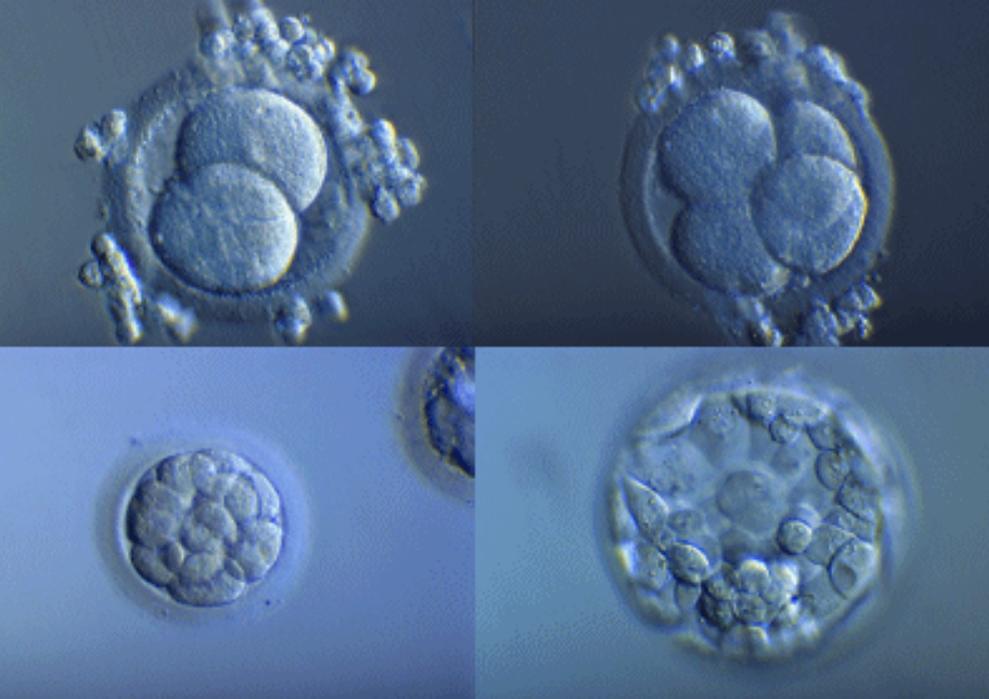


Musculo-squelettique

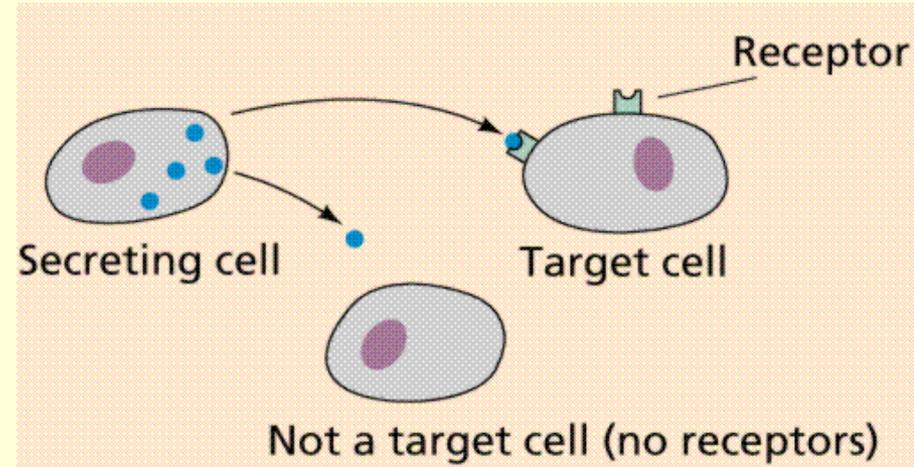
Nerveux

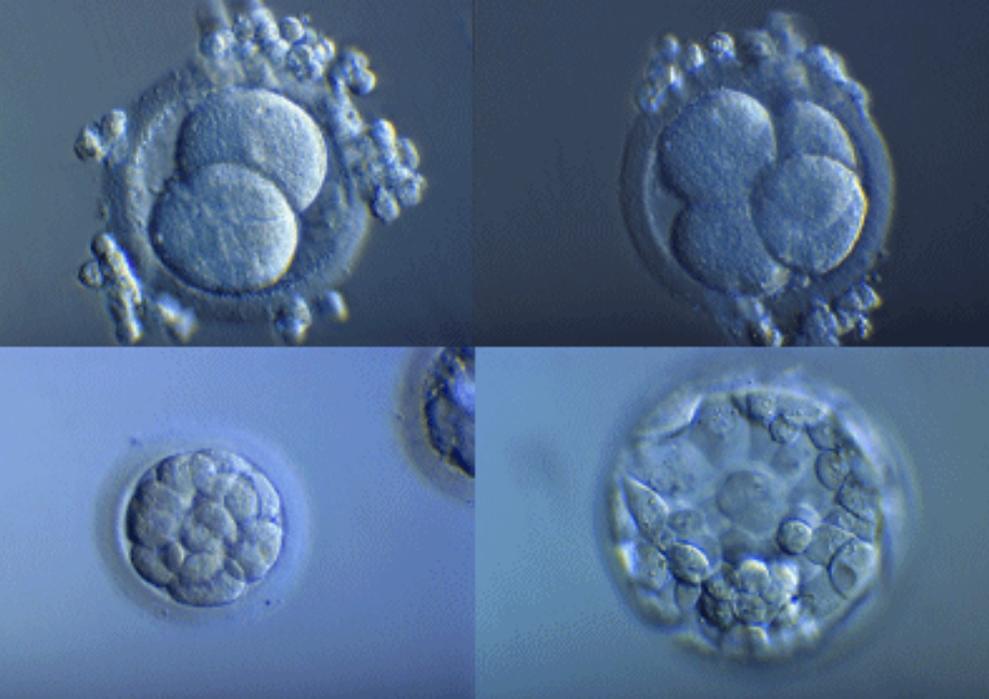
Endocrinien

Circulatoire

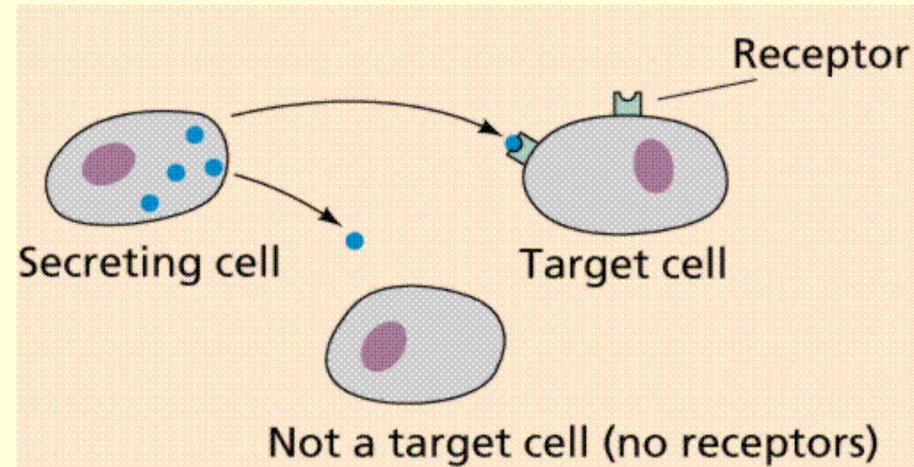


...dont l'origine est très ancienne !

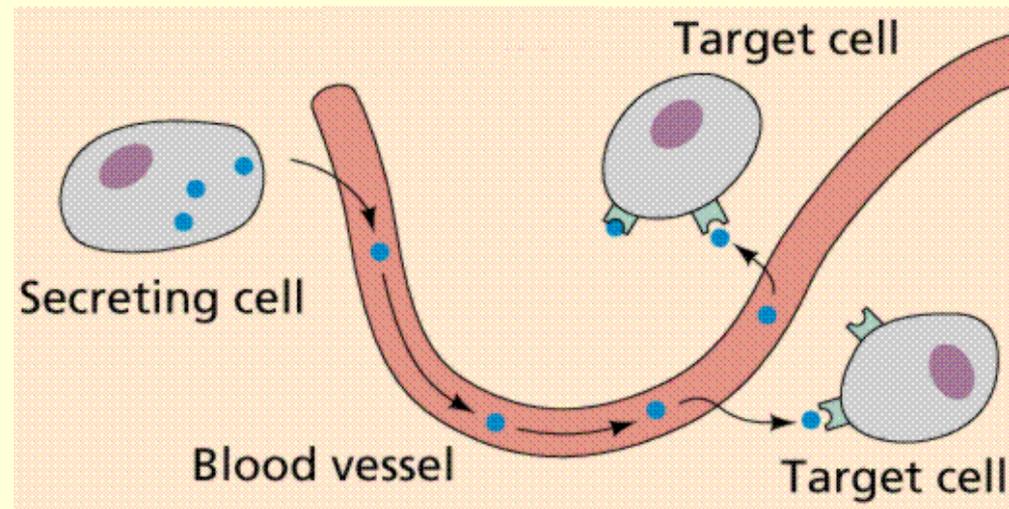




...mais aussi neurotransmetteurs et récepteur des neurones du **système nerveux !**

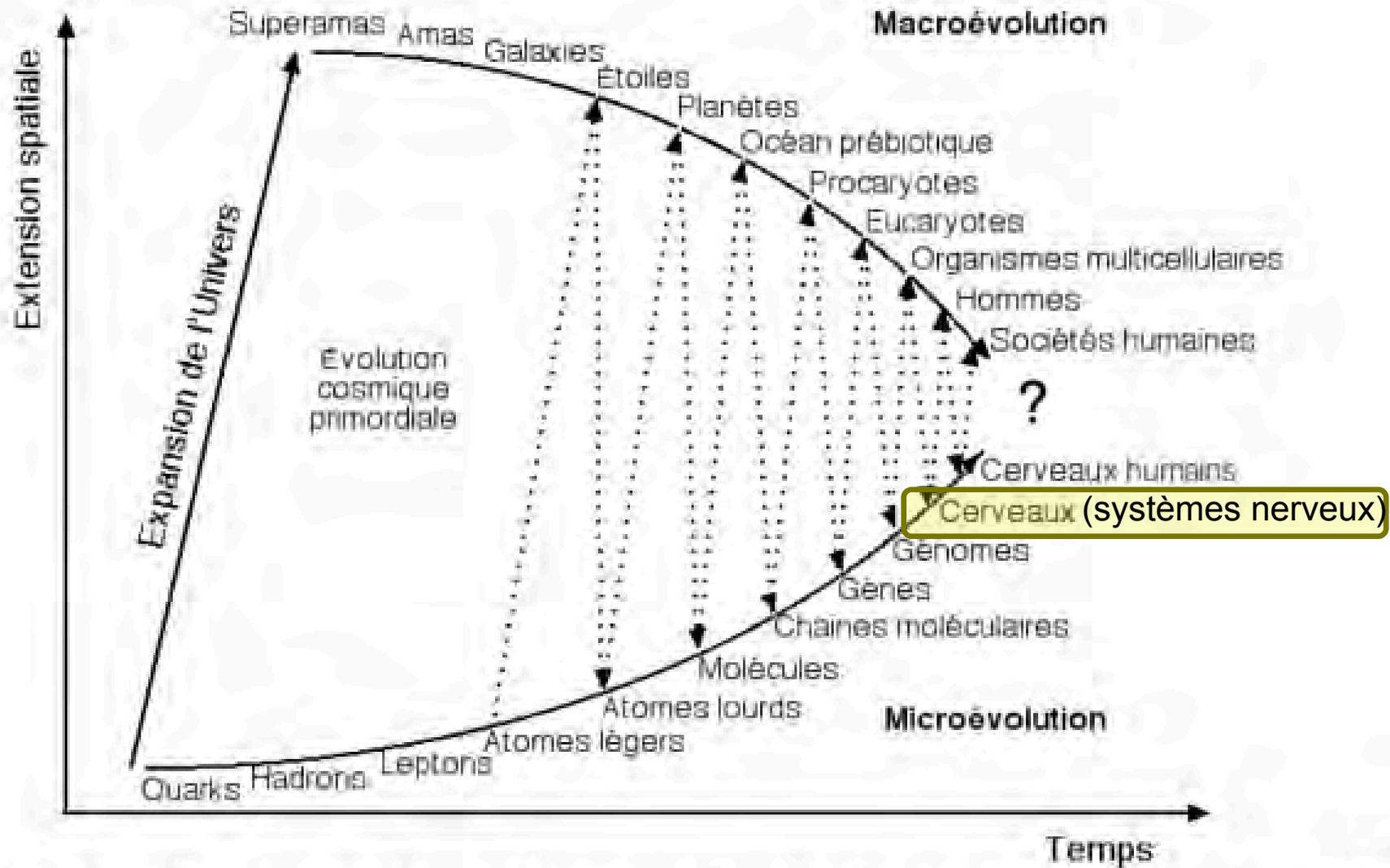


Hormones !
(système endocrinien)



« 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.



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

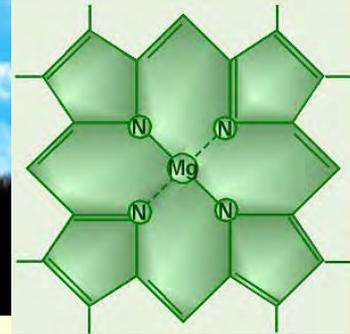
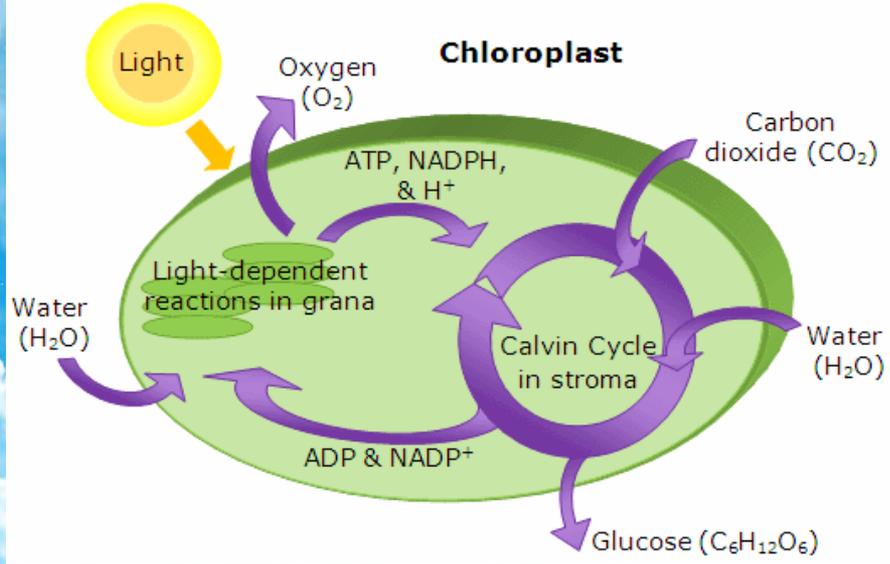
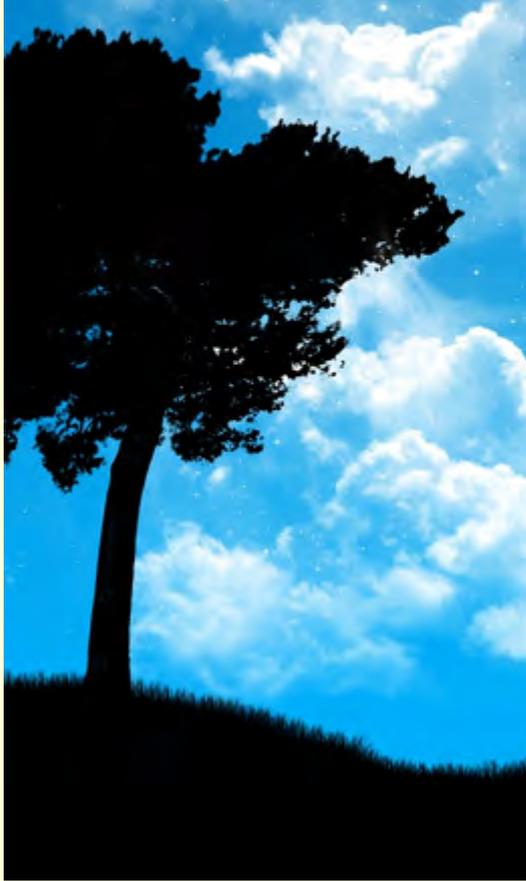
2^e principe de la thermodynamique : entropie, désordre...





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

- Henri Laborit

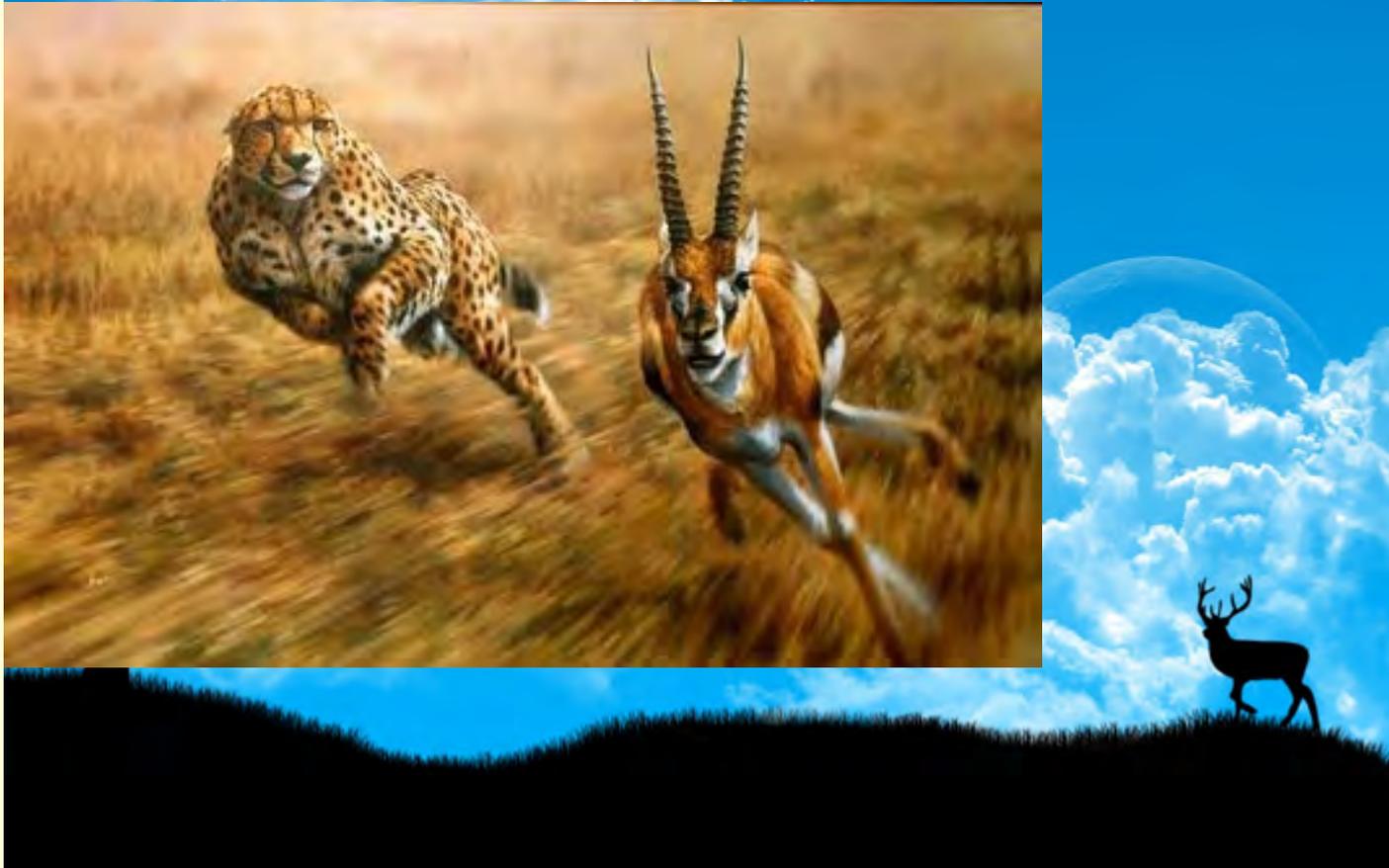


Plantes :

photosynthèse

grâce à l'énergie du soleil

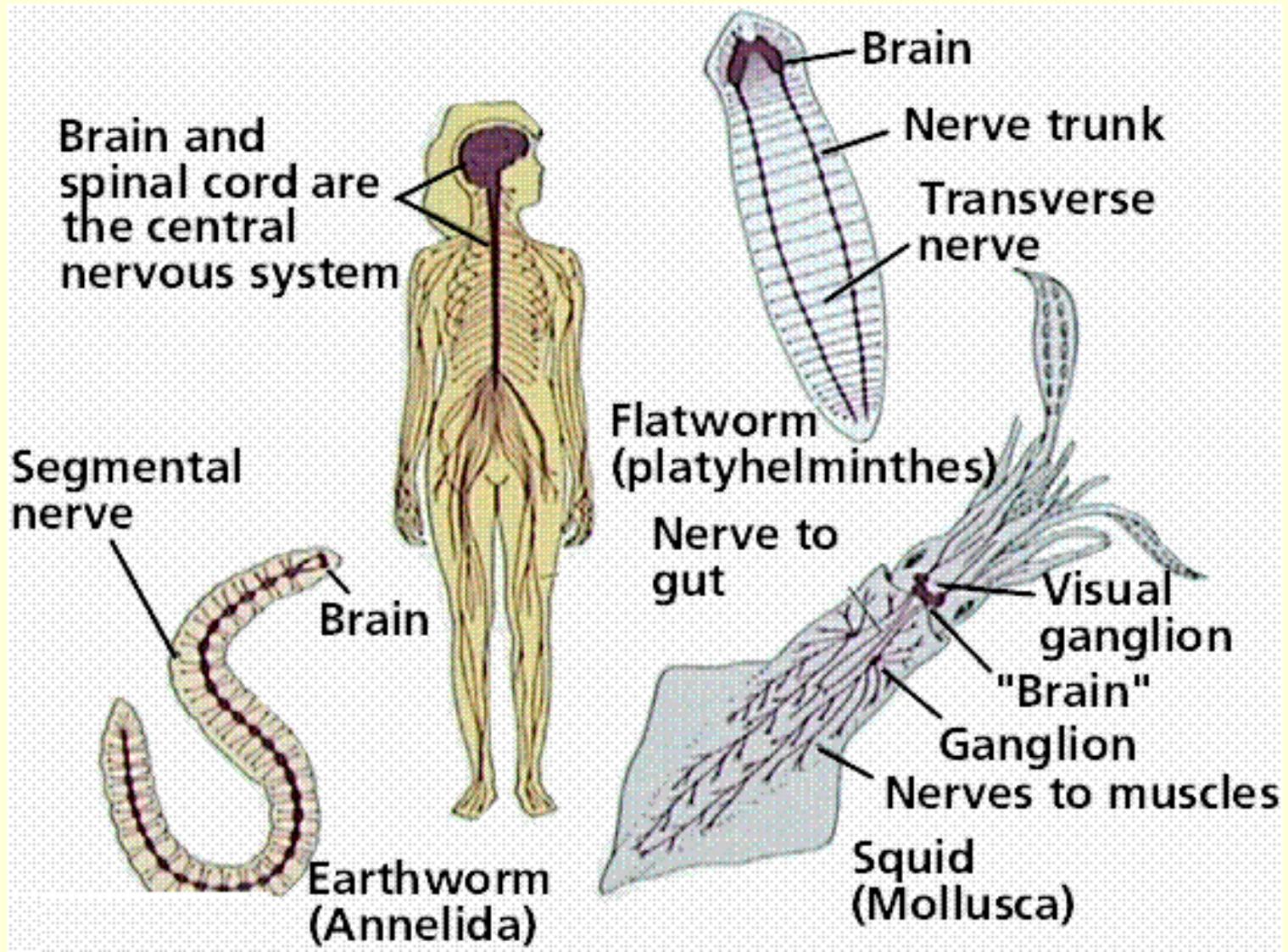




Animaux :

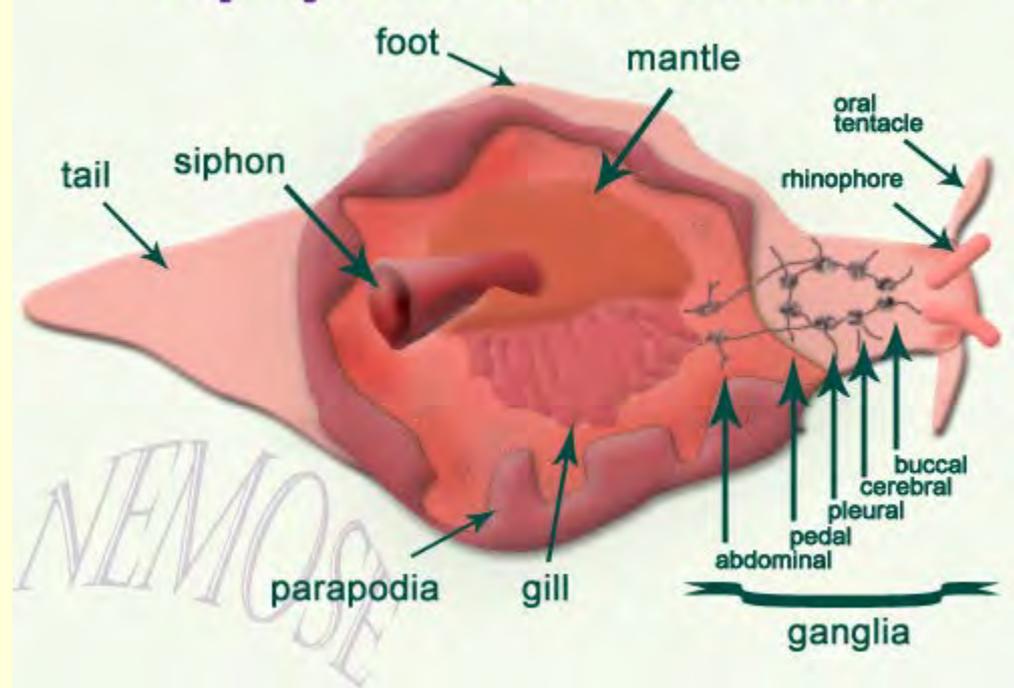
autonomie motrice
pour trouver leurs ressources
dans l'environnement

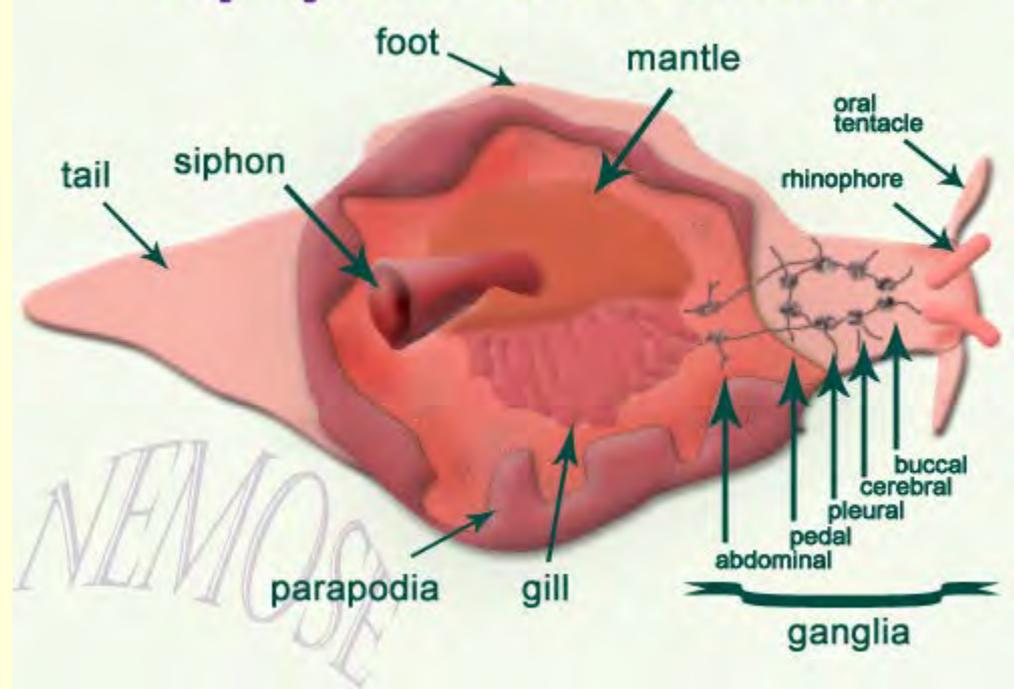
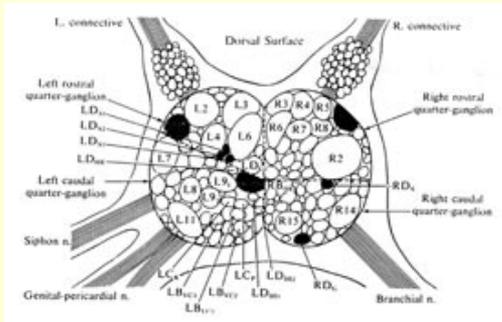
Systemes nerveux !

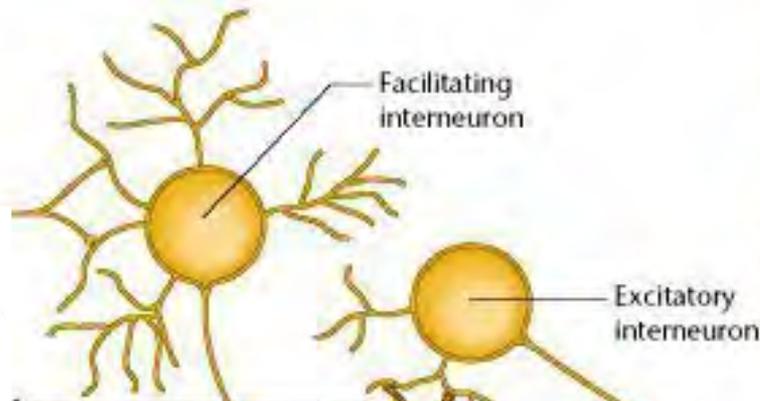
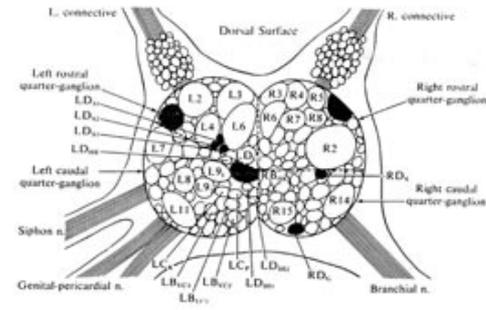




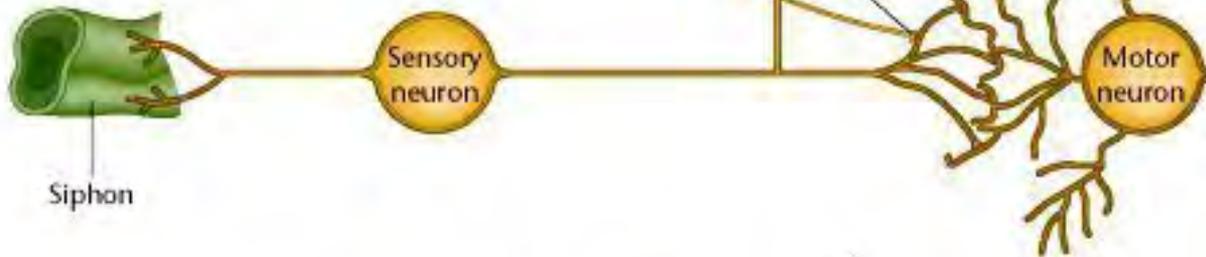
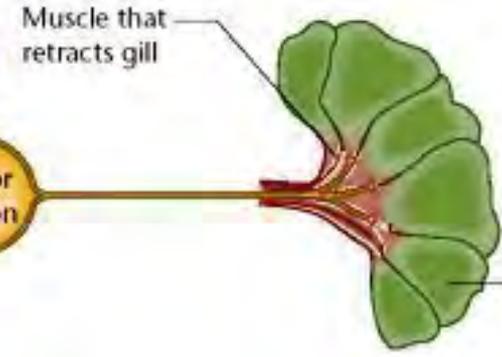
Aplysie
(mollusque marin)



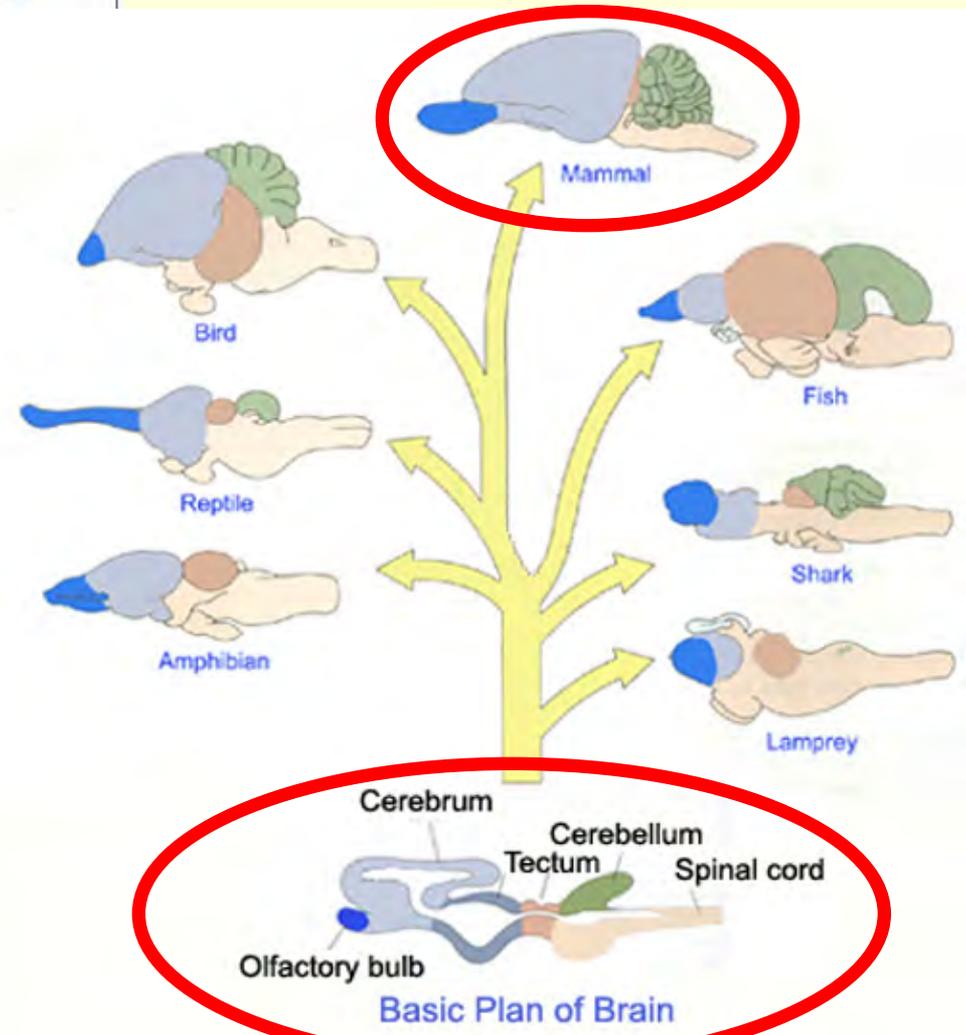
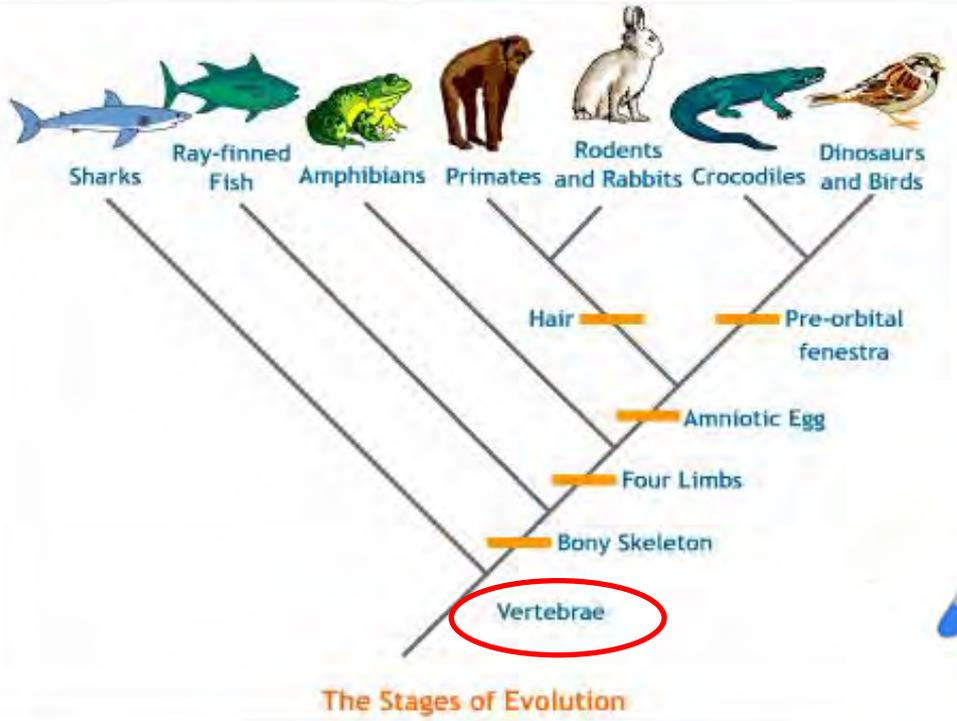




Synapses, neurotransmitter

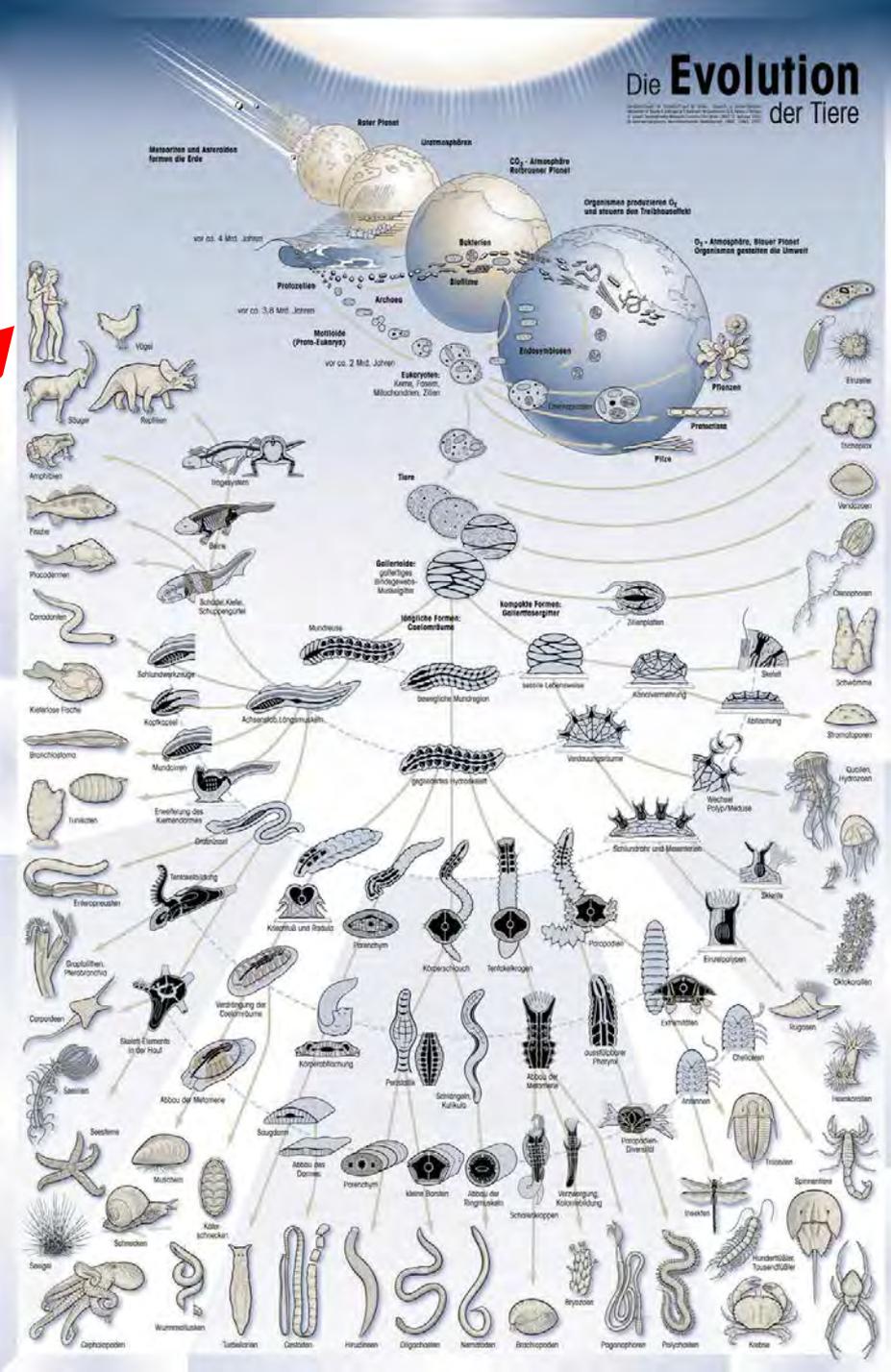
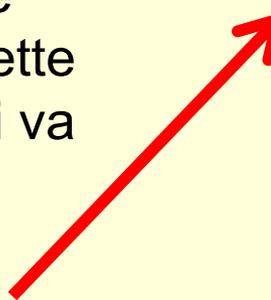


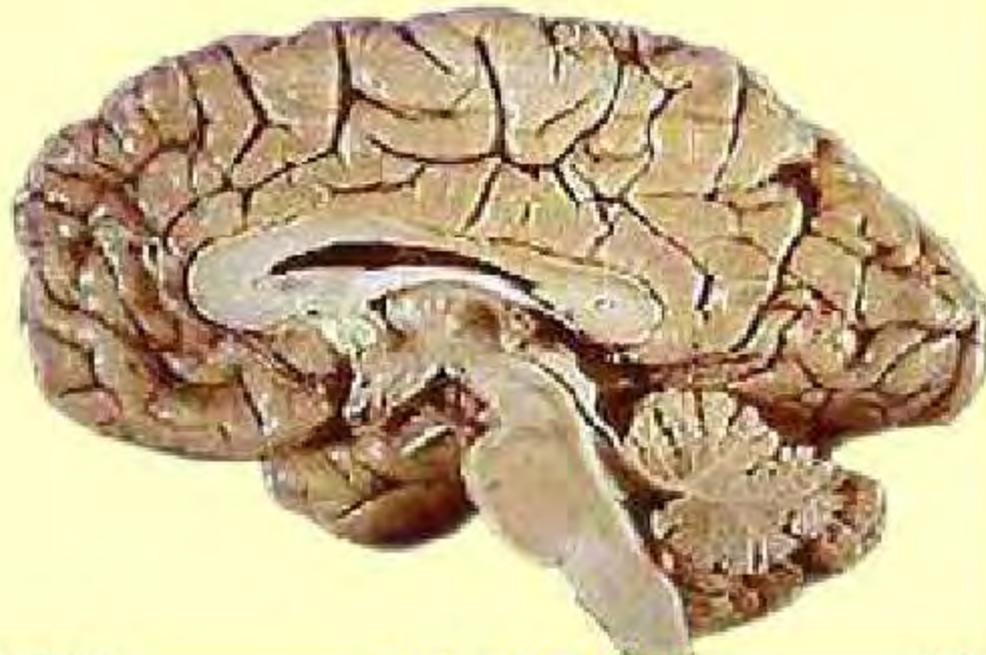
Une boucle sensori - motrice



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

...pour en arriver à nous !





PROSENCÉPHALE

TÉLENCÉPHALE

Cortex cérébral

Hippocampe

Ganglions de la base

Noyau lenticulaire
(Putamen, Globus
pallidus)

Noyau caudé

Amygdale

DIENCÉPHALE

Thalamus

Hypothalamus

Noyau
sous-thalamique

Epiphyse
(ou glande pinéale)

Hypophyse
(partie postérieure)

MÉSENCÉPHALE

Tectum (colliculi)

Tegmentum (noyau
rouge, substance
noire, substance
grise périaqueducale,
aire tegmentale
ventrale)

RHOMBENCÉPHALE

MÉTENCÉPHALE

Cervelet

Pont

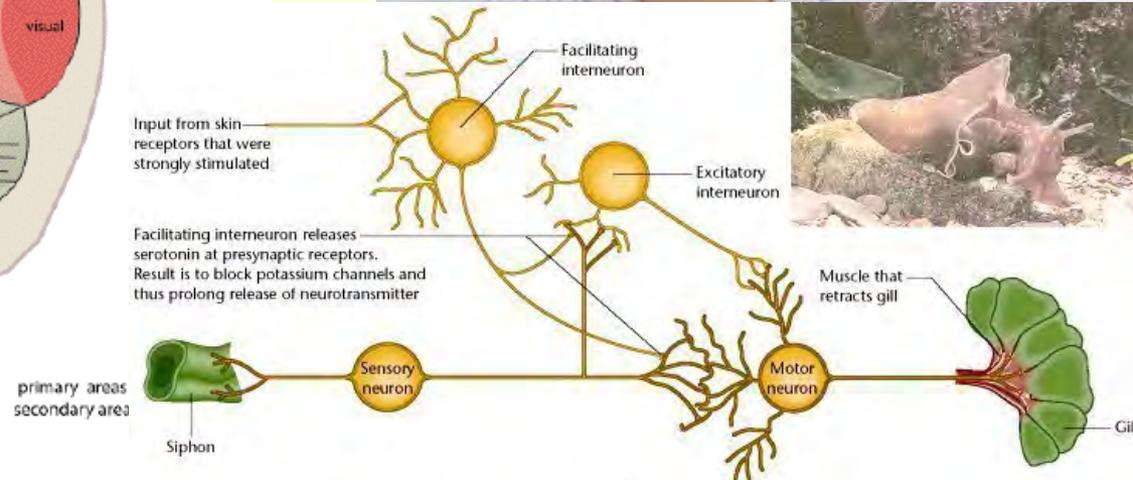
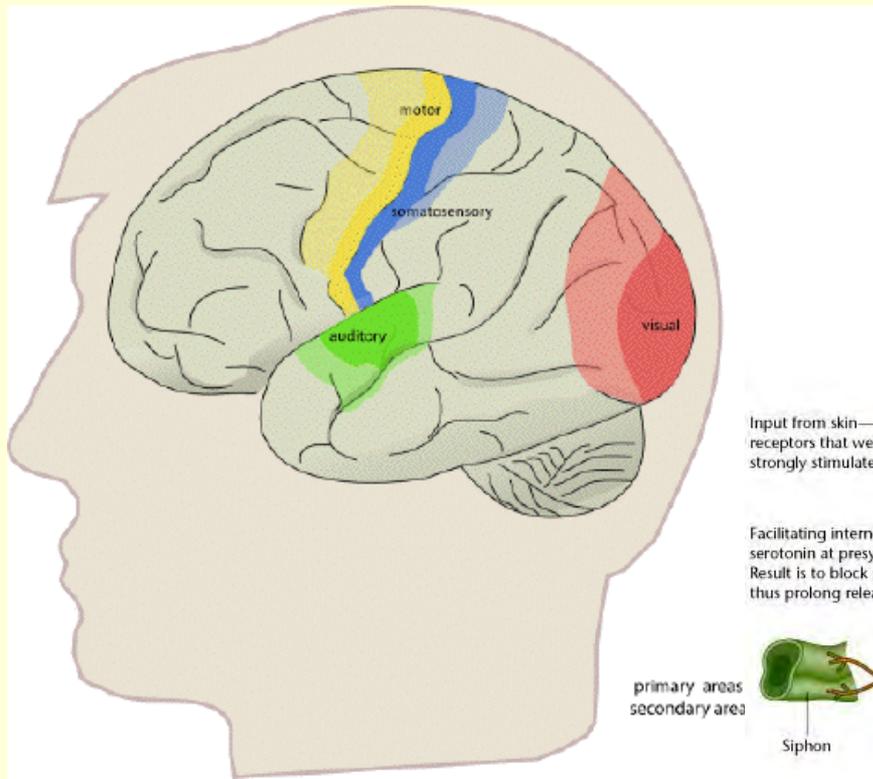
MYÉLENCÉPHALE

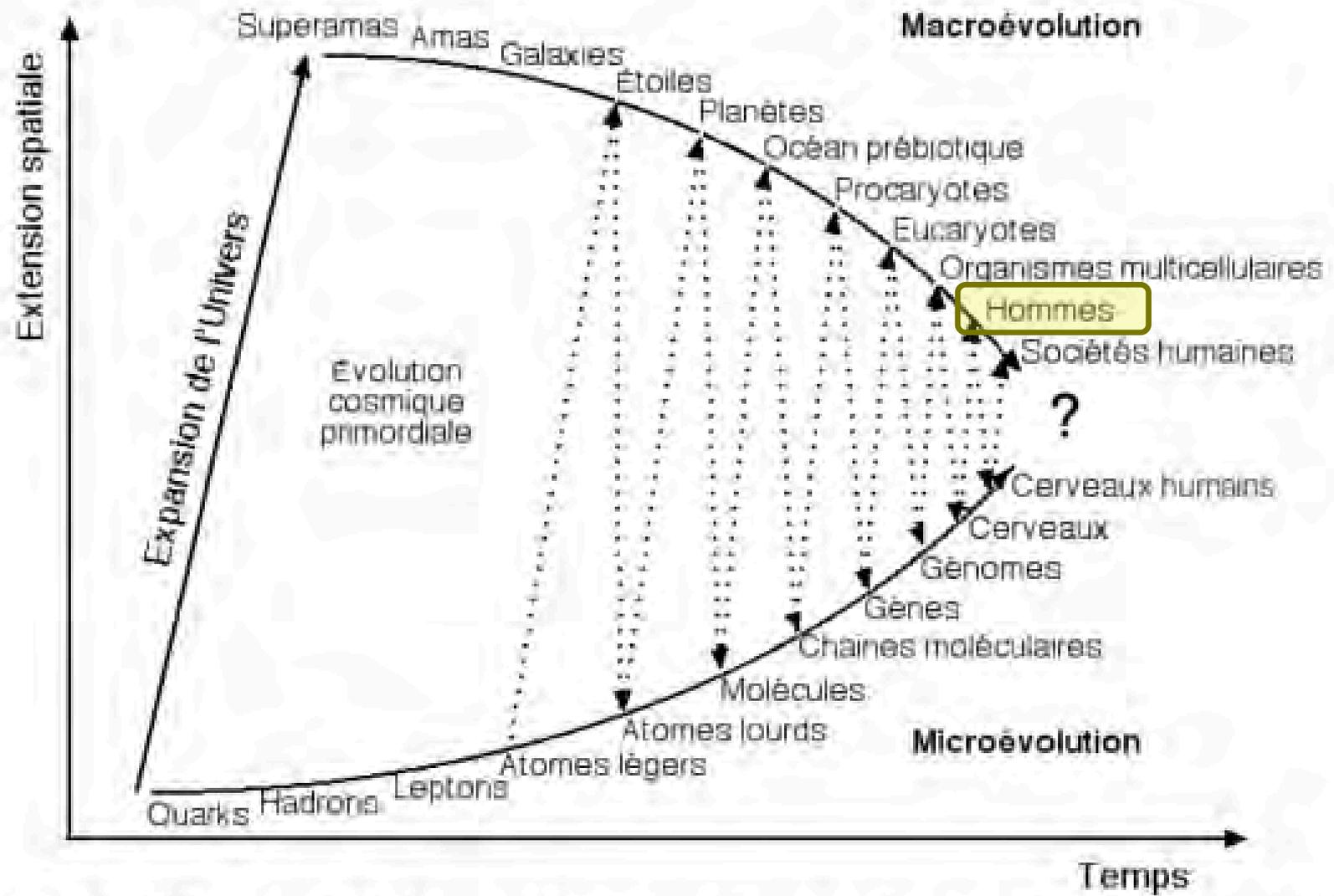
Bulbe rachidien

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.



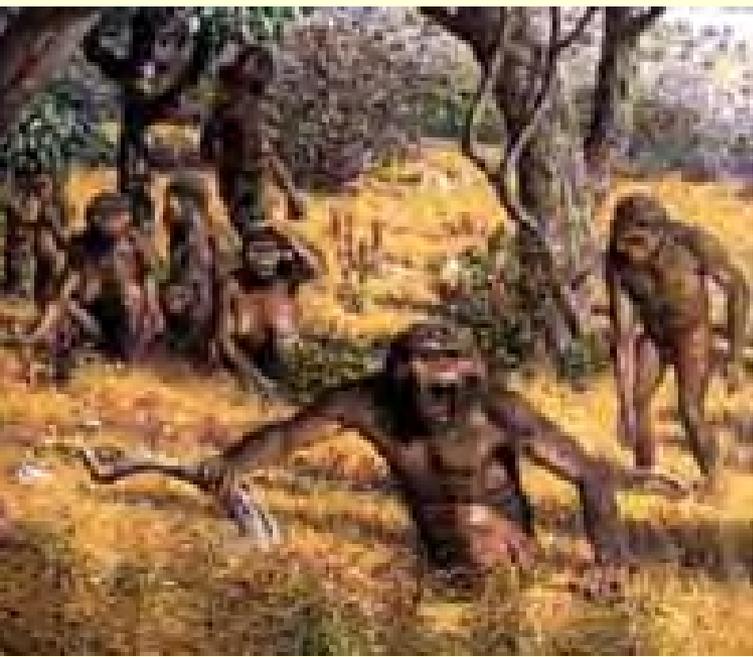
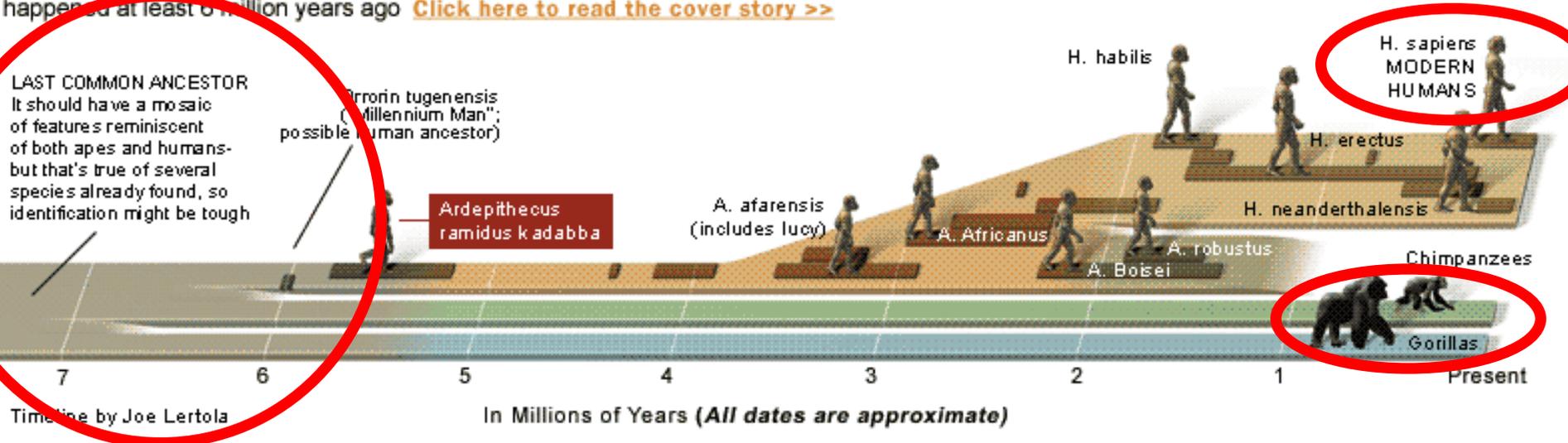


D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.

A WALK THROUGH HUMAN EVOLUTION

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

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



Voir aussi :

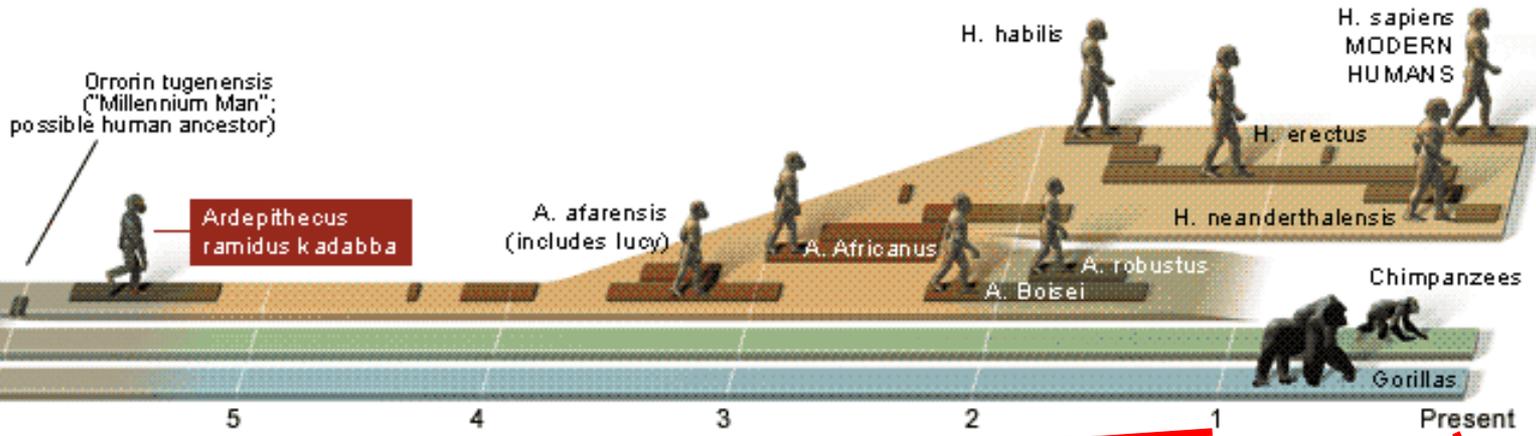
L'hominisation, ou l'histoire de la lignée humaine.

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

A WALK THROUGH HUMAN EVOLUTION

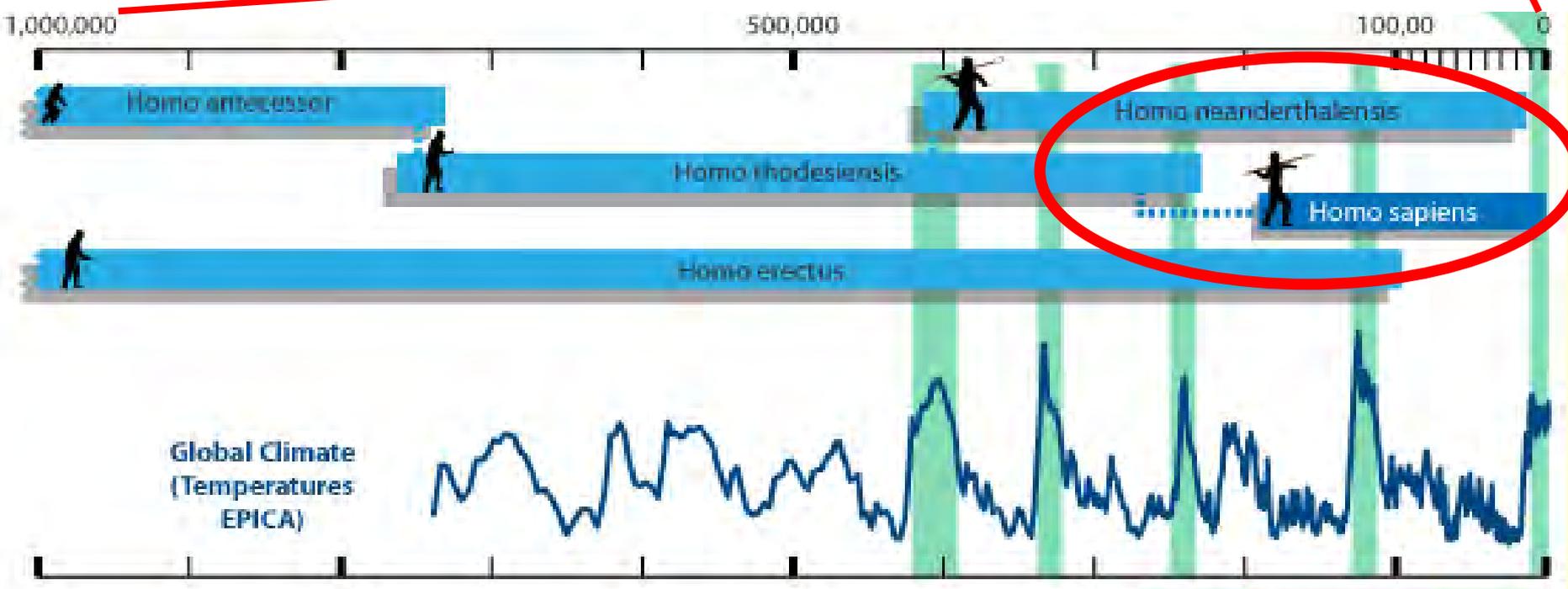
The newest fossils have brought scientists tantalizingly close to the time when humans first walked upright—splitting off from the chimpanzees. Their best guess now is that it happened at least 6 million years ago [Click here to read the cover story >>](#)

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)



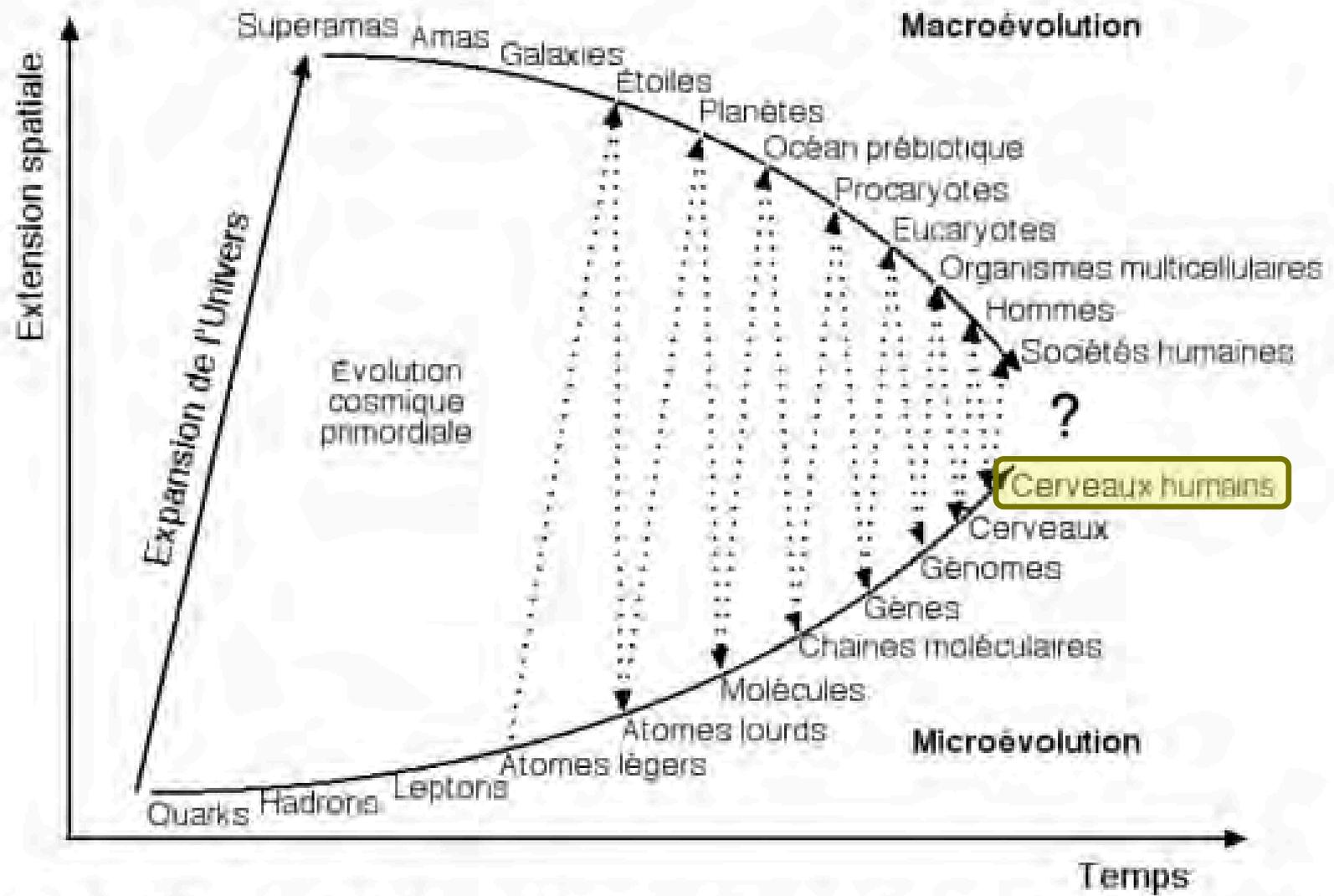
Les révélations du génome néandertalien

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2013/12/23/les-revelations-du-genome-neandertalien/>

Il semble par exemple maintenant à peu près certain, suite aux résultats obtenus en **décembre 2013**, que **certains de nos ancêtres Homo sapiens se sont reproduits avec des néandertaliens**, une question qui demeurait débattue jusqu'alors.

La présence de **1,5 à 2,1% de gènes de néandertaliens** dans notre génome témoignant de cette reproduction croisée.

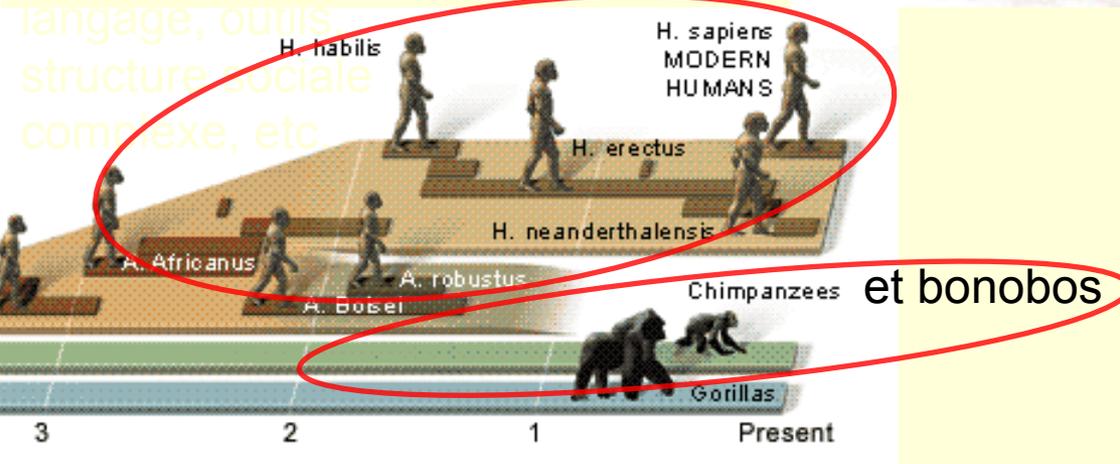
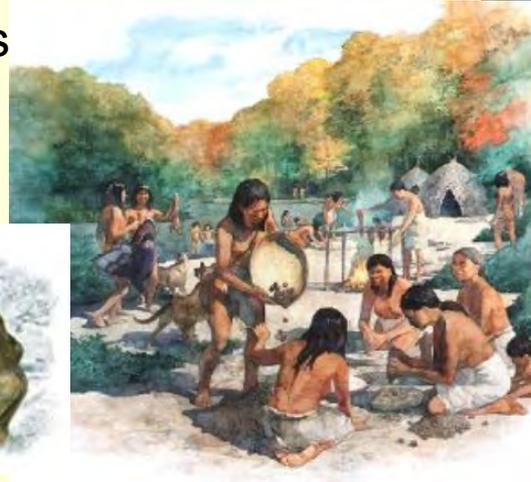




D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.

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?

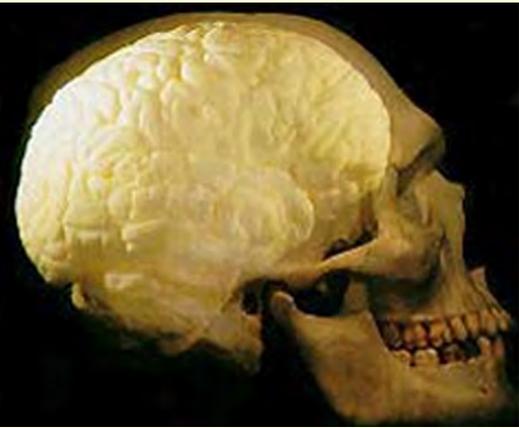
War, violence & **MEN** rule

Peace, love & **WOMEN** rule



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

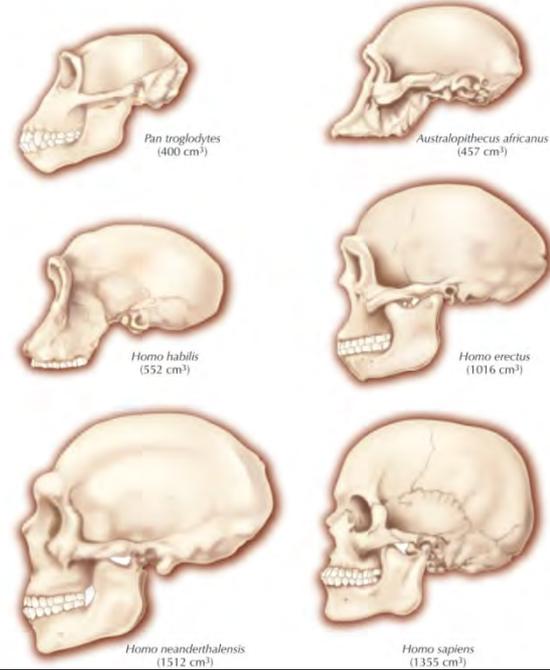
- organisation sociale différente (bonobos: matriarcale; chimpanzé: dominée par mâle alpha)
- utilisation d'outils présente chez l'un (chimpanzé) mais pas chez l'autre.



L'expansion cérébrale

qui nous sépare des grands singes
peut être une part de l'explication
derrière ces changements cognitifs
spectaculaires.

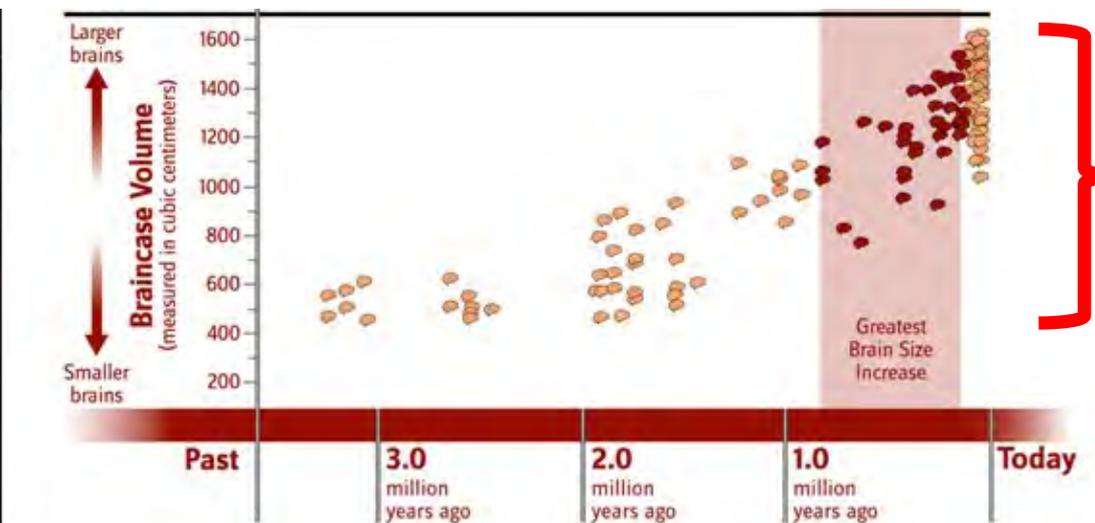
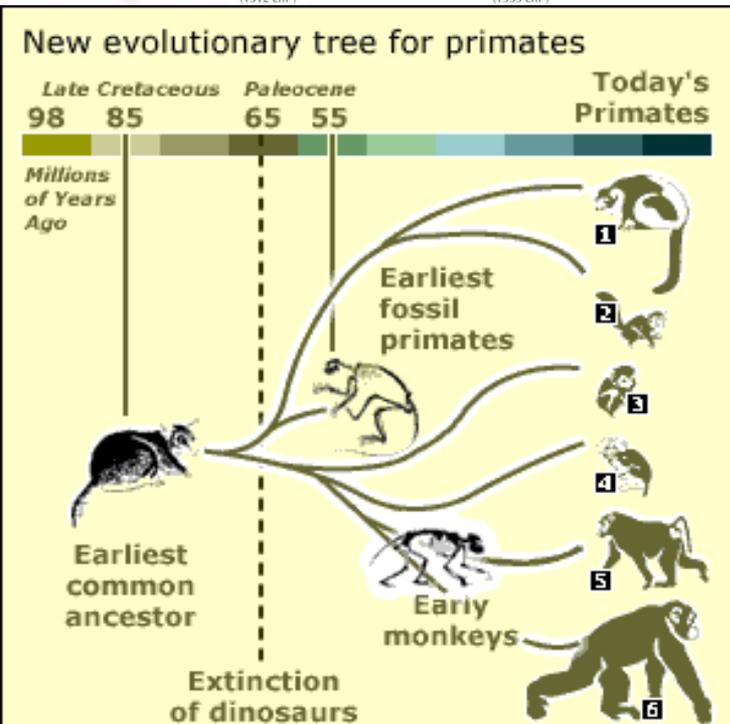
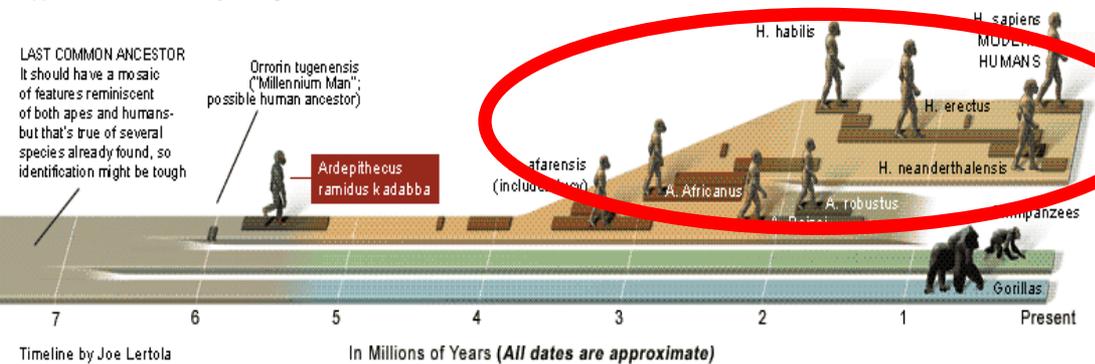




En moins de 4 millions d'années, un temps relativement court à l'échelle de l'évolution, le cerveau des hominidés va donc trippler de volume par rapport à celui qu'il avait acquis en 60 millions d'années d'évolution des primates.

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 >>](#)



Graphs showing changes in climate and changes in braincase volume.

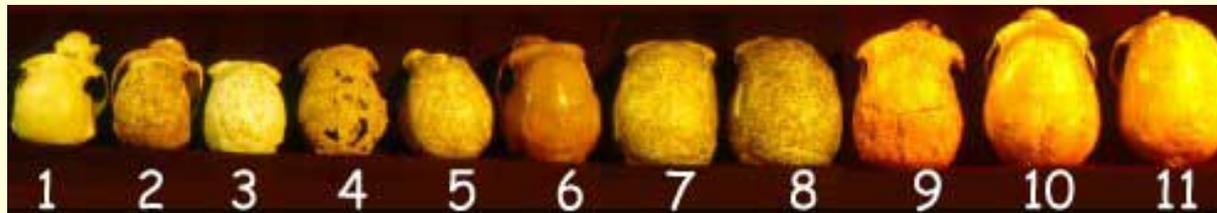
Plusieurs hypothèses pouvant avoir agi de concert sont encore débattues pour expliquer l'origine de cette expansion cérébrale spectaculaire :

la **fabrication d'outils** (car elle nécessite précision motrice, mémoire et planification);

la **chasse** (suivre et prédire le parcours du gibier est facilité par la mémoire fournie par un gros cerveau);

les **règles sociales complexes** (un plus gros cerveau aide à assimiler des conduites sociales complexes);

le **langage** (plusieurs pensent qu'il s'agit d'une adaptation survenue très tôt chez les hominidés).

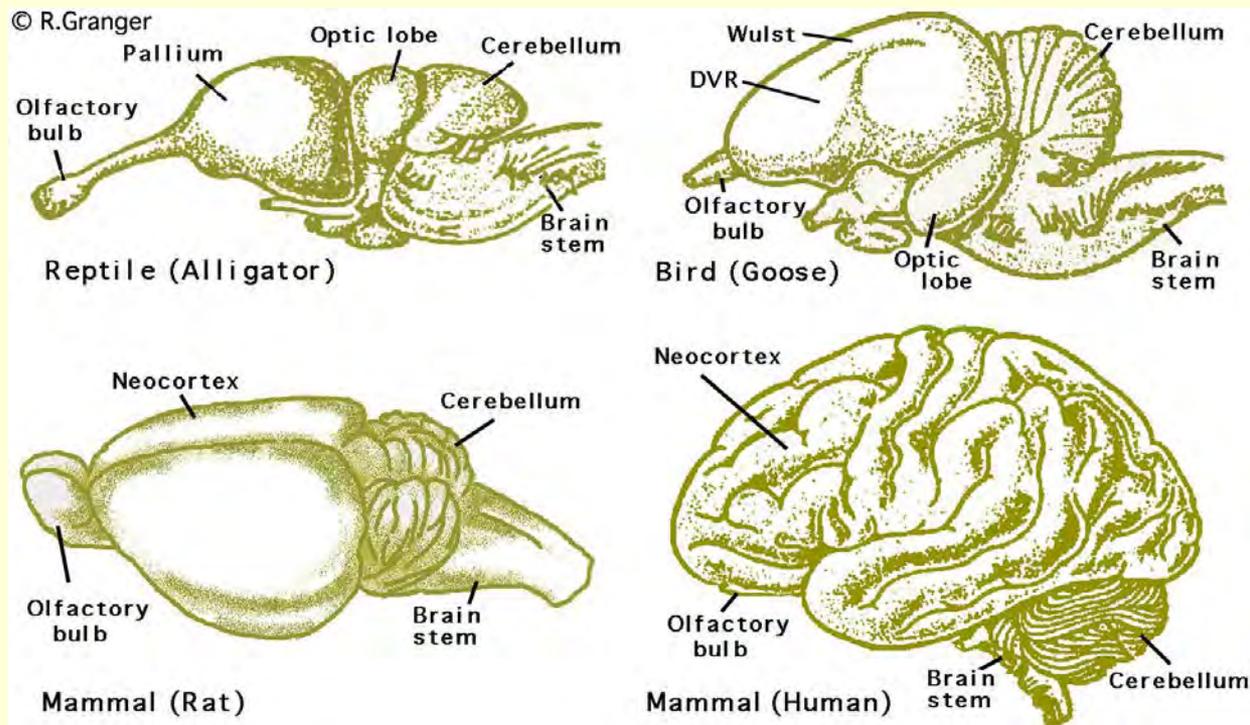


1 Chimpanzé 2 A. africanus 3 H. habilis 4 KNM-ER 1470 5 Homme de Java 6 Homme de Pékin 7 H. saldensis 8 H. saldensis 9 « Broken Hill » 10 Homme de Néanderthal 11 H. sapiens sapiens

Comment un **plus gros cerveau** pourrait-il permettre le développement de fonctions cognitives complexes ?

1) par **le nombre de neurones accru** et la combinatoire de connexions qui vient avec;



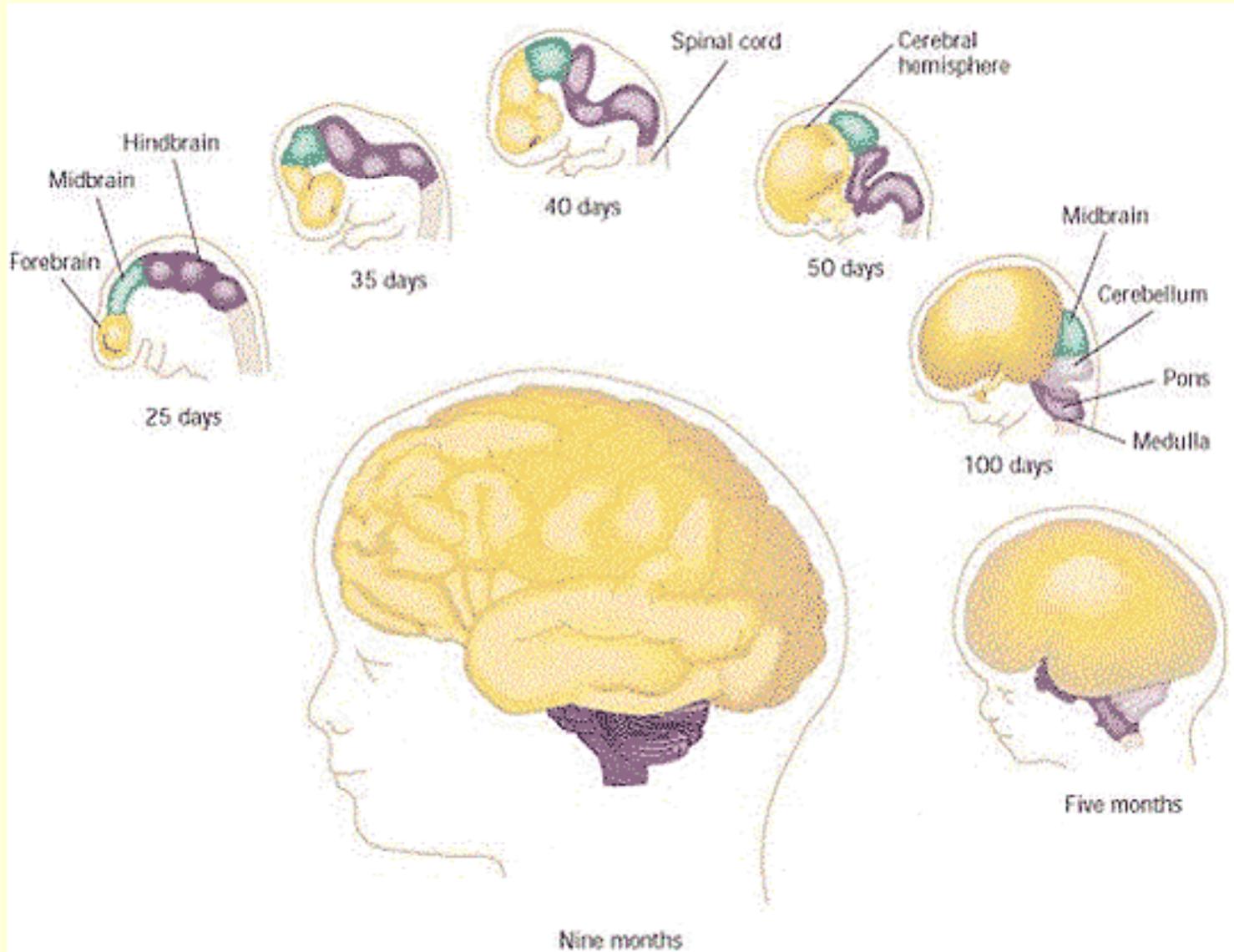


2) Par la croissance relative de différentes structure cérébrale

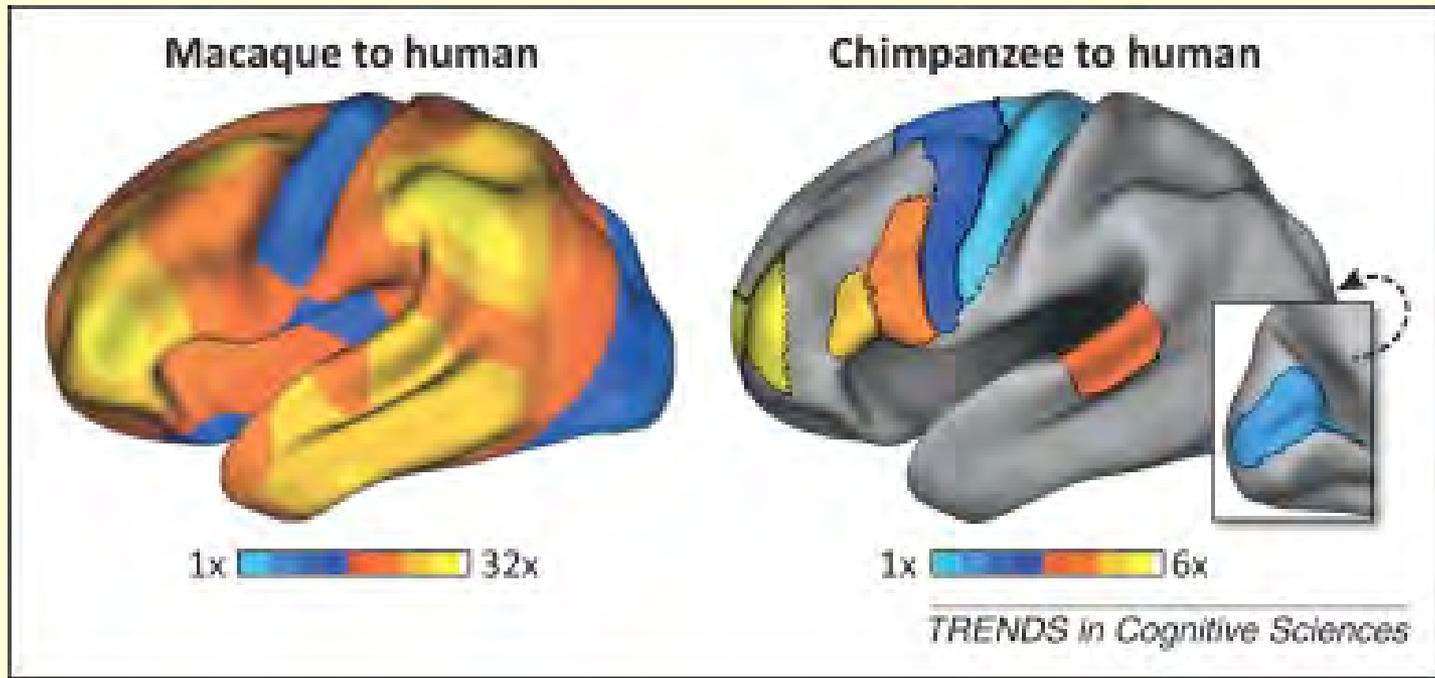
Pour le **cervelet**, impliqué dans la coordination des mouvements musculaires, son poids par rapport au reste du cerveau est remarquablement constant chez tous les mammifères.

À l'opposé, celui du **néocortex** varie grandement selon les espèces. Les poissons et les amphibiens en sont complètement dépourvus, tandis que le néocortex représente **20 % du poids du cerveau d'une musaraigne et... 80 % de celui de l'humain !**

Développement du cortex dans le cerveau humain



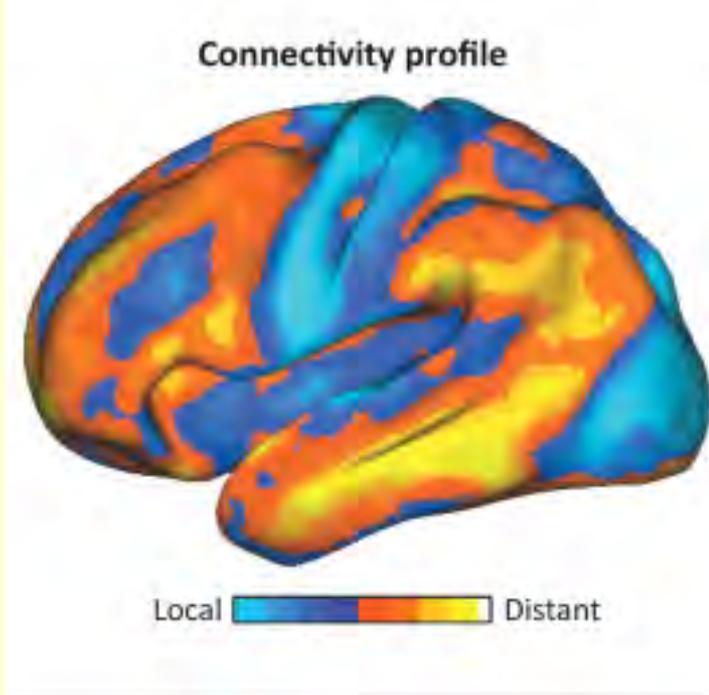
C'est durant la transition des primates à l'humain que le **néocortex s'est le plus développé**.



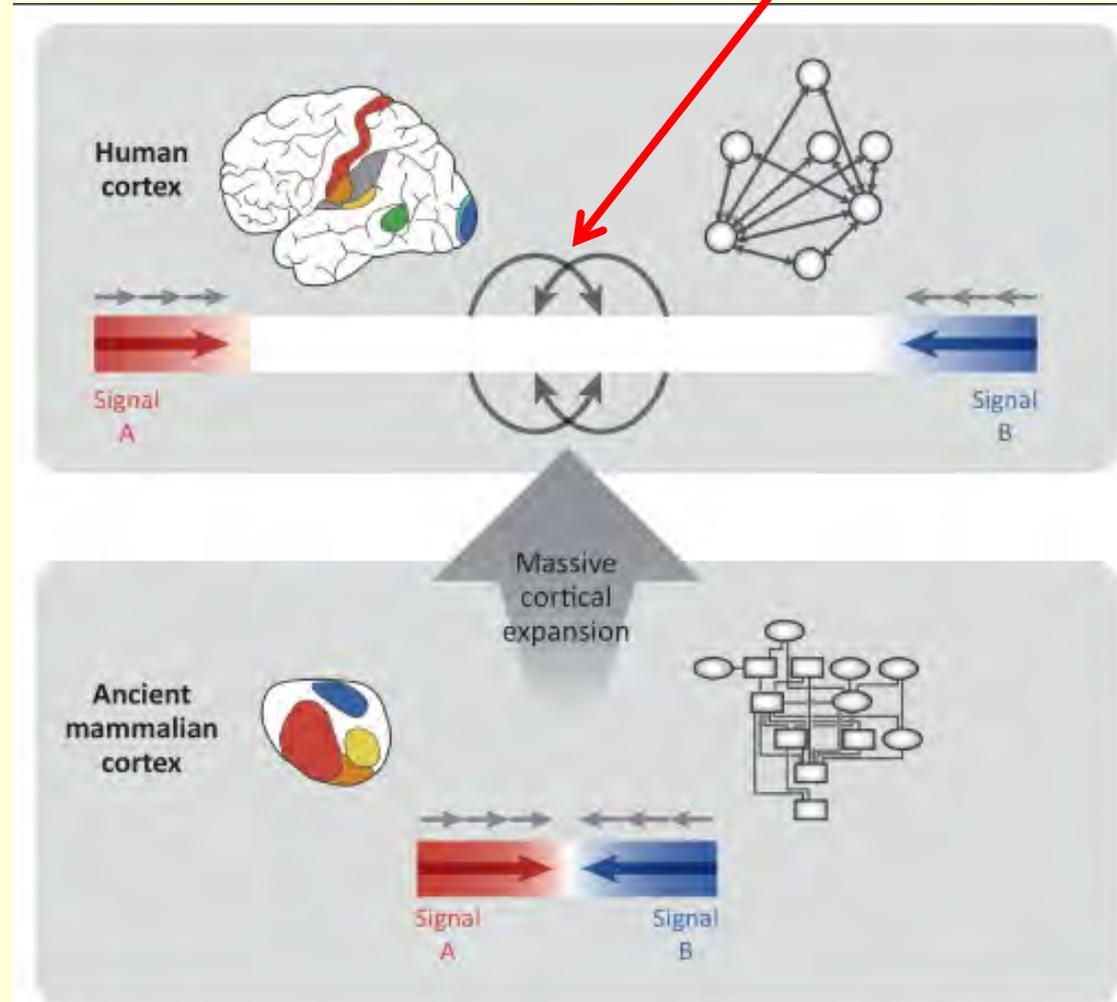
Les couleurs représentent ici la valeur de l'augmentation de surface nécessaire pour que chaque région soit transposée du cerveau de **macaque** et du cerveau de **chimpanzé** au **cerveau humain**.

(dont notre ancêtre commun avec le premier auraient vécu il y a environ 25 millions d'années et 5-7 millions d'années pour le second).

Ces réseaux des aires associatives ont aussi tendance à avoir des **connexions distantes plutôt que locales** (comme c'est le cas dans les aires sensorimotrices).



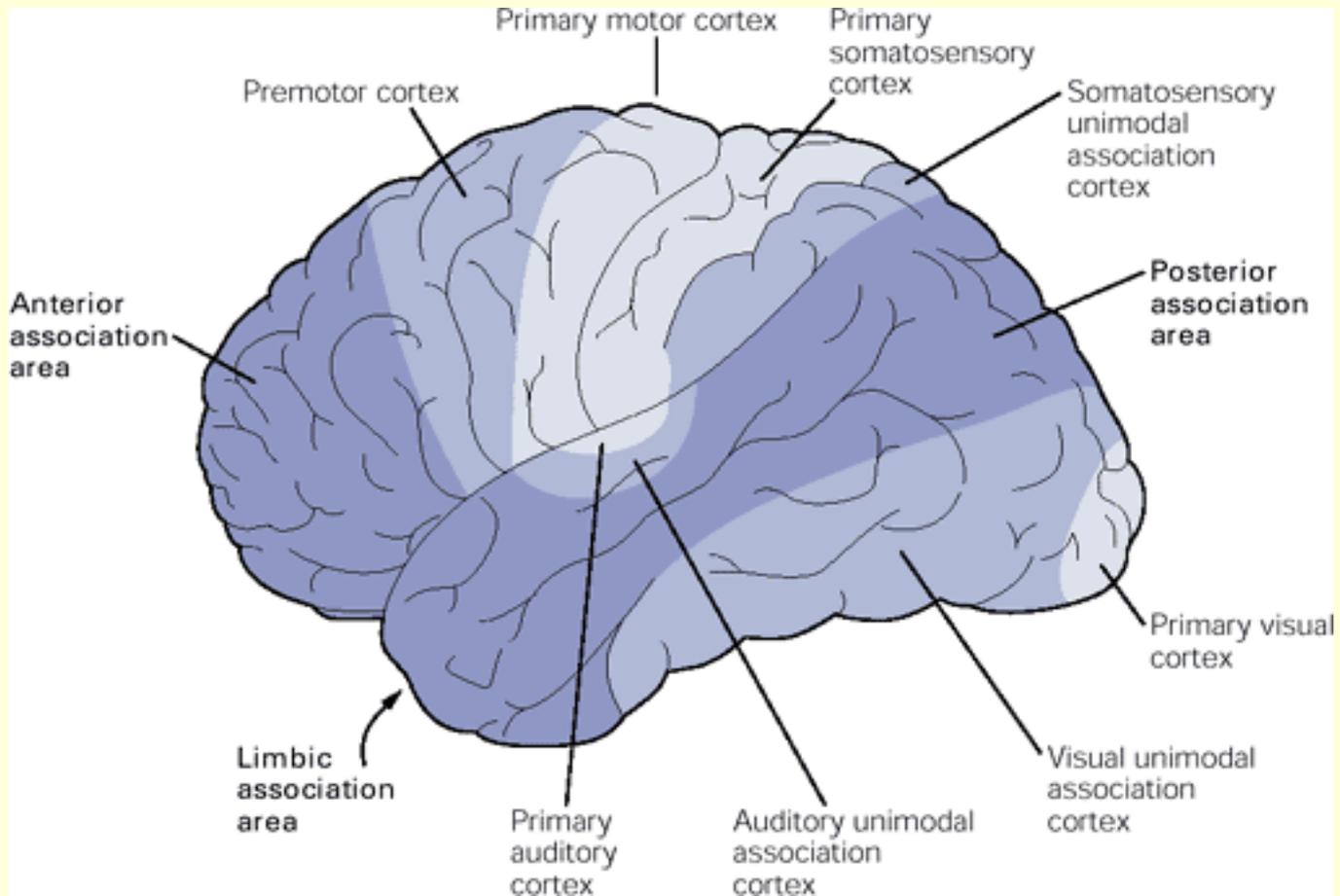
À mesure que **les zones corticales prolifératives accroissent leur surface**, une partie de plus en plus grande de cortex associatif émerge **entre** les gradients qui définissent les systèmes sensoriels.



The evolution of distributed association networks in the human brain

http://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/retrieve/pii/S1364661313002210?_returnURL=http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364661313002210?showall=true#Summary

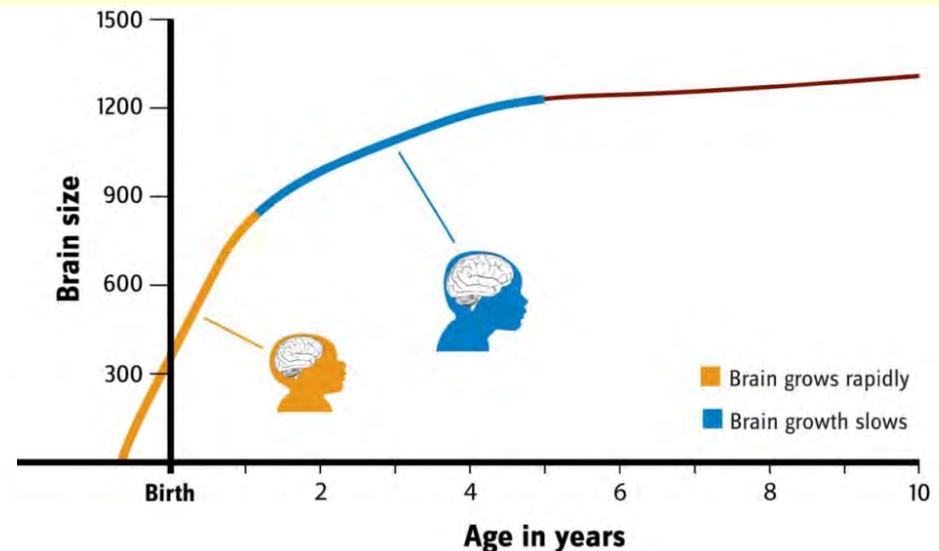
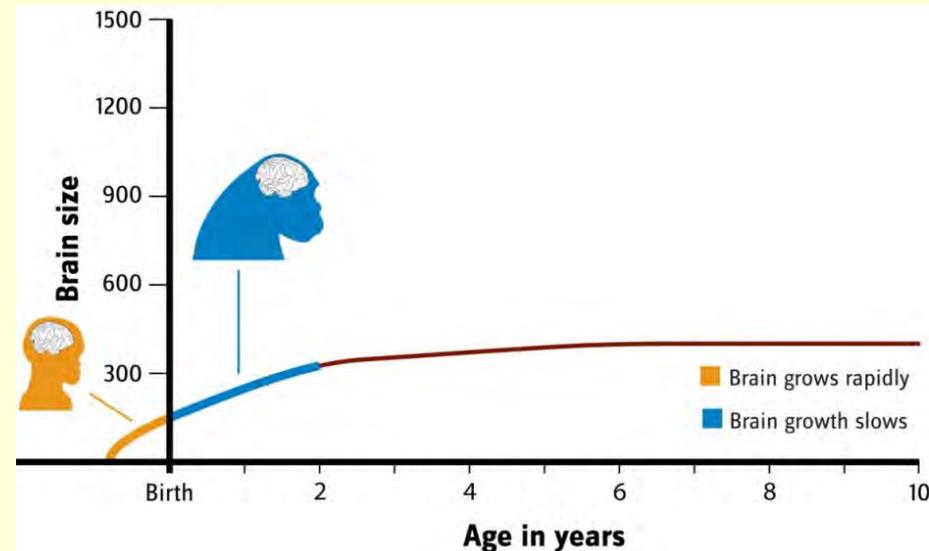
En résumé, l'expansion rapide du cortex chez l'humain a fait émerger de large portions de **cortex dit « associatif »** plus ou moins détachées des cortex sensoriels.



En résumé, l'expansion rapide du cortex chez l'humain a fait émerger de large portions de **cortex dit « associatif »** plus ou moins détachées des cortex sensoriels.

Ce vaste cortex humain est donc largement constitué de :

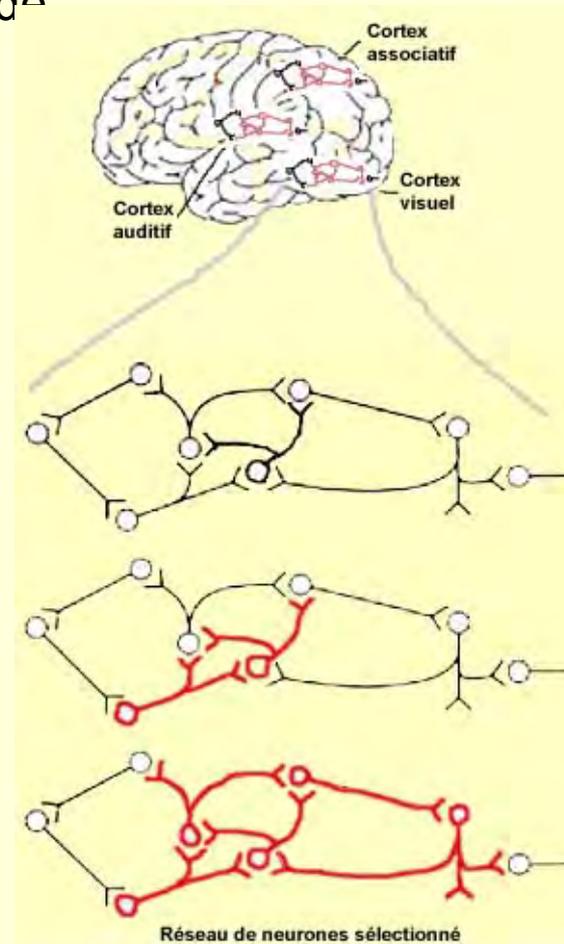
- **réseaux associatifs** interconnectés et distribués
- qui se mettent en place **tardivement** durant le développement

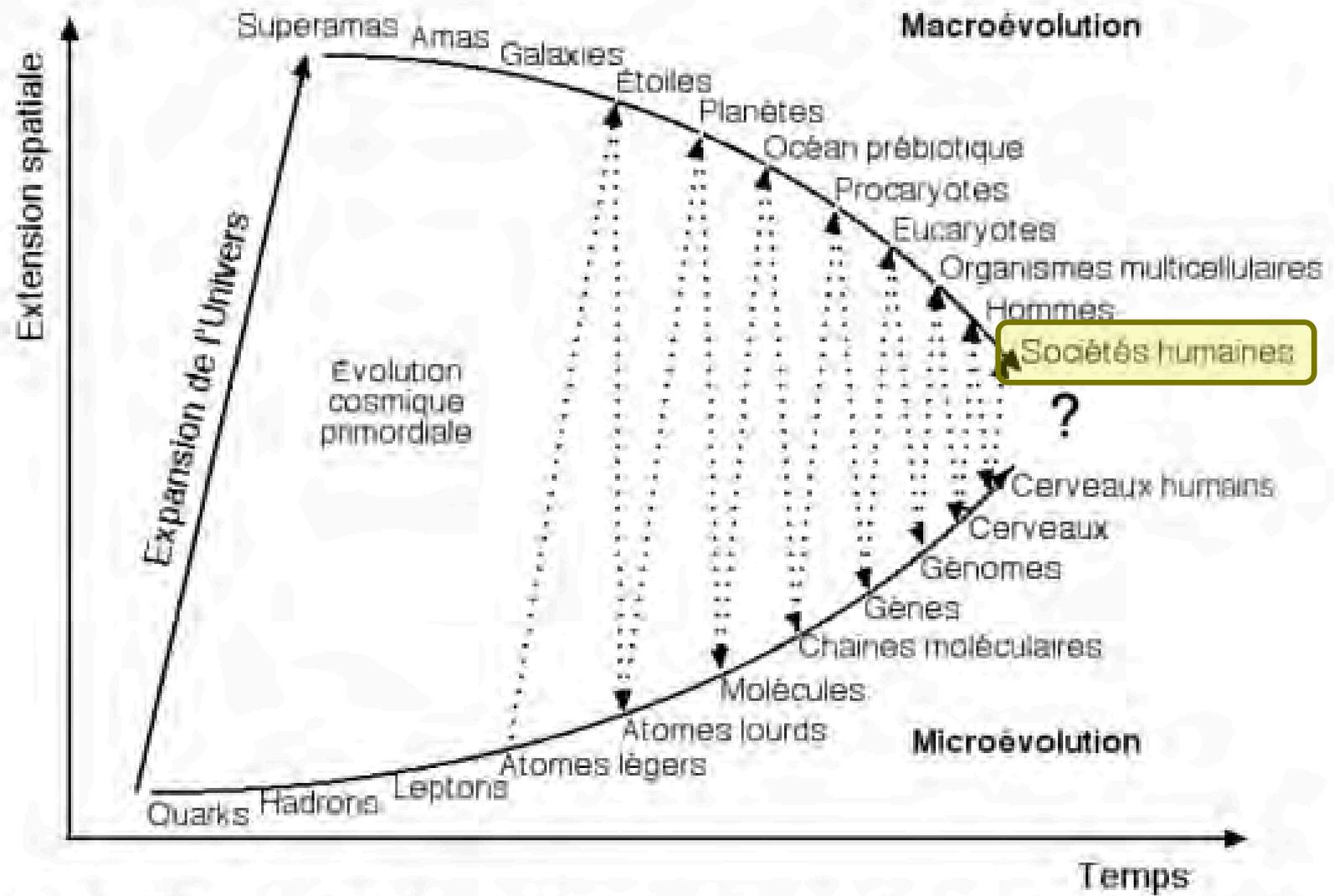


En résumé, l'expansion rapide du cortex chez l'humain a fait émerger de large portions de **cortex dit « associatif »** plus ou moins détachées des cortex sensoriels.

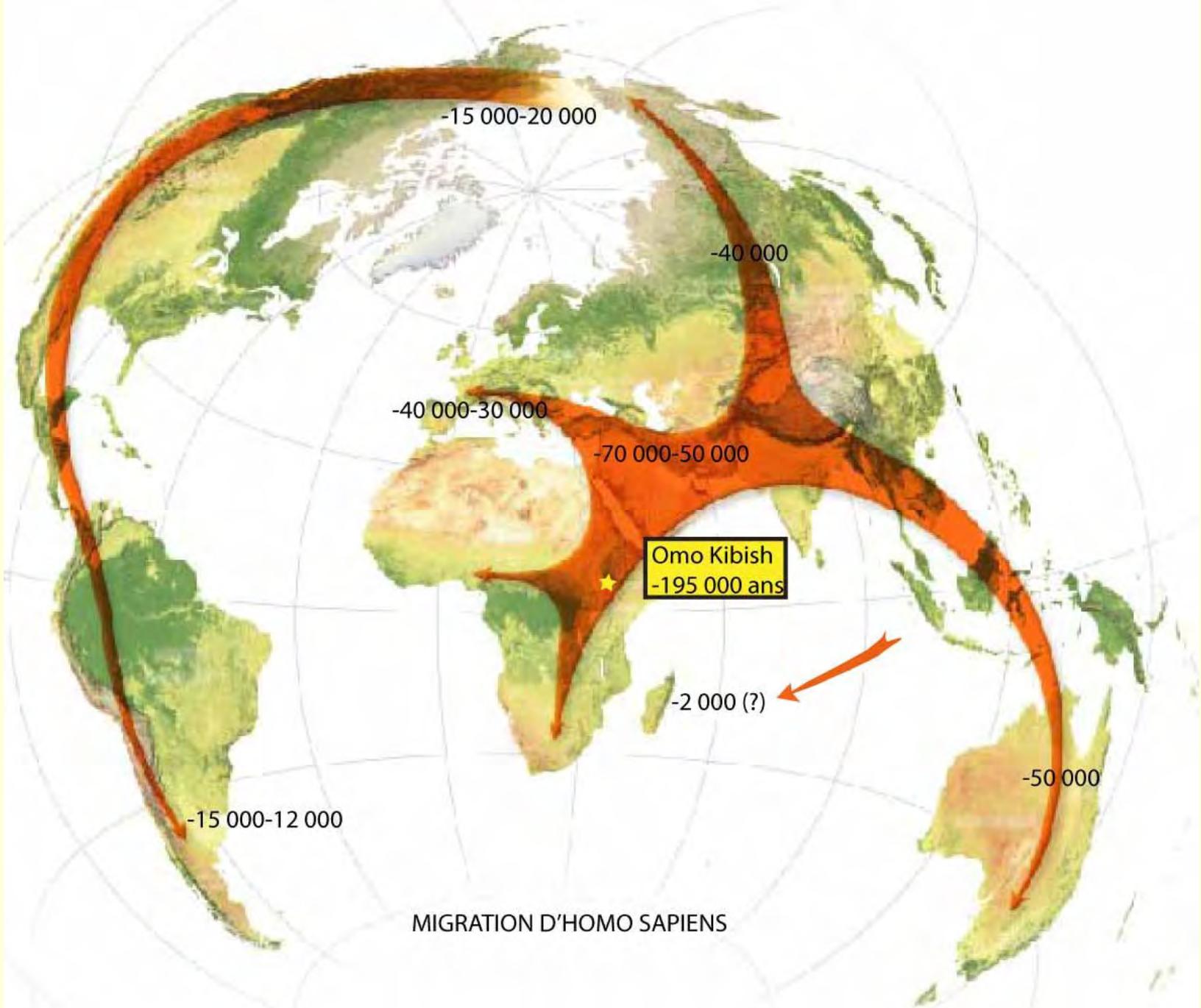
Ce vaste cortex humain est donc largement constitué de :

- **réseaux associatifs** interconnectés et distribués
- qui se mettent en place **tardivement** durant le développement
- et qui sont grandement **dépendants d'influences extérieures** grâce à **leur importante plasticité** découlant de cette maturation lente et prolongée.





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



-2 Ma

-1 Ma

-500 000 ans

-250 000 ans



-2,3 Ma
les premiers outils



-1,3 Ma
le biface



-400 000 ans
la maîtrise du feu



-40 000 ans
l'art



-280 000 ans
l'utilisation
de pigments



-100 000 ans
les parures



-100 000 ans
les premières
sépultures

www.hominides.com

Homo rudolfensis

Homo ergaster

Homo erectus

Homo heidelbergensis

Homo habilis

Paranthropus robustus

Homo neanderthalensis

H. floresiensis

Homo sapiens

Les principales étapes de la Préhistoire

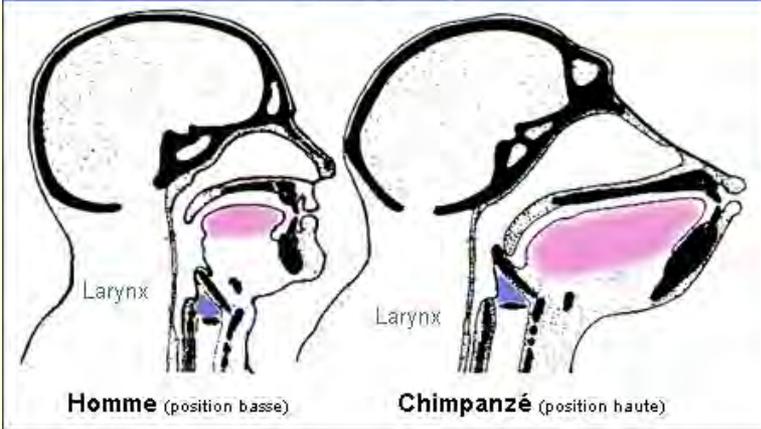


TALKING THE TALK

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

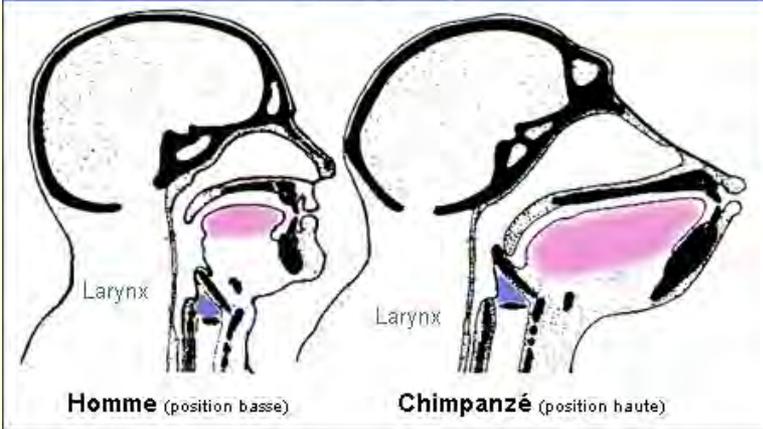
Nothing drives complex societies like language, and the key to human proximity is the arcuate fasciculus, which weaves together the various brain regions that govern speech



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.

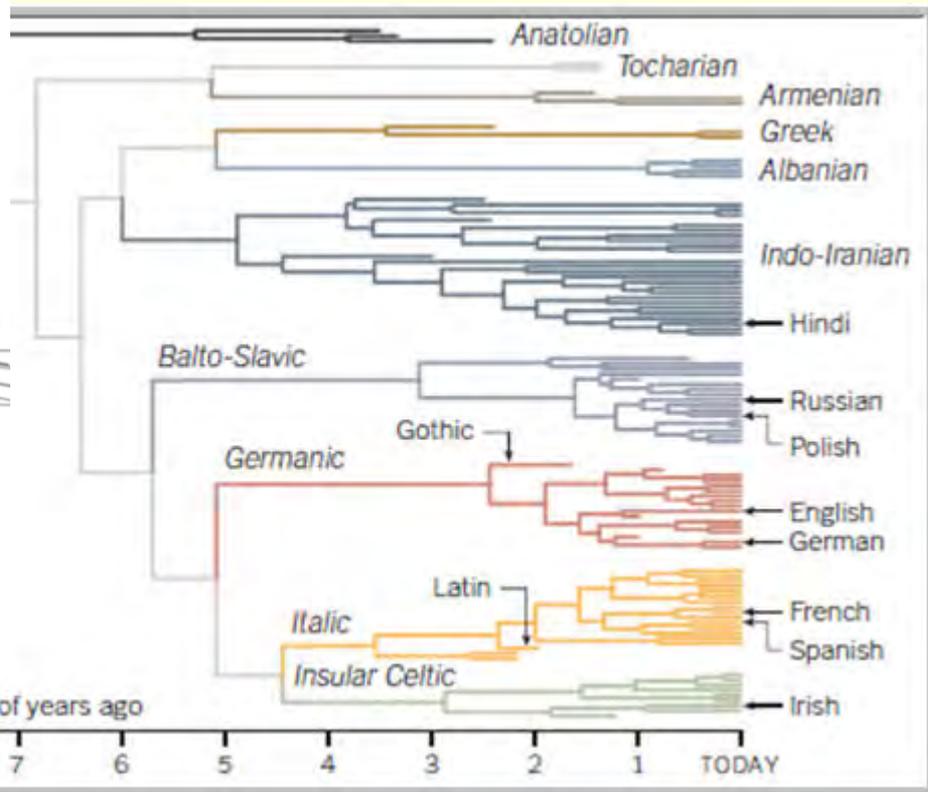
On suppose aussi la présence d'une proto-langue chez l'homme et la femme de **Néandertal** qui, au niveau actuel des connaissances, ne possédait pas de syntaxe.

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.



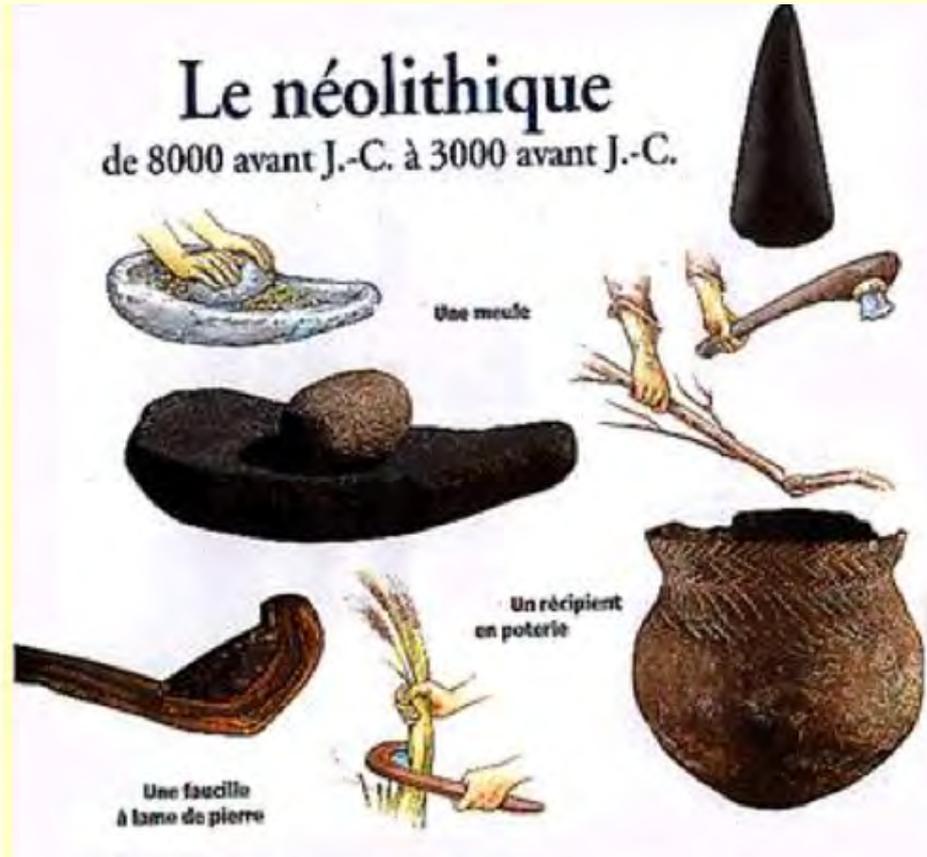
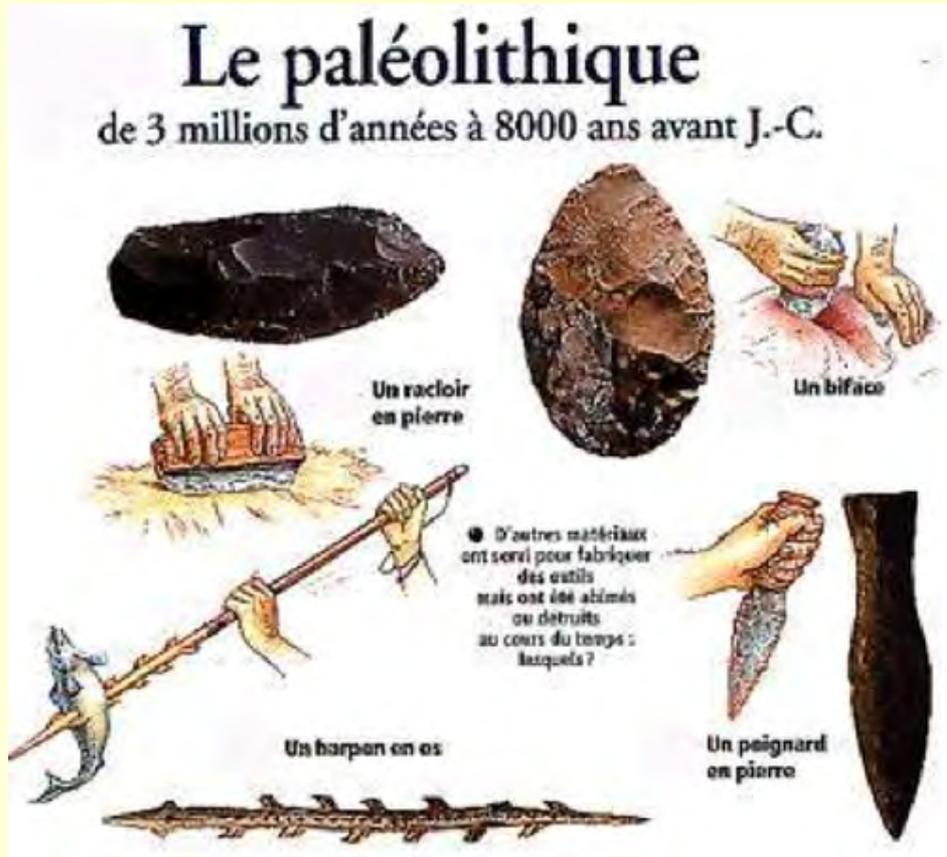
« Les mots [...] sont des indices pour coordonner des actions par le langage. »
(L'arbre de la connaissance, p.228)

« Ce qui est pertinent est la **coordination d'actions** [que les langues] provoquent et non la forme qu'elles adoptent. » (p.203) (table, mesa, etc.)



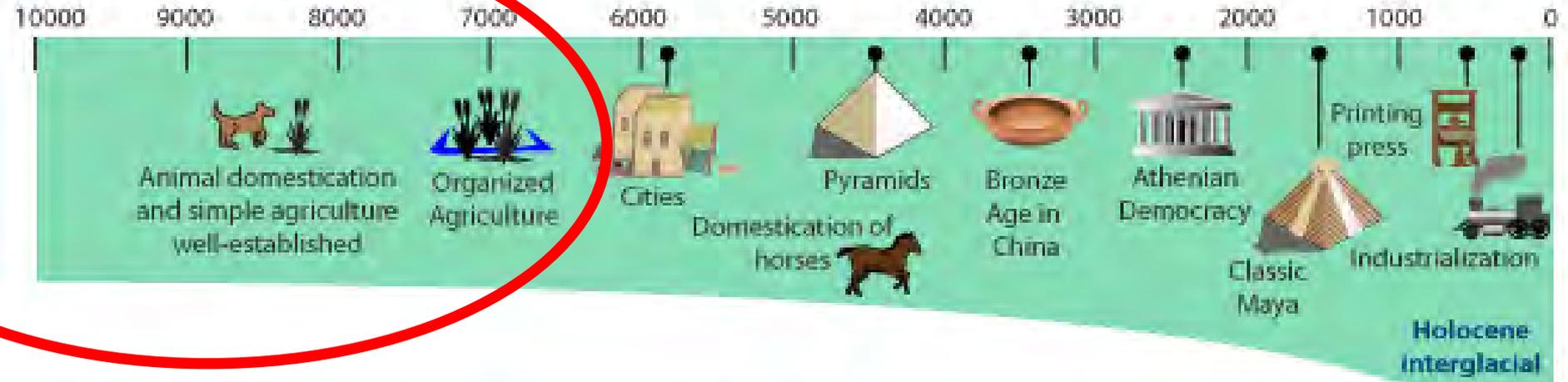
Jusqu'à il y a 8000 – 10 000 ans, on était dans :

Puis c'est la fixation au sol avec la « révolution » du néolithique :



Global Climate, Human Evolution and Civilization

Years before present (1950)



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

Co-évolution gène-culture

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.

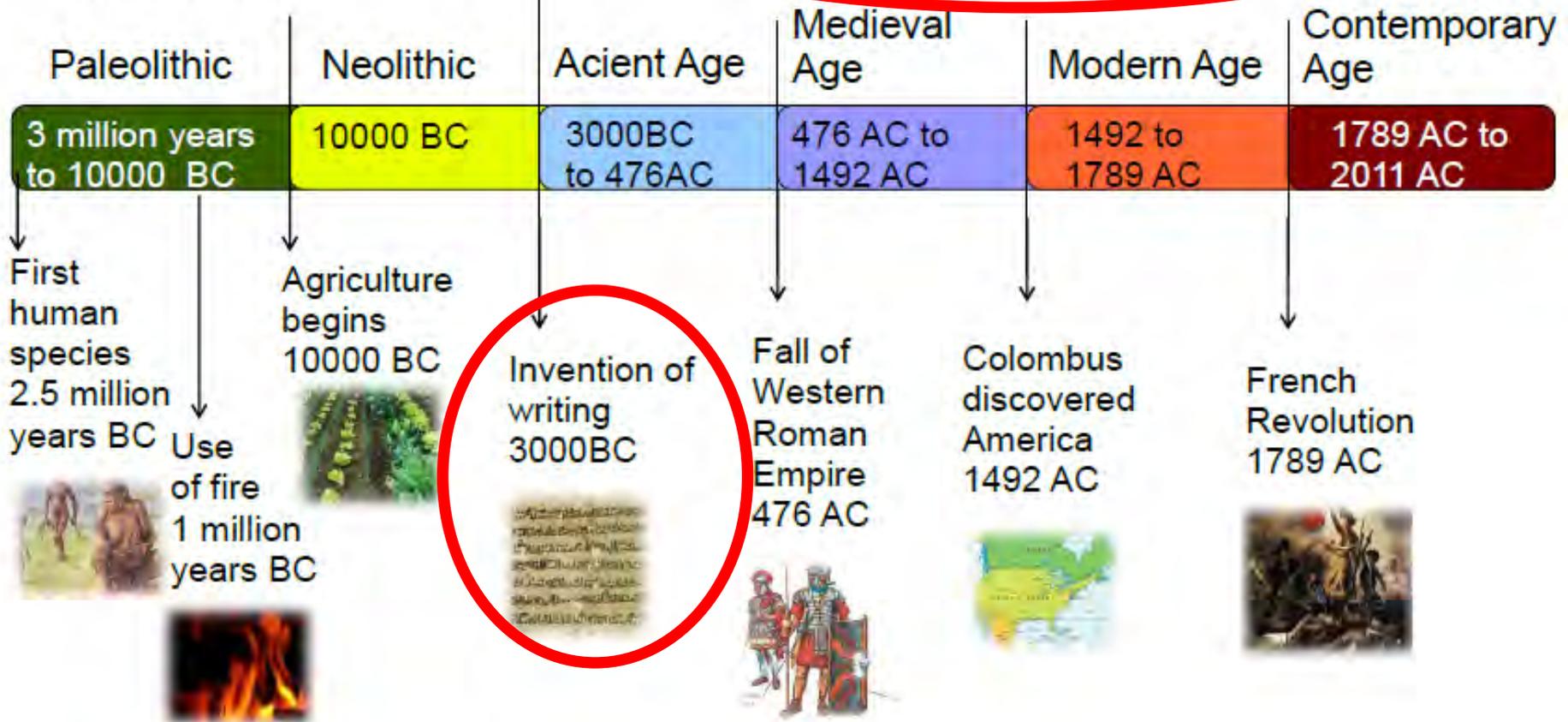
Des centaines de gènes humains **évoluent probablement encore** en réponse à une pression sélective venant de pratiques culturelles...

Prehistory

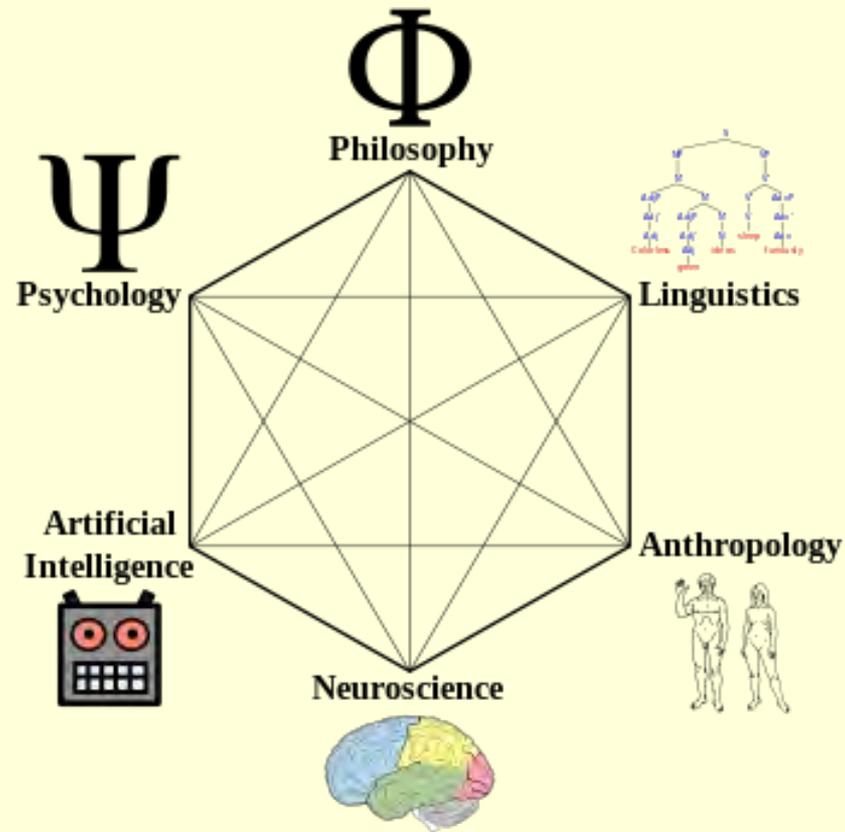
3 million years to 3000 BC

History

3000 BC to nowadays



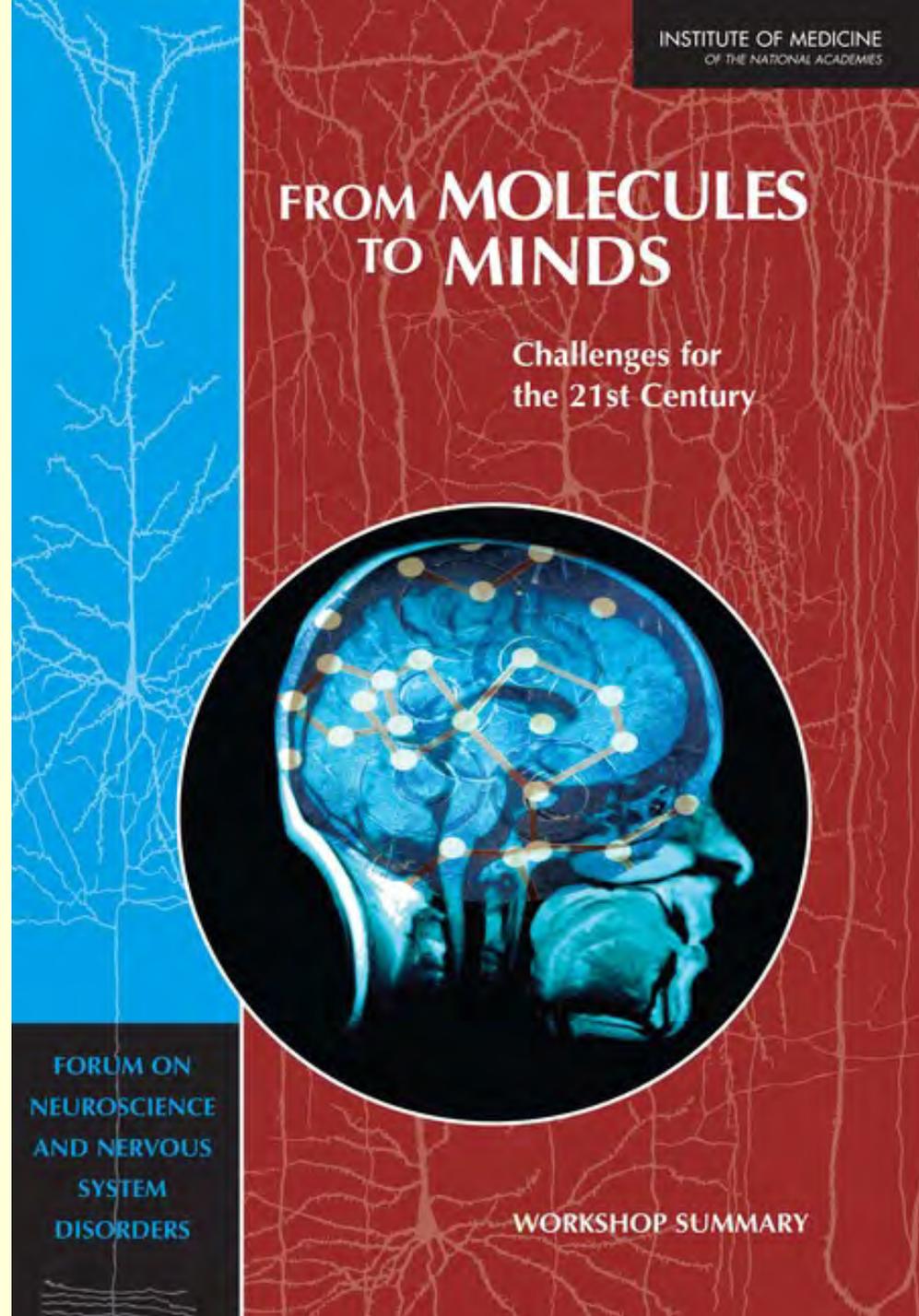
L'avènement des **sciences cognitives** dans la 2^e moitié du XX^e siècle.



Et puis le XXI^e
siècle, avec des
congrès comme
celui-ci

tenu en 2008 et
ayant pour titre

« Des molécules à
la pensée ».



Mais aussi des phénomènes comme celui-ci...

ZOOM

VERS UN JALON (PRÉ)HISTORIQUE

CONCENTRATION DE DIOXYDE DE CARBONE



Mesure par analyse
de carotte de glace

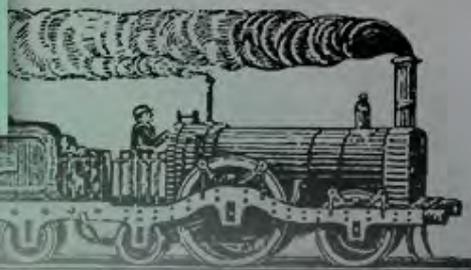


Mesure d'analyse directe de
l'atmosphère (depuis 1958)

1750

280 PPM

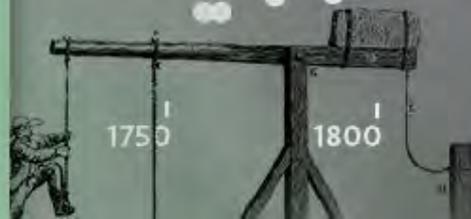
Début de l'ère industrielle avec l'emploi du charbon. Train, navires et machines seront les premiers grands émetteurs de gaz à effet de serre (GES) de source fossile.



1859

290 PPM

Le puits de pétrole d'Irwin Drake en Pennsylvanie est le point de départ de l'industrie pétrolière. La même année, le physicien britannique John Tyndall est le premier à mesurer la capacité de différents gaz



1750

1800

1850

1900

1950

2000

2013

260

280

300

320

340

360

380

400

400

Ou celui-là...



Une pénurie d'eau guette le monde si les habitudes de consommation n'évoluent pas

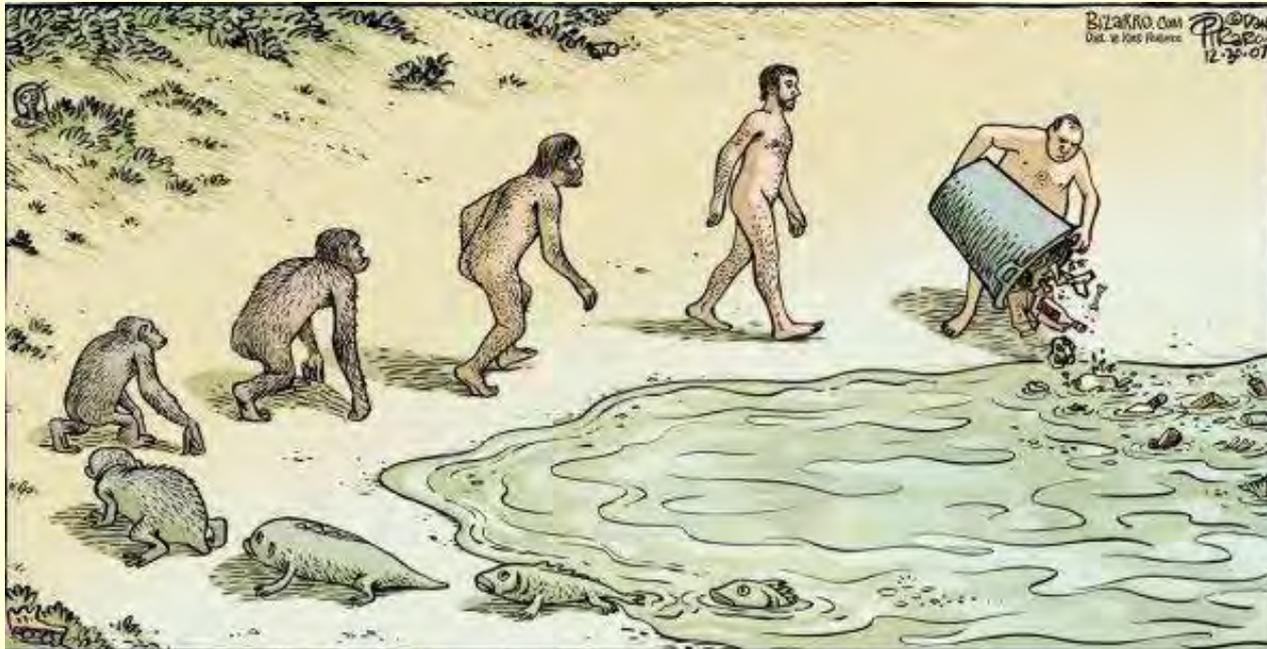
Publication **20 mars 2015**

Le monde pourrait devoir composer avec une **pénurie d'eau de l'ordre de 40 % d'ici à peine 15 ans** si les États ne révisent pas profondément leur façon d'utiliser la ressource, selon un rapport de l'Organisation des Nations unies (ONU) dévoilé vendredi.

Le niveau de plusieurs nappes phréatiques est déjà inquiétant et les modèles relatifs aux précipitations pourraient devenir plus erratiques en raison des changements climatiques.

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...



Bref, ça va nous prendre des modèles pour essayer de comprendre tout ça.

Et c'est ce que nous allons voir après dîner...