

- Dans les marges du journalisme
- Notre cerveau à tous les niveaux. 10 ans, 10 séances — saison 1
- Cafés philosophiques. 10 ans, 10 discussions — saison 1
- L'UPop dans les quartiers de Montréal
- L'Imaginaire colonial. Violence, colonialisme et pouvoir en Nouvelle-France
- L'investissement éthique, qu'est-ce que ça vaut ?
- Artistes au travail ! Observation du processus créatif d'artistes
- Série À bras le corps : À la rencontre de citoyen-ne-s qui s'investissent

UPOP UNIVERSITÉ POPULAIRE Montréal 10^e ANNÉE | AUTOMNE 2019

ARME D'ÉMANCIPATION MASSIVE



Illustration : Ramon Vitesse

Prochaines séances

OCT.
30

Notre cerveau à tous les niveaux. 10 ans, 10 séances — saison 1

De la « poussière d'étoile » à la vie : ces bizarreries qui font qu'on est ici aujourd'hui

Mercredi, 19h, Café Les Oubliettes

OCT.
31

L'investissement éthique, qu'est-ce que ça vaut ?

L'investissement éthique, quoi faire en fin de compte ?

Jeudi, 19h, Café Touski

NOV.
4

Dans les marges du journalisme

Neutralité et rapports de pouvoir dans les médias

Lundi, 19h, Station Ho.st

NOV.
5

L'Imaginaire colonial. Violence, colonialisme et pouvoir en Nouvelle-France

1666. Représentations d'une campagne militaire en Iroquoisie.

Mardi, 19h, Station Ho.st

NOV.
6

L'UPop dans les quartiers de Montréal

Un espace de création de liens sociaux dans le quartier Centre-Sud

Mercredi, 19h, À l'Écomusée du fier monde



Inscrivez-vous sur notre liste d'envoi hebdomadaire pour recevoir l'horaire des cours de la semaine.

Votre courriel

INSCRIVEZ-MOI



Notre cerveau à tous les niveaux

10 séances pour 10 ans d'UPop !
Automne 2019 - Hiver 2020

Les **mercredis** aux deux semaines, 19h

Café **Les Oubliettes**, dès le 16 octobre

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

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

Recherche -> site + blogue

Google Re



Nouveaux "L'école des profs"



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**
 - Posture

Fonctions complexes

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

Dysfonctions

- Les troubles de l'esprit**
 - Dépression et manie-dépression
 - Les troubles anxieux
 - La démence de type Alzheimer

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Accueil

Recherche -> blogue

Billets par catégorie

Abonnez-vous!

NOUVELLES RÉCENTES SUR LE CERVEAU

Deric Bownds' Mindblog

The Metamorphosis of the Western Soul

Shape of your heart is determined by whether you run or sit.

The default mode network represents esthetic appeal.

Cross-national negativity bias in reacting to news

An update on the science of 'free will'

BrainFacts.org Blog

RSS Error: WP HTTP Error: Connection

Lundi, 21 octobre 2019

De la «poussière d'étoile» à la vie : ces bizarreries qui font qu'on est ici aujourd'hui



Le cours «Notre cerveau à tous les niveaux» donné dans le cadre de la 10^e année d'existence de l'UPop Montréal a donc débuté mercredi dernier dans le café Les Oubliettes rempli à pleine capacité (arrivez tôt la prochaine fois pour avoir de bonnes places!). Comme je le ferai pour chaque séance, j'ai mis le pdf du Power Point de cette première présentation au bas de la page [L'école des profs de mon site](#) ou directement en suivant [ce lien](#). Pour le Facebook Live de cette première séance elle demeure disponible pour visionnement ici. Comme je l'ai expliqué dans un [billet antérieur](#) présentant la démarche générale du cours, je vais soulever aujourd'hui quelques questions générales qui seront abordées mercredi le 30 octobre lors de notre deuxième séance intitulée « De la «poussière d'étoile» à la vie : ces bizarreries qui font qu'on est ici aujourd'hui ».

On a vu la semaine dernière que devant certaines illusions d'optique, on est troublé de constater que « nos sens peuvent nous tromper ». C'est-à-dire que le monde de nos perceptions n'est peut-être pas un « miroir »

Après nous avoir appuyés pendant plus de dix ans, des donateurs bénévoles ont décidé d'interrompre le financement de Le Cerveau à tous les niveaux le 31 mars 2013.

Malgré tous nos efforts (et malgré la reconnaissance de notre travail par les organismes approchés), nous ne sommes pas parvenus à trouver de nouvelles sources de financement. Nous nous voyons contraints de nous en remettre aux dons de nos lecteurs et lectrices pour continuer de mettre à jour et d'alimenter en contenu le blogue et le site.

Soyez assurés que nous faisons le maximum pour poursuivre notre mission de vulgarisation des neurosciences dans l'esprit premier d'internet, c'est-à-dire dans un souci de partage de l'information, gratuit et sans publicité.

En vous remerciant chaleureusement de votre soutien, qu'il soit moral ou monétaire,

Bruno Dubuc, Patrick Robert, Denis Paquet et Al Daigen

Faire un don

<http://lecerveau.mcgill.ca>

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Principes fondamentaux

Du simple au complexe

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

Le bricolage de l'évolution

Fonctions complexes

Au cœur de la mémoire

- Les traces de l'apprentissage
- Oubli et amnésie

Que d'émotions

NOTRE CERVEAU A TOUS LES NIVEAUX. 10 ANS, 10 SEANCES — SAISON 1

Présentation

Ce cours voudrait présenter comment les sciences cognitives conçoivent aujourd'hui le cerveau et le corps humain, ainsi que les phénomènes socioculturels qui en découlent. Vaste programme qui ne peut se réaliser qu'en adoptant une perspective évolutive sur l'émergence de ces systèmes dynamiques faits de multiples niveaux d'organisation. Du Big Bang au langage, de la perception à l'action et de l'apprentissage à la prédiction et à la prise de décision, nous verrons comment l'impératif de rester en vie et de donner du sens à cette vie se manifeste chez l'humain.

Aux 5 séances de l'automne résumées ci-contre s'ajouteront 5 autres séances à l'hiver :

6. Les rythmes cérébraux : se synchroniser pour mieux régner
7. Tout ce qui précède permet de simuler le monde pour décider quoi faire
8. Cerveau et corps ne font qu'un et sont constamment affectés par l'environnement
9. Conscient, inconscient et langage : quel est ce « je » qui se dit libre?
10. Morale de l'histoire : notre espèce a-t-elle de l'avenir ?

Professeur-e(s)

Bruno Dubuc

Bruno Dubuc détient une maîtrise en neurobiologie et a fait de la vulgarisation scientifique pour des séries télé et des magazines pendant une dizaine d'années. Depuis 2002, il est rédacteur du site web et du blogue www.lecerveau.mcgill.ca ainsi que conférencier sur les neurosciences. Il aime aussi utiliser les régions associatives de son cerveau en collant ensemble des images et des sons pour faire ce qu'on appelle des films. Son dernier porte sur Henri Laborit, tout comme le site web qu'il lui a consacré au www.slogedelasuite.net

www.upopmontreal.com

Plan de session

Au café Les Oubliettes, 6201, rue De Saint-Vallier



OCT 16 Le « connais-toi toi-même » de Socrate à l'heure des sciences cognitives

Mercredi, 19h, Café Les Oubliettes

Où l'on commencera par se demander ce qu'on entend par « connaître » ? Puis qu'est-ce qu'on peut connaître ? Et qu'est-ce que la science nous apporte en tant qu'outil particulier pour comprendre le monde ? Et quel est l'apport des sciences cognitives pour se connaître soi-même ? On en profitera aussi pour clarifier le sens de certains concepts plus spécifiquement employés dans les sciences cognitives comme celui de subjectivité, de représentation, de signification, d'information, de niveau d'organisation, système dynamique, etc.

Plan :

L'observateur observé, ou le cerveau humain qui tente de comprendre lui-même.

C'est compliqué parce que des atomes à la cosmologie, il y a de nombreux niveaux d'organisation spatiaux et temporels.

Face à cette complexité, la méthode scientifique nous aide.

De l'importance de la qualité de vulgariser tout ça.

[PDF du Power Point de cette séance.](#)

[Facebook Live de la séance.](#)

science of 'free will'

BrainFacts.org
Blog

RSS Error. WP HTTP
Error: Connection

séance elle demeure disponible pour visionnement en ligne comme le fait expliqué dans un [billet](#) antérieur présentant la démarche générale du cours, je vais soulever aujourd'hui quelques questions générales qui seront abordées mercredi le 30 octobre lors de notre deuxième séance intitulée « De la « poussière d'étoile » à la vie : ces bizarreries qui font qu'on est ici aujourd'hui ».

On a vu la semaine dernière que devant certaines illusions d'optique, on est troublé de constater que « nos sens peuvent nous tromper ». C'est-à-dire que le monde de nos perceptions n'est peut-être pas un « miroir »

de votre soutien, qu'il soit moral ou monétaire,

Bruno Dubuc, Patrick Robert,
Denis Paquet et Al Daigen

Faire un don

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Principes fondamentaux

Du simple au complexe

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

Le bricolage de l'évolution

Fonctions complexes

Au cœur de la mémoire

- Les traces de l'apprentissage
- Oubli et amnésie

Que d'émotions

NOTRE CERVEAU A TOUS LES NIVEAUX. 10 ANS, 10 SEANCES — SAISON 1

Présentation

Ce cours voudrait présenter comment les sciences cognitives conçoivent aujourd'hui le cerveau et le corps humain, ainsi que les phénomènes socio-culturels qui en découlent. Vaste programme qui ne peut se réaliser qu'en adoptant une perspective évolutive sur l'émergence de ces systèmes dynamiques faits de multiples niveaux d'organisation. Du Big Bang au langage, de la perception à l'action et de l'apprentissage à la prédiction et à la prise de décision, nous verrons comment l'impératif de rester en vie et de donner du sens à cette vie se manifeste chez l'humain.

Aux 5 séances de l'automne résumées ci-contre s'ajouteront 5 autres séances à l'hiver :

6. Les rythmes cérébraux : se synchroniser pour mieux régner
7. Tout ce qui précède permet de simuler le monde pour décider quoi faire
8. Cerveau et corps ne font qu'un et sont constamment affectés par l'environnement
9. Conscient, inconscient et langage : quel est ce « je » qui se dit libre ?
10. Morale de l'histoire : notre espèce a-t-elle de l'avenir ?

Professeur-e(s)

Bruno Dubuc

Bruno Dubuc détient une maîtrise en neurobiologie et a fait de la vulgarisation scientifique pour des séries télé et des magazines pendant une dizaine d'années. Depuis 2002, il est rédacteur du site web et du blogue www.levcerveau.mcgill.ca ainsi que conférencier sur les neurosciences. Il aime aussi utiliser les régions associatives de son cerveau en collant ensemble des images et des sons pour faire ce qu'on appelle des films. Son dernier porte sur Henri Laborit, tout comme le site web qu'il lui a consacré au www.slogdelasuite.net

www.upopmontreal.com

Plan de session

Au café Les Oubliettes, 6201, rue De Saint-Vallier



OCT 16 Le « connais-toi toi-même » de Socrate à l'heure des sciences cognitives

Mercredi, 19h, Café Les Oubliettes

Où l'on commencera par se demander ce qu'on entend par « connaître » ? Puis qu'est-ce qu'on peut connaître ? Et qu'est-ce que la science nous apporte en tant qu'outil particulier pour comprendre le monde ? Et quel est l'apport des sciences cognitives pour se connaître soi-même ? On en profitera aussi pour clarifier le sens de certains concepts plus spécifiquement employés dans les sciences cognitives comme celui de subjectivité, de représentation, de signification, d'information, de niveau d'organisation, de système dynamique, etc.

Plan :

L'observateur observé, ou le cerveau humain qui tente de se comprendre lui-même.

C'est compliqué parce que des atomes à la conscience humaine. Il y a de nombreux niveaux d'organisation spatiaux et temporeux. Face à cette complexité, la méthode scientifique peut nous aider. De l'importance et de la difficulté de vulgariser tout ça.

[PDF du Power Point de cette séance.](#)

[Facebook Live de la séance.](#)

science of 'free will'

BrainFacts.org
Blog

RSS Error. WP HTTP
Error: Connection

séance elle demeure disponible pour visionnement ici. Comme je l'ai expliqué dans un [billet antérieur](#) présentant la démarche générale du cours, je vais soulever aujourd'hui quelques questions générales qui seront abordées mercredi le 30 octobre lors de notre deuxième séance intitulée « De la « poussière d'étoile » à la vie : ces bizarreries qui font qu'on est ici aujourd'hui ».

On a vu la semaine dernière que devant certaines illusions d'optique, on est troublé de constater que « nos sens peuvent nous tromper ». C'est à-dire que le monde de nos perceptions n'est peut-être pas un « miroir »

chaleureusement de votre soutien, qu'il soit moral ou monétaire,

Bruno Dubuc, Patrick Robert,
Denis Paquet et Al Daigen

Faire un don

Plan du cours

5 séances à l'automne
5 séances à l'hiver

Séance 10 :
Morale de l'histoire : notre espèce a-t-elle de l'avenir ?



Séance 1 :
Le « connais-toi toi-même » de Socrate à l'heure des sciences cognitives



Séance 2 :
De la « poussière d'étoile » à la vie : ces bizarreries qui font qu'on est ici aujourd'hui



Séance 3 :
L'humain découvre la grammaire de base de son système nerveux



Séance 4 :
Des circuits de millions de neurones : plaisir, douleur, apprentissage, mémoire



Séance 5 :
Cartographier des réseaux de milliards de neurones à l'échelle du cerveau entier



Séance 6 :
Les rythmes cérébraux : se synchroniser pour mieux régner



Séance 7 :
Tout ce qui précède permet de simuler le monde pour décider quoi faire



Séance 8 :
Cerveau et corps ne font qu'un et sont constamment affectés par l'environnement



Séance 9 :
Conscient, inconscient et langage : quel est ce « je » qui se dit libre ?





Séance 1 :
**Le « connais-toi
toi-même » de
Socrate à l'heure
des sciences
cognitives**

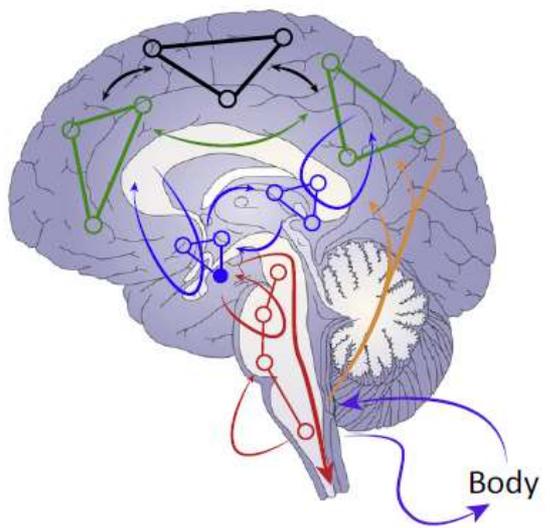
Il y a 2 semaines...

L'idée de ce cours,

c'est d'essayer ensemble de comprendre
un peu mieux ce que nous sommes

et comment se constituent
nos connaissances sur le monde.





- Mais on a vu que, happés par la vie quotidienne, on se pose peu de questions sur l'origine de nos connaissances.
- On fonctionne tellement bien dans notre environnement habituel qu'on ne remarque pas le **miracle quotidien** que cela implique en nous.

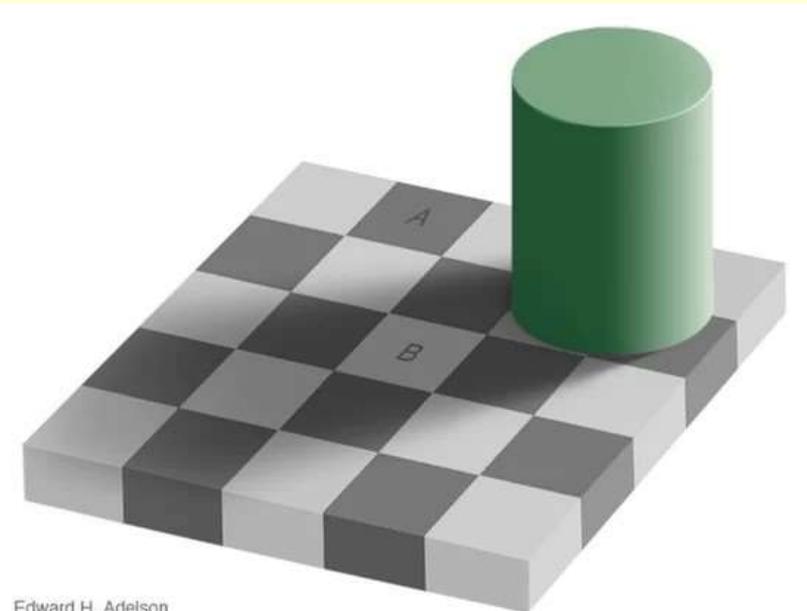
Mais devant certaines illusions d'optique, on est troublé de constater que « **nos sens peuvent nous tromper** ».

C'est-à-dire que le monde de nos perceptions n'est peut-être pas un « miroir » du monde extérieur

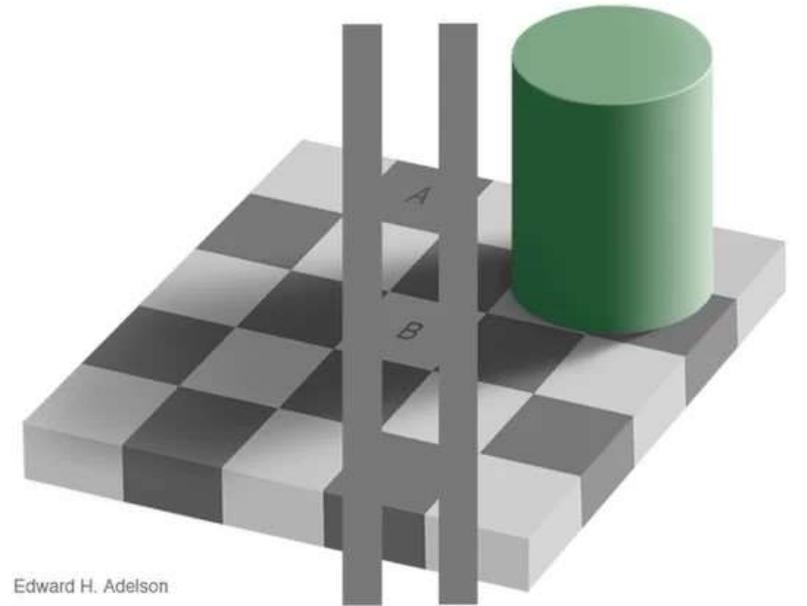
mais bien une **interprétation**, une **construction**, ou une **simulation**, faite par notre système nerveux à partir de ce que nos sens peuvent capter du monde.

Et l'on doit alors reconnaître que **la structure particulière de notre corps** (et en particulier de notre système nerveux) **détermine ce qui pourra être connaissable pour nous.**

Or **cette structure est le fruit d'une très longue évolution**, ce que nous allons voir aujourd'hui.



Edward H. Adelson

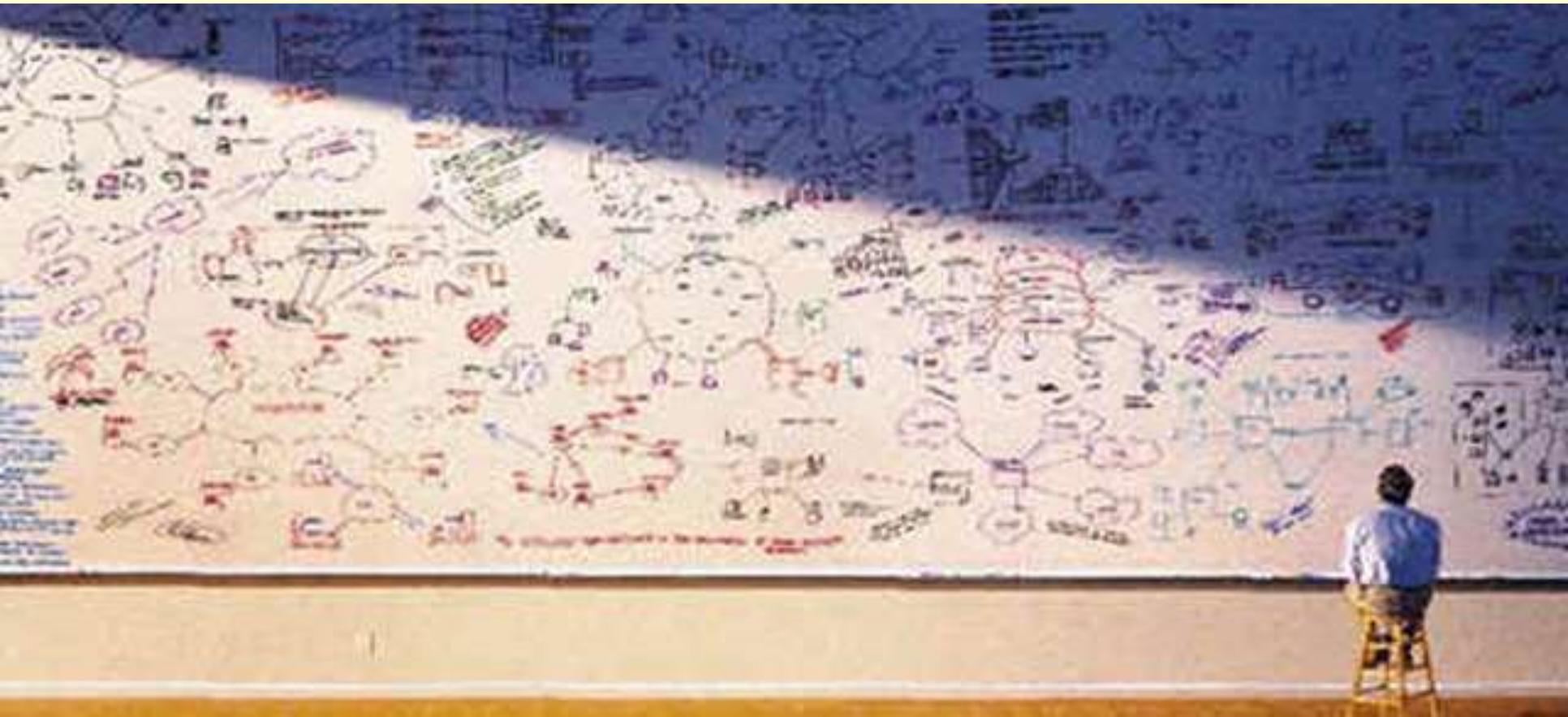


Edward H. Adelson

Et pour ce faire, il nous faudra tenter de réfréner cette impression de vivre dans un monde de **certitudes** et de **perceptions indiscutables**.

Il nous faudra **douter** et mettre de côté le sens commun = **faire de la science !**

= seule façon d'y voir un peu plus clair dans la **complexité** du monde...





Séance 1 :

**Le « connais-toi
toi-même » de
Socrate à l'heure
des sciences
cognitives**



Séance 2 :

**De la « poussière
d'étoile »
à la vie : ces
bizarreries qui
font qu'on est ici
aujourd'hui**

Plan de ce soir

« Nous sommes faits de poussières d'étoiles »

Qu'est-ce que la vie ?

Évolution et reproduction sexuée

Les multicellulaires et l'émergence des systèmes nerveux

Après la pause et quelques questions/échanges:

Hominisation et coévolution gène-culture

Repartons du problème de la conscience subjective.

Désir

Attentes

Imagination

Intentions

Souvenirs



"Rethinking Consciousness" with Michael Graziano (BS 162)

October 25, 2019



MICHAEL GRAZIANO (CLICK TO PLAY, RIGHT CLICK TO DOWNLOAD AUDIO).

How does the brain generate subjective experience? This is what philosophers of mind have called Qualia and neuroscientist Michael Graziano proposes a fascinating answer in his new book *Rethinking Consciousness: A Scientific Theory of Subjective Experience*. In BS 162 explains how his Attention Schema Theory compliments several current theories of Consciousness by answering this critical question.

His theory had two critical components: one is that whatever circuitry the brain uses to attribute consciousness to others, is also used to attribute consciousness to ourselves. Second, a critical feature of this circuitry is that it provides an incomplete picture of what the brain is actually doing. Since awareness of what the brain is actually doing provides no survival advantage, we have the sense that our Mind is non-physical.

This may seem strange, but it is consistent with how we

https://brainsciencepodcast.com/bsp/2019/162-graziano?utm_source=All+Newsletters&utm_campaign=24924afa5e-RSS_EMAIL_CAMPAIGN&utm_medium=email&utm_term=0_92424be05a-24924afa5e-80066673

Repartons du problème de la conscience subjective.

Désir

Attentes

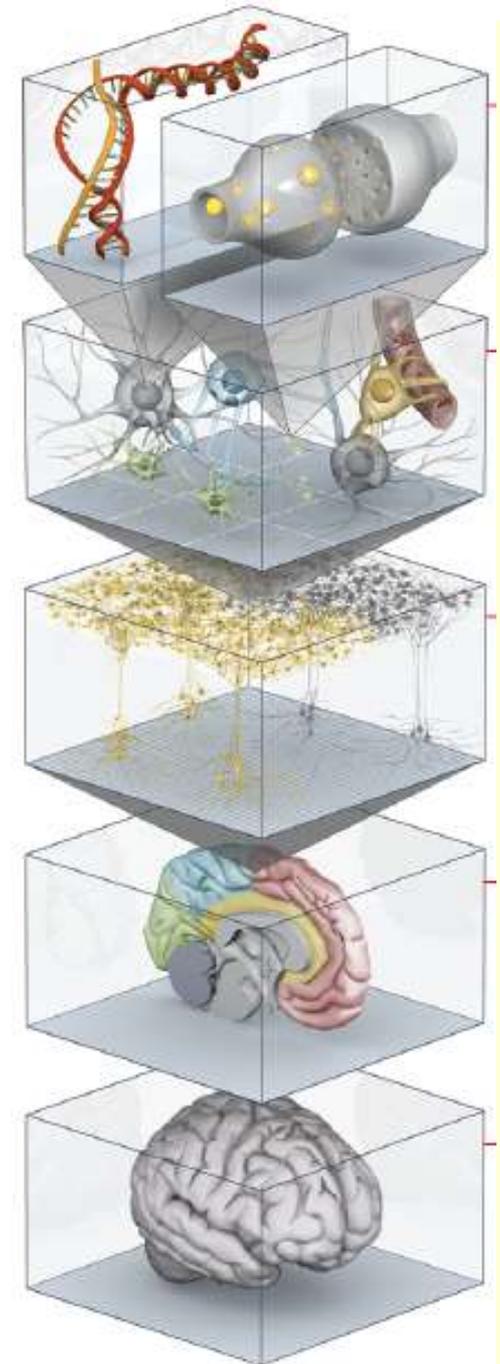
Imagination

Intentions

Souvenirs

C'est grâce à tous ces niveaux qu'elle émerge.

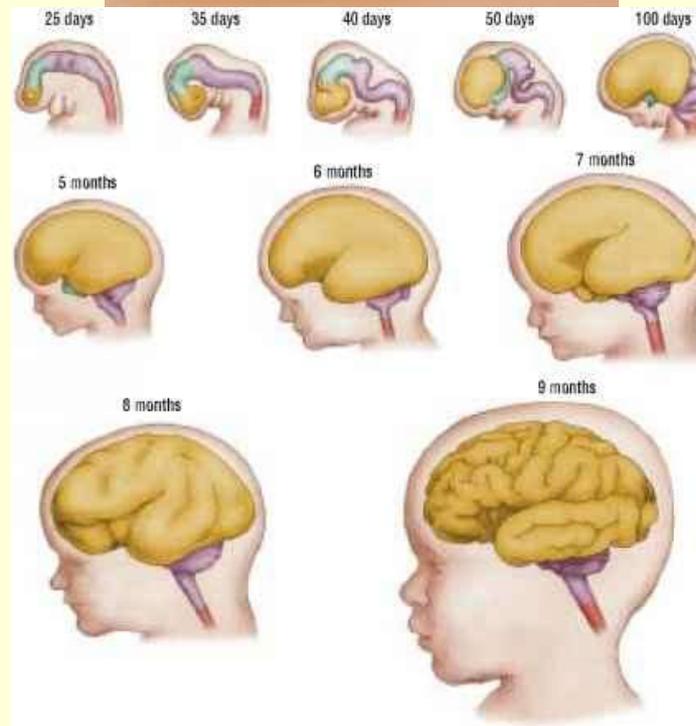
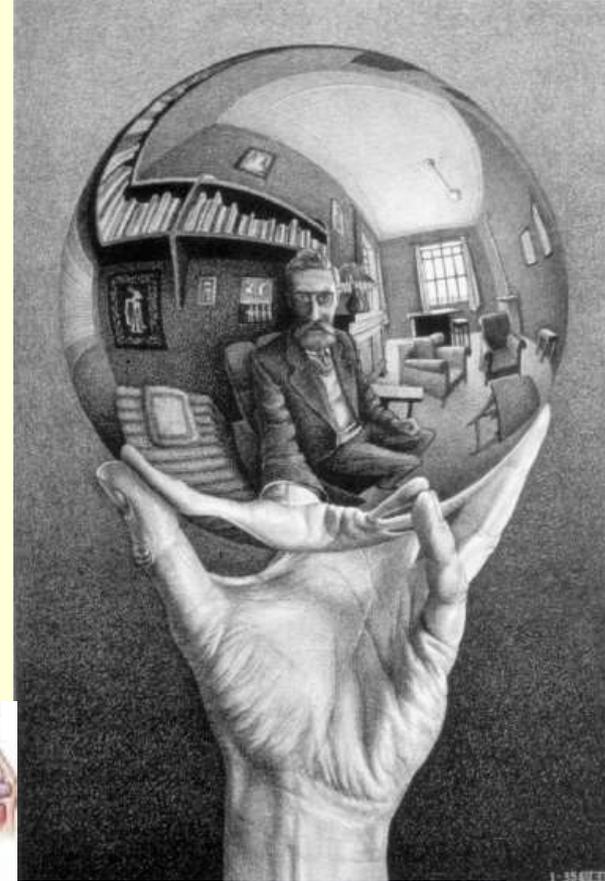
Mais elle commence quand ?

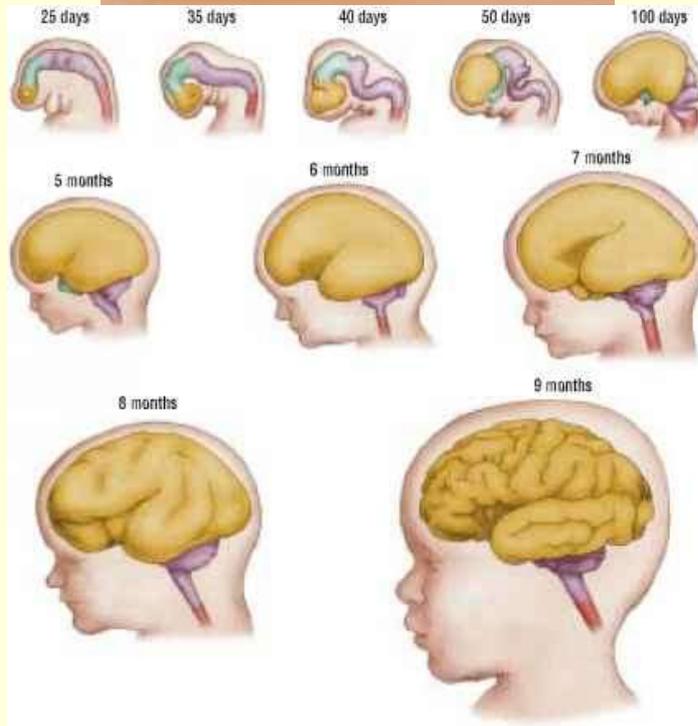
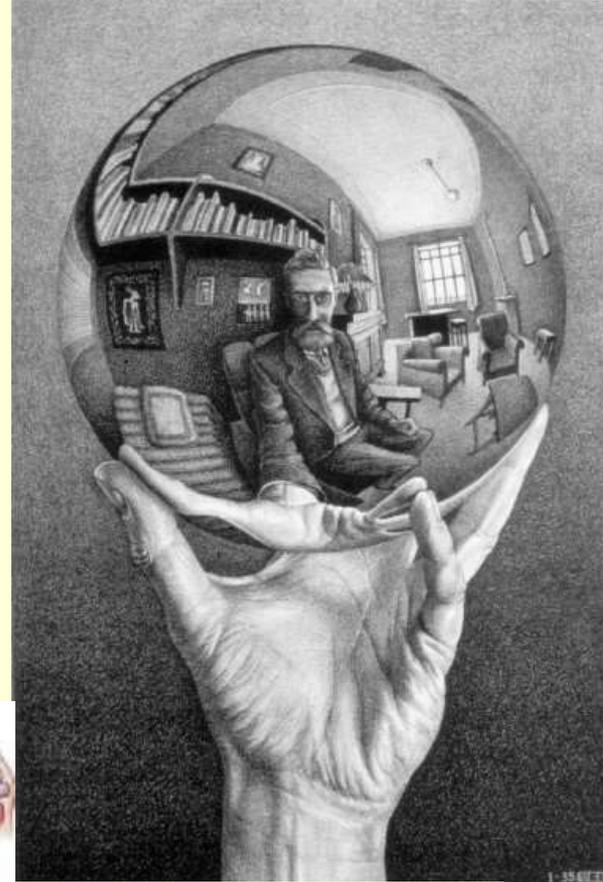


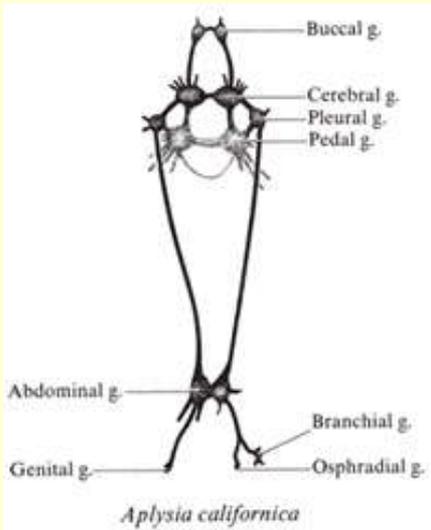
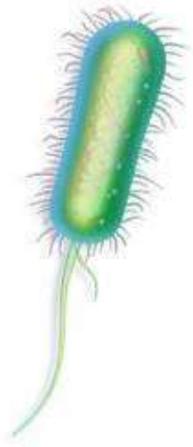
Difficile d'avoir accès
à sa subjectivité...

...mais pas
impossible par des
protocoles astucieux

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







Linguistic Bodies

The Continuity between Life and Language

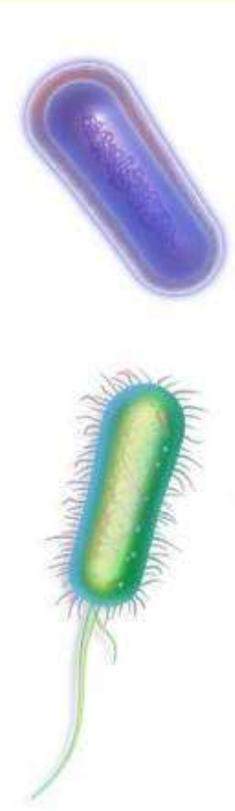
By Ezequiel A. Di Paolo, Elena Clare Cuffari and
Hanne De Jaegher

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

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

2018

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



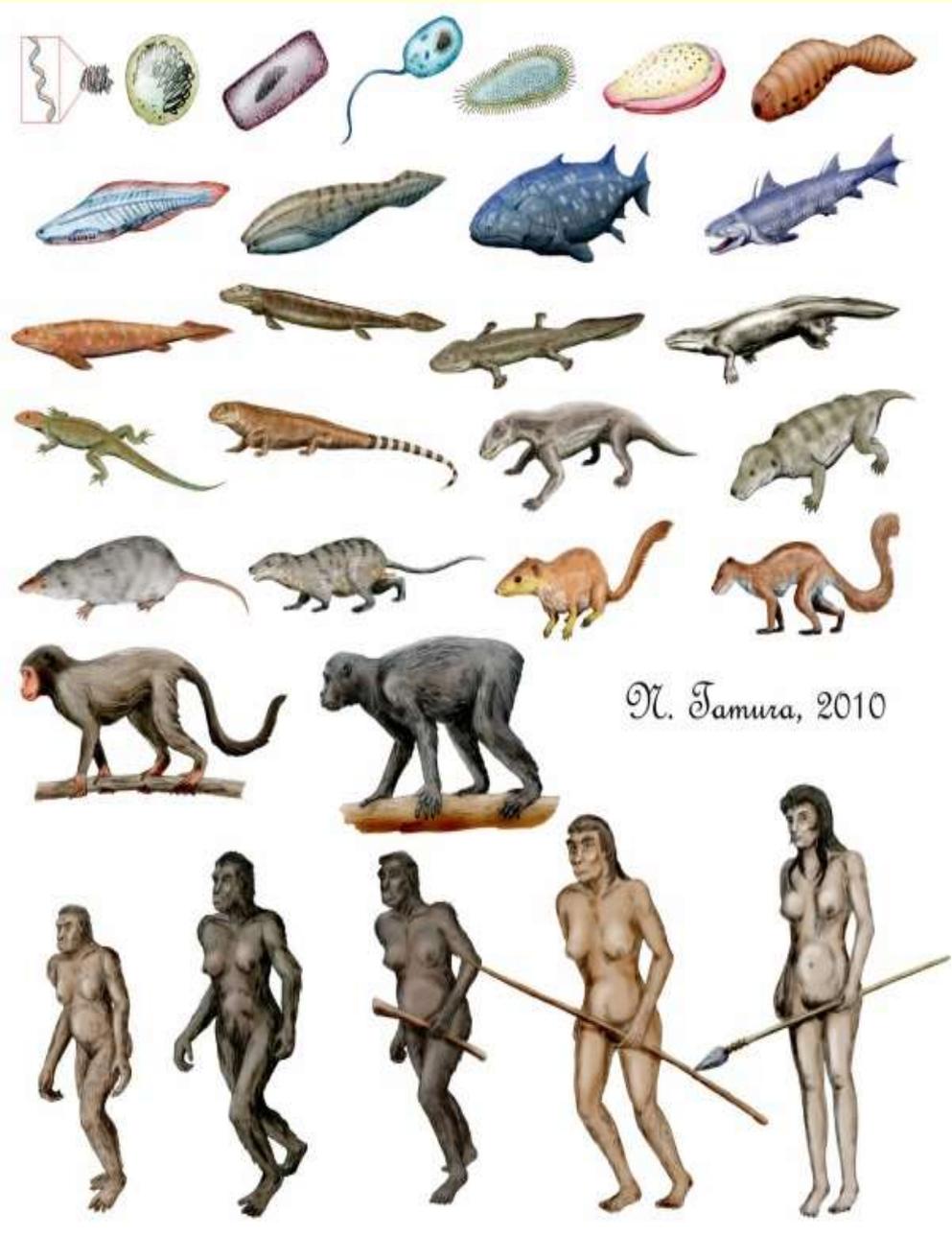


Live from the Flight Deck | golfcharlie232





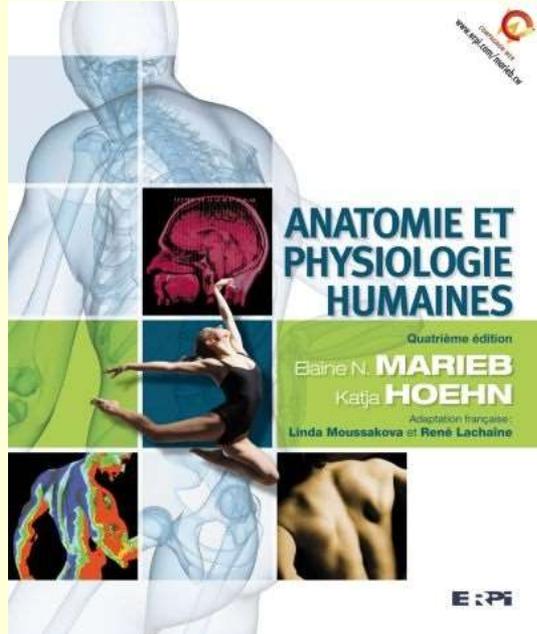




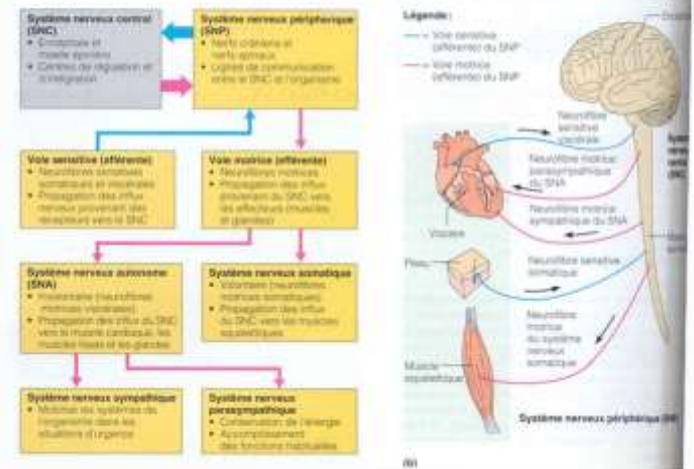
« Rien en biologie n'a de sens, si ce n'est à la lumière de l'évolution »

- Theodosius Dobzhansky
(1900-1975)





Organisation du système nerveux

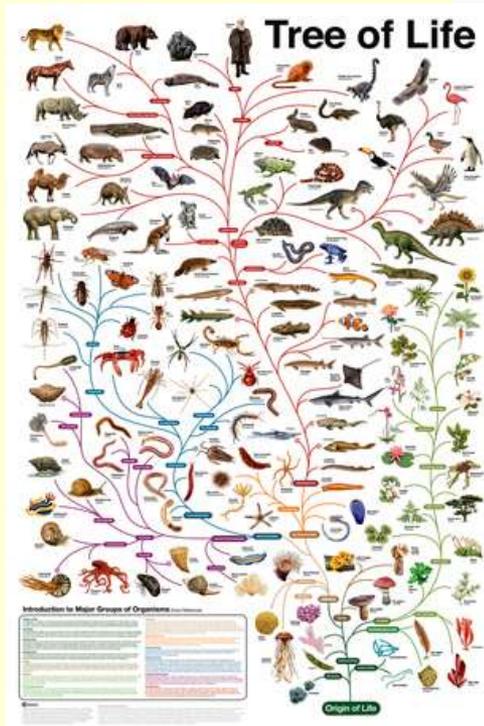


Marieb, 1999

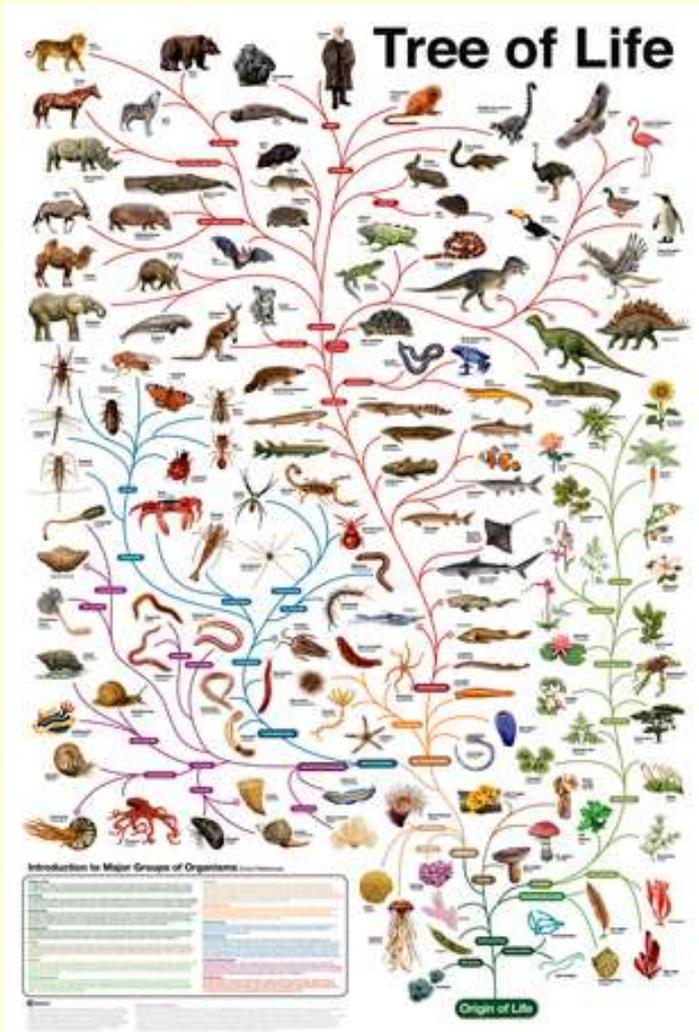
Parce qu'essayer de comprendre le cerveau humain actuel en présentant son **organisation** et ses **fonctions**

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

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



Pour une compréhension plus profonde du cerveau, il faut d'abord se pencher sur ce qu'est **la vie** elle-même...



Et pour être sûr de ne rien manquer...



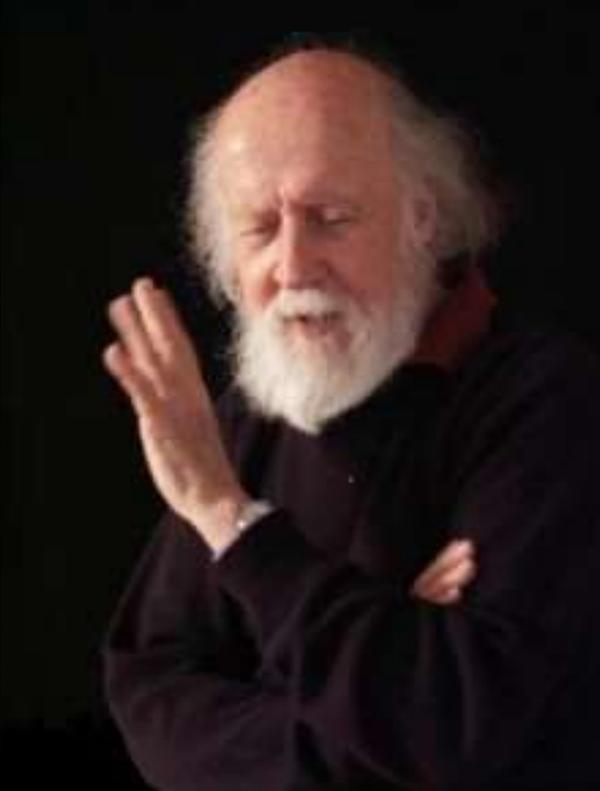


...on va reculer très loin dans le passé... ;-)





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



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

Plus de 13,8 milliards d'années d'organisation et de complexification depuis le Big Bang ont été nécessaires pour concrétiser ce simple fait. »



- Hubert Reeves



Croissance de complexité

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

Vous êtes nés il y a
13,8 milliards
d'années

Évolution cosmique, chimique et biologique

(Crédit : modifié de Robert Lamontagne)

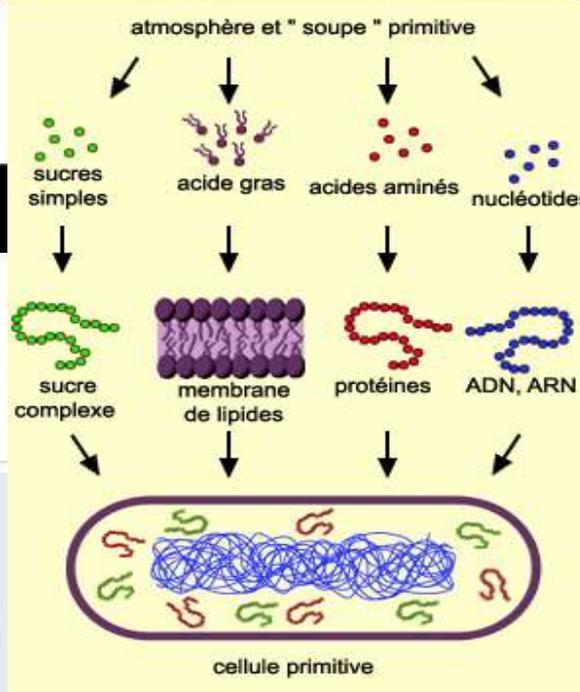
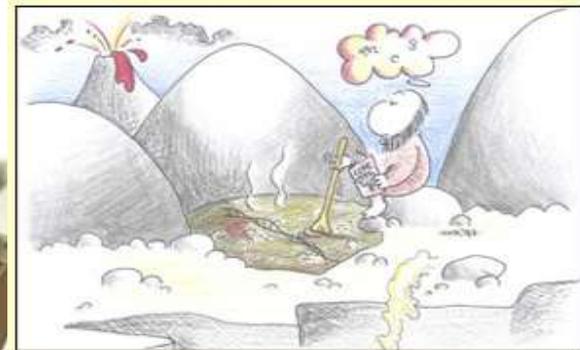
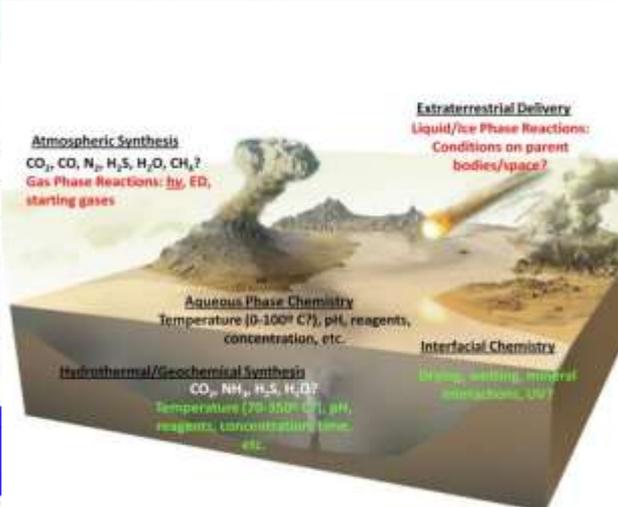


Croissance de complexité

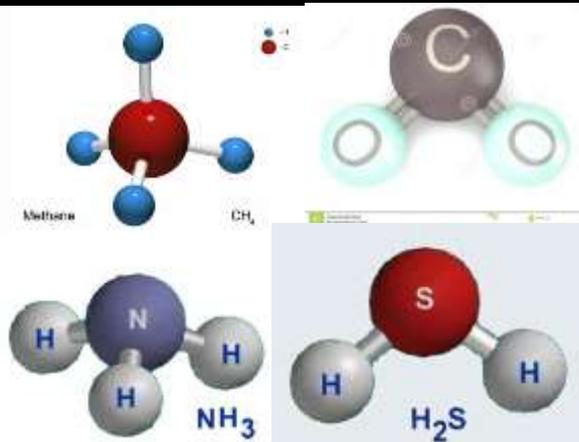
(ce qui ne veut pas dire que l'humain en soit la finalité !)



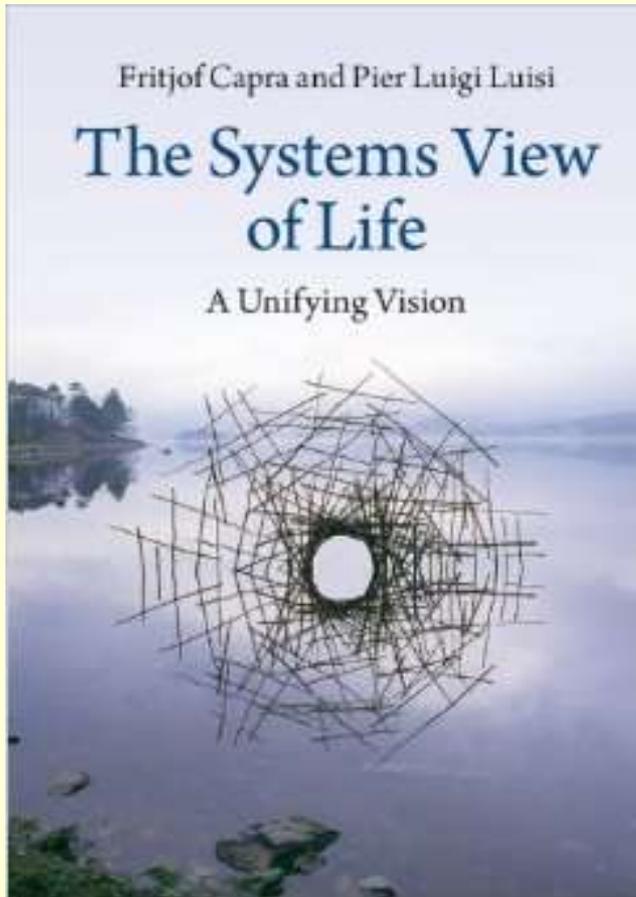
Tableau Périodique des Éléments



Évolution cosmique, chimique



(Crédit : modifié de Robert Lamont)

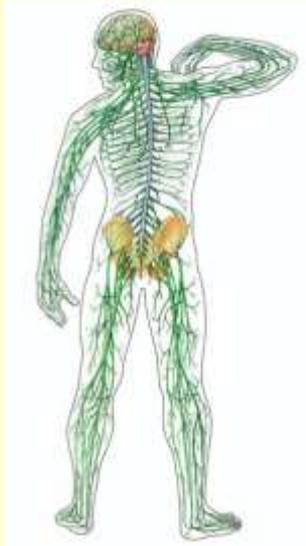


Durant l'histoire occidentale de la science et de la philosophie, il y a eu une tension entre 2 quêtes :

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



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



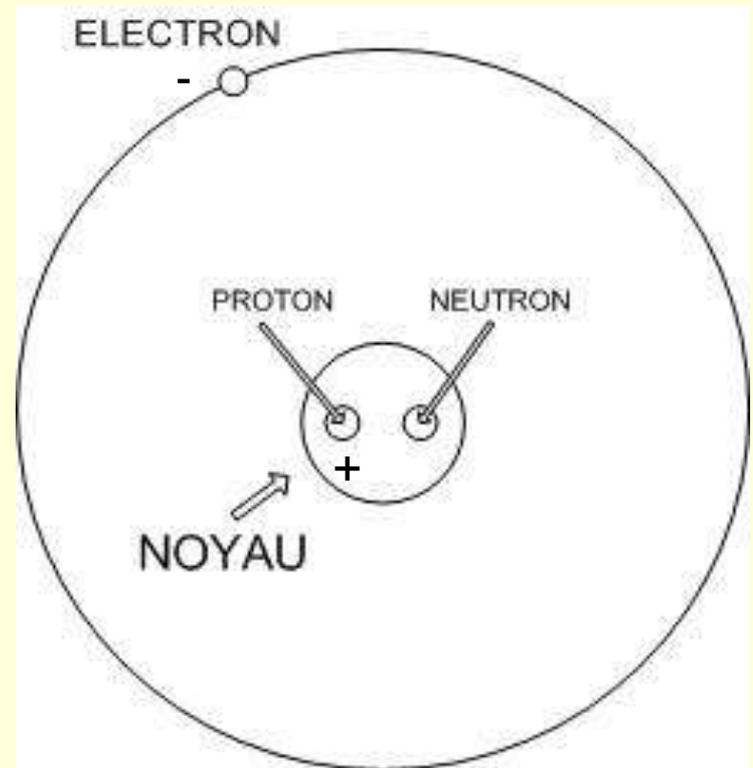
Tout est fait
d'atomes !



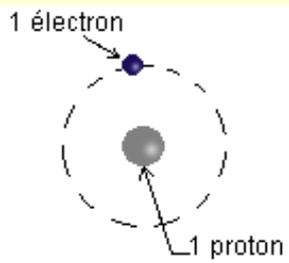
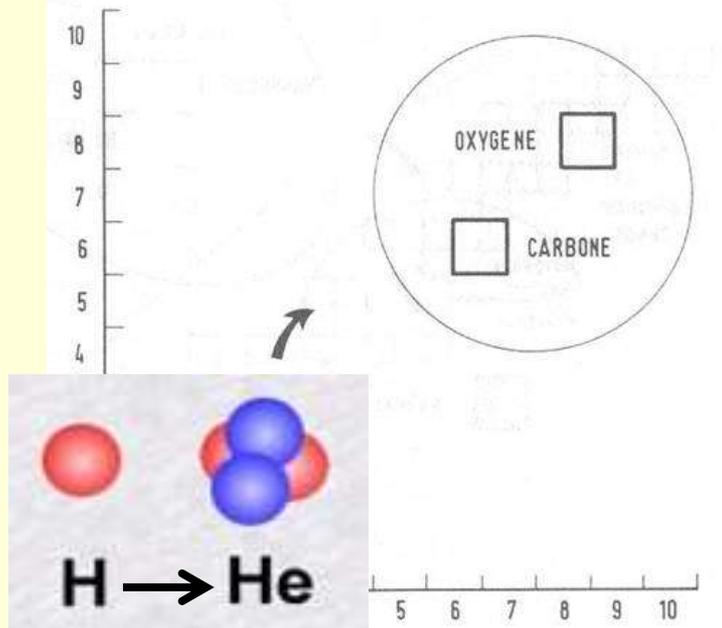
L'atome est constitué d'un noyau fait de protons et de neutrons concentrant plus de 99,9 % de sa masse

autour duquel se distribuent des électrons pour former un nuage 100 000 fois plus étendu que le noyau lui-même

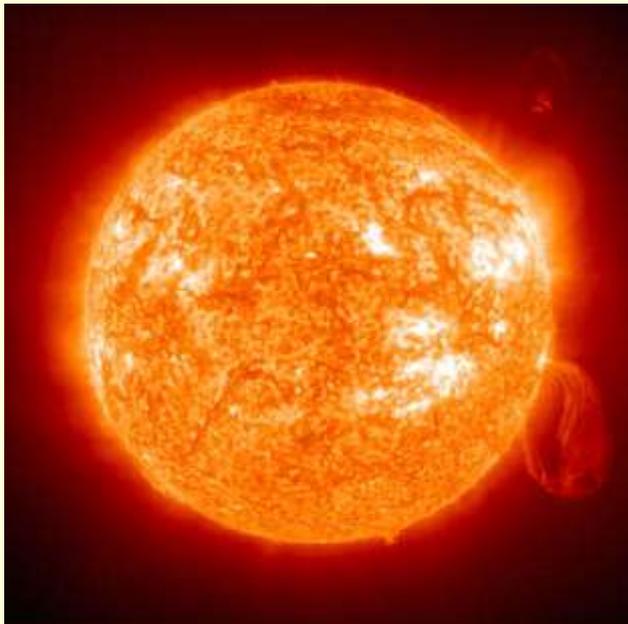
(donc schéma pas à l'échelle ici !).



Combustion de l'hélium

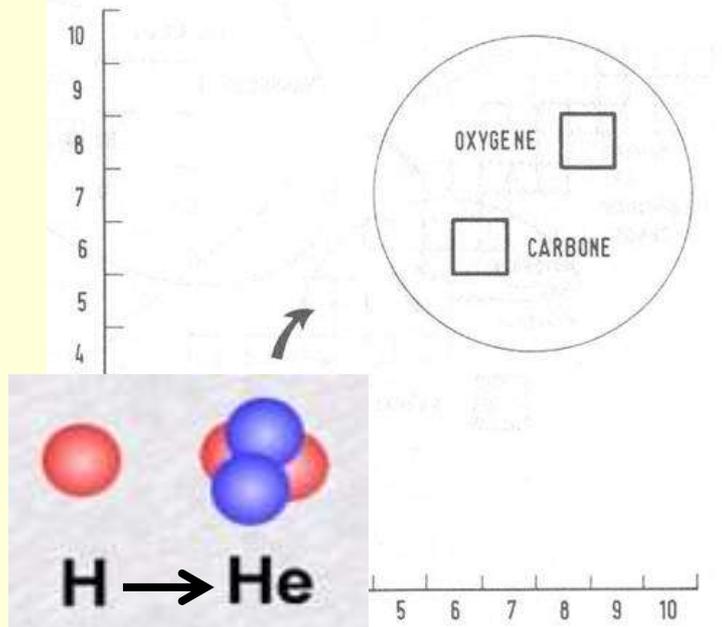


Hydrogène



Soleil

Combustion de l'hélium



Elles s'éclatent pour vous!

Sans les étoiles mortes, vous ne seriez pas là.

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

craq-astro.ca

CoolCosmos.net

Tableau Périodique des Éléments

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

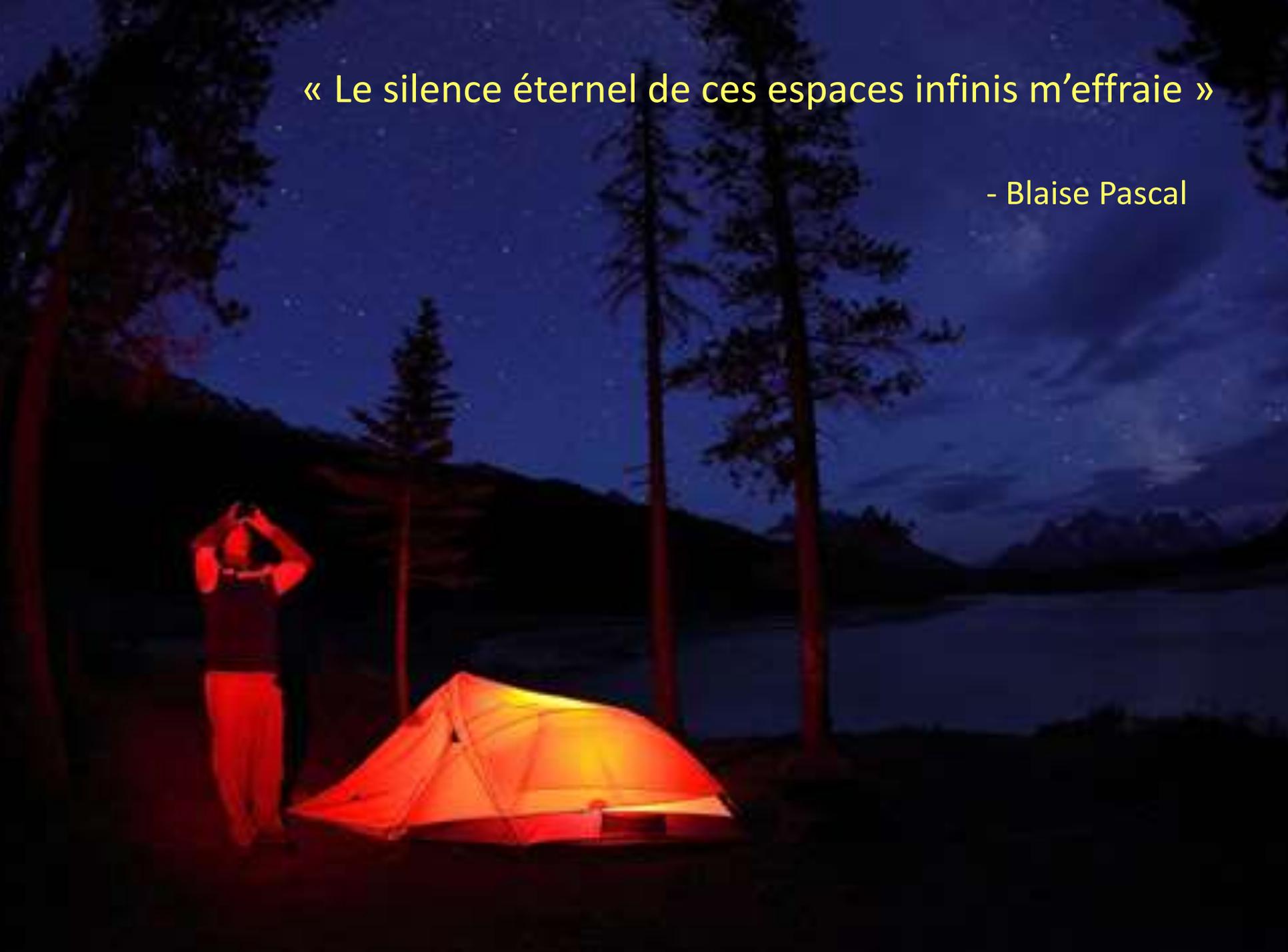
Design Copyright © 1997 Michael Dayah (michael@dayah.com) <http://www.dayah.com/periodic/>

57 La Lanthane 138.9055	58 Ce Cérium 140.116	59 Pr Praséodyme 140.90766	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.

« Le silence éternel de ces espaces infinis m'effraie »

- Blaise Pascal



Poussières d'étoiles

Hubert Reeves

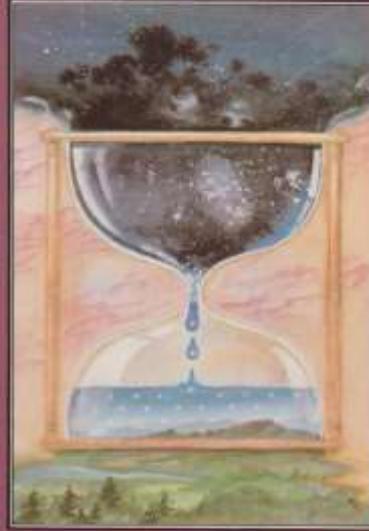
SEUIL

Une petite partie du cosmos
prend conscience de lui-même
(ou plutôt d'une partie de lui-même)...

Et se rend compte qu'il y a un lien
entre ce qui le constitue et
les étoiles qu'il observe !

Hubert Reeves
**PATIENCE
DANS L'AZUR**

L'ÉVOLUTION COSMIQUE



QUÉBEC SCIENCE
ÉDITEUR

(1981)

Poussières d'étoiles

Hubert Reeves

SEUIL



LA GRANDE HISTOIRE DE LA SCIENCE

LE NOUVEAU RÉCIT DU MONDE
DU BIG BANG À AUJOURD'HUI

ÉDITIONS
MULTIMONDES

<http://editionsmultimondes.com/livre/la-grande-histoire-de-la-science/>

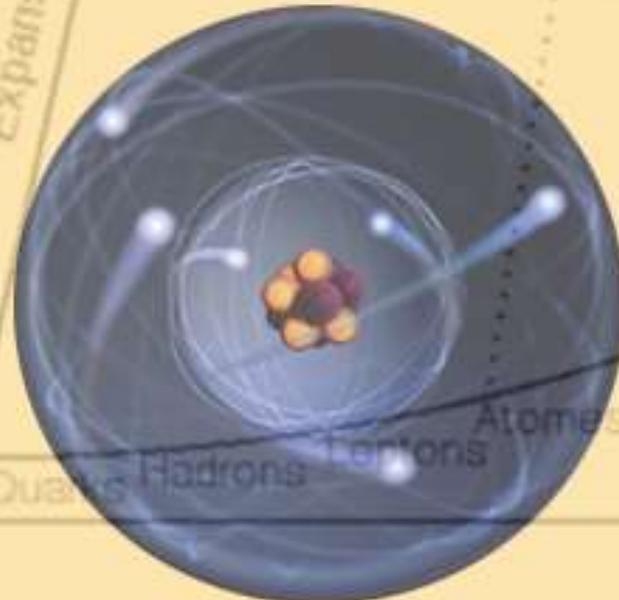


Extension spatiale

Expansion de l'Univers



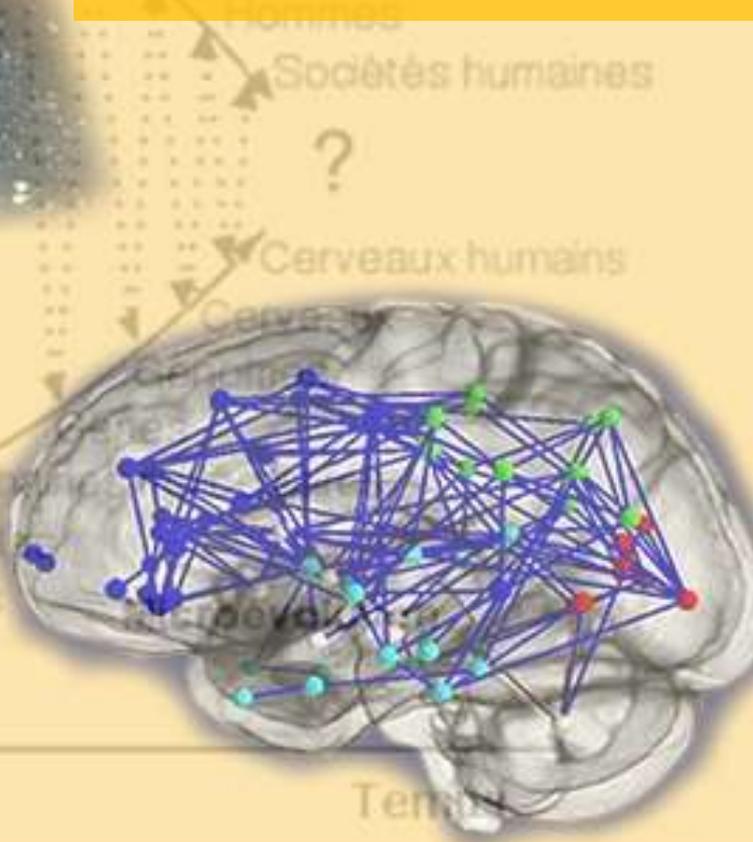
Evolution cosmique primordiale



Quarks Hadrons Baryons

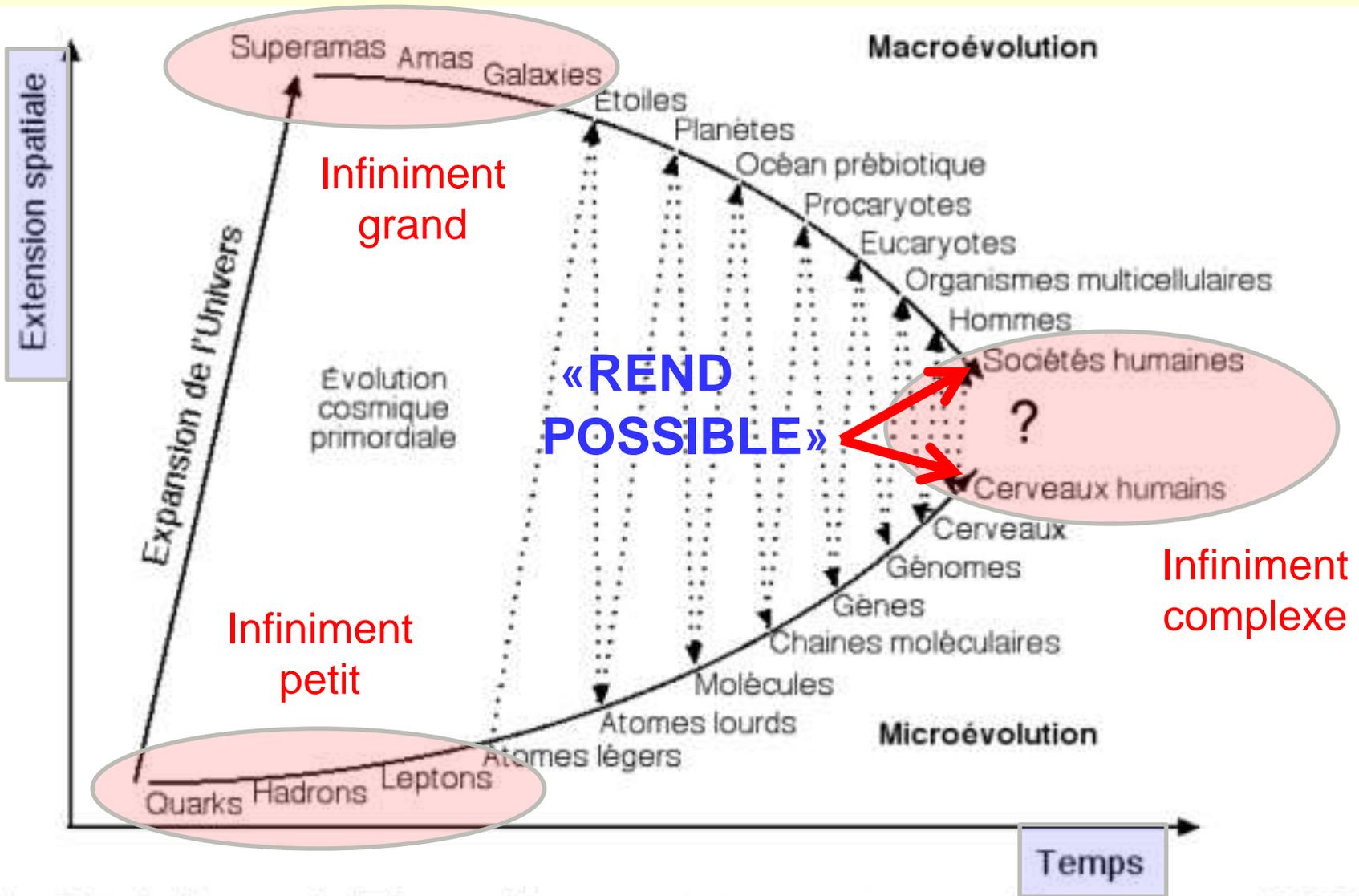
Atomes légers
Atomes lourds
Molécules

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

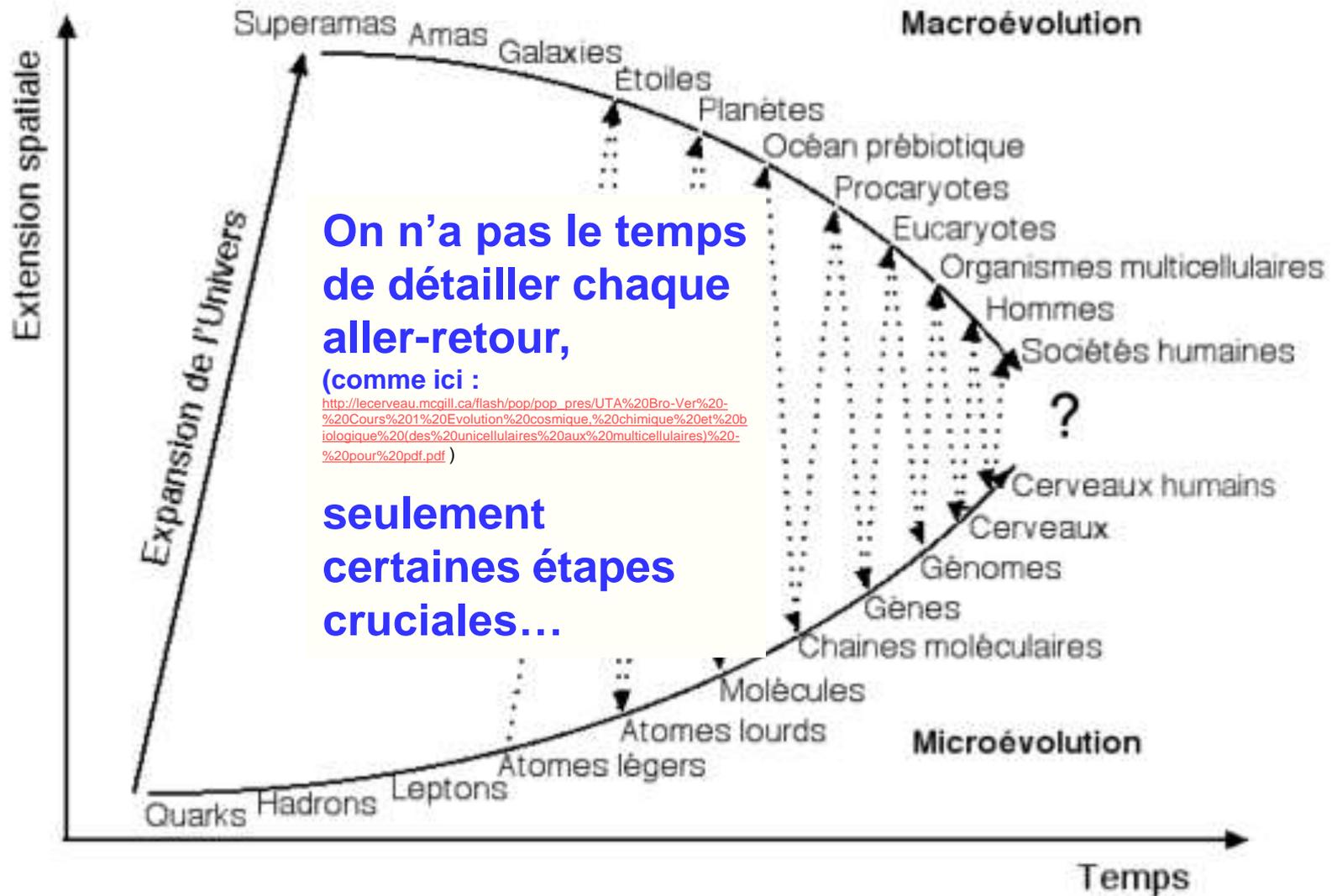


Hommes
Sociétés humaines
?
Cerveaux humains
Cerveau

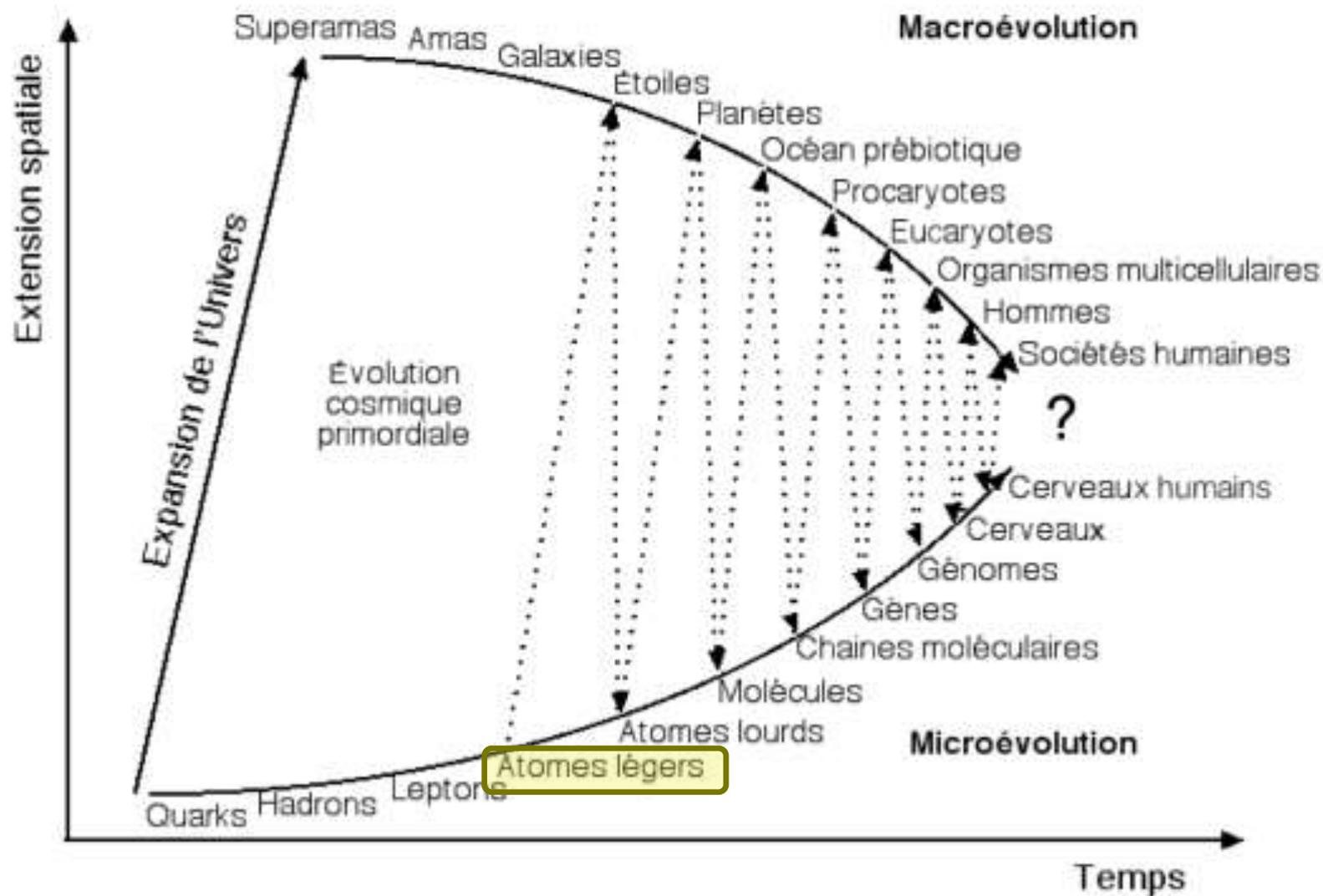
Temps



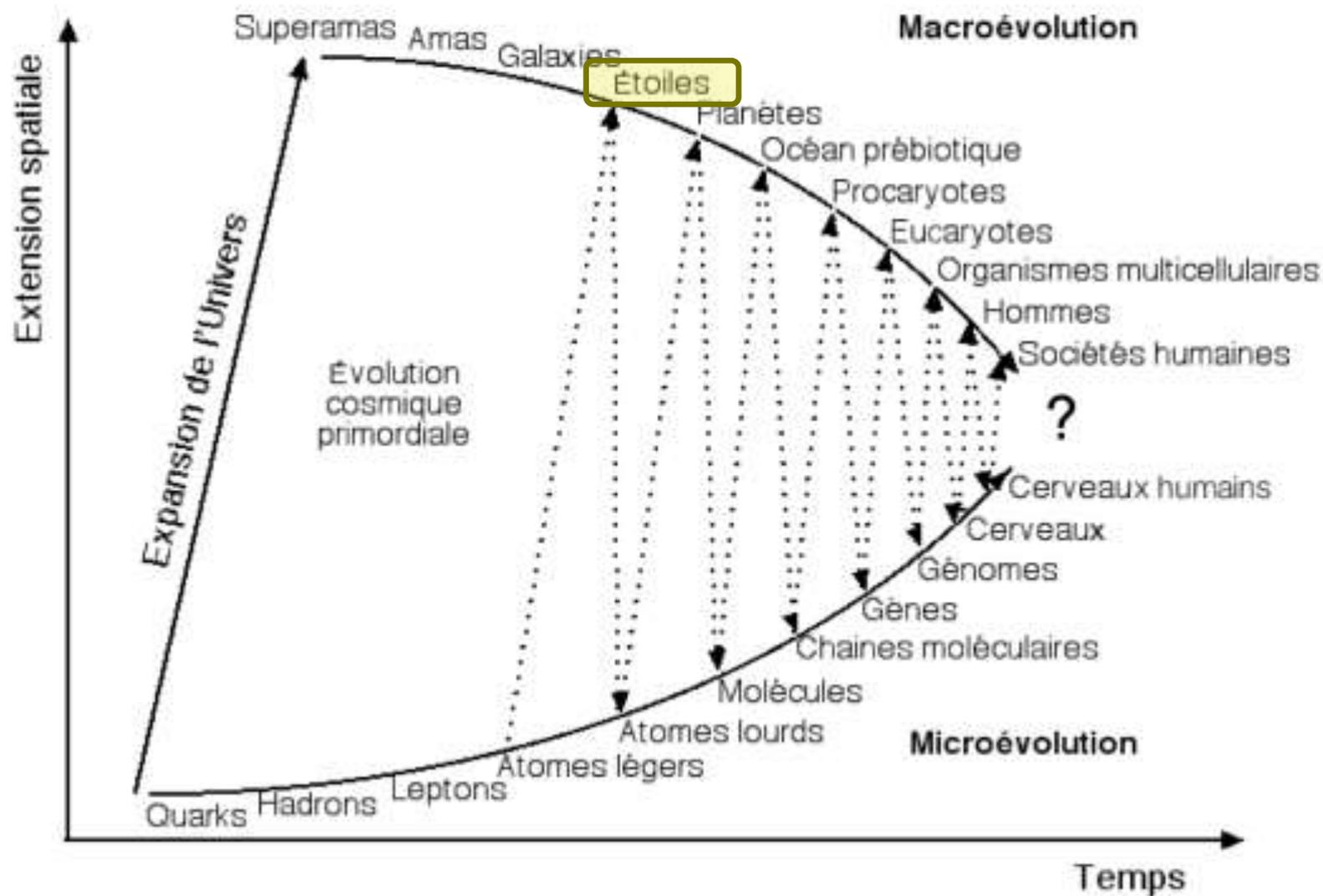
D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.



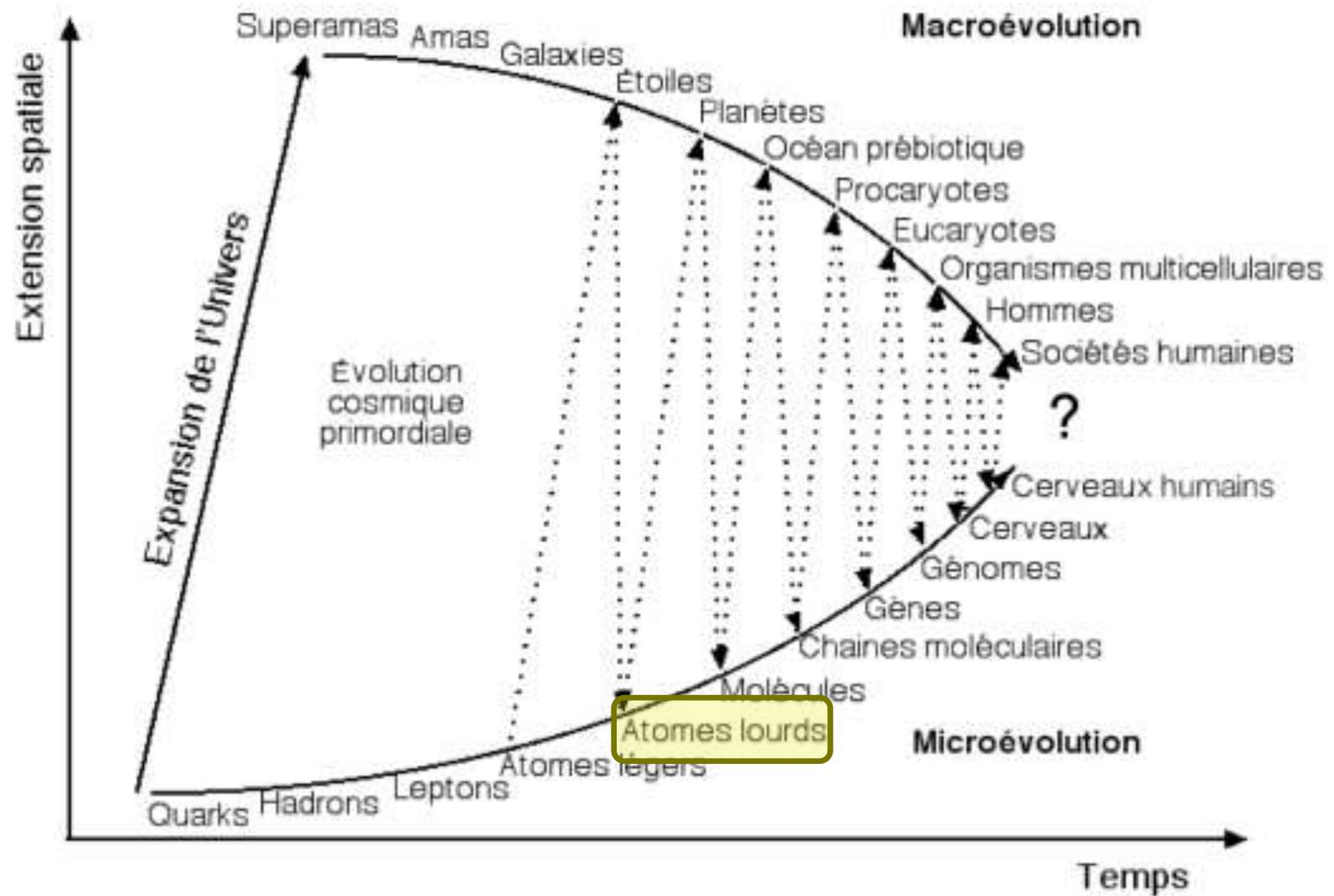
D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.



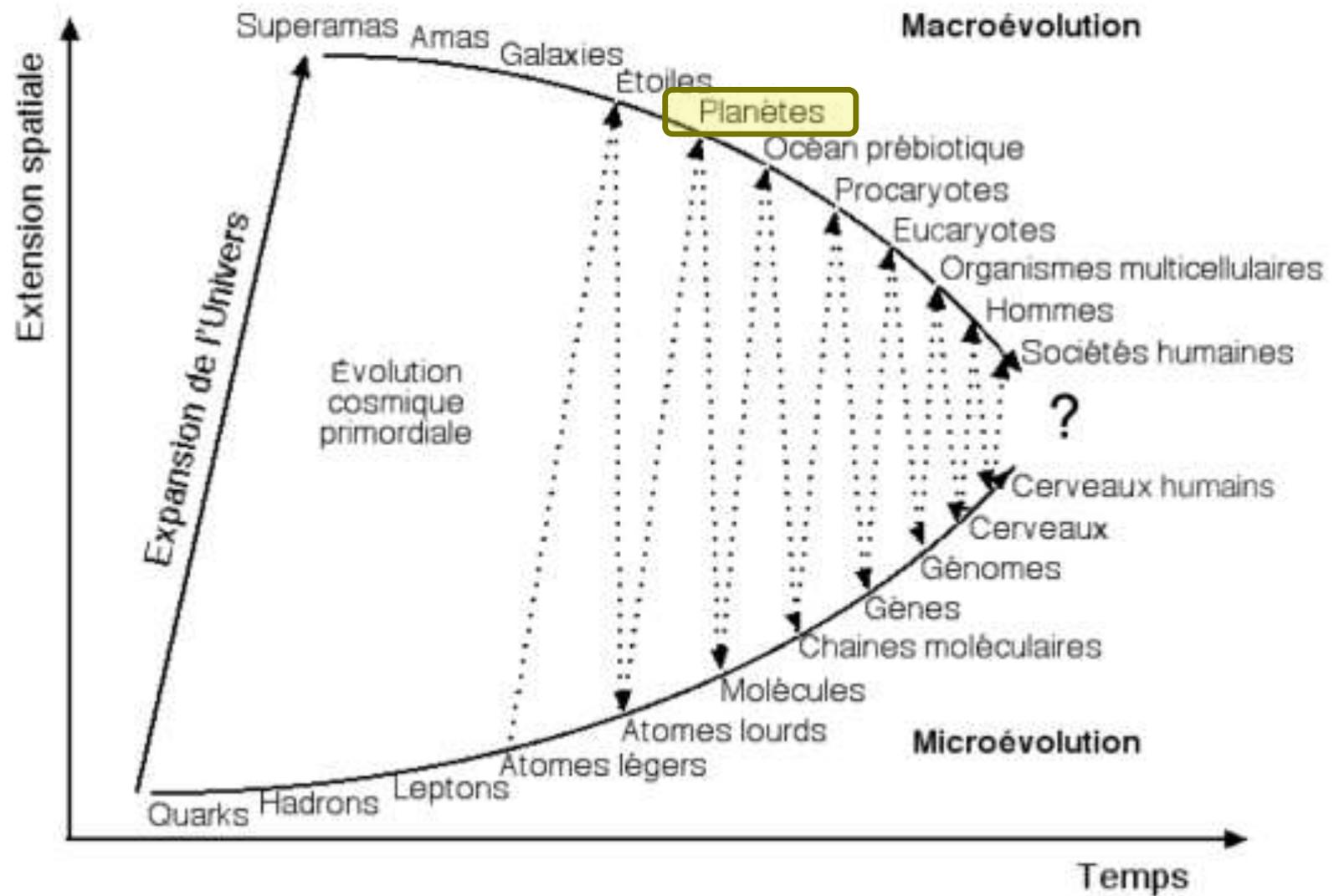
D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.



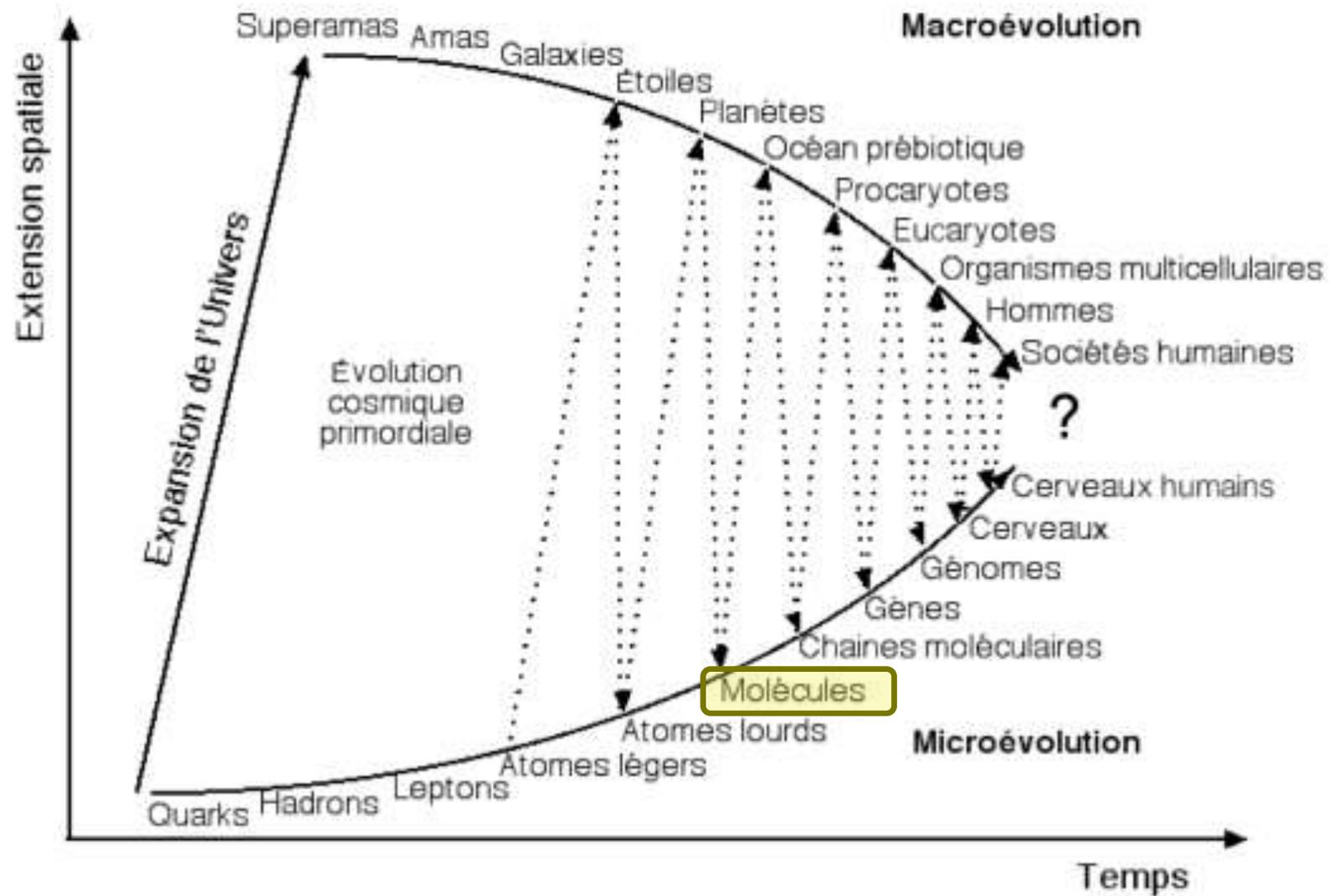
D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.



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

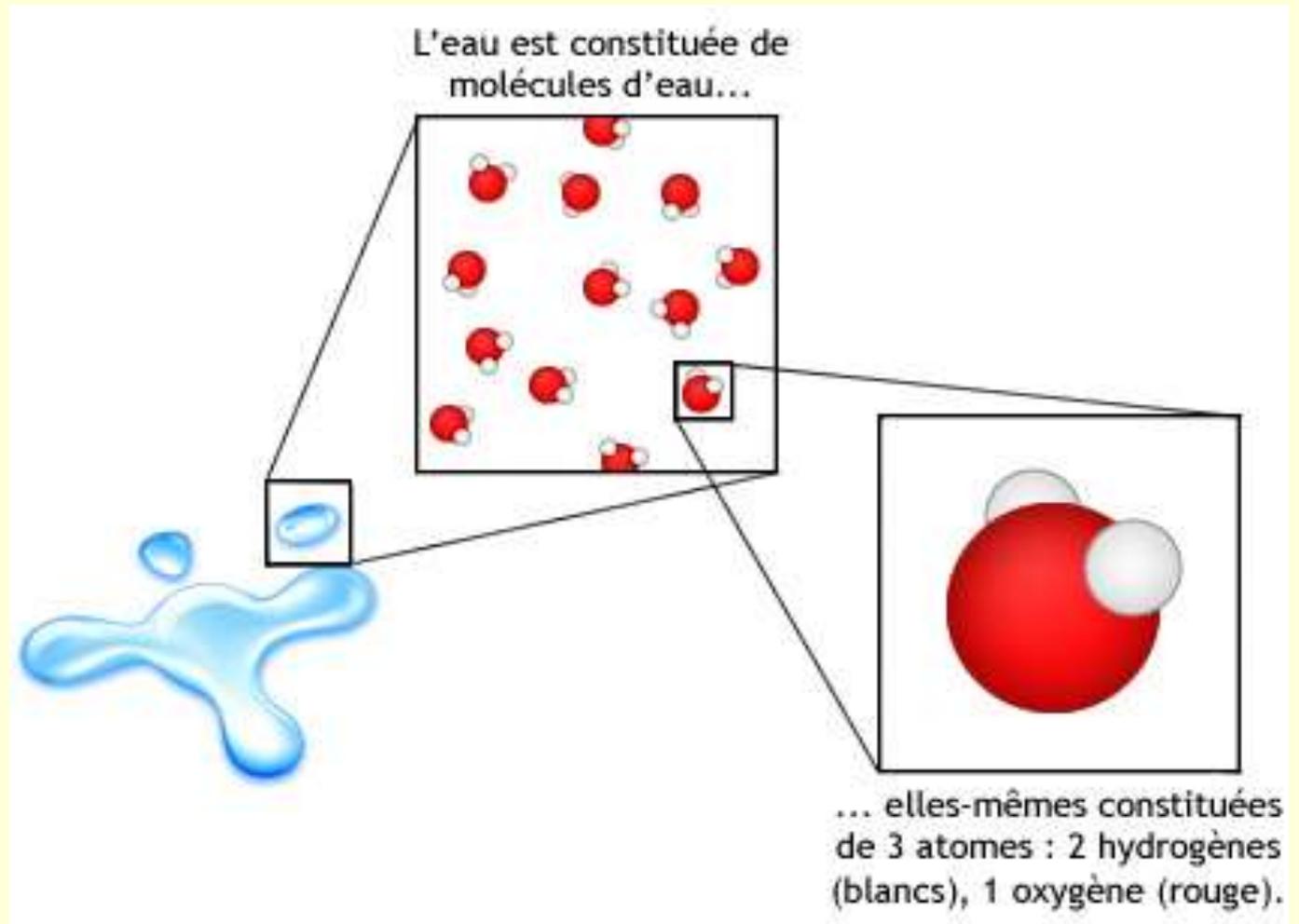


D'après Erich Jantsch, *The self-organizing universe*, Pergamon, 1980.



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

Molécule :

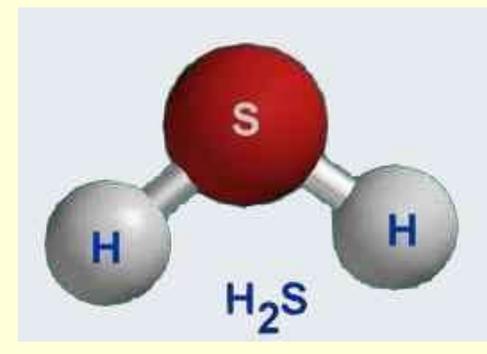
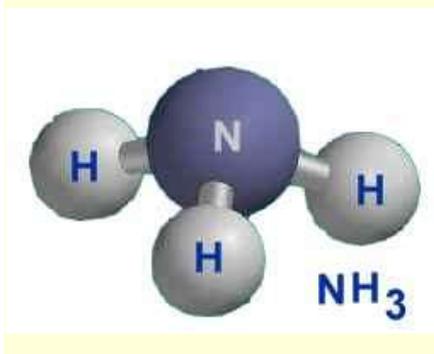
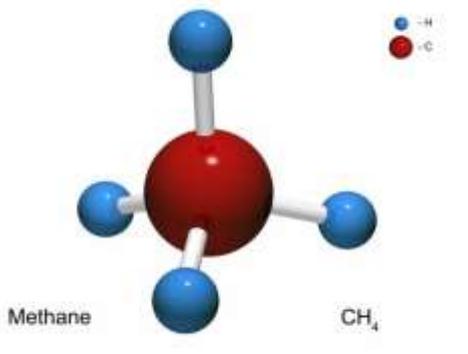
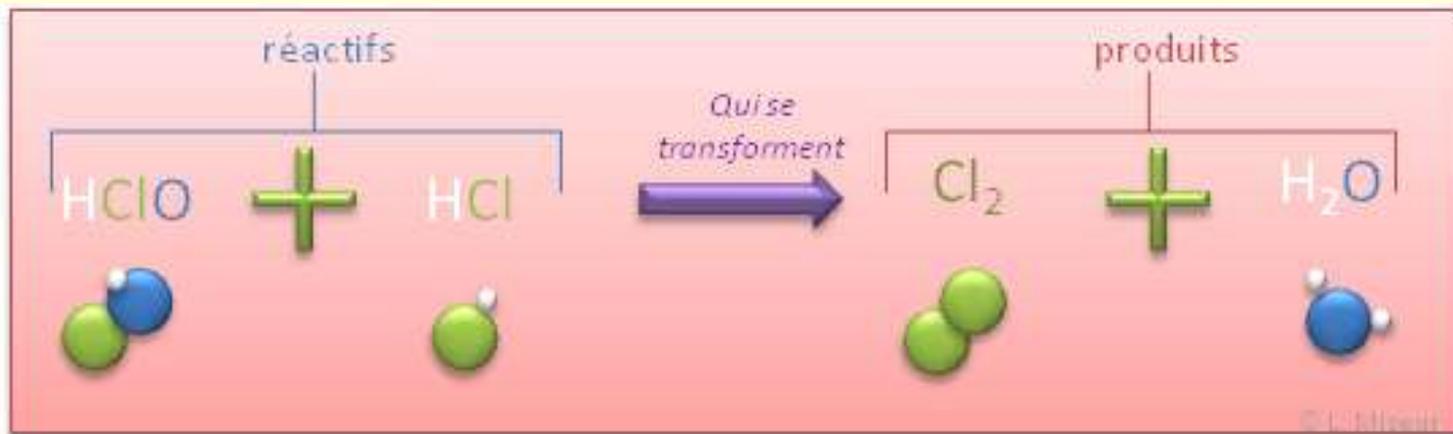


Molécule :

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

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

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



On est toujours dans l'étude de la **matière** :
de quoi sommes-nous faits ?



Et l'on va passer de...

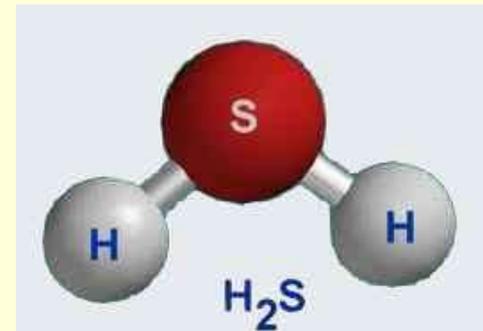
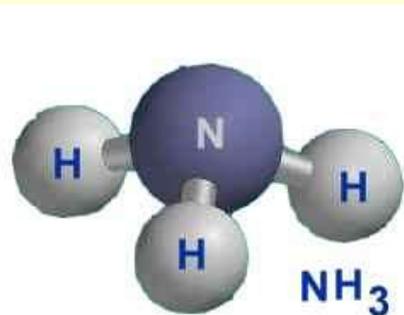
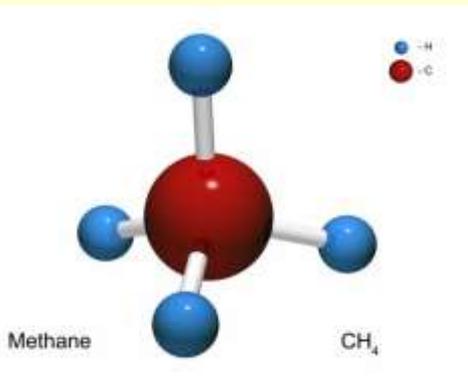
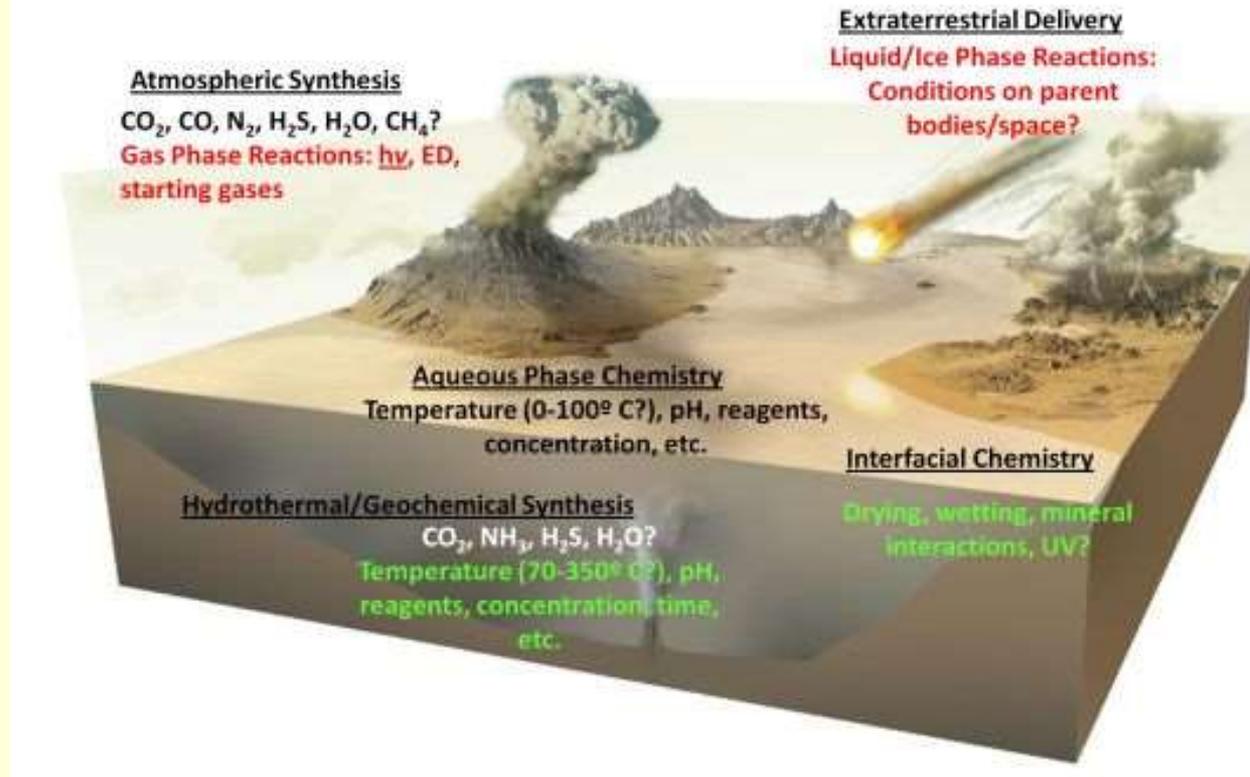
Évolution cosmique, chimique



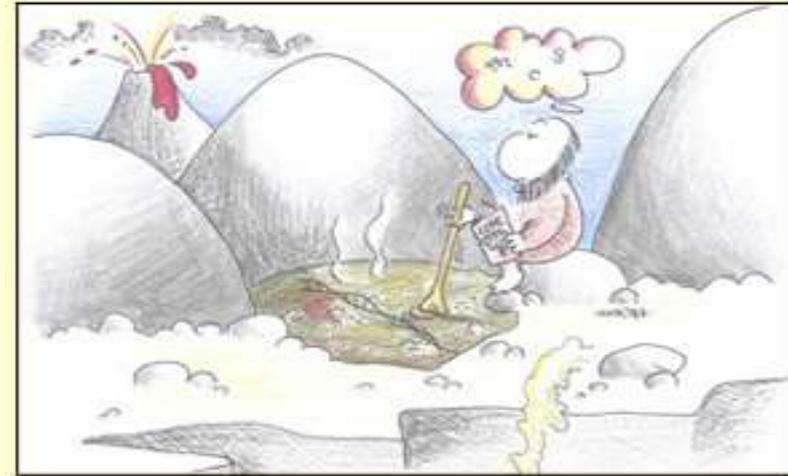
(Crédit : modifié de Robert Lamontagne)

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** ».

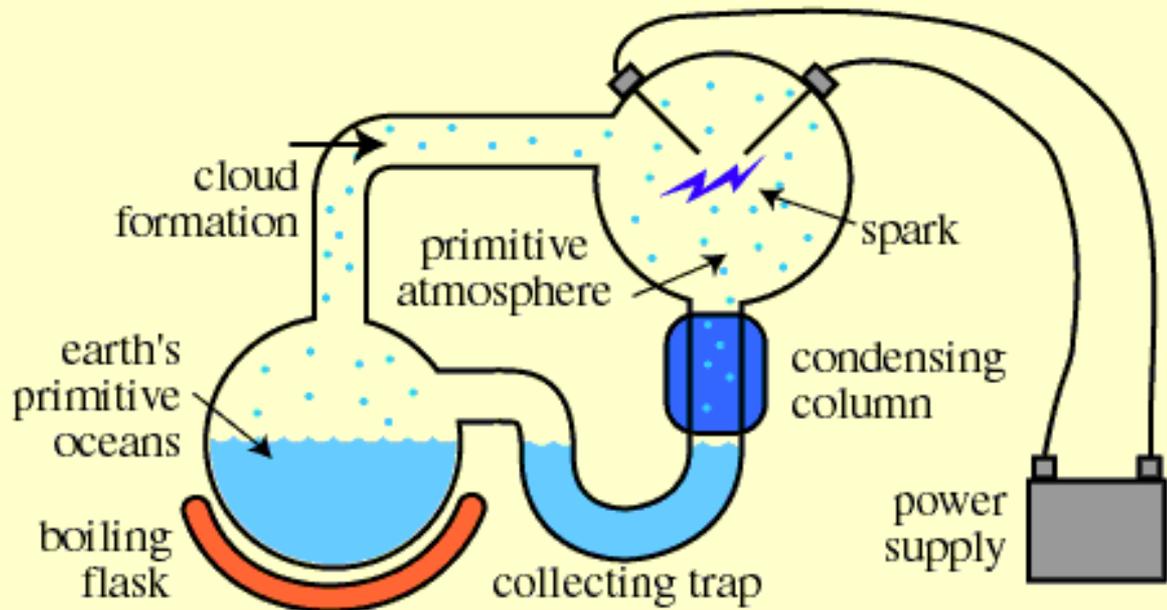


atmosphère et "soupe" primitive

1953, Miller et Urey :

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

(**acides aminés**, etc.)

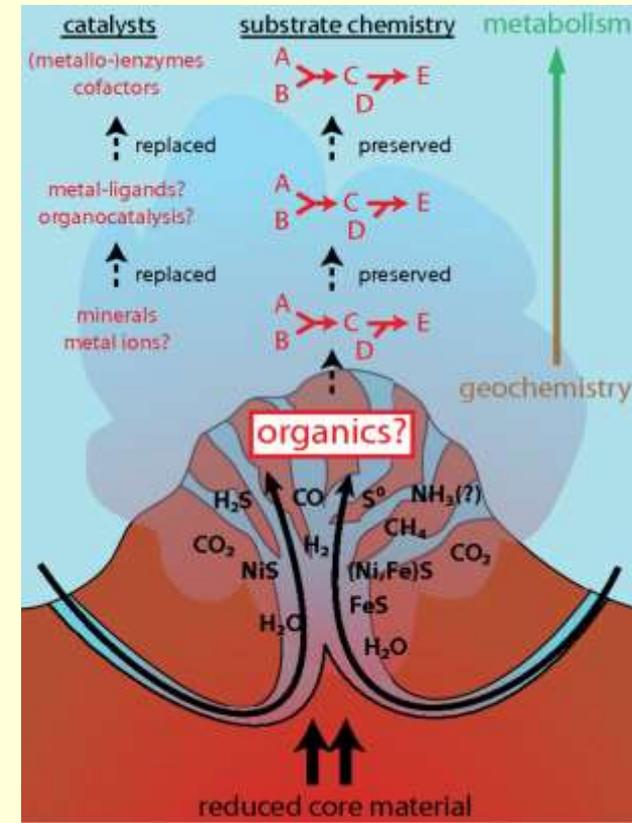


'Lost City' seabed rocks hold clues to Earth's first amino acids

<https://www.chemistryworld.com/news/evidence-emerges-from-the-deep-of-earths-first-amino-acids-/3009746.article>

14 November 2018

Bénédicte Ménez at Paris Diderot University, France and her colleagues have identified the **amino acid tryptophan** – and other organic molecules – preserved in rock samples taken from almost 175m below the mid-Atlantic ocean floor at the Lost City hydrothermal field.



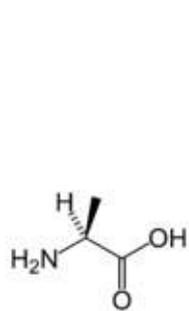
Abiotic synthesis of amino acids in the recesses of the oceanic lithosphere

<https://www.nature.com/articles/s41586-018-0684-z>

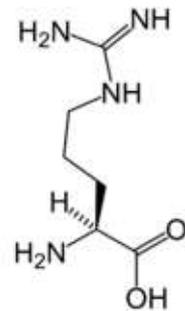
Bénédicte Ménez, et al. *Nature*, volume 564,

pages 59–63 (2018)

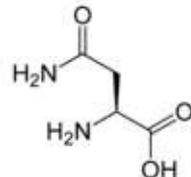
D'une façon ou d'une autre apparaissent bientôt sur la Terre plusieurs **molécules plus complexe** telles que les **acides aminés**.



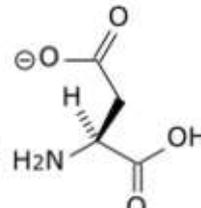
L-Alanine



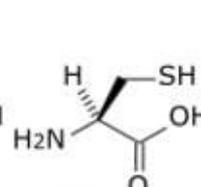
L-Arginine



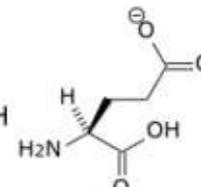
L-Asparagine



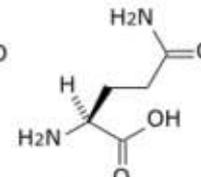
L-Aspartate



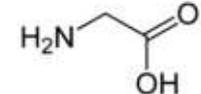
L-Cystéine



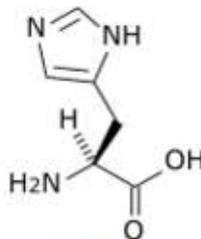
L-Glutamate



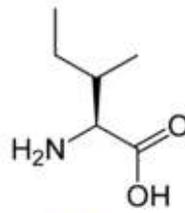
L-Glutamine



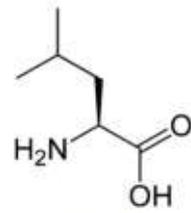
Glycine



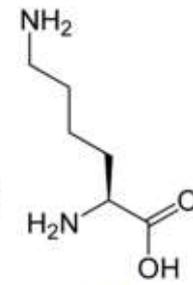
L-Histidine



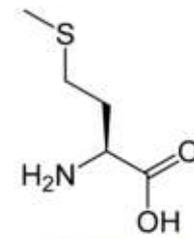
L-Isoleucine



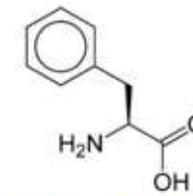
L-Leucine



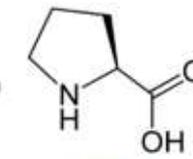
L-Lysine



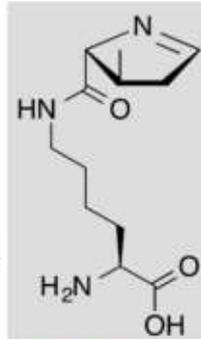
L-Méthionine



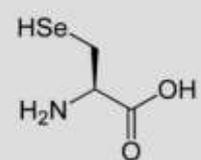
L-Phénylalanine



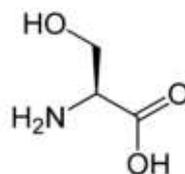
L-Proline



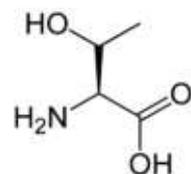
L-Pyrrolysine



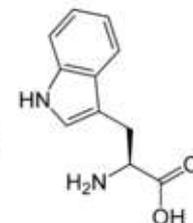
L-Sélocystéine



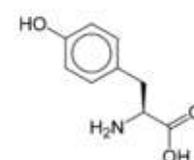
L-Sérine



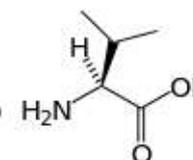
L-Thréonine



L-Tryptophane



L-Tyrosine



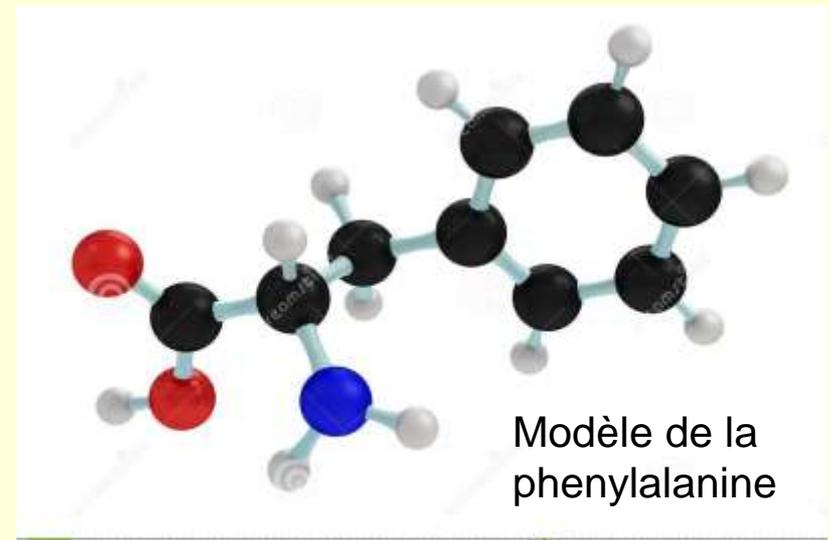
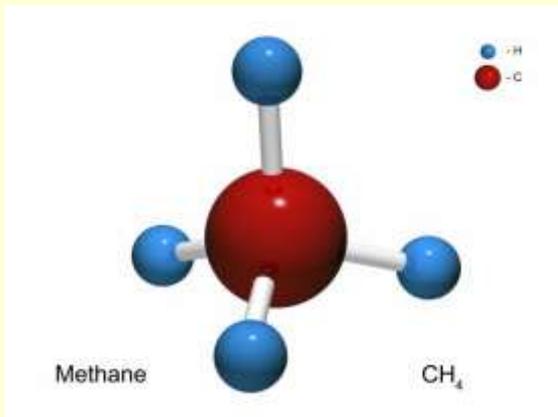
L-Valine

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

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

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

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



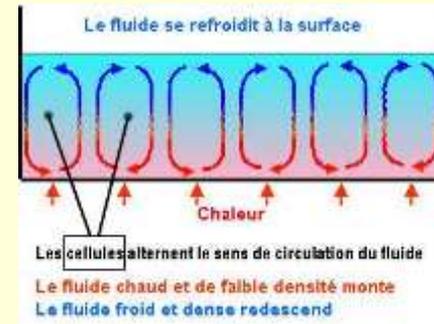
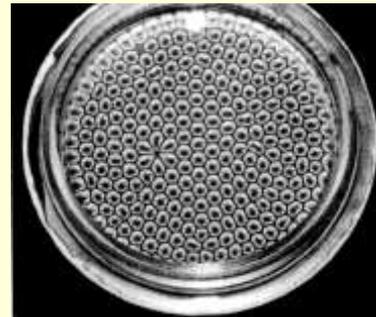
La notion d'**auto-organisation** permet de comprendre comment **de l'ordre peut apparaître spontanément au sein du désordre [...]**

et amener **l'émergence spontanée d'une structure**

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

Exemples :

- l'apparition de **motifs périodiques** dans un liquide chauffé par le dessous (cellules de convection)



- la formation des **dunes** (par l'interaction du sable et du vent)



- un nuage de gaz et de poussière qui va former, grâce à la gravité, une **étoile**



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

Séance 1 :

**Le « connais-toi
toi-même » de
Socrate à l'heure
des sciences
cognitives**



Séance 2 :

**De la « poussière
d'étoile »
à la vie : ces
bizarreries qui
font qu'on est ici
aujourd'hui**

Plan de ce soir

« Nous sommes faits de poussières d'étoiles »

Qu'est-ce que la vie ?

Évolution et reproduction sexuée

Les multicellulaires et l'émergence des systèmes nerveux

Après la pause et quelques questions/échanges:

Hominisation et coévolution gène-culture

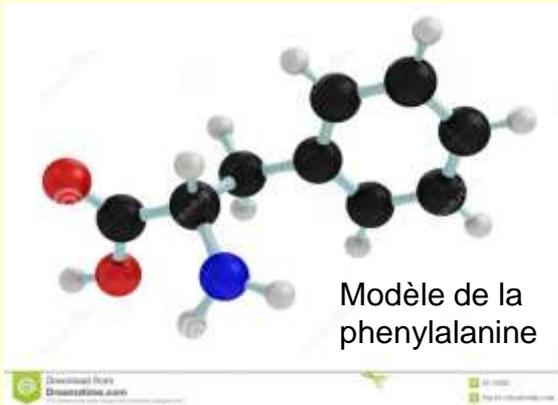
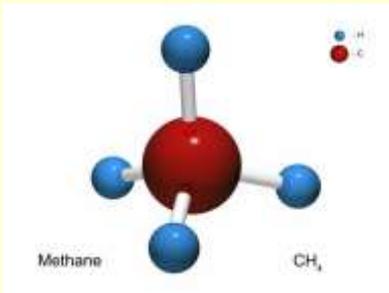
Les définitions de la vie sont souvent des listes de critères comprenant des éléments comme :

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

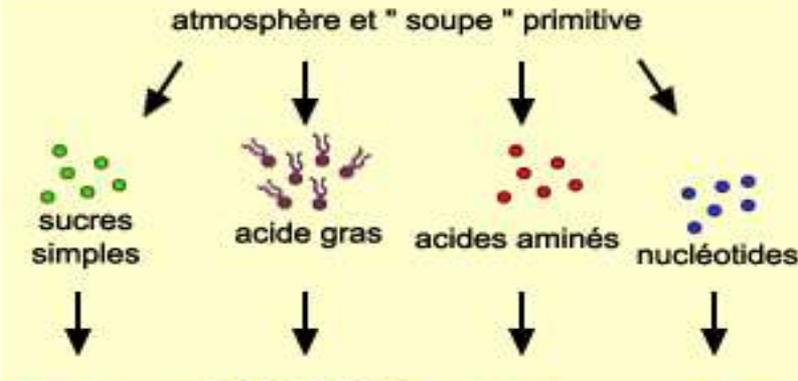
Le biologiste Radu Popa a listé plus de 300 définitions de la vie... dont aucune ne fait l'unanimité !



atmosphère et " soupe " primitive



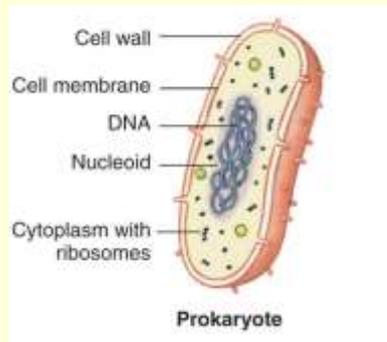
Non



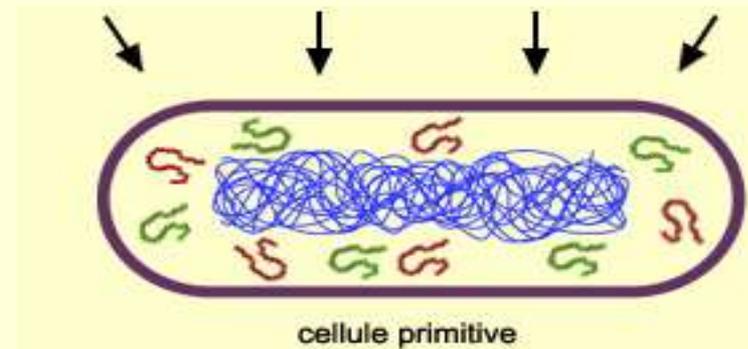
Qu'est-ce qui se passe entre les deux ?

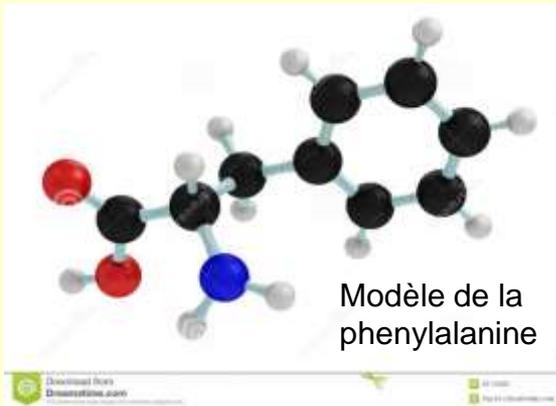
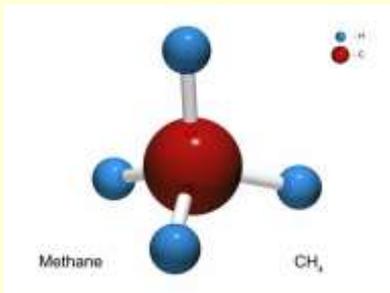
?

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



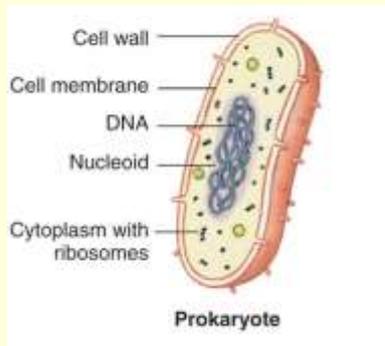
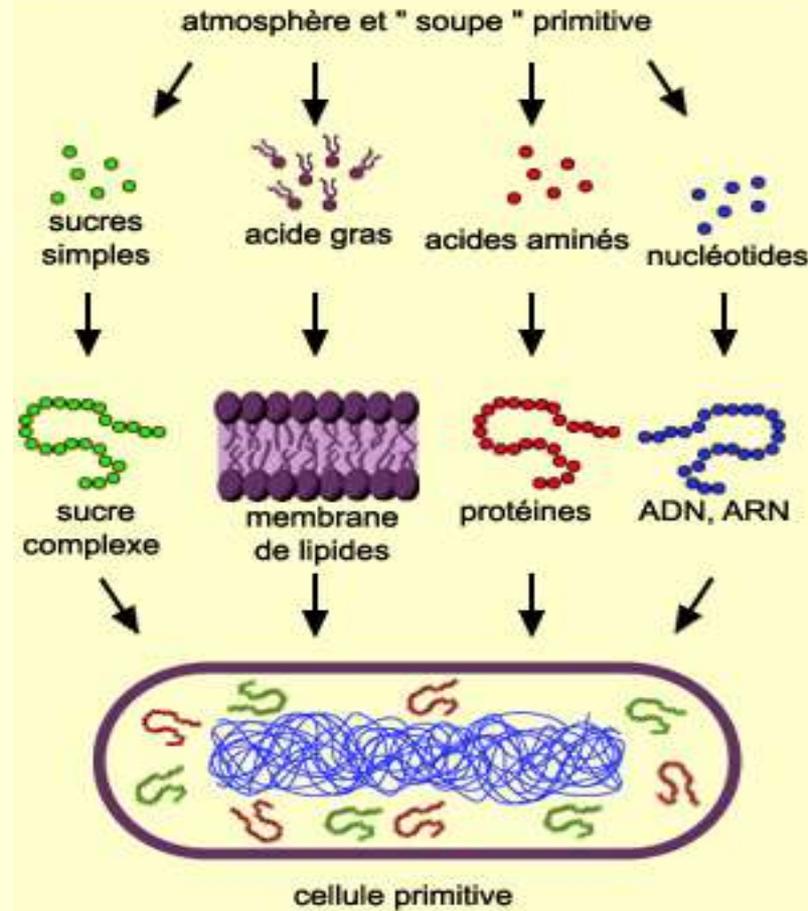
Oui





Non

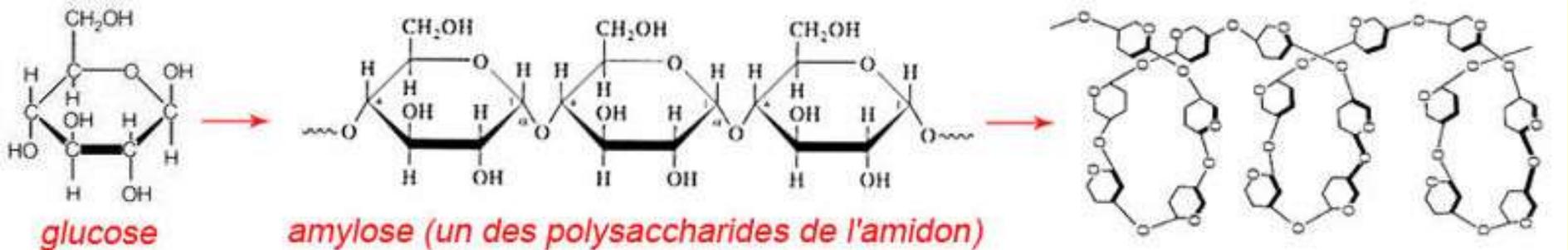
On va voir apparaître des « chaînes de molécules simples »



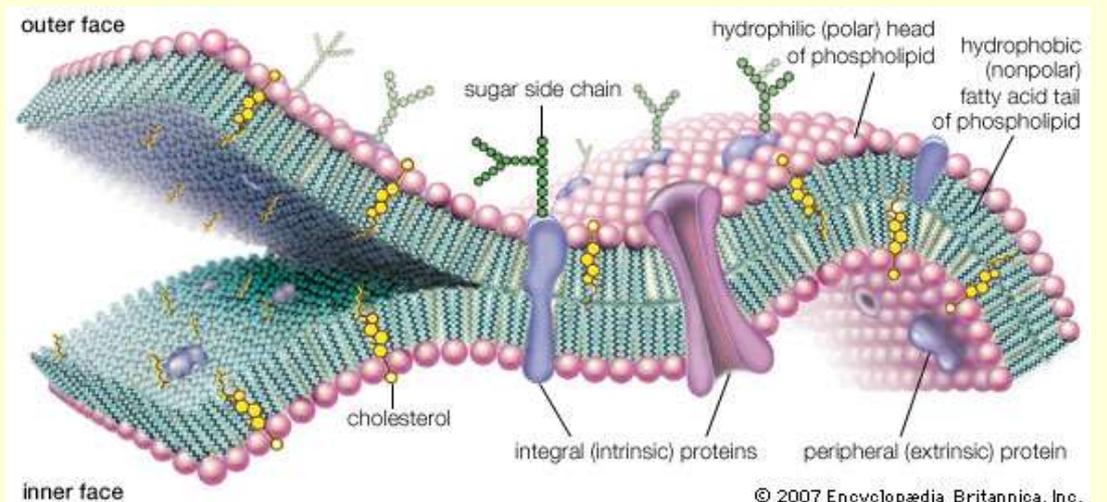
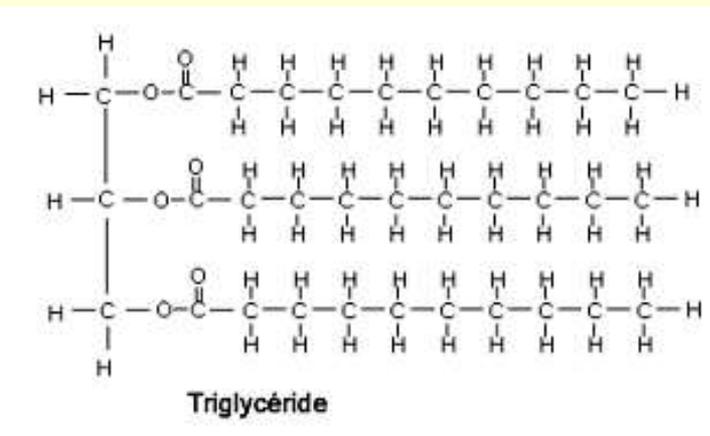
Oui

Les molécules organiques ont ainsi tendance à former des chaînes moléculaires de :

- Glucides



- Lipides





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

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

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

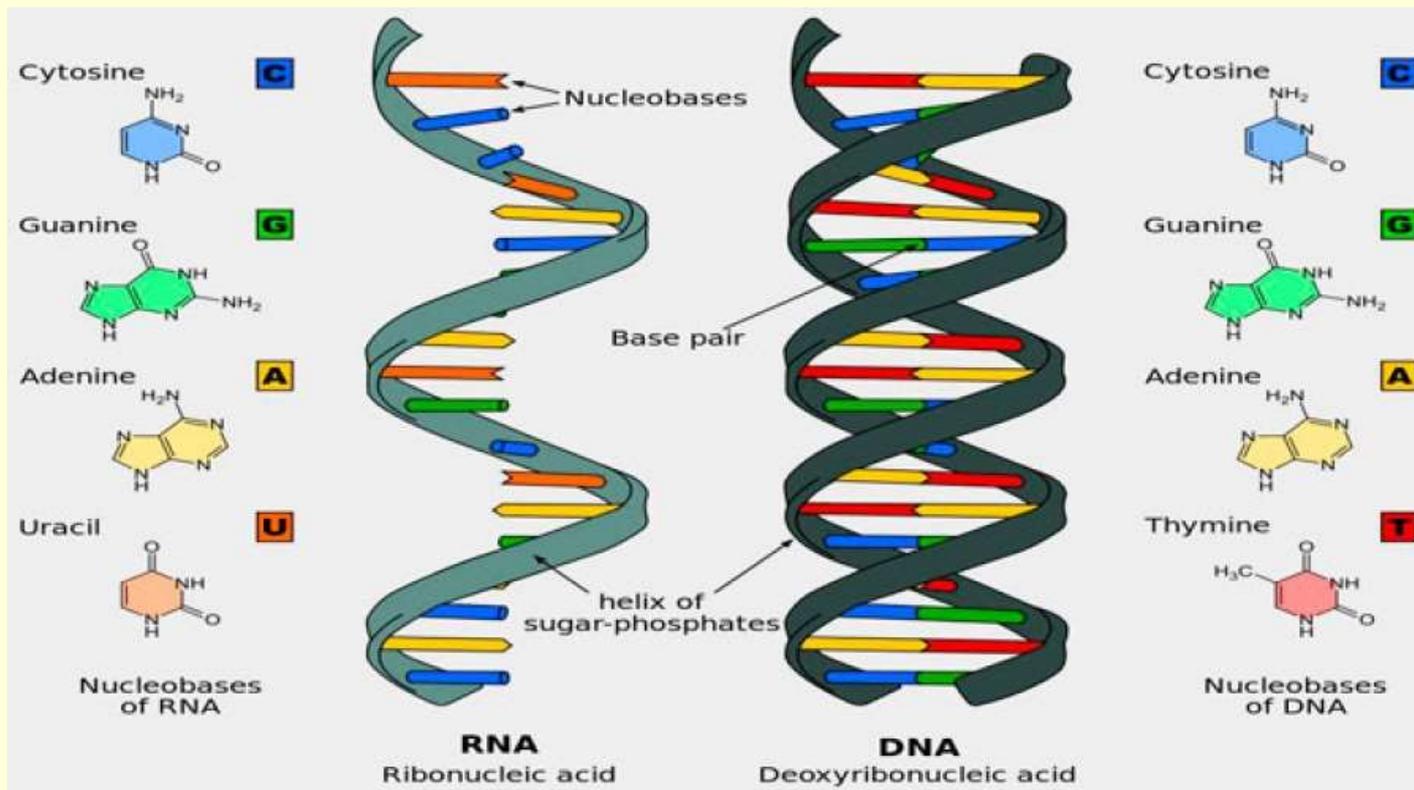


« Pas de membrane, pas de cellules.
Pas de cellules, pas de neurones.
Pas de neurones, pas de cerveaux.
Pas de cerveaux, pas d'humains ! »

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

Les molécules organiques ont ainsi tendance à former des chaînes moléculaires de :

- Glucides
- Lipides
- **Bases nucléiques**



Même principe d'organisation que pour les lipides:

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

Les molécules organiques ont ainsi tendance à former des chaînes moléculaires de :

- Glucides
- Lipides
- Bases nucléiques

4e et dernière catégorie de molécules organiques qui forment des chaînes...

Comment nos muscles se contractent ?

Comment notre système immunitaire nous défend ?

Comment notre rétine transforme de la lumière en influx nerveux ?

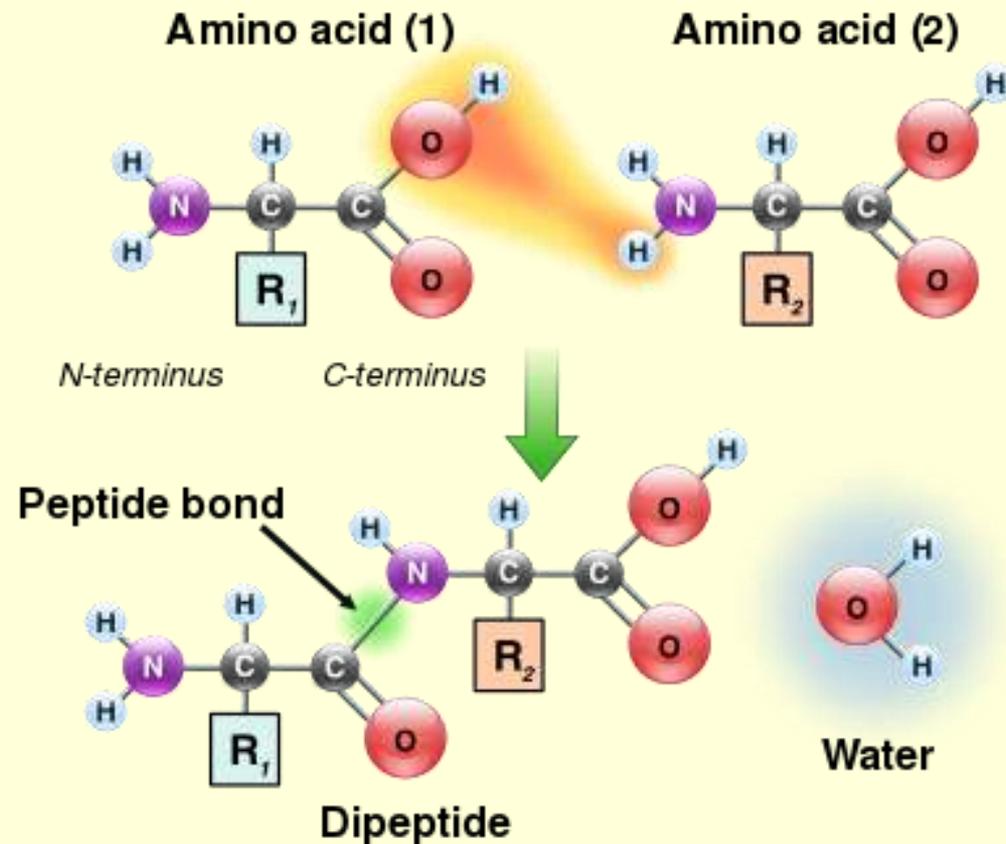
Comment les plantes convertissent cette lumière en énergie ?

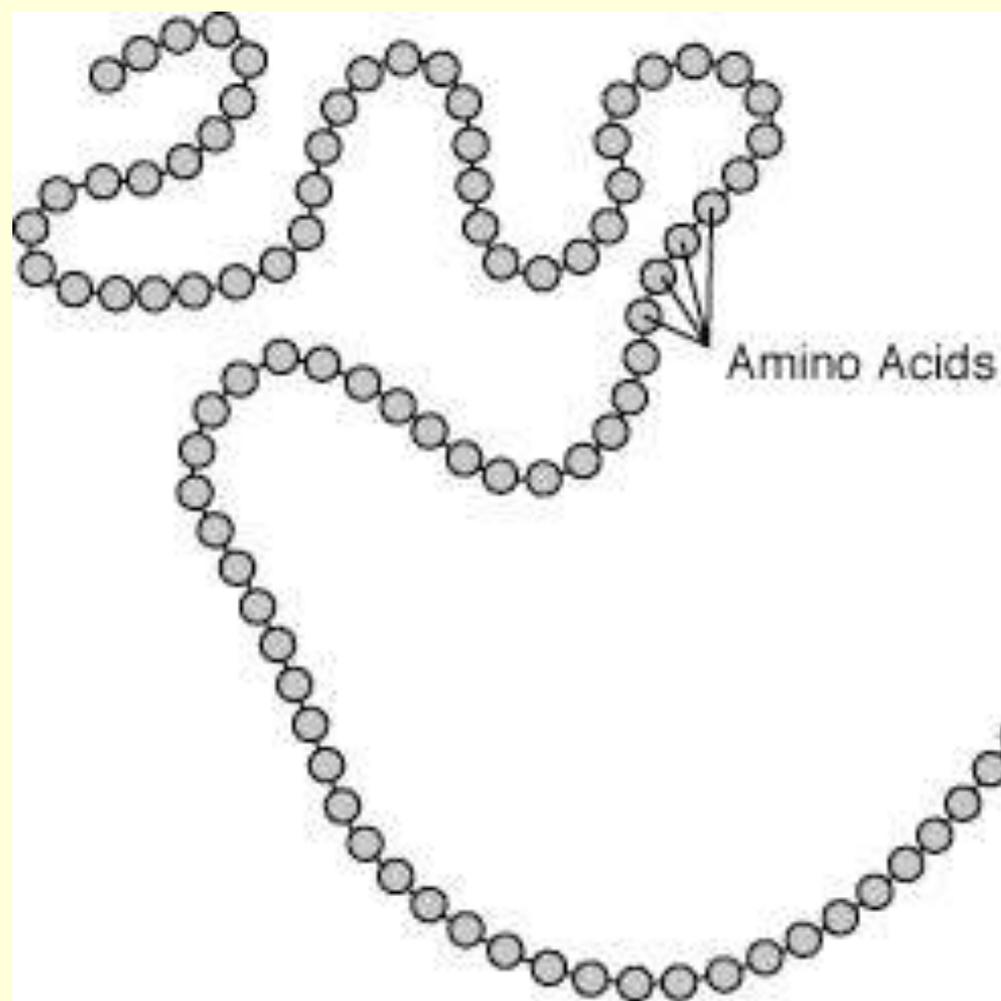
Comment nos neurotransmetteurs permettent le passage de l'influx nerveux d'un neurone à l'autre ?

Grâce à des protéines !

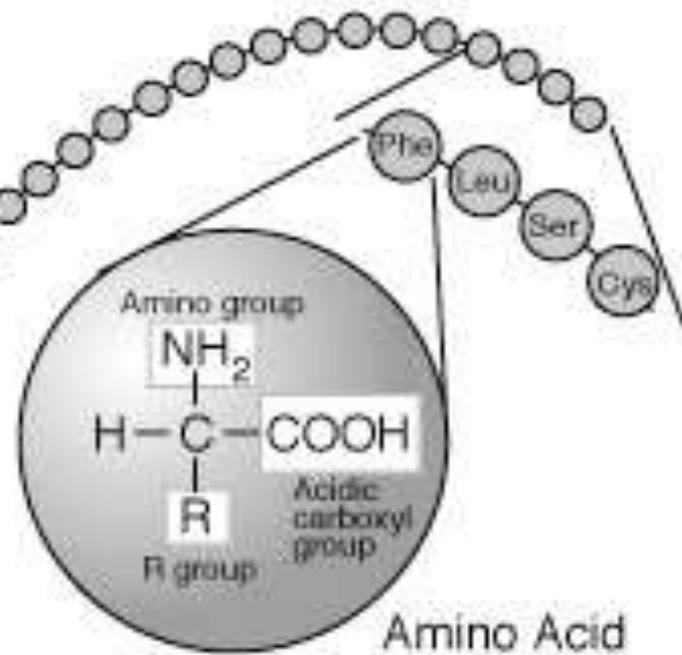
Les molécules organiques ont ainsi tendance à former des chaînes moléculaires de :

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

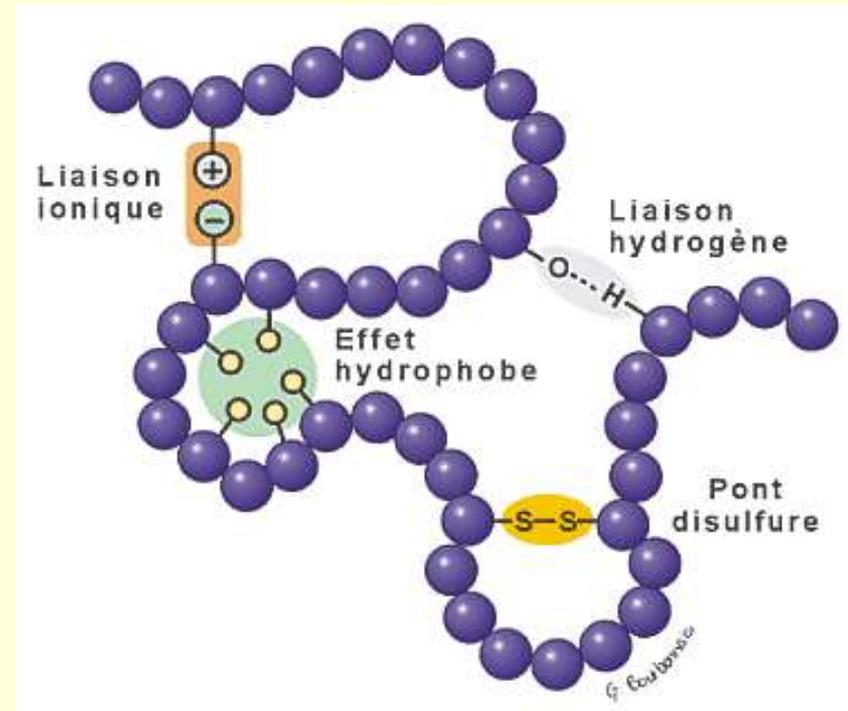
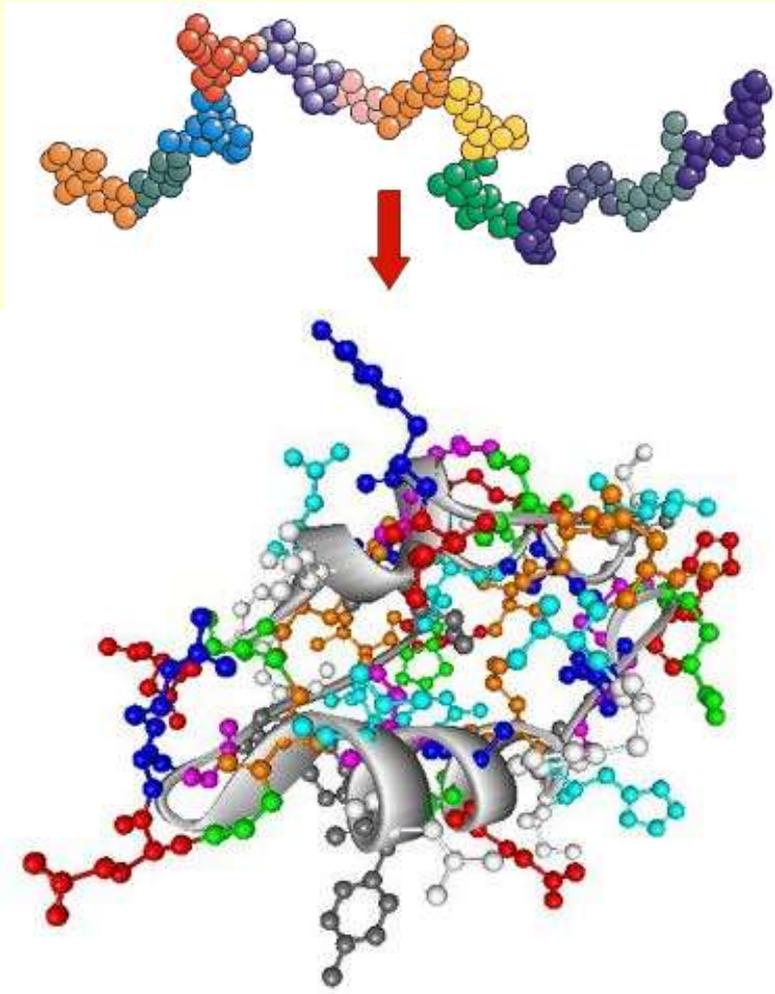




Primary protein structure
is sequence of a chain of amino acids

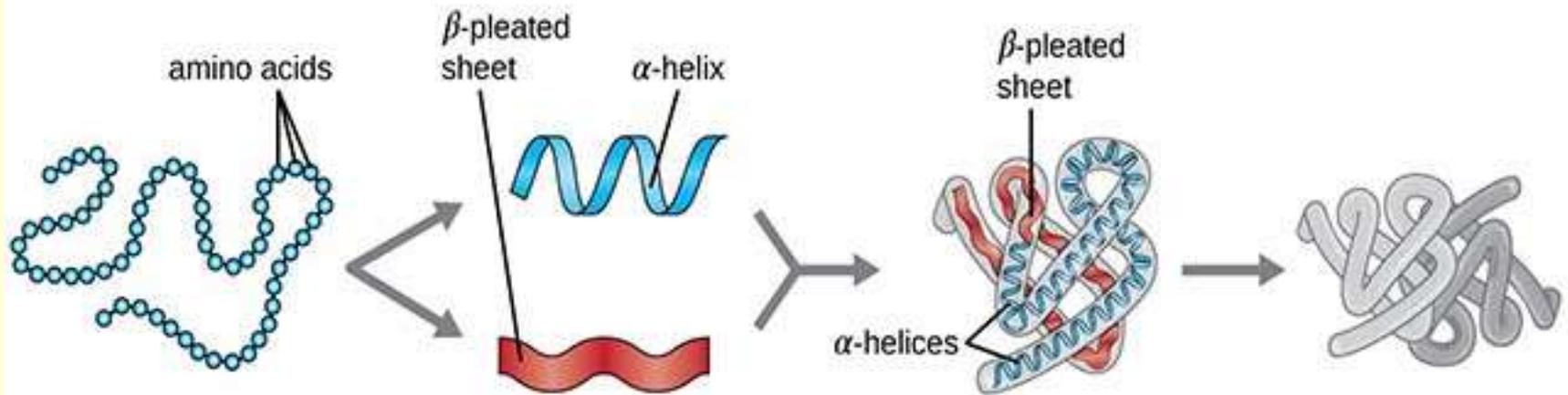


→ Vers 1953,
on comprend qu'il y a un
repliement de la chaîne
d'acides aminés



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

Structure of Proteins



Primary Protein Structure

Sequence of a chain of amino acids

Secondary Protein Structure

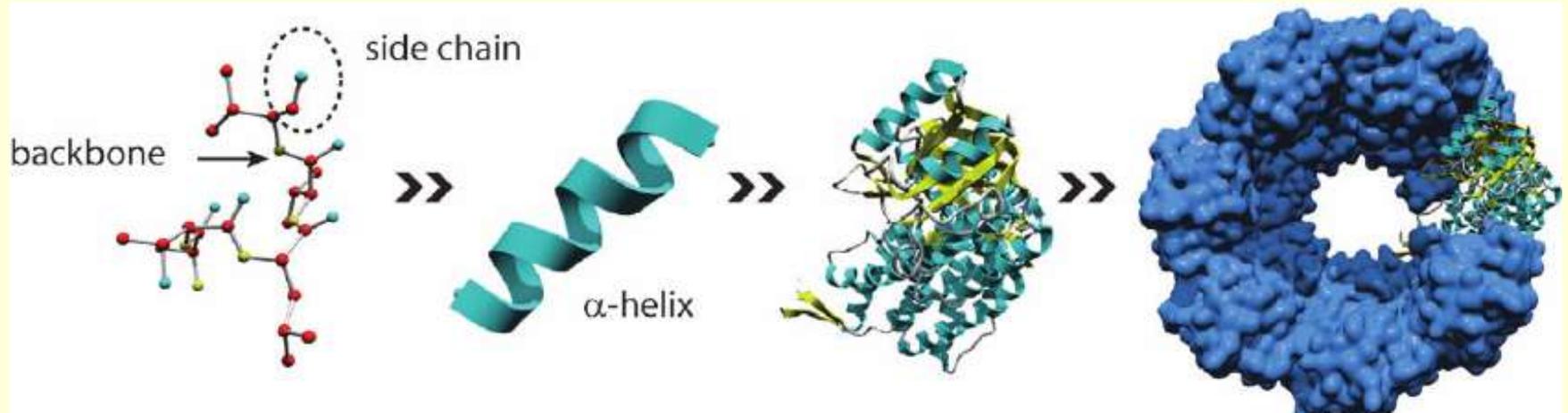
Local folding of the polypeptide chain into helices or sheets

Tertiary Protein Structure

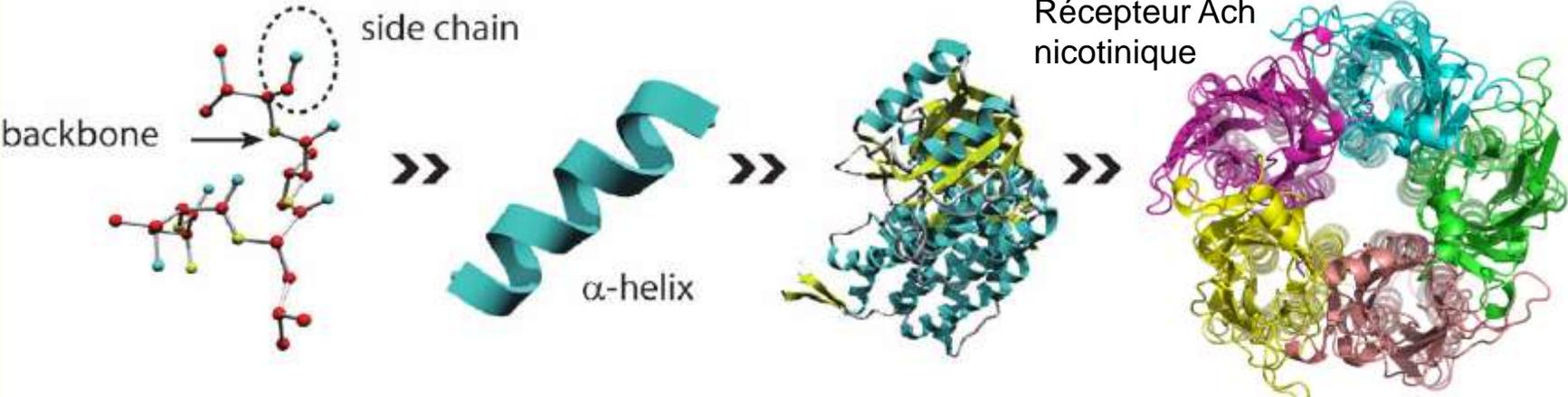
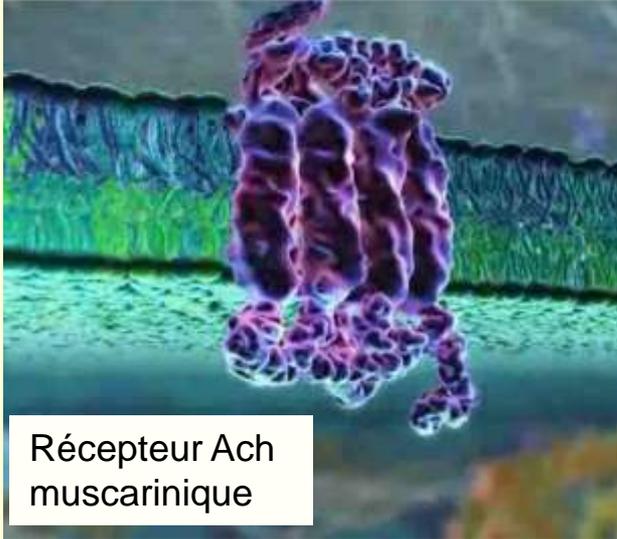
three-dimensional folding pattern of a protein due to side chain interactions

Quaternary Protein Structure

protein consisting of more than one amino acid chain

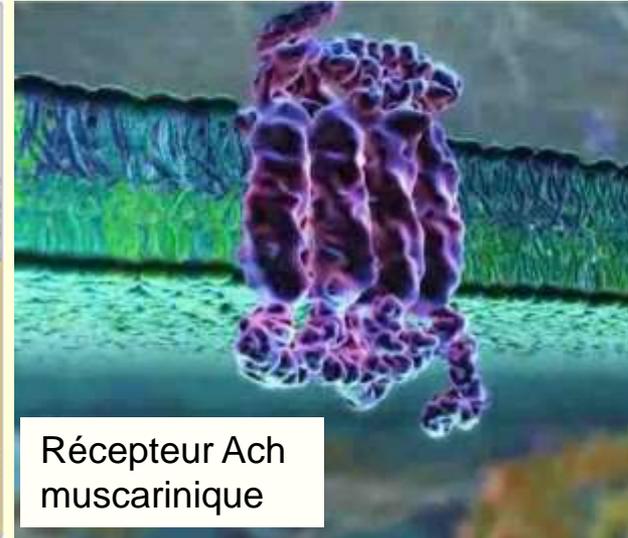
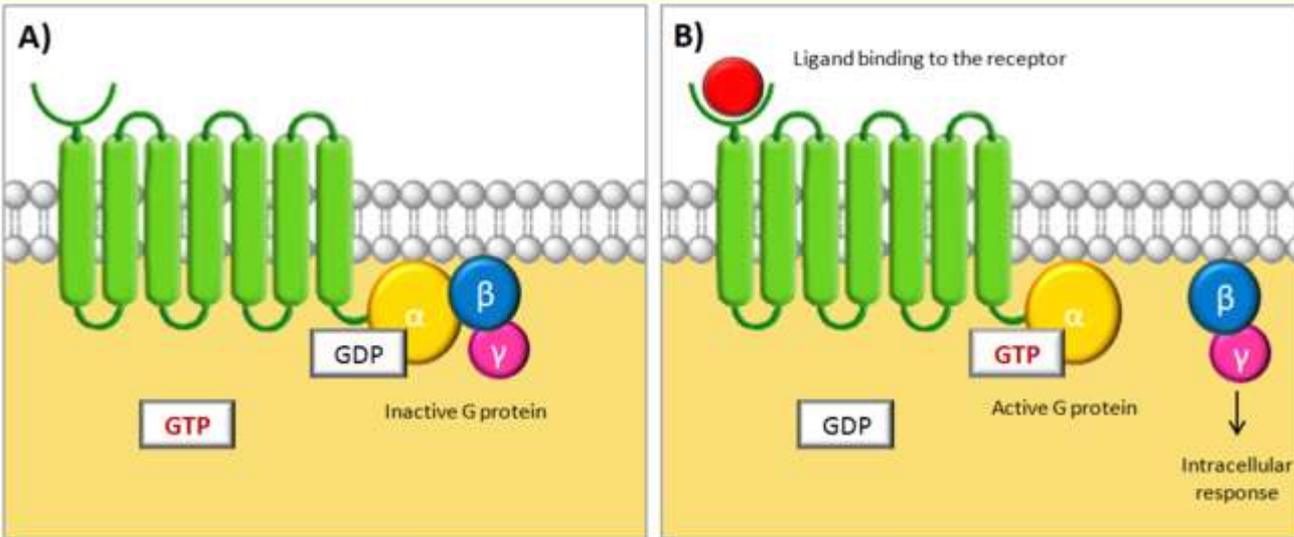


Récepteur à 7 domaines membranaire couplé à une protéine G



Récepteur à 7 domaines membranaire couplé à une protéine G

→ rôle important dans la communication intercellulaire (par ex.: récepteur de neurotransmetteurs) et la transduction de signaux sensoriels (par ex.: la rhodopsine des photorécepteurs, récepteurs aux odeurs, etc.)
[donc pas de protéines, bien sûr pas de cerveau car pas de récepteurs, etc.]



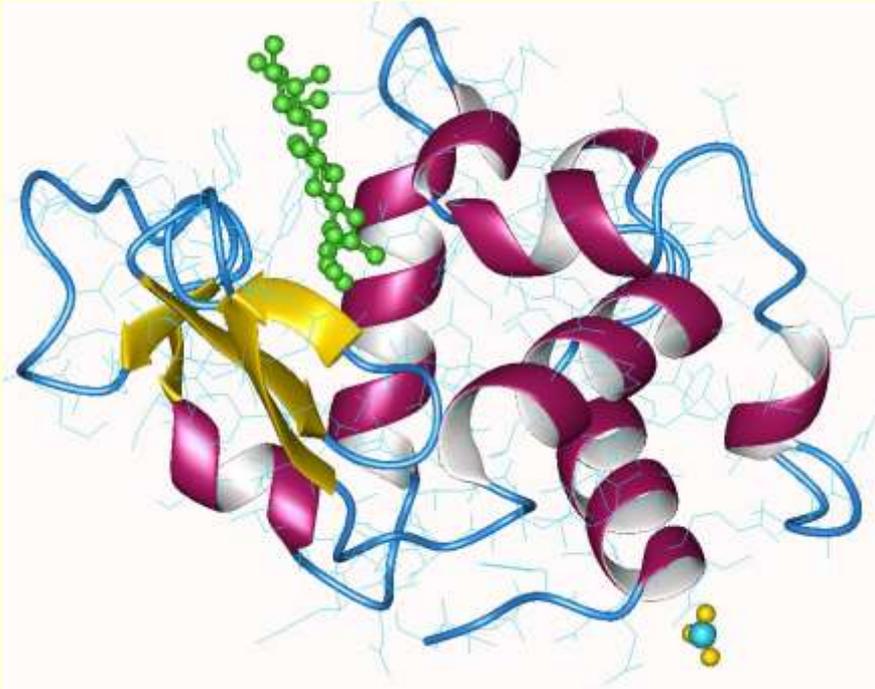
→ la cible de la moitié des médicaments sur le marché !

The protein folding problem: a major conundrum of science

Ken Dill at TEDxSBU

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





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

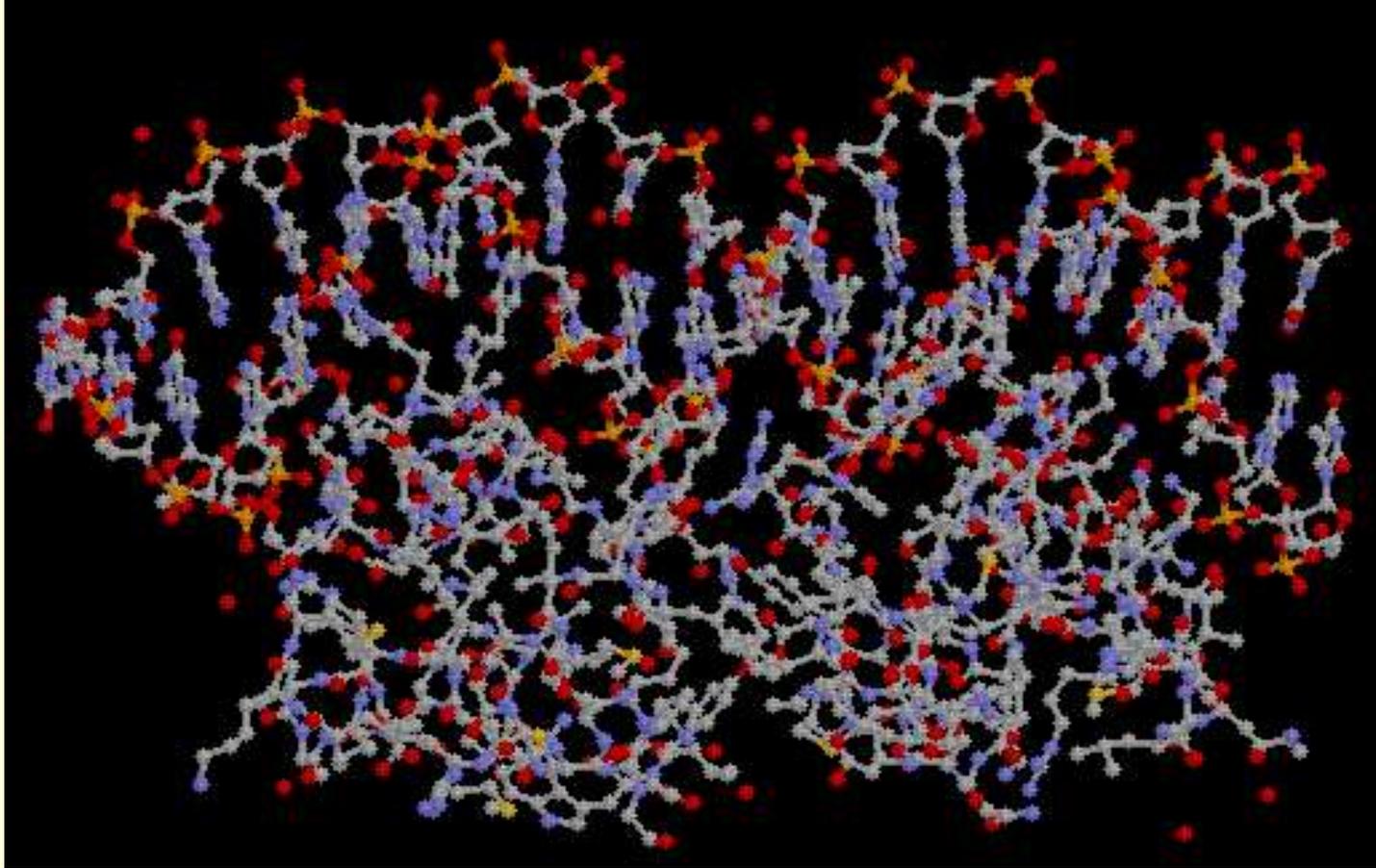
Comme il existe 20 acides aminés différents, cela donne 20^{129} ,
ou encore 10^{168} (10 suivi par 168 zéros).

Donc rendu à ce niveau de complexité, il semble y avoir des événements « **accidentels** »

qui font en sorte que si on « rejouait le film de l'évolution » une autre fois, on n'obtiendrait pas le même résultat... (S. J. Gould)

Ce n'est plus seulement la forme la « plus stable », mais toutes sortes de conditions **contingentes** qui ont déterminé la suite des acides aminés

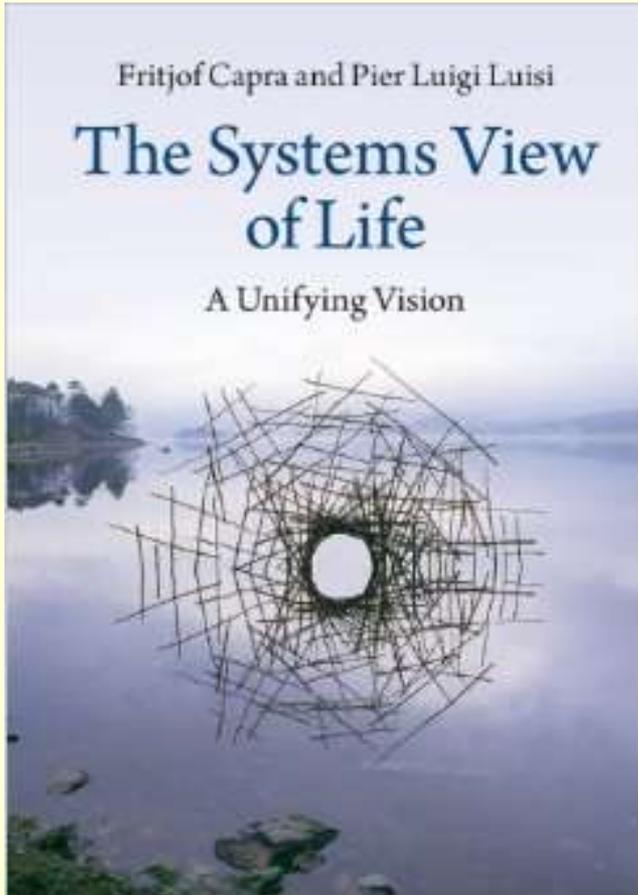
(conditions contingentes que l'on ne connaîtra jamais...)



On peut donc dire que le **repliement des protéines est le fait de l'auto-organisation** (toujours sous contrôle thermodynamique) **ET** d'événements **contingents**.

Et cela amène « **l'émergence** » de nouvelles propriétés fonctionnelles au niveau de la structure 3D de la protéine

(site de liaison d'un enzyme, le pore d'un canal membranaire, etc...)



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

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

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

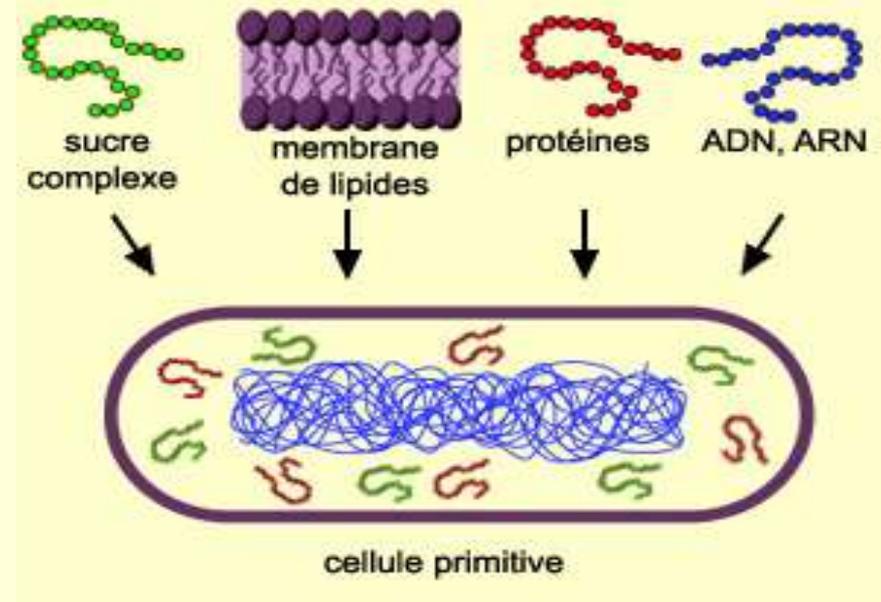
Et ça va devenir fondamental avec les premières **cellules vivantes**...

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

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

élaborée par Humberto Maturana et Francisco Varela

dans les années 1970.

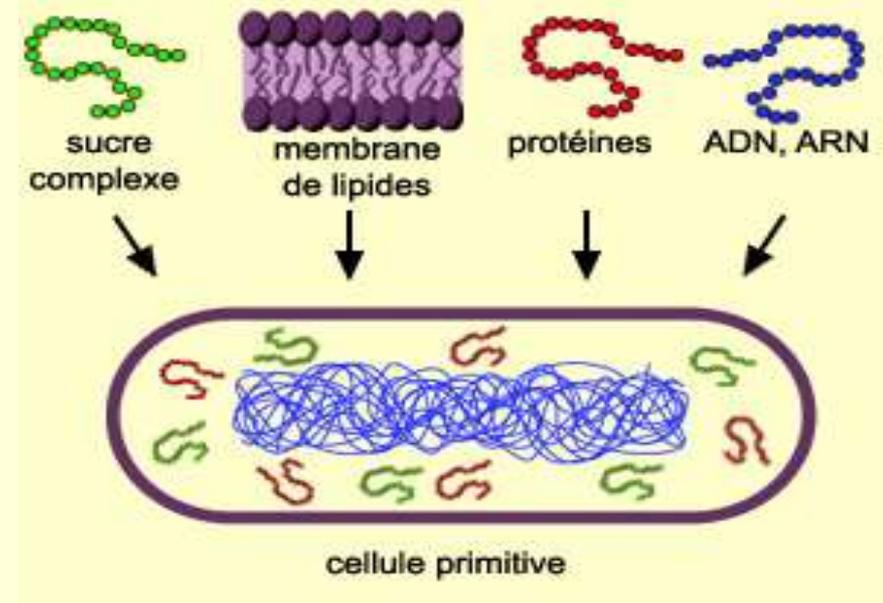


Pour comprendre ce qu'est une **cellule vivante**,

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

élaborée par Humberto Maturana et Francisco Varela

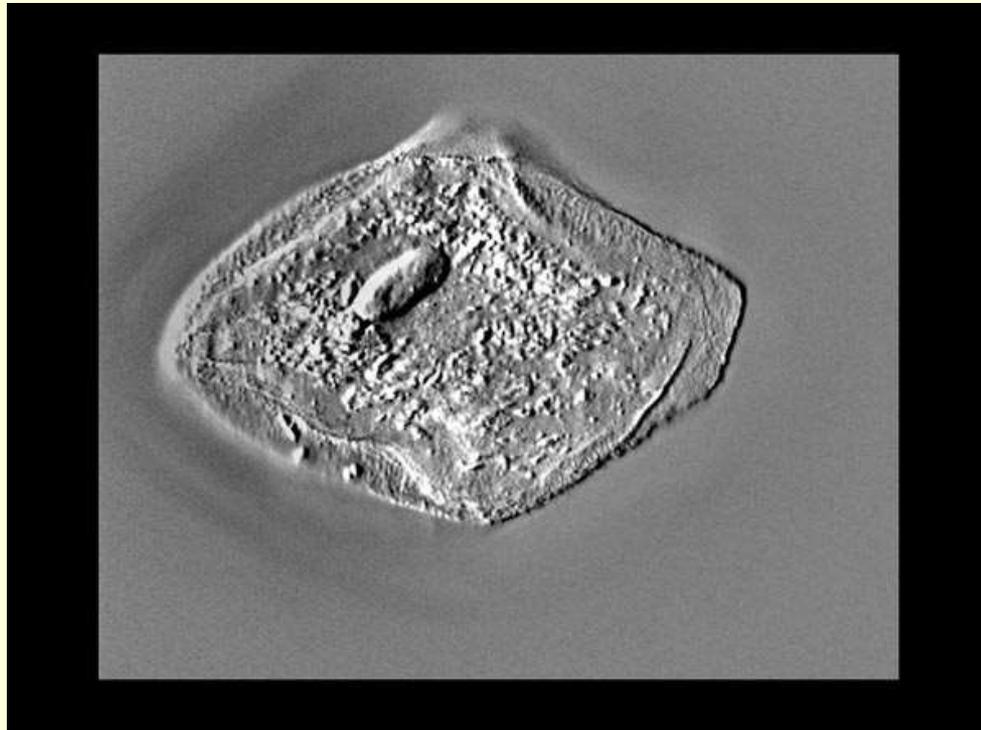
dans les années 1970.



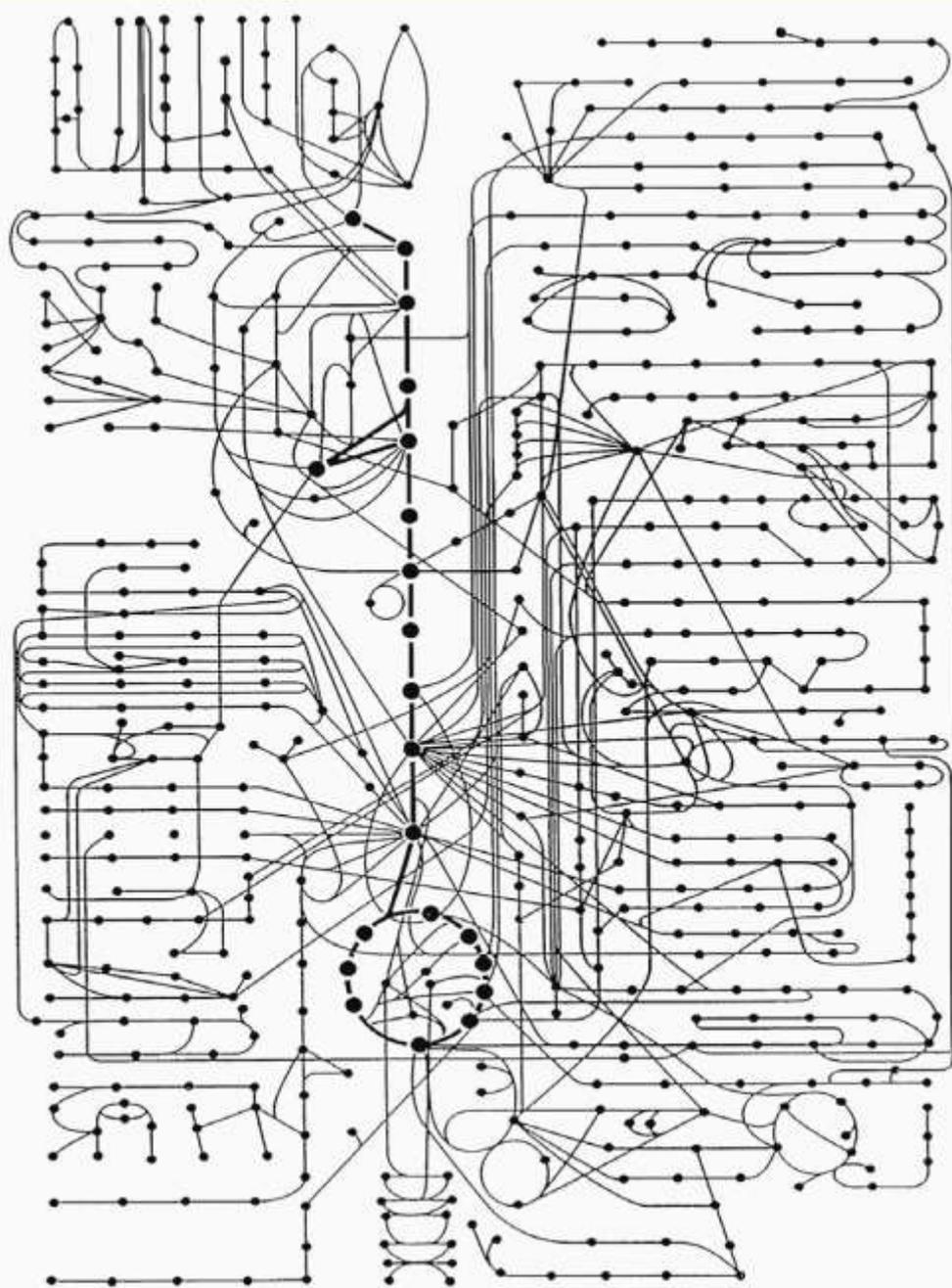
« Notre proposition est que les êtres vivants sont caractérisés par le fait que, littéralement, ils sont continuellement en train de **s'auto-produire**. »

- 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. »



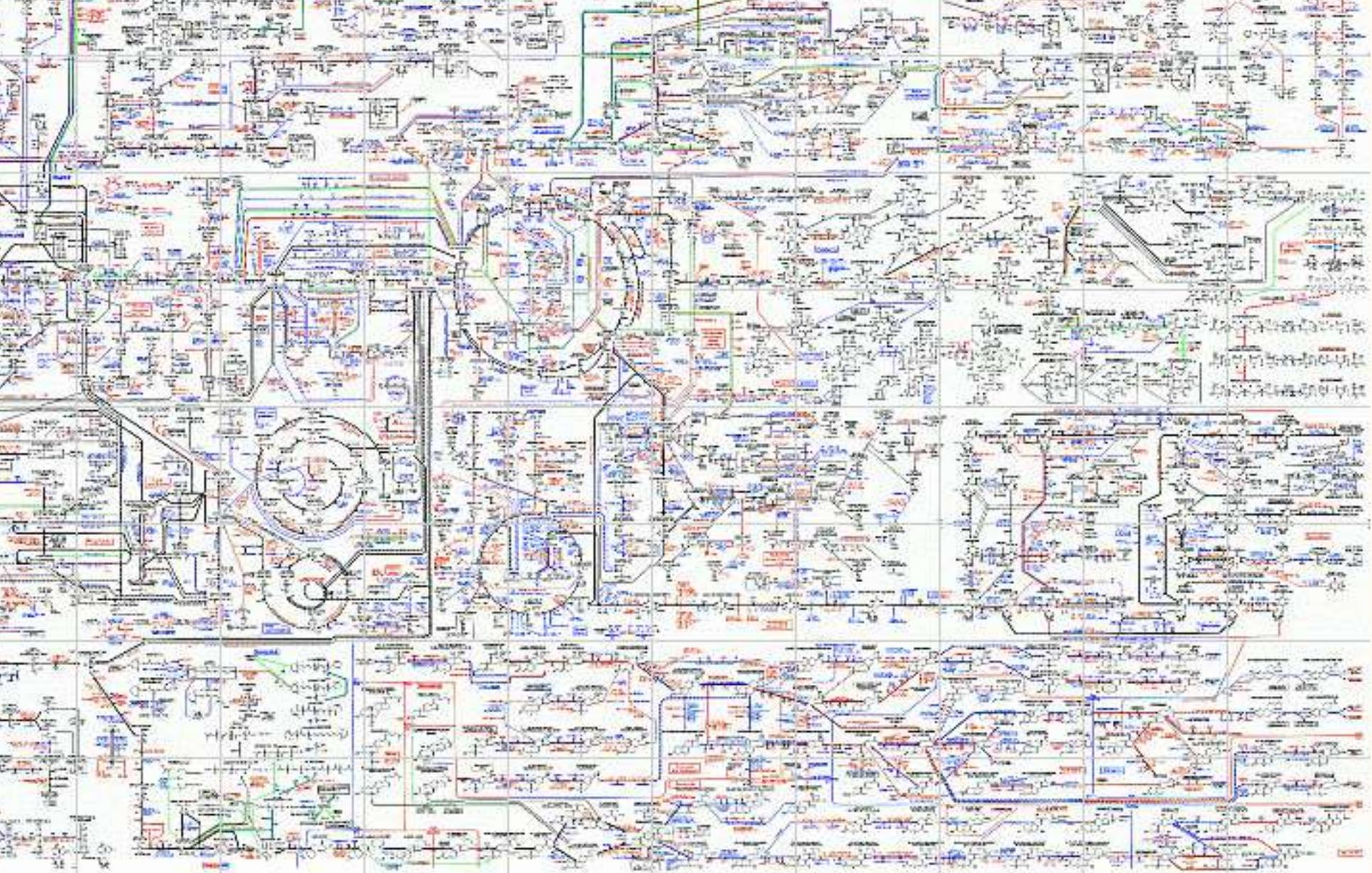
An image of a human buccal epithelial cell obtained using Differential Interference Contrast (DIC) microscopy
(www.canisius.edu/biology/cell_imaging/gallery.asp)



« un réseau »...

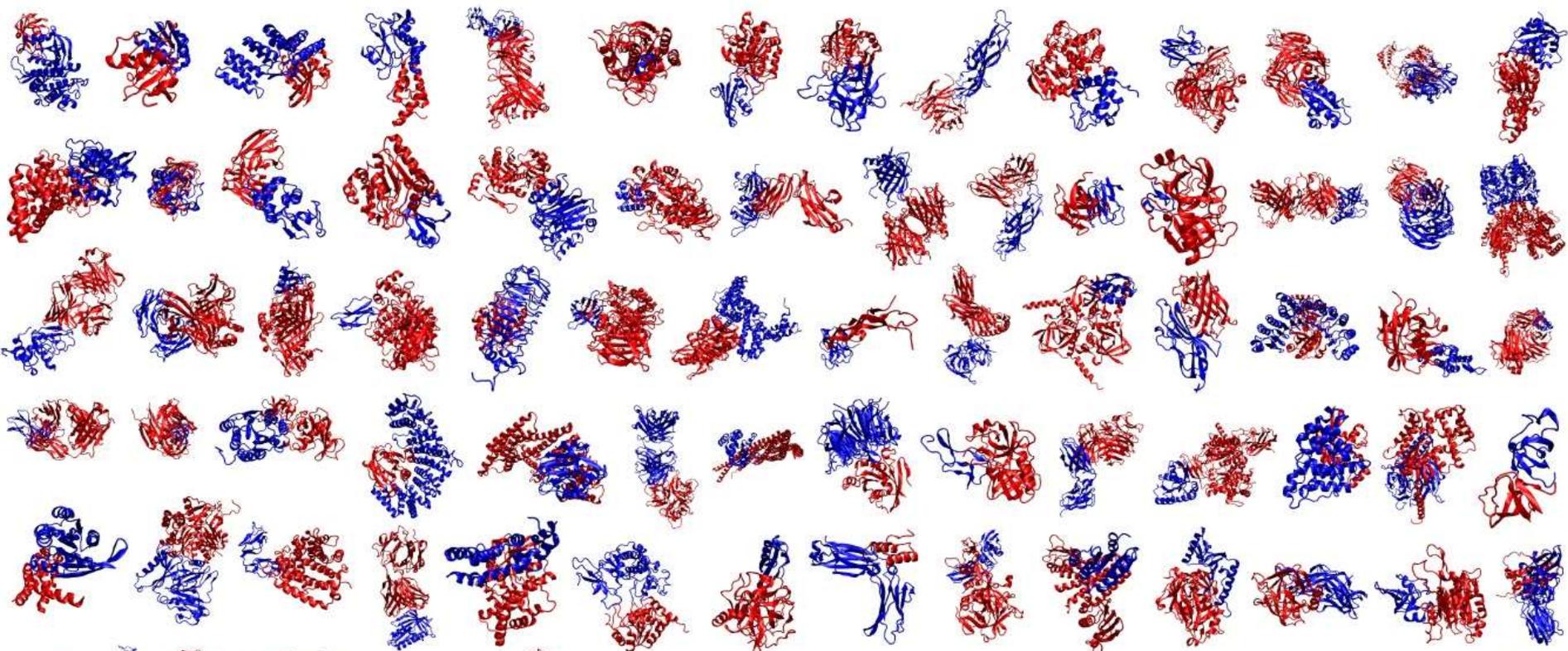
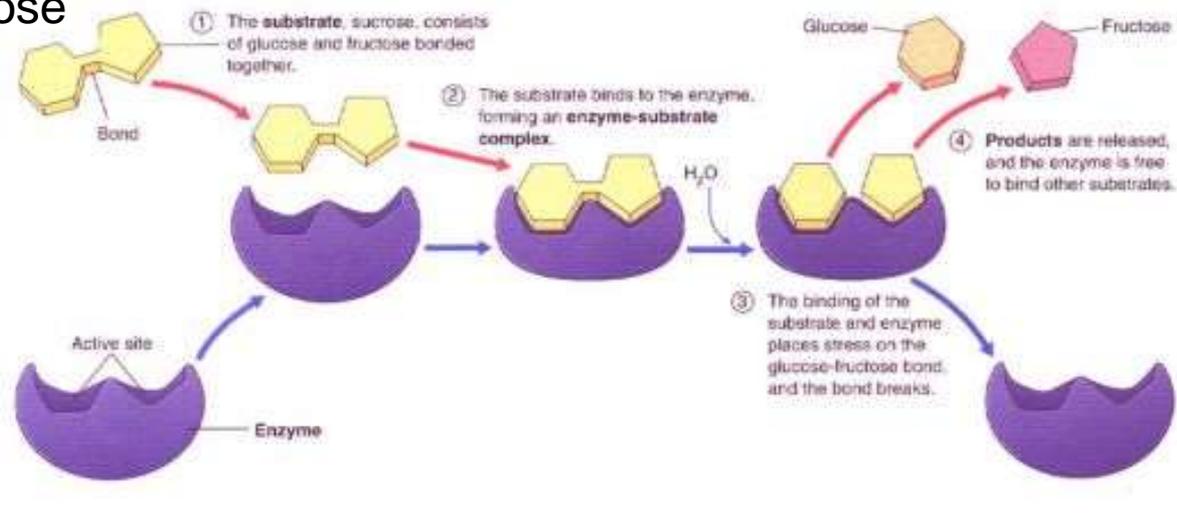
= des éléments qui entretiennent des relations

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

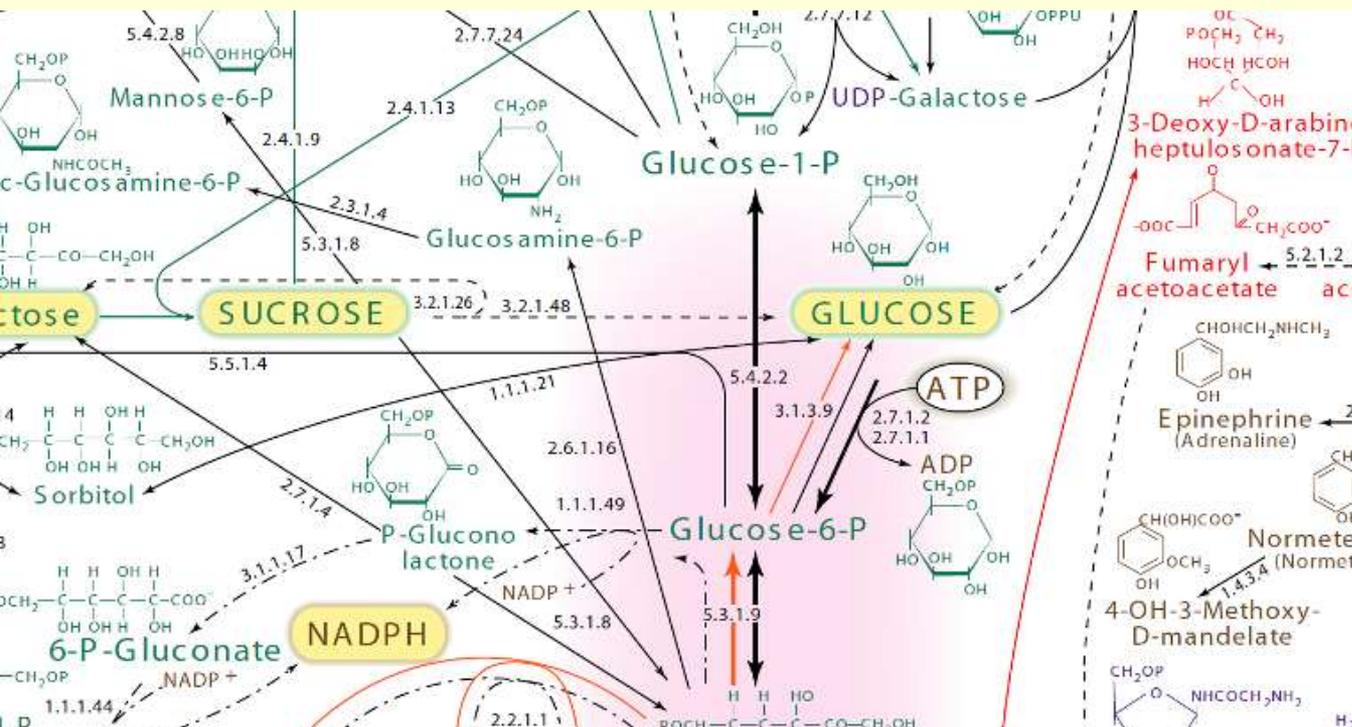


« un réseau complexe »... = cascades de réactions biochimiques dans une cellule

sucrose



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



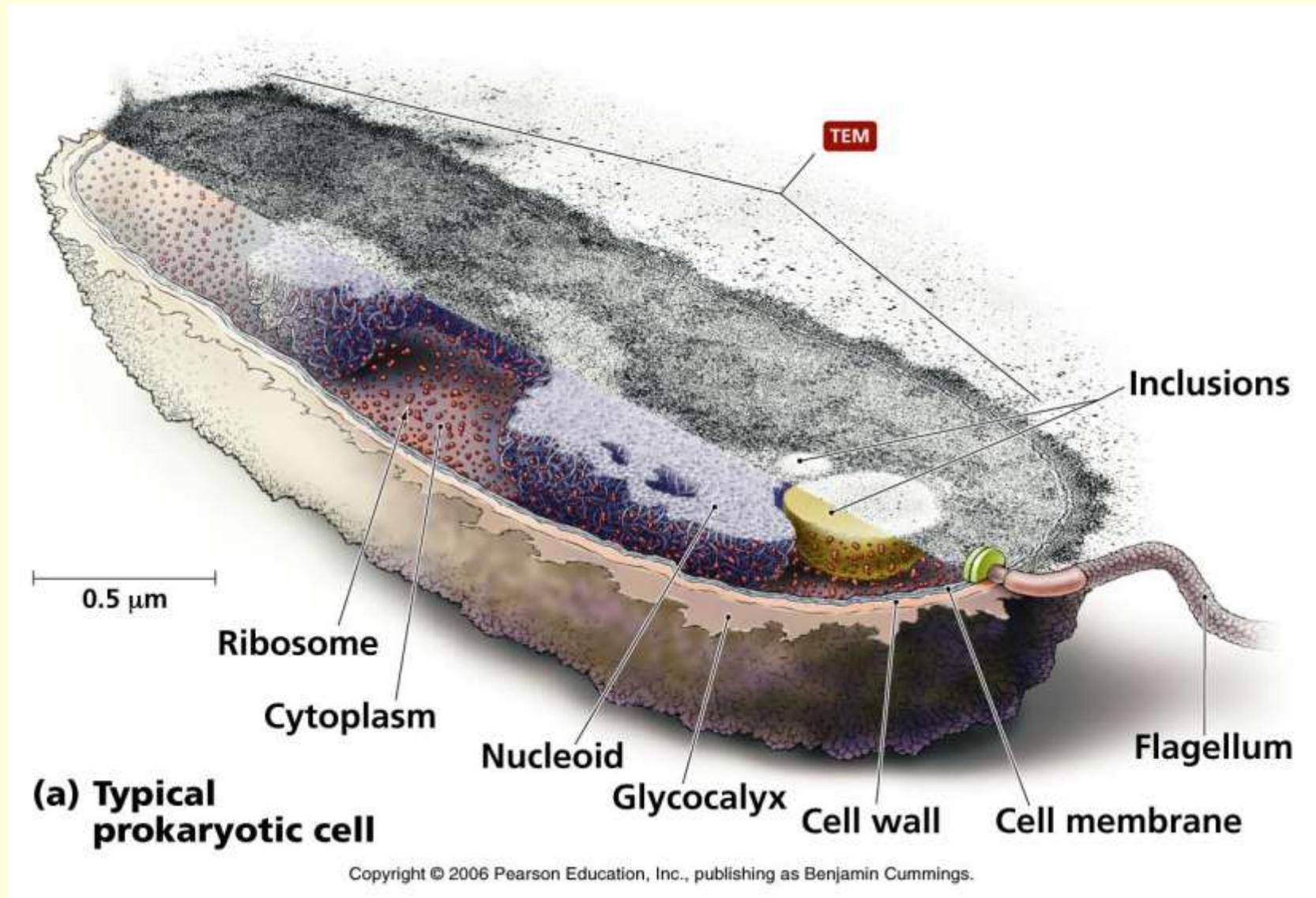
..qui régénèrent constamment, par leurs interactions et transformations, le réseau qui les a produits.



« 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.

Les premières cellules vivante sont déjà infiniment complexes !



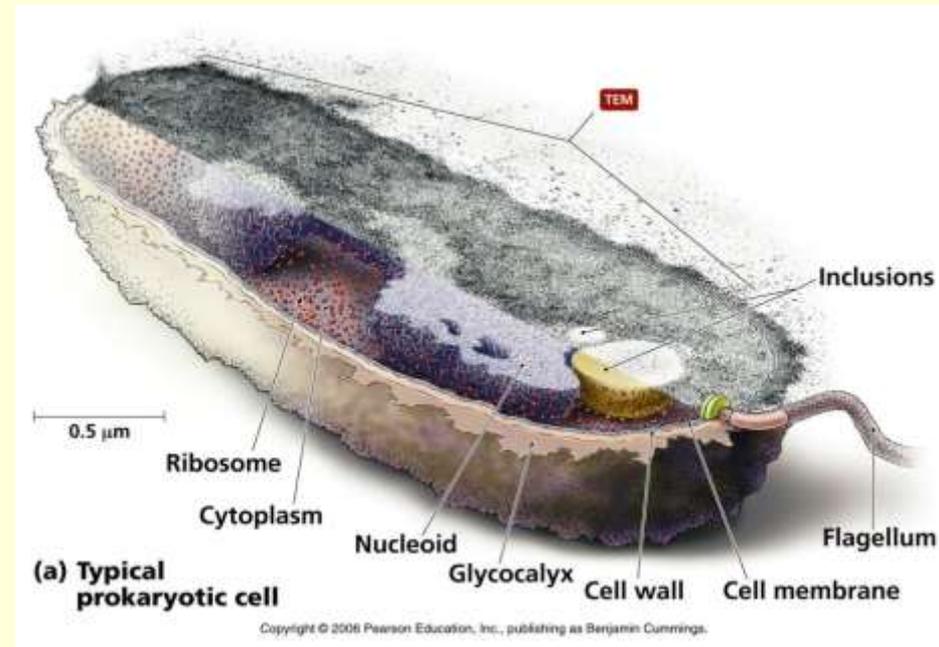
À un certain niveau d'organisation,

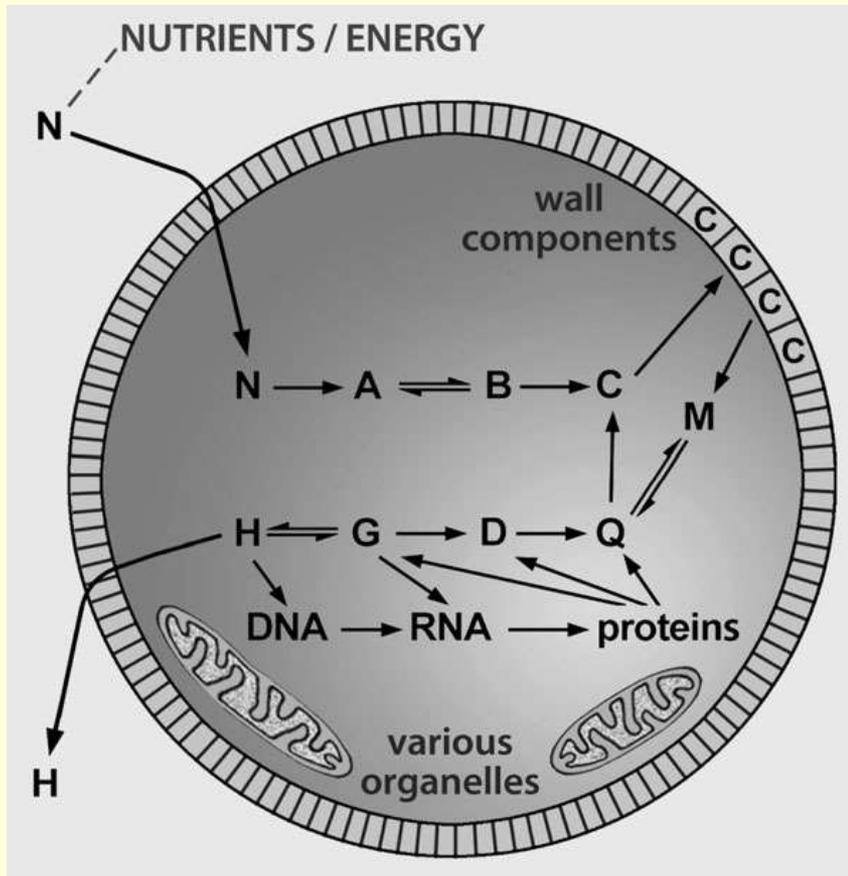
on voit donc apparaître un « **agent autonome** » avec une **identité** propre.

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

ET

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





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

Car la vie n'est pas localisée.

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

La vie est un **processus émergent**

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



+



=



Sodium (Na)
(métal hautement inflammable)

Chlore (Cl)
(gaz très toxique)

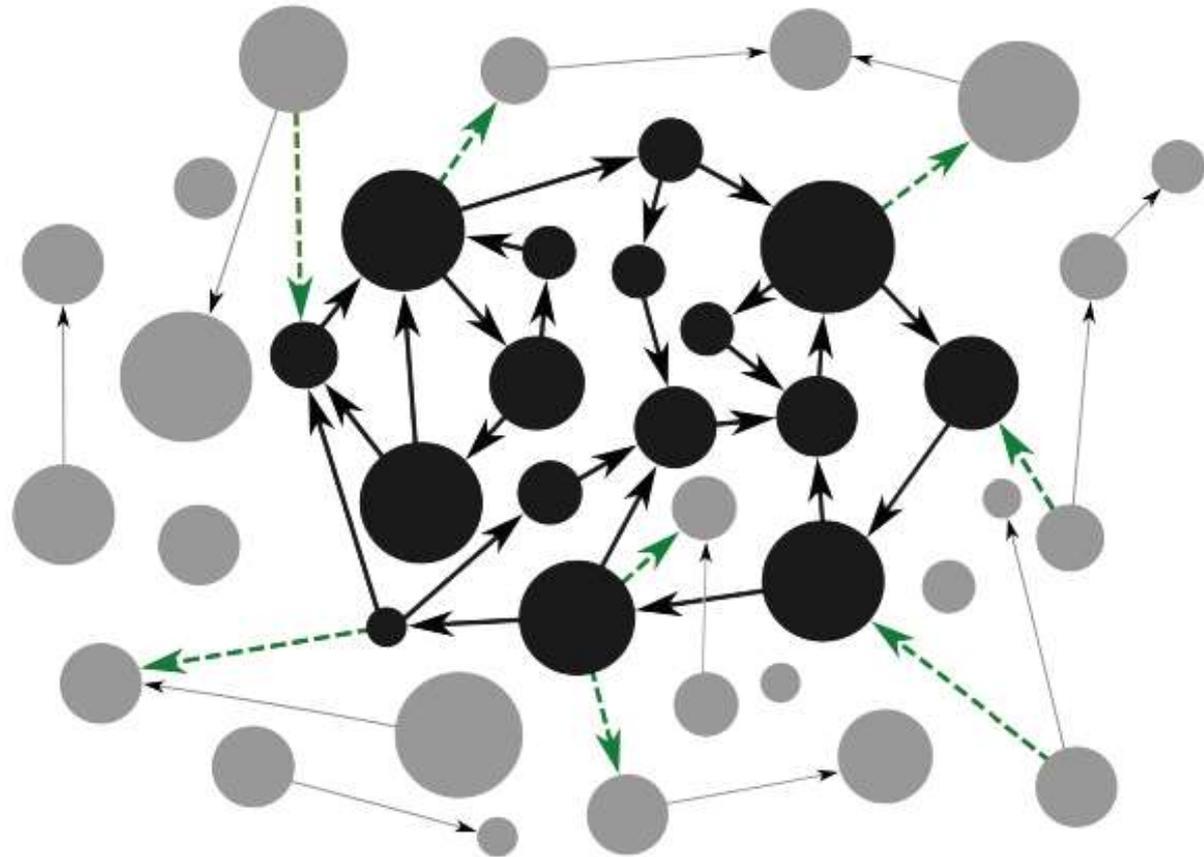
Chlorure de sodium (NaCl)
(sel de table,
parfaitement comestible)

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

« Whenever we look at life,
we look at networks.” - Capra & Luisi

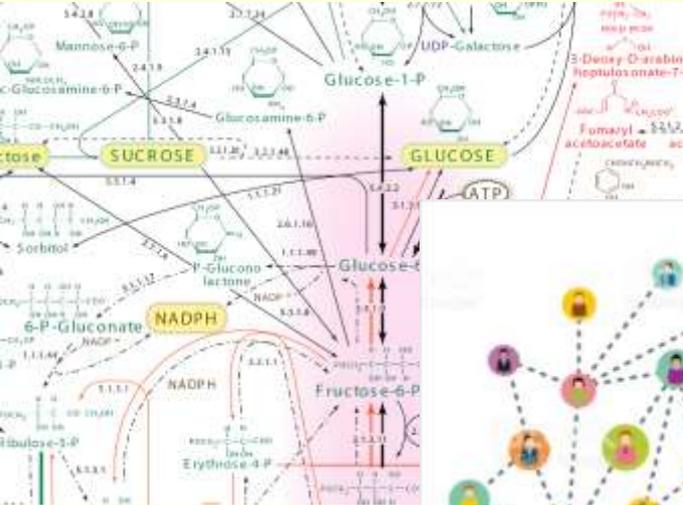
La vie est un **processus émergent** qui n'est pas présent dans les parties mais dans

les **interactions dynamiques** au sein du **réseau** que forment ces parties.

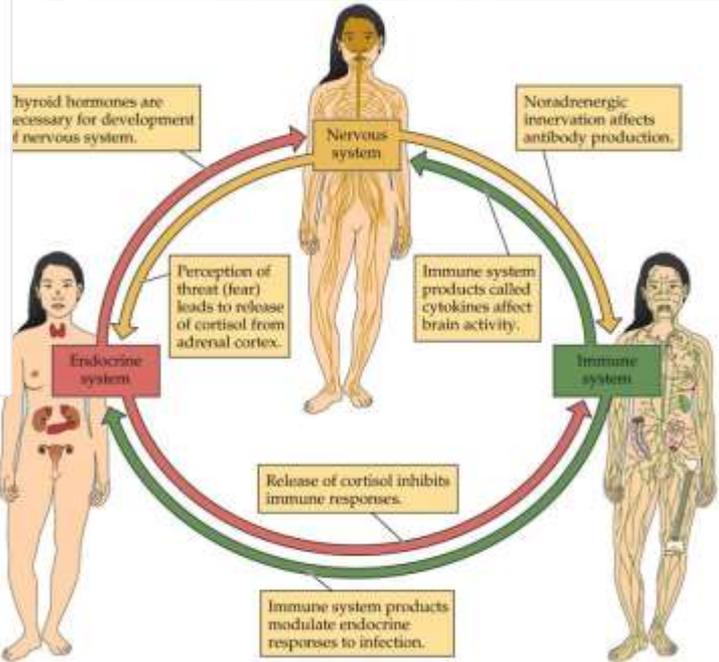


Copyright Ezequiel Di Paolo, 2013. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported License.
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.en_US

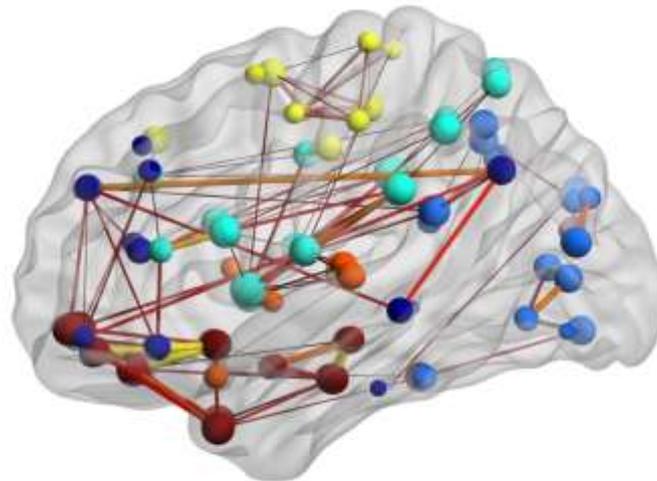
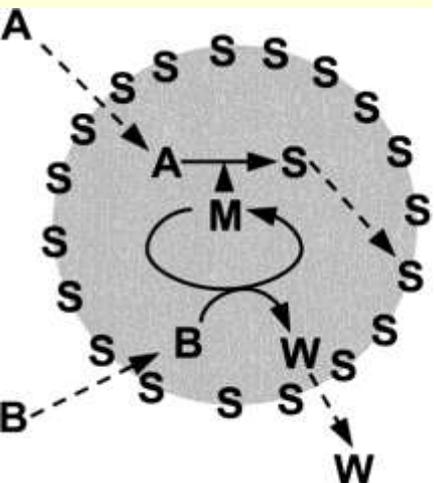
« Whenever we look at life, we look at networks. »



les **interactions dynamiques** au sein du **réseau** que forment ces parties.

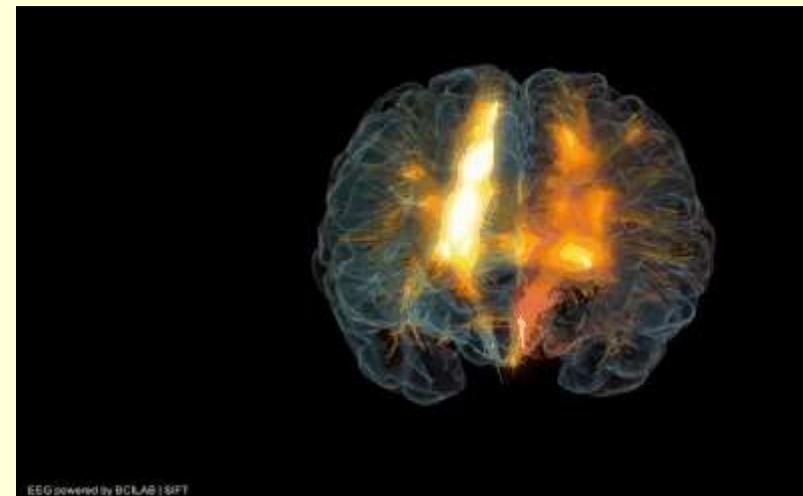
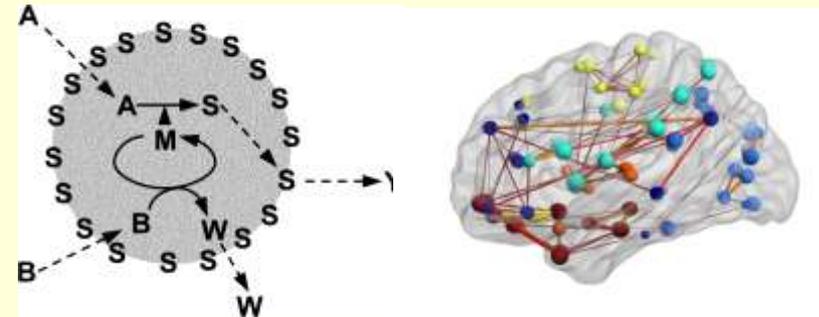


is Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported License.

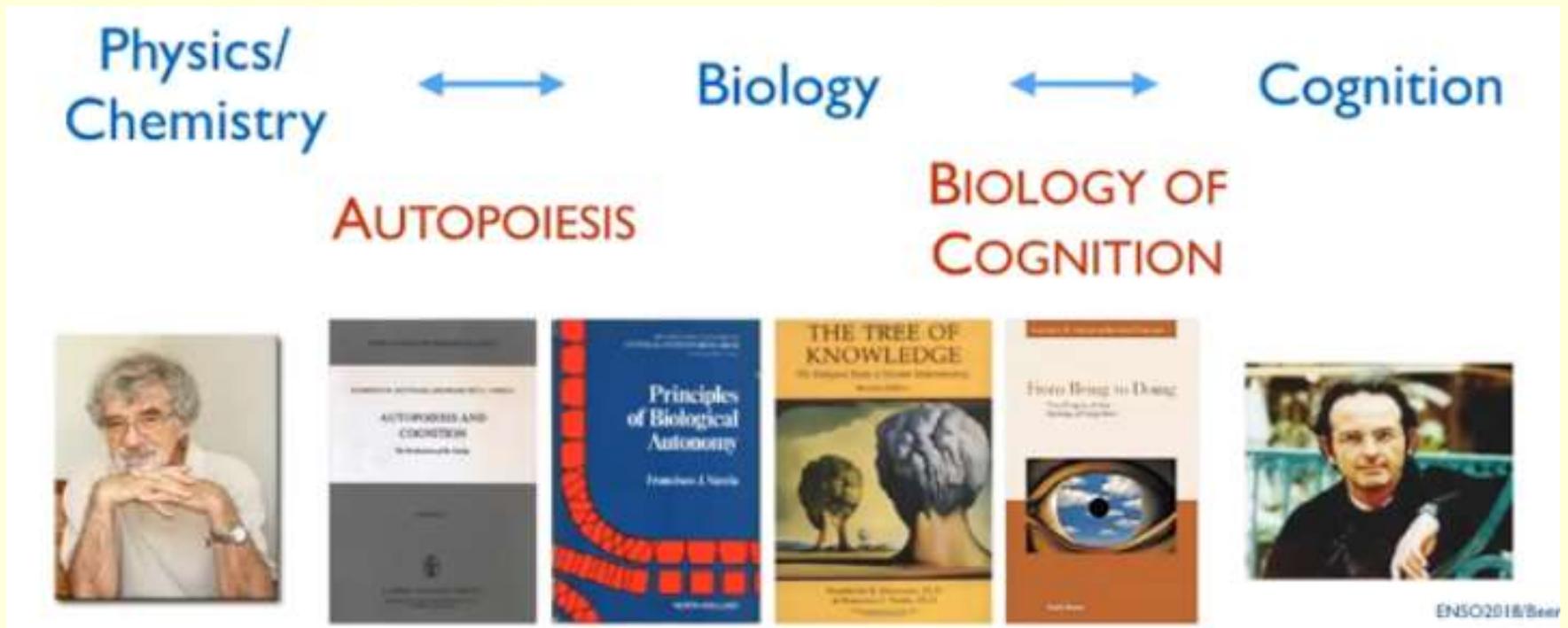


On a donc :

- l'étude de la **matière** : de quoi c'est fait ?
- l'étude de la **forme** : quel est le pattern ?
(→ réseaux !)
- l'étude des processus **dynamiques** :
comment ces formes changent
dans le temps ?

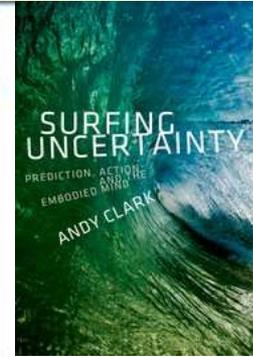
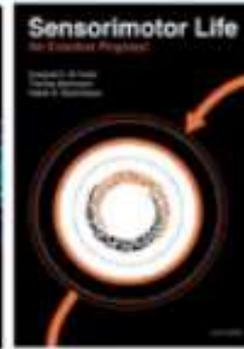
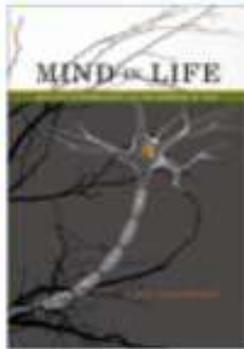
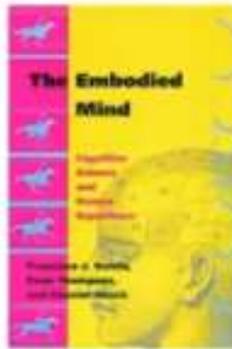


Un avant-goût de vers où on s'en va...



Et des gens comme Maturana ou Varela ont commencé à tisser ces liens...

...avec des concepts qui sont intégrés et bonifiés aujourd'hui.



AUTONOMY

ENACTION

Physics/
Chemistry



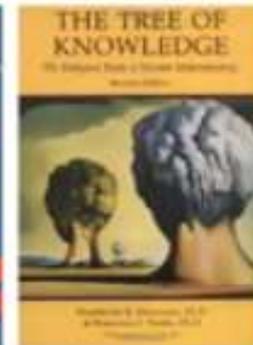
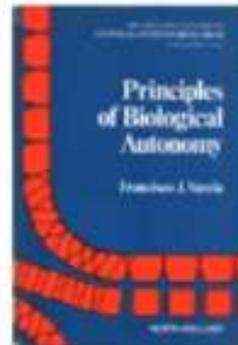
Biology



Cognition

AUTOPOIESIS

BIOLOGY OF
COGNITION



ENSO2018/Beer

Et des gens comme Maturana ou Varela ont commencé à tisser ces liens...

Séance 1 :

**Le « connais-toi
toi-même » de
Socrate à l'heure
des sciences
cognitives**



Séance 2 :

**De la « poussière
d'étoile »
à la vie : ces
bizarreries qui
font qu'on est ici
aujourd'hui**

Plan de ce soir

« Nous sommes faits de poussières d'étoiles »

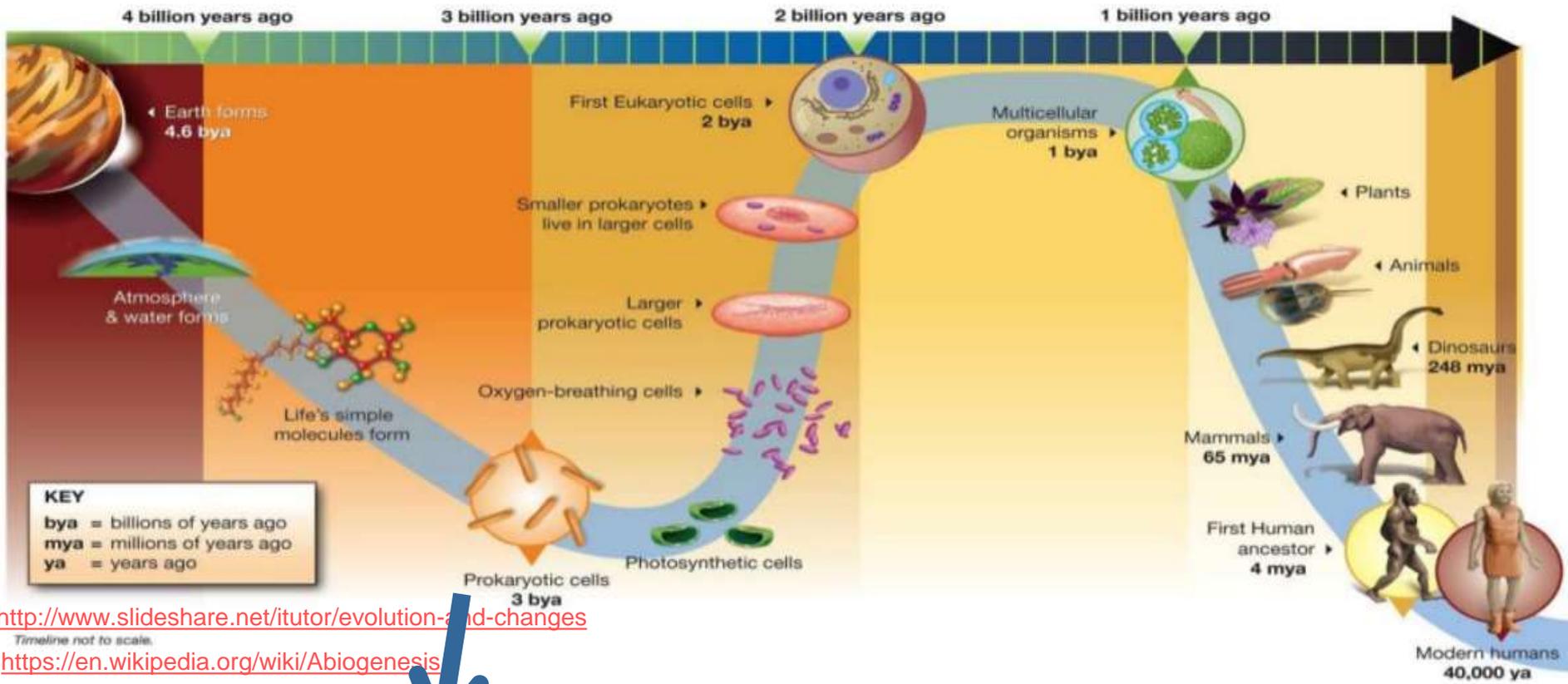
Qu'est-ce que la vie ?

Évolution et reproduction sexuée

Les multicellulaires et l'émergence des systèmes nerveux

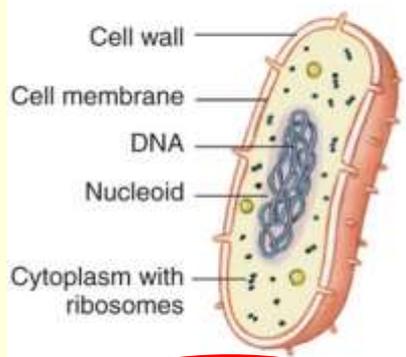
Après la pause et quelques questions/échanges:

Hominisation et coévolution gène-culture



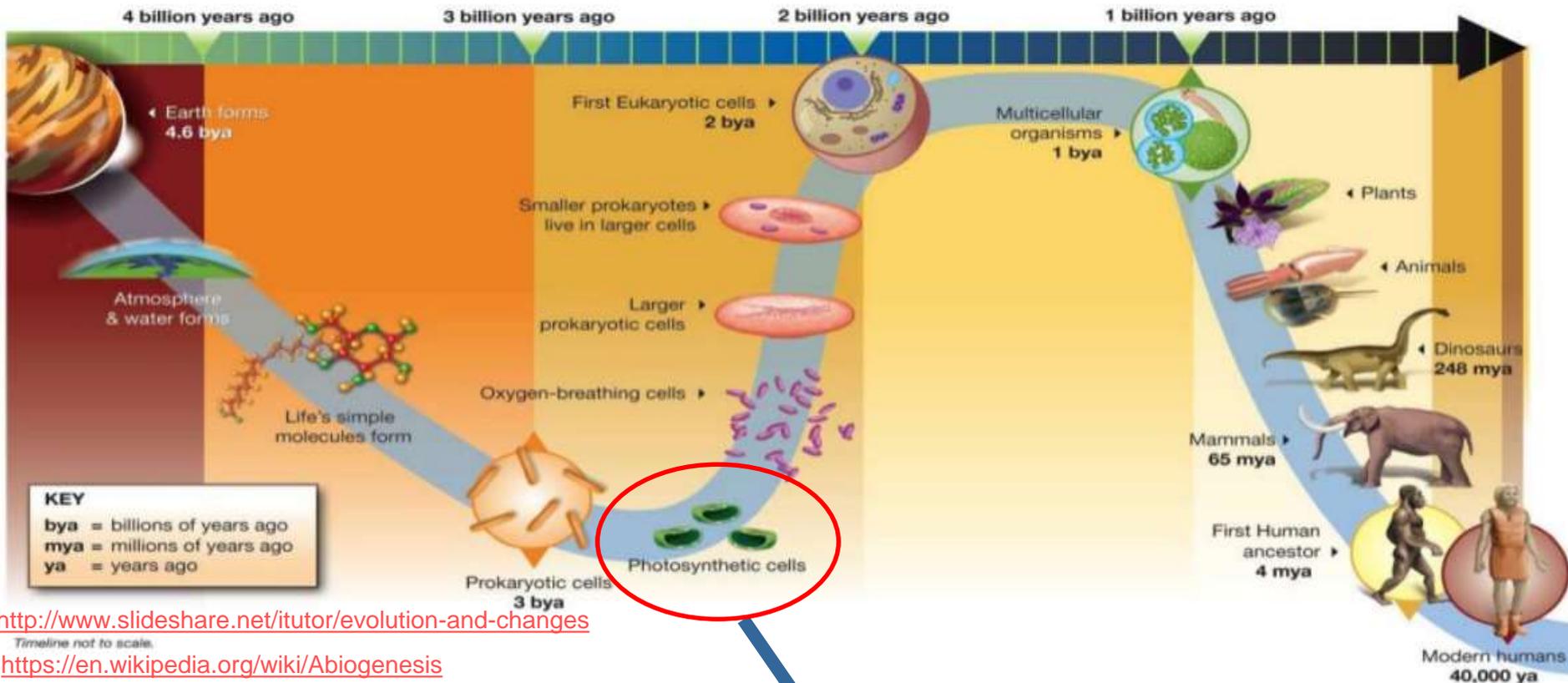
<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>

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



Prokaryote

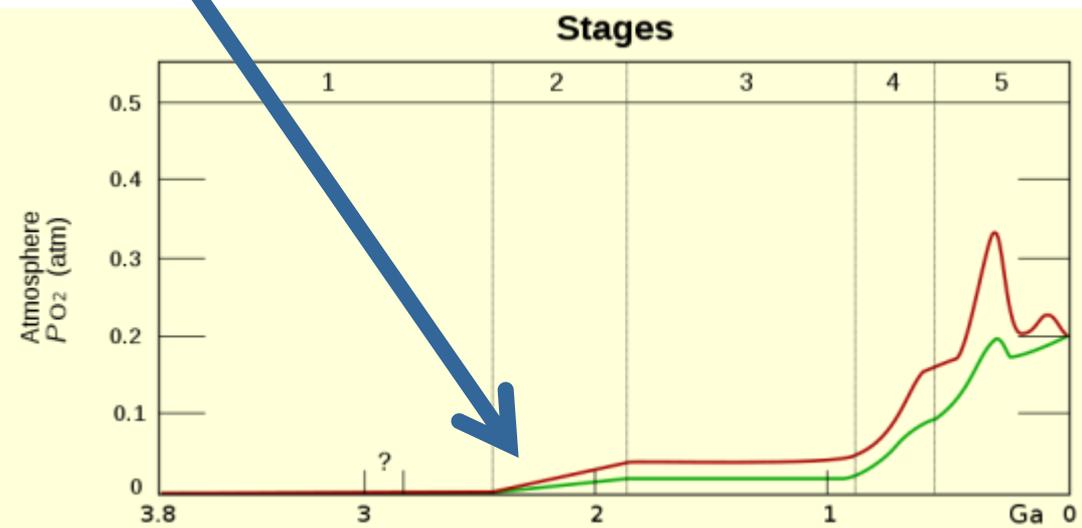
3,5 bya

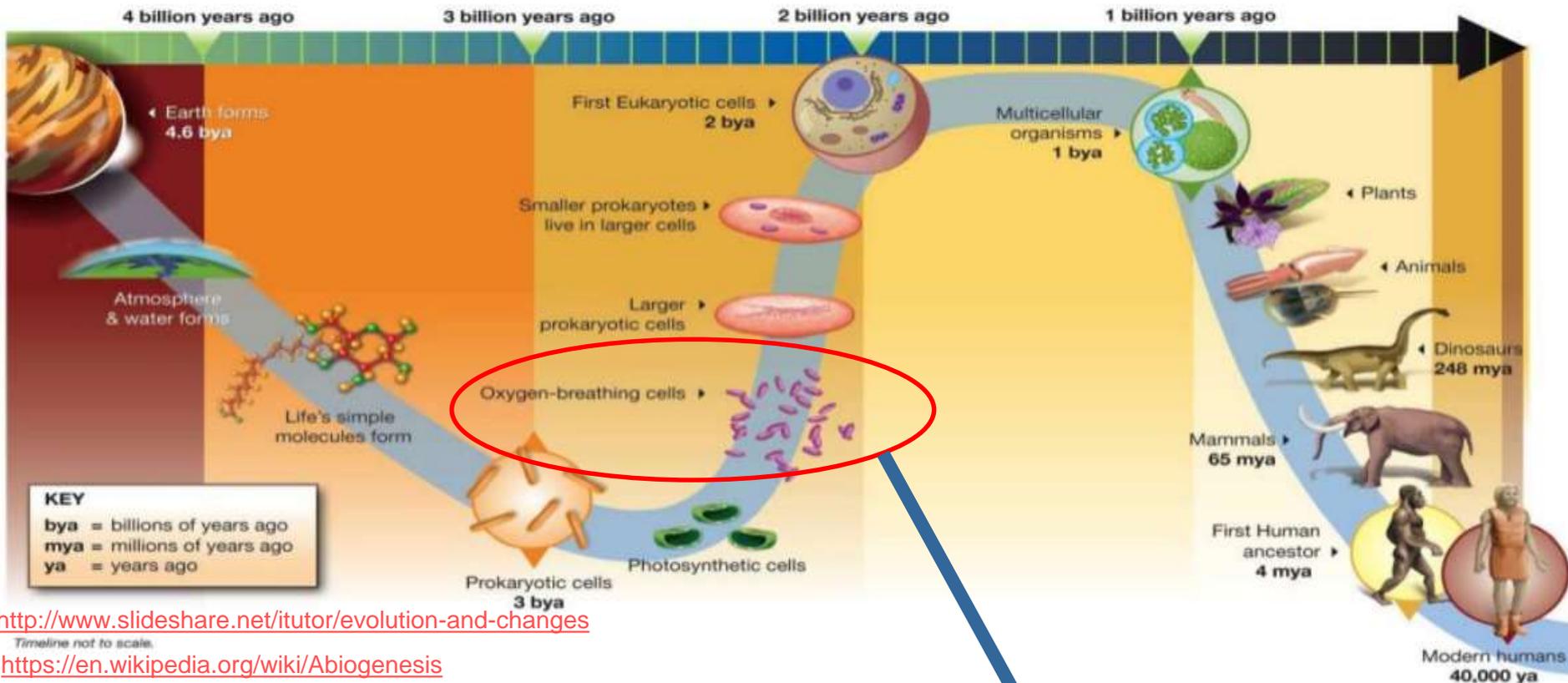


<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Abiogenesis>

2,4 Ga :

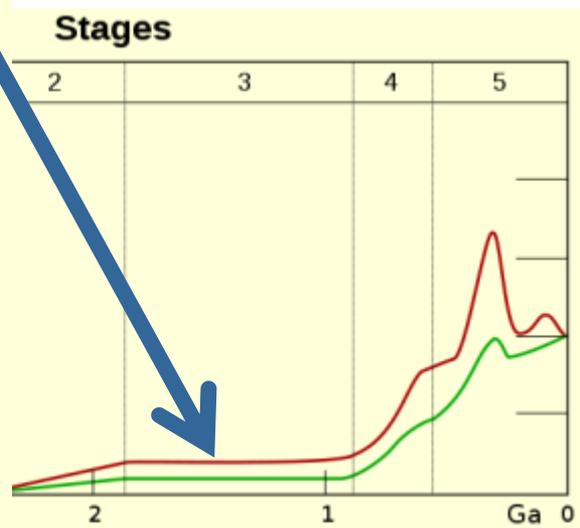
La Grande Oxydation
 (ou catastrophe de l'oxygène)

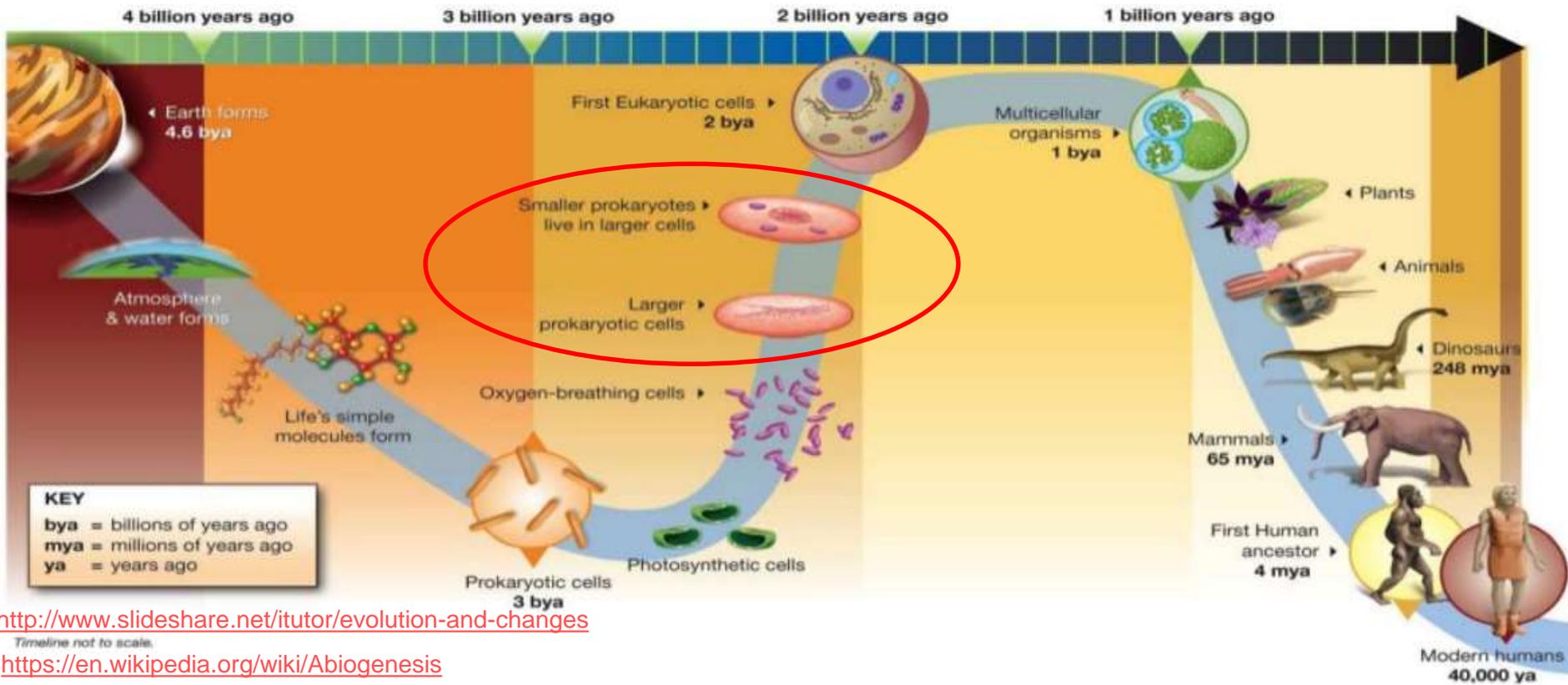




<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Abiogenesis>

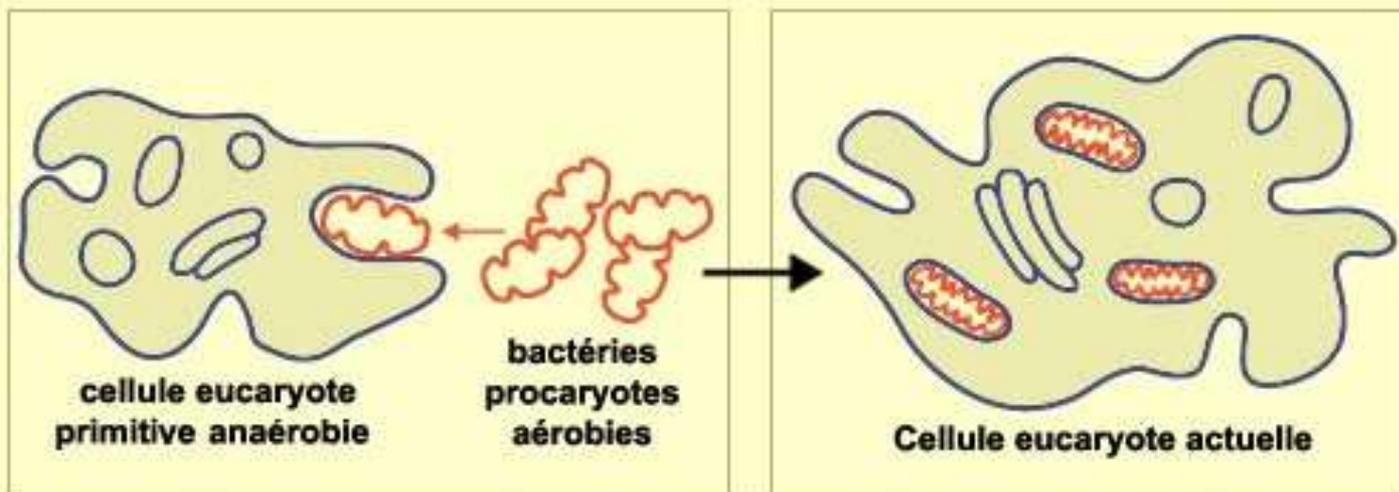
L'avènement de microorganismes capables d'utiliser cet oxygène va faire passer de 5 à 36 la quantité de molécules d'ATP produites à partir d'une molécule de glucose.



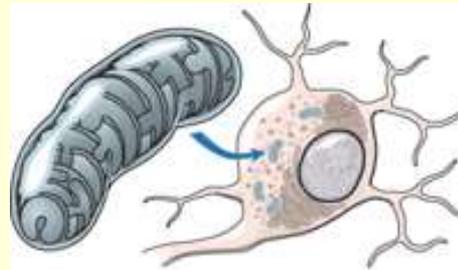


<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>

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



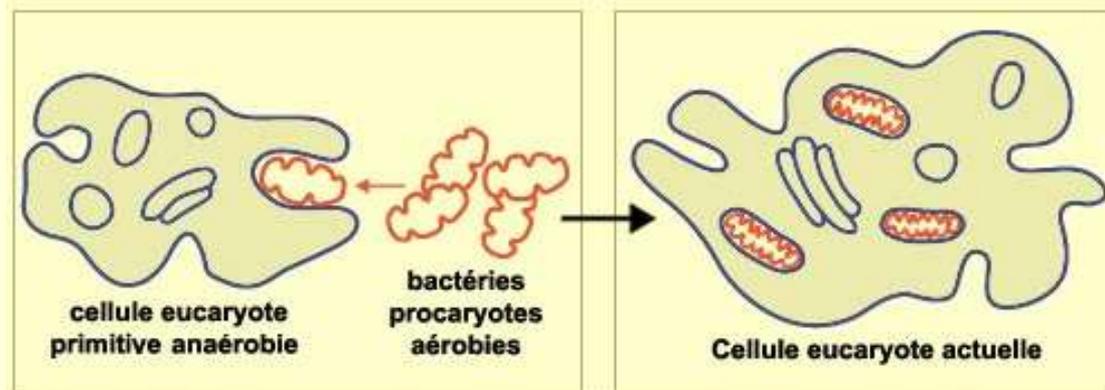
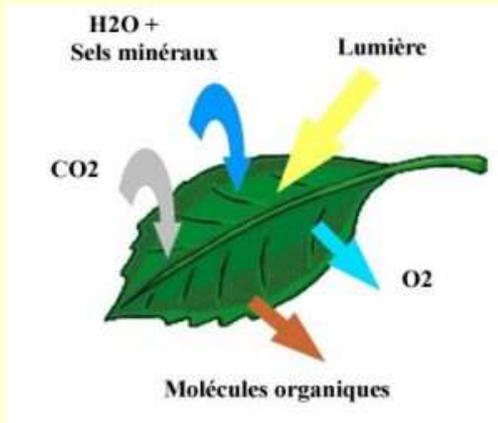
« Pas de mutation à l'origine de la **photosynthèse**
ou pas relation **symbiotique** cellules eucaryotes - bactéries aérobies
(qui sont des événements **contingents ou accidentels**),
pas de neurones si énergivores.
Pas de neurones, pas de cerveaux.
Pas de cerveaux, pas d'humains ! »

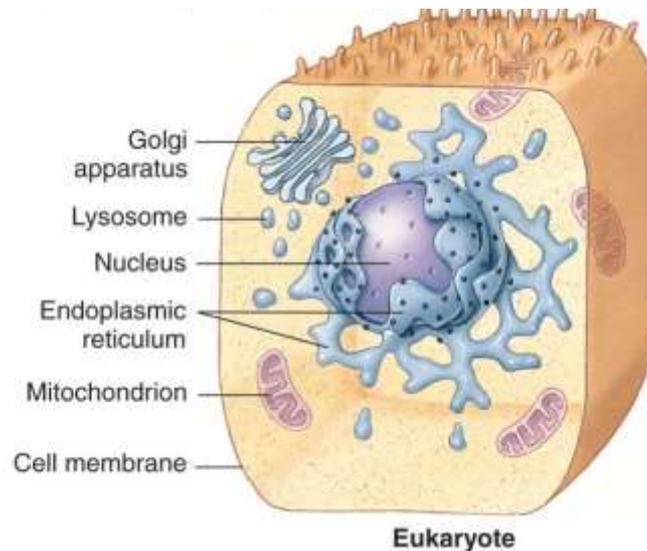
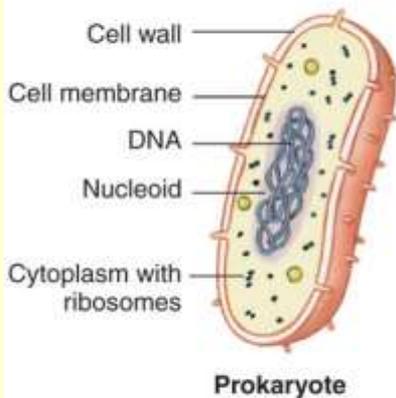
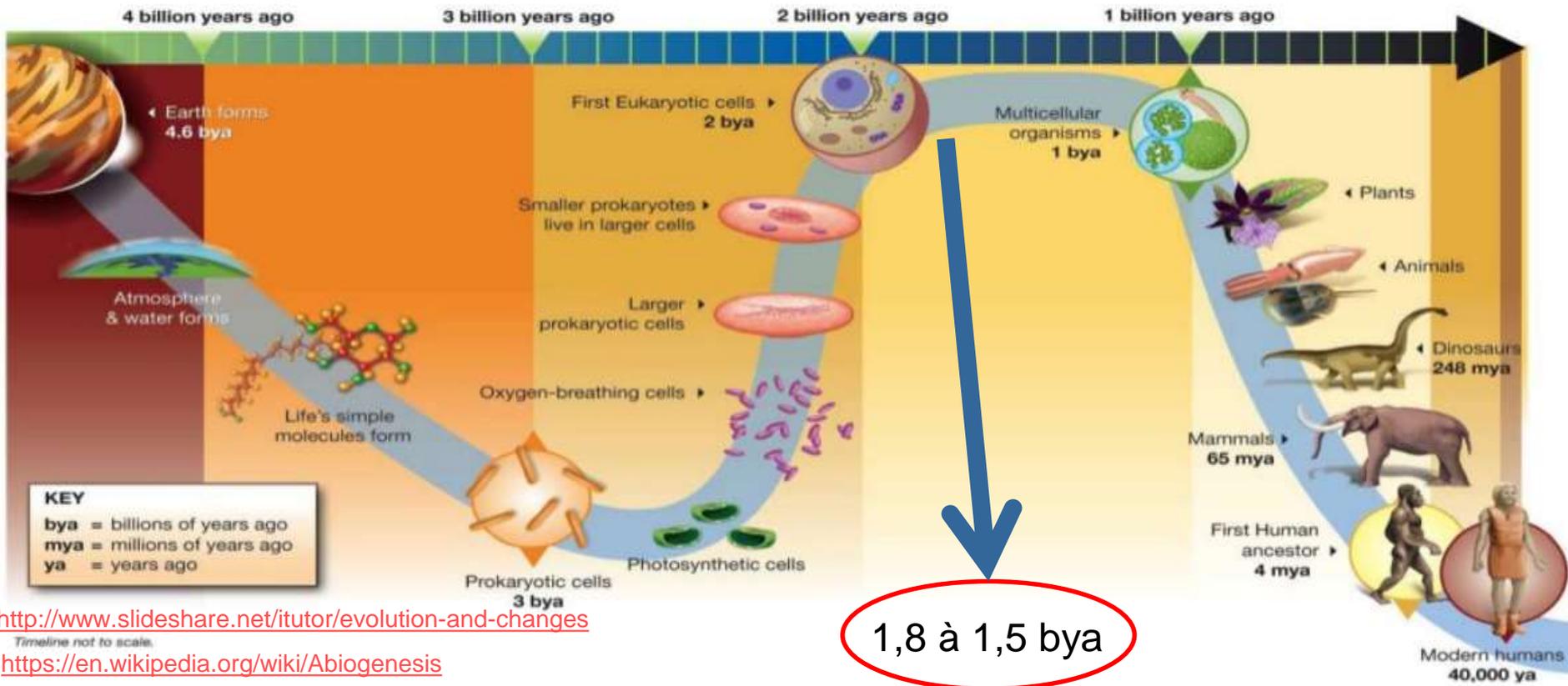


Car encore aujourd'hui,
chaque cellule de
votre cerveau possède
des mitochondries.

What
Caused
Life's Major
Evolutionary
Transitions?

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

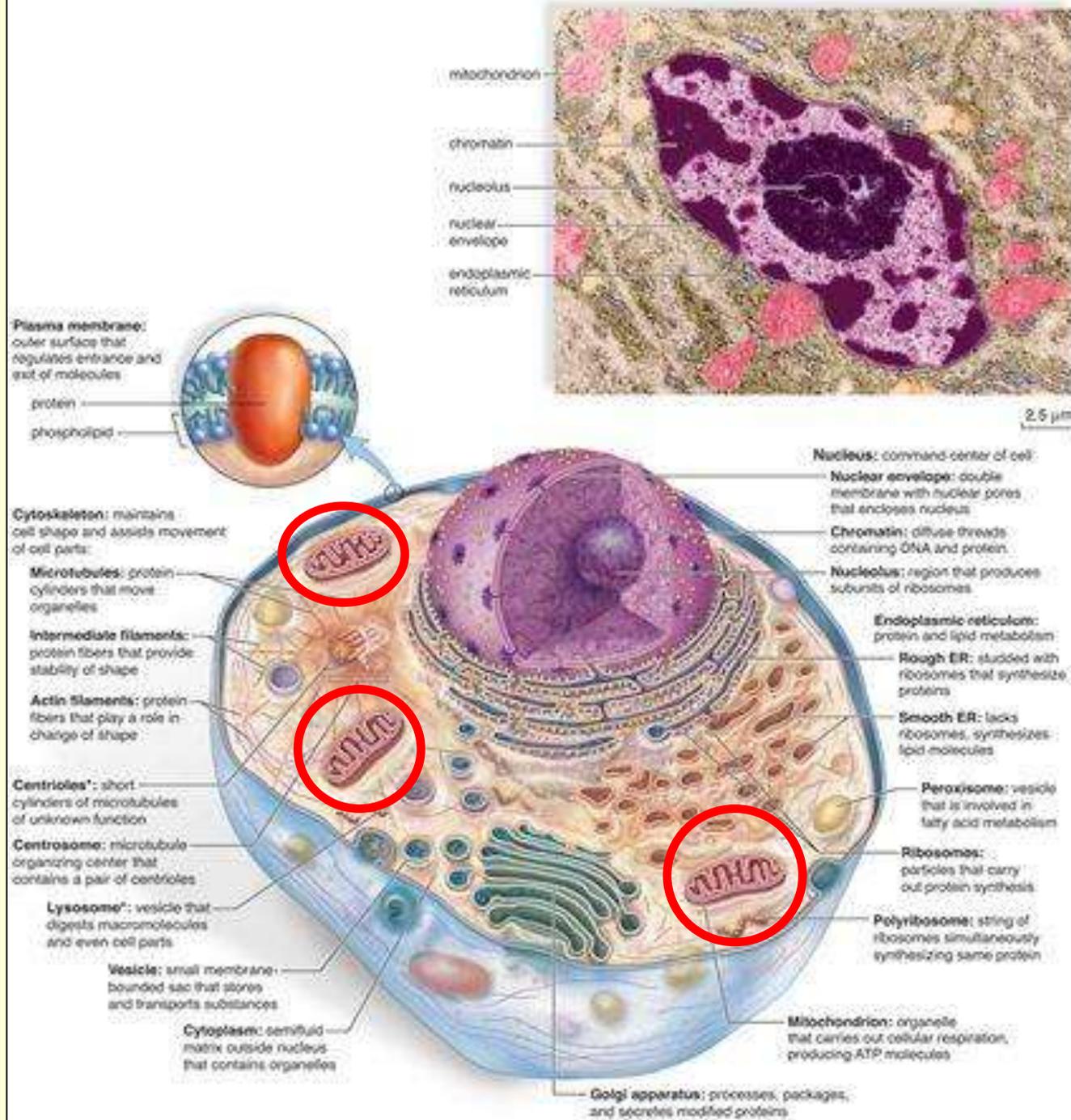


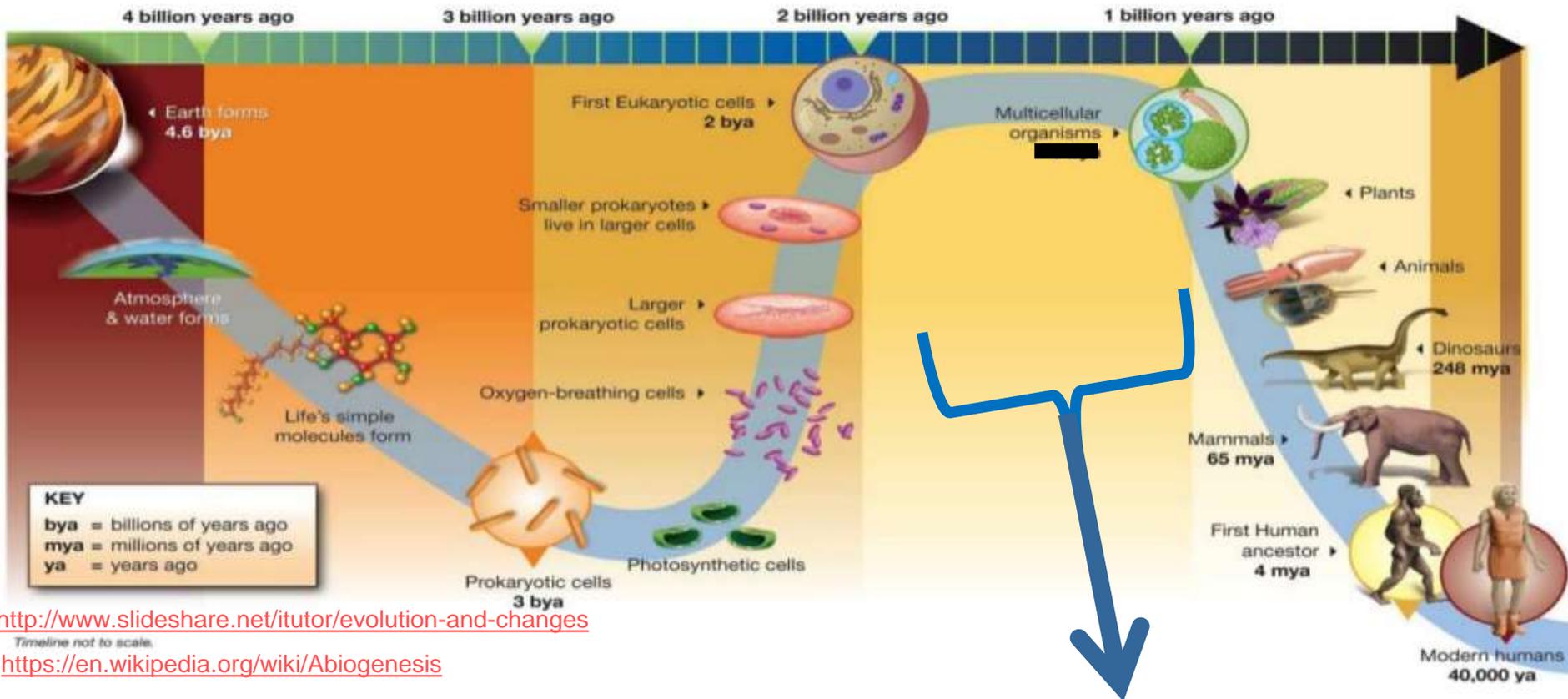


Les réseaux complexes se « compartimentalisent »

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

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

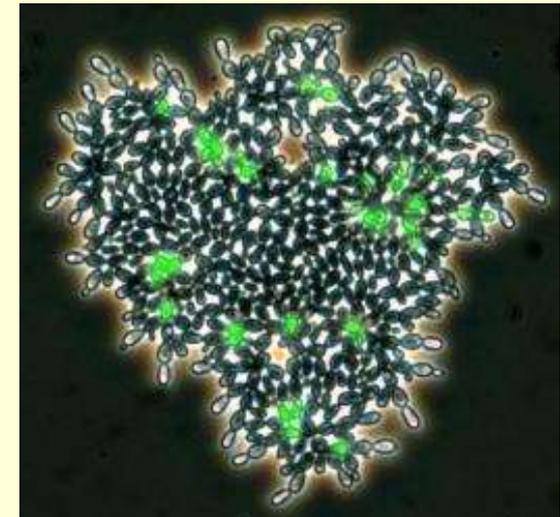


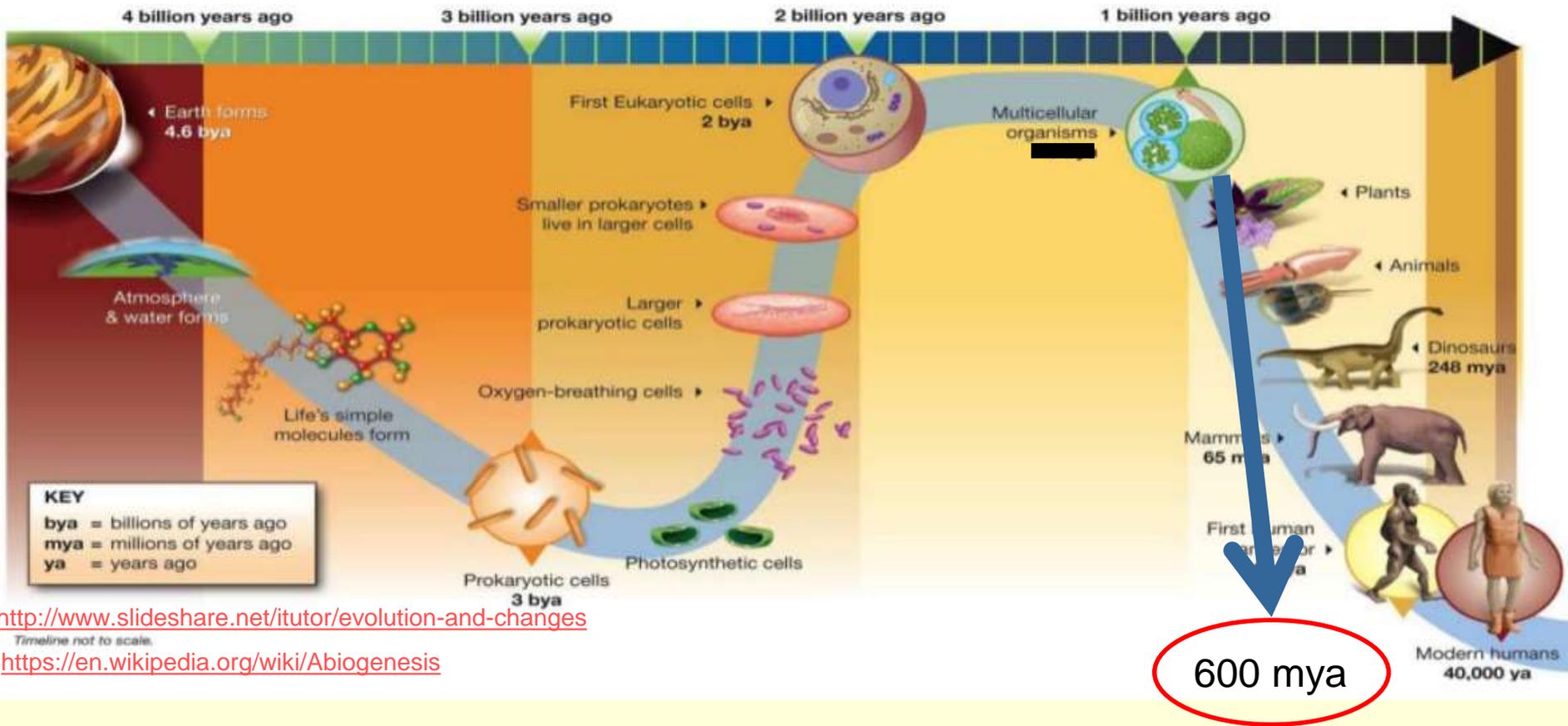


<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>

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

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

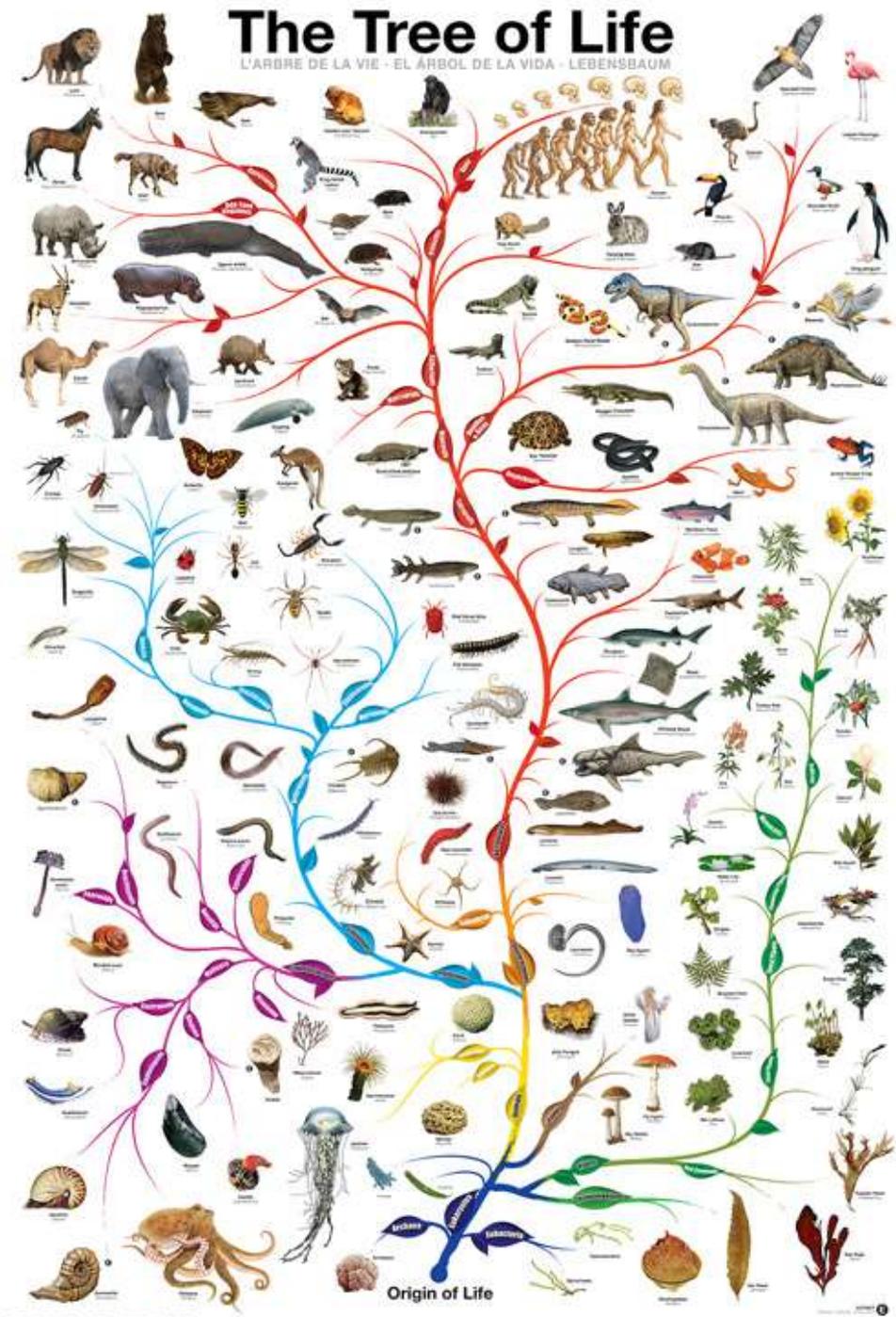
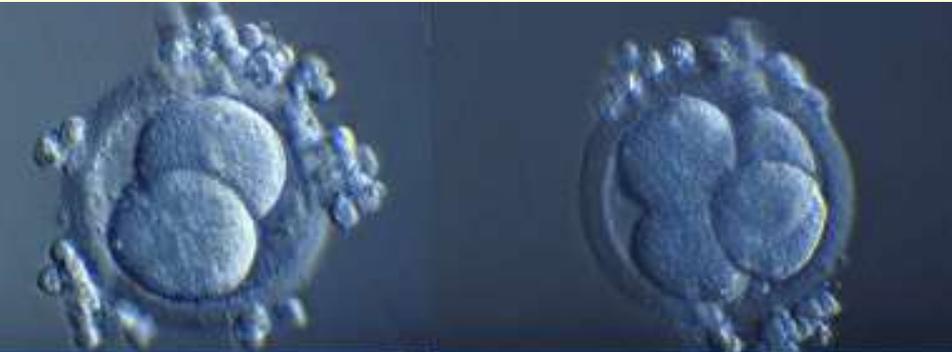
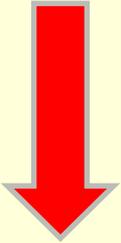
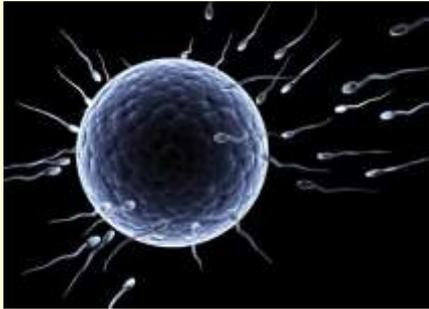




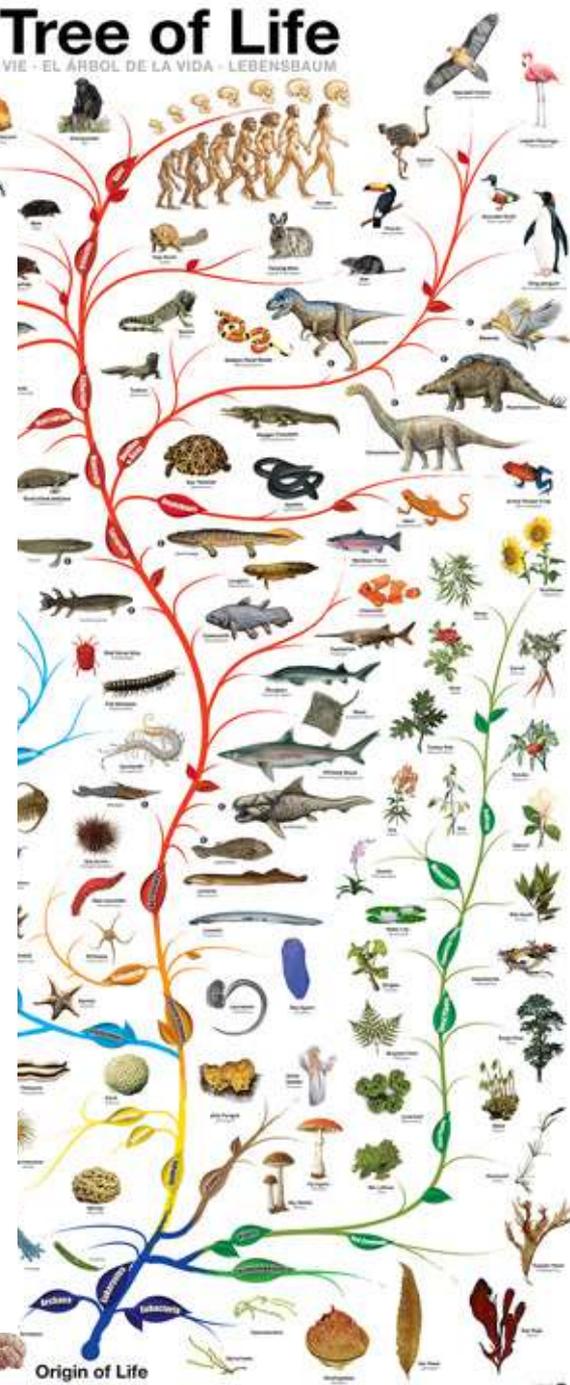
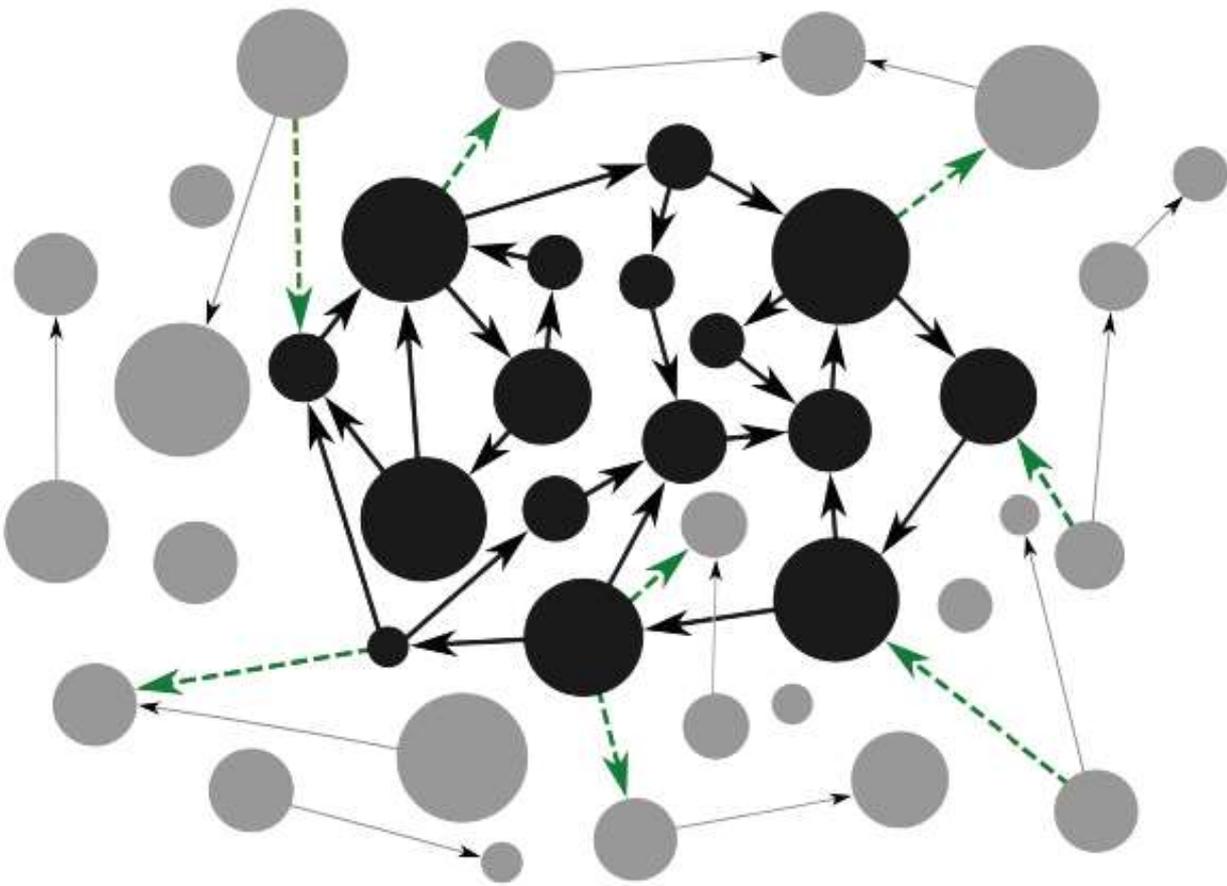
L'émergence de la vie **multicellulaire** apparaît véritablement il y a un peu plus de **600 millions d'années**

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



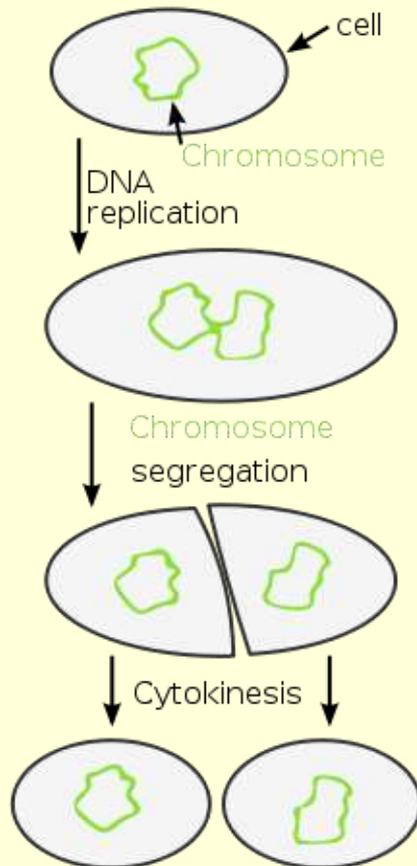


En noir : une cellule un organisme

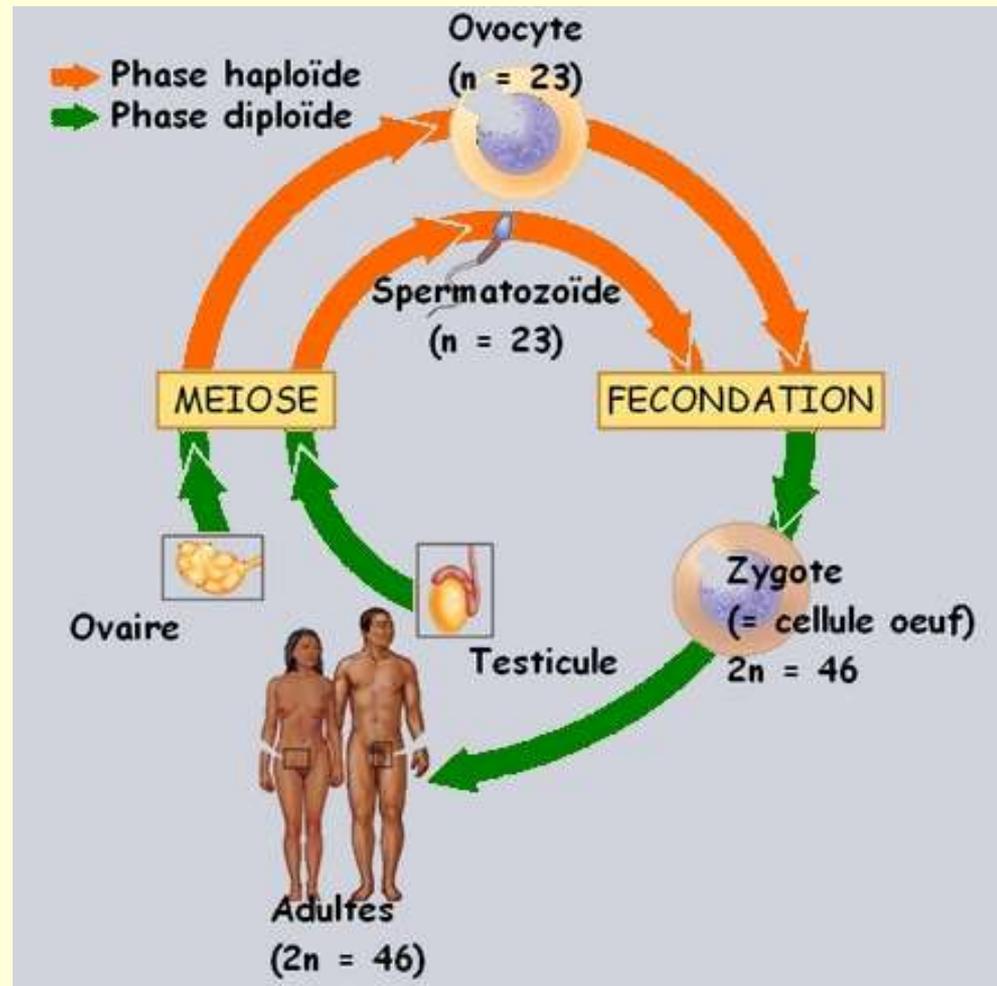


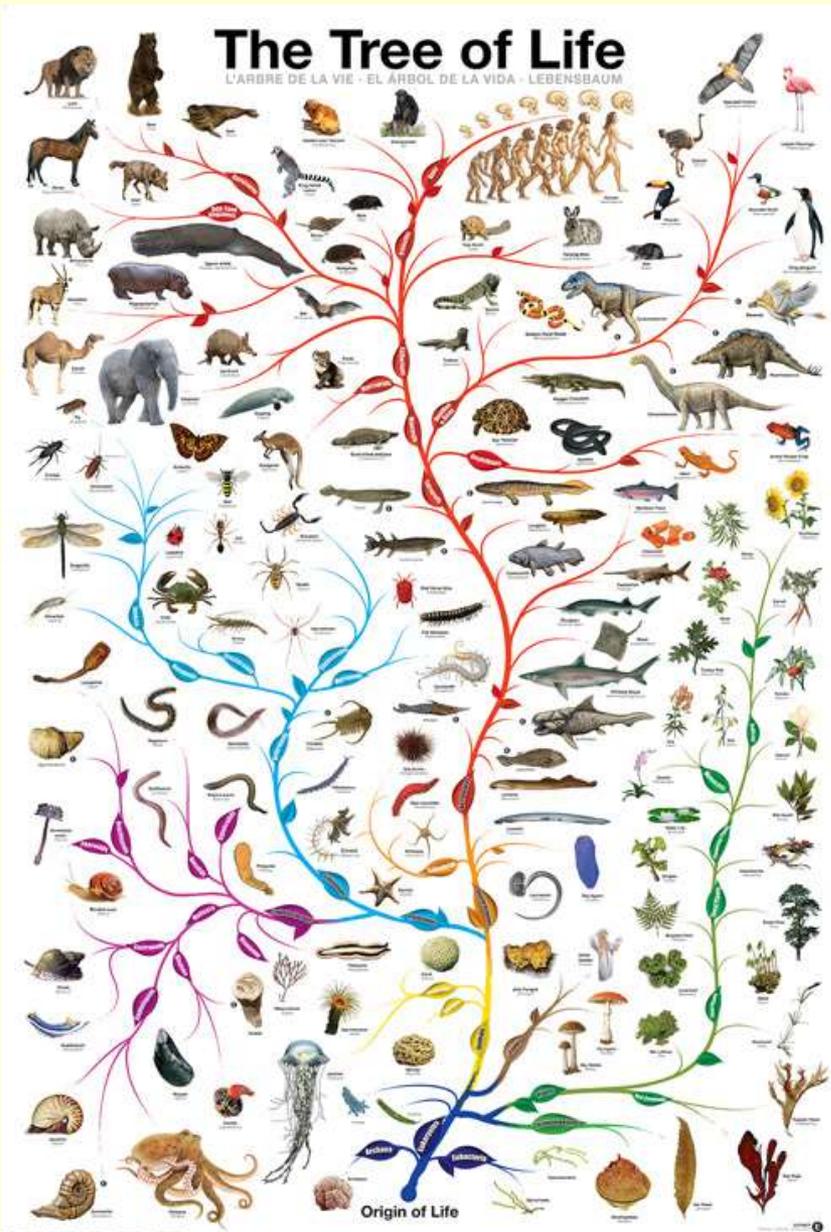
Autre étape importante : apparition de la **reproduction sexuée**, vraisemblablement avec les premiers eucaryotes.

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



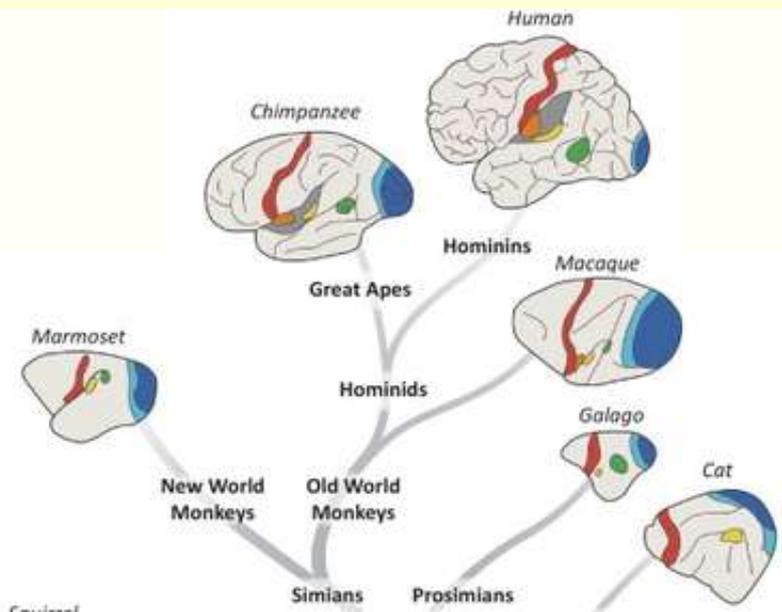
La sexualité : **deux** « parent » se mettent ensemble pour faire **un** individu toujours **différent** grâce au **brassage** du patrimoine génétique (crée beaucoup plus de **diversité**)

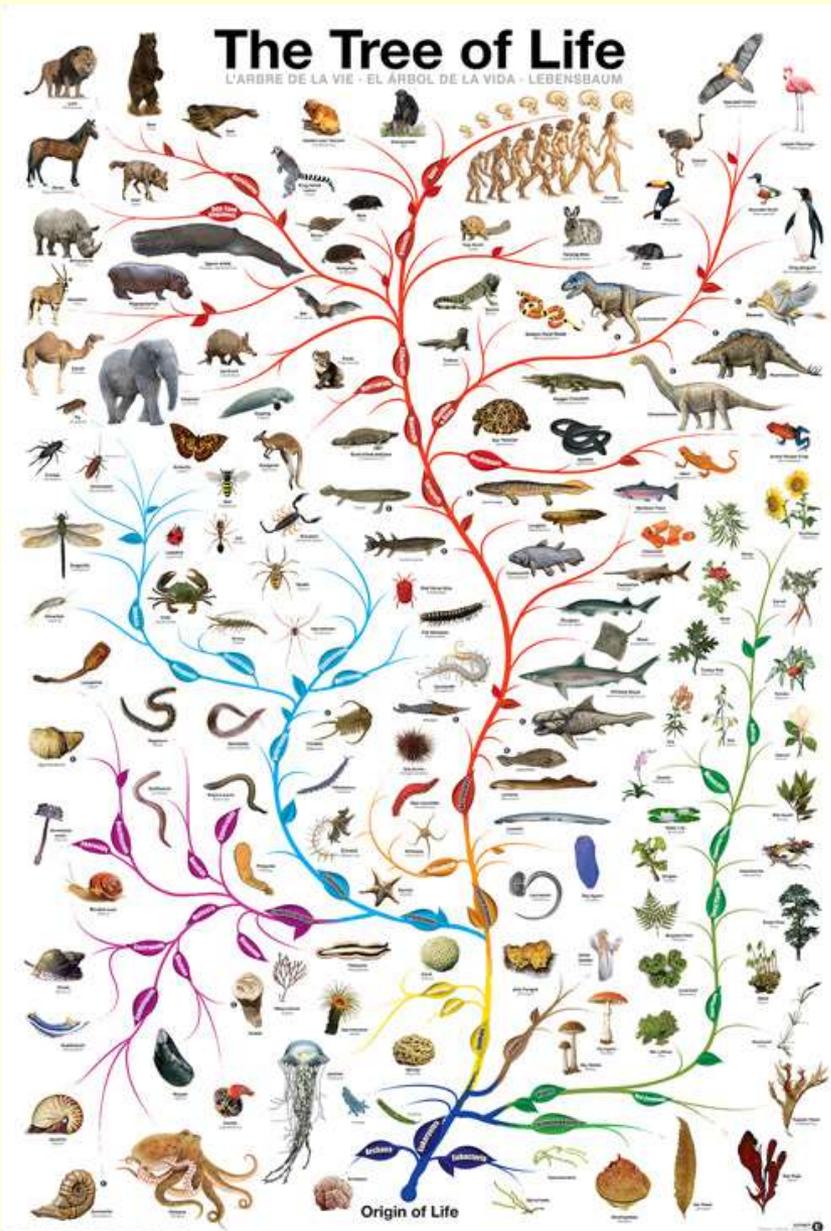




« Pas de sexualité, peu de diversité.
 Peu de diversité, peu d'évolution
 biologique. »

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





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

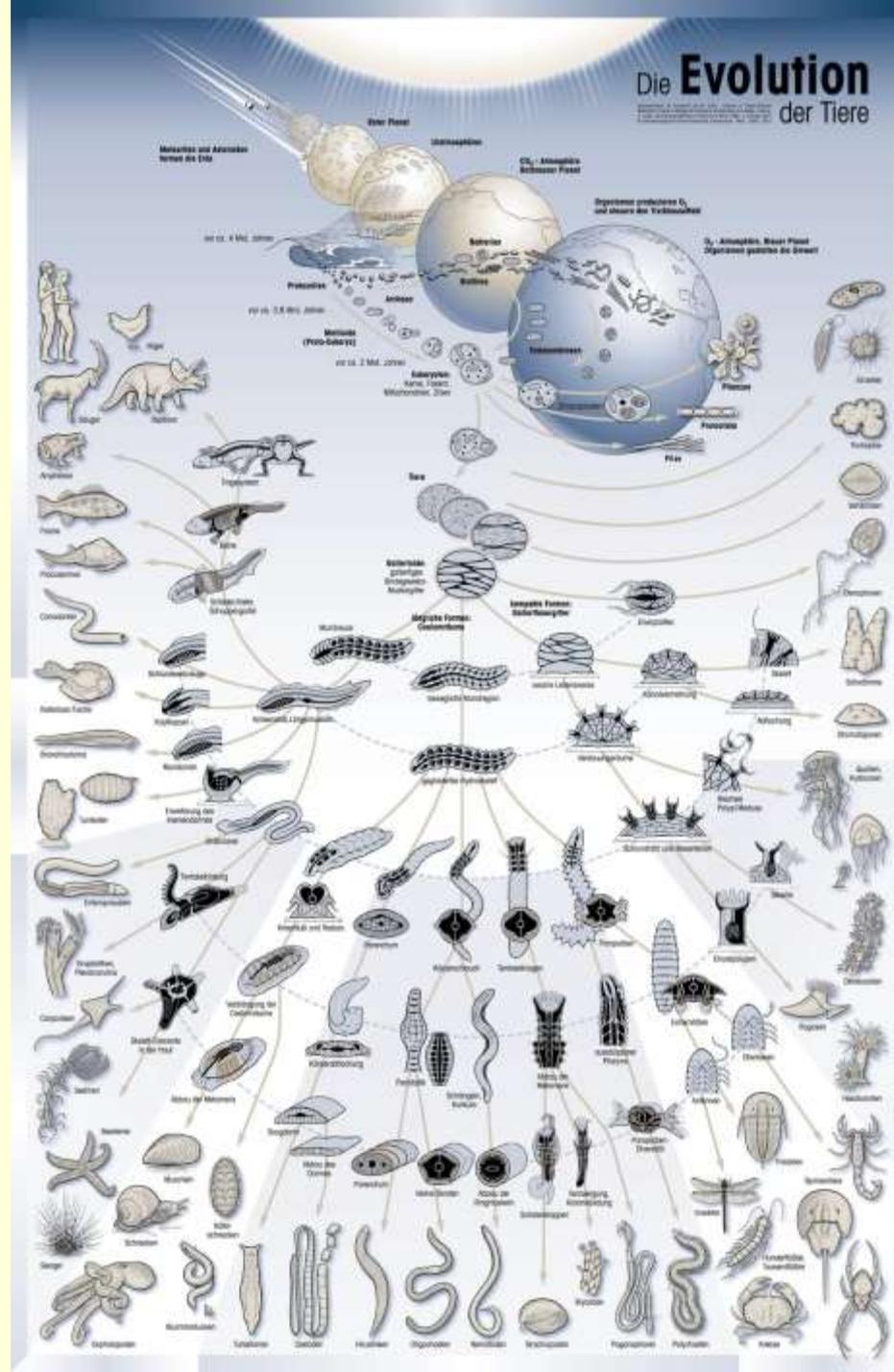
Peu d'évolution biologique,
peu de chance de produire
des cerveaux humains ! »

Nous sommes des « êtres historiques » :

notre histoire évolutive est faite
d'événements **contingents** et **d'accidents**
qui se transmettent et forment
des lignées évolutives.

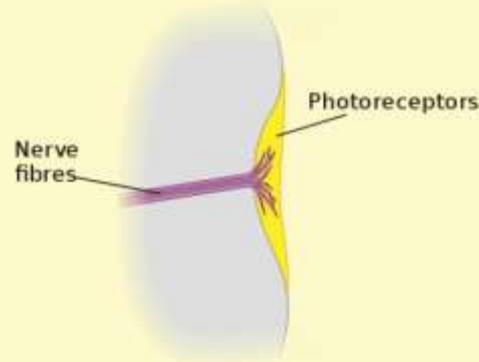
Un moteur important de l'évolution : La sélection naturelle

- 1- Les individus d'une population **diffèrent suite à des mutations** qui surviennent au hasard;
- 2- Plusieurs de ces différences sont **héréditaires**;
- 3- Certains individus, dans un environnement donné, ont des caractéristiques qui les **avantagent** en terme de survie et de reproduction;
- 4- Ils vont donc transmettre **plus efficacement à leur descendants ces caractères héréditaires avantageux**, et progressivement toute la population les possédera.

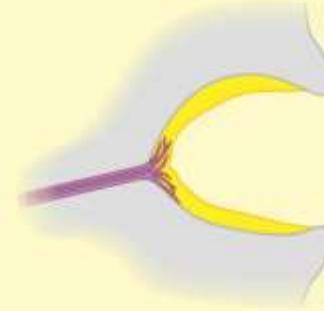


L'exemple de l'oeil

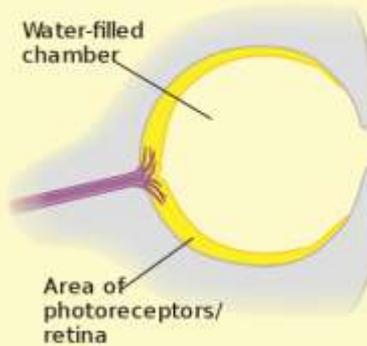
a) Region of photosensitive cells



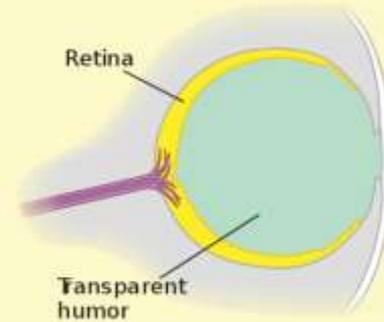
b) Depressed/folded area allows limited directional sensitivity



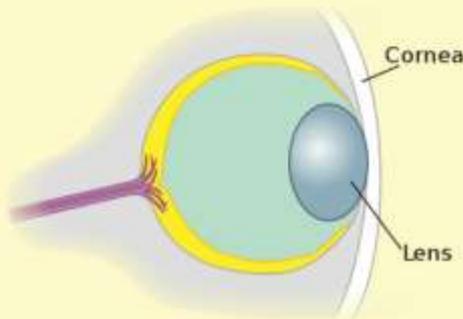
c) "Pinhole" eye allows finer directional sensitivity and limited imaging



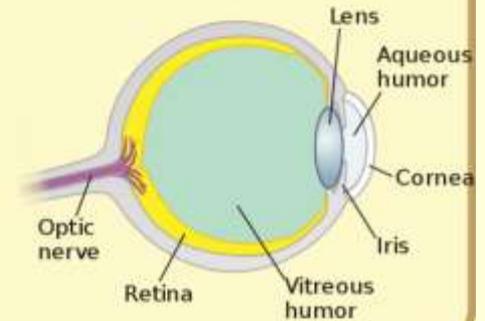
d) Transparent humor develops in enclosed chamber



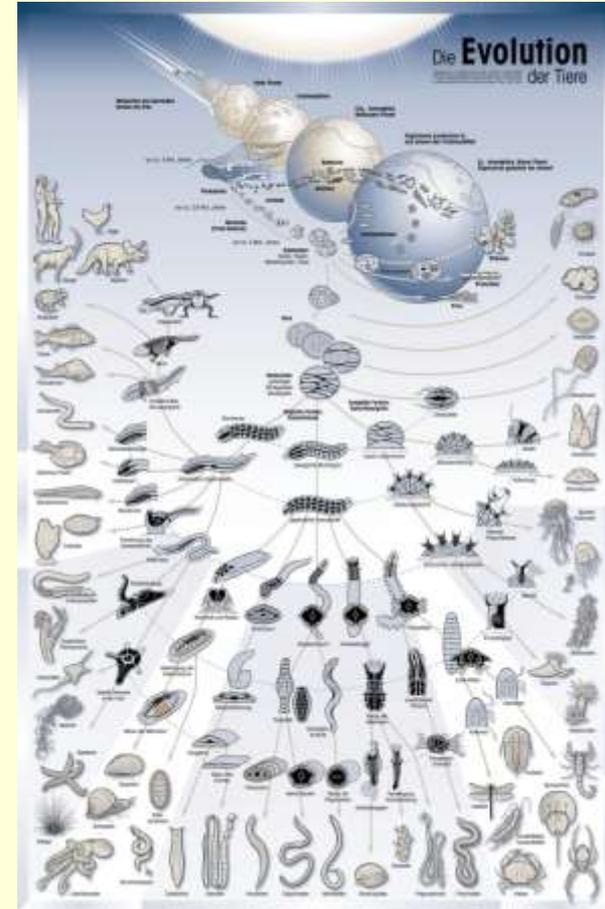
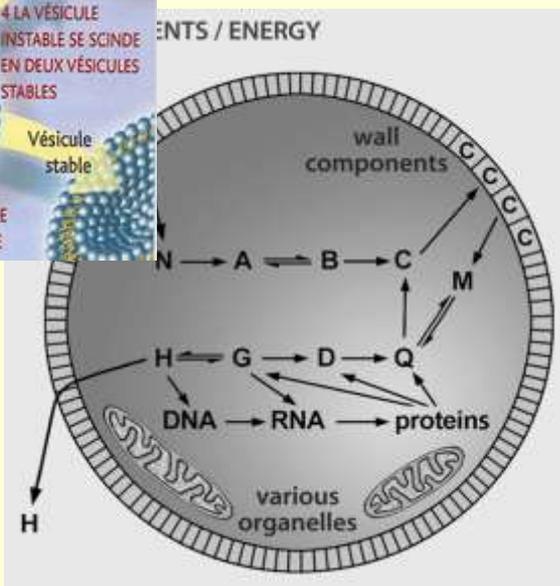
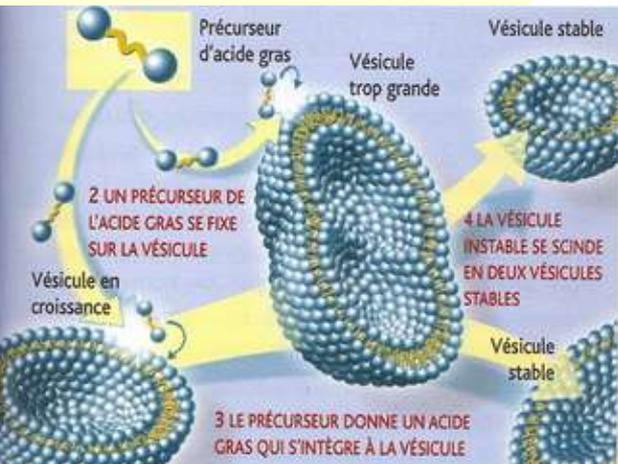
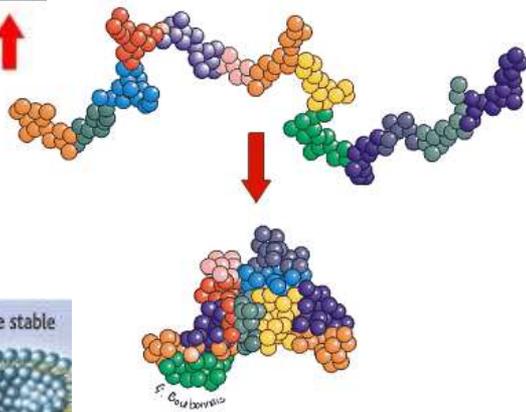
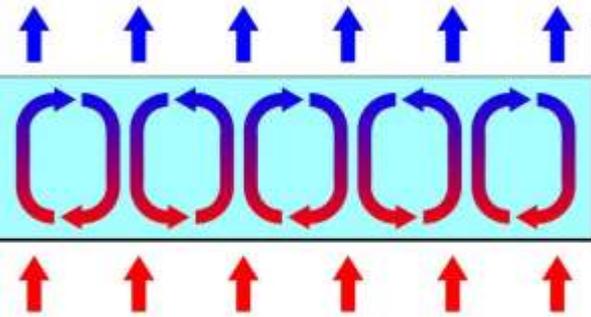
e) Distinct lens develops



f) Iris and separate cornea develop



Auto-organisation + Diversité & Sélection



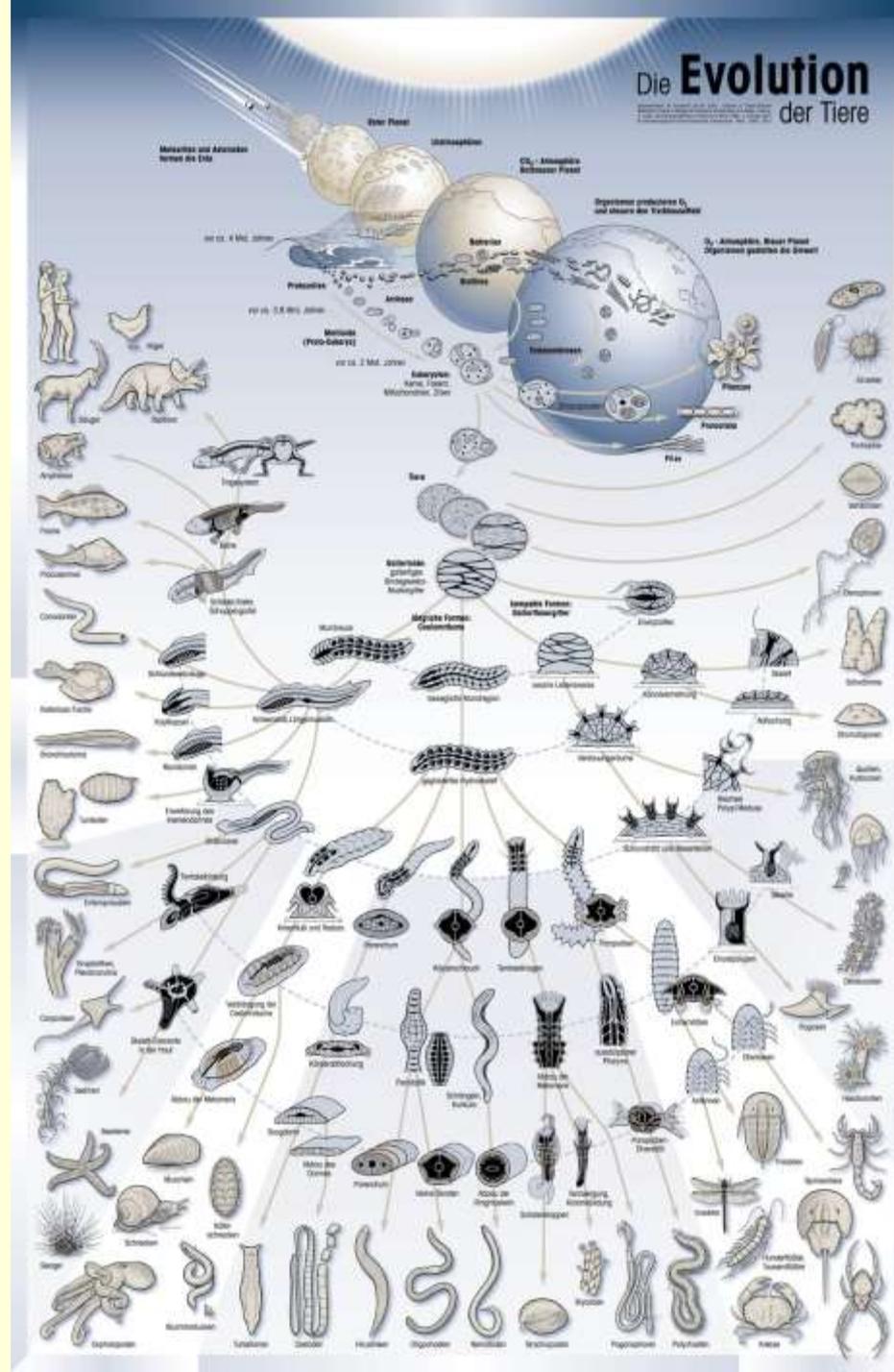
= deux processus fondamentaux qui se renforcent mutuellement (théorie des systèmes évolutifs)

Important :

→ Si un organisme survit, c'est que sa structure est **suffisamment compatible** avec celle de l'environnement dans lequel ils se trouve, et pas nécessairement « optimale » .

« Le monde compte 4 millions d'animaux et de végétaux différents – 4 millions de solutions au même problème : **rester en vie.** »

- David Attenborough,
réalisateur naturaliste, 1926-
La vie sur Terre, 1979



Séance 1 :

**Le « connais-toi
toi-même » de
Socrate à l'heure
des sciences
cognitives**



Séance 2 :

**De la « poussière
d'étoile »
à la vie : ces
bizarreries qui
font qu'on est ici
aujourd'hui**

Plan de ce soir

« Nous sommes faits de poussières d'étoiles »

Qu'est-ce que la vie ?

Évolution et reproduction sexuée

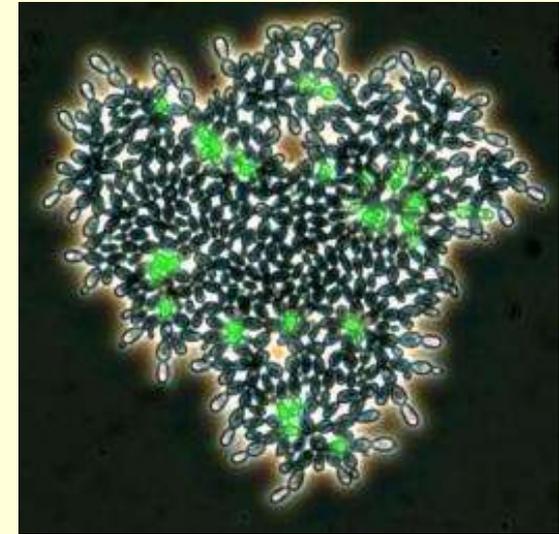
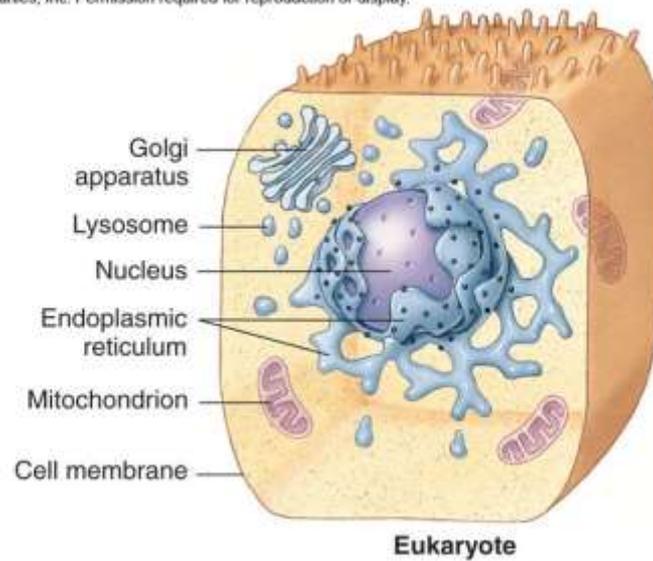
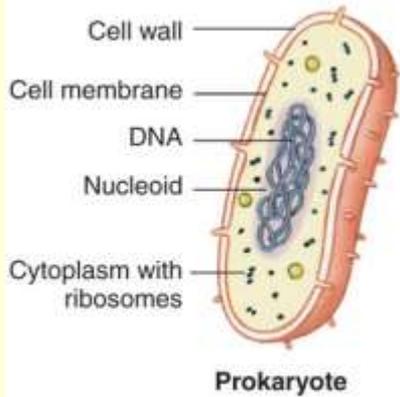
Les multicellulaires et l'émergence des systèmes nerveux

Après la pause et quelques questions/échanges:

Hominisation et coévolution gène-culture

Qu'apporte le passage des unicellulaires aux pluricellulaires ?

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



Accélération du phénomène de **spécialisation cellulaire**



cellule
pancréatique



cellule
cardiaque



cellule
sanguine



cellule
pulmonaire



ovule



cellule
osseuse



cellule
de la rate



cellule
musculaire



cellule
du cerveau



cellule
du foie

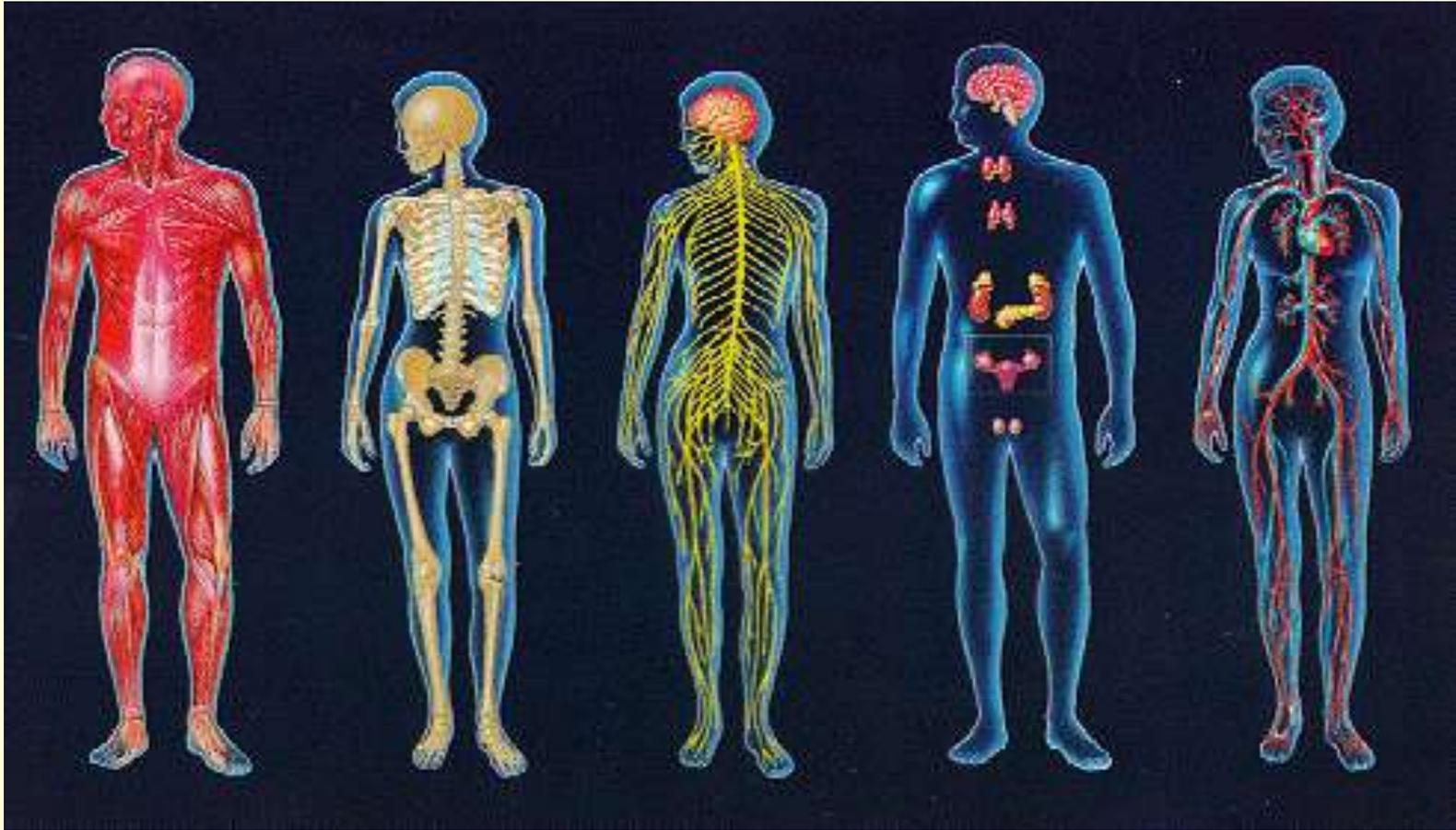
Ces cellules spécialisées vont former différents **tissus** et **organes**,
et finalement différents **grands systèmes...**

Musculo-squelettique

Nerveux

Endocrinien

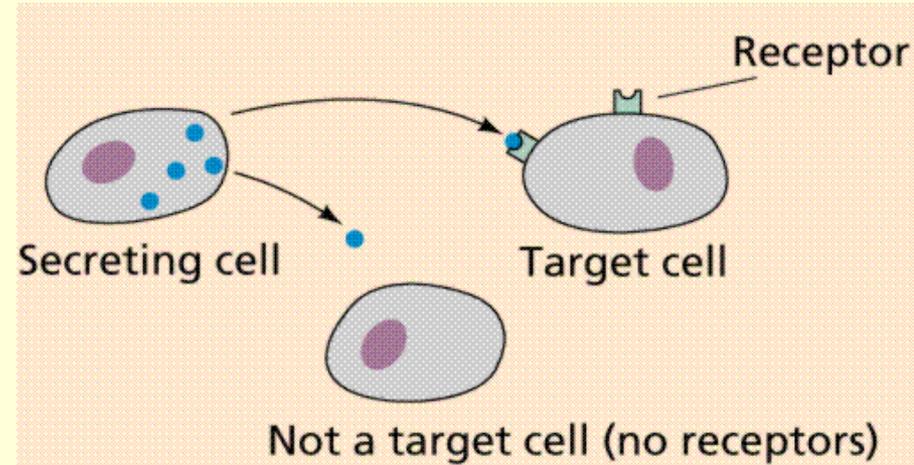
Circulatoire



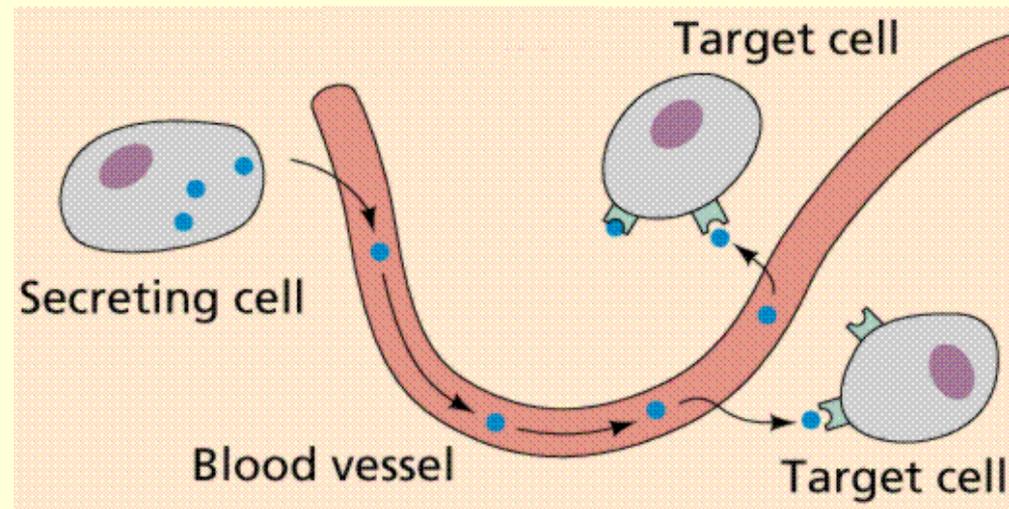
Mais leur origine...

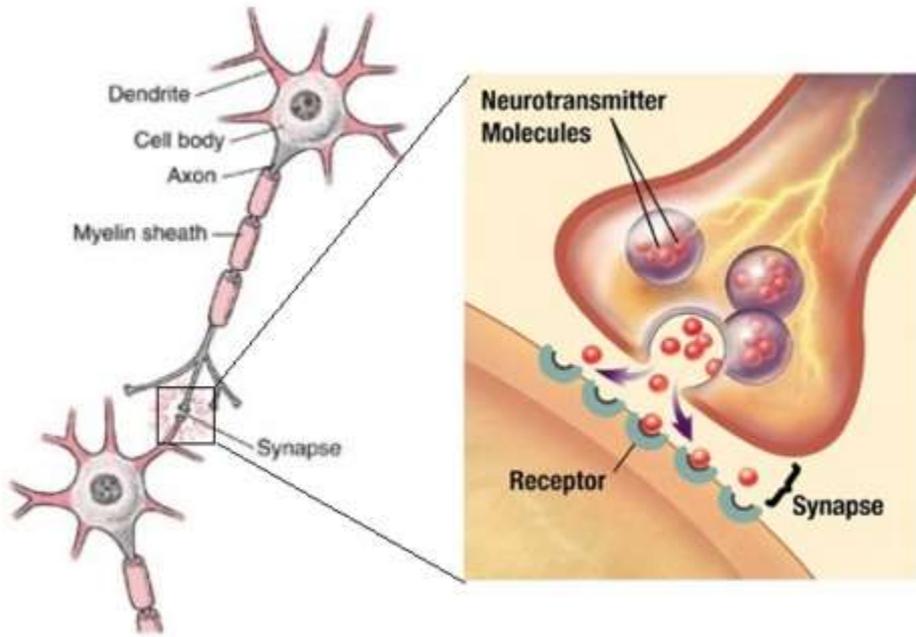


...est très ancienne et moins « tranchée » !

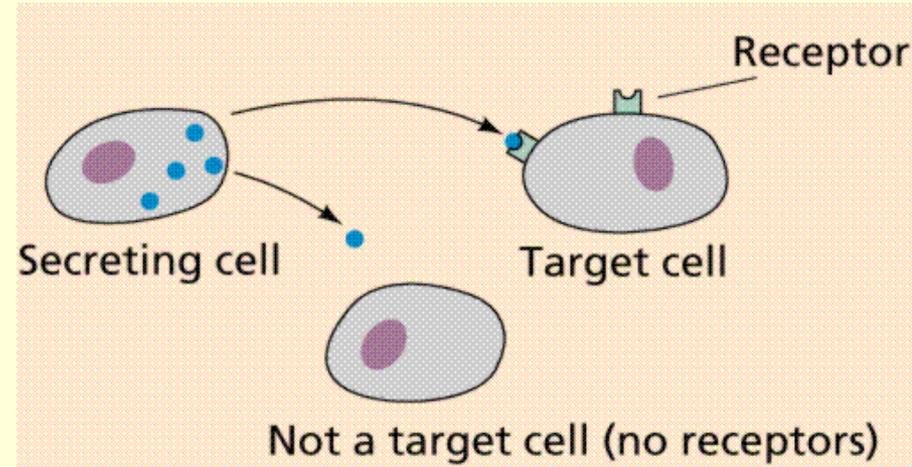


Hormones !
(système endocrinien)

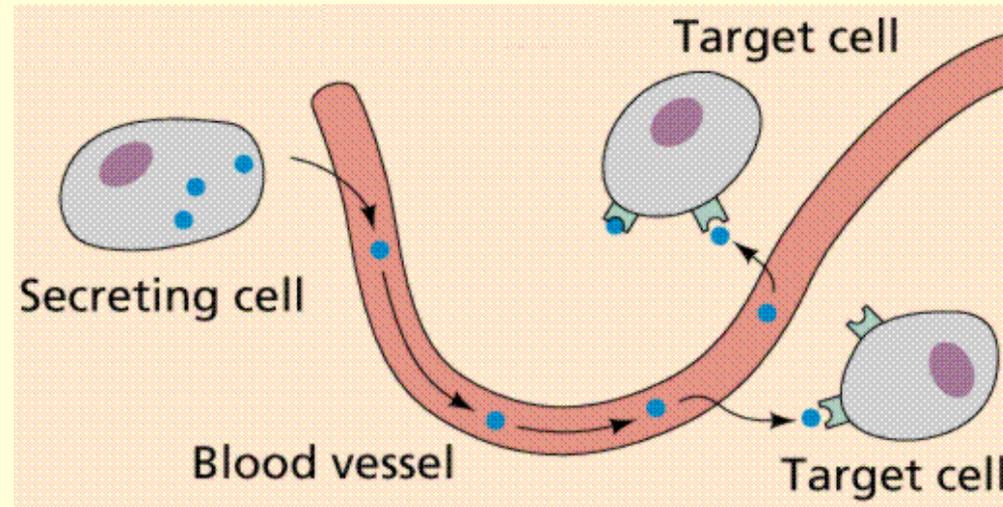




...mais aussi neurotransmetteurs et récepteur des neurones du **système nerveux !**



Hormones !
(système endocrinien)



2^e principe de la thermodynamique :

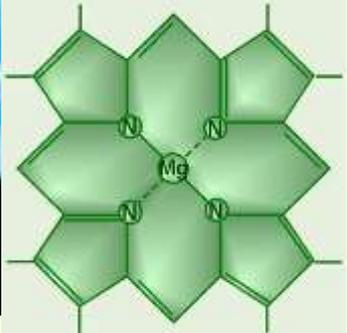
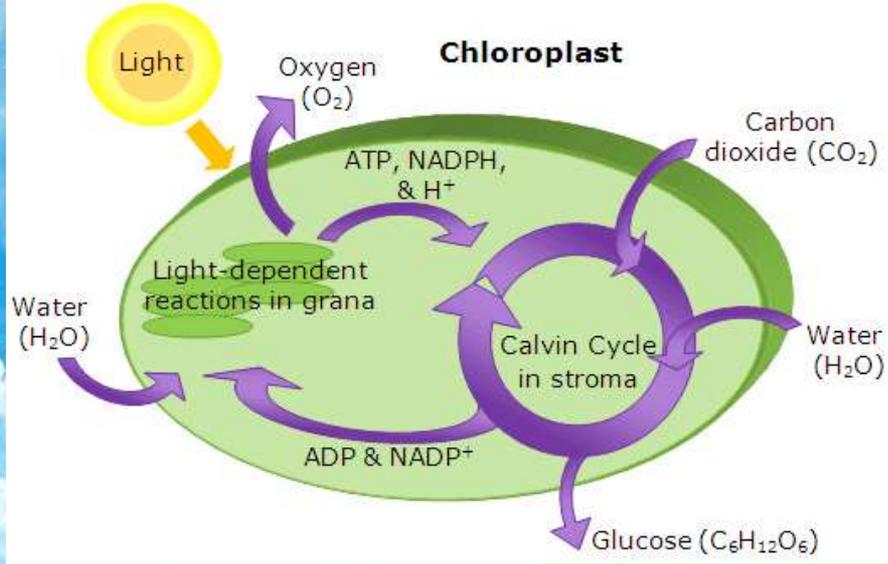
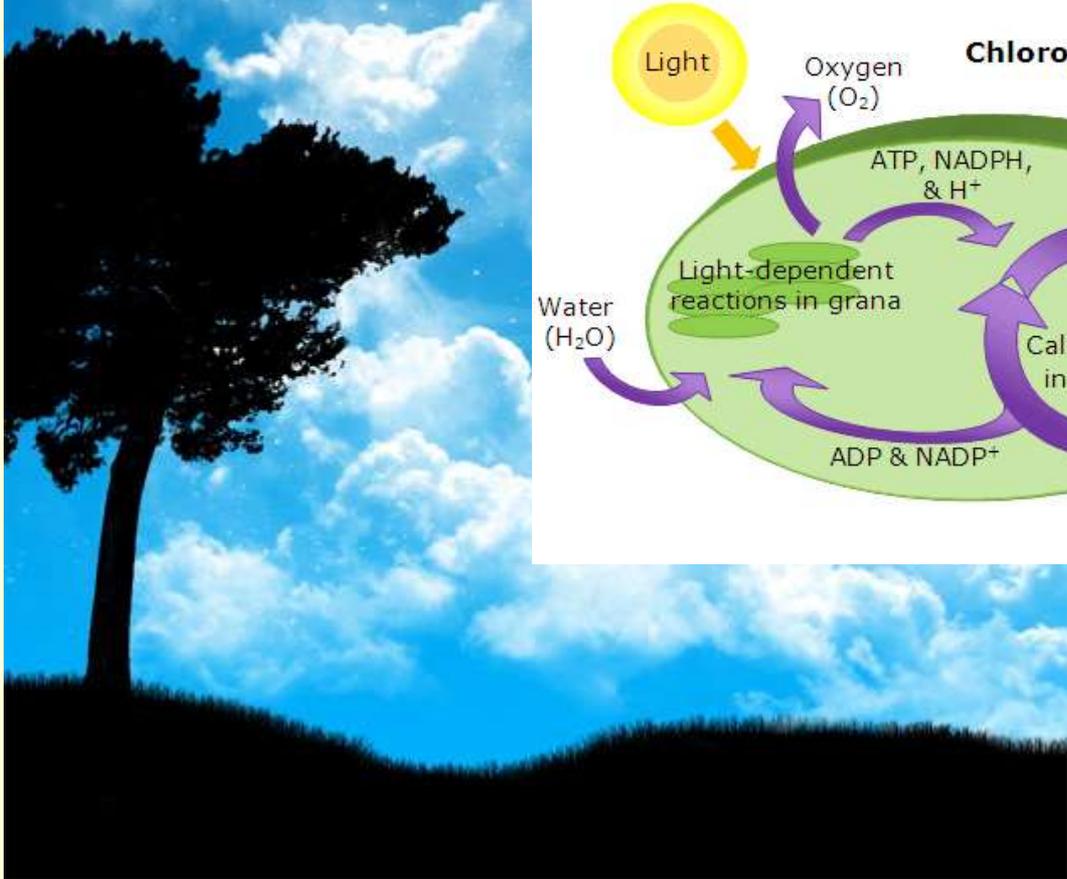
l'entropie (désordre) croît constamment





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

- Henri Laborit



Plantes :

photosynthèse

grâce à l'énergie du soleil





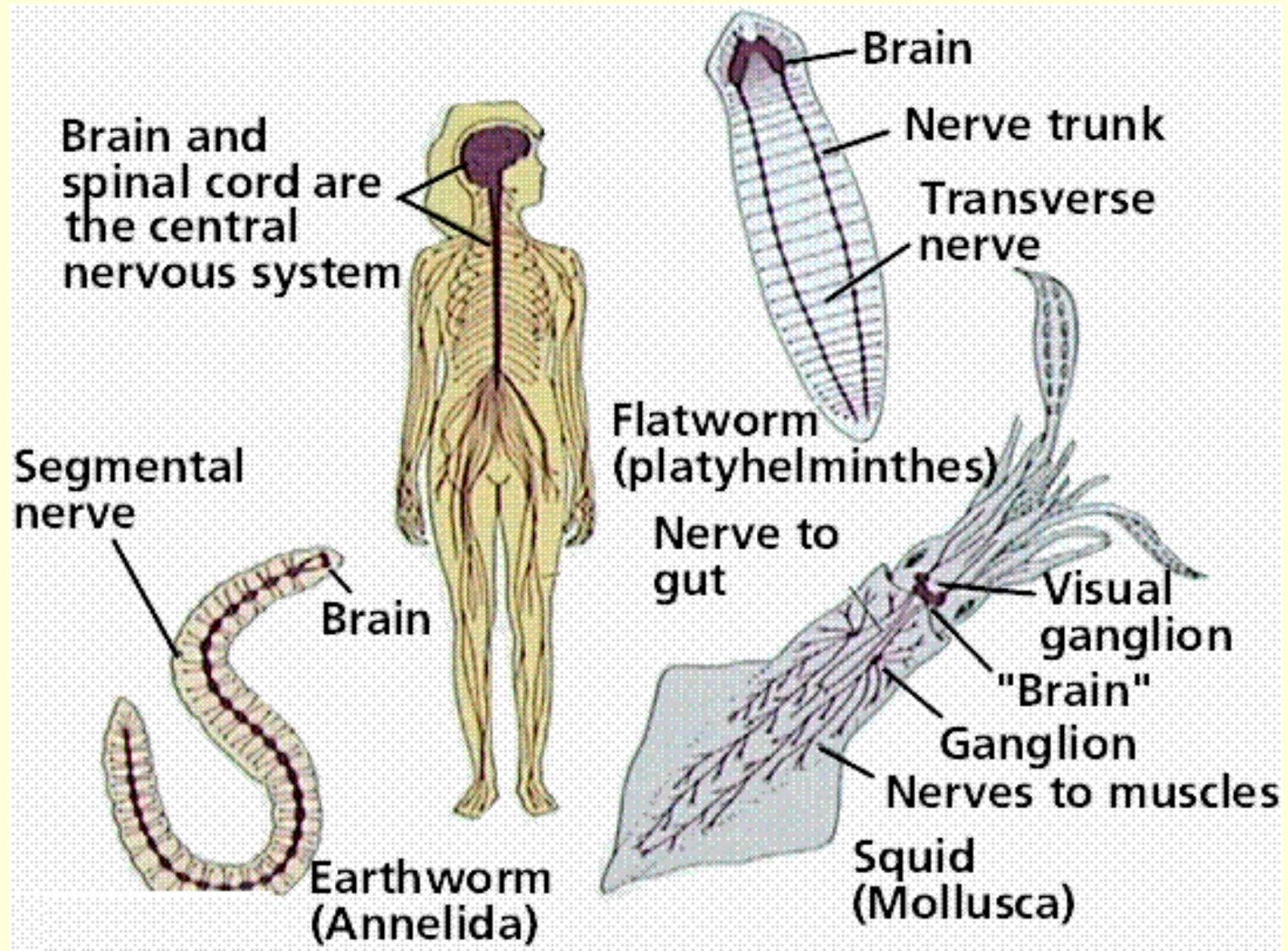
Animaux :

autonomie motrice
pour trouver leurs ressources
dans l'environnement

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



Un système nerveux !



Un système nerveux !

Différent du **système hormonal** : le moment des premières règles d'une femme varie, l'important c'est qu'elle finisse par les avoirs...

Différent du **système immunitaire** : commencez à fabriquer des anticorps ce soir au lieu de maintenant et ce sera rarement fatal...

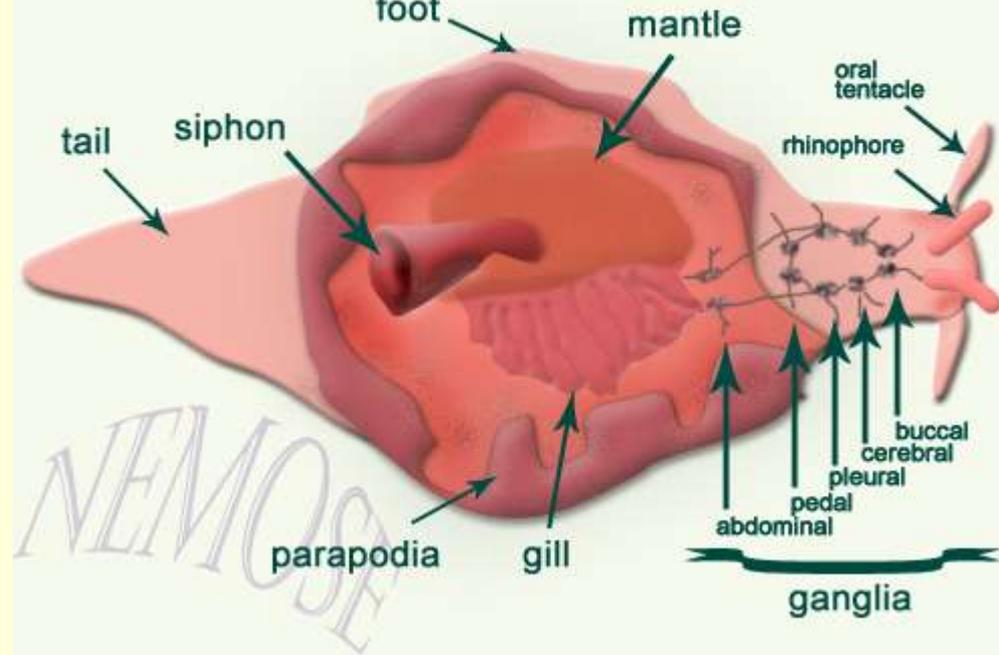
Mais ne bondissez pas en une fraction de seconde après avoir aperçu un guépard surgir des hautes herbes, votre existence peut se terminer là.

Faire ressortir du **sens** du chaos du monde, **prévoir** ce qui va s'y passer, et y **réagir** promptement, voilà le rôle du **système nerveux**.





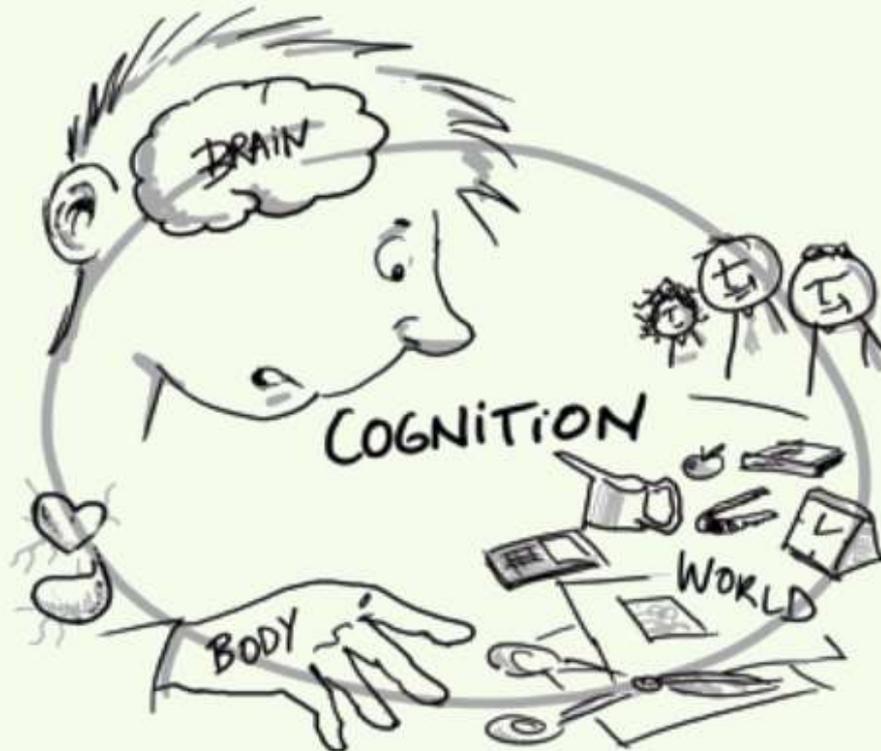
Aplysie
(mollusque marin)



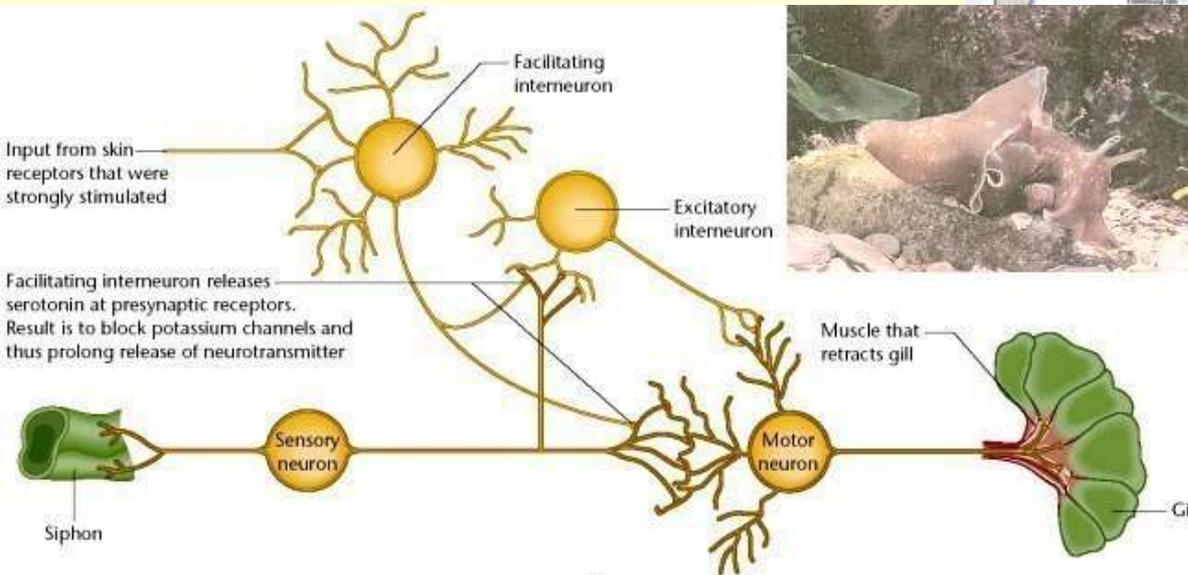
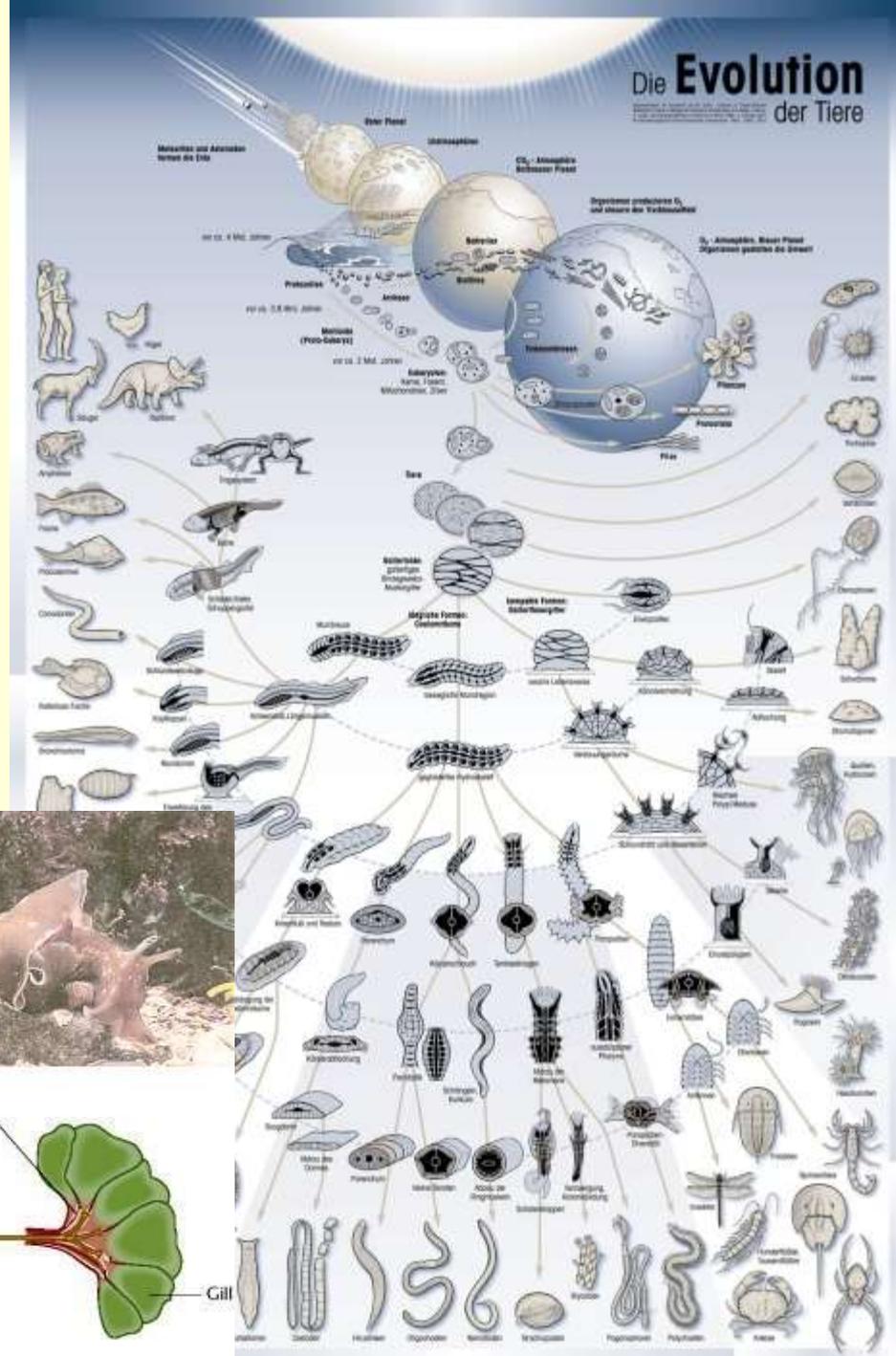
Et progressivement,

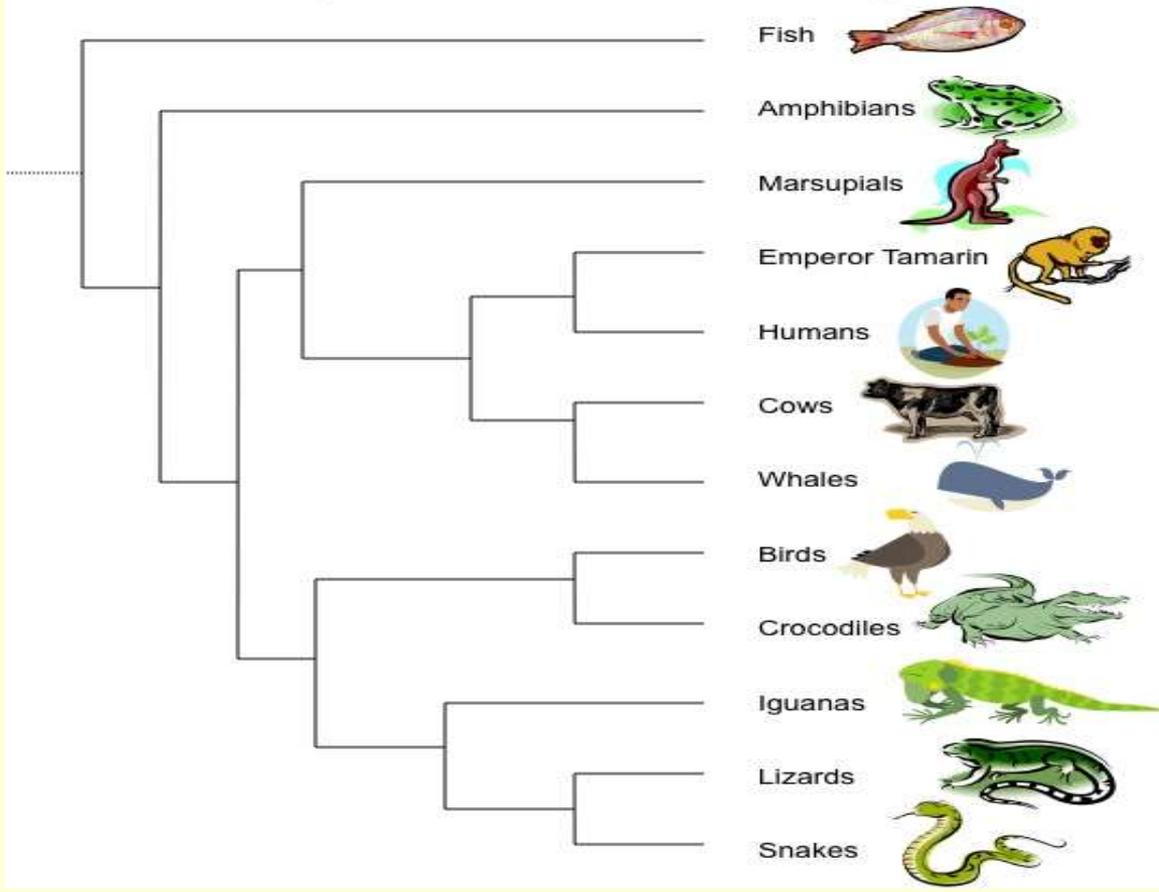
« la logique fondamentale du système nerveux [va devenir] celle d'un **couplage** entre des mouvements et un flux de modulations sensorielles de manière **circulaire**. »

- Francisco Varela, Le cercle créateur, p.126



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





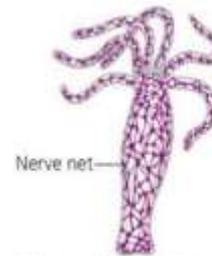
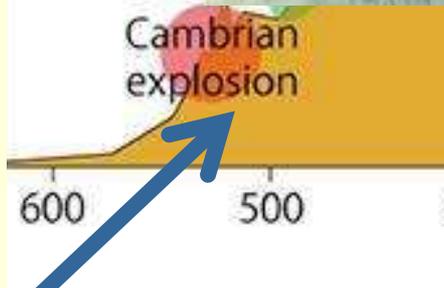
Les premiers vertébrés (525 Ma)



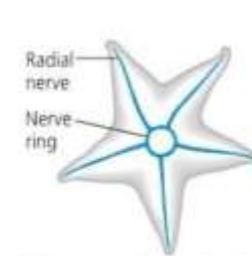
L'un des premiers vertébrés : *Haikouichthys*

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

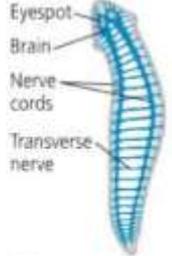
(pas encore de « céphalisation » comme chez les vertébrés)



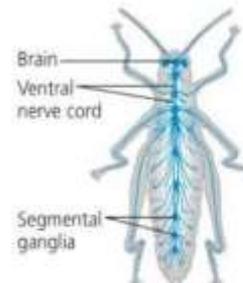
(a) Hydra (cnidarian)



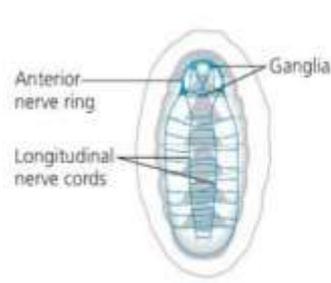
(b) Sea star (echinoderm)



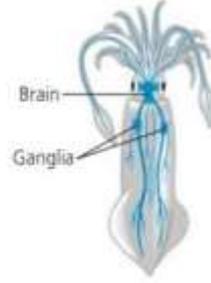
(c) Planarian (flatworm)



(e) Insect (arthropod)



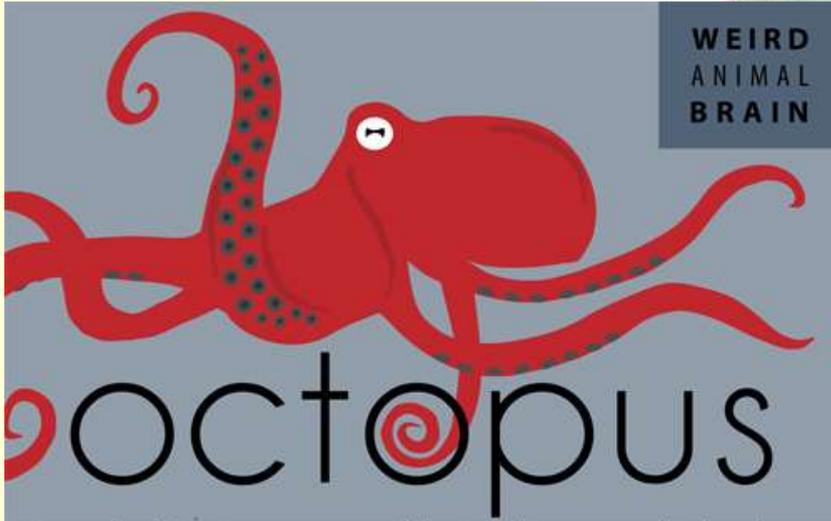
(f) Chiton (mollusc)



(g) Squid (mollusc)

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

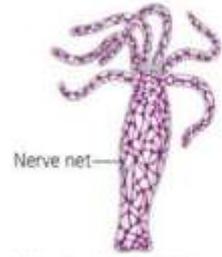
https://en.wikipedia.org/wiki/Burgess_Shale



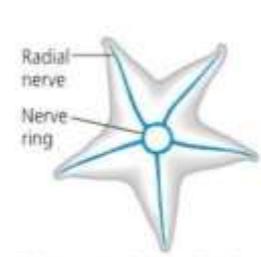
**WEIRD
ANIMAL
BRAIN**

17 juillet 2018
Les cerveaux souvent étranges des autres animaux

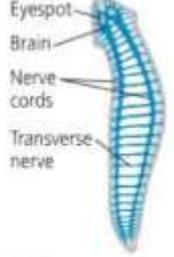
<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2018/07/17/les-cerveaux-souvent-etranges-des-autres-animaux/>



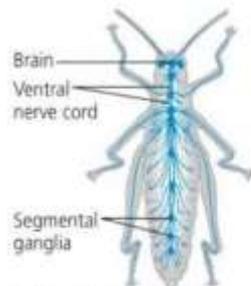
(a) Hydra (cnidarian)



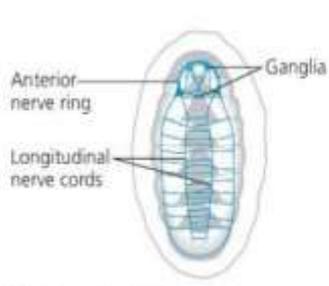
(b) Sea star (echinoderm)



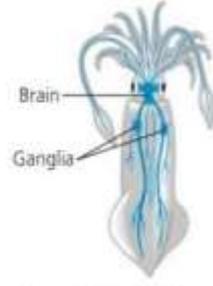
(c) Planarian (flatworm)



(e) Insect (arthropod)



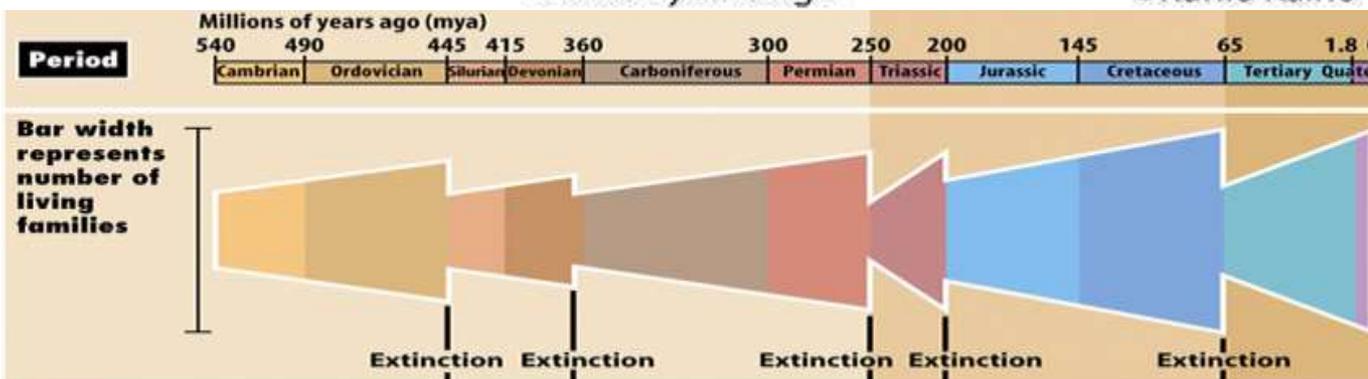
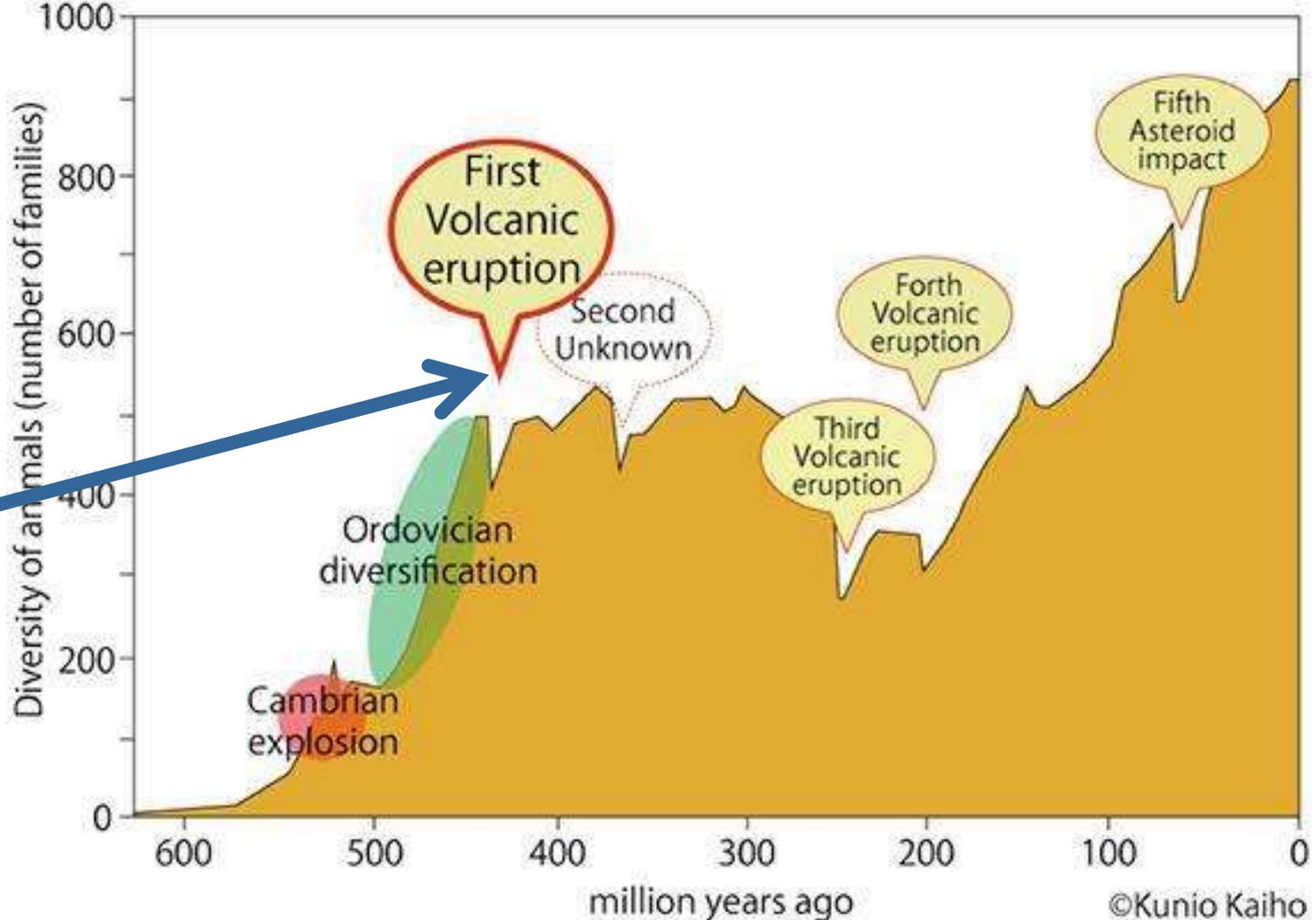
(f) Chiton (mollusc)



(g) Squid (mollusc)

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

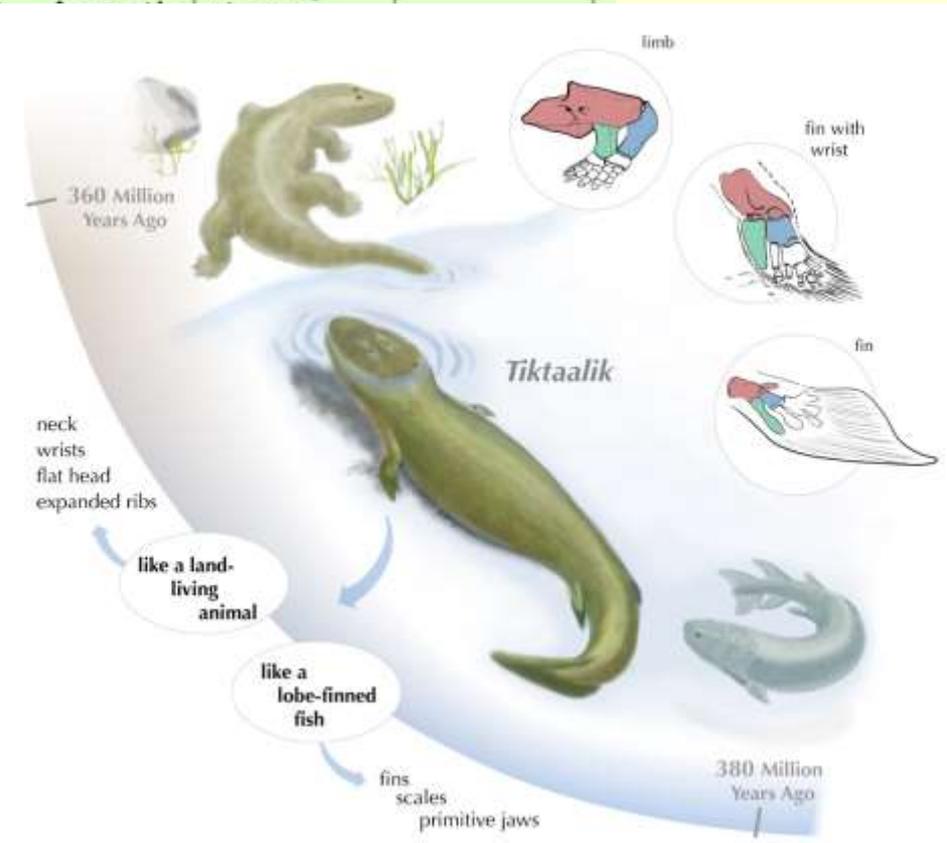
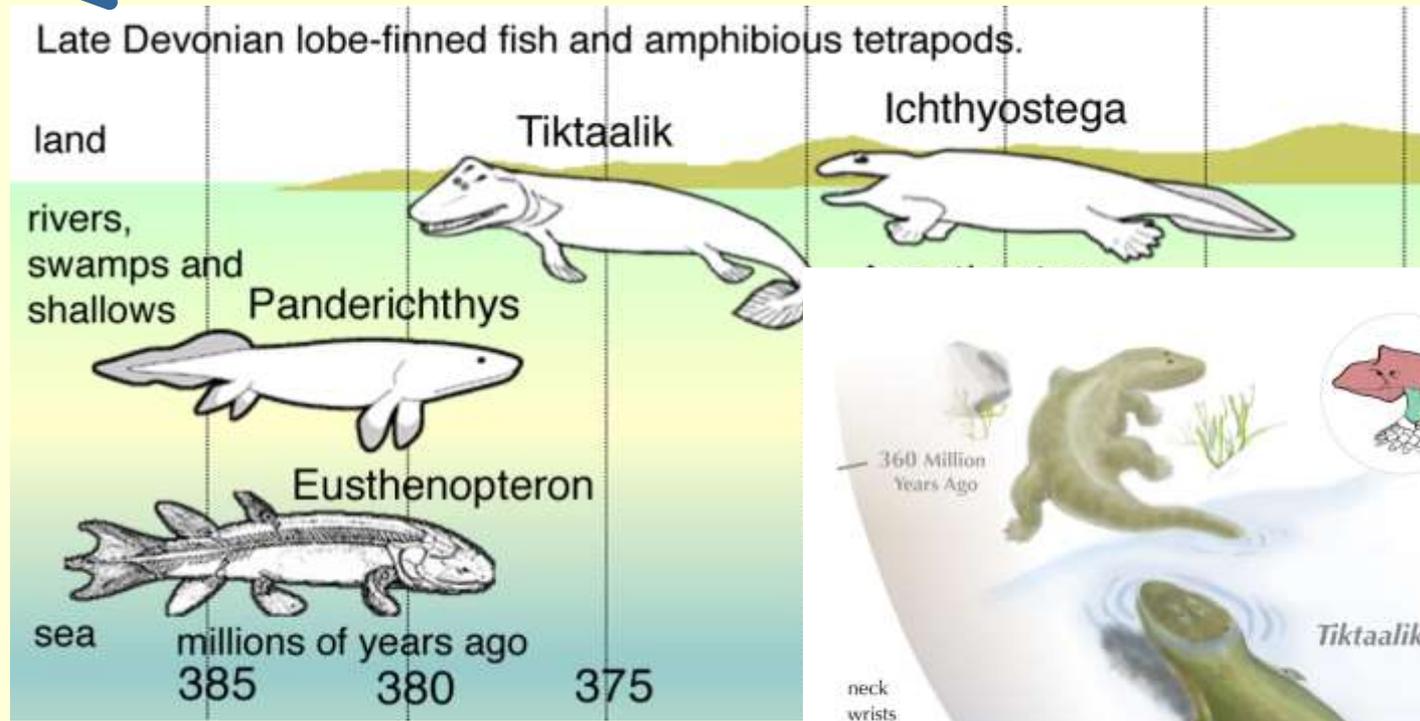
C'est dans les roches de **l'île d'Anticosti** au Québec qu'on le constate le mieux.



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



Fossiles de **Miguasha** en Gaspésie !



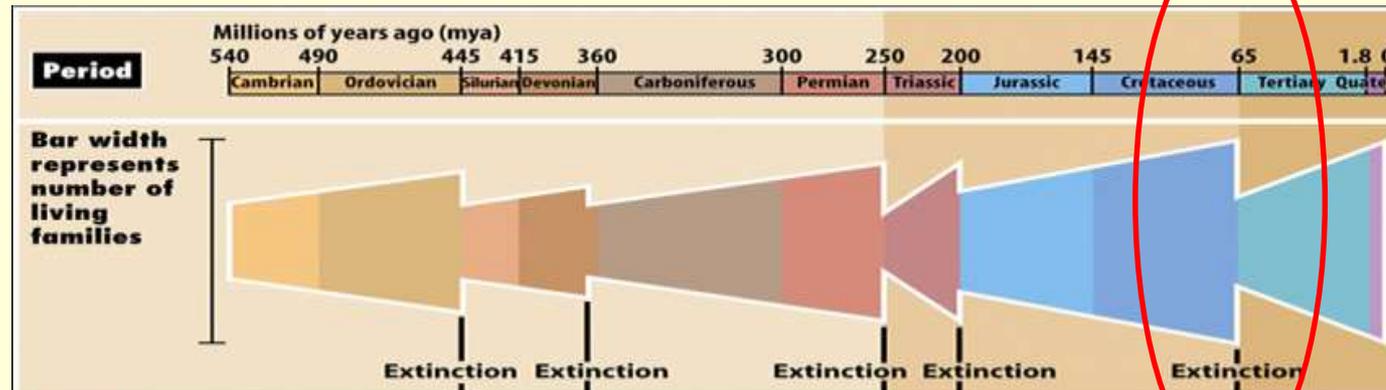
380 - 365 Ma :

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



Autre gros « accident » !
(ou événement contingent)

il y a 66 millions d'années...

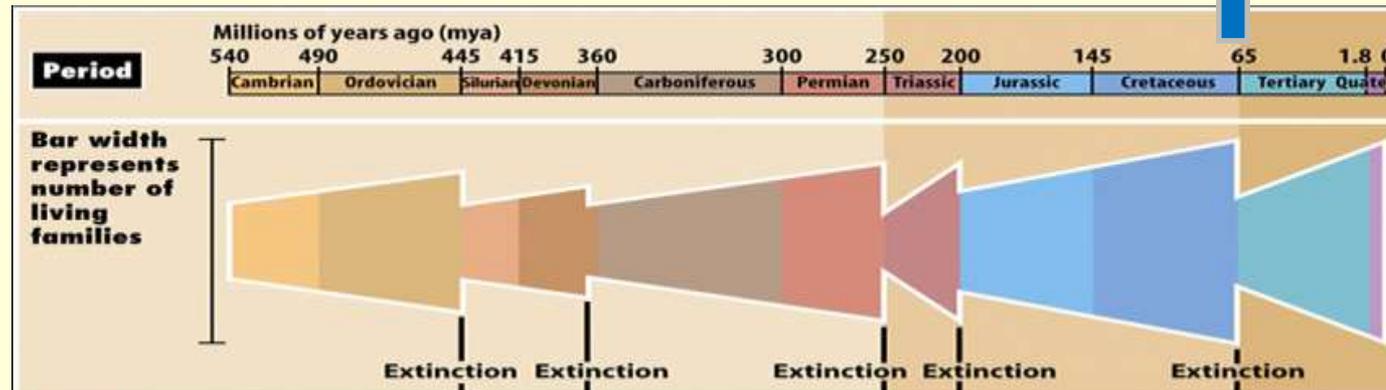
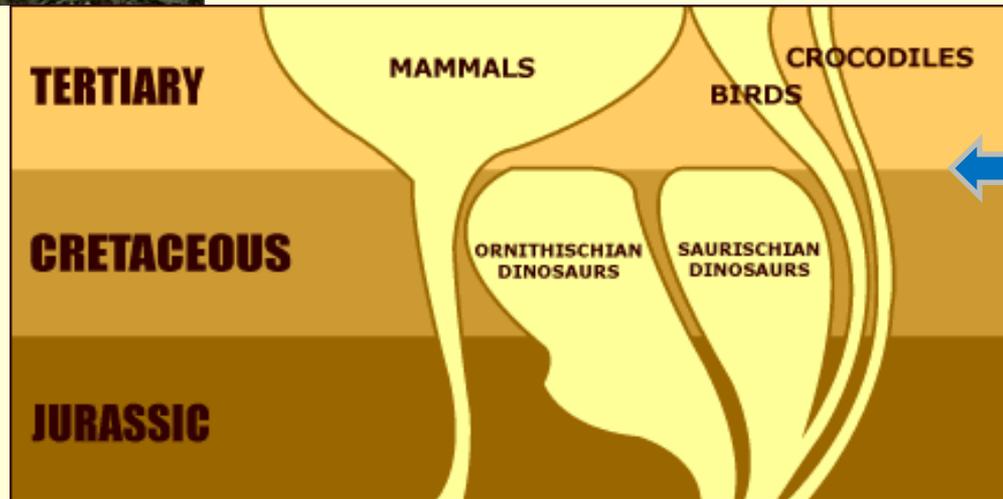




Rise of the mammals began before dinosaur extinction, research suggests

2016

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

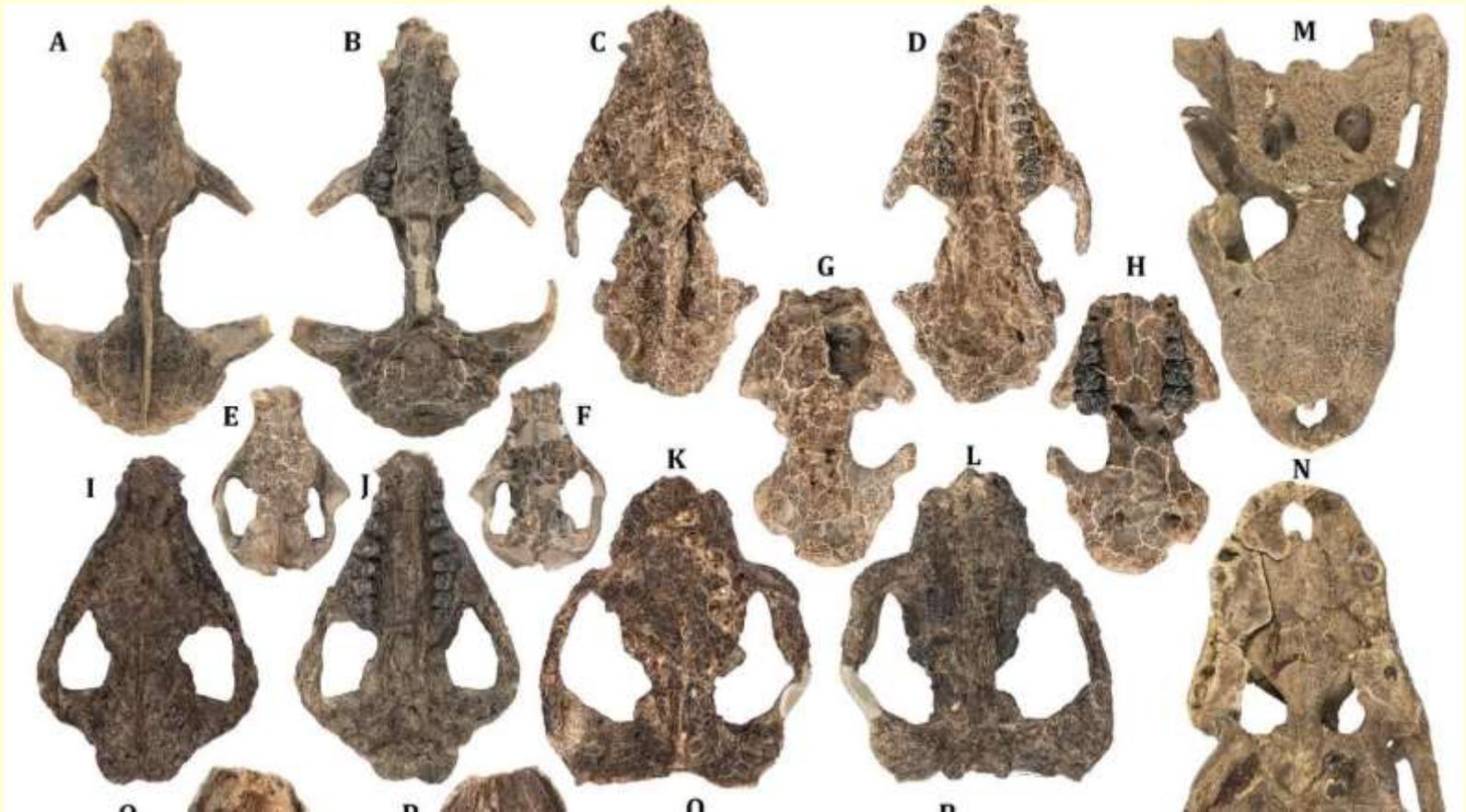


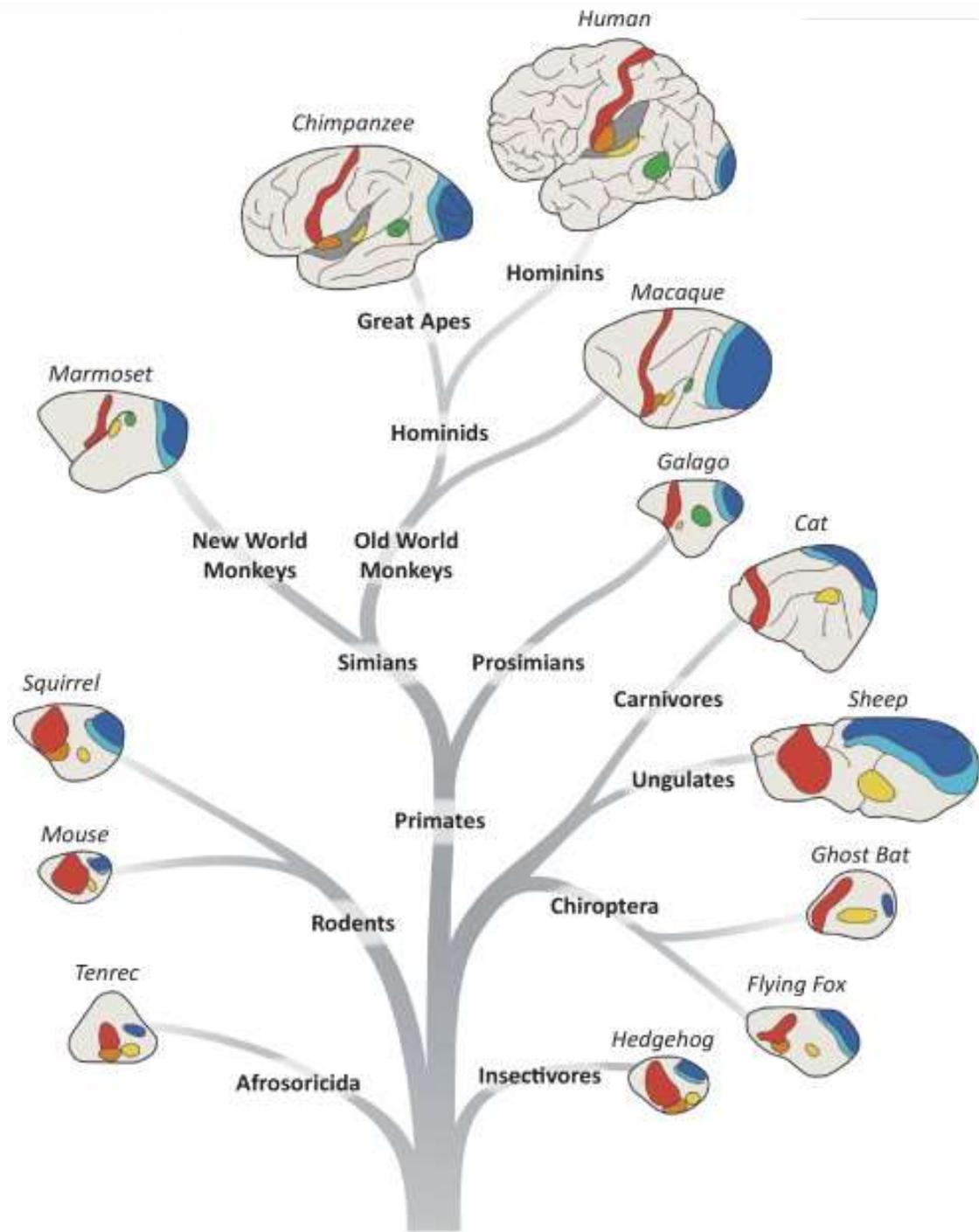
25 octobre 2019

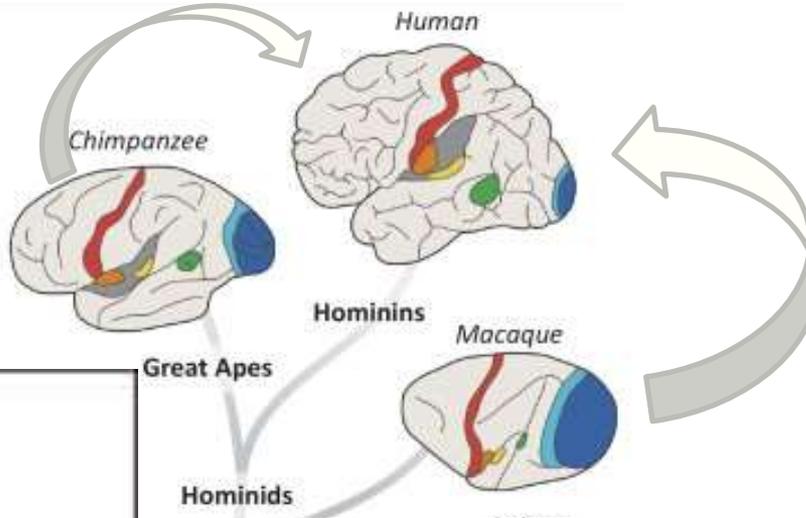
Les mammifères qui ont survécu à la collision cosmique

<https://www.sciencepresse.qc.ca/actualite/2019/10/25/mammiferes-ont-survecu-collision-cosmique>

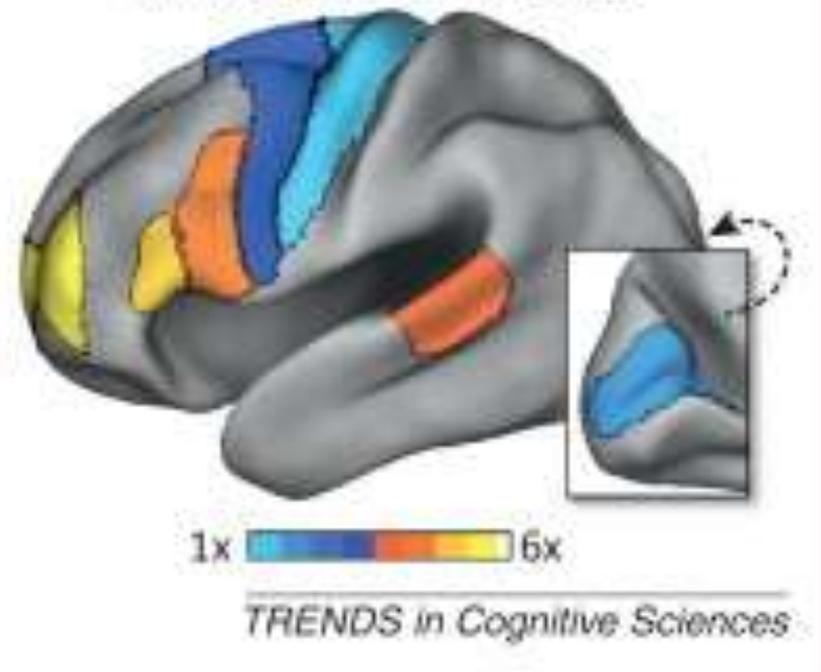
On est de plus en plus loin de l'image des minuscules ancêtres des mammifères qui se cachaient dans des trous pour échapper aux dinosaures: plus d'un millier de fossiles trouvés au Colorado confirment que **nos ancêtres directs étaient déjà plus gros et plus diversifiés**, lorsque la collision cosmique s'est produite.





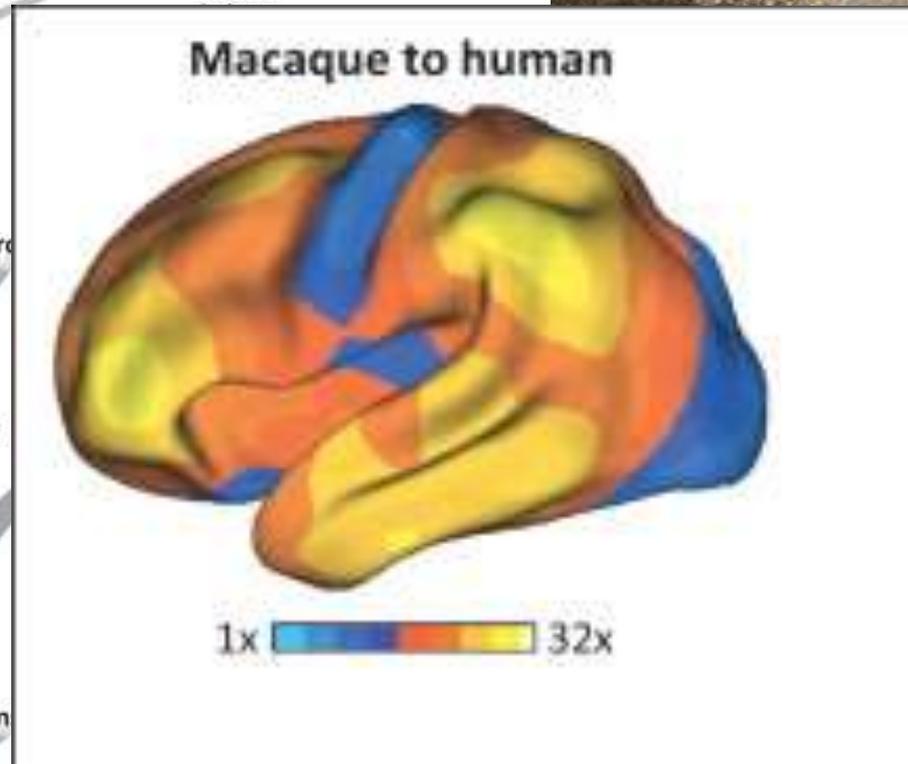


Chimpanzee to human

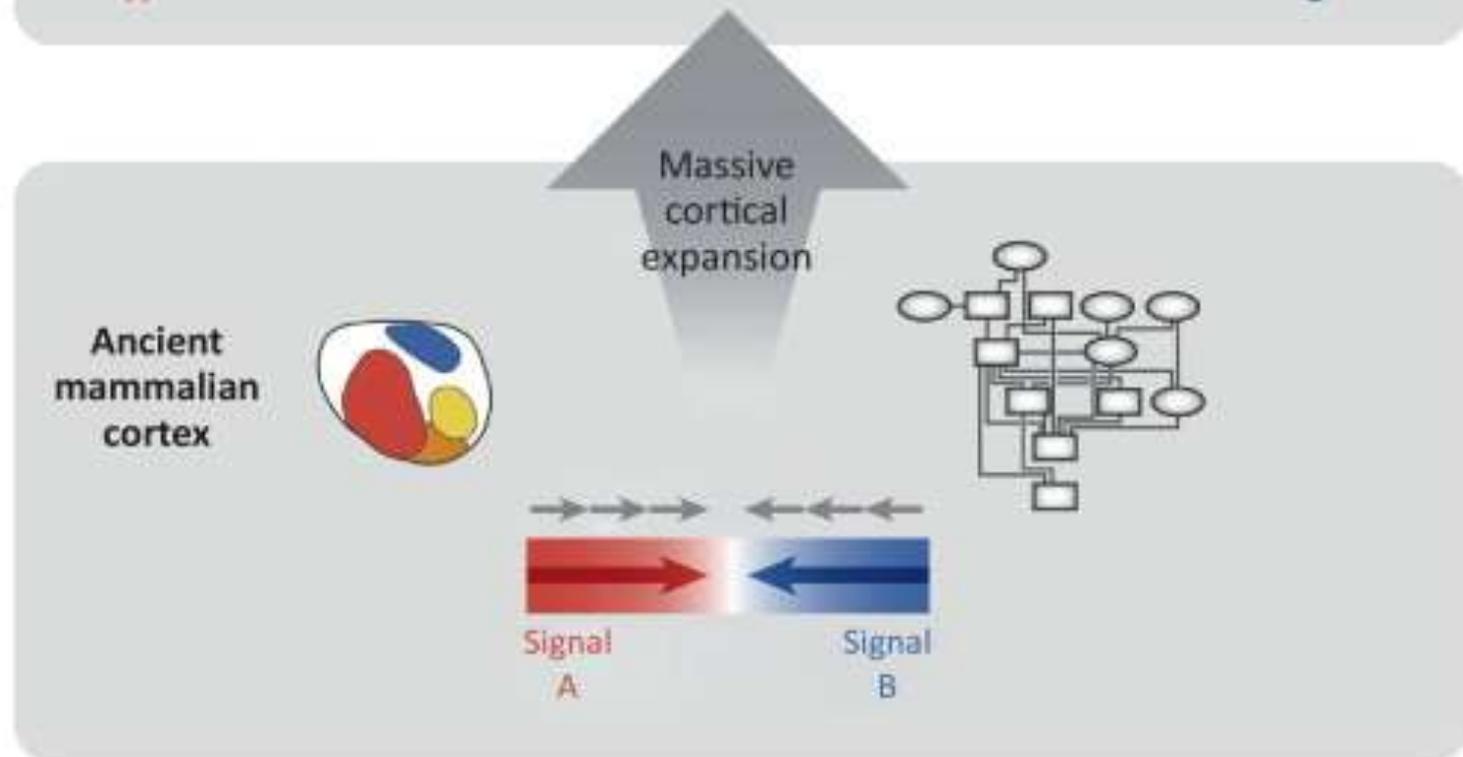
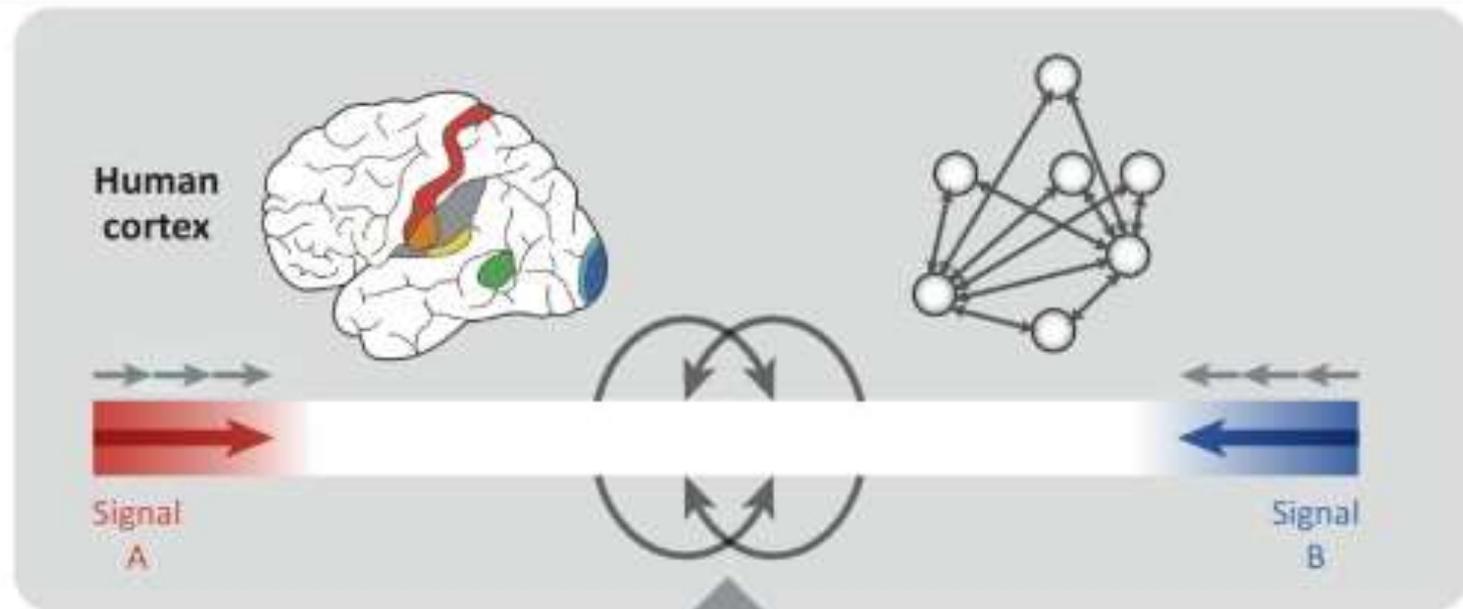


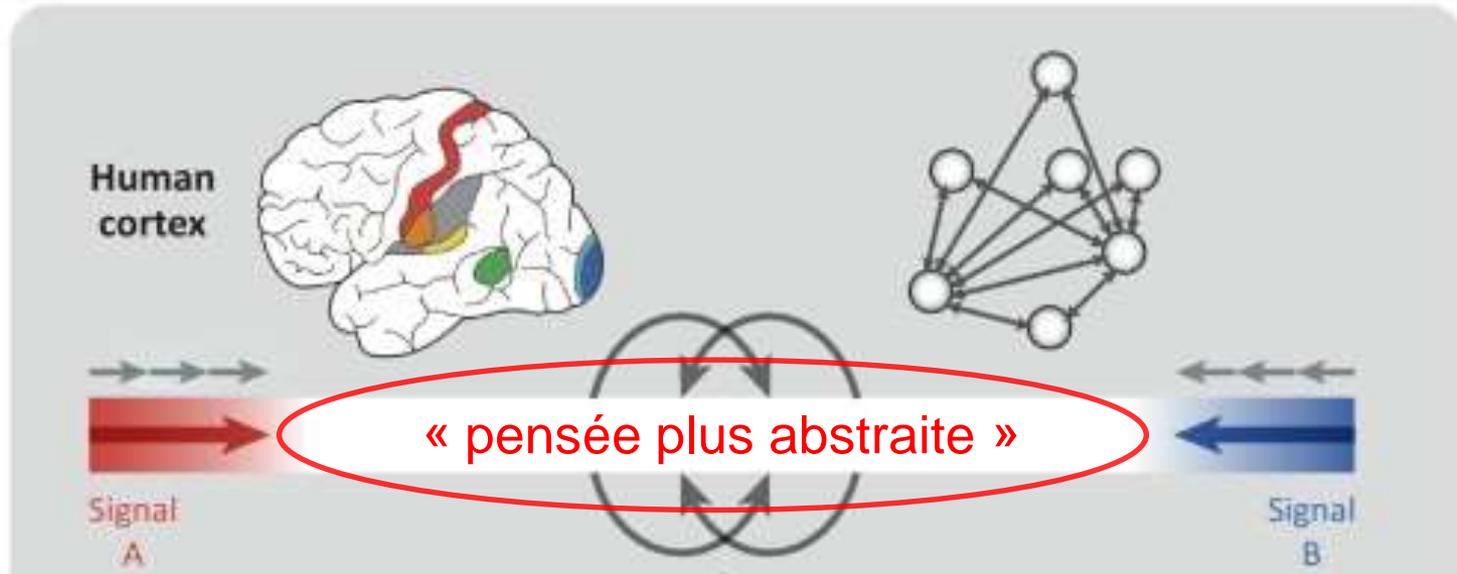
Ancêtre commun :
environ 6-7 millions d'années

Macaque to human



Ancêtre commun :
environ 25 millions d'années

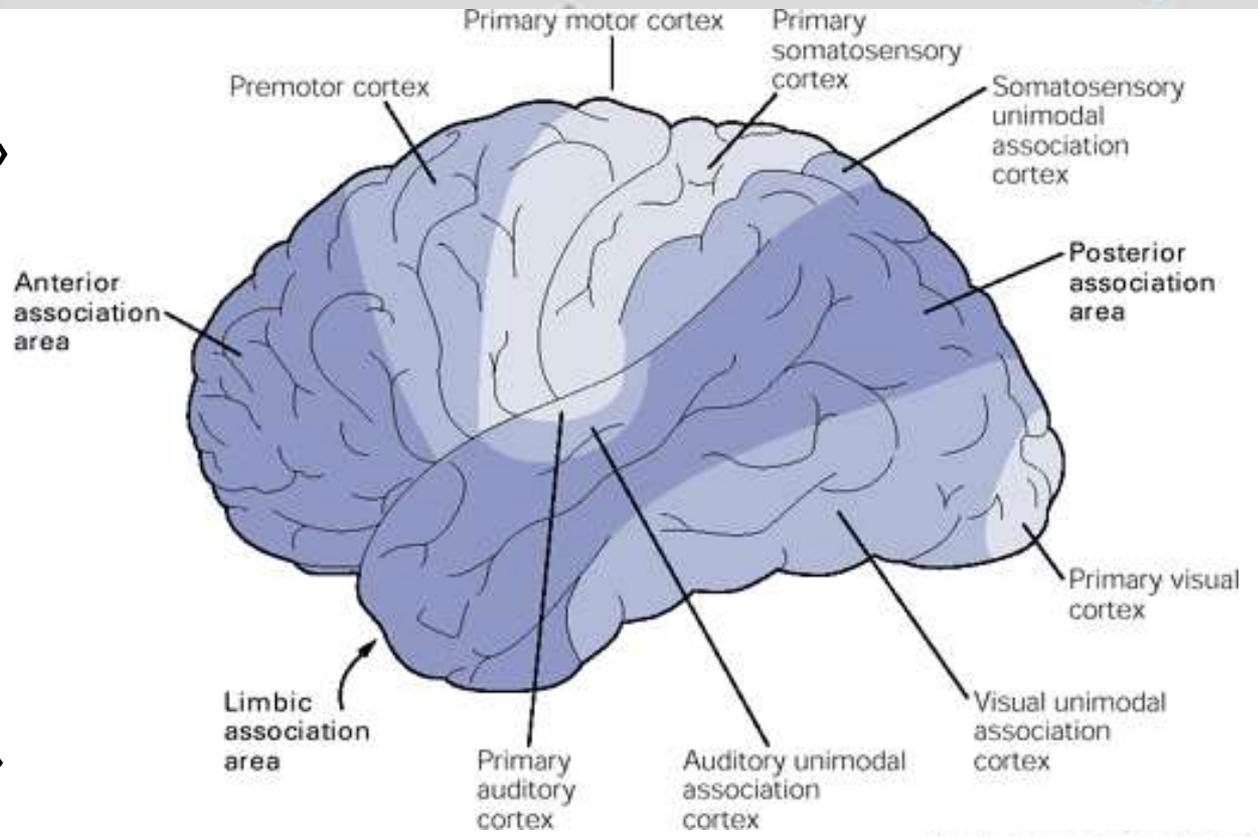




Cortex « associatif »

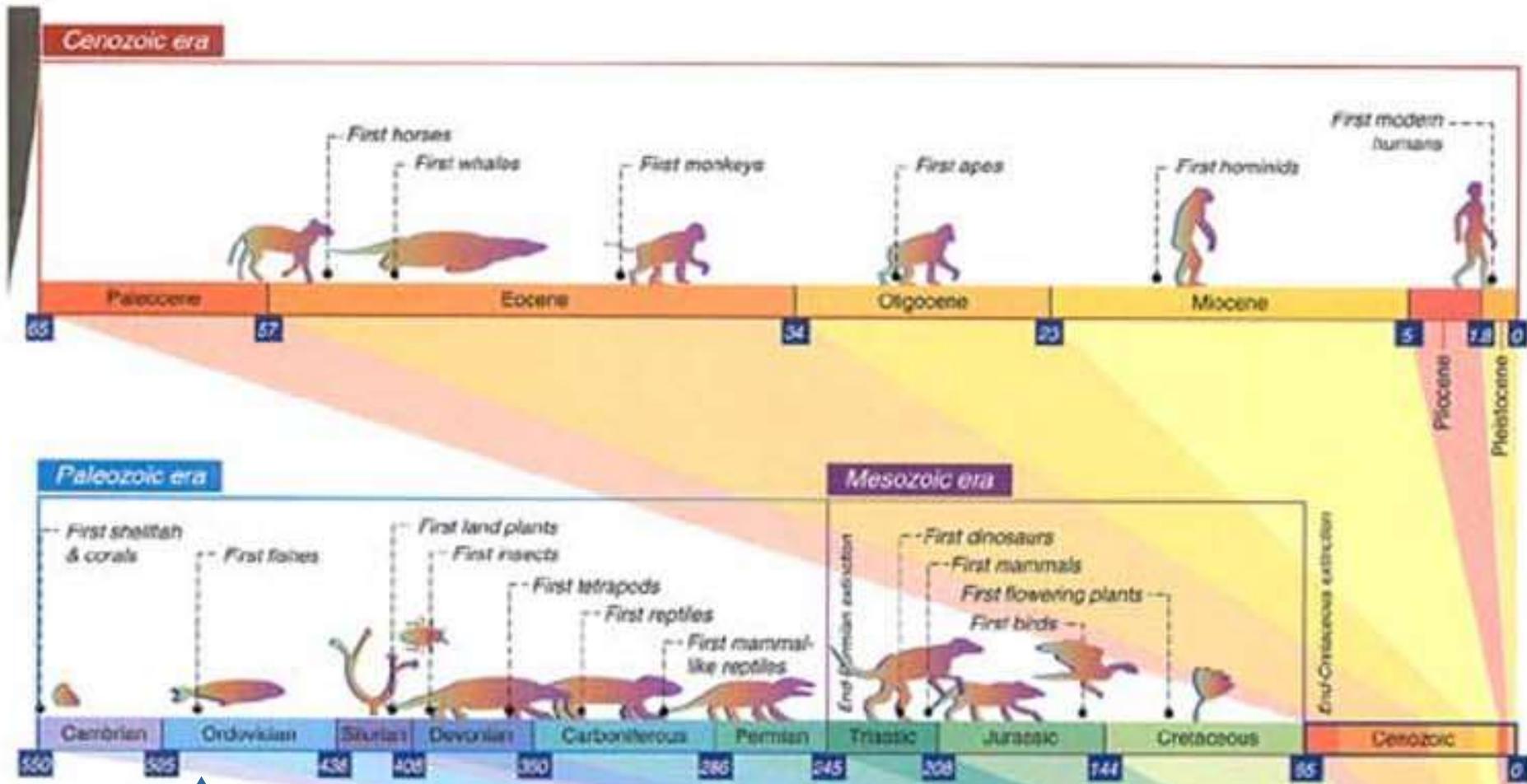


crée de l'espace
pour le « **offline** »



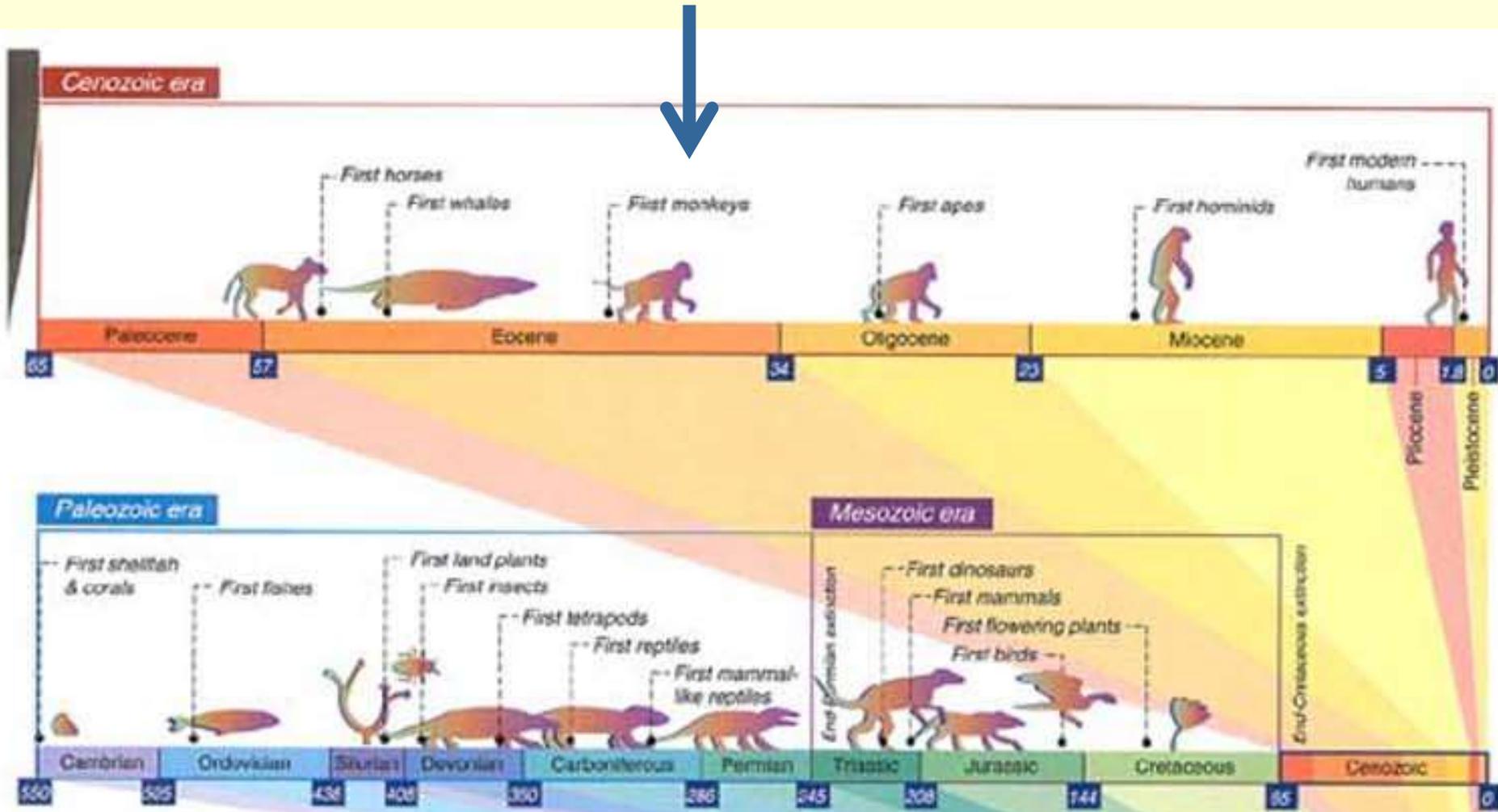
En guise de conclusion, si **un millénaire** vaut à **une seconde** :

- les premiers vertébrés (des poissons primitifs) seraient apparus il y a un peu plus de **5 jours**.



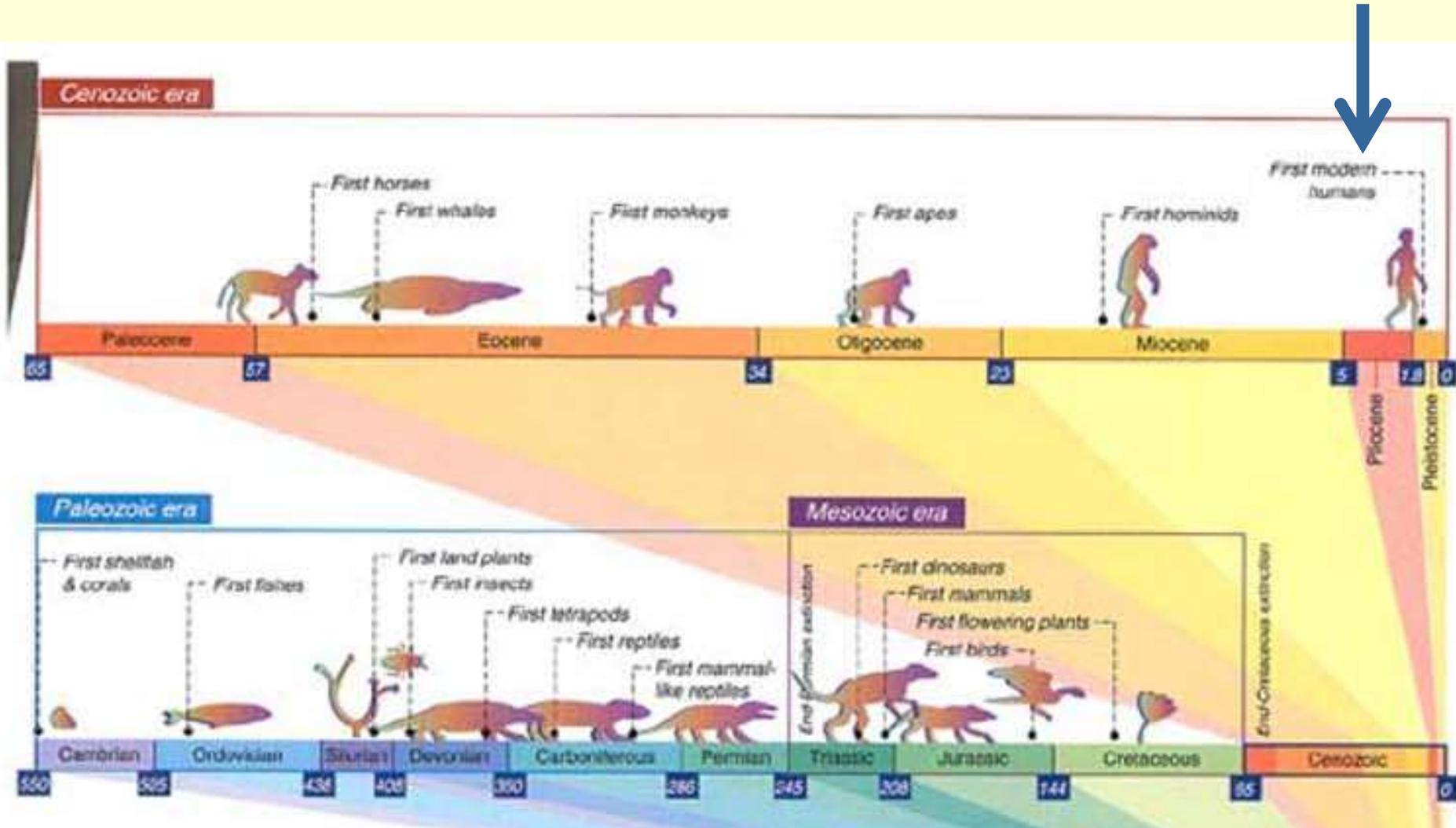
En guise de conclusion, si **un millénaire** vaut à **une seconde** :

- les premiers primates il y a près de **21h** (sur 5 jours)



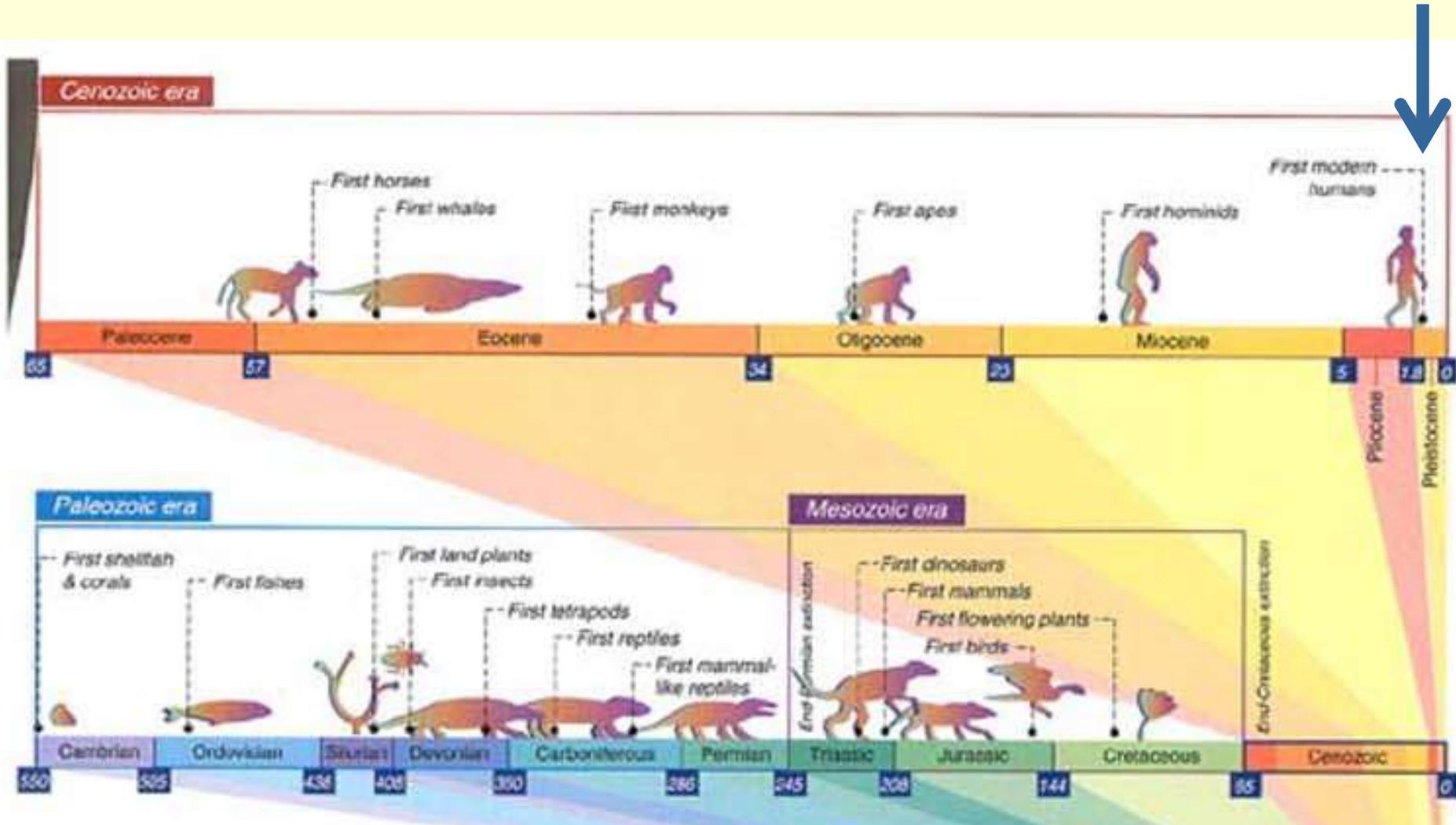
En guise de conclusion, si **un millénaire** vaut à **une seconde** :

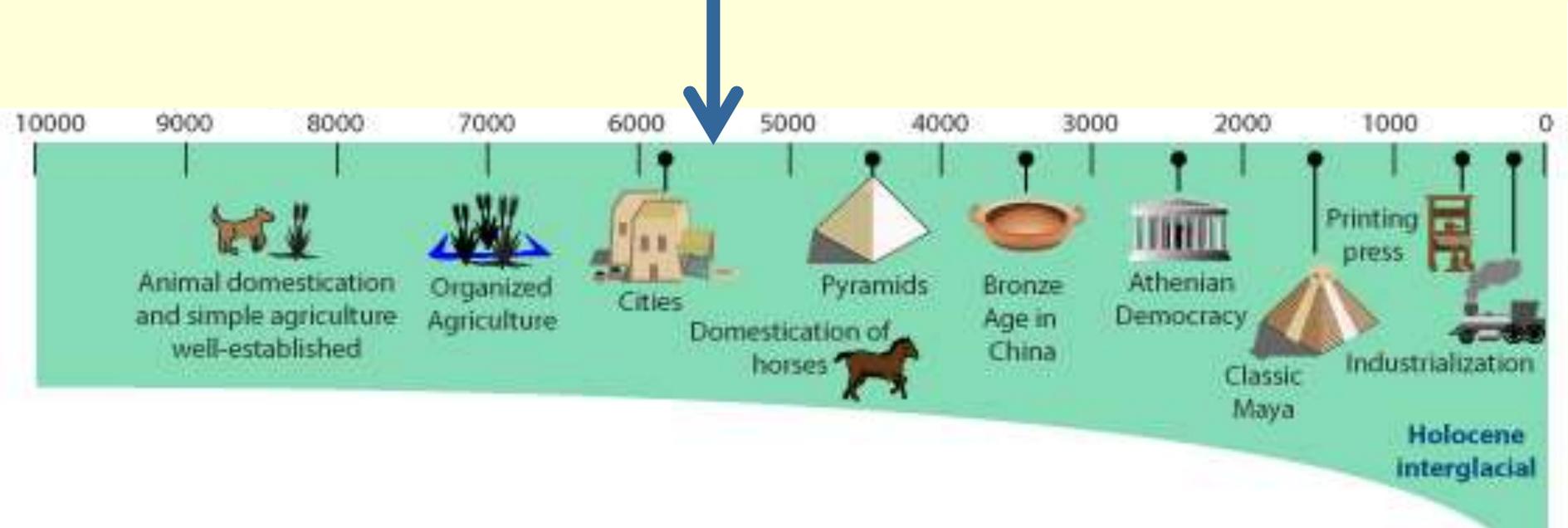
- notre genre Homo il y a environ **41 minutes** (sur 5 jours)



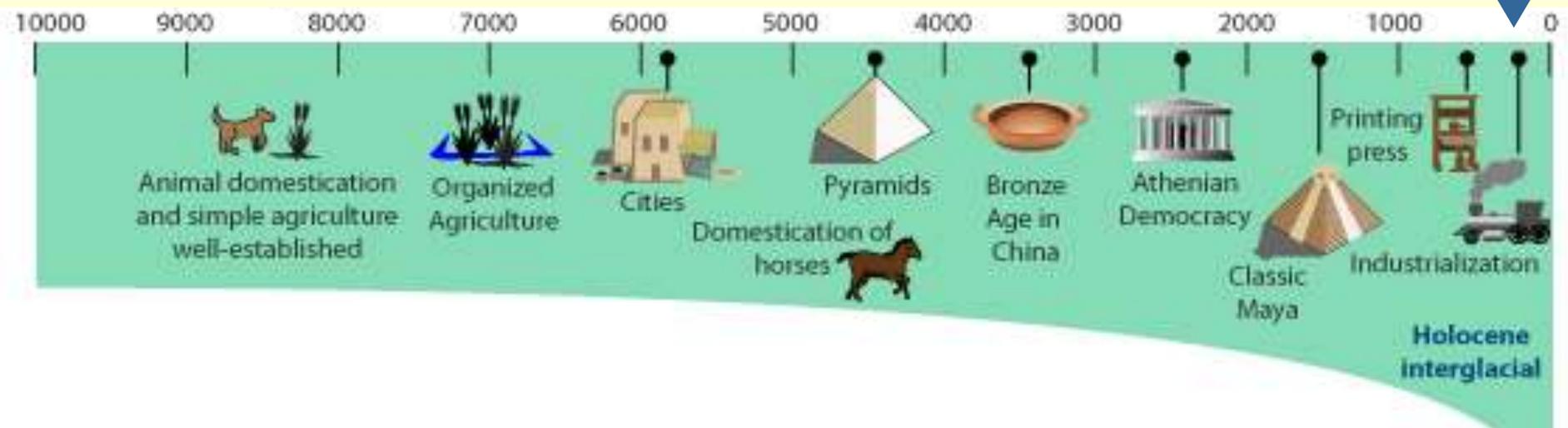
En guise de conclusion, si **un millénaire** vaut à **une seconde** :

- notre espèce Homo sapiens il y a environ **3 minutes** (sur 5 jours)

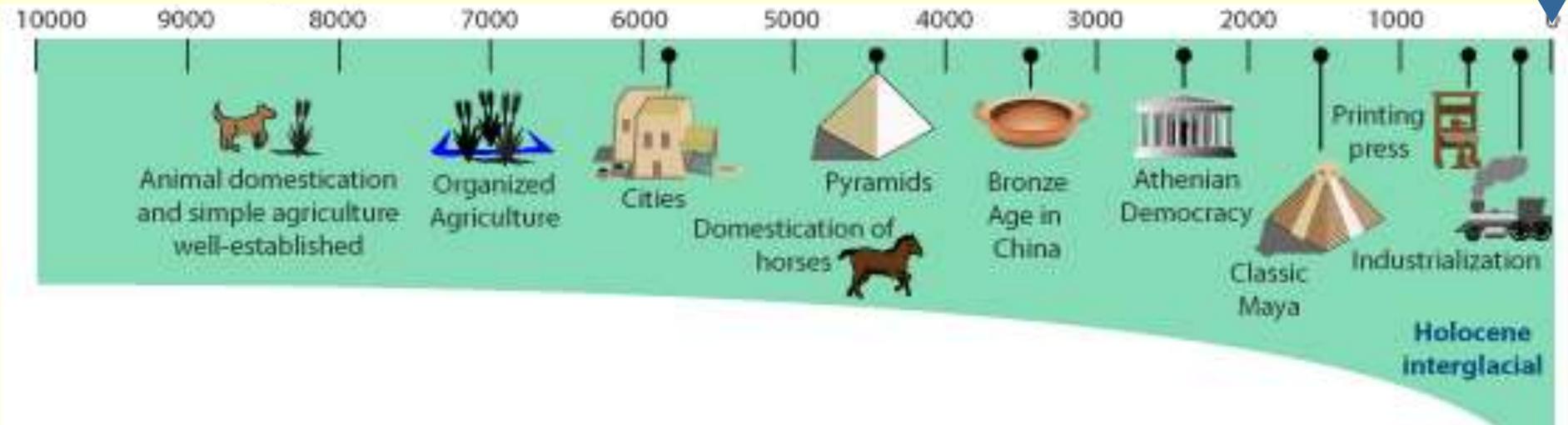




- ce qu'on appelle l'Histoire qui débute avec les traces écrites de nos cultures humaines ne durerait que **5-6 secondes** (sur 5 jours)



- les 3 derniers siècles de la révolution industrielle ne représentent que **0,3 secondes** (sur 5 jours)



- l'avènement des réseaux sociaux sur Internet ?

Un centième de seconde !

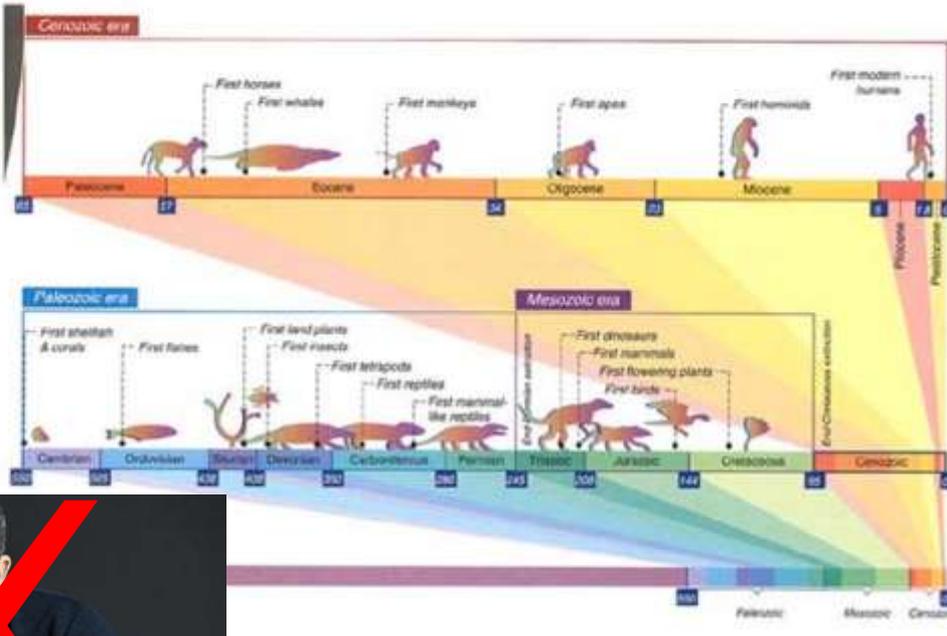
(sur 5 jours)



Et après ça on se demande pourquoi on devient surexcitée quand on reçoit un « Like » ou un texto à toutes les dix secondes...

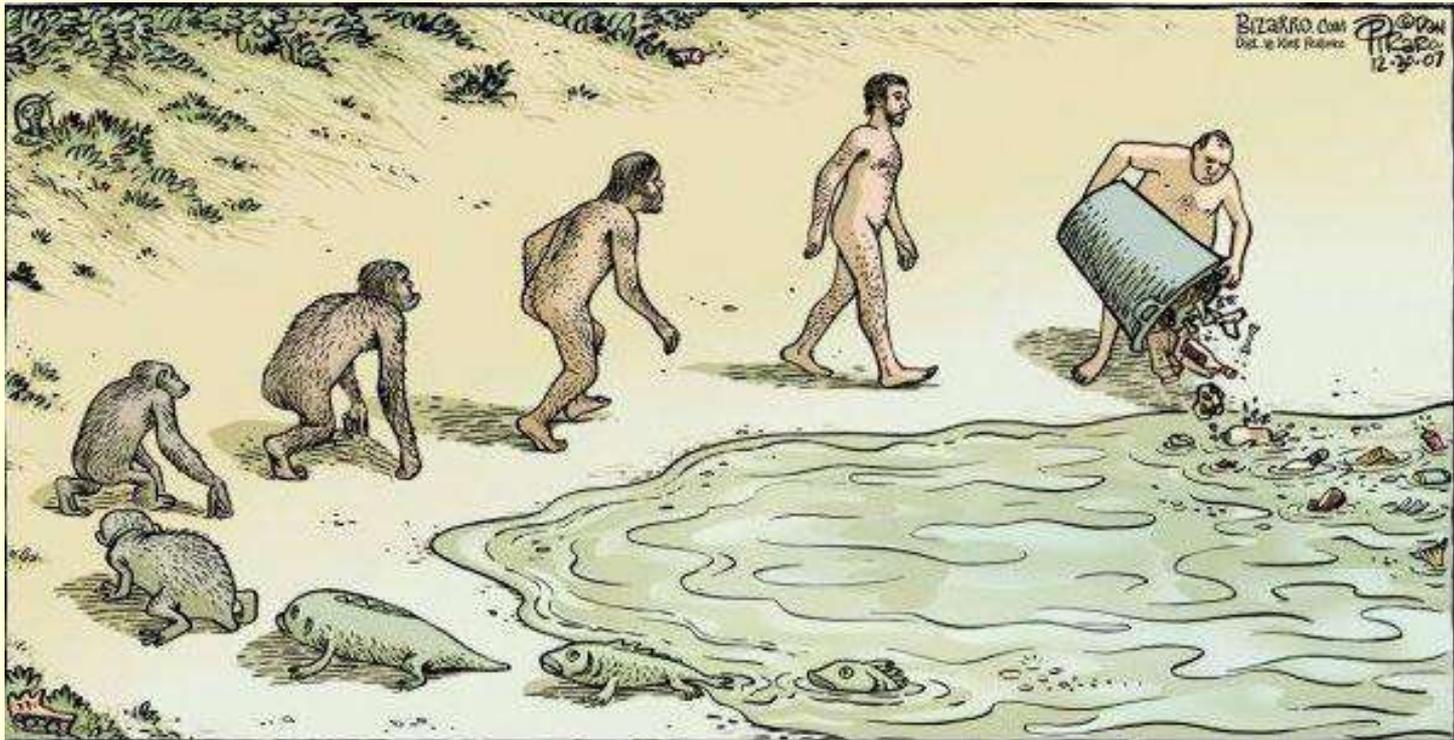
On n'a pas évolué pour ça !

On a évolué pour être capable de trouver nos ressources et fuir les dangers sans se casser la gueule...



La question est peut-être au fond de savoir si la complexité va continuer de croître dans l'univers...

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



Séance 1 :

**Le « connais-toi
toi-même » de
Socrate à l'heure
des sciences
cognitives**



Séance 2 :

**De la « poussière
d'étoile »
à la vie : ces
bizarreries qui
font qu'on est ici
aujourd'hui**

Plan de ce soir

« Nous sommes faits de poussières d'étoiles »

Qu'est-ce que la vie ?

Évolution et reproduction sexuée

Les multicellulaires et l'émergence des systèmes nerveux

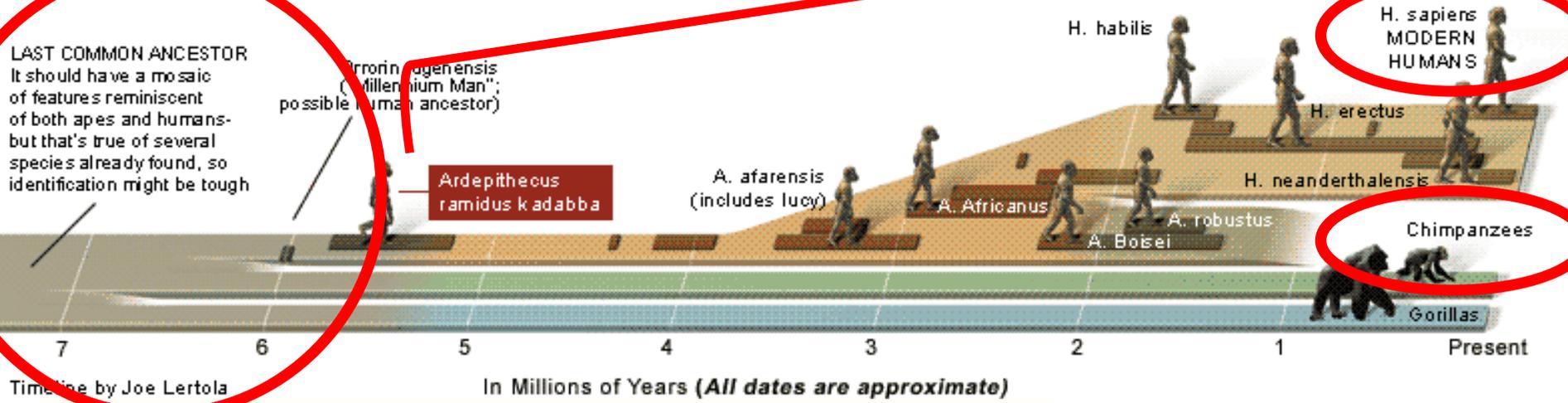
Après la pause et quelques questions/échanges:

Hominisation et coévolution gène-culture

A WALK THROUGH HUMAN EVOLUTION

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

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



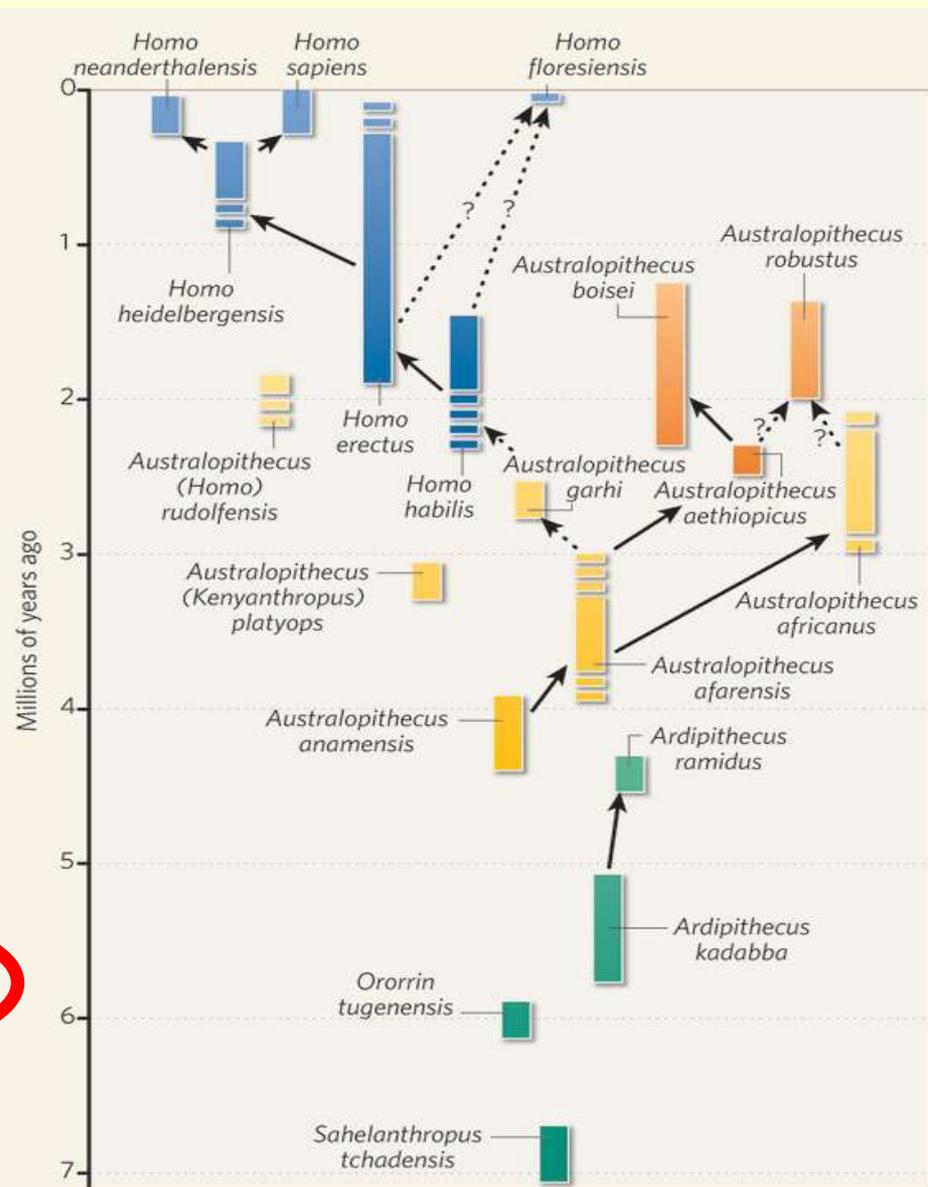
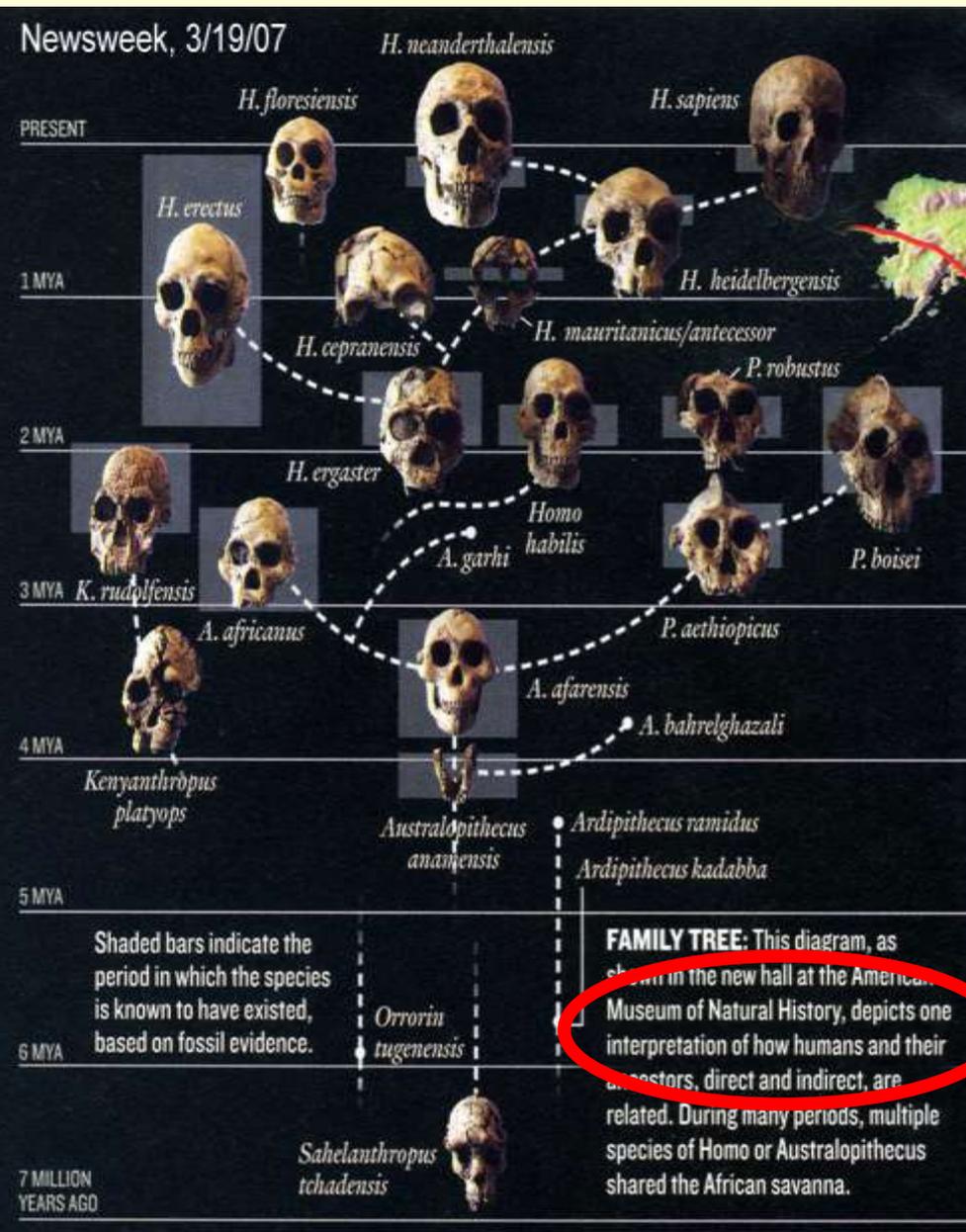
L'hominisation,

ou l'histoire de la lignée humaine.

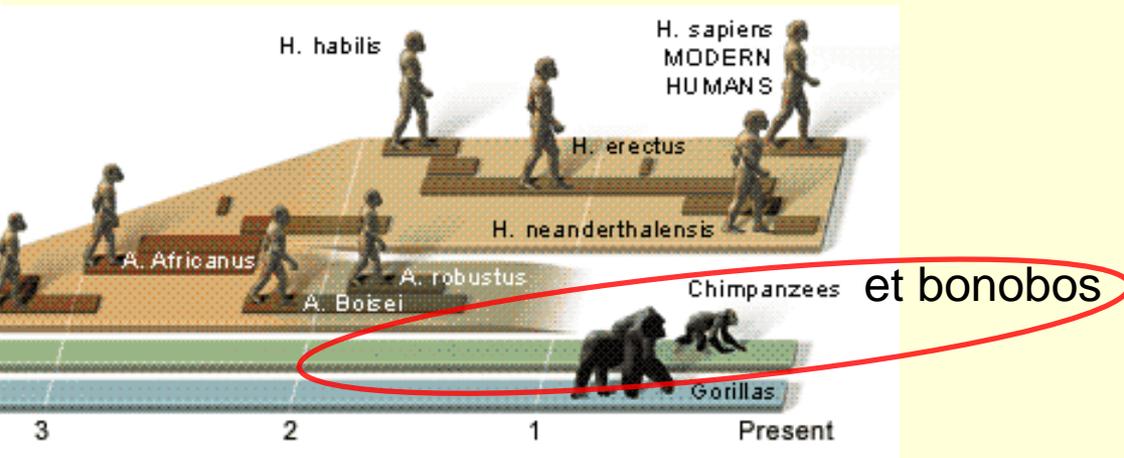
http://lecerveau.mcgill.ca/flash/capsules/histoire_bleu03.html

L'hominisation :

reconstruire l'histoire de la lignée humaine à partir de « quelques bouts d'os »...

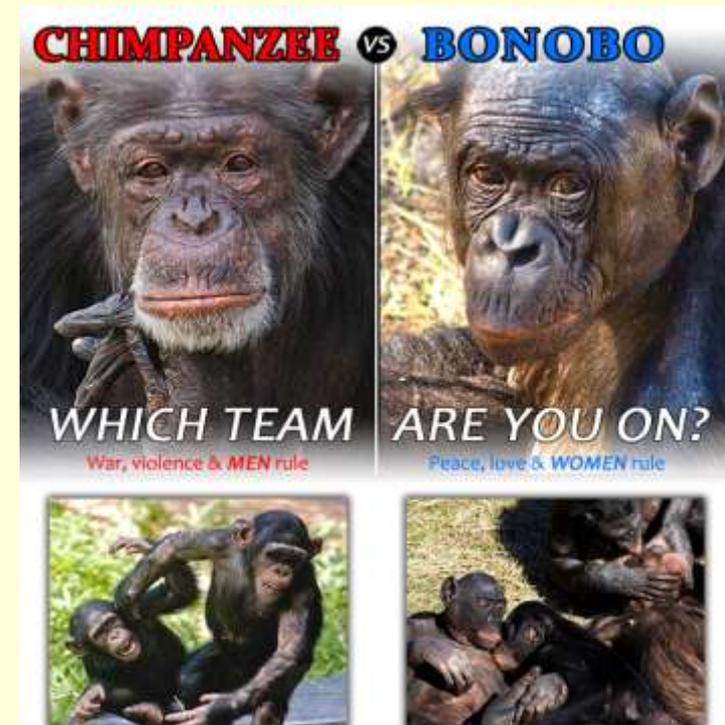


L'hominisation : par où commencer ?



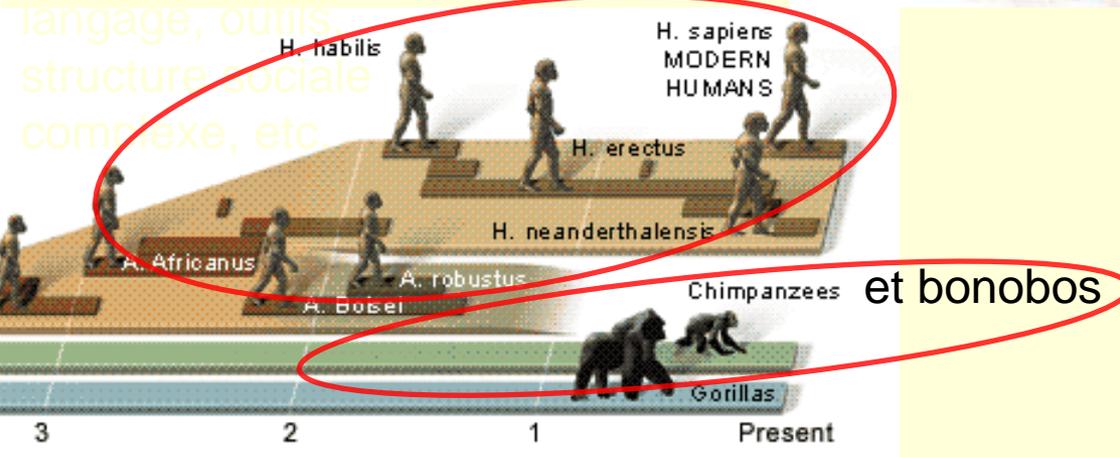
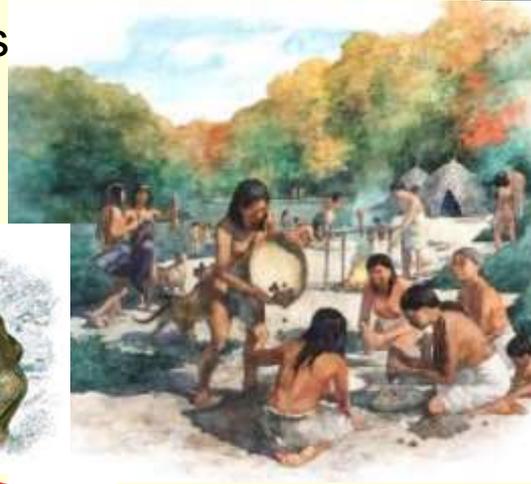
Évolution divergente chimpanzés / bonobos
il y a **1-2 millions d'année** a donné :

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



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

- langage, outils, structure sociale complexe, etc.



CHIMPANZEE vs BONOBO

WHICH TEAM ARE YOU ON?

War, violence & MEN rule

Peace, love & WOMEN rule



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

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



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



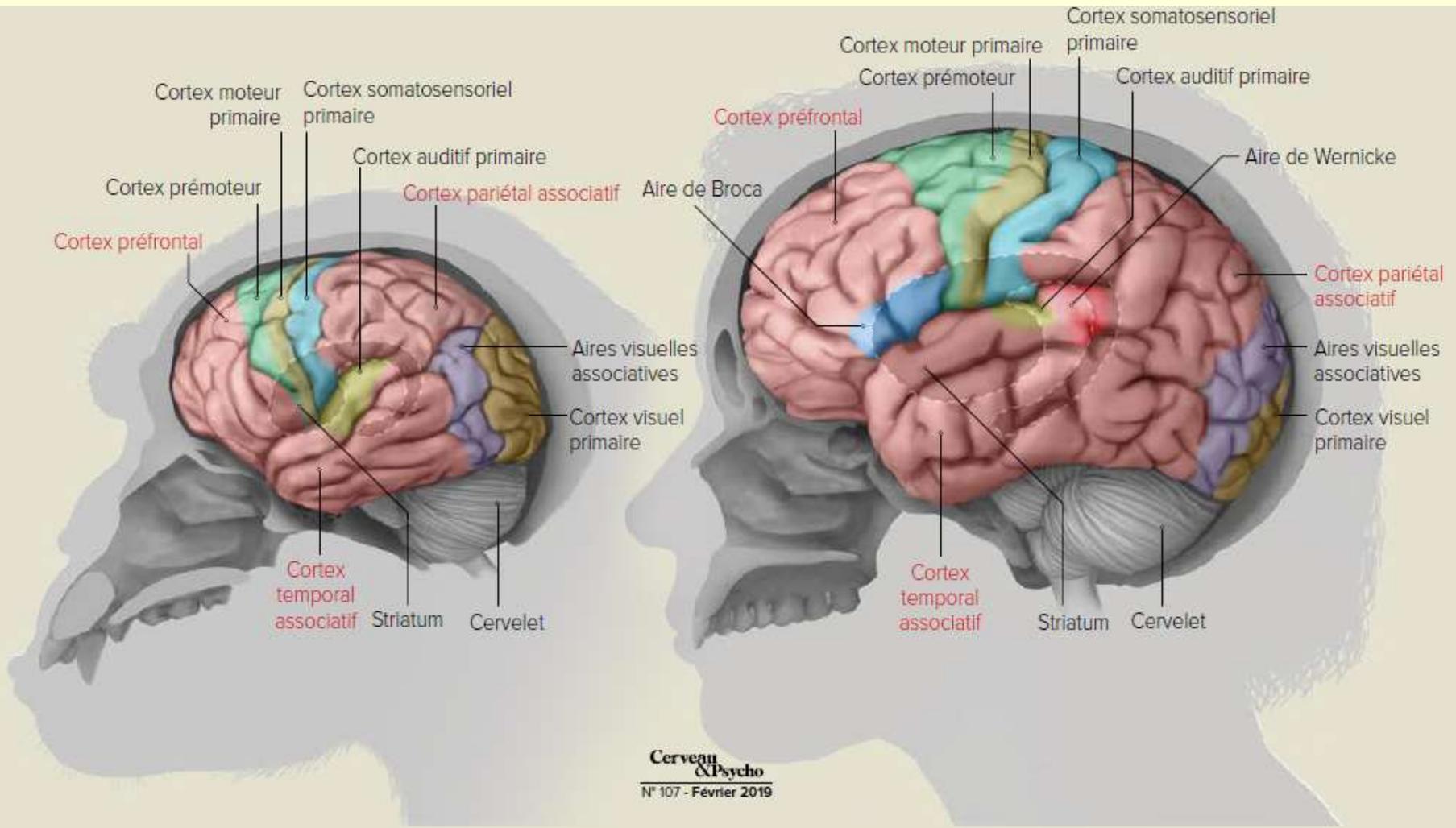
CHIMPANZEE vs **BONOBO**

WHICH TEAM ARE YOU ON?

War, violence & **MEN** rule

Peace, love & **WOMEN** rule

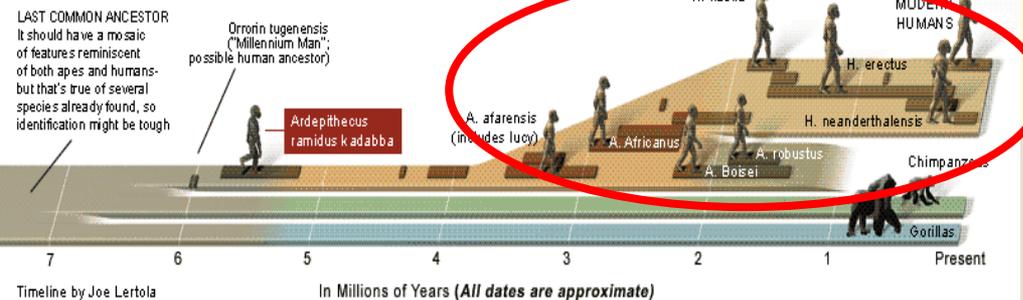




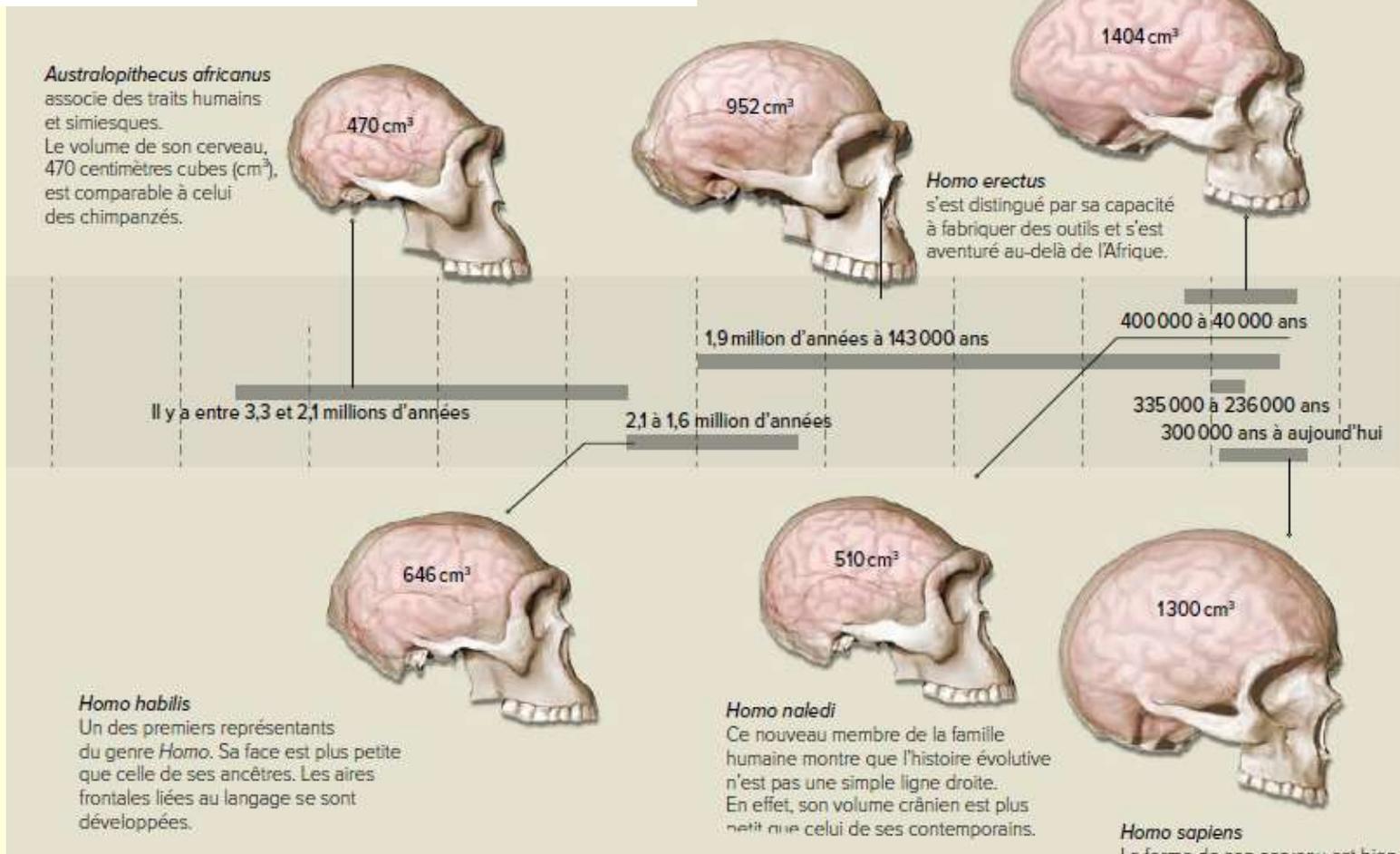
chimpanzé

humain

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

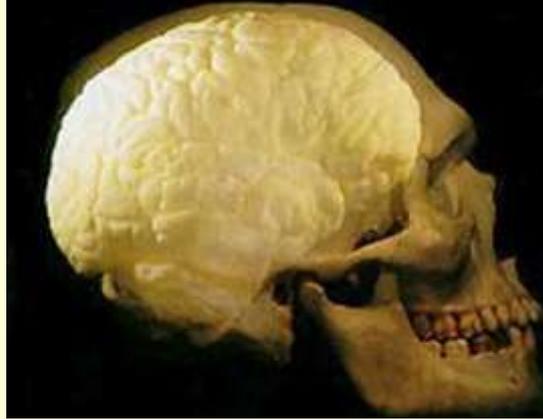


Homo neanderthalensis a cohabité avec *Homo sapiens*. Bon chasseur, il manipulait des outils et le feu. Son volume crânien est comparable au nôtre.



le cerveau des hominidés va **tripler** du volume qu'il avait acquis en 60 millions d'années d'évolution des primates.

Pour comprendre cette évolution très particulière de notre espèce

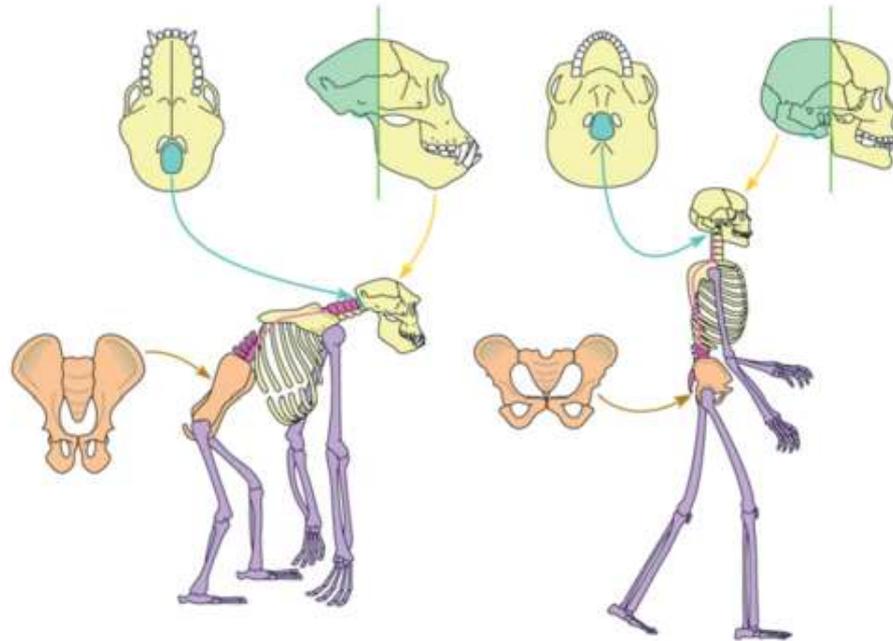


il faut considérer que le corps et le cerveau ont évolué **ensemble**.

On doit prendre en compte **les deux en même temps** pour comprendre le fait humain.

La séance #8 examinera ces liens intimes qui unissent corps et cerveau...

Les caractères qui di l'Homme l'homme et le chimpanzé

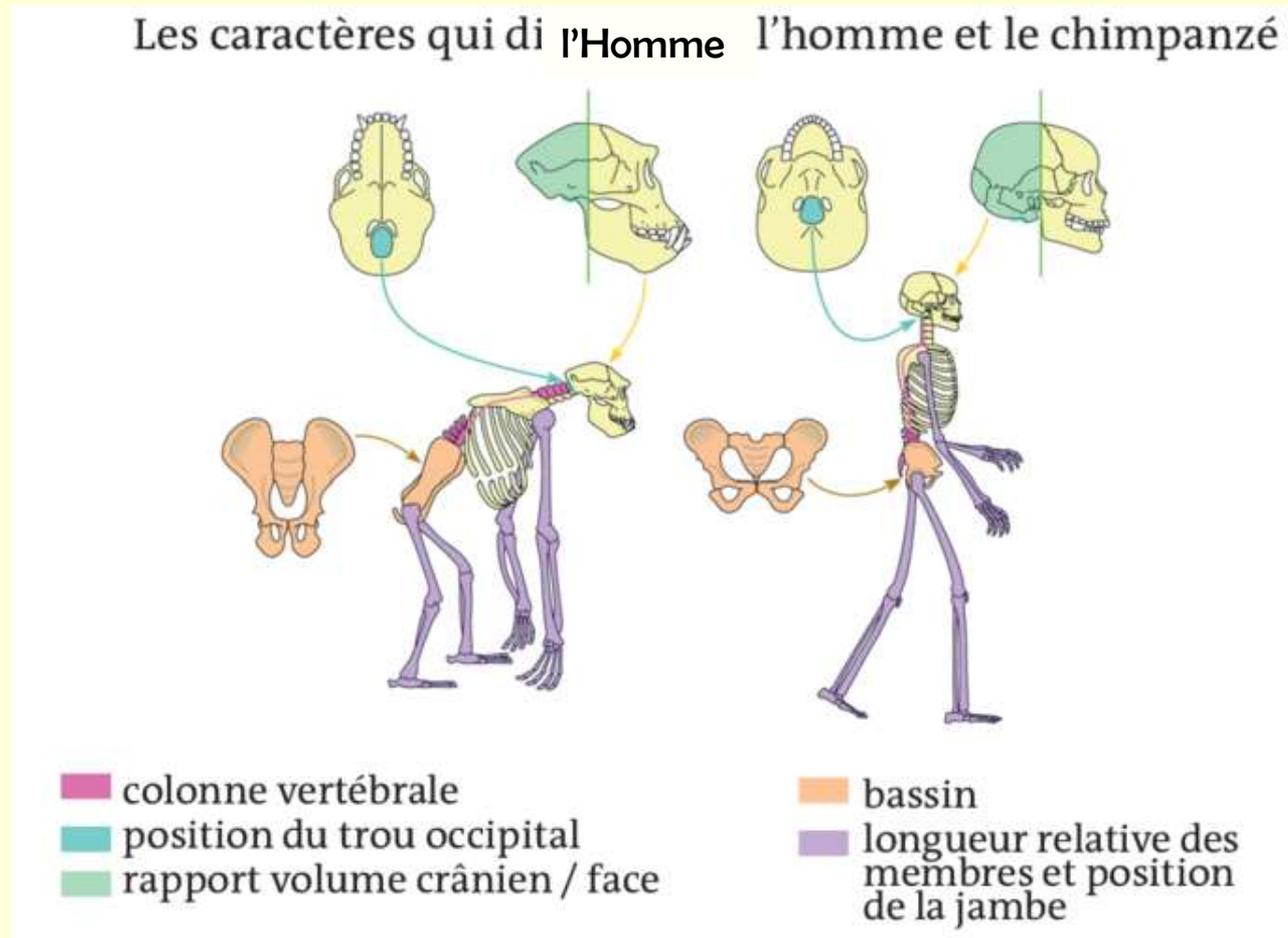


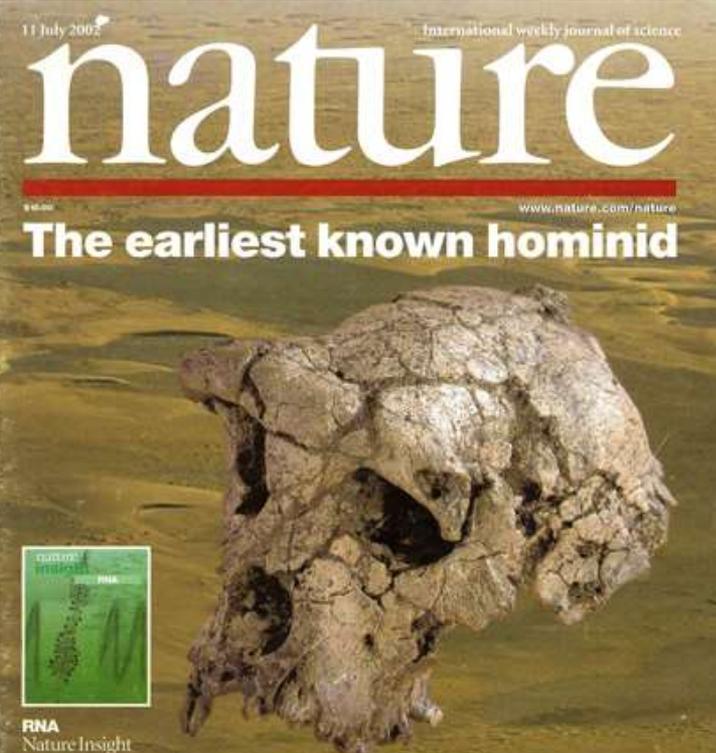
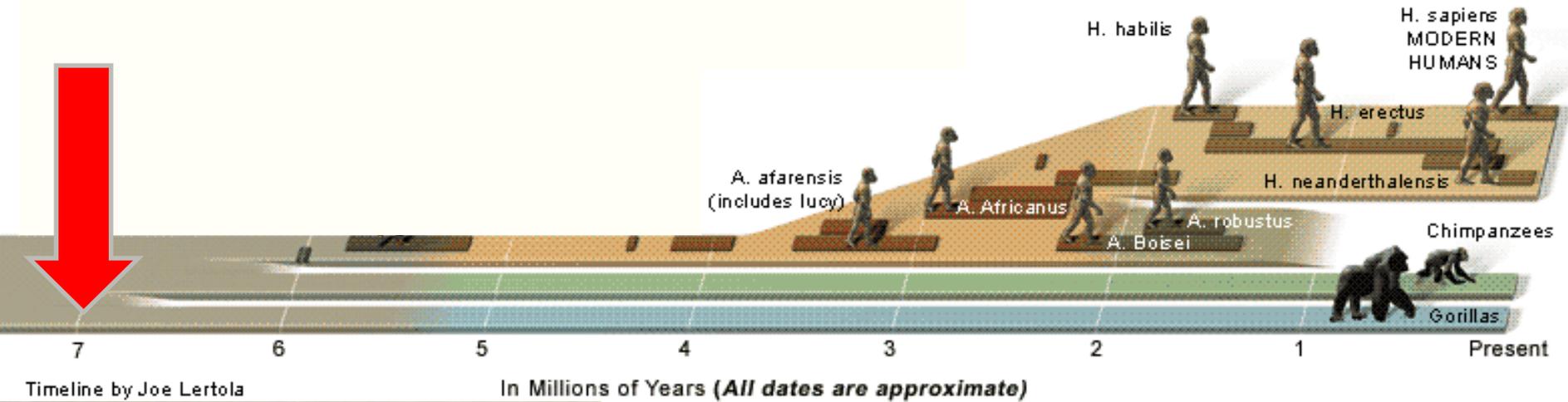
■ colonne vertébrale
■ position du trou occipital
■ rapport volume crânien / face

■ bassin
■ longueur relative des membres et position de la jambe

L'hominisation : par où commencer ?

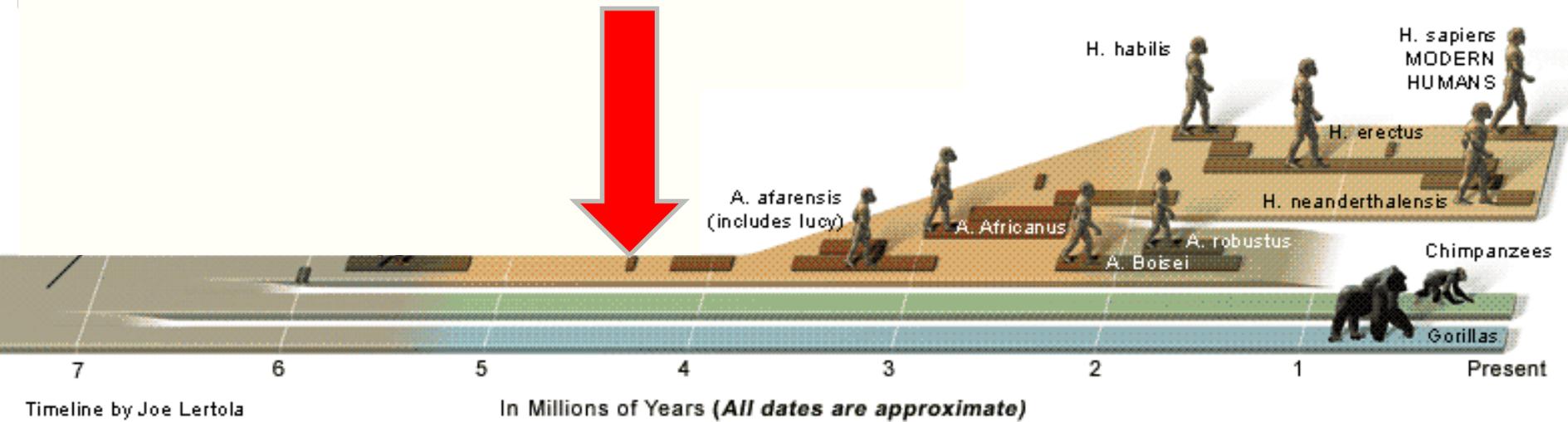
Peut-être pas par le cerveau mais par le corps : la **bipédie** ?





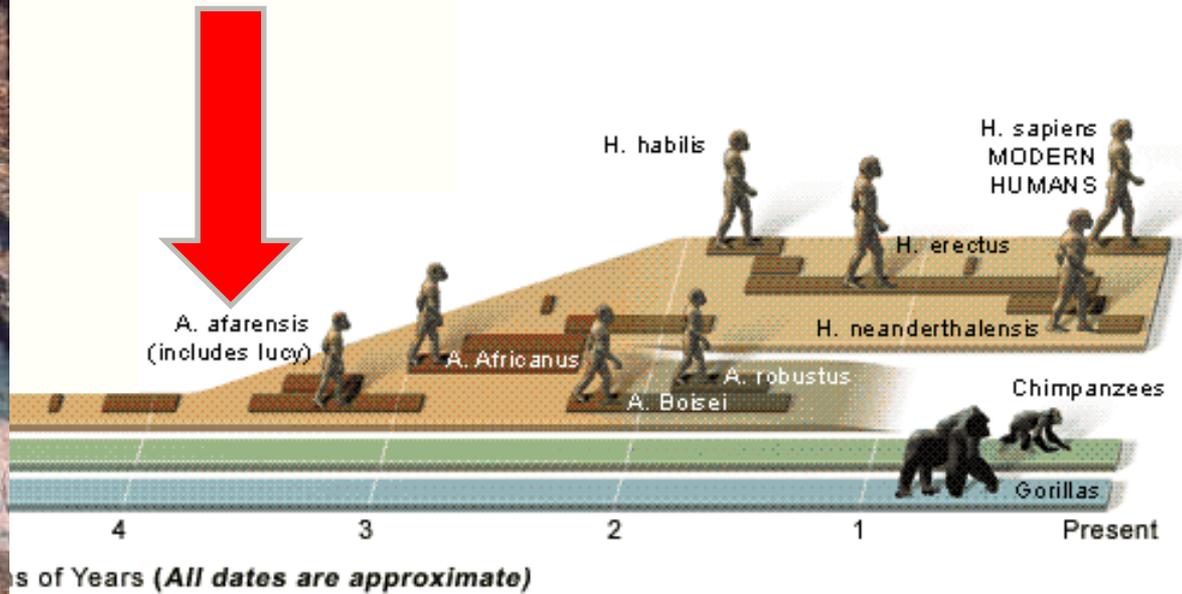
Le premier spécimen fossile de ***Sahelanthropus tchadensis*** a été surnommé « Toumaï » et son âge est estimé à environ **7 millions d'années**, a été découvert au Tchad par l'équipe de Michel Brunet en juillet 2001.

La **bipédie** de *Sahelanthropus tchadensis* est **très probable** pour ses découvreurs parce que le trou occipital correspond à celui d'une colonne vertébrale redressée...

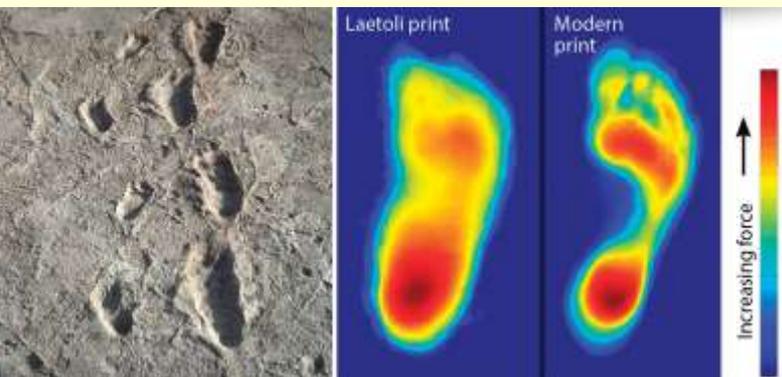


Ardipithecus ramidus, qui vivait en Afrique de l'Est au Pliocène inférieur, il y a **4,4 millions d'années**, possède de nombreux traits intermédiaires entre les chimpanzés et *Australopithecus afarensis*.

Il pouvait probablement **marcher debout mais seulement sur de courtes distances.**



Le site de **Laetoli**, découvert en 1977 en Tanzanie, a livré des empreintes de pas d'hominidés bipèdes exceptionnellement conservées dans de la cendre volcanique durcie il y a **3,66 millions d'années**.



Laetoli footprints reveal bipedal gait biomechanics different from those of modern humans and chimpanzees

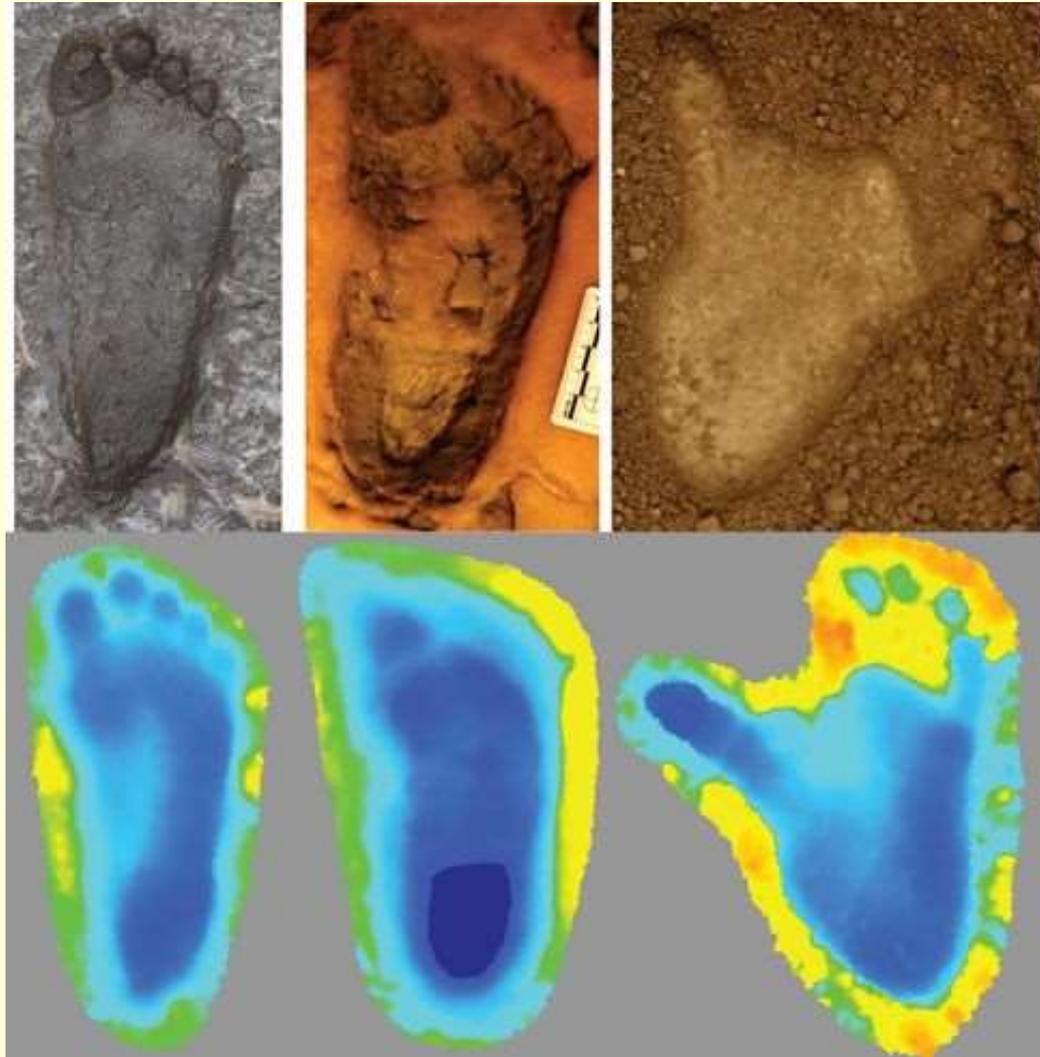
[Kevin G. Hatala](#), [Brigitte Demes](#) and [Brian G. Richmond](#)

17 August 2016

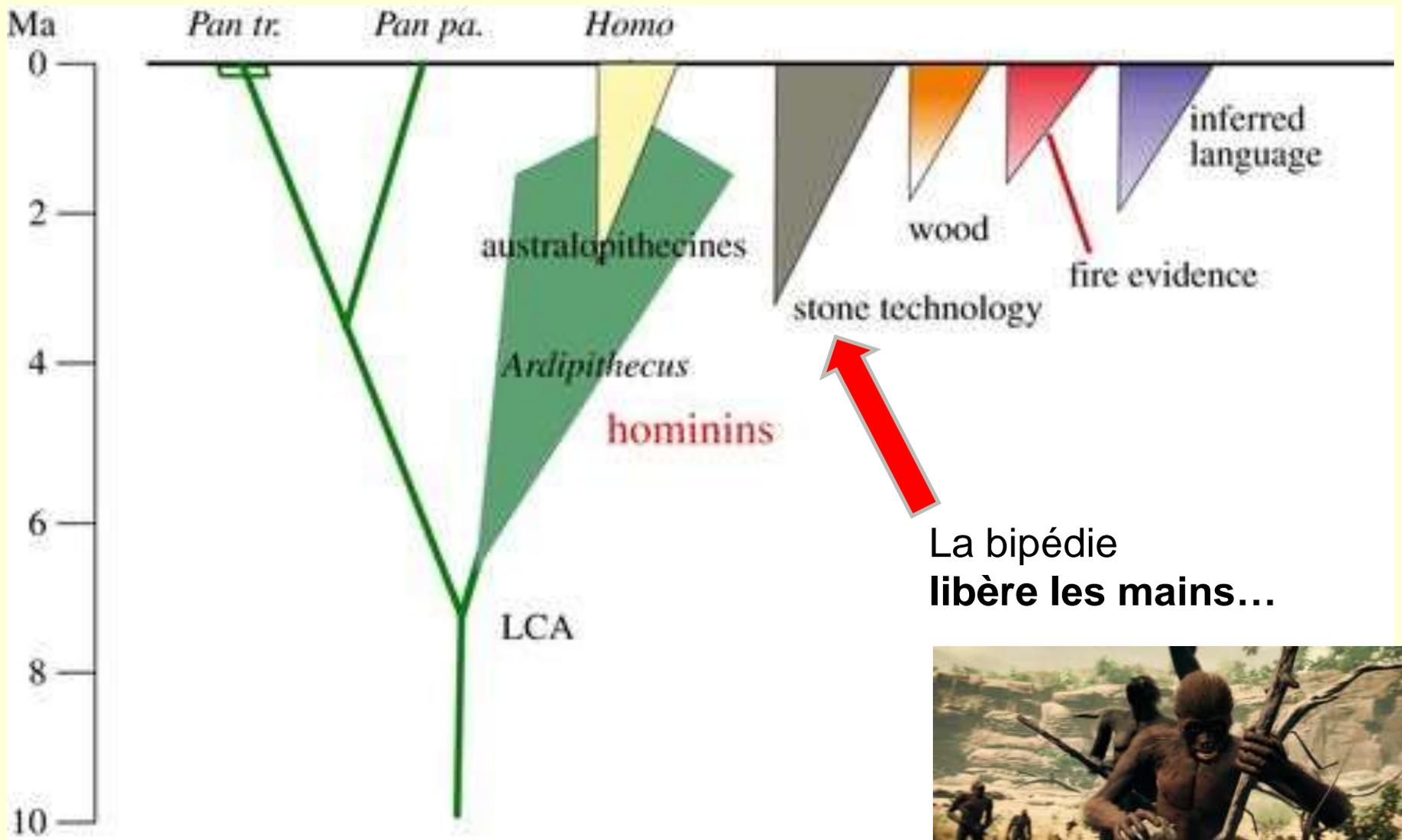
<https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rspb.2016.0235>

...the ca **3.66 Ma** hominin footprints at Laetoli, Tanzania, provided what is still today **the earliest indisputable evidence of bipedalism** in the human fossil record.

These trackways are widely considered to have been made by ***Australopithecus afarensis***...

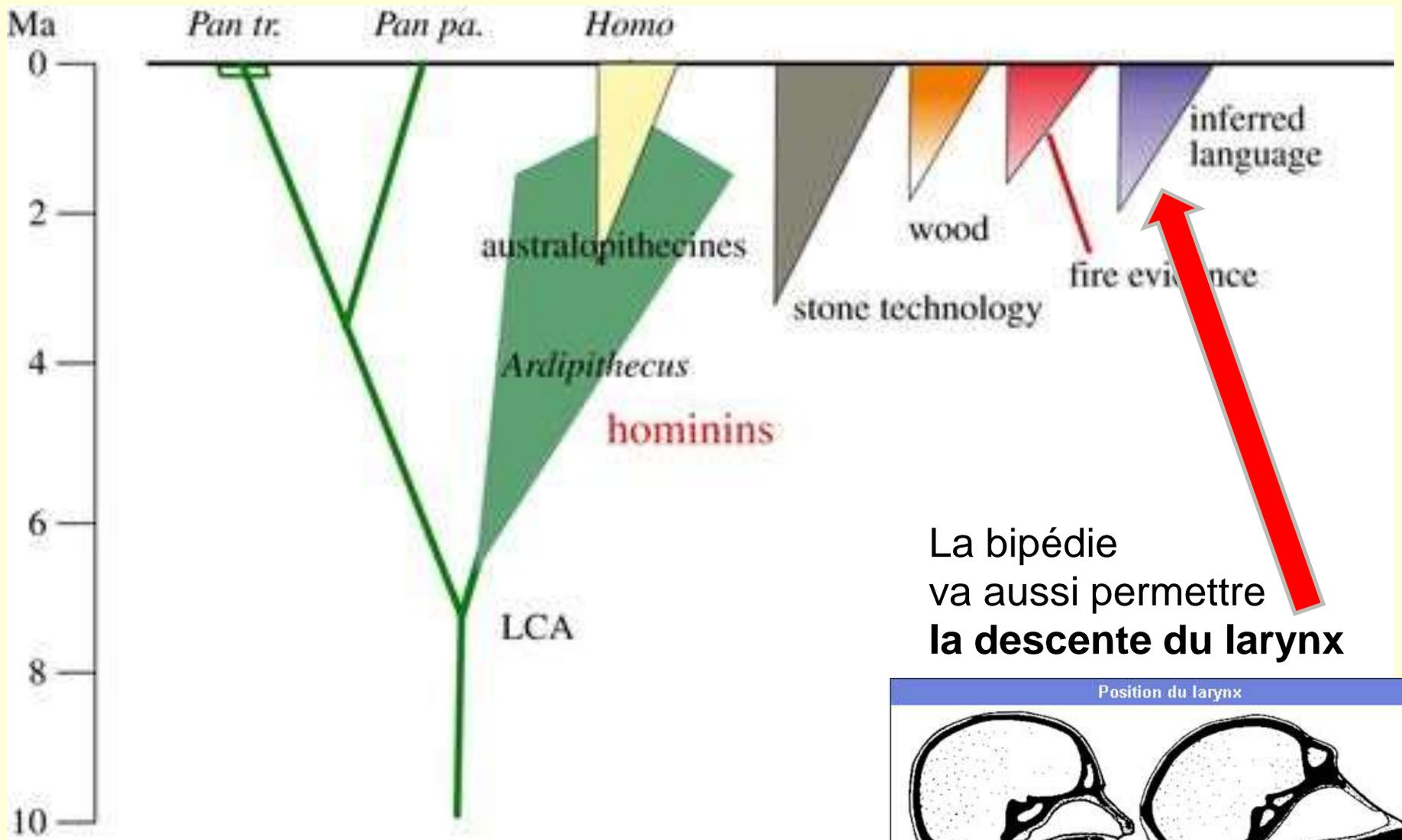


Examples of human, Laetoli hominin and chimpanzee footprints.

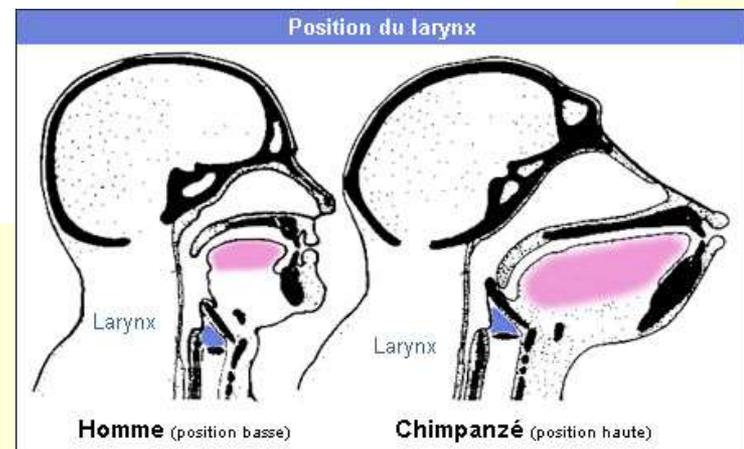


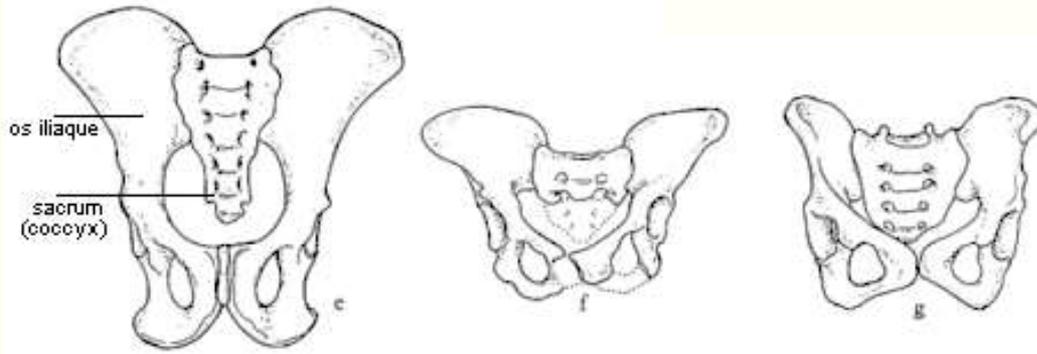
La bipédie
 libère les mains...





La bipédie
va aussi permettre
la descente du larynx





Chimpanzé

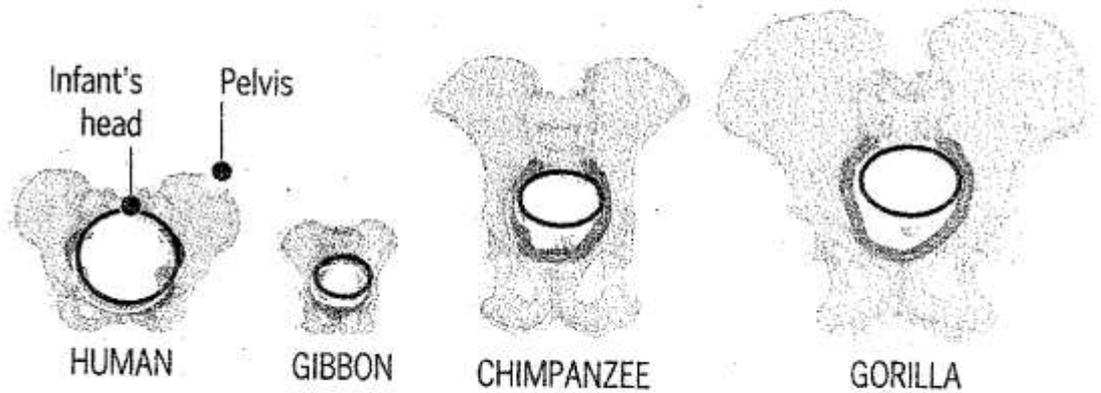
Australopithèque

Humain

La **bipédie** va aussi amener un bassin plus **bas** et plus **large** capable de soutenir les viscères et le poids du tronc.

Le bébé humain avec son gros cerveau va avoir de la **difficulté à passer** dans le canal pelvien lors de l'accouchement (sans doute le plus compliqué et douloureux de tous les mammifères).

INFANT'S HEAD DIMENSION AND MOTHER'S PELVIS



SOURCE: Wenda Trevathan, New Mexico State University; American Journal of Physical Anthropology

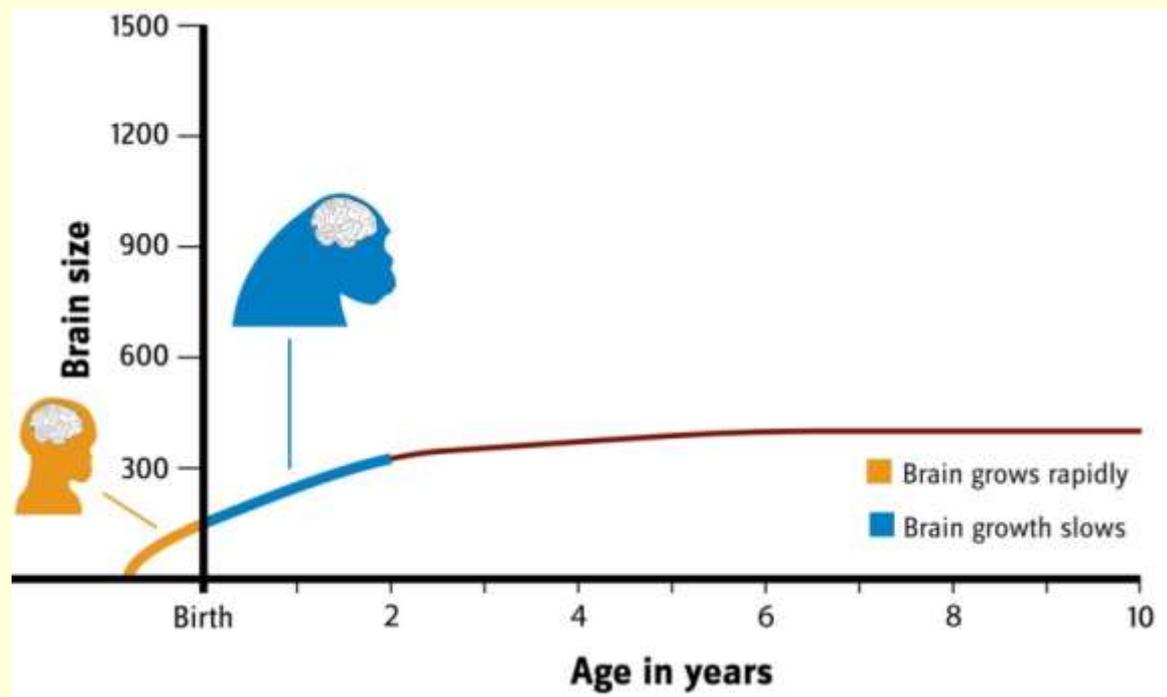
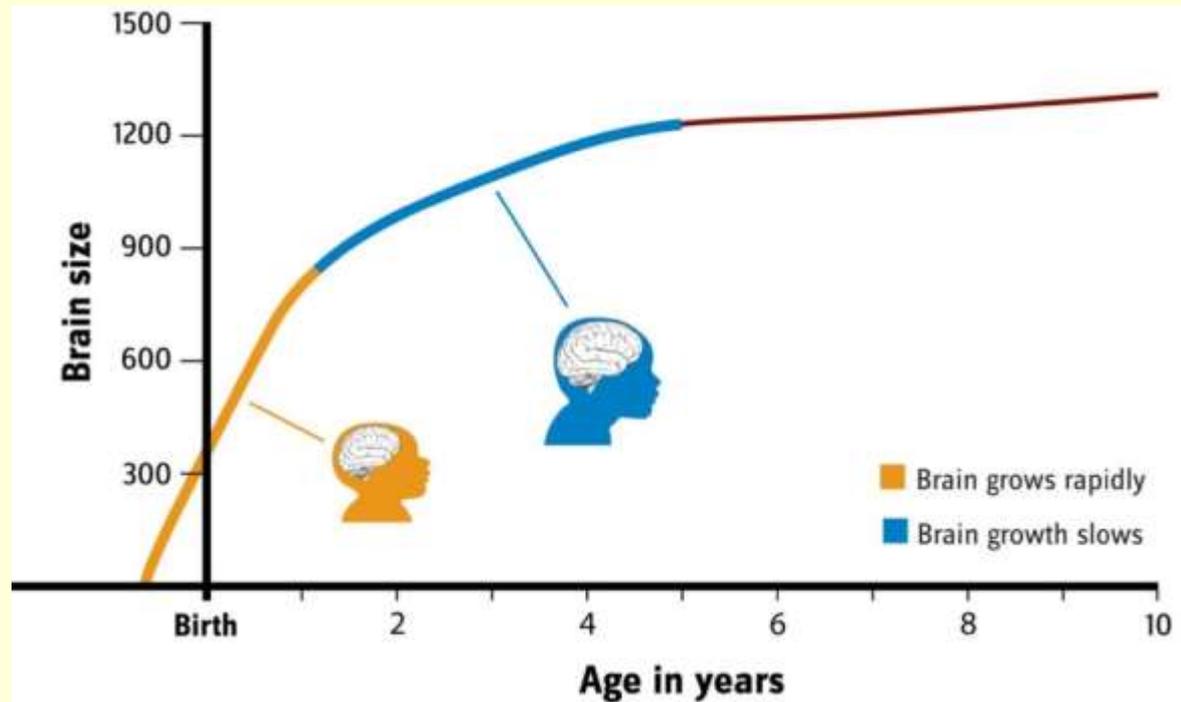
GLOBE STAFF GRAPHIC/JOAN McLAUGHLIN

La sélection naturelle a donc favorisé les enfants **prématurés**. De sorte que le bébé humain naît à un stade de développement **inachevé** : il est de loin **le moins précoce de tous les primates** (« néoténie »).

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

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

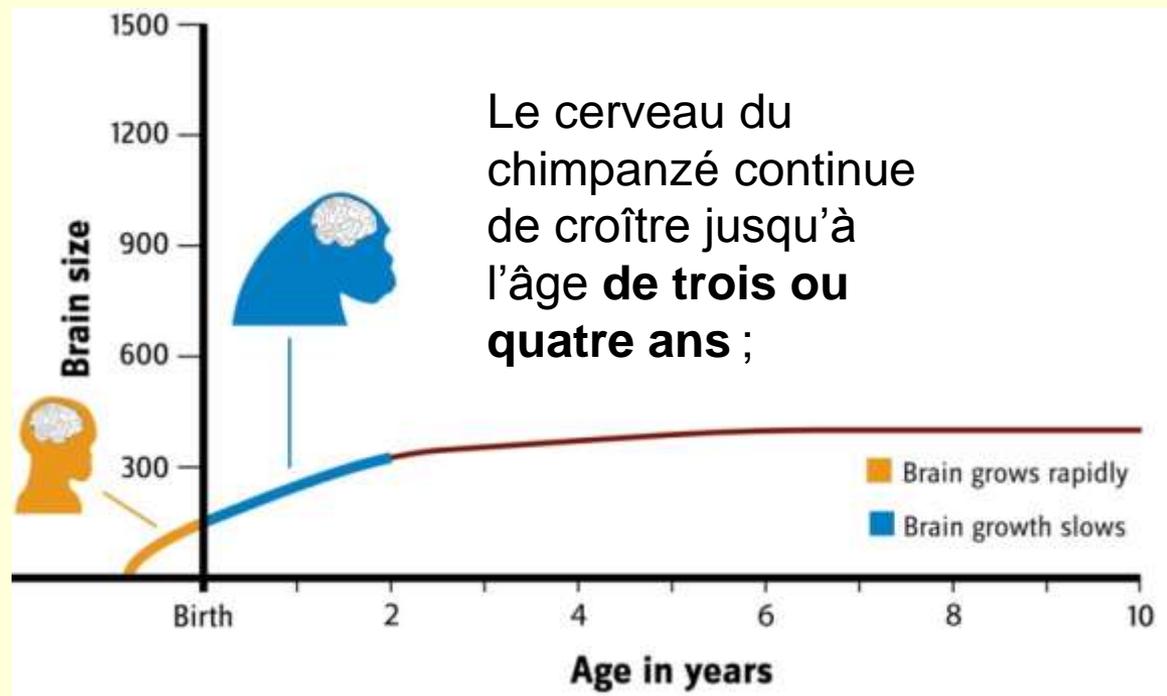
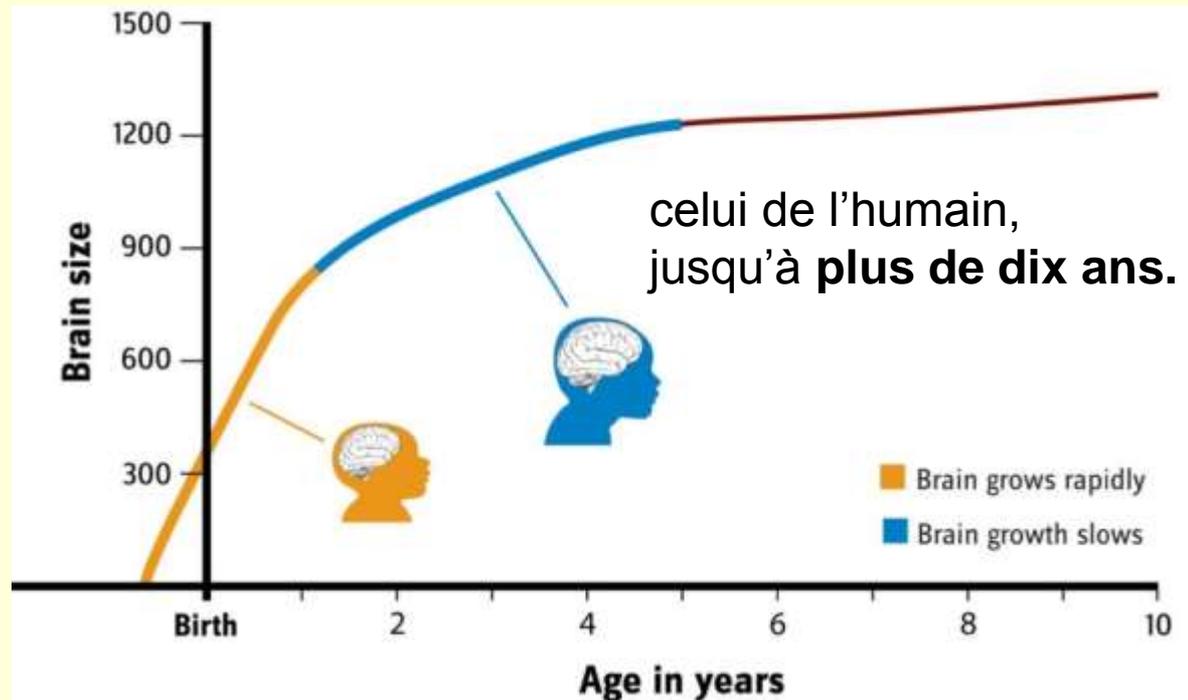
Pour atteindre ce même niveau, la grossesse humaine devrait durer **16 mois !**



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

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

→ implique que de nombreuses étapes du développement cognitif se déroulent dans un **contexte social riche.**



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

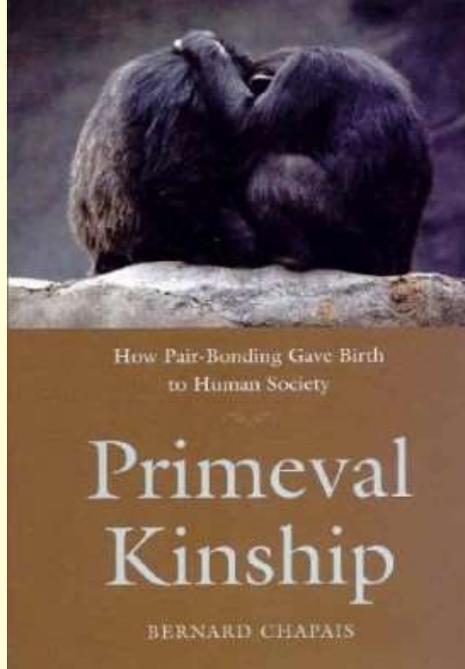
Et comme les mères humaines prennent soin de cette progéniture à développement lent jusque tard dans l'adolescence, il arrive souvent qu'elles élèvent plusieurs enfants dépendants simultanément.



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

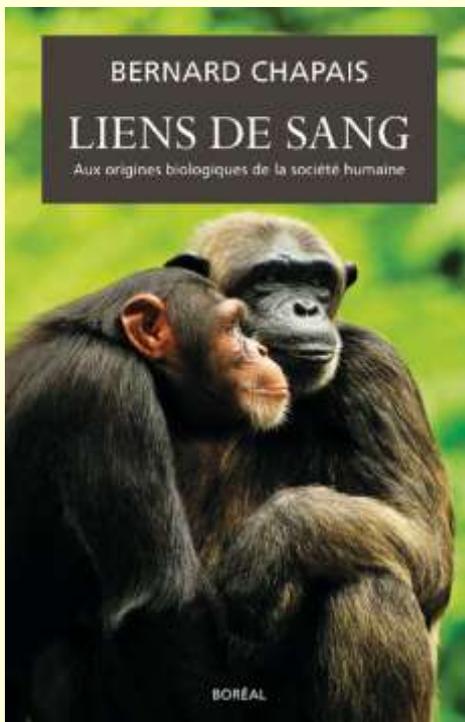
Les soins maternels constituent donc une activité essentiellement **séquentielle** dans la vie des mères primates.

La contribution du père aux soins parentaux chez l'humain va ainsi devenir déterminante.



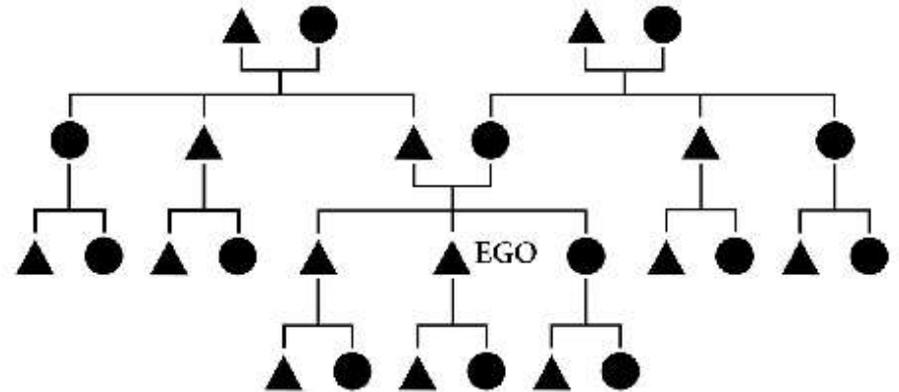
Ce qui précède et ce qui va suivre est tiré des travaux de l'anthropologue et primatologue montréalais **Bernard Chapais** dont vous pouvez lire une synthèse remarquable dans ses livres **Primeval Kinship** (2008) et **Liens de sang** (2015).

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

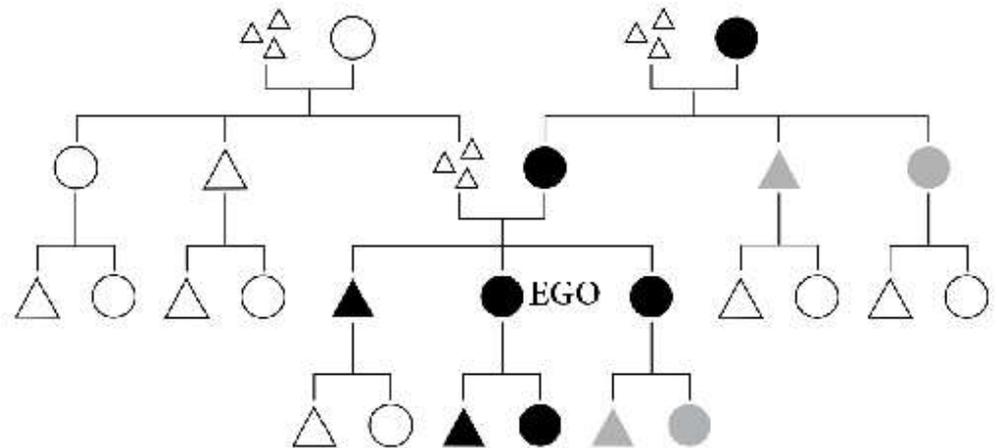


Concrètement, cela a amené la formation d'un **couple monogame stable** durant plusieurs années qui va ainsi distinguer l'espèce humaine de ses plus proches cousins (chimpanzés et bonobos).

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



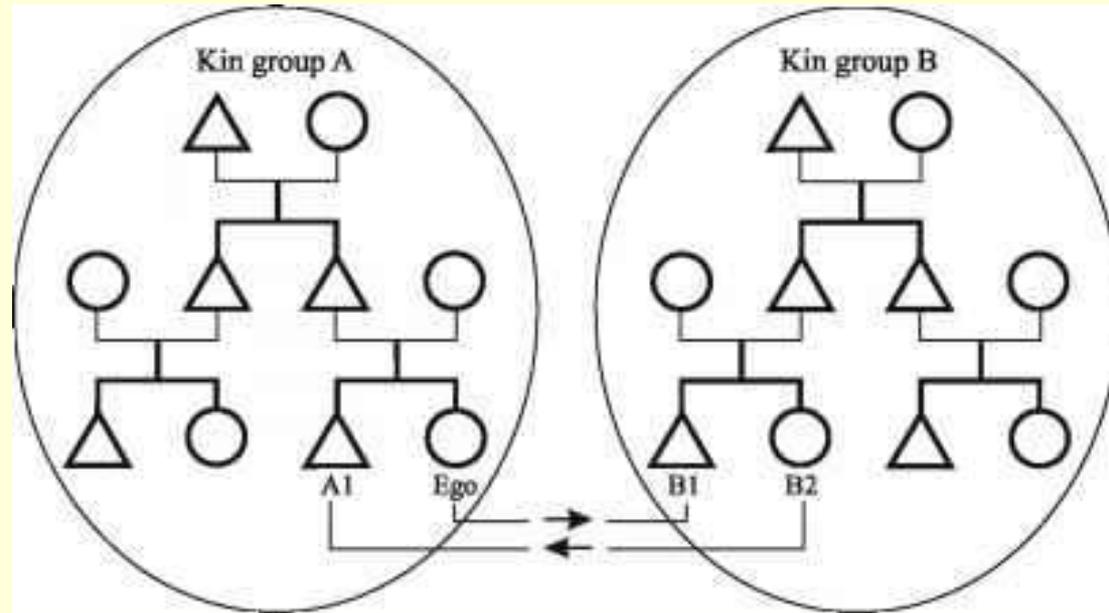
Car cela n'est pas le cas chez les autres primates (les chimpanzés par exemple où la promiscuité sexuelle fait en sorte que les petits, élevés par leur mère, ne savent pas qui est leur père).



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

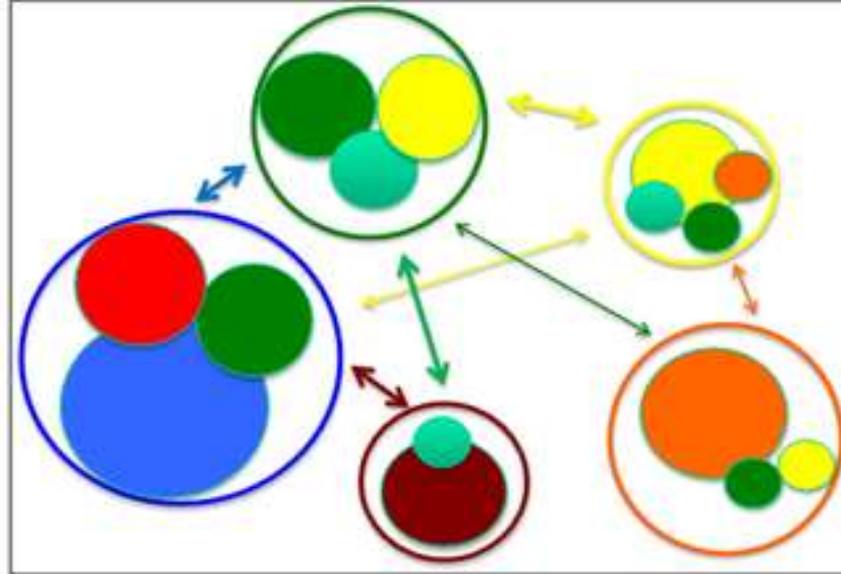
mais qui, dans les groupes humains formés de couples monogames, va amener **l'exogamie reproductive**,

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

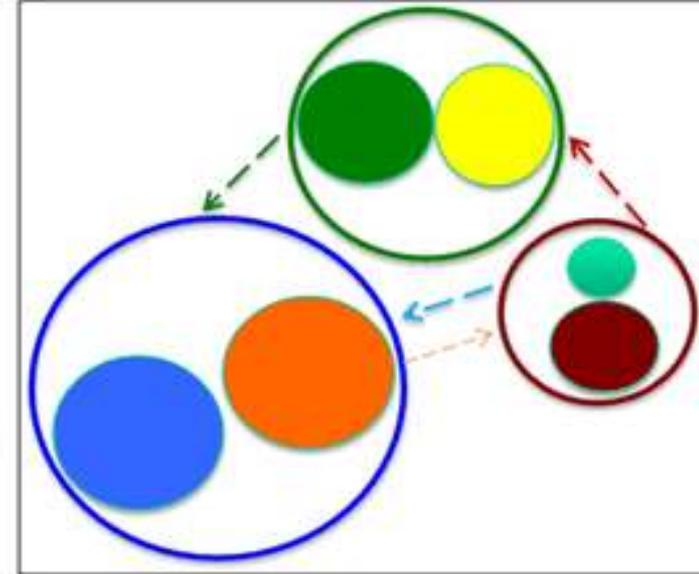


L'exogamie reproductive va amener un **processus de pacification et d'alliances entre les groupes (unique aux sociétés humaines)** :

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



Humans



Other primates

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

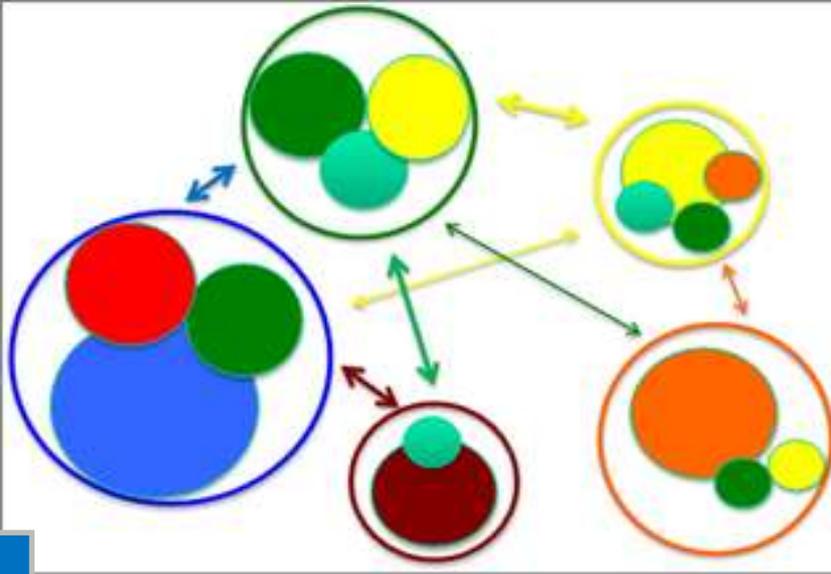
- inclut l'échange de partenaires sexuels, de biens et de services (flèches bi-directionnelles),
- implique de multiples lignées de parenté (cercles pleins) existant souvent dans des communautés résidentielles multiples (cercles ouverts).

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

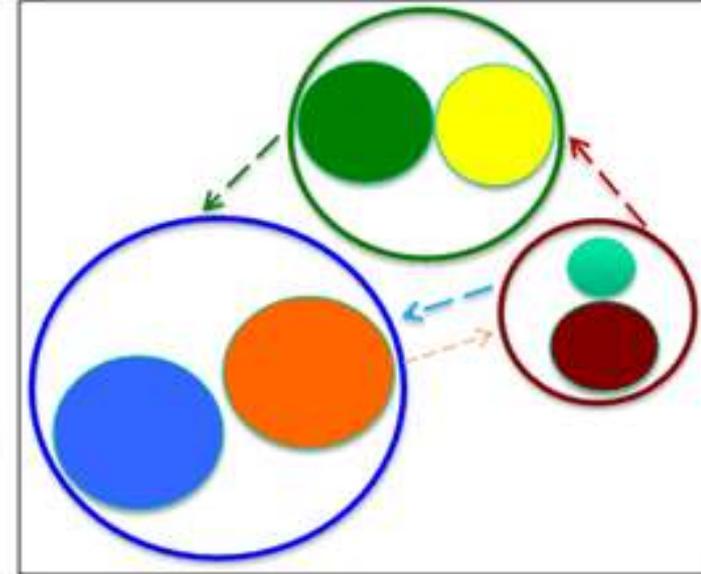
Au contraire, chez les autres primates, mâles ou femelles émigrent (flèches pointillées).

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

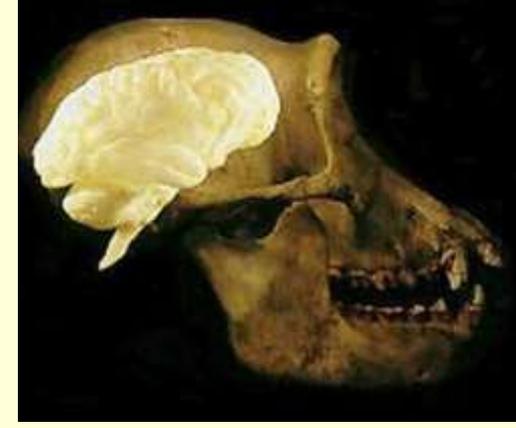
Organisation
sociale
complexe
facilitée
par...



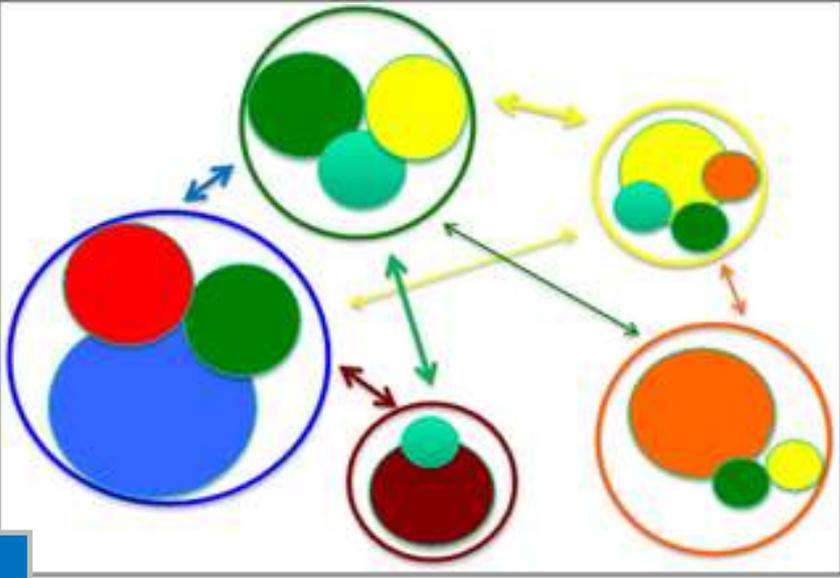
Humans



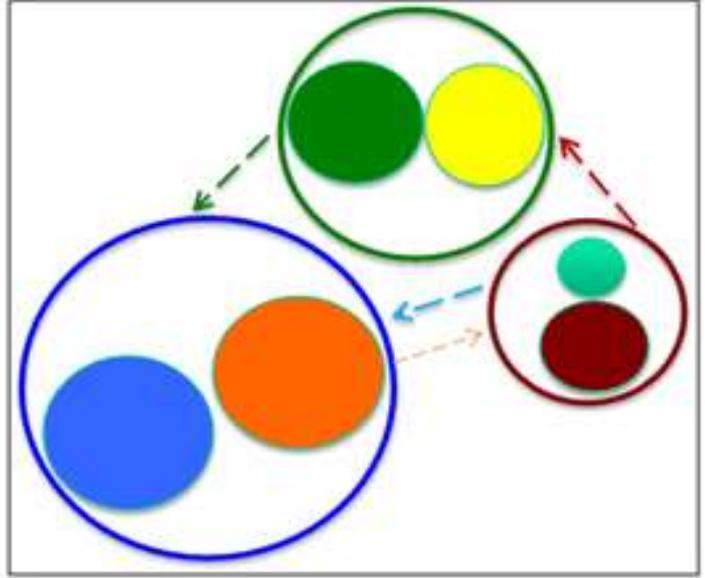
Other primates



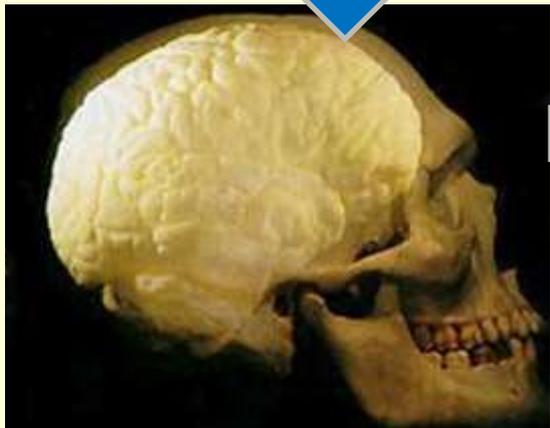
Organisation sociale complexe facilitée par...



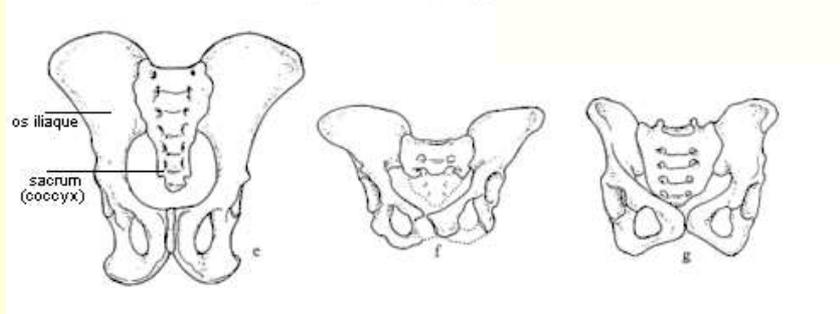
Humans



Other primates

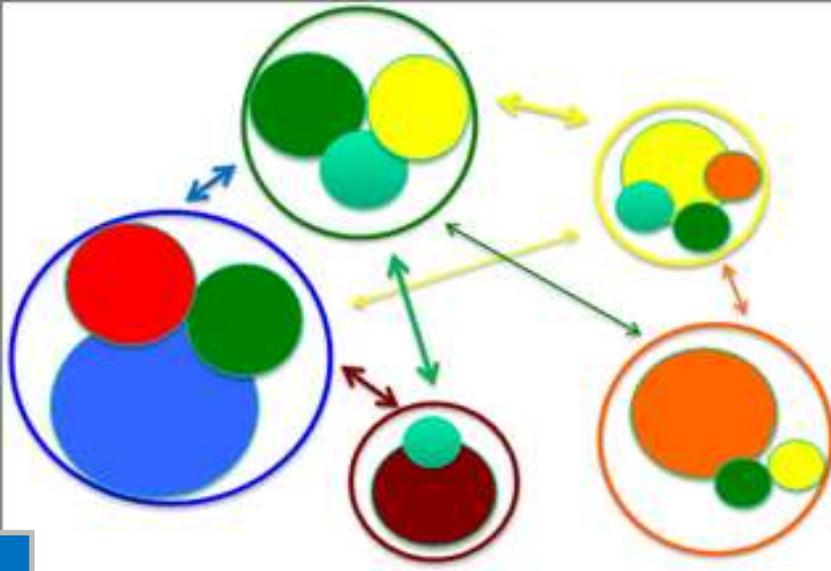


...un gros cerveau qui mature tard car...

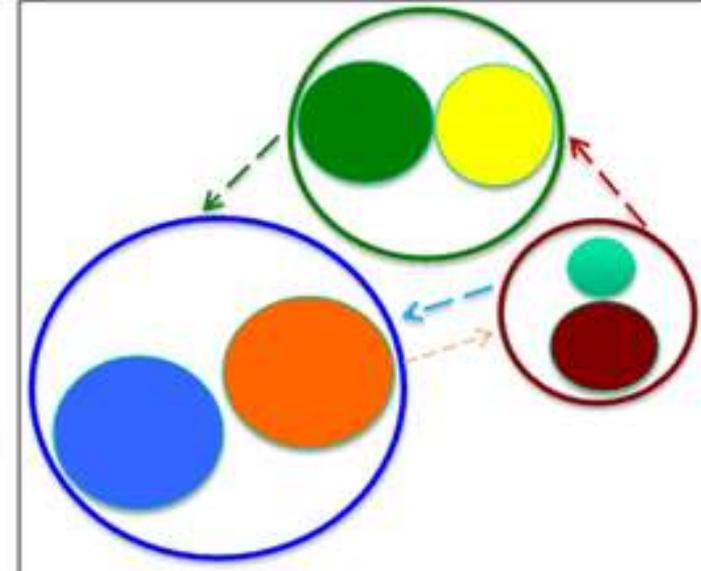


- bipédie modifie la forme du bassin

Organisation sociale complexe facilitée par...



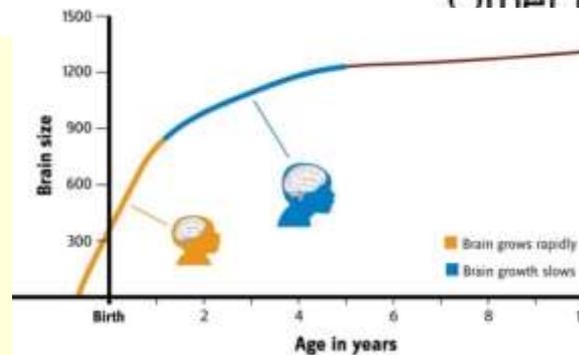
Humans



Other primates

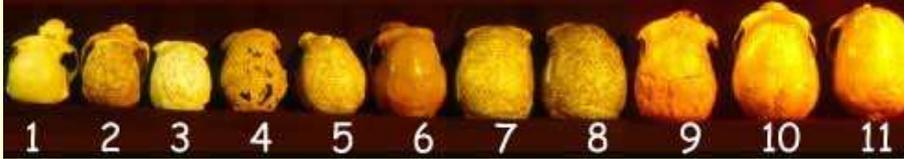


Mais gros cerveau car mature tard...

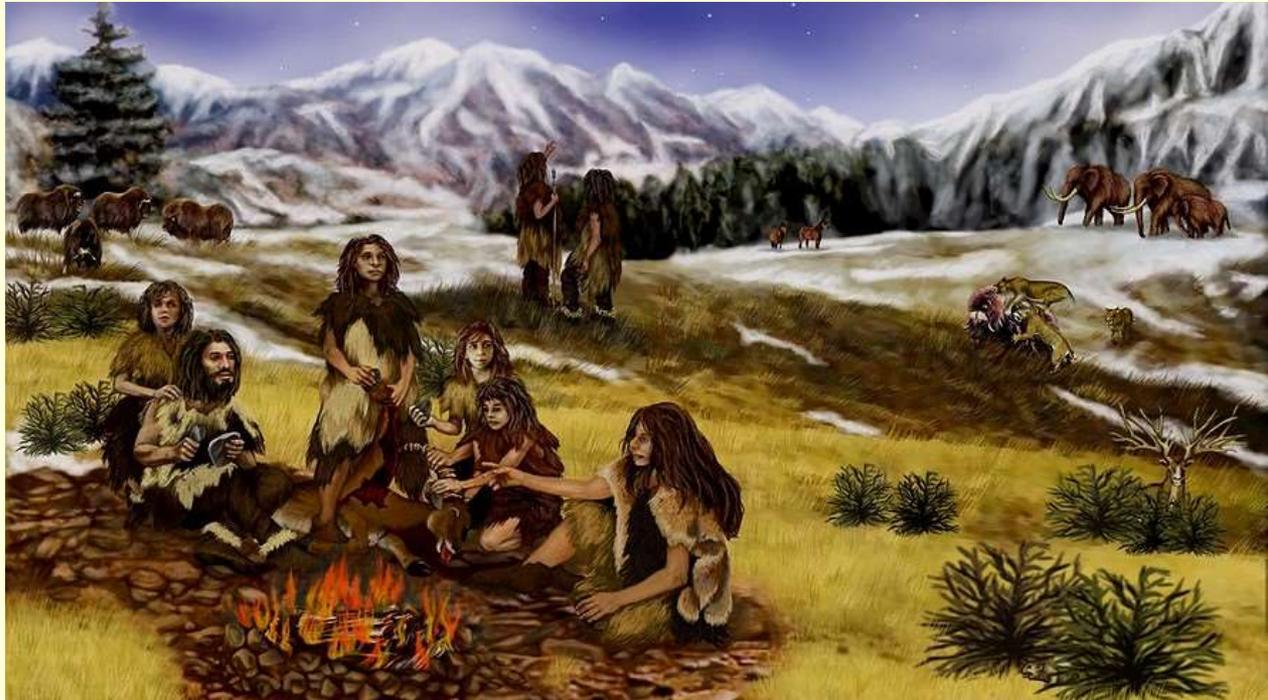


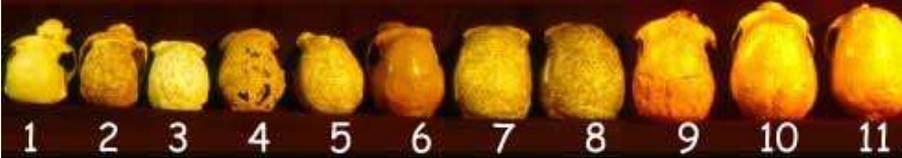
- bipédie modifie la forme du bassin
- néoténie et dépendance juvénile prolongée
- contribution du père aux soins parentaux
- couple monogame stable
- reconnaissance étendue de la parenté avec l'exogamie reproductive
- pacification + alliances entre groupes complexes

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



Outre les **règles sociales de plus en plus complexes**, plusieurs phénomènes sont probablement agi de concert (et sont encore débattus) pour expliquer l'expansion cérébrale spectaculaire chez l'humain :



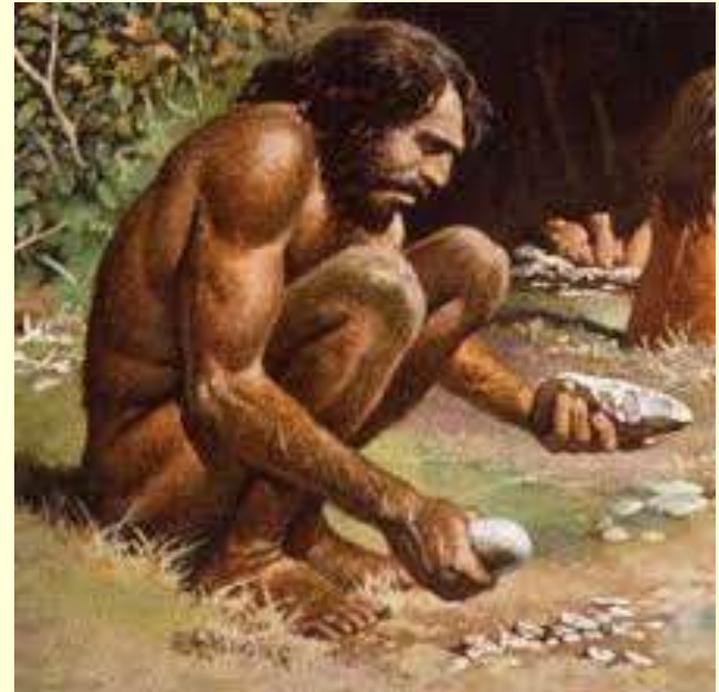


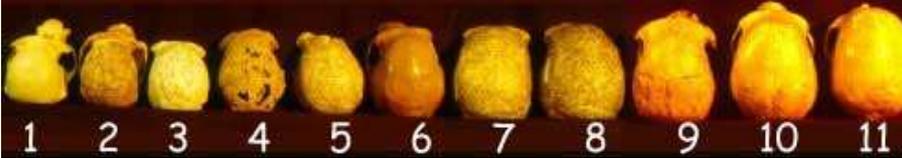
Outre les **règles sociales de plus en plus complexes**, plusieurs phénomènes sont probablement agi de concert (et sont encore débattus) pour expliquer l'expansion cérébrale spectaculaire chez l'humain :

- la **fabrication d'outils** (car elle nécessite précision motrice, mémoire et planification); Les premiers outils seraient datés de 3,3 millions d'années.

<http://www.hominides.com/html/actualites/premiers-outils-3-3-millions-annees-925.php> (21/05/15)

<http://mailchi.mp/pourlascience/au-sommaire-du-numro-477-de-pour-la-science-saturne-les-plus-belles-dcouvertes-de-cassini-627989?e=2cdb4df74c> (**août 2017**)





Outre les **règles sociales de plus en plus complexes**, plusieurs phénomènes sont probablement agi de concert (et sont encore débattus) pour expliquer l'expansion cérébrale spectaculaire chez l'humain :

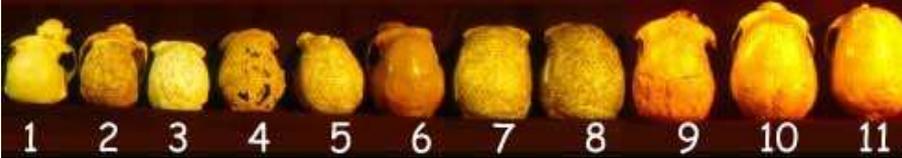
- la **fabrication d'outils** (car elle nécessite précision motrice, mémoire et planification); Les premiers outils seraient datés de 3,3 millions d'années.

<http://www.hominides.com/html/actualites/premiers-outils-3-3-millions-annees-925.php> (21/05/15)

<http://mailchi.mp/pourlascience/au-sommaire-du-numro-477-de-pour-la-science-saturne-les-plus-belles-dcouvertes-de-cassini-627989?e=2cdb4df74c> (**août 2017**)

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





Outre les **règles sociales de plus en plus complexes**, plusieurs phénomènes sont probablement agi de concert (et sont encore débattus) pour expliquer l'expansion cérébrale spectaculaire chez l'humain :

- la **fabrication d'outils** (car elle nécessite précision motrice, mémoire et planification); Les premiers outils seraient datés de 3,3 millions d'années.

<http://www.hominides.com/html/actualites/premiers-outils-3-3-millions-annees-925.php> (21/05/15)

<http://mailchi.mp/pourlascience/au-sommaire-du-numro-477-de-pour-la-science-saturne-les-plus-belles-dcouvertes-de-cassini-627989?e=2cdb4df74c> (**août 2017**)

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

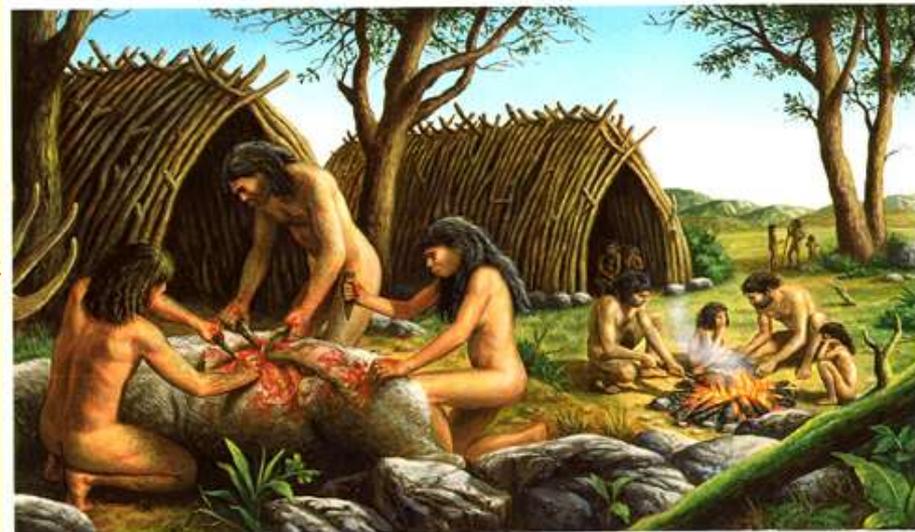
- la **préparation des aliments**

(What Makes Us Human?

Cooking, Study Says. **2012**

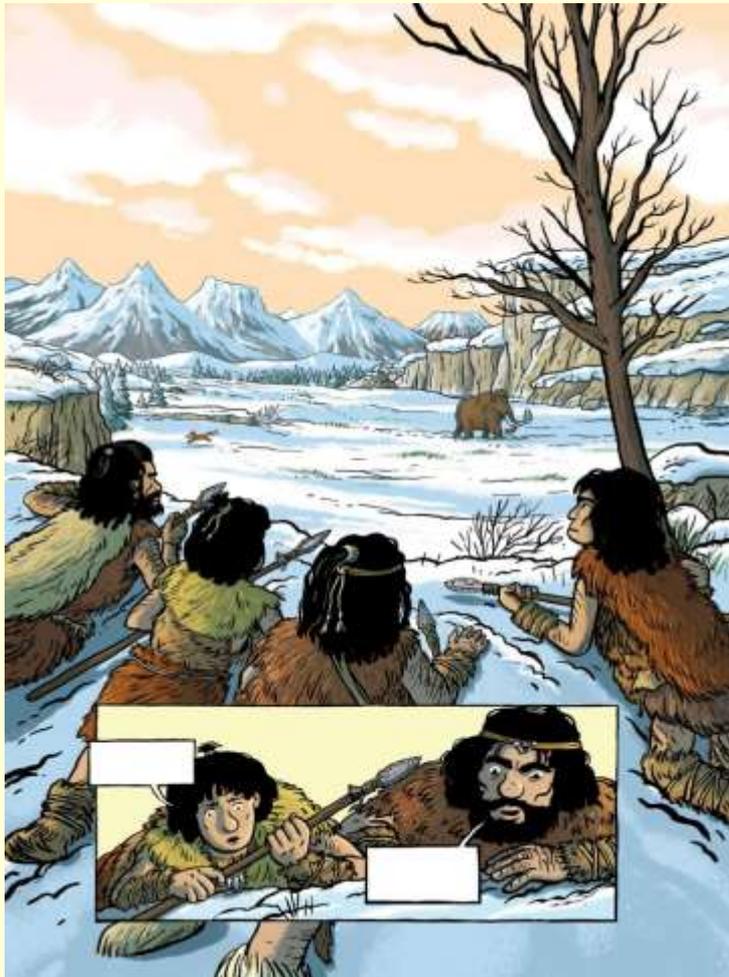
<http://news.nationalgeographic.com/news/2012/10/121026->

[human-cooking-evolution-raw-food-health-science/](http://news.nationalgeographic.com/news/2012/10/121026-human-cooking-evolution-raw-food-health-science/))



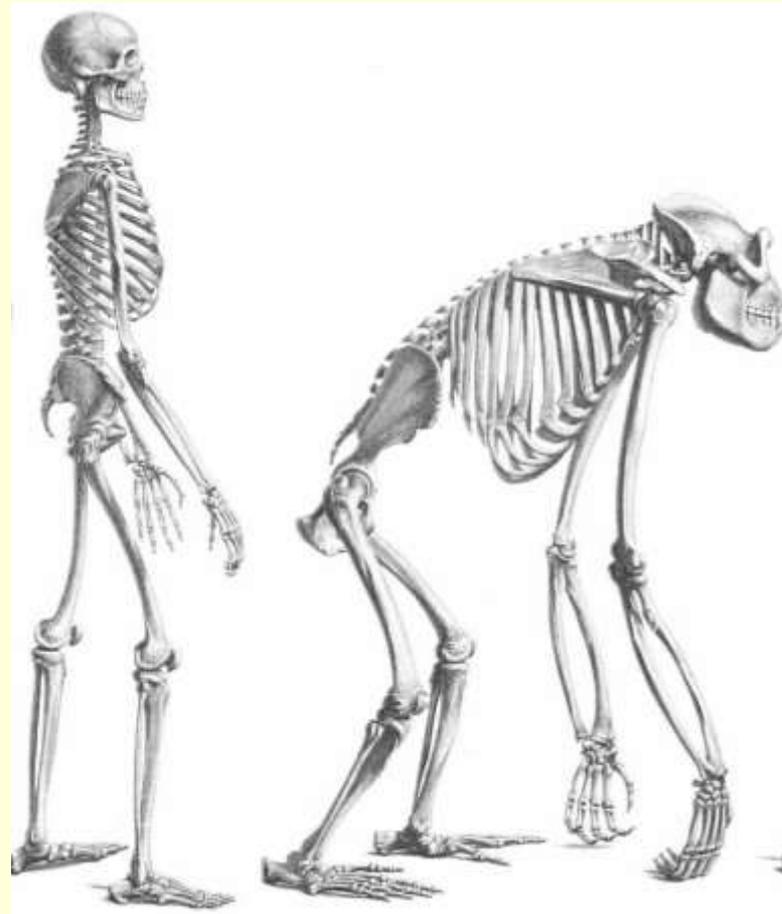
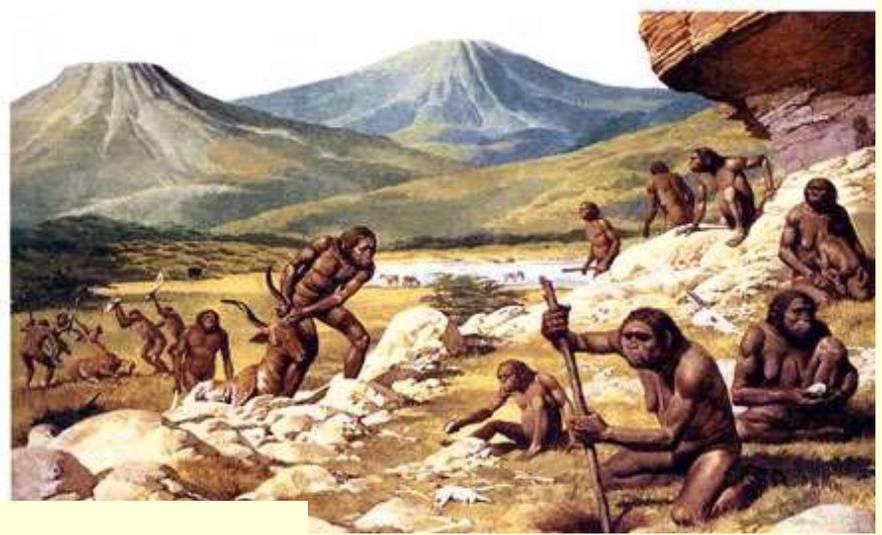
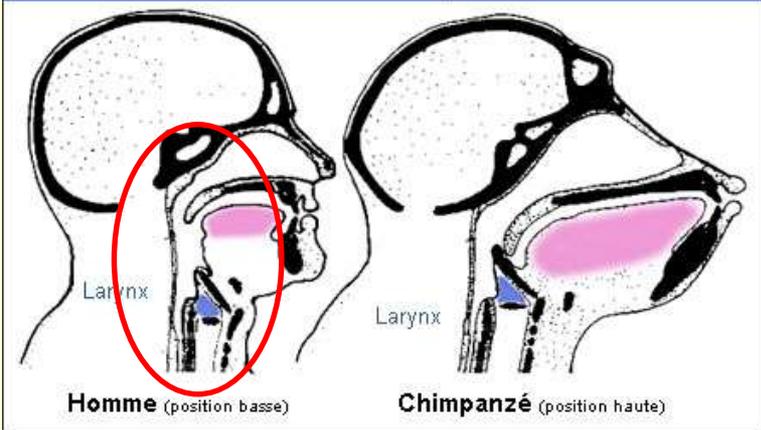
- l'apparition du langage :

→ représentations symboliques
communes permettant de
coordonner nos actions...



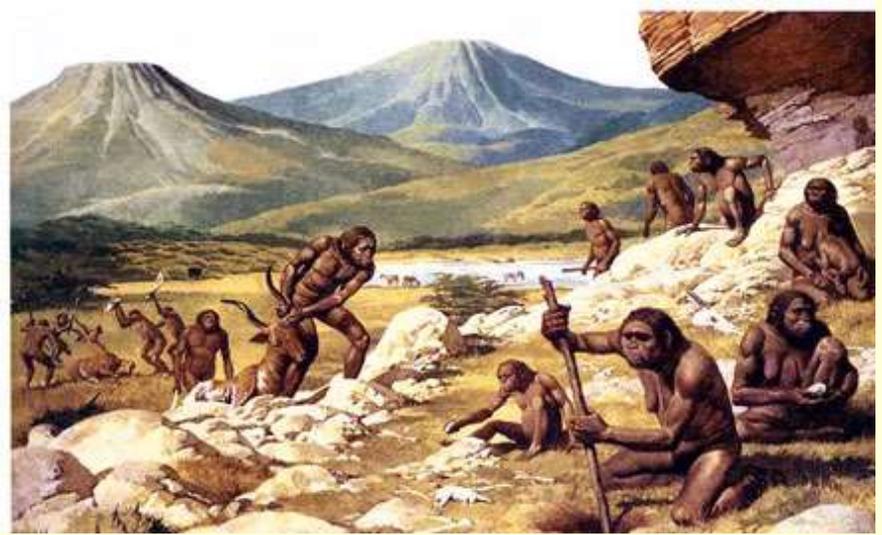
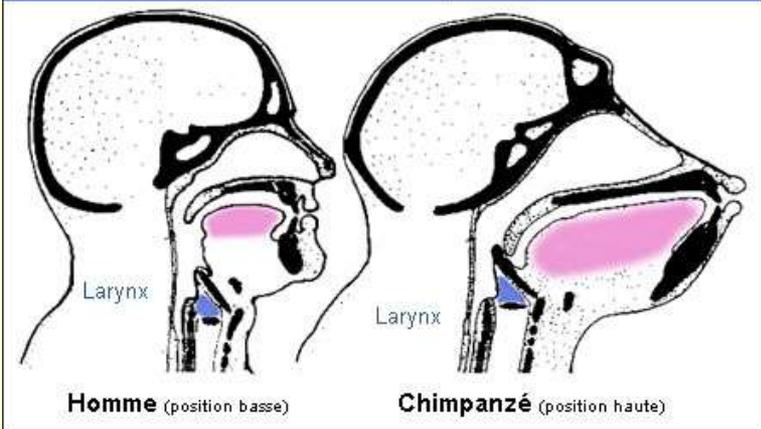
...ou nos idées !





La **station verticale de la bipédie** entraîne l'effondrement du larynx, qui se retrouve dans une position inconnue chez tous les autres mammifères

avec une **caisse de résonance** au-dessus des cordes vocales surmonté d'un appareil composite (lurette, palais dur et mou, langue, dents, lèvres, qui va permettre la **modulation de l'air** expiré rendre possible le « miracle » de la voix articulée.



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.

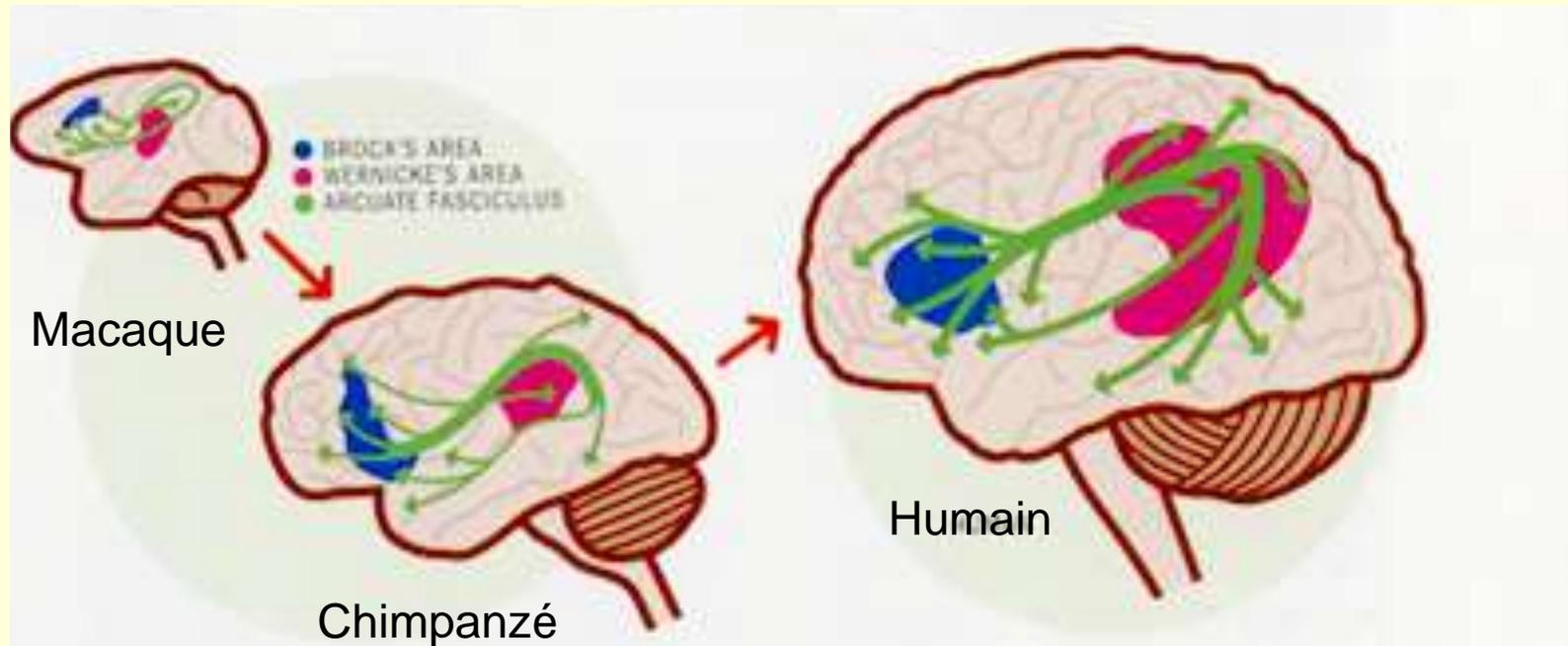
On suppose aussi la présence d'une proto-langue chez l'homme et la femme de **Néandertal** qui, au niveau actuel des connaissances, ne possédait pas de syntaxe.

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, favorisant le passage des mots à la syntaxe.

- l'apparition du **langage** :

Nouvelles régions ? Agrandissement d'anciennes régions ?

Réutilisation de certaines régions ou parties de réseaux cérébraux ?



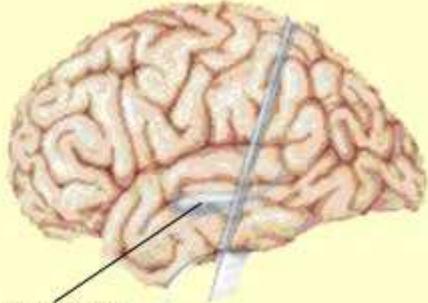
TALKING THE TALK

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

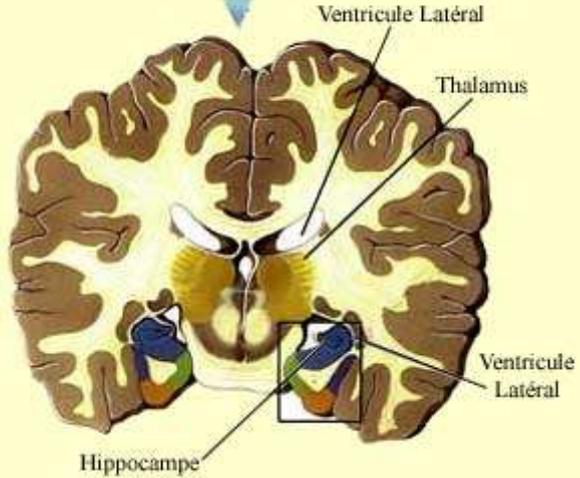
TOP OF THE LINE

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

Humain



Hippocampe

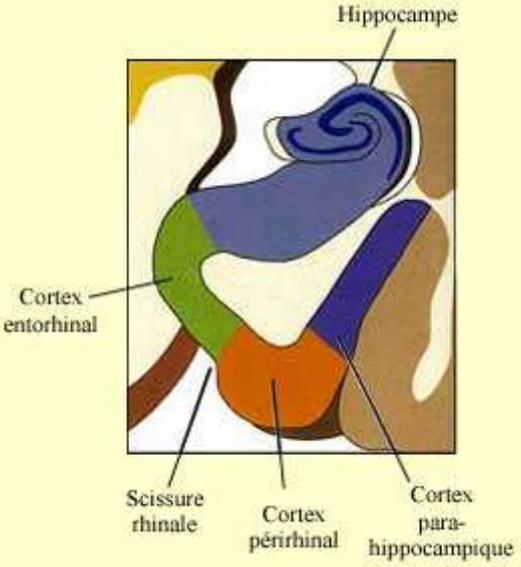


Ventricule Latéral

Thalamus

Ventricule Latéral

Hippocampe



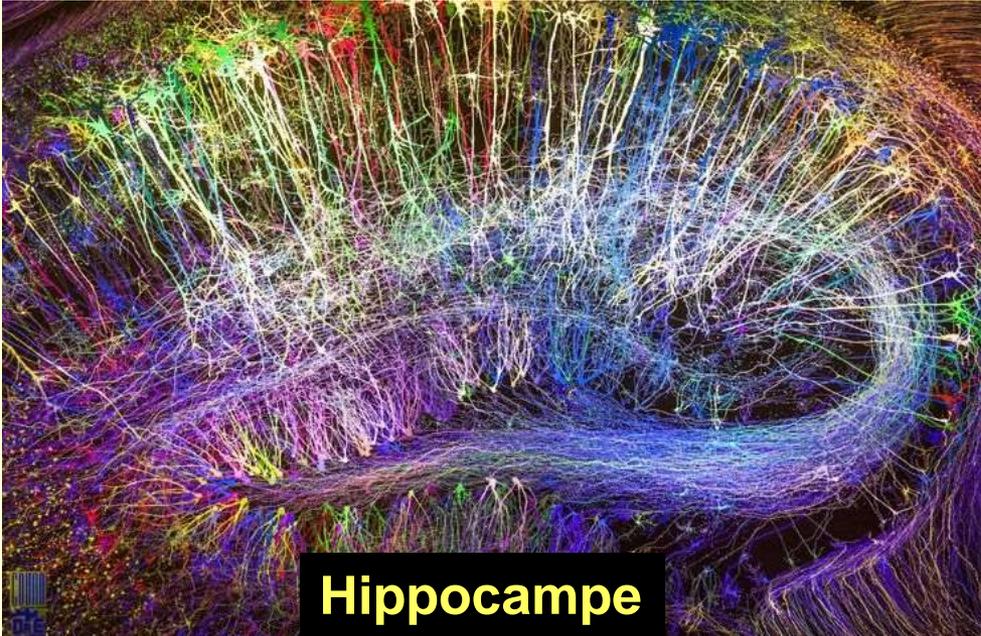
Hippocampe

Cortex entorhinal

Scissure rhinale

Cortex périrhinal

Cortex para-hippocampique



Hippocampe

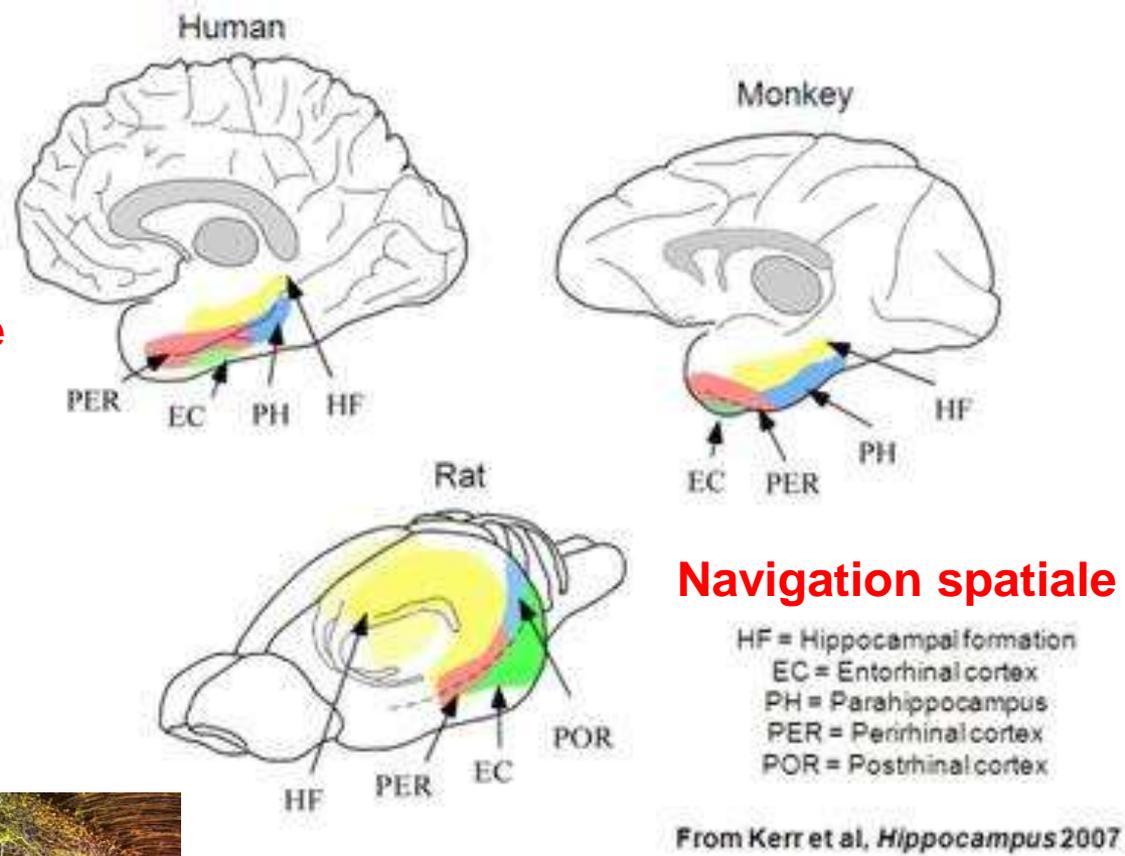
**Navigation
spatiale
+
Mémoire
déclarative**

**Memory, navigation and theta
rhythm in the hippocampal-
entorhinal system**

György Buzsáki & Edvard I Moser

January 2013

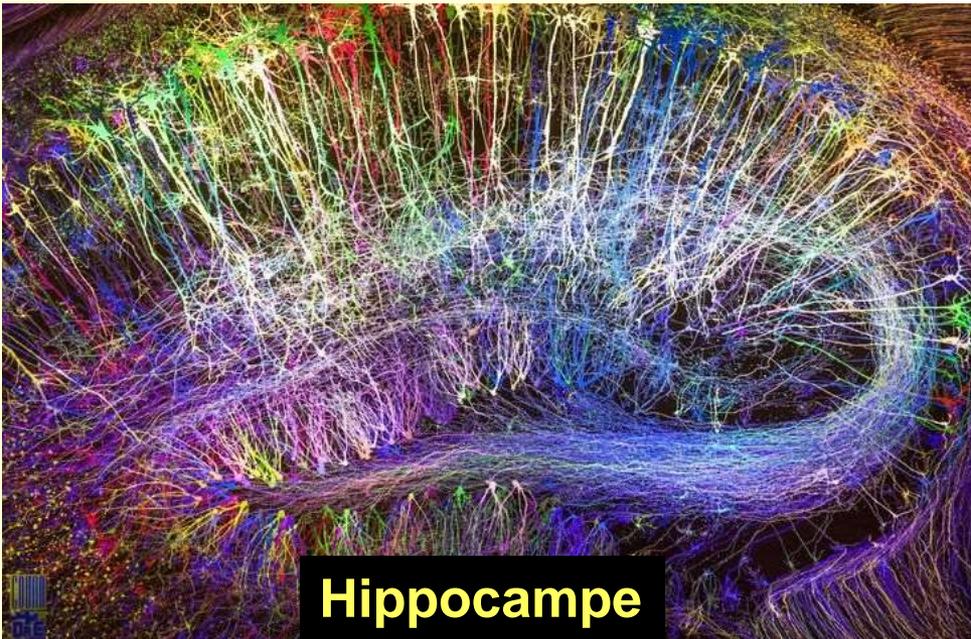
http://www.nature.com/neuro/journal/v16/n2/full/nn.3304.html?WT.ec_id=NEURO-201302



Navigation spatiale

HF = Hippocampal formation
EC = Entorhinal cortex
PH = Parahippocampus
PER = Perirhinal cortex
POR = Postrhinal cortex

From Kerr et al, *Hippocampus* 2007



Hippocampe

→ hypothèse d'une **continuité
phylogénétique** de la
navigation spatiale et de la
mémoire déclarative humaine.

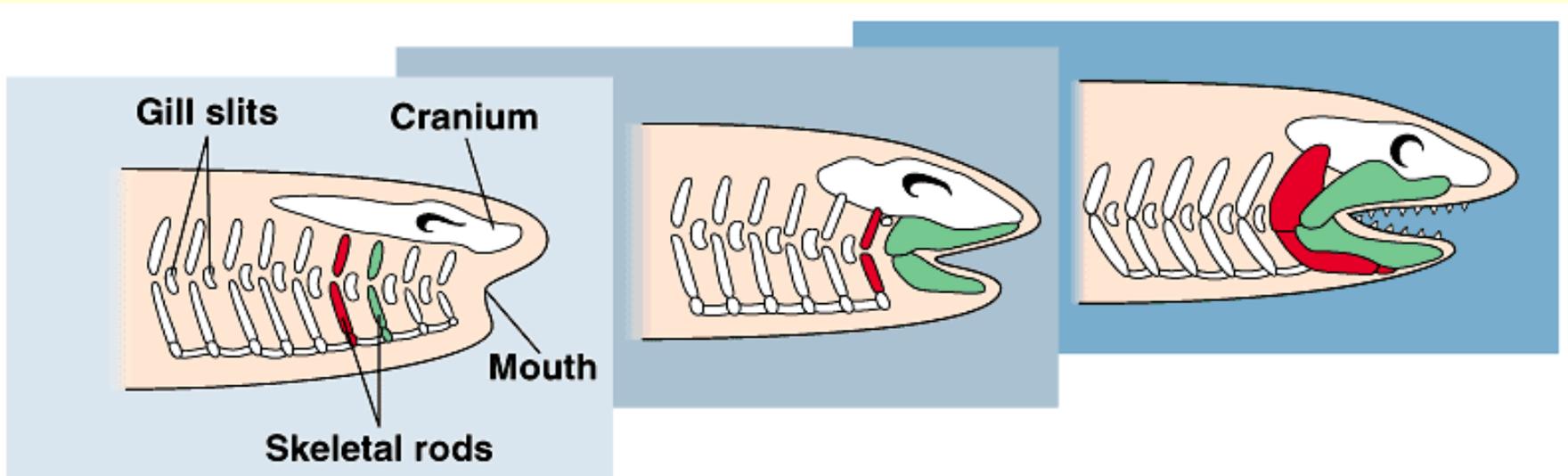
Le bricolage de l'évolution



« L'évolution travaille sur ce qui existe déjà. [...]

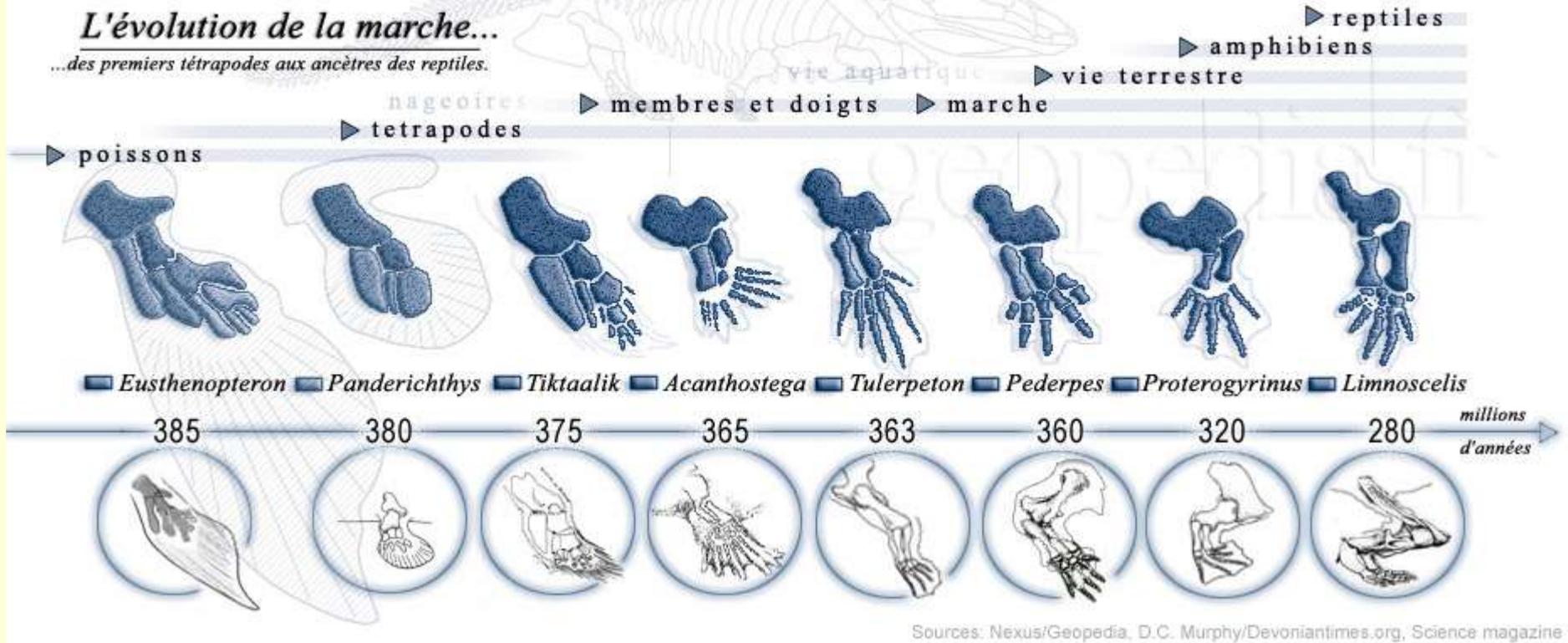
La sélection naturelle opère à la manière **non d'un ingénieur, mais d'un bricoleur**; un bricoleur qui ne sait pas encore ce qu'il va produire, mais **recupère** tout ce qui lui tombe sous la main. »

- François Jacob
(Le Jeu des possibles, 1981)

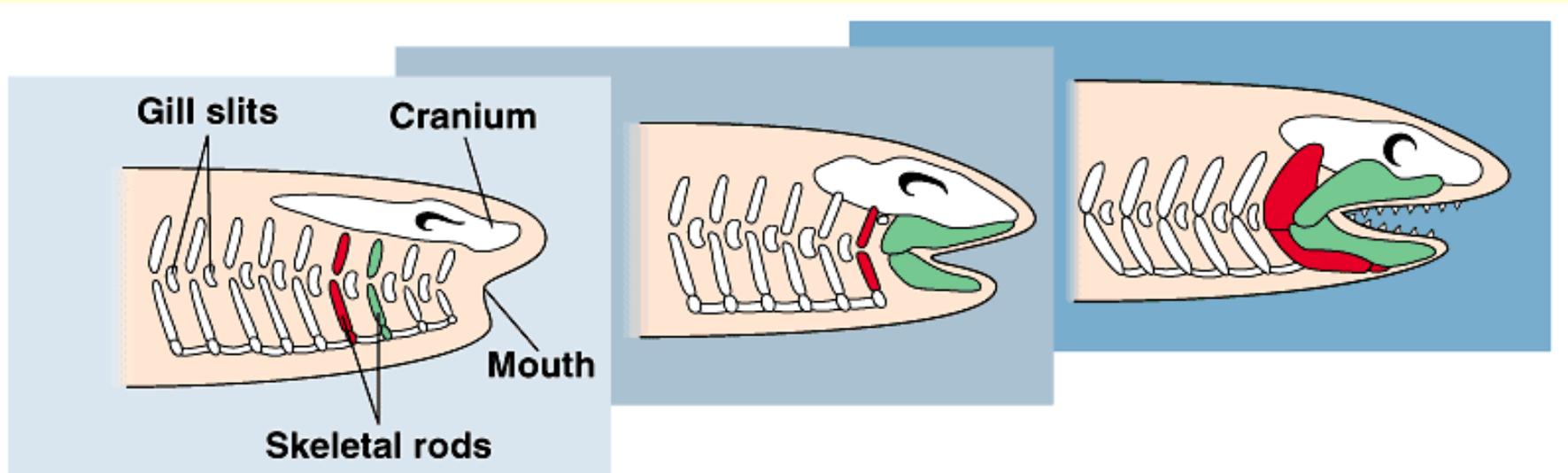


L'évolution de la marche...

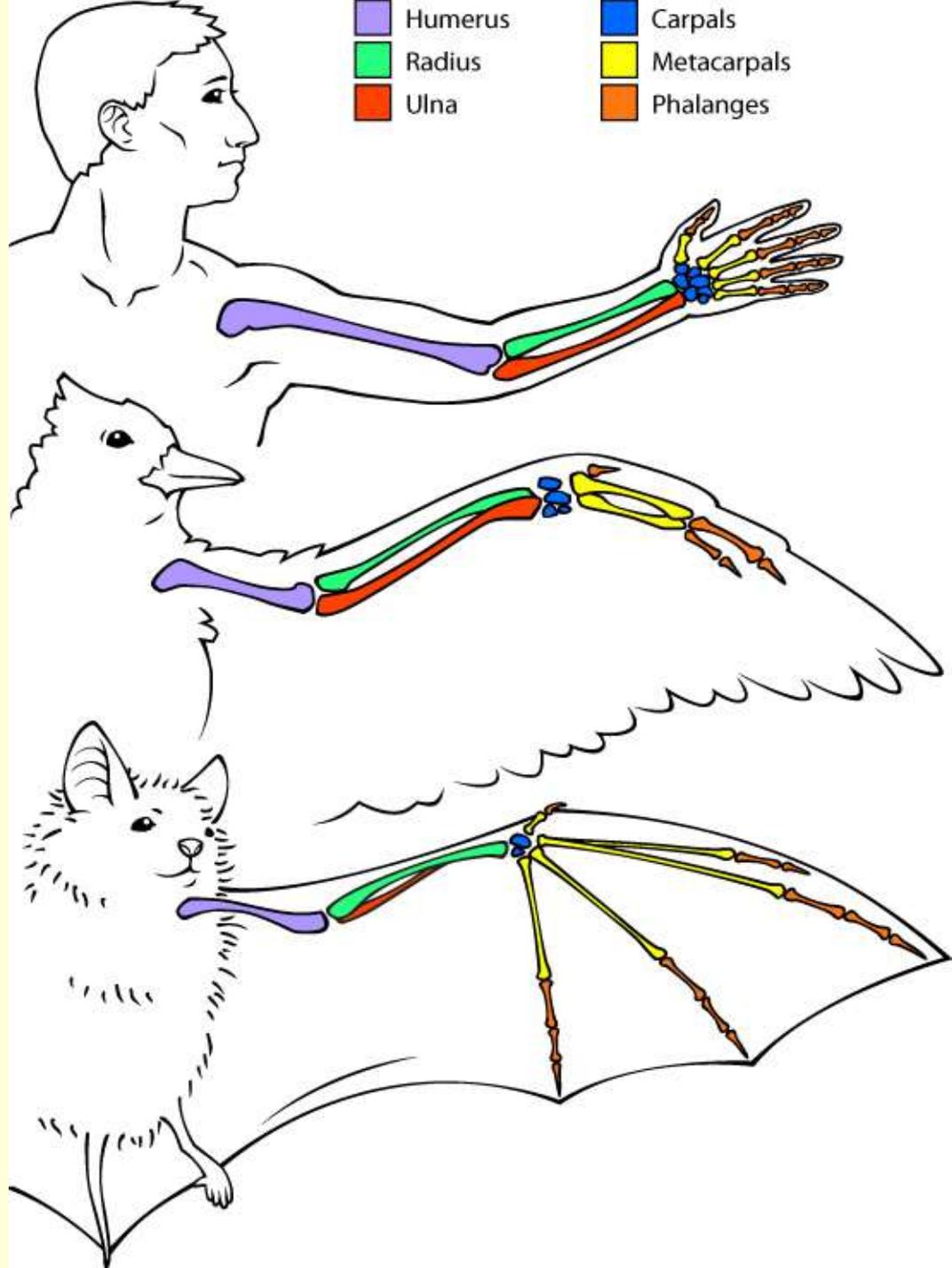
...des premiers tétrapodes aux ancêtres des reptiles.



Sources: Nexus/Geopedia, D.C. Murphy/Devoniantimes.org, Science magazine



- Humerus
- Radius
- Ulna
- Carpals
- Metacarpals
- Phalanges

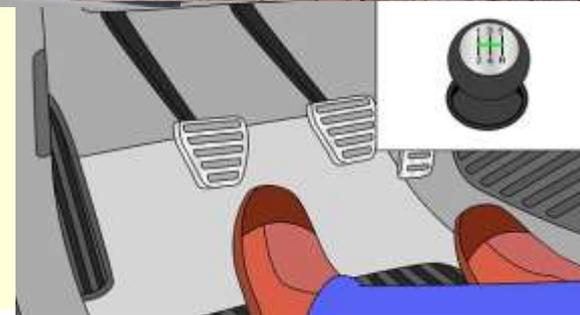


Autre exemple de recyclage neuronal :

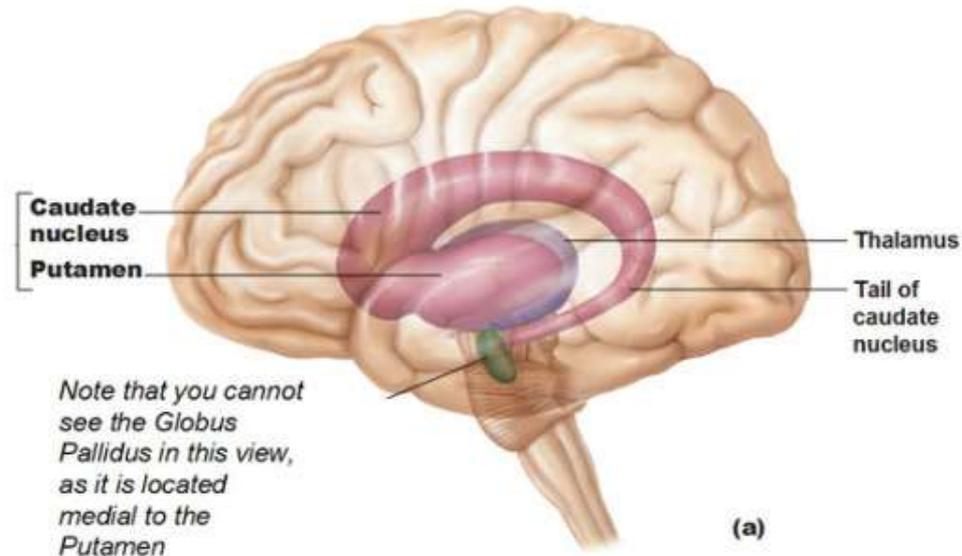


Comme la **mémoire procédurale** est impliquée dans l'apprentissage implicite par exemple de sequences ou de règles :

impliquée aussi dans l'apprentissage des **règles de grammaire**.

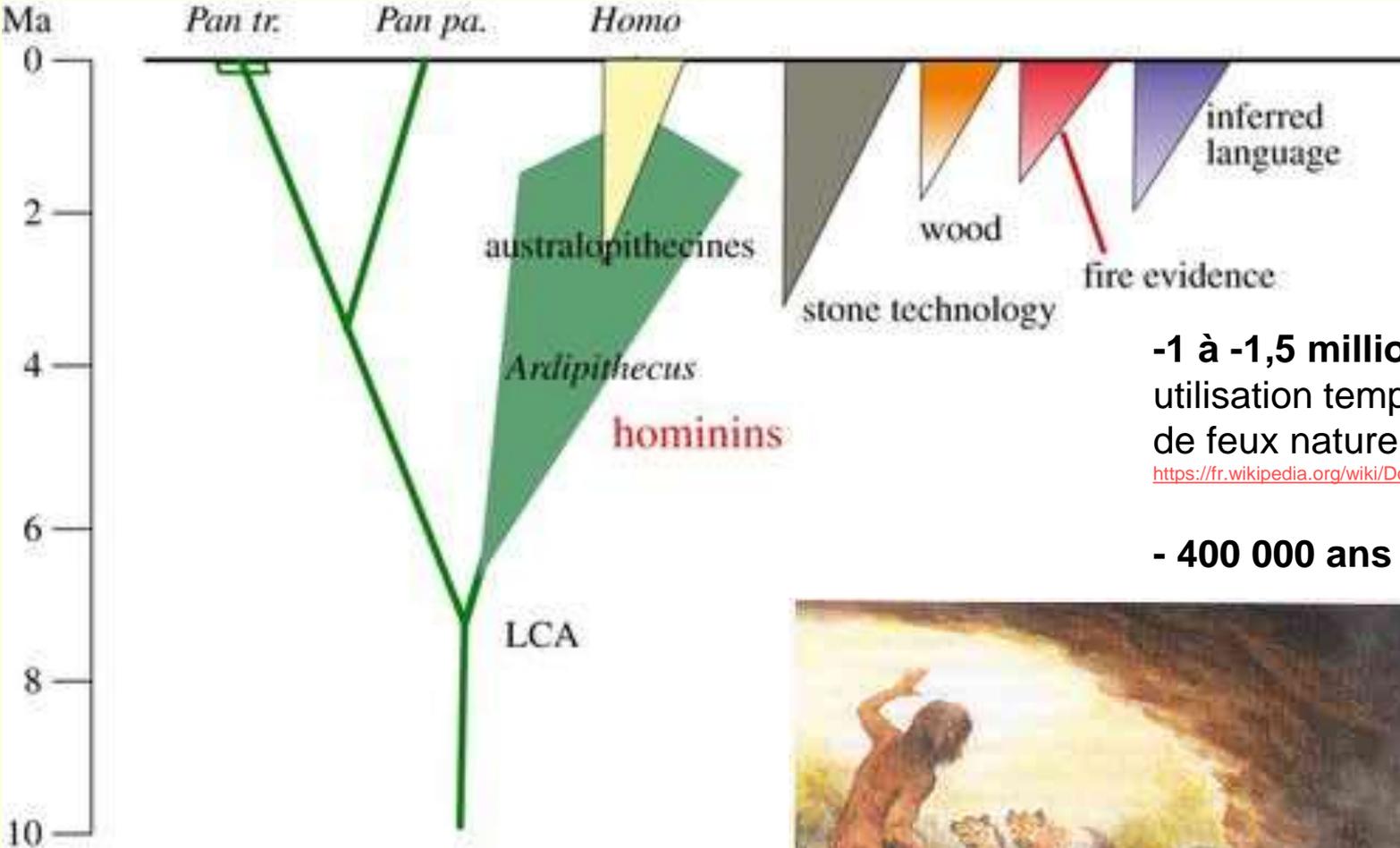


Basal Ganglia



The Declarative/Procedural Model:
A Neurobiological Model of Language Learning, Knowledge, and Use

Michael T. Ullman (2016)



-1 à -1,5 million d'années :
utilisation temporaire à partir
de feux naturels

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

- 400 000 ans : maîtrise du feu

→ La cuisson des aliments
a **externalisé** une partie
du processus de digestion.



**The discovery of fire by humans:
a long and convoluted process**

J. A. J. Gowlett 2016

<https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rstb.2015.0164>

28 October 2019

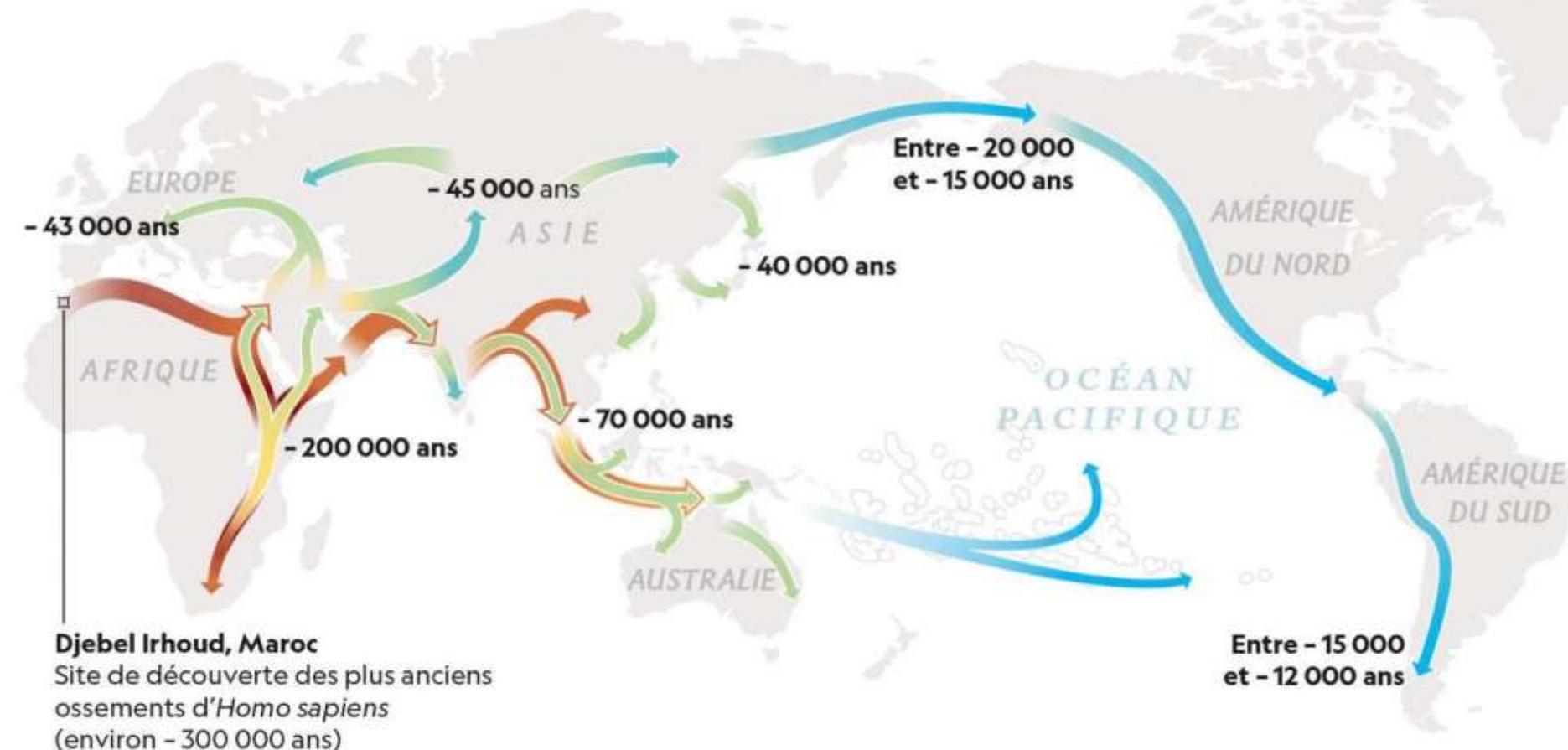
Human origins in a southern African palaeo-wetland and first migrations

https://www.nature.com/articles/s41586-019-1714-1?utm_source=commission_junction&utm_medium=affiliate

Le berceau ancestral de l'humanité a enfin été localisé

... Les vastes zones humides du sud du fleuve Zambèze, dans le nord du Botswana...

<https://www.ulyces.co/news/le-berceau-ancestral-de-lhumanite-a-enfin-ete-localise-science/?fbclid=IwAR1wFYihCEOpjXilqFVQovWjsAhh9jqAbfAS1ij5MyTz9nwCrjvurKCjidl>





À partir du moment où la **maîtrise du feu** a permis d'allonger le temps d'éveil, on peut utiliser le langage pour se raconter des histoires...



samedi 18 juillet **2015**

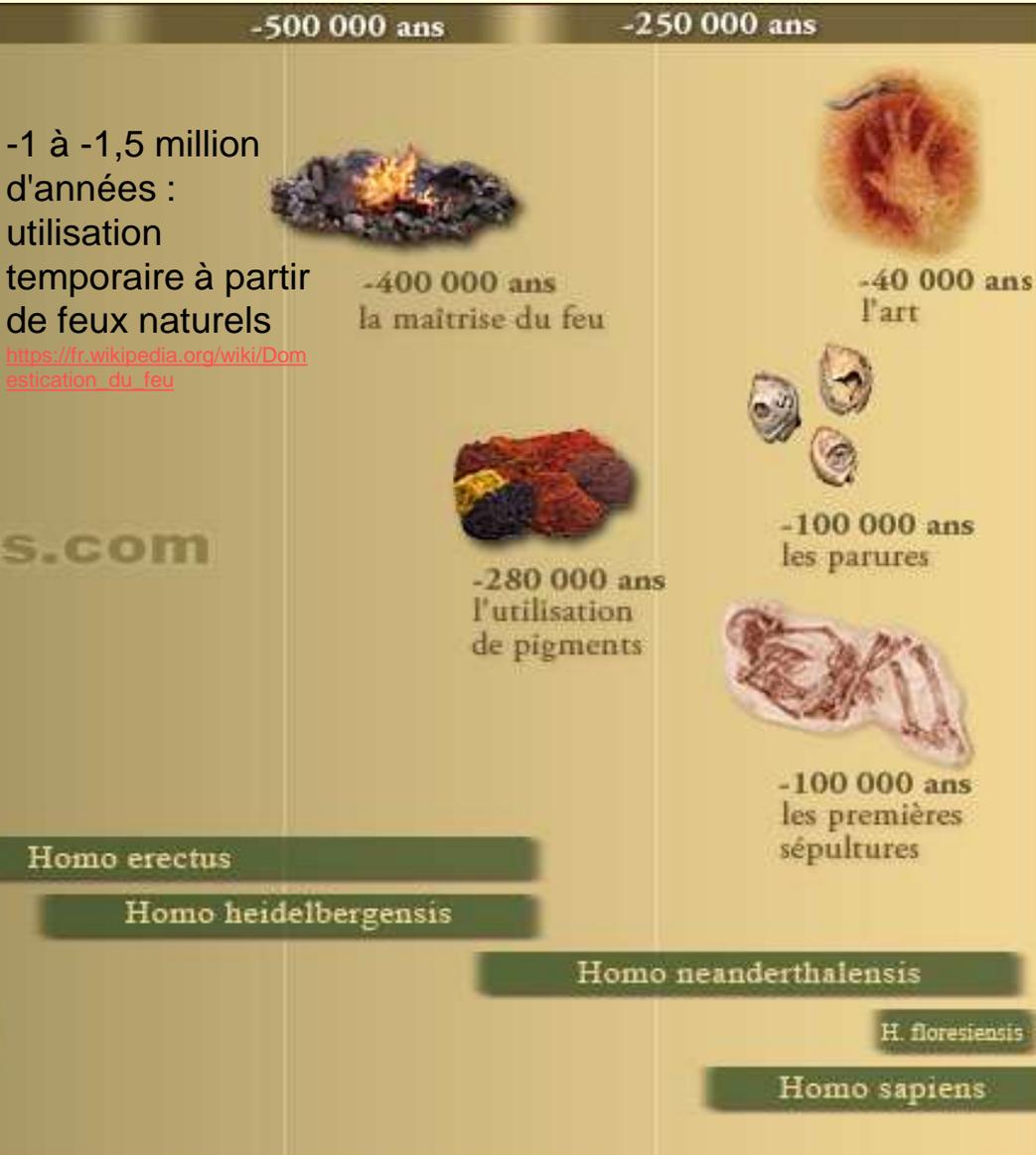
La glace et le feu

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

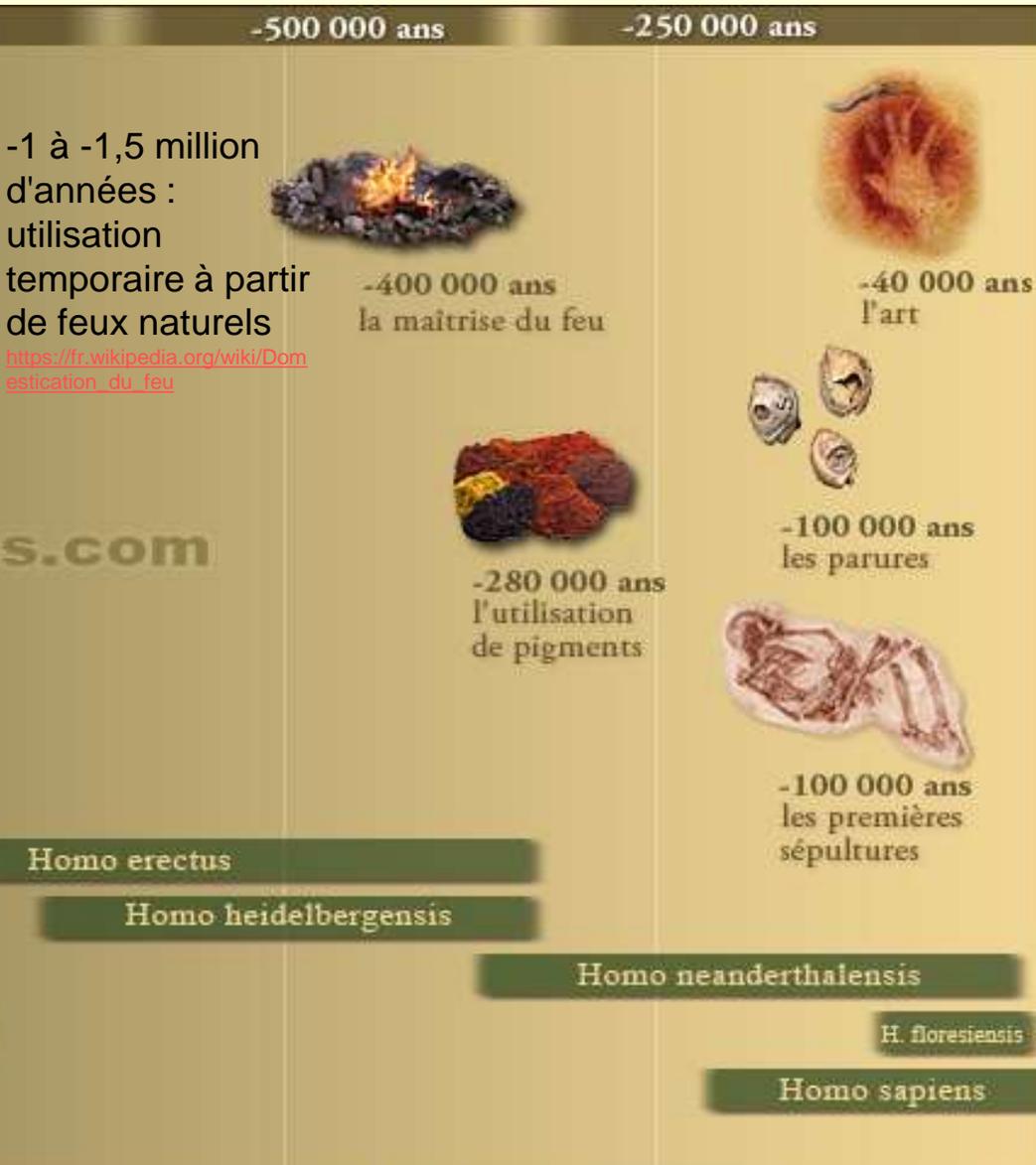
Argile du passé (2)

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

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



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



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

09/10/2014

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



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

08/05/2012

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

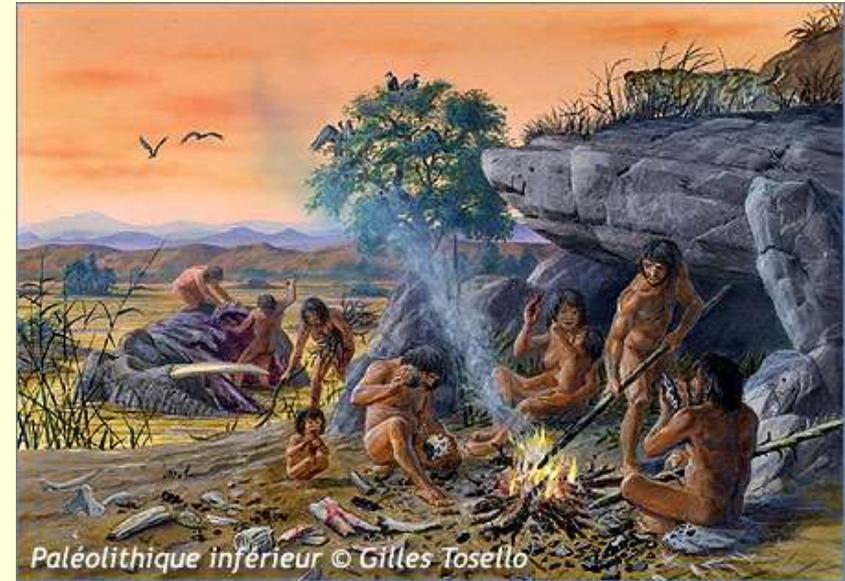


Grotte de Lascaux : il y a **17 000 – 18 000 ans**

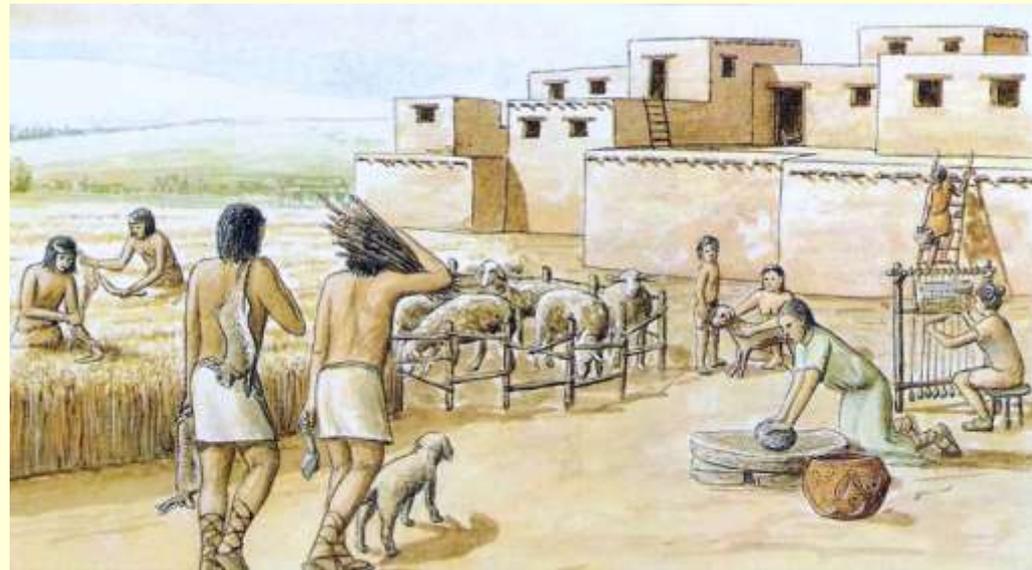
https://fr.wikipedia.org/wiki/Grotte_de_Lascaux



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

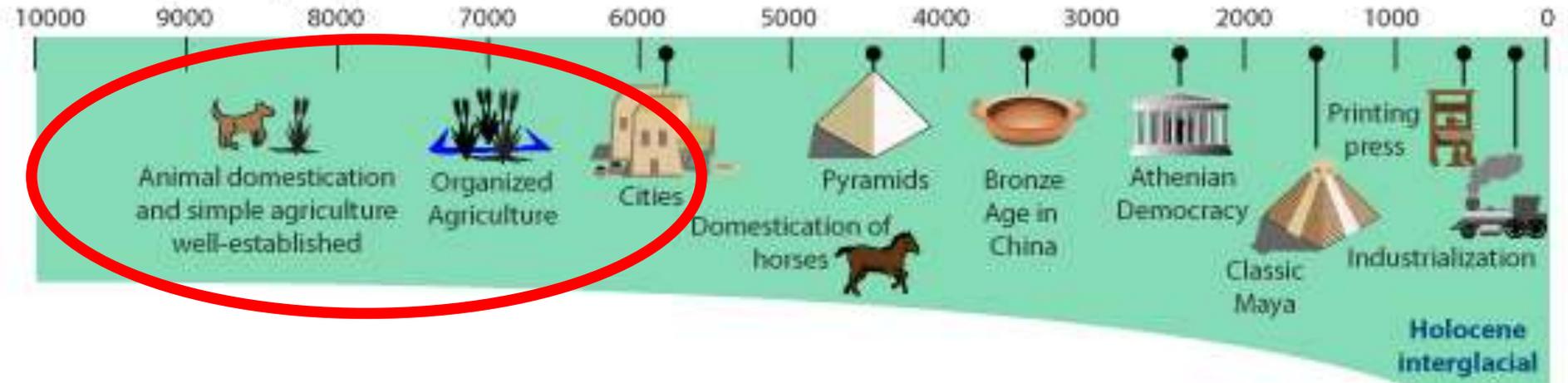


À partir de là débute le **néolithique**, c'est-à-dire la sédentarisation



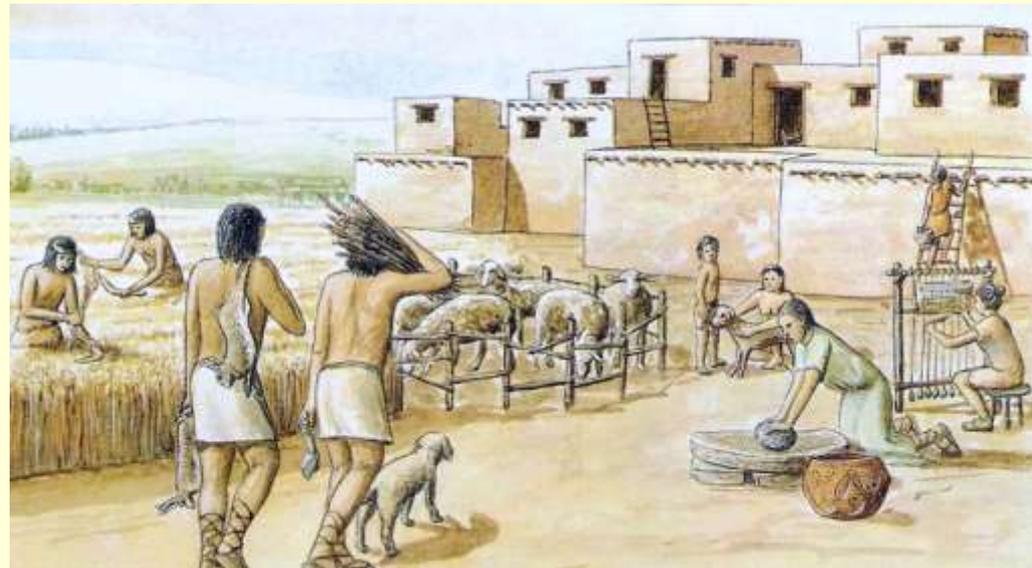
Global Climate, Human Evolution and Civilization

Years before present (1950)



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

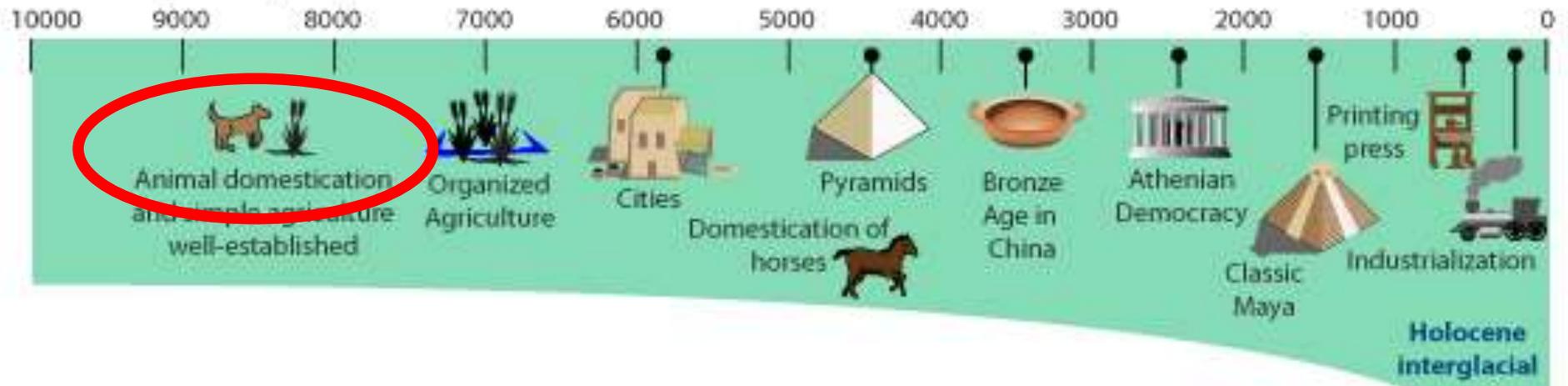
et le début de la **domestication**
animale et de **l'agriculture**.



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

Global Climate, Human Evolution and Civilization

Years before present (1950)



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

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

inter **sur les épaules de Darwin**

accueil
écoutez le direct
programmes
émissions
chroniques

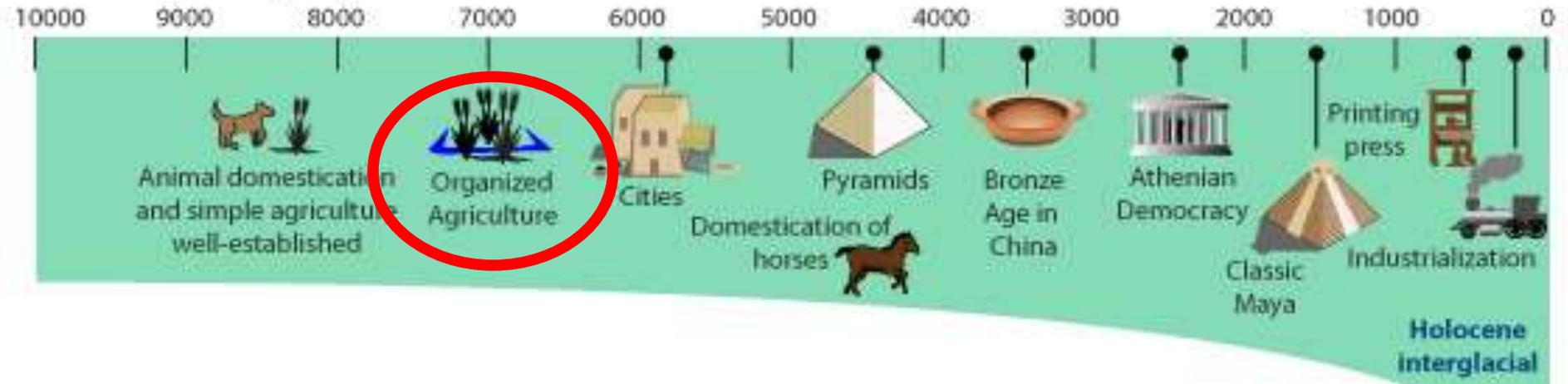
A la découverte de Neandertal en nous...
<http://www.franceinter.fr/player/reecouter?playlist=879632>

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

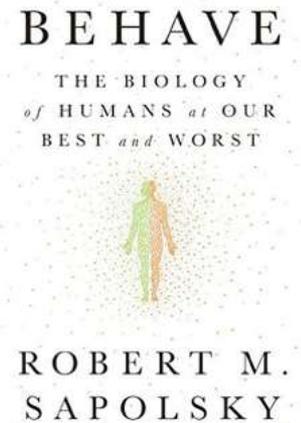
Aux origines de l'agriculture
<http://www.franceinter.fr/emission-sur-les-epaules-de-darwin-aux-origines-de-lagriculture>

Global Climate, Human Evolution and Civilization

Years before present (1950)



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

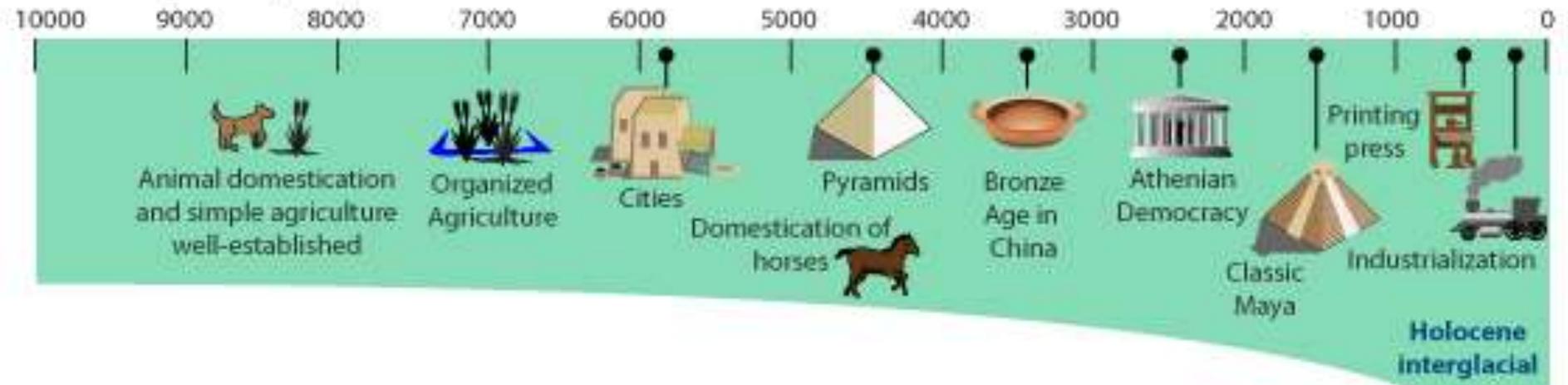


Autre exemple : la culture du riz en Asie nécessite des efforts collectifs.

Une pression sélective semble avoir joué contre le gène de type 7R du récepteur à la dopamine, qui est une **variante connue pour favoriser l'impulsivité** que l'on retrouve beaucoup **moins** dans les cultures **collectivistes** asiatiques.

Global Climate, Human Evolution and Civilization

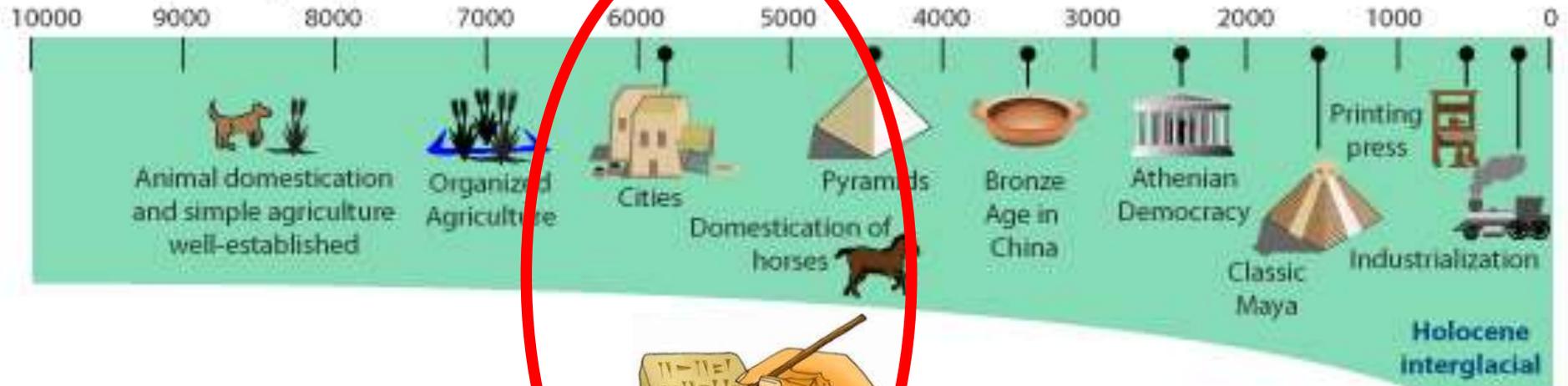
Years before present (1950)



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

Global Climate, Human Evolution and Civilization

Years before present (1950)



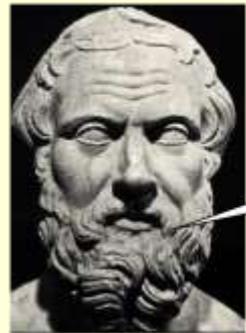
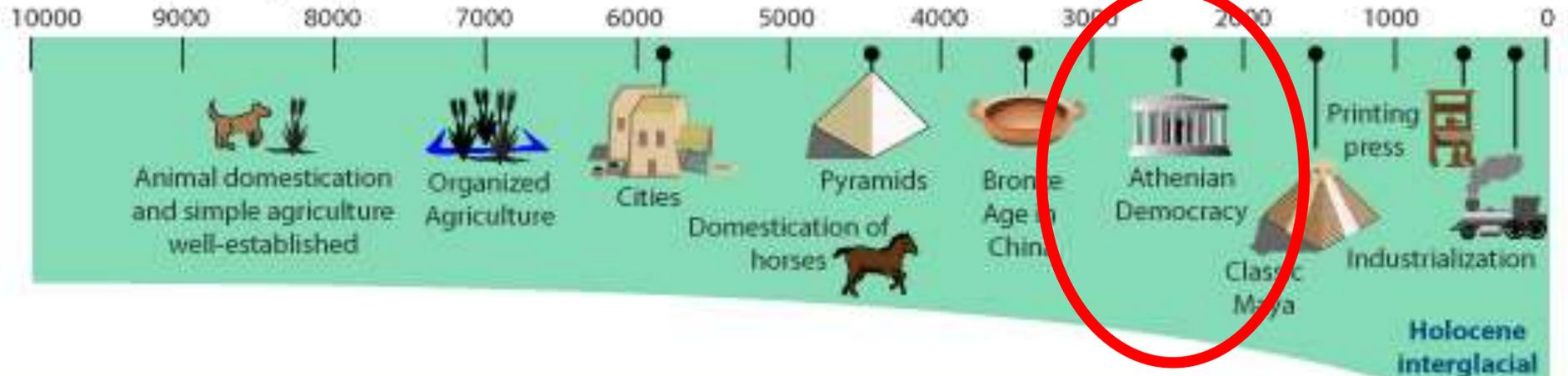
Le néolithique s'achève il y a environ 5 – 6 000 ans avec l'invention de **l'écriture**...

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



Global Climate, Human Evolution and Civilization

Years before present (1950)



DEMOCRITE
IV^{ème} siècle AVJC

La matière est constituée de corpuscules invisibles à cause de leur extrême petitesse, indivisibles et éternels.



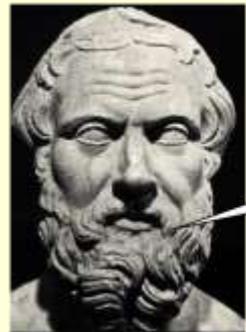
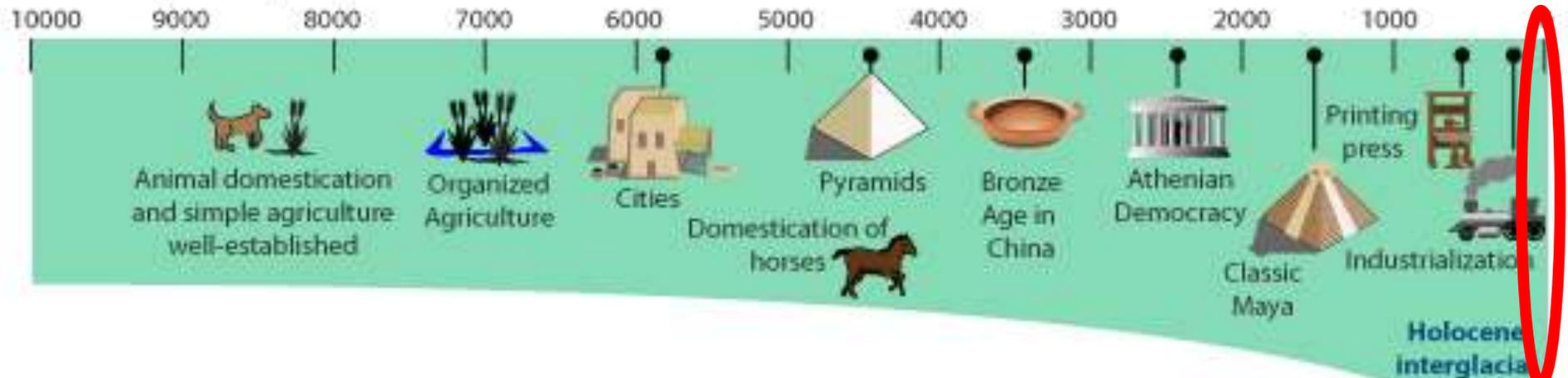
ARISTOTE
IV^{ème} siècle AVJC

Mais non ! On sait tous que la matière est constituée des quatre éléments: l'eau, la terre, le feu et l'air...

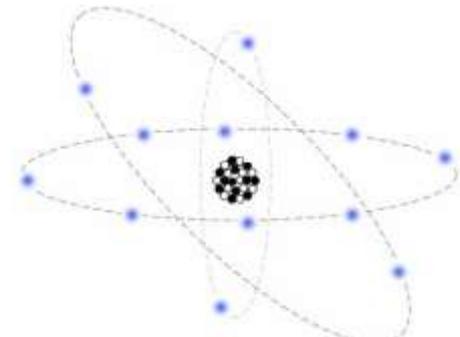
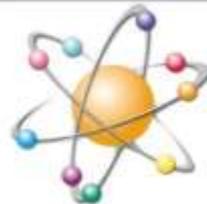
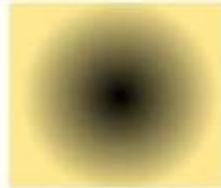
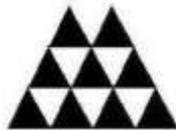
Il y a environ 2 500 ans, certains Homo sapiens commencent à se demander comment s'organise la **matière**...

Global Climate, Human Evolution and Civilization

Years before present (1950)



La matière est constituée de corpuscules invisibles à cause de leur extrême petitesse, indivisibles et éternels



Rutherford-Bohr

Couche électronique

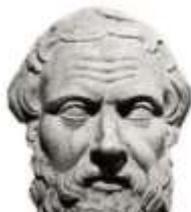
Noyau

● proton
● neutron
● électron

L'ajout de Chadwick (1932)

DEMOCRITE
IV^{ème} siècle AVJC

Démocrite
V^{ème} siècle av JC



Dalton
Début XIX^{ème}



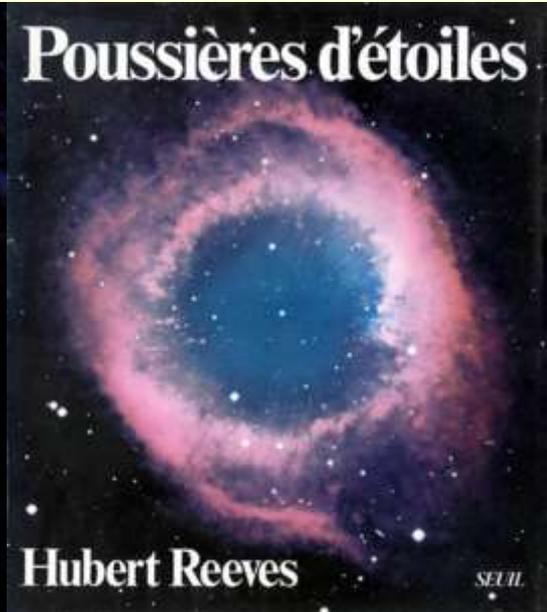
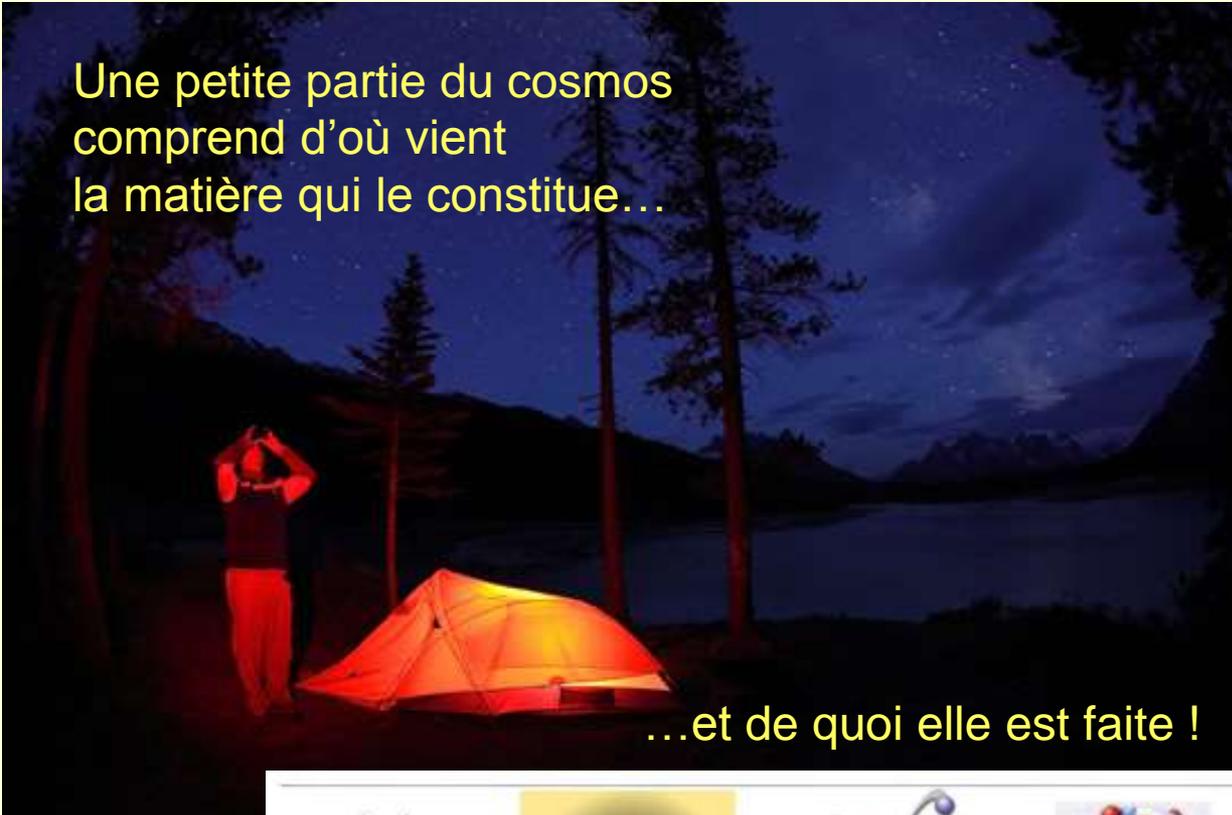
Thomson
1897



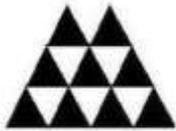
Rutherford
1910



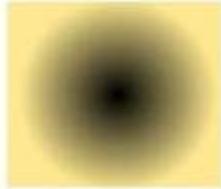
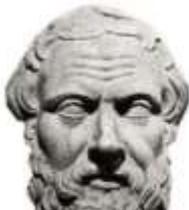
Une petite partie du cosmos
comprend d'où vient
la matière qui le constitue...



...et de quoi elle est faite !



Démocrite
Vème siècle av JC



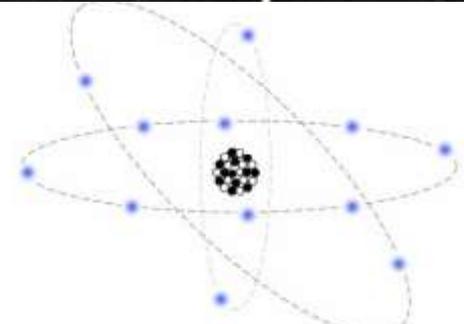
Dalton
Début XIXème



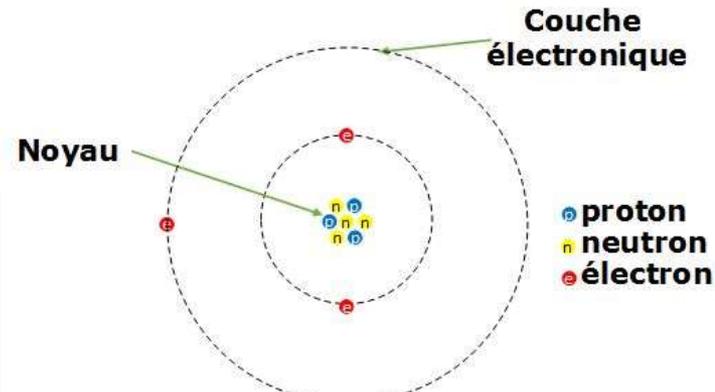
Thomson
1897



Rutherford
1910



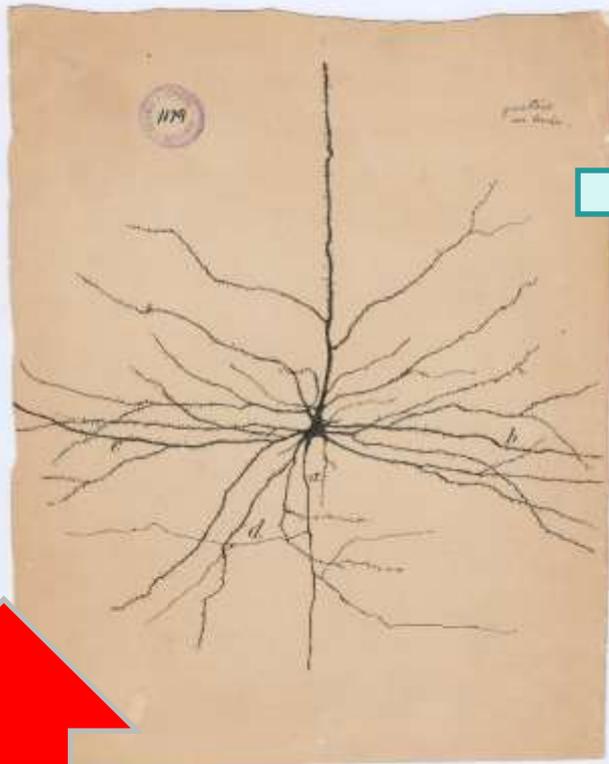
Rutherford-Bohr



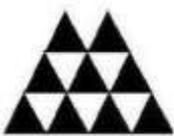
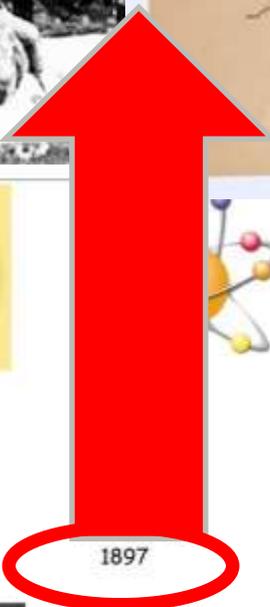
L'ajout de Chadwick (1932)



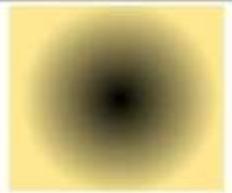
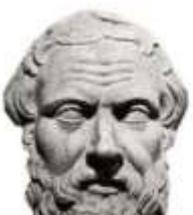
Une petite partie du cosmos commencent à comprendre son système nerveux...



Séance 3:
L'humain découvre la grammaire de base de son système nerveux



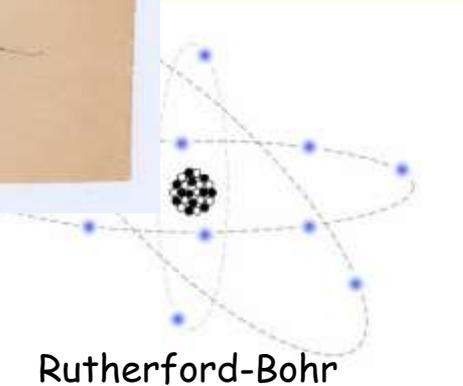
Démocrite
Vème siècle av JC



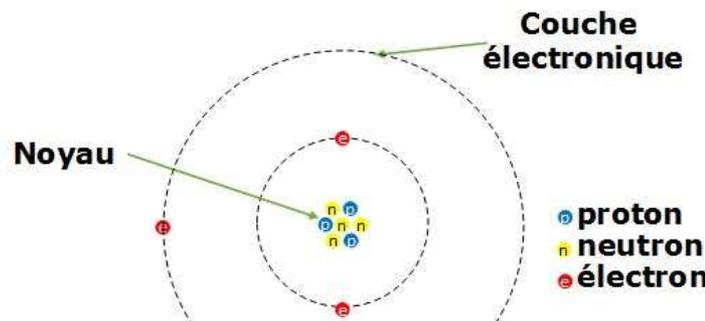
Dalton
Début XIXème



Rutherford
1910



Rutherford-Bohr



L'ajout de Chadwick (1932)

1897

Séance 10 :
Morale de l'histoire : notre espèce a-t-elle de l'avenir ?



Séance 1 :
Le « connais-toi toi-même » de Socrate à l'heure des sciences cognitives



Séance 2 :
De la « poussière d'étoile » à la vie : ces bizarreries qui font qu'on est ici aujourd'hui



Séance 3 :
L'humain découvre la grammaire de base de son système nerveux



Séance 9 :
Conscient, inconscient et langage : quel est ce « je » qui se dit libre ?



En suivant notre idée maîtresse que **la structure particulière de notre corps** (et en particulier de notre système nerveux) **détermine ce qui pourra être connaissable pour nous.**

Séance 4 :
Des circuits de millions de neurones : plaisir, douleur, apprentissage, mémoire



Séance 8 :
Cerveau et corps ne font qu'un et sont constamment affectés par l'environnement



Séance 7 :
Tout ce qui précède permet de simuler le monde pour décider quoi faire



Séance 6 :
Les rythmes cérébraux : se synchroniser pour mieux régner



Séance 5 :
Cartographier des réseaux de milliards de neurones à l'échelle du cerveau entier