

Université du Temps Libre

Notre ancêtre ... le Big Bang

Notre ancêtre ... le Big Bang

Nous allons faire deux exercices :

- un exercice subjectif : remonter depuis maintenant jusqu'au Big Bang
- une démarche scientifique : partir du Big Bang jusqu'à maintenant

1 - Notre ancêtre ... le Big Bang

Essayons de remonter depuis aujourd'hui jusqu'au Big Bang.

J'ai 70 ans et je suis né en 1947.

De la génération précédente, il ne reste qu'une tante de 83 ans.

J'ai une fille et un fils, tous les deux mariés, chacun avec deux petits enfants

1 - Notre ancêtre ... le Big Bang

Nous nous souvenons de nos parents.

Ma mère est née en 1924.

Nous nous souvenons de nos grands parents.

Ma grand mère est née en 1893 c'est-à-dire 54 ans avant ma naissance.

54 et 70 cela fait 124 ans.

1 - Notre ancêtre ... le Big Bang

Pour la simplicité de notre débat, nous allons dire

1) qu'une génération correspond à 25 ans

2) que ma naissance en est le pivot central

3) et que je suis intimement concerné par les deux générations précédentes mes parents et mes grands parents soit 50 ans et les deux générations suivantes, mes enfants et mes petits enfants soit 50 ans également.

100 ans de vie, 4 générations, c'est le temps de ma vie. Le reste, c'est de l'histoire.

1 - Notre ancêtre ... le Big Bang

A) L'ère industrielle - l'âge du fer - est apparu 4000 ans avant aujourd'hui soit $4000/25$ c'est à dire il y a 160 générations et 40 cycles de grands parents/petits enfants.

En 4000 AA, tous nos outils, toutes nos armes et tous nos biens sont en bois, en végétal, en pierre, en terre ou en sous produits animaux.

Nous sommes environ 30 millions d'humains contre 7,4 milliards aujourd'hui c'est à dire 250 fois moins nombreux. Il y aurait, à cet époque, 268 000 français au lieu des 67 millions actuels.

1 - Notre ancêtre ... le Big Bang

B) L'ère agricole - l'âge de l'agriculture - apparaît 10 000 ans AA soit $10\ 000/25$ c'est à dire il y a 400 générations et 100 cycles de grands parents/petits enfants.

En 10 000 AA, tous nos outils, toutes nos armes et tous nos biens sont en bois, en végétal, en pierre, en terre ou en sous produits animaux. Mais aucun animal ni aucun végétal n'est domestiqué

Nous sommes environ 5 millions d'humains contre 7,4 milliards aujourd'hui c'est à dire environ 1500 fois moins nombreux. Il y aurait, à cette époque, 45 000 français au lieu de 67 millions.

1 - Notre ancêtre ... le Big Bang

C) L'ère humaine – l'homo sapiens - apparaît 70 000 ans AA soit $70\ 000/25$ c'est à dire il y a 2800 générations et 700 cycles de grands parents/petits enfants

En 70 000 AA, tous nos outils, toutes nos armes et tous nos biens sont en bois, en végétal, en pierre, en terre ou en sous produits animaux. Mais aucun animal ni aucun végétal n'est domestiqué

Nous sommes environ 15 000 humains en Afrique contre 7,5 milliards aujourd'hui c'est à dire environ 500 000 fois moins nombreux. Il y aurait 134 français au lieu des 67 millions. (*Impossible : nous vivons dans le Sud-Est de l'Afrique. Il y aurait plutôt 0 français en France*)

1 - Conclusion

- ◆ Nous vivons toujours au présent
- ◆ Seuls les vivants vivent
- ◆ Le passé est dans notre tête
- ◆ Le futur est dans notre tête
- ◆ L'histoire des humains, c'est l'histoire de 108 milliards d'humains et pas seulement celle qui figure dans nos livres d'histoire
- ◆ Pour les Sciences de la Terre, l'univers apparaît il y a 13,7 milliards d'années
- ◆ Le non-vivant et les vivants ont la même origine
- ◆ Le futur s'évalue en milliards d'années

1 - Symétries

- ◆ Les humains apparaissent il y a 70 000 ans. Donc dans 70 000 ans nos enfants sont aussi différents de nous que nous sommes différents des premiers humains.
- ◆ Les vivants deviennent des multicellulaires il y a 600 millions d'années. Dans 600 millions d'années, ils sont différents des vivants d'il y a 1 200 millions d'années.
- ◆ Les vivants deviennent des monocellulaires il y a 2 milliards d'années. Dans 2 milliards d'années, ils sont différents des vivants d'il y a 4 milliards d'années.
- ◆ L'Univers apparaît il y a 13,5 milliards d'années. Dans 27 milliards d'années, il est différent de l'Univers du début.

2.1 - Notre ancêtre ... le Big Bang

Chapitre n°1 :

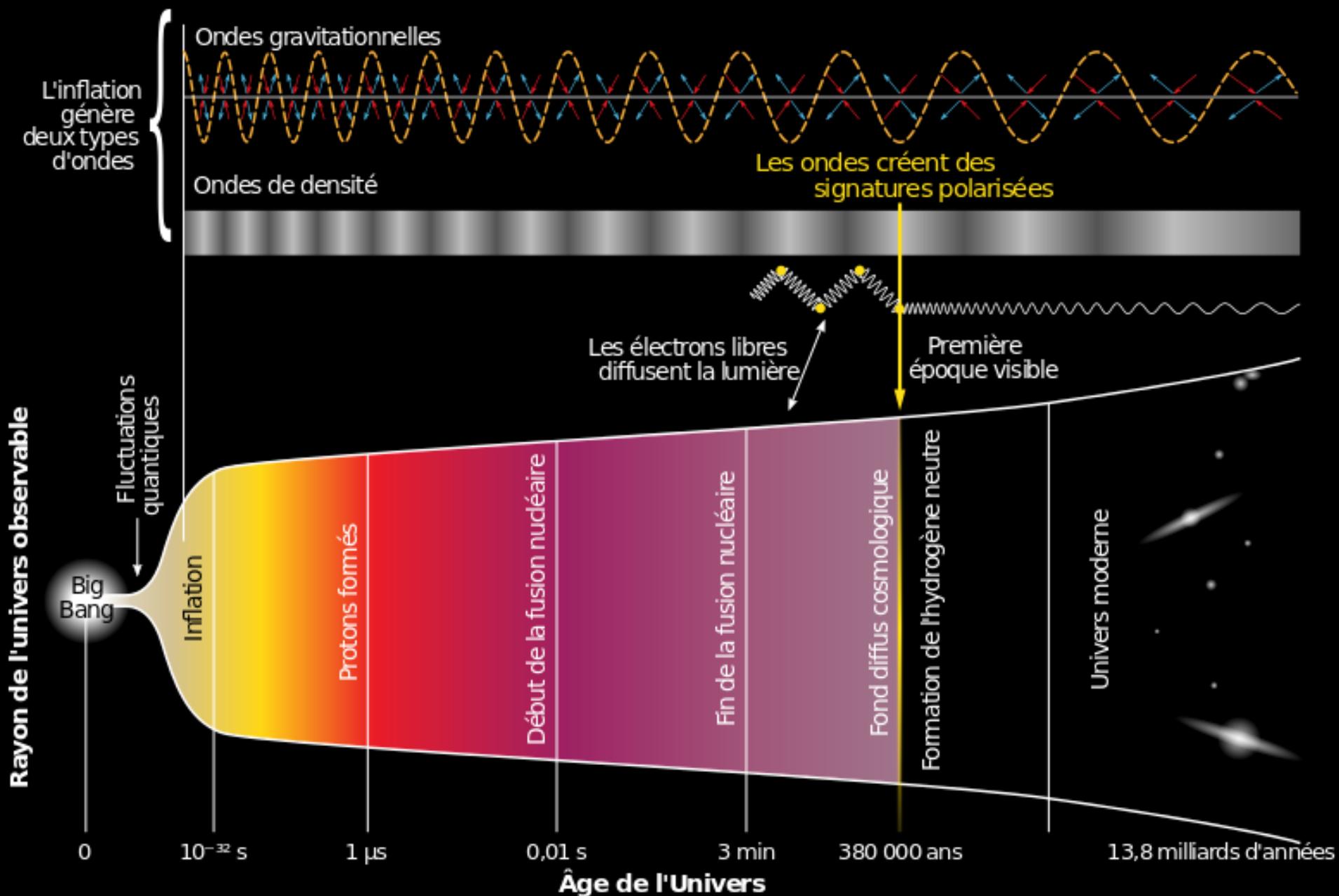
Les vivants ne se composent que d'éléments non vivants, résultats des transformations de l'Univers entre 13,7 et 3 milliards d'années.

2.1 - Le Big Bang, il y a un peu plus de 13 milliards et demi d'années.

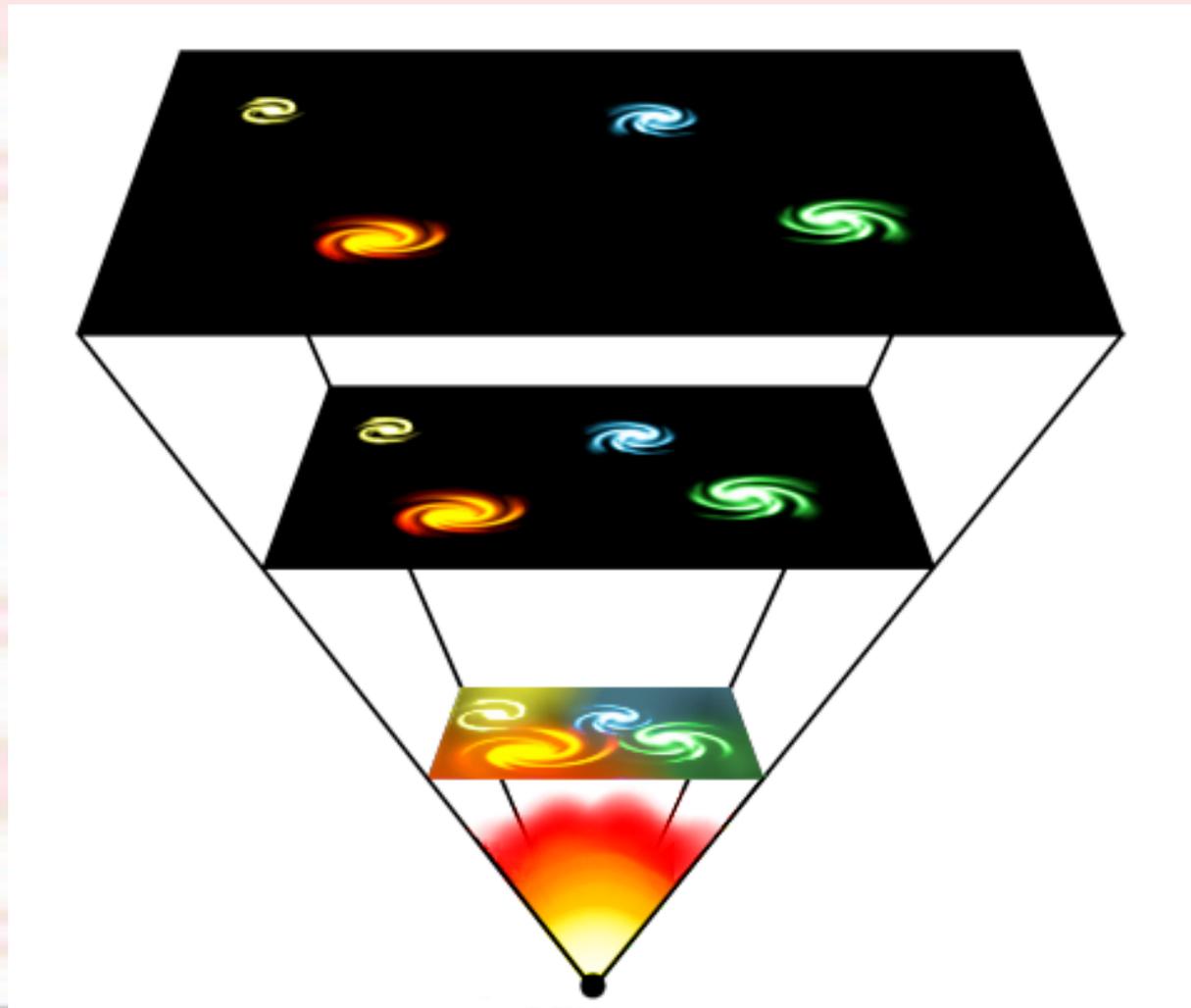
Le Big Bang (« Le Grand Boum ») est un modèle cosmologique utilisé par les scientifiques pour décrire l'origine et l'évolution de l'Univers.

Il a été initialement proposé en 1927 par le chanoine catholique belge Georges Lemaître, qui décrivait dans les grandes lignes l'expansion de l'Univers, avant que celle-ci soit mise en évidence par l'astronome américain Edwin Hubble en 1929.

Histoire de l'Univers



2.1 - La « fin de l'univers », ce pourrait-êre le Big Crunch



**2.1 - Notre galaxie est une galaxie spirale comme NGC
6744
(New General Catalogue 6744)**



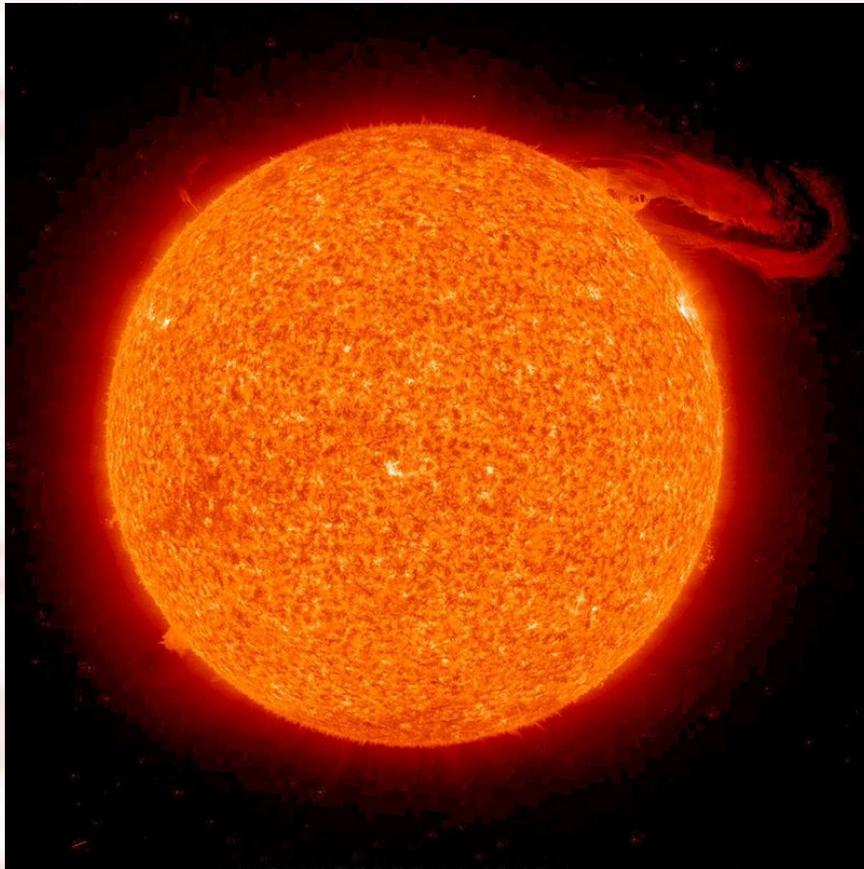
2.1 - La Voie Lactée ou Milky Way



2.1 - Notre étoile, le Soleil, à 28 000 Années Lumières du centre de la Voie Lactée



2.1 -Le Soleil est l'étoile du Système solaire



- ◆ À lui seul, le Soleil représente 99,86 % de la masse totale du Système solaire, les 0,14 % restants incluant les planètes (surtout Jupiter), les comètes et les astéroïdes. Dans la classification astronomique, c'est une étoile de type naine jaune, composée d'hydrogène et d'hélium.

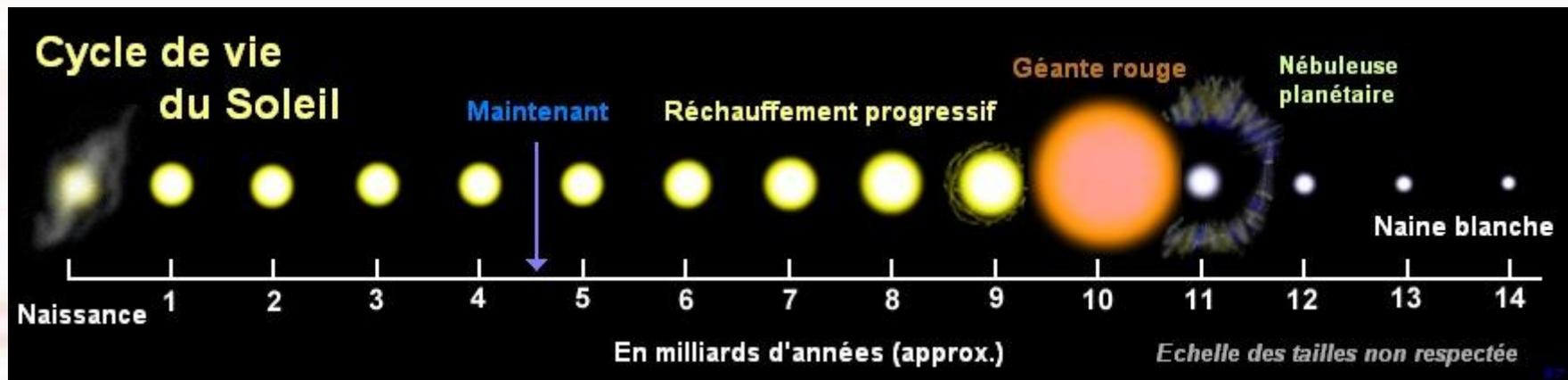
Distance de la Terre : 149 600 000 km
Rayon : 696 342 km

Température :

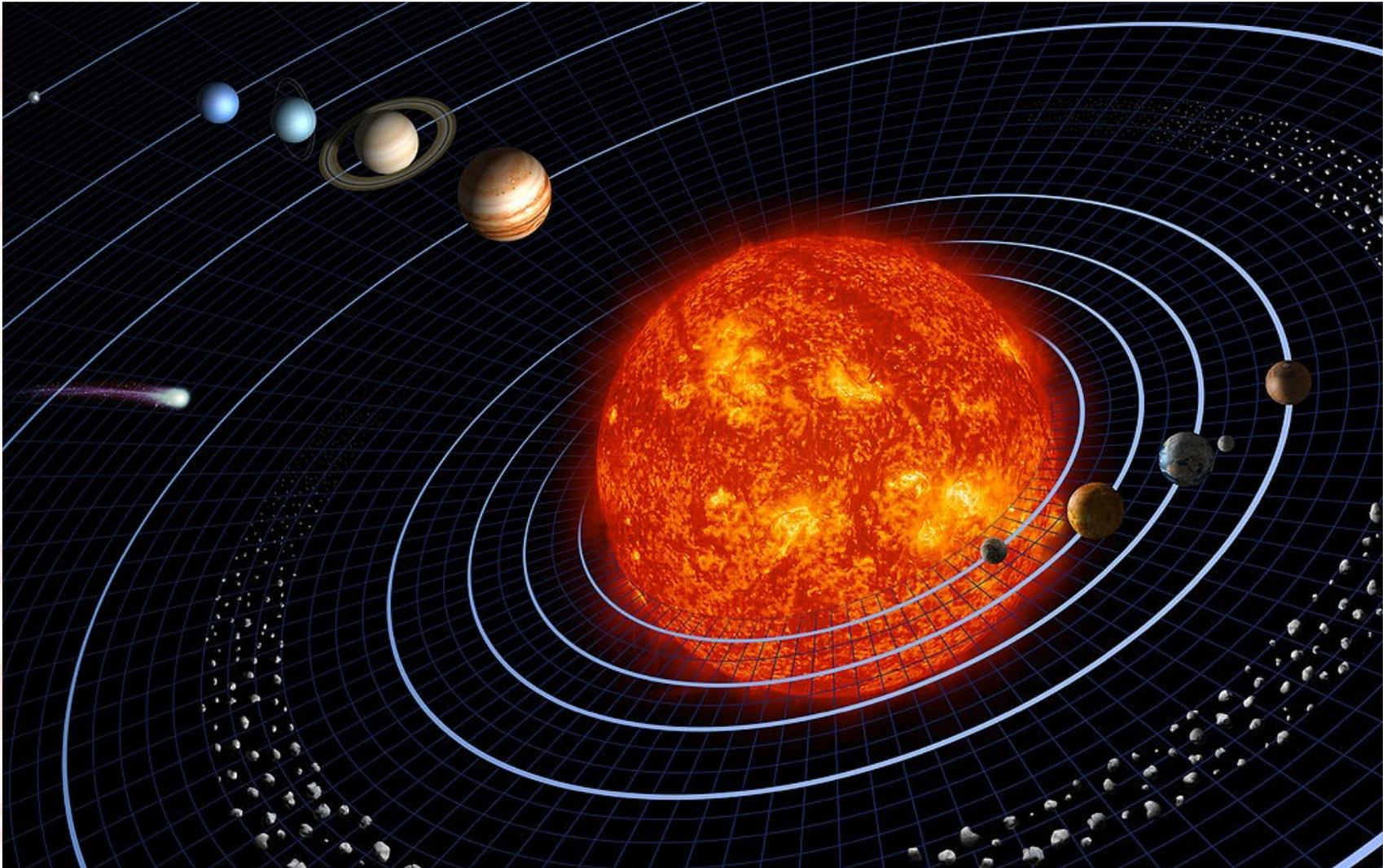
- au centre 15,1 MK
- à la surface 5 750 K
(K = C + 273°)

(Wikipedia)

2.1 -Le Soleil est l'étoile du Système solaire



2.1 - Le système solaire



2.1 - Caractéristiques générales du système solaire

Âge : 4,568 Milliards d'années

Localisation : Nuage interstellaire local, Bulle locale, Bras d'Orion, Voie lactée

Étoile la plus proche : Proxima Centauri (4,22 al), système Alpha Centauri (4,37 al)

Système planétaire le plus proche : Système Alpha Centauri (4,37 al)

2.1 - Voyage vers l'exoplanète la plus proche ?

Proxima Centauri est à 4,22 AL du Système solaire soit environ 40 000 milliards de km (9450 milliards de km x 4,22)

La lumière se déplace à 300 000 km/s. Elle met 4,22 années pour parvenir de Proxima Centauri au Système Solaire.

La sonde Rosetta voyage à 40 km/s soit 7500 fois moins vite. Donc, une année lumière égale 7500 années Rosetta.

Si les humains embarque à bord d'un engin de type Rosetta, pour parvenir à Proxima Centauri, il faut compter $7500 \times 4,22$ soit 31 650 années. Ce n'est que l'aller. Nous retrouvons nos voyageurs s'ils n'y séjournent qu'une année, 63 300 années plus tard.

2.1 - Orbite du Soleil autour du centre galactique

Inclinaison du plan invariable par rapport au plan galactique : 60,19° (écliptique)

Distance du centre galactique : (27 000 ± 1 000) al

Vitesse orbitale : 220 km/s

Période orbitale : 225–250 Ma

2.1 - la Terre

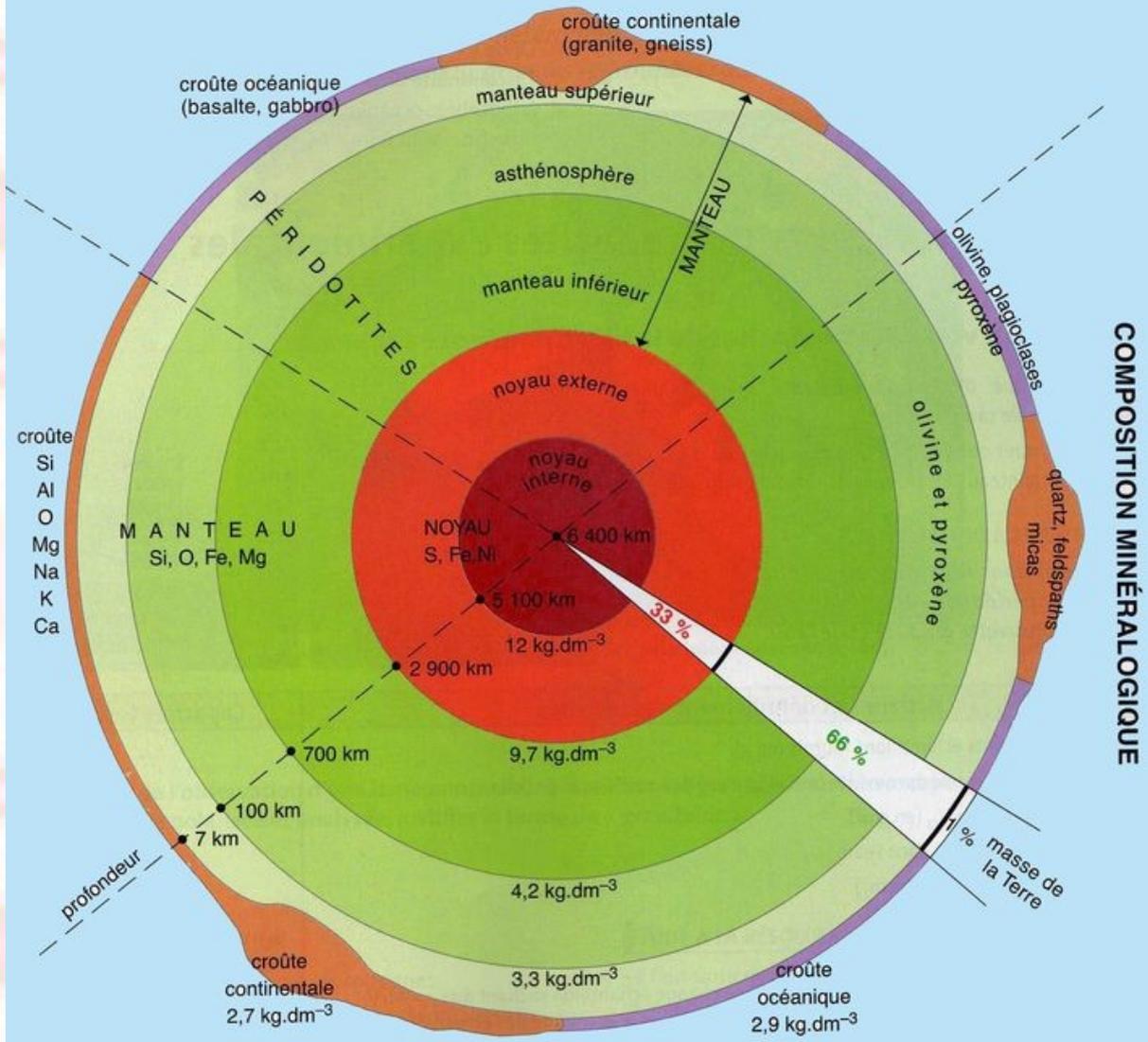
Rayon : 6 371 km

La Terre représente 1/1000° du Soleil

Superficie : 510 100 000 km²

Masse : 0,00006× (10 puissance 30) kg

ENVELOPPES TERRESTRES

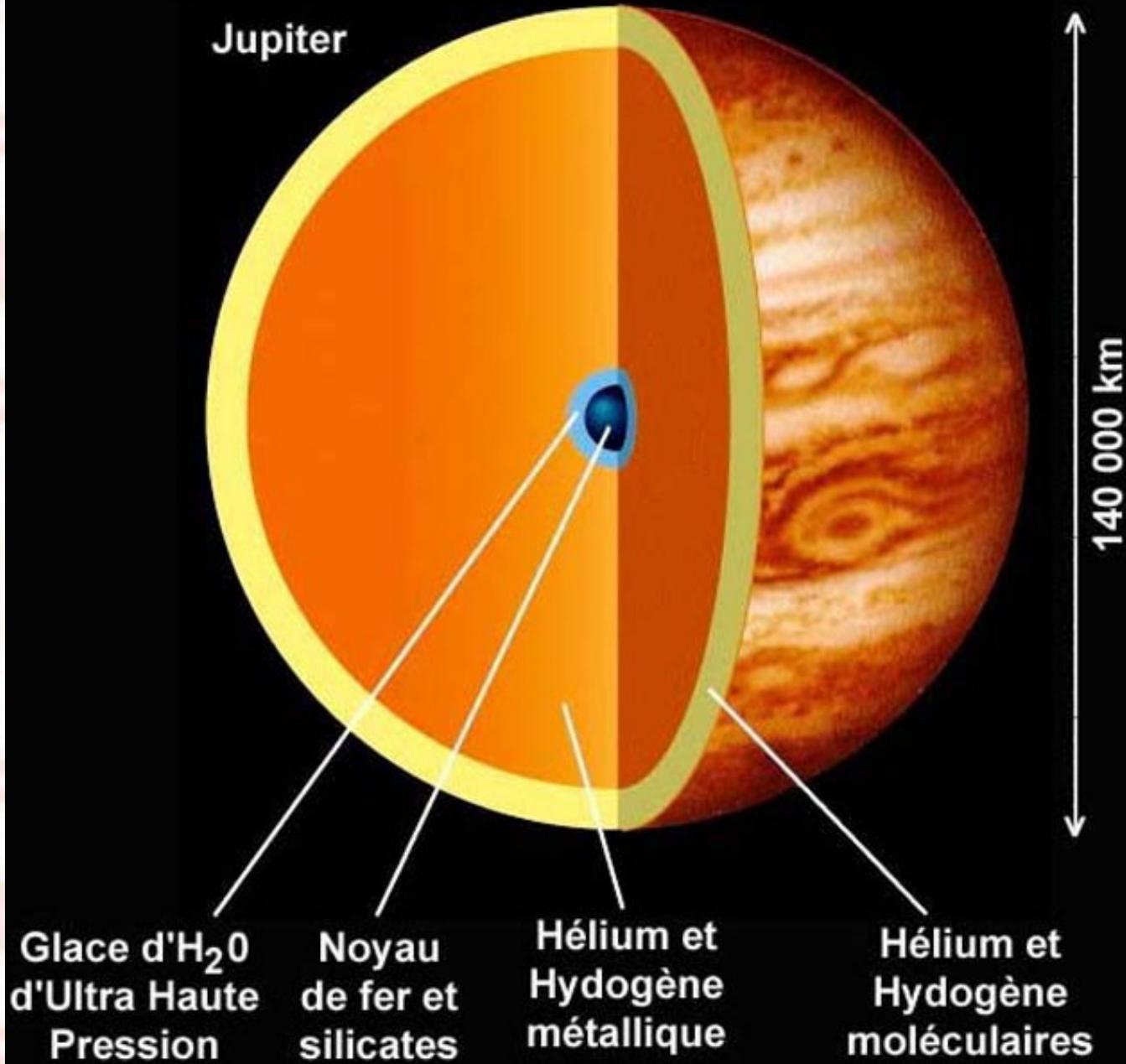


croûte
Si
Al
O
Mg
Na
K
Ca

MANTEAU
Si, O, Fe, Mg

NOYAU
S, Fe, Ni

Jupiter



Glacé d'H₂O
d'Ultra Haute
Pression

Noyau
de fer et
silicates

Hélium et
Hydrogène
métallique

Hélium et
Hydrogène
moléculaires

140 000 km

3.4 - Jupiter

Jupiter est une planète géante gazeuse.

Il s'agit de la plus grosse planète du Système solaire, plus volumineuse et massive que toutes les autres planètes réunies.

Rayon : 69 911 km (plus de dix fois celui de la Terre)

Masse : $0,002 \times 10$ puissance 30 kg (la masse de la Terre représente 3% de celle de Jupiter)

Distance du Soleil : 778 500 000 km (5 fois la distance de la Terre au Soleil)

Durée du jour : 0j 9h 56m

Superficie : 61 420 000 000 km² (123 fois plus que la Terre)

2.1 - Les 118 corps élémentaires de l'Univers

1 Hydrogène H
2 Hélium He
3 Lithium Li
4 Béryllium Be
5 Bore B
6 Carbone C
7 Azote N
8 Oxygène O
9 Fluor F
11 Sodium Na
12 Magnésium Mg
13 Aluminium Al
14 Silicium Si
15 Phosphore P
16 Soufre S
17 Chlore Cl
18 Argon Ar
19 Potassium K
20 Calcium Ca
21 Scandium Sc
22 Titane Ti
23 Vanadium V
24 Chrome Cr
25 Manganèse Mn
26 Fer Fe
27 Cobalt Co
28 Nickel Ni
29 Cuivre Cu

90 Thorium Th
91 Protactinium Pa
92 Uranium U
93 Neptunium Np
94 Plutonium Pu
95 Américium Am
96 Curium Cm
97 Berkélium Bk
98 Californium Cf
99 Einsteinium Es
100 Fermium Fm
101 Mendélévium Md
102 Nobélium No
103 Lawrencium Lr
104 Rutherfordium Rf
105 Dubnium Db
106 Seaborgium Sg
107 Bohrium Bh
108 Hassium Hs
109 Meitnérium Mt
110 Darmstadtium Ds
111 Roentgenium Rg
112 Ununbium Uub
113 Ununtrium Uut
114 Ununquadium Uuq
115 Ununpentium Uup
116 Ununhexium Uuh
117 Ununseptium Uus (#)
118 Ununoctium Uuo

2.1 - Qu'est-ce qu'un élément chimique ?

Un atome est un assemblage :

- de protons, de charge positive, et**
- de neutrons, de charge nulle, le tout entouré**
- d'électrons de charge électrique négative.**

Tous les atomes qui possèdent le même nombre de protons ou d'électrons se comportent comme un même « élément chimique », car c'est le nombre d'électrons d'un atome qui détermine ses propriétés chimiques.

2.1 - La première seconde de l'Univers : hydrogène et hélium

L'Univers, avant sa première seconde, a créé

- les protons et***
- les neutrons à partir d'une soupe de quarks et de gluons.***
- Quelques noyaux d'hydrogène ont fusionné pour former***
- du deutérium (un proton, un neutron), puis***
- de l'hélium et***
- du lithium,***

Cela a suffi pour former un océan de matière constitué d'environ

- 76 % d'hydrogène,***
- 24 % d'hélium-4 et***
- un peu de deutérium,***
- d'hélium-3 et***
- de lithium-7***

Cette proportion est peu ou prou celle que l'on retrouve aujourd'hui dans notre environnement galactique, car on y rencontre environ 72 % d'hydrogène, 26 % d'hélium et 2 % d'éléments plus lourds.

2.1 - 100 millions de degrés : carbone, azote et oxygène.

Si l'hélium s'est formé durant les premières phases de l'Univers, il s'en crée aussi dans les cœurs stellaires selon le même mécanisme, c'est-à-dire par fusion de l'hydrogène.

Cela commence quand l'étoile naissante, qui est en train de se contracter sous l'effet de sa propre masse, atteint, en son cœur, la température de 10 millions de degrés.

Quatre protons, dont deux vont se transformer en neutrons par désintégration β^+ avec émission d'un positon anti-électron et d'un neutrino, fusionnent successivement pour former un noyau d'hélium.

La masse d'un noyau d'hélium étant inférieure à celle de quatre protons, le surplus est converti en énergie dont la pression contrebalance la contraction de l'étoile.

Celle-ci se stabilise.

Pour le Soleil, cette phase dure 10 milliards d'années et persistera donc encore pendant environ 5 milliards d'années. Il grossira ensuite pour devenir une géante rouge. En même temps, son cœur se contractera et s'échauffera jusqu'à 100 millions de degrés, permettant à l'hélium de fusionner à son tour en carbone, azote et oxygène.

2.1 - A 600 millions de degré: le néon 12

Les étoiles, seules celles de plus de 10 masses solaires peuvent fabriquer les éléments plus lourds que l'oxygène, car elles seules peuvent se contracter suffisamment pour que leur cœur atteigne la température de 600 millions de degrés.

C'est la température nécessaire pour que du carbone naisse le néon-20.

Comme la température augmente aussi autour du cœur, des couches plus superficielles vont être à leur tour le siège de la fusion nucléaire.

Au fur et à mesure que le cœur se contracte, l'étoile ressemble à un oignon dont les pelures sont les lieux de fusion des divers groupes d'éléments.

2.1 - A 1,5 Milliard de degrés : le magnésium A 2 Milliards de degrés : le silicium et le soufre, puis le fer

- À 1,5 milliard de degrés, le néon se casse en oxygène en libérant un noyau d'hélium-4.

Quand celui-ci vient heurter un noyau de néon restant, il se forme du magnésium-24.

- À 2 milliards de degrés, l'oxygène fusionne.

Se forment alors du silicium-28 et du soufre-32.

Les autres éléments se forment dans un milieu très chaud et donc très violent.

S'installe alors un équilibre entre les fusions et les photo-désintégrations.

Les noyaux dont les nucléons sont les plus liés en sortiront vainqueurs.

Le roi en la matière est le fer 26 protons, 30 neu-trons.

Au-delà de cet élément, les réactions de fusion consomment de l'énergie et n'empêchent plus l'étoile de se contracter.

2.1 - Les supernova : le nickel et le cobalt

L'étoile explose en supernova en une fraction de seconde.

L'onde de choc qui se propage vers l'extérieur permet de fabriquer du nickel-56 28 protons, 28 neutrons, élément instable qui se décompose en fer et le cobalt.

2.1 - Les géantes rouges : le bismuth

Le processus « s », comme slow, est, comme son nom l'indique, un mécanisme qui demande du temps, au moins celui qui permet la désintégration β^- .

Il fonctionne au sein des étoiles géantes rouges et semble responsable de la création des éléments jusqu'au bismuth 83 protons bien que les détails de cette chaîne ne soient pas encore entièrement connus.

2.1 - Les étoiles à neutrons : le plomb, le bismuth, le thorium, l'uranium, l'or et le platine

Pendant cette phase très courte - quelques secondes qui se situerait dans la bulle très chaude entourant l'étoile à neutrons en formation, le flux de neutrons est tellement intense 10^{36} par cm^2 que 10 à 20 neutrons vont s'intégrer en même temps dans les noyaux existants.

Quand ce sont des noyaux de plomb ou de bismuth, la cascade de désintégration qui s'ensuit produit tous les noyaux lourds jusqu'au thorium ou l'uranium.

C'est aussi comme cela que les étoiles fabriquent de l'or et du platine.

2.1 - Vents stellaires : le lithium, le béryllium et le bore

Formation de certains noyaux légers très instables dans des conditions de température élevée, comme le lithium-6, le béryllium-8 et les bore-10 et 11.

Ils sont issus des quelques fissions dues aux chocs que subissent des noyaux de carbone, d'azote ou d'oxygène évacués à grande vitesse dans l'espace interstellaire lors d'explosions d'étoiles ou sous l'effet de forts vents stellaires.

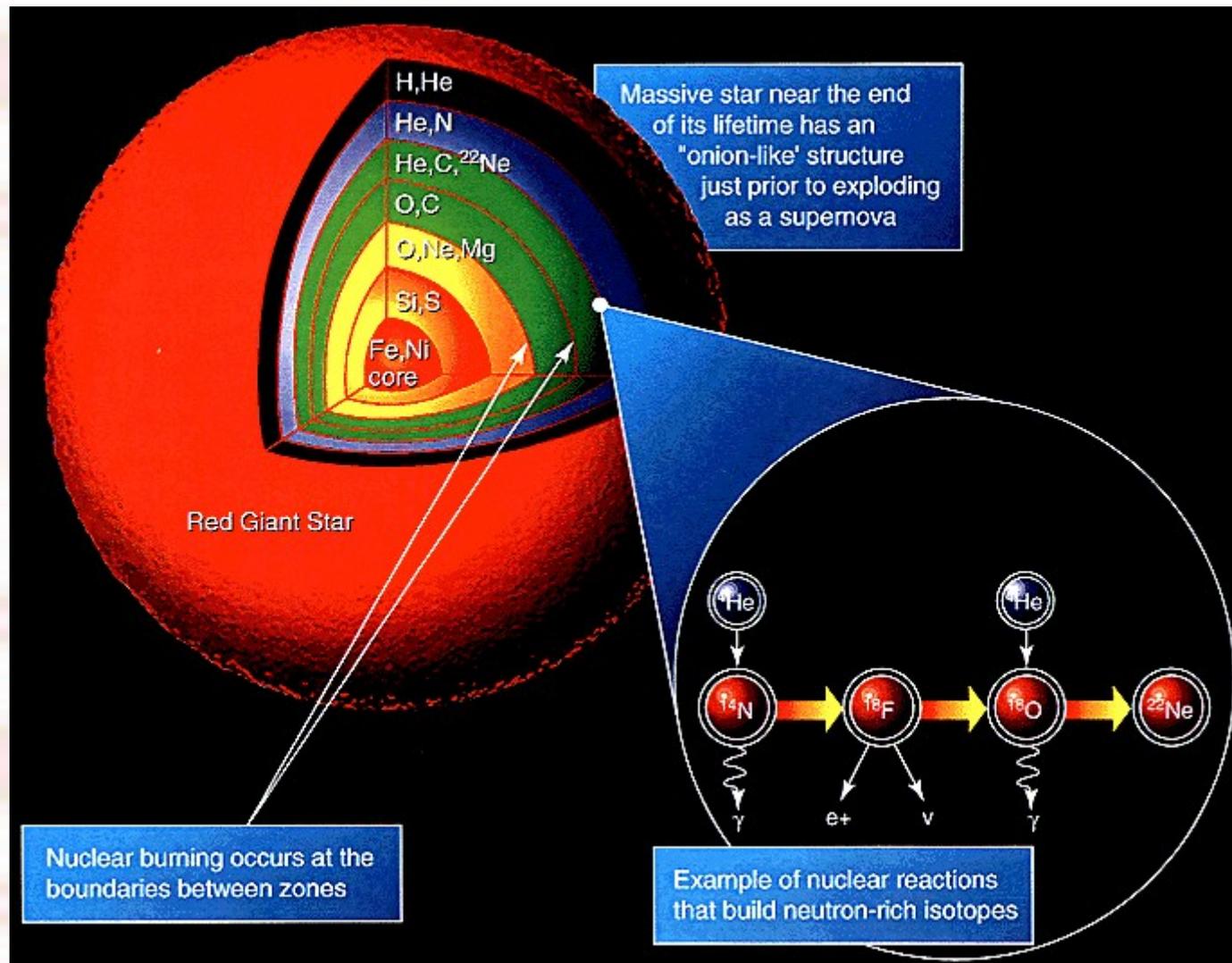
Ce mécanisme rare explique leur très faible abondance : pour 100 milliards de noyaux d'hydrogène, il y a environ 100 noyaux de lithium, 10 noyaux de bore et 1 seul noyau de béryllium.

Fred Hoyle, grand pourfendeur de la théorie du Big Bang et donc de la création des éléments au début de l'Univers, pensait à tort que ces éléments étaient créés dans les étoiles.

Mais leurs nucléons sont très peu liés et ne résistent pas à la fusion thermonucléaire. Ils ne peuvent donc pas s'y former.

Et comme le deutérium, ils sont très vite brûlés dans les chaudrons stellaires.

2.1 - Au fur et à mesure que le cœur se contracte, l'étoile ressemble à un oignon dont les pelures sont les lieux de fusion des divers groupes d'éléments.



2.1 - Abondance des dix éléments les plus fréquents sur les 118 éléments observés au 1er trimestre 2012

Abondance des dix éléments les plus fréquents dans notre galaxie, estimée par spectroscopie

	Élément	%
1	Hydrogène	74
2	Hélium	24
8	Oxygène	1
6	Carbone	0,5
10	Néon	0,1
26	Fer	0,1
7	Azote	0,1
14	Silicium	0,06
12	Magnésium	0,06
16	Soufre	0,04

2.1 - La « matière » se compose de corps élémentaires

Croûte continentale	0 – 35 0 – 10	2,7 –	Granit et gneiss	Si et Al Si, Al et Mg
Croûte océanique		3,0 2,9 – 3,2	Basalte, gabbro et péridotite	
Manteau supérieur	35/1 0 – 670	3,4 – 4,4	Olivine, Pyroxène et Grenat	Si, Mg et Ca
lithosphé- rique et asthénosp- hère	35/1 0 – 400		Wadsleyite → et Grenat	
zone de transition	400 – 670			
Manteau inférieur	670 – 289 0	4,4 – 5,6	---	Si, Mg, Fe et Ca
Noyau externe	289 0 – 510 0	9,9 – 12, 2	—	Fe, Ni et S (état liquide)
Noyau interne	510 0 – 637 8	12, 8 – 13, 1	—	Fe, Ni et S (état solide)

2.1 - 4 000 minéraux

Il existe plus de 4 000 minéraux connus, qui sont classés principalement d'après des critères chimiques et cristallographiques. Leur composition chimique permet de les grouper en dix classes principales (classification de Strunz, 9^e éd., 2001) :

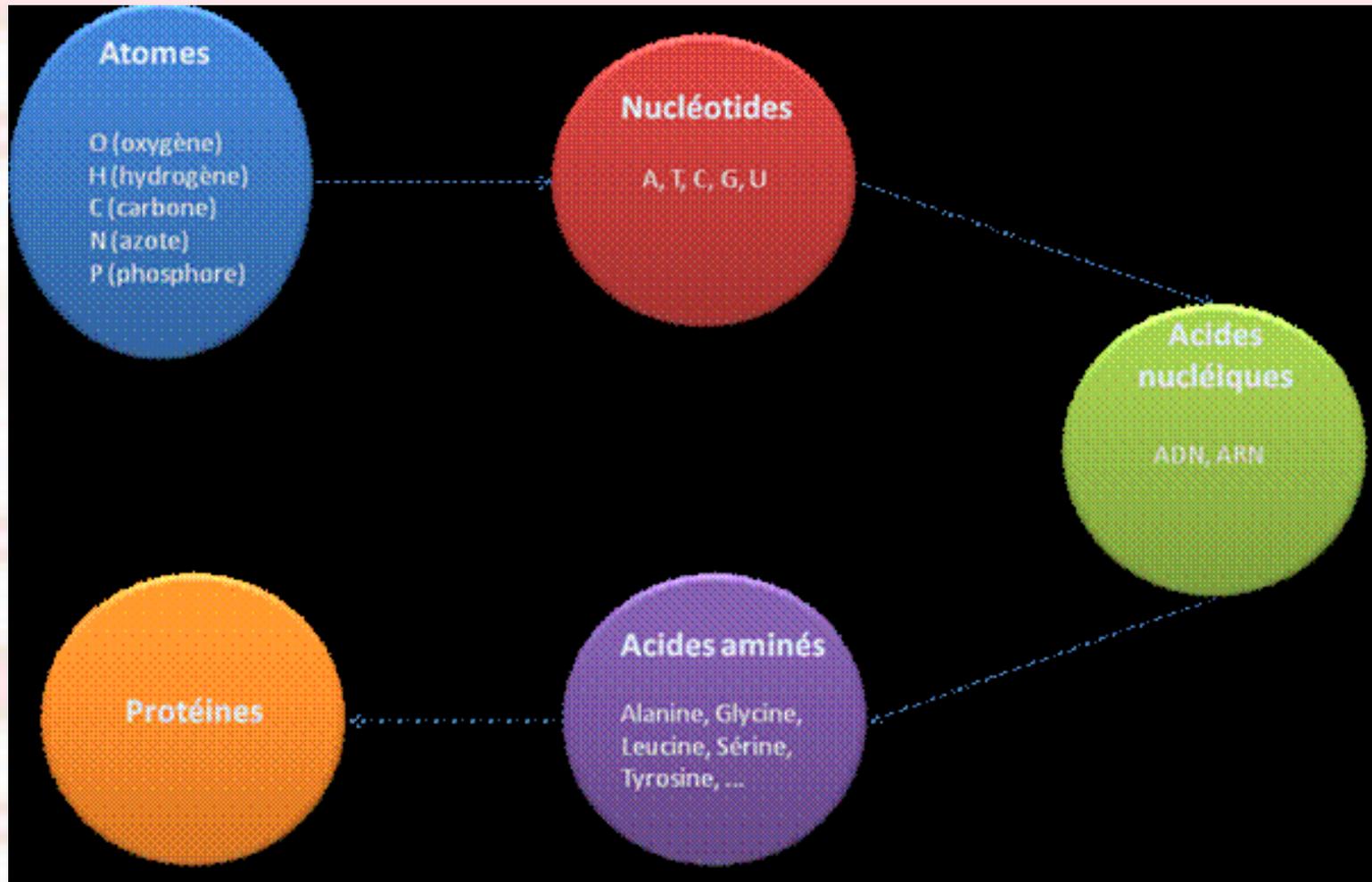
1. éléments natifs, corps simple engendré par un seul élément chimique plus ou moins pur, comme par exemple le carbone (avec le diamant), le soufre, l'or natif, le cuivre natif, le platine ;
la première classe de Strunz comprend aussi les carbures, nitrures, phosphures et siliciures ;
2. sulfures (S^{2-}), comprenant les sulfosels ;
3. halogénures, comme les chlorures (Cl^-), les fluorures (F^-) ;
4. oxydes (O^{2-}) et hydroxydes (OH^-), comme la magnétite, le corindon ou le rutil ;
5. carbonates (CO_3^{2-}) et nitrates (NO_3^-) ;
6. borates (BO_3^{3-}) ;
7. sulfates (SO_4^{2-}), chromates (CrO_4^{2-}), molybdates (MoO_4^{2-}), tungstates (WO_4^{3-}) ;
8. phosphates (PO_4^{3-}), arséniates (AsO_4^{3-}), vanadates (VO_4^{3-}) ;
9. silicates (SiO_x) ;
10. minéraux organiques.

2.2 - Notre ancêtre ... le Big Bang

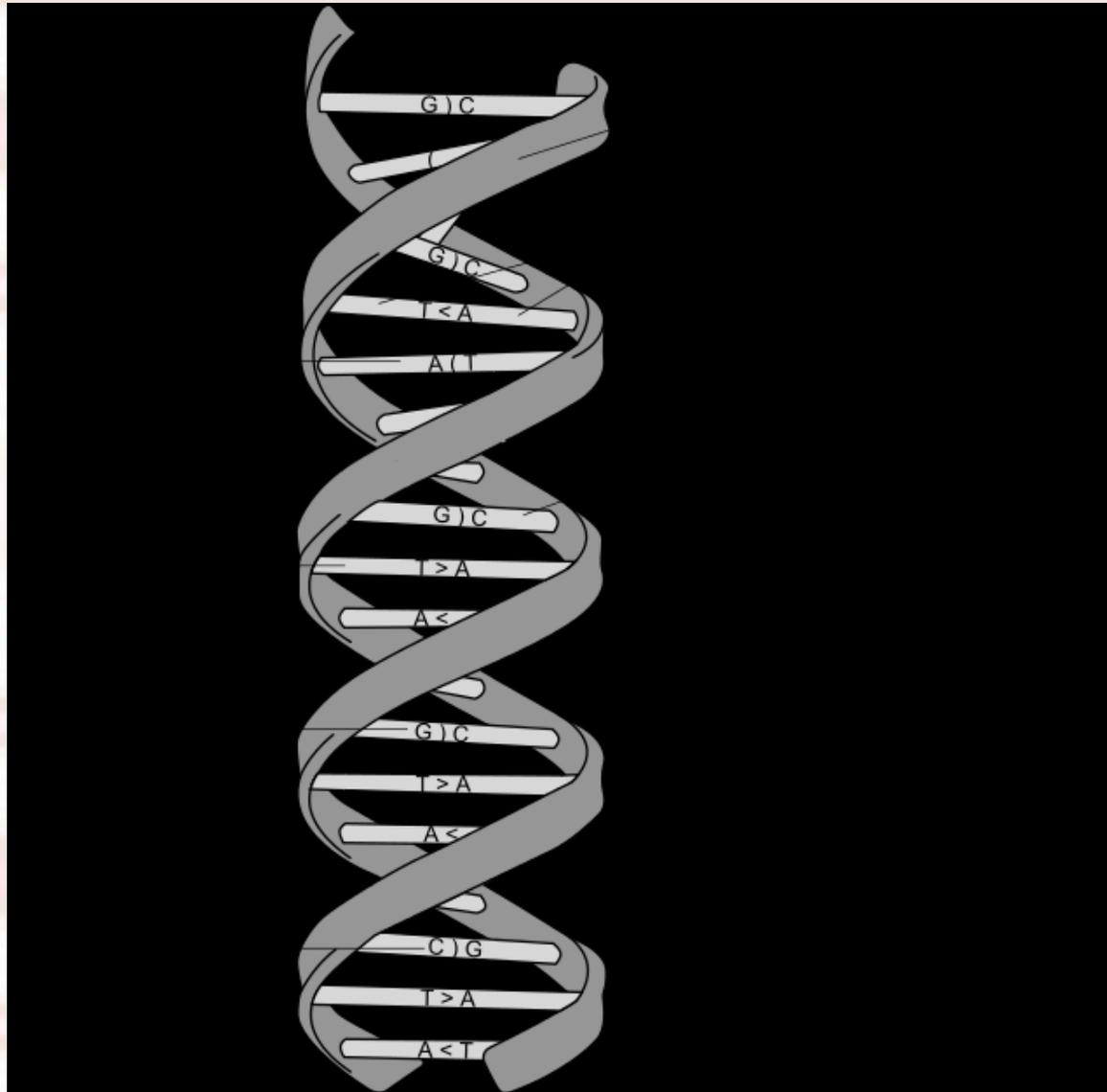
Chapitre n°2 :

Les vivants terrestres se composent d'éléments non vivants. Ils apparaissent il y a 3 milliards d'années.

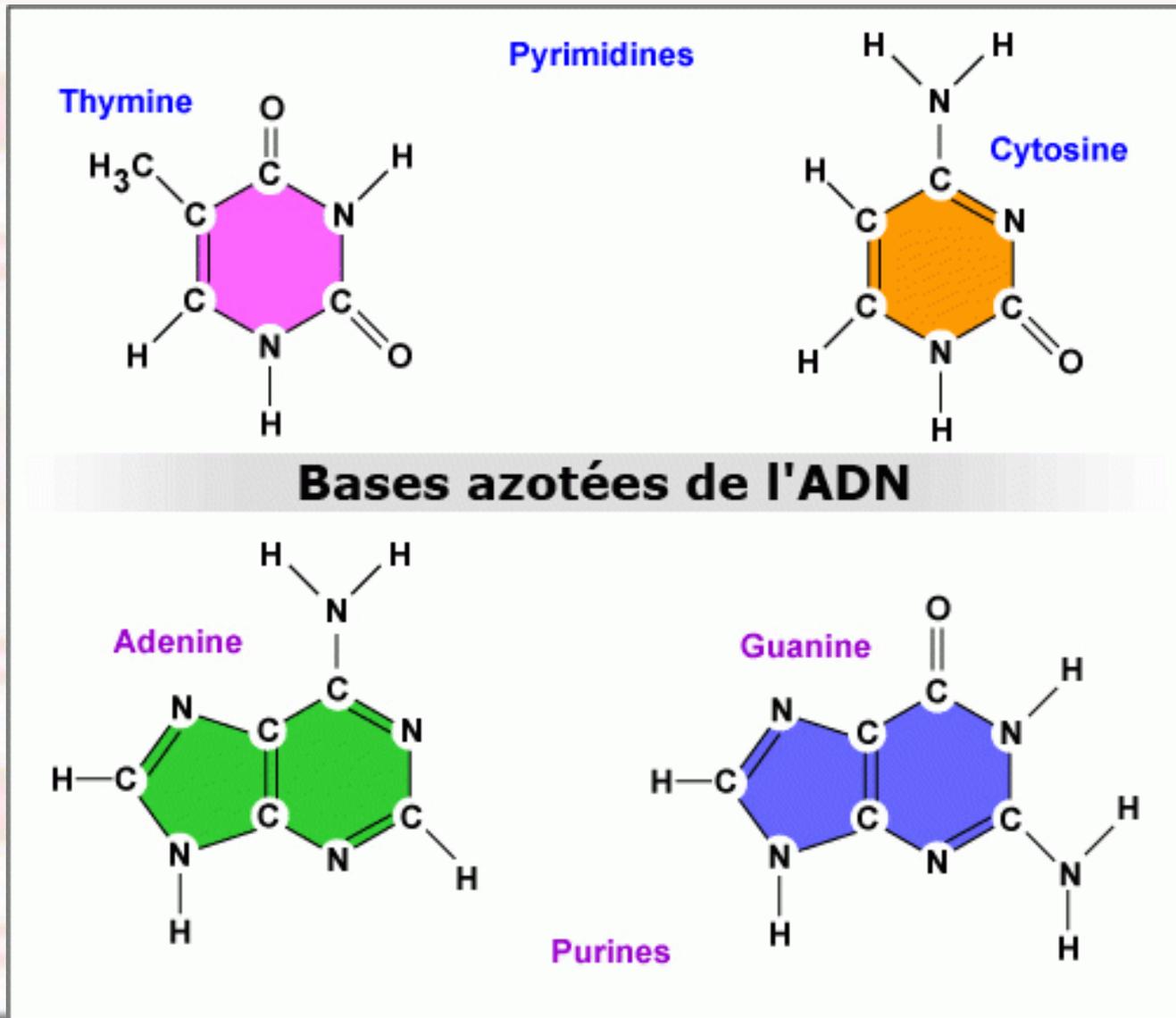
2.2 - Une protéine est une macromolécule biologique composée d'une ou plusieurs chaînes d'acides aminés
Les acides aminés (ou aminoacides) sont une classe de composés chimiques
Les acides nucléiques sont des macromolécules, c'est-à-dire de grosses molécules relativement complexes.
Un nucléotide est une molécule organique qui est l'élément de base d'un acide nucléique



2.2 – Une molécule ADN humaine comporte 23 paires de chromosomes et 3,2 milliards de paires de bases



2.2 – Les bases azotées de l'ADN



2.2 - Génomes des Virus, bactéries et amibes

Organism type	Organism	Genome size	
		base pairs	
Virus	Porcine circovirus	1.8kb	Smallest viruses replicating autonomously in
	type 1		Eukaryotic cells.
Virus	HIV	9.7kb	[24]
Bactérie	Haemophilus influenzae	1.8Mb	First genome of a living organism sequenced, July 1995
Bactérie	Nasuia deltocephalinicola	112kb	Smallest non-viral genome.
Bactérie	Wigglesworthia glossinidia	700Kb	
Bactérie	Escherichia coli	4.6Mb	[33]
Amibe	Polychaos dubium	670Gb	Largest known genome.
	("Amoeba" dubia)		[35]

2.2 - Génomes des Végétaux

Organism type	Organism	Genome size (base pairs)	
Plante	Arabidopsis thaliana	157Mb	First plant genome sequenced, December 2000.
Plante	Genlisea margaretae	63Mb	Smallest recorded flowering plant
Mousse	Physcomitrella patens	480Mb	First genome of a bryophyte
Levure	Saccharomyces cerevisiae	12.1Mb	First eukaryotic genome sequenced, 1996
Champignon	Aspergillus nidulans	30Mb	

2.2 - Génomes des Insectes (des animaux)

Organism type	Organism	Genome size (base pairs)	
Nematode	Caenorhabditis elegans	100Mb	First multicellular animal genome sequenced, December 1998
Insecte	Drosophila melanogaster	130Mb	[44]
Insecte	Bombyx mori	432Mb	14,623 predicted genes
Insecte	Apis mellifera	236Mb	

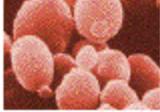
2.2 - Génomes des autres animaux

Organism type	Organism	Genome size (base pairs)	
Poisson	Tetraodon nigroviridis	390Mb	Smallest vertebrate genome known estimated to be 340 Mb
Mammifère	Mus musculus	2.7Gb	[50]
Mammifère	Homo sapiens	3.2Gb	<i>Homo sapiens</i> estimated genome size 3.2 billion bp
Poisson	Protopterus aethiopicus	130Gb	Largest vertebrate genome known

2.2 - Comparaison des génomes des eucaryotes en Millions de paires de base et en nombre de gènes

Eucaryotes	Mpb	N. gènes
levure	12	5863
nématode	100	22 628
mouche	118	16 548
arabette des dames	119	28 159
peuplier	485	45 500
maïs	2 500	
souris	3 400	30 000
homme	3 400	26 517
Amibe dubia	675 000	

2.2 - Génomes des plus importants aux moins importants

		Taille du génome (nucléotides)	Nbre de gènes (<i>protein-coding</i>)	
	<i>Amoeba dubia</i>	~ 670 000 000 000	?	
	<i>Psilotum nudum</i>	~ 250 000 000 000	?	
	<i>Fritillaria assyriaca</i>	~ 100 000 000 000	?	
	<i>Necturus lewisi</i>	~100 000 000 000	?	
	<i>Homo sapiens</i>	2 900 000 000	23 000	
	<i>Vitis vinifera</i>	487 000 000	30 400	
	<i>Drosophila melanogaster</i>	160 000 000	14 000	
	<i>Arabidopsis thaliana</i>	115 000 000	28 000	
	<i>Caenorhabditis elegans</i>	98 000 000	19 400	
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	12 500 000	5 800	
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	12 500 000	5 800	
	<i>Escherichia coli</i>	4 600 000	4 300	
	<i>Escherichia coli</i>	4 600 000	4 300	

2.2 - Génomes des plantes

TABLE I

Nuclear genome size in different species

Common name	Scientific name	Nuclear genome size (1)
Wheat	<i>Triticum aestivum</i>	15,966
Onion	<i>Allium cepa</i>	15,290
Garden pea	<i>Pisum sativum</i>	3,947
Corn	<i>Zea mays</i>	2,292
Asparagus	<i>Asparagus officinalis</i>	1,308
Tomato	<i>Lycopersicum esculentum</i>	907
Sugarbeet	<i>Beta vulgaris</i>	758
Apple	<i>Malus X domestica</i>	743
Common bean	<i>Phaseolus vulgaris</i>	637
Cantaloupe	<i>Cucumis melo</i>	454
Grape	<i>Vitis vinifera</i>	483
Man	<i>Homo sapiens</i>	2,910

1: Expressed in Megabases (1Mb: 1,000,000 bases)

2.2 - Autres génomes

Genome Sizes

- Pine: 68 billion bp
- Corn: 5.0 billion bp
- Soybean: 1.1 billion bp
- Human: 3.4 billion bp
- Housefly: 900 million bp
- Rice: 400 million bp
- E. coli: 4.6 million bp
- HIV: 9.7 thousand bp



2.2 - Virus, procaryotes et eucaryotes

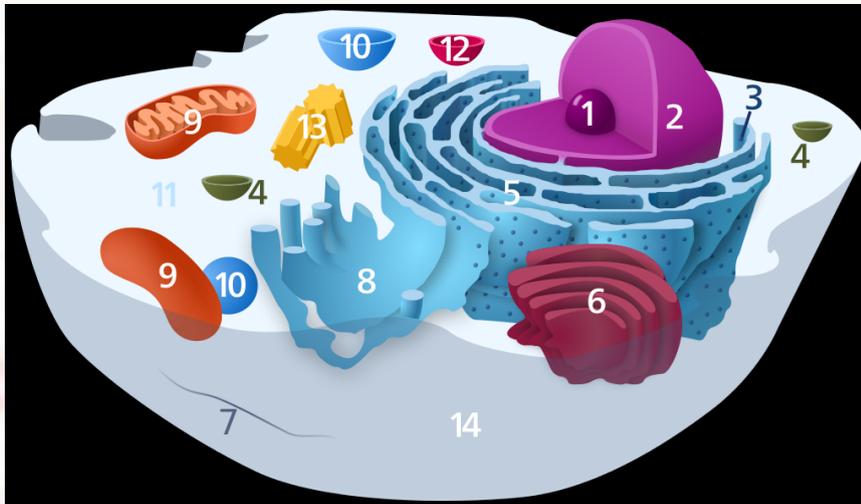
	Organism	# of protein-coding genes	# of genes naïve estimate: (genome size /1000)	BNID
viruses	HIV 1	9	10	105769
	<i>Influenza A virus</i>	10-11	14	105767
	Bacteriophage λ	66	49	105770
	Epstein Barr virus	80	170	103246
procaryotes	<i>Buchnera sp.</i>	610	640	105757
	<i>T. maritima</i>	1,900	1,900	105766
	<i>S. aureus</i>	2,700	2,900	105500
	<i>V. cholerae</i>	3,900	4,000	105760
	<i>B. subtilis</i>	4,400	4,200	111448
	<i>E. coli</i>	4,300	4,600	105443
eukaryotes	<i>S. cerevisiae</i>	6,600	12,000	105444
	<i>C. elegans</i>	20,000	100,000	101364
	<i>A. thaliana</i>	27,000	140,000	111380
	<i>D. melanogaster</i>	14,000	140,000	111379
	<i>F. rubripes</i>	19,000	400,000	111375
	<i>Z. mays</i>	33,000	2,300,000	110565
	<i>M. musculus</i>	20,000	2,800,000	100308
<i>H. sapiens</i>	21,000	3,200,000	100399, 111378	
	<i>T. aestivum</i> (hexaploid)	95,000	16,800,000	105448, 102713

2.2 - Etc ...

Table 5.1. Information required to describe some self-replicating systems (descriptions, file sizes, or genomes)

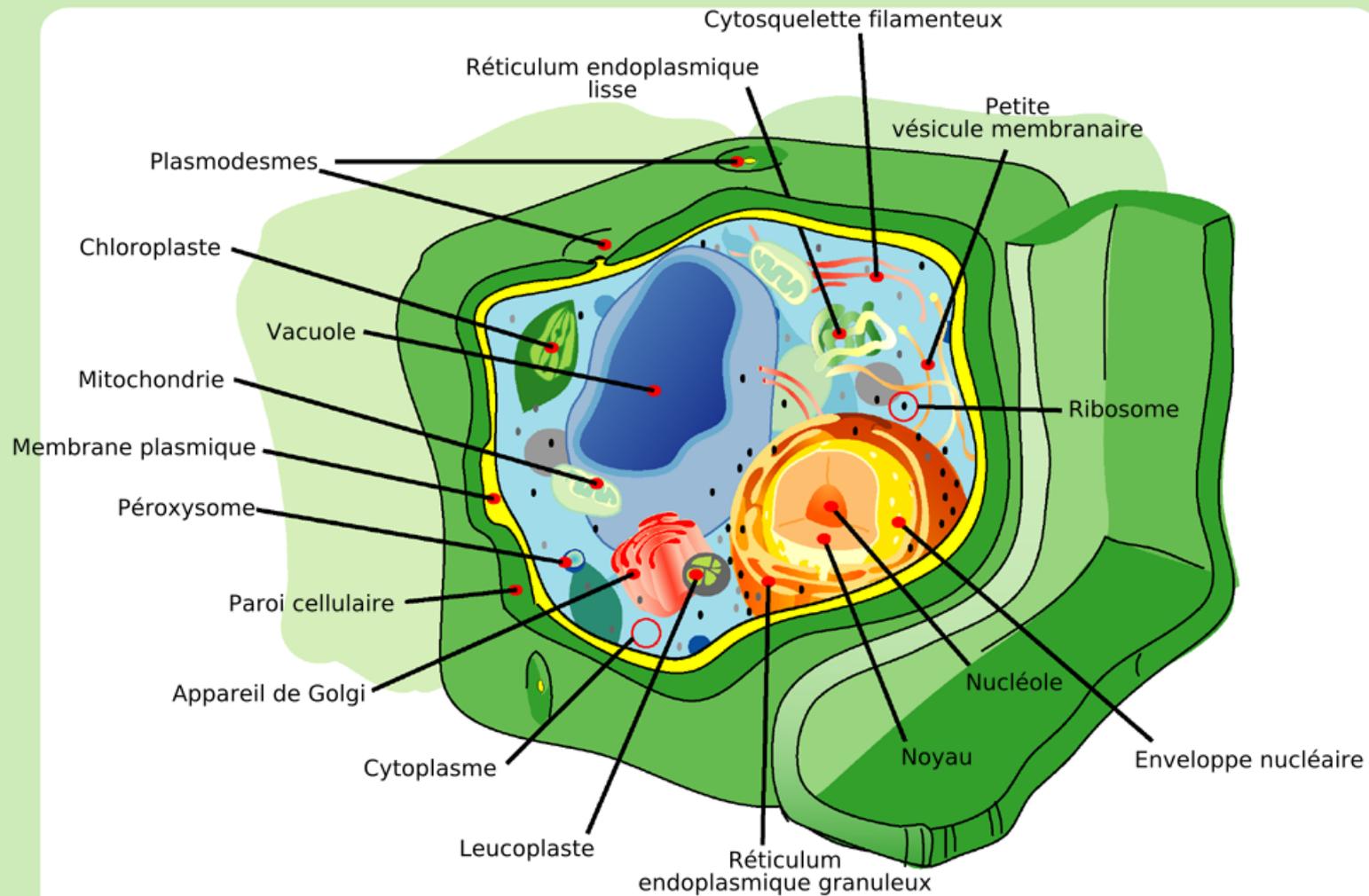
Self-Replicating System	Number of Bits Needed to Describe Replicator	References
Sommerfeld self-rep BASIC program	0.000016 x 10 ⁶	424
Penrose ratcheting 2-blocks	0.000364 x 10 ⁶	680 & see text
Subviral plant pathogen (viroid)	0.000492 x 10 ⁶	1743
Burger et al. self-rep C program	0.000808 x 10 ⁶	422
Murine cellular PrP ^C (prion)	0.000998 x 10 ⁶	1739
Rebek's self-replicating molecules	-0.001000 x 10 ⁶	1617, 1619
Human PrP protein (prion)	0.001500 x 10 ⁶	2469, 2470
Ray's evolved Tierra program	-0.010000 x 10 ⁶	372
Poliovirus type 1, Mahoney strain (virus)	0.014866 x 10 ⁶	1949, 2471
Human mitochondrion genome	0.033138 x 10 ⁶	1825
Ebolavirus (virus)	0.037902 x 10 ⁶	2472, 2473
Penrose ratcheting 12-blocks	-0.049000 x 10 ⁶	681, 683
SARS coronavirus, Tor2 isolate (virus)	0.059502 x 10 ⁶	2474
Mammalian 80S ribosome	0.073284 x 10 ⁶	Section 4.2
Mushegian's minimal genome	-0.300000 x 10 ⁶	1865
T4 bacteriophage (virus)	0.337806 x 10 ⁶	2475
von Neumann's Universal Constructor	-0.500000 x 10 ⁶	3, 210
1988 Internet worm	-0.500000 x 10 ⁶	210, 2476
Nanoarchaeum equitans (archean parasite)	-1.000000 x 10 ⁶	2477
Mycoplasma genitalium (bacterium)	1.160148 x 10 ⁶	1867
Pyrenomas salina (algae)	1.320000 x 10 ⁶	1693, 2478
Hemophilus influenzae (bacterium)	3.660274 x 10 ⁶	2479
Escherichia coli K-12 (bacterium)	9.278442 x 10 ⁶	2480
Saccharomyces cerevisiae (yeast)	24.312602 x 10 ⁶	2481
Merkle-Freitas Assembler (compressed)	-50.000000 x 10⁶	estimated
Arabidopsis thaliana (mustard plant)	230.819898 x 10 ⁶	2482, 2483
Drosophila melanogaster (fruit fly)	245.307954 x 10 ⁶	2483, 2484
Merkle-Freitas Assembler (1 byte/atom)	1,631.270984 x 10⁶	Section 4.11.3
Gallus domesticus (chicken)	2,400 x 10 ⁶	1693
Petunia parodii (petunias)	2,442 x 10 ⁶	2485
Mus musculus (mouse)	5,235 x 10 ⁶	2486
Xenopus laevis (frog)	6,200 x 10 ⁶	1693
Homo sapiens (human, male)	6,294 x 10 ⁶	2487
Homo sapiens (human, female)	6,406 x 10 ⁶	2487
Nicotiana tabacum (tobacco)	8,868 x 10 ⁶	2488
Avena sativum (oats)	22,630 x 10 ⁶	2485
Tulipa (garden tulips)	49,408 x 10 ⁶	2485
Protoperus aethiopicus (marbled lungfish)	263,000 x 10 ⁶	2493
NASA self-replicating lunar factory	272,000 x 10 ⁶	2
Ophioglossum petiolatum (fern, a plant)	320,000 x 10 ⁶	2489
Amoeba proteus (amoeba protozoan)	580,000 x 10 ⁶	2490, 2492
Amoeba dubia (amoeba protozoan)	1,340,000 x 10 ⁶	2490-2493
Chaos chaos (amoeba protozoan)	2,680,000 x 10 ⁶	2492

2.2 – Un humain possède entre 1000 et 10 000 milliards de cellules



- ◆ 1. Nucléole
- ◆ 2. Noyau
- ◆ 3. Ribosome
- ◆ 4. Vésicule
- ◆ 5. Réticulum endoplasmique rugueux (granuleux) (REG)
- ◆ 6. Appareil de Golgi
- ◆ 7. Cytosquelette
- ◆ 8. Réticulum endoplasmique lisse
- ◆ 9. Mitochondries
- ◆ 10. Vacuole
- ◆ 11. Cytosol
- ◆ 12. Lysosome
- ◆ 13. Centrosome (constitué de deux centrioles)
- ◆ 14. Membrane plasmique

Structure d'une cellule végétale



2.3 – Notre ancêtre ... le Big Bang

Chapitre n°3 :

Du vivant monocellulaire au vivant multicellulaire

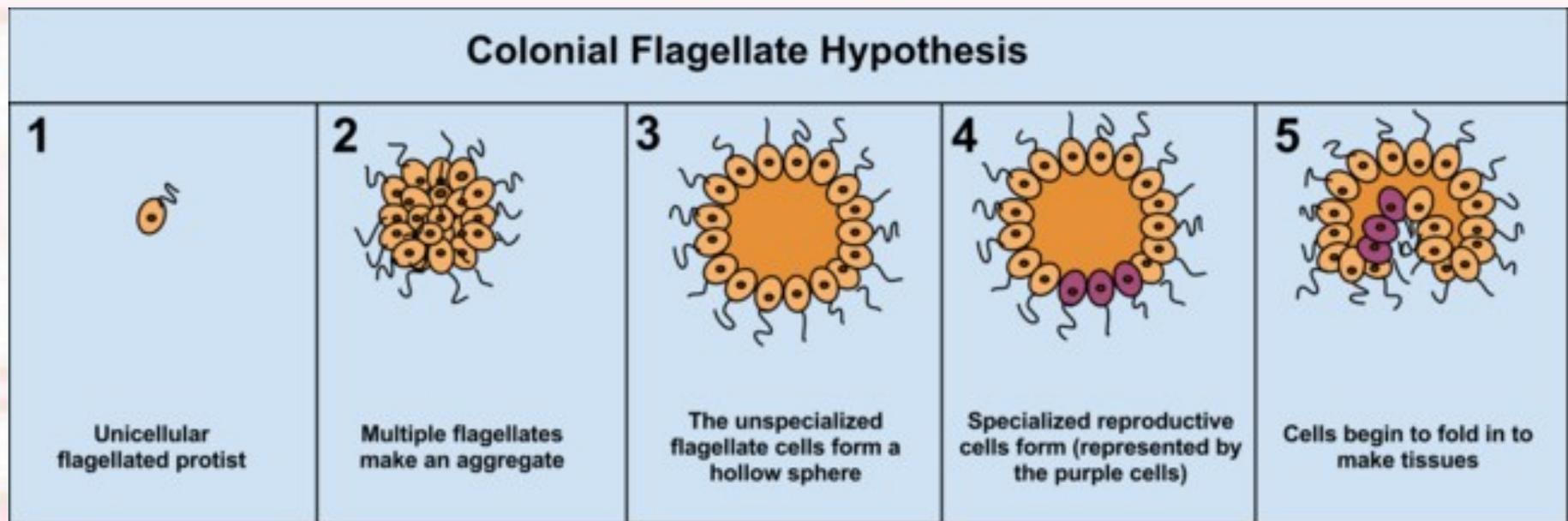
2.3 - La multicellularité apparaît il y a 3 à 3,5 milliards d'années

Chez les eucaryotes, des organismes multicellulaires apparaissent, et ce parmi six groupes : les animaux, les mycètes, les algues brunes, les algues rouges, les algues vertes et les plantes.

La multicellularité est peut-être apparue à partir de colonies d'organismes interdépendants, voire à partir d'organismes en symbiose.

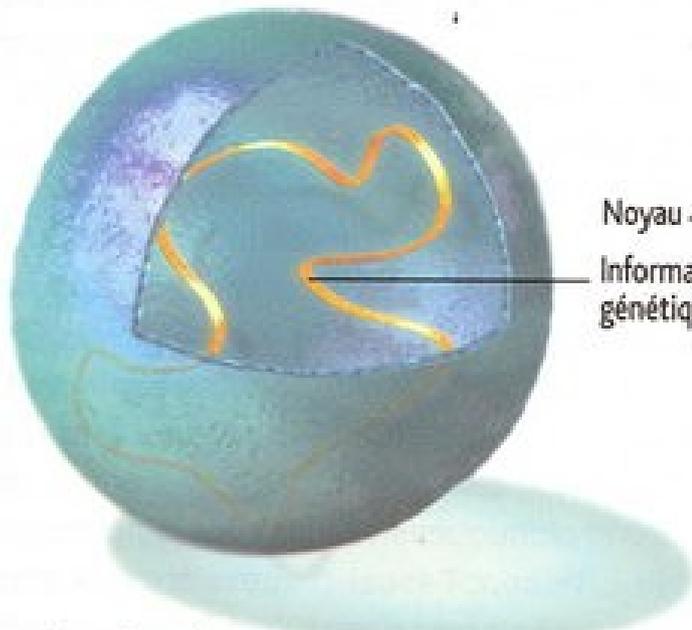
Les plus anciennes traces de multicellularité ont été identifiées chez des organismes apparentés aux cyanobactéries qui vivaient il y a entre 3 et 3,5 milliards d'années.

2,3 - Du monocellulaire au multicellulaire (schéma 1)



2.3 - Du monocellulaire au multicellulaire (schéma 2)

Entre -3,9 milliards d'années
et -3,2 milliards d'années



Apparition des procaryotes
Une enveloppe lipidique contient les enzymes et l'information génétique, laquelle n'est pas abritée dans un noyau.

Entre -2,8
et -1,5 milliard d'années

Noyau —
Information
génétique —



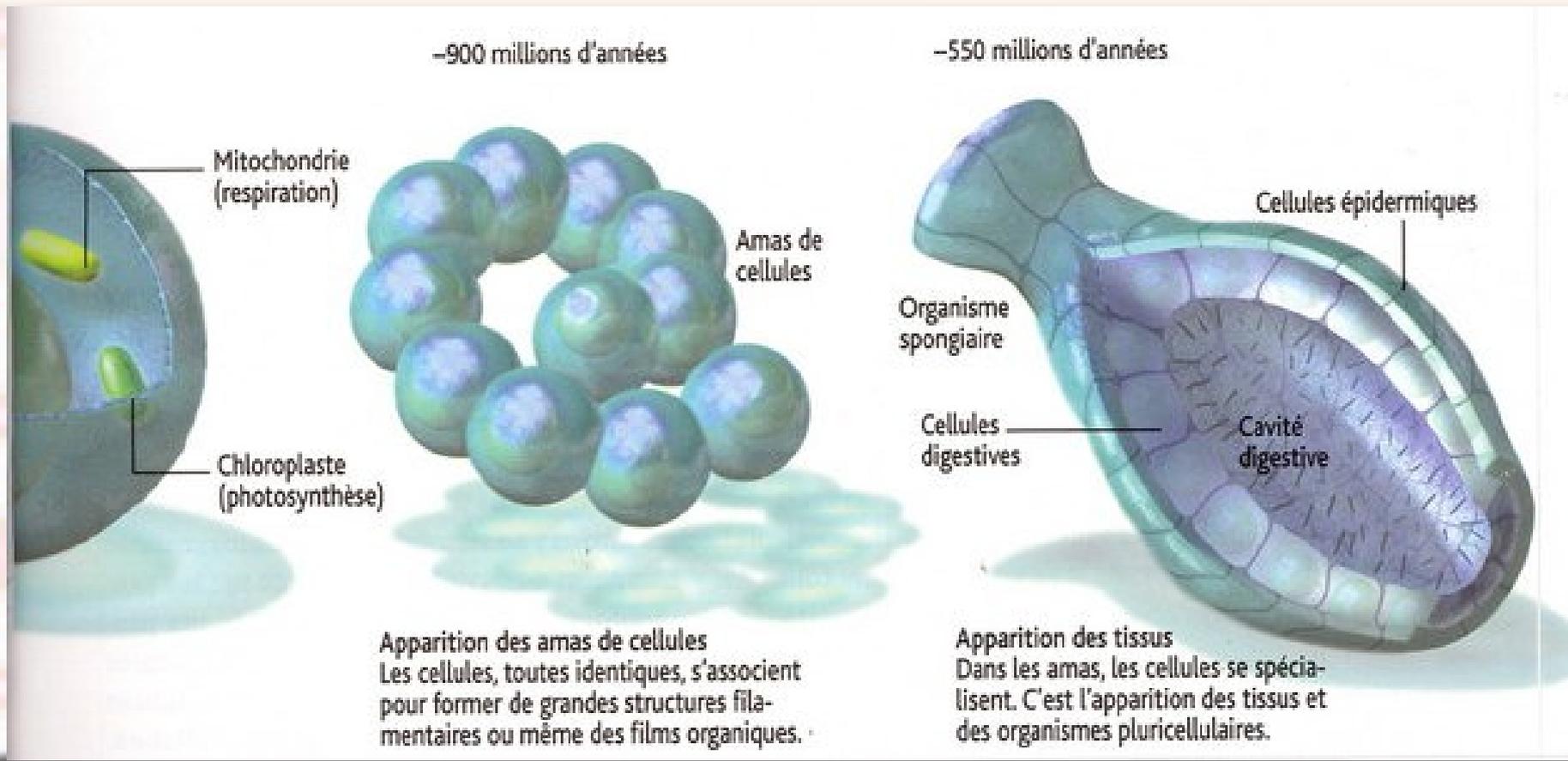
Apparition des eucaryotes
En plus de l'enveloppe lipidique globale, une seconde enveloppe, le noyau, abrite spécifiquement l'information génétique.

Entre -2,5 et
-1 milliard d'années



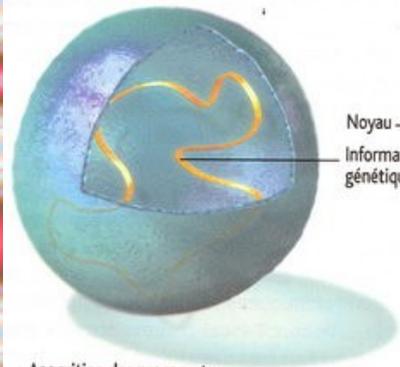
Apparition des cellules avec organites
Une étroite symbiose avec des bactéries enferme dans la cellule mitochondries et aux chloroplastes.

2.3 - Du monocellulaire au multicellulaire (schéma 2)



2.3 - Du monocellulaire au multicellulaire (schéma 2)

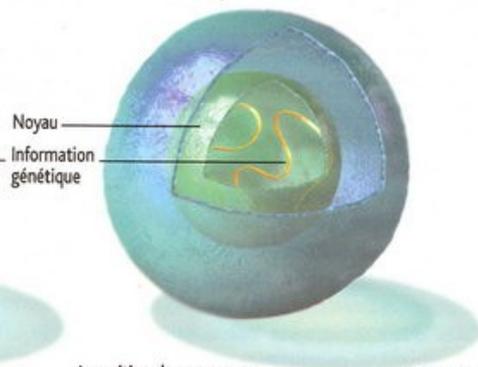
Entre -3,9 milliards d'années et -3,2 milliards d'années



Noyau
Information génétique

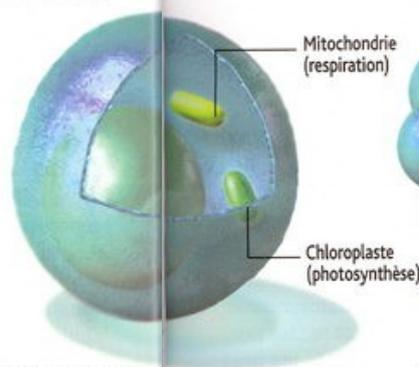
Apparition des procaryotes
Une enveloppe lipidique contient les enzymes et l'information génétique, laquelle n'est pas abritée dans un noyau.

Entre -2,8 et -1,5 milliard d'années



Apparition des eucaryotes
En plus de l'enveloppe lipidique globale, une seconde enveloppe, le noyau, abrite spécifiquement l'information génétique.

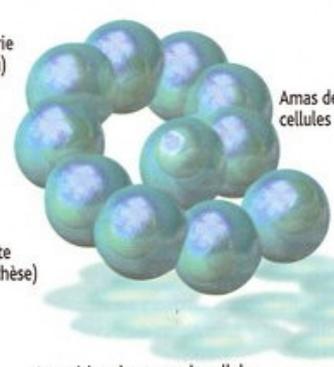
Entre -2,5 et -1 milliard d'années



Mitochondrie (respiration)
Chloroplaste (photosynthèse)

Apparition des cellules avec organites
Une étroite symbiose avec des bactéries enfermées dans la cellule mitochondries et aux chloroplastes.

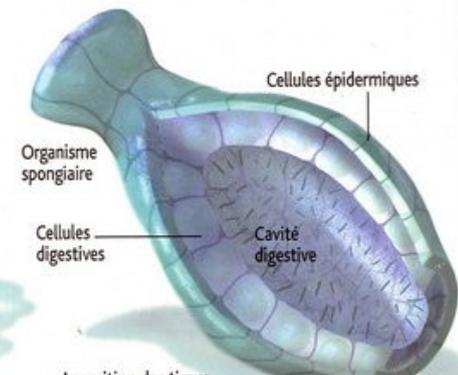
-900 millions d'années



Amas de cellules

Apparition des amas de cellules
Les cellules, toutes identiques, s'associent pour former de grandes structures filamenteuses ou même des films organiques.

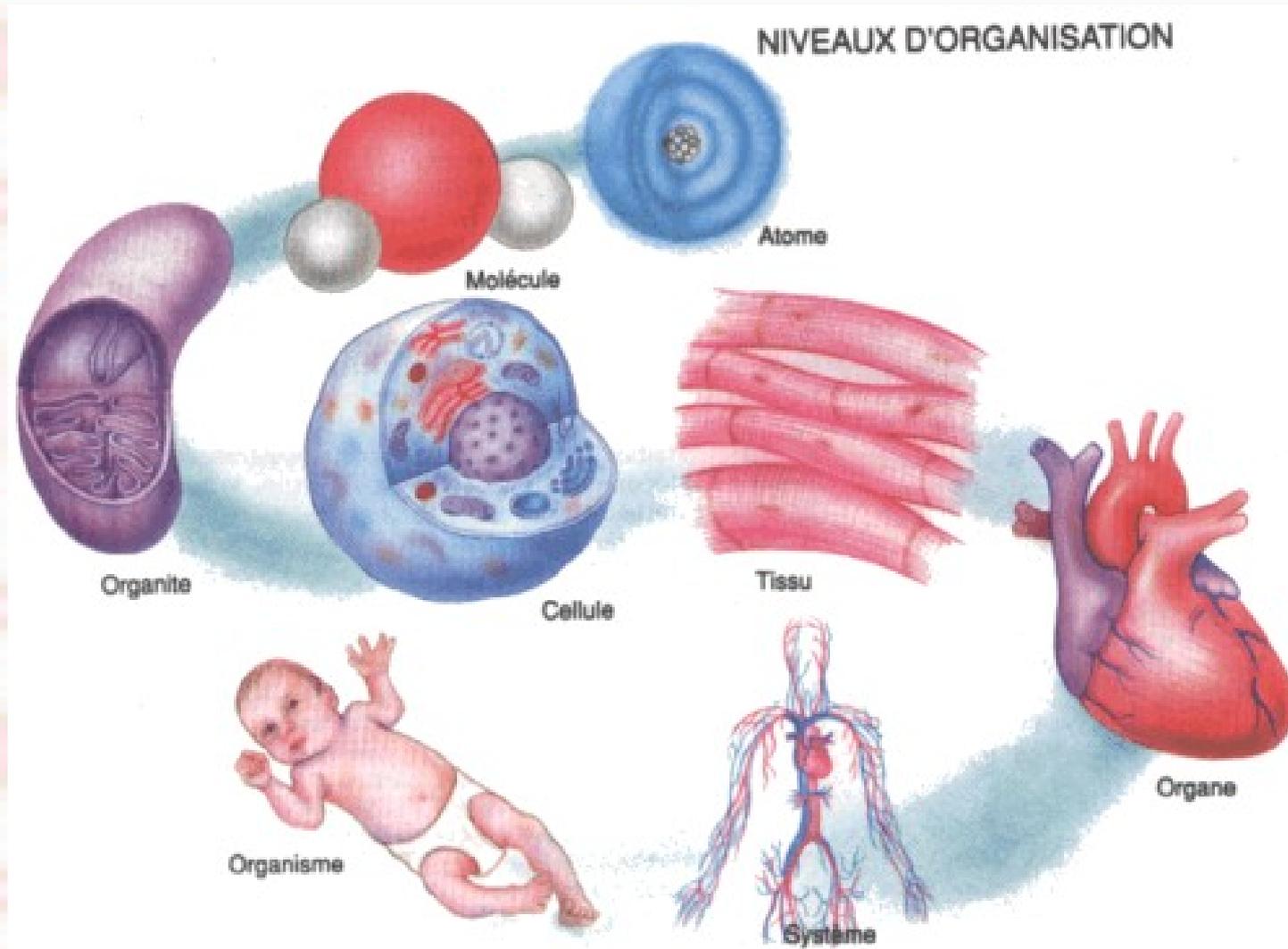
-550 millions d'années



Cellules épidermiques
Organisme spongiaire
Cellules digestives
Cavité digestive

Apparition des tissus
Dans les amas, les cellules se spécialisent. C'est l'apparition des tissus et des organismes pluricellulaires.

2.3 - Du monocellulaire au multicellulaire (conclusion)



2.3 - L'autotrophie

Les matières inorganiques utilisées sont généralement :

- le carbone (sous forme de dioxyde de carbone) ou encore
- l'azote (sous forme de NO₃ ou de N₂) et
- l'eau.

Cela s'accompagne d'un prélèvement de sels minéraux dans le milieu :

- ions nitrate,
- phosphate
- ...

L'énergie nécessaire à cette synthèse provient de :

- la lumière, grâce à la photosynthèse, dans les cellules chlorophylliennes. On parle dans ce cas de photoautotrophie.
- l'énergie libérée par des réactions chimiques, grâce à la chimiosynthèse des bactéries sulfureuses, par exemple. On parle dans ce cas de chimioautotrophie.



Le glucose C₆H₁₂O₆ sert à former la matière organique et l'oxygène est rejeté.

2.4 - L'hétérotrophie

Le protozoaire est un unicellulaire hétérotrophe

En biologie, le terme protozoaire (Protozoa, du grec ancien proto (πρωτος,protos)- (« premier ») et du suffixe -zoa (ζωον, Zoôn) (« animal »)) désigne les protistes (eucaryotes unicellulaires) hétérotrophes qui ingèrent leur nourriture par phagocytose, contrairement aux deux autres types de protistes.

2.3 - L'animal a un cerveau parce qu'il est hétérotrophe.

L'humain possède

- le génome qui comporte le plus de paires de bases
- le cerveau qui comporte le plus de neurones

Le cerveau est un organe de pilotage d'un vivant animé : c'est un animal

Le végétal n'a pas besoin de cerveau.

Il vit et se reproduit comme tous les vivants : c'est un végétal

C'est l'ADN qui maintient le vivant en vie qu'il soit végétal ou animal.

2.3 - Capacités crâniennes d'espèces actuelles

http://fr.wikipedia.org/wiki/Capacit%C3%A9_cr%C3%A2nienne

Orangs-outans :	275 à 500 cm³
Chimpanzés :	275 à 500 cm³
Gorilles :	340 à 752 cm³
Hommes modernes :	1100 à 1700 cm³

2.3 - Capacités crâniennes d'espèces d'hominidés disparues

Taxon	Taille (cm ³)	Nombre de spécimens	âge (Millions d'années)
<u>Australopithecus afarensis</u>	438	4	3.6-2.9
<u>Australopithecus africanus</u>	452	7	3.0-2.4
<u>Australopithecus boisei</u>	521	1	2.3-1.4
<u>Australopithecus robustus</u>	530	1	1.9-1.4
<u>Homo habilis</u>	612	6	1.9-1.6
<u>Homo rudolfensis</u>	752	1	2.4-1.6
<u>Homo ergaster</u>	871	3	1.9-1.7
<u>Homo neanderthalensis</u>	1200 à 1700	?	0.2-0.03

2.3 - Neurones dans le cortex cérébral

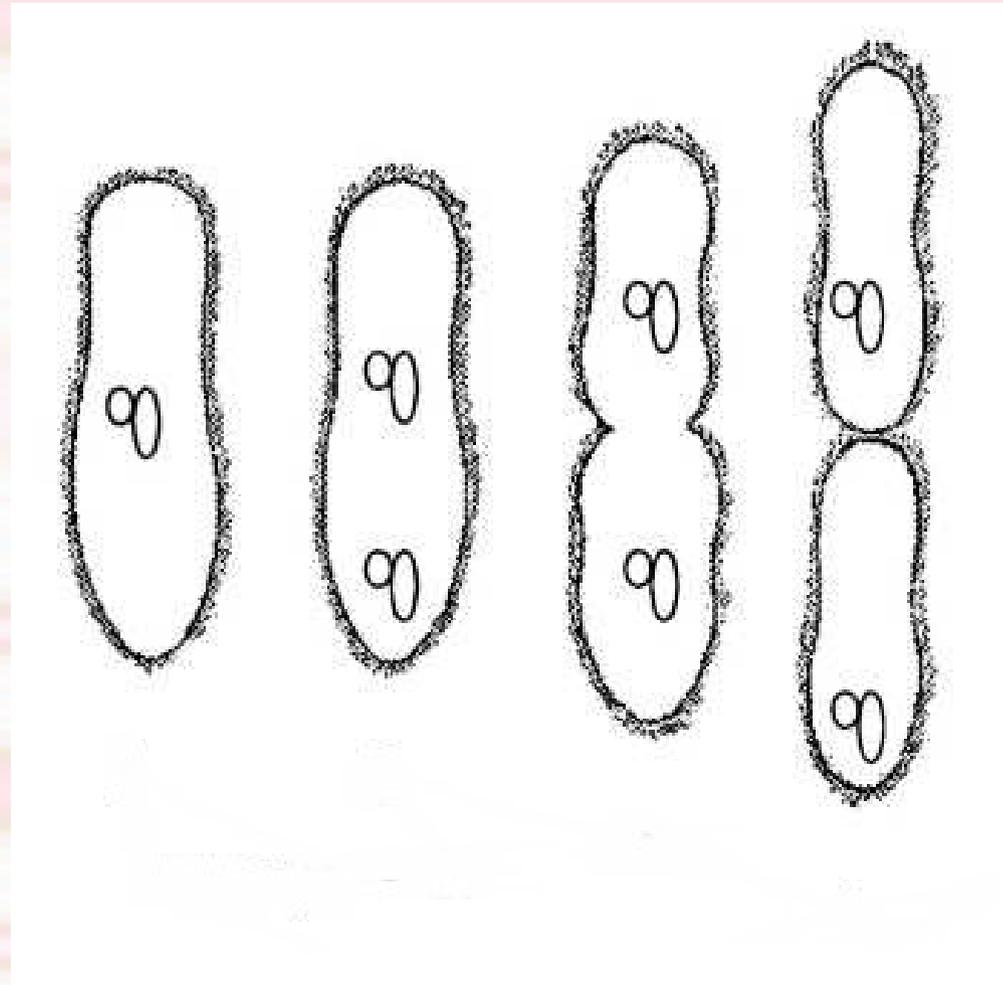
4,000,000	souris
21,000,000	rat
160,000,000	chien
300,000,000	chat
480,000,000	macaque rhésus
de 600,000,000 à 700,000,000	capucin
1,200,000,000	cheval
1,500,000,000	primate nocturne
1,500,000,000	rorqual
2,500,000,000	cercopithèque
3,000,000,000	glocicéphale
4,300,000,000	gorille
5,800,000,000	dauphin
6,200,000,000	chimpanzé
10,500,000,000	faux épaulard
11,000,000,000	éléphant d'Afrique
de 19,000,000,000 à 23,000,000,000	humain

2.4 – depuis 600 millions d'années

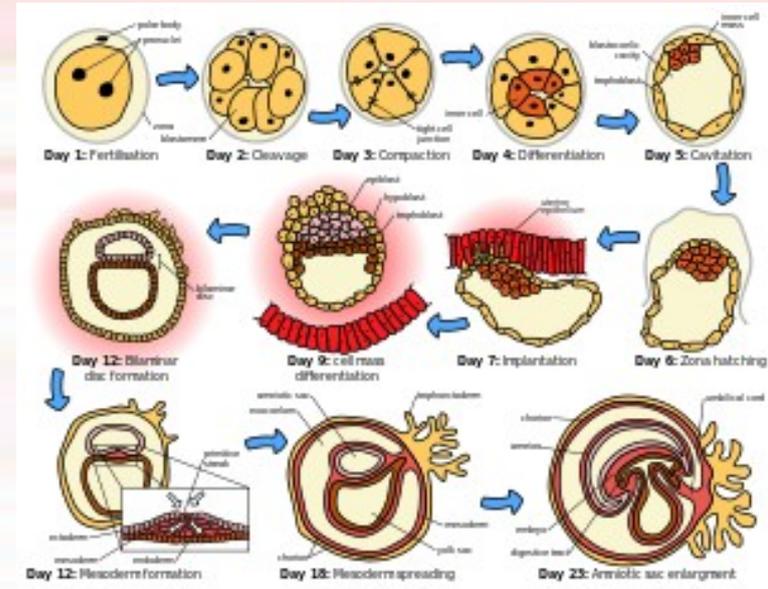
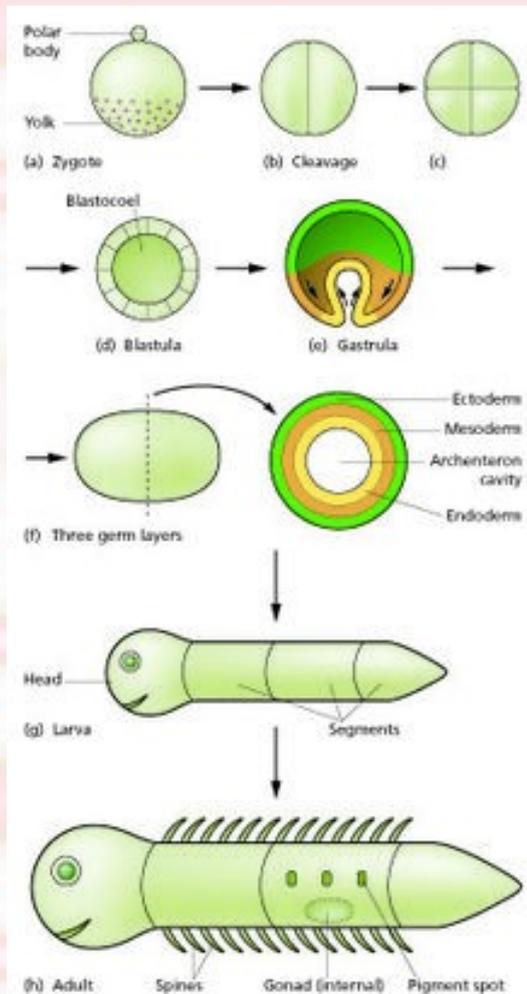
Chapitre 5

EVOLUTION DE LA REPRODUCTION DES VIVANTS

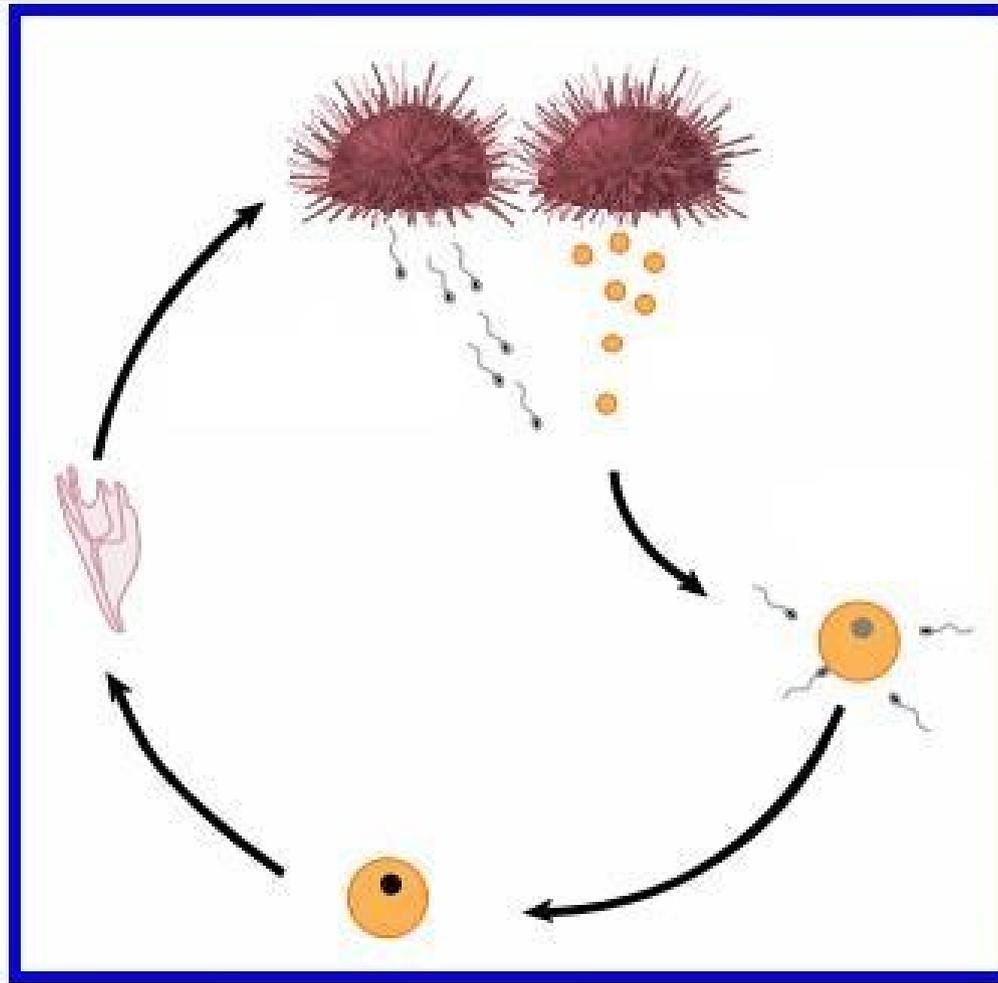
2.4 – La multiplication asexuée des vivants monocellulaires



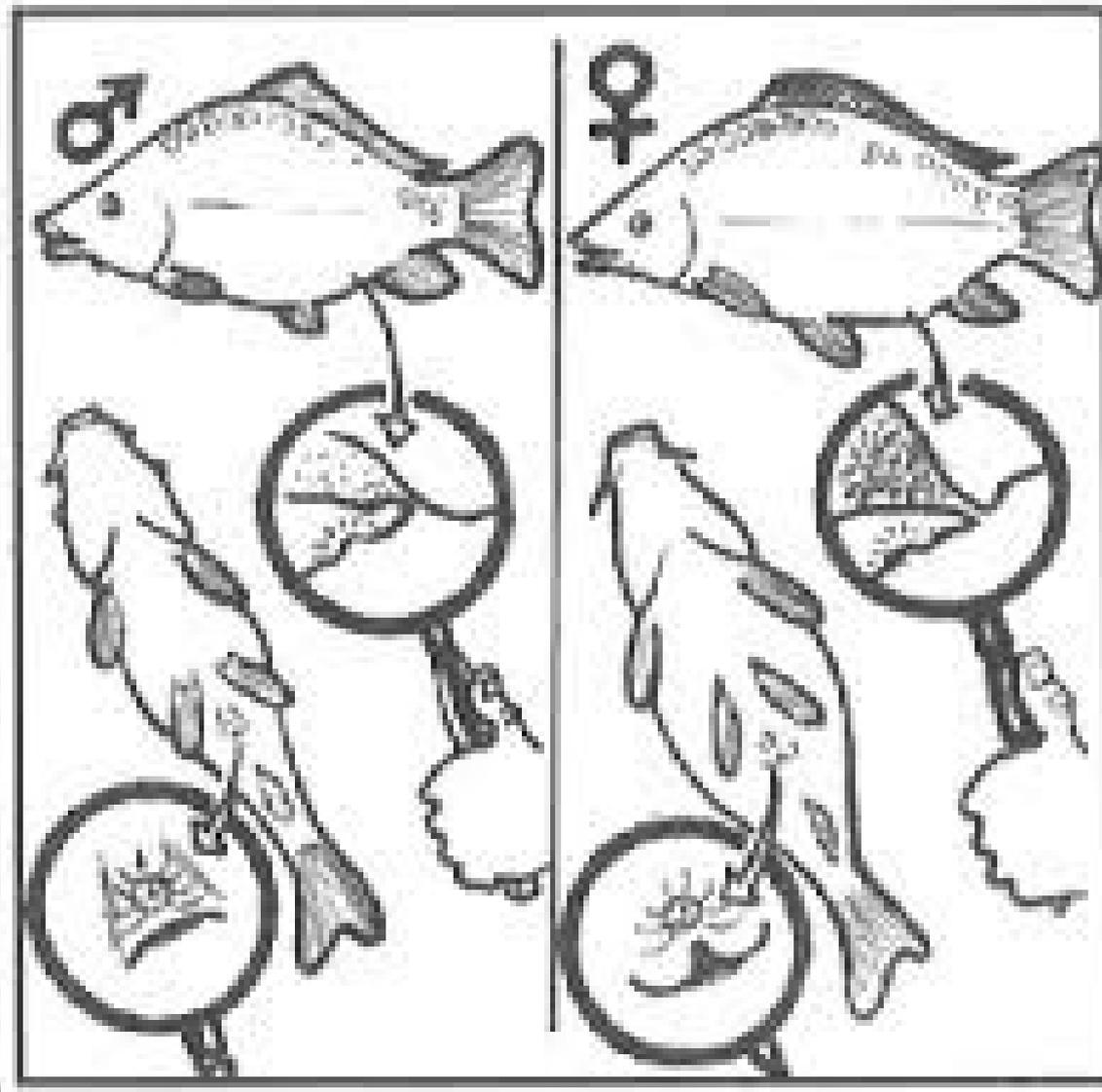
2.4 - Du monocellulaire au multicellulaire : l'embryogenèse pilotée par ADN



2.4 – L'oursin et la reproduction externe



2.4 - Le poisson et la reproduction externe



2.4 – La grenouille et la reproduction amphibienne

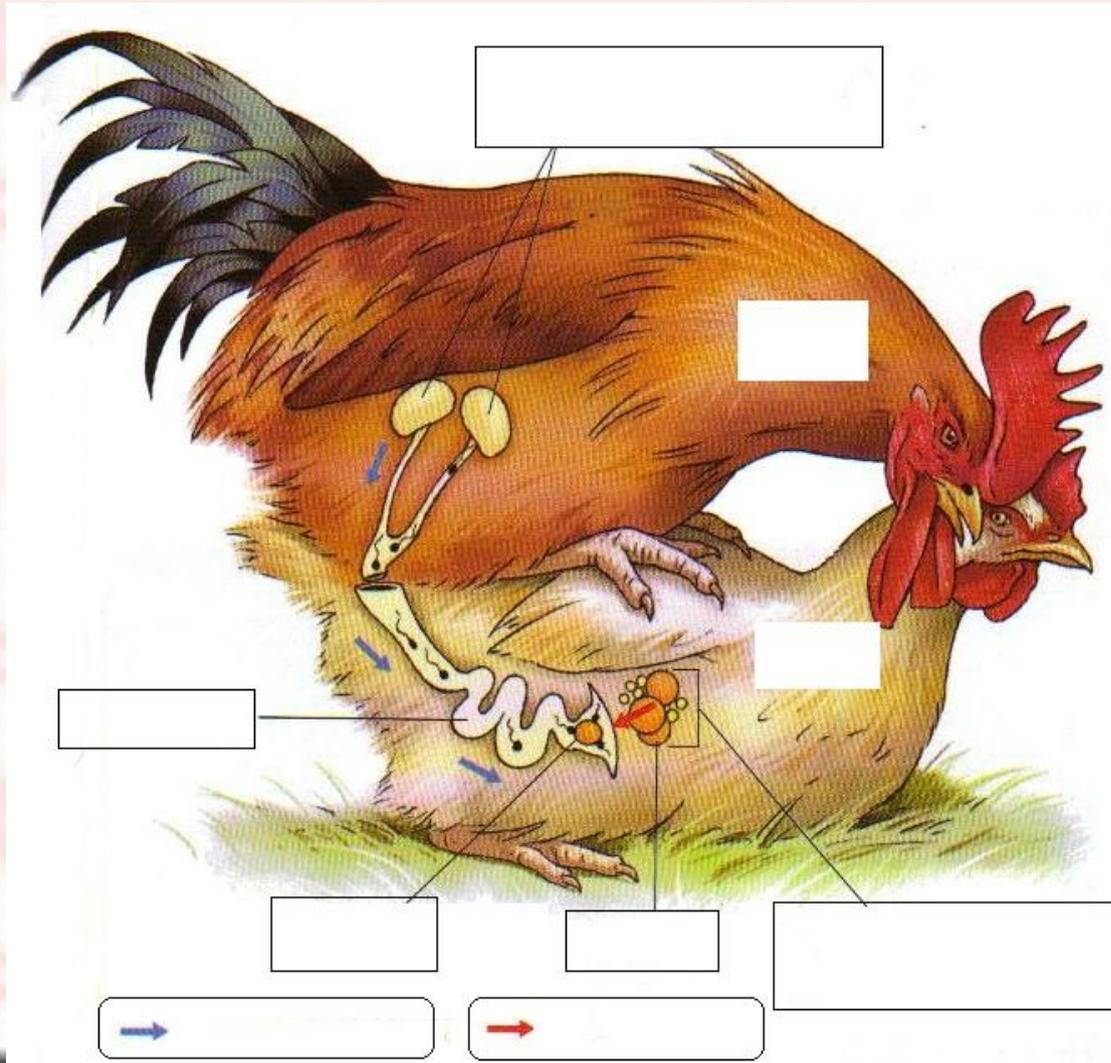


2.4 – Les reptiles et la reproduction ovipare



Yellow-faced Whip Snake by Pavid Curman

2.4 – Les oiseaux et la reproduction ovipare

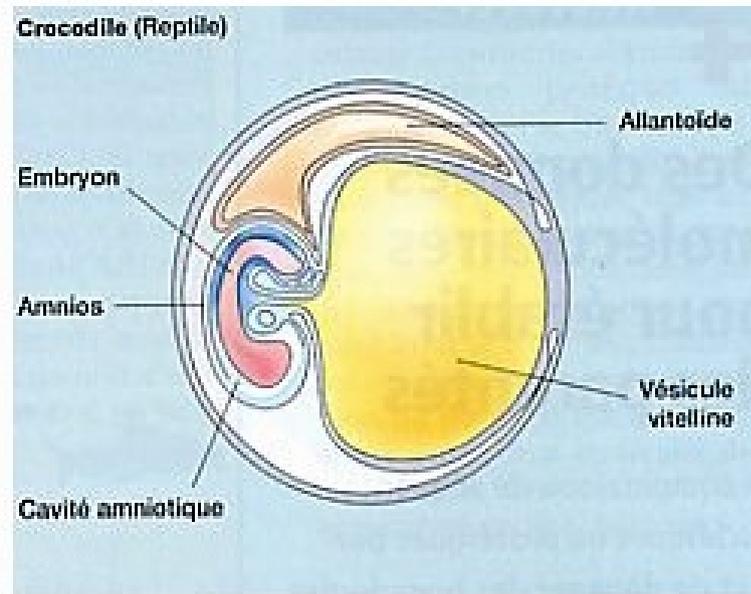
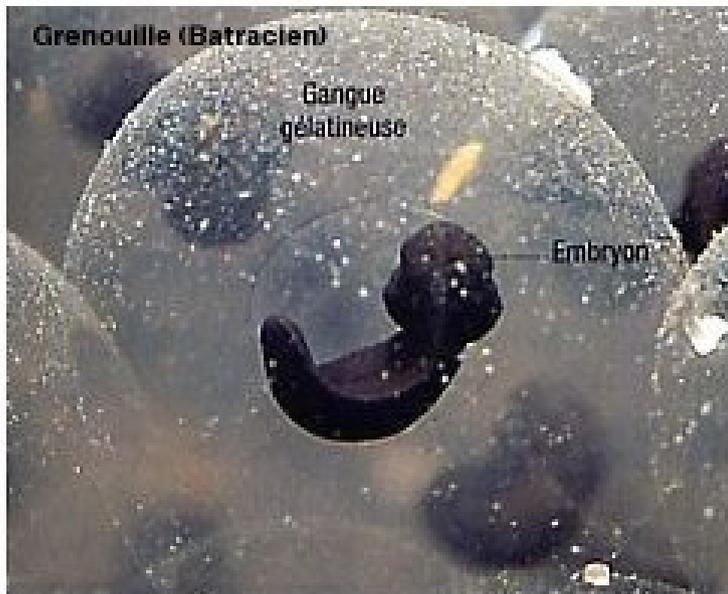


2.4 – Les mammifères et la reproduction vivipare



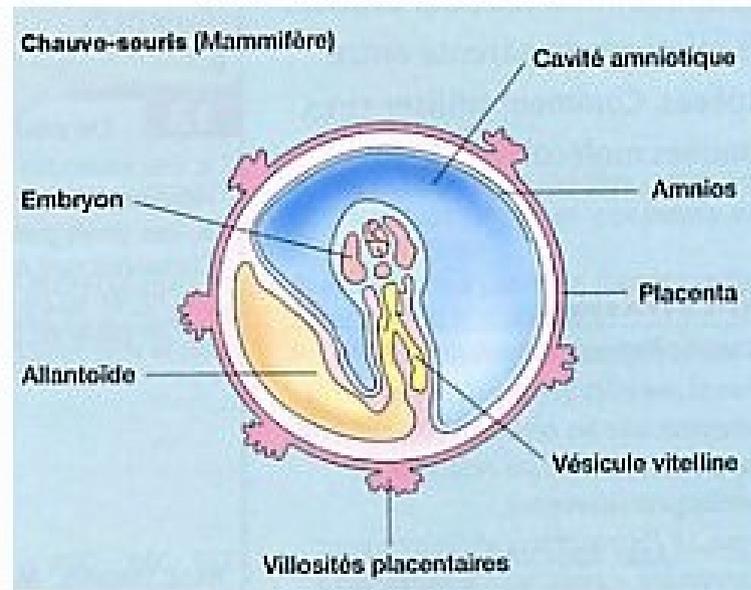
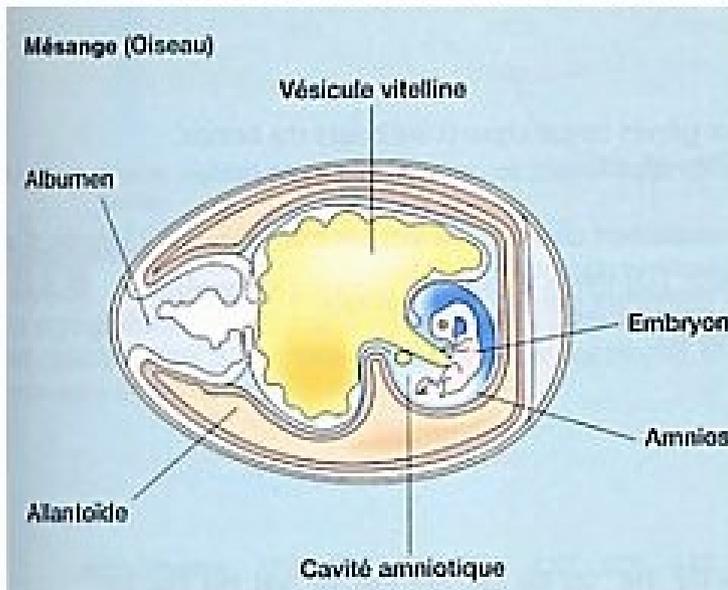
2.4 – Les humains et la reproduction vivipare



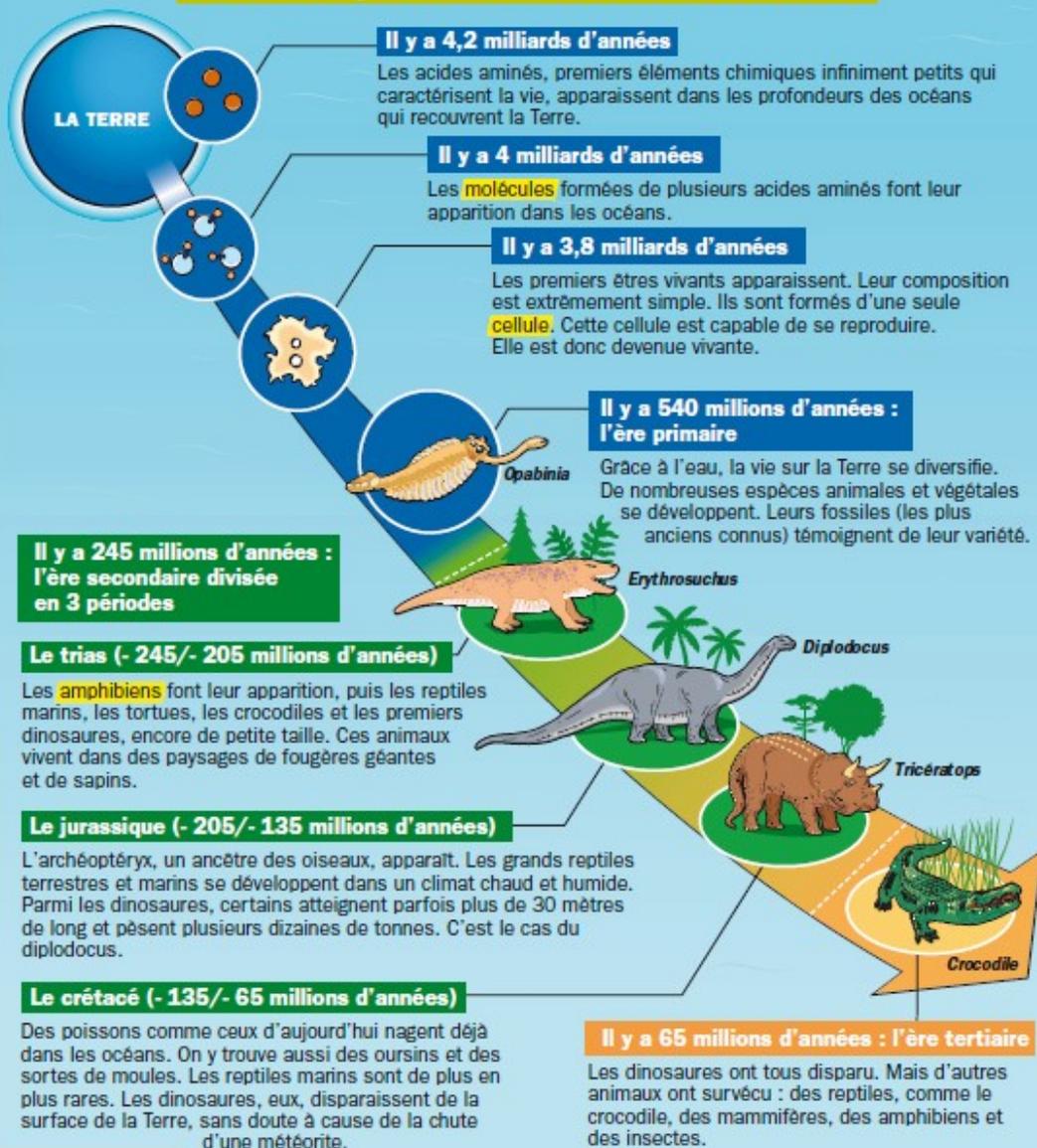


LES ANNEXES EMBRYONNAIRES CHEZ DES VERTEBRES

SVT - TS - 2002 - HATIER



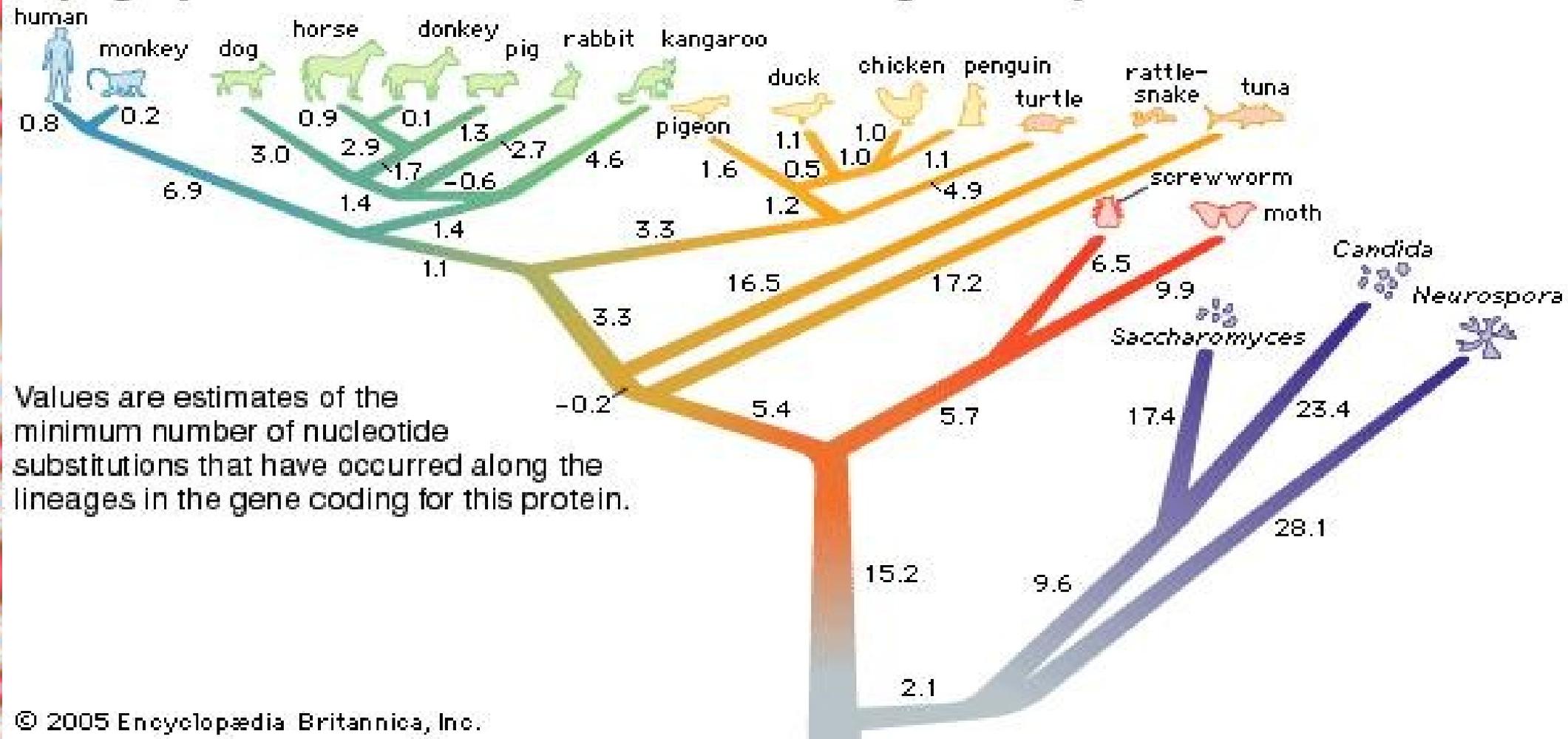
De l'apparition de la vie à la disparition des dinosaures



À RETENIR

2.4 - Taux d'évolution moyen : 0,3% par million d'années

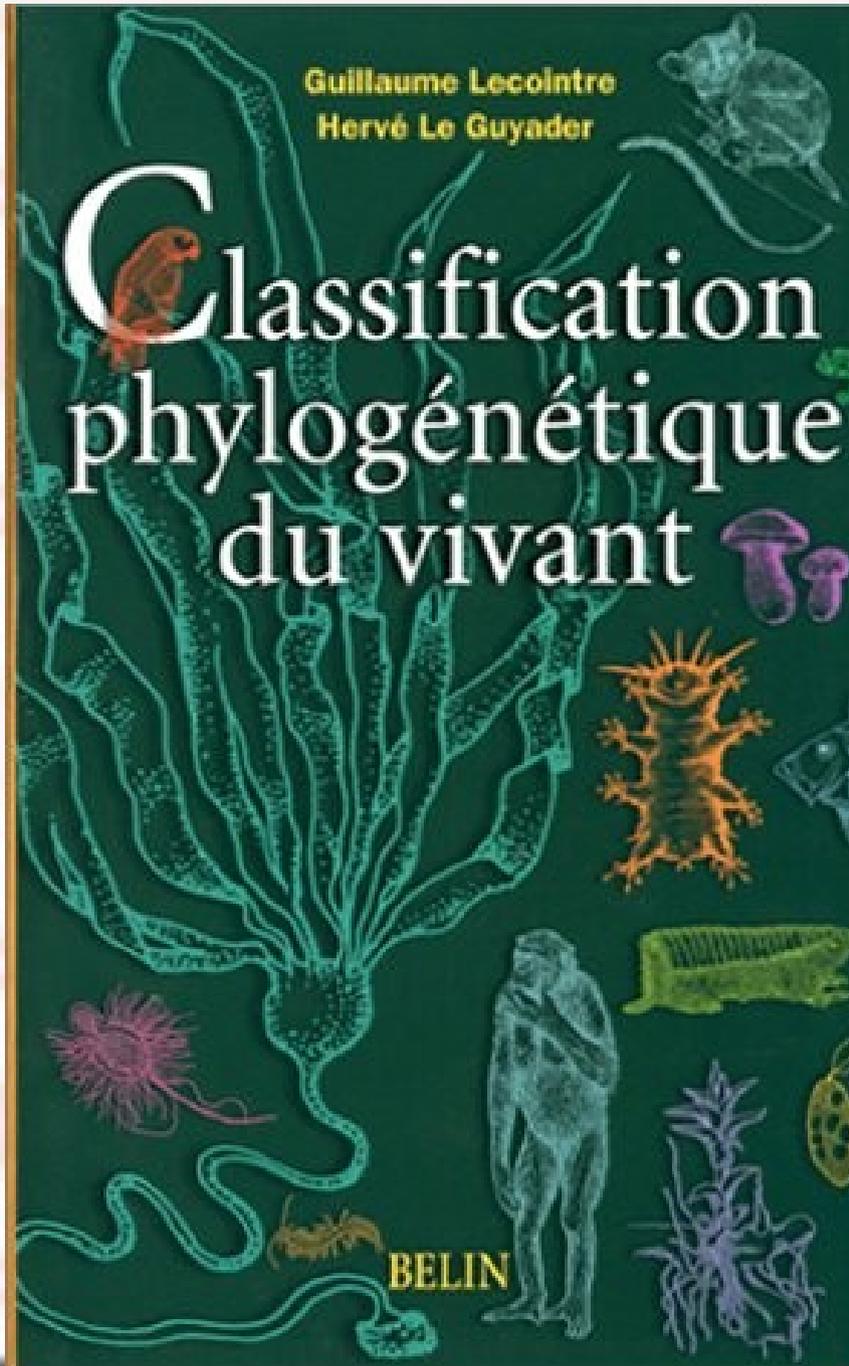
Phylogeny based on nucleotide differences in the gene for cytochrome c



Guillaume Lecointre
Hervé Le Guyader

C

lassification phylogénétique du vivant

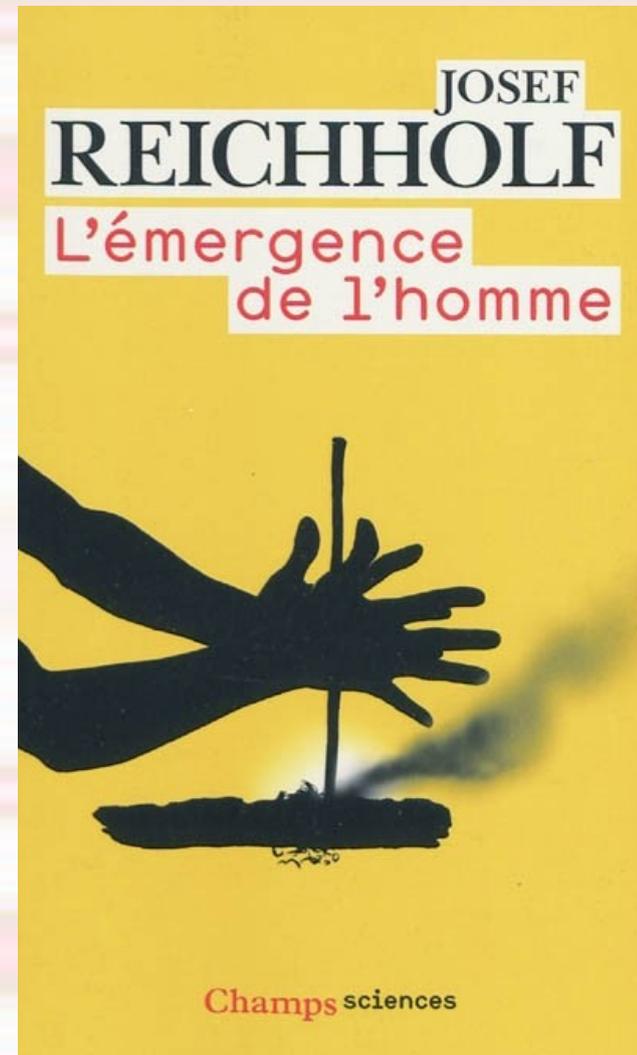


BELIN

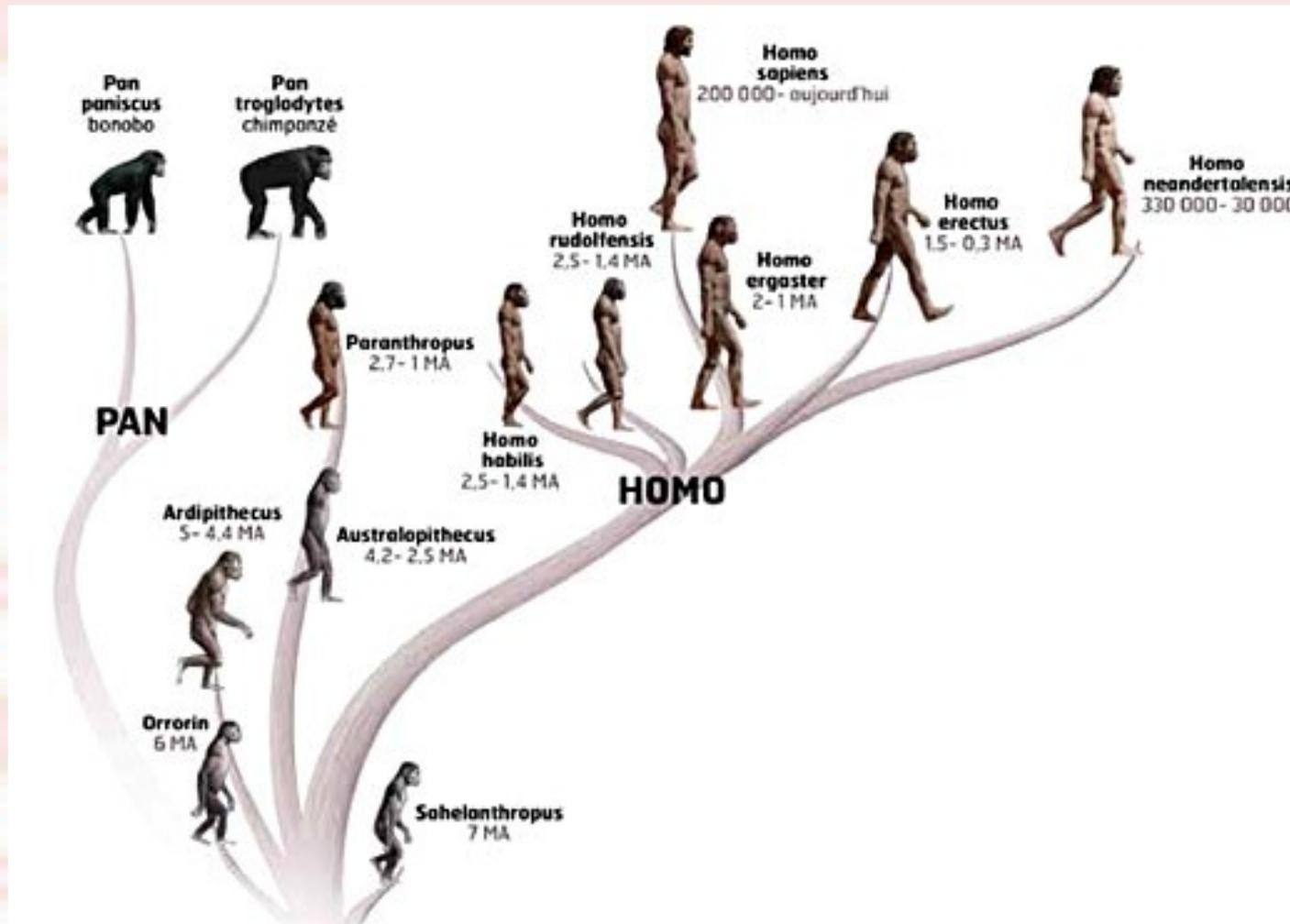
2.5 - Rappel historique

- 3,8 milliards d'années : apparition des premières cellules alors que la température de surface est comprise entre 40 et 80 °C***
- 3,5 milliards d'années : apparition des premiers stromatolithes***
- 3,2 milliards d'années : apparition des premiers acritarches***
- 3 milliards d'années : apparition de la photosynthèse***
- 2,4 milliards d'années : Grande Oxydation et début de la Glaciation huronienne***
- 2,2 milliards d'années : apparition des Grypania***
- 2,1 milliards d'années : apparition des algues rouges***
- 1 milliards d'années : début de la Terre boule de neige***

2.6 - Pourquoi l'humain progresse et le singe régresse?



2.6 - L'humain ne descend pas du singe



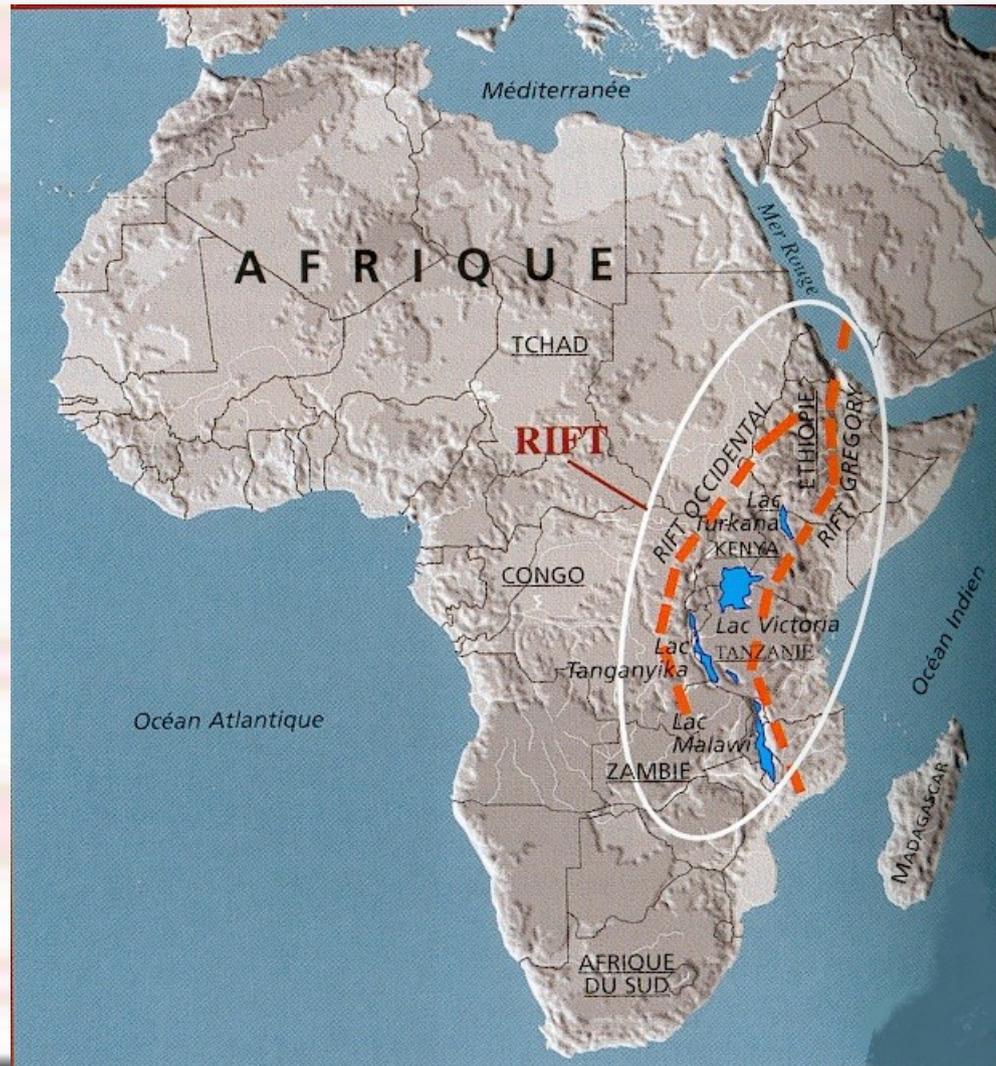
2.6 - Homo erectus



■ Zone où l'on a trouvé des Australopithèques

● Endroits où l'on a trouvé des Homo erectus

**2.6 - C'est dans l'Afar , Ethiopie, Afrique de l' Est que fut découvert le célèbre fossile Lucy..
Australopithecus afarensis.**



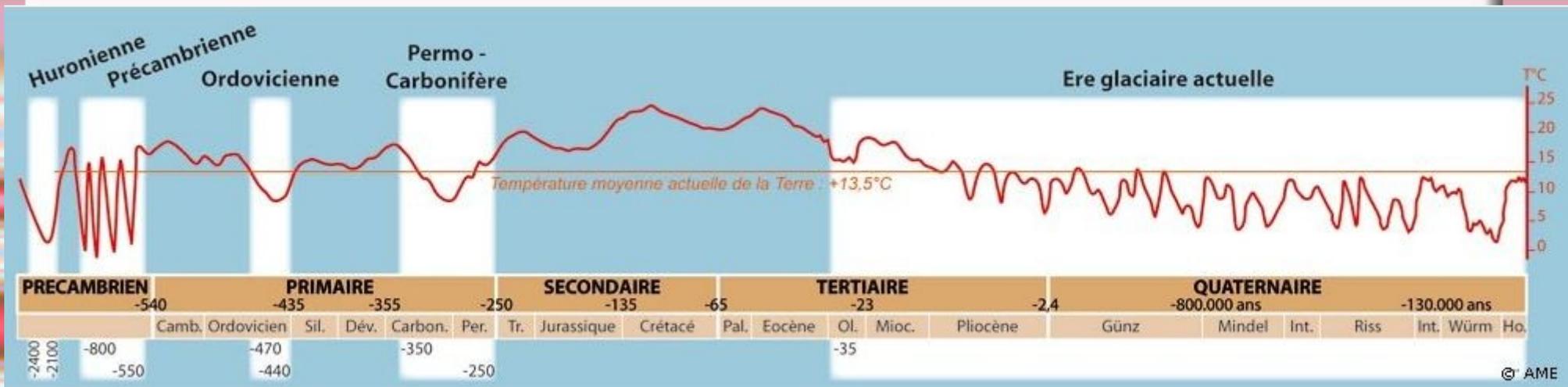
2.6 - *L'australopithèque*

- Les australopithèques sont des singes debout (4Ma) :
- Poids : de 25 à 65 kg
- Taille : de 1 à 1,50 m (donc plus petits que les chimpanzés et les gorilles actuels)
- Cerveau : 500g
- Déplacement debout en s'appuyant parfois sur ses mains. Il peut se servir de ses bras et les pieds sont fait pour marcher et non pour grimper ni pour bondir. (Lucy – 3,2 Ma).
- Un corps de grande surface perd beaucoup de chaleur. C'est un avantage par rapport au chimpanzé qui fait de longues siestes quand il fait chaud et par rapport aux animaux à fourrures qui halètent. Il peut courir. Il vit en dehors des forêts
- Il n'est pas herbivore comme le gorille et l'orang-outang. Il mange des tubercules riches en protéines et en amidon. Il consomme des graisses et des protides : c'est bon pour le cerveau

2.6 - Neandertal



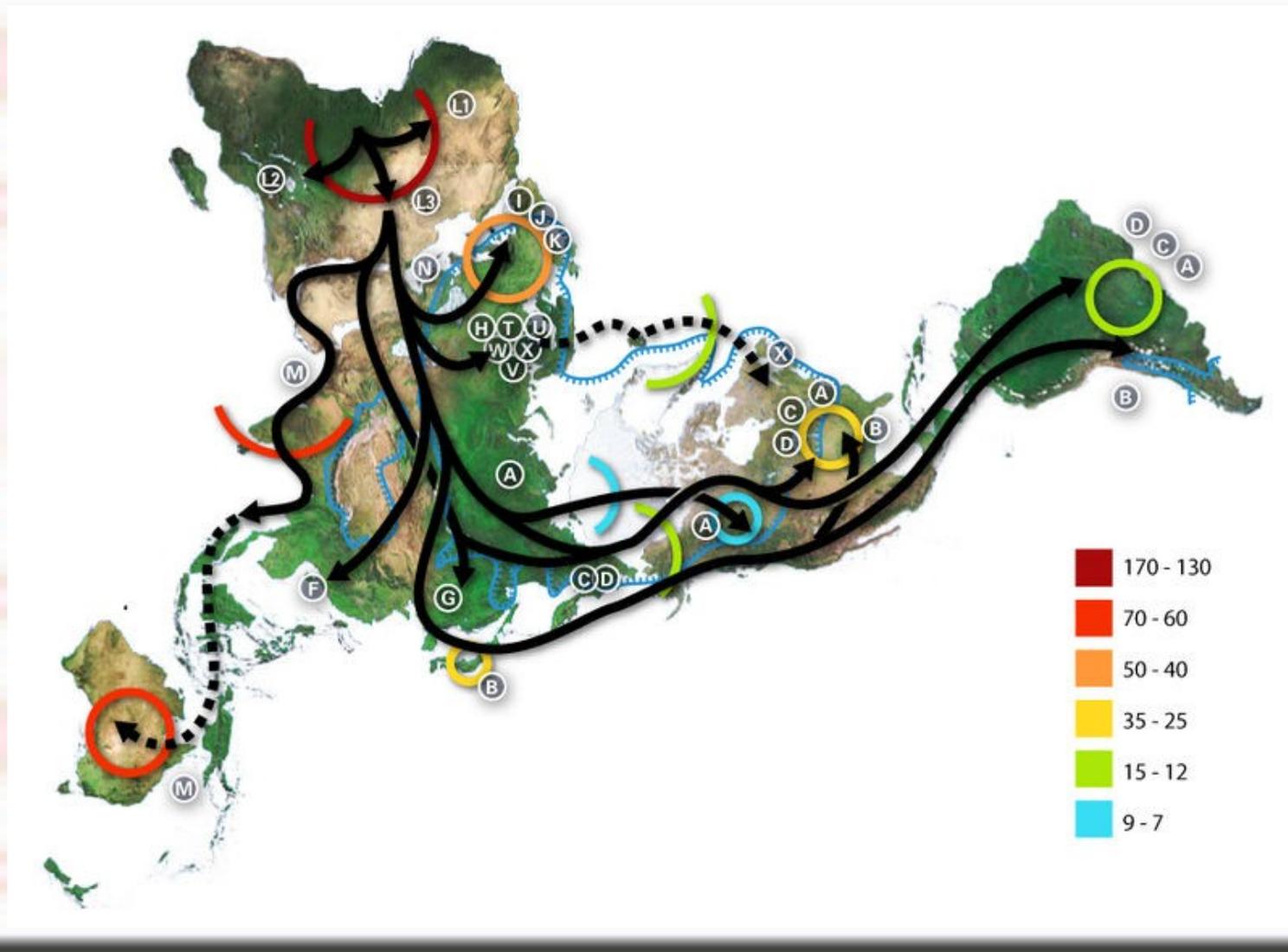
2.6 - 2 400 000 BP



2.6 - La Grande Mort

- l'ère glaciaire se termine brutalement il y a **10 000 ans** en quelques siècles: le Gulf Stream se renforce, les précipitations augmentent, le climat se réchauffe et devient plus humide, de grands fleuves créent de grandes vallées
- Les feuillus se développent en Eurasie, la toundra recule, les conifères se développent en Amérique et dans les zones froides aux dépens de la taïga
- 99% des gros animaux – mammoths et rhinocéros laineux - des zones froides reculent à cause de l'humidité et de la disparition de la toundra et de la taïga. Cela réduit d'autant la viande disponible pour les Néandertaliens

2.6 - *Homo sapiens sapiens*



2.6 - La station debout

- La station debout est exclusivement humaine de même que la marche en position verticale.
- Les yeux, le nez et les oreilles sont orientés dans le même sens.
- les animaux ont quatre pattes et l'humain, deux bras et deux jambes.
- les mains servent essentiellement à manipuler et à attraper.
- les doigts de la main servent à prendre délicatement.
- les doigts des pieds contribuent à leur élasticité.
- Chez les singes les pieds ressemblent plus aux mains car il est resté dans les arbres.
- Les ancêtres de l'australopithèque ne mènent pas une existence purement arboricole : ils étaient plutôt adaptés à la locomotion au sol.
- la marche en position verticale est un facteur déterminant de l'évolution du cerveau.
- le cerveau se développe grâce à une alimentation particulière : par exemple la moelle des os qui contient beaucoup de phosphore.
- La locomotion sur deux pieds demande une évolution dix fois plus longue que celle du cerveau.
- **Il y a 10 Ma, il y avait des primates supérieurs qui vivaient au sol. Ce sont les ancêtres des australopithécidés et des singes anthropoïdes.**

2.6 - La station debout

- **L'australopithèque** a une denture pour une **alimentation mixte** et non une denture de carnassier comme celle du babouin par exemple
- Le **cerveau** se développe – de 500 à 1000g - par une **chasse** active de proies attrayantes.
- Un animal est mort. Les vautours affluent en moins de vingt minutes et tournoient. Les hommes qui **scrutent le ciel** en permanence les voient et se mettent immédiatement en marche. Il faut y parvenir **avant les lions et/ou les hyènes**. Les vautours attendent car la peau de l'animal est trop dure pour eux une journée le temps que la décomposition ramollisse un peu le corps. Mais là c'est trop tard pour les humains.
- **Les lions** ne voient pas très loin, ne chassent **pas à la course** et ne poursuivent une proie que sur **quelques centaines de mètres**. Le vol des vautours ne leur est d'aucun secours.
- **L'homme** leur est supérieur sur **la longue distance**. La station verticale lui permet de superviser tout en avançant et de porter un corps de **50 kg** sans dépenser excessivement d'énergie. **Il aperçoit** les termitières, les endroits où les gazelles mettent bas, les nids des oiseaux avec leurs œufs, les distances où une poule couve ou un oiseau s'envole de son nid, les aliments cuits par un incendie de savane
- Les vautours ont dépensé peu d'énergie à trouver le cadavre : ils utilisent les courants ascendants pour se déplacer.
- L'humain a fait **1,5 km**. Il a dépensé beaucoup d'énergie et perdu beaucoup d'eau. Il ne doit pas recommencer trop souvent : avec sa main et **un coin de pierre** (basalte, silex ou obsidienne) il découpe des morceaux de viande et brise les os pour atteindre la moelle
- L'obsidienne se trouve **près des fleuves** : il s'installe dans les vallées fluviales et dans des zones montagneuses ou volcaniques
- Il ne lutte pas contre les lions et les hyènes : il se sert avant leurs arrivées

2.6 - La station debout

- Pour une horde de **16 lions** (8 adultes, 6 lionnes et deux vieux mâles), il aurait fallu 24 humains adultes probablement de sexe masculin donc un groupe de **50 humains** sans compter les enfants. La part reçue par chacun aurait été ridicule
- Pour s'emparer de la proie aux dépens de lions il faut le feu qui vient plus tard.
- Pour prendre la viande, il a ses **mains libres**. C'est plus facile qu'entre **les dents**.
- les lions et les hyènes ne poursuivent pas les hommes : ils les éloignent sinon ils risquent de perdre leur part
- Mieux ils **découpent** leur proie, **meilleurs** étaient les morceaux qu'ils emportaient.
- Ils en font ensuite des **lanières** qui sèchent vite sous les tropiques
- Au début, l'utilisation des pierres est passagère (y compris pour casser un œuf d'autruche comme le percnoptère, un vautour) puis cela devient des **ustensiles permanents**. Il imite également le gypaète barbu pour casser les gros os en les jetant durement sur le sol.

2.6 - Un corps nu

- L'humain a une bonne **vision lointaine**
- il court vers le lieu où se trouve le cadavre mais il ne court pas plus vite que les animaux : c'est un **coureur de fond** mais pas un sprinter
- Il faut que la course en vaille la peine en apport d'énergie
- Il produit de la chaleur : il faut l'évacuer pour que la température du corps reste à **37°**
- La **peau rougit** c'est-à-dire que le sang afflue pour refroidir le corps d'une zone plus chaude vers une zone plus fraîche
- Au milieu de la journée, il fait 30°. La différence est minime. L'homme a des glandes sudoripares qui font évaporer de l'eau et de la sorte rafraîchisse le corps. Il peut éliminer **10 litres d'eau par jour**. Il doit boire beaucoup : c'est l'animal qui boit le plus. Il faut de l'eau à proximité. C'est le cas dans les lieux où il vit.
- La sudation entraîne la perte de **sels minéraux** : il en faut d'en l'environnement
- La nuit, il fait froid
- Les UV : le corps produit la mélanine
- les **cheveux** protègent du soleil et il forme un coussin rafraîchissant et imperméable grâce à la graisse avec des glandes sébacées d'autant plus qu'il n'y a pas de protection musculaire et c'est préférable à une couche de graisse

2.6 - Le feu

- La **glaciation** entraîne la sécheresse : les arbres se maintiennent le long des cours d'eau et **la savane** prend la place.
- Cela favorise les **herbivores** qui doivent pratiquer la **transhumance**.
- Les grands carnivores ne les suivent pas : ils ont plus d'impact sur les sédentaires
- La mortalité est équivalent à la natalité car les groupes ne grandissent pas : il y a beaucoup de **charognes**
- Les **humains** les suivent **difficilement** à cause de leurs enfants qu'ils ne peuvent porter en permanence
- Les animaux itinérants sont dix fois plus nombreux que les animaux sédentaires
- « Comme tous les organismes, l'homme réagit à toute augmentation de sa capacité environnementale en se multipliant »
- Puis cette capacité diminue et les humains également
- Manger des charognes ou de la viande crue est rare : les humains les mangent cuites
- la viande grillée se conserve, elle est bonne à manger et a bon goût
- les humains jouent avec **le feu**
- les animaux en ont peur : il devient une arme pour les humains

2.6 - Le troisième exode

- Il y a trois groupes linguistiques :

le 1° groupe africain, originel : les Caucasiens dont Cro-Magnon

le 2° groupe du N, Centre et W de l'Asie : encore aujourd'hui on y trouve une forte concentration humaine. Elle atteint Béring il y a 12 000 puis il y a 11 000 toute l'Amérique. Ils suivaient les mammouths et le rhinocéros laineux. On doute que HSN soit arrivé en Amérique. Les coquillages servent d'intermédiaires entre les produits de la chasse et les protéines végétales. Suivre le bord de mer assure une alimentation plus équilibrée. Les humains détruisent de gros animaux aux Amériques et en Australie car ils ne les connaissent pas comme prédateurs contrairement à l'Asie et l'Afrique. Comme plus tard, les moas, les autruches géantes, les pingouins géants, les éléphants de mer, les tortues géantes. Puis aujourd'hui, les gorilles, les chimpanzés et les orangs-outans ou les grosses baleines. Sans oublier les dégradations réalisées par les animaux domestiques comme le méthane produit par les bovidés. Mais ni les gnous ou les zèbres d'Afrique car il y a eu coévolution. Pourquoi l'Afrique a été longtemps peu peuplée ? (**GS** : elle est bien adaptée aux modes de production humaine et industrielle mais non au mode de production domestique.)

et le 3° groupe du SE de l'Asie qui va vers l'Australie et la Nouvelle Guinée

2.6 - Conclusion

- On ne peut séparer les vivants du non vivant : il s'agit d'une seule et unique histoire de l'Univers. Mais nous n'avons une connaissance privilégiée que de la Terre
- On ne peut séparer une espèce de tous les vivants : chaque espèce n'est qu'une forme de l'évolution du vivant terrestre qui est apparu il y a 2 à 3 milliards d'années au sein du non vivant. Mais nous n'avons qu'une connaissance privilégiée des humains.
- Il ne faut donc pas réduire les vivants au non vivant.
- Il ne faut pas réduire, non plus, les humains à tous les vivants.
- La molécule de l'ADN de l'humain et celle du chimpanzé comporte environ 3 Giga paires de base et ne se différencie que de 1%
- Par contre le cerveau de l'humain est beaucoup plus développé que celui du singe : jusqu'à 23 giga neurones pour le premier et autour de 6 giga neurones pour le second. C'est du à sa sortie de la forêt, au développement de ses deux mains et à sa sociabilité.
- C'est pour cette raison que c'est un humain qui fait cette conférence et qu'aucun autre vivant ne peut le faire.
- Mais l'un et l'autre ne sont qu'une forme de l'évolution des vivants et de l'Univers. L'humain seul est une vision de l'esprit. Seuls les vivants existent où humains et singes se rejoignent avec tous les animaux et tous les végétaux.

Conclusion Générale

- Il y a 13,7 milliards d'années, l'univers apparaît à l'occasion du Big Bang : le non vivant se met en place et il continue à évoluer. Il y a des trilliards de trilliards de trilliards d'étoiles
- Les vivants monocellulaires apparaissent sur la Terre il y a 3 à 3,5 milliards d'années. Ce processus continue
- Des vivants avec molécules ADN – végétaux, animaux et mycètes - évoluent à partir 600 millions d'années. Ce processus continue
- Des milliers d'Humains quittent l'Afrique il y a 70 000 ans. Ils sont 7,4 milliards aujourd'hui. Dans 70 000 ans ils seront aussi différents de nous que nous sommes différents de 1° africains
- Les non vivants et les vivants ont pour origine le Big Bang