

2/8 – Réconciliations
Vers les 100 milliards d'humains

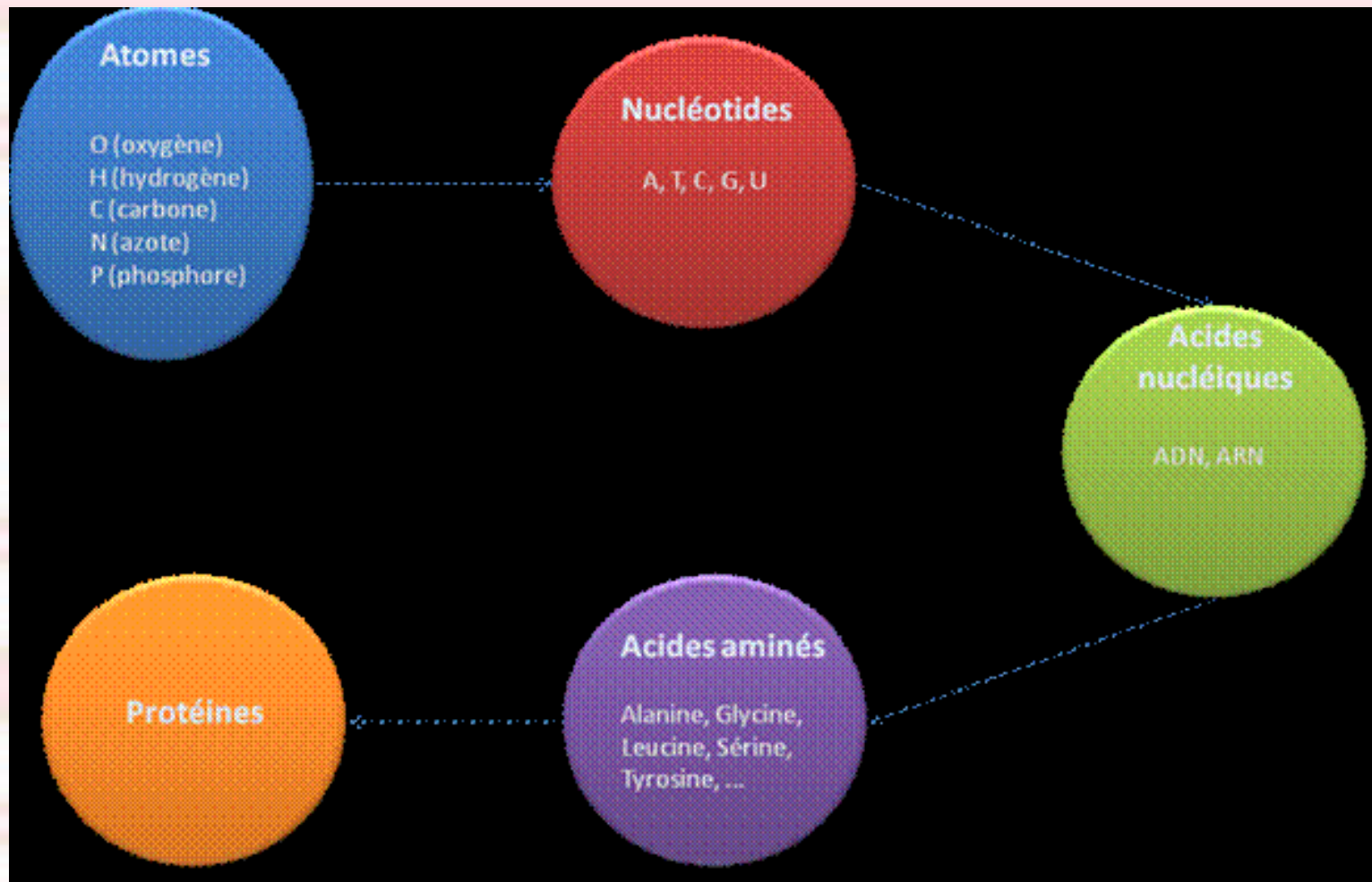
- 1- Du procaryote à l'eucaryote**
- 2 - Du vivant monocellulaire au vivant multicellulaire**
- 3 - De la scissiparité à la reproduction sexuelle.**
- 4 - De l'autotrophie et l'hétérotrophie.**
- 5 - 4 milliards d'années.**

**UTEL – 2° conférence -
1° trimestre 2017**

- 1) Du procaryote à l'eucaryote - De la cellule sans ADN à la cellule avec ADN**
- 2) Du vivant monocellulaire au vivant multicellulaire**
- 3) De la scissiparité à la reproduction sexuelle**
- 4) De l'autotrophie à l'hétérotrophie : les végétaux et les animaux**
- 5) Rappel historique de l'apparition des vivants**

1 - Du procaryote à l'eucaryote - De la cellule sans ADN à la cellule avec ADN

*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*



4,1 milliards d'années avant aujourd'hui

L'abiogenèse c'est l'ensemble des théories expliquant l'émergence de la vie à partir de matière inorganique inanimée.

Selon la plus récente étude, une forme embryonnaire de vie pourrait être apparue il y a près de 4,1 milliards d'années.

1.1 - Formation de la « soupe primitive ».

Des conditions prébiotiques plausibles entraînent la création de molécules organiques simples, qui sont les briques de base du vivant.

Les réactions de synthèses organiques conduisant à la formation de catalyseurs favorables à ces mêmes synthèses bénéficient d'un avantage sélectif.

Suivant les auteurs, des mécanismes différents expliquent la formation des monomères initiaux, et leur polymérisation ultérieure.

1.2 - Cloisonnement et compartimentation des milieux réactifs.

Des phospholipides forment spontanément des doubles couches qui sont la structure de base des membranes cellulaires.

L'organisation spatiale permet des différences de compositions entre milieux, et la mise en place d'échanges trans-membranaires.

Apparition de cycles réactifs à la base d'un métabolisme élémentaire, capable d'alimenter un processus de production et reproduction du milieu chimique en puisant sur des ressources extérieures.

Avantage sélectif aux collections de cycles capables de produire leur propres catalyseurs.

1.3 - Réplication de molécules à la fois fonctionnelles et codantes.

Les mécanismes qui produisent aléatoirement des molécules d'ARN (acide ribonucléique), en mesure d'agir comme des ARN-enzymes capables, dans certaines conditions très particulières, de se dupliquer.

C'est une première forme de génome, et nous sommes alors en présence de protocellules.

Grâce à une transcription codée des éléments participant au métabolisme d'ensemble, les compartiments élémentaires sont capables de maintenir une composition chimique et un métabolisme stable, de dupliquer les molécules codantes qui régulent ce milieu, autorisant la séparation d'une cellule initiale en deux cellules fonctionnellement équivalentes.

1.4 - Spécialisation de la fonction enzymatique et de la ré- plication.

Les ARN-enzymes sont progressivement remplacées par des protéines-enzymes, grâce à l'apparition des ribozymes, ceux-ci étant capables de réaliser la biosynthèse des protéines.

L'ADN apparaît et remplace l'ARN dans le rôle de support du génome, dans le même temps les ribozymes sont complétés par des protéines, formant les ribosomes.

C'est l'apparition de l'organisation actuelle des organismes vivants.

Cette logique d'apparition correspond au modèle « métabolisme d'abord ».

1.5 - Stuart Kauffman (2002 - Self Organization in Biological Systems)

Que des formes complexes ne puissent pas avoir une origine aléatoire était un principe très généralement accepté.

En 2002, Stuart Kauffman est le premier à l'avoir mis en doute à la suite d'expériences numériques, point de vue qu'il défendit dans l'introduction de son ouvrage Self Organization in Biological Systems.

Il étudiait la dynamique de réseaux d'automates cellulaires engendrés d'une façon aléatoire.

Il a alors observé que des formes stables animées d'un mouvement périodique apparaissaient spontanément, quelles que soient les conditions initiales.

Il voyait ainsi des formes complexes et durables engendrées d'une façon purement aléatoire.

Il a vite compris que son observation renouvelle d'une façon très originale nos façons d'expliquer les phénomènes et qu'il pouvait l'appliquer à la question de l'origine de la vie.

Il a mis quelques années avant de le faire accepter par d'autres scientifiques.

1.5 - Stuart Kauffman

Lorsque de nombreuses molécules différentes sont mises en présence, on peut décrire la dynamique chimique par un réseau.

Chaque espèce de molécules est reliée aux autres espèces avec lesquelles elle réagit.

Un tel réseau peut avoir des boucles autocatalytiques, c'est-à-dire qu'une espèce moléculaire, appelons-la A, favorise, ou catalyse, des réactions chimiques qui vont conduire à la production de molécules du type A.

Une telle boucle est potentiellement explosive, parce qu'il y a un effet boule de neige, mais si les espèces à partir desquelles A est produite sont en quantité limitée, l'autoproduction de A est elle-même limitée.

1.5 - Stuart Kauffman

Les êtres vivants sont toujours des réseaux autocatalytiques.

Toutes leurs molécules (ADN, protéines et autres) réagissent avec les molécules ingérées (les aliments) pour produire des molécules semblables à elles-mêmes. Les plantes sont même capables d'utiliser la lumière du soleil dans ce but.

En étudiant des modèles, Kauffman a établi que sous des conditions assez générales un réseau de réactions chimiques contient nécessairement des réseaux autocatalytiques.

Il suffit que le réseau soit suffisamment touffu, que les espèces moléculaires soient suffisamment nombreuses et réactives les unes vis-à-vis des autres.

Les réseaux autocatalytiques expliquent la reproduction des molécules mais à eux seuls ils ne suffisent pas pour expliquer la reproduction des unicellulaires.

1.6 - Conditions chimiques initiales

L'atmosphère de l'Archéen ne contient apparemment pas ou très peu d'oxygène libre.

Selon Alexandre Oparine et John Haldane, l'atmosphère terrestre primitive, lors de sa formation, était composée de méthane (CH₄), d'ammoniac (NH₃), de vapeur d'eau (H₂O), de gaz carbonique (CO₂) et d'hydrogène sulfuré (H₂S).

Par l'action du rayonnement ultraviolet provoquant la photodissociation de ces molécules, l'atmosphère a évolué progressivement, perdant son méthane pour évoluer vers une atmosphère de gaz carbonique et d'azote.

Lors de l'apparition de la vie, l'atmosphère est moyennement réductrice : (CO₂ ; N₂).

Des modèles plus anciens considéraient une atmosphère fortement réductrice comme probable : (CH₄ ; NH₃).

1.7 - Conditions chimiques initiales

Sa température est supérieure à celle d'aujourd'hui, bien que le Soleil soit de 25 à 30 % moins lumineux que de nos jours, la différence est compensée par la présence de gaz à effet de serre, ou, alternativement, par l'absence de nuages réfléchissants et un albédo de surface plus bas.

La pression est de quelques atmosphères.

La température dans la majorité des modèles est de 40 °C à 85 °C, bien qu'une atmosphère plus tempérée soit possible.

L'eau sous forme liquide est présente, les océans ont probablement fini de se former durant l'Hadaéen.

1.8 - L'expérience Urey-Miller et l'origine des molécules organiques

Le biochimiste Robert Shapiro a résumé les théories de Oparin et Haldane sur la « soupe primordiale » de la manière suivante :

La Terre avait primitivement une atmosphère réductrice.

Cette atmosphère a produit des composés organiques simples (monomères) sous l'action de diverses sources d'énergie.

Ces composés se sont accumulés au fil du temps dans une sorte de soupe chimique, qui a pu se trouver concentrée en divers endroits (côte et lagune, mont hydrothermal, etc.).

Par la suite, des polymères et composés plus complexes se sont développés dans le mélange, conduisant finalement à la Vie.

1.8 - L'expérience Urey-Miller et l'origine des molécules organiques

Les expériences de Miller-Urey furent décisives dans la compréhension de la chimie prébiotique.

En effet à partir

- d'eau (H₂O),*
- de méthane (CH₄),*
- d'ammoniac (NH₃) et*
- d'hydrogène (H₂),*

on a recueilli

- des acides aminés (dont 13 des 22 qui sont utilisés pour fabriquer*
- des protéines dans les cellules des organismes),*
- des sucres,*
- des lipides, et quelques composants*
- des acides nucléiques mais pas d'acides nucléiques entiers (ADN ou ARN).*

Des racémiques des énantiomères gauche lévogyre et droite dextrogyre se sont formés.

Chapitres non développés

- **Asymétrie des molécules biologiques.**
- **Polymérisation : condensation sur surfaces minérales**
(Le prix Nobel de chimie Thomas Cech indiqua que l'ARN pouvait être la première molécule vivante du fait de ses propriétés catalytiques et auto-catalytiques)
- **Pression de sélection sur les molécules complexes**
- **Métabolisme et génome : un monde à ARN**
(L'hypothèse du monde à acide ribonucléique (ARN) est que l'ARN était la principale — et sans doute la seule — forme de vie avant l'émergence de la première cellule à ADN.)
- **Des molécules organiques aux protocellules**
- **Importance de la frontière dans la définition du Soi**
- **Structures cellulaires en émulsion.**
(C'est à partir de cette expérience que l'on imagina la synthèse possible d'un système vivant à partir de molécules organiques, d'eau et d'énergie provenant d'un rayonnement électromagnétique (Soleil, éclairs) : la « soupe prébiotique ».)
- **Vésicules lipidiques.**

1.9 - Protocellules

- ◆ Schéma général d'un chromosome eucaryote.

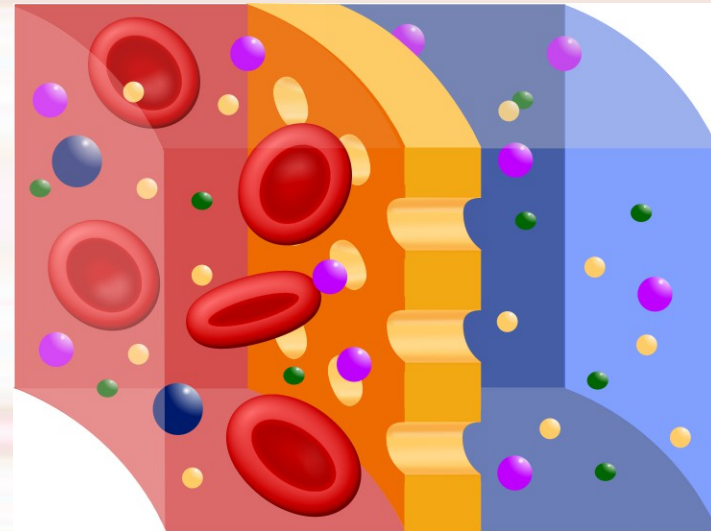
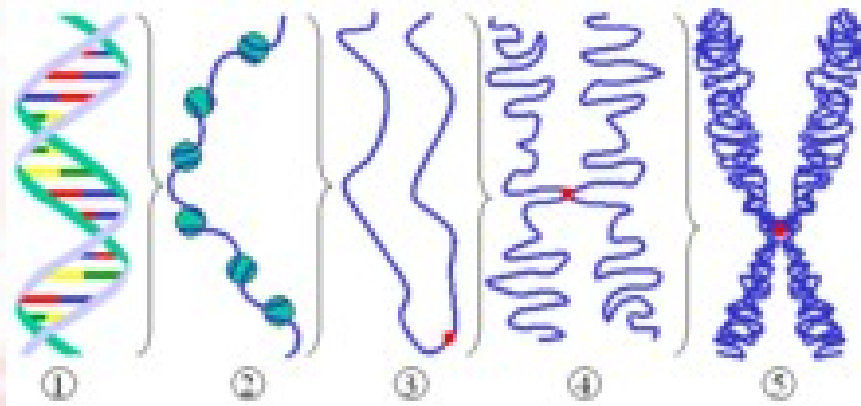


Schéma d'une membrane semi-perméable.

1.10 - Origine de l'ADN et du code génétique

Les premiers réseaux autocatalytiques n'étaient pas aussi élaborés que ceux d'aujourd'hui, fondés sur la machinerie très complexe de l'ADN, des ribosomes, du code génétique et des protéines.

Mais les êtres vivants primitifs étaient capables d'évoluer.

Leurs réseaux autocatalytiques pouvaient être modifiés par l'incorporation de nouvelles molécules, absorbées de façon exceptionnelle.

De telles modifications sont héritables, parce qu'une fois qu'une molécule est incorporée à un réseau autocatalytique, elle devient capable de se reproduire.

Les conditions de l'évolution par la sélection naturelle, telles qu'elles ont été énoncées par Darwin (L'Origine des espèces), sont donc réunies :

- variations aléatoires héritables et**
- compétition au sein d'une population pour l'accès aux ressources.**
- Les cellules primitives les plus performantes sont celles qui se reproduisaient le mieux et elles tendaient à dominer la population.**

On peut alors supposer que les êtres vivants primitifs ont évolué.

Leurs techniques autocatalytiques rudimentaires se sont perfectionnées jusqu'à atteindre un point de quasi-perfection, à savoir les techniques de réplication de l'ADN et de fabrication des protéines qui sont possédées depuis des milliards d'années par tous les êtres vivants.

Chapitres non développés

Ribozymes ou protéines ?

Intérêt de l'ADN

Avantage sélectif de l'ADN : l'hypothèse du virus

Les virus, premiers organismes à ADN

Passage de l'ADN dans les cellules

1.11 - Origine de l'évolution darwinienne plutôt qu'origine de la vie

Des scientifiques préfèrent étudier la question de l'origine de la vie à partir d'un paradigme ou d'un point de vue différent.

Il s'agit de traiter la question de comment et quand l'évolution a commencé au lieu d'essayer de définir la vie et de délimiter une frontière quant à son origine.

Aujourd'hui il semble y avoir un consensus parmi les chercheurs sur l'origine de la vie (chimistes, géochimistes, biochimistes, exo/astrobiologistes, informaticiens, philosophes et historiens des sciences) qu'il est absolument nécessaire de trouver une définition universelle de la vie. Cependant le nombre de définitions, déjà fascinant, ne cesse d'augmenter. De fait, la frontière entre systèmes vivants et systèmes non vivants de même que le moment à partir duquel le non vivant serait devenu vivant sont arbitraires.

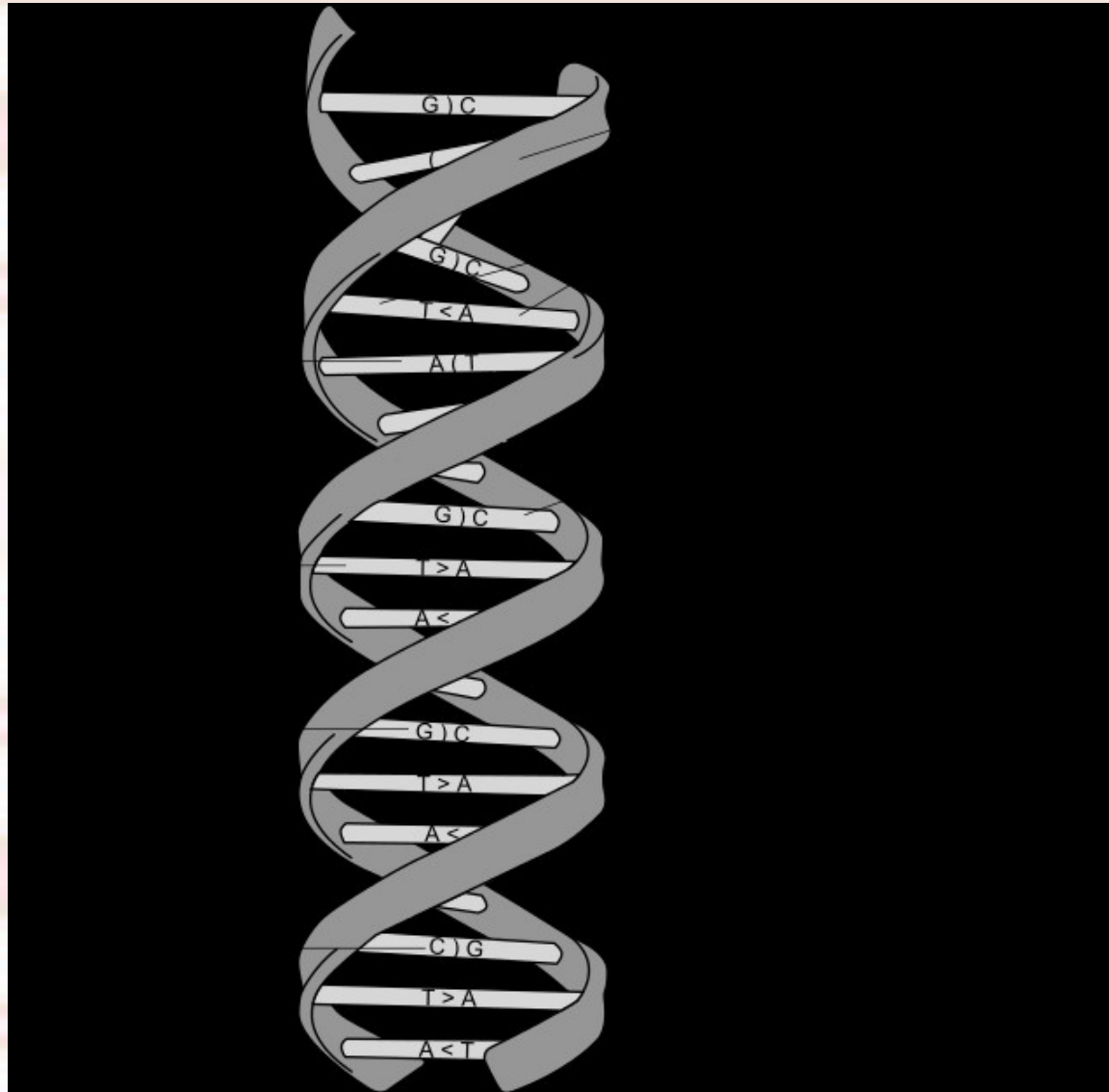
On constate depuis quelques années un changement profond car le problème de la vie n'est plus de rechercher les principes qui la sous-tendent mais est devenu un problème de nature historique.

La question n'est plus : « Qu'est-ce qui caractérise les organismes par rapport aux objets inanimés ? » ; mais plutôt : « Comment ces caractéristiques se sont progressivement installées dans les systèmes que nous appelons des organismes? ».

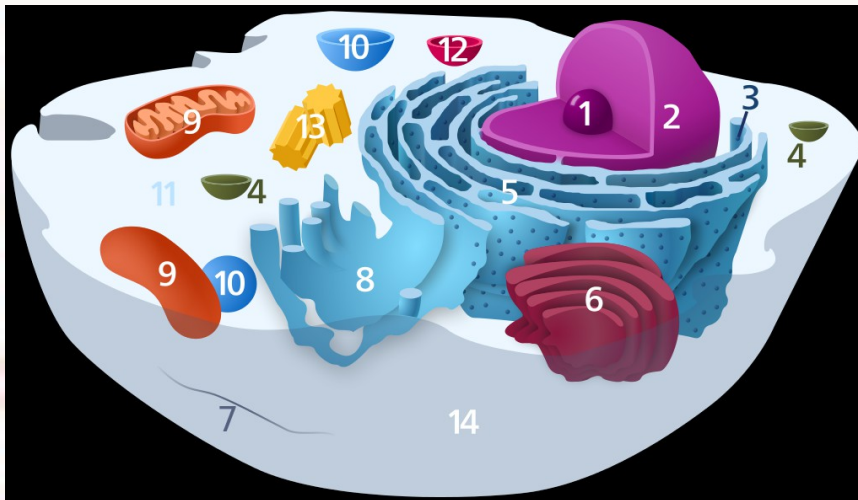
Enfin, la question deviendrait : « Comment l'évolution darwinienne a-t-elle émergé sur la Terre, il y a 4 milliards d'années environ, dans un monde qui ne la contenait pas encore? »

1.13 - CELLULE VEGETALE ET CELLULE ANIMALE

Structure de la molécule d'ADN : les paires de bases

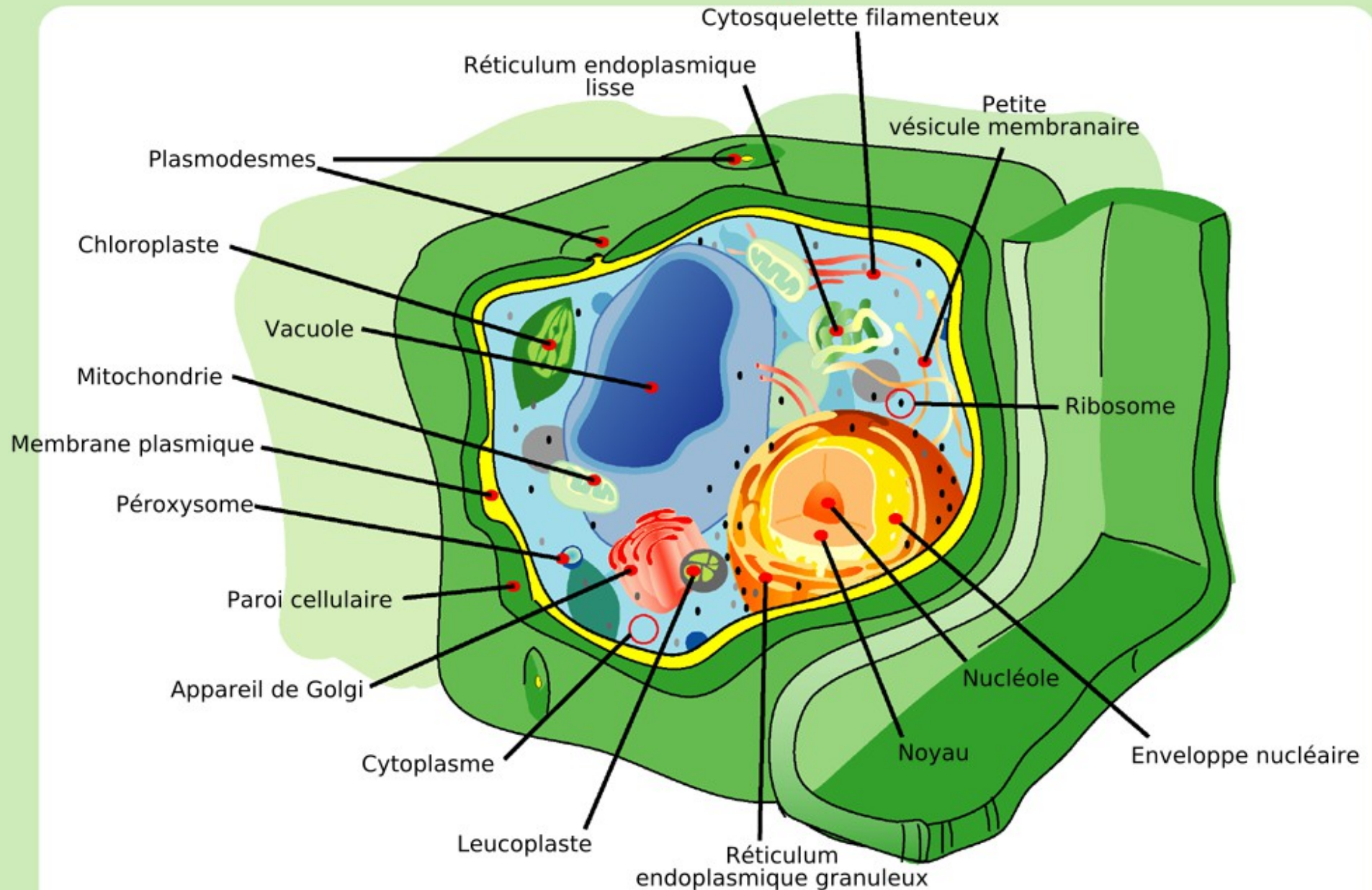


Cellule animale



- ◆ 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



1 - Conclusion

2 – Du monocellulaire au multicellulaire

2.1 - Origine de la multicellularité

Colonies d'algues vertes du genre Volvox, dans lesquelles les cellules montrent quelques signes de spécialisation.

La multicellularité a émergé à partir d'organismes unicellulaires un grand nombre de fois au cours de l'évolution et ne s'observe pas uniquement chez les eucaryotes : certains procaryotes tels que des cyanobactéries, des myxobactéries, actinomycètes, Magnetoglobus multicellularis ou encore des archées du genre Methanosarcina, présentent des organisations multicellulaires.

Cependant, ce sont bien chez les eucaryotes que des organismes multicellulaires sont apparus, et ce parmi six groupes : les animaux, les mycètes, les algues brunes, les algues rouges, les algues vertes et les plantes.

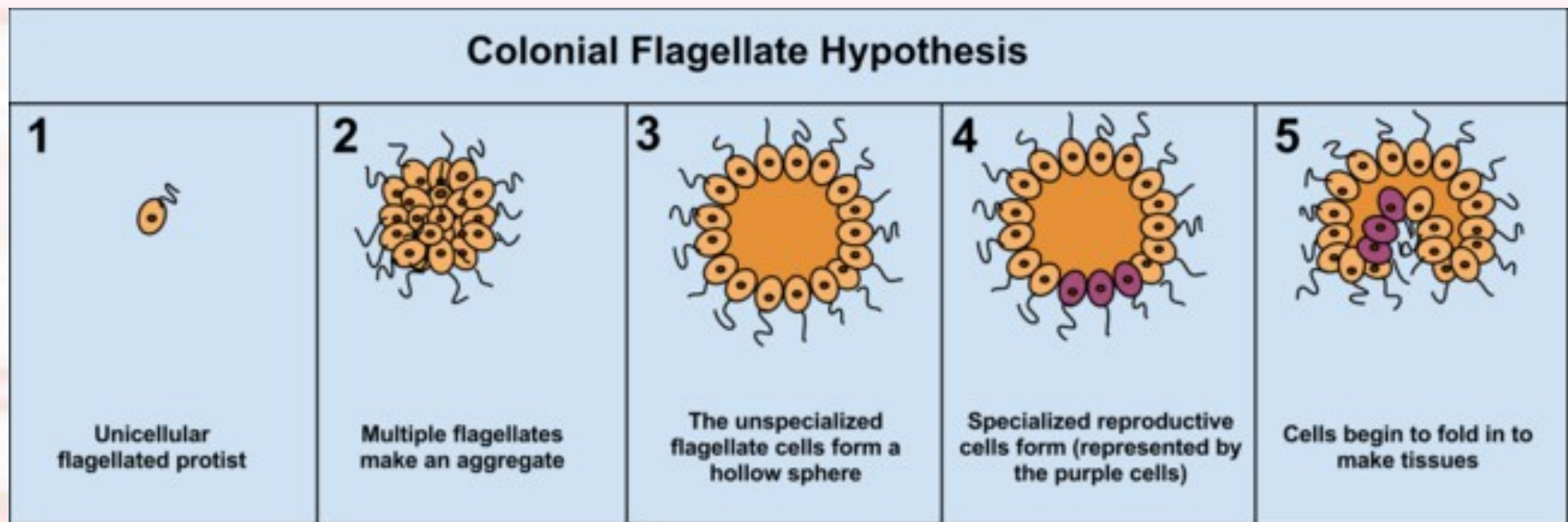
La multicellularité peut être apparue à partir de colonies d'organismes interdépendants, voire à partir d'organismes en symbiose.

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.

Parmi d'autres fossiles d'organismes multicellulaires, on compte également Grypania spiralis^{12,13}, dont la nature biologique exacte demeure cependant débattue, ainsi que les fossiles des schistes paléoprotérozoïques du groupe fossile de Franceville¹⁴, au Gabon.

L'évolution d'organismes multicellulaires à partir d'ancêtres unicellulaires a été reproduite au laboratoire à travers des expériences d'évolution expérimentale utilisant la prédation comme vecteur de pression de sélection.

Du monocellulaire au multicellulaire schéma explicatif



Du monocellulaire au multicellulaire ***De – 3,9 milliards d'années à – 1 milliard d'années***

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.

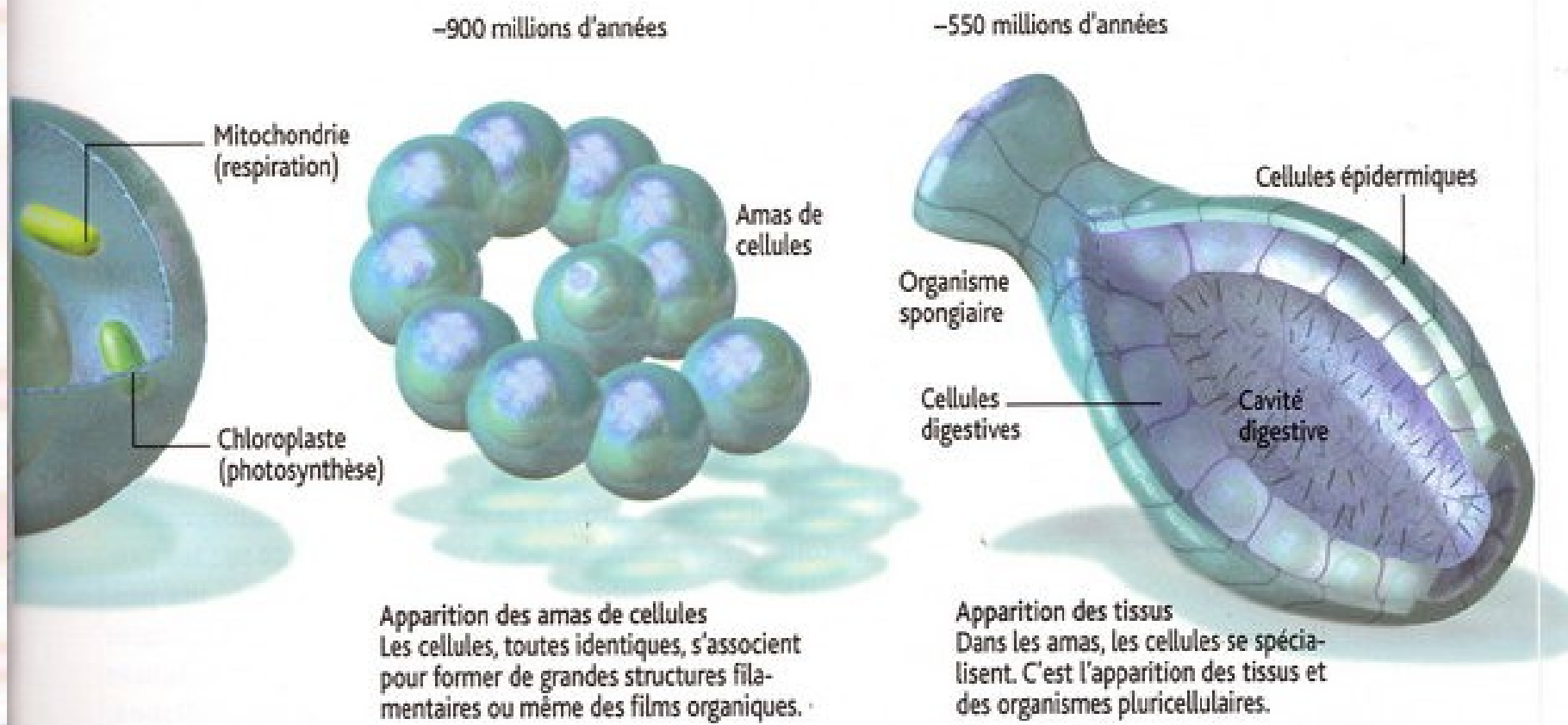
Entre –2,5 et
–1 milliard d'années



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

Du monocellulaire au multicellulaire

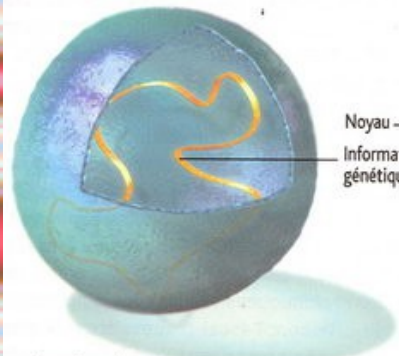
De – 1 milliards d'années à – 550 millions d'années



Du monocellulaire au multicellulaire

De – 3,9 milliards d'années à – 550 millions d'années

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



Noyau
Information génétique

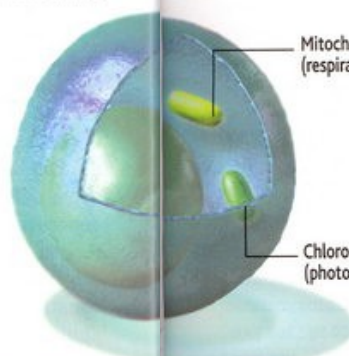
Apparition des procaryotes
Une enveloppe lipidique contient les enzymes et l'information génétique, laquelle n'est pas abritée dans un noyau.

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.

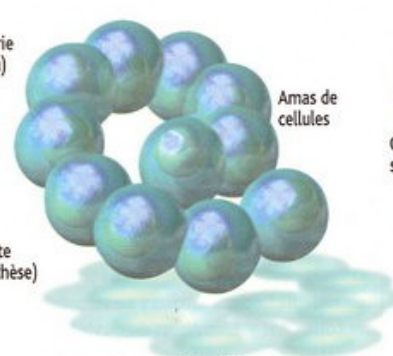
Entre –2,5 et –1 milliard d'années



Mitochondrie (respiration)
Chloroplaste (photosynthèse)

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

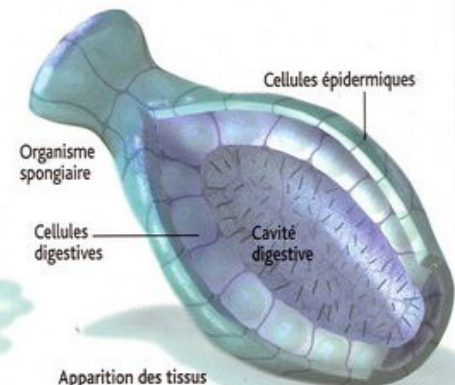
–900 millions d'années



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.

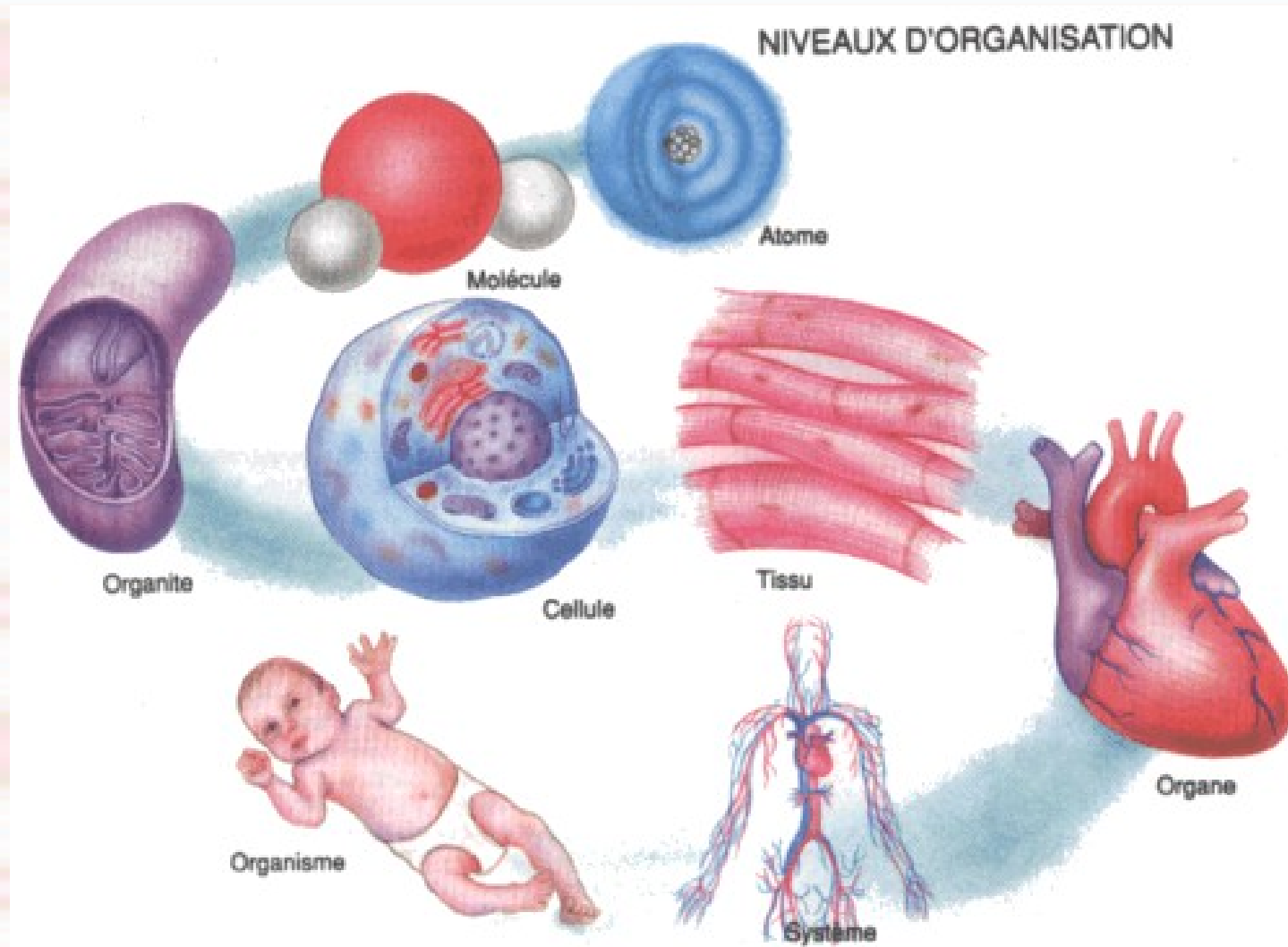
–550 millions d'années



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.

Du monocellulaire au multicellulaire : en conclusion



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

Donc l'humain possède

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

.... mais le cerveau n'est qu'un organe de pilotage d'un vivant animé

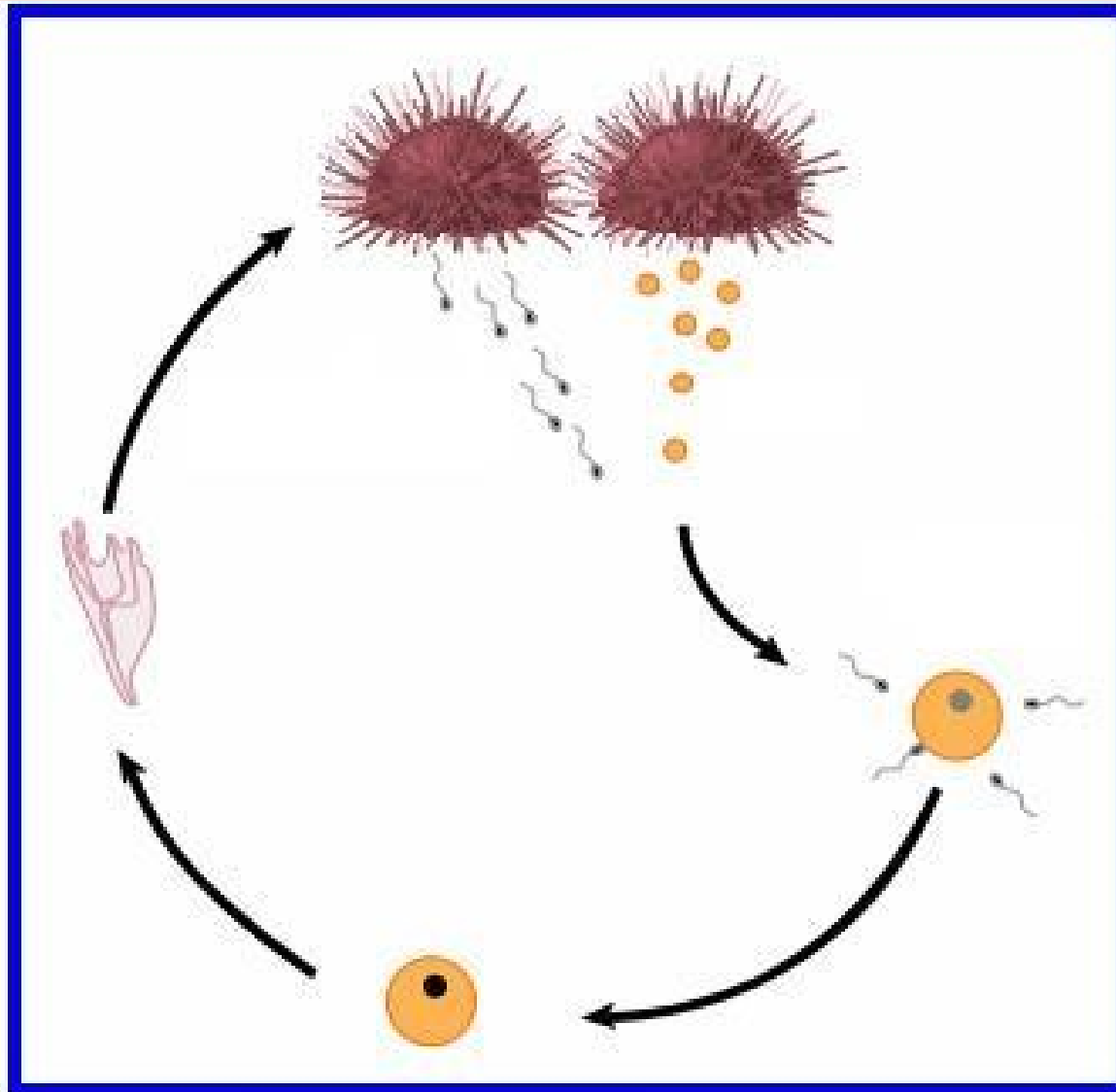
C'est l'ADN qui maintient le vivant en vie qu'il soit végétal ou animal.

Le végétal n'a pas besoin de cerveau.

Et pourtant il vit et se reproduit.

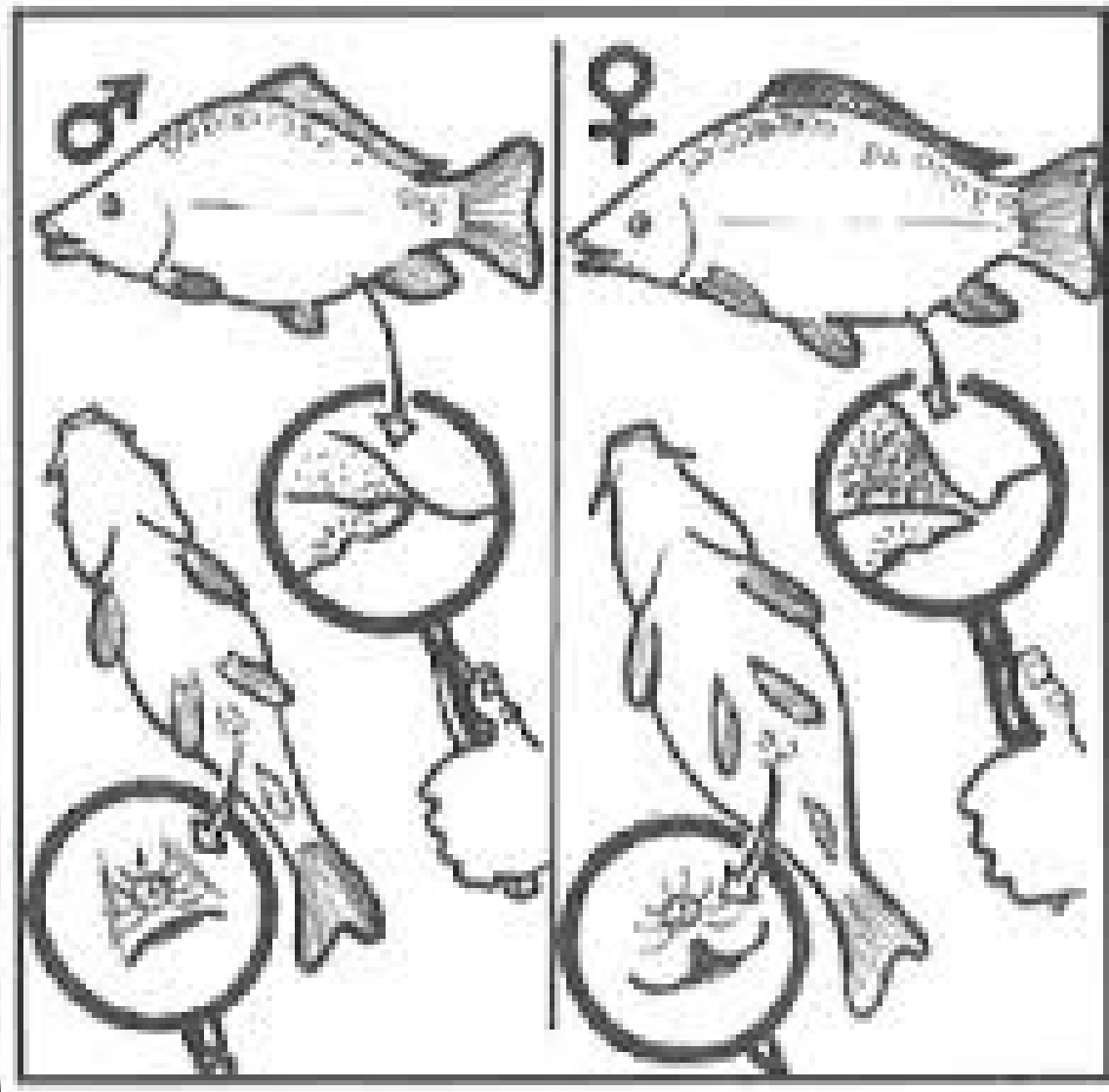
***6 - EVOLUTION DE LA REPRODUCTION DES ANI-
MAUX***

Reproduction Externe



Le poisson

www.fao.org



Reproduction amphibien

- - -

<http://www.ladepeche.fr/article/2012/02/18/1286672-vic-en-bigorre-migration-de-reproduction-protgee.html>



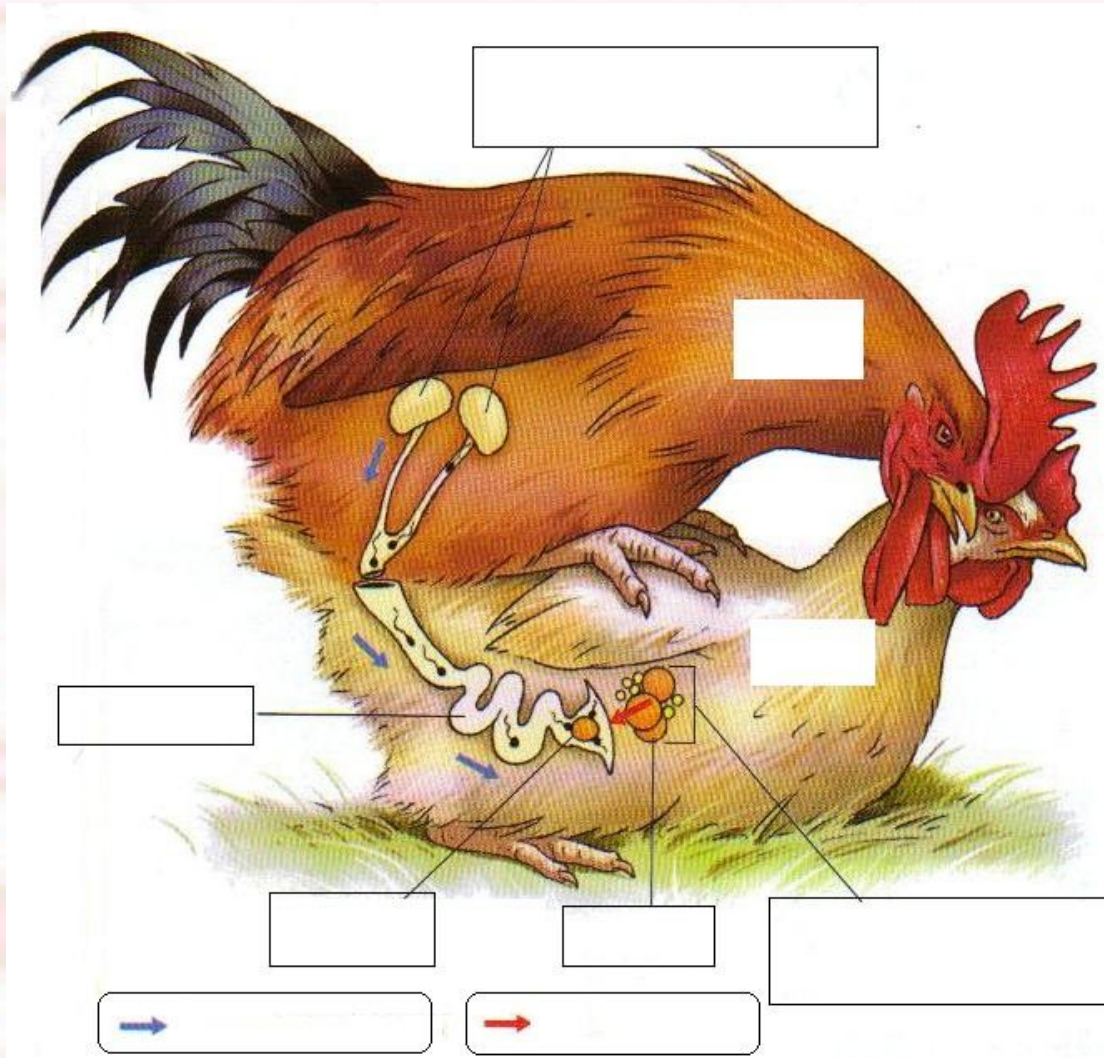
Reproduction ovipare

<http://odysseesciences.wikispaces.com/savoir10>



Yellow-faced Whip Snake by David C. Gibson

Ovipare



Les mammifères

<http://mamiencole37.eqlablog.com/drole-d-animal-a107105788>



L'humain naît prématuré.

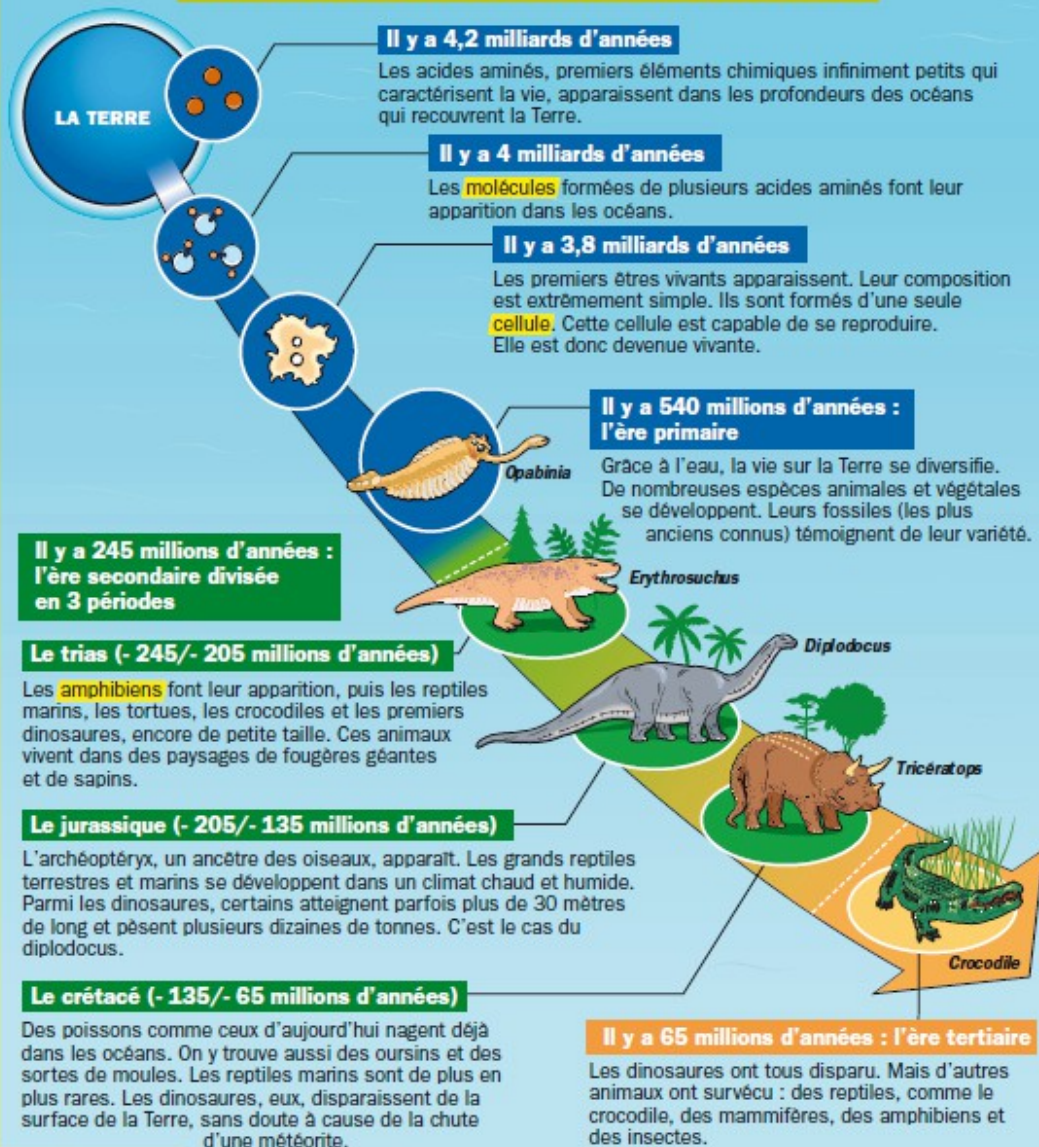
- - -

<http://www.smat.tv/bebe.html>



2 - Conclusion – l'apparition des espèces

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



À RETENIR

Évaluation des dates de divergences entre les vivants grâce au cytochrome C

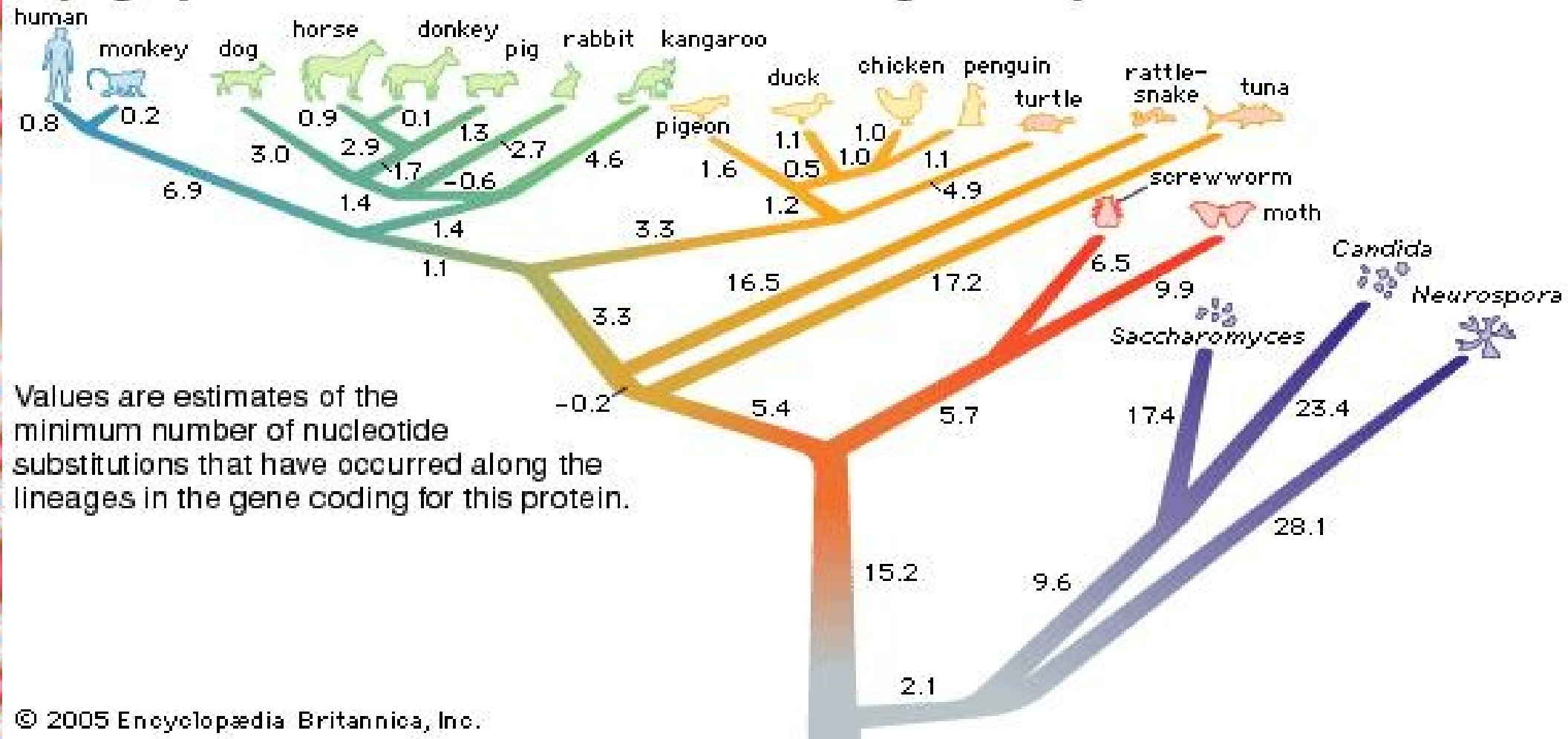
Le cytochrome C est une petite protéine associée avec la membrane interne de la mitochondrie. C'est une protéine soluble, à l'inverse des autres cytochromes et c'est un composant essentiel de la chaîne respiratoire.

Le cytochrome C est une protéine hautement conservée à travers le spectre des espèces, trouvée dans les plantes, les animaux et de nombreux organismes unicellulaires.

Ce fait, combiné à sa petite dimension, le rend utile dans les études de la divergence en évolution.

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

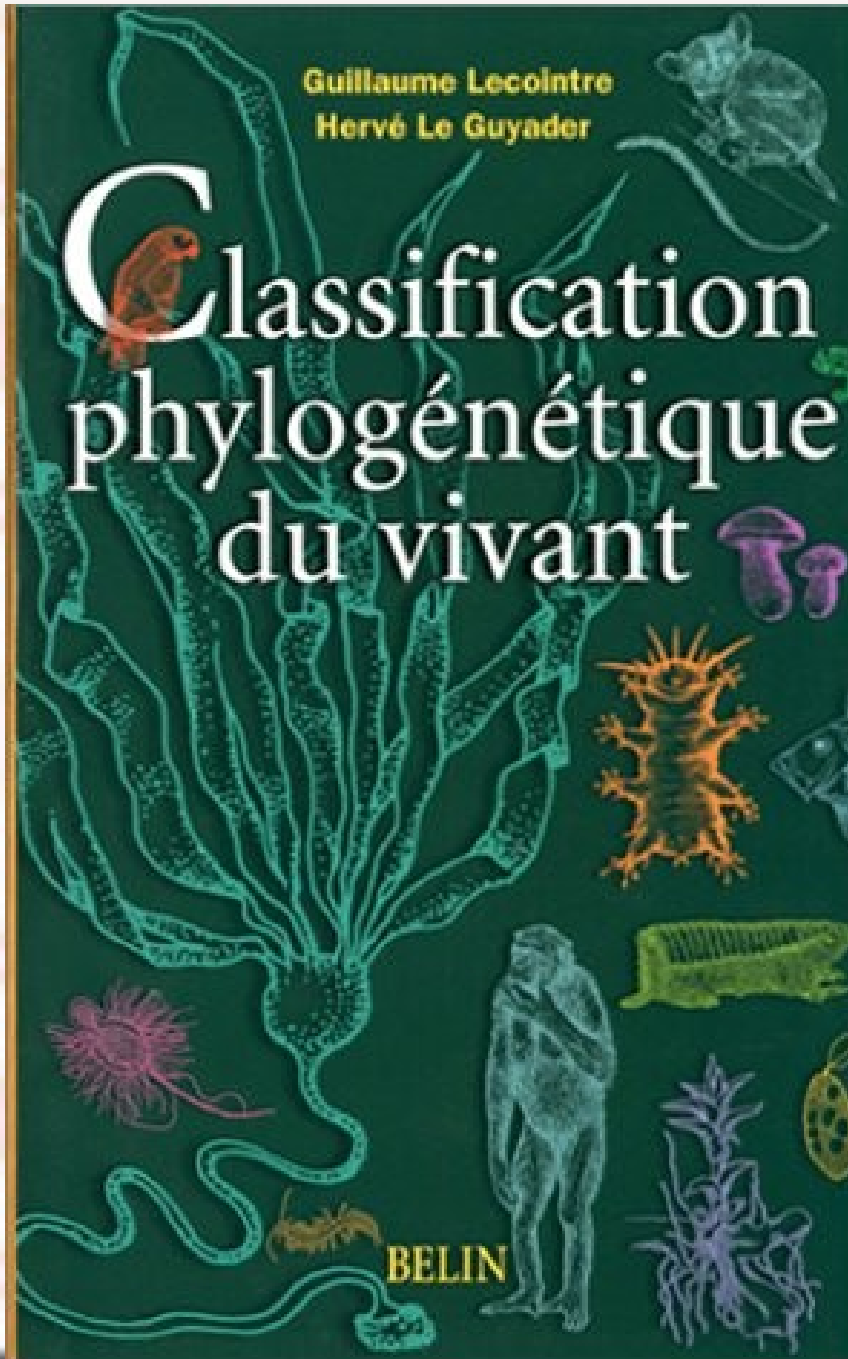
Phylogeny based on nucleotide differences in the gene for cytochrome c



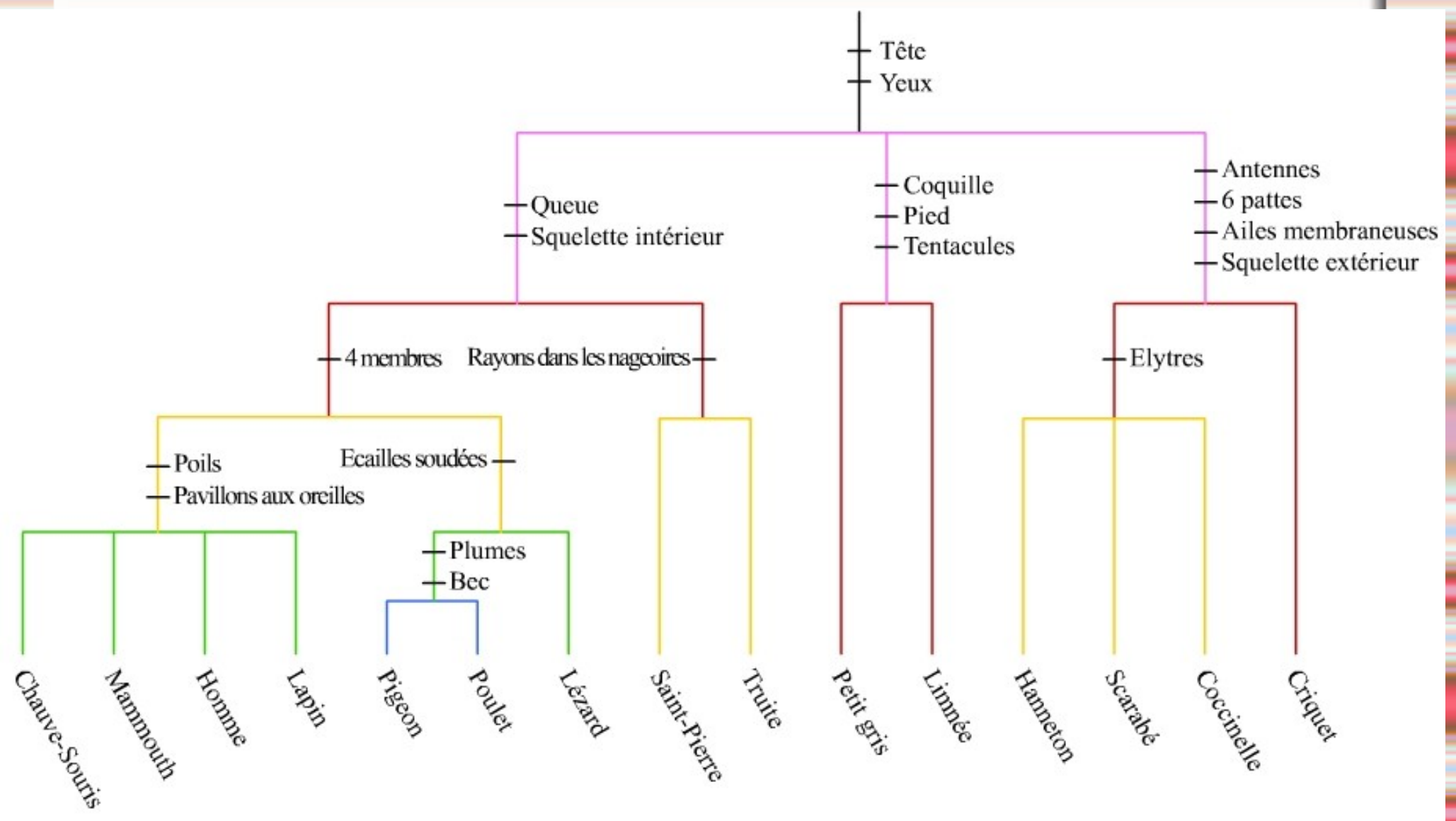
Guillaume Lecointre
Hervé Le Guyader

C

lassification phylogénétique du vivant



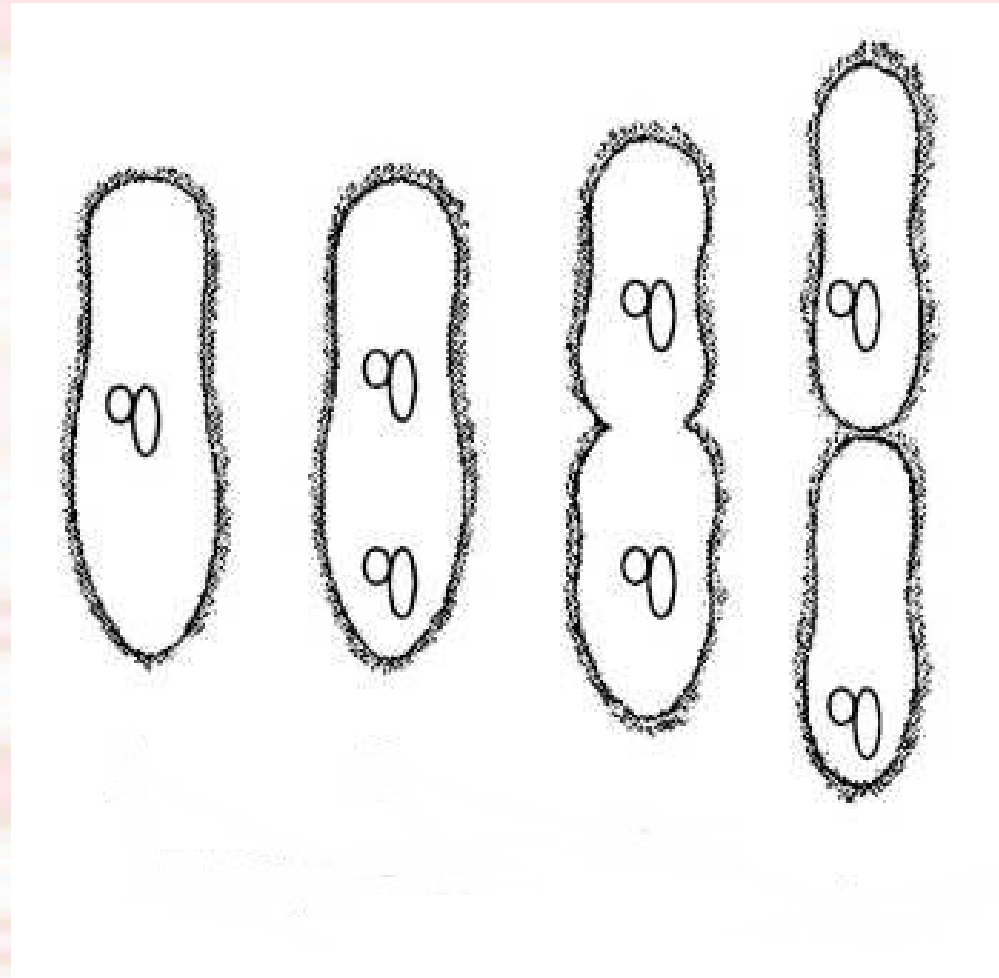
BELIN



3 – De la scissiparité à la reproduction sexuée

Multiplication asexuée

https://fr.wikipedia.org/wiki/Multiplication_asexu%C3%A9e

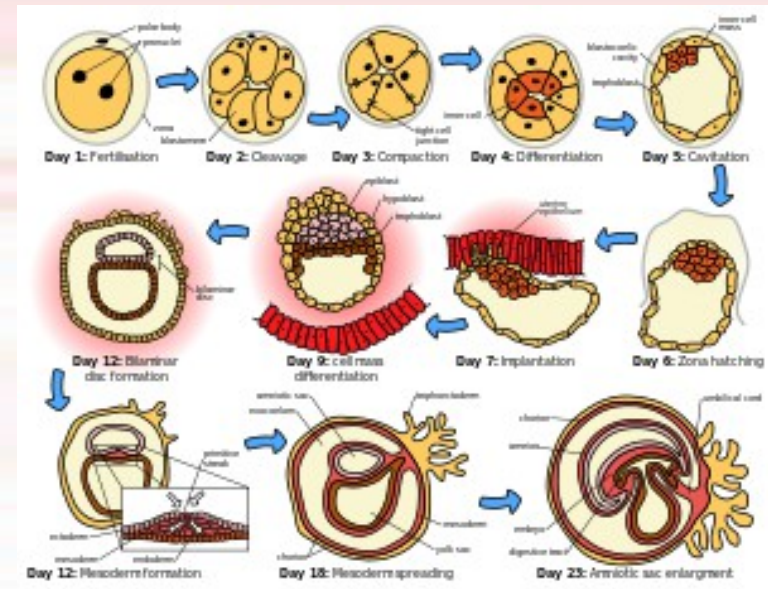
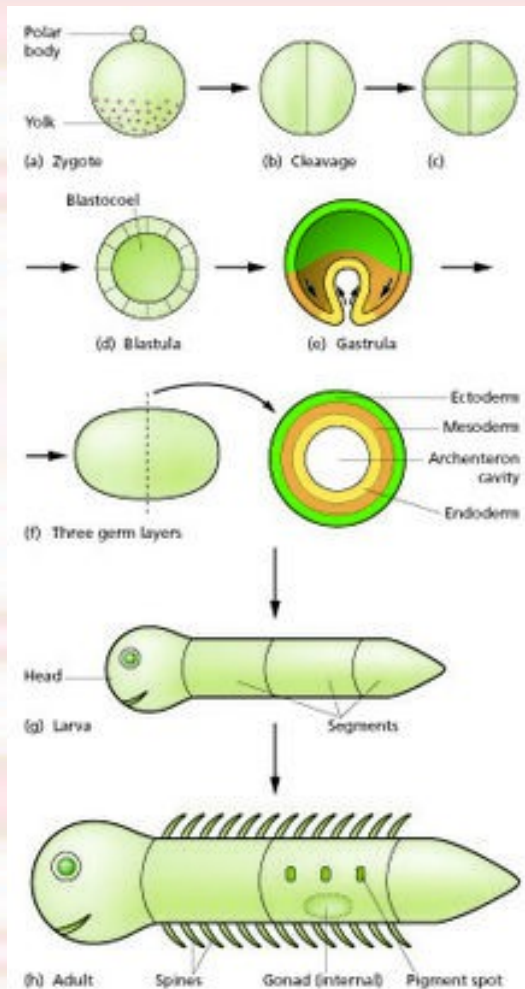


Sexualité (reproduction)

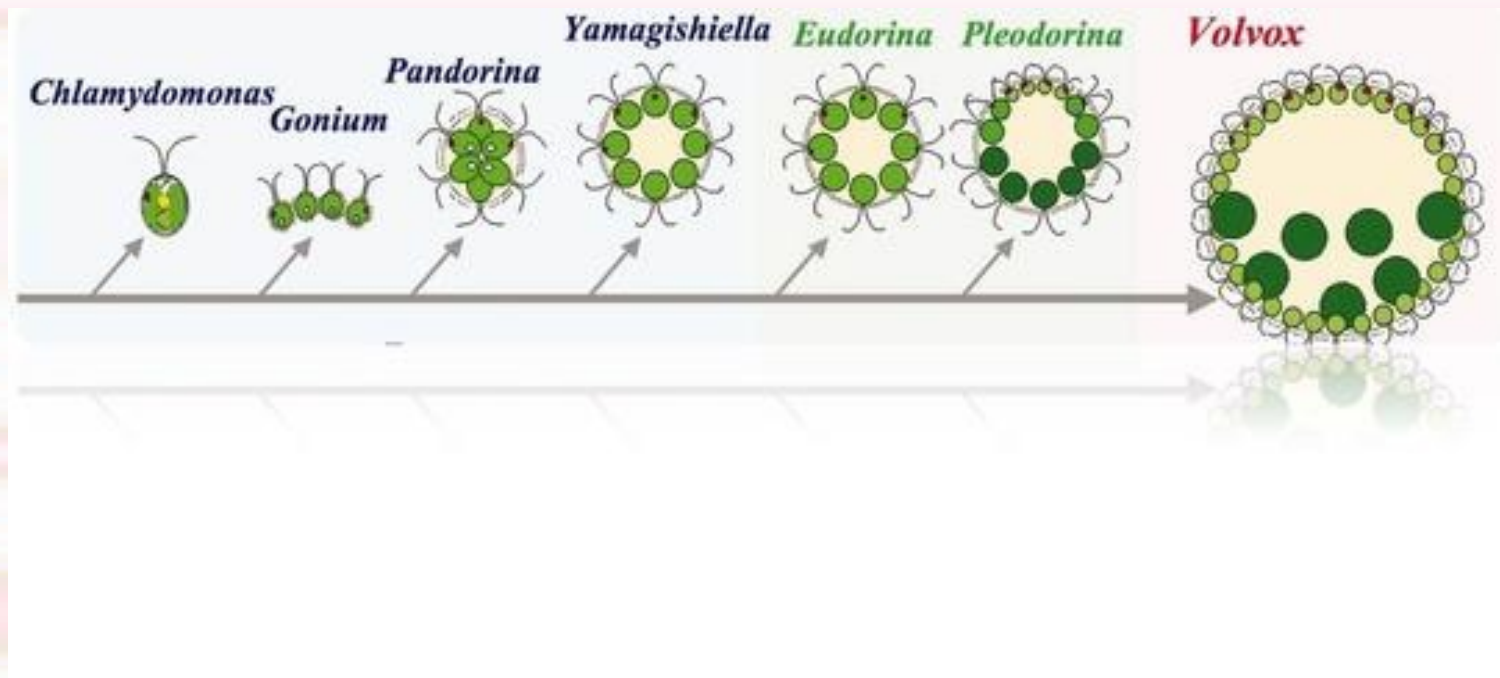
https://fr.wikipedia.org/wiki/Sexualit%C3%A9_%28reproduction%29



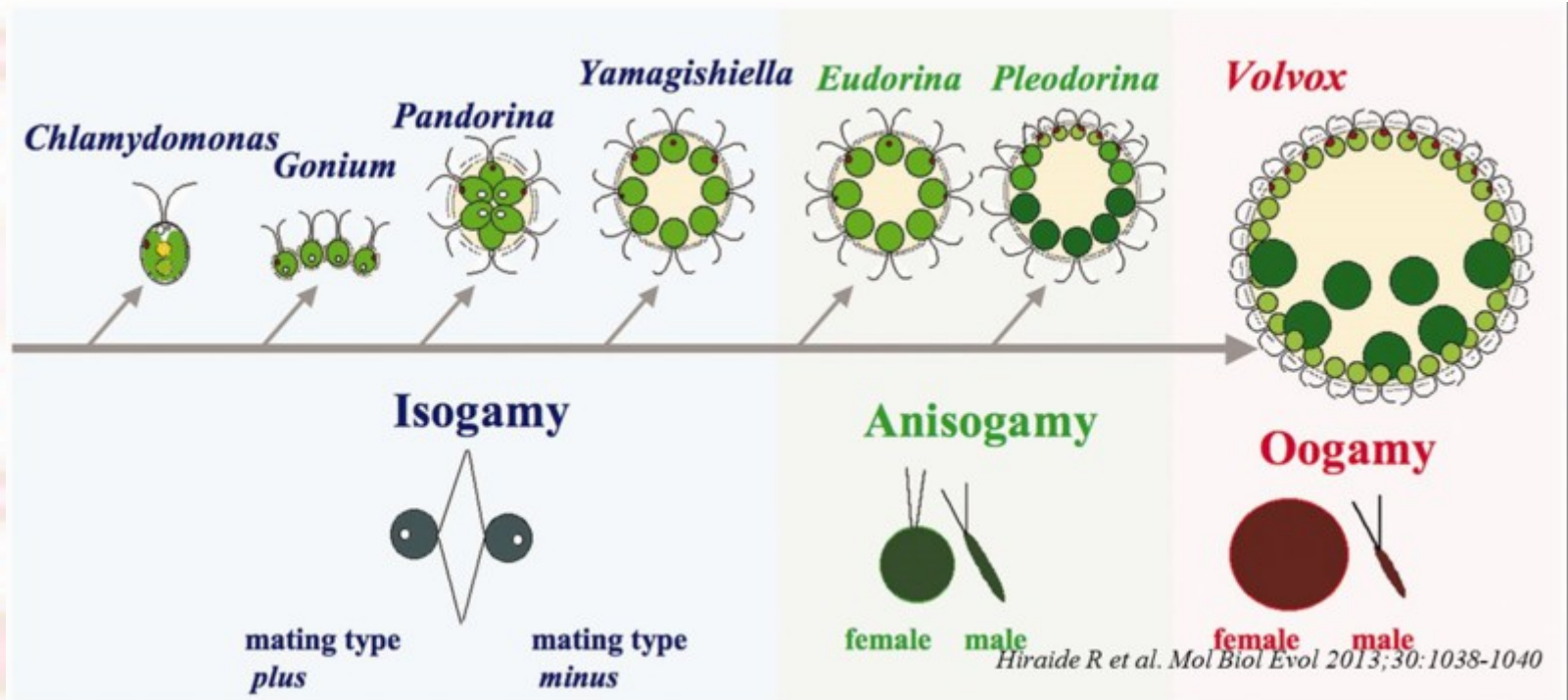
Du monocellulaire au multicellulaire : l'embryogenèse pilotée par ADN



***Du monocellulaire au multicellulaire
De la chlamydomonas au volvox***



Du monocellulaire au multicellulaire isogamie, anisogamie et oogamy



Isogamie/anisogamie - Oogamie

- L'isogamie désigne une forme de fécondation impliquant des gamètes possédant la même morphologie, de sorte qu'ils ne peuvent pas être classés comme mâles ou femelles. L'isogamie se rencontre chez divers organismes unicellulaires et chez de nombreux champignons et algues. Son antonyme est l'anisogamie.

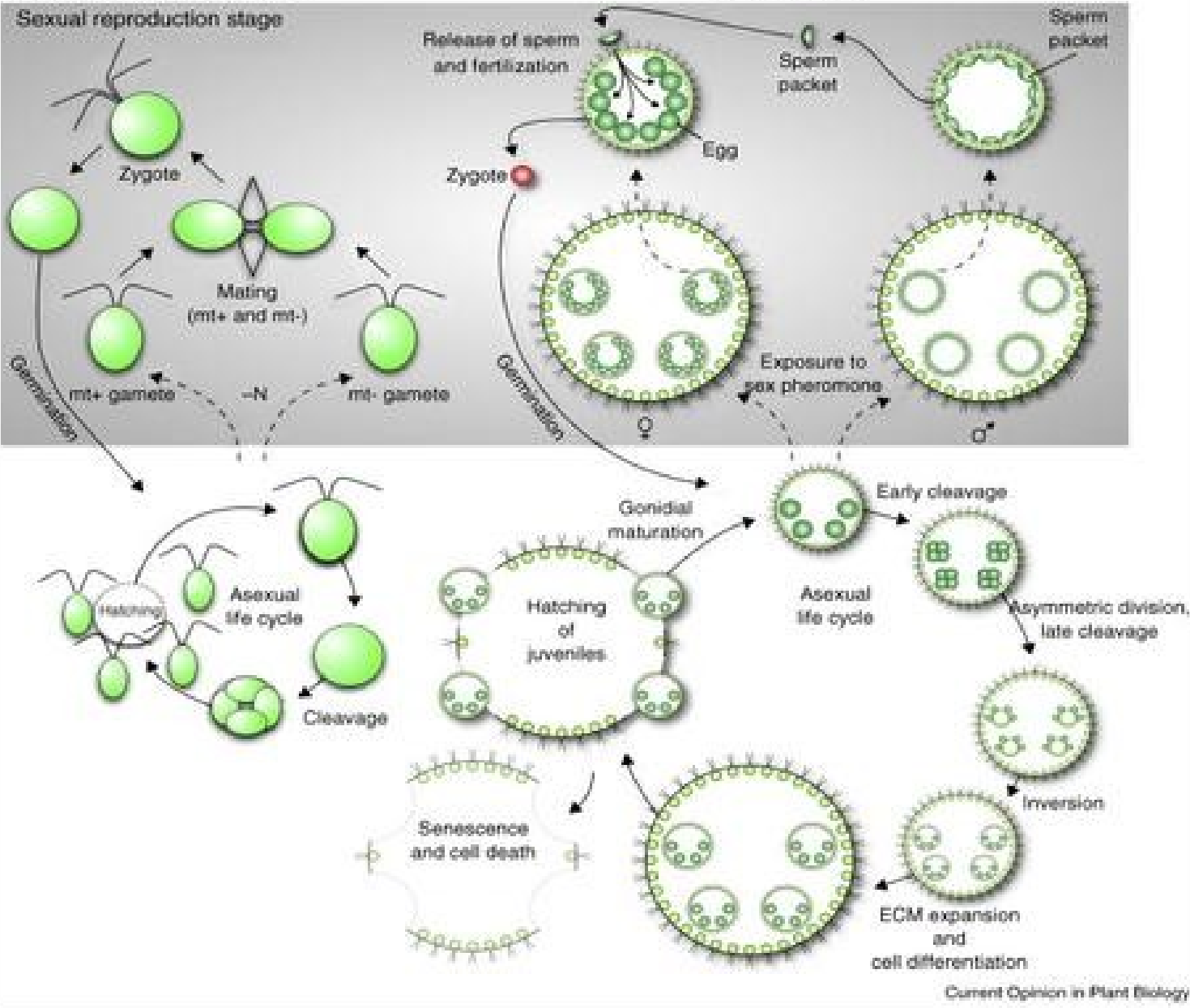
- L'anisogamie est une forme de fécondation dans laquelle les gamètes sont de taille et de morphologie différentes. Son antonyme est l'isogamie.

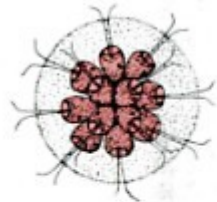
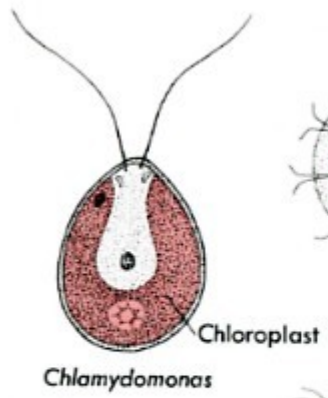
D'une manière générale, les gamètes femelles sont plus volumineux, plus riches en réserves, moins mobiles et moins abondants que les gamètes mâles. Ces différences sont considérées comme étant à l'origine de la sélection sexuelle, celle-ci étant à son tour responsable des caractères sexuels secondaires ou dimorphisme sexuel.

- L'oogamie¹ désigne une méthode de reproduction sexuée dans laquelle les gamètes mâles et femelles ont des comportements, des tailles et des physiologies différents. (par exemple : spermatozoïde et ovule).

Chlamydomonas reinhardtii

Volvox carteri

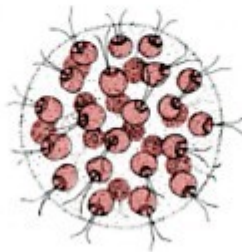




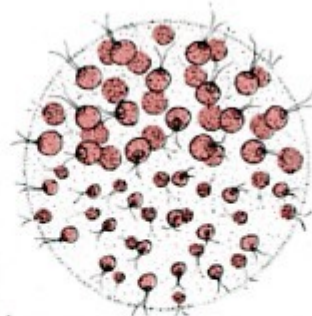
Pandorina



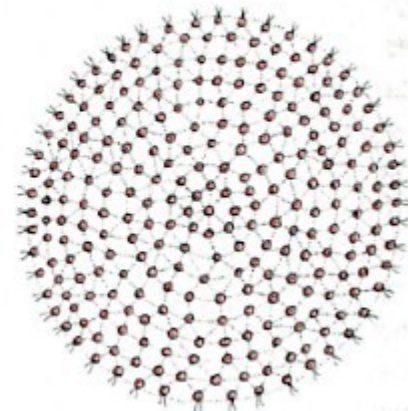
Gonium



Eudorina



Pleodorina



Volvox

4 - Autotrophie et hétérotrophie

4.1 - L'autotrophie

L'autotrophie est la production, par un organisme vivant, de matière organique par réduction de matière inorganique.

Ce mode de nutrition caractérise les végétaux chlorophylliens (verts), les cyanobactéries, et les bactéries sulfureuses.

Les organismes autotrophes sont donc capables de se développer sans prélèvement de molécules organiques dans le milieu, au contraire des organismes hétérotrophes (animaux, champignons).

Les organismes autotrophes constituent généralement le premier maillon d'une chaîne alimentaire, et sont à l'origine de quasiment toute la matière organique dans un écosystème.

4.2 - 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.

4.3 – L'hétérotrophie

Le protozoaire est un unicellaire 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.

4.4 - Il existe deux types de métabolismes

(http://www.lyc-curie-sceaux.ac-versailles.fr/IMG/pdf/205_11_Bilan_Lexique_et_DS_no2_TP_No4_7.pdf)

Le métabolisme autotrophe et le métabolisme hétérotrophe.

- Le métabolisme autotrophe caractérise les cellules chlorophylliennes des végétaux et de certaines bactéries. Les sels minéraux, l'eau et le dioxyde de carbone, absorbés par la cellule, fournissent à celle-ci les atomes nécessaires à la synthèse de molécules organiques. La lumière fournit l'énergie nécessaire à cette synthèse. Celle-ci se déroule dans les chloroplastes.***
- Le métabolisme hétérotrophe caractérise les cellules non chlorophylliennes des végétaux, celles des animaux, des levures et de certaines bactéries. Les cellules absorbent des matières organiques qui sont dégradées au cours de la respiration. Cette dégradation nécessite un apport de dioxygène et s'accompagne d'une libération de dioxyde carbone.***

4.5 - Huit niveaux trophiques fondamentaux

(https://fr.wikipedia.org/wiki/Niveau_trophique)

De manière simplifiée, on distingue huit niveaux fondamentaux (plus ou moins subdivisés selon les écosystèmes) : producteurs, consommateurs et décomposeurs, autrement dit :

- *ceux qui fabriquent leur nourriture à partir de l'environnement (les plantes) et qui ne mangent pas d'autres espèces ;*
- *les animaux (dont zooplancton, invertébrés et insectes) qui mangent ces plantes, et ceux qui mangent ces derniers, et ceux qui les mangent à leur tour, etc. ;*
- *et ceux qui mangent (détritivores) et décomposent (décomposeur) les déchets des espèces des deux premières catégories ou leurs propres déchets et leur propre nécromasse.*

1) Les végétaux sont les premiers producteurs de matières organiques. Ils appartiennent au premier niveau.

2) Les herbivores, consommateurs de ces végétaux, relèvent du deuxième niveau.

3 à 8) Les carnivores, prédateurs se nourrissant d'herbivores, sont eux rattachés aux troisième, quatrième, cinquième, , etc. niveaux trophiques.

- Les omnivores, consommateurs à la fois de substances végétales et animales, appartiennent aux deuxième et troisième niveaux.

Sur la base de ce schéma, on peut conclure que plus le niveau est élevé, moins les prédateurs sont nombreux.

Les décomposeurs regroupent essentiellement les communautés bactériennes et fongiques.

La réalité est plus complexe, avec quelques espèces parfois intermédiaires (certaines plantes carnivores par exemple).

4.6 - Les organismes autotrophes fabriquent leur propre nourriture, tandis que les organismes hétérotrophes doivent trouver leur alimentation dans des sources extérieures

<http://www.deboecksuperieur.com/resource/extra/9782804181567/Chapitre%201.pdf>

Google : évolution des unicellulaires autotrophes page 7

Six règnes du vivant selon la biologie

- ***les Archées (procaryotes unicellulaires à histones)***
- ***les Bactéries (procaryotes unicellulaires sans histone)***
- ***les Protistes (eucaryotes unicellulaires)***
- ***les Mycètes (champignons) (eucaryotes multicellulaires, hétérotrophes et osmotrophes)***
- ***les végétaux (eucaryotes multicellulaires)***
- ***les animaux (eucaryotes multicellulaires)***

5 - Rappel Historique

5.1 - Rappel Historique

ÉON HADÉEN : 600 Ma

de 4,567 et 3,8 Ga (milliards d'années)

période de la formation de la Terre,

la « chimie de la vie », sans compter des

chocs majeurs (entre Gaïa et Théïa, à l'origine de la Lune.)

5.2 - Rappel Historique

ÉON ARCHÉEN: 1500 Ma (point de départ des vivants)

Éoarchéen - de 3,8 à 3,6 Ga - apparition supposée des procaryotes

Paléoarchéen - de 3,6 à 3,2 Ga - la plus ancienne forme de vie connue (bactérie de 3460 Ma d'âge) remonte à cette ère

Mésoarchéen - de 3,2 à 2,8 Ga - existence avérée de stromatolithes

Néoarchéen - de 2,8 à 2,5 Ga

5.3 - Rappel Historique

ÉON PROTÉROZOÏQUE : 1959 MA (avant les plantes et les animaux)

Paléoprotérozoïque

Sidérien - ferreux (épais dépôts de fer rubané), de 2,5 à 2,3 Ga

Rhyacien - torrent de lave , de 2,3 à 2,05 Ga

Orosirien - chaîne de montagnes, de 2,05 à 1,8 Ga

Stathérien - stabilisé, de 1,8 à 1,6 Ga

Mésoprotérozoïque - moyenne vie première

Calymnien - sédimentation par-dessus les socles, de 1,6 à 1,4 Ga

Ectasien - extension des sédiments, de 1,4 à 1,2 Ga . Apparition de la reproduction sexuée

Chez les organismes unicellulaires elle permet l'apparition d'organismes multicellulaires.

La reproduction sexuée permet un brassage génétique.

Sténien - étroites ceintures métamorphiques, de 1,2 à 1 Ga

Néoprotérozoïque - nouvelle vie première

Tonien - fragmentation du continent Rodinien, de 1 000 à ~ 720 Ma

Cryogénien - « terre boule de neige », de ~ 720 à ~ 635 Ma : L'existence d'ères glaciaires généralisées il y a de 850 à 630 millions d'années environ, une ère que l'on appelle le cryogénien, aurait favorisé le regroupement des colonies bactériennes (ou des animalcules les plus primitifs) autour « d'oasis » de vies dans des sources hydrothermales sous-marines ou affleurant en surface. La planète étant plongée dans un manteau de glaces, ce qui rend les comportements « individualistes » des micro-organismes défavorables.

5.4 – Résumé du 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**

UTEL – 2° conférence - 1° trimestre 2017

Conclusion générale

1) Du procaryote à l'eucaryote

Grâce à la molécule ADN, il n'y a aucune interruption des vivants depuis leur apparition. Chaque génération du moment enregistre les acquis du passé et les transmet à la génération suivante.

2) Du vivant monocellulaire au vivant multicellulaire. Progressivement les cellules s'entraident et forment des corps complexes

3) De la scissiparité à la reproduction sexuelle.

La scissiparité c'est l'éternité: la cellule mère se divise en deux cellules identiques. La reproduction, c'est la mort. Deux vivants multicellulaire de sexes différents créent de nouveaux vivants presque identiques et meurent.

4) Autotrophie et hétérotrophie

Les végétaux et les animaux. Les végétaux « se nourrissent » d'énergie solaire et de chimie du sol. Ils sont immobiles. Les animaux se nourrissent de végétaux et d'animaux. Ils sont mobiles. Les végétaux n'ont pas de cerveau. Tous les animaux ont un cerveau

5) Rappel historique. Les processus décrits dans ce chapitre débutent il y a 4 milliards dans la continuité de l'évolution du non-vivant.