Histoire Naturelle

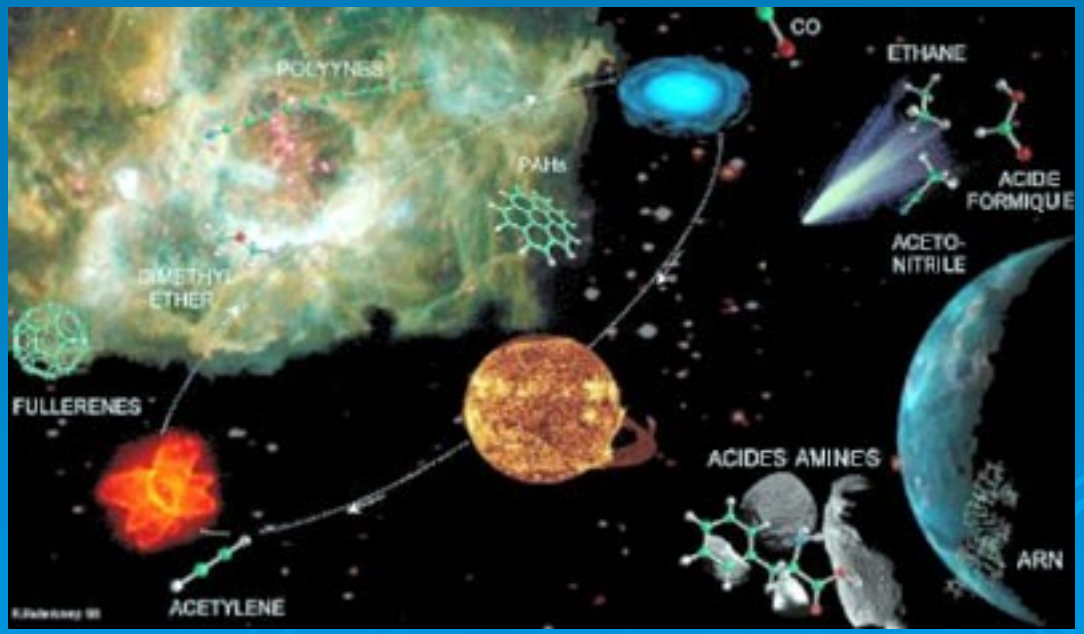
Notre histoire

Les premiers jalons

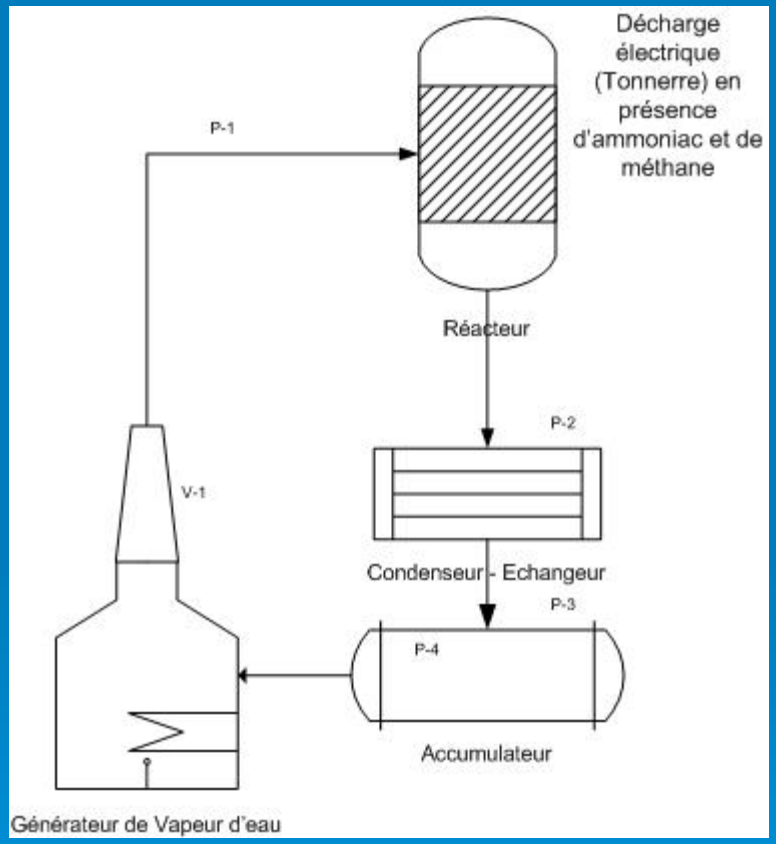
- **Big Bang** → 15 milliards d'années
- Système solaire → 5 milliards d'années
- **Terre** → 4,5 milliards d'années
- **Origine de la vie** → 3,8 milliards d'années (?)

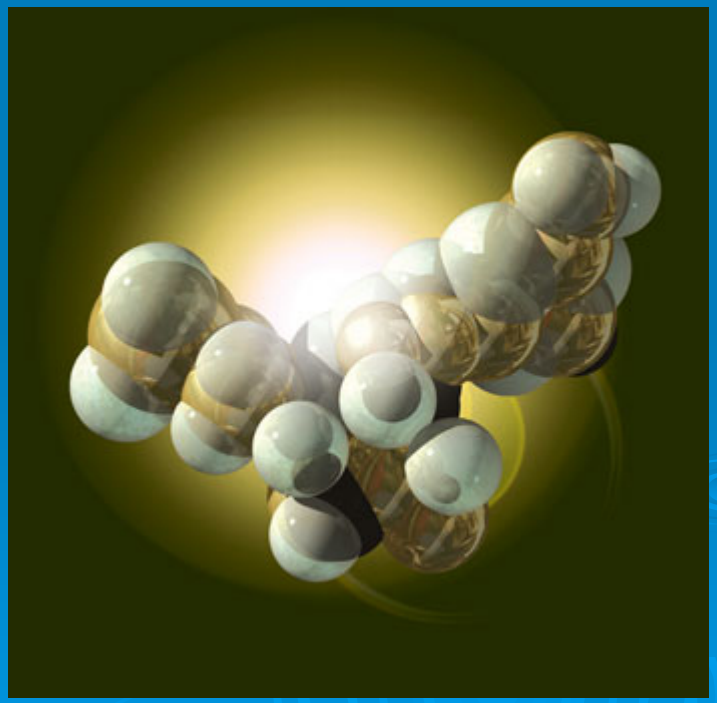
Les premières molécules organiques

- Origine extraterrestre (comètes, astéroïdes)→ Panspermie (acides aminés, éthanes, acide formique…)
- Origine terrestre → Synthèse abiotique;
  - Expérience de Miller-Urey



Synthèse abiotique de molécules organiques simples



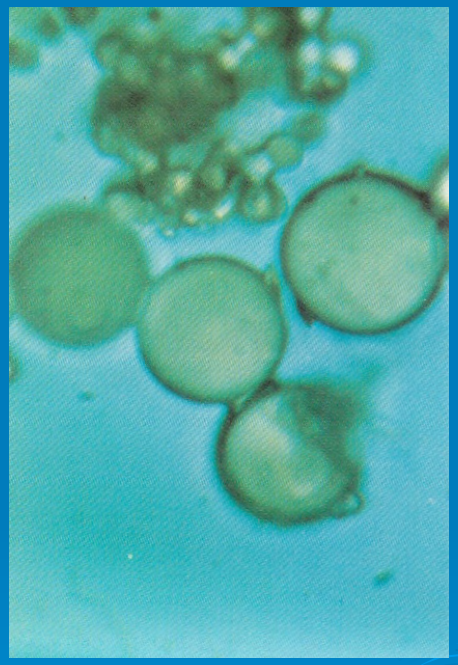


Les premières formes de « vie »

- Conditions initiales difficiles (4 milliards d'années)
  - Atmosphère très réductrice;
  - Pas d'oxygène;
  - Phénomènes géothermiques;
  - Météorisme important;
  - Formation des océans → origine marine des premières formes de « vie »;

Les premières formes de « vie »

- Structures protobiotiques
  - Membranes élémentaires (hydrophobe, hydrophile);
  - Stabilité physicochimique et thermodynamique (rapport Surface/Volume)
  - Différenciation des milieux intérieurs et extérieurs;
  - Milieu intérieur « stabilisé »;
  - Importance de l'eau

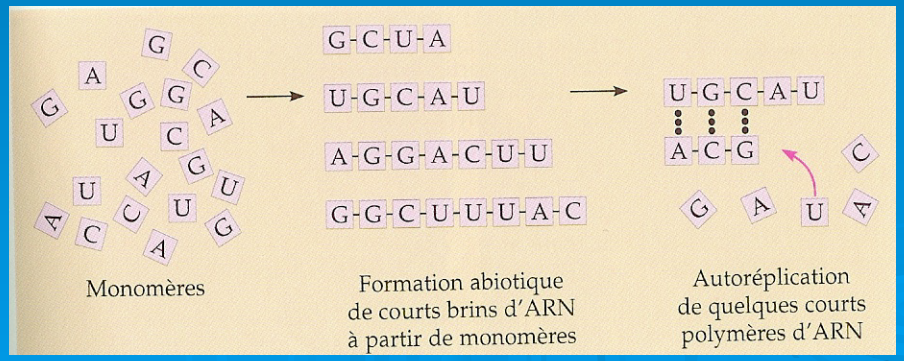


Liposomes abiotiques obtenus au laboratoire

Évolution des premières formes de vie

- Une difficulté : la pérennité et la reproductibilité;
- Pas encore de code génétique;
- Les structures physico-chimiques les plus stables sont susceptibles de se maintenir plus longtemps;
- Stabilité et reproductibilité abiotique → première forme peu efficace d'une information **pérenne**;
- Concentration des substances complexes dans les milieux intérieurs

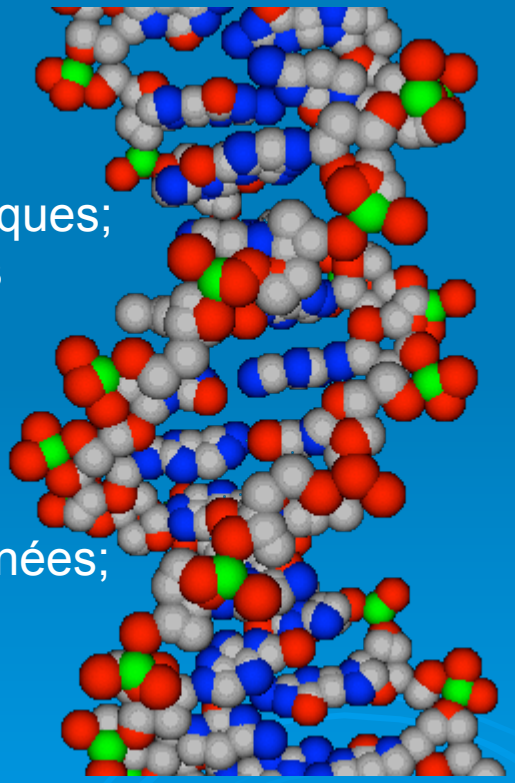
Réactions chimiques de polymérisation
Conception de polymères organiques reproductibles par réplication → ARN

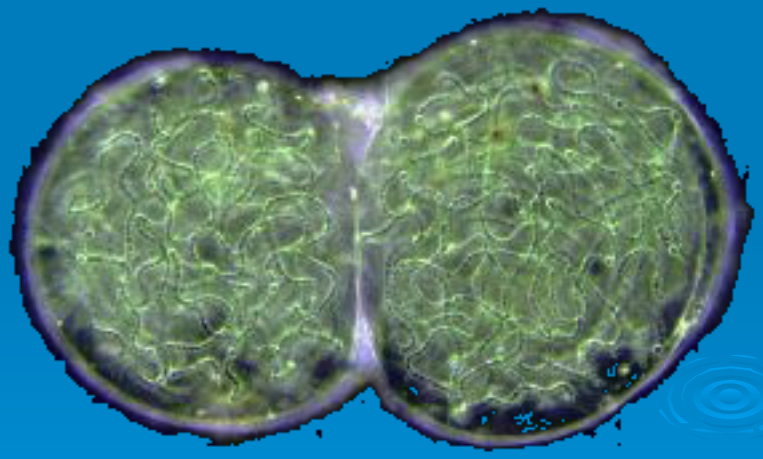


Un autre jalon

- Premières formes de vie unicellulaires (cyanobactéries…) → 3000 millions d'années

•Premiers codes génétiques;
•Pas de différenciations cellulaires;
•Évolution lente;
•Premières symbioses (mitochondries);
•Pour 2,7 milliards d'années;



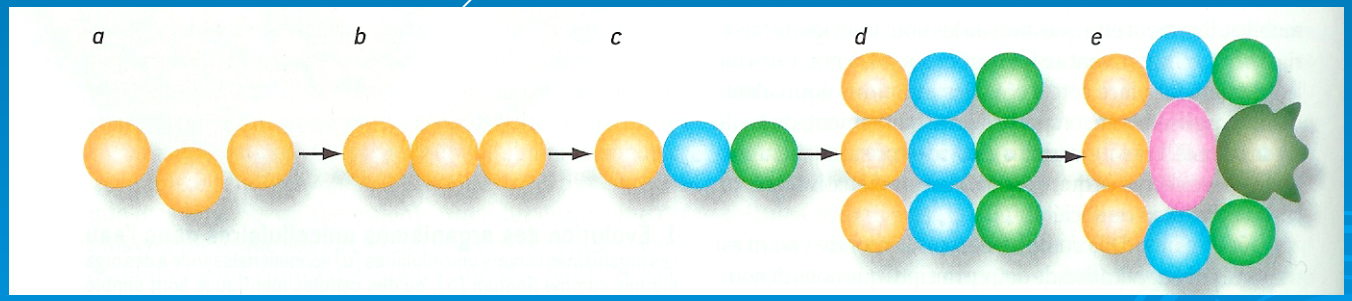


Cyanobactéries photosynthétiques
→ Production de l'oxygène

Qui se ressemble s'assemble !

- Simples associations; symbioses → facteur d'accélération de l'évolution;
- Spécialisation et différenciation → Concept **d'organisme pluricellulaire**
- **Différentiation → spécialisation, complexité, nouvelles fonctions**

Association

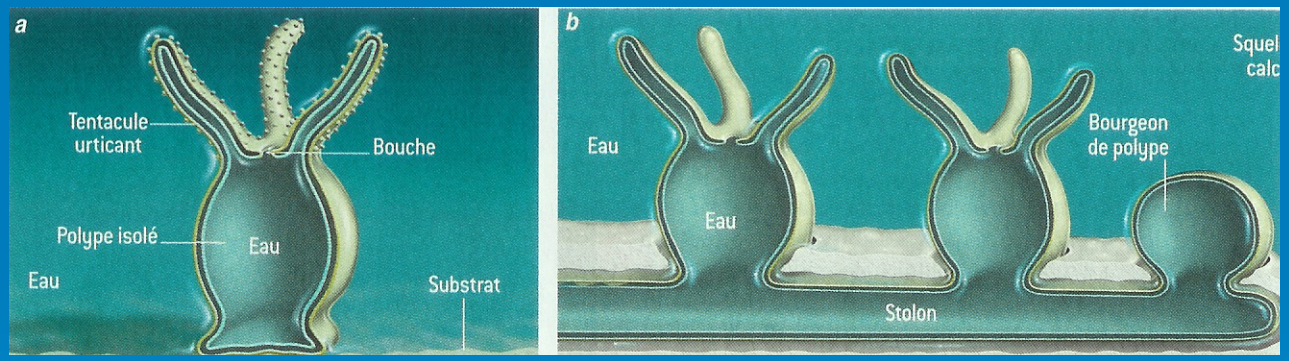


Différenciation

Un exemple actuel

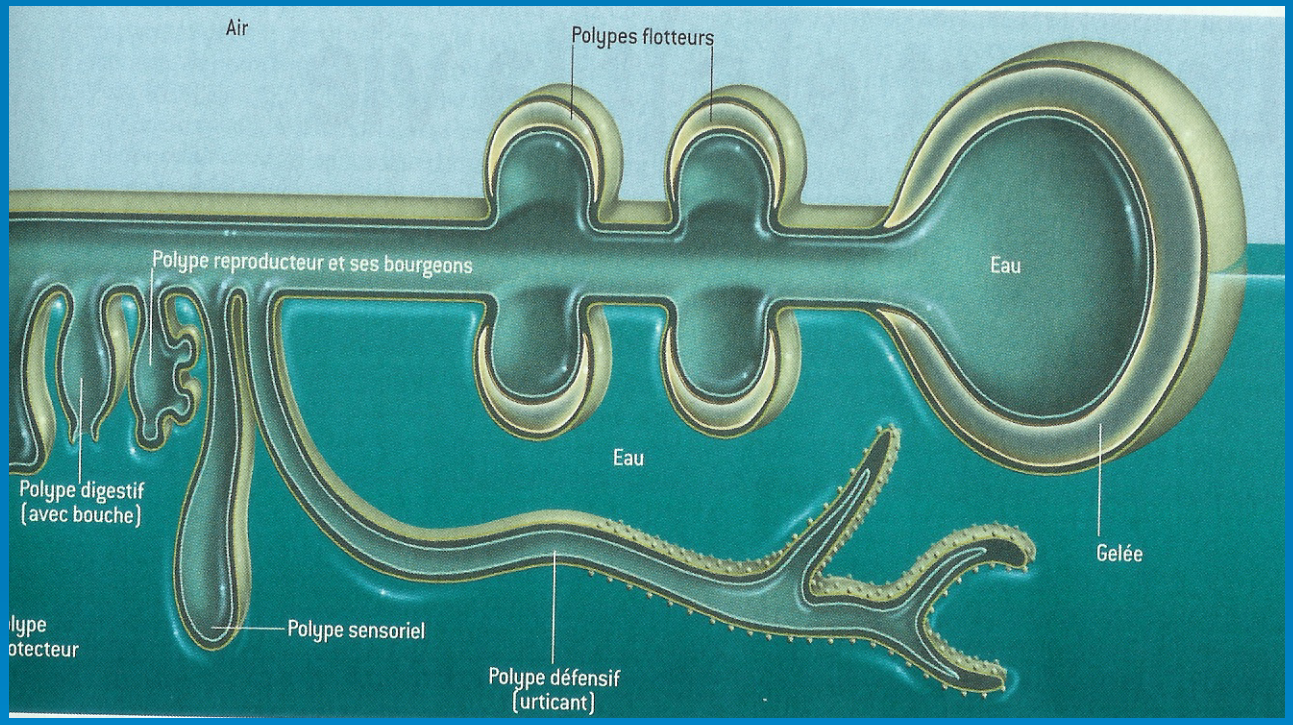
- Le polype marin

Seul



A plusieurs → Différenciation
Protection, fixation

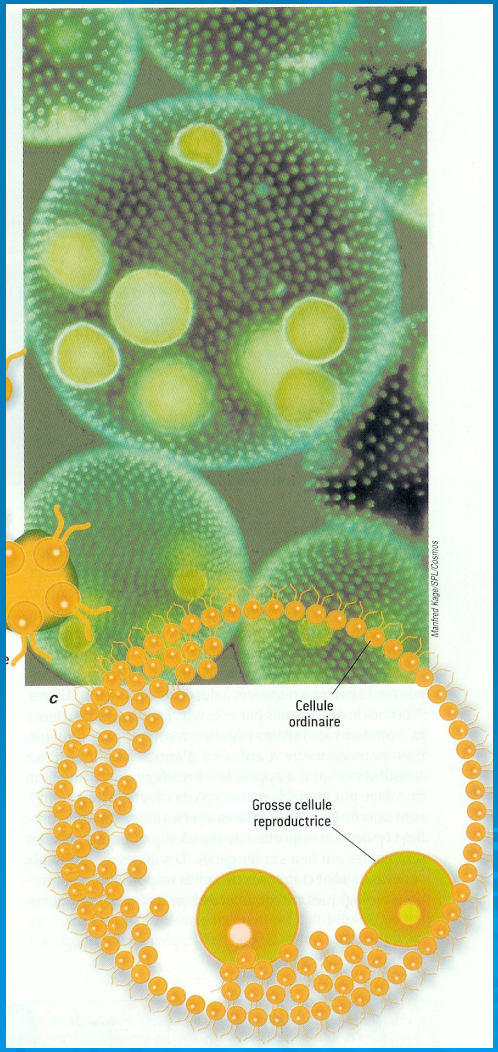
« Plus on est de fous, plus on rit »



Plusieurs différenciations → Spécialisation
Nouvelles fonctions
« Nouvel organisme »

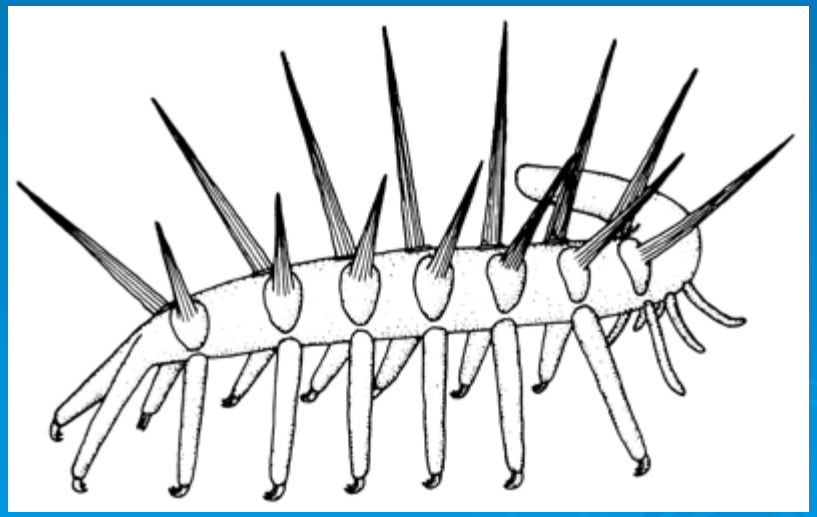
Un autre exemple
Le Volvox (protozoaire photosynthétique)

Grossissement 600 x



Explosion biologique

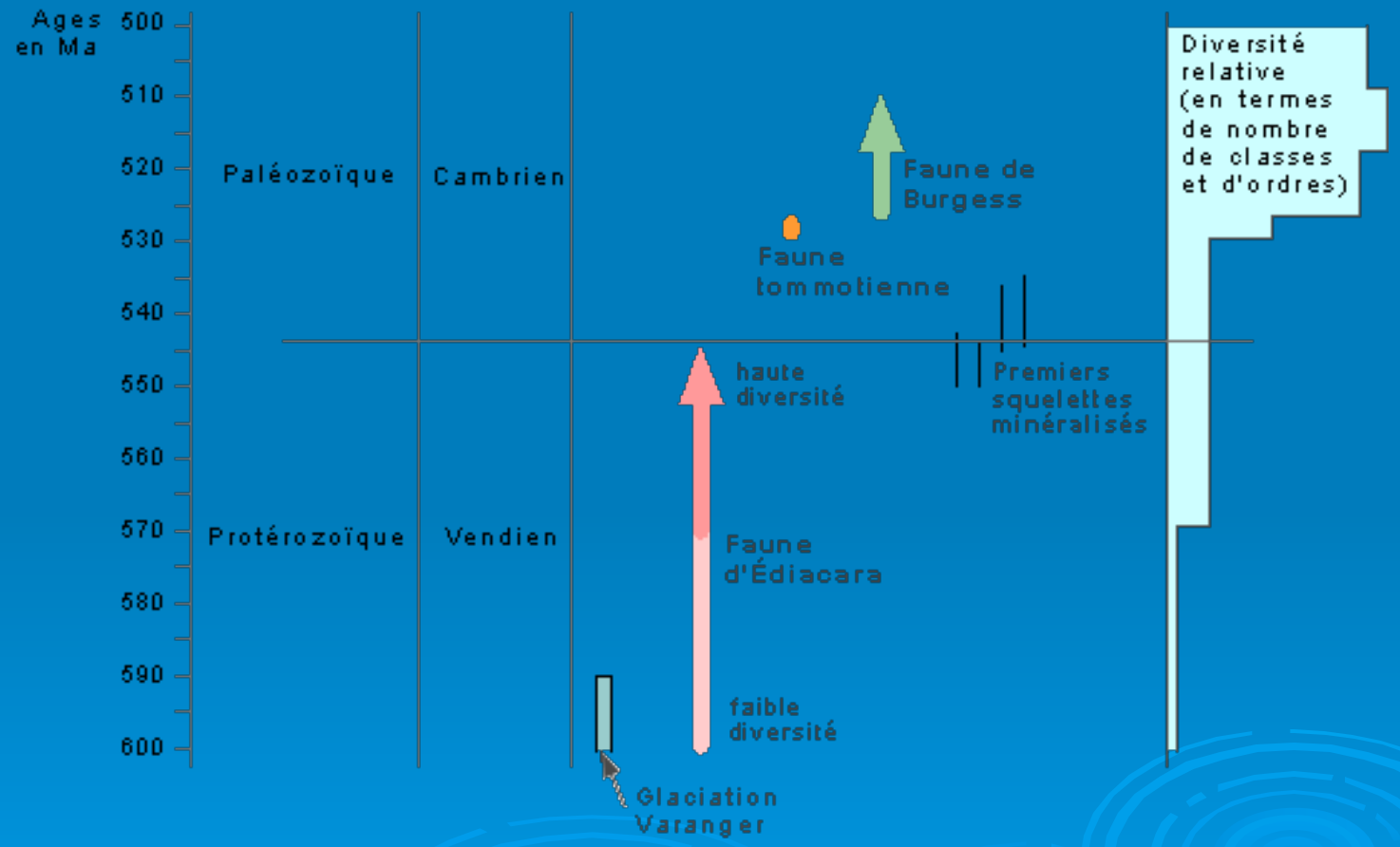
- <700 millions d'années;
- Explosion de la diversité vers 550 millions d'années;
- Différenciation Animal ⇔ Végétal;
- Apparition de la reproduction sexuée (facteur d'évolution)
- Vie sous-marine et en faible profondeur;
- Oxygène atmosphérique résultat de la photosynthèse → Ozone protecteur;



Opabinia

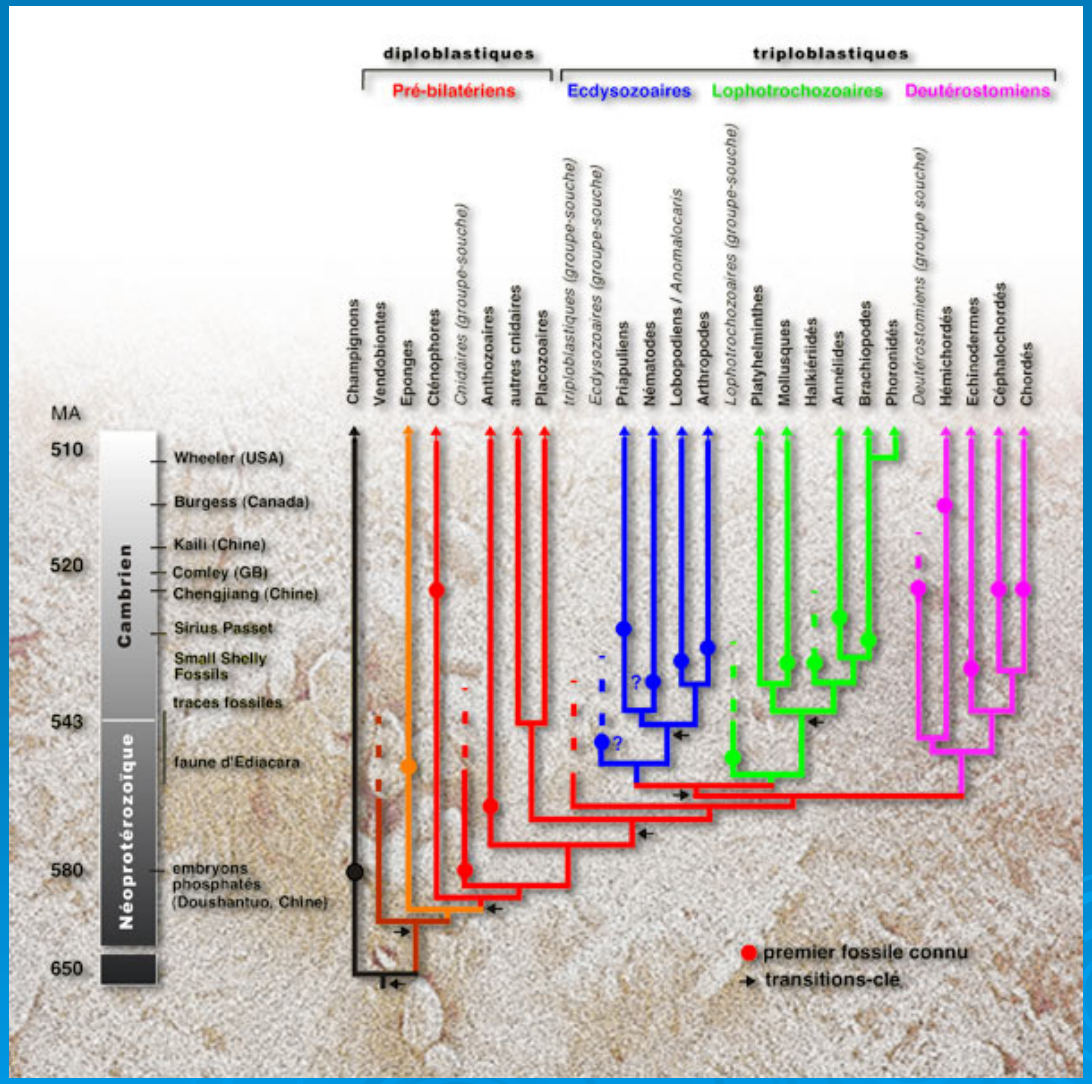
Faune de Burgess

Le début du Paléozoïque (- 550 MA)



Source des informations: Grotzinger et al., 1995, Science, v. 270

L'arbre évolutif à 520 MA



Faune et flore marine

- Eponges;
- Les polypiers et les coraux;
- Les brachiopodes;
- Les trilobites;
- Les crinoïdes;
- Les céphalopodes;
- Les poissons;

Sortir de l'eau

- **Eau de mer**
  - vecteur des aliments, gaz
  - sustension de l'organisme (poussée d'Archimède)
  - vecteur pour dissémination des individus et pour rencontre des gamètes
  - Inertie thermique
  - Concentration + ou - en équilibre avec contenu cellulaire.
- **Vie dans l'atmosphère**
  - lutte contre dessiccation: couche limite protectrice (épiderme)
  - approvisionnement en eau (racines...)
  - approvisionnement en aliments
  - autotrophe : substances minérales du sol
  - hétérotrophes : mobilité nécessaire - moyen de locomotion adapté
  - approvisionnement en gaz - respiration (poumons, trachées)
  - poids du corps supérieur: carapace, squelette de sustentation: os, bois (plantes)
  - accessoirement meilleure adaptation aux variations de température
  - hibernation
  - homéothermie...
  - Chaîne alimentaire : plantes - herbivores - carnivores.

D'abord les végétaux

- **Silurien** : (environ - 45O MA) Mousses liées au milieu aquatique, lichens probables sur le sol (connus par des spores) → Bryophytes sans vaisseaux
- **Devonien** : Rhynia : 1ere plante à vaisseaux
- **Carbonifère** : grand développement des plantes à vaisseaux : Fougères, (Ptéridophytes)...course à la lumière et augmentation de taille dans la forêt houillère qui nécessite un climat et/ou milieu humide.

  Fossiles : Bois, graines, pollen, spores, feuilles
- **Permien** :conifères, adaptation au climat sec (Gymnospermes)

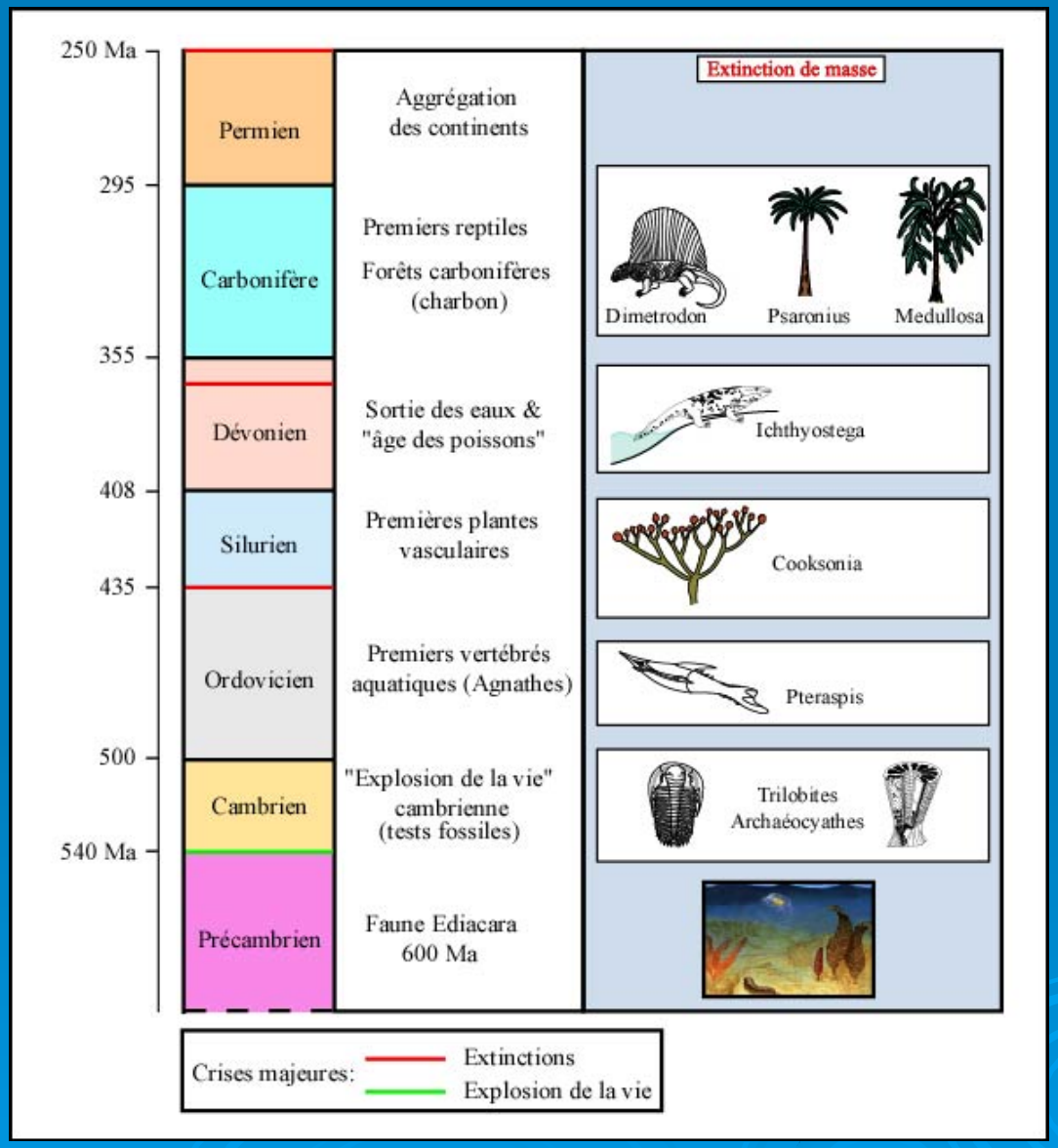
Ensuite les animaux

- **Silurien**, 1er invertébrés terrestres connus : mille-pattes, scorpions
-
- **Dévonien** : explosion des Arthropodes : Arachnide - Acariens - Mille-pattes
- **Carbonifère** : Mollusques aériens et surtout Insectes (ex : grande libellule).

  Carapace - respiration par trachée - reproduction hors de l'eau.

- Par la suite, grand développement des Insectes (actuellement + 1 Millions d'espèces d'insectes = 4/5 espèces animales connues)

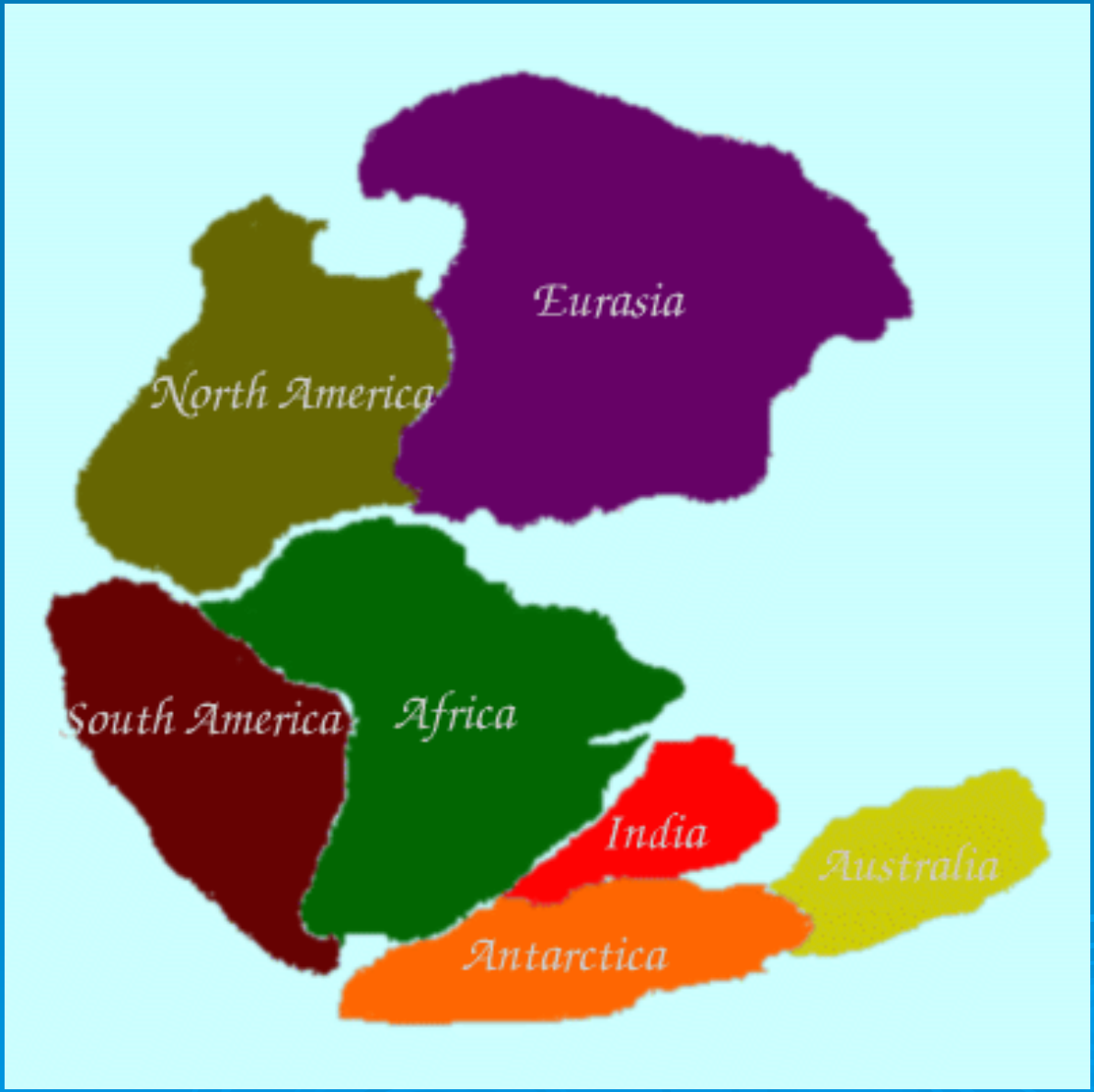
→ **D'abord les invertébrés**

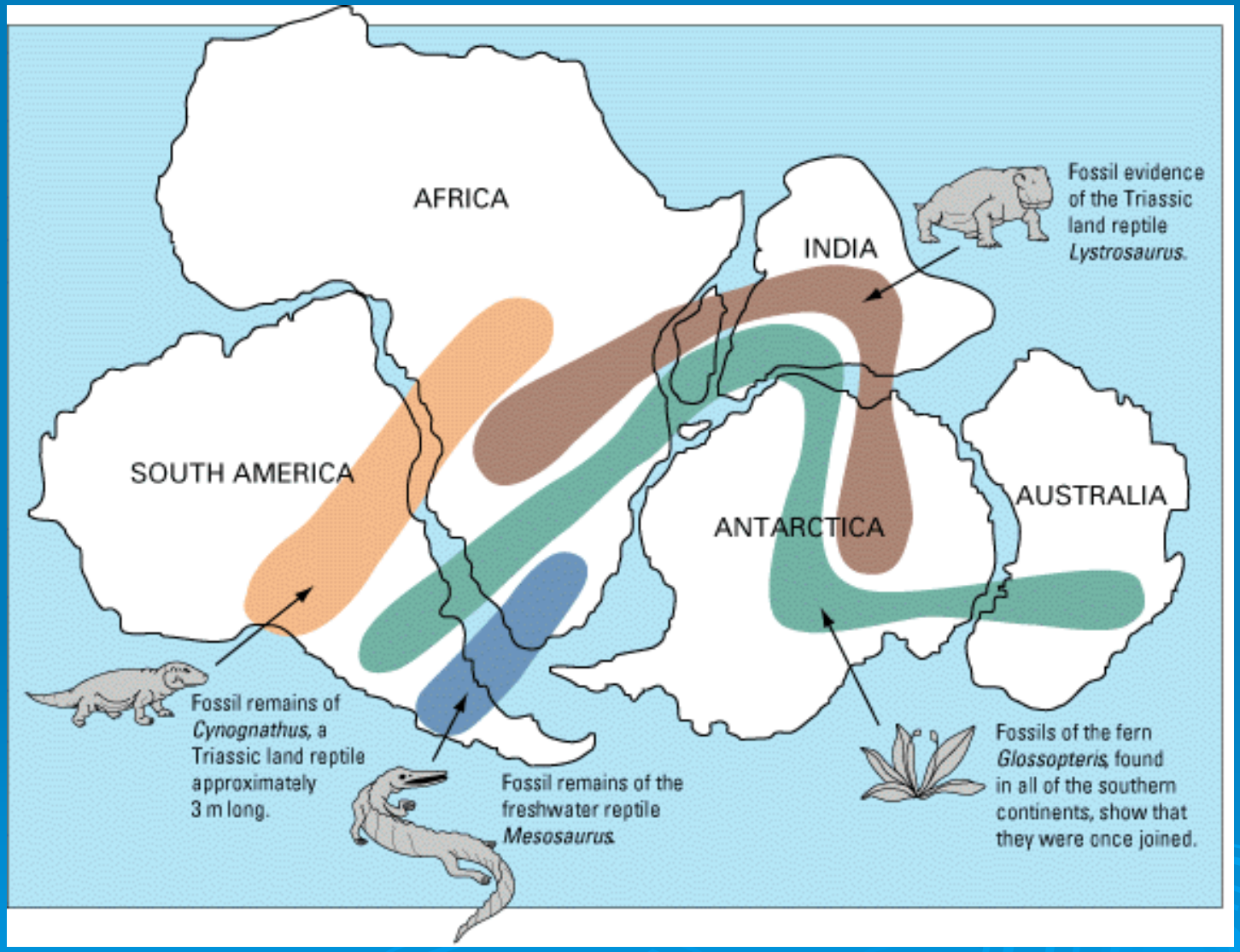

250 Ma
295
355
408
435
500
540 Ma
Permien
Carbonifère
Dévonien
Silurien
Ordovicien
Cambrien
Précambrien
Aggrégation des continents
Premiers reptiles
Forêts carbonifères (charbon)
Sortie des eaux & "âge des poissons"
Premières plantes vasculaires
Premiers vertébrés aquatiques (Agnathes)
"Explosion de la vie" cambrienne (tests fossiles)
Faune Ediacara 600 Ma
Extinction de masse
Dimetrodon
Psaronius
Medullosa
Ichthyostega
Cooksonia
Pteraspis
Trilobites
Archaéocyathes
Crises majeures:
Extinctions
Explosion de la vie

Ensuite les vertébrés

- Efficacité du déplacement;
- Évolution dans la taille;
- Structure portante afin de supporter la gravité
  - respiration par poumons
  - locomotion par 4 membres = tétrapodes
  - développement certains sens (oreille, oeil) circulation double
  - reproduction - indépendant de l'eau avec une cavité remplie de liquide = amnios où baigne d'embryon.
  - contrôle température interne.

-300 MA


Eurasia
North America
South America
Africa
India
Australia
Antarctica


AFRICA
INDIA
SOUTH AMERICA
ANTARCTICA
AUSTRALIA
Fossil evidence of the Triassic land reptile *Lystrosaurus*.
Fossil remains of *Cynognathus*, a Triassic land reptile approximately 3 m long.
Fossil remains of the freshwater reptile *Mesosaurus*.
Fossils of the fern *Glossopteris*, found in all of the southern continents, show that they were once joined.

Les ères

- Le Paléozoïque
  - Cambrien
  - Ordovicien
  - Silurien
  - Dévonien
  - Carbonifère
  - Permien
- -550 MA ➔ - 250 MA

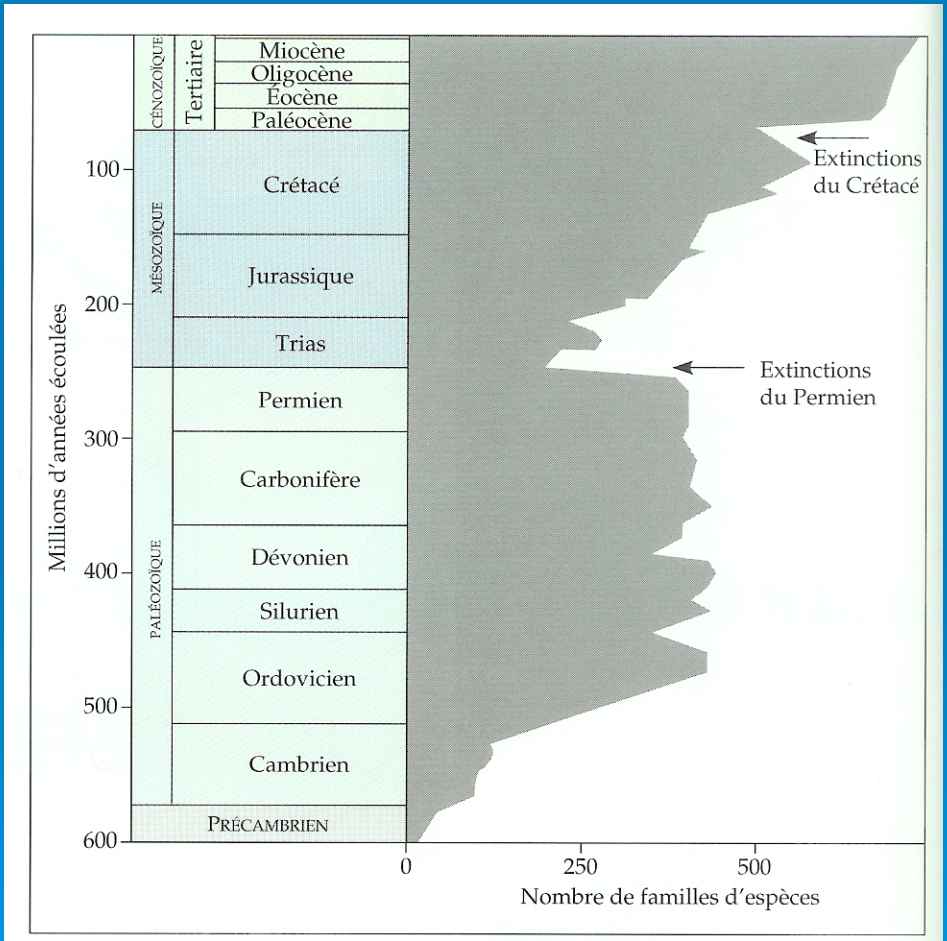
- Le Mésozoïque
  - Trias
  - Jurassique
  - Crétacé (plantes à fleurs et oiseaux)
- -250 MA ➔ - 65 MA

Suite

- Le Mésozoïque
  - Trias
  - Jurassique
  - Crétacé
- -250 MA ➔ - 65 MA

- Le Cénozoïque
  - Emergence des mammifères;
  - Formation des continents actuels;
  - Cycle de glaciations;
  - Primates…
- -65 MA ➔ à aujourd'hui

Les extinctions massives



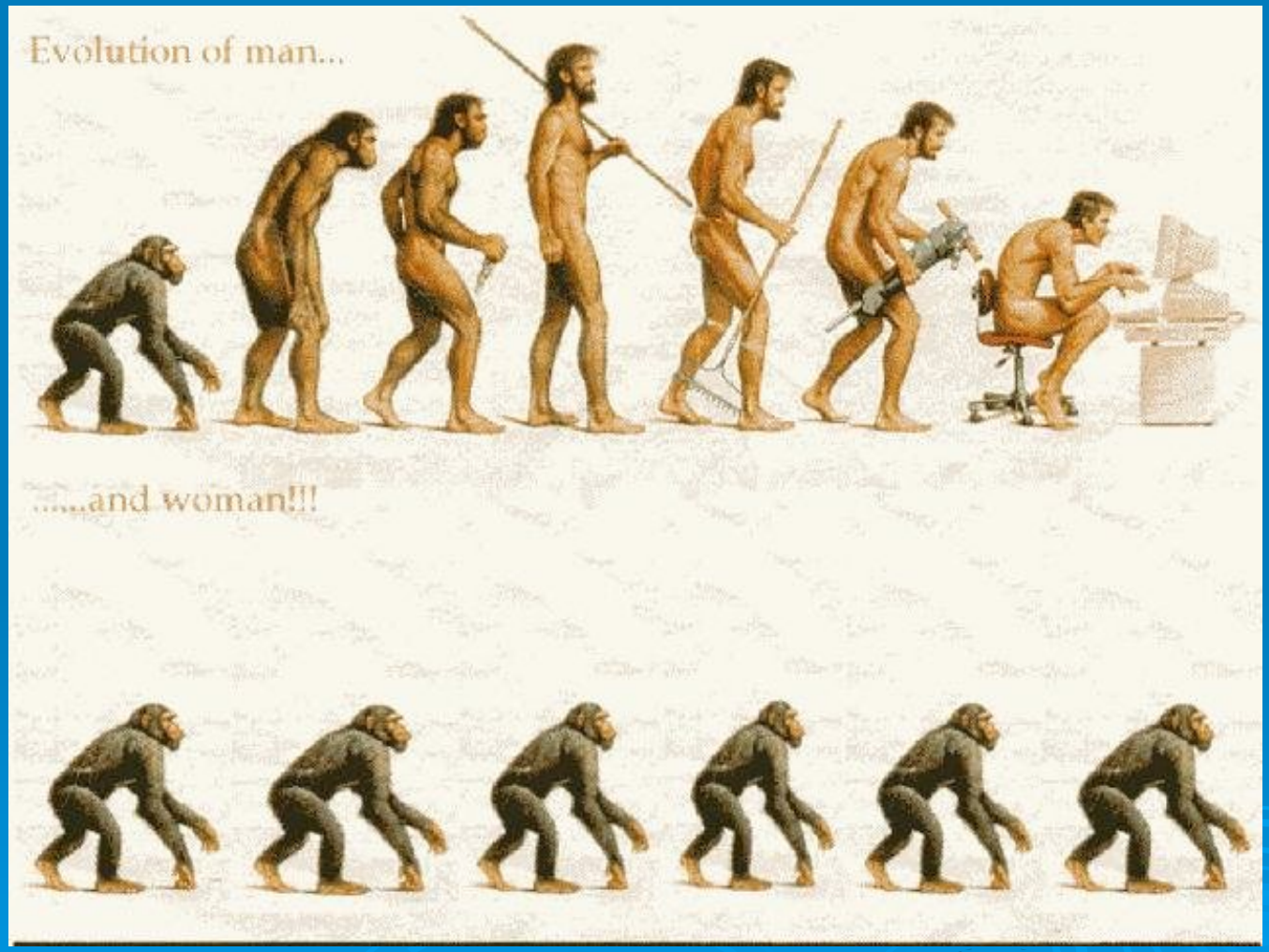
La plus célèbre
Transition Crétacé – Tertiaire
65 millions d'années

Causes multiples

- Modification climatique (glaciations)
- Géothermie - Volcanisme
- Événement cosmologique
- Maladies; déséquilibres

L’histoire de notre espèce

«



»

L’histoire naturelle de l’homme

- Mythes
  - Nous ne descendons pas du chimpanzé ou d’autres singes anthropoïdes modernes (**ancêtre commun**)
  - L’émergence de l’homme n’est **pas le résultat** d’une **anagenèse**; (évolution buissonnante : cladogenèse)
  - **Pas d’évolution morphologique en parallèle** (évolution en mosaïque) *« L’homme s’est mis debout puis il est devenu intelligent » SJ Gould*

Origine des primates

- Début du tertiaire; (60 millions d'années)
- Lignée **mammalienne** en développement;
- Premiers ancêtres des primates (structure morphologique analogue);

Purgatorius a croisé les derniers grands dinosaures;
Régime carnassier; vie arboricole, nocturne

Premiers ancêtres

- Les premières formes anthropoïdes datent du miocène (35 millions d'années) : *Aegiptopithécus* (25 cm)
- Climat plus sec en Afrique → abandon progressif de la vie arboricole;
- Lisière de forêts au sol,

Caractéristiques émergentes des premiers hominoïdes

- La **bipédie**;
- La **taille relative** du cerveau; (1400 cm^3 pour Sapiens et 450 cm^3 pour Australopithècus)
- La modification de la **dentition**; (régime alimentaire différent du à un changement d'environnement)
- La modification des **structures anatomiques liées aux cordes vocales**; (la posture verticale va influencé la structure morphologique des voies respiratoires supérieures)

Tailles de cerveaux

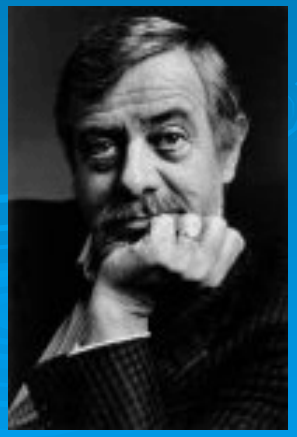
- Comparaison des crânes de primates
  - chimpanzé (380 cm^3)
  - orang-outang (410 à 450 cm^3)
    hominidés
  - gorille (500 cm3)
  - Australopithèques (450 cm^3)
  - Néanderthaliens (1650 cm^3)
  - Homme moderne (1450 cm^3)

Comparaison homme - singe

	Homme	Grand singe
Pieds	Orteils parallèles Pouce Pouce peu préhensile	court séparé des autres doigts qui permet la préhension
Tête	Tête en équilibre sur la colonne vertébrale	Tête en position plus ou moins avancée
Membres supérieurs	Membres supérieurs plus courts que les membres inférieurs	Membres supérieurs plus longs
Bassin	Court, large, en forme de cuvette	Long, étroit et plat
Fémurs	Convergence des fémurs vers les genoux rapprochant les pieds le long de la ligne de gravité du corps permettant un meilleur équilibre statique et dynamique au cours de la marche bipède	Fémurs parallèles et écartés
Omoplates	Plus allongées et plus hautes par rapport à la cage thoracique des grands singes	

« East Side Story »

- Théorie évolutive des premiers hominidés;
- Émergence due à un changement géologique et climatique important en Afrique de l'Est; (8 à 10 MA)
- Premier hominidé : *Australopithécus Afarensis (Lucy; 3,5 MA)*
- Découverte de Yves Coppens
- Sécheresse = moteur de la sélection;
- Remise en cause partielle (?) : Orrorin et Toumaï à l'Ouest du Rift (plus ancien)
- Apparition de différentes formes plus évoluées : *Australopithécus africanus, bosei et robustus contemporains de Lucy*



Deux genres fondamentaux de préhumains et humains

- • ***Australopithecus*** (Coppens) : terme désignant un ensemble d'hominidés bipèdes possédant un cerveau de faible volume (moins de 500 cm^3) et de puissantes mâchoires, ayant vécu en Afrique entre 4,4 et 1,2 MA.
- • ***Homo*** (Coppens) : genre de la famille des hominidés qui se caractérise par l'acquisition de la bipédie, d'un « gros cerveau » (plus de 600 cm^3), d'un dimorphisme sexuel modéré, d'une réduction de la face (prognathisme) associée à celle de la taille des molaires. L'aptitude à un langage articulé ainsi que l'aptitude à la fabrication d'outils en sont également représentatifs à partir de 2 MA.

Lucy

Australopithécus afarensis
et africanus

Lucy en image de synthèse
Reconstitution
anatomo-morphologique

Caractéristiques des australopithèques

Origine	Vers 4 MA
Caractéristiques	Petite taille, cerveau de faible capacité, face assez massive et prognathe (mâchoires projetées vers l'avant), front fuyant, squelette adapté à la marche bipède
Outil	La main est le premier outil. Serait l'auteur des premiers outils (?) : 2,5 MA. Galets aménagés à une face (*choppers*)
Espèces	*Australopithecus afarensis*, *Australopithecus aethiopicus*, *Australopithecus africanus*, *Australopithecus robustus, Australopithecus anamensis et boséi*
Stature	De 1,05 à 1,45 m
Volume du crâne	Env. 400/500 cm^3
Lieu de vie	Afrique de l'est et du sud
Environnement	Environnement de plus en plus ouvert auquel les Australopithèques ont dû s'adapter (la savane remplace progressivement la forêt)
Eléments culturels	Accès à la bipédie (locomotion mixte, bipèdes et quadrupèdes). Aptitude au grimper pour certains
Régime	Végétarien, granivore
Disparition	Vers 1,2 à 1 MA
Sites	Premiers ossements découverts en Afrique du sud (« Enfant de Taung », 1924). Ossements également découverts en Afrique de l'est (Lucy, 76 fragments d'ossements, 1974) et au Tchad (Abel, 1995)
Remarques	Disparaît sans descendance ?

Homo Habilis

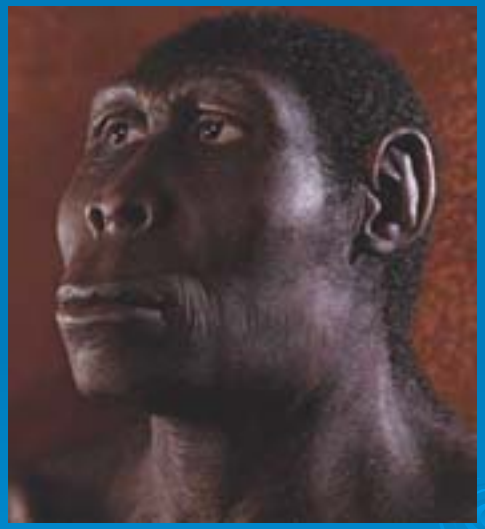
- Le premier « humain »; l'homme habile.
- Confirmation de la bipédie quasi exclusive;
- Mains totalement libres dans un environnement asséché;
- Milieu peu propice; forte pression → nécessité d'adaptation;
- Fabrication d'outils;
- 2 MA à 1,5 MA
- Contemporain des australopithèques mais plus évolué;

Caractéristiques de Homo Habilis

Origine	Vers 2,4 MA
Caractéristiques	Cerveau plus complexe, usage de la parole (?), membres supérieurs longs, mains puissantes
Outil	Développement de l'outil avec une grande variété : Découvre la taille par choc. Galets aménagés à deux faces (choppings tools)
Espèces	Homo habilis, Homo rudolphensis
Stature	de 1,20 à 1,30 m
Volume du crâne	Env. 700 cm^3
Lieu de vie	Afrique du sud et de l'est
Environnement	Il recherche sa nourriture dans la savane
Eléments culturels	Première structure d'habitat
Régime	Omnivore (charognage ?)
Disparition	Vers 1,6 MA
Sites	Premiers ossements découverts en 1960 en Tanzanie

Homo Erectus

- Longtemps considéré comme le chaînon manquant – (origine de l'Humanité);
- 1,8 MA à 0,3 MA;
- Grand voyageur (quitte l'Afrique → Asie);
- Chasseur, il a suivi le gibier;
- A l'origine de « l'homme de Pékin » et « l'homme de Java »;
- Pose un pied en Indonésie et en Australie;



Caractéristiques de Homo Erectus

Origine	Vers 1,8 MA
Caractéristiques	Crâne très allongé et bas, face haute et large, squelette épais et robuste
Outil	Inventeur du biface (1,5 MA) et d'outils perfectionnés (spécialisation de l'outillage), méthode de débitage Levallois (300 000)
Espèces	*Homo erectus, Homo ergaster* (*Homo erectus* archaïque de souche africaine)
Stature	Env. 1,65 m
Volume du crâne	Env. 1000 cm^3
Lieu de vie	Origine africaine, puis migrations (Afrique du nord, Asie occidentale, Europe du sud, …)
Environnement	Savane à arbustes épineux
Eléments culturels	Maîtrise du feu (domestication du feu vers – 400/350 000), diversifie son habitat, abris en peaux, chasse de gros mammifères (mammouths)
Régime	Omnivore
Disparition	Vers -200 000
Sites	Première découverte en 1891 à Java (pithécanthrope), puis en Chine, en Afrique du nord, en Afrique de l'est et du sud
Remarques	Durant 2 MA, évolution graduelle et continue vers l'homme moderne. Il colonise l'Asie et l'Europe

Un « cousin » : Néanderthal

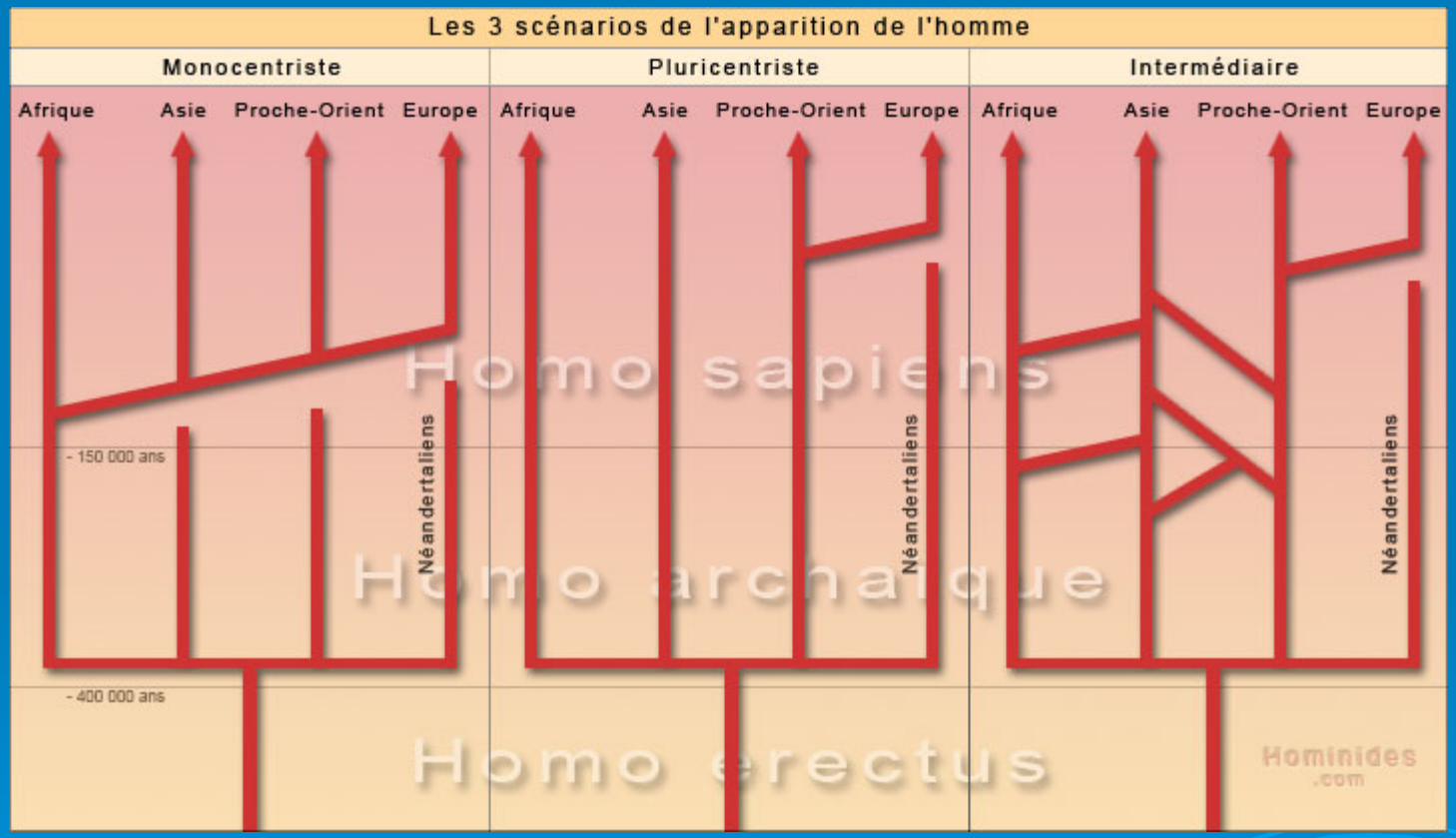
Origine	Prénéandertalien vers 400 000, néandertalien classique -120 000
Caractéristiques	Plus petit et plus robuste que les hommes modernes, front fuyant, puissant bourrelet au-dessus des orbites, forte mâchoire
Outil	Perfectionnement du biface, grande variété d'outils (choix des matières, étude de la taille selon l'usage, ateliers de fabrication et de stockage), technologie sophistiquée de la pierre, de l'os et du bois. Industrie moustérienne
Espèce	Une seule espèce, *Homo neandertalensis*
Stature	Env. 1,65 m
Volume du crâne	Env. 1500 cm^3 (légèrement supérieur à Sapiens)
Lieu de vie	Europe, Proche-Orient et Moyen-Orient
Environnement	Glaciations entrecoupées de périodes plus tempérées
Eléments culturels	Premières sépultures vers 100 000 - 80 000
Régime	Omnivore
Disparition	Vers 35 000
Sites	Ossements notamment découverts en Belgique (homme de Spy, grotte de Sclayn vers le milieu du XIXe siècle) et en Allemagne
Remarques	Coexistence de l'homme de Néandertal et de l'homme moderne durant env. 15 000 ans

Un simple « cousin »

- Contemporain de Sapiens;
- Même origine mais divergence décalée (Homo Erectus);
- Pas de « croisement »; (biologie moléculaire)
- Temps glaciaires difficiles;
- Compétition pour les mêmes zones de chasse;
- Meilleure adaptation de Sapiens;
- Hypothèses de consanguinité chez Néenderthal; maladies spécifiques du à l'isolement des groupes;
- Disparition progressive;

NOUS !

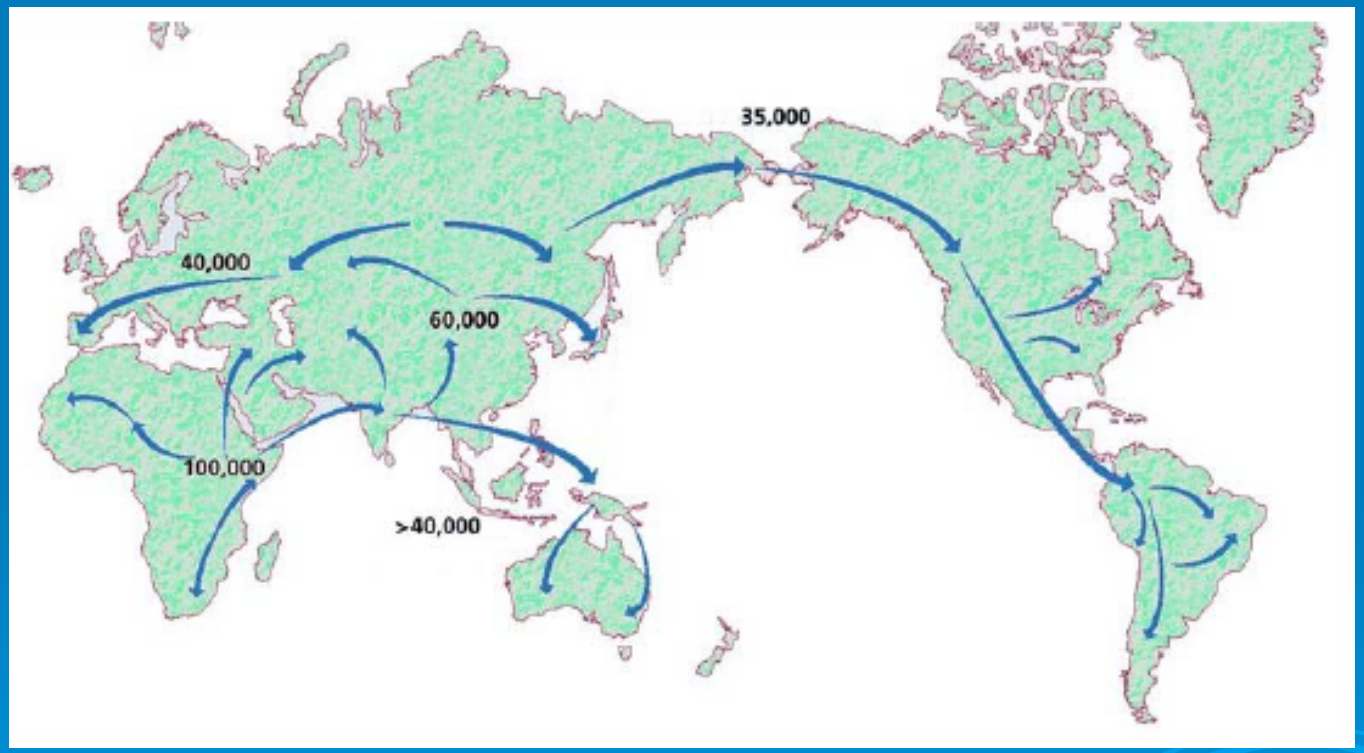
- A l'heure actuelle, il ne reste plus que **Homo Sapiens** qui a envahi le monde depuis l'Afrique (?);
- L'Asie et l'Europe, Le Pacifique, puis l'Amérique du Nord et du Sud;
- Trois **modèles théoriques** sur l'émergence de Sapiens :
  - Modèle multirégional - pluricentriste
  - Modèle Monogénétique; (100000 ans → « Sortie d'Afrique ») – Monocentriste « Out of Africa »
  - Modèle intermédiaire - Réticulé


Les 3 scénarios de l'apparition de l'homme
Monocentriste
Pluricentriste
Intermédiaire
Afrique
Asie
Proche-Orient
Europe
Afrique
Asie
Proche-Orient
Europe
Afrique
Asie
Proche-Orient
Europe
Homo sapiens
Homo archaïque
Homo erectus
- 150 000 ans
- 400 000 ans
Néandertaliens
Néandertaliens
Néandertaliens
Hominides
.com

Nos caractéristiques évolutives

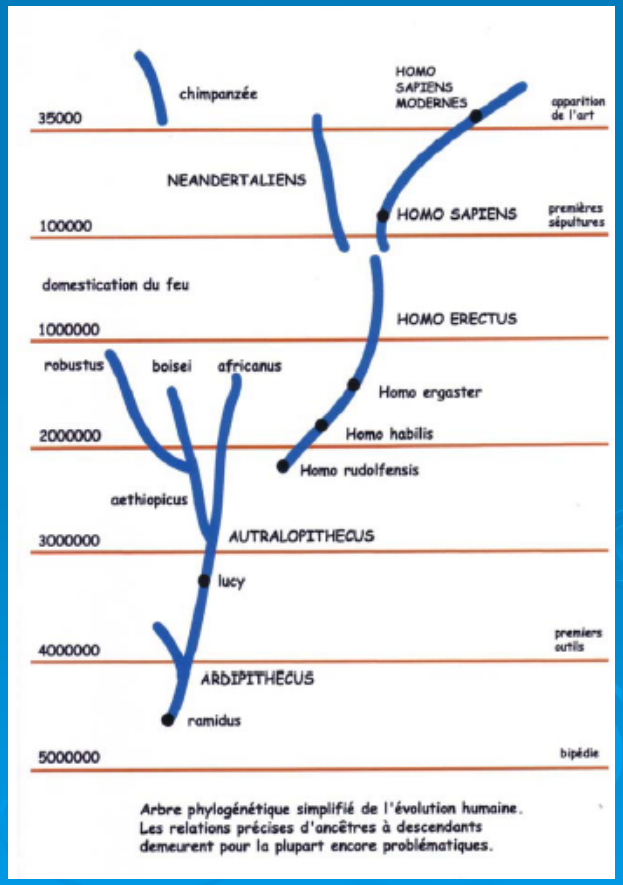
Origine	120 000 (en Afrique), 100 000 au Proche-Orient, vers 60 000 (Asie), vers 40 000 (Europe)
Caractéristiques	Os longs, mandibules robustes, front haut, menton proéminent
Outil	Plus de 200 types d'outils en os, silex, ivoire, bois de cervidés, éclats longs et microlithes pour pointe de flèche, harpon en os, sagaie à biseau, propulseur
Espèce	Une seule espèce
Stature	Env. 1,70 m
Volume du crâne	Env. 1400 cm^3
Lieu de vie	Partout
Environnement	Climat rigoureux en Europe, vie nomade en fonction des saisons, le renne est la ressource essentielle
Eléments culturels	Apparition de l'art (gravure, sculpture, peinture, art mobilier). Conception et fabrication de parures. Inventions : propulseur de sagaies, harpon, aiguille à chas, parure. Rites diversifiés : offrandes, mobilier funéraire. Modes d'inhumations très variés, nécropoles. Culture, élevage d'animaux
Régime	Omnivore
Sites	Grotte de Niaux (France, Ariège)

Notre Expansion

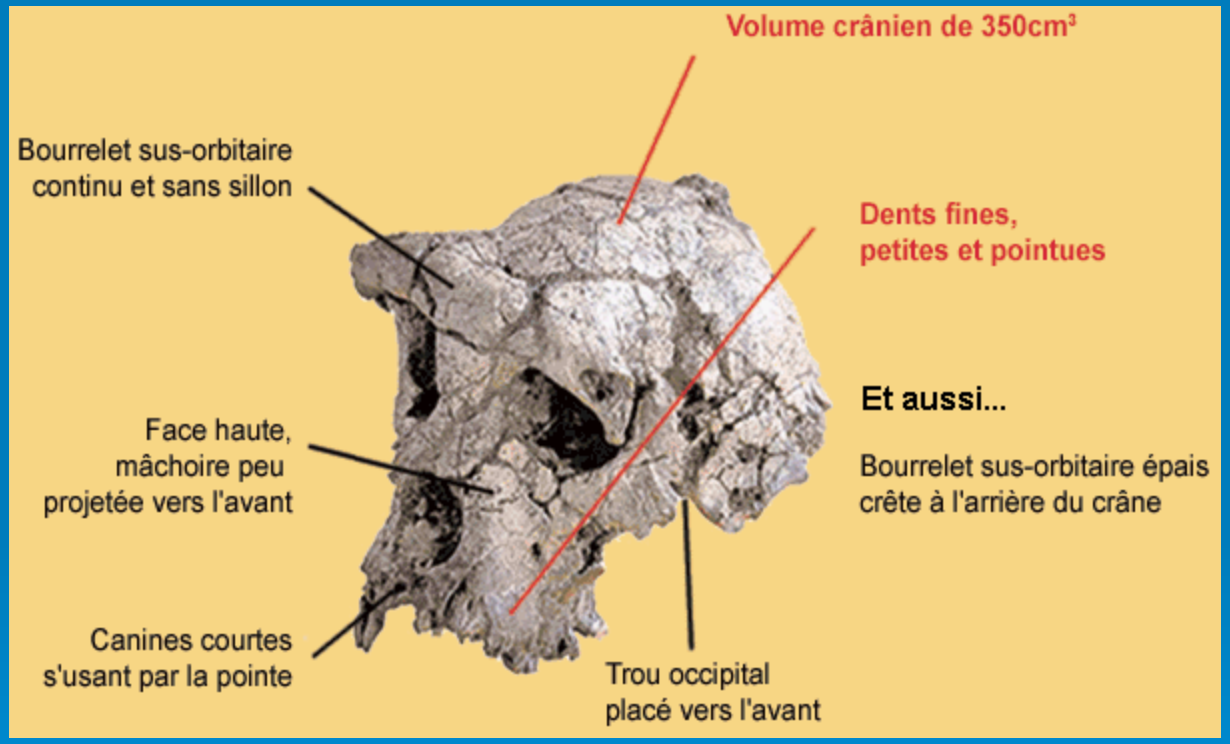


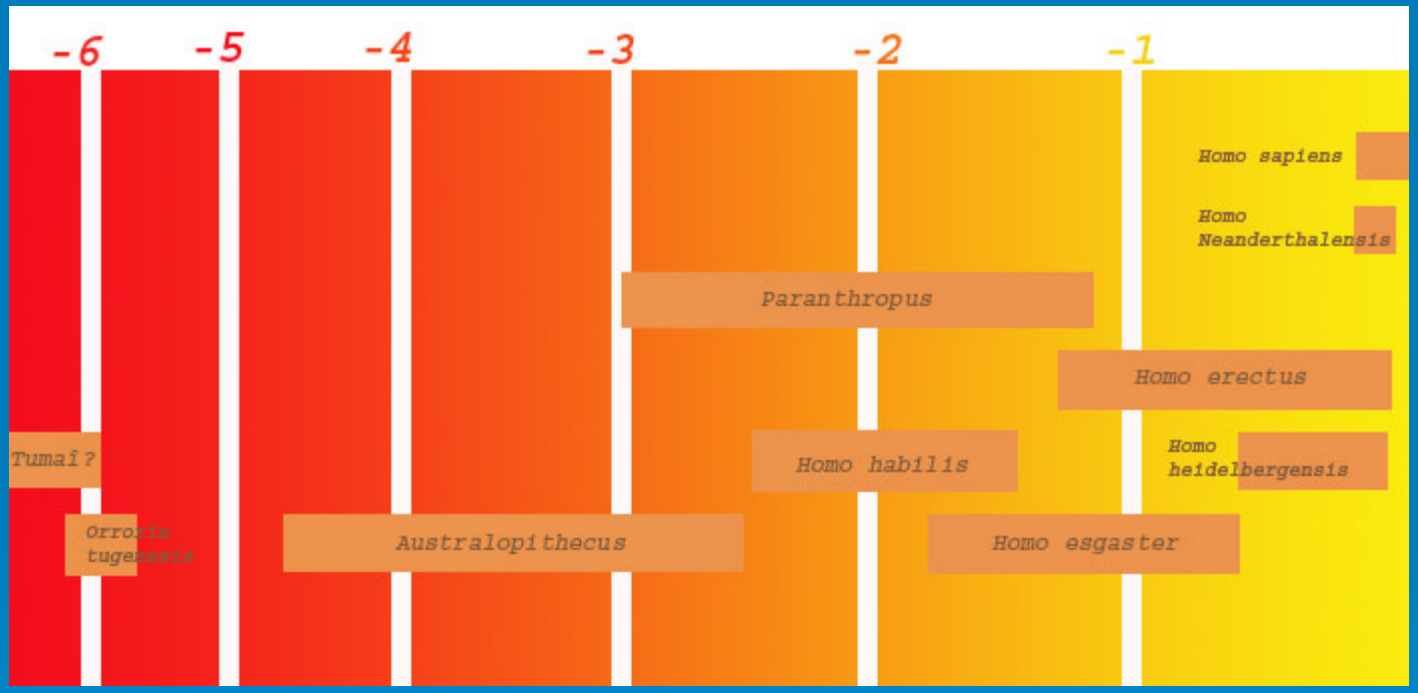
Et le véritable chaînon manquant ?

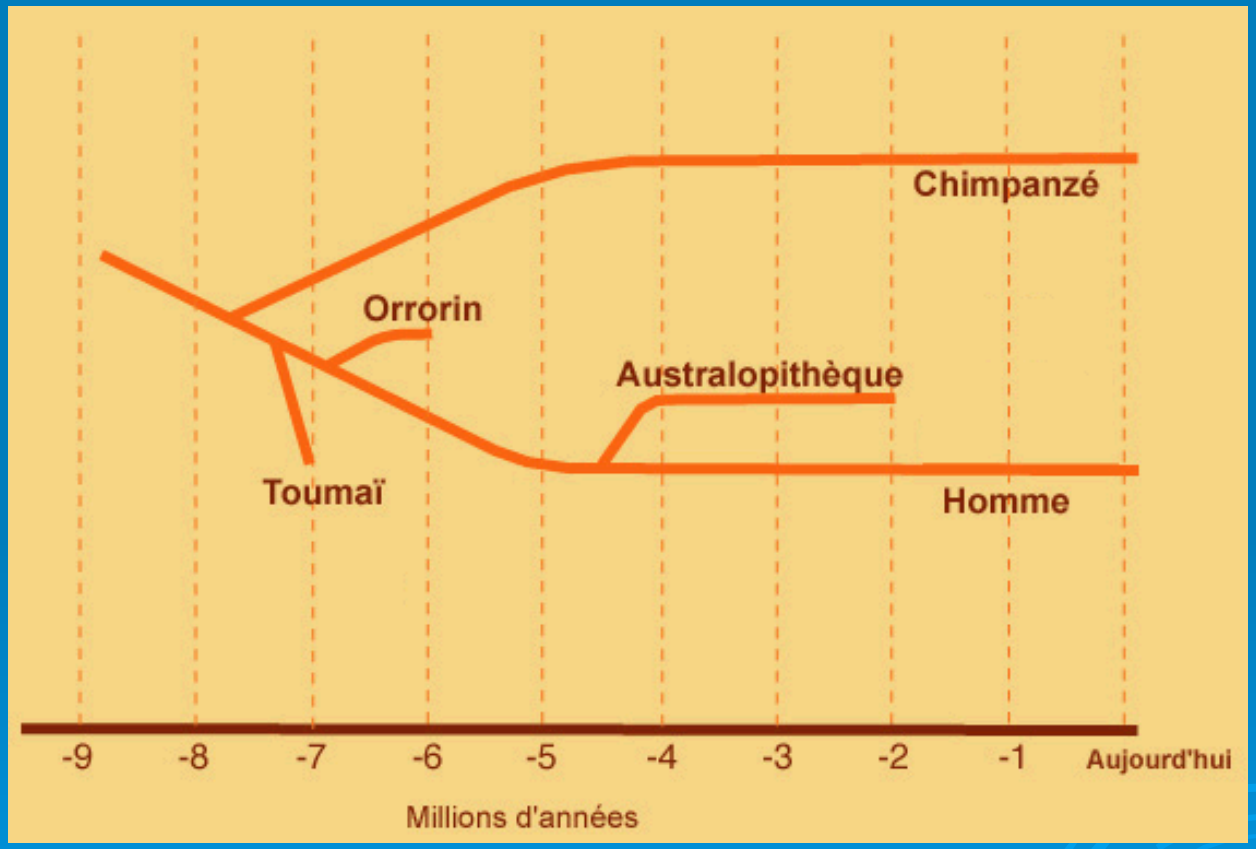
- Découverte récente d'ancêtres plus anciens ou divergeants;
- Orrorin (6 MA);
- Toumaï (7MA);
- Les ossements de Dmanisi;



Toumaï en détails




-6
-5
-4
-3
-2
-1
Homo sapiens
Homo Neanderthalensis
Paranthropus
Homo erectus
Tumaï ?
Homo habilis
Homo heidelbergensis
Orrorin tugenensis
Australopithecus
Homo esgaster

6
5
4
3
2
1
millions d'années
Arbre phylogénétique du genre Homo
vers les
panidés

De manière simplifiée