

Grands cataclysmes de l'histoire de la Terre

Le règne des pluricellulaires

Bernard SILVESTRE-BRAC



Rappels

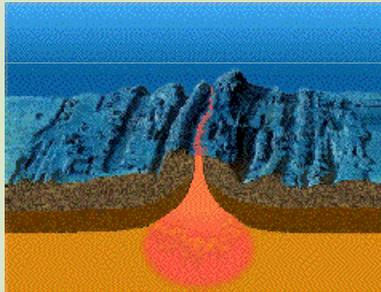
Un cataclysme terrestre est un événement physique qui bouleverse profondément et durablement la structure de la Terre et modifie grandement sa biodiversité.

Un **cataclysme** peut être **soudain** ou **plus étalé dans le temps**; ses conséquences durables peuvent **s'échelonner sur qq Ma** ≠ **catastrophe**.

Les facteurs responsables



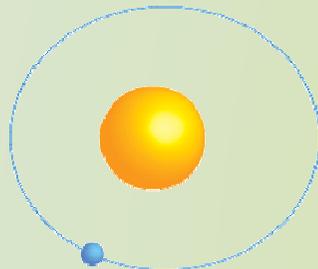
*Les chutes d'astéroïdes
et de comètes*



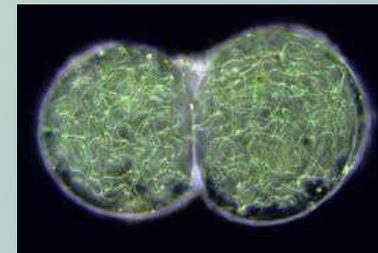
*La tectonique et la
dérive des continents*



Le volcanisme



*Les variations
astronomiques*



La vie

Les conséquences dramatiques puis bénéfiques

Changement de la composition chimique de la Terre

Modification du relief et du niveau des mers

Modification de l'albédo terrestre

Modification du climat dû à l'effet de serre

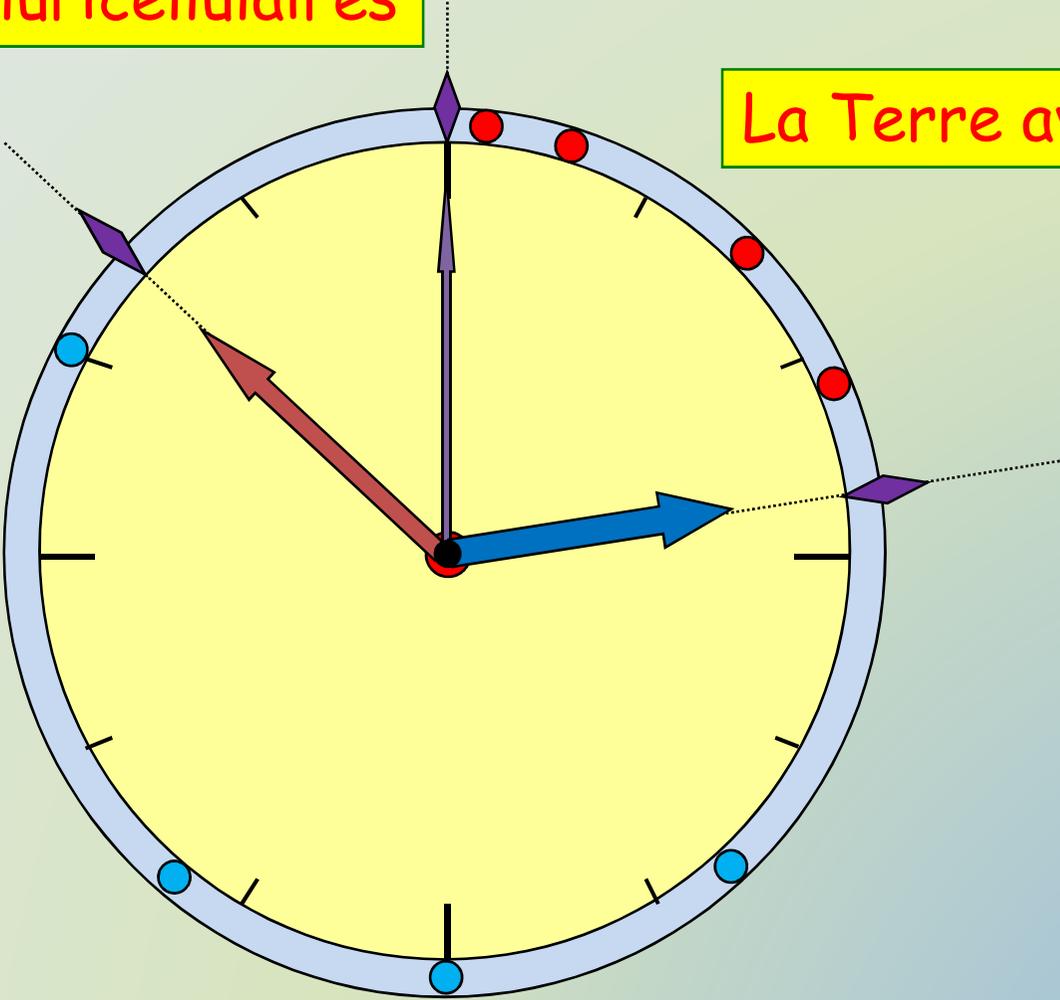
L'effet de serre joue un rôle **prédominant** dans les changements de biodiversité.

Il résulte de la **dégradation de la lumière visible du soleil** en **lumière infra rouge** par la Terre.

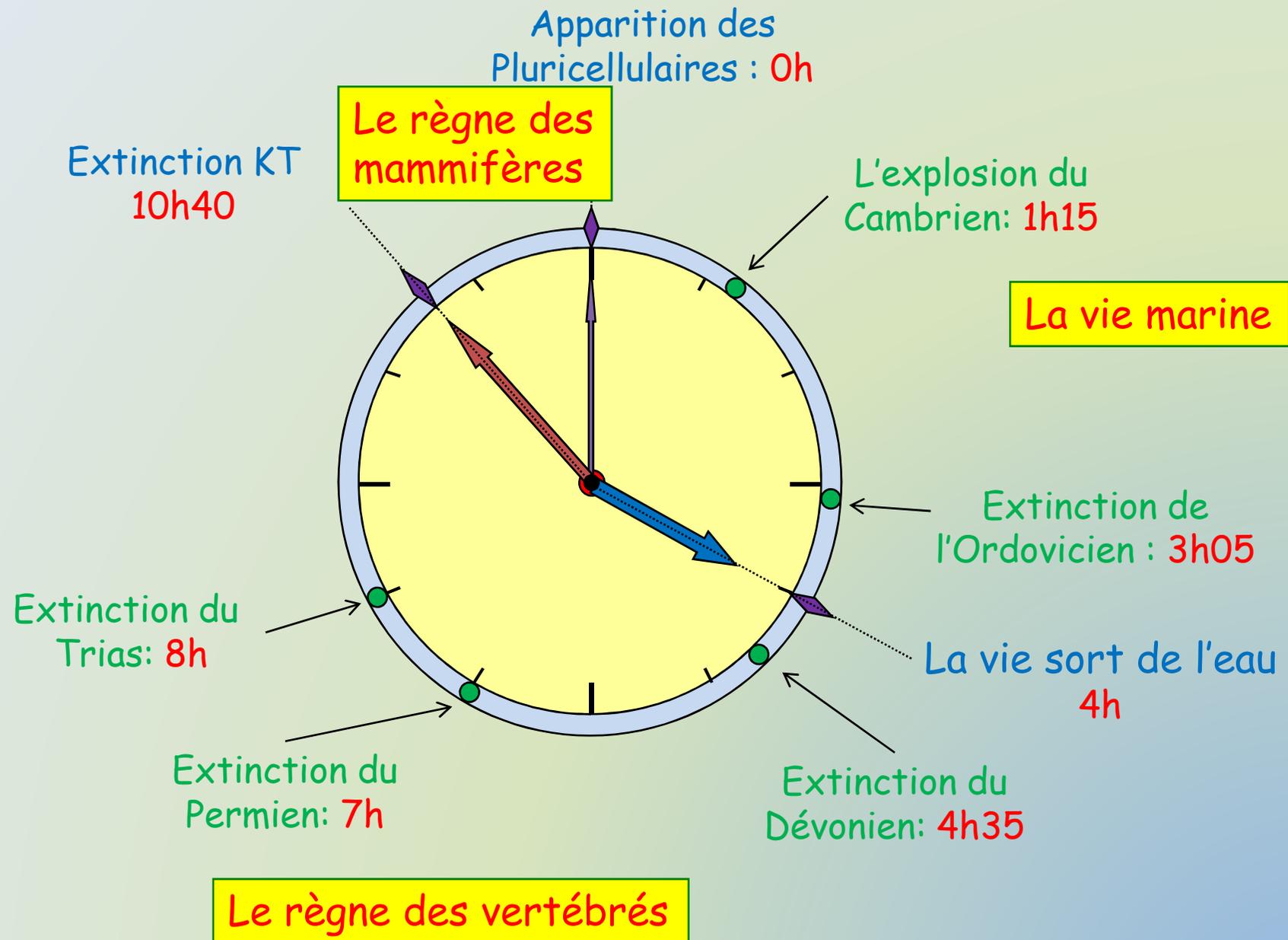
L'**atmosphère** joue un rôle fondamental car elle est opaque à certaines radiations. Sa **composition chimique** est primordiale pour l'effet de serre et pour les variations climatiques.

Le règne des pluricellulaires

La Terre avant la vie



Le règne des unicellulaires



La vie marine (600Ma BP - 400Ma BP)

Les premiers organismes pluricellulaires pourraient dater de 1,2 Ga BP ou même plus, mais ce sont des organismes microscopiques (algue rouge).

Les premiers pluricellulaires macroscopiques sont plutôt datés de 600Ma BP (pré cambrien).



Pteridinium



Kimberella



Températures moyennes
très fluctuantes :
Glaciations + réchauffements



Faune tommotienne

Du nom de la ville de Tommot (Sibérie)

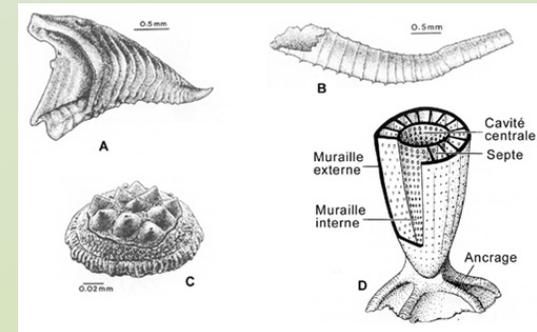
Vers **530 Ma BP**, une nouvelle faune apparaît et disparaît en **10Ma**.

Minéralisation des squelettes : « **Faune à petites coquilles** ».

Les représentants les plus marquants:

Les Archaeocyathes.

Les rescapés : **LES ÉPONGES.**



La Faune de Burgess

En 1911, C. Doolittle Walcott découvre dans les **schistes de Burgess** du parc Yoho (Canada)

Des fossiles d'un genre nouveau.

En 10 ans, plus de **80000 fossiles** sont **répertoriés**.

C'est **la faune de Burgess** qui apparaît vers **525 Ma BP** et dure environ **40Ma**.

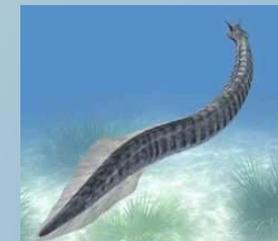


FIGURE 10.15. Restoration of the Burgess Shale fauna. Key to the animals is as follows. Sponges: Pirania (1), Vauxia (2), Wapella (3). Lobopods: Aysheaia (4), Tribrachidium (5). Anomalocaridids: Anomalocaris (6), Laggania (7). Arthropods: Maesslia (8), Dickinsonia (9), Trilobite: *Chonetes* (10), *Saricacaris* (11), *Sinuotrochus* (12). Phlebobranch: *Otola* (13). Polychaete annelid: *Canadia* (14). Chordate: *Pikaia* (15). Animals of disputed or uncertain affinity: *Amiskwia* (16), *Dinomischus* (17), *Diceria* (18), *Odontaspina* (19), *Cyathia* (20), *Wuzia* (21).

Le plus remarquable, le **Pikaia**,
apparu 505 Ma BP, **1^e chordé**
L'ancêtre de l'homme!



pikaia



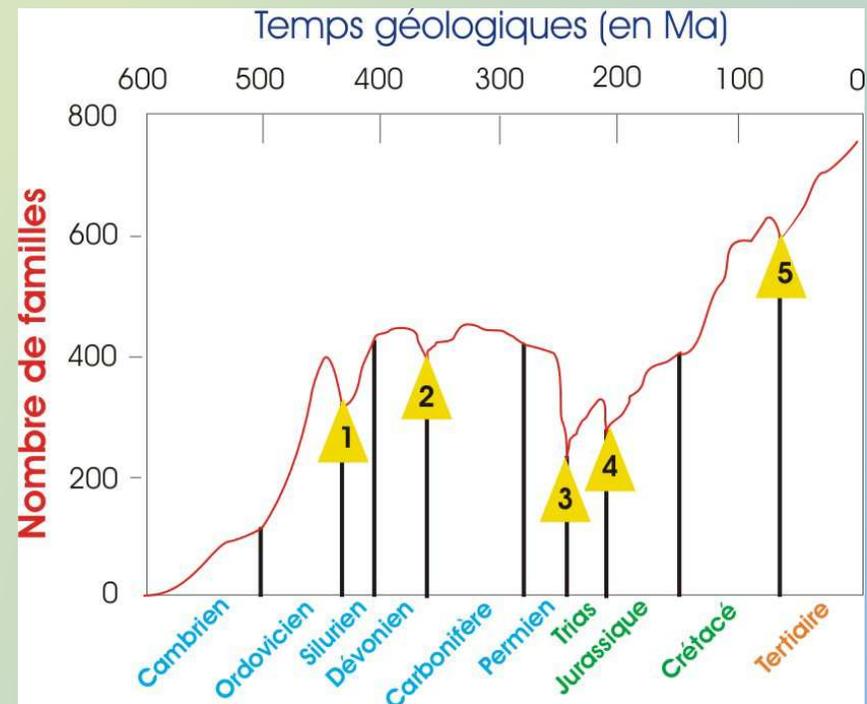
Les cataclysmes à venir

Ca y est! La vie est là! Darwin peut s'en donner à cœur joie!
Mais la Terre a des ressources pour faire capoter cette belle harmonie. De terribles cataclysmes sont encore à venir. Parmi eux :

5 GRANDES EXTINCTIONS D'ESPÈCES.

- fin Ordovicien (444 Ma BP)
- fin du Dévonien (367 Ma BP)
- fin du Permien (252 Ma BP)
- fin du Trias (200 Ma BP)
- K-T (66 Ma BP)

La durée de vie moyenne d'une espèce est de 5 à 6 Ma.



Extinction de l'Ordovicien (444 Ma BP)

Causes de la crise

27% des familles, 57% des genres et 85% des espèces sont éteintes ;
en particulier les planctons, les coraux et les trilobites.

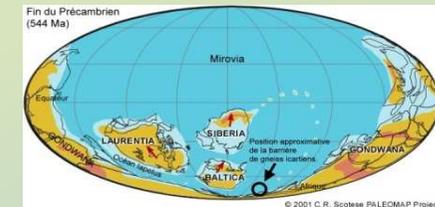
Au départ: sursaut γ d'une supernova \rightarrow « début de la faim »

En 100 ans, 1/3 de la biodiversité est décimé.

Puis, Glaciation importante, Gondwana dérive vers le pôle austral \rightarrow Modification de l'albédo \rightarrow Baisse de 50m à 100m du niveau des océans, appauvrissement en O_2 .

Puis, Réchauffement global \rightarrow Remontée des eaux.

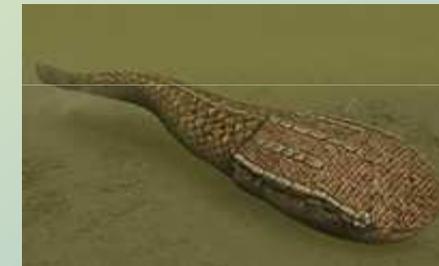
En 1 Ma, 1 million d'espèces ont disparu.



Ont résisté
Euryptéride



Astrapis



Le Dévonien (420 Ma BP- 370 Ma BP)

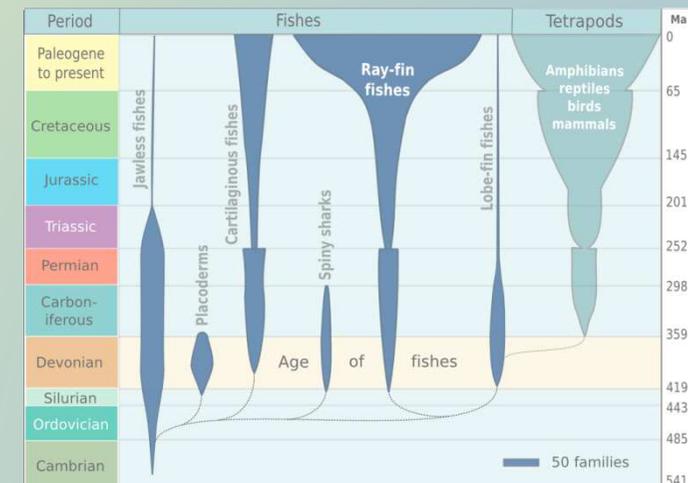
Est l'âge d'or des Poissons:

Poissons sans mâchoire : Placoderme, lamproie

Poissons cartilagineux : Raie, requin,...

Poissons à nageoires rayonnées: Saumon,...

Poissons à nageoires pédonculées: Dipneuste,...



La vie à l'assaut des Terres (400Ma BP)

On a découvert des microorganismes dans des sédiments d'eau douce, il y a 1Ga. Possibilité de bactéries ou eucaryotes unicellulaires dans l'atmosphère et sur Terre dès cette époque.

Charles Wellmann découvre en 2003 dans des roches d'Oman des spores d'hépatiques dès 475 Ma BP.

Mais colonisation importante des terres à partir de 400Ma BP:

Mousses, lichens puis fougères et champignons

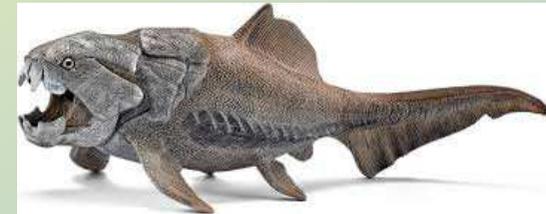
→ Modification de l'albedo → diminution du CO₂.

La disparition de la mer Iapetus

Au cambrien : 1 grand continent Gondwana.

3 petits continents : Laurentia, Siberia, Baltica.

1 mer très peu profonde : Océan Iapetus. Maître des mers : Dunkleosteus



Formation de la chaîne calédonienne

Au dévonien, les 3 continents se regroupent en 1 seul, le Laurasia qui collisionne le Gondwana. Iapetus disparaît, la chaîne calédonienne surgit.

Formation de nuages, de torrents et de fleuves.

Arandaspis → Eusthenopteron



Le premier arbre : archæopteris

1^e arbre moderne, ancêtre des conifères, 370Ma BP; 20m, racines profondes.

Transforme les lacs en marais. Source de nutriments et refuge des petits poissons.

L'extinction du Dévonien (367Ma BP)

La moins bien connue !!!

Étalée sur plusieurs millions d'années. En fait en 3 étapes:

Étage Givétien (380 Ma BP) le moins important.

Étage Frasnien (372 Ma BP) le plus important : événement de Kellwasser.

Étage Famennien (360 Ma BP) : événement de Hangeberg.

19% familles, 40% des genres, 75% espèces disparaissent;
En particulier: coraux, céphalopodes, agnathes, placodermes,...

Suite de cycles réchauffement - glaciation

Développement des plantes vasculaires → appauvrissement en CO_2 → refroidissement.

Volcanisme → enrichissement en CO_2 → réchauffement
→ anoxie (manque de O_2) des océans par eutrophisation
→ La Nature invente le poumon (*Hyneria*).

Après cette crise, apparition de

Acanthostega

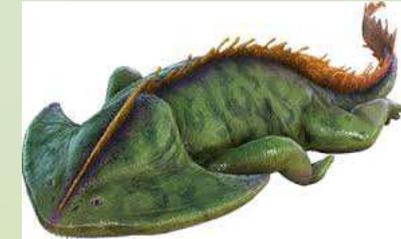


Ichthyostega



Les animaux colonisent la terre ferme

Les premiers vertébrés qui sortent de l'eau vers 370Ma BP sont les amphibiens, comme ce diplocaulus. Certains sont très gros 5m pour 800kg. Beaucoup ont disparu. Seuls rescapés:



Les anoures



Les urodèles



Les gymnophiones



La Nature invente l'œuf amniote!

Plus vieilles empreintes de pas sur l'île de Valentia (Irlande de l'Ouest), 350 Ma BP. C'est le début du carbonifère.

Les reptiles viennent de naître : Le Pederpes



Durant toute la période du Permien, les reptiles se sont diversifiés. C'est l'âge d'or des Thérapsides (« reptiles mammaliens ») Grande fosse derrière chaque orbite oculaire, un dentaire assez gros. **ANCÊTRES DES MAMMIFÈRES.**

Très vite, les thérapsides se sont scindés en 2 lignées:

Les **Carnivores**, exemples:

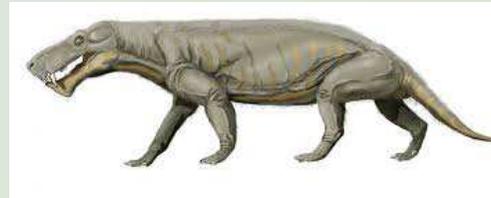
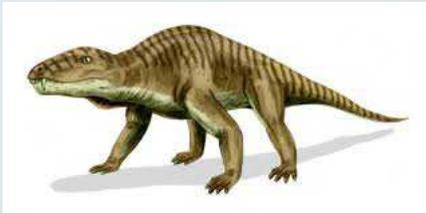
Titanophoneus

Gorgonops

Les **Herbivores**, exemples:

Moschop

Diictodon



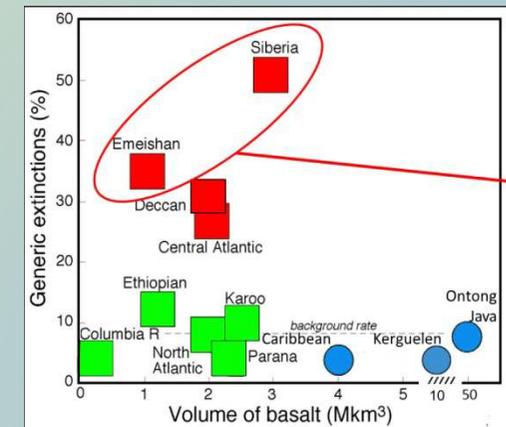
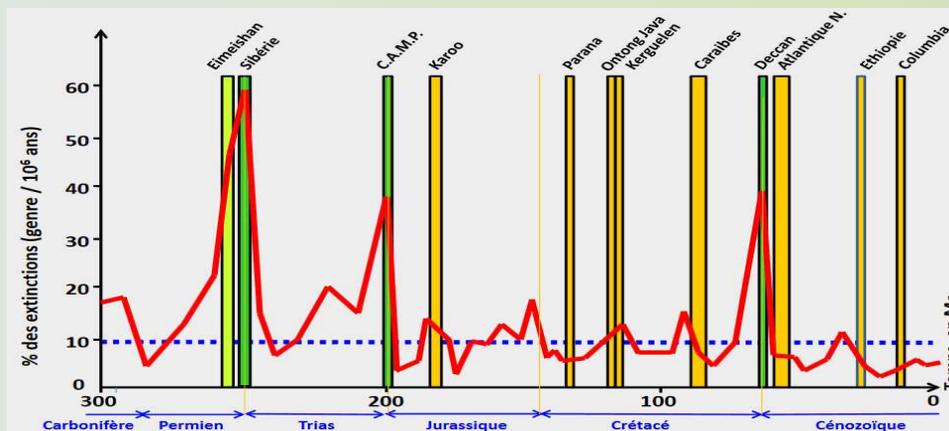
Mais de **grands cataclysmes** guettaient cette diversité.

Le facteur déclenchant de ceux-ci étaient pour une large part:

LE VOLCANISME sous la forme de **TRAPPS** gigantesques.

Sur les 300 derniers Ma, on en connaît 12 (**étude de Pierre Thomas**):

On Tong, Kerguelen, Carribbean, Karoo, Parana, Ethiopian, North Atlantic, Columbia, Siberia, Emeishan, Central Atlantic, Deccan.



Quels effets résultent de ces trapps?

Suite hiver nucléaire - réchauffement.

Pendant 1 an, émission de poussières qui cachent le soleil → grand froid

Pendant 10 ans, émission de $SO_2 \rightarrow H_2S \rightarrow H_2SO_4$ → froid, pluies acides.

Pendant 10000 ans, excès de CO_2 → Réchauffement.

Pendant 1 Ma, les laves riches en Ca pompent le CO_2 pour former $CaCO_3$
→ refroidissement.

L'extinction du Permien (252 Ma BP)

De loin la plus massive des extinctions.

Étalée sur 10 Ma. En 2 étapes.

Étage du trapp d'Emeishan (258 Ma BP).

Étage du trapp de Sibérie + supervolcan de Sibérie (251 Ma BP).

Facteurs aggravants :

Réunion du Gondwana + Laurasia + Siberia → 1 supercontinent la **PANGÉE**;

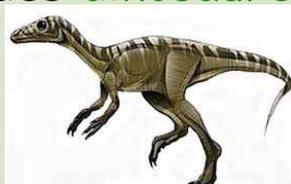
Anoxie des océans; Acidification des eaux marines;

Libération du CH_4 des océans → Effet de serre amplifié

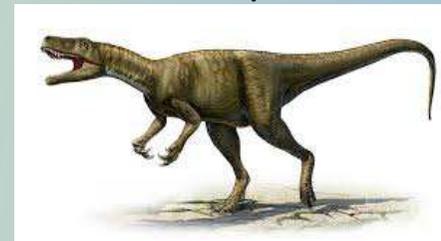
Disparition de **57%** des familles, **89%** des genres, **95%** des espèces.

Apparition des **dinosaures** (230Ma BP)

Eoraptor



Herrerasaurus.



Extinction du Trias (200Ma BP)

La Pangée se fracture et donne naissance à l'Océan Atlantique

Série de chutes de petits astéroïdes.

Trapp du centre Atlantique.

Disparition de 75% des espèces : plancton, ammonites, reptiles herbivores,...

Survivent : beaucoup de dinosaures, le **Megazostrodon**.



C'est l'âge d'or des dinosaures, qui dure 140Ma.

Les oiseaux



et les mammifères



se font tout petits.

L'extinction KT (66Ma BP)

La dernière grande extinction

Trapps du Deccan

Météorite de Chicxulub

Disparition de 70% des espèces.

Beaucoup de plantes, céphalopodes, bivalves, poissons **Et...LES DINOSAURES.**

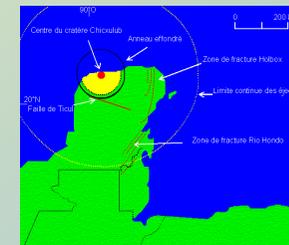
Ont bien résisté: Les amphibiens, certains reptiles, les oiseaux, les mammifères.

Vient le règne des oiseaux géants :

puis des mammifères **Hyaenodon**



Gastornis



Le règne des mammifères

L'extinction KT est le dernier grand cataclysme.
Maintenant Darwin reprend le dessus:

ÉVOLUER POUR SURVIVRE.

Maintenant ce sont des **petits cataclysmes et le hasard** qui transforment le vivant.

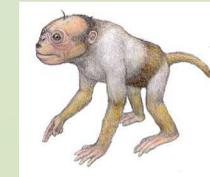
Le réchauffement du début de l'ère tertiaire est **favorable aux primates**.
→ Les feuillus se développent → abondance de fruits
→ la canopée est étendue
→ Les primates n'ont plus besoin de descendre au sol → Dame Nature invente la **vision stéréoscopique** → meilleure évaluation des distances.

Un nouveau cataclysme : de nouvelles améliorations (33Ma BP)

La **tectonique** a un autre tour dans son sac:

Le supercontinent Antarctique, alors chaud, se **scinde en 3** : Australie, Amérique du sud et Antactique. → Les courants froids se libèrent → Transformation en banquise → **Augmentation de l'albédo** → **Refroidissement général d'un vingtaine de degrés.**

Raréfaction des feuillus → Compétition accrue chez les primates.
 Invention du **septum postorbital** et de la **fovea**
 → **acuité visuelle améliorée.**



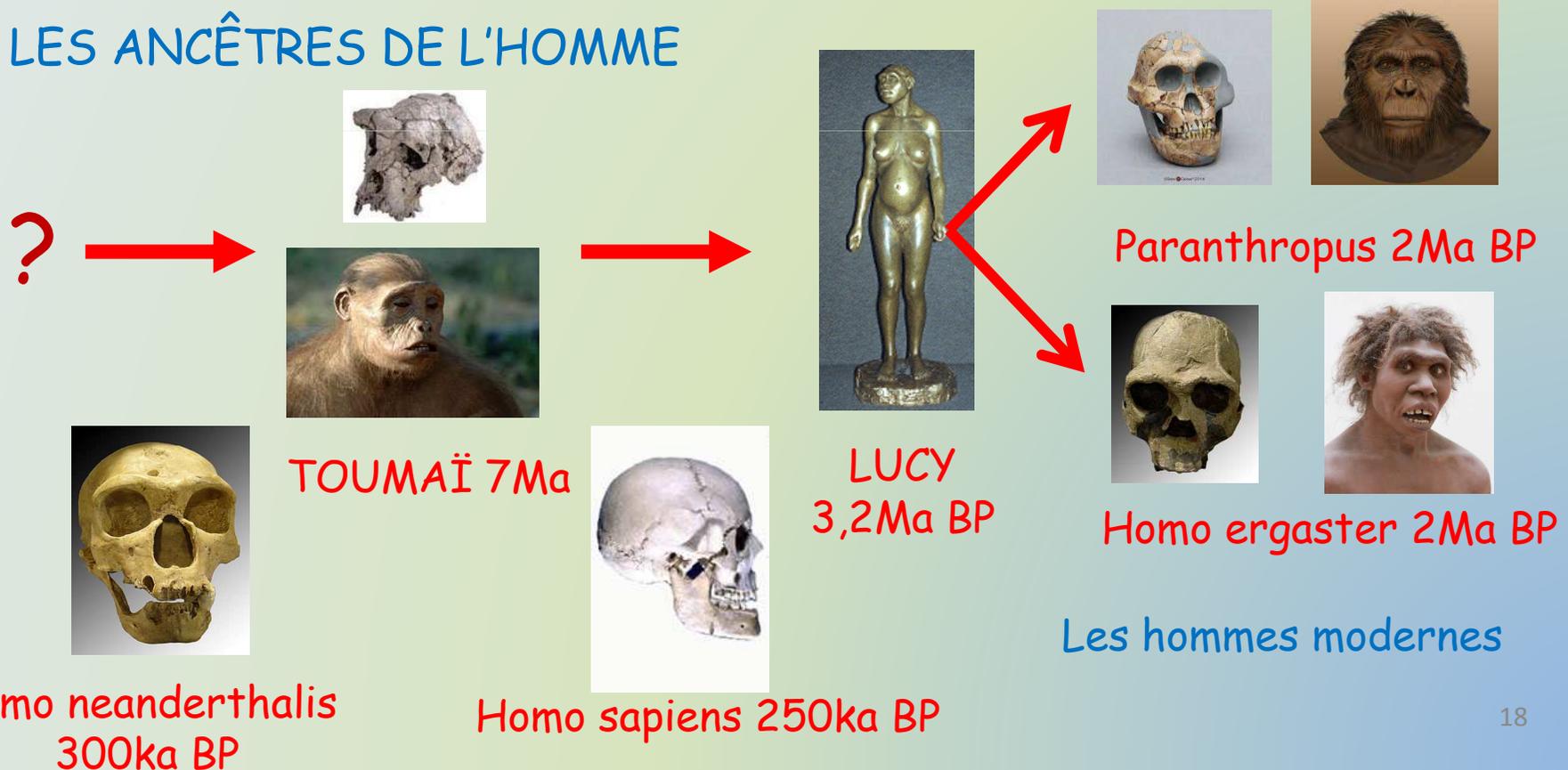
Le **catopithecus**

Mais l'amélioration décisive est le passage de la **vision dichromatique** à la **vision trichromatique** → Avantage décisif.

L'amélioration de la vision : vision stéréoscopique - septum + fovea - vision trichromatique a pris **20Ma**.

LES PRIMATES SONT ARMÉS POUR CONQUÉRIR LA TERRE.

LES ANCÊTRES DE L'HOMME



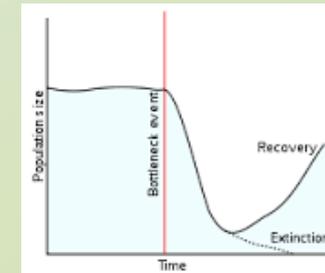
L'espèce humaine l'a échappé belle il y a **74ka!**

Explosion du dernier super-volcan:
le Toba en Indonésie.

3000 km³ de lave; 8 Mt/s → 2 semaines;
température chute de 10° en 6 ans.



Nombre d'hommes : 500 000 → 2000 : goulot
d'étranglement de population !!



Dernier épisode brutal : la glaciation de Würm **75ka BP à 10ka BP**
Maximum il y a 20ka, **températures inférieures de 10° aux actuelles.**
À ces conditions extrêmes s'ajoute la **chasse intensive d'Homo sapiens.**
→ **Disparition brutale des gros mammifères.** Parmi les plus connus:



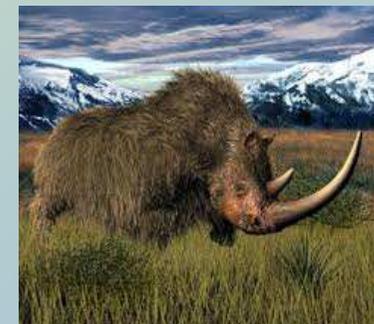
Mammoth
12ka BP



Mastodonte
10ka BP



Ours des cavernes
24Ma BP



Rhinocéros laineux
8ka BP



Lion des cavernes
11 ka BP



Smilodon
10ka BP



Megatherium
11ka



Homme de Néandertal, grotte Gorham (Gibraltar) 28ka BP.
Cohabite avec H. sapiens au moins 10ka.

Disparition mal expliquée (épidémie, population trop éparse,
Alimentation peu variée, consanguinité, larynx trop haut,...)

La 6^e extinction en route?

Sommes-nous à l'aube d'un nouveau cataclysme : la 6^e extinction?

À l'heure actuelle, les espèces disparaissent à un rythme 1000 fois supérieur au « rythme naturel ».

16118 espèces menacées/40000 évaluées. 26000 espèces/an disparaissent!!!

Depuis 1500, 834 espèces évoluées ont disparu!

La cause principale : **LA FOLIE DES HOMMES** (Surpopulation versus activités)

Action néfaste indirecte:

Fragmentation des habitats, surexploitation des espèces, déforestation, invasions biologiques, pollution, changement climatique,...

Action néfaste directe par extermination complète.



Dodos de l'île Maurice, **XVIIe s** ; Grand pingouin, **1844**



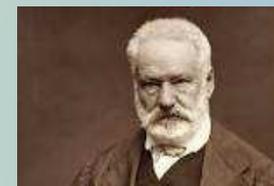
Thylacine = Loup de Tasmanie, **1936**



Rhinocéros blanc, **2014**

L'homme par ses méfaits sur la Nature est clairement la cause majeure de cette extinction. **L'homme va-t-il s'autodétruire?**

« C'est triste chose de penser que la Nature parle et que le genre humain n'écoute pas »



Victor HUGO

Le point de vue pessimiste : l'homme s'autodétruira.

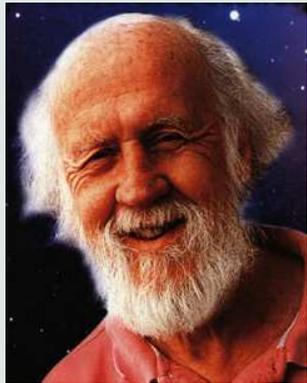
« Homo sapiens ne sera pas seulement la cause de la 6^e extinction, il en sera aussi une des victimes » Richard LEAKEY



Le point de vue optimiste :
l'homme résoudra tous les problèmes.



Yves COPPENS



Hubert
REEVES

« Il y a deux possibilités pour sortir de la crise climatique actuelle, une triste et une moins triste.

La triste, c'est l'élimination de l'espèce humaine. Comme des millions d'espèces ont déjà été éliminées, une de plus ou une de moins, ce n'est pas ça qui va freiner l'évolution de la vie. Nous pensons que nous sommes la pointe du progrès, les plus beaux, les plus intelligents et ici pour toujours...C'est un point de vue anthropomorphique. Nous ne le partageons qu'avec nous mêmes. Nous sommes juges et parties, donc pas objectifs. Si l'espèce humaine disparaît, la cause de la crise sera écartée, les océans absorberont le surplus de gaz carbonique et la vie poursuivra son cours. SANS NOUS.

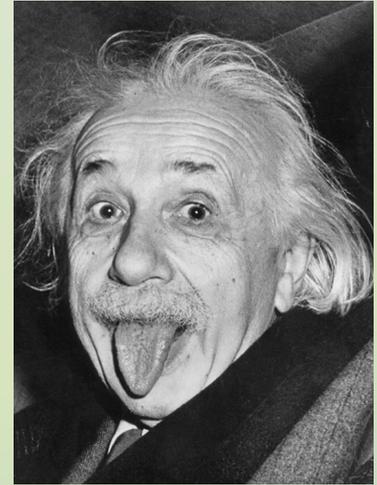
La deuxième hypothèse, plus encourageante, serait que nous nous décidions enfin à prendre la situation en main. En diminuant de 60% nos émissions de gaz carbonique, nous stopperions l'augmentation de la température. Des restrictions drastiques de la consommation et de la déforestation sauveraient l'humanité de la sixième extinction. MAIS SOMMES-NOUS CAPABLES DE NOUS PRIVER? »

Enfin, des remarques de bon sens d'Albert Einstein

« Le monde ne sera pas détruit par ceux qui font le mal, mais par ceux qui regardent sans rien faire »

« Deux choses sont *infinies* : l'Univers et la bêtise humaine. Mais, en ce qui concerne l'Univers, je n'en ai pas encore acquis la certitude absolue »

Il reste toujours une solution possible:
CHANGER DE PLANÈTE !!!



MERCI