

Elämän mahdollisuudet muilla planeetoilla

JOS muualla olisi elämää,
millaista se olisi

Millaisen elämän ???

Kirsi Lehto

Cygnuksen kesäleiri 2018

Kuvien lähde: Aikavaellus.fi; tai merkitty kuviin

Voidaanko soveltaa ”Universaalia biologiaa” ??

- Elämä “muualla” olisi varmasti erilaista kuin täällä
 - käyttäisi erilaisia rakennuspalikoita
 - olisi kehittynyt erilaiseksi eliökunnaksi
- Kuitenkin, ilmeisesti, kaikkialla se käyttäisi molekyyliin sisältyvää (periytyvää) informaatiota
- Se kehittyisi evoluution periaatteiden mukaisesti (periyvä informaatio, mutaatiot, luonnonvalinta, sopeutuminen vallitseviin ja muuttuviin olosuhteisiin, ravintoketjut, ekosysteemit, petosaalis – suhteet)

Elämän synty Maassa

- Tapahtui nuorella planeetalla n. 4 miljardia vuotta sitten
- Olosuhteita ei täysin tunneta

HCN tuotanto
kondensoitumiskemiaa

Elämän synty Maassa

A dramatic volcanic eruption at night. A massive plume of dark ash and smoke rises into a dark blue sky. Several bright lightning bolts strike the landscape, illuminating the scene. The foreground shows a rocky, snow-covered terrain. The overall atmosphere is intense and powerful.

Tarvitsi ehkä hyvinkin vaihtelevia olosuhteita
Kuivaa maata, ja vettä
Kuumaa ja kylmää



www.youtube.com/watch?v=bU1QPtOZQZU

lodeksen aikaa, noin
100 miljoonaa vuotta



https://en.wikipedia.org/wiki/Types_of_volcanic_eruptions#/media/File:Pyroclastic_flows_at_Mayon_Volcano.jpg

Vulkaanisilla kentillä konsentroituu
mm. K^{1+} , Zn^{2+} ja Mg^{2+} ioneita joita tarvitaan runsaasti
solutoimintojen katalyytteinä
(Mulkidjanian et al. 2013)

Synty
 HCN – kemiasta
 -tarvitaan myös
 H₂S, liukoista
 fosfaattia

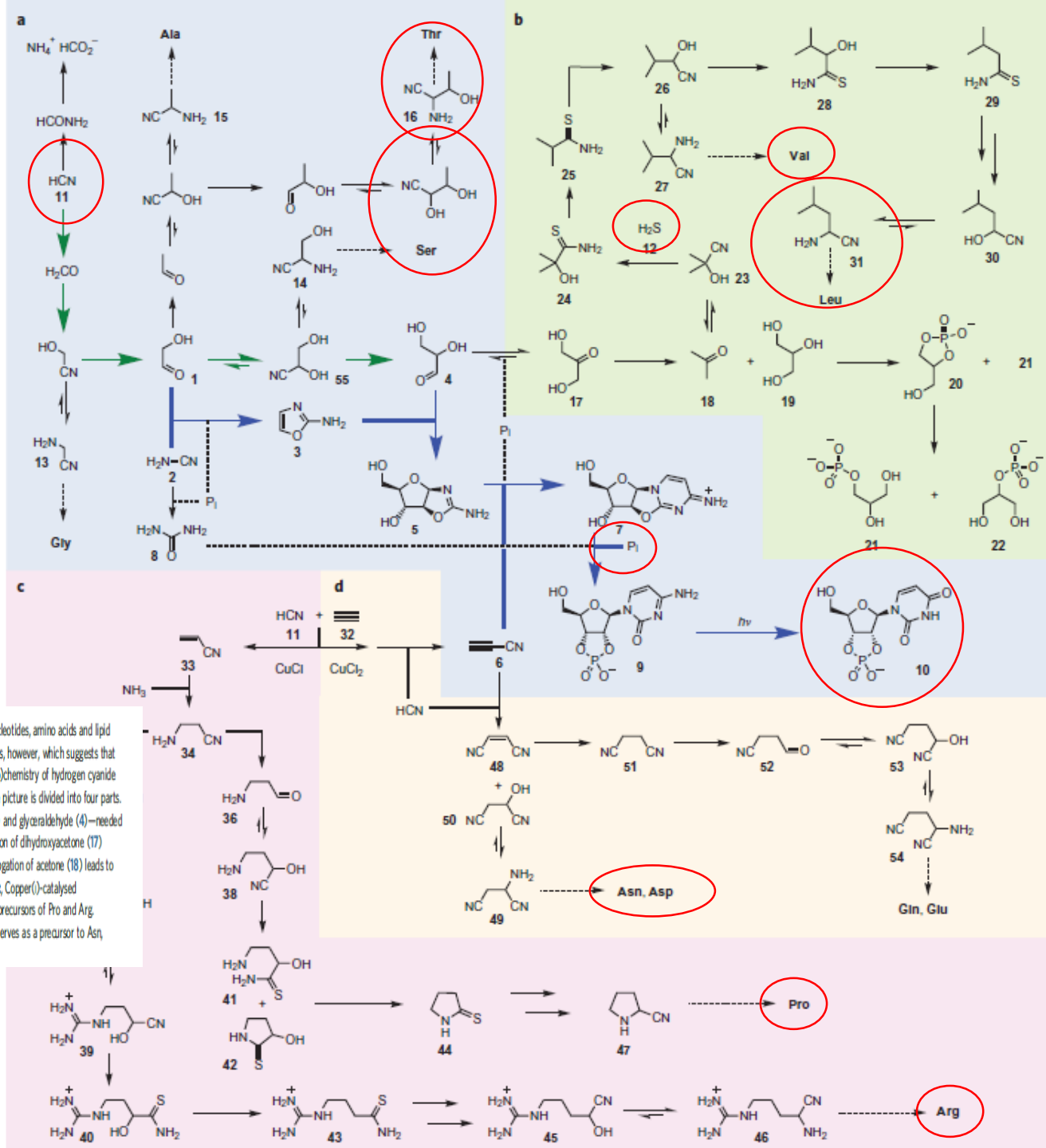
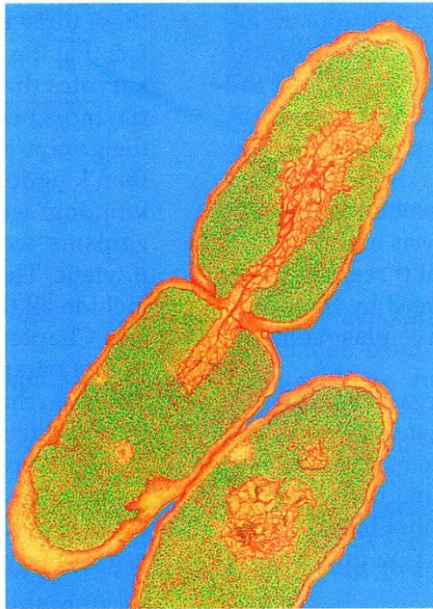


Figure 1 | Reaction network that leads to RNA, protein and lipid precursors. The degree to which the syntheses of ribonucleotides, amino acids and lipid precursors are interconnected is apparent in this 'big picture'. The network does not produce a plethora of other compounds, however, which suggests that biology did not select all of its building blocks, but was simply presented with a specific set as a consequence of the (photo)chemistry of hydrogen cyanide (11) and hydrogen sulfide (12), and that set turned out to work. To facilitate the description of the chemistry in the text, the picture is divided into four parts. **a**, Reductive homologation of hydrogen cyanide (11) (bold green arrows) provides the C₂ and C₃ sugars—glycolaldehyde (1) and glyceraldehyde (4)—needed for subsequent ribonucleotide assembly (bold blue arrows), but also leads to precursors of Gly, Ala, Ser and Thr. **b**, Reduction of dihydroxyacetone (17) (the more stable isomer of glyceraldehyde (4)) gives two major products, acetone (18) and glycerol (19). Reductive homologation of acetone (18) leads to precursors of Val and Leu, whereas phosphorylation of glycerol (19) leads to the lipid precursor glycerol-1-phosphate (21). **c**, Copper(I)-catalysed cross-coupling of hydrogen cyanide (11) and acetylene (32) gives acrylonitrile (33), reductive homologation of which gives precursors of Pro and Arg. **d**, Copper(I)-driven oxidative cross-coupling of hydrogen cyanide (11) and acetylene (32) gives cyanoacetylene (6), which serves as a precursor to Asn, Asp, Gln and Glu. P_i, inorganic phosphate.

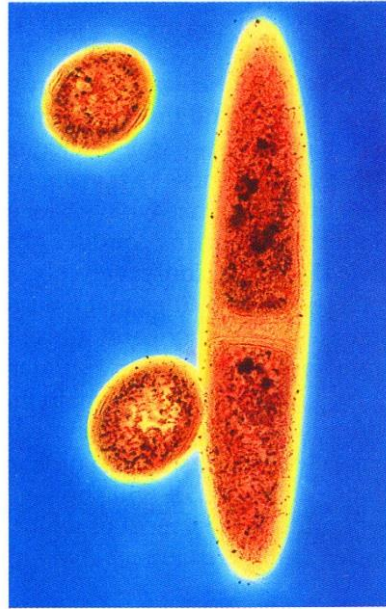
Patel et al. 2015,
 Nat. Chem. 7, 301-307

Solurakenttien synty

- Autonomista olemassa oloa ... Ympäristöstä rajattua, korkeaan järjestykseen ja toiminnallisuuteen perustuvaa pysyvyyttä ja jatkuvuutta --



Salmonella typhimurium

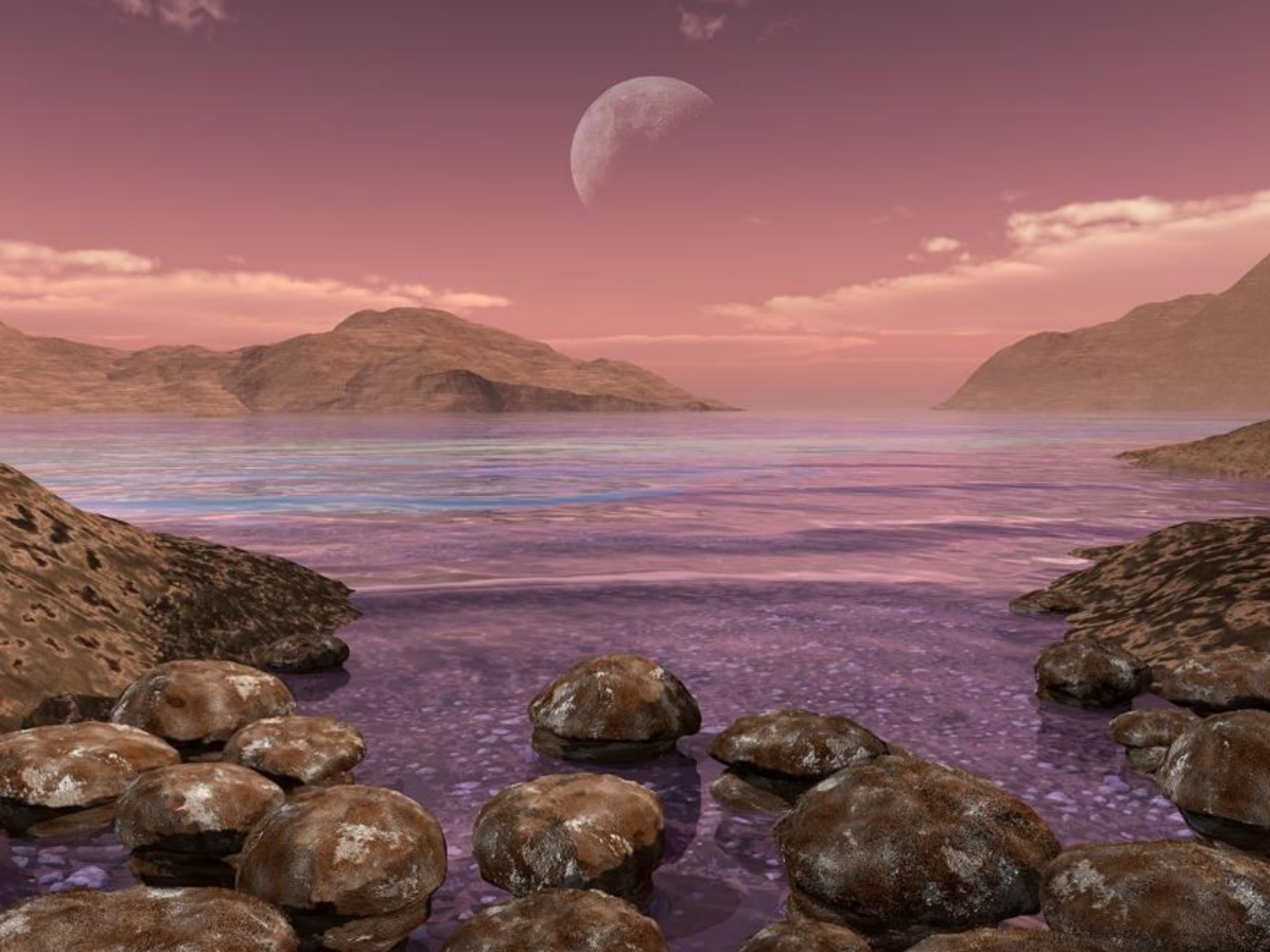


Methanospirillum hungatii

Very Different Prokaryotes

In each image, one of the cells has nearly finished dividing. On the left are bacteria; on the right are archaea, which are more closely related to you than they are to the bacteria.

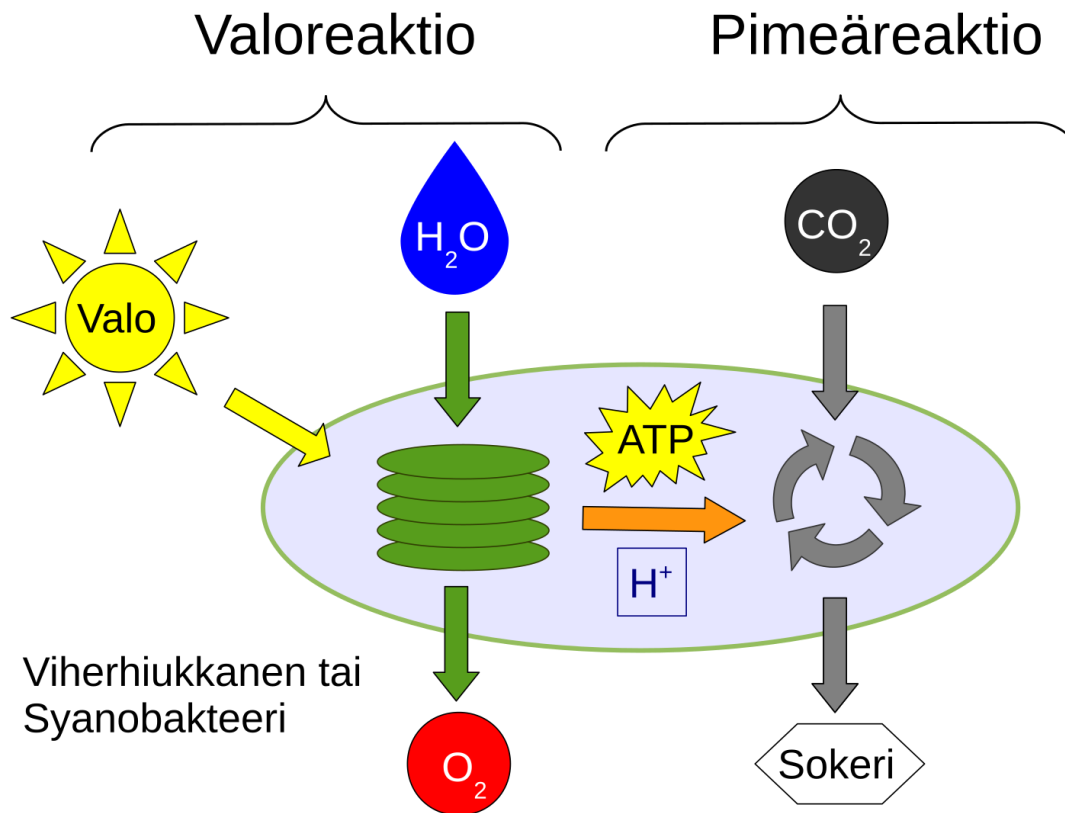
Syntyivät vasta kun elämä oli kehittynyt proteiinisynteesiin? Kalvot paranivat siinä vaiheessa kun elämä joutui veteen??





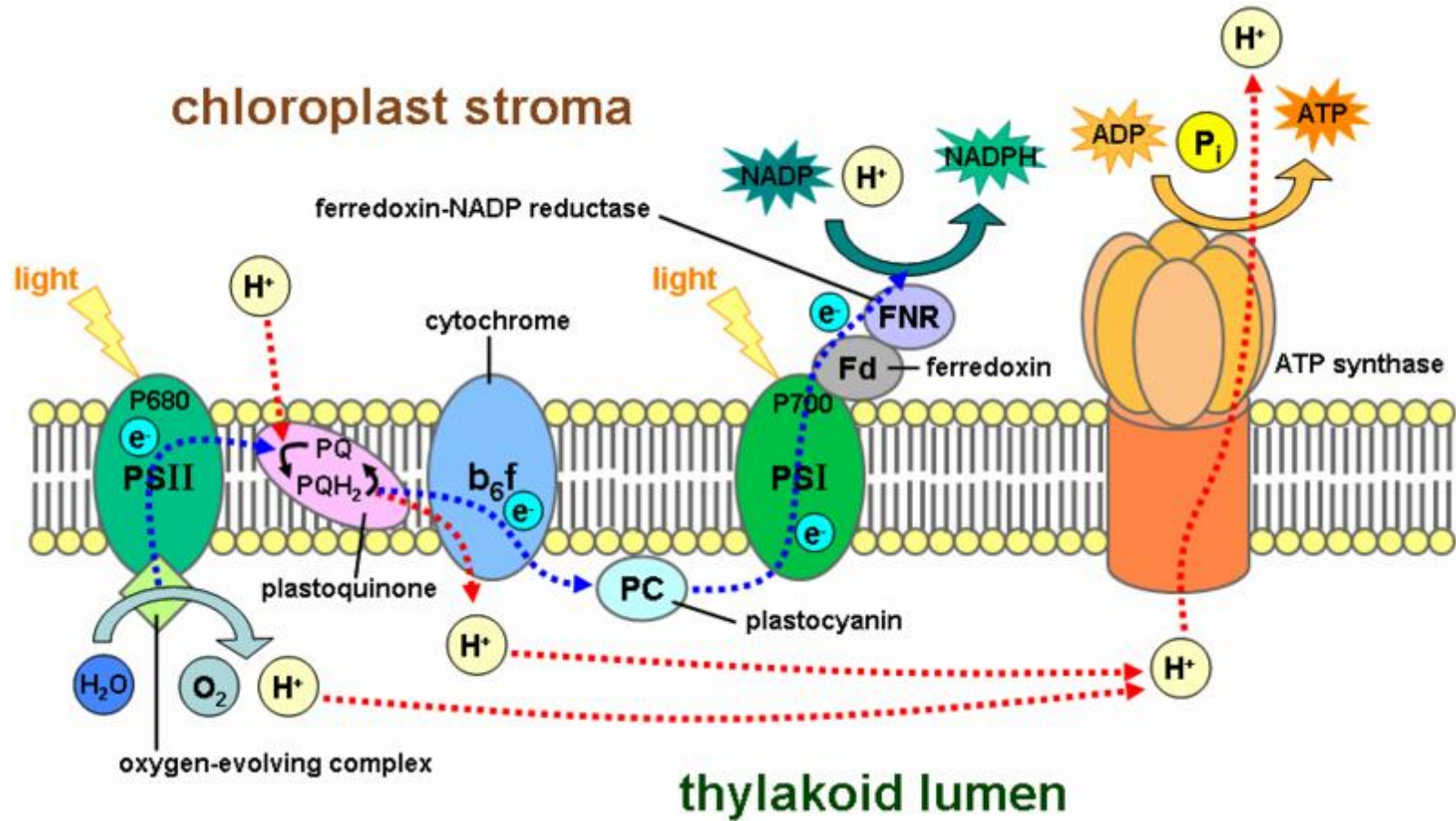
Happea tuottava fotosynteesi

Käynnistyi noin miljardi vuotta elämän synnyn jälkeen

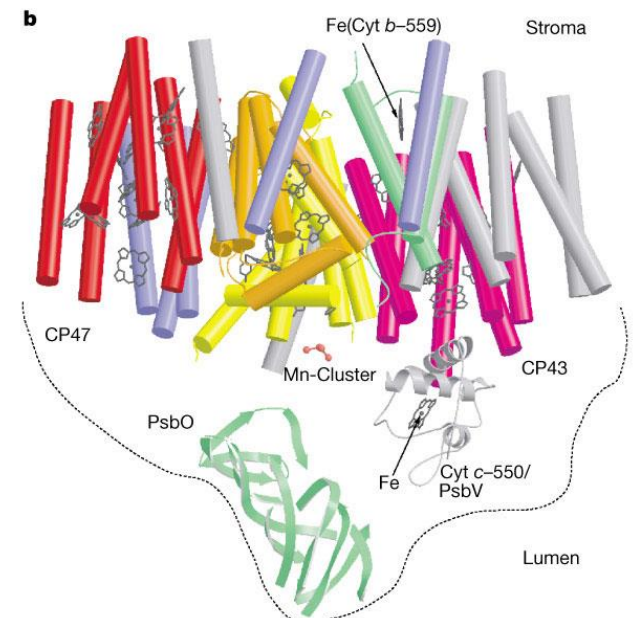
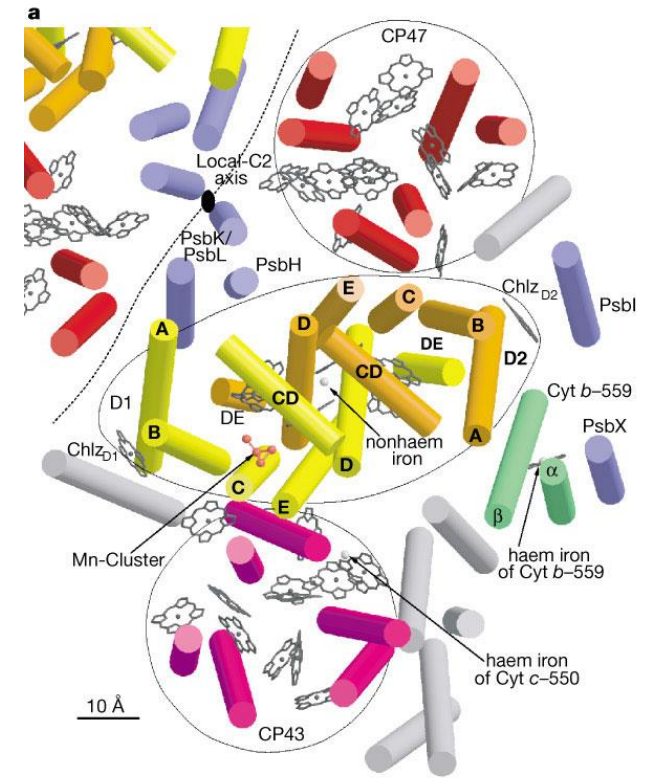
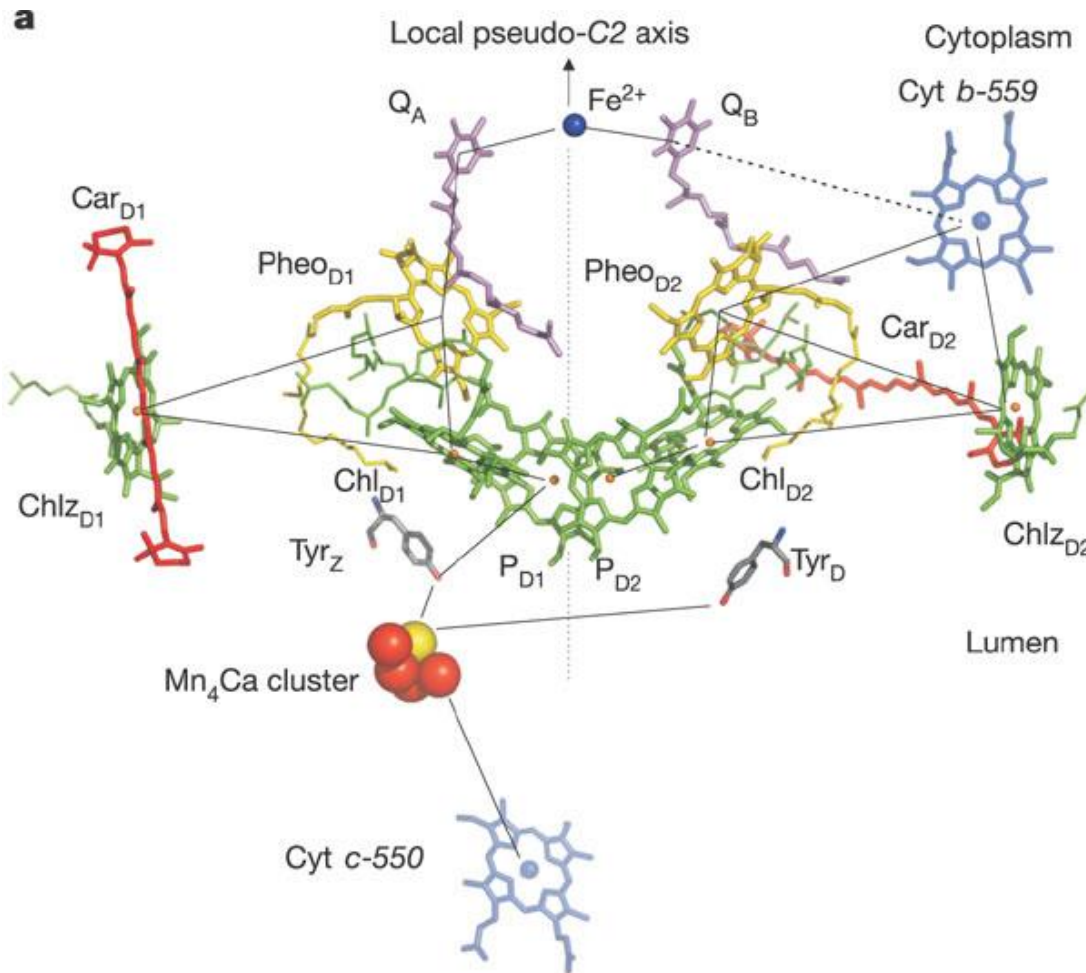


Tuottaa lähes kaiken engian mitä eliökunta tarvitsee

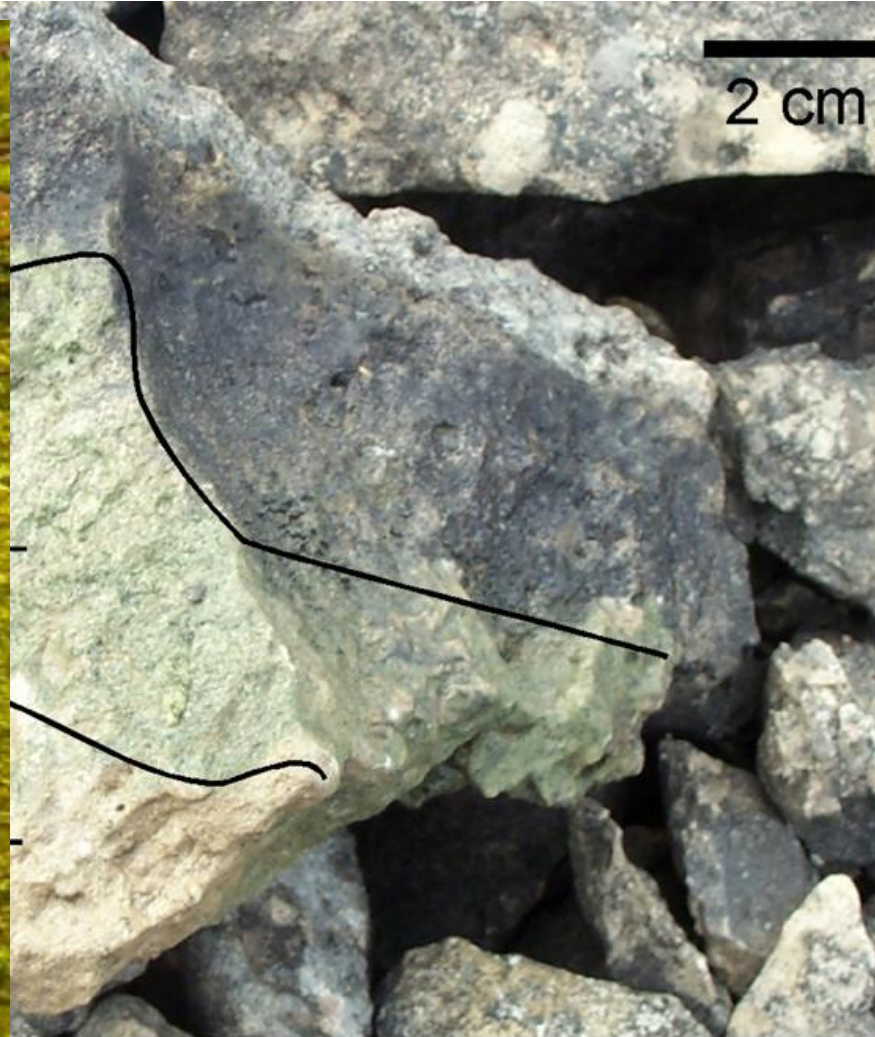
Fotosynteesi tapahtuu kloropalstien ja syanobakteerien tylakoidikalvostoissa



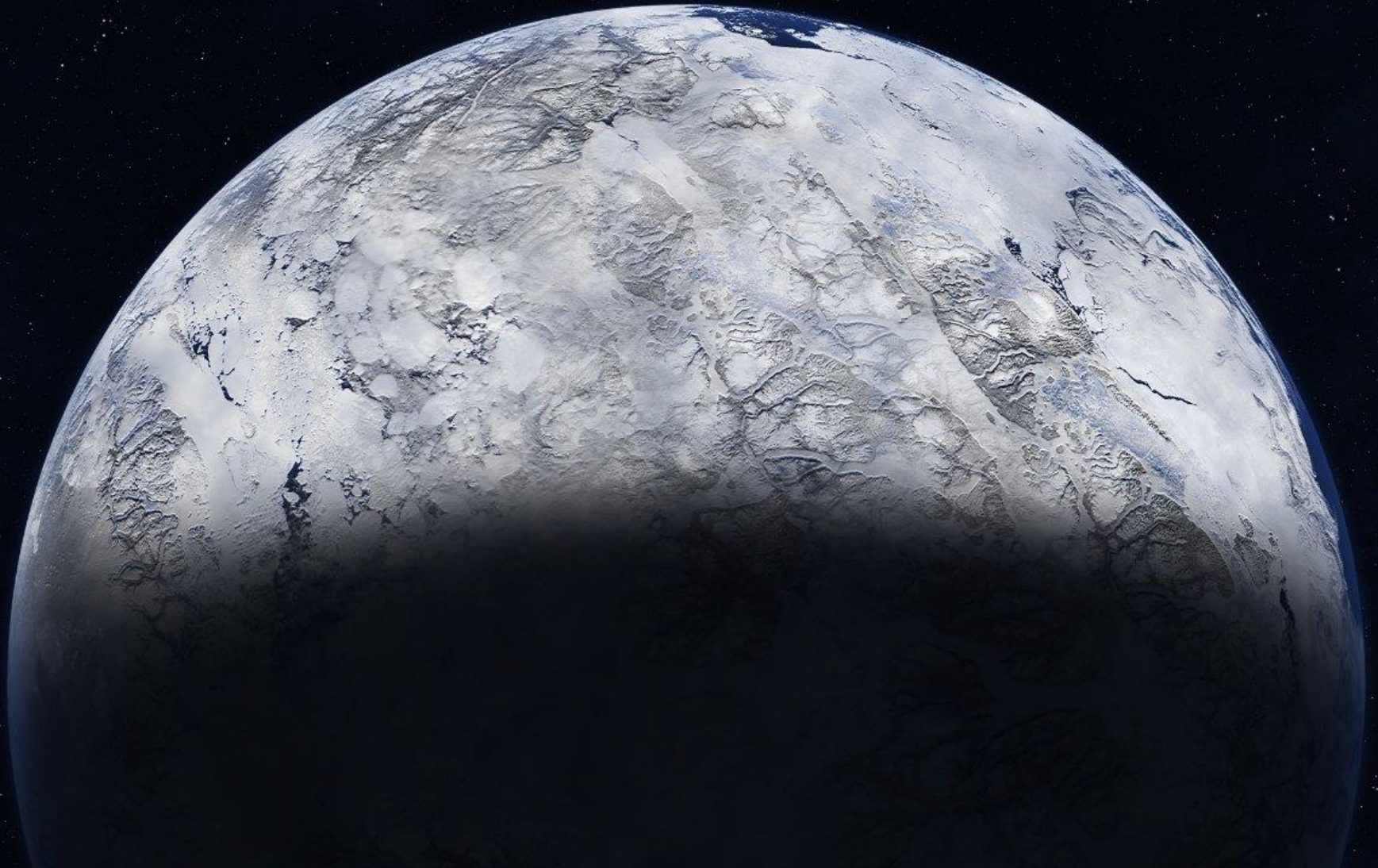
...Reaktiokeskus II koostuu monista komponenteista



... Elämä on yhä mikroskooppista, yksisoluisia,
... Ja hyvin moniin olosuhteisiin sopeutunutta



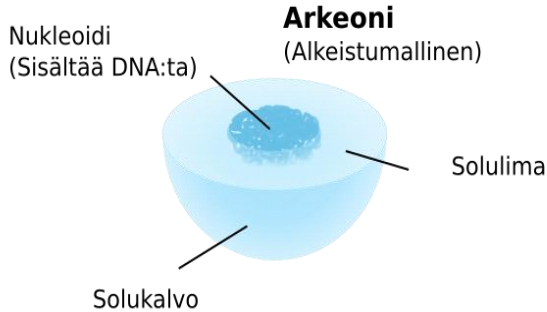
Happivallankumous ja lumipallomaa



Aitotumallisten alkuperä

Tapahtui hapellisen ympäristön aiheuttamassa stressitilanteessa

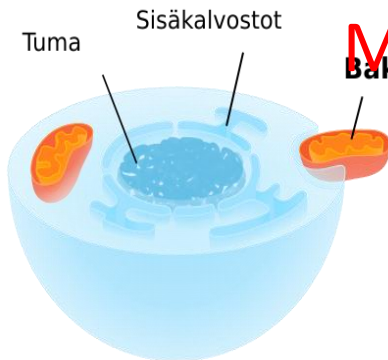
Arkeoni kasvaa suuremmaksi ja solukalvon poimuista kehittyi tuma ja sisäkalvostot.



Hapetta käyttävä proteobakteeri siirtyi elämään isäntäsolun sisään.



Arkeoni ja bakteeri yhtyvät yhdeksi yksiköksi.
Menettävät itsellisyytensä, mutta synergiaetu suurempi

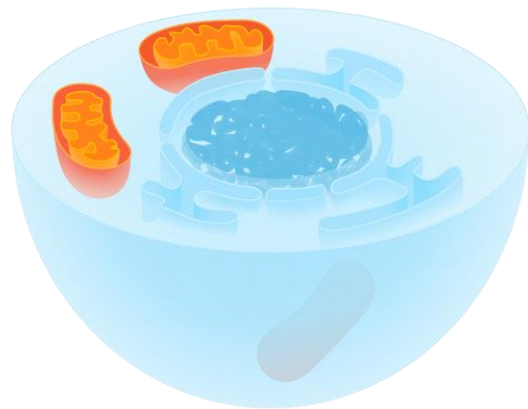


Aitotumallinen solu eli
Eukariootti

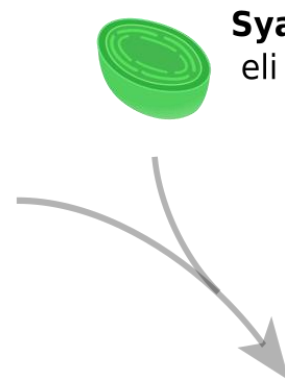
Kyvystä hyödyntää happea tulee kilpailuetu

- Solut voimakkaita, suurikokoisia
- Monisoluisuus tulee mahdolliseksi
- Suvullinen lisääntyminen keksitään

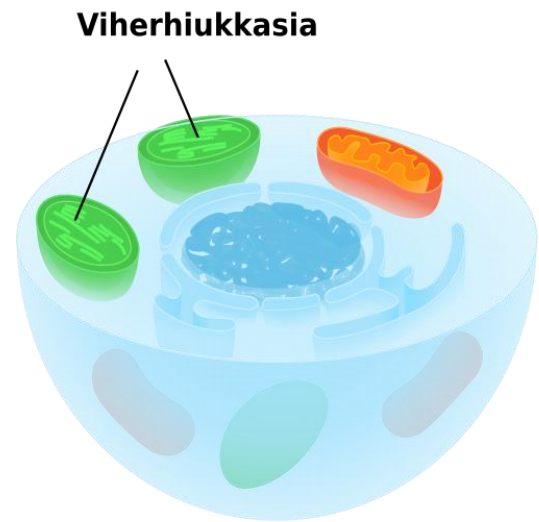
Kasvisolut kehittyvät



Aitotumallinen solu



Syanobakteeri
eli 'sinilevä'



Viherhiukkasia

Levä

Eliöt kehittyvät monisoluisiksi



Yksittäiset solut menettävät itsellisyytensä, mutta

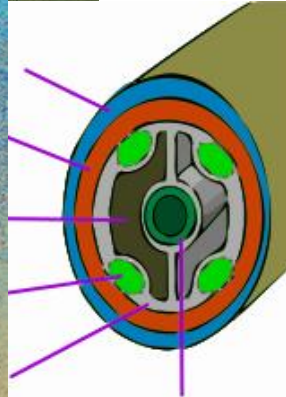
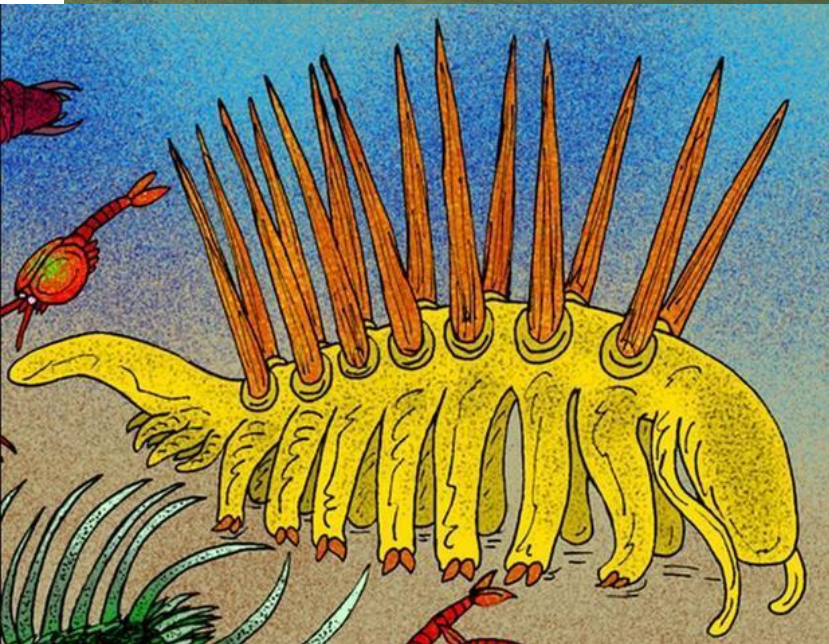
synergiaetu on taas suurempi. Mahdollistaa solukoiden erilaistumisen ja työnjaon



Monisoluisuutta ajavana tekijänä on taas hapen nousu ilmakehässä, ja uusi lumipallomaa



Olosuhteet paranevat =>
kambrikauden räjähdys



Hierarkioiden kehittyminen

(Suomen luonto, selkärangattomat, W+G 1998, toim K Heliövaara)

- solu
- soluryhmät/kudokset
- suu, suoli, hermot
- kylkisymmetria, aivot, pää
- ruoansulatuskanava
- ruumiinontelo (veri)
- jaokkeisuus
- selkäjänne, kidusraot
- aivokoppa, selkäranka
- leuat, parilliset evät
- 4 raajaa, keuhkot, maaelämä
- kuiva iho, kuoripäälliset munat
- ruumiineristeet, lämmin veri
- kohtu
- kädet
- työkalut
- puhe
- korallisieni
- meduusat/polyypit
- laakamadot
- väkäkärsämadot
- haarautuma niveljalkaisiin!
- nahkiainen, panssarikala
- kalat
- sammakkoeläimet
- matelijat ja linnut
- nisäkkäät
- istukalliset nisäkkäät
- kädelliset
- Ihmisen alkumuodot
- Homo sapiens

Kaikki
eliötyypit
yhä
elossa =>
”yhtä hyviä”

Elämä
monimuotoistuu
merissä



Ja nousee vähitellen
kuivalle maalle
Tarvittiin riittävä
happitaso ja O₃-kerros



Suuret ympäristönmuutokset aiheuttavat lajiston muuttumista



Ilmakehän koostumus
(O_2 / CO_2) vaikuuttaa
voimakkaasti säätyyppiin



Uusia eliötyyppejä



sammakkoeläimet

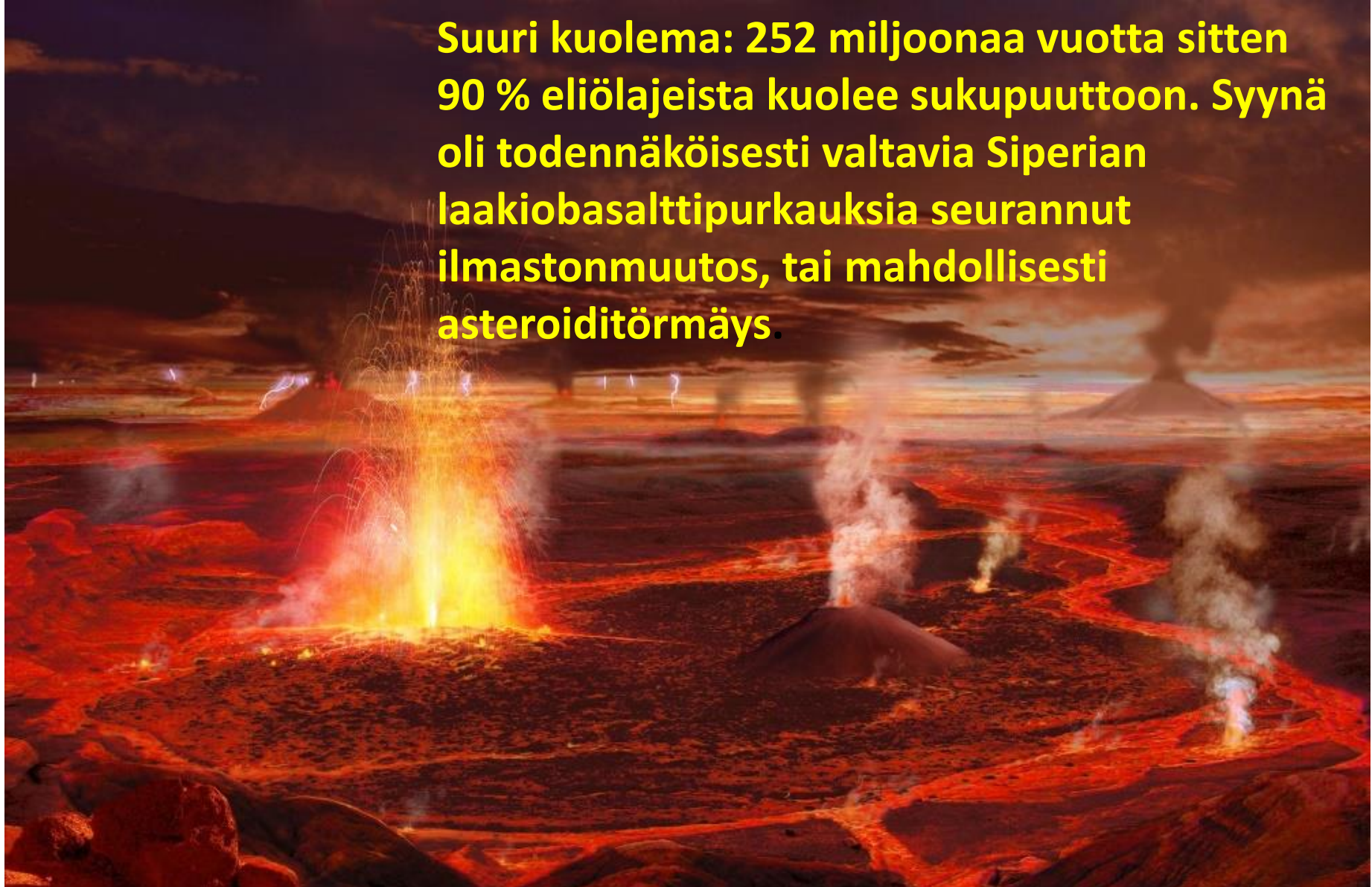


'esi-nisäkkäät' , synapsidit
olivat maaelämään sopeutuneita.

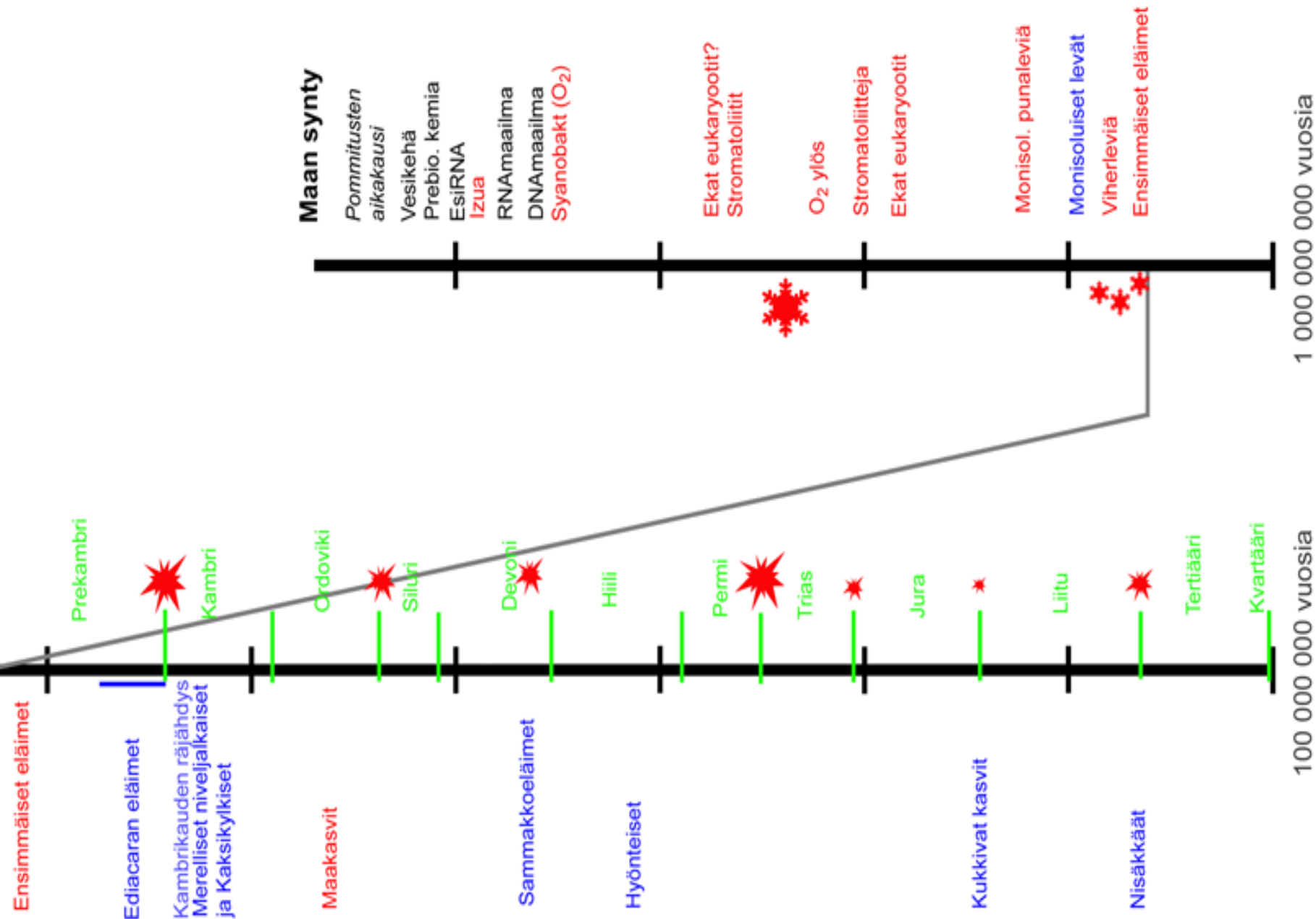
Tästä kertovat niiden kuiva ja sarveistunut iho, täydellinen siirtyminen keuhkohengitykseen, sisäinen hedelmöitys ja kuivuutta kestävän vesikalvollisen munan kehittyminen.

Suuret luonnonkatastrofit pyyhkivät ekosysteemit minimiinsä

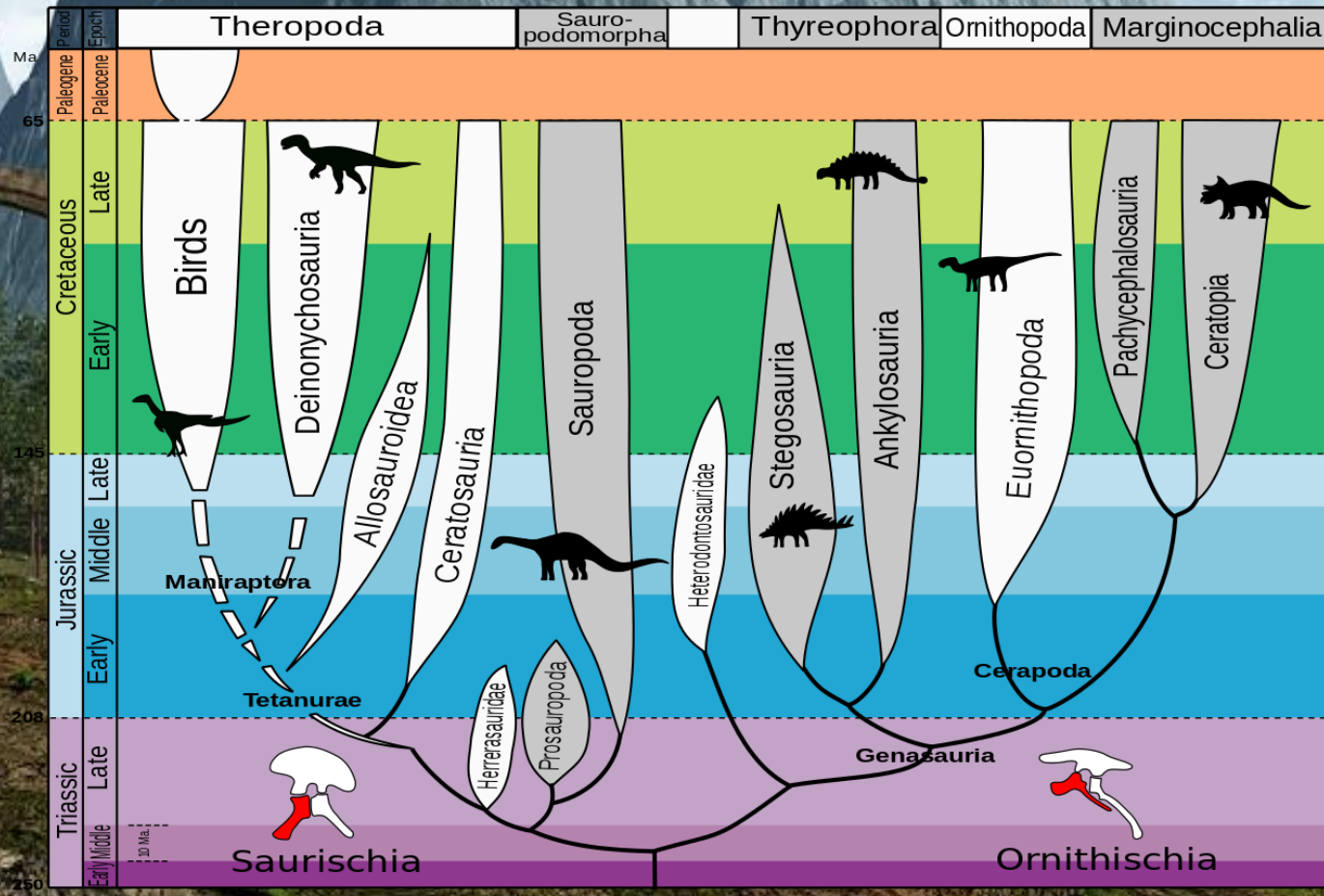
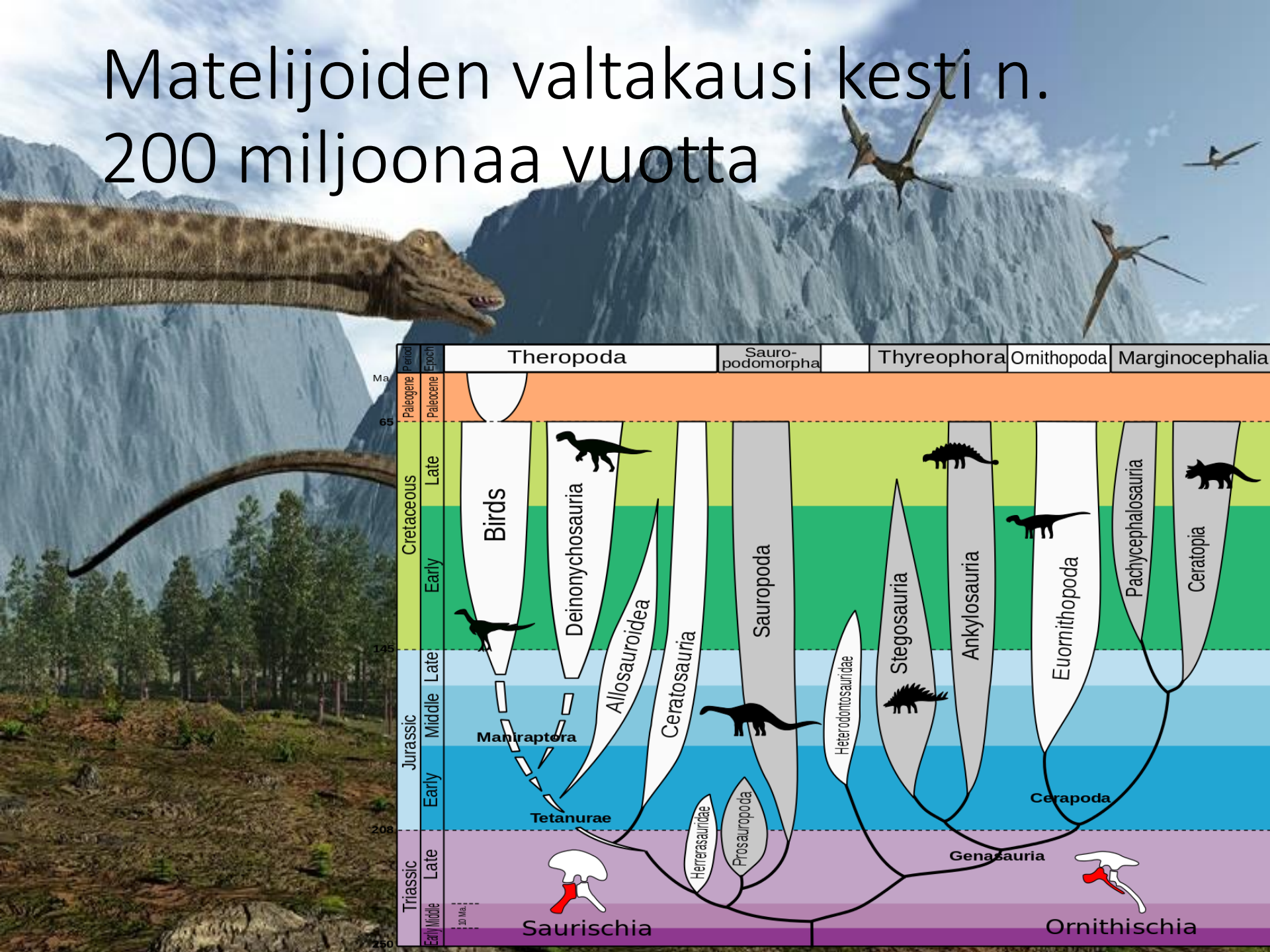
Suuri kuolema: 252 miljoonaa vuotta sitten 90 % eliölajeista kuolee sukupuuttoon. Syynä oli todennäköisesti valtavia Siperian laakiobasalttipurkauksia seurannut ilmastonmuutos, tai mahdollisesti asteroiditörmäys.



Katastrofien vaikutus: ”punctuated equilibrium”



Matelijoiden valtakausi kesti n. 200 miljoonaa vuotta

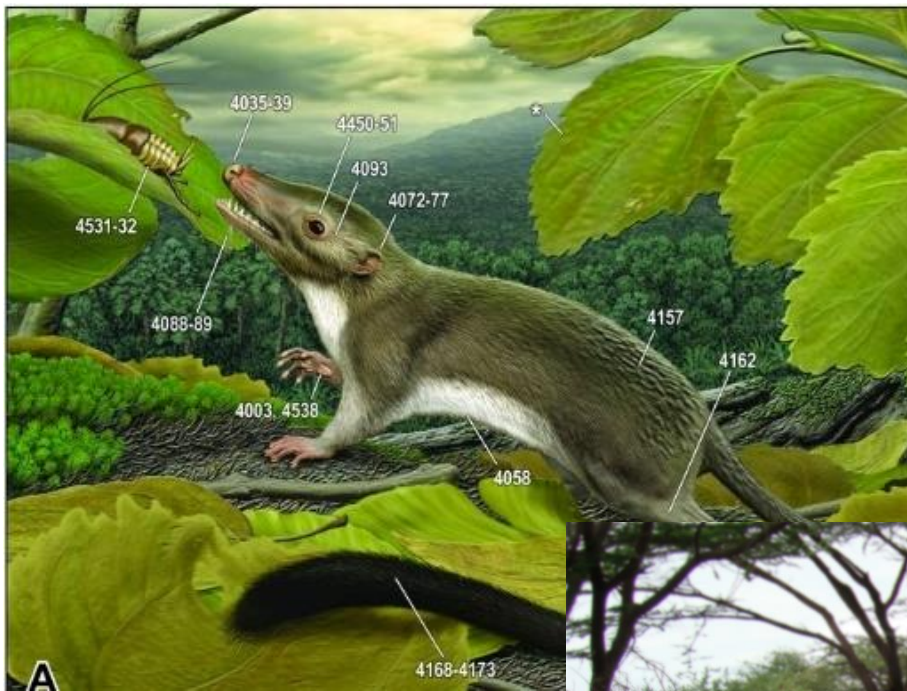


Taivaalta tulee tuho

Chicxulubin
meteoriittitörmäys
66 miljoonaa vuotta
sitten

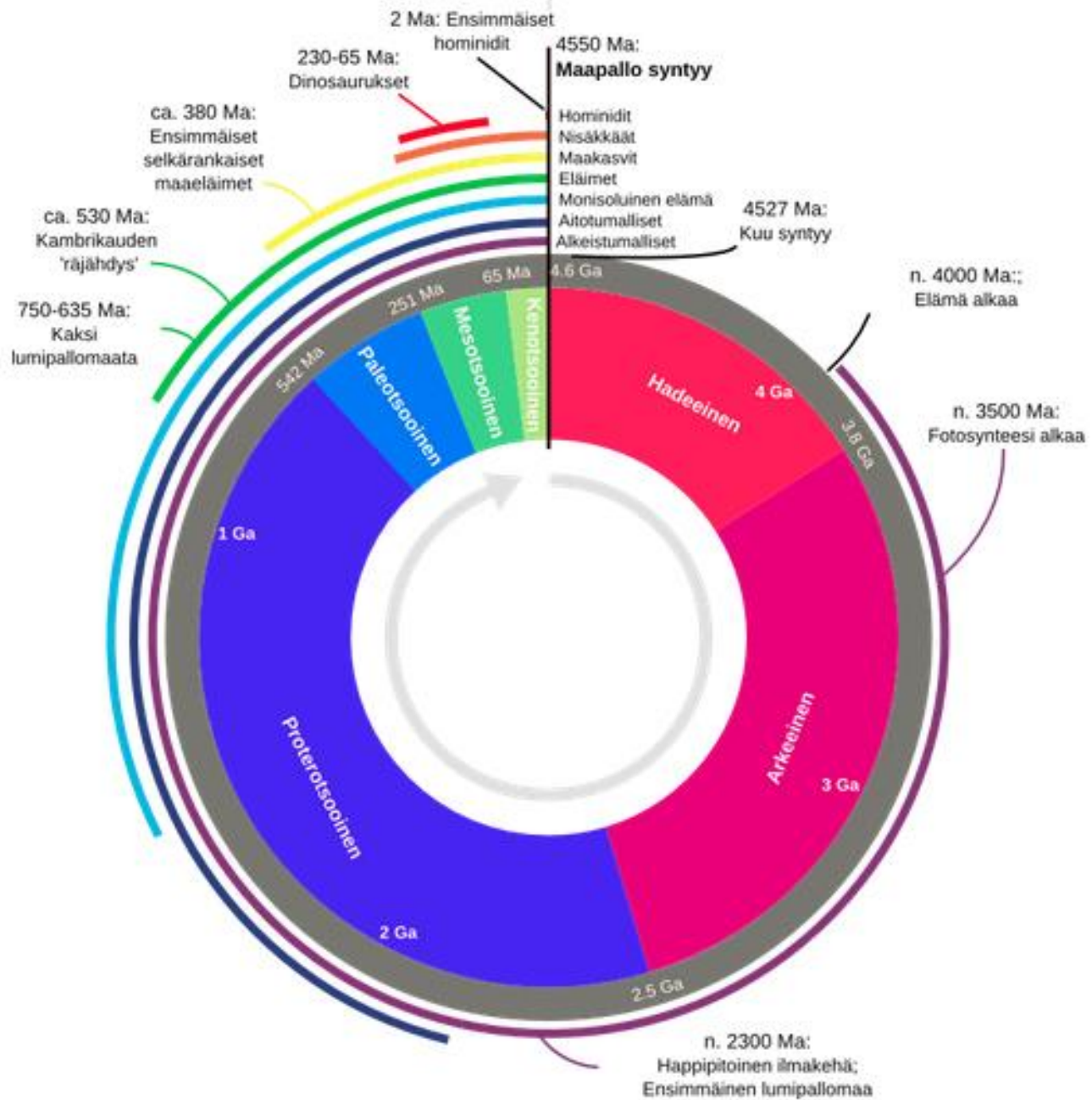


Uudet lajit saavat taas tilaisuuden



Ilmastonmuutokset ohjaavat taas
lajiston kehitystä uusiin suuntiin









Meidän vihreä planeettamme on kuin
kruununjalokivi

Pidetään siitä huolta!

Photo by NASA