

Prehistorische Klimaatveranderingen

**De aarde als systeem en
de broeikaswereld van het verleden**

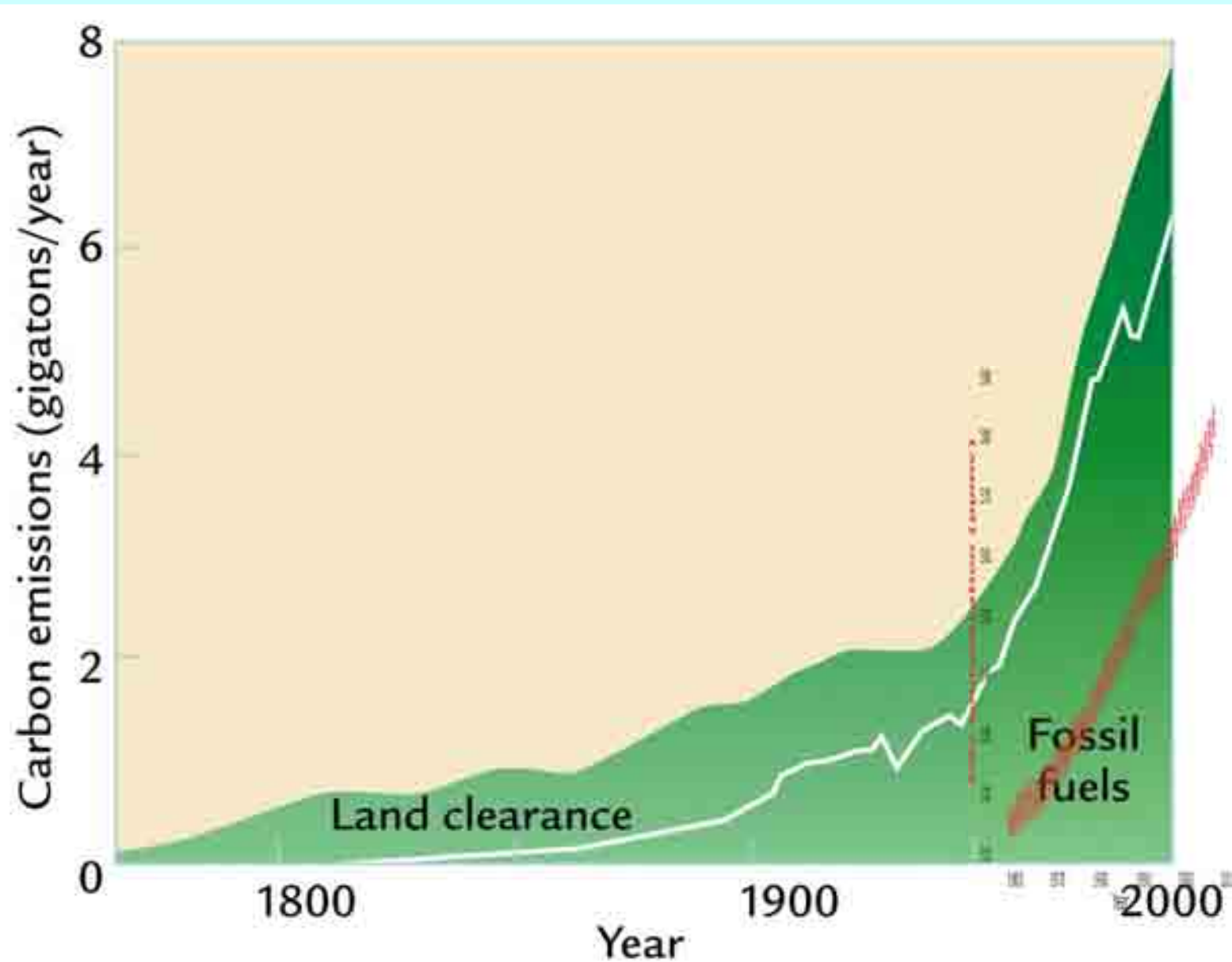
Appy Sluijs

*Departement Aardwetenschappen, Faculteit Geowetenschappen,
Universiteit Utrecht*

Inhoud

- Koolstofcyclus
- De “Fossiele Broeikaswereld”
- Hitterecord van 56 miljoen jaar geleden

Menselijke CO₂ uitstoot



Lot van menselijke CO₂ uitstoot (2000-2007)

1.4 Pg C/jaar



+

7.7 Pg C/jaar



Atmosphere

45%



Land

29%



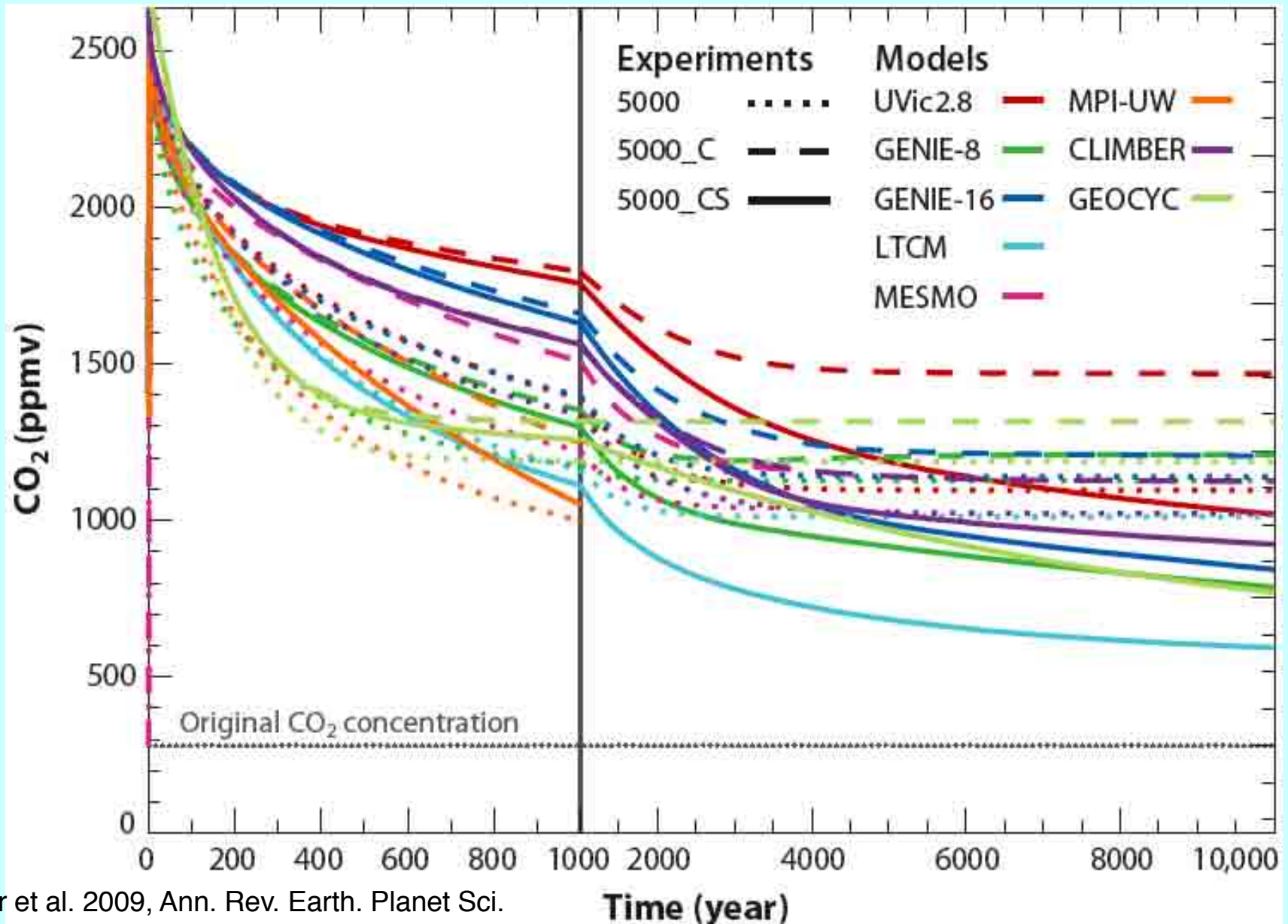
Oceans

26%



Le Quéré et al. (2009)

CO₂ concentratie in de toekomst



Basale vragen:

1. Was de concentratie CO₂ ooit hoog in het verleden?
2. Hoe was het klimaat toen en hoe werkte het?
3. Welke processen zorgen voor daling van de CO₂ concentratie?

Basale vragen:

1. Was de concentratie CO₂ ooit hoog in het verleden?
2. Hoe was het klimaat toen en hoe werkte het?
3. Welke processen zorgen voor daling van de CO₂ concentratie?

Paleoklimatologie:

De studie van klimaat en klimaatverandering in het verleden

Paleoklimatologie

Methode: bestuderen van sedimenten

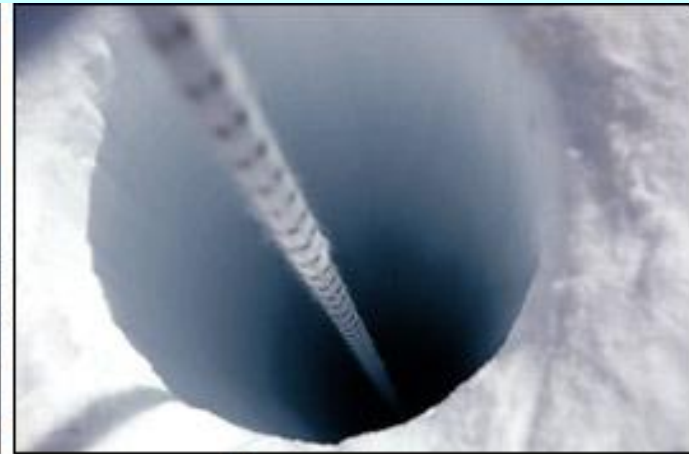


'Mountain', Sigurdur Gudmundsson

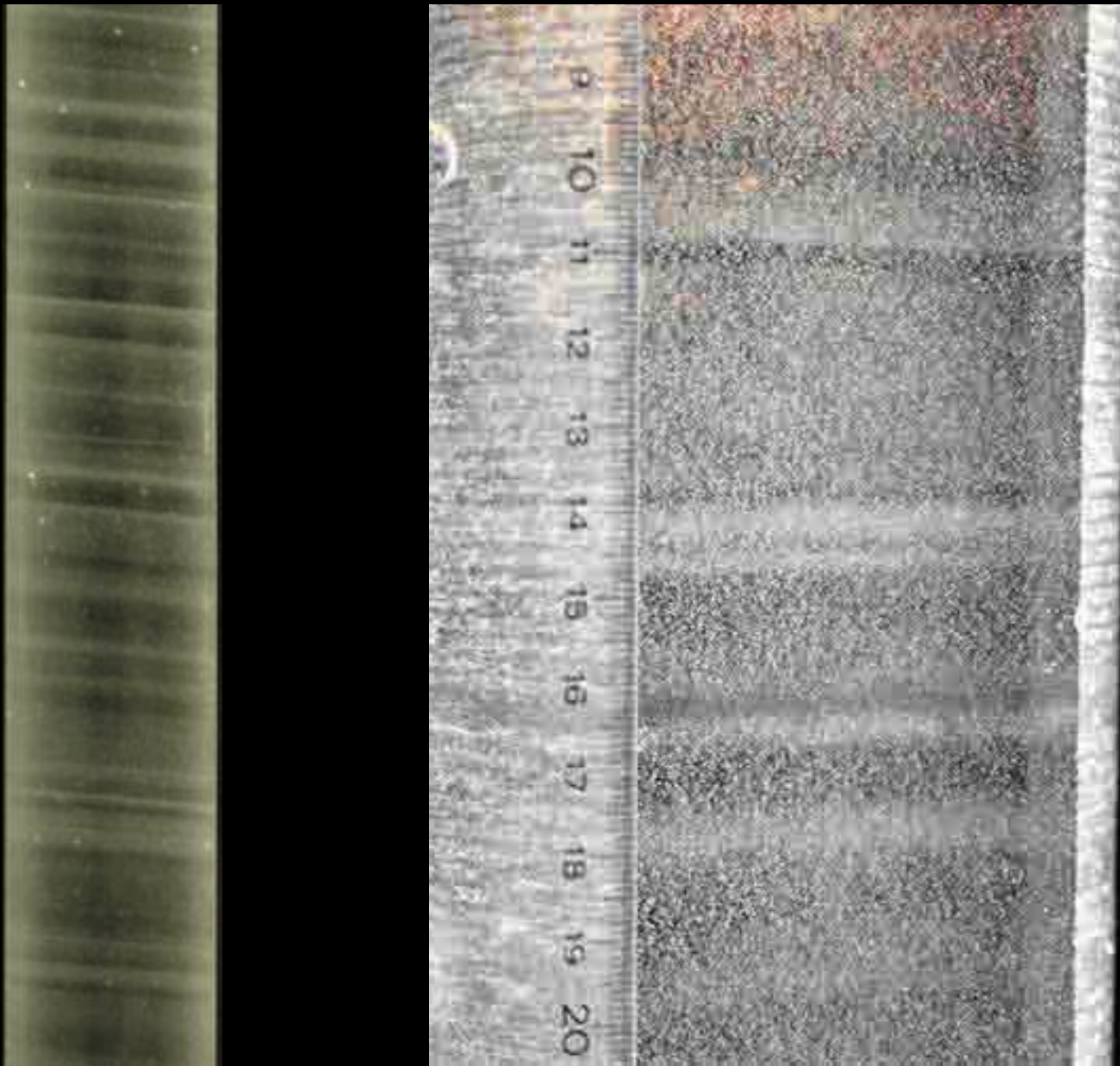
Prof. Dr. Werner von Boring



Ijskappen (Groenland, Antarctica)



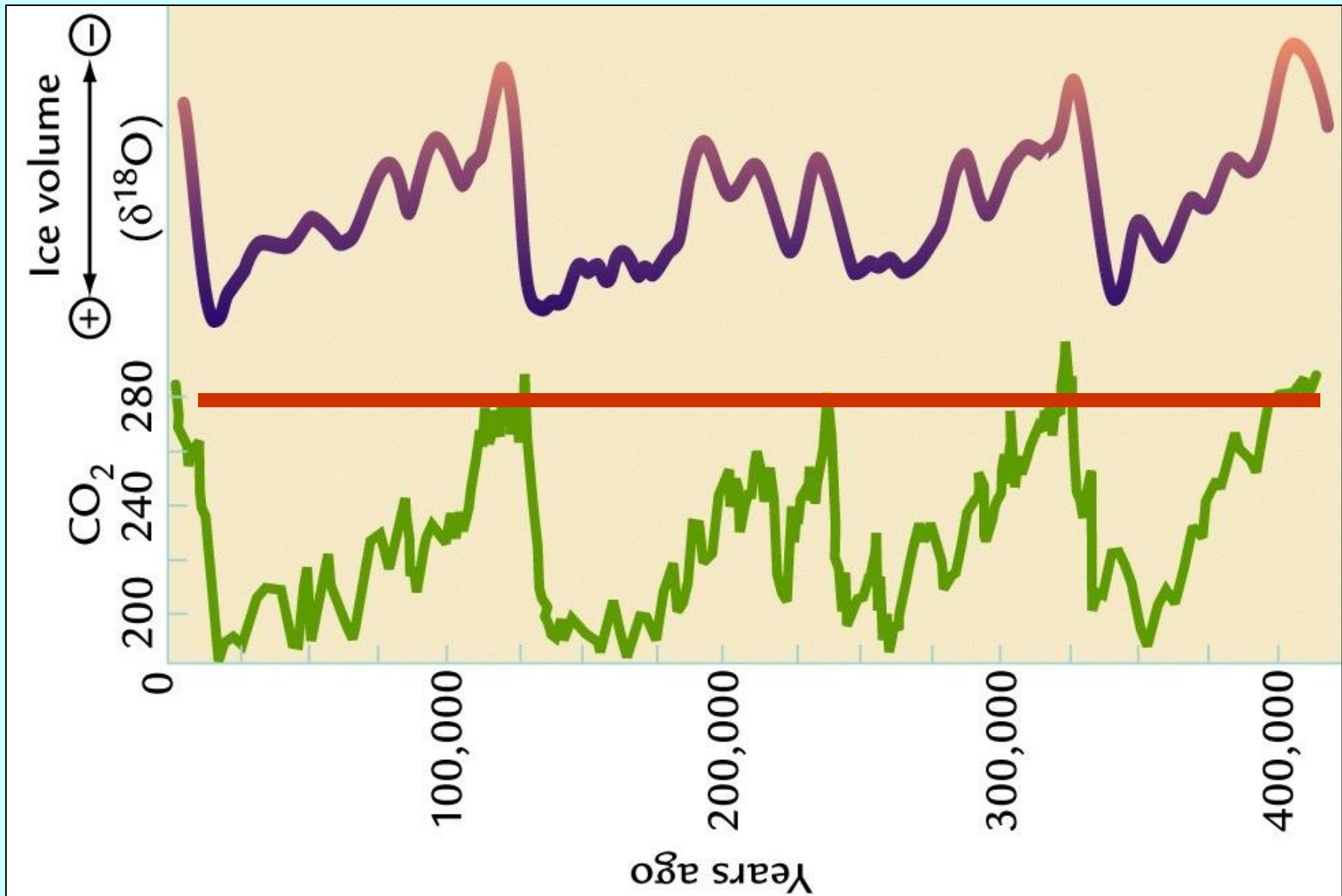
Ijskappen (bijvoorbeeld, Antarctica)



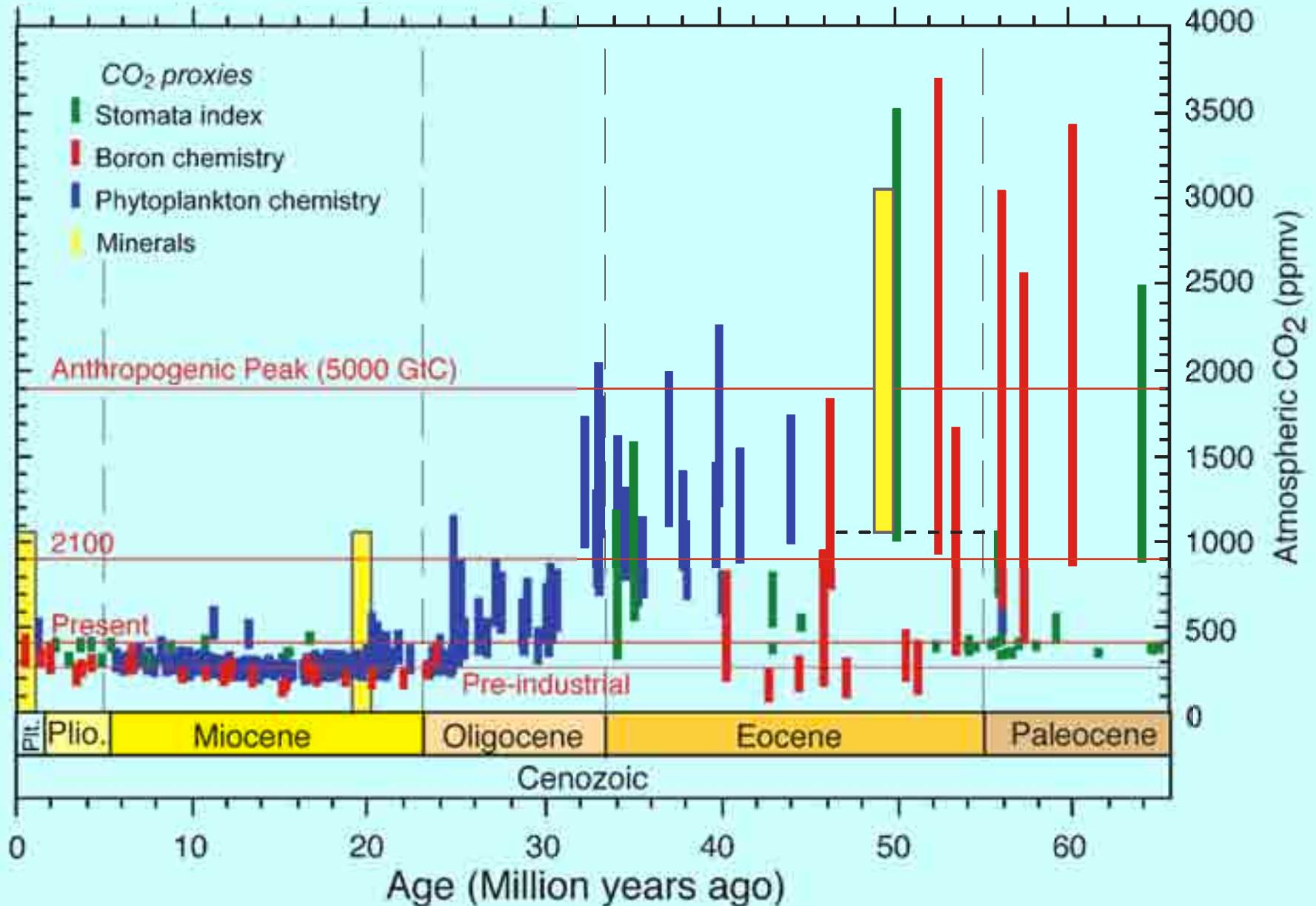
CO₂ door de eeuwen heen



CO₂ concentratie door de ijstijden



CO₂ concentratie over miljoenen jaren



Vraag: Waarom was CO₂ dan zo hoog?

De Koolstofkringloop bepaalt hoeveel koolstof (C) zich op welke plaats op aarde bevindt.

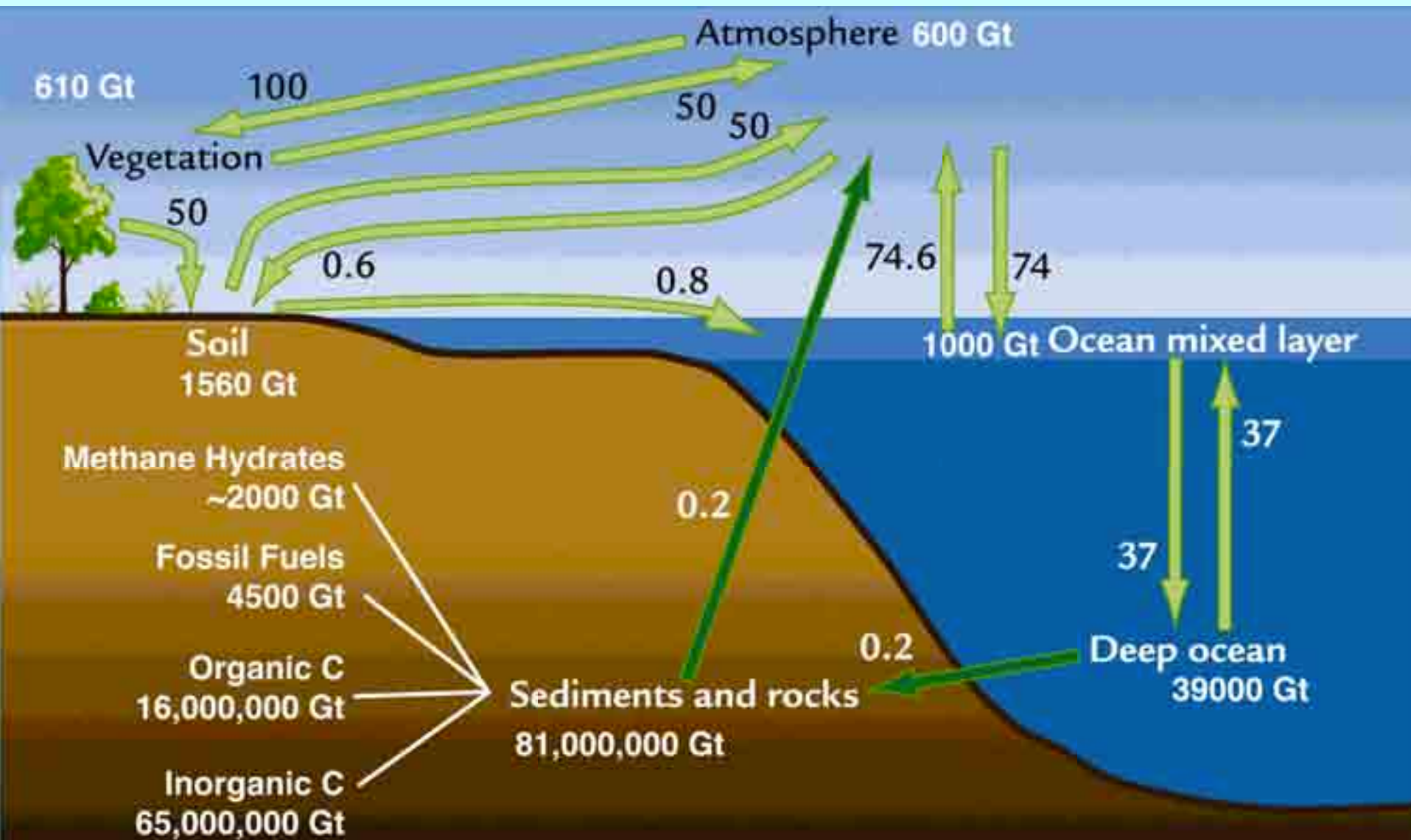
Inleiding:

Prof. Dr. Werner von Boring

Marc Cornelissen



De Koolstofkringloop



De Lange Koolstofkringloop:

Opslag van C; langere tijdschalen

Als koolstofhoudend materiaal sneller ophoopt
dan het in het ecosysteem wordt afgebroken:
opslag in sedimenten

De Lange Koolstofkringloop:

Opslag van C; langere tijdschalen

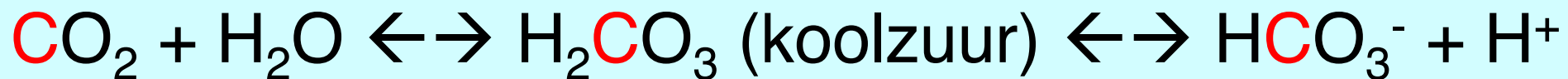
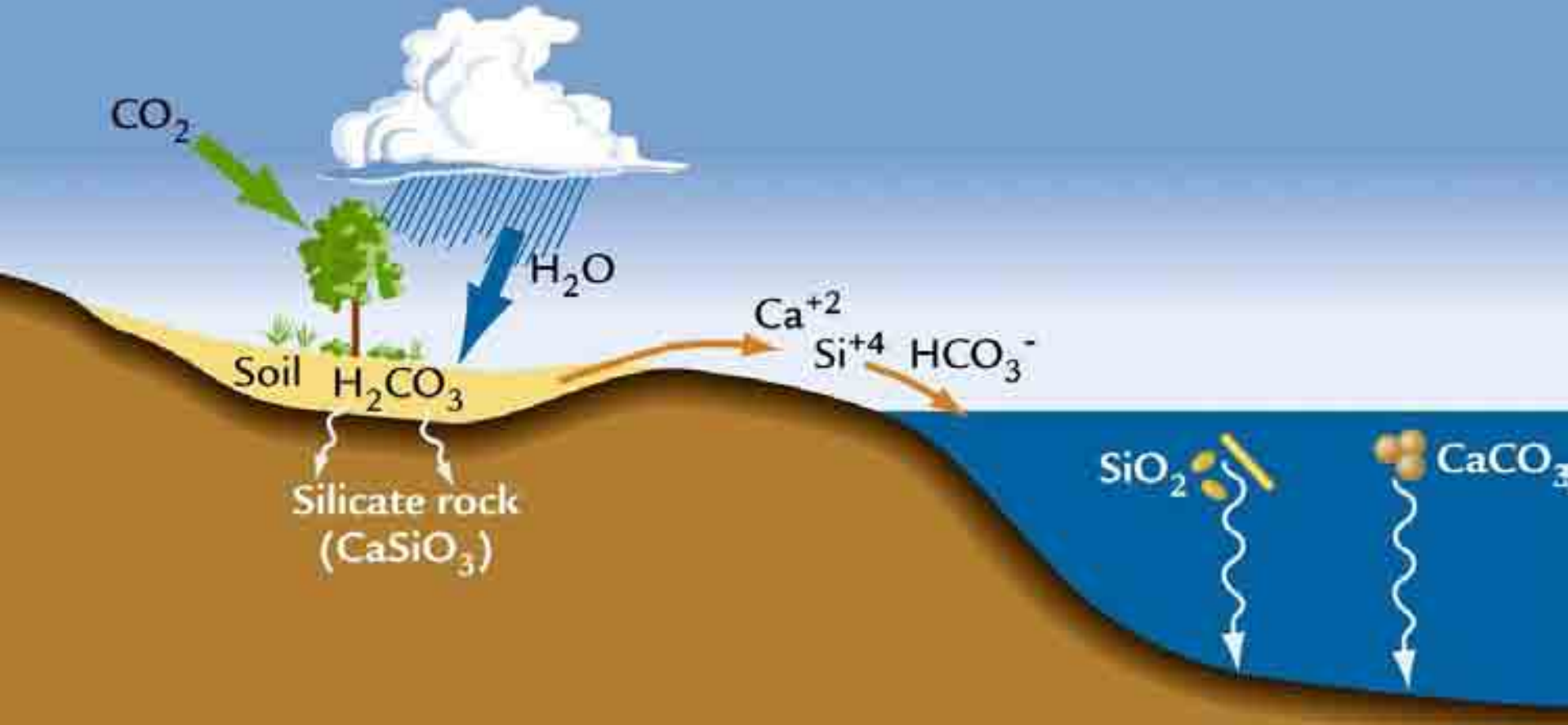
Als koolstofhoudend materiaal sneller ophoopt dan het in het ecosysteem wordt afgebroken:
opslag in sedimenten

CO_2



$\text{CO}_2 \rightarrow \text{C}_x\text{H}_y$

De Lange Koolstofkringloop: Verwering is een CO₂ verwijderaar (sink)



De Lange Koolstofkringloop: Productie van kalk in de oceanen



Calciumcarbonaat
 $\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CaCO}_3$

De Lange Koolstofkringloop: Opslag van C; langere tijdschalen



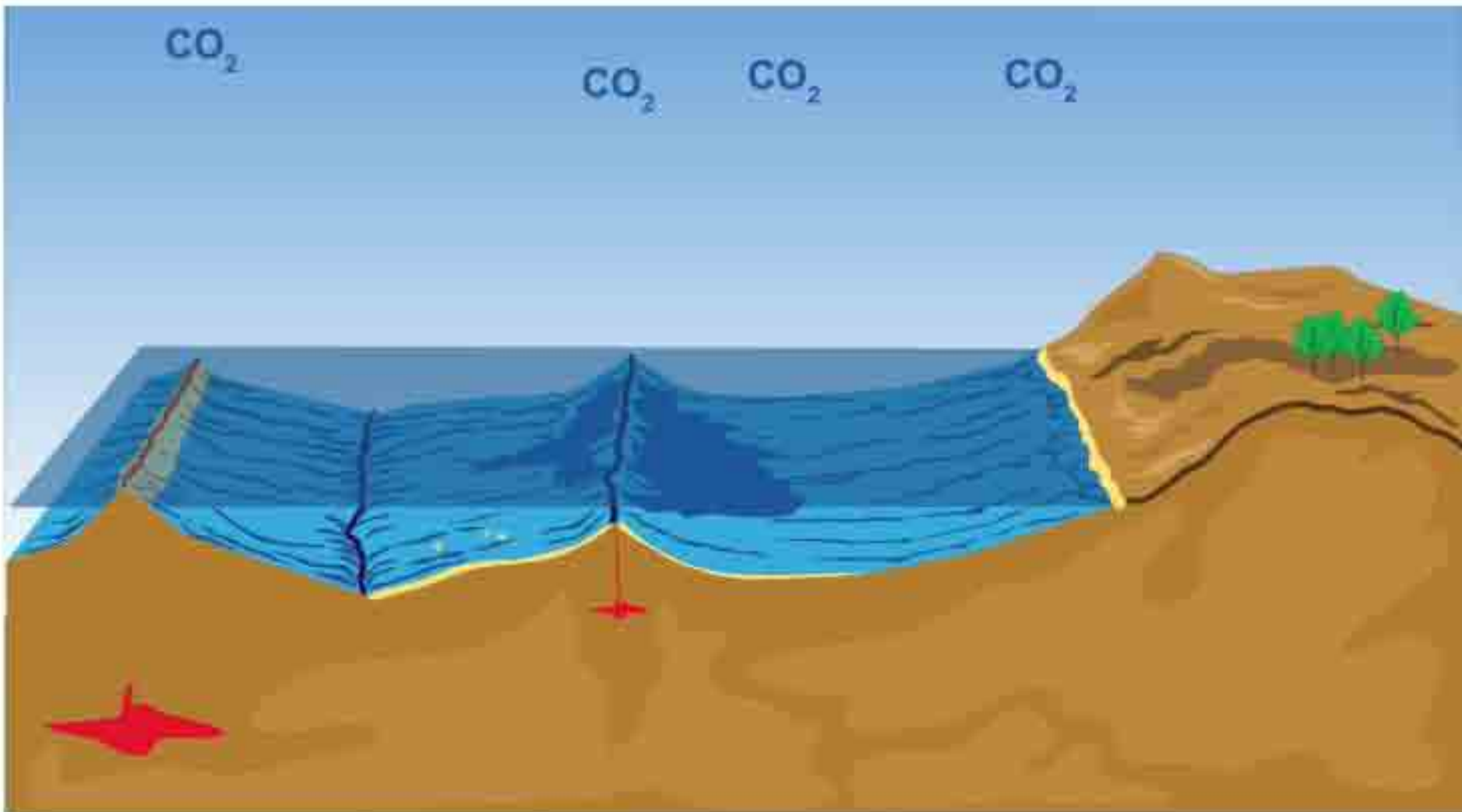
Etretat

Kalk

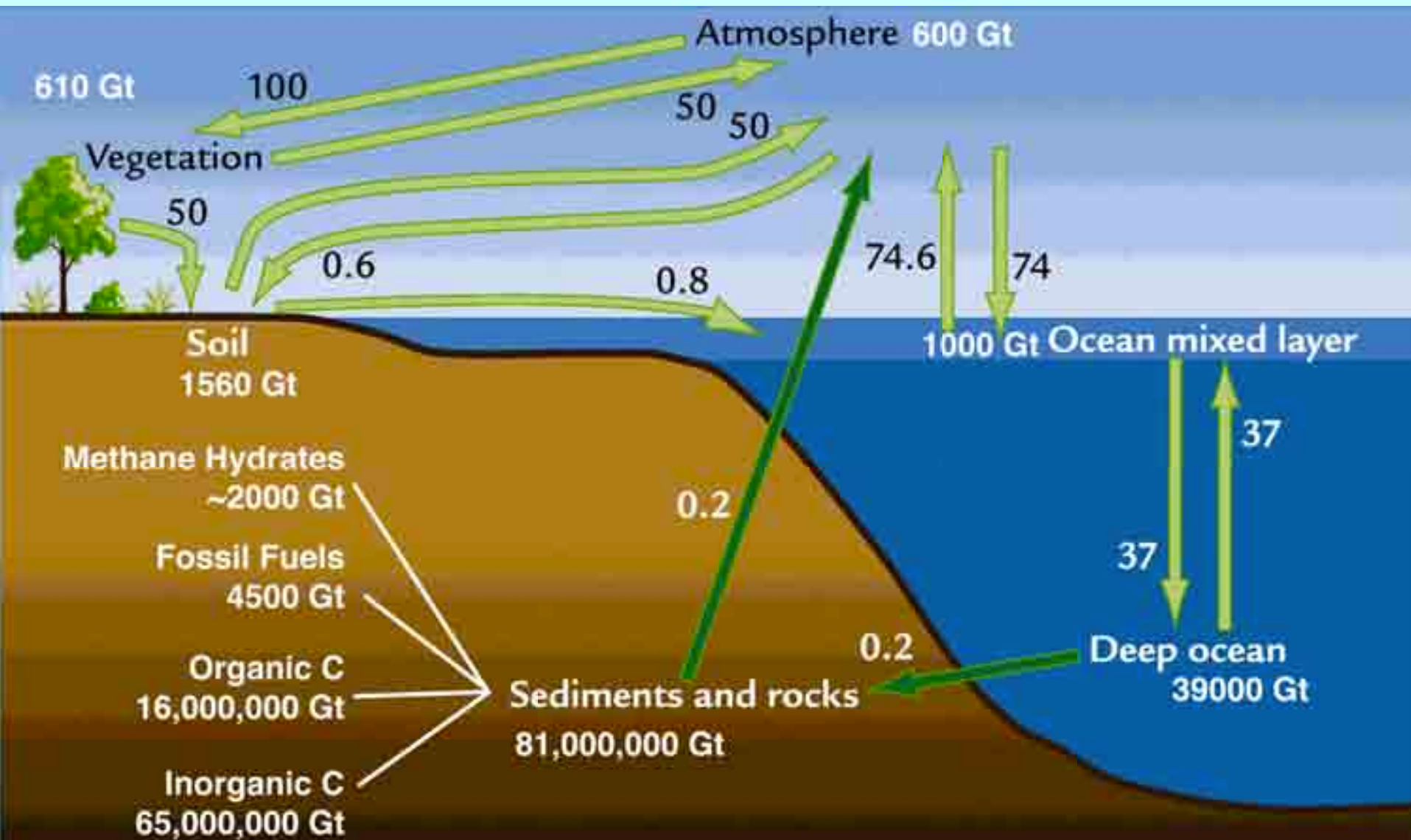
Calciumcarbonaat

(CaCO₃)

De Lange Koolstofkringloop: Gesloten Cyclus

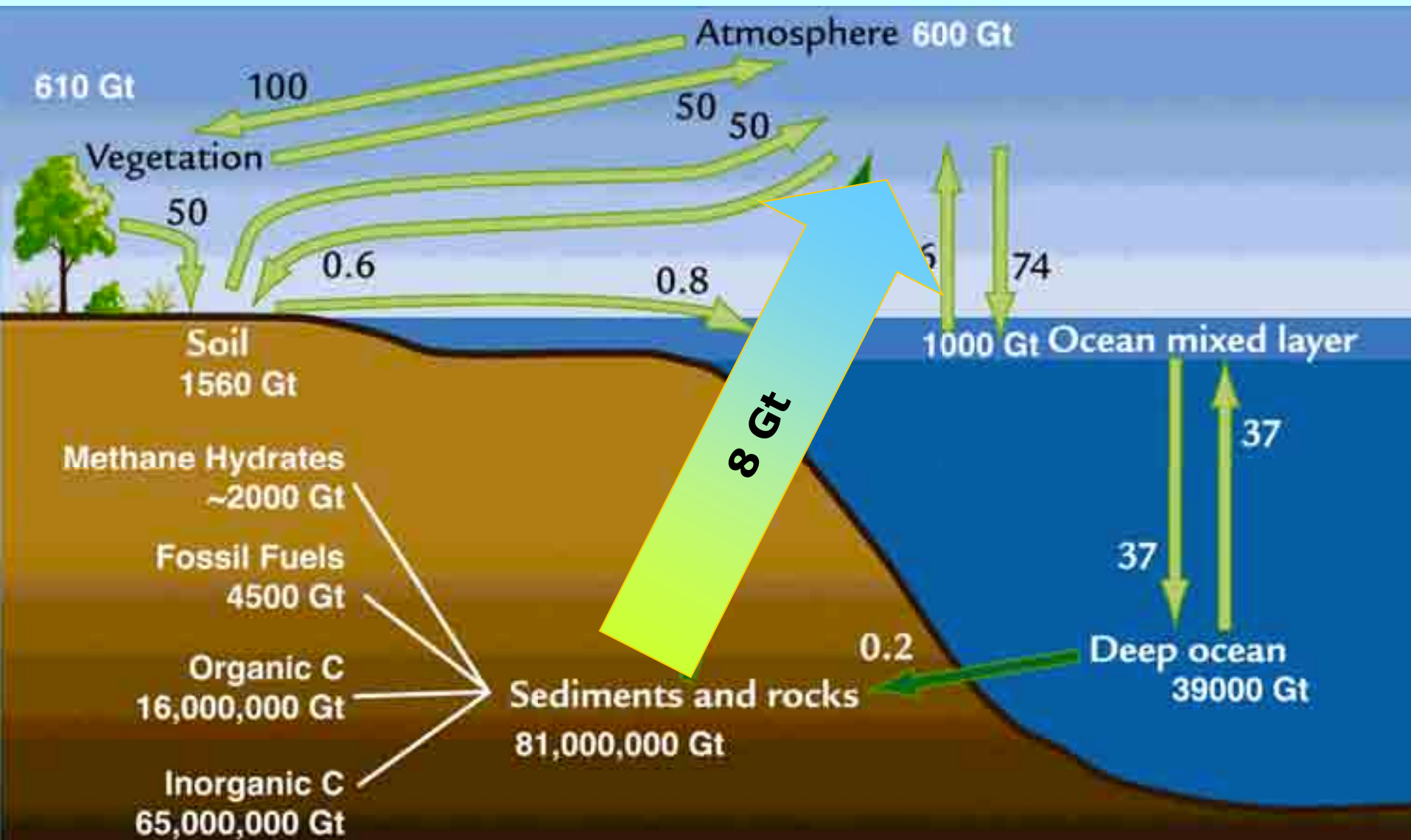


De Lange Koolstofkringloop

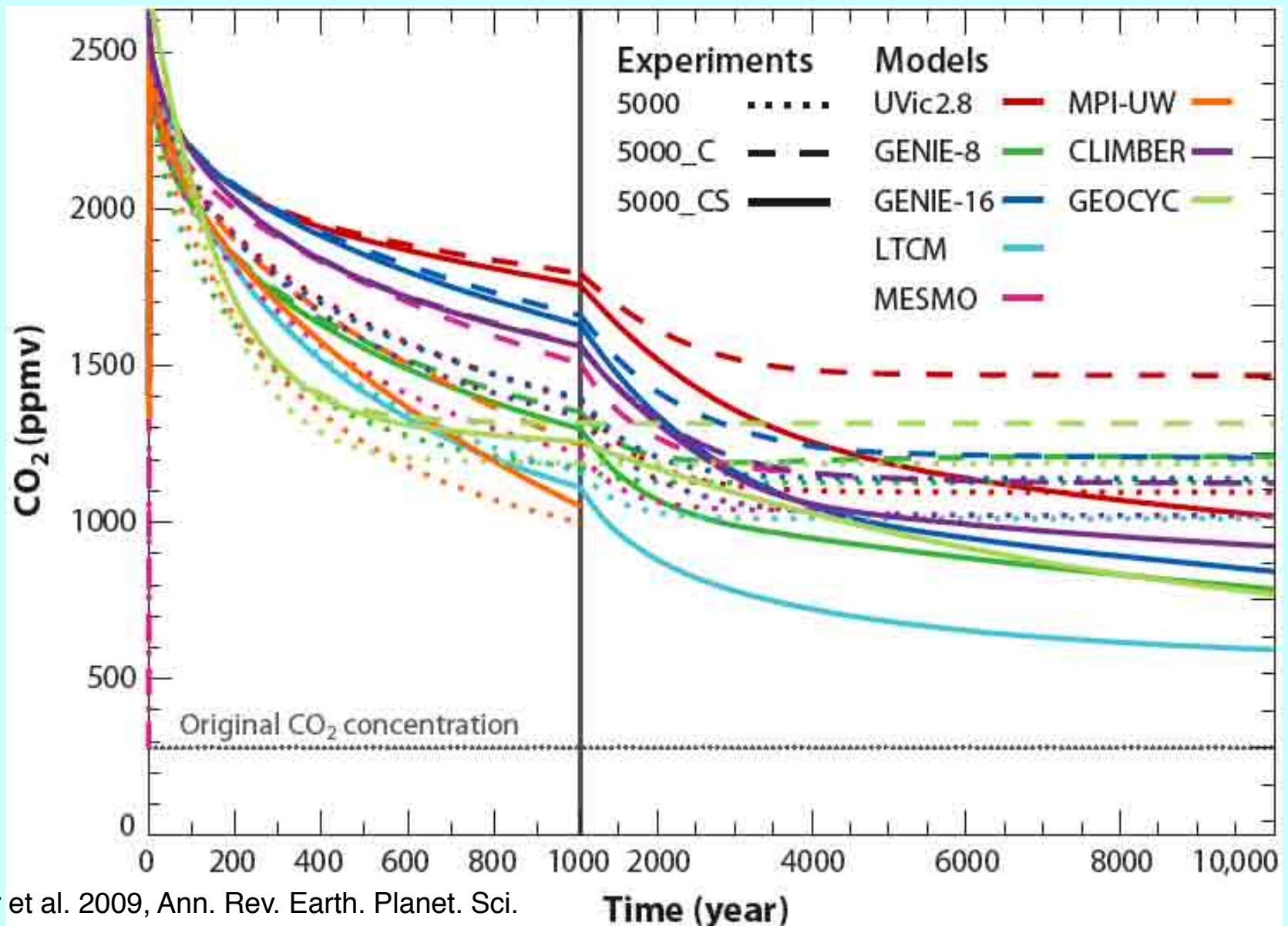




De Lange Koolstofkringloop



Lange tijdschaal van CO₂ daling



■ **Conclusies Koolstofcyclus**

■ **Korte Koolstofcyclus:** (sub) jaarlijkse cyclus vegetatie – atmosfeer

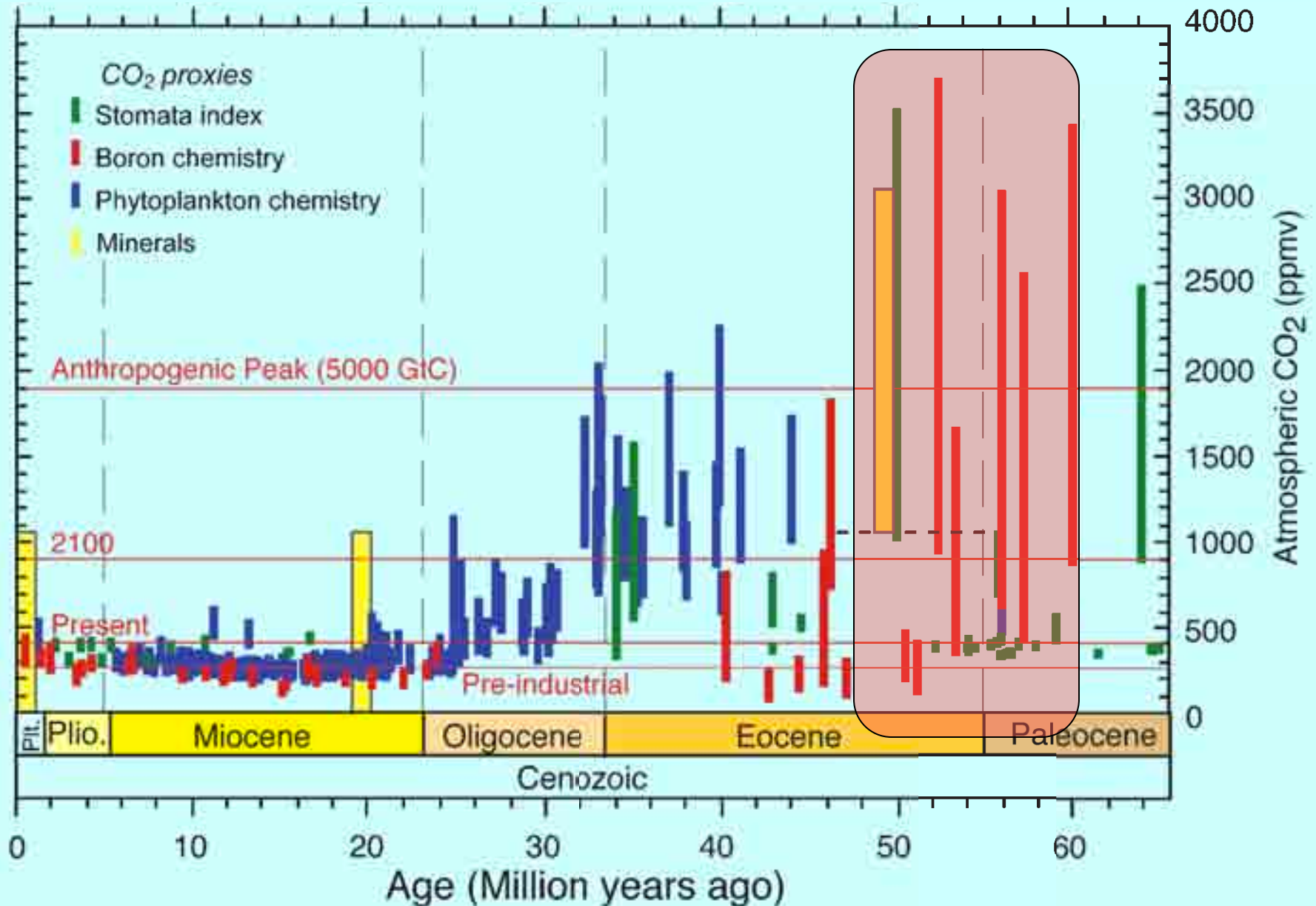
■ **Lange Koolstofcyclus:** verplaatst op lange tijdschalen C tussen gesteente en atmosfeer-oceaan

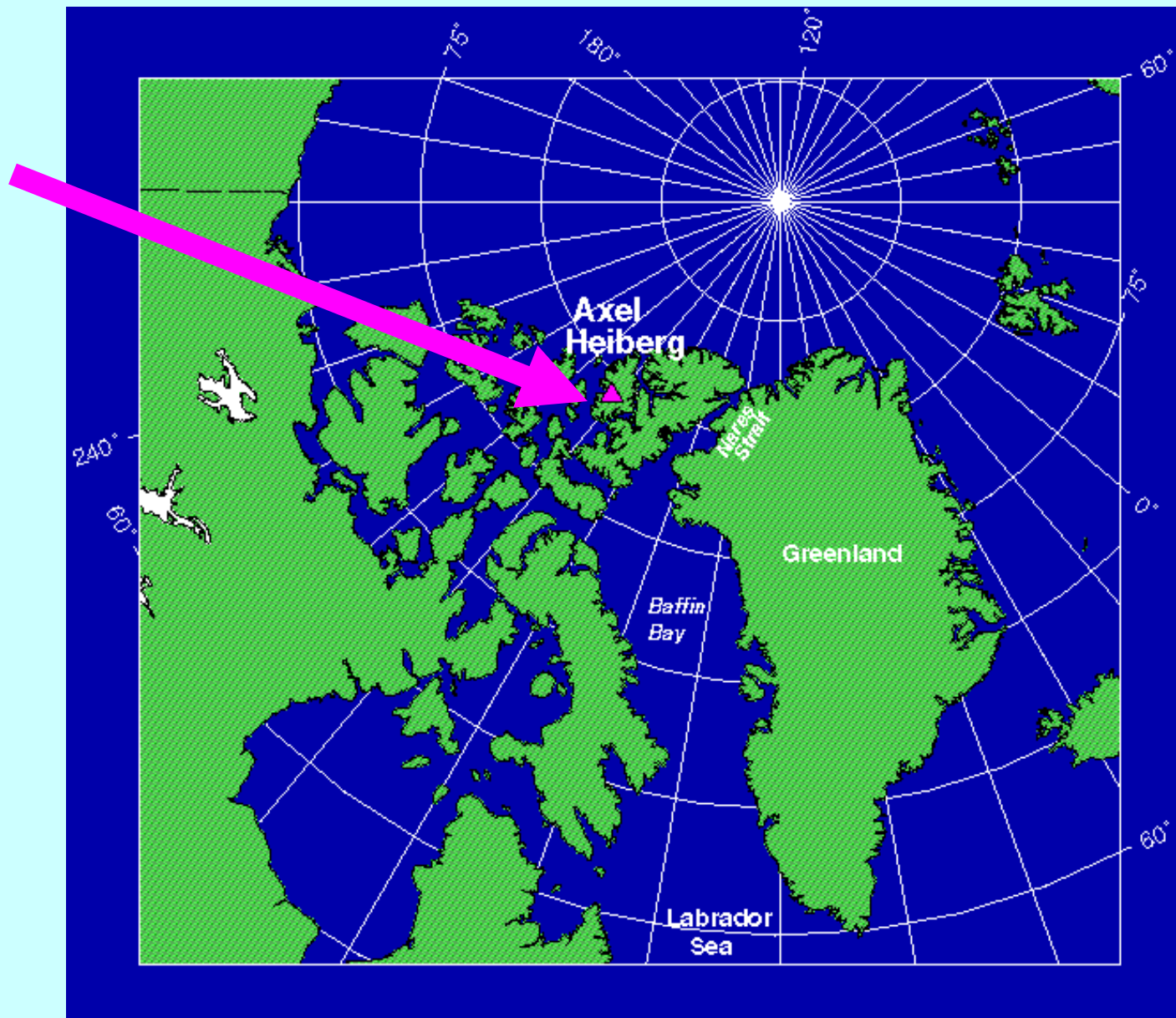
■ **Uniek voor nu:** grote snelheid waarmee C uit gesteente naar atmosfeer gaat. Systeem is uit balans

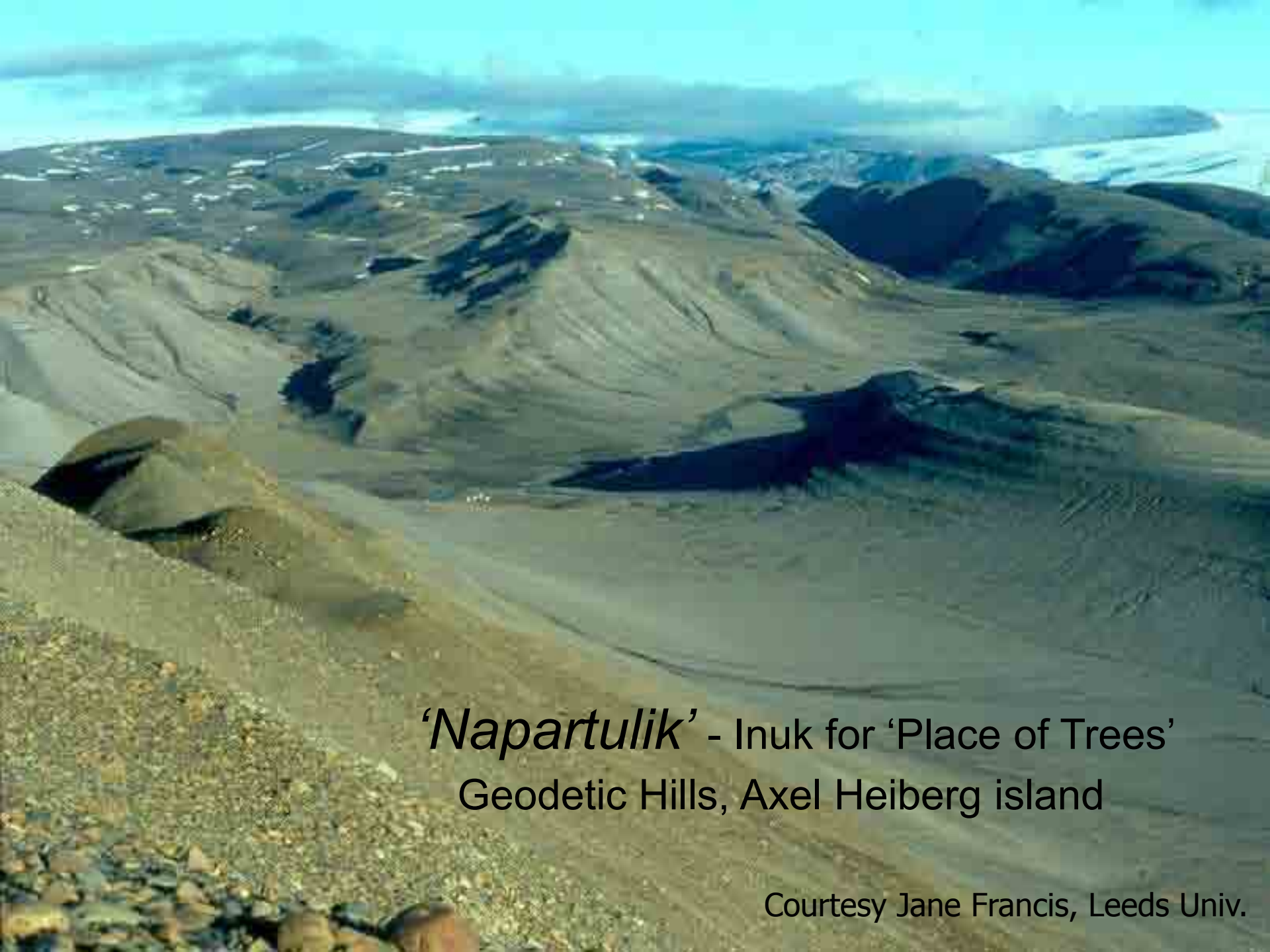


De fossiele broeikaswereld

CO₂ concentratie over miljoenen jaren







'Nupartulik' - Inuk for 'Place of Trees'
Geodetic Hills, Axel Heiberg island

Courtesy Jane Francis, Leeds Univ.



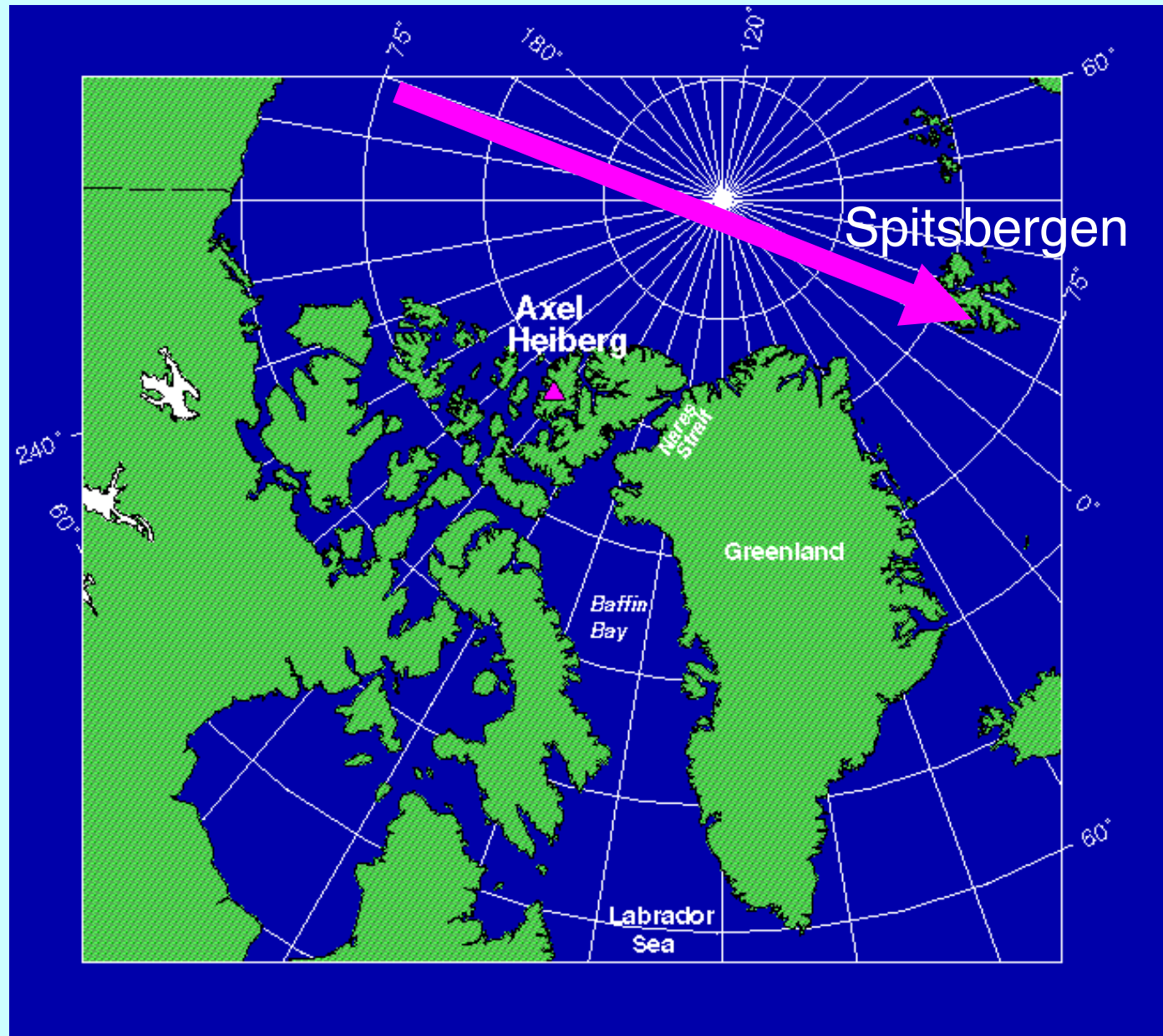
Taxodiaceae
(*Metasequoia*
)

Dank aan,
Jane Francis,



Courtesy Jane Francis; Leeds Univ

Some leaf litter layers are dominated by Dawn Redwood leaves (*Metasequoia*). These represent lowland swamp forests





Met dank aan Marc Cornelissen en WWF

kom naar Spitsbergen
uw vakantieparadijs









Steenkolenmijnen
op Spitsbergen





- Het Hitterecord van 55 miljoen jaar geleden



Integrated Ocean Drilling Program



Photo, William Crawford / IODP

Hitterecord



~100.000 jaar

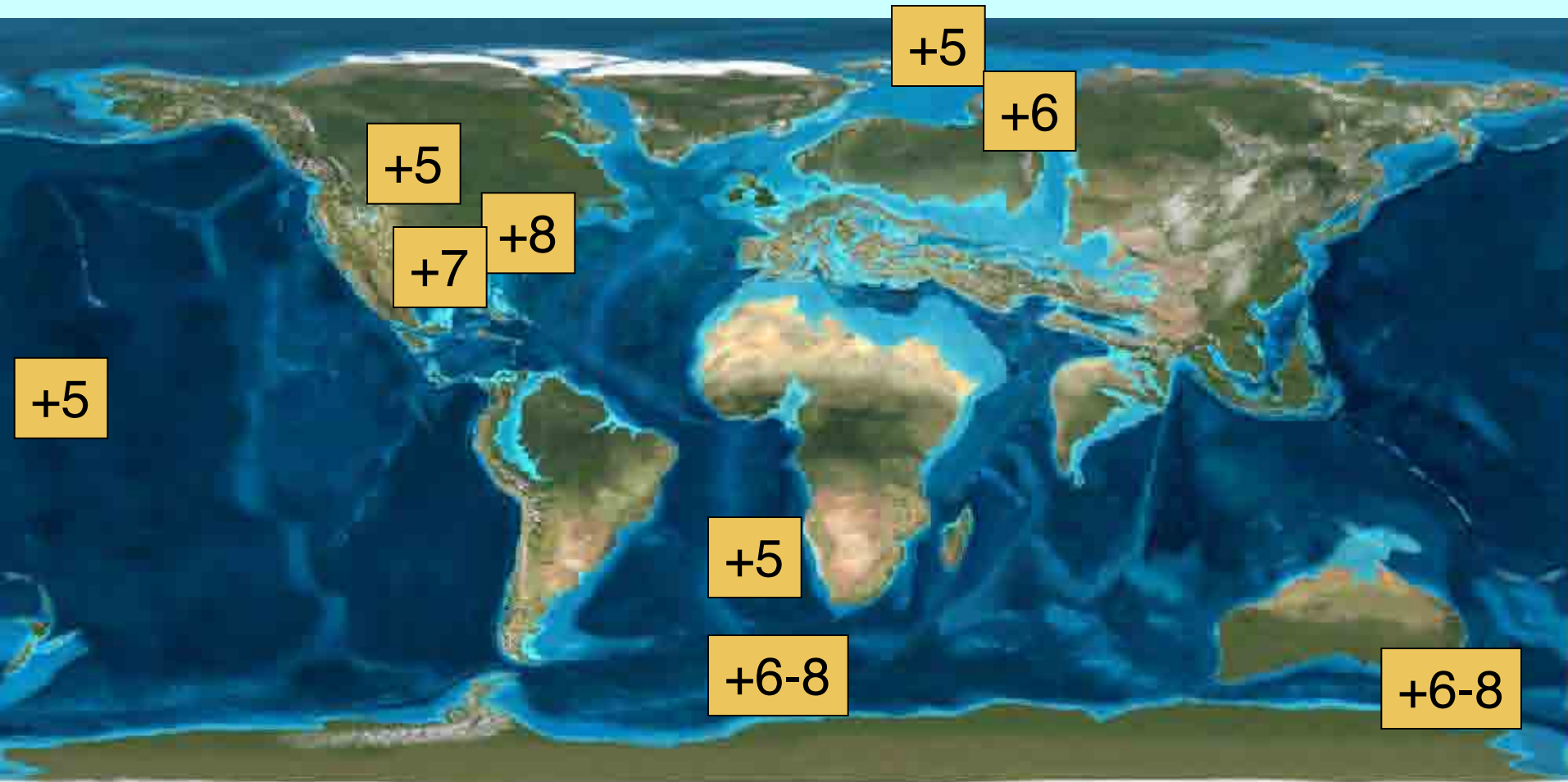
Verzuring

55 miljoen jaar

1000-2000 jaar



Hitterecord, 55 miljoen jaar geleden: snelle CO₂ toename

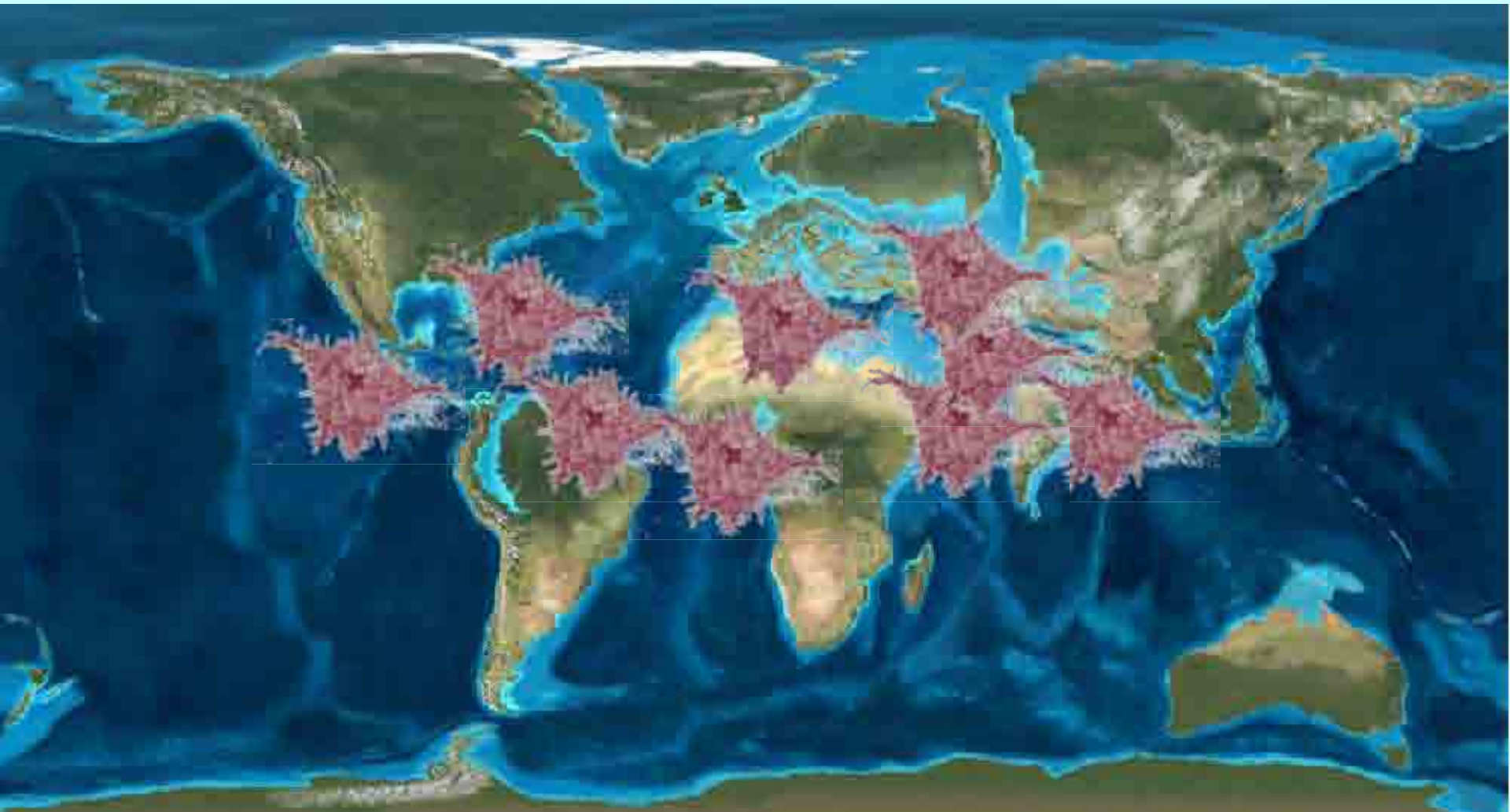


Zoogdier evolutie tijdens hittestructuur

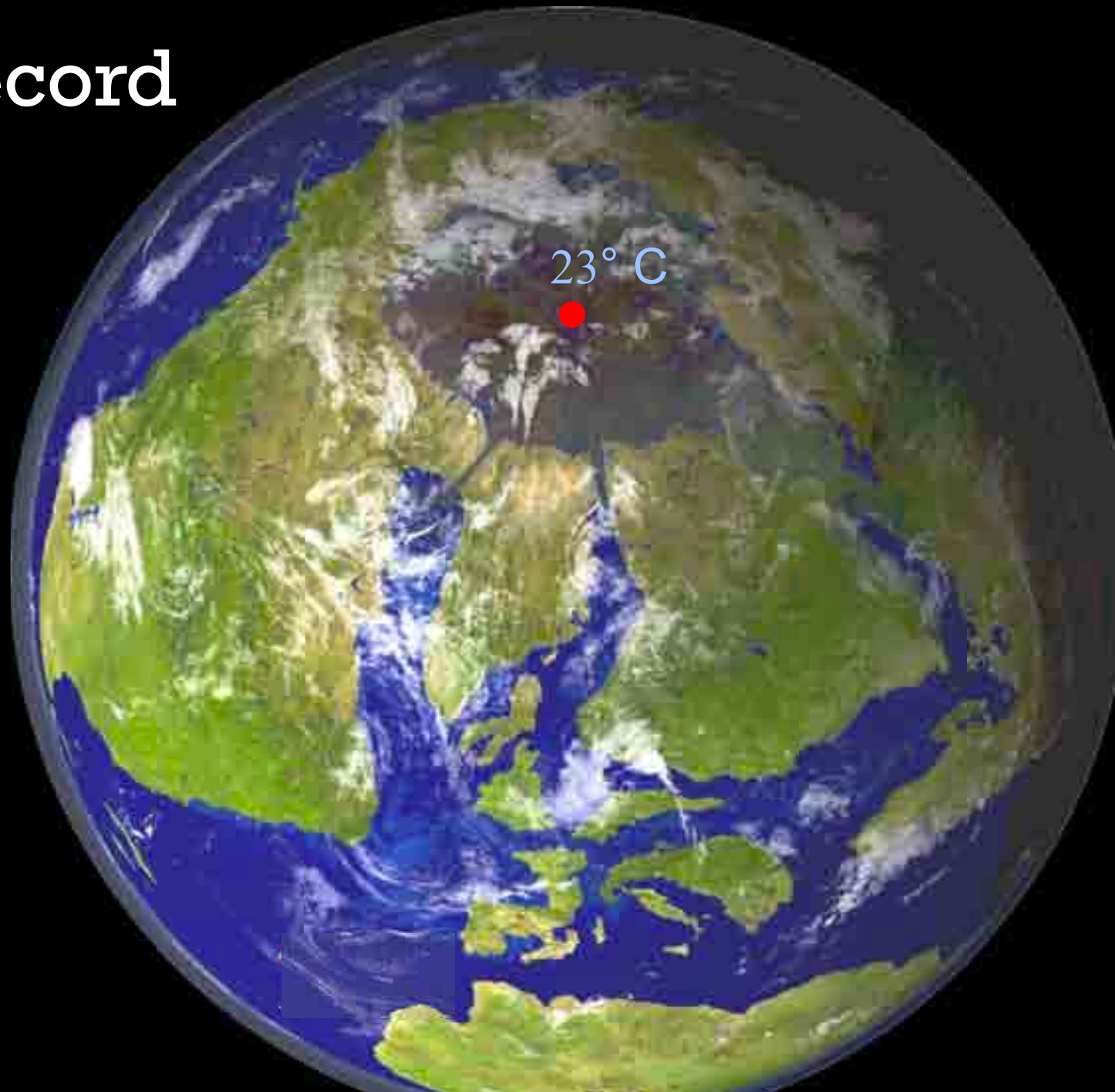




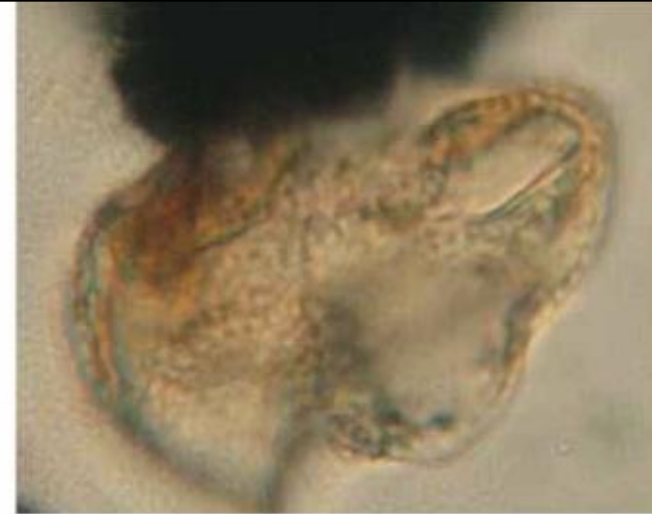
Voorkomen dinoflagellaat *Apectodinium* voor PETM



Hitterecord



Fossiele Stuifmeelkorrels



10 micron



***Arecipites microreticulatus*: Arecaceae (palms)**

Fossiele broeikaswereld laat zien:

- Systeem Aarde bepaalt Aardse condities
- Hoe ziet een broeikaswereld eruit?
 - Hoge CO₂ = Hoge temperatuur
 - nog onbegrepen aspecten broeikasklimaat (vorstvrije polen!?!?)
 - verzuring van de oceaan

Dankwoord



European Research Council



Integrated Ocean Drilling Program



***Nederlandse Organisatie voor
Wetenschappelijk Onderzoek***



Darwin Center for Biogeosciences



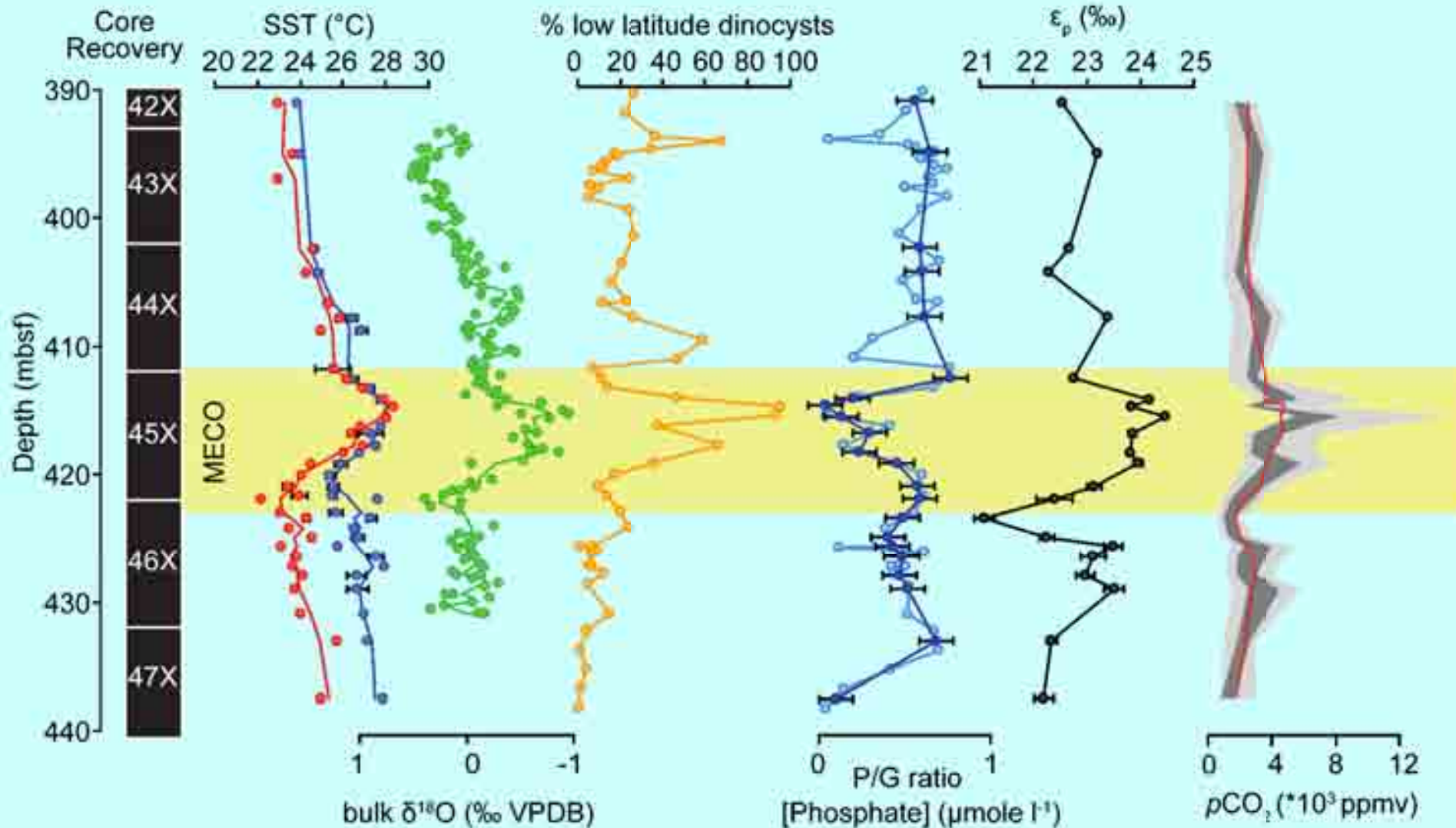
Statoil

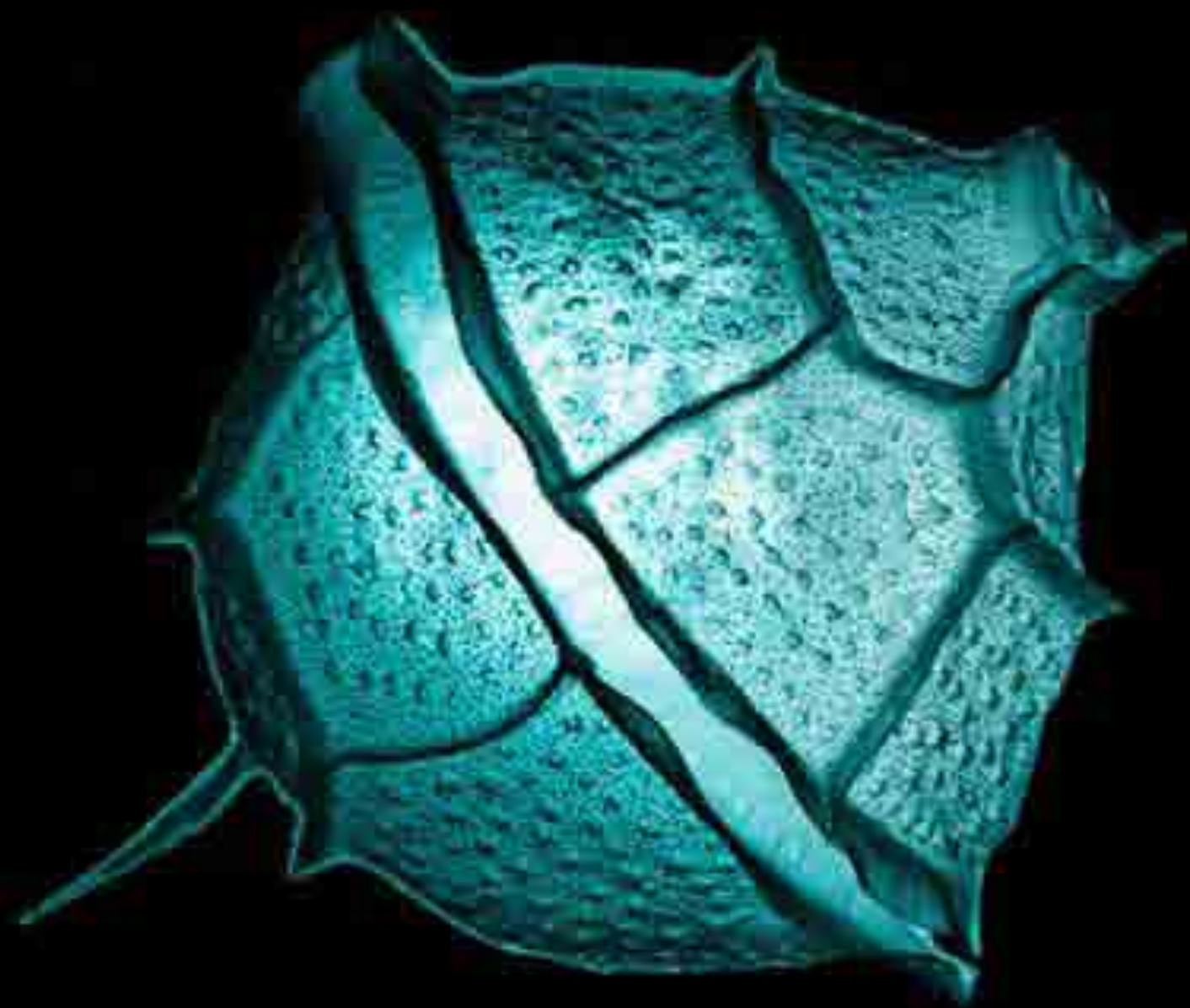


Shell



Sterk verband CO₂ – temperatuur; 40 miljoen jaar geleden







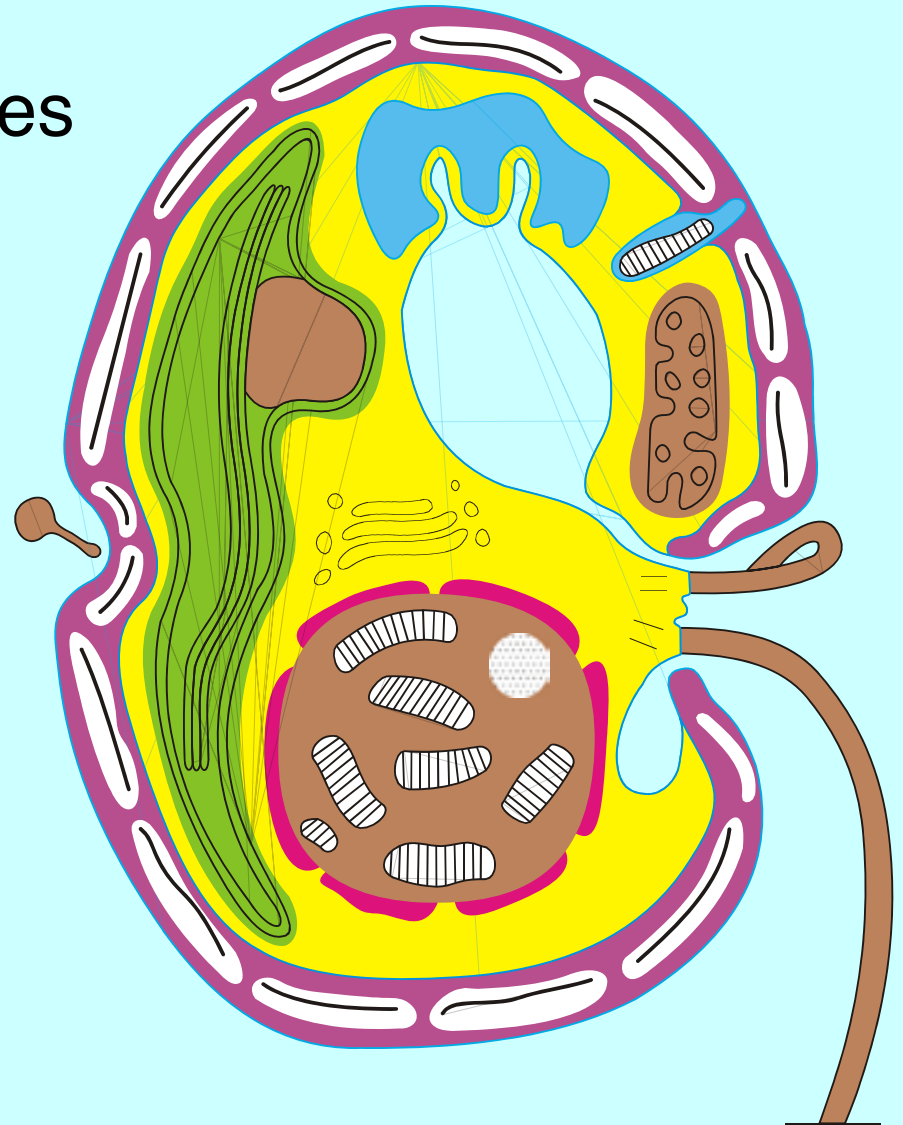
- Dinoflagellaten

Dinoflagellates

- Nucleus with chromosomes
- Mitochondria
- Endoplasmic reticulum
- Etc. etc.

- ~50% of species is autotrophic and have chloroplasts

- Amphiesmal vesicles





Heterotrophic Dinoflagellates



By Howie Spero (UC Davis) and Jian Sheng (UM, Minnesota)

