

# Metamorfosen

# Wat is de overeenkomst?



# Marmor!



# Metamorfosen

*De wonderlijke avonturen van  
Emiliana Huxleyi*

*of*

*Hoe je eindigt als marmer in een vel papier,  
kathedraal of David van Michelangelo*



# De neus achterna!

*Dat gaan we doen in deze presentatie*

- Nieuwsgierigheid is de motor van alle kennis
- Om kennis te vergaren, moet je vragen stellen
- Je verplaatsen in verschillende perspectieven

[https://www.universiteitleiden.nl/binaries/content/assets/algemeen/edoc-1474058-v1-wetenschapsbrief\\_pdf.pdf](https://www.universiteitleiden.nl/binaries/content/assets/algemeen/edoc-1474058-v1-wetenschapsbrief_pdf.pdf)

Nieuwsgierig en betrokken/De waarde van wetenschap

# De neus achterna!

*Dat gaan we doen in deze presentatie*

- Je hoeft daarvoor geen wetenschapper te zijn, en steeds diepere putjes te graven
- Grasduinen op Wikipedia, het meeste is al bedacht!
- Beloning: reizen door de tijd en ruimte
- Kennismaken met de burens, ook al zijn maar 10 micron groot!

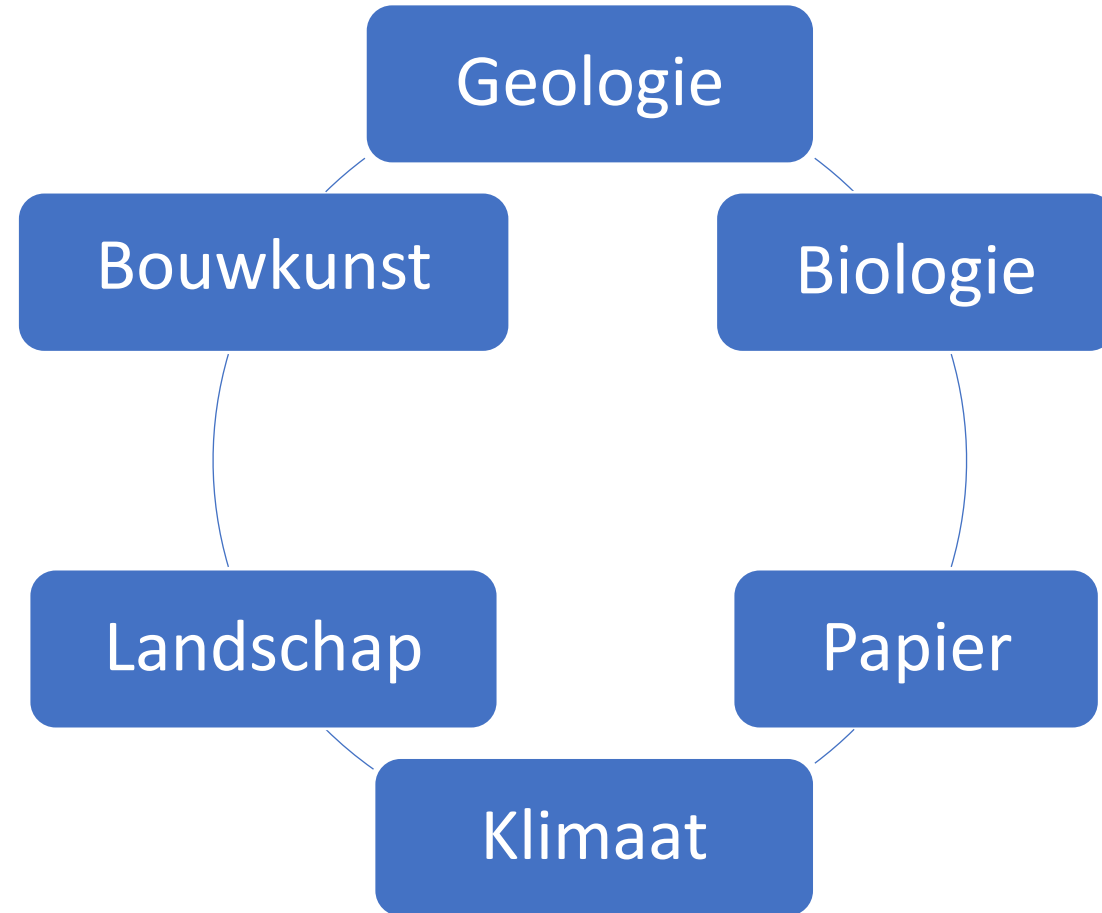
# Emiliana Huxleyi

- Een nietig organisme
- Bindt CO<sub>2</sub>, stabiliseert het klimaat
- Bouwt fraaie landschappen
- Maakt tempels en beeldhouwwerken mogelijk
- Is lieveling van de papierindustrie

*Maar komt zelden in de krant, nu wel bij Probus Heiloo!*

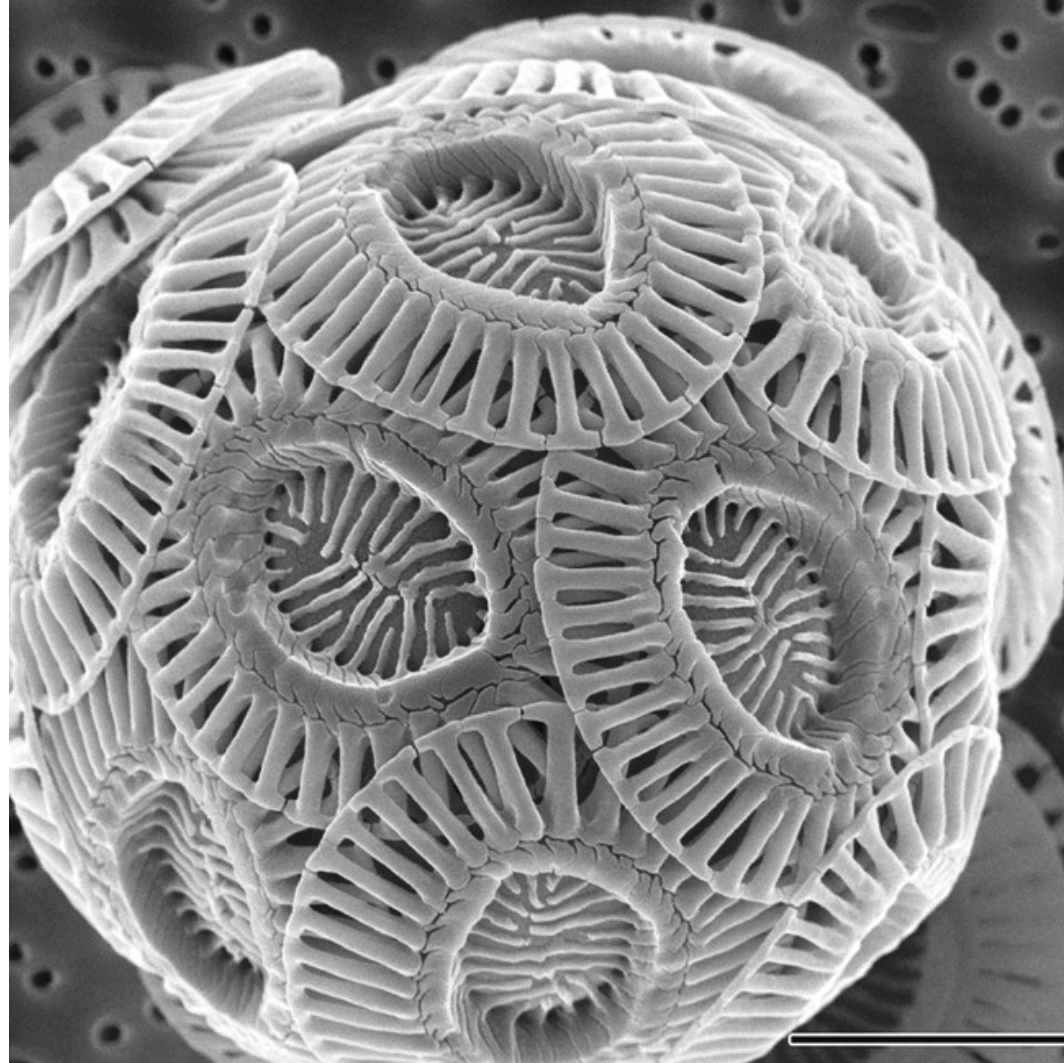
# Emiliana H. verbindt veel interessante domeinen

*maar we zoomen nu in op marmer*



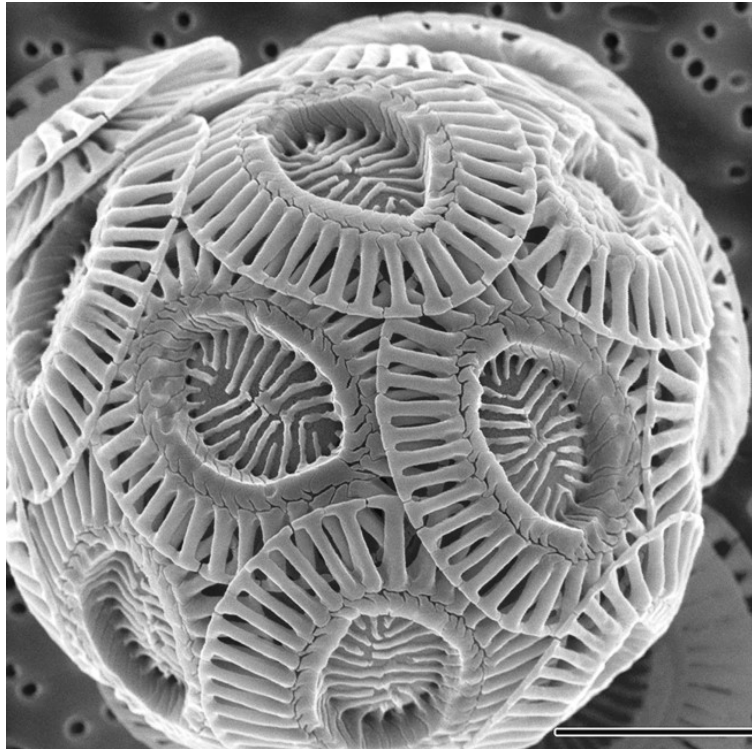


# Wie/wat is *Emiliana Huxleyi*?



# Emiliana Huxleyi

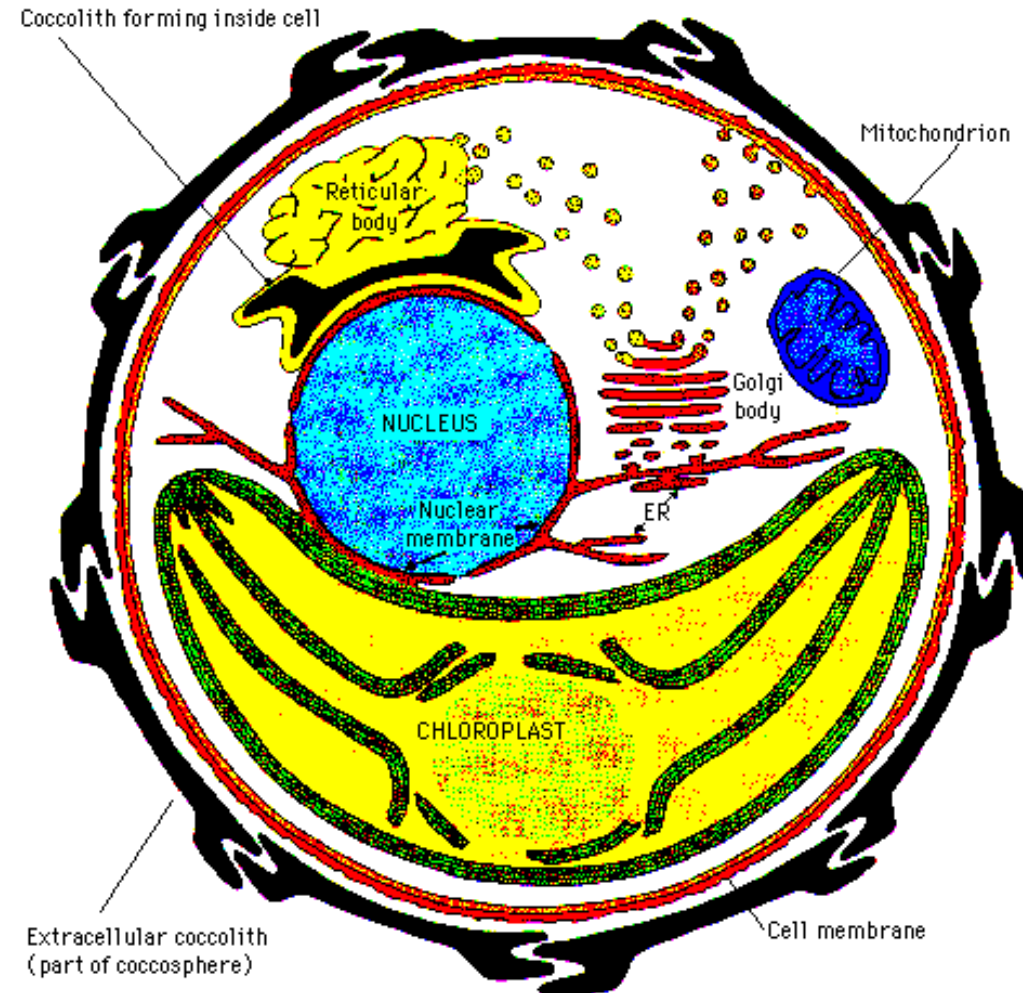
## *uiterlijk*



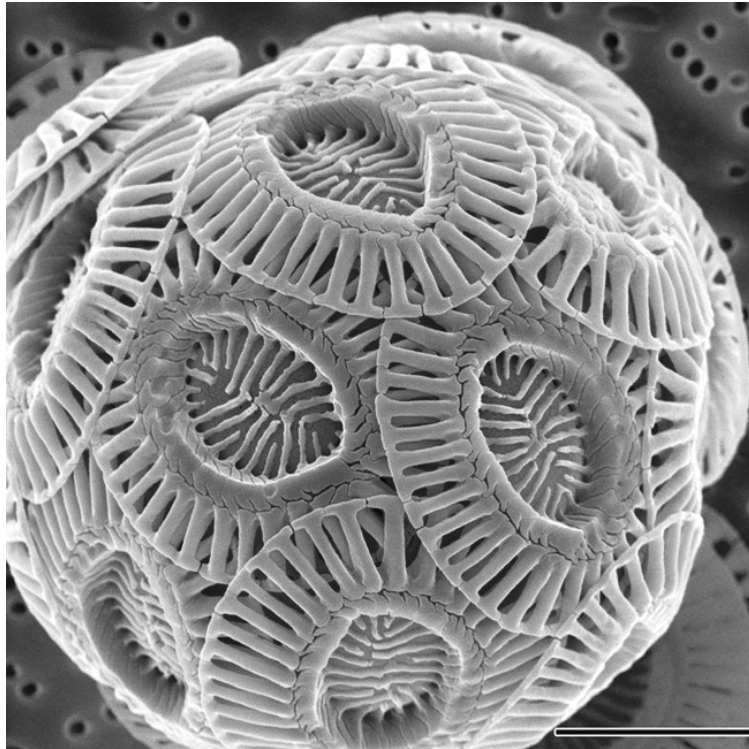
- Eencellige kalkalg ('plantje')
- Diameter 0,01 mm (10 micron)
- Vergelijk: kopieerpapier dikte is 90 - 100 micron
- Dus 10 Emiliana's dik
- Uitwendig skelet van circa 15 plaatjes
- Lid familie van de Coccolithoforen  
= *Bolletjes* die *stenen* (plaatjes) *dragen*

# Emiliana Huxleyi

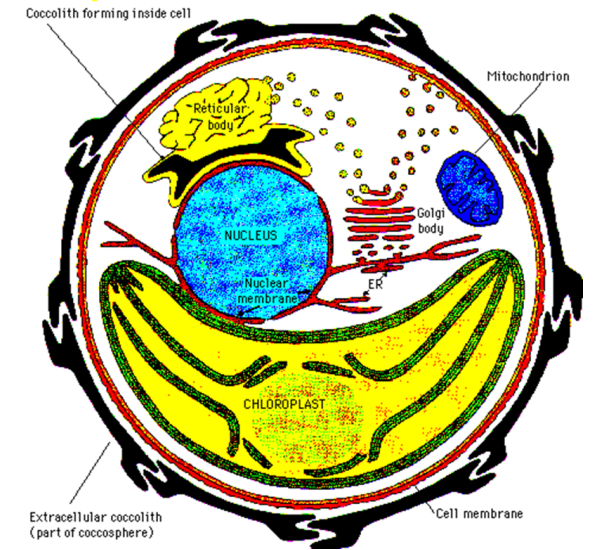
## *inwendig*



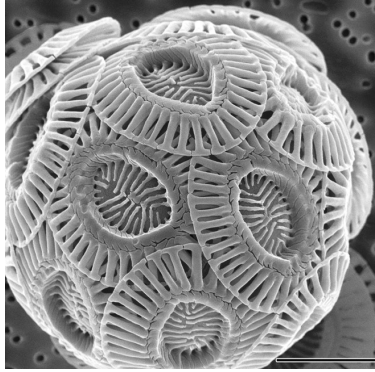
# Emiliana H. *ongelooflijke chemie*



- Fytoplankton ('plantje')
- Bevat dus chlorophyl
- Energiebron zonlicht
- Fotosynthese: maakt alle nodige koolstofverbindingen zelf
- Fotomineralisatie:
- Haalt actief calcium en CO<sub>2</sub> uit zeewater
- Legt dit vast als calciumcarbonaat, CaCO<sub>3</sub>

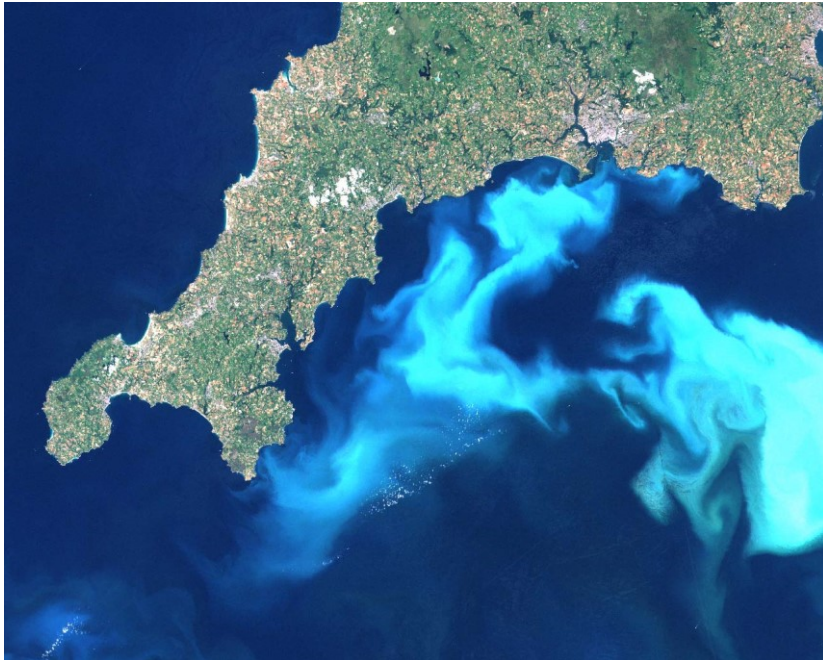




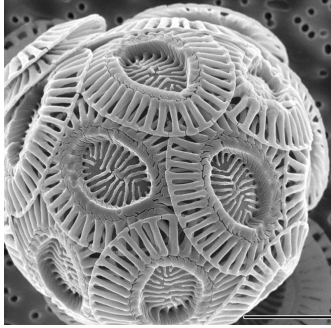


# Emiliana H.

## *van micro naar macro*

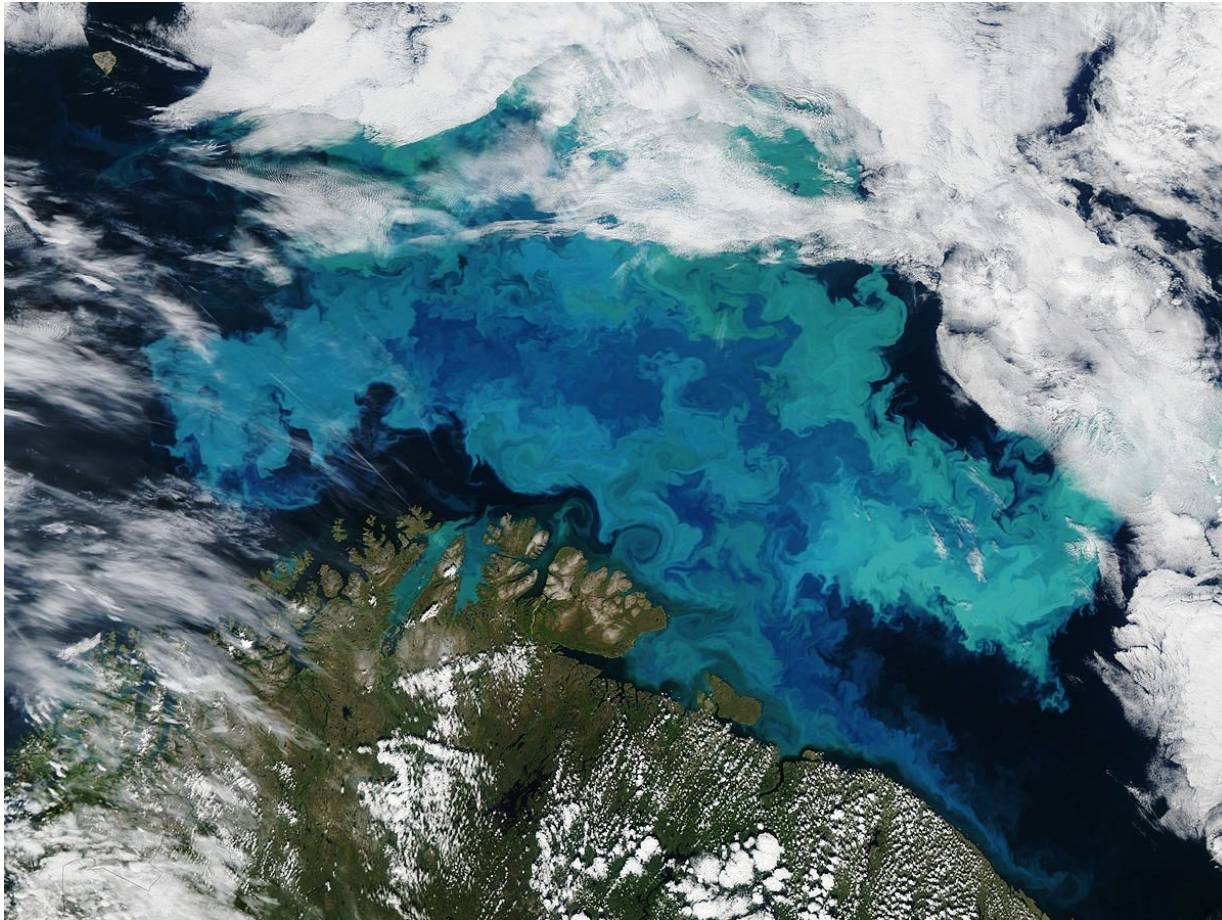


- Niet met blote oog zichtbaar,
- Behalve wanneer ze zich massaal presenteren
- Algenbloei voorjaar/zomer
- Per liter tot 100.000.000 stuks
- Bij groei worden plaatjes  $\text{CaCO}_3$  vervangen
- Vele miljoenen ton sediment zakken per seizoen in de oceanen naar beneden
- **Zonlicht + calcium +  $\text{CO}_2 \gg$  calciumcarbonaat**
- In elke zee/oceaan present op 0-200 m diepte



# Emiliana H. en familie

*terug in de tijd*



- Nietig algje
- Succesvol ontwerp
- Werkt wel stug door
- Grootse prestaties in geologische tijdperken Jura en Krijt
- 200-66 miljoen jaar geleden

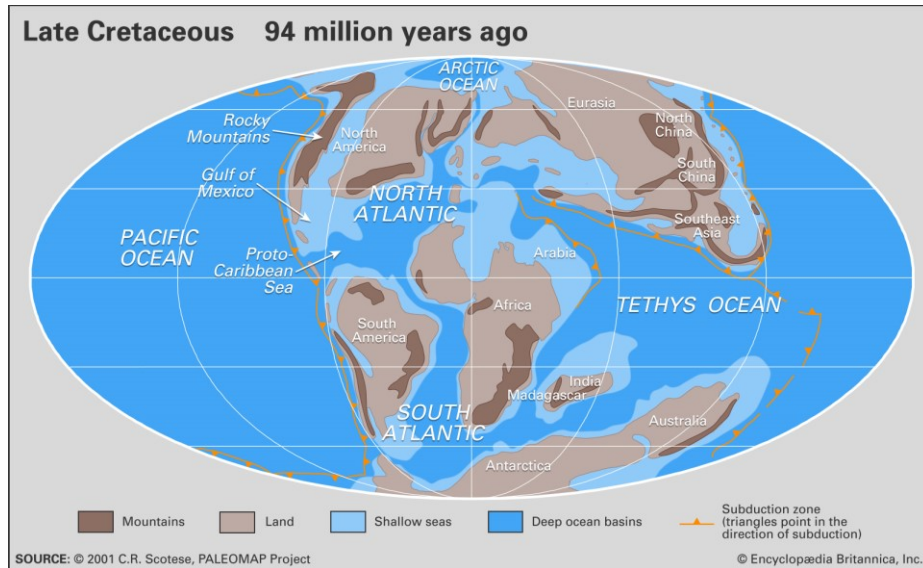


# Emiliana H. was here

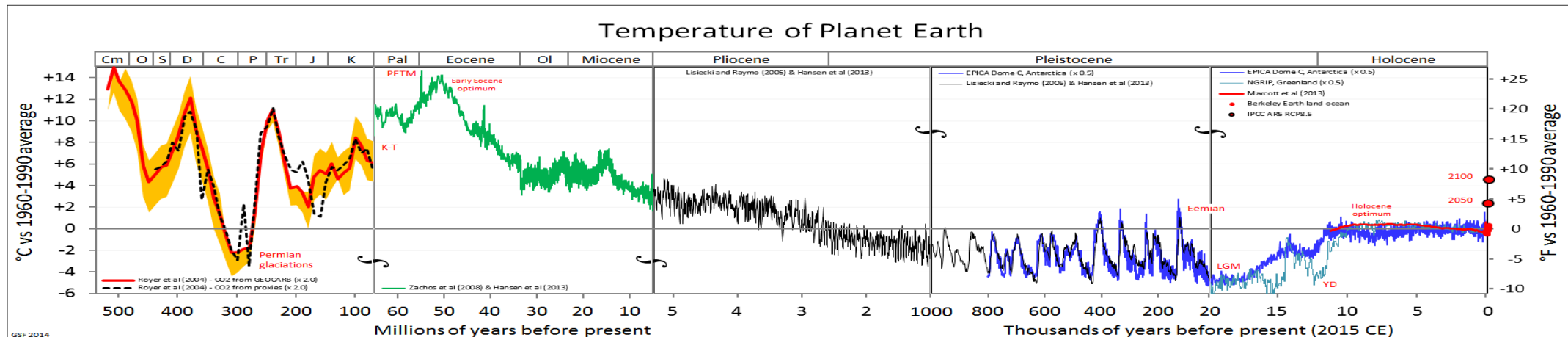




# Arbeidsterrein Emiliana H. in hun 'Gouden Eeuw'

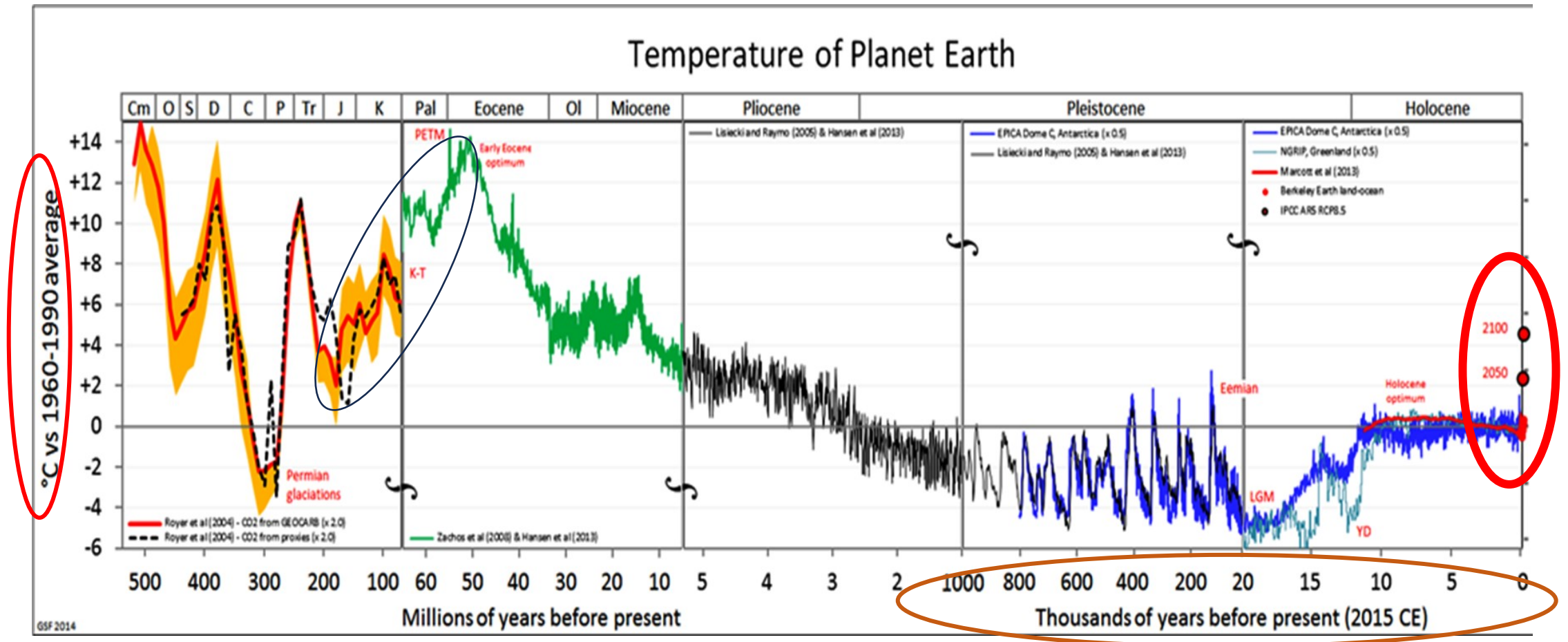


- Broeikasklimaat
- Veel CO<sub>2</sub> in de atmosfeer tot **1200 ppm**
- Zeewater **12° C warmer** dan nu
- Zeeniveau **150-200 m hoger** dan nu
- Km dikke kalkafzettingen (lichtblauw)
- Bindt CO<sub>2</sub> en calcium

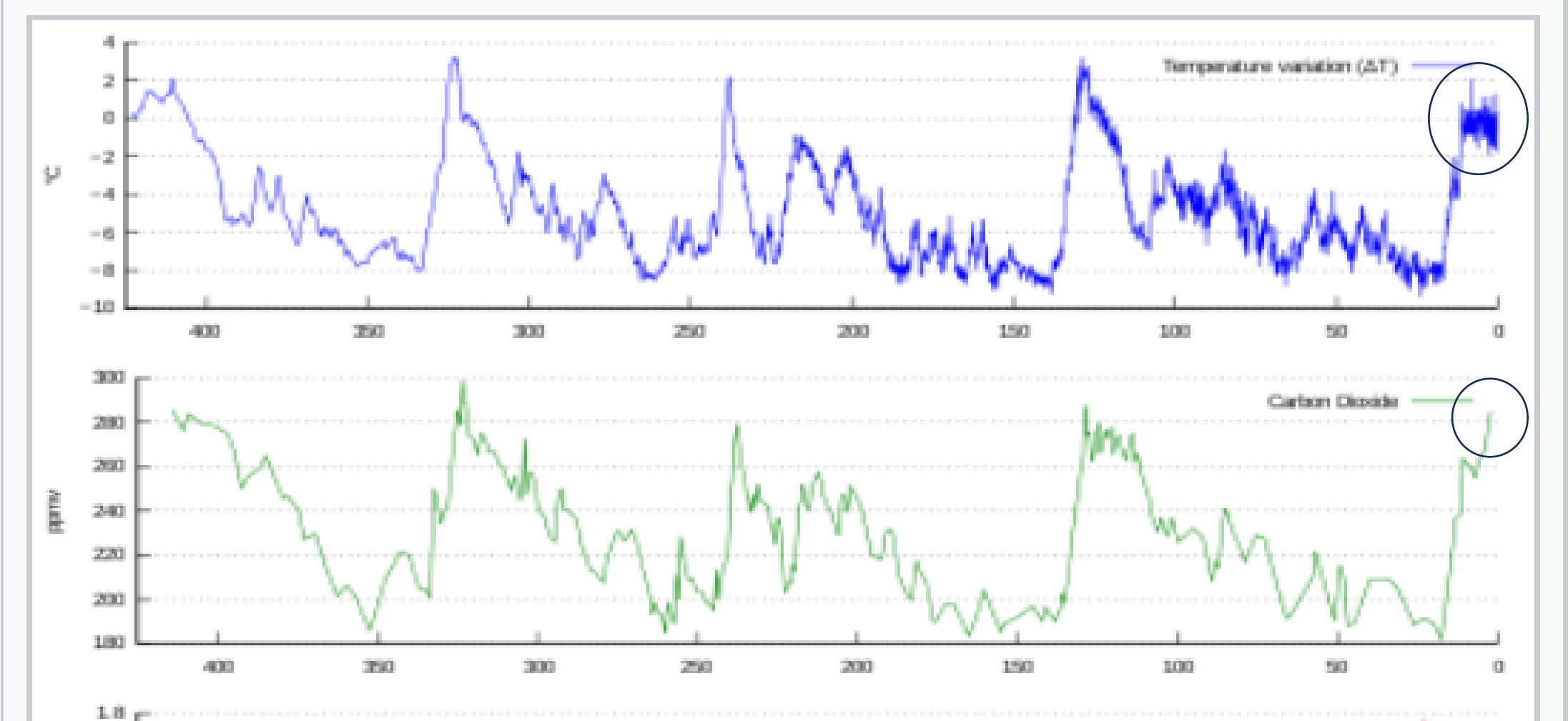




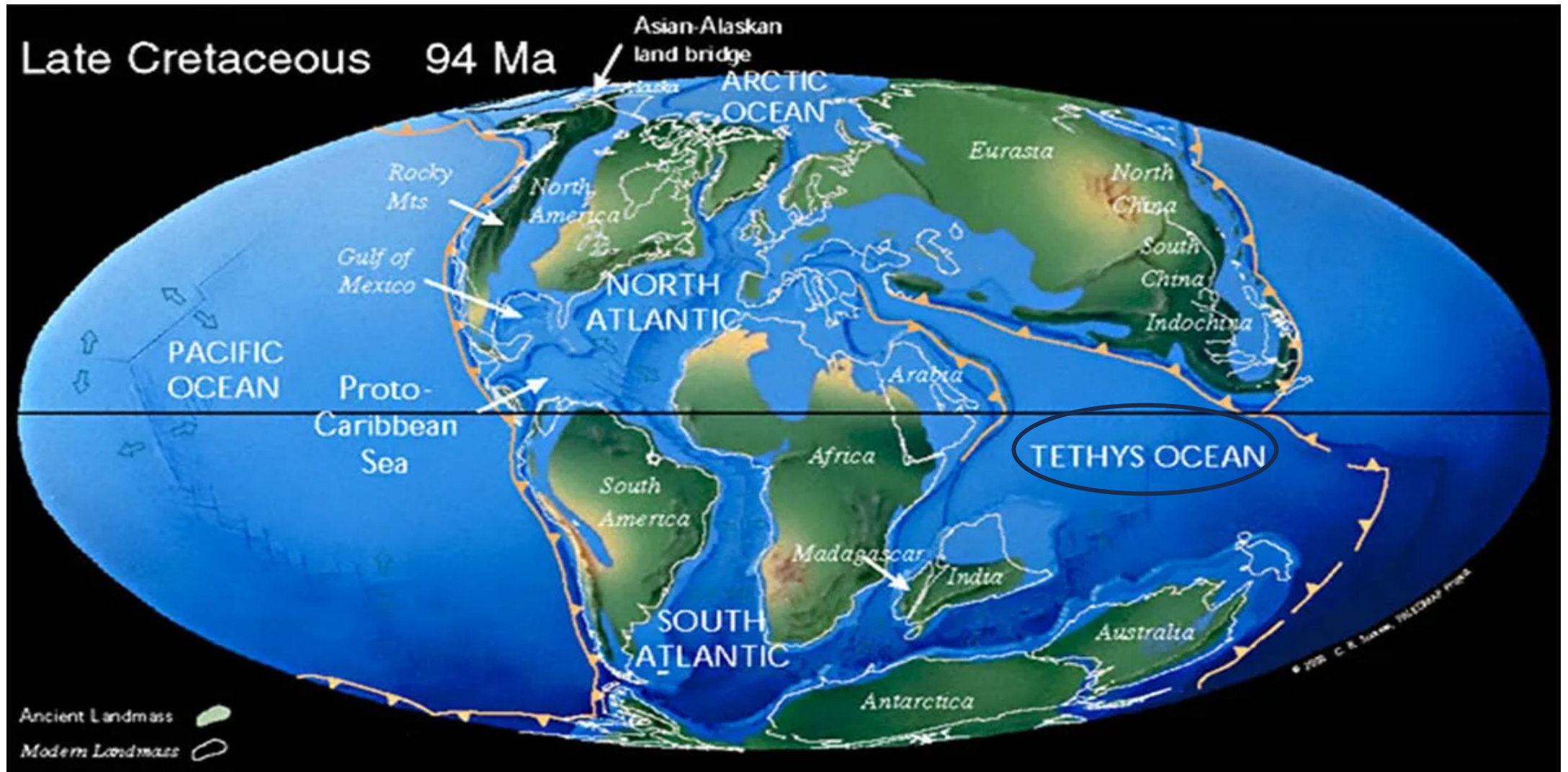
# Temperatuur aarde vergeleken met nu (Y-as links in °C, X-as mln jaar resp. duizend jaar)



# CO2-gehalte (groen) en temperatuur aarde (blauw) over 400.000 jaar ijstijden, t.o.v. nu



# Krijttijdperk: Zeeniveau 100-200 m hoger dan nu Uitgebreide ondiepe zeeën rond de Tethys oceaan





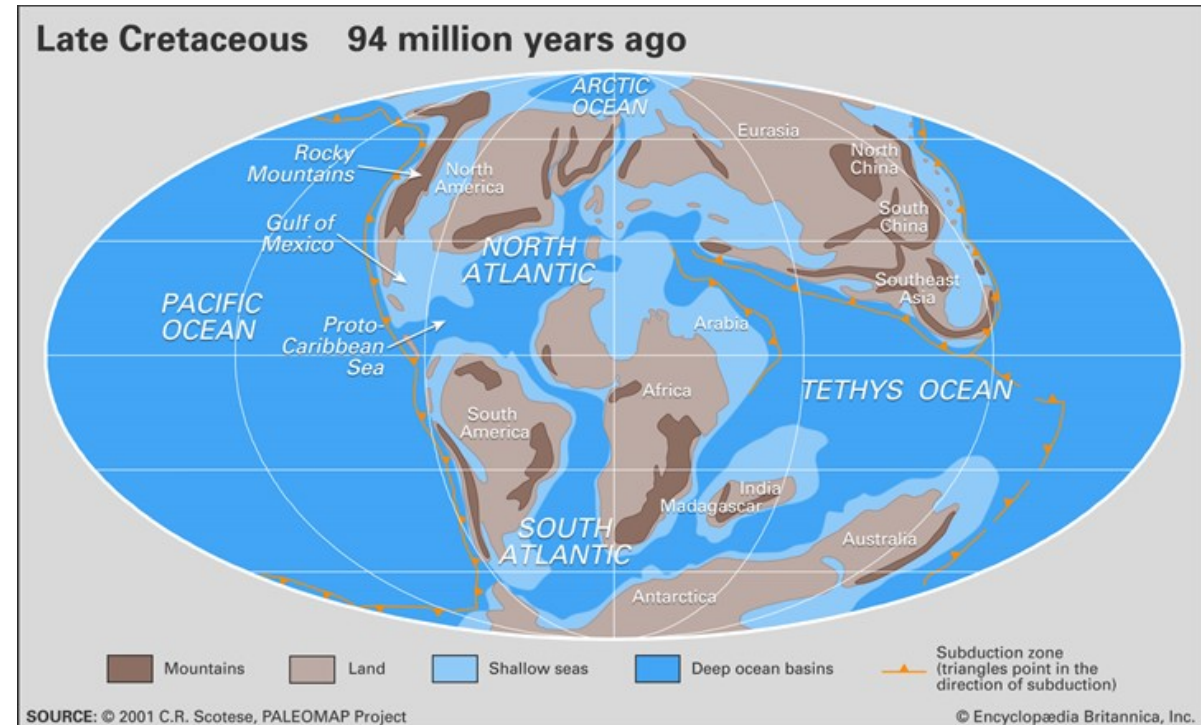
# Krijttijdperk *Massale kalkafzettingen (wit)*



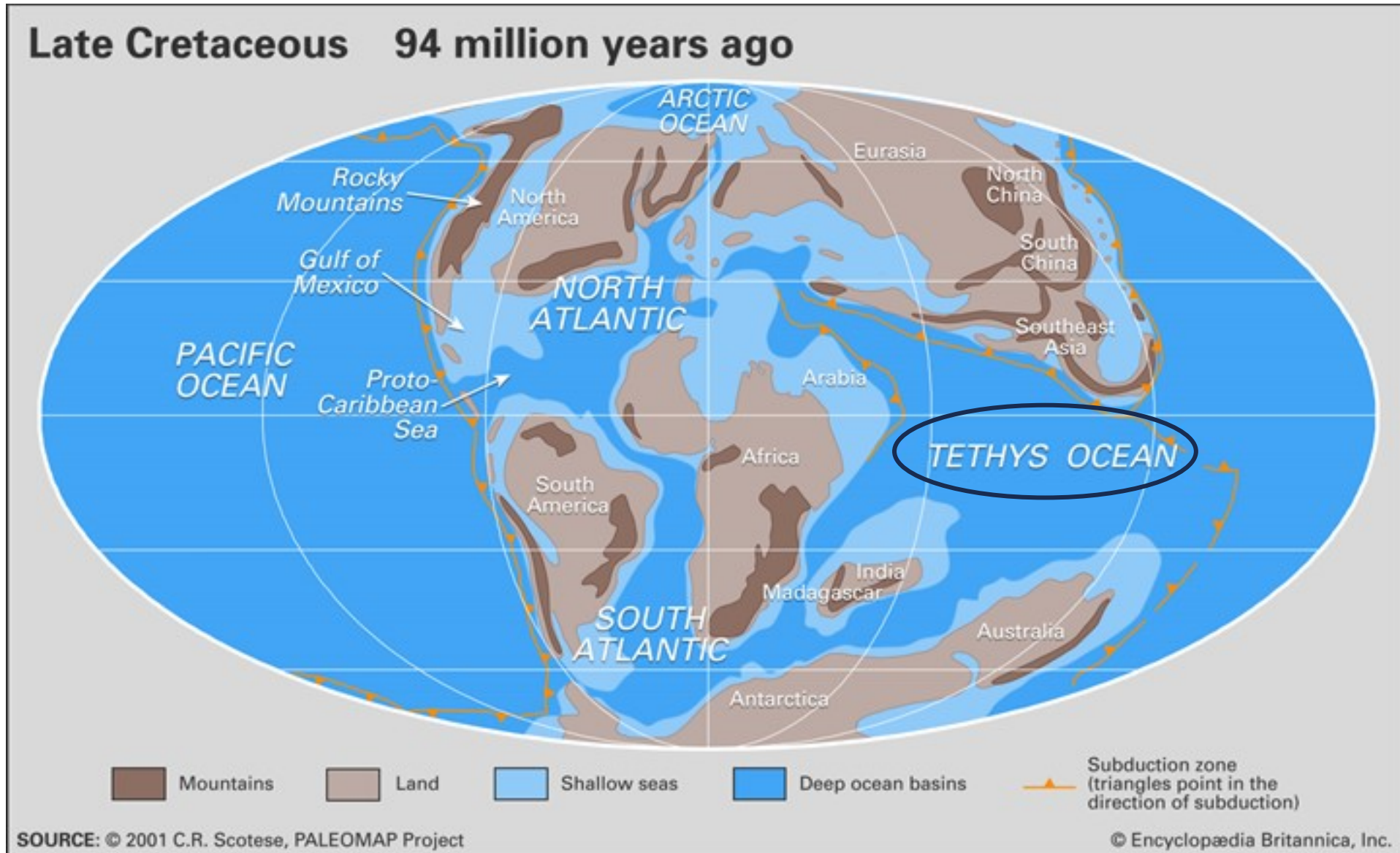


# Krijttijdperk

- Dans der continenten
- Afrika en India schuiven naar het Noorden
- De Tethysoceaan begint zich te sluiten
- Restanten nu: de Middellandse zee, Zwarte zee, Kaspische zee
- Afrika drukt de kalklagen in elkaar en de diepte in, onder Europa



# Krijttijdperk



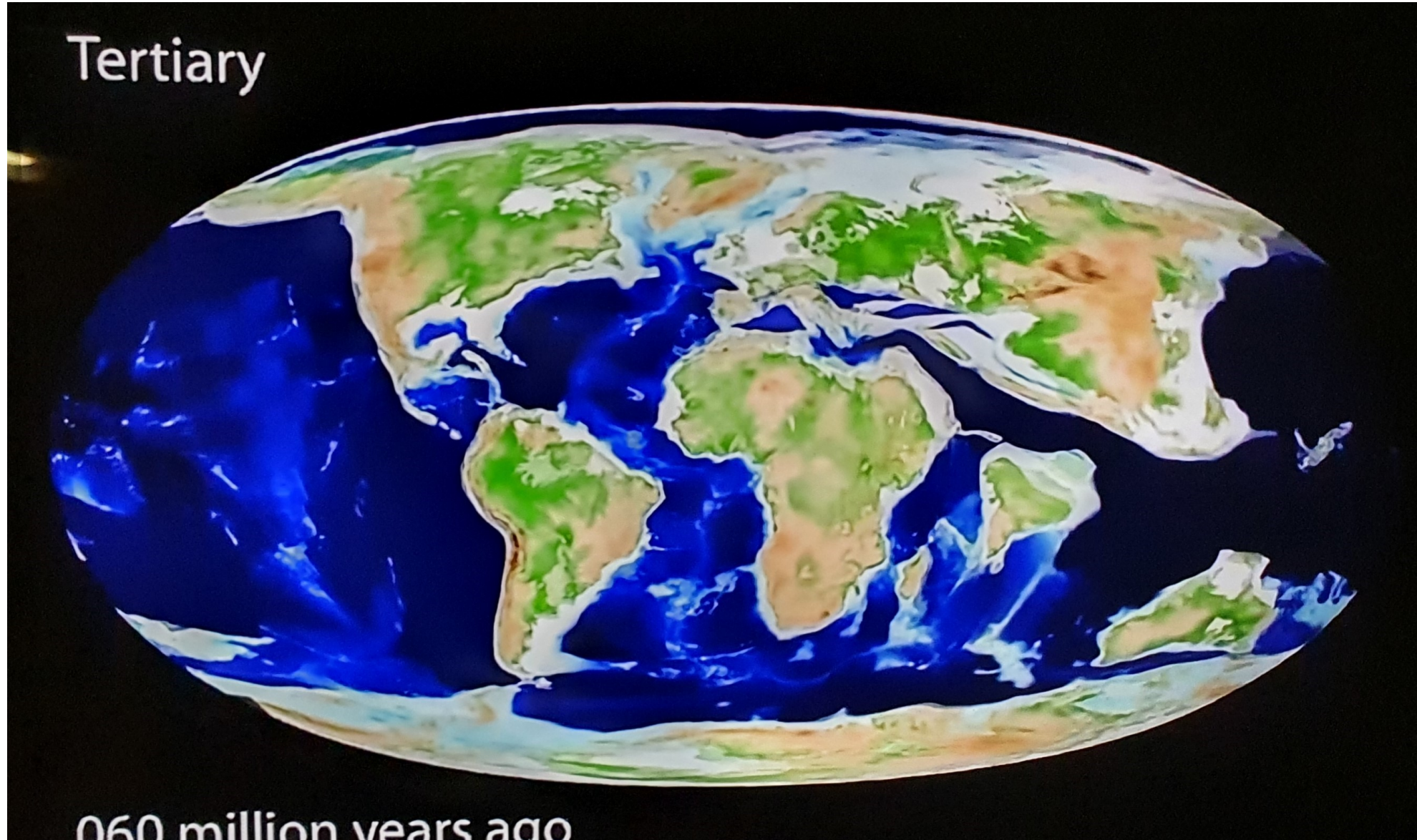
# Dans der continenten

## Vier snapshots

- 110 mln jaar terug
  - 60 mln jaar terug
  - heden
  - 50 mln jaar na ons
- 
- Veel interessante filmpjes van het Scotese project YouTube
  - <https://www.youtube.com/watch?v=tObhGzHH2awop>  
de dans der continenten in omgekeerde richting



# De Tethys oceaan sluit zich verder





Vandaag: *de Tethys oceaan is goeddeels gesloten*





Future



+050 million years



# Metamorfose

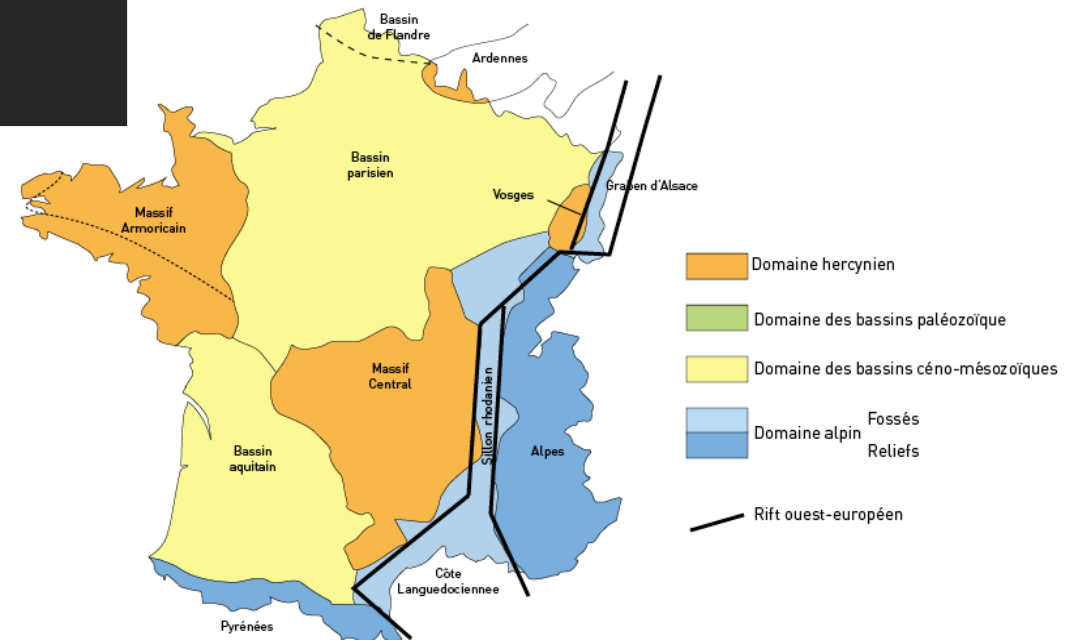
*Coccolithen* >>  $CaCO_3$  >> kalksteen

- **Coccolithen** slurry op zeebodem wordt kalksteen
- Dit wordt zichtbaar als het zeespiegelniveau zakt door de afkoeling van de aarde



# Zeeniveau daalt 200-300 m

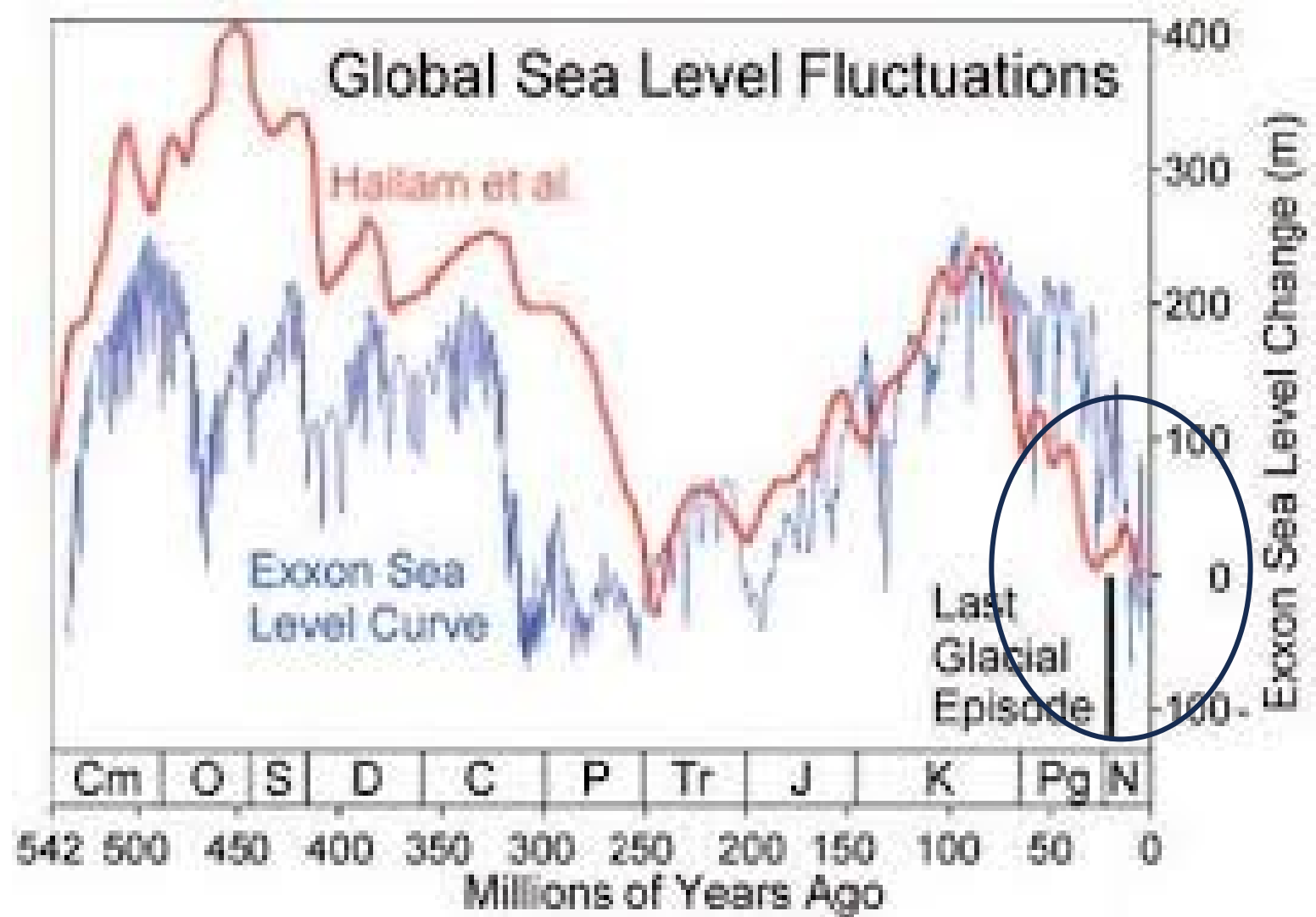
Veel van Europa valt droog  
De onderwater kalkwereld komt boven water  
Bepaalt veel van ons huidige Europese landschap



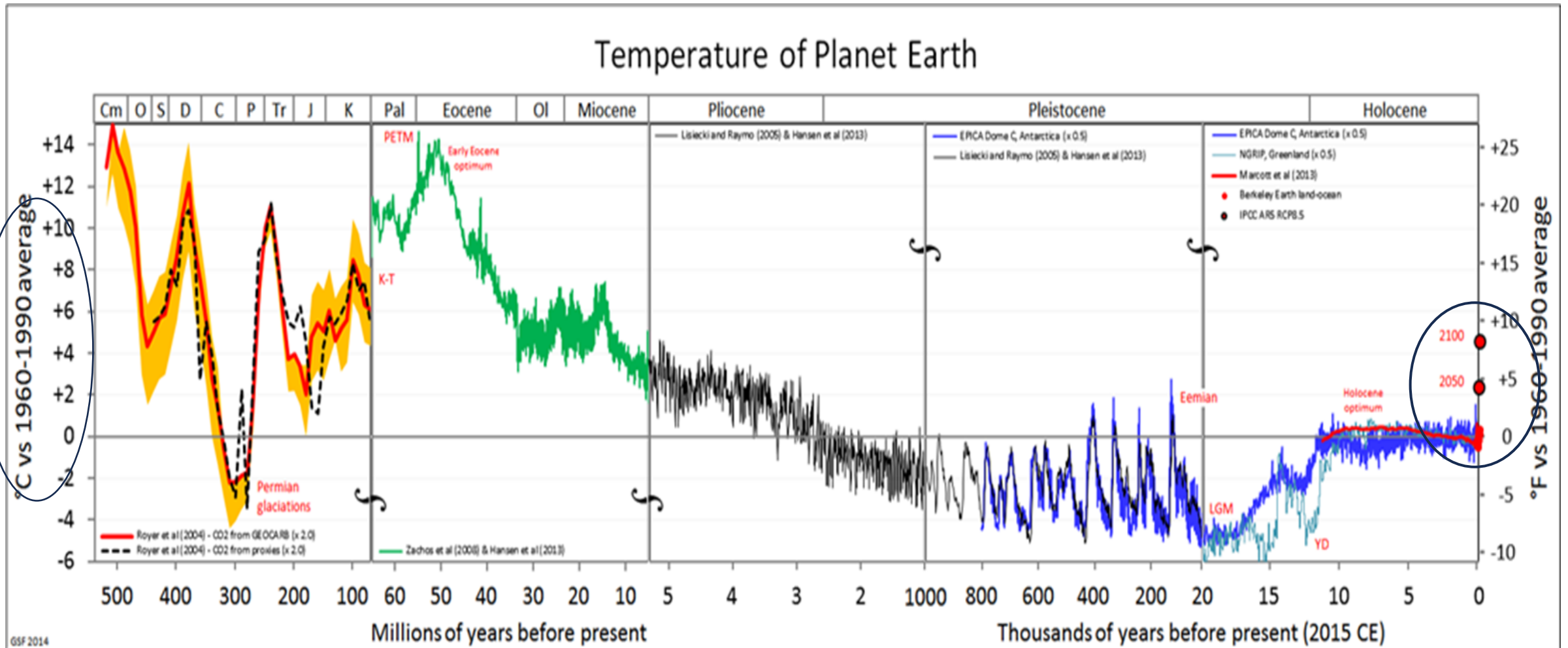


# Globale zeespiegelniveau

- Zeespiegel is afhankelijk van
- Aardtemperatuur
- Wel/geen poolkappen
- Beweging continenten



# Historisch verloop aardtemperatuur *t.o.v. nu*



# Afrika rukt verder op naar het Noorden

- Duwt de diepe ondergrond omhoog
- Kreukelzone: Alpen
- Kalkalpen Oostenrijk
- Dolomieten
- Apennijnen
- Apuan Alpen bij Carrara



# Metamorfose

*Coccolithen >> kalksteen>> marmmer*

- **Coccolithen** slurry op zeebodem wordt kalksteen
- Afrika beweegt naar Europa
- Zeebodem schuift onder Europa circa 100 miljoen jaar geleden
- Duwt kalksteen naar grote diepten **5 tot 15 km diep!**
- Druk 1000-5000 bar, temperatuur 200-300 °C
- ‘Bakt’ de poreuze kalksteen dan tot dicht marmmer
- Hoe verder van de kusten hoe zuiverder
- Hoe zuiverder hoe witter



# Apuan Alpen met Carrara marmmer



# Carrara marmer

Geluk moet je hebben:

- Oorspronkelijk sediment gevormd door familie Emiliania H.
- Mooi wit, geen verontreinigingen (zand, klei en andere mineralen)
- 90 mln jaar geleden gebakken bij zo'n 200<sup>0</sup>C en hoge druk 1000 bar
- Door de geologische bewegingen later weer 20 km naar boven gestuwd
- Zuiver wit en vrij van kleur en vlammen: **Marmer Statuario**
- Sterk, goed polijstbaar, fraaie details beeldhouwwerk mogelijk
- In het Grieks: Marmareos = glanzend
- Voorraden Statuario nu uitgeput, maar veel gemarmerde (!) soorten blijven ruim voorradig

# Toepassingen van marmer

- Beeldhouwwerk Grieken, Romeinen, VS
- Statusbouw materiaal
  - Pilaren, tegels, vloeren en wanden
- Papier
  - Hulpstof in wit papier tot 30% , mits wit en zonder schurende delen
  - Verhoogt witheid en bedrukbaarheid



Emiliana H. krijgt zelden de credits  
voor het fraaie bouwmateriaal

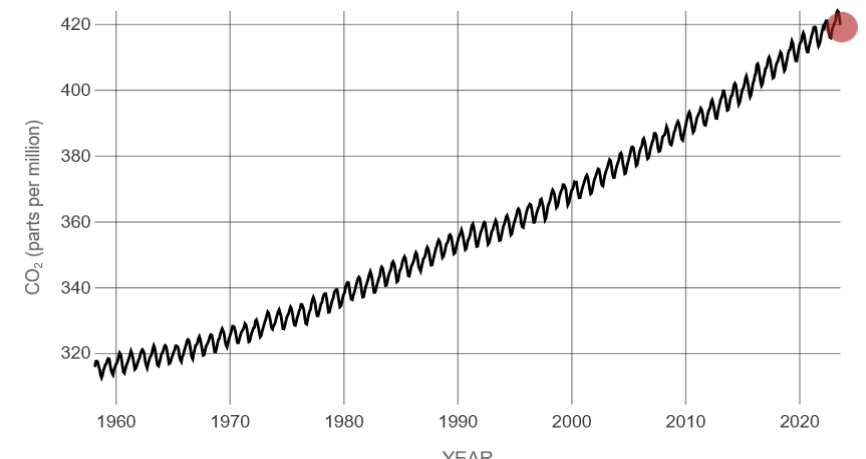


# De wonderlijke reizen van Emiliania H.

- Vulkaanuitbarstingen in de geologie 200-90 miljoen jaar geleden
  - Brachten heel veel CO<sub>2</sub> in de atmosfeer
  - Klimaatopwarming en niet zo'n klein beetje
  - Emiliania H. haalde deze CO<sub>2</sub> er weer uit
  - Sloeg dit op in de kalkgebieden over de hele wereld
  - Emiliania H. was een klimaatstabilisator van grote allure
- Maar
- *Emiliania H. is niet opgewassen tegen de gigantische CO<sub>2</sub>-emissies van de mens!*

# Klimaatverandering en rol Emiliana H.

- De laatste 10.000 jaar waren CO<sub>2</sub> en temperatuur in de aardatmosfeer praktisch constant
- De CO<sub>2</sub>concentratie in de atmosfeer schommelde tussen **180** en **280 ppm** in de afgelopen 400.000 jaar
- CO<sub>2</sub>-emissies werden toen door de oceanen i.c. Emiliana H. opgenomen voor circa de helft!
- Blijft dit zo?? Nee!
- Effect 100 jaar fossiele brandstoffen:  
CO<sub>2</sub>-concentratie inmiddels **420 ppm!**





# Klimaatverandering en rol Emiliana H.

- CO<sub>2</sub> –opname maakt het zeewater duidelijk zuurder
- Skeletvorming zeeorganismen daardoor moeilijker, daardoor
- Minder CO<sub>2</sub>-binding uit de atmosfeer en zee, minder voedsel voor zoöplankton
- Idem voor vissen en mensen

# Klimaatverandering en rol Emiliana H.

- De aarde legde in 400 mln jaar de vulkanische CO<sub>2</sub> steeds vast in kolen, olie, gas en turf
- De mens verbrandt dit erfgoed nu in één generatie!
- De CO<sub>2</sub>-concentratie vloog zodoende omhoog van 280 ppm naar 420 ppm (2023)
- Emiliana H. kan dit oplossen, maar doet er wel miljoenen jaren over
- Dus: het broeikaseffect blijft en verergert alleen maar
- *De mens zet zijn habitat en toekomst om in 'zonnevlugjes' en welvaart in het hier en nu*
- Op weg naar een nieuw tijdperk Krijt!?

Dit waren dan

*De wonderlijke avonturen van  
Emiliana Huxleyi*

Dank voor uw aandacht!

*(ook namens de familie coccolithoforen)*