De dodelijke vulkanen van het verleden

Remco Bos

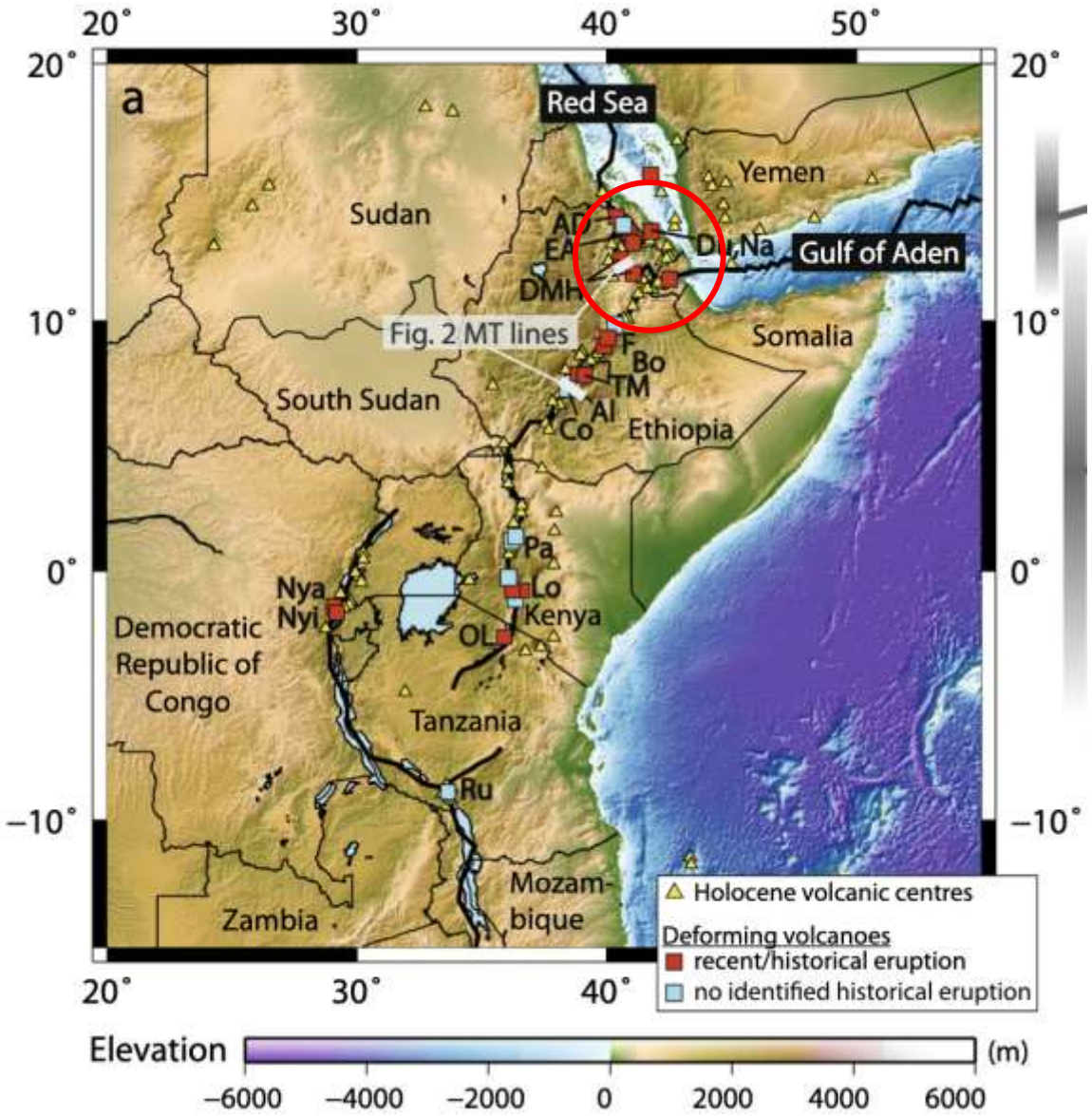
Mariene Palynologie & Paleoceanografie

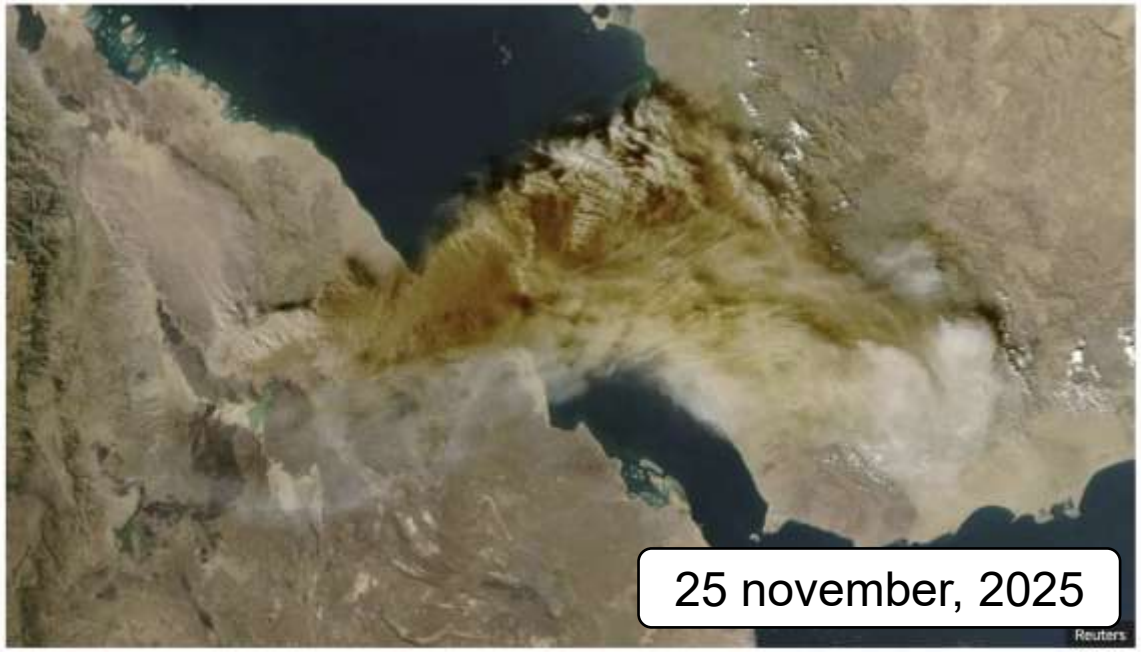
Departement Aardwetenschappen

Utrecht University

Nederlandse organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek

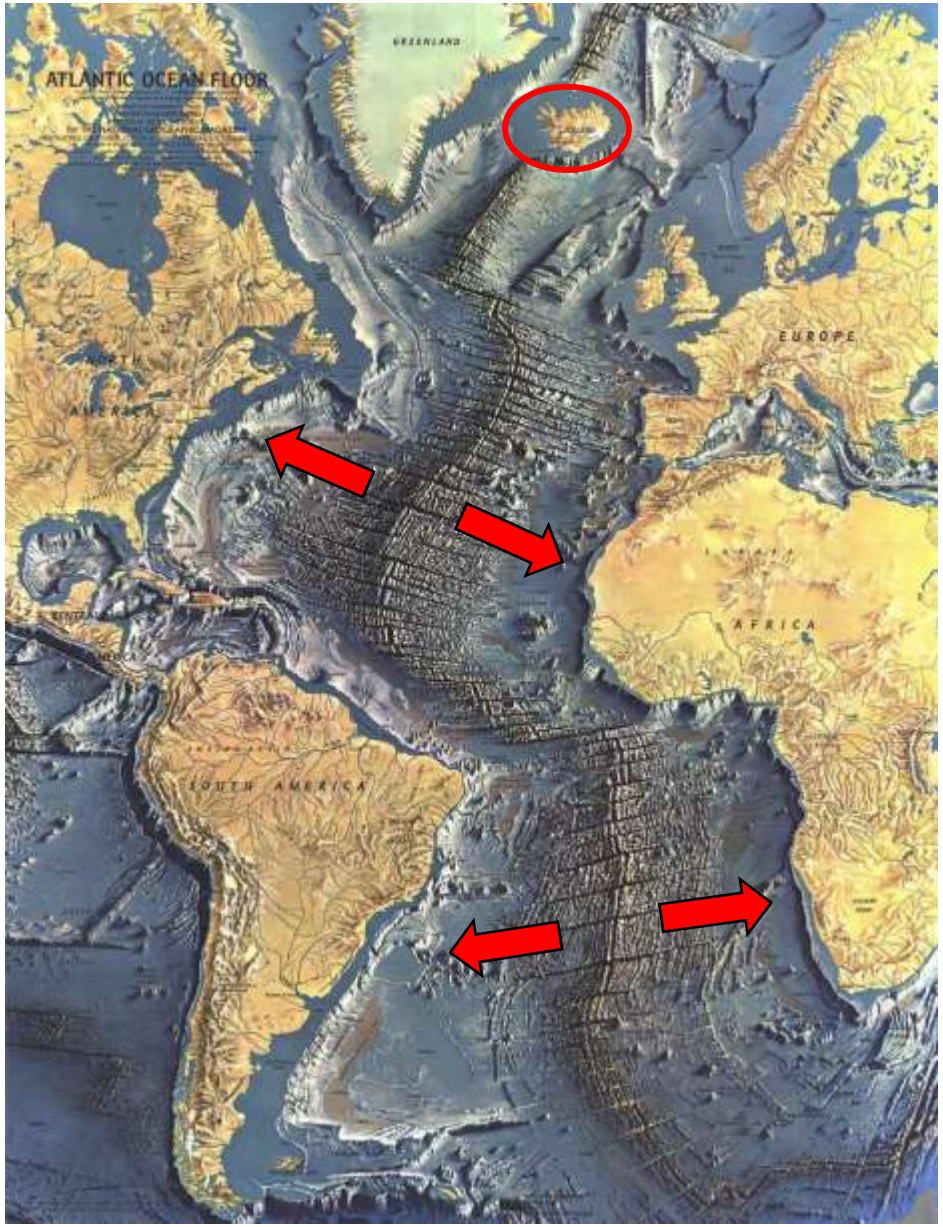
Hayli Gubbi vulkaan in Ethiopië (2025)





- **Afrikaanse Rift Vallei**
- **Verstoring van luchtverkeer**
- **12.000 jaar uitgestorven**

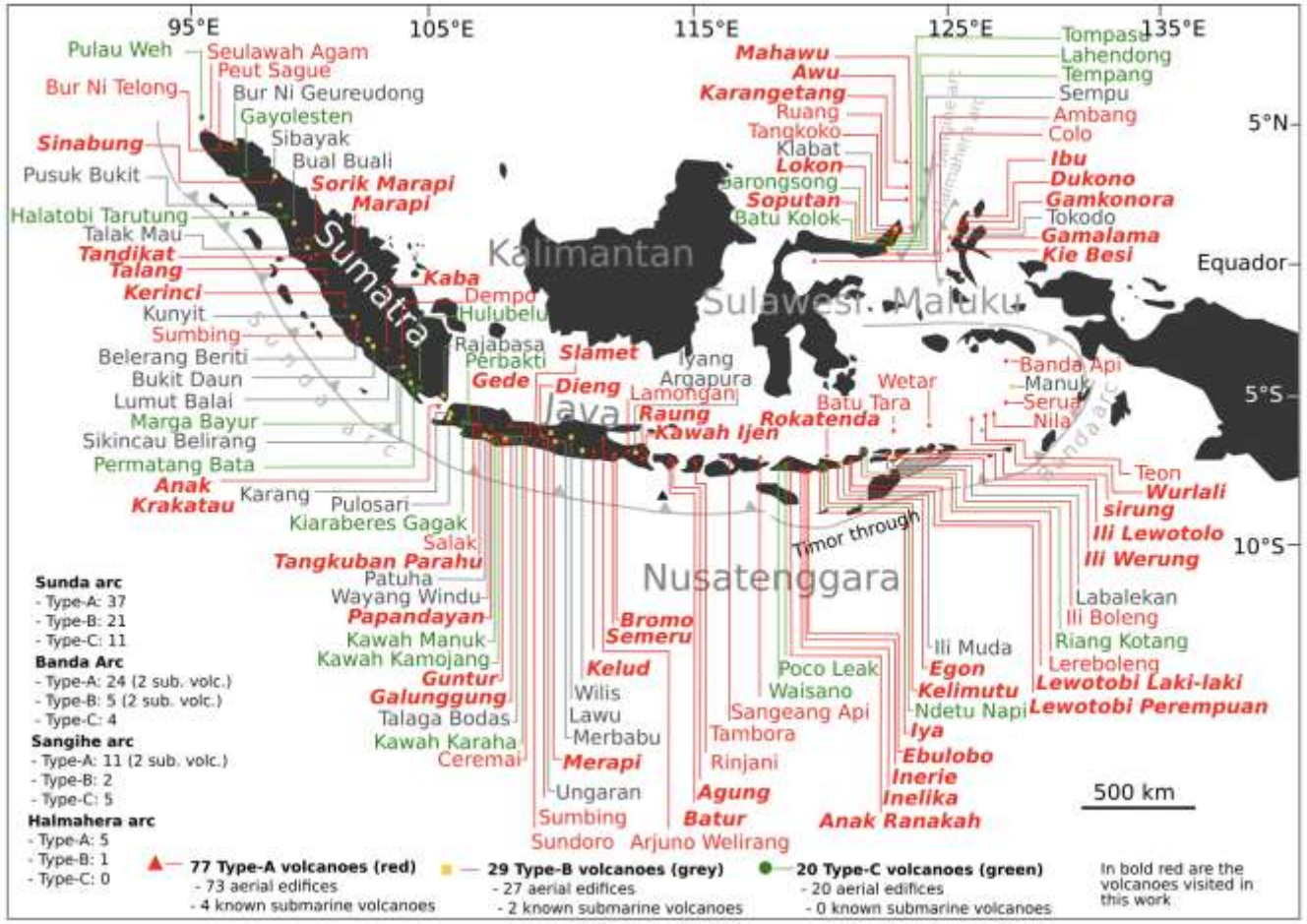
Eyjafjallajökull vulkaan in IJsland (2010)



- **Atlantische Spreidingsrug**
- **Verstoring van luchtverkeer**
- **Actieve vulkanen**

Tambora (1815) en Krakatau (1883) in Indonesië

Vulkanische boog (plaat subductie)



Bani et al., 2022

Subductie van Austalische plaat onder de Sundaplaat

Meest actieve vulkaanse gebied

Mount Tambora:

- **Grote stofwolk hoog in atmosphere**
- **Het jaar zonder zomer (1816)**

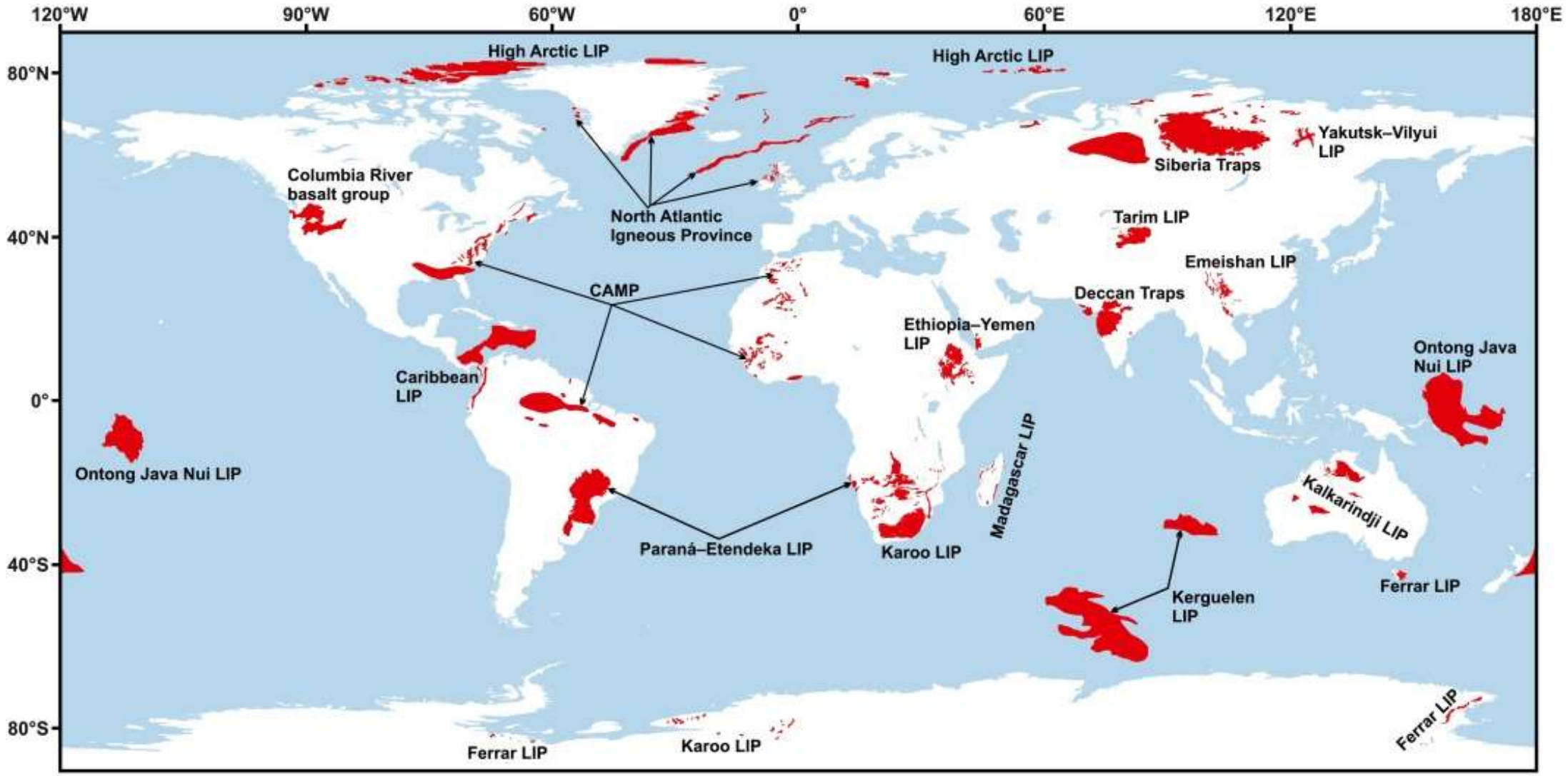
Anak Krakatau:

- **Geluid gehoord over de hele wereld**
- **Eiland Krakatau in drieën gesplitst**

Flood Basalt volcanism

- **Stroperig uitvloeiing van lava/magma**
- **Stollinggesteente verspreid zich lateraal over het landschap**
- **Langdurige uitgassen van vulkanische stoffen/gassen**
- **Vernietigd alles in zijn pad**

Large Igneous Provinces (LIPs)

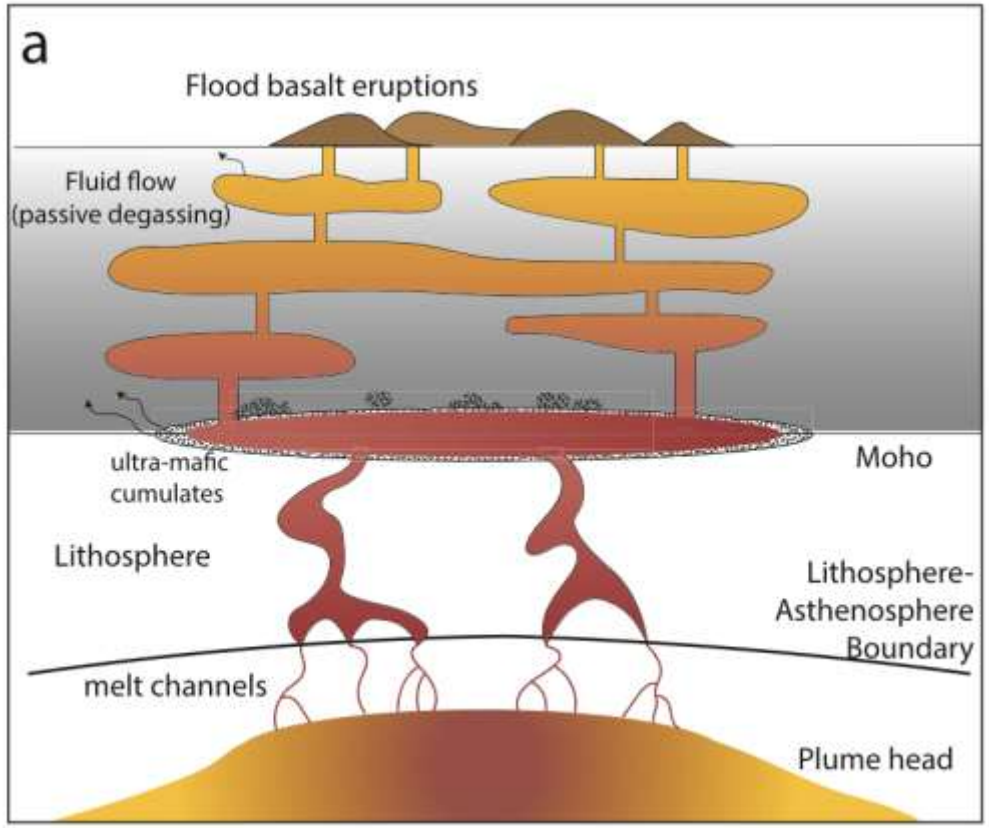


Siberian Traps (~251 miljoen jaar oud)

- **4 miljoen kubieke kilometer aan vulkanisch gesteente**
- **Verspreid over 7 miljoen vierkante kilometer**
- **Groot deel is sinds het vormen weg geërodeerd**
- **Eind-Perm Massa-extinctie (Great Dying)**
- **4000 tot 12000 gigaton aan koolstofdioxide over een periode van ~1 miljoen jaar**

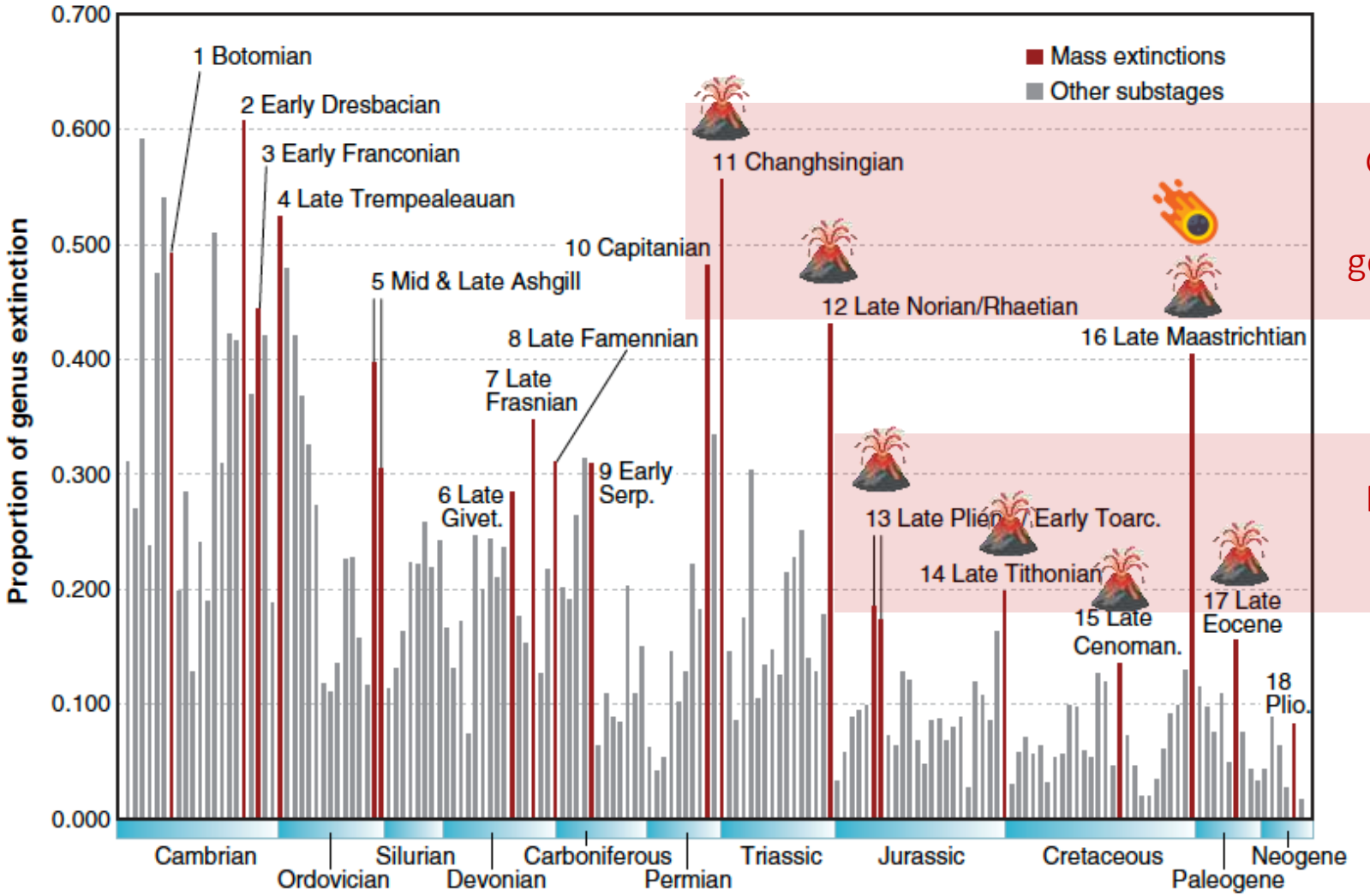
Intrusieve magma (vulkanisme) in de aardkorst

Horizontale Sill & Verticale Dykes



Mittel et al. (2021)

LIPs en Massa extincties



Bambach (2006)

Grootschalig vulkanisme (LIPs) wordt vaak verantwoordelijk gehouden voor massa-extincties

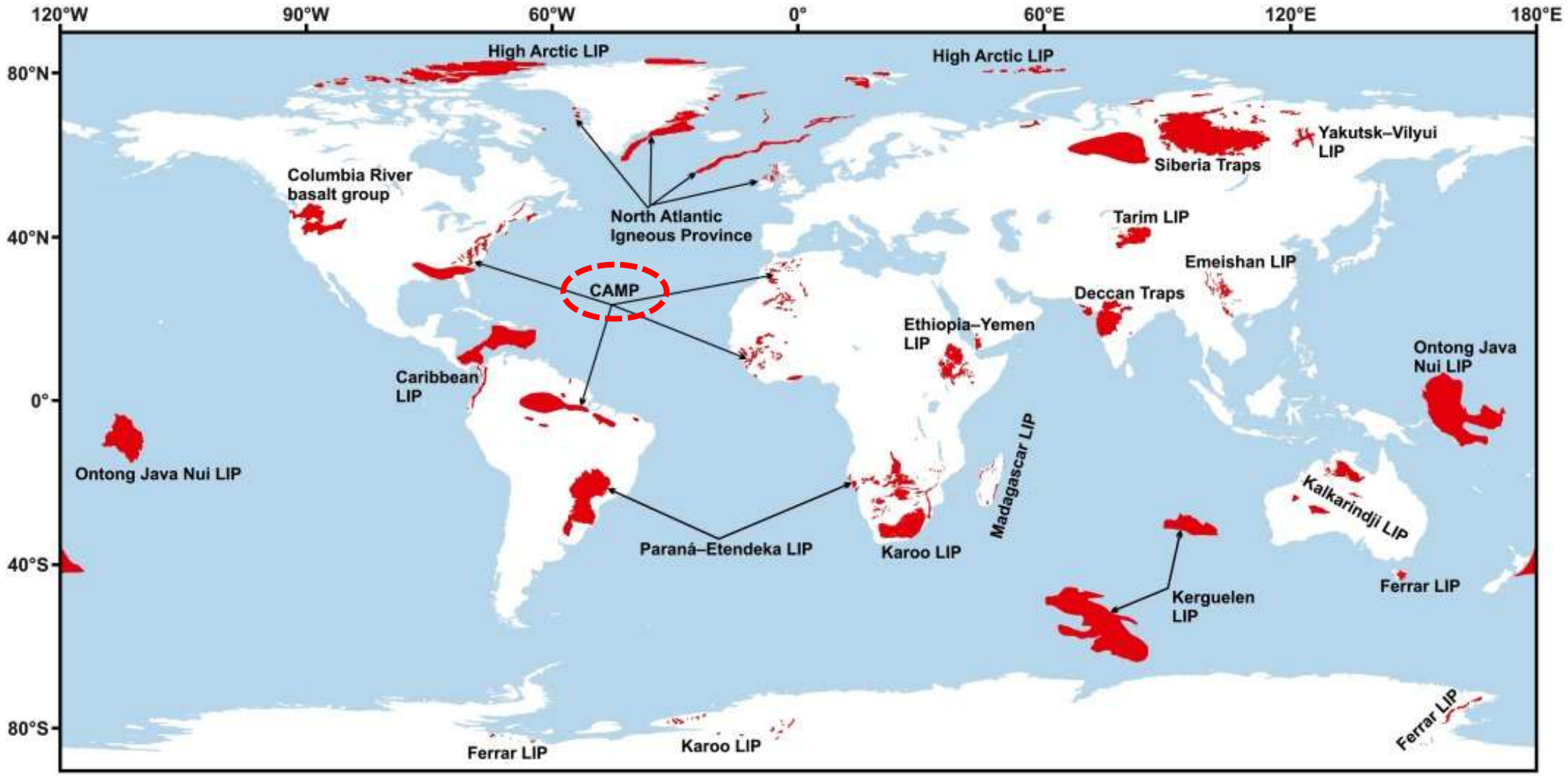
Niet alle vulkanische episodes leiden tot massa-extincties

Wat maakt vulkansime dodelijk?

Eind-Trias Massa-Extinctie (201 miljoen jaar geleden)

- **Overgang van het Trias naar Jura Periode**
- **Opbreken van het supercontinent Pangea**
- **~75% van alle mariene en terrestrische soorten uitgestorven**
- **Veroorzaakt door Centraal Atlantische Magmatische Provincie (CAMP)**
- **Begin van de het opkomen van de Dinosauriërs**

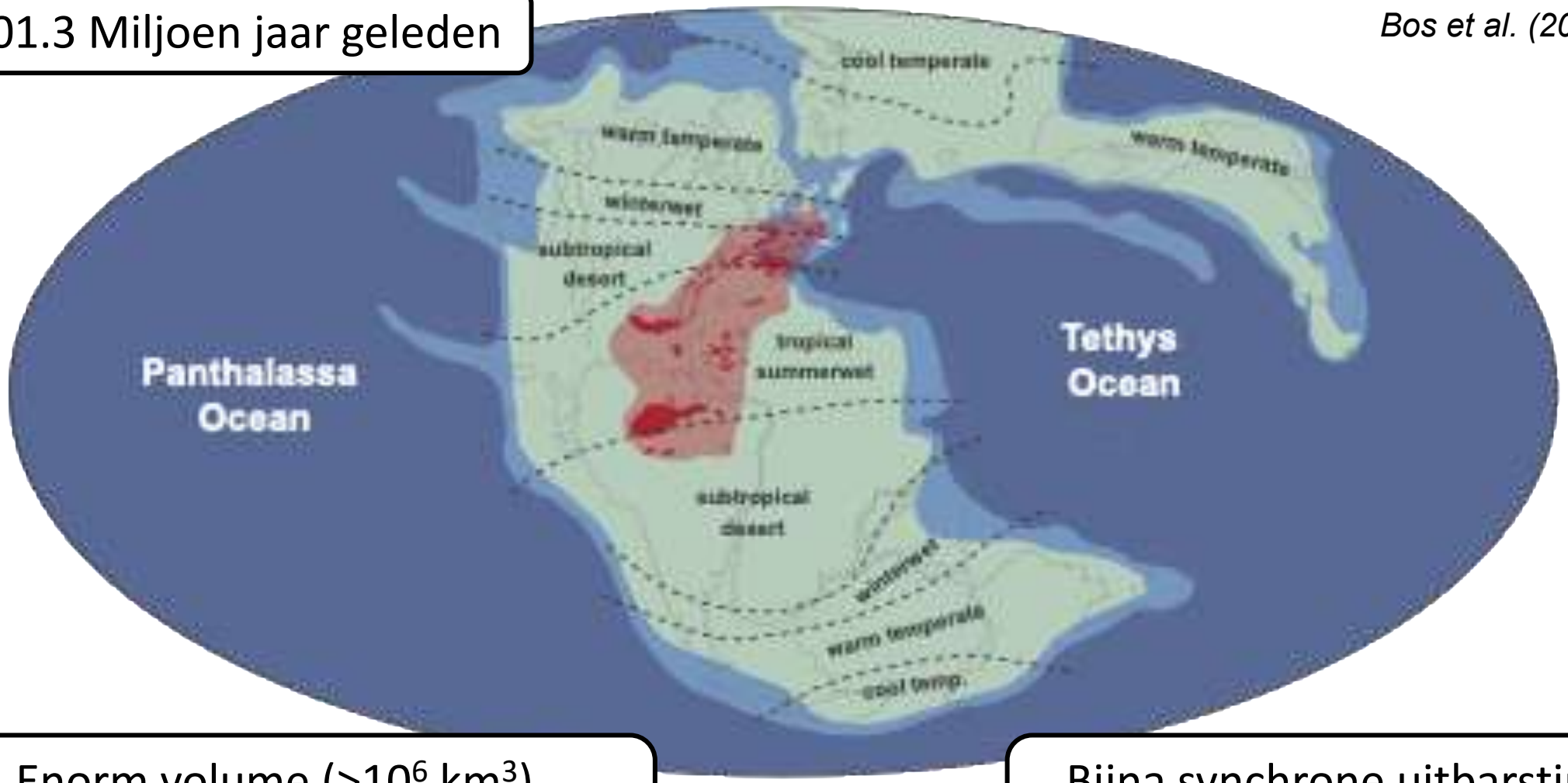
CAMP basalten aan beide kanten van Atlantische Oceaan



Centraal Atlantische Magmatische Provincie (CAMP)

201.3 Miljoen jaar geleden

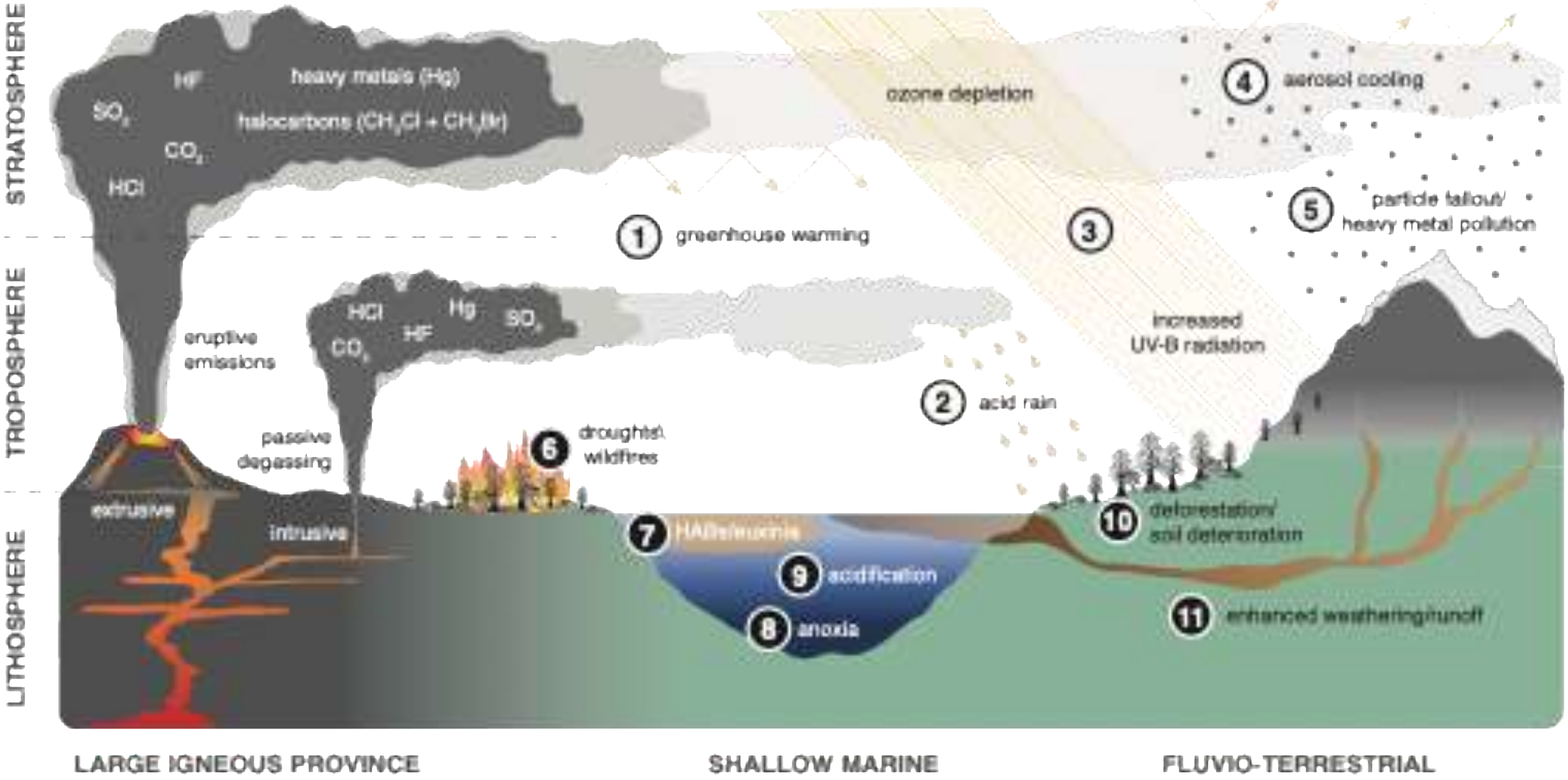
Bos et al. (2025)



Enorm volume (>10^6 km^3)
Grote vulkanische dikes (>500 km)

Bijna synchrone uitbarstingen
over duizenden kilometers

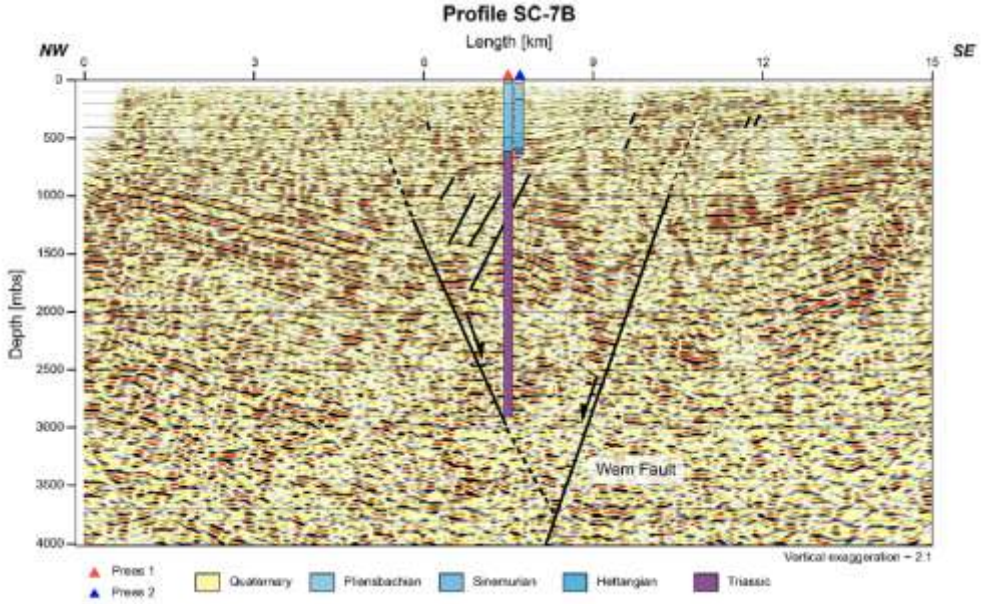
Vulkanische verontreiniging & Omgevingseffecten



Bos et al. (2025)

Stratigrafie & Sedimentologie

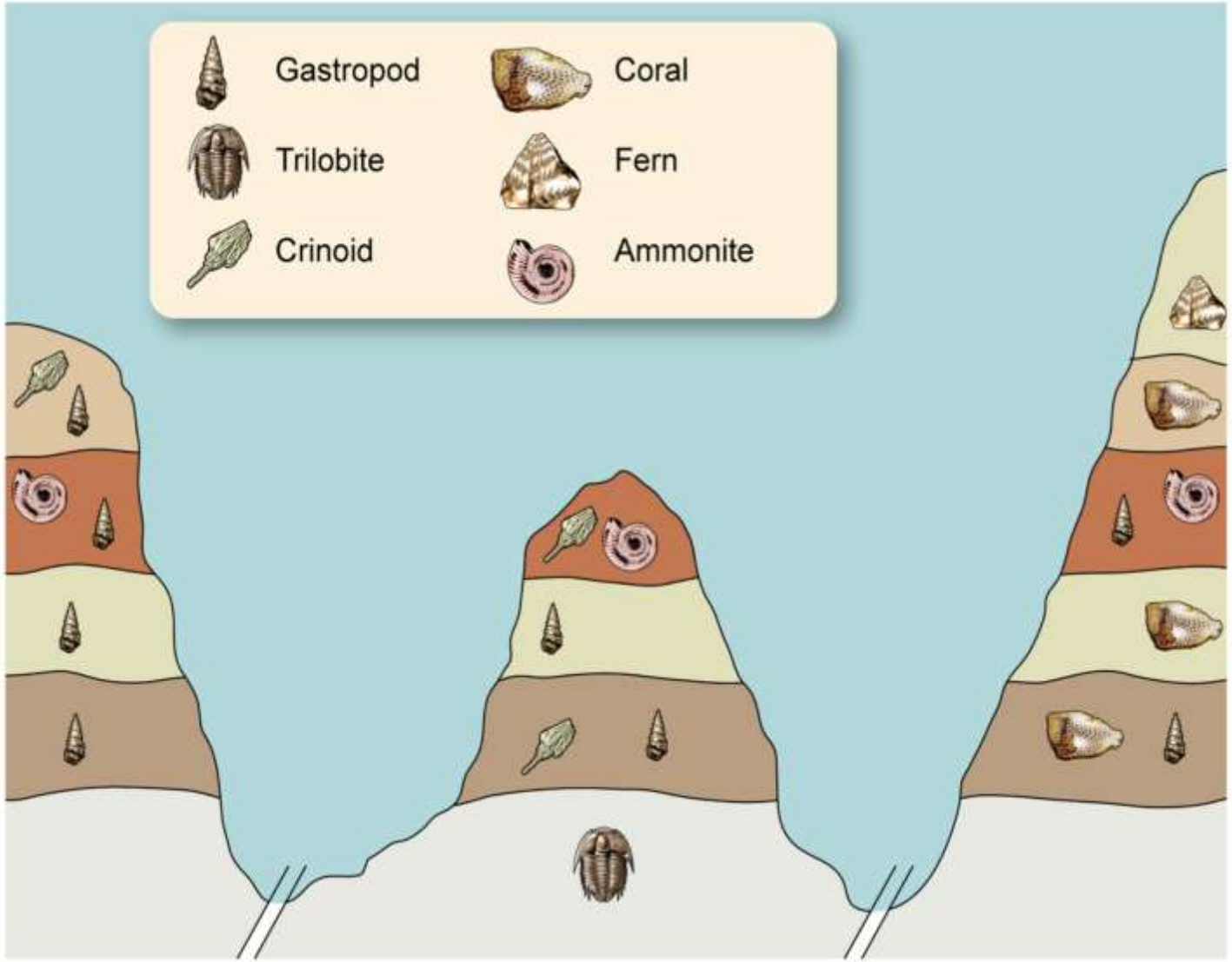
(2) Schandelah-1 (340 meter drill-core)

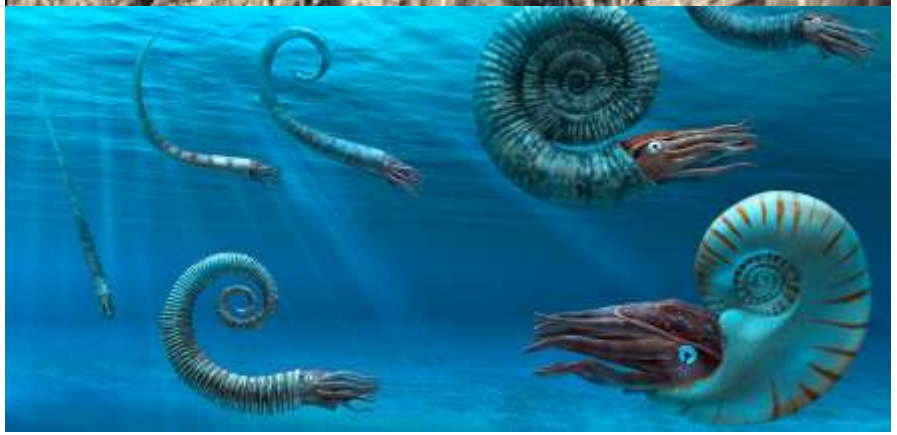


Hesselbo et al. (2023)

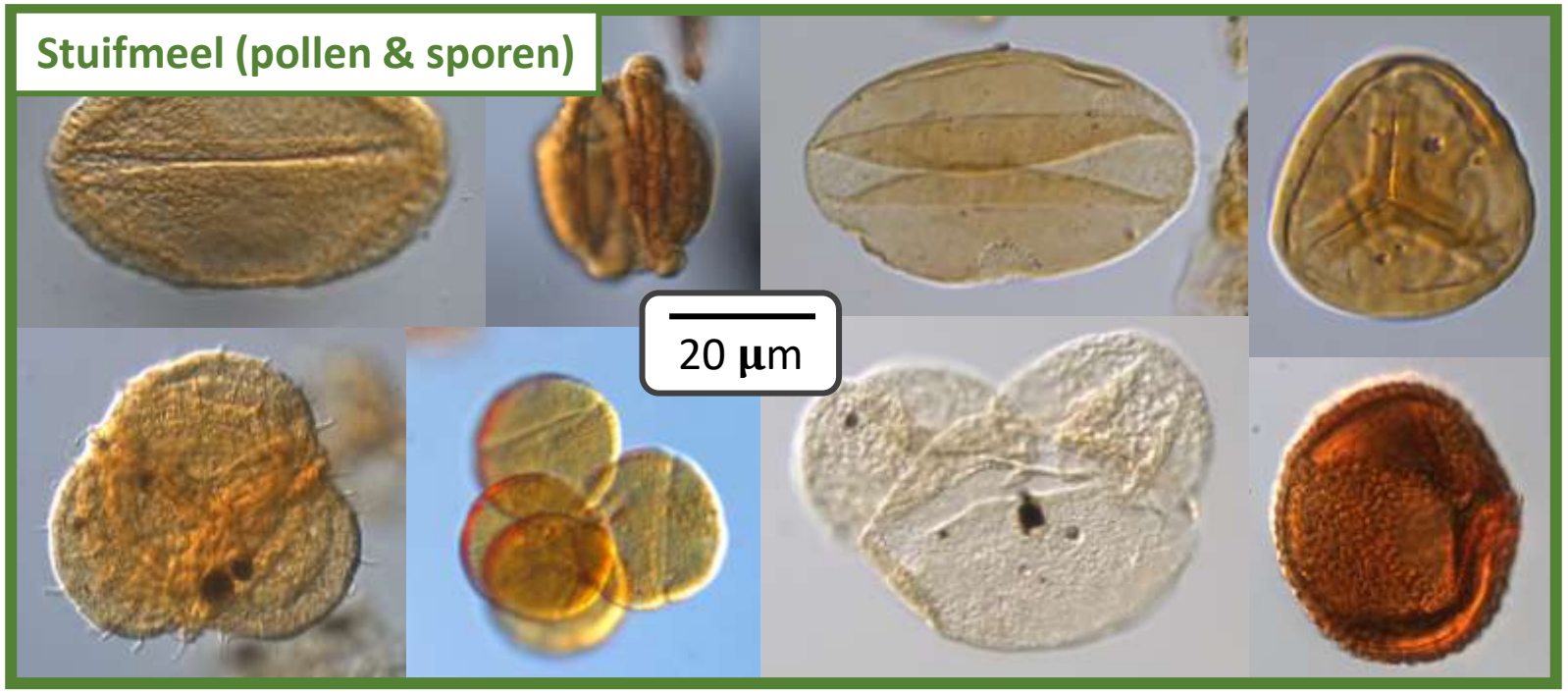
Aanboren van sedimenten rond de overgang van het Trias naar Jura Periode in Europa

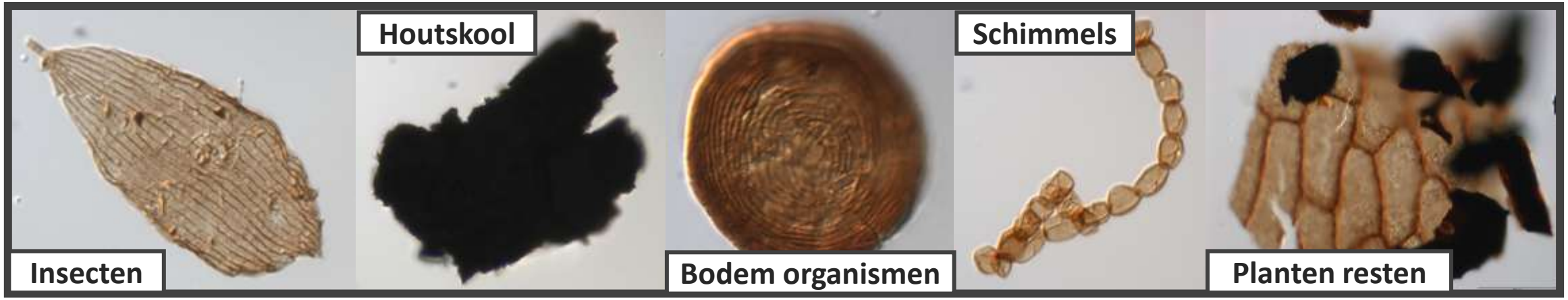
Biostratigrafie



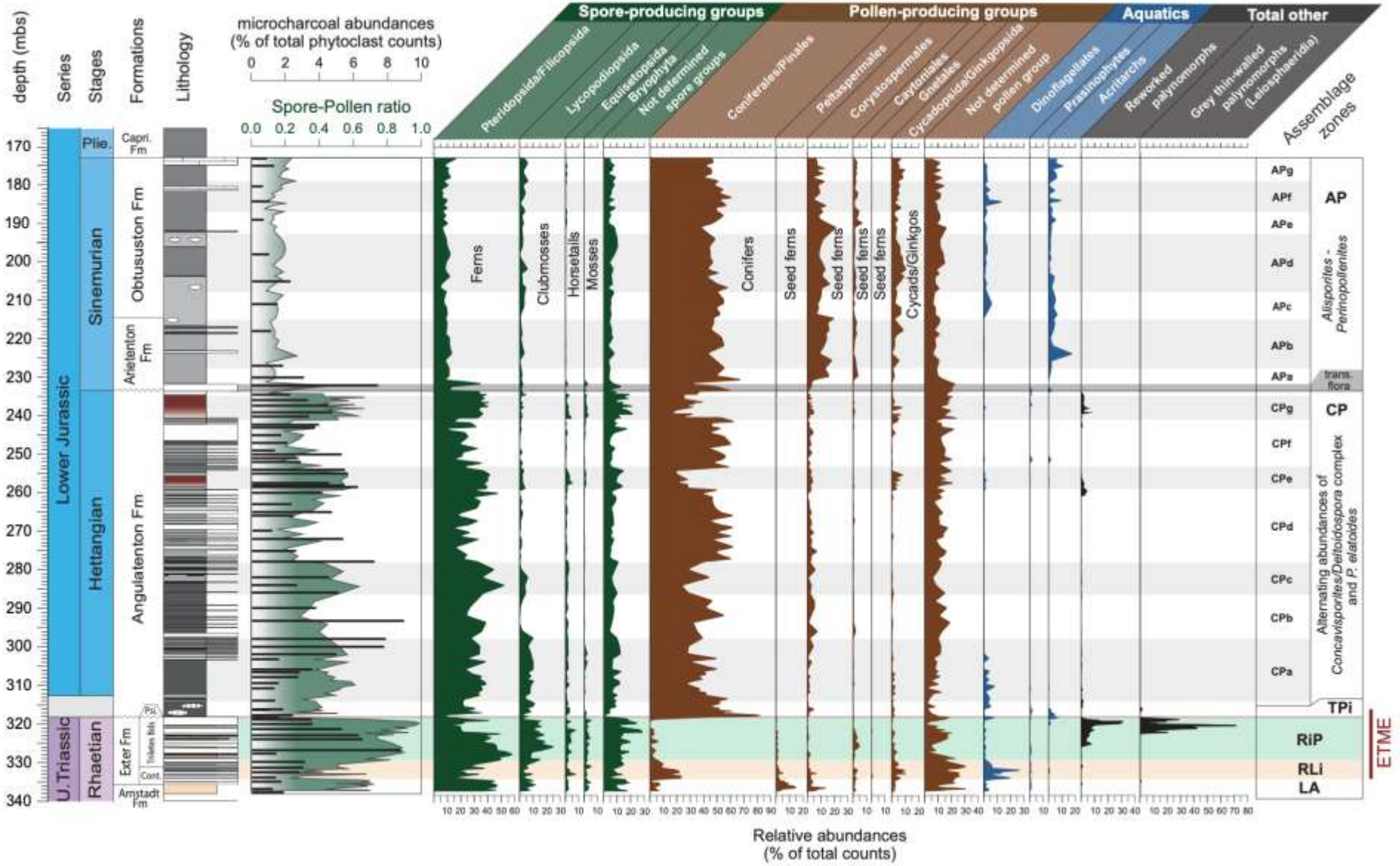


Palynologie: de studie van micro-fossielen



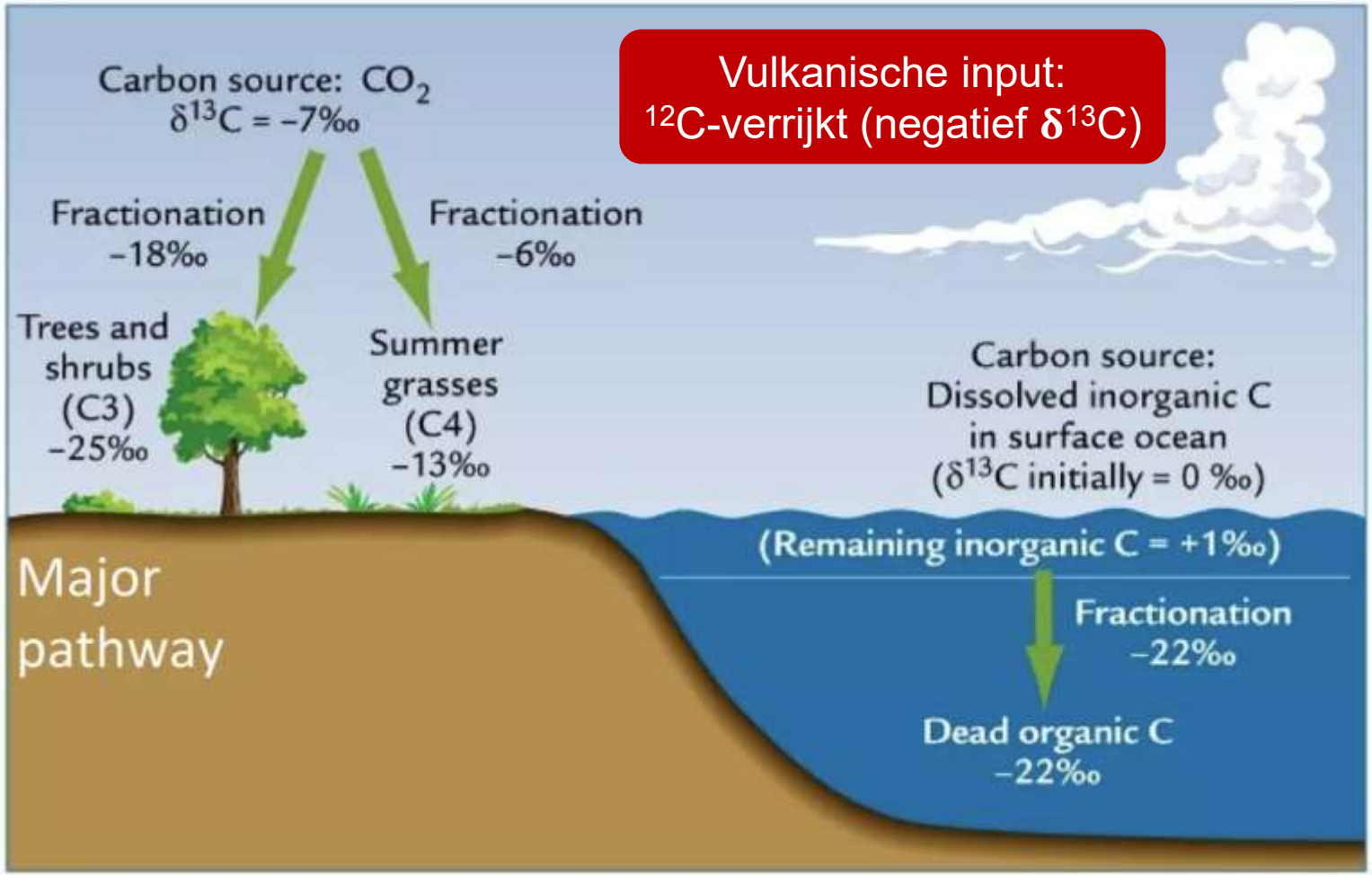


Varenpiek en ontbossing aan het einde van het Trias



Bos et al. (2023)

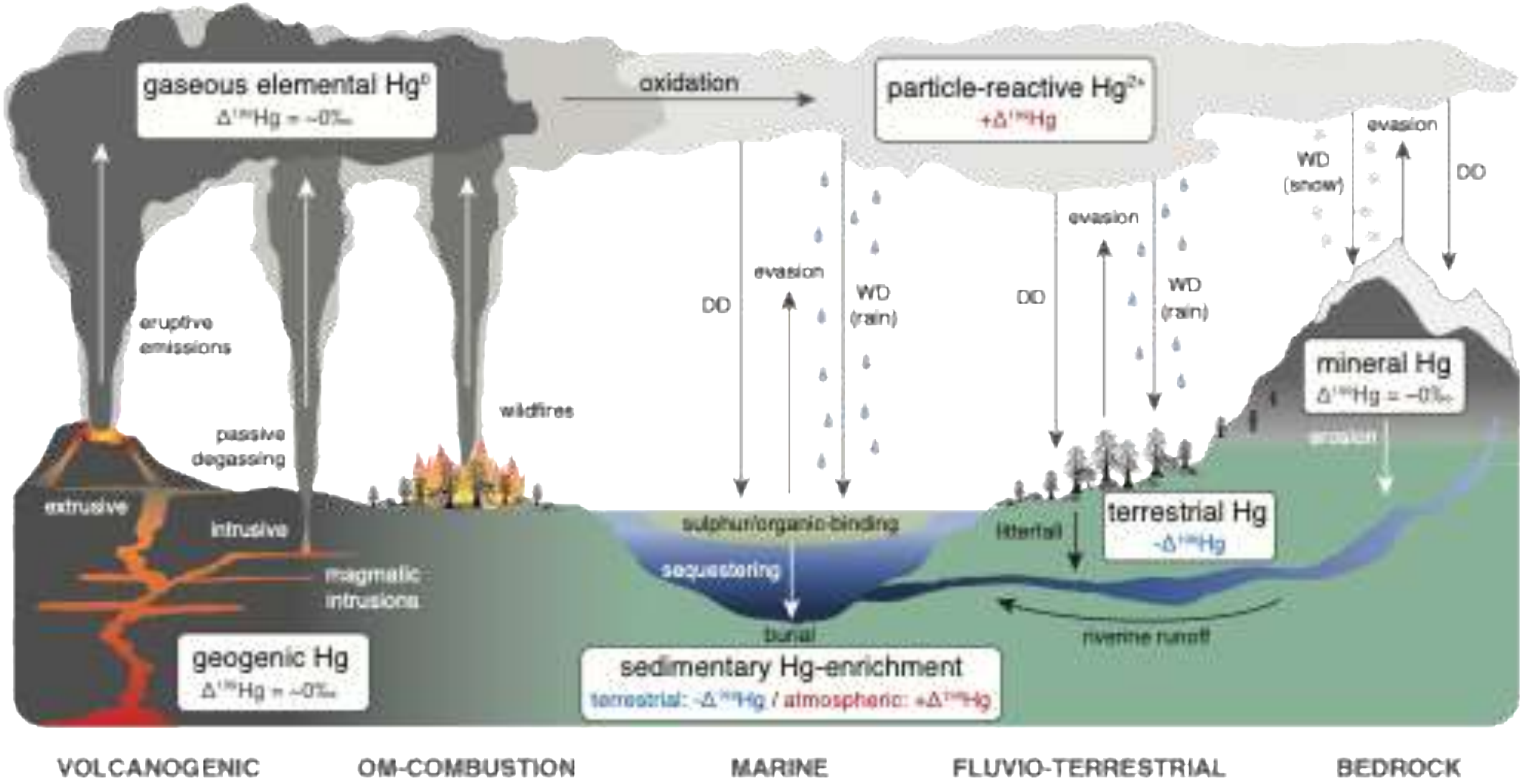
Vulkanisme en de Koolstofcycles



Ruddiman

- **Stabiele koolstof isotopen:**
  ^{12}C: 98,9 % van totaal
  ^{13}C: 1,1 % van totaal
- **Fractionatie (voorkeur bij opname van koolstof)**
- **Ratio $^{12}C/^{13}C$ ($\delta^{13}C$ [‰])**
- **Veranderingen in de omgeving**
- **Vulkanen stoten vooral lichte koolstof (^{12}C-verrijkt) uit**
- **Stratigrafische markering en indicatie voor vulkanische activiteit**

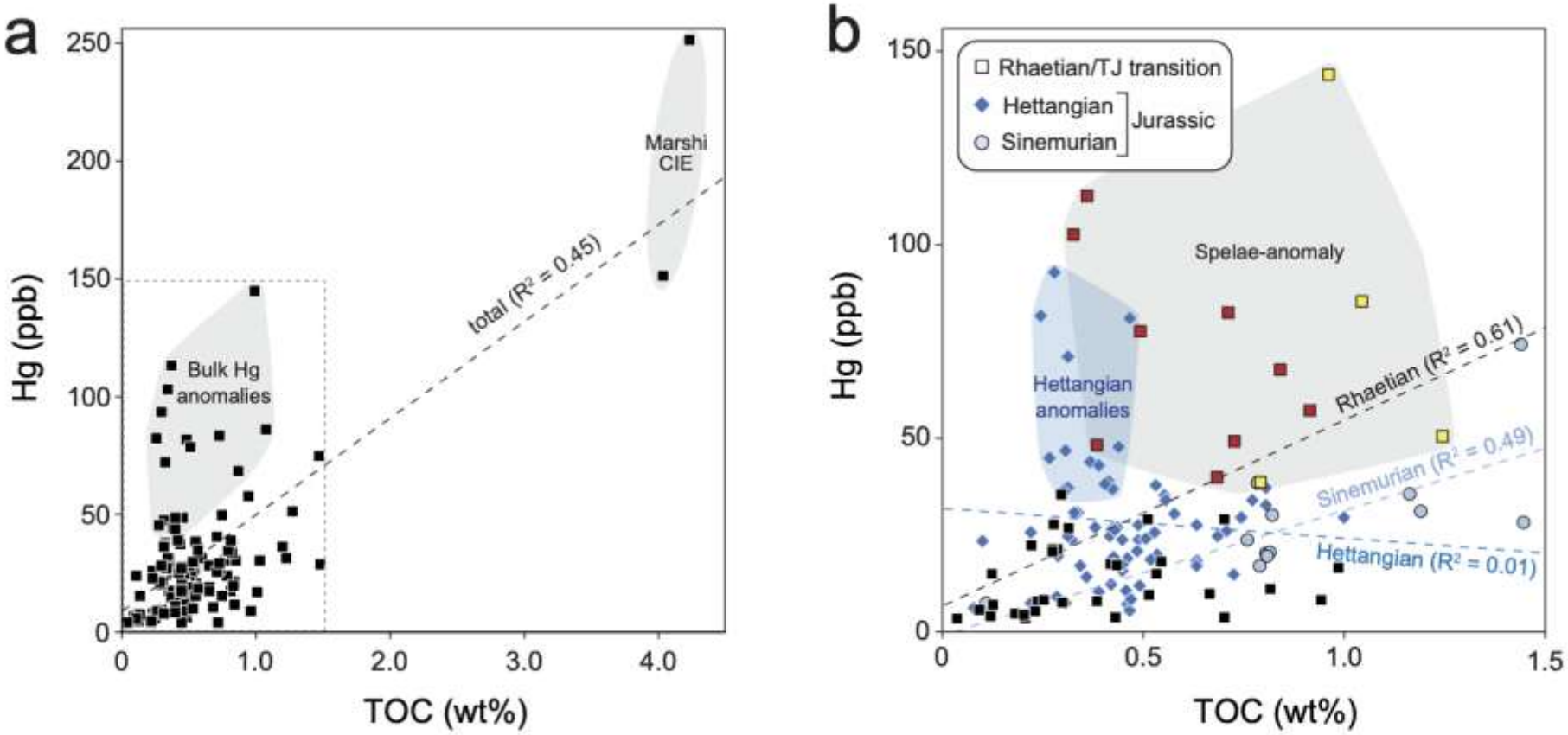
Vulkanisme en kwikverrijking



Vulkanisme en kwikverrijking

Kwik heeft een affiniteit voor organische materiaal en zwavel

Om kwikverrijkingen vast te stellen, corrigeren we sedimentaire kwik gehaltes voor het total organische gehalte in het sediment.

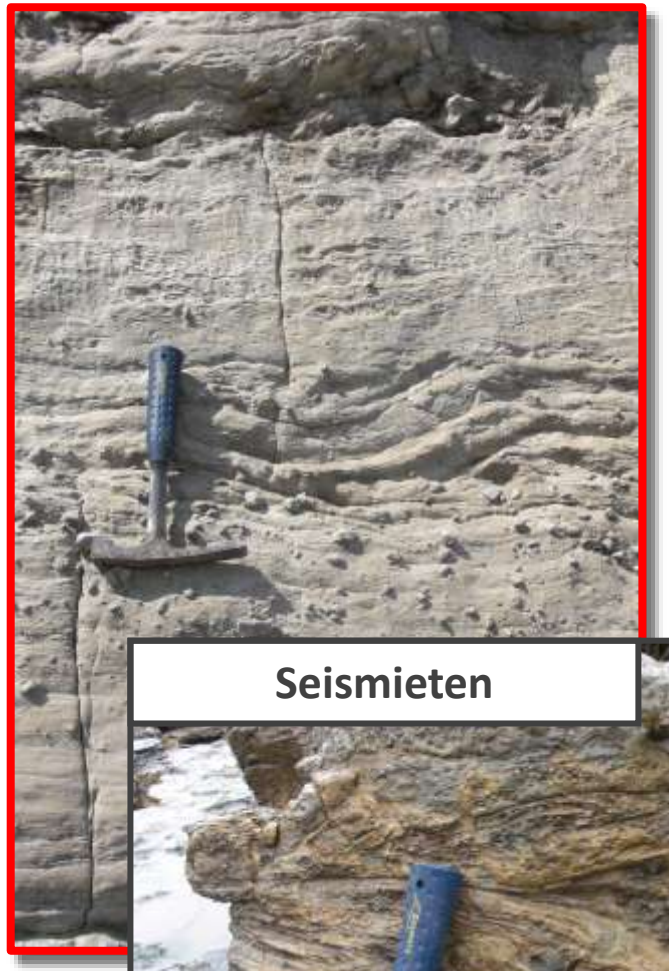


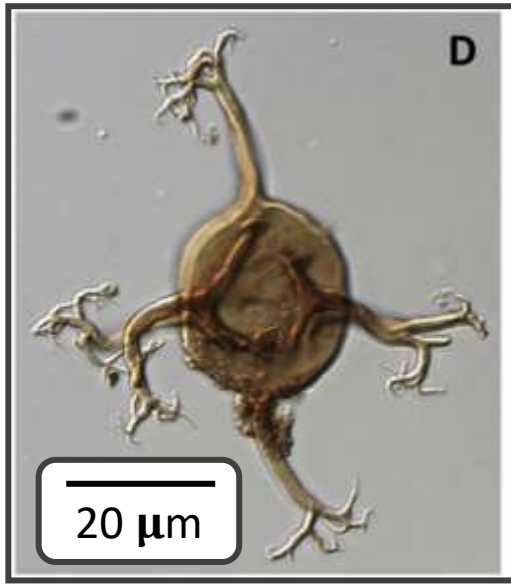
Ecologisch verloop van eind-Trias extinctie

Conifeer bossen	Ontbossing	Varen piek	T-J grens	Bossen

Stabiel ecosysteem	Extinctie-I	Verstoord ecosysteem	Extinctie-II	Herstel

Grootschalige erosie en aardverschuivingen



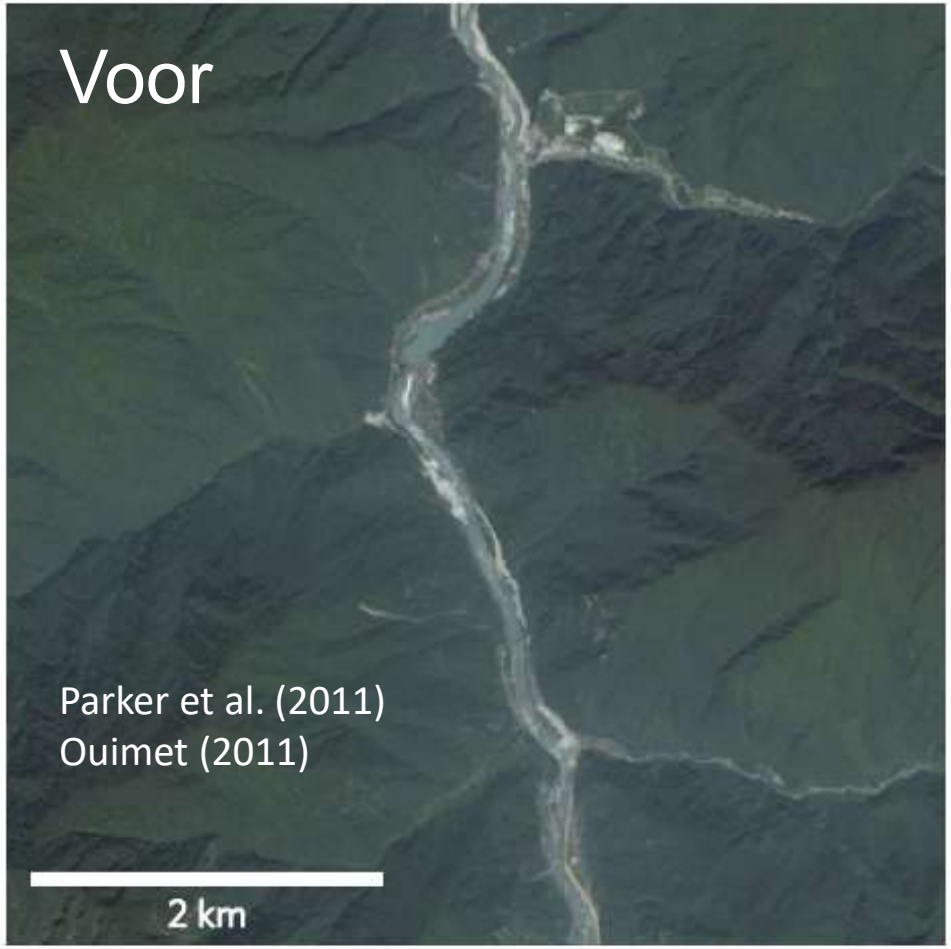


Reworking van oudere algen (Paleozoicum) zijn een indicatie van erosie in de bodem en het onderliggende gesteente

Seismieten

Seismieten zijn syn-sedimentaire structuren die zijn gevormd tijdens deformatie zoals aardbevingen. Grootschalige vondsten van deze structuren zijn bewijs voor aardbevingen tijdens de eind-Trias extinctie

Grootschalige ontbossing door aardverschuivingen



Longmen Bergen (China) voor en na een 7.9 aardbeving in 2008
Wenchuan Aardbeving zorgde voor grootschalige aardverschuivingen

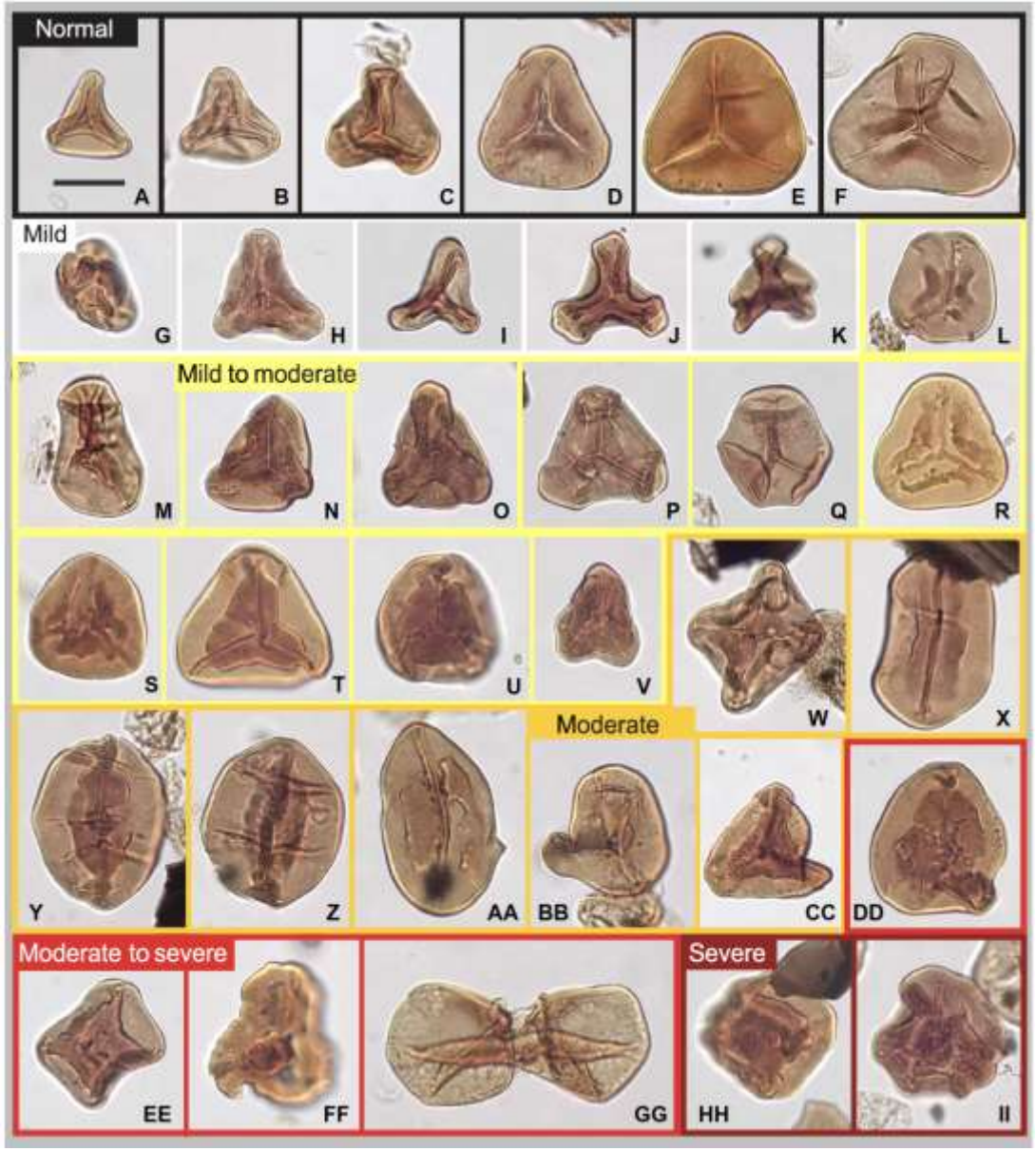
Kwikvervuiling als oorzaak van extinctie?

GEOLOGY

Volcanic mercury and mutagenesis in land plants during the end-Triassic mass extinction

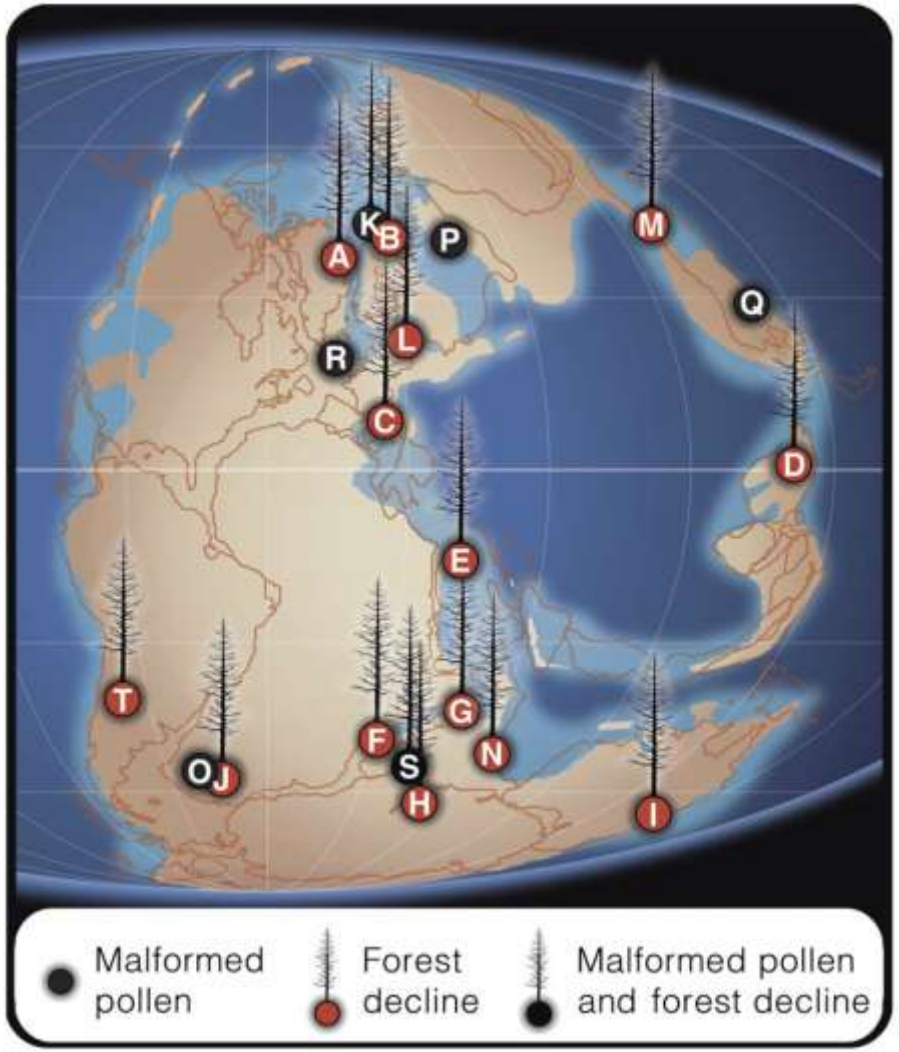
Sofie Lindström[1]*, Hamed Sanei[2], Bas van de Schootbrugge[3], Gunver K. Pedersen[1], Charles E. Lesher[2,4], Christian Tegner[2], Carmen Heunisch[5], Karen Dybkjær[1], Peter M. Outridge[6]

Boomvarens (*Dicksonia antartica*)

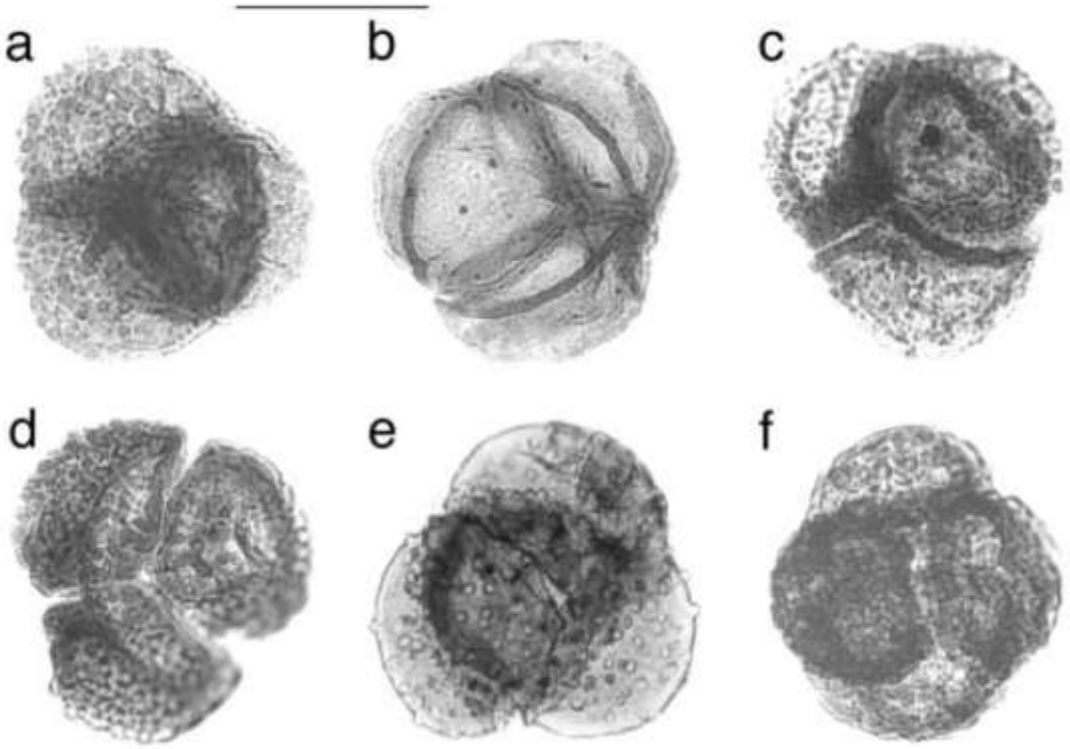


Eind-Perm massa-extinctie & Misvormd stuifmeel

Eind-Perm massa-extinctie (252 Ma)



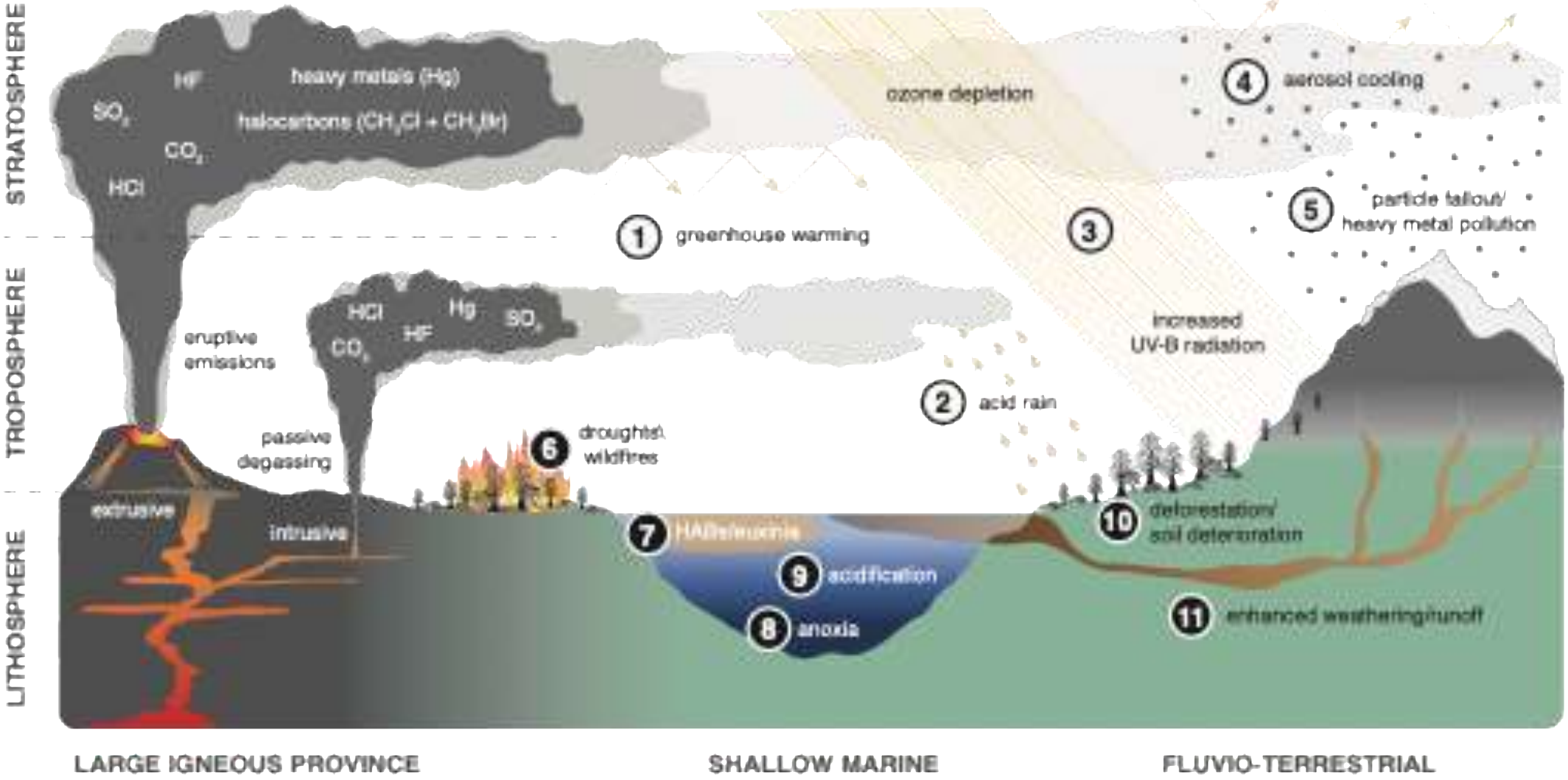
Benca et al. (2018)



Visscher et al. (2004)

Verhoogde **UV-B straling door ozone afbraak** als resultaat van vulkanische uitstoot van **halokoolstoffen (CH_3Cl en CH_3Br)**

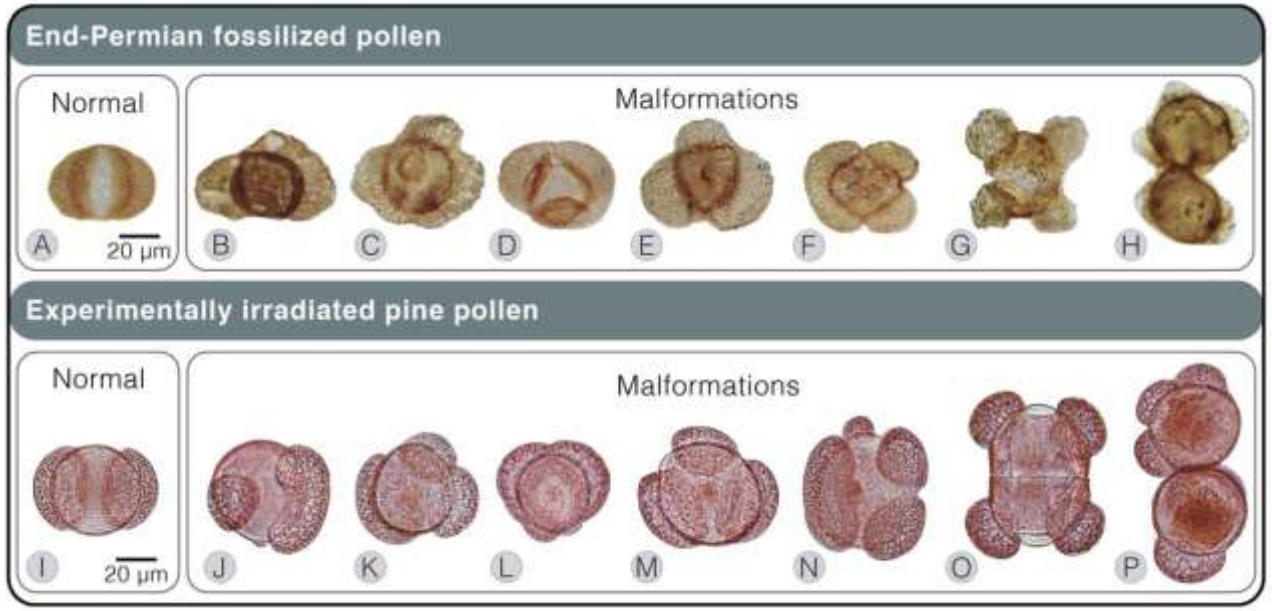
Vulkanische verontreiniging & Omgevingseffecten



Bos et al. (2025)

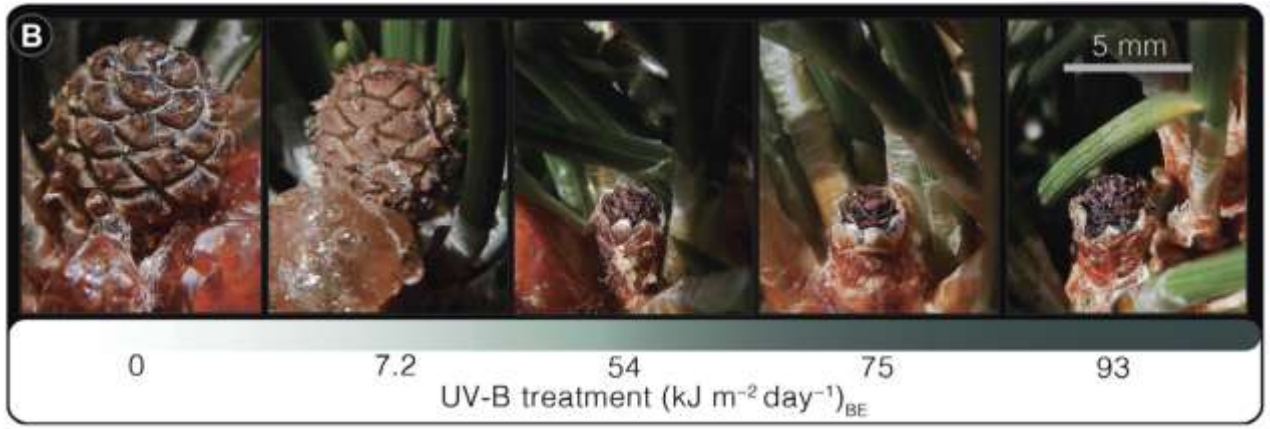
Verhoogde UV-B straling en steriele bossen

UV-B stralings experimenten op coniferen (*Pinus mugo*)



Fossiele bisaccate conifeer pollen (misvormd)

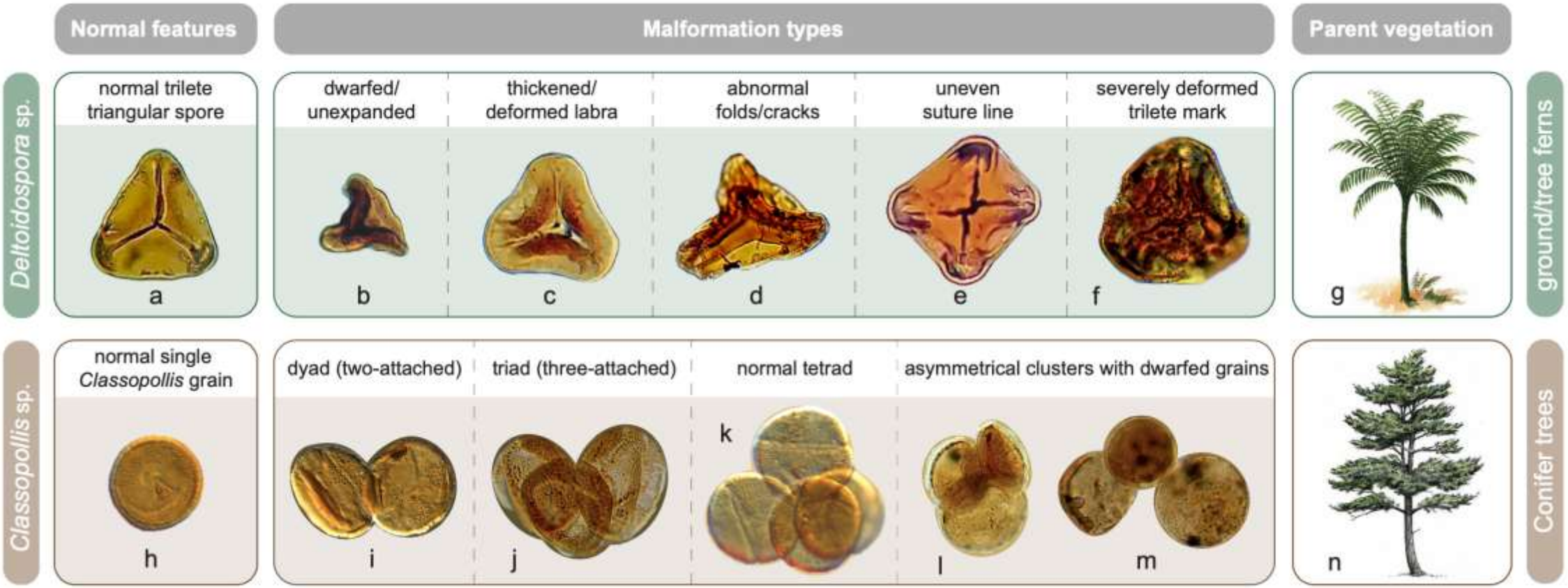
Moderne bisaccate conifeer pollen (misvormd)



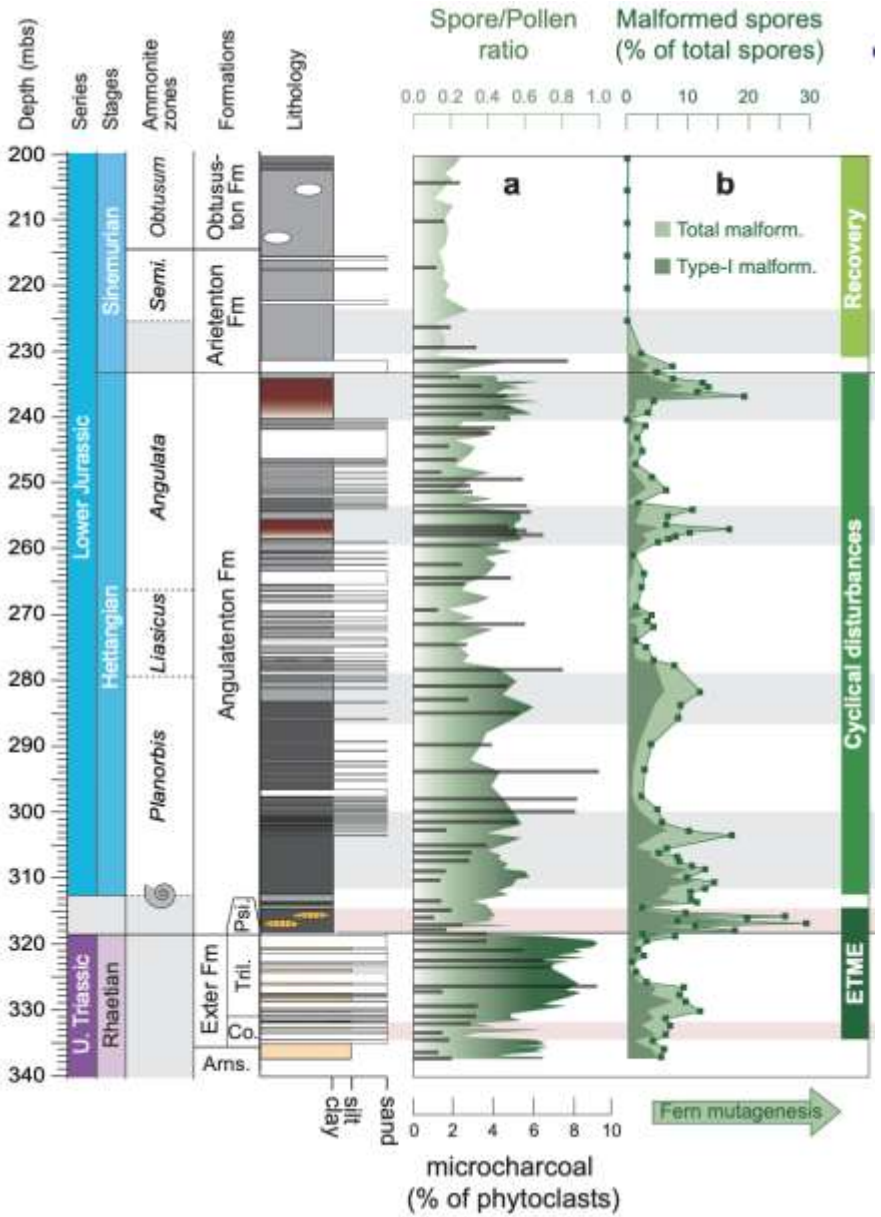
Ontwikkeling / dood van voorplantingsorganen

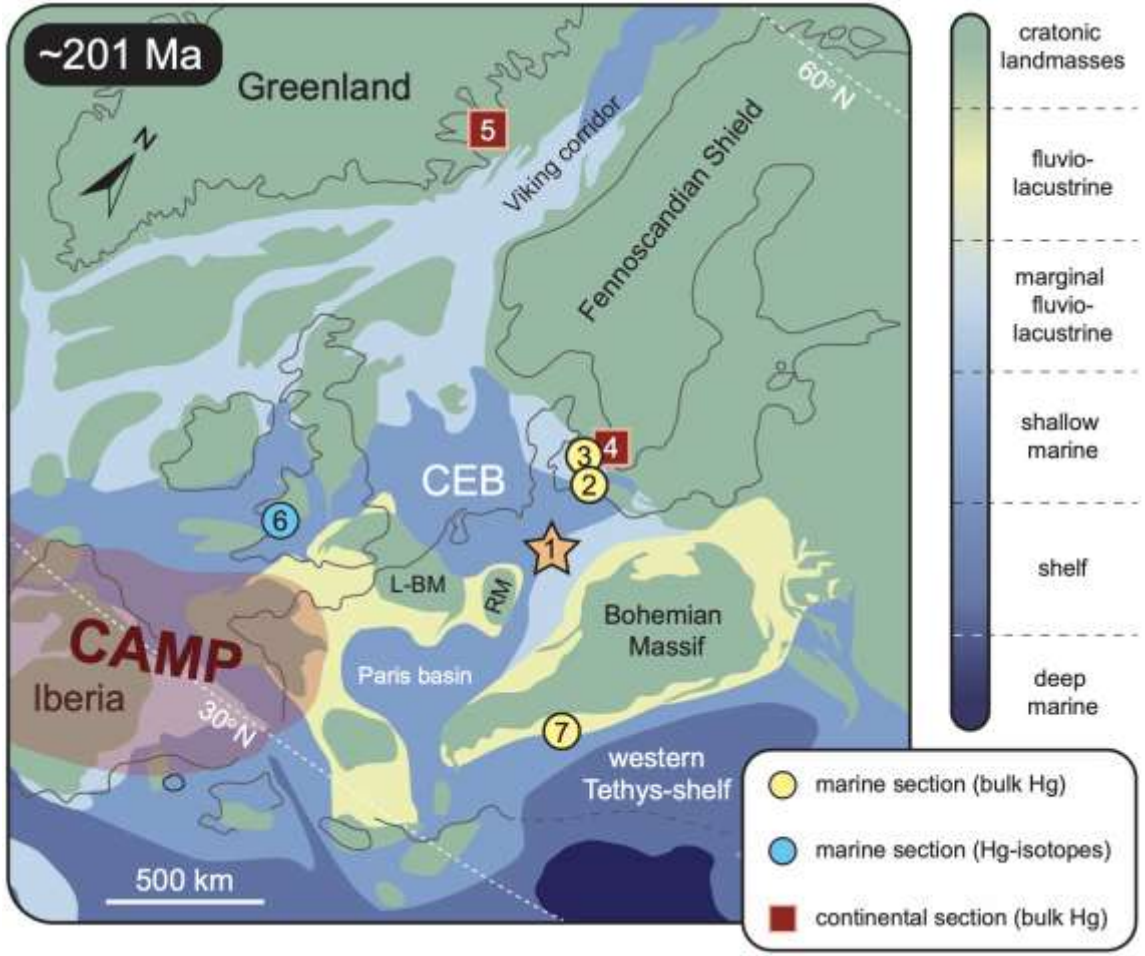
Benca et al. (2018)

Mutagene pollen/sporen in sedimenten



Mutagene sporen in sedimenten





Bos et al. (2024)

Kwik isotopen en dynamiek

- **Stabiele kwik-isotopen:**

  Kwik heeft zeven stabiele isotopen

  De meest voorkomende zijn **^{202}Hg (29.7%) en ^{198}Hg (10.1%)**

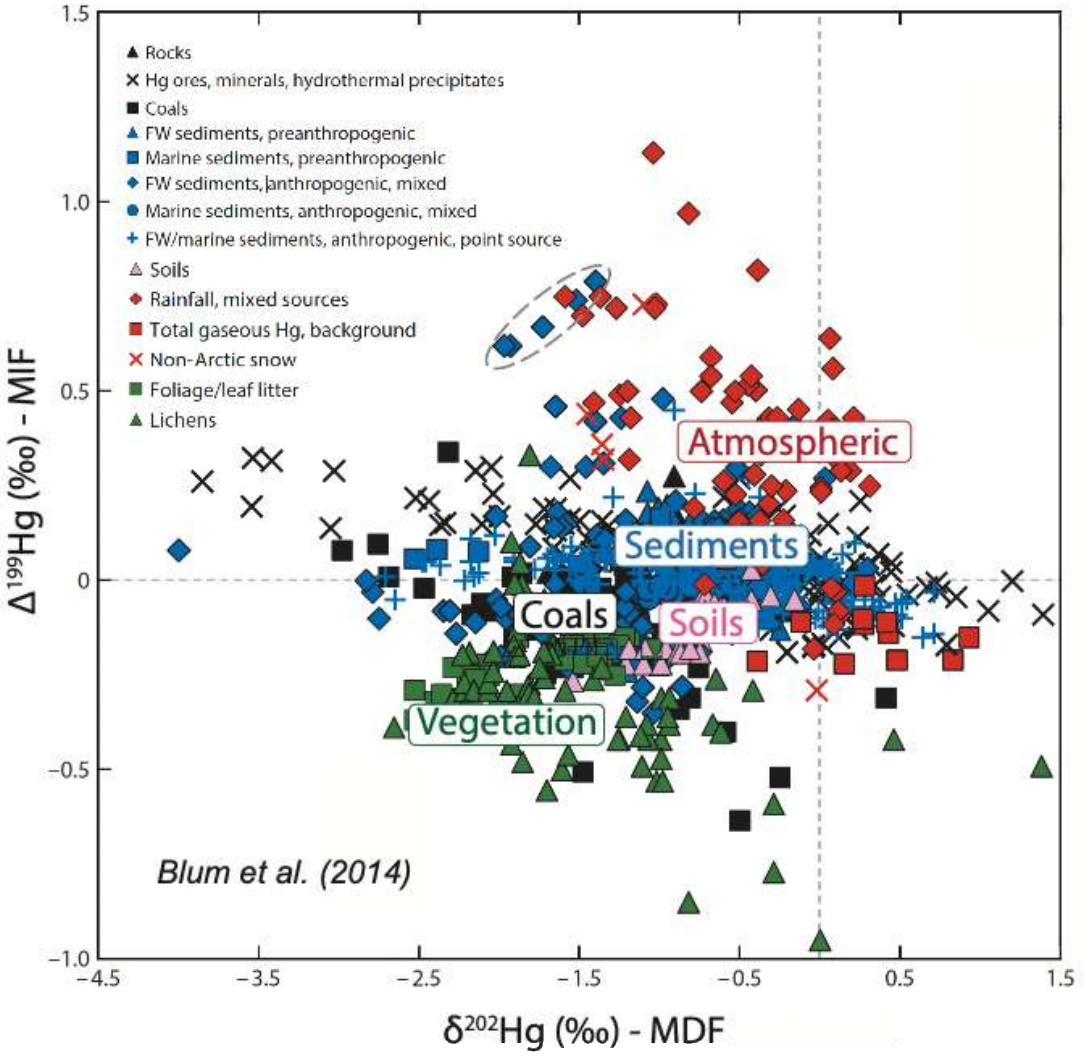
  Even and **Oneven** isotopen fractioneren anders

- **Massa-afhankelijke fractionatie (MDF, δ^{202}Hg)**

  Gevoelig voor veranderingen in sediment

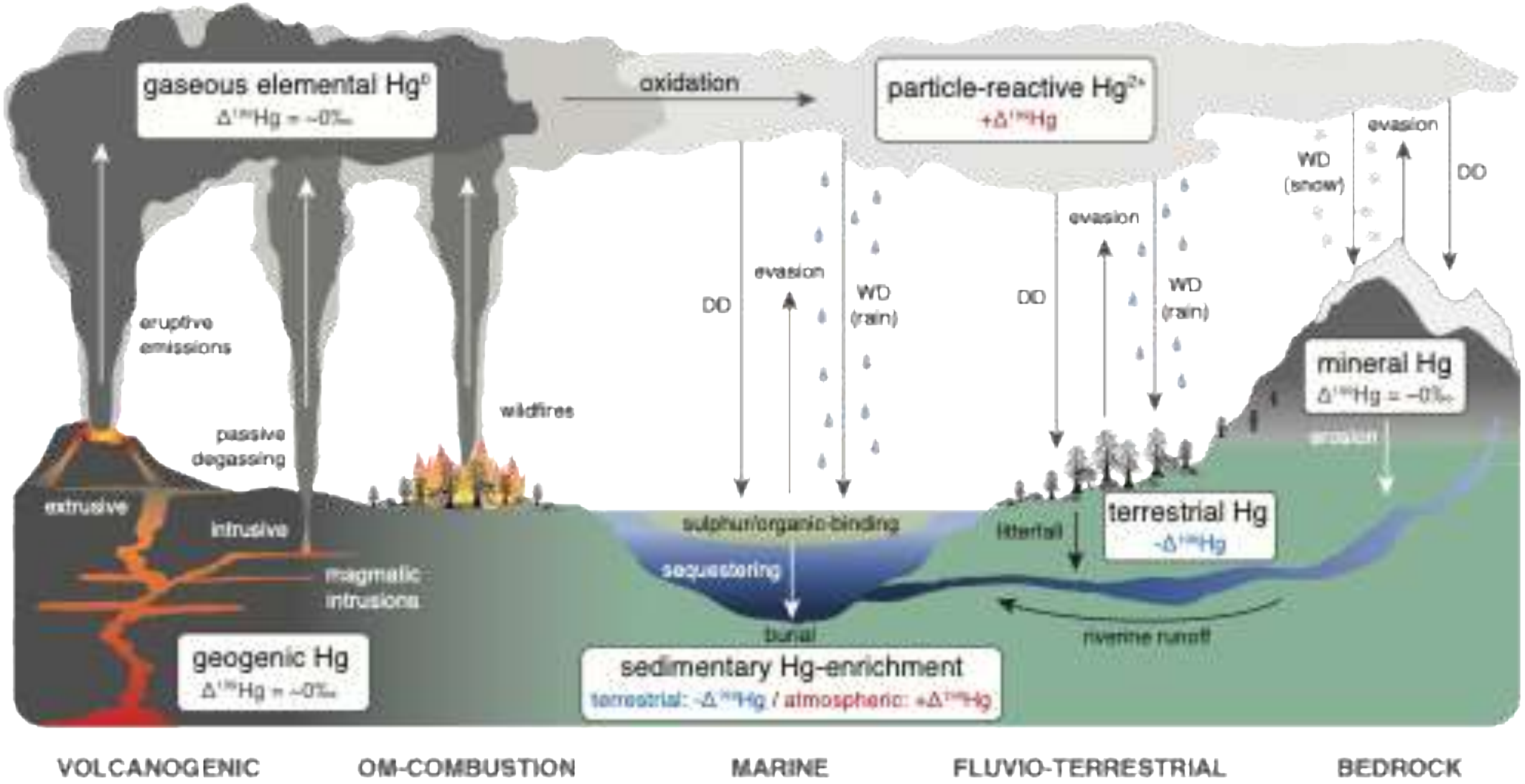
- **Massa-onafhnakelijk fractionatie (MIF, Δ^{199}Hg)**

  Ongevoelig voor veranderingen in sediment



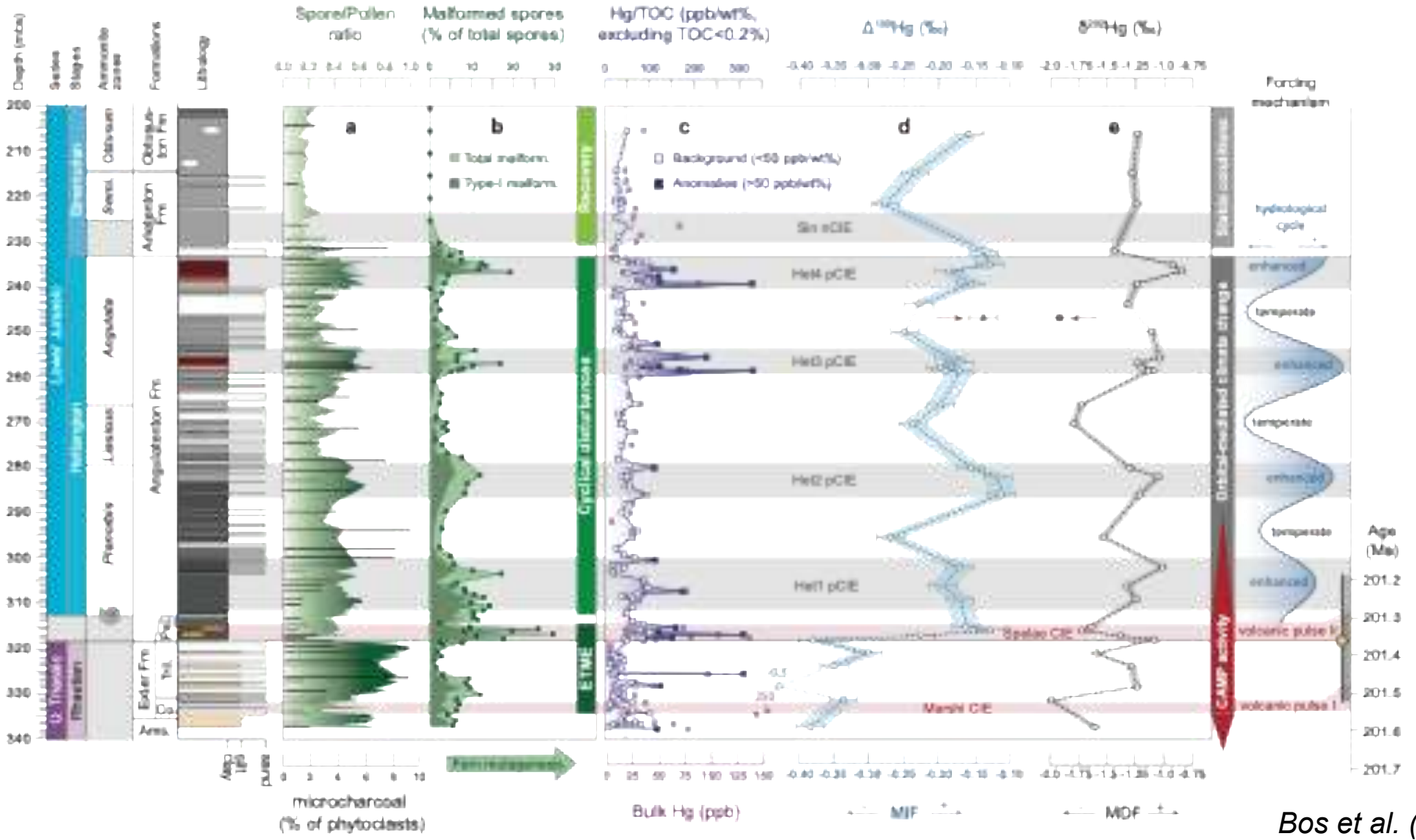
Vegetatie neemt vooral kwik op via atmosferische absorptie via huidmondjes. Bewijs voor atmosferisch verspreiding van kwik is een indicatie dat kwik mogelijk toxisch is geweest voor planten

Vulkanische kwik (Hg) verontreiniging



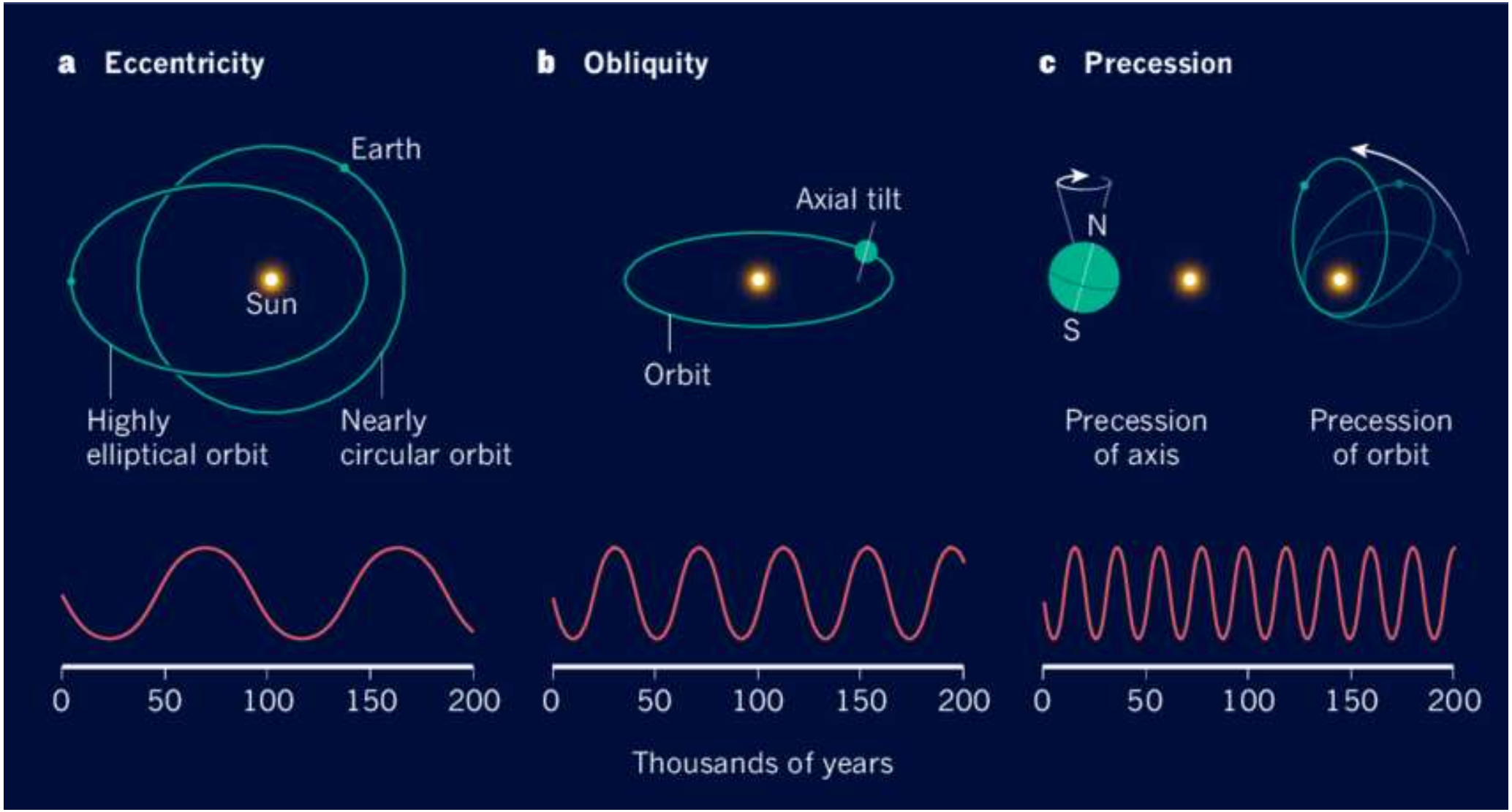
Bos et al. (2025)

Correlatie van kwik en misvormde spore in het Trias en Jura

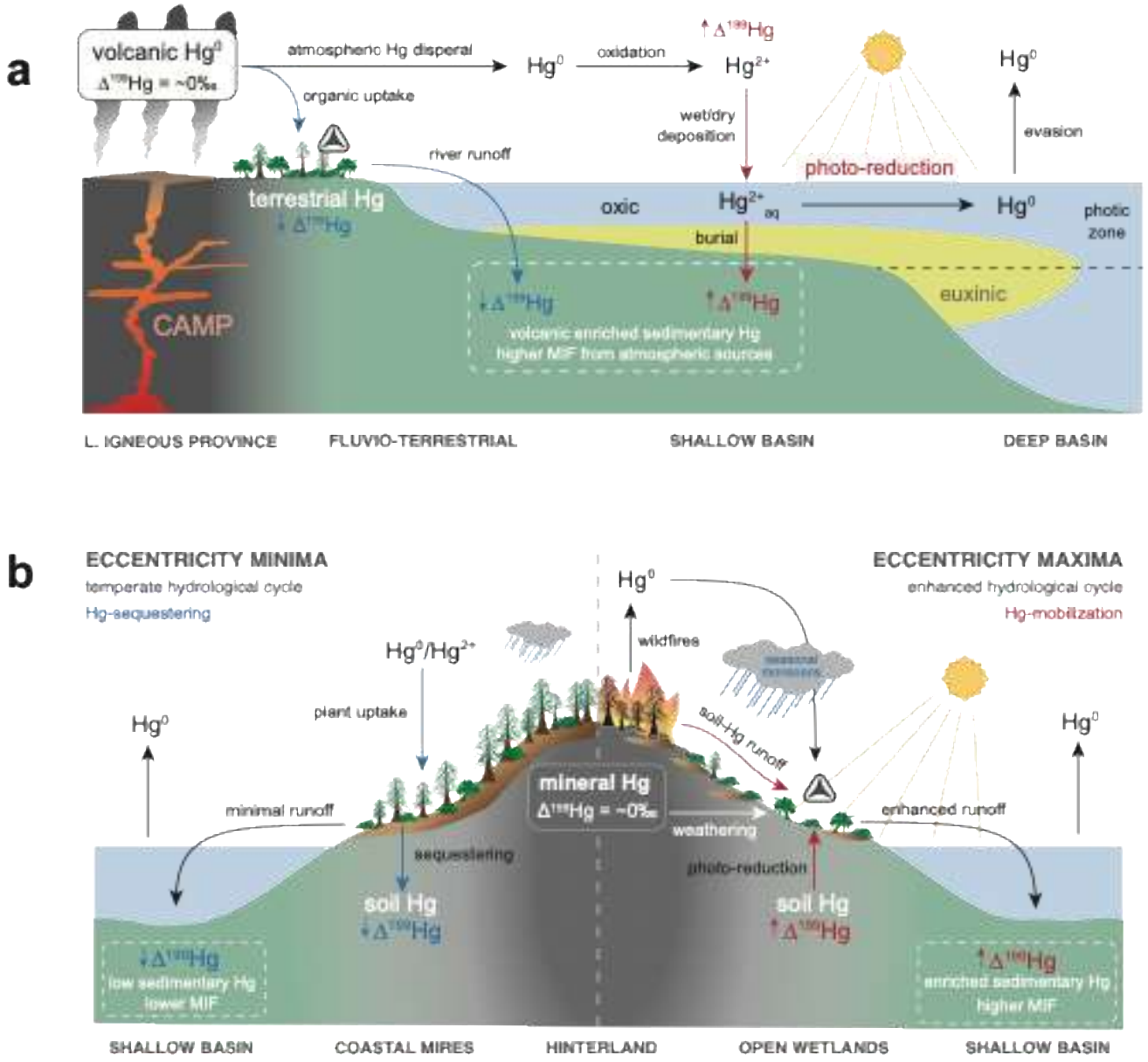


Bos et al. (2024)

Veranderingen in de baan van de Aarde om de Zon



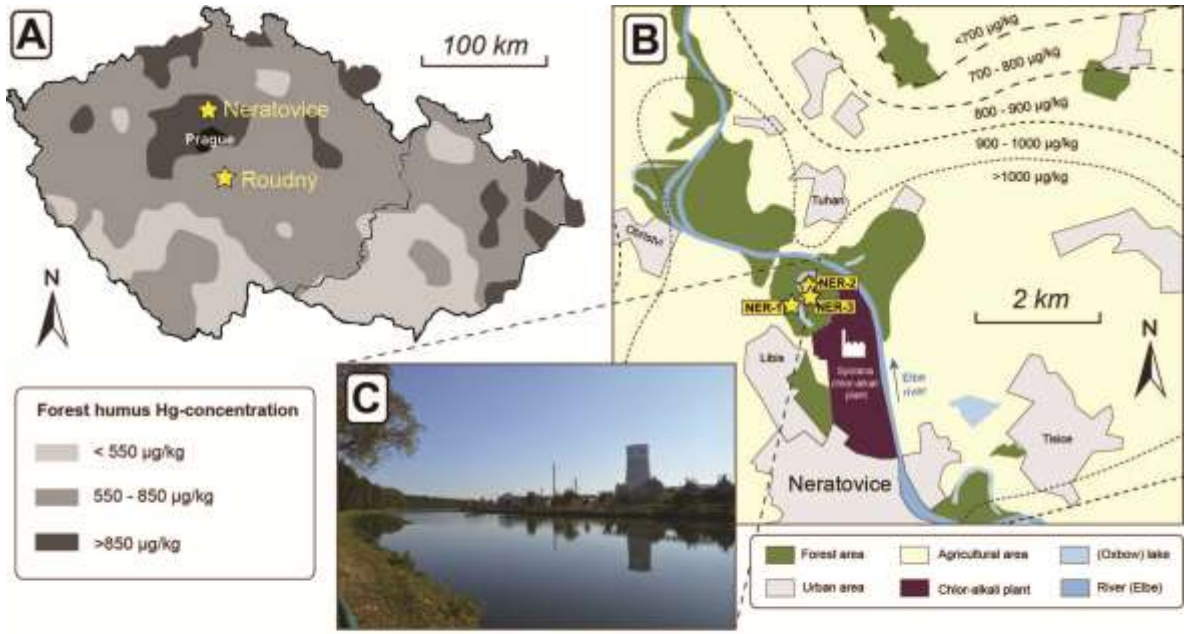
Kwik mobilisatie na de massa-extinctie



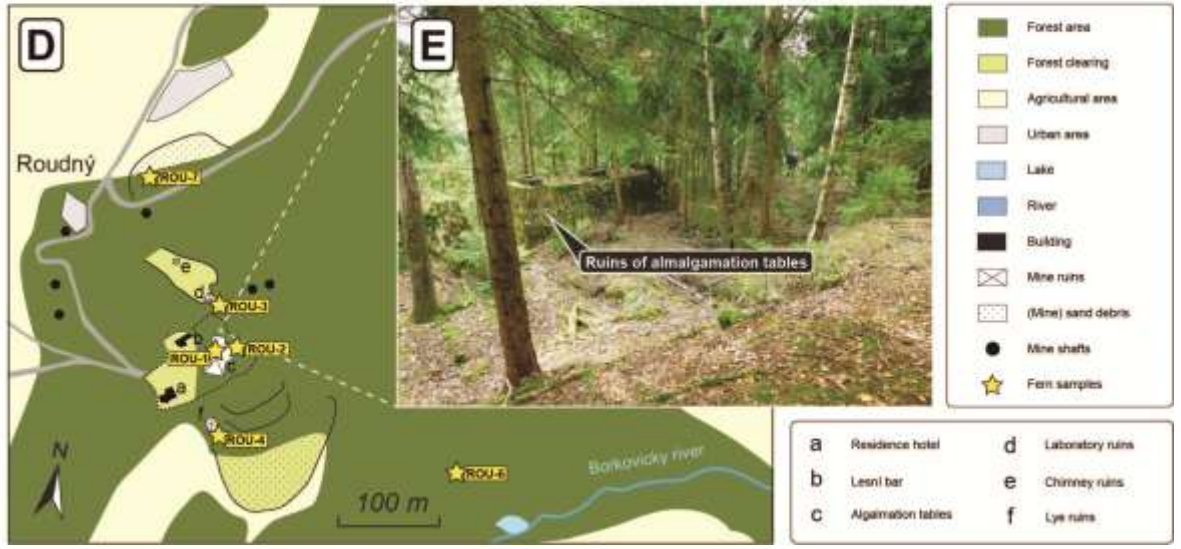
Bos et al. (2024)

Salto del Agrio waterval (Argentinië)

Kwik vervuiling in moderne varens



Overstroming van de Elbe rivier

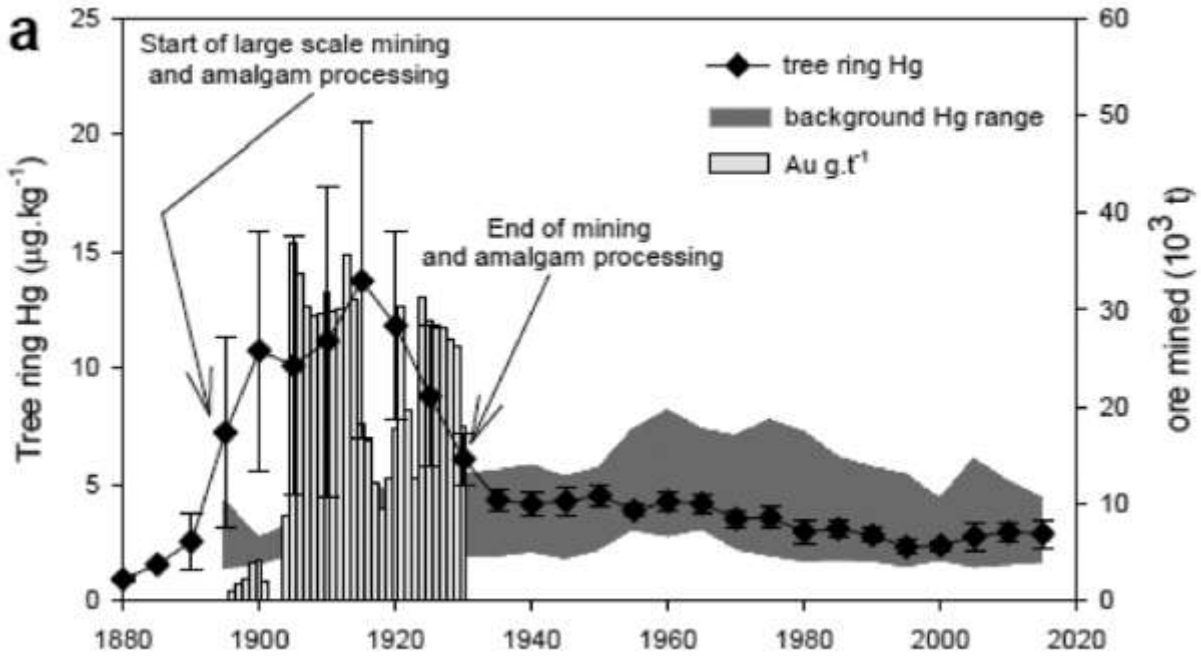


Kwik-amalgamatie tafels in vroege 20e eeuw

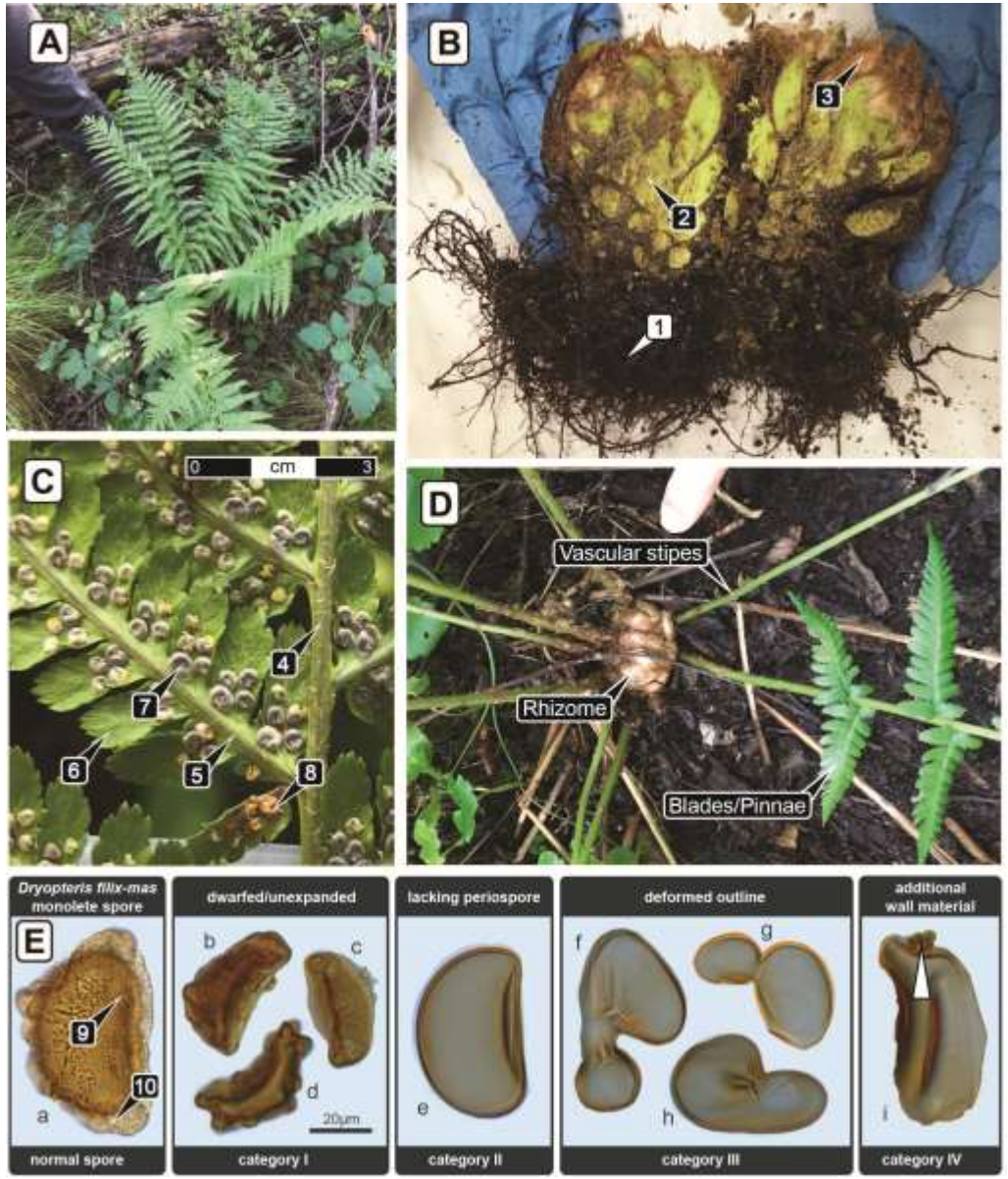
Bos et al. (in review)

Kwik (Hg) vergiftiging in modern varens

Mannetjesvaren (*Dryopteris filix-mas*)

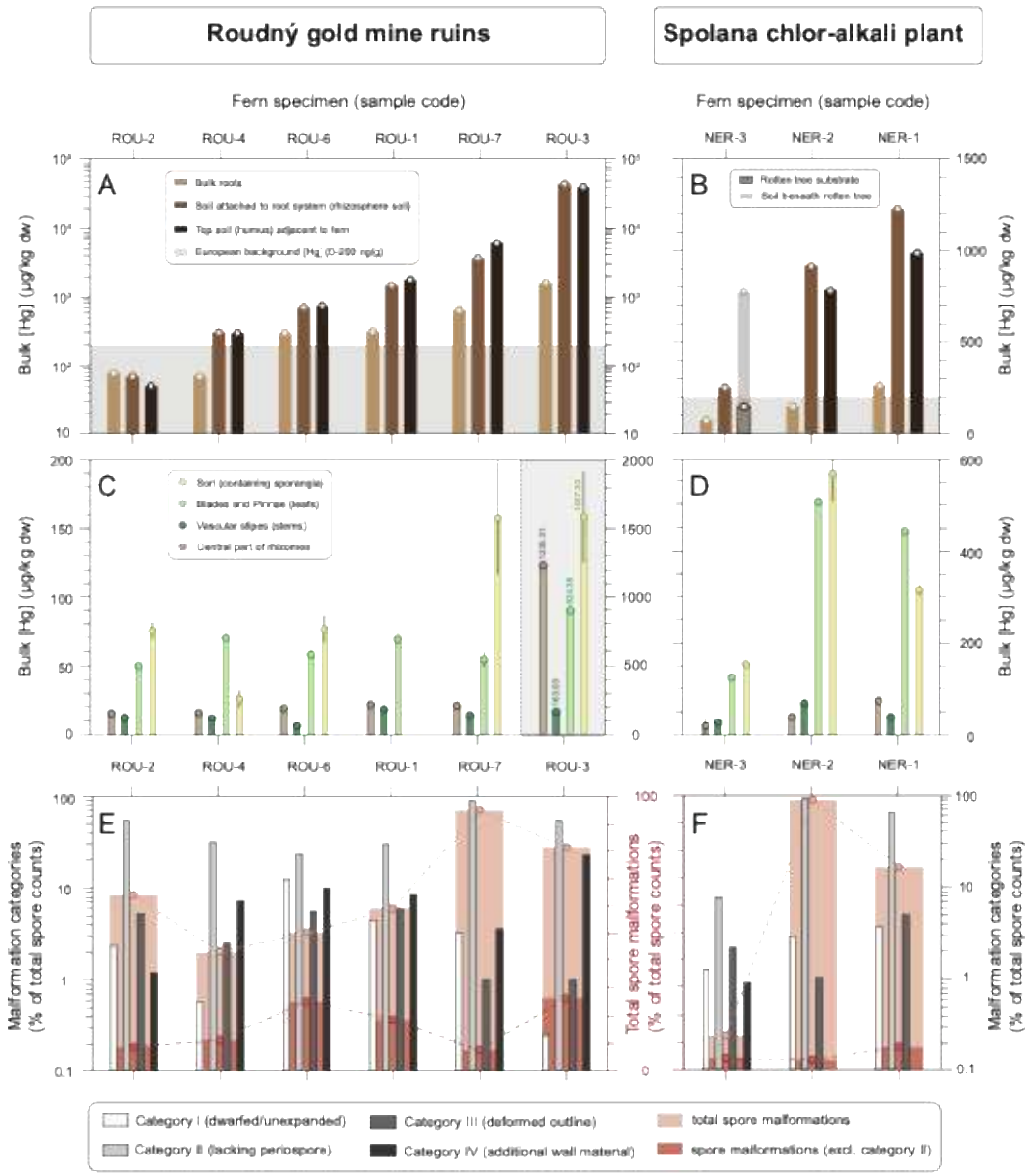


Navratil et al. (2018)



Bos et al. (in review)

Kwik accumulatie in voortplantingsorganen



Bos et al. (in review)

Bedankt