

Een veranderend klimaat: Lessen van de sedimentaire geschiedenis van Nederland (e.o.)

De nuchtere / ontnuchterende blik van een sedimentair geoloog

Dr. Joep Storms

Associate professor

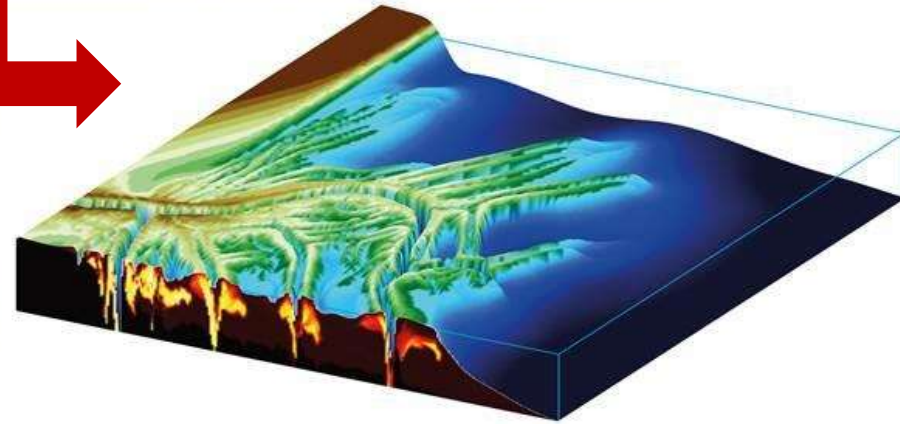
Technische Universiteit Delft

Afdeling Geoscience and Engineering

Sectie Toegepast Geologie

Leidse winterlezingen

Wat onderzoek ik?



Effecten van klimaatverandering (zeespiegel en de aanvoer van zand/klei)
op kust- en riviersystemen

Waar gaan we het over hebben?

- Hoe zal de Nederlandse kust- en riviersysteem reageren op een zeespiegelstijging ten gevolge van opwarming?

Klimaatverandering

- Er wordt heel veel onderzoek gedaan naar klimaat- en zeespiegelverandering
- Er bestaan vele toekomstscenario's (IPCC etc.)
- Voor ons de vraag: wat betekent dit voor Nederland?
 - Vanuit fysische perspectief
 - Vanuit maatschappelijk perspectief

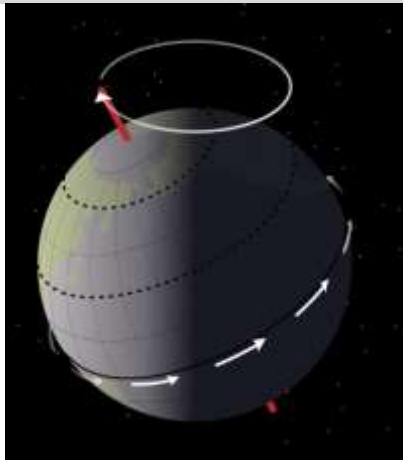
Wordt dit ons doemscenario?



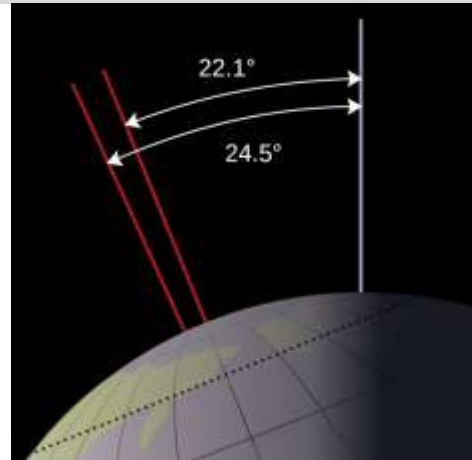
Of dit?



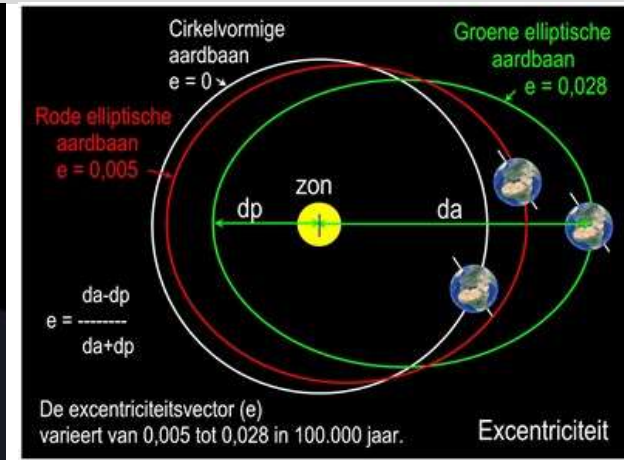
Over de geschiedenis van het klimaat in het nabije verleden weten we redelijk veel Milankovic cycli



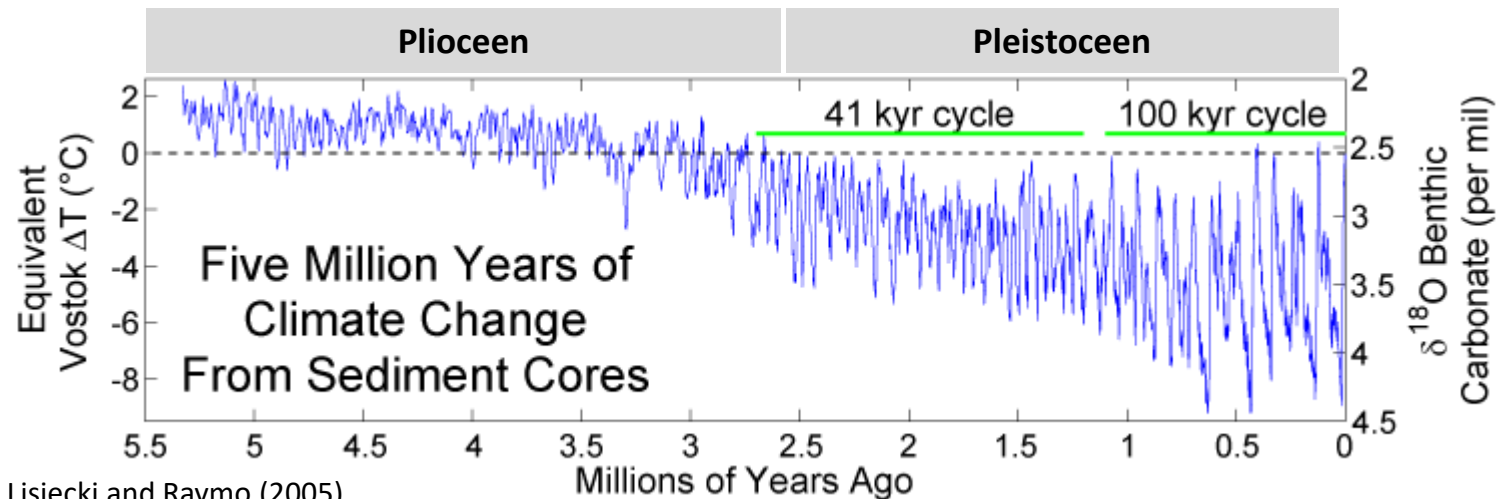
Precessie (21.000y)



Obliquity (41.000y)

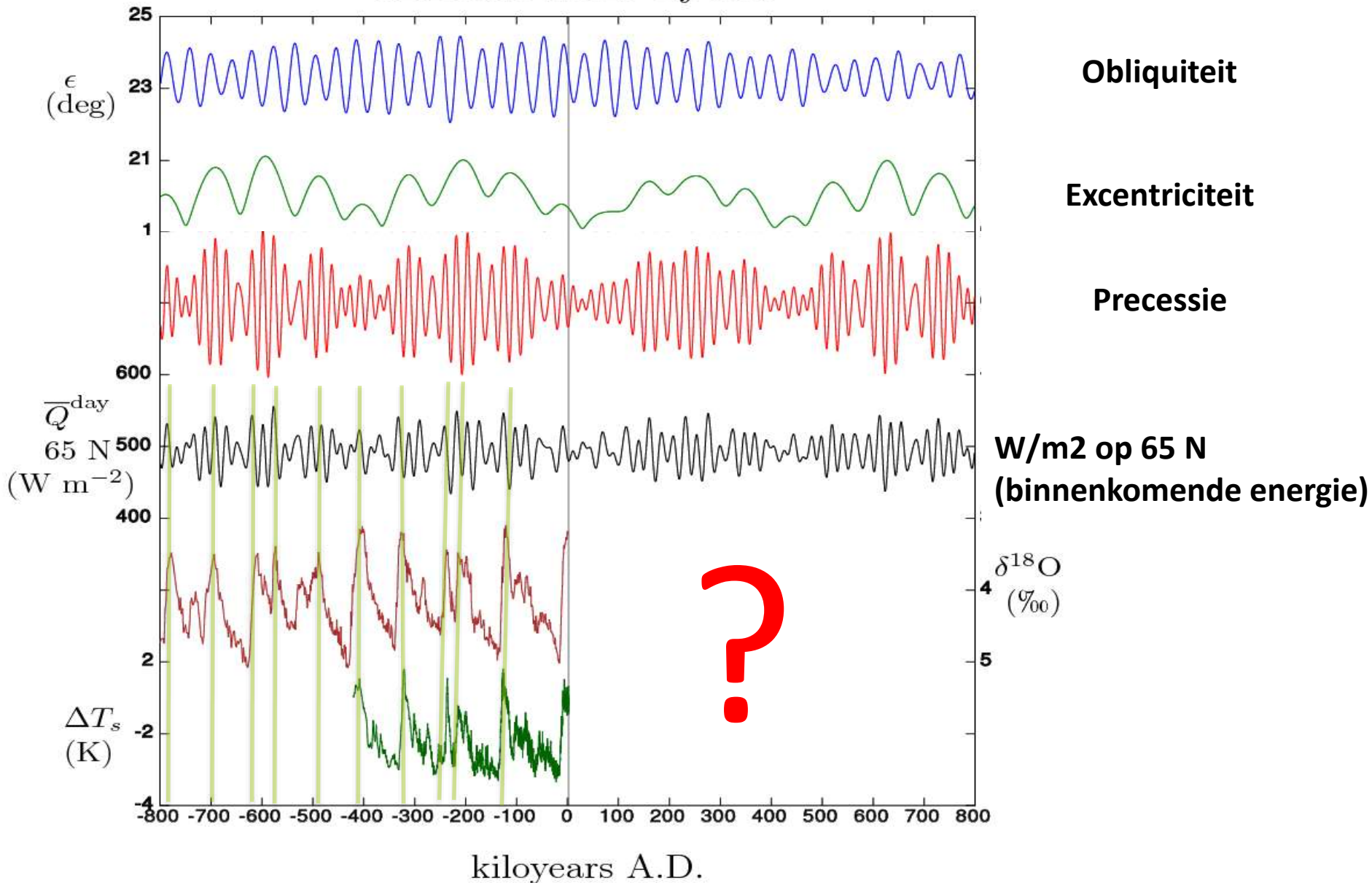


Excentriciteit (100.000y)



Lisiecki and Raymo (2005)

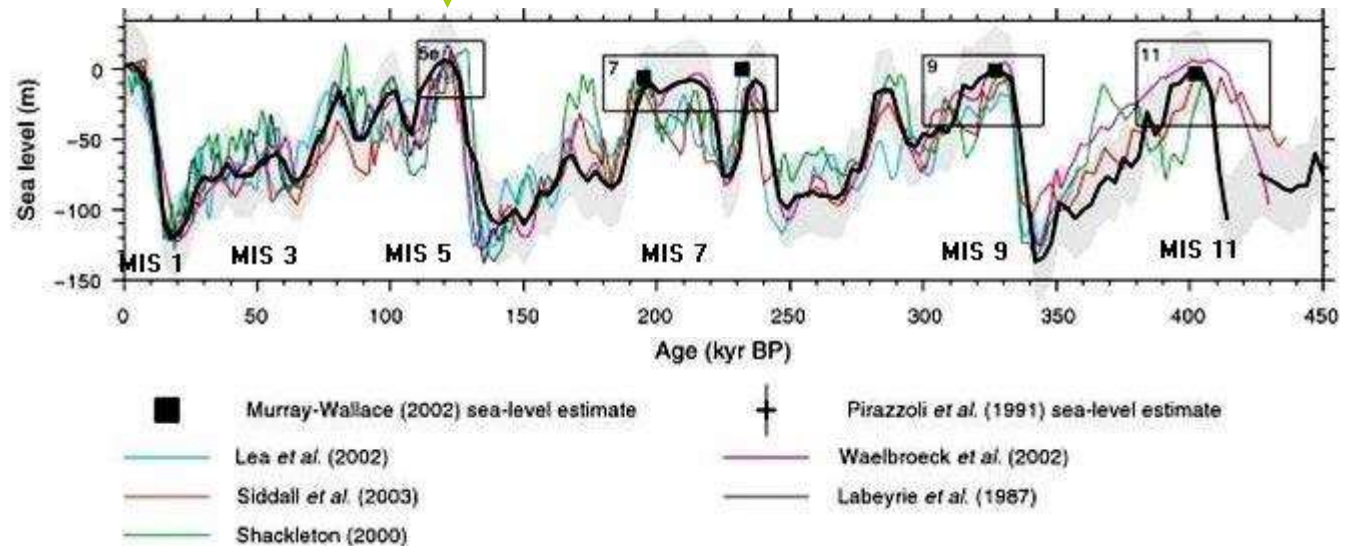
Milankovitch Cycles



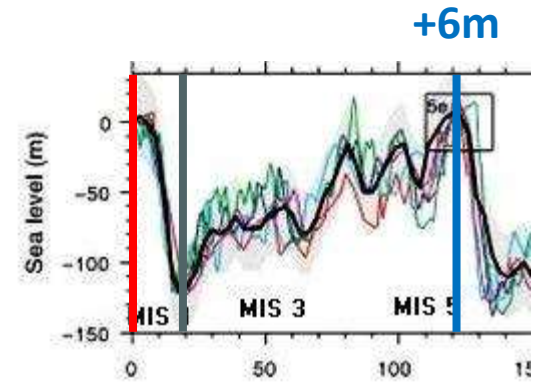
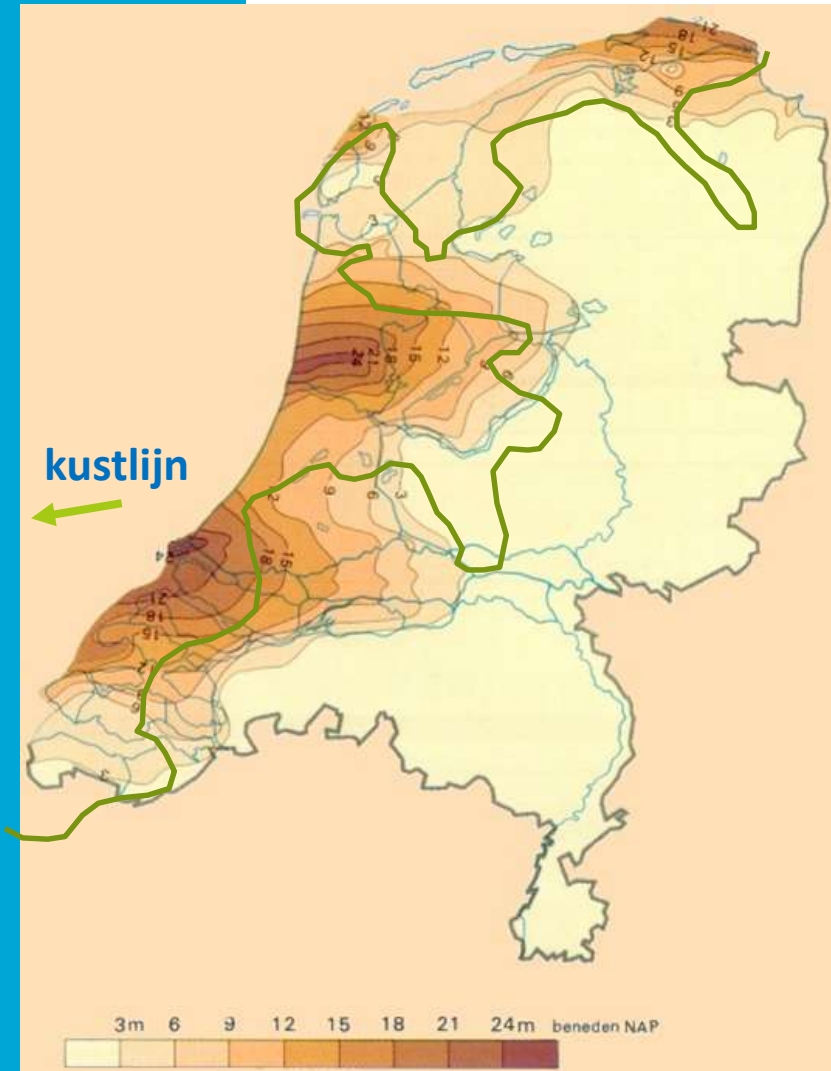
Over de geschiedenis van de zeespiegel in het nabije verleden weten we redelijk veel

Eemien

+ 6m NAP



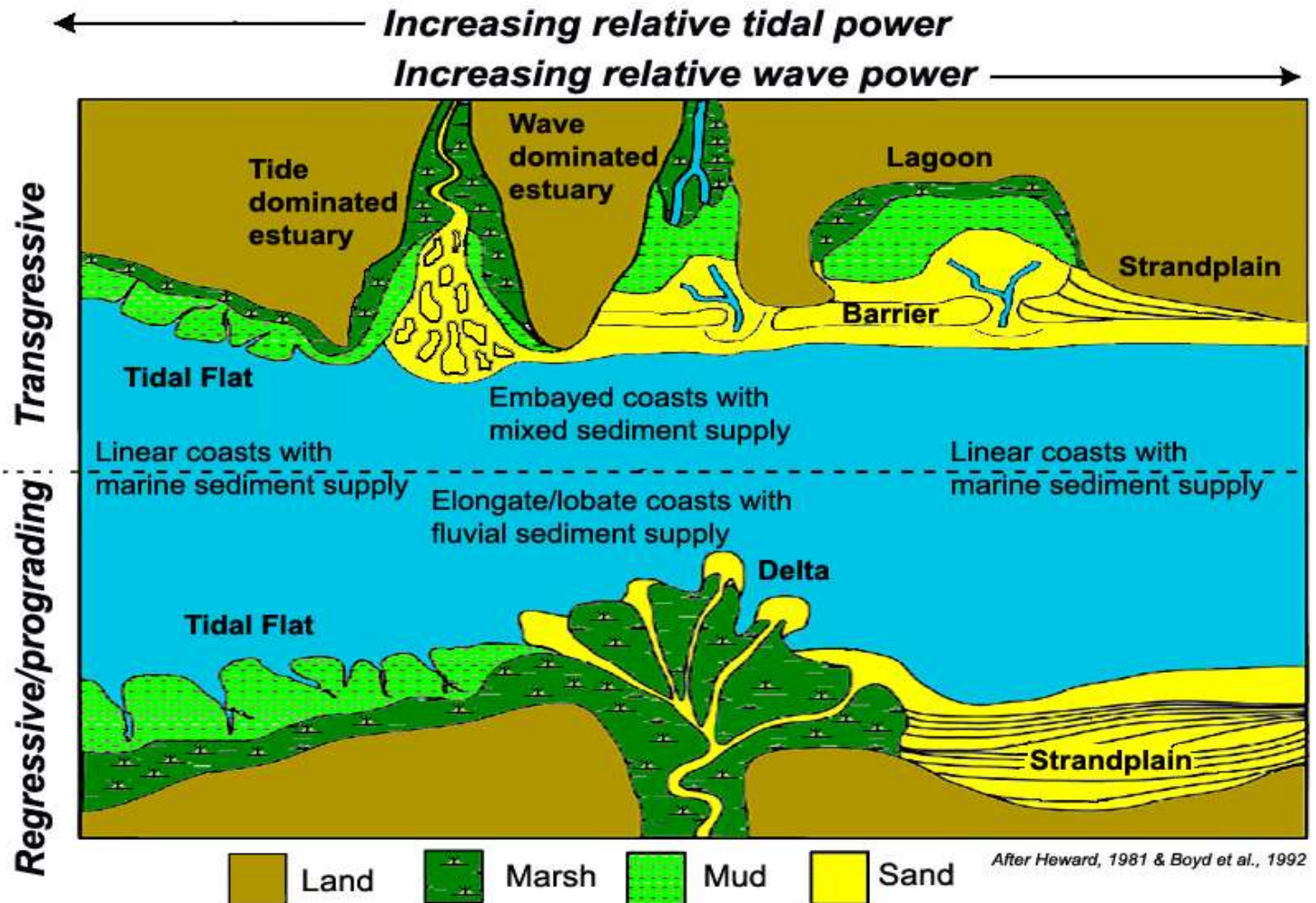
Nederland in het verleden



NL+1m NAP: Dat ziet er bekend uit!



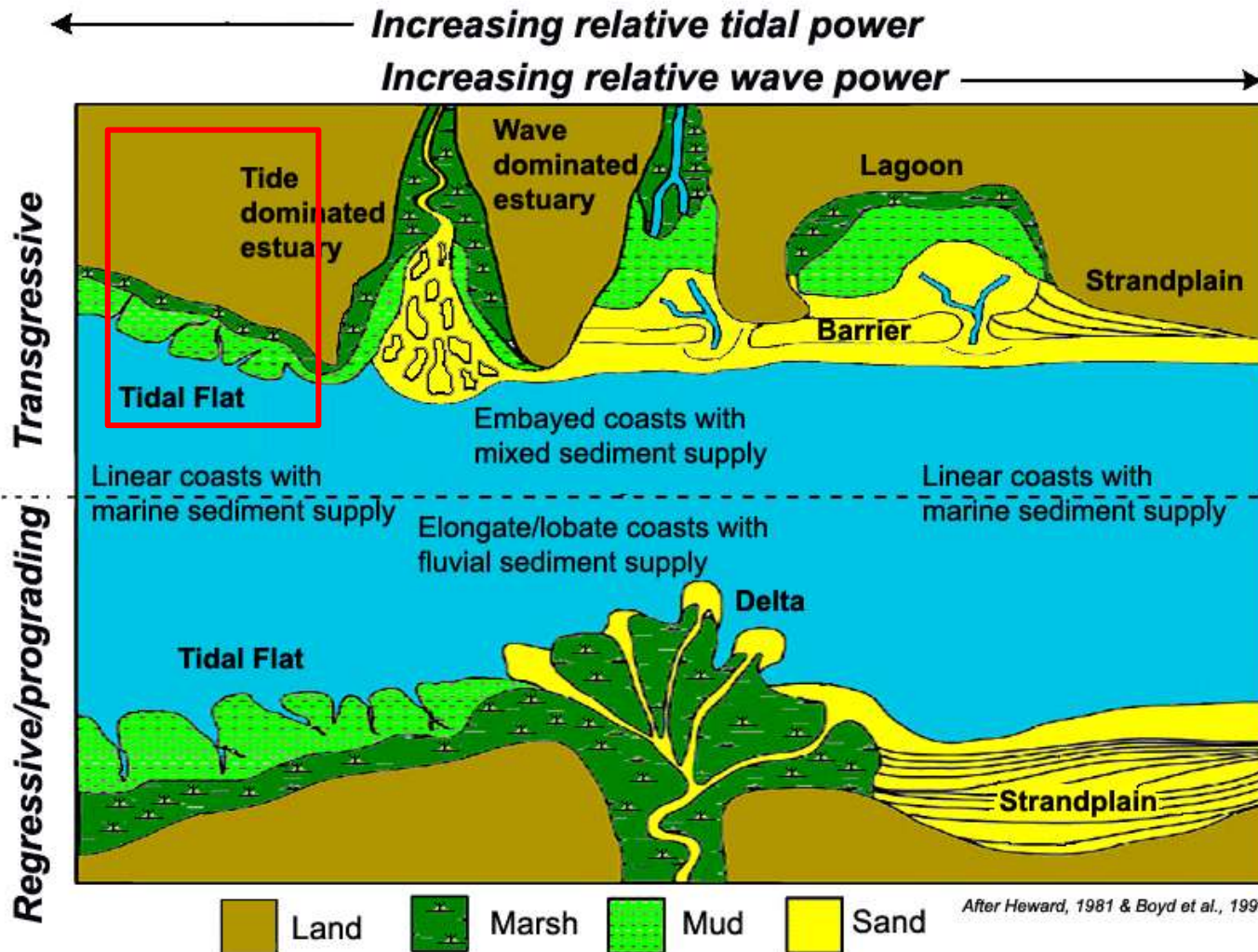
Verschillende kustvormen



Shallow marine deposits are highly complex

A>S

A<S



17

Tidal flat

Shark Bay Western Australia

A>S

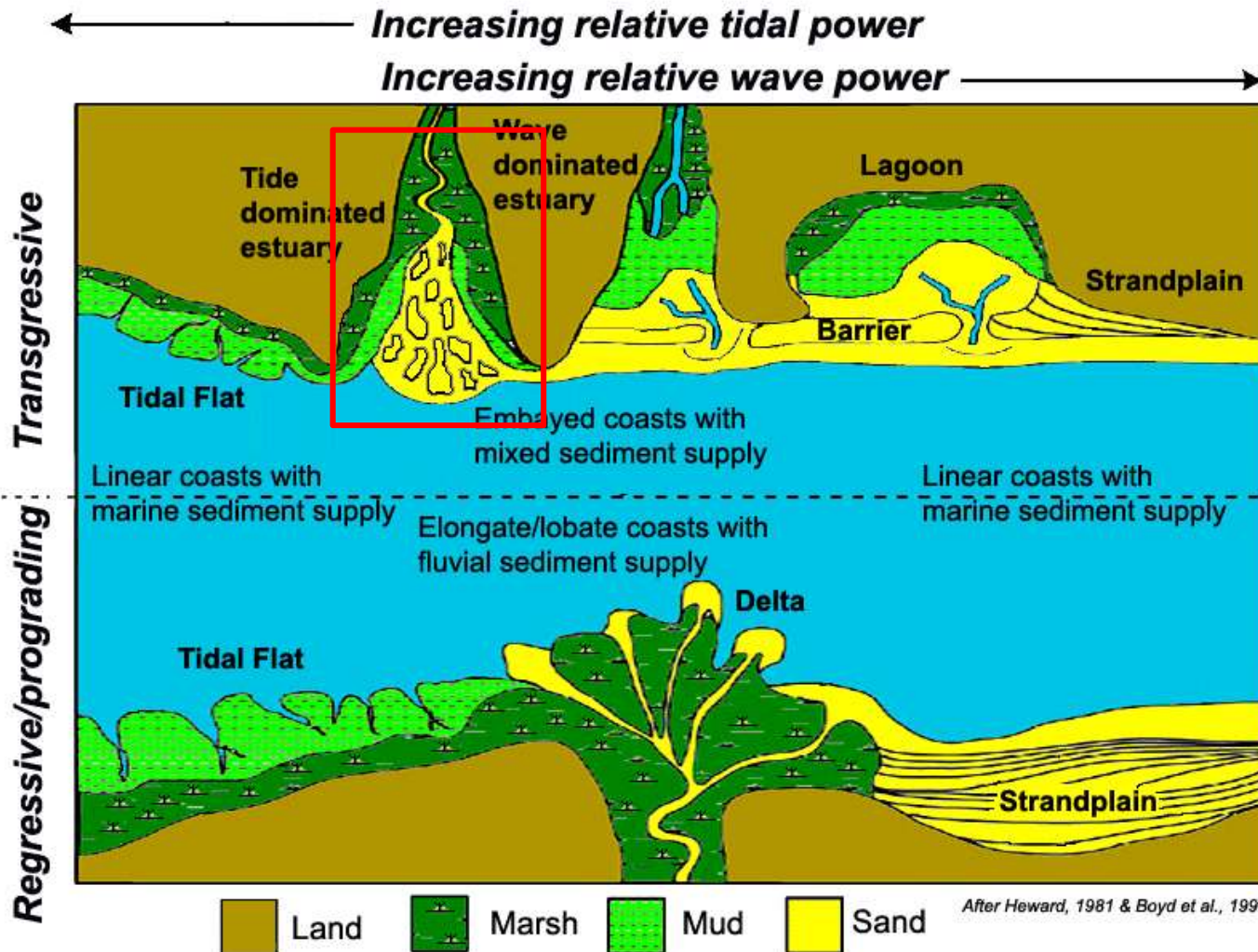


17

Shallow marine deposits are highly complex

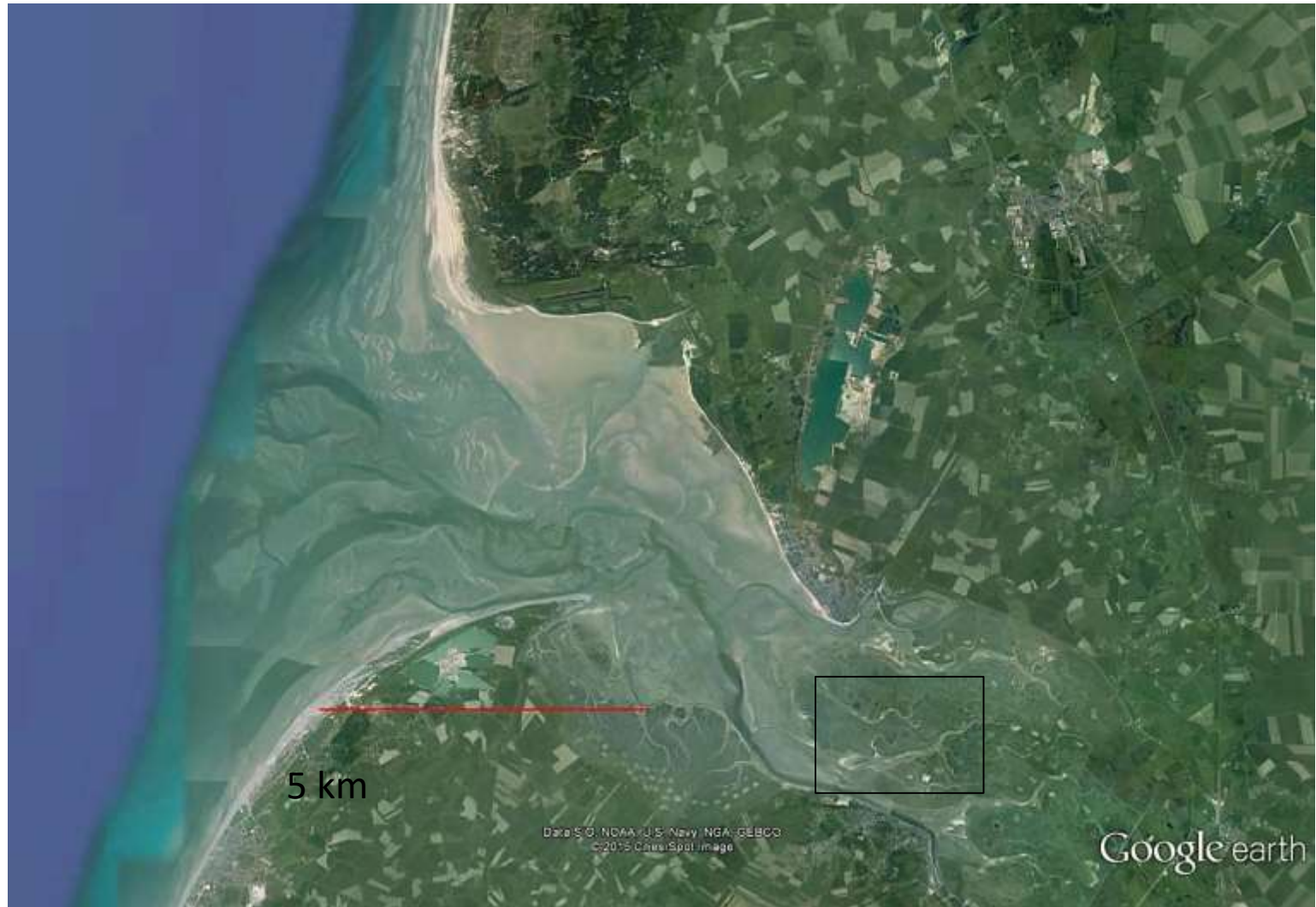
A>S

A<S



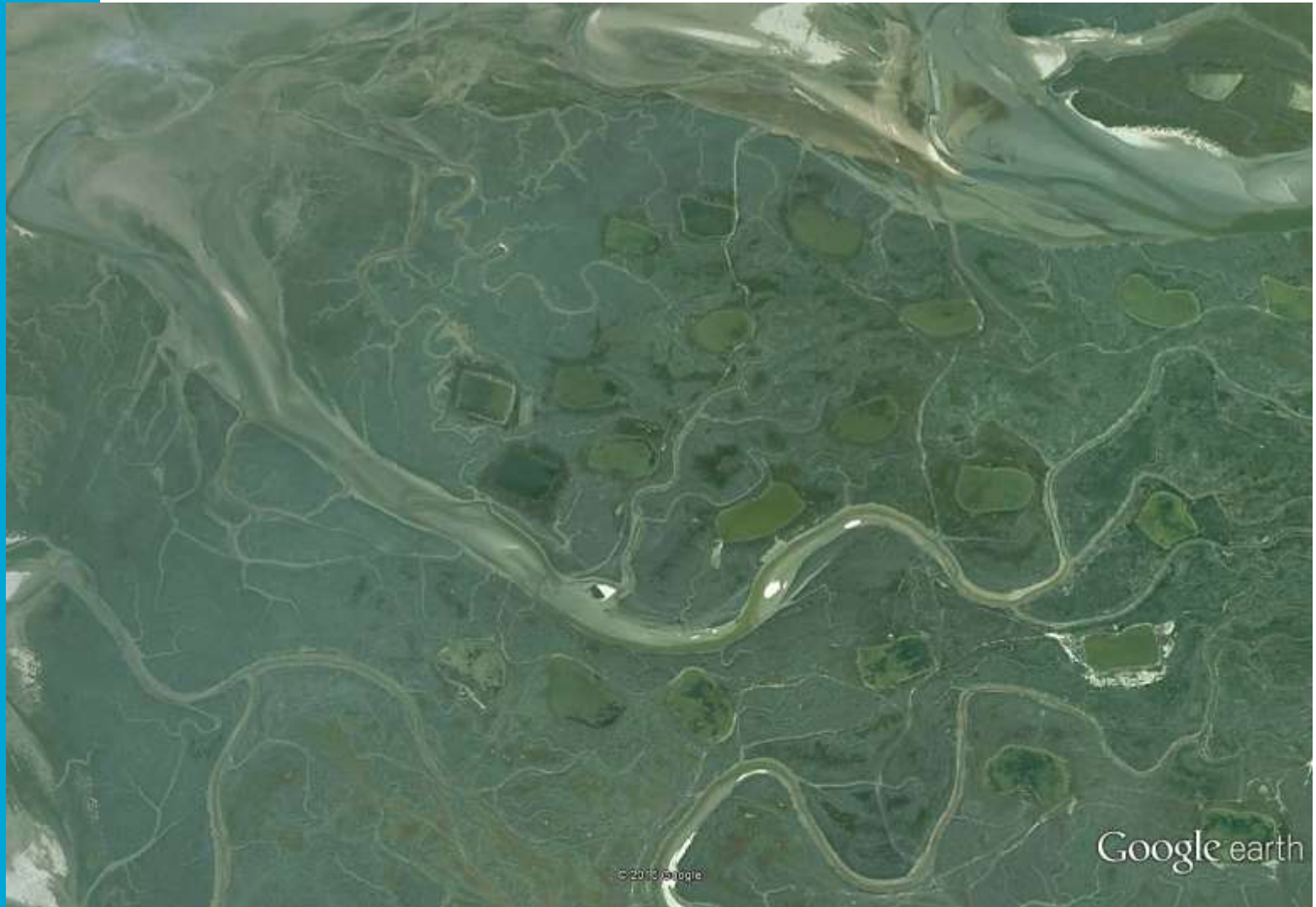
17

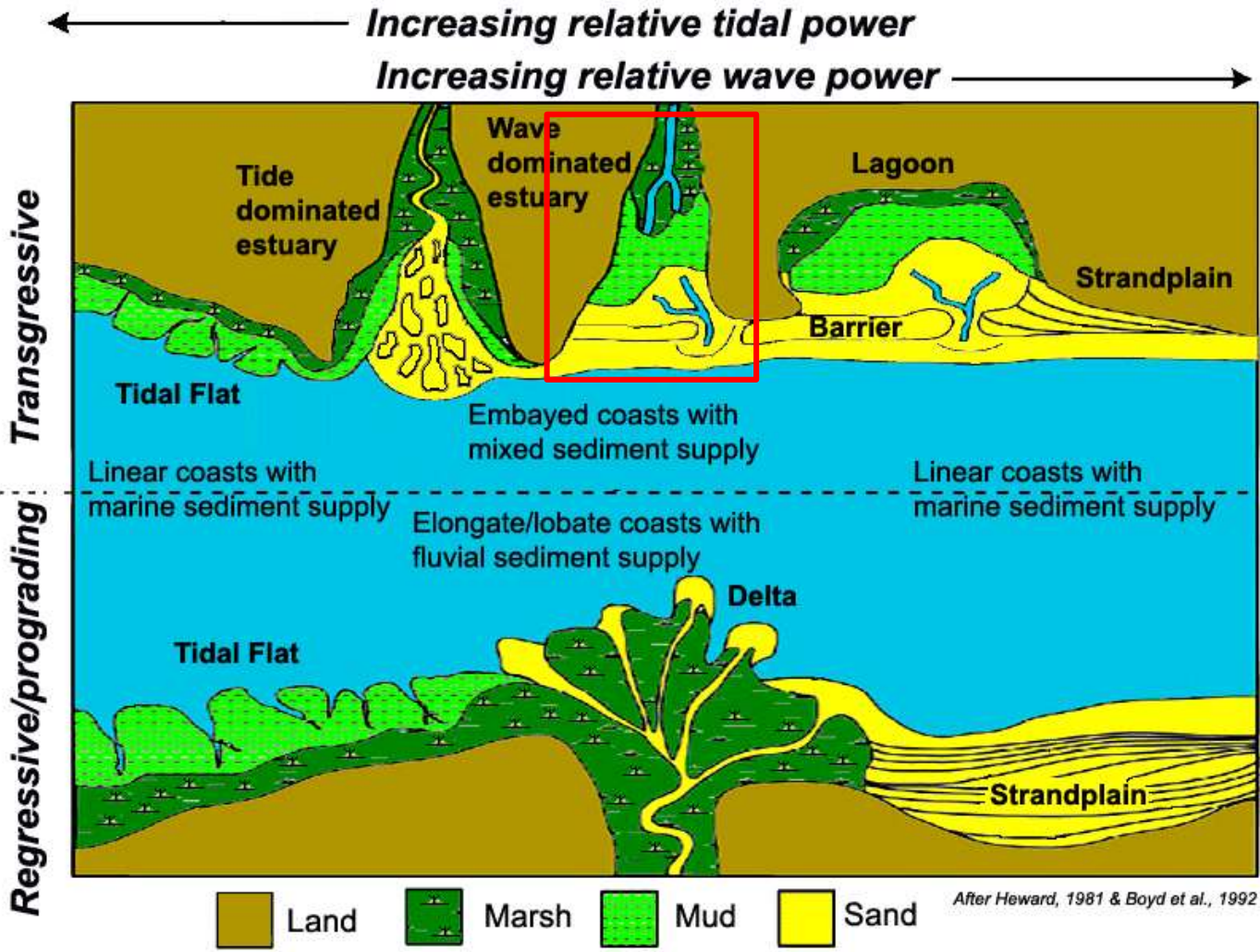
Tide dominated Estuary (France)



Detail

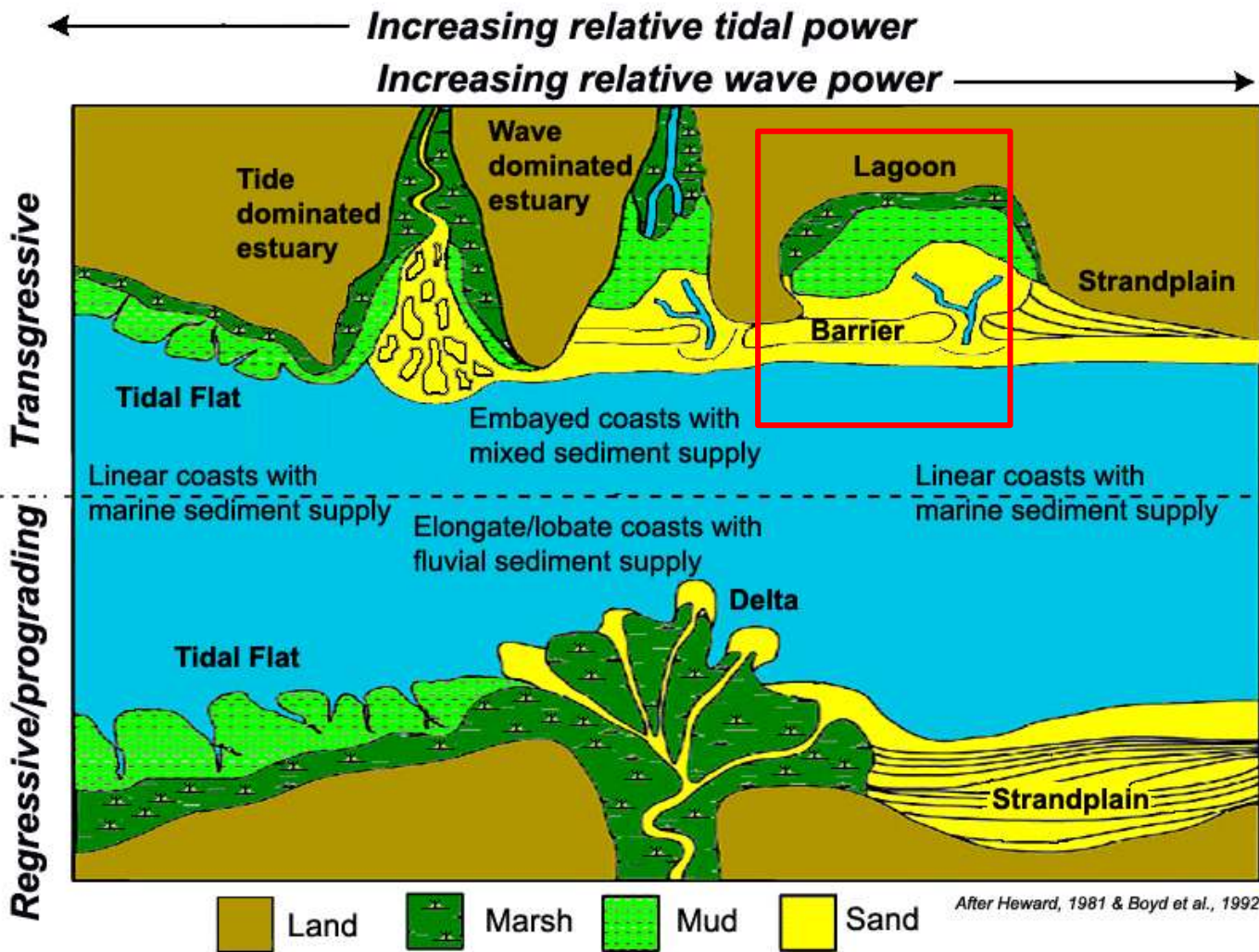
Tide dominated Estuary (France)





Wave-dominated estuary (Brazil)

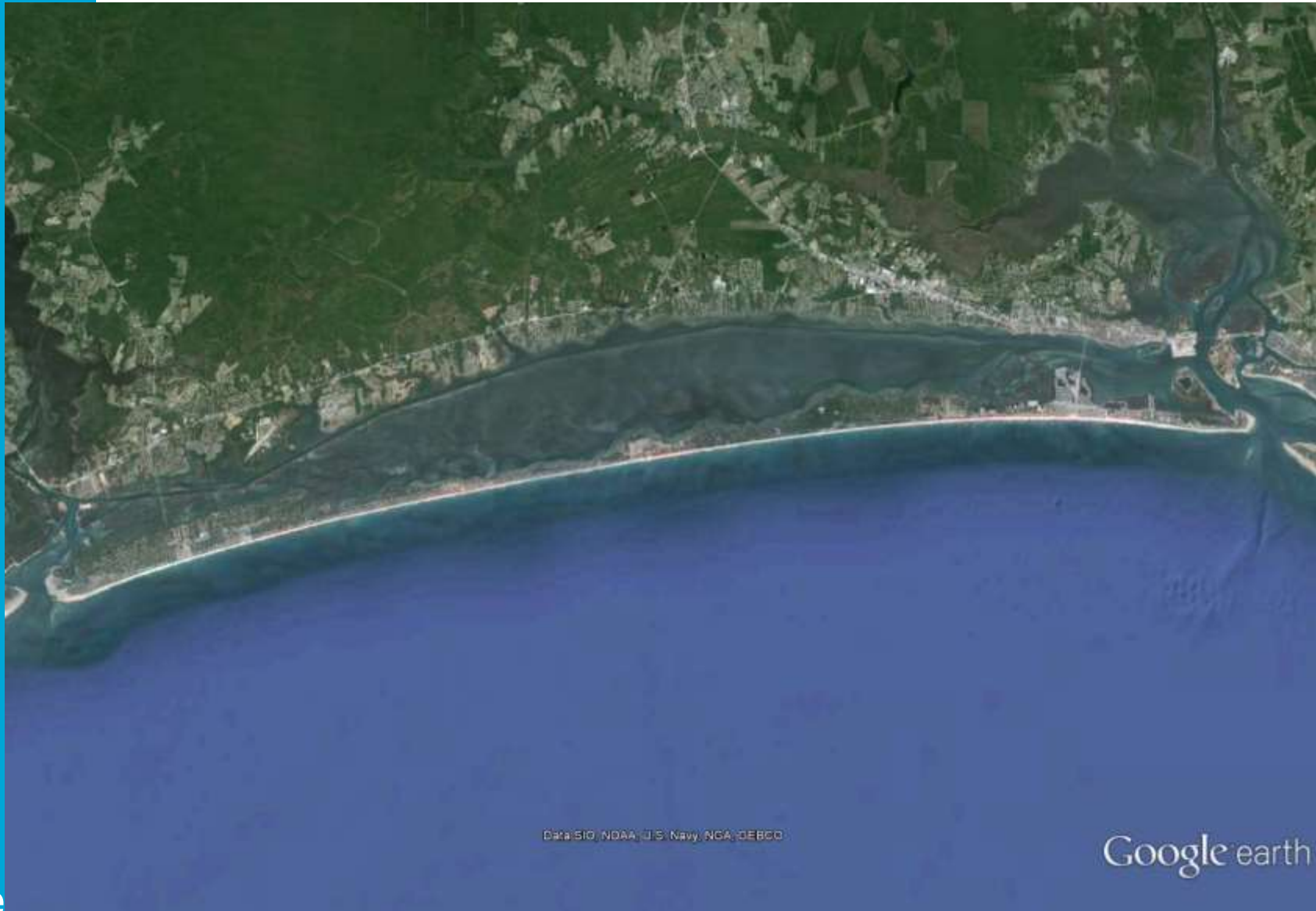




17 January 2019

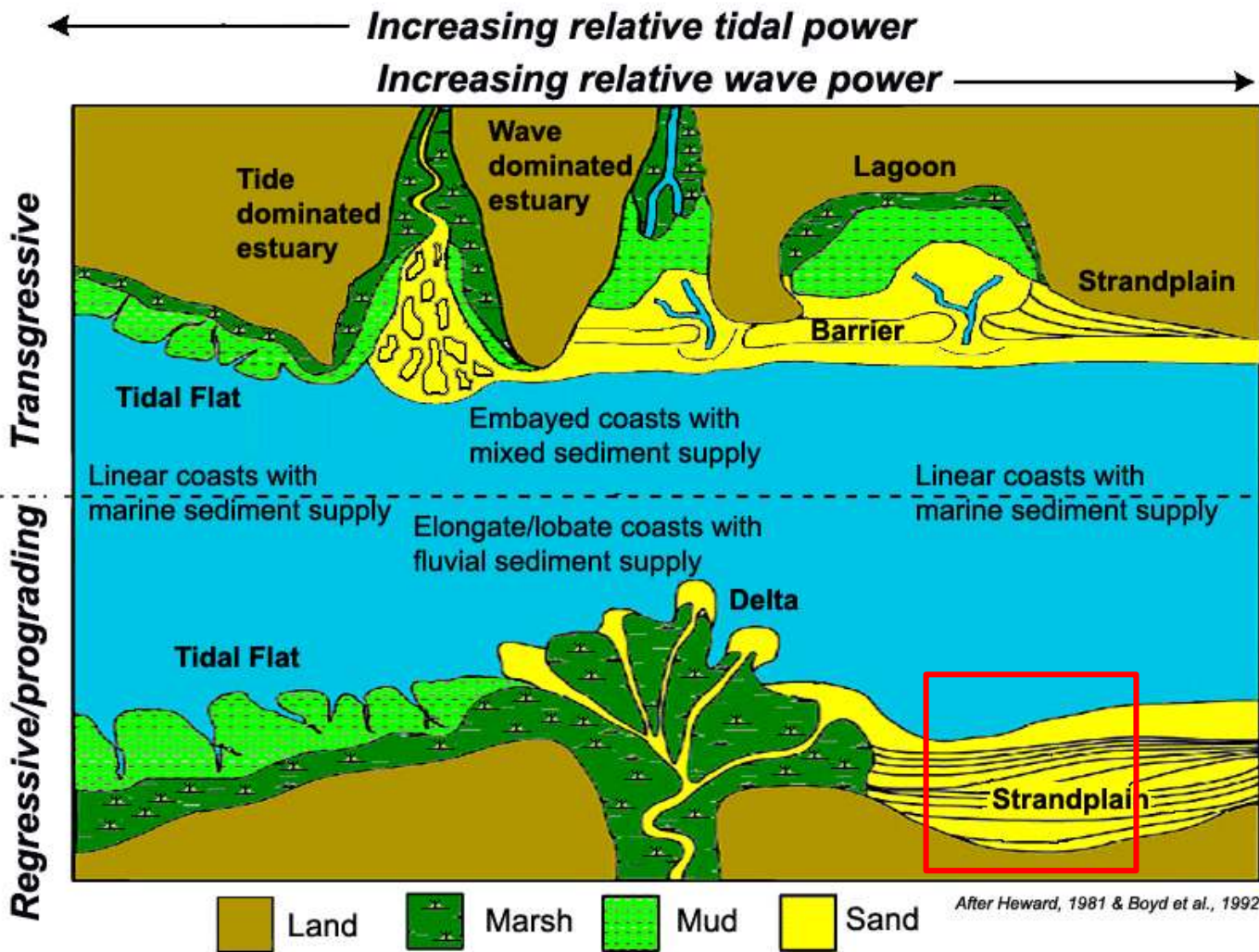
19

Barrier-lagoon system (US East coast)



Barrier-lagoon system (NL)





A > S

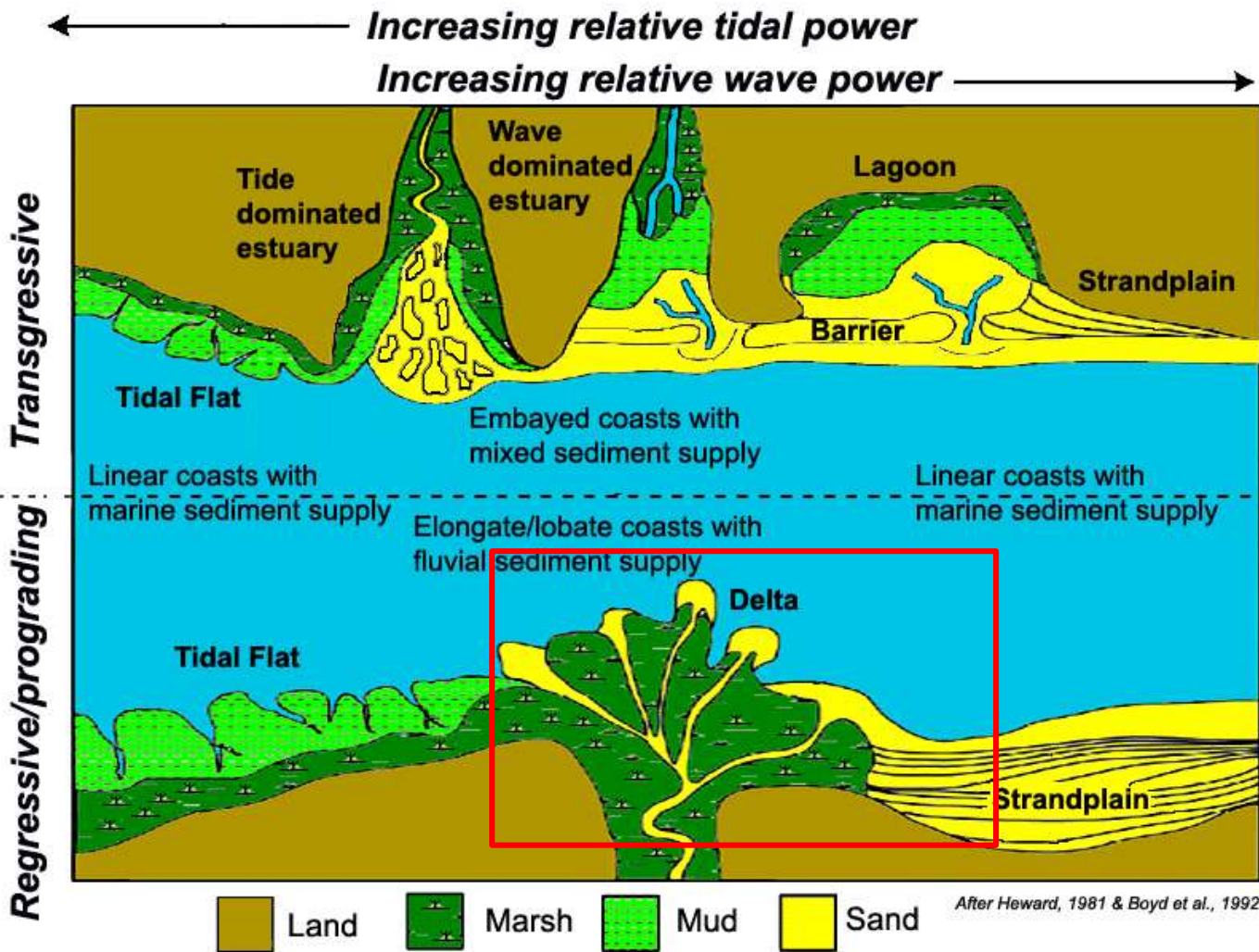
A < S

17 January 2019

22

Strandplain (Mexico)





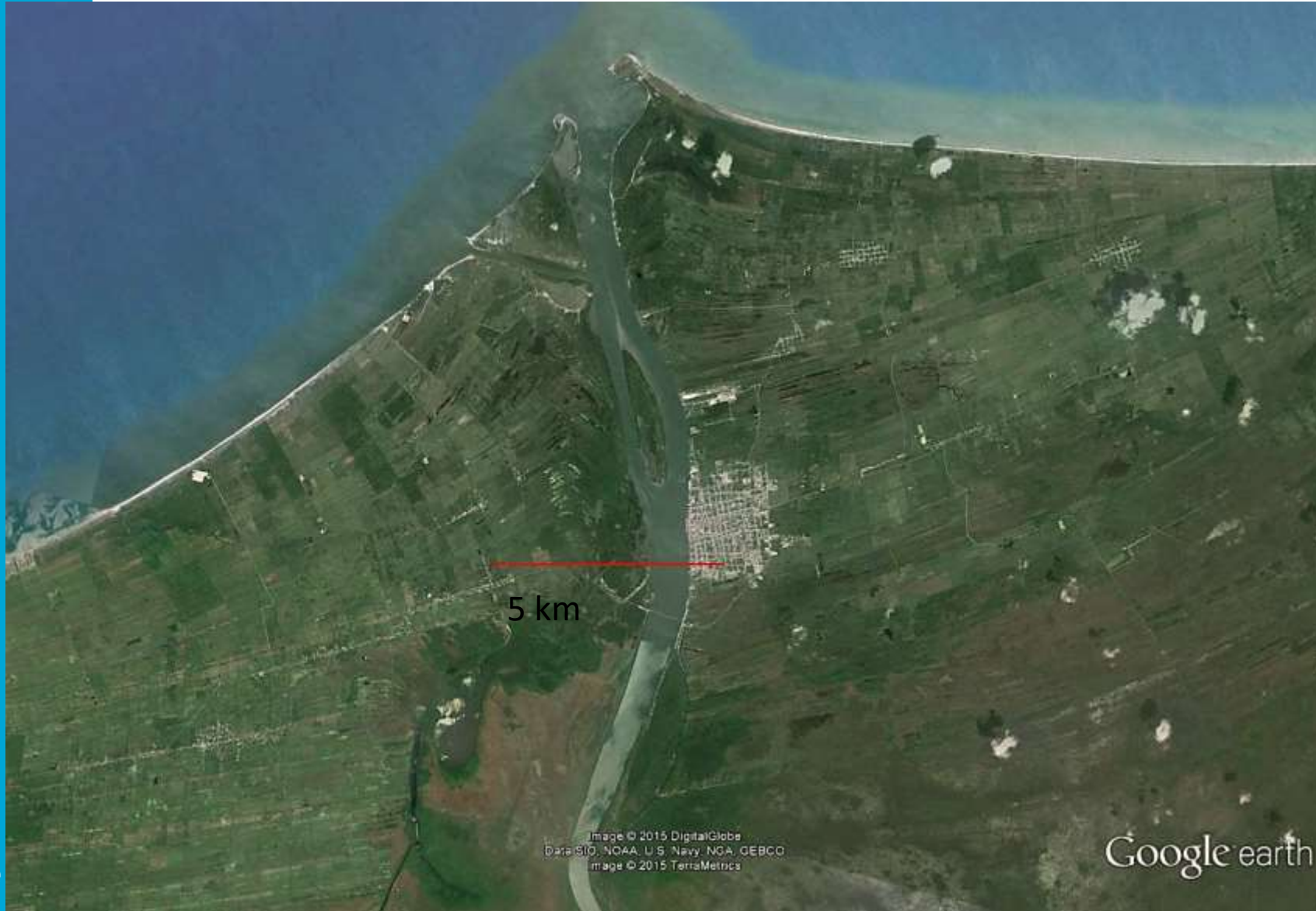
A>S

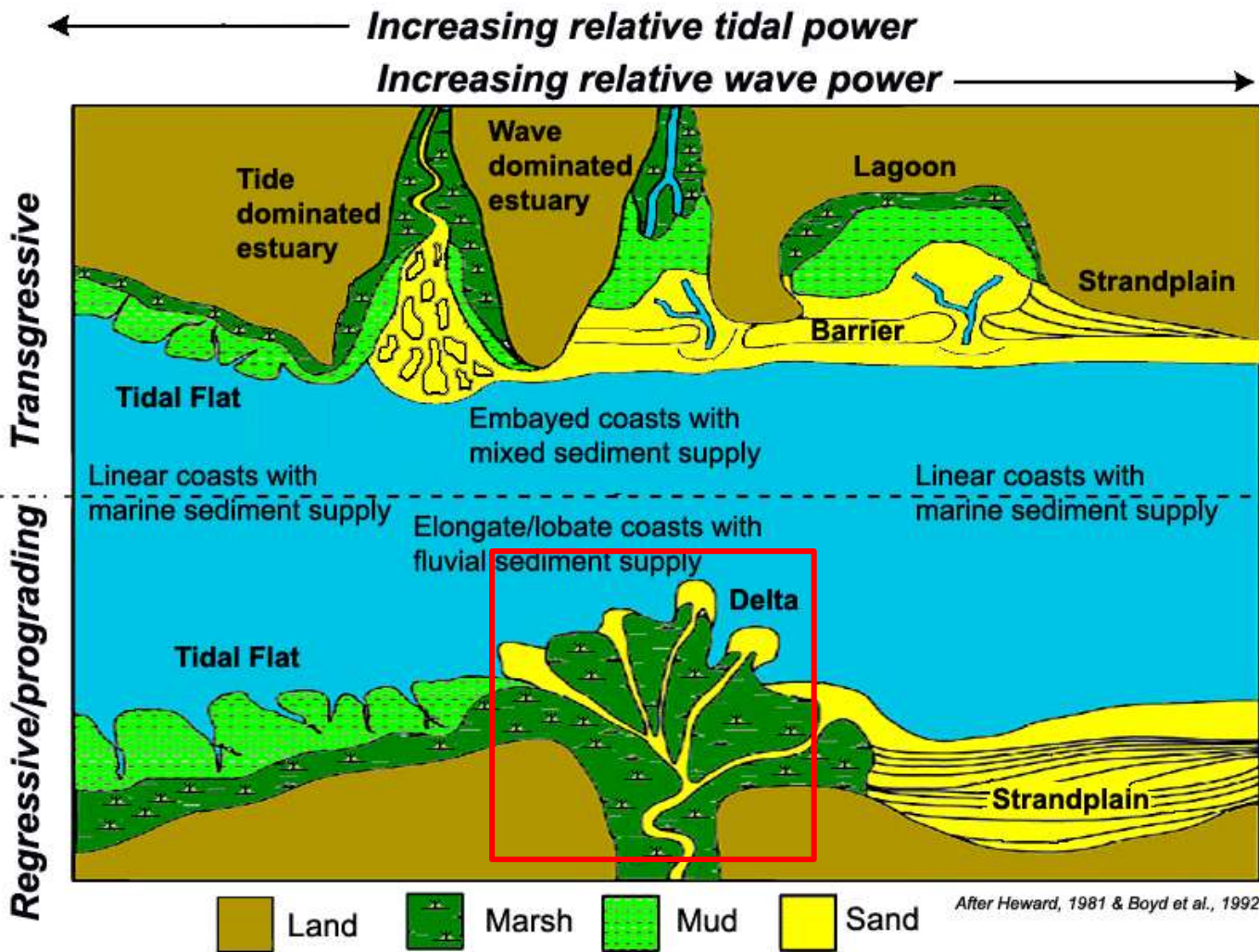
A<S

17 January 2019

24

Delta (wave dominated) Mexico





17 January 2019

26

Delta (Tide dom.) India - Ganges

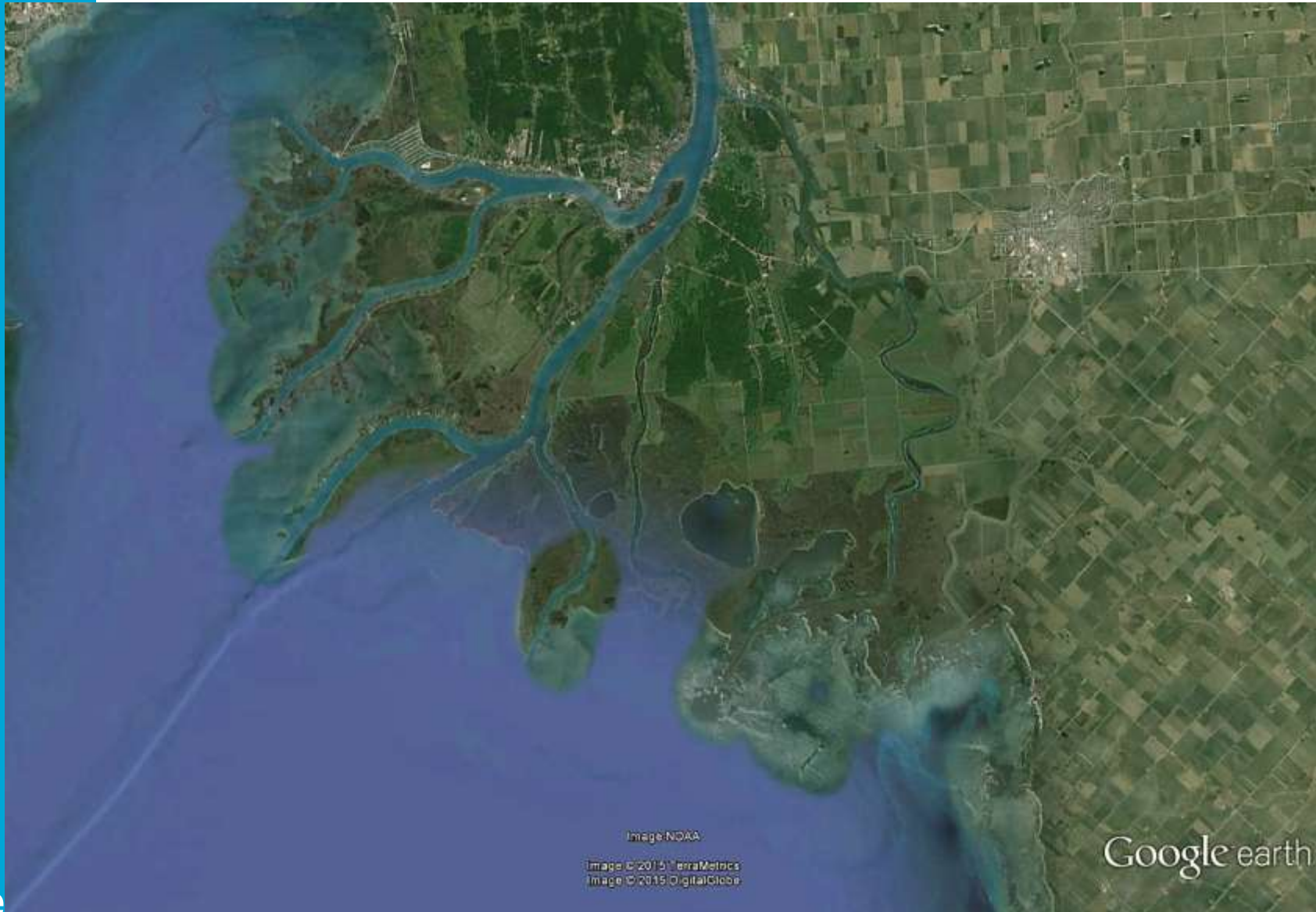


A<S

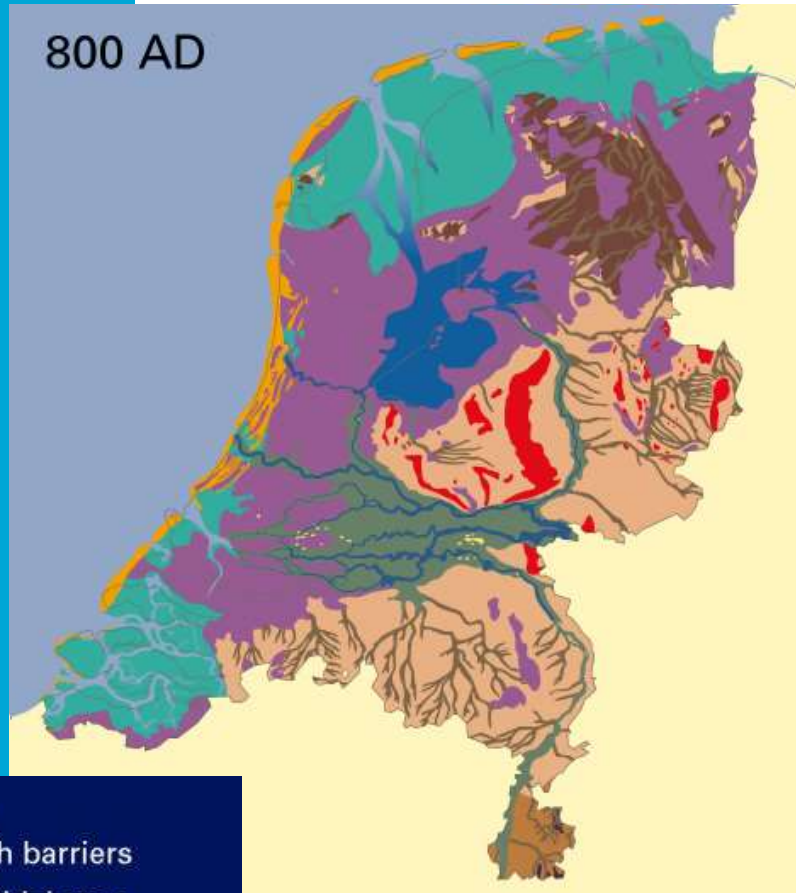
5 km

17

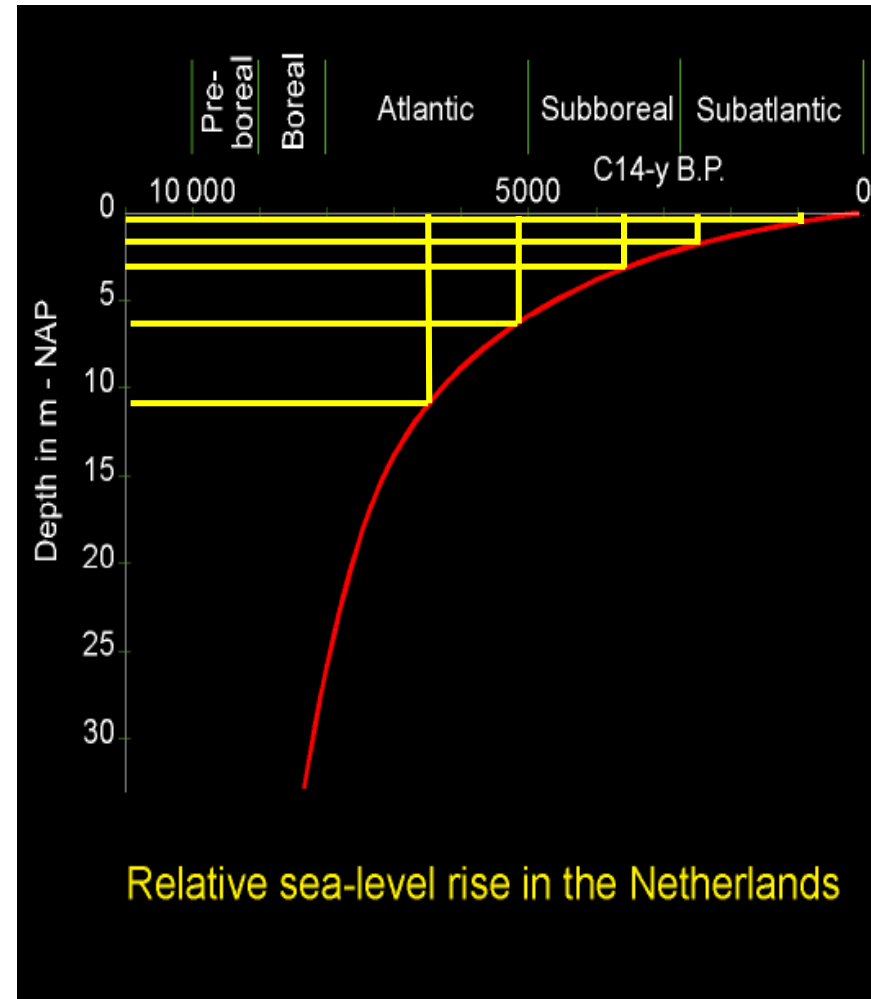
Delta (Fluvial dom.) St. Clair delta (US)



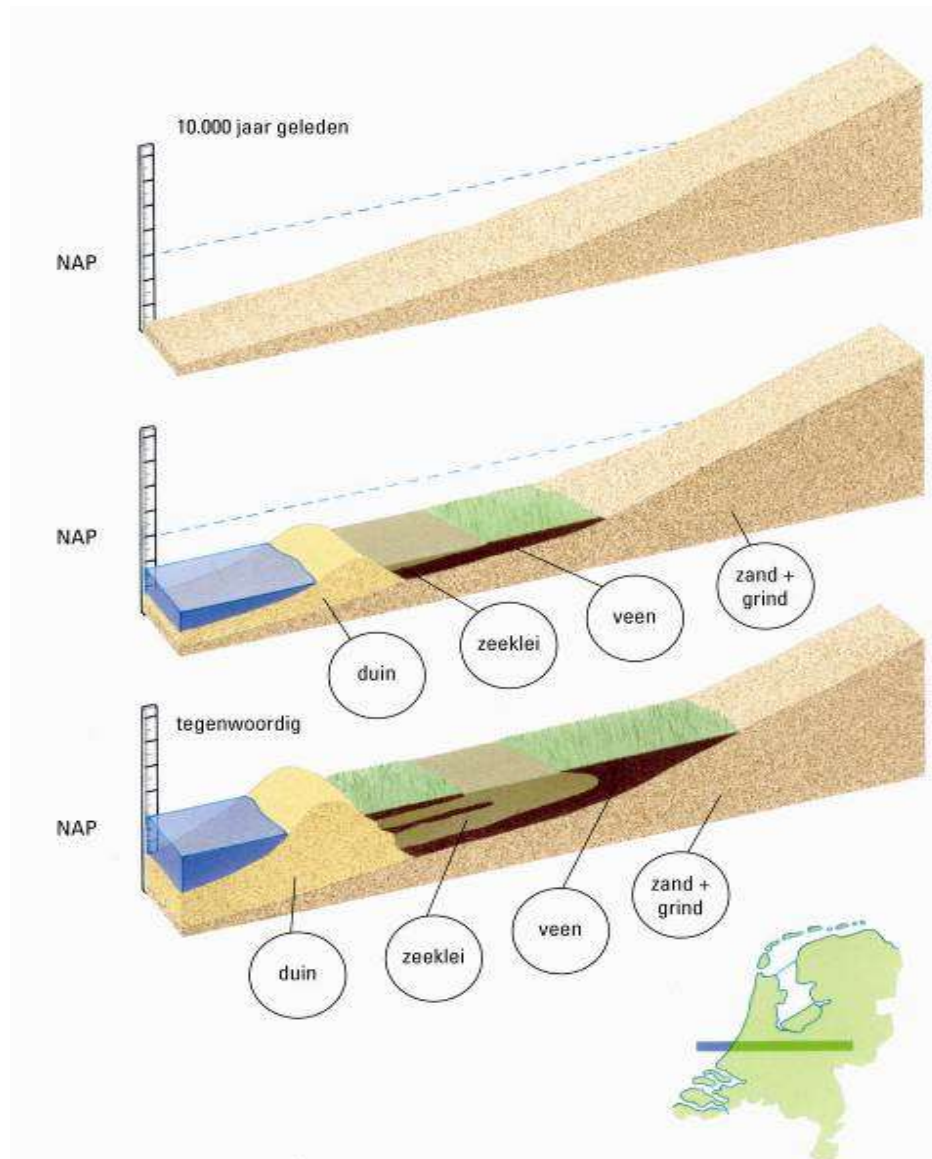
De ontwikkeling van het Nederlandse kuststelsel tijdens een recente stijgende zeespiegel



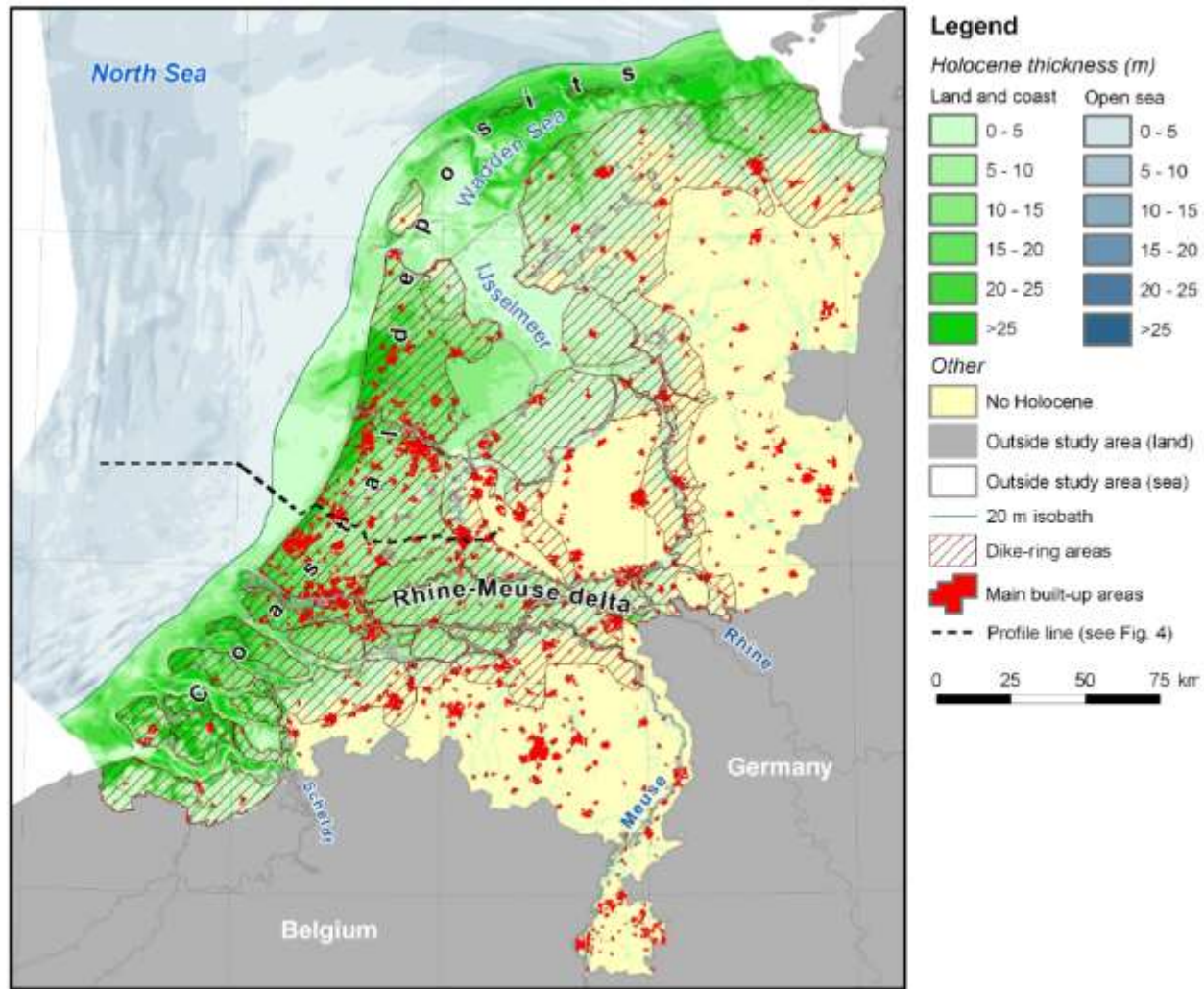
- Sea
- Beach barriers
- Intertidal area
- River flood plain
- Eolian 'river' dunes
- Tidal channels
- Peat marshes



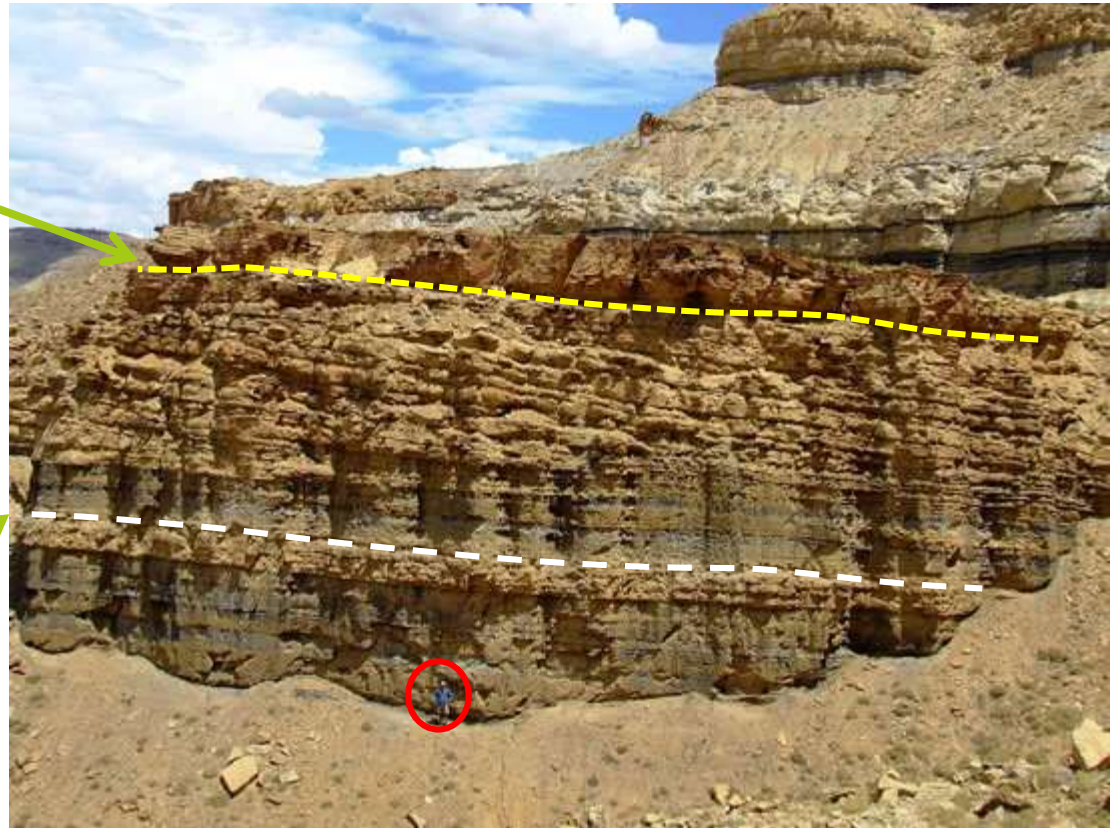
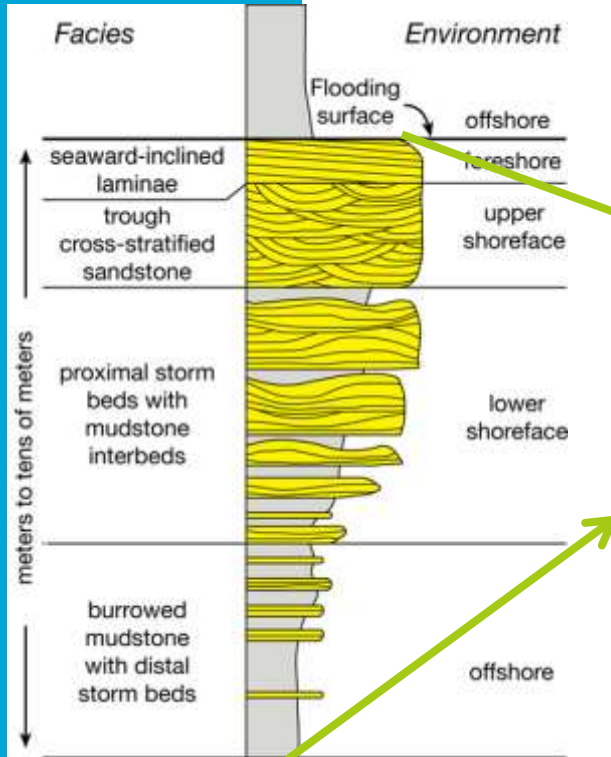
De ontwikkeling van het Nederlandse kuststelsysteem tijdens een recente stijgende zeespiegel



De dikte van het Holoceen sedimentpakket



Parasequence: wat blijft er over van één zeespiegel cyclus?



Uitstapje naar het verre verleden → cycliciteit

Dit zijn sedimenten. Ieder laagje zou “ons holoceen” kunnen zijn.



Utah, kustafzettingen uit het Krijt

Een veenpakket van 10m dikte wordt uiteindelijk gereduceerd tot 1m steenkool

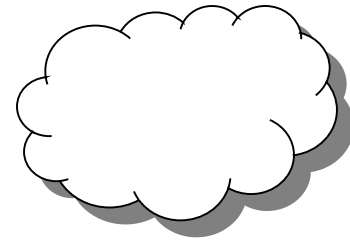
Utah, kustafzettingen uit het Krijt

We begrijpen goed hoe het land veranderd door een veranderende zeespiegel.

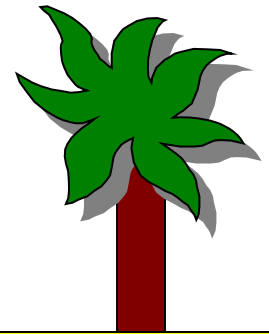
De geologie helpt ons hierbij

JOHN HOWELL 2002
WWW.BSRG.ORG.UK

Zeespiegel versus sediment beschikbaarheid



sediment: 0
Zeespiegel : +



De rol van sediment (zand en klei)

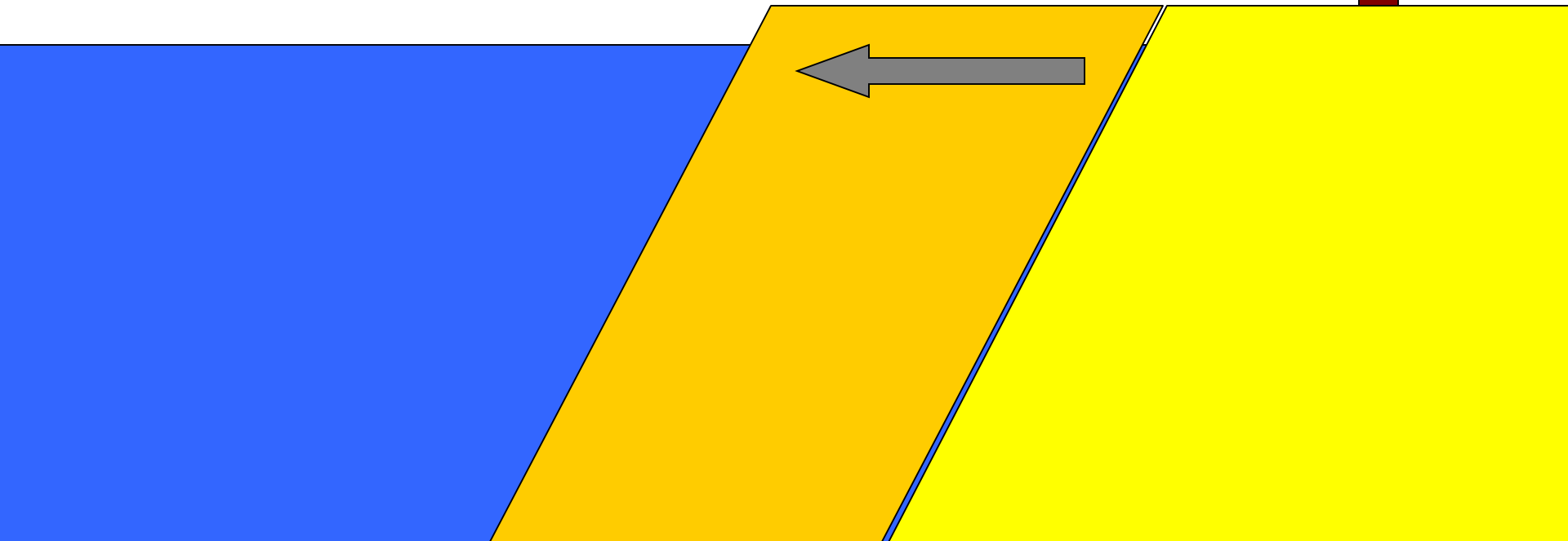
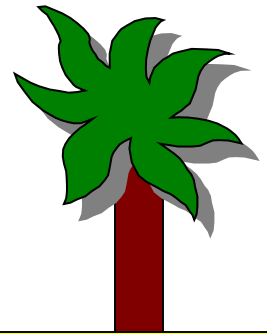
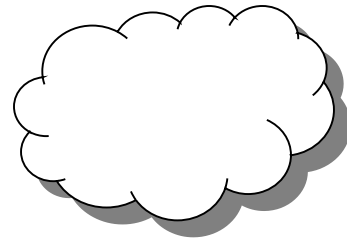


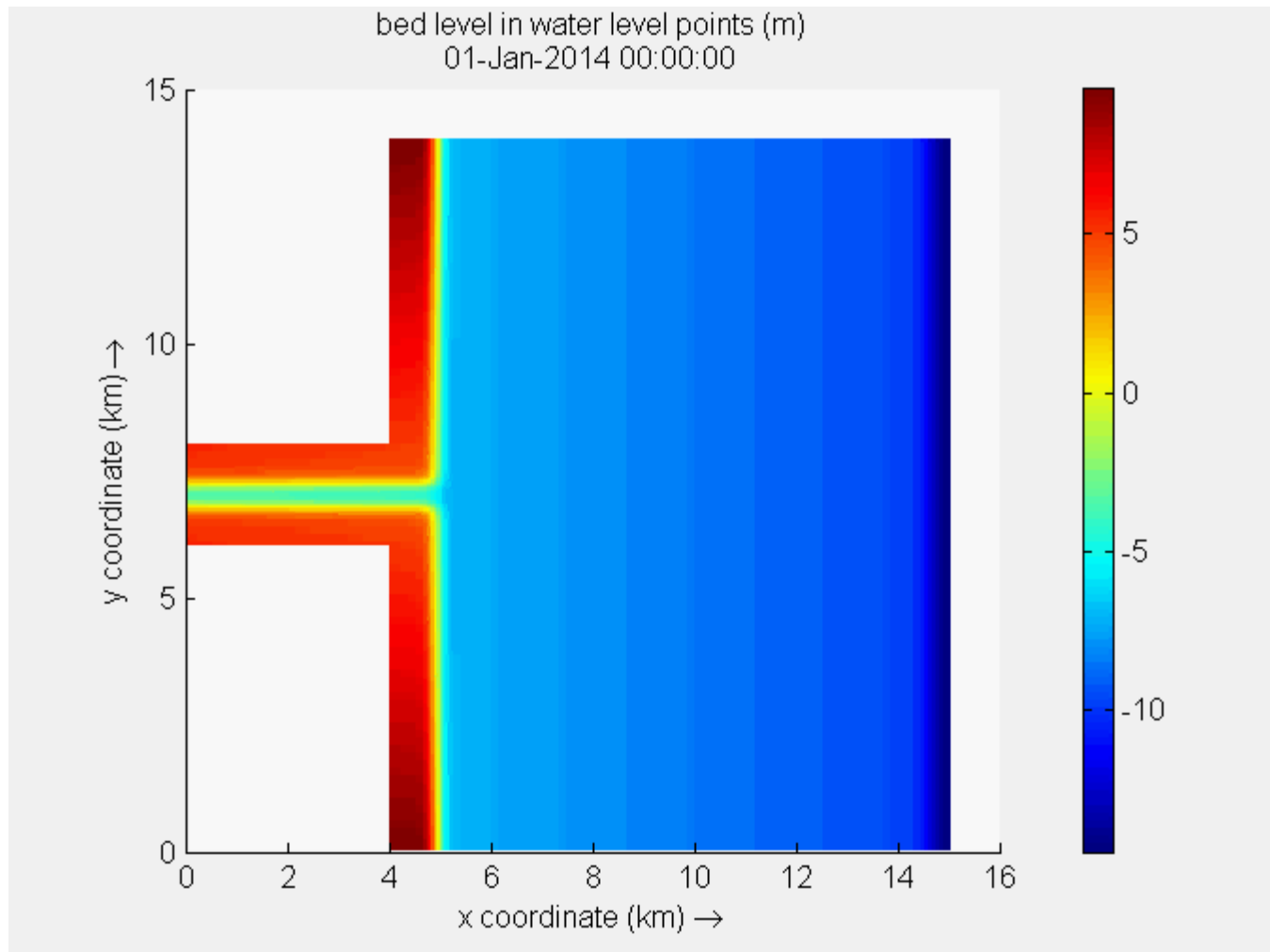
Worldpress.com

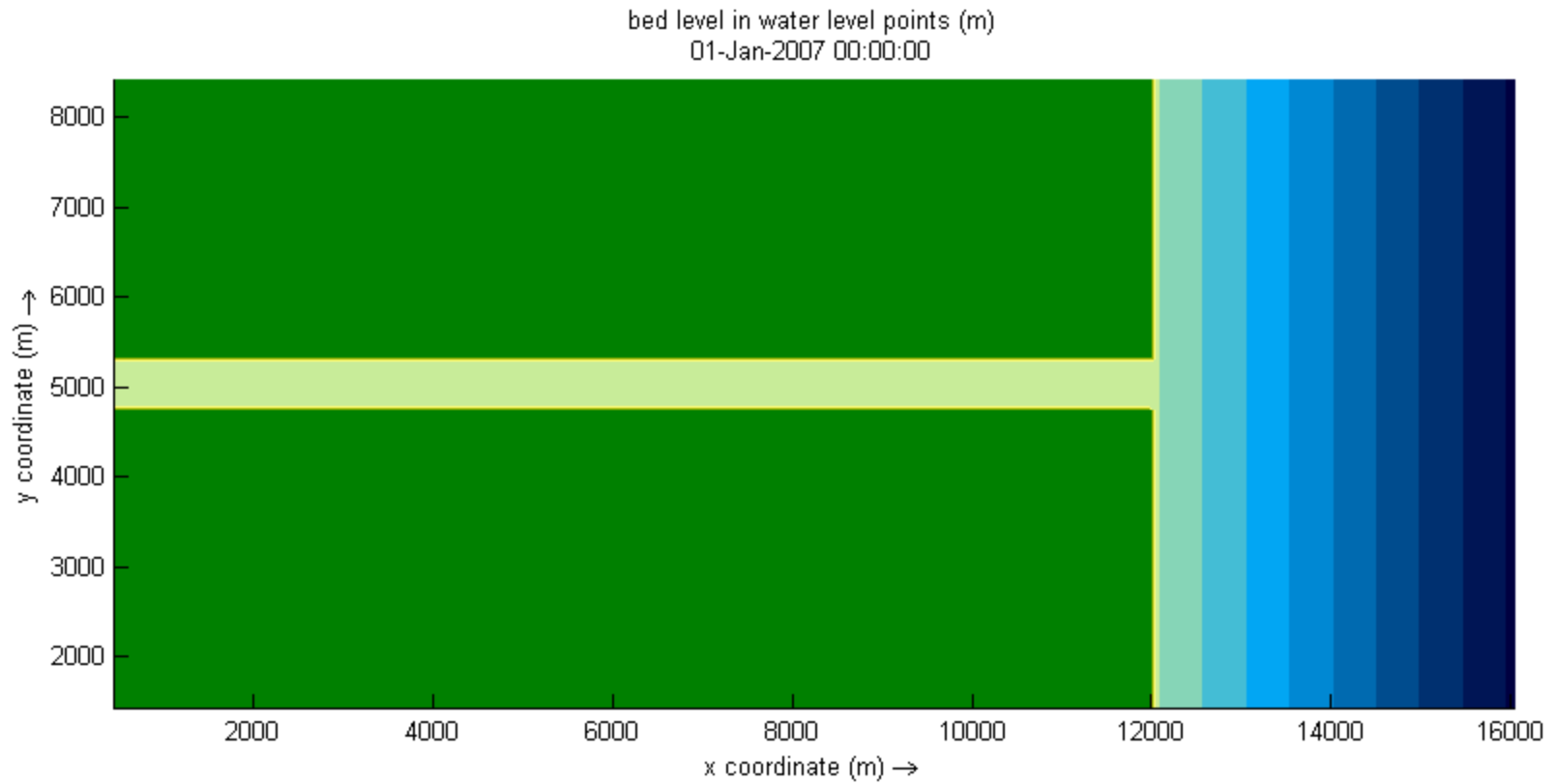


Zeespiegel versus sediment beschikbaarheid

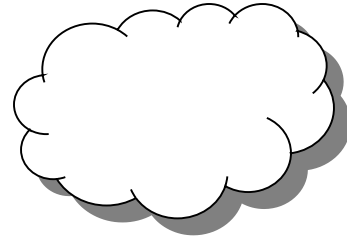
sediment: +
zeespiegel: 0



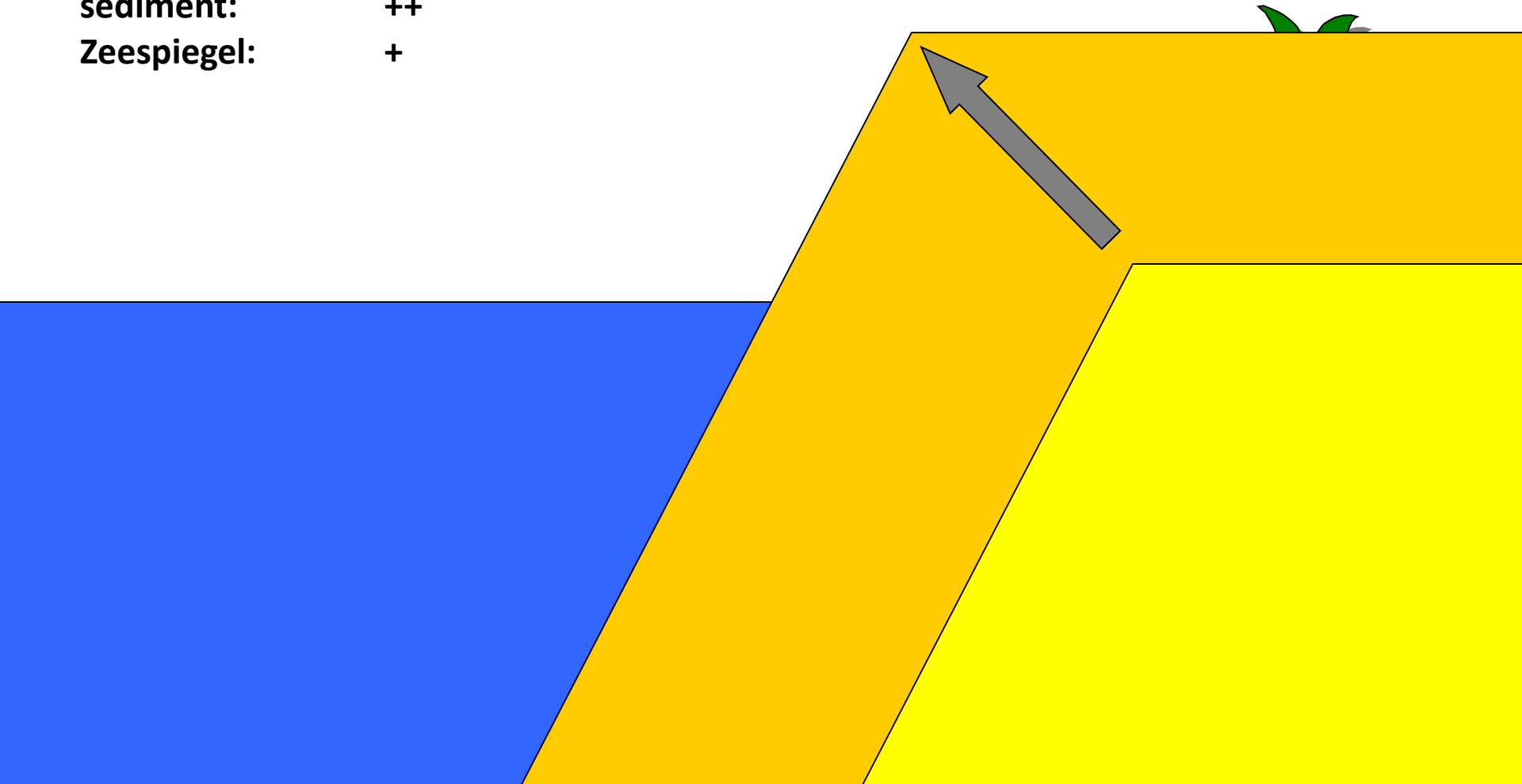


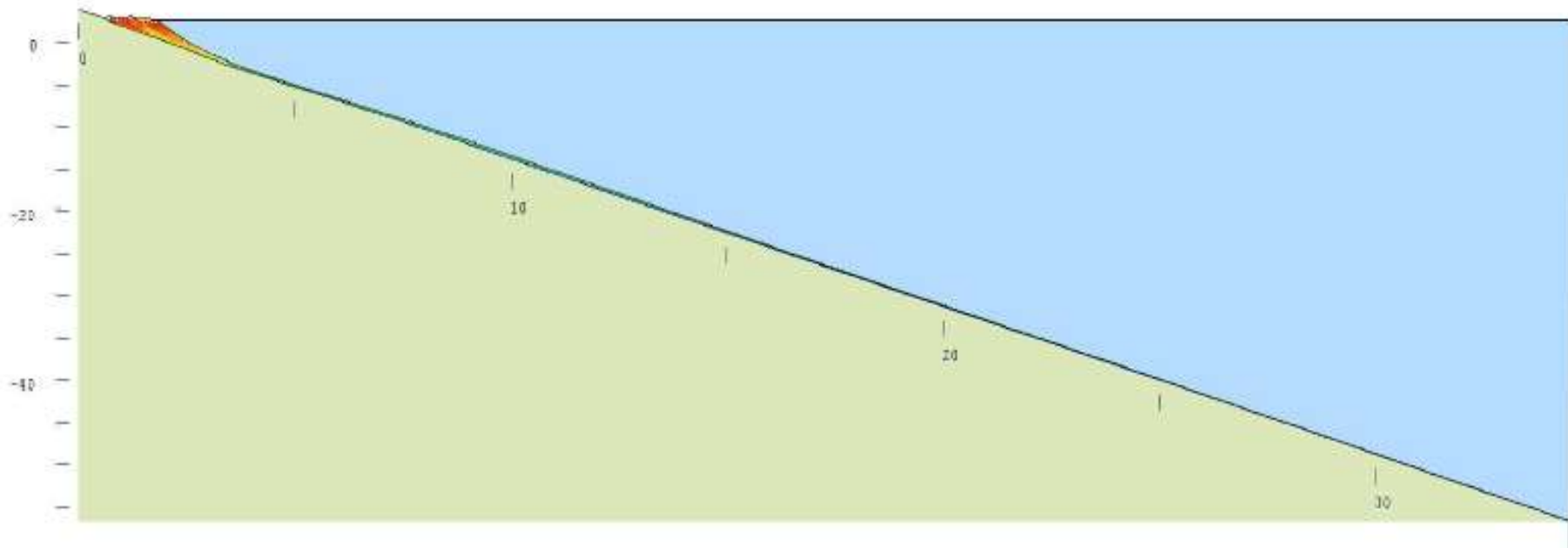


Zeespiegel versus sediment beschikbaarheid



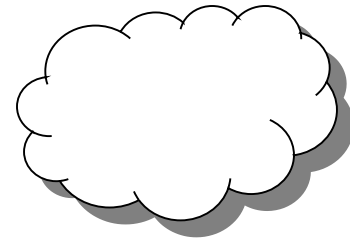
sediment: ++
Zeespiegel: +



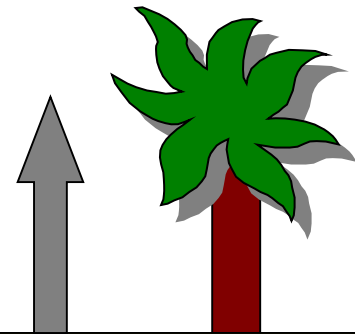


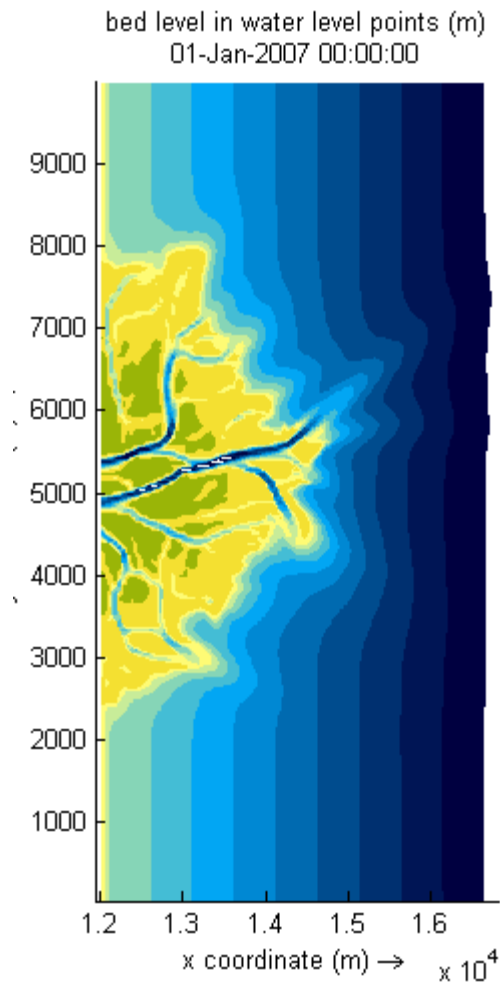
Zeespiegel versus sediment beschikbaarheid

Nederland



sediment: 0
Zeespiegel: ++





Computersmodellen

- De huidige computersmodellen zijn nog niet goed genoeg om te voorspellen hoe Nederland er in 2100 of later uit zal zien.
- Ze geven wel erg goed inzicht in hoe de fysische systemen zich gedragen onder bepaalde condities
 - Mate van zeespiegelstijging
 - Meer of minder sediment
- Vervolgend kunnen we deze inzichten gebruiken om te beschrijven waar de groote toekomstige uitdagingen in Nederland liggen mbt toekomstige klimaateffecten.

Wat is het probleem in Nederland?

Het achterland krijgt geen sediment meer (we houden niet van natte voeten)

- *dijken houden water EN sediment tegen.*
- *ontwateren van natte veengebieden leidt tot bodemdaling*
- *zeespiegel stijgt*
- *Toename grondwater kwel*

Kortom: Ontkoppeling van het land t.o.v de zee/rivieren.

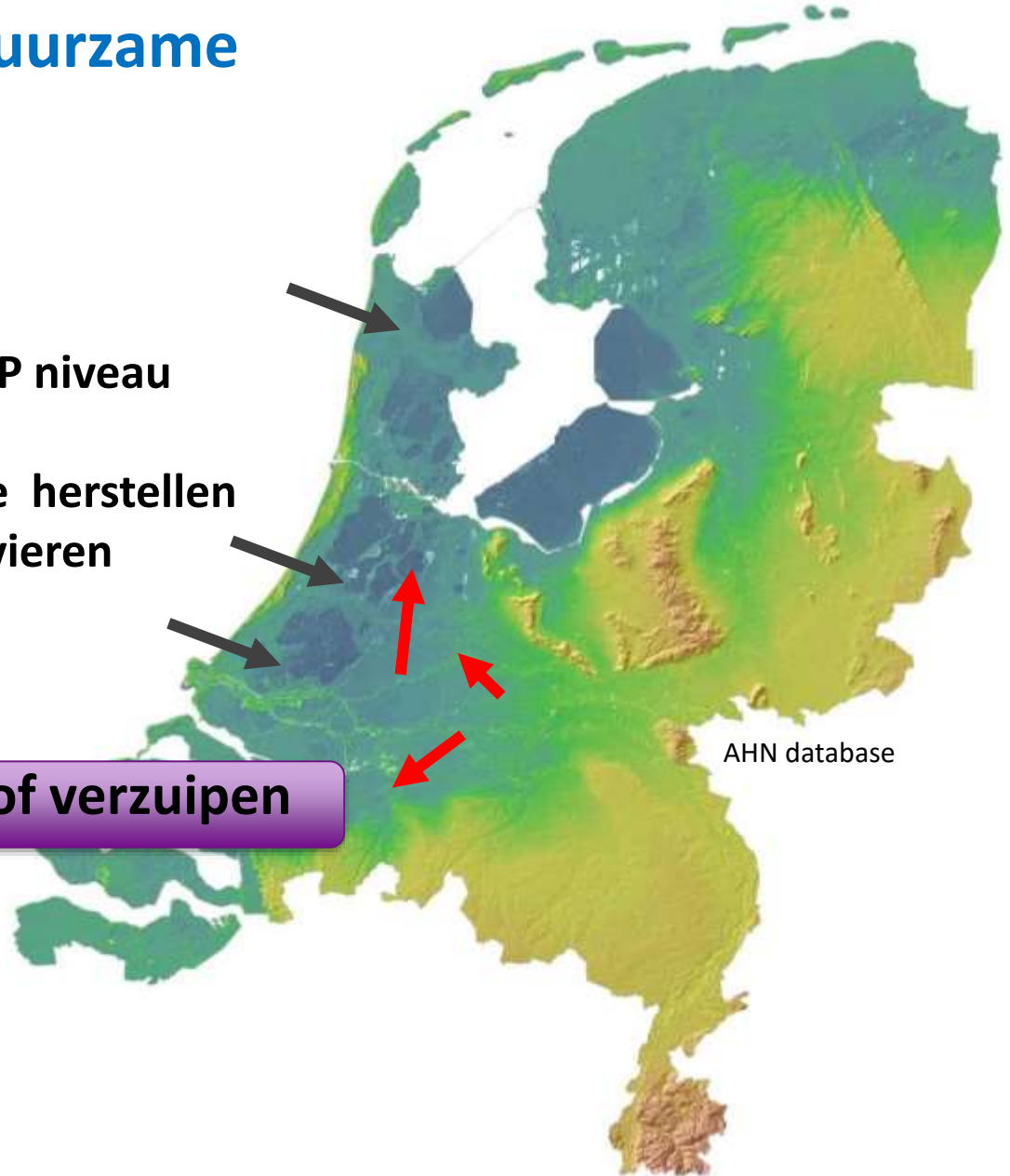
-Steeds hogere dijken en sterkere pompen zijn nodig

Als de zeespiegel zal stijgen is er *op termijn* voor Nederland maar één duurzame oplossing mogelijk

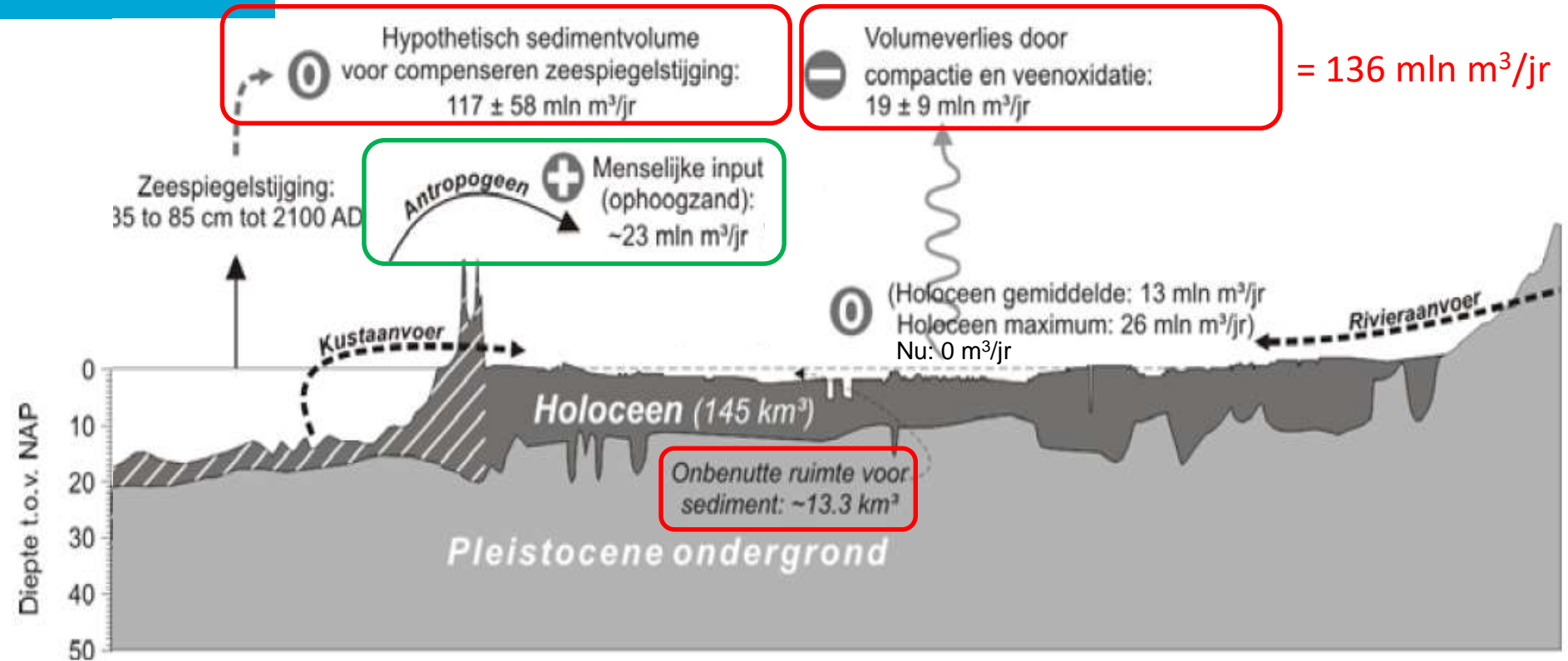
Ophogen van laagland

- Alle nieuwbouw op +NAP niveau
- Natuurlijke sedimentatie herstellen vanuit zeegaten en rivieren
- Natte komgebieden

Tot die tijd is het pompen of verzuipen



Nederland 2.0?



Technisch mogelijk, economisch haalbaar

TNO-Deltares-RIKZ studie: Van der Meulen et al (2007)

Regional sediment deficits in the Dutch Lowlands: Implications for the long-term land-use options. Journal of Soils and Sediments

Nederland 2.0 in getallen

KUST

Jaarlijks tekort door zeespiegelstijging	- 12 mln m ³ /jr
Suppleties	+ 12 mln m ³ /jr
Zandmotor totaal 21 mln m ³	+ 2.5 mln m ³ /jr
<i>Totaal per jaar</i>	<i>+ 2.5 mln m³/jr</i>

LAND

totaal tekort = 13.3 km³ = 13.300 mln m³

Opvulling 'gat'over 100 jr:	- 133 mln m ³ /jr
Kompensatie zeespiegel+compactie	- 136 mln m ³ /jr
Heden: Ophoogzand	+ 23 mln m ³ /jr (binnen ringdijken, 45 mln m ³ totaal)
<i>Totaal per jaar:</i>	<i>- 246 mln m³/jr</i>

Nederland 2.0 in getallen

Totaal per jaar:

- 246 mln m³/jr

Kosten zand: ~10 Euro per m³

Ruwe kosten totaal **2,5 Miljard euro per jaar**

→ 3-4x meer ophoogzand verwerken bij nieuwbouw projecten ~120 mln m³/jr (+NAP)

→ **Overige 120 mln m³/jr?** deels via slim natuurlijke sedimentatie rivieren en getijde?

De maatschappelijke en politieke discussie moet nog gevoerd worden

Willen we heel laag-liggend Nederland naar +NAP brengen? Differentiatie? Aaneengesloten 'hoge' nieuwbouwprojecten die ook bescherming bieden voor lagere (historische) delen? UrbanTerpen?

Nederland 2.0 in getallen

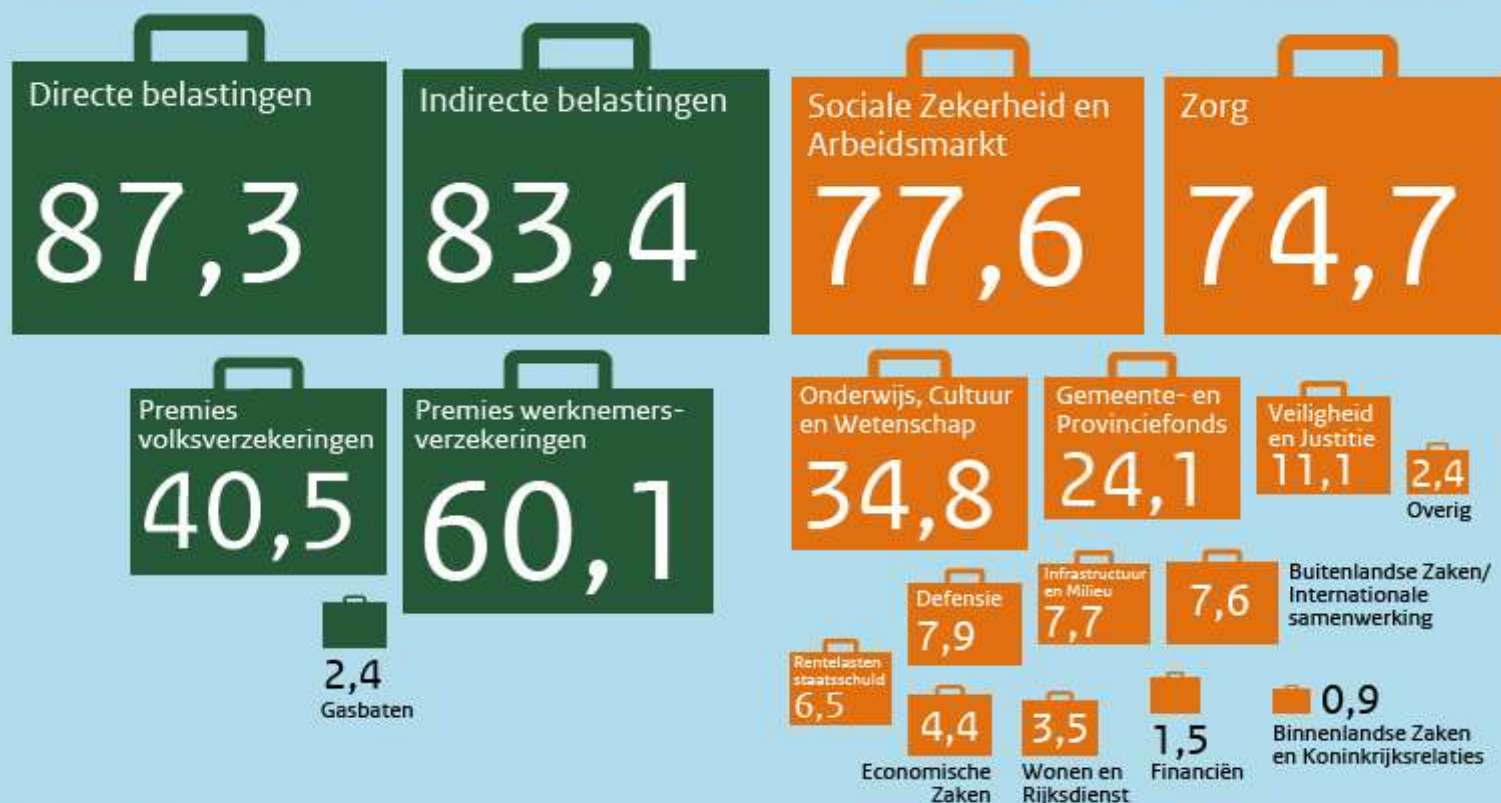
RIJKSJAARVERSLAG 2017

INKOMSTEN

UITGAVEN

in miljarden euro totaal **€ 273,7**

€ 264,6 in miljarden euro totaal



Cijfers zijn afgerond

Conclusie

1. Geologisch inzicht laat zien dat laag-Nederland tgv zeespiegelstijging **op termijn** in de problemen zal komen
2. Voorkom dat de zeespiegel verder stijgt door strikte CO₂ uitstoot afspraken
3. Wanneer dat niet lukt:
 - Hoop op het alsnog doorzetten van een nieuwe ijstijd...(levert op termijn ook een hoop problemen op, maar dat is voor een volgende keer)
 - Geen ijstijd → Aanpassing:
 - 'Korte termijn': harder pompen en ophogen dijken (uitstel fase)
 - 'Lange termijn': Uitvoeren plan Nederland 2.0 (herstel- en opbouwfase)
 - Ophogen landelijke gebieden (duur maar kan)
 - Nieuwbouw op terpen (bestaande 'technologie')
 - sedimentaanoever toestaan, meer natuurlijke kust en riviersystemen
 - zowel de korte als de lange termijn beginnen vandaag