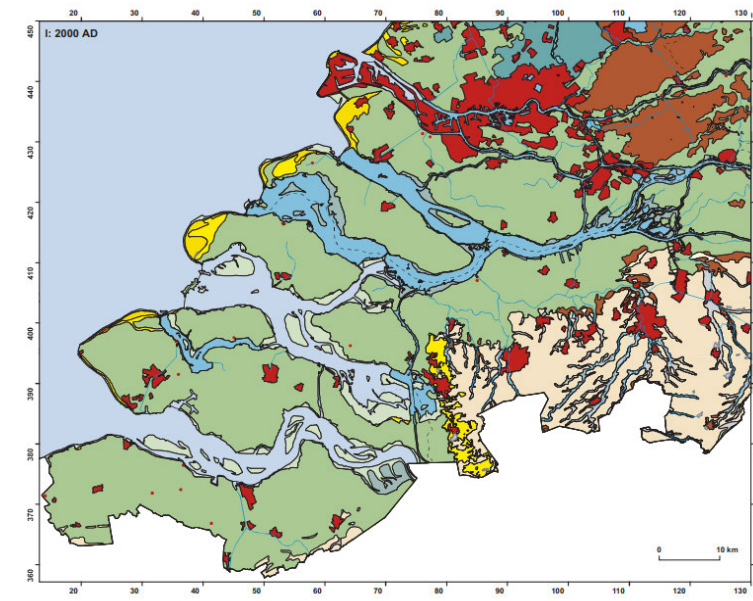
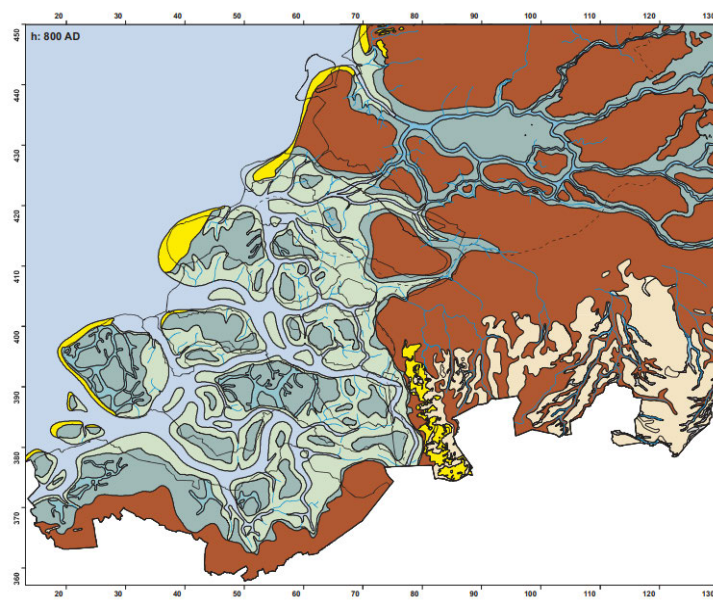
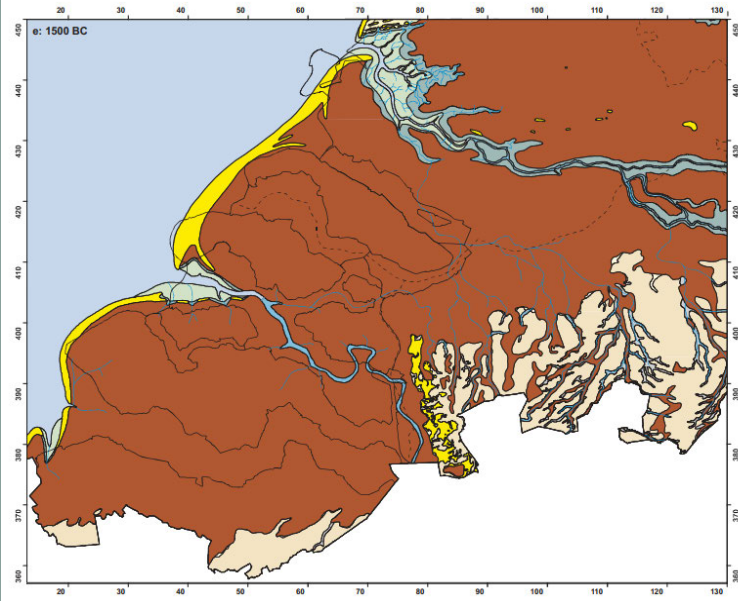
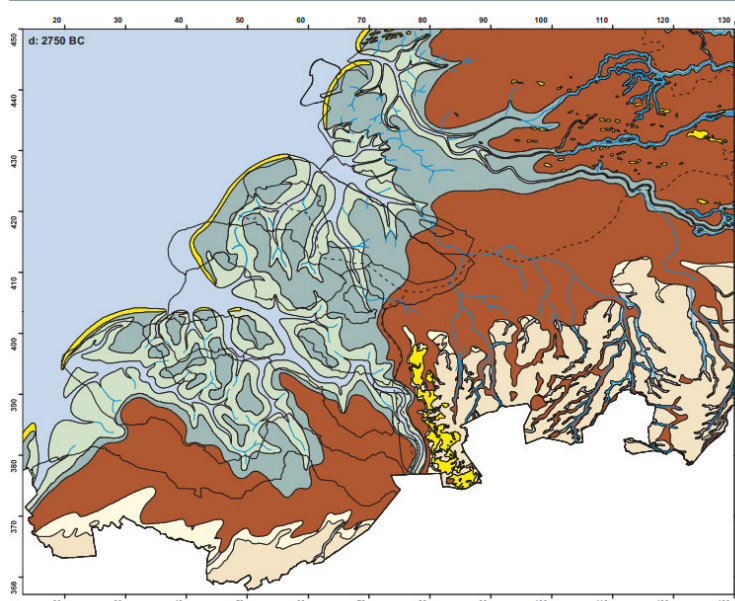
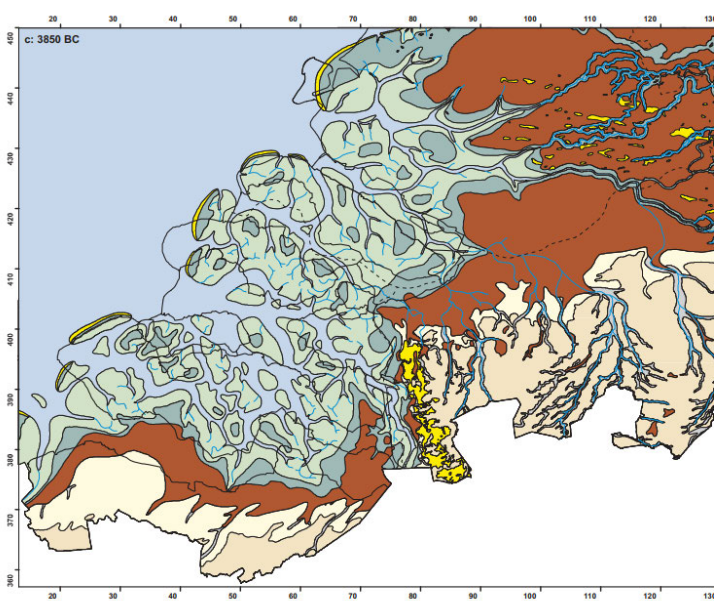
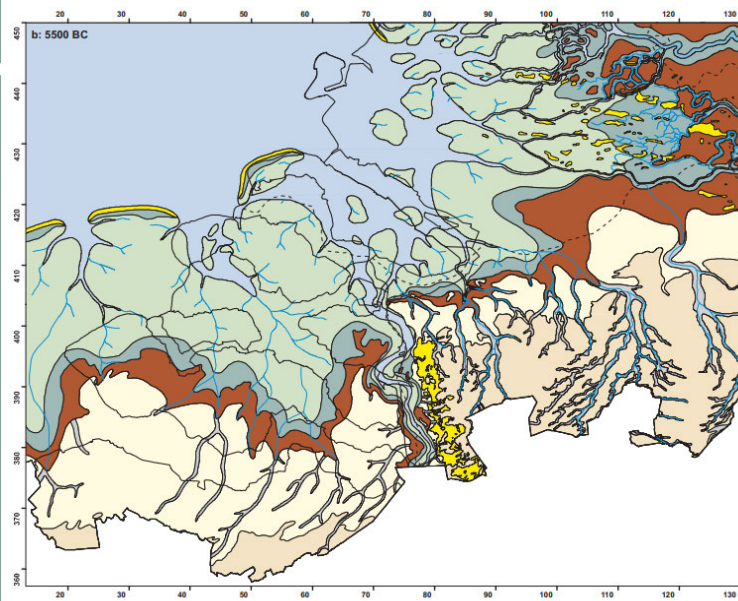


# Wat is nodig voor duinvorming op de strandwal/plaat van de Banjaard





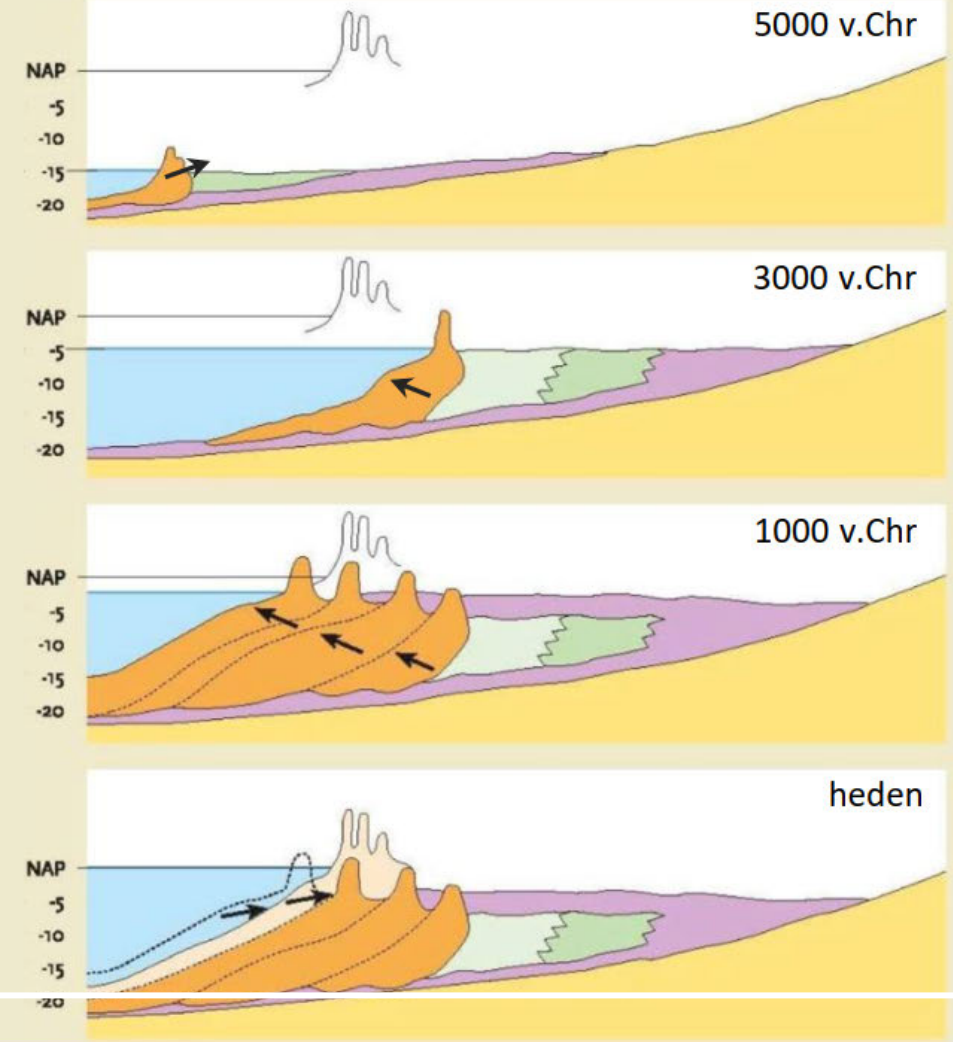




## Diverse stadia die ons veel leren over strandwalvorming en daarna duinvorming:

- **Fase 1:** Snelle zeespiegelstijging bij flauw hellend kustprofiel met terugtrekkende kustlijn met kleine strandwallen
- **Fase 2:** Een afnemende zeespiegelstijging met een omvorming naar een steiler kustprofiel en zeewaartse uitbreiding van strandwallen met duinvorming (tot aan de Romeinse tijd)
- **Fase 3:** Een bijna stabiele zeespiegel maar met terugtrekkende kustlijn, erosie van strandwallen en oude duinen en landinwaarts vorming van jonge duinen tussen 800 – 1600 na Chr.

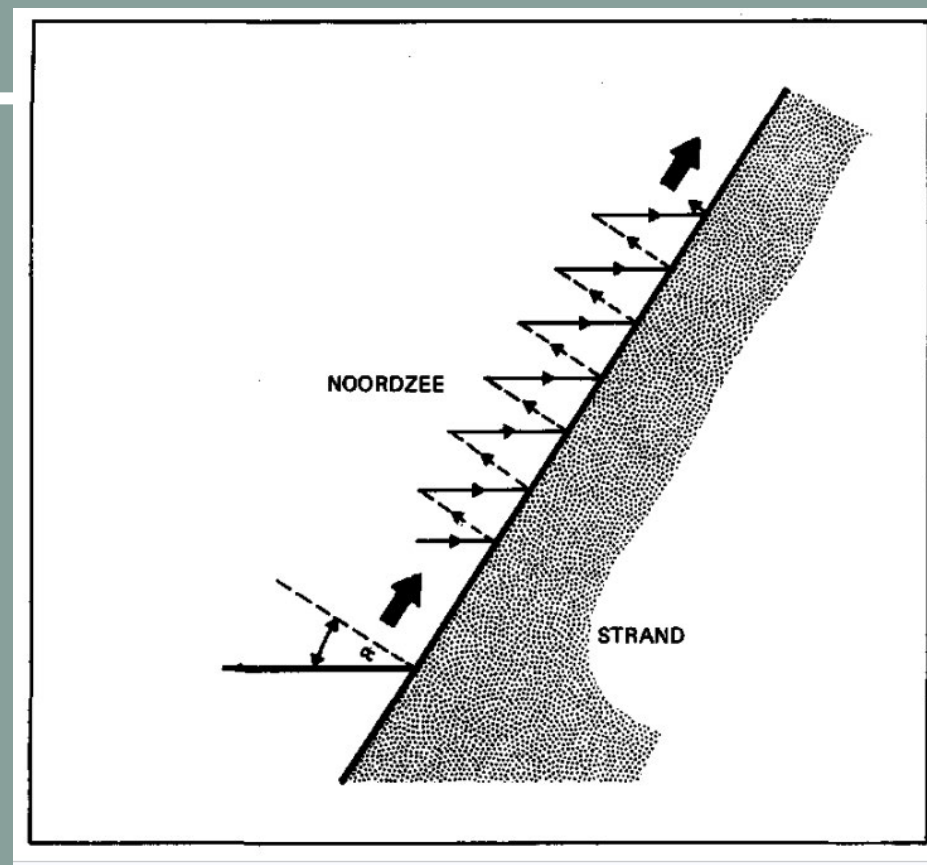
Schematische weergave van de ontwikkeling van west-Nederland bij een steeds minder snel stijgende zeespiegel



Een aantal sturende principes liggen hieraan ten grondslag. Een belangrijke randvoorwaarde is sediment beschikbaarheid

# Sediment beschikbaarheid:

- kustwaarts sediment aanvoer vanuit kustnabije zone
- Kustlangse sediment aanvoer door transport van elders
- Aanvoer sediment door rivieren
- Afbraak oude delta's na rivierverlegging met kustlangs sediment transport
- Sediment aanvoer door balans verstorende suppleties die kustlangse effecten veroorzaken
- Afbraak van een oude kustlijn elders

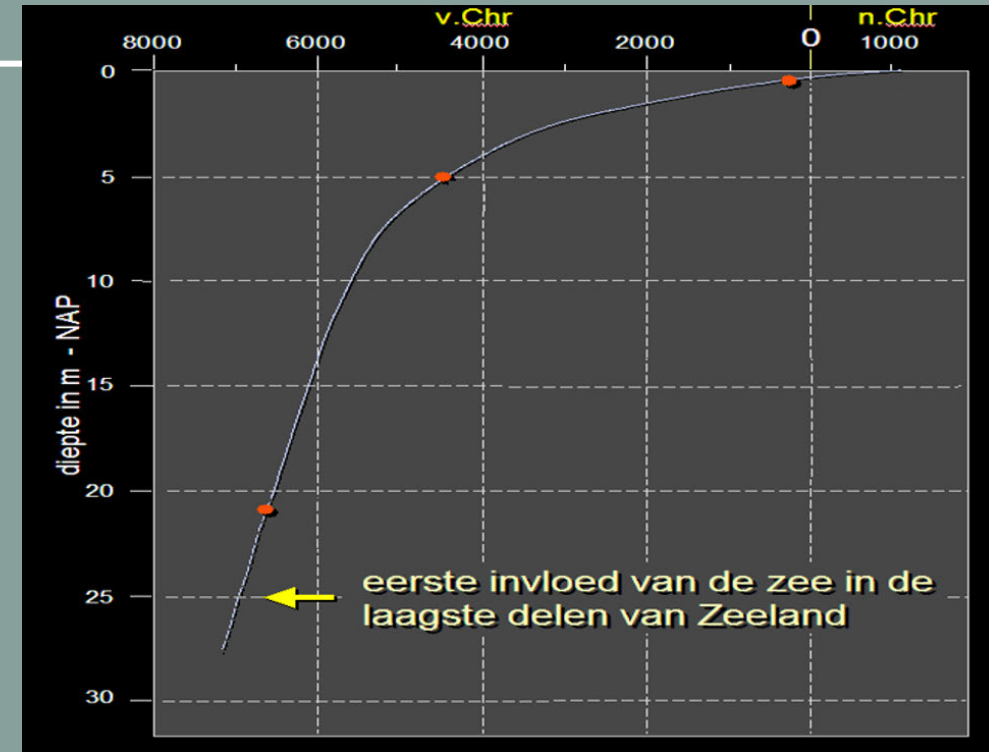


Principe van kustlangs sediment transport door overheersende schuin invallende golven

Wat gebeurde er tijdens de genoemde 3 fases?

## Fase 1: de eerste kleine strandwallen ontstaan

- In het begin van het Holoceen een zeer snelle zeespiegelstijging van meer dan een meter per eeuw
- Te weinig sediment beschikbaar in verhouding tot zeespiegelstijging
- Sediment verdwijnt naar de lagune achter de strandwal (sediment sink)
- Strandwal erg smal (maximaal enkele honderd meters)
- Weinig duinvorming door te geringe sediment beschikbaarheid en te smalle strandwal



### Sediment sinks in een kuststelsel:

- Opvulling lagunes achter strandwal
- Zeewaartse afvoer naar diepe geulen in de nabijheid
- Afvoer sediment naar elders door sterke kustlangse stroming

## Fase 2: zeewaartse uitbouw van strandwallen met duinvorming

- Zeespiegelstijging nam af tot 15 cm/eeuw
- Hierdoor verdwijnt de lagune sediment sink. Daar ontstaat vervolgens schorvorming en later veenvorming
- Sediment beschikbaar mede door omvorming flauwe kustprofiel naar kustprofiel met steilere helling waardoor golfvloed sterker wordt
- Hierdoor sterke zeewaartse uitbouw van strandwallen met duinvorming (tot 10 meter hoogte) door sediment overschot (de oude duinen)
- Door steeds breder wordende zone met strandwallen kon zoetwaterbel ontstaan
- In Romeinse tijd wordt maximale uitbreiding bereikt en raakt beschikbare sediment in de kustnabije zone uitgeput waarna erosie op gaat treden

### Lessen uit fase 1 en fase 2:

- Voor stabiele kust en uitbouw mogen er geen sediment sinks aanwezig zijn
- Voor vorming van duinen is een stabiele of uitbouwende strandwal met strandzone nodig waarbij sprake is van een sedimentoverschot
- Duinvorming is eigenlijk een bonus die verdient moet worden door voldoende sediment aanvoer in een evenwichtig systeem
- Vorming van een houdbare zoetwaterbel treedt op bij stabiele en uitbouwende strandwallen met duinvorming
- Bij verstoring in de balans reageert het systeem erg snel
- Hoe minder de zeespiegelstijging hoe meer ruimte voor stabiele of uitbouwende strandwallen

## Fase 3: Terugtrekking van de kustlijn en vorming van jonge duinen landinwaarts

- Sediment beschikbaar viel in belangrijke mate weg vanuit de kustnabije zone doordat deze op was gegaan aan de eerdere kustuitbouw
- Er gaat kusterosie optreden waarbij strandwallen en oude duinen worden opgeruimd en vrijkomend sediment landinwaarts de jonge duinen gaat vormen
- Periode van vorming jonge duinen trad vooral op tussen 800 en 1600 na Christus
- Op moment dat de mens de primaire zeereep ging vastleggen met planten (helm) stopte transport van sediment voor landinwaartse uitbreiding duinen en duinverplaatsing. De duinenrij werd onnatuurlijk bij het strand gefixeerd bij een eroderend kustprofiel
- Dit gaf begin van veel duinafslag en noodzakelijke herstel-suppleties.
- Door ingrepen van de mens raakte de balans uit het systeem

### Lessen uit fase 3

- Als sediment beschikbaar niet voldoende kan/zal een systeem van uitbouwend naar terugtrekkend omslaan
- De jonge duinen zijn eigenlijk een sediment sink in een eroderend kustsysteem

Een fase 2 situatie is dus optimaal voor een zeevaartse verdediging van onze kust ook wat betreft type duinvorming



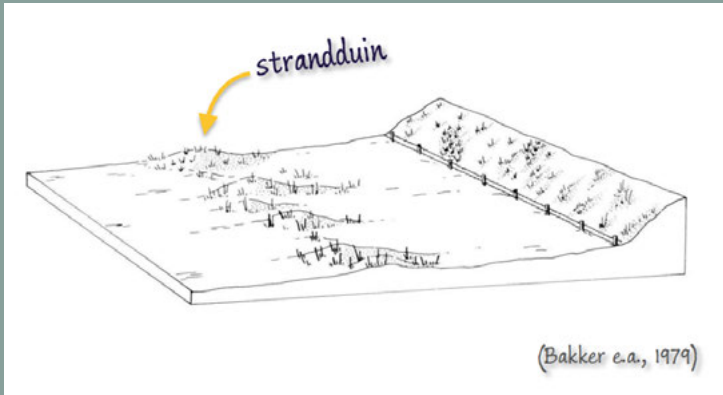
# Duinvorming



- Stabiele duinvorming en instandhouding duinen is mogelijk als er sedimentoverschot is in een strandwal uitbouwende situatie
- In deze situatie zal er geen sprake zijn van een enkele duinenrij maar een opeenvolging van:
  - Embryonale duinvorming op het strand achter schelpen, of aangespoeld materiaal waar biestarwegras en helm voor verdere groei van een embryonaal duintjes kunnen zorgen die samen tot een zeereep met kerven kunnen uitgroeien.
  - Van hieruit treedt transport van zand en omvorming duinen landinwaarts op. Op het strand vind weer nieuwe duinvorming plaats en tussen de eerste (nieuwe) en tweede duinenrij ontstaat een duinvallei, eigenlijk een voormalige strandvlakte.
  - Dit proces herhaalt zich tot een serie van duinenrijen die landinwaarts zich steeds verder gaan omvormen met duinvalleien daartussen en nieuwe duinvorming op het strand. Pas in een dergelijk systeem kan zich een robuuste zoetwaterbel vormen.



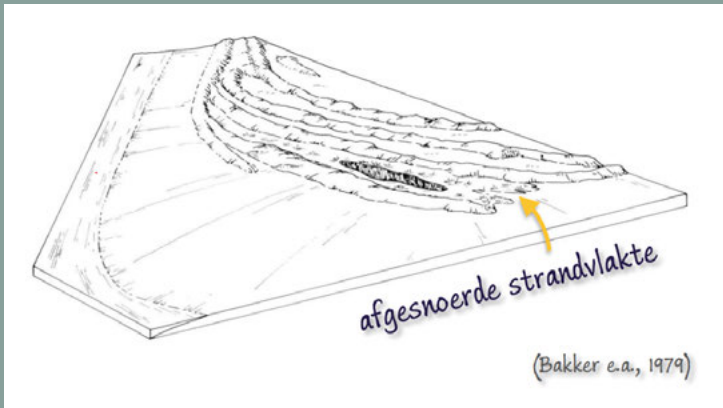
# Natuurlijke situatie bij uitbouw en voldoende sediment



Embryonale duinvorming

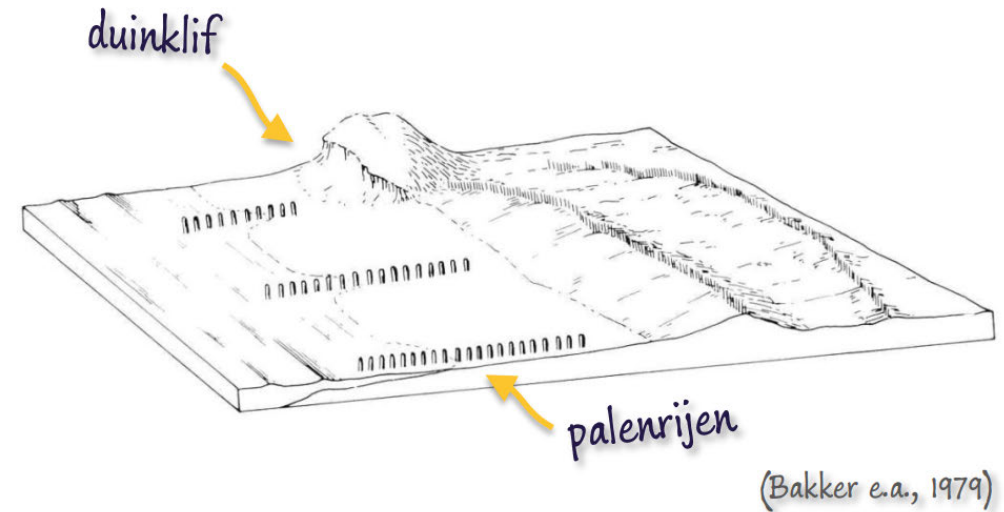


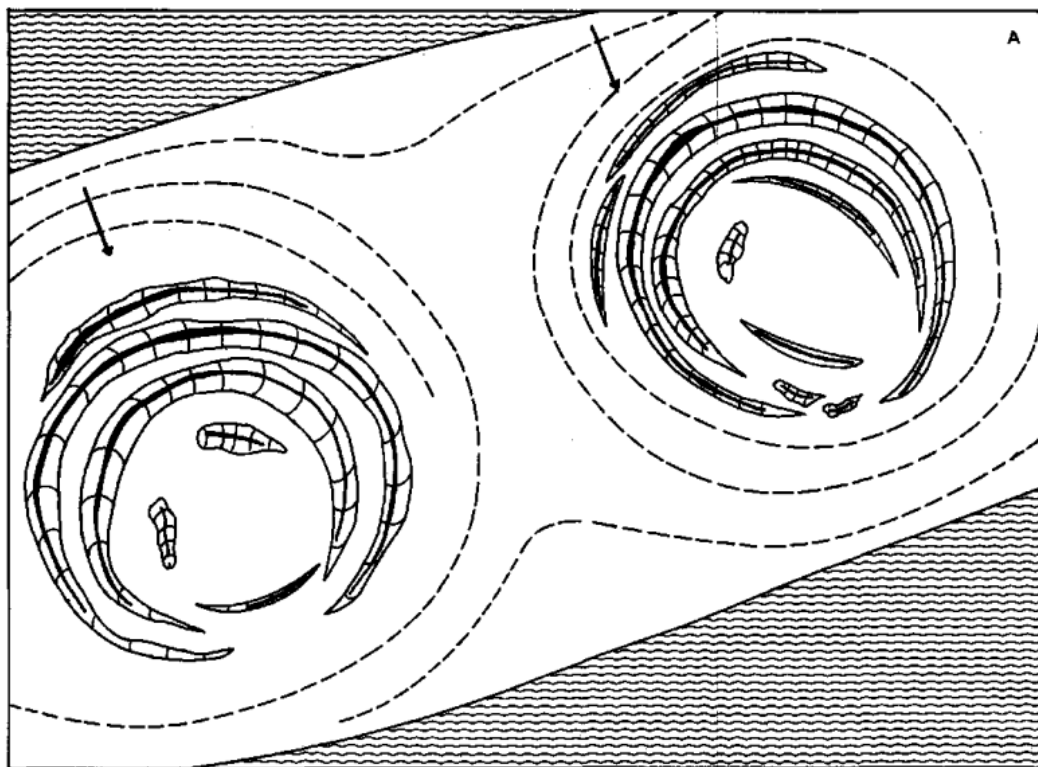
Omvorming zeereep naar achterland



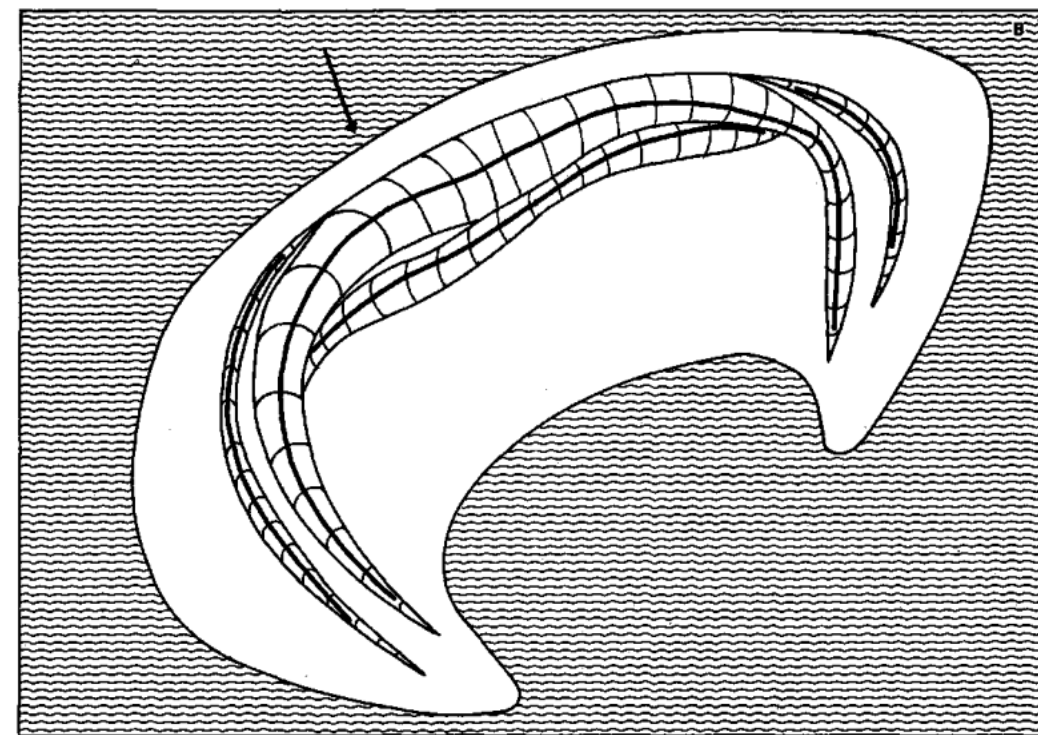
Opbouw van duincomplex

# Erosie situatie met fixatie duinenrij





Figuur 45. Oogduincomplex; cirkelvormig (A) of halfcirkelvormig (B); op hoge delen van een strandwal of een zandplaat c.q. Waddeneiland. Onderbroken lijnen: hoogtelijnen; pijl: overheersende windrichting en richting van zandaanvoer.



Bij stabiele solitaire strandwal of eigenlijk dan een zandplaat kunnen in een uitbouwsituatie met sediment beschikbaar de natuurlijke duinopvolgingen zich vormen tot een zogenaamd oogduincomplex of een langer gerekte haakstructuur inclusief zoetwaterbel

## Onderzoeksvragen:

- De hamvraag is ten diepste: kunnen we met de Banjaard in een fase 2 situatie (zeewaartse uitbouw strandwal/plaat met robuuste duinvorming) komen en wat zijn daarbij de randvoorwaarden in het huidige en het toekomstige systeem
- Ligt de huidige Banjaard op de juiste plek om tot een fase 2 situatie te komen
- Is er voldoende sediment beschikbaar om tot stabiliteit en uitbouw te komen
- Zijn er sediment sinks aanwezig of te verwachten
- Kan tot sediment overschot gekomen worden zodat robuuste duincomplexen gevormd kunnen worden en wat is de hoeveelheid beschikbare sediment die daarvoor nodig is (per lengte eenheid strandwal)
- Wat is de benodigde dimensie van het strandwal/plaat – duincomplex systeem om tot een stabiele zoetwaterbel te komen
- Waar ligt in de verhouding sediment beschikbaarheid en zeespiegelstijgingsnelheid het omslagpunt van een stabiele of zeewaartse uitbouw naar een terugtrekkend eroderende situatie (of omgekeerd)