

Summary Sedimentology 2011-2012

Introduction

Sedimentation is a synergy of:

- Sediment supply
- Caused by chemical, biological and physical processes
- Accommodation space

Accommodation space: the space in a sedimentary basin where sediment accumulation can take place.

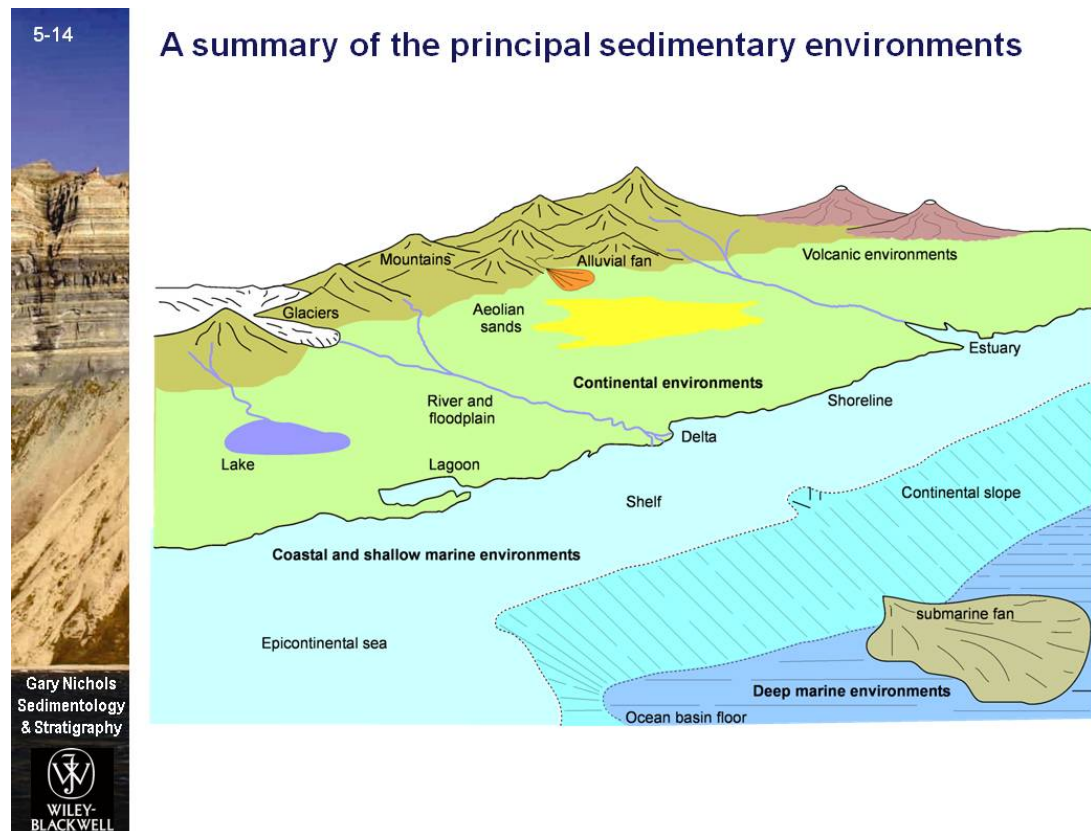
Sedimentary environments:

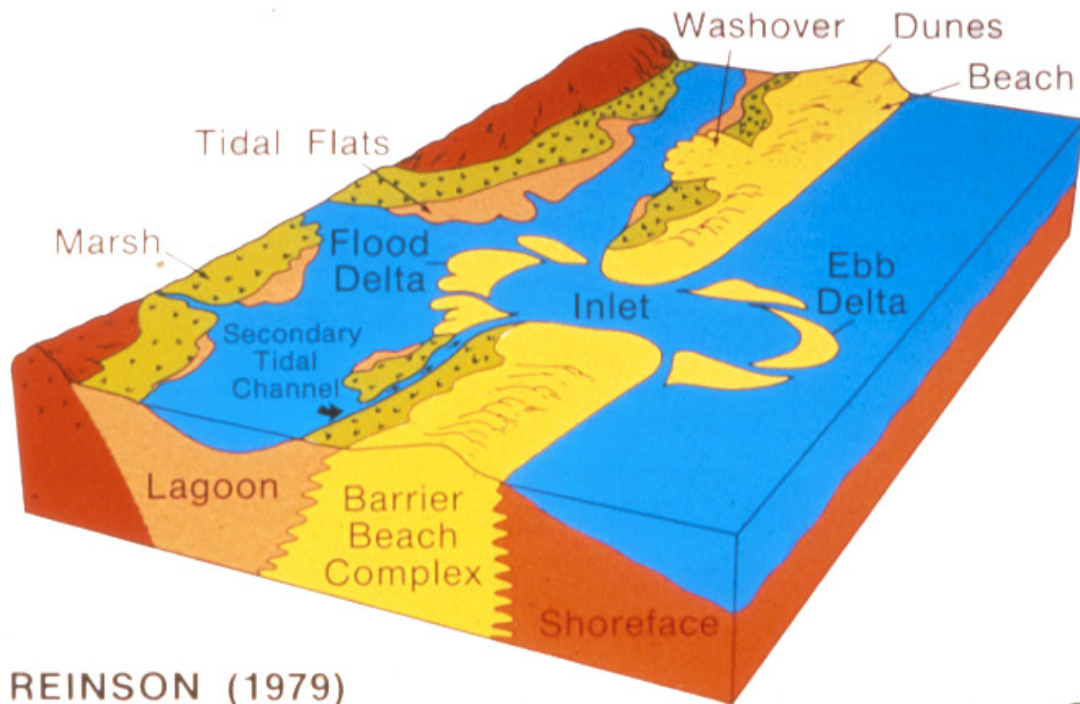
- Erosional $\text{input} < \text{output}$
- Non-depositional $\text{input} = \text{output}$
- Depositional $\text{input} > \text{output}$

Continental: fluvial, lacustrine, Aeolian

Coastal: deltas, linear

Marine: shelf, deep marine sands, pelagic





Sedimentary facies: Each sedimentary environment has its own set of sedimentary characteristics. In combination, the set of facies characteristics defines the sedimentary environment.

1. Geometry
2. Lithology
3. Sedimentary structures
4. Palaeo-flow patterns
5. Fossil contents

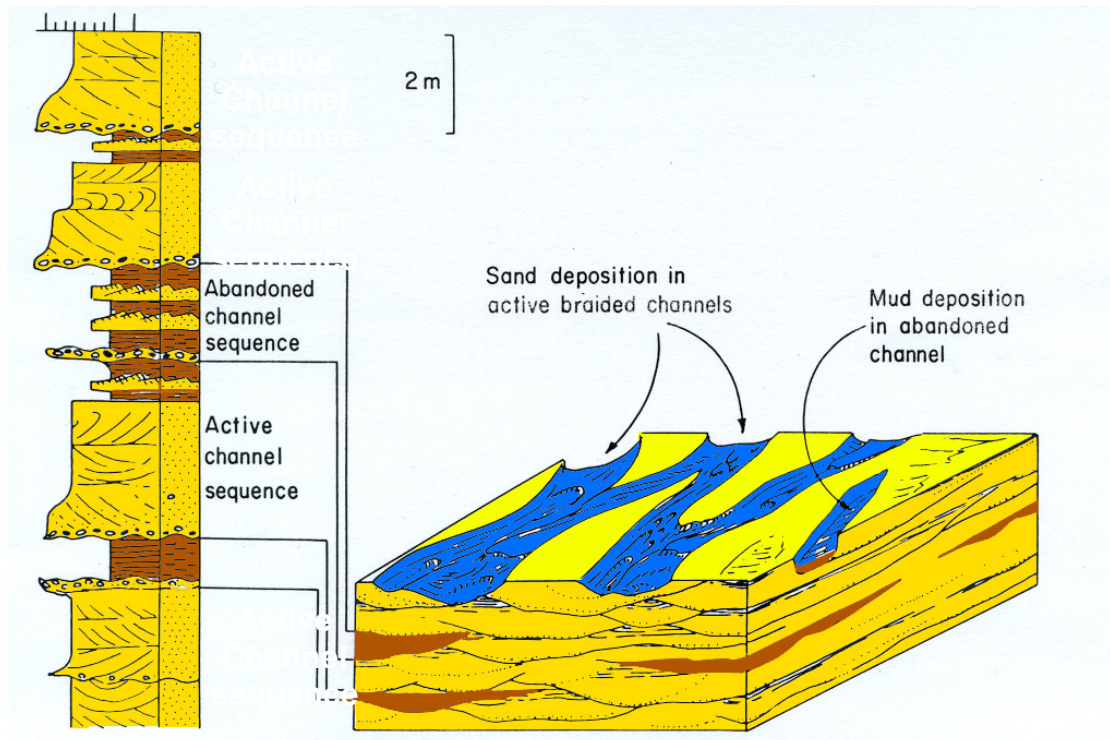
Sequence: vertical succession of sedimentary facies

Walther's Law of Facies

Facies occurring in vertical contact with each other must be the product of spatially neighbouring environments and that facies occurring in a sequence conformably above one another were formed in laterally adjacent environments.

Example: sealevel fall → coastline expands seaward

Cyclic sequence: a repeating vertical succession of sedimentary facies.



auto-cyclicly: rhythmic repetition of facies caused by a repetition of sedimentary processes within the depositional environment. (position switching of river)

allo-cyclicly: rhythmic repetition of facies caused by external factors. (tectonics, climate)

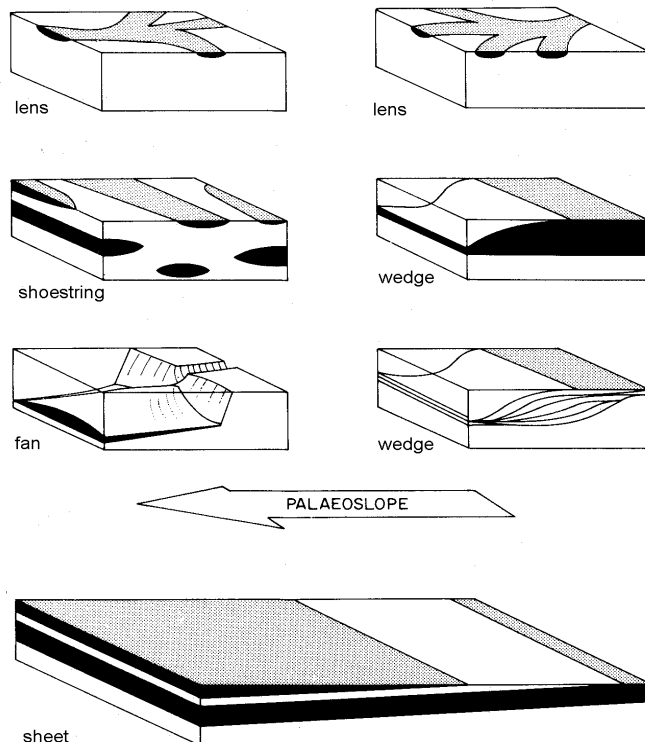
Methods of facies analysis:

Geometry

- Topography during deposition
- Post-depositional development

Lithology

- Limestone: lithology linked to depositional environment, classification based on fossil contents
- Sandstone: Lithology reflection of transport processes, analysis of grainsize, sequences, mineralogy



Sedimentary structures

Most deposits are result of transport of sediment particles

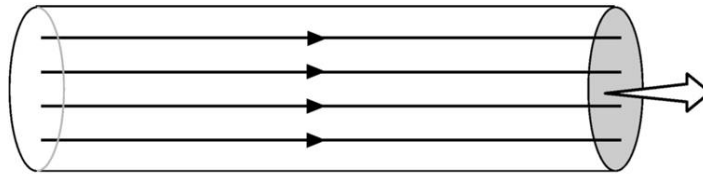
Transport by gravity, water, wind, ice,

Bedforms may be preserved as sedimentary structures

4-2

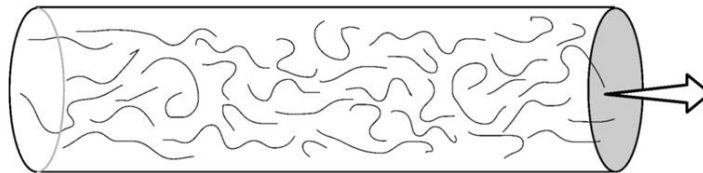
Laminar and turbulent flow of fluids through a tube

Laminar flow



At all points in flow all molecules are moving downstream

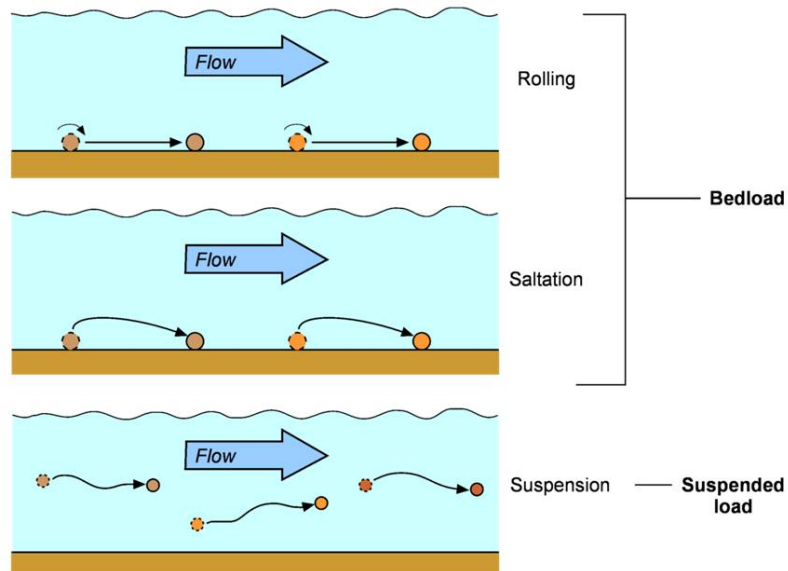
Turbulent flow



At any point in the flow a molecule may be moving in any direction, but the net flow is downstream

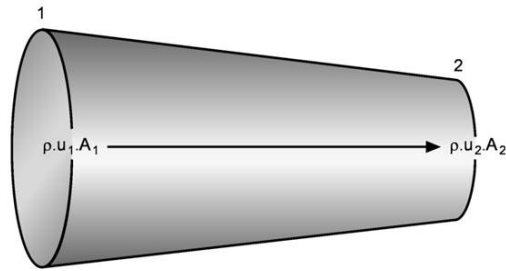
4-3

Movement of particles in a flow



Flow of a fluid through a tapered tube

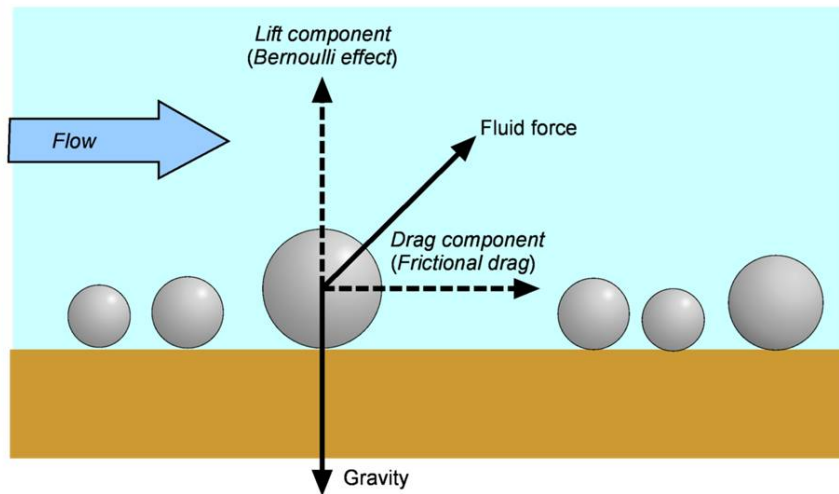
The increase in velocity at the narrow end results in a pressure drop



Mass of fluid at '1' = mass at '2'
 $\rho \cdot u_1 \cdot A_1 = \rho \cdot u_2 \cdot A_2$
 $u_1 \cdot A_1 = u_2 \cdot A_2$
 Area A_1 has decreased to A_2
 Velocity u_1 must increase to u_2

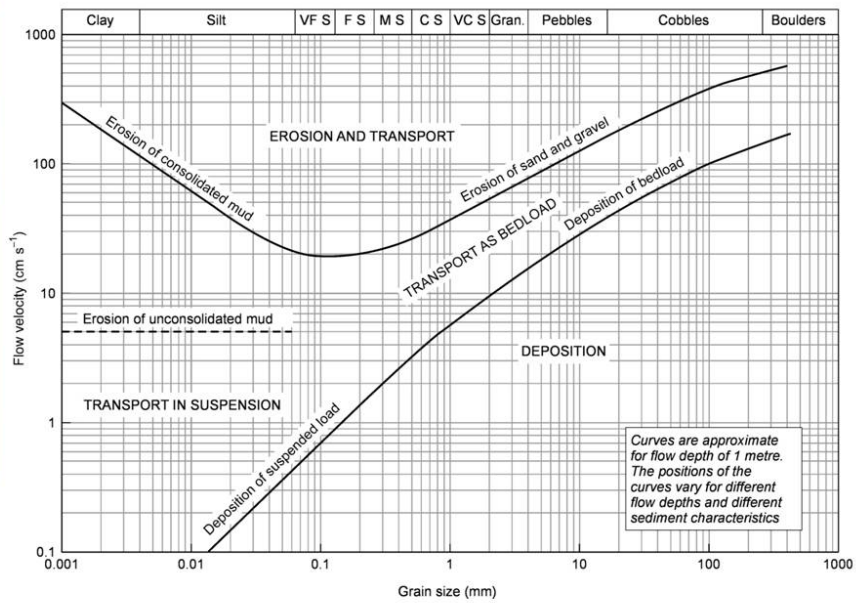
Bernoulli's equation
 Total energy = $0.5\rho u^2 + \rho gh + P$
 If u increases P must decrease
 = Pressure drop

The lift force resulting from the Bernoulli effect



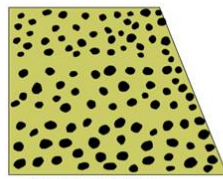
The Hjulstrom diagram

The relationship between water flow velocity and transport of loose grains

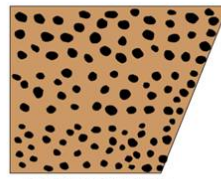


Gary Nichols
Sedimentology
& Stratigraphy
WILEY-BLACKWELL

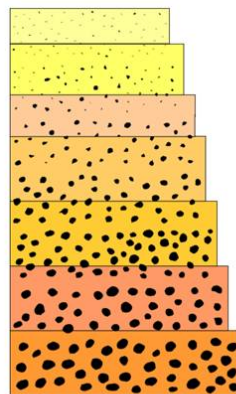
Normal and reverse grading, fining-up and coarsening-up



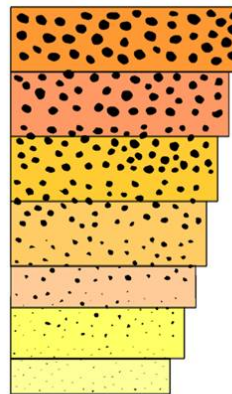
Normal grading in a bed



Reverse grading in a bed



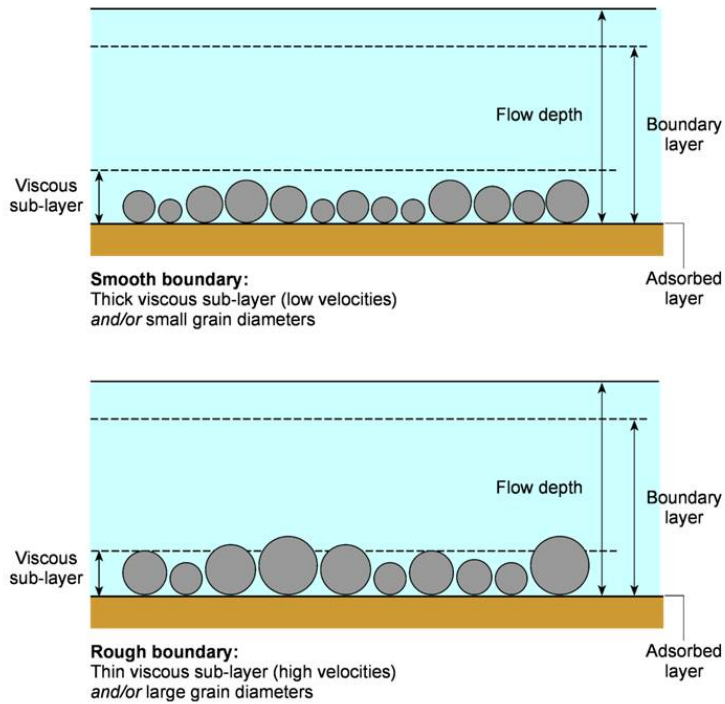
Fining-up of a series of beds



Coarsening-up of a series of beds

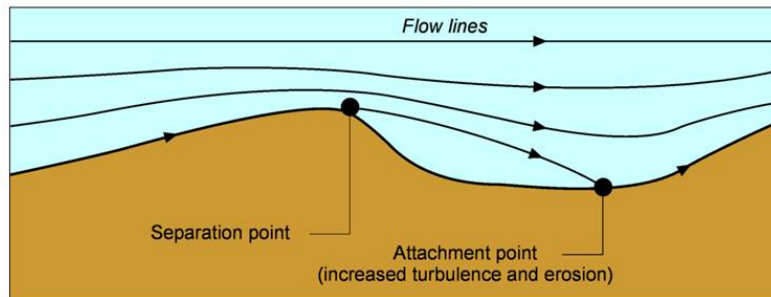
Gary Nichols
Sedimentology
& Stratigraphy
WILEY-BLACKWELL

Layers within a flow and flow surface roughness

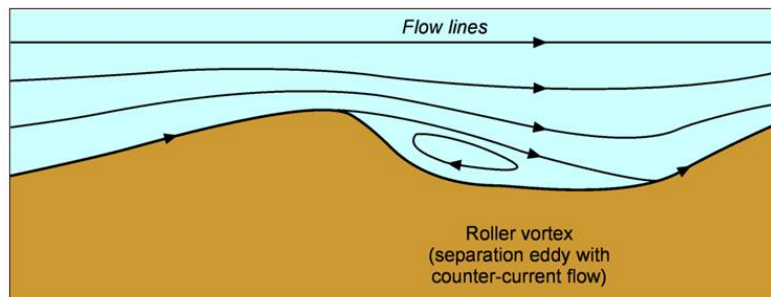


Flow over a bedform

1. Erosion in the trough of a bedform



2. Development of counter-currents in lee of bedform



Sedimentary structures

Pre-depositional: formed by erosional processes in early stages of deposition (channel erosion, sole marks)

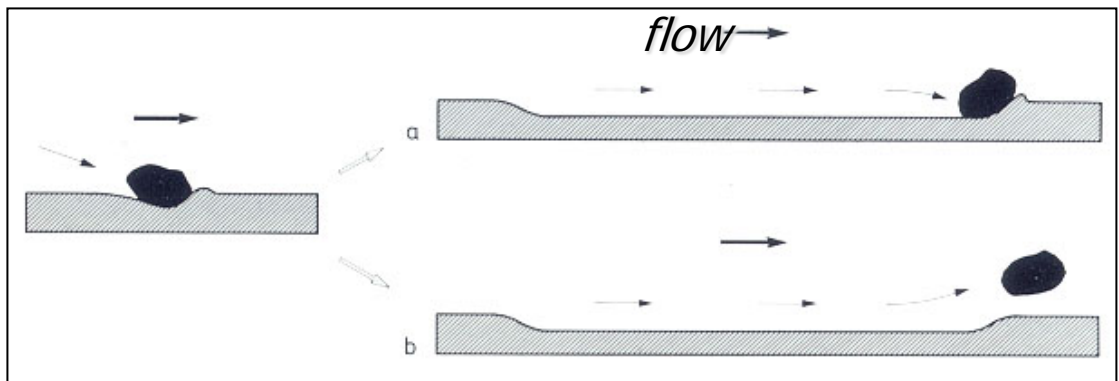
Syn-depositional formed during deposition, thus indicative of energy (ripples)

Post-depositional deformation after deposition

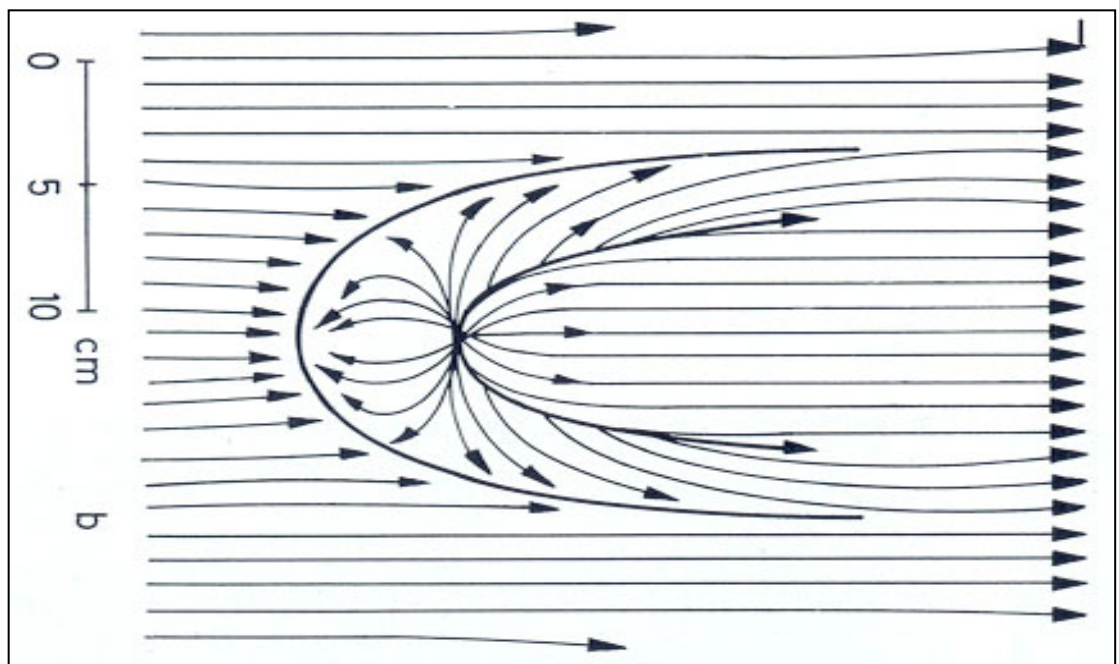
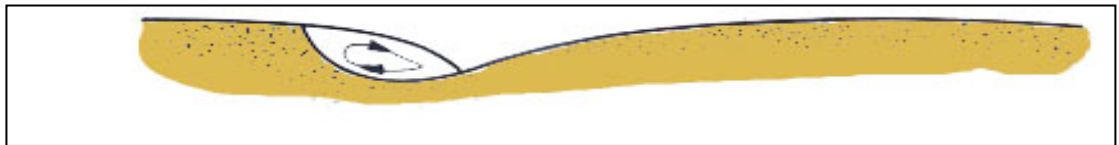
Size and shape of channel erosion are measure for river size and flow energy.

Sole marks form when upper part of a clay bed is scoured by an object or water current, subsequently filled with sand. A cast remains.

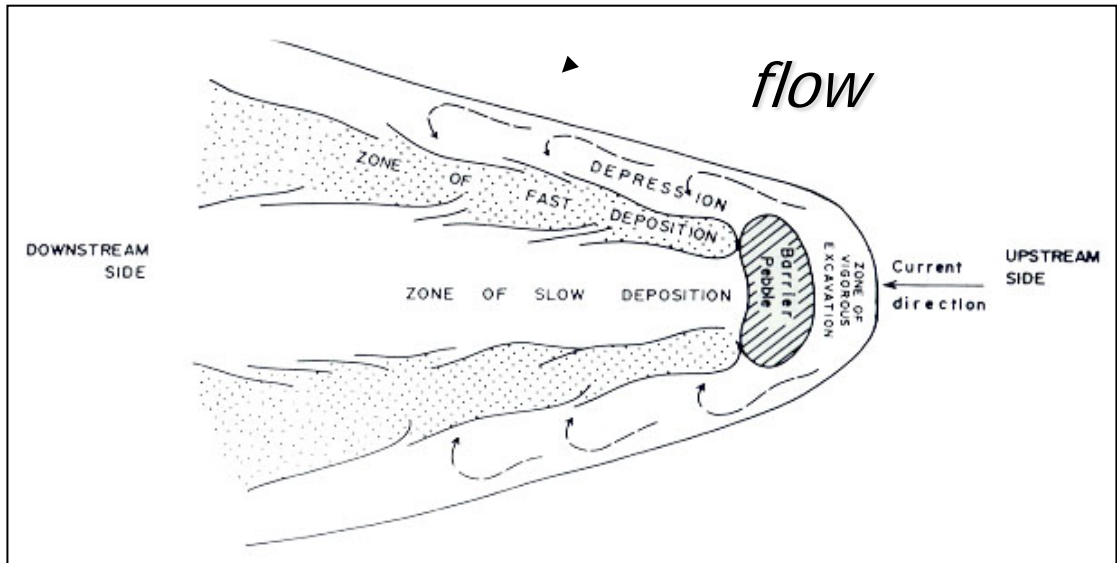
- Groove marks



- Flute marks



- Bounce marks



Bouncemarks are formed when an object bounces across a muddy substrate → creates small impact hole → infill with coarse sediment around which bounce marks can form.

De verwijzingen naar figuren in deze samenvatting zijn anders dan aangegeven staat in de powerpoint figuren, dit komt doordat de verwijzingen in de powerpoint INCORRECT zijn. Ik verwijs naar de figuren in het boek. Het verhaaltje boven een plaatje hoort bij dat plaatje.

Syn-depositional structures

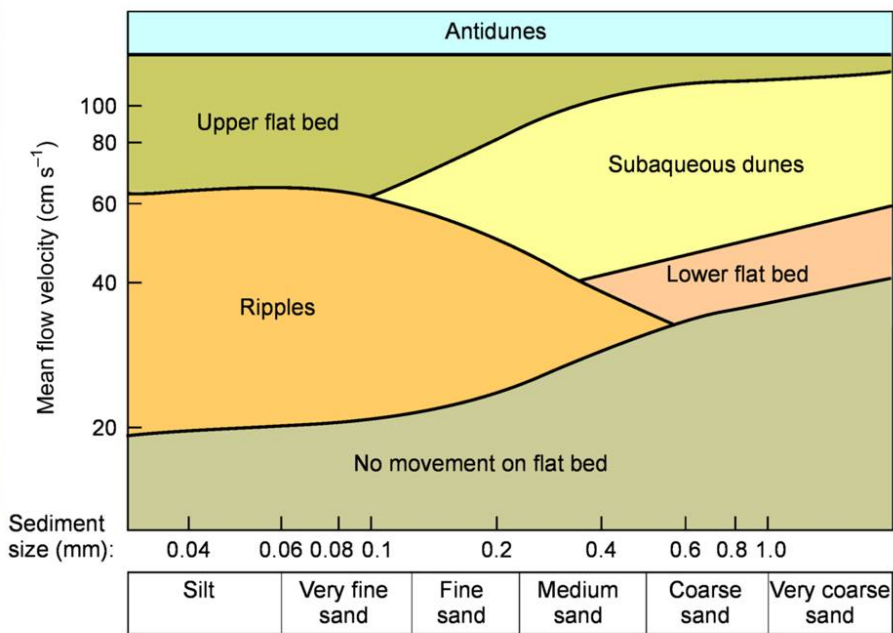
- Structuren gevormd door bewegend sediment. Transport media zijn water en wind, getransporteerd in suspensie of langs grondoppervlak. Transport afhankelijk van korrel grootte en stroomsnelheid(water of lucht). Tot 4 cm zijn het rimpels boven 4 cm zijn het duinen.

Bedform stability

- De relatie tussen korrelgrootte en stroomsnelheid is in figuur 4.20 uitgezet in logaritmische schalen.
- Dit diagram is gebaseerd op een waterdiepte van 25 – 40 cm, helder water en een temperatuur van 10°C. Bij een verandering van deze parameters verandert het diagram ook.
- Lower flow regime: Stable ripples, dunes and lower plane beds.
- Upper flow regime: plane beds and antidunes.



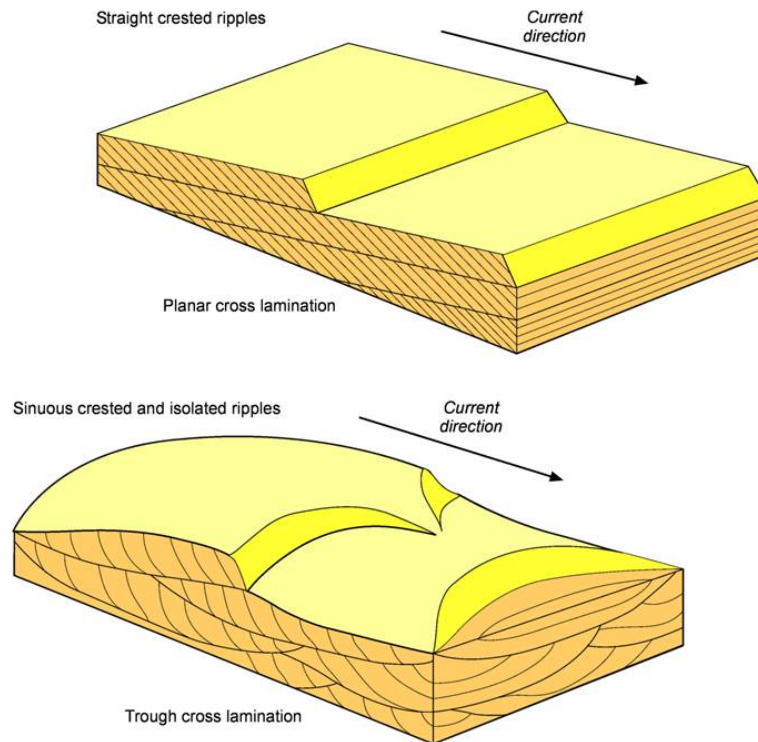
A bedform stability diagram



De helling met de flauwe hoek is de “Stoss side” en de helling met de scherpe hoek is de “lee side” wanneer zand getransporteerd wordt door de wind wordt het zand de flauwe helling van de stoss side opgeblazen waar het ophoopt tot er een (mini) lawine plaatsvindt op de lee side. Het zand zal zich in dunne lagen ophopen met een hoek gelijk aan de helling van de lee side. Wanneer dit proces bestaat uit perfect rechte ripples dan heet dit “Planar cross lamination”. Zie figuur 4.10. Wanneer dit proces bestaat uit sinusoïde en linguoïde ripples heet het “Trough cross lamination” zie figuur



Migrating ripples and cross lamination



Sinusoïde rimpels/ripples ontstaan eerst hierna volgen sinusoïde en daarna linguoïde rimpels deze opeenvolging volgt uit lange blootstelling en aan hoge flow snelheid.

4-15

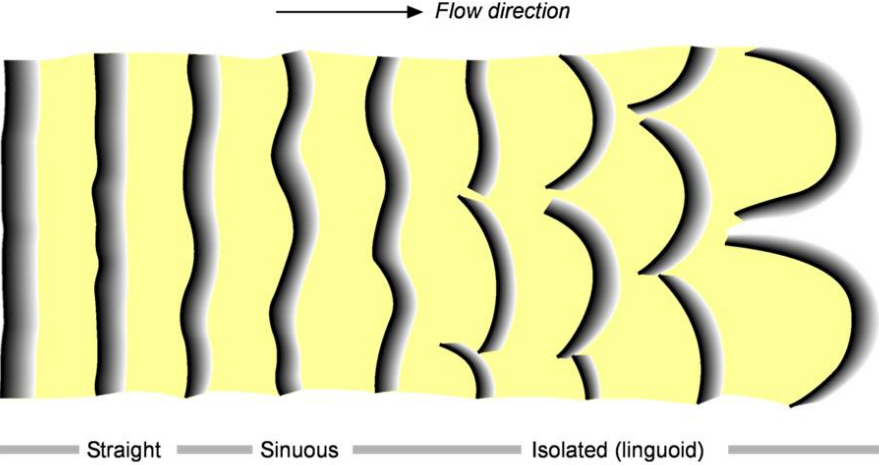


Gary Nichols
Sedimentology
& Stratigraphy

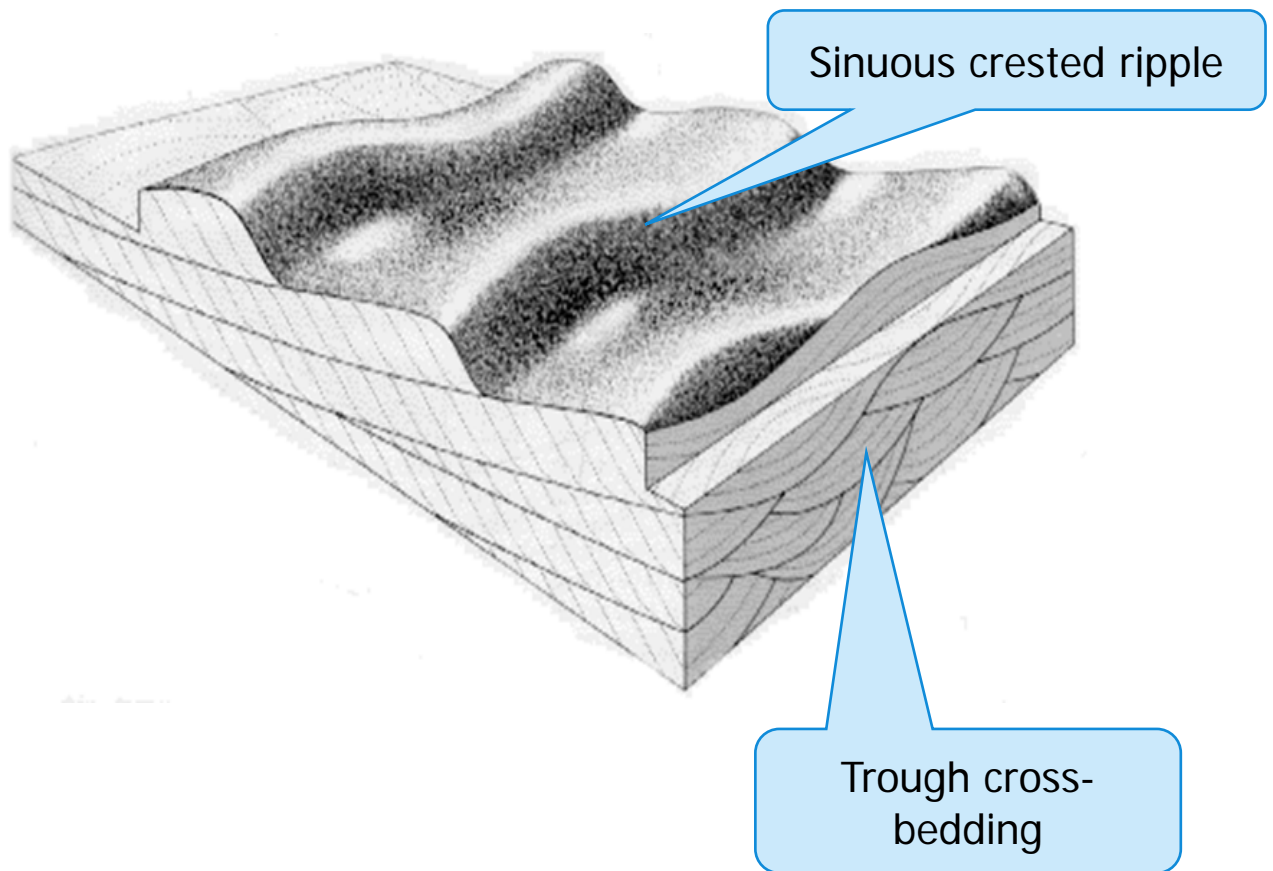


WILEY-
BLACKWELL

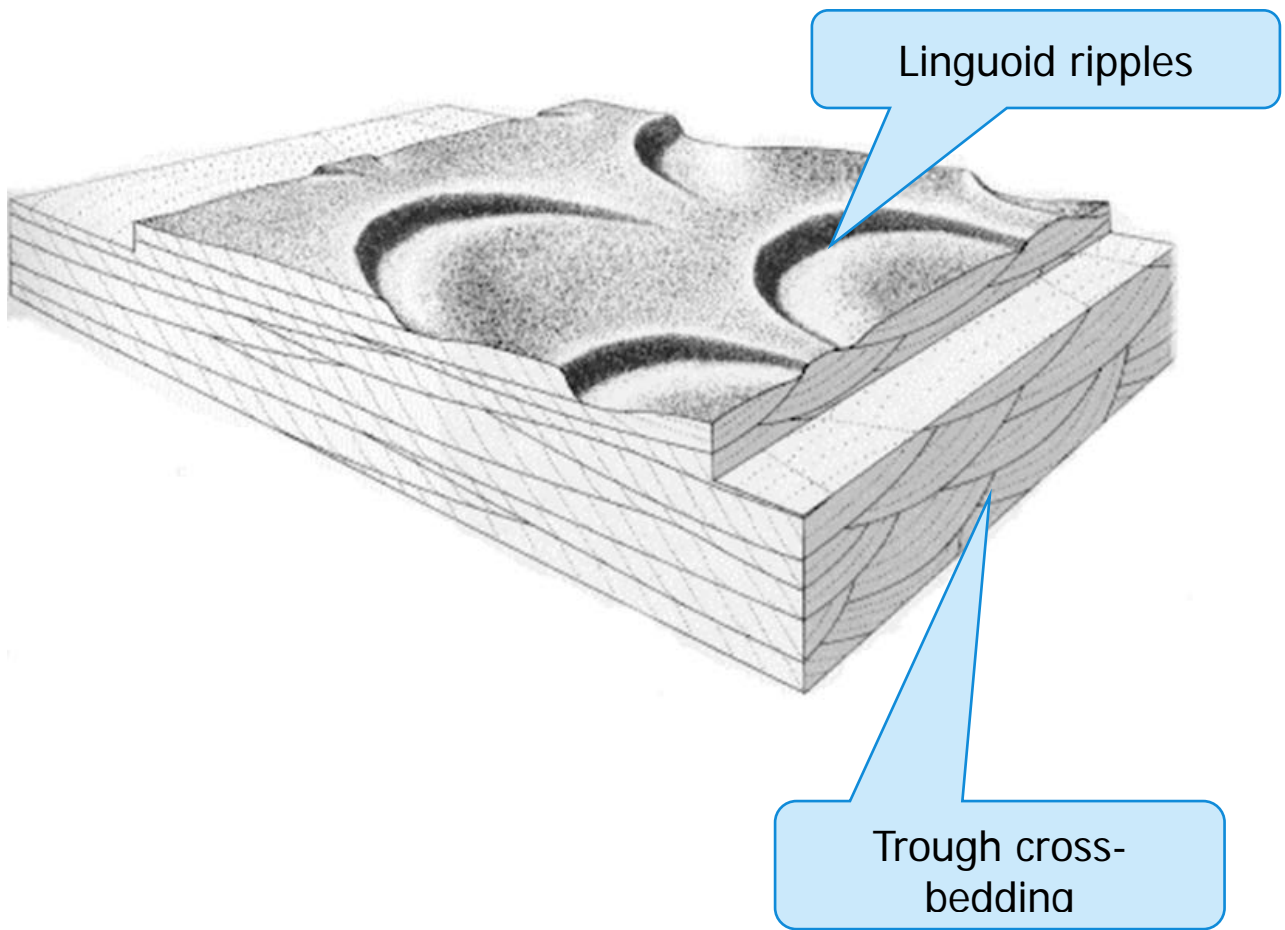
Current ripples in plan view



Vanaf de zijkant lijkt het op planar cross lamination maar als je naar de voorkant kijkt zie je trough cross bedding. Dit komt door de vorm van de ripple dit is namelijk een sinusoïde.

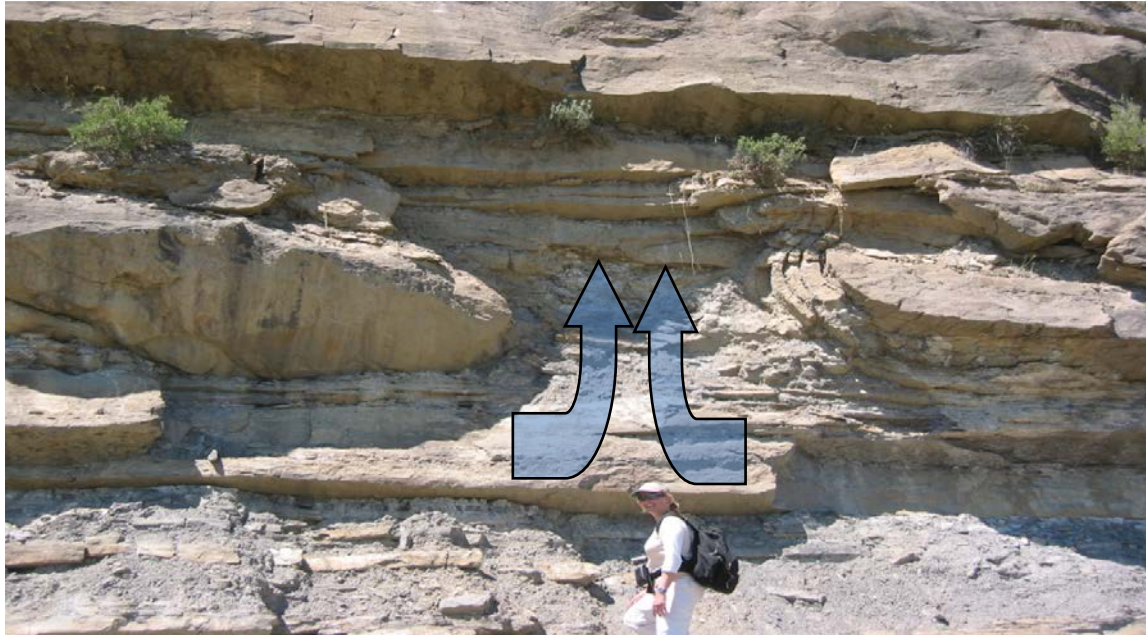


De zijkant lijkt op een onregelmatige vorm van planar cross lamination, aan de voorkant is weer trough cross bedding te zien. Dit komt overeen met linguoid rimpels.



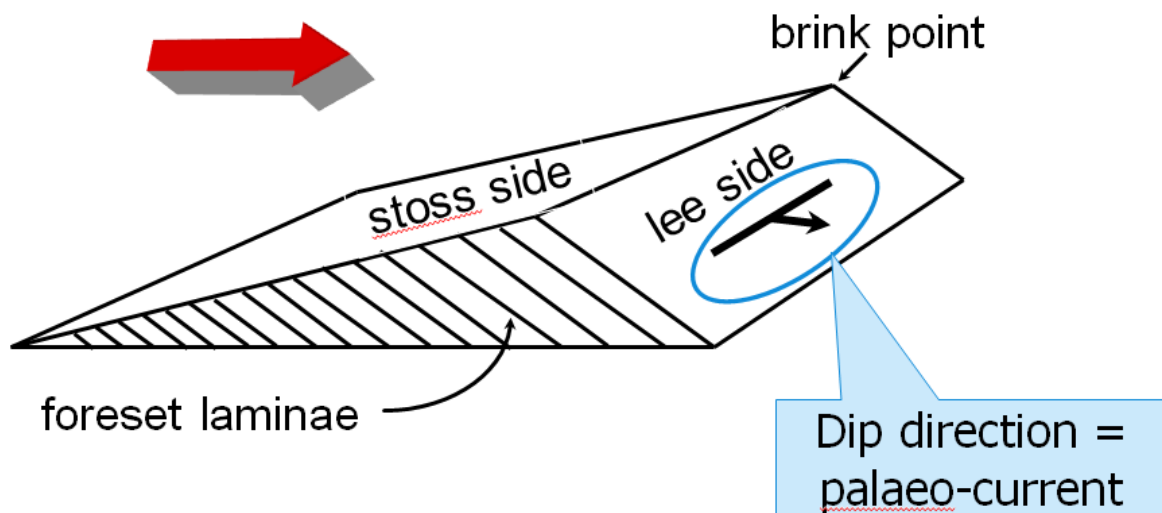
Post depositional deformation van zachte sedimenten.

Onderstaande layer break up ontstaat door het sedimenteren van water verzadigde lagen op zo'n hoog tempo dat het water gevangen wordt in het sediment. Wanneer de druk toeneemt door de voortdurende sedimentatie komt er een punt waarbij het water omhoog spuit door bovenliggende sedimentlagen welke hierdoor kapot gaan zoals op de foto te zien is.



Paleo current distribution = interpretatie van de stroomrichting door middel van dip sedimentaire structuren.

Welke stappen volgt men hierbij?: Metingen, statistische analyse, interpretatie en vervolgens een regionale trend kaart.

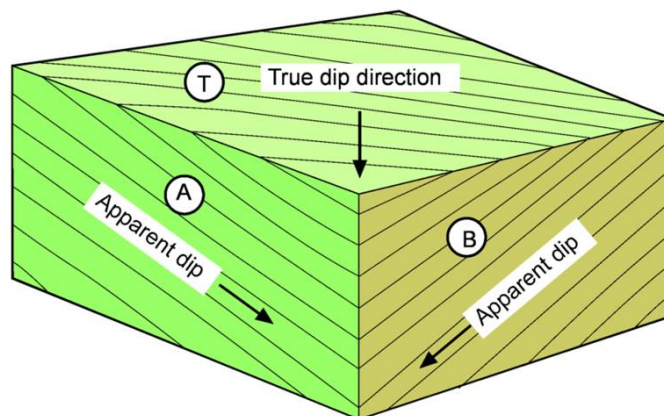


Om tot een goede conclusie te komen welke kant de stroom opging zijn 2 zijaanzichten die elkaar loodrecht snijden nodig of een horizontale doorsnede. Ook kan je de richting bepalen als je enkel een zijaanzicht hebt. Dit doe je door klasten te zoeken. "imbrication" van klasten houdt in dat steentjes of keien overlappend gesedimenteerd zijn. Deze klasten hebben een dip richting 180 graden t.o.v. de stroomrichting.



The true direction of dip of planes

A true dip can be calculated from two different apparent dip measurements or measured directly from the horizontal surface

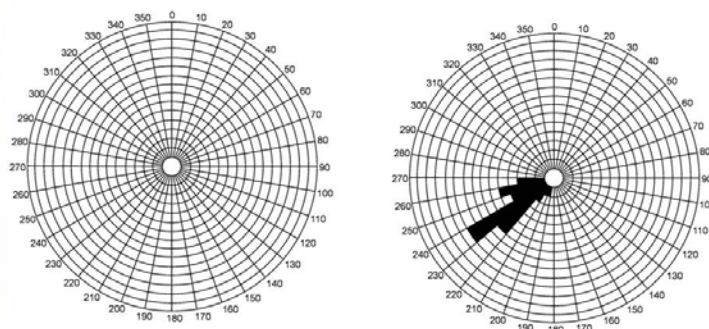


Om erachter te komen wat de diprichting is kan je je meting niet op 1 klast laten berusten. Hiervoor zijn de rose diagrammen voor waarbij je voor elke x aantal klasten in een bepaalde richting een vakje in die richting zwart kleurt. Naar mate je meer klasten vindt des te nauwkeuriger je meting is.



Rose diagrams used to graphically show directional data

The example on the right shows data indicating a flow to the south west.

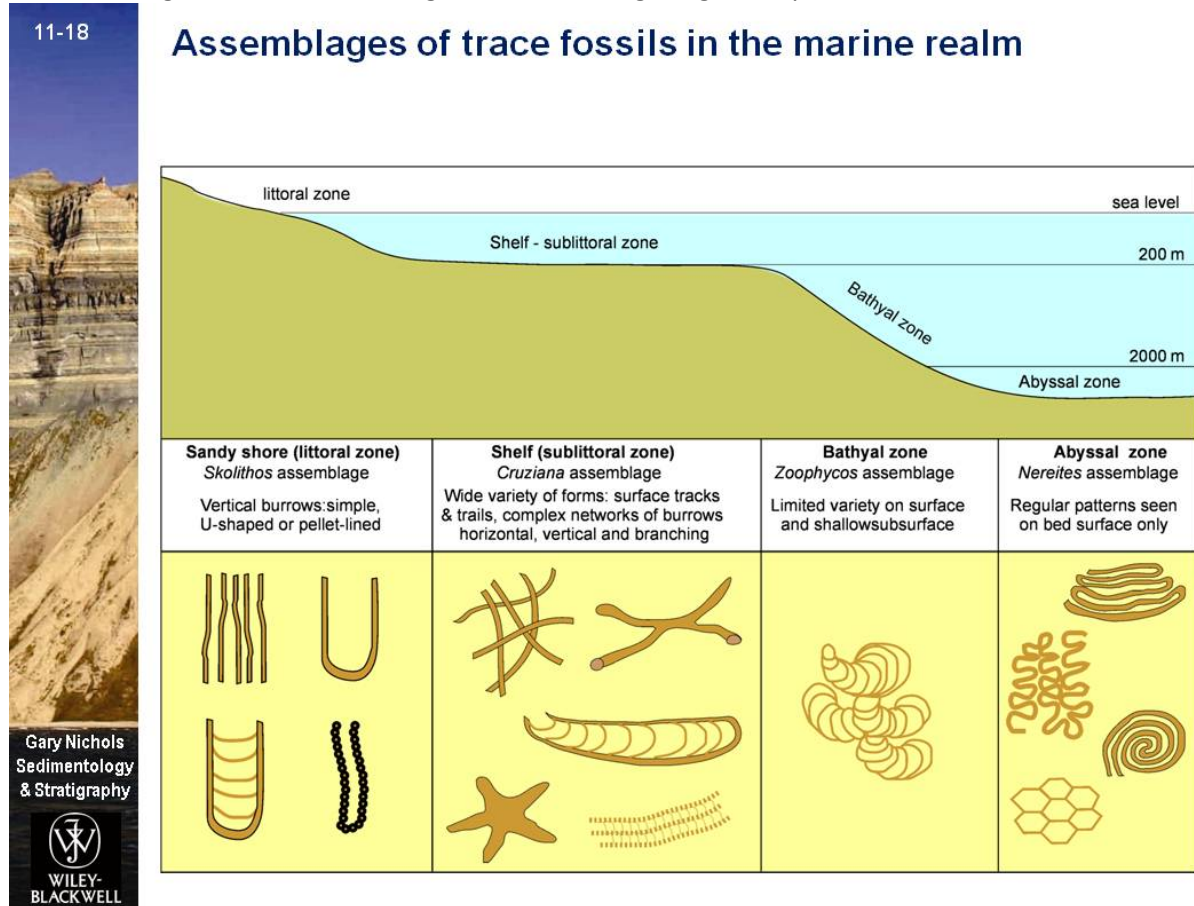


Fossielen:

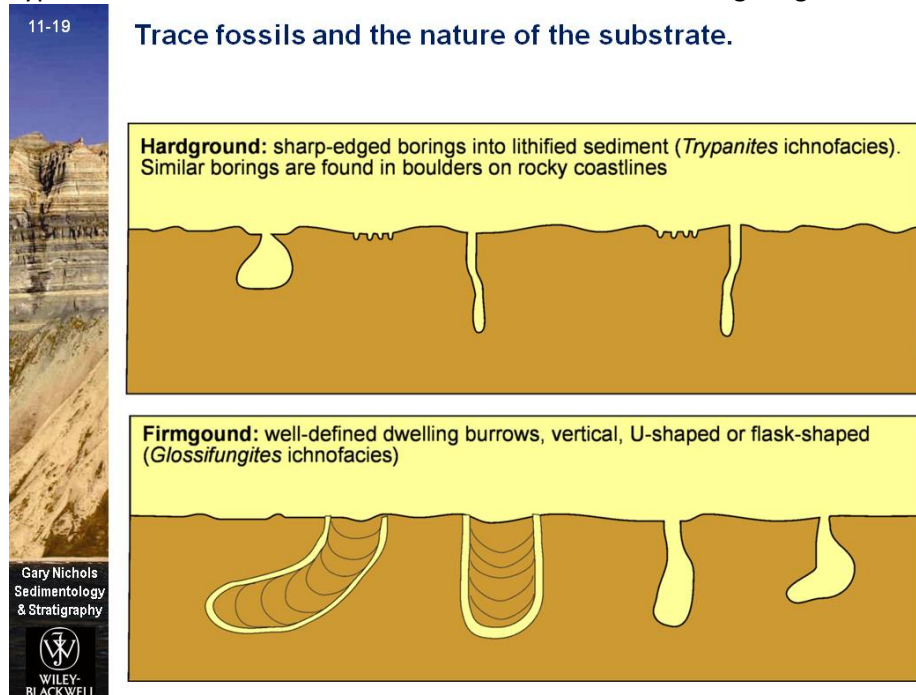
Body fossils: skeletten, schelpen en plantresten.

Trace fossils: afdrukken van planten of dieren

Samenstelling trace fossils naar volgorde van leefomgeving en diepte:



Typische vormen van trace fossils afdrukken van dieren dmv graafgaten.



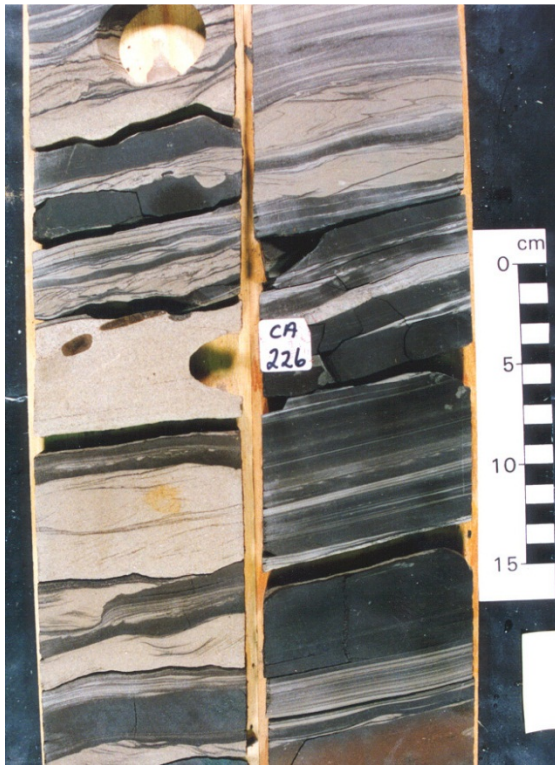
Core analysis

beperkt bereik, core misschien maar 10 cm in diameter.

Je kunt er fossielen in vinden, verticale korrel groottes meten en sedimentaire structuren mee bepalen.

voorbeeld van een core:

Donkere kleilagen en lichte zandlagen, dit is een binnenkust afzetting uit het midden jura ergens in noorwegen.



Wireline logs:

Interpretatie van de ondergrond door middel van meetapparatuur als:

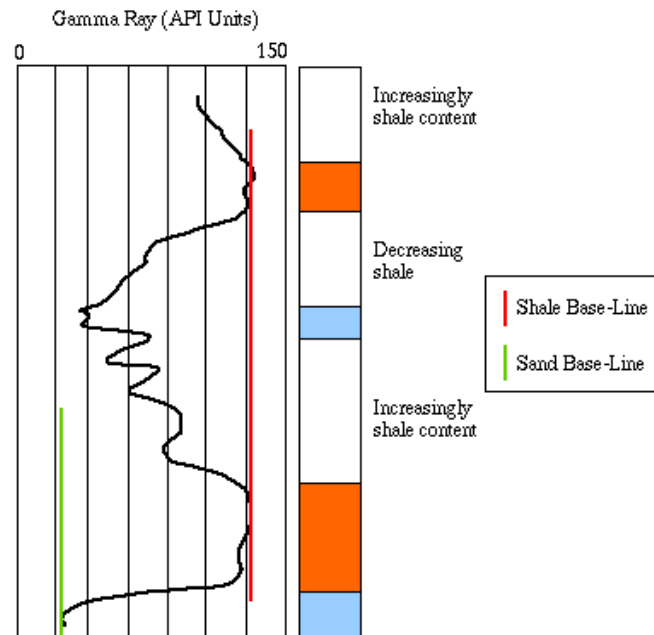
- Gamma Ray
- Sonic Log
- Dipmeter
- Formation micro imager (FMI) log

Voorbeeld van een gamma ray log

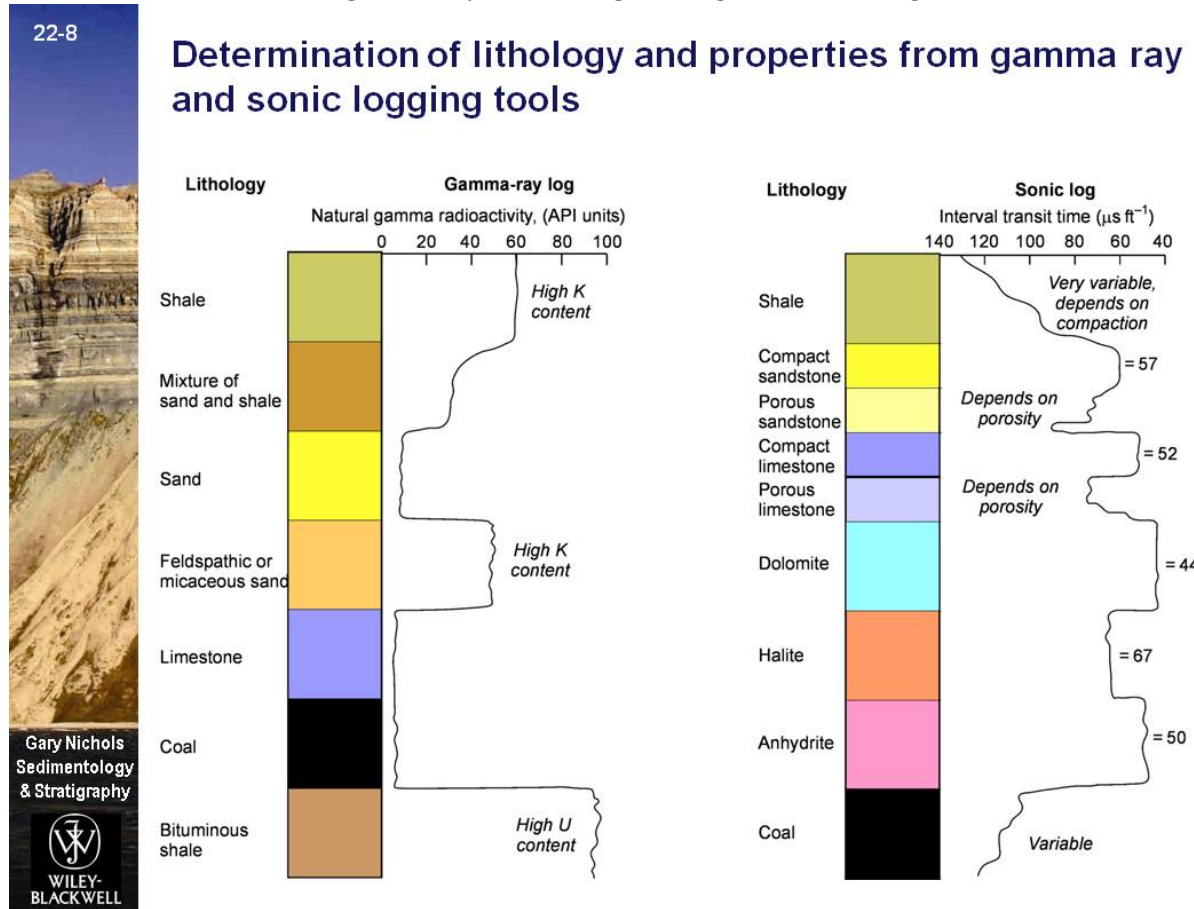
Hoge natuurlijke straling in kalium, Thorium en Uranium

Over het algemeen hoog in klei laag in zand.

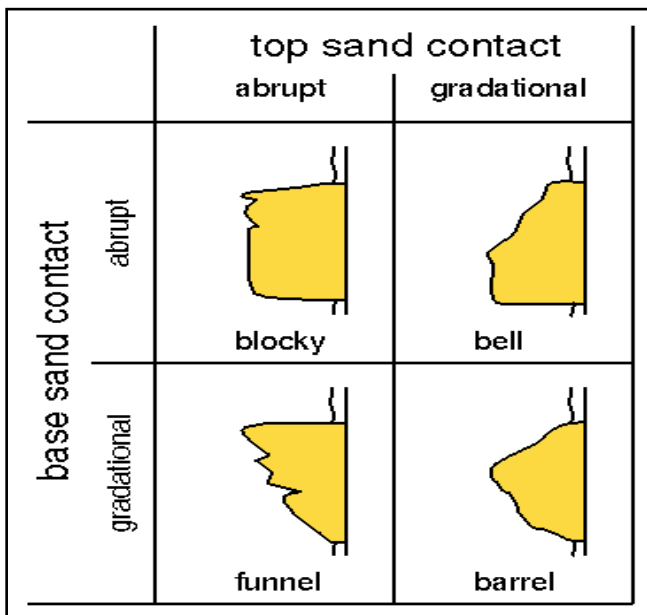
Mica glauconiet en zirkonia kunnen roet in het eten gooien deze geven ook straling af en komen voor in zand.



Verschillende waarden voor gamma ray en sonic log voor algemene afzettingen.



Structuren in gamma ray bij verschillende grenzen tussen lagen.

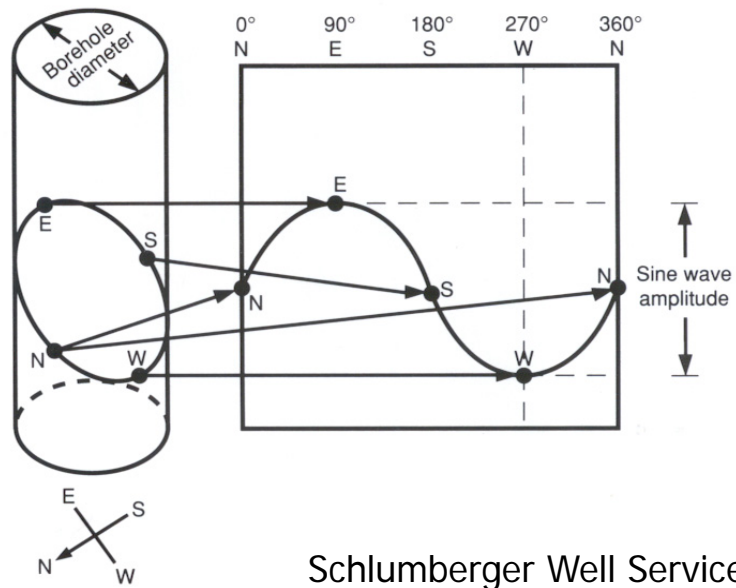


FMI: Formation micro imager
FMS: Formation micro scanner

Meten de weerstanden van het boorgat. Deze methode wordt gebruikt voor het visualiseren en interpreteren van breuken en sedimentaire structuren.

Zo'n log ziet er als volgt uit:

Als een laag een hoek heeft t.o.v. het boorgat is dat te zien aan de hoek van de sinus golf die hierdoor ontstaat.



4. Lacustrien

Jaap Regelink

Lacustrine deposits worden ook wel lake deposits genoemd, dus, zoals de naam al zegt gaat het over sedimentologie met betrekking tot meren, dit word ook wel Limnology genoemd.

Allereerst maken we een onderscheid op basis van 'Lake Hydrology', we onderscheiden hier 2 soorten.

- Hydrologically open
- Hydrologically closed

Hydrologically open

Een meer is 'open' als de aan- en afvoer van het systeem in balans zijn. Onder deze omstandigheden is het waterpeil en de aanvoer van vers water constant.

Hydrologically closed

Op het wateroppervlak vindt evaporatie plaats, wanneer de evaporatiesnelheid groter is dan de aanvoersnelheid neemt het netto watervolume af. Op den duur kunnen deze meren dus geheel opdrogen. Ze worden ook wel *endorheic* genoemd.

Vanuit een sedimentologisch perspectief onderscheiden we 3 vormen:

- Freshwater lakes
- Saline lakes
- Ephemeral lakes

Freshwater lakes

Hebben een lage saliniteit (nogal logisch) en zijn of hydrologisch open, of ze zijn hydrologisch closed met een lage aanvoer van opgeloste stoffen.

Saline lakes

Zijn hydrologisch closed en hebben een hoge saliniteit door evaporatie.

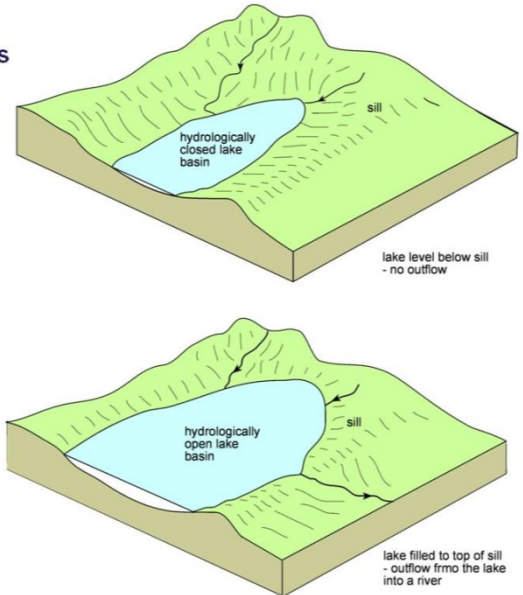
Ephemeral lakes

Komen alleen voor in aride gebieden, de meren worden gevormd door hevige neerslag. Ze bestaan slechts kort hierna, de rest van het jaar staan deze droog.

Rick onderscheid in zijn powerpoint presentatie ook de oorsprong van de meren, de volgende:

- Vulkanische oorsprong (Caldera, kratermeer, "maar" – Eiffel 1jaarsexcursie)
- Fluviaatiele oorsprong (Oxbow lakes)
- Glaciale oorsprong (Ice damming, proglacial)
- Tectonische oorsprong (Strike slip of extensional rift, subsiding cratonic areas)

Hydrological regimes of lakes

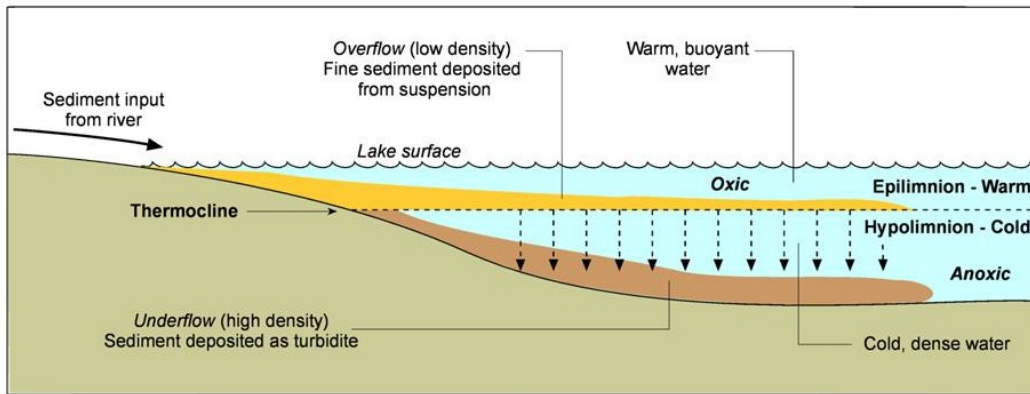


4.1 Freshwater lakes

Meren zijn vrij statische waterlichamen, er is geen sprake van getijde en circulatie processen zoals bij zeeën en oceanen. "Golven" worden slechts gevormd door de wind, maar kunnen door haar geringe kracht nooit echt groot worden.

Dit zorgt ervoor dat vanaf 10-20 meter diepte het water geen effect ondervindt van golven / wind.

Op basis hiervan kan gekeken worden naar de ontwikkeling van de stratigrafie.



De zon verwarmd het water, hierdoor is het bovenste gedeelte van de waterkolom verwarmd, op basis hiervan maken we eerst een scheiding in de kolom.

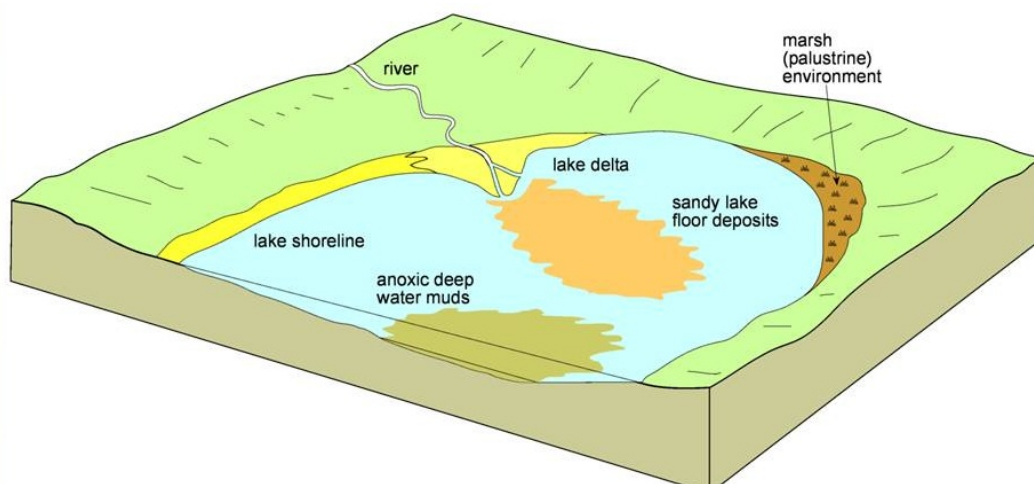
- Epilimnion – het bovenste, warme gedeelte
- Hypolimnion – het onderste, koude gedeelte

Deze 2 gebieden worden gescheiden door een lijn, de thermocline.

Boven de 4°C neemt de dichtheid van water af met de stijging van de temperatuur, door het verschil in temperatuur is er dus ook een verschil in dichtheid van de 2 gedeeltes.

Door contact met de lucht is er sprake van een zuurstofrijk milieu in het bovenste gedeelte, de geringe hoeveelheid zuurstof wordt echter snel opgebruikt door aerobe bacteriën, waardoor er een anaeroob milieu in de onderste laag ontstaat. Wanneer gedurende lange tijd planten materiaal op de bodem zich verzameld kan een kolenlaag ontstaan, of een source rock voor olie- en/of gas. In het anearobe milieu kunnen alleen bepaalde bacteriën leven, je zult dus nooit bioturbatie aantreffen!

Faciës distributie klastische sedimenten



Hier boven zien we een afbeelding welke aangeeft waar welke sedimenten gevonden worden. Wanneer de rivierstroom het meer bereikt neemt de snelheid behoorlijk af, grofkorrelig materiaal kan niet meer vervoerd worden en er wordt een delta gevormd. Wanneer er enigszins wind waait kunnen de fijne korreltjes uit de delta rondom het meer worden afgezet, dit proces is idem aan duin/kust zanden, zij het slechts heel marginaal.

In de rechterbovenhoek zien we 'marshy, palustrine, environment', dit komt voor wanneer de helling slechts enkele graden (1, 2 graden) bedraagt, het is dan meer een moerasgebied. Het gebied staat afwisselend wel- of niet onder water.

Diep lacustriene afzettingen

In het door rivieren aangevoerde water is sediment in suspensie aanwezig, wanneer de dichtheid van het aangevoerde water lager is dan het meer water, dan blijft het bovenop drijven. Zandkorrels kunnen door de wind naar de rand van het meer worden geblazen -> kustzanden. Of de korrels kunnen neerslaan op de bodem. Het sediment kan ook aangevoerd worden als een turbidietstroom over de rivierbodem, wanneer dit het geval is zullen zeer dun gelamineerde mud's op de bodem afgezet worden.

Winter en Lente

Gedurende het gehele jaar is het vooral fijnkorrelig materiaal wat op de bodem afgezet wordt, echter in de Lente kan men groffer materiaal aantreffen, door een verhoogde aanvoer van rivierwater (veel smeltwater van de winter) kan er groffer materiaal worden afgezet op de bodem. Deze afwisselingen zijn goed te zien en worden *varves* genoemd.

Faciës distributie carbonaten

Carbonaten kunnen ook voorkomen in lacustriene afzettingen, echter alleen wanneer de toevoer van terrigeen materiaal gering is. In freshwater lakes worden de carbonaten gevormd door biologische activiteiten, in tegenstelling tot precipitatie bij saline lakes (maar daarover later meer). Gastropoden, bivalven, mollusca, kunnen bijdragen aan de vorming van carbonatafzettingen, echter in lacustrien milieu zijn het vooral algen en microbiologische organismen.

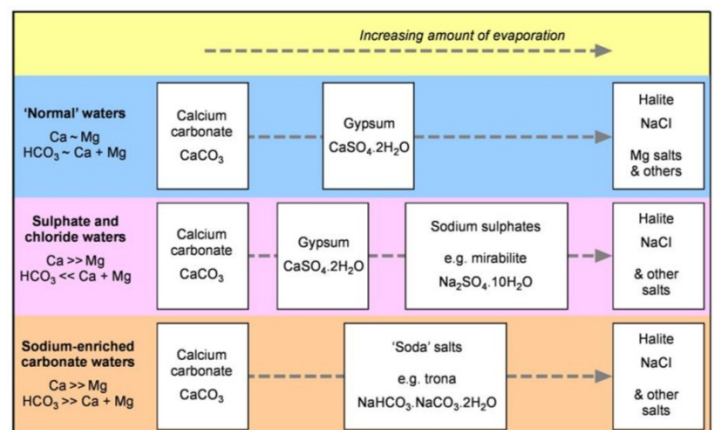
4.2 Saline lakes

Hier kunnen we ook weer 3 typen onderscheiden:

- Brak – dit is niet echt een saline milieu, maar is eigenlijk een fresh water lake
- Saline – saliniteit is ongeveer gelijk aan zeewater
- Hypersaline – saliniteit is veel groter dan zeewater

De saliniteit is afhankelijk van de evaporatie van het water, hoe hoger de evaporatie hoe hoger de saliniteit. De mineraalinhoud van het water is verschillend van plek tot plek, en is afhankelijk van de geërodeerde bedrock.

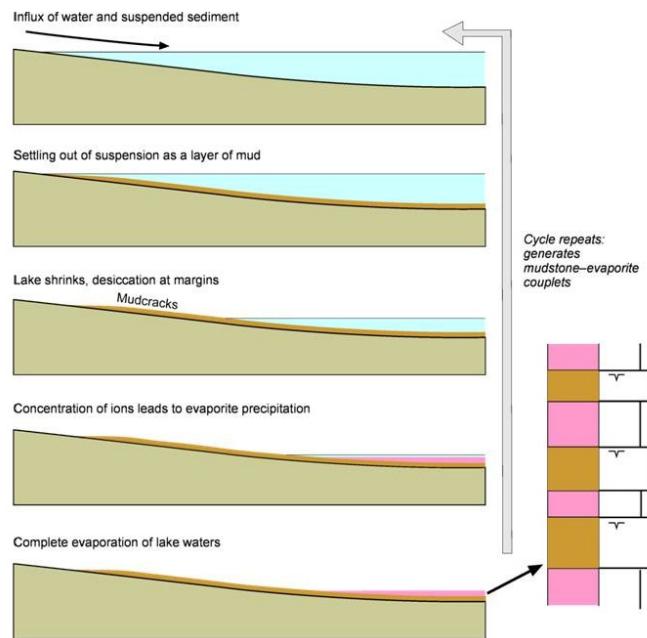
De mineraalinhoud is bepalend voor wat voor typen evaporieten ontstaan. Hiernaast staat een figuur welke aangeeft wanneer bepaalde evaporieten ontstaan. Het type meer is afhankelijk van de mineraalinhoud, dit staat aangegeven in de eerste kolom.



4.3 Ephemeral lakes

Ephemeral lakes zijn meren die voorkomen in (semi-)aride gebieden, en ontstaan na hevige regenval. De rivieren worden in gebruik genomen en voeren het water af naar het meer, wanneer al het water tot stilstand is gekomen slaan de korrels in suspensie neer en vormen een laag mud op de bodem. Vervolgens daalt het waterpeil door evaporatie en worden evaporieten gevormd. De wal van het meer komt nu droog te staan en mudcracks worden gevormd. Concentratie van ionen leidt tot evaporietprecipitatie. De opeenvolging van muds en evaporieten worden depositional couplets genoemd.

Couplets of mudstone and evaporite in an ephemeral lake



Na evaporatie van al het water blijft er een toplaag van evaporiet over, hierin zijn saltcracks te zien door de uitdroging, op deze plekken is een opstaand randje van evaporieten, omhoog gekomen door capillaire werking.



AEOLIAN DEPOSITS

INTRODUCTION

8.1 AEOLIAN TRANSPORT

The term aeolian is used to describe the processes of transport of fine sediment up to sand size by the wind, and aeolian environments are those in which the deposits are made up mainly of wind-blown material.

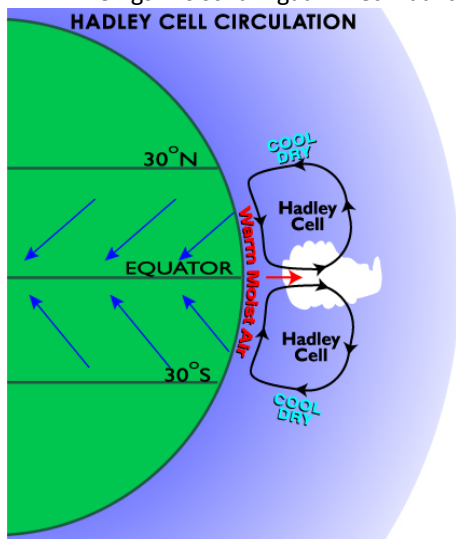
8.1.1. GLOBAL WIND PATTERNS

De wind is een beweging in de lucht over de oppervlakte van de aarde, en ontstaan door het verschil in druk tussen twee plaatse. Ze bewegen van hoge druk gebieden naar lage druk gebieden, de snelheid wordt bepaald door het verschil in druk.

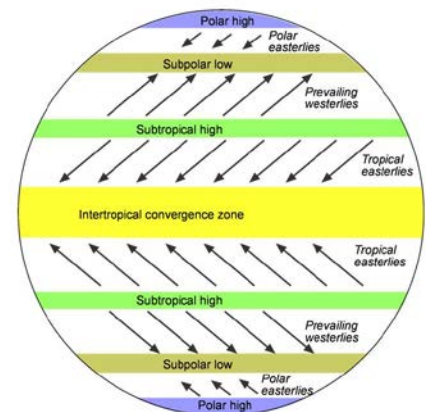
De circulatie van lucht in de atmosfeer komt door verschillen in temperatuur. De wind verplaatst dan de hitte van een warme naar een koude plek (dus in het algemeen van de evenaar naar de polen) De warme lucht rond de evenaar stijgt op, en bij de polen gaan ze weer naar beneden. Omhoog gaande lucht veroorzaakt een lage druk zone.

Dit patroon wordt mede gemaakt door de volgende 2 factoren:

1. De cirkulatie wordt verdeeld in 3 kleinere cirkels in het noordelijk en 3 in het zuidelijke deel van de aarde.
2. De Coriolis kracht (paragraaf 6.3) verstoort het pad van noord naar zuid, maar zorgt ervoor dat ze enigszins schuin gaan. Het maakt een hoek van 30 graden met de oppervlak van de aarde.



The global distribution of high and low pressure belts



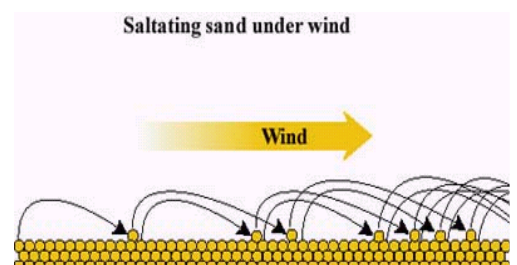
Luchtstromen die over een berg gaan moeten wel naar boven toe stromen, daar worden ze sterk afgekoeld. Dit gebeurt ook als wind over ijs gaan gaat, dit resulteert in een katabatic wind.

8.1.2. AEOLIAN TRANSPORT PROCESSES

Een luchtstroom gaat over een los geraakte grain en er treeds een uplifting kracht op (paragraaf 4.2.3 en 4.3.3.) Hoe sterk deze kracht is is afhekelijk van de snelheid van de lucht en de dichtheid van het medium. Lucht heeft een dichtheid van 1.3 kg/m^3 . Dit heeft tot gevolg dat de snelheid van de wind ongeveer 30 m/s moet zijn. Dit geeft de belangrijke criteria voor de erkenning van aeolian deposits; deposits consisting of grains coarser than coarse sand are unlikely to be aeolian deposits.

Er zijn twee verschillende processen waarmee de wind sedimenten kan vervoeren;

1. Saltation
Grain movement along sediment surface
2. Suspension
Grains suspended in the air.



DIA SLIDE; SUBDIVISION DESERTS AND DUNE TYPES

- Zand zeeën; ergs
- Duinen
 - Transverse duinen
 - Barchans ridges
 - Individual berchan duinen
 - Lineare duinen
 - Ster duinen
 - Parabolic duinen.
- Inter-dune areas
 - Dry
 - Wet
- River beds (wadi)
- Sheet floods

8.2 DESERTS AN ERGS

Desert = een continentaal gebied waar weinig neerslag valt. (het hoeft niet perse warm te zijn)

Gebrek aan vegetatie is een belangrijke invloed op de oppervlakte, omdat zonder plantenlaag de losse elementen gemakkelijker mee genomen kunnen worden door de wind.

Erg = een gebied waar zand is komen te liggen als gevolg van aeolian precessen; Ze worden soms (ten onrechte) zand zeeën genoemd. Ze zijn namelijk niet altijd zanderig, meeste deserts en erg's zijn Rocky deserts. De meeste Rocky Deserts zijn gebieden van deflation, dat is het verwijderen van materiaal, en zijn dus geen depositional environments.

8.3 CHARACTERISTICS OF WIND-BLOWN PARTICLES

8.3.3. TEXTURE OF AEOLIAN PARTICLES

Als twee grains in de lucht op elkaar botsen, doen ze dat met grote impact. De botsing hebben relatief hoge energie, en een of beide grains kunnen erdoor kapot gaan. De meest kwetsbare delen van een grain zijn de hoekige uiteinden, deze willen al eerste eraf vallen, en met vele impacts, de grains worden langzaam steeds ronder. De grain oppervlakten hebben een botte en matte vertoning, die onder grote vergroting is een glazuur van de rounded surface. Dit is een consequentie van de impacts tijdens het ransoft en grain surface frosting is een karakter van aeolian processes.

Winnowing effect = het selective verwijderen van fijne grains van de sedimenten in een stroming, het verschijnt ook in water stromingen, maar is effectiever in de lagere dichtheid van viscositeit medium lucht.

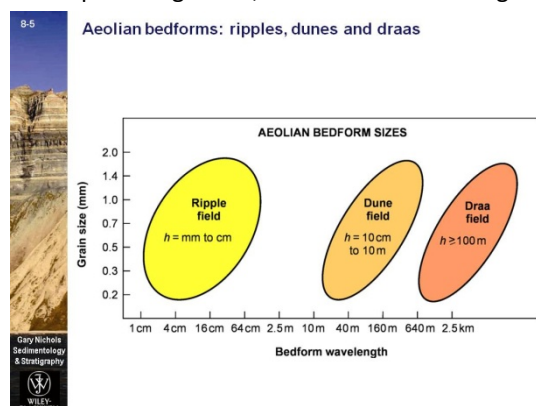
8.3.2. COMPOSITION OF AEOLIAN DEPOSITS

8.4 AEOLIAN BEDFORMS

De processes van transpof en deposition door wind geeft bedforms die op sommige manieren gelijk zijn aan onderwater-bedforms (paragraaf 4.3) maar met enekel belangrijke verschillen die gebruikt kunnen worden om het onderscheid te maken. Er zijn drie groepen, gebaseerd op hun grootte, waarin de afzettingen onderverdeeld in kunnen worden;

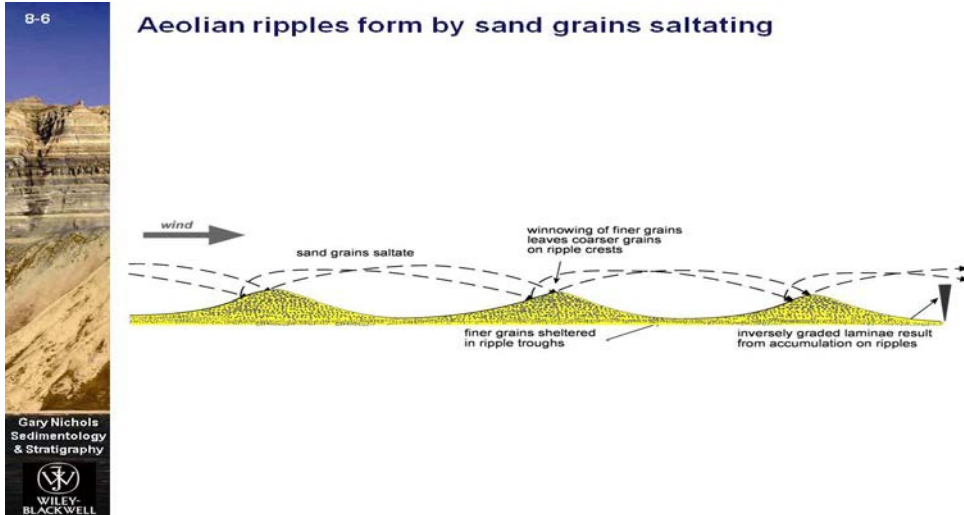
1. Aeolian ripples
2. Dunes
3. Draas

Iedere onderverdeling heeft zo z'n eigen eigenschappen.



8.4.1 AEOLIAN RIPPLE BEDFORMS

Als wind over een zandbed waait, de grains verplaatsen zich dan door saltation dat als gevolg heeft een laag van bewegende zand grains. De grains zijn enkel in tijdelijke suspensie, als een grain landt heeft 't energie om een volgend deeltje de lucht in te "gooien". Onregelmatigheden in de oppervlakte van het zand en de turbulentie van de lucht stroming zorgt voor stukjes waar de grains iets meer opgestapeld zijn. Grains in deze stapels zijn vatbaarder om opgepakt te worden door de wind. Door de constante snelheid van de wind wil iedere grain dezelfde afstand afleggen, iedere keer als ze saltate'n. Het resultaat is een serie van stapels van grains gelgen loodrecht aan de windrichting en op dezelfde afstand van elkaar. Dit hete de aeolian ripples.



8.4.2. AEOLIAN DUNE BEDFORMS

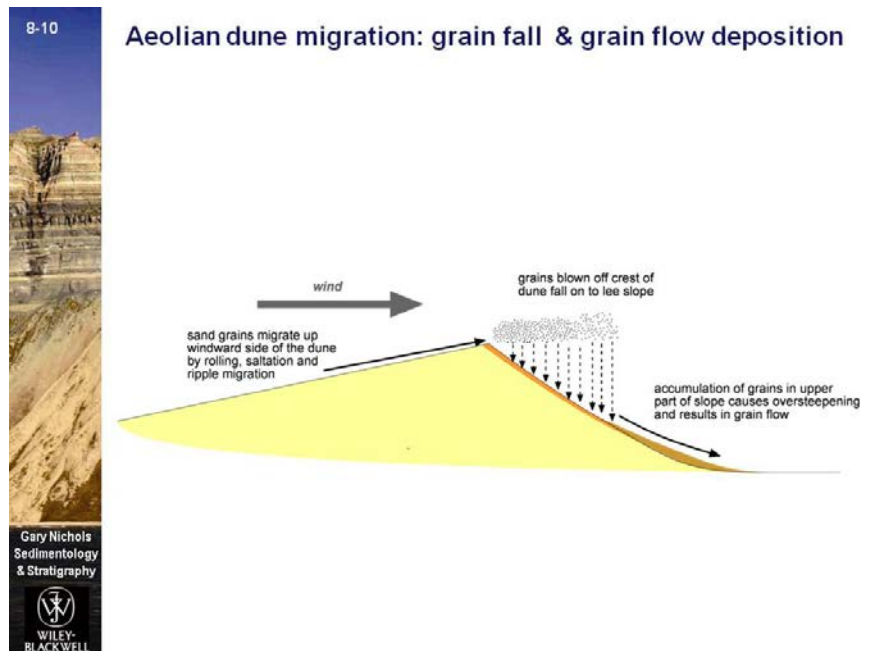
Aeolian dunes zijn bedforms die een range van 3m tot 600m in golflengte hebben, met een hoogte van 10cm tot 100m.

Ze verplaatsen door de saltation van zand de Stoss side van de duin naar de Lee side.

Deze saltation resulteerd in de formatie van aeolian ripples welke meestal gezien worden aan de stoss side van duinen. Zand dat zich verzameld heeft aan de top is onstabiel laat zich vallen (als een waterval) aan de Lee side als een lawine of grain flow. Herhaalde lawines bouwen een set van crossbeds dat behouden wordt door verzamelingen.

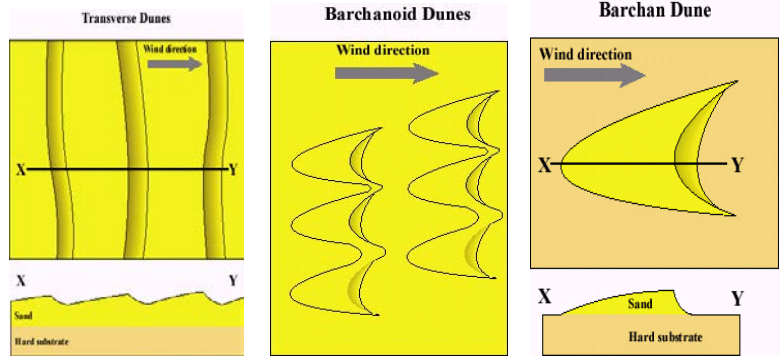
Met een hoge wind snelheid sommige zand grains zijn in tijdelijke suspensie en zijn direct over de top van de duin heen geblazen en vallen gewoon neer op de Lee slopen. Deze grain fall deposits verzamelen zich in de lee slope, maar ze willen naarmal herschikt van door lawines. Sommige kunnen behouden blijven op de toe bedded met grain flow deposits.

De orientatie van de duinen hangt af van het soort duin.



De verschillende soorten duinen zijn;

1. Transverse duinen
2. Barchan duinen
3. Lineaire duinen
4. Ster duinen



TRANSVERSE DUINEN

Planar cross-beds zullen gevormd worden door de migratie van transverse duinen, straight-crested vormen uitgelijnd loodrecht aan de wind richting. Transverse duinen worden gevormd als er een overvloedige toevoer is van zand en als de zand toevoer afneemt is er een overgang naar Barchan duinen.

BARCHAN DUINEN

Barchan duinen zijn duinen die sikkelvormig zijn met boogvormige slip faces gevormd door cross-bedding.

Onder omstandigheden, als er twee prominente wind richtingen zijn, loodrecht op elkaar, er is sprake van een lineaire duin.

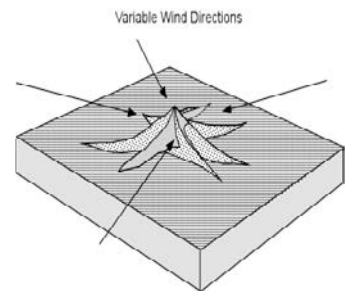
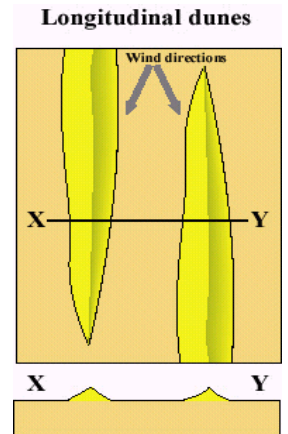
LINEARE DUINEN

Lineaire duinen worden gevormd als er twee windrichtingen loodrecht op elkaar staan. De deposits van deze lineaire duinen zijn gekarakteriseerd door cross-bedding gereflecteerd door lawinges aan beide kant van de duin en daardoor georiënteerd in verschillende richtingen. In omginnen van vele windrichtingen er is sprake van star duinen.

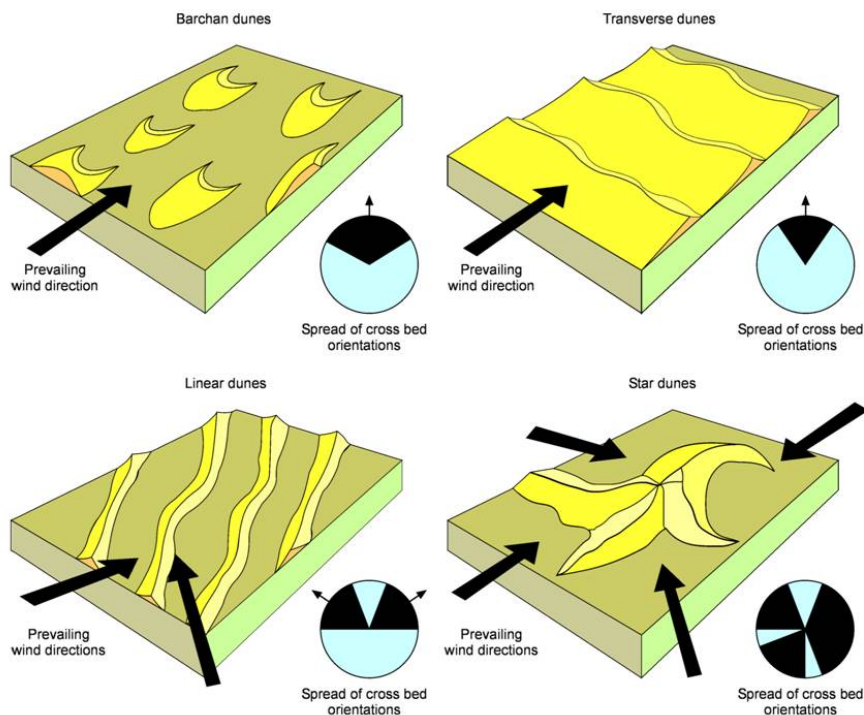
STER DUINEN

Ze komen voor in omgevingen met meerdere prominente windrichtingen. Ze hebben slip faces in meerdere oriëntaties en daardoor de cross-bedding richtingen zijn in verschillende richtingen.

Er zijn omstandigheden in waar de gehele duin bedform is behouden maar moor gebruikelijk het bovenste gheelde is verplaatst als meer aeolian zand is deposited in een verzamelende succession.



Four of the main aeolian dune types



8.4.3. DRAA BEDFORMS

De duinen verschijnen met een regelmatige amplitude. Deze structern zijn bekend als draas (geen Nederlands woord voor).

Draas zijn normaal gesproken gemaakt van duinen aan de stoss en de lee sides, maar een enkele slip face wordt ongewikkeld op sommige lee slopes. Ze laten een zekere overeenkomst zien aan de vorm van duinen met ster vorm, lineaire en transverse forms.

8.4.4. PALAEOWIND DIRECTIONS

Aangezien de verschillende windrichtingen verschillende soorten duinen maken, is het logischerwijs te achterhalen wat voor windrichter is geweest als de duinvorm bekend is.

De windrichting wordt dan meestal aangegeven met de termen waar de wind vandaan waait.

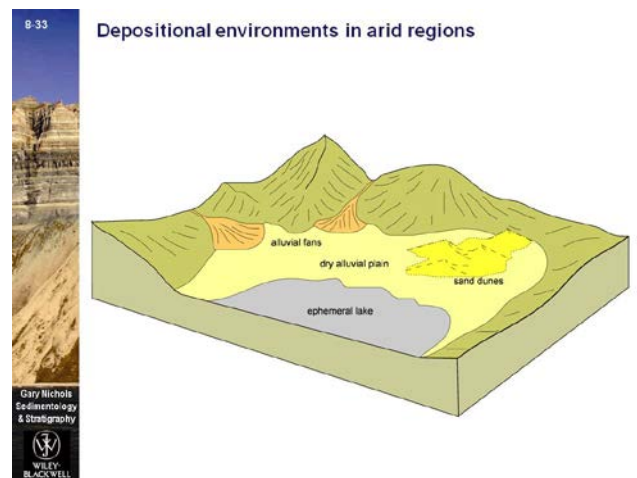
8.5 DESERTS ENVIRONMENTS

Aeolian zand vormen een deel van een droge zone –facies dat dat ook bevat;

1. Ephemeral lake deposits
2. Alluvial fan
3. Ephemeral River sediments.

Dit is te vergelijken met de paragrafen 9.2, 10.4 en 5.6.

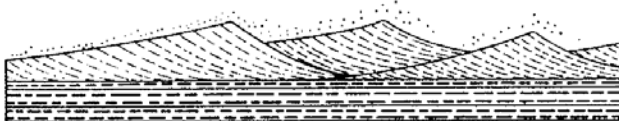
De dominante factor in het determineren van de distribution en omvan van zanderige woestijnen is het klimaat. Droge conditions zijn nodig om een belemmering te zijn de ontwikkeling van planten.



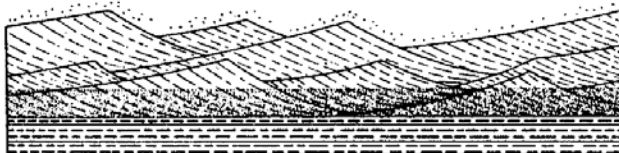
8.5.1 WATER TABLE

Het oppervlakte van sandy seserts in voornamelijk droog, maar als de ondergrond poreus is, dan is er grondwater onder de oppervlakte. Het leven onder de oppervlakte van het grondwater is de water table. Het is gedetermineerd bij de hoeveelheid water dat is aan het opladen de water-bearing strate, de aquifer, en de relatieve niveau van het meest dichtstbijzijnde meer.

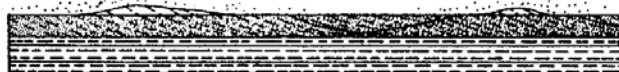
Een toename in het water table wil de aeolian processen in de erg beïnvloeden.



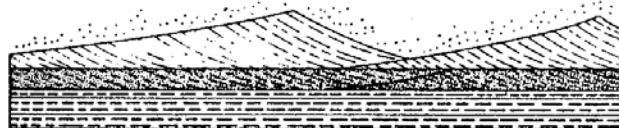
1. Dune sand accumulates on previous level substratum.



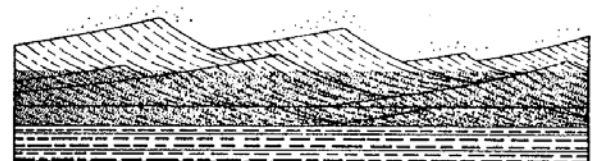
2. Sand accumulation continues, water table rises in sand.



3. Wind action removes sand to water table.



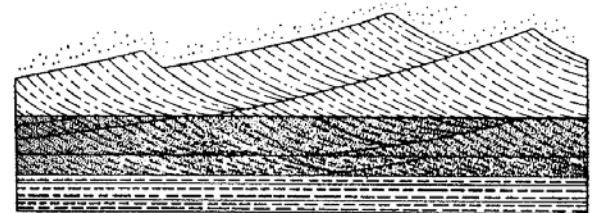
4. Second dune field accumulates on water table surface.



5. Water table rises to new position in dune field.



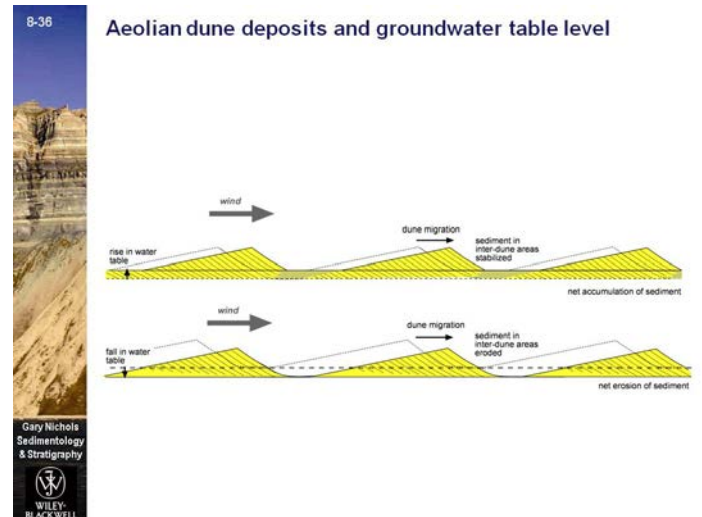
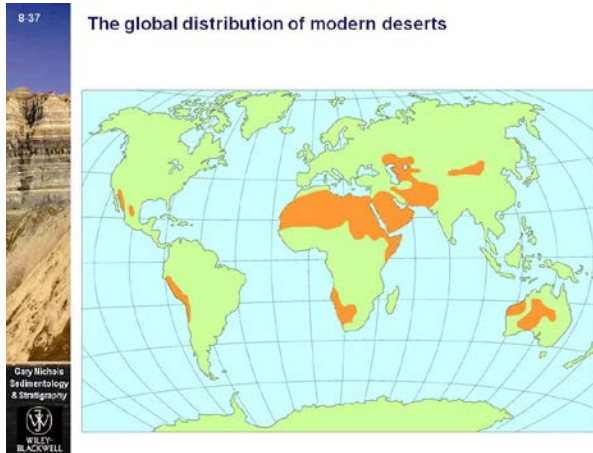
6. Wind action removes sand to second water table.



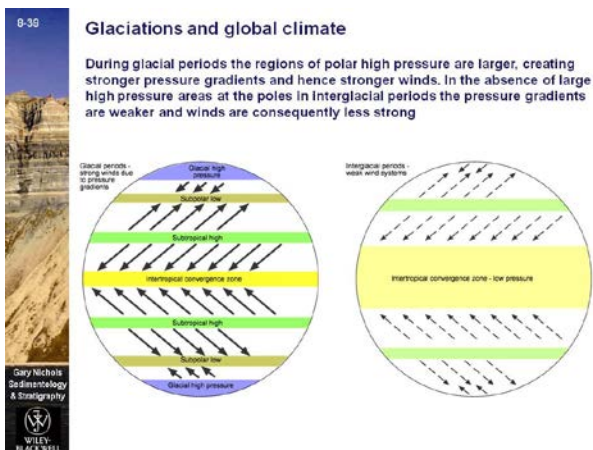
7. Third dune field accumulates, etc.

8.5.2 GLOBAL CLIMATE VARIATIONS

Moderne zanderige woestijnen bevinden zich in de subtropische regionen, die droog zijn en een offshore wind hebben.



Tijdens ijstijden zijn er grote ijsvelden ontstaan op de polen. De toegenomen hoeveelheid ijs zorgde voor grotere gebieden met een hoge druk. Dit zorgde voor sterke winden in de subtropische regionen, en het vermogen om sedimenten mee te nemen nam daardoor toe. De wereldbol zag er toen zo uit;



SEDIMENTARY ANALYSIS

Deze analyse bestaat uit de volgende punten;

1. Geometrie
2. Lithologie
3. Sedimentary structures
4. Palaeo-current distribution
5. Fossils
6. Cores
7. Wireline logs

GEOMETRIE

Er ontstaan schuine afzettingen. Onderstaand plaatje laat deze afzettingen goed zien. Het verschil in niveau komt door het verschil in grondwater level.



LITHOLOGY

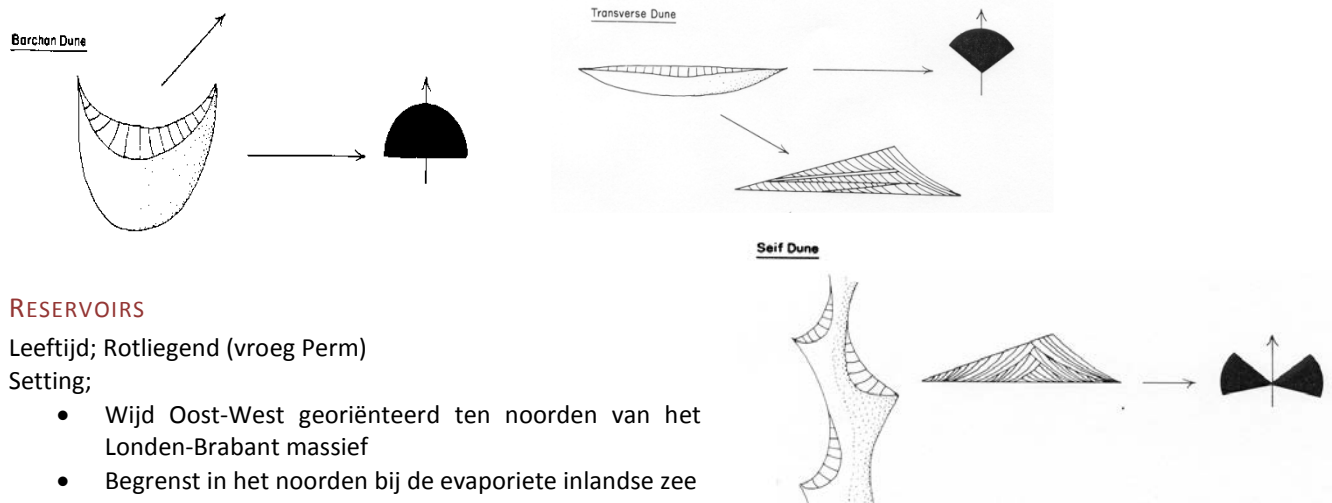
De soorten mineralen die voorkomen in aeolian deposits zijn;

1. Kwarts
2. Vulkanisch zand
3. Gypsum
4. Biogenic limestone debris

SEDIMENTAIRE STRUCTUREN

De structuren zijn, net zoals hierboven reeds genoemd, schuine afzettingen. Bovenstaand plaatje illustreert het goed.

PALAEO-CURRENT DISTRIBUTION

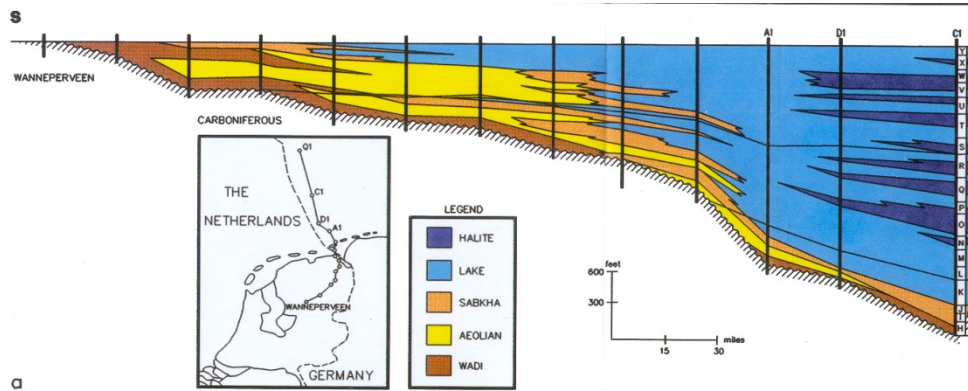


RESERVOIRS

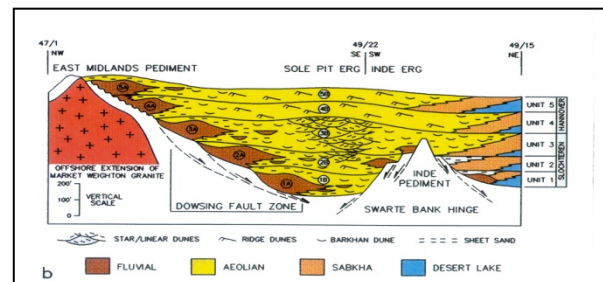
Leeftijd; Rotliegend (vroeg Perm)

Setting;

- Wijd Oost-West georiënteerd ten noorden van het Londen-Brabant massief
- Begrenst in het noorden bij de evaporiete inlandse zee
- Aeolian duinen en fluvial deposits



*Leer tips;
Plaatjes van de
soorten duinen nog
een keer doornemen.
Maakt het vaak
helderder.*



Deltas

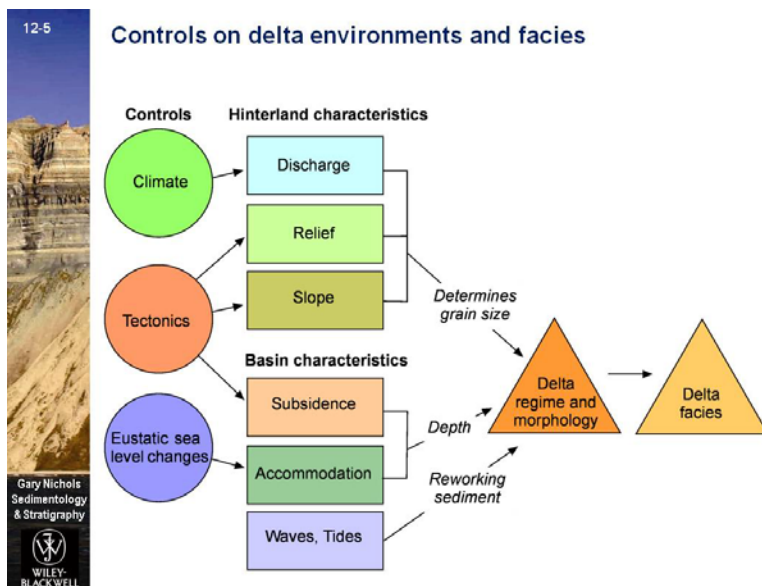
Klastisch of carbonatisch,

Klastische kusten:

- deltaïsch
- linear

Deltas zijn afhankelijk van:

- Sediment aanvoer
- Kust morfologie
- Getijden
- Golven
- Tektoniek
- Zeeniveau fluctuaties
- Klimaat



Delta evolutie:

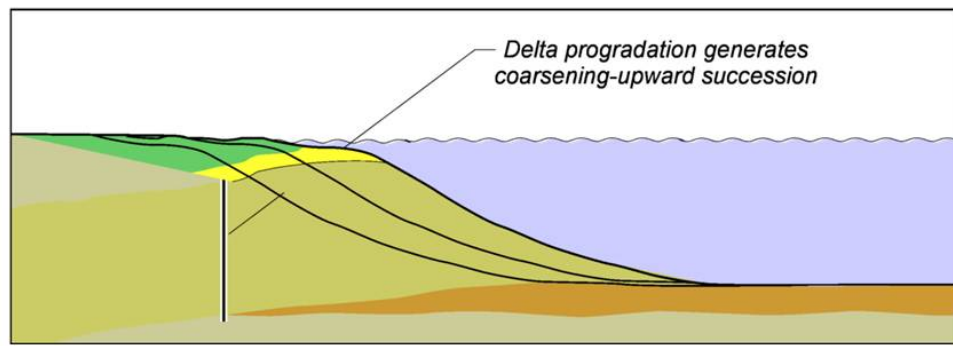
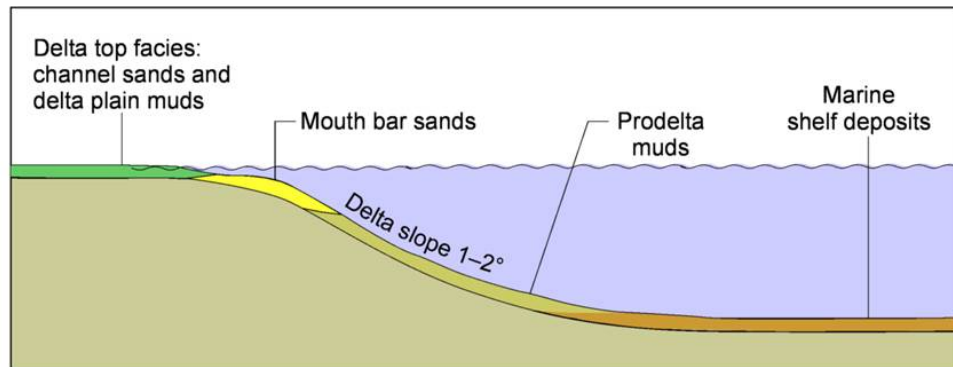
bij samenkomen van de twee wateren (rivier en zee) daalt de snelheid → deposition
bedload, suspended load slaat verder in de zee neer.

door deposition kan het een obstakel vormen voor de stroom → verandering van koers.

Delta groeit door sediment aanvoer.:

12-14

A cross section across a delta lobe



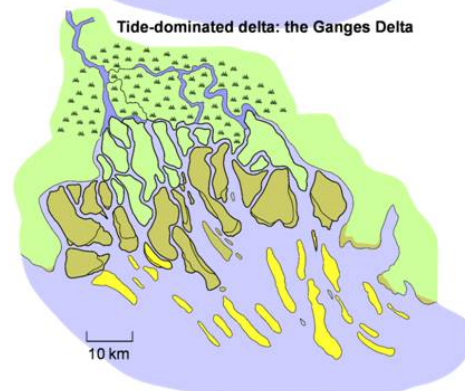
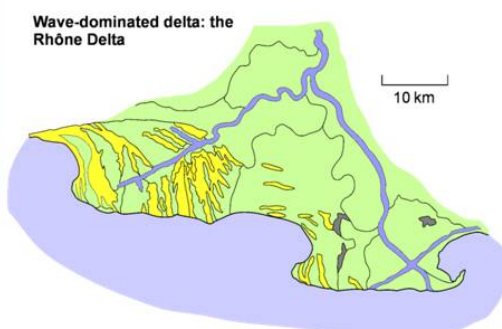
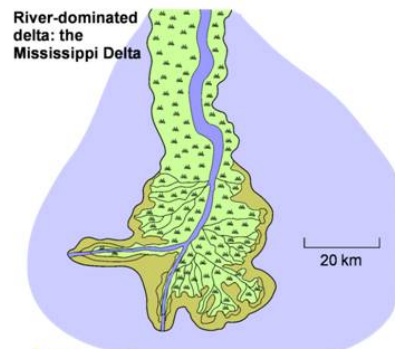
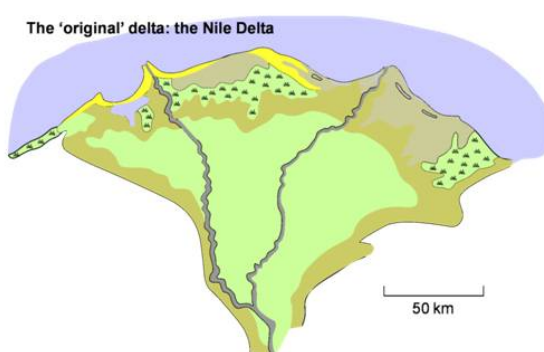
Gary Nichols
Sedimentology
& Stratigraphy
WILEY-BLACKWELL

Deltas Domineerd door:

- Rivier(mississippi)
- Golf (Rhône)
- Getijden(Ganges)

12-3

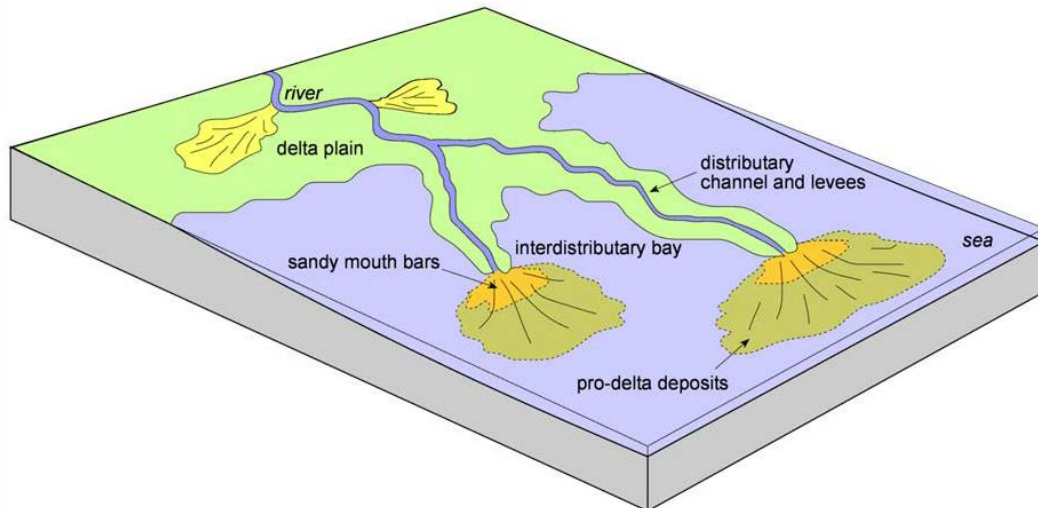
The forms of some modern deltas



Gary Nichols
Sedimentology
& Stratigraphy
WILEY-BLACKWELL

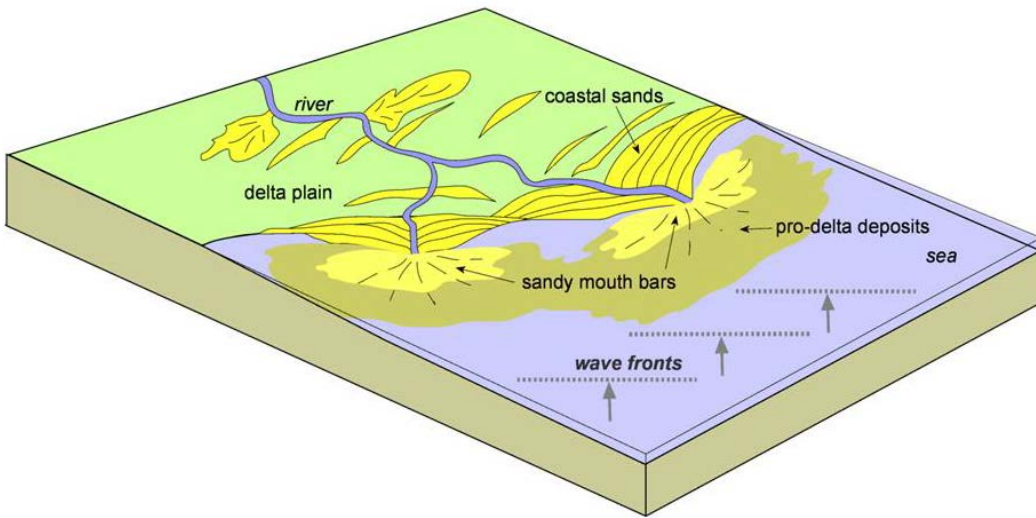
River dominated delta:

- Tot ver in mariene bekken
- Weak tidal and waves
- Geen hertransportatie sedimenten



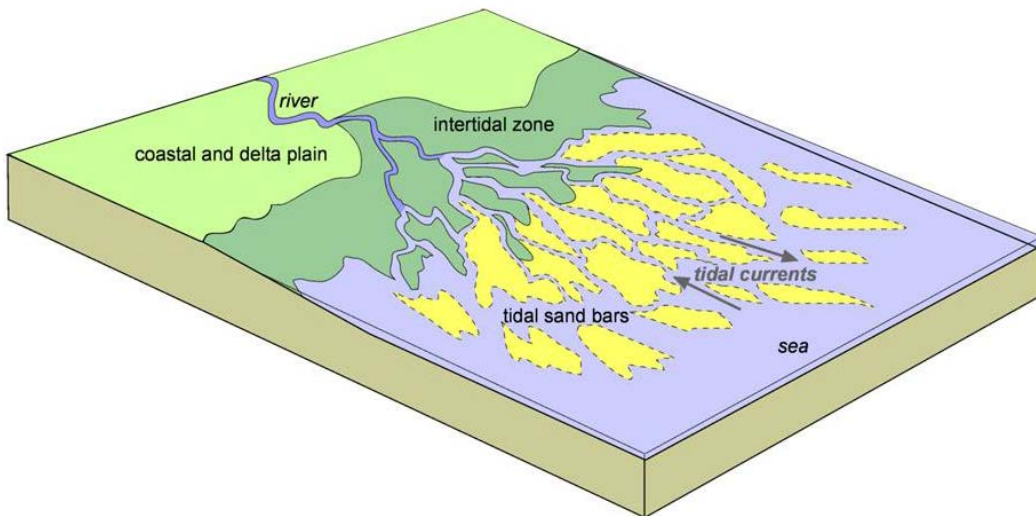
Wave Dominated:

- Sediment door golven verspreid over de kust → delta groeit mariene bekken in door accretie
- Door schuine golven assymetrische "spits" in marien bekken

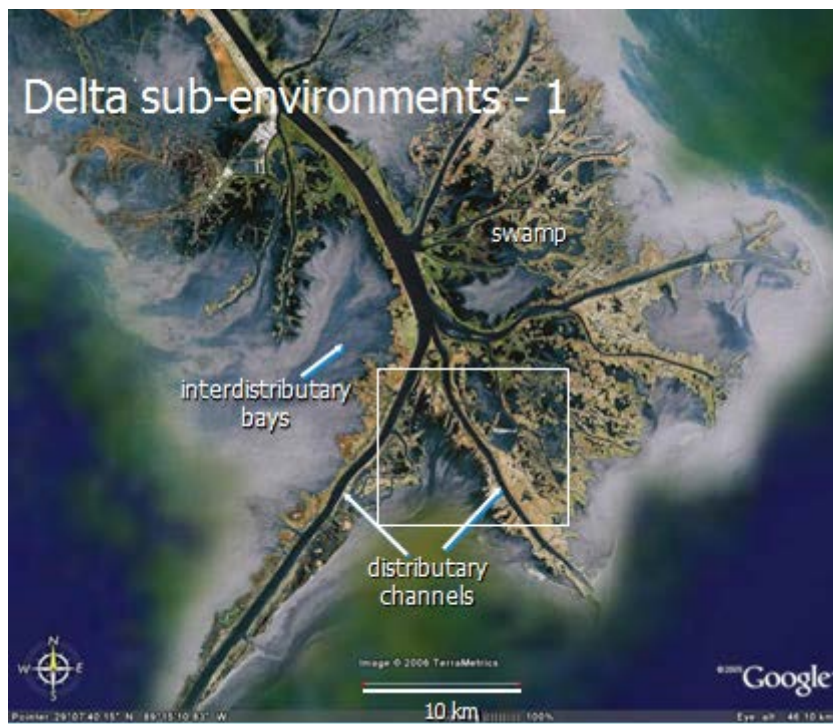


Tide dominated:

- Loodrecht op kust dus tidal channels loodrecht op kust en parallel aan elkaar.
- Niet in marien bekken



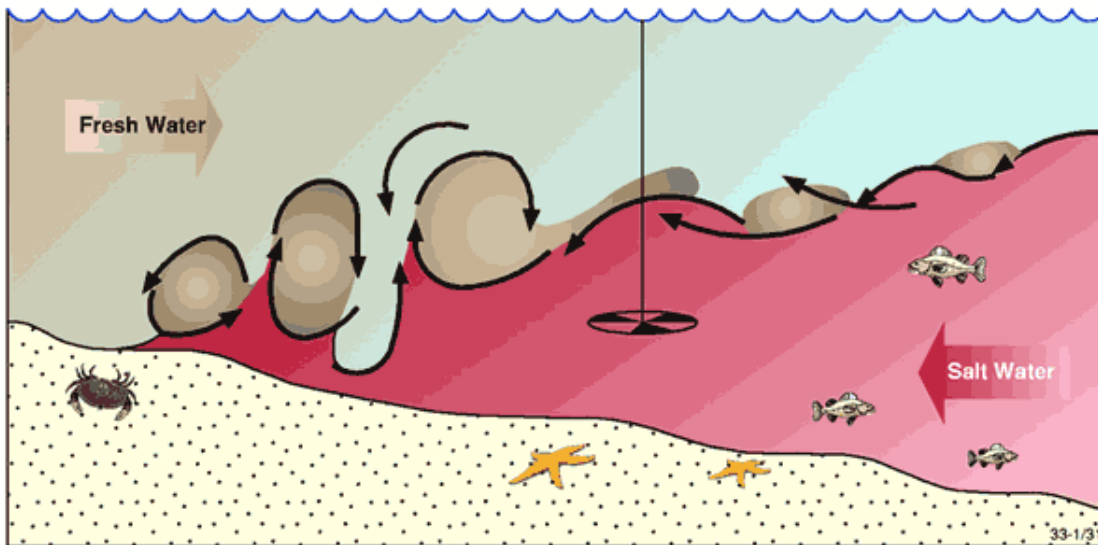
Sub-environments delta:



Water density and sedimentation

- Hypopycnal flow $\rho_{\text{rivier}} < \rho_{\text{zee}}$
- Hyperpycnal flow $\rho_{\text{rivier}} > \rho_{\text{zee}}$

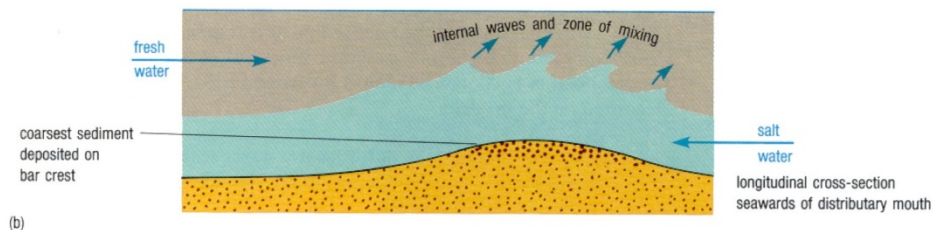
- Homopycnal flow $\rho_{\text{rivier}} = \rho_{\text{zee}}$



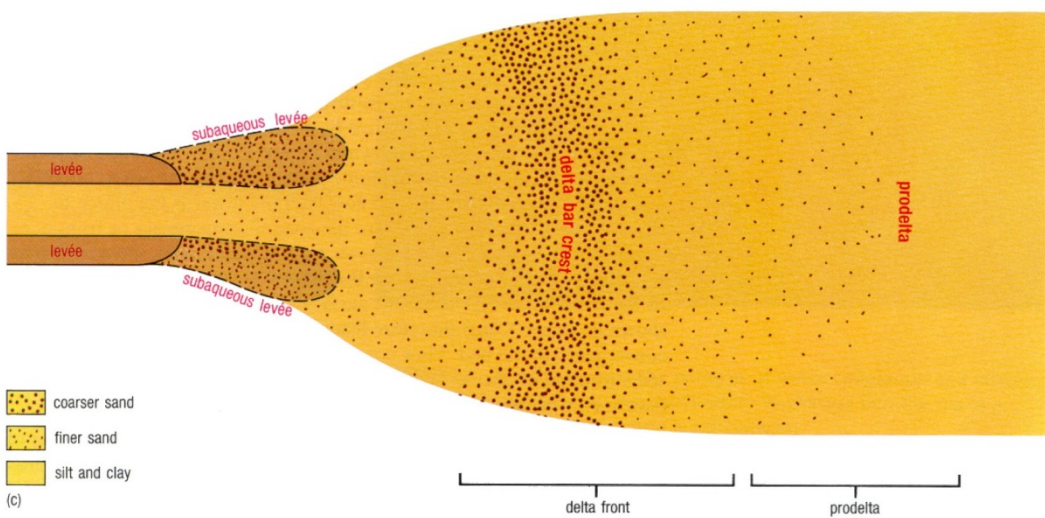
Op de grens van samenkomen is

- Turbulence
- Mixing
- Energieverlies \rightarrow sedimentatie

Hypopycnal:

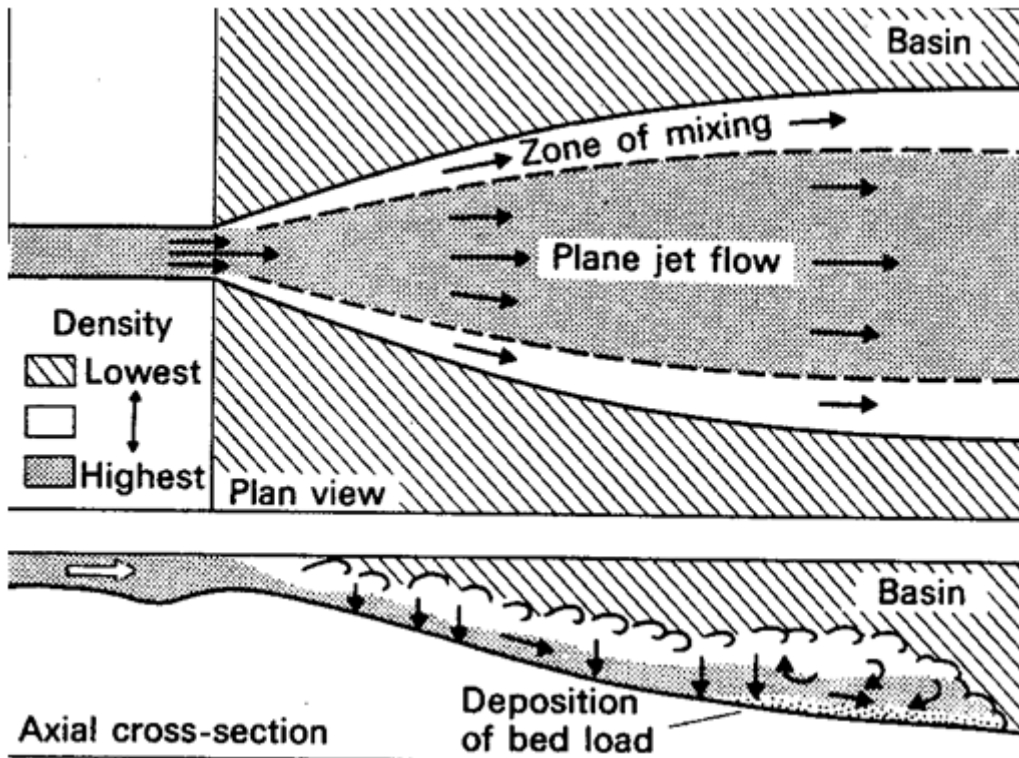


(b)



(c)

Hyperpycnal:

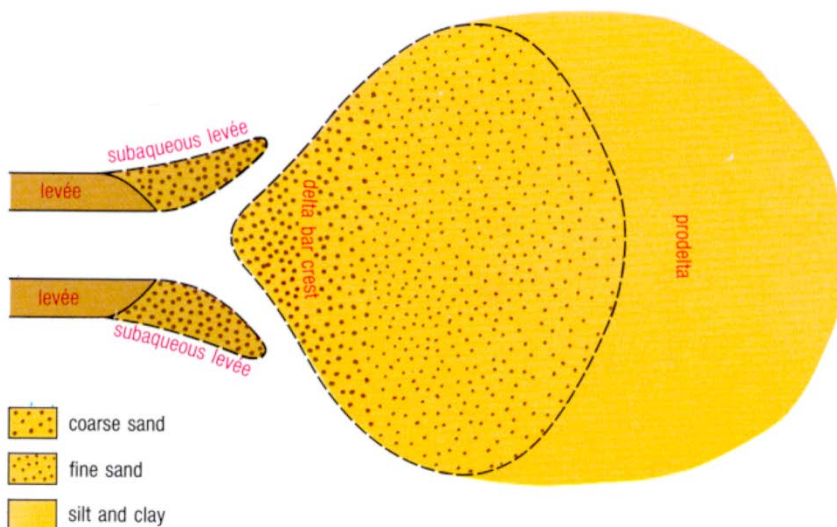


Snelle deposition bed-load, behalve fijne deeltjes gaan verder het bekken in.

Hyperpycnal deltas komen vooral voor bij kleine rivieren met hoge sediment load, en kleine, steile lange deltas.

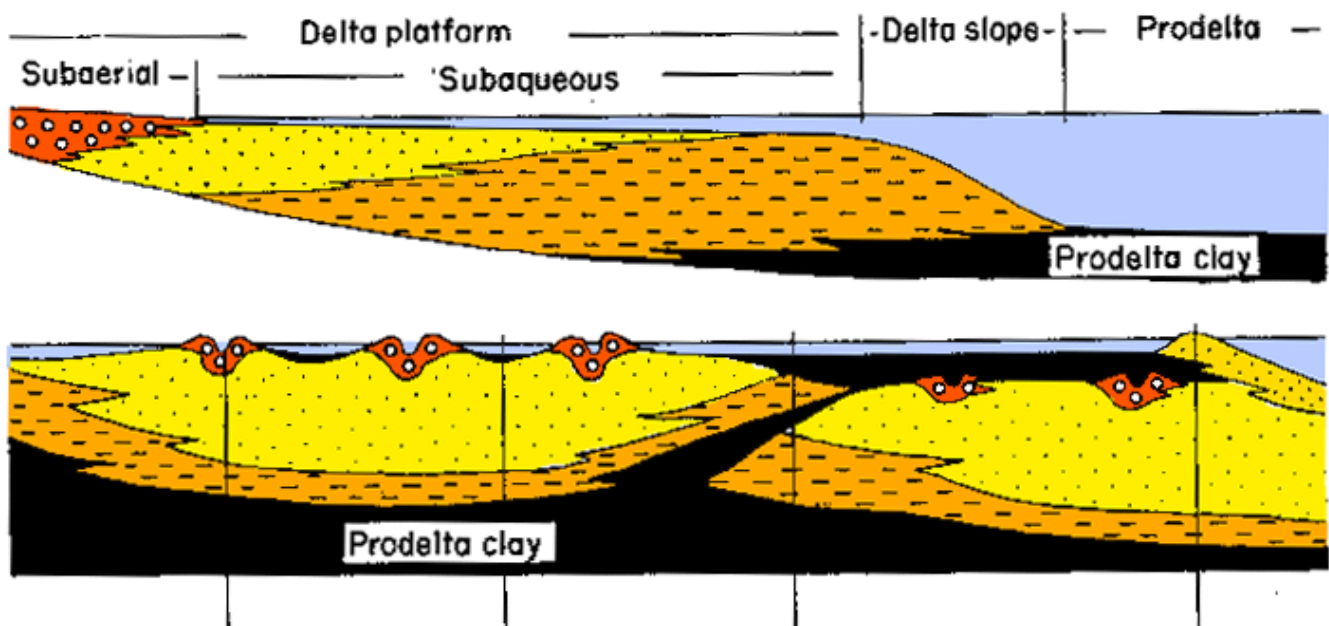
Homopycnal:

Vooral bij lacustriene setting met een laag zout-gehalte.



Opmerking: grote "spreading angle"

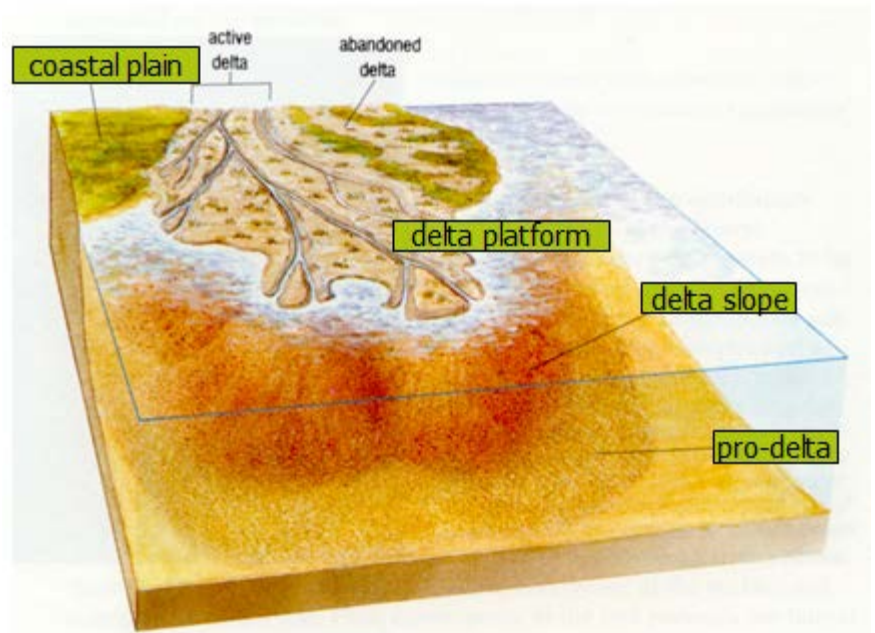
Sequences Delta:



Bij dit bovenste plaatje: boven:doorsnede loodrecht op kust, onder:Doorsnede parallel aan kust

Bij een zeewaardse progradatie is de opeenvolging:

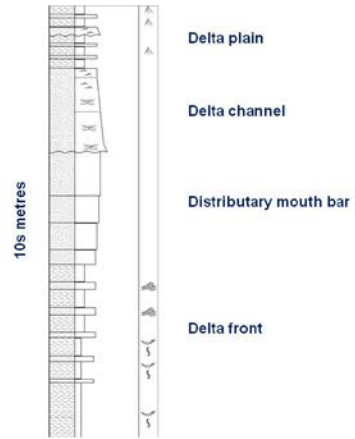
- Coastalplain
- Delta plain
- (Delta Channel)
- Mouth bar
- Delta slope
- Pro delta
- (Met upward coarsening)



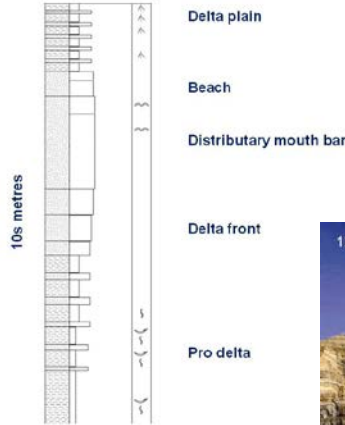
Logs per delta type:



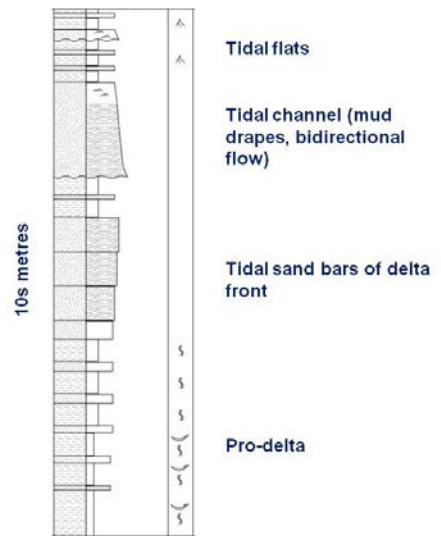
A graphic sedimentary log of a river-dominated delta



A graphic sedimentary log of a wave-dominated delta



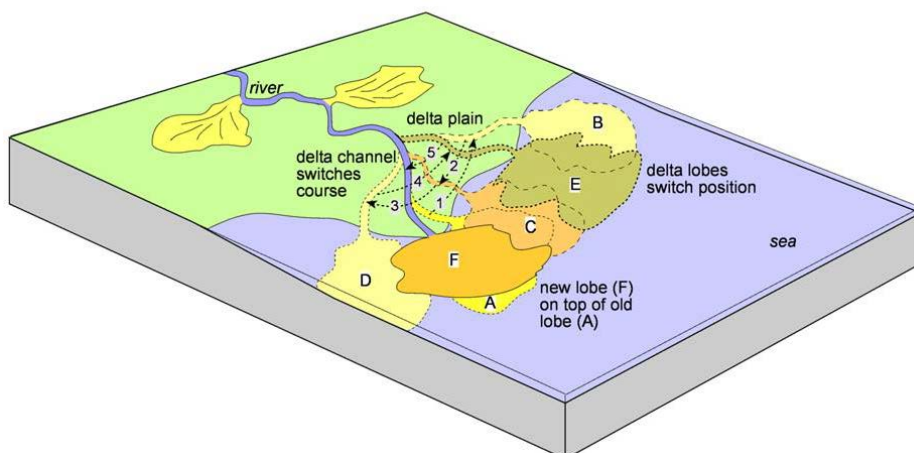
A graphic sedimentary log of a tide-dominated delta



Delta switching

Delta verandert koers doordat sediment zich opstapelt in channels. Dit vormt een obstakel en avulsie treed op. Delta kan terugkeren naar zijn oude loop. Zie figuur:

Avulsion results in a series of delta lobe successions



Linear clastic coast deposits

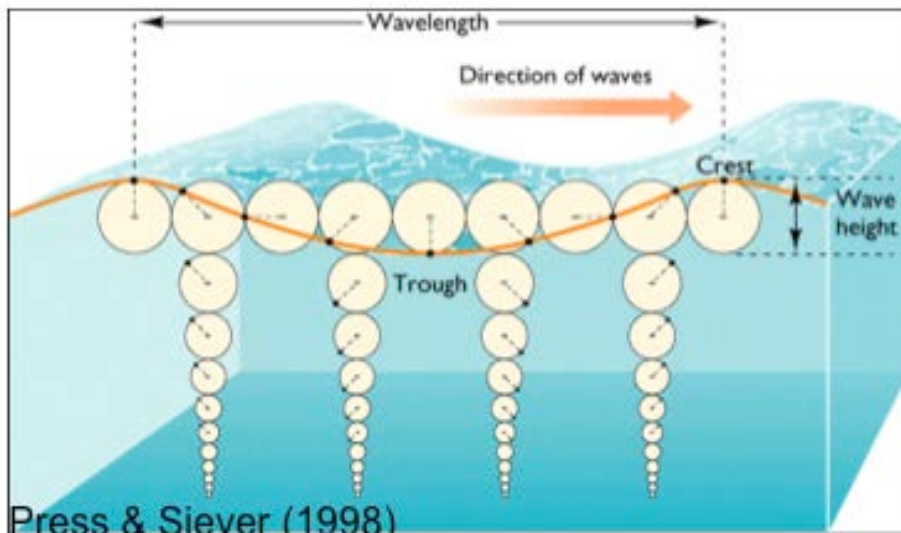
Linear clastic coast deposits zijn te vinden bij de volgende omstandigheden:

- Zand-rijke kusten
- Omringd door klei-rijke omgevingen
- Grenst aan een kustvlakte (coastal plain)
- Laag reliëf, laag gradiënt

Golf processen

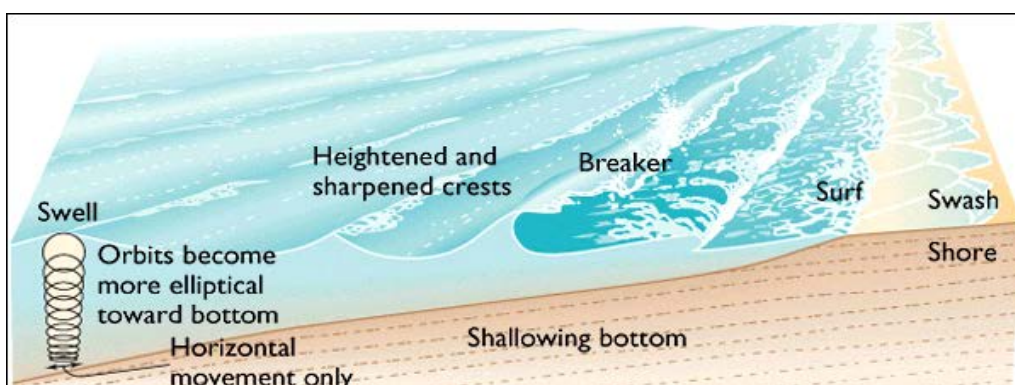
Golven ontstaan door wind. In ondiep water is er wrijving tussen de golven en de bodem wat kan leiden tot bed load transport.

- Golf lengte (L): afstand tussen 2 opeenvolgende golven
- Golf hoogte (H): afstand tussen de top van de golf en het dal
- Golf periode (T): Het tijdsverschil tussen 2 opeenvolgende golven die een vastgelegd punt passeren
- Golf snelheid (V): $V=L/T$
- Wave base: $D=0.5L$



De diepte van het water wordt beschreven door de verhouding van de golflengte en de diepte van het water.

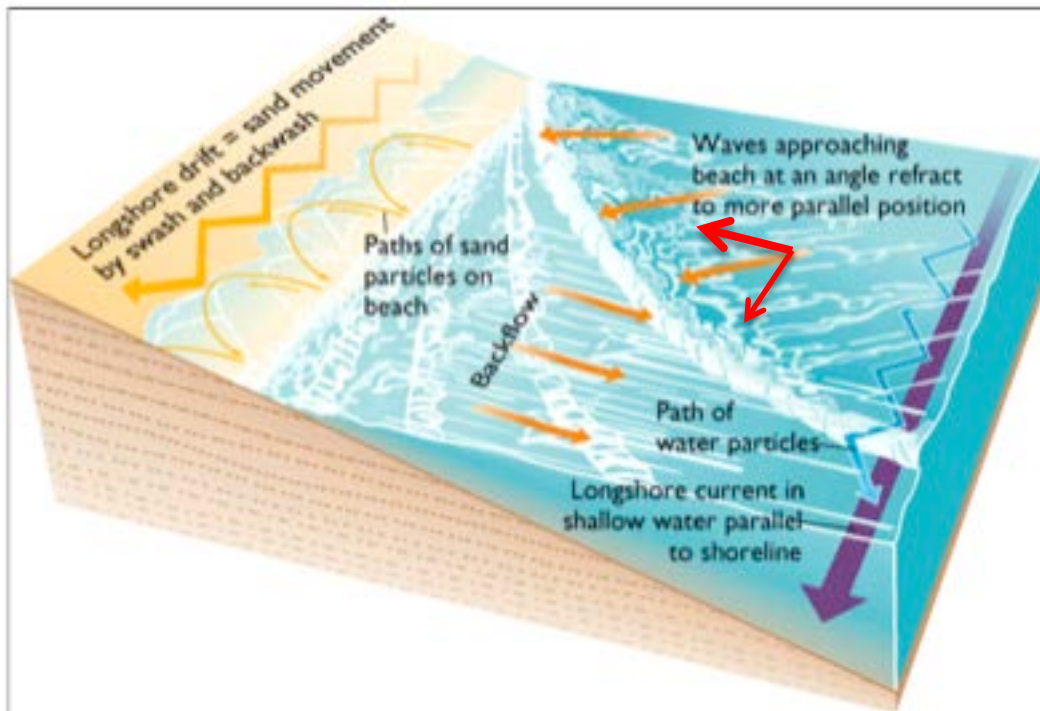
- Diep water $\rightarrow L < 0,5 D$
 - orbitale beweging van de waterdeeltjes: vorm blijft rond met toenemende diepte (zie bovenstaand figuur)
- Ondiep water $\rightarrow L > 0,5 D$
 - De vorm van de orbitale beweging wordt steeds elliptischer richting de bodem (zie onderstaand figuur). Horizontale sedimentbeweging langs de bodem.



Naarmate golven dicht bij de kust komen, breken ze. Dit komt doordat de voorzijde van een golf zich in ondieper water bevindt dan de achterkant. In ondiep water is er meer wrijving en wordt de beweging vertraagd.

Het breken van golven is afhankelijk van het verband tussen de hoogte van de golf en de diepte van het water, namelijk als: $H = \pm \frac{3}{4} D$

Golven benaderen de kust vaak in een hoek. Dit kan men desintegreren in vectoren loodrecht en evenwijdig aan de kust.



Longshore sediment transport

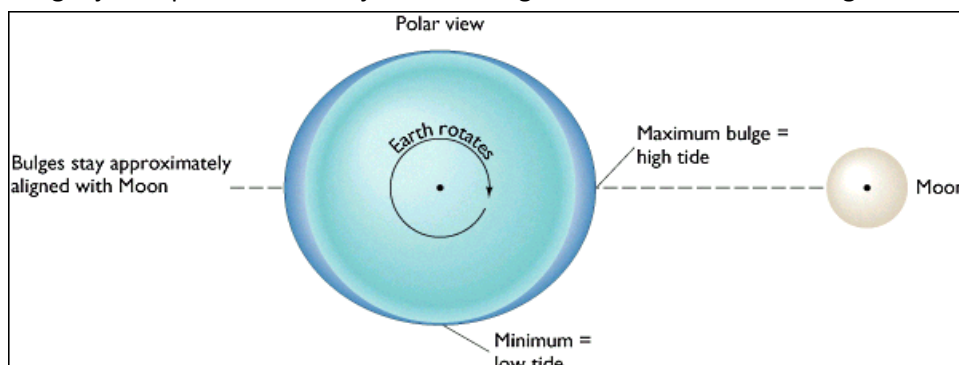
- De golven benaderen het strand in een hoek (swash)
- Backflow: retourstroom loodrecht op het strand (zwaartekracht)
- Resulterende beweging van zanddeeltjes: zigzag langs de kust
- Resulterende beweging van het water: Longshore stroom in ondiep water parallel aan de kustlijn.

Getijdeprocessen

Er zijn twee getijde producerende krachten, namelijk de zwaartekracht van de zon en de maan.

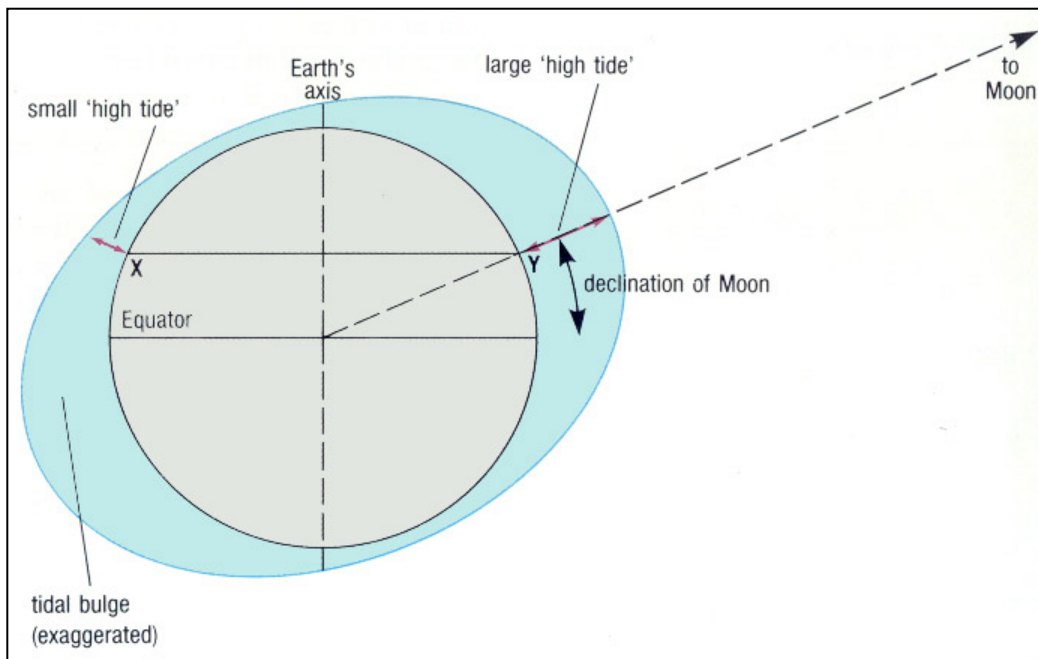
- Zwaartekracht: $F_g = G \cdot (m_1 \cdot m_2 / r^2)$
- Aarde - Maan afstand: $3,84 \cdot 10^5$ km
- Aarde - Zon afstand: $149,60 \cdot 10^6$ km

Doordat de maan op een kortere afstand van de aarde ligt, is het de dominante factor in het creëren van getijden op Aarde. Door zijn aantrekkingskracht ontstaan 'tidal bulges'.



Diurnal inequality of tides (Dagelijkse ongelijkheid van de getijden)

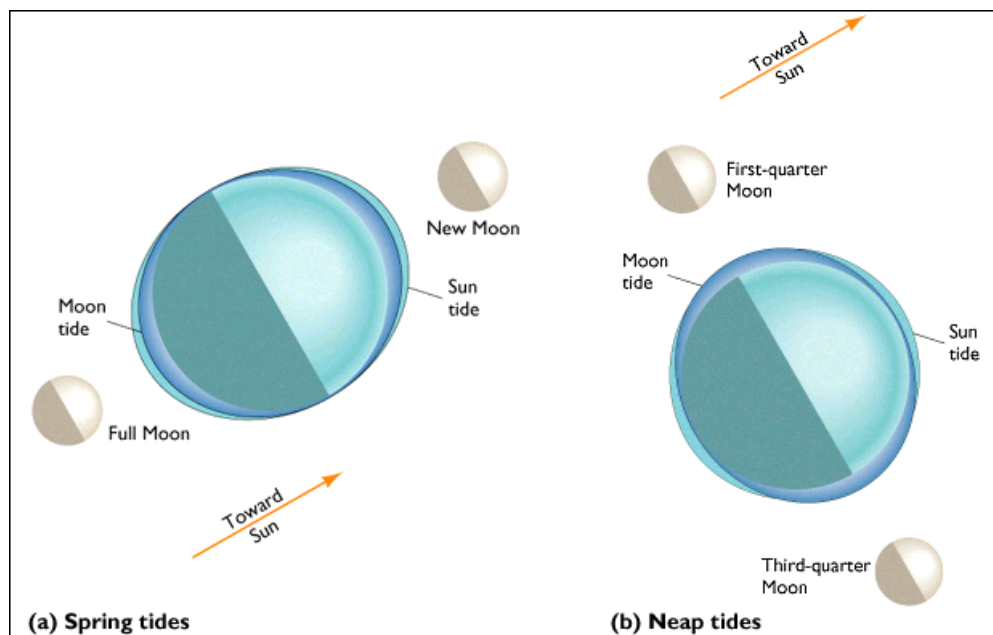
- Ongelijke getijden op de middelste breedtegraden als gevolg van de afwijking van de maan
- Afwisselend hoger (Y) en lager hoog tij (X)



De tij-producerende kracht van de zon heeft een lagere grootte (0,46) dan die van de Maan. Toch worden er wederom twee 'tidal bulges' gevormd. Als de aarde om zijn as draait veranderen deze 'tidal bulges' van positie. Een cyclus duurt hier 12 uur.

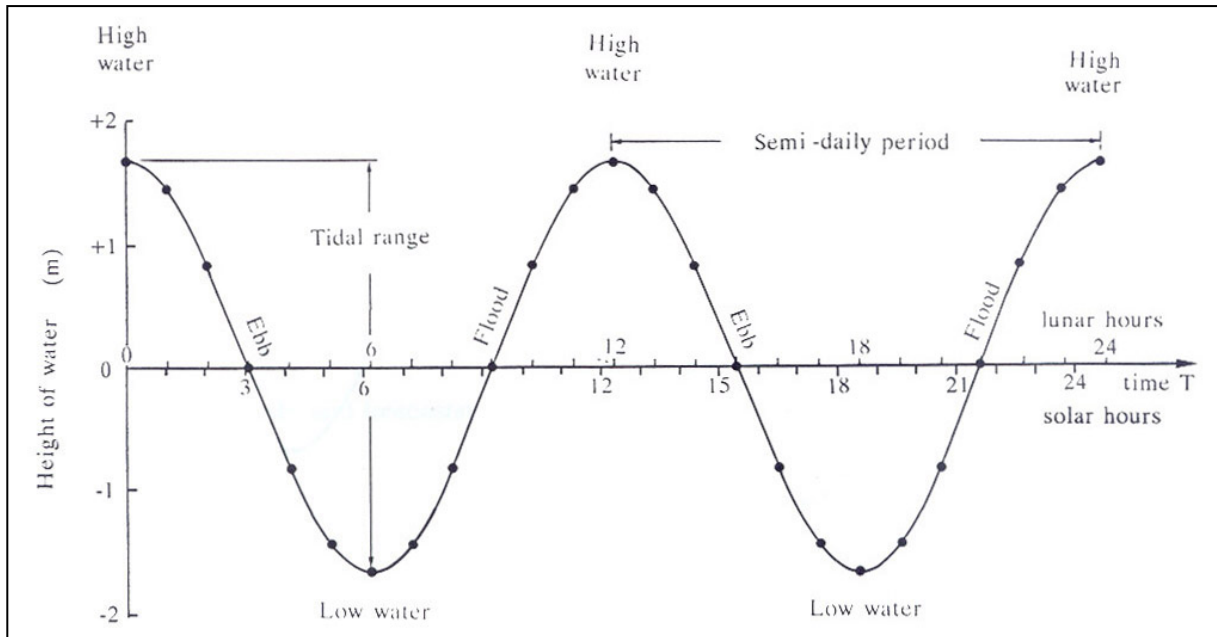
Door de combinatie van de getijden van de maan en de zon ontstaan er twee extreme getijden.

- Spring tij (spring tide): Getijde-producerende krachten versterken elkaar.
- Doodtij (neap tide): zwakke tij-producerende krachten

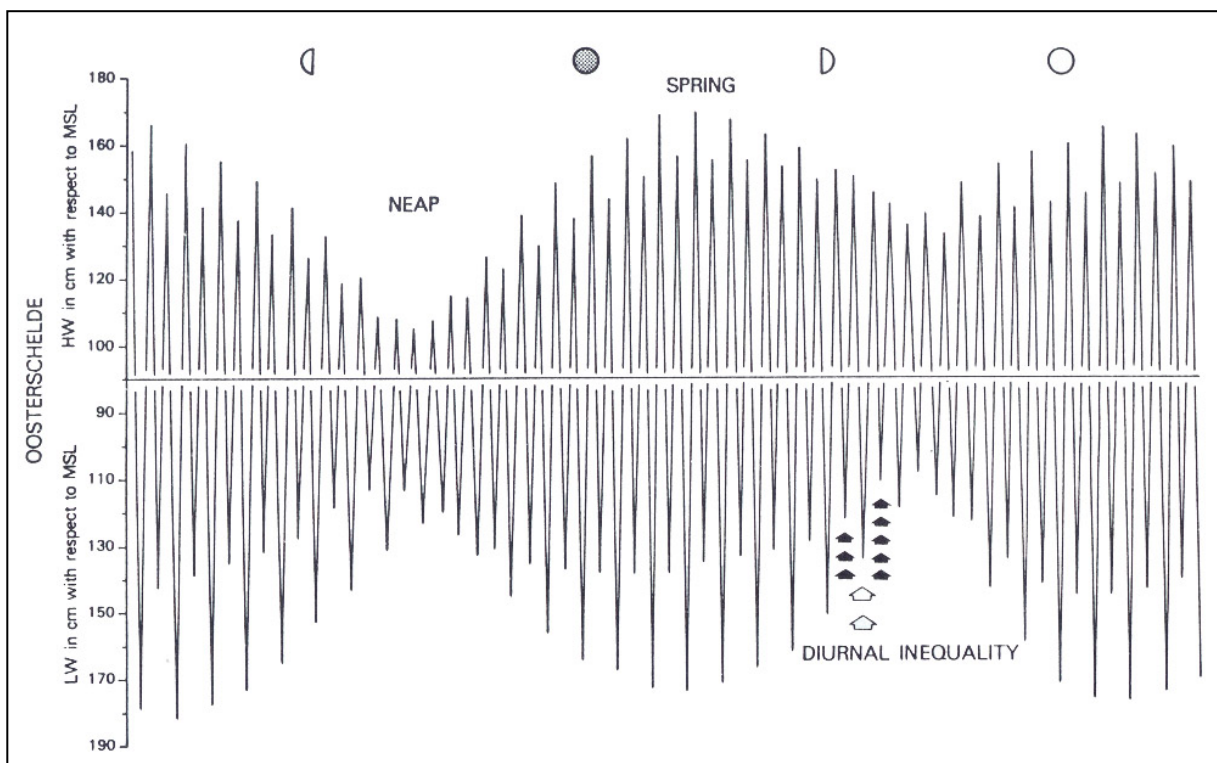


Getijde cycli met directe invloed op sedimentatie patroon:

- Dagelijks eb en vloed-cyclus (24 h 50')
- Dagelijkse variatie (25 h 50')
- Doodtij – springtij (14,7 dagen)

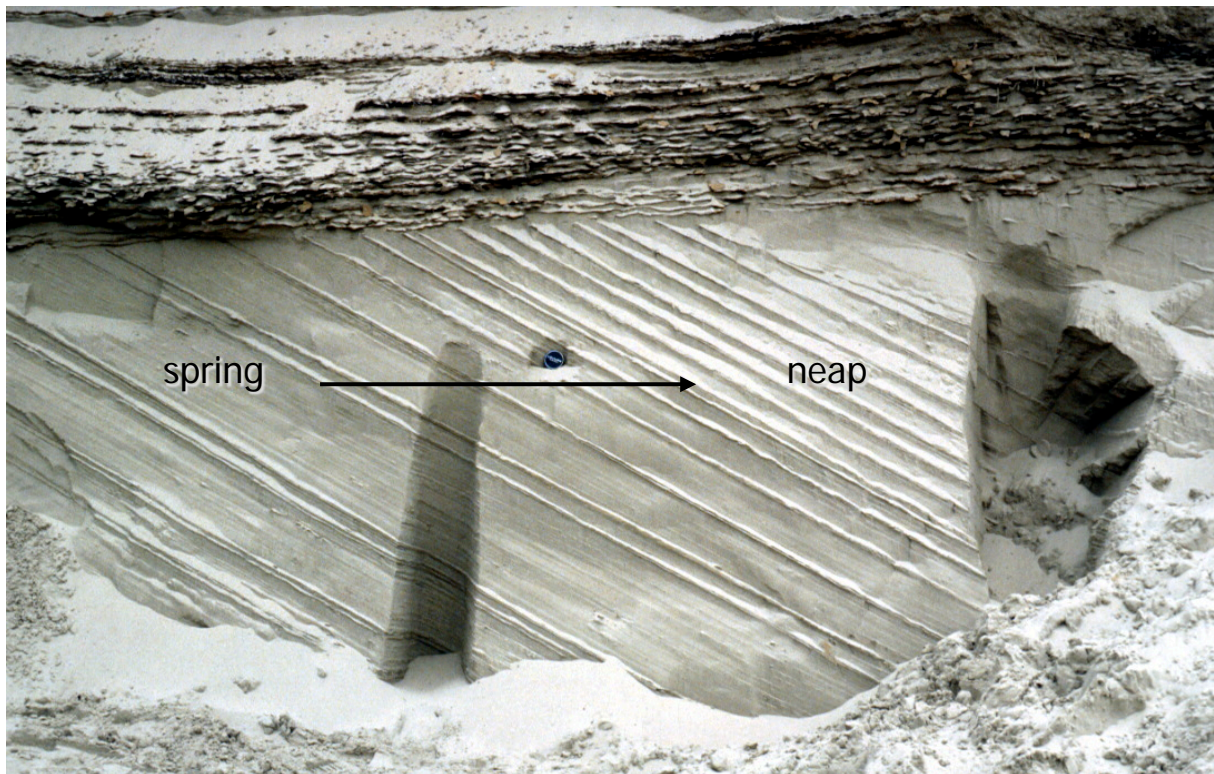


Dit is de ideale half daagse getijde cyclus.

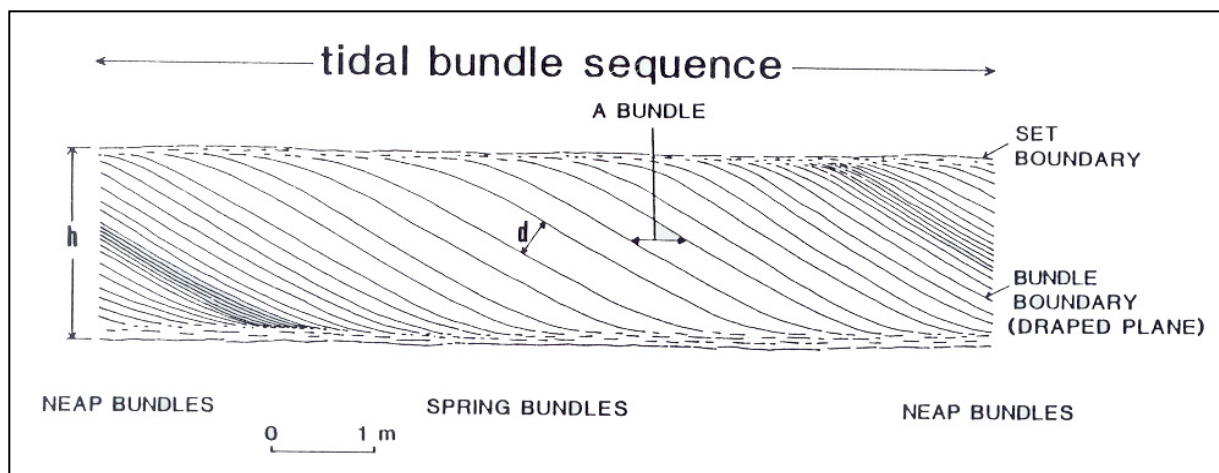


Dit is de springtij – doortij cyclus met de dagelijkse ongelijkheden

Getijden werken op een dagelijkse basis en regelen het transport en de afzetting van sediment. Cyclische veranderingen in zeestromingen zijn daarom terug te vinden in sedimentaire structuren.



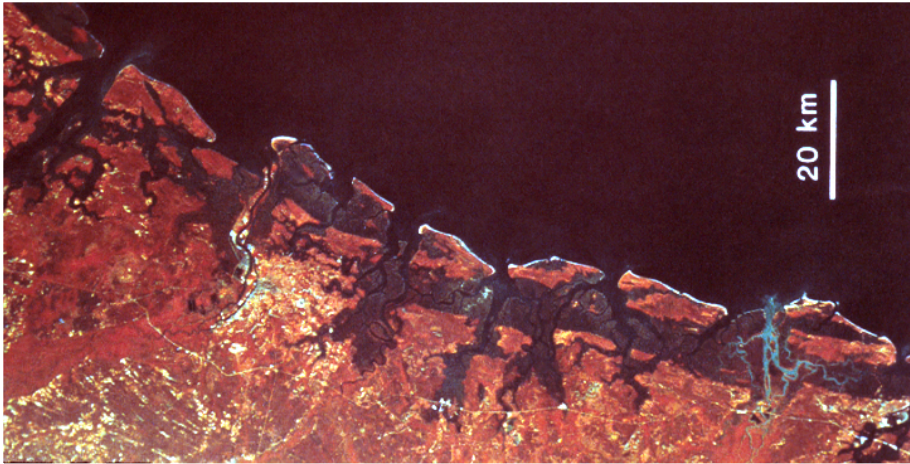
Voorbeeld van springtij – doottij cyclus



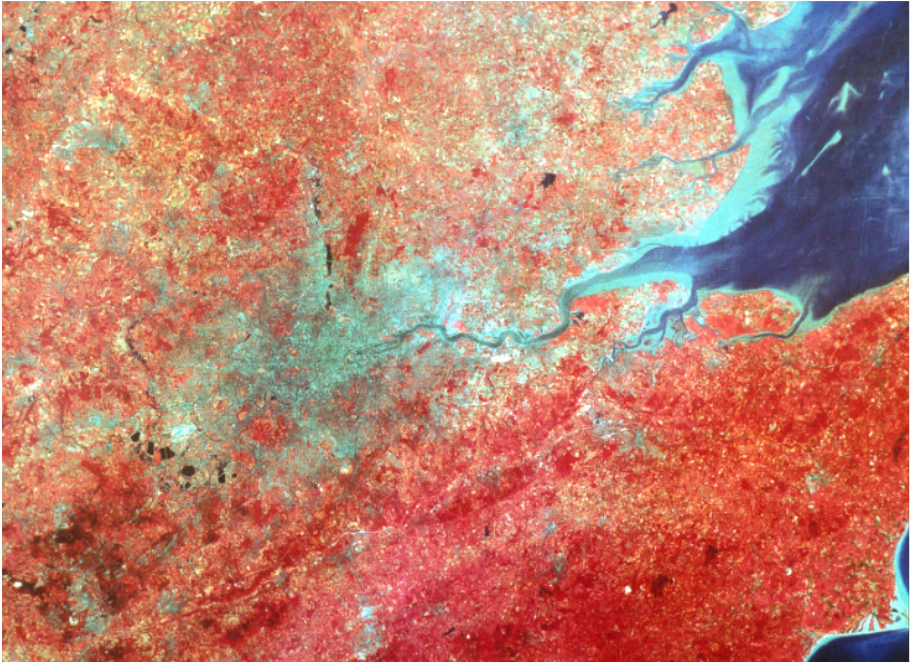
Linear clastic coasts

Kusttypes:

- Mainland coast:
Zandige kust direct aan de coastal plain, begrensd door laaggelegen kustgebieden
- Barrier Island coast: De laaggelegen kustgebieden zijn overstroomd en omgezet in een lagune (relatieve zeespiegelstijging). De zandige kust wordt gescheiden van de coastal plain door deze lagune.
- Estuarine coast:
Inkeping in de kust, loodrecht op de coastal trend.



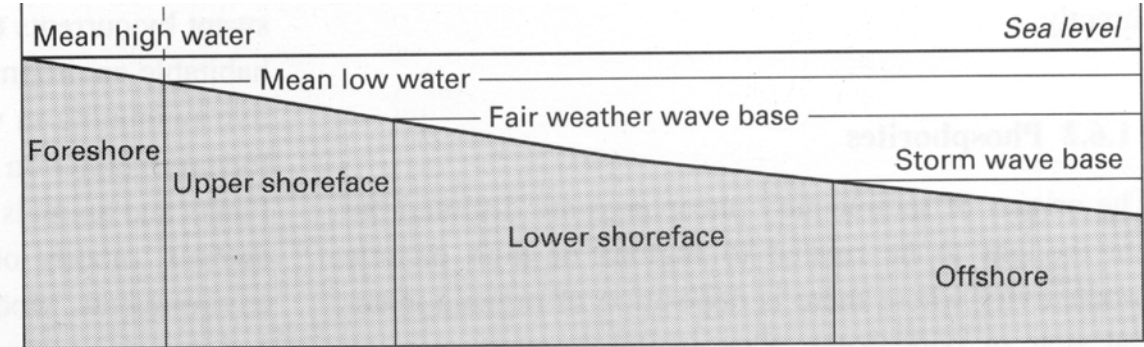
voorbeeld van Barrier Island coast, *Georgia USA*



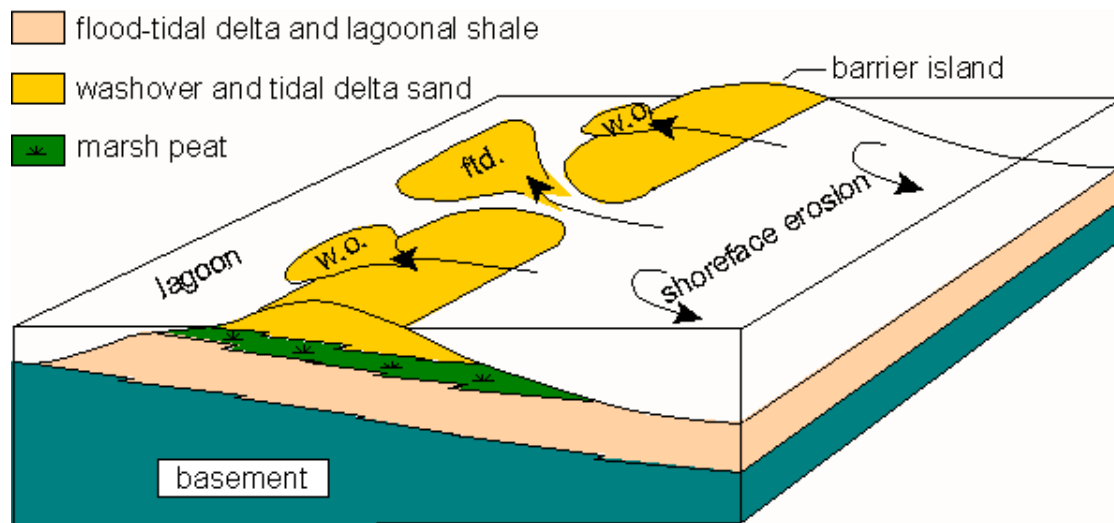
Voorbeeld Estuarine coast, *Thames estuary, England*

De kust kan onderverdeeld worden in verschillende delen ten opzichte van het zeeniveau.

- Backshore: duin basis tot mean high water line (MHW)
- Foreshore: MHW tot mean low water line (MLW)
- Shoreface: MLW tot wave base
- Offshore: wave base tot shelf edge



Barrier Island coast



Barrier island coast: *Sub-environments*



Tidal Pumping

Effecten van Tidal pumping

- Convergentie van de getijdenstromingen in smalle getijdekanalen: Verhoging van de snelheid en erosie van de kanaalbodem.
- Flow expansion van getijdekanaal naar lagune: Vermindering van de snelheid en afzetting van flood-tidal delta
- Flow expansion van getijdekanaal naar zee: Vermindering van de snelheid en afzetting van ebb-tidal delta.



Ebb-tidal delta Price Inlet, S. Carolina, USA

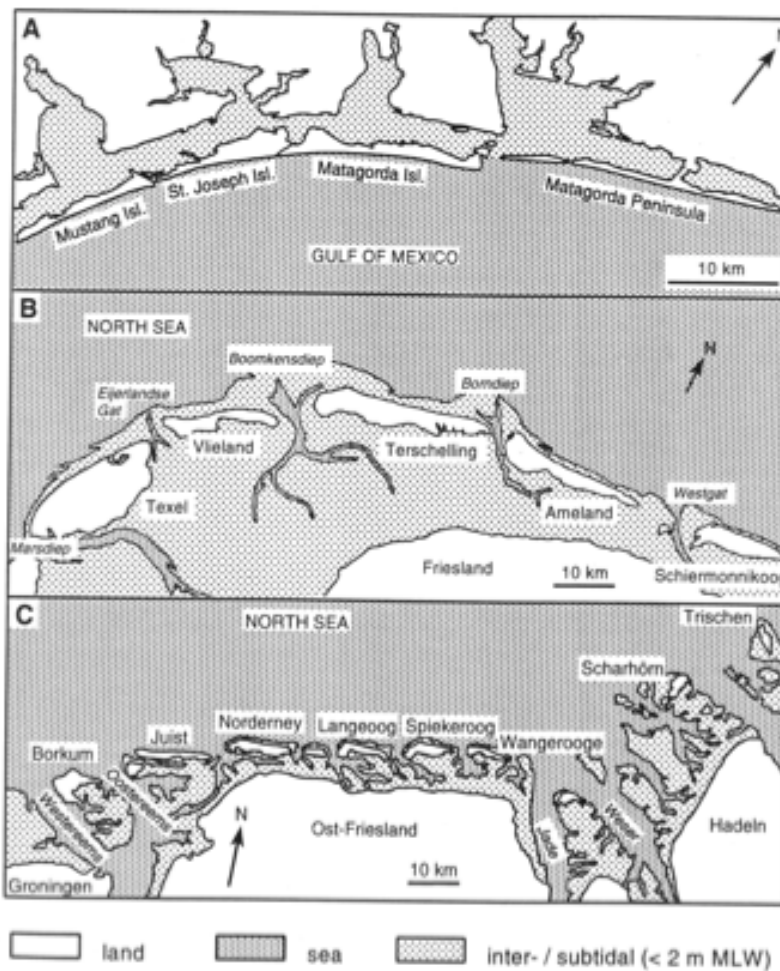


Flood-tidal delta

Washovers worden gevormd bij landinwaartse stormen. De golven overspoelen de laaggelegen delen van het strand van het barrier island en eroderen zand van de voorkant van het strand naar de lagune.

De relatie tussen de vorm en tidal range van een barrier island

- A: Micro-tidal range (0 – 2m): lange barrier islands die gescheiden worden door smalle tidal channels.
- B: Meso-tidal range (2 – 4m) Korte barrier islands die gescheiden worden door diepe tidal channels.
- C: Macro-tidal range (>4m): Er zijn geen barrier islands gevormd; in plaats daarvan is het sediment aangebracht in shoals, normaal georiënteerd t.o.v. de kust.



Ontwikkeling van de kust

Parameters

- Aanvoer van sediment naar de kust
- Relatieve zeespiegel bewegingen:
 - eustatisch component
 - tectonisch component

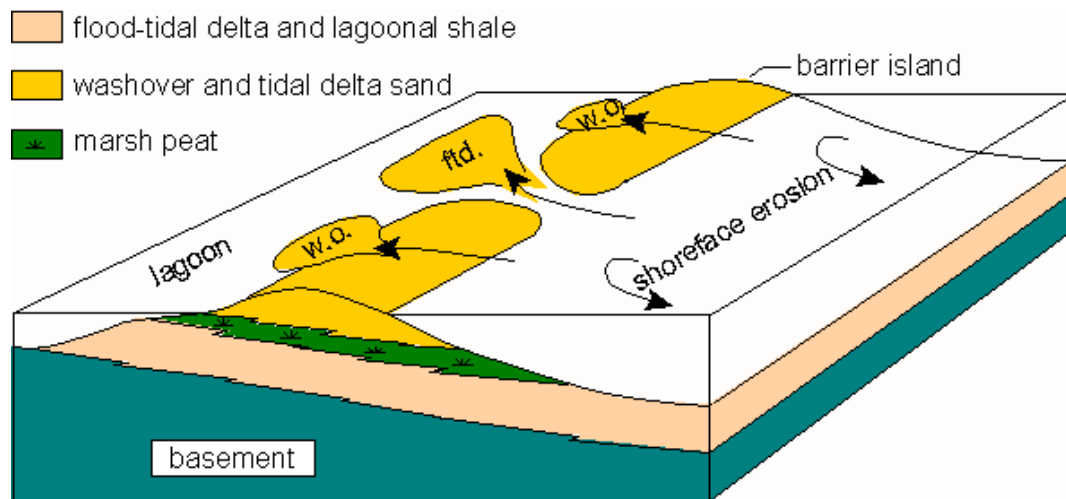
Er zijn twee scenario's mogelijk voor de ontwikkeling van de kust:

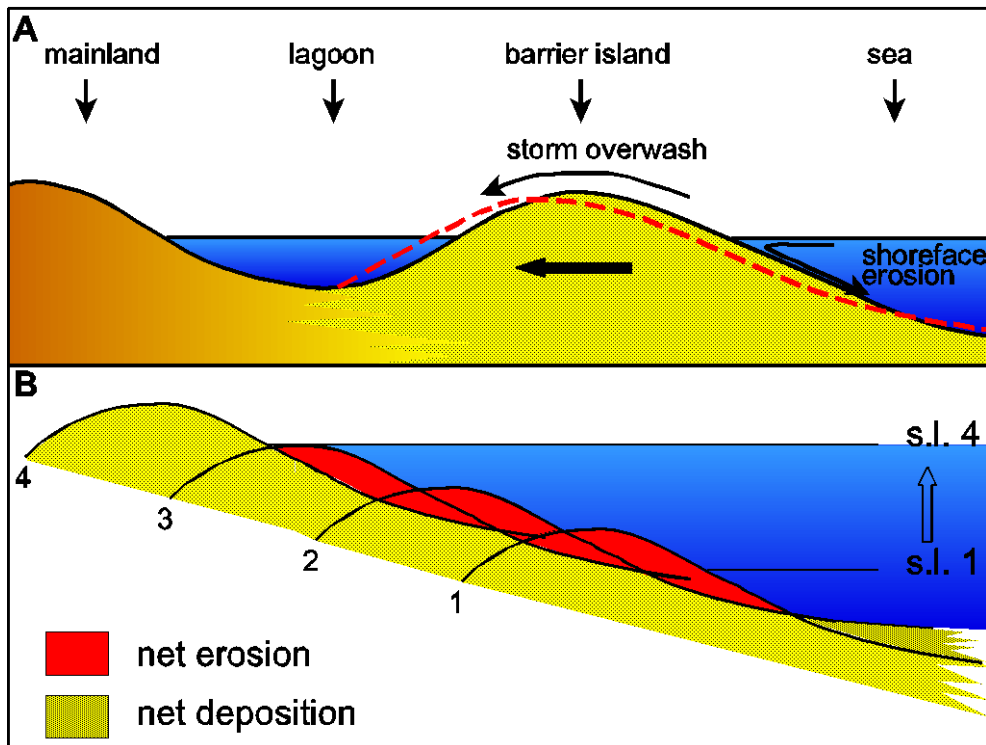
Scenario 1: Aanvoer sediment < relatieve zeespiegelstijging

Hier zal de kust uiteindelijk onder water komen te staan/zich terugtrekken landinwaarts.

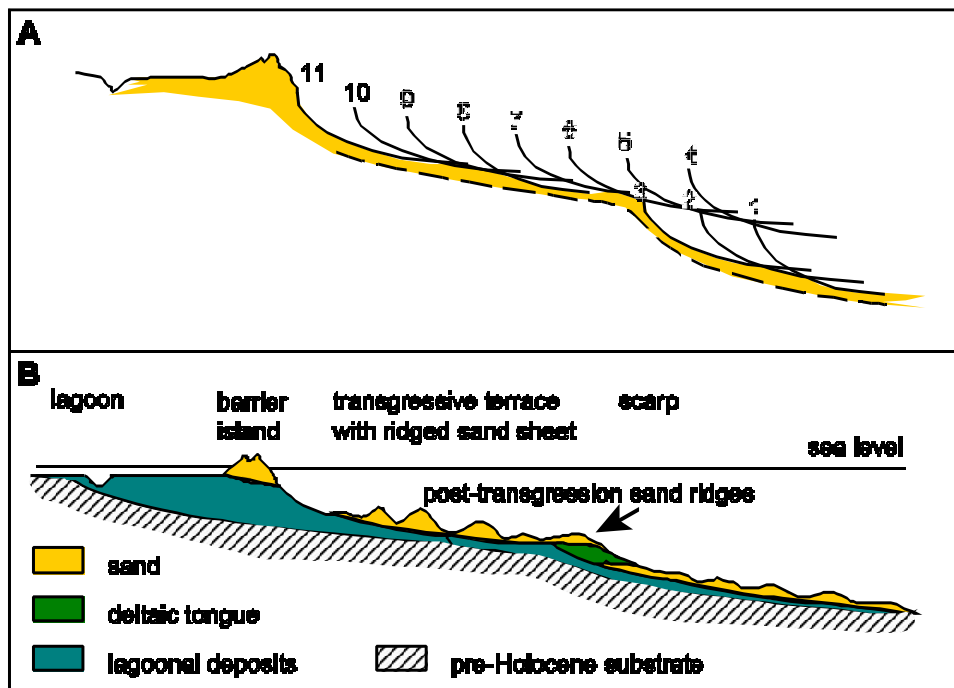
De gevolgen hiervan zijn:

- Lagere topografie
- Hogere washover activiteit
- Shoreface erosie
- Uitbreiding van de Flood-tidal delta





A) Landwaartse verplaatsing van het barrier coastal profiel.
 B) Landwaartse en omhooggaande verplaatsing van het barrier coastal profiel en erosie van het bovenste gedeelte van de barrier afzettingen.

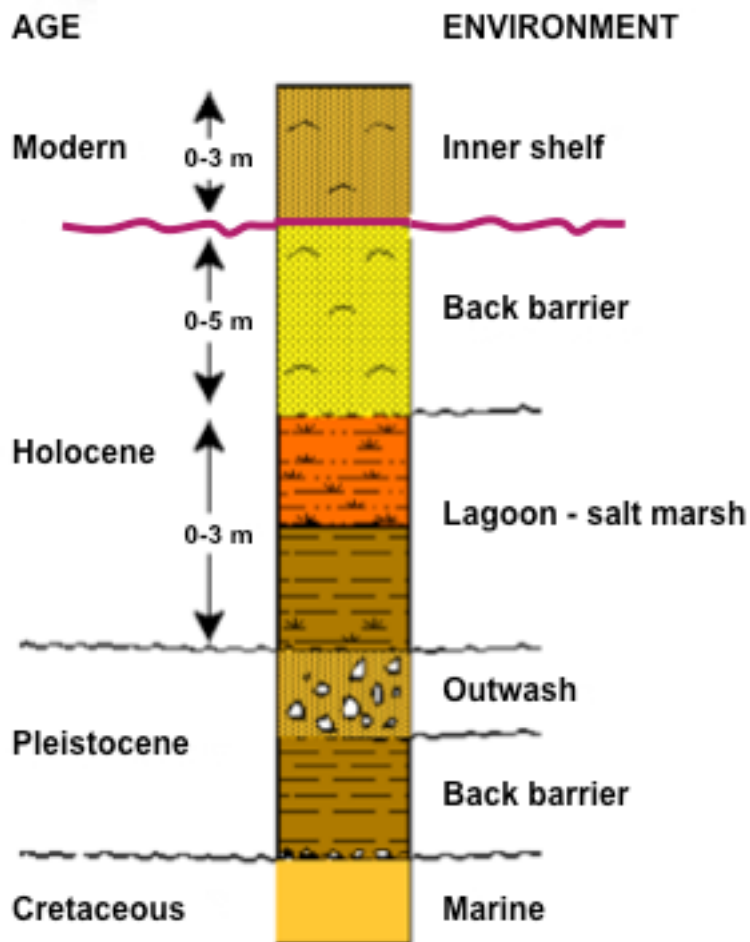


Aanhoudende landwaartse en omhooggaande translatie van het kustprofiel en gedeeltelijke erosie van de top van de barrier afzettingen. Sheet geometry met lokale step-ups (A, posities 3-5) in periodes van onderbroken landwaartse migratie.

Resulterende ontwikkeling van de kust:

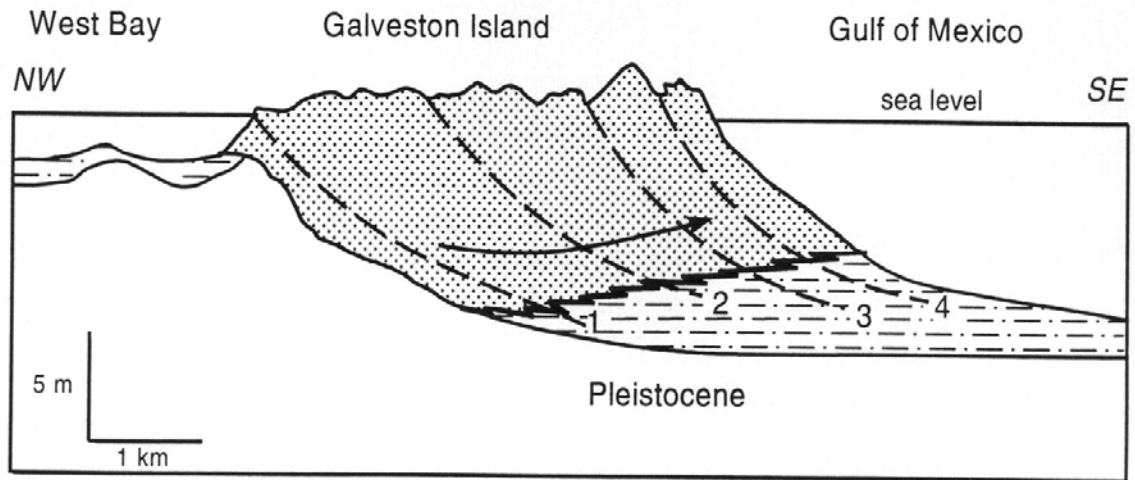
- Transgressief afzettingsmilieu
- Geometrie van de kustafzetting: sheet sand

Transgressieve opeenvolging

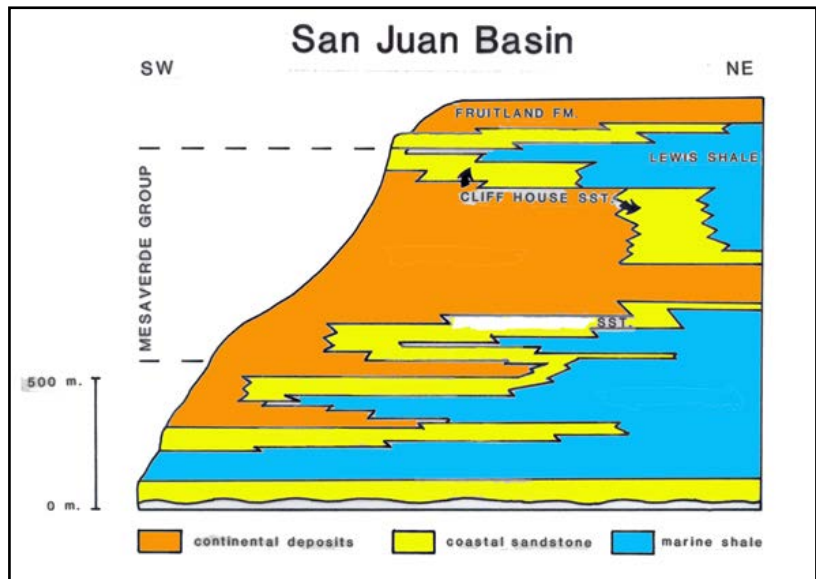


- De holocene opvolging blijft deels bewaard
- De top van het barrier island is weg geërodeerd door latere shoreface erosion.
- De lagoon en de back barrier afzettingen hebben de grootste potentie om behouden te blijven.

Scenario 2: Aanvoer sedimenten > relatieve zeespiegelstijging
 De kust zal zich zeewaarts uitbreiden. Er is sprake van depositional regression.



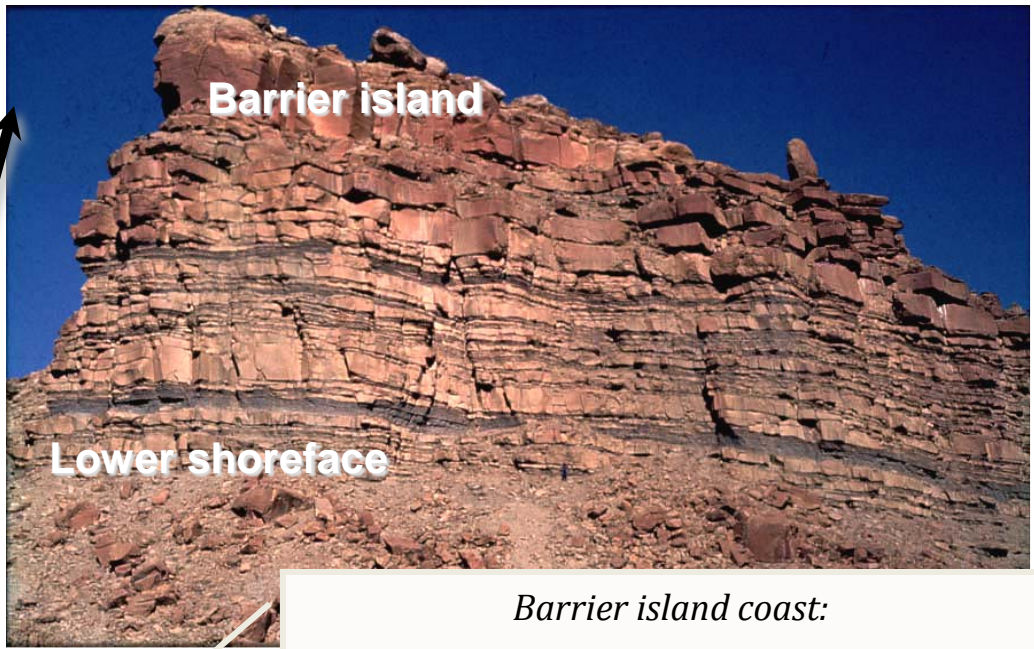
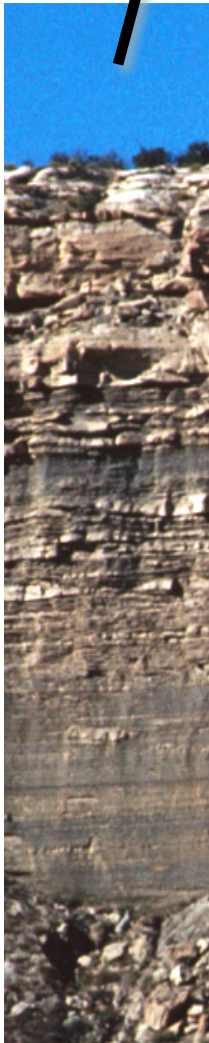
regressieve kust



regressieve cyclus

Depositional regression

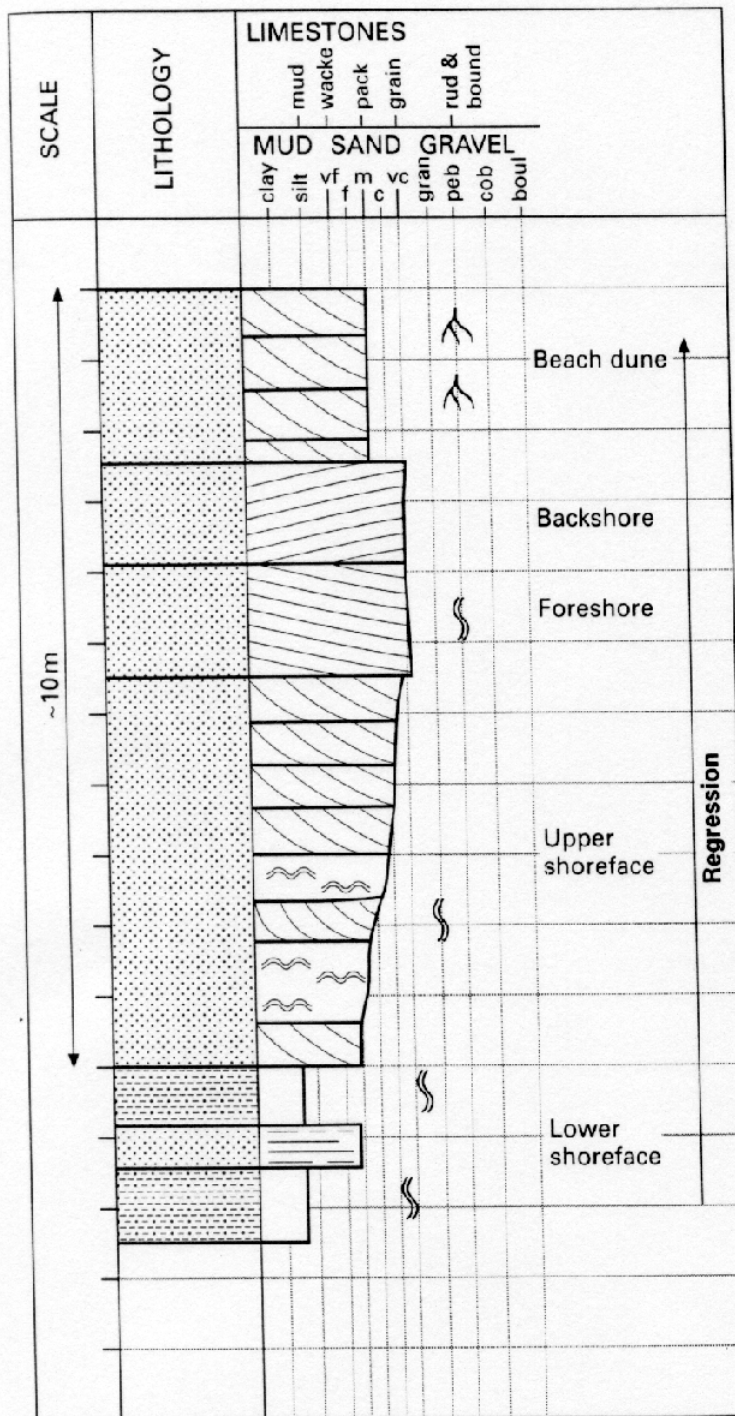
coarsening &
thickening up
sequence



Barrier island coast:
Thick, non-bioturbated medium-grained, cross-bedded sandstone beds

Shoreface:
Thin, very fine-grained, parallel laminated sandstone beds alternating with bioturbated mudstone

Shallow-marine:
Bioturbated mudstone with marine trace fossil assemblage

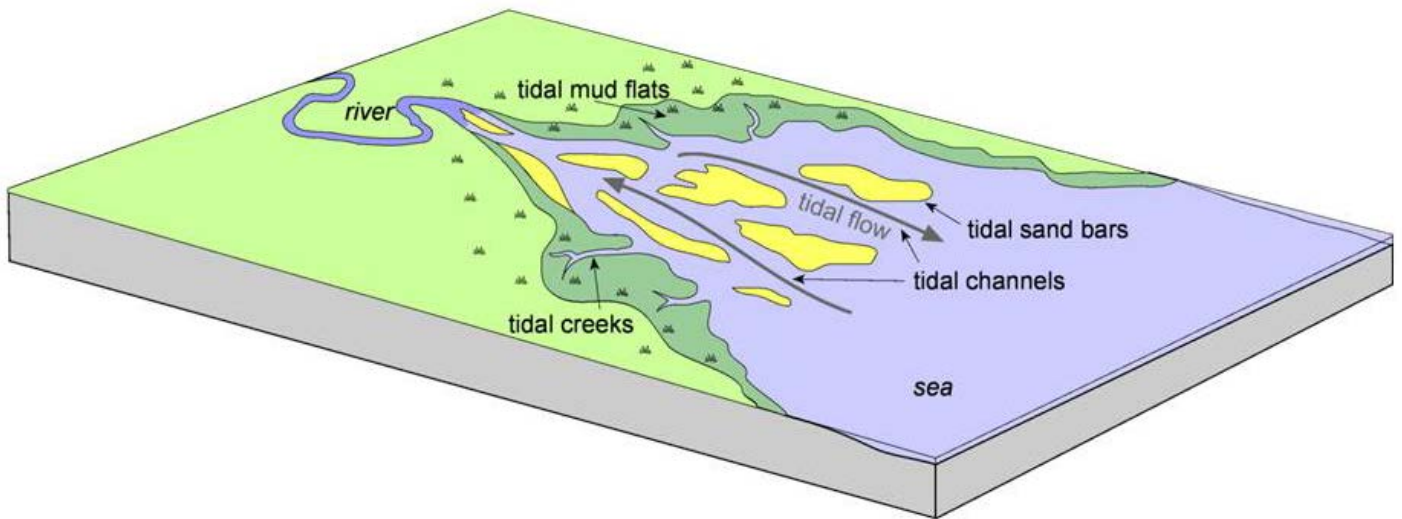


regressieve opvolging

Sedimentaire structuren

- Estuarine sequence
- Flood-tidal delta sediment
- Washover fan

Estuarine sequence



Estuarine morphology

Tidal channels: sub-tidal

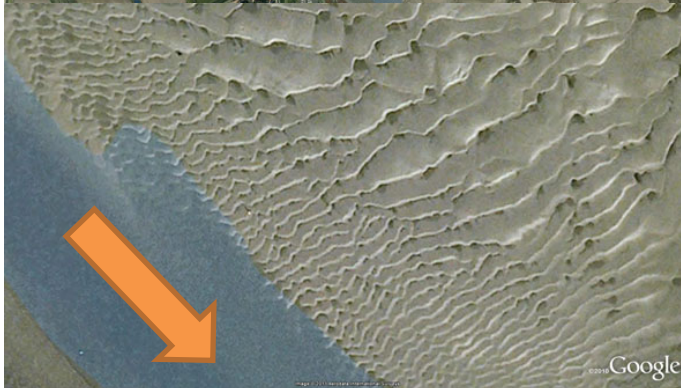
- Zand
- Grote duinen (bi-directional)

Tidal flats: inter-tidal to supra-tidal

- Zand → silt
- Grote duinen (bi-directional)

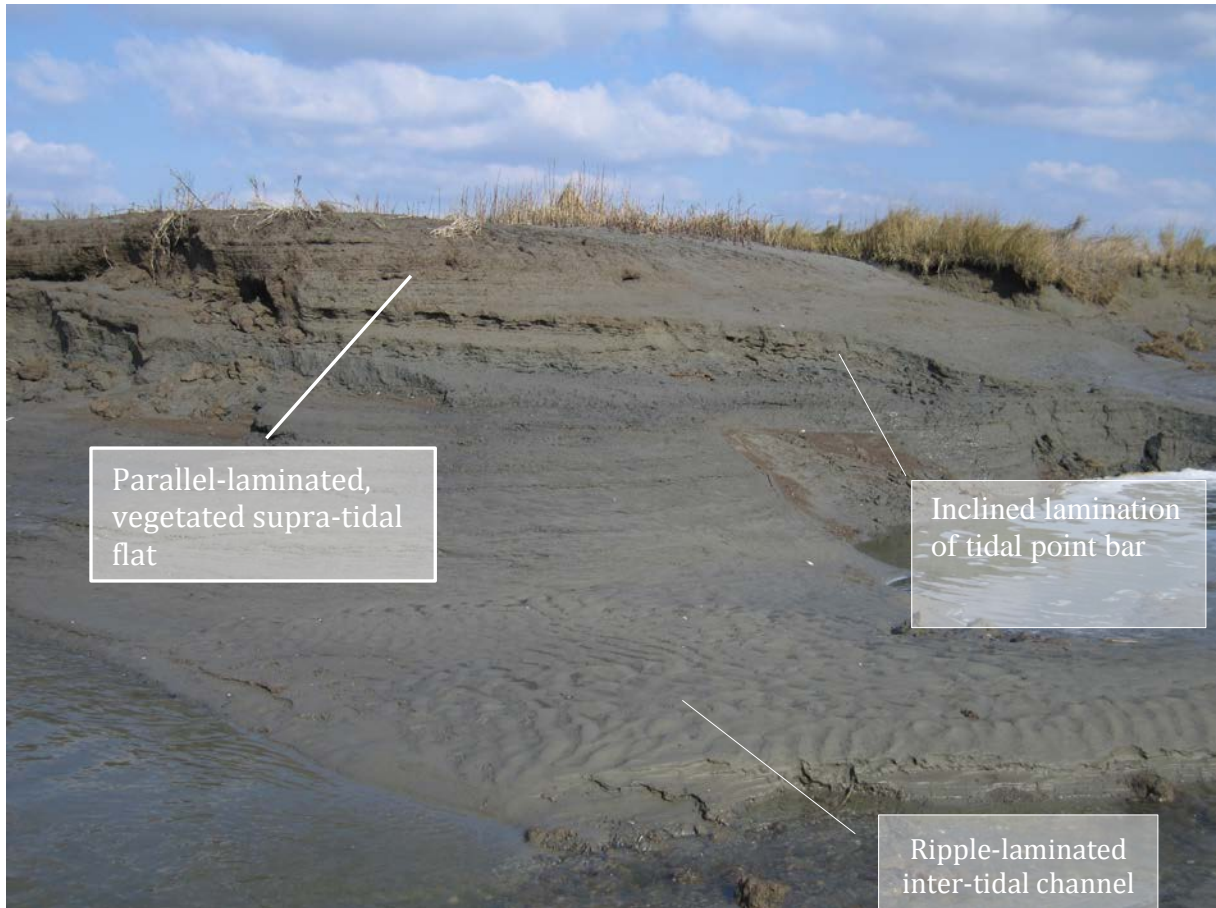
Lateral migration of tidal channels – tidal flats

- Silt – clay
- Parallel gelamineerd
- Bioturbated
- Begroeid



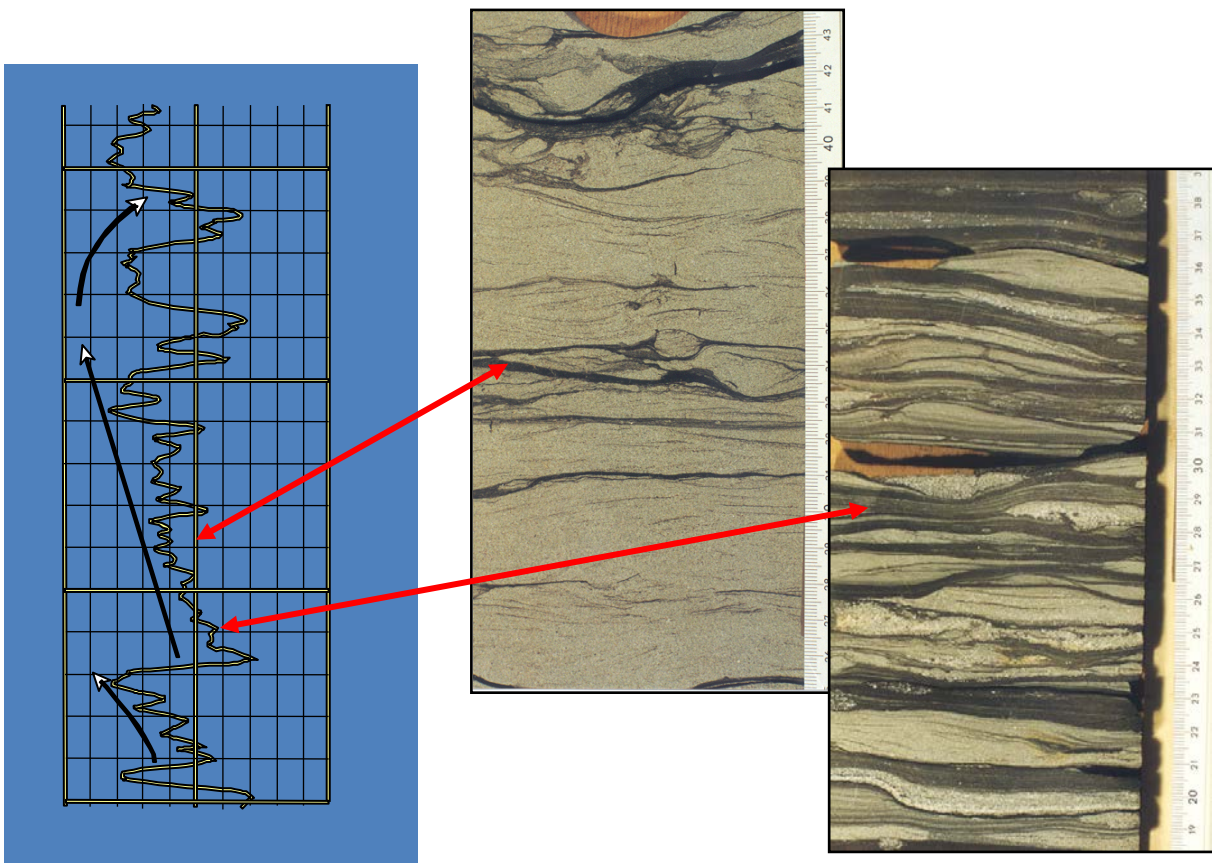
← Sub-tidal en inter-tidal duinen

Duinen verplaatsen zich in de dominante stroomrichting.

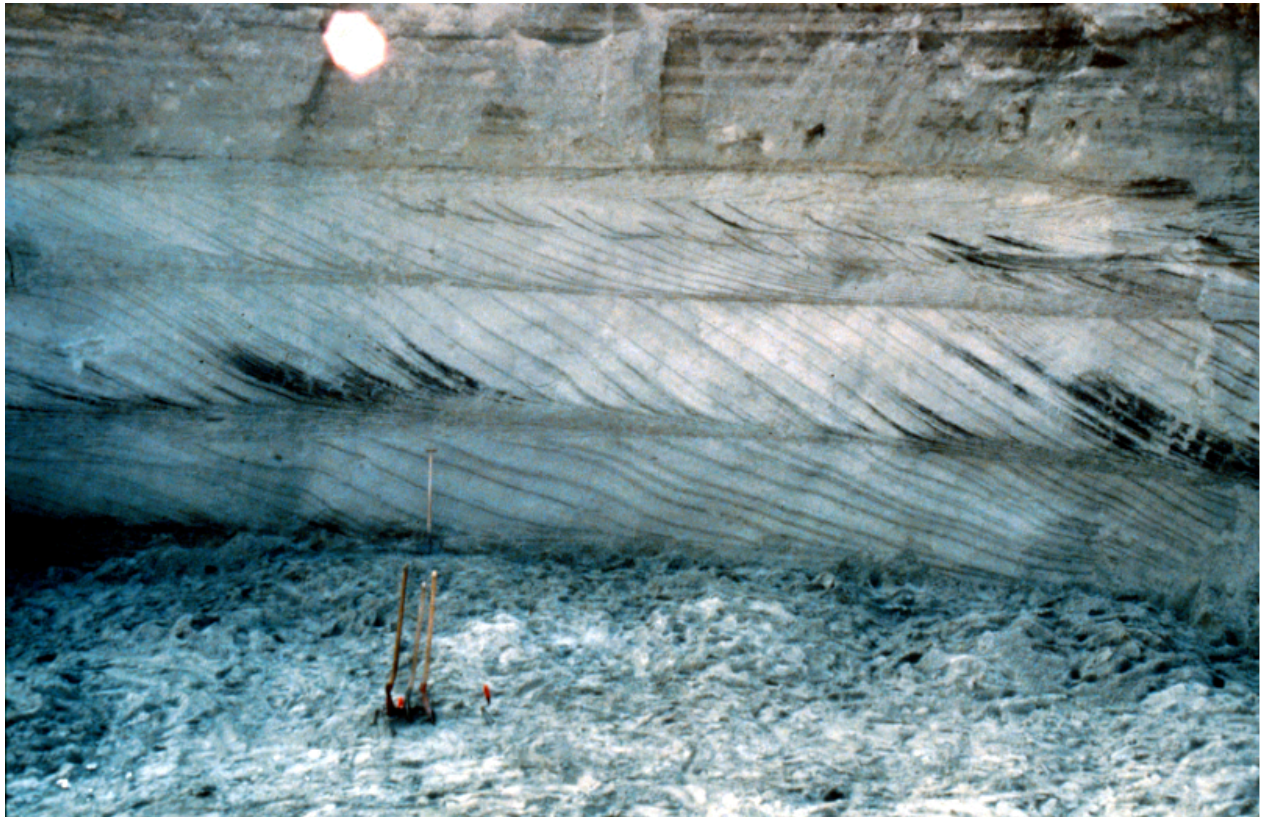


Inter-tidal tot supra-tidal

Laterale migratie van de stroomgeulen op aangrenzende mudflats:
Verruwing opwaartse volgorde



Laterale migratie van kanalen en shoals binnen het estuary:
Fijner wordende opwaartse volgorde



Flood-tidal deltas



- Radial expansion into lagoon
- Sand avalanches down the delta front
- Wedge-shape in longitudinal cross section



Flood-tidal delta



Washover fan

- Upper flow regime waning to lower flow regime:
- Upward change from:
 - Parallel laminated sand (upper flow) to
 - In-phase ripple lamination (lower flow)

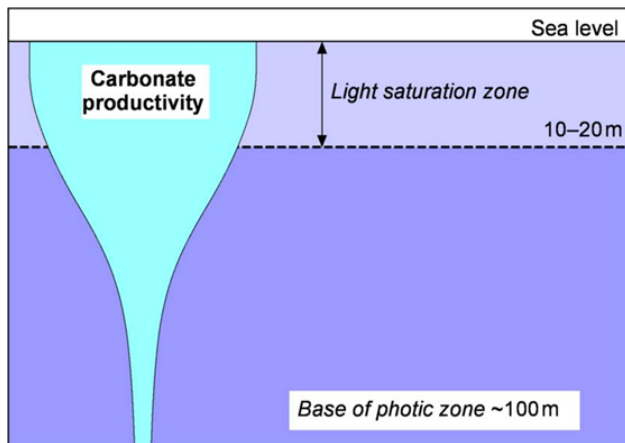


8. Carbonate Coasts.

Carbonate Coasts zijn coastal sedimentary environments.

Randvoorwaarden (boundary conditions) voor een carbonate coast:

- Relatief gebrek aan klastische depositie.
- Hoge organische productie.
- Fotische zone (Photic Zone) waar genoeg zonlicht doorkomt om fotosynthese plaats te laten vinden (~80-120m diepte in helder water.)
- Helder, niet troebel (non-turbid) water.
- Beperkte range van temperatuur fluctuaties.



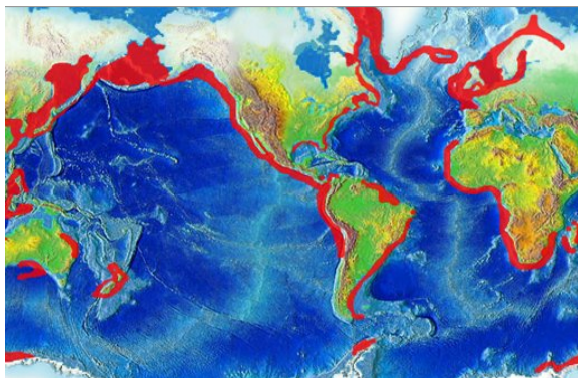
Water diepte en biogene carbonate productiviteit.

Voorkomen van carbonate coasts:

Van hogere naar lagere hoogtelijnen is er een toename van carbonate coasts. In andere woorden: Meer carbonate coasts dicht bij de evenaar. Dit is te verklaren door de hoeveelheid zonlicht.

Carbonate coasts komen voor in opwellingsgebieden (Upwelling areas).

Opwelling komt voor waar wind in een richting parallel aan de kust waait en zo oppervlakte water wegblaast. Dit wordt dan vervangen door 'subsurface water' wat over het algemeen kouder en rijk aan voedingsstoffen en zuurstof is. Dit zorgt voor een zeer biologisch productief gebied.



Upwelling areas

Carbonate minerals.

- CaCO_3 :
 - o Aragoniet (orthorhombisch)
 - o Calciet (hexagonaal)
 - Laag-Mg Calciet: <4 mol. % Mg
 - Hoog-Mg Calciet: >4 mol. % Mg (meestal 11-19 mol. % Mg)
- $\text{Ca}(\text{Mg,Fe})(\text{CO}_3)_2$: Dolomiet
- FeCO_3 : Sideriet

Voornaamste componenten:

- Non-skeletal grains.
- Biogenic carbonate.
- Matrix (mud-grade carbonate)

Non-skeletal grains:

Ooiden en Pisoiden:

- Sferisch / sub-sferische vorm.
- Ooid: diameter < 2 mm.
- Pisoid: diameter > 2 mm.
- Bestaan uit een kern (een grain. bijv. zandkorrel of schelpstukje.) met carbonaatlamellen.
- Ontstaan door carbonaatprecipitatie (neerslag) op bewegende grain. (door golfbewegingen in verzadigd water.)
- Sedimenten opgebouwd uit ooiden of pisoiden: resp. ooliet en pisoliet.

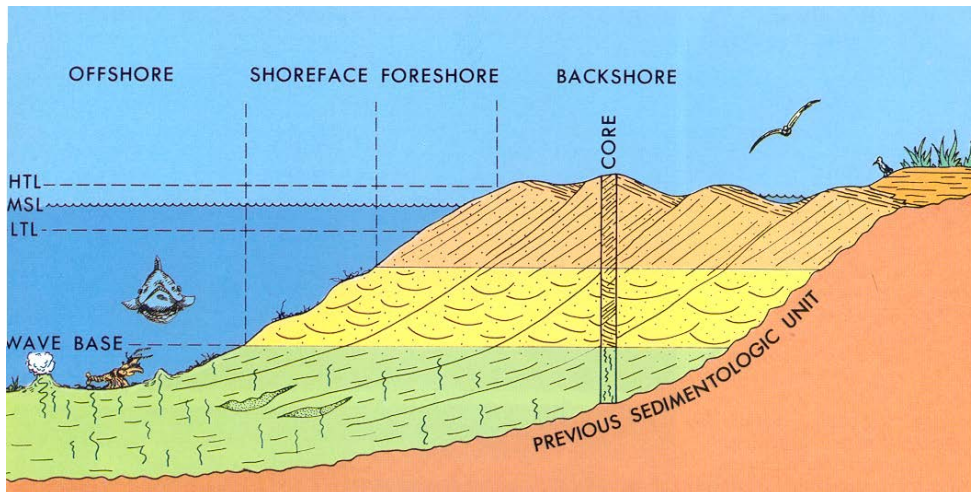
Peloiden:

- Sferische, ellipsvormige of angular grains.
- Geen interne structuur.
- 0,1 – 0,5 mm.
- Faecal pellets. (poepjes)

Kusttypen (Coastal types)

- Mainland en Barrier island bioclastic coasts.
- Reef coasts.

Bioclastic coasts:



Doosnede bioclastic carbonate coast.

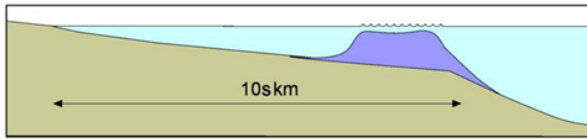
ZONES	TYPICAL E-LOG (Before Burial)		GRAIN SIZE		SORTING		LITHOLOGY	CORE	SEDIMENTARY STRUCTURES	PROCESSES
	SP	Res.	Coarse	Fine	Poor	Well				
FORESHORE	[E-log diagram for foreshore]		Coarse	Fine	Poor	Well	Grainstone	Parallel Laminations Small Scale Avalanche Cross Bedding Fine Graded Laminations Vertical Burrows	Wave Swash	
SHOREFACE	[E-log diagram for shoreface]		Coarse	Fine	Poor	Well	Grainstone to Packstone	Small to Medium Tabular Festoon Crossbeds	Directed Tidal and Along Shore Currents	
OFFSHORE	[E-log diagram for offshore]		Coarse	Fine	Poor	Well	Packstone to Wackestone	Horizontal Branching Burrows	Biologic	

Verticale opeenvolging(sequence).

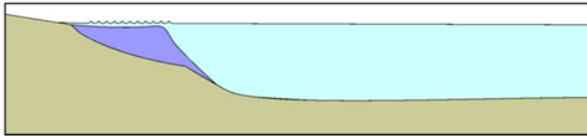
Reefs.

Riffen komen in drie verschillende settings voor:

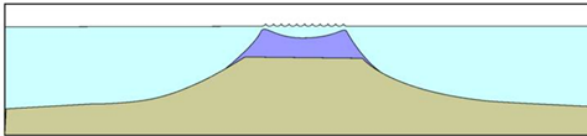
Barrier reef



Fringing reef



Atoll reef

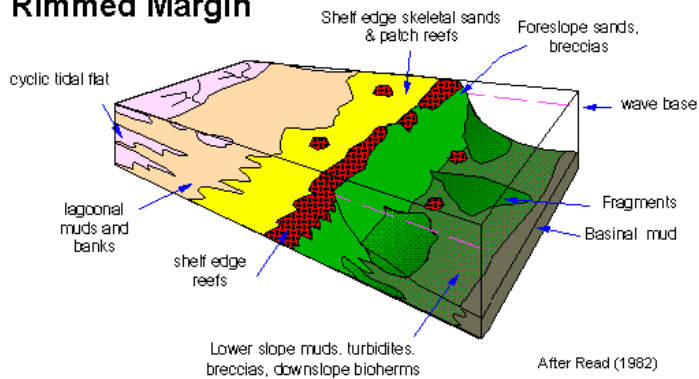


Barrier reef:

Een barriere rif is een rif dat zich in de zee bevindt. Rif en kust zijn gescheiden door kanaal of lagune. De afstand van de kust tot het rif kan tientallen kilometers bedragen.



Rimmed Margin



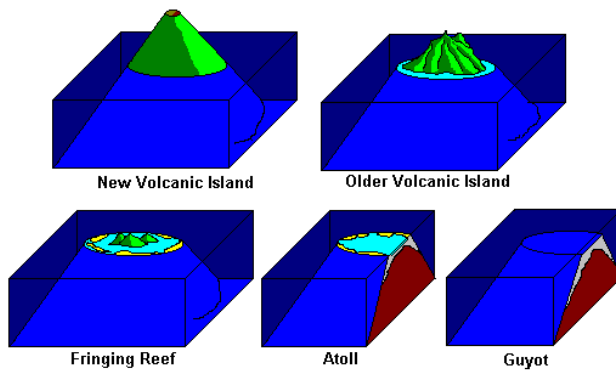
Fringing reef:

Rif dat zich aan de kust bevindt.

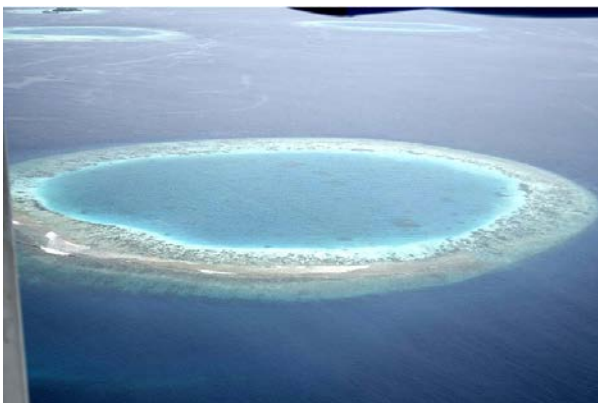


Atoll reef.

Atoll Riffen zijn ringvormige riffen om een lagune heen. Ze ontstaan als een fringing rif om een vulkanisch eiland. Als de vulkanische activiteit stopt zal door erosie en thermal cooling het eiland krimpen en wegzinken in de oceaan terwijl het rif omhoog groeit.



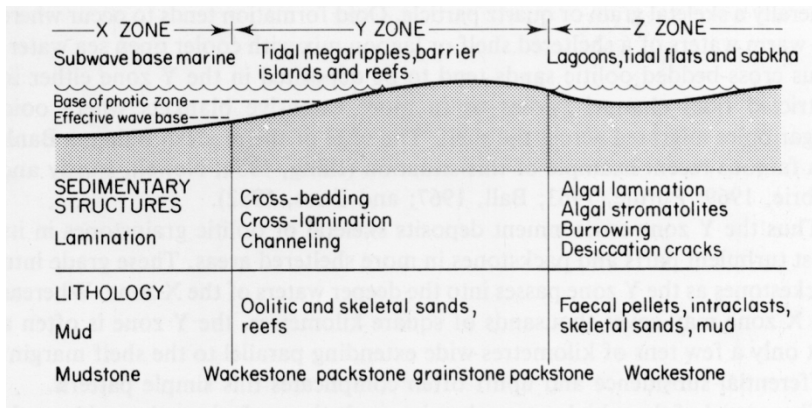
Ontstaan van een atoll rif.



Atoll rif in de maladiven.

Zonering van carbonate coasts:

Bekend van practicum:



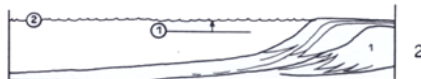
Effect van verandering in zeeniveau op riffen:

Rif-vormende organismen leven in de fotsche zone van de zee.

- Relatieve zeeniveau stijging: Rif groeit omhoog om in fotsche zone te blijven. (aggradatie)
- Relatieve zeeniveau daling: Blootgelegd rif sterft en karstificeert / erodeert.
- Zeeniveau blijft relatief gelijk: Rif groeit zeeinwaards. (progradatie)



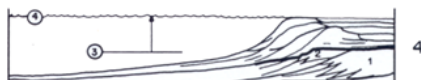
Sea level rise: aggradation



Sea level highstand: progradation



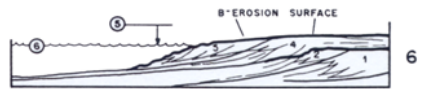
Sea level fall: erosion



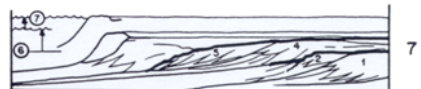
Sea level rise: aggradation



Sea level highstand: progradation

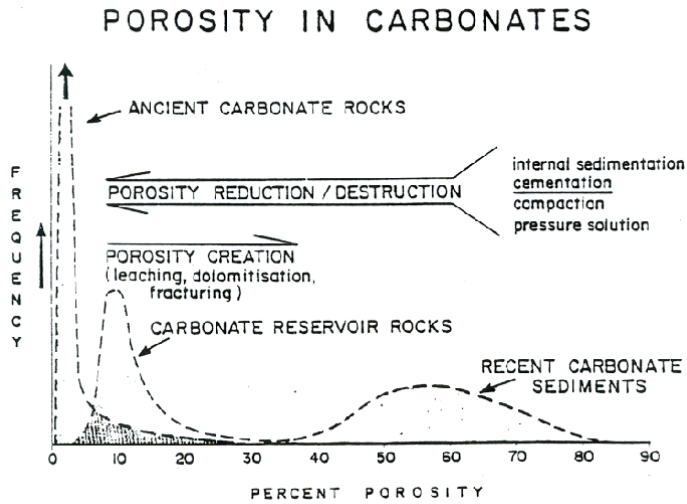


Sea level fall: erosion



Sea level rise: aggradation

Porositeit:



Dolomitisatie.

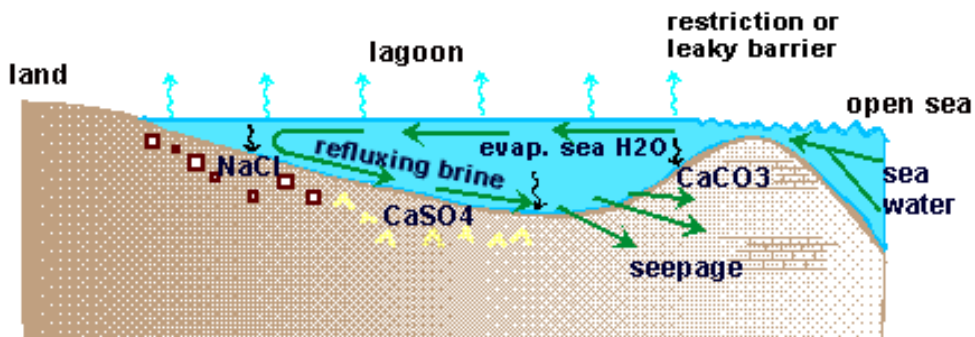
Dolomitisatie is een diagenetische verandering van calciet waarbij Ca^{2+} ionen worden vervangen door Mg^{+} ionen.

Chemische reactie: $2\text{CaCO}_3 + \text{Mg}^{+} \rightarrow \text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 + \text{Ca}^{2+}$

Het volume van dolomiet is kleiner dan van calciet omdat Mg^{+} ionen kleiner zijn dan Ca^{2+} ionen. Bij complete dolomitisatie zal de porositeit met zo'n 13% zijn toegenomen.

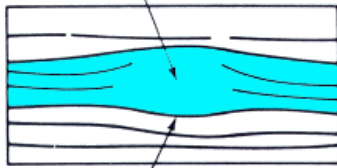
Dolomitisatie model: Hypersaline Brine model.

- Evaporatie leidt tot het neerslaan van gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- Dit leidt tot depletie van Ca^{2+} en dus toename van Mg/Ca ratio.
- Toename Mg concentratie
- Hoge 'brine reflux' en vervanging van calciet door dolomite

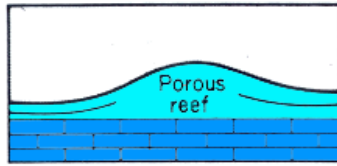


Seismische weergave van riffen:

Discontinuous nature of crestal reflector suggests no impedance



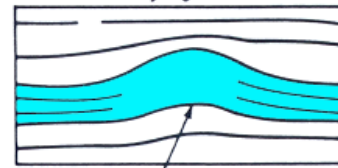
Apparent syncline beneath reef due to low velocity



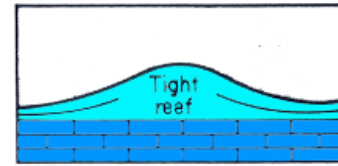
SEISMIC

GEOLOGY

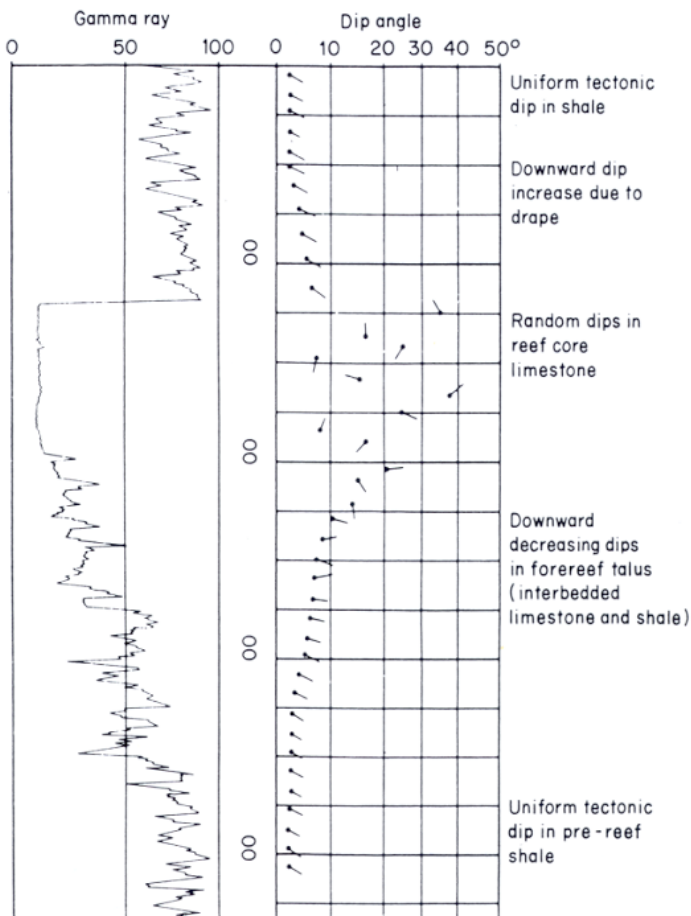
Continuity of crestal reflection suggests velocity contrast between reef and overlying shale



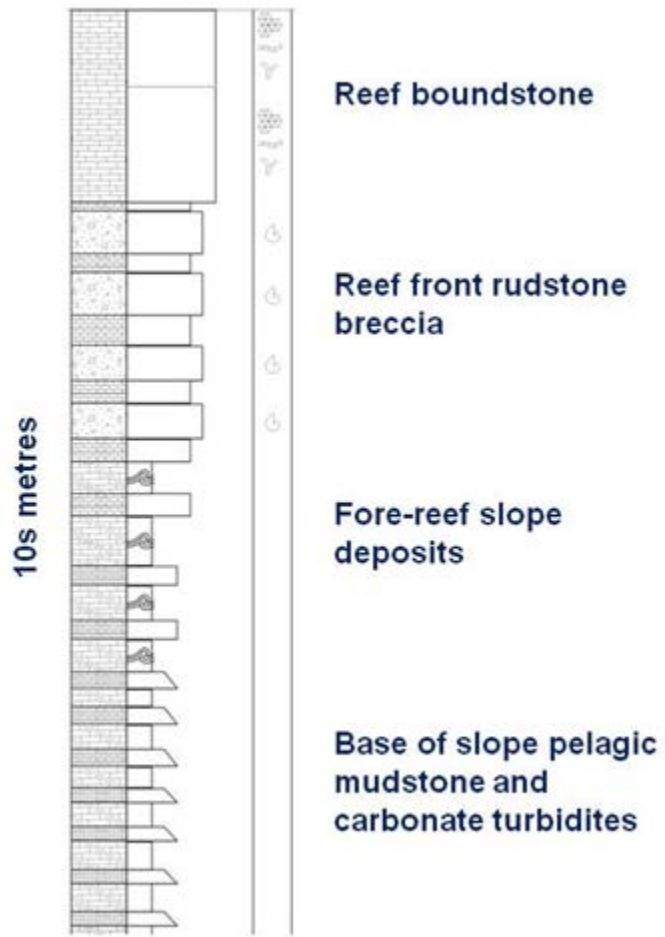
Apparent anticline beneath reef due to velocity pull-up



Riffen op logs:



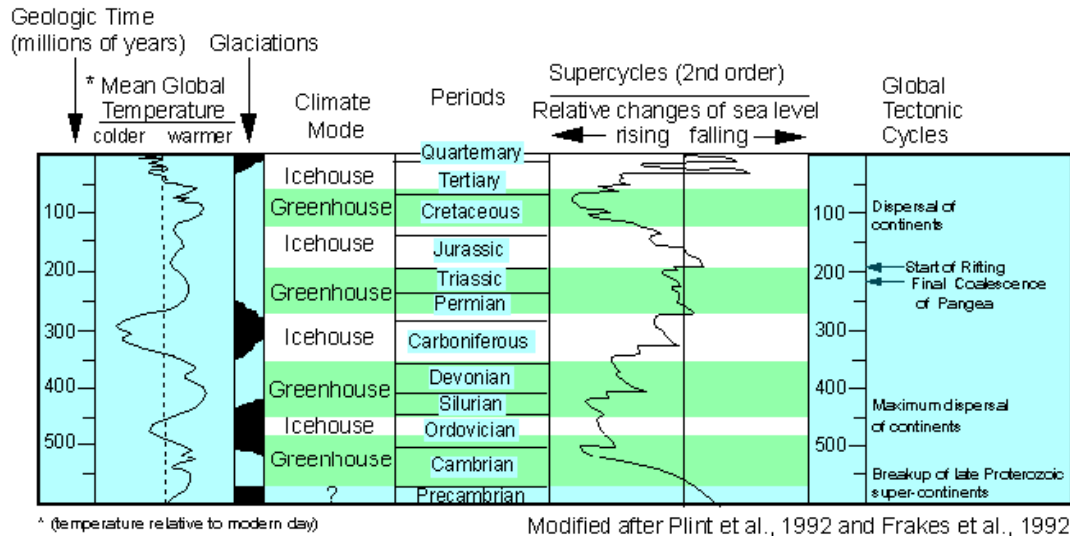
Gamma-ray en dip-angle log.



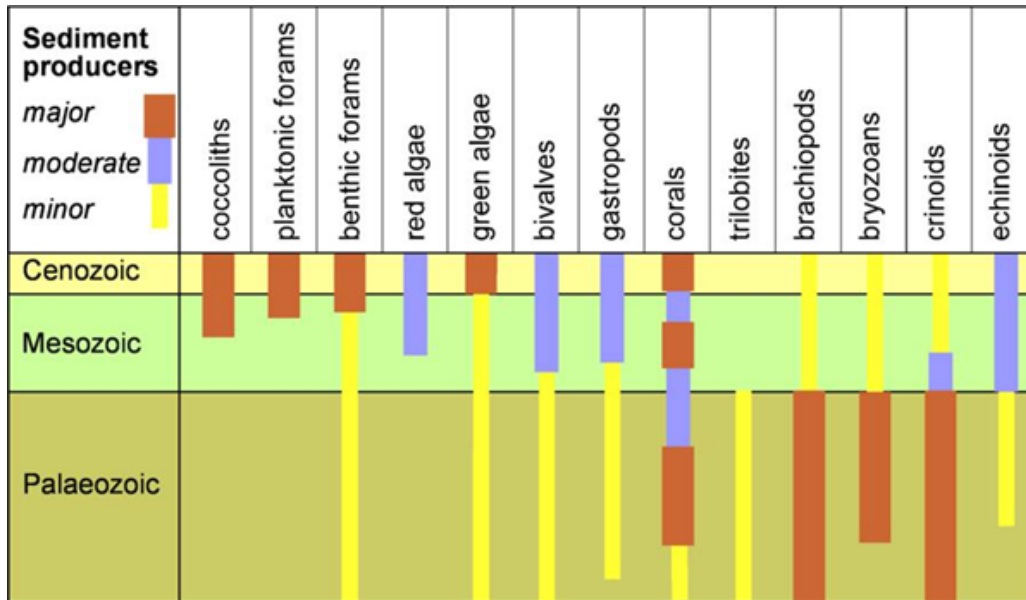
Lithologie log van een 'rimmed carbonate shelf'

Nog wat slides :

'Carbonate blooms' in geologische geschiedenis:



Belangrijke producers van sedimentair materiaal in geologische geschiedenis.

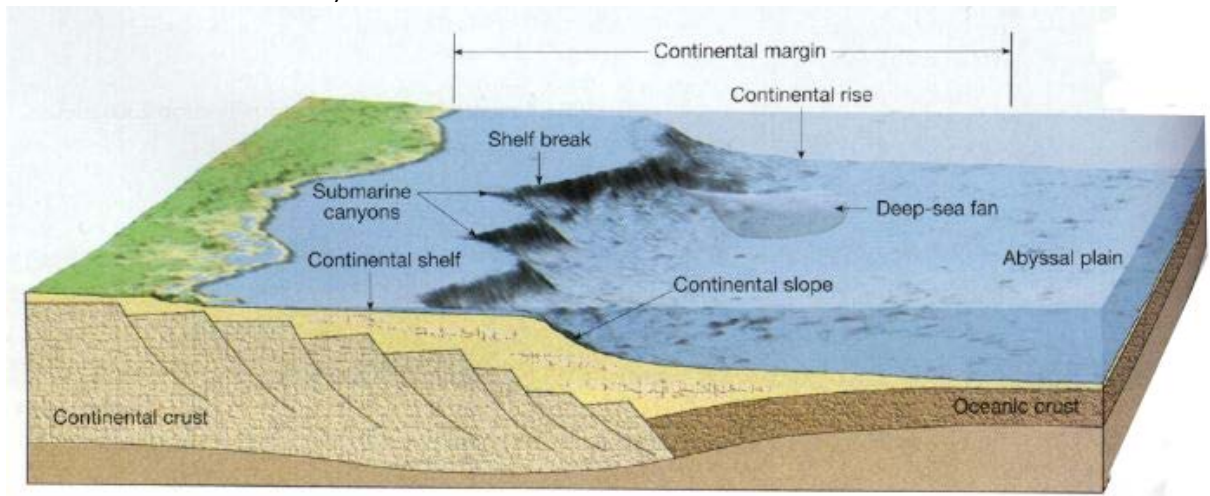


Type en relatieve hoeveelheid kalkriffen in geologische tijdschaal:

Period	Relative abundance	Dominant skeletal elements of reefs
Neogene		Corals, algae
Palaeogene		
Cretaceous		Rudist bivalves, corals, stromatoporoids
Jurassic		Corals, sponges, stromatoporoids
Triassic		Corals, stromatoporoids
Permian		Algae, sponges, corals
Carboniferous		
Devonian		Corals, stromatoporoids
Silurian		
Ordovician		Corals, bryozoa, stromatoporoids
Cambrian		
Precambrian		Stromatolites

Shelf Sedimentary environments → marine → shelf:

The continental shelf is the extended perimeter of each continent and associated coastal plain. (max 100-200 meter under water)



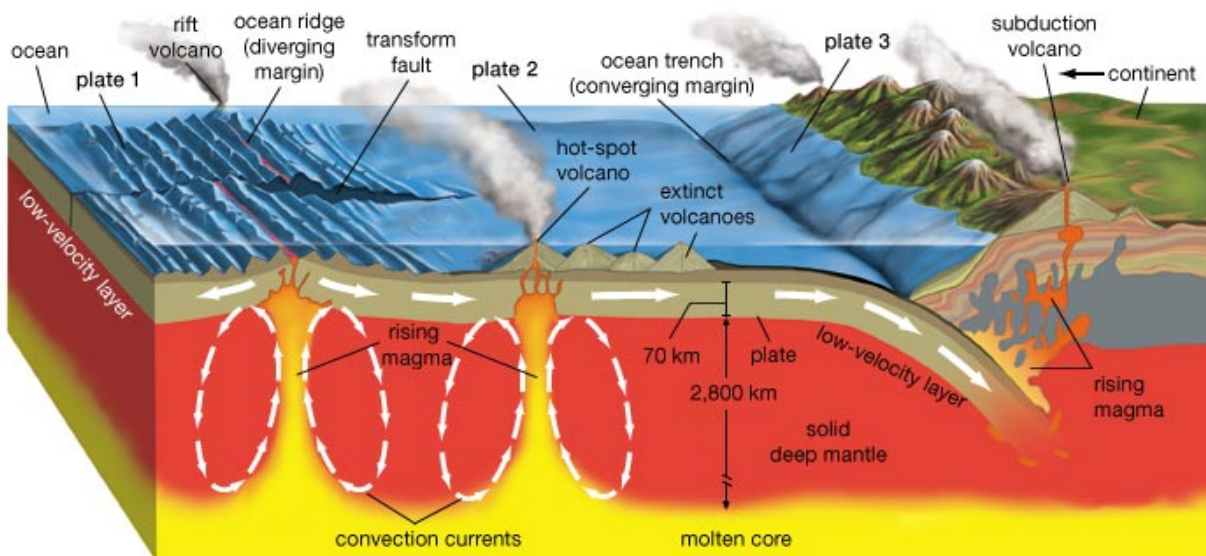
Shelf types

- marginal = peri continental, one part borders at the continent, the other at the deepsea.
- epiric = epi-continental, more sides border at the continent (noordzee)

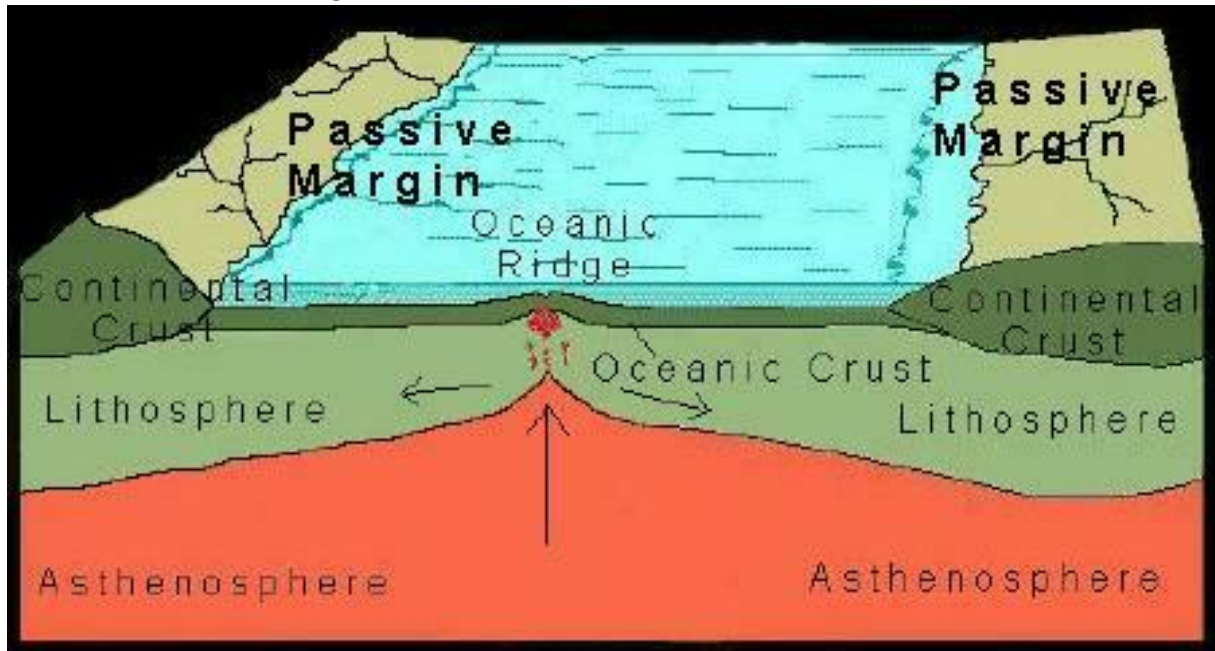
Factors that influence the shelft sedimentation:

- shape/hydraulic regime/amount- and type of sedimentation/sea level fluctuations/climate

Extension → passive margins,



collision zone → active margins



Active Volcanoes, Plate Tectonics, and the "Ring of Fire"

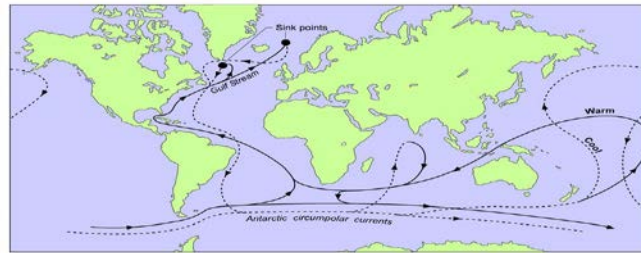


hydraulic regime:

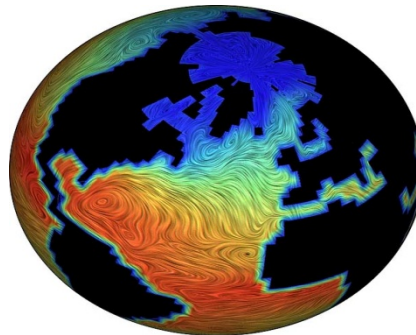
- wave dominated shelf
- tide dominated shelf
- ocean current dominated shelf



Geostrophic current pathways (thermohaline circulation)



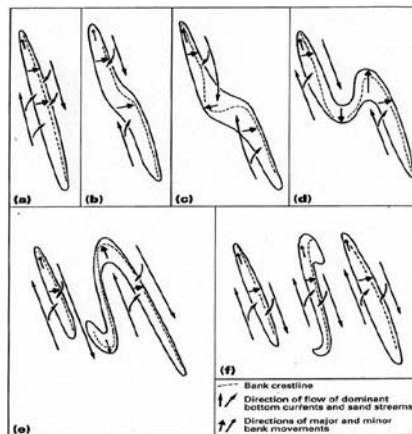
And further circulation:



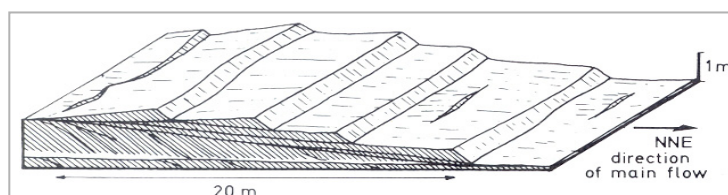
Amount and type of sediment supply:

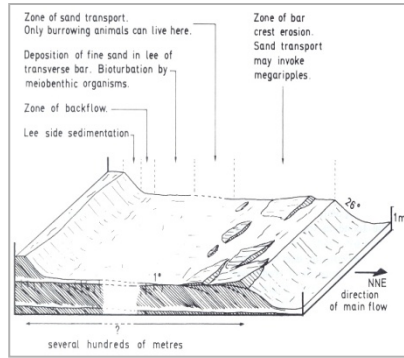
- relict sediment (Non-reworked sediment that was deposited on the shelf as fluvial or coastal sediment in a previous sea level lowstand phase)
- Palimpsest sediment (Reworked fluvial or coastal sediment from a previous sea level lowstand phase)
- Modern sediment (Sediment that was recently added to the shelf, such as sand, clay and silt)
- low sea level → coarse sediment
- high sea level → fine sediment

Tidal sand ridges are formed between ebb and flood:

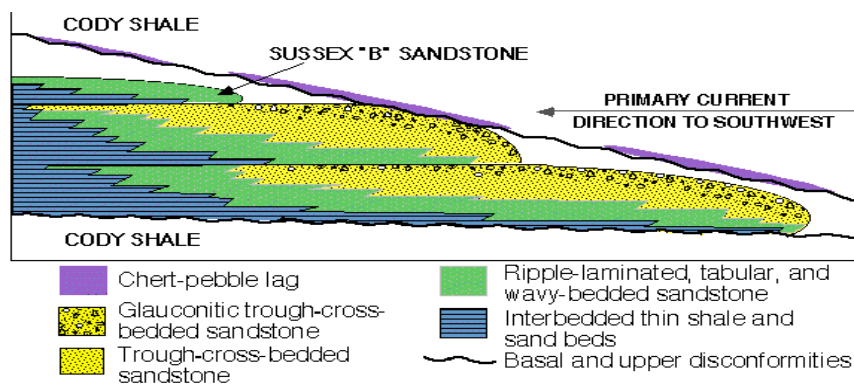
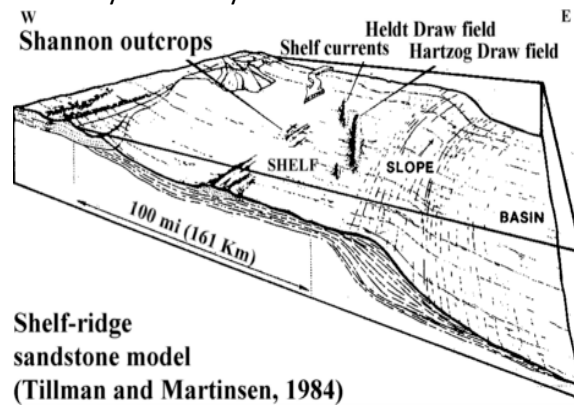


Sandwave examples:





- Active sand ridges:
 - Current speed > 50 cm/s
 - Sand waves superimposed on ridge
 - Asymmetrical in cross section, steep side up to 6°
 - Crest sharp to flattened (near sea surface)
- Moribund sand ridges:
 - Current speed < 50 cm/s
 - Slope < 1°
 - Do not actively move
 - Develop over sandy to muddy sea floor



See chapter 11.4

College slides 9: Diepmarine afzettingen

) Deep marine sands

↳ "sands" that have moved down slope from the shelf and continental slope under the influence of gravity (gravity flows)

) Occurrence: deep water plain

) Sediment source:

- x Submarine canyons erode up dip into shelf
- x shelf edge collapse
- x Continent slope failure
- x fluvial bypass of shelf during lowstand

x At base of slope: fan shaped sediment accumulation
Submarine fan



morphology:

- A point source
- line source (shelf edge)
- oculate line source
- line source (mass wasting)

Relation bathymetry - fan shape

- * Syn-sedimentary tectonics
- * salt diapirism
- * batholiths
- * positive relief by previous fan

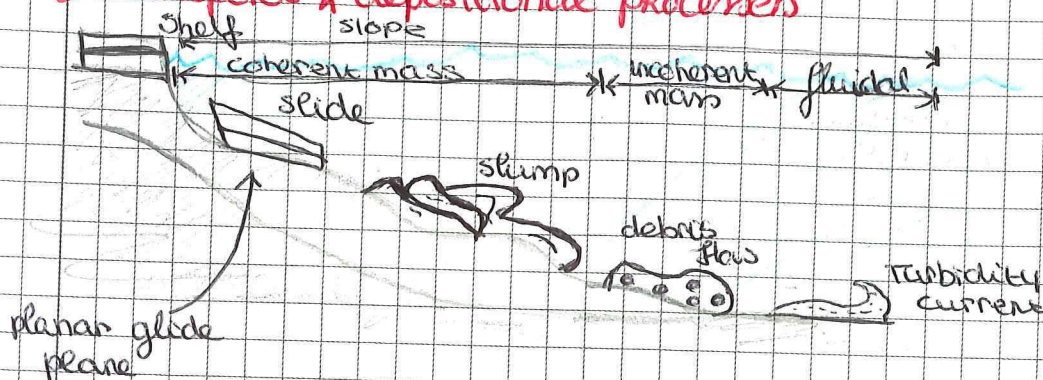
Syn-sedimentary tectonics influence on fan shape:

- ① short, wide, fault-conditioned slope fan
- ② Elongate fault-conditioned basin floor fan
- ③ lateral imbrication of basin floor fan

Salt diapirism:

- mini-basin created by salt diapir controlled bathymetry
- turbidite flows concentrated in these mini basin

transport & depositional processes



gebeurt doordat porieën deeltje wordt verhoord

* slide: coherent mass with preserved internal organization

* Slump: coherent mass, but plastic deformation of internal structure

* Debris flow: incoherent mass; internal organization destroyed

* Turbidity current: Newtonian fluid with sediment in suspension

Debris flow:

x Plastic flow

x Sediment & water fully mixed

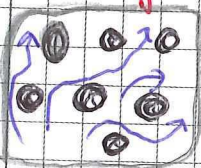
x cohesive strength of matrix is main clast-support mechanism

x Buoyancy

x Plastic flow can freeze = sand body stops on slope

x Top of debris flow: gradual change in suspension

Liquefied flow:



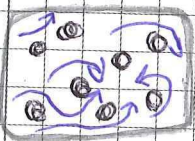
x Metastable grain packing or texture disturbed

↓ flow
closer grain packing creates excess pore fluid

x Pore fluid escape, hence structure disturbed

x on slope: flow

Turbidity current:



x Suspension of sediment

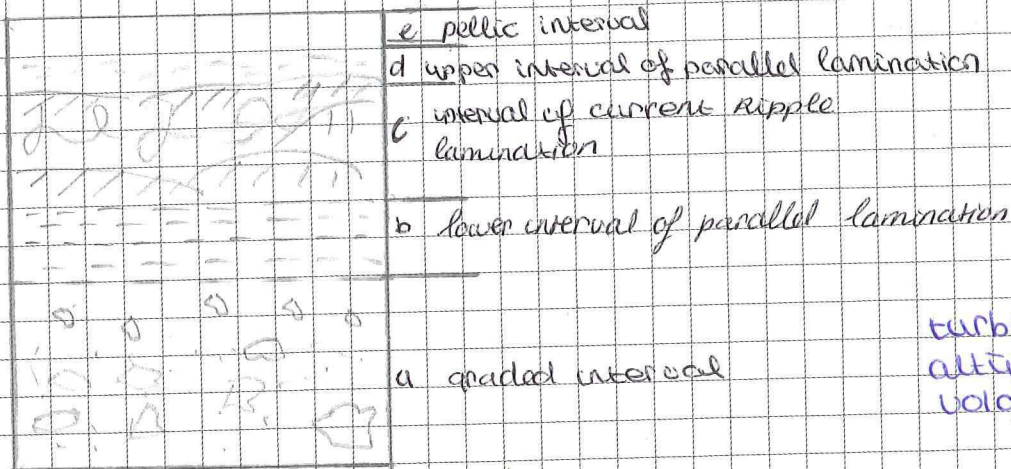
x sustained by fluid turbulence

> turbidite flow

x created at head of flow

x gradual vertical and downstream change from graded traction carpet to high density suspended sand

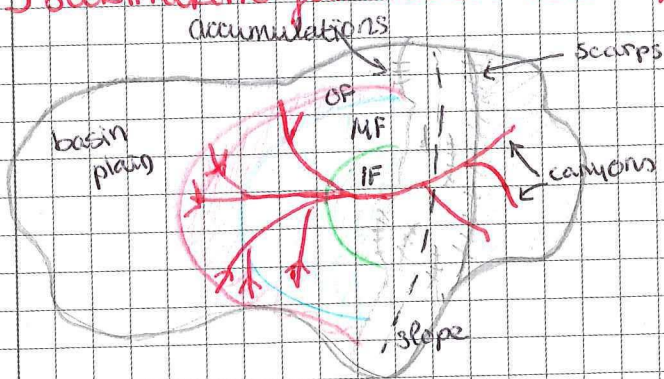
1) Bouma Sequence



turbidity stream,
altijd in deze
volgorde

- e: Pelagic and hemipelagic mud
- d: laminated silt (lower flow regime)
- c: cross laminated sand
- b: parallel laminated sands (upper flow regime)
- a: massive sand and granules (upper flow regime)

2) Submarine fan model: Mutti & Ricci Lucchi



- * slope: feeder channel
- * Inner fan:
 - channel fill deposits
 - incised channel
- * Middle fan:
 - bifurcating, multiple channels
 - channel levee complexes
- * outer fan:
 - rounded lobes
 - Autocyclic channel avulsion and lobe shifting
- * basin plain:
 - fine grained sheet turbidites

3) From proximal to distal changes:

Fan equilibrium sedimentation towards equilibrium profile

* Proximal:

- slope is steep
- channel erode into fan

* Distal:

- slope gentle
- gradual change from erosional to aggradational processes



) **Stratigraphy**

* relative sea level fall:

- shelf exposed, hence loss of accommodation
- Sediment bypass directly to slope and basin
- creation of lowstand fan

* lowstand:

- Rate of relative sea level change low
- creation of lowstand wedge (aggradational)

* relative sea level rise:

- shelf gradually flooded, hence strong increase of accommodation (storage capacity)

* zie nog wel dia 46-50, over:

Eustacy



4x plaatje



moet je kunnen tekenen!

