

H e t Benthos v a n d e Zee

*Begeleidende tekst bij de DIAREEKS
geproduceerd door de
SECTIE MARIENE BIOLOGIE
van de
UNIVERSITEIT GENT
1997*



H e t
Benthos
van de
Zee

35131

Begeleidende tekst bij de DIAREEKS
geproduceerd door de
SECTIE MARIENE BIOLOGIE
van de
UNIVERSITEIT GENT
1997



De Sectie Mariene Biologie van de Universiteit Gent is gespecialiseerd in het **onderzoek** van bodemdieren en hun rol in de voedselketen van de zee. Dit gebeurt zowel voor de Noordzee en aanpalende riviersystemen, maar ook in de tropische mangrovegebieden van Kenya en Ecuador, in de diepzee van de Atlantische Oceaan en in Antarctica.

Het onderzoek omvat zowel een **morfologisch-taxonisch** (i.e. beschrijving van nieuwe soorten en evolutieve relaties tussen soorten) als een **ecologisch** luik (biomonitoring, pollutie-monitoring en fundamenteel onderzoek). In het geval van biomonitoring wordt de structuur (i.e. verandering in aantallen en samenstelling) van de biologische gemeenschappen bestudeerd in relatie tot verschillende omgevingsfactoren. Met het steeds groter wordende milieu-probleem wordt momenteel meer aandacht besteed aan pollutie-monitoring of het verstorende effect van de mens op het milieu. Hierbij worden de diverse benthosgemeenschappen gebruikt als indicatoren van vervuiling.

De diverse facetten van het onderzoek worden gefinancierd en/of ondersteund door volgende instellingen:

Universiteit Gent (GOA - Geconcerteerde OnderzoeksActie en Onderzoeksfondsen); Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek-Vlaanderen (FWO); Ministerie van Volksgezondheid (beheer Belgica); Ministerie van Wetenschapsbeleid (Duurzame Ontwikkeling Noordzee en Antarctica); Europese Gemeenschap (MAST en ENVIRONMENT); Centrum voor Estuariene en Mariene Oecologie (NIOO-CEMO, Yerseke, Nederland); Rijkswaterstaat (RWS, Nederland - Schepen Westerschelde); Kenyan Marine and Fisheries Research Institute (KMFRI - Mombasa, Kenya); Kenya-Belgian Project (ABOS - VLIR); Instituut voor Wetenschap en Technologie (IWT); Algemeen Bestuur van OntwikkelingsSamenwerking (ABOS); Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, AMINAL (afdeling Natuur); Instituut voor Natuurbehoud (Brussel).

Het onderzoek in de Sectie Mariene Biologie is ook belangrijk voor het **onderwijs**. Sinds 1972 hebben 92 studenten er hun licentiaatsverhandeling gemaakt en werden er 14 doctoraten behaald.

De onderzoeksploeg van de Sectie Mariene Biologie omvat 19 wetenschappelijke en 11 technische medewerkers. De huidige (juli 1997) medewerkers zijn:

Coordinator en verantwoordelijk ZAP : M. VINCX & A. COOMANS, post-doc medewerkers : André CATTRIJSSE, Jan MEES, Jan SCHRIJVERS, Sandra VANHOVE, Ann VANREUSEL; doctorandi : Bregje BEYST, Steven DEGRAER, Marleen DE TROCH, Ann DEWICKE, Nancy FOCKEHEY, Chen GUOTONG, Kris HOSTENS, Lee Hee JOONG, Tom MOENS, Agnes MUTHUMBI, Julius OKONDO, Jan SEYS, Maaïke STEYAERT, Jan VANAUWERBEKE, Enock WAKWABI; ondersteunend administratief en technisch personeel : Myriam BEGHYN, Marcel BRUYNEEL, Régine COOLEN, Guy DE SMET, Wies GIJSELINCK, Yves ISRAEL, Danielle SCHRAM, Johan VAN DE VELDE, Dirk VAN GANSBEKE en Annick VAN KENHOVE.



Inhoud

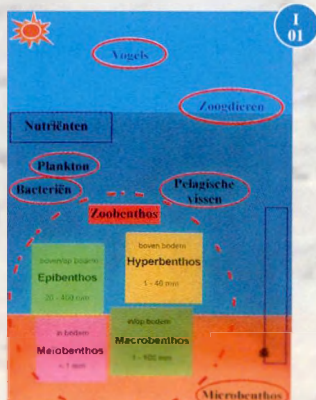
I	Biodiversiteit van het benthos	1
II	Staalname methodiek voor Bodemdieren	9
III	Het benthos van gematigde kustgebieden	16
IV	Het benthos van de Noordzee, zandbanken en fronten	27
V	Het benthos van estuaria	34
VI	Het benthos van de diepzee	46
VII	Het benthos van tropische kustgebieden	54
VIII	Het benthos van Antarctica	61
	Geraadpleegde literatuur	68

I. Biodiversiteit VAN HET BENTHOS

Mariene bodemdieren of zoobenthos (ook wel kort **bent-hos** genoemd) komen in grote aantallen voor *op* en *in* alle sedimenten van de zee. Ze worden onderverdeeld in 4 groepen:

- epibenthos (vnl. vissen, schaaldieren en zeesterren),
- hyperbenthos (vnl. aasgarnalen, vlokreeftjes en larven van epibenthos),
- macrobenthos (vnl. borstelwormen, schelpdieren en schaaldieren),
- meiobenthos (vnl. nematoden en copepoden).

Het kleine microbenthos (vnl. bacteriën en ééncelligen) wordt in deze tekst niet behandeld. (dia I-01)



1. Definitie en rol van de verschillende benthosgroepen

MEIOBENTHOS

Het meiobenthos (dia I-02) (*Meio*: (Gr.)-kleiner; *Benthos*:

Meiobenthos

- * in de bodem levende dieren tussen 38 μ m en 1 mm
- * nematoden, copepoden, turbellariën, polychaeten, ...

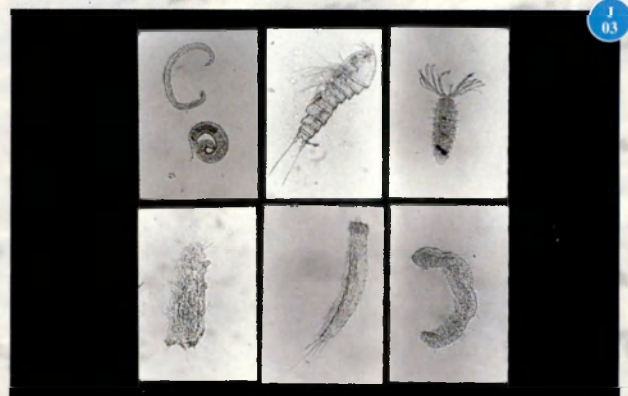
I
02

(Gr.)-bodem) is een verzamelnaam voor alle *in de bodem*

Mariene bodemdieren



levende dieren van intermediaire grootte: dit betekent groter dan het microbenthos en kleiner dan het macrobenthos (alle bodemlevende ongewervelde dieren groter dan 1 mm). In de praktijk betekent dit *tussen 38 μ m en 1 mm*. De meest typische diergroepen (dia I-03) zijn de



nematoden of rondwormen, de copepoden of roei-pootkreeftjes, de turbellariën of platwormen en kleine polychaeten of borstelwormen. Andere, eerder sporadisch voorkomende groepen zijn oligochaeten, kinorhynchen, tardigraden, ostracoden en gastrotrichen.

De nematoden zijn in de meeste bodems het best vertegenwoordigd en maken 50 tot 100 % van de totale meiobenthosgemeenschap uit. Deze dieren zijn zeer actief betrokken bij het hergebruiken van de voedingsstoffen die op en in de bodem aanwezig zijn en daardoor terug beschikbaar worden in het milieu. De copepoden zijn de tweede belangrijkste groep van het meiobenthos.

Het meiobenthos leeft in zachte bodems waar- bij de dieren (afhankelijk van hun lichaamsgrootte en de grootte van de ruimte tussen de zand- of slibkorrels), een interstitiële (tussen de sedimentpartikels) (dia I-04) of



gravende levenswijze hebben. Ze leven meestal gecon- centreerd in de bovenste vijf centimeter van het sedi- ment, maar ze kunnen voorkomen tot op meer dan een halve meter diepte in de bodem. Daarnaast zijn ver- scheidene soorten aangepast aan een leven op wieren of zeegrassen en zelfs in meer extreme substraten zoals poolijs. Ze voeden zich met kleine ééncellige wiertjes, bacteriën en opgelost organisch materiaal, en dienen zelf als voedsel voor grotere bodemdieren (macrobenthos) en kleine vissen.

MACROBENTHOS

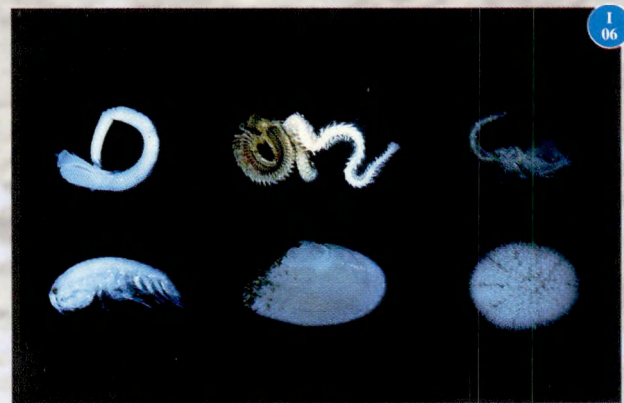
Naar analogie met de term 'meiobenthos', is 'macrobent- hos' (dia I-05) een verzamelnaam voor alle organismen, levend *in en op de bodem, groter dan 1 millimeter*.

I
05

Macrobenthos

- * in en op de bodem levende dieren groter dan 1 mm
- * molluscen, crustaceën, anneliden, echinodermaten, ...

Tot de meest voorkomende macrobenthische groepen (dia I-06) behoren de molluscen of weekdieren, de crustaceën of schaaldieren, de anneliden of gelede wor- men en de echinodermaten of stekelhuidigen. Net zoals het meiobenthos, is het macrobenthos kosmo-



politisch van strand tot diepzee en van pool tot evenaar. Een enige beperking hierop is de noodzaak aan zuurstof, waardoor ze slechts tot 10 centimeter diep in de bodem kunnen voorkomen.

Het macrobenthos vervult een belangrijke rol in het eco- systeem van de zee, enerzijds als opruimers van dood organisch materiaal, grazers op kleine algen of predato- ren op kleine dieren, en anderzijds als voedselbron voor o.a. bodemvissen, krabben en vogels.

HYPERBENTHOS

Het hyperbenthos (dia I-07) omvat alle organismen *gro- ter dan 1 mm* die in tegenstelling met het macrobenthos in de onderste laag van de waterkolom leven, *net boven* de bodem.

I
07

Hyperbenthos

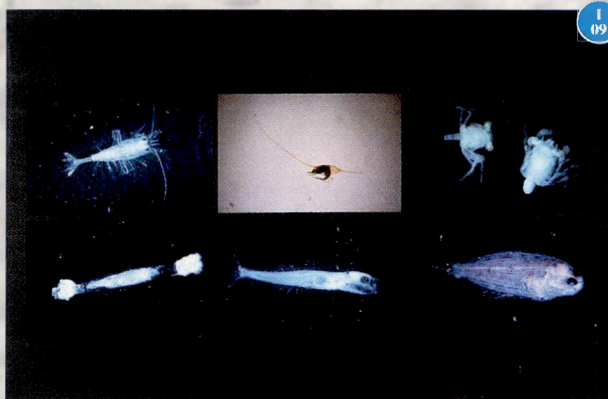
- * in de onderste laag van de waterkolom, net boven de bodem levende dieren groter dan 1 mm
- * mysidaceeën, amphipoden, isopoden, cumaceeën, pycnogoniden,...

Twee groepen worden onderscheiden:

- Het permanent hyperbenthos (dia I-08) verblijft zijn hele levenscyclus in de onderste laag van de waterkolom en omvat o.a. de mysidaceeën of aasgarnalen, de amphipoden of vlokreeften, de isopoden of pissebedden, de cumaceeën of zeekomma's, de pycnogoniden of zee- spinnen en de chaetognathen of pijlwormen.
- Het tijdelijk hyperbenthos (dia I-09) daarentegen is

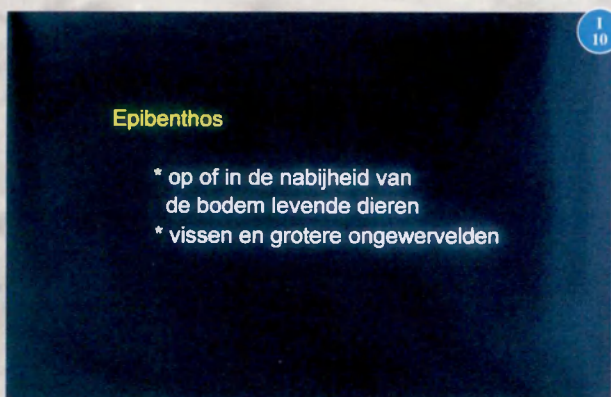
slechts gedurende bepaalde perioden in de onderste waterlaag terug te vinden, waaronder voornamelijk (post)larvale stadia van zowel garnalen, krabben als vissen.

Tot voor kort werd het hyperbenthos helemaal niet bestudeerd. Nochtans is het hyperbenthos zeer belangrijk in estuaria en kustecosystemen, o.a. als opruimers van het detritus en als prooi van bodemvissen en garnalen.



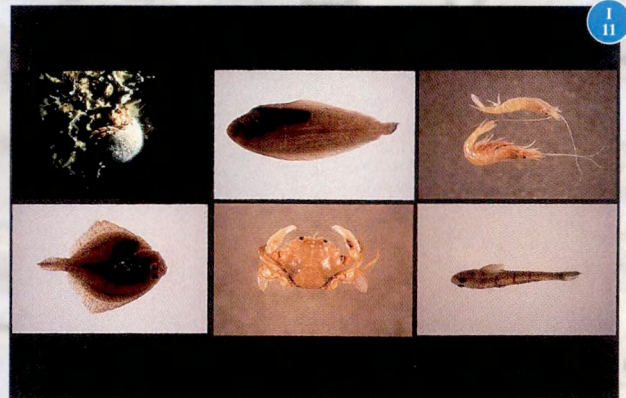
EPIBENTHOS

Het epibenthos (dia I-10) omvat de vissen en grotere



ongewervelde dieren die leven op of in de zeer dichte

nabijheid van de bodem. Enkel de jongere levensstadia van zowel commerciële als niet-commerciële vissen, met een gemiddelde lengte tussen 20 en 400 millimeter, worden bestudeerd (dia I-11). Merk op dat het adulte stadium van veel epibenthische soorten op de bodem leeft



en zodoende tot het epibenthos behoort, terwijl de larven en juvenielen van deze soorten vrij in de onderste lagen van de waterkolom zwemmen. Ze worden tijdens deze eerste levensfases in het hyperbenthos gevangen.

Het visonderzoek in de Noordzee concentreert zich voornamelijk op grondels, kleinere vissoorten die met zeer hoge aantallen een belangrijke schakel vormen in de voedselweb als prooi voor andere dieren.

2. Biodiversiteit: de verscheidenheid van het leven in zee

De soortensamenstelling van ecosystemen is een deelaspect van het recent-populaire begrip 'biodiversiteit'. Biodiversiteit is echter veel meer dan soortenrijkdom alleen.

Biodiversiteit is de verscheidenheid van het leven in al zijn vormen, gaande van het genetisch patrimonium tot de ecosystemen waaruit de biosfeer is opgebouwd. Al deze niveaus van biologische organisatie hebben gemeen dat hun diversiteit op een schrikwekkende manier afneemt. De conventie van Rio de Janeiro (1992) over het 'Biodiversity programme' en de samenstelling van Agenda 2000 hadden als doel de verschillende landen en hun bevolking bewust te maken van dit onomkeerbaar verlies aan biologische diversiteit.

Wetenschappers voeren momenteel intensief onderzoek uit naar de biodiversiteit van het leven zowel op het land als in de zee.

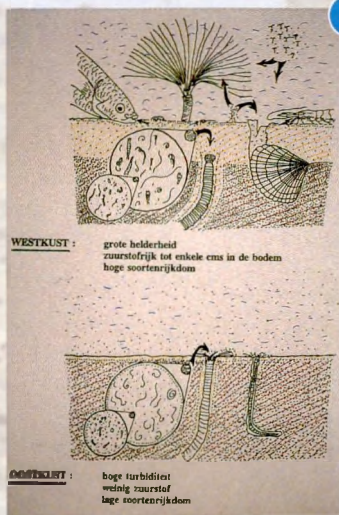
De achteruitgang van de verscheidenheid van het leven in zee kent verschillende oorzaken waaronder:

- overbevissing en het verwijderen van de natuurlijke reserves aan planten en dieren
- chemische vervuiling (PCB's en zware metalen) en eutroficatie van zeewater (proces van nutriëntentoevoer

door menselijke activiteiten waardoor de primaire productie gestimuleerd wordt en de voedselweb uit balans raakt)

- wijzigingen in het kustlandschap door aanleggen van toeristische centra met erosie van de duinen en teloorgang van de kustbescherming tot gevolg
- globale klimaatsveranderingen (temperatuurstijging) ...

Een belangrijke maatstaf voor de toestand van een ecosysteem is de diversiteit van de levende organismen. (dia I-12).



In de bovenste figuur van deze dia wordt een typische Noordzeegemeenschap voorgesteld waarbij de pijlen de belangrijkste voedings-interacties aanduiden. In de tweede figuur wordt de situatie van een vervuild gedeelte van de Noordzee (vb. de oostkust bij de monding van de Westerschelde) voorgesteld. Dit laatste ecosysteem wordt gekenmerkt door enkele soorten die detritus-eters of sedimentvreter zijn. Dit is typisch voor slibrijke bodems waarbij enkel zuurstof voorkomt in de bovenste millimeters van de bodem. De diversiteit is dan ook laag en de voedselweb weinig complex.

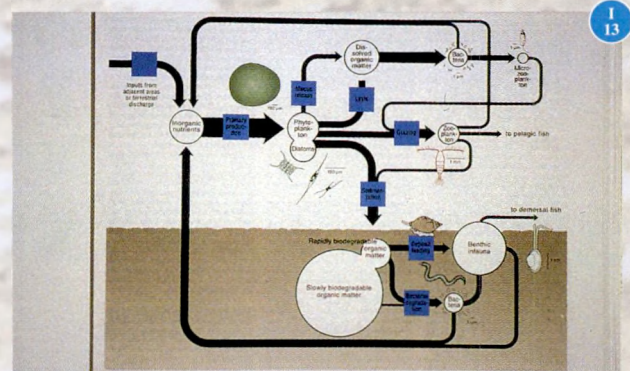
De rijkere toestand wordt gevonden in zandige sedimenten waar de zuurstofrijke laag veel dikker is, zodat meer soorten kunnen overleven.

Om de biodiversiteit van een ecosysteem te berekenen worden naast wiskundige indices ook grafische methodes gebruikt die informatie geven over de 'gezondheid' van een ecosysteem.

3. De voedselweb in de zee: eten en gegeten worden

Elke 'autotrofe' voedselweb (dia I-13) begint bij de primaire productie (aanmaak van plantaardig en organische stof) door microscopisch kleine plantjes (fytoplankton of fyto-benthos).

Bij voldoende zonlicht worden er koolhydraten en zuurstof aangemaakt door het fytoplankton. Bij onvoldoende lichtinval nemen kiezelwieren (specifieke groep binnen het fytoplankton) de aanmaak van zuurstof en organische



stoffen over. De mucus (slijm) gevormd door het fytoplankton is een belangrijke bron voor bacteriën. Ook de ontbinding (lysis) van fytoplankton levert een voedingsbodem voor bacteriën. Deze bacteriën vormen een belangrijke schakel naar het zooplankton (dierlijke organismen die in de waterkolom drijven).

Het microzooplankton voedt zich met deze bacteriën en wordt op haar beurt gegeten door calanoiden (planktonische roepootkreeftjes). Deze calanoiden kunnen, naast dit 'grazen' van microzooplankton, ook rechtstreeks op het plantaardig plankton (het fytoplankton) 'grazen'. Het zooplankton komt vaak in grote 'wolken' voor in de waterkolom en vormt de belangrijkste voedselbron voor enkele belangrijke pelagische (in de waterkolom levende) vissen. Deze pelagische vissen voeden zich ook vaak met hyperbenthos.

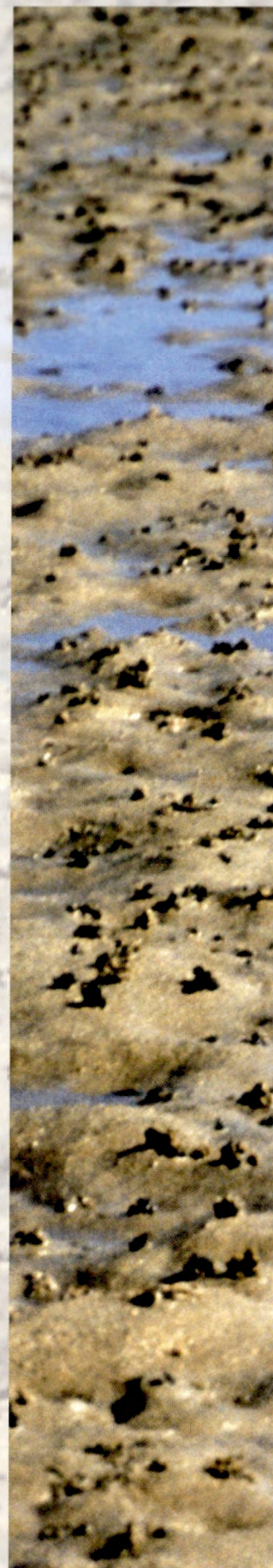
Pelagische vissen worden op hun beurt door vogels als voornaamste prooi beschouwd. Deze vogels voeden zich ook met macrofauna (in de bodem).

De koppeling van deze 'pelagische cyclus' met de cyclus in bodem gebeurt door bezinking van afgestorven zooplankton en kiezelwieren.

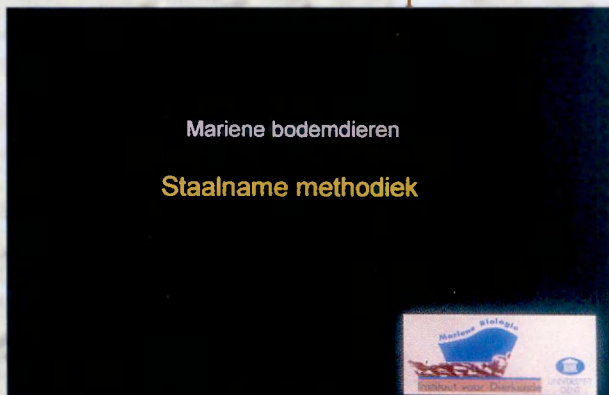
Dit detritus kan snel of traag afbreken: beide worden omgezet tot anorganische nutriënten door bacteriën. Enkel snel afbreekbaar detritus wordt door detritus-eters in het benthos opgenomen. Er zijn echter ook vertegenwoordigers van macrofauna die aan filtervoeding doen (vb. de mossel). Zeesterren en krabben voeden zich met macrofauna (vooral mollusken of weekdieren). Deze benthische infauna is dan de schakel naar de epifauna zoals demersale (bij de bodem levende) vissen vb. platvissen, grondels.

BIODIVERSITEIT VAN MARIENE BODEMDIEREN

- I-00 Titel : Mariene Bodemdieren
- I-01 Verdeling mariene bodemdieren: overzicht van de relatie tussen de verschillende componenten
- I-02 Meiobenthos: definitie
- I-03 Vertegenwoordigers van het meiobenthos: van linksboven naar rechtsonder: rondwormen (Nematoda), een roeipootkreeftje (Copepoda), een borstelworm (Polychaeta), een tardigrade, een kinorhynch en een gastrotrich
- I-04 Het interstitieel leven van de verschillende meiofaunagroepen
- I-05 Macrobenthos: definitie
- I-06 Vertegenwoordigers van het macrobenthos: van linksboven naar rechtsonder: een borstelworm (Polychaeta), een borstelworm (Polychaeta, *Anaitides subulifera*), een zeekomma (Cumacea, *Diastylis bradyi*), een vlokreeftje (Amphipoda, *Leucothoe incisa*), een tweekleppige (Bivalvia, *Tellina fabula*) en een zee-egel (Echinodermata, *Echinocyamus pusillus*)
- I-07 Hyperbenthos: definitie
- I-08 Vertegenwoordigers van het permanent hyperbenthos: van linksboven naar rechtsonder: aasgarnaal (Mysidacea), vlokreeftje (Amphipoda), zeepissebed (Isopoda), zeekomma (Cumacea), zeespin (Pycnogonida), pijlworm (Chaetognatha)
- I-09 Vertegenwoordigers van het tijdelijk hyperbenthos: van linksboven naar rechtsonder: garnaallarve (postlarve), krabbelarve (zoë-larve), krabbelarve (megalopa-larve), vislarve (haringachtige), vislarve (platvis), borstelwormlarve (Polychaeta)
- I-10 Epibenthos: definitie
- I-11 Vertegenwoordigers van het epibenthos: van linksboven naar rechtsonder: Lozano's grondel (*Pomatoschistus lozanoi*), zwemkrab (*Liocarcinus holsatus*), tarbot (*Scophthalmus maximus*), grijze garnaal (*Crangon crangon*), tong (*Solea solea*) en een heremietskreeft
- I-12 Effect van vervuiling op het leven in zee: vergelijking tussen oostkust en westkust
- I-13 De voedselweb in de bodem: eten en gegeten worden



II. Staalname Methodiek VOOR BODEMDIEREN



1. Inleiding

Bij elke ecologische studie wordt steeds een bepaalde staalnamestrategie bedacht. Dit betekent dat men naargelang de doeleinden van de studie, vooraf een aantal zaken gaat bepalen: het aantal stalen, het tijdstip (seizoen, overdag of 's nachts, bij eb of vloed, ...) van de staalname, de geografische posities van de staalnamestations, de te meten omgevingsvariabelen,... Ook de staalnametechniek wordt vooraf grondig bestudeerd; een staal is pas bruikbaar wanneer het een representatief beeld geeft van een populatie. Om resultaten te kunnen vergelijken en conclusies te trekken, moet er steeds op eenzelfde, gestandaardiseerde manier bemonsterd worden.

Het meiobenthos en macrobenthos leeft in de bodem; de bemonstering gebeurt door een bodemstaal te nemen en de organismen eruit te zeven. Hyperbenthische en epibenthische organismen vertoeven in de waterkolom nabij de bodem of zitten op het bodemoppervlak. Ze worden met een net gevangen, dat over de bodem gesleept wordt. Bij elk benthosstaal dat genomen wordt, worden meerdere omgevingsvariabelen gemeten (zoals temperatuur, saliniteit, nutriënten ...). Eenmaal het veldwerk achter de rug is, worden de stalen naar het laboratorium gebracht voor verdere analyse.

2. Staalnametechniek

M e i o b e n t h o s

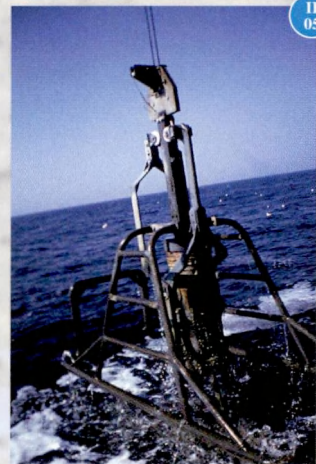
Het meiobenthos wordt bemonsterd met een ronde

steekbuis (oppervlakte 10cm²) (**dia II-01 en II-02**). De

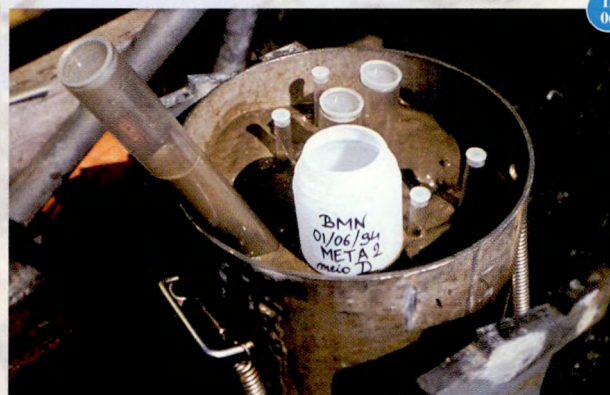


buis wordt recht in de grond geduwd en afgesloten, zodanig dat een bodemprofiel van ongeveer 20 cm verkregen wordt bij het naar boven halen. Om de verticale verspreiding van de organismen te bestuderen wordt het sediment nog verder onderverdeeld in schijfjes van 1 cm. Deze eenvoudige staalnametechniek kan direct toegepast worden op bodems die te voet bereikbaar zijn en die bijvoorbeeld bij laag tij droog komen te liggen (zandplaten, slikken, mangroves,...). De meeste biotopen worden echter met speciale apparatuur bemonsterd die te water gelaten wordt vanop een boot: een boxcorer (**dia II-03**) of een multicorer. Er bestaan verschillende types boxcorer, nl. een gewone boxcorer (**dia II-05**), een Reineck-boxcorer (**dia II-04**) en een multi-boxcorer (**dia II-08**). Deze toestellen werken volgens hetzelfde principe: via een hefboomsysteem wordt een metalen doos (of box) in de zeebodem geduwd. De doos wordt afgeslo-

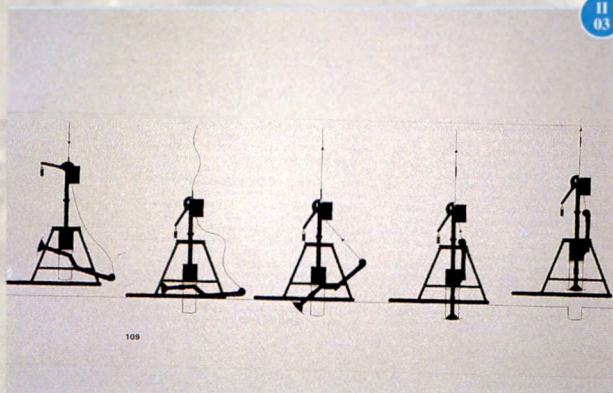
ten en een onverstoord (niet omgewoeld) volume zeebodem wordt aan boord gebracht (**dia II-07**). Op dek wordt de box losgemaakt en in deze onverstoorde zeebodem kunnen dan verschillende steekbuizen gestopt worden (**dia II-06**). Een Reineck boxcorer is veel kleiner dan een gewone boxcorer (de box is ook kleiner), maar is wel gemakkelijker manipuleerbaar (bijvoorbeeld voor kleine schepen of bij slecht weer). Een multi-boxcorer bestaat eigenlijk uit meerdere boxcorers, dit toestel wordt vooral gebruikt voor diepzee onderzoek. Bij deze grote dieptes is het belangrijk om meerdere stalen terzelfdertijd te kunnen nemen, soms duurt het enkele uren om één toestel naar beneden te laten tot op grote diepte. Een multicorer (**dia II-09**), waarbij afzonderlijke steekbuizen in de bodem worden geduwd, is tevens geschikt voor diepzeeonderzoek.



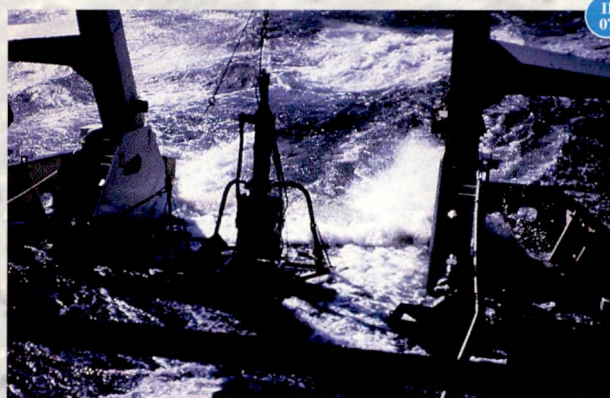
II
05



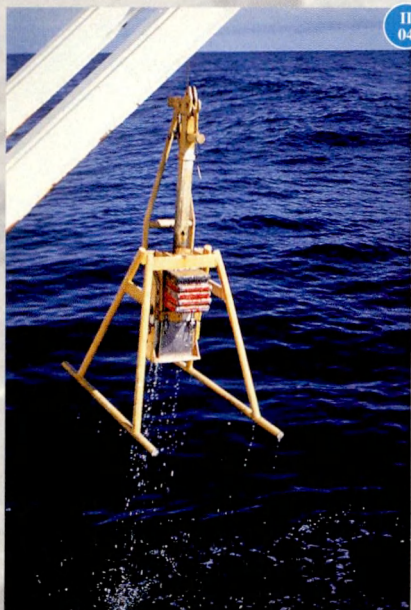
II
06



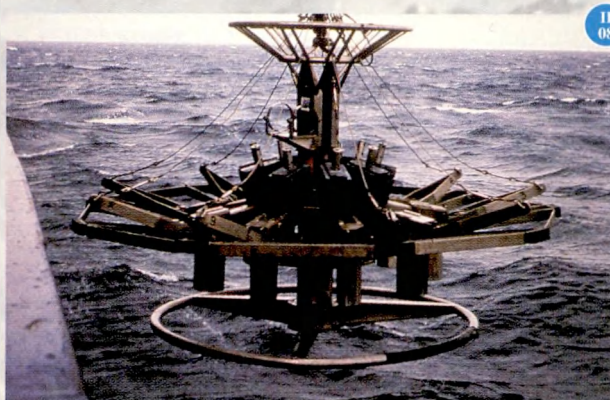
II
03



II
07



II
04



II
08



Macrobenthos

Voor het macrobenthos bestaan er, naargelang het biotoop, eveneens verschillende technieken. In gebieden die gedurende bepaalde periodes droog komen te staan wordt een gesteelde steekbuis (dia II-10) gebruikt.

Deze steekbuis is groter en steviger dan deze die gebruikt wordt voor meiofauna. Een tweede methode bestaat erin een metalen frame (dia II-11) van een 30-tal cm hoog in de grond te duwen en deze vervolgens tot op een bepaalde diepte leeg te graven.

Vanop een boot wordt het macrobenthos verzameld met een Van Veen bodemgrijper (dia II-12) of een boxcorer (dia II-05).

De Van Veen grijper heeft twee armen die sluiten wanneer het toestel op de bodem komt, zo wordt 'een hap' van een gekende oppervlakte uit de zeebodem genomen.



Hyperbenthos

Het hyperbenthos wordt bemonsterd met een hyperbenthische slede die bestaat uit een 1 meter hoog metalen frame, waarin twee of vier netten gespannen zijn. De maaswijdte van de netten bedraagt 0.5 of 1 mm. De slede wordt op de bodem gebracht en er wordt voor ongeveer 500 meter gesleept; zo worden alle organismen die in de onderste meter van de waterkolom vertoeven, weggevangen. De strandslede (dia II-15) heeft 2 netten en is ontworpen om het hyperbenthos dat in de brandingszone vertoeft, te bestuderen. Deze slede is vrij licht en kan door twee mensen voortgetrokken worden (dia II-16). Op zee en in estuaria wordt de Sorbe slede gebruikt. Deze slede heeft 4 netten, die door een rolgordijn open (dia II-18) en gesloten (dia II-17) worden, automatisch gecontroleerd door contact met de bodem. Dit betekent dat de hyperbenthische fauna alleen maar gevangen wordt wanneer de slede werkelijk over de bodem glijdt. Zo treedt er zeker geen contaminatie op tijdens het neerlaten en het ophalen van de slede. Op het einde van de netten zitten collectoren (dia II-19 en II-20) waarin de dieren gevangen worden. Op de slede is een odometer (meet de exacte afstand die over de bodem wordt afgelegd) en een stroommeter (meet het volume water dat effectief door het net gefilterd is) gemonteerd. Om met een slede te werken is het nodig dat de bodem

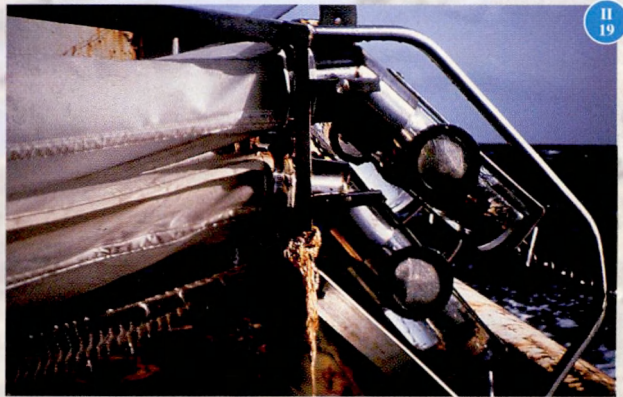
vrij egaal is, zoniet komt ze vaak vast te zitten tijdens het slepen. Op dergelijke plaatsen (bijvoorbeeld rotskusten, poeltjes,..) kunnen er stalen genomen worden met een eenvoudig handnet (dia II-21 en II-22) of met pompen. In schorren wordt vaak van de getijstrooming gebruik gemaakt om passief te vissen met een staand net (dia II-23). Dit net wordt in een geul geplaatst (en bijvoorbeeld vastgemaakt vanop een brug), alle dieren die met de stroming meegevoerd worden, komen in het net terecht.



II
15



II
18



II
19



II
16



II
20



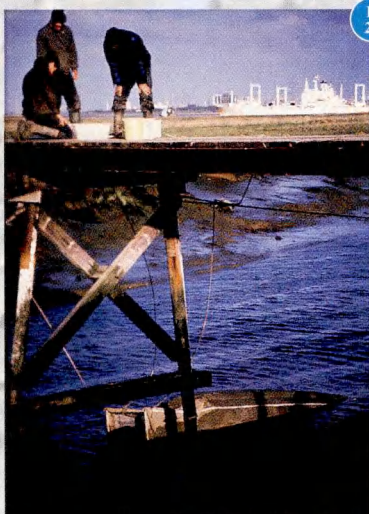
II
17



II
21



II
22



II
23



II
24



II
25



II
26

Epibenthos

Epibenthische dieren worden gevangen met een boomkor, die te water gelaten wordt vanop een schip. Een boomkor (**dia II-24**) bestaat uit een metalen staaf, gemonteerd op twee schoenen. Tussen de schoenen wordt een fijnmazig net gespannen (5 x 5 mm), voorzien van een wekkerketting om zo de vissen te doen opschrikken. Meestal wordt er voor een afstand van 1000 meter gesleept, bij het naar binnen halen van het net bevindt de vangst zich in de kuil (**dia II-25 en II-26**).

Een kruinet (**dia II-27**) is een kleinere versie van een boomkor en wordt vooral gebruikt om het strandepibenthos te bemonsteren. Bemonstering gebeurt hier te voet of zelfs te paard (**dia II-28**). Net zoals de strandslede wordt het kruinet over een bepaalde afstand door de branding gesleept. In schorren en mangroves maakt men vaak gebruik van een fuiknet (**dia II-29**), te vergelijken met het staand net voor hyperbenthos. Uiteraard is de maaswijdte van het net hier groter en is het fuiknet aangepast om epibenthos te bemonsteren (begeleidende netten, de vissen kunnen niet ontsnappen). Het vissen met een ringzege (**dia II-30**) (een lang net, met onderaan een looddraad en vlotters in de bovenrand) vergt wel enige ervaring en wordt vooral gebruikt in tropische baaien. Eén uiteinde van de ringzege wordt vastgemaakt op het strand, van daaruit wordt met een kano een halve cirkel gevaren en wordt de rest van het net geleidelijk uitgeworpen. Door het net op de juiste manier toe te snoeren en beide uiteinden naar elkaar toe te brengen en binnen te halen worden alle vissen binnen dit gebied weggevangen. In de Noordzee wordt o.a. het onderzoeksschip R.V. *Belgica* gebruikt voor bemonstering van het benthos (Min. Volksgezondheid) (**dia II-31**).



II
27



II
31



II
28



II
13



II
29



II
14



II
30

3. Van staal tot resultaat

Een eerste stap in de verwerking van de stalen is het uitsorteren van de organismen.

Meiobenthos stalen worden eerst gezeefd op een $38\mu\text{m}$ zeef en via een bepaalde techniek gebaseerd op dichtheidsverschillen worden de organismen gescheiden van het sediment. Om deze kleine dieren te bestuderen worden ze in microscopische preparaten gebracht.

Het volume van een macrobenthosstaal is veel groter, het volledig staal (vaak een emmer), wordt op een

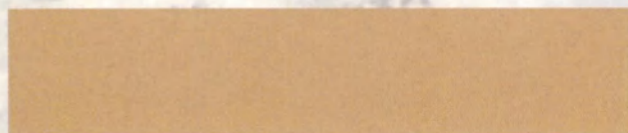
1 mm zeeftafel gebracht en 'gewassen' (**dia II-13**). De organismen die overblijven worden met het blote oog getrieerd (**dia II-14**).

Ook voor hyperbenthosstalen is er veel trierwerk vooraleer men de organismen kan bestuderen. De inhoud van een staalnamepot wordt in een trierbak gedaan, elk dier wordt uitgepikt en per groep (aasgarnalen, garnaallarven, vislarven, ...) in afzonderlijke glazen buisjes bewaard.

Epibenthosvangsten worden vaak onmiddellijk aan boord van het schip getrieerd.

Vervolgens worden alle dieren van een staal bestudeerd met een microscoop (voor preparaten) of met een binoculaire loepe (voor grotere organismen). Dit betekent dat alle organismen gedetermineerd, geteld en gemeten worden.

Uiteindelijk worden alle gegevens voor elke soort per staal samengebracht in een tabel, zowel voor densiteiten als biomassa's. Naargelang het doel van de studie kunnen deze gegevens vergeleken worden voor verschillende soorten, gebieden of periodes; diversiteiten kunnen berekend en vergeleken worden; aan de hand van lengte data wordt groei bestudeerd; enz.... Er bestaan ook een aantal specifieke statistische technieken om dergelijke data te analyseren. Uiteraard is de verwerking van de gegevens sterk afhankelijk van de aard van de studie.



LIJST VAN DE DIA'S

STAALNAME METHODIEK

- II-00 Titel
- II.01 Meiobenthos staalname met een steekbuis
- II.02 Een steekbuis met een bodemprofiel
- II.03 Schematische voorstelling van een staalname met een boxcorer
- II.04 De Reineck boxcorer
- II.05 De gewone boxcorer
- II.06 De gevulde box van een gewone boxcorer met de steekbuizen
- II.07 Op het achterdek van de *Belgica* R.V. bij slecht weer
- II.08 Een multi-boxcorer
- II.09 Een multi-corer
- II.10 Een gesteelde steekbuis
- II.11 Een metalen frame voor macrobenthos staal name
- II.12 Een Van Veen bodemgrijper
- II.13 Een macrobenthosstaal wordt opgespoeld op de zeef van 1 mm
- II.14 Een opgespoeld macrobenthos staal
- II.15 De strandslede
- II.16 Met de strandslede door de branding
- II.17 De Sorbe-slede wordt te water gelaten (gesloten rolgordijn)
- II.18 De Sorbe-slede aan boord van de *Belgica* (open rolgordijn)
- II.19 De collectoren van de Sorbe-slede
- II.20 De vangst van een sleep met de Sorbe-slede
- II.21 Het handnet
- II.22 Het handnet wordt uitgespoeld
- II.23 Een staand net voor hyperbenthos in een schorrekreek
- II.24 De boomkor
- II.25 Het naar binnen halen van de kuil van de boomkor
- II.26 Een epibenthos vangst
- II.27 Het kruinet
- II.28 Het kruinet wordt door een paard door de branding gesleept
- II.29 Een epibenthos fuiknet in een mangrovekreek
- II.30 Een ringzegen
- II.31 Het Belgisch Onderzoeksschip A962 *Belgica* R.V.

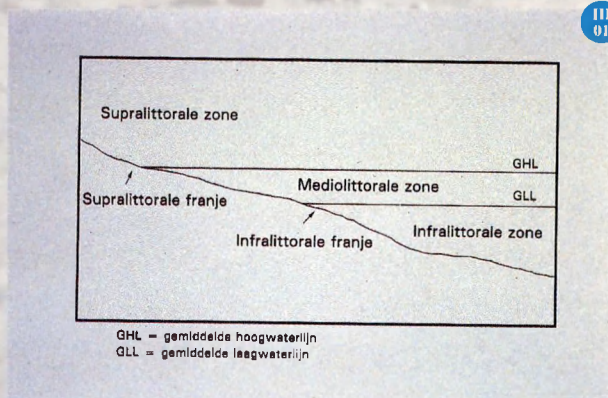
III. Het Benthos van GEMATIGDE KUSTGEBIEDEN

1. Definitie

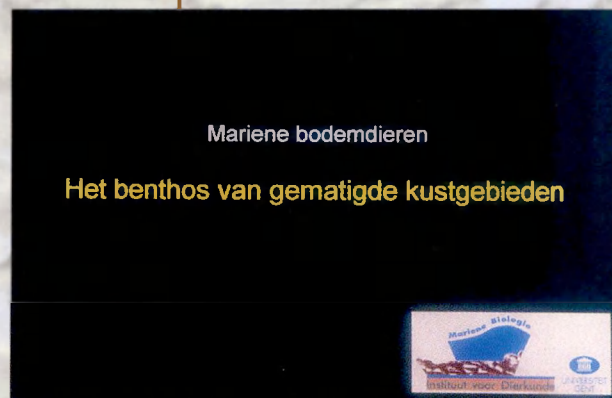
Het kustecosysteem onderscheidt zich van alle andere ecosystemen door de aanwezigheid van een regulerend fenomeen, namelijk de getijden. Onder invloed van de getijdenwerking ontstaat een zeer specifiek biotoop, gekenmerkt door de aanwezigheid van een karakteristieke fauna en flora. Dit biotoop dat zich bevindt ter hoogte van de getijdenzone (= zone tussen het hoogste en laagste springtijniveau), wordt littorale zone genoemd. De littorale zone wordt in tegenstelling tot de getijdenzone, gedefinieerd in biologische termen.

Aangezien de littorale zone de overgangszone is tussen het mariene en terrestrische milieu, en dit over een zeer beperkte afstand van enkele meters tot een honderdtal meters, wordt deze zone gekenmerkt door een uitgesproken gradiënt van verscheidene omgevingsfactoren zoals saliniteit, emersie, licht en temperatuur. Dit resulteert in een sterke zonatie van de fauna en flora doordat de verspreiding van een groot aantal soorten zich beperkt tot een bepaald deel van de gradiënt. Het is op basis van de boven- en ondergrenzen van de verspreiding van bepaalde soorten dat het littoraal verder wordt ingedeeld in zones.

Volgens de terminologie van Stephenson & Stephenson (1972) bestaat de eigenlijke getijdenzone uit: de supralittorale franje (= onderste deel van het supralittoraal), het mediolittoraal en de infralittorale franje (= bovenste deel van het infralittoraal) (**dia III-01**).



Intergetijdengebieden langs de kustlijn kunnen ruwweg ingedeeld worden in rotskusten en zandstranden. In het algemeen zijn rotskusten veel



soortenrijker dan zandstranden door hun verscheidenheid aan microhabitaten. Vooral de begroeiing door wieren op rotsen zorgt voor een groot aanbod aan minder of meer beschutte biotopen voor zowel vrijbewegende als vastzittende dieren. Verder speelt de mate van blootstelling aan de golfslag een belangrijke rol in de diversiteit van de verschillende gebieden (zie verder). Achtereenvolgens zullen de twee types van intergetijdengebieden besproken worden.

2. Rotskusten

2. a . Z o n a t i e

De zonatie van rotskusten (**dia III-02**) wordt bepaald aan de hand van de wieren en korstmossen en de sessiele of vastzittende dieren. Bewegelijke dieren hebben minder scherp

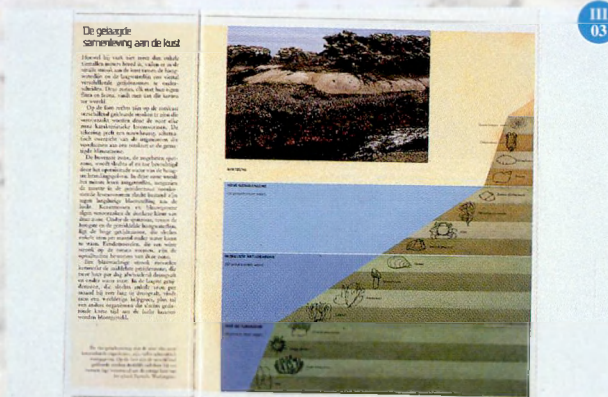


begrensdde verspreidingsgebieden doordat ze ook gunsti-

ge microbiotopen kunnen opzoeken onder en boven hun eigenlijke verspreidingszone. In bijgaand schema worden voor elke zone de meest karakteristieke dieren- en plantengemeenschappen gegeven (**dia III-03**). Daarbij wordt binnen elke zone een onderscheid gemaakt tussen blootgestelde en beschutte kusten en mogelijke gradaties daar tussen. Bij toenemende expositie aan de golfslag wordt enerzijds de kans op uitspoeling groter en overleven vooral die organismen die voldoende vastgehecht zijn aan de blootgestelde rotsen. Anderzijds verkleint de kans op uitdroging door opspatting van zeewater hoger op de kust.

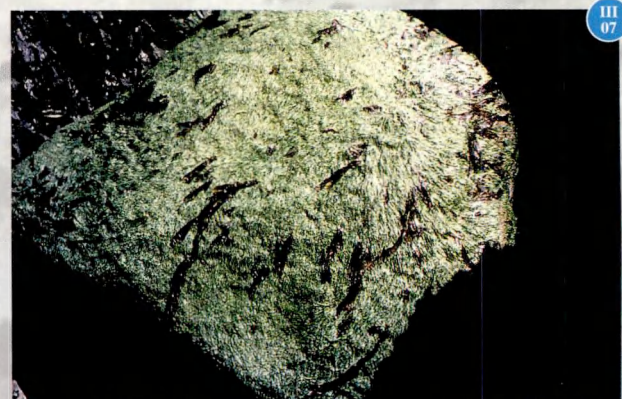
beschutting kunnen verschillende types mediolittorale gemeenschappen onderscheiden worden. Naarmate de expositie toeneemt kunnen de gemeenschappen respectievelijk gedomineerd worden door vb.

bruinwieren (Fucacea), zeepokken (Cirripedia) en schaalhoorns (Gastropoda, *Patella* spp.) en mossels (Bivalvia) en roodwieren (Rhodophyceae),



Op de meer beschutte plaatsen kan de afzetting van slib de kolonisatie van bepaalde soorten bemoeilijken.

De supralittorale franje komt alleen onder zee-water bij springtij. Dit gebied vormt de uiterst landinwaartse leefgrens voor mariene organismen en de bovengrens voor de zeepokken (Crustacea, Cirripedia). Het aantal soorten is zeer beperkt omdat alleen de soorten die bestand zijn tegen uitdroging en temperatuurswisseling hier voorkomen (**dias III.04, 05, 06, 07**).



De mediolittorale zone is het middengebied, met als bovengrens de top van het zeepokkengebied, terwijl de bovenste grens van de *Laminaria* (bruinwieren) gemeenschap de benedengrens vormt. Naargelang de graad van



III
08

waarnaast in sommige gevallen vermenging kan optreden.

De infralittorale franje tenslotte, is het beperkte gebied van de infralittorale zone dat aan de getijdenwerking onderhevig is. Kenmerkend voor dit gebied, dat alleen vrijkomt bij springtij, zijn twee grote bruinwieren: het vertakte vingerwier *Laminaria digitata* en het onvertakte suikerwier *L. saccharina* (dia III-08, 09, 10, 11).

2 . b . A d a p t a t i e s

Het leven in deze extreme omstandigheden vereist een aantal adaptaties van de benthische organismen. Om hun positie te behouden tijdens de sterke waterbewegingen vb. worden één of meer van volgende aanpassingen vereist:

sterke vasthechtingsmechanismen, zoals vb. de cementatie van oesters of d.m.v. byssusdraden (mossel); boren van gangen in de rotsen (vb. sommige borstelwormen, boormossel); veranderingen in oriëntatie om de blootstellingsstress te verminderen; het gebruik van spleten en holtes in de rotsen; vorming van aggregaties om het totale oppervlakte dat blootgesteld kan worden te verminderen; verhoging van de flexibiliteit (vb. algen); onregelmatige oppervlakte om turbulentie te verminderen (vb. sommige bivalven).

Ook tegen uitdroging, temperatuur en licht beschermen de organismen zich op verschillende manieren. D.m.v. zeer sterk sluitende platen en een niet-poreuze schaal, kan de zeepok *Chthamalus stellatus* zich vb. beter beschermen tegen uitdroging dan de andere algemeen voorkomende zeepok *Semibalanus balanoides*. Gastropoda (slakken) kunnen hun schelp dikwijls afsluiten m.b.v. een operculum en sommige *Patella's* (schaalhorens) gebruiken een zogenaamd 'thuislitteken' om zichzelf te beschermen tegen teveel waterverlies bij eb. Dit 'litteken' is een plaats op de rotsen waarop hun individuele schelp perfect past, zodat er geen openingen blijven wanneer ze zich bij terugtrekkend water tegen het substraat aandrukken.



III
09



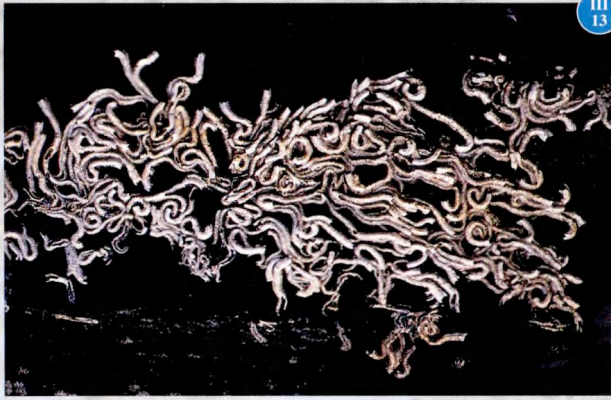
III
10



III
11



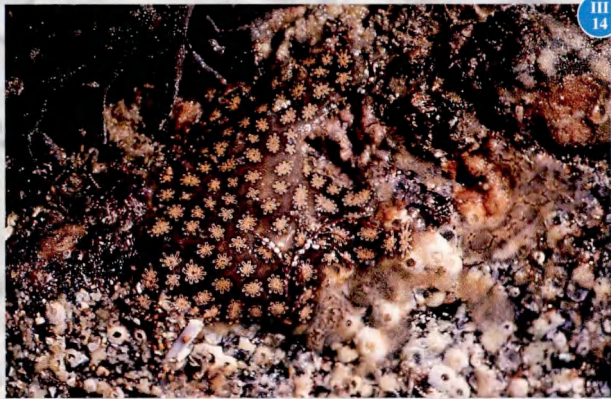
III
12



III
13



III
17



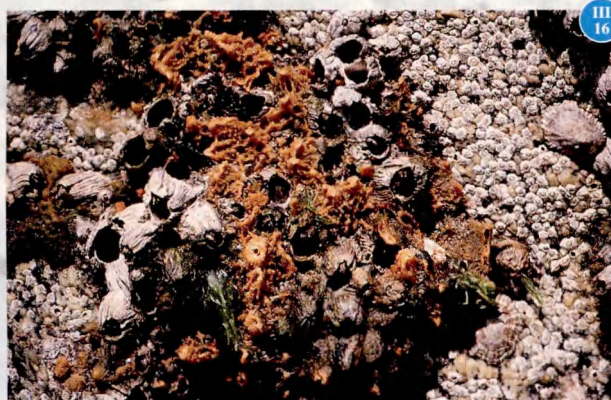
III
14



III
18



III
15



III
16

Veel rotskustbewoners zijn sessiel (= permanent vastgehecht) (**dias III-12, 13, 14, 15, 16, 17,18**). De voordelen van een sessiele levenswijze zijn duidelijk (zie hoger) maar het limiteert wel de voedingsmogelijkheden. De meeste zijn daarom filtervoeders. Deze organismen gebruiken verschillende structuren zoals kieuwen (tweekleppigen, Bivalvia), tentakelkronen (mosdiertjes, Bryozoa en borstelwormen, Polychaeta) en 'haartjes' (setae; zeepokken, Cirripedia) om partikeltjes uit het water te verzamelen. Verder zijn er natuurlijk ook herbivoren (o.a. slakken, Gastropoda) en predatoren (zeesterren, Asteroidea; krabben, Brachyura; vogels, Aves,...). De meeste soorten voeden zich enkel bij vloed.

3. Zandstranden

Het zandstrand (**dias III-19, 20**) bestaat uit de volgende twee deelgebieden :
het zandlichaam vanaf de hoogste driftlijn nabij de duin/strand-grens tot aan het breekpunt van de golven en
de bewegende watermassa.



III
19

Macrobenthos

Ongeveer 90% van het intertidale macrobenthos bevindt zich in de bovenste 5 cm van het sediment. De belangrijkste vertegenwoordigers zijn de weekdieren (Mollusca), de schaaldieren (Crustacea) en de borstelwormen (Polychaeta) (dia III-22, 23, 24, 25, 26, 27). De mate waarin het strand beïnvloed wordt door de golfslag, heeft zijn weerslag op de soortendiversiteit en hun aantallen. Hoe sterker het strand geëxposeerd wordt, hoe meer aanpassingen nodig zijn. De belangrijkste kenmerken van



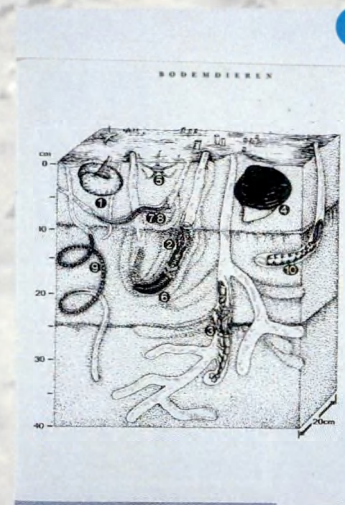
III
20



III
21

De duinen zijn hier niet inbegrepen, hoewel de duin/strand-interacties een belangrijke rol spelen in het kustecosysteem. Een onderscheid wordt gemaakt tussen open zandstranden en beschutte zandstranden (b.v. in estuaria). Het intertidaal zandlichaam van open zandstranden wordt gekarakteriseerd door een mobiel substraat en door de afwezigheid van vastzittende planten. De belangrijkste gemeenschappen zijn de interstitiële fauna (= fauna levend tussen sedimentpartikels), het macro-, hyper- en epibenthos, fyto- en zoöplankton en de vogels. Aan de top van de voedselketen (met uitzondering van die van de interstitiële fauna) staan de vissen (b.v. schol *Pleuronectes platessa*), vogels (vb. drieteenstrandloper *Calidris alba*), ongewervelde toppredatoren (vb. strandkrab *Carcinus maenas*) en zoogdieren (vb. de mens door consumptie van de grijze garnaal *Crangon crangon*). De interstitiële fauna van open zandstranden vormt een aparte gemeenschap en er is weinig of geen energiestroom tussen deze groep en de andere gemeenschappen.

Naast de afwezigheid van vastzittende planten, worden open zandstranden gekarakteriseerd door een verwaarloosbare primaire produktie door de benthische microflora. Primaire produktie in de waterkolom kan belangrijk zijn, vooral indien er 'bloei' optreedt van fytoplankton (vb. *Phaeocystis*).



III
22



III
23



III
24

(Brachyura) en *Urothoe poseidonis* (Amphipoda). Totale densiteiten variëren van enkele honderden tot maximale aantallen van 5000 ind./m².



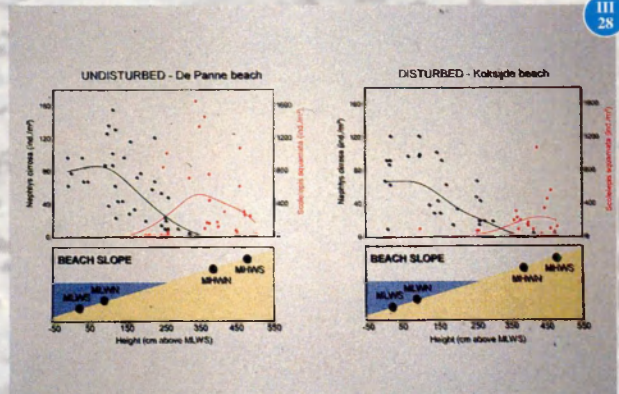
III
27



III
25



III
26



III
28

Hyperbenthos

Intertidale hyperbenthosgemeenschappen werden nog niet zo frequent onderzocht. Naast de typische intertidale hyperbenthische soorten (vb. de aasgarnaal *Leptomysis lingvura*), kan een onderscheid gemaakt worden tussen lokale endobenthische soorten die het grootste deel van hun leven in het substraat leven maar zich gedurende bepaalde periodes in de waterkolom bevinden (vb. de vlokkreeft *Corophium acherusicum*) en migranten aangevoerd door het getij vanuit de zee (vb. de aasgarnaal *Schistomysis spiritus*). Deze migraties kunnen te maken hebben met het zoeken naar voedsel, maar ook met de voortplanting. Enkele soorten aasgarnalen (Mysidacea, Gastrosaccinae) die in de spatzone leven, zwemmen actief als een golf het substraat bedekt en graven zich snel terug in als het water zich terugtrekt. Bij stormweer migreren sommige intertidale soorten naar het subtidaal waar de golfslag minder extreem is, terwijl subtidale soorten (die minder aan deze extreme omstandigheden zijn aangepast) dikwijls juist op het strand geworpen worden. De belangrijkste vertegenwoordigers van het permanent hyperbenthos van zandstranden zijn de aasgarnalen (vnl. *Mesopodopsis slabberi*), amphipoden (vb. *Atylus swammerdami*), isopoden (vb.

macrobenthos van geëxposeerde stranden zijn daarom een hoge mate van mobiliteit en migraties met het getij.

Uit studies aan onze kust (De Panne, 1995-1996) blijkt dat twee duidelijk verschillende gemeenschappen kunnen onderscheiden worden: één in het hoog intertidaal en één in het laag intertidaal met hiertussen een intermediaire gemeenschap (**dia III-28**). De hoog intertidale gemeenschap wordt voornamelijk gekenmerkt door *Scolecopsis squamata* (Polychaeta) en o.a. *Eurydice pulchra* (Isopoda), terwijl de laag intertidale gemeenschap voornamelijk vertegenwoordigd wordt door *Nephtys cirrosa* (Polychaeta), de breedpootkrab *Portunus latipes*

Eurydice pulchra) en cumaceeën (vb. *Cumopsis goodsiri*). Het tijdelijk hyperbenthos wordt voornamelijk vertegenwoordigd door postlarvale en kleine juveniele vissen, zoals de platvissen bot *Pleuronectes flesus*, schol *P. platessa* en tong *Solea solea*, maar ook de grondels *Pomatoschistus* spp., zandspiering *Ammodytes tobianus* en de kleine zee-naald *Syngnathus rostellatus*. De larven van schaaldieren zoals de grijze garnaal *Crangon crangon*, en de verschillende krabben (vb. de zwemkrab, *Liocarcinus holsatus* en de strandkrab *Carcinus maenas*), evenals de postlarvale stadia van borstelwormen (Polychaeta, vb. *Lanice*) behoren ook tot het tijdelijk hyperbenthos (dia III-29, 30, 31, 32, 33).

Een belangrijke functie van intertidale gebieden is hun functie als 'kinderkamer' voor vnl. vissen en garnalen die tijdens de vroege fase van hun levensgeschiedenis naar zeer ondiepe gebieden trekken en deel uitmaken van het tijdelijk hyperbenthos. Twee hypothesen geven hiervoor een verklaring:

- de 'foerageer hypothese': de jonge levensstadia vinden een rijk voedselaanbod in deze intertidale gebieden;
- de 'toevlucht hypothese': een verminderde predatiedruk in deze zone resulteert in een verhoogde levenskans van de juvenielen.



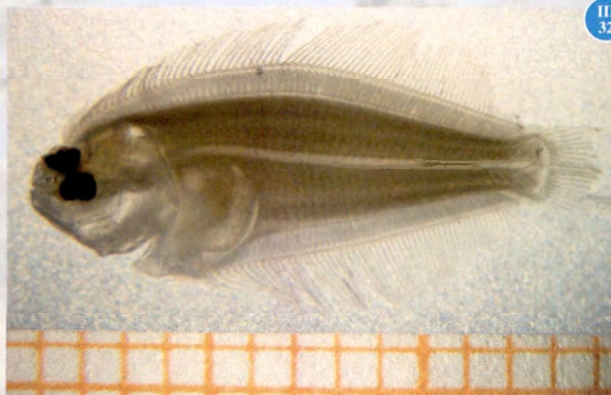
III
29



III
30



III
31



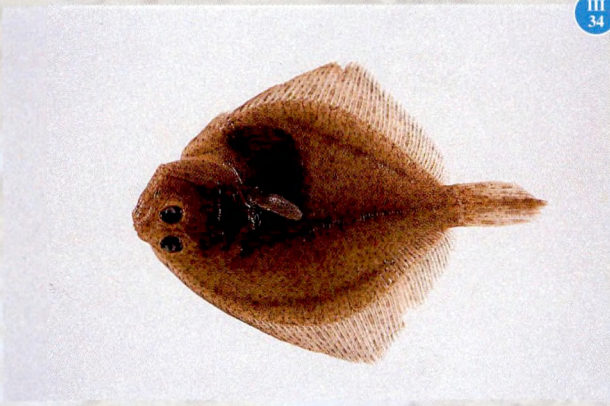
III
32



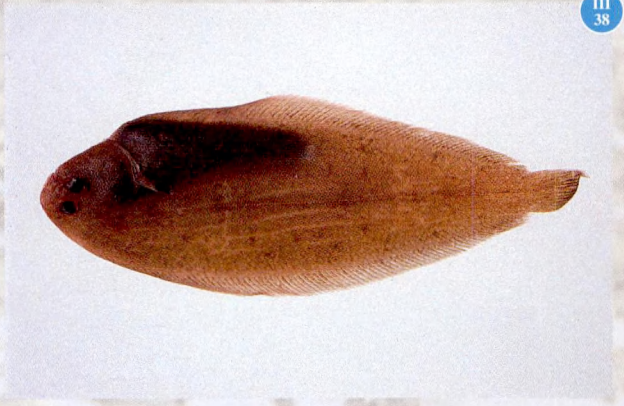
III
33

Epibenthos

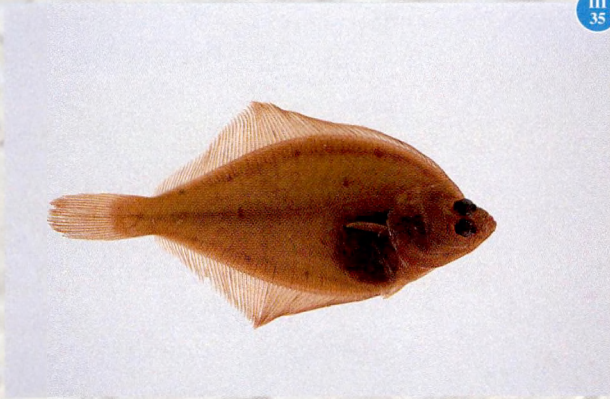
Het intertidaal epibenthos bestaat voornamelijk uit garnalen en juveniele vissen (vnl. schol *Pleuronectes platessa* en haringachtigen, Clupeidae), maar ook adulte vissen (zoals grondels *Pomatoschistus* spp., kleine pieterman *Echiichthys vipera* en groene zeedonderpad *Taurulus bubalis*) en krabben maken deel uit van deze groep. Slechts een klein aantal soorten is beperkt tot dieptes van minder dan 5 m (dia III-34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41). Belangrijke migraties kunnen worden vastgesteld: vooral juveniele schol *Pleuronectes platessa*, maar ook bot *P. flesus* en griet *Scophthalmus rhombus* bewegen met het getij



III
34



III
38



III
35



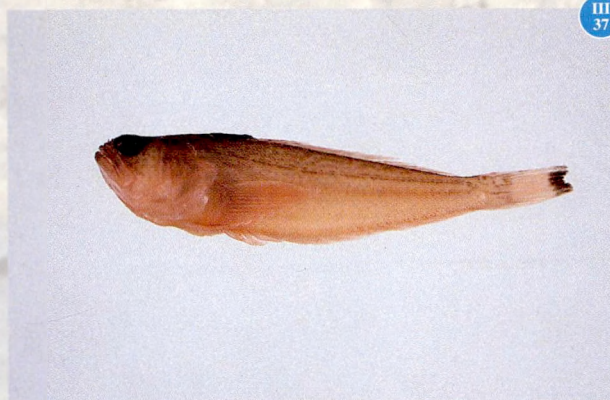
III
39



III
36



III
40



III
37

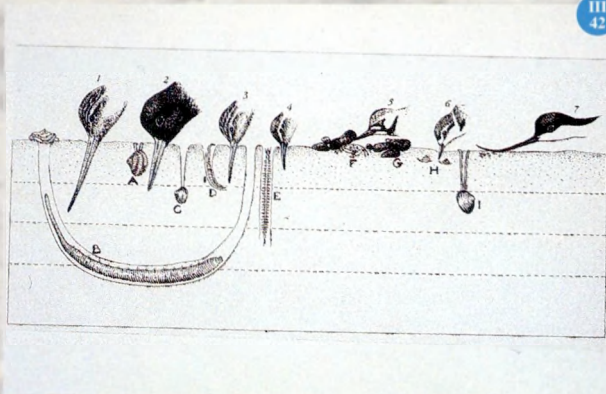


III
41

mee en komen dus op de zandvlakten bij vloed om zich te voeden met de intertidale organismen die enkel gedurende deze periode beschikbaar zijn (zie hoger) (of om predatoren te vermijden). Dit in tegenstelling tot de meer pelagische vissen zoals zandspiering *Ammodytes tobianus* en haring *Clupea harengus* waarbij het voorkomen op het strand meer het gevolg is van toevallige verspreiding. Bij deze laatste groep worden voornamelijk dag-nacht migraties vastgesteld (vb. bij wijting *Merlangius merlangus*), maar ook schol vb. vertoont diurnale patronen.

Vogels

De typische vogels die worden waargenomen in het intergetijdengebied worden ingedeeld in drie grote groepen: de meeuwen, de steltlopers en de meer duingebonden vogels zoals vb. de strandleeuwerik *Eremophila alpestris* die niet rechtstreeks afhankelijk zijn van de intertidale zone. Meeuwen zijn voornamelijk aaseters, maar kunnen ook schelpen openbreken door ze vb. vanuit de hoogte te laten vallen op golfbrekers. Steltlopers zijn belangrijke predatoren op zandstranden: ze foerageren vooral tijdens laag water, waarbij ze voornamelijk macrobenthos uit het sediment halen (voorbeeld is de drieteenstrandloper *Calidris alba*, die continu de waterlijn volgt en daar zijn prooien zoekt). Andere algemene steltlopers zijn de scholekster *Haemotopus ostralegus* en de steenloper *Arenaria interpres*. Deze laatste wordt vooral op golfbrekers aangetroffen. De verschillende morfologische kenmerken van de steltlopers, kunnen informatie geven over hun manier van voeden (dia III-42).





LIJST VAN DE DIA'S

HET BENTHOS VAN GEMATIGDE KUSTGEBIEDEN

- III.00 Titel
- III.01 Schema intergetijdengebied: littorale zone
- R o t s k u s t (z o n a t i e)
- III.02 Voorbeeld van een rotskust (Bretagne)
- III.03 Zonatieschema
- III.04 Muur van Pointe de la Crèche: *Verrucaria maura* (korstmos), Klein darmwier *Blidingia minima*, Purperwier *Porphyra umbilicales*, Echt darmwier *Enteromorpha compressa*, Kleine zee-eik *Fucus spiralis* (op bodem veel *Ulva* (groenwier) en *Fucus* (bruinwier))
- III.05 Intertidaal van een aan branding blootgestelde rotskust: vegetatieloos, maar wel *Balanus* (zeepok) en *Patella* (schaalhoorn); wel wieren in de poelen
- III.06 Hoog intertidale rotspoel (extreme ecologische omstandigheden) met *Ulva* en *Enteromorpha* (groenwieren)
- III.07 Pioniersvegetatie met *Enteromorpha* (groenwier) en *Porphyra* (roodwier)
- III.08 Infralittorale franje: Riemwier *Himanthalea elongata* (bruinwier) in getijdengeul
- III.09 Infralittorale franje bij springlaagtij: Riemwier *Himanthalea elongata* droog liggend
- III.10 Infralittorale franje: Suikerwier *Laminaria saccharina* en Vingerwier *L. digitata* (Boulogne)
- III.11 Detail van roodwierzone: *Gymnogongrus crenulatus* (Boulogne)
- R o t s k u s t e n : v o o r b e e l d e n b e n t h o s
- III.12 Gangen van Polychaeta (*Sabellaria alveolata*) vormen een laag op de rotsen
- III.13 Kokers van kalkkokerwormen (Polychaeta)
- III.14 Zakpijpenkolonie (Tunicata): *Botryllus schlosseri*
- III.15 Een borstelworm (Polychaeta)
- III.16 Zeepokkenassociatie (Cirripedia) met sponzen (Porifera)
- III.17 Zeeanemoon (Actinaria): *Anemona sulcata*
- III.18 Mossel *Mytilus edulis* (Mollusca, Bivalvia)
- Z a n d s t r a n d e n
- III.19 Voorbeeld van een zandstrand (Oostduinkerke) met een zeer brede intertidale zone en een aantal duidelijke zwinnen (= depressies parallel met de waterlijn, waarin het water voor langere periodes blijft staan) en strandruggen
- III.20 Vloedlijn op zandstrand met vnl. mesheften
- III.21 Golfbreker op zandstrand: ontstaan van microhabitaten
- M a c r o b e n t h o s
- III.22 Schema bodemdieren



- III.23 Zaagje *Donax vittatus* (Mollusca, Bivalvia) met duidelijke sifo's en uitstulpende voet
- III.24 Mesheft *Phacus legumen* (Mollusca, Bivalvia) met uitstulpende voet
- III.25 Schelpkokerworm *Lanice conchilega* (Polychaeta): koker samengesteld uit middelgrote tot grote zandkorrels met een karakteristieke waaivorm aan de top; top steekt uit zand
- III.26 Openingen van gangen van ingegraven borstelwormen (Polychaeta) bij laag water
- III.27 Idem 29: detail van een in- en uitgang (*Arenicola marina*)
- III.28 Interspecifieke zonatie van macrofauna op het strand van De Panne: voorbeeld van de verspreiding van de twee respectievelijke vertegenwoordigers van de hoog intertidale en de laag intertidale gemeenschap: *Scolecipis squamata* en *Nephtys cirrosa* (Polychaeta)

H y p e r b e n t h o s

- III.29 De aasgarnaal *Mesopodopsis slabberi* (Mysidacea): vrouwtje met lege broedzak
- III.30 De vlokreeft *Gammarus* species (Amphipoda): voorbeeld van endobenthische soort die ook in het hyperbenthos voorkomt
- III.31 Postlarve van een heremietskreeft (*Pagurus bernhardus*)
- III.32 Postlarve van de platvis Schol *Pleuronectes platessa* waarbij de migratie van één van de ogen zich reeds voltrokken heeft
- III.33 Postlarve van de platvis Bot *Pleuronectes flesus*: migratie van het oog bijna volledig

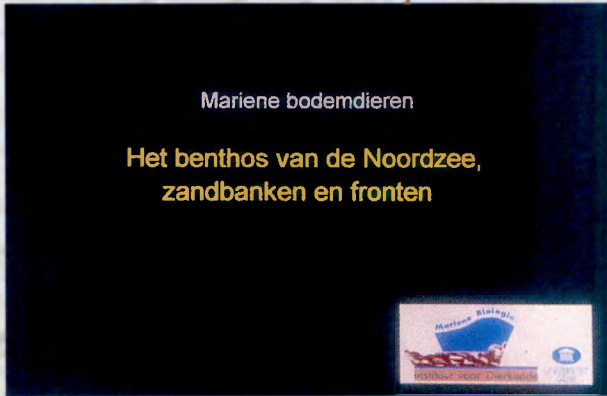
E p i b e n t h o s

- III.34 Tarbot (*Scophthalmus maximus*)
- III.35 Schol (*Pleuronectes platessa*)
- III.36 Lozano's grondel (*Pomatoschistus lozanoi*)
- III.37 Kleine pieterman (*Echiichthys vipera*)
- III.38 Tong (*Solea solea*)
- III.39 Grijsze garnaal (*Crangon crangon*)
- III.40 Strandkrab (*Carcinus maenas*)
- III.41 Zwemkrab (*Liocarcinus holsatus*)

V o g e l s

- III.42 Schematische voorstelling van predatie op macrofauna door vogels: morfologische adaptaties

IV. Benthos van de Noordzee, ZANDBANKEN EN FRONTEN



1. Algemene inleiding

De Noordzee (**dia IV-01**) is een ondiepe, continentale zee, begrensd door de kustlijnen van Groot-Brittannië, Noorwegen, Zweden, Denemarken, Duitsland, Nederland, België en Frankrijk. Ze staat in een open verbinding met de Atlantische Oceaan in het noorden en via



het Kanaal in het zuiden en met de Baltische Zee in het oosten. De diepte stijgt algemeen naar het noorden toe tot een maximum van zo'n 200 meter. De Zuidelijke Bocht van de Noordzee, de zone ten zuiden van de Doggerbank en ten noorden van het Kanaal, heeft een maximale diepte van slechts 70 meter.

De Noordzee is een zone van intense menselijke activiteiten, rijk aan natuurlijke bronnen en omringd door dichtbevolkte landen. Dit impliceert automatisch een

hoge stress op het mariene milieu.

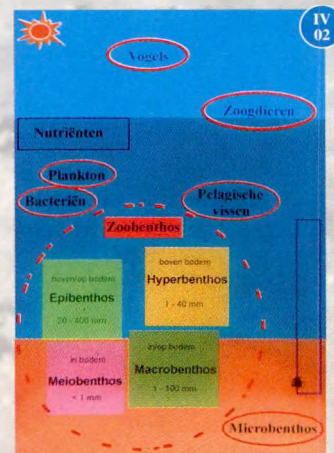
De Zuidelijke Bocht van de Noordzee en in het bijzonder het deel dat onze kusten bespoelt vormt hierop geen uitzondering, wel integendeel. De Zuidelijke Bocht van de Noordzee is het centrum van drukke commerciële activiteit, gericht op de exploitatie van minerale (olie, gas, grint,...) en levende (vissen,...) rijkdommen, transport (pijpleidingen, commerciële scheepvaart,...), infrastructuur werkzaamheden (boorplatforms, boeien,...) en recreatie (pleziervaart, kust toerisme,...).

Nochtans bevinden zich in deze Noordzee gebieden met uitzonderlijke hoge ecologische waarde. Hiertoe behoren de zandbank- en frontsystemen.

2. Het benthos van de Noordzee

Het marien benthos (**dia IV-02**) omvat alle organismen die, minstens gedurende een langere periode van hun leven, geassocieerd met de zeebodem leven.

Aangezien alle levende wezens specifieke eisen aan het milieu waarin ze leven stellen, wordt hun verspreiding grotendeels door deze omgevingsvariabelen bepaald. Enkele belangrijke omgevingsvariabelen voor de verspreiding van het mariene benthos zijn sedimentologie, hydrodynamiek, temperatuur en voedselbeschikbaarheid.



MEIOBENTHOS

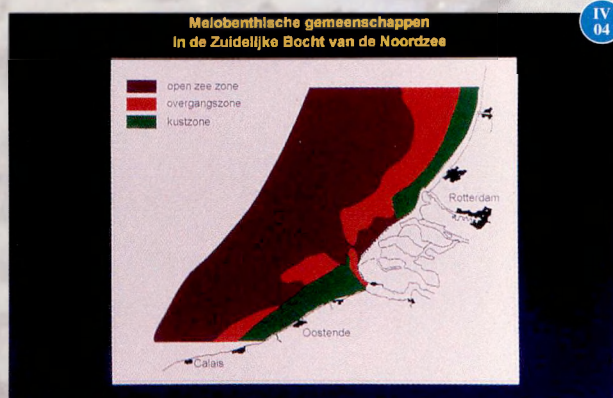
Het meiobenthos bevat alle organismen, levend in de bodem, die door een zeef met maaswijdte 1 mm gaan, en door een zeef met maaswijdte 38 µm worden weer-

houden. Belangrijke vertegenwoordigers zijn de rondwormen (Nematoda) en, in mindere mate, de roeipootkreeftjes (Copepoda) (dia IV-03).

Op basis van de verspreiding van Copepoda werden 3 gemeenschappen in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee onderscheiden. Er worden 2 duidelijk gescheiden gemeenschappen, met ertussen een transitiezone, aangetroffen (dia IV-04).



IV 03



IV 04



IV 05



IV 06

MACROBENTHOS

Het macrobenthos zijn mariene organismen die leven in de zeebodem en worden weerhouden door een zeef met maaswijdte 1 mm. Het zijn vnl. borstelwormen (Polychaeta), tweekleppigen (Bivalvia), stekelhuidigen (Echinodermata) en vlokreeftjes (Amphipoda) (dia IV-05).

Wanneer het macrobenthos van de Zuidelijke Bocht van de Noordzee in detail wordt bekeken, worden duidelijk drie zones onderscheiden, met van kust naar open zee opeenvolgend (1) een kustzone, (2) een overgangzone en (3) een open zee zone (dia IV-06). De verspreiding van die zones wordt bepaald door de hydrodynamische eigenschappen van de regio, en dan vnl. door

de rest- en getijstromen in de Zuidelijke Bocht.

De gemeenschappen van de kustzone bestaan vooral uit soortenarme gemeenschappen, met als belangrijke vertegenwoordigers het goudkammetje (*Pectinaria koreni*), het nonnetje (*Macoma balthica*), de zandzager (*Nephtys hombergii*) en de witte dunschaal (*Abra alba*). De overgangzone wordt gedomineerd door de zandkokerworm (*Lanice conchilega*), de zandzager (*Nephtys cirrosa*) en nog enkele andere borstelwormen (Polychaeta), zoals *Spiophanes bombyx* en *Magelona papillicornis*, en tweekleppigen (Bivalvia), zoals de rechtsgestrepte platschelp (*Tellina fabula*) en de witte dunschaal (*Abra alba*). De open zee zone wordt voornamelijk gekarakteriseerd door heel wat borstelwormen, zoals *Spiophanes bombyx* (meer dan 50% van de totale densiteit), *Hesionura auge-neri*, ..., maar ook door stekelhuidigen (Echinodermata), zoals de slangster (*Ophiura affinis*) en vlokreeftjes (Amphipoda), zoals *Bathyporeia guillamsoniana*.

HYPARBENTHOS

Het hyperbenthos bestaat uit alle organismen, weerhouden door een net met maaswijdte 1 mm, levend in de onderste lagen (1 m) van de waterkolom. Aasgarnalen (Mysidacea), vlokreeftjes (Amphipoda), zeepissebedden (Isopoda) en zeekomma's (Cumacea) worden er veelal

aangetroffen (**dia IV-07**).

Op het Belgisch Kontinentaal Plat worden 4 gemeenschappen geïdentificeerd (**dia IV-08**): (1) een oostelijke kustgemeenschap, (2) een westelijke kustgemeenschap,



IV
07



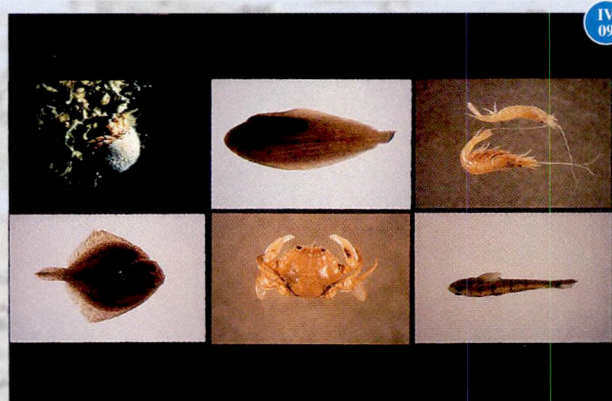
IV
08

(3) overgangszone gemeenschap en (4) een open zee gemeenschap. De beide kustgemeenschappen worden gedomineerd door aasgarnalen (Mysidacea). De densiteiten en biomassa ter hoogte van de westkust bedragen echter meer dan het dubbele van deze van de oostkust. Daarnaast wordt de hyperbenthische fauna gewijzigd volgens een gradiënt loodrecht op de kustlijn. In de transitiezone tussen de kust en de open zee nemen een aantal groepen in belang toe (o.a. krabben en garnalen, resp. Brachyura en Caridea), terwijl de aasgarnalen er een veel kleiner aandeel hebben. Zo is er de sterke aanwezigheid van krabben in de transitiezone gemeenschap. Deze gemeenschap heeft een densiteit vergelijkbaar met deze van de oostelijke kustgemeenschap, maar een veel lagere biomassa omwille van de grote aantallen larvale (=klein!) Brachyura en Caridea.

De laagste densiteiten en biomassa wordt aangetroffen in de open zee gemeenschap. Wel is deze gemeenschap de meest diverse: zowel Brachyura, Mysidacea, Caridea, Amphipoda, Anomura als Chaetognatha zijn er goed vertegenwoordigd.

EPIBENTHOS

Het epibenthos omvat alle meercelligen, weerhouden door een net met maaswijdte 5 mm, levend op of net boven de zeebodem. Belangrijke vertegenwoordigers zijn: demersale vissen (Pisces), garnalen en krabben (Decapoda) en stekelhuidigen (Echinodermata) (**dia IV-09**).



IV
09

Net zoals het macro- en het meiobenthos verschilt ook het epibenthos in soortensamenstelling en densiteiten al naargelang de plaats in de Noordzee. Algemene visgemeenschappen in de Noordzee zijn niet afgebakend. Vandaar wordt hier gekozen om de verspreiding van één soort toe te lichten. Tevens komt de seizoensvariatie, veroorzaakt door nataliteit, mortaliteit, emigratie en immigratie, aan bod.

Vertegenwoordigers van de familie Gobiidae (grondels) komen zeer talrijk in het epibenthos van ondiep water van bijna alle zeeën voor. In de Zuidelijke Bocht van de Noordzee (tot aan de Doggerbank) worden vier grondelsoorten (**dia IV-10**) aangetroffen: het dikkopje



IV
10

(*Pomatoschistus minutus*), de Lozano's grondel (*P. lozanoi*), de Noorse grondel (*P. norvegicus*) en de kleurige grondel (*P. pictus*), waarvan het dikkopje zeer

algemeen tot aan de 40 meter dieptelijn voorkomt. In de maanden april tot en met juli (1972-1973) bedroegen de maximale densiteiten vanaf de Nederlandse kust tot aan de Doggerbank 10 tot 100 individuen per 1000 m³. In de herfst en winter worden in het hele gebied hogere densiteiten aangetroffen, met maximale densiteiten variërend van 100 tot enkele 100-en per 1000 m³. Deze hoge dichtheden worden ten dele veroorzaakt door migratie van grondels uit de Waddenzee en de ondiepere kuststrook naar de diepere delen van de Noordzee. In alle seizoenen echter werden afnemende densiteiten gemeten vanaf de kuststrook naar de Doggerbank toe.

3. Uitzonderlijke mariene habitats

Uit voorgaande karakterisatie van de diverse benthische gemeenschappen van de Noordzee blijkt telkens de gradiënt van kust-, over overgangs- naar open zee zone een grote rol te spelen. Dit wekt het idee dat de volledige Noordzee in deze drie zones in te delen zou zijn. De bodem van de Noordzee is echter geen eentonige vlakte waar de verschillende omgevingsvariabelen (sedimentologie, hydrodynamiek,...) enkel volgens de kust - open zee gradiënt veranderen. Zo veroorzaken onder andere de zandbank- en frontsystemen, omwille van hun afwijken-de omgevingsvariabelen, voor variatie binnen de benthische gemeenschappen van de Noordzee.

Z a n d b a n k s y s t e m e n

FYSISCH KARAKTERISTIEKEN : Een opvallend kenmerk van de zeebodem in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee is het grote aantal zandbanken (**dia IV-11**). Deze zandbanken zijn 1 tot 3 km breed en 10 tot 60 km lang. De hoogte varieert sterk, van 3 to 40 meter. De dwarsdoorsnede van de banken (**dia IV-12**) is veelal asymmetrisch met een zwakke en een steile helling. De zandbanken worden, volgens hun geografische ligging en oriëntatie, gegroepeerd in enkele zandbank complexen. Op het Belgisch Kontinentaal Plat, bijvoorbeeld, komen 4 dergelijke complexen voor (1) de Kustbanken, (2) de Vlaamse banken, (3) de Zeelandbanken en (4) de Hinderbanken.

De zandbanksystemen worden gekenmerkt door sterke stromingen, tot 1,4 m/s. Hierdoor vertonen deze gebieden een zeer hoge dynamiek, voornamelijk naar sediment transporten toe. Alhoewel deze transporten een verplaatsing van grote 'zandgolven' veroorzaken, blijven de plaatselijke morfologische kenmerken van de bank stabiel.

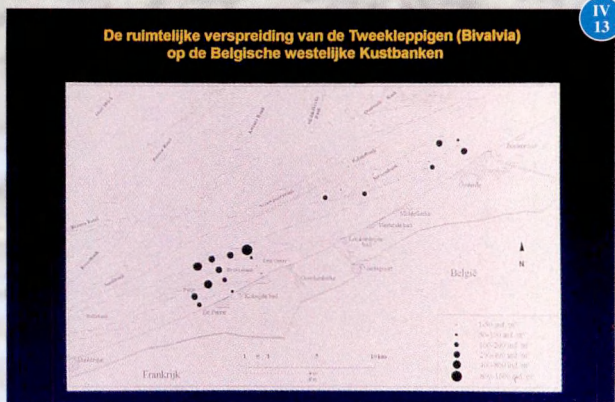
ECOLOGIE : De hoge ecologische waarde van zandbank ecosystemen wordt in de eerste plaats zichtbaar door de



aanwezigheid van veelal grote concentraties zeevogels in de omgeving van zandbanken. Zo worden op en rond de Belgische Kustbanken grote aantallen overwinterende zwarte zee-eenden (*Melanitta nigra*), tot 16.000 exemplaren, samen met vele futen (*Podiceps cristatus*), zeekoeten (*Uria aalge*), duikers (*Gavia spp.*), enz. waargenomen. Zandbanken zorgen er namelijk niet alleen voor dat scheepvaart in het gebied beperkt wordt, maar er blijken ook grote hoeveelheden voedsel voor de zeevogels aanwezig te zijn.

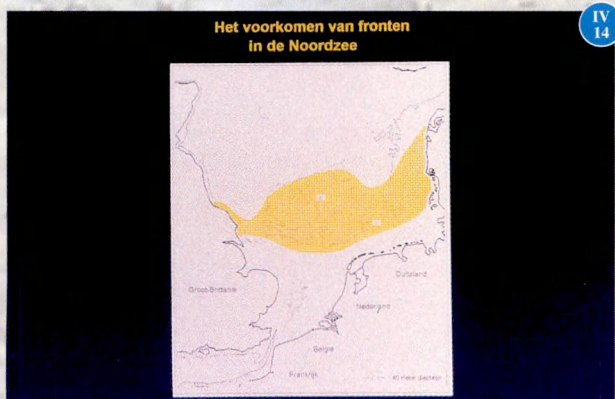
Op de westelijke Belgische Kustbanken worden plaatsen met zeer hoge densiteiten aan macrobenthos aangetroffen. De tweekleppigen (*Bivalvia*), o.a. de halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*), komen er in hoge aantallen (tot enkele 100-en per m²) op geringe diepte voor (**dia IV-13**).

Tweekleppigen vormen tot 95% van het dieet van de zwarte zee-eend. De westelijke Belgische Kustbanken vormen dan ook een uitgelezen, rustig en voedselrijk, overwinteringsgebied voor de zwarte zee-eend. Futen, zeekoeten en duikers, voeden zich vooral met pelagiale vissen, maar ook, zeker in een ondiep gebied als de Kustbanken, met epi- en hyperbenthos. De grote concentraties aan dergelijke vogels wijst dus ook op een rijk epi- en hyperbenthaal leven.



Front systemen

FYSISCHE KARAKTERISTIEKEN : In de Noordzee overheerst een noordoostelijke reststroom van Atlantisch Oceaan water via het Kanaal door de Zuidelijke Bocht en een zuidoostelijke reststroom van Noord-Atlantisch water vanaf Schotland langs de Engelse Oostkust. Deze laatste buigt eveneens in noordoostelijke richting af ter hoogte van Norfolk. Deze scheidingen (fronten) tussen de watermassa's, die verschillen in zoutgehalte en temperatuur, lopen dwars door de Noordzee van Norfolk in de richting van het Skagerrak (**dia IV-14**). Ook de structuur van de bodem wordt in sterke mate bepaald door

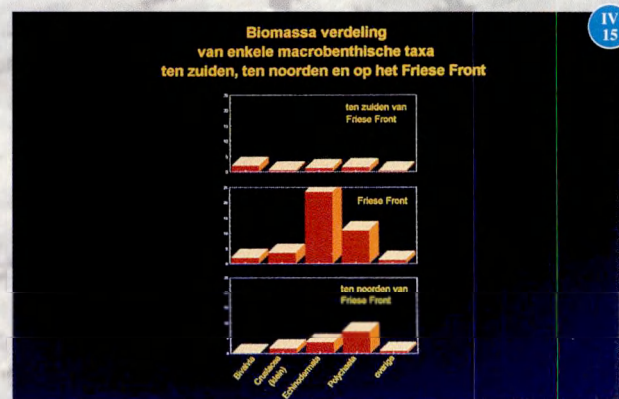


stromingen. In de Zuidelijke Bocht van de Noordzee is de bodem algemeen zandig; de grote waterturbulentie verhindert dat het fijne, zwevende materiaal in het water kan bezinken. Met de reststroom in noordoostelijke richting meegevoerd, sedimenteert dit materiaal van zodra de maximum getijstroomsnelheid onder een kritische waarde komt. Zo verdwijnt de slibpluim afkomstig van de eroderende kust van Norfolk ter hoogte van het Friese Front, ten noorden van Texel. De bodem is er dan ook zeer slibrijk en rijk aan organisch materiaal (nutriënten). Daarmee samenhangend werd een grote rijkdom aan bodemdieren in een karakteristieke zonering parallel met de dieptelijnen aangetroffen.

ECOLOGIE : Om de ecologie van fronten te bespreken werd als voorbeeld het goed gekende en beschreven Friese Front, ten noorden van Texel, gebruikt.

Omwille van de nutriënten-rijke bodem wordt in de omgeving van het front een zeer hoge primaire productie door planktonische algen waargenomen. Zelfs tijdens de algemeen nutriënten arme zomer kunnen pieken van primaire productie aangetoond worden. Dit wordt enerzijds veroorzaakt door (1) afgifte van nutriënten door de rijke bodemzone en anderzijds (2) door vermenging van de 2 verschillende watermassa's, als de productie-beperkende factoren in de twee massa's niet dezelfde zijn. In het dierlijk plankton domineren de roeipootkreeftjes, maar in het voorjaar zijn ook planktonische larven van vele bodemdieren zoals kokerwormen zeer massaal en in de zomer zijn larven van bodembewonende stekelhuidigen en herbivoren als het manteldiertje (*Oikopleura*) belangrijk. Ook pieken aan macroplankton, variërend van vislarven tot ribkwallen, worden waargenomen. Opvallend zijn telkens de verschillen in soortensamenstelling van het plankton aan weerszijden van het front.

Ook het macrobenthos is er afwijkend, zowel in soortensamenstelling, biomassa (**dia IV-15**) als in densiteit. De nutriëntenrijke bodem van de frontzone wordt gekarakteriseerd door hoge densiteiten aan consumenten van



op de bodem gesedimenteerd materiaal, zoals de brokkelster (*Amphiura filiformis*) en de witte dunschaal (*Abra alba*). De biomassa aan bodemdieren is dan ook vrij hoog ter hoogte van het front. Het Friese Front vormt een overgang tussen noordelijke en zuidelijke macrobenthische gemeenschappen. Ook de aantallen aan epibenthos, o.a. schar en zwemkrab (*Liocarcinus holsatus*), en de epibenthos-etende zeevogels zijn beduidend hoger ter hoogte van het front in vergelijking met de omgevingen.

4. Enkele antropogene "stress" factoren

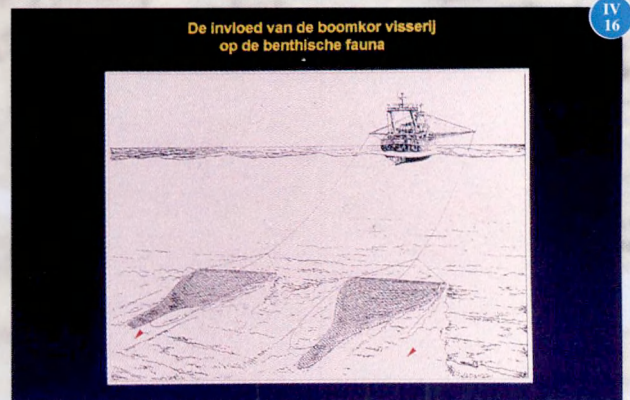
De natuurlijke verspreiding van de benthische gemeenschappen, zoals hierboven besproken, blijft niet identiek in de tijd: natuurlijke temporele variatie, o.a. afhankelijk van nataliteit en mortaliteit, is een algemeen gekend fenomeen bij alle benthische gemeenschappen. Toch kunnen ook door de mens veranderingen binnen de gemeenschappen worden veroorzaakt. Zo is verontreiniging, wat zeker ook een schadelijke invloed op het benthos heeft, een veel besproken menselijke stress factor op het milieu en zijn levende wezens. Aangezien het merendeel van de verontreiniging via de rivieren de Noordzee bereikt, staan vooral kustgebieden, en niet in het minst deze aangrenzend aan grote stromen zoals de Schelde, onder invloed van verontreiniging. Minder gekende stress factoren zijn echter de zeevisserij en de zandwinning.

Zeevisserij

Alhoewel de Noordzee klein is in vergelijking met andere gebieden, hoort de productiviteit en de visvangst tot de hoogste van de wereld.

Zeevisserij zal in de eerste plaats een invloed op de visgemeenschappen hebben. Voor de schol (*Pleuronectes platessa*), een commercieel geëxploiteerde demersale vissoort, varieerde de vangst in de periode 1990-1994 in de Noordzee tussen de 110.000 en 170.000 ton, ongeveer het drievoudige van de vangst in de periode 1910-1930. Deze hogere vangsten resulteerden uit een meer intensieve visserij. Met de toename van deze visserij inspanning bleken de dichtheden van de schol sterk af te nemen. Dergelijke verbanden tussen intensieve visserij en visbestanden beperken zich echter niet tot enkel de schol. Ook van andere soorten worden opvallend lagere dichtheden genoteerd. Deze afname in dichtheden van verscheidene vissoorten leidde tot het opstellen van de zogenaamde visquota.

Naast de demersale visgemeenschappen, richt de zeevisserij ook aanzienlijke schade aan andere benthische gemeenschappen. Bij het gebruik van een boomkor (**dia IV-16**) ploegen de wekketellingen de bodem tot een diepte van meer dan 10 cm om. Alle organismen levend in de bovenste sediment lagen (meio- en macrobenthos) worden zodoende uitgegraven en door het net gespoeld, waarna ze opnieuw op de omgewoelde bodem bezinken. Verscheidene organismen kunnen zich daarna opnieuw in de bodem ingraven, maar vele worden danig beschadigd dat overleving niet mogelijk is. De overlevingskansen verschillen sterk van soort tot soort. Zo hebben tweekleppigen (*Bivalvia*), met hun harde schelpen, een grotere kans onbeschadigd uit het net te komen dan



bijvoorbeeld een zeeklit (*Echinodermata: Echinocardium cordatum*), met een broos skelet, of een borstelworm (*Polychaeta*), zonder harde lichaamsdelen. Wetende dat iedere vierkante meter van de bodem van de Noordzee gemiddeld 1 maal per jaar en deze van de Belgische kust tot meer dan 10 maal per jaar aan de hand van een boomkor bevist wordt, moet de invloed van de boomkorvisserij op de benthische gemeenschappen enorm zijn.

Zandwinning

De Noordzee is een belangrijke bron van minerale grondstoffen. Van 1985 tot 1990 is de zandwinning in de Belgische en Nederlandse kustzone verdubbeld tot respectievelijk 1.000.000 en 10.000.000 m³ per jaar. Op dit moment worden op verschillende zandbanken van het B.K.P. zand en grind weggehaald (=gebaggerd). Dit zand wordt gebruikt in de bouwnijverheid, bij landwinning (vb. haven Zeebrugge), bij het aanleggen van voedingsbermen i.f.v. kustverdediging (vb. voedingsberm De Haan), bij de restauratie van stranden (vb. De Haan),... Deze menselijke ingrepen hebben een invloed op het benthos en dan vnl. op zandbank ecosystemen. Naast het verlies aan habitat door het wegbaggeren van een zandbank, worden de benthische organismen samen met het sediment opgezogen en in het baggerschip gedumpt. Vele organismen komen met het overtollige water opnieuw in zee terecht, maar zullen sterk beschadigd zijn zodat overleven tot nihil wordt herleid zoals behandeld in het stuk over de effecten van de zeevisserij. Daarnaast leidt het baggeren ook tot het oppompen en omwoelen van sedimenten, waardoor fijnere sedimenten (o.a. slib) samen met het overtollige water opnieuw in zee spoelen en het blootleggen van oorspronkelijk dieper in de bodem gelegen sedimenten. Dit heeft veelal een vertroebeling van het water (slib in de waterkolom) en/of een verandering van de sedimenten als gevolg. De vertroebeling kan leiden tot het slecht of niet meer functioneren van het ademhalingssysteem van verscheidene benthische organismen met de dood als gevolg, terwijl veranderende sedimenten mogelijks niet meer geschikt zijn als habitat voor de oorspronkelijke gemeenschappen.

HET BENTHOS VAN DE NOORDZEE,
ZANDBANKEN EN FRONTEN

- | | |
|-------|--|
| IV | Titel |
| IV.01 | Overzichtskaart Noordzee |
| IV.02 | Schematische voorstelling van een benthisch ecosysteem |
| IV.03 | Voornaamste meiobenthische taxa |
| IV.04 | De drie meiobenthische gemeenschappen in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee |
| IV.05 | Voornaamste macrobenthische taxa |
| IV.06 | De drie macrobenthische gemeenschappen in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee |
| IV.07 | Voornaamste hyperbenthische taxa |
| IV.08 | De hyperbenthische gemeenschappen in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee |
| IV.09 | Voornaamste epibenthische taxa |
| IV.10 | <i>Pomatoschistus</i> |
| IV.11 | De ruimtelijke verspreiding van zandbanken in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee |
| IV.12 | Dwarsprofiel van een zandbank |
| IV.13 | Ruimtelijke verspreiding van <i>Spisula subtruncata</i> op de Belgische Kustbanken |
| IV.14 | Ruimtelijke verspreiding van fronten in de Noordzee met aanduiding van het Friese Front |
| IV.15 | Verdeling van de macrobenthische biomassa ten noorden, ten zuiden en ter hoogte van het Friese Front |
| IV.16 | Boomkorvisserij |

V. Het Benthos van ESTUARIA

1. Definitie

Een estuarium wordt omschreven als een half-ingesloten watermassa, die in de nabijheid van de kust gelegen is en in open verbinding staat met de zee (**dia V-01**). Binnen

Een estuarium is

- * een half-ingesloten watermassa
- * in de nabijheid van de kust gelegen
- * in open verbinding met de zee
- * waarin zeewater op meetbare wijze verdund wordt met zoet water vanaf de landzijde

een estuarium wordt zeewater op meetbare wijze verdund met zoetwater, dat afgevoerd wordt vanaf de landzijde. Eenvoudiger, maar zeer algemeen uitgedrukt, is een estuarium het meest stroomafwaarts gelegen deel van een rivier vooraleer uit te monden in de zee. In dit deel van de rivier zijn de gevolgen van de getijden waarneembaar en gaat zoet water geleidelijk over, via brak, in zout water. Voorbeelden in onze streken zijn de IJzermonding en de monding van de Schelde (Westerschelde-Zeeschelde).

2. Estuariene gradiënten

Getijdenwerking

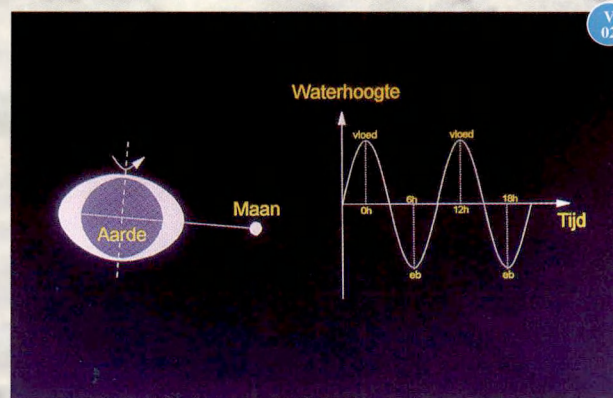
De getijdencyclus ontstaat door het draaien van de aarde rond haar as (**dia V-02**). De watermassa's op het aardoppervlak worden door de gravitatiekracht van de maan aangetrokken. Een gevolg daarvan is dat het water in de zeeën en oceanen opgestuwd wordt (vloed - hoog water) en zich 6 uur later weer terug trekt (eb - laag water). Ongeveer om de 12 uur begint deze cyclus opnieuw.

Mariene bodemdieren

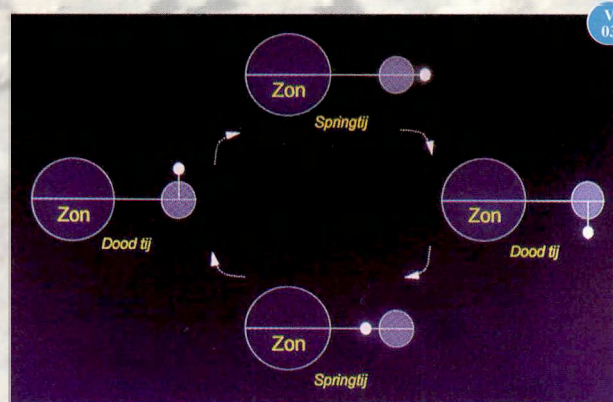
Het benthos van estuaria



De hoogte waarmee het water opgestuwd wordt, wordt

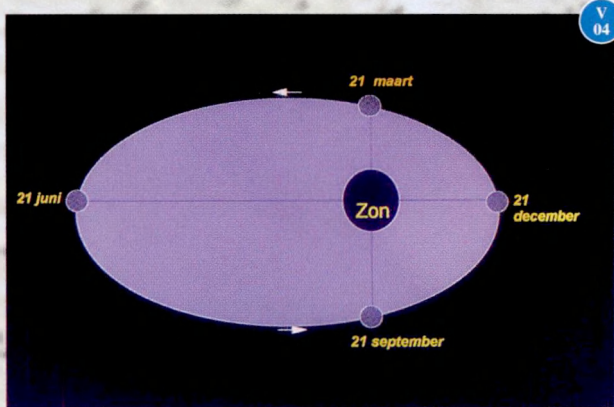


bepaald door de stand van de maan en de zon ten opzichte van de aarde (**dia V-03**). Als de zon en de maan



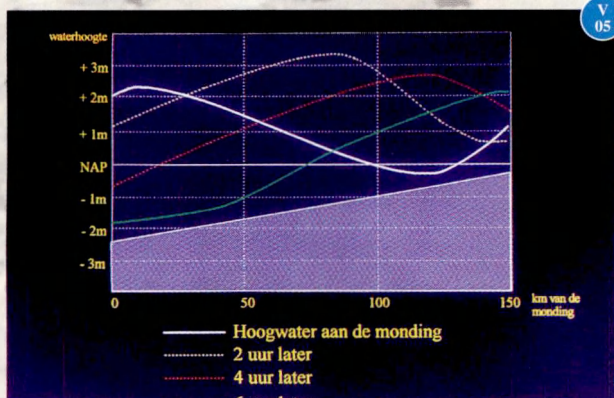
in eenzelfde lijn staan ten opzichte van de aarde (bij nieuwe maan en volle maan) worden de hoogste vloed- en de laagste ebwaterstanden gemeten (springtij). Geleidelijk verandert de positie van de maan ten opzich-

te van de zon en werken ze elkaars gravitatiekrachten tegen. Ongeveer 7 dagen later worden de laagste vloed- en ebwaterstanden gemeten (dood tij). Deze cyclus herhaalt zich om de 15 dagen. Gedurende het jaar verandert de hoogte van het springtij in functie van de afstand van de aarde tot de zon (**dia V-04**). Vooral het springtij rond



de 21ste maart en 21ste september kan gepaard gaan met zeer hoge waterstanden. Bij stormweer, wanneer de wind het water nog meer het estuarium binnendruwt, kan er dan zelfs gevaar zijn voor overstroming in de buitendijkse gebieden.

Onder invloed van de getijdenwerking dringt het zeewater bij vloed het estuarium binnen via de monding. Het vloedwater wordt vervolgens als een langgerekte golf het volledige estuarium en de rivier opgeduwd (**dia V-05**).

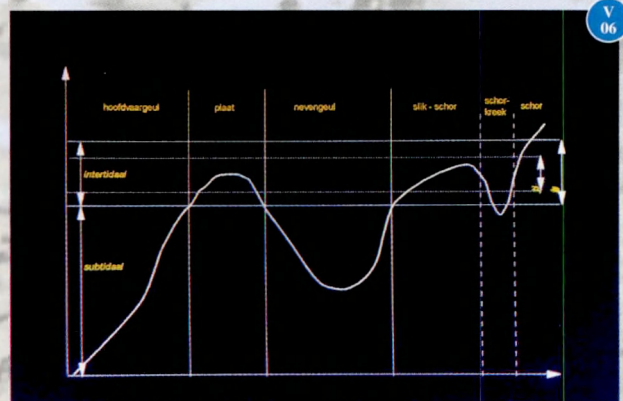


Om deze reden is het stroomopwaarts pas enkele uren later hoogwater dan aan de monding. Als het water in een stroomopwaarts gelegen plaats op zijn hoogst staat, is ondertussen de waterstand aan de monding alweer vrij laag.

Aan de monding is een estuarium breed en redelijk diep. In stroomopwaartse richting wordt de bedding van de rivier minder diep en versmalt ze. Eenzelfde watermassa moet door een ondieper en smaller kanaal. De vloedgolf

wordt hierdoor opgestuwd en de hoogwaterstanden worden zodoende hoger naarmate ze de stroom dieper binnendringen. Op een bepaald punt in het estuarium bereikt de vloedgolf een maximale hoogte, waarna ze stroomopwaarts terug lager wordt. Het water verliest immers een deel van zijn opstuwkracht (energieverlies ten gevolge van wrijving).

Aan de hand van een dwarsprofiel van een estuarium kan men het belang van de getijdenwerking aantonen voor de verschillende habitaten in het gebied (**dia V-06**).



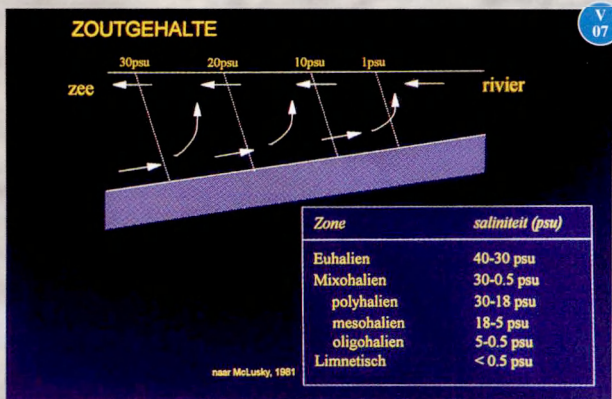
De laagst gelegen zones worden de geulen genoemd. Op elk tijdstip in de getijdencyclus is daar water aanwezig. Maar een estuarium is meer dan water alleen. Bij laagwater komen midden in het estuarium delen van de rivierbodem bloot te liggen (de platen) en aan de randen van het estuarium komen de slikken vrij. Ze worden beiden dagelijks tweemaal overspoeld bij vloed. Door de grote dynamiek van de sedimenten kunnen er op de platen en slikken geen planten groeien.

Schorren zijn de hoger gelegen delen van de slikken en ontstaan door de opslibbing van de slikken. Deze opgehoogde sedimenten zijn minder onderhevig aan de dynamiek van de getijdenwerking, waardoor meerdere plantensoorten er zich kunnen vestigen. Schorgebieden zijn dooraderd met een netwerk van krekens waarlangs het getijwater nog dagelijks op en af gaat. De hoger gelegen delen komen enkel tijdens hoge vloedstanden (bij springtij en stormen) volledig onder water te liggen.

Zoutgehalte of saliniteit (**dia V-07**)

De saliniteit is een maat voor het zoutgehalte van water en wordt uitgedrukt als de totale concentratie zouten (in gram) per liter water. Verder spreken we van 'practical salinity units' of 'psu'. Zeewater heeft een saliniteit van ongeveer 35 psu, dat van zoetwater is altijd lager dan 0.5 psu. De rivier voert zoet water af, afkomstig van neerslag boven het continent. Aan de zeezijde van het estuarium

wordt mariene water, onder invloed van de getijdency-



clus, het estuarium binnen geduwd. Het zeewater wordt in stroomopwaartse richting geleidelijk vermengd met het zoete water, waardoor de saliniteit in deze richting geleidelijk daalt. Water met een saliniteit tussen 35 en 0.5 psu wordt brak genoemd of mixohalien. Een estuarium kan ingedeeld worden in verschillende zones naargelang de er heersende saliniteit (zie tabel op dia).

Het zoutgehalte van het water op een bepaalde plaats wordt beïnvloed door: (1) de getijdencyclus: tijdens vloed dringt zout water via de monding het estuarium binnen en worden maximale saliniteiten bereikt; minimale saliniteiten worden bereikt gedurende eb. (2) de waterhoogte of de vloedamplitude varieert met een cyclus van 28 dagen en bepaalt de hoeveelheid mariene water dat het estuarium binnenkomt: maximale saliniteiten worden bereikt bij springtij, laagste saliniteiten bij doottij. De windrichting en windsterkte beïnvloeden op hun beurt dan weer de waterhoogte: bij stormweer kan het gebeuren dat de vloedgolf nog meer stroomopwaarts geduwd wordt. (3) seizoenale variaties in saliniteit ontstaan door fluctuaties in het rivierdebiet. In de zomer, wanneer de zoetwaterafvoer laag is, worden de hoogste saliniteiten bereikt, in de winter bij zeer grote afvoer de laagste. Het gevolg van al deze factoren is dat binnen het estuarium watermassa's van een bepaalde saliniteit zich voortdurend verplaatsen. Dit veroorzaakt een zeer grote dynamiek. De gradiënt van saliniteit is de meest kenmerkende voor een estuarium en is bepalend voor de andere abiotische en biotische gradiënten. Planten en dieren die er voorkomen moeten aangepast zijn aan deze zeer sterk wisselende omstandigheden.

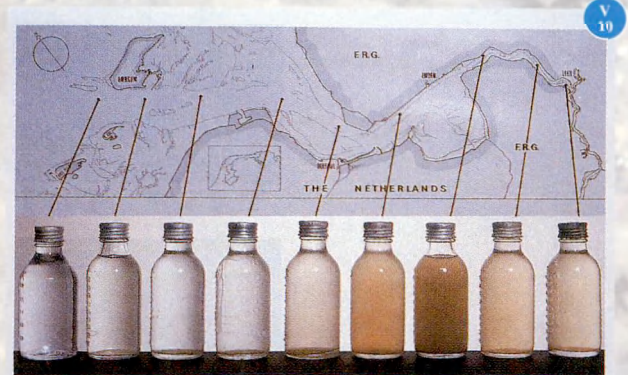
Estuariene sedimenten

Sedimentpartikels worden zowel door de zee als door de rivier aangevoerd. In het estuarium gaan deze fijne partikels accumuleren en naar de bodem zinken. In het zee-
waarste deel van het estuarium, waar sterke stromingen

heersen, kunnen enkel de grovere partikels sedimenteren (grof en fijn zand). Aan de monding van het estuarium komen zodoende zandige slikken en uitgebreide zandbanken (dia V-08) voor. De fijnere partikels (leem en klei) worden verder meegevoerd met de watermassa. Meer stroomopwaarts, waar de stromingen lager zijn, kunnen de fijnere kleipartikels afgezet worden en komen aan de rand van het estuarium slibrijke slikken voor (dia V-09).



Troebeelheid of turbiditeit (dia V-10)



Door de grote hoeveelheden materiaal in suspensie is het water in estuaria steeds zeer troebel. Naast sediment zweven er ook nog andere deeltjes in het water. Algemeen worden ze aangeduid met de term seston. Het seston bestaat deels uit levend materiaal (bacteriën, schimmels, phytoplankton en zooplankton) en deels uit dode materie (door de rivier of zee meegevoerd, maar ook ter plaatse opgewervelde bodemdeeltjes en afgestorven plantaardig en dierlijk materiaal).

In het gebied waar het zoete water en het mariene water elkaar treffen (in de oligohaliene zone) gaan de zwevende (gesuspendeerde) deeltjes uitvlokken. Hierdoor wordt het water nog meer troebel en men meet in dit specifieke gebied een maximale turbiditeit (maximum turbiditeitszone). Zowel in stroomopwaartse als in stroomafwaartse richting van deze zone daalt de turbiditeit geleidelijk.

Nutriënten-, zuurstof- en temperatuurgradiënten

Voedingsstoffen (of nutriënten: fosfaten, nitraten en silicaten) komen in het rivierwater in hogere concentraties voor dan in zeewater. In het estuarium is zodoende een geleidelijke afname in voedingsstoffen waarneembaar in stroomafwaartse richting.

Zuurstof (een gas opgelost in het water) komt het estuarium binnen met het aangevoerde rivier- en zeewater. Daarnaast produceren de plantaardige organismen, die in het estuarium leven, een belangrijk deel van de zuurstof. De in het water en sediment aanwezige opgeloste zuurstof wordt nochtans snel verbruikt door de er levende organismen.

Het rivierwater, reeds rijk aan organische voedingsstoffen, is daarnaast vaak nog extra belast met huishoudelijk en industrieel organisch afvalwater. De nutriënten komen in het estuarium terecht en worden er afgebroken door bacteriën en andere micro-organismen. Deze organismen verbruiken daarbij grote hoeveelheden zuurstof, waardoor in de waterfase zuurstoftekorten kunnen optreden. Dit fenomeen komt vooral voor tijdens de zomer, als de watertemperatuur hoger is. Immers, bij een hogere watertemperatuur kan er minder zuurstofgas oplossen in het water.

Ook in de sedimenten is de zuurstof vaak snel uitgeput (anoxische sedimenten). Alleen in de bovenste paar millimeter is nog zuurstof aanwezig. Dit kan men gemakkelijk met het blote oog waarnemen: na een paar millimeter heeft het sediment een zwarte kleur, wat duidt op de afwezigheid van zuurstof.

De watertemperatuur in een estuarium wordt zowel beïnvloed door de temperatuur van het zeewater als door die van het rivierwater. Het zoete water kent grote seizoenale temperatuurschommelingen, terwijl de tem-

peratuur van het zeewater meer gebufferd is. In de zomer is het rivierwater warmer dan het mariene water: in het estuarium is er bijgevolg een geleidelijke temperatursdaling waar te nemen van stroomopwaarts naar de monding toe. In de winter is het rivierwater kouder dan het zeewater en keert de temperatuursgradiënt zich om. Door thermische vervuiling (vb. veroorzaakt door lozing van 'warm' koelwater van kerncentrales) is het mogelijk dat deze omkering van de thermische gradiënt in de winter niet doorgaat.

Estuariene organismen

De saliniteit bepaalt welke soorten organismen er in een bepaalde zone van het estuarium voorkomen. Zodoende kunnen we de planten en dieren die er leven in een aantal categorieën indelen:

(1) Oligohaliene organismen. De organismen die in rivieren of meren voorkomen, verdragen meestal niet meer dan 0.1 psu saliniteit. In de oligohaliene zone van een estuarium leven specifieke organismen die tot 5 psu overleven.

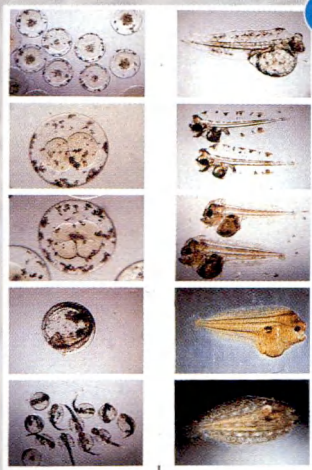
(2) Estuariene organismen zijn typisch voor de middelste zone van het estuarium en zijn aangepast aan zeer sterk wisselende omstandigheden in het dynamische systeem.

(3) Euryhaliene en stenohaliene mariene organismen zijn dieren en planten die normaal voorkomen in de zee, maar die kunnen overleven bij lagere salinititeiten (euryhaliene mariene organismen tot ± 18 psu; stenohaliene mariene organismen tot 25 psu).

(4) Migranten: Sommige organismen verblijven maar een deel van hun levenscyclus in het estuarium. Het estuarium wordt door deze soorten als voedselkamer, kinderkamer en/of schuilplaats gebruikt. In een estuarium is het ganse jaar door een groot aanbod aan voedsel. Daarnaast is het een relatief ondiep gebied waar weinig grote predatoren aanwezig zijn. Om deze reden is het gebied voor veel soorten aantrekkelijk om er tijdelijk te verblijven.

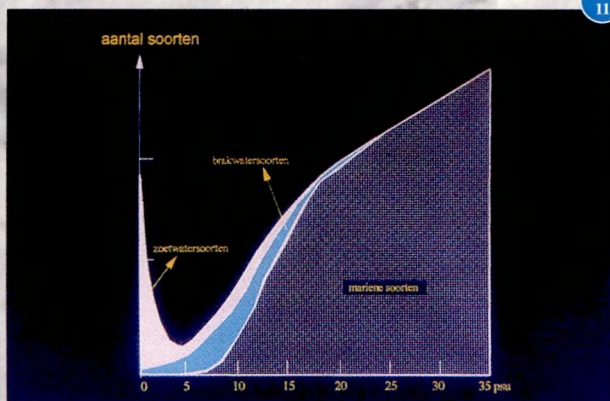
Een voorbeeld is de tong (*Solea solea*): ze komen als eistadium of larve het estuariene gebied binnen, de jonge dieren vinden er uitstekend voedsel in grote hoeveelheden. Pas als de individuen groter zijn gaan ze terug naar zee waar ze dan hun verdere levenscyclus doorbrengen (zie ook **dia V.35**).

Een estuarium wordt tevens gebruikt als migratieweg door diadrome vissen. Dit zijn vissen die het estuarium gebruiken als doortrekroute tussen zout en zoet water. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen anadrome vissen en katadrome vissen. Anadrome vissen zijn mariene vissen die voor hun voortplanting de rivier optrekken. Voorbeelden zijn de rivierprik (*Lampetra fluviatilis*), de fint (*Allosa fallax*) en de zalm (*Salmo* species).



Katadrome vissen zijn zoetwatervissen die zich voortplanten in zee met als voorbeeld de paling (*Anguilla anguilla*).

Alle estuaria vertonen een typische biotische gradiënt (dia V-11): vanaf de monding, in stroomopwaartse richting, daalt de soortenrijkdom (of diversiteit). Rond de monding en in het polyhaliene deel van het estuarium treffen we een grote verscheidenheid aan soorten, zowel bij het plankton (in de waterkolom zwevende plantaardige en dierlijke organismen) als bij de benthos (bodembewonende organismen). Elke soort is er in relatief lage aantallen aanwezig. In het mesohaliene gebied leven een beperkter aantal soorten. Een weinig aantal soorten zijn aangepast aan de sterk wisselende omstandigheden, typisch voor deze zone. Deze weinige soorten domineren er het systeem en komen in zeer grote getale voor. In de oligohaliene-limnetische zone stijgt het aantal soorten dan weer geleidelijk.



Estuariene voedselketens

Aan de monding en in de polyhaliene zone van het estuarium is het water niet sterk turbied en kan het licht relatief diep in de waterkolom dringen. Het fytoplankton, in deze zone voornamelijk bestaande uit grote kiezelwier-soorten (diatomeeën), kan in deze zone van het estuari-

um goed gedijen. Daarnaast wordt ook veel fytoplankton uit de kustwateren in het estuarium gebracht. Wanneer bij laagwater de platen en slikken droog komen te vallen kunnen microscopisch kleine wiertjes die op deze sedimentplaten vastzitten (fytobenthos) groeien en reproduceren. Het fytoplankton en fytobenthos vormt in de polyhaliene zone van het estuarium de basis van het voedselweb.

In het brakwatergebied is het water zeer turbied en kan licht er weinig of niet doordringen in het water. Ondanks de hoge gehalten aan voedingsstoffen kan het fytoplankton niet aan fotosynthese doen en niet produceren. Het voedselweb is er, in tegenstelling met de polyhaliene zone, gebaseerd op de aanvoer van afgestorven organisch materiaal (detritus). Deze worden voor een deel rechtstreeks geconsumeerd door dierlijke organismen. Daarnaast is er in deze zone ook een intense bacteriële afbraak. De bacteriën zelf zijn de voedselbron voor zeer kleine micro-organismen, welke aan de basis van het voedselweb staan.

Meer stroomopwaarts in het fluviale of zoetwater deel van het estuarium komt een derde type voedselweb voor gebaseerd op productie van zoetwater fytoplankton (voornamelijk kleine kiezelwiersoorten, blauw- en groenwieren en flagellaten).

3. Voorbeeld: het estuarium van de Schelde (dia V.12)



In onze streken is het estuarium van de Schelde het bekendste voorbeeld. Het estuarium is tevens zeer belangrijk voor menselijke activiteiten (scheepvaart, haven van Antwerpen, industrie, vis- en garnalenvangst...). De rivier de Schelde ontspringt in Frankrijk (Saint-Quentin), loopt vervolgens doorheen België en mondt uit in de zee ter hoogte van het Nederlandse Delta-gebied. Daar vloeien 3 grote Europese rivieren, de Schelde, de Rijn en de Maas samen, vooraleer ze in de Noordzee uitmonden. Het delta-gebied is zeer sterk door de mens beïnvloed: na een grote stormvloed in 1956 werden 3 van de 4 zeearmen afgesloten en werden hoge

dijken gebouwd om overstromingen tegen te gaan. Het estuarium van de Schelde is de enige overgebleven riviermonding in het gebied die nog direct onderhevig is aan de getijdenwerking van de Noordzee.

Van de monding tot de Belgisch-Nederlandse grens wordt het estuarium de Westerschelde genoemd, vanaf de grens tot aan Gent heet ze de Zeeschelde. Het estuarium kan verdeeld worden in 3 opeenvolgende gebieden: (1) De mariene zone is 70 km lang (tussen Vlissingen en Walsoorden). In de monding liggen twee grote geulen gescheiden door zandbanken of platen. (2) De centrale zone, van Walsoorden tot aan het punt waar de rivier de Rupel in de Zeeschelde uitmondt, is 50 km lang. In deze zone komen uitgebreide brakwaterslikken en -schorren voor. Het Verdrongen land van Saeftinge is het grootste brakwaterschor van West-Europa. De zoutwig (dit is het zoute water dat met de getijden het estuarium ingeduwd wordt en geleidelijk verdund wordt) is waar te nemen tot voorbij Antwerpen. (3) De fluviële zone is het stroomopwaartse deel van het estuarium, tussen Rupelmonde en Gent gelegen. In dit gebied is de saliniteit van het water steeds lager dan 0.5 psu (zoet water). De getijdenwerking is er echter wel nog merkbaar. In deze zone liggen zeer waardevolle zoetwaterslikken en -schorren (uitzonderlijk voor West-Europa). Ter hoogte van Gent zijn sluizen gebouwd die de getijdenwerking tegen houden. De getijdenamplitude bedraagt hier nog 1.96 meter en dit op een afstand van 160 km van de monding.

Globaal gezien kunnen we stellen dat de waterkwaliteit in de rivier de Schelde en de Zeeschelde van zeer slechte kwaliteit is en langzaam verbetert naar de Westerschelde toe. In het water worden zeer veel verontreinigende stoffen geloosd afkomstig van huishoudelijk afvalwater en de industrie. De opgeloste zuurstofconcentratie in het water stroomopwaarts van de Belgisch-Nederlandse grens is zeer laag ten gevolge van de hoge organische vervuiling van de rivier. Gelukkig wordt er de laatste jaren steeds meer van dat afvalwater gezuiverd vooraleer het in de Schelde geloosd wordt en verbetert de waterkwaliteit voortdurend.

4. Verschillende habitats voor benthische organismen

Opmerking: In het volgende deel zullen voorbeelden gegeven worden voor de Westerschelde-Zeeschelde, aangezien dit voor ons het dichtstbijzijnde en best gekende estuarium is. Dit estuarium heeft echter een fluviële zone waar het benthische leven zeer sterk beperkt is door lage zuurstofconcentraties in het water. In deze zone komen dan ook zeer weinig soorten voor en in die zin is het een atypische situatie in vergelijking met andere West-Europese estuaria.

G e u l e n

HYPERBENTHOS

Het hyperbenthos van estuaria wordt gedomineerd door aasgarnalen (Mysidacea) en vlokreeftjes (Amphipoda). Naast de permanente hyperbenthische soorten, komen in sommige perioden ook soorten voor die tot het temporele hyperbenthos gerekend worden: larven van krabben, vissen en garnaal.

In een 'gezond' systeem kunnen 3 hyperbenthische gemeenschappen worden onderscheiden langsheen de gradiënt van het estuarium. Dichtst bij de zee, in het mariene deel, is de soortenrijkdom het hoogst en zijn de aantallen het laagst. De aasgarnalen worden in deze zone bijvoorbeeld vertegenwoordigd door onder andere *Schistomysis kervillei* (dia V-13), *Schistomysis spiritus* (dia V-14) en *Gastrosaccus spinifer* (dia V-15); de zee-pissebedden door onder andere *Idotea linearis* (dia V-16), *Eurydice pulchra* (dia V-17) en *Sphaeroma rugicauda* (dia V-18). Daarnaast komen onder andere ook nog veel soorten vlokreeftjes voor (bijvoorbeeld *Melitta obtusata* (dia V-19) in deze zone. In bepaalde maanden van het jaar zijn tevens de larven van veel soorten krabben (dia V-20) en vissen (dia V-21) in het hyperbenthos te vinden.

In het brakke deel is de turbiditeit maximaal, waardoor het zonlicht niet diep kan doordringen en de algenbloei beperkt is. Ook is het de zone met de grootste saliniteitschommelingen. Slechts weinig soorten kunnen overleven onder deze strenge condities, maar de typische brakwatersoorten zijn er wel massaal aanwezig en voeden zich met het dood organisch materiaal. Typische vertegenwoordigers zijn de aasgarnalen *Mesopodopsis slabberi* (dia V-22) en *Neomysis integer* (dia V-23). Tijdens bepaalde maanden worden er in het hyperbenthos veel larven van de schol gevangen (dia V-24).

Tenslotte is de hyperbenthische gemeenschap van het laagsaliene, minder troebele gebied gekenmerkt door een middelmatige soortenrijkdom en relatief hoge dichtheden. We vinden er voornamelijk *Neomysis integer* (dia V-23) in zeer grote aantallen en het vlokreeftje *Gammarus zaddachi* (dia V-25). De larven van de brakwatergrondel (dia V-26) verblijven er tijdelijk. Het hyperbenthos van het zoetwaterdeel werd tot nog toe niet bestudeerd.

De hyperbenthische fauna van meerdere West-Europese estuaria werd onderzocht en vergeleken: de Westerschelde (NL-B), de Elbe (D), de Eems-Dollard (NL/D) en de Gironde (F). In alle systemen, behalve de Westerschelde, worden de 3 hyperbenthische gemeenschappen teruggevonden. In de Westerschelde daarentegen ontbreekt de laagsaliene gemeenschap. Dit is volledig te wijten aan de zuurstofdepletie tengevolge van de

bacteriële activiteit bij de afbraak van het aangevoerde organisch materiaal, waardoor biologisch leven zo goed als onmogelijk wordt. Geleidelijke verbetering van de waterkwaliteit kan een terugkeer van deze zeer specifieke gemeenschap teweegbrengen.

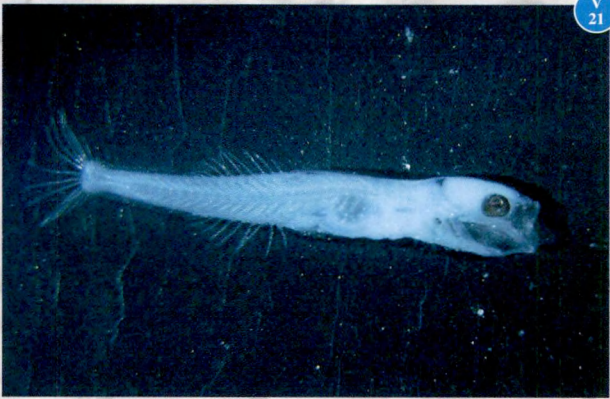




V
20



V
24



V
21



V
25



V
22



V
26



V
23



V
27

E p i b e n t h o s

Normaal kunnen in estuaria ter hoogte van onze breedtegraad een 75-tal epibenthische soorten verwacht worden. In de sterk vervuilde Westerschelde worden nog slechts 40 soorten gevonden. Voornamelijk de zoetwatersoorten en de diadrome soorten zijn verdwenen tengevolge van de zuurstofdepletie stroomopwaarts van de Belgisch-Nederlandse grens.

In gematigde streken is er een correlatie te vinden tussen de soortenrijkdom en de densiteit enerzijds en het sedimenttype, het voedselaanbod, en de saliniteit anderzijds. De hoogste aantallen epibenthische soorten worden gevonden op slibbige bodems (lage stroomsnelheid, meestal iets brakker water), terwijl in de zoutere (meestal zandiger) delen het aantal soorten hoger is. De belangrijkste estuariene epibenthische soorten zijn de garnalen (vb. de grijze garnaal *Crangon crangon* **dia V-27**), krabben (vb. de strandkrab *Carcinus maenas* en de zwemkrab *Liocarcinus holsatus* **dia V-28**), platvissen zoals de schol (*Pleuronectes platessa* **dia V-29**), schar (*Limanda limanda* **dia V-30**), tong (*Solea solea* **dia V-31**) en bot (*Pleuronectes flesus*), grondels (**dia V-32**) zoals de brakwatergrondel *Pomatoschistus microps* en het dikkopje *Pomatoschistus minutus*, haringachtigen (**dia V-33**) zoals haring (*Clupeus harengus*) en sprot (*Sprattus sprattus*) en kabeljauwachtigen (**dia V-34**) zoals steenbolk (*Trisopterus luscus*) en wijting (*Merlangius merlangus*).

Het epibenthos kan (in vergelijking met het hyperbenthos) ook verdeeld worden in functionele groepen, afhankelijk van hun temporeel voorkomen en hun voedingsstrategie. De Westerschelde wordt in het najaar en de winter gekenmerkt wordt door permanent estuariene en overwinterende soorten, terwijl het estuarium in het voorjaar en de zomer vooral tijdelijke juveniele soorten herbergt. We spreken in deze context van de kinderkamerfunctie van het estuarium. De jonge dieren vinden er een groot aanbod aan voedsel en een veilig onderkomen (voorbeelden: in mei jonge tong (**dia V-35**), in juni jonge haring en sprot).

P l a t e n e n s l i k k e n

Bij laagwater komen midden in het estuarium delen van de rivierbodem bloot te liggen: de platen. Ze komen vooral voor in het mariene deel en middelste deel van het estuarium. Tijdens vloed stroomt het water met grote snelheid over de platen. Ze zijn opgebouwd uit grove zandige sedimenten waarop grote zandribbels waar te nemen vallen. Er zijn maar weinig benthische soorten die zich in zulke zeer dynamische sedimenten kunnen handhaven. Langs de randen van de platen stroomt het water met minder grote snelheden: daar zijn de platen

vlakker en bevatten ze meer slib. Hier leven meer organismen in het sediment.

Aan de randen van het estuarium komen bij laagwater de slikken vrij. Slikken in het brakwater- en zoetwaterdeel zijn opgebouwd uit slibrijke sedimenten. Naar de monding toe zijn de sedimenten er zandrijker. Op de hoogste delen van de slikken kunnen zich reeds enkele planten staande houden: zeekraal en Engels slijkgras in meso- en polyhaliene zone en biezengras in de oligohaliene- en zoetwaterzone.

Dieren die in het sediment leven moeten aan het blootliggen van het sediment aangepast zijn. Wanneer het water zich terugtrekt bij eb blijft er nog water aanwezig tussen de korrels van het sediment (interstitieel water). Dit water kan zeer grote temperatuur- en saliniteitsschommelingen ondergaan, afhankelijk van het weertype. Bij zonnig weer stijgt de temperatuur zeer sterk en verdampst veel van het interstitieel water waardoor de saliniteit zeer sterk stijgt (tot 80-125 psu). Bij regen wordt het interstitieel water dan weer verdund en kan de saliniteit drastisch dalen. Macro- en meiofauna die in deze sedimenten leeft moet aan de extreme omstandigheden aangepast zijn.

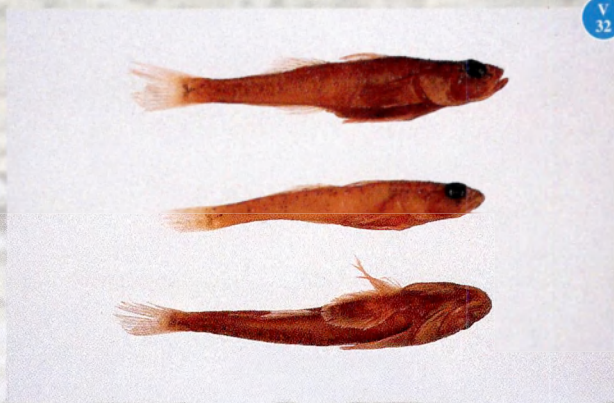
M a c r o f a u n a (**dia V-36**)

De soortenrijkdom van het macrobenthos van het Schelde estuarium daalt in stroomopwaartse richting van Vlissingen naar Dendermonde toe, daar waar in een niet zo sterk vervuild estuarium de soortenrijkdom opnieuw zou moeten toenemen in het zoete deel.

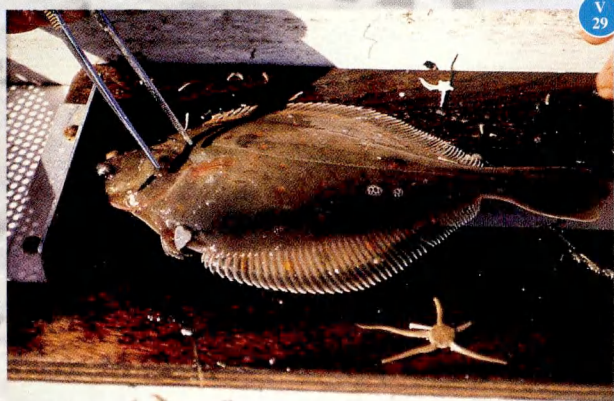
In de polyhaliene en mesohaliene zone komen deels dezelfde soorten voor: *Pygospio elegans*, *Nereis diversicolor* (de veelkleurige zeeduizendpoot) en *Macoma baltica* (het nonnetje). Andere soorten zijn dan weer typisch voor een van de saliniteitszones. De kokkel *Cerastoderma edule*, en de borstelwormen *Arenicola marina* (de wadpier), *Eteone longa* (de groengele wadworm), *Nephtys hombergii* (de zandzager) en *Capitella capitata* (de slangpier) worden bijna uitsluitend in de mariene zone van het estuarium in het macrobenthos aangetroffen. In het brakwaterdeel zijn het slikkreeftje (*Corophium volutator*), de draadworm (*Heteromastus filiformis*) en *Polydora ligni* zeer dominant aanwezig. In de oligohaliene zone en het zoetwaterdeel van de Zeeschelde is de gemeenschap zeer arm. Dit is te wijten aan de zeer lage zuurstofconcentraties in de waterkolom en zodoende ook in de sedimenten. Enkel oligochaeten zijn tegen de anoxische omstandigheden in de sedimenten van de slikken bestand. In andere, meer 'gezonde' estuaria komen er ook larven van insecten, zoetwatermollusken en kreeftachtigen voor. Langsheen de volledige gradiënt van het estuarium komen vogels zich voeden



V 28



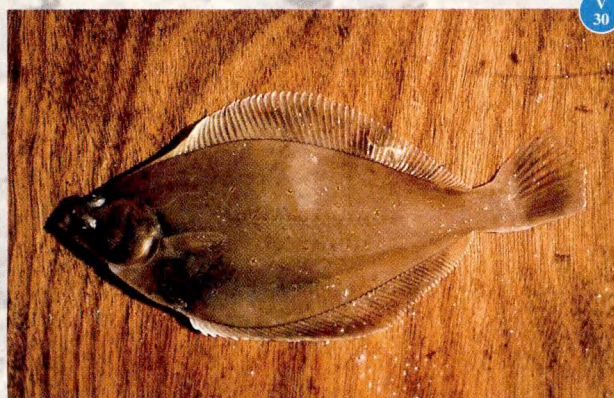
V 32



V 29



V 33



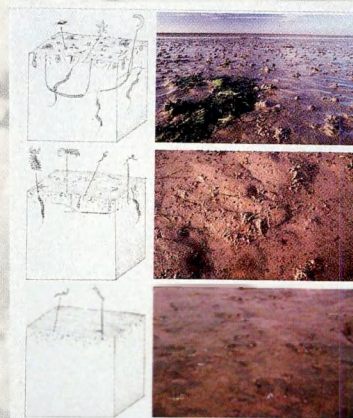
V 30



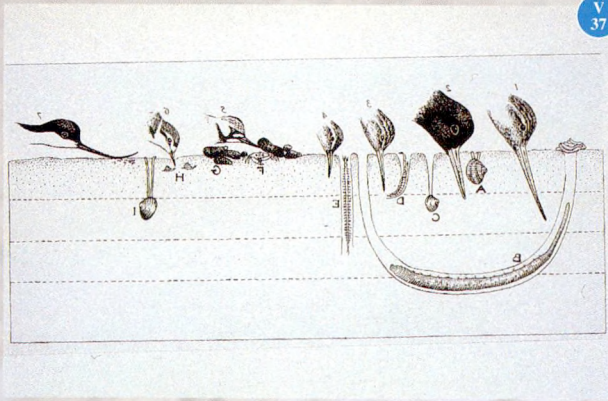
V 34



V 31



V 36



V
37



V
41



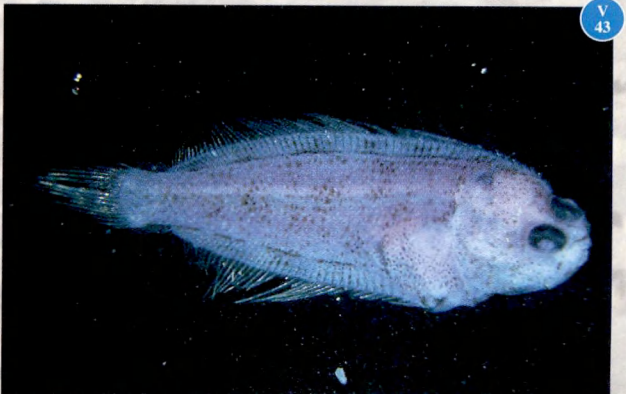
V
38



V
42



V
39



V
43



V
40



V
44

op de rijke macrofauna van de slikken (**DIA V.37**).

M e i o f a u n a

Ook in deze faunagroep vinden we de typische estuarine gradient in soortenrijkdom terug.

Brakwatergemeenschappen omvatten een lager aantal soorten dan zowel de mariene als de zoetwater gemeenschap van een estuarium.

Welke soorten meiofauna er aanwezig zijn in de intertidale slikken wordt naast de saliniteit, voornamelijk bepaald door het type sediment (grootte van de korrels en de hoeveelheid water tussen de korrels). In de grovere sedimenten (polyhalieen slikken) zijn er grote poriën tussen de korrels en kunnen heel wat verschillende types van organismen leven. In de bovenste lagen van deze sedimenten is er steeds voldoende zuurstof aanwezig in het interstitieel water. In slibrijke sedimenten van de mesohaliene, oligohaliene en zoetwater zone worden de fijne klei- en slibpartikels zeer sterk op elkaar gepakt, waardoor er weinig interstitiële ruimte is. Er kan ook moeilijk zuurstof uitgewisseld worden met het water of de lucht. Als het water dan zelf niet veel zuurstof bevat (vb. Westerschelde) krijgt men nog sneller anoxische omstandigheden en zijn het alleen de bovenste paar millimeters die zuurstof bevatten. In deze extreme omstandigheden kunnen alleen zeer sterk aangepaste organismen leven (enkele soorten kleine nematoden en andere soorten die kunnen overleven in anoxische omstandigheden). Op het oppervlak van intertidale platen en slikken groeit vaak een dunne laag microfytobenthos: een heel dunne, groene tot bruine film is er soms met het blote oog zichtbaar. Deze kleine kiezelwiertjes (Diatomeeën) kunnen tot voedsel dienen van de meiofauna die dicht tegen de oppervlakte leven. In de diepere delen van het sediment worden andere voedselbronnen aangesproken: bacteriën en detritus die tussen de sedimentkorrels zitten, maar ook andere soorten meiofauna worden verorberd.

S c h o r r e n

In de Westerschelde vinden we brakwaterschorren (vb. het Verdrongen land van Saeftinghe (**dia V.38**) en het Groot Buitenschoor ter hoogte van de Nederlands-Belgische grens) en zoetwaterschorren (vb. het schor van de Kramp ter hoogte van Vlassenbroek **dia V.39**). In de eerste vinden we een typische vegetatie met zouttolerante planten, o.a.: zeebies, kweldergras, schorrekruid, gewone zoutmelde en zelfs riet. Deze plantesoorten kunnen weerstand bieden aan lange perioden van overstroming met zout water, maar ook aan perioden van lang-

durige droogte. In de zoetwaterschorren vinden we op de hoger gelegen delen naast kruiden en grassen ook struiken en bomen. Zeer in het oog springend zijn het riet en de wilgen. De rijke schorvegetaties vormen een belangrijk habitat voor veel verschillende vogelsoorten, aangezien er zeer weinig menselijke betreding is. De schorkreken komen nog dagelijks 2 maal onder water te liggen. De hoger gelegen delen worden enkel bij hoge vloedstanden overstroomd.

Wanneer we spreken over het benthos van de schorren worden de organismen bedoeld die in de schorkreken in en op de bodem leven. Het hyper- en epibenthos worden bemonsterd met een fuiknet. Het is een passieve bemonsteringstechniek: het net wordt op de bodem van een kreek gezet met de opening dwars op de richting van het opkomende of wegstromende water. Alle organismen die aanwezig zijn in het water worden op deze manier uit het water 'gezeefd'. Macro- en meiobenthos worden bemonsterd met steekbuizen. (Het benthos van de zoetwaterschorren is tot op heden niet goed gekend. In de volgende bespreking wordt dan ook alleen over het benthos van de brakwaterschorren gesproken.) De belangrijkste macrobenthische soorten van een brakwaterschor zijn het slikkreeftje *Corophium volutator* (**dia V.40**) en verschillende soorten polychaeten. Ze leven in gangen in het zeer fijne slib op de bodem van de schorkreken en leven er vooral van het afgestorven organisch materiaal (detritus). Een belangrijke hyperbenthische soort die gebruik maakt van de schorkreken tijdens de periode van het vloed is de brakwateraasgarnaal *Neomysis integer* (**dia V.23**). Ze komt het eerste uur van de vloedperiode massaal uit het estuarium in het schor binnengezwommen en blijft er tot het laatste uur van het vloed, waarna ze massaal terug het schor verlaten. De twee belangrijkste epibenthische soorten zijn de grijze garnaal *Crangon crangon* (**dia V.27**) en de brakwatergrondel *Pomatoschistus microps*, maar ook strandkrabben *Carcinus maenas* (**dia V.41**), juveniele zeebaarzen (*Dicentrarchus labrax* **dia V.42**), harders, postlarvale platvissen (voorbeeld de jonge bot *Pleuronectes flesus* **dia V.43**) en steurgarnalen (voorbeeld *Palaemonetes varians* en *Palaemon elegans*) komen er voor.

De reden voor de migratie van het hyper- en epibenthos vanuit het estuarium in het schor is daarbij steeds een van de volgende drie: nl. voeding, beschutting en/of kraamkamer. De larven van de grijze garnaal (**dia V.44**) bijvoorbeeld maken telkens gedurende de 20 eerste levensdagen gebruik van het schor. Alle individuen die in het schor aanwezig zijn, zijn kleiner dan 10 mm. Ze komen er gebruik maken van het rijke voedselaanbod en de beschutting. Grotere garnalen trekken terug naar het estuarium en later zelfs naar de ondiepe kustzone.

HET BENTHOS VAN ESTUARIA

- V.00 Titel
- V.01 Definitie: wat verstaan we onder een estuarium?
- V.02 Getijdenwerking: dagelijkse eb- en vloedcyclus
- V.03 Getijdenwerking: springtij en doortij
- V.04 Getijdenwerking: seizoenale invloeden
- V.05 Het getij langsheen de lengteas van het estuarium
- V.06 Dwarsprofiel van een estuarium: geulen, platen, slikken en schorren
- V.07 Het zoutgehalte langsheen de lengteas van een estuarium
- V.08 Platen met grove, zandige sedimenten aan de monding van het estuarium
- V.09 Slibbige slikken landinwaarts
- V.10 De turbiditeit langsheen de lengteas van een estuarium
- V.11 De soortenrijkdom langsheen de lengteas van het estuarium
- V.12 Satelietfoto van de Westerschelde en Zeeschelde

De hyperbenthische gemeenschap van het mariene deel van estuaria

- V.13 De aasgarnaal *Schistomysis kervillei*
- V.14 De aasgarnaal *Schistomysis spiritus*
- V.15 De aasgarnaal *Gastrosaccus spinifer*
- V.16 De zeepissebed *Idotea linearis*
- V.17 De zeepissebed *Eurydice pulchra*
- V.18 De zeepissebed *Sphaeroma rugicauda*
- V.19 Het vlokreeftje *Melitta obtusata*
- V.20 Het megalopastadium van de strandkrab (*Carcinus maenas*)
- V.21 Larvaal stadium van haringachtigen (Clupeidae)

De hyperbenthische gemeenschap van het brakke deel van estuaria

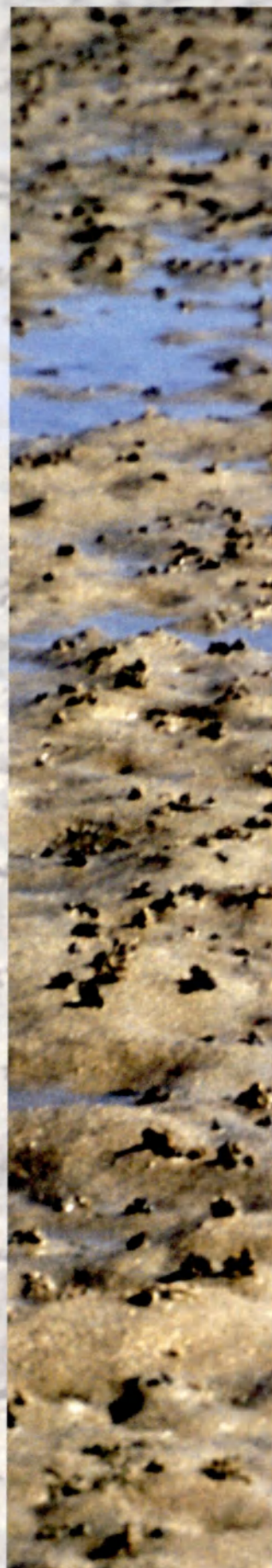
- V.22 De aasgarnaal *Mesopodopsis slabberi*
- V.23 De aasgarnaal *Neomysis integer*
- V.24 Larven van de platvis *Pleuronectes platessa* (schol)

De hyperbenthische gemeenschap van het laag saliene deel van estuaria (0 - 5 psu)

- V.25 Het vlokreeftje *Gammarus zaddachi*
- V.26 Larvaal stadium van de brakwatergrondel *Pomatoschistus microps*

Het epibenthos van het Westerschelde-estuarium

- V.27 Het adulte* stadium van de grijze garnaal *Crangon crangon*
 - V.28 Het adulte* stadium van de strandkrab (*Carcinus maenas* - boven) en de zwembrab (*Liocarcinus holsatus* - onder)
 - V.29 dia III.35: Het adulte* stadium van de schol (*Pleuronectes platessa*)
 - V.30 Het adulte* stadium van de schar (*Limanda limanda*)
 - V.31 dia III.38: Het adulte* stadium van Tong (*Solea solea*)
- (* merk op dat het adulte stadium van veel epibenthische soorten OP





de bodem leeft en zodoende tot het epibenthos behoort. De larven en juveniele stadia zwemmen in de onderste lagen van de waterkolom en worden zodoende tot het hyperbenthos gerekend)

- V.32 Grondels (Gobiidae van het genus *Pomatoschistus*)
- V.33 Haringachtigen (Clupeidae)
- V.34 Kabeljauwachtigen (Gadidae)
- V.35 De ontwikkeling van de tong (*Solea solea*) van eitje tot juveniele vis gebeurt in het estuarium

Het macrobenthos van de slikken van het Westerschelde-estuarium

- V.36 De macrobenthische fauna in de slikken langsheen de lengteas van het estuarium. Boven: de mariene, zeer soortenrijke gemeenschap. Midden: in slikken van het brakke deel komen enkel deze soorten, voor die aan de sterk wisselende milieuomstandigheden aangepast zijn. Onder: In de slikken van het zoetwaterintergetijdengebied van de Westerschelde komen enkel nog oligocheten voor.
- V.37 Vogels op de slikken: het macrobenthos als een aantrekkelijke voedselbron
- V.38 Luchtfoto van een brakwaterschor in de Westerschelde: het verdrongen land van Saeftinge
- V.39 Slikken en (op de achtergrond) schorren in het zoetwater intergetijdengebied van de Zeeschelde: het schor van de Kramp (natuurlijke meander van de Schelde) ter hoogte van Vlassenbroek

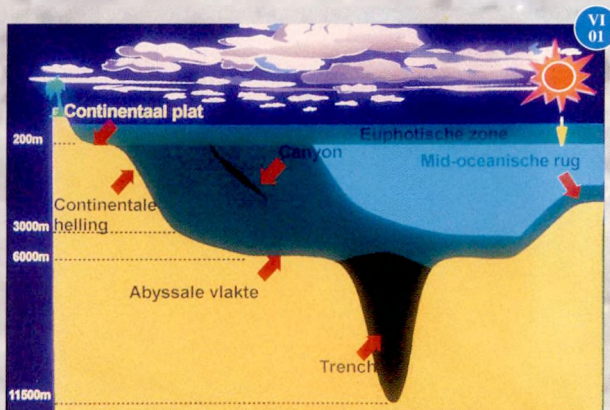
Het benthos in het brakwaterschor het verdrongen land van Saeftinge

- V.40 Het slikkreeftje *Corophium volutator*
- V.41 De strandkrab *Carcinus maenas*
- V.42 De zeebaars *Dicentrarchus labrax*
- V.43 Larvaal stadium van de bot *Pleuronectes flesus*
- V.44 Het larvaal stadium van de grijze garnaal *Crangon crangon*

VI. Het Benthos van DE DIEPZEE

Topografische doorsnede van de oceaانبodem

De diepzeebodem bestaat uit verschillende delen: een kontinentale helling (slope) die zich uitstrekt van de rand van het kontinentaal plat (shelf; 200m) tot de abyssale vlakte (meestal 4500 tot 6000 meter diep) in het midden van de oceanen. De abyssale vlakten worden plaatselijk onderbroken door typische diepzeestructuren zoals diepe canyons, diepzeetroggen (tot meer dan 11000 m diep), zeebergen en tektonische kammen (**dia VI.01**).



Biologische activiteit in open wateren van de Noord-Atlantische Oceaan

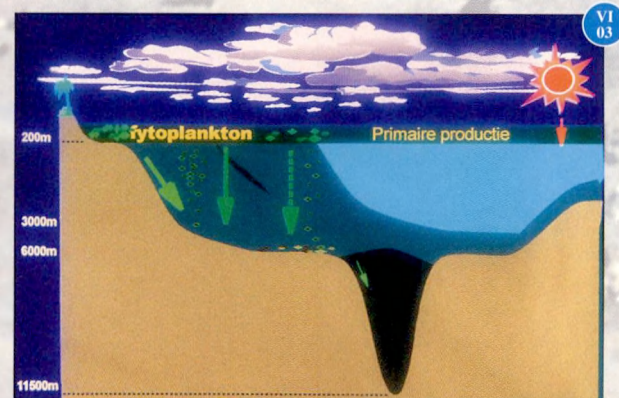
Tot voorbij halverwege deze eeuw werd er algemeen aangenomen dat de diepzeebodem een biologisch arm milieu was, gekenmerkt door een laag aantal individuen en soorten. Daar het zonlicht slechts doordringt tot op 200 meter diepte van de waterkolom (euphotische zone), is de ontwikkeling van microscopisch kleine wieren (het fytoplankton) beperkt tot op deze diepte. Diepere delen van de oceaan zijn dus afhankelijk van de aanvoer van plantenmateriaal vanuit de bovenste waterlagen. Planten vormen immers als primaire producenten de basis van bijna elke voedselketen. Er werd aangenomen dat vooraleer deze wieren de bodem van de abyssale vlakte (vanaf 4000 m) bereikten, ze zo goed als volledig door bacteriën zijn afgebroken en dus nog weinig voedingswaarde bevatten voor de dieren die er leven.

Mariene bodemdieren

Het benthos van de diepzee



Daarom werd gedacht dat met uitzondering van de bovenste waterlagen, de oceanen zo goed als dood waren (**dia VI.02 en VI.03**).



Zeekomkommer (Echinodermata) op wandel tussen sporen van een rijk en gevarieerd bodemleven in de Noord-Atlantische Oceaan

De recente technologische ontwikkeling, gekoppeld aan een groeiende economische interesse voor de ontginning van de diepzee, heeft het diepzeeonderzoek sinds de jaren zestig sterk gestimuleerd. Vanaf toen werd vastgesteld dat de diepzeebodem biologisch veel rijker is dan tot dusver werd aangenomen. De relatief hoge 'standing stock' (aantallen en biomassa) van de bodemdieren wees er op dat er wel degelijk een interactie bestaat tussen de bovenste waterlagen, en de diepere oceaandelen. Het organisch materiaal (biologische oorsprong) aangevoerd vanuit het euphotisch deel van de waterkolom was beduidend groter dan oorspronkelijk geschat. Dat deel van de primaire productie dat de oceaانبodem bereikte op meer dan 4000 m diepte was voldoende groot om een rijk en gevarieerd bodemleven te onderhouden. In de begin jaren tachtig werd zelfs aangetoond dat toevoer van organisch materiaal naar de diepzee even sterk seizoensgebonden kon zijn, als de biologische processen die zich afspeelden aan het wateroppervlak. Om dit vast te stellen, werd gebruik gemaakt van speciaal ontwikkelde fotografische apparatuur, die tot meer dan een jaar op bepaalde plaatsen van de diepzeebodem werd geïnstalleerd, om met een vooraf afgesteld tijdsinterval (vb iedere 24 uur) opeenvolgende beelden van de bodem vast te leggen. Op deze manier werd aangetoond dat in het voorjaar kort na de bloei van het fytoplankton, de afzonderlijke fytoplanktondeeltjes gaan aggregeren (samenkitten) en dus veel sneller naar de bodem zinken. De aggregaten van organisch materiaal die de zeebodem op een korte tijd bereiken worden wel eens omschreven als een mariene sneeuw, doordat op enkele dagen tijd een centimeters dik tapijt van detritus (afgestorven organisch materiaal) wordt gevormd op de bodem. Het spreekt vanzelf dat de diepzeebodemdieren specifieke positieve reacties gaan vertonen op die plotse, hevige toename in voedselaanbod (**dia VI.04**).



België beschikt zelf niet over onderzoekschepen, die uitgerust zijn voor diepzeeonderzoek op meer dan 1000 meter diepte. Daarom verloopt het Belgisch diepzeeonderzoek steeds in samenwerking met ondermeer Britse, Duitse en Franse onderzoeksinstituten, die wel over de nodige infrastructuur beschikken. Een gemiddeld onderzoeksschip voor de diepzee is ongeveer 100 meter lang, en biedt plaats aan een 50-tal bemanningsleden waarvan ongeveer de helft onderzoekers zijn. Dergelijke schepen moeten voldoende stabiel zijn opdat ook bij woelige zee geen kostbare scheepstijd verloren gaat. Diepzee-expedities duren minstens dertig dagen gezien de diepzee op enkele uitzonderingen na, steeds een aantal vaardagen van de kust is verwijderd (**dia VI.05**).



Het werk aan boord van een onderzoeksschip

Naast de basisuitrusting van elk onderzoeksschip, zoals een nauwkeurig plaatsbepalingssysteem en een kraan met kabel om apparatuur over boord te brengen en neer te laten op de bodem, zijn er voor diepzeeonderzoek een aantal specifieke vereisten. Extra zware windassen (winches) moeten er voor zorgen dat meer dan 10 000 meter kabel beschikbaar is. Een staalname op 5 000 meter vergt immers voor bepaalde activiteiten, zoals het slepen van een net, een dubbele hoeveelheid kabel vooraleer de bodem wordt bereikt. Het duurt dan ook minstens twee uur vooraleer een toestel op de bodem landt, en een staalname of observatie op grotere diepte kan plaatsgrijpen (**dia VI.06**).



Het binnenhalen van het net na een nacht slepen over de bodem op 5000 meter diepte in de Noord-Atlantische Oceaan.

Grotere bodemdieren, die op en nabij de bodem van de diepzee leven (epi- en hyperbenthos), worden bemonsterd door een net met een zekere maaswijdte gedurende een aantal uren te slepen over een bepaalde afstand. Rekening houdend met de maaswijdte, de lengte van het transect en de ontsnappingskans van de dieren, verkrijgt men op deze manier een betrouwbare schatting van de aantallen aan individuen (standing stock) en soorten (biodiversiteit) in een gebied (dia VI.07).



Deel van een diepzeestaal verzameld na een nacht slepen over de bodem op 5000 meter diepte in de Noord-Atlantische Oceaan.

De bodem van de diepzee bestaat uit heel fijne slibdeeltjes, die het bovengehaalde staal een modderig uitzicht

geven. Na het openmaken van het net wordt alle bovengehaalde materiaal dan ook grondig gespoeld, vooraleer de sortering per diergroep begint. Een eerste aanblik doet reeds de aanwezige soortenrijkdom (biodiversiteit) vermoeden. Naast vissen als voornaamste gewervelde dieren, zijn bijna alle ongewervelde diergroepen vertegenwoordigd in de diepzee. De Echinodermaten waaronder de zeesterren, de slangsterren en de zeekomkommers, maar ook de iets minder gekende zeelelies en vedersterren, zijn in bepaalde gebieden van de Noord-Atlantische Oceaan de belangrijkste groep in termen van aantallen en biomassa (gewicht). Door de grote druktoename in de diepzee (1 atmosfeer per 10 m), wordt bij het bovenhalen van sommige vissen de met gas gevulde zwemblaas naar buiten gestulpt (dia VI-8).



Zeekomkommers verzameld op 5000 meter diepte in de Noord-Atlantische Oceaan

Dat de zeekomkommers belangrijk zijn in de diepzee wordt aangetoond door de biomassa die ze vertegenwoordigen (tot meer dan 90 procent van de totale levensgemeenschap). Zeekomkommers zijn familie van de zeesterren en danken hun naam aan hun langgerekte rolronde lichaamsvorm. Meer dan hun lichaamsvorm doet vermoeden, zijn ze vrij beweeglijk. Ze verplaatsen zich voortdurend over de zeebodem waarbij grote hoeveelheden slib worden verorberd. In de darm worden de voedzame bestanddelen uit het sediment gehaald en verteerd, terwijl de onverteerbare resten het lichaam in hun oorspronkelijke vorm terug verlaten. Op deze manier worden grote hoeveelheden sediment omgewoeld. De zeekomkommer wordt dan ook verantwoordelijk geacht voor een groot deel van de bioturbatie (verstoring van het milieu tengevolge van een biologische activiteit) die plaatsgrijpt in de bovenste lagen van de diepzeebodem. Het tweede staal, slechts gedeeltelijk in beeld, toont aan dat zelfs de diepzee niet gespaard blijft van menselijke activiteiten. Het bovenhalen van steenkoolklinkers, de

laatste getuigen van een stoomtijdperk, is niet uitzonderlijk (dia VI-09).



VI
09

De biodiversiteit van de diepzee

De diepzeebodem wordt gekenmerkt door een hoge biodiversiteit, die men occasioneel zelfs durft te vergelijken met die van een tropisch regenwoud of een koraalrif. Een verklaring voor die grote soortenrijkdom is op het eerste gezicht niet vanzelfsprekend. Het schijnbaar woestijnachtig, monotoom karakter van de diepzeebodem liet dan ook in eerste instantie eerder een tegenovergestelde trend naar soortenverarming vermoeden. Op dit moment wordt als meest sluitende verklaring aangenomen dat het heterogeen (wisselend) karakter van het voedselaanbod in ruimte en tijd, de soortenrijkdom veroorzaakt. Het bovengehaalde staal bevatte ondermeer twee reuzegarnalen, een galathide kreeft, twee bleke anemonen waaronder een gesteelde vorm, twee zeesterren, en een aantal zeespinnen (te herkennen aan de lange draadvormige poten) (dia V.10).



VI
10

De reuzen van de diepzee

Een specifiek fenomeen onder diepzeeorganismen is het voorkomen van reuzevormen. Dit wordt ondermeer geïl-

lustreerd door de amphipoden. Amphipoden zijn het best gekend als strandvlooien die talrijk aanwezig zijn tussen het aangespoelde strooisel op het strand. De meeste soorten van deze groep worden niet groter dan 1 cm en slechts uitzonderlijk worden vormen van 2 tot 3 cm aangetroffen. In de diepzee echter leven soorten waar volwassen individuen een lichaamslengte van meer dan 20 cm bereiken wat tot dusver in geen enkel ander milieu werd waargenomen. Een soortgelijke trend naar 'gigantisme' in de diepzee werd vastgesteld voor verschillende groepen onder de kreeftachtigen zoals de garnalen, pissebedden en amphipoden. Door een vergroting van hun lichaamsvorm, verhoogt hun mobiliteit (beweegbaarheid) wat dergelijke dieren toelaat grotere afstanden te overbruggen op zoek naar het schaarse voedsel (dia VI.11).



VI
11

De opruimers van de diepzee

Typische diepzeevissen met uitzonderlijke grote muilen in verhouding tot een zeer klein lichaam worden vooral aangetroffen in de waterkolom. Op de bodem van de Noord-Atlantische Oceaan zijn de eerder volumineuze rattestaartvissen veruit de belangrijkste vissoort. De vissen voeden zich voornamelijk met dode dieren en worden dan ook als belangrijke opruimers in het ecosysteem van de diepzee beschouwd (dia VI.12).



VI
12

Het bemonsteren van het diepeesediment

Stalen van de diepezebodem worden genomen met behulp van een multiple corer, een grijper waarop een 6 tot 12 plexiglas-buizen zijn gemonteerd. Deze buizen worden bij het landen op de bodem onder het gewicht van de verzwaarde grijper in het sediment geduwd. Wanneer de kabel waaraan de grijper is bevestigd opnieuw wordt opgespannen, worden de buizen automatisch afgesloten bij het verlaten van de bodem. Op deze manier worden bodemstalen bekomen die nageenough onverstoord zijn. Dit is een belangrijke vereiste bij ecologisch onderzoek van levensgemeenschappen (dia VI.13) .



Het diepeesediment

De diepezebodem bestaat meestal uit kleiachtige slibdeeltjes (partikels kleiner dan 0.063 mm). Tot op meer dan 10 cm diepte leven allerhande bodemdieren in het sediment (van microbenthos, over meiobenthos tot macrobenthos). Door het vrij lage voedselaanbod leeft 90 procent van de meercellige bodemdieren aan het sedimentoppervlak (bovenste 3 cm) (dia VI.14).



Het diepzeemeiobenthos of de dwergen van de diepzee

Diepzeemeiobenthos vertoont in tegenstelling tot epibenthische bodemdieren een tendens naar verkleining van de levensvormen. Het feit dat diepzeesoorten gemiddelde tot tweemaal kleiner zijn dan sublitorale soorten wordt in verband gebracht met de verminderde voedselaanvoer, maar verder onderzoek hieromtrent is nog aan de gang. Ook de aantallen nemen af met toenemende diepte, wat eveneens wordt verklaard door de langere afstand die het voedsel moet afleggen naar de zeebodem (dia V.15).



Belang van onderzoek in de diepzee.

Op termijn ziet het er naar uit dat de diepzee zal worden gebruikt als een groot afvalreservoir. Tot op heden wordt de diepzee nog gekenmerkt door een enorme soortenrijkdom, waarvan slechts een klein deel gekend is. Daarom is het belangrijk op voorhand te weten wat het mogelijke effect is van menselijke verstoring, door bijvoorbeeld grootschalige dumping van afval, op de aanwezige rijkdom aan bodemdieren.





LIJST VAN DE DIA'S

HET BENTHOS VAN DE DIEPZEE

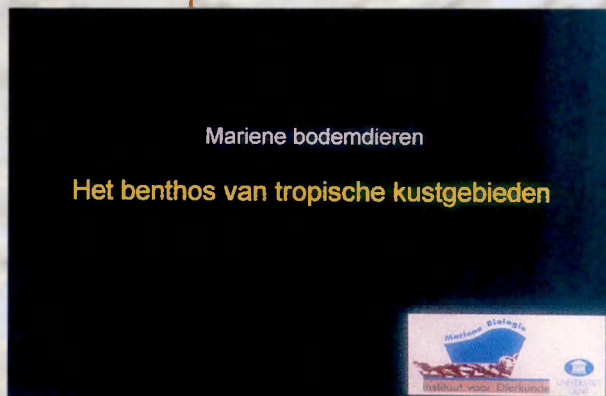
- VI.00 Titel
- VI.01 Topografische doorsnede van de oceaanbodem
- VI.02 Biologische activiteit in open wateren (let op groene kleur van water)
- VI.03. Koppeling tussen de primaire productie in de waterkolom en het bodemleven in de diepzee
- VI.04 Zeekomkommer (Echinodermata) op wandel tussen sporen van een rijk en gevarieerd bodemleven
- VI.05 Het Duitse onderzoeksschip SONNE aangemeerd aan de kade van SUVA (Fiji eilanden)
- VI.06 Het werk aan boord van een onderzoeksschip
- VI.07 Het binnenhalen van het net na een nacht slepen over de bodem op 5000 m diepte in de Noord-Atlantische Oceaan
- VI.08 Deel van een diepzeestaal verzameld na een nacht slepen over de bodem op 5000 meter diepte in de Noord-Atlantische Oceaan
- VI.09 Zeekomkommers verzameld op 5000 meter diepte in de Noord-Atlantische Oceaan
- VI.10 De soortenrijkdom van de diepzee
- VI.11 De reuzen van de diepzee
- VI.12 De opruimers van de diepzee
- VI.13. Het bemonsteren van het diepzeesediment
- VI.14 Het diepzeesediment
- VI.15 Het diepzeemeiobenthos of de dwergen van de diepzee

VII. Het Benthos van TROPISCHE KUSTGEBIEDEN

Over het algemeen wordt een spectaculaire toename van de biologische diversiteit vastgesteld van gematigde naar tropische gebieden. Dit geldt ook voor het mariene benthos. Deze diversiteitsgradiënt wordt in verband gebracht met een aantal factoren (zie ook verder), maar één van de belangrijkste is ongetwijfeld dat de tropische gordel wordt gekenmerkt door een grote heterogeniteit aan habitats. De ondiepe mariene milieus kunnen onderverdeeld worden in drie typische biotopen, elk gekenmerkt door een karakteristieke bodemfauna, die onderling met elkaar in verbinding staan en nutriënten, dode organische stof en levende organismen uitwisselen: mangrovebossen, zeegrasvelden en koraalriffen.

Mangrovebossen

(dia VII-01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08)



Mangrovebossen zijn een typisch vegetatietype langs de beschutte kusten van tropische en subtropische



streken. Het zijn gespecialiseerde gemeenschappen van zoutminnende, terrestrische bomen, die enkel voorkomen in de mariene intergetijdenzone. In dit opzicht zijn ze nog het best te vergelijken met de schorresystemen van gematigde tot sub-polaire streken. Hun complexe wortelsystemen, alsook de slibrijke sedimenten waarop ze groeien, bieden geschikte habitats voor verscheidene mariene invertebraten. Een typisch kenmerk van de mangrove-vegetatie (en van de bodemdieren die ermee geassocieerd zijn) is het voorkomen van soorten of groe-

pen van soorten in discrete zones langsheen de mariene-terrestrische gradiënten, waarvan de belangrijkste de getijdenwerking, de saliniteit en de geomorfologie zijn.



VII
04

spreekt men van de 'kinderkamerfunctie' van mangroves: talrijke commercieel belangrijke dieren hebben mangroves nodig om hun vroege levensgeschiedenis te kunnen volbrengen. Voorts zijn deze systemen voor de mens belangrijk als bronnen van hout, steenkool en tannines, en voor de bescherming van de kustlijn (de bodem wordt gestabiliseerd waardoor erosie door tropische stormen



VII
06



VII
05



VII
07

De macrofauna van mangroves wordt gedomineerd door weekdieren (Mollusca), kreeftachtigen (Crustacea) en vissen (Pisces). Slakken en talrijke sedentaire organismen zoals zeepokken, oesters, zakpijpen en sponzen koloniseren het wortelstelsel en de boomstammen. Garnalen, wenkrabben, spookkrabben en tropische landkrabben graven in de zachte sedimenten. Andere diersoorten gebruiken de mangroves tijdens bepaalde delen van hun levenscyclus, of migreren in en uit het mangrovesysteem met de getijden. Vooral de larvale of juveniele stadia van vissen en kreeftachtigen vinden er een rijke voedselvoorraad en/of beschutting tegen predatoren. In deze context

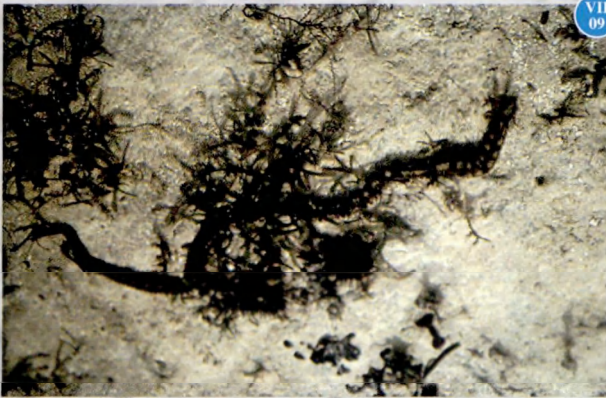


VII
08

verminderd wordt). Mangrovebossen worden dan ook bedreigd door talrijke menselijke activiteiten. De belangrijkste hiervan zijn het kappen van bomen voor de pro-

duktie van brandhout, bouwmaterialen en papierpulp en de ontbossing op grote schaal voor het aanleggen van aquacultuur bedrijven of toeristische infrastructuur.

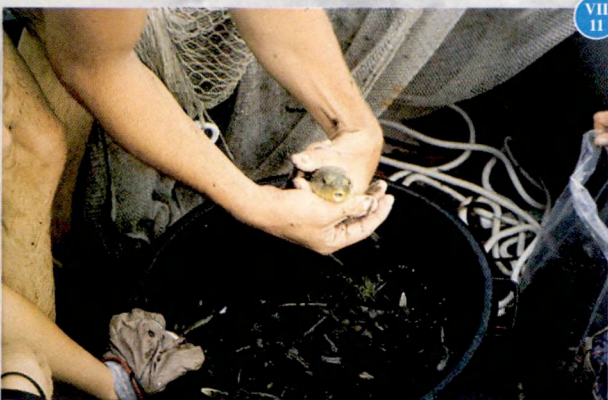
Zeegrasvelden dia VII-09, 10, 11, 12)



VII
09



VII
10



VII
11

In de ondiepe lagunes tussen het mangrovebos en het koraalrif, komen uitgestrekte zeegrasvelden voor. Tropische zeegrasvelden komen voor op modder, zand en koraalgruis, en dit van de intertidale zone tot het sub-tidaal. Hun ecologische rol kan als volgt samengevat worden: ze fungeren als sediment vallen die de bodem

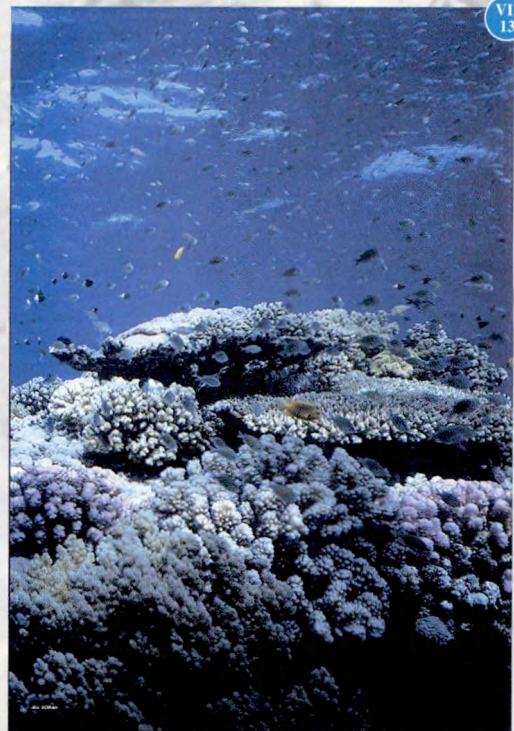


VII
12

stabilizeren en de klaarheid van het water verbeteren, het zijn belangrijke primaire producenten, ze fungeren als directe voedselbron voor talrijke diersoorten,... Voor benthische organismen onderscheidt men een viertal sub-habitats: (1) de epifauna van bladeren bestaat vooral uit kleine organismen zoals nematoden, polychaeten en crustaceeën, maar ook talrijke andere sessiele (poliepen, anemonen en mosdiertjes) en vagiele (slakken, stekelhuidigen en visjes) dieren; (2) de biota van stengels en rhizomen bestaan vooral uit polychaeten, amphipoden en bivalven; (3) diersoorten die tussen de bladeren zwemmen zoals vissen, inktvissen, en kreeftachtigen; (4) de fauna in het sediment kan sterk verschillen van het benthos van zones zonder zeegrassen.

Koraalriffen

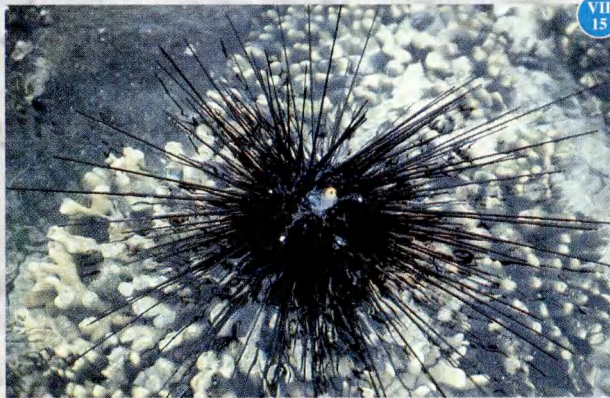
(dia VII-13, 14, 15, 16, 17, 18, 19)



VII
13



VII
14



VII
15



VII
16

Koraalriffen behoren tot de meest diverse en productieve ecosystemen ter wereld. Hun complexe drie-dimensionele structuur biedt geschikte habitats aan een grote verscheidenheid aan benthische organismen. Bovendien zijn het oude (atollen kunnen tot 60 miljoen jaar oud zijn; sommige kustriffen zijn slechts 15000 jaar oud) en evolutief stabiele systemen, waardoor er voldoende tijd beschikbaar was voor de co-evolutie van talrijke gespecialiseerde en subtiele interactie tussen soorten. Koraalriffen ontstaan bijna uitsluitend door biologische activiteit. De dominante rifbouwende organismen zijn de harde koralen of Scleractinia. Deze koloniale holtediertjes groeien door het produceren van een sterk exoskelet.



VII
17

Calcium carbonaat wordt voortdurend aan de voet van de poliepen afgescheiden, waardoor er een opwaartse groei optreedt van 0.2 tot 0.8 mm per jaar. Ook korstvormende algen dragen in belangrijke mate bij tot het onderhouden van de structurele integriteit van het rif. Koraalriffen bestaan dan ook hoofdzakelijk uit dode, biogene kalksteen die gedurende vele jaren werd geproduceerd. Het levende koraal vormt slechts een dunne, bovenste laag van onderling verbonden poliepjes. Deze zijn gekenmerkt door eencellige wiertjes (zoöxanthellen) die in hun lichaamsholte voorkomen. De fotosyntheseprodukten (glucose, glycerol, alanine,...) van deze wiertjes worden direct door het koraal gebruikt. Er bestaat een continuüm van types koraal, gaande van strikt carnivore soorten tot soorten die vrijwel uitsluitend leven van wat hun symbiontische zoöxanthellen produceren. De zoöxanthellen dragen ook bij tot de kalkvorming, alhoewel het precieze mechanisme hiervan nog grotendeels onbekend is.

Koraalriffen kunnen in drie verschillende basistypen onderverdeeld worden: zoomriffen, barrièreriffen en atollen. De eerste twee types zijn niet gemakkelijk van elkaar te onderscheiden en worden vaak kustriffen genoemd. Zoomriffen groeien in zeewaartse richting. Zo ontstaat er een ondiep rifplateau tussen de kustlijn en de actief groeiende rand van het rif. Ook barrièreriffen lopen parallel met de kustlijn, maar ze worden van het land gescheiden door een ondiepe baai. Een voorbeeld hiervan is het Groot Barrière Rif van Australië, dat bijna 2000 km lang en een oppervlakte van meer dan 200000



km² beslaat. Atollen zijn ringvormige riffen die een centrale lagune omsluiten. Ze komen voor in diep water en zijn niet geassocieerd met grote landmassa's. Deze drie riftypes komen overeen met verschillende ontwikkelingsstadia, waarbij zoomriffen vroege fasen en barrièreriffen en atollen late fasen vertegenwoordigen. Charles Darwin suggereerde al dat atollen afgeleid zijn van zoomriffen die zich ontwikkelden aan de randen van zinkende, vulkanische eilanden. Door de opwaartse groei van de koralen ontstaat, naarmate het eiland verder zinkt, eerst een barrièrerif, en tenslotte, wanneer het eiland volledig onder de zeebodem verdwenen is, een atol.

Koraalriffen kennen een maximale ontwikkeling bij temperaturen tussen 23 en 25°C. Rifvorming stopt volledig bij zeewatertemperaturen lager dan 18°C. De sterke opwelling van koud water langs de atlantische kusten van Afrika en Zuid-Amerika verklaart waarom er daar geen riffen voorkomen. Licht is essentieel voor de fotosynthetische activiteit van de zooxanthellae. Daar de lichtdoordringing in zee exponentieel afneemt met de diepte, treedt er geen rifvorming meer op onder de 20-30 m. Voorts zijn koralen zeer gevoelig aan een lage saliniteit en een hoge turbiditeit van het water. Ze komen dan ook niet voor in gebieden waar troebel, zoet water in zee vloeit (de mondingsgebieden van grote rivieren). Een verhoogde turbiditeit reduceert immers de lichtpenetratie, en de sedimentatie van fijne partikels verstopt de voedingsapparaten van de poliepen. Tenslotte komen koralen enkel voor in gebieden waar de golfwerking voldoende groot is, waardoor sedimentatie verhinderd wordt en het water goed verlucht is.

Ook koraalriffen zijn gekenmerkt door een uitgesproken zonatie, die zich uit onder de vorm van brede, elkaar overlappende banden die parallel met de kust lopen. Koraalriffen worden sterk bedreigd door overbevissing voor de aquaristiek en verzamelaars en, vooral, door uiterst destructieve en volledig niet-selectieve vangstechnieken zoals het vissen met dynamiet en gif (vb. natriumcyanide).

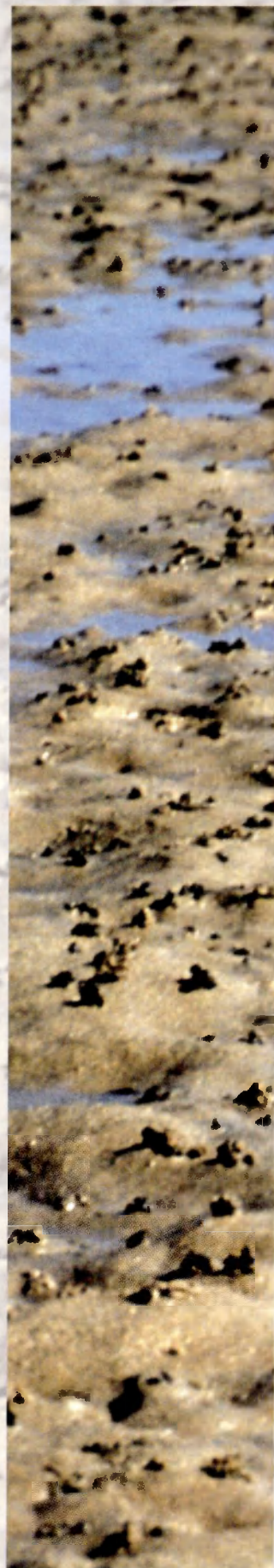


LIJST VAN DE DIA'S

HET BENTHOS VAN TROPISCHE KUSTGEBIEDEN

- VII.00 Titel
- VII.01 Een tropische baai in Kenya. Aan de landzijde wordt de baai omzoomd door een mangrovebos, dat doorsneden wordt met kleine en grote krekens. Een smalle strook koraalrif - te herkennen aan het breken van de golven - scheidt een ondiepe lagune van de Indische Oceaan. In de beschutte baai tussen de kust en het rif, en ook in de grotere mangrovekrekens, is de bodem bedekt met uitgebreide zeegrasvelden
- VII.02 Een dicht mangrovebos in Kenya, met ondiepe, subtidale krekens waarvan de bodem begroeid is met zeegrassen en wieren
- VII.03 Een mangrovebos bij laag water. De talrijke luchtwortels laten de bomen toe in vrijwel zuurstofloze bodems te groeien en bieden bescherming aan bodemdieren
- VII.04 De steunwortels van mangrovebomen zijn begroeid met oesters en zeepokken
- VII.05 De stam van een mangroveboom met gastropoden
- VII.06 Wenkkrabben *Uca* zijn zeer algemeen in het sediment van mangroves
- VII.07 Slijkspringers leven in zelf gegraven gangen en volgen de waterlijn bij eb en vloed. Ze klimmen over de wortels en kruipen of springen met hun gemodificeerde borstvinnen en met hun staart. Hun grote kikkerachtige ogen werken het best in de lucht, en gevasculariseerde zakken in hun mond en kieuwkamer laten hen toe lucht te ademen
- VII.08 Een kaalgekapt mangrovebos. Het hout van mangrovebossen wordt in toenemende mate geoogst voor de productie van tannines en houtskool, en voor het bouwen van huizen. Ook voor de ontwikkeling van het toerisme en voor het aanleggen van aquacultuurvijvers worden bossen gerooid
- VII.09 Een zeekomkommer tussen een weinig dense zeegrasvegetatie
- VII.10 Een aasgarnaal vindt beschutting tussen zeegrassen
- VII.11 Het epibenthos van zeegrasvelden werd bemonsterd met een boomkor. De vangst bestaat uit tientallen soorten beenvissen (hier een kogelvis) en ongewervelden (vooral zwemkrabben, steurgarnalen, naaktslakken, zeesterren en zeekomkommers)
- VII.12 Een typische bewoner van zeegrasvelden: de platkopvis of krokodilvis
- VII.13 Koraalriffen zijn gekenmerkt door een complexe drie-dimensionele structuur, wat leidt tot een grote verscheidenheid aan habitats voor bodemdieren
- VII.14 Een voorbeeld van symbiose. Een clownvis of anemoonvis *Amphiprion bicinctus* vindt bescherming tussen de giftige tentakels van de anemoon *Gyrostoma helianthus*. Deze kleine visjes overdekken zich geleidelijk met het slijm van de anemoon, zodat deze hen niet als 'vreemd' herkent (mimicry). Door hun felle kleuren en typische gedragspatronen trekken ze predatoren aan, die dan een gemakkelijke prooi zijn voor hun gastheer

- VII.15 De overbevissing op koraalriffen leidt vaak tot een explosieve toename van zee-egels en zeesterren. Deze eten levend koraal, wat een verhoogde erosie van het rif tot gevolg heeft
- VII.16 De nabijheid van toeristische infrastructuur leidt in vele landen tot de over-exploitatie van mooie, harde koralen en levende schelpen, en dit alleen voor versiering
- VII.17 De cowrie schelpen fascineren de mens reeds lang. Het zijn de spectaculairste en mooiste schelpen van koraalriffen en zeegrasvelden. Er zijn tientallen soorten, elk gekenmerkt door een typische tekening op de schelp. De panter cowrie *Cypraea pantherina* is één van de algemeenste soorten in de rode zee
- VII.18 Deze opvallend gekleurde koraalduivel *Pterois miles* heeft zeer giftige stekels
- VII.19 Ook top-predatoren, zoals deze murene, vinden beschutting in de holtes van koraalriffen. Op de dia is ook commensale garnaal te herkennen



VIII. Benthos van ANTARCTICA

Mariene bodemdieren

Het benthos van Antarctica



Ook in Antarctica wordt marien wetenschappelijk onderzoek verricht. Hoewel onderzoek in dit koudste continent ter wereld tot anderhalve eeuw terug reikt, is de studie van dit gebied nog lang niet zo uitgebreid als in andere regio's. Slechts weinig wetenschappers konden immers de grote afstand tot dit continent, evenals de strenge klimatologische omstandigheden overbruggen. Enkele gegevens over Antarctica:

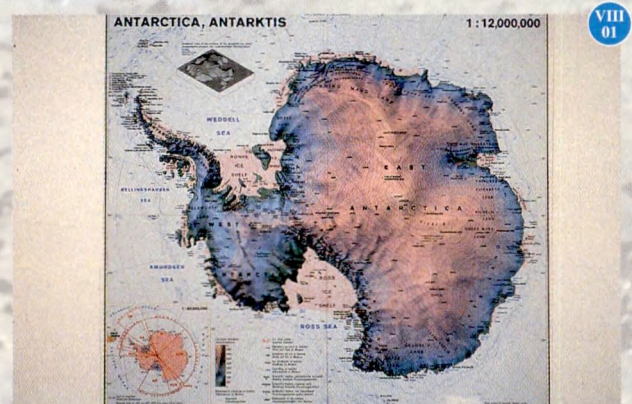
- naam:
 - Arctos = beer (in het noorden);
 - Ant = het tegenovergestelde van
- oppervlakte :
 - 14 x 10⁶ km² (tweemaal zo groot als Australië)
- Antarctische cirkel : 66°30' zuiderbreedte
- maximum dikte van de ijskap : 4000 m
- gemiddelde dikte ijskap: 1880 meter
- grootste zeeën : Weddell Zee en Ross Zee
- klimaat: zie tabel
- eerste bemanning in Antarctica:
 - 7e eeuw na Christus (nl Polynesiërs in prauwen)
- 16 augustus 1897 (precies 100 jaar geleden !):
 - de Belgica vertrekt op weg naar Antarctica,
 - met Adrien de Gerlache de gomery als kapitein

en expeditieleider.

-15 december 1911:

Roald Amundsen en kort daarop Robert Scott bereiken de eigenlijke zuidpool.

Antarctica is eigenlijk een reusachtig eiland omgeven en geïsoleerd van de rest van de wereld door een immense zee, de Zuidelijke Oceaan genoemd (dia VIII.01).



Hoewel de talrijke eilandjes en kustgebieden van deze oceaan in de winter ingesloten worden door een brede band pakijns van een ruwe 3 (in de zomer) tot 20 (in de winter) miljoen vierkante kilometer en bovendien voor een bepaalde periode in complete duisternis zijn gehuld, zit de habitat barstensvol leven (dia VIII.02, 03). Talrijke

aantal uren daglengte (u)	januari juli	90° zuiderbreedte 24 0	60° zuiderbreedte 17.5 7
temperatuur (°C) (absoluut minimum -88.3°C)	maximum minimum gemiddeld	-27.7 -59.7 -49.3	+0.5 -10.5 -4.3



VIII
02



VIII
04



VIII
03



VIII
05

planten en dieren hebben zich immers aangepast aan de extreme omstandigheden van het omringende milieu en zo de verschillende compartimenten van het mariene habitat gekoloniseerd. Denk maar aan de fascinerende wereld van krill (kleine kreeftachtigen), ijsvissen, pinguïns, stormvogels, albatrossen, zeehonden, zee-olifanten, zeelipaarden en walvissen. Deze mega- (reuzedieren) en macrofauna (grote dieren) worden gebruikelijk in een eenvoudig voedselpiramide geplaatst met aan de basis de primaire productie van diatomeeën (éénellige organismen in de vorm van kaasdoosjes) en andere éénellige wiertjes zoals microflagellaten (éénellige wiertjes met een lange zweep, of flagel genoemd) en *Phaeocystis* (deze algen komen dus niet alleen aan onze Vlaamse kust voor) (dia VIII.-04, 05, 06, 07, 08).

Maar er is meer dan dat! Dit eenvoudige voedselweb wordt door nog veel andere diersoorten opgebouwd. Deze zijn veel minder gekend maar daarom niet minder belangrijk. Het is ook zo dat alle bestanddelen van de primaire productie op een of andere manier terug in omloop moeten worden gebracht (ook deze die niet echt in de eerder beschreven voedselpiramide voorkomen). In Antarctica worden, vooral tijdens de zomermaanden (november-april) wanneer de zon nog zelden ondergaat, massa's primaire stoffen geproduceerd. Indien deze hopen organische bestanddelen niet verder zouden ver



VIII
06



werkt worden, zou al gauw een einde komen aan al die rijke levensgemeenschappen.

In verband hiermee wordt het belang van de microbiële gemeenschappen aan het licht gebracht. Tot op heden is er echter maar heel schaars onderzoek verricht naar de ecologie van het meibenthos in Antarctische bodems. De meiofauna heeft nochtans een zeer belangrijke functie in dit merkwaardige 'recyclage'systeem. Ze helpt immers in de processen die zorgen voor de verwerking (we noemen het remineralisatie) van voedingsstoffen in de bodem (zie eerder over de rol van meiofauna).

De sectie Mariene Biologie van de Gentse Universiteit concentreert zich - naast alle andere aspecten - op het onderzoek naar de rol van de meiofauna in Antarctica. Alle meiofauna diertjes worden allereerst geteld en ingedeeld in verschillende groepen. Ze worden vervolgens gedetermineerd of krijgen een nieuwe naam. De diversiteit (soortenrijkdom, rijkdom aan verschillende lichaamsvormen) en biomassa worden berekend en in een laatste stap wordt hun rol in het verwerken van voedsel bepaald. Dit wordt gedaan aan de hand van verschillende experimenten, waarbij nagegaan wordt waarmee meiofauna zich voeden, hoeveel energie ze verbruiken, welke andere organismen hiervan gebruik maken, enz.. Vele vragen worden op deze manier beantwoord zoals:

1) hoeveel van deze organismen komen voor in Antarctica? Antwoord: heel veel, nl tot bijna 20.000.000 in een bodem van 10 cm diep en met een oppervlakte van 1 vierkante meter.

2) zijn zij onderhevig aan de sterke seizoenswisselingen in het milieu? Antwoord: ja, hun aantallen liggen heel hoog kort na het productieve zomerseizoen, maar al gauw worden deze tot lage winterconcentraties gereduceerd.

3) zijn ze belangrijk? Ja, de omzetting van organisch voedsel naar nutriënten (de basisbestanddelen voor primaire productie) wordt door de meiofauna sterk in de hand gewerkt

4) zijn er veel soorten? Heel veel, dit kunnen we zien door de determinaties. Het is echter onmogelijk om hier een getal op te plakken, aangezien er nog veel te veel nooit eerder ontdekte soorten in voorkomen

5) geldt dit voor het volledige gebied van Antarctica? Nee, maar hier moet nog veel onderzoek naar verricht worden

Om dergelijk onderzoek in Antarctica mogelijk te maken, doet ons labo beroep op financiële steun van de Belgische Federale Overheid. Maar zonder de hulp van buitenlandse onderzoekscentra zou dit onmogelijk en onbetaalbaar zijn. Daarom werkt de Mariene Biologie van Gent nauw samen met Britse en Duitse medewerkers. Zo wordt om de twee jaar naar Antarctica gereisd om ofwel gedurende een achttal weken op de Duitse ijsbreker de Polarstern (**dia VIII.09, 10, 11, 12, 13**)

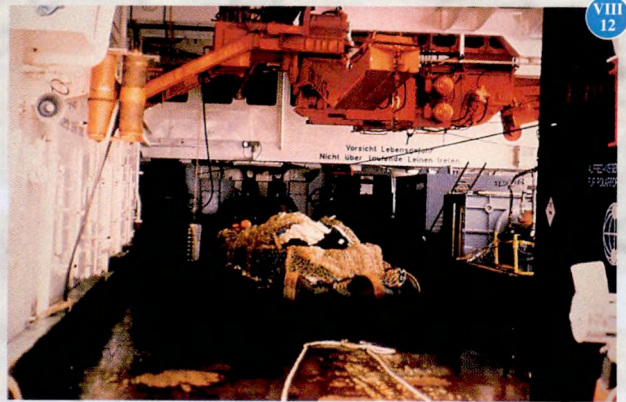
(met meer dan 50 onderzoekers aan boord) onderzoek op zee uit te voeren, ofwel om gedurende enkele maanden op een Engelse basis met meiofauna te experimenteren (**dia VIII. 14-15**).

Maar milieu primeert op wetenschap. In de sporen van 'the Antarctic Treaty, het milieupact bij uitstek uitgevoerd vanaf 23 juni 1961, wordt steeds met veel zorg aandacht besteed aan de bescherming van dit uiterst kwetsbare gebied. Zo wordt geluidshinder tot een minimum gereduceerd, de broedende dieren worden volledig met rust gelaten, afval wordt nauwgezet verpakt (**dia VIII. 16**) en afgevoerd naar het noorden en wetenschappers en bemanningsleden worden heel bekwaam opgeleid in het minimaliseren van gelijk welke vorm van verstoring.

Zo wordt in alle ernst vermeden dat een luidruchtige, entoesiaste bende reizigers het maagdelijk continent komt aantasten.



VIII
09



VIII
12



VIII
10



VIII
13



VIII
11



VIII
14



VIII
15



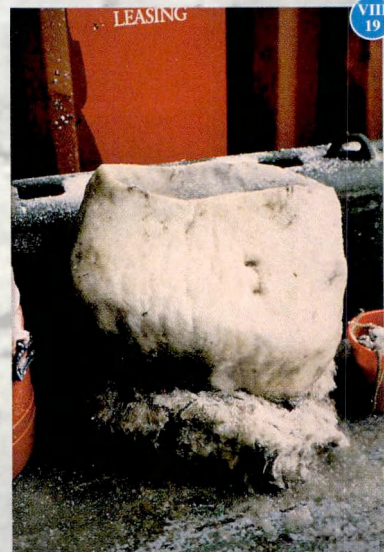
VIII
17



VIII
16



VIII
18



VIII
19

Want, zoals men moet weten:
Antarctica is a continent of superlatives. It is the coldest, the driest, the windiest, the iciest, and averages as the highest in altitude of all the major land masses of our world. It is the continent with the longest nights, the longest days, the least amount of soil, the greatest amount of fresh water, and it is surrounded by the stormiest ocean on earth-the Southern Ocean.



VIII
20



VIII
21

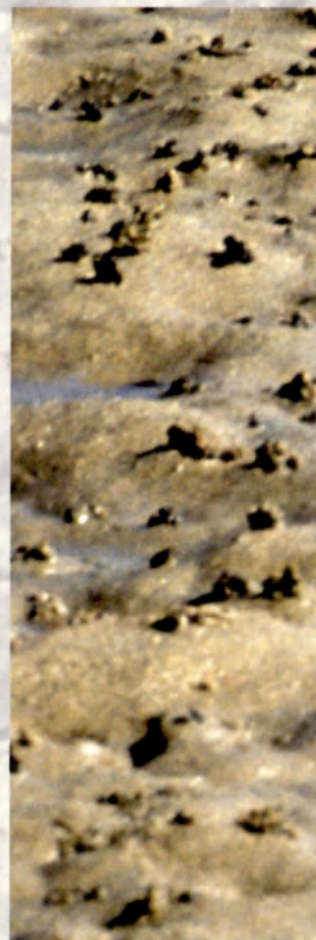


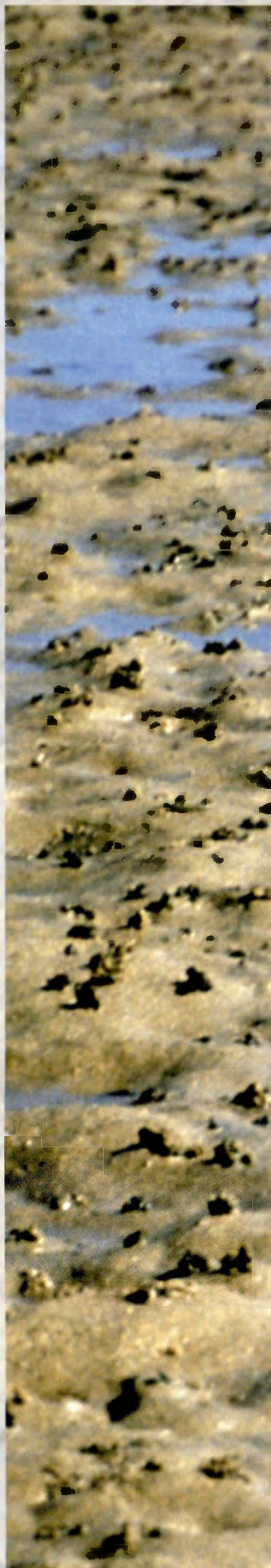
VIII
22

LIJST VAN DE DIA'S

HET BENTHOS VAN ANTARCTICA

- VIII-00 : titel
- VIII-01 : Kaart van Antarctica. De studiegebieden voor meiofauna-onderzoek situeren zich ter hoogte van de **Weddell Zee** (Kapp Norvegia en Halley Bay, 71-75°Z, 12-29°W, 200-2000 m, Januari-Maart 1989 en 1996) en **Signy Island** (Zuidelijke Orkaden, 60°Z, 45°W, Januari-Februari 1994).
- VII-02 : Kolonie kinbandpinguïns (*Pygoscelis antarctica*) op North Point in Signy Island. Populatieschatting in Signy circa 80 000 paren.
- VIII-03 : Weddell zeehonden (*Leptonychotes weddelli*) op een stuk pakijs dichtbij het Duitse onderzoeksstation Georg von Neumayer in de Oostelijke Weddell Zee.
- VIII-04 : Horde jonge zee-olifanten (*Mirounga leonina*) op Signy Island. Volwassen mannetjes zijn 5 m lang en wegen 3500 kg, volwassen vrouwtjes meten 3 m en wegen 900 kg.
- VIII-05 : Keizerspinguïns (*Aptenodytes forsteri*) op de ijskap dichtbij het Duitse onderzoeksstation Georg von Neumayer in de Oostelijke Weddell Zee.
- VIII-06 : idem als dia 5





- VIII-07 : Zuidpoolkip (*Chionis alba*) lijkt heel sterk op de kip die wij van onze boerderijen kennen. Populatieschatting in Signy circa 150 paren. Tijdens de zomer broeden deze vogels in de nabijheid van kolonies kinbandpinguïns. In de winter zijn ze dichtbij de Engels onderzoeksbasis aan te treffen.
- VIII-08 : Adelie pinguin (*Pygoscelis adeliae*). Populatieschatting in Signy circa 37 200 paren.
- VIII-09 : De Duitse ijsbreker 'Polarstern' van het Alfred-Wegener Instituut in Bremerhaven is tegelijk een bevoorradingschip voor Antarctische basissen en onderzoeksschip voor diverse wetenschappelijke onderzoeksdisciplines. Ze is 118 m lang, 25 m breed en kan moeiteloos door een 1.5 m dik pakij. Regelmatig ramt zij ook ijschotsen met een dikte van 3 to 4 m.
- VIII-10 : Verkenning van een ijsberg (precieze coördinaten en diepte). De Polarstern heeft twee helikopters ter beschikking die vanop het helidek lanceren en zo de ijcondities nagaan.
- VIII-11 : Spaanse onderzoeksgroep werkzaam op een van de dekken van de Polarstern.
- VIII-12 : Reuze sleepnet voor het bemonsteren van bodemdieren (vissen, kreeftachtigen, sponzen,...).
- VIII-13 : Bemonsteren van de meiofauna met een boxcorer.
- VIII-14 : Britse onderzoeksbasis in Antarctica (Signy Island, Zuidelijke Orkaden) van het British Antarctic Survey in Cambridge.
- VIII-15 : Staalnames in Signy Island gebeuren hoofdzakelijk door diepzeeduikers.
- VIII-16 : Sortering van huishoudelijk afval voor de aankomst van een bevoorradingschip in Signy Island. Het afval wordt weggevoerd naar de Falkland Eilanden.
- VIII-17 : Zeespinnen en crinoïden uit de diepzee (Weddell Zee).
- VIII-18 : Sponzen uit de diepzee. Deze soort wordt ook wel eens lollypop (lekstok) genoemd omwille van de lange steel.
- VIII-19 : Reusachtige bekervormige spons uit de Weddell Zee.
- VIII-20 : Isopoden (bovenaan) en andere kreeftachtigen (onderaan) uit de Weddell Zee.
- VIII-21 : Isopoden en amfipoden uit de Weddell Zee.
- VIII-22 : Bemonsterd stukje zeebodem met bovenaan een lichtgekleurde laag van sponsnaalden en mosdiertjes. Daaronder is de werkelijke bodem te zien. Het staal werd genomen met een multiboxcorer. Meiofauna wordt hieruit gesorteerd.

Anoniem. 1993. Vissen naar evenwicht. Struktuurnota zee- en kustvisserij. Regeringsbeslissing, ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Wageningen.

de Gee, A., M.A. Baars & H.W. van der Veer (eds.). 1991. De ecologie van het Friese Front. Waarnemingen aan een biologisch-rijke in de Noordzee, gelegen tussen de Zuidelijke Bocht en de Oestergronden. NIOZ-rapport 1991-2, 96 pp.

Geisler/Herrmann, Karlsruhe 1985

Giere, O. (1993). Meiobenthology. The microscopic fauna in aquatic sediments. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 328 pp.

Govaere, J.C.R., D. Van Damme, C. Heip & L.A.P. De Coninck. 1980. Benthic communities in the Southern Bight of the North Sea and their use in ecological monitoring. Helgoländer Meeresuntersuchungen 33:507-521.

Ministerie van Volksgezondheid en Leefmilieu - BMM en Administratie Waterinfrastructuur en Zeewezen - AWZ, Ecologische impact van baggerspecielossingen voor de Belgische kust, eindrapport, Brussel maart 1993.

North Sea Assessment Report (1993).

Platt *et al.*, (1983) : In Vincx, M., Dewicke, A., Mees, J., Steyaert, M. & Van Gansbeke, D. (1994). Benthos of the North Sea: able to recover or desperately lost? Proceedings of the symposium 'Dialogue between Scientists and users of the sea' on the occasion of the 10th anniversary of the BELGICA.

Van De Meene, J. & A. Stolk. 1993. Zandbanken in de Noordzee. Questa 8(1):4-7.

Vine, P., 1986. Red Sea Invertebrates. IMMEL Publishing, London: 224 pp.

Illustraties ter beschikking gesteld door :

Medewerkers van de sectie Mariene Biologie en Eric Coppejans, Marc Espeel, Hans Francke, Olivier Hamerlynck, Rudy Herman, Southampton Oceanographic Centre

Colofon

Deze uitgave werd mede mogelijk gemaakt door de financiële steun van het programma MS/02/080 van de Federale Diensten voor Wetenschappelijke, Technische en Culturele Aangelegenheden van België.

Pre-Press: Color Graphics NV, zwijnaardsesteenweg 506 - 9000 Gent - Tel.: 09/245 03 50 - fax: 09/245 03 60

Drukwerk: Drukkerij Goff, Kaleweg 5 - 9030 Gent-Mariakerke - Tel.: 09/216 73 73 - fax: 09/216 73 74

Niets uit deze uitgave mag worden veeveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op enige andere wijze zonder voorafgaandelijke toestemming van de verantwoordelijke uitgever.

© University of Gent, Zoology Institute, Marine Biology Section • K.L. Ledeganckstraat 35 • B-9000 Gent • Belgium

Geraadpleegde werken

- Burggraefe G. 1987. Het Zwin: Leven tussen land en zee. Uitgeverij Van de Wiele, Brugge. 112pp.
- de Wolf P. (Red.) 1990. De Noordzee. Terra Uitgeverij, Zutphen. 200pp.
- Eisma D. & Fey T. 1982. De kust van Rottum tot Calais. Uitgeverij Spectrum, Utrecht/Antwerpen.
- EUROSENSE 1986. The Belgian coast and the Western Scheldt. Eurosence Belfotop N.V., Wemmel. (dia V-12).
- Meire P., Hoffmann M. & Ysebaert T. (Red.) 1995. De Schelde: een stroom natuurtalent. Instituut voor Natuurbehoud, Hasselt. Rapport 95.10. 32pp.
- Sacket R. 1985. De planeet Aarde: Kustvormen. Time - Life, Amsterdam. 176pp.
- Seingry G.F. 1986. De mooiste natuureservaten van België. Reader Digest, Brussel. 304pp.

Dia's geleverd door:

De Loose Ludwig , Geets Gonda



University of Gent, Zoology Institute, Marine Biology Section
K.L. Ledeganckstraat 35 • B-9000 Gent • Belgium
Tel.: 09•264.52.10 - Fax: 09•264 53 44