

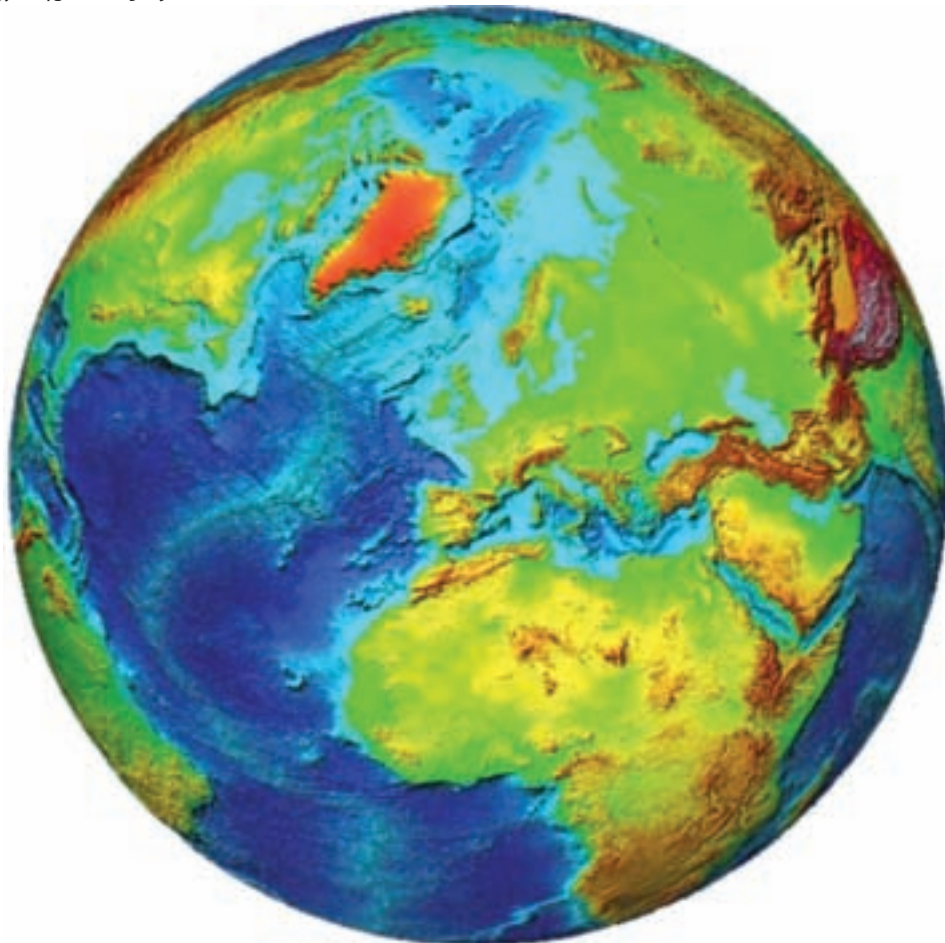
# Het mysterie van zee- en oceanbodems

Hans Pirlet\* s David Van Rooij\*\*

\* Vlaams Instituut voor de Zee, Wandelaarkaai 7, 8400 Oostende; hans.pirlet@vliz.be

\*\* Universiteit Gent, Renard Centre of Marine Geology, Krijgslaan 251, 9000 Gent

Meer dan 70 procent van onze aardbol is bedekt door zeeën en oceanen. Deze blauwe massa trekt een massa toeristen en watersporters naar onze kusten en zorgt voor zuurstof in de lucht en vis op ons bord. Wat zich onder die waterspiegel bevindt, meer bepaald op de bodem, blijft voor velen evenwel een mysterie. Maar niet voor geologen, geofysici en zeebiologen. Zij hebben technieken ontwikkeld waarmee ze als het ware 'de stop uit dat immense bad' kunnen trekken. Zo omzeilen ze de tussenliggende watermassa (zie kader) en maken diepe kloven, onderwaterzeebergen en -vulkanen, zwarte schoorstenen of uitgestrekte diepzeevlaktes zichtbaar. In wat volgt nemen wij je mee op een rondleiding langs een aantal 'sleutelplaatsen' die illustreren hoe dit onderwaterrelief is ontstaan en geëvolueerd. We gaan van start in onze eigen Noordzee. Daarna zetten we via het Kanaal koers naar de Atlantische Oceaan met een tussenstop op IJsland. Vervolgens zoeken we meer exotische oorden op in de Stille Oceaan. En als toemaatje eindigen we op Hawaii. Kortom, een 'Grand Tour' van de wonderen op de bodem van de zee.



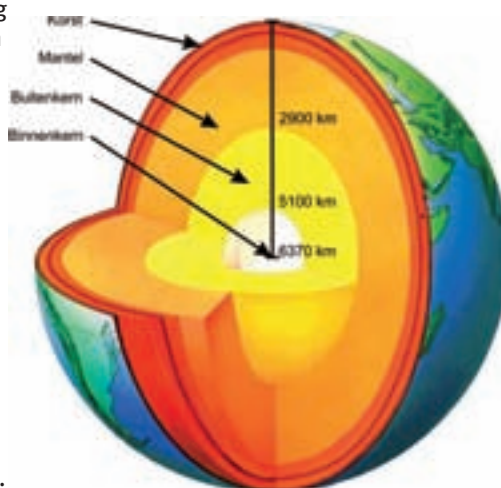
## Maar eerst de opbouw van de aarde

De zeebodem is niet te begrijpen zonder eerst kort (letterlijk) dieper in te gaan op de werking van onze planeet. Het reliëf van de zeebodem is immers een rechtstreeks gevolg van de inwendige structuur en dynamiek van de aarde. We starten dus – Jules Verne-gewijs – met een duik van iets meer dan 6.000 km naar het middelpunt van de aarde.

### Het binnenwerk: de kern en plastische mantel

Dat middelpunt bestaat uit een vaste binnenkern die voornamelijk is opgebouwd uit metalen. Rondom deze vaste kern ligt een vloeibare buitenkern die net als de binnenkern veel ijzer en nikkel bevat. De stromingen van deze vloeibare metalen liggen aan de basis van het aardmagnetisch veld. Rond de kern ligt een mantel van visceus (tussen vloeibaar en vast) gesteente. Daarin komen belangrijke, zogenaamde 'convectiestromingen' voor, opgewekt door verschillen in warmte vanuit de overgang van kern naar mantel. In de mantel is het gesteente dus altijd in beweging, zonder dat

■ *Zicht op de Atlantische Oceaan, maar dan zonder water. Let op het gevarieerde zeebodemrelief (NOAA)*



■ *Van binnen naar buiten bestaat de aarde uit een vaste binnenkern, een vloeibare buitenkern, een plastische mantel van visceus gesteente en een vaste, hierop drijvende korst (Wikipedia)*

het echt vloeibaar is. Enkel bij abnormaal hoge temperaturen of te lage druk smelt een deel van de mantel en wordt er magma aangemaakt.

### Daarrond een oude, dikke 'landkorst' of jonge, dunne 'zeekorst'

Bovenop dit beweeglijke en vervormbare vaste mantelmateriaal ligt een vaste en breekbare 'steenschaal' of lithosfeer. De aardkorst waarop we leven maakt hiervan deel uit. Naar dikte en samenstelling onderscheiden we twee types: een jonge, dunne oceanische en een dikke, oudere continentale lithosfeer. De continentale lithosfeer ('landkorst') kan tot 70 km dik zijn en bestaat uit sedimentaire gesteenten (ontstaan door verwerking en afzetting fijn materiaal), metamorfe gesteenten (door temperatuur, druk e.a. geherkristalliseerd) en stollingsgesteenten (door stolling van magma of lava). Deze gesteenten zijn

## Laatste en grootste onbekende stuk van onze planeet

Het in kaart brengen van het onderwaterreliëf van de zeeën en oceanen is niet van een leien dakje gelopen. Mensen zijn nu eenmaal niet gemaakt om op eigen kracht diep en lang te duiken. Daarom hangen alle grote doorbraken samen met technologische ontwikkelingen. Hieronder overlopen we in ijltempo de mijlpalen van de mariene exploratiedrift.

Vroeger werd de zeebodem voornamelijk gezien als een obstakel. Het sloeg gaten in de boeg van de sloepen en vormde een hindernis waarop menig boot vastliep. Het is dan ook niet verwonderlijk dat net vissers en andere zeevarenden het voortouw namen in de verkenning van het onderwaterlandschap. Dicht onder de kust begonnen ze de diepte van vaargeulen en vaarroutes te peilen. Verder van de kust en in de 'onpeilbare dieptes' van de oceanen bleef de informatie vooralsnog bijzonder schaars.

Voor de eerste echte exploratie van de diepzee tekenden Matthew Maury en Wyville Thomson tussen 1840 en 1860. De ontwikkeling van de telegrafie was hier de drijvende kracht. Er moest immers een tracé uitgestippeld worden om een transatlantische kabel te installeren tussen Amerika en het Euraziatische continent. Hierbij maakte men gebruik van peilingen met behulp van een henneptouw (later pianodraad). Het onderaan bevestigde gewicht met was, maakte tevens staalnames van het sediment (zand, klei of grind) op de zeebodem mogelijk.

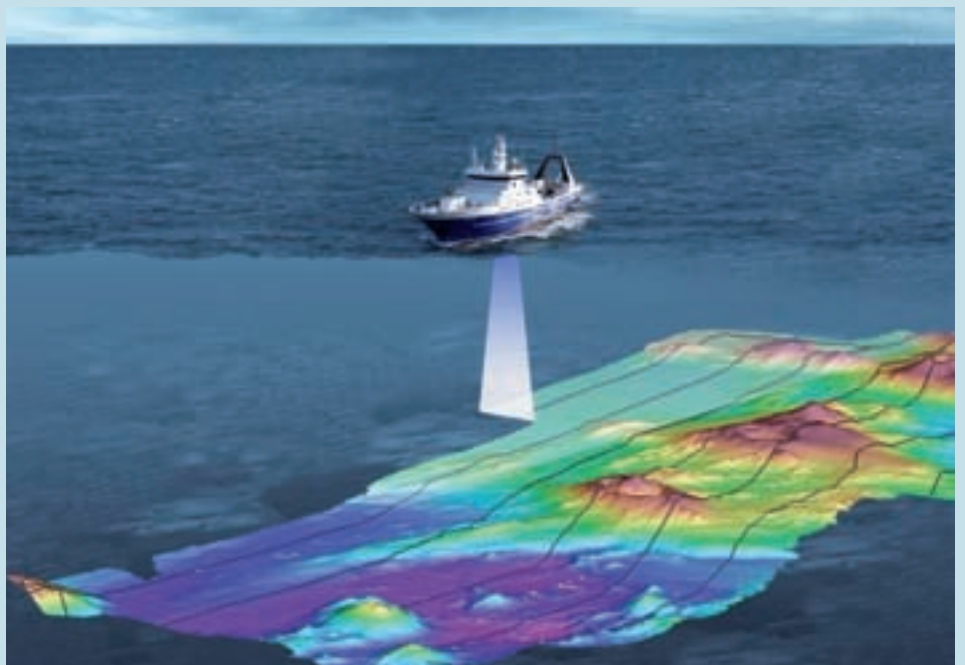
Kort daarna stak ook de eerste grote zeewetenschappelijke expeditie van wal met de HMS Challenger (1872-1876), onder leiding van Wyville Thomson. Het duurde echter tot de eerste helft van de 20<sup>ste</sup> eeuw eer men het aandurfde de diepzee met bemande duiktuigen te exploreren. Vooral de Zwitserse natuurkundige Auguste Piccard en zijn zoon Jacques waren voortrekkers. Zij bouwden onderzoeksduikboten waarmee men kon afdalen naar de diepste delen van de oceaan. Halfweg de 20<sup>ste</sup> eeuw slaagde men er voor het eerst in om de zeebodem met zogenaamde 'sedimentkernen' dieper dan het oppervlak te bemonsteren.

Geen van de genoemde methodes liet toe om een grootschalig zicht te krijgen op het reliëf van de zeebodem. Hiervoor was het wachten op de ontwikkeling van een aantal akoestische methodes (d.i. methodes gebruikmakend van geluidsgolven), zoals multibeam bathymetrie. Door geluidsgolven uit te sturen en de teruggekaatste echo's op te vangen en te interpreteren, kon men over brede stroken het reliëf van de zeebodem nauwkeurig in kaart brengen. Vreemd genoeg kwam de echte grote doorbraak van de zeebodemexploratie er dankzij de wedloop naar de ruimte. Satellietaltimetrie of het inzetten van satellieten bij hoogtemetingen (zoals met de Seasat vanaf 1978) liet immers toe om niet alleen het land, maar ook het zeebodemreliëf van gans de wereld te karteren. Zeewetenschappers konden hierdoor plotsklaps bestaande hypothesen bewijzen en nieuw onderzoek starten.

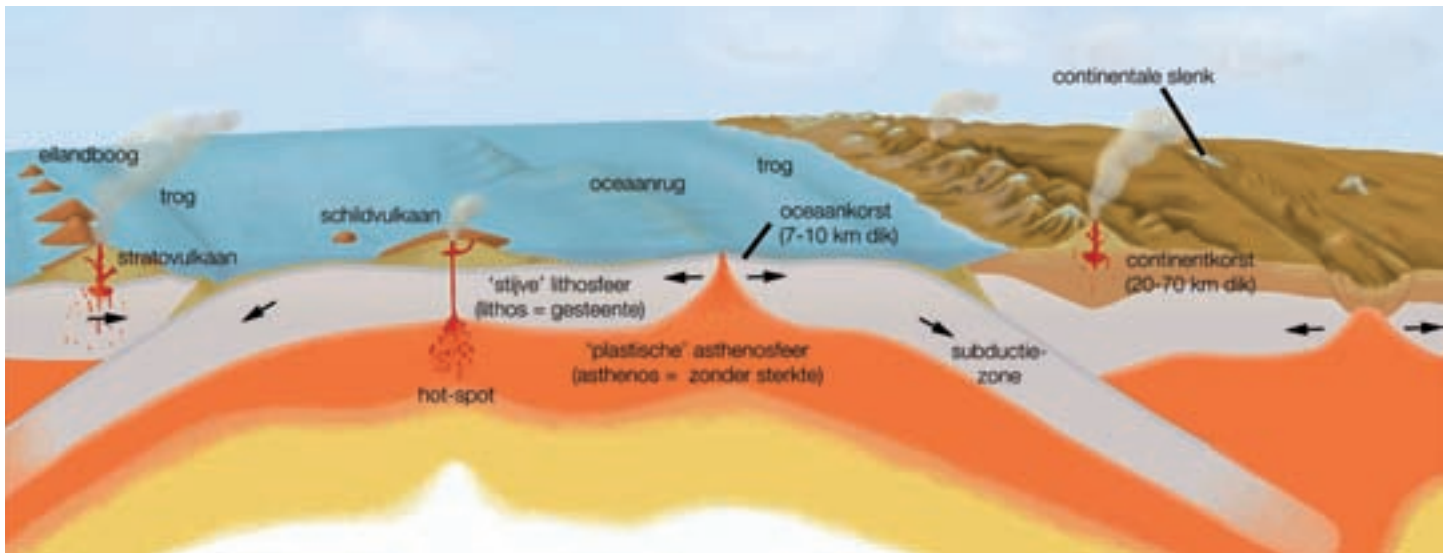
Ondanks de ontegensprekelijke vooruitgang die is geboekt, hoor je nog steeds dat er over de oceanabodem minder gekend is dan over het maanoppervlak. Er blijft dan ook zeer veel aandacht voor onderzoek naar de krochten van onze oceanen en zeeën en jaarlijks worden nog nieuwe structuren ontdekt. Het onbekende zal immers altijd onderzoekers aantrekken en mensen fascineren. Denk maar aan de recente duik van James Cameron naar het Challenger Deep in de Marianentrog, met zijn 11 km het diepste punt van de oceanen...



■ De crew van de Challenger expeditie, oktober 1874 (Tizard et al 1885)



■ Met multibeam bathymetrie kan het 3D-reliëf van de zeebodem in kaart worden gebracht (Copejans & Smits 2011, ©NIWA)



■ De theorie van de platentektoniek of continentendrift werd aan het begin van de 20<sup>ste</sup> eeuw nog als pure fantasie afgedaan. Intussen is dit concept, waarbij het geheel van oceanische en continentale lithosfeer uit platen bestaat die uit of naar elkaar toe bewegen, algemeen aanvaard (Copejans & Smits 2011)

over honderden miljoenen jaren langzaam gemengd geraakt. Wegens zijn dikte, is dit type lithosfeer vrij stabiel en ligt het meestal boven water; het zijn dan ook de zichtbare gedeelten van onze continenten.

De oceanische lithosfeer is met een gemiddelde dikte van 7-10 km aanzienlijk dunner en jonger (maximaal 180 miljoen jaar) dan het continentale type. Ze heeft ook een grotere dichtheid omdat ze voornamelijk uit basalt bestaat. Aangezien de dikke continentale lithosfeer en de dunne oceanische lithosfeer beide op de vervormbare mantel “drijven”, zal de oceanische lithosfeer een lager reliëf-element vormen, dat dus hoofdzakelijk onder water zal liggen.

### De beruchte continentendrift of platentektoniek

De stromingen binnen de vervormbare, maar vaste mantel zorgen ervoor dat de breekbare lithosfeer geen aaneengesloten ‘steenschaal’ is, maar uiteenvalt in platen die ten opzichte van elkaar bewegen. De platen bestaan doorgaans zowel uit continentale als oceanische lithosfeer. Waar de platen uit elkaar bewegen ontstaat nieuwe, oceanische lithosfeer, ter hoogte van vulkanische oceaandruggen (zie “Oceanische ruggen of de grootste bergketen ter wereld”). Wanneer platen naar elkaar toe bewegen, zal (meestal) de “jongste” (en dunnere) plaat onder de oudste (en dikste) duiken. Hier ontstaan diepzeetroggen met vulkanisme (eiland of op continent) en bij een ultieme botsing ook bergketens (zie “Waar het hard tegen onzacht is”). Deze theorie wordt de ‘continentendrift’ of ‘platentektoniek’ genoemd. Toen de Duitse meteoroloog Alfred Wegener deze theorie aan het begin van de 20<sup>ste</sup> eeuw uit de doeken deed werd hij nog weggelachen. Maar de verdere geofysische exploratie van de oceaانبodem leverde in 1966 uiteindelijk doorslaggevende bewijzen om deze theorie te ondersteunen. Nu vormt ze de basis voor de (mariene) geologie.

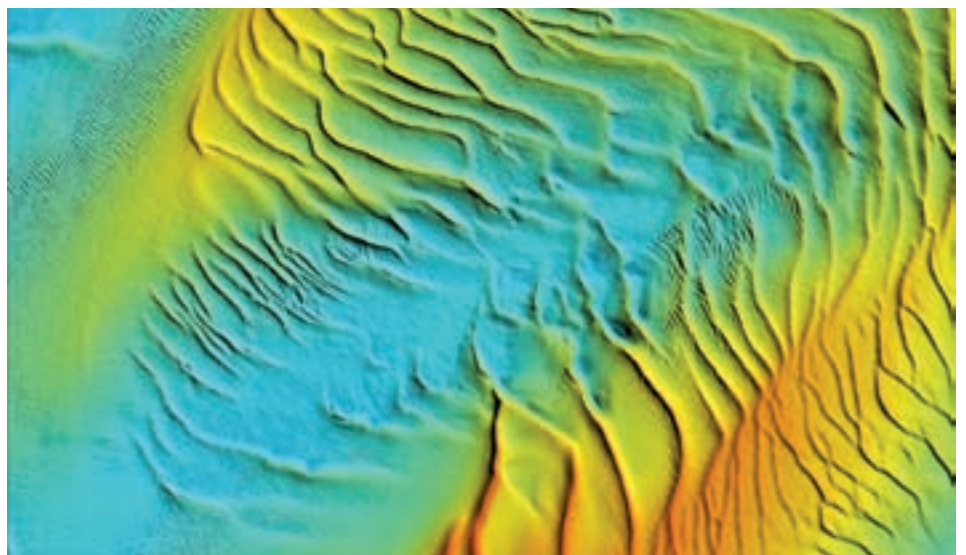
### De Noordzee, een tijdelijk ondergelopen stuk continent

Nu we iets meer weten over de interne structuur en processen van de aarde zijn we helemaal klaar om onze tocht over de zeebodem aan te vatten. We gaan hierbij van start voor onze eigen deur, in de Noordzee. Heb je je nooit afgevraagd waarom men het heeft over de Noordzee en niet over pakweg de Noordoceaan? Wat is dan wel het grote verschil tussen de zeeën en de oceanen op onze aarde?

In feite kan men stellen dat de Noordzee een stuk continent is dat onder water gelopen is. In het zuidelijk en centraal deel heeft de Noordzee trouwens een diepte die zelden groter is dan 200 m. De ondergrond van de Noordzee bestaat dus, in tegenstelling tot de grote oceanen, helemaal uit continentale lithosfeer. Enkel in de Noordelijke Noordzee en in de Noorse

Geul, ten zuiden van Noorwegen, loopt de diepte op tot meer dan 500 meter. Dit is echter nog steeds klein bier vergeleken met onze oceanen die vlot 3 km overschrijden. Deze stukken continent die door de zee onder water zijn gezet noemt men dan ook toepasselijk het ‘continentaal plat’. Het continentaal plat behoort niet definitief toe aan de zee. Tijdens ijstijden, wanneer veel water onder de vorm van een ijskap aan de zee wordt onttrokken, daalt de zeespiegel en worden stukken van het continentaal plat op de zee teruggewonnen. Tijdens de verschillende ijstijden van de afgelopen 2,6 miljoen jaar stond de huidige Noordzee bijgevolg sporadisch droog en kon het vrijgekomen land gekoloniseerd worden door mammoeten, sabeltandkatten, wolharige neushoorns,... en ten slotte ook door de mens.

België grenst aan het zuidelijk deel van de Noordzee. De zee is hier hooguit 50 m diep.



■ Het Belgisch deel van de Noordzee wordt gekenmerkt door een 30-tal ondiepe zandbanken van soms wel tientallen kilometers lang en tot 30 meter hoog. Hier een digitaal terreinmodel afgeleid van multibeam opnames ter hoogte van de centrale zone van de Buiten Ratel zandbank (Dienst Continentaal Plat/FOD Economie)

Ondanks zijn geringe diepte blijft het Belgisch continentaal plat uiterst interessant voor zeewetenschappers. Het kent immers een onderwaterreliëf gedomineerd door een dertigtal zandbanken die dikwijls tientallen kilometers lang zijn en tot 1 km breed. Tussen de zandbanken liggen geulen die wel dertig meter dieper kunnen aftekenen en in sommige gevallen grof grind bevatten. Dichter bij de kust en vooral aan de oostkust komt veelal fijn sediment (slib) voor. Dit lappendeken van sedimenttypes en morfologische structuren zorgt dan ook voor een grote variatie aan bodemleven.

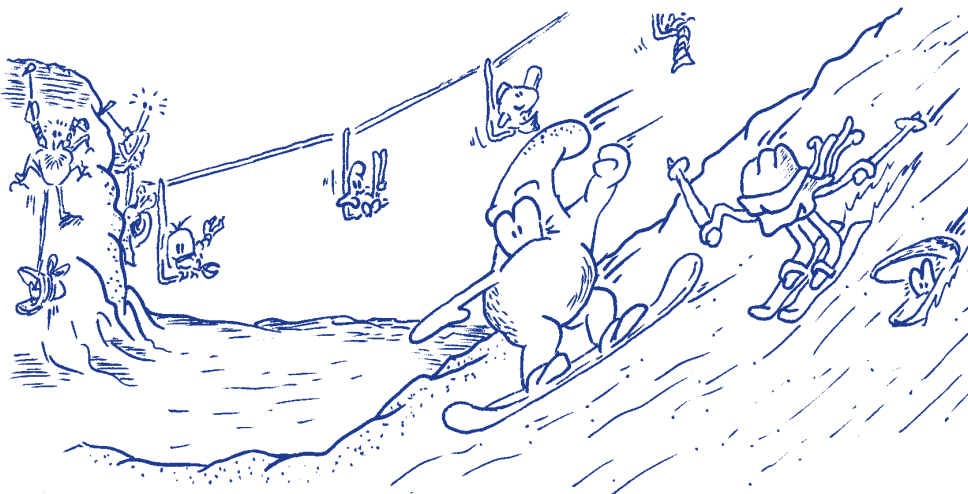
### Passieve Continentale Randen... niet zo passief als ze lijken

Wie vanuit de Noordzee via het Kanaal de Atlantische Oceaan opvaart, ziet de zeebodem op zijn dieptemeter geleidelijk aan wegzakken. De waterdiepte neemt gestaag toe van een honderdtal meter naar 3 à 4 kilometer. We bevinden ons hier op de zogenaamde 'continentale rand': de overgang van de continentale lithosfeer naar de doorgaans veel jongere oceanische lithosfeer. In de Atlantische Oceaan betreft het meestal passieve continentale randen, d.w.z. overgangen die zich niet op een breuklijn tussen twee tektonische platen bevinden en waar de kans op aardbevingen dus zeer gering is. Deze hellingen zijn bedekt met sediment dat het verschil in dikte tussen de continentale en de oceanische lithosfeer overbrugt. Ondanks het feit dat de gemiddelde helling slechts 3° bedraagt, zijn deze continentale hellingen van de meest dynamische plaatsen van de zeebodem. Ze vormen immers het doorgeefluik tussen de ondiepe zeeën van het continentaal plat en de onpeilbare dieptes van de oceaan. De continentale helling wordt dan ook doorsneden door talloze onderzeese 'canyons' waarlangs sediment, voedingsstoffen, en zelfs volledige watermassa's naar de dieptes van de oceaan razen.

Soms kunnen, onder invloed van bijvoorbeeld een aardbeving, grote pakketten sediment van de continentale helling instabiel worden en afglijden naar de oceaانبodem. Dergelijke afglijdingen zijn in de loop van de geologische geschiedenis talloze keren voorgekomen. Het bekendste voorbeeld hiervan is de Storegga afglijding aan de Noorse continentale rand ongeveer 8.000 jaar geleden. Hierbij gleed in totaal 3500 km<sup>3</sup> sediment af over een afstand van 290 km. Om dit enorme cijfer in perspectief te plaatsen: met dit volume kan je heel IJsland onder 34 m sediment begraven. Het is dan ook niet te verbazen dat deze afglijding gepaard ging met een tsunami die zich stortte op een groot deel van het Noordzeegebied. Dit voorbeeld toont aan dat tsunami's niet enkel plaatsvinden in exotische plaatsen zoals Japan, Chili of Indonesië maar ook kunnen voorkomen aan onze kusten.



■ De continentale rand ter hoogte van Frankrijk, Groot-Brittannië en Ierland toont de kenmerkende onderzeese canyons via dewelke het continentaal plat verbonden is met de diepzee (© Google Earth)



### Saaigheid troef op 40% van de oceaانبodem: de abyssale vlakte

Als we de continentale randen achter ons laten en verder trekken richting de 'open' oceaan, bereiken we het minst tot de verbeelding sprekende deel van onze tour: de abyssale vlakte. Deze uitgestrekte vlaktes beslaan ongeveer 40% van de oceaانبodem en liggen gemakkelijk enkele kilometers diep. Saaï en uitgestrekt als ze zijn, kregen ze in verhouding nog maar weinig aandacht, al neemt de economische interesse toe. Ondermeer het voorkomen op de zeebodem van knollen (van tientallen cm) die grote hoeveelheden ijzer en mangaanoxide bevatten, is daar niet vreemd aan. De grote diepte vormt (voorlopig) echter een hinderpaal voor de ontginning van deze metalen.

### Oceanische ruggen of de grootste bergketen ter wereld

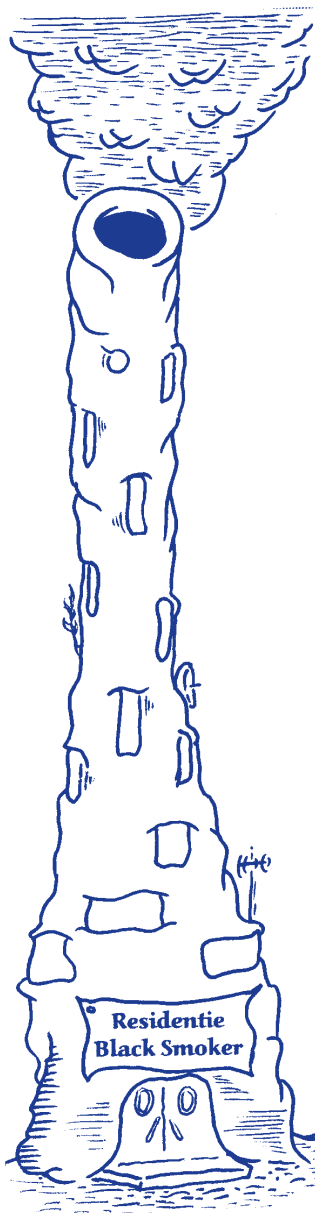
We zetten verder koers over de abyssale vlakte van de Atlantische Oceaan richting Amerika. In het midden van de oceaan merken we dat de bodem terug oploopt en de vlakte plaats ruimt voor een ware onderzeese bergketen. Alle oceanen kennen dit soort 'oceanische ruggen'. Ze liggen meestal (maar niet altijd) centraal in het oceanisch bekken en verheffen zich tot 1000 m boven de abyssale vlakte. Deze enorme bergketen van alles bij mekaar wel 80.000 km lang (!) wordt gevormd op plaatsen waar de oceanische platen uit elkaar bewegen.

### Waarom IJsland warmwaterbronnen en veel vulkanen kent

Ter hoogte van deze spreidingszones ziet nieuwe aardkorst het levenslicht doordat vloeibaar magma uit de vaste mantel naar



■ De Mid-Atlantische rug is met zijn 80.000 km de langste bergketen ter wereld. En ook al loopt ze voor het overgrote deel onderzees, toch zijn er ook plaatsen waar je ze als mens in al zijn glorie kunt ervaren, zoals hier op het vasteland van IJsland (Wikipedia)



boven stijgt en in contact met het water stolt aan de zeebodem. Het is bijgevolg een plaats waar zeer veel vulkanisme voorkomt en waar de bodem bezaaid is met gestolde magma zoals basalt. Deze spreidingsassen zijn over het algemeen doorsneden door talrijke evenwijdige breuken die loodrecht staan op de spreidingsas (zogenaamde 'transforme breuken'). Oceanische ruggen kunnen ook boven de zeespiegel uitsteken. Een bekend voorbeeld hiervan is IJsland. Vanwege zijn ligging op de Mid-Atlantische Rug is hier zeer veel vulkanische activiteit. Denk maar aan de recente uitbarsting van de Eyjafjallajökull vulkaan of aan de alom gekende geisers en warmwaterbronnen op het eiland.

#### Zwarte rook spuwende flatgebouwen...

Ter hoogte van deze oceanische ruggen sijpelt het zeewater via de breuken en de spreidingsas dieper in de aardkorst. Door de intense vulkanische activiteit ter hoogte van de spreidingsrug warmt het water dieper in de korst stilaan op en worden verschillende chemische elementen, veelal metaalsulfiden, opgelost. Naarmate het water opwarmt stijgt het terug, beladen met chemische verbindingen, naar de zeebodem. Dit soort onderzeese warmwaterspuwers noemt men 'hydrothermale bronnen'. Op plaatsen waar het hete water (400°C) uitgespuwd wordt in het zeewater, kristalliseren de chemische stoffen uit en vormen grote schoorsteenstructuren. Niet zelden bevatten deze 'black smokers' economisch interessante metalen zoals ijzer, goud, koper en zink. Dit wekt natuurlijk de interesse van de industrie, zeker als je weet dat de 'black smokers' zo groot kunnen worden als een appartementsgebouw van 16 verdiepingen. Deze 'black

smokers' vormen bovendien een specifieke leefomgeving voor speciale soorten kokerwormen, garnalen en mosselen. Die halen er hun levensenergie onrechtstreeks uit de waterstofsulfide die uit deze hydrothermale bronnen vrijkomt. Deze unieke levensgemeenschappen floreren ver weg van het zonlicht en onttrokken aan het menselijke oog, in omstandigheden die tot voor enkele decennia als onleefbaar werden beschouwd.

### Actieve continentale randen en troggen

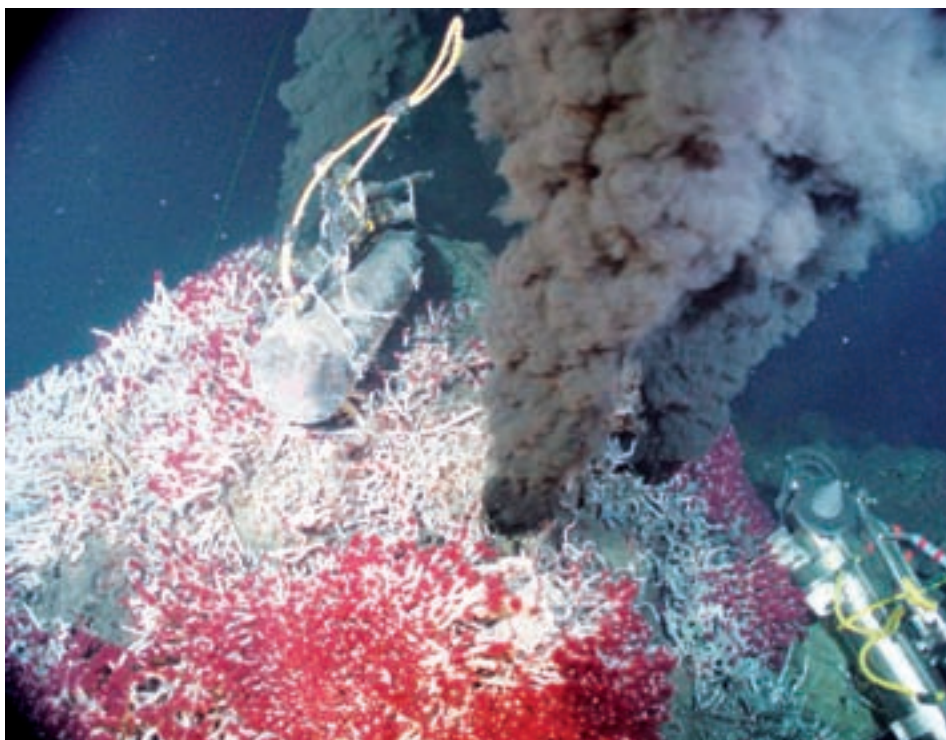
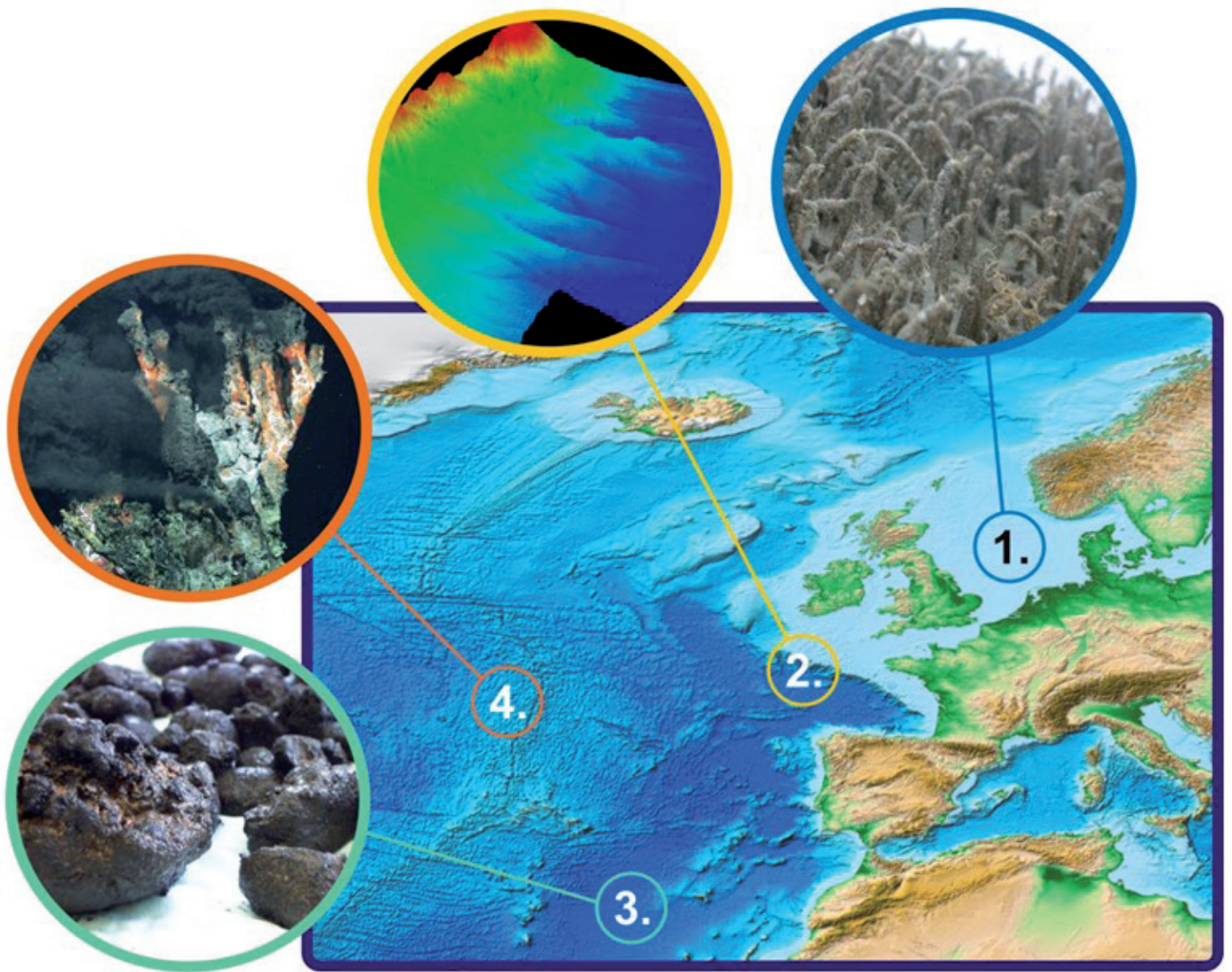
Hoger zagen we reeds dat de Atlantische Oceaan voornamelijk begrensd wordt door zogenaamde passieve continentale randen. Deze benaming doet vermoeden dat er ook zoiets bestaat als actieve continentale randen. Om na te gaan hoe dit soort randen precies in elkaar steekt, trekken we het best naar de andere kant van de wereld, naar de Grote of Stille Oceaan.

#### Over onderduikers en diepzeewaaghalzen

De relatief dunne oceanische lithosfeer heeft een grote dichtheid. Naarmate deze oceanische korst ouder wordt en afkoelt neemt de dichtheid bovendien nog verder toe. Zo komt het dat de oceanische lithosfeer op bepaalde plaatsen 'zwaarder' wordt dan de onderliggende mantel en stilaan zal wegduiken in de vervormbare mantel. In sommige gevallen gaan de platen niet 'spontaan' wegzinken maar worden ze door een botsing met een andere plaat in de mantel weggedrukt. Dit proces wordt subductie (onderduiken) genoemd. In deze subductiezones waar de lithosfeer in de mantel wegzakt, vormt zich een bijkomende diepte: een zogenaamde diepzeetrog. Deze troggen zijn dan ook de diepste plaatsen van de oceanen. Het bekendste voorbeeld hiervan is ongetwijfeld de Marianentrog in de Stille Oceaan met een diepte van nagenoeg 11 km. Op een dergelijke diepte is de druk van het bovenliggende water zo enorm dat slechts 3 mensen ooit in deze trog zijn afgedaald: Jacques Piccard en Don Walsh met hun bathyscaaf 'Trieste' in 1960 (10.916 m) en filmmaker James Cameron met zijn 'Challenger Deep' in maart 2012 (10.898 m).

#### Waar het hard tegen onzacht is...

Het wegzakken van een oceanische plaat in de onderliggende mantel gaat overigens niet zonder slag of stoot. Meestal schuurt de wegzinkende plaat tegen de bovenliggende oceanische of continentale korst, wat aanleiding geeft tot aardbevingen. Wij kennen deze bevingen voornamelijk van de tsunami's (Chili, Japan, Thailand en Indonesië) die ze kunnen veroorzaken, als een echo van de enorme natuurkrachten die in de oceaanbodem aan het werk zijn. Wanneer de oceanische plaat diep genoeg in de mantel doordringt, zal hij langzaam smelten tot magma die op zijn beurt opborrelt en aanleiding geeft tot vulkanische



■ In het Noordoost-Atlantische gebied, net als elders ter wereld, komen diverse zeebodemvormen voor:

- (1) het continentaal plat is het ondergelopen deel van de continenten; het herbergt vaak een rijke biodiversiteit;
- (2) de continentale helling vormt de overgang met de diepzee en is vaak doortrokken met canyons;
- (3) daar voorbij strekken zich de abyssale vlaktes uit, vrij saai en uitgestrekte gebieden die samen 40% van de oceaanbodem uitmaken, en waar o.a. mangaanknollen kunnen worden aangetroffen;
- (4) centraal in de oceaan vind je een onderzeese bergketen, zoals de Mid-Atlantische Rug; hier wordt nieuwe aardkorst gevormd, is vaak veel vulkanische activiteit en kunnen onderzeese warmwaterbronnen ('hydrothermale bronnen') voorkomen; deze kunnen aanleiding geven tot grote schoorsteenvormige structuren, de 'black smokers'; deze bevatten interessante metalen en vormen hotspots voor zeer bijzonder zeeleven (zie inzettfoto 4 en extra foto)(NOAA)

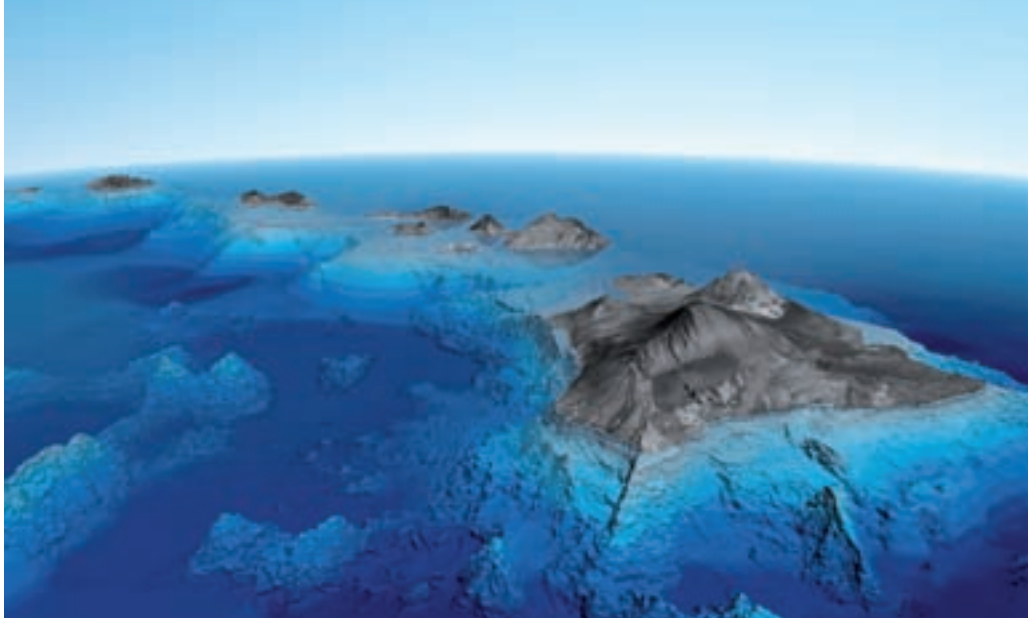


■ Aan de westrand van Zuid-Amerika loopt een diepzeetrog. Ze ontstaat waar de oceanische plaat onder een continentale plaat wegduikt. Hierdoor wordt deze laatste samen gedrukt en ontstaan bergketens, zoals de Andes (© Google Earth)

activiteit in de buurt van de trog. In het geval de oceanische plaat wegduikt onder een continentale plaat zal deze laatste worden samengedrukt waardoor (in combinatie met het vulkanisme) bergketens ontstaan. Een bekend voorbeeld hiervan is het Andesgebergte in Zuid-Amerika dat vlak naast een diepzeetrog gelegen is. De wegduikende plaat, het vulkanisme, de aardbevingen,... maken dat deze continentale randen helemaal niet passief zijn zoals veelal het geval is in de Atlantische Oceaan. We spreken hier dan ook toepasselijk van actieve continentale randen. Vooral rondom de Stille Oceaan vinden we ze terug, wat dit gebied de naam 'de Ring van Vuur' (The Ring of Fire) heeft opgeleverd. Als een oceanische plaat echter wegzakt onder een andere oceanische plaat zal zich een smalle onderwaterbergketen vormen. Op de plaats waar deze rug boven de zeespiegel uitsteekt, ontstaat een eilandenboog die over het algemeen eveneens gekenmerkt wordt door intense vulkanische activiteit. Bekende voorbeelden van dergelijke vulkanische eilandbogen zijn de Caraïben en Indonesië.

#### **Pekelbronnen, moddervulkanen en andere uitsijpelingen**

In een subductiezone wordt de wegduikende oceaankorst samengeperst en zal het poriënwater uit diepere lagen zich een weg naar de zeebodem banen. Ter hoogte van een subductiezone vinden we op de zeebodem dan ook een hoge concentratie van 'bronnen' die vloeistoffen uitstoten uit de ondergrond. Dergelijke bronnen heten 'seeps' of 'vents'. De samenstelling, dichtheid en temperatuur van de uitgestoten vloeistoffen kunnen sterk variëren. Dat gaat van vloeistoffen rijk aan zout (zogenaamde 'brines' – pek), over aardolie of methaan tot echte 'modder' die aanleiding geeft tot de vorming van moddervulkanen. Opmerkelijk is



■ Geïsoleerde eilanden, met name in de Stille Oceaan, zijn vaak ontstaan ten gevolge van vulkanisme en uit de mantel oprijzende pluimen magma die tot boven het zeeniveau uittorenen. Omdat de oceanische plaat traag beweegt ten opzichte van de mantel, kan een kraal van eilanden ontstaan zoals op Hawaï (Copejans & Smits 2011)

dat in de buurt van deze seeps, net als bij de 'black smokers', ecosystemen van wormen of schelpen kunnen ontstaan die voor hun metabolisme indirect gebruik maken van de uitgestoten vloeistoffen en dus geen licht nodig hebben om te overleven.

#### **Seamounts en hot-spots, met als voorbeeld Hawaï**

Tot slot staan we nog even stil bij geïsoleerde vulkanische structuren die vooral op de bodem van de Stille Oceaan talrijk voorkomen. Het zijn plaatsen waar vanuit de basis van de mantel gigantische pluimen ('plumes') magma oprijzen en zich een weg door de mantel en de oceanische lithosfeer banen. We noemen dit 'hot-spots'. Bovenop een hot-spot zal zich een vulkaan vormen die in sommige gevallen zelfs boven de zeespiegel kan uitsteken. Het best gekende voorbeeld zijn de vulkanen van de Hawaï-archipel. Naarmate de oceanische plaat beweegt over de hot-spot in de mantel, kan de bestaande vulkaan uitdoven en zal ernaast een nieuwe vulkaan gevormd worden. Op die manier krijgen we een heuse 'kraal' van vulkanen op de zeebodem. Een pittig detail, de Mauna Kea vulkaan op Hawaï rijst meer dan 10.000 m uit boven de omringende abyssale vlakte en is in die zin dus groter dan de hoogste berg op aarde: de Mount Everest (+8848 m).

De onderwatervulkanen worden ook wel eens 'seamounts' (letterlijk: zeebergen) genoemd. Ze trekken door hun verhoogde positie in het water veel leven aan: vissen, zeezoogdieren, koralen,... Dergelijke seamounts zijn dan ook dikwijls goed gekend bij de commerciële visserij. Bij vulkanen die zich dicht bij het wateroppervlak bevinden kan een barrièrerif van koralen ontstaan. Als vervolgens de centraal gelegen vulkaan

wat wegzakt, terwijl het barrièrerif met levend koraal blijft aangroeien, vormt zich een ringvormig eiland of 'atol'. Vooral in de Stille Oceaan zijn talrijke atollen te vinden die we kennen van de idyllische toeristische foto's.

#### **Op de drempel van nieuwe diepzee-ontdekkingen**

Hiermee komen we aan het einde van onze tocht langs de grote geomorfologische structuren op de zeebodem. Het is duidelijk dat er onder het zeeoppervlak een enorm megalandschap aan ons zicht onttrokken wordt. De exploratie van dit onderwaterreliëf heeft cruciale informatie aangeleverd over de structuur en het functioneren van onze planeet en dat terwijl er slechts een fractie van de zeebodem grondig onderzocht werd. Het kan ons alleen doen dromen van de rijkdom aan informatie die in de toekomst nog te rapen valt en de grote ontdekkingen die op de zeebodem liggen te wachten. Wordt ongetwijfeld vervolgd.

#### **Bronnen**

- Copejans E. & M. Smits (2011). De Wetenschap van de Zee. Uitgeverij Acco, 175 pp.
- Degrendele K., F. Kerckhof, J.-S. Houziaux, A. Norro & M. Roche (2008). Schatkamers van onze Noordzee: de laatste oase in gevaar. De Grote Rede 23: 3-10.
- Kennett J.P. (1981). Marine Geology. Prentice-Hall: NY. ISBN-13 978-0135569368. pp. 813
- Mathys M. (2010). Het onderwaterreliëf van het Belgisch deel van de Noordzee. De Grote Rede 26: 16-26.
- NOAA (2007). Hidden depths: atlas of the oceans. Collins: London. ISBN 978-0-00-723671-8. 256 pp.
- Pinet P.R. (1998). Invitation to Oceanography. Web enhanced edition. Jones and Bartlett Publishers: Sudbury. ISBN 0-7637-0614-0. 508 pp.
- Tizard T.H., H.N. Moseley, J.Y. Buchanan & J. Murray (1885). Narrative of the cruise of H.M.S. Challenger with a general account of the scientific results of the expedition. Report on the scientific results of the voyage of H.M.S. Challenger during the years 1873-76 under the command of Captain Georges S. Nares and the late Captain Frank Tourle Thomson, I. Her Majesty's Stationery Office: London. 1107, 57, 35 photo plates, 14 color plates pp.