

In dit zesde nummer van het infoblad over kust en zee, 'De Grote Rede' hebben we opnieuw gepoogd om met een enthousiast redactieteam diverse onderwerpen aan bod te laten komen, waarvan we hopen dat ze u zullen boeien. Dat we binnen het Vlaams Instituut voor de Zee de 'zee' heel ruim interpreteren, blijkt overigens ook dit keer weer uit de gebrachte bijdrages. Of het nu polders, duinen, stranden, havens, estuaria of de zee betreft, steeds is er een vleugje zout of een meterijge getij te ontwaren. Mede daarom vonden we het gepast om in dit nummer het alledaagse, maar allesbehalve vanzelfsprekende fenomeen van het getij, eens onder de loep te nemen. Aan u om te oordelen of we erin geslaagd zijn een aantal fabels de wereld uit te helpen en het mysterie van het getij een stuk toegankelijker te maken.

Maar ook de polders trokken onze aandacht. Op basis van een wetenschappelijke bevraging polsten Dirk Bogaert, An Cliquet en Martine De Zitter (in het kader van een VLINA-project) naar de aanvaarding van natuurherstel- en natuurontwikkelingsmaatregelen in de Uitkerkse Polder door landbouwers, omwonenden en recreanten. In een derde bijdrage maakte Fanny Douvere (Maritiem Instituut – Universiteit Gent) een analyse van de acties die in het kader van een nieuw Gemeenschappelijk Visserijbeleid naar voor worden geschoven door EU-commissaris Fishler. Wat uiteindelijk van die plannen concrete invulling zal vinden in het veld en wat de gevolgen zullen zijn voor onze veelgeplaagde Vlaamse visserijsector, zal moeten blijken in de volgende weken. Bemoedigend is dat er een wil lijkt te bestaan om het wereldwijde probleem van overbevissing op een ernstige manier aan te pakken, zonder evenwel de economische en sociale gevolgen uit het oog te verliezen.

In elk van deze hoofdartikelen serveren we u resultaten van onderzoek of actuele beleidsacties, conform onze doelstelling een zo breed mogelijk publiek op de hoogte te houden van wat reilt en zeilt in ons kustgebied. Daarbij kunnen we ons als informatiecentrum permitteren over de grenzen van achtergrond en opleiding, sectoriële belangen, bevoegdheden en verantwoordelijkheden te stappen. Vanuit die rol menen we tevens te kunnen bijdragen tot een duurzame ontwikkeling van de kust. Goede relaties bouwt men immers slechts door naar elkaar te luisteren, andere meningen te (willen) begrijpen en door een minimum aan inlevingsvermogen te etaleren. Een duurzame kust, gebaseerd op de pijlers economie, sociale tevredenheid en ecologie, bereikt men dan ook niet met verborgen agenda's en eenzijdig getouwtrek. Enkel een beleid gebouwd op actieve participatie van alle betrokkenen in open dialoog (noem dat gerust: 'geïntegreerd en duurzaam kustzonebeheer'), waarbij constructief gezocht wordt naar de grootst mogelijke gemene deler, heeft ons inziens een kans op slagen.

Wij als VLIZ zullen dit proces in elk geval onze volledige steun verlenen. Met deze positieve noot wil ik u, lezers, tot slot een duurzaam 2003 toewensen!

De op- en neergaande bewegingen van zeeën en oceanen ('vloed' en 'eb') blijven verbazen. Tweemaal daags sleept de zee zich – in een soort Echternach-procedure – omhoog tot aan het 'zachte strand'. En met dezelfde frequentie druipert ze daarna telkens weer af naar veilige diepten. Het zijn deze getijdebewegingen die aan de basis liggen van het wereldwijd voorkomen van typische leefgebieden als stranden, slikken, schorren en mangrovebossen. Aan de Belgische kust, waar het verschil in zeespiegelniveau gemiddeld zo'n 4 meter bedraagt, zijn de getijden alom manifest aanwezig en vertalen ze zich in brede zand-

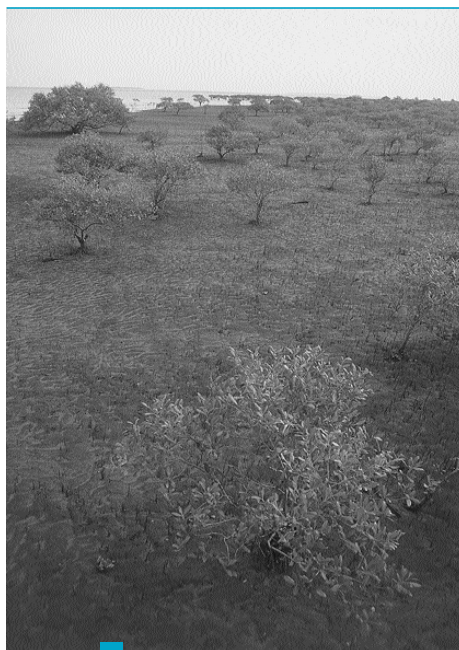
stranden. De strandtoerist spoedt zich om zijn minutieus afgewerkte zandkasteel zolang mogelijk te doen weerstaan aan de aanstormende 'watertroepen'. En bij laagwater wordt een wandeling tot aan de zee op zwak hellende stranden plots een heuse tocht.

Maar hoe ontstaan eb en vloed eigenlijk? Trekt men de stop uit de zee bij eb? En wat is springtij en doodtij? Om een antwoord te vinden op deze vragen moeten we eerst een blik werpen op de hoofdpersonages van dit verhaal: de zon en de maan. Beide hemellichamen trekken de watermassa's op aarde aan



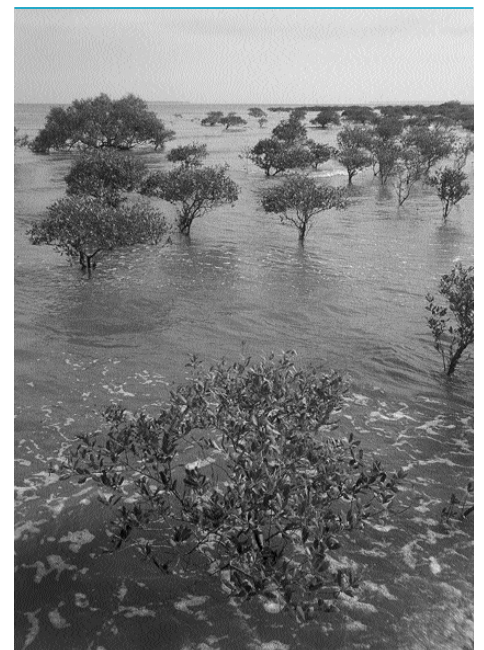
MD

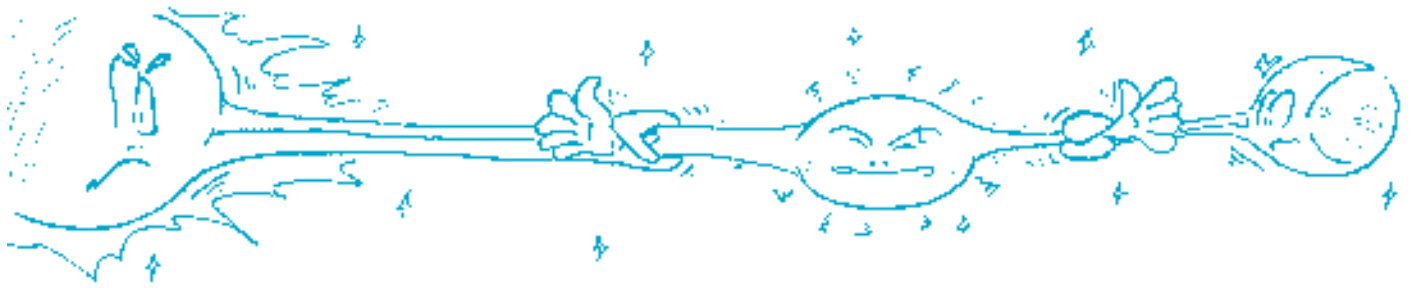
Aan de Belgische kust vertaalt een gemiddeld tijverschil van 4 meter zich in brede zandstranden



MD

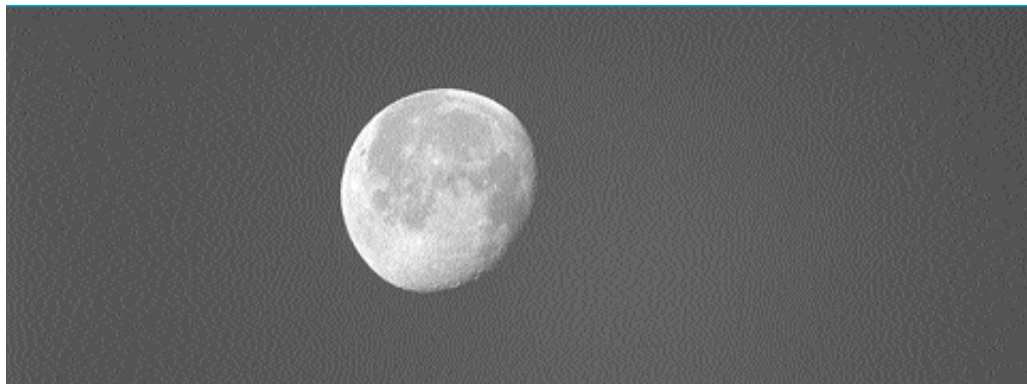
Getijdebewegingen liggen aan de basis van het voorkomen van typische leefgebieden als stranden, slikken, schorren en mangrovebossen. Hier een mangrovegebied in India bij laag- en hoogwater





MD

Normaal zou je verwachten dat de zon, die een massa heeft die wel 27 miljoen keer groter is dan deze van de maan, de grootste aantrekkingskracht heeft op de aarde. De zon heeft echter één grote handicap: ze staat 389 keer verder van de aarde dan de maan. En vermits afstand zwaarder doorweegt dan grootte, wint onze maan de touwtjetrokdiscipline met verve



### Julius Caesar had beter moeten weten

Als Romein was Julius Caesar zich niet bewust van de effecten van het getij. Met getijverschillen van nauwelijks 30 cm zijn die in de Middellandse Zee immers nauwelijks voelbaar. Grote verrassing voor de man, toen hij met zijn vloot Brittannië wou veroveren in het jaar 55 voor Christus. In zijn spraakmakende werk 'De Bello Gallico' wordt niet alleen beschreven dat de Belgen de dapperste der Galliërs waren, maar ook hoe een stormvloed in combinatie met springtij, voor grote verliezen zorgde bij de landing. Van de schepen die troepen aanvoerden en op het droge strand waren getrokken, en van de vrachtschepen die voor anker lagen in het ondiepe kustgebied, werden er heel wat verbrijzeld toen de stormvloed met onverwacht geweld op de kusten ging inbeuken. Het hoeft niet steeds Obelix en Asterix te zijn...

en zijn derhalve rechtstreeks verantwoordelijk voor de getijden die wij dagelijks ervaren. Hoewel de oude Grieken de eersten waren die het verband opmerkten tussen de getijden en de standen van de maan, was het wachten op Isaac Newton vooraleer dit verband eenduidig kon worden verklaard.

### Newton, vallende appels en opkomend tij

De Engelse fysicus Sir Isaac Newton (1643-1727) was ongetwijfeld één van de allergrootste geleerden ooit. Hij was het die in zijn boek 'Principia' de algemene zwaartekrachtwet formuleerde, die stelt dat: "alles in het heelal elkaar aantrekt, met een kracht die recht evenredig is met het product van hun massa's en omgekeerd evenredig met het kwadraat van de afstand tussen beide". In eenvoudige woorden vertaald geldt dus dat: (1) hoe groter objecten en hoe

dichter bij elkaar, hoe sterker de aantrekkingskracht; (2) de afstand zwaarder doorweegt dan de grootte. Een appel die je op nauwelijks enkele meters hoogte loslaat, zal dus zonder pardon vallen. De veel grotere aarde trekt immers de vrucht genadeloos naar zich toe. Maar ook hemellichamen spelen magneetje met elkaar. Zowel de maan als de zon trekken de aarde, en dus de vloeibare en vervormbare waterlaag aan het oppervlak ervan,

### Eb, vloed, hoogwater en laagwater

Het moment dat de waterstand het hoogst is, wordt 'hoogwater' genoemd. Als de waterstand het laagst is, spreekt men van 'laagwater'. De overgang van hoogwater naar laagwater noemt men 'eb' en de overgang van laagwater naar hoogwater wordt 'vloed' gedoopt. Tijdens de wisseling van de getijden ontstaan ook stromingen, de zogenaamde 'getijstromingen'.

## Krachtbal op hoog niveau



Maar naast de zwaarte-kracht spelen ook andere krachten een rol van betekenis in het spel van de getijden. De maan draait rond de aarde en als een onafscheidelijk duo zoeven ze samen in een brede baan rond de zon.

Bij deze omcirkelende bewegingen ontstaan zogenaamde centrifugale of middelpuntvliedende krachten. Vergelijk het met een met water gevulde ballon die je aan een touw rond je eigen as slingert: je voelt niet alleen de kracht die de ballon naar buiten uitoefent, je ziet ook daadwerkelijk dat de aanvankelijk ronde ballon eivormig naar buiten wordt uitgestulpt. Zo geschiedt ook met de getijbewegingen. Op het aardoppervlak, aan de van de maan afgekeerde zijde, ontstaat zo een 'berg' van water ten gevolge van de centrifugale kracht (uitgeoefend op aarde/maan).

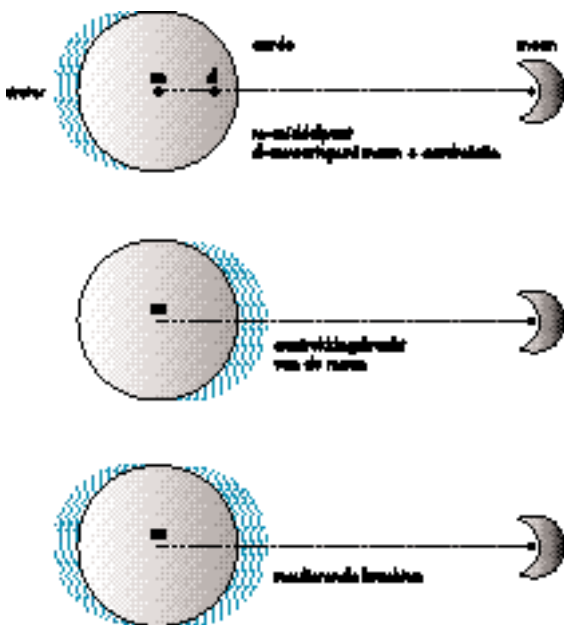
Aan de kant van de maan, overtreft de aantrekkingskracht van de maan de centrifugale krachten met eveneens een resulterende waterberg. Het gevolg is dat de bolvormige aarde eruit gaat zien als een rugbybal met één spits uiteinde naar

aan. Andere hemellichamen liggen of te ver, of zijn te klein om van zich te laten horen. Normaal zou je verwachten dat de zon, die een massa heeft die wel 27 miljoen keer groter is dan deze van de maan, de grootste aantrekkingskracht heeft op de aarde. De zon heeft echter één grote handicap: ze staat 389 keer verder van de aarde dan de maan. En vermits afstand zwaarder doorweegt dan grootte, wint onze maan de touwtjetrokdiscipline met verve.

de maan toe gericht, en één van de maan afgekeerd. (zie figuur). Beide uitstulpingen zijn logischerwijze even hoog. Indien ze dat niet zouden zijn, zou dat immers betekenen dat de centrifugale kracht en de aantrekkingskracht van de maan op de aarde verschillend zouden zijn en aarde en maan zouden botsen of uiteenwijken!

## De zon doet er een schepje bovenop

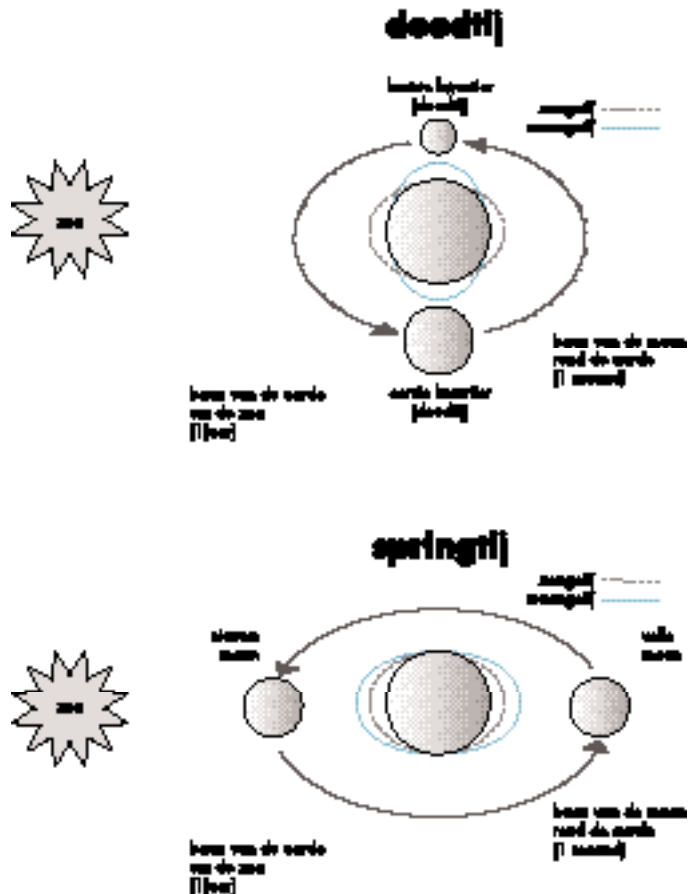
Maar ook de zon speelt mee en trekt de aarde en diens oceanen aan. Wanneer de maan en de zon op één lijn met de aarde komen te liggen, wordt de aantrekkingskracht van de maan versterkt door die van de zon. Het hoogwater is hoger en het laagwater lager dan normaal. Dit noemt men **springtij** (Figuur). Intuïtief zou men springtij verwachten bij volle maan (*dus*: als aarde, maan en zon in elkaars verlengde staan en je dus de hele maan verlicht ziet door de zon) of bij nieuwe maan (*dus*: als de maan vanaf de aarde gezien volledig is afgeschermd van belichting door de zon). De werkelijkheid leert ons dat springtij zich voordoet een paar dagen na volle maan of na nieuwe maan. Dit komt doordat de getijdenbewegingen ontstaan op het zuidelijk halfrond en de vloedgolf enkele dagen de tijd nodig heeft om onze kust te bereiken. Telkens een week



VL

De gelijktijdige vloedgolf aan de twee tegenoverliggende zijden van de aarde (onder) zijn de resultante van de middelpuntvliedende kracht (boven) en de aantrekkingskracht door de maan (midden)

Afhankelijk van de positie van de zon en maan ten opzichte van de aarde, kan het maangetij versterkt (springtij) of verzwakt (doodtij) worden door de zon



VL

## Voor de perfectionisten onder ons: de volledige waarheid

Eén omwenteling van de aarde om haar eigen as duurt een dag. Een vaste waarnemer op het aardoppervlak zal bijgevolg elke dag twee keer vloed en twee keer eb waarnemen. Men zou dus verwachten dat een getijdencyclus 12 uur zou duren. Echter, een getijdencyclus duurt net iets langer. De aarde draait om de zon in dezelfde zin als ze om haar eigen as draait en de maan draait om de aarde in dezelfde zin als ze (zeer traag) om haar eigen as draait. Nadat de aarde één omwenteling om haar eigen as heeft gemaakt, is de maan ook een beetje verder doorgeschoven op haar eigen baan om de aarde. Opdat de maan, na één aardrotatie, weer exact dezelfde positie zou innemen t.o.v. het aardoppervlak, moet de aarde nog een stukje doordraaien. De aarde draait in 23 uur en 56 minuten om haar eigen as. Per uur draait ze dus ongeveer  $15^\circ$ . De maan daarentegen heeft 27,32 dagen nodig om éénmaal rond te draaien. Per dag draait de maan dus ongeveer  $360^\circ/27,32 = 13^\circ$  door. Met een eenvoudig ezelsbruggetje berekent men snel dat de aarde, na éénmaal om haar as te zijn gedraaid, nog 13/15 uur nodig heeft om eenzelfde positie in te nemen t.o.v. de maan als voor de rotatie. Dit komt overeen met 50 minuten. Aangezien deze 50 minuten gelden voor een periode van 24 uur en per dag twee getijdencyclusen voorkomen, verklaart dit waarom een getijdencyclus opgewekt door de maan geen 12 uur, maar wel 12 uur en 25 minuten duurt.

Evenzo is de aarde na één rotatie om haar eigen as een beetje verder doorgeschoven op haar baan om de zon. Om dezelfde reden moet de aarde nog een klein beetje doordraaien om weer hetzelfde stukje aardoppervlak aan de zon bloot te stellen. Hiervoor heeft de aarde slechts 4 minuten nodig. Samen met de duur van één omwenteling om haar eigen as, die 23 uur en 56 minuten duurt, komt dit neer op 24 uur. Een zongetijde duurt dus exact 12 uur. Het zongetijde wordt samengesteld met het maangetijde. Het gevolg hiervan is dat het getij periodiek wordt versterkt of afgezwakt. Bovenop deze twee zogenaamde harmonische getijden komen ook nog een 8,85 jarige en een 18,6 jarige cyclus. De eerste cyclus heeft te maken met de rotatie van de lange as van de ellipsvormige baan van de maan die rond de aarde roteert in 8,85 jaar. De tweede cyclus houdt verband met de variërende hoek die de maan maakt met het vlak van de evenaar en die pas na 18,6 jaar terug dezelfde waarde aanneemt.

En om het helemaal te vervolledigen nog dit: de klassieke getijden die zich tweemaal daags voordoen en die we ook in de Noordzee kennen (de zogenaamde *'semi-diurnale'* getijden), zijn geen absolute regel. Ook *'diurnale'* getijden – of getijden die slechts één keer per dag optreden – bestaan, zij het zeldzaam. Ze zijn meestal het gevolg van de vorm van de kust die het betreffende zeegebied omsluiten. Wanneer beide geschetste types samenwerken kunnen tenslotte ook *'gemengde'* getijden optreden: de getijden doen zich dan wel tweemaal daags voor, maar het ene getij is merklijk hoger dan het andere.

later, of dus enkele dagen na eerste kwartier en laatste kwartier, staan de aarde, zon en maan in de hoekpunten van een rechthoekige driehoek en wordt de aantrekkingskracht van de maan tegengewerkt door die van de zon. Het verschil tussen hoogwater en laagwater is dan minimaal. Dit noemt men doodtij.

## Helaas, niets is zo simpel als het lijkt

Vermits de aarde éénmaal om haar as draait in 24 uur tijd, zou je dus verwachten dat een vaste waarnemer op het aardoppervlak elke dag twee keer vloed en twee keer eb kan waarnemen (getijdencyclus van 12 uur). Bovendien zou je verwachten dat de twee tegenover elkaar liggende 'waterbergen' niet veel hoger zijn dan 0,5 meter en rustig van oost naar west over de aardbol heengolven. Echter, een getijdencyclus duurt net iets langer en verschillen tussen hoog en laagwater kunnen plaatselijk oplopen tot meer dan 15 meter. Wat is er aan de hand?

We gingen er tot nu toe gemakshalve van uit dat de aarde een ideale bol is, bedekt met overal even diepe zeeën en geen land. De werkelijkheid is een stuk minder eenvoudig en van ons 'theoretisch' getij blijft al snel niet veel meer over. Zo draaien niet alle hemellichamen in mooie cirkelvormige banen om elkaar heen (zie kader *'Voor de perfectionisten onder ons'*) en ontmoet de ontstane vloedgolf tal van obstakels. De aanwezigheid van continenten, eilanden, zeeëngtes, ondiepe zeeën, mid-oceanische 'ruggen' (onderwaterbergketens), de wrijving tussen watermassa en zeebodem en de werking van de Corioliskracht (die het gevolg is van de rotatie van de aarde) zorgen voor een ingewikkelde verdeling van golfbewegingen, die zich om zogenaamde knooppunten heen en weer bewegen.

## Van de Zuidelijke IJsee tot de Vlaamse kust: de lange reis van het getij

De oorsprong van de getijdenwerking aan de Vlaamse kust moeten we gaan zoeken op het zuidelijk halfrond. De getijgolf, die je je moet voorstellen als de beweging van een golf en niet van een waterstroom (denk aan een fles die wel op en neer gaat in de zich snel verplaatsende golven, maar zich nauwelijks horizontaal verplaatst), vertrekt vanuit de Zuidelijke IJsee (zie kaart). Tijdens haar reis rond de wereld wordt ze vervormd door allerhande hindernissen, vernauwingen, ondiepe wateren, enz. De periode die een vloedgolf erover doet om onze contreien te bereiken noemt men de leeftijd van het getij. Zo ontstond de getijgolf die Brest (Frankrijk) op dit ogenblik passeert 29 uur geleden. De getijgolf die vóór onze kust passeert is bijna 2 dagen oud. Wanneer de getijgolf uit de Atlantische Oceaan de Britse eilanden vanuit het zuiden nadert, wordt deze gedwongen rondom de eilanden te stromen. Ze splitst zich in twee. Een eerste tak nadert het Kanaal vanuit het zuiden met een gemiddelde snelheid van 200 m/s (720 km/h; d.i. de snelheid van een modern passagiersvliegtuig!) en wordt vertraagd aan de vernauwing van Calais. Hierdoor ontstaat een opstuwung van het water die aanleiding geeft tot grote tijverschillen in Zuid-Engeland en Noordwest-Frankrijk. Wanneer deze vloedgolf zich uiteindelijk door het Kanaal heeft geperst, heeft ze al veel van haar kracht en snelheid verloren. Deze golf is nog nauwelijks voelbaar aan de Belgische kust. Eigenlijk wordt het getij aan de Belgische kust bepaald door het gedeelte van de vloedgolf die voordien de Ierse en de westelijke kust van Groot-Brittannië aandeend. Dit gedeelte van de vloedgolf stroomt vervolgens rond Schotland en wordt dan, omwille van de aardrotatie, gedwongen in tegenwijzerzin te stromen. Deze baant zich een weg door de Noordzee in zuidelijke richting langs de oostelijke kust van Engeland en wordt dan omgebogen langs de Belgische en Nederlandse kust en om zo haar weg verder te zetten richting Scandinavië.

In ondiep water kan het voorkomen dat de vloed minder lang duurt dan de eb. Immers, in diepe zeeën heeft het water alle plaats om te bewegen, terwijl in ondiepe gebieden vooral de vloedgolf weerstand ondervindt (cf. komt op als water op zijn laagst staat en meest weerstand). Als de vloedgolf een vernauwing wordt ingeduwd zoals het Kanaal wordt de golf geremd. Na de vloed komt de eb en valt de stuwende kracht weg. Het duurt veel langer vooraleer de eb al



De vloedgolf die ontstaat in de Zuidelijke IJzee splitst zich bij het naderen van de Britse eilanden in twee. Een eerste tak zorgt voor aanzienlijke getijverschillen in het Kanaal maar heeft reeds veel van haar kracht en snelheid verloren wanneer ze België nadert. Een tweede voor ons veel belangrijker tak stroomt rond Schotland tot in de Noordzee, volgt er de oostkust van Engeland en wordt vervolgens omgebogen langs de Belgische en Nederlandse kust om zo haar weg verder te zetten richting Scandinavië



Op de Noordzee bestaan er zowaar twee zogenaamde knooppunten of amfidromieën, waar quasi geen getij voorkomt

het water weggrijpt dan dat de vloed erover doet om het water binnen te krijgen. Men spreekt dan van een 'asymmetrisch tij'.

### Knopen op zee

Raar maar waar: er zijn punten op zee waar vrijwel geen getij voorkomt. In deze knooppunten of amfidromieën komen de lijnen, die alle plaatsen waar gelijktijdig hoogwater optreedt met elkaar verbinden, samen. Het getij draait zich a.h.w. om deze punten heen. In de Noordzee komen twee dergelijke knooppunten voor (zie kaart).

### Hoger, lager

Het verschil tussen hoog- en laagwater op een welbepaalde plaats (de *getij-amplitude*) kan sterk verschillen naargelang de plaatselijke omstandigheden. In de grote, diepe oceanen is de amplitude doorgaans beperkt tot een niveauverschil van 0.5 tot 1 meter. In quasi volledig afgesloten zeebekkens zoals de Middellandse Zee of de Baltische Zee is het getijverschil nog kleiner (ca. 30 cm). Daartegenover staan de vaak extreme tijverschillen in baaien en zeearmen. In het kanaal van Bristol (W-Engeland) komen tijverschillen voor tot 15 meter en in de Bay of Fundy nabij Nova Scotia (Canada) worden tijverschillen tot 18 m waargenomen. Vanop het droge strand rond de Mont Saint-Michel in Normandië ziet men het zeewater de baai binnestromen aan een zeer hoge snelheid (tot 65 meter per minuut!). In een mum van tijd heeft het water het strand veroverd. Wie niet weg is, is gezien: het water in de met verraderlijke zandgronden gevulde baai kan tot 14 m stijgen of dalen. Maar ook in het Kanaal t.h.v. Calais wordt het water a.h.w. door een trechter geperst en hoog opgestuwd. In de Noordzee heeft de vloedgolf veel meer ruimte om zich uit te spreiden en bijgevolg is daar het verschil tussen hoog en laagwater kleiner. Door de topografie van de bodem, de vorm van de kust en allerlei andere neveneffecten kent de Noordzee een ingewikkeld getijsysteem. Aan de Nederlandse kust is het gemiddeld tijverschil ruim 1,5 m. Aan de Belgische kust is die met 3,90 m veel groter.

### Steile vloedgolven

Wanneer een baai waarin grote tijverschillen worden waargenomen uitloopt in een ondiepe riviermond, kan de vloedgolf zeer steil worden. Zo komt in de monding van de Amazone, de Trent en de Severn (Groot-Brittannië), de Seine en de Gironde (Frankrijk) en in veel Aziatische wateren (bv. Qiantang rivier

in China, Brahmaputra en Ganges rivier in India) bij springtij een 'bore' voor. Een 'bore' is een grote, hoge steile muur van water die bij springvloed de rivier binnenloopt. Opdat een rivier een 'bore' kan ontwikkelen moet deze een ondiepe bedding hebben die heel nauw wordt.

### Hoe goed het getij ook wordt voorspeld...

Op het weer hebben de modellers geen greep. Het via berekeningen jaren op voorhand voorspelbare getij, ook wel het *astronomische getij* genoemd, is immers maar een theoretisch gegeven. Dit getij vindt men terug in tabellen samengesteld door de Administratie Waterwegen en Zeewezen, afdeling Waterwegen Kust, op basis van de waarnemingen ter hoogte van het Meetnet Vlaamse Banken (meetsysteem van 15 boeien en meetpalen vóór de Belgische kust).

Om veilige scheepvaart naar en van de Westerschelde en de Vlaamse kusthavens te kunnen verzekeren, is er echter meer nodig. Het weer kan immers de getijden versterken dan wel afzwakken. Dit *meteorologisch getij*, dat samen met het astronomische tij resulteert in het uiteindelijk waarneembare spel van waterspiegelstijgingen en -dalingen, wordt in belangrijke mate bepaald door de luchtdruk en in mindere mate door windrichting en -snelheid. Zo kan het samengaan van een springtij en een storm die het water opstuwt aanleiding geven tot een heuse stormvloed, met alle gevolgen van dien. De juistheid van het meteorologisch getij hangt dus in grote mate af van de betrouwbaarheid waarmee de weersvoorspelling gemaakt wordt. Dat dit geen sinecure is bewijzen Frank Deboosere en Sabine Hagedoren elke dag opnieuw.

Om o.a. degelijke voorspellingen te kunnen maken van dit meteorologische getij kreeg het Oceanografisch Meteorologisch Station (OMS) in Vlaanderen de opdracht van de afdeling Waterwegen Kust om mariene meteoroverwachtingen op te maken. Hierbij wordt beroep gedaan op het KMI, dat voor deze gespecialiseerde dienstverlening een ploeg van mariene meteorologen inzet (zie 'Grote Rede 5').

En zo zijn we terug met beide voeten op aarde beland. De ruimtereis langsheen zon, maan en aarde zit erop. Maar aarde en maan draaien verder door...

Björn Van de Walle en Jan Seys