

CH. GILIS

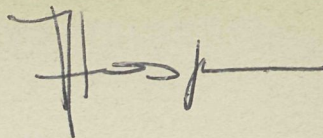
**GRONDBEGINSELEN  
DER OCEANOGRAPHIE**

UITGEGEVEN DOOR «HET VISSCHERIJBLAD»  
SPAARZAAMHEIDSTRAAT, 28, OOSTENDE.



DRUKKERIJ STANDAERT-VAN STEENE ● MALDEGEM





Dr. ir. E. JASPERS

GRONDBEGINSELEN  
DER  
OCEANOGRAPHIE

DOOR

CH. GILIS

UITGEGEVEN DOOR «HET VISSCHERIJBLAD»

OOSTENDE



DRUKKERIJ STANDAERT-VAN STEENE  
NIEUWSTRAAT 26,  
MALDEGEM

•  
1939

Dr. H. E. JASPER

GRONDBEGINSSELEN

DE

OCEANOGRAPHIE

DE

CELESTIE

WETENSCHAPPELIJK INSTITUUT

DE



H. BAELS

Gouverneur van West-Vlaanderen



## VOORWOORD

---

*Het is me een werkelijke vreugde dat het werk van den Heer Ch. GILIS, omtrent grondbeginselen der Oceanographie mocht verschijnen en dat de Provincie West-Vlaanderen wegens haar steun in dit verschijnen haar aandeel heeft.*

*Het onderwijs in onze visschersscholen ging mank aan wetenschappelijke opleiding.*

*Door de provinciale gift van Nederlandsche standaardboeken omtrent scheepvaart, zeemanschap, schepenbouw, stoom- en motormachines, het leven der zee werd daaraan in zekere mate, in de laatste jaren, verholpen.*

*Het is onze diepgevoelde wensch dat onze leerkrachten aldus in het volle bezit van verstandelijke en stoffelijke uitrusting komen te staan.*

*Het is verders onze vurige begeerte dat de zoo verdienstvolle leeraars die zorg moeten dragen voor de toekomst onzer zeevisscherij, met vooral fijn gedrilde jongens ter beschikking te stellen, uit eigen initiatief en met eigen pen enkele boeken vervaardigen, door de hooger genoemde standaardwerken ingegeven doch beter verstaanbaar en min ingewikkeld voor de jeugdige hersenen van schoolknapen.*

*Iets in den aard van het allernuttigst werkje van den onvergetelijken Pastor PYPE, die tevens een schrander professor was.*

*In deze richting konden we reeds de volgende studiën begroeten : werken van Broeders*

*«Leven in de Noordzee» 1937*

*«Wereldbeschrijving om den Zeevisscher» 1931*

*Thans wordt het boek «Grondbeginselen der Oceanographie» de wereld ingezonden.*

*Het kan niet beter !*

*Het scheen ons immer vreemd dat van de zeeakkers waarop onze mannen de drie vierden van hun leven slijten, zij zoo weinig afweten.*

*Zoo weinig van de natuurlijke verschijnselen, zoo weinig van hun innerlijke bestanddeelen. Bizaroerlijk ontsnappen hun de oorzaken !*

*Zeker en vast zijn de zeelieden thans geschoold in octant of sextant, in berekenen van koers, in lengte en breedte, in miswijzing en deviatie, in diepten en ondiepten, maar buiten dit welke is hun kennis ?*

*Welke is hun kennis van den zeebodem, van het zoutgehalte, van titrenapparaat, densimeter ?*

*Weinigen, zelfs diegenen die de verre gronden bezoeken, zijn er mede bekend.*

*En nochtans ons visschersbedrijf is veelzijdige begrippen aan 't eischen.*

*Aanzienlijke eenheden worden gebouwd met motors van boven de 500 PK.*

*Met de verreichende mogelijkheden der uitrusting dient het breeduitstralend vermogen van den zeeman gepaard.*

*We beschikken over een keurige bende, sterk in practische zeemanschap.*

*Een grooter denkvermogen en een dieper kijk in de wetenschappelijke bevindingen zal onze zeelui hooger doen opklimmen en hun zoo nuttig zijn.*

*Dit werk van den heer Ch. GILIS, op eenvoudige wijze en niet min eenvoudige taal geschreven zal noch oud noch jong afschrikken en is ten beste geschikt om de noodzakelijke wetenswaardigheden over den Oceaon in de geesten te doen binnendringen.*

*Goed Heil !*

*H. BAELS.*

## GRONDBEGINSELEN DER OCEANOGRAPHIE.

---

De oceanografie is de beschrijving der wereldzee, de wetenschap van den oceaan. Ze bedoelt de studie van de natuurkundige, scheikundige en biologische verschijnselen, die zich voordoen in den schoot van deze vloeibare massa, waarvan de oppervlakte ongeveer 2 1/2 maal die is der landen welke het overige van den aardbol bedekken.

De physische en chemische studie van den oceaan beteekent het bepalen der verschillende diepten, der bezinksels en der schommelingen van densiteit, temperatuur, zoutgehalte en druk ; ook nog het aanduiden der zeeverlichting op de verschillende diepten en de opgave van inhoud aan gassen. Deze studie leert ons ook nog het ontstaan van de golven, de getijden, de stroomen, de ijsbergen, enz.

De biologische oceanografie is de wetenschap van het leven dat zich in zee voordoet, en leert ons de algemeene levensvoorwaarden van planten en dieren, die den oceaan bewonen. In dit werkje worden enkel de natuurkundige en scheikundige verschijnselen besproken. De biologische verschijnselen der zee, zullen de stof uitmaken voor een werk dat later zal verschijnen.

\*\*\*

Vooraleer verder te gaan, kwijt ik mij van een aangename plicht met mijn besten dank te betuigen aan E. H. de Spot, schoolopziener en gewezen Aalmoezenier ter zee, om zijn taalkundige aanduidingen.

Heer Fl. Decreton, stuurman ter lange omvaart, dank ik evenzeer, om zijn hulp en medewerking wat het samenstellen en teekenen der zeekaarten betreft, die in dit werk voorkomen.

## HOOFDSTUK I.

---

### AARDRIJKSKTNDIGE BESCHRIJVING DER WERELDZEE.

---

1. *Benamingen.* — De naam Oceaan beduidt elke aanzienlijke afdeeling der wereldzee. Zoo onderscheidt men vijf oceanen, te weten :

1. - de Noordelijke IJszee rond de Noordpool gelegen ;
2. - den Atlantischen Oceaan, die Europa en Afrika van Amerika scheidt ;
3. - den Indischen Oceaan, tusschen Afrika, Indië en Australië ;
4. - den Stillen of Grooten Oceaan, de grootste bestaande watervlakte, die Amerika van Azië en Australië scheidt ;

5. - de Zuidelijke IJszee, gelegen rond den Zuidpool.  
Benevens deze groote Oceanen bestaan nog de kleinere wateren, waaraan men den naam van zeeën gaf. Deze bespoelen kusten, die niet overal rechtlijnig zijn, of die ingesloten liggen tusschen de landen en rechtstreeks of onrechtstreeks in verbinding staan met de oceanen. Zoo zijn de Middellandsche Zee, de Noordzee, de Iersche Zee, de Caribische Zee, de Bering Zee, enz. in rechtstreeksche verbinding met de oceanen, terwijl de Zwarte Zee, de Adriatische Zee, de Baltische Zee, onrechtstreeks met de Oceanen verbonden zijn. Als onderdeelen der zeeën onderscheidt men : de golven, de baaien en de nauwen of straten, ook zeeëngten genoemd. De mondingen der rivieren moeten ook aanzien worden als zeeonderdeelen.

2. *Oppervlakte der Zeeën.* — Volgens den Engelschen geleerde J. Murray hebben wij de volgende afmetingen, als oppervlakte der zeeën :

ATLANTISCHE OCEAAN		STILLE OF GROOTE OCEAAN	
Zeeën	Oppervlakte in km <sup>2</sup>	Zeeën	Oppervlakte in km <sup>2</sup>
Noord Atlantiek	37.147.950	Noordel. Stille Oceaan	69.162.300
Zuid »	26.549.600	Zuidel. Stille Oceaan	61.130.650
Caribische Zee	3.007.850	Beringzee	2.225.950
Golf van Mexico	1.856.000	Okhotszee	1.403.750
Noordzee	420.400	Zee van Japan	972.709
Engelsch Kanaal	80.150	Gele Zee	1.213.250
Baltische Zee	506.350	Zee van China	3.539.400
Middellandsche Zee	2.105.500	Zee van Célèbes	571.200
Zwarte en Azov Zee	360.850	Zee van Soulou	451.160
Zee van Noorwegen	2.917.650	Zee van Banda	932.500
		Zee van Java	1.200.100
		Zee van Arafura	1.452.300

INDISCHE OCEAAN		IJSZEEËN	
Zeeën	Oppervlakte in km <sup>2</sup>	Zeeën	Oppervlakte in km <sup>2</sup>
Indischen Oceaan	42.691.300	Noordelijke Ijszee	12.382.650
Roode Zee	411.150	Zuidelijke »	11.480.700
Golf van Perzie	200.600	Zuider Zeeën	67.784.550

Uit bovenstaande tabel kan men uitmaken dat men, voor de groote Oceanen en de bijzonderste zeeën, een totale oppervlakte bereikt van :

de Atlantische Oceaan : (1)	87,334,950 km <sup>2</sup>
de Stille Oceaan :	144,159,100 »
de Indische Oceaan :	43,303,050 »
de Zuider Zeeën : (2)	79,265,250 »

---

Totaal : 354,062,350 km<sup>2</sup>

Als men nu de oppervlakte van het water dat den aardbol bedekt, vergelijkt met die van het vasteland, stelt men vast dat de oppervlakte der oceanen en zeeën bijna 2 1/2 maal grooter

---

(1) Met inbegrip van de Noordelijke Ijszee.

(2) Met inbegrip van de Zuidelijke Ijszee.

is dan die van het vasteland. Inderdaad, gesteld dat de gansche oppervlakte van den aardbol gelijk is aan  $510.000.000 \text{ km}^2$ , heeft men enkel de oppervlakte van het water, zijnde  $354.062.350 \text{ km}^2$ , er af te trekken, om als uitkomst  $155.937.650$  te verkrijgen, dus ongeveer  $156.000.000 \text{ km}^2$ . De zeeën beslaan dus nagenoeg de twee derden van den

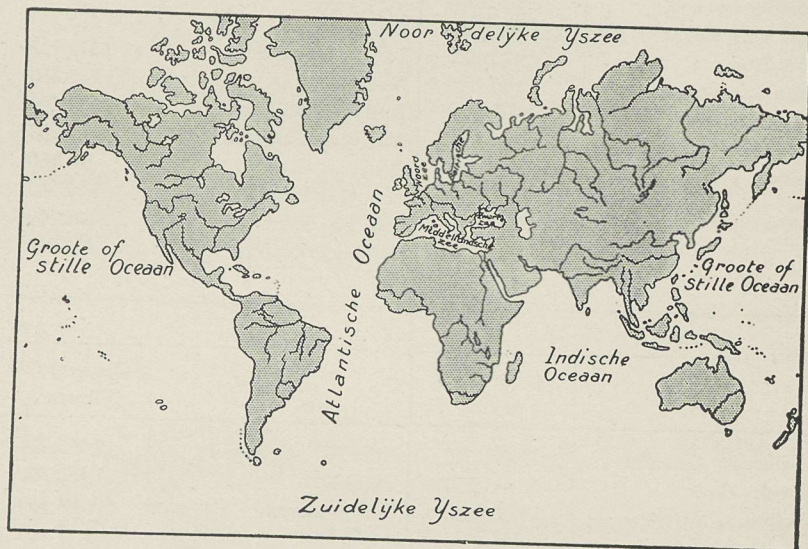


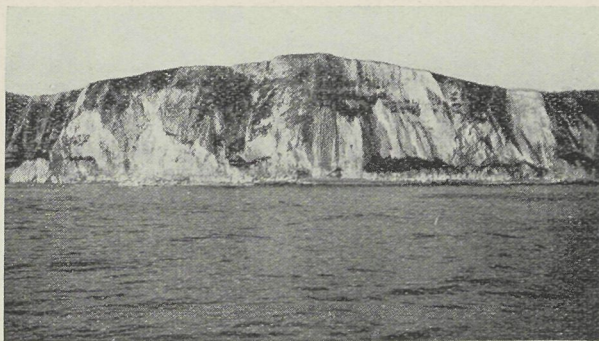
Fig. 1. — Wereldzee.

aardbol en de landen slechts een derde, doch in bovengemelde getallen is geen rekening gehouden met de in het land gelegen meren.

3. *De Kusten.* — De kusten maken insgelijks deel uit van de zee, des te meer daar hun voet soms ver in zee steekt. Men onderscheidt twee soorten kusten: de steile of hoge b.v. de rotsen van Bretagne, de klippen van Dover, de Noorsche Fjorden, enz., terwijl integendeel, de lage kust deze is, die geleidelijk naar 't water afdaalt; ze staat bekend onder den naam van strand, zoo b.v. de Belgische kust.

De klipkusten bezitten over 't algemeen een rijke fauna. Menigvuldige soorten planten en ongewervelde dieren, welke zich sterk vasthechten aan de rotsen, om door den stroom niet meegevoerd te worden, komen hier, bij lage tij, te voorschijn. Het is immers te danken aan de getijden dat deze wondere wezens bekend zijn, want daar ze leven op steenen rotsen, zouden ze nooit of zelden aangetroffen worden in het vischtuig. Inderdaad, gronden bestaande uit klippen, rotsen en

Fig. 2. — Steile kust ten Oosten van Dover.



steen en zijn zeer gevaarlijk bij het visschen met het sleepnet, en daarom ook zijn verlaten door de trawlers.

Gezien het groot aantal levende wezens, welke op zulke kusten gemakkelijk kunnen aangeschaft worden, zullen deze plaatsen fel bezocht worden door de navorschers, die zich met de studie van zeeplanten of -dierjes bezighouden. Te hunner beschikking heeft men dan ook met ruime waterbakken voorziene laboratoria gesticht aan de zeekust zelf, waar ze de zee-fauna in hun onmiddellijk bereik hebben en ter plaatse kunnen bestudeeren. Roscoff en Napels b.v. bezitten uitgebreide zoölogische instituten die druk bezocht worden door zeebiologen.

Het is op de lage kusten, met hun strand van fijn zand, dat de zeeoever het best geschikt is tot het oprichten van badplaatsen. Niemand beter dan de Belgen, hebben uit den gunstigen toestand van hun kust, voordeel weten te halen. Ofschoon de Belgische Zeekust slechts 67 kilometer lang is, telt men er een twaalfstal badplaatsen, die alle druk bezocht worden door de vreemdelingen. Oostende is een der schoonste van de wereld en met recht draagt het den naam van Koningin der badsteden.

De kust is bijna nooit in rechte lijn, maar loopt in kronkels waarvan sommige hooger genoemd werden, zoodat er nog enkel overblijft te spreken van haar uitsprongen.

Onder deze vinden wij de kaap, de landengte, het schiereiland, het eiland en de eilandengroep, de klippen en de banken.

4. *De Klippen en de Banken.* — Op de kusten en vooral op die, welke steil rotsachtig zijn, vindt men klippen, die soms onder water blijven, soms er boven uitsteken en aldus, als een

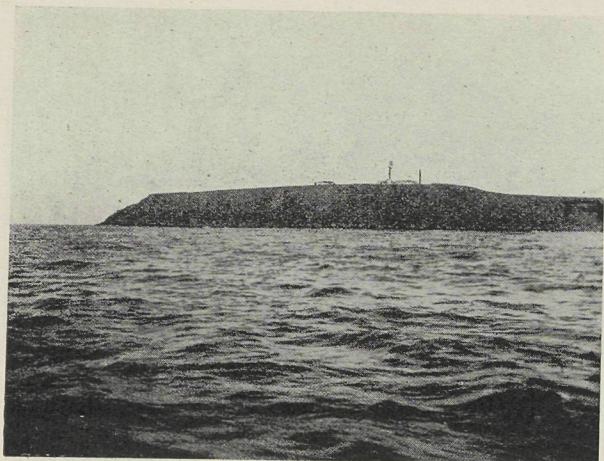


Fig. 3. — Kaap Gris-Nez met hare gevaarlijke klippen die soms een paar meter onder water blijven en aldus veel gevaar opleveren voor de scheepvaart.

klein eilandje vormen. Doch men vindt er ook die, alhoewel bij lage tij bovenkomend, bij hoog water onzichtbaar blijven en aldus veel gevaar opleveren voor de scheepvaart. Vele van deze klippen hebben, bij hooge tij, water genoeg boven hun top, om het doorvaren van een schip niet te belemmeren, doch als het water aftrekt, is het schip, dat er boven doorvaren wil, negen maal op tien, reddeloos verloren. Zulke klippen vindt men veelvuldig op de noordelijke Fransche kust. Men noemt ze de rotsen van Bretagne en de schepen, die het Engelsch Kanaal moeten doorvaren, ontwijken ze met de Engelsche kust te volgen.

Daartegenover vindt men, op de lage kusten, de zandbanken die, alhoewel minder gevaarlijk dan de klippen, toch de zeevaart hinderen. Naast onze kust treft men een reeks banken aan, die alle slechts enkele meters onder water liggen; in zeevaartkringen worden ze de Vlaamsche banken genoemd.

De Vlaamsche banken worden doorgaans als niet zeer gevaarlijk beschouwd, daar ze gevormd zijn uit hard zand. Wanneer nu een schip, bij mooi weder, er op loopt, bestaat er nog kans dat het door eigen middelen of met behulp van sleepbooten er af komt. Bij slecht weder is dit moeilijk, wegens de branding die alsdan op de banken ontstaat. Het vaartuig heeft, bij het op en neer gaan, door de hardheid van het zand, veel te lijden en wordt soms in stukken, soms enkel lek geslagen.

Benevens de uit hard zand gevormde banken, bestaan nog andere die gevormd zijn door zacht, gewoonlijk kwel- of zuig-

Nez  
lip-  
aar  
ven  
op-  
ep-

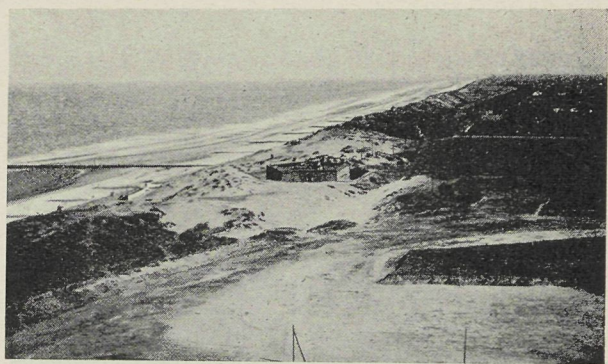


Fig. 4. — Lage kust ten Oosten van Oostende.

zand genoemd. Deze banken zijn uiterst gevaarlijk voor de zeevaart en worden goed afgebakend en sterk gezicht. Wanneer 'n schip op zoo een bank vastloopt, vooral bij woelige zee is er geen kans meer er af te komen, daar dit zand, zoodra er iets op vastzit, begint te zuigen en dus het schip naar onder trekt, zoodanig dat er, na eenige dagen, niets meer van te zien

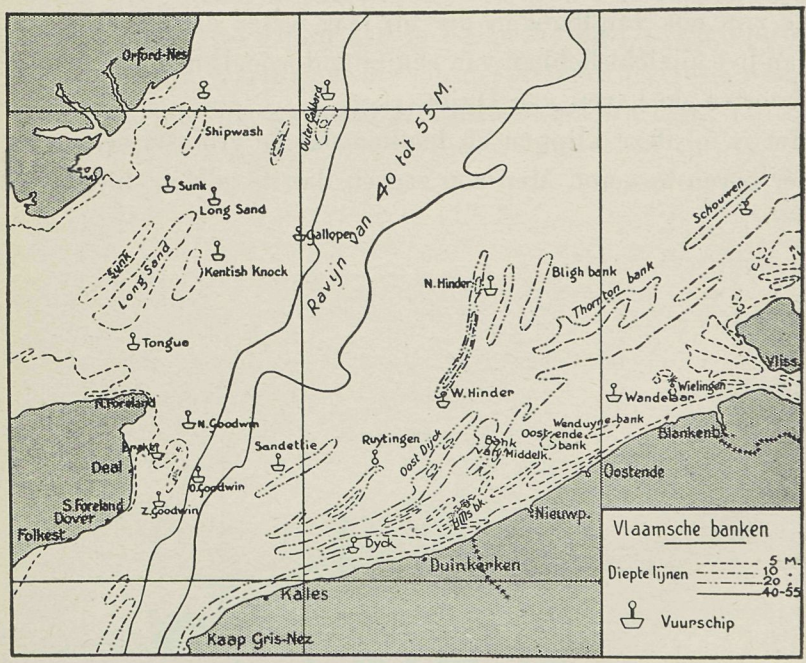


Fig. 5. — Vlaamsche banken.



Fig. 6. — Belgisch Lichtschip «WEST-HINDER».

is. Zoo een bank bestaat op de Zuidoostelijke kust van Engeland, tegenover Deal en wordt de «Goodwin Sands» genoemd. Deze bank is omringd door 4 vuurschepen en nog verscheidene lichtboeiën.

Er zijn ook zandbanken die bij laag water droog vallen, en dan het uitzicht hebben van een eiland, zooals de «Hillsbank» beoosten de haven van Duinkerken.

Het is op deze klippen en banken dat de grootste scheuring der baren loskomt. Men zou zeggen dat de golven, bij storm-

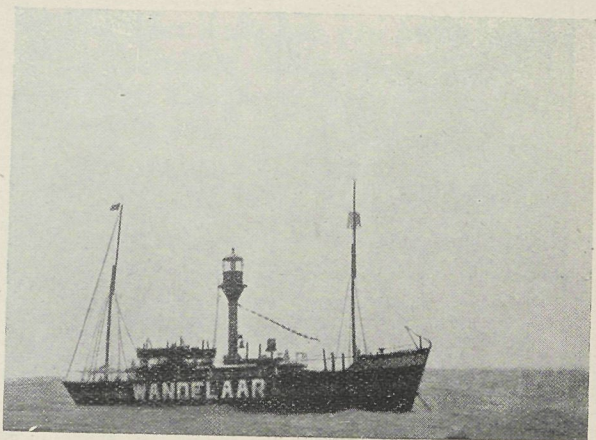


Fig. 7. — Belgisch Lichtschip «WANDELAAR».

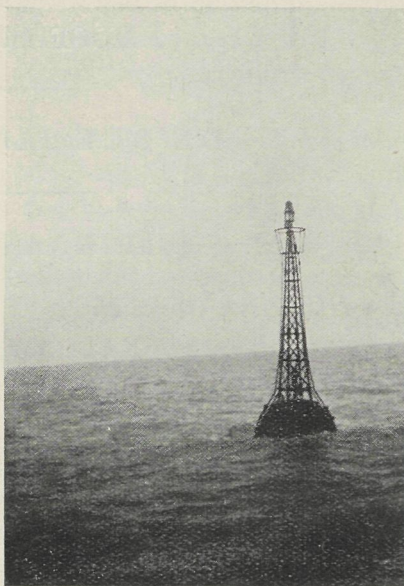


Fig. 8. — Belgische Licht-  
boei « WIELINGEN ».

achtig weder, hun woede willen koelen op deze hinderpalen. Daaraan is het te wijten dat de Belgische kust zoo gevaarlijk is voor kleine vaartuigen, die minder bestand tegen de woeste branding, dikwijls kantelen of stukgeslagen worden.

---

## HOOFDSTUK II.

---

### DE OCEAANBODEM.

---

#### I. — DIEPTE VAN DE OCEANEN.

##### 1. — *Historisch Overzicht.*

Een der moeilijkste vraagstukken die de zeevaarder van het begin af op te lossen had, was het bepalen der diepten onder de oneindig breede watervlakte.

Ze waren het op verre na niet eens. Sommigen hielden de oceanen voor afgronden zonder bodem, anderen dachten er anders over, en daar ieder, om zijn meening te verdedigen, enkel op wijsgeerige beschouwingen steunde, is het te begrijpen dat eeuwen in onzekerheid verliepen, vooraleer het vraagstuk werd opgelost.

Nochtans kenden onze voorouders het dieplood, dat onmisbaar is bij de landingen. Herodotos, die inlichtingen inwon bij beproefde zeevaarders, schatte de diepten in vademmen<sup>1</sup> en wist dat een schip, welke de lage kust van Egypte opvaarde, nog één dag moest varen vooaleer het land te bereiken, wanneer op 11 vademen diepte, het dieplood slijk medebracht.

Het is Magellaan die in 1521, gedurende zijn wereldomvaart de eerste beredeneerde poging deed, om op verren afstand van de kust, den grond met een dieplood te bereiken. Daartoe had hij al de dieptelijnen van zijn schip aaneengebonden en daaraan een gewicht vastgemaakt. Daar hij, niettegenstaande de honderden meter touw welke hij over boord geworpen had, nog geen stilstand van het gewicht bekwam, besloot hij, dat het hem gegeven was de grootste diepte der zee te ontdekken. Eerst in het midden van de vorige eeuw, na meer dan tweeduizend jaar onvermoeibare volharding, kwam de mensch er toe de diepte der zee te bepalen, daar waar hij ze begeerde te kennen.

---

(1) De vadem is een lengtemaat, het meest gebruikt door de Engelschen, bij het aanduiden der zeediepten, ze heeft voor waarde 1,83 meter.

Het meten der diepten gelukte altijd wel in de nabijheid der kusten en in ondiepe zeeën, waar een koord met gewicht voldoende was. Wanneer er spraak is van diepe zee, wordt dezaak moeilijker.

Inderdaad, in volle zee rolde de dieptelijn immer af, het lood zakte gedurig, het touw meesleepende en niets liet toe waar te nemen of het lood al dan niet den bodem bereikt had. Ook onderging de henneplijn, terwijl ze in het water zakte, zekere wrijving die vermeerderde ingevolge de diepte en die op zekeren afstand, naargelang de dikte van het gebruikte touw, kon opwegen tegen de zwaarte van het lood, dat dan ook wederhouden, niet verder naar beneden ging. Toen men een zwaarder lood gebruikte, brak de lijn en als men een dikker touw bezigde, vermeerderde de wrijving en de uitslag bleef dezelfde.

Men had dus af te rekenen met twee moeilijkheden :

1. - het vaststellen op welk oogenblik het lood den bodem bereikte :
2. - de wrijving op henneplijn zoo niet af te schaffen, dan toch op haar minimum te brengen.

De eerste moeilijkheid was te kunnen vaststellen op welk oogenblik het lood den bodem raakte, want niettegenstaande het dieplood op den bodem lag, bleef de lijn voortdurend afrollen. Het was dus noodzakelijk het dieptetoestel te voorzien van een waarschuwingmiddel, dat den onderzoeker zou verwittigen, zoodra het dieplood op den bodem aanstootte en op hetzelfde oogenblik den trommel, waarvan de lijn afrolde, automatisch zou vastzetten en de verdere afrolling zou beletten.

Deze moeilijkheid werd gedeeltelijk opgelost in 't jaar 1855, bij middel van het dieptetoestel van den Amerikaan Brooke. Dit toestel bestond uit een stang, welke op het uiteinde een buis droeg, geschikt voor het inzamelen van zeebodemstaal, hetgeen dan ook zekerheid gaf, dat de bodem bereikt werd. De ijzeren stang was geballast met een gewicht, dat eenvoudig een kanonbal was. Deze bal was hier en daar doorboord en op halve hoogte van de stang, weerhouden en vastgemaakt met een koordje aan een springveer. Den grond rakende, opende zich de springveer, het koordje kwam los, de bal kwam vrij en bleef op den grond liggen. De spanning van den

metalen draad, eensklaps verlicht, duidde aan zoodra de grond bereikt werd, en de stang waarvan het gewicht vermindert was, kon dan ook zonder moeite, met haar bezinkselstaal, opgehaald worden.

De tweede moeilijkheid was, de wrijving der henneplijn, zoo niet af te schaffen, dan toch op haar minimum te brengen. Zij werd overwonnen door het gebruik van metalen kabels, die voor een kleinere doorsnede veel sterker zijn en een zwaarder lood kunnen verdragen dan het touwwerk, alsook een gladdere oppervlakte hebben en dus zoo onderhevig niet zijn aan de wrijving van 't water gedurende het afrollen.

## 2. — Dieptetoestellen.

Het dieptetoestel gebruikt door den vermaarden Prins van Monaco, werd in werking gebracht bij middel van een krachtig stoomtoestel. Dit apparaat had voor essentieel orgaan een trommel waarop de kabel gerold was ; een toerenteller die gedurig aanduidde op welke diepte het lood zich bevond en een systeem dat den trommel vastzette, zoodra het dieplood den bodem raakte.

De kabel of dieplijn was vervaardigd uit drie kabelgarenstrengen van drie gegalvaniseerde stalen draden, die een weerstand van 240 kg boden en 16 kg. per duizend meter wogen. Zijn gladde oppervlakte bracht de wrijving in het water op een minimum.

De gemiddelde vlucht bij daling en ophaling is ongeveer 120 meter per minuut, 't zij 2 meter per seconde.

Hoe vlug ook het vieren en het ophalen van het dieplood geschiedt, toch zal het meten van een gewone diepte nog al wat tijd vergen, b. v. : voor een diepte van 4000 meter zullen er  $4000 : 120 \times 2 = 62$  minuten noodig zijn.

Men heeft sedertdien verscheidene andere dieptetoestellen uitgevonden die veel eenvoudiger zijn en minder plaats innemen, zooals :

a) Het dieptetoestel van Lucas in fig. 9, dat met de hand gedreven wordt, is slechts gepast voor kleine diepten. De bijzonderste organen van dit toestel zijn : een trommel waarop 200 tot 300 meter stalen draad kan gerold worden ; een katrol of hijschblok waardoor de kabel, waaraan het dieplood is vastgehecht, afrolt ; twee spiraalveeren die, zooaast het dieplood den bodem raakt, een remtoestel in werking

Fig.  
Diep

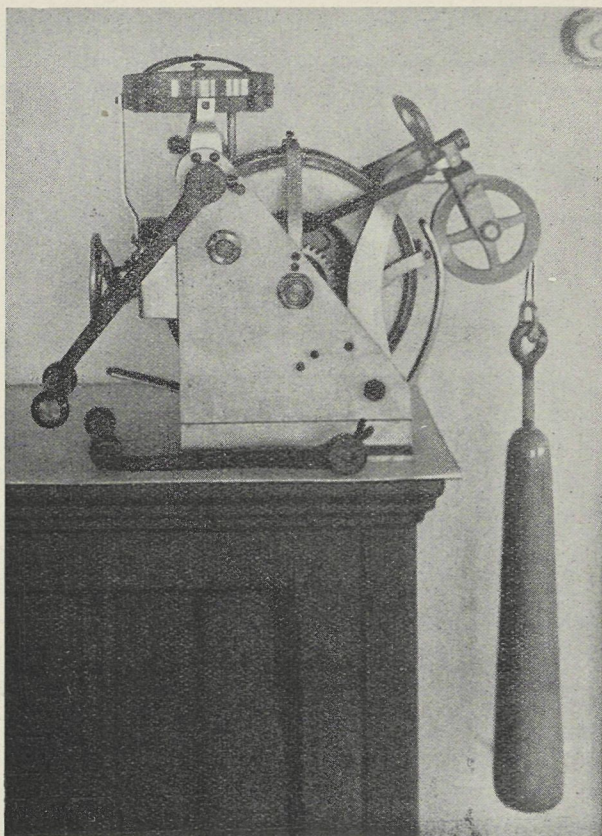


Fig. 9.  
Dieptetoestel van Lucas.

stellen en den trommel vastzetten, een toerenteller die de diepte, 't zij in vademen of meter, aanduidt.

b) Het dieptetoestel van Thompson, dat gebruikt wordt aan boord van de meeste schepen en dat steunt op den druk van het water. Voor de werking van dit apparaat dient de vlucht van het schip verminderd, maar niet stopgezet.

c) Het echo-lood van Marti, dat toelaat gedurig te diepen in volle vaart, is gesteund op de snelheid waarmede de klank zich voortzet in het water. Dit apparaat werkt als volgt : In het water nevens het schip laat men een kleine hoeveelheid springstof ontploffen. Een microfoon op kleine diepte aan het schip vastgehecht, merkt eerst het geluid der ontploffing, daarna den weergalm teweeggebracht op den bodem. Deze twee geluiden worden geteekend op een tijdmeter, die toelaat

met nauwkeurigheid den tusschentijd te bepalen. Een formule steunend op den tusschentijd en de gemiddelde snelheid van den klank in het zee water, geeft de diepte aan.

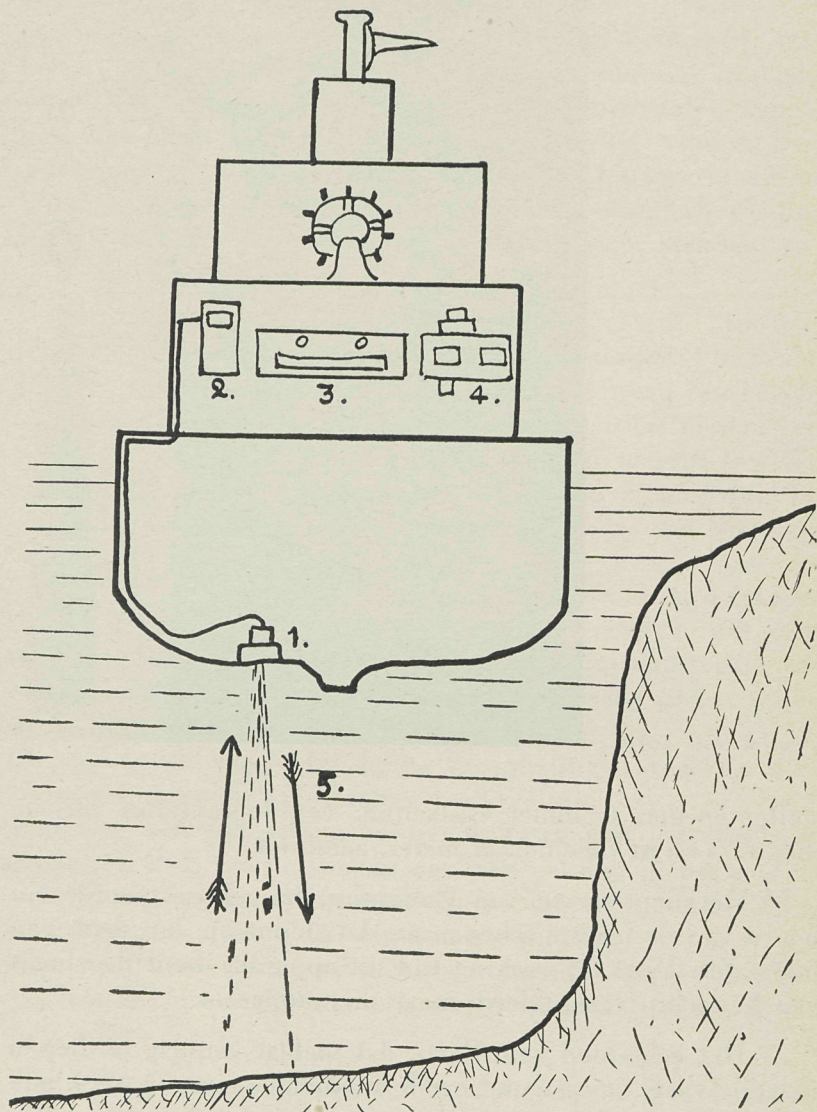


Fig. 10. — Werking van de Ultra-sonore echo-lodingsinstallatie «Langevin Florrisson».

1. Ultra-sonore projecteur.
2. Speciale uitzender.
3. Ontvanger.
4. Automatisch apparaat dat geheel de werking van den looder beveelt.
5. Verspreiding der geluidsgolven.

d) De Ultra-sonore dieptemeter «Langevin-Florisson» overtreft in nauwkeurigheid al de andere dieptemeters, welke tot heden in gebruik zijn. Het is een elektrisch toestel dat steunt op hetzelfde grondbeginsel als de echometer. Het verschil bestaat hierin, dat het geluid teweeggebracht door een ontploffing, vervangen wordt door geluidlooze golven.

De bijzonderste deelen van dit dieptetoestel zijn :

1. - Een ultra-sonore projecteur
2. - Een elektrische uitzender en ontvanger met vergrootende kracht, speciaal voor het meten der diepten.

3. - Een automatisch apparaat dat den tijd meet tusschen de uitzending en de ontvangst der geluidsgolven 't is te zeggen dat rechtstreeks en aanhoudend de diepten van het water onder het schip aanduidt.

De snelheid van het schip, hoe groot ze ook weze, hindert geenszins de juiste werking van dit toestel.

De Belgische maalbooten van de lijn Oostende-Dover, bezitten alle dit moderne dieptetoestel. Deze schepen, die gemiddeld 22 zeemijlen of 40 km. per uur afleggen, kunnen, zonder de snelheid van hun vaart te verminderen, zeer juiste dieptepeilingen bekomen.

Niettegenstaande de groote diensten, welke deze loodingstoestellen kunnen bewijzen voor de veiligheid van de scheepvaart en het opzoeken der vischgronden, kunnen zij, voor wat het onderzoek der zee en de visscherij betreft, het dieploodtoestel niet vervangen. Inderdaad, het dieplood is meestendeels geschikt voor het inzamelen van bodemstalen ; de lijn van het lood laat ook het vastmaken toe van een waterflesch voorzien van een omkeer-of kantelthermometer. Alzoo verschafft dit apparaat ons niet alleen aanduiding der zeediepte, maar ook nog andere wetenschappelijke inlichtingen, waarvan de kennis van groot belang kan zijn voor biologen en visschers.

### 3. — *Diepten van den Grooten of Stillen Oceaan.*

Deze overtreft ver in uitgestrektheid al de andere. Hij alleen beslaat het derde van de oppervlakte van den aardbol en bestaat uit een soort onderzeesch vlak, waarvan de Zuidergrens ligt op de breedte van Chili en de Noordergrens in de omgeving der Aleoeten Eilanden. Het aandachtig beschouwen eener

dieptekaart van den Grooten Oceaan, laat ons twee verschillende streken onderscheiden : Een Oostelijke, palende aan Amerika en een Westelijke, begrensd door Azië en Australië. Het is nagenoeg de meridiaan van 155° lengte ten Westen van Greenwich die deze twee streken scheidt. Het Oostelijk gedeelte dat aan Amerika paalt, gelijk op een onafgebroken vlakke, waarin zich slechts eenige diepten, van weinig belang voordoen in de nabijheid van Peru. De gemiddelde diepte van deze Oostelijke streek is ongeveer 4.500 meter en de kuilen (niet lang en ook niet breed) -, meten ten hoogste 6000 meter. Veel oneffener is het Westelijk gedeelte dat Azië en Australië bespoelt. De gansche bodem ondergaat een verhooging waarop menigvuldige eilanden rusten. In dit Westelijk gedeelte heeft men de grootste diepten ontdekt, niet alleen van den Stillen Oceaan, maar ook van alle gekende zeeën. Ten Oosten van Japan trof men een kuil aan die 8500 meter diep is, thans «TUSCARORA» genoemd, naar het schip dat hem ontdekte. In de nabijheid van de eilanden Tonga en Kermadec heeft men 9.427 meter gediept en tegenaan de Philippijnsche eilanden 9.788 meter. Dit is de grootste diepte welke men tot nu toe gevonden heeft. Langsheen de Aziatische kust ontmoet men eenige kuilen van 4.000 tot 6.000 meter.

#### 4. — *Diepten van den Atlantischen Oceaan.*

De bodem van dezen oceaan is geheel verschillend. Vooraf dient opgemerkt dat rondom den Grooten of Stillen Oceaan, de bergen even op de randen zelf van deze ontzaglijke hoofdzee opstijgen, terwijl ze integendeel om den Atlantischen Oceaan, de zee, als 't ware, vluchten om zich middenin het vasteland op te stellen. Langsheen de Atlantische kusten strekt zich een continentale vlakke uit, die met zachte glooiing tot 200 meter onder den zeespiegel daalt. Als ze eenmaal deze diepte heeft bereikt, zinkt de bodemhelling plots tot ongeveer 1.000 meter. Deze continentale hoogvlakte waarop het vasteland schijnt gegrondvest, loopt op sommige plaatsen honderden kilometer ver in zee. Die welke begint met de Noordzeekusten strekt zich 100 tot 150 kilometer uit, tot ten Westen van de Britsche Eilanden.

In den Atlantischen Oceaan is het dus vrij verre van de kust dat de streek der groote diepten begint.

Op den bodem van deze streek bevinden zich twee lange onderzeesche dorpels, die als de ruggegraat uitmaken van den Atlantischen bodem : de eene, in de Zuid Atlantischen Oceaen, vertrekt van Tristaö da Cunha en gaat tot St-Paul ; de andere begint aan den evenaar en loopt uit op de Azoren en IJsland.

Al de eilanden, die op dezen onderzeeschen bergkam rusten, zijn gekenmerkt door levende of uitgedoofde vulkanen. Het is links van deze ruggegraat dat men de diepste kuilen vindt, waarvan er één 8000 meter overtreft.

In de IJszee heeft de ontdekkingstocht van Nansen diepten van 3.000 tot 4.000 meter waargenomen.

### 5. — Diepten van bijna Ingesloten Zeeën.

Het Engelsch Kanaal heeft als grootste diepte ongeveer 170 meter ; maar over t' algemeen bereikt de bodem geen 100 meter ; een daling van een hondertal meter vanwege den zeespiegel ware voldoende om het grootste gedeelte van dit kanaal droog te leggen.

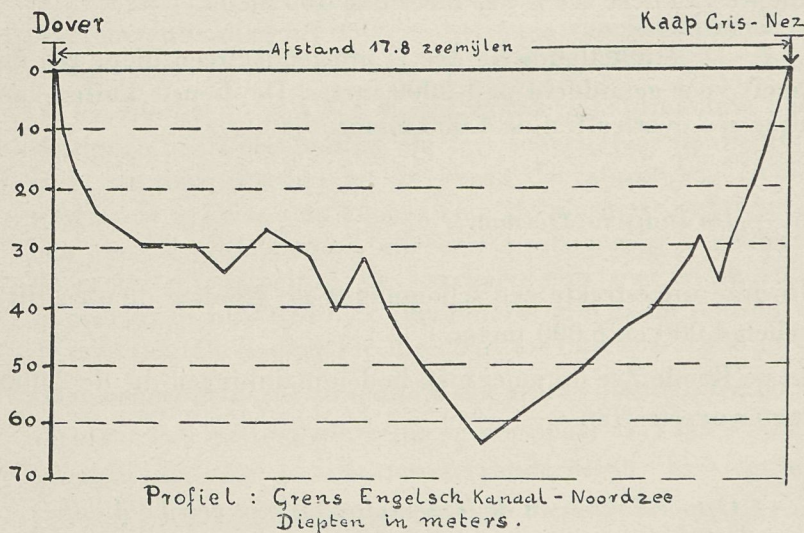


Fig. 11. — Loodrechte doorsnede van den ingang van het Engelsch-Kanaal, tusschen Kaap Gris-Nez en Dover.

Wat de diepte betreft kan men in de Noordzee twee verschillende streken onderscheiden :

1. - De Zuid-Westelijke Noordzee, welke ingezien haar kleine diepte zeer gevaarlijk is voor de scheepvaart. In dit gedeelte ontmoet men menigvuldige banken waarvan er veel slechts een paar meter onder water liggen. Men mag zeggen dat de bodem van de Zuid-Westelijke Noordzee gansch zou zichtbaar zijn, moest de zeespiegel een vijftigtal meter zakken.

2. - Het Noord-Oostelijk deel van de Noordzee. Het bezit op zeldzame plaatsen bodeminzinkingen die de 200 meter overtreffen. Een daling van 200 meter van den zeespiegel ware voldoende om dit deel bijna gansch droog te leggen. In dit deel bestaat een diepe groef of ravijn gelegen langsheen de Noorsche kust. Dit ravijn is ongeveer 900 kilometer lang en is het diepste in Skaggerak, waar men diepten van 700 meter aantreft.

3. - De Baltische zee, ook nog Oostzee genoemd, is insgelijks een ondiepe zee, waarvan niet veel zou overblijven indien haar zeespiegel een paar honderd meter zakte. De grootste diepte van deze zee is iets meer dan 400 meter.

4. - De Middellandsche Zee is integendeel een diepe zee en heeft voor gemiddeld peil 2000 meter. De diepste kuilen van deze zee overtreffen de 4.000 meter.

#### 6. — *De Indische Oceaan.*

In deze uitgestrekte zee schommelen de grootste diepten tusschen 4.000 en 6.000 meter.

In de Roode Zee ontmoet men bodeminzinkingen die de 2.000 meter overtreffen.

#### 7. — *Oppervlakte van de bodemvloeren met gelijke diepte.*

De volgende tabel, welke wij ontleenen aan Krümmel in zijn «Handbuch der Ozeanographie» T. I. blz. 86, toont ons aan in millioenen vierkante kilometer, vergeleken bij de totale zeeoppervlakte, de vloeren van de Oceanen op verschillende

diepten, en ook het verschil tusschen elk van deze vloeren en die welke er boven liggen, wat ongeveer de oppervlakte opgeeft van den onderzeeschen bodem.

Vlakte van meer dan	Millioenen km <sup>2</sup>	Ten honderd	Overgangs oppervlakte	Millioenen km <sup>2</sup>	Ten %
0 M	365.50	100.0 van	0 tot 200 M	30.60	8.4
200 M	334.90	96.0 van	200 tot 1000 M	16.40	4.4
1000 M	318.50	87.2 van	1000 tot 2000 M	18.05	4.9
2000 M	300.45	83.3 van	2000 tot 3000 M	36.45	9.9
3000 M	263.99	72.4 van	3000 tot 4000 M	79.01	21.7
4000 M	184.98	50.7 van	4000 tot 5000 M	112.72	30.8
5000 M	72.26	19.9 van	5000 tot 6000 M	66.88	18.4
6000 M	5.38	1.5 van	6000 tot 10000 M	5.38	1.5

### 8. — *Invloed der verschillende diepten op de levende wezens.*

In verband met het leven, onderscheiden we vanaf den zeeoever tot in de afgronden, drie streken, die aan planten en dieren scherp afgeteekende levensvoorwaarden bieden.

De eerste bevat de continentale hoogvlakte waarvan de wateren verlicht worden door het zonnelicht en bewogen door golven en getijden. Men vindt er rotsachtige bodems, planten en plantenetende dieren; de veranderingen van het klimaat zijn er merkbaar. Deze streek gaat tot ongeveer 200 meter diepte.

De tweede begint aan den boord van deze continentale hoogvlakte, ze heeft een helling die zeer scherp naar de diepte afzinkt en zich uitstrekt tot de streek der afgronden. In deze wateren is er geen licht genoeg voor de planten; ook verdwijnen hier de plantenetende dieren. De rotsen zijn er zeldzaam, de grond is slijkachtig, de stroomen zijn zeer zwak en de warmtegraad blijkt bijna onveranderd. Het is de helling van de continentale hoogvlakte die daalt tot ongeveer 1000 meter.

Daar begint de derde streek, die der groote diepten. De bodem vertoont een helling die bijna onmerkbaar is; het licht, de planten en de temperatuursveranderingen blijven weg. De bodem is zonder rotsen en ligt gelijkvormig bedekt met een slijklaag. Bij gebrek aan planten kunnen er slechts vleeschetende dieren blijven leven. De hooge drukking die meer dan 600 atmosferen kan bereiken, heeft niet den minsten invloed op die afgrondbewoners.

## II — DE SEDIMENTEN OF BEZINKSELS DER OCEANEN.

---

### 1. — *Aanvang van deze studie.*

Sedert eeuwen reeds en vóór Christus geboorte, was men bekommerd met de bezinksels van de Oceanen. Nochtans moet men bekennen dat de vooruitgang in deze wetenschap ten achter bleef. Gedurende meer dan 2000 jaar beschouwde men enkel de praktische zijde van dit vraagstuk. Toch vindt men eenige zinsspelingen omtrent het zeegrondsop bij de oude schrijvers, voornamelijk bij den Arabier Birouni in de XI<sup>e</sup> eeuw bij Koopmann en Breusing in Duitschland en bij den Franschman Pierre Garcie, die zekere landingsbodems beschreef. In de XVII<sup>e</sup> eeuw werden bezinksels uit de Middellandsche Zee beschreven door Marsigli. In de XVIII<sup>e</sup> eeuw werd door de Italianen Beccari, Bianchi en Solandi een microscopische beschrijving van het zeegrondsop gegeven. Allen hadden slechts het strandzand of het slijk van kleine diepten onderzocht. Voor algemeene toepassing moest men grondsoorten bezitten van de groote diepten en het ontbrak aan geschikte toestellen om die in te zamelen.

### 2. — *Toestellen voor het inzamelen van bodemstalen.*

Het ophalen van bodemstalen, op welke diepte men ze ook begeerde te nemen, zooals men het heden doet, is een vraagstuk waarvan de oplossing veel moeite en tijd heeft gekost. Kapitein Phipps, die later Lord Mulgrave werd, was er toegekomen, in de nabijheid van Spitsbergen, eenige zeer kleine hoeveelheden blauwe klei boven te krijgen van op 1250 meter diepte. Deze waren de eerste bekende bodemstalen van de diepe zee. Scoresby bekwam er van 2.200 meter diepte en Sir John Ross in 1818, met een knijptang van zijn uitvinding, verkreeg er van 1920 meter, en wel in voldoende hoeveelheid om er de zeer koude temperatuur van waar te nemen. Deze goede uitslagen waren slechts een gelukkig toeval en gaven een uiterst kleine hoeveelheid grondstof, die aan het dieplood kleefde. Het inzamelen werd maar regelmatig en omtrent

zeker, wanneer Broocke, Amerikaansch zeeofficier, 1855, zijn dieptoestel uitvond, dat voorzien was van een inzamelaar voor bodemstalen. De verbeteringen bleven niet uit en volgden elkaar snel op. De toestellen die heden in gebruik zijn geven

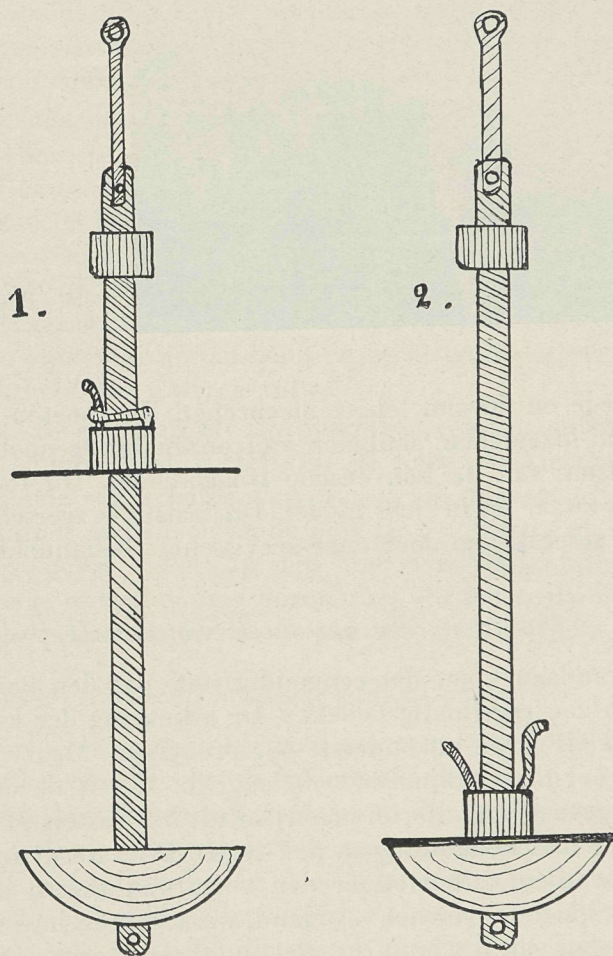


Fig. 12. — Grondsopraper van Professor Gilson licht model.  
1. open.  
2. gesloten.

alle voldoening : de gripper van Leger, de kleine modderschop van Thoulet, de bijenraper van Petersen, de Buchanan-buis, die loodrecht in het slijk dringt en een worst van 25 mm.

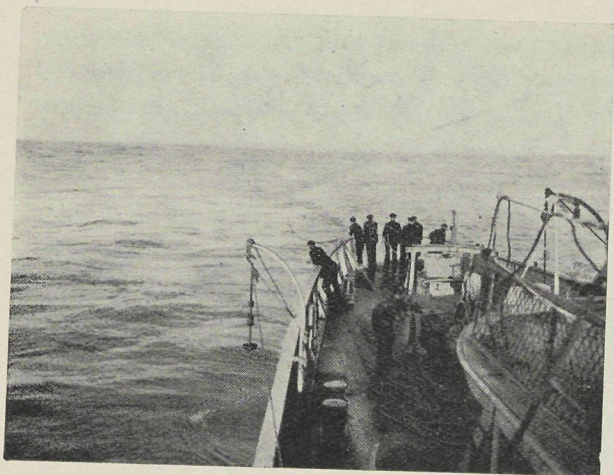


Fig. 13. — Grondsop-  
van Professor G.  
licht model, met zijn  
demstaal.

doorsnede en 50 cm. lengte meebrengt. We moeten nog den dieplood-inzamelaar aanhalen van onzen landgenoot Professor Gilson, van de Leuvensche Hoogeschool. Dit toestel bestaat in zwaar en in licht model. Dit laatste is zeer eenvoudig en wel geschikt om door onze zeevisschers behandeld te worden.

### 3. — *Oorsprong der bezinksels van den Zeebodem.*

Waar vandaan komt dat eenvoudig stof, dat den bodem der oceanen zoo regelmatig bedekt? De afknaging der kust door het water is er de bijzonderste oorsprong van. Maar er is een andere oorsprong bijna even belangrijk. Het is de onophoudende toevoer van allerlei materiaal uit het vasteland naar de zee, door tusschenkomst van den regen. De waterdampen, die uit de wolken vallen onder den vorm van regen, hagel of sneeuw, spoelen over het vasteland, wasschen en lossen de bestanddeelen van het land op, die, onder den vorm van klei of zand meegevoerd, naar de zee spoelen langs rivieren en stroomen.

De zwaarste deeltjes zullen dicht bij de kust op den bodem blijven liggen, terwijl de fijnste nog ver zullen meegevoerd worden, vooraleer op den zeebodem terecht te komen. De bronnen, die door de kustklippen in zee neerzippelen, hollen deze klippen uit en bereiden alzoo hun instorting. De ijsvelden van de bergen, die onmerkbaar naar omlaag glijden, ontrukken bij het dalen zeer kleine deeltjes of dikke klompen aarde, die

langs de stroomen in zee zullen overspoelen. In de Poolstreken, waar de ijsvelden rechtstreeks in zee storten, onder den vorm van ijsbergen of gletschers, zullen ze de rotsen, welke ze aan het land ontrukken, verre in zee meevoeren en maar loslaten, wanneer ze onder zachter klimaat komen en dan smelten door de warmte. Het is dus wijd van hun herkomst dat zij deelnemen aan de vorming van den oceaانبodem.

Andere belangrijke bronnen van stof zijn asch en puimsteen, die de vulkanen uitspuwen. Indien de vuurbergen, die het vasteland omzoomen, de eenige waren om deze bezinksels te leveren, zou de laag op den zeebodem zeer dun zijn. Doch er zijn onderzeesche vulkanen en deze zijn waarschijnlijk zeer talrijk, want de lavadeeltjes door het dieplood bovengemaakt, zijn ontelbaar. Laten we hier ook het cosmische stof noemen dat uit de planetenruimten komt en rechtstreeks op de groote uitgestrektheid der wateren valt.

De organische overblijfsels zijn insgelijks een bijzondere bron van den onderzeegrond. Het zijn de kalk- en kiezelkorrels, voortkomende uit schalen van dieren en planten. Bij hun dood ontbindt zich de levende stof in het water, maar hun kleine geraamten vallen op den bodem en door hun trage, eeuwenlange opeenhooping vormen zij op den zeebodem uitgestrekte vlakten van dieren en plantenoverblijfselen.

#### 4. — *Rangschikking van de bodems der Zee.*

Er bestaan twee rangschikkingen, de eene aan John Murray en Renard toegeschreven, de andere aan Thoulet.

In de eerste houdt men rekenschap met den oorsprong der bezinksels waaruit de zeebodem is samengesteld. De tweede is alleenlijk delfstofkundig. In deze laatste is men er niet mee bekommerd of het kiezelbevattend en het kalkbevattend slijk voortkomt van planten, dieren of delfstoffen. Deze rangschikking houdt slechts rekening met de verhouding tusschen korrels van verschillende grootte.

#### 5. — *Rangschikking Murray-Renard.*

Aardbevattende bezinksels. (Sediments terrigènes).

De bestanddeelen die deze grondsoort uitmaken, komen rechtstreeks voort van de scheiding der rotsen en andere afbrokkelingen van het vasteland, alsook van de onophoudende toevoer van allerlei materiaal door tusschenkomst der stroomen.

Deze afgescheiden kustdeeltjes en aangespoelde gronden maken rondom de eilanden en de vastelanden een onafgebroken rand uit. Deze rand kan, volgens de plaatsen, van 100 tot 500 km. breed zijn. Zijn gemiddelde breedte is 250 km. en kan gaan van den zeespiegel tot op 5000 meter diepte. Wanneer men den oorsprong van dit soort bezinksel inziet, is het gemakkelijk te begrijpen dat al de binnenzeeën, zonder uitzondering, zulk een aardbevattenden bodem hebben. (Middelandsche Zee, Noordzee, Baltische Zee, Chineesche Zee, Japansche Zee, enz...)

In al deze bezinkfels ontmoet men brokjes delfstoffen waarvan de doorsnede de halve millimeter niet overtreft en waarin het kwarts vereenigd met veldspaat en mica het meest voorkomt.

Op de kust en in de binnenzeeën onderscheiden John Murray en Renard : het blauwachtig slijk, het groen slijk en zand, het roodachtig slijk, het koraalslijk en het vulkanisch slijk en zand.

*Blauwachtig slijk.* — Het is het meest verspreid. De kleur komt voort van de werking op de ijzerzouten door het organisch stof in ontbinding. Door verdroging wordt het blauwachtig slijk grijs. De kalkbevattende brokken komen voort van de foraminiferen en de weekdieren ; men vindt er ook soms geraamten van raderdiertjes in. (Radiolaires).

*Groenachtig slijk en zand.* — Deze soort komt het meest voor in de nabijheid der kusten van 500 tot 1300 meter diepte, voornamelijk in den Grooten of Stillen Oceaan. Men erkent deze grondsoort aan de tegenwoordigheid van het groen zand dat de schalen van de foraminiferen vult.

*Roodachtig slijk.* — Deze roode bodembezinkfels vindt men langsheen de kusten van Brazilië ; ze worden daar toegevoerd door de groote Zuid-Amerikaansche stroomen, die zich in den Oceaan ontlasten.

*Koraalslijk.* — Dit slijk behoort tot de streken die de poliepeilanden omringen. Het zijn de overblijfsels van het koraal die er het meest in vertegenwoordigd zijn. Rondom de Bermuden eilanden is de bodem aldus belegd.

*Vulkanisch slijk en zand.* — Het bestaat uit puimsteen en metaalschuim en wordt aangetroffen rond de vulkanische eilanden.

*Bezinksels van de wijde zee.* — De kust of aardbevattende bezinksels, die wij bondig beschreven, strekken zich slechts gemiddeld uit tot op 200 en 300 km. van de Kusten. Welnu in den Grooten of Stillen Oceaan in 't bijzonder, kan men uitgestrekte overtochten doen zonder een enkel eiland noch vasteland te ontmoeten. In deze wijde zee zijn er dus noch vastelanden noch rotsen die door de werking van het water, door de golven en door de getijden kunnen gescheiden worden of afgebrokkeld. Hoe vormt zich hier het grondsoep van deze uitgestrekte vlakten ?

Het is de ontdekkingsstocht van de «Challenger» die licht wierp op deze vraag. In de wijde zee bestaan de bezinksels van den zeebodem uit : het globigerineslijk (vase à globigérine), het pteropodeslijk (vase à ptéropodes), het raderdier-tjesslijk (vase à radiolaires) en het diatomeeënslijk (vase à diatomées).

Deze organismen, waarvan de bovengemelde slijken de overblijfsels vereenigen, leveren na hun dood, de stof van deze bezinksels : hun overblijfselen zinken langzaam op den bodem, dien zij aldus met eigenaardige modderlagen bekleeden.

#### *Kalkbevattend slijk.*

Het globigerineslijk is de uitslag van de opeenhooping, op den bodem der zee, van de schalen der foramineferen. 't Is het geslacht *Globigerina* dat er het meest in vertegenwoordigd is. Dit soort slijk bevindt zich op alle diepten tusschen 500 en 3500 meter. Het ontbreekt in al de gesloten zeeën, in de IJszeeën en gedeeltelijk in de Zuiderzeeën, boven den vijftigsten breedtegraad.

Het pteropodenslijk, insgelijks kalkachtig, is samengesteld uit de overblijfsels van de pteropoden en van de heteropoden. Het bevat meer kalk dan het voorgaande, gemiddeld 80 per 100 ; maar het is minder verspreid dan het globigerineslijk.

#### *Kiezelbevattend slijk.*

De modder voortkomend van de raderdier-tjes is gekenmerkt door de tegenwoordigheid van deze organismen, die bekleed zijn met een kiezelbevattende huid. Zij leven op verschillende diepten, maar wanneer zij sterven verliezen ze hun evenwicht en hun overblijfsels vallen op den bodem. Sommige streken van den zeebodem zijn er gansch mede bedekt. Vóór de 2000 meter diepte worden ze zelden aangetroffen.



Fig. 14. —  
Diatomeeënslib,  
sterk vergroot.

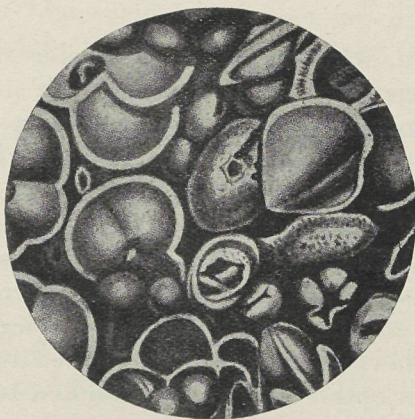


Fig. 15. —  
Globigerina-slib,  
sterk vergroot.



Fig. 16. —  
Pteropoden-slib,  
sterk vergroot.

Het diatomeeënsljik gevormd door de overblijfsels van microscopisch zee gras, wisselt soms af met het voorgaande. De lichaampjes der diatomeeën zijn gemengd met de overblijfselen van raderdiertjes, mica- en kwartsscherven en slijkdeeltjes.

#### *Rood slijk van de groote diepten.*

De microscopische organismen, zooals de foraminiferen en de diatomeeën komen niet overal voor. Er zijn op den bodem der Oceanen onmetelijke ruimten, waar noch de mechanische aanspoeling, noch de organische werking zich zullen kunnen voordoen. Alsdan is de bodem van de oceanen bekleed met een soort rood of grijs leem gemengd met knobbeltjes van ijzerzuurstofverbinding en met mangaan. De laag van deze groote diepten is uiterst dun. Dit is bewezen door den overvloed waarmede men er de overblijfsels van dieren vindt, die uiterst zeldzaam zijn op de andere bodems. Een enkel sleep met het dregnet gedaan door de «Challenger» bracht meer dan honderd versteende tanden van haaien boven en dertig trommelholten van walvischachtigen. De haaietanden en deze holtebeenderen zijn zeer zeldzaam in het organisch slijk en volkomen onbekend in de kustbezinksels.

Men moet er uit besluiten dat het slijk van foraminiferen zich veel sneller op den zeebodem neer zet dan het roode leem en dat slechts na eeuwen de tanden van de groote zeedieren, die er op vallen, bedekt worden met eene laag van 1 tot 2 millimeter. Het rood leem is het meest verspreid. Het bedekt 130.000.000 km<sup>2</sup> over een gemiddelde diepte van 4500 meter. Het is gemengd met deeltjes van vulkanischen oorsprong en met kiezelbevattende organismen, lichaampjes van diatomeeën, enz...

#### 6. — *Snelheid van de vorming der Onderzeesche bezinksels.*

Met welke snelheid doen zich de verschillende bezinkingen voor ?

De afspoeling van het vasteland, bij middel der stroomen die zich in de zee ontlasten, voert jaarlijks ongeveer 10 km<sup>3</sup> vaste stof (matières solides) toe in den oceaan. Wanneer men daar de werking van de zeeuitknaging bijvoegt, bekomt men een jaarlijksch totaal van 12 km<sup>3</sup> vaste stof die in den oceaan terecht komt.

Maar deze  $12 \text{ km}^3$  worden niet gelijkmatig over het geheel van den oceaانبodem verspreid. De persoonlijke studiën van J. Murray hebben het volgende doen besluiten : de afgeslede bezinksels bedekken slechts het vijfde der totale oppervlakte van den zeebodem, 't zij in ronde cijfers  $70 \text{ millioen km}^2$ . Indien deze bezinksels zich gelijkvormig over deze oppervlakte verspreidden, zouden de  $12 \text{ km}^3$  een jaarlijksche dikte van ongeveer  $1/5$  millimeter moeten vormen ; maar de aanspoeling is ver van eenvormig, ze is grooter in de nabijheid der kusten, waar men ze mag schatten op een halven millimeter per jaar, 't zij volgens berekeningen van M. de Lapparent van 500 meter per millioen jaar. Zoodoende, zou het verschijnsel van de afspoeling voldoende zijn, om na eenige millioenen jaren tegen den oever van de vastelanden een laagte van verschillende kilometer dikte aan te spoelen.

Doch ten opzichte van den toevoer der bezinksels, zijn al de zeeën niet onderworpen aan dezelfde voorwaarden. De Atlantische Oceaan ontvangt tweemaal zooveel bezinksels als de Stille Oceaan, alhoewel zijn oppervlakte kleiner is.

Zulks is gemakkelijk te begrijpen, als men weet dat de bezinksels het meest toegevoerd worden door de stroomen. Welnu, in den Grooten of Stillen Oceaan, ontlasten zich geen groote stroomen en de toevoer bedraagt slechts  $21000 \text{ km}^3$  regenwater, terwijl in den Atlantischen Oceaan de jaarlijksche toevoer van regen geschat wordt op  $66000 \text{ km}^3$ . De helft van den regen der vastelanden spoelt dus in den Atlantischen Oceaan.

#### 7. — *Belang van de Studie der Bodembezinksels van de Zee.*

Bij dichten nevel kan in sommige streken de kennis van het grondsoep, voor den zeevaarder, van 't allergrootste nut zijn voor het bepalen der ligging van zijn schip. Niet minder belangrijk is deze kennis voor de visschers.

Iedereen weet dat de verblijfplaats van de visschen in nauwe betrekking staat met de grondsoorten, daar deze dieren er om zekere redenen heengaan, b.v. om er een schuilplaats te vinden, om er hun voedsel op te zoeken of ook nog om er te paaien.

De zandachtige slijkplaten van de Noordzee zijn gegroefd in nauwe en diepe kanalen, waarvan de koudere wateren bewoond zijn door de haring en den kabeljauw. 's Winters verbergt de makreel en de paling zich in het slijk. Ieder soort met onveranderd verblijf in de kustwateren verkiest een bijzonderen bodem om er zijn eieren te leggen, de eene op het slijk, zooals de meeste platvisschen, de andere op de steenen of in de bochten van de rotsen, vele op het zand, eenige op schelpbanken of ook nog in het midden der grasbanken. Het is hetzelfde voor de trekvischen : de tonijn zoekt rotsachtige kusten en diepten van 30 tot 40 meter ; de kabeljauw huist in de rotsen in stil water dat bevrijd is van alle strooïng en woeling. De sardijn geeft de voorkeur aan keien of zandplaten met zachte helling. Niet alleen de vischen maar ook de schaal- en weekdieren weten de grondsoort te verkiezen, die het best geschikt is voor hun voeding, voortplanting, enz...

Men heeft getracht de verschillende aardkundige bodems te rangschikken volgens den overvloed van visch. Het minst voordeelig zijn de stranden van graniet, daarop volgen de nieuwe gronden en die van het derde tijdperk, dan de krijtachtige gronden, de Juragronden en eindelijk de zandsteenbodems en de schilferachtige vlakten ; deze zijn het meest vischrijk.



### HOOFDSTUK III.

---

## HET ZEEWATER : ZIJN NATUURKUNDIGE EN SCHEIKUNDIGE EIGENSCHAPPEN.

---

### I. — DE WATERSPIEGEL VAN DE ZEE.

Niets is zoo veranderlijk als het zeeniveau.

Indien gansch het harde gedeelte van den aardbol uit deze stof bestond, welke regelmatig rond het middelpunt opzweeft, zou de oppervlakte van deze wateren de volmaakte vorm van een regelmatig-ellepsoïd nemen en bewaren. In werkelijkheid, door de ongelijke verdeeling van gesteenten en van wateren ; door de wederzijdsche aantrekkingskracht der vaste massa's met hooger densiteit en de vloeibare massa's met kleinere en oneenig meer beweegbare densiteit, is de oppervlakte van den oceaan niet gelijk aan deze van een onregelmatigen bolvorm .

Zoo meende men, tot voor korten tijd, dat men zich midden in den oceaan iets dichter bij het middelpunt van de aarde bevond, dan op het zeeniveau van het vasteland. Men schreef dit door berekening dat de zeespiegel, bij de Bonin-eilanden op tien N.O. van de Philipijnen gelegen zijn, niet minder dan 200 meter dieper lag dan langs de kust van het omliggende vasteland. Nieuwe proeven bewezen echter de gedeeltelijke juistheid hiervan en in werkelijkheid lijkt de oceaan oppervlakte veel minder op zulk een diepen schotel dan men zich vroeger voorstelde. Tegenwoordig neemt men aan, dat de verst van het vasteland verwijderde plaats in de zee, de zeespiegel hoogstens 150 m. beneden het oppervlak van een regelmatig-ellepsoïd is ingezonken. Op het midden van den Atlantischen Oceaan zou de wateroppervlakte slechts 50 meter dichter liggen bij het middelpunt van de aarde dan aan de kusten.

Dat in de nabijheid der kusten het water wat hooger staat is een gevolg van de natuurkundige wet, dat alle lichamen evenredig aantrekken in rechte verhouding tot hun massa, daar nu het soortelijk gewicht van de gesteenten ongeveer 2.5 dat van het zeewater 1.027 bedraagt, moet dus het land ver

meer het water aantrekken dan omgekeerd. Wanneer nu, midden in den oceaen, de zwaarte van een lichaam grooter is dan nabij of op de kust van het vasteland, is dit meer te danken aan de grootere aantrekkingskracht, op eerstgenoemde plaats uitgeoefend door de dichtere en dus zwaardere aardkorst, die door den ontzaglijken druk van het daarbovenstaande water wordt samengeperst, dan aan een belangrijk grootere nabijheid van het middelpunt der aarde.

Benevens deze vaste wijziging aan den waterpassen-toestand, ondergaat de waterspiegel van de zee, regelmatige afwijkingen, voortspruitende uit de getijden en onregelmatige, veroorzaakt door de barometrische schommelingen, door de veranderingen van de temperatuur, door de werking van den wind, door de verdamping en door den aanvoer der zoete wateren van de stroomen.

## II. — HET ZOUTGEHALTE.

### 1. — *In het zeewater bevatte stoffen.*

De scheikunde telt ongeveer 90 enkelvoudige stoffen of elementen, waarvan men er 32 aantreft in het zeewater. Zelfs hangen de stoffen, die onoplosbaar zijn, onder vorm van uiterst kleine deeltjes, in het zeewater.

De zouten, die het overvloedigst in het zeewater voorkomen, zijn het chloornatrium, het chloormagnesium, het magnesiumsulfaat en het kalksulfaat. De bijzonderste elementen zijn chloor, broom, zwavel, kalium, natrium, calcium en magnesium. Onder de andere lichamen treffen wij ook nog aan : koper, ijzer, zink, mangaan, zilver, nikkel, kobalt, enz. Deze stoffen komen afgezonderd of in verbinding voor in het zeewater. Degene die onoplosbaar zijn, hangen in het water onder den vorm van uiterst kleine deeltjes.

Het zeewater bevat dus, tenminste in uiterst kleine hoeveelheid, de sporen van veel gekende stoffen, zelfs van zilver en goud. Van dit laatste metaal vindt men er vijftig milligram per ton zeewater. Daar de totale massa van het zeewater 14 milliard ton is, zou ieder bewoner der aarde recht hebben op 40 millioen grammes goud aan 3 frank het gram, 't zij een rijkdom van 120 millioen frank (prijs van voor den oorlog). Maar onder de stoffen, welke het zeewater inhoudt, zijn er eenige, die om hun belangrijke doseering, bijzondere aandacht verdienen : Het zijn de zouten.

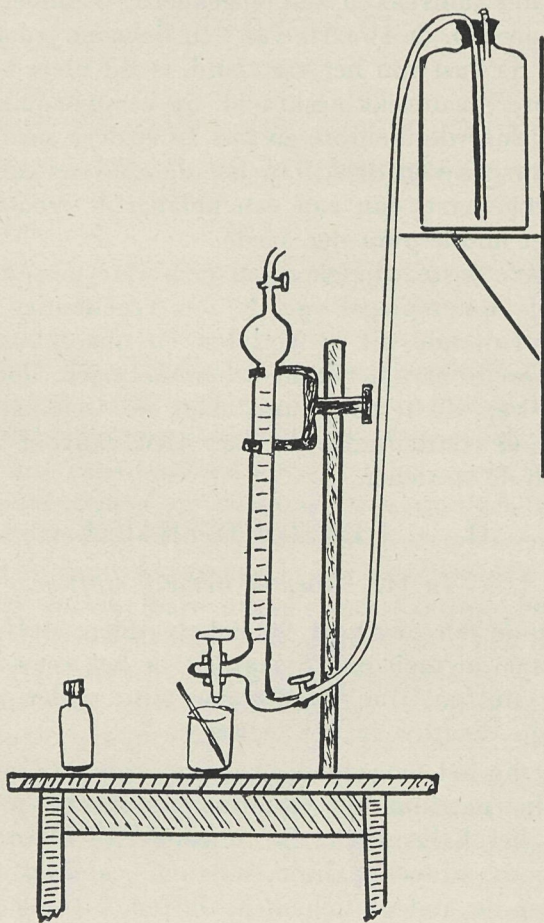


Fig. 17. — Titratie-apparaat voor het bepalen van zoutgehalte.

## 2. — *Ontleding van het Zoutgehalte.*

Tot het bepalen van het zoutgehalte van het zeewater hebben men physische en chemische methoden of werkwijzen aangenomen.

Wij zullen slechts deze aanhalen die langs chemischen weg algemeen toegepast wordt en de ambtelijke methode is van de Internationalen Raad voor het Onderzoek der zee.

Deze werkwijze berust op het door Forschhammer proefdervindelijk bewezen feit, dat de verhouding van alle opgeloste stoffen in een willekeurig monster zeewater voortdurend

standvastig is ; men behoeft dus slechts één der componenten te bepalen, bij deze methode het chloorgehalte.

Wanneer een oplossing van zilvernitraat bij zeewater wordt gevoegd, wordt de chloride als een wit precipaat van zilverchloride neergeslagen. Als indicator voegt men een paar druppels kaliumchromaat toe. Is nu, bij meerdere toevoering van zilvernitraat, al het chloride uit het zeewater verdwenen en neergeslagen, dan zal het zilvernitraat op den indicator gaan inwerken en een oplosbaar zilverchromaat vormen, dat zich direct door een roode kleur kenbaar maakt. Op deze scheidkundige eigenschappen berust de titreermethode. Men giet een bepaalde hoeveelheid (b.v. 15 cm<sup>3</sup>) van het watermonster waarvan men het zoutgehalte wenscht vast te stellen, in een glas, voegt daarbij een paar druppels kaliumchromaat en begint nu langzamerhand zilvernitraat bij te druppelen uit een met schaalverdeling voorziene buret, die tot zekere hoogte met deze vloeistof is gevuld en van onder door een kraan geopend of gesloten kan worden. Wanneer in het zeewater de roode kleur optreedt, weet men, dat alle chloride is neergeslagen, op de buret kan men aflezen hoeveel zilvernitraat daartoe is gebruikt. Met behulp van de door Martin Knudsen samengestelde hydrographische tabellen kan men direct het zoutgehalte aflezen <sup>(1)</sup> en wel zeer nauwkeurig tot in de tweede decimaal .b.v. vaststellen op 35.27 of 35.28 o/oo.

Van alle opgeloste zouten is nu de verhouding in ieder monster zeewater percentsgewijze altijd de volgende, (naar Dr. Tesch) :

Chloornatrium . . . . .	77.80
Chloormagnesium . . . . .	10.90
Kaliumsulfaat . . . . .	2.50
Broommagnesium . . . . .	0.22
Magnesiumsulfaat . . . . .	4.70
Kalksulfaat . . . . .	3.60
Koolzure kalk . . . . .	0.34

Ziehier de bijzonderste in een liter Atlantischzeewater opgeloste zoutstoffen, met hun betrekkelijke verhouding, (naar Thoulet) :

(1) Daar de verhouding der opgeloste zouten in zeewater constant is en het chloor steeds 0.553<sup>ste</sup> deel van het zoutgehalte uitmaakt, moet dit laatste gelijk zijn aan 1,81 × het chloorgehalte.

Chloornatrium . . . . .	27.37
Chloormagnesium . . . . .	3.37
Kaliumsulfaat . . . . .	0.59
Broommagnesium . . . . .	0.05
Magnesiumsulfaat . . . . .	2.24
Kalksulfaat . . . . .	1.32
Koolzure kalk . . . . .	0.06

---

35.00

De opsomming van deze zoutlichamen geeft wat men noemt het zoutgehalte. Het zee- of keukenzout neemt er ongeveer drie vierden van in. Dat zout maakt het zeewater ondrinkbaar en geeft het zijn wrangen smaak.

Het gemiddeld zoutgehalte van het zeewater is omtrent 35 grammen op duizend grammen water.

### 3. — *Het nemen van stalen zeewater.*

Het nemen van zeewaterstalen is heel gemakkelijk aan de oppervlakte. Maar voor het inzamelen van water van verschillende diepte, is men verplicht geweest bijzondere toestellen te vervaardigen. Deze toestellen noemt men waterflesschen of waterscheppers (bouteille à eau, wasserschöpfer, waterbottle). Hooke was het, die, in 't jaar 1611, de eerste waterflesch vervaardigde. Hedendaags zijn er verschillende waterflesschen in gebruik; alle zijn voorzien van thermometers.

In België, in de Skandinavische landen en in Engeland gebruikt men de waterflesch van Petterson-Nansen. In Duitschland, de flesch van Krümmel. In Frankrijk, Spanje, Italië en Oostenrijk gebruikt men de Richard-flesch, (omkeeringflesch, welke gelijktijdig het gebruik toelaat van een kante thermometer).

De waterschepper uitgedacht door Petterson en verbeterd door Nansen is als volgt samengesteld:

Een cylinder verschuifbaar langs twee verticale, koperen stangen, de bodem is onbeweeglijk onderaan bevestigd, het deksel kan door een vernuftig systeem van hefboomen opgeheven worden, om na het losschieten van een pin op den cylinder te vallen; dit deksel is doorboord en draagt een zeer gevoelige onderverdeelden thermometer. De cylinder zelf is samengesteld en bestaat uit verschillende concentrische, in elkaar

7.37  
3.37  
0.59  
0.05  
2.24  
1.32  
0.06

5.00

en noemt  
geveer de  
rinkbaar

atrent 35

an de op-  
verschil-  
stellen te  
schen of  
erbottle).  
esch ver-  
schen in

land ge-  
Duitsch-  
Italië en  
keerings-  
n kantel-

erbeterd

ren stan-  
et deksel  
geheven  
cylinder te  
voeligen,  
amenge-  
n elkaar

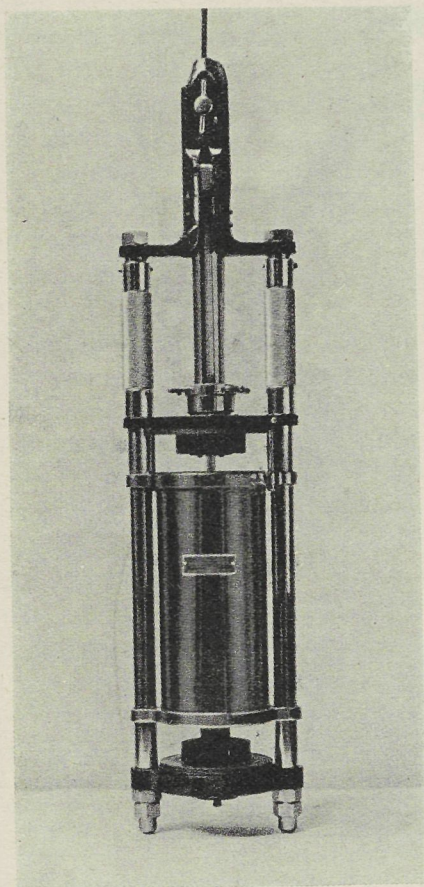


Fig. 18. —  $\frac{1}{8}$  natuurlijke  
groote. - Waterschepper :  
Openstaande flesch.

sluitende cylinders : de binnenste is van eboniet en daarom-  
heen vindt men andere van celluloid en koper ; ook bodem  
en deksel zijn van een aantal boven elkaar gelegen horizon-  
tale platen voorzien, die juist in den middensten cylinder pas-  
sen.

Al deze ringen en platen worden bij het neerlaten met water  
gevuld ; het geheel vormt nu een zeer zorgvuldig geïsoleerd  
stelsel, want water is een uiterst slechte warmtegeleider en  
bezit bovendien een hooge warmte-capaciteit. De buitenste  
cylinder en het water daarbinnen zullen bij het ophalen, wan-  
neer het instrument gesloten is en door hoogere waterlagen  
wordt getrokken, wel van temperatuur veranderen, maar de  
binnenste cylinders zullen dezen invloed van buiten minder

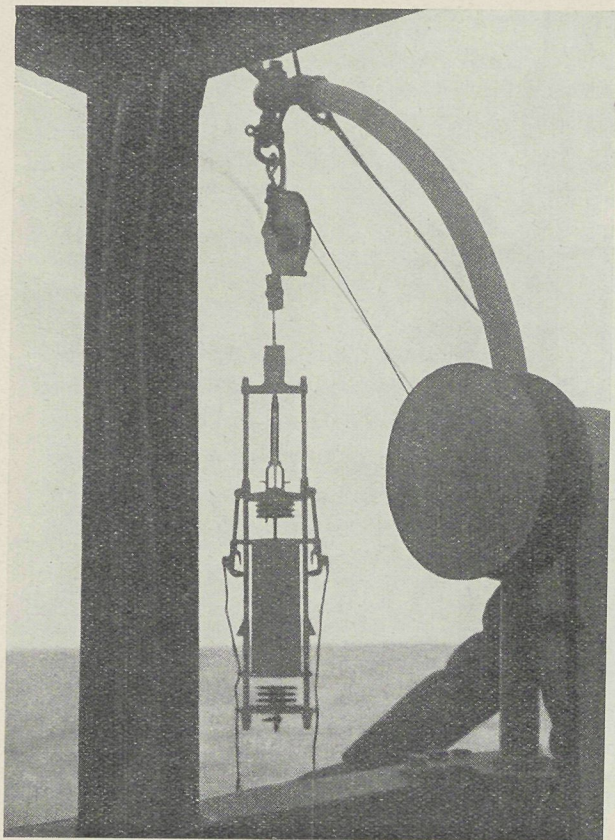


Fig 18bis. — Waterflesch per «Pettersen». (Het stel staat open en is reed ondergedomp worden).

en minder ondervinden. In de figuur 18 staat de waterflesch open : de cylinder is open en het water kan er vrij doorstroomen. Wil men nu het instrument sluiten, dan laat men langs de lijn een valgewicht naar beneden glijden : een koperen cylinder, in de lengte doorboord en uit twee stukken bestaande, die men gemakkelijk langs de lijn kan laten bewegen. Dit valgewicht, beneden aangekomen maakt de ophang-inrichting los, waarmede de thermometerbuis en dus ook het cylinderdeksel was vastgemaakt ; deze laatste wordt, door zijn eigen zwaarte en door de trekkracht van het, onder de waterflesch door middel van lijnen aan een paar samengestelde hefboomen opgehangen gewicht, langs de beide verticale stangen omlaag getrokken ; de hefboomen raken vast achter een nok, die aan iedere verticale stang is aangebracht, de cylinder valt op zijn eigen bodem neer en het geheele instrument is

hermetisch gesloten. Daar de thermometer in de binnensten cylinder steekt, kan men dadelijk de temperatuur van het water in den binnensten cylinder aflezen ; deze temperatuur is bij het ophalen, dank zij het uitstekende isoleeringstelsel der in elkaar sluitende cylinders niet veranderd. Ten slotte kan men dit binnenste water door een aan den bodem bevestigde kraan aftappen. Op die wijze kan men met juistheid zoutgehalte en warmte kennen op een bepaalde plaats en diepte.

#### 4. — *Oorsprong van het Zoutgehalte*

Het zoutgehalte is waarschijnlijk een oorspronkelijke eigenschap der zee. Bij de vorming der aardkorst zouden onder geweldigen druk en onder zeer hooge temperatuur de zouten uit het binnenste der aarde, tegelijk met vrije waterstof, naar buiten zijn geperst, en terwijl dit laatste zich met zuurstof der atmosfeer tot water verbond, werden de zouten in dit water opgelost. Anderen meenen, dat in het allereerste begin van het ontstaan der vaste aardkorst en de vorming van water, dit laatste oorspronkelijk geheel vrij was van opgeloste stoffen, en dat deze na millioenen jaren langzamerhand door rivieren van het vasteland in zee werden opgehoopt.

Tegen deze laatste theorie is natuurlijk aan te voeren, dat de verhouding der opgeloste zouten in rivierwater, geheel anders is dan in zeewater.

#### 5. — *Zoutgehalte der verschillende zeeën.*

Men weet dat over 't algemeen, hoe warmer een bepaalde hoeveelheid zuiver water is, des te gemakkelijker dit water het zout oplost. Men beseft dus dat, het totale zoutgehalte van het zeewater niet altijd hetzelfde is en verandert met den warmtegraad. De zeeën naast de tropische landen bevatten meer zout dan die van de poolstreken. Zeeën die bijna gesloten zijn, zooals de Zwarte Zee en de Baltische Zee, die gestadig groote stortvloeden zoetwater uit de stroomen ontvangen, hebben ook een klein zoutgehalte.

De hooge warmtegraad, welke heerscht over sommige oceaanstreken, zal een groote verdamping van zeewater teweegbrengen, en zodoende het zoutgehalte van het water vermeerderen. Daarom is het dat de Atlantische Oceaan in de tropische streken, langs de kusten van de Saharawoestijn, waar een brandende hitte heerscht en waar geen enkele stroom zich ontlast, een zoutgehalte van acht en dertig duizendsten ( $38 \text{ o}/\text{oo}$ )

bereikt. Deze gehalte is insgelijks zwaar (36 o/oo) in de warme wateren van den grooten oceanischen stroom, die den Atlantischen Oceaan doorloopt en dien men Golfstroom (Gulfstream) noemt ; doch naarmate men in het noorden vordert, vermindert het zoutgehalte ; op de hoogte van Ysland bereikt het de 35 o/oo, en verder op neemt het zoutgehalte af door den toevoer van zoetwater komende van het smeltend ijs van de poolstreken.

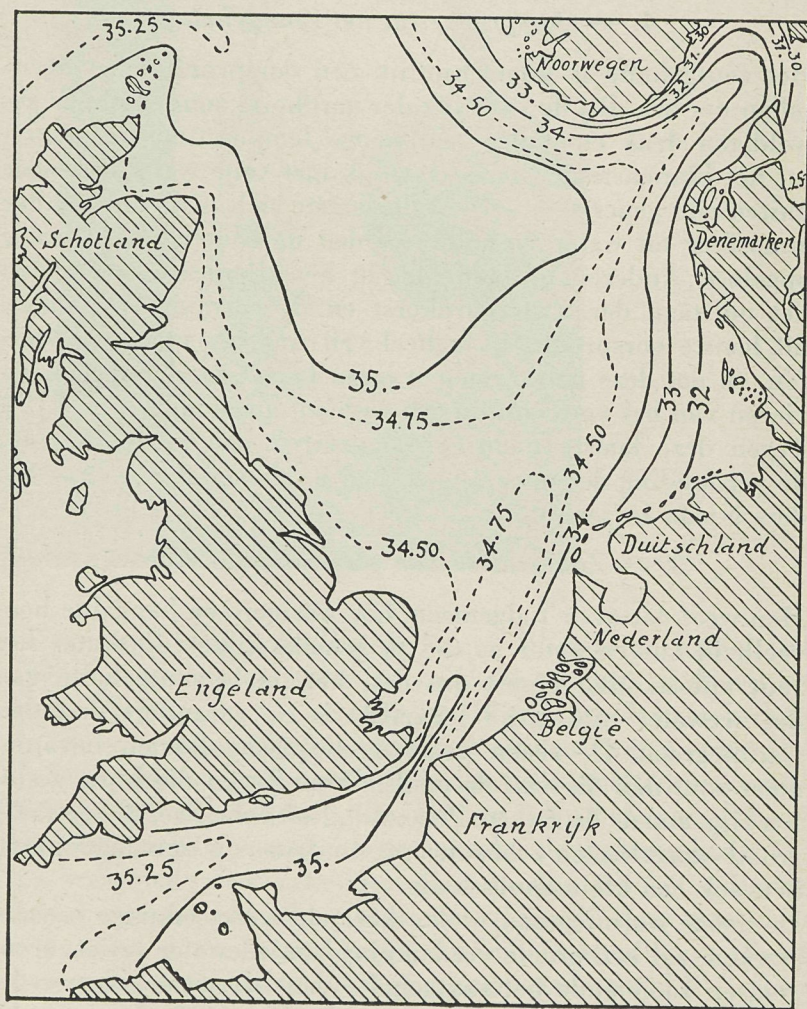
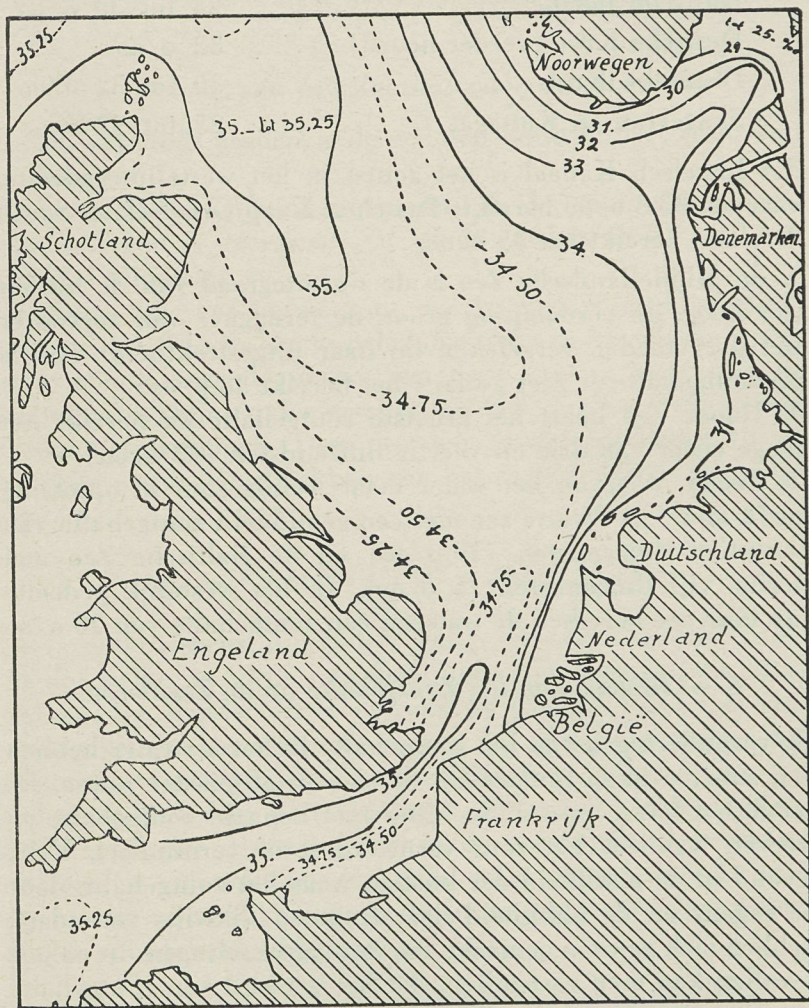


Fig. 19. — Gemiddeld zoutgehalte gedurende de maand Februari aan de oppervlakte van de Noordzee en van het Engelsch Kanaal. (naar B. Schulz).

de war-  
den At-  
(Gulf-  
ordert,  
nd be-  
alte af  
meltend

Het gemiddeld zoutgehalte van de Noordzee is ongeveer 34.5 o/oo. De wateren van het zuidelijk en het noordelijk gedeelte hebben het grootste zoutgehalte; naarmate men echter verder in de Noordzee dringt wordt het zoutgehalte er van verminderd door het zoetwater, komende van de menigvuldige groote stroomen die zich ontlasten in deze zee. Het zijn insgelijks deze stroomen, die in opzicht van zoutgehalte, groote schommelingen teweegbrengen in de nabijheid der kusten.



gehalte  
ebruari  
an de  
ngelsch  
Schulz).

Fig.20.— Gemiddeld zoutgehalte gedurende de maand Augustus aan de oppervlakte van de Noordzee en van het Engelsch Kanaal. (naar B. Schulz).

Ziehier het zoutgehalte van het oppervlakkige kustwater :

Engelsche en Schotsche Kust : . .	34 tot 34,5 o/o
Fransche Kust (Kales, Grevelingen en Duinkerken) . . . . .	33.5 tot 34 o/o
Belgische kust . . . . .	32 o/oo
Monding van de Schelde . . . . .	25 tot 30 o/oo
Hollandsche Kust . . . . .	31 tot 32 o/oo
Duitsche bocht . . . . .	25 tot 30 o/oo
Duitsche Kust (verder noord) . .	32 o/oo
Deensche Kust . . . . .	30 tot 32 o/oo
Skagerrak en Kattegat . . . . .	25 tot 32 o/oo

Het Engelsch Kanaal is het zoutst in het westelijk gedeelte waar het 35,3 o/oo bereikt. Tusschen Kaap Gris-Nez en Sout Foreland bereikt het 35 o/oo.

In de Middellandsche Zee is de warmtegraad van de kust zeer hoog, de verdamping groot, de teruggave van zoetwater niet overvloedig, vergeleken bij haar uitgestrektheid. Ook het zoutgehalte er zeer zwaar : het bereikt 38 o/oo.

De Roode Zee heeft het grootste zoutgehalte en bereikt het hooge cijfer van drie en veertig duizendsten (43 o/oo).

De Zeeën, waarvan het water maar weinig zout in oplossing heeft, zijn : de Zwarte zee met een gemiddeld zoutgehalte van negentien duizendsten (19 o/oo) en de Baltische Zee met slechts vijf duizendsten (5 o/oo). In het westelijk gedeelte van deze zee bereiken de wateren een zoutgehalte van 20 o/oo.

#### 6. — *Invloed van het Zoutgehalte op de Zeedieren.*

De veranderingen van het zoutgehalte in het zeewater hebben een aanzienlijken invloed op de samenstelling der fauna. De zeedieren leven meestal in water met bepaald zoutgehalte en sterven wanneer het zout vermeerderd of vermindert. Vele levend in de nabijheid der kusten, waar het zoutgehalte door de regens en de nabijheid der stroomen dikwijls veranderen hebben zich gewoon gemaakt aan deze afwisselingen. In enkele gevallen kan men vaststellen, dat het verschil van zoutgehalte een echte hinderpaal is, die alleen door enkele bevoorrechte wordt overschreden. Zoo komt het dat, in de zoutputten, de fauna verdwijnt, naarmate het zoutgehalte van het water vermeerderd. Het Suez Kanaal, echte zouthank, is een onover-

ater :  
1,5 o/oo  
34 o/oo  
0 o/oo  
2 o/oo  
0 o/oo  
2 o/oo  
2 o/oo  
gedeelte,  
en South  
e kusten  
oetwater  
. Ook is  
eikt het  
o).  
plossing  
halte van  
Zee met  
gedeelte  
20 o/oo  
en.  
hebben  
una. De  
halte en  
rt. Vele,  
lte door  
erandert,  
n enkele  
utgehalte  
rrechten  
tten, de  
ater ver-  
onover-

schrijdbare bareel ; de zeedieren die er toe komen van de Roode Zee naar de Middellandsche zee te zwemmen en omgekeerd zijn zeldzaam.

In de Baltische Zee doet het tegenovergestelde verschijnsel zich voor. De ingang alleen heeft een normaal zoutgehalte en hoe verder men zich van Denemarken verwijderd, hoe minder zout ze bevat door de groote stroomen, die daar uitmonden. De zeedieren zijn er zeldzaam en verdwijnen volkomen in het midden van deze zee, daar het zoutgehalte niet meer voldoende is.

### 7. — *Belang van het Zeezout voor de Nijverheid*

Zooals wij reeds zegden is de zee een onuitputbare mijn van keukenzout.

De hoeveelheid keukenzout opgelost in de wateren der oceanen en zeeën is overgroot. Zij wordt geschat op 22 millioen kubieke kilometer.

De uittrekking van het zeezout, zoo belangrijk in de voeding, is het voorwerp van een zeer belangrijke nijverheid, die wordt uitgeoefend langs de oevers van de oceanen, daar waar de stranden plat zijn en dus geschikt tot het oprichten van groote verdampingskommen. Deze worden gevuld bij hooge tij en bij ebbe wordt het aftrekken van het zeewater belet door dijken.

### III. — GASSEN IN HET ZEEWATER.

De levende wezens, die in het water vertoeven, hebben, zooals die welke de aarde bewonen, voor hun ademhaling zuurstof noodig. Zonder dit levenwekkend gas kan het leven zich onmogelijk in het water voordoen. De studie aangaande het opslorplingsvermogen van het zeewater voor gassen is dus allerbelangrijkst voor de zeebiologen. Inderdaad, een nauwkeurige kennis der gasverdeling, in de verschillende zeeën en rivieren, is volstrekt noodzakelijk, want zonder deze kennis, zou menig vraagstuk, nopens de levensgewoonten der waterdieren onopgehelderd blijven.

#### 1. — *Opslorplingsvermogen van het zeewater voor gassen.*

De vloeibare stoffen bezitten de eigenschap de gassen, waarmee ze in aanraking komen, op te slorpen. De inzuiging doet zich voor op twee wijzen : ten eerste, door eenvoudige oplos-

sing en ten tweede, door het ontstaan van chemische verbindingen. In het eerste geval zal een vermindering van den druk of ook een verhooging van de temperatuur voldoende zijn om het water totaal te berooven van de gasen die het inhoudt; in het tweede geval, wordt het grootste deel van het gas tegengehouden.

Het zeewater, dat in aanraking komt met de lucht, neemt een zekere hoeveelheid van op. De zuurstof en de stikstof worden door het zeewater opgelost. Het koolzuur komt grootendeels in het zeewater voor in staat van verbinding.

## 2.— *Zuurstof.*

De opslorplingscoëfficiënt van het zeewater is aanzienlijk voor de zuurstof dan voor de stikstof. Daaruit volgt dat de twee gasen, in het zeewater, dezelfde verhouding niet behouden, zooals in de atmosfeer. Dit groot opslorplingsvermogen voor zuurstof is natuurlijk allerbelangrijkst voor de in het water levende organismen, in 't bijzonder voor de dieren, die niet in staat zijn de voor hun leven onontbeerlijke zuurstof zelf voort te brengen.

Zuurstof is minder oplosbaar in zeewater dan in zoetwater. Hoe meer zout het water bevat, hoe minder het bekwaam is om zuurstof op te lossen. Wat de temperatuur betreft, moeten we vaststellen dat het zuurstofgehalte toeneemt met het afnemen van de temperatuur; zoo zal koud water zuurstofrijker zijn dan warm water. Zie volgende tabel, waarbij het aantal cc zuurstof en stikstof per liter water bij verschillende temperaturen staat aangegeven.

Temperatuur :	0°	5°	10°	15°	20°	25°
cm <sup>3</sup> zuurstof p. liter water	8.03	7.13	6.40	5.48	5.35	4.80
cm <sup>3</sup> stikstof p. liter water	14.40	13.08	12.00	11.12	10.40	9.60

Het zuurstofgehalte zal insgelijks toenemen bij het geringe worden der diepte. Inderdaad, in de diepe waterlagen kan men gas, 't welk hier door de ademhaling der zeedieren verbruikt

de verbin-  
den druk  
e zijn om  
inhoudt,  
gas tegen-  
neemt er  
kstof wor-  
t grooten-

zienlijker  
dat deze  
niet beko-  
vermogen  
in het wa-  
eren, die  
zuurstof

zoetwater.  
kwaam is  
moeten we  
afnemen  
rijker zijn  
antal  $\text{cm}^3$   
tempera-

20°	25°
5.35	4.93
10.40	9.78

t geringer  
n kan dit  
verbruikt

wordt, zoo gemakkelijk niet, door opslorping uit de atmosfeer, aangevuld worden als aan de oppervlakte. Op deze diepte waar het licht onmogelijk doordringt, mogen we ook niet rekenen op zeeplanten, die door hun assimilatievermogen koolzuur in zuurstof kunnen omzetten. Het is dus alleenlijk aan de vertikale wisseling die zich in den open oceaan voordoet, te danken dat het tekort aan zuurstof in de diepe waterlagen kan aangevuld worden.

In de middenzeeën worden slechts de oppervlakkige waterlagen genoegzaam verlucht door opslorping uit de atmosfeer. De diepzeebewoners lijden daar gebrek aan zuurstof, omdat in deze afgezonderde zeeën de vertikale circulatie zich maar traag of geenszins voordoet, waardoor het bodemleven dan ook belemmerd wordt.

In de Middellandsche Zee, b. v., die slechts door de nauwe en ondiepe Straat van Gibraltar met den Atlantischen Oceaan in verbinding staat, wordt de wisselwerking tusschen de diepe waterlagen van beide zeeën belemmerd, waardoor een groot gebrek aan zuurstof ontstaat in de diepe bekkens van de Middellandsche Zee, waar het bodemleven dan ook zeldzamer voorkomt dan in de open Zeeën.

In de Zwarte Zee is het nog slechter gesteld. Het zoetwater dat daar aangevoerd wordt door de stroomen en waarvan het soortelijk gewicht veel geringer is, vermengt zich niet, of zeer traag, met het eigenlijke zeewater. 's Winters is de afkoeling ook niet voldoende om het oppervlakkig water te doen naar beneden zinken en zodoende aan het diepe water de gelegenheid tot opstijgen te geven. Het gevolg is nu, dat er in de Zwarte Zee geen vertikale wisseling bestaat, en van 200 meter diepte af, het water zoo luchtdicht van den dampkring is afgesloten, alsof er een laag olie opdreef. Beneden de 200 meter kan het leven zich onmogelijk voordoën en van deze diepte af, is de Zwarte Zee een absolute woestijn.

### 3. — *Stikstof.*

Zooals wij reeds zegden, is de atmosfeer de bijzonderste bron waaruit de zee de stikstof haalt, die ze in oplossing heeft. Volgens de hierbovenstaande tabel, vermindert het stikstofgehalte insgelijks bij het toenemen der temperatuur. Stikstof is geen levenswekkend gas en haar gehalte, in de verschillende waterlagen, is niet zoo veranderlijk als dit van zuurstof. Het is het inzake oceanografie van weinig belang.

### 4. — *Koolzuur.*

De oorsprong van dit gas is niet alleen de atmosfeer. Een andere belangrijke hoeveelheid komt voort uit dieren en planten, die na hun dood, koolzuur ontwikkelen, alsook uit onderzeesche vulkanische uitwasemingen.

De hoeveelheid van dit gas door de zee ingehouden, 't zij in oplossing, 't zij in vrijen toestand, is zeer onderworpen aan schommelingen. Het koolzuurgehalte van het zeewater hangt grootendeels af van de plaatselijke levensbedrijvigheden der planten en dieren. Gewoonlijk vindt men 50 cm<sup>3</sup> koolzuur per liter zeewater, waarvan slechts eenige tienden cm<sup>3</sup> in oplossing. Vrij koolzuur, dat door ademhaling, oxydatie, enz. ontstaat, wordt spoedig naar de oppervlakte gevoerd en ontsnapt, of wordt ook nog door de planten vastgezet en ontbonden.

## IV. — DE WARMTEGRAAD VAN DE ZEE.

1. — *Geschiedenis.* - Het was de Ouden niet onbekend dat de zee, het diepe water kouder is dan dit der oppervlakte. Doch het is aan Marsigli (1706) dat men de eerste wetenschappelijke waarnemingen aangaande de warmte der oceanen, verschuldigd is. Ongelukkig werden deze waarnemingen niet voortgezet. Na hem werden, veel later, andere waarnemingen gedaan door Engelsche zeelieden : door Saussure in 1780 en door Benjamin Franklin in zijn studie over den Golfstroom in 1770.

De XIX de eeuw kenmerkt het begin van eene methodische studie van de warmte der zeeën bij middel van bijzondere meettoestellen. Deze studie werd wetenschappelijk aangevangen door Peron (1800-1804) ; door Dumont d'Urville in zijn twee wereldomvaarten (1826-1839) ; met de ontdekkingsreize van de tocht zoo rijk aan uitslagen van de «Venus» en bijzonderlijk

door de ontdekkingstocht van de «Challenger». De uitvinding van de kantel-thermometer door Negretti en Zambra van London, kwam deze studie nog vergemakkelijken.

2. — *Zee-thermometers.* — Een thermometer bestemd tot het meten van de warmtegraad van het oppervlakkig water is gemakkelijk uit te vinden. In zoo 'n geval is het voldoende met de noodige voorzorgen een emmer water buiten boord te slaan en er gelijk welken thermometer in te dompelen. Meer ingewikkeld wordt het vraagstuk, wanneer er spraak is van diepwater. Dan moet het toestel aan twee vereischten voldoen :

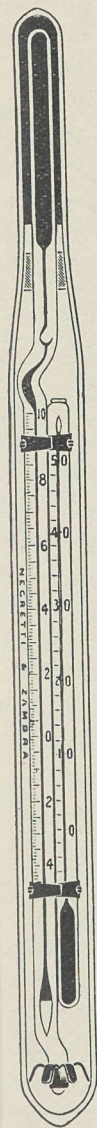


Fig. 21. - Kantel-thermometer Negretti-Zambra.

1) weerstaan aan den waterdruk, welke één atmosfeer is voor elke diepte van tien meter, en bijgevolg, den thermometer een te hoogen warmtegraad kan doen teekenen, met het glazen buisje, welke het kwik inhoudt, plat te drukken. Zelfs zal dit buisje springen, als de waterdruk te veel vermeerdert.

2) de warmtegraad van het water aanduiden op de diepte en op het oogenblik zelf dat men dien wenscht te kennen en bijgevolg gedurende de ophaling bevrijd zijn van den storenden invloed der warmer of kouder waterlagen. 't Is te danken aan den kantelthermometer dat deze moeilijkheden overwonnen werden.

3. — *Oorsprong van de warmte der zee.* — De warmte van de zee komt voort uit drie bronnen : de zon, de planeten en de sterren, de binnenwarmte der aarde.

Onder al de lichamen is het water datgene, welke de grootste «specifieke warmte» heeft. Dit wil zeggen dat men, om de temperatuur van één kilogram water één graad te doen stijgen, meer warmte zal moeten gebruiken dan om de temperatuur van één kilogram van elk ander lichaam één graad te doen verhoogen. Het gevolg daarvan is dat het water trager verwarmt of verkoelt dan andere lichamen.

De oceaan zal bijgevolg een groot en machtig «regulator» van de warmte zijn : zijn wateren zullen minder gevoelig zijn dan de landen aan de afwisselingen van het klimaat en de warmteveranderingen zullen dan ook minder uitkomen en minder plotseling geschieden. Ten andere, afgezien van zijn groot specifieke warmte, heeft het water een gering opsloringsvermogen voor de stralende warmte ; 't is een reden te meer om de traagheid van zijn warmteafwisselingen te verzekeren.

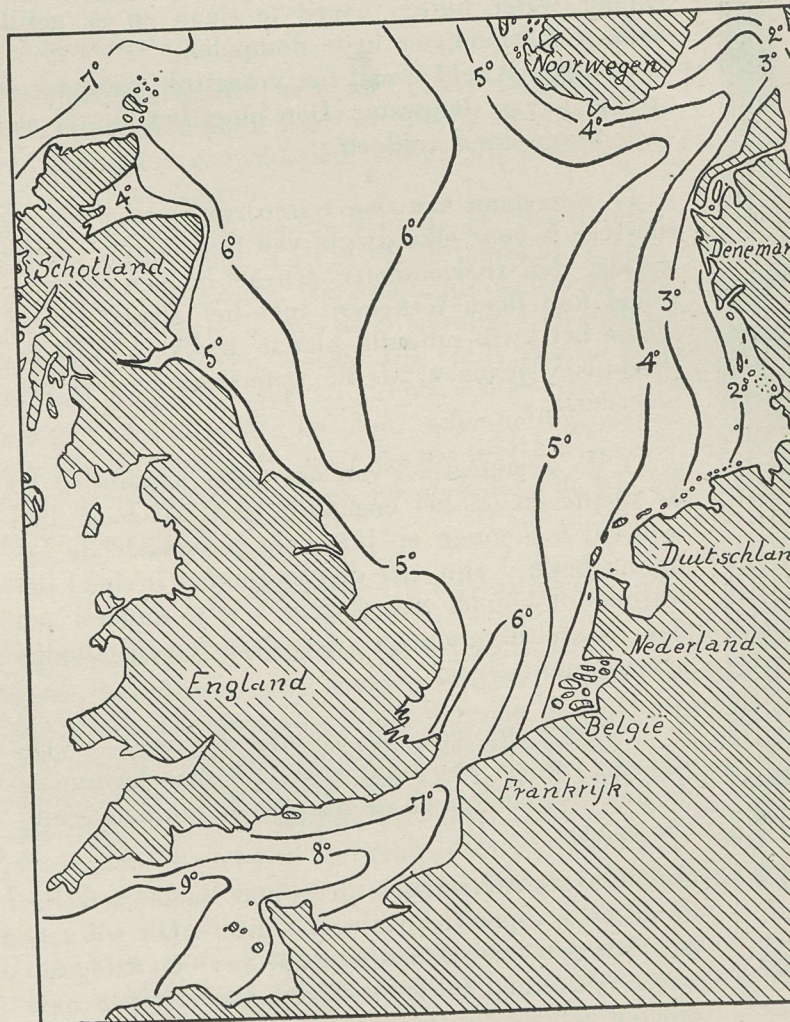


Fig. 22. — Warmtegraad van oppervlakkig water in de Noordzee en het Engelsch Kanaal tijdens de maand Februari (naar B. Schöner)

or» van  
zijn dan  
warmte-  
minder  
n groote  
ingsver-  
meer om  
eren.



graad van het  
r in de Noord-  
ch Kanaal ge-  
d Februari.  
aar B. Schulz).

4. — *Warmtegraad aan de oppervlakte.* - Gezien de specifieke warmte van het zeewater, is het gemakkelijk te begrijpen, dat de dagelijksche en de jaarlijksche afwisselingen van de oppervlaktetemperatuur der zee, zoo groot niet is als die van de vastelanden. Daarenboven, de tijdstippen van den hoogsten en laagsten warmtegraad vallen later in, omdat het water trager verwarmt en verkoelt dan de aarde.

In volle zee, zelfs in de nabijheid van den evenaar, bereiken de dagelijksche schommelingen, 't is te zeggen, het verschil van warmtegraad tusschen dag en nacht, nauwelijks één graad aan de oppervlakte. Het is zelfs rond vier uur in den namiddag dat het water den hoogsten warmtegraad aanduidt. De jaarlijksche maxima warmte wordt bereikt in Augustus, de minima in Februari.

De jaarlijksche afwisselingen, 't is te zeggen het verschil tusschen den warmtegraad 's zomers en 's winters, hebben overal dezelfde waarde niet. Zij verschillen volgens de breedten en volgens de nabijheid of de verwijdering van de zeestroomen.

Te midden van den Atlantischen Oceaan, in de verzengde luchtstreek, gaat deze afwisseling de drie graden niet te boven, in het Westen van de Azoren bereikt ze 7 tot 8 graden. Deze gegevens gelden voor het midden van de groote open oceanen. Nader bij de kust en ingesloten zeeën, zooals in de Baltische Zee, is de afwisseling onderhevig aan de storende nabijheid van het land en dadelijk veel aanzienlijker. In deze zee bereikt ze ongeveer 14 graden.

In den Atlantischen Oceaan ten Noorden van den evenaar, is het dat men, in den zomer, den hoogsten warmtegraad aan de oppervlakte waarneemt : hij bereikt 27 graden ; in de Roode Zee gaat hij tot 32 en in de Golf van Mexico tot 31 graden.

Ter hoogte van de baan der transatlantiekers, die van Europa naar Amerika varen, is het Atlantische oppervlakte water 's winters ongeveer 10 graden en 's zomers 16 graden. Men merkt, ten andere, zeer duidelijk het oogenblik waarop het schip den Golfstroom doorvaart, dien grooten warmen vloed die den Atlantischen Oceaan doorspoelt, want dan klimt de thermometer met verscheidene graden.

Om in den Atlantischen Oceaan 0 graden te meten, moet men 's zomers tot het Noorden van Spitsbergen opvaren, 's winters slechts tot benoorden Ysland. Tijdens dit koude jaargetij vindt men zero langsheen de Amerikaansche kust, vanaf de monding van de Saint Laurent rivier ; terwijl op dezelfde

breedte langs de gansche Europeesche Kust de wateren op 10 tot 12 graden blijven. Het is een der belangrijkste gevolgen van 't bestaan der zeestroomen, dat ze op alle zeeën, het klimaat van de westelijke kusten der aanpalende vastelanden verzachten, terwijl de oostelijke kusten aan strenge luchtgesteltenis onderworpen zijn.

Wat den gemiddelden warmtegraad betreft aan de oppervlakte van het Engelsch Kanaal en van de Noordzee, zie de hiernavolgende tabel. Om geen te algemeene cijfers te geven, hebben we het Engelsch Kanaal en de Noordzee verdeeld in drie streken, te weten :

### ENGELSCH KANAAL

WEST : In rechtstreeksche verbinding met den Atlantischen Oceaan en strekkende tot eene lijn getrokken van Start Point (Engelsche Kust) tot Les Sept Iles. (Fransche Kust).

MIDDEN : Van de lijn Start Point - Les Sept Iles tot een lijn getrokken van Beachy Head naar Fecamp.

OOST : Van de lijn Beachy Head - Fecamp tot de Straat van Dover.

### NOORDZEE

ZUID : Vanaf de straat van Dover tot één lijn getrokken van Hasbourough tot Terschelling.

MIDDEN : Van de lijn Hasbourough - Terschelling tot een lijn loopende van Aberdeen naar het Noorden van Jutland.

NOORD : Van de lijn Aberdeen - Noorden van Jutland tot ongeveer 60 graden noorder breedte.

### ENGELSCH KANAAL

MAAND	WEST	MIDDEN	OOST
Februari	9°	8°	7°
Mei	11°	10°5	10°
Augustus	15°	15°5	16°
November	12°	11°5	11°
Jaarlijksche afwisseling :	6°	7°5	9°

## DE NOORDZEE

MAAND	ZUID	MIDDEN	NOORD
Februari	6°	5°5	6°
Mei	10°	9°	8°
Augustus	16°	15°	14°
November	11°	9°5	9°
Jaarlijksche afwisseling :	10°	10°5	8°

De cijfers van vorige tabel gelden slechts voor de oppervlakte der open zee. Het kustwater is aan grootere afwisselingen onderhevig. Nochtans is het water van de Engelsche Kust minder gevoelig aan deze afwisselingen dan het water aan de Oostkant van de Noordzee. Op de Belgische kust is de gemiddelde warmtegraad 18° voor de maand Augustus en 3° voor de maand Februari ; de jaarlijksche afwijking bereikt dus 15 graden.

5. — *Warmtegraad van het bodemwater.*— In den oceaan verkoelen de boven elkaar liggende waterlagen van boven naar beneden. De warme stroomen vloeien altijd aan de oppervlakte van de Zeeën.

Behoudens de onmiddellijke nabijheid van de kusten, is de warmtegraad van den Atlantischen Oceaan ongeveer 2 tot 3 graden. In de nabijheid van Amerika zakt hij zelfs nog lager. Over 't algemeen mag men beweren dat in de groote diepten van den oceaan de warmtegraad iets boven zero is.

In de ondiepe zeeën, zooals in de Noordzee, is er geen of weinig verschil tusschen den warmtegraad aan de oppervlakte en dien van den bodem. Het is maar in het Noordelijk gedeelte, waar men diepten van verscheidene honderden meter aantreft, alsook in het Skagerrak, dat er een aanzienlijk verschil van warmtegraad waargenomen wordt.

6. — *Warmtegraad van de tusschendiepten.* - Van de oppervlakte naar den bodem ontmoeten wij vooreerst een laag water gaande tot 2000 meter en meer diepte, waarvan de warmtegraad altijd vermindert, eerst zeer snel, daarna veel trager tot op het oogenblik dat een nieuwe laag begint met eene onveranderde temperatuur.

In zijn werk «L'Océanographie» geeft J. THOULET een grafische voorstelling, welke ons de verdeeling van den warmtegraad aantoonst vanaf de oppervlakte tot een groote diepte van den Oceaan.

Deze verdeeling is de volgende :

Diepte in meters	150	500	700	1000	1500	2000	2500	2900	8200
Warmtegraad	16°	10°	7°	5°	3°	2.3	2°	1.8	1.0

Zoals men ziet, blijft de warmtegraad vanaf 2900 meter on-  
veranderlijk, daar men ook nog op 8200 meter diepte dezelfde  
de warmte bekommt. Bij de Amerikaansche kust daalt de warm-  
tegraad, vanaf 3000 meter diepte, tot ongeveer 0°

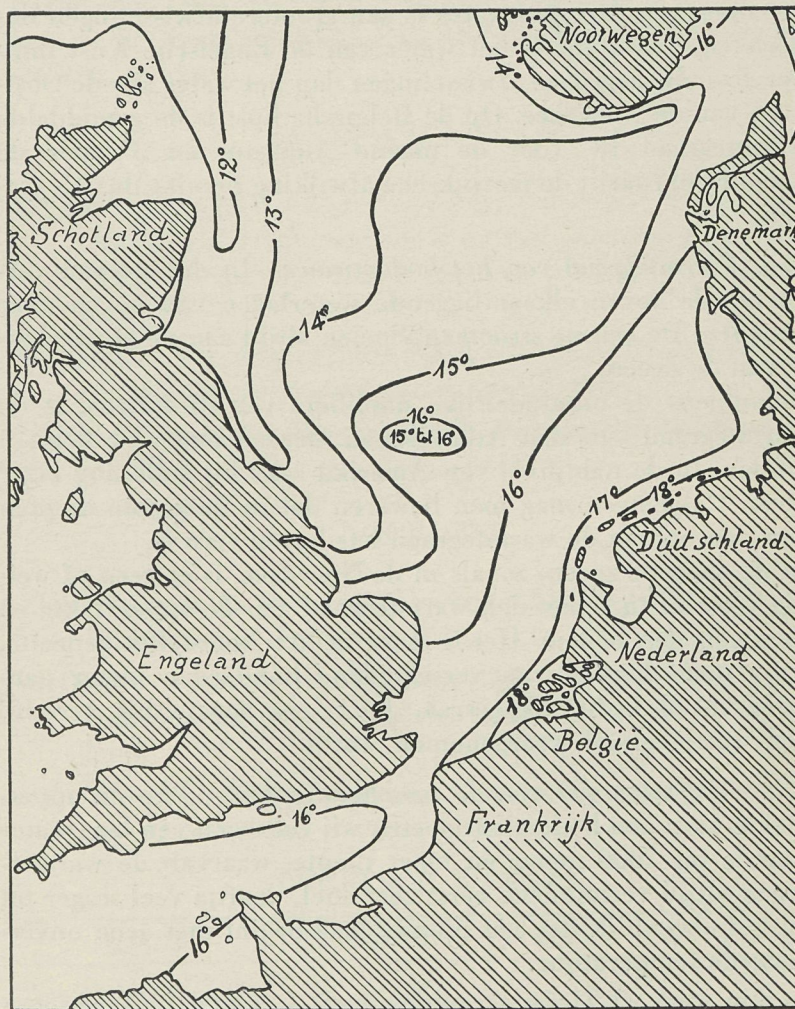


Fig. 23. — Warmtegraad van het oppervlakkig water in de Noordzee en het Engelsch Kanaal gedurende de maand Augustus. (naar Bruno Schulze)

000	8200
1°8	1°8

eter on-  
de zelf-  
e warm-



ad van het  
a de Noord-  
Kanaal ge-  
Augustus.  
(no Schulz).

7. — *Warmtegraad van de binnenzeeën.* - In de Middellandsche Zee is de gemiddelde warmtegraad aan de oppervlakte voor de maand Augustus ongeveer 24 graden en in de maand Februari 13 graden. Op haren bodem, die in sommige kuilen de 4000 meter overtreft, vindt men een onveranderlijken warmtegraad van 12°8. Op een zelfde diepte in den Atlantischen Oceaan, waarmee zij in verbinding is langs het Nauw van Gibraltar, is de warmtegraad maar 2 graden. Hier volgt de uitleg van dit zonderling verschil.

De diepte van het Nauw van Gibraltar is ongeveer 360 meter. Op deze diepte is de warmtegraad van het Atlantisch water 12.8 graden. In de Middellandsche Zee komt er dus door dit kanaal, water waarvan de laagste temperatuur 12.8 graden is. Indien de oppervlaktegraad in den winter zakte tot onder de 12.8 graden, zouden de alzo verkoelde wateren naar den bodem zakken. Maar de Middellandsche Zee is een warme zee, en zelfs 's winters is de oppervlaktegraad hooger dan 12.8 graden. Deze laatste warmtegraad is de laagste welke de wateren van deze ingesloten zee kunnen bereiken.

In de Zwarte Zee meet men 's zomers ongeveer 24 tot 25 graden. Deze warmtegraad zakt tot op 7 graden op de diepte van 80 meter, om vervolgens te stijgen, naarmate men daalt zoodat hij op 2000 meter 9.3 graden aantekent.

8. — *Praktisch belang van de studie van den warmtegraad der wateren van de Zeeën.* - Het is niet uit louter wetenschappelijke nieuwsgierigheid dat de oceaan beschrijvers de temperatuur zoo uiterst nauwkeurig instudeerden op de verschillende plaatsen en in de verschillende lagen der zee. Er is een grooter belang dat hen aanzette om de warmteverdeling van de wateren te kennen, namelijk het visschersbedrijf.

De waarnemingen hebben bewezen dat de visschen altijd de temperatuur hebben van het water waarin ze leven. Dezelfde waarnemingen toonden ons ook nog, dat de visch, niettegenstaande hij aanzienlijke afwijkingen van warmtegraad kan doorstaan, zich gemakkelijker gewent aan de koelte dan aan de warmte, en hij, in elk geval, vanwege zijn omgeving geen plotselinge veranderingen van den warmtegraad verdraagt. Er bestaat voor ieder vischsoort een warmtegraad, die het best geschikt is voor haar bestaan en het voordeeligt voor haar ontwikkeling.

De warmtegraad heeft insgelijks een grooten invloed op de voortplanting, want de dieren planten zich maar voort wanneer de warmtegraad de grenzen, voor iedere soort bepaald, niet te buiten gaat. Buiten deze bepaalde temperatuur, zou bevruchting en de ontwikkeling van eiers en larven, ook ver te wenschen overlaten. Ziehier voorbeelden van enkele soorten die ons allen bekend zijn :

De voortplanting van den kabeljauw eischt een warmtegraad van 4 tot 9 graden ; die van de wijting geschiedt tusschen 5 en 10 graden ; de sardijn moet meer dan 12 en minder dan 13 graden hebben ; de ansjovis vraagt 7 tot 8 graden ; sprongharing 8 tot 10 graden ; de oester 15 tot 16 graden.

Het zou dus zeer nuttig zijn voor onze zeevisschers, de warmtegraad te kennen van de wateren waar zij hun bedrijf willen uitoefenen, alsook den geschikten warmtegraad van de handelssoorten, welke zij op hun visscherij wenschen aan te treffen.

Bijgevolg, ieder visschersvaartuig moet in 't bezit zijn van een kantelthermometer en vooraleer het net buiten boord te gooien, zou de stuurman eerst en vooral een warmtegraadspiegel moeten doen. Deze kleine proefneming zou hem alvast stonds laten kennen of hij op deze plaats de gewenschte soorten zal kunnen visschen en zou ook nog de plaats aanduiden waar de visschen zich ophouden.

Zulks zou dan ook geen blinde of op-goed-geluk-af visscherij meer zijn ; maar ze zou gesteund zijn op wetenschappelijke gegevens, waaraan de visschers veel tijd en geld zouden wenschen te besparen.

De Skandinavische en de Engelsche visschers beoefenen dit soort visscherij, en het is hoog tijd dat onze visschers dit voorbeeld volgen, als ze bij hun mededingers niet willen ten achter blijven.

Ook het onderwijs van onze toekomstige visschers zou in overeenstemming van die wetenschappelijke kundigheden moeten gericht worden.

## V. — DOORZICHTIGHEID EN KLEUR VAN HET ZEEWATER.

---

### 1. — *Doorzichtigheid.*

Een zeer belangrijke eigenschap van het zeewater is zijn meerdere of mindere doorzichtigheid of helderheid. Deze eigenschap wordt gemeten volgens de diepte op dewelke een onder water gedompeld voorwerp uit het oog verdwijnt.

1. — *Apparaten* - Tot de bepaling der doorzichtigheid van het zeewater wordt de ronde schijf van SECCHI, naar den naam van den uitvinder, het meest gebruikt. Dit toestel bestaat uit een wit geverfde metalen plaat van 40 tot 50 cm doorsnede, die aan een koord wordt vastgehecht. Deze lijn is alle meters en decimeters gemerkt.

De gebruikswijze is de volgende : men laat de schijf zakken tot dat men ze uit het oog verliest, 't zij b.v. 5 m., waarna men ze ophaalt tot op het oogenblik dat de plaat zichtbaar wordt, 't zij b.v. 4 m. 80. De doorzichtigheid van het water zal zijn : de gemiddelde diepte van de twee afstanden geteld vanaf de oppervlakte van het water 't zij  $\frac{5 + 4.80}{2} = 4.90$  m.

De waterzienbuis (of kijkglas), die een zeer eenvoudig apparaat is, vermeedert aanzienlijk het gezichtsvermogen door het water. Dit toestel bestaat uit een afgeknotte kegel, vervaardigd uit zink en is van 70 tot 80 cm lang. De groote basis van dit toestel is voorzien van een gewoon ruitglas. Door het gebruik van deze waterbuis zullen de oppervlakkige water-rimpels kunnen vermeden worden, waardoor men de doorzichtigheid van de zee nauwkeuriger zal kunnen bepalen.

2. — *Oorzaken van watertroebeling.* - De helderheid van het zeewater hangt grootendeels af van de diepte en van den minderen of meerderen graad van troebeling. Hoe ondieper het water, hoe meer vaste deeltjes daarin zweven en hoe minder-klaar het water zal zijn.

De troebelingen kunnen van anorganischen of van organischen oorsprong zijn : In het eerste geval zijn het deeltjes van

klei, zand, enz. hier toegevoerd door de stroomen die zich in zee ontlasten of ook nog door het afslijten der kusten. In het tweede geval ontstaan troebelingen door de tegenwoordigheid van microscopische planten en dieren, die het plankton der zee uitmaken, dat tot voedsel moet dienen voor de grootere wezens.

3. — *Doorzichtigheid van het kustwater.* - Het is natuurlijk in de nabijheid der kust dat al de oorzaken van troebeling tegelijkertijd voorkomen : ontlasting der stroomen, die jaarlijks 12 kubieke kilometer terrigeen of van het land afkomstig materiaal toevoeren. Hier ook kan het planktonleven zich zeer bedrijvig voordoen. De NOCTILUCA MILIARIS, het lichtgevend diertje waarover wij reeds spraken, komt soms zoo dicht voor, aan de oppervlakte van het kustwater, dat de doorzichtigheid van de zee op zero gebracht wordt. Daar de bodem van het kustwater ondiep is, zal de bovenste laag bodembezinkels, bij deining gedurig omroerd en terug in zwevende toestand gebracht worden.

De doorzichtigheid van het kustwater kan dus niet anders, vergeleken met dit van het diepwater, dan zeer flauw zijn en ze schommelt van 1 tot 5 m. In de havens bereikt ze soms eenige centimeter.

4. — *Doorzichtigheid van de diepzeewateren.* - Verder in zee wordt het water spoedig helderder. Inderdaad, daar hebben we niet meer af te rekenen met den toevoer van terrigeen en bodemomroering. De eenige oorzaak van troebeling wordt te weeggebracht door de tegenwoordigheid van een bedrijvig planktonleven. Nochtans in de diepe oceanen, waarvan de wateren een te hooge temperatuur en zoutgehalte bereiken, neemt het planktonleven steeds af, en hierdoor juist wordt de diepste doorzichtigheid waargenomen.

Het is in de SARGASSO-Zee gelegen in den Atlantischen Oceaan tusschen de Azoren en de Bermuda's dat KRUMMEI de diepste doorzichtigheid waarnam, 't zij 66,5 m. In de Middellandsche Zee langsheen de kusten van Syrië bekwam men 60 m. ; in de Roode Zee 51 m.

Voor de verschillende zeeën wordt de gemiddelde doorzichtigheid geschat als volgt : Oostzee : 10 tot 13 m. ; Noordzee 13 tot 20 m. ; Middellandsche zee : 40 tot 45 m. ; Indischer Oceaan : 45 tot 50 m.

## II. — *Kleur van het zeewater.*

Het water der zee beschouwd, 't zij van hooge duinen, klippen of nog van de brug van een schip, zal ons verschillende tinten vertoonen, die gedurig veranderen. Maar het water bekeken door een van binnen zwart gemaakte buis of door de kluisgaten van een schip, om op deze wijze zijdelings invallende stralen en vooral de weerkaatsing des hemels af te sluiten, moet ons toelaten, onafhankelijk van de wolkenbedekking, de juiste kleur van het water te bepalen. Deze kleur die het water eigen is, is blauw, min of meer met geel gemengd en geeft ons een blauwgroene tint. Deze eigenlijke waterkleur verschilt van zee tot zee : Het Oostzee water is groen, dit van de Noordzee groenblauw, dit van de Middellandsche Zee blauwgroen, terwijl het water der oceanen over 't algemeen blauw is.

De zeeën met blauw water zijn arm aan levende wezens. Blauw beteekent afwezigheid van plankton of voedsel en het is met reden dat men het blauw de kleur der zeeoestijn noemt.

Het water bekeken van op de duinen, klippen of van de brug van een schip zal ons zelden de eigenlijke waterkleur vertoonen. De tint van het water zal alsdan bijzonder afhangen van de bewolking in het hemelgewelf dat volgens de luchtgesteltenis blauw, roodachtig, grijs of duister kan zijn. De watertint zal ook nog afhangen van : de hoogte der zon, de richting der golven, de tegenwoordigheid van anorganische of organische deeltjes, die in het water zweven. De anorganische deeltjes, die op onze kusten meestendeel uit zand of klei bestaan, geven hier aan het water een geelgroene tint. De organische wezentjes, die men in 't algemeen plankton noemt, zijn wel degelijk in staat, waar ze talrijk voorkomen, de zee over groote oppervlakten een groene kleur te geven : zoo zijn b.v. gedurende bepaalde jaargetijden de koude wateren van poolstroomen, wanneer deze buitengewoon rijk zijn aan diatomeeën (microscopische planten), van verre reeds aan een sterk ontwikkelde groene of olijfgroene tint te herkennen.

Daar de wateren van onze kust ondiep zijn, bespoeld door stroomen, die overladen zijn met plankton, zullen wij zelden de gelegenheid hebben de echte kleur van de zee te mogen aanschouwen. Deze gelegenheid zal ons maar geschonken worden na langdurig stil en helder weder, wanneer duistere bewolkingen en watertroebelingen afwezig zijn.

## VI. — DE VERLICHTING VAN DE ZEE.

---

### 1. — *Het Zonlicht.*

De bijzonderste bron van verlichting, in zee, is het zonlicht. Nu, het zonlicht is niet gelijksoortig, maar een samengestelde kracht van verscheidene gekleurde uitstralingen. Deze zijn rood, oranje, geel, groen, blauw, indigo-blauw, violet en ultra-violet.

Deze samengestelde lichtstralen worden ontbonden zoodra ze door het water dringen. Het water houdt achtereenvolgens eenieder van de gekleurde uitstralingen tegen, de eene dicht bij de oppervlakte, de andere veel verder, te beginnen met de roode stralen om te eindigen, volgens de hierboven gemelde orde, met de ultra-violette stralen. Zoodus dringen de verschillende uitstralingen, die het zonlicht uitmaken, niet even diep door het water en bijgevolg vermindert het licht naarmate men dieper gaat.

De roode stralen, het eerst opgeslorpt door het water, dringen slechts een dertigtal meter diep, waar het grootste gedeelte van deze stralen reeds opgeslorpt is, zoodat men mag verzekeren dat zij de diepten van 100 meter niet bereiken. Hoever de oranje stralen door het water dringen, kan men tot hiertoe niet juist bepalen. De gele, de groene en de blauwe uitstralingen verdwijnen achtereenvolgens vanaf de 400 tot 700 meter. De violette dragen wel tot 1000 meter terwijl de ultra-violette 1200 tot 1300 meter kunnen bereiken.

Het kan dus niet anders of de hoeveelheid licht neemt snel af naarmate de diepte vermeerderd. Ook zijn het slechts de levende wezens op een paar meter onder de oppervlakte levend die het zonlicht zien zooals wij. Degenen die zich op een tiental meter diepte ophouden, zijn reeds beroofd van zeker stralen en ontvangen minder licht. Op 100 meter diepte wordt een groot gedeelte van de zonnestrallen tegengehouden, waar door de levende wezens, die deze diepte bewonen, nog slechts over weinig licht beschikken. Verder gaan de zaken voort totdat op zeker oogenblik, al de uitstralingen opgeslorpt zijn en het volkomen duister is.

In de nabijheid der kusten, waar het water veel bezinksels in zwevenden toestand ophoudt, alsook in water rijk aan plankton, wordt de doordringende kracht der zonnestrallen aanzienlijk verminderd. Buiten de kustwateren, waar geen zwevende bezinksels voorkomen, alsook in de streken waarvan de oppervlakkige waterlagen arm zijn aan plankton, neemt de doordringende kracht van het zonnelicht toe.

We moeten ook doen opmerken, dat de wezens die in het water leven niet alleen flauwer licht genieten dan die welke de lucht bewonen, maar dat bovendien het dagelijksch licht voor hen van korteren duur is. Inderdaad, bij zonsopgang komen de lichtstralen zeer schuin in aanraking met de oppervlakte van het water en worden ze teruggekaatst zooals het met een spiegel zou gebeuren. Eerst langen tijd na zonsopgang, wanneer de zon reeds zekere hoogte bereikt heeft, dringen de stralen in het water en wordt de zee verlicht. 's Avonds doet hetzelfde verschijnsel zich voor en het is reeds langen tijd donker in zee, alvorens de zon achter de kim verdwijnt.

## 2. — *Involed van het Zonlicht op de Wezens, die in Zee leven.*

Een der belangrijkste gevolgen van de snelle verdwijning van de roode zonnestrallen is de overeenkomende verdwijning van het zee gras. Deze planten hebben de roode uitstralingen noodig tot het vormen van het bladgroen. Gezien de roode stralen de 100 meter diepte niet bereiken, zou men moeten aannemen dat er op deze diepte geen zee gras meer te vinden is. Niettegenstaande het plantenrijk op zoo'n diepte reeds zeer verminderd is, moeten we vaststellen dat deze grens ver achteruitgeschoven is. Zulks is te wijten aan het feit dat het zee gras zich bedekt met gekleurde stoffen die de zonderlinge hoedanigheid bezitten de blauwe, misschien ook de violet- en de ultra-violetstralen in roode te veranderen, waardoor de ontwikkeling van het zee gras beneden de 100 meter diepte mogelijk wordt. Nochtans beneden de 200 meter diepte zijn de zeeplanten totaal afwezig.

De dieren worden, evenals de planten, beïnvloed door het zonlicht, waardoor in de diepten van den Oceaan, een zekere dierenverdeling waargenomen wordt. Zekere zeedieren kunnen slechts leven en zich ontwikkelen aan de oppervlakte van de zee, waar ze van een schitterend licht kunnen genieten. Voor anderen, integendeel, is het licht nadeelig en deze verkiezen de diepten, waar het licht meer flauw is of zelfs vol-

komen afwezig. De onbeweegbare diertjes, zooals het koraal, die in den Oceaan onmeetbare banken vormen, vindt men slechts dicht bij de oppervlakte, in de nabijheid van den evenaar, uit reden dat ze daar alleen over genoeg licht en warmte beschikken om zich te ontwikkelen.

De beweegbare dieren hebben het natuurlijk gemakkelijker. Degene die het licht begeeren of noodig hebben, kunnen bij dag, stijgen tot in de oppervlakkige waterlagen en 's nachts zakken om te rusten op de diepe bodems. De anderen, die het licht schuwen, zullen het tegenovergestelde doen en slechts naar boven komen bij zonsondergang. Ziedaar waarom de vangsten zoo verschillend kunnen zijn bij dag en bij nacht.

### 3. — *Het Dierenlicht.*

Men zou denken dat, wanneer al de zonnestralen door het water opgeslorpt zijn, het volkomen duister is in den diepe oceaan. Toch niet. De phosphorescentie teweeggebracht door de zeedieren zelf, komt hier het zonlicht vervangen. Evenwel mogen we niet veronderstellen dat het op verscheidene honderden meters diepte volkomen dag is. Het licht, waarover de diepzeebewoners daar beschikken, is maar een verspreid schemering.

Onder de eencellige diertjes, die phosphorescentie teweegbrengen, is voor ons het meest gekende NOCTILUCMILIARIS. Het is een bolvormige infusorie dat gedurende de zomermaanden bij milliarden in de kustwateren van de Noordzee voorkomt, alsook langs de kusten van geheel West-Europa. Het is het licht teweeggebracht door deze zoo onvolmaakte diertjes, dat gedurende de warme zomermaanden op ons eiland diepen en betooverenden indruk maakt, wanneer iedere goot op het strand een bewegelijke lichtstreep wordt, alsook wanneer wij in de zee de verlichte baren aanschouwen, die het varende schip langs zijn zijden wegstuwt.

Onder de meer volmaakte dieren vindt men ook lichtgevend wezens, kwallen, stekelhuidigen, wormen, weekdieren, schaaldieren en zelfs onder de visschen vindt men menig soorten die lichtorganen bezitten.

## VII. — SOORTELIJK GEWICHT OF DENSITEIT VAN HET ZEEWATER.

---

### 1. — *Densiteit van Zoet- en Zeewater.*

Het soortelijk gewicht van één liter gedistilleerd water, verwarmd op 4 centigraden, weegt één kilogram. Het zeewater dat zout in oplossing bevat, waarvan het soortelijk gewicht zwaarder is dan van het water zelf, zal bijgevolg zwaarder wegen dan zoetwater. De densiteit van het zeewater zal dus grootendeels afhangen van het zoutgehalte; hoe zouter het zeewater is, hoe zwaarder het weegt en omgekeerd, hoe zwaarder, hoe meer zout het bevat.

Op dezelfde temperatuur zal 1 liter zeewater met 35 per duizend zoutgehalte, ongeveer 28 grammen zwaarder wegen dan 1 liter zuiver water, en heeft 1.028 als densiteit.

De temperatuur komt ook in aanmerking voor 't bepalen van de densiteit, want bij het toenemen der temperatuur vermeerderdert de omvang van het water, dus is een bepaald volume warm water lichter dan dezelfde omvang koud water. Bij het bepalen van de densiteit is het dus noodig de temperatuur aan te duiden.

### 2. — *Densimeter.*

De densiteit van het water kan door verschillende methoden worden vastgesteld; wij zullen ons tevreden stellen met slechts den areometer van J. Y. BUCHANAN te bespreken. Dit toestel bestaat uit een glazen cylinder, die dicht gesmolten is. Aan een zijner uiteinden is het toestel voorzien van een afzonderlijken bol, gevuld met loodkorrels dienende als ballast; aan het andere uiteinde is het voorzien van een lange glazen buis, waarin een schaalverdeeling is aangebracht. De areometer berust op de wet van Archimedes, daar water zwaarder wordt naarmate het zoutgehalte stijgt en bijgevolg zijn densiteit toeneemt, is het duidelijk dat de densimeter in verschillende watermonsters meer of minder diep zal inzinken, hetgeen men op schaalverdeeling kan aflezen.

3. — *Densiteit van de open Zee en Kustwateren.*

De densiteit van het zeewater verschilt evenals het zoutgehalte van zee tot zee. De zwaarste densiteit wordt waargenomen bij water met hoog zoutgehalte en lage temperatuur.

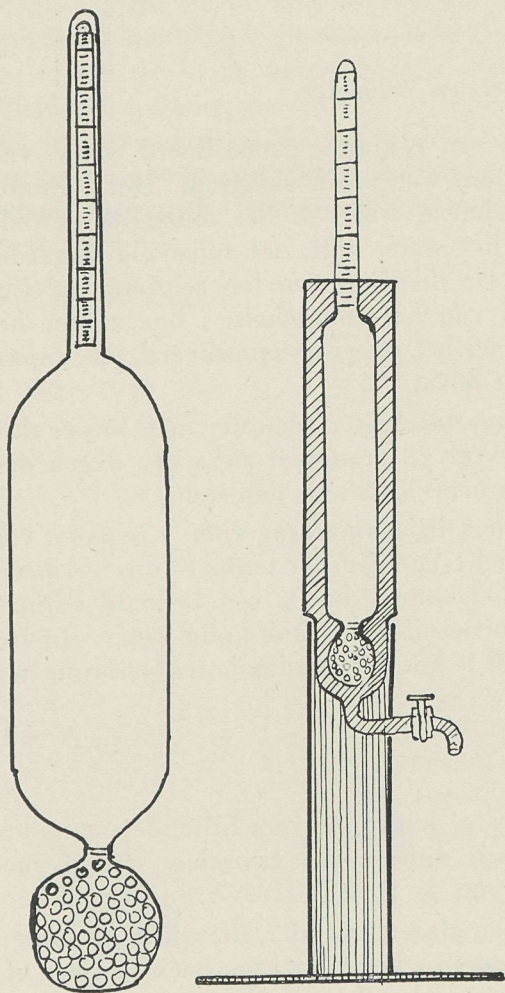


Fig. 24. — Areometer  
Densimeter tot het  
palen van het soorte  
gewicht van zeewater

In de Middellandsche zee, waar de verdamping zich ijverig voordoet, en waarin zich noch groote noch veelvuldige stroomen ontlasten, bereikt de densiteit 1.029 tot 1.030. In de Zwarte Zee, integendeel, dank zij de groote stroomen, die hier groote hoeveelheden zoetwater aanvoeren, vermindert het zoutgehalte, en de densiteit zakt tot 1.016. Het Noordzeewater weegt gemiddeld 1.025.

zoutge-  
genomen

In de nabijheid der kusten neemt de densiteit insgelijks af met het zoutgehalte, en deze afname is hier ook veroorzaakt door den toevoer van rivierwater. Op onze kusten schommelt de densiteit van 1.023 tot 1.025.

De densiteit van het zeewater heeft een grooten invloed op de drijvende voorwerpen ; zoo komt het dat voorwerpen in open zee, aan de oppervlakte, blijven drijven, terwijl ze bij het naderen der kusten zinken.

De drijvende vischeieren, die in volle zee dicht bij de oppervlakte waargenomen, en door de stroomingen landwaarts gestuwd worden, zakken stilaan in de diepere waterlagen bij het aankomen in het kustwater ; nader bij de kust zinken ze tot op den zeebodem. Niettegenstaande deze eieren verzwaren naarmate het kiem zich in het ei zelf ontwikkelt, is de zinking van het ei meestendeels te wijten aan de densiteitsvermindering van het kustwater.

reometer of  
tot het be-  
et soortelijk  
zeewater.

ch ijverig  
ige stroo-  
30. In de  
, die hier  
ndert het  
dzeewater

## VIII. — DRUK VAN HET ZEEWATER.

---

Het soortelijk gewicht van het zeewater ongeveer 1.027 zijnde, zal een kolom van 10 m. een druk van 1 atmosfeer uitoefenen. Zoo zal op de grootst bekende diepte, ten Noorden van de eilanden TONGA, waar het dieplood zakte tot 9.73 meter de druk ongeveer 973 atmosferen bereiken.

Ook dacht men dat onder dezen geweldigen druk, het samengeperst water zoo dik en zwaar moest zijn dat, een lichaam ondergedompeld aan de oppervlakte van de zee, nooit op de bodem zou zinken en aanhoudend in diepe waterlagen moede drijven.

De zware voorwerpen die in de zee vallen zullen den bodem bereiken en rusten op het slijk ; die welke hol en gesloten zijn, worden door den druk verpletterd en verbrijzeld ; die gene die gevuld zijn of hier en daar open, zooals een gewoon ontstopte flesch, zullen bij hun zinking geen enkele averandering ondergaan.

Men dacht ook nog dat het leven in deze groote diepten onmogelijk was en er in de afgronden der oceanen geen enkel levend wezen voorkwam. Heden weet men dat integendeel, 2.000 tot 4.000 meter zich een rijke faune voordoet.

Op zulke diepten hebben de zeewezens geenszins te lijden van den geweldigen druk die daar heerscht en zulks hebben zij te danken aan het volgende : De uitslagen van belangrijke onderzoekingen deden Dr. REGNARD vaststellen, dat de vloeistoffen die binnen in de weefsels der dieren worden opgehouden dwars door de huid in verbinding staan met het zeewater waardoor een evenwicht van druk ontstaat en bijgevolg de zeedieren er niet door ontsteld zijn.

Nochtans mag de toename of afname van druk niet te plotseling geschieden, zooniet zouden de binnenvloeistoffen zich niet op tijd in verbinding stellen met het zeewater, waardoor het evenwicht zou belemmerd worden, hetgeen schadelijke gevolgen zou hebben voor de zeedieren.

Moesten de zeedieren, integendeel, een hermetisch gesloten en waterdichte huid of schaal hebben, dan zouden zij op slechts eenige tientallen meter, verpletterd en gedood worden.

De dieren, voorzien van een gaszak zooals longen, zullen het veld zoo vrij niet hebben en zullen zich alleen kunnen ophouden tusschen begrensde diepten.

Indien een zoogdier zich te diep waagde, hetgeen het dier blootstelt aan een toename van eenige atmosferen druk, zou zijn borstkas verpletterd worden, de aderen zouden scheuren en de dood zou onvermijdelijk volgen.

De walvisachtigen zelf, die zoogdieren zijn, voorzien van longen met sterke borstkas, kunnen niet zwemmen op groote diepten ; hun diepgang is beperkt.

De visschen voorzien van eene zwemblaas vol gas, leven niet in groote diepten, de druk van dit gas is in evenwicht met het water op de diepte waar ze leven. De zwemblaas beperkt dus hun daling en stijging en verplicht deze visschen op een bepaalde diepte te verblijven. Moesten deze visschen te diep zwemmen, dan zou hun blaas worden plat geduwd door den samendruk ; moesten ze integendeel te hoog zwemmen dan zou hun blaas zwellen en springen door de uitwendige ontspanning.

Het is hetgeen gebeurt bij visschen, die met geweld door de vischtuigen naar boven worden gehaald.

De meeste wezens die gansch hun bestaan drijvend in de zee leven, zijn bekwaam, om in korten tijd, stijgingen gevolgd van dalingen op verscheidene honderden meter te doen. De meeste diertjes die het plankton uitmaken, komen des nachts aan de oppervlakte der zee en bij dag, zoodra de zon rijst, verkiezen zij de diepten, waar ze verblijven tot zonsondergang. Deze diertjes zijn bevrijd van de noodlottige gevolgen die de drukveranderingen uitoefenen op de andere waterdieren, waarschijnlijk omdat de osmose-verwisselingen zich snel voordoen door hun weefsels.

## IX. — HET IJS DER OCEANEN.

---

### 1. — *Vriespunt van het Zeewater.*

Iedereen weet dat zuiver water, onder een druk van 760mm, befrist op 0°. Maar het zeewater, dat zout bevat, waardoor het bevrozen bemoeilijkt wordt, zal een grooter afkoeling vereischen om over te gaan tot ijs.

Het vriespunt van gewoon zeewater is ongeveer - 2°5 en zal des te lager liggen naarmate het zoutgehalte en de druk hooger zijn.

Bij zeer stille zee kan het water verscheidene centigraden onder zijn vriespunt vloeibaar gehouden worden, maar dan zal soms een lichte schudding, teweeggebracht door den schok van bootriemen, voldoende zijn om dadelijk de bevroering te verwekken.

### 2. — *Pakijs.*

Voornamelijk worden twee soorten drijfijis onderscheiden : Pakijs en Ijsbergen.

Het pakijs is bevroren zeewater en is merkwaardig plastisch en rekbaar, nooit is het zoo hard en sterk als gewoon zoetwaterijs.

Zoodra de warmtegraad van het water en de lucht daalt tot onder - 2°5 begint de zee te stijven en er vormt zich aan de oppervlakte een ijsdek. Het ijs is een slechte warmtegeleider en de gevormde ijslaag zal het water, waarop het rust, beschermen tegen de koude ; daardoor zal de verdere ijsvorming dadelijk bemoeilijkt worden.

Het ijs van een enkelen winter zal geen te groote dikte bereiken. Men schat dat deze dikte ten hoogste 2 m. tot 2,5 m. wordt in den loop van een enkel jaar.

Daarentegen, indien het ijs in den zomer niet geheel smelt, maar zich 's winters achtereen opstapelt en, door de ijspersingen gebroken, opeen wordt geschoven, dan bereiken deze ijsvelden hoogten die de 10 m. overschrijden.

Het is dit pakijs dat in alle poolvaarten niet alleen bekwaam is de vaart der schepen te belemmeren, maar ook nog het vaar-

tuig in een volkomen hopelooze omarming gevangen kan houden. Het belet ook den mensch ieder verder voortdringen, daar de zeer ruwe oppervlakte van het ijs nagenoeg onbegaanbaar is.

### 3. — *Ijsbergen.*

Veel ontzaglijker zijn de ijsbergen, die door zoetwaterijs gevormd zijn; we zullen eerst nagaan hoe ze ontstaan.

Op de naar zee hellende kusten in het Noord en Zuidpoolgebied, bewegen zich, evenals in de Alpen, geweldige gletschers, natuurlijk met zeer geringe snelheid naar beneden. Van het binnenland tot aan den zeerand gekomen dalen zulke gletschertongen in het ondiep water waar ze den bodem schrobben. Intusschen, vermeerdert de diepte, alsmede de drukking van het water op een massa die, hoe ontzaglijk ook, toch eene lagere densiteit heeft dan water. Die drukking heft de ijsmassa op en breekt ze plotseling af.

Dit oorverdoovend geweld van ijs en water biedt een der ontzaglijkste tooneelen aan, die een mensch kan bijwonen. Door de breuk is de ijsberg dus ontstaan, en een of verschillende reusachtige brokken beginnen te drijven. Gestuwd door den wind verrijdt de ijsberg zich van de kust. Algauw zal hij door de stroomen worden meêgevoerd en terecht komen in warmere wateren en luchtstreken waar hij, boven, maar het snelst onder water, zal smelten; daardoor vormwijzigingen ondergaande, zal zijn zwaartepunt van plaats veranderen en zal deze ontzagelijke massa haar evenwicht verliezen en beginnen overhellen om ten slotte het onderste beven te kantelen. Alzoo gaat de berg zijn weg voort, steeds verminderende van omvang, om eindelijk totaal te verdwijnen door smelting.

De grootste ijsbergen worden ontmoet in de Zuidpoolgebieden waar ze, zooals men beweert, tot 100 meter boven water steken. Men schat dat het boven uitstekende gedeelte slechts  $\frac{1}{6}$  of  $\frac{1}{7}$  vertegenwoordigt van de totale hoogte, zoodat de diepgang van zoo een ijsberg 500 meter tot 600 meter zou bereiken. Zulke ijsbergen zijn verscheidene kilometer lang en mogen aanzien worden als echte eilanden.

In de Noordpoolstreken zijn de ijsbergen van kleineren omvang en hebben als oorspronggebied Groenland en, in veel minder verhouding, Spitsbergen. Ze worden Zuidwaarts gedreven en komen aan het einde van den Noordelijken winter

van April tot Juli, zoo ver dat ze ten Oosten van New-Foundland de scheepvaart tusschen Europa en New-York belemmeren en de vaartuigen noodzaken een meer zuidelijken koers te volgen.

In den Noord-Atlantischen Oceaan langs de Europeesche zijde, zijn de ijsbergen onbekend; deze afwezigheid komt, 't zij door den Golfstroom, die daar zijn warme wateren diagonaals-gewijs verspeidt en waarin ze spoedig smelten, 't zij door de warme transgressiewateren van tropischen oorsprong. In den Noordelijken Stillen Oceaan ontbreken ijsbergen geheel, want men vindt hier in de buurt van de Behringstraat in 't geheel geen gletschers.

De ijsbergen zijn niet zonder gevaar voor de schepen en wij zagen reeds dat de groot Atlantische route der schepen van het Engelsch Kanaal tot New-York, gedurende de maanden Januari tot Juli in de buurt van New-Foundland, meer zuidwaarts werd verlegd om het gevaar, op ijsbergen te stooten, te ontgaan.

De in haar tijd zoo opzienbarende schipbreuk van de TITANIC op 14 April 1912, waardoor honderden menschen omkwamen, heeft het besef van dit gevaar opnieuw zeer actueel doen worden. Onder den eersten indruk van die reusachtige scheepsramp is men begonnen, op genoemde transatlantieke route een nog meer zuidelijken koers te volgen, en spoedig daarna werden ook nog inlichtingsdiensten ingericht, die bij middel van draadlooze telegraphie, van op bepaalde belangrijke punten de schepen bij tijd alle nuttige inlichtingen verschaffen.

Deze aanduidingen betreffen de uitbreiding van drijfijfs, zowel pakijfs als ijsbergen. Deze waarschuwingdienst heeft ongetwijfeld, reeds onschatbare diensten bewezen aan de scheepvaart. Sedertdien is men ook begonnen langs hydrographischen weg dezelfde richting te volgen. Het is door gekenmerkte temperatuurafwisselingen van het water dat men er toe komt de tegenwoordigheid van ijsbergen of drijfijfs kilometers ver vast te stellen.

## HOOFDSTUK IV.

### BEWEGINGEN VAN HET ZEEWATER.

#### I. — De Golven of Baren.

##### 1. — Hoe golven ontstaan.

De golven worden teweeggebracht door den wind, die kleeft aan de bovenste waterlaag welke hij dekt. Zoodra de wind opkomt, stoot hij een reeks vloeibare moleculen vooruit in de richting waarheen hij blaast, en zet ze allen tegelijkertijd in beweging. Door het aanhouden van den druk vermeerderd stilaan de golftrilling en de zee zwelt. De wind veroorzaakt niet alleen de vertikale beweging, maar stoot ook de gansche

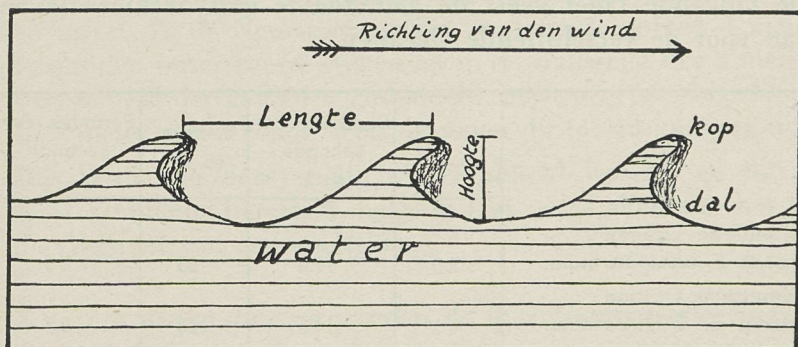


Fig. 25. — Vooruitstuwende golf.

vloeibare massa vooruit, hetgeen een tijdelijken stroom veroorzaakt. In geval van een trilling ter plaats. heeft men een deining-golf ; in het tweede geval een vooruitstuwende golf. Ten einde te kunnen nagaan welke van de twee golven zich voordoet, is het voldoende een drijvend voorwerp in zee te werpen, b.v. een kurk als het enkel ter plaats op en neer slingert dan geldt het een gewone deininggolf ; moest het zich bovendien verwijderen dan komt hier een vooruitstuwende golf in aanmerking.

Een golf of baar bestaat uit twee deelen : het gedeelte dat boven den waterspiegel steekt en de kop van de golf ge-



Fig. 27. — Het staketwerk van de Oostendsche haven bij stormachtig weer.

beweging niet totaal uitgesloten, en komt het voor dat de bodem omroerd wordt van de ondiepe zeeën zooals die van het Kanaal, van de Noordzee en van de Baltische Zee, waar men diepten van 100 meter en meer aantreft en waar de golven 3 tot 4 meter kunnen bereiken.

In deze zeeën wordt zand en slib gedurig in beweging gehouden, waardoor hun wateren meestal troebel zijn.

#### 4. — *Branding.*

Wanneer een golf strandt, wordt haar laagste gedeelte, dat in aanmerking komt met den zeebodem, tegengehouden. De kop van de baar, die geen weerstand ontmoet, en bijgevolg sneller vooruitgaat dan het voetstuk, zal meer en meer buigen, overhellen en eindigen met in te storten. Deze instorting, die branding wordt genoemd, veroorzaakt een geweldig gedruisch. Op onze platte kusten maakt de branding een bekoorlijkheid uit voor oog en oor der bezoekers.

#### 5. — *Golfgeklots.*

Bij steile kusten kan de branding zich onmogelijk voordoen. De golven zullen daar langs de klippen klimmen en neerslaan. Dit verschijnsel noemt men golfgeklots.

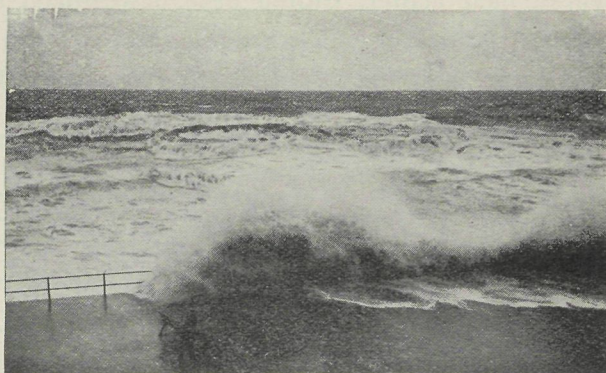


Fig. 28. — Branding op het strand en golven die den dijk van Oostende overstroomen.

6. — *Golven veroorzaakt door onderzeesche aardbevingen.*

Buiten de deining- en de vooruitstuwende golven, ontmoeten we ook nog, in de oceanen, reusachtige baren die de onderzeesche aardbevingen voor oorsprong hebben. Zij worden teweeggebracht door vulkanische uitbarstingen of door het instorten van holle onderaardsche ruimten.

Wanneer zulke golven op het vasteland aanloopen, veroorzaken ze een hevigen springvloed, waarvan de uitwerksels noodlottig kunnen zijn. Zij vernietigen soms gansche steden. Men beweert dat deze golven 20 m. en meer hoogte en een snelheid van 700 tot 800 kilometer kunnen bereiken. Op de kust waar zoo een golfvloed te verwachten is, trekt de zee zich eerst uren lang weg. Het water zakt zoodanig dat de bodems der havens bloot vallen en bijgevolg ook de schepen die op dat oogenblik daarin vertoeven. Daarna volgt de kop van de vloedgolf, die de schepen, van verscheidene kilometer ver, uit zee meevoert om ze ver in het land droog en stuk te werpen.

Het is hetgeen gebeurde te Lissabon in 1755, waardoor ongeveer 30.000 menschen omkwamen.

7. — *Invloed van de golven op de schepen en op den mensch.*

De woeling van het water, door de golven veroorzaakt, deelt aan een schip dat de zee bevaart, ingewikkelde bewegingen mede.

De twee bijzonderste van deze bewegingen zijn : het slingeren of rollen van links naar rechts en het stampen of stekken van

voren naar achter. Buiten deze bewegingen hebben wij ook nog het oplichten en het zakken van het schip teweeggebracht door den doorgang van de golfkoppen- en dalen.

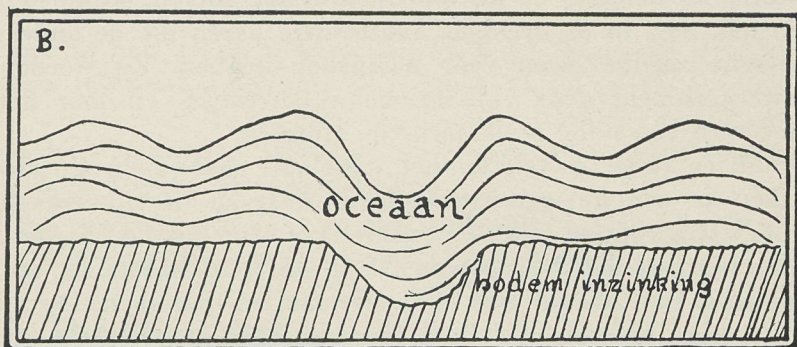
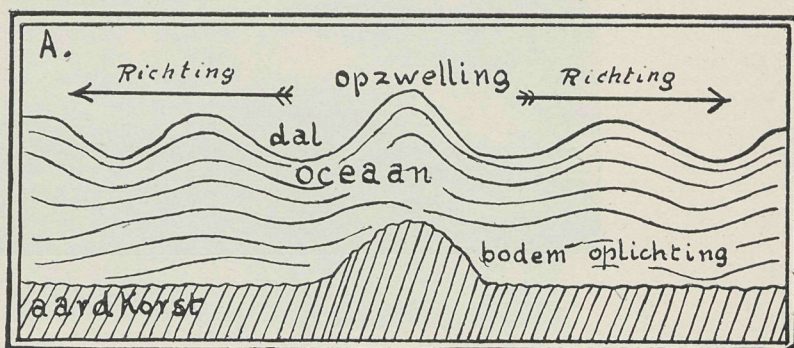


Fig. 29. — Ontstaan van golven van sismischen oorsprong.

Wat nu de zeeziekte betreft, is het meest de beweging van het schip die den mensch deze ongemakken aandoet. Nochtans is de beweging de eenige oorzaak niet en de gezichtsindrukken en de inbeelding kunnen deze ziekte verwekken. Dat is zoo waar dat, b.v. het onverwacht melden van een gevaar, bij sommigen dadelijk alle ongemakken doet verdwijnen. Niettegenstaande tijd noch middelen gespaard werden, om deze ziekte te bekampen, is men er niet in geslaagd de mensch ervan te bevrijden.

Men krijgt zeebeenen enkel door gewoonte en wilskracht.

wij ook  
gebracht



van golven  
rong.

van het  
chtans is  
drukken,  
a. Dat is  
vaar, bij  
den, om  
agd den  
racht.

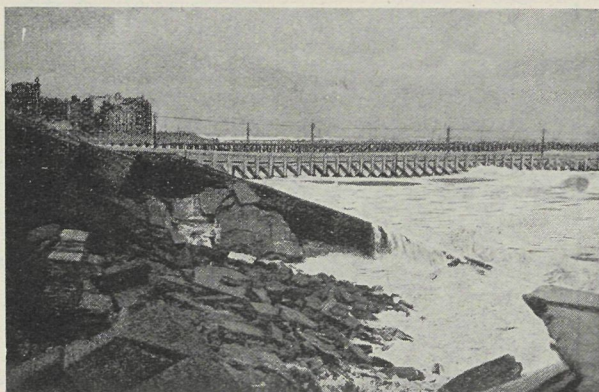


Fig. 30. — Vernieling, door de golven, van een groot gedeelte van den dijk, aan den Oostkant van Oostende.

#### 8. — Vernielingswerk der golven.

De oppervlakkige wateren der zee worden steeds in beweging gehouden door de stroomingen, de getijden en de stormen. De kusten waartegen de woeste zee haar woede komt uitwerken veranderen gedurig van gedaante. Reusachtige golven werpen zich met geweld tegen de rotsen en dijken. Ze loopen boven de klippen en hellende zeeoeveren, rukken ze los en vernietigen ze.

Gansche eilanden moesten alzoo totaal verdwijnen. Het eilandje Nordstrand, dat vroeger als schiereiland verbonden was met Denemarken werd er eerst van afgescheiden om later totaal te verdwijnen. Heligoland dat vroeger rechtstreeks verbonden was met het vasteland heeft in de laatste 5 eeuwen meer dan  $\frac{3}{4}$  van zijn oppervlakte zien afnemen; het is nu nog een groote rots van 2000 op 600 meter.

De steile kusten en bijzonder deze bestaande uit krijtachtige rotsen, hebben veel te lijden van de geweldige golfslagen. In het Engelsch Kanaal waar de steile kusten meestendeels uit krijtrotsen bestaan, heeft men dikwijls de gelegenheid de kustafbrokkeling waar te nemen.

Het is de voet van de kalkrots die door het gedurig heen en weer werken van golven en keien wordt afgeknaagd. Zoo komt het dat de steile kust, tegenaan de oppervlakte van het water, verscheidene meter diep uitgeknaagd is en het bovenste ge-

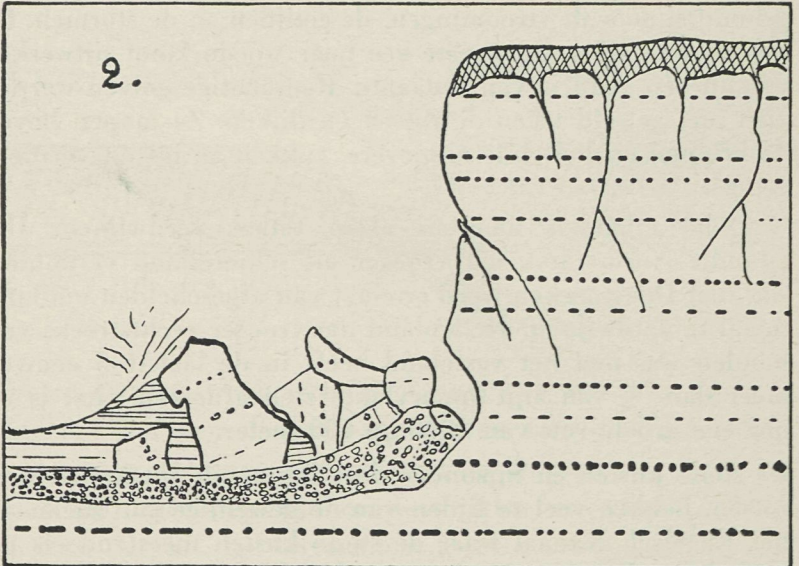
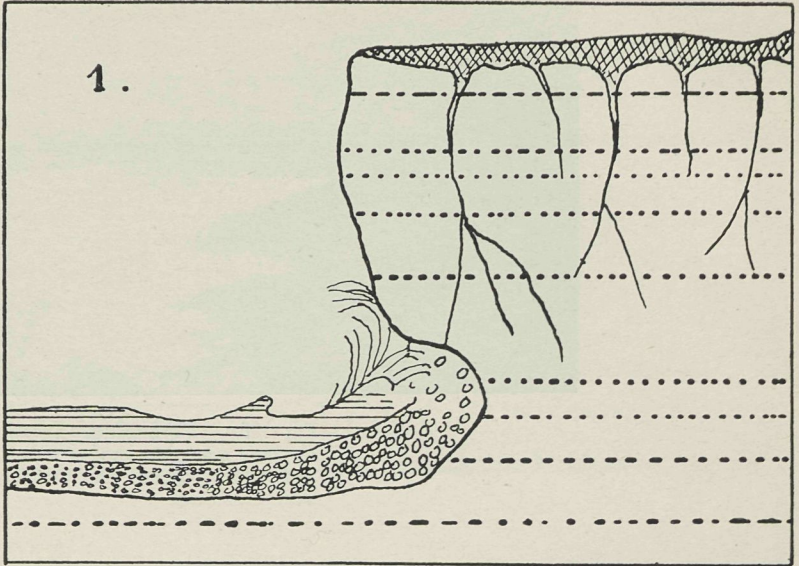


Fig. 31. — Afbrokkeling van een uit kalk samengestelde steile kust.

1. Afspoeling van den voet eener steile kust door de werking der golven en het slijten der keiën.

2. Dezelfde steile kust, nadat het afhingende gedeelte instortte.

deelte nog slechts door aankleving blijft hangen. De minste schudding zal nu voldoende zijn om de instorting van een schijf van duizenden kubieke meter omvang te veroorzaken. Zoo schat men dat de kusten die aan deze afbrokkeling het meest onderhevig zijn, b.v. het Nauw van Kales, in één jaar een meter breedte aan de zee moeten afstaan.

De rotsen uit harde materialen, zooals deze uit graniet, zijn zoo gevoelig niet aan het afknagen der zee, de afslijting doet zich trager voor, en eeuwen zijn noodig voor het afslijten van 't korrelsteen.

#### 9. — *Invloed op de zeedieren en planten.*

Het is gemakkelijk te begrijpen dat het slechts de wezens zijn, voorzien van harde omhulsels en sterke vastgrijpende organen die zich op rotsen, golfbrekers en staketselwerken kunnen vasthechten. Voornamelijk de mossel, een onzer meest bekende schelpdieren, komt daar zoo veelvuldig voor, dat ze geen ruimte heeft om behoorlijk te groeien. Ze hecht zich vast met behulp van haar byssus of baard, een product van de byssusklier, die zich in den voet bevindt.

Men ontmoet er ook de zeepokken of krabbekokers. Deze soort schaaldiertjes zitten niet alleen op steenen en palen, maar ook op mosselen en krabben waarvan ze de schaal soms zoo dicht bedekken dat hun gastheer onzichtbaar wordt.

Eendmosselen of langhalzen (*Lepas anatifera*), verschillende soorten krabben, waaronder de steenkrab (*Carcinus maenas*) het meest voorkomt, en zeesterren voornamelijk de vijfarmige (*Asterias rubens*) vertoeven ook tusschen de rotsen en de steenen der golfbrekers.

Aan de kust vindt men weinig soorten zeeplanten. Op onze kust ontmoet men het bruine zeewier (*Fucus platycarpus*) waarmede de steenen muren van onze havens en de golfbrekers van onze kust heelemaal bedekt zijn.

## II. — D e G e t i j d e n .

### 1. — *Hoe de getijden ontstaan.*

De Ouden hadden reeds bemerkt dat de getijden in verband stonden met de maangestalten ; deze zienswijze werd eerst veel later, door ISAAC NEWTON, wetenschappelijk uitgelegd, door zijn theorie der aantrekkingswetten.

De getijden ontstaan door de aantrekking van de zon en vooral van de maan op de watermassa, en staan ook in verband met de dagelijksche asomwenteling der aarde.

## 2. — *Invloed der maan.*

Laten we eerst den invloed van de maan beschouwen en veronderstellen we, om de zaak gemakkelijker te begrijpen, de gansche aardoppervlakte met een even dikke waterlaag bedekt. De maan-massa die het dichtst bij den aardbol geplaatst is zal, uit hoofde van de wet der aantrekking, al de lichamen, die in haar bereik liggen, aan te trekken. Zij zal bijgevolg haar aantrekkingskracht uitoefenen op de waterlaag en op den vasten aardbol ; maar, gezien de kolossale massa en de stijfheid van haar korst, zal de aarde maar weinig bewogen worden. Het water, integendeel, door zijn vloeibaarheid zal gemakkelijk beantwoorden aan de aantrekking der maan. Zoo zullen de vloeibare deeltjes stroomen langs den kant der maan en daar zal dus een wateropeenhooping ontstaan.

Men zou kunnen denken dat al het water in de richting der maan moet vloeien en er geen meer overblijft aan de tegenovergestelde zijde van den aardbol.

Het middelpunt W van den aardbol is dichter bij de maan dan het water dat zich in A' bevindt. Het verschil der afstanden van deze twee punten W en A' tot het aantrekkende hemellichaam is gelijk aan de straal van de aarde, 't zij ongeveer 6.371 kilometer. Het middenpunt W zal daardoor meer aangetrokken worden dan de vloeibare deeltjes in A', en het water in A' zal bijgevolg achterblijven, waardoor een tweede opzwellling ontstaat, diametraal tegenover deze in A. Op deze wijze ontstaat op de twee verschillende plaatsen en op hetzelfde oogenblik, hetgeen men Hooge tij of nog Hoogwater noemt.

Voor de opzwellingen aan de beide kanten van A en A' werd een zeker deel van het water, der plaatsen B en B' gebruikt. Deze twee plaatsen alzoo beroofd van een zeker deel van hun water zullen den laagsten waterstand hebben, hetgeen Lage tij of Laagwater genoemd wordt.

Daar de maan in 24 uur en 48 minuten om de aarde draait, zal zij gedurende dien tijd tweemaal door iederen meridiaan gaan en bijgevolg zal het, voor een bepaalde plaats van de zee,

elke 24 uur en 48 minuten, tweemaal hoogwater en ook tweemaal laagwater zijn en zal alle 12 uur en 24 minuten hogg- of laagwater zich voordoen.

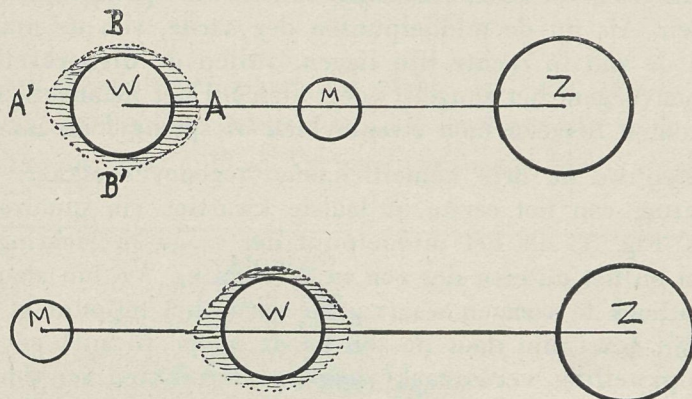


Fig. 32. Getij van Stroomvloed : In deze twee gevallen werken de aantrekkingen van de Maan en van de Zon in dezelfde richting en de opzwellingen in A en A' bereiken hun hoogste punt.

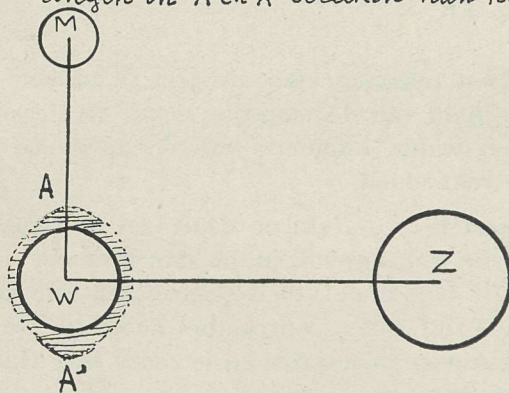


Fig. 33. Getij van Krankvloed : De twee hemellichamen (in quadratuur) werken hunne aantrekking in tegengestelde richting uit. De opzwellings in A en A' bereiken een minimum hoogte.

### 3. — Invloed der zon.

De massa der zon is veel grooter dan die van de maan ; daar de zon echter veel verder verwijderd is van de aarde zal haar invloed zich minder laten gevoelen dan die der maan, waarvan de aantrekkingskracht dan ook 2.17 maal grooter is.

Veronderstellen we nu, dat op 'n zeker oogenblik de maan, de zon en de aarde in rechte lijn staan : de zon die veel verder is, zal niettemin, dank zij haar groote massa, haar invloed uitoefenen en zal zooals de maan een kleine opzwellingsveroorzaken. Als nu de middelpunten der aarde, van de maan en van de zon in rechte lijn liggen, zullen de uitwerksels zich samenvoegen, het zongetij voegt zich bij het maangetij en we bekomen hetgeen men stroomvloed of springvloed noemt.

Stellen we de drie hemellichamen tegenover elkaar, in de richting van het eerste of laatste kwartier (in quadratuur) t.t.z. Fig. 33 als het middelpunt der maan in richting WM staat en het midden der zon in de richting WZ om alzoo een rechthoek te vormen waarvan de aarde het toppunt is en de zijden bezet zijn door de zon en de maan. In zulk geval zal de opzwellingsveroorzaking door de aantrekking der zon, deze teweeggebracht door de maan tegenwerken en zal het flauwste of kranktij zich voordoen.

#### 4. — *Vloed en Eb.*

Door de getijden ontstaan stroomingen. Wanneer het getij, b.v. in de nabijheid van de monding eener rivier, opkomt en rijst, dringt het water, komende van de open zee, het land binnen en verwekt vloed.

Terwijl de zee zich terugtrekt en daalt, zal de strooming een tegenovergestelde richting volgen, en dan is er eb.

Langs onze kust begint de vloed ongeveer 2 uur voor hoogwater om stop te zetten twee uur na het hooge tij. De ebstroom komt door 2 uur voor laagwater en is reeds zeer flauw 2 uur na laagtij.

#### 5. — *Kentering en stilwater.*

Het getij volgt uren lang dezelfde richting, daarna neemt de snelheid van de strooming langzamerhand af en haar richting verandert tot een volledigen omkeer van het getij. Het is op deze manier dat de vloed overgaat tot eb en de eb tot vloed. De tijdruimte van den overgang noemt men kentering.

Men onderscheidt nog het stilwater van den vloed of het einde van den vloedstroom en het stilwater van de eb, wanneer de ebstroom verlopen is.

6. — *De waterval of verval van het water.*

Door waterval of verval van het water verstaat men het verschil in hoogte tusschen het hoogwaterpeil en het laagwaterpeil.

Het peil verschilt van plaats tot plaats, zelfs op punten die dicht naast elkander gelegen zijn. Voor Oostende is de gemiddelde waterval 4,90 m. De hierbijgevoegde kaart, geschikt

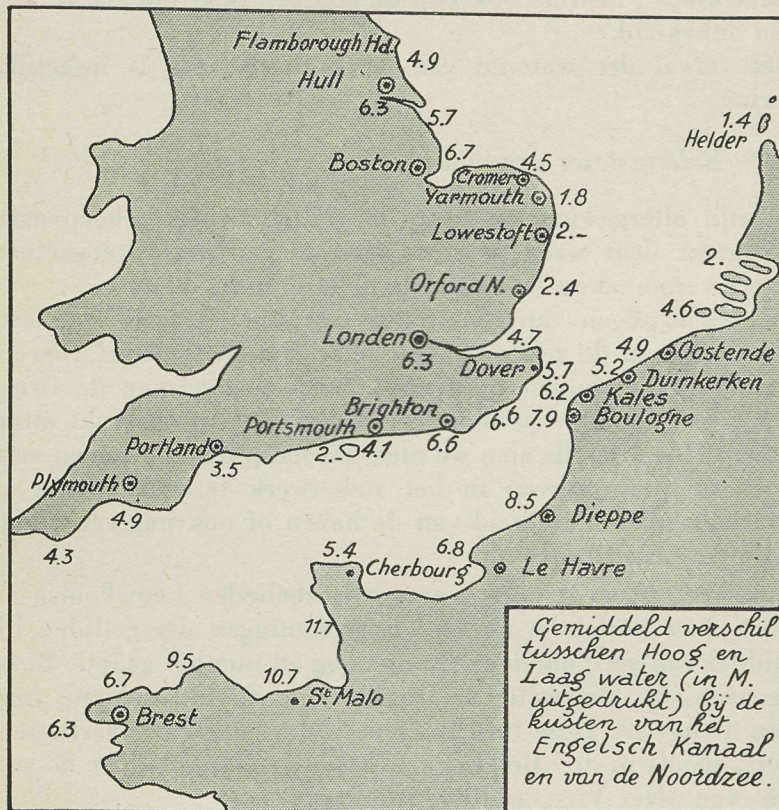


Fig. 34. — Waterverval.

om ons daaromtrent spoedig in te lichten, zal voor ons de zaak veel verduidelijken. Ze geeft ons het gemiddeld verval van het water voor ieder belangrijke haven, zoowel van het Engelsch Kanaal als van de Zuidelijke Noordzee.

### 7. — *Getijden in de ingesloten zeeën.*

In de ingesloten zeeën zijn de getijden weinig merkbaar, zelfs in de Middellandsche Zee, die nochtans een zekere uitgestrektheid bezit, bereikt het verval van haar wateren slechts enkele centimeters.

Nu, opdat de maan, haar aantrekking ten volle zou kunnen uitoefenen, dient ze over een ontzaglijk-groote watervlakte te beschikken zooals die van de oceanen. De uitgestrektheid van de Middellandsche Zee vergeleken bij die van de oceanen, is maar klein ; daarom ook zijn de getijden daar om zoo te zegen onbekend.

Het verval der wateren van de Baltische Zee is insgelijks gering.

### 8. — *Belang dezer aanduidingen.*

Ze zijn allergewichtigst voor de veiligheid der scheepvaart, bijzonder daar waar de stroomgetijden een groot verval van water veroorzaken en bijgevolg de strooming sterk is.

Bij het aandoen van een nauw, van een rivier of van een haven dienen de zeelieden, die over een schip bevel voeren, nauwkeurig ingelicht te zijn nopens den gang van de strooming. Een slechte berekening van het getij veroorzaakt altijd averij. Hoe dikwijls zien we niet een schip dat een haven aandoet, met zijn steven in het staketwerk terecht komen of stranden in de nabijheid van de haven of ook nog een ander schip aan boord loopen.

Ook heeft men er voor gezorgd de zeelieden nauwkeurig en bij tijd in te lichten nopens de stroomingen der getijden bij middel van getijtabellen, die met dag en uur het gaande tij of de uren van hoogwater aanduiden voor de bijzonderste streken of havens. Deze inlichtingen vindt men in zeevaartkalenders, zooals in de «Belgische Visscherijmanak» door de zorgen van «Het Visscherijblad» uitgegeven.

Van niet minder belang is deze studie voor degenen die zich om de levensleer der zeefauna bekommeren, vooral wanneer ze in de nabijheid der kusten vertoeft. Het feit dat de eieren van veel visschen drijven is voldoende om de noodzakelijkheid van deze studie aan te toonen.

Het is niet zonder reden dat FULTON mocht zeggen dat de studie van den bodem van weinig belang is voor de grensbepaling van de vischpaaiplaatsen met drijvende eieren, zooals

deze van Kabeljauw, Schelvisch, Leng, Tarbot, Tong, Schol, Schar, Heilbot, enz. ; en dat de goede uitslag van het broedsel eerder afhangt van de nauwkeurige voorwaarden der wateren van de streken waarheen deze, door de stroomen, gevoerd worden.

Daarom ook werden de getijstroomen, die zich in de Vlaamsche Zee (1) voordoen, nauwkeurig bestudeerd.

---

(1) Vlaamsche Zee : Zuidelijk deel van de Noordzee, palende ten Z.W. aan het Nauw van Kales en gaande ten Noorden tot eene lijn die strekt van het Hollandsch vuurschip «HAAKS» tot het Engelsch vuurschip «SMITH'S KNOLL», 't zij ongeveer tot de breedtelijn 53° Noord. G. GILSON — Les Recherches Maritimes en Belgique, 1930, blz. 27-28.

## A A N H A N G S E L .

---

### GETIJSTROOMEN IN DE VLAAMSCHE ZEE.

---

België was een der eerste landen om zijn krachten aan het algemeen werk te wijden. Onze opzoekingen aangaande de getijstroomingen, in de Vlaamsche Zee, volgen deze welke FULTON uitvoerde in de Noordzee. Daarna kwamen deze van BIDDEN, CARRUTHERS, HELDT, JEE, LUMBY, enz...

#### 1. — *Werkwijze bij de studie der getijstroomen.*

De bewegingen van de wateren der zeeën kunnen door verschillende methoden waargenomen worden : door den warmtegraad van het water, het zoutgehalte, de studie van het plankton. Voor de berekening van de richting en de snelheid van het afdrijven, gebruikt men vlotters. Deze vlotters zijn eenvoudige sodaflesschen, geballast met zand, zoodanig dat de kraag van de flesch zoo weinig mogelijk boven het water uitsteekt. In deze flesch of vlotter bevindt zich een gedrukte postkaart met vragenlijst - in verschillende talen - nopens de vindplaats, den datum, enz. waar men den vlotter aantrof.

Ten einde den invloed van den wind, op den vlotter zelf, op zijn minimum te brengen, gebruikt men ook aaneengekoppelde flesschen. Deze twee flesschen zijn aan elkander verbonden bij middel van een touw of metalen draad van 3 meter lang. Een van de twee flesschen zoo gekoppeld drijft zooals de enkele vlotters. De andere is zoodanig geballast dat zij zou zinken indien men haar aan haar eigen overliet maar, haar ballast is zoodanig geregeld dat de drijvende flesch haar ophoudt en belet te zinken.

Het is klaar dat de vlottoestellen bestaande uit twee aaneengekoppelde flesschen meer onderhevig zijn aan den invloed van de strooming en minder aan de stuwkracht van den wind. Ook zal de richting en snelheid van zulke toestellen, meer overeenstemmen met die van de watermassas die haar meevoert.

De vlottersmethode heeft, wat de studie betreft van de bewegingen der watermassa's, belangrijke uitslagen geleverd.

## 2. — Uitslagen der proefnemingen (1).

Door het afdrijven bestaande betrekkingen, der Belgische wateren met de kusten van de andere aan de Noordzee liggende landen.

De uitslagen gesteund op 13 proefnemingen toonen aan, welke reis veel vlotter gemaakt hebben en duiden aan, naar welke

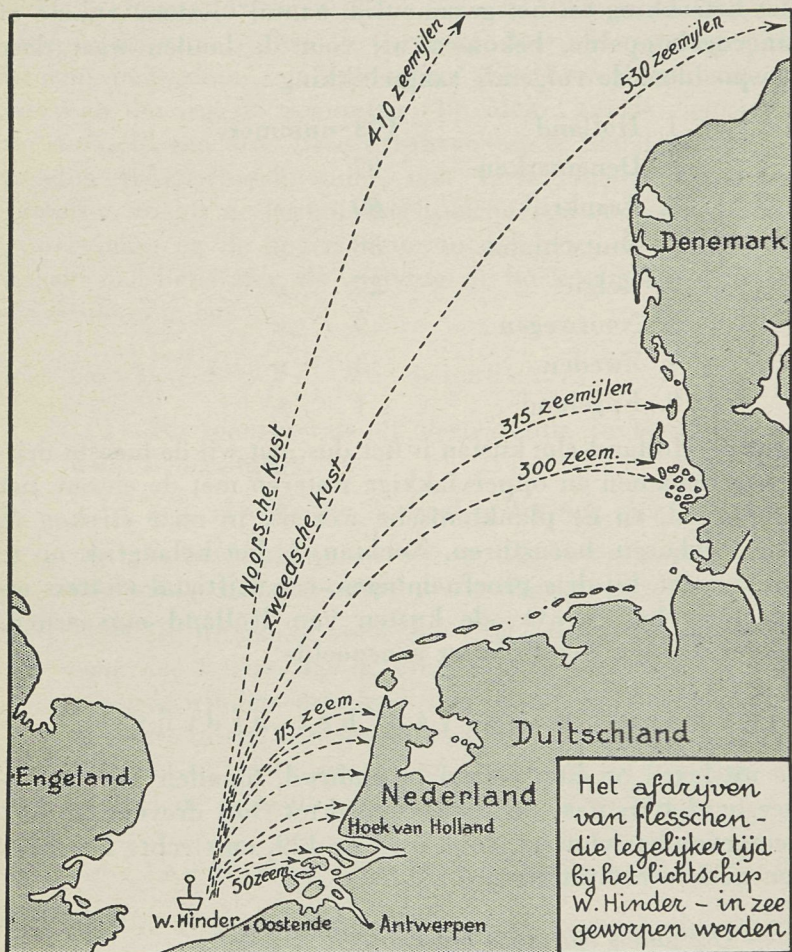


Fig. 35. — Het afdrijven van flesschen.

streken de drijvende voorwerpen en de oppervlakkige wateren kunnen vervoerd worden. Het spel der samenwerkende krach-

(1) Deze uitslagen ontleenen wij uit het werk «Recherches sur la Dérive dans la Mer du Nord. I — Expériences II à XIII 1924, door Professor G. GILSON.

ten (2) waaraan het afdrijven der vlottende voorwerpen en de oppervlakkige wateren onderworpen is, heeft het bestaan van werkelijke betrekkingen bewezen tusschen de streek van het lichtschip «West-Hinder» en zekere aan de Noordzee palende landen, t.t.z. tusschen onze wateren en die welke de kusten van deze landen bespoelen.

Met betrekking tot het gezamenlijk aantal vlotters, enkele of aaneengekoppelde, bekomen wij voor de landen waar deze aanspoelden, de volgende rangschikking :

1. Holland	193 nummers
2. Denemarken	97 »
3. Frankrijk	60 »
4. Duitschland	58 »
5. België	27 »
6. Noorwegen	9 »
7. Zweden	3 »
8. Engeland	1 »

Naar de Hollandsche kusten is het dus, dat wij de meeste drijvende lichamen en oppervlakkige wateren met de eieren, het vischbroed, en de planktonische wezens, in onze streken of elders geboren, heensturen. Nochtans is het belangrijk op te merken dat, bij drie proefnemingen, een vijftigtal vlotters op weg naar het N.N.O., de kusten van Holland omvaardden, zonder dat één enkel vlotter aanspoelde.

### Algemeene gang van het afdrijven.

De uitslagen op hun geheel beschouwd, toonden aan dat de meeste vlotters naar de streek Noord tot Oost dreven. Op 532 weergevonden vlotters, vond men er 429, en slechts 103 hadden andere richtingen gevolgd.

### 3. — Oorzaken van deze bewegingen.

Welk is de oorzaak van dezen vooruitgang der vlotters, in zekere maat tegenstrijdig met dien van de oppervlakkige wateren ?

(2) De getijstroomen worden beïnvloed door de winden. Deze zullen volgens de richting waaruit ze blazen, de getijstroomen begunstigen, tegenwerken of ook nog afkeeren.

Deze oorzaak is ingewikkeld. De ondergedompelde vlotters, die gedeeltelijk aan de oppervlakte uitsteken, zijn aan twee oorzaken van verplaatsing onderworpen: de wind en de strooming.

De oppervlakkige wateren zijn bijna in dezelfde voorwaarden: ze worden meegevoerd door een zeestrooming en kunnen ook zijdelings gedreven worden door de luchtstrooming.

Hun afdrijven is dus veroorzaakt door de samengestelde kracht, in snelheid en in richting, van bewegingen van den wind en die van de strooming (1). Maar, om de richting en de snelheid van deze twee drijfkrachten te bepalen, zou men moeten rekenschap houden met verscheidene bijkomende factoren, zooals de verhouding tusschen de ondergedompelde oppervlakte en de boven water uitstekende, de aanklevingskracht met het water, de wrijving, de hoek van den wind met de strooming, enz.

a) Invloed van de winden:

a) De toenemende of vertragende invloed van den wind is belangrijk.

b) Zijn afwijkende invloed is het nog meer.

c) Bovendien zijn er iederen dag twee stroomingsken-teringen, waarbij de wind de overhand heeft.

d) De uiterlijke vorm der Z.W.kusten van de Vlaam-  
sche Zee is zoo, dat de vlotters gedreven door de heer-  
schende winden, min kans van stranding hebben dan de-  
gene die in een tegenovergestelde richting drijven. Het is  
dus niet te verwonderen dat de winden uit het Z.W. een  
algemeene beweging naar het N.O. verwekken.

b) Invloed van de stroomingen.

Uit dit alles mag men niet besluiten dat de wind alleen dezen uitslag veroorzaakt, dat het spel der stroomingen daar voor niets tusschen komt, en dat indien de winden in de eene of andere richting niet heerschten, er geen vervoer zou bestaan van het Kanaal naar de Noordzee.

(1) Aan den «West-Hinder» is de normale richting van den vloed N.O.  $\frac{1}{2}$  O. en van de eb Z.W.  $\frac{1}{2}$  W. Op de hoogte van den «Helder» loopt de vloed N.N.O. en de eb Z.Z.W.

Professor GILSON trekt onze aandacht op twee waargenomen feiten, die ten voordeele pleiten van de overmacht van den vloed op de eb.

a) Het is gebeurd dat vlotters verdreven werden, in de richting van den vloed, niettegenstaande de wind ze trachtte te duwen in een tegenovergestelde richting, waarin hij ook zou geslaagd zijn indien de twee stroomingen gelijkwaardig waren.

b) Bovendien, is het nooit gebeurd dat zij dreven in de richting van de eb, wanneer de richting van den wind tegenovergesteld was aan deze strooming.

Alzoo dus hebben zij somwijlen, de N.N.O. richting volgende, niet alleenlijk de richting van een reeks achtereenvolgende ebstroomen overwonnen, maar ook nog deze van een wind voordeelig voor deze strooming.

Integendeel, wanneer zij naar de Z.Z.W.-richting van de eb dreven, alzoo de richting van een of meer vloedstroomen overwinnende, was het altijd door aan den vloed tegenovergestelde winden.

Het blijkt dus dat er een bewegingkracht bestaat die de vlotters, tegen den wind in, helpt afdrijven in de richting van den vloed.

Ook heeft men waargenomen dat de verdreven afstand van de vlotters — onder den invloed van denzelfden wind, gedurende dezelfde tijdruimte — grooter was door den vloed dan door de eb.

#### 4. — *Snelheid van het afdrijven.*

De snelheid van het afdrijven wordt, evenals de richting, beïnvloed door de getijstroomen en de winden. Ook bij sterke winden drijven de voorwerpen aan de oppervlakte met verbazende snelheid voort.

Het is eens voorgekomen dat een enkel vlotter den afstand van den «West-Hinder» naar Scheveningen in drie dagen aflegde, 't zij met een gemiddelde snelheid van 26.66 zeemijlen of 49 km. per dag. Het hoeft niet gezegd dat zulks een uitzondering was, want deze snelheid werd niet meer bereikt en het maximum van al de andere proefnemingen was 13,5 mijlen of 24 km. per dag. Deze waarde verschilt veel bij het gemiddeld dagelijksch verdrijf van enkele vlotters ; wij den-

ken dat in normale voorwaarden de snelheid van het dagelijksch afdrijven zelden de 8 mijlen, 't zij 14,5 km. te boven gaat.

De uitslagen, nopens de snelheid van het dagelijksch afdrijven van de aaneengekoppelde vlotters, zijn zoo verschillend niet ; CARRUTHERS waagt het een gemiddeld dagelijksch afdrijven aan te geven en zegt dat deze op reis van het Engelsch Kanaal naar Skagerrak ongeveer 6 mijlen of 11 km. per dag vooruitgaan.

Over 't algemeen werd waargenomen dat de aaneengekoppelde vlotters meer tijd noodig hadden dan de enkele om den zelfden afstand af te leggen.

Het afdrijven van de aaneengekoppelde vlotters zal dus meer overeenstemmen met het afdrijven van de wateren zelf die ze meevoeren.

5. — *De uitslagen van het onderzoek met drijvende vlotters toegepast op de drijvende vischeieren en hun broed.*

De Vlaamsche zee wordt dicht bewoond gedurende den paai-tijd. Veel vischsoorten en bijzonder de platvisschen : schol, schar, bot, tong, tarbot, en griet komen jaarlijks de Zuidelijke Noordzee bezoeken om te paaien. Men zou zeggen dat zij bij voorkeur deze zee verkiezen. Deze voorkeur hebben we voorzeker toe te schrijven aan de voordeelige physische en biologische voorwaarden van haar wateren en bodems. Het is in deze zee dat men om zoo te zeggen de menigvuldigste en de belangrijkste paaiplaatsen aantreft.

Naar het verdrijf van de vlotters, in de Vlaamsche zee, toegepast op de vlottende vischeieren en hun broed, mogen wij besluiten dat de eieren die in de wijde zee aan de stroomingen worden overgelaten, gewoonlijk landwaarts drijven zooals de vlotters. Deze zienswijze wordt stellig bevestigd door den Duitschen bioloog SCHNAKENBECK.

De eieren of het reeds uitgekiemde broed zal dus terecht komen in de wateren van de Belgische-, Hollandsche-, Duit-sche- of Deensche kusten welke om zoo te zeggen de wieg zijn van de jongste platvisschen, die aldaar het bodemstadium aanvangen. Ze zullen eerst de kustwateren verlaten op één- of tweejarigen ouderdom ; ze meten dan 8 tot 13 centimeter. Op dezen ouderdom is het, dat zij de diepere wateren verkiezen en den vischvoorraad der wijde zee gaan aanvullen.

De kusten zijn bijgevolg slechts bewoond door de jongste en kleinste visschen ; het is jammer te moeten vaststellen dat een groot deel van deze nog zoo kleine vischjes zoo vroegtijdig vernietigd worden door het vischtuig der garnaalvisschers. Deze groote afval is natuurlijk ten schade van den voorraadstock der wijde zee, die immer voort op verontrustende wijze afneemt.

Het is niet zonder reden dat men ten zeerste bekommerd is, in alle aan de Vlaamsche Zee palende landen, met deze vroegtijdige verdelging van niet geslachtsrijpe visschen. Beschermende maatregelen zijn ter studie, die aan deze nuttelooze vernietiging een einde zouden moeten stellen.

Maar, opdat de toegepaste beschermingsmaatregelen hun doel kunnen bereiken, is het noodig dat alle aan deze zee palende landen het eens zijn, want een land, dat het zou wagen dit ingewikkeld vraagstuk afzonderlijk op te lossen, zou op voorhand een nederlaag tegemoet gaan.

Op 19 Maart 1937, werd er te Londen een eerste overeenkomst geteekend aangaande de wijde der mazen van de vischkor of sleepnet en een minima maat voor eenige handelsvisschen, door België, Denemarken, Duitschland, Groot Britannië, IJsland, Ierland, Nederland, Noorwegen, Polen en Zweden.

### III. — D e Z e e s t r o o m i n g e n .

De getijstroomen worden teweeggebracht door de aantrekkingskracht van de hemellichamen. De zeestroomingen ontstaan door den wind, waarvan ze de richting volgen.

Gezien de winden zoo 'n belangrijke rol spelen in het ontstaan der zeestroomingen achten we het noodig, vooraleer over te gaan tot de studie van die oceaانبewegingen, enkele toelichtingen te geven aangaande het windenstelsel van den oceaen.

#### 1. — *De Winden.*

Door de zeer ongelijke zonbestraling der aardoppervlakte en door de intensieve verwarming der tropen ontstaan verschillen in luchtdruk.

Bij het toenemen van den warmtegraad, vermindert de druk, de lucht zet uit en stijgt naar hogere breedten. De ledige ruimte die daardoor ontstaat zal aangevuld worden door

koudere lucht van de omgeving. Het is deze opschuiving van luchtlagen, met verschillende temperatuur, die den wind veroorzaakt aan de aardoppervlakte.

In streken, zooals de tropen, waar de luchtverwarming zich regelmatig voordoet, zullen dan ook regelmatige winden voorkomen.

De richting der winden wordt nochtans min of meer beïnvloed door de draaiing der aarde. Zoo komt het dat de winden in het Noordelijk halfrond rechts afwijken en in het Zuidelijk halfrond links.

De winden der tropen waaien onophoudend uit het Noord-Oosten in het Noordelijk halfrond, en uit het Zuid-Oosten in het Zuidelijk halfrond. Deze winden noemt men passaatwinden.

De lucht, die aan de tropen steeg, beweegt zich ook in horizontale richting en stroomt naar de polen. Zodoende komt zij daar de koudere luchtlagen aanvullen die van de poolstreken naar den evenaar stroomden. Deze lucht-verplaatsing veroorzaakt dan ook winden die de tegenovergestelde richting volgen van de passaatwinden en daarom ook tegenpassaatwinden genoemd worden. Ten Noorden van den evenaar blazen ze uit het Zuid-Westen en ten Zuiden uit het Noord-Westen.

Buiten de passaatwinden hebben we ook nog de «moussons». Deze waaien van de Zee naar het verwarmde vasteland in den Zomer. 's Winters, integendeel, waaien ze van het afgekoelde vasteland naar de alsdan warmere zee. Zulke periodieke winden zijn het sterkst in het Noordelijk deel van den Indischen Oceaan.

Er bestaan ook nog land- en zeewinden, heerschende winden en plaatselijke winden; maar deze hebben weinig of geen invloed op de zeestroomingen.

## 2. — *Nut van de studie der zeestroomingen.*

De zeestroomingen regelen de klimaten van de vastelanden. Ze zijn een onuitputbare bron van koud of warm water. De warme stroomingen verwarmen de vastelanden welke ze bespoeien, terwijl de koude stroomingen ze afkoelen. In den Noord-Atlantiek zijn de Westkusten van Europa begunstigd door de warmere wateren van den Golfstroom, die zich deze warmte aanschafft in de tropen. Aan deze strooming is het te danken

dat de kusten van Noorwegen gansch het jaar toegankelijk zijn voor de scheepvaart, terwijl op dezelfde hoogte de zeeoeveren van Zweden, besproeid door de beweeglooze wateren van de Baltische zee, iederen Winter toevriezen en de scheepvaart daar, gedurende het koude seizoen belemmerd of soms totaal onderbroken wordt.

Moest de Golfstroom maar lichtjes afwijken van zijn gewone koers en b.v. een meer zuidelijke richting volgen, dan zouden de Noord-Westelijke streken van Europa aan hetzelfde klimaat, als dit van IJsland en Groenland, onderworpen zijn en de guurheid der lucht zou ook onze levenswijze fel beïnvloeden. De landen, die in het Zuid-Westen van Europa liggen zouden daardoor beroofd worden van de afkoeling die daar door den Golfstroom ontstaat en de hitte en droogte zou deze streken schier onbewoonbaar maken.

De warmtegraad der stroomingen kan ons maanden op voorhand inlichten over de waarschijnlijke strengheid van den toekomenden winter alsook omtrent de tijdstippen waarop de trekvischen sommige streken zullen aandoen of verlaten.

De warmtegraad maakt ook, dat ieder strooming zijn gekenmerkt plankton bezit. Als nu een koude en een warme strooming elkaar ontmoeten, ontstaat er, door de verrassende verandering van temperatuur een ongelooflijke vernieling van plankton, dat hierdoor een gemakkelijke prooi wordt voor de grootere zeedieren.

De stroomingen zijn ook nog vervoerders van ijsbergen ; ontelbare reeksen ijsblokken voeren ze van de Polen naar warmere streken, waar ze verdwijnen door afsmelting.

Voor de scheepvaart kunnen de stroomingen zeer nuttig zijn en toelaten den duur der overtochten dagen te verkorten. Benjamin Franklin, Noord-Amerikaansch Staatsman en natuurkundige, kwam er toe, gedurende den strijd voor de zelfstandigheid der Amerikaansche koloniën, van den Golfstroom een sterk wapen te maken tegen Engeland. Later bewees de Amerikaan Maury dat de weg die de kortste scheen altijd de beste niet was. Zoo schreef hij voor de zeilschepen nieuwe wegen voor, die toelieten den gewonen duur der overtochten soms op de helft te brengen.

Onder al deze oogpunten en tot het grootste voordeel van de wetenschap, de scheepvaart, den handel en de nijverheden die van de zee afhangen, dienen de zeestroomingen tot in hun kleinste kleinigheden bestudeerd te worden.

### 3. — *Studie der Zeestroomingen.*

Om ligging, richting en snelheid der zeestroomingen te bepalen zijn verschillende werkwijzen tot onze beschikking.

De methode zal afhangen van de soort stroomingen die men wenscht in te studeeren ; zijn het oppervlakkige stroomingen of stroomingen die zich op bepaalde diepten voordoen.

In ondiepe zeeën, waar het ankeren van een schip mogelijk is, kan men gemakkelijk de oppervlakkige stroomingen bestudeeren. Zoodra het schip op zijn anker trekt zal de steven recht in de strooming komen te liggen. Met behulp van een goed geregeld kompas zal men er toe komen met nauwkeurigheid de richting van de strooming te bepalen.

In zulke omstandigheden, zal de werkwijze tot het bepalen der snelheid ook zeer eenvoudig en gemakkelijk zijn : een vlotend voorwerp, bij de steven van het schip, over boord dompelen en den tijd bepalen dien het voorwerp noodig heeft om van voor naar achter te drijven. De lengte van het schip eenmaal vastgesteld zijnde zal een zeer eenvoudige berekening de snelheid van de strooming aanduiden.

In diepe zeeën, waar er geen spraak kan zijn van een schip voor anker te leggen, moet men over andere middelen beschikken.

De scheepvaart zelf is een middel om de stroomingen te leeren kennen. Een schip, dat koers stuurt op een bepaald punt, zal nooit of zelden dat gewenschte punt bereiken ; dit komt door het feit dat het vaartuig stroomingen ontmoet die het doen afwijken. De wind komt daar natuurlijk ook voor iets tusschen ; maar ook bij kalm weder werden aanzienlijke afwijkingen waargenomen. Daarom zijn de zeevaarders verplicht, bij de berekening van hun koers, rekenschap te houden van de afwijkende kracht der stroomingen die ze op hun weg ontmoeten.

De vlottersmethode heeft, voor wat het onderzoek der oceaanstroomingen betreft, groote diensten bewezen ; aan deze werkwijze is het te danken dat men de vertakkingen van den Golfstroom leerde kennen.

In vollen Oceaan zijn de best beschikbare vlotters, bestaande uit groote vaten, omdat ze beter zichtbaar en minder breekbaar zijn dan drijflesschen. Onder water zijn deze vaten voorzien van een tweede vlotter die geballast is en bijgevolg

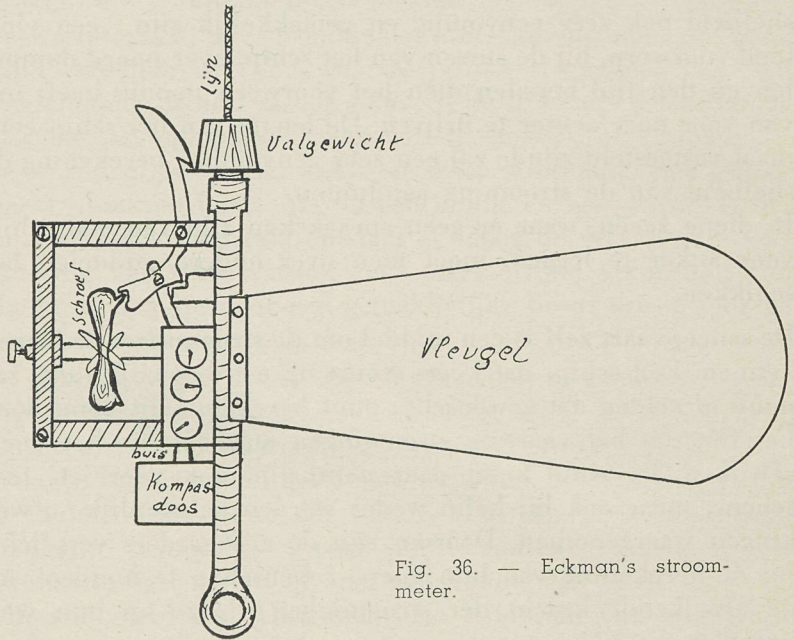
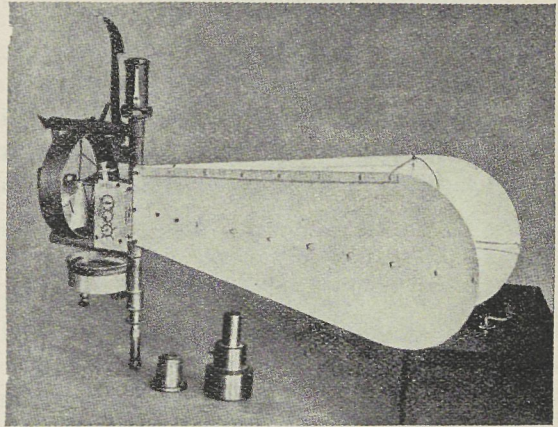


Fig. 36. — Eckman's stroommeter.

den invloed van den wind op het boven-water-stekende gedeelte van het vat op zijn minimum terugbrengt. Zodoende zal de richting en de snelheid van het verdrif het best overeenstemmen met die van de strooming die ze meevoert. Dit alles geldt slechts voor de stroomingen die zich aan de oppervlakte der zee voordoen. Voor die welke op verscheidene meter onder de oppervlakte voorkomen, zijn meer ingewikkelde apparaten noodig.

Gelukkiglijk ontbreken ze niet en verschillende modellen zijn in omloop, wat bewijst dat aan allen iets kon verbeterd worden en dat geen enkel volmaakt is.

ECKMAN's stroommeter is om zoo te zeggen het meest gebruikt geweest voor de studie der onder-zee-stroomingen en heeft in elk geval goede uitslagen opgeleverd.

De bijzonderste deelen van dezen stroommeter zijn :

De vleugels die als een weerhaan in de richting van de strooming staan.

De schroef die door de strooming in beweging gebracht wordt. De asomwentelingen van deze schroef zijn evenredig met de kracht of de snelheid van de strooming.

Toerentellers merken de asomwenteling van de schroef aan. De wijzers, waarvan de toerentellers voorzien zijn, laten toe het aantal asomwentelingen af te lezen.

Het toestel wordt in het water gelaten met vaststaande schroef. Als het op de gewenschte diepte gekomen is, kan men de schroef losmaken door een valgewicht dat langs de lijn glijdt. Zoodra het valgewicht den stroommeter komt stooten, zal de schroef, door de strooming in werking worden gebracht. Men kan de schroef ook nog, onder water, weer vastleggen met een tweede valgewicht te laten zakken. Op deze manier wordt belet dat het apparaat, bij het ophalen, de stroomingen aanduidt die zich, in hogere lagen, voordoen.

Zeer vernuftig uitgedacht is nu de inrichting, die den stand van het geheele instrument onder water aangeeft. In de doos waarop zich de wijzers bevinden is een buisje, waarin men loodkorrels legt ; dit buisje staat in verbinding met een radertje, dat een der wijzers beweegt. Dit radertje is met verschillende inkepingen voorzien, waarin telkens een loodkorreltje past. Bij ieder toer van den wijzer valt een der korreltjes omlaag en wel in de onderaan gelegen kompasdoos. Deze doos is, als een doorgesneden oranjeappel, in 36 kluizen verdeeld door openstaande wanden. Deze sectoren stellen de kompasstreken voor. Boven de sectoren is een magneetnaald aangebracht, die naar Noord- en Zuidpool afhelt en in de richting van de eene pool een overlansche groeve draagt. Valt nu een hagelkorrel omlaag, dan komt hij op de magneetnaald terecht, die daar juist onder ligt. De ligging van het korreltje in den sector, duidt den hoek aan tusschen de horizontale as van het appa-

raat, die overeenstemt met de richting van de strooming en den magnetischen meridiaan. De kompasdoos kan gemakkelijk losgemaakt en geopend worden.

Bij gebruik van dit instrument is het noodzakelijk, dat het schip geheel vast ligt ; het moet dus aan twee ankers liggen.

#### 1. — *Evenaarstroom en oorsprong van den Golfstroom.*

Onder den machtigen invloed van den Noord-Oost passaat ontstaat in de buurt der Canarische Eilanden, de Noord aequatoriaalstroom, die door de asomwenteling der aarde een recht O.W. verloopende richting inslaat.

Deze strooming steekt dwars den Atlantischen Oceaan over en vereenigt zich, bij de Kaap San Roque, met den Noordelijken tak van den Zuid aequatoriaalstroom, waarvan de Zuidelijke

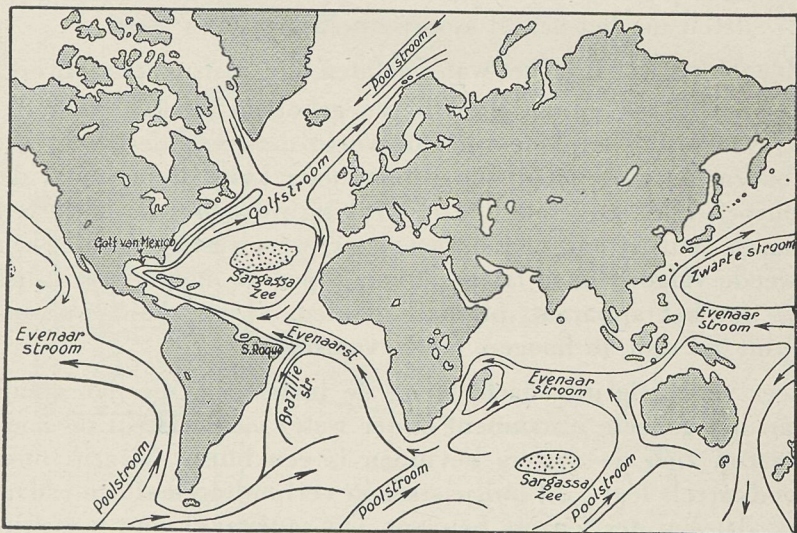


Fig. 37. — Zeestroomingen.

helft den oorsprong vormt van de warme Braziliaansche strooming ; terwijl het noordelijk gedeelte zich iets in de N.W. richting wendt en zich door de zeeëngte tusschen de kleine Antillen een weg baant naar de Caribische zee, om eindelijk tusschen het schiereiland Yucatan en Cuba in de golf van Mexico door te dringen.

De golf van Mexico is voor deze wateren, als het ware, een echte muizenval. De ingang van dezen aequatoriaalstroom wordt vergemakkelijkt door de schuinte der kusten van

Guyana en Venezuela alsook door het draaien der aarde. De uitgang die slechts langs een nauwe poort, 't is te zeggen langs het Kanaal van Florida kan gebeuren, wordt door den geografischen aard der kusten en meegaande door de asomwenteling der aarde tegenwerkt. Gezien de Golf van Mexico een van de warmste streken van den aardbol is, en de wateren die daar instroomen daar zoo spoedig geen uitweg vinden, zal de warmtegraad van deze wateren aanzienlijk stijgen en wordt hij gemiddeld op 27 centigraden gebracht.

Het Kanaal van Florida, langswaar deze warme strooming de Golf van Mexico moet ontvluchten, is ongeveer 70 kilometer breed en 700 meter diep ; het is in dit kanaal dat de Golfstroom zijn eigenlijken oorsprong vindt.

In dit nauw bereikt de Golfstroom zijn grootste snelheid en op één uur tijd legt hij er een afstand af van 8 kilometer.

In één uur stroomt door de engte tusschen Florida en de Bahamas een watermassa van 90.000 millioen ton water, en de hoeveelheid zout in dit water bevat, is zoo groot, dat de geheele scheepsruimte der wereld bij lange niet voldoende zou wezen om dit zout te laden.

Alvorens den Golfstroom verder te bespreken, zullen we een kort overzicht geven, aangaande de studie van dit ontzaglijk natuurverschijnsel.

De Golfstroom dien we als model van de zeestroomingen mogen aanzien, is het langst gekend en het meest bestudeerd geworden. Voor de Europeanen is hij de belangrijkste van alle om reden dat wij het zacht klimaat van ons werelddeel aan hem te danken hebben.

Sinds 1513 is het dat deze strooming tusschen Florida en de Bahamas, door Alaminos en Ponce de Leon, ontdekt werd. Op dat oogenblik wist men reeds dat men de straat van Florida niet westwaarts moest afzeilen ; maar, dat men integendeel dezen weg voor de terugreis naar Europa moest verkiezen. Ook was het reeds geweten dat de duur der overvaart, van Europa naar Amerika, aanzienlijk verkort werd door benutting der passaten. Den weg der passaten wist Columbus te gebruiken bij zijn ontdekking der nieuwe wereld.

Wanneer de volgelingen van Columbus, de Mississipi, groote rivier die zich in de Golf van Mexico ontlast, ontdekten, dachten ze eenvoudig dat de Golfstroom zijn ontstaan aan deze

strooming te danken had. Eerst in 1820, wanneer men er toe gekomen was den toevoer van de Mississipi te bepalen moest men vaststellen dat deze zienswijze geenszins aanneembaar was. Inderdaad, de afvoer van deze rivier was 2000 maal kleiner dan die van den Golfstroom.

Benjamin Franklin trachtte in 1770 (tijdens den Amerikaanschen vrijheidsoorlog) voor het eerst, bij middel van temperatuurwaarnemingen een juist beeld van het verloop van den Golfstroom te geven. Sinds het begin der zeventiende eeuw was het reeds bekend, dat een plotselinge temperatuurverandering van het water waarneembaar was, wanneer men van den kouden Labrador-stroom ten Zuiden van New-Foundland-bank opeens in het warmere Golfstroomwater overging.

De Golfstroom werd nog nauwkeuriger bestudeerd door den Amerikaanschen zeeofficier MAURY (1806-1873). Ook werden zeer belangrijke uitslagen, ten voordeele van de scheepvaart, bekomen en aan zijn zeilaanwijzingen is het te danken dat de route tusschen Engeland en Noord-Amerika van 10 dagen verkort werd ; die tusschen New-York en California met 45 dagen en die tusschen Engeland en Australië met ongeveer 60 dagen.

Laten we nu nagaan wat er met den Golfstroom gebeurt, wanneer hij de straat van Florida heeft verlaten.

Hij stroomt naar de Kaap HATTERAS maar, alvorens daar aan te komen, zal hij reeds aanzienlijke veranderingen ondergaan wegens temperatuur, richting en snelheid.

Wat de warmteveranderingen betreft geven wij de hiernavolgende tabel, die we ontleenen aan Dr. J. J. TESCH, in zijn boek «Het Leven der Zee» :

Diepten in meter	Straat van Florida t°	Oostelijk van Kaap Hatteras t°
0	28°	25°
100	24°	24°
200	15°5	21°5
400	10°	18°
600	8°	15°
800	6°	14°
1000	5°	9°

Het is niet te verwonderen dat het oppervlakkige water reeds van eenige centigraden afkoelde ; maar wonderbaar is het, dat

de warmtegraad der diepere lagen integendeel toenam. Dit zonderling geval is voorzeker te wijten aan het toevoegen van warmwatermassa's afkomstig uit de SARGASSO-Zee.

De strooming mijdt ook de Amerikaansche kust waarvan hij zich meer en meer verwijdert.

De snelheid, die bij het verlaten van de Straat van Florida 7 tot 8 kilometer per uur bereikte, zal op de hoogte van de Kaap Hatteras nog slechts 4 tot 5 kilometer zijn.

Hier ook zullen de eigenschappen van den Golfstroom nog grooter veranderingen ondergaan. Beïnvloed door den aardrijkskundigen vorm der kusten en het draaijen der aarde zal de strooming nog meer worden zijwaarts gebracht en zal hij den Atlantischen Oceaan diagonaalsgewijze doorloopen. Hij zal zich nu breeder uitbreiden ten nadeele van zijn diepte, temperatuur en snelheid nemen nu spoedig af, want nu ontmoet hij koude stroomingen uit het Noorden, voornamelijk de Labradorstroom. Op de hoogte van de Fransche kust gekomen splitst de Golfstroom zich in twee vertakkingen, een Zuidelijke en een Noordelijke. De Zuidelijke vertakking stroomt naar de Afrikaansche kust waar ze zich opnieuw bij den aequatoriaalstroom gaat voegen. De Noordelijke vertakking spoelt langs de Westkusten van Groot Britannië, alvorens deze hoogte te bereiken echter, staat deze vertakking nogmaals een klein deel van haar warme wateren af aan het Engelsch Kanaal, waarlangs het de Noordzee binnendringt. In het Zuidelijk gedeelte van de Noordzee is deze strooming zoodanig zwak dat zij de snelheid van 100 meter per uur niet te boven gaat. Desondanks schat men dat het water door dezen tak meegevoerd, nog voldoende is om in den loop van twee jaar al het Noordzeewater te vervangen.

Het grootste gedeelte van den Noordelijken tak, waarvan de gemiddelde snelheid op de hoogte van Ierland 700 meter per uur is, gaat zijn weg voort langs de Engelsche-, Iersche- en Noorsche kusten en dringt tot in de Barentzee. Hier op deze hooge breedten begint het Golfstroomwater langzamerhand, wegens hooger zoutgehalte, naar den bodem te zinken en wordt het overdekt door arctisch water van minder zoutgehalte. Zoo zinkt de Golfstroom steeds dieper om tenslotte op den bodem voor de Karische Zee (ten Oosten van Nova-Zembla) te eindigen.

## DE OVERSCHRIJDINGEN IN DEN NOORD-ATLANTISCHEN OCEAAN.

Opzienbarend is nu het werk «Les transgressions Océaniques» (December 1934) opgesteld door den Franschen geleerde Ed. LE DANOIS. Schrijver trekt het bestaan van den Golfstroom geenszins in twijfel, doch hij betwist de groote uitbreiding, welke men hem tot nu toekende.

In den Noord-Atlantischen Oceaan zou de Golfstroom enkel strekken tot de zuidbanken van New-Foundland, terwijl hij Oostwaarts den 40<sup>sten</sup> graad West niet zou bereiken (Fig. 38).

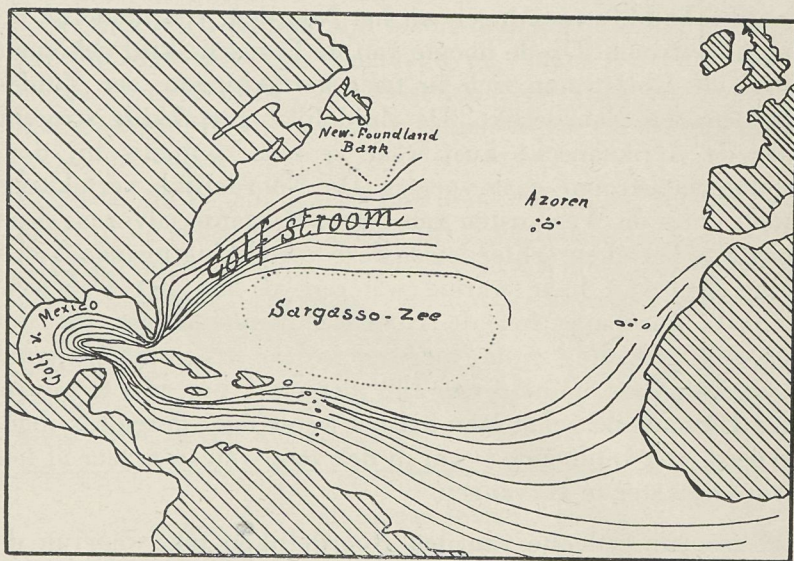


Fig. 38. — Nieuwe kaart van den Golf-stroom of Stroom van Florida. (stelling Ed. Le Danois).

LE DANOIS zegt ook dat men den Golfstroom beter den stroom van Florida zou noemen, benaming die meer den plaatselijken aard van dezen stroom zou doen uitschijnen.

De West-Europeanen zouden bijgevolg, ongelijk hebben het gematigd klimaat van hun streek toe te schrijven aan de warme

wateren van den Golfstroom en de verzachtende oorzaken van onze luchtgesteldheid zouden we te danken hebben aan hetgeen Dr. Le Danois noemt : «Les Transgressions Océaniques». De transgressie of overschrijding is een periodische en ongelijkmatige beweging van Atlantische en wel tropische wateren, die een voorbijgaande overrumpeling op de pool- en vooral op de kustwateren uitmaakt.

### 1. — *Rangschikking der Oceaanwateren.*

Inderdaad, in den schoot van den Oceaan, worden de wateren in 4 groote afdeelingen gerangschikt :

1) De wateren die aan de oppervlakte tot op 500 meter diepte vertoeven in de nabijheid der tropen. Dit zijn warme wateren met meer dan 35,50 per duizend zoutgehalte.

2) Het Atlantische water dat zich op diepten van 500 tot 2.500 meter ophoudt. Het is tamelijk warm met een zoutgehalte van 35.50 tot 35.00 per duizend.

3) De koude wateren oorspronkelijk uit de Polen. Ze bedekken den ganschen oceaانبodem van Noord tot Zuid en hebben een zoutgehalte van 35 tot 34.60 per duizend.

4) De kustwateren met een zoutgehalte van 34 tot 32 per duizend, waarvan de warmtegraad, gezien de nabijheid der vastelanden, aanzienlijke schommelingen ondergaat.

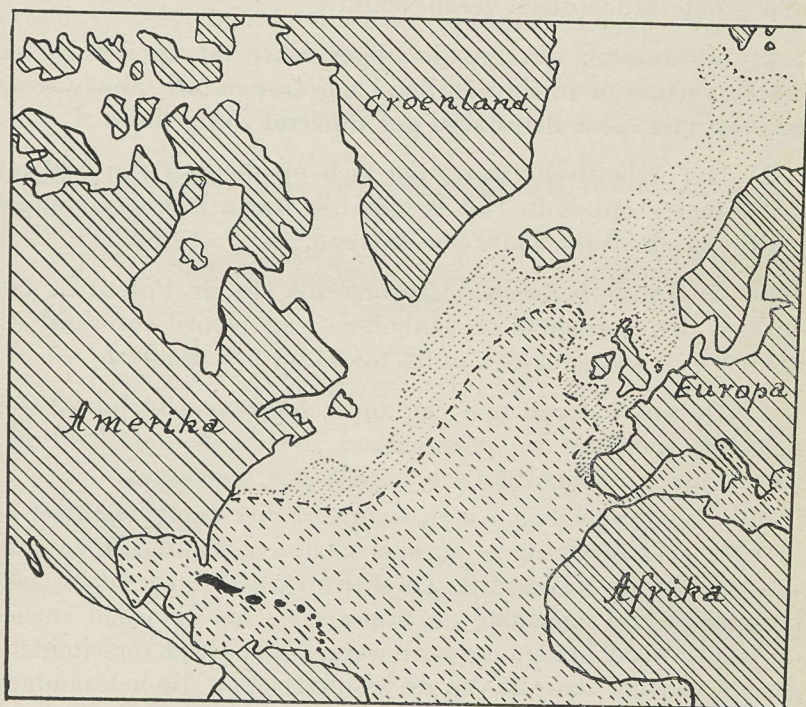
Deze wateren vermengen zich weinig of niet ; zelfs wanneer ze in elkaar samendringen of overschrijden behouden ze hun zoutgehalte onveranderlijk. De warmtegraad integendeel, zakt langzamerhand naarmate de transgressie het Noorden verder indringt ; maar het transgressie water blijft altijd verscheidene graden warmer dan dit van de koude streken die het aandoet.

### 2. — *Wegwijzer der overschrijding.*

Steunende op het zoutgehalte en den warmtegraad, komt Dr. Le Danois er toe volgenden wegwijzer aan de transgressie toe te passen :

De grootste uitbreiding van de wateren der tropen, 't is te zeggen de transgressie, doet zich voor gedurende den Oceanschen zomer, die niet altijd overeenstemt met onzen zomer ten lande.

De transgressie, die aanvangt in de tropen, volgt in 't algemeen de N.N.O. richting, ze volgt de Afrikaansche kust, waar ze het kustwater overmeestert. Op de Europeaansche kust bieden de kustwateren een meerderen tegenstand en wordt de transgressie gedwongen zich op afstand te houden van de kusten. Het is omtrent de maand Augustus dat een gedeelte van de transgressie de Golf van Gascogne aandoet, terwijl de grootste massa steeds het Noorden indringt. In October begint een deel der transgressie het Engelsch Kanaal binnen te dringen en verspreidt zich, door het Nauw van Kales, tot het zuidelijk gedeelte van de Noordzee.





-  bij laagsten graad van uitgestrektheid.
-  bij hoogsten graad van uitgestrektheid.

Fig. 39. — Uitbreiding der transgressies in den Noord-Atlantischen Oceaan.  
(stelling Ed. Le Danois).

Volgens Le Danois zou de transgressie, in de binnenzeeën, zich slechts aan de oppervlakte laten gevoelen. De Iersche zee krijgt ook op haar beurt het bezoek der transgressie, terwijl de bijzonderste vertakking zich Noordwaarts

verplaatst, langs de Westkusten van Ierland. Benoorden Schotland slaat nogmaals een vertakking Oostwaarts tot op geringen afstand van de Noorsche kusten. Hier kiest een zeker deel de zuidelijke richting en dringt de Noordzee binnen. In jaren waarin de transgressie een groote uitbreiding heeft, gebeurt het, dat de vertakking van het Engelsch Kanaal en deze van de Noordelijke Noordzee, elkaar vervoegen. Op dat oogenblik bezit het grootste gedeelte van het oppervlakkig Noordzeewater omtrent dezelfde karakteristieken als die van het Atlantisch water, hetgeen noodlottig kan zijn voor visschen en visschers.

Ten Noorden en ten Oosten dringt de transgressie tot voorbij Noorwegen, IJsland en Spitsbergen. Op deze hooge breedten is de warmtegraad, van het transgressie-water, reeds aanzienlijk gedaald; maar hij is nog voldoende om het klimaat, van deze streken, te beïnvloeden.

Nu komt een oogenblik dat de transgressie zich terugtrekt naar den Oceaan; de bewoners van de Zeeën die tijdelijk, door de zoute en warme Atlantische wateren, in beslag genomen werden, kunnen opnieuw hun normale natuurkundige en biologische levensvoorwaarden genieten. (Fig. 39).

### 3. — *Omloop der transgressies.*

De transgressies zijn periodisch, 't is te zeggen, dat zij op een bepaalden tijd terugkeeren.

Men veronderstelt er die achter 1, 4  $\frac{1}{2}$ , 9, 18, en 111 jaar terugkeeren.

Deze van 1 en 4  $\frac{1}{2}$  jaar zijn transgressies van kleine uitbreiding, deze van 9 jaar bekomen een gemiddelde uitbreiding, terwijl deze van 18 en bijzonder deze van 111 jaar zich het verst strekken.

### 4. — *Praktisch belang van deze studie.*

Allerbelangrijkst is nu, voor de visscherij, op voorhand te kunnen vaststellen wanneer deze sterke transgressies zich zullen voordoen. Die van 111 jaar deed zich het laatst voor in 't jaar 1885 en zal in 1996 terugkeeren.

In 't jaar 1922 was het dat het maximum der 18-jarige transgressie zich liet gevoelen. In dit jaar veroorzaakte deze inbreuk een van de slechtste haring- en sprotseizoenen die we in de Noordzee beleefd hebben. In 't jaar 1940 zullen we opnieuw af te rekenen hebben met zoo 'n uitgestrekte overrom-

peling en we mogen van nu af een slecht haring- en sprotseizoen voorspellen, niet alleen voor 1940 maar insgelijks voor de twee jaren die daarop volgen ; want het vischbroed en het voedsel wordt alsdan grootendeels vernietigd door het te warm en te zout transgressie-water.

In 't jaar 1931 hadden we een 9-jarige transgressie, die dus van minder belang was, niettemin werd de haringvangst erdoor beïnvloed en boekten de Fransche haringvisschers een slecht seizoen.

De pronostiekers over bepaalde visscherijen zullen voortaan rekenschap moeten houden met deze belangrijke hydrografische verschijnselen, want in veel gevallen hebben ze gunstige voorspellingen gelogenstrafd.



## GERAADPLEEGDE WERKEN.

---

BELLOC, G. — La Croisière de la «Tanche» (Août 1927). Revue des Travaux de l'Office Technique et Scientifique des Pêches Maritimes. Tome I, Fascicule I, mars 1928.

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ D'Océanographie de France N° 39, 15 janvier 1928, Pages 739-743.

CARRUTHERS, J. H. — The Water-movements in the Southern North Sea. Part. I. The Surface Drift. Fishery Investigations of the Ministry of Agriculture and Fisheries. Volume VIII, N° 2, 1925.

» The Water-movements in the Southern North Sea. Part. II. The Bottom Drift. Fishery Investigations. Volume IX, N° 3, 1926.

» New Driftbottles for the Investigations of Currents. Journal du Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer. Volume III, N° 2, 1928.

CLERC-RAMPAL, G. — La Mer.

CONSEIL PERMANENT INTERNATIONAL POUR L'EXPLORATION DE LA MER.

a) Bulletin Hydrographique de l'Atlantique pour les années 1900-1913.

b) Bulletin Hydrographique. Variations de la température de l'eau de surface de la Mer du Nord pendant les années 1905-1914.

c) Bulletin Hydrographique. Atlas de température et de salinité de l'eau de surface de la Mer du Nord et de la Manche. 1902-'28, 1933.

EKMAN, V. W. — Kurze Beschreibung einer Propelstrommesser. Publications de circonstance, n° 24-26 du Conseil Permanent pour l'Exploration de la Mer. Juillet 1905.

EKMAN G. & PETERSON O. — Zur Technik der Strommessung.

GARDENER J. S. — L'Expédition du «John Murray» dans l'Océan Indien. Revue des Travaux de l'Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes. Tome VII, Fasc. I, Mars 1934.

GILSON, G. — Exploration de la Mer sur les Côtes de Belgique. III. Recherches sur la Dérive dans la Mer du Nord. I. Expériences II à XIII. Mémoire n° 35, 1924, du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique.

» Description d'un Sondeur-Collecteur et Remarques sur les Prélèvements d'Echantillons du Fond de la Mer.

Publications de circonstance n° 35, décembre 1906 du Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer.

» Recherches Maritimes en Belgique. 1930.

- GUSTAFSONS T. & OTTERSTEDT B. — Observations de Courants dans la Baltique. 1931. Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionens Skrifter. Ny Serie: Hydrografi XI.
- JOUBIN L. — Le Fond de la Mer.
- KNUDSEN M. — Some new Oceanographical Instruments. Publications de circonstance n° 77, avril 1923, du Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer.
- LE DANOIS, E. — Le Sondeur Ultra-Sonore «Languevin-Florisson». Revue des Travaux de l'Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes. Tome I, fasc. II, mars 1928.
- » Les Transgressions Océaniques. Revue des Travaux de l'Office des Pêches Maritimes. Tome VII, Fasc. 4, décembre 1934.
- » Remarques Hydrologiques. Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer. Rapports et Procès-Verbaux des Réunions.
- |              |                    |       |
|--------------|--------------------|-------|
| Volume XXIX. | Rapport Atlantique | 1921. |
| » XXXI.      | » »                | 1922. |
| » XXXV.      | » »                | 1923. |
| » XXXVII.    | » »                | 1924. |
| » XL.        | » »                | 1925. |
| » XLIV.      | » »                | 1926. |
| » LV.        | » »                | 1927. |
| » LXII.      | » »                | 1928. |
| » LXX.       | » »                | 1929. |
- SCHOTT G. — Die Wasserbewegungen im Gebiete der Gibraltarstrasse. Journal du Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer. Volume III, n° 3, décembre 1928.
- SCHULZ B. — Einführung in die Hydrographie der Nord- und Ostsee. Die Tierwelt der Nord- und Ostsee. Teil I d 2.
- TAIT J. — The surface Waterdrift in the Northern and Middle Areas of the North Sea. Scientific Investigations N° 11, 1930, of the Fishery Board for Scotland.
- TESCH J. J. — Het Leven der Zee. 1920.
- THOULET. — Océanographie. (Statique) 1890.
- » L'Océanographie. 1922.
- VAN EVERDINGEN & C. H. WIND. — Oberflächentemperaturmessungen in der Nordsee. Publications de circonstance n° 14, juillet 1904 du Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer.

## FOTOS, SCHETSEN EN ZEEKAARTEN.

---

1. Kaart wereldzee.
2. Steile kust ten Oosten van Dover.
3. Steile kust van Kaap Gris-Nez.
4. Lage kust (Duinen ten Oosten van Oostende).
5. Kaart Vlaamsche Banken.
6. Lichtschip «West-Hinder».
7. Lichtschip «Wandelaar».
8. Lichtboei «Wielingen».
9. Dieptoestel Lucas.
10. Dieptoestel Ultra-Sonor.
11. Profiel van den ingang van het Engelsch Kanaal.
12. Schets grondsoprapen van Professor Gilson.
13. Grondsoprapen met zijn bodemstaal.
14. Diatomeeënslib.
15. Globigerinaslib.
16. Pteropodenslib.
17. Titreer-apparaat voor het bepalen van het zoutgehalte.
18. Waterschepper «Pettersen».
19. Zeekaart Noordzee Engelsch Kanaal gemiddeld zoutgehalte aan de oppervlakte in Februari.
20. Zeekaart Noordzee Engelsch Kanaal gemiddeld zoutgehalte aan de oppervlakte in Augustus.
21. Kantelthermometer.
22. Zeekaart Noordzee Engelsch Kanaal gemiddeld  $t^{\circ}$  aan de oppervlakte in Februari.
23. Zeekaart Noordzee Engelsch Kanaal gemiddeld  $t^{\circ}$  aan de oppervlakte in Augustus.
24. Densimeter.
25. Vooruitstuwende golf.
26. De zee bij kalm weder.
27. Het staketwerk der Oostendsche haven bij stormachtig weder.
28. Branding op het strand en dijk.
29. Ontstaan van golven van sismischen oorsprong.
30. Vernieling door de golven van den zeedijk (Oostende-Oost).
31. Afbrokkeling van een kalken steile kust.
32. Stroomvloed-getij (zon en maan in dezelfde richting).
33. Krankvloed-getij (zon en maan in quadratuur).
34. Kaart Kanaal en Noordzee met gemiddeld waterverval.
35. Kaart Noordzee met het afdrijven van flesschen.
36. Ekman's stroommeter.
37. Kaart met de zeestroomingen.
38. Nieuwe kaart van den Golfstroom of Stroom van Florida.
39. Kaart uitbreiding der transgressie in den Noord-Atlantischen Oceaen.



## BLADWIJZER

---

### HOOFDSTUK I.

#### AARDRIJKSKUNDIGE BESCHRIJVING DER WERELDZEE.

1. Benamingen	8
2. Oppervlakte der Zeeën	8
3. Kusten	10
4. De klippen en de banken	11

### HOOFDSTUK II.

#### DE OCEAANBODEM.

##### I. — Diepten van de Oceanen.

1. Historisch overzicht	16
2. Dieptetoestellen	18
3. Groote of Stille Oceaan	21
4. Atlantische Oceaan	22
5. Diepten van de bijna ingesloten Zeeën	23
6. De Indische Oceaan	24
7. Oppervlakte van de bodemvloeren met gelijke diepte	24
8. Invloed der verschillende diepten op de levende wezens	25

##### II. — Sedimenten of Bezinksels der Oceanen.

1. Aanvang der studie	26
2. Toestellen voor het inzamelen van bodemstalen	26
3. Oorsprong der bezinksels van den zeebodem	28
4. Rangschikking van de bodems der zee	29
5. Rangschikking «Murray-Renard»	29
6. Snelheid van de vorming der onderzeesche bezinksels	33
7. Belang van de studie der bodembezinksels van de zee	34

### HOOFDSTUK III.

#### HET ZEEWATER: NATUURKUNDIGE EN SCHEIKUNDIGE EIGENSCHAPPEN.

I. — De waterspiegel van de Zee	36
II. — Het Zoutgehalte	37
1. In het zeewater bevatte stoffen	37
2. Ontleding van het zoutgehalte	38
3. Het nemen van stalen zeewater	40
4. Oorsprong van het zoutgehalte	43
5. Zoutgehalte der verschillende zeeën	43
6. Invloed van het zoutgehalte op de zeedieren	46
7. Belang van het zeezout voor de nijverheid	47

<b>III. — Gassen in het zeewater</b> .....	47
1. Opslorpingsvermogen van het zeewater voor gassen .....	47
2. Zuurstof .....	48
3. Stikstof .....	50
4. Koolzuur .....	50
<b>IV. — Warmtegraad van de zee.</b> .....	50
1. Geschiedenis .....	50
2. Zeethermometers .....	51
3. Oorsprong van de warmte der zee .....	51
4. Warmtegraad aan de oppervlakte .....	53
5. Warmtegraad van het bodemwater .....	55
6. Warmtegraad van de tusschendienpten .....	55
7. Warmtegraad van de binnenzeeën .....	57
8. Practisch belang van de studie van den warmtegraad der wateren van de zeeën .....	57
<b>V. — Doorzichtigheid en kleur van het zeewater.</b>	
<b>I. — Doorzichtigheid.</b>	
1. Apparaten .....	59
2. Oorzaken van watertroebeling .....	59
3. Doorzichtigheid van het kustwater .....	60
4. Doorzichtigheid van de diepzeewateren .....	60
<b>II. — Kleur van het zeewater.</b> .....	61
<b>VI. — De verlichting van de zee.</b>	
1. Het zonlicht .....	62
2. Invloed van het zonlicht op planten en dieren .....	63
3. Het dierenlicht .....	64
<b>VIII. — Soortelijk gewicht of densiteit van het zeewater.</b>	
1. Densiteit van zoet- en zeewater .....	65
2. Densimeter .....	65
3. Densiteit van de open zee en kustwateren .....	66
<b>VIII. — Druk van het zeewater</b> .....	68
<b>IX. — Het ijs der Oceanen.</b>	
1. Vriespunt van het zeewater .....	70
2. Pakijs .....	70
3. Ijsbergen .....	71

HOOFDSTUK IV.

**BEWEGINGEN VAN HET ZEEWATER.**

<b>I. — Golven of Baren.</b>	
1. Hoe golven ontstaan .....	73
2. Kenmerken .....	74
3. Tot welke diepte de waterlagen bewegen .....	75
4. Branding .....	76

47	5. Golfgeklots ... .. .	76
47	6. Golven veroorzaakt door onderzeesche aardbevingen ... .. .	77
48	7. Invloed van de golven op de schepen en op den mensch ... .. .	77
50	8. Vernielingswerk der golven ... .. .	79
50	9. Invloed op de zeedieren en -planten ... .. .	81
50	<b>II. — De Getijden.</b>	
50	1. Hoe de getijden ontstaan ... .. .	81
51	2. Invloed der maan ... .. .	82
51	3. Invloed der zon ... .. .	83
53	4. Vloed en Eb ... .. .	84
55	5. Kentering en stilwater ... .. .	84
55	6. De waterval of verval van het water ... .. .	85
57	7. Getijden in de ingesloten zeeën ... .. .	86
57	8. Belang van deze aanduidingen ... .. .	86
57	<b>AANHANGEL. — GETIJSTROOMEN IN DE VLAAMSCHE ZEE.</b>	
59	1. Werkwijze bij de studie der getijstroomingen ... .. .	88
59	2. Uitslagen der proefnemingen ... .. .	89
60	3. Oorzaken van de beweging der vlotters ... .. .	90
60	4. Snelheid van het afdrijven ... .. .	92
61	5. De uitslagen van het onderzoek met drijvende vlotters toegepast op de drijvende vischeieren en hun broed ... .. .	93
61	<b>DE ZEESTROOMINGEN.</b>	
62	1. De Winden ... .. .	94
63	2. Nut van de studie der zeestroomingen ... .. .	95
64	3. Studie der zeestroomingen ... .. .	97
65	4. Evenaarstroom en oorsprong van den Golfstroom ... .. .	100
65	5. De transgressie of overschrijdingen in den Noord-Atlantischen Oceaan ... .. .	104
65	<b>Geraadpleegde werken</b> ... .. .	109
66		
68		
70		
70		
71		
73		
74		
75		
76		

Gedrukt op de persen van de Drukkerij  
Standaert-Van Steene, 26, Nieuwstraat,  
Maldegem. Tel. 151. — Uitgegeven door  
« Het Visscherijblad » te Oostende.  
Verkrijgbaar ten bureele : Spaarzaam-  
heidstraat, 28, Oostende. — Prijs 15 fr.

