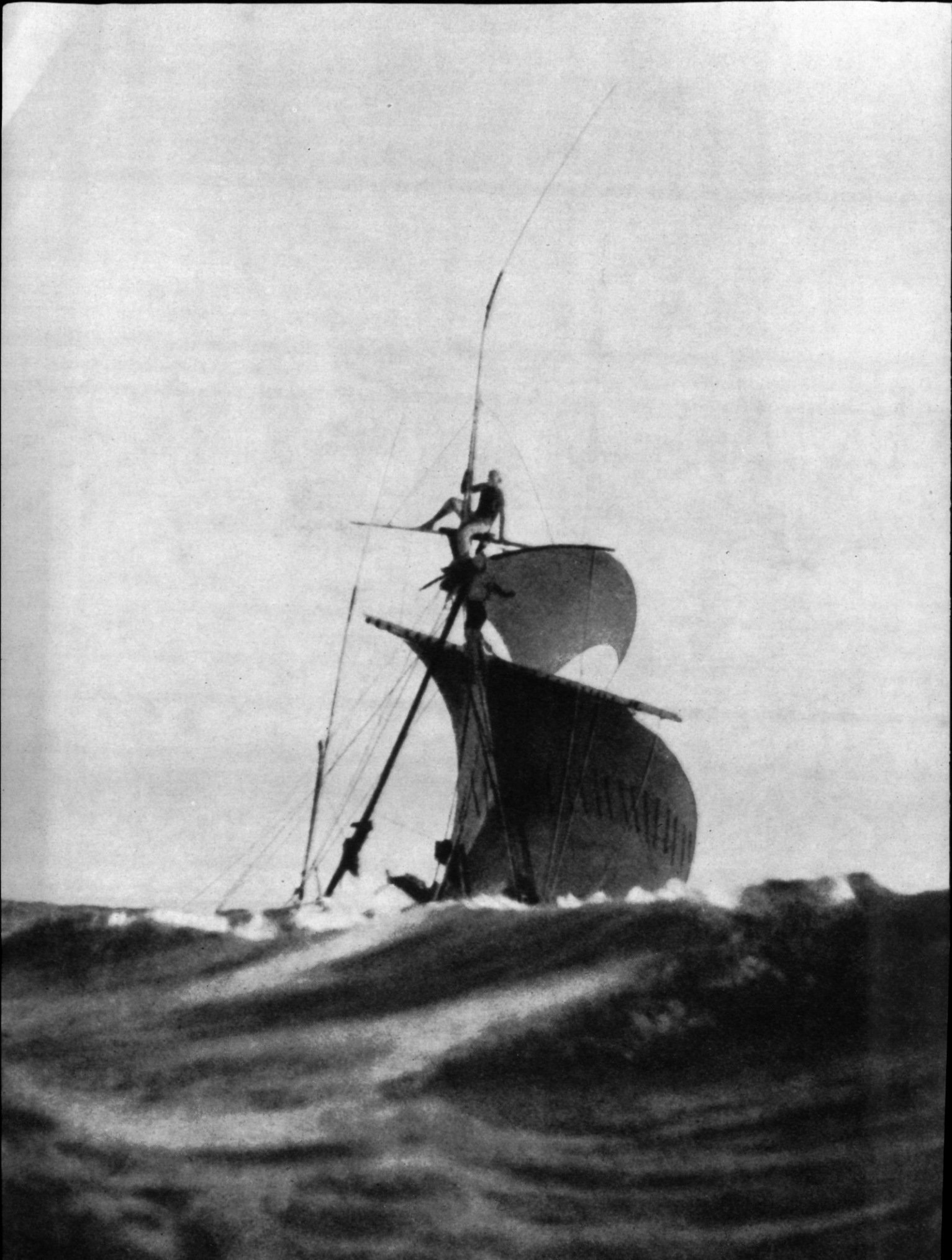




De zee is de zetel van bewegingen, die zowel in hun oorzaken als in hun uitingen uiterst gevarieerd zijn.

Wanneer de zeevaarder zich aan boord van een schip begeeft, ondergaat hij dadelijk de wieging, die ontstaat door de kortstondige en onstuimige beweging, eigen aan de golven en de deining. Doch er zijn tal van andere bewegingen, waarvan de zeewaarnemer zich geen rekenschap kan geven door het gebruik van zijn zintuigen, wegens gebrek van een referentiepunt om deze bewegingen af te meten. Het is gebleken dat de best waarneembare kortstondige bewegingen, zoals de golven, tevens de minst veelvuldige zijn onder die welke zich voordoen op de geweldige oceanische uitgestrektheid, die 71 % der oppervlakte van onze aardbol inneemt.

Wanneer wij de golfbewegingen in gedachten uitschakelen, zou er dan kalmte heersen? Beslist niet; het zou een misleidende "kalmte" zijn, vermits er tal van bewegingen bestaan die wij, bij gebrek aan referenties, slechts met behulp van speciale technieken kunnen opsporen. En nochtans welke speling in de gamma van die bewegingen... Men ontmoet inderdaad "grote oceaanstromingen" waarvan het geheel de "oceaan-circulatie" uitmaakt. Zij doen zich voor in uitgestrekte gebieden, zoals de noordelijke Atlantische Oceaan, waarheen water wordt gevoerd volgens min of meer gesloten banen, van verscheidene duizenden kilometers, afgelegd met zeer ongelijkmatige snelheden naargelang de gebieden. Hoog in de buurt van de westelijke grens van deze oceaan (gebied van de Golfstroom), zijn zij in hun oostelijk gedeelte nauwelijks merkbaar; de vervoerde watervolumes belopen verscheidene tientallen miljoenen kubieke meter per seconde. In de gamma der afnemende trajekten van watermolekulen komen vervolgens de getijstromingen, die onafscheidelijk verbonden zijn aan de schommelingen van het zeeniveau onder invloed van de gravitatiekrachten, die door de ons meest

Prof. Dr. Lacombe

de dynamika van oceaanwater

nabije hemellichamen - de maan en de zon - op de vloeibare molekulen worden uitgeoefend. Deze krachten, die lichtjes verschillen van die welke zich doen gelden op een molecuul die in het midden van onze aardbol zou geplaatst zijn, pogen de molekulen aan de oppervlakte ten overstaan van die van de kern te verplaatsen. Zij behoren tot de zeer zeldzame krachten, die zich op het water doen gelden, waarvan wij de nauwkeurige wiskundige formule kennen. Zij verwekken stromingen die water vervoeren over afstanden die een kilometer, een tiental kilometers of meer bedragen en vooral in de ondiepe gedeelten van de zeeën voelbaar zijn. Deze bewegingen, net als die welke eigen zijn aan de deining, worden elders in dit tijdschrift bestudeerd.

Maar buiten al de aangehaalde zeebewegingen, ontmoet men overal op zee een woeling op kleine schaal, de turbulentie, die een hoofdrol speelt, enerzijds in het overbrengen

van de beweging tussen aangrenzende waterlagen met verschillende snelheden, en anderzijds in de praktische verdeling van al de eigenschappen in het water. Bewegings-overbrenging en "woelige" verdeling der eigenschappen zijn veel heviger dan wanneer het water zou in beweging gebracht worden door een ideale, niet woelige beweging, een gelaagde laminaire stroming, die men op zee praktisch nooit ontmoet. Ten slotte zijn bepaalde zeer langzame oceaanbewegingen van belang voor aanzienlijke watervolumes, ter grootte van $\frac{2}{3}$ van het volume van oceaanwater. Deze bewegingen vormen de "diepe circulatie" der oceanen en zijn afhankelijk van het koude water dat gewoonlijk op hogere breedtegraden in de oceaanbekkens wordt uitgestort. Dat koude water wordt naar lagere breedtegraden gevoerd en draagt doelmatig bij tot het termisch "konditioneren" van onze planeet.

◀ Een harde leertijd in de Humboldtstroom (naar "De expeditie van de Kon-Tiki" door Thor Heyerdahl. Pl. V. P. 95).

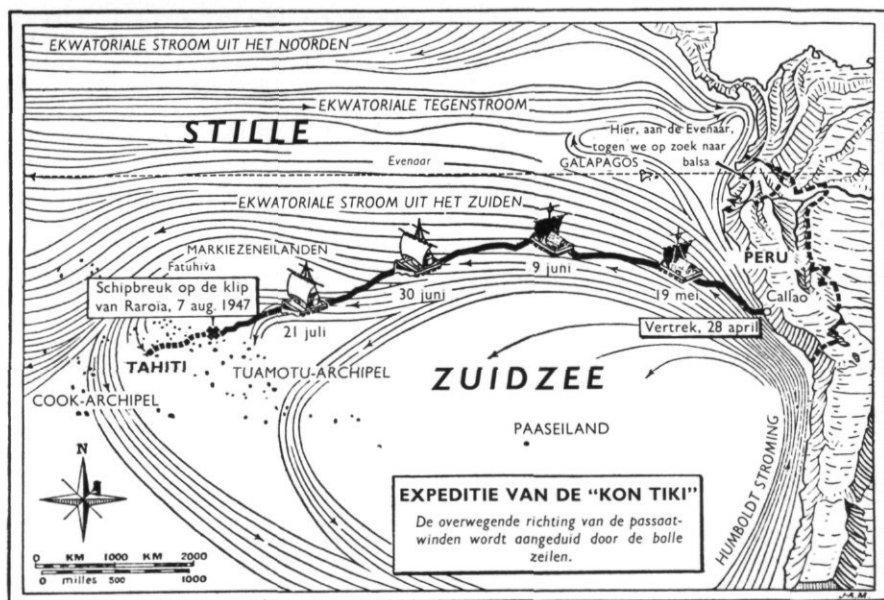
I. ONDERZOEK DER STROMINGEN

Wat weten wij over deze stromingen? Onze rechtstreekse kennis van de oceaancirculatie aan het oppervlak berust essentieel op de waarnemingen van zeevaarders, die sinds geruime tijd een voorstelling van de stroming verkregen door vergelijking van de "ware" plaats van het schip, bekomen door het bepalen van het astronomisch punt en door de "geschatte" positie, resultante van de gevolgde koers en van de snelheid ten opzichte van het water, afgeleid uit het aantalwentelingen van de schroef afgestemd op een snelheidsbasis. De menigvuldigheid der gedane waarnemingen, hun systematische ontleding volgens de scheepsjournalen, hebben het mogelijk gemaakt maandelijks, halfjaarlijkse of jaarlijkse "stromingskaarten" op te stellen, dikwijls per "vierkante graad" in breedte en lengte, en die het gemiddelde van alle in het "vierkant" uitgevoerde en beredeneerde bepalingen weer-geven.

De bekomen cijfers hebben een statistische waarde wanneer de waarnemingen talrijk zijn; maar zij ontstaan echter uit een blind gemiddelde van meestal uiteenlopende individuele waarnemingen van de totale afdrijving en niet alleen van het deel dat aan de stroming te wijten is, dus zonder de afwijkingen van het schip onder invloed van de wind.

Deze scheepswaarnemingen hebben slechts betrekking op de oppervlaktestroming en blijven zonder belang voor de lagere en de diepere bewegingen. De "stromingskaarten" geven nochtans het essentiële weer van wat wij weten over de oceaancirculatie volgens rechtstreekse bepalingen. Het meten op een bepaald punt van een stroming in volle zee is zelfs aan de oppervlakte - en nog meer in diepere lagen - een moeilijke onderneming voor een schip dat het anker moet werpen of gemeerd worden aan een boei om enigszins stabiel te blijven. Tot nog toe werden nog maar heel weinig rechtstreekse metingen verricht en alleenstaande metingen van korte duur hebben daarenboven dikwijls weinig zin.

Bovendien zijn die rechtstreekse metingen, niettegenstaande de ont-



(naar het werk "De expeditie van de Kon-Tiki" door Thor Heyerdahl)

De oceaانبewegingen dragen doeltreffend bij tot het termisch "konditioneren" van onze planeet...

wikkeling van procédés welke de rechtstreekse bepaling van de oppervlakte- of onderoppervlaktestroming mogelijk maken, nog veel te gering om er een algemeen beeld uit af te leiden van de niet strikt oppervlakkige circulatie. Om dat te bekomen, moet men vertrouwen op onrechtstreekse methoden.

Hierbij worden matematische werktuigen gebruikt, die de werkelijkheid weergeven langs een vrij algemeen geldend schema van de natuurlijke voorwaarden, gesteund op de algemene fysische resultaten der oceanografische expedities. De omvang van deze resultaten, sterk verschillend van streek tot streek, is in ruimte en tijd zeer gering.

De beoordeling van deze onrechtstreekse methoden vereist dat voor-

eerst een inventaris opgemaakt wordt van de werkingen en krachten op het zeemilieu en die de oceaancirculatie kunnen verwekken, handhaven, beïnvloeden of weergeven. Uit deze inventaris blijkt het uitzonderlijke belang van de uitwisseling van energie tussen oceaan en dampkring in termische en mechanische vorm.

De termische energie, die de oceaan en de dampkring met mekaar uitwisselen, komt enerzijds voornamelijk voort uit de warmtevoorraad door de zonnestraling aan het zeeoppervlak geleverd en anderzijds uit het warmteverlies geleden door de verdamping van het water. De voornaamste fysische kenmerken, temperatuur en zoutgehalte, van het mariene oppervlaktewater worden

De "rokende" zee. 1 Februari 1959 —38°N —69°W — De temperatuur van het water overtreft die van de lucht met 20°C. (Dokument C. NEUMANN van de Woods Hole Oceanographic Institution) (beeld 1)



hoofdzakelijk bepaald door het vergelijken der intensiteit van die twee tegengestelde processen. Daar het oppervlaktewater warmer is dan de lucht, is de verdamping bijzonder intens wanneer de densiteitsligging in de luchtlagen in contact met het water labiel is. Deze lagen willen zich dan verheffen en de vochtigheid meevoeren waarmee ze geladen zijn. (Beeld I, genomen bij ongeveer 38° Noord, 69° W op 1 februari 1959 door C. Neumann van het Instituut van Woods Hole; de temperatuur van het water overschrijdt die van de lucht met 20°).

De zeer geringe betrekkelijke betekenis van de diepten der oceanen tegenover hun horizontale afmetingen heeft voor gevolg dat de invloed op de zee van de energie, die zij met de dampkring ruilt, aanzienlijk is. Welnu, de hoger aangehaalde termische uitwisselingen hebben een rechtstreeks effect op de densiteit en de gelaagdheid van het water. In bepaalde koude streken is het water, dat aanzienlijke termische verliezen door afkoeling en verdamping heeft ondergaan, vooral in de winter in staat een densiteit te bereiken die hoog genoeg is om soms zeer diep in deze gebieden, "diepwaterbronnen" genaamd, door te dringen. Deze laatste komen in de oceanen, zoniet in de zeeën, weinig voor en verwekken de hoger aangehaalde diepe circulatie. Vanaf het ogenblik dat het water gezakt is, wordt het onttrokken aan de uitwisseling van energie met de dampkring en de studie van de langzame evolutie van zijn dieptekenmerken geeft, met behulp der methode van de "analyse der watermassa's", inlichtingen over de beschreven geografische omlopen.

Maar de tamelijk regelmatige winden, die over de uitgestrektheden van de zee waaien, oefenen op het oppervlak ervan een wrijving uit die het water rechtstreeks wegvoert door mechanische energie, vooreerst aan de dunne bovenlaag, daarna in een aanzienlijke dikte van een honderdtal meters door viskositeit, versterkt door de turbulentie. Nabij de oceaanoevers of de grenzen tussen verschillende stromingen, kunnen deze "afdrijvingsstromingen", ontstaan door de winden, verticale bewegingen uitlokken, belangrijk door sommige van hun gevolgen, onder andere het opstij-

gen van koud water ("opwelling"), waardoor diep water, rijk aan voedende zouten, nabij de oppervlakte wordt gevoerd.

Naast de verdeling der densiteiten, welke de drukking in de massa bepaalt, de "innerlijke" kracht dus, is er nog de verbreiding van de wrijving aan het oppervlak, een der "uiterlijke" krachten, welke op de zee inwerken en in staat zijn belangrijke bewegingen uit te lokken. Het is gebleken dat het wezenlijkste van de oceaancirculatie aan de oppervlakte en even daaronder door de wind ontstaat.

Maar zodra een uitwendige kracht in een zeegebied met heterogene densiteit een beweging uitlokt, reageert zij op de verdeling der densiteiten. Elke door de zee ondergane inwerking, uitwisseling van termische energie met de dampkring, stroming wegens een uitwendige kracht, neerslag, smelten van het ijs, enz... reageert dus op de verdeling der densiteiten. Dit is dus een syntese-element dat de tolk is van alle door het zeemilieu ondergane inwerkingen. Men leidt er in het bijzonder uit af dat de verdeling der densiteiten in staat is, althans gedeeltelijk, de aanwezigheid aan te duiden van zeestromingen, onverschillig of zij ontstonden door een innerlijke ofwel een uiterlijke oorzaak.

In het begin van de eeuw heeft men een zogenaamd "geostrofisch" krachtendiagram ontworpen, gelijkaardig met dat van de geostrofische winden in de meteorologie, dat schematisch verband legt tussen de verdeling der zeedensiteiten en de spreiding der stromingen, oppervlakkige zowel als diepe. In dit krachtendiagram werd ook de "Corioliskracht", een gevolg van de aswenteling der aarde, opgenomen, aangezien ze van overwegend belang is bij de studie der zeestromingen op lange termijn.

Aldus zijn wij in de mogelijkheid de omvangrijke informatie over de densiteit van het zeewater op verschillende punten, verzameld door de talrijke oceanografische opsporingsschepen, aan te wenden tot betere kennis van de zeecirculatie. In feite is het essentiële van wat wij weten buiten de loutere oppervlakte-circulatie, het resultaat van onrechtstreekse bepaling met het "krachtendiagram". De schematizeringen

**"Een stroom
in de Oceaan,
die nooit uitdroogt
of buiten zijn oevers
treedt... sneller dan
de Amazone,
majestueuzer dan
de Mississippi..."**

en de moeilijkheden (keus van de referentie-oppervlakte) die zij bevat, verlenen haar slechts een benaderend karakter. Bij gebrek aan rechtstreekse stromingsmetingen, die talrijk en lang genoeg zijn, is dit diagram van aanzienlijk belang. Maar wij zullen zien dat het slechts een algemeen schema van de stromingen kan geven. Het voorbeeld van de evolutie der ideeën over de Golfstroom sinds twintig jaar zal ons helpen dit te begrijpen.

II. DE GOLFSTROOM

De Golfstroom
(volgens B. FRANKLIN, 1770)
(beeld 2)



De Golfstroom is enigszins een oude bekende van elk van ons.

Reeds op de schoolbanken klonk deze naam ons vertrouwd in de oren als die van een weldoende genius, die West-Europa van een gunstregime liet genieten. Dank zij hem werden de hitte van de kontinentale zomers en de strengheid der winters gemilderd; onze kusten zijn 's winters toegankelijker dan die van Nieuw-Schotland. In 1770 gaf Franklin een "kaart van deze stroom" uit (beeld 2).

De Amerikaanse oceanograaf, M. F. Maury, schreef in 1859: "Het is een stroom in de oceaan; gedurende de hevigste droogten droogt hij niet uit; bij de hoogste waterstanden treedt hij nooit buiten zijn oevers. Zijn westelijke oever en zijn bekken zijn koudwaterlagen, waartussen warm en blauw water met vlugge golfslag vloeit; nergens ter wereld bestaat er zulke majestueuze stroom. Hij is sneller dan de Amazone, majestueuzer dan de Mississippi en het geheel van deze twee stromen vertegenwoordigt niet het duizendste deel van het watervolume dat hij verplaatst.

Deze machtige "stroom", die een geheel vormt dat men "Golfstroom" noemt, bestaat in feite uit verscheidene stromingen (beeld 3):

- de zogenaamde Florida-stroming, afkomstig van de zeestroom, gelegen tussen Florida en Cuba, trekt naar het noorden langs de Amerikaanse continentale helling;
- de zogenaamde "Golf-stroming", die zich van het land verwijderd vanaf de Kaap Hatteras, strekt zich uit tot het zuiden van de Banken van Newfoundland, hetzij ongeveer 45° lengtegraad west, waarboven de stroming de neiging



Systeem van de stromingen van de Noord-Atlantische Oceaan (volgens SYVERDRUP) (beeld 3)

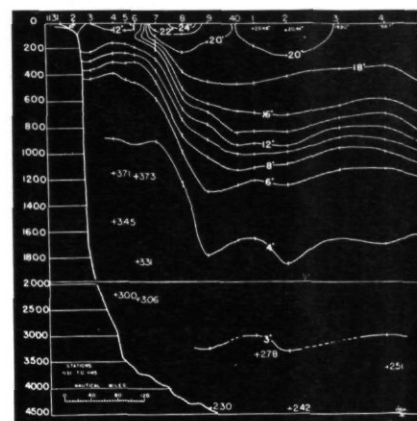
vertoont zich open te stellen en haar individualiteit prijs te geven ;

— De Noord-Atlantische stroming of -afdrijving volgt hierop. In dat gebied laat zich een stroming gevoelen die gemiddeld naar het noordoosten of het oosten trekt. De stroming is er minder regelmatig en vangt de impuls op van de westenwinden, welke in dit gebied veelvuldig voorkomen.

Anderzijds vloeit in de Florida-stroming, in de omgeving van de breedtegraad van de Bahama Eilanden, een belangrijke vloed die langs de Grote Antillen in het noordoosten loopt en rechtstreeks aansluiting geeft met het noordelijk deel van de noordelijke Ekwatoriale stroming. Ten oosten van de Golfstroom strekt zich een ruim gebied uit dat zich zeer langzaam beweegt, de zee van Saragossa. Het water van de Golfstroom, dat grotendeels uit de noordelijke ekwatoriale stroming voortkomt, nadat deze door de Golf van Mexico doorkruist werd, is warm, zout en blauw. Maar het baart vooral opzien wegens het contrast dat het biedt met het koud en zoutarm kustwater dat overvloedig aanwezig is langs de linkerkant van de eigenlijke Golfstroom, van Kaap Hatteras tot aan de banken van Newfoundland. Deze contrast-zone is de "Cold Wall"; in 1922 vertoefde een schip van de Amerikaanse "Coast Guard", dat zich met de "Ice Patrol" bezighield, en schrijlings op de watergrens stilstond, met zijn voorsteven in water van 1° C en zijn achtersteven, 72 meter verderop, in water van 13° C. Dit warmteverschil is uitzonderlijk, maar het past hierbij op te merken

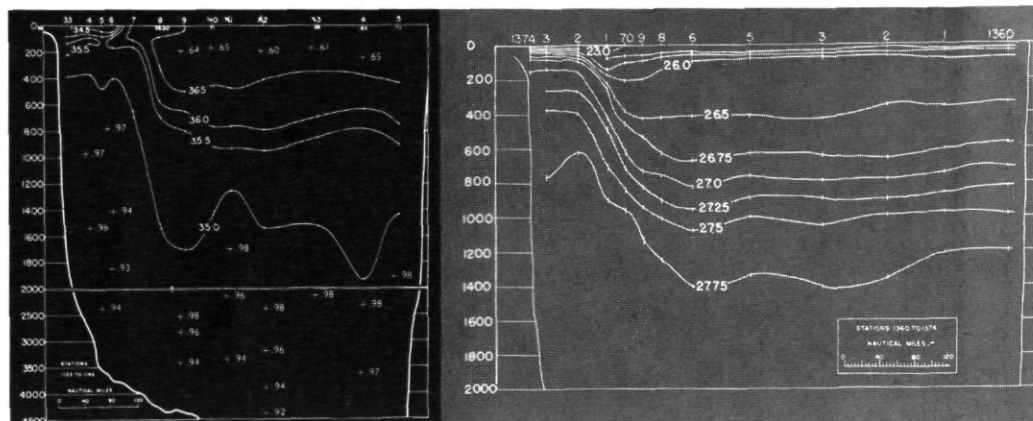
dat het essentiële kenmerk van het water van de Golfstroom nu niet bestaat in een precieze gamma van temperatuur en zoutgehalte van het water, maar vooral in de snelle schommelingen in de horizontale richting van deze eigenschappen, dus ook van de densiteiten van het zeewater. Het hoger aangehaalde geostrofisch krachtendiagram toont aan dat de streken met betrekkelijk sterke horizontale schommelingen van densiteit samenvallen met gebieden met sterke stroming. Net zoals in de dampkring de gebieden met hevige winden samenvallen met de gebieden met sterke horizontale gradiënten van atmosferische druk. Het bestaan van sterke horizontale gradiënten van zeedensiteiten valt samen met sterke kurvehellingen van gelijke temperaturen (isothermen) of gelijke zoutgehaltes (isohalines) op verticale vlakken in zee. De beelden 4, 5 en 6 tonen, volgens de verrichtingen van het Amerikaanse schip "Atlantis", verticale vlakken van temperaturen en zoutgehaltes (februari 1932) en van zeedensiteiten (augustus, september 1932) tussen de toegang tot de Chesapeake en de Bermuda Eilanden. Op de densiteitskaart stemt de gemerkte waarde van 27,75 overeen met een densiteit van het water van 1,02775. De zone met sterke stroming valt samen met het gebied met sterke helling van deze kurven. Beeld 7, dat volgens Iselin het reliëf toont van het isothermisch vlak van 10°, bakent op het plan goed de zone met sterke helling van dit oppervlak en de zone met sterke stroming af. Dit reliëf vermindert naar het noordoosten : men verlaat de zone van de

Temperatuurschijf tussen de inham van de Chesapeake en de Bermuda Eilanden (diepten in meters). 11-18 Februari 1932 (naar Iselin) (beeld 4)



Golfstroom voor die van de Noordatlantische afdrijving. De Florida-stroming is tussen 1884 en 1887 het toneel geweest van rechtstreekse systematische metingen van zeestroming, aan de oppervlakte en in de diepte, onder leiding van John Elliott Pillsbury, officier bij de Amerikaanse Marine. De bij deze gelegenheid verrichtte werken maken, misschien zelfs tot op vandaag, het belangrijkste geheel uit van rechtstreekse stromingsmetingen op grote diepten. De door Pillsbury gemeten snelheden bereikten 1,8 m/s in het Kanaal van Florida tussen het schiereiland en de Bahama Eilanden. Tussen het schiereiland van Yucatan en de westpunt van Cuba heeft hij bij de 1,3 m/s gemeten. Ter hoogte van Kaap Hatteras, in de as van de stroming, bedroeg de gevonden maximum snelheid 1,8 m/s, ongeveer zoals in het Floridakanaal.

Deze metingen gaan de invoering van het geostrofisch krachtendiagram een twintigtal jaren vooraf. Toegepast door G. Wüst in 1924, op de plaats van het vak van Pillsbury, in het Floridakanaal, heeft het een verdeling geleverd van berekende stromingen die uiterst dicht bij de van de rechtstreekse metingen van Pillsbury afgeleide verdeling liggen. Welnu, de metingen waarop de geostrofische formule berust, behoren tot de meest klassieke en eenvoudigste van de oceanografische techniek en vereisen vooral heel wat minder middelen en bieden heel wat minder moeilijkheden dan de rechtstreekse stromingsmetingen. Over de ganse wereld heeft zich dan ook een verwaarlozing voorgedaan der rechtstreekse stromingsmeting ten bate van de onrechtstreekse bepalingsmethode die de toepassing van het geostrofische diagram uitmaakt. De idee, die men zich tussen 1924 en het einde van de tweede wereldoorlog van de Golfstroom gevormd heeft, berust op dit diagram: men mag zeggen dat ze het "geostrofische apogeu" van de Golfstroom is. Het betaamt te precizeren dat dit geostrofisch denkbeeld op de fundamentele hypothese berust volgens dewelke de stroming bestendig is, dat wil zeggen plaatselijk onveranderlijk in de tijd. Anderzijds berusten de volgens het diagram bepaalde snelheden op waarden van de vloeibare densiteit



op verticale trappen van 20 tot 50 mijl, waarvan men ook de bestendige verdeling veronderstelt. Elke reeks metingen op een vertikale ("hydrologisch station" genoemd) vergt drie uur tijd en de gewoonlijk door een enkel schip gemaakte opeenvolgende stations verschillen dus eveneens met enkele uren. De verdeling van aldus bepaalde stromingen zou dus de "fijne structuur" van het stromingsveld, net als de schommelingen ervan in de tijd, niet op de voorgrond kunnen brengen. Doet de werkelijke Golfstroom zich in dit kader voor? Zulks eenvoudigheidshalve veronderstellen betekent niet dat de oceanografen meenden het werkelijk te hebben verwezenlijkt. Maar het was de enige opvatting die de praktische bepalingsmogelijkheden van die tijd toeliet.

De geostrofische "Golfstroom" verplaatst ongeveer 55 miljoen kubieke meter per seconde naar het noordoosten, de Floridastroom 26 miljoen (in overeenkomst met de gegevens van Pillsbury); 12 miljoen m³/s zouden voortkomen van de Antillenstroom, 17 miljoen zouden deel uitmaken van een draaikolk in de richting van de wijzers van een horloge in het westelijk gedeelte van de zee van Saragossa. Meer naar het oosten, richting Europa, zouden er 16 miljoen m³ tussen de Azoren en Portugal voorbijtrekken; 6 zouden zich naar het noordoosten begeven ter hoogte van Ierland, waarvan 3 hun weg zouden vervolgen naar Noorwegen en 3, al afbuigend naar links, zich zouden aansluiten bij de stroming die langs het zuidoosten de oostkust van Groenland bespoelt.

Hoe werden deze opvattingen sinds het einde van de tweede wereldoorlog gewijzigd?

III. DE GOLFSTROOM VOLGENS NA DE TWEEDE WERELDOORLOG GEDANE BESTUDERINGEN

Van 1936 af had de verhoging van het aantal werkcampagnes van het schip "Atlantis" van het Woods Hole Oceanographic Institution, gelegen nabij Kaap Cod, niet ver van de Golfstroom, seizoenfluctuaties van de geostrofische Golfstroom op de voorgrond gebracht, evenals plaatselijke fluctuaties van de ver-

deling der densiteiten op de vertikaal, die snel genoeg waren om de "onbestendigheid" te suggereren van deze verdeling en derhalve ook van de stroming.

Maar tijdens en na de tweede wereldoorlog en aanvankelijk ten minste uit militaire noodzaak, hebben de vorderingen van de techniek voor de oceanografen methoden beschikbaar gemaakt die de ogenblikkelijke plaatselijke bepaling toelaten van de door een schip ontmoete oppervlaktestroming, van de termische structuur in een naburige waterlaag van het oppervlak van 250 meter dikte, van de ogenblikkelijke watervloed die bijvoorbeeld de zeearm tussen de Florida en de Bahama Eilanden oversteekt. Deze vorderingen vinden hun hoogtepunten in het bedrijfsklaar maken van de batytermograaf (Spilhaus), netten van radionavigatie, studiemethoden der waterbewegingen door het meten der elektromotorische inductiekrachten die ontstaan door de verplaatsing van konductoren of van zeewater in het magnetisch aardveld (Longuet, Higgins, Von Arx).

Ingevolge talrijke vaststellingen, in ruimte en tijd, gedaan door schepen die afgezonderd lagen van snelle fluctuaties van fysische en dynamische zeekenmerken, kwam men tot de methode van het "opmaken op verscheidene schepen", welke belangrijke drijvende middelen concentreerden, om een bepaald probleem in een afgetekend gebied te bestuderen. De eerste operatie van die soort was de operatie "Cabot", gezamenlijk uitgevoerd door de Verenigde Staten en Canada in juni 1950. Men is dan tot de bevestiging gekomen dat de Golfstroom geen regelmatig in zee vloeiende stroom is, aan de oppervlakte noch op grote diepte, doordat hij gevormd werd door sterke, smalle stromingtongen (tot op 6 knopen, hetzij 3 m/sek), bestendig fluktuierend, golvende slingeren vormend die hun omtrek op een enigszins regelmatige wijze veranderden. Min of meer beweeglijke, min of meer uitgestrekte draaikolken, gevormd door koude in warm water gesloten waterlobben, werden opgemerkt (beelden 8, 9, 10 en 11).

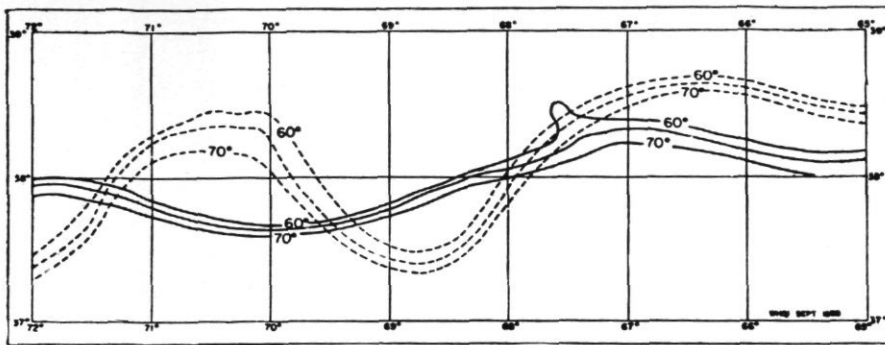
Aldus verminkt het bedrijfsklaar maken van de door de vorderingen der techniek beschikbaar gestelde

toestellen de gemiddelde geostrofische opvatting die wij in 1936 hadden en plaatst de oceanografen tegenover tal van verwikkelingen. Een alleenstaande meting heeft geen zin meer. Hoe deze stroming kenmerken? Hoe er de fijne structuur van bepalen? Hoe er de samenstelling op kleine schaal van verklaren? Gaan wij uit de verhoging van het aantal metingen, ten koste van langdurige en dure operaties, een "statistische" Golfstroom afleiden? Zal hij aanzienlijk verschillen van de geostrofische Golfstroom? Zal hij genoeg verschillen om de door de verhoging van het aantal operaties op zee vereiste uitgaven te rechtvaardigen?

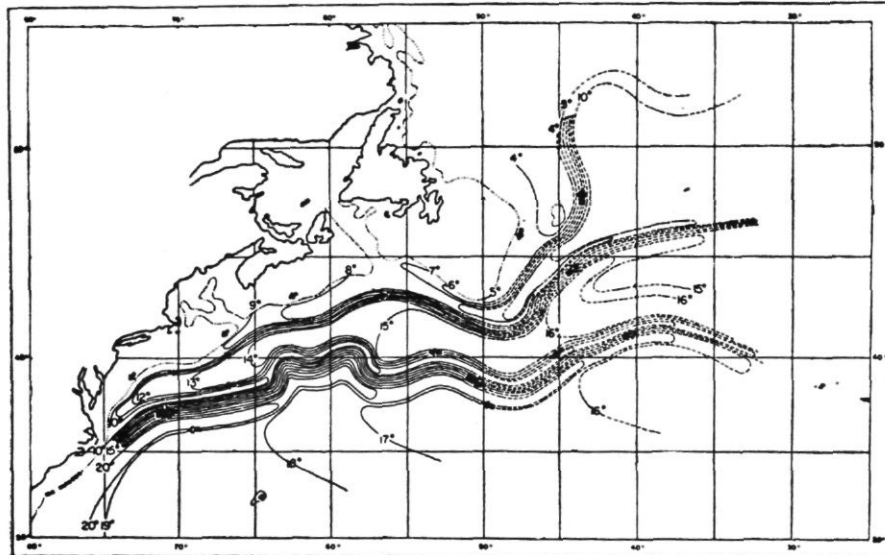
Rechtstreekse metingen opeenstapelen is goed, alhoewel duur; statistische studie maken van de resultaten is nuttig. Volstaat dat? Neen, want men moet begrijpen waarom en hoe deze fluctuaties optreden ten einde ze te kunnen voorzien. En dan dient de oplossing van het probleem van de Golfstroom, evenals de oceaancirculatie in het algemeen, die ook fluctuaties heeft, gezocht langs alle mogelijke wegen, zoals:

a) intensifikatie van de rechtstreekse metingen, enerzijds dank zij de door de U.N.E.S.C.O. (Intergoevernementele Oceanografische Commissie) voorgeschreven en aangevatte internationale samenwerking; door bepaalde landengroepen zoals die van de N.A.T.O.; door bepaalde internationale of regionale wetenschappelijke verenigingen (Internationale Raad voor het Onderzoek van de Zee van Kopenhagen, enz.); anderzijds dank zij het bedrijfsklaar maken van "vaste oceanografische stations", samengesteld uit boeien welke kapdatietoestellen dragen die bestendig verschillende zeekenmerken tijdens een hele reeks onderdompelingen meten evenals de meteorologische elementen; de "oproping" van deze boeien door radiosignalen brengt de uitzending van alle sinds de laatste "ondervraging" verzamelde gegevens. De aanzienlijke massa elementen die men kan verspillen, zal de plaatsing vereisen van krachtige exploitatiemiddelen van deze gegevens...

b) studie van steeds meer ingewikkelde theoretische schema's, dank zij een betere kennis van de mogelijkheden die geboden worden door de



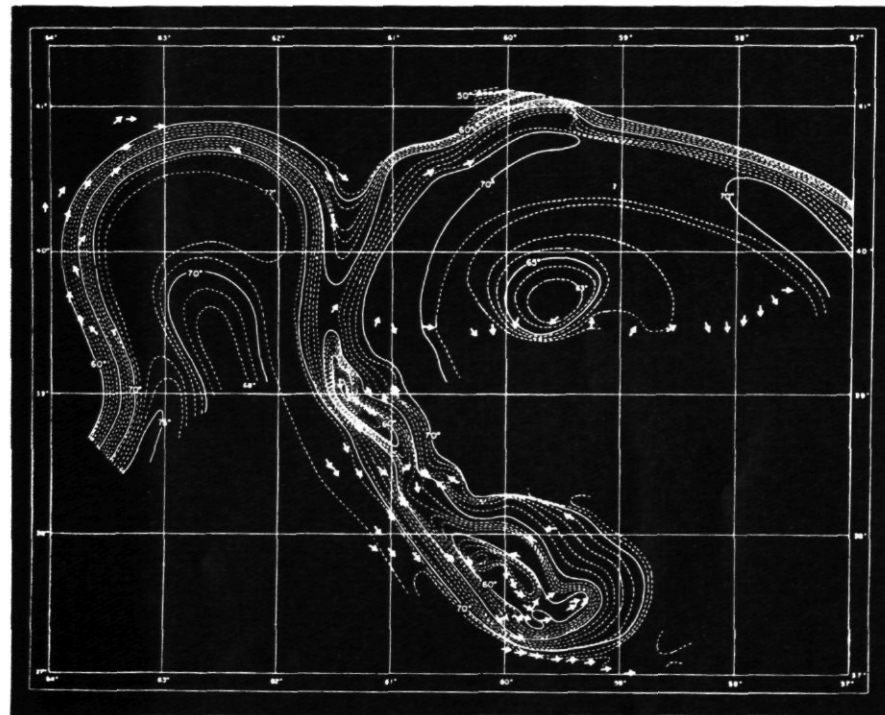
Posities van de Golfstroom ten oosten van Kaap Hatteras bij de aanvang en het einde van de zomer van 1950, naar de gemiddelde isothermen (°F) tussen 0 en 200 meter onderdempeling. De volle lijnen hebben betrekking op 8 juni 1950, de stippellijnen op 21 en 22 juni 1950. Noteer de amplitudeverhoging der golven en de vermindering van de golflengte (naar FUGLISTER en WORTHINGTON 1951) (beeld 8)



Schematische verdeling der temperaturen (°C) bij de onderdempeling van 200 meter in de zone van de Golfstroom (volgens FUGLISTER, 1951) naar de tijdens het opmaken verzamelde gegevens op verscheidene CABOT-schepen (1950) (beeld 9)

Sluiting van een bocht in de Golfstroom, naar de verdeling der gemiddelde temperaturen (°F) in de 200 oppervlakteteur. De pijlen duiden de stromingsrichtingen aan, gegeven door de stromingsmeter met gesleepte elektroden VONARX (naar FUGLISTER en WORTHINGTON, 1951) (beeld 10)

Vloed van de Florida-stroming van augustus 1952 tot juli 1953 (naar G.K. WERTHEIM, 1954) (beeld 11)



werking der vloeistoffen om de mechanismen te verklaren die door de "dynamika in draaiend bekken" ingezet worden, wat formeel het geheel der problemen van de zeedynamika uitmaakt.

c) studie op verkleinde draaiende hydraulische modellen (om de Corioliskracht, waarvan de aktie fundamenteel is, in rekening te nemen); studie op matematic model (numerieke berekening) of analogisch model (onder meer elektrische analogie).

Veelbelovende vorderingen werden alom opgetekend. Indien de Golfstroom bochten maakt, beweegt volgens min of meer afwijkende richtingen, soms schijnt rond te tasten, voorbij hoogten en laagten gaat, kan men zich dan inbeelden dat de ideeën, die wij over hem hebben niet dezelfde onvolmaaktheden zullen kennen? Zoals één der meest bevoegde Amerikaanse specialisten over de Golfstroom, professor H. Stommel, heeft geschreven: "telkens men op de staart van dit monster trapt, laat het een verschillend geluid horen". Onze opzoekingen doen overeenstemmen met zulk geluid, stelt steeds nieuwe problemen aan het wetenschappelijk avontuur van onze eeuw.

