

KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT

De Bilt

WETENSCHAPPELIJK RAPPORT

W.R. 76-12

S.B. Tijssen
K. van der Veen
M.P. Visser

Het voorkomen van het subtropisch tussen-
water voor de noordkust van Zuid-Amerika

De Bilt, 1976

Publikationsnummer: K.N.M.I. W.R. 76-12 (00)

U.D.C.: 551.465.4 (3.6)

Summary.

The Occurrence of Subtropical Intermediate Water off the North coast of South America.

Oceanographic observations were made during Autumn 1970 and Spring 1971.

Special attention is given to the salinity maximum at about 100 m depth, resulting from the subtropical intermediate water possibly from both northern and southern origin. To obtain an insight in the spreading of these water types isentropic analysis according to Montgomery has been used. It turns out that during both periods of investigation an anticyclonic gyre is present off Surinam, and during autumn 1970 also off Brazil. However, it is demonstrated that the Surinam and the Brazil gyres differ in watertypes, based on their temperature-oxygen relation, according to Metcalf and Stalcup.

Het voorkomen van het subtropisch tussenwater voor de noordkust
van Zuid-Amerika.

S.B. Tijssen, N.I.O.Z.

K. van der Veen K.N.M.I.

M.P. Visser K.N.M.I.

1. Inleiding

In het kader van de Nederlandse bijdrage tot "cooperative investigation of the Caribbean and adjacent regions" (CICAR) is gedurende een tweetal onderzoekstochten in het gebied tussen Curaçao en Cape Orange (op de grens van Frans Guyana en Brazilië) uitgebreid aandacht besteed aan de fysische oceanografie. Het betreft hier de tochten Cicar 16/17, in het najaar 1970 gehouden, waarvan de stationsnummers beginnen met 16, en Cicar 22 en 23, gehouden in het voorjaar van 1971, waarvan de stationsnummers beginnen met 22 respectievelijk 23. Dit werk werd verricht aan boord van Hr.Ms. "Luymes" van de Koninklijke Nederlandse Marine.

Het onderzoek van de fysische en chemische omstandigheden geschiedde in een gezamenlijke onderneming van het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (N.I.O.Z.) en het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (K.N.M.I.). Het eerstgenoemde instituut heeft zich speciaal belast met de zorg voor de zuurstofanalyse en de daarbij gebruikte methodiek. Vooral nautisch-technische hulp werd verkregen van de Koninklijke Marine.

In dit verslag zal aandacht worden besteed aan het vóórkomen van water met hoge saliniteit, dat direct onder het oppervlaktewater is gelegen, en dat vermoedelijk nauw verbonden is met het ontstaan van de Equatoriale Tegenstroom en zelfs van de Equatoriale Onderstroom. Dit water zullen we subtropisch tussenwater noemen, hetgeen een betere naam lijkt dan "subtropic underwater", zoals Wüst [1964] het noemt. Het wordt gekarakteriseerd door een uitgesproken zoutgehalte-maximum op ongeveer 100 m diepte en is afkomstig van de subtropische gebieden waar aan de oppervlakte door een groot verdampingsoverschot extreem zout water wordt gevormd.

Vanuit deze "brongebieden" wordt het water naar de omgeving van de Caraïbische Zee gebracht door de "subtropische onderstroom" [Wüst, 1964, p. 31] waarbij Wüst opmerkt:

"..... It is remarkable that by the deep-reaching gradient forces of the Guyana Current, subtropical high salinity water masses are also transported from the southern hemisphere to our concerned area".

Deze uitspraak is gebaseerd op vroeger werk van Defant [1936, p. 342] die hiertoe concludeerde op grond van waarnemingen van de "Meteor"-expeditie 1925 - 1927.

Er zijn verschillende redenen om de gedragingen van het subtropisch tussenwater hier te behandelen op grond van onze Nederlandse CICAR-waarnemingen, en niet te wachten tot er veel meer nieuwe waarnemingen over dit gebied bekend zijn, die dan in hun totaliteit kunnen worden behandeld.

In de eerste plaats ligt ons belangrijkste waarnemingsgebied voor de kust van Suriname, en dus aan de rand van het door Wüst beschouwde Caraïbische gebied. Zodat ons werk wellicht een welkome aanvulling kan betekenen op wat reeds bekend is of vermoed wordt.

In de tweede plaats klaagde Wüst (in 1964!) erover dat maar zo weinig waarnemingsmateriaal uit dat gebied goed bruikbaar was om juist het subtropisch tussenwater te kunnen volgen. De betreffende waterlaag is betrekkelijk dun, en waarnemingen in de diepte zijn daar om allerlei redenen vaak verricht met te grote diepte-intervallen. Wij hebben getracht om al onze waarnemingen in de diepte zo goed mogelijk op standaarddieptes uit te voeren, zodat een vrij volledig beeld ontstaat. Dit leidt ertoe om ook deze waarnemingsseries zelfstandig uit te werken.

In de derde plaats is het subtropische tussenwater de onderste laag van de zogenaamde "warm-water-sfeer" ter plaatse, gelegen omstreeks de thermokliene, en direct onder de oppervlaktelaag waarin zich de grillige mengings- en stromingsprocessen afspelen die elders zijn beschreven *).

*).K. van der Veen, A.J. van Bennekom en S.B. Tijssen; Invloed van de Amazone-rivierafvoer op de westelijke tropische Atlantische Oceaan.

Daar echter te verwachten is dat er een koppeling aanwezig is, lijkt het zinvol het vóórkomen en bewegen van het subtropische tussenwater tijdens deze meetcampagnes in kaart te brengen, daar dit mogelijk-
wijs verhelderend kan werken bij het interpreteren van verschijnselen in de erboven liggende lagen.

2. Waarnemingsmateriaal en analysemethoden

Nagegaan is op welke stations met zekerheid subtropisch tussenwater is aangetroffen, herkenbaar aan een uitgesproken saliniteitsmaximum in de buurt van 100m diepte. Deze stations zijn met hun relevante zoutwaarnemingen bijeen verzameld in bijlagen A 1 t/m A 3, terwijl de posities in kaart zijn gebracht in de figuren 1, 2 en 3.

Enige stations dicht bij de kust gelegen vertonen wel een maximum in het zoutgehalte, doch op een geringe diepte zodat niet zeker is of hier gesproken kan worden van subtropisch tussenwater.

Allerlei storende invloeden van de kust en van het kustwater spelen daarin een rol.

Gedurende cicar 16/17 werden in het gebied voor de monding van de Amazone ook oceanografische waarnemingen verricht door het Braziliaanse onderzoekingschip "Almirante Saldanha".

Deze waarnemingen sluiten goed aan en zijn een welkome aanvulling op het Nederlandse materiaal. De Braziliaanse stations die van belang zijn worden weergegeven in bijlage B en in figuur 4.

Vervolgens werd zowel voor data-contrôle en voor het uitvoeren van de benodigde grafische interpolatie, de saliniteit als functie van de diepte weergegeven voor de betreffende stations, in zoverre de saliniteit meer dan 36‰ bedraagt. Dit zijn de figuren 5, 6, 7 en 8. Voor een aantal stations blijkt een nogal ingrijpende interpolatie of extrapolatie nodig te zijn, die op grond van subjectieve overwegingen moet worden uitgevoerd. Dit betreft de stations 1640, 2205, 2212, 2251, 2375 en 2376.

Bij deze stations is dit nog vrij evident. Gevaarlijker, want minder opvallend, zijn bijvoorbeeld de stations 2202 en 2206, waar men spoedig geneigd is om het maximum van de gemeten waarden ook te interpreteren als het echte maximum in de saliniteit. Dit laatste is aan twijfel onderhevig.

Om de diepte van het zoutgehaltemaximum beter te kunnen vastleggen op de verschillende stations is er bij eventueel toekomstig werk in dit gebied op te letten dat tussen 50 en 250 meter het water met kleine diepte-intervallen bemonsterd moet worden.

Enige stations vragen bijzondere aandacht. De nummers 1622 (zwak), 1631 en 2248 vertonen twee maxima in de saliniteit, gescheiden door een minimum. Op het eerste gezicht treedt dit ook op bij station 2371, waar het een minder goede aansluiting tussen twee waarnemingsreeksen betreft.

De saliniteit werd gemeten met een inductief gekoppelde salinometer (Autolab. Industries, Sydney). Voor de Nederlandse zuurstofwaarnemingen werd de Winkler-methode toegepast, zoals gemodificeerd door Carritt en Carpenter (1966).

De monsters werden aan boord getitreerd met een zuigerburet.

De geschatte relatieve fout bedraagt ongeveer 1% (1σ).

3. Regionale indeling op grond van temperatuur- en zoutgehalte verdelingen

Uit de ter beschikking staande overzichten van bathythermogrammen is het volgende van belang (Van Bennekom en Tijssen, 1971, persoonlijke mededeling):

".....BT's genomen buiten de shelf, hierin komen tal van verschillende vormen voor, te weten:

- vrijwel continue temperatuuurdaling (station 1685)
- homotherme oppervlaktelaag van ongeveer 50 m, met daaronder een continue temperatuuurdaling, soms onderbroken door een tweede homotherme laag (station 1628 - 1629).

Cicar 16

Het gebied oostelijk van ongeveer 53°W onderscheidt zich van het westelijke gebied door:

- ontbreken van een volledig homotherme oppervlaktelaag;
- veel langzamer met de diepte afnemende temperatuur in de bovenste 300 m

Hieruit is herkenbaar de scheiding (bij 53°W) tussen twee gebieden waar het subtropische tussenwater zich anders gedraagt. Verderop zal worden aangetoond dat het subtropisch tussenwater in het oostelijke en in het westelijke deel van de onderzoeksgebieden van verschillende oorsprong is.

Dit onderscheid begint zich hier reeds af te tekenen.

In het overzicht van de BT-plaatjes van Cicar 22 en 23 is het volgende van belang:

"BT's genomen buiten de shelf:

.....

Enkele opmerkingen bij geselecteerde BT-foto's.

Vergelijkingen van station 2248 (21,5 °C op 180m) en station 2212 (13,5 °C op 180m) toont het algemene beeld van een hogere temperatuur op grotere diepte in het oostelijke gedeelte van het gebied. Vergelijking van station 2212 en station 2373 (zelfde positie, echter station 2212 op 16 maart en station 2373 op 28 april) toont de duidelijke toeneming van temperatuur van het westelijk gebied op grotere diepte.

Station 2214 toont een temperatuurinversie op ca. 90 m. onder de seizoensthermokliene. Deze temperatuurinversie valt samen met het zoutmaximum van het subtropisch tussenwater.

Andere BT-foto's tonen de inversie niet zo duidelijk, doch veelal zien we daar een homotherme laag of een laag met verminderde temperatuurgradiënt".

Wat opvalt is dat dus ook bij de voorjaarstocht 1971 een duidelijke scheiding tussen een oostelijke en een westelijke helft wordt gevonden, beide met ongeveer hetzelfde karakteristieke verloop van de temperatuur met de diepte als in het najaar daarvoor. Dat ook hier van een temperatuurverhoging op grote diepte in het westelijk deel wordt gesproken, wijst wederom op een verschuiving van de situatie. De ligging van de kern van maximum zoutgehalte verandert tussen de twee genoemde stations.

Station 2212 36.80°/oo op 100 m diepte

Station 2373 36.40°/oo op 130 m diepte

hetgeen zou kunnen duiden op een verschuiving van de grens met het zogenaamde "oostelijke gebied".

4. Analyse-methode

Er bestaan verschillende methodes om een probleem als dit aan te vatten.

Bekend is de kernlaag-methode ("Core-method", "Kernschichtmethode") [Wüst, 1964, p. 5 - 10]. Hierbij wordt in een kaart op de positie van ieder station het maximum van het zoutgehalte ingeschreven, met de diepte waarop die werd aangetroffen. Daarna kunnen isohalinen worden getekend, die dus in dit geval geen betrekking hebben op een vaste diepte, maar op een veranderlijke diepte, per station genoteerd. De kaart geeft dan een ruimtelijk inzicht in de uitbreiding van de kernlaag van maximum zoutgehalte.

Strikt genomen mag deze methode alleen gebruikt worden indien in het beschouwde gebied de temperatuur als functie van de diepte overal hetzelfde of nagenoeg hetzelfde beeld te zien geeft. Is hieraan niet voldaan, dat vindt men wel suggestieve plaatjes, maar deze kunnen misleidend zijn.

Terecht merkt dan ook Montgomery [1938] op in een "introductory statement":

"Except for the presence in most localities of a shallow homogeneous surface layer and of a relatively homogeneous and deeper bottom layer, the oceans of the temperate and tropical regions are stratified and vertically stable at all depths. Due to the opacity of water for long-wave radiation and to the damping of vertical turbulence by the stability, there is no potent mechanism for altering the potential density of any water element below the layer of direct surface influences. Hence there can be no flow of major proportions across surfaces of constant potential density. For these reasons it is now generally accepted that flow takes place essentially parallel to these surfaces. It follows that the major sources for the water on each surface of constant potential density are to be found along its intersection with the sea surface in higher latitudes".

Deze regel wordt door hem consequent toegepast in de genoemde publikatie. Inderdaad is te verwachten dat de waterbewegingen slechts kunnen plaatsvinden in vlakken van constante potentiële dichtheid σ_θ , hetgeen voor de diepten waarop wij hier werken voldoende wordt benaderd door de dichtheid σ_t . In deze vlakken kunnen dan de verspreidingsrichtingen worden aangegeven aan de hand van isohalinen.

Isentropische analyse is in het hier beschouwde gebied te verkiezen boven de kernlaagmethode, aangezien aan de genoemde voorwaarden voor het temperatuurverloop met de diepte niet is voldaan. (Zie ook punt 3 hiervoor).

5. Analyse

Gehoopt en verwacht werd dat het gedrag van het subtropisch tussenwater voldoende constant in de tijd zou zijn om de resultaten van de onderzoeken in najaar 1970 en voorjaar 1971 als één geheel te kunnen beschouwen. Dit is gebleken niet het geval te zijn, zodat het nodig is om de resultaten van Cicar 16/17 enerzijds en die van Cicar 22 en 23 anderzijds apart te behandelen.

5.1. Isentropisch vlak

De variabiliteit op lange termijn is gedemonstreerd in de figuren 9 t/m 12, waar de dieptes waarop verschillende waarden voor σ_t worden aangetroffen zijn weergegeven langs de standaardraaien 63 en 60 °W, langs de raai bij ongeveer 55°30'W (voor Paramaribo) en langs de raai bij ongeveer 54 °W. Hierin is ook speciaal de doorsnijding met het vlak $\sigma_t = 25.4$ aangegeven, welke waarde volgens Montgomery gemiddeld goed samenvalt met het vlak van maximum saliniteit in de tropische Atlantische Oceaan.

Uit de figuren 5, 6, 7 en 8 volgt dat dit niet altijd in elk individueel geval geheel opgaat.

Duidelijk is dat de variatie in het patroon van isolijnen veel verschilt tussen de verschillende tochten onderling ten opzichte van de dieptevariaties die optreden gedurende één vaartocht. $\Delta \sigma_t$ (tijd, plaats konstant) is niet zeer klein ten opzichte van $\Delta \sigma_t$ (plaats, tijd konstant).

Vooraf de figuren 10, 11 en 12 lijken hierbij steun te geven aan het stroommodel voor dit zeegebied, zoals onlangs gelanceerd door Kort et al [1969, 1972], waarbij gaande vanaf de kust afwisselend een westgaande, een oostgaande en wederom een westgaande stroom wordt aangetroffen. De stroomrichtingen die samenhangen met de helling van het σ_T -vlak ter plaatse (zie verder) stemmen hiermee overeen. Op te merken is alleen dat dan blijkbaar in dit geval het hele stroomsysteem dichter bij de kust is geconcentreerd dan verwacht wordt op grond van de onderzoeken van Kort.

Om het stroomsysteem nader te onderzoeken is het noodzakelijk niet alleen naar enige raaien te kijken, die onderling op grote afstand liggen, doch heel de ruimtelijke structuur van de σ_T -vlakken te bezien. Om de topografie van de isopyknische vlakken meer te geven is het vlak $\sigma_T = 25,4$ gekozen. Andere σ_T vlakken voor waarden die hier van niet al te zeer afwijken zullen naar verwachting ruwweg dezelfde trend volgen in diepte-afhankelijkheid van de positie.

Voor de verschillende (delen van de) tochten is de topografie van het gekozen σ_T vlak getekend in de figuren 13, 17, 19 en 26, terwijl in dat vlak de optredende zoutgehalten zijn weergegeven in de figuren 16, 18 en 25. (Voor Cicar 23 weggelaten).

Gedacht is hierbij dat in het vlak van konstante σ_T het water beweegt volgens een patroon dat wordt bepaald door de topografie van dat vlak. Daarbij geldt dat de waterbeweging in eerste benadering plaatsvindt evenwijdig aan de dieptelijnen van het vlak, waarbij op het noordelijk halfrond een put wordt omlopen in anti-cyclonale richting en een berg in cyclonale richting [Montgomery, 1938, page 13].

Een volgende stap bij de isentropische analyse is bij elk station opzoeken en noteren van de saliniteit op de diepte van het gekozen σ_T vlak. Daar het gekozen vlak van $\sigma_T = 25.4$ zich ongeveer in de pyknokliene bevindt, kan hier uitwisseling van watereigenschappen met de lagen er direct boven of beneden gelegen niet goed plaatsvinden, wegens de sterke verticale stabiliteit die daar heerst. Dus zal uitwisseling hoofdzakelijk kunnen plaatsvinden in het betreffende σ_T -vlak. Daarom is te verwachten dat de beweging van het water in dit vlak ook duidelijk zal blijken uit het verloop van de isohalinen erin.

Ditzelfde geldt behalve voor de saliniteit mm ook voor de temperatuur, het zuurstofgehalte, en voor elke opgeloste stof die als conservatief is te beschouwen.

Uit de figuren 13 en 17 die wat tijd en gebied van onderzoek betreft goed bij elkaar aansluiten (najaar 1970, Luymes Cicar 16/17, Almirante Saldanha cruise 46) is te zien dat twee anticyclonale circulaties voorkomen buiten de shelfrand, gescheiden door een rug die ongeveer bij Cape Orange ligt. Van beide is de diameter ongeveer 40 zeemijl = 70 km. Van geen van beide kan met zekerheid worden gezegd of hij al dan niet geheel gesloten is. De meest oostelijk gelegen circulatie kan open zijn aan de oostelijke of zuidoostelijke zijden, de westelijk gelegen circulatie kan open zijn aan de noordoostelijke kant.

Westelijk van ca. 54°W zijn de waarnemingen te schaars om er met zekerheid conclusies uit te kunnen trekken. Slechts is daar duidelijk dat het $\sigma_t = 25.4$ vlak gemiddeld op ongeveer dezelfde diepte ligt en tevens dat variaties van dezelfde grootte-orde optreden als in het gebied van de anticyclonale circulaties. Hoewel het niet onmogelijk is dat in dit westelijke gebied ook nog een of meerdere gescheiden circulaties voorkomen, is hierover geen uitspraak te doen.

Het σ_t -vlak zoals weergegeven in de figuren 13 en 17 bevat de zoutgehalten zoals die in fig. 16 en 18 zijn getekend. Het resultaat valt tegen. In plaats dat er, zoals verwacht was, duidelijke tongen van zout en minder zout water te zien zijn, kan niet meer worden geconcludeerd dan een aantal isohalinen die bijna geheel samenvallen met het dieptelijnen-patroon van de fig. 13 en 17.

De situatie tijdens Cicar 22 in het voorjaar van 1971 is weergegeven in fig. 19 en 25. Duidelijk is weer een anticyclonale circulatie aanwezig vóór de kust van Frans Guyana, waarvan niet zeker is of hij gesloten is aan de oostelijke zijde. Ten westen van 54°W schiet wederom het aantal waarnemingen te kort, de indruk bestaat dat hier nu wel een anticyclonale "put" aanwezig is, echter steunt deze veronderstelling op slechts enige waarnemingen.

Volledigheidshalve is ook voor de tocht Cicar 23 de diepte van het vlak $\sigma_t = 25.4$ getekend, met de zoutgehaltes op die dieptes er ingetekend. Hoewel deze waarnemingen (eind april 1971) ongeveer zes weken later zijn gedaan dan die van Cicar 22 (half maart 1971) geeft figuur 26 steun aan de figuren 19 en 25 voor wat betreft het optreden van een put enigszins bewesten 55°W.

5.2. Watersoorten

Een vraag die zich opdringt bij het beschouwen van de voorgaande figuren is, of het water van de verschillende circulaties van dezelfde herkomst is, of dat kan worden aangetoond dat een duidelijk verschil bestaat in eigenschappen.

Beschouwen we daartoe een raai evenwijdig aan de shelfrand, die de genoemde putten in het σ_t -vlak snijdt. Deze raai nemen we door de stations 16101, (16100) 1640, 1631, 1618, 1617, 1616, 4645, 4612 en 4614, gedeeltelijk afkomstig van de Luymes, gedeeltelijk van de Almirante Saldanha. Hoewel ze allen in de najaarsperiode 1970 zijn genomen, is het tijdsverschil tussen de stations niet geheel waarloosbaar:

1616	29 september	
16101	1 november	
4612	2 oktober	
4645	15 oktober	
(1640	7 oktober	
(16100	31 oktober	op ongeveer dezelfde positie

Voorzichtigheid is dus wel geboden, maar de indruk bestaat dat gedurende een maand de situatie redelijk als constant mag worden beschouwd, zie het verloop van het vlak $\sigma_t = 25.4$ in fig. 27. Of in de beide putten die in de figuur 13, 17 en 27 zijn getekend nu water van verschillende herkomst aanwezig is, onderzoeken we aan enige karakteristieke relaties voor watersoorten, tussen temperatuur, saliniteit en zuurstofgehalte, een en ander in navolging van Metcalf & Stalcup [1967].

Het TS-diagram in fig. 28 laat zien dat de spreiding tussen de TS-lijnen onderling erg groot is (bij 20 °C ruim 1 ‰). Dit kan voor een deel te wijten zijn aan verschil in water: de drie westelijke stations van de gekozen raai lijken bij dezelfde temperatuur zouter te zijn dan de andere, over de gehele waterlaag, tussen 15 en 25 °C. Het onderscheid tussen deze drie stations en de anderen, is echter niet dermate groot dat ondubbelzinnig van een andere watersoort kan worden gesproken; vergelijk hun karakteristieken in de fig. 5, 6, 7 en 8.

In het TO₂-diagram daarentegen (fig. 29) is duidelijk dat de drie stations van de Almirante Saldanha in water van andere herkomst zich bevinden dan die van de Luymes. Dit geldt voor de stations 1617, 1618 (misschien ook 1616) en 4612 echter slechts voor het temperatuur-interval 10~17 °C, d.w.z. dieper dan ca 200 m. Boven deze dieptegrens lijkt bij deze stations veeleer het omgekeerde het geval te zijn, nl. dat daar de watersoort aanwezig is die men er niet zou verwachten. Deze afwijkende stations liggen precies op het verbindingslijnstuk tussen de diepste punten van de twee "putten" in het G₁-vlak (fig. 13 en 17). De tussengelegen stations 1615 en 4645 doen in deze zaak onvoldoende uitspraak. Het eerstgenoemde sluit zich aan bij de andere "westelijke" stations, het tweede vertoont systematisch te hoge zuurstofwaarden, die daarom als onbetrouwbaar zijn geschrapt.

In fig. 29 is ook schematisch het gebied geschetst dat volgens Metcalf & Stalcup de scheiding vormt tussen de watersoorten in kwestie:

".....Observations on the high oxygen side of this gap all came from the Undercurrent or from the North Brazilian Coastal current. Observations on the low-oxygen side all came from stations north of the Undercurrent, from a small triangular area between the Undercurrent and the Coastal Current or, in a few cases, from shallow coastal water inshore from the Coastal Current"

Deze genoemde gebieden zijn weergegeven in fig. 30, die overeenkomt met fig. 10 uit het artikel van Metcalf & Stalcup.

Het volgende kan nu worden geconcludeerd: De grens tussen watersoorten die hier is aangetroffen bij Cape Orange is dezelfde als die door Metcalf & Stalcup beschreven, ligt echter enige honderden kilometers westelijker.

In figuur 30 kondende genoemde auteurs hem niet goed aangeven, bij gebrek aan gegevens voor de kust van Frans Guyana en Suriname. Een klein gebied met afwijkende eigenschappen, in hun tekening los van tong "high-oxygen" water, wijst er mogelijk op dat de grens niet altijd scherp is aan te geven of verschuift in de tijd. Dit laatste lijkt sterk bevestigd te worden door de waarnemingen gedurende CICAR.

Zijn de zuurstofwaarnemingen voldoende betrouwbaar en nauwkeurig om die van de Luymes en van de Almirante Saldanha gezamenlijk te mogen gebruiken? Het feit dat zowel op geringere diepte als op grotere diepte de zuurstofwaarden van de beide gebieden tot gelijke waarden gaan neigen geeft hiervoor voldoende garantie.

Bovendien is nagegaan hoe voor het diepe water, waar dit verschil in twee types water van verschillende herkomst niet meer geldt, de zuurstofwaarden van de verschillende tochten liggen t.o.v. elkaar (zie fig. bij diep water).

Algemeen blijkt de saliniteit-zuurstofrelatie voor het diepe water goed overeen te stemmen voor de waarnemingen van Cicar 16/17, 22 en 23 en voor die van de Almirante Saldanha.

5.3. Dynamische berekeningen

Ter ondersteuning van de resultaten verkregen met de methode van Montgomery (zie fig. 13 en fig. 19) zijn dynamische berekeningen uitgevoerd. Men dient hierbij wel te bedenken dat de uitkomsten van zulke berekeningen voor posities dicht bij de evenaar inderdaad slechts een ondersteunend karakter zullen hebben, wegens de kleine waarden van de Corioliskracht aldaar.

In fig. 14 en 15 en fig. 20-24 zijn de berekende stroomprofielen samengevat. De keuze van het referentie-niveau op een diepte van 600 m is in overeenstemming met de desbetreffende literatuur en lijkt fysisch wel verantwoord.

De oppervlakte-stroom èn die in het vlak $\sigma_{\tau} = 25.4$ is bovendien weergegeven in de fig. 31 en 32.

Vergelijking van deze figuren leert dat de berekende stroom op de diepte van het subtropisch tussenwater althans kwalitatief goed overeenstemt met de stromen die volgen uit de topografie van het betreffende σ_{τ} -vlak. Bedenkende, dat de dynamische rekenmethode slechts opgaat in stationaire gevallen en bovendien vertikaal en horizontaal geïntegreerde waarden levert behoeft het ons niet te verbazen dat de kwantitatieve overeenstemming slechts de orde-grootte betreft.

Vergelijking van fig. 13 en 14-15 leert hetzelfde als de voorgaande vergelijking. Nadere beschouwing van de berekende stroomprofielen leert dat de oppervlaktelaag tot de pycnokliene zich in z'n geheel verplaatst.

De fysische verklaring waarom bij sommige profielen (2247-2248, 2249-2250, 2261-2252, 2252-2251) de maximum stroomsnelheid op een bepaalde diepte (50-150m) gevonden wordt en bij andere profielen aan het oppervlak ligt niet voor de hand. Kort (1972) komt ook tot een dergelijk resultaat.

6. Vergelijking met literatuur

In het voorgaande is reeds gerefereerd aan het werk van Metcalf & Stalcup (1967). Slechts kan hier nog gewezen worden op het vlak dat zij gekozen hebben als karakteristiek, nl. waar de thermosterische anomalie $\delta_t = 300$ cl/ton.

In onze beschouwingwijze waarin de potentiële dichtheid σ_θ (hier gelijk aan σ_t genomen) is gekozen komt dat neer op $\sigma_t = 24.9$.

De topografie van de vlakken $\sigma_t = 24.5$ en 25.4 zoals die werden gevonden door Le Floch (1955) stemt vrij goed overeen met wat er door de Almirante Saldanha is gemeten in najaar 1970 al zijn er ook verschillen.

Cochrane (1969), hoewel handelende over de oppervlakte-saliniteit van het zeewater voor de Noordkust van Brazilië, vindt duidelijk dat er wel iets bijzonders aan de hand is in het gebied van Cayenne en Cape Orange. Het gebied met betrekkelijk lage saliniteit wordt geïnterpreteerd door hem als het begin van de Equatoriale Tegenstroom.

Zeker moet nog genoemd worden het recente werk van Kort et al (1969, 1972). Dit door hem beschreven stroomstelsel is van een andere grootte-orde dan wat hier door ons onderzocht is.

Te verwachten zou zijn dat in het door ons bevaren gebied slechts "rand-effekten" merkbaar zouden zijn van dat grote systeem. Het lijkt niet onmogelijk dat inderdaad de door ons aangetroffen circulaties moeten worden opgevat als randverschijnselen zoals die te verwachten zijn tussen grote stromen die tegen elkaar inlopen.

Uitsluitend hierover zal nader onderzoek ter plaatse in de toekomst moeten verschaffen.

Een overzicht van de gebeurtenissen en hun samenhang bij het ontstaan van de Noordequatoriale tegenstroom en de Equatoriale onderstroom wordt gegeven door Philander (1973). Sterk benadrukt hij dat het ontworpen schema een vereenvoudiging is. Zo kan het voorkomen dat de tegenstroom niet altijd aanwezig is, soms ook als een onderstroom blijkt verder te gaan. Evenzo vertoont het stelsel van kuststroom en equatoriale onderstroom "Konvoluties en meanders", die dan bovendien nog tijdafhankelijk zijn. De indruk bestaat dat wij van deze variabiliteit in ruimte en tijd een klein stukje hebben mogen onderzoeken en hier presenteren.

7. Konklusie

De indruk bestaat dat het hier gepresenteerde waarnemingsmateriaal, hoewel toch nog beperkt en onvolledig, een vrij uniek stel gegevens bevat over twee perioden die voldoende kort zijn om nog redelijk "synoptisch" de Atlantisch subtropische watermassa's te kunnen onderkennen.

Deze twee perioden blijken voldoende overeenstemming te vertonen om elkaar wederzijds bij de interpretatie steun te kunnen verlenen, anderzijds door hun onderlinge verschillen enig inzicht te kunnen verschaffen in de variabiliteit die daar toen optrad.

Het was niet a priori te verwachten dat het grensgebied tussen Noord- en Zuid-Atlantisch Subtropisch water bij Cape Orange zou liggen.

De hypothese hierover van Metcalf (1968) doet geen uitspraak over de juiste positie ervan, die wellicht kan variëren met de tijd.

Overigens geeft het hier bewerkte materiaal een duidelijke uitbreiding aan het werk van Metcalf en dat van Wüst.

Voor zover bekend is dit de eerste keer dat het redelijk goed gelukt is het vóórkomen van de subtropische watermassa's ter plaatse op enige diepte "naast" elkaar in kaart te brengen. Het is vrij plausibel dat het uit het zuidoosten komende water zich verder beweegt in oostelijke of noordoostelijke richting. Of het daarna de equatoriale onderstroom dan wel de equatoriale tegenstroom gaat vormen is uit onze waarnemingen niet op te maken.

8. Besluit

Een bijzonder woord van dank is op zijn plaats aan het personeel van de Koninklijke Marine aan boord van Hr. Ms. "Luymes" voor de voortreffelijke wijze waarop aan boord de navigatie werd verzorgd. Hieruit resulteerden positiebepalingen met een hoge graad van nauwkeurigheid.

Dank wordt ook gebracht aan de Braziliaanse Marine, het Diretoria de Hidrografia e Navegação, die ons de waarnemingen, verricht op de 46e tocht van het NOc "Almirante Saldanha", welwillend ter beschikking heeft gesteld.

Literatuur

- Carrit, D.E. & J.H. Carpenter, 1966
Comparison and evaluation of currently employed modifications of the Winkler method for determining dissolved oxygen in sea water. J. Mar. Res. 24, 313.
- Cochrane, J.D., 1969
Low sea-surface salinity off Northeastern South America in summer 1964. J. Mar. Res. 27, 327-334.
- Defant, A., 1936
Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Atlantische Expedition auf dem Forschungs- und Vermessungsschiff "Meteor" 1925-1927, Band VI, Erster Teil, Schichtung und Zirkulation des Atlantischen Ozeans, dritte Lieferung, die Troposphäre. Berlin und Leipzig.
- Le Floch, J., 1955
Esquisse de la structure hydrologique de l'Atlantique équatorial au large de Guyane et de l'embouchure de l'Amazone. Bull d'Inform. C.O.E.C. 7, 449-468.
- Kort, V.G., Yu. A. Ivanov, K.G. Chekotillo and V.G. Neyman, 1969.
New data on the westernmost boundary currents of the tropical Atlantic. Dokl. Akad. Nauk. SSSR 188, 677-680.
- Kort, V.G., 1972
New data on the dynamic structure of the western boundary currents in the tropical Atlantic. ICES Rapp. Proc. Verb. 162, 276-279.
- Metcalf, W.G. and M.C. Stalcup, 1967
Origin of the Atlantic Equatorial undercurrent. Journal of Geoph. Res. 72, 4959-4975
- Montgomery, R.B., 1938
Circulation in upper layers of southern north Atlantic deduced with use of isentropic analysis. Papers in phys. oceanography and meteor., publ. by MIT and WHOI, vol. 6, no.2.
- Neumann, G., 1960
Evidence for an equatorial undercurrent in the Atlantic Ocean. Deep-See res. 6, 328-334.
- Philander, S.G.H., 1973
Equatorial undercurrent: Measurements and Theories. Reviews of Geophysics and space physics 11, 513-570.
- Wüst, G., 1964
Stratification and circulation in the Antillean-Caribbean Basins, part one, spreading and mixing of the water types, New York and London.

Bijlage A1

CICAR 16/17, subtropisch tussenwater.

<u>1614</u>	<u>1615</u>	<u>1616</u>	<u>1617</u>
06°00'N 51°06'W	06°12'N 50°44'W	06°36'N 50°33'W	07°23'N 51°15'W
14 36.000	16 35.733	1 36.108	1 36.216
28 .108	24 36.058	8 36.112	8 .218
35 .096	42 .060	17 .120	17 .203
42 .096	50 .064	26 .120	25 .183
57 .189	67 .100	62 .085	44 .155
88 .220	84 .143	73 .157	52 .231
106 .226	103 .199	89 .193	68 .224
141 .298	121 .150	111 .133	89 .262
177 35.729	179 35.558	141 35.909	110 .276
			140 .378
			176 .247
			226 35.810
<u>1618</u>	<u>1619</u>	<u>1620</u>	<u>1622</u>
08°13'N 51°48'W	07°43'N 52°04'W	07°24'N 52°20'W	06°59'N 52°37'W
9 35.979	10 35.985	1 32.201	6 35.72
17 36.187	20 36.148	10 36.102	13 36.16
26 .19	29 .185	19 .179	21 .169
51 .254	48 .253	26 .167	35 .112
66 .259	58 .257	33 .230	42 .090
80 .272	75 .270	73 .250	57 .119
97 .242	97 .260	85 .264	71 .151
123 .266	155 .450	103 .283	90 .208
125 .319	195 .078	102 .290	106 .264
161 .470	243 35.407	123 .365	144 .098
209 .131		144 .406	183 .120
255 35.561		185 35.806	224 35.528

<u>1629</u>	<u>1630</u>	<u>1631</u>	<u>1632</u>	<u>1640</u>
07°38'N 53°47'W	08°03'N 53°43'W	08°47'N 53°52'W	09°41'N 52°54'W	08°33'N 55°12'W
40 35.950 60 36.09 80 .508 99 .630 116 .440 144 35.429	51 35.962 62 36.04 77 .13 92 .238 104 .448 132 35.717	66 35.968 89 36.091 111 35.881 133 35.979 177 35.490	40 35.92 60 36.094 80 .100 98 .59 116 .549 122 .525 143 .268 182 35.22	30 35.22 50 36.27 74 .74 99 .75 123 .04 148 35.04 ?

<u>1641</u>	<u>1642</u>	<u>1643</u>	<u>16100</u>	<u>16101</u>
08°00'N 55°14'W	07°34'N 55°11'W	07°09'N 55°08'W	08°59'N 55°17'W	09°09'N 57°15'W
42 35.673 54 36.286 64 .402 76 .477 96 .314 120 35.567	51 35.964 71 36.537 91 .988 103 .375 143 35.746	35 35.764 41 36.186 49 .525 66 .375	0 35.333 31 36.05 70 .865 110 .68 155 35.429	1 35.443 41 36.006 83 .591 123 .25 164 35.508

<u>16102</u>	<u>16103</u>	<u>16104</u>	<u>16105</u>	<u>16106</u>
09°53'N 59°54'W	10°37'N 59°57'W	11°29'N 60°00'W	12°20'N 60°02'W	11°54'N 60°54'W
47 35.983 71 36.264 94 .507 141 .478 179 .183	34 35.703 58 36.222 100 .437 136 .607 171 .167 259 35.427	25 35.51 58 36.175 80 .463 105 .55 170 35.969	45 35.756 69 36.323 114 .671 183 .10 275 35.88	1 30.718 43 36.216 94 .640 141 .323 188 .175 305 35.500

<u>16107</u>	<u>16108</u>	<u>16109</u>	<u>16110</u>
11°41'N 62°13'W	11°36'N 63°01'W	12°14'N 63°06'W	12°17'N 64°28'W
1 32.642 30 36.192 58 .849 90 .803 120 .717 187 .180 258 35.531	8 35.498 21 36.044 34 .199 48 .583 69 .730 94 .727 151 .482	1 33.874 49 36.189 98 .785 147 .491 196 35.924	20 35.933 40 36.135 70 .45 90 .467 130 .72 205 35.882

Bijlage A 2 CICAR 22, subtropisch tussenwater

<u>2201</u>	<u>2202</u>	<u>2203</u>	<u>2205</u>	<u>2206</u>
12°31'N 66°07'W	13°02'N 62°57'W	12°00'N 62°56'W	13°00'N 60°10'W	12°07'N 60°02'W
53 35.817	50 35.88	46 35.85	47 35.760	43 35.738
71 36.870	75 36.01	69 36.06	70 36.006	57 36.232
106 .683	100 .783	93 .199	94 .29	85 .710
142 .387	150 .615	140 .56	188 .143	114 35.941
177 .025	200 .146	187 .23	235 35.44	
212 35.688	250 35.785	236 35.82		
<u>2207</u>	<u>2208</u>	<u>2210</u>	<u>2211</u>	<u>2212</u>
11°03'N 60°00'W	10°09'N 60°00'W	08°50'N 58°33'W	09°02'N 56°32'W	08°40'N 55°24'W
48 35.833	40 35.576	63 35.946	0 35.977	42 35.71
72 36.959	60 36.066	92 36.299	30 36.058	63 36.20
96 .803	80 37.013	120 .702	62 .137	83 .65
144 35.598	120 36.940	147 .853	92 .209	125 .617
	160 .533	174 .271	134 .268	166 35.918
	200 35.981	180? .547	160 .331	
		195? 35.786	190 .751	
			240 .167	
			290 35.344	
<u>2213</u>	<u>2214</u>	<u>2233</u>		
08°10'N 55°29'W	07°26'N 55°19'W	06°04'N 50°37'W		
44 35.605	19 35.439	0 36.113		
67 36.482	38 36.111	9 .112		
88 .789	57 .35	22 .117		
133 .276	76 .63	45 .122		
179 35.670	114 .04	67 .134		
	153 35.05	90 .148		
		137 .322		
		183 35.777		

2234
06°49'N
50°19'W

0 36.125
9 .133
22 .126
45 .129
67 .130
90 .130
134 .242
178 35.834

2246
06°46'N
52°26'W

0 36.278
6 .273
13 .270
27 .268
40 .284
53 .270
80 .211
106 .361
133 .24
159 35.96

2247
07°05'N
52°17'W

0 36.081
9 .067
23 .06
46 .07
69 .08
91 .16
135 .42
178 .185
210 35.589

2248
07°34'N
52°01'W

0 36.202
5 .207
13 .201
26 .203
39 .205
52 .207
78 .40
105 .47
130 .39
152 .45
282 35.07

2249
07°58'N
51°35'W

0 36.163
9 .160
22 .157
44 .158
65 .16
86 .16
128 .48
170 .30
210 35.48

2250
08°56'N
50°59'W

23 34.45
46 36.05
70 .18
93 .49
140 .02
188 35.39

2251
09°08'N
52°28'W

0 36.130
9 .137
22 .141
46 .145
70 .126
94 .362
142 .506
191 35.709

2252
08°19'N
52°42'W

0 36.102
8 .094
22 .090
44 .098
67 .290
90 .448
137 .487
185 .074
234 35.320

2253
07°35'N
52°58'W

0 36.15
8 .15
20 .15
40 .15
60 .06
81 .24
121 .47
162 .255
202 35.839

2254
07°12'N
53°05'W

0 36.314
7 .316
17 .300
35 .299
52 .299
70 .295
103 .307
134 .284
160 35.989

2255
06°45'N
53°12'W

23 35.634
45 36.25
59 .23

2260
07°23'N
53°55'W

21 35.40
41 36.16
61 .252
82 .503
123 .135

2261
07°59'N
53°53'W

23 35.993
46 36.048
69 .270
92 .349
137 .138
180 35.703

2262
08°42'N
54°01'W

20 35.402
41 36.153
61 .235
82 .268
123 .559
162 35.784

2263
09°37'N
54°12'W

25 34.434
50 36.024
75 .392
100 .547
150 .028
250 34.99

Bijlage A3 CICAR 23, subtropisch tussenwater

2371

07°28'N
55°19'W

19 35.081
38 36.070
56 .173
74 .221
110 .480
145 .307
150 .479
180 .082
190 35.668

2372

08°14'N
55°18'W

0 28.947
17 36.215
44 .321
88 .433
132 .475
177 .588
269 35.233

2373

08°37'N
55°19'W

0 32.794
18 36.239
45 .278
89 .331
134 .398
179 .216
269 35.101

2374

08°56'N
56°24'W

0 31.966
14 36.188
36 .197
74 .324
110 .490
148 .571
222 .176
295 35.427

2375

09°09'N
58°37'W

30 35.660
65 36.139
95 .951
130 .911
190 .208
255 35.618

2376

12°32'N
66°00'W

17 35.977
43 36.045
86 .842
130 .462
173 36.018
260 35.571

Bijlage BAlmirante Saldanha
sept.-okt. 1970.

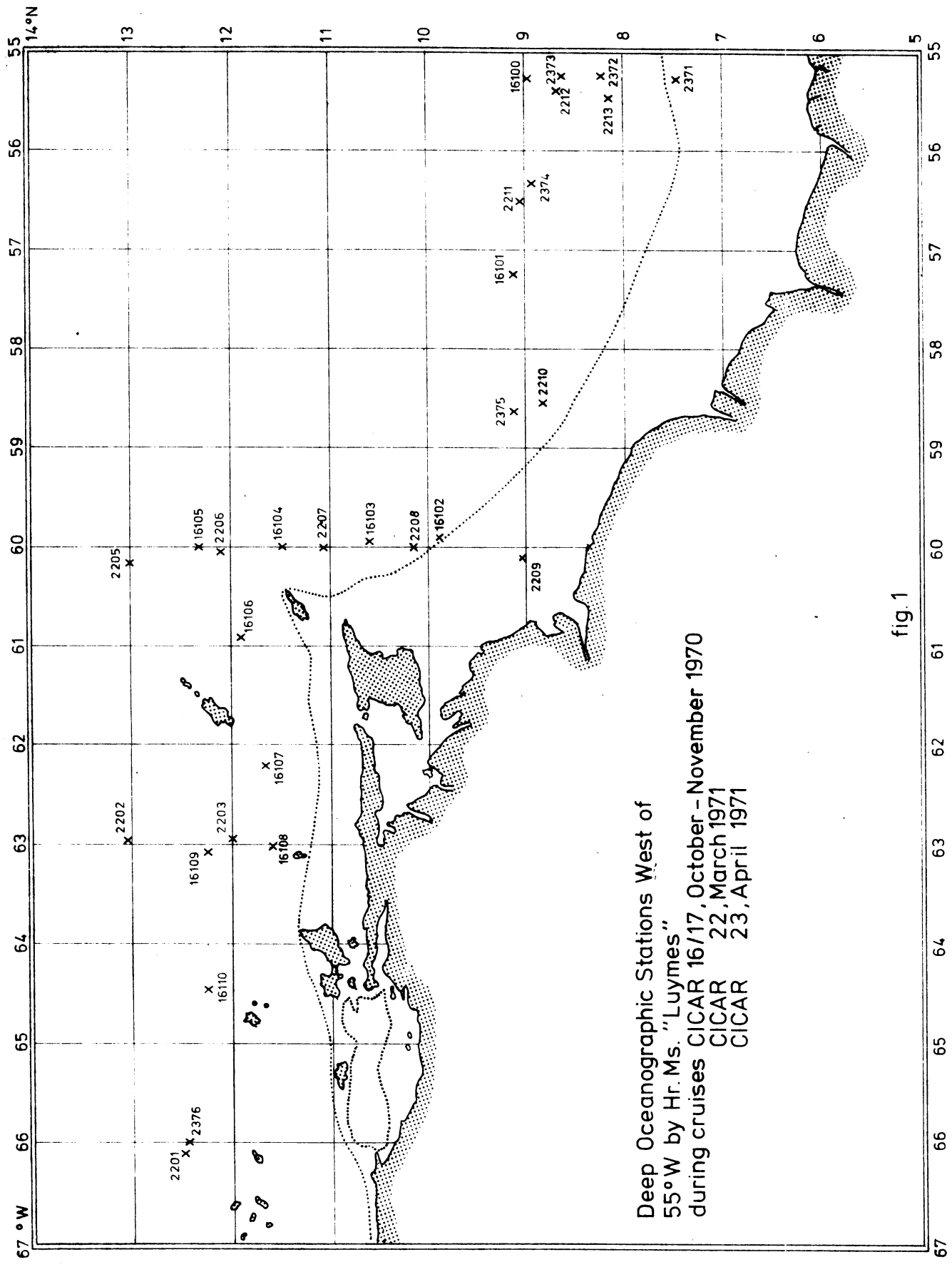
subtropisch tussenwater

<u>4611</u>	<u>4612</u>	<u>4613</u>	<u>4614</u>	<u>4616</u>
04°04'N 48°46'W	04°38'N 48°26'W	05°02'N 47°37'W	04°04'N 47°37'W	02°41'N 47°40'W
0 36.12	0 35.94	0 36.10	0 35.97	0 36.01
10 .11	10 36.07	8 .03	17 36.03	12 35.97
20 .10	20 .00	16 .08	26 .04	22 36.07
30 .11	30 .02	23 .03	37 .03	34 .01
40 .11	40 .04	31 .05	46 .06	45 .09
50 .13	50 .04	40 .08	50 .03	57 .13
60 .11	60 .05	47 35.90 ?	63 .03	68 .18
80 .16	80 .05	65 36.11	83 .00	89 .21
100 .21	100 .09	81 .14	100 .07	113 .27
125 .41	125 .07	126 .21	146 .16	138 .25
148 .11	318 35.01 ?	170 35.68	194 .18	185 35.84
175 35.31	350 34.93		240 .01	
			285 35.13	
 <u>4622</u>	 <u>4699</u>	 <u>4645</u>	 <u>4646</u>	
01°31'N 46°49'W	03°02'N 48°02'W	05°23'N 49°33'W	06°40'N 48°50'W	
0 36.00	0 36.08	0 36.08	0 35.95	
12 .05	10 .07	10 .08	10 .83	
23 .05	19 .04	18 .06	23 36.03	
31 .03	29 .04	29 .08	30 .10	
40 .05	38 .06	38 .07	50 .11	
54 .03	48 .07	46 .13	60 35.97	
65 35.99	57 .02	59 .13	67 36.20	
86 36.05	78 .04	75 .15	87 .24	
107 .21	96 .07	97 .24	105 .05	
157 35.65	144 35.87	144 35.77	153 35.46	

Figure captions

- Fig. 1 Cicar 16/17, autumn 1970, and Cicar 22 and 23, spring 1971. Stations made by "Luymes" west of 55°W.
- Fig. 2 Stations by "Luymes" east of 56°W, autumn 1970.
- Fig. 3 Stations by "Luymes" east of 56°W, spring 1971.
- Fig. 4 Stations by NOc "Almirante Saldanha". cruise 46, autumn 1970.
- Fig. 5-8 Detailed salinity-depth relations; | : salinity = 36.0;
—: $\sigma_t = 25.4$
- Fig. 9-12 Long-term variability, i.e. position of some σ_t surfaces during autumn 1970 and spring 1971, along legs near 63°, 60°, 55°30' and 54°W.
- Fig. 13 Cicar 16/17, depth of the $\sigma_t = 25.4$ surface. This figure matches fig. 17.
- Fig. 14 Results dynamic current computations between stations 1615 and 1616. Depth scale non linear. Note that the results are highly dependent of the choice of the reference level of no motion.
- Fig. 15 As fig. 14. for the stations 1618 and 1620.
- Fig. 16 Cicar 16/17, salinity in the surface $\sigma_t = 25.4$
- Fig. 17 Almirante Saldanha, cruise 46, depth of the $\sigma_t = 25.4$ surface.
This figure matches figure 13.
- Fig. 18 Almirante Saldanha, cruise 46, salinity in the surface $\sigma_t = 25.4$
- Fig. 19 Cicar 22, depth of the $\sigma_t = 25.4$ surface.
- Fig. 20 Results of current computation between stations 2261-2252. Note that the results are highly dependent of the choice of the reference level of no motion. Currents at the depth level of $\sigma_t = 25.4$ are given by a double arrow, and also represented in fig 32.
- Fig. 21-24 As fig. 20 for the stations 2252-2251, 2247-2248, 2249-2250 and 2233-2234.
- Fig. 25 Cicar 22, salinity in the surface $\sigma_t = 25.4$.
- Fig. 26 Cicar 23, depth of the 25.4 surface.
- Fig. 27 Position of some σ_t surfaces during autumn 1970 along the coast from 57°W to 48°W.

- Fig. 28 T-S diagram of the stations given in fig. 27.
- Fig. 29 T-O₂ diagram of the stations given in fig. 27.
- Fig. 30 From Metcalf & Stalcup (1967), showing the distribution of subtropical intermediate water with high and with low oxygen content.
- Fig. 31 Computed transverse component of geostrophic current for two sets of stations during Cicar 16/17. The level of no motion is assumed to be at 600 m. Velocities are given for the surface and for the level $\sigma_t = 25.4$.
- Fig. 32 Computed transverse component of geostrophic current for several sets of stations during Cicar 22. The level of no motion is assumed to be at 600 m. Velocities are given for the surface and for the level of $\sigma_t = 25.4$.



Deep Oceanographic Stations West of
 55°W by Hr. Ms. "Luymes"
 during cruises CICAR 16/17, October - November 1970
 CICAR 22, March 1971
 CICAR 23, April 1971

fig. 1

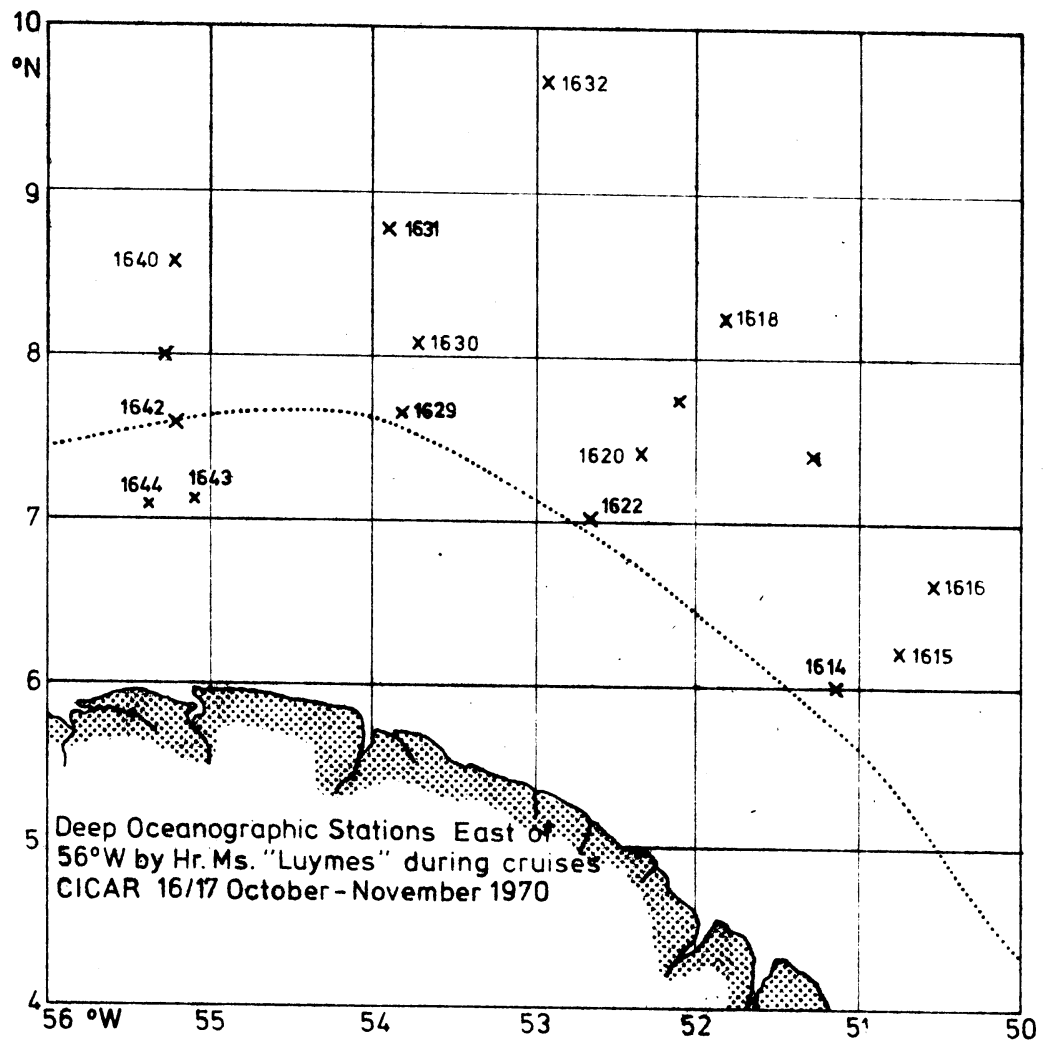


fig. 2

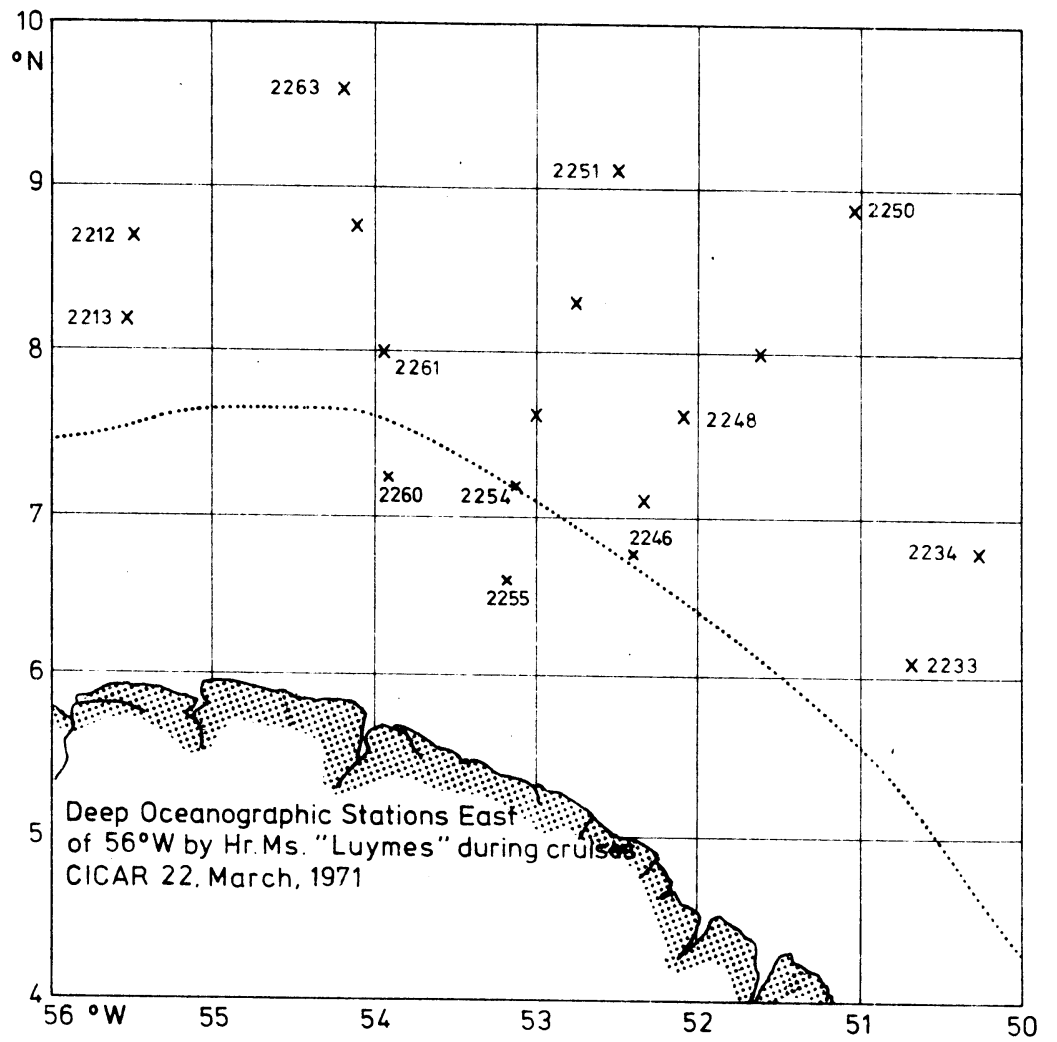


fig. 3

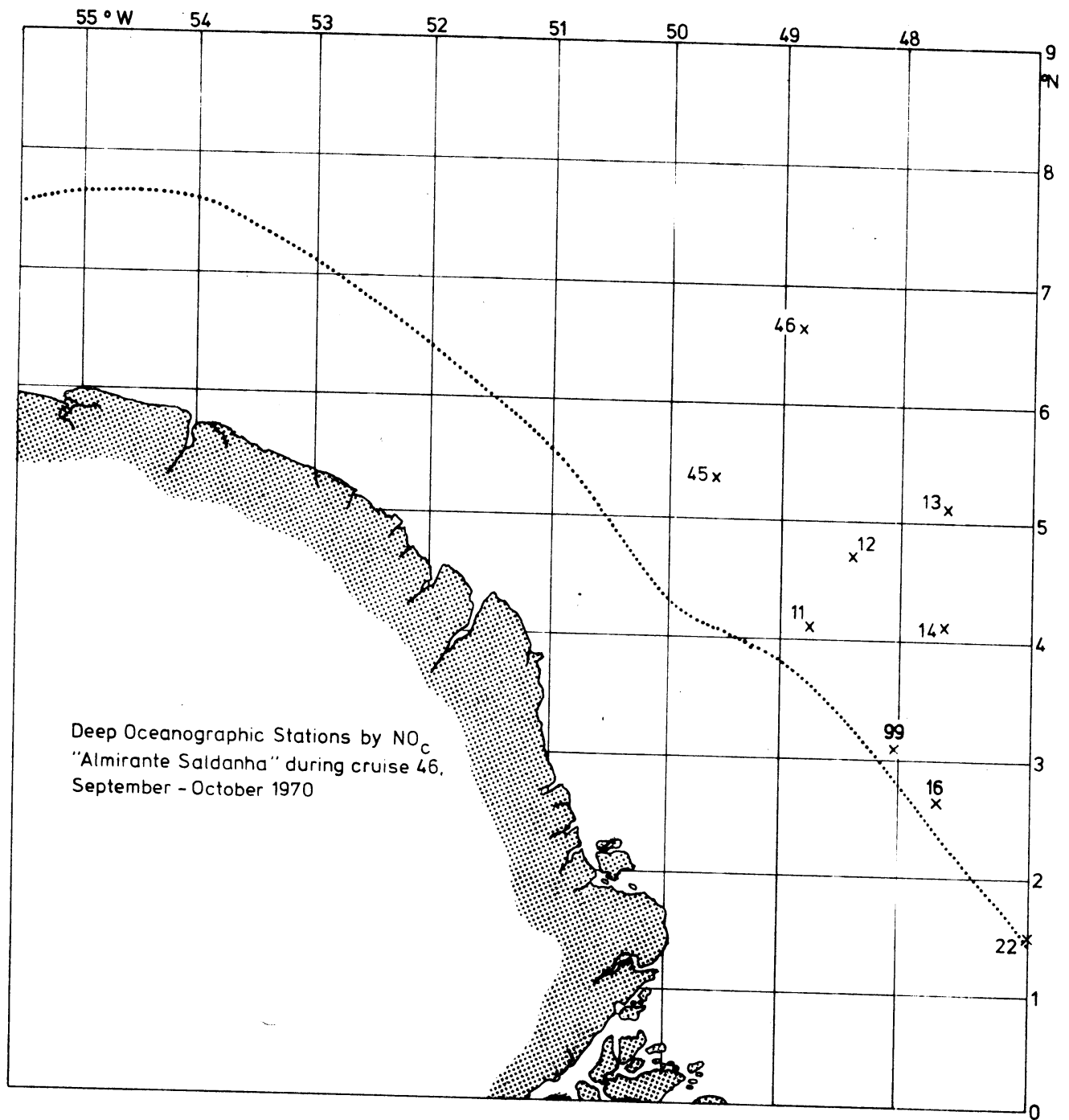


fig. 4

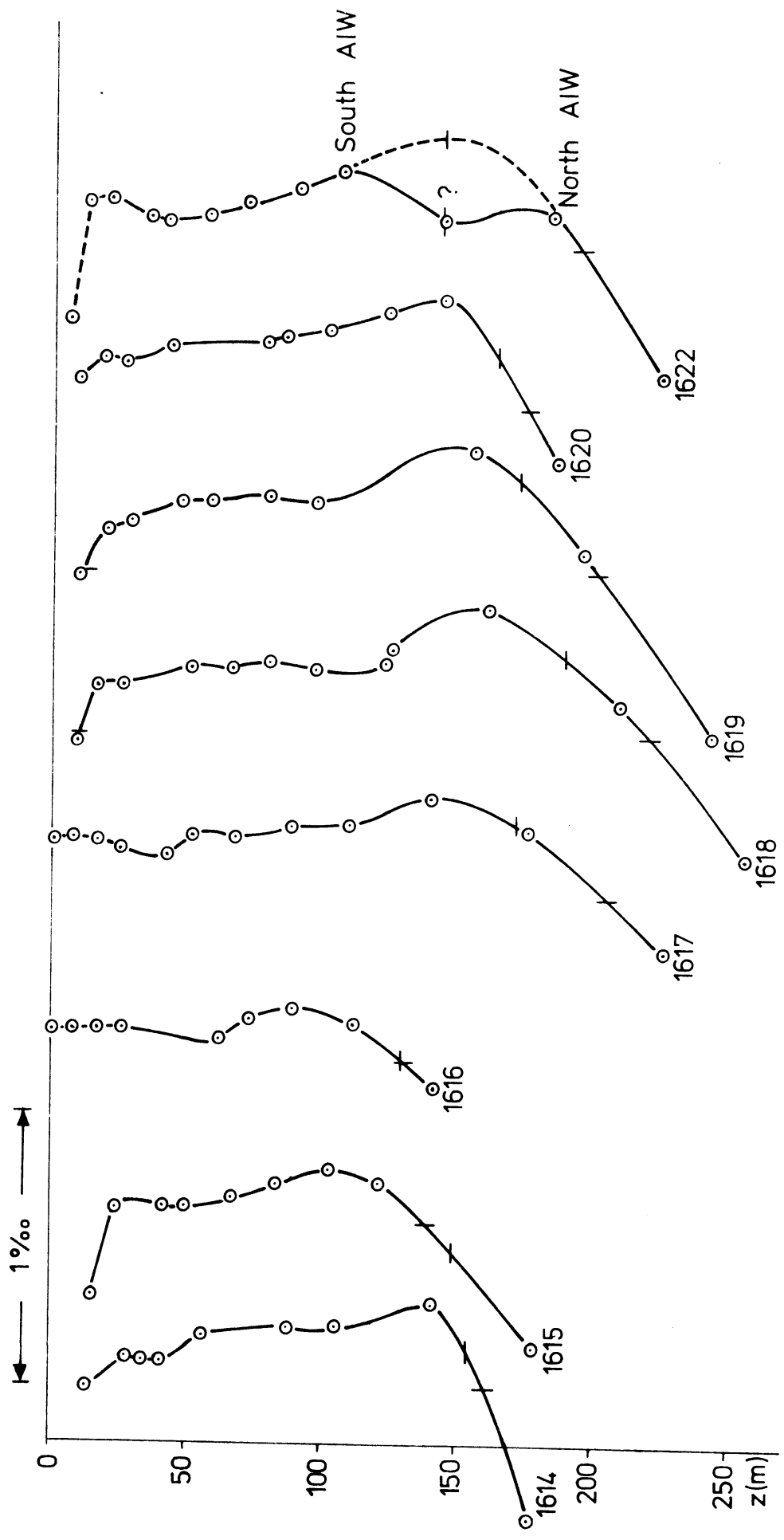


fig 5 a

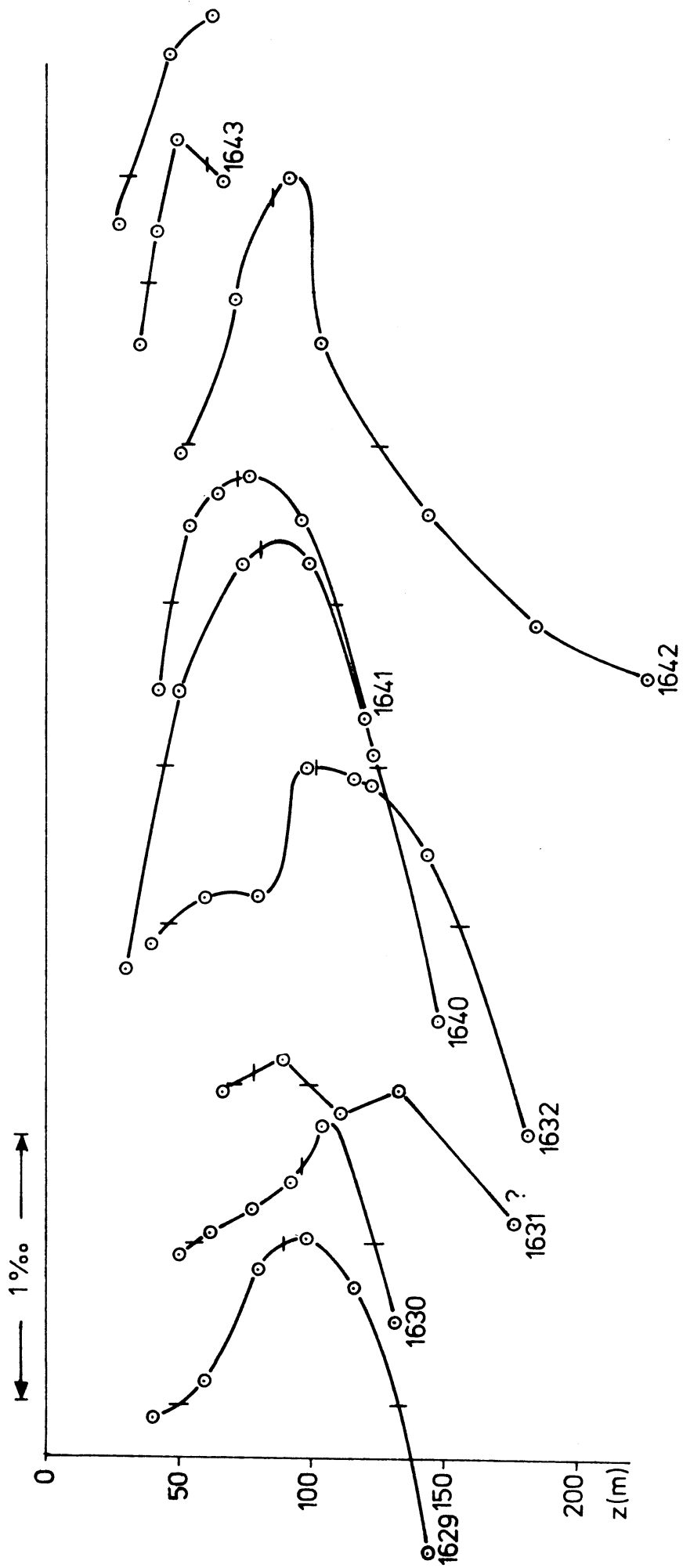


fig. 5 b

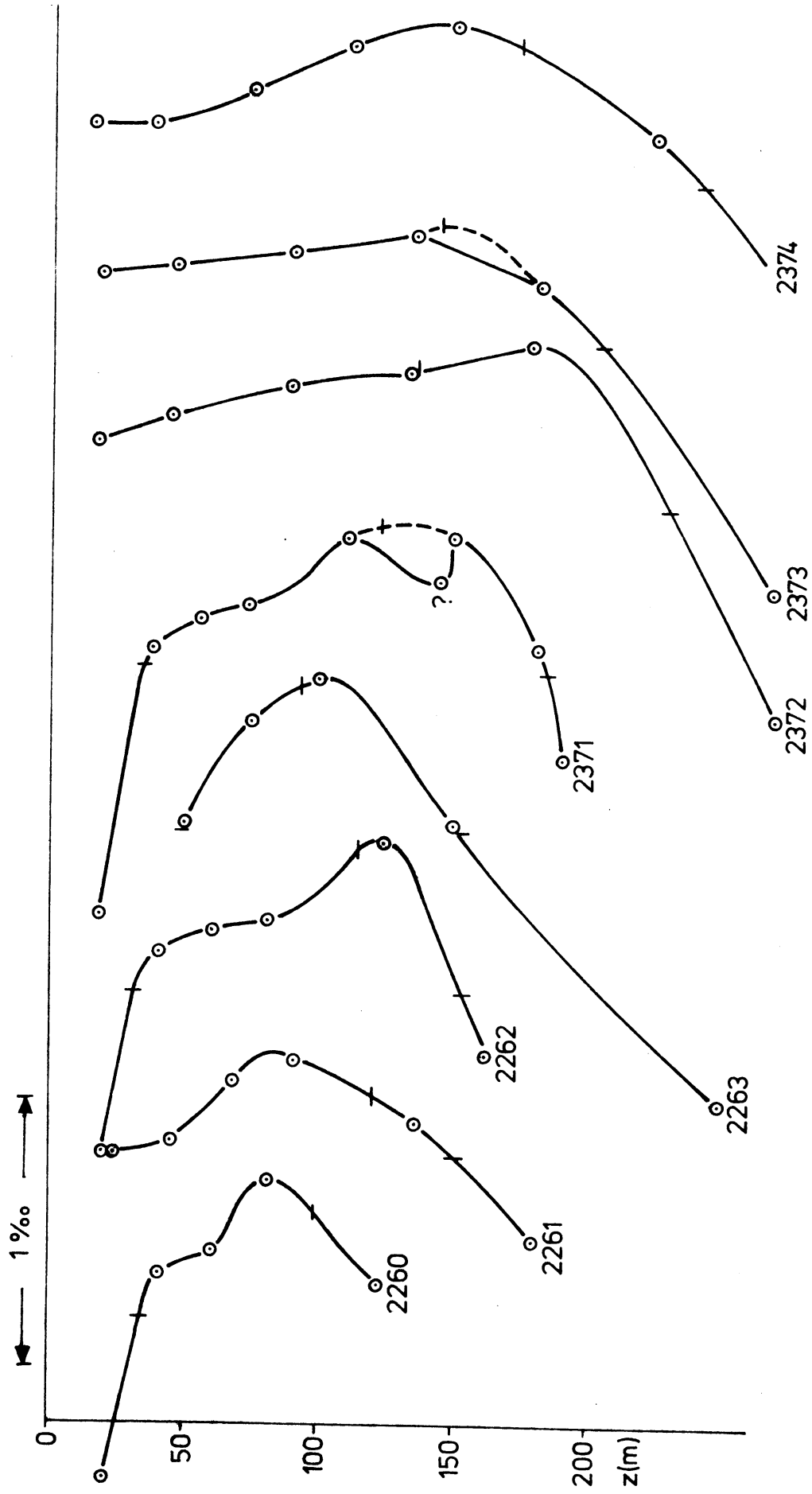


fig. 5 c

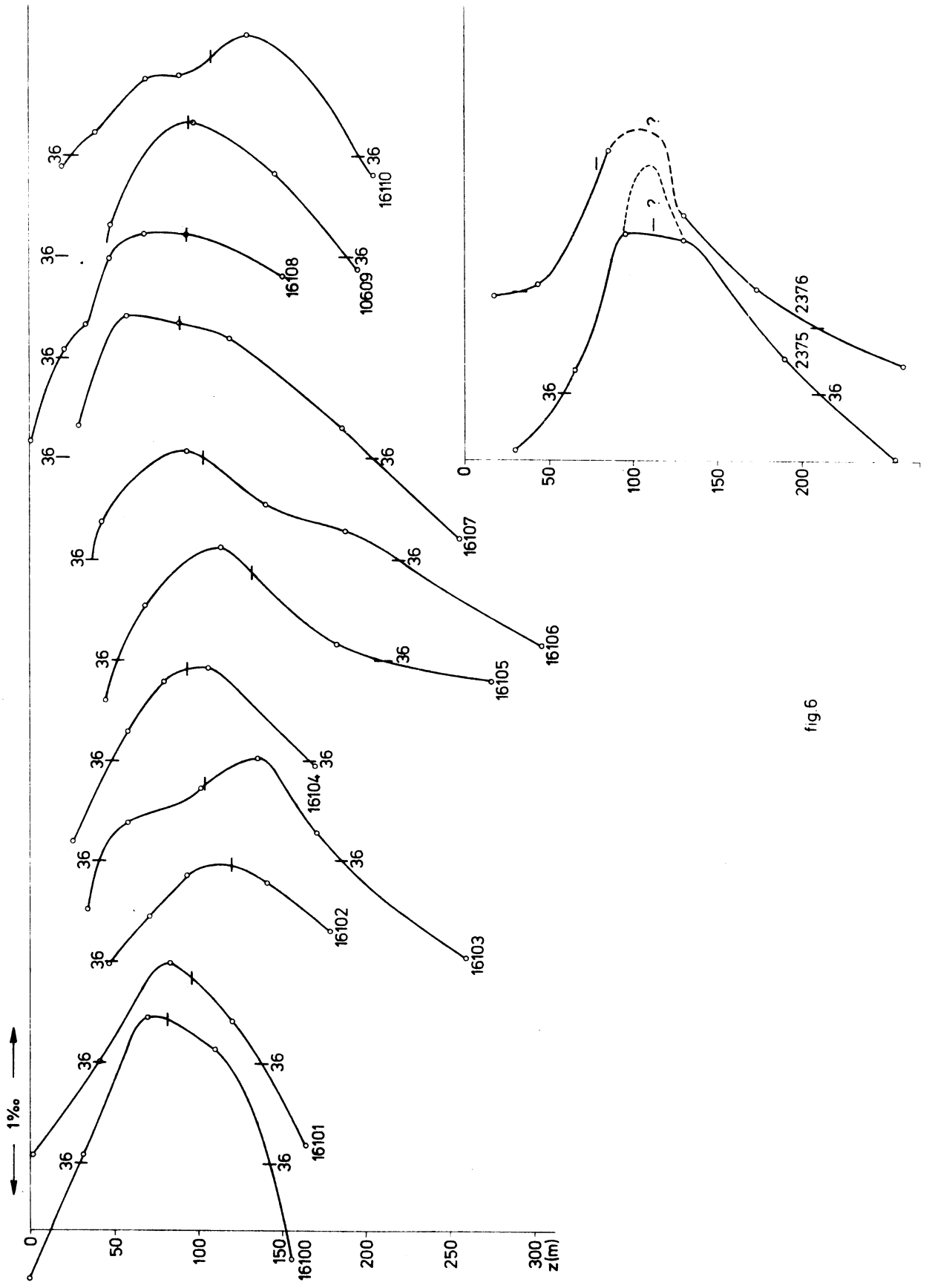


fig 6

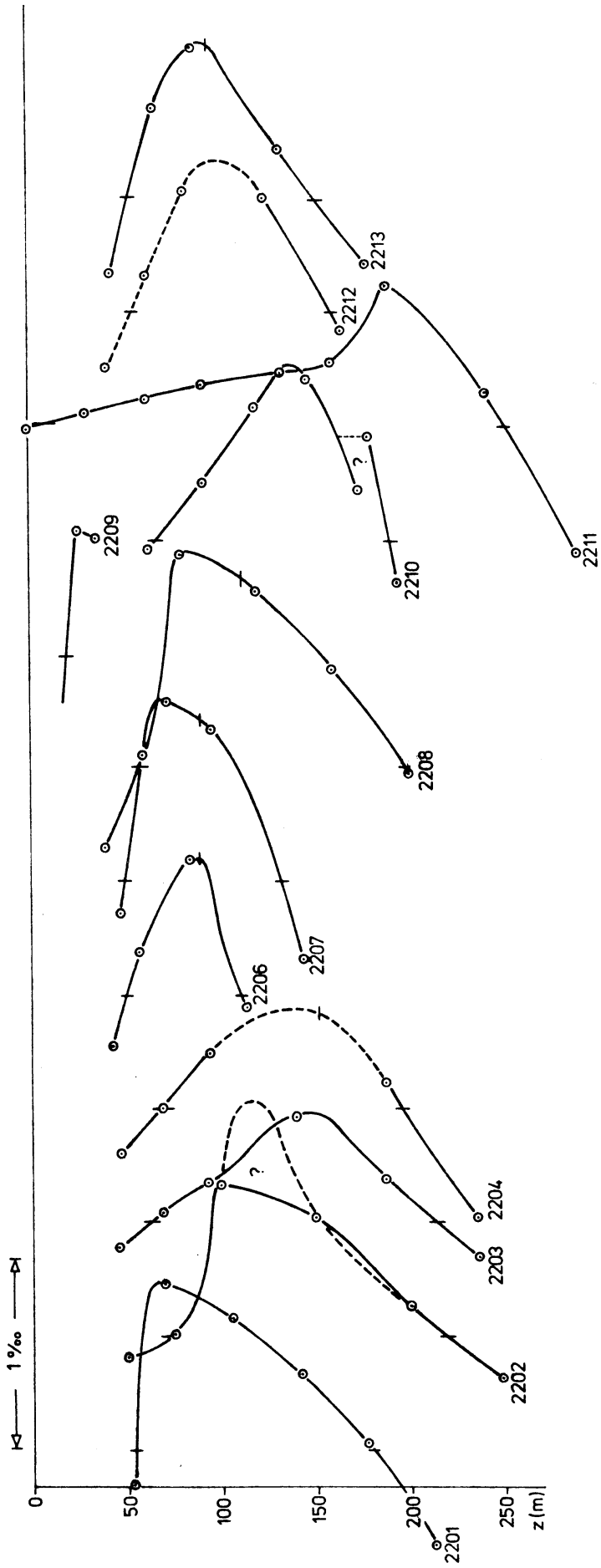


fig. 7 a

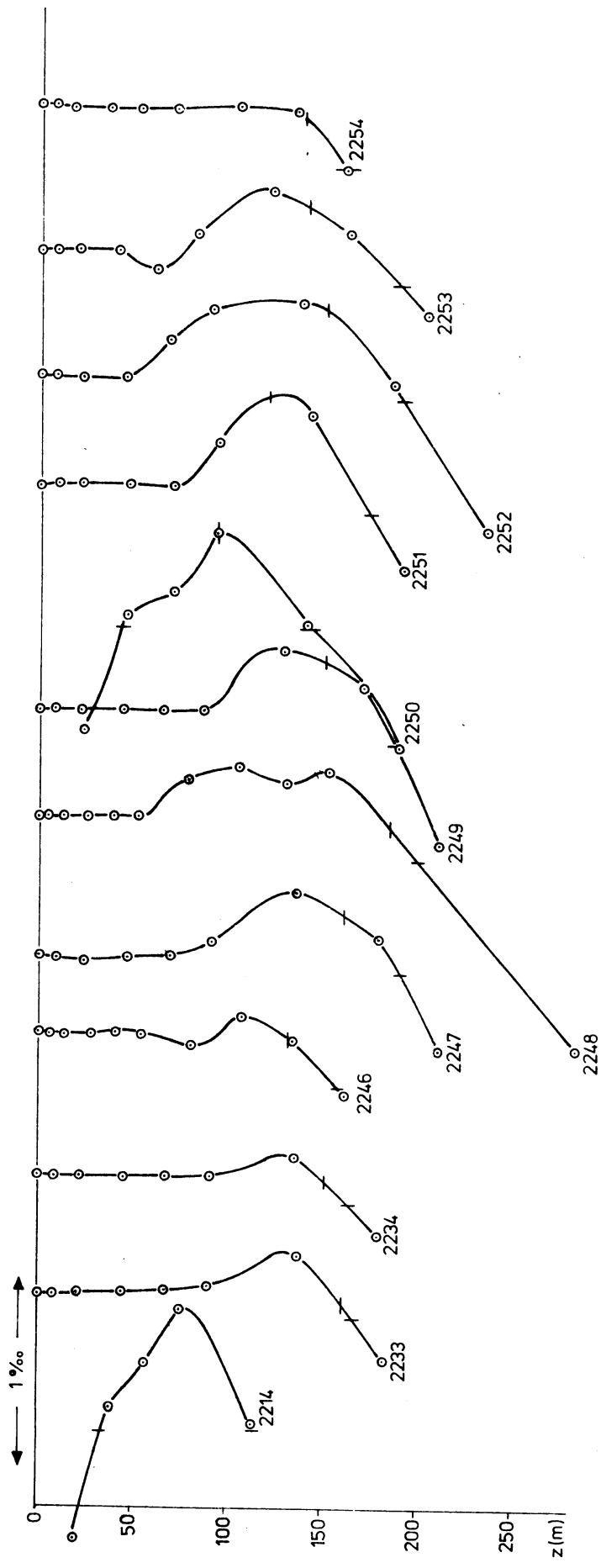


fig.7 b

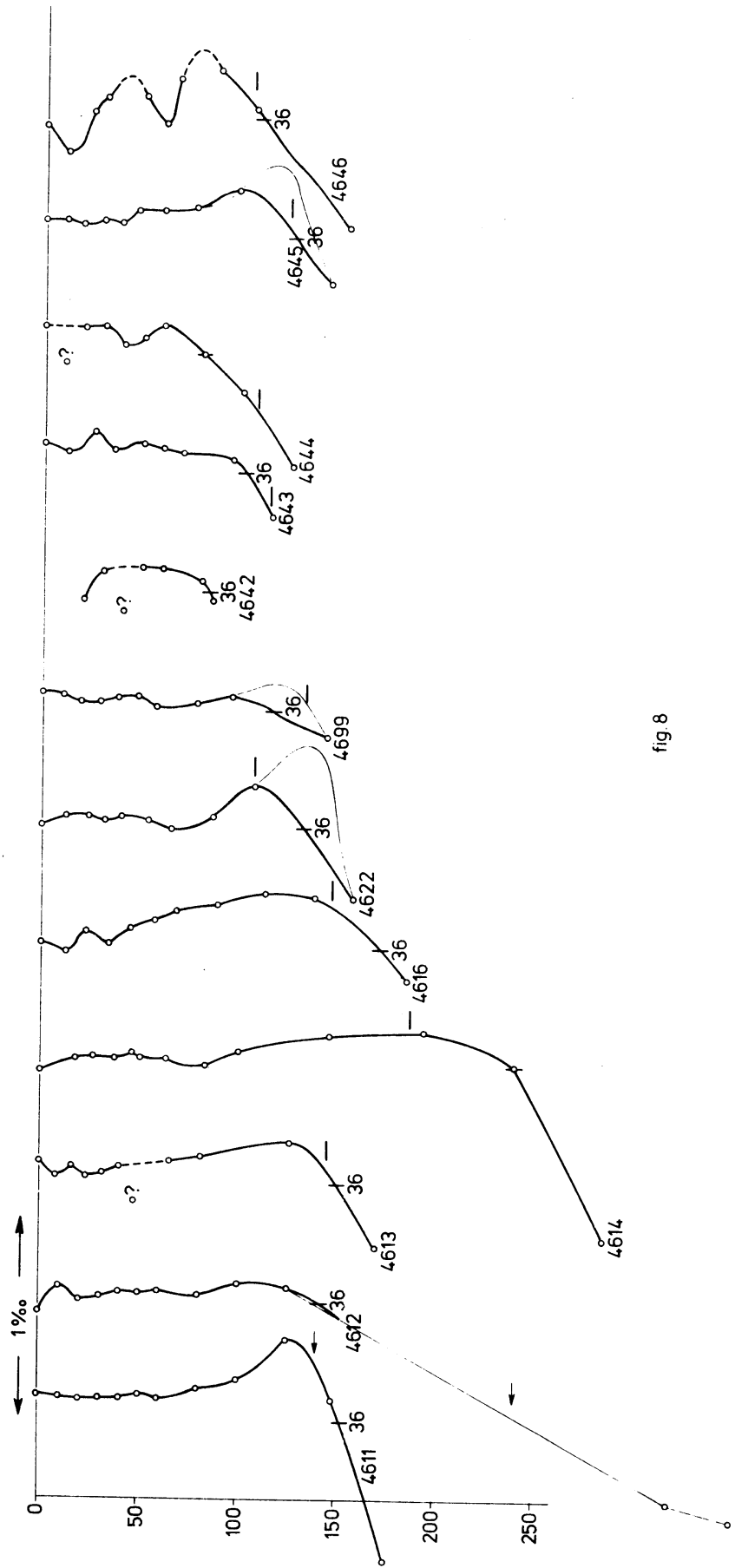
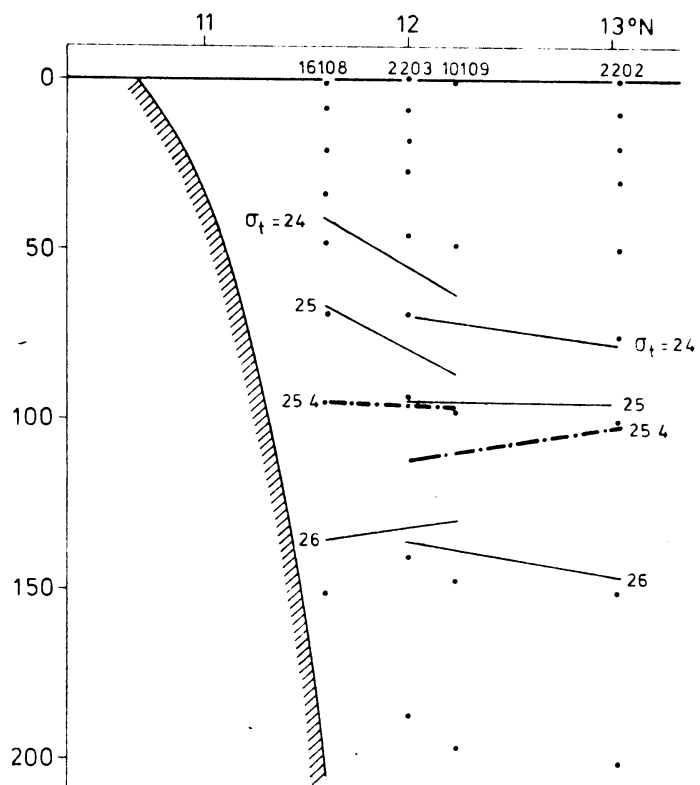


fig. 8



Standard - leg 63°W

St. 16108 - 16109 : November 1970

St. 2202 - 2203 : March 1971

fig. 9

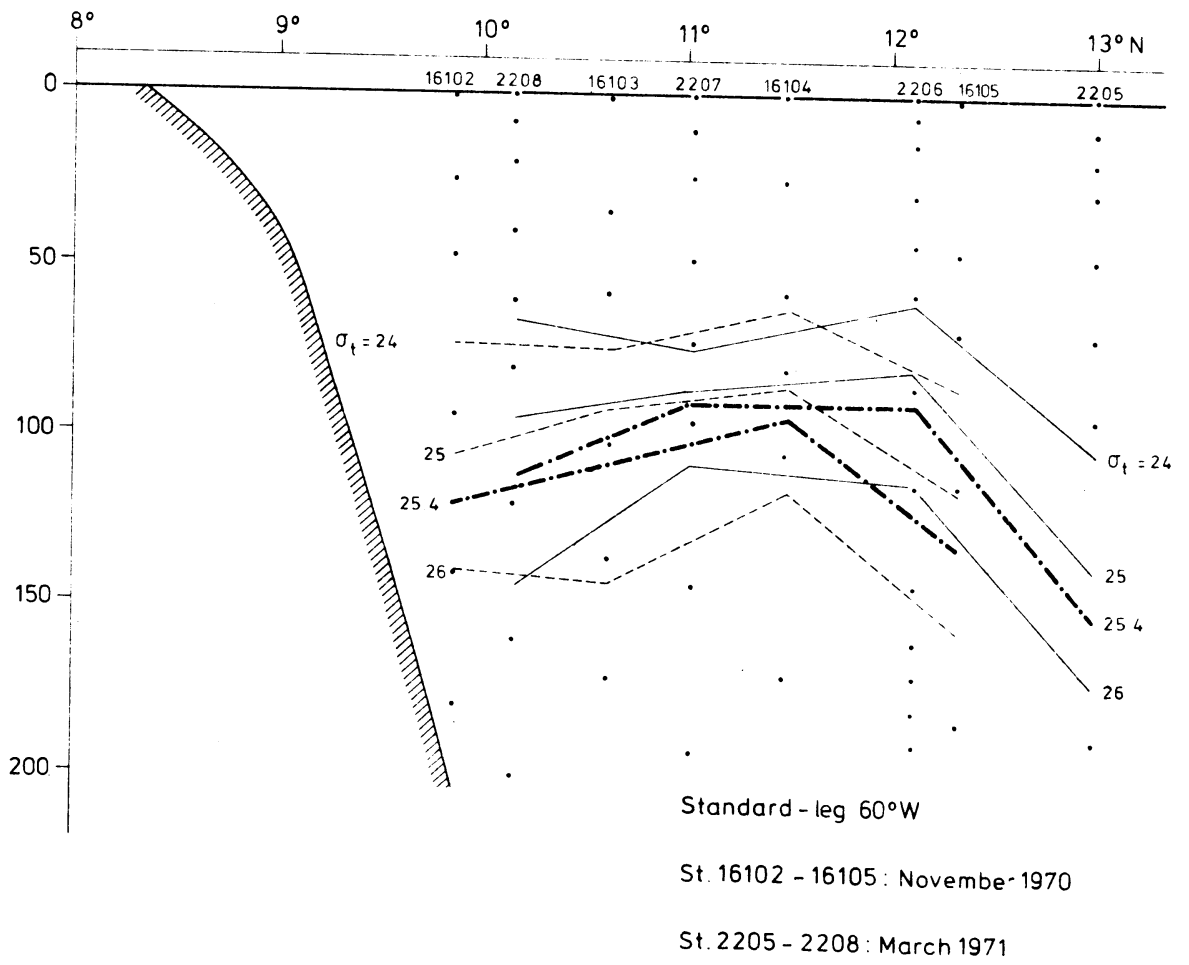
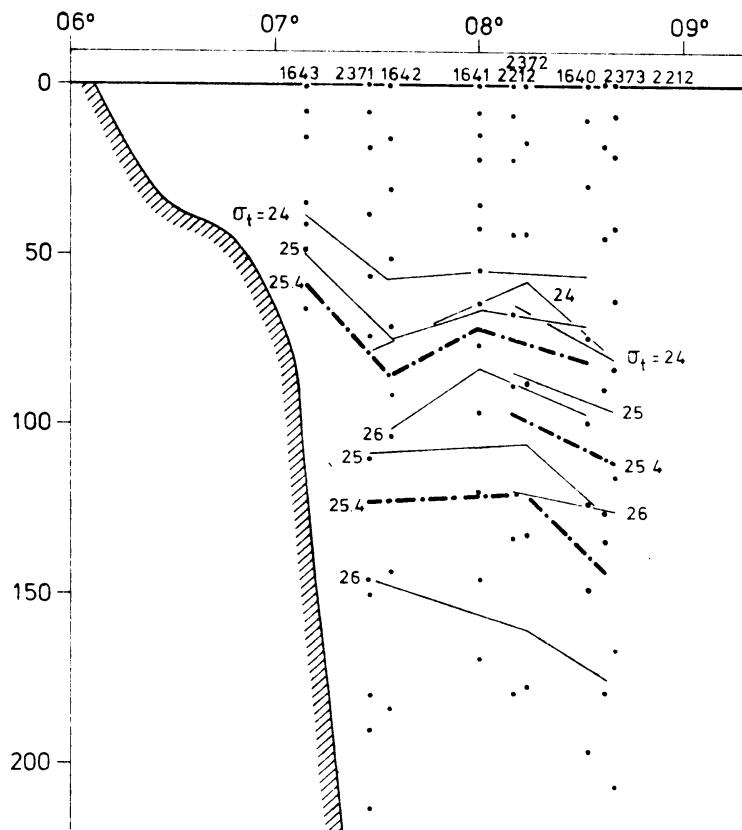


fig.10



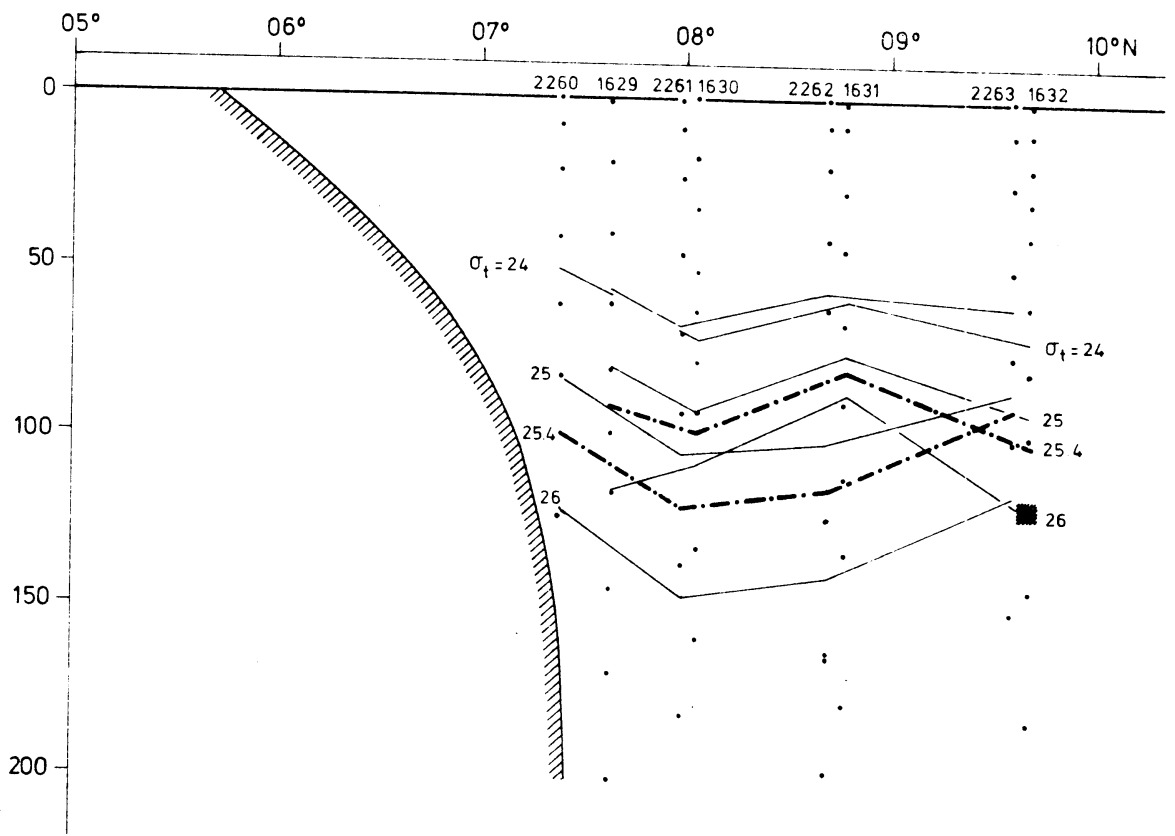
legs near 55°30'W
near Paramaribo

St. 1640 - 1643 October 1970

St. 2212 - 2213 March 1971

St. 2371 - 2373 April 1971

fig.11



leg near 54°W

St. 1629 - 1632 : October 1970

St. 2260 - 2263 : March 1971

fig. 12

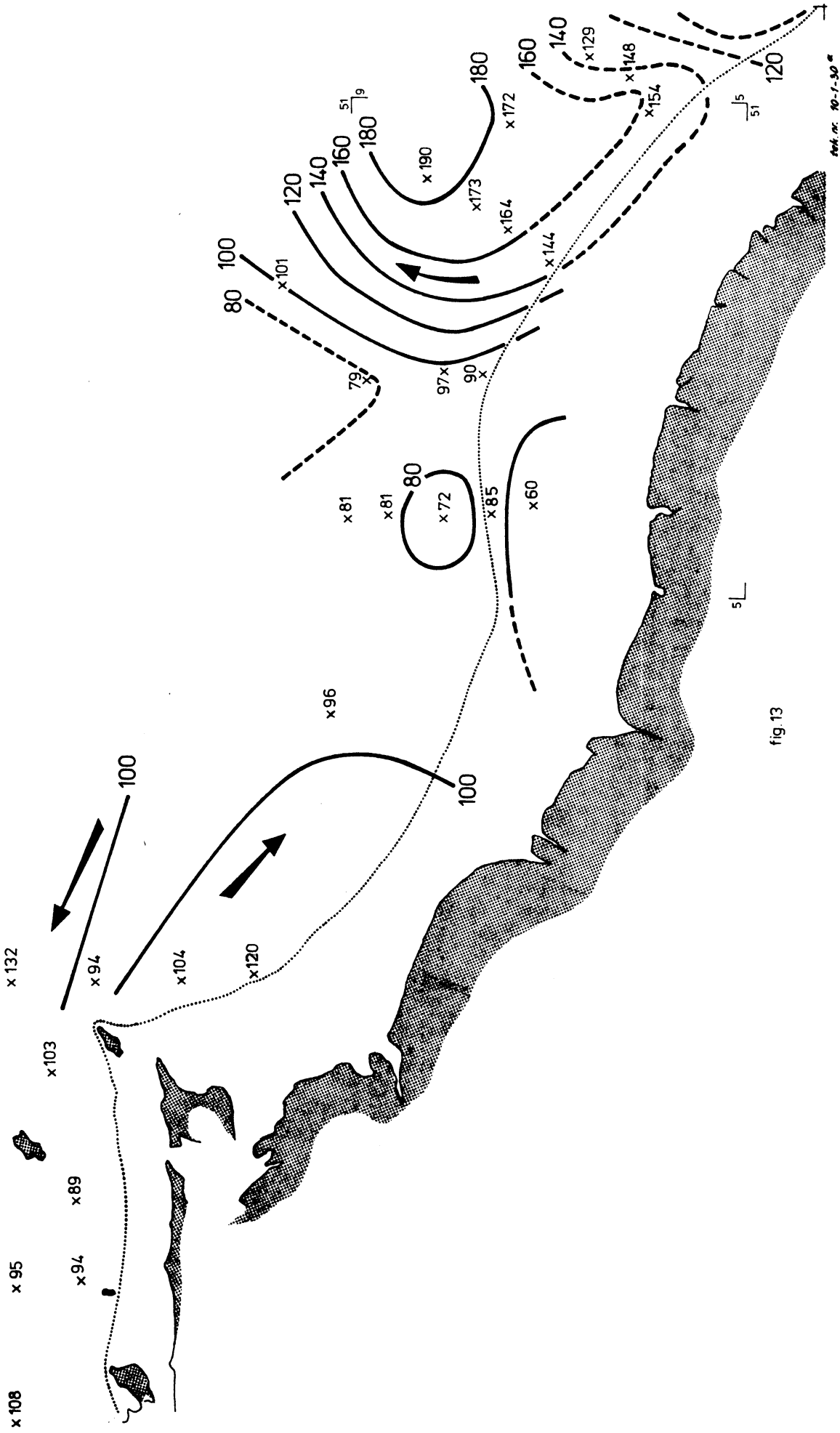


fig. 13

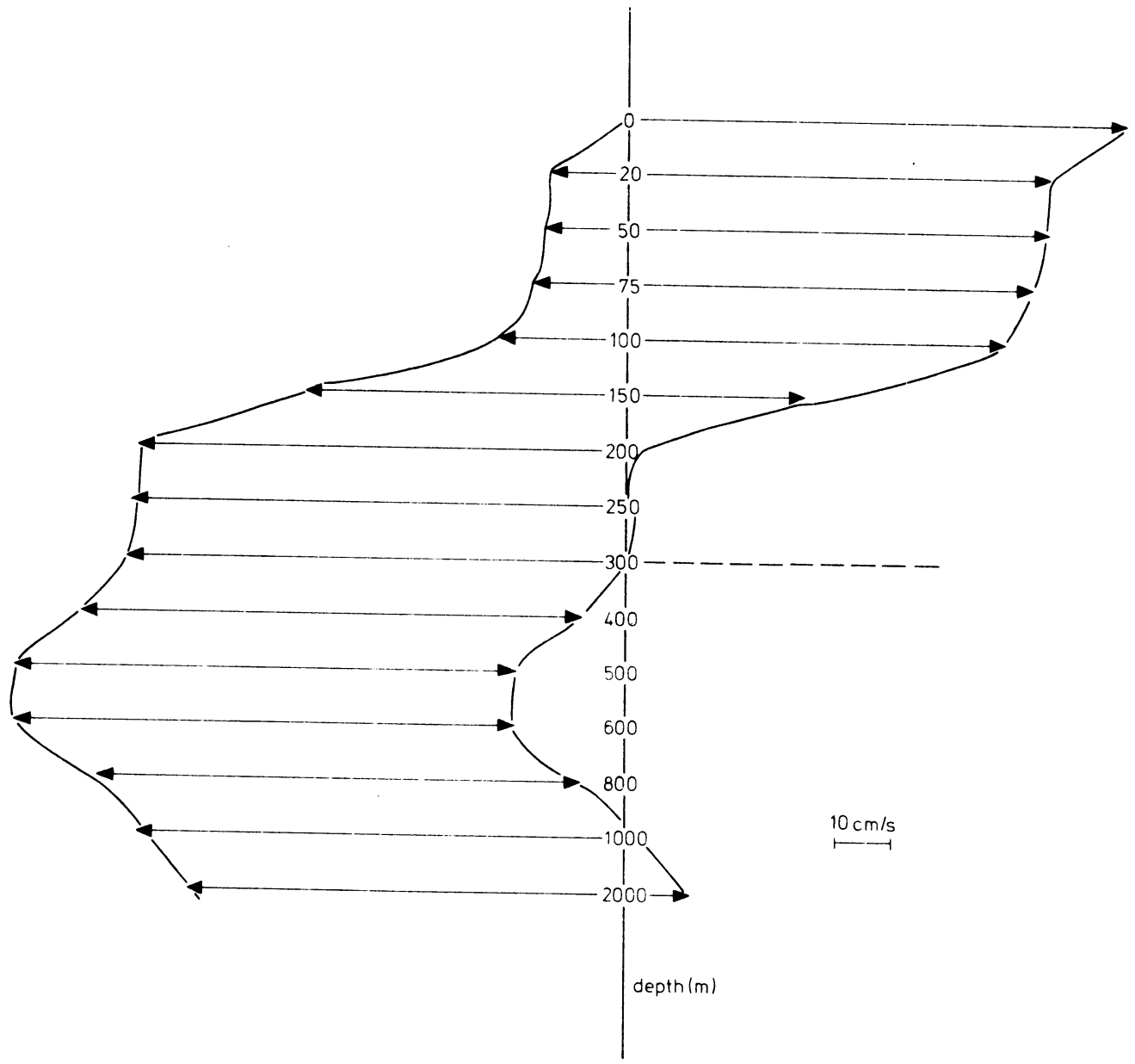


fig. 14

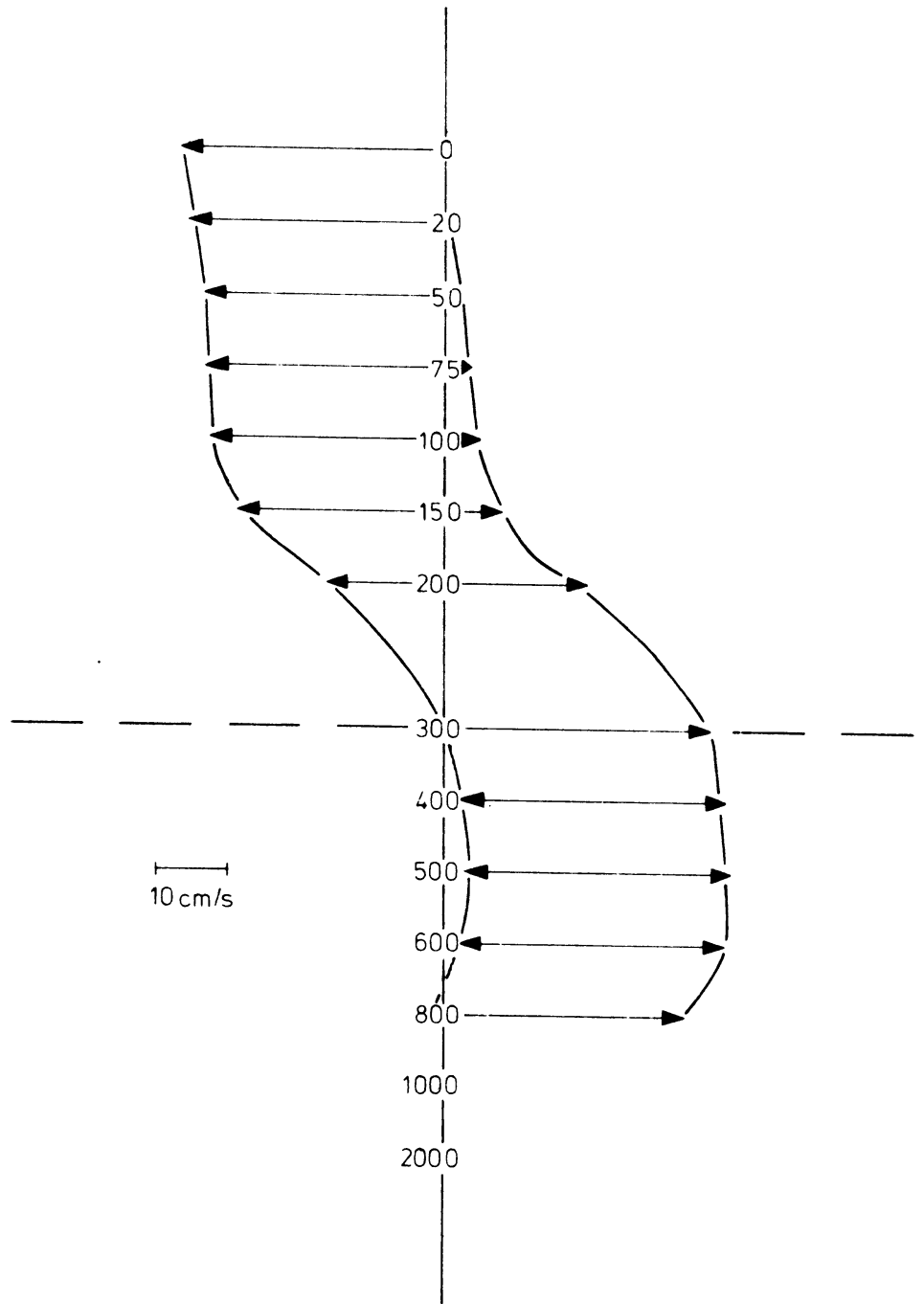


fig.15

64
13

56
13

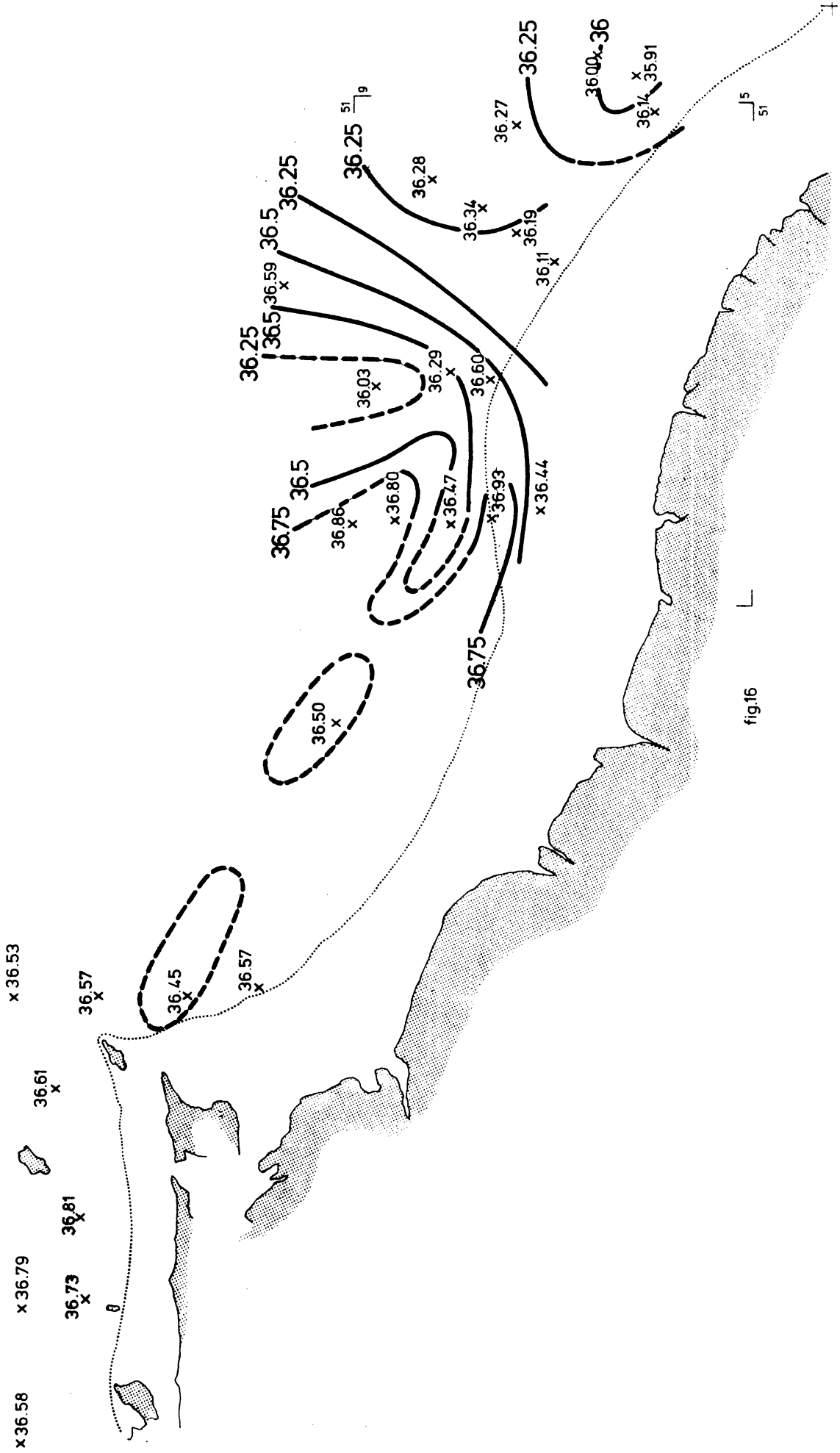


fig.16

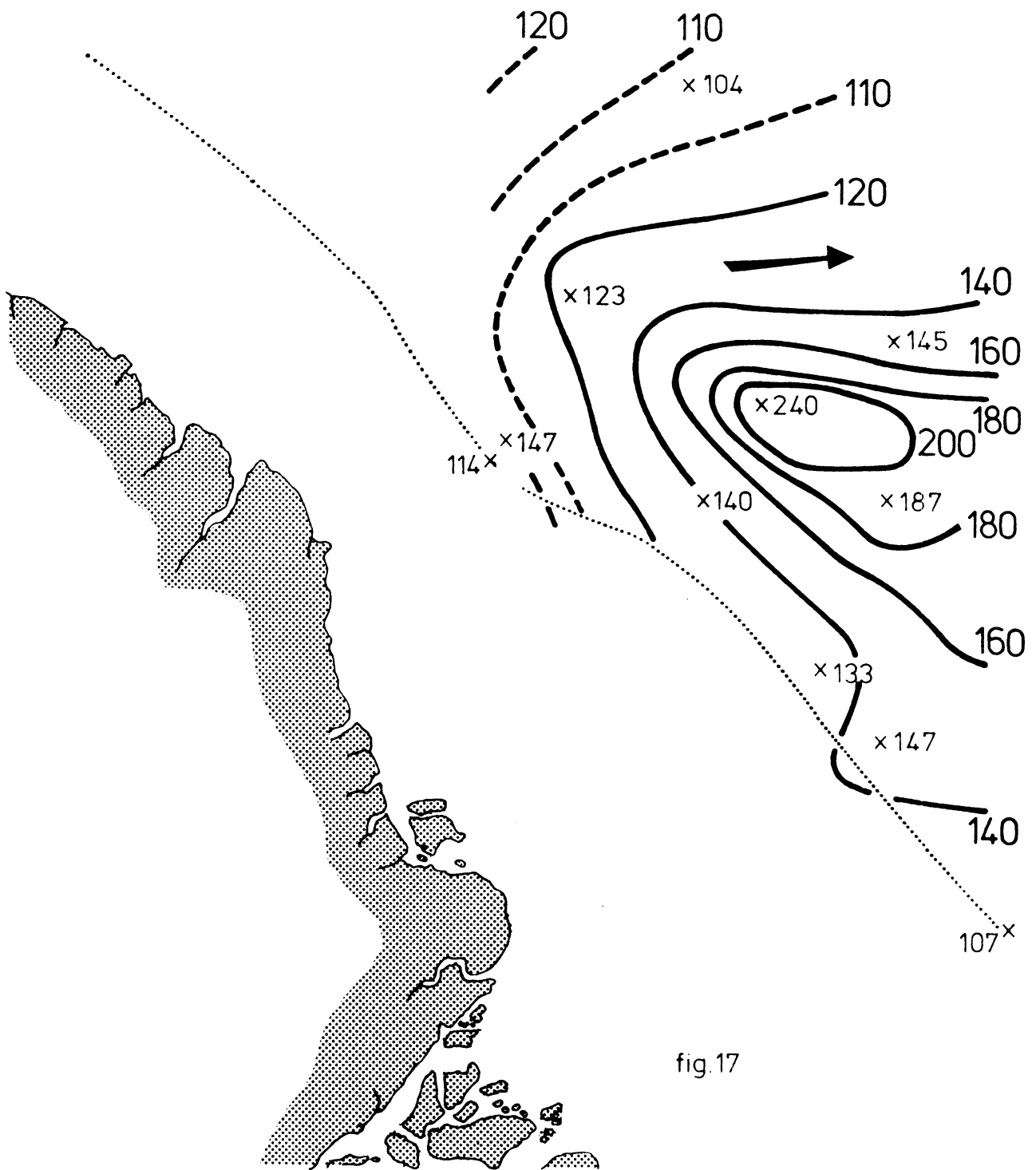


fig. 17

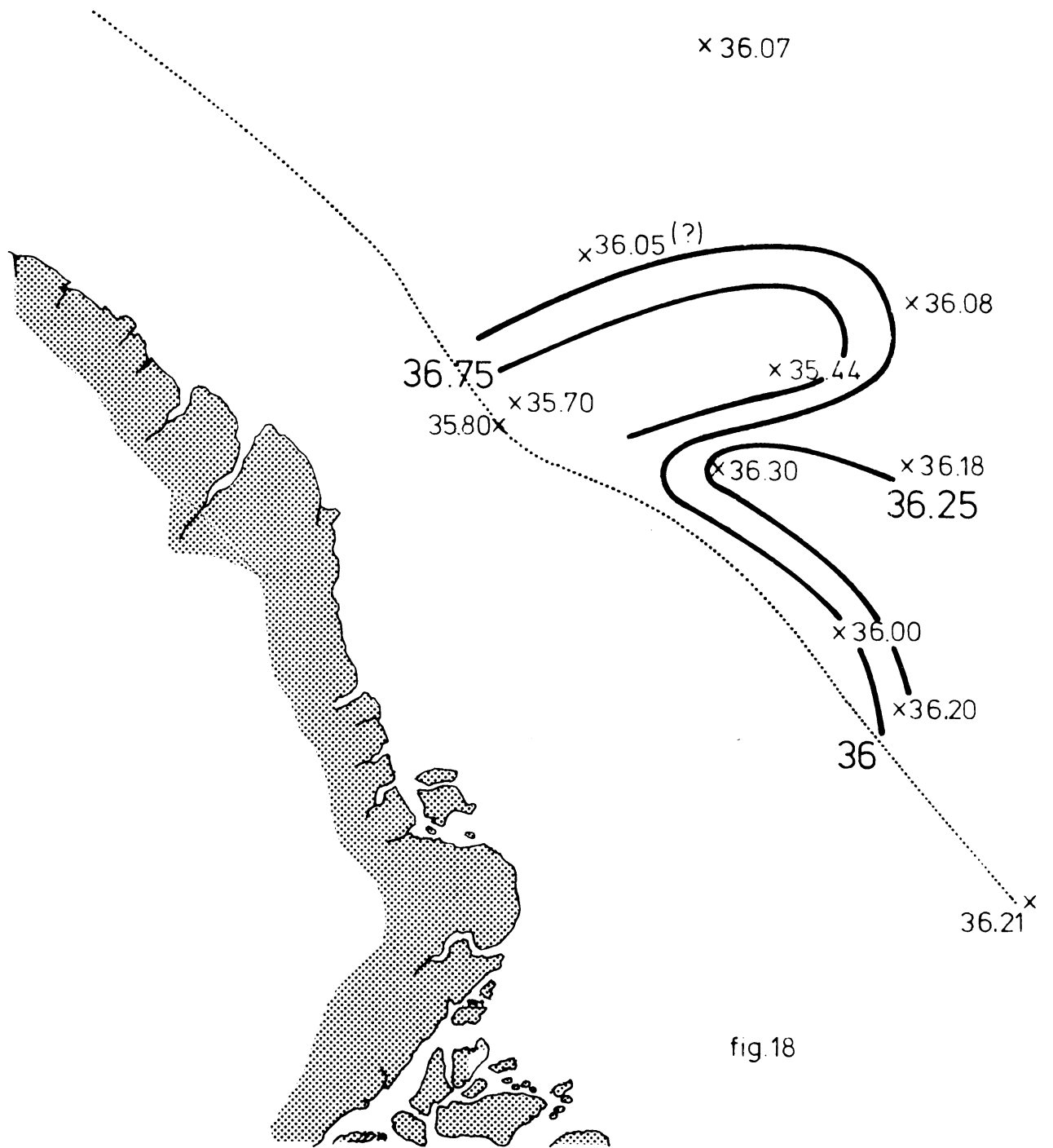


fig. 18

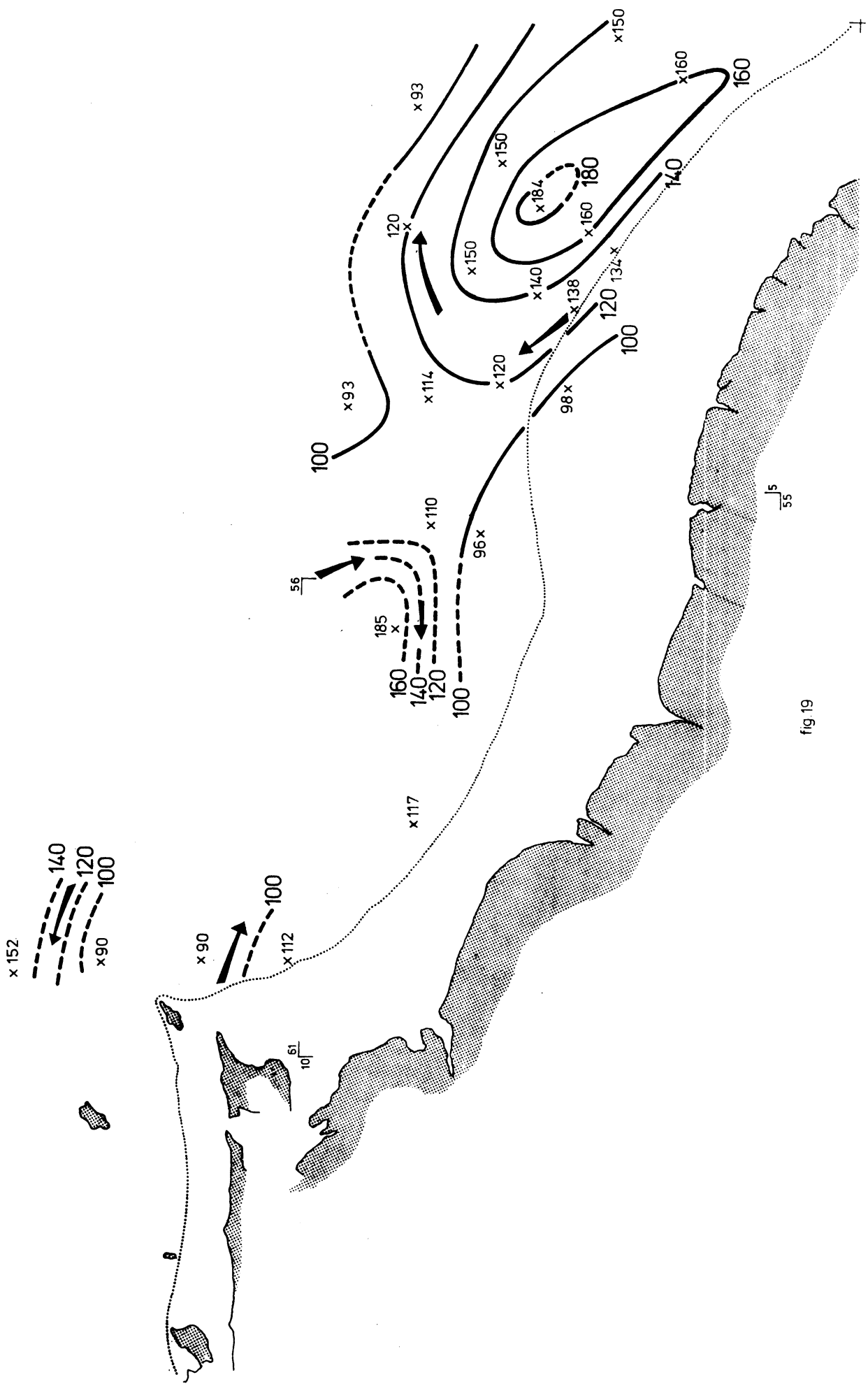


fig 19

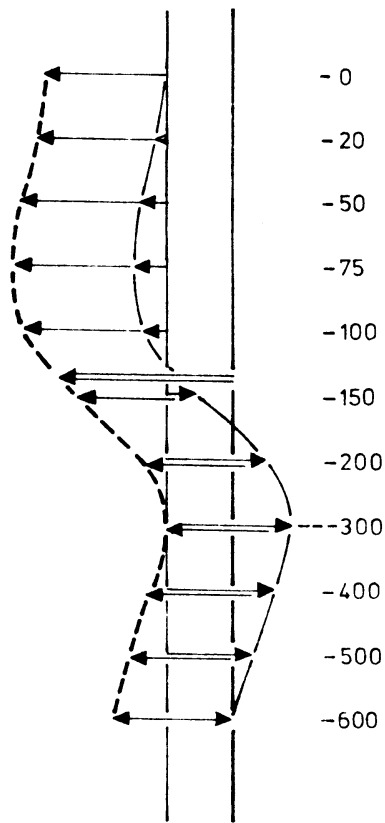


fig. 20

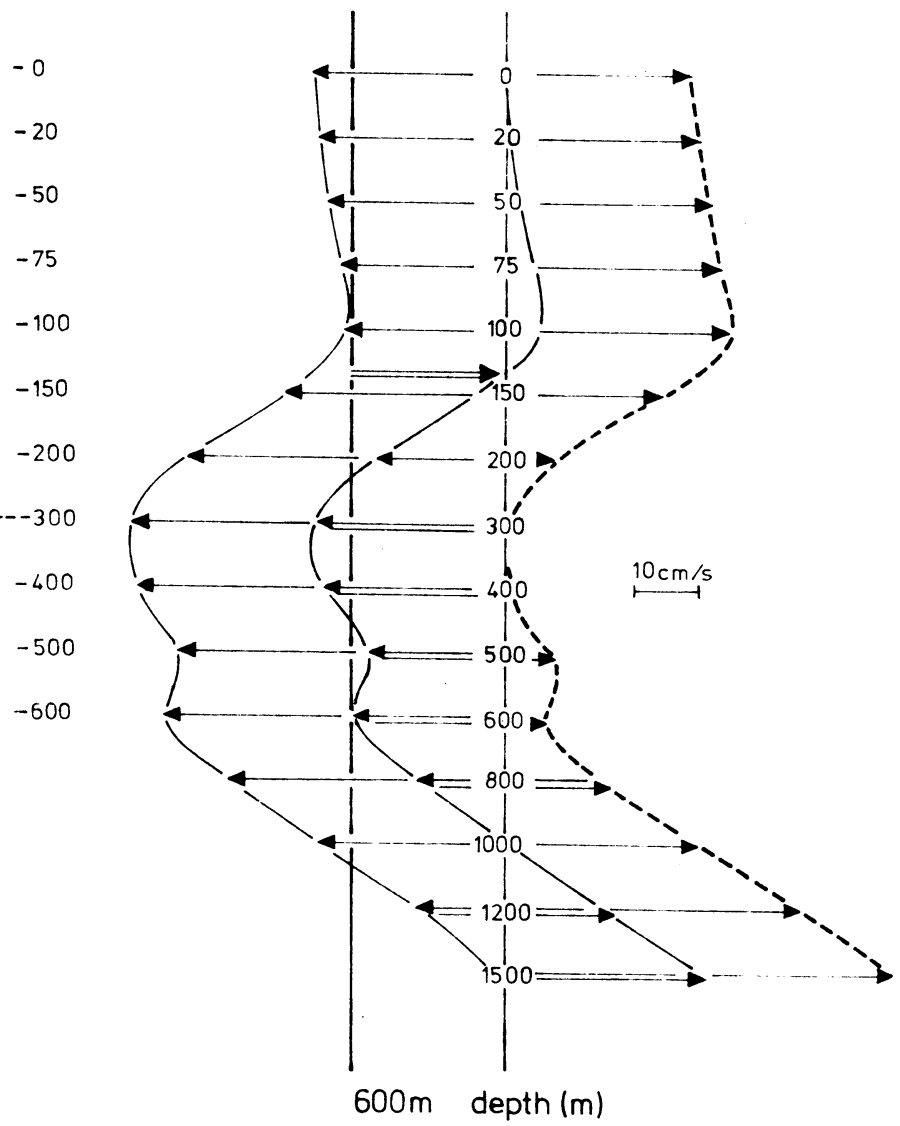


fig. 21

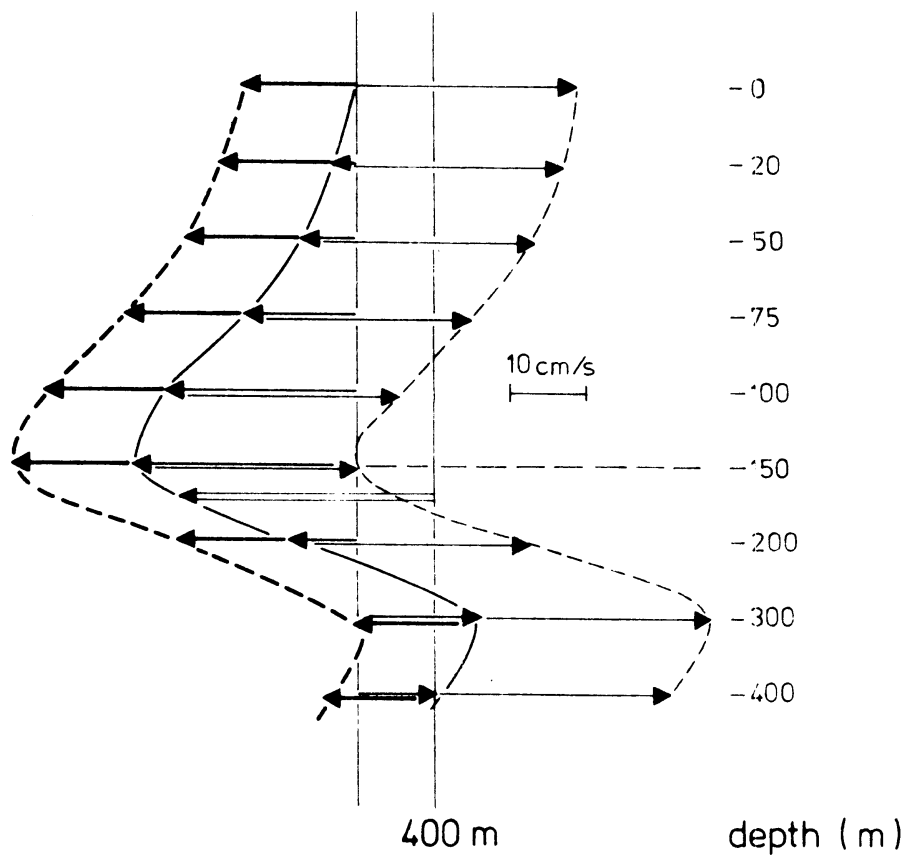


fig. 22

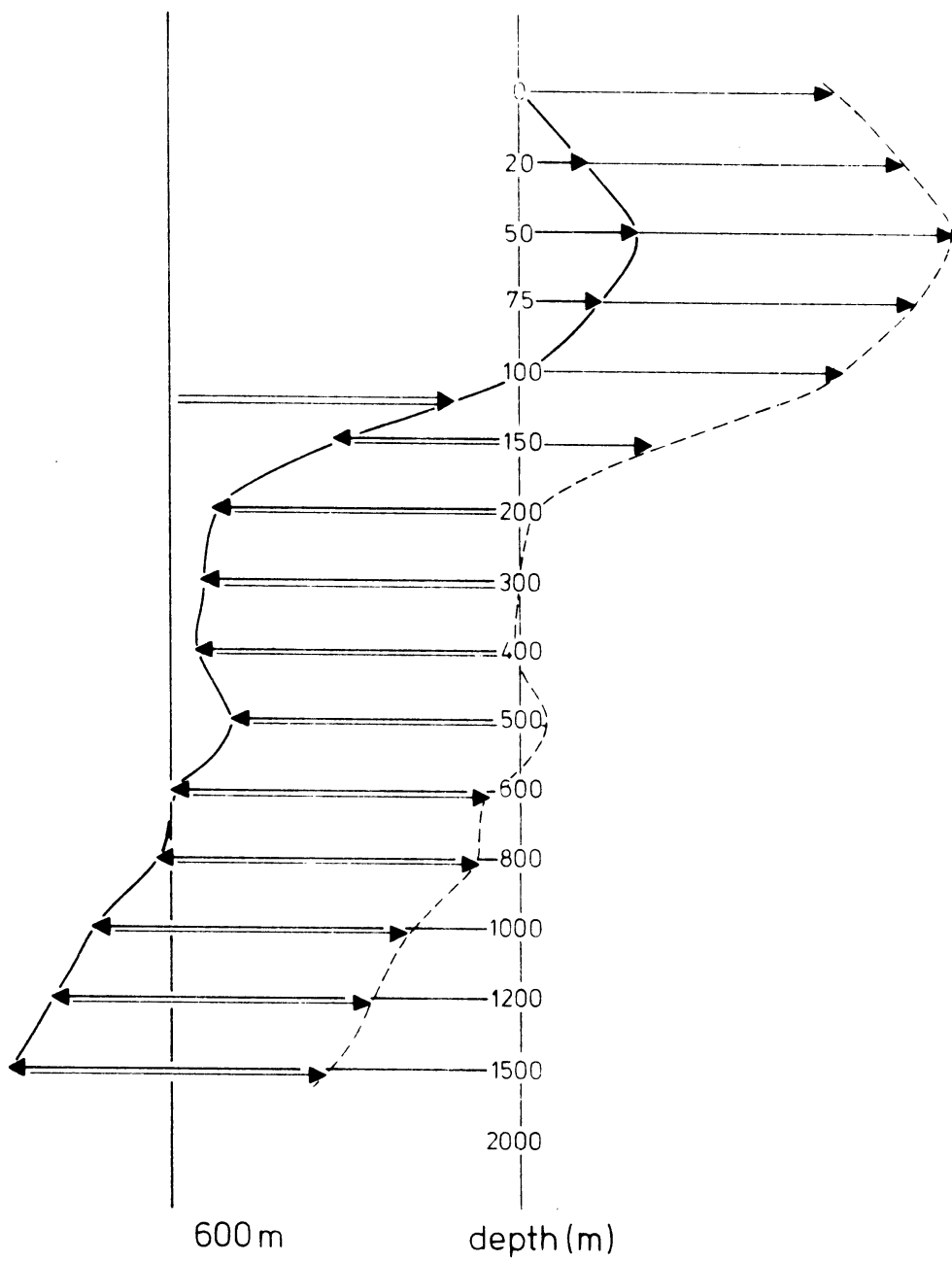


fig. 23

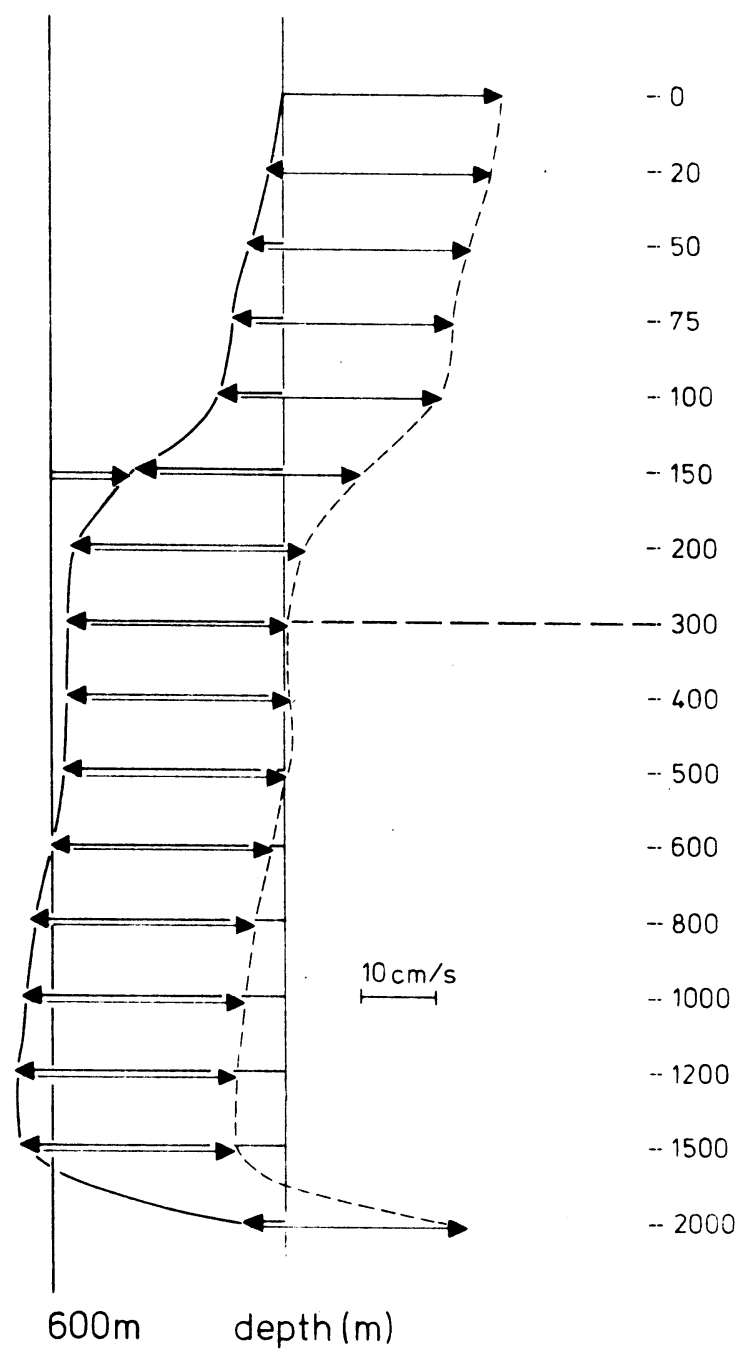


fig. 24

x(36.50)

x36.72

x36.85

x36.99

61
10

x36.65

36.68
x

36.76
x

36.80
x

x36.53

x36.53

36.22
x

36.38
x

36.31
x

x36.44

36.60
x

x36.42

x36.38

36.15
x

x36.31

36.25
x

36.25
x

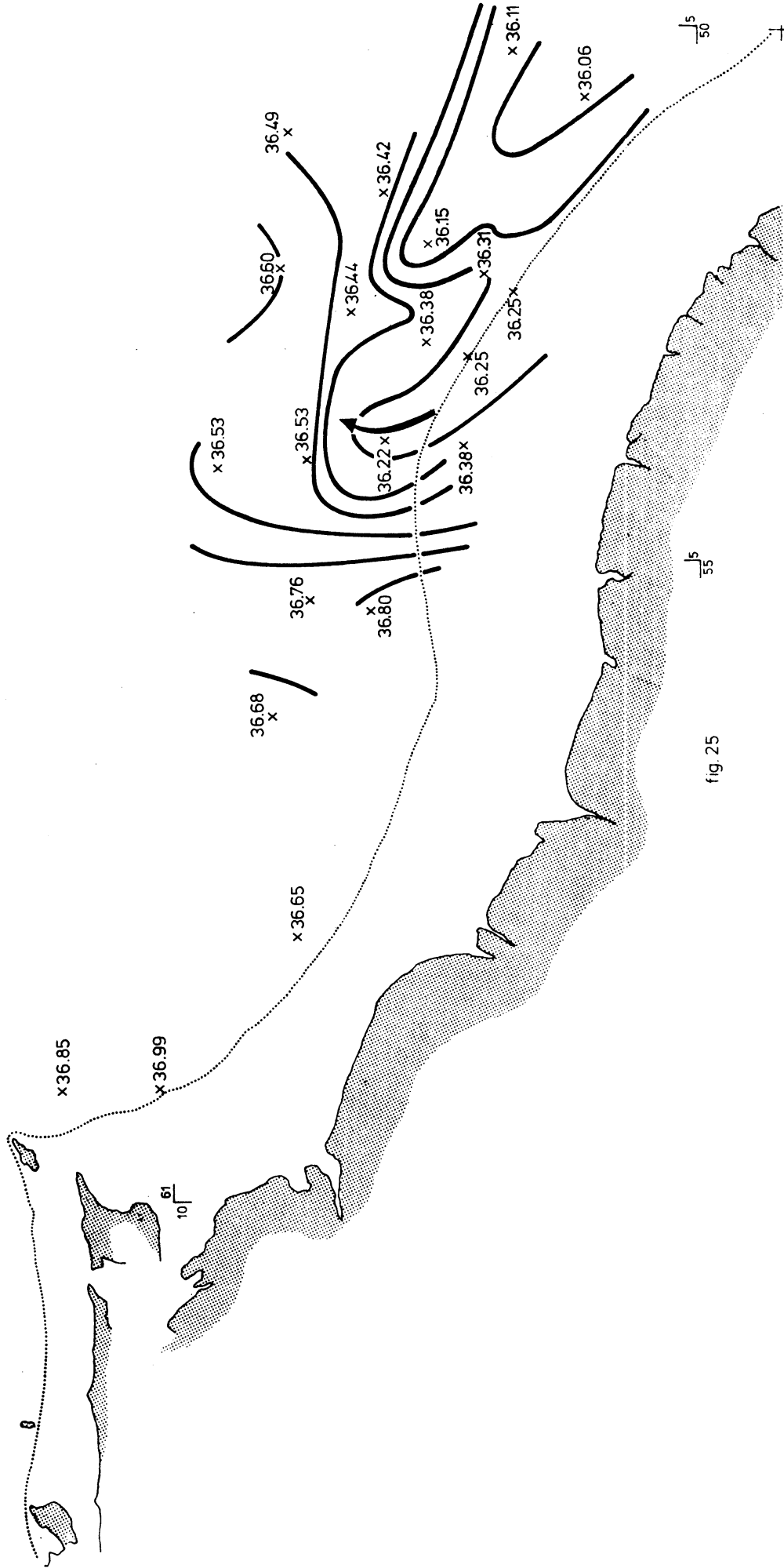
x36.11

x36.06

55

50

fig. 25



13 ⁶⁶ |

x 78

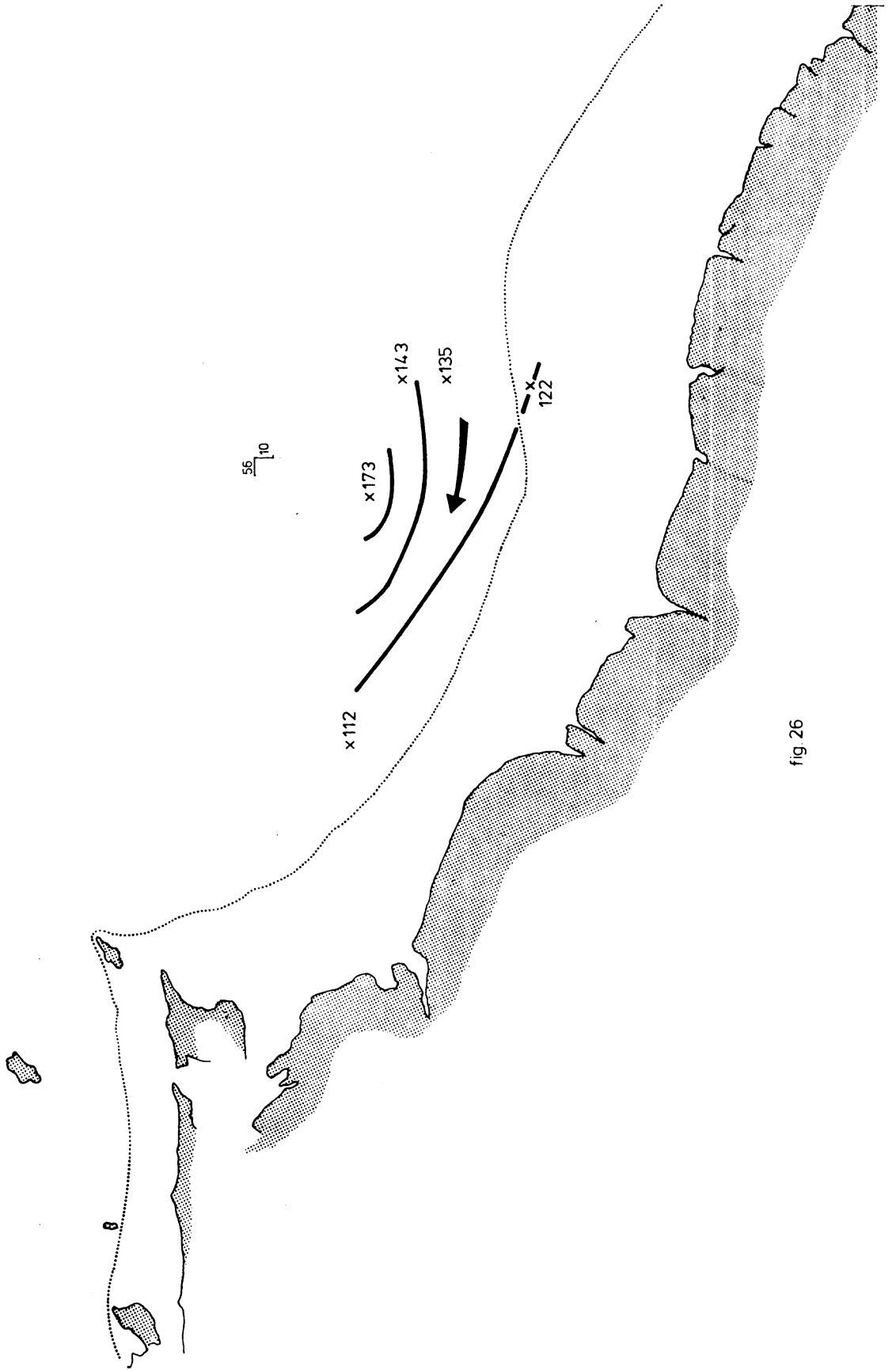


fig 26

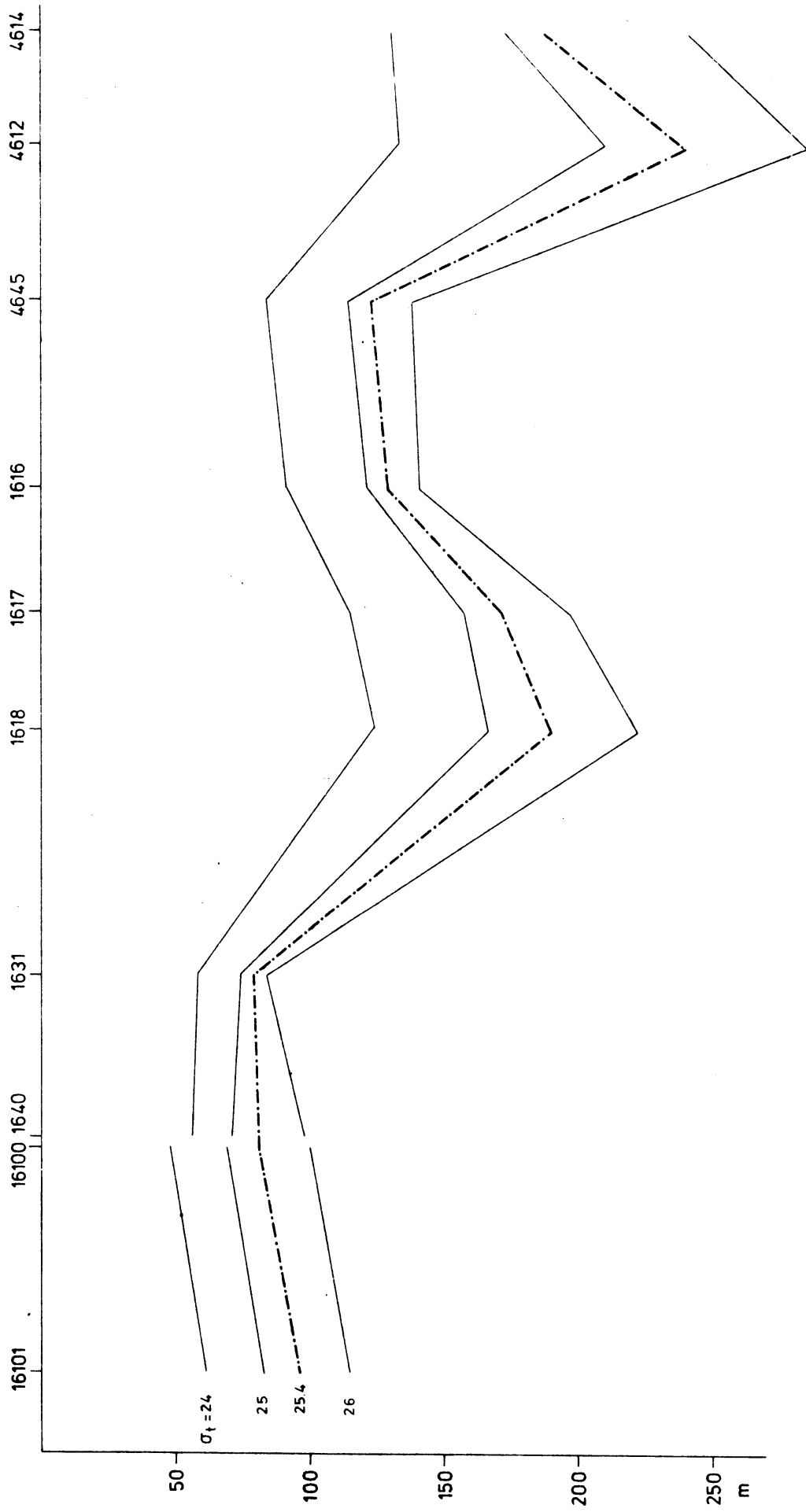


fig. 27

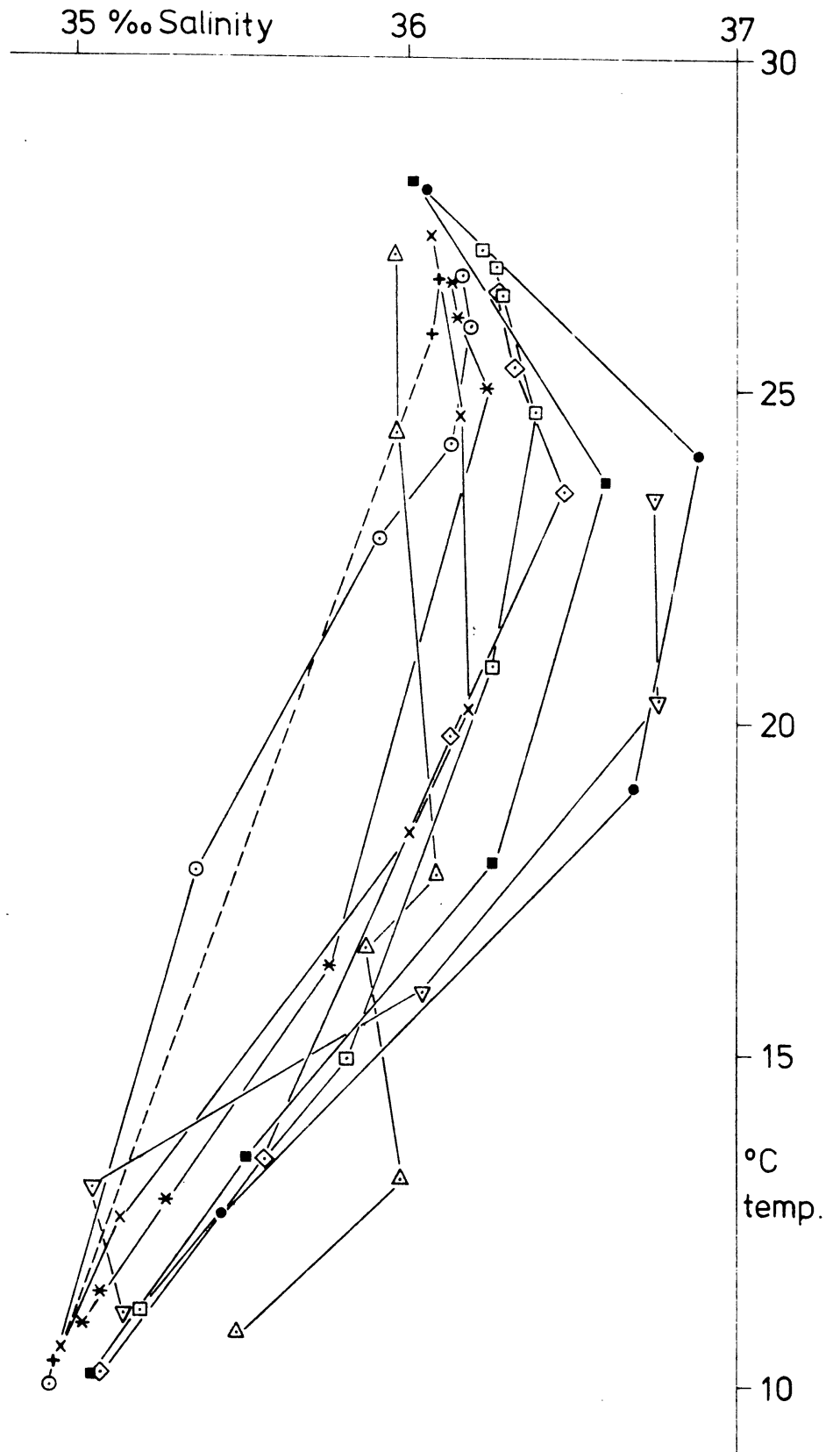


fig. 28

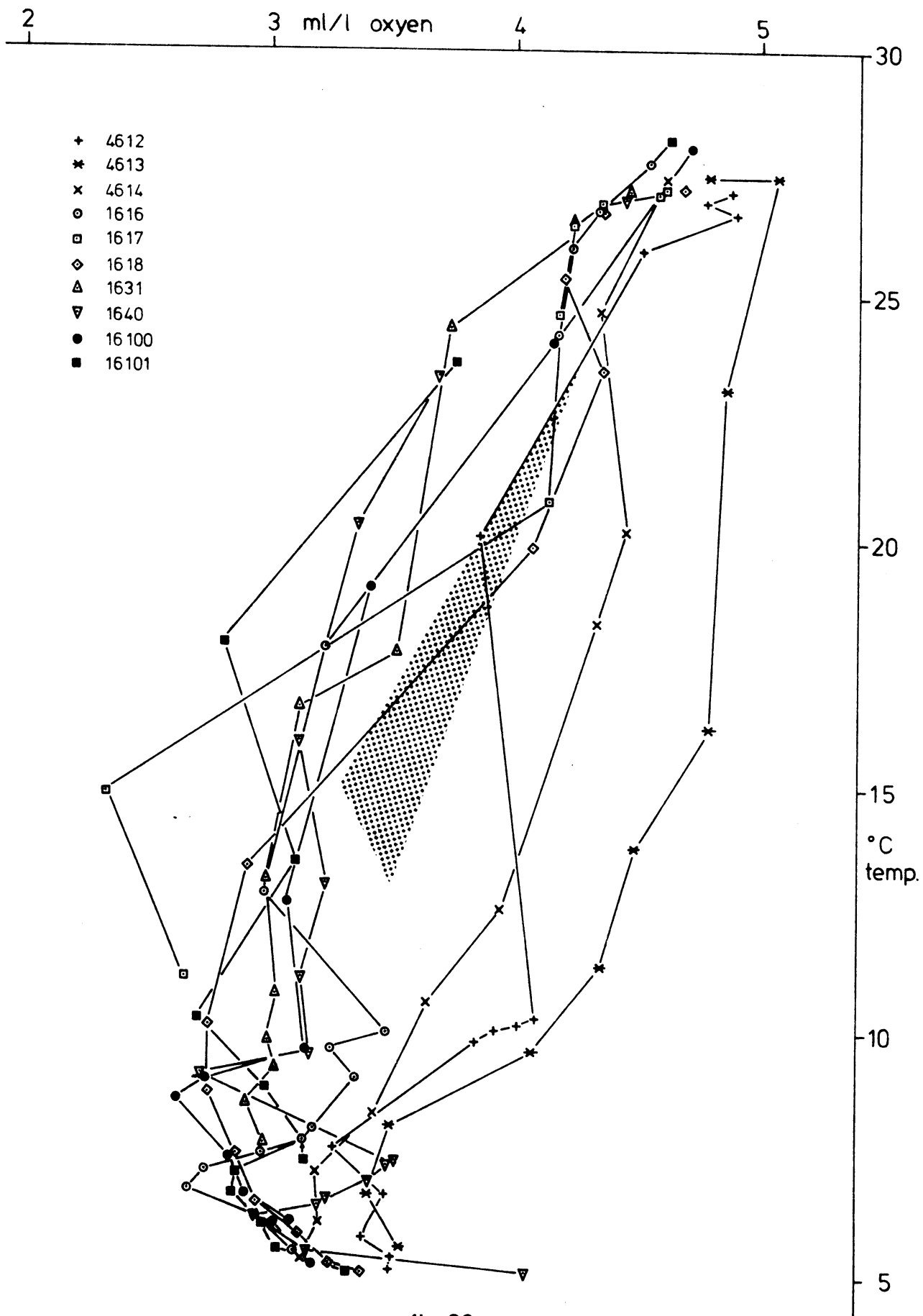


fig. 29

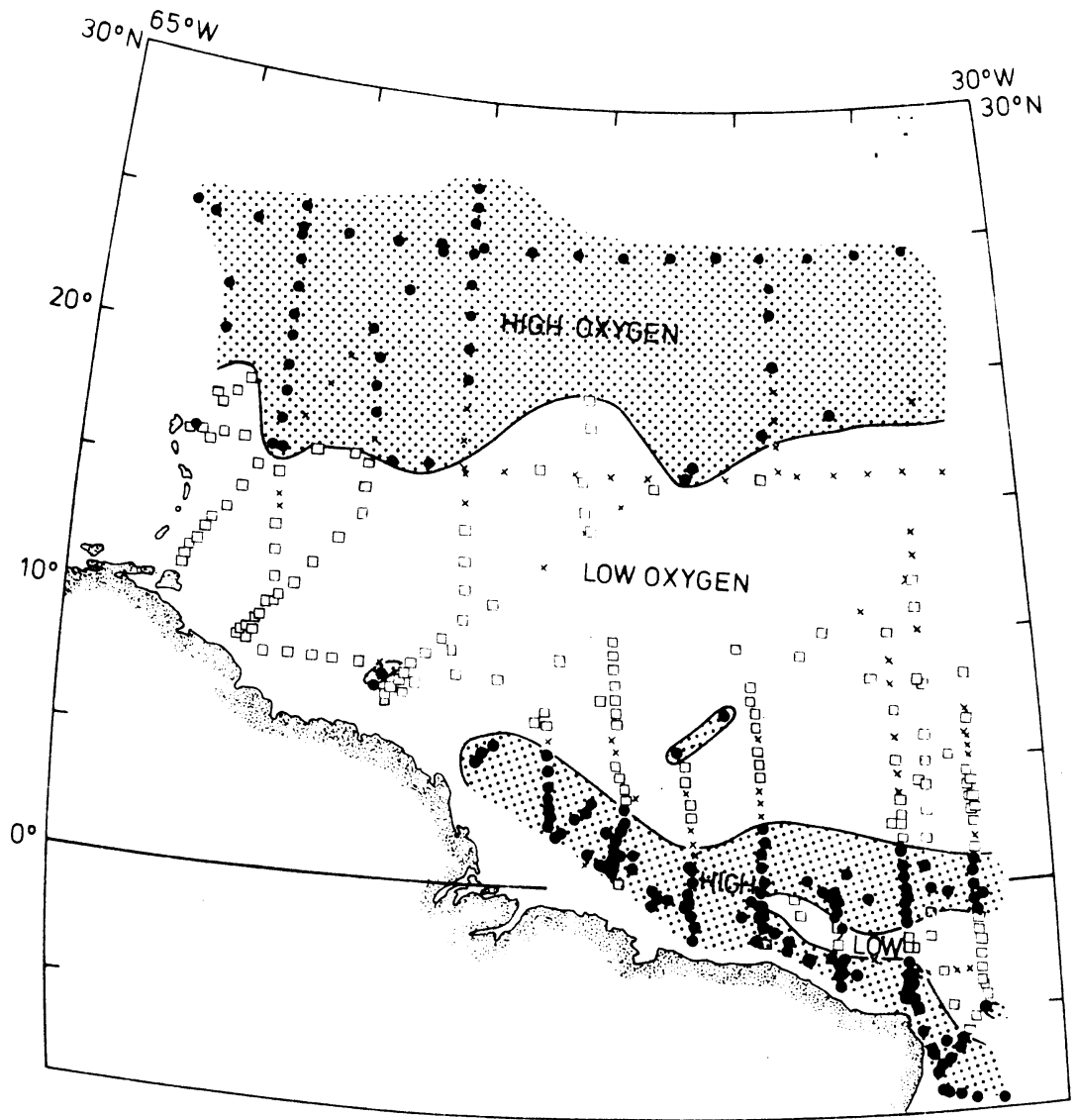


fig 30

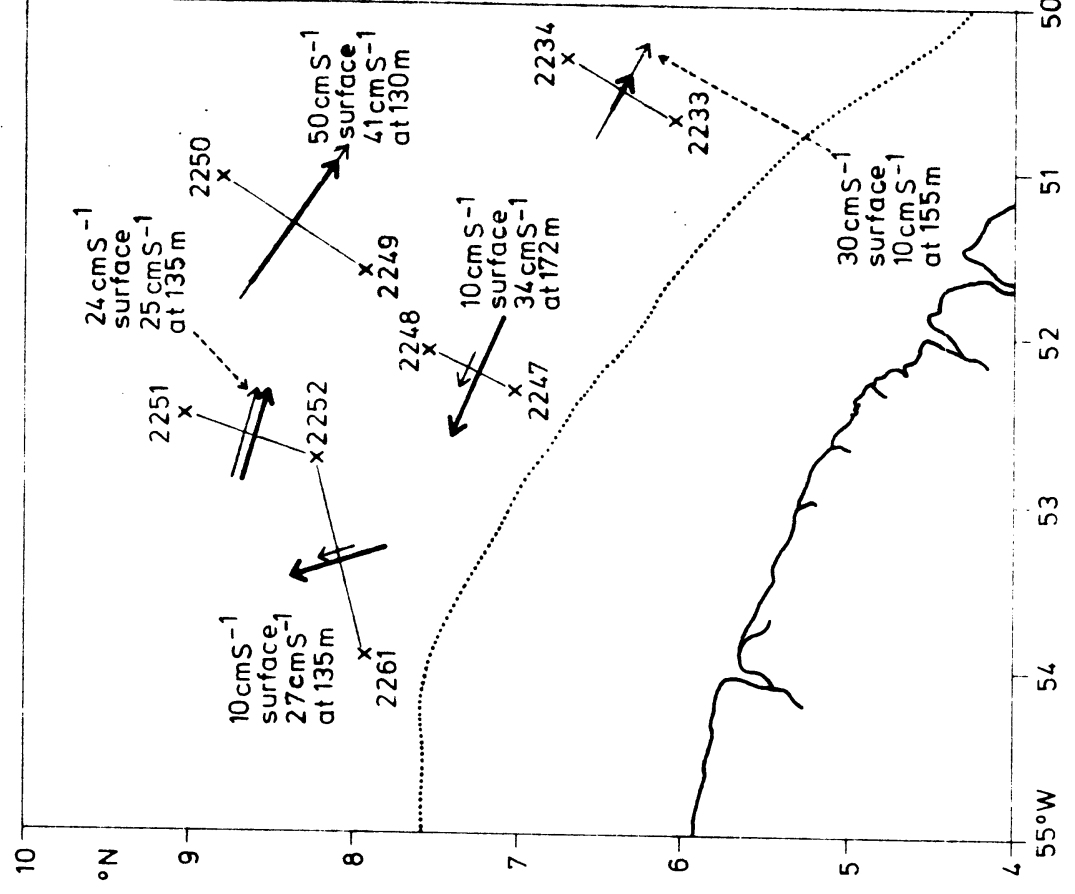


fig.32

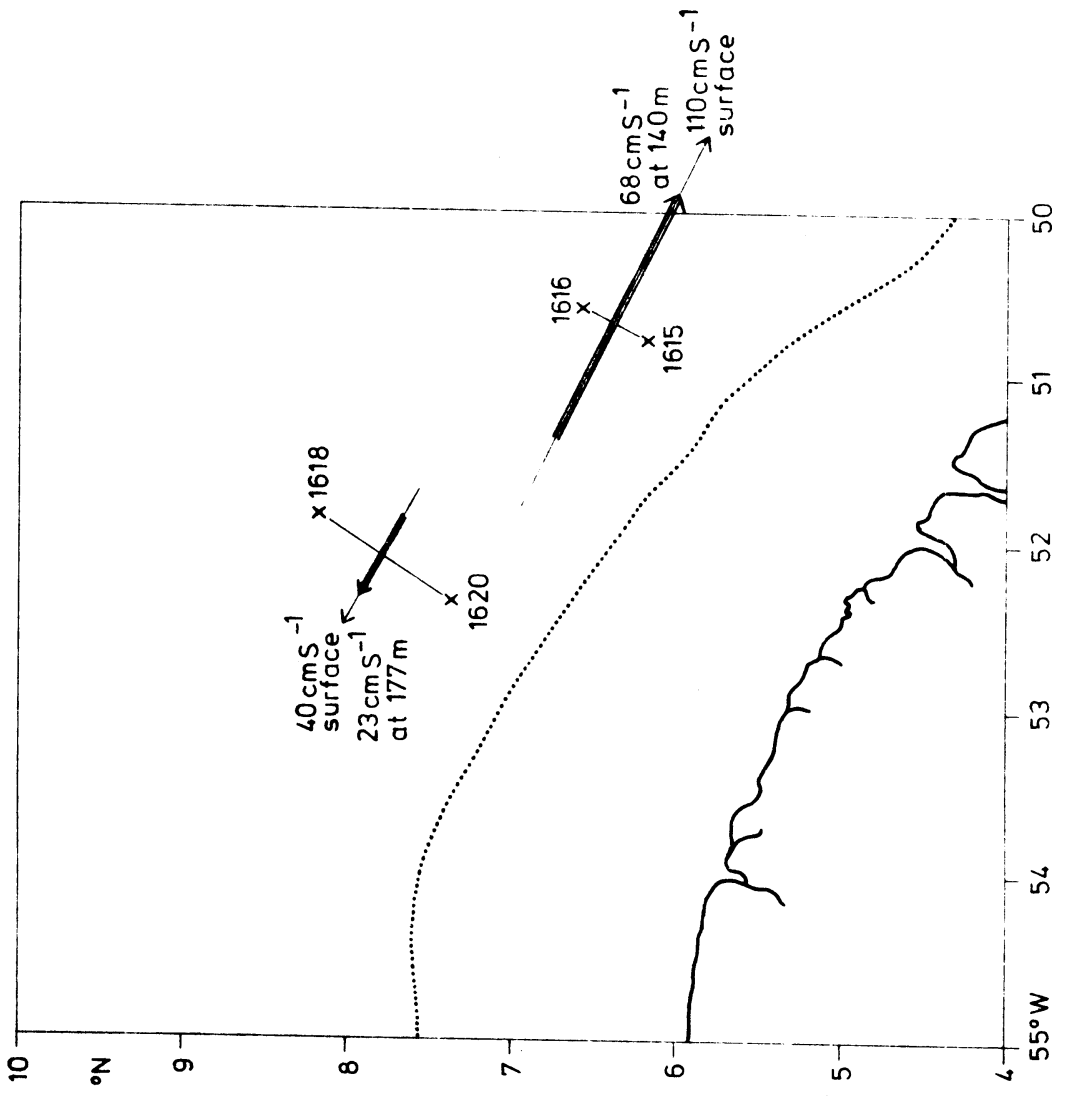


fig.31



KONINKLIJK NEDERLANDS METEOROLOGISCH INSTITUUT

Aan de ontvangers van
de wetenschappelijke
rapporten (KNMI)
WR 1976-11, 12 en 13

To the receivers of
the scientific reports
(KNMI) WR 1976-11, 12 and 13

DE BILT, 30 augustus 1976
UTRECHTSEWEG 297
TELEFOON 030-766911

VERZONDEN:

UW KENMERK

UW BRIEF

ONS KENMERK 23027

BIJLAGEN

ONDERWERP Wetenschappelijke rapporten.

Subject: Scientific reports.

ERRATUM

In alle drie rapporten die wij U onlangs toezonden en die handelen over onderzoek verricht in het kader van het internationale project 'Cooperative Investigations of the Caribbean and Adjacent Regions (CICAR)', is de volgende mededeling ten onrechte wegge gevallen.

'Het in dit rapport beschreven onderzoek is mede mogelijk gemaakt door de financiële steun van de Nederlandse Organisatie voor Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek (Z.W.O.)'.

Ik zal het op prijs stellen als U deze mededeling in de door U ontvangen exemplaren wilt toevoegen.

Namens de auteurs,

R. Dorrestein
Directeur Afdeling
Oceanografisch Onderzoek.

ERRATUM

In all of these three reports, dealing with the results of investigations carried out in the framework of the international project 'Cooperative Investigations of the Caribbean and Adjacent Regions (CICAR)', which reports we sent you recently, the following acknowledgement has been wrongly left out.

'The Netherlands Organization for the Advancement of Pure Research (Z.W.O.) gave financial support to the investigations described in this report'.

I would appreciate it if you could include this acknowledgement in the copies of the reports received by you.

For the authors,

R. Dorrestein
Director Division
Oceanographic Research.

VERZOEK ALLE CORRESPONDENTIE TE RICHTEN AAN DE HOOFDDIRECTEUR EN SLECHTS ÉÉN ONDERWERP PER BRIEF TE BEHANDELEN.
GELIEVE BIJ BEANTWOORDING VAN DE BRIEF DATUM EN NUMMER HIERVAN TE VERMELDEN.

TELEGRAMADRES: KNMI DE BILT; TELEX: 47096; GIRO REKENING: 4466