

CAMPAGNE OCEANOGRAPHIQUE  
DU GERARD - TRECA

-----  
( JUIN 1962 )  
-----

Etude des masses d'eau et de la circulation dans l'Atlantique  
Oriental (région comprise entre les Iles du Cap-Vert et la  
Côte du Sénégal et de Guinée

-----  
par M.ROSSIGNOL et A.M. MEYRUEIS.

- AVRIL 1964 -

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 21703  
Cote : B 68 M

TABLE DES MATIERES

- Introduction .....	p.I
- Méthodes de travail - Déroulement de la campagne - Explication des résultats .....	pp.2 à 3
- Résultats bruts .....	pp.4 à 27
- Distribution de surface = Températures, salinités, densités.....	pp.28-29
- Répartition verticale = températures, salinités, densités.....	p.30-35
- Topographie de la thermocline - Circulation superficielle ....	p.36
- Etude des masses d'eau .....	p.37-42
- Origine des masses d'eau - Interprétation des phénomènes.....	p.43-45
- Le dôme thermique de Guinée .....	p.46-49
- Conclusion - Incidences biologiques .....	p.50-51

CARTES ET FIGURES

Carte n° 1	= Route suivie - Positions des stations - Vents - Etat de la mer
Carte n° 1bis	= Secteur de l'Océan Atlantique faisant l'objet des prospections du Centre de Dakar-Thiaroye.
Carte n° 2	= Isothermes de surface
Carte n° 3	= Isohalines de surface
Carte n° 4	= Isopycnes de surface
Carte n° 5	= Topographie de la thermocline
Carte n° 6	= Courants de surface
Carte n° 7	= Extension des Eaux Centrales Sud-Atlantiques et Nord Atlantiques
Carte n° 8	= Maximum de salinité dans la couche de discontinuité.

.../...

- Fig. 1 à 18 - Répartition verticale des températures, salinités et densités (radiales 1 à 6),
- Fig. 19 à 21 - Diagrammes T-S = Aire du contre-courant, aire "canarienne", limite de l'influence du courant canarien.
- Fig. 22 et 23 - Courbes T-S des stations 15, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31 et 32.
- Fig. 24 - Courbes T-S du contre-courant et du courant canarien
- Fig. 25 - Les grandes catégories d'eau dans l'Atlantique tropical d'après SCHOTT
- Fig. 26 - Les catégories d'eau dans la zone Nord d'oscillation du front des eaux chaudes (côte d'Afrique) - d'après G.R. BERRIT.
- Fig. 27 - Tableau synoptique de l'évolution des masses d'eau au cours de l'année

L'examen des résultats de la campagne du "Gérard Tréca" et d'autres observations dans la région étudiée a amené les auteurs aux conclusions suivantes :

- La circulation dans ce secteur de l'Atlantique Est est régie par le courant géostrophique.
- Sur la côte africaine, jusqu'à 200-300 m, les eaux appartiennent durant toute l'année au contre-courant équatorial, les Eaux Centrales Sud-Atlantiques occupant les niveaux de 50-75 m à 250-300 m.
- Durant la saison chaude, pendant l'été et l'automne de l'hémisphère boréal, les eaux de surface viennent successivement de la bordure du contre-courant équatorial (avec en surface une forte salinité :  $S > 35,60 \text{ ‰}$  <  $S < 36,00 \text{ ‰}$  et une haute température :  $t^{\circ} > 24^{\circ}\text{C}$ ), et du contre-courant lui-même (avec une faible salinité en surface  $S < 35,00 \text{ ‰}$  et une température élevée  $t^{\circ} > 24^{\circ}\text{C}$ ).
- Pendant l'hiver, les vents alizés chassent vers le sud-ouest les eaux chaudes et légères de surface, mais le contre-courant demeure et devient un "undercurrent" circulant vers l'est et le nord sur la côte du Sénégal dont les eaux superficielles et froides sont des eaux d'upwelling.

#### A B S T R A C T

The examination of the results from the "Gérard Tréca" s cruise and from other surveys in the region conducted the authors to the following conclusions:

- Circulation is subjected to the geostrophic current.
- On the african coast, down to 250-300 m, water masses belong throughout the year to the equatorial countercurrent, the Central South Atlantic Waters occupying levels from 50-75 m to 250-300 m.

.../...

- During the warm season, in summer and autumn of the boreal hemisphere, superficial waters come successively from the northern boundary of the equatorial countercurrent (with a high surface salinity  $35,60 \text{‰} < S < 36,00 \text{‰}$  and a high temperature  $t^{\circ} > 24^{\circ}\text{C}$ ) and from the countercurrent itself (with a low salinity on the surface  $S < 35,00 \text{‰}$ , and a high temperature  $t^{\circ} > 24^{\circ}\text{C}$ ).

- During the winter, trade winds blow the light warm waters of the surface to the south-west, but the countercurrent remains and becomes an undercurrent flowing to the east and north along the Senegal's coast, the cold superficial waters of which being upwelling waters.

### S U M A R I O

El examen de los resultados de la campaña del "Gérardo Tréca" y de otras observaciones en la misma región ha conducido los autores a las siguientes conclusiones.

- La corriente geostrofica rige la circulación en este sector del Atlántico Este.

- En la costa Africana, hasta 200-300 metros, las aguas pertenecen durante el año entero a la contra-corriente equatorial, ocupando las Aguas Centrales Sur-Atlánticas los niveles de 50-75 metros a 250-300 metros.

- Durante la temporada cálida, en verano y otoño del hemisferio Septentrional, las aguas superficiales provienen sucesivamente del lince Norte de la contra-corriente equatorial (con una fuerte salinidad :  $35,60 < S < 36, \text{‰}$  - y una temperatura elevada :  $t^{\circ} > 24^{\circ}\text{C}$ ), y de la mismísima contra-corriente (con una leve salinidad en superficie :  $S < 35 \text{‰}$  y una temperatura elevada :  $t^{\circ} > 24^{\circ}\text{C}$ ).

- Durante el invierno, los Alisios rechazan hacia el Sur-Oeste las aguas cálidas de la superficie, pero permanece la contra-corriente y se vuelve una "undercurrent" circulando hacia el Este y el Norte a lo largo de la costa del Senegal, siendo las aguas frías y superficiales aguas de "upwelling".

RESULTATS DE LA CAMPAGNE DU "GERARD TRECA"

( JUIN 1962 )

ETUDE DES MASSES D'EAU ET DE LA CIRCULATION DANS L'ATLANTIQUE EST

( REGION COMPRISE ENTRE LES ILES DU CAP-VERT ET LA COTE DU SENEGAL ET DE GUINEE )

Ce secteur de l'Atlantique Est, pourtant l'un des plus productifs de la côte africaine, a été jusqu'à présent négligé par les organismes scientifiques s'intéressant à l'océanographie. Certes, des travaux nombreux sur les poissons, les mollusques, les crustacés et le plancton de la région du Cap-Vert ont été suffisamment poussés pour donner une idée assez exacte de la faune de cette région. On ne peut que s'étonner qu'une étude parallèle aussi suivie concernant le milieu n'ait été réalisée. Les seuls renseignements valables mis à notre disposition proviennent d'expéditions océanographiques anciennes intéressant l'hydrologie de l'Atlantique dans son ensemble. (I)

La campagne du "Gérard Tréca" entre dans le programme d'une étude régionale à long terme du secteur Est - Atlantique ayant pour limites les parallèles 21° Nord, 8° Nord, le méridien 24° Ouest (passant au milieu de l'archipel du Cap-Vert) et la côte africaine (de la Mauritanie à la Sierra Léone).

Elle s'est déroulée du 2 au 20 Juin 1962, sous le commandement du Chef de mission M. Rossignol et du Capitaine R. Lebouille.

Le choix du moment a été dicté par notre désir de connaître le processus de réchauffement des eaux de la région au moment de la disparition des alizés.

---

(I) Citons également des travaux côtiers : campagne du "Léon Coursin", de C.R. Berrit (ORSTOM), de M. Doutre et J. Gousset (Service de l'Océanographie et des Pêches du SENEGAL).

METHODES DE TRAVAIL EN MER

L'équipement du "Gérard Tréca", ancien Chalutier aménagé en bateau de recherche, étant assez sommaire, nos observations se sont limitées à la couche superficielle de 0 à 500 m et les mesures à la température, la Salinité et la transparence des eaux.

Nous disposions de six bouteilles à renversement Mécaboliér équipées d'un couple de thermomètres protégés.

Les corrections de profondeur ont été faites en fonction de l'angle du câble. Dans la majorité des cas cet angle était négligeable.

Nous avons adopté pour les prises d'échantillons les profondeurs standards : 1 m - 10 m - 20 m - 30 m - 40 m - 50 m - 75 m - 100 m - 150 m - 200 m - 300 m - 400 m - 500m.

En plus des observations hydrologiques ont été notés :

La force du vent évaluée d'après l'échelle Beaufort.

La nébulosité.

L'état de la mer et la couleur des eaux.

Le sens du courant.

Le fond relevé au sondeur ultra-sonore jusqu'à l'isobathe de 1.000m

DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE

42 Stations ont été occupées avec un plein succès. Elles se situent le long de 6 radiales dont 5 sont perpendiculaires à la côte d'Afrique et la 6ème parallèle à un méridien à la hauteur des îles du Cap-Vert. (voir carte n°1)

- Radiale N°1 : Saint-Louis - îles du Cap-Vert entre le 16°N et 16°52' N = Stations 30 - 31 - 32 - 33 - 34 - 35 - 36 - 37 - 38 - (du 16 au 19 Juin)

- Radiale N°2 : NNE - SSW entre les îles du Cap-Vert - Stations 27 - 28 - 29 - 30 (15 et 16 Juin)

.../...

- Radiale n° 3 : Dakar - Iles du Cap-Vert (San Thiago)  
légèrement oblique entre  $14^{\circ}40'N$  et  $15^{\circ}07'N$ .

Stations 19 - 20 - 21 - 22 - 23 - 24 - 25. ( 12 et 14 Juin)

- Radiale n° 4 : coïncidant avec le parallèle  $13^{\circ}24'N$ .

Stations 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6. (3 et 4 Juin)

- Radiale n° 5 : suivant le parallèle  $12^{\circ}10'N$ .

Stations 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12. ( 6 et 7 Juin )

- Radiale n° 6 : correspondant au parallèle  $10^{\circ}28'N$ .

Stations 14 - 15 - 16 - 17.-(7 et 8 Juin)

### EXPLOITATION DES RESULTATS :

Salinités : Les échantillons rapportés ont été dosés suivant la méthode Knudsen avec référence à l'eau normale de Copenhague. Pour chacun d'entre eux deux titrations ont été faites, la valeur retenue pour la chlorinité étant la moyenne. Les tables de Knudsen ont servi au calcul de la salinité.

Nos résultats peuvent être retenus avec une approximation de 0,01. La salinité est exprimée avec deux décimales.

Températures : Les calculs de température ont été réalisés en fonction des tableaux de correction propres à chaque thermomètre.

Densités : La table de Knudsen nous a permis de calculer les  $\sigma-t$ ,

Les résultats bruts de la campagne sont consignés dans les pages 4 à 26



Prof. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	sigma-t
--------------	---------------	-------------	---------

Station N°1

Le 3 Juin 1962 - de 1h40' à 2h15'  
 Latitude : 13°40'N Longitude : 17°03'W

Profondeur : 25 m  
 Faible houle - brise NW

1 m	22,91	35,70	24,48
10 m	22,83	-	-
20 m	21,71	-	-
22 m	21,71	-	-

Station N°2

Le 3 Juin 1962 - de 6h20' à 7h15'  
 Latitude : 13°40'N Longitude : 17°25'W

Profondeur ; 120 à 150 m  
 Forte houle hâchée - Vent : NNW 3  
 Courant vers l'est

1 m	24,63	35,87	24,13
10 m	24,58	35,70	24,02
20 m	24,63	35,64	23,97
30 m	24,53	35,70	24,03
40 m	20,67	35,59	25,05
50 m	18,96	35,31 +	25,29 +
75 m	18,44	35,59	25,63
100 m	17,99	35,59	25,74
150 m	14,46	35,37	26,38
200 m	13,00	35,26	26,81

Station N° 3

Le 3 Juin 1962 - de 14h à 15h40'  
 Latitude : 13°40' Longitude : 18°10'

Transparence (Secchi) : 24 m

Prof. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	Sigma t
1 m	26,11	35,93	23,84
10 m	26,09	35,91	23,99
20 m	26,03	35,88	23,70
30 m	23,51	35,81	24,42
40 m	19,41	35,74	25,50
50 m	17,65	35,59	25,82
75 m	15,78	35,56	26,25
100 m	14,77	35,46	26,32
150 m	13,50	35,34	26,57
200 m	12,85	35,25	26,72
300 m	11,24	35,12	26,84
400 m	11,04	35,21	26,96
500 m	9,90	35,17	27,12

Station N° 4

Le 4 Juin 1962 - de 0h 45' à 2h 20'

Latitude : 13° 40' N Longitude : 19° 12' W

Houle hâchée

Courant vers le SW

1 m	24,98	35,91	24,04
10 m	24,93	35,72	23,93
20 m	24,94	35,91	24,12
30 m	22,01	36,04	25,02
40 m	20,57	35,89	25,30
50 m	18,46	35,70	25,71
75 m	15,17	35,97 +	26,70 +
100 m	14,16	35,49	26,55
150 m	12,66	35,30	26,71
200 m	12,07	35,71	26,76
300 m	11,17	35,12	26,78
400 m	10,91	35,21	26,98
500 m	9,76	35,12	27,10

Station N° 5

Le 4 Juin 1962 - de 11h 10' à 12h 20'

Latitude : 13° 40' N Longitude : 20° 13' W

Transparence (Secchi) : 17 m

Mer houleuse - creux 3 m

Prof. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	Sigma <sub>t</sub>
--------------	---------------	-------------	--------------------

Nébulosité : 7-8

I m	24,41	35,95	24,25
10 m	24,40	35,88	24,20
20 m	24,35	35,93	24,26
30 m	24,34	35,96	24,29
40 m	21,42	35,81	25,01
50 m	17,11	35,81	26,13
75 m	14,22	-	-
100 m	13,32	35,35	26,52
150 m	12,46	35,52	26,93
200 m	11,78	35,15	26,68
300 m	10,77	35,07	26,89
400 m	10,38	35,14	27,01
500 m	9,40	35,07	27,12

Station N° 6

Le 4 Juin 1962 - à 20h05'

Latitude : 13°41'N - Longitude : 21°11'W

Vent : N force : 5 à 6

Houle : 2 à 3 m

Nébulosité : 4 - 5

I m	24,11	36,07	24,54
10 m	24,12	35,74 +	24,20 +
20 m	24,06	36,02	24,41
30 m	24,08	36,04	24,42
40 m	22,36	35,99	24,88
50 m	18,36	35,78	25,80
75 m	14,89	35,48	26,37
100 m	13,80	35,43	26,64
150 m	12,59	35,28	26,70
200 m	11,95	35,21	26,79
300 m	11,22	35,18	26,90
400 m	10,52	35,19	26,98
500 m	9,44	35,05	27,10

Prof. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	Sigma t
--------------	---------------	-------------	---------

## Station N° 7

Le 5 Juin 1962 - de 8h05' à 9h05'  
 Latitude : 12°17'N Longitude : 21°08' W

Vent : NNE (force 3)  
 Mer houleuse : (2-3)  
 Courant : SSW  
 Transparence (Secchi) : 18m50  
 Nébulosité : 6

1 m	24,60	35,95	24,19
10 m	24,59	35,89	24,16
20 m	24,56	35,84	23,99
30 m	24,56	-	-
40 m	18,94	35,74	25,63
50 m	16,20	35,59	25,17
75 m	14,47	35,39	26,40
100 m	13,04	35,37	26,52
150 m	12,62	35,28	26,70
200 m	11,94	35,22	26,79
300 m	10,91	35,16	26,93
400 m	10,10	35,10	27,03
500 m	8,00	34,97	27,13

## Station N° 8

Le 5 Juin 1962 - de 18h10' à 19h15'  
 Latitude : 12°17'N Longitude : 20° 04'W

Mer : faible houle hâchée (1m)  
 Vent : NNE  
 Courant : nul  
 Nébulosité : 5-6  
 Transparence (Secchi) : 21 m

1 m	26,23	35,89	23,64
10 m	26,22	35,87	23,64
20 m	26,03	35,89	23,73
30 m	22,84	35,91	24,69
40 m	19,62	35,88	25,55
50 m	15,82	35,62	26,29

Prof. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	Sigma <sub>t</sub>
75 m	14,45	35,45	26,46
100 m	13,90	35,41	26,54
150 m	12,75	-	-
200 m	12,36	35,25	26,72
300 m	11,19	35,14	26,86
400 m	10,78	35,17	26,97
500 m	9,65	35,12	27,21

Station N° 9

Le 6 Juin 1962 - de 4h20' à 5h20'  
 Latitude : 12°17'N Longitude : 19°2'W

Mer : faible houle  
 Vent : brise du N  
 Transparence (Secchi) 29,50 m

1 m	26,62	35,91	23,55
10 m	26,60	35,88	23,53
20 m	26,57	35,90	23,55
30 m	26,66	35,82	23,78
40 m	21,50	35,73	24,93
46 m	18,41	35,64	24,67
(50 m)	(17,80)	(35,62)	(25,80)
70 m	16,02	35,55	26,19
(75 m)	(15,80)	(35,53)	(26,25)
96 m	14,78	35,47	26,48
(100 m)	(14,60)	(35,45)	(26,50)
142 m	13,54	35,35	26,57
(150 m)	(13,40)	(35,34)	(26,60)
188 m	12,89	35,33	26,68
(200 m)	(12,70)	(35,33)	(26,70)
282 m	11,77	35,30	26,86
(300 m)	(11,70)	(35,28)	(26,88)
379 m	10,78	35,23	27,01
(400 m)	(10,50)	(35,20)	(27,03)
476 m	9,26	35,01	27,11
(500 m)	( 8,60)	(34,93)	(27,14)

Station N° 10

Le 6 Juin 1962 - de 14h40' à 15h40'

Prof. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	Sigma
--------------	---------------	-------------	-------

Latitude : 12°17'N      Longitude : 18°00'W

Transparance Secchi) : 34 m  
 Mer : moutonneuse      creux : 1 à 2 m.  
 Vent : force 3  
 Courant : jusqu'à 200 m léger courant N  
           au-dessous de 200 m courant S

1 m	26,92	35,79	23,37
10 m	26,84	35,79	23,48
20 m	26,75	35,77	23,40
30 m	26,71	35,79	23,42
40 m	22,44	35,73	24,67
50 m	20,41	35,77	25,27
75 m	17,03	35,70	26,07
100 m	15,81	35,46	26,11
150 m	14,26	35,45	26,51
200 m	13,36	35,30	26,55
300 m	11,93	35,23	26,80
400 m	11,22	35,52 +	27,15 +
500 m	10,00	35,19	27,12

Station N° II

Le 6 Juin 1962      -      de 20h55' à 21h30'  
 Latitude : 12°17'N      Longitude : 17°24'W

Fonds : 250 m  
 Mer : calme  
 Courant : nul  
 Vent : brise NW  
 Nébulosité : ciel couvert

1 m	25,62	35,71	23,75
10 m	25,60	35,74	23,70
20 m	25,11	-	-
30 m	25,08	35,64	23,82
40 m	21,88	-	-
50 m	21,77	35,63	24,48
75 m	20,32	35,68	25,21
100 m	16,65	35,62	26,09

Prof. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	Sigma t
150 m	14,55	35,66	26,60
200 m	13,85	35,34	26,50

Station N° I2

Le 6 Juin 1962 - de 23h25 à 23h40'  
 Latitude : 12°17' N Longitude : 17°11' W

Fonds : 30 m  
 Mer : calme  
 Courant : nul  
 Vent : brise  
 Nébulosité : ciel couvert

1 m	25,03	35,78	23,95
10 m	25,04	35,79	23,95
20 m	23,38	35,68	24,36
25 m	22,68	35,70	24,57

Station N° I3

Le 7 Juin 1962 - de 8h10' à 8h30'  
 Latitude : 11°33' N Longitude : 17°15' W

Fonds : 66 m  
 Mer : calme  
 Courant : nul  
 Vent : brisé  
 Nébulosité : 7  
 Transparence (Secchi) : 16 m

1 m	26,14	35,71	23,60
10 m	26,12	35,71	23,61
20 m	26,16	35,68	23,51
30 m	25,93	35,64	23,56
40 m	24,39	35,66	24,04
50 m	22,97	-	-
60 m	22,25	35,68	24,68

Prof. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	Sigma t
--------------	---------------	-------------	---------

Station N° 14

Le 7 Juin 1962 - de 14h55' à 15h40'  
 Latitude : 10°48'N Longitude : 17°13'W

Fonds : 210 m  
 Transparence (Secchi) : 24,5 m  
 Mer : calme - houle longue  
 Vent : brise  
 Couleur : bleu du Sud  
 Nébulosité : 3

1 m	28,51	35,61	22,50
10 m	27,47	35,62	22,96
20 m	25,40	35,61	23,70
30 m	24,25	35,64	24,07
40 m	22,54	35,33 +	24,34 +
50 m	21,00	35,70	25,04
75 m	19,69	35,68	25,37
100 m	18,12	35,66	25,77
150 m	15,08	-	-
200 m	13,13	35,30	26,64

Station N° 15

Le 7 Juin 1962 - de 21h45' à 13h  
 Latitude : 10°48'N Longitude : 17°57'W

Mer : calme - houle 1m longue

1 m	28,15	-	-
10 m	28,21	35,73	22,90
20 m	27,80	35,95	23,19
30 m	27,41	35,95	23,43
40 m	24,82	35,99	24,16
50 m	21,32	35,94	25,14
75 m	17,03	35,70	26,07
100 m	15,68	35,62	26,32
150 m	14,01	35,48	26,57
200 m	12,20	35,40	26,90
300 m	11,76	35,21	26,83



Prof. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	Sigma-t
400 m	10,60	35,21	27,03
500 m	9,79	35,16	27,73

Station N°16

Le 8 juin 1962 - de 7h35' à 8h50'  
 Latitude : 10°48'N Longitude : 19°00'W

Mer : faible houle (1 à 2 m)  
 Vent : N force 3  
 Courant : SSE  
 Nébulosité : 3-4  
 Transparence (Secchi) : 26 m verticale  
 Couleur : bleu 30 m oblique

I m	27,43	35,87	23,27
10 m	27,44	35,84	23,23
20 m	27,27	35,86	23,93
30 m	22,39	35,74	24,70
40 m	20,73	35,73	25,14
48,5 m	18,49	35,71	25,75
(50 m)	(18,35)	(35,71)	(25,70)
74 m	16,67	35,62	26,29
(75 m)	(16,50)	(35,62)	(26,09)
99 m	15,11	35,46+	26,32 +
(100 m)	(14,95)	(35,46)	(26,32)
148 m	13,43	35,32	26,56
(150 m)	(13,35)	(35,31)	(26,56)
200 m	12,52	35,07+	26,56 +
300 m	11,21	35,07	26,81
400 m	10,06	35,01	26,98
500 m	8,92	34,96	27,11

Station N°17

Le 8 juin 1962 - de 17h50' à 18h50'  
 Latitude : 10°48'N Longitude : 20°03'W

Transparence (Secchi) : 19,5 m  
 Mer : faible houle longue (I-2)

Prof. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	Sigma t
1 m	26,92	35,93	23,45
10 m	26,61	35,89	23,49
20 m	23,67	35,88	24,04
30 m	19,04	35,75	25,61
40 m	17,66	36,51 +	26,52 +
50 m	16,54	35,62	26,13
75 m	14,50	35,48	26,46
100 m	13,66	35,39	26,58
150 m	12,57	35,26	26,70
200 m	11,54	35,14	26,80
300 m	10,95	35,14	26,91
400 m	10,20	35,14	26,91
500 m	8,91	35,02	27,17

Station N° 18

Le 12 Juin 1962 - de 4h35' à 4h45'  
 Latitude : 14°75' N Longitude : 17°50' W

Fonds : 30 m  
 Mer : calme

1 m	23,22		
10 m	22,90	35,77	24,67
20 m	22,08	35,75	24,84
25 m	21,48	35,75	24,95

Station N° 19

Le 12 Juin 1962 - de 9h30' à 10h30'  
 Latitude : 14°66' N Longitude : 17°66' W

Fonds : plus de 250 m  
 Transparence (Secchi) : 26 m  
 Mer : calme - faible houle  
 Vent : NNW  
 Courant : ENE  
 Nébulosité : 8

1 m	25,78	35,87	23,78
10 m	25,72	35,82	23,82

Prof. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	Sigma
20 m	25,70	35,84	23,78
30 m	22,85	35,79	24,59
40 m	21,95	35,67	24,77
50 m	21,04	35,71	25,05
75 m	19,38	35,65	25,45
100 m	18,78	35,62	25,57
150 m	16,71	35,57	26,04
200 m	14,34	35,39	26,43

Station N° 20

Le 12 Juin 1962 - de 19h05 à 20h10'  
 Latitude : 14°75'N Longitude : 18°65'W

Transparence (Secchi) = 21,5 m  
 Mer : calme - houle du NNE  
 Courant : SSE (près de 1 noeud)  
 Vent : brise du N  
 Vitesse : 8

1 m	24,91	35,93	24,10
10 m	24,73	35,88	24,10
20 m	24,55	35,88	24,16
30 m	24,35	-	-
40 m	20,36	35,82	25,31
50 m	17,65	35,71	25,92
75 m	14,64	35,46	26,42
100 m	13,86	35,41	26,55
150 m	12,93	35,44	26,78
200 m	12,64	35,25	26,73
300 m	11,67	35,25	26,85
400 m	11,26	35,32	26,99
500 m	10,02	35,17	27,11

Station N° 21

Le 13 Juin 1962 - de 5h10' à 6h10'  
 Latitude : 14°85'N Longitude : 19°65'W

Mer : calme  
 Vent : brise du N  
 Courant : nul

Prof. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	Sigma t
Nébulosité : 8			
Transparence (Secchi) : 19 m à 7h35'			
Couleur : bleu-vert			
1 m	24,91	36,00	24,15
10 m	24,84	35,95	24,13
20 m	24,74	35,95	24,16
30 m	23,21	35,91	24,58
40 m	17,51	35,77	25,96
50 m	17,03	35,97	26,27
75 m	14,86	35,72	26,98
100 m	13,76	35,46	26,61
150 m	12,53	35,43	26,83
200 m	11,93	35,25	26,80
300 m	10,90	35,15	26,86
400 m	10,54	32,20	27,00
500 m	9,43	35,17	27,20

Station N° 22

Le 13 Juin 1962 - de 14h35' à 15h40'  
 Latitude de: 14°55'N Longitude : 20°64'W.

Mer : houle courte (creux : 2 m)  
 Vent : N force 2  
 Courant : presque nul  
 Nébulosité : 3  
 Transparence : 15 m.  
 Couleur : bleu-vert

1 m	24,39	36,02	24,52
10 m	23,72	35,94	24,46
20 m	23,51	35,91	24,49
30 m	23,45	36,02	24,60
40 m	23,35	36,04	24,64
50 m	22,37	36,06	24,93
75 m	16,18	35,48	26,09
100 m	13,84	35,41	26,56
150 m	12,35	35,29	26,77
200 m	11,71	35,18	27,02
300 m	11,02	35,17	26,94
400 m	10,28	35,17	27,06
500 m	9,13	35,08	27,18

Prof. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	Sigma t
--------------	---------------	-------------	---------

Station N° 23

Le 14 Juin 1962 - de 0h40' à 1h30'  
 Latitude : 15° N Longitude : 21° 63'W

Mer : houle courte (creux : 2 m)  
 Vent : NE force : 3.  
 Courant : Sud (1 à 1,5 noeuds)

1 m	23,70	36,12	24,67
10 m	23,64	36,08	24,57
20 m	23,57	36,06	24,61
30 m	23,42	36,06	24,63
40 m	22,94	36,00	24,73
50 m	22,22	36,06	24,75
75 m	18,99	36,08	25,86
100 m	17,13	35,59	25,95
150 m	14,17	35,74	26,76
200 m	13,46	35,57	26,76
300 m	11,84	35,55	27,07
400 m	10,42	35,26	27,10
500 m	9,31	31,17	27,22

Station N° 24

Le 14 Juin 1962 - de 10h15' à 11h15'  
 Latitude : 15°08'N Longitude : 22°68'W

Mer : houle hâchée  
 Vent : NNE force 6.  
 Courant : SSW 1 à 1,5 noeuds  
 Nébulosité : 7  
 Transparence (Secchi) : 35 m  
 Couleur : bleue.

1 m	22,89	36,18	24,79
10 m	22,87	36,18	24,80
20 m	22,85	36,11	24,83
30 m	22,68	36,26	24,99
40 m	22,29	36,32	25,22

Prof. (m)	Temp. (‰)	Sal. (‰)	sigma-t
50 m	21,19	-	-
75 m	16,22	35,75	25,37
100 m	14,88	35,71	26,56
150 m	13,11	35,70	26,83
200 m	11,84	35,18	26,96
300 m	11,11	35,23	26,98
400 m	10,37	35,17	27,01
500 m	9,61	35,52 +	27,44

Station N° 25

Le 14 Juin 1962 - de 14h15' à 15h  
 Latitude : 15°12'N Longitude : 23°04'W

Fonds : 240 m  
 Mer : houle courte hâchée (creux : 2 m)  
 Vent : NNE (force 5)  
 Courant : SSW (1 noeud)  
 Nébulosité : 8

1 m	23,15	36,24	24,84
10 m	23,00	36,24	24,89
20 m	22,87	36,38	25,07
30 m	22,79	36,20	24,92
40 m	21,53	36,04	25,15
50 m	20,54	36,09	25,47
75 m	16,28	35,68	26,22
100 m	15,49	35,64	26,37
150 m	13,48	35,86	26,98
200 m	12,46	35,41	26,84

Station N° 26

Le 14 Juin 1962 - de 18h50' à 19h55'  
 Latitude : 14°80'N Longitude : 23°43'W

Fonds : ? (plus de 600 m)  
 Mer : moutonneuse - houle courte hâchée  
 Vent : NNE force 6-7  
 Courant : SSW (1 à 1,5 noeuds)  
 Nébulosité : 7

Prof. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	Sigma t
Transparence (Secchi) : 23 m			
Couleur : bleue			
1 m	23,74	36,09	24,57
10 m	23,82	36,00	24,48
20 m	23,76	36,02	24,43
30 m	23,23	36,02	24,66
40 m	21,10	36,04	25,27
50 m	20,17	36,10	26,58
75 m	17,92	36,34	26,39
100 m	15,60	36,28	26,90
150 m	13,68	35,50	26,66
200 m	12,66	35,35	26,68
300 m	11,43	35,25	26,90
400 m	10,51	35,17	26,93
500 m	9,56	35,07	27,09
<u>Station N° 27</u>			
Le 15 Juin 1962 - de 10h à 10h55'			
Latitude : 15°07'N Longitude : 23°82'W			
Mer : moutonneuse - houle courte hâchée (creux : 2 m)			
Vent : NNE			
Nébulosité : couvert diffus			
Transparence : 25 m couleur : bleue			
1 m	23,73	36,11	24,58
10 m	23,26	36,11	24,72
20 m	23,31	35,86 +	24,52 +
30 m	22,88	36,11	24,82
40 m	21,77	36,17	25,39
50 m	20,89	36,14	25,52
75 m	17,75	36,08	26,17
100 m	15,91	35,95	26,52
150 m	13,36	35,59	26,79
200 m	12,75	35,48	26,83
300 m	11,14	35,36	27,06
400 m	10,00	35,17	27,11
500 m	9,32	35,10	27,16

Prof. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	Sigma-t
--------------	---------------	-------------	---------

Station N°28

Le 15 juin 1962 - de 15h à 16h  
 Latitude : 15°44'N Longitude : 23°65'W

Mer : moutonneuse - houle courte hâchée  
 Vent : NE 1/4 E (Force 5 à 6)  
 Courant : S W (1 à 1,5 nœuds)  
 Nébulosité : 5  
 Transparence : 18 m. (couleur bleue)

1 m	23,28	36,17	24,76
10 m	23,21	36,17	24,78
20 m	23,16	36,13	24,78
30 m	23,07	35,97	24,68
40 m	22,89	36,17	24,87
50 m	21,44	36,49	25,53
75 m	18,84	36,32	26,10
100 m	17,91	36,20	26,24
150 m	15,18	35,55	26,38
200 m	13,64	35,64	26,77
300 m	11,64	35,36	26,97
400 m	10,22	35,23	27,11
500 m	9,42	35,16	27,19

Station n° 29

Le 16 juin 1962 - de 0h10 à 1h00  
 Latitude : 16°18'N Longitude : 23°50'W

Mer : houle hâchée (creux : 2 m)  
 Courant : S W 1/4 S (voisin de 1 nœuds)

1 m	22,62	36,25	25,01
10 m	22,79	36,21	24,93
20 m	22,63	36,26	25,15
30 m	22,68	36,22	24,96
40 m	22,62	36,22	24,98
50 m	22,49	36,18	25,01
75 m	18,67	35,93	25,76
100 m	17,06	35,86	26,19
150 m	15,05	35,73	26,56



Prof. (M)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	Sigma <sub>t</sub>
200 m	13,85	35,66	26,74
300 m	11,74	35,64	27,15
400 m	10,52	35,68	27,41
500 m	9,33	35,21	27,26

Station N° 30

Le 16 juin 1962 - de 10h40' à 11h5'  
 Latitude : 16°87'N Longitude : 23°30'W

Mer : houle hâchée - creux 3 m  
 Vent : N/E I/4 N (force 5)  
 Courant : S W I/4 (voisin de In  
 Nébulosité : 7  
 Transparence (Secchi) = 24 m couleur : bleu

1 m	22,46	-	-
10 m	22,46	36,24	25,04
20 m	22,44	36,23	25,05
30 m	22,41	36,26	25,16
40 m	22,37	36,53	25,29
50 m	21,57	36,51	25,50
75 m	19,87	36,47	25,41
100 m	18,63	36,36	26,19
150 m	13,96	35,79	26,82
200 m	13,56	35,63	26,45
300 m	12,22	35,71	27,11
400 m	10,64	35,21	26,85
500 m	9,89	35,23	27,17

Station N° 31

Le 16 juin 1962 - de 20h.35' à 21h.55'  
 Latitude : 17°N Longitude : 22°17'W

Mer : houle hâchée (creux : 3 m )  
 Vent : N E force : 5 à 6  
 Courant : S W (voisin de 1 noeud)

1 m	22,60	36,18	24,98
10 m	22,56	36,26	24,99
20 m	22,60	36,27	25,03
30 m	22,60	-	-

Prof. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	sigma <sub>t</sub>
40 m	22,60	36,28	25,03
46 m	22,50	36,08	24,90
(50 m)	(22,30)	(36,01)	(24,91)
70 m	20,58	36,18	25,53
(75 m)	(19,50)	(36,18)	(24,72)
98 m	16,20	35,92	26,44
(100 m)	(16,10)	(35,90)	(25,56)
142 m	14,55	35,71	26,63
(150 m)	(14,40)	(35,70)	(26,51)
200 m	13,77	35,62	26,76
300 m	12,39	35,44	26,87
400 m	11,36	35,42	27,06
500 m	9,73	35,11	27,10

Station N° 32

Le 17 juin 1962 - de 6h.35' à 7h.30'  
 Latitude : 16° 80' N Longitude : 21° 20' W

Mer : creux 2 à 3 m - faible clapotis - houle longue  
 Courant : S W (0,5 N)  
 Visibilité : couvert diffus  
 Transparence (Secchi) : 14 m

1 m	22,71	36,10	24,87
10 m	22,69	-	-
20 m	22,69	35,90	24,72
30 m	22,57	36,00	24,84
40 m	22,41	36,18	25,11
50 m	19,24	36,18	25,09
75 m	15,71	35,95	26,56
100 m	14,60	35,67	26,59
150 m	13,20	35,45	26,79
200 m	12,43	35,46	26,88
300 m	11,63	-	-
400 m	10,22	35,32	27,18
500 m	9,43	35,12	27,16

Station N° 33

Le 17 juin 1962 - de 17h.45' à 18h.30'  
 Latitude : 16° 58' N Longitude : 20° 17' W

Mer : forte houle hâtée - creux 2 à 3 m.  
 Vent : NE force 5 à 6

Prof. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	sigma-t
--------------	---------------	-------------	---------

Courant : S W (0,8n)  
 Nébulosité : 7  
 Transparence (Secchi) : 16 m couleur bleu-vert foncé

1 m	22,79	35,99	24,75
10 m	22,70	35,95	24,77
20 m	22,64	36,04	24,83
30 m	22,54	36,02	24,86
40 m	22,56	36,02	24,86
50 m	16,52	35,70	26,18
75 m	14,72	35,53	26,46
100 m	13,92	35,30	26,45
150 m	12,59	35,30	26,55
200 m	12,25	35,31	26,60
300 m	11,65	35,30	26,70
400 m	11,04	35,25	26,98
500 m	10,03	35,35	27,24

Station N° 34

Le 18 Juin 1962 - de 3h00' à 4h05'  
 Latitude : 16°46'N Longitude : 19°20'W

Mer : houle longue (1 à 2 m)  
 Vent : NNE - force 2  
 Courant : SW (0,1 à 0,3 noeuds)

1 m	22,62	35,99	24,80
10 m	22,61	36,06	24,86
20 m	22,45	36,08	24,98
30 m	21,05	36,24	25,45
40 m	17,64	35,71	25,96
50 m	14,88	35,53	26,39
75 m	14,05	35,35	26,26
100 m	13,49	35,37	26,39
150 m	12,81	35,39	26,62
200 m	12,27	35,55	26,97
300 m	11,67	35,51	27,10
400 m	10,62	35,26	27,17
500 m	9,53	35,17	27,11

Prof. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	Sigma-t
--------------	---------------	-------------	---------

Station N°35

Le 18 juin 1962 - de 12h35' à 13h30'  
 Latitude ; 16°30'N Longitude : 18°29'W

Mer : longue houle ; creux 3 m  
 Vent : N force 2-3  
 Courant : presque nul (SSE)  
 Nébulosité : couvert diffus  
 Transparence (Secchi) : 17 m - couleur bleu-vert

1 m	23,12	35,95	24,44
10 m	22,98	36,10	24,79
20 m	22,69	35,94	24,76
30 m	17,97	35,71	25,83
40 m	16,62	35,61	26,10
50 m	15,49	35,56	26,32
75 m	14,56	35,50	26,48
100 m	13,97	35,43	26,53
150 m	13,11	35,35	26,66
200 m	12,65	35,38	26,69
300 m	12,80	-	-
400 m	11,06	35,25	26,98
500 m	10,94	35,39	27,10

Station N°36

Le 18 juin 1962 - de 21h50' à 22h50'  
 Latitude : 16°10'N Longitude : 18°70'W

Mer : longue houle (2m)  
 Vent : N (force : 2)  
 Courant : presque nul

1 m	23,73	36,10	24,79
10 m	23,63	35,99	24,61
20 m	22,59	35,91	24,76
30 m	19,06	35,79	25,64
40 m	15,81	35,59	26,26
50 m	15,18	35,52	26,44
75 m	14,48	35,43	26,42

Prof. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	sigma-t
100 m	13,95	35,35	26,48
150 m	13,20	35,34	26,63
200 m	12,56	35,26	26,70
300 m	11,83	35,25	26,82
400 m	11,19	35,24	26,94
500 m	9,94	35,16	27,09

Station N°37

Le 19 juin 1962 - de 3h15' à 4h10'  
 Latitude : 16°05'N Longitude : 16°90'W

Fonds : 380 m  
 Mer : faible houle (1 à 2 m)  
 Vent : NW (force 2)  
 Courant : NE - dérive nulle

1 m	24,35	35,96	24,29
10 m	24,00	36,08	24,47
20 m	23,72	36,03	24,52
30 m	23,27	36,02	24,68
40 m	21,46	35,91	25,06
50 m	18,58	35,77	25,73
75 m	16,52	35,58	26,04
100 m	15,70	35,66	26,34
150 m	14,48	35,41	26,41
200 m	13,73	35,37	26,55
300 m	12,90	35,36	26,69
350 m	12,11	35,29	26,60

Station N°38

Le 19 juin 1962 - de 15h à 15h15'  
 Latitude : 16°N Longitude : 16°65'W

Mer : calme faible houle (50 cm 1 m)  
 Courant : NNE (faible 0,2 n)  
 Nébulosité : couvert diffus  
 Transparence (Secchi) : 9 m couleur verte

1 m	25,66	35,97	23,96
10 m	25,45	35,90	23,90
20 m	25,24	35,91	24,03
25 m	25,19	35,79	23,87

Prof. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	sigma <sub>t</sub>
--------------	---------------	-------------	--------------------

Station N°39

Le 26 juin 1962 - de 1h.30' à 1h.50'  
 Latitude : 14°90'N Longitude : 17°10'W

Fonds : 120 m  
 Mer : calme. faible houle  
 Vent : NW (faible 1-2)  
 Courant : SW faible  
 Nébulosité : 5

1 m	25,82	35,88	23,76
10 m	25,81	35,86	23,75
20 m	24,55	35,84	24,13
30 m	23,30	35,82	24,46
40 m	22,49	35,81	24,71
50 m	20,04	35,68	25,29
75 m	15,44	35,52	26,31
100 m	14,88	35,40 +	26,33 +

Station N°40

Le 20 juin 1962 - de 2h20' à 2h40'  
 Latitude : 14°93'N Longitude : 17°15'W

Fonds : 320 m.

1 m	25,81	
300 m	11,38	

Station N°41

Le 20 juin 1962 - de 3h20' à 4h  
 Latitude : 14°95'N Longitude : 17°20'W

Fonds : 540 m  
 Mer : calme  
 Vent : NW faible  
 Courant : SW faible

Prof. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	sigma-t
1 m	25,79	35,86	23,77
10 m	25,76	35,88	23,78
20 m	25,75	35,96	23,81
30 m	25,44	35,86	23,79
40 m	21,88	35,75	24,83
50 m	20,51	35,70	25,17
75 m	17,81	35,64	25,83
100 m	15,36	35,55	26,35
150 m	14,16	35,44	26,43
200 m	13,77	35,41	26,56
300 m	12,62	35,34	26,75
400 m	10,86	35,21	26,98
500 m	9,06	35,07	27,19

Station N°42

Le 26 juin 1962

de 5h 15' à 6h 10'

Latitude : 15°N

Longitude : 17°42'W

Fonds : supérieurs à 4000 m

Mer : calme

Vent : N W faible

Courant : Sud faible

1 m	25,71	35,84	23,83
10 m	25,64	35,93	23,67
20 m	25,54	35,86	23,85
30 m	23,63	35,75	24,34
40 m	21,79	35,70	24,82
50 m	19,23	35,67	25,49
75 m	16,79	35,59	26,04
100 m	15,76	35,53	26,23
150 m	14,58	35,46	26,43
200 m	13,87	35,44	26,66
300 m	12,72	35,34	26,76
400 m	12,04	35,34	26,87
500 m	10,10	35,17	27,09

MEASURES ADOPTED.

Temp. : Température donnée en degrés centigrades - valeur " in situ ".

Sal. : Salinité en grammes de sel par kilogramme d'eau de mer.

Sigma-t : Index de densité, en grammes au litre.

Les valeurs entre parenthèses sont les valeurs interpolées d'après  
les courbes de température, salinités et Sigma-t.

Les valeurs suivies d'une astérique, sont douteuses, après examen des  
courbes T-S.



### DISTRIBUTION DE SURFACE

Les distributions superficielles des températures, salinités et densités ont été représentées dans les cartes 2, 3 et 4. Elles montrent toutes les trois une similitude de répartition en épi faisant apparaître le phénomène de réchauffement et de dessalure des eaux à partir d'une région située au sud du 10ème parallèle et à l'est du méridien 18° Ouest.

#### Températures

Les températures varient en latitude de 23° à la hauteur du parallèle 16° Nord à 28° au parallèle 11° Nord et en longitude de 23° au méridien 24° Ouest à un peu plus de 26° au méridien 18° Ouest.

Un fait marquant en cette saison est l'inversion dans la répartition en latitude de la température : alors qu'au Nord de la Presqu'île du Cap-Vert, nous trouvons sur la côte des eaux à une température légèrement supérieure à 25°, au Sud de cette même presqu'île les eaux froides subsistent (température inférieure à 23°). Le gradient de température est élevé entre le 17ème et le 18ème degré de longitude Ouest. Nous verrons plus loin que ceci est dû à un upwelling.

#### Salinités

Elles se répartissent suivant quatre axes :

- l'axe presqu'île du Cap-Vert - île de Sal : 36,20 ‰ au méridien de Sal et un peu moins de 35,90 ‰ au Cap-Vert.

- l'axe constituant le prolongement Sud-Est de l'île de San Thiago. La salinité est de 36,20 ‰ à la hauteur de San Thiago et diminue jusqu'à 35,60 ‰ au méridien 18° Ouest.

- l'axe coïncidant avec le méridien 17°40 Ouest et s'arrêtant au Sud de la presqu'île du Cap-Vert : 35,60 ‰ à la latitude 11° Nord et augmentant jusqu'à une valeur supérieure à 35,80 ‰ à la hauteur de Dakar.

.../...

- l'axe partant de la presqu'île du Cap-Vert parallèlement à la côte, vers le Nord. La salinité d'une valeur supérieure à 35,80 à 36,10 au parallèle 16°30' Nord.

Vers la côte, au Sud du Cap-Vert nous avons une dessalure (salinité légèrement inférieure à 35,70).

#### Densités.

Les isopycnes de surface suivent le profil des isothermes et des isohalines.

Les sigma-t varient de 22,50 à 25,00.

Des eaux relativement légères progressent en coin vers le Nord dans des eaux de densité assez élevée. A la hauteur du 11ème degré Nord et du 17ème degré Ouest la densité est de 22,5 ; elle s'élève progressivement vers le Nord - Ouest pour atteindre 25,00. Au Sud du Cap-Vert et vers l'Est la densité augmente jusqu'à atteindre 24,4 (phénomène d'upwelling).

REPARTITION VERTICALE

Les répartitions verticales des températures, salinités et Sigma-t sont consignées sur les figures de I à I8.

Températures

Au niveau de la radiale n° I, l'orientation des isothermes sépare deux zones différentes situées de part et d'autre d'un point dont les coordonnées sont : lat. I6°21'N, G I8°54'W.

- A l'Ouest de ce point les couches superficielles sont occupées par des eaux à peu près isothermes, légèrement supérieures à 22° dont l'épaisseur est de 46 m au nord de l'archipel du Cap-Vert et passe par un maximum de 60 m à la station 3I.

- Au point indiqué, l'épaisseur de cette couche supérieure à 22° est de I8 m.

- Vers l'est la température en surface passe de 23° centigrades à plus de 25° sur la côte. A l'est de la station 36 les courbes plongent, l'isotherme de 23° passant de I8 m (station 36) à 60 m (sur la côte).

Nous avons donc la preuve de deux mouvements anticycloniques l'un apportant les eaux froides venant du nord, l'autre représentant les eaux chaudes tropicales venant du sud.

A l'Ouest entre les stations 32 et 33 ainsi qu'entre 30 et 3I les courbes s'élèvent vers la surface montrant l'existence de deux mouvements cycloniques secondaires.

A l'intérieur de l'archipel du Cap-Vert, les couches supérieures sont occupées par des eaux relativement isothermes, inférieures à 23° à la station 29 et au nord de celle-ci, supérieures à 23° plus au sud. Elles appartiennent au courant froid venant du Nord.

A la coupe 3, on note, en surface, un étalement vers l'Ouest des eaux chaudes venant du sud. (maximum de température légèrement supérieur à 25°)

Les isothermes sont très espacés. Leur profil est à peu près le même que sur la radiale n° 1 mais on remarque sur la côte une très forte inclinaison vers le haut accompagnée d'un resserrement des isothermes de 25 à 22°. En surface la température varie de 4° en quelques milles : c'est l'upwelling côtier de la région sud de la presqu'île du Cap-Vert. Ces eaux ont une origine relativement peu profonde : 30 à 50 mètres.

Les coupes n° 4 et 5 rappellent la coupe n° 3.

- Les couches superficielles sont occupées par des eaux chaudes; le maximum est légèrement supérieure à 25° à la coupe n° 4 et supérieur à 26° à la coupe n° 5.

- Le courant froid tend à disparaître en surface.

- Les isothermes sont fortement redressés dans la région côtière de l'upwelling.

A la hauteur des Bissagos (radiale n° 6), les eaux chaudes occupent toute la surface. Le maximum supérieur à 28° se situe entre les stations I4 et I6.

Au-dessous de ces eaux superficielles on note partout une zone à fort gradient de température : la thermocline.

Sur la radiale n° 1, par exemple, on passe de 22° à 17° en moins de 10 m en certains points tels que les stations 32, 33, 35 et 36. A l'Ouest de la station 31 le refroidissement est moins brutal; il s'étale sur 70 m. Alors que nous trouvons une température de 17° à 30 m au voisinage de la station 34, les mêmes eaux à 17° se retrouvent à 115 mètres à la station 30.

A l'intérieur de l'archipel, sur la radiale n° 2 de direction nord-sud, 2 thermoclines apparaissent :

- Une thermocline supérieure entre les niveaux 40 et 80 m (passage de 22° à 19°) aux stations 27 et 29.

.../...

- Une thermocline inférieure entre les niveaux 90 et 120 m (passage de 19° à 16°) à la station 30. Elles correspondent, la première aux eaux du courant canarien, la deuxième à la couche supérieure de l'Eau Centrale Nord-Atlantique.

Dans les couches profondes les isothermes sont en général parallèles à la thermocline. On retrouve les courants observés en surface.

- Sur la radiale n°3, le profil des courbes indique que le courant venant du nord se fait sentir à l'ouest de la station 22 jusqu'au niveau de 400 m.

- Sur les radiales n° 4 et n° 5, ce même courant froid disparaît de la surface. Une inflexion vers le bas des isothermes inférieures à la thermocline, à l'ouest de la station 5, prouve qu'il existe toujours en profondeur.

Sur la radiale n°2, le profil des isothermes jusqu'à 250 m montre qu'il existe entre les îles de San Nicolao et de San Tiago, deux zones cycloniques séparées par une zone anticyclonique.

La température minimum observée à toutes les stations entre 400 et 500 m de profondeur est 10° parfois 9 (Station 7 sur la radiale n° 5, stations 16 et 17 sur la radiale n° 6).

#### SALINITES

A la hauteur et immédiatement au sud des îles du Cap-Vert, les isohalines de surface des radiales n° 1 à 6 donnent une idée assez précise des transports de masses d'eau.

La disposition générale, observée précédemment dans l'étude des températures se retrouve ici : existence de deux mouvements

.../...

principaux, l'un à l'est de direction sud-nord, l'autre à l'ouest de direction nord-sud.

- Le courant d'origine sud amène des eaux à faible salinité (inférieure à 36 ‰). Il occupe la zone située à l'est de la station 32 sur la radiale n° 1, à l'est de la station 21 sur la radiale 3 et toute la coupe au niveau des radiales 4 et 5. Des noyaux plus salés se rencontrent cependant dans ces eaux à la hauteur de la radiale N° 1. Ils plongent tous vers l'ouest ~~en direction du courant d'origine nord~~ (maximum de 36,50 ‰ à la station 30 entre 40 et 60 m au-dessous de la surface).

- Les eaux les plus salées venant du nord sont localisées au voisinage des îles (maximum de 36,30 ‰ entre 10 et 30 m sur la radiale 3 au niveau de l'île de Sal).

Dans l'archipel du Cap-Vert, les eaux de surface sont supérieures à 36 ‰ avec des noyaux à maximum de 36,50. Les isohalines présentent à peu près le même schéma que les isothermes.

Au sud de la radiale N° 3, le courant nord-sud disparaît de la surface mais on le retrouve parfois en profondeur sous forme de noyaux salés (radiale n° 4 entre les stations 4 et 6).

La disposition de détail est respectée comme la disposition générale, ainsi sur la radiale n° 1, entre les stations 32 et 34 nous retrouvons le petit contre-courant sud-nord amenant dans la masse salée une dessalure de — eaux de surface.

Sur la côté on reconnaît les eaux de l'upwelling dont la salinité est inférieure à 35,80 ‰.

Le gradient de salinité est moins marqué que le gradient de température. Il est assez net cependant pour constituer une halocline.

Sur la radiale N° 1 par exemple, sur 10 à 30 m on passe de l'isohaline 35,90 à l'isohaline 35,60. L'halocline plonge vers l'ouest et vers l'est de part et d'autre de la station 35. Elle passe de 20 à 40 m vers l'est et de 20 à 100 m (station 31) en direction de l'ouest. Sur la radiale n° 3 l'halocline s'enfonce jusqu'à 160 m à la station 23.

Au niveau des Bissagos l'halocline disparaît.

.../...

Dans les couches profondes, à toutes les latitudes, les isohalines sont plus écartées. Partout on note une superposition de noyaux salés et dessalés, ~~montrant un manque d'homogénéisation, témoin de la non turbulence des eaux : le mélange se fait sur un plan horizontal.~~

### Densités

Le profil des isopycnes est à peu de choses près le même que celui des isothermes.

La pycnocline se confond avec la thermocline, et, comme elle, se retrouve sur toutes les coupes.

Le gradient de densité est d'une façon générale très élevé. Sur la radiale n° I par exemple, au niveau des deux branches du courant froid venant du nord, les  $\sigma_t$  passent de 24,90 à 26,20 en 8 m à la station 33, et de 24,80 à 26,00 en 10 m à la station 35.

La pycnocline se situe en général entre 20 et 60 m de profondeur mais il faut noter deux exceptions : en direction des îles du Cap-Vert elle plonge et tend à se diviser ou disparaître, et au sud de la presqu'île du Cap-Vert elle se redresse fortement vers le haut (zone d'upwelling).

Sur la radiale n° 2 des îles du Cap-Vert, nous retrouvons une double pycnocline correspondant à la double thermocline mise en évidence précédemment. Au sud, au niveau de la station 27, elle se situe entre 30 et 40 m, et les couches se resserrent entre les isopycnes 24,80 et 25,40. Dans le nord, près de la station 30, la pycnocline est entre 80 et 95 m de profondeur et s'étend de 25,50 à 26,00.

Au dessus de la pycnocline, dans les couches superficielles de nombreux noyaux à forte densité plongent vers l'ouest. Les  $\sigma_t$  maximum relevés à ce niveau sont de 25,00 entre 40 et 60 m de profondeur à la station 3I (coupe n° I) et de 23,70 entre 10 et 20 m à la station IO de la coupe n° 5.

.../...

Au dessous de la pycnocline l'espacement des isopycnes est plus grand qu'au dessus. On atteint un sigma-t de 27,10 à 27,20 à 500 m de profondeur.

Sur toutes les radiales, entre 100 et 500 m existent des noyaux très denses.

- Radiale n° 1 - entre les stations 30 et 31, de 150 à 170 m : sigma-t supérieur 26,80.

- entre les stations 30 et 31, de 300 à 330 m : sigma-t supérieur à 27,10.

- Radiale n° 3 - à la station 25, entre 160 et 180 m, sigma-t supérieur à 27,00.

- entre les stations 22 et 24, au niveau de 150 à 190 m, sigma-t supérieur à 26,80.

- station 21, entre 70 et 85 m sigma-t supérieur à 26,90.



TOPOGRAPHIE DE LA THERMOCLINE (NIVEAU SUPERIEUR) - CIRCULATION SUPERFICIELLE

Le profil des isothermes, isohalines et isopycnes de surface (cartes n° 2, 3 et 4) donnent un aperçu de la circulation superficielle. Afin de préciser le courant géostrophique, nous avons représenté dans la carte n°5 la topographie de la thermocline à son niveau supérieur.

Les calculs d'anomalies dynamiques n'étant pas encore terminés nous les publierons dans une prochaine note.

Le phénomène marquant en cette saison est la progression vers le nord de masses d'eau venant de la région guinéenne. Nous verrons plus loin de quelle eau il s'agit.

Alors que pendant tout l'hiver boréal les courants avaient dans ce secteur une direction sud sud-ouest, nous avons en juin un contre-courant chaud de direction nord. Au sud de la presqu'île du Cap-Vert, il est d'une part écarté du littoral par l'upwelling qui amène des eaux froides en surface, d'autre part, dévié vers l'ouest en raison de la topographie côtière. Au nord de cette même presqu'île, il s'insinue en coin entre les eaux froides et la côte qu'il baigne jusque la latitude de 16° Nord.

A la hauteur des îles du Cap-Vert une autre branche du contre-courant chaud se fait sentir jusqu'à la latitude de 15°30' nord.

ETUDE DES MASSES D'EAU

Après l'examen des droites T-S, nous avons construit les diagrammes correspondant à des régions nettement différenciées par leurs caractères physico-chimiques (cf. figure n° 19, 20 et 21)

Dans la figure n°19 ont été portés les résultats des températures et salinités correspondant à la zone placée sous l'influence du contre-courant "chaud" (Stations 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 20 et 21).

La figure n°20 représente les caractéristiques de la tranche d'eau du secteur placé sous l'influence du courant canarien (Stations 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, et 34).

Le 3ème diagramme donne le schéma des caractères physicochimiques de la zone intermédiaire (Stations 6, 22, 35, 36 et 37).

I - ETUDE GENERALE

SECTEUR "CHAUD"

Dans les diagrammes et sur les courbes T-S des différentes stations trois couches apparaissent :

- Une couche superficielle que nous nommerons provisoirement "eau tropicale". Son épaisseur varie de 50 à 75 m et ses caractéristiques sont : température de surface supérieure à 24° avec un maximum de 28° au niveau de la station 15, salinité inférieure à 36,00 ‰ et supérieure à 35,60 ‰.

On remarque que la stabilité n'est grande qu'au-dessous du niveau de 20 à 30 m, des phénomènes de turbulence tendant à homogénéiser les eaux de surface.

.../...

- Au-dessous de 75 m et jusqu'à 200 m, l'Eau Centrale Sud-Atlantique est nettement caractérisée.

- Entre 300 et 500 m on trouve une "eau de mélange", intermédiaire entre l'Eau Centrale Sud-Atlantique et l'Eau Centrale Nord-Atlantique

#### SECTEUR "FROID"

Le diagramme permet de diviser la tranche de 0 à 500 m en deux couches :

- La couche de surface a une salinité assez forte (supérieure à 36,00 ‰) et une température inférieure à 24° centigrades. La plupart des stations présentent un maximum de salinité. La valeur la plus élevée observée est de 36,59 ‰ à la station 30.

- Au-dessous de 75 m, on trouve les "eaux de mélange" Eau Centrale Nord-Atlantique et Eau Centrale Sud-Atlantique. Il faut noter cependant que ces eaux existent à l'état pur, au niveau de certaines stations :

#### Eau Centrale Nord-Atlantique :

- Station 23 : au-dessous de 500 m  
  entre 275 et 350 m
- Station 24 : au-dessous de 450 m  
  entre 140 et 150 m
- Station 25 : au-dessous de 500 m  
  entre 150 et 200 m
- Station 27 : au-dessous de 400 m
- Station 28 : au-dessous de 500 m
- Station 29 : entre 250 et 375 m
- Station 30 : au-dessous de 500 m  
  entre 125 et 350 m
- Station 32 : entre 350 et 450 m
- Station 33 : au-dessous de 500 m
- Station 34 : au-dessous de 500 m  
  entre 250 et 350 m
- Station 35 : au-dessous de 500 m

.../...

#### Eau Centrale Sud-Atlantique

- Station 23 ; entre 85 et 135 m
- Station 24 ; de 70-80 m et à 200 m
- Station 25 ; de 70-105 m
- Station 28 ; entre 125 et 170 m
- Station 33 ; entre 75 et 130 m
- Station 34 ; jusqu'à 100 m
- Station 35 ; jusqu'à 300 m

#### ZONE INTERMEDIAIRE

Dans cette zone intermédiaire à la limite des deux secteurs "froid" et "chaud", les eaux de surface sont légèrement refroidies. Les températures se situent aux alentours de 24° centigrades. Les salinités sont comprises entre 35,90 ‰ et 36,00 ‰.

- de 75 m à 250 m dominant les Eaux Centrales Sud-Atlantique.
- Au-dessous de 250 m les caractères de l'eau sont intermédiaires entre les Eaux Centrales Nord-Atlantique et les Eaux Centrales Sud-Atlantique.

#### III - ETUDE DETAILLEE

L'examen approfondi des droites T-S correspondant aux différentes stations, fait apparaître des anomalies dans chaque secteur. Nous avons tout d'abord cru à un mauvais conditionnement des échantillons, à un défaut d'analyse ou à un prélèvement mal fait (bouteille renversée à la remontée du câble). Mais après vérification des analyses et mise en place des résultats dans le système de courants donnés précédemment, il apparaît que ces anomalies, non seulement sont à retenir, mais permettent de mieux comprendre la courantologie de la région prospectée. Signalons en plus que

.../...

nos valeurs concordent très exactement avec celles données par d'autres auteurs ayant fait quelques observations aux abords de la presqu'île du Cap-Vert et en particulier avec ceux de la campagne du "M. teor".

A fin de préciser la circulation, nous avons d'une part établi la répartition des Eaux Centrales Sud-Atlantique et des Eaux Centrales Nord-Atlantique avec leurs limites, d'autre part examiné le caractère du maximum de salinité dans la couche de discontinuité, partant du principe qu'à ce niveau de cette couche, la turbulence verticale est très réduite, sinon nulle et que l'eau peut circuler à ce niveau sans se mélanger aux masses supérieures ou inférieures. La direction du flot est alors approximativement parallèle aux isohalines (d'après DEFANT).

a) Répartition des ECSA et ECNA

D'après la carte n° 7 la limite des ECSA est donnée par les stations 6, 22 et 33 (limite nord et ouest). Une langue de faible épaisseur apparaît cependant dans le secteur des îles du Cap-vert amené par la deuxième branche du contre-courant dont nous avons parlé plus haut. (stations 24, 25 et 28)

La limite sud et est des ECNA est située au niveau des stations 35 et 33.

b) Maximum de salinité dans la couche de discontinuité

Bien que la région étudiée soit connue pour ne pas présenter de maximum de salinité, les points présentant un maximum sont cependant assez nombreux pour permettre de tracer les courbes isohalines pouvant donner la direction du courant. Sur la carte n° 8, on remarque que seules les régions de convergence ne présentent pas de maximum (Stations 1, 3, 7, 9, 12, 13, 17, 18, 20, 29, 35 et 36).

La courantologie établie d'après ces isohalines correspond très exactement à celle déduite de la topographie de la thermocline. Elle permet de

préciser l'origine des masses d'eau et la direction du flot. On distingue 3 langues d'eau très salées d'origine différente :

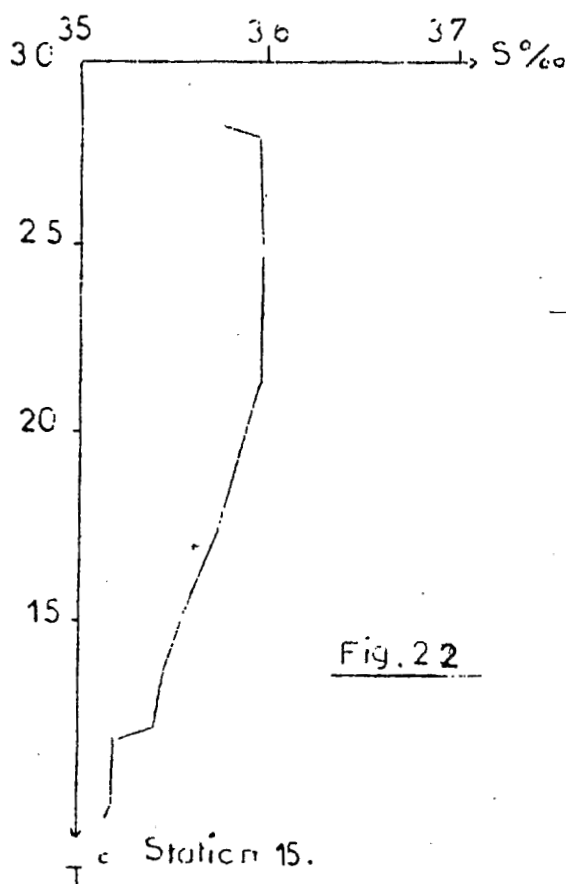
- Dans la zone des îles du Cap-Vert, une eau à maximum de salinité de 36,50 ‰ limitée au nord et à l'ouest de l'archipel. Son origine est certainement nord-ouest, elle appartient au courant canarien.

- Au sud des îles, à la hauteur de Fogo et de San Thiago, une deuxième langue légèrement moins salée (maximum à 36,30 ‰) dont l'origine est sud-sud-ouest.

- Un 3ème maximum un peu moins élevé (36,00 ‰) apparaît à la hauteur de la station 15, à l'ouest des Bissagos. Cette eau a une origine sud-ouest et progresse vers le nord le long de la côte du Sénégal.

Si on se reporte à la courantologie déduite des isohalines de la carte n° 8, on peut aisément expliquer les anomalies dont nous avons parlé plus haut.

exemples : - station 15 (cf. fig. n° 22)



Au niveau de 40 m la droite T-S présente une sursalure donnant à cette droite une allure différente de celle des stations voisines du secteur chaud où la salinité varie très peu jusqu'à 75 m et va même en diminuant ; nous sommes dans le flot du contre-courant avec son maximum de salinité.

- Dans le secteur nord-ouest (cf. fig. n° 23), la station 30 est la seule qui présente les caractéristiques du courant.

canarien. Vers l'est, en 31 et 32, le maximum de salinité diminue et les couches de surface sont légèrement dessalées : mélange avec les eaux venant du sud ou de l'upwelling côtier. Vers le sud, si nous comparons les caractéristiques des stations 24, 25, 26, 27 et 28, nous remarquons que la température de surface est légèrement supérieure aux stations 26 et 27 ( $23^{\circ}74$  et  $23^{\circ}73$ ). Cette température diminue vers le nord (station 28 :  $23^{\circ}28$ ) et plus encore vers l'est (station 25 :  $23^{\circ}15$ , station 24 :  $22^{\circ}89$ ). Le maximum de salinité est le plus élevé aux stations 28 (36,50 ‰), 24 (36,33 ‰) et 26 (36,36 ‰). Il diminue aux stations 25 (36,10 ‰) et 27 (36,17 ‰). L'Eau Centrale Sud-Atlantique apparaît en 24, 25 et 27.

Toutes ces particularités sont expliquées par la courantologie. Le contre-courant chaud vient réchauffer les eaux superficielles de 26, 27 et 28. Celles de 24 et 25 sont refroidies par la branche du courant froid venant du nord.

ORIGINE DES MASSES D'EAU - INTERPRETATION DES PHENOMENES

A quoi peut-on rattacher les différentes masses d'eau de couverture ?

Nous avons vu que l'influence du courant canarien ne se faisait sentir à partir de la côte qu'au sud sud-ouest du 17ème degré de la latitude nord (carte n°6), cependant on ne trouve les eaux canariennes à l'état pur qu'au nord de l'archipel du Cap-Vert. A l'est à l'intérieur et au sud des îles, elles ont subi des transformations : mélange avec les eaux de l'upwelling mauritanien et avec celles du contre-courant chaud venant du sud. Dans le diagramme n°24 représentant la courbe T-S de la station 28, on remarque en effet un apport d'Eau Centrale Sud-Atlantique vers 150 m de profondeur. Les droites T-S des stations 26 et 27 représentent une anomalie de température par rapport aux stations voisines, indice d'une arrivée d'eau chaude superficielle venant du sud sud-ouest.

Dans le secteur des eaux chaudes, c'est-à-dire tout le secteur est baignant les côtes de Guinée, du Sénégal et du Sud de la Mauritanie (à l'exception de l'upwelling côtier du sud de la presqu'île du Cap-Vert), la couche de couverture jusqu'à 30-75 m est occupée par des eaux chaudes très salées (température de surface supérieure à 25°, salinité voisine de 36,00‰) Ces eaux appelées tropicales par d'autres auteurs proviennent de la région ouest de l'Atlantique (fig.25) et remontent en s'étalant vers le nord le long de la côte africaine à la période où les alizés disparaissent. A quel système de courant peut-on les rattacher ?

Nous savons que les courants nord et sud équatoriaux accumulent les eaux sur la côte est américaine (phénomène de "piling-up"). Ce phénomène provoque un courant de retour appelé contre-courant équatorial. Pendant la période où les alizés soufflent dans l'hémisphère nord, ce contre-courant se fait sentir en surface seulement au large de la côte du Libéria et dans le golfe de Guinée. On l'appelle "courant de Guinée". Vers la fin de mai et le début de juin, les alizés diminuant d'intensité, sa limite en surface remonte de plus en plus vers le nord et il s'étale sur la côte africaine de part et d'autre des Bissagos. Nous avons ainsi un premier écoulement vers le nord donnant un contre-courant de direction nord-ouest jusqu'à .....

.../...



la latitude du Cap-Vert et nord-est au nord de ce cap et un deuxième écoulement vers le sud-est en direction du Cap des Palmes.

Les eaux apparaissant en juin appartiennent non pas au contre-courant lui-même dont les eaux sont chaudes et dessalées, mais à la bordure nord du contre-courant ; ce sont les "eaux tropicales".

Au cours de l'été boréal, les alizés disparaissant complètement, elles seront remplacées par des eaux équatoriales dans tout le secteur défini ci-dessus et jusqu'à la latitude <sup>de Naméchevott (L: 13°N)</sup> du Cap Timéris, les eaux de bordure occupant la zone comprise entre <sup>cette latitude</sup> ~~ce cap~~ et le cap Blanc. (cf. diagramme n° 24 droite 2 et figure n° 26).

Le courant établi précédemment est-il constant ou n'apparaît-il qu'à la saison pendant laquelle nos observations ont été faites ? Avons-nous toute l'année un contre-courant amenant sur la côte africaine de l'hémisphère nord des eaux d'origine sud ?

Sur les cartes établies par Schott en 1943, il n'existe en surface pendant l'hiver boréal un flot de direction ouest-est qu'à la latitude 5° nord passant à peu près tangentielle au Cap des Palmes. Au nord de cette latitude les courants superficiels ont une direction sud ce qui s'explique fort bien en raison de la force des alizés soufflant en permanence pendant cette période.

On serait tenté de croire qu'à ce moment la circulation dépend de la dérive canarienne venant en bordure de la côte. Or en considérant la direction des vents, l'orientation de la côte et la force de Coriolis, le transport des masses superficielles à partir du Cap Blanc (transport se faisant vers le sud ouest) provoque un déséquilibre qui ne peut être rétabli que par la remontée de masses semi-profondes (phénomène d'upwelling) venant de la région sud ouest de l'Océan Atlantique, c'est-à-dire de la région équatoriale. Afin de vérifier cette hypothèse nous avons suivi l'évolution des masses d'eau au cours de l'année dans la région de la presqu'île du Cap-Vert à un point dont les coordonnées sont définies dans le tableau ci-joint (fig n° 27). Ce tableau indique de façon claire la nature des eaux de couvertures aux différents mois de l'année.

- Avant l'apparition des alizés, les eaux superficielles chaudes et dessalées (eau équatoriale ou "guinéenne" d'après BERRIT) s'étendaient

.../...

jusqu'au Cap Timeris (fig 24).

Les alizés apparaissant en décembre et janvier chassent vers le sud-ouest les eaux de surface qui sont remplacées par les couches inférieures, couches, de plus en plus profondes au cours de l'hiver (maximum en février : 75 m).

Le bateau synoptique met en évidence le fait que ces eaux d'upwelling appartiennent aux deux catégories d'eau définies précédemment, (au moment où apparaît en surface le contre-courant d'origine sud) : eau du contre-courant équatorial jusqu'en février, eau de la bordure du contre-courant de mars à juin.

On peut déduire de ces observations que, si les courants de surface ont une direction sud pendant l'hiver boréal, il existe en toute saison, d'après la loi de l'équilibre des masses, un contre-courant d'origine sud-ouest : en surface de juin à novembre, en profondeur ("undercurrent") de décembre-janvier à mai.

LE DÔME THERMIQUE DE GUINÉE

La carte n° 5 donnant la topographie de la thermocline fait apparaître une élévation du niveau de la thermocline à l'Ouest de la côte de Guinée entre les 18<sup>ème</sup> et 17<sup>ème</sup> degré de longitude Ouest, où l'on trouve cette dernière à moins de 10 mètres au-dessous de la surface de la mer. À l'Est et au Nord-Ouest, elle plonge à plus de 35 mètres. Nous avons là un "dôme" semblable au "dôme thermique Costa-Ricain" signalé et étudié par Townsend Cromwell dans le Pacifique sur la côte Ouest américaine (1). Le cadre de nos observations ne nous a pas permis de le limiter vers le Sud et vers l'Ouest.

Au large de la Sénégambie il est prolongé vers le Nord et jusqu'à la latitude <sup>de</sup> la presqu'île du Cap-Vert par une "crête" où la thermocline s'élève à moins de 25 mètres. Plus au Nord, lui fait suite une autre crête plafonnant à moins de 25 mètres et de direction Nord Est. Deux autres, moins marquées cependant, se retrouvent dans la partie Ouest de la zone prospectée : l'une (au Sud de l'Archipel du Cap-Vert) dont la carte n° 5 nous donne l'amorce à la hauteur de l'île São Thiago, l'autre, de direction Nord Est, à l'Est de l'Archipel du Cap-Vert.

Quel est le phénomène physique responsable de la formation du dôme de Guinée ?

D'après Montgomery et Palmén (1940), de chaque côté du contre-courant les courants équatoriaux sont sujets à de grandes forces latérales de friction qui ont une direction opposée aux forces horizontales exercées par les alizés sur la surface de la mer. Dans le contre-courant et les courants équatoriaux adjacents, les forces de friction doivent conduire à un transport d'eau coupant les isolines, c'est-à-dire à une circulation transverse. Comme conséquence de ces circulations transverses, la bordure Nord du contre-courant et l'équateur représentant des lignes de divergence (Sverdrup, 1942). Le processus amenant les eaux placées sous la thermocline vers la surface est donc un "upwelling". Si Cromwell (1959) est d'accord avec Sverdrup pour admettre l'upwelling comme facteur enrichissant

.../...

des couches de surface le long de l'équateur par les eaux sous-jacentes, son interprétation concernant la bordure Nord du contre-courant présente une variante. D'après lui, "la situation à la bordure Nord du contre-courant est totalement différente.....On sait que la thermocline monte et descend à cette bordure, mais le mouvement de l'eau ici doit être de nature différente de celle rencontrée dans les régions d'"upwelling". D'après lui, la thermocline peu profonde est associée à un courant quasi-geostrophique avec une circulation cyclonique (courant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre). Il appelle ce processus "ridging" s'opposant au terme d'"upwelling" qui ne devrait être retenu que pour un mouvement vers la surface plus actif, plus continu, produit par un courant divergent dû à l'assésé du vent".

Ainsi a-t-il suggéré (Wooster and Cronwell, 1958) que le dôme de Costa Rica est associé avec la bordure Nord du contre-courant équatorial et un courant côtier de direction Nord, c'est-à-dire avec une circulation cyclonique. Quand la thermocline est près de la surface de la mer un enrichissement en sels nutritifs de la mince couche de surface se fait par mélanges verticaux.

L'explication physique du phénomène/<sup>donnée</sup> par Cronwell semble plus proche de la réalité, elle s'accorde en tout cas mieux avec les faits.

Quoi qu'il en soit, nous pensons pouvoir attribuer la formation du dôme de Guinée au même processus. Remarquons, d'après la carte n° I, que le dôme se trouve, dans une zone de calme avec un vent de force Beaufort 2,-3 (comme sur la côte ouest-américaine).

Son existence, ainsi que celle des crêtes sénégalaises, cap-verdienne et mauritaniennes a une grande conséquence biologique car il permet, même lorsque les upwellings côtiers ne se font plus sentir, un enrichissement en sels nutritifs des couches de surface, favorisant ainsi le développement du phytoplancton.

Ceci explique la grande floraison des formes phytoplanctoniques dans les eaux chaudes "tropicales" qui baignent la presqu'île du Cap-Vert aux mois de Juillet et d'Août alors que les vents du secteur Nord et que l'upwelling côtier disparaissent.

Ceci nous permettra, en suivant régulièrement l'engraissement des zones

.../...

de convergence telles que la côte du Sénégal et de Guinée au sud de la presqu'île du Cap-Vert, la côte Sénégalo-mauritanienne au Nord de cette même presqu'île, l'intérieur de l'Archipel du Cap-Vert et le Sud-Ouest du cap Tineria, de prévoir le rassemblement de poissons de surface et plus particulièrement du thon à nageoires jaunes.

Remarque :

Dans son étude sur les eaux de surface le long de la côte ouest-africaine, G.R. BERRIT signale une catégorie d'eau qu'il a baptisée "eaux froides et dessalées" ( $t^{\circ} < 24^{\circ}C$  ;  $S < 35 \text{ ‰}$ ) et dont il ne peut expliquer ni l'origine ni la formation.

Cronwell, là aussi, par son interprétation de la formation des "dômes" et des "crêtes thermiques", nous donne sans doute la solution de l'énigme. Il nous dit en effet ceci :

1) - "Ainsi, il se peut que le dôme est plus rapproché de la surface lorsque la force des alizés soufflant sur l'océan vers l'ouest est plus grande".....et nous ajouterons ce qui peut être son corollaire : lorsque la vitesse du contre-courant est plus grande en raison de l'accentuation de la pente vers l'ouest,

2) - "il n'est pas nécessaire de maintenir la balance d'énergie de chaleur dans la couche de surface au-dessous du dôme entièrement par des mélanges horizontaux, car une partie de la perte par mélanges verticaux peut être remplacée par le surplus de radiation. En fait, il serait possible pour la couche au-dessus du dôme d'être un centre d'enrichissement par mélanges verticaux et, en même temps, un centre chaud. Ceci ne serait pas vrai dans une aire où la perte d'énergie de chaleur de la mer n'est pas remplacée."

Or l'apparition des eaux froides et dessalées se fait sur la côte de Mauritanie et du Sénégal au moment où les alizés soufflent avec force en Mauritanie ainsi qu'aux îles du Cap-Vert, et où le contre-courant a amené les eaux "guinéennes" chaudes et dessalées jusqu'au parallèle  $18^{\circ}N$  (Nouakchott). De telles conditions doivent élever le "dôme" ou la "crête thermique" du bord du contre-courant près de la surface. Par mélanges verticaux et turbulence, l'eau de la thermocline entre dans la couche de surface et la refroidit. La perte de chaleur ne peut être compensée par le surplus de

.../...

radiation", car à ce moment là, l'air est plus froid que l'eau de surface et favorise au contraire le refroidissement.

On constate que ces eaux froides et dessalées apparaissent dans d'autres régions où l'on trouve simultanément les trois facteurs déterminants : eaux "guinéennes", dôme ou crête thermique, température de l'air plus basse que celle de l'eau.

---

(I) Townsend Cromwell. (1959) - "Thermocline topography, horizontal currents and "ridging" in the eastern tropical Pacific" - Contribution from Scripps Institution of Oceanography - New Series, n° II37.

RESUME ET CONCLUSION

Si la région océanique comprise entre les îles du Cap-Vert et les côtes du Sénégal et de Guinée subit dans sa partie Nord et Ouest l'influence du courant canarien, elle ne peut nullement être placée dans l'aire de la dérive canarienne, mais appartient en fait au contre-courant équatorial.

- Dans ce secteur apparaîtront successivement au cours de l'année :
- des eaux "tropicales" chaudes et salées dépendant de la bordure du contre-courant équatorial (de fin Mai à Août à la latitude de Dakar) - contre-courant de direction Nord à la surface.
- des eaux chaudes et dessalées, du contre-courant équatorial ou eaux "guinéennes" selon la dénomination de G.R.BERRIT (d'Août à Décembre à la latitude de Dakar) - contre-courant de direction Nord à la surface.
- des eaux froides d'"upwelling" provenant des couches semi-profondes du contre-courant équatorial ou de sa bordure (de Décembre à Mai à la latitude de Dakar) - "undercurrent".

La connaissance d'une telle situation nous permet de mieux comprendre certaines particularités biologiques.

I°) - Identité des faunes marines africaines de la Mauritanie à l'Angola

Bien que très étendues en latitude - les unes situées dans l'hémisphère Nord, les autres dans l'hémisphère Sud -, les côtes comprises entre ces deux points extrêmes appartiennent à la même province océanique. Elles présentent toutes en communs le fait d'être baignées par les eaux du contre-courant équatorial. La faune peuplant le plateau continental - qu'il s'agisse de poissons, de crustacés, de mollusques etc... est la même: on retrouve les mêmes espèces endémiques avec un apport d'espèces méditerranéo-marocaines au Sénégal et sud-africaines en Angola, et isolement des populations avec prédominance de formes saunâtres dans les régions très dessalées et à courants plus ou moins cyclés (en raison des fortes précipitations) telles que la baie de Biafra ou les côtes du Libéria).

.../...

- J. ARNOUX, - 1957 - Contribution à l'étude hydrologique des eaux côtières à St Louis du Sénégal - Colloque CCTA Loanda, 1957
- G.R. BERRIT, 1952 - Esquisse des conditions hydrologiques du plateau continental du Cap-Vert à la Gambie - Bull. IFAN XIV n° 3, 1952.
- G.R. BERRIT, 1961-62 - Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le Golfe de Guinée - Observations de surface le long des lignes de navigation - Première partie - Généralités - Deuxième partie - Etude régionale - Cahiers Océanographiques, XIII, 10 (déc. 1961) pp. 715-727 ; XIV, 9 (nov. 1962) pp. 633-643 ; XIV, 10 (déc. 1962) pp. 719-729.
- A. DEFANT, 1936 - Die Troposphäre des Atlantischen Ozeans - Wiss. Erg. Deutsch. Atl. Exp. Meteor 1926 - 27, Bd VI - I Teil, 1936
- J. GOUSSET, 1960-61 - Variations saisonnières de la température et de la salinité des eaux marines de surface et de profondeur au large des côtes de la République du Sénégal (de la côte à 500 mètres de profondeur) - Centre Océanographique de Dakar-Thiaroye Service de l'Océanographie et des Pêches Maritimes de la République du Sénégal.
- GUNTHER DIETRICH, 1957 - Allgemeine Meereskunde - Eine Einführung in die Ozeanographie - 1957 - Ed. Gebrüder Borntraeger Berlin Niklassee.
- A. LONGHURST, 1962 - A review of the Oceanography of the Gulf of Guinea - Bull. IFAN, XXIV, n° 3, Juillet 1962.
- G. SCHOTT, 1944 - Geographie des Atlantischen Ozeans - Hambourg, 1944.
- H.V. SVERDRUP, 1954 - The Oceans, Their physics, chemistry and general biology.
- MARTIN W JOHNSON - New-York - Prentice - Hall, Inc.
- RICHARD M. FLEMING
- G. WUST, 1932 - Das Ozeanographische Beobachtungsmaterial Wiss. Erg. Deutsche Exp. Meteor 1925 - 27, Bd IV, 2 Teil - 1932.



2°) - Fertilité des eaux marines du Sénégal , de la Guinée et des Iles du Cap-Vert

"Dômes" ou "crêtes thermiques", "upwellings" sont les deux facteurs fertilisants de cette région. Les deux présentent en commun l'avantage d'amener dans les couches de surface les sels nutritifs favorisant le développement du phytoplancton. Ainsi le Sénégal voit-il ses eaux renouvelées et "engraissées" neuf mois sur douze (de décembre à Août).

E R R A T A

- A la page 33, huitième ligne, supprimer "en direction du courant d'origine Nord, et lire "Ils plongent tous vers l'ouest"  
vingt-septième ligne, lire "on passe de l'isohaline 35,90 à l'isohaline 35,60".
- A la page 34, troisième et quatrième lignes: mettre un point après "des-salés", supprimer le reste de la phrase.
- A la page 44, huitième ligne, au lieu de "dans tout le secteur défini ci-dessus et jusqu'à la latitude du Cap Timiris, les eaux de bordure occupent la zone comprise entre ce cap et le cap Blanc".....lire "dans tout le secteur défini ci-dessus et jusqu'à la latitude de Nouakchott ( $L = 18^{\circ}N$ ), les eaux de bordure occupent la zone comprise entre cette latitude et le cap Blanc".

---

N.B . - Dans la figure n° 24, les droites T-S n° 1 et 2 ont été établies d'après les résultats de campagnes du "Léon Courcin".  
La figure n° 25 a été tirée de l'article de G.R.BERRIT publié en 1961-62 (cf Bibliographie)



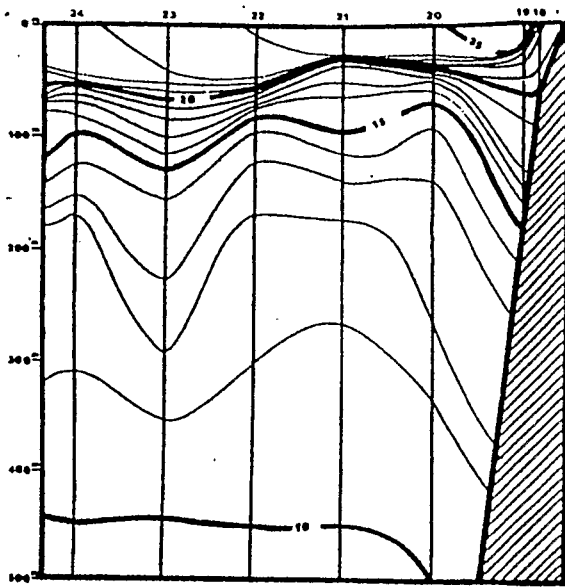


Fig 7

Fig.10

Températures

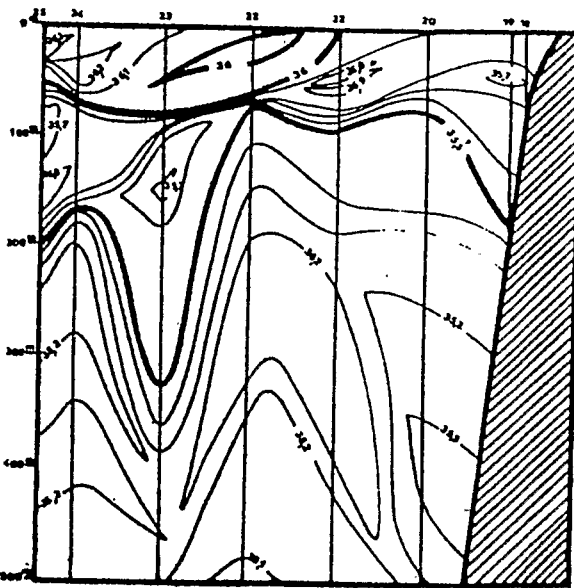
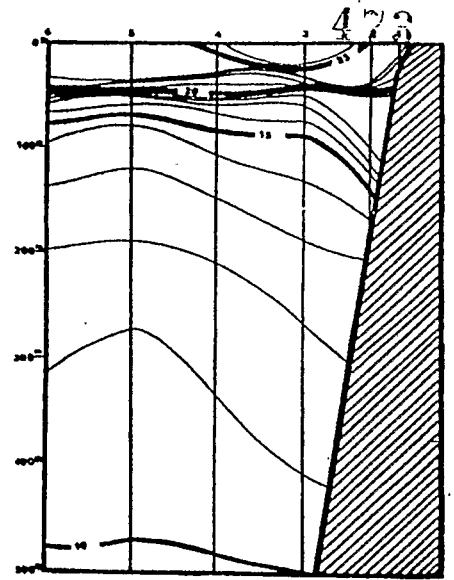


Fig.8

Fig.11

Salinités

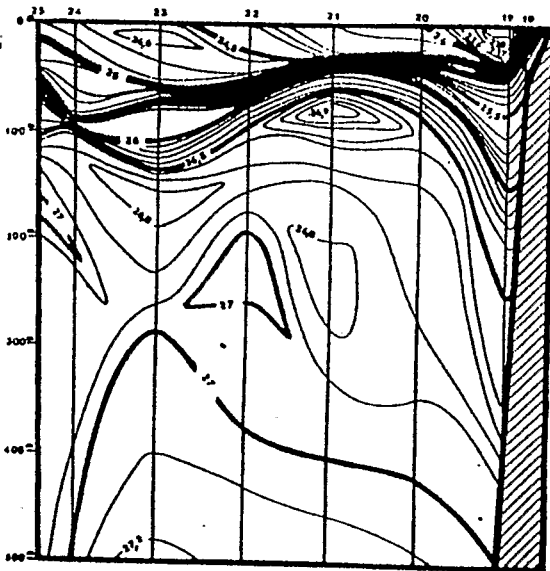
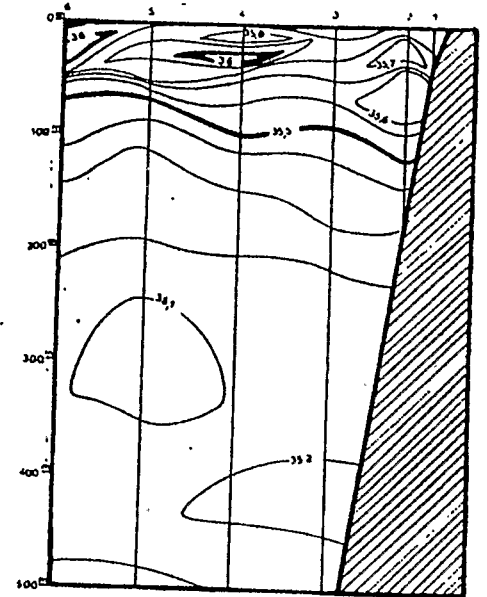
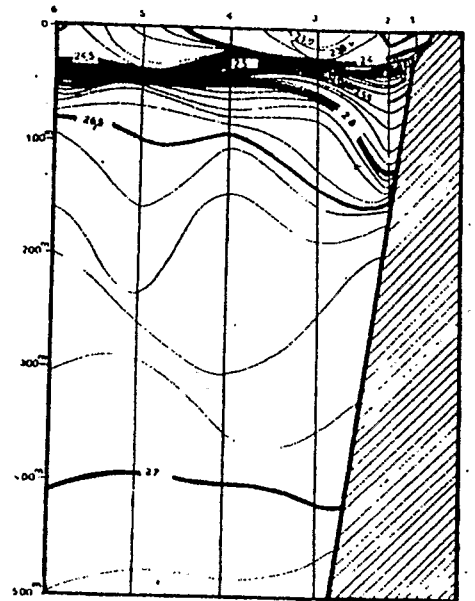


Fig.9

Fig.12

Densités



Radiale n° 5

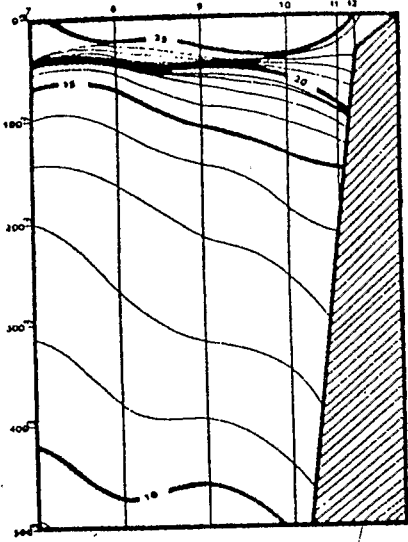


Fig 13

Radiale n° 6

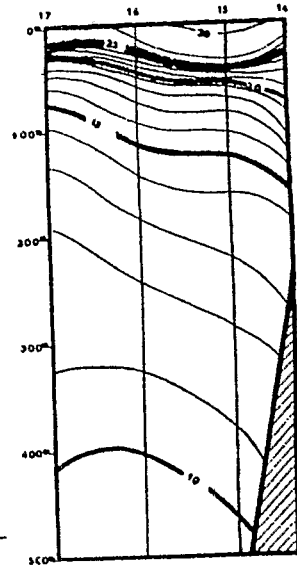


Fig.16

Températures.

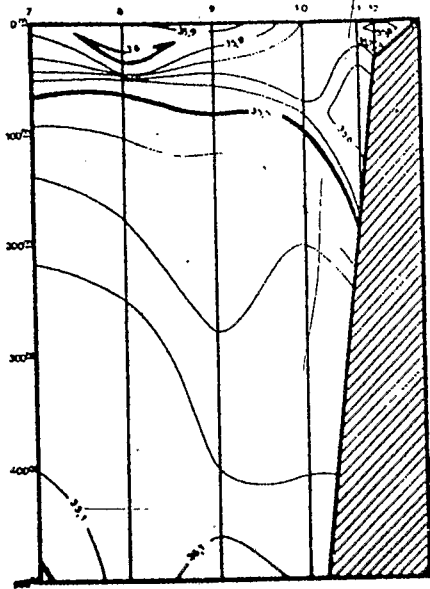


Fig 14

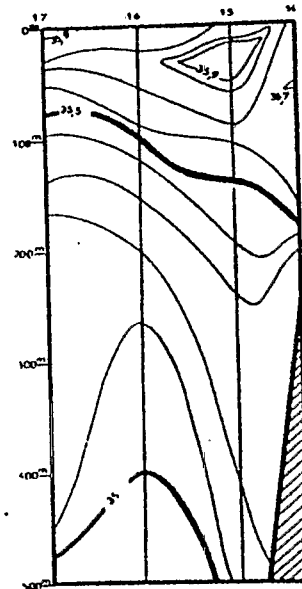


Fig.17

Salinités.

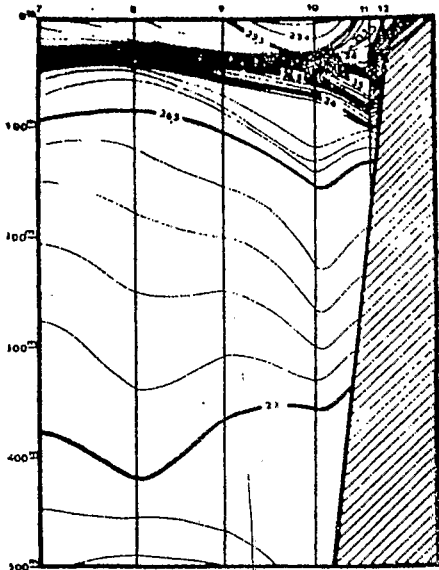


Fig 15

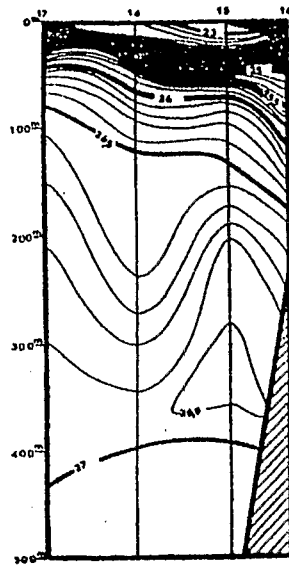


Fig.18

Densités.

DIAGRAMMES T-S.

- E : Eaux équatoriales de surface.  
A : Gulf-Stream.  
C : Eaux dont l'origine se trouve en surface vers 25° de latitude Nord.  
S : Eaux de profondeur intermédiaire dont l'origine se trouve vers 700 et 800 m., entre l'équateur et 10° de latitude Nord.  
E C S A : Eaux centrales Sud-Atlantiques.  
E C N A : Eaux centrales Nord-Atlantiques.

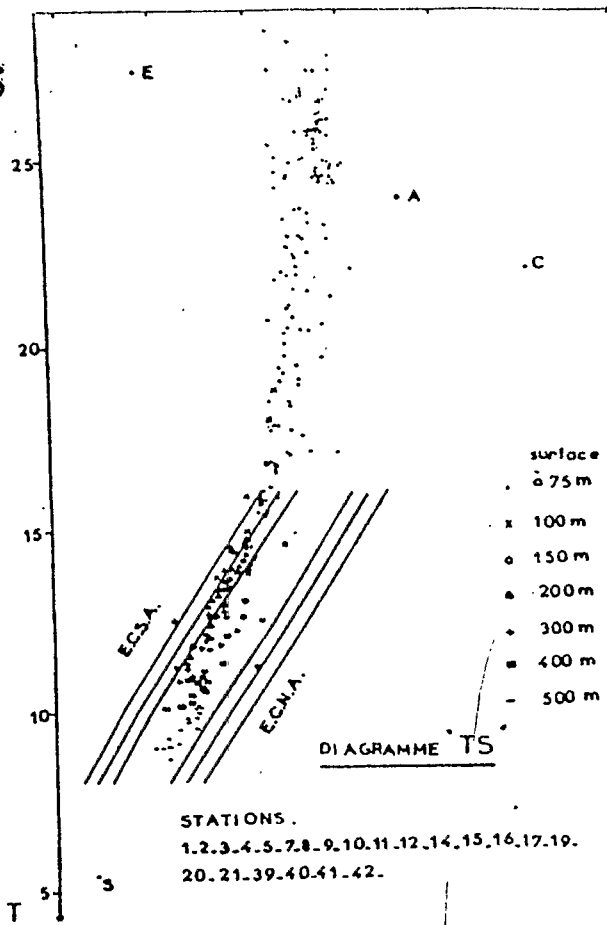


Fig. 19  
Aire du  
contre-courant.

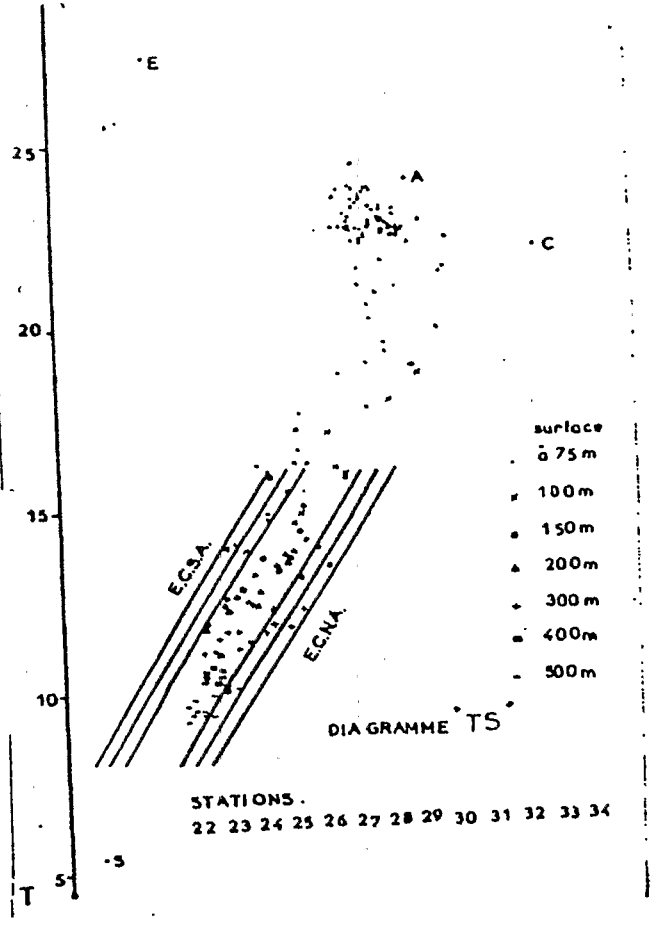


Fig. 20  
Aire canarienne

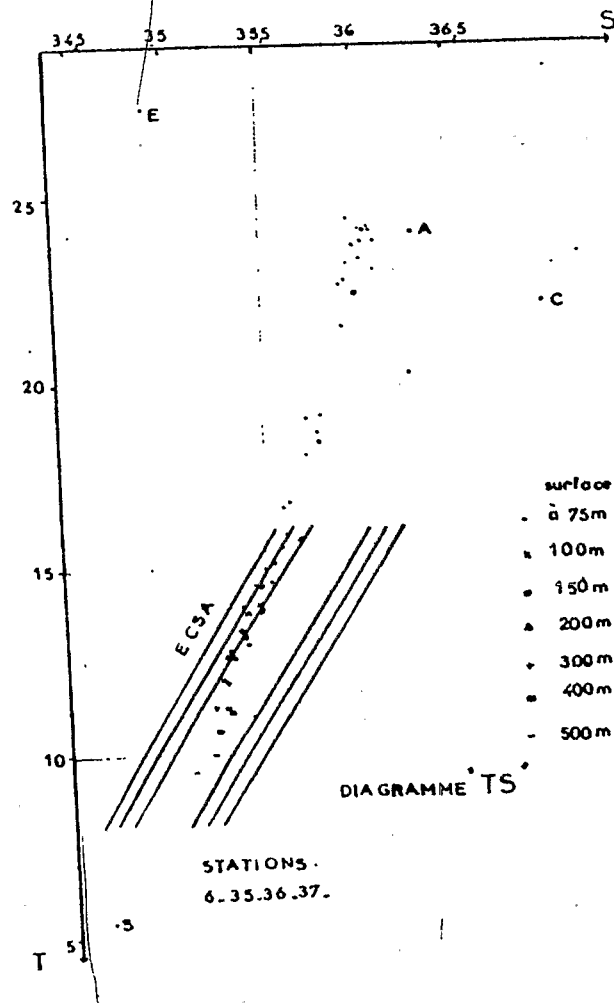


Fig. 21  
Limite de  
l'influence  
canarienne

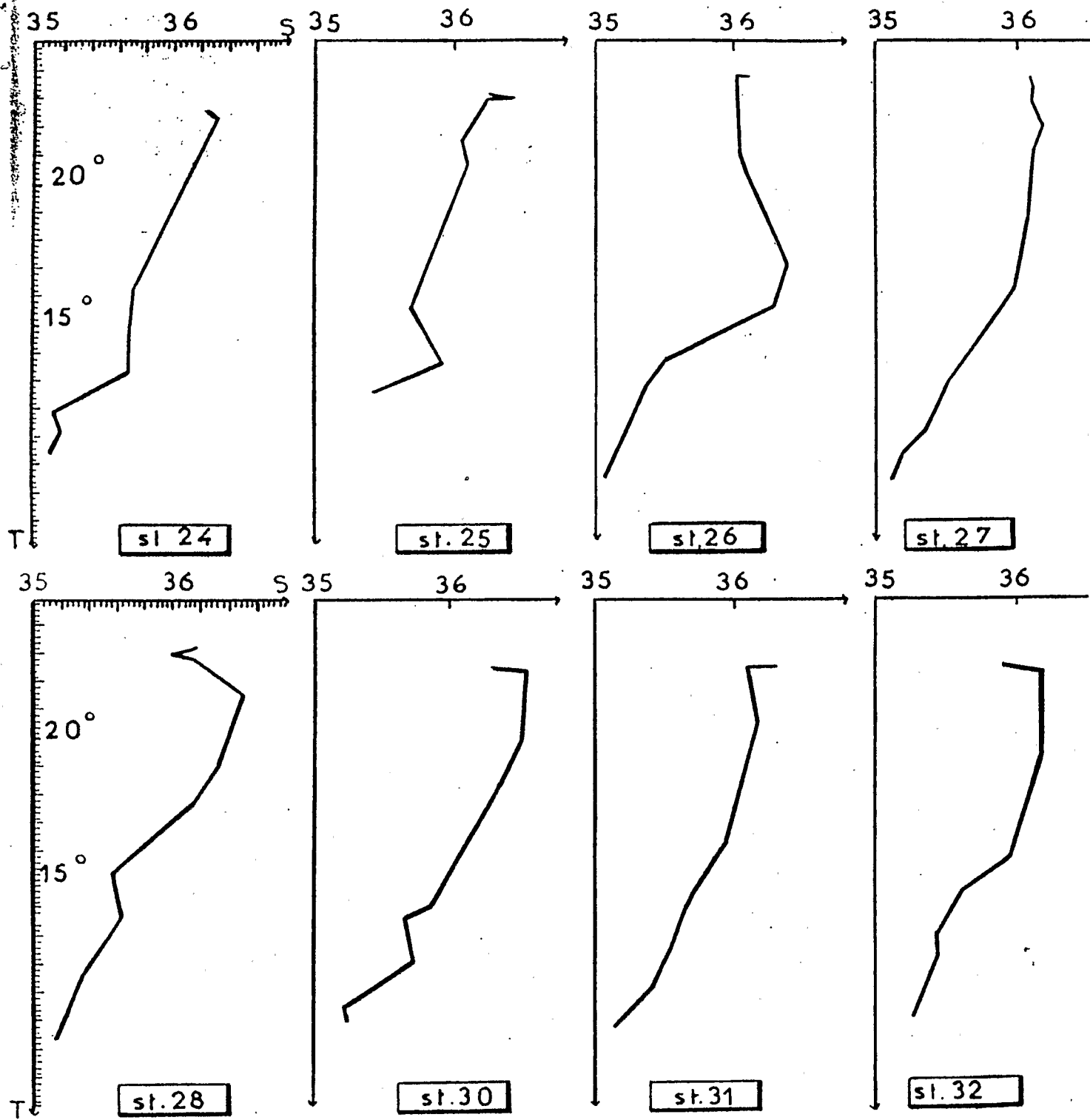
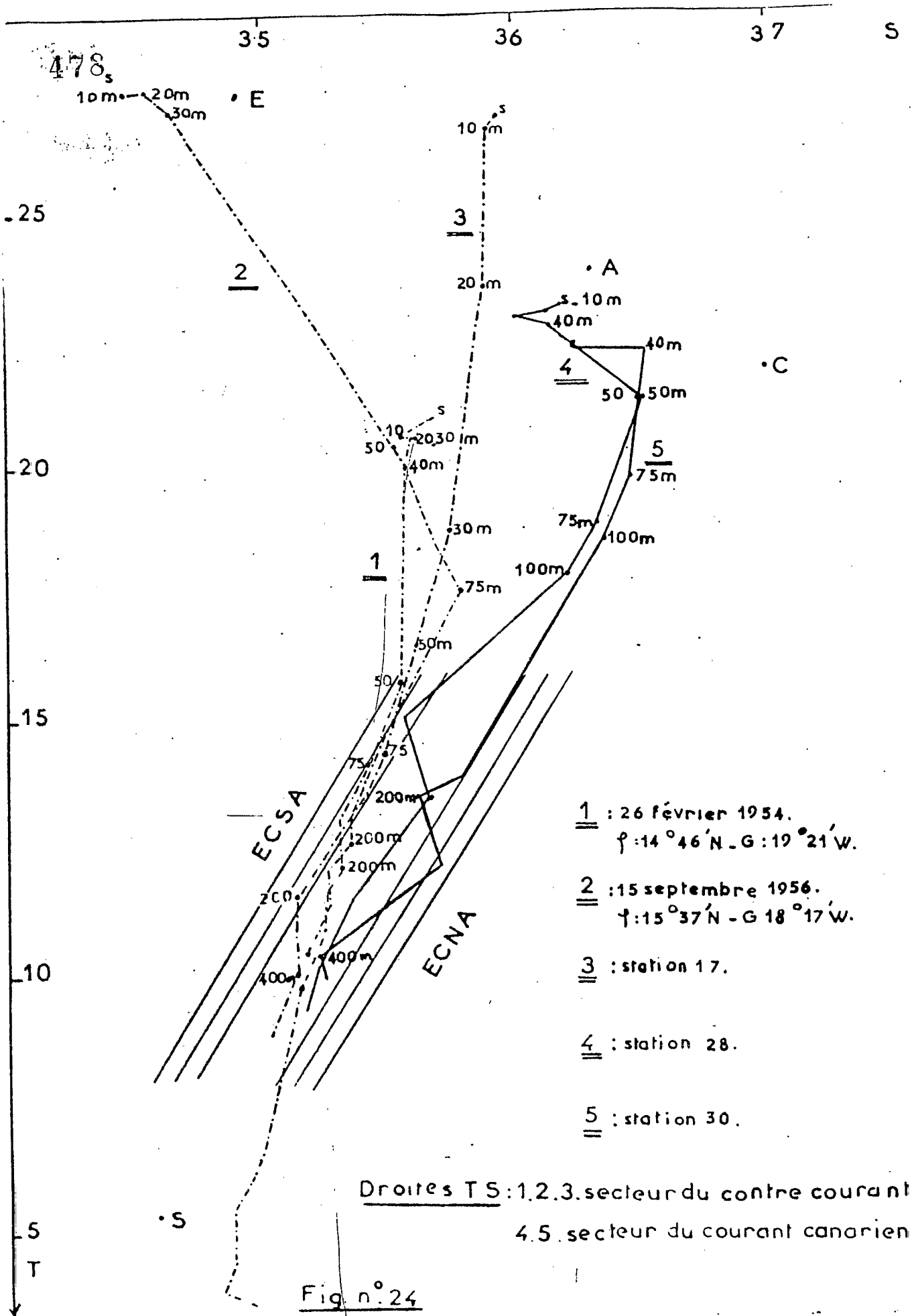


Fig. n° 23

Courbe T.S.

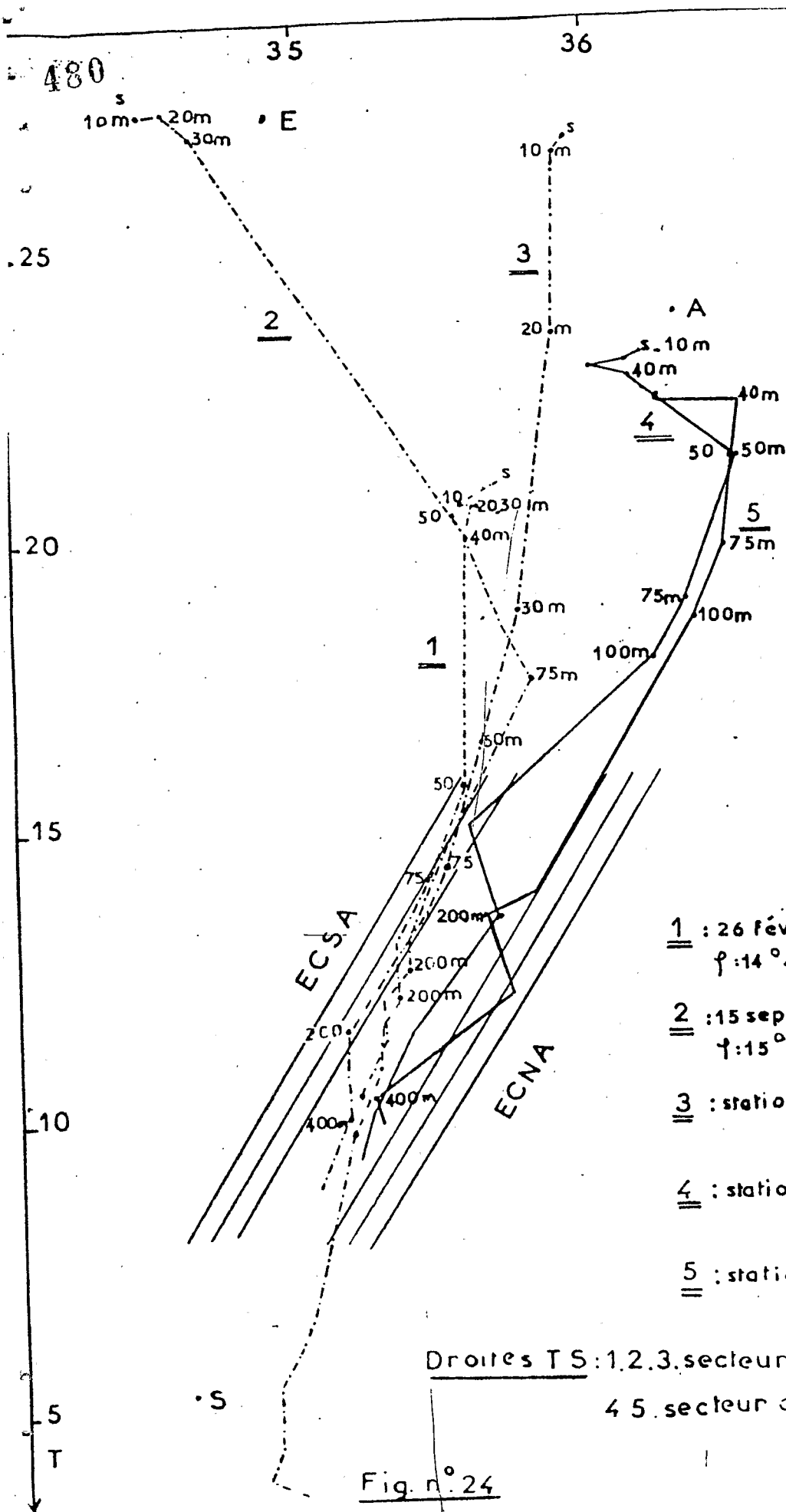




- 1 : 26 février 1954.  
 $\varphi$  :  $14^{\circ}46'N$  -  $G$  :  $19^{\circ}21'W$ .
- 2 : 15 septembre 1956.  
 $\varphi$  :  $15^{\circ}37'N$  -  $G$  :  $18^{\circ}17'W$ .
- 3 : station 17.
- 4 : station 28.
- 5 : station 30.

Droites TS : 1.2.3. secteur du contre courant.  
 4.5. secteur du courant canarien.

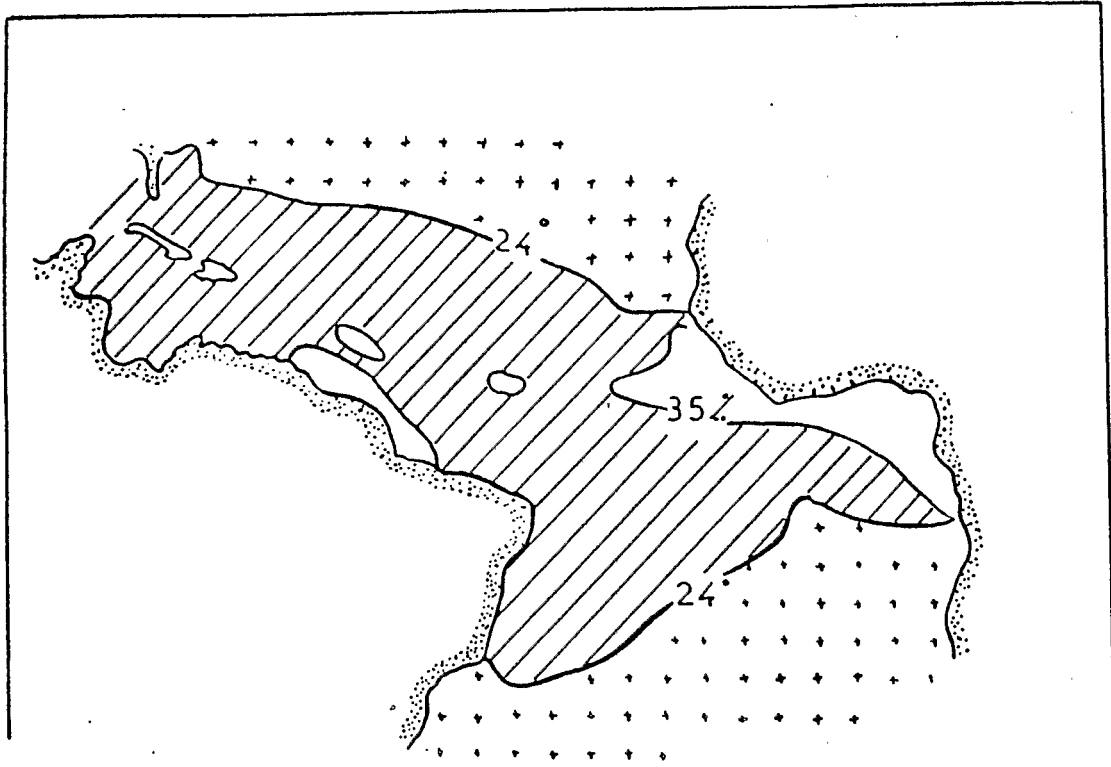
Fig. n° 24




- 1 : 26 février 1954.  
 $\varphi: 14^{\circ}46'N - G: 17^{\circ}21'W$ .
- 2 : 15 septembre 1956.  
 $\varphi: 15^{\circ}37'N - G: 18^{\circ}17'W$ .
- 3 : station 17.
- 4 : station 28.
- 5 : station 30.

Droites TS : 1.2.3. secteur du contre courant.  
 4.5. secteur du courant canarien.

Fig. n° 24



Les grandes catégories d'eau dans l'Atlantique tropical d'après les cartes de Schott des valeurs moyennes annuelles.

 eaux froides salées,  $T < 24^{\circ}$ ,  $S > 35\%$ .

 eaux chaudes salées,  $T > 24^{\circ}$ ,  $S > 35\%$ .


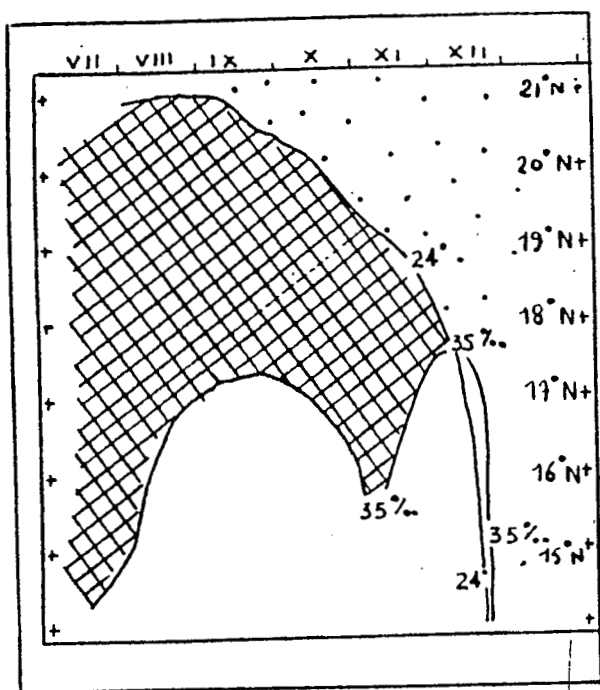




 eaux chaudes dessalées,  $T > 24^{\circ}$ ,  $S < 35\%$ .

Fig. 25



-  Eaux guinéennes.
-  Eaux tropicales.
-  Eaux froides salées.
-  Eaux froides dessalées.

Eaux de surface  
COTE D'AFRIQUE.

Les catégories d'eau dans la  
zone nord d'oscillation du  
front des eaux chaudes.

(d'après G.R. Berrit)

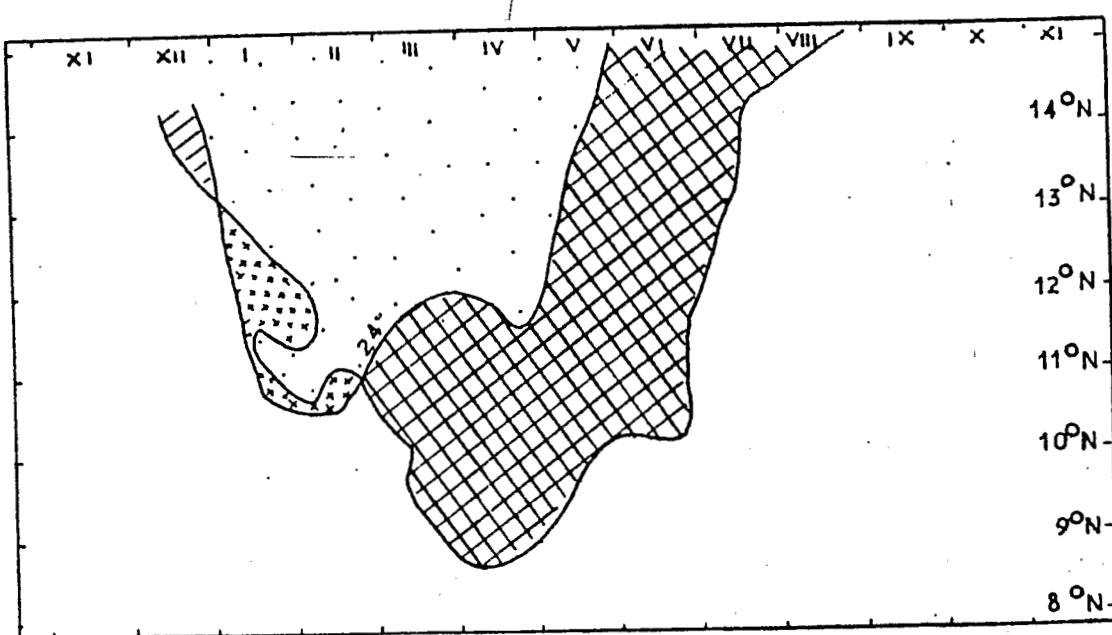
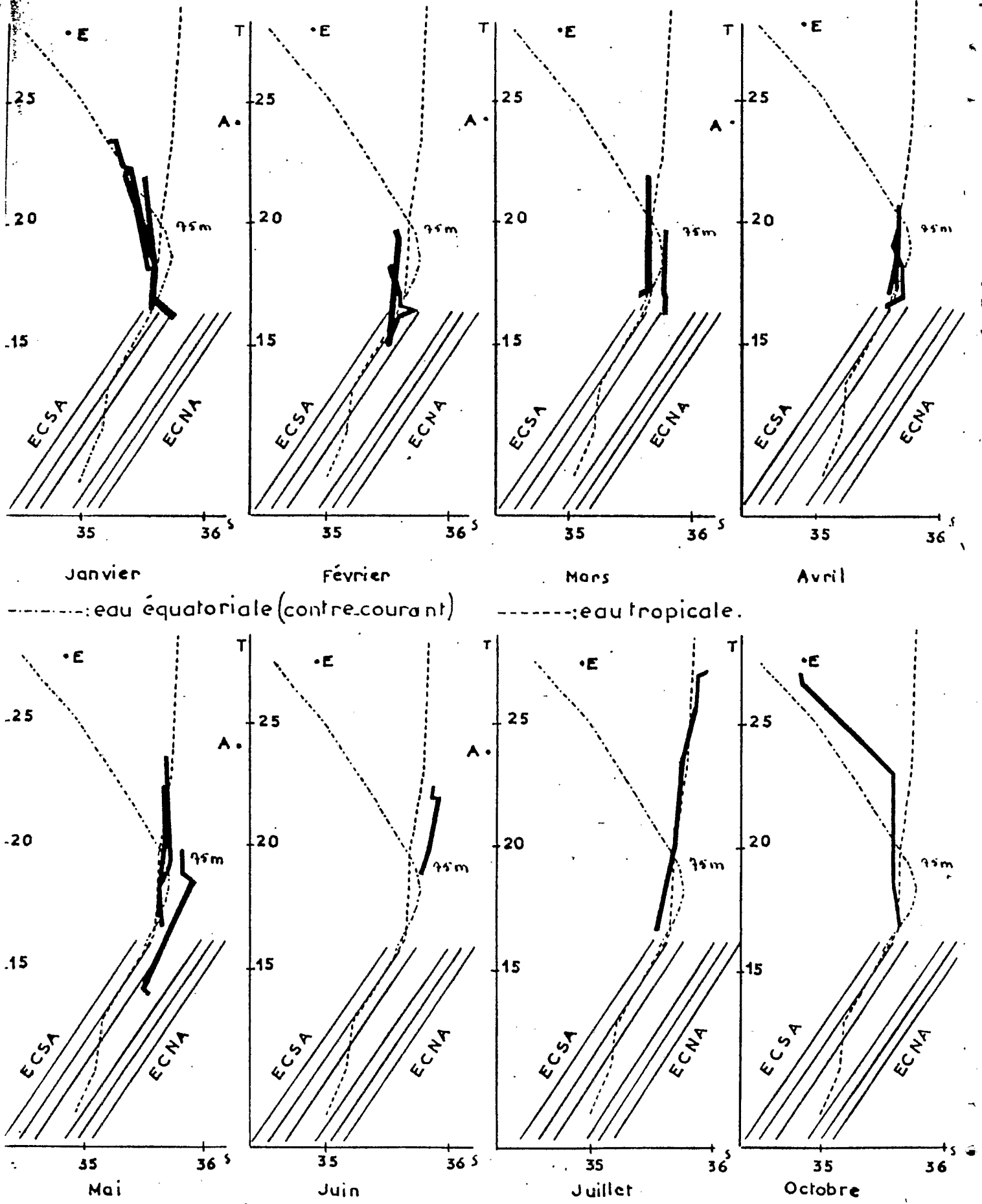


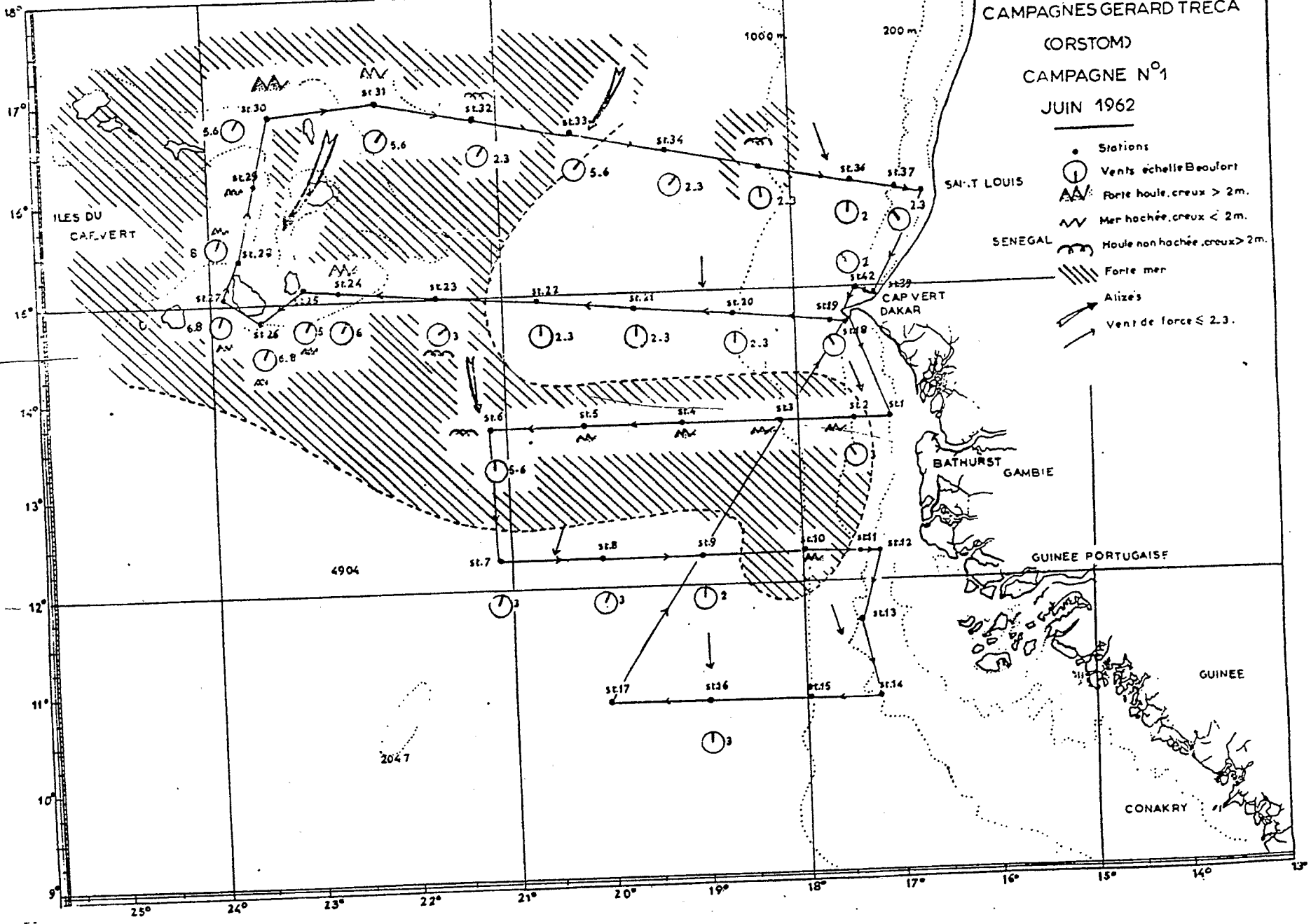
Fig. n° 26

Tableau synoptique de l'évolution des masses d'eau au cours de l'année.



CARTE N°1

CAMPAGNES GERARD TRECA  
 (ORSTOM)  
 CAMPAGNE N°1  
 JUIN 1962



- Stations
- ⊙ Vents échelle Beaufort
- AA Forte houle, creux > 2m.
- Mer hachée, creux < 2m.
- SENEGAL Moule non hachée, creux > 2m.
- ⊘ Forte mer
- Alizés
- Vent de force ≤ 2.3.

18°  
17°  
16°  
15°  
14°  
13°  
12°  
11°  
10°  
9°

25° 24° 23° 22° 21° 20° 19° 18° 17° 16° 15° 14° 13°

ILES DU  
CAF. VERT

SAINT LOUIS

CAP VERT  
DAKAR

BATHURST  
GAMBIE

GUINEE PORTUGAISE

GUINEE

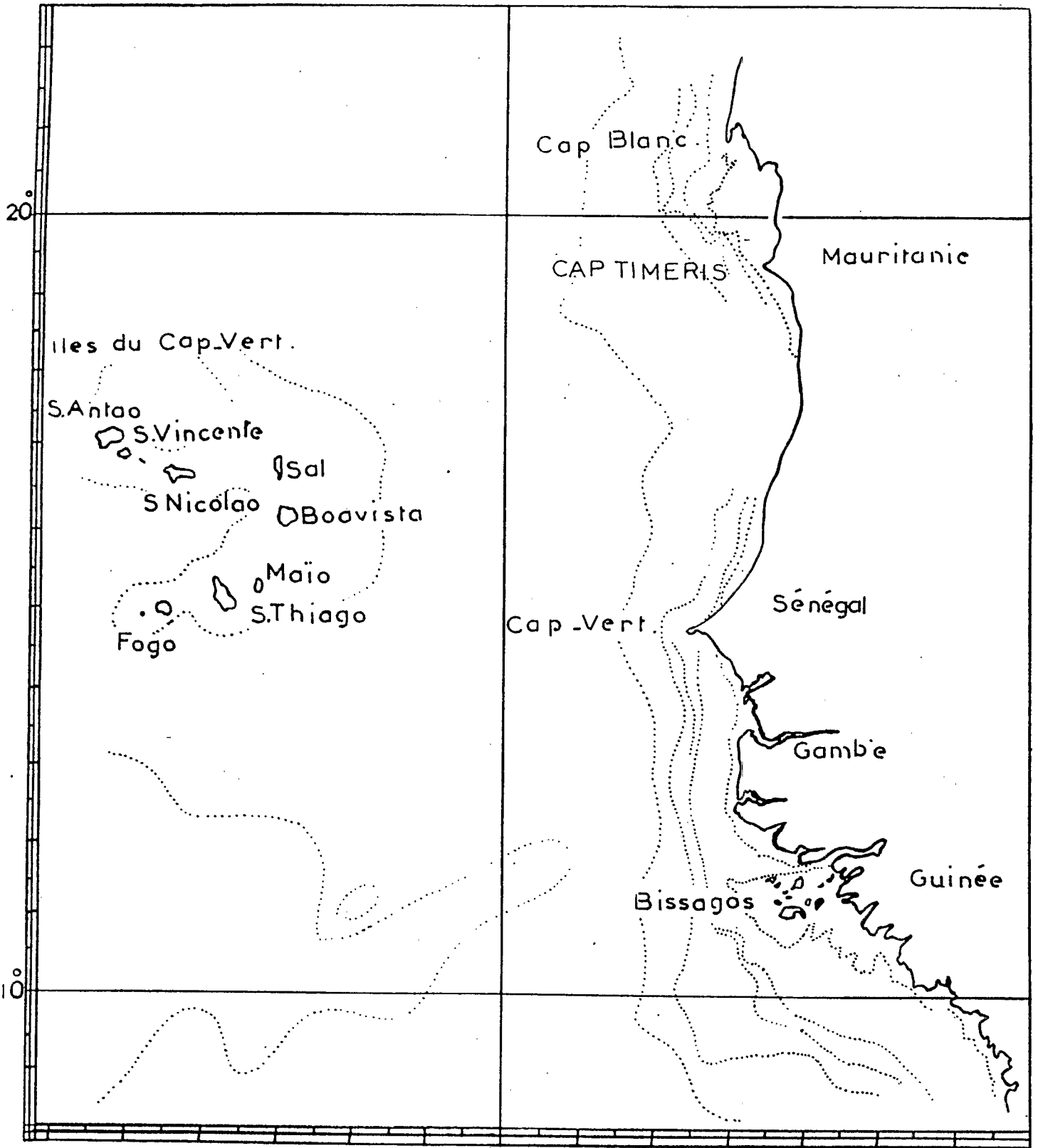
CONAKRY

4904

2047

1000 m

200 m

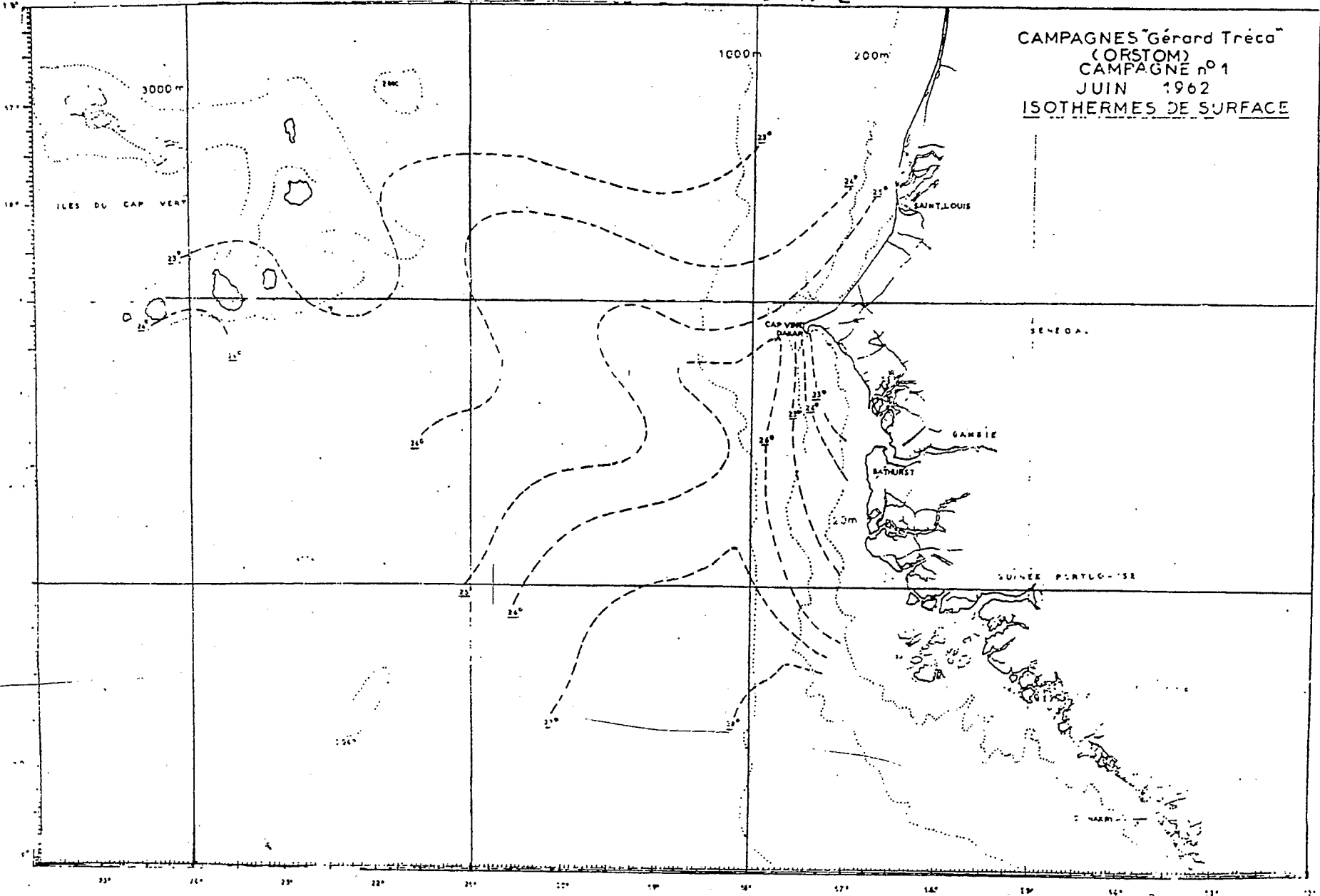


20°

CARTE N° 1 bis

CARTE N°2

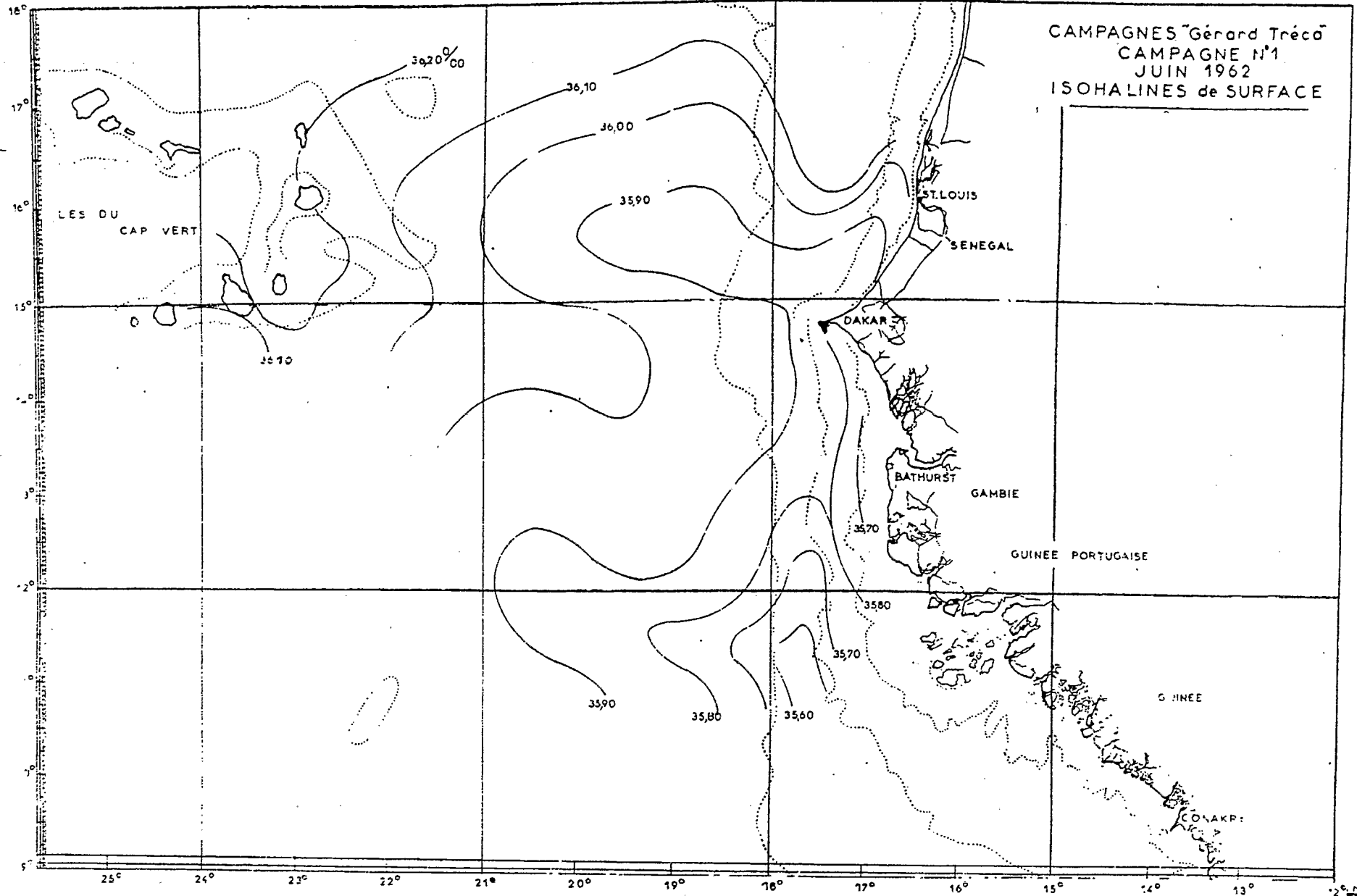
CAMPAGNES "Gérard Tréca"  
(ORSTOM)  
CAMPAGNE n°1  
JUN 1962  
ISOTHERMES DE SURFACE





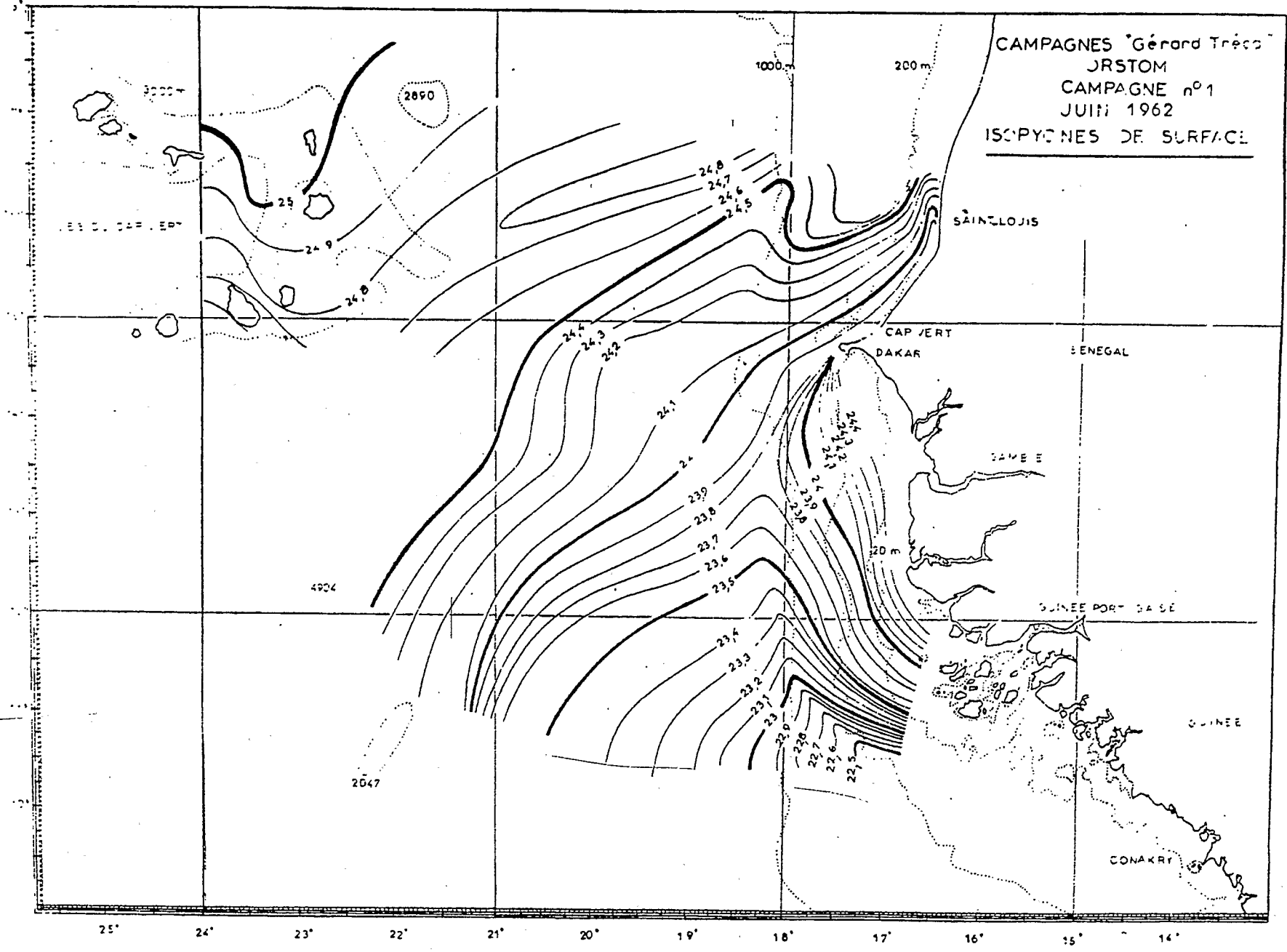
CARTE N° 3

CAMPAGNES Gérard Tréca  
CAMPAGNE N°1  
JUIN 1962  
ISOHALINES de SURFACE



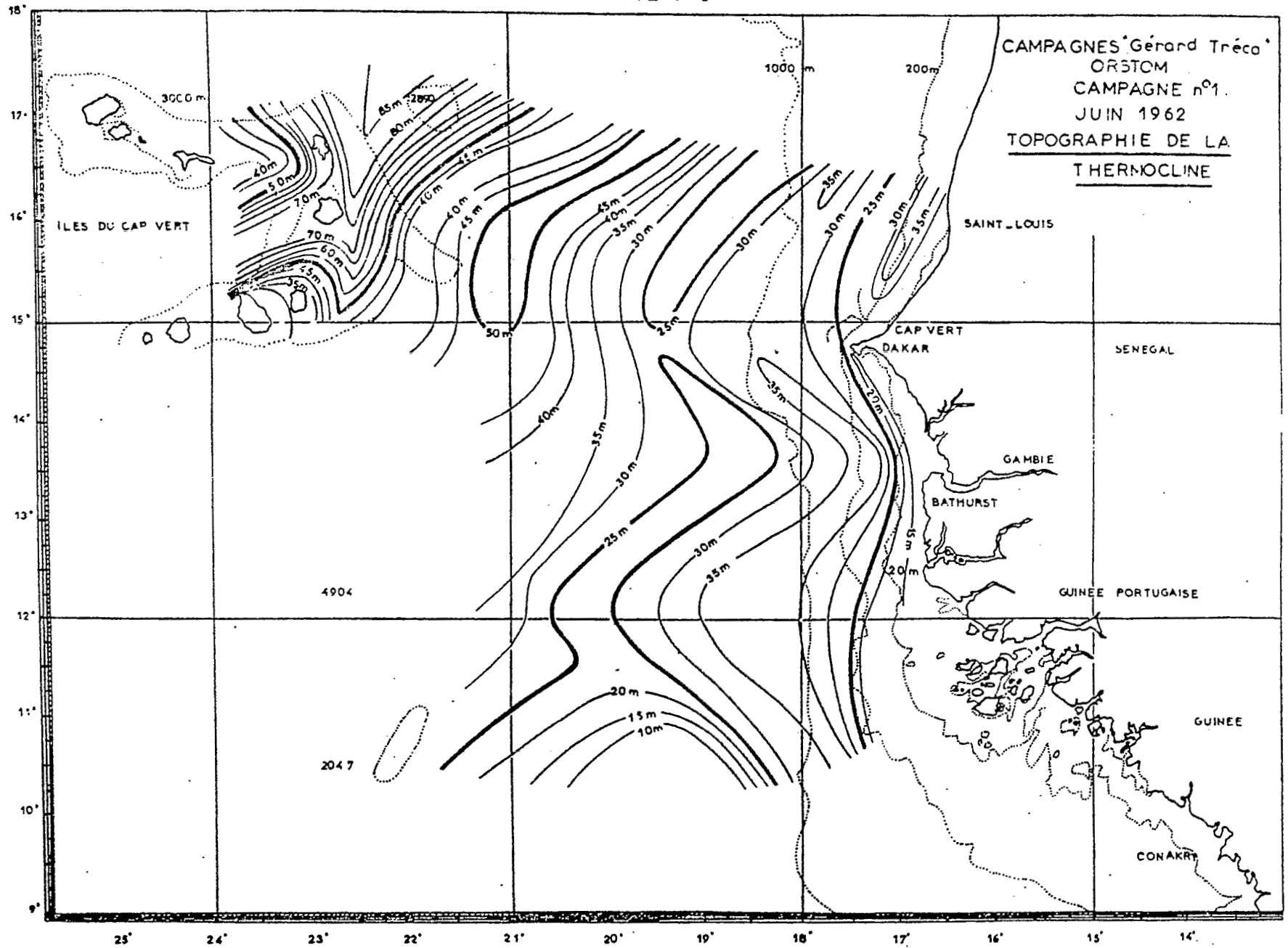
CARTE N°4

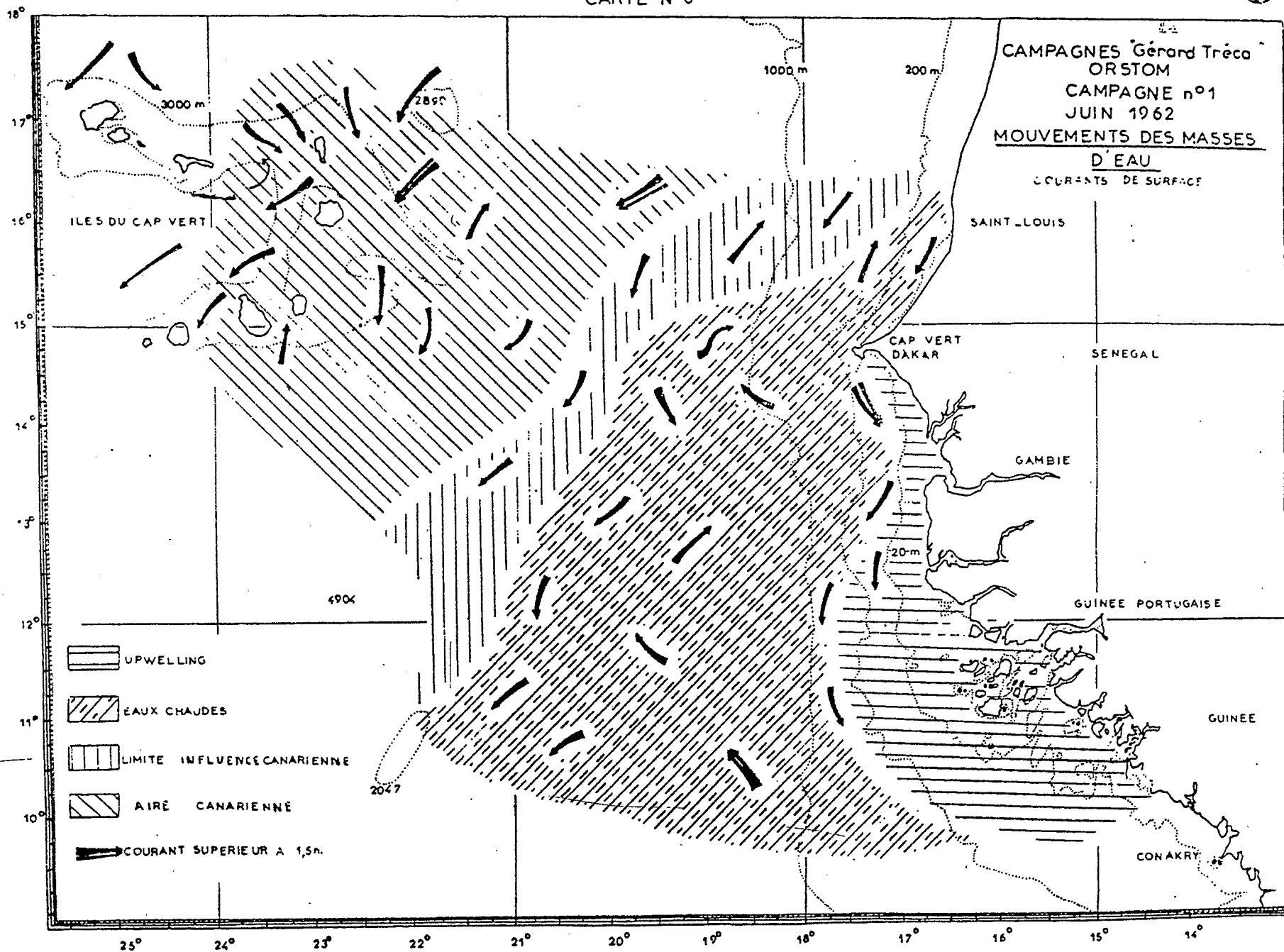
CAMPAGNES "Gérard Trépo"  
JRSTOM  
CAMPAGNE n°1  
JULI 1962  
ISOPYCNES DE SURFACE



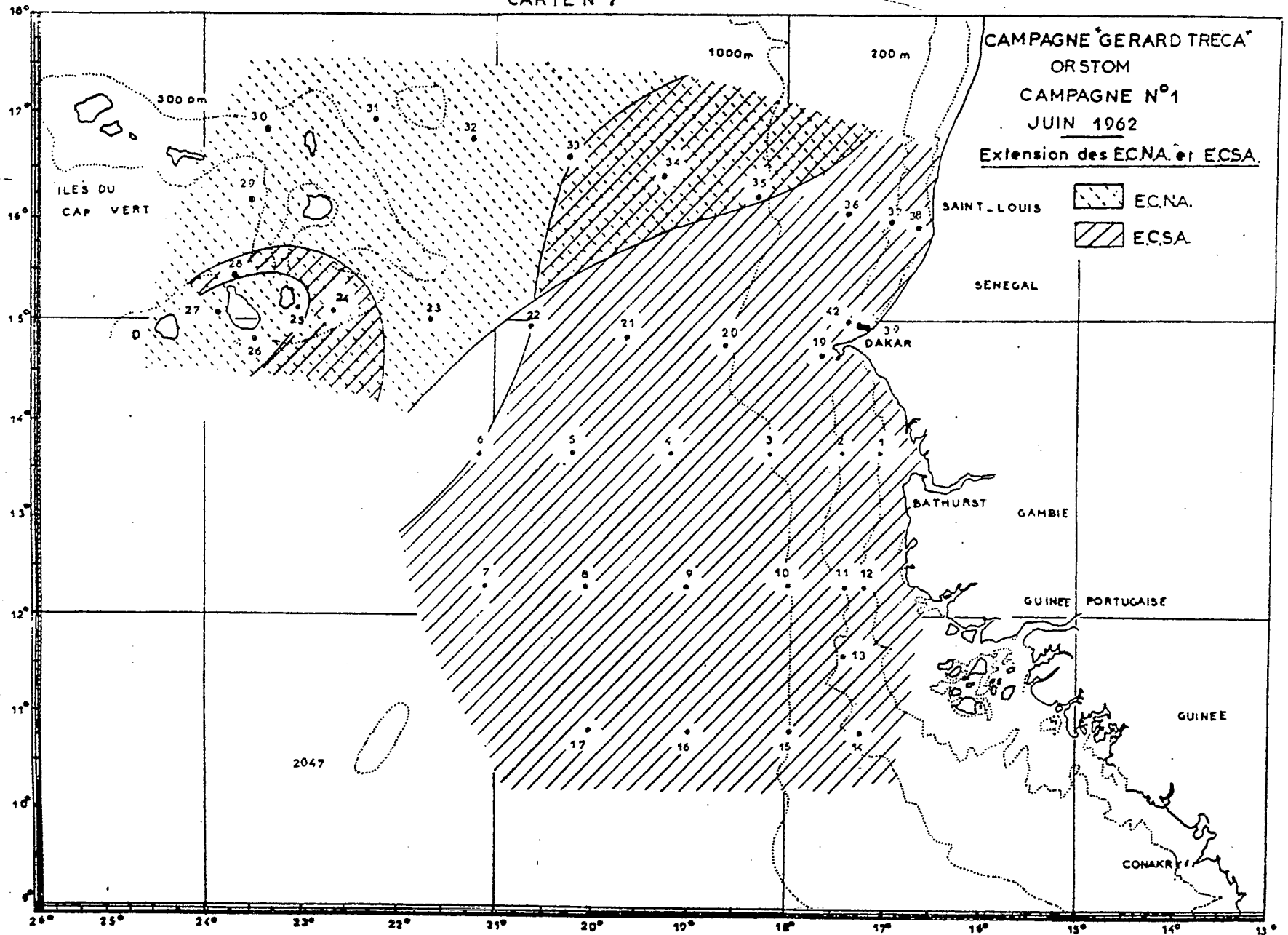
25° 24° 23° 22° 21° 20° 19° 18° 17° 16° 15° 14°

CARTE N°5

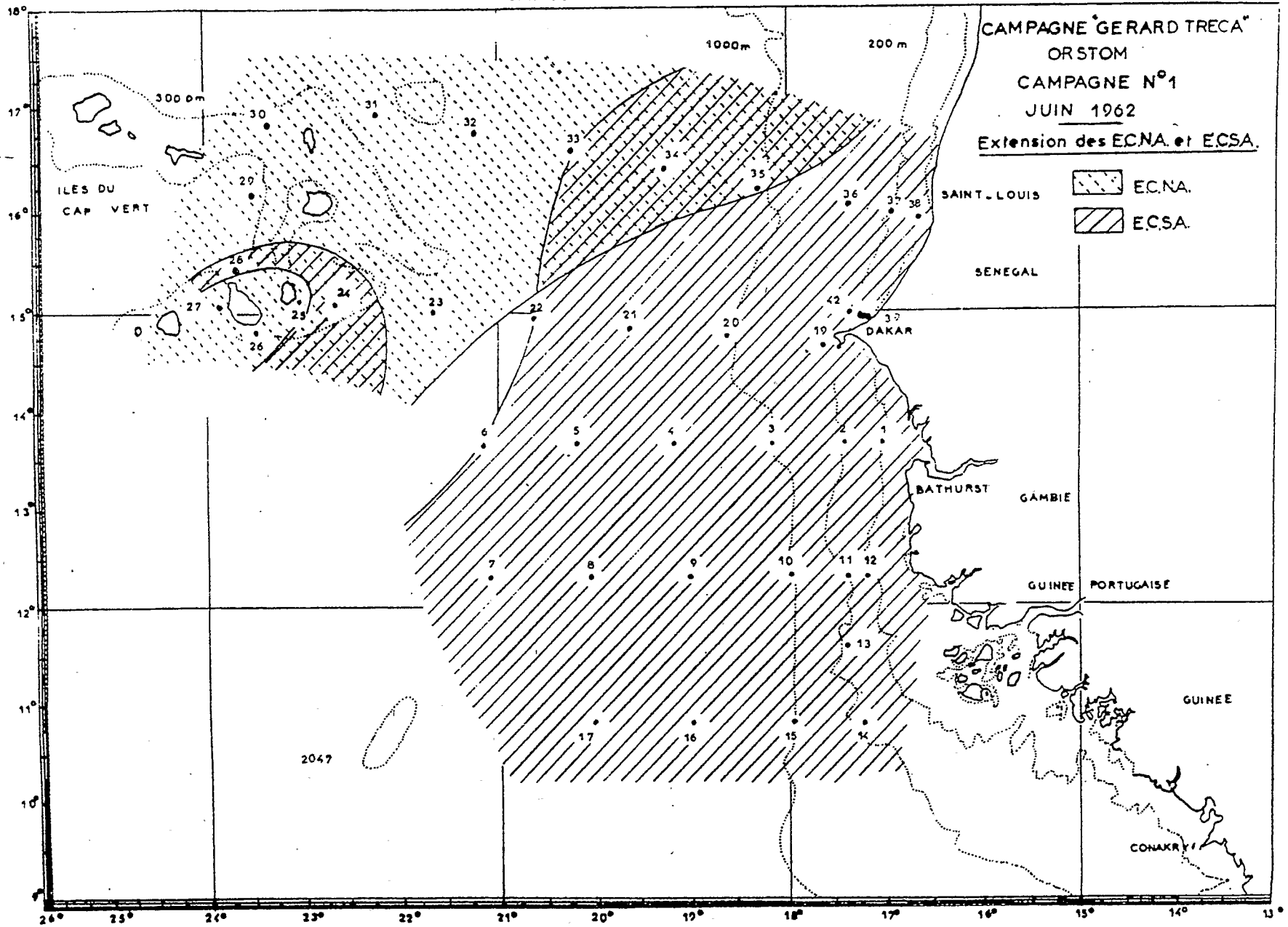




CARTE N°7



CARTE N°7



CARTE N° 8

