

Océan

MÉMOIRES DE L'INSTITUT SCIENTIFIQUE DE MADAGASCAR

Série A — Tome IX — 1954

ÉTUDE HYDROLOGIQUE SOMMAIRE DE LA RÉGION D'ANJOUAN, EN RAPPORT AVEC LA PÊCHE DES COELACANTHES

par
M. MENACHÉ *

HISTORIQUE

Deux spécimens de Coelacanthe ont été pêchés, à moins d'un an d'intervalle, à la même saison, au large de l'île d'Anjouan, de l'Archipel des Comores. A la suite de la dernière pêche, une étude hydrologique de la région d'Anjouan a paru intéressante. Cette étude a pu se faire, du 8 au 15 octobre 1953, grâce au concours de la Marine nationale (**), qui a mis pour quelques jours à notre disposition le bâtiment hydrographe l'« Alidade », récemment équipé pour les travaux d'océanographie physique. Elle a eu pour but, d'une part, de déterminer les conditions dans lesquelles ont eu lieu les deux prises et de vérifier, notamment, l'exactitude de la déclaration des pêcheurs sur la profondeur de capture ; d'autre part, de préciser les caractères physiques et dynamiques des eaux de la région considérée pour la couche des 500 premiers mètres. Le peu de temps dont nous disposons pour notre étude, nous a contraint à la limiter à une région relativement restreinte du Nord d'Anjouan, et à négliger totalement la partie se trouvant au Sud de l'île.

Onze stations hydrologiques (A 34-44) ont été effectuées, dont deux aux points où ont eu lieu les deux pêches (A 34 et 35). Les positions de ces stations sont indiquées sur la figure 1. Les profondeurs étudiées ont été les suivantes : 0-50-100-150-200-250-300-400-500 m. A chacune de ces profondeurs, la température *in situ* était déterminée, et un prélèvement d'échantillon d'eau de mer effectué, en vue de la détermination ultérieure de la salinité.

(*) Océanographe-physicien de l'I.R.S.M.

(**) Nous sommes heureux d'exprimer nos remerciements au Capitaine de Vaisseau Richard EVENOU, Commandant la Marine à Madagascar et Dépendances, pour sa compréhension de l'intérêt de la recherche scientifique et la rapidité avec laquelle il a mis l'« Alidade » à notre disposition.

O. R. S. T. O. M.

Collection de Références

n° 5162/15

5 FEB 1969

Deux profils bathymétriques, perpendiculaires à la côte, et passant chacun par un des points de pêche, ont en outre été effectués à l'aide d'un sondeur à ultra-son, dans le but de préciser le relief du fond sous-marin en ces points. Cette étude bathymétrique a été ensuite complétée par les soins de la Mission Hydrographique de Madagascar par un réseau de sondages couvrant les régions de Domoni et de Mutsamudu. L'exploitation de ces travaux est en cours, et leurs résultats feront l'objet d'une communication séparée.

PRÉCISIONS SUR LES DATES ET LIEUX DE PÊCHE

Le premier spécimen de Coelacanthe a été pêché au large de Domoni le 20 décembre 1952, entre 23 et 24 heures (TU + 3), à un demi-mille de la côte, par 260 m de fond, au point de coordonnées 12°15'30" S, 44°31'12" E Gr. (Station A 34). Ce point est le siège d'importants courants de marée. Le Poisson a été pris à la profondeur de 160 m.

Le second spécimen a été pêché au large de Mutsamudu le 24 septembre 1953, vers 23 heures, également à un demi mille de la côte, par 230 m de fond, au point de coordonnées 12°08'53" S, 44°23'31" E (Station A 35). Aucun courant sensible n'a été décelé en ce point. Le Poisson a été pêché à la profondeur de 200 m.

Les deux pêches se situent donc à la même heure, par des fonds semblables, et à une même distance de la côte. Les profils bathymétriques passant par les points de pêche révèlent tous les deux, au premier examen, une pente dure et quasi uniforme, de l'ordre de 50 %, sans discontinuité ni rupture de pente apparentes. Il n'existe donc pas de plateforme insulaire en ces points.

ENQUÊTE SUR LA PROFONDEUR DE CAPTURE

La pêche se fait en pirogue légère, du modèle à un balancier, et se situe généralement, au dire des pêcheurs, au moment du renversement des courants de marée. La pirogue offre peu de prise au vent. Un galet de 1 kg environ est d'abord attaché au bout de la ligne. Quand ce poids touche le fond, le pêcheur en note mentalement la profondeur puis, par une secousse imprimée à la ligne, il libère le galet qui reste sur le fond. Il remonte alors la ligne d'une certaine longueur et se laisse dériver avec sa pirogue, en suivant les courants de surface. Si le courant est uniforme dans l'épaisseur de la couche mouillant la ligne, cette ligne subit la même dérive que la pirogue et demeure, par conséquent, sensiblement verticale. La ligne n'est pas graduée, mais lovée en spires d'égal diamètre, et le pêcheur en apprécie la longueur à l'épaisseur de la poignée de spires dont elle se compose. L'appréciation par le pêcheur de la profondeur à laquelle se fait une prise de Poisson se trouve, dans ces conditions, entachée de deux sortes d'erreurs principales :

1^o erreur d'appréciation de la longueur de la ligne en fonction du nombre de spires dont elle se compose ;

2^o erreur pouvant provenir, soit d'une action non négligeable du vent sur l'embarcation, soit de l'existence, au point de pêche, de courants variables en vitesse et en direction avec la profondeur. La ligne, au lieu de suivre la pirogue en demeurant sensiblement rectiligne et verticale, s'inclinerait et se déformerait, et son extrémité se trouverait alors à une profondeur réelle inférieure à sa longueur.

Étant donné l'importance qu'il y a de connaître aussi exactement que possible la profondeur à laquelle est et sera pêché chaque spécimen de *Coelacanth*, nous avons cherché à contrôler expérimentalement l'exactitude des indications des pêcheurs autochtones concernant la profondeur de capture.

Au cours d'une première expérience, nous avons présenté au pêcheur du premier spécimen de *Coelacanth* un paquet de spires d'une ligne, et nous l'avons invité à en indiquer la longueur. La valeur donnée par le pêcheur est de 230 m. La longueur réelle, mesurée, est de 264 m. L'erreur est de 15 % par défaut.

Dans une 2^e expérience, nous nous sommes rendus en pirogue, accompagnés d'un pêcheur, au lieu de la 2^e capture, du côté de Mutsamudu. Une bouteille à renversement, équipée d'un couple de thermomètres à renversement, l'un protégé, l'autre non protégé, d'un poids total de 4 kg, a été attachée à l'extrémité d'une ligne et immergée. Une partie de la ligne a été déroulée et une marque faite à l'extrémité supérieure de sa portion immergée. La bouteille est maintenue 10 minutes à la même profondeur afin de permettre aux thermomètres de se mettre en équilibre thermique avec le milieu ambiant, puis un messenger est envoyé qui en provoque le renversement. La bouteille est, alors, hissée à bord et les indications des deux thermomètres, relevées. L'expérience a été répétée deux fois. Les résultats sont les suivants :

Longueur réelle de la portion immergée de la ligne, mesurée à la fin de l'expérience : 115 m.

Valeur indiquée par le pêcheur : 111 m.

Profondeur déduite des indications des thermomètres :

1^{re} expérience : 120 m.

2^e » 121 m.

L'appréciation par le pêcheur de la longueur de la ligne filée est, ici, exacte à 4 m près par défaut. L'erreur relative est de 3 à 4 %.

La différence, de 5 à 6 m, entre la longueur réelle de la ligne et les valeurs de la profondeur indiquées par les thermomètres, est de l'ordre de grandeur des erreurs de mesure à l'aide de ces instruments. Elle peut provenir, en partie, de l'allongement élastique imprimé à la ligne par le poids de 4 kg des appareils attachés à son extrémité. Cet allongement n'existe pas dans la pratique, la ligne se trouvant délestée au moment de la pêche.

Cette expérience prouve que, durant les 10 minutes de son immersion, la ligne est restée rectiligne et verticale et, s'il y a eu dérive, cette dérive a été uniforme dans l'épaisseur des 120 premiers mètres. Les deux expériences prouvent, d'autre part, que l'on peut généralement accorder confiance aux indications des pêcheurs relativement à la profondeur de capture, avec une marge d'erreur de 10 à 15 %.

OBSERVATIONS HYDROLOGIQUES

Appareils et méthodes de mesure. — Pour chaque observation hydrologique, nous nous sommes servi d'une bouteille à renversement du type Ekman et d'un couple de thermomètres à renversement, l'un protégé, l'autre non protégé. La précision des thermomètres est de $\pm 0,02^\circ$ C pour le thermomètre protégé et de $\pm 0,03^\circ$ C pour le thermomètre non protégé. L'erreur théorique sur la valeur de la profondeur d'immersion, déduite de l'indication de ces thermomètres, est donc de l'ordre de 5 m.

Nous ne disposions pas sur le câble plus de deux bouteilles à la fois, de sorte qu'une station hydrologique complète comportait cinq manœuvres consécutives du treuil.

Le bateau étant peu manœuvrable, il a été impossible de maintenir le fil sensiblement vertical pendant la durée d'une immersion des appareils. L'inclinaison sur la verticale de la partie aérienne du câble était notée à la précision de 2-3°.

Les déterminations de la chlorinité ont été faites à notre Laboratoire de l'Institut de Recherche scientifique de Madagascar, par la méthode internationale de MOHR-KNUDSEN, avec référence à l'eau normale de Copenhague. Le réactif de MIYAKE (3) à l'uranine a été utilisé comme indicateur de fin de réaction. Le calcul de Cl a été fait à l'aide de notre nouvelle table de titration (2). La précision atteinte est de $\pm 0,005$ ‰ pour Cl et de $\pm 0,01$ ‰ pour S.

Résultats. — Le tableau en annexe rend compte des résultats numériques obtenus pour les différents facteurs physiques aux 11 stations hydrologiques. Les valeurs mentionnées des caractéristiques de l'eau de mer en surface sont les valeurs actuelles données par les mesures. Ces valeurs ont été, par la suite, approximativement corrigées de la variation diurne avant leur utilisation au tracé des isothermes et isohalines en surface, ainsi que des différentes coupes de température et de salinité.

La figure 1 rend compte de la position des stations hydrologiques. Elle contient également la position estimée de 4 stations, A 38 à 41, et la route vraie et estimée entre ces stations. Cela permet d'évaluer la dérive du bateau d'une station à l'autre et de comparer les résultats avec le tracé des lignes de courant en surface (fig. 27). Sur la même figure, sont représentées les positions des quatre coupes hydrologiques dont nous parlerons plus loin.

Les figures 2 et 3 représentent la variation avec la profondeur, aux stations 34 et 35 (les 2 points de pêche) des caractéristiques physiques principales de l'eau : salinité, température, σ_t . Les courbes T-S aux deux stations y sont également tracées. La figure 4 représente les valeurs moyennes des mêmes facteurs aux différentes profondeurs, ainsi que la courbe T-S déduite de ces valeurs moyennes. La valeur moyenne d'un facteur physique à une profondeur donnée est égale à la moyenne arithmétique des valeurs de ce facteur, à la profondeur considérée, aux 11 stations hydrologiques.

Les figures 5 à 13 représentent les courbes isothermes et les figures 14 à 22 les courbes isohalines aux différentes profondeurs dans la région étudiée.

Les résultats de quatre coupes de température et de salinité, suivant les trajets portés sur la figure 1, sont représentés figures 23 à 26.

Enfin, les figures 27 à 34 rendent compte de la topographie dynamique, dans la région considérée, des différentes surfaces isobariques, par rapport à la surface 500 db prise comme référence.

De l'étude du tableau des valeurs numériques et des figures mentionnées ci-dessus, on peut tirer les conclusions suivantes.

CARACTÈRES HYDROLOGIQUES GÉNÉRAUX

Température. — Diminution lente jusqu'aux environs de 100 m. Thermocline entre 100 et 200-250 m. Lente diminution, ensuite, jusqu'à 500 m.

Le thermocline est presque inexistant à la station 34 (Domoni, point de pêche du spécimen 1952) et peu prononcé à la station 35 (Mutsamudu, point de pêche du spécimen 1953).

Salinité. — Elle diminue très légèrement à partir de la surface jusqu'aux environs de 150 m, puis croît jusqu'aux environs de 250 m où elle atteint sa valeur maxima. Elle décroît, ensuite, rapidement, jusqu'à 500 m.

Densité. — σ_t décroît lentement jusqu'aux environs de 100 m, très rapidement de 100 à 300 m, puis, à nouveau, lentement jusqu'à 500 m.

Stabilité verticale. — Généralement bonne jusqu'à 300 m ; faible de 300 à 400 m ; très faible entre 400 et 500 m.

Instabilité verticale entre 50 et 100 m à la station 41.

Station 41. — Les valeurs trouvées pour la salinité à cette station conduisent à un tracé aberrant de la courbe représentative de ce facteur en fonction de la profondeur. Des ondes internes, d'amplitude sensible, existent vraisemblablement en ce point. Si cette hypothèse se vérifie, les observations faites en ce point aux différentes profondeurs ne pourront plus être considérées comme simultanées.

Courbes isothermes et isohalines. — La température varie peu horizontalement dans la couche des 100 premiers mètres. Très faible en surface,

Le gradient horizontal augmente légèrement jusqu'à 100 m. Il est très fort entre 150 et 250 m et diminue ensuite. Les isothermes sont généralement resserrées autour d'Anjouan.

En surface, la température est un peu plus élevée au voisinage de l'Ile que vers le large. C'est le contraire qui se produit de 50 à 100 m, l'augmentation vers le large étant sensible, seulement, dans la direction NE. A partir de 150 m, la température décroît à nouveau vers le large.

La salinité augmente vers le large dans les 150 premiers mètres et diminue ensuite jusqu'à 500 m. A 150 m, le gradient horizontal est négligeable. Il est encore faible à 200 m. Il se renforce brusquement à partir de 250 m jusqu'à 500 m.

Entre 200 et 400 m se manifeste à l'ENE de l'Ile une masse d'eau à forte salinité.

A toute profondeur, les isohalines sont resserrées au voisinage d'Anjouan.

Il existe donc, entre 100 et 200 m, une couche de transition dans laquelle le gradient horizontal de la salinité est très faible. Le plan de symétrie de cette couche de transition se situerait vers 150 m, avec une salinité moyenne de 35,15 ‰ et une température moyenne de 21,5° C.

Coupes hydrologiques. — Quatre profils hydrologiques ont été particulièrement étudiés, dont les positions sont représentées figure 1. Le profil I (fig. 23) passe par la station 34 (Domoni) ; les profils II et III (fig. 24 et 25) passent par la station 35 (Mutsamudu) ; enfin le profil IV (fig. 26) se situe au large et relie les stations 38 à 44 en passant par les stations 40 et 42.

L'étude de ces coupes, surtout celle des coupes de salinité, nous renseigne sur la structure hydrologique de la région et fait apparaître principalement trois masses d'eau différentes.

Première masse d'eau. — Elle occupe les 250-300 premiers mètres, et sa salinité va de 35,10 à 35,30 ‰. Dans un mouvement apparent vers le Nord, cette eau plonge depuis la surface dans le voisinage d'Anjouan et atteint rapidement, vers le large, sa profondeur limite, à partir de laquelle elle progresse horizontalement. L'axe de ce mouvement apparent est représenté par l'isohaline 35,12 ‰ qui aboutit à la surface aux stations 34 et 35. Ce mouvement apparent se trouve bien schématisé par le tracé de l'isohaline 35,15 ‰ sur les coupes I et II (fig. 23 et 24).

Deuxième masse d'eau. — A partir d'une profondeur moyenne de 350 m, et jusqu'à 500 m, se rencontre une eau dont la salinité est faible et décroît avec la profondeur. Il s'agit, vraisemblablement, de l'eau intermédiaire antarctique, dont TCHERNIA (4) avait signalé le relèvement du niveau moyen jusqu'à 300 m dans la région considérée. La profondeur moyenne de cette eau est plus grande au voisinage d'Anjouan et à l'Est de l'Ile (St. 34, 35 et 44) que vers le large, dans les directions Nord et Ouest.

Entre les profondeurs moyennes de 250 et 350 m, se trouve une zone de mélange des deux masses d'eau précédentes.

Troisième masse d'eau. — Enfin, une 3^e masse d'eau de forte salinité se trouve localisée entre 200 et 400 m, dans la région limitée par les stations 34, 42 et 44. Le maximum de salinité, 35,50 ‰, se situe à la profondeur de 270-280 m, légèrement à l'Est de la station 42. Il est possible que ce soit la présence de cette eau qui oblige l'eau intermédiaire antarctique à plonger en partant de la station 40 à la station 44 (coupe IV, fig. 26).

Notons, enfin, que les thermoclines se trouvent en évidence sur les coupes de température.

Topographie dynamique. — Les hauteurs dynamiques, exprimées en m dynamique, ont été rapportées à la surface isobarique 500 db, prise comme surface de référence. Les figures 27 à 34 représentent la topographie dynamique des différentes surfaces isobariques par rapport à cette surface de référence. Les lignes de niveau sont tracées tous les 5 cm dyn. sur les surfaces 0 à 200 db, et tous les cm dyn. de 250 à 400 db.

Il se révèle à toute profondeur un courant général E-W, qui oblique vers le NW au voisinage et au NW d'Anjouan, puis se subdivise en deux branches contournant la Grande Comore, l'une par le Nord, l'autre par le Sud. L'intensité de ce courant est uniforme dans la couche des 100 premiers mètres, puis décroît avec la profondeur jusqu'à 400 m. Cette intensité est plus grande au voisinage de l'île que vers le large, ce qui est révélé par le resserrement des courbes de niveau entre les stations 36 et 42.

Si e représente, en mm, l'espacement de 2 lignes de niveau successives les plus voisines d'un point donné, *espacement mesuré sur nos figures*, la vitesse du courant, en nœud, en ce point, est égale à $33/e$ pour les fig. 27 à 31 (0 à 200 db, lignes de niveau tous les 5 cm dyn.) et à $6,5/e$ pour les fig. 32 à 34 (250 à 400 db, lignes de niveau tous les cm dyn.).

Chaque figure renferme l'échelle des vitesses qui lui correspond.

Le courant général ainsi mis en évidence peut être rapproché de celui mentionné par nous (1) entre La Réunion et Madagascar.

La comparaison entre la circulation en surface telle qu'elle résulte de la topographie dynamique de 0 db, et l'étude de la dérive entre les stations 38 et 41 sur la fig. 1, est assez satisfaisante, tant pour les directions moyennes que pour les intensités.

A la station 38, l'étude de la dérive donne un courant de 2 nœuds et la topographie dynamique : 1,6 nœud.

Entre les stations

38 et 39 :	dérive moyenne :	1	nœud ;	topographie dyn. :	0,8 à 1,6	nœud
39 et 40 :	»	»	: 2,8	» ;	»	» : 1,4 à 3,2
40 et 41 :	»	»	: 2	» ;	»	» : 1,5 à 3,2

A la station 42, nous avons mis en évidence une dérive de 0,9 nœud por-

tant au 200. La topographie dynamique donne, en ce point, un courant de 1,2 nœud, sensiblement dans la même direction.

Notons, pour finir que, d'après nos résultats, le courant général est uniforme dans les 100 premiers mètres et décroît légèrement en intensité entre 100 et 200 m. Ceci vérifie l'hypothèse d'une dérive uniforme embarcation-ligne, qui maintiendrait la ligne sensiblement verticale.

CONCLUSIONS SE RAPPORTANT A L'ÉCOLOGIE DU COELACANTHE

Un animal marin trouvera dans les 100 premiers mètres une couche d'eau dont la température varie peu dans les 3 dimensions. Au-delà, un fort gradient thermique (thermocline) interdira l'accès de la couche 100-250 m aux animaux sensibles aux variations de température.

Par contre, c'est entre 0 et 200-250 m que la salinité varie relativement peu. *Entre 150 et 200 m le gradient horizontal de la salinité est négligeable.*

En conclusion, il est difficile de concevoir le Coelacanthé comme un animal sensible aux grandes variations thermiques. Les profondeurs auxquelles ont été pêchés les deux derniers spécimens se situent entre 150 et 200 m, précisément là où le gradient thermique est le plus fort dans toutes les directions. Il faut remarquer, toutefois, qu'à la station 34 (Domoni) le thermocline est presque inexistant et qu'il est faible à la station 35 (Mutsamudu).

Par contre, il est plausible d'attribuer au Coelacanthé une grande sensibilité aux variations de salinité. Entre 150 et 200 m, cette grandeur varie peu dans les trois dimensions. Le Poisson pourrait, même, naviguer à toute profondeur, entre 0 et 300 m, au sein de la première masse d'eau dont il a été question précédemment, en se maintenant constamment dans une eau à salinité constante.

Il lui serait, par contre, difficile de descendre au delà de 250 m à l'Est d'Anjouan dans les parages de la station 42 où existe la 3^e masse d'eau à forte salinité.

Si le Coelacanthé doit être considéré comme un animal isohalin, sa salinité optima devra être recherchée entre 35,10 et 35,25 ‰ et, plus vraisemblablement, entre 35,15 et 35,25 ‰.

Il est grandement souhaitable que, simultanément à chaque pêche d'un nouveau spécimen de Coelacanthé, une station hydrologique soit effectuée au point de pêche, comprenant une observation à la profondeur même à laquelle aura été pris le Poisson. A défaut d'une station hydrologique complète, une prise d'échantillon d'eau de mer au point et à la profondeur de capture serait d'un grand intérêt. On disposerait, ainsi, de renseignements précis sur la valeur de la salinité de l'eau dans laquelle auront été trouvés les différents spécimens et, par la comparaison de ces valeurs, on pourrait se faire une opinion sur une susceptibilité éventuelle du Coelacanthé aux grandes variations halines.

RÉSULTATS NUMÉRIQUES DES OBSERVATIONS AUX STATIONS HYDROLOGIQUES

Heure : instant de renversement de la bouteille et des thermomètres, exprimé en heure et minute de temps. Heure légale de Madagascar et des Comores (Temps universel + 3 heures).

P : profondeur, en m.

θ : température, en ° C. — Précision : $\pm 0,02$ ° C.

Cl : chlorinité, ‰. — » $\pm 0,005$ ‰.

S : salinité, ‰. — » $\pm 0,01$ ‰.

σ_t : expression abrégée de la densité de l'eau de mer à 0° C et à la pression atmosphérique, par rapport à l'eau distillée à 4° C et à la même pression.

En désignant par s cette densité, on a : $\sigma_t = (s - 1) 1\,000$.

Précision : $\pm 0,01$.

Les longitudes sont rapportées au méridien de Greenwich.

Fond : valeurs données par le sondeur à ultra-son au début et à la fin de la station.

Température de l'air : en ° C. — Précision : $\pm 0,1$ ° C.

Humidité : humidité relative de l'air, en % de saturation.

Nébulosité : en dixième.

Vent : vitesse, en m/s, et direction origine.

Houle : hauteur, en m, et direction origine.

STATION A 34 (DOMONI)

(Point de pêche du 1^{er} spécimen de Coelacanthe)
9 octobre 1953

12°15'30" S.
44°32'12" E.

Fond : 260-290 m.

Température air : 25,6° C.
Vent : 1 m/s du 135.

Humidité : 81 %.
Mer : calme.

Nébulosité : 2.

Heure (TU + 3)	P m	θ °C	Cl ‰	S ‰	σ_t
07.32	0	25,82	19,46	35,16	23,23
07.48	49	24,14	19,44	35,12	23,71
08.01	98	23,50	19,435	35,11	23,89
08.38	145	22,29	19,46	35,16	24,27
08.51	196	20,11	19,48	35,19	24,90
09.05	245	18,23	19,535	35,29	25,45

STATION A 35 (MUTSAMUDU)

(Point de pêche du 2^e spécimen de Coelacanthe)
10 octobre 1953

12°08'53" S.
44°23'31" E.

Fond : 295-310 m.

Température air : 26,9° C.
Vent : 0.

Humidité : 66 %.
Mer : calme.

Nébulosité : 6.

Heure (TU + 3)	P m	θ °C	Cl ‰	S ‰	σ_t
07.48	0	26,29	19,45	35,14	23,07
"	49	24,68	19,44	35,12	23,55
08.03	98	23,96	19,45	35,14	23,78
"	140	21,44	19,475	35,18	24,53
08.19	196	16,89	19,54	35,30	25,79
"	245	15,72	19,54	35,30	26,06

STATION A 36
10 octobre 1953

11°45' S.
44°05,6' E.

Fond : 3350 m.

Température air : 26,2° C.
Vent : 5,5 m/s du 023.

Humidité : 86 %.
Mer : Peu ag.

Nébulosité : 2.
Houle : 1,5 m du 023.

Heure (TU + 3)	P m	θ °C	Cl ‰	S ‰	σ_t
13.32	0	26,06	19,495	35,22	23,22
13.45	49	25,01	19,47	35,17	23,49
»	97	24,79	19,47	35,17	23,56
13.58	145	23,37	19,46	35,16	23,96
»	195	19,65	19,51	35,25	25,06
14.15	242	16,39	19,535	35,29	25,90
»	290	14,57	19,525	35,27	26,29
14.33	390	12,90	19,475	35,18	26,57
»	487	11,03	19,37	34,99	26,79

STATION A 37
12 octobre 1953

12°00' S.
43°45' E.

Fond : 2820-2780 m.

Température air : 26,9° C.
Vent : 4 m/s du 023.

Humidité : 79 %.
Mer : Calme.

Nébulosité : 2.

Heure (TU + 3)	P m	θ °C	Cl ‰	S ‰	σ_t
11.13	0	26,43	19,50	35,23	23,09
11.26	49	24,99	19,48	35,19	23,51
»	97	24,51	19,475	35,18	23,65
11.43	146	23,03	19,455	35,15	24,06
»	196	19,29	19,525	35,27	25,17
12.00	242	16,87	19,545	35,31	25,80
»	285	15,07	19,515	35,26	26,19
12.44	385	12,82	19,45	35,14	26,55
»	490	10,85	19,36	34,97	26,80

STATION A 38

13 octobre 1953

11°16' S.
43°50' E.

Fond : 3400-3405 m.

Température air : 26,1° C.
Vent : 6 m/s du 200.Humidité : 78 %.
Mer : lég. clapotis.

Nébulosité : 3.

Heure (TU + 3)	P m	θ °C	CI ‰	S ‰	σ_t
10.30	0	25,85	19,515	35,26	23,29
10.45	48	25,29	19,52	35,26	23,47
»	98	24,79	19,51	35,25	23,61
11.00	146	19,62	19,45	35,14	24,98
»	195	16,33	19,505	35,24	25,87
11.31	240	15,30	19,55	35,32	26,17
»	290	13,94	19,54	35,30	26,45
11.56	388	11,23	19,395	35,04	26,78
»	486	09,97	19,30	34,87	26,87

STATION A 39

13 octobre 1953

11°18' S.
44°31' E.

Fond : 3550-3540 m.

Température air : 24,1° C.
Vent : 3 m/s. du 070.Humidité : 95 %.
Mer : Calme à peu agitée.

Nébulosité : 10 (pluie).

Heure (TU + 3)	P m	θ °C	CI ‰	S ‰	σ_t
19.05	0	25,73	19,52	35,26	23,34
19.16	49	25,32	19,53	35,28	23,48
»	98	24,36	19,51	35,25	23,74
19.30	145	19,10	19,48	35,19	25,16
»	197	15,32	19,465	35,17	26,05
19.48	245	14,12	19,465	35,17	26,31
»	294	12,85	19,445	35,13	26,54
20.06	380	11,01	19,375	35,00	26,80
»	480	09,63	19,275	34,82	26,89

STATION A 40

14 octobre 1953

11°48' S.
44°23' E.

Fond : 3485-3470 m.

Température air : 23,9° C.
Vent : 6 m/s du 320.Humidité : 85 %.
Mer : Calme.

Nébulosité : 0.

Heure (TU + 3)	P m	θ °C	Cl ‰	S ‰	σ_t
00.10	0	25,74	19,505	35,24	23,31
00.19	49	25,52	19,51	35,25	23,39
»	98	25,19	19,515	35,26	23,50
00.32	145	21,69	19,45	35,14	24,43
»	195	17,25	19,485	35,20	25,63
00.47	240	14,96	19,505	35,24	26,18
»	293	13,63	19,515	35,26	26,48
01.03	385	11,46	19,41	35,07	26,76
»	480	10,13	19,31	34,88	26,86

STATION A 41

14 octobre 1953

11°49' S.
45°01' E.

Fond : 3420-3450 m.

Température air : 25,3° C.
Vent : 7,5 m/s du 070Humidité : 77 %
Mer : P. ag. à agitéeNébulosité : 5.
Houle : 1 m du 220

Heure (TU + 3)	P m	θ °C	Cl ‰	S ‰	σ_t
06.55	0	25,68	19,515	35,26	23,35
07.05	49	25,45	19,535	35,29	23,44
»	97	25,36	19,435	35,11	23,34
07.18	146	23,79	19,455	35,15	23,84
»	194	18,10	19,475	35,18	25,41
07.35	238	15,11	19,45	35,14	26,07
»	287	13,63	19,485	35,20	26,44
07.51	382	12,34	19,465	35,17	26,67
»	478	10,48	19,33	34,92	26,83

STATION A 42

14 octobre 1953

12°02' S.
44°39' E.

Fond : 3020-2865 m.

Température air : 27,6° C.
Vent : 4 m/s. du 023.Humidité : 77 %.
Mer : Peu agitée.Nébulosité : 3.
Houle : 1 m du 050.

Heure (TU + 3)	P m	θ °C	Cl ‰	S ‰	σ_t
10.30	0	25,38	19,48	35,19	23,40
10.40	48	24,78	19,45	35,14	23,53
»	98	24,62	19,46	35,16	23,59
10.52	145	23,00	19,43	35,10	24,03
»	194	18,36	19,495	35,22	25,37
11.20	230	17,17	19,59	35,39	25,79
»	288	15,45	19,645	35,49	26,27
11.37	386	12,55	19,475	35,18	26,64
»	478	10,89	19,36	34,97	26,79

STATION A 43

14 octobre 1953

11°25' S.
44°54' E.

Fond : 3565 m.

Température air : 25,8° C.
Vent : 5 m/s. du 055.Humidité : 83 %.
Mer : Peu agitée.Nébulosité : 2.
Houle : 2 m du 065.

Heure (TU + 3)	P m	θ °C	Cl ‰	S ‰	σ_t
17.38	0	25,82	19,525	35,27	23,31
17.48	49	25,46	19,52	35,26	23,42
»	98	24,93	19,50	35,23	23,56
18.05	144	21,48	19,45	35,14	24,49
»	188	16,15	19,44	35,12	25,82
18.20	232	15,17	19,46	35,16	26,07
»	280	14,07	19,45	35,14	26,31
18.46	378	11,50	19,40	35,05	26,74
»	479	09,69	19,285	34,84	26,90

STATION A 44

15 octobre 1953

12°12' S.
45°03' E.

Fond : 2965-2885 m.

Température air : 24,8° C.
Vent : 5 m/s du 045.Humidité : 83 %.
Mer : Peu agitée.Nébulosité : 1.
Houle : 1 m du 045.

Heure (TU + 3)	P m	θ °C	Cl ‰	S ‰	σ_t
01.40	0	25,39	19,475	35,18	23,38
01.50	49	24,81	19,46	35,16	23,54
»	97	24,61	19,45	35,14	23,58
02.03	143	24,26	19,45	35,14	23,69
»	192	19,60	19,50	35,23	25,06
02.18	238	16,83	19,585	35,38	25,87
»	285	14,62	19,585	35,38	26,37
02.35	382	12,14	19,44	35,12	26,67
»	480	11,52	19,40	35,05	26,73

BIBLIOGRAPHIE

1. EYRIES (M.) et MENACHÉ (M.), 1953. — Contribution à la connaissance hydrologique de l'Océan Indien. — *Bull. Inf. Com. Cent. Oc. Et. Côtes*, V^e année, n° 10, déc., p. 433-438.
2. MENACHÉ (M.), 1954. — Simplification de la Table de titration de M. Knudsen pour la détermination de la chlorinité de l'eau de mer. — *J. Cons. Perm. Int. Expl. Mer*, XIX, 3, p. 301-308.
3. MIYAKE (Y.), 1939. — Chemical studies in the Western Pacific Ocean. — *Bull. Chem. Soc. Japan*, XIV, 2, p. 30.
4. TCHERNIA (P.), LE FLOCH (J.) et LACOMBE (H.), 1951. — Contribution à l'étude de l'Océan Indien. — *Bull. Inf. Com. Cent. Oc. Et. Côtes*, III^e année, n° 10, déc., p. 414-473.

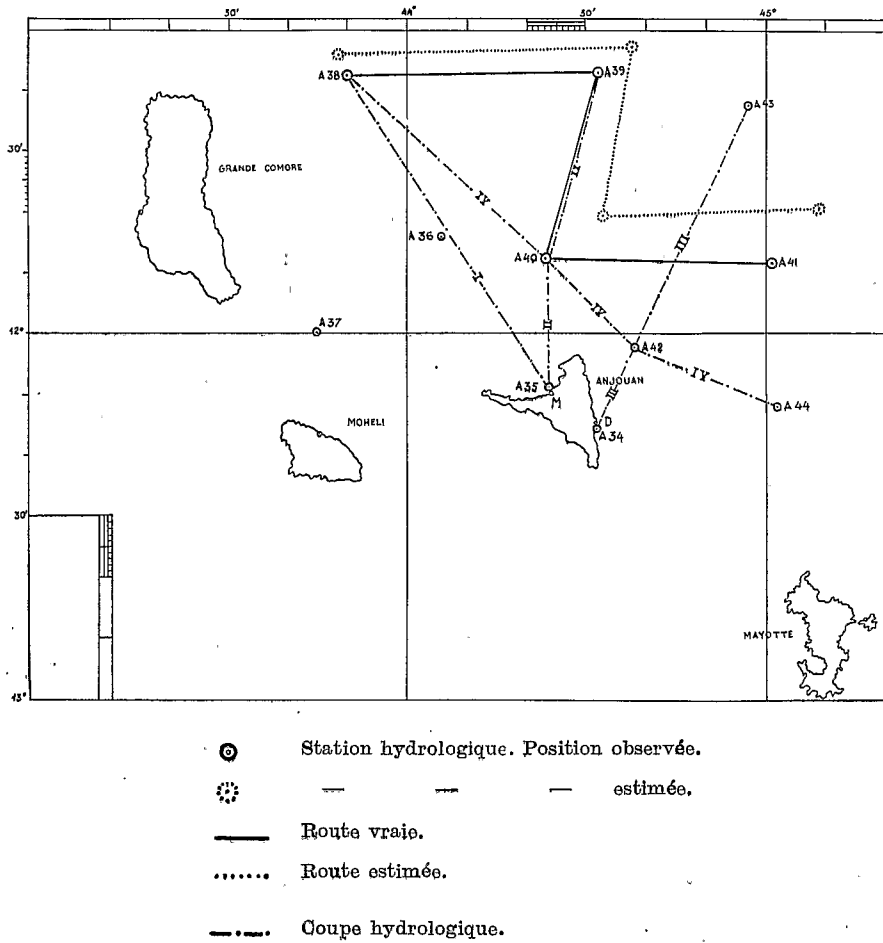


Fig. 1.— Position des stations hydrologiques, de quelques points estimés et des coupes hydrologiques.

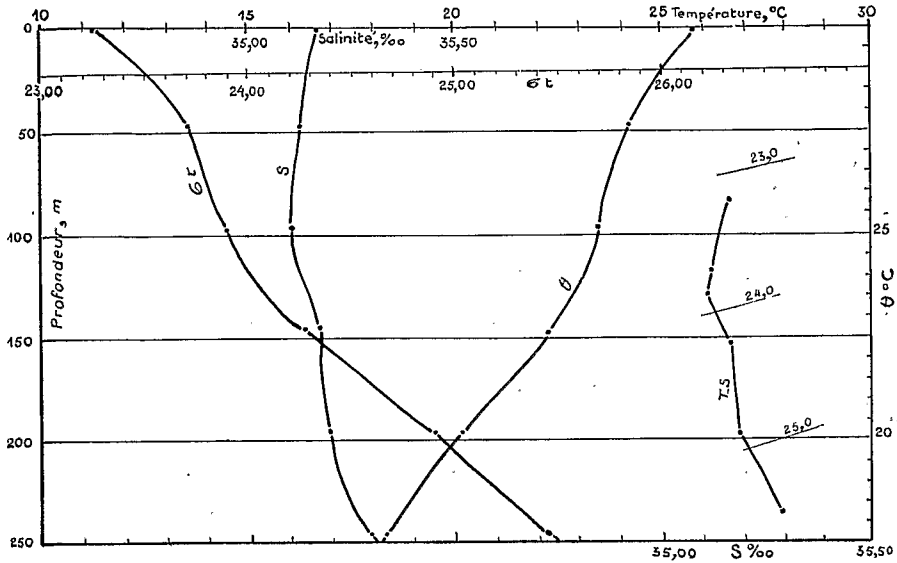


Fig. 2. — Station A 34 (Domoni). — Variation des caractéristiques hydrologiques avec la profondeur.
θ = Température S = Salinité.

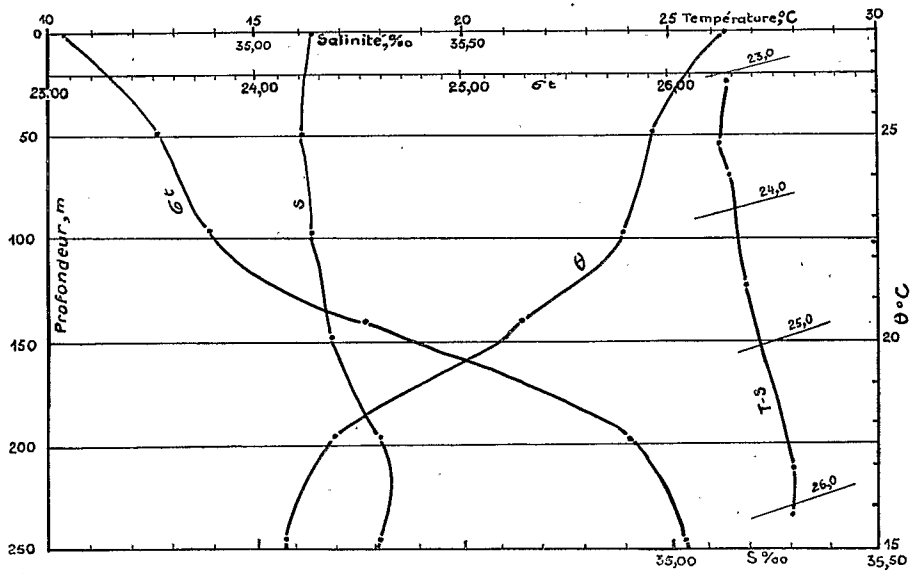


Fig. 3. — Station A 35 (Mutsamudu). — Variation des caractéristiques hydrologiques avec la profondeur.
θ = Température S = Salinité.

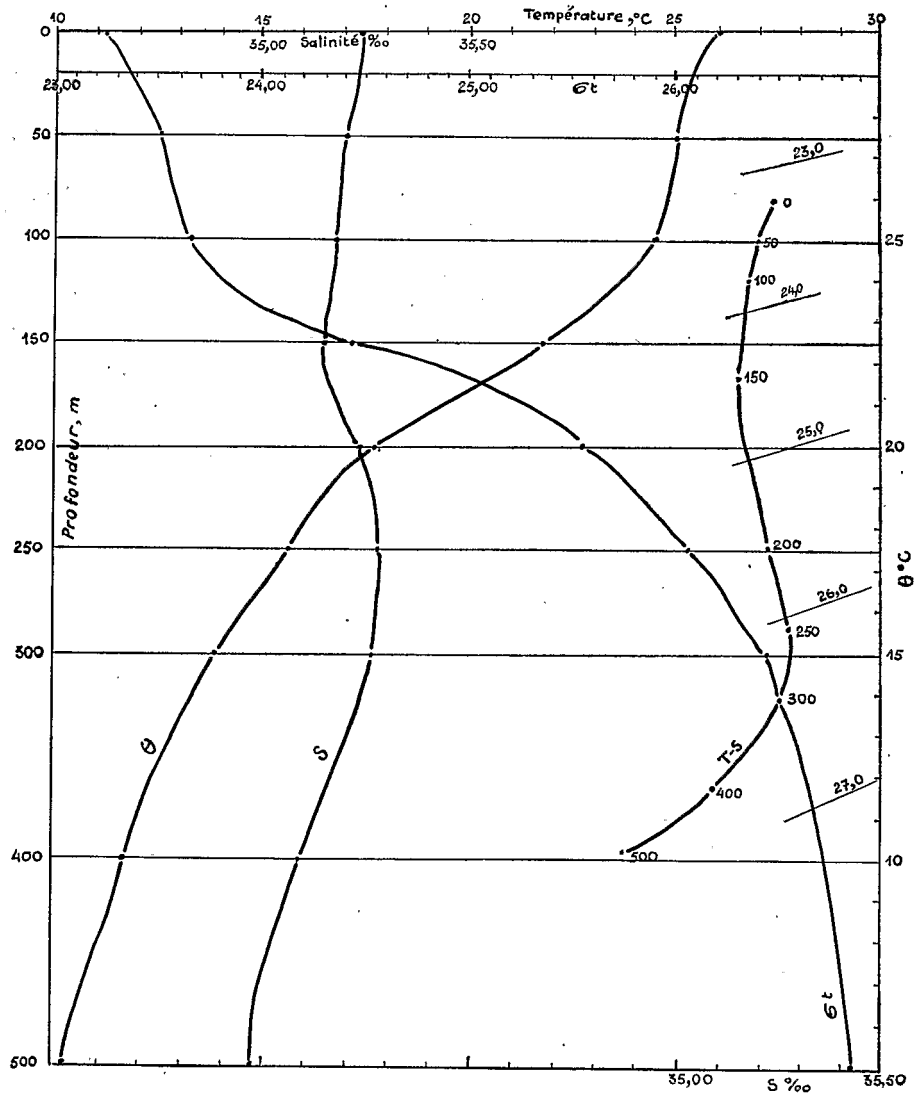


Fig. 4. — Distribution verticale des caractéristiques hydrologiques moyennes.
 θ = Température S = Salinité.

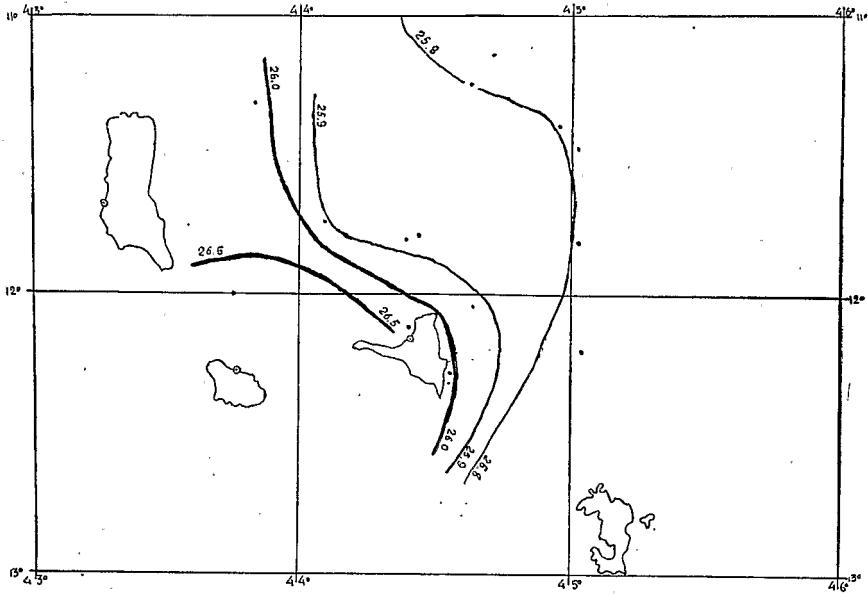


Fig. 5. — Isothermes en surface.

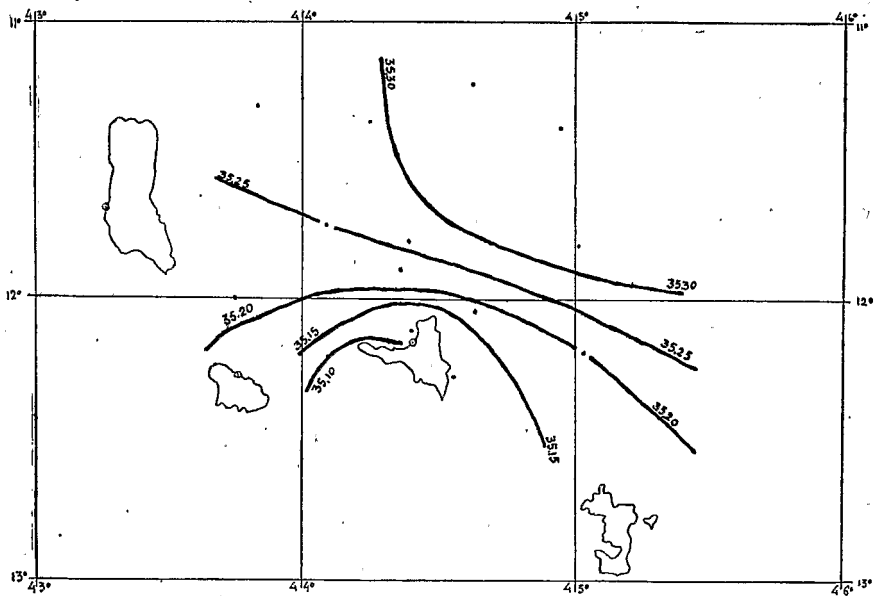


Fig. 14. — Isohalines en surface.

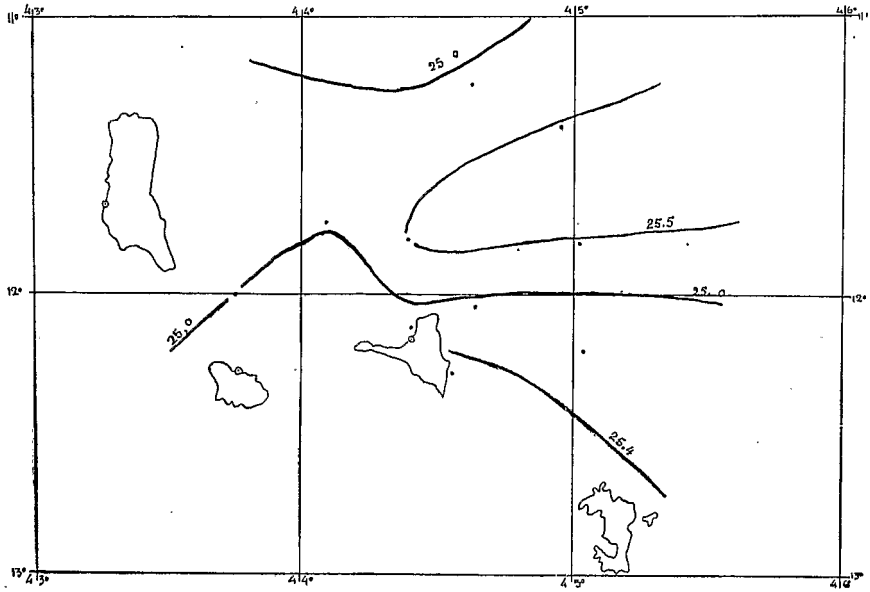


Fig. 6. — Isothermes à -50 m.

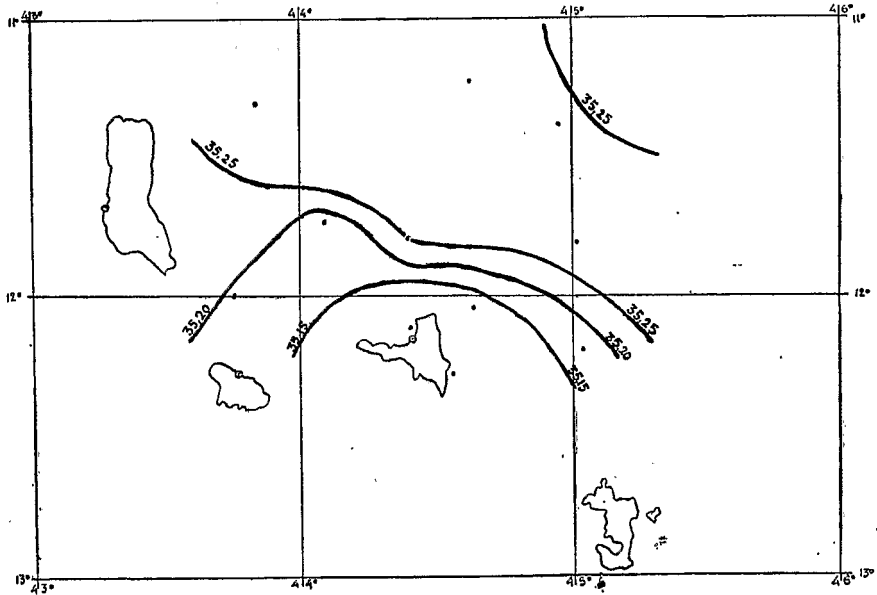


Fig. 15. — Isohalines à -50 m.

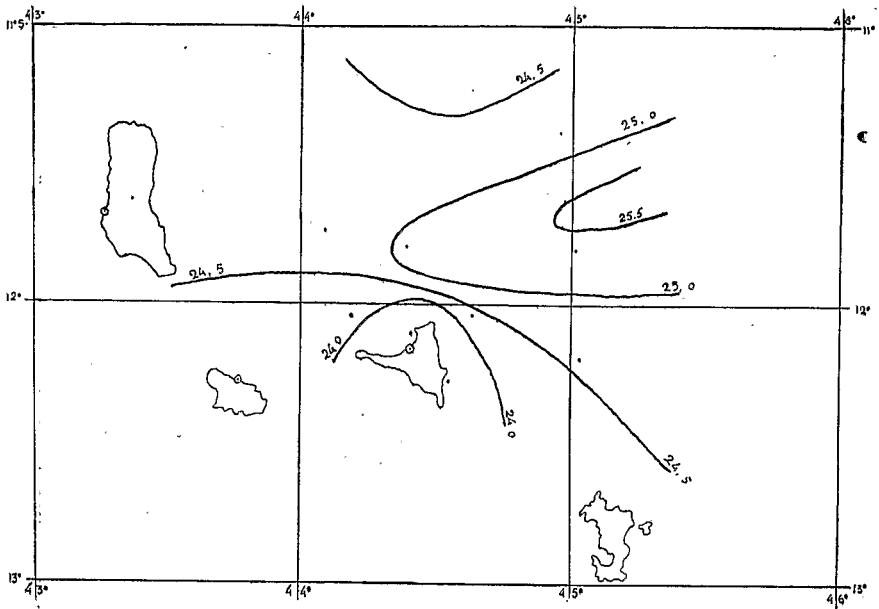


Fig. 7. — Isothermes à -100 m.

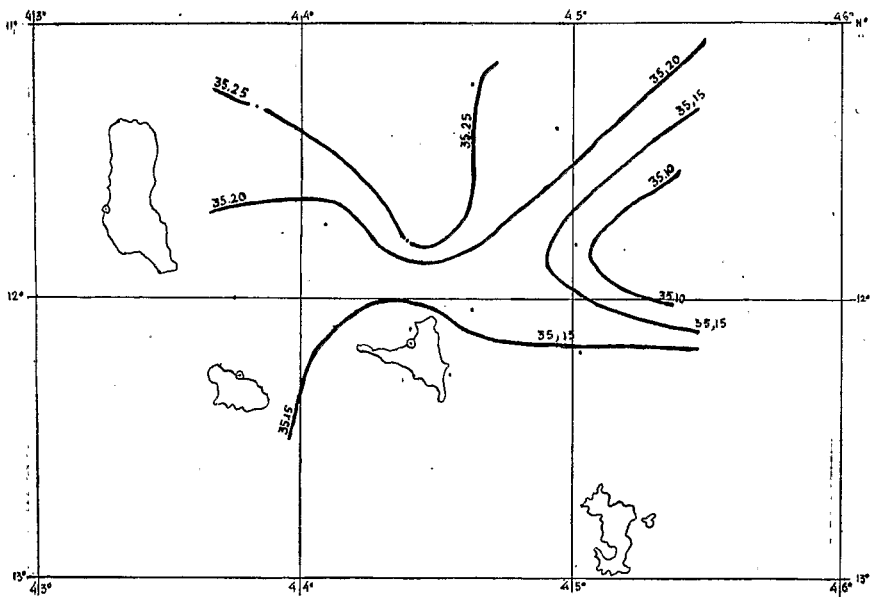


Fig. 16. — Isohalines à $\frac{1}{2}$ -100 m.

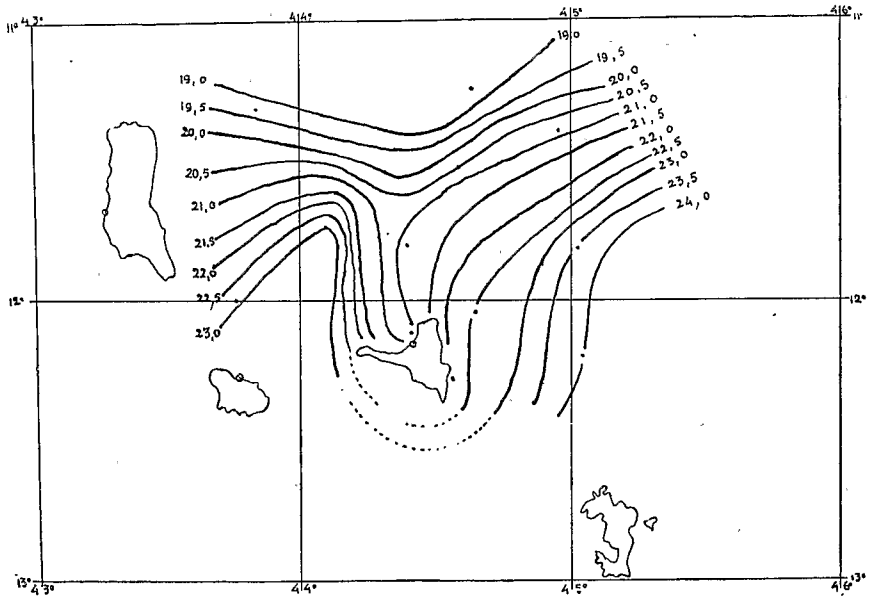


Fig. 8. — Isothermes à -150 m.

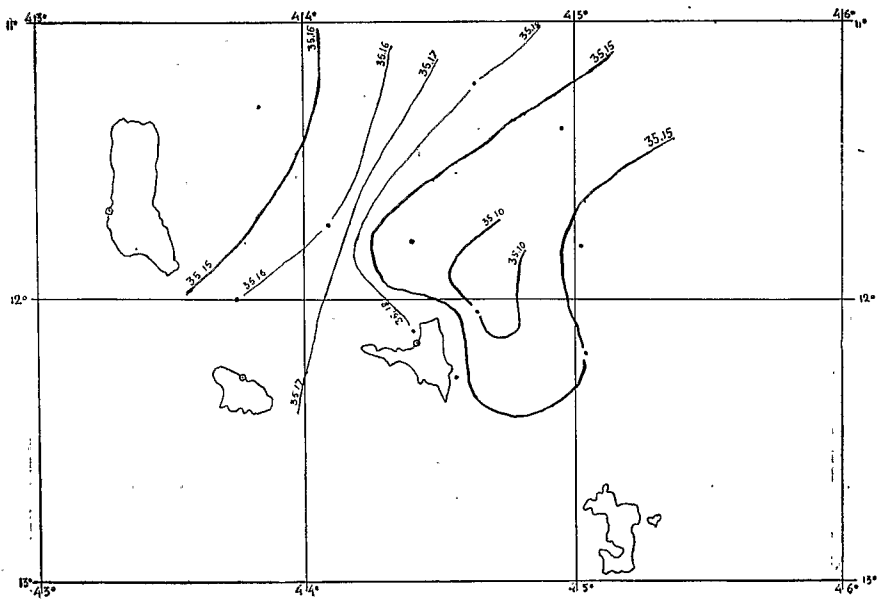


Fig. 17. — Isohalines à \bar{Y}_1 -150 m.

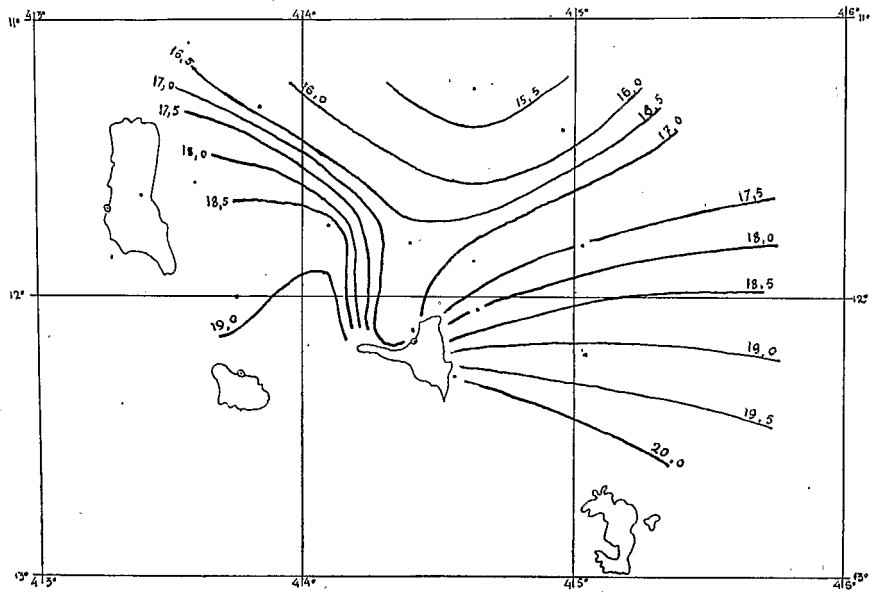


Fig. 9. — Isothermes à -200 m.

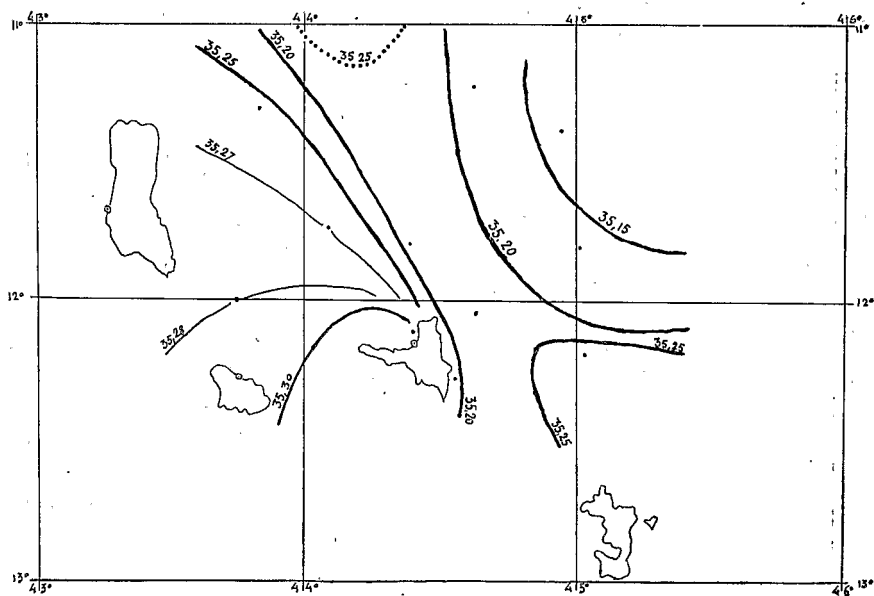


Fig. 18. — Isohalines à -200 m.

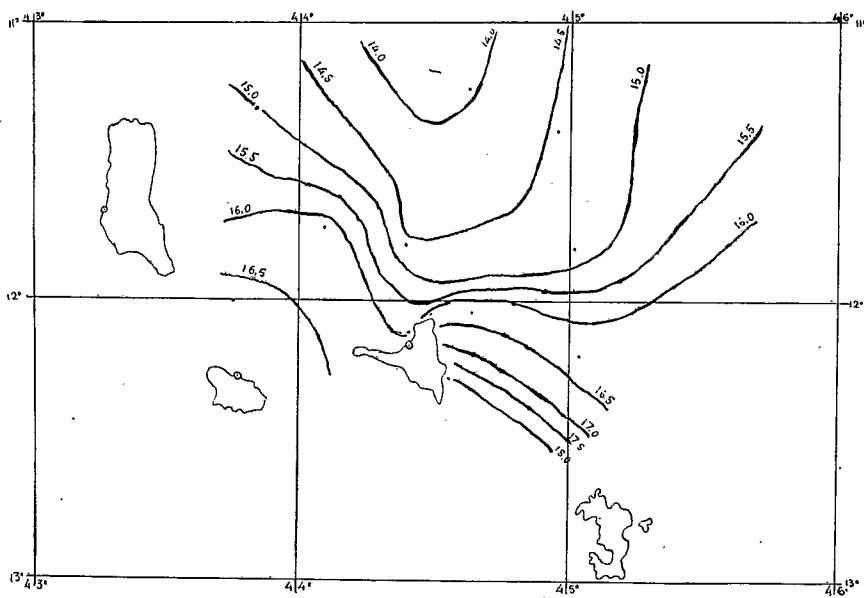


Fig. 10. — Isothermes à -250 m.

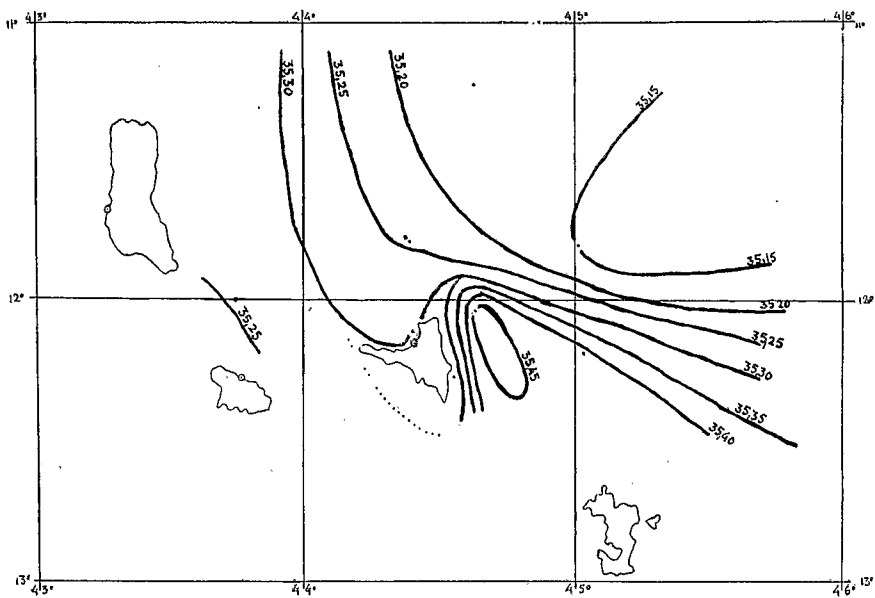


Fig. 19. — Isohalines à -250 m.

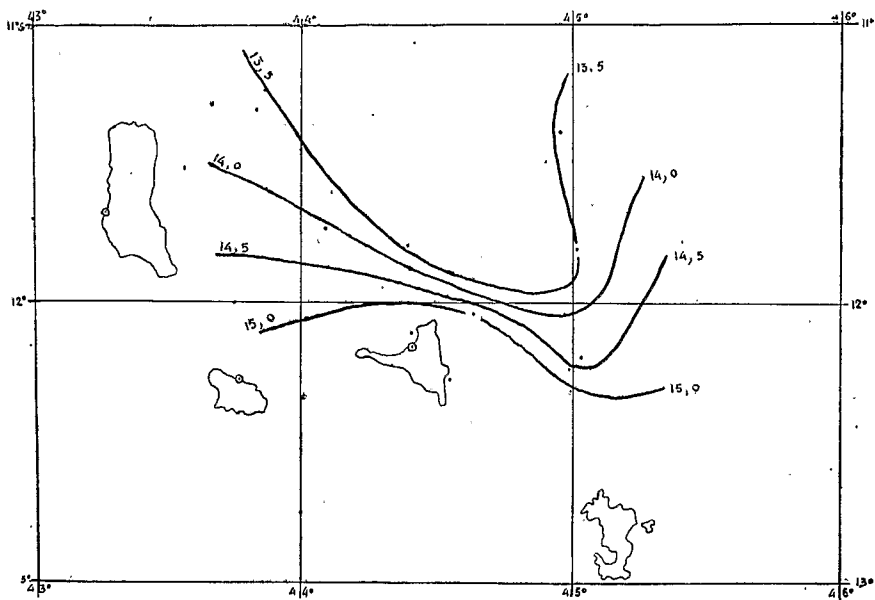


Fig. 11. — Isothermes à -300 m.

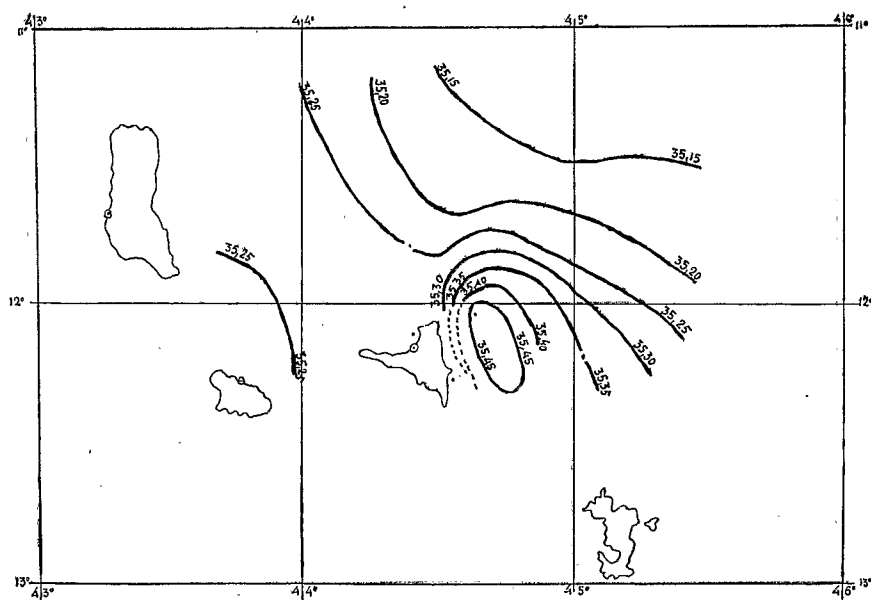


Fig. 20. — Isohalines à -300 m.

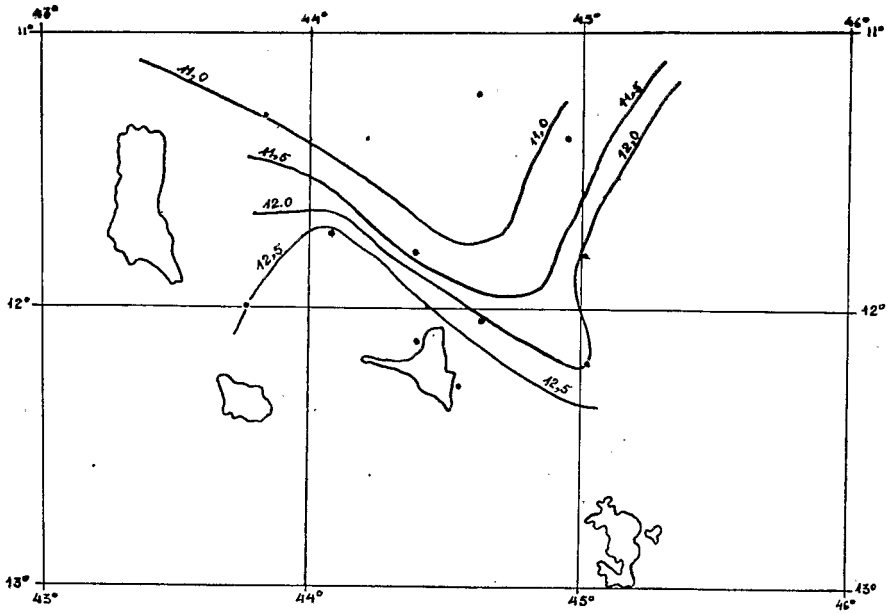


Fig. 12. — Isothermes à —400 m.

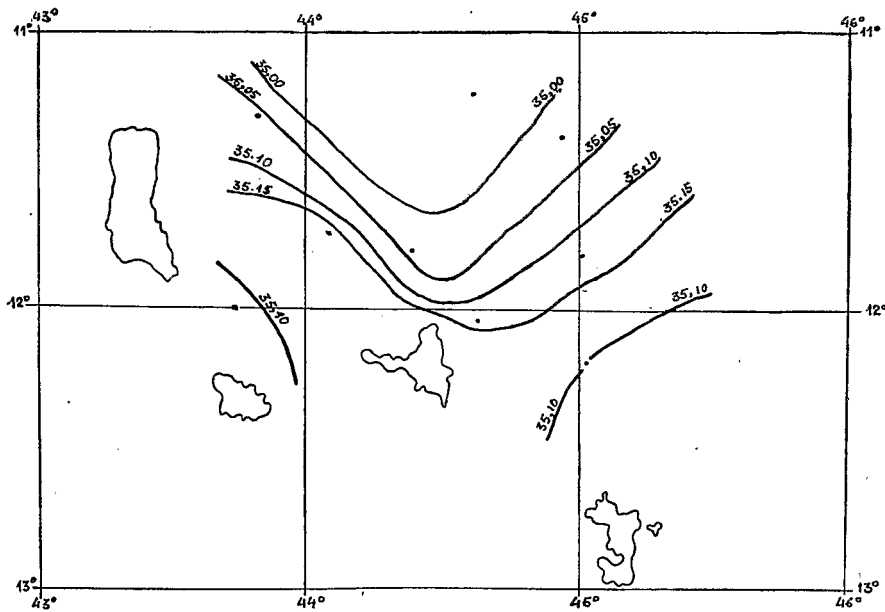


Fig. 21. — Isohalines à —400 m.

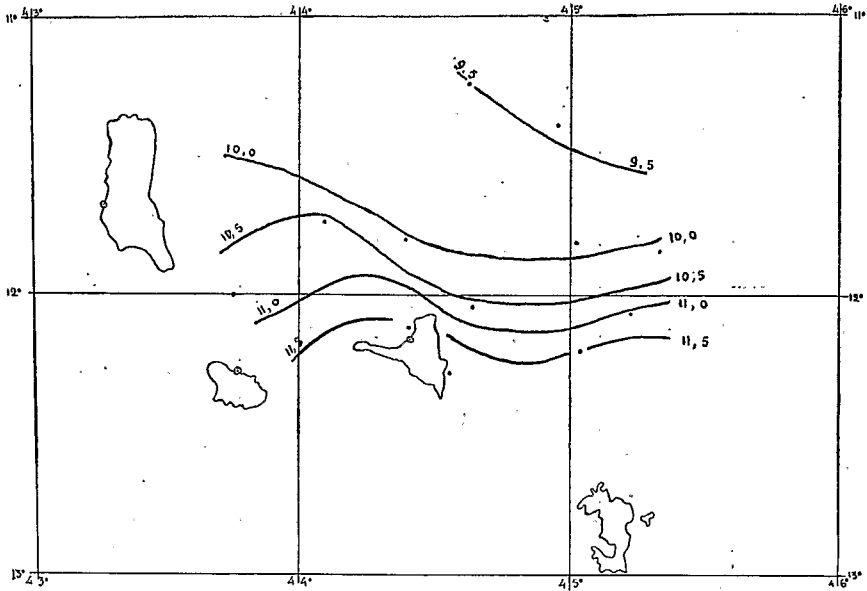


Fig. 13. — Isothermes à -500 m.

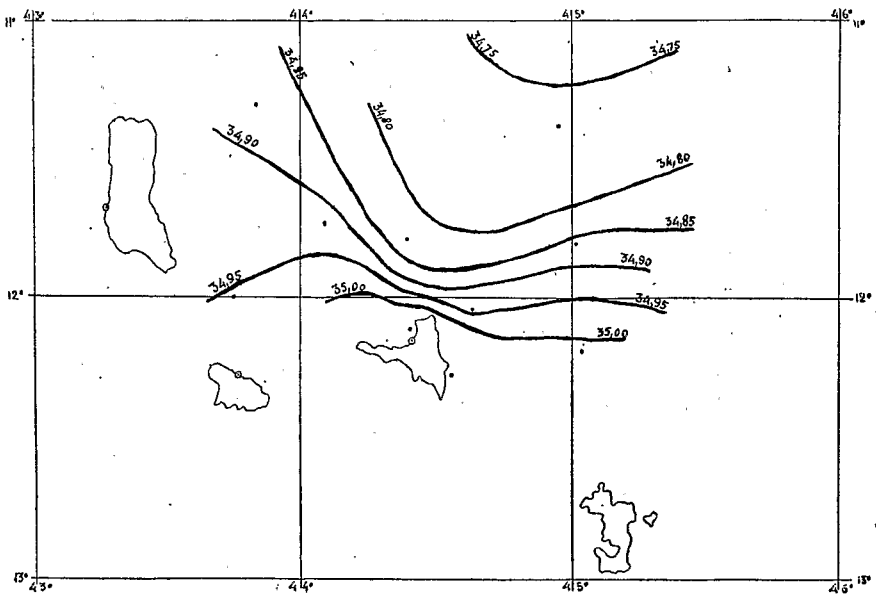


Fig. 22. — Isohalines à -500 m.

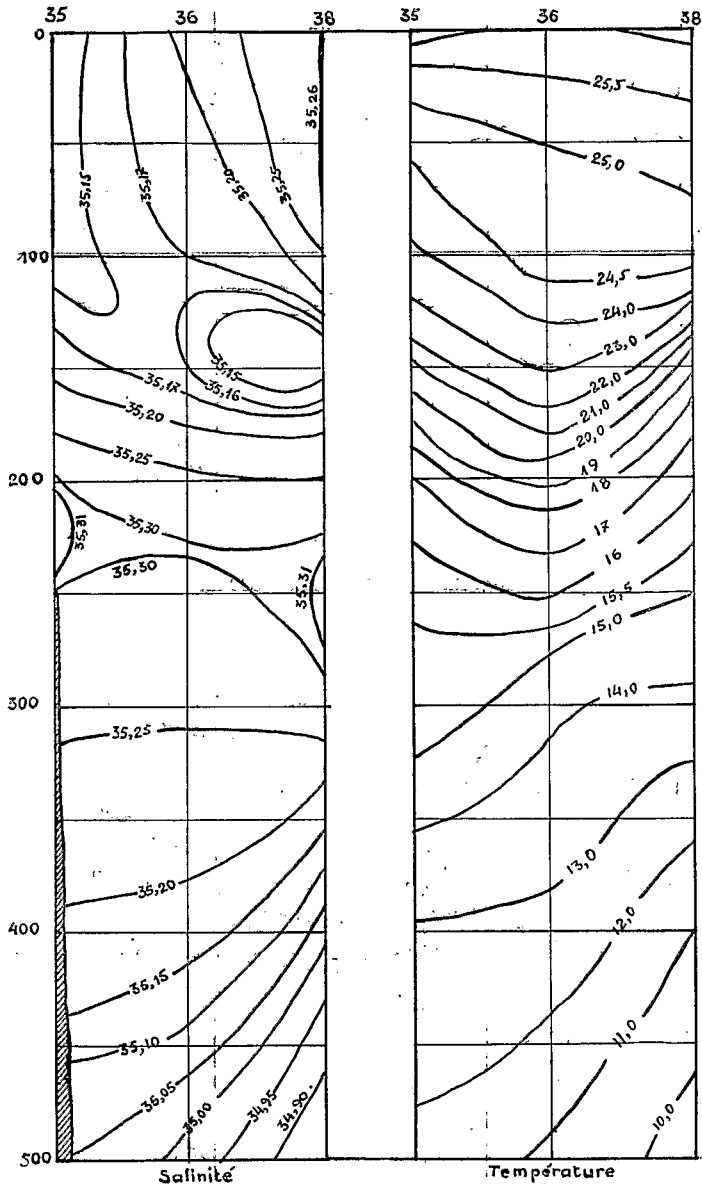


Fig. 23. — Coupe I.

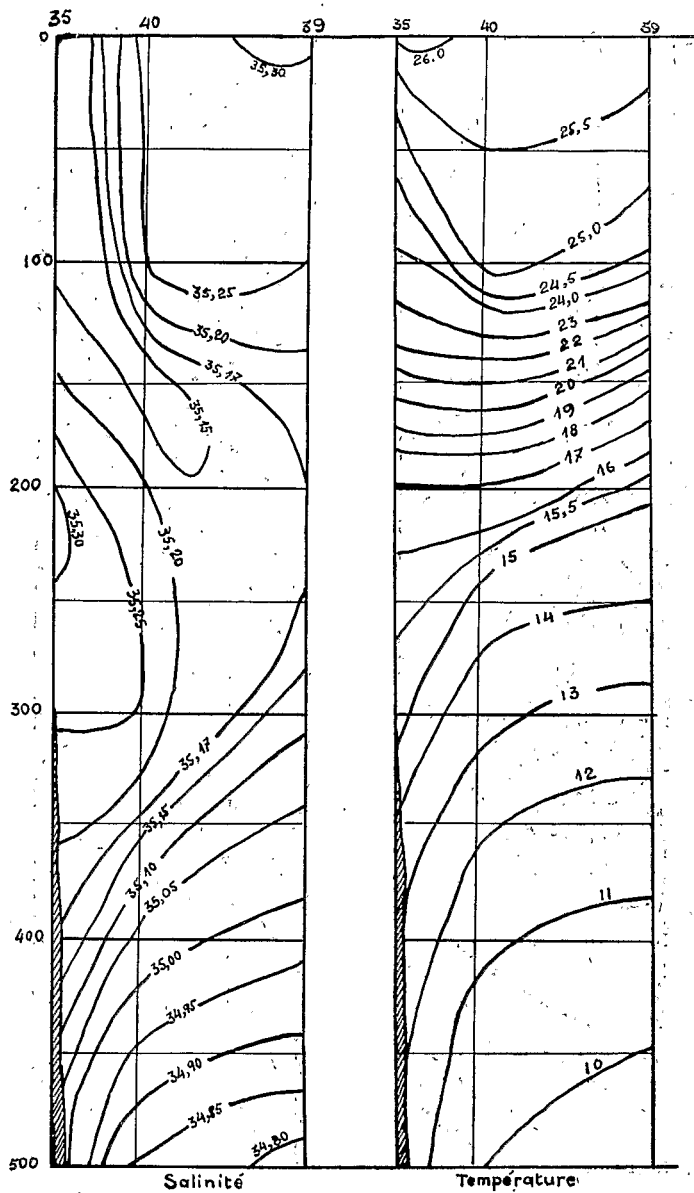


Fig. 24. — Coupe II.

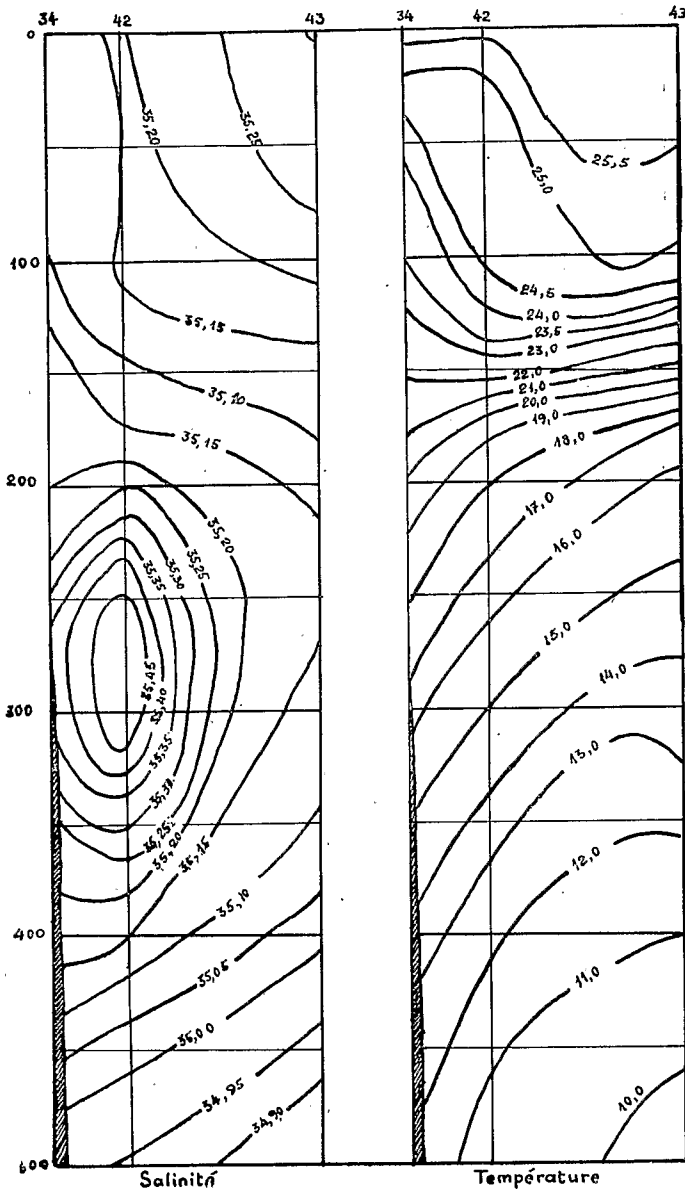


Fig. 25. — Coupe III.

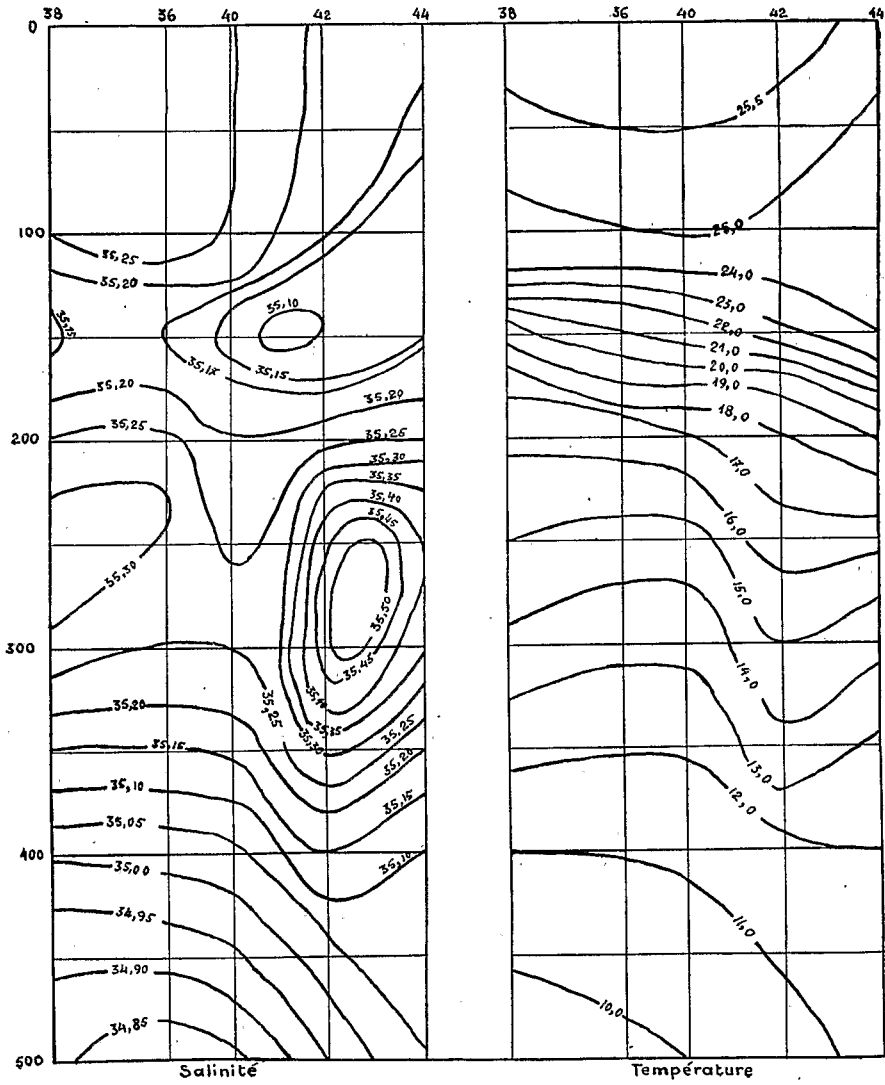


Fig. 26. — Coupe IV.

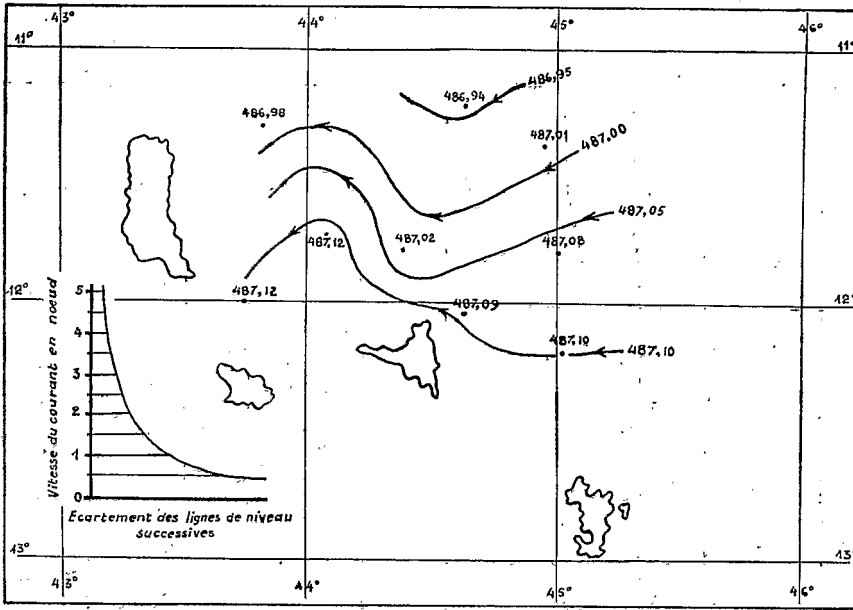


Fig. 27. — Topographie dynamique. — Surface/500 db.

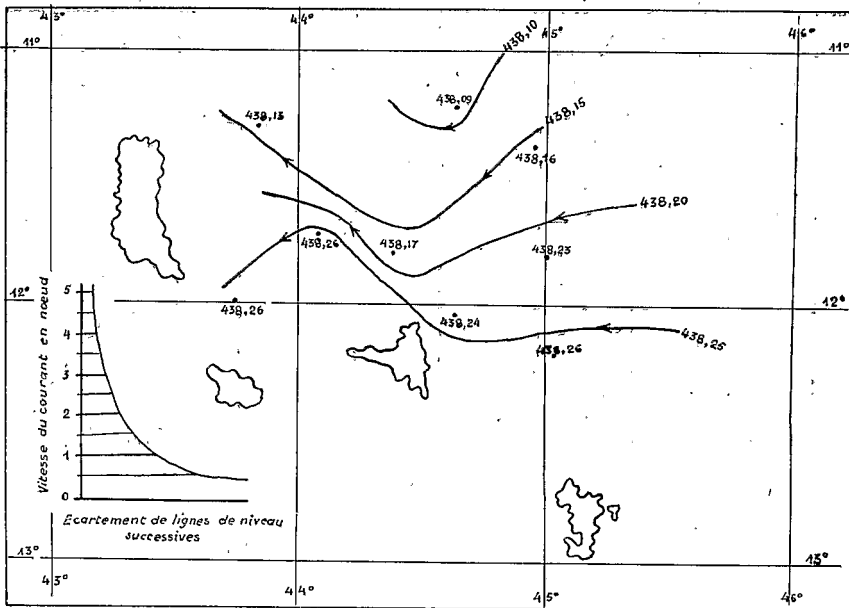
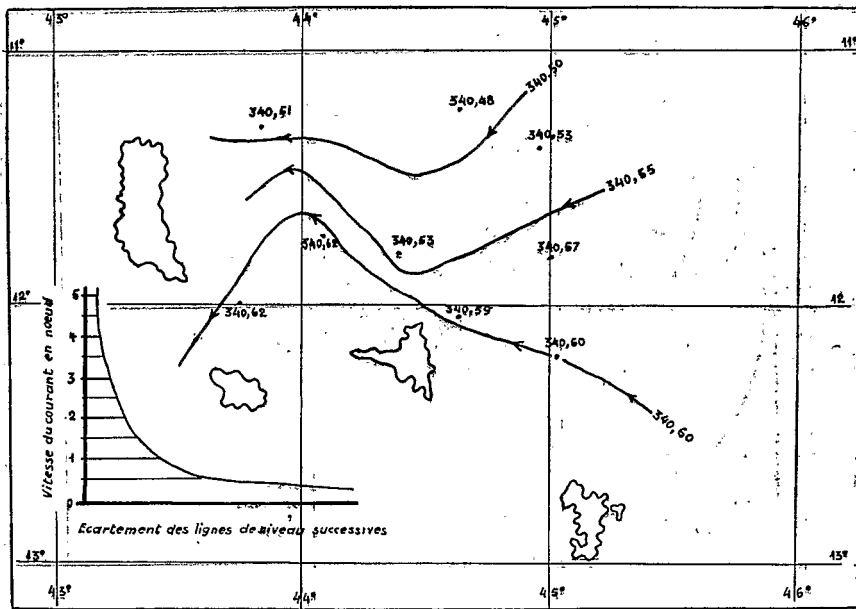
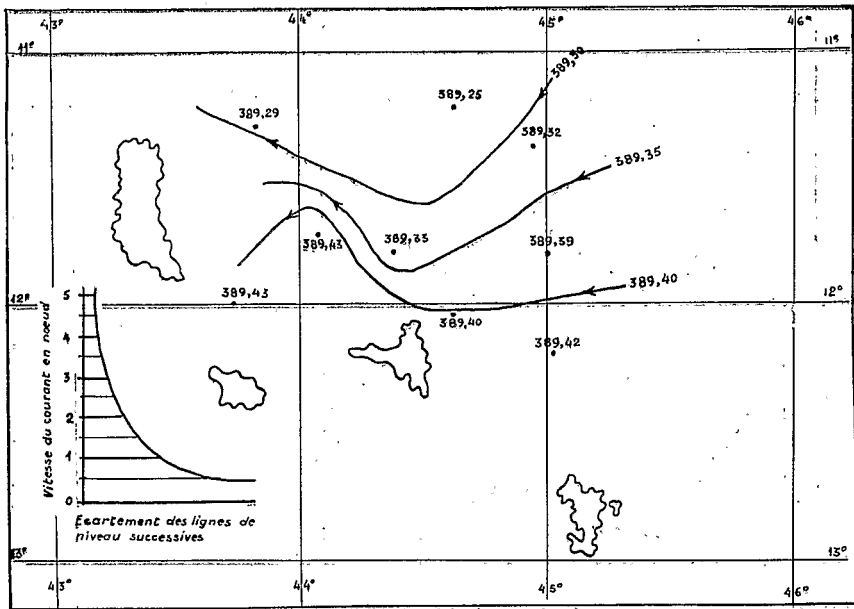


Fig. 28. — Topographie dynamique. — 50 db/500 db.



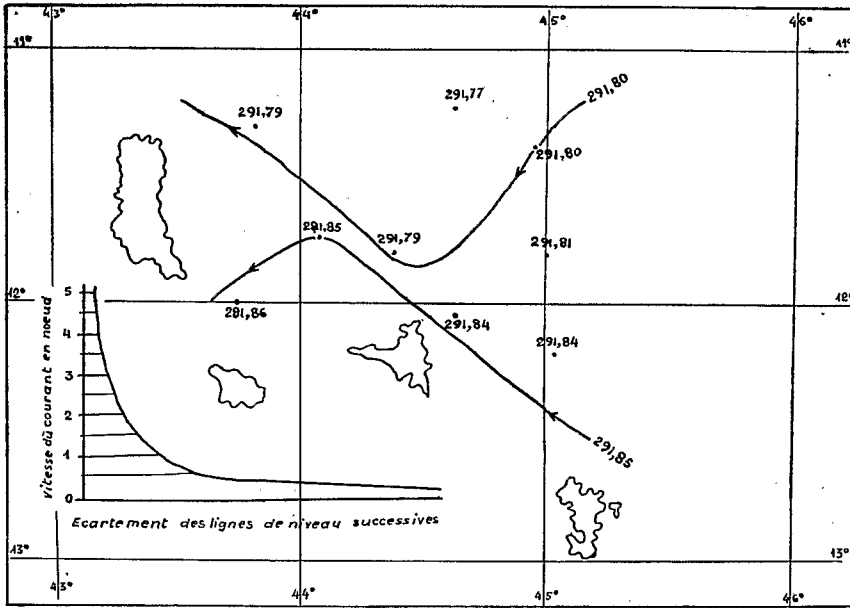


Fig. 31. — Topographie dynamique. — 200 db/500 db.

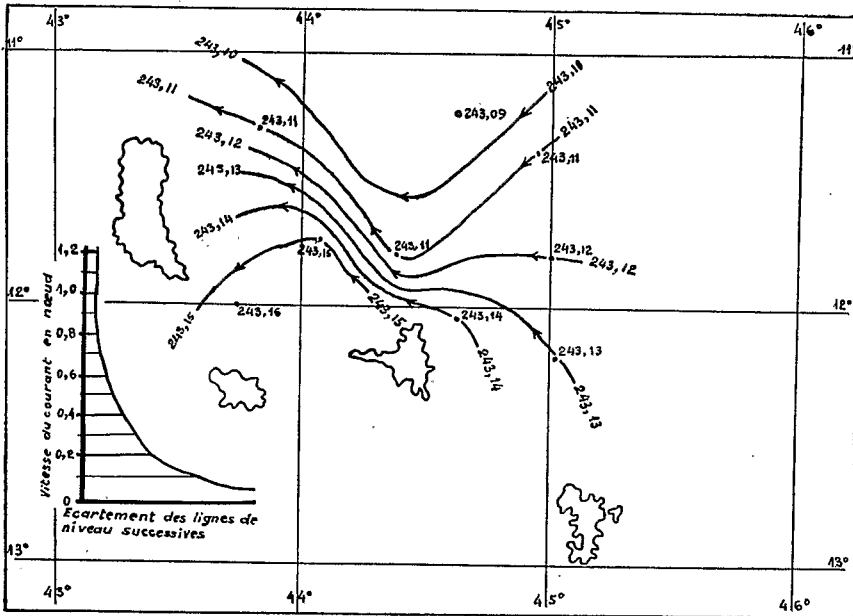


Fig. 32. — Topographie dynamique. — 250 db/500 db.

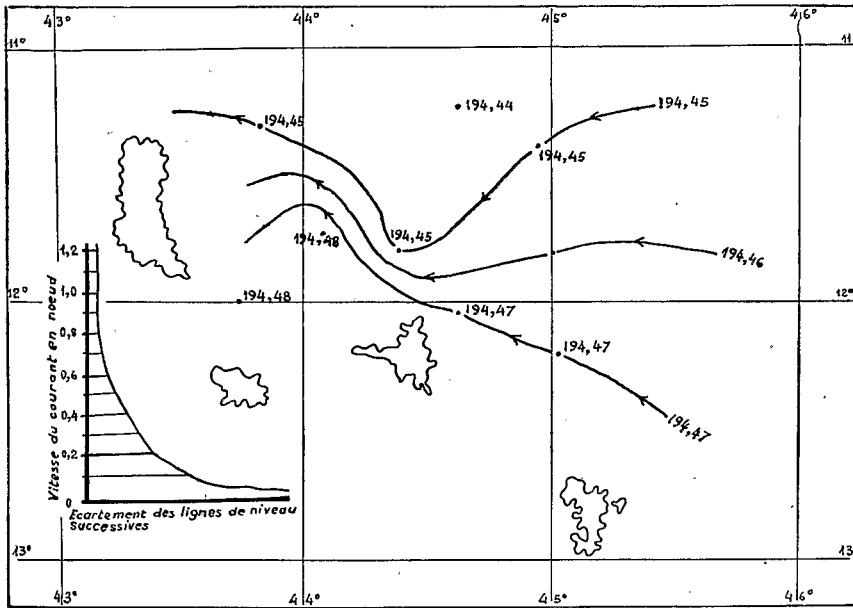


Fig. 33. — Topographie dynamique. — 300 db/500 db.

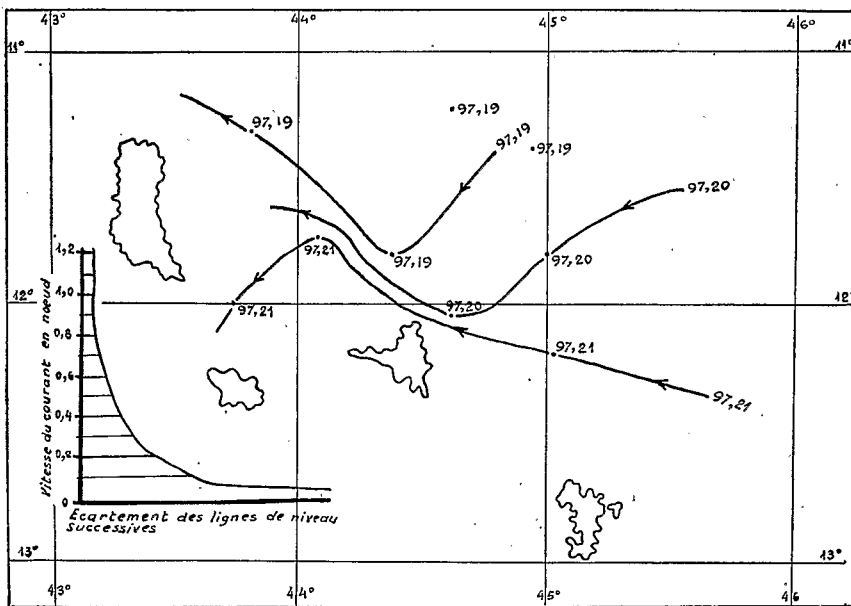


Fig. 34. — Topographie dynamique. — 400 db/500 db.