

CONTRIBUTION FRANCAISE EN 1960 A LA CONNAISSANCE
DE LA MER DE CORAIL : OCEANOGRAPHIE PHYSIQUE

par

Henri ROTSCHI

Maître de recherches à l'O.R.S.T.O.M.
Océanographe à l'Institut Français d'Océanie

SOMMAIRE

- I - OPERATIONS EN MER
- II - ESQUISSE HYDROLOGIQUE DE LA MER DE CORAIL
- III - DYNAMIQUE SUPERFICIELLE ET DIVERGENCE DES SALOMON
 - a) Dynamique superficielle
 - b) Divergence des Salomon et upwelling
 - c) Conclusions
- IV - OXYGENE DISSOUS ET SELS NUTRITIFS
 - a) Liaison sels nutritifs - plancton
 - b) Les masses d'eau et leurs propriétés chimiques
 - c) Régénération des sels nutritifs
 - d) Conclusions
- V - CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES D'AVENIR
- VI - BIBLIOGRAPHIE

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

Collection de Référence

n° 17587 ex 1

Communication présentée à la réunion du 18 janvier 1961 du Comité
Local d'Océanographie et d'Etude des Côtes de Nouvelle-Calédonie

I - OPERATIONS EN MER

En 1960, comme durant les années précédentes, les recherches océanographiques françaises dans le Pacifique sud-ouest se sont déroulées dans deux cadres différents, mais néanmoins étroitement associés. Le premier, défini par le Comité Local d'Océanographie et d'Etude des Côtes de Nouvelle-Calédonie en sa réunion du 11 avril 1958, fournit une base aux croisières hydrologiques du patrouilleur "Tiaré" et aux échantillonnages superficiels des bâtiments de guerre et de commerce. Le second, construit autour de l'étude systématique, non seulement de la dynamique et de la structure hydrologique de cette partie de l'océan Pacifique, mais aussi de la chimie, de la biochimie et de la biologie des masses constituant les mille premiers mètres de la mer, soutient les travaux de l'"Orsom III". Les recherches de ce navire, compte tenu de sa petite taille et de sa lenteur, sont forcément limitées en nombre et en extension; il est évident que dans ces conditions les études hydrologiques entreprises par le "Tiaré" peuvent utilement les compléter en doublant la superficie de la région explorée d'une manière semi-synoptique pendant la durée d'une croisière étalée sur trois semaines à un mois. C'est donc dans cette perspective qu'ont été organisées les recherches des deux bâtiments et que se sont déroulées les croisières "Dillon" et "Epi" de l'"Orsom III" ainsi que la croisière "Entrecasteaux" du "Tiaré". C'est d'un point de vue similaire que sont entrepris les échantillonnages superficiels principalement entre Nouméa et Sydney.

La croisière "Entrecasteaux" du "Tiare" (ROTSCHI 1961 b) s'est déroulée du 11 au 24 août 1960 dans le bassin des Nouvelles-Hébrides limité à l'est par la dorsale Nouvelle-Hébrides, îles Banks, îles Torres, îles Santa Cruz, au nord par l'archipel des Salomon, au sud par la Nouvelle-Calédonie, entre 22° S et 10° S, 162° E et 167° E, figure 1. 21 stations furent occupées avec échantillonnage à douze niveaux différents jusqu'à 1 200 m, 219 échantillons étant collectés sur un itinéraire de près de 1 800 milles. A tous les prélèvements la température a été déterminée à l'aide d'un seul thermomètre à renversement, la profondeur thermométrique étant évaluée à trois niveaux différents à chaque station. La salinité de chaque échantillon a été mesurée par la méthode de Knudsen en double et par mesure au pont de salinité. On a calculé ensuite l'anomalie dynamique à tous les niveaux standards jusqu'à 1 000 m de profondeur. Toutes les analyses et l'exploitation des résultats ont été faites à l'Institut Français d'Océanie.

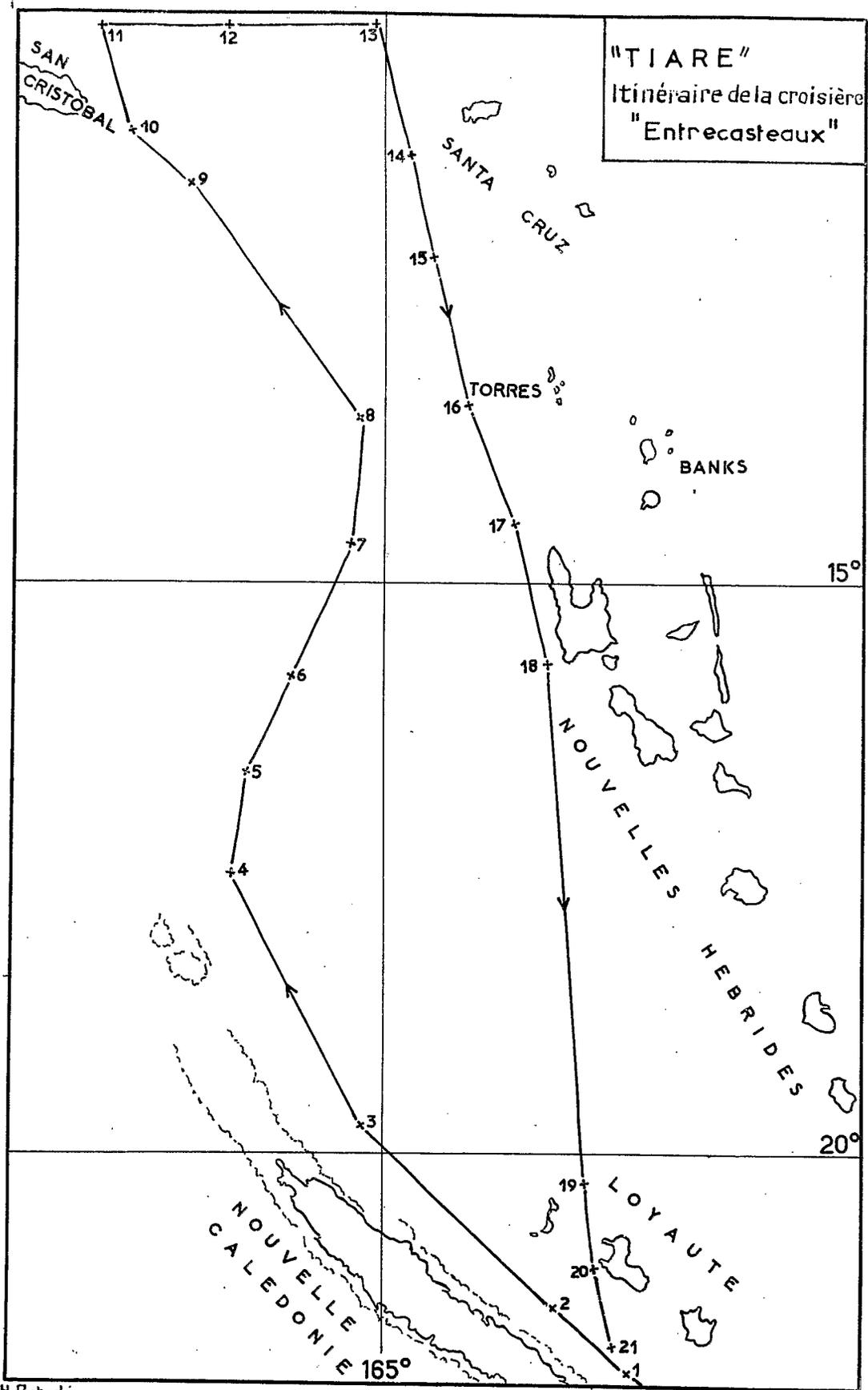
L'"Orsom III" de son côté a exécuté deux grandes croisières. La première, appelée "Dillon", s'est déroulée du 10 au 29 mai 1960, entre la Nouvelle-Calédonie à l'est et au sud, les îles Chesterfield à l'ouest et l'archipel des Salomon au nord, de 22° S à 10° S et 163° E à 158° E, figure 2. 28 stations hydrologiques ont été faites le long d'un itinéraire de près de 2 200 milles; on a également entrepris 46 mesures bathythermiques, occupé 16 stations d'étude de la teneur en pigments chlorophylliens et de mesure de la pénétration de la lumière, ainsi que 59 stations pour l'évaluation de la production primaire du phytoplancton par la méthode du C 14, 58 stations pour l'étude qualitative du

phytoplancton et 49 stations pour l'étude quantitative du zooplancton. Du point de vue de l'Océanographie Physique et outre le travail énuméré ci-dessus, cette croisière se solde par le bilan suivant : 364 déterminations de la température en double, 348 échantillons d'eau récoltés dont 18 superficiels et sur lesquels on a fait à bord autant de déterminations de la salinité en double, 290 mesures du pH et autant de l'alcalinité totale, 330 évaluations de la concentration en oxygène dissous et 180 de la teneur en phosphore minéral (ROTSCHI 1960 a et 1961 a).

La deuxième opération baptisée "Epi" s'est déroulée du 12 septembre au 1er octobre 1960 sur un itinéraire identique à celui de "Dillon", figure 3. Le bilan total de cette croisière s'établit comme suit : 32 stations hydrologiques avec récolte de 384 échantillons, 52 mesures bathythermiques, 60 stations pour étude de la concentration en pigments chlorophylliens et de la production primaire par la méthode du C 14, 16 stations pour l'évaluation de la pénétration de la lumière et 44 stations pour l'étude qualitative et quantitative du zooplancton. Parmi les travaux entrepris à bord on peut citer la détermination en double de la salinité sur 427 échantillons dont 43 récoltés en surface entre les stations et dans l'archipel des Salomon, 384 déterminations en double de la concentration de l'oxygène dissous et de la teneur en phosphate, 221 mesures du pH et autant de l'alcalinité totale.

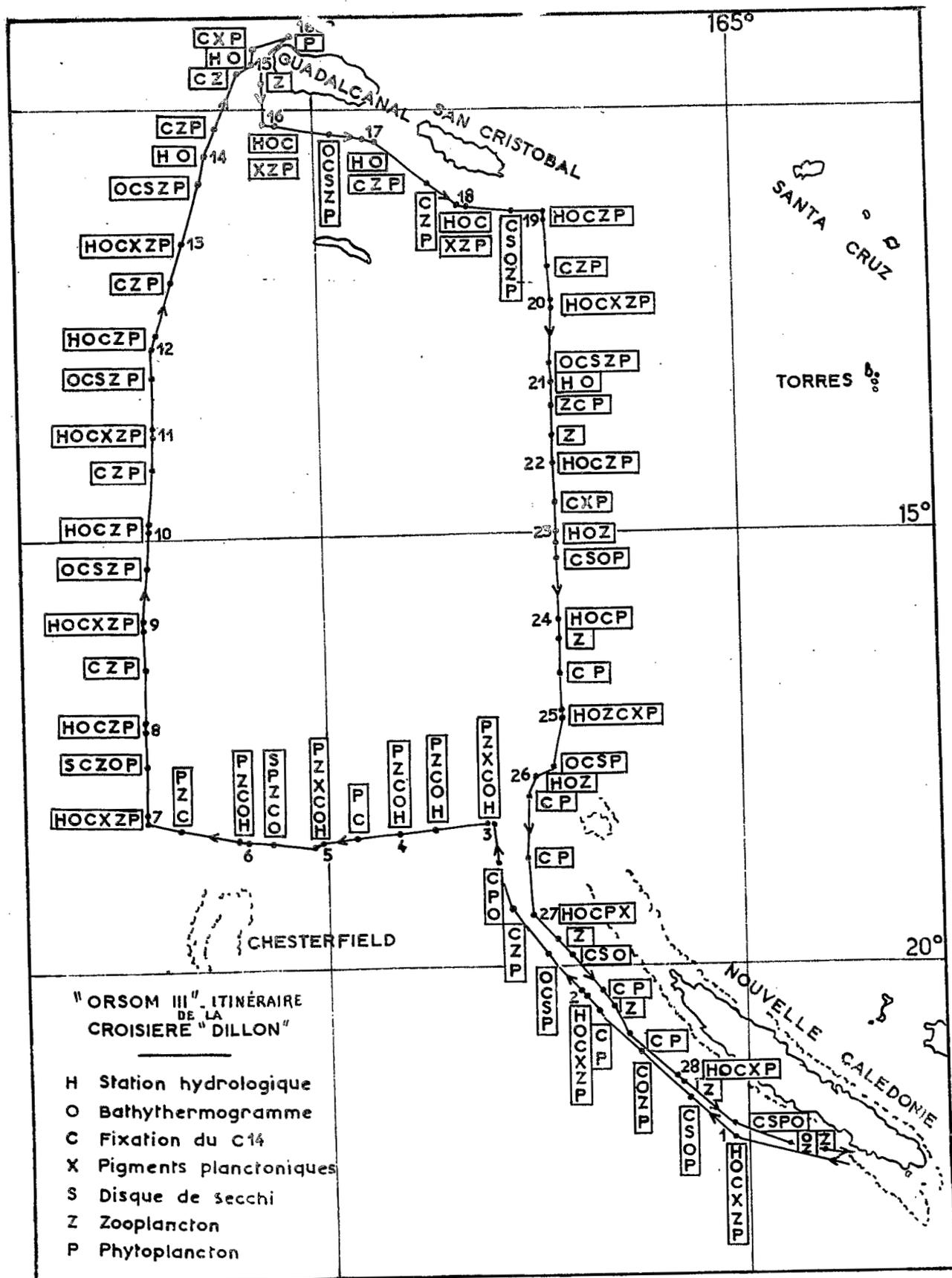
Les trois croisières "Entrecasteaux", "Dillon" et "Epi" qui ont couvert une superficie de près de 360 000 milles carrés avaient essentiellement pour but l'étude de la divergence des Salomon, mise en évidence par les croisières françaises antérieures (ROTSCHI 1958 a, 1959 a, b et 1960 b) et aussi par des études japonaises (TAKAHASHI 1959 et 1960) et australiennes (WYRTKI 1960); en particulier, les deux opérations "Entrecasteaux" et "Epi" ont été prévues de manière à fournir une image quasi-synoptique d'une zone aussi vaste que possible. Enfin, l'ensemble du travail dans cette partie de la mer de Corail concourt à jeter quelque lumière sur l'importance des remontées d'eaux profondes liées à la divergence des Salomon et dont la présence a été signalée pour la première fois d'après les résultats des observations faites pendant la croisière "Astrolabe" de l'"Orsom III" (ROTSCHI 1958 et 1959 c); ces remontées d'eaux profondes rendent cette région particulièrement fertile puisqu'elle supporte l'essentiel des activités de pêche des bâtiments japonais basés à Santo aux Nouvelles Hébrides, si ce n'est venant d'autres bases.

A ces travaux, il convient d'ajouter la croisière 60-2 de l'"Orsom III" qui s'est déroulée du 11 au 16 avril 1960 sur un itinéraire de 600 milles divisé en deux radiales espacées de 60 milles et perpendiculaires à la côte ouest de la Nouvelle-Calédonie; au cours de cette dernière, 10 stations furent occupées avec prélèvement de 120 échantillons jusqu'à 1 200 m, les mêmes éléments étant déterminés que pendant les croisières précitées. Ce travail s'inscrit dans le cadre d'une étude systématique des variations saisonnières du transport le long de la Nouvelle-Calédonie, et se rattache à la croisière 59-10 de l'année précédente (ROTSCHI 1960 a).



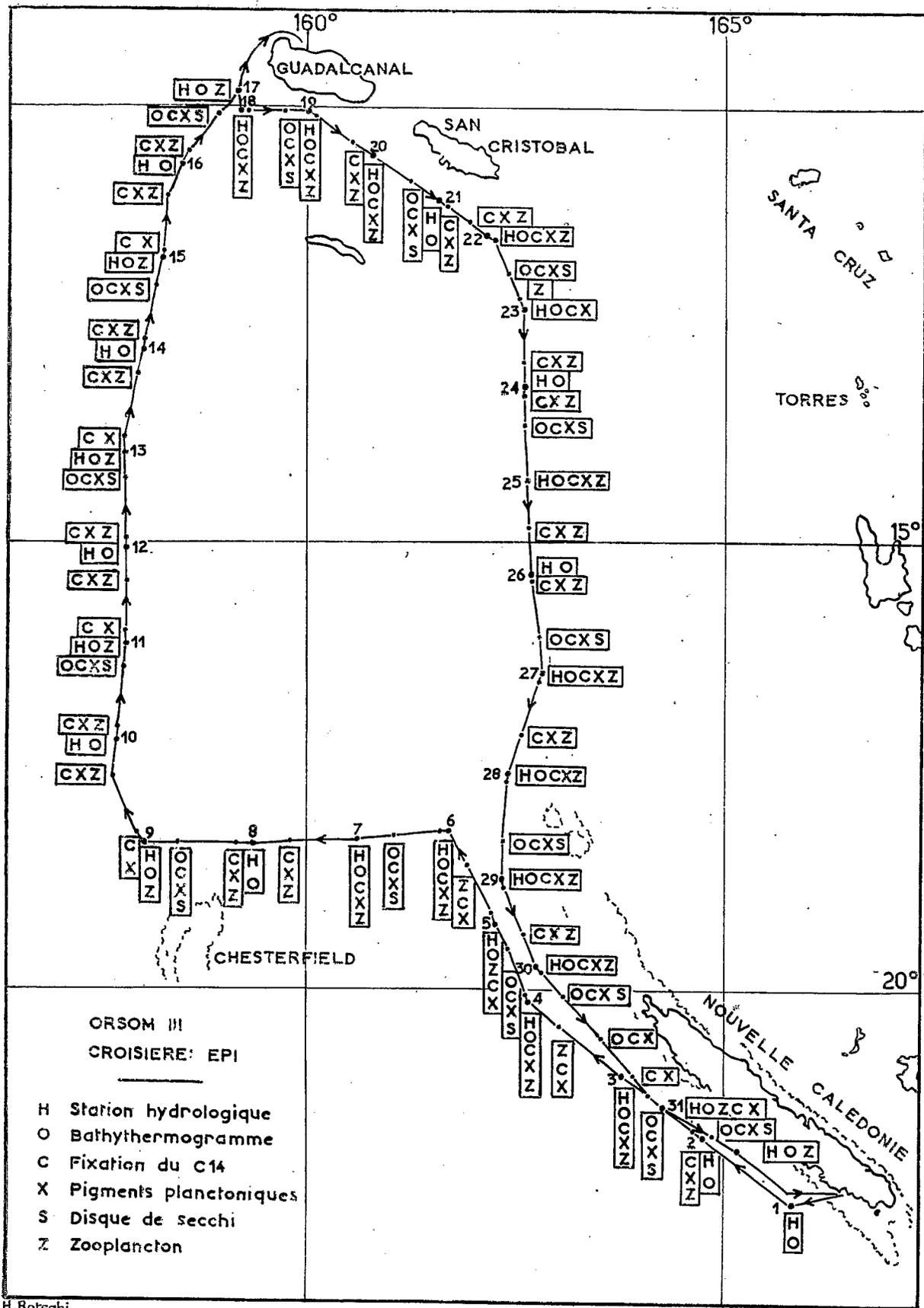
H. Rotschi

Figure 1



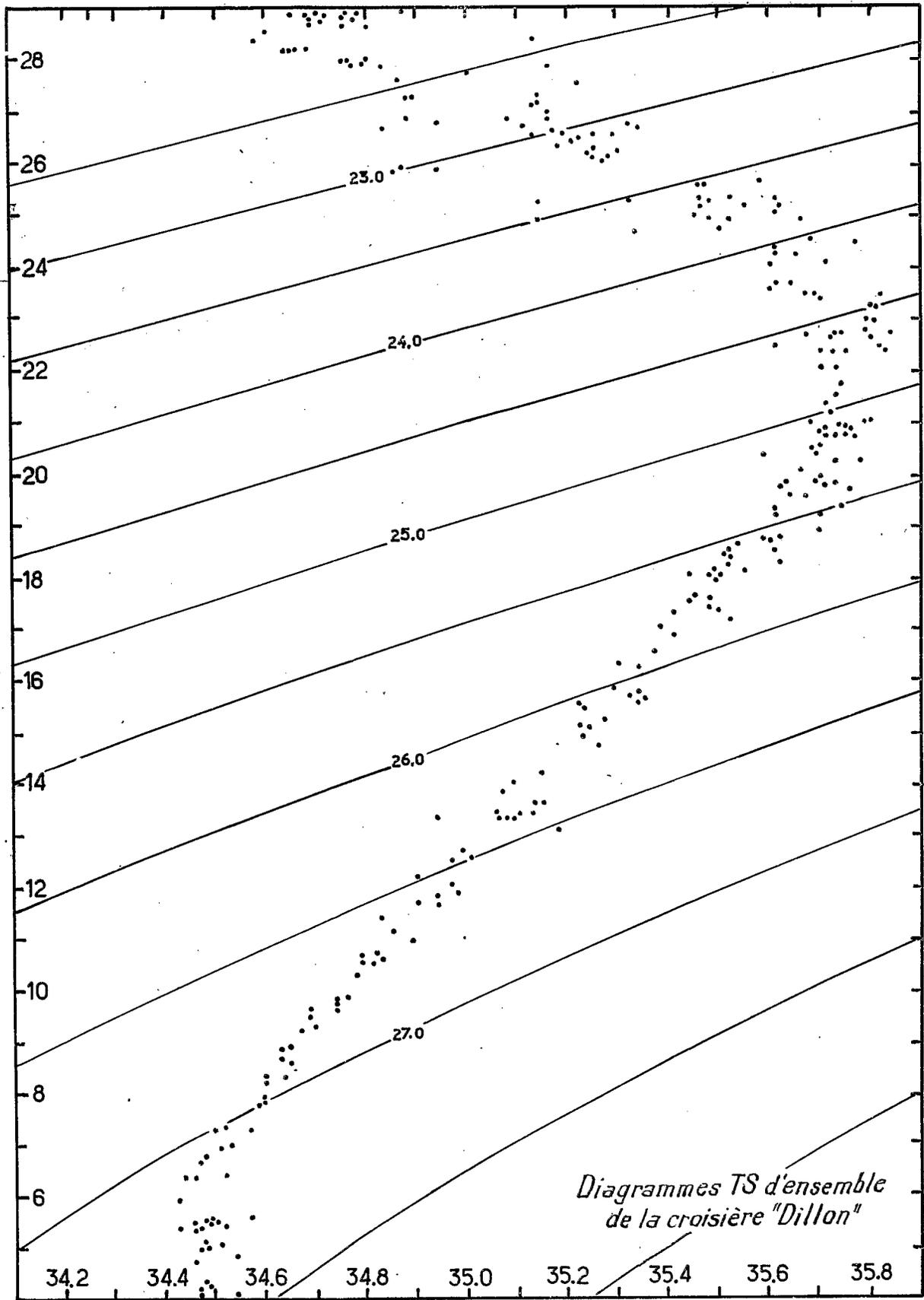
H. Ratschi

Figure 2



H. Ratschi

Figure 3



*Diagrammes TS d'ensemble
de la croisière "Dillon"*

H. Rotschi

Figure 4

Pour ce qui est de l'échantillonnage superficiel, sept bâtiments ont envoyé 1 727 échantillons pour analyse à l'Institut Français d'Océanie. Du côté de la Marine Nationale, ce sont le patrouilleur "Tiaré" 100 échantillons, l'avisos "Francis Garnier" 189 échantillons, les escorteurs "La Capricieuse" 320 échantillons et "La Confiance" 216 échantillons, soit un total de 825 échantillons. Trois bâtiments du commerce ont travaillé : le M/S "Polynésie" 332 échantillons et le M/S "Tahitien" 187 échantillons, tous deux des Messageries Maritimes, ainsi que le S/S "Caronte" de la Société Le Nickel 383 échantillons, ce qui produit un total de 902 échantillons. Le S/S "Caronte" et le M/S "Polynésie" travaillent entre la Nouvelle-Calédonie et l'Australie, sur les lignes Sydney-Newcastle d'une part et Sydney-Nouméa d'autre part. Les échantillons prélevés par les bâtiments de la Marine Nationale sont répartis également en Polynésie française et en Mélanésie tout autant qu'entre Nouméa et Papeete. Le M/S "Tahitien" de la ligne Marseille-Sydney ainsi que son sister-ship le M/S "Calédonien" ont commencé à travailler sur la traversée du Pacifique, entre Nouméa et Panama, à raison de six voyages par an.

III - ESQUISSE HYDROLOGIQUE DE LA MER DE CORAIL

La structure hydrologique des couches étudiées apparaît très bien à l'examen du diagramme T-S d'ensemble de chaque croisière.

Celui de "Dillon", figure 4, très proche de celui de "Boussole" est caractéristique de la formation de la couche comprise entre la surface et le minimum de salinité, par mélange à partir de trois types qui sont une eau équatoriale chaude et peu salée ($T^{\circ} 29^{\circ} \text{C}$, $S \text{ ‰ } 34,40 \text{ ‰}$), une eau très salée mais tempérée, originaire du Pacifique tropical sud ($T^{\circ} 22^{\circ}-25^{\circ} \text{C}$, $S \text{ ‰ } 36,30 \text{ ‰}$) et l'eau Antarctique intermédiaire froide et diluée ($T^{\circ} 5^{\circ} \text{C}$, $S \text{ ‰ } 34,40 \text{ ‰}$) (ROTSCHI 1959 b).

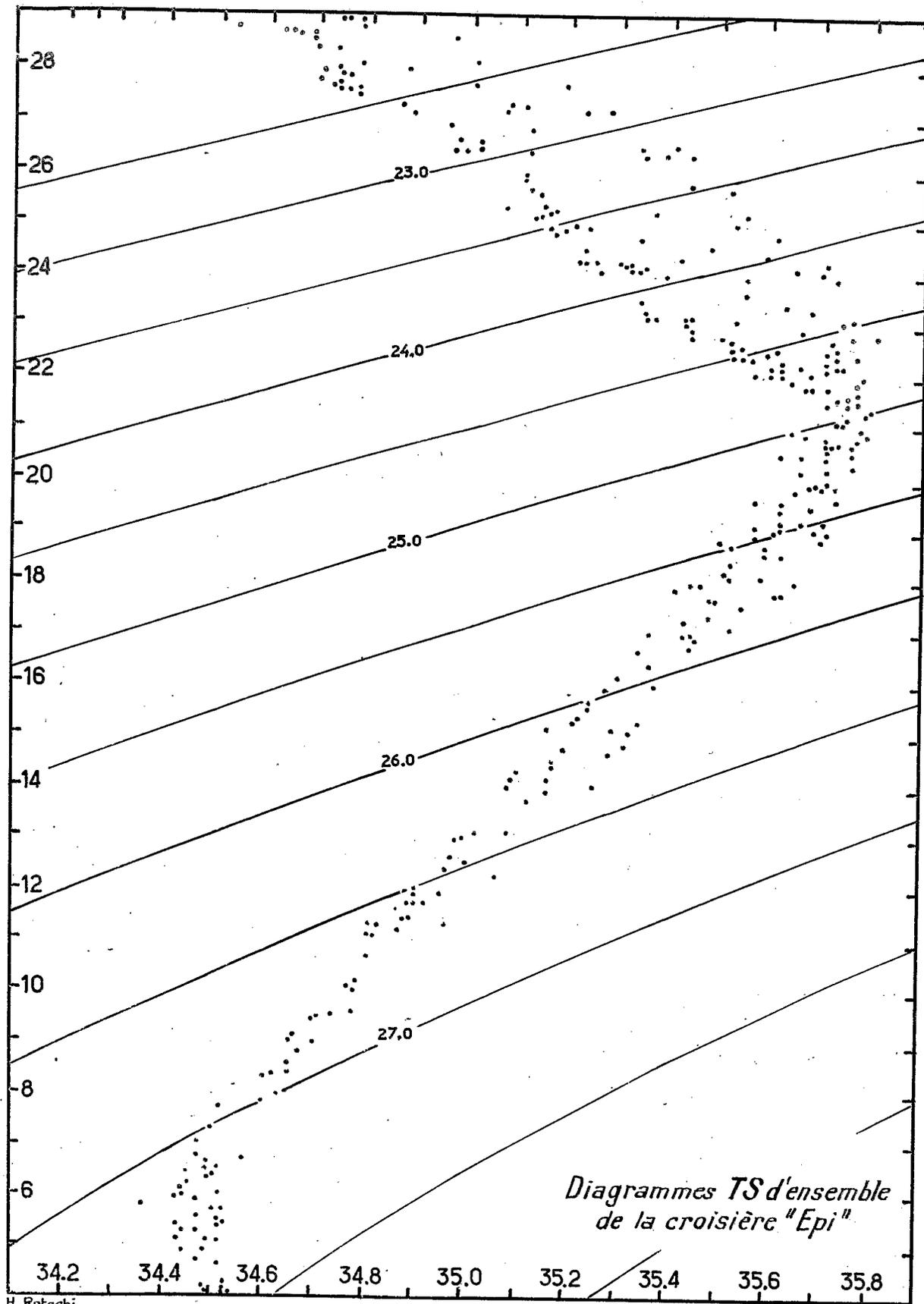
Il existe cependant des différences très significatives entre ces deux croisières. Dans celle de Novembre 1958 "Boussole", toute la couche des 100 premiers mètres située au-dessus de celle du maximum intermédiaire de salinité n'est formée que par le mélange des deux premiers types cités, la masse du minimum n'ayant aucune influence sur les eaux superficielles; d'autre part, la salinité maximale est liée à une température proche de 25°C . Par contre, en ce qui concerne la croisière "Dillon" de Mai 1960, le maximum intermédiaire de salinité est plus proche de 22°C que de 25°C bien que la concentration en sel soit la même pour les deux croisières et comprise entre $35,70 \text{ ‰}$ et $35,80 \text{ ‰}$. Enfin, entre la température du maximum et 19°C , c'est-à-dire pour des eaux comprises entre 100 m et 300 m, l'influence de la masse équatoriale est plus forte pendant "Boussole" que pendant "Dillon". Une telle différence dans la répartition verticale des températures et des salinités des deux croisières pourrait être attribuée d'une part à des variations saisonnières ou annuelles de l'intensité de l'upwelling des Salomon, d'autre part à des fluctuations dans les mouvements de convection affectant les couches supérieures de la mer.

Les diagrammes T-S d'ensemble des croisières "Entrecasteaux" et "Epi" sont très semblables aux précédents. Cependant, tous deux indiquent un refroidissement caractéristique des eaux superficielles au sud d'une certaine latitude. En ce qui concerne la croisière "Epi", figure 5, on constate que pour des températures supérieures à celles du maximum de salinité, le diagramme T-S se divise en deux branches nettement distinctes. Celle qui correspond aux températures les plus fortes et qui suit le tracé du diagramme classique du mélange entre deux masses, traduit la répartition de la température et de la salinité des couches superficielles aux stations les plus septentrionales 16-22, au nord de 12° S. La branche inférieure représente les propriétés des eaux comprises entre la surface et le maximum intermédiaire de salinité et situées au sud de 12° S; elle indique que ces eaux formées par le même mécanisme de mélange qui produit la couche superficielle au nord de 12° S ont subi un refroidissement saisonnier qui peut atteindre une amplitude de près de 2° C. Il est à noter que l'intensité du refroidissement est inversement proportionnel à la température.

La croisière "Entrecasteaux" fournit exactement les mêmes indications; seules les stations 10-14 donnent un diagramme de mélange entre trois sources sans intervention de mécanismes extérieurs; les stations situées au sud de 12° S accusent au contraire un refroidissement des couches superficielles dont l'intensité augmente également avec la latitude et qui peut atteindre 2° C.

Cette division du diagramme T-S des couches superficielles d'"Epi" et d'"Entrecasteaux" en deux branches distinctes est attribuable plus au refroidissement saisonnier qu'à une dilution. En effet, l'examen des cartes de distribution superficielle de la température et de la salinité pendant les trois croisières montre que, tout au long de 1960 et contrairement à ce que l'on avait rencontré en 1958, l'extension vers le sud de l'eau équatoriale chaude et peu salée est grande. En particulier, la figure 6 qui donne la distribution superficielle de la salinité au cours des deux croisières "Dillon" et "Epi", l'espacement des isohalines étant $0,10\%$, indique que même à 20° S la salinité est basse puisqu'elle n'atteint pas $35,50\%$, cette valeur apparaissant jusque vers 15° S pendant "Boussole" qui est avec 56-5 celle des croisières de l'"Orsom III" pendant laquelle l'influence de la masse équatoriale devrait être ressentie avec la plus grande intensité. D'autre part, la position des isohalines varie peu entre Mai et Septembre; la différence la plus caractéristique est la présence pendant "Epi", au voisinage de la Nouvelle-Calédonie, d'une eau plus salée, $35,60\%$ contre $35,40\%$ en Mai. Cependant, d'une manière générale, la salinité au voisinage de 165° E est légèrement plus élevée pendant la deuxième croisière de 1960 que durant la première, ce qui milite également en faveur de l'influence prédominante du refroidissement sur la structure physique des couches de surface.

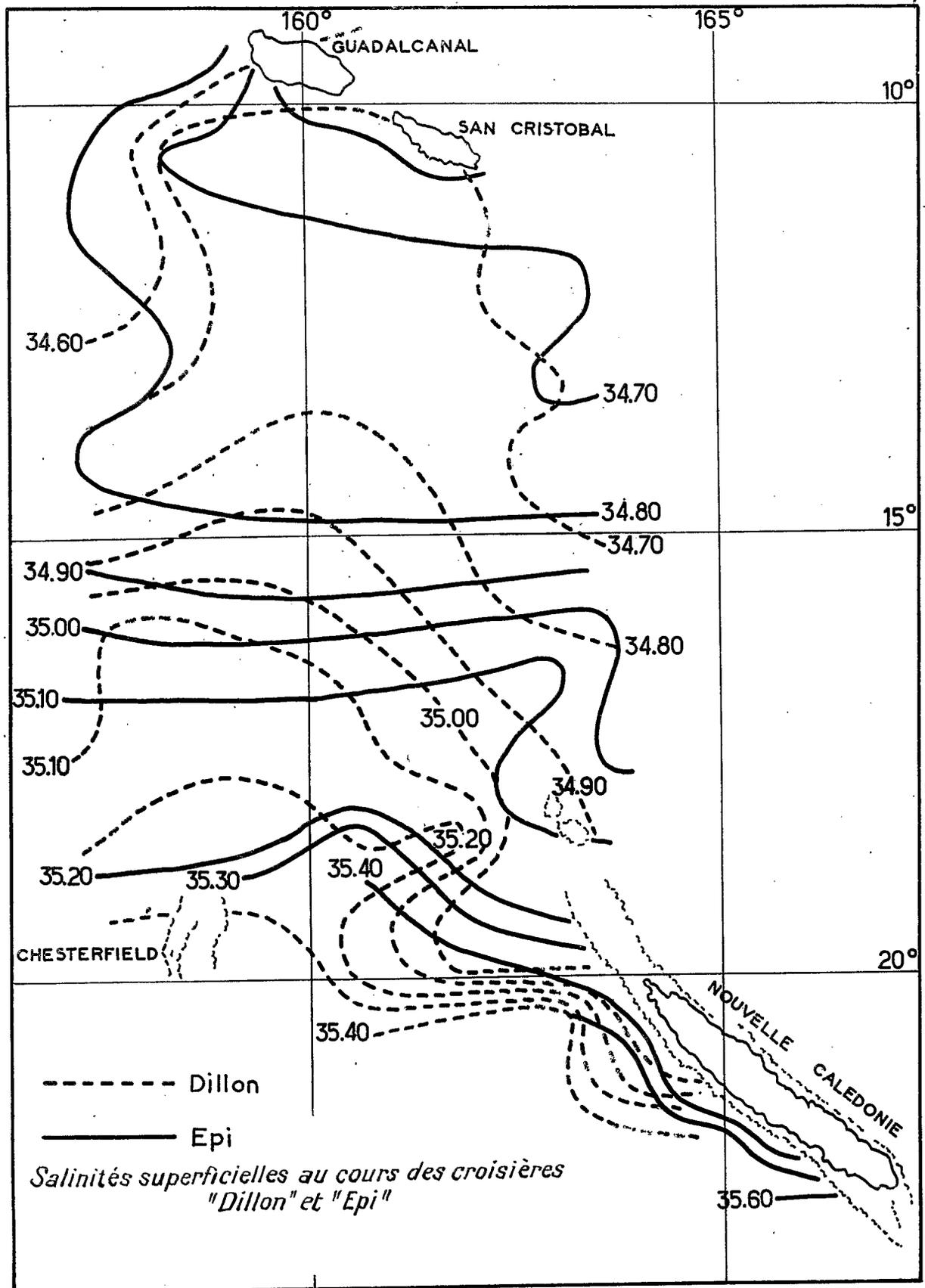
Par contre, la figure 7 qui donne la distribution de la température au cours des deux mêmes croisières indique que, si au nord de 12° S

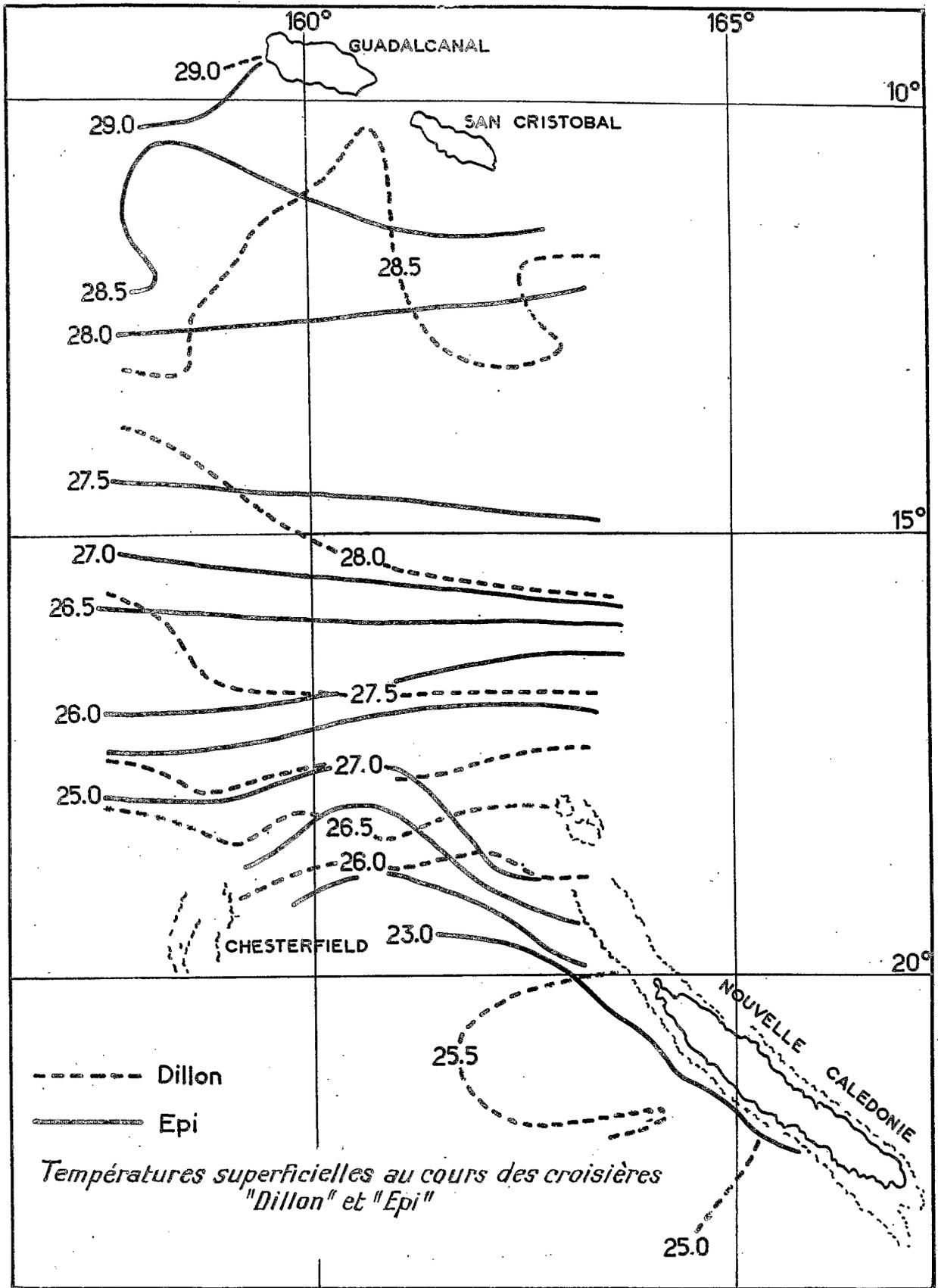


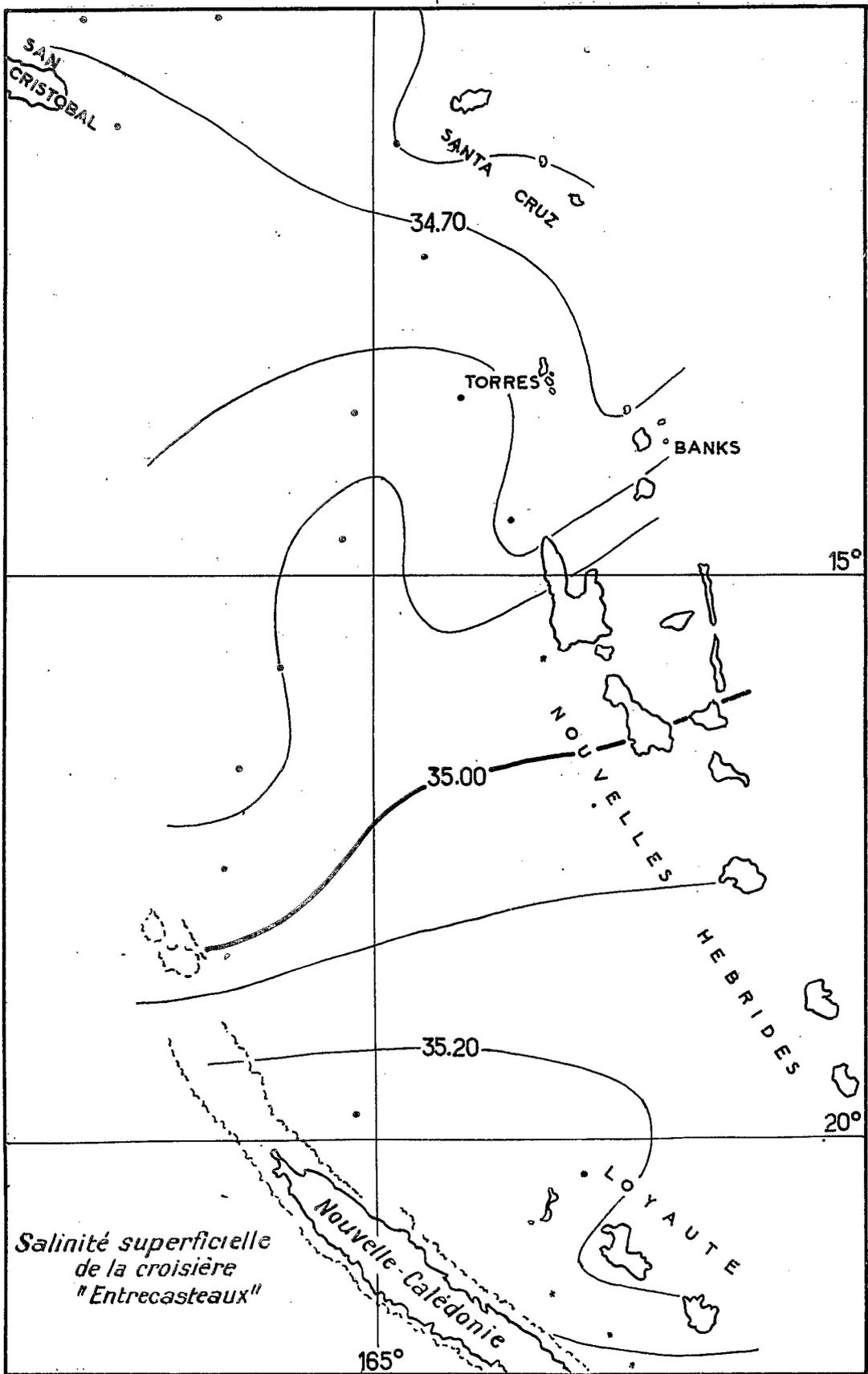
*Diagrammes TS d'ensemble
de la croisière "Epi"*

H. Rotschi

Figure 5

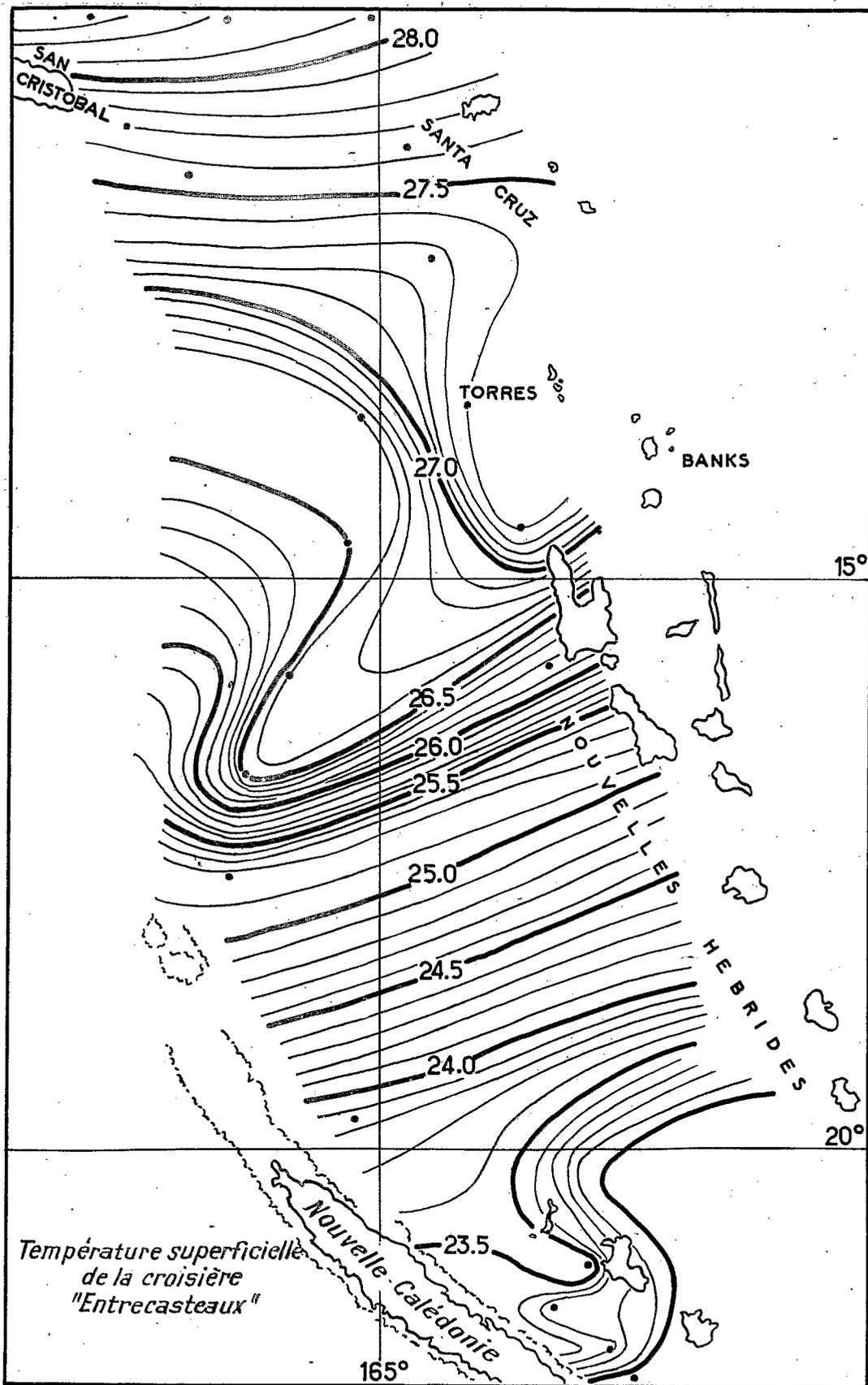






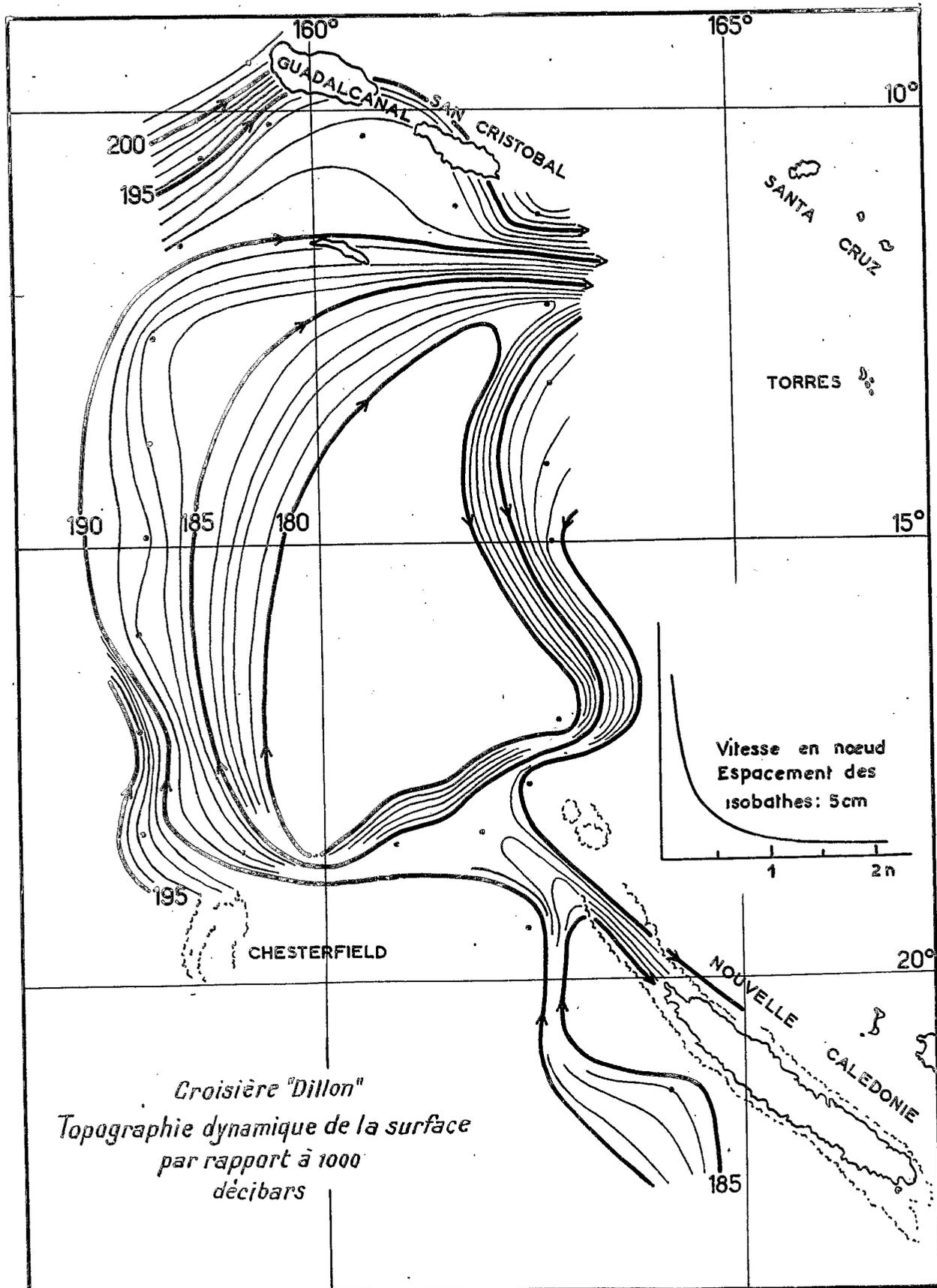
H.Rotschi

Figure 8



H. Rotschi

Figure 9



elle est sensiblement la même d'une saison à l'autre, elle varie considérablement au sud de cette latitude, le refroidissement superficiel de mai à septembre étant directement proportionnel à la latitude.

En août, croisière "Entrecasteaux" du "Tiaré", la distribution de la salinité le long de 163° E est sensiblement la même que pendant "Epi" (figure 8). On rencontre l'isohaline 35,00 ‰ à la latitude de l'île Huon à l'extrême nord de la Nouvelle-Calédonie; l'isohaline 34,80 ‰ est voisine de 15° S. Cependant l'isohaline 34,70 ‰ est plus septentrionale pendant "Entrecasteaux", surtout au voisinage de San Cristobal où "Epi" fait apparaître une eau à salinité inférieure à 34,60 ‰. L'isohaline 35,00 ‰ joint l'île Huon au nord de la Nouvelle-Calédonie à Malicolo dans les Nouvelles-Hébrides du nord; en novembre 1958, sur un itinéraire à peu près voisin, "Boussole" faisait apparaître entre ces deux îles, l'isohaline 35,50 ‰.

D'août à septembre 1960, on assiste à un réchauffement progressif de la surface (figure 9): ce dernier se manifeste surtout à partir de l'isotherme $25,5^{\circ}$ C qui, sur la radiale joignant San Cristobal au nord de la Nouvelle-Calédonie, apparaît vers 17° S; en effet, en août, toutes les isothermes d'une température supérieure à $25,5^{\circ}$ C sont plus septentrionales qu'en septembre; d'autre part, à proximité immédiate de San Cristobal, "Epi" révèle la présence de l'isotherme $28,5^{\circ}$ C alors qu'"Entrecasteaux" à la même latitude ne donne que $27,5^{\circ}$ C.

L'étude des propriétés superficielles et des diagrammes T-S nous conduit donc aux conclusions suivantes. La structure de la couche supérieure de la mer de Corail n'a pratiquement pas varié de mai à septembre, si ce n'est le refroidissement hivernal lié à celui de l'air. La distribution de la salinité indique clairement que l'influence de l'eau équatoriale n'a pas changé d'un mois à l'autre; le régime des courants superficiels est donc le même, entraînant en direction du sud des quantités importantes d'eau faiblement salée qui s'est refroidie de mai à août et qui en septembre montre une tendance très nette au réchauffement. Août marquerait en conséquence la fin du cycle de refroidissement hivernal. Il reste à montrer que c'est également le terme du cycle saisonnier de régénération des sels nutritifs. Cela peut être vrai si l'on considère seulement la distribution du pourcentage de saturation des eaux superficielles en oxygène: "Dillon" donne des eaux toujours sursaturées ou très proches de la saturation (ROTSCHI 1961 a), "Epi" montre au contraire une sous-saturation nette (ROTSCHI 1961 c). Ce n'est pas évident si l'on se réfère à la distribution du phosphate qui paraît plus abondant en mai qu'en septembre.

Quoi qu'il en soit, les conditions rencontrées en mai 1958 au cours de la croisière "Astrolabe", pendant laquelle la salinité était partout très élevée sauf à proximité immédiate de Guadalcanal où elle tombait à une valeur inférieure à 35,00 ‰, ne semblent pas se répéter d'année en année et la question reste posée de savoir laquelle, de 1958 ou 1960, est caractéristique de la nature des couches superficielles en hiver. Ce qui va être dit au sujet de la dynamique dans le chapitre suivant permet de penser qu'en 1958, les condi-

tions météorologiques étant normales, la circulation en surface se faisait suivant le régime ordinaire d'hiver; les caractéristiques physiques rencontrées en mai 1960 seraient une survivance, due à la présence prolongée d'une zone de basse pression fortement marquée au voisinage des Salomon et à la faiblesse relative des alizés de sud-est au nord de 15° S qui ne se sont établis que tardivement, du régime dynamique des mois d'été.

III - DYNAMIQUE SUPERFICIELLE ET DIVERGENCE DES SALOMON

a) Dynamique superficielle

WYRTKI (1960) a montré que la circulation superficielle dans le Pacifique sud-ouest est entièrement liée au régime des vents. L'analyse des cartes de dérives superficielles publiées par le Service Hydrographique américain, l'Institut Météorologique néerlandais et l'Office Météorologique britannique montre en effet qu'il existe une étroite corrélation entre la direction et la force des courants superficiels et la direction des vents dominants.

Entre 20° S et 10° S la circulation atmosphérique dépend de la présence sur l'archipel des Salomon d'un centre de basse pression; ce dernier est lié à la dépression équatoriale qui, de décembre à avril, est située au sud de l'équateur, et il crée des vents de nord à l'est de 160° E; ceux-ci entraînent une dérive superficielle généralement de sud accompagnée de la pénétration en mer de Corail, à travers le seuil Salomon-Nouvelles-Hébrides, d'eaux équatoriales. A partir d'avril, lorsque la dépression équatoriale se rapproche de l'équateur, le régime des alizés tend à se rétablir progressivement, ce qui conduit à la formation d'une dérive d'ouest entraînant des eaux originaires du Pacifique tropical sud.

D'autre part, le courant général d'ouest lié aux alizés se scinde entre la Nouvelle-Calédonie et les Salomon en plusieurs branches : la plus importante qui subit un fléchissement vers le sud constitue le courant est australien; une branche centrale conduit en direction du détroit de Torres; la branche la plus septentrionale qu'on ne rencontre pas tout au long de l'année se dirige vers le nord-ouest et vient buter contre l'île de la Nouvelle-Bretagne où elle forme la convergence de la mer des Salomon. Entre 10° S et 15° S, 155° E et 165° E, il y a donc une zone de divergence que WYRTKI appelle la divergence de la mer de Corail mais qu'on peut tout aussi bien appeler la divergence des Salomon. Sa position dépend étroitement de la force des courants superficiels; elle est donc liée au régime des vents et varie avec ces derniers. Elle est moins marquée en février et en mars, lorsque les dérives de sud sont les plus fortes.

ROCHFORD (1958) a abouti à des conclusions similaires en analysant les distributions superficielles de la température et de la salinité obtenues à partir des observations des navires marchands. Pour lui, d'importantes quan-

tités d'eau équatoriale pénètrent de novembre à avril en mer de Corail entre les Salomon et les Nouvelles-Hébrides; pendant cette période le transport et les courants de surface sont de sud-ouest. Une dérive d'ouest apparaît en mai, bien que, de mai à juillet l'extension vers le sud de l'eau équatoriale soit plus grande qu'en août-octobre; cette masse semble rétrograder pendant cette période devant l'eau du Pacifique tropical sud qui pénètre dans la région par le sud de la Nouvelle-Calédonie.

Les croisières japonaises en mer de Corail en novembre et décembre 1954 ont montré qu'il existe un vortex contra solem centré vers 15° S et 160° E; il s'ensuit que la circulation géostrophique est de sud à l'est de cette longitude, de nord à l'ouest et qu'immédiatement au nord des Salomon on trouve un courant d'est qui fait partie du contre courant sud équatorial (TAKAHASHI 1959).

Les croisières antérieures de l'"Orsom III" ont confirmé en gros les interprétations de ROCHFORD, WYRTKI et TAKAHASHI (ROTSCHI 1959 b et 1960 b). En novembre 1956, croisière 56-5, il y avait une zone de divergence centrée vers 15° S et 165° E, orientée nord-ouest sud-est et s'étendant de 12° S à 18° S; à l'est les courants étaient de sud alors qu'à l'ouest ils étaient de nord; ce vortex contra solem était encore sensible à 500 m de profondeur.

En mai 1958 par contre (ROTSCHI op. cit.), au nord de 15° S les courants étaient d'ouest, la divergence des Salomon n'étant visible nulle part. En novembre 1958 cette dernière réapparaissait de manière particulièrement nette entre 15° S et 20° S, légèrement à l'ouest du méridien 165° E au nord de la Nouvelle-Calédonie; au sud de 18° S elle était orientée parallèlement à celle-ci.

La croisière "Dillon" de mai 1960, caractérisée par une hydrologie superficielle plus proche du schéma estival qu'hivernal, donne des courants géostrophiques complètement différents de ceux de mai 1958. La topographie dynamique de la surface par rapport à 1 000 décibars, figure 10, indique en effet la présence d'une vaste zone de divergence à l'est de 160° E, s'étendant pratiquement de 19° S à 12° S. Le long du méridien 163° E les courants sont de sud, à l'ouest de 160° E ils sont de nord; au voisinage de 10° S on trouve des courants d'est dont WYRTKI signale qu'on les rencontre essentiellement pendant le mois de mars, tandis qu'avril amène avec le retour des alizés un rétablissement du transport vers l'ouest. Il faut noter également l'existence d'une autre zone de divergence, plus faiblement marquée et beaucoup plus réduite en extension, le long de la partie nord de la Nouvelle-Calédonie. La topographie dynamique conserve ce caractère jusqu'à 500 m au moins (ROTSCHI 1960 a). Que ce soit par la nature des masses superficielles ou par celle de la circulation géostrophique, la croisière "Dillon" semble confirmer que les conditions estivales se sont prolongées en 1960 beaucoup plus tard que de coutume.

En septembre sur le même itinéraire, les courants avaient une direction similaire, figure 11. On retrouve dans la carte de la topographie dynami-

que de la surface par rapport à 1 000 décibars une zone de divergence, centre d'un vortex contra solem, à cheval sur le méridien 160° E, le creux maximal étant limité au nord par le parallèle 15° S. A l'est de 160° E les courants géostrophiques sont de sud, à l'ouest ils sont de nord. Donc, par rapport à la croisière "Dillon", la divergence s'est légèrement déplacée vers l'ouest, sa situation en latitude étant inchangée. On remarque également à l'ouest de la pointe nord de la Nouvelle-Calédonie une petite zone de divergence qui existait déjà en mai. Le même type de topographie dynamique caractérise les surfaces isobares jusqu'à 500 m au moins, figure 12 (ROTSCHI 1961 c). Dans l'ensemble, les courants géostrophiques sont plus forts en septembre qu'en mai, le creux dynamique étant mieux marqué ce mois-là.

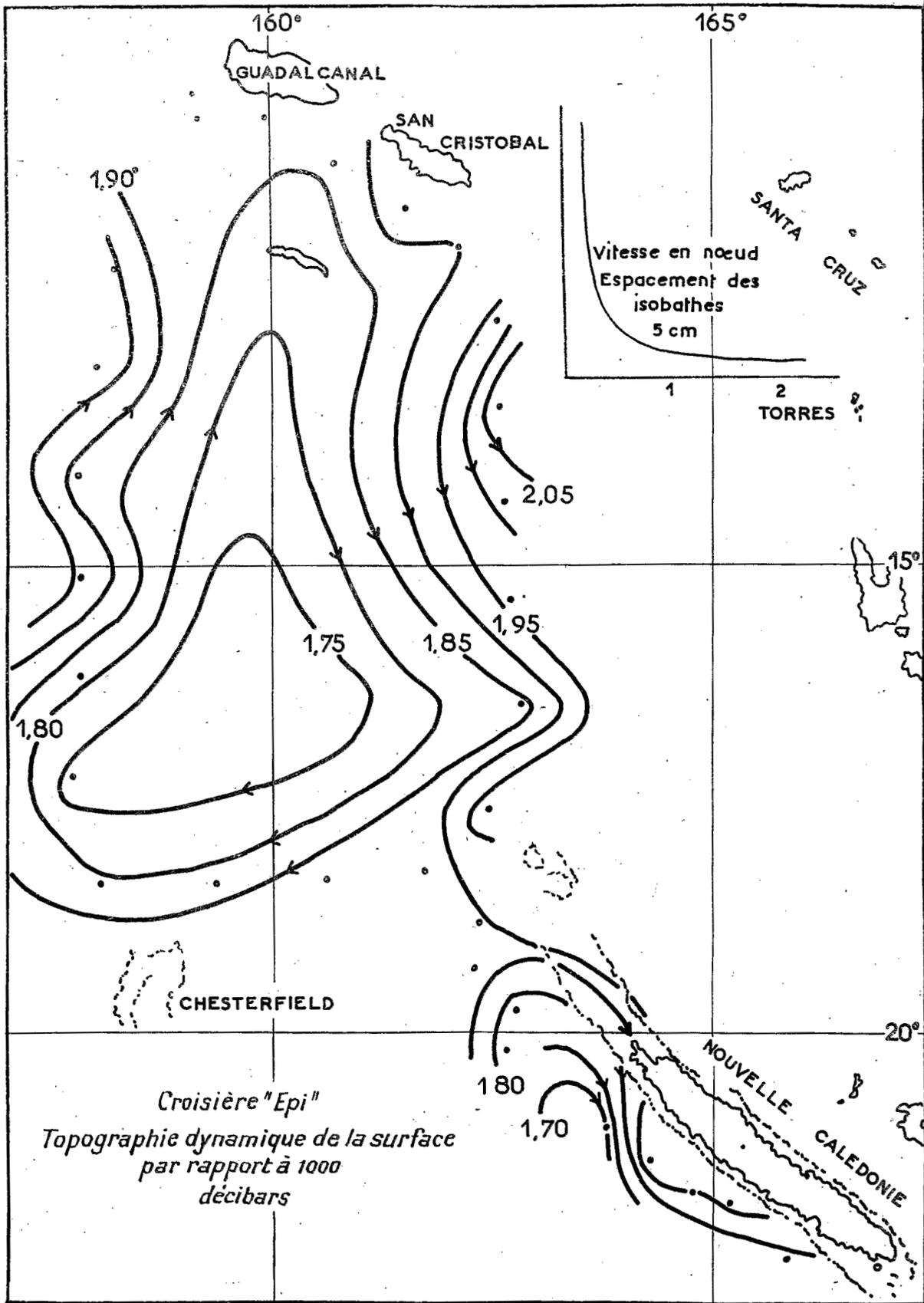
Les résultats de la croisière "Entrecasteaux" confirment en tous points les conclusions précédentes, figure 13. La carte de la topographie dynamique de la surface par rapport à 1 000 décibars indique la présence au sud de San Cristobal de l'extrémité septentrionale de la zone de divergence localisée à l'est de 160° E pendant "Dillon". Au Nord de cette dernière, entre 12° S et 10° S, les courants sont d'est et ils confirment l'existence du contre-courant sud équatorial décelé par REID (1959) et retrouvé par TAKAHASHI (1960). Au sud de la divergence, les courants sont d'ouest puis de sud-ouest et forment une zone de convergence au large de l'île Espiritu Santo.

Les trois croisières de 1960 nous permettent de suivre l'évolution de la topographie dynamique et des courants géostrophiques de mai à septembre. D'abord, de mai à août, les pentes dynamiques se sont accentuées et les courants géostrophiques se sont renforcés; la branche la plus méridionale du contre-courant sud équatorial n'a pas quitté le voisinage immédiat de l'archipel des Salomon et a fait ressentir ses effets tout au long de cette période, jusque vers 11° S. A partir d'août, la divergence s'est déplacée vers l'ouest en même temps que la limite méridionale du contre-courant sud équatorial était reportée au nord de 10° S.

b) Divergence des Salomon et upwelling

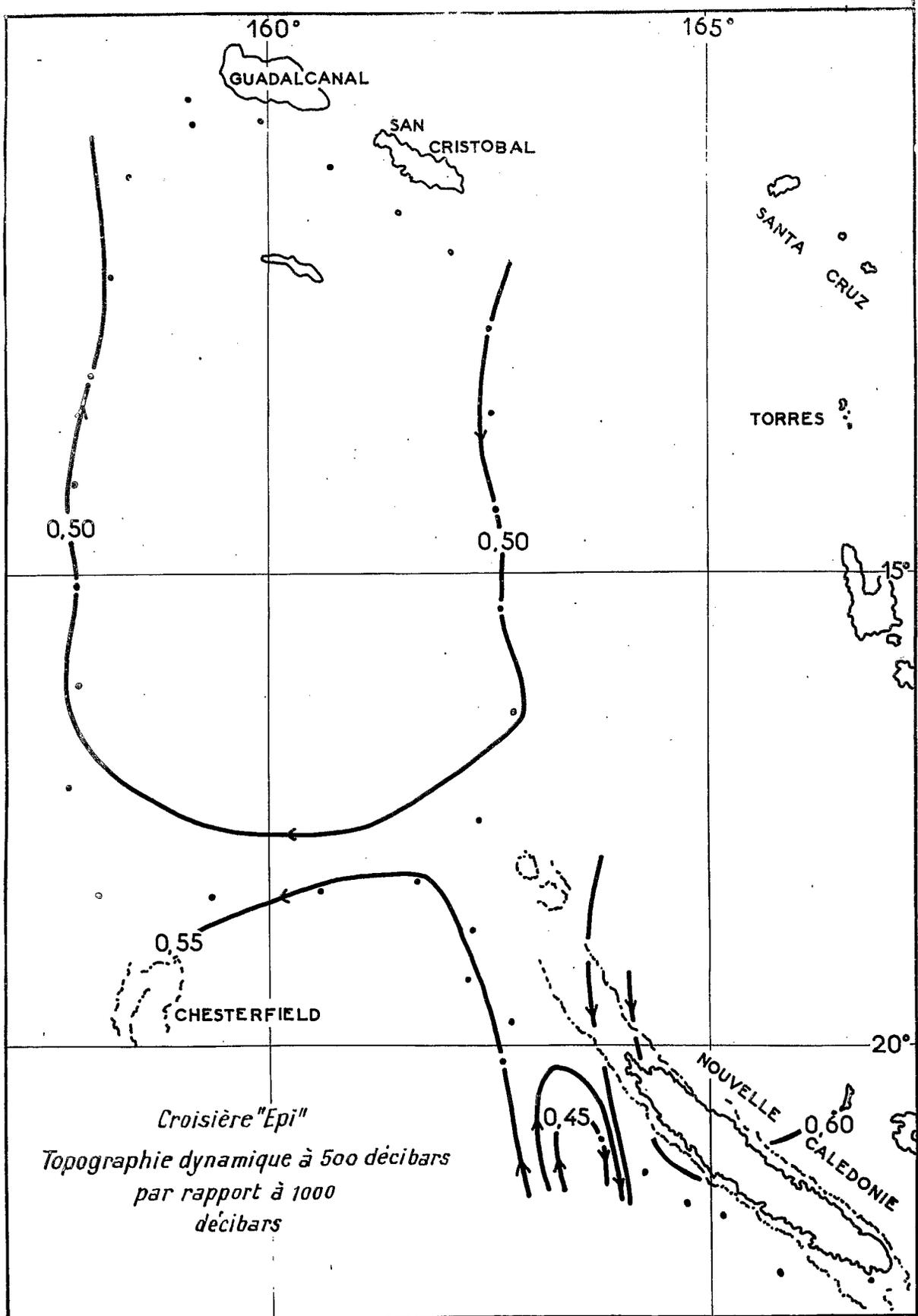
La divergence des Salomon est liée à un upwelling; ce dernier qu'on pourrait appeler l'upwelling des Salomon a été décrit dans ses effets sur la distribution verticale de la température, de l'oxygène dissous et du pH (ROTSCHI 1961 d). On a montré qu'on le ressentait particulièrement aux profondeurs comprises entre 200 m et 1 000 m, la couche superficielle étant fortement marquée par l'afflux de la masse équatoriale; on a montré également qu'au cours de "Dillon" l'intensité du transport vertical en direction de la surface était moins grande que pendant "Epi", tout au moins le long du méridien 158° E; ces conclusions furent atteintes par l'étude de la répartition verticale des variables énumérées ci-dessus dans une coupe exécutée à cette longitude.

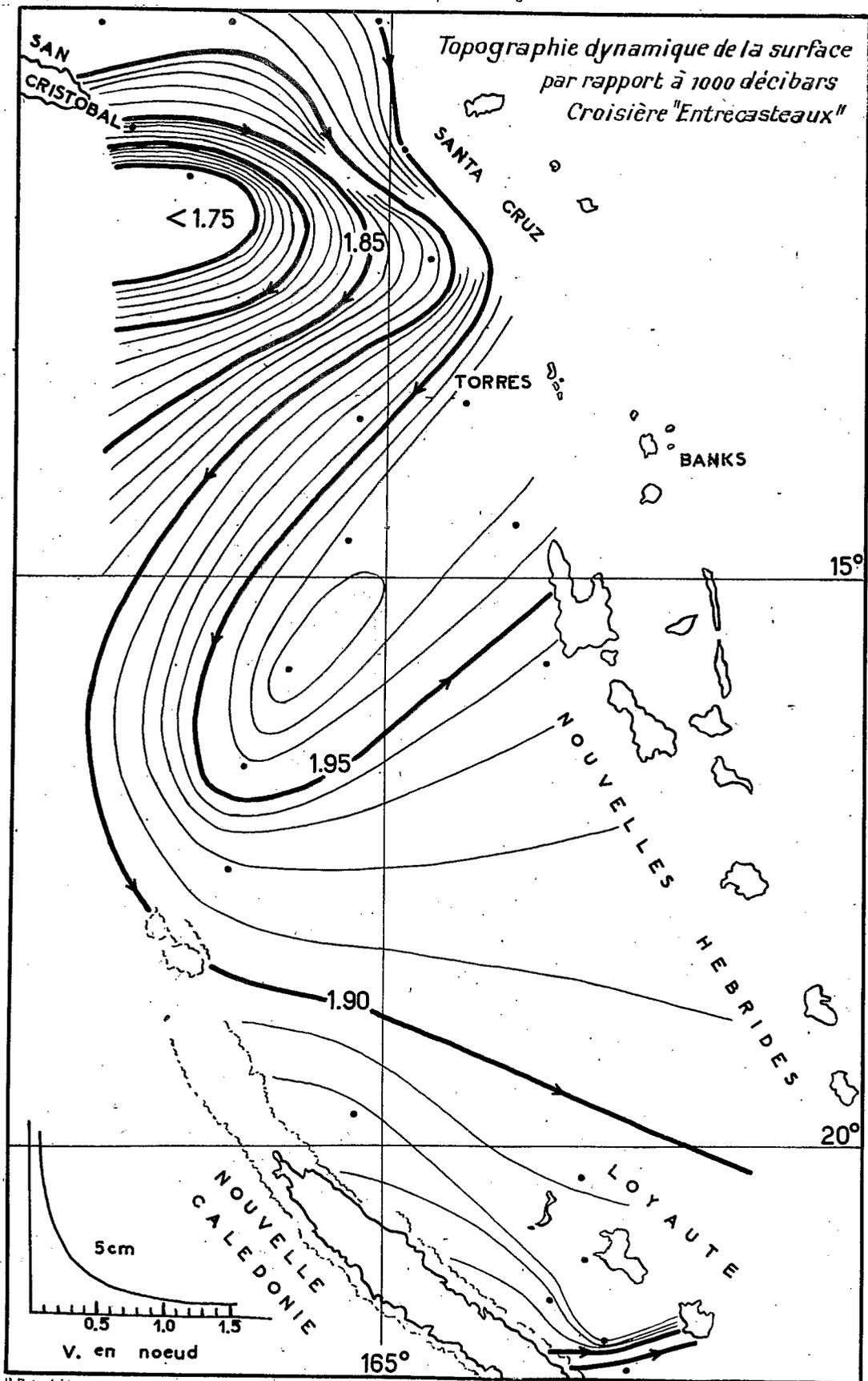
Des renseignements similaires peuvent être tirés de l'examen de la distribution de la salinité dans la même coupe, figure 14. On constate tout



H. Rotschi

Figure 11





H. Rotschi

Figure 13

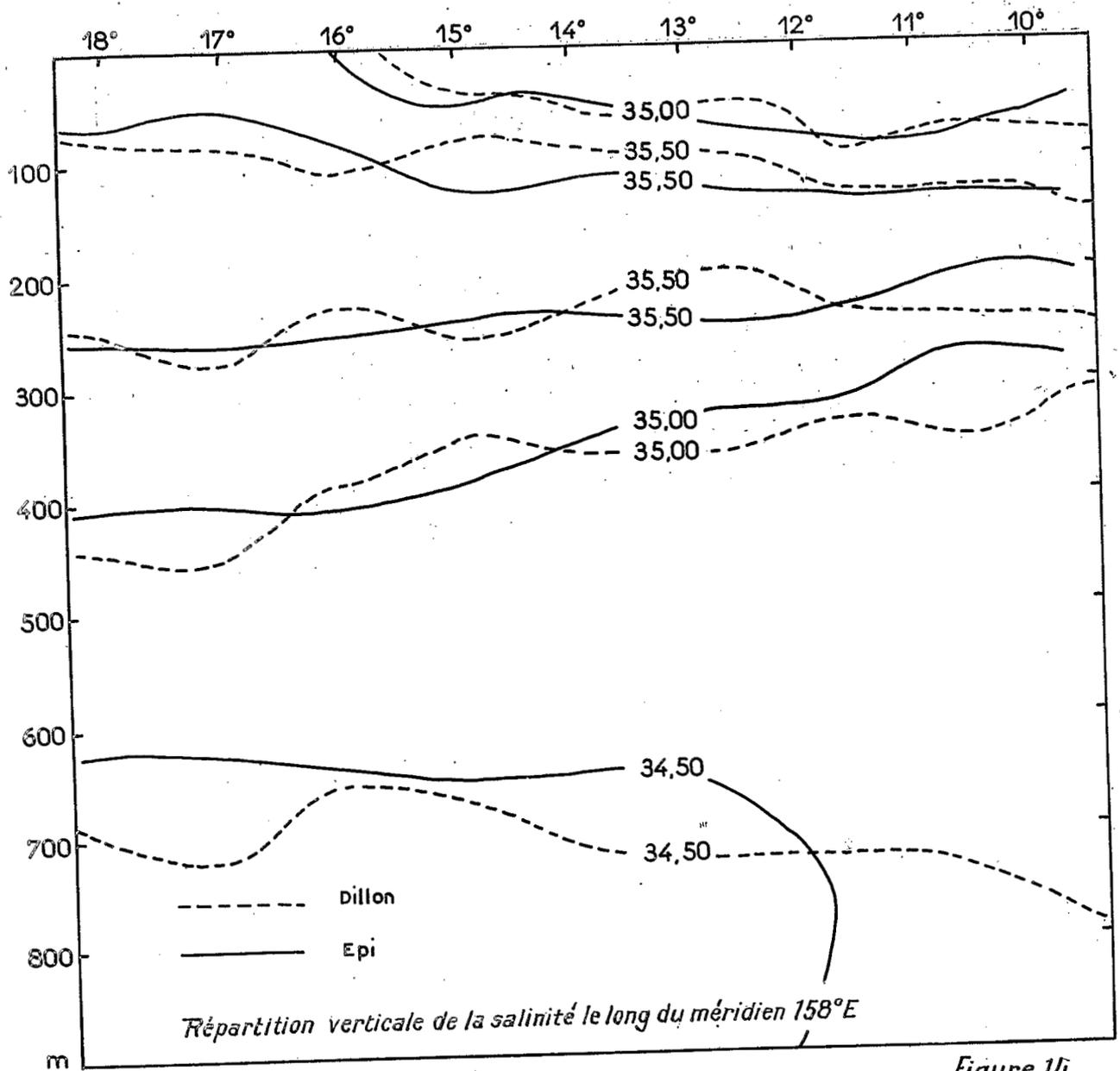
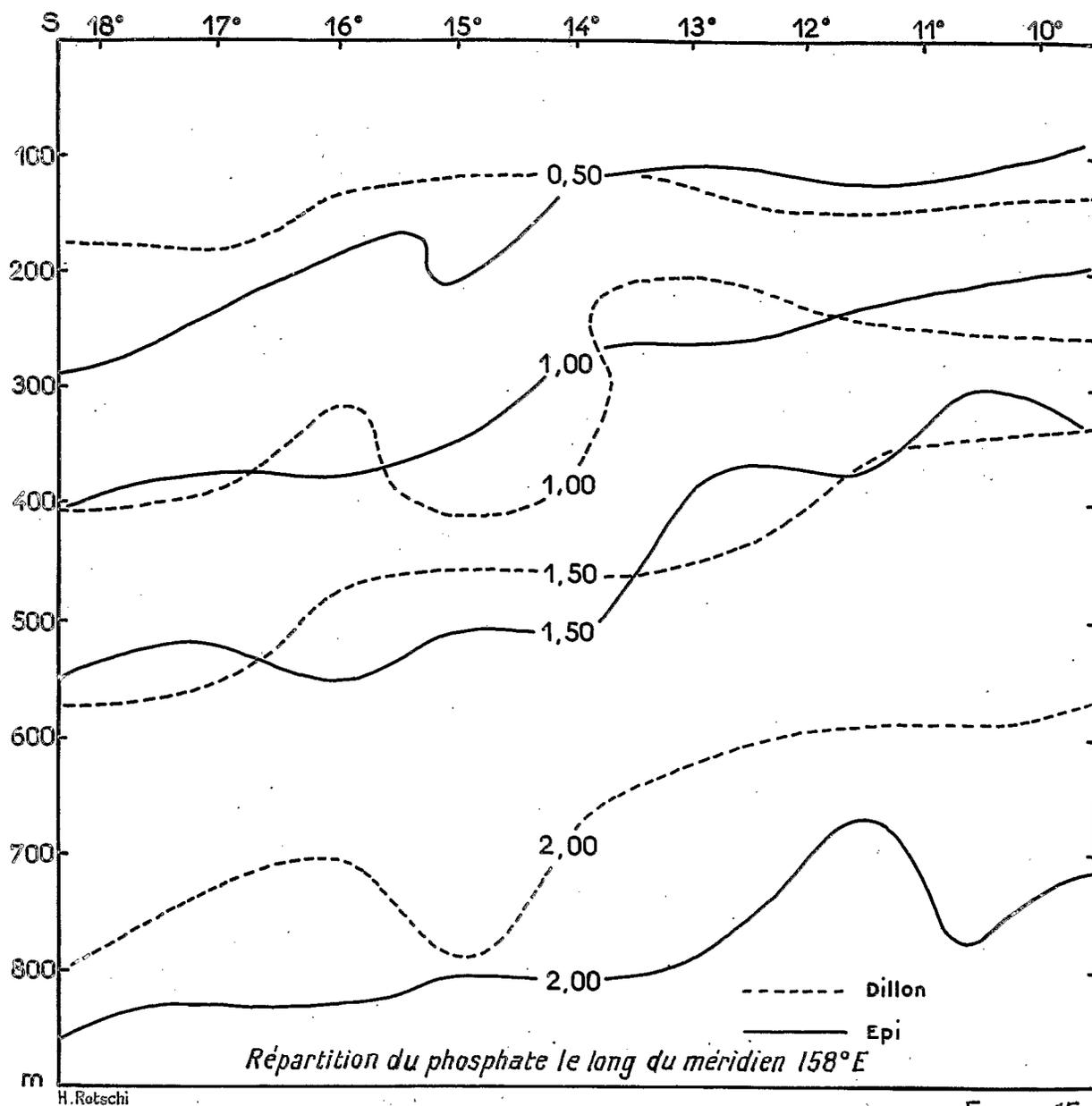


Figure 14

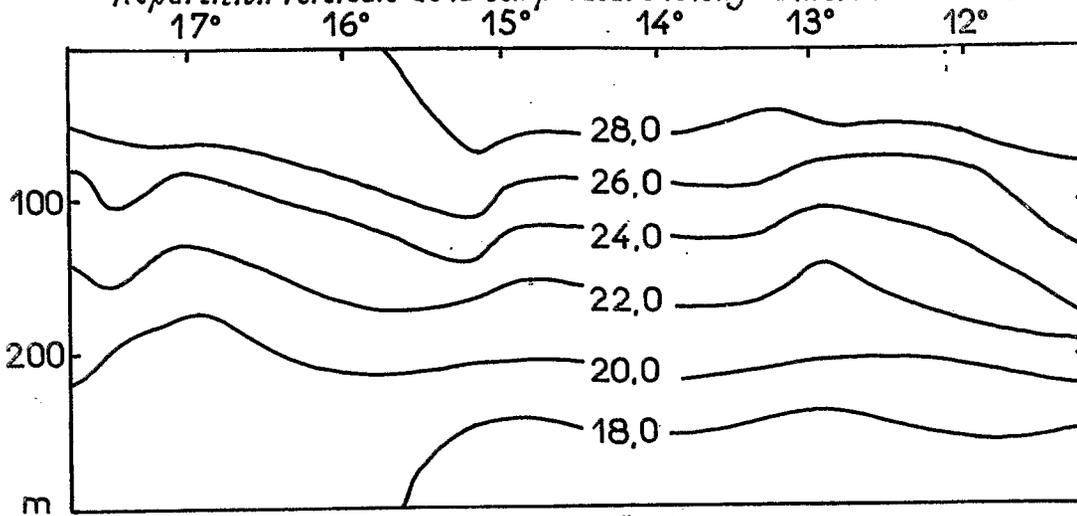


Répartition du phosphate le long du méridien 158°E

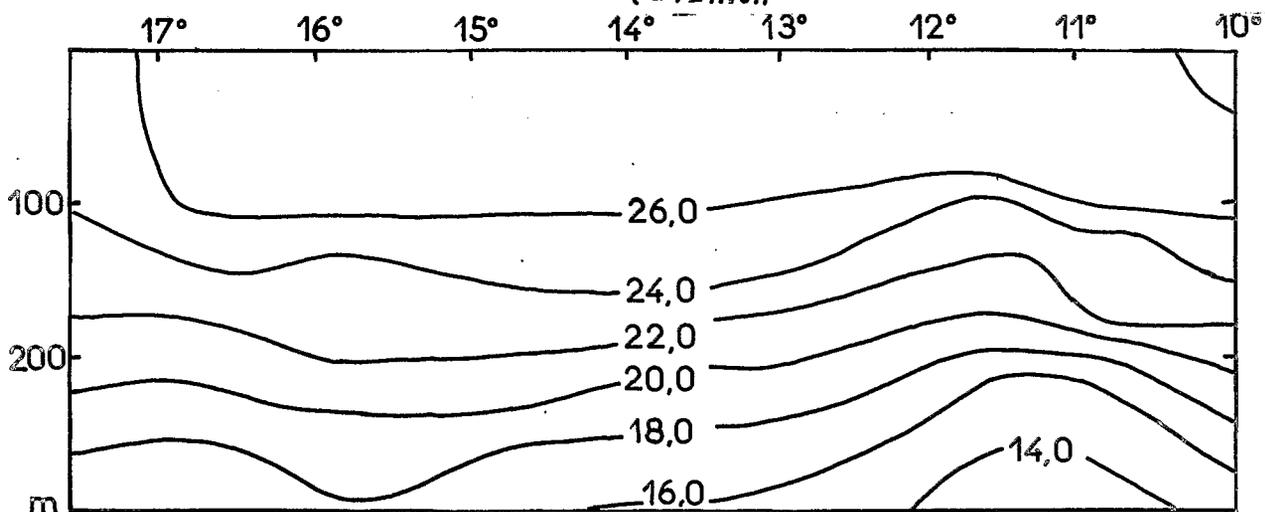
H. Rotschi

Figure 15

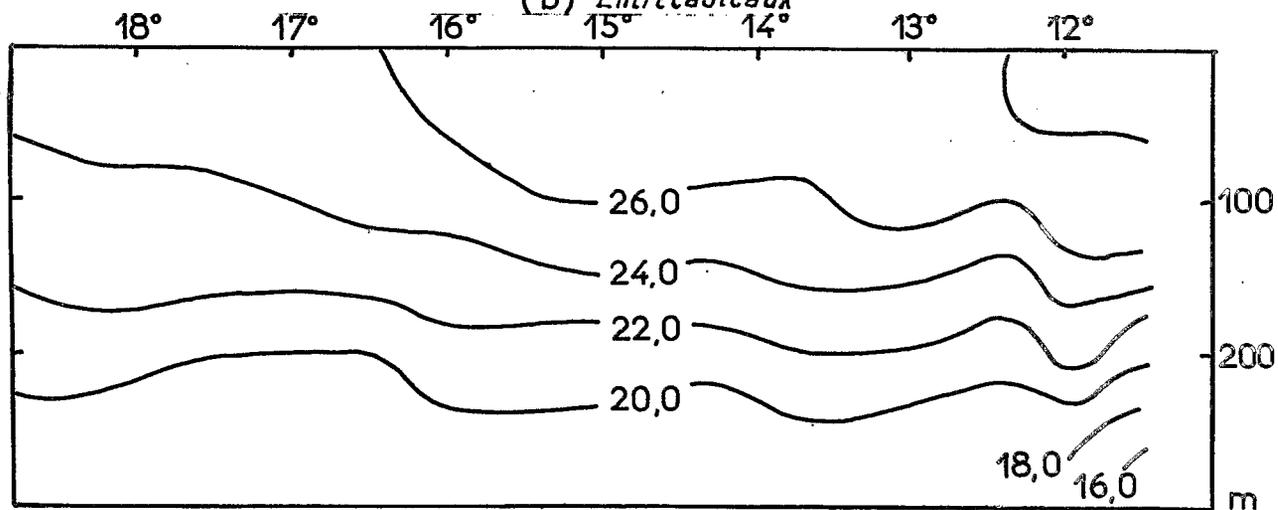
Répartition verticale de la température le long du méridien 163°E



(a) "Dillon"



(b) "Entrecasteaux"



(c) "Epi"

H.Rotschi

Figure 16

d'abord qu'entre la surface et 150 m de profondeur c'est essentiellement l'eau équatoriale faiblement salée qui fait ressentir son influence. Plus profondément par contre, et surtout à partir de l'isohaline inférieure 35,50 ‰, on peut déceler les effets de l'upwelling; en septembre ceux-ci sont particulièrement sensibles sur l'isohaline 35,00 ‰ dont la profondeur passe de 18° S à 10° S de plus de 400 m à moins de 300 m, sa pente moyenne étant sensiblement la même en mai; toutefois, lors d'"Epi" la diminution de la profondeur est surtout évidente à partir de 16° S ce qui donne à l'isohaline une pente très supérieure à celle que révèle "Dillon". Ce phénomène est également visible, bien que moins marqué, sur l'isohaline 35,50 ‰; durant "Epi" la profondeur de cette dernière passe de 250 m au sud à 200 m au nord avec une brusque rupture de pente au niveau de 13° S, alors qu'en mai elle varie autour de 250 m.

La distribution verticale du phosphate a une physionomie similaire, figure 15. L'upwelling fait ressentir ses effets plus intensément sur les résultats d'"Epi" : par exemple, la profondeur de l'isoplèthe 0,50 $\mu\text{at-g/l}$ passe de 300 m à 100 m, de 18° S à 10° S; sur la même distance, celle de 1,00 $\mu\text{at-g/l}$ diminue de 200 m, surtout à partir de 15° S et il en est de même de celle de 1,50 $\mu\text{at-g/l}$ qui indique une brutale rupture de pente à 14° S, latitude qui joue un rôle similaire sur l'isoplèthe 2,00 $\mu\text{at-g/l}$. Au nord de 14° S, la pente des isoplèthes est plus élevée en septembre qu'en mai sauf aux profondeurs les plus grandes; on peut donc en conclure que l'upwelling était plus intense lors d'"Epi", ce phénomène étant sans doute lié à la force de la divergence superficielle.

La comparaison des trois croisières de 1960 n'est possible que le long d'une coupe proche du méridien 163° E et pour la température et la salinité seulement.

La répartition verticale de la température est esquissée jusqu'à 300 m dans les coupes de la figure 16, Les deux coupes (a) et (c) correspondant aux croisières de l'"Orsom III" ont été établies à partir des mesures bathythermiques; la dernière, relative à "Entrecasteaux", est construite à l'aide des lectures de thermomètres à renversement. La coupe (a) de la croisière "Dillon" indique que, dans les 200 premiers mètres, la répartition de la température est relativement homogène, les surfaces isothermes paraissant horizontales. Ce n'est qu'à une profondeur plus grande et au nord de 15° S qu'on voit apparaître une eau plus froide, à température inférieure à 18° C.

Pendant "Entrecasteaux", coupe (b), il n'y a guère que l'isotherme 26° C qui soit à une profondeur ne diminuant pas en direction du nord; toutes les autres sont inclinées et leur pente est d'autant plus grande qu'elles correspondent à une température plus basse. Il semble y avoir un renforcement de l'upwelling au voisinage immédiat de 14° S où l'isotherme 16° C marque une brusque rupture de pente; en outre, il apparaît sur toutes les isothermes, y compris celle correspondant à 26° C, que l'upwelling atteint son intensité maximale entre 12° S et 11° S, latitudes où l'on rencontre à 300 m une température inférieure à

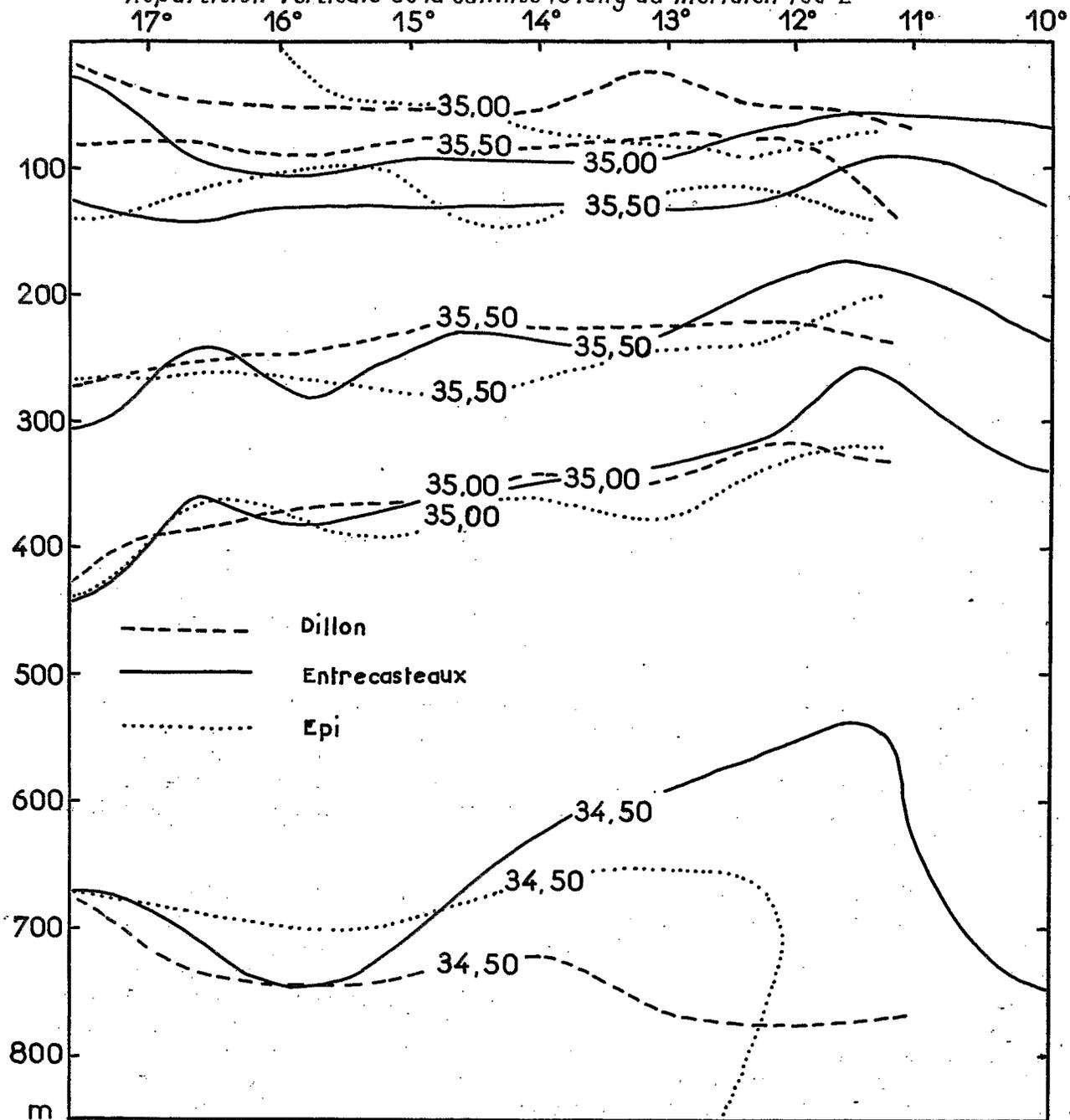
14°C; ceci confirme les traits essentiels de la topographie dynamique de la surface, en particulier la présence au sud de San Cristobal, vers 11°30 S, de l'extrémité septentrionale de la zone de divergence signalée précédemment. D'autre part, au nord de 12°30 S, la profondeur de toutes les isothermes correspondant à des températures inférieures à 24° C est au moins 50 m plus faible pendant "Entrecasteaux" que pendant "Dillon". Cette remontée en direction de la surface est également visible sur l'isotherme 26° C au nord de 12° S. Donc, le renforcement de la divergence superficielle étant lié à un approfondissement de la dépression dynamique conduit à une intensification de l'upwelling.

La profondeur des isothermes pendant "Epi", coupe (c) où les température inférieures à 20° C n'apparaissent qu'au voisinage de 12° S, est, au nord de 15° S, plus grande que lors de "Dillon" et "Entrecasteaux". Aucune des isothermes correspondant à une température supérieure à 20° C n'indique qu'il subsiste à cette longitude un mouvement vertical affectant les 250 mètres supérieurs de la mer, ailleurs qu'à l'extrême nord de la coupe. Ceci contraste étrangement avec la répartition verticale de la température le long de 158° E (ROTSCHI 1961 d) qui indique qu'au nord de 12° S et à une profondeur supérieure à 200 m les températures de "Dillon" sont systématiquement plus élevées que celles d'"Epi". Cette disparition presque totale des effets de l'upwelling coïncide avec le déplacement vers l'ouest de la zone de divergence.

En conclusion, l'étude de la répartition verticale de la température nous enseigne que l'upwelling agit en général au nord de 15° S; son action se renforce lorsque la pente dynamique de la surface s'accroît, l'upwelling maximal étant observé en août à une latitude où en surface on rencontre l'extrémité septentrionale d'une divergence très marquée; lorsque la zone de divergence se déplace les mécanismes de remontée d'eau profonde en direction de la surface s'accroissent. Dans tous les cas, il est rare que l'upwelling se manifeste à une profondeur moindre que 100 m.

La répartition verticale de la salinité, figure 17, indique que lors de "Dillon" et "Epi" tout au moins, les 150 premiers mètres de la mer ne sont pas affectés par les mouvements verticaux des masses d'eau : la profondeur des isohalines 35,00 ‰ et 35,50 ‰ ne varie pas avec la latitude. Il n'en est pas de même pour les isohalines plus profondes des trois croisières ainsi que pour les masses superficielles étudiées par le "Tiaré". En effet, d'une part les deux isohalines supérieures 35,00 ‰ et 35,50 ‰ d'"Entrecasteaux" qui sont pratiquement horizontales jusqu'à 13° S subissent au voisinage de cette latitude une brusque rupture de pente et se rapprochent de la surface, leur profondeur minimale étant atteinte entre 11° S et 12° S. D'autre part, les isohalines profondes 35,50 ‰ et 35,00 ‰ des trois croisières sont inclinées vers le bas du nord au sud; si pendant "Epi" elles sont plus profondes que lors de "Dillon", la latitude 14° S semble indiquer une zone de rupture de pente pour les isohalines de la croisière de Septembre. Donc l'upwelling qui est actif surtout au

Répartition verticale de la salinité le long du méridien 163°E



H. Rotschi

Figure 17

nord de 15° S se fait plus ressentir en mai; c'est exactement le contraire de ce que l'on observe le long du méridien 158° E, mais cela confirme en tout point les caractéristiques de la répartition verticale de la température.

Par contre, "Entrecasteaux" indique que si la profondeur des isohalines inférieures $35,50 \text{ ‰}$ et $35,00 \text{ ‰}$ reste de 16° S à 13° S intermédiaire entre celle des deux autres croisières, cette dernière latitude coïncide avec un brusque redressement, la profondeur diminuant de près de 50 m sur un degré de latitude; la profondeur la plus faible est atteinte vers $11^{\circ}30$ S. L'upwelling est encore sensible à une profondeur beaucoup plus grande puisque l'isohaline $34,50 \text{ ‰}$ accuse aussi à cette latitude un minimum de profondeur; les deux autres croisières n'indiquent rien de semblable.

Toutes les conclusions que l'on a tirées des variations de la distribution verticale de la température le long de 163° E en ce qui concerne leurs rapports avec la dynamique superficielle et la position de la divergence des Salomon sont donc confirmées par la distribution de la salinité.

c) Conclusions

On rencontre une zone de divergence dans le nord-est de la mer de Corail, entre la Nouvelle-Calédonie et l'archipel des Salomon. Essentiellement liée au régime des vents, elle varie en position au cours de l'année comme l'indiquent les cartes de topographie dynamique des trois croisières exécutées dans cette région en 1960. C'est la divergence des Salomon.

Cette divergence est liée à des pentes dynamiques pouvant atteindre 30 cm dyn. pour 200 milles et à des courants géostrophiques de quelquefois un noeud; elle entraîne la formation d'un upwelling dont l'intensité dépend de la pente dynamique de la surface. Cet upwelling dit des Salomon se manifeste par une diminution de la profondeur en direction du nord de toutes les surfaces isoplèthes étudiées.

La comparaison de la distribution au cours des trois croisières de la température et de la salinité, approximativement le long du méridien 163° E, confirme toutes les indications fournies par les cartes de topographie dynamique relativement au régime de la circulation superficielle. En particulier, la divergence qui, en début d'année, est localisée principalement à l'est de 160° E se renforce de mai à août; corollairement, l'upwelling tend à se manifester plus énergiquement le long de 163° E, son intensité maximale étant atteinte vers $11^{\circ}30$ S où l'on trouve en surface pendant "Entrecasteaux" la dépression la plus fortement marquée. Par la suite, la divergence se déplace vers l'ouest et les effets de l'upwelling s'atténuent à l'est de 160° E pour se renforcer à l'ouest. Le long de 158° E, l'upwelling est en conséquence plus fort pendant "Epi" que pendant "Dillon", alors que c'est le phénomène inverse que l'on rencontre plus à l'est.

Il est donc indéniable que l'upwelling des Salomon est une résultante de la circulation superficielle dans le nord-est de la mer de Corail. D'ailleurs, si les preuves physiques de son existence ne manquent pas, les preuves biologiques sont tout aussi nombreuses. La plus importante est à rechercher entre autres dans les hauts rendements obtenus par les palangriers japonais, opérant au sud de l'archipel des Salomon, dans leurs opérations de pêche du thon à la palangre de surface dite "longue-ligne japonaise".

IV - OXYGENE DISSOUS ET SELS NUTRITIFS

Dans le domaine de la Chimie de la mer, les études de l'"Orsom III" portent sur la distribution de l'oxygène dissous, du phosphate, du gaz carbonique total, du carbonate et du bicarbonate, les analyses étant en général faites à bord. Le but de ces recherches est triple : d'une part la recherche des liaisons possibles entre les variations de teneur en sels nutritifs et en oxygène dissous dans les couches supérieures de la mer où a lieu une intense activité photosynthétique et le développement de la vie planctonique sous forme de phytoplancton et de zooplancton; d'autre part la définition des principales propriétés chimiques des masses d'eau et leur utilisation éventuelle comme indicateur lorsqu'elles sont conservatives; enfin, l'étude des mécanismes chimiques et biologiques de régénération des sels nutritifs.

a) Liaison sels nutritifs - plancton

En ce qui concerne le premier objectif, l'étude des variations concomitantes de l'abondance des organismes planctoniques et de la concentration en sels nutritifs, les modifications à mesurer des propriétés chimiques dans les eaux superficielles sont petites et elles impliquent la mise au point de techniques analytiques particulièrement sensibles et précises surtout lorsqu'elles s'appliquent à des eaux tropicales dans lesquelles le rythme de l'activité biologique ne varie pas au cours de l'année de manière aussi considérable que dans les eaux tempérées ou froides.

Cependant, les travaux de l'"Orsom III" pendant "Dillon" ont montré que la transparence des couches supérieures mesurée au disque de Secchi était minimale en deux zones de la mer de Corail; l'une est située au sud de Guadalcanal et de San Cristobal, le long de 160° E, jusqu'à 12° S; l'autre est centrée vers 161°30 E et 19° S. La plus septentrionale coïncide avec une région de forte production primaire où la teneur superficielle en oxygène tant en concentration qu'en saturation est minimale; cette coïncidence peut être due à la présence d'une grande quantité de zooplancton se nourrissant sur des phytoplanctes encore actifs et relativement nombreux.

La zone de divergence est caractérisée entre autres par une alcalinité totale faible ainsi que par une basse teneur en gaz carbonique. Comme

la teneur en oxygène y est également réduite, on peut penser que "Dillon" marque la fin d'un cycle estival de la photosynthèse, les eaux où ce mécanisme fut particulièrement actif se trouvant à la fois appauvries en sels nutritifs par les grosses quantités de phytoplancton produit et en oxygène par le zooplancton qui s'en nourrit.

Entre "Dillon" et "Epi", la teneur superficielle en oxygène a diminué tant en concentration qu'en saturation; en septembre la zone de divergence coïncide encore avec un minimum d'oxygène, la saturation minimale apparaissant très nettement à l'ouest de 160° E. De même on trouve autour de cette longitude et au nord de 15° S une zone où la teneur en phosphate est plus élevée qu'au sud, où elle est particulièrement basse. Il n'est pas actuellement possible de rechercher plus avant des corrélations avec les données biologiques, l'exploitation des résultats de la croisière "Epi" n'étant pas encore terminée.

De toute manière, nous avons pu montrer que la zone de divergence, où les eaux profondes s'approchent le plus de la surface, est privilégiée en ce qui concerne la distribution des sels nutritifs; en fin de cycle biologique, la concentration de ces derniers résultant d'une activité photosynthétique intense y est faible.

b) Les masses d'eau et leurs propriétés chimiques

Nous avons déjà eu l'occasion de montrer l'importance de la concentration en oxygène dissous dans l'étude de la stratification des masses formant les mille premiers mètres de la mer de Corail (ROTSCHI 1959 b). En 1960 les recherches ont été reprises et complétées par référence à ce que l'on rencontre en zone équatoriale du Pacifique (ROTSCHI 1960 c).

La répartition de la concentration en oxygène dissous en fonction de la salinité montre que l'on peut distinguer nettement trois zones parfaitement définies, chacune étant caractérisée par une corrélation spécifique.

Ce sont successivement de la surface vers le fond :

1°) une couche superficielle dans laquelle la concentration en oxygène est directement proportionnelle à la salinité et qui est limitée par l'isohaline 35,60 ‰; cette dernière valeur coïncide plus ou moins étroitement avec le minimum de concentration;

2°) une couche de transition dans laquelle la concentration croît très lentement entre un minimum qui peut atteindre des valeurs inférieures à 3,5 cc/l et un maximum où la teneur est 0,5 cc/l à 1,00 cc/l plus élevée; la salinité décroît de 35,60 ‰ à 34,40 ‰;

3°) la couche de la masse Antarctique intermédiaire dans laquelle la salinité décroît très peu avec la profondeur alors que la teneur en oxygène diminue régulièrement.

Nous avons montré également que cette analyse n'était applicable à proprement parler qu'aux eaux situées au sud de 16° S, la distribution de l'oxygène se modifiant brusquement au voisinage de cette latitude et dans tout le Pacifique; en particulier, à température et salinité semblables, la concentration peut être 1 cc/l plus basse au nord qu'au sud. Il en résulte que les croisières "Dillon" et "Epi" ne permettent pas de caractériser aussi nettement les masses des mille premiers mètres par la teneur en oxygène.

Par contre, l'utilisation apparente de l'oxygène fournit toujours, par rapport à la salinité, la même distribution. On reconnaît aisément sur les diagrammes de dispersion U.A.O. cc/l - S ‰, la masse du minimum de salinité associée à l'eau Antarctique intermédiaire, la couche de transition entre le minimum et le maximum de salinité et la couche superficielle.

La distribution de l'oxygène en fonction de la température fait également apparaître trois couches qui se différencient nettement par la nature de la relation qui lie ces deux variables. Ces couches sont les mêmes que celles qui ont été rencontrées au cours des croisières antérieures de l'"Orsom III", et l'on peut définir une zone superficielle plus ou moins "isoxygène", une zone de transition et une couche profonde dont la limite supérieure est l'isotherme 7° C et dans laquelle la relation $O_2 = f(T)$ est linéaire.

Les mêmes relations linéaires existent entre la température et l'utilisation apparente de l'oxygène.

En conclusion, l'étude de la répartition de l'oxygène en fonction de la salinité et de la température en mer de Corail fait apparaître que les mille premiers mètres de cette région sont aussi bien stratifiés du point de vue chimique qu'hydrologique; en effet, chacune des couches, de nature, de composition et d'origine différentes, est caractérisée par une relation $O_2 = f(S \text{ ‰})$, $O_2 = f(T^{\circ} \text{ C})$, U.A.O. = $f(S \text{ ‰})$ et U.A.O. = $f(T^{\circ} \text{ C})$ qui lui est spécifique. Si pour les eaux superficielles la forme de la relation varie d'une saison à l'autre, si pour la couche de transition entre le maximum et le minimum de salinité l'une de ces quatre relations est moins nette, la répartition de l'utilisation apparente de l'oxygène dissous en fonction de la température et de la salinité est invariable.

L'oxygène en mer de Corail se comporte donc comme une propriété semi-conservative.

c) Régénération des sels nutritifs

Les résultats des croisières "Astrolabe" et "Boussole" de l'"Orsom III" avaient déjà montré, qu'au voisinage de la Nouvelle-Calédonie, les corrélations entre la distribution du phosphate et du gaz carbonique d'une part,

de l'utilisation apparente de l'oxygène dissous d'autre part ne suivaient pas les lois générales que l'on pensait avoir dégagées principalement en ce qui concerne les propriétés des eaux de l'Atlantique (ROTSCHI 1959 d, 1960 d). L'extension des recherches aux croisières de 1959 et 1960 de ce navire et la comparaison des propriétés ainsi dégagées à celles qui apparaissent en zone équatoriale du Pacifique, ont permis de mettre en évidence l'originalité de la mer de Corail en ce domaine (ROTSCHI 1961 e).

En particulier, en zone équatoriale du Pacifique, la corrélation entre l'utilisation apparente de l'oxygène et le phosphate est significative et peut être représentée correctement par une droite de régression dont la pente est une fonction de la longitude, le rapport U.A.O./P variant de 328/l dans le Pacifique oriental à 185/l au voisinage de 180°.

Plus à l'ouest en mer de Corail, on atteint des U.A.O./P particulièrement bas, mais qui pris globalement ne sont pas très représentatifs: en effet, la courbe de régression jusqu'à U.A.O. égal à 2,00 cc/l pourrait être une fonction exponentielle de cette variable; on obtient une meilleure interprétation du diagramme en admettant que ce rapport varie de 300/l environ vers la surface à près de 100/l vers 800 m de profondeur, le logarithme de la concentration en phosphate étant une fonction linéaire de U.A.O.

La formation par photosynthèse des molécules d'hydrate de carbone qui sont les éléments de base de la production des acides aminés ou la destruction par processus biologiques ou chimiques des matières organiques de la mer impliquent des quantités bien définies de sels nutritifs et les schémas classiques précisent qu'il existe des rapports constants entre les quantités d'oxygène consommé ou produit et celles de phosphore ou de carbone fixé ou libéré. SVERDRUP (1942) donne pour les rapports U.A.O./C/P les valeurs 212/106/l.

Dans tout le centre du Pacifique équatorial, U.A.O./P qui est compris entre 280/l et 236/l reflète assez bien la composition de la matière vivante telle qu'elle a été définie aux limites orientale et occidentale de cet océan où ce rapport atteint des valeurs fort éloignées de la moyenne. A l'est, à la naissance du courant équatorial sud, on trouve une quantité beaucoup plus grande d'oxygène consommé par atome de phosphore libéré ce qui indique probablement une extrême richesse en azote de la matière organique formée par photosynthèse dans le courant de Humboldt. A l'ouest au contraire, et plus particulièrement en mer de Corail où vient s'éteindre le courant équatorial sud, le rapport U.A.O./P est bas, ce qui indique qu'une quantité relativement faible d'oxygène est consommée par atome de phosphore remis en solution. Cette propriété anormale, qui s'ajoute à la forme exponentielle de la relation entre ces deux variables, peut être attribuée soit à une variation avec la profondeur de la quantité de phosphore préformé, soit à une modification de la composition de la matière organique tant en solution qu'en suspension. La deuxième hypothèse semble meilleure que la première, puisque à l'est et au centre du Pacifique équatorial on ne trouve que peu de traces de phosphore préformé; dans ce cas, l'on peut

penser, d'une part que la proportion d'azote entrant dans la composition de la matière organique varie avec la profondeur et que les molécules qui atteignent de grandes profondeurs sont très pauvres en cet élément, d'autre part que la proportion de phosphore varie également avec la profondeur mais en sens inverse; les molécules labiles facilement détruites à proximité de la surface auraient une faible teneur en phosphore, les molécules plus stables étant plus riches.

Pour ce qui est de la relation entre l'oxygène et le gaz carbonique total, les recherches n'ont été entreprises systématiquement que par le Centre d'Océanographie de l'Institut Français d'Océanie et les seuls résultats disponibles sur le Pacifique sont ceux relatifs à la mer de Corail. Toute étude comparative avec d'autres régions du monde est donc impossible.

Autour de la Nouvelle-Calédonie la valeur du rapport U.A.O./C est de l'ordre de 1/1 alors que des considérations théoriques sur les mécanismes de photosynthèse conduisent à un rapport égal à 2/1. Il faut donc admettre que dans cette région la composition de la matière organique dérivée de la relation entre l'oxygène consommé et le gaz carbonique libéré par les réactions d'oxydation chimique, biologique ou enzymatique est tout aussi différente de la normale que celle que met en évidence la liaison entre l'oxygène et le phosphore. En particulier, la molécule de base de la synthèse des acides aminés ne serait pas celle des hydrates de carbone produits à partir d'une molécule d'eau et d'une molécule de gaz carbonique, mais une molécule plus pauvre en hydrogène.

d) Conclusions

Toutes les recherches entreprises sur la chimie de la mer de Corail ont révélé l'existence d'un certain nombre de relations fondamentales qui éclairent d'un jour nouveau d'une part le problème de l'identification des masses d'eau, d'autre part les mécanismes de photosynthèse et d'oxydation biologique et chimique qui se produisent les premiers dans la couche euphotique, les seconds dans les eaux plus profondes situées sous la zone de compensation.

En ce qui concerne les propriétés conservatives autres que la température et la salinité et pouvant être prises en considération dans l'analyse des mécanismes de formation des masses, l'utilisation apparente de l'oxygène dissous est particulièrement importante. En effet, la distribution de ce gaz en fonction de la température et de la salinité permet de définir des relations spécifiques à chaque couche. Ces relations qui sont plus ou moins bonnes deviennent particulièrement claires lorsque l'on convertit l'oxygène dissous en utilisation apparente. Dans ce cas la solution de continuité entre les zones superficielle, de transition et profonde sont très nettes, ainsi que la forme de la relation $U.A.O. = f(S\text{‰})$ et $U.A.O. = f(T^{\circ}C)$.

Pour ce qui est de la formation de la matière vivante par photosynthèse et de l'oxydation de ses résidus, il est évident que le Pacifique sud-ouest présente un certain nombre de particularités. Par exemple, tout au long de l'équateur de l'est à l'ouest, la proportion d'azote qui entre dans la composition de la matière vivante semble diminuer, de telle sorte qu'en mer de Corail il se pourrait que la teneur en azote du zooplancton soit très petite. D'autre part, toujours dans cette mer, la quantité de phosphore remis en solution est proportionnelle à la concentration de cet élément, donc à la profondeur; il peut en conséquence y avoir des réactions sélectives oxydant près de la surface la matière organique peu stable dans laquelle la proportion de phosphore est faible, les molécules atteignant des profondeurs plus grandes étant plus riches en composés phosphorés.

V - CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES D'AVENIR

L'année 1960 fut donc particulièrement féconde en ce qui concerne les recherches océanographiques françaises dans le Pacifique sud-ouest. Les croisières conjuguées de l'"Orsom III" et du "Tiaré" faisant suite à toute une série d'opérations similaires dans la même zone ou dans des régions adjacentes ont posé les bases d'une analyse détaillée de la divergence des Salomon; cette dernière entraîne la formation de l'upwelling des Salomon, mécanisme fondamental d'enrichissement des masses superficielles du nord de la mer de Corail. Cette partie de l'océan se trouve ainsi recéler d'importantes richesses ichtyologiques qui peuvent alimenter une exploitation à grande échelle. D'autre part, les recherches en matière de chimie et de biochimie ont montré que certaines masses sont identifiables par leurs propriétés chimiques et que la photosynthèse et l'oxydation se faisaient selon des schémas plus compliqués que ceux que l'on admet actuellement. Ces résultats peuvent servir à définir les principales lignes le long desquelles se développeront les recherches futures.

Tout d'abord, en ce qui concerne la dynamique, il faut préciser l'extension de la divergence des Salomon ainsi que ses déplacements au cours de l'année et entreprendre des études de détail sur la liaison entre ce phénomène et les conditions météorologiques sur l'ensemble du Pacifique sud-ouest; les déplacements vers le sud de la dépression équatoriale, le rétablissement des alizés vers avril et leur développement en direction du nord sont les éléments de base d'un tel travail; leur connaissance peut seule aider à comprendre la formation de la divergence des Salomon, sa position géographique et les variations saisonnières de son intensité. La partie proprement marine d'un tel travail implique que des croisières soient organisées avec plusieurs bâtiments rapides et qu'une couverture hydrologique synoptique soit entreprise jusqu'à 150° E et entre 10° S et 20° S, en plusieurs mois de deux années dont l'une serait représentative des conditions météorologiques moyennes, tant en ce qui concerne l'influence en été austral de la dépression des Salomon que le rétablissement des alizés et leur force moyenne, et dont l'autre serait une année aberrante comme 1960 avec un régime de vents dominants faibles en intensité et variables en direction.

Simultanément doit être poursuivie l'étude de l'upwelling des Salomon. Il est essentiel de déterminer l'importance des transports verticaux et de l'apport en sels nutritifs utilisables pour la photosynthèse, ces mécanismes dépendant de l'extension géographique de la divergence et de son intensité. La définition numérique des rapports qui lient l'enrichissement superficiel en sels nutritifs à la direction et la force des vents est nécessaire à l'évaluation précise des variations annuelles du potentiel de production primaire de cette zone de pêche.

Enfin, les propriétés biochimiques et chimiques des eaux rencontrées en mer de Corail permettent de penser qu'une étude détaillée de la composition qualitative et quantitative de la matière organique en solution et en suspension dans l'eau de mer, aussi bien dans la couche euphotique que sous la profondeur de compensation, éclairerait les mécanismes de photosynthèse ainsi que la nature et la composition des produits synthétisés; il serait sans doute possible de mieux connaître les produits du métabolisme des phytoplanctes et de pénétrer les modes de formation de la matière vivante. Les recherches dans ce domaine doivent donc s'orienter, d'une part sur l'étude détaillée des petites variations de concentration en sels nutritifs dans la couche euphotique en fonction de son activité photosynthétique et de ses propriétés biologiques et biochimiques, d'autre part vers la définition des variations en fonction de la profondeur, de la nature et de l'abondance de la matière organique.

Ces lignes de recherche rapidement esquissées sont à même de fournir de nombreux renseignements sur la question fondamentale que l'on peut se poser en ce qui concerne l'Océan, à savoir les rapports entre la vie et le milieu, et la Marine Nationale, par la contribution de ses bâtiments aux croisières hydrologiques en mer de Corail, peut apporter une aide précieuse à l'édification de nos connaissances en ce domaine, comme les résultats de la croisière "Entrecasteaux" le prouvent.

VI - BIBLIOGRAPHIE

- REID J.L. 1959 - Evidence of a South Equatorial countercurrent in the Pacific Ocean.
Nature, 184, 4681, 209-210.
- ROCHFORD D.J. 1958 - The seasonal circulation of the surface water masses of the Tasman and Coral seas.
C.S.I.R.O. Aust. Div. Fish. Oceanogr. Rep. 16.

- ROTSCHI H. 1958 a - "Orsom III", Croisière 56-5, Océanographie Physique.
O.R.S.T.O.M., I.F.O., Rapp. Sc. n° 5.
- ROTSCHI H. 1958 b - "Orsom III", Croisière "Astrolabe", Océanographie Physique.
O.R.S.T.O.M., I.F.O., Rapp. Sc. n° 8.
- ROTSCHI H. 1959 a - "Orsom III", Croisière "Boussole", Océanographie Physique.
O.R.S.T.O.M., I.F.O., Rapp. Sc. n° 12.
- ROTSCHI H. 1959 b - Hydrologie et dynamique du nord-est de la mer de Corail.
Cahiers Océanographiques XI, 10.
- ROTSCHI H., ANGOT M., LEGAND., 1959 c - "Orsom III", Croisière "Astrolabe",
Chimie, Productivité, Zooplancton.
O.R.S.T.O.M., I.F.O., Rapp. Sc. n° 9.
- ROTSCHI H. 1959 d - Oxygen, inorganic phosphate and carbon dioxide relationships in the Coral sea.
1st Int. Oceanogr. Congress, N.Y.
- ROTSCHI H. 1960 a - "Orsom III", Croisière "Dillon", Océanographie Physique.
O.R.S.T.O.M., I.F.O., Rapp. Sc. n° 18.
- ROTSCHI H. 1960 b - Sur la circulation et les masses d'eau dans le nord-est de la mer de Corail.
C.R. Acad. Sc. 251, 7, 965-967.
- ROTSCHI H. 1960 c - Sur certaines propriétés chimiques des eaux équatoriales et tropicales du Pacifique. Caractères généraux de la distribution de l'oxygène dissous.
XIIème Assemblée Générale A.I.O.P. Helsinki août 1960.
- ROTSCHI H. 1960 d - Remarques sur la relation entre l'oxygène et le phosphore minéral dissous en mer de Corail.
C. R. Acad. Sc. 250, 13, 2403-2405.
- ROTSCHI H. 1960 e - "Orsom III", Croisières diverses de 1959, Océanographie Physique
O.R.S.T.O.M., I.F.O., Rapp. Sc. n° 17.
- ROTSCHI H., ANGOT M., LEGAND M., DESROSIERES R. 1961 a - "Orsom III, Croisière "Dillon", Chimie et Biologie.
O.R.S.T.O.M., I.F.O., Rapp. Sc. n° 19.
- ROTSCHI H. 1961 b - "Tiaré", Croisière "Entrecasteaux", Océanographie Physique.
C.L.O.E.C., I.F.O., Rapp. Sc. n° 21.

- ROTSCHI H., LEGAND M., WAUTHY B. 1961 c - "Orsom III", Croisière "Epi",
Chimie et Biologie,
O.R.S.T.O.M., I.F.O., Rapp. Sc. n° 23 (en préparation).
- ROTSCHI H. 1961 d - Sur un upwelling au sud des Salomon,
(en préparation).
- ROTSCHI H. 1961 e - Oxygène, phosphate et gaz carbonique total en mer de
Corail.
Deep Sea Res. (sous presse).
- SVERDRUP H.U., JOHNSON M.W., FLEMING R.H. 1942 - The Oceans.
Prentice Hall Inc. New-York, p. 707.
- TAKAHASHI T. 1959 - Hydrographical researches in the Western Equatorial
Pacific.
Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ., 7.
- TAKAHASHI T. 1960 - Existence of a contra solem vortical motion in the Coral
sea.
Rec. Oceanogr. Works Japan, 5, 2.
- WYRTKI K. 1960 - The surface circulation in the Coral and Tasman seas.
C.S.I.R.O., Div. Fish. Oceanogr. Tech. Pap. 8.