

LES MERS DU CORAIL ET DES SALOMON EN MOUSSON D'ÉTÉ AUSTRAL

ROUGERIE FRANCIS ET HENIN CHRISTIAN

Océanographes O.R.S.T.O.M., B.P. A5, Nouméa Cedex, Nouvelle-Calédonie

RÉSUMÉ

Les données hydrologiques recueillies en fin d'été austral 1975 dans les deux mers tropicales bordières du Pacifique sud-ouest montrent l'importance de la réponse des couches superficielles à la brutale perturbation induite par la mousson d'été. En mer des Salomon la principale conséquence est un renforcement de la stratification des eaux de la couche euphotique avec épuisement corrélatif des teneurs en sels minéraux. En mer du Corail les dômes sub-superficiels observés vers 12° sud et 17° sud encadrent une zone tourbillonnaire et paraissent être les seuls mécanismes potentiels de refertilisation de ces eaux fortement oligotrophes. Des considérations hydrodynamiques sont dégagées à partir des anomalies des rapports de minéralisation et des distributions particulières des nitriles.

ABSTRACT

Hydrologic data collected at the end of austral summer of 1975 in both the tropical seas at the edge of the south west Pacific show the importance of the superficial layer reaction to rough disturbances induced by the summer monsoon. In the Solomon sea, the main result is a strengthening of water stratification in the euphotic layer with a correlated impoverishment of the amounts of mineral salts. In the Coral sea two upwelled water masses, neither reaching the surface were observed near 12° south and 17° south enclosing a vortex zone and seem to be the only potential enrichment mechanisms in these very oligotrophic waters. Hydrodynamic consideration are drawn from the mineralisation rate anomalies and from the special nitrite distribution.

I. TRAITS GÉNÉRAUX

1. Introduction

La croisière GORGONE II qui s'est déroulée en avril-mai 1975 entre les méridiens 163° E et 151° E a permis d'étudier une zone comprenant la totalité de la mer des Salomon et la partie nord de la mer du Corail jusqu'à 18° sud. Cette zone marine située à la bordure tropicale ouest de l'océan Pacifique sud est directement soumise à la circulation générale océanique qui subit alors une double perturbation d'ordre topographique et météorologique. En effet, de 47° sud (Nouvelle-Zélande) à l'équateur (Nouvelle-

Guinée) se déploie un arc insulaire discontinu qui justifie l'appellation de « mers » donnée aux zones marines situées plus à l'ouest jusqu'au socle australo-guinéen (FAIRBRIDGE 1966). Les communications entre ces mers et l'océan Pacifique se font par des passages et des détroits qui, selon le cas, dévient ou fractionnent les flux océaniques.

La deuxième particularité de cette zone est d'être soumise, principalement en mer des Salomon, à une brusque rotation des vents quand, en début d'été austral les alizés de sud-est sont remplacés par des vents de secteur ouest engendrés par la mousson d'été. Ceux-ci soufflent en moyenne trois mois et

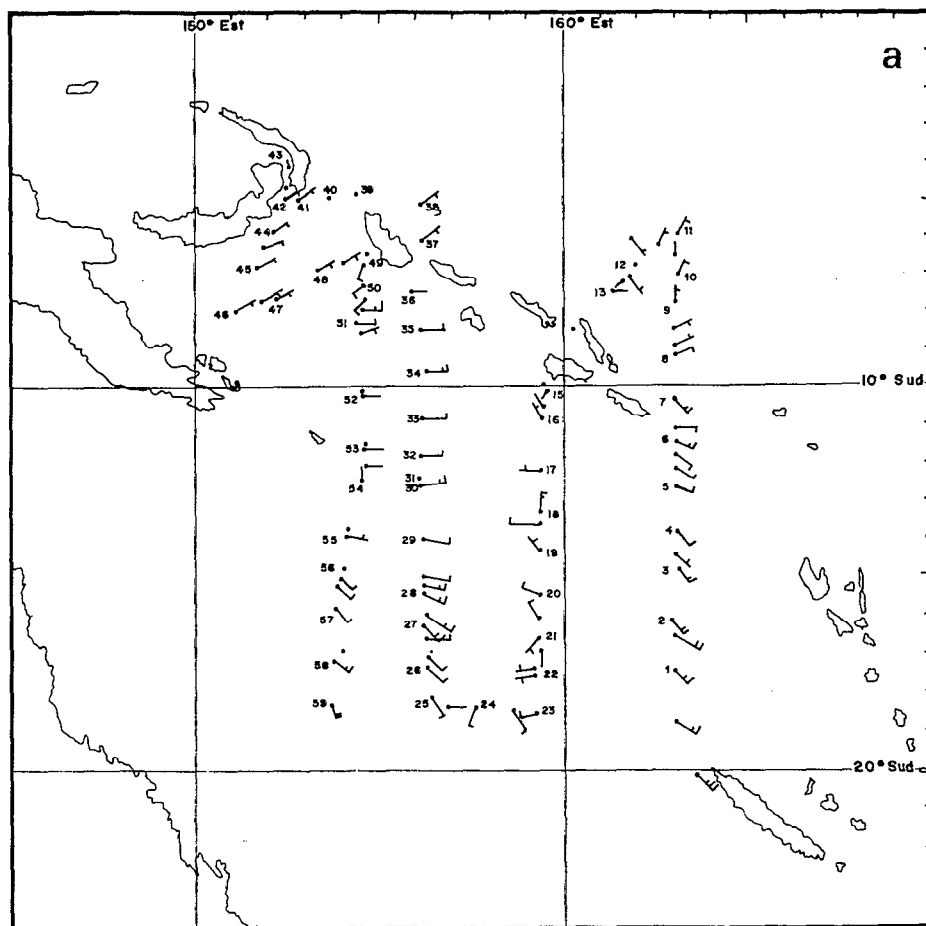


Fig. 1a. — Vent pendant la croisière Gorgone II. Les numéros sont ceux des stations hydrologiques.

sont accompagnés de précipitations importantes. A partir de la fin mars les alizés de sud-est prédominent à nouveau mais l'inertie du système permet de supposer que les conditions hydrologiques particulières induites dans la troposphère marine par cette mousson d'été persistent plusieurs semaines après la rotation des vents, ce qui justifie le titre donné à cet article.

2. Structure thermo-haline globale

Les conditions estivales jointes à la position inter-tropicale de la zone étudiée expliquent que les températures de surface soient partout supérieures à 27 °C, avec un faible gradient positif du sud vers le nord-ouest, où sont observées des températures supérieures à 30 °C (fig. 2 a). Le long du méridien

163° E, et au nord de 15° sud les températures sont légèrement inférieures à celles observées plus à l'ouest, à latitude équivalente. Entre 15° S et 17° S le resserrement des isothermes de surface indique la présence d'un front thermique qui pourrait représenter le prolongement en mer du Corail de la divergence reconnue vers 19° S, à l'est de 170° E, par DONGUY *et al.*, (1974). La distribution verticale de la température (fig. 3) indique en outre que ce front thermique marque la limite sud d'une couche homogène dont l'épaisseur peut atteindre 100 mètres en mer des Salomon (tracé de l'isotherme 28°6 C). Dans les 200 premiers mètres, ($t > 20^{\circ}$ C) les isothermes s'enfoncent dans le sens tropique-équateur, alors qu'aux profondeurs supérieures à 300 mètres ($t < 15^{\circ}$ C) leur pente s'inverse; les deux faisceaux d'isothermes se rapprochent l'un de l'autre entre

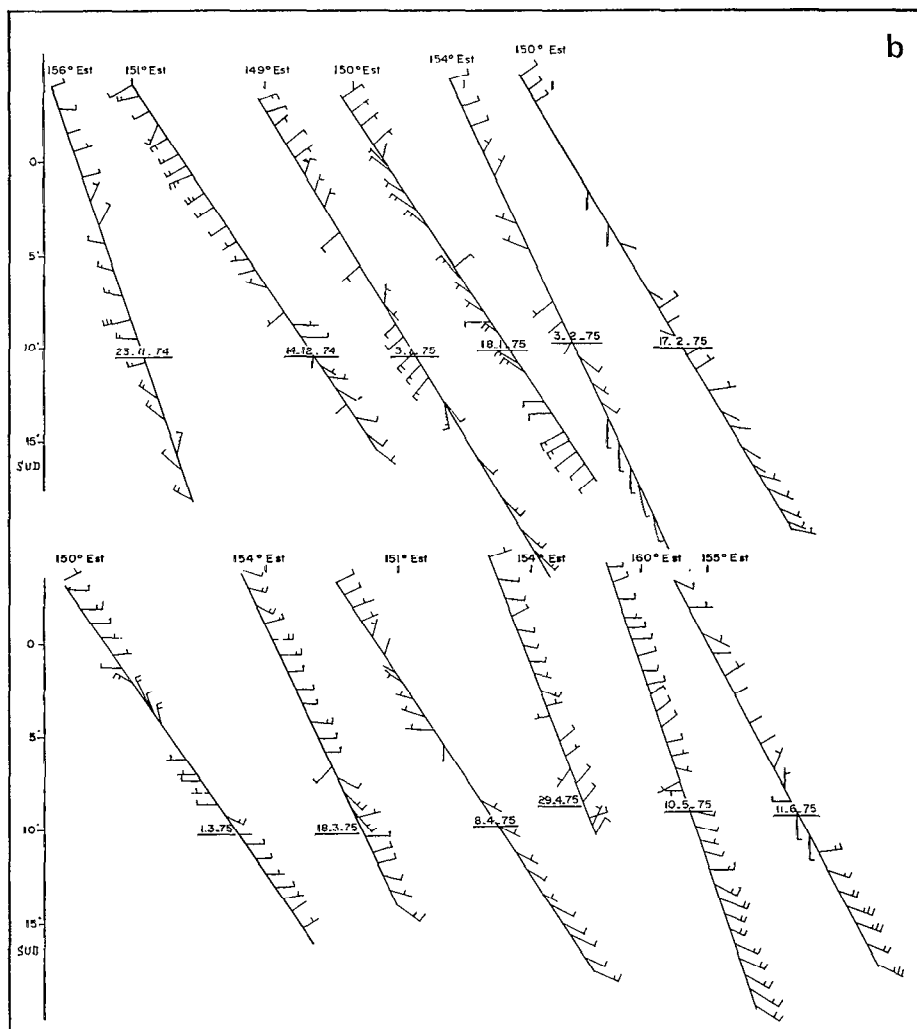


Fig. 1b. — Vent le long d'une radiale Nouvelle Calédonie. Nouvelle Irlande entre novembre 1974 et juin 1975. La date est celle du passage à 10° Sud.

5° S et 7° S où s'observe entre 200 et 300 mètres la seule thermocline bien marquée de toute cette zone tropicale.

La distribution superficielle de la salinité (fig. 2 b) révèle qu'à l'exception de la partie sud-ouest, toute la zone étudiée est occupée par des eaux de salinité inférieure à 35,00 ‰. Le gradient halin superficiel est légèrement négatif du sud vers le nord-ouest où sont notées les salinités les plus faibles, de l'ordre de 34,30 ‰. Le long de l'archipel des Salomon la salinité des eaux superficielles augmente lentement du nord-ouest au sud-est. Dans le plan vertical on retrouve l'opposition classique, qui caractérise les eaux du Pacifique

tropical sud-ouest, entre les eaux superficielles peu salées et le noyau à salinité maximum situé entre 150 et 250 mètres de profondeur.

Le tracé de l'isohaline 35 ‰ qui se trouve dans la couche de transition entre ces deux masses d'eau permet d'en repérer les limites respectives. On peut noter en particulier que la couche d'eau où la salinité est inférieure à 35,0 ‰ a une épaisseur moyenne de 60 mètres entre 6° S et 14° S; toutefois cette disposition lamellaire peut être perturbée par des intrusions vers la surface d'eau plus salée (station 32). Les quatre coupes méridiennes permettent de suivre d'est en ouest le devenir du noyau de salinité supérieure à 35,8 ‰ : à la longitude

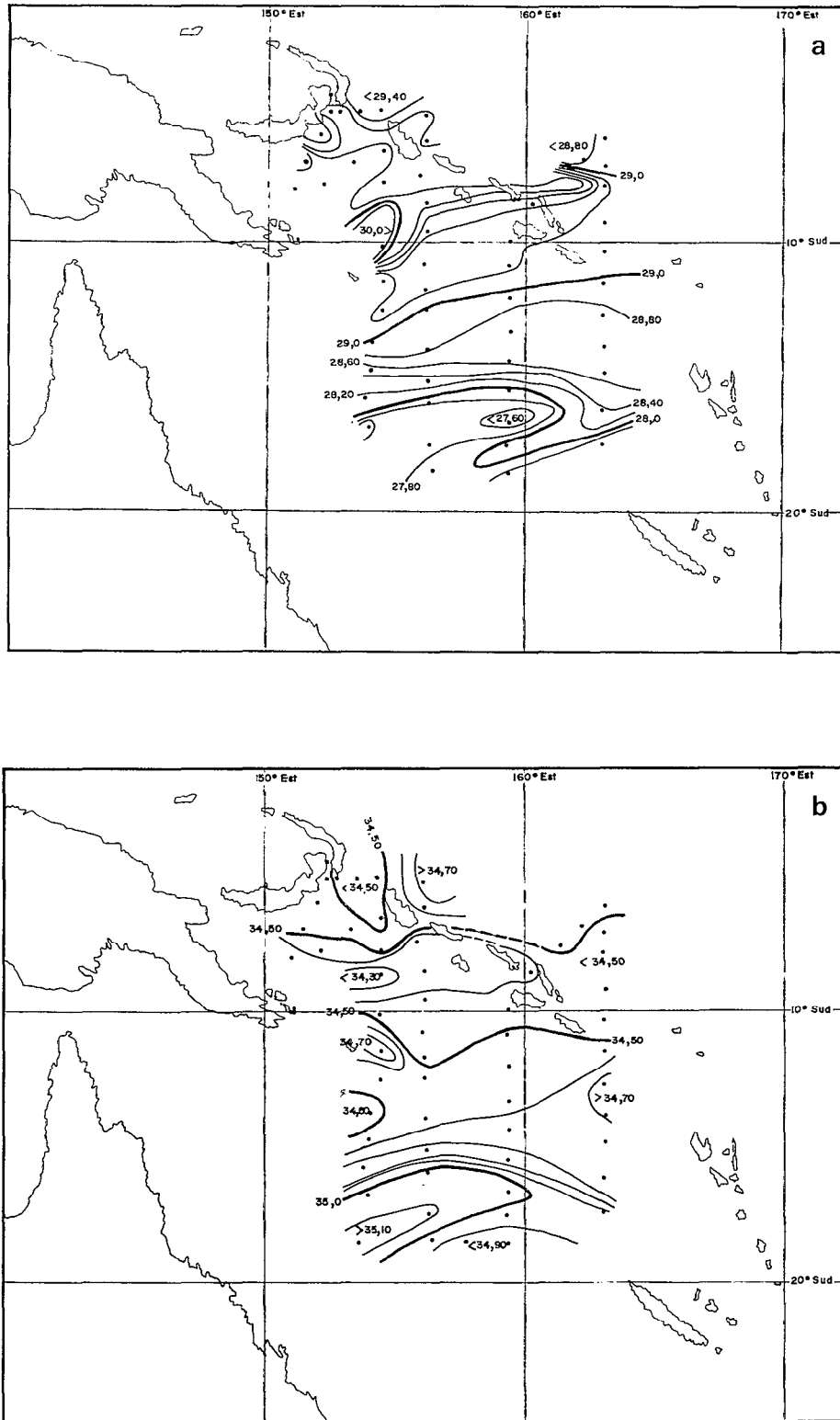


Fig. 2. — a. Températures de surface observées pendant la croisière Gorgone II ; b. Salinités de surface observées pendant la croisière Gorgone II.

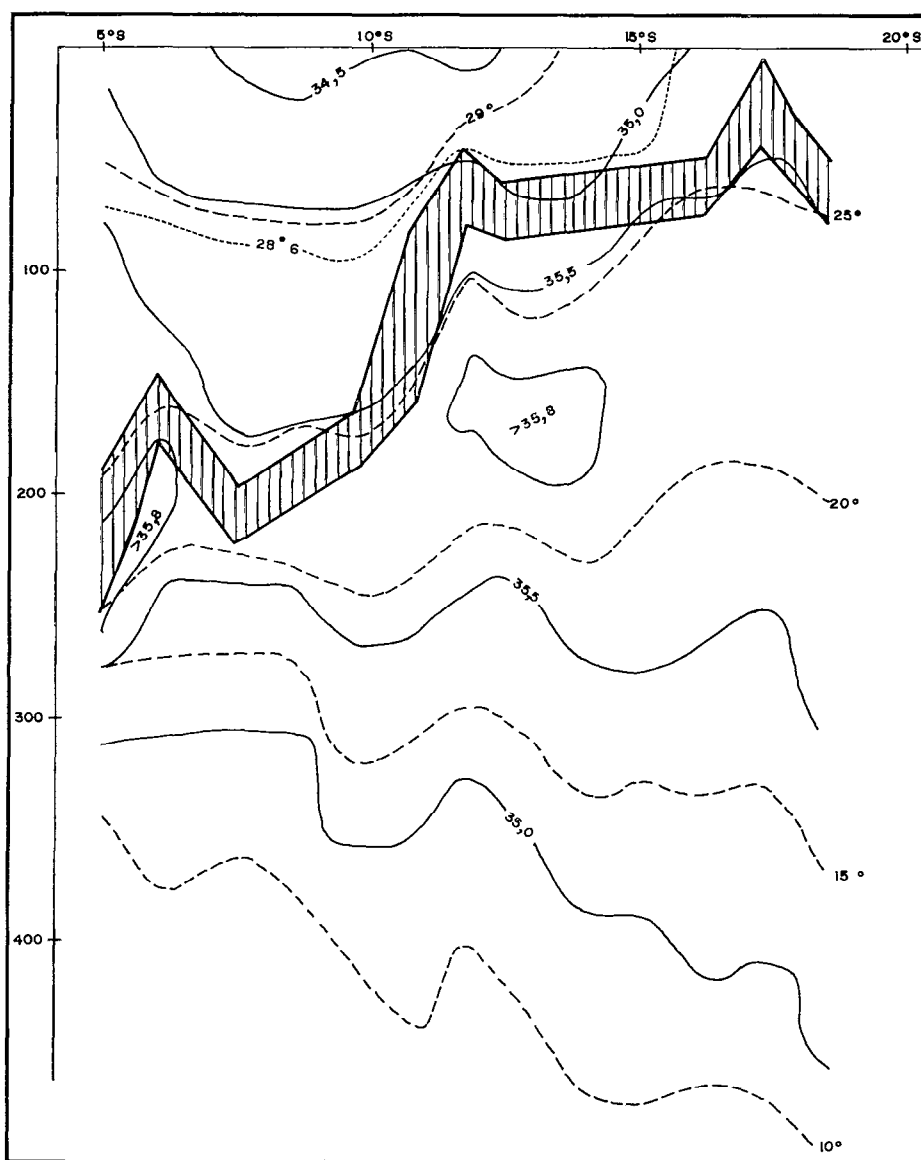


Fig. 3. — Distribution verticale de la température et de la salinité sur la radiale 156° E. En grisé représentation schématique de la pycnocline repérée d'après le resserrement maximum des isanostères.

163° E, i.e., à l'est de l'archipel des Salomon il s'étend sans discontinuité de 17° S vers l'équateur. A 156° E sa limite sud s'est déplacée vers 15° S et il forme alors deux noyaux distincts, séparés par les îles Salomon. Plus à l'ouest le noyau le plus sud tend à s'estomper et ne pénètre pas en mer des Salomon puisqu'à 154° E il est localisé au sud de l'archipel de la Louisiade. A cette longitude le noyau nord est présent à la sortie du détroit de Bougainville mais sa limite nord ne peut être précisée.

La situation thermohaline qui vient d'être décrite explique les particularités de la stratification de cette zone océanique. A une couche superficielle très homogène qui occupe les cinquante premiers mètres se substitue vers le bas une zone de fort gradient de densité. Cette pycnocline forme des paliers entre 5° sud et 17° sud, latitude où elle culmine à proximité de la surface. Les isanostères forment un dôme (fig. 4) très marqué au large de la Louisiade où il affecte une couche comprise entre la surface et 180 mètres et qui s'amenuise

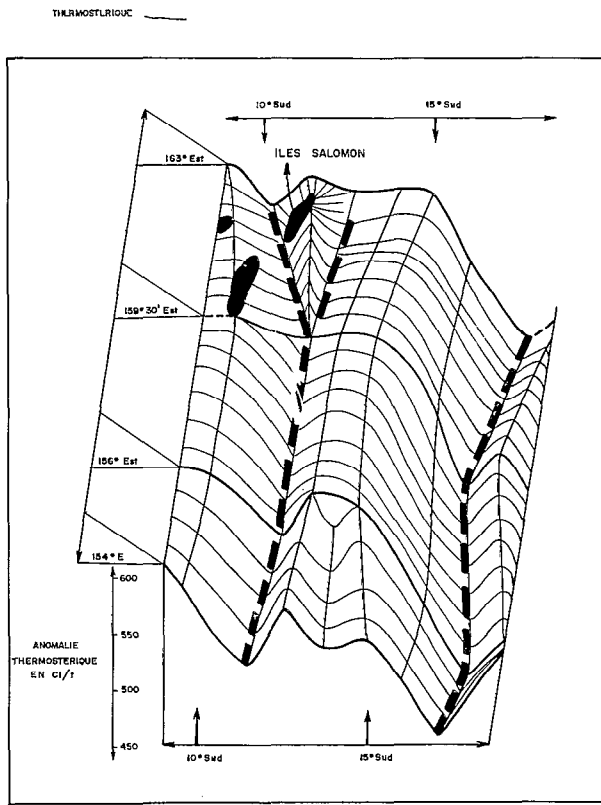


Fig. 4. — Bloc diagramme représentant l'anomalie thermostérique à 50 mètres de profondeur dans la zone délimitée par les quatre radiales. Cette représentation inverse les pentes et transforme en sillons les deux dômes dont on a schématisé les axes.

vers l'est et disparaît quasiment à l'est des Salomon. A cause de sa position géographique axée sur 12° S, il est probable que ce dôme représente ce que ROTSCHI (1961) a appelé « divergence des Salomon » et qui été observé, quoique très affaibli, à la croisière GORGONE I par ROUGERIE et DONGUY (1975). Vers 17°-18° S un second dôme se développe dans la couche subsurface mais les limites trop étroites de la croisière ne permettent pas d'en préciser l'extension zonale. Aux profondeurs supérieures à 250 m le tracé des isanostères reflète principalement celui des isothermes et ne rappelle que de façon très atténuée les accidents observés dans les couches sus-jacentes.

3. Caractérisation des masses d'eau

(a) PROFILS VERTICAUX

La figure 5 présente les profils T-S et T-O₂ de trois stations situées en trois points géographique-

ment bien distincts : A au nord de l'archipel des Salomon, B au centre de la mer des Salomon et C au centre de la mer du Corail. Aux stations A et B, les salinités inférieures à 35,0 ‰ et les températures supérieures à 28 °C caractérisent une masse d'eau superficielle dont la densité est la plus faible atteinte dans l'océan Pacifique sud : c'est l'Eau Équatoriale Sud formée en partie à la bordure équatoriale occidentale du Pacifique et en partie sur place (DONGUY, HENIN, 1975). Cette eau équatoriale est totalement absente au centre de la mer du Corail où les profils verticaux de la station C révèle la présence d'une couche isohaline à 35,05 ‰, épaisse d'une cinquantaine de mètres où les teneurs en oxygène sont supérieures à la saturation. Cette eau superficielle typique de la mer du Corail, déjà bien mise en évidence à la croisière GORGONE I, semble être à l'origine des anomalies constatées vers 510 cl/t sur les profils de la station B. Une étude comparative des courbes T-S et T-O₂ entre le centre de la mer du Corail et le nord des Salomon confirme en effet la présence vers 500 cl/t ± 20 cl/t d'une eau dont les propriétés sont identiques à celles reconnues en surface à la station C. Dans son déplacement isentropique vers le nord, cette eau est progressivement recouverte en surface par de l'Eau Équatoriale Sud chaude et peu salée; sa profondeur augmente et dépasse 100 mètres dans le nord de la mer des Salomon (fig. 6). A ce stade elle se stabilise entre les eaux superficielles et les eaux du maximum de salinité ce qui se traduit par une sigmoïde sur la courbe T-S; la perturbation ainsi créée peut d'ailleurs entraîner des inversions de température ainsi qu'on le constate aux stations 50, 41 et 38. L'eau superficielle spécifique du centre de la mer du Corail peut donc atteindre l'océan au nord des îles Salomon en passant par le détroit de Bougainville.

Les eaux subsurface sont plus homogènes puisque le maximum de salinité dû à l'Eau Subtropicale Sud est observé à toutes les stations, associé à une anomalie thermostérique comprise entre 400 cl/t et 200 cl/t. On peut noter toutefois que le noyau de salinité supérieure à 35,90 ‰ est présent uniquement au nord des îles Salomon et que la partie supérieure de l'halocline se trouve alors au niveau d'une oxycline très marquée où la teneur en oxygène dissous passe de 4,70 ml/l à 3,60 ml/l. Aux stations B et C les salinités atteignent 35,75 ‰ sur l'isanostère 300 cl/t. A la profondeur de cette isanostère, et malgré une chute brutale, les teneurs en oxygène en mer du Corail restent supérieures à 4,0 ml/l alors qu'elles sont inférieures à 3,5 ml/l en mer des Salomon.

Plus profondément, aux stations A et B, un important fléchissement des teneurs en oxygène à partir

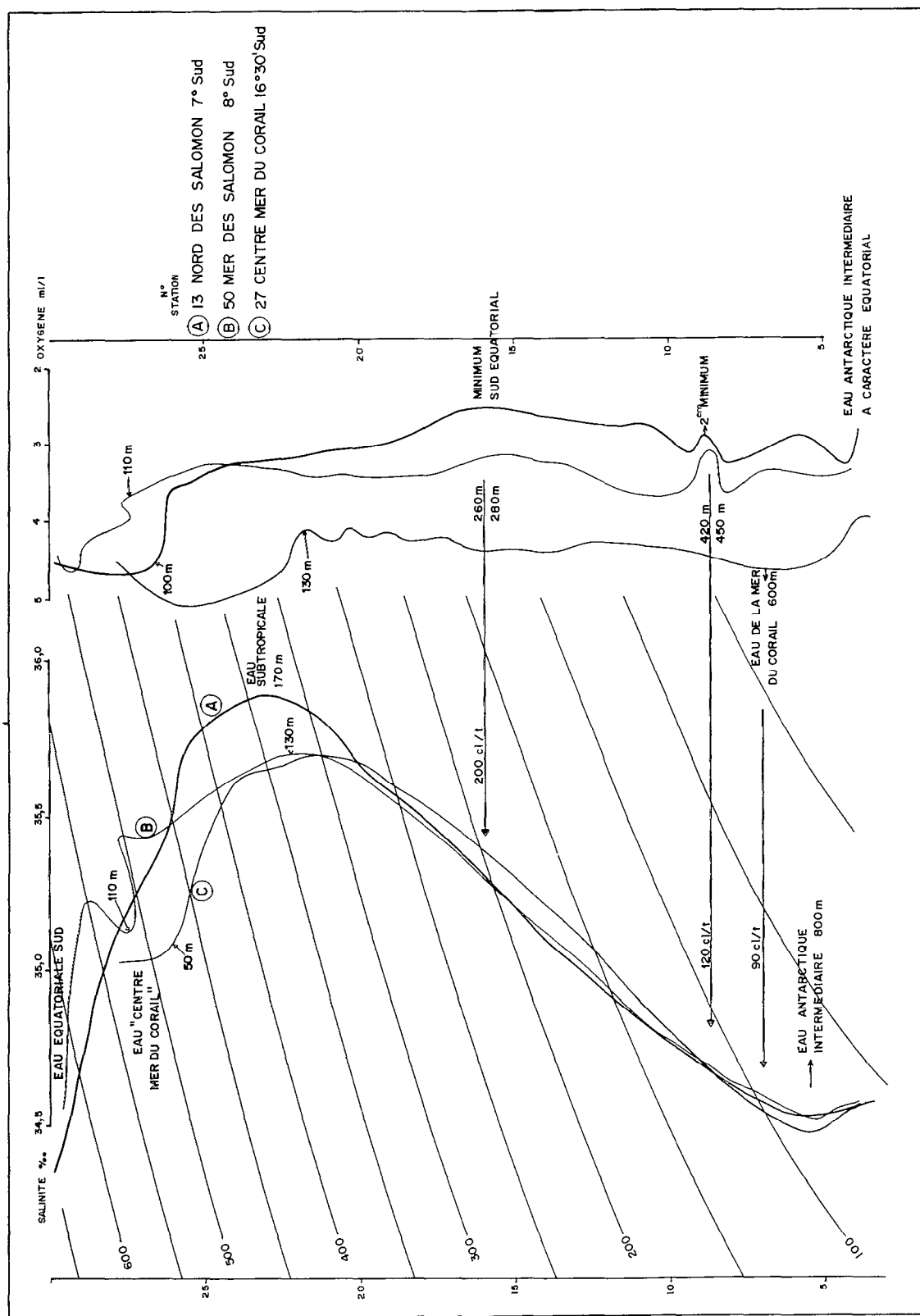


Fig. 5. . . - Diagramme T-S et T-O₂ à trois stations : au nord des îles Salomon (A), en mer des Salomon (B) et en mer du Corail (C).

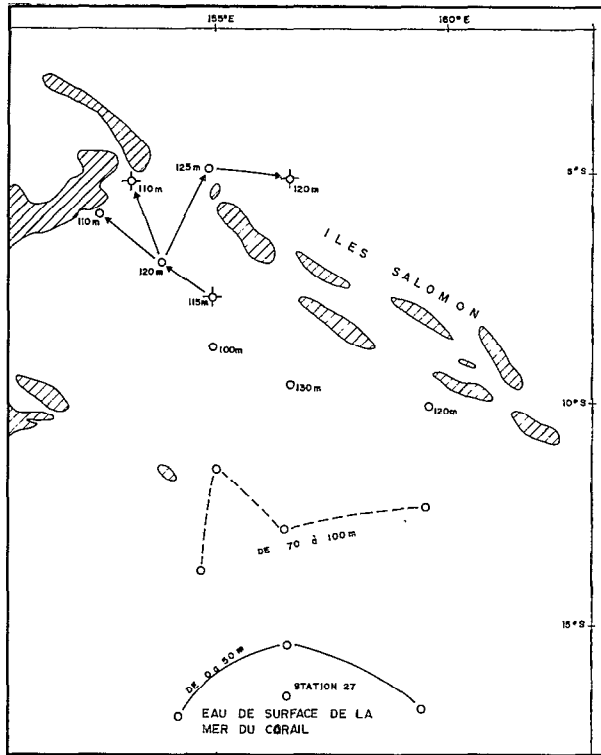


Fig. 6. — Position des stations où la courbe T-S présente une anomalie vers 500 ± 20 cl/t. Les chiffres donnent la profondeur de l'anomalie et le signe \ominus indique qu'elle est accompagnée d'une inversion de température.

de 200 cl/t indique la présence d'une eau qui, formée au large du Pérou possède un important déficit en oxygène dissous appelé « minimum d'oxygène sud équatorial ». En mer du Corail au contraire les teneurs en oxygène recommencent à croître et peuvent atteindre 4,5 ml/l sur 100 cl/t. Cette forte teneur en oxygène est caractéristique, entre 500 et 700 mètres, de l'Eau de la mer du Corail et constitue la particularité hydrologique majeure de cette eau. Vers 800 mètres de profondeur apparaît le minimum de salinité de l'eau antarctique intermédiaire. Là aussi on note un écart entre les teneurs en oxygène dissous qui, de l'ordre de 4,0 ml/l à la station C, sont inférieures à 3,6 ml/l aux stations B et A.

(b) ANALYSE ISENTROPIQUE ET MÉLANGES LATÉRAUX

Le diagramme S-O₂ établi pour l'ensemble de la zone étudiée confirme la différenciation des masses d'eau et permet de les situer en densité (fig. 7). On constate que les nuages de points représentant l'Eau Subtropicale Sud s'ordonnent en deux groupes selon que leur teneur en oxygène est supérieure à 3,8 ml/l ou inférieure à 3,5 ml/l. Cela confirme

l'hypothèse de WYRTKI (1962) déjà vérifiée sur les données de la croisière GORGONE I, de l'existence d'une double composante de l'Eau Subtropicale Sud : une composante méridionale aux eaux riches en oxygène et une composante septentrionale où les teneurs en oxygène sont plus faibles mais où la salinité est plus élevée pouvant atteindre 36,00 %. La même dualité s'observe au niveau de l'Eau Antarctique Intermédiaire entre la composante dont la teneur en oxygène est supérieure à 3,7 ml/l et qui représente l'eau ayant cheminé du sud vers le nord et celle inférieure à 3,5 ml/l qui a été appelée Eau Antarctique Intermédiaire à caractère équatorial et qui a effectué une vaste boucle anticyclonique dans le Pacifique sud.

Les droites de mélange qui joignent les cœurs des eaux types mettent bien en évidence les deux séquences hydrologiques qui existent de part et d'autre de la limite nord de la mer du Corail.

La figure 8 donne la distribution de l'oxygène dissous sur les surfaces isanostériques 450 cl/t, 200 cl/t et 100 cl/t, sur lesquelles ont été portés les vecteurs courants géostrophiques par rapport à 1000 db. On voit que l'archipel des Salomon ne constitue pas une barrière à la pénétration des eaux pauvres en oxygène venant de l'est et dont le cœur se trouve entre 200 et 160 cl/t. Sur 100 cl/t on observe l'extension maximale vers le nord-ouest des eaux très oxygénées de la mer du Corail qui atteignent le détroit de Bougainville. Au sud-est des Salomon on observe également une progression vers le nord de l'isoplethe 4,0 ml/l d'oxygène.

II. DISTRIBUTION DES SELS NUTRITIFS ET MÉCANISMES D'ENRICHISSEMENT

1. Implications hydrochimiques de la circulation

Dans toute la bordure occidentale tropicale du Pacifique sud les eaux superficielles sont pauvres en sels nutritifs par suite de la photo-production biologique continue que ces eaux ont soutenue tout au long de leur advection horizontale d'est en ouest à travers les 10 000 km du Pacifique. La fraction d'Eau Équatoriale Sud venant de la bordure ouest du Pacifique équatorial et qui occupe en partie la mer des Salomon a parcouru une distance beaucoup plus modeste mais elle ne possédait pas au départ les énormes teneurs mesurées au large du Pérou : 0,8 $\mu\text{atg/l}$ de PO₄-P en surface (САРОЖНИКОВ, 1975) contre 0,3 $\mu\text{atg/l}$ en mer des Célèbes (WYRTKI, 1961). Il s'ensuit que le système originaire de l'ouest, entretenu par le Contre Courant Équatorial Sud, est le plus appauvri et se différencie des deux cou-

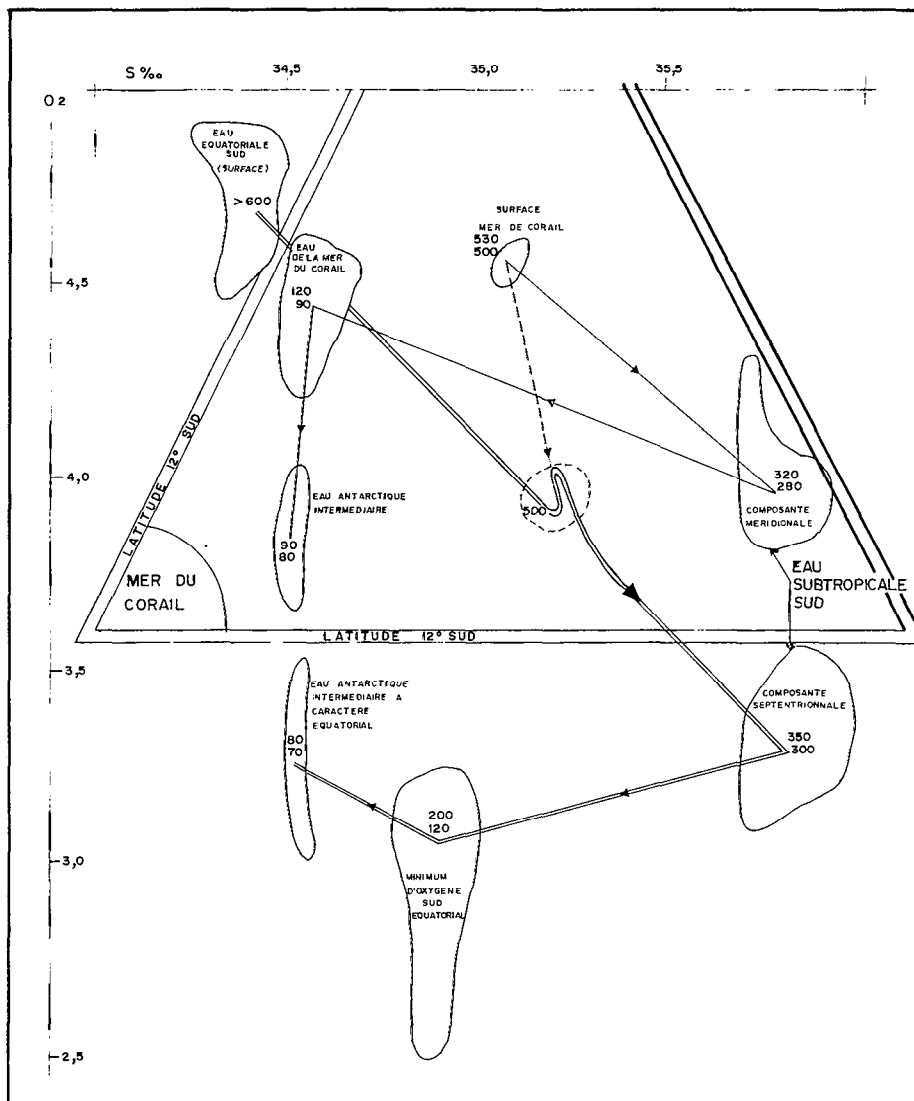


Fig. 7. — Diagramme S-O₂ donnant le contour simplifié des nuages de points caractéristiques des eaux types. Les chiffres donnent la valeur de l'anomalie thermostérique en C/l.

rants équatoriaux adjacents relativement moins démunis. Ce contraste tend à s'estomper dans l'est de la mer du Corail par suite de phénomènes de diffusion turbulente aux frontières courants — contre courants. On trouve également de très basses teneurs en sels nutritifs ($PO_4\text{-P} = 0,2 \mu\text{atg/l}$) au centre de la mer du Corail entre 15°S et 17°S (fig. 9). Cet épuisement des eaux, sur une épaisseur de près de 70 m, pourrait s'expliquer par un temps de résidence anormalement élevé suggérant la présence d'un mécanisme tourbillonnaire de type vortex. Cette hypothèse de « piégeage » est renforcée par la remarquable homogénéité de la salinité dans cette

couche oligotrophe et par le front thermique situé vers 16°S entre 154°E et 159°E . Le contre-courant tropical sud qui coule à cette latitude emporte vers l'est une partie de ces eaux piégées (fig. 10) dont les propriétés se normalisent en cours de transport par mélange avec les eaux adjacentes alors même que diminue la puissance du contre-courant. En subsurface, de profondes modifications altèrent le schéma précédent; il s'agit principalement d'un réarrangement en forme de dôme des isolignes de phosphate, nitrate et silicate. Ces dômes, situés entre 10°S et 14°S d'une part, 17°S et 19°S d'autre part, i.e., à la limite sud des deux contre-courants,

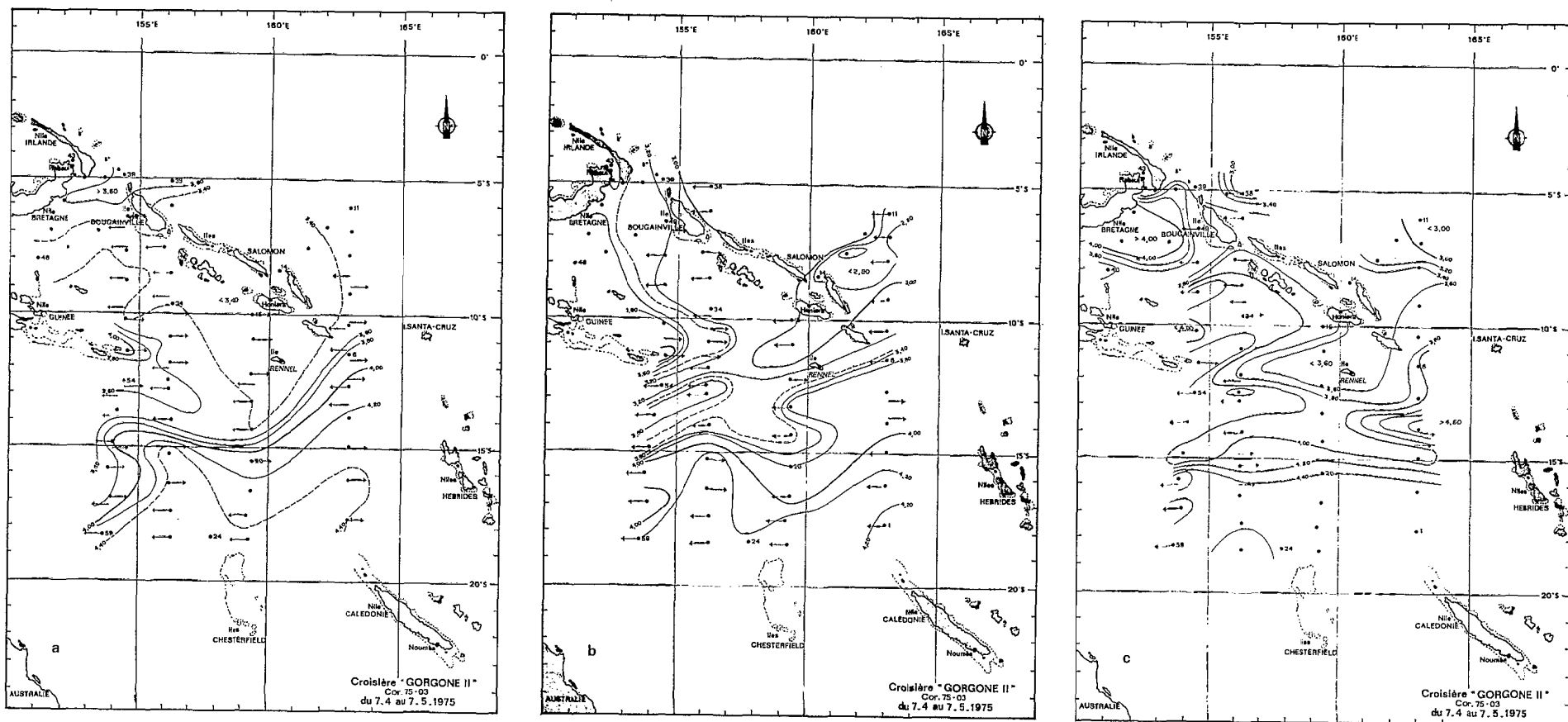


Fig. 8. — Distribution de l'oxygène dissous aux niveaux isentropiques 450 cl/t, 200 cl/t et 100 cl/t. Les flèches donnent la composante zonale du courant géostrophique par rapport à 1000 db.

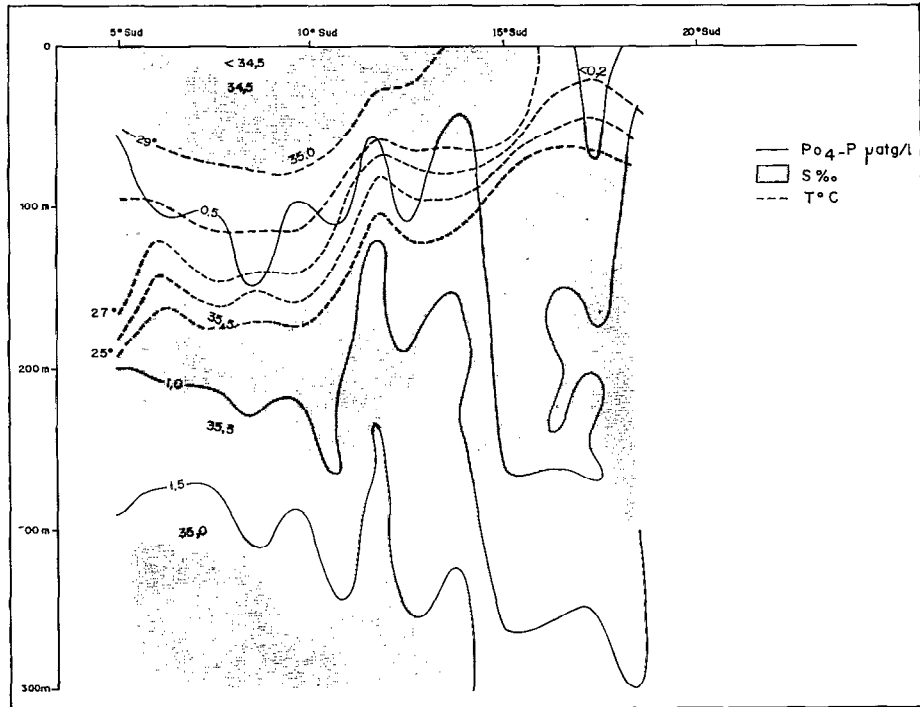


Fig. 9. — Distribution verticale du phosphore minéral dissous, de la salinité et de la température à 156° Est.

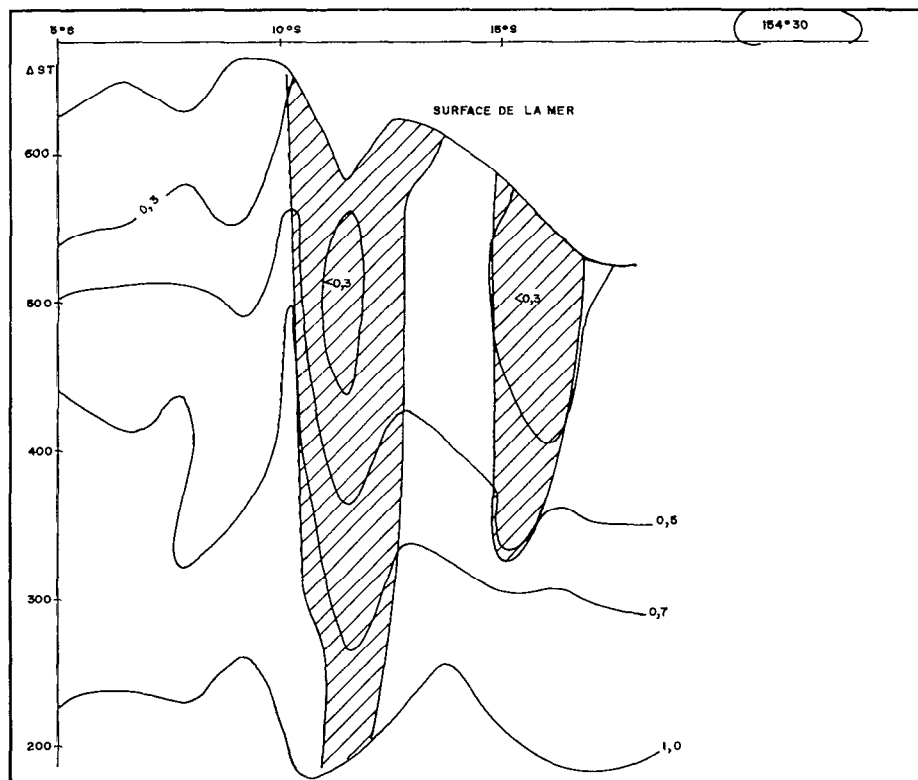


Fig. 10. — Distribution en fonction de l'anomalie thermostérique du phosphore minéral dissous le long de 154°30' Est. En grisé courant géostrophique vers l'Est.

matérialisent la poussée vers la surface des eaux sub-superficielles, en compensation dynamique à la rotation vers la gauche des courants soumis à la force de Coriolis. C'est donc la circulation zonale et particulièrement le régime des contre-courants qui, dans les couches sub-superficielles, rend compte du détail de la distribution des paramètres hydro-chimiques. La puissance des deux dômes semble maximale à 156° E où l'isoline 0,5 $\mu\text{atg/l}$ de $\text{PO}_4\text{-P}$ remonte jusqu'à 50 mètres à 14° S et à 19° S.

Plus à l'est le phénomène faiblit, en relation avec la diminution d'intensité des deux contre-courants. Au nord du dôme des Salomon, entre 5° S et 9° S, les isolignes des sels nutritifs s'enfoncent et traduisent une convergence des eaux dont le mécanisme est lié au système équatorial (ROTSCHI, 1968). Dans le bassin des Salomon la couche des 100 premiers mètres est donc très appauvrie en sels nutritifs, à la fois par l'advection zonale d'eau oligotrophe et par l'apport méridien d'une eau épuisée par l'intense production engendrée par l'upwelling équatorial. Dans le centre de la mer du Corail, entre les méridiens 156° E et 160° E, les deux systèmes de dômes encadrent une convergence très creusée puisque l'isoline 0,5 $\mu\text{atg/l}$ de $\text{PO}_4\text{-P}$ atteint la profondeur de 250 mètres. Cette diminution des teneurs qui affecte toute la couche euphotique donne une indication précise sur la limite inférieure de l'action du vortex au sein des couches subsuperficielles. A 154° E et 163° E la même isoligne 0,5 $\mu\text{atg/l}$ est stabilisée vers 100 mètres de profondeur et vers 220 mètres une poche aux teneurs inférieures à 0,7 $\mu\text{atg/l}$ marque les limites latérales de l'influence du vortex. Celui-ci apparaît donc comme le trait hydrologique majeur de cette zone marine.

2. Devenir des sels nutritifs

Dans le cas simple où, dans la zone euphotique, la distribution verticale des sels nutritifs est fonction de la profondeur et est fixée par le rapport entre ce qui disparaît par photosynthèse et ce qui réapparaît par minéralisation, les isopléthés de ces sels sont parallèles entre eux et horizontaux. L'existence de mouvements verticaux provoqués principalement par les différentes accélérations du champ de courants perturbent cette stratification initiale et modifient en conséquence la distribution verticale des paramètres hydrologiques. Toutefois les rapports qui lient entre eux ces paramètres ne sont pas affectés et à un niveau donné les concentrations respectives doivent rester corrélées. A cet égard la comparaison des distributions verticales des phosphates et nitrates de la croisière GORGONE II met en évidence certaines particularités. Sur la figure 11 ont été portées pour les quatre longitudes décrites la profondeur

des isopléthés 0,5 $\mu\text{atg/l}$ de $\text{PO}_4\text{-P}$ et 1,0 $\mu\text{atg/l}$ de $\text{NO}_3\text{-N}$, par rapport au niveau de compensation défini comme étant celui où l'utilisation apparente de l'oxygène s'annule ($\text{UAO} = 0$). Lorsque les deux isopléthés choisis le surmontent il y a enrichissement de la couche euphotique en sels nutritifs alors qu'une poussée vers le bas indique un épuisement de ces sels et correspond à une zone de convergence. L'étude de ces quatre schémas révèle une situation plus complexe que ne pouvait le suggérer la seule présence des deux dômes précédemment décrits. En particulier l'alternance des mouvements ascendants et plongeants des 2 isopléthés entre 10° S et 15° S indique une certaine variabilité temporelle de la position du dôme des Salomon. L'évaluation des gradients verticaux de phosphate montre que ce dôme est plus actif que celui situé près du tropique. Dans le plan zonal on constate qu'en bordure est (163° E), les écarts d'immersion entre les 2 isopléthés choisies et le niveau de compensation sont plus faibles qu'à l'ouest et sont assez fréquemment positifs, ce qui indique une plus grande fertilité potentielle à l'est de la mer du Corail qu'à l'ouest. Entre 15° S et 17° S, dans la convergence inter-dôme, l'écart isopléthé — niveau de compensation croît beaucoup plus brutalement pour les phosphates que pour les nitrates; il y aurait donc soit consommation préférentielle des phosphates, soit reminéralisation plus rapide des composés azotés. Si, comme le pensent MENZEL et RYTHER (1968), la dégradation et la remise en solution de la matière organique détritique s'effectuent en quasi-totalité dans les 200 premiers mètres, les deux processus peuvent être concomitants et il paraît difficile de chiffrer la part de chacun.

Le diagramme de dispersion de la figure 12 a été tracé en opérant une double discrimination, l'une zonale (154° E et 163° E) et l'autre méridienne (de part et d'autre de la latitude 12° S). Dans les couches supérieures, jusqu'à $\text{UAO} = 1$ ml/l, les valeurs s'ordonnent selon une droite proche de la droite théorique définie par SVERDRUP (1942) et donnant $\frac{\text{UAO}}{\text{P}} = 276$. A partir de $\text{UAO} = 1$ les

points représentant les eaux de l'est de la mer du Corail s'écartent significativement de la droite précédente et s'alignent selon un rapport $\frac{\text{UAO}}{\text{P}} = 130$.

En mer des Salomon la chute du rapport $\frac{\text{UAO}}{\text{P}}$ ne se produit que lorsque la consommation en oxygène atteint 2 ml/l; la droite de régression qui représente cette couche est alors similaire à celle de Redfield et exprime un rapport $\frac{\text{UAO}}{\text{P}} = 180$. Ces

rapports anormalement bas, déjà signalés par

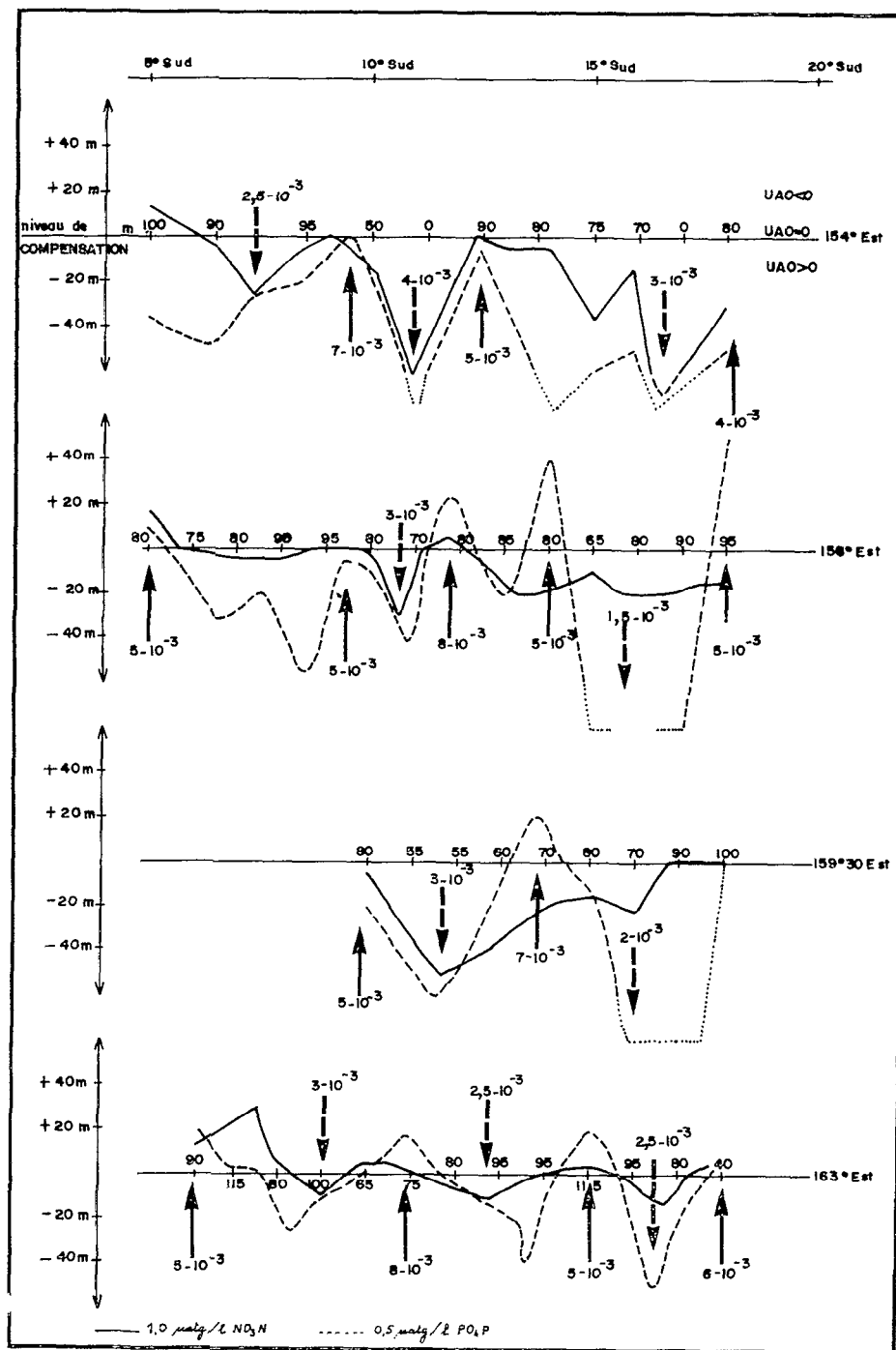


Fig. 11. — Position par rapport au niveau de compensation dont la profondeur est donnée en mètre des isolignes $0,5 \mu\text{atg/l}$ de $\text{PO}_4\text{-P}$ et $1,0 \mu\text{atg/l}$ de $\text{NO}_3\text{-N}$. Les chiffres accompagnant les flèches donnent la valeur du gradient vertical par mètre du phosphore minéral dissous sur une plage de $0,5 \mu\text{atg/l}$ autour de l'isoligne $0,5 \mu\text{atg/l}$.

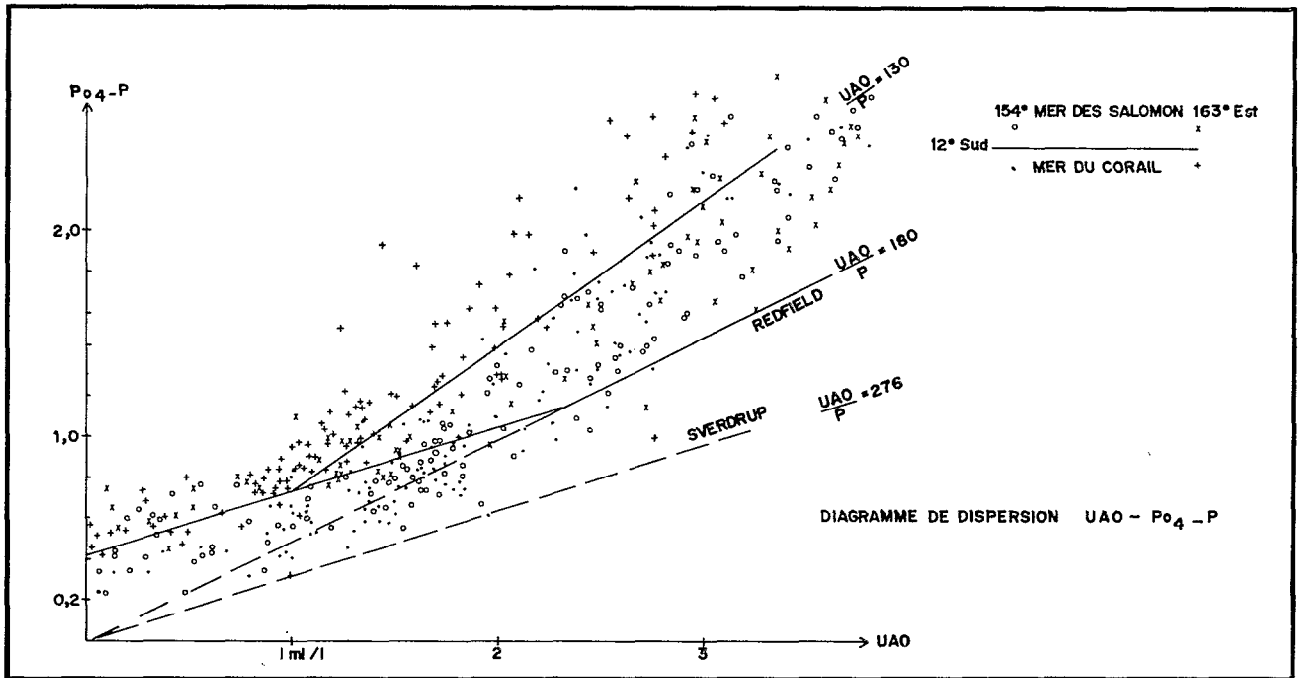


Fig. 12. — Dispersion UAO- PO_4-P et tracé des droites représentatives.

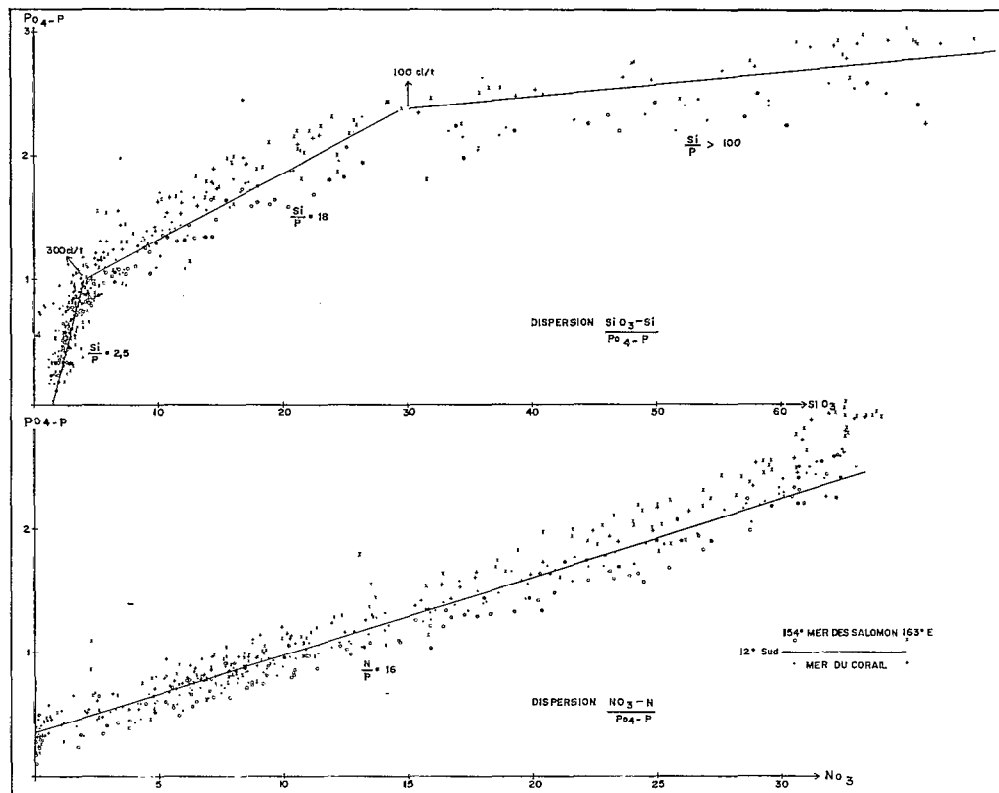


Fig. 13. — Dispersion NO_3-N/PO_4-P et SiO_3-Si/PO_4-P .

ROTSCHI (1961) indiquent une trop faible consommation de l'oxygène dissous en regard de la teneur en phosphore minéral réactif.

Ce déséquilibre pourrait être attribué à une augmentation brutale du phosphate préformé sous la couche euphotique; toutefois on voit mal la nature du mécanisme d'advection qui pourrait l'entretenir puisque les masses d'eaux concernées ont des déplacements qui diffèrent en fonction de leur niveau isanostérique. ROTSCHI avait également suggéré la possibilité d'une composition de la matière organique oxydée s'écartant des résultats des analyses globales de FLEMING (1940) sur le phytoplancton ainsi qu'une sélectivité des mécanismes d'oxydation vis-à-vis des molécules détritiques et propre à la zone tropicale sud. Cette possibilité est également retenue par GIESKES (1974) comme pouvant rendre compte de certaines anomalies du cycle du gaz carbonique entre différentes zones de l'océan mondial.

L'examen du diagramme de dispersion $\text{NO}_3\text{-N}/\text{PO}_4\text{-P}$ ne révèle rien de particulier (fig. 13), le nuage de points s'étirant selon une droite de pente $\bar{N} = 16$. Par contre la régression $\text{SiO}_3\text{-Si}/\text{PO}_4\text{-P}$

permet de séparer trois couches au sein desquelles les rapports $\frac{\text{Si}}{\text{P}}$ prennent respectivement les valeurs 2, 5, 18 et 100. Le rapport $\frac{\text{Si}}{\text{P}} = 2,5$ trouvé dans

les couches supérieures reflète une grande pauvreté en silice révélatrice du peu d'efficacité des mécanismes de reminéralisation à son égard et constitue un facteur pouvant expliquer partiellement la faiblesse de l'utilisation apparente de l'oxygène. Entre 300 et 100 cl/t, dans la couche de transition entre le système subsurface et l'Eau Antarctique Intermédiaire le rapport $\frac{\text{Si}}{\text{P}}$ atteint 18 ce qui est

voisin des chiffres donnés par RICHARDS (1958) comme caractéristiques des couches d'intense régénération. Au-dessous de 100 cl/t, dans l'Eau Antarctique Intermédiaire, le rapport $\frac{\text{Si}}{\text{P}}$ dépasse 100, cet accroissement

du gradient de silicate provenant de la remise en solution, sous l'action des conditions bathythermiques, des particules les plus résistantes. Il s'agit donc là d'un phénomène physique, principalement contrôlé par la valeur du pH et ne modifiant pas la distribution locale de l'oxygène.

3. Cas particuliers des nitrites

Totalement absents dans les eaux superficielles, les nitrites forment entre 80 et 140 mètres de profondeur une poche d'accumulation où les teneurs

peuvent atteindre 1,5 $\mu\text{atg/l}$. Ces poches isolées entre elles ou faiblement reliées par les isolignes 0,2 $\mu\text{atg/l}$ sont incluses dans les flux est, à l'exception de celle observée à 163° E, en bordure nord du Contre Courant Équatorial Sud (fig. 14). Aux quatre longitudes étudiées, les poches les plus proches de l'équateur ont les teneurs les plus fortes et sont situées au-dessus de la pycnocline. OUDOT et WAUTHY (1976) ont montré que cette accumulation de nitrites était la conséquence d'une reminéralisation incomplète des matières organiques azotées photosynthétisées en abondance à l'équateur dans les eaux subissant un upwelling puis une divergence méridienne. Le cycle est complété par une plongée de ces eaux dont la densité est supérieure à celle de la couche homogène chaude étalée de part et d'autre de l'équateur. Cette plongée au niveau d'une convergence est matérialisée par l'enfoncement de la pycnocline dont la concavité extrême vers 5° S indique la profondeur maximum atteinte par les eaux ayant participé au cycle de l'upwelling équatorial et au sein desquelles sont observées les fortes valeurs en nitrite. L'existence d'une zone d'accumulation de nitrite nécessite donc, d'après ce modèle, qu'une eau ayant eu une production organique élevée à la suite d'une advection verticale à travers la couche euphotique soit ensuite bloquée dans sa plongée latérale par une barrière de densité; à ce niveau se crée un excès de matières organiques et détritiques dont l'oxydation et la remise en solution peuvent rester incomplètes si leur taux d'accumulation est supérieur à la cinétique des processus de reminéralisation.

A 154° E, 156° E et 159°30 E des poches à nitrite secondaires situées vers 10° S sont dans une couche où la pente de la pycnocline est très accentuée avant que cette dernière ne forme plus au sud un dôme. Les niveaux isanostériques occupés par ces poches sont sensiblement identiques à ceux des poches du système équatorial (520 \pm 10 cl/t) ce qui suggère qu'elles ont pu avoir une origine commune avant d'être fractionnées par la circulation zonale et méridienne. L'examen de la topographie dynamique indique que c'est au niveau du détroit de Bougainville (5° S, 154° E) que la zone d'accumulation des nitrites peut avoir la plus grande extension, puisque directement soumise à l'influence équatoriale (fig. 15). A partir de cette zone source, les courants zonaux coulant alternativement vers l'ouest et vers l'est pourraient se charger en nitrite ce qui expliquerait la présence dans le flux est des petites poches situées à 156° E et 159°30 E. A 163° E, i.e. en dehors de la barrière des îles Salomon, la poche s'étire sans interruption de 10° S à l'équateur.

Vers 15° sud les caractéristiques de la zone d'accumulation des nitrites sont différentes des

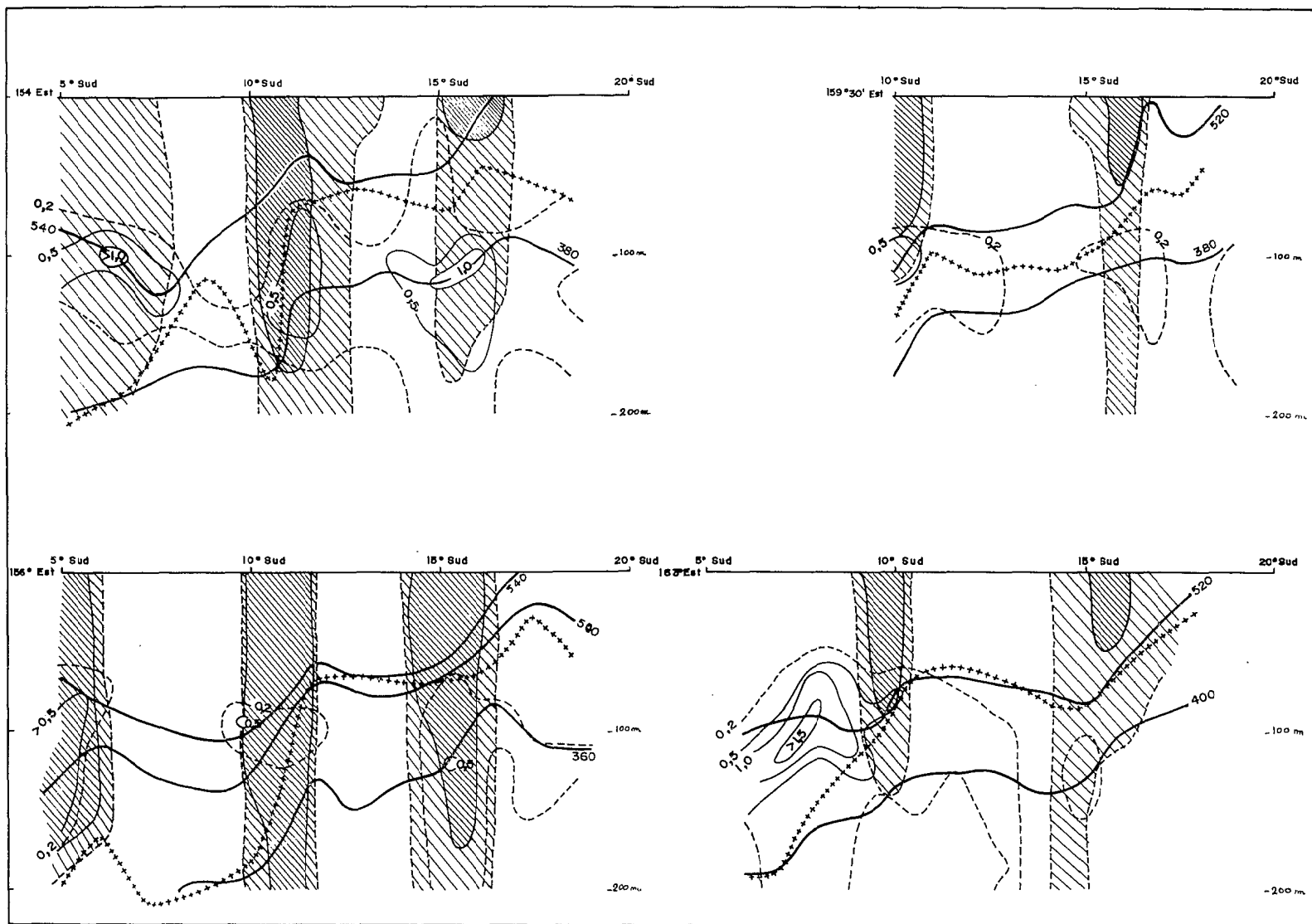


Fig. 14. — Répartition verticale du nitrite le long des quatre radiales parcourues ; en grisé flux géostrophique Est. La ligne + + + + schématise la pycnocline.

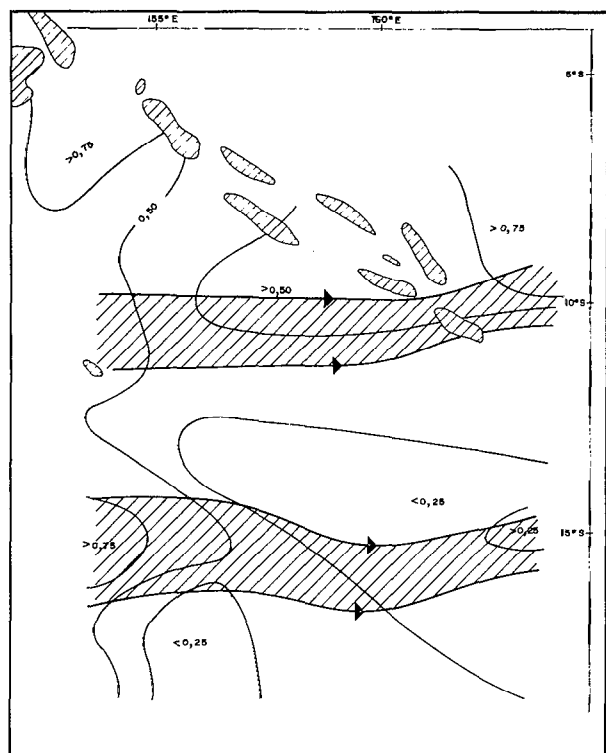


Fig. 15. — Répartition horizontale du nitrite au niveau des teneurs maximales (entre 80 et 130 mètres) ; en gris flux géostrophique Est.

précédentes : la poche est située sous la pycnocline et sur un niveau isanostérique de l'ordre de 380 cl/l. Les teneurs en nitrite, supérieures à 1,0 $\mu\text{atg/l}$ à 154° E décroissent jusqu'à 0,2 $\mu\text{atg/l}$ dans le sens du courant est en même temps que la poche se rétrécit. Le fait qu'aux quatre longitudes considérées les poches soient également incluses dans un flux est laisse supposer qu'un processus de transport zonal identique à celui précédemment décrit règle leur distribution. Cela implique, qu'à cette latitude, la zone de formation de la poche à nitrite se trouve à l'ouest de la zone étudiée et échappe ainsi à l'investigation entreprise pendant le programme GORGONE. Il est donc difficile de proposer un modèle rendant

compte de la présence de cette accumulation de nitrite puisque son processus d'élaboration ne peut être replacé dans son contexte hydrochimique.

CONCLUSION

En fin de mousson d'été il existe de profondes différences hydrologiques dans les couches superficielles des deux mers étudiées; celle des Salomon est caractérisée par l'énorme gradient halin développé entre l'eau superficielle dessalée et l'eau subtropicale sud alors que le centre de la mer du Corail est occupé par une eau type, fortement isohaline. La frontière hydrologique entre ces deux mers est constituée par le dôme décrit à 12° S, cette latitude pouvant également représenter la limite méridionale d'influence de la mousson. En subsurface les différences s'estompent et se réduisent à l'existence d'une double composante de l'Eau Subtropicale Sud. Cette dualité s'observe également au niveau de l'Eau Antarctique Intermédiaire où elle reflète un cheminement spécifique de ces eaux.

La couche euphotique dans son ensemble est très appauvrie en sels nutritifs et la puissance des dômes décrits vers 12° S et 17-19° Sud ne semble pas suffisante pour modifier notablement cet état d'oligotrophie qui diminue toutefois à la bordure orientale. Les évaluations des rapports de minéralisation $\frac{\text{UAO}}{\text{P}}$ montrent un important déficit dans

l'utilisation apparente de l'oxygène, déficit qui pourrait s'expliquer en partie par la faiblesse des teneurs en silice réactive dissoute. La distribution des nitrites permet de mettre en évidence le rôle non négligeable des déplacements méridiens et illustre les effets d'une circulation zonale alternée.

Toutes ces considérations indiquent donc que dans le contexte hydroclimatique de la mousson d'été les conditions océaniques locales ont une certaine spécificité dont il faudra tenir compte dans l'élaboration d'un modèle global de l'océan Pacifique sud-ouest.

Manuscrit reçu au Service des Publications le 19 septembre 1977

BIBLIOGRAPHIE

- DONGUY (J. R.), HENIN (C.), JARRIGE (F.) et ROUGERIE (F.), 1974. — Esquisse dynamique et hydrologique du Pacifique Central Sud. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, vol. XII, n° 2 : 129-139.
- DONGUY (J. R.) et HENIN (C.), 1975. — Surface waters in the North of the Coral Sea. *Austr. J. Mar. Freshwat Res.* 26 : 293-296.
- DONGUY (J. R.) et HENIN (C.), 1977. — Navifacial Conditions in the North-West Pacific Ocean. En cours de publication.
- FAIRBRIDGE (R. W.), 1966. — The encyclopedia of oceanography. Reinhold Publishing Corporation. N.Y., 1021 p.
- FLEMING (R. H.), 1940. — Proc. Sixth. Pac. Sci. Congr., 3 : 535-540.
- GIESKES (J. M.), 1974. — The alkalinity-total carbon dioxide system in seawater. The Sea. Vol 5. Wiley Interscience Publication.
- MENZEL (D. W.) and RYTHER (J. H.), 1968. — Organic carbon and the oxygen minimum in the South Atlantic Ocean. *Deep. Sea Res.*, 15 : 327-337.
- OUDOT (C.) et WAUTHY (B.), 1976. — Upwelling et dôme dans le Pacifique tropical occidental : distribution physico-chimique et biomasse végétale. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, vol. XIV, n° 1 : 27-48.
- RICHARDS (F. A.), 1958. — Dissolved silicate and related properties of some western north Atlantic and Caribbean waters. *J. Mar. Res.* 17 : 449-465.
- ROTSCHI (H.), 1961. — Oxygène, phosphate et gaz carbonique en mer du Corail. *Deep. Sea Res.* Vol. 8, n° 3/4 : 181-195.
- ROTSCHI (H.), 1963. — Remontée d'eau froide et convergence à l'équateur dans le Pacifique occidental. *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 267 : 1459-1462.
- ROUGERIE (F.) et DONGUY (J. R.), 1975. — La mer du Corail en régime d'alizé de sud-est. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, vol. XII, n° 1 : 49-67.
- SAPOJNIKOV (U. V.), 1975. — Composants « génitiques » de la distribution verticale du phosphore. Travaux de l'Institut Océanologique SHIRSHOV de l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S. Tome 102. [Traduction H. ROTSCHI, 1976].
- SVERDRUP (H. V.), JOHNSON (M. W.) and FLEMING (R. H.), 1942. — The Oceans. 707 pp. Prentice hall, N.Y.
- WYRTKI (K.), 1961. — Scientific results of marine investigations of the south china sea and the gulf Thailand. NAGA Report. Scripps Instit. Oceanogr. La Jolla, Calif. 195 pp.
- WYRTKI (K.), 1962. — The subsurface water masses in the western South Pacific Ocean. *Austral. J. Mar. Freshwat Res.*, vol. 13, n° 1 : 18-48.