

NATURE DES EAUX SUPERFICIELLES ENTRE LA NOUVELLE-CALÉDONIE ET L'AUSTRALIE

par L. LEMASSON*

INTRODUCTION

Il a été montré par Rochford, D. J. (1957-1958-1959) et Rotschi, H. (1959-1960) que les masses d'eau superficielle, intermédiaire et profonde des mers de Corail et de Tasman, sont des mélanges en proportions variables de trois masses d'eau primaires extérieures principales. Les propriétés de ces eaux, déterminées par Rochford, sont indiquées Tableau 1.

TABLEAU 1. — Propriétés des masses primaires externes

	T° C	S ‰
Eau Sud-Équatoriale (SE).....	28,2° C 28,8° C	34,70 ‰
Eau Subantarctique (SA).....	Hiver (1) 9,0° C Été 11,8° C	34,70 ‰
Eau du Pacifique Central Sud Ouest.....	26,0° C	36,53 ‰

* Océanographe physicien de l'O.R.S.T.O.M., Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa (Nouvelle-Calédonie).

(1) Hiver et été australs.

En établissant des diagrammes T-S horizontaux à partir d'un grand nombre d'observations superficielles, Rochford a pu déterminer l'origine et l'évolution dans le temps et dans l'espace de ces différentes masses d'eau.

D'une façon générale, l'on rencontre les variations minimales des propriétés superficielles dans les eaux tropicales, alors qu'elles sont plus grandes dans les régions subtropicales et subantarctiques. Les variations saisonnières des propriétés des masses superficielles en mer de Tasman dépendent donc de leur teneur en eau tropicale dont les propriétés varient peu dans le temps.

OBSERVATIONS SUPERFICIELLES ENTRE NOUMÉA ET SYDNEY

Les observations ont débuté en mars 1959, et des échantillons furent récoltés systématiquement depuis cette date par les navires de la Marine Marchande entre Nouméa et Sydney (cet itinéraire est parcouru environ une fois par mois). Les renseignements obtenus dans une région limitrophe des mers de Corail et de Tasman permettent d'apporter quelques précisions sur les conditions superficielles des masses d'eau et des courants (Pl. 16).

Les salinités des échantillons ont été déterminées au laboratoire d'océanographie du Centre ORSTOM de Nouméa, par la méthode Knudsen pendant les premières années, par mesure de la conductivité ensuite (pont de salinité de Hamon et salinomètre à induction).

Les renseignements (températures et salinités) ont été rassemblés sur des cartes mensuelles, le trajet Nouméa-Sydney étant découpé en éléments de surface de 1 degré-carré. Pour chaque élément on a calculé la moyenne de 5 années d'observations. Seuls les degrés carrés comportant plus de 5 observations ont été utilisés ; chaque degré-carré comporte en général 8 à 10 mesures par mois.

A. — *Variations mensuelles de la température et de la salinité* : (planches 1-12, fig. 1).

Les isothermes sont tracées de degré en degré, et les isohalines de 0,10 ‰ en 0,10 ‰.

a) *Température* :

Au large de Sydney la température atteint un maximum voisin de 23,5° C en mars, puis elle décroît très régulièrement jusqu'à un minimum de 17,5° C vers août-septembre.

Dans le courant est australien vers 159°30 E et 31°30 S, soit au large des côtes des Nouvelles-Galles du Sud, la température varie de manière sensiblement identique ; elle atteint son maximum voisin de 25,0° C en février, et son minimum proche de 19,5° C en août.

A mi-chemin de Nouméa à Sydney vers 159°30 E et 27°30 S, le cycle annuel de la température est identique : le maximum de 25,0° C est atteint en février et le minimum de 19,8° C vers août-septembre.

Enfin, au large de Nouméa on retrouve les mêmes variations saisonnières que précédemment, ainsi que la même amplitude de 5,5° C entre le maximum de 26,0° C en février et le minimum de 20,5° C en août.

b) *Salinité* :

Au large de Sydney, la salinité atteint un minimum de 33,50 ‰ en mars puis elle croît jusqu'en juillet où elle est à son maximum de 35,85 ‰.

Dans le courant est australien vers 159°30 E et 31°30 S, le cycle annuel de la salinité est similaire ; le maximum de 35,85 ‰ en juillet est suivi d'une décroissance régulière jusqu'en mars où l'on atteint un minimum de 35,65 ‰.

Vers 159°30 E, 27°30 S, on rencontre un maximum de 35,90 ‰ en juillet et un de 36,00 ‰ en février qui sont séparés par deux minimums voisins de 35,80 ‰ situés l'un en septembre, l'autre en mai.

Enfin, au large de Nouméa, on trouve un maximum en janvier, avec des valeurs voisines de 35,80 ‰, et un deuxième maximum probable de 35,90 ‰ en juin, bien que les renseignements ne soient pas aussi abondants pour ce dernier mois et ne permettent pas d'être affirmatif. Les minimums sont de 35,55 ‰ en mars et 35,60 ‰ en août.

Sur le trajet Nouméa-Sydney, on rencontre les salinités les plus fortes, supérieures à 35,90 ‰, entre 158° E c'est à-dire à l'est du courant est australien et 164° E, et au sud de la ligne Nouméa-Sydney ; cette zone correspond à la région directement influencée par l'eau du Pacifique central.

On remarque qu'en général, les variations de la température sont inverses de celles de la salinité ; à un maximum de l'une correspond un minimum de l'autre, ce qui est caractéristique des masses d'eau sud-équatoriales.

La planche 13 montre les variations mensuelles de la température et de la salinité en trois régions différentes situées entre Nouméa et Sydney :

- a) dans le courant est australien ;
- b) à mi-chemin entre l'Australie et la Nouvelle-Calédonie (« zone centrale ») ;
- c) au large de Nouméa.

B. — *Hydrologie :*

Les courbes T-S horizontales tracées mensuellement permettent de suivre l'évolution et le mélange des masses d'eau. En outre, en utilisant les trois masses primaires extérieures définies par Rochford (1959) (Tableau 1), on peut déterminer quels sont les pourcentages respectifs de chaque masse intervenant dans le mélange en un point déterminé du trajet Nouméa-Sydney.

Tous ces résultats sont rassemblés dans les planches 1-12, fig. 2, et dans les planches 14-15.

L'aspect général des diagrammes montre que dans la partie sud de la région étudiée, la température décroît avec la salinité, ce qui indique dans le mélange avec l'eau du Pacifique central l'influence dominante de la masse subantarctique. Au contraire dans la partie nord, la température et la salinité varient en sens inverse ce qui est caractéristique d'un mélange influencé par l'eau sud-équatoriale.

Janvier-février-mars :

Les diagrammes T-S révèlent que de janvier à mars les eaux situées au large des côtes australiennes contiennent une forte proportion d'eau sud-équatoriale, puisque l'on y rencontre des températures relativement élevées de l'ordre de 24,5° C et des basses salinités voisines de 35,70 ‰.

Rochford estime que des entrées massives d'eau originaire de la zone sud-équatoriale doivent se produire de novembre à janvier dans la partie nord-est de la mer de Corail, et que pour atteindre les côtes des Nouvelles-Galles du Sud, ces eaux doivent mettre environ trois mois.

Les études entreprises en mer de Corail montrent que l'eau sud-équatoriale pénètre de novembre à janvier en quantité importante par le seuil Salomon-Santa-Cruz. Cette eau en se dirigeant vers le sud se divise en deux branches. L'une orientée vers le sud-ouest s'écoule en direction de la côte du Queensland et se mélange avec l'eau du Pacifique central pour former la masse superficielle de la mer de Corail ; elle se dirige ensuite vers le sud et est entraînée par le courant est australien : c'est cette branche que l'on retrouve au large de Sydney.

L'autre branche pourrait s'écouler le long de 170° E en direction du sud ; elle se manifeste dans les diagrammes T-S où l'on trouve au large de la Nouvelle-Calédonie des eaux chaudes et peu salées.

Au large de Sydney la proportion d'eau sud-équatoriale est de 30 à 35 % en février ; elle est plus grande au large de Nouméa : de 30 à 50 % en mars (planches 15, figures a et c).

Cette eau existe, en pourcentage plus faible, dans la zone centrale soumise à un flux plus important d'eau du Pacifique central ; dans la formation de la masse superficielle elle entre alors dans une proportion de 20 %, valeur annuelle maximale pour cette région.

Comme le résume le tableau 2, au large des côtes australiennes et néo-calédoniennes, le maximum d'influence de l'eau sud-équatoriale coïncide avec la température superficielle maximale et la salinité superficielle minimale.

TABLEAU 2 : Températures et salinités observées pendant la période de plus grande extension de l'eau sud-équatoriale.

	Large de Sydney	Large de Nouméa
T Maximum ° C.....	25,0° C Février	25,5° C Février-Mars
S Minimum ‰.....	36,65 ‰ Mars	35,55 ‰ Mars

Ces deux régions côtières, fortement influencées par l'eau sud-équatoriale, sont séparées par une zone qui sur les courbes T-S se manifeste par une forte salinité (36,0 ‰) et une température élevée (25° C à 26° C). Les eaux superficielles de cette zone sont originaires du Pacifique central. La masse du Pacifique central sud-ouest de température et de salinité élevées se déplace d'est en ouest. Entre la Nouvelle-Calédonie et l'Australie elle est largement distribuée, dans une proportion supérieure à 50 %, avec un maximum vers 160° E et 25° S à 30° S correspondant au maximum de salinité du diagramme T-S, ainsi que le long de son axe de pénétration en mer de Corail entre la Nouvelle-Calédonie et la Nouvelle-Zélande.

En janvier-février, dans cette zone centrale, le maximum de salinité indique une arrivée massive d'eau du Pacifique central qui entre pour 70 % dans la composition de la couche superficielle. Cette invasion fait ressentir ses effets jusque dans la région de Nouméa (planche 15, figures b et c). Au voisinage de Sydney par contre, cette masse a, pendant cette période, une influence très faible (planche 15, figure a).

Au large de Nouméa, le maximum de salinité apparaît dès janvier, tandis que dans la zone centrale il n'est évident qu'en février ; ce décalage dans le temps correspond à la durée du parcours à accomplir vers l'ouest à la vitesse d'un demi-nœud, par les eaux venant de l'est (Wyrski — 1960).

La troisième composante du mélange, l'eau subantarctique, n'intervient qu'en faible quantité dans toute la région pendant cette époque : 5 % dans la région de Nouméa, en février et mars ; 10 % en février dans la zone centrale et la région de Sydney. Pour l'année ce sont les proportions les plus faibles d'eau subantarctique entrant dans le mélange ; le pourcentage de cette eau augmente en direction du sud.

En résumé le premier trimestre est caractérisé par une arrivée massive d'eau équatoriale dont l'abondance est à son maximum annuel et qui remplace l'eau subantarctique, celle-ci se trouvant alors à son pourcentage le plus bas de l'année.

Avril-mai-juin :

Au cours de ce trimestre, la proportion d'eau sud-équatoriale décroît régulièrement tandis que celle de la masse subantarctique augmente d'autant ou presque (planche 15).

Dans la région de Sydney où la salinité croît régulièrement tandis que la température diminue (planche 13, figure a), la proportion d'eau subantarctique passe de 15 % en avril à 35 % en juin alors que celle de l'eau sud-équatoriale décroît de 20 % à 5 % et que le pourcentage de l'eau du Pacifique central augmente légèrement (planche 15, figure a).

Dans la zone centrale, pendant la même période, le pourcentage d'eau subantarctique passe de 20 % à 30 % et celui de la masse sud-équatoriale décroît de 20 % à 5 %.

Au large de Nouméa, le pourcentage d'eau subantarctique croît également de 10 %, alors que celui d'eau sud-équatoriale décroît de 25 % ; il se produit donc en juin une arrivée d'eau du Pacifique central qui entraîne la formation d'un maximum de salinité que l'on retrouve d'ailleurs en juillet à mi-chemin de Nouméa à Sydney.

La proportion d'eau subantarctique décroît régulièrement vers le nord ; il se produit donc de très forts mélanges verticaux particulièrement au nord de 25° S où le pourcentage de cette masse décroît brusquement.

Juillet-août-septembre :

Les courbes T-S montrent que les masses hivernales prédominent : on constate en effet un net refroidissement (1).

A l'est de Sydney la salinité est élevée (35,80 ‰) et la température comprise entre 19°C et 20°C. Ces propriétés sont caractéristiques du centre de la mer de Tasman, où se produisent d'intenses mélanges verticaux provoquant un refroidissement superficiel (Rochford — 1958).

A partir de juillet et jusqu'en octobre l'eau sud-équatoriale disparaît totalement ; elle est remplacée par l'eau subantarctique plus froide. La proportion de cette dernière passe par un maximum de 45 % en août, pour décroître régulièrement ensuite.

L'eau du Pacifique central est présente en quantité constante (planche 15, figure a).

Dans la zone centrale (planche 15, figure b) la masse sud-équatoriale ne disparaît qu'en juillet et en août, alors que le pourcentage d'eau subantarctique passe par un maximum de 35 ‰ pendant ce trimestre ; la proportion d'eau du Pacifique central est sensiblement constante.

Au voisinage de la Nouvelle-Calédonie (planche 15, figure c) la composition de la masse superficielle est constante ; c'est pendant ce trimestre et jusqu'en octobre, qu'elle contient le plus fort pourcentage d'eau subantarctique. L'eau équatoriale moins abondante l'est cependant beaucoup plus que dans le courant est australien où elle a totalement disparu, ou dans la zone centrale où elle ne réapparaît qu'en septembre. En outre, le pourcentage d'eau du Pacifique central plus faible au voisinage de la Nouvelle-Calédonie que légèrement au sud, indique un déplacement vers le sud de l'axe de pénétration de la masse du Pacifique central.

Enfin, la variation régulière, avec la latitude, de l'abondance de la masse subantarctique montre que les intenses mélanges verticaux notables en hiver dans le nord de la mer de Tasman ne se manifestent plus, tout au moins dans la zone latitudinale étudiée.

Octobre-novembre-décembre :

D'une manière générale, l'eau subantarctique se retire et est remplacée par l'eau sud-équatoriale.

Dans la région du courant est australien, l'eau équatoriale réapparaît en octobre et atteint la proportion de 20 % en décembre ; elle remplace une partie de l'eau subantarctique qui reste néanmoins abondante ; la température et la salinité ne variant pas dans le même sens, la salinité montre l'influence croissante de l'eau sud-équatoriale dans le mélange.

De même, dans la zone centrale, le pourcentage d'eau sud-équatoriale augmente légèrement, alors que celui de l'eau subantarctique diminue régulièrement. Il en va pareillement au large de la nouvelle Calédonie.

L'abondance relative d'eau sud-équatoriale que l'on trouve dans la partie est de la région est due à la continuation du flux de cette masse en direction du sud, le long de 170°E.

(1) L'intensité de ce refroidissement est telle qu'une partie du diagramme T-S des mois de juillet et août se trouve en dehors du triangle de mélange ; ce sont essentiellement les eaux proches de la côte australienne qui sont affectées par ce refroidissement.

CONCLUSION

ROCHFORD estime que la plus forte entrée d'eau sud-équatoriale se produit de novembre à janvier, puisqu'on trouve une forte proportion d'eau sud-équatoriale dans le courant est australien pendant le premier trimestre ; c'est la seule explication du minimum de salinité trouvé au large de l'Australie en mars.

Les observations superficielles confirment cette hypothèse.

Le flux général est en majeure partie vers le sud au début de l'année. Les eaux sud-équatoriales étant moins abondantes en août, ceci implique qu'il y a diminution du flux de ces eaux en mai.

Le flux maximum de l'eau subantarctique vers le nord se produit en juillet-août, avec une réduction notable en janvier-février.

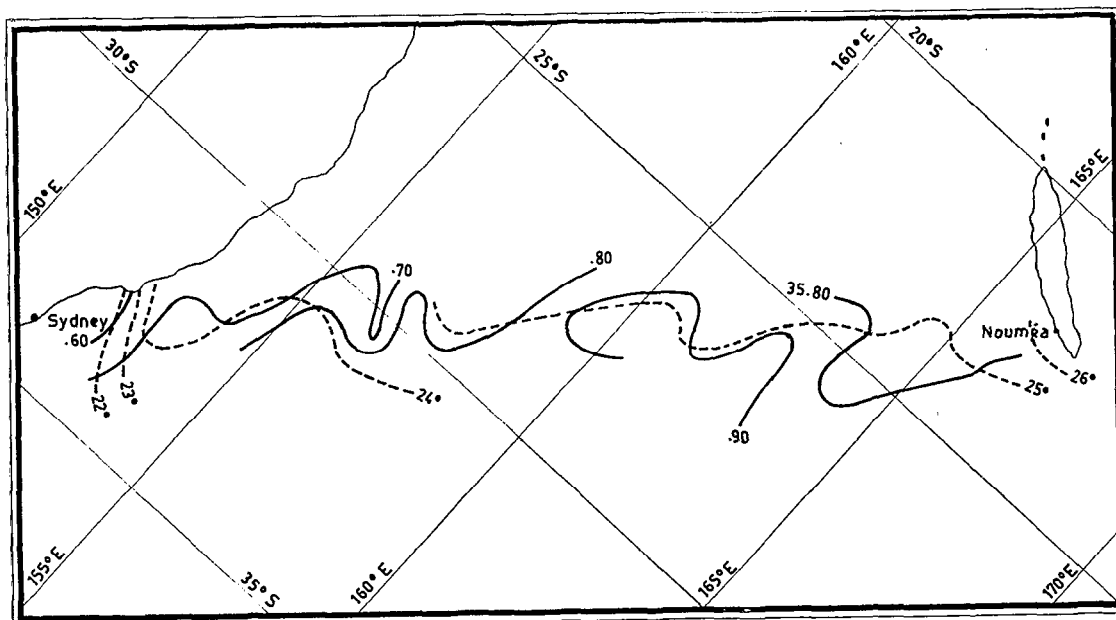
C'est en mai-juin que la pénétration de l'eau du Pacifique central est la plus forte ; néanmoins, dans toute la région étudiée, cette masse est largement représentée dans une proportion supérieure à 50 % tout au long de l'année. Son flux principal est observé entre 25° S et 30° S.

BIBLIOGRAPHIE

- ROCHFORD, D. J. 1957. — The identification and nomenclature of the surface water masses in the Tasman Sea. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* 8.
- 1958. — The seasonal circulation of the surface water masses of the Tasman and Coral seas. *CSIRO Aust. Div. Fish. Oceanogr. Rep.* 16.
- 1959. — External Water masses of the Tasman and Coral Seas. *CSIRO Aust. Div. Fish. Oceanogr. Tech. Pap.* 7.
- ROTSCHI, H. 1959. — Hydrologie et dynamique du Nord-Est de la Mer de Corail. *Cahiers Océanographiques* XI, 10.
- 1960. — Récents progrès des recherches océanographiques entreprises dans le Pacifique Sud-Ouest. *Cahiers océanographiques*, XII, 4.
- WYRTKI, K. 1960. — The surface circulation in the Coral and Tasman Seas. *CSIRO Aust. Div. Fish. Oceanogr. Tech. Pap.* 8.

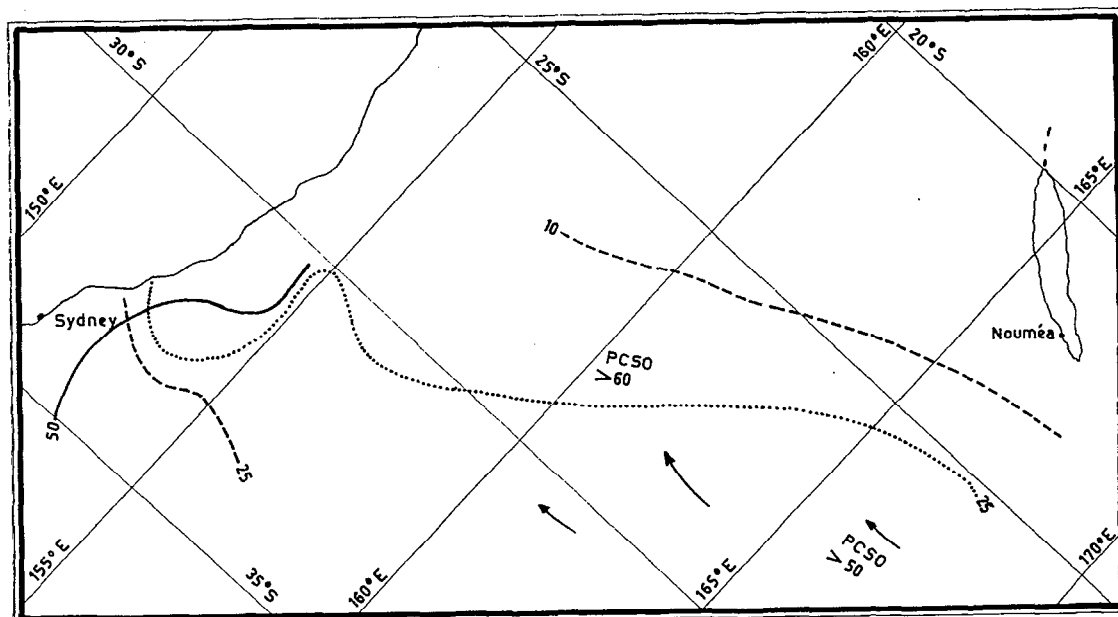
PLANCHE 1

JANVIER



— ISOHALINE
--- ISOTHERME

Figure 1 : Isothermes et isohalines de surface

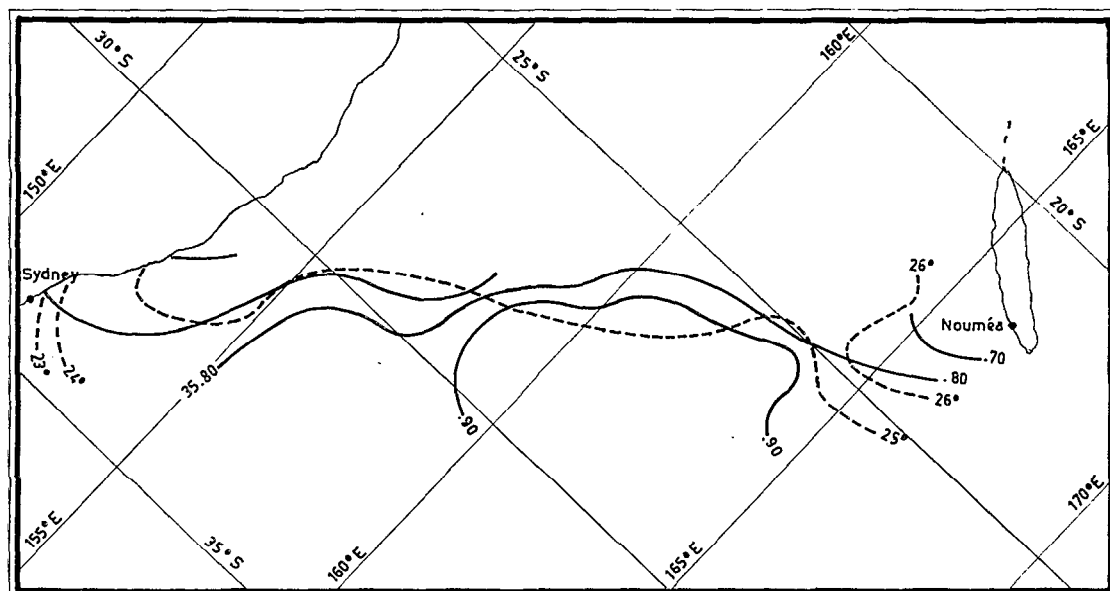


— PCSO →
--- SA →
..... SE →

Figure 2 : Distribution superficielle en pourcentage des trois masses d'eau

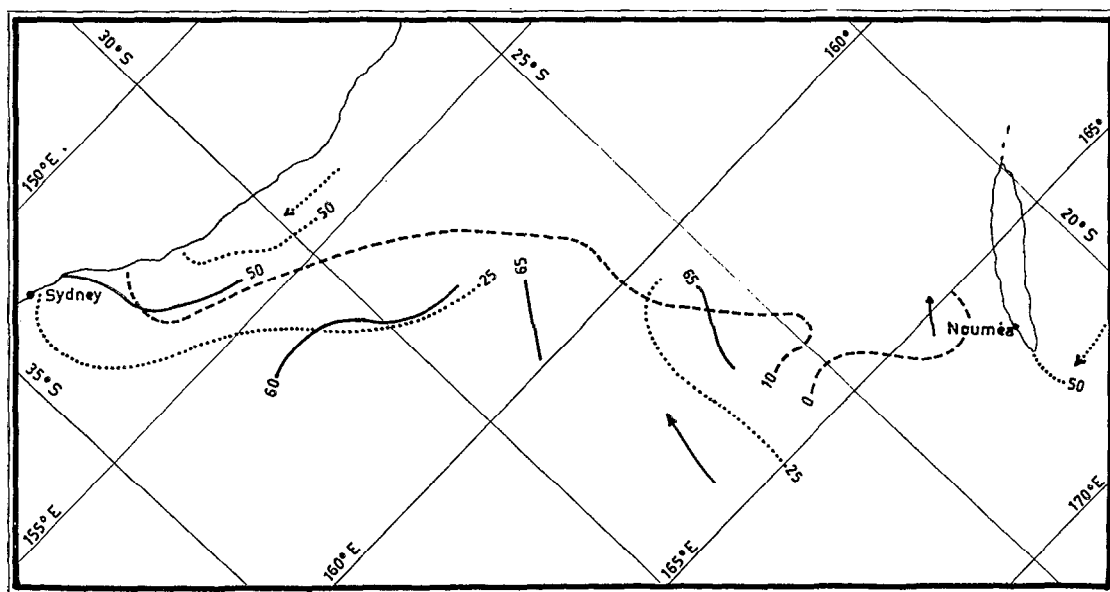
PLANCHE 2

FEVRIER



— ISOHALINE
 ---- ISOTHERME

Figure 1: Isothermes et isohalines de surface

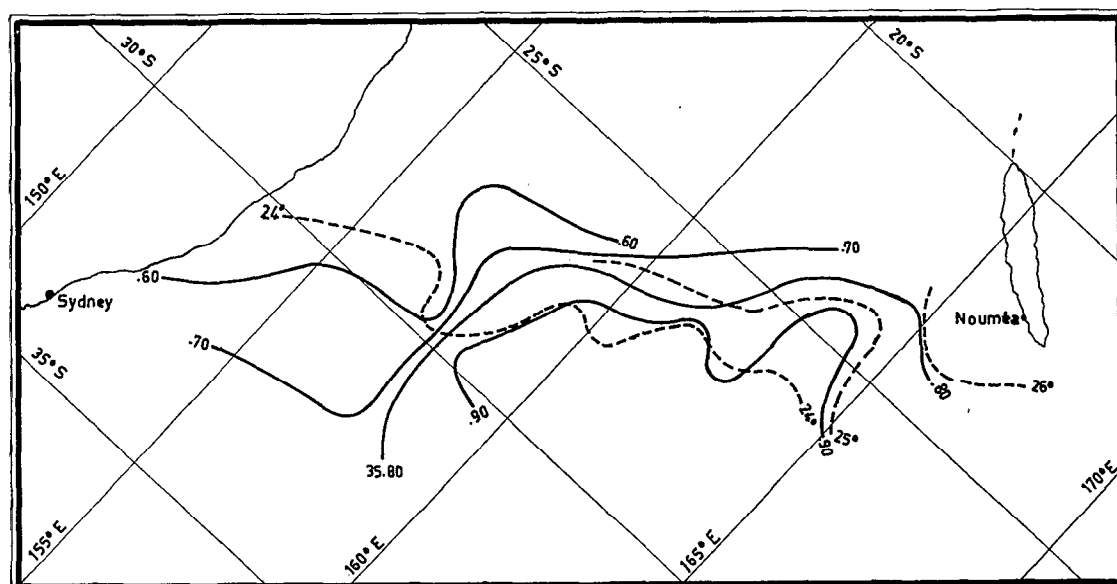


— PCSO →
 ---- SA →
 SE →

Figure 2: Pourcentage des trois masses d'eau en surface

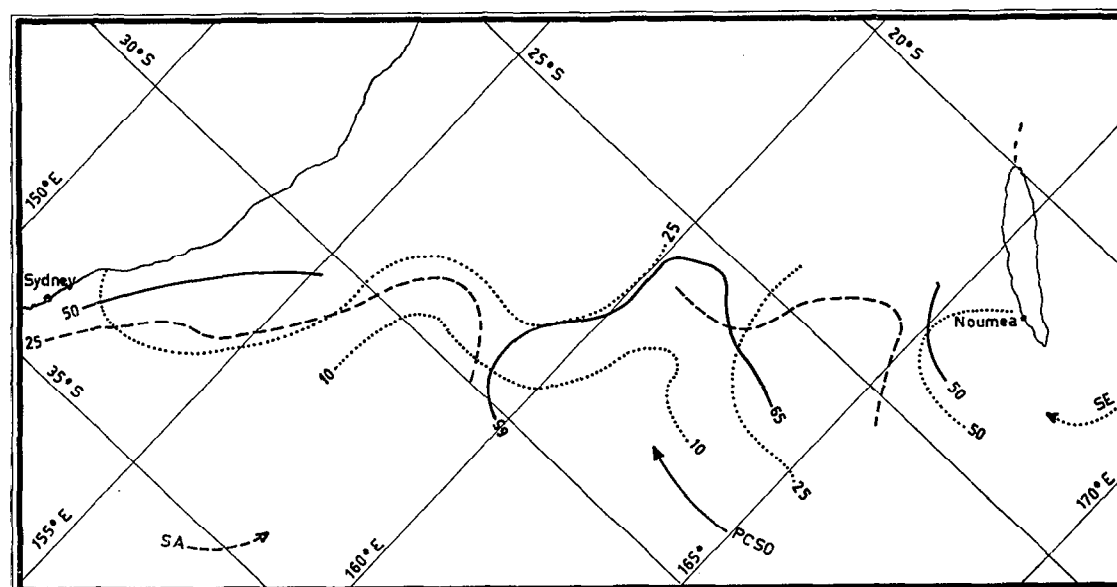
PLANCHE 3

MARS



— ISOHALINE
 - - - ISOTHERME

Figure 1: Isothermes et isohalines de surface

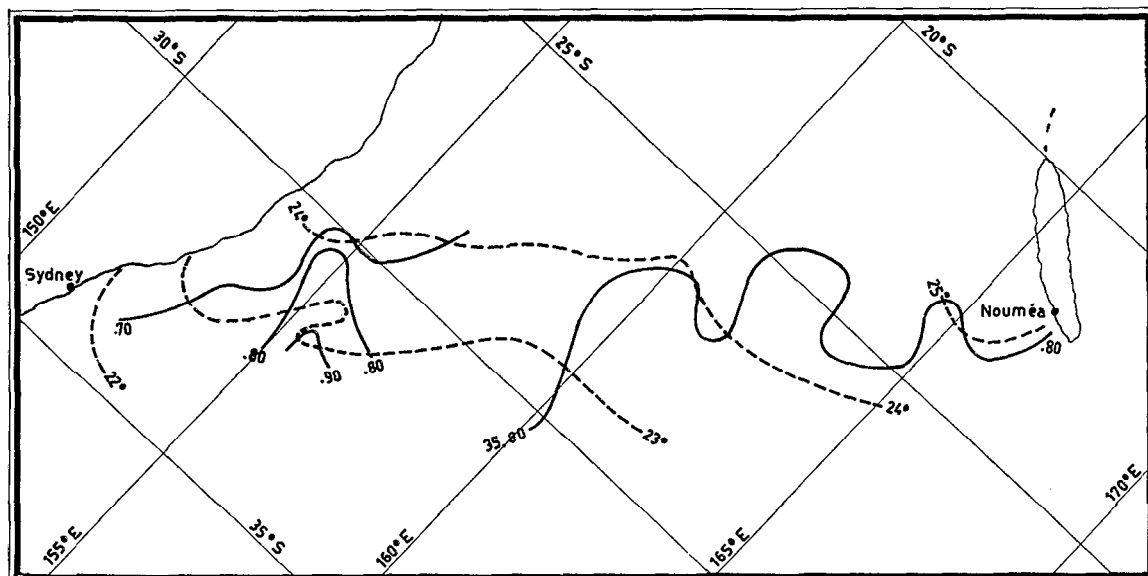


— PSC0 →
 - - - SA →
 SE →

Figure 2: Pourcentage des trois masses d'eau en surface

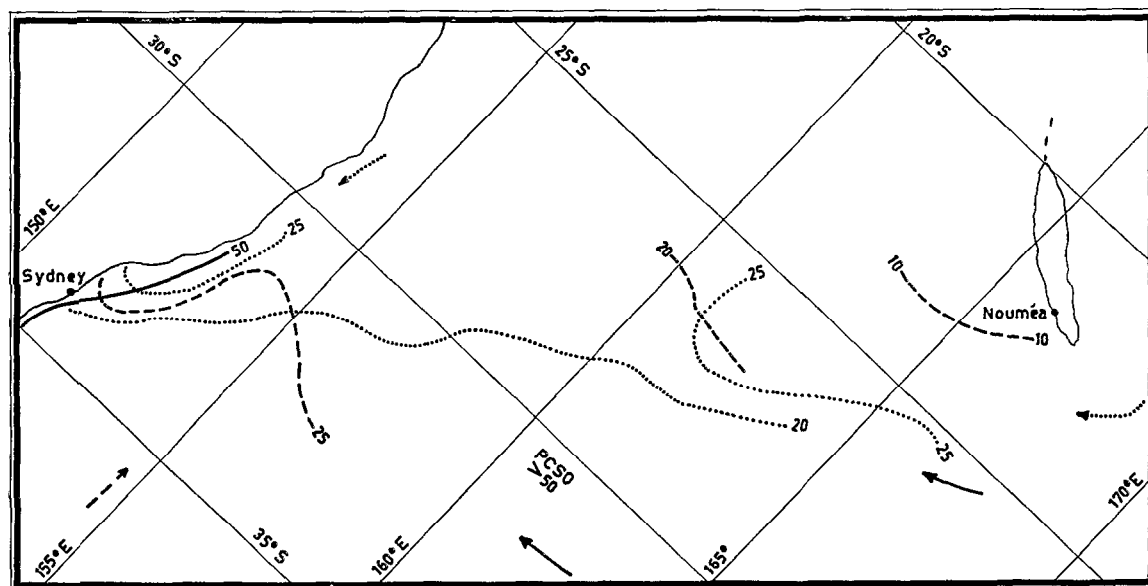
PLANCHE 4

AVRIL



— ISOHALINE
 - - - ISOTHERME

Figure 1 : Isothermes et Isohalines de surface

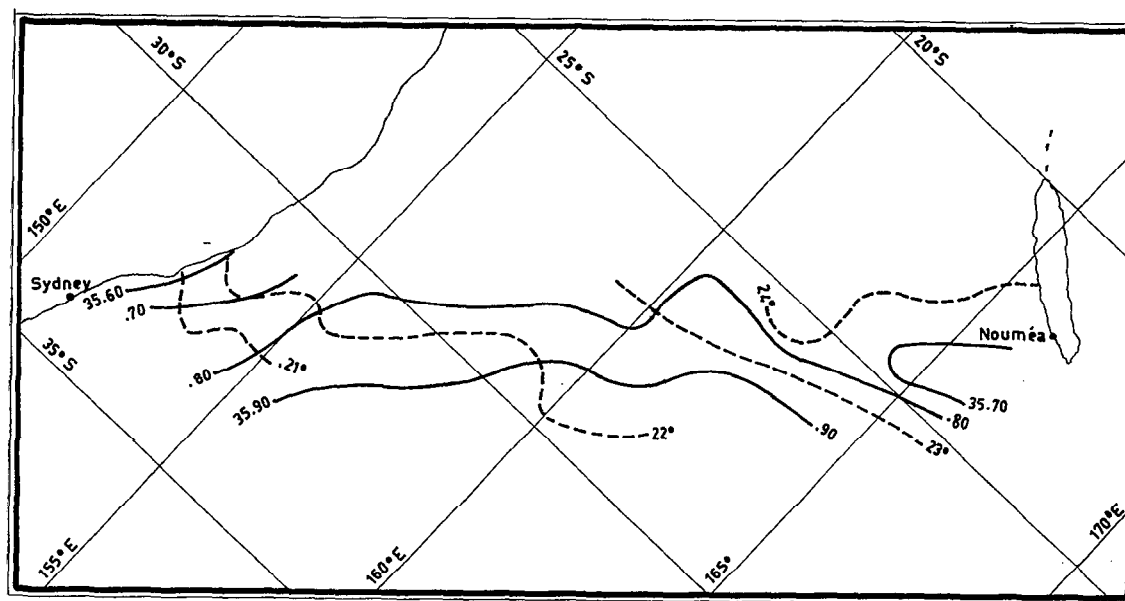


— PCSO →
 - - - SA →
 SE →

Figure 2 : Pourcentage des trois masses d'eau en surface

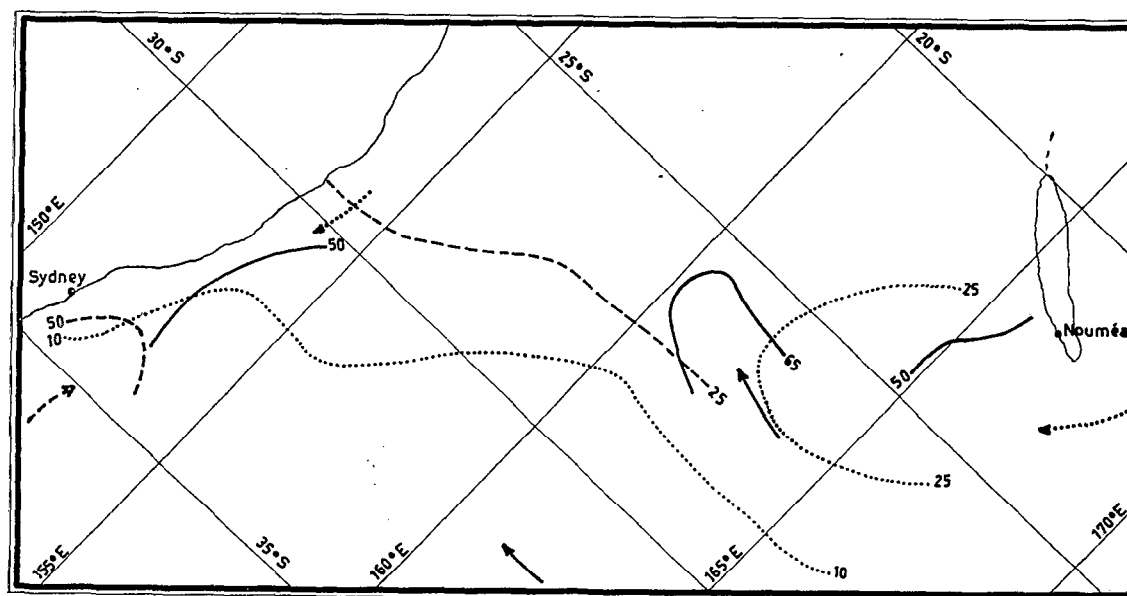
PLANCHE 5

MAI



— ISOHALINE
--- ISOTHERME

Figure 1 : Isothermes et isohalines de surface

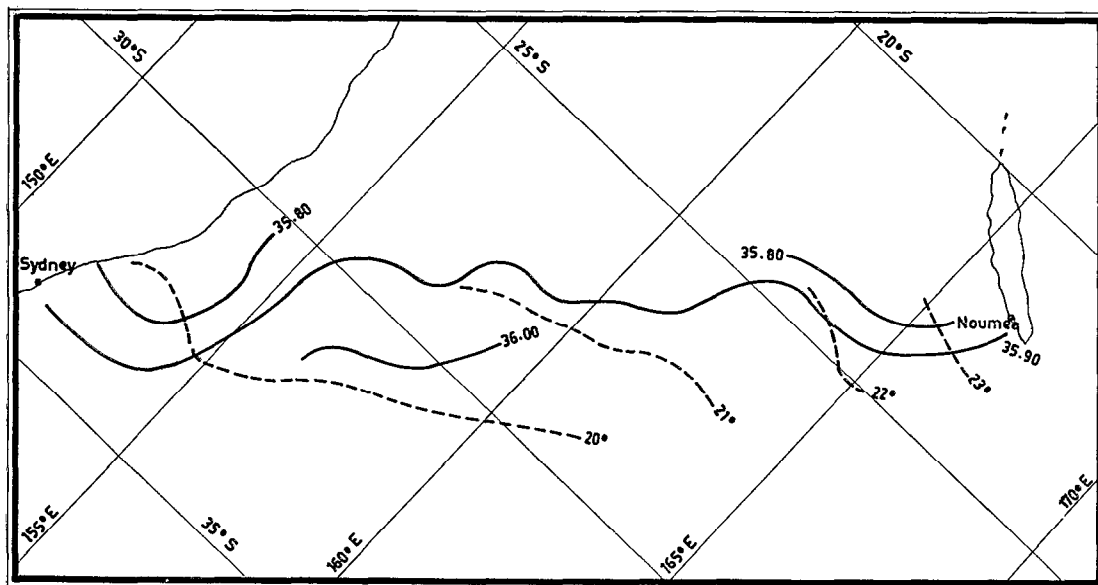


— PCSO →
--- SA →
..... SE →

Figure 2 : Pourcentage des trois masses d'eau en surface

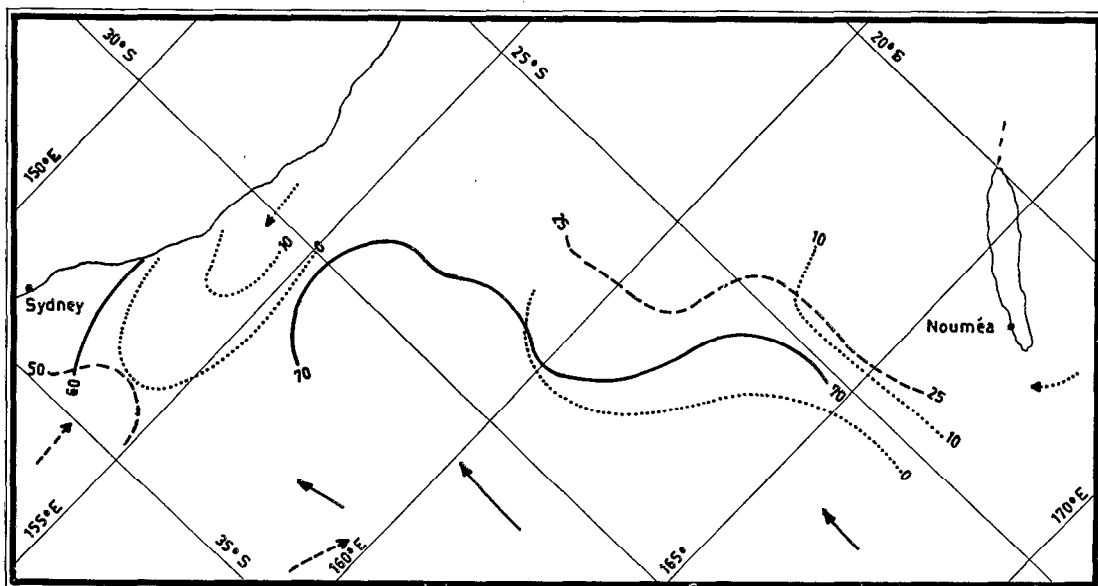
PLANCHE 6

JUIN



—— ISOHALINE
 ---- ISOTHERME

Figure 1 : Isothermes et Isohalines

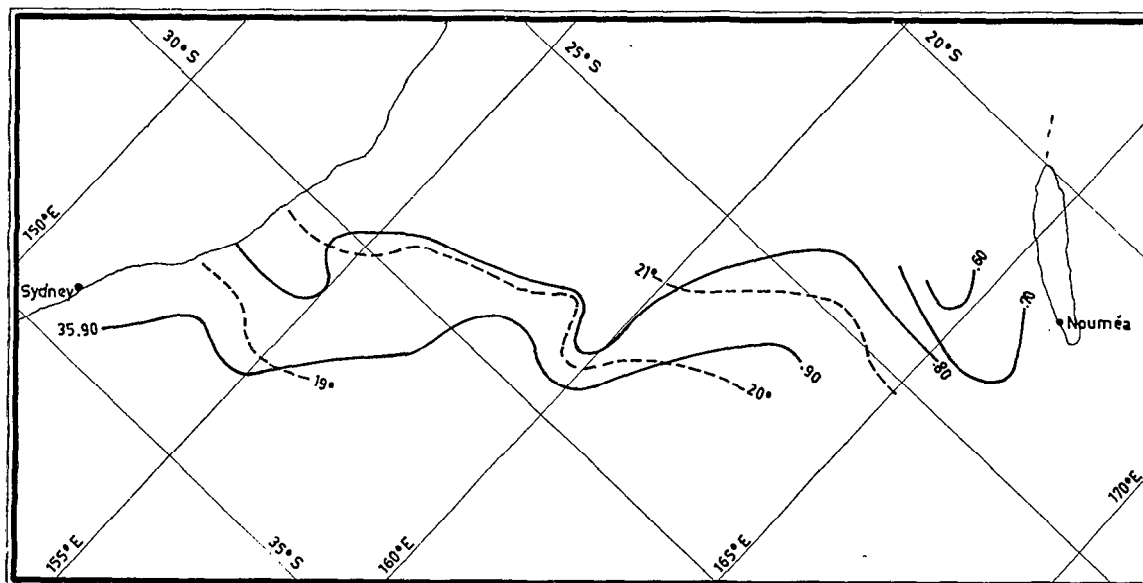


—— PCSO →
 ---- SA →
 SE →

Figure 2 : Pourcentage des trois masses d'eau en surface

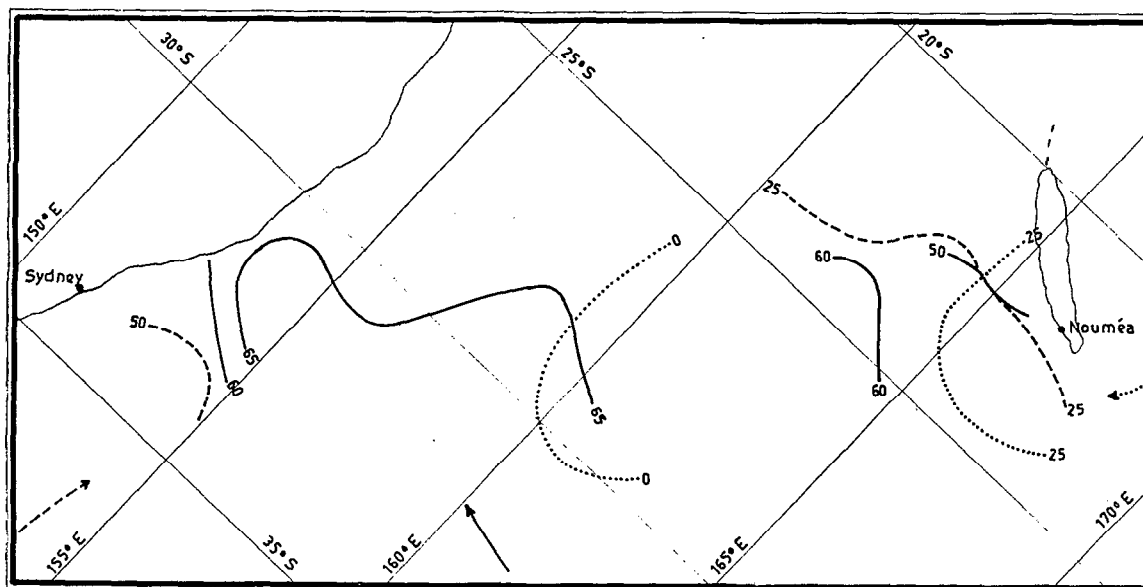
PLANCHE 7

JUILLET



— ISOHALINE
 --- ISOTHERME

Figure 1 : Isothermes et isohalines de surface

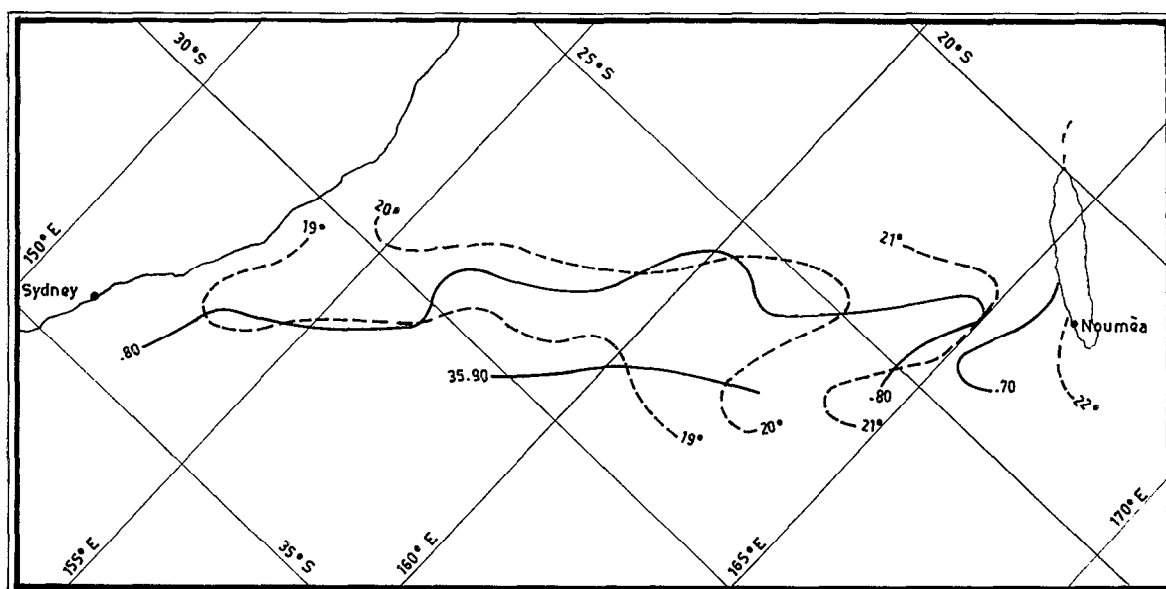


— PCSO →
 --- SA →
 SE →

Figure 2 : Pourcentage des trois masses d'eau en surface

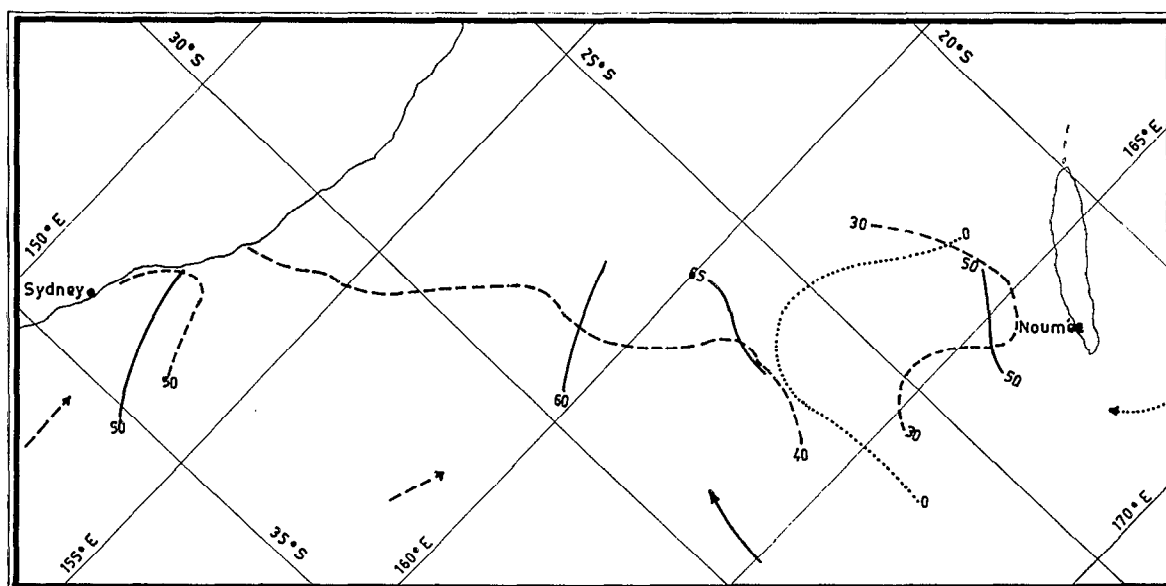
PLANCHE 8

AOÛT



— ISOHALINE
 - - - ISOTHERME

Figure 1 : Isohalines et isothermes de surface

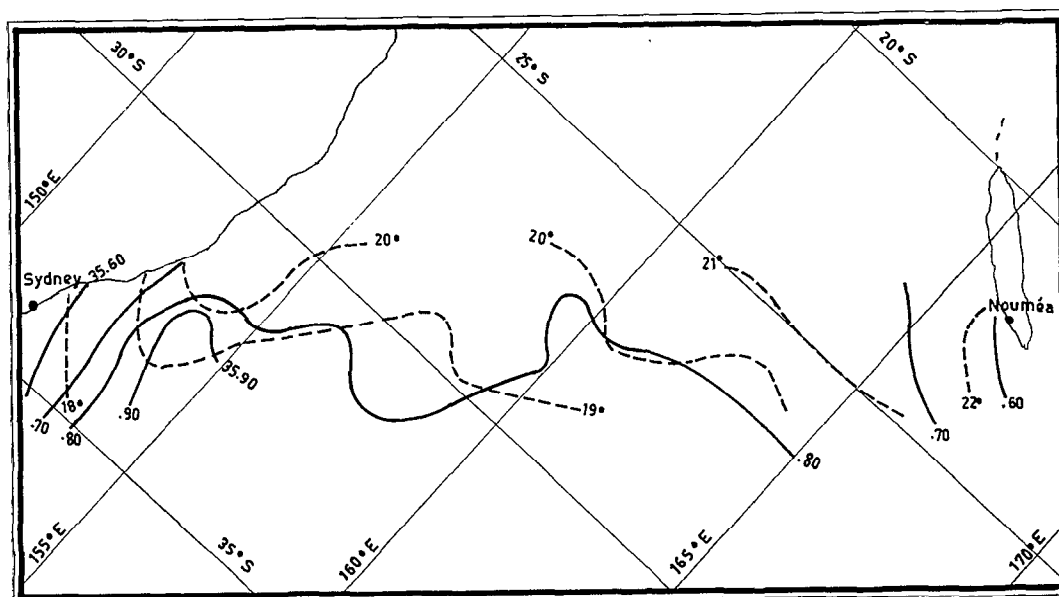


— PCSO →
 - - - SA →
 SE →

Figure 2 : Pourcentage des trois masses d'eau en surface

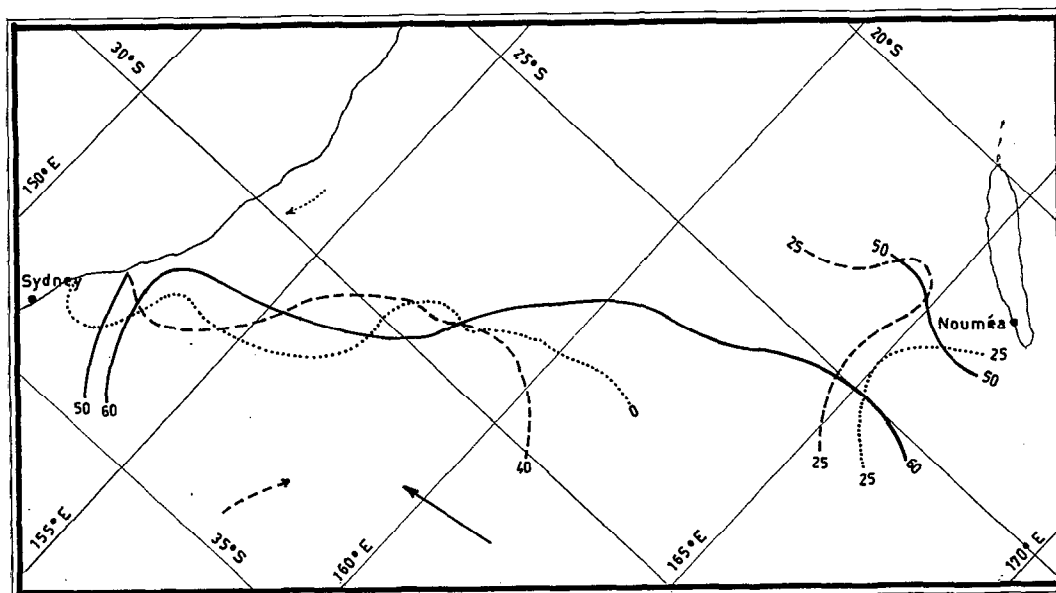
PLANCHE 9

SEPTEMBRE



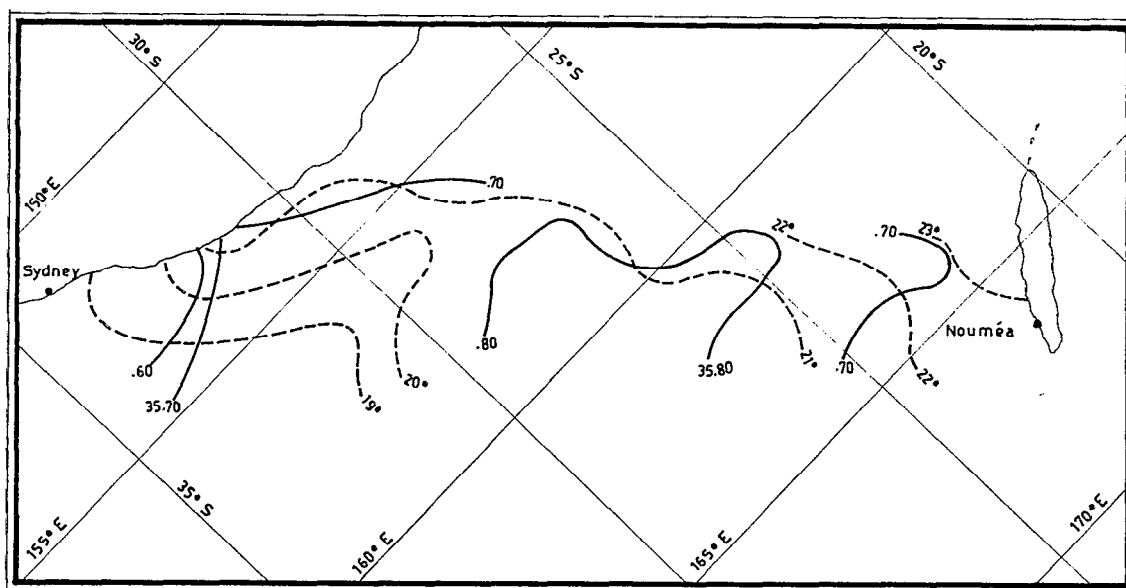
—— ISOHALINE
 - - - ISOTHERME

Figure 1 : Isohalines et isothermes de surface



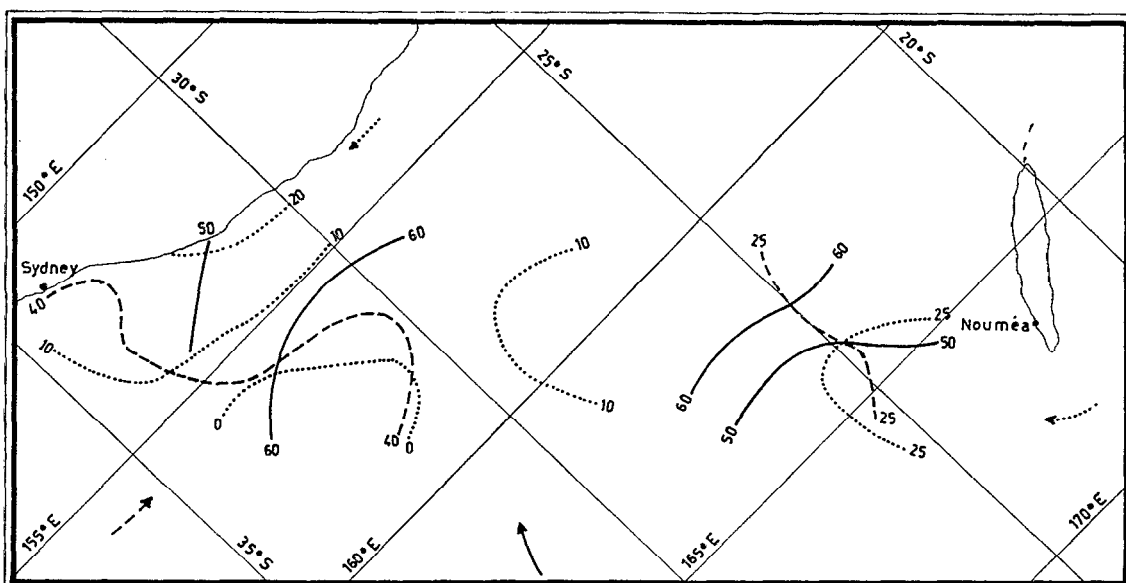
—— PCSO →
 - - - SA →
 SE →

Figure 2 : Pourcentage des trois masses d'eau en surface

PLANCHE 10
OCTOBRE


— ISOHALINE
 ---- ISOTHERME

Figure 1 : Isohalines et isothermes de surface



— PCSO →
 ---- SA --→
 SE→

Figure 2 : Pourcentage des trois masses d'eau en surface

PLANCHE 11

NOVEMBRE

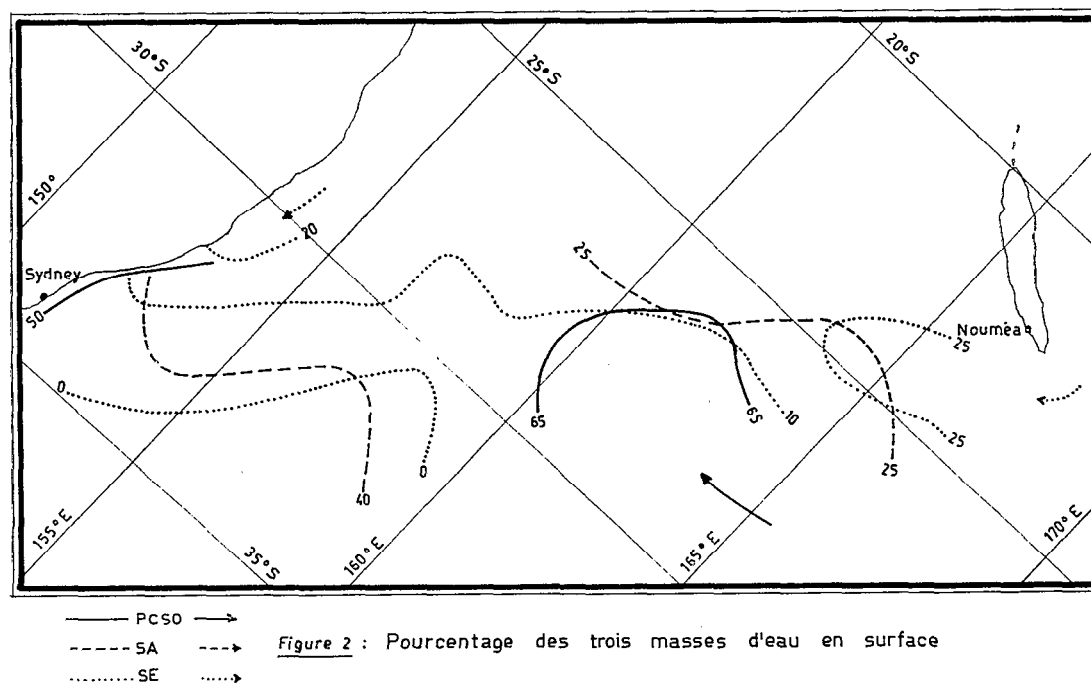
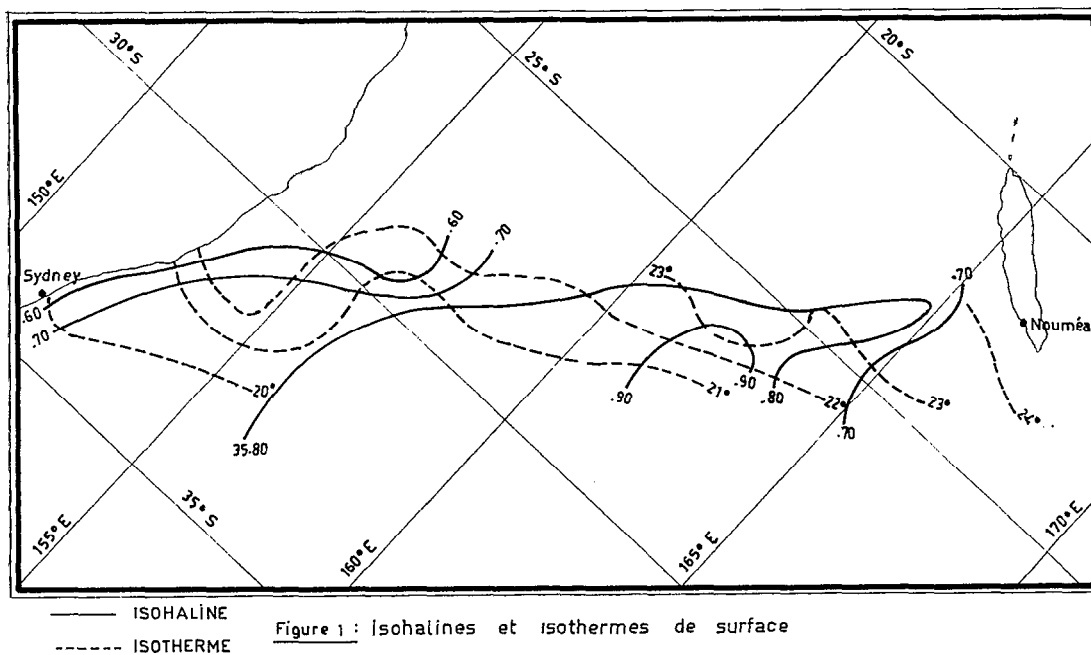
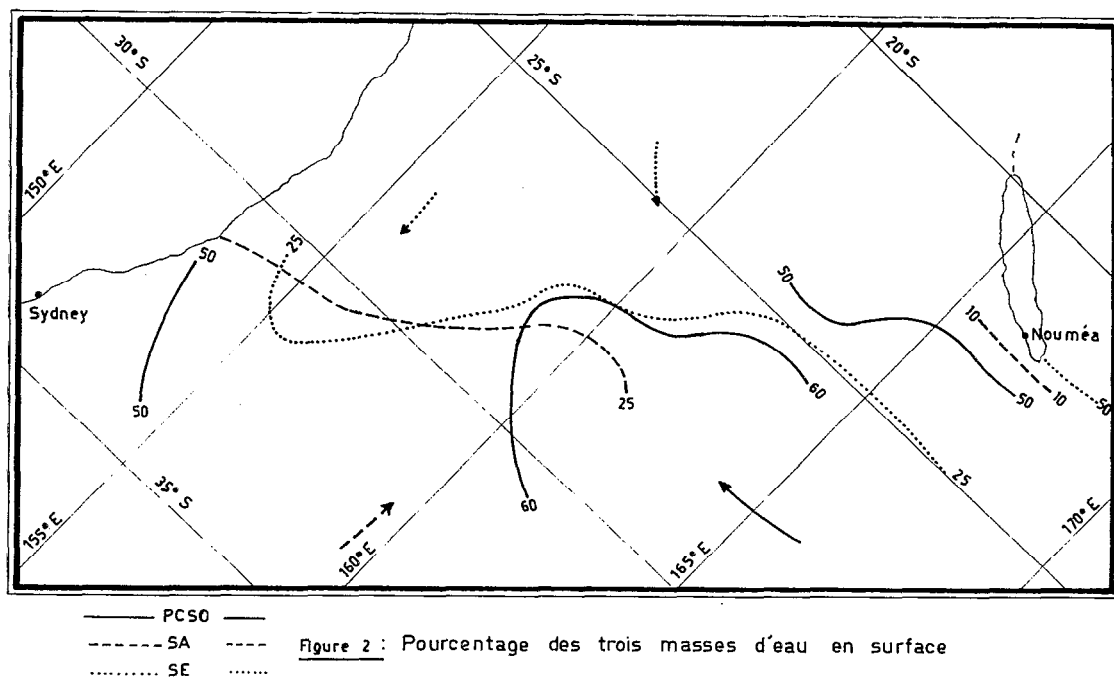
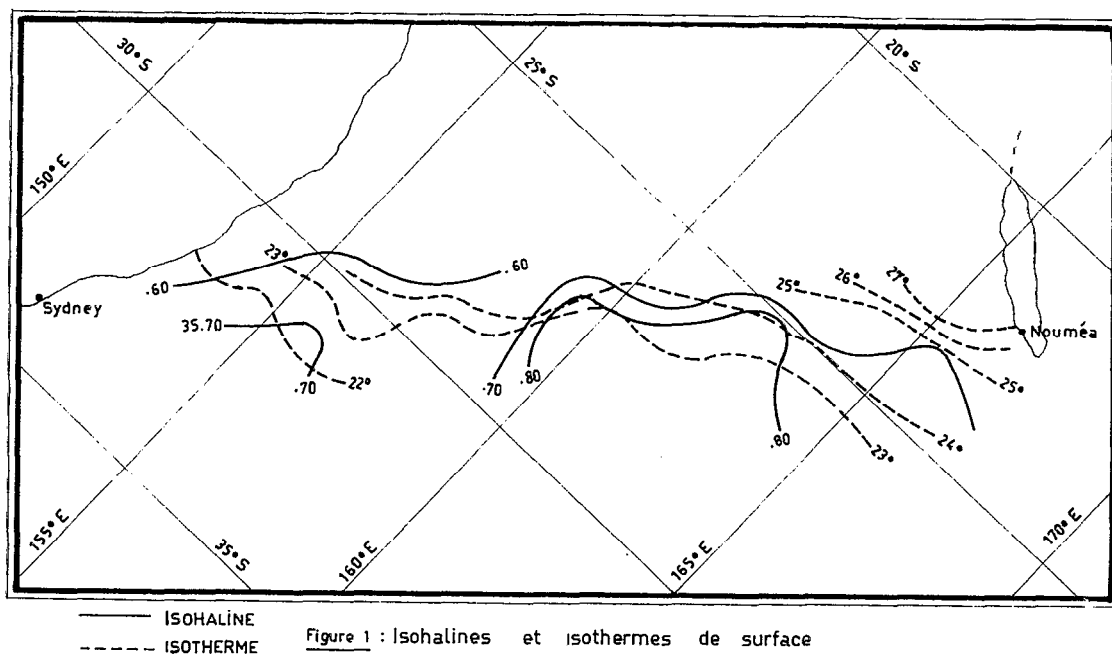


PLANCHE 12

DECEMBRE



Variations mensuelles de la température
et
de la salinité moyennes entre la Nlle Calédonie et l'Australie

PLANCHE 13

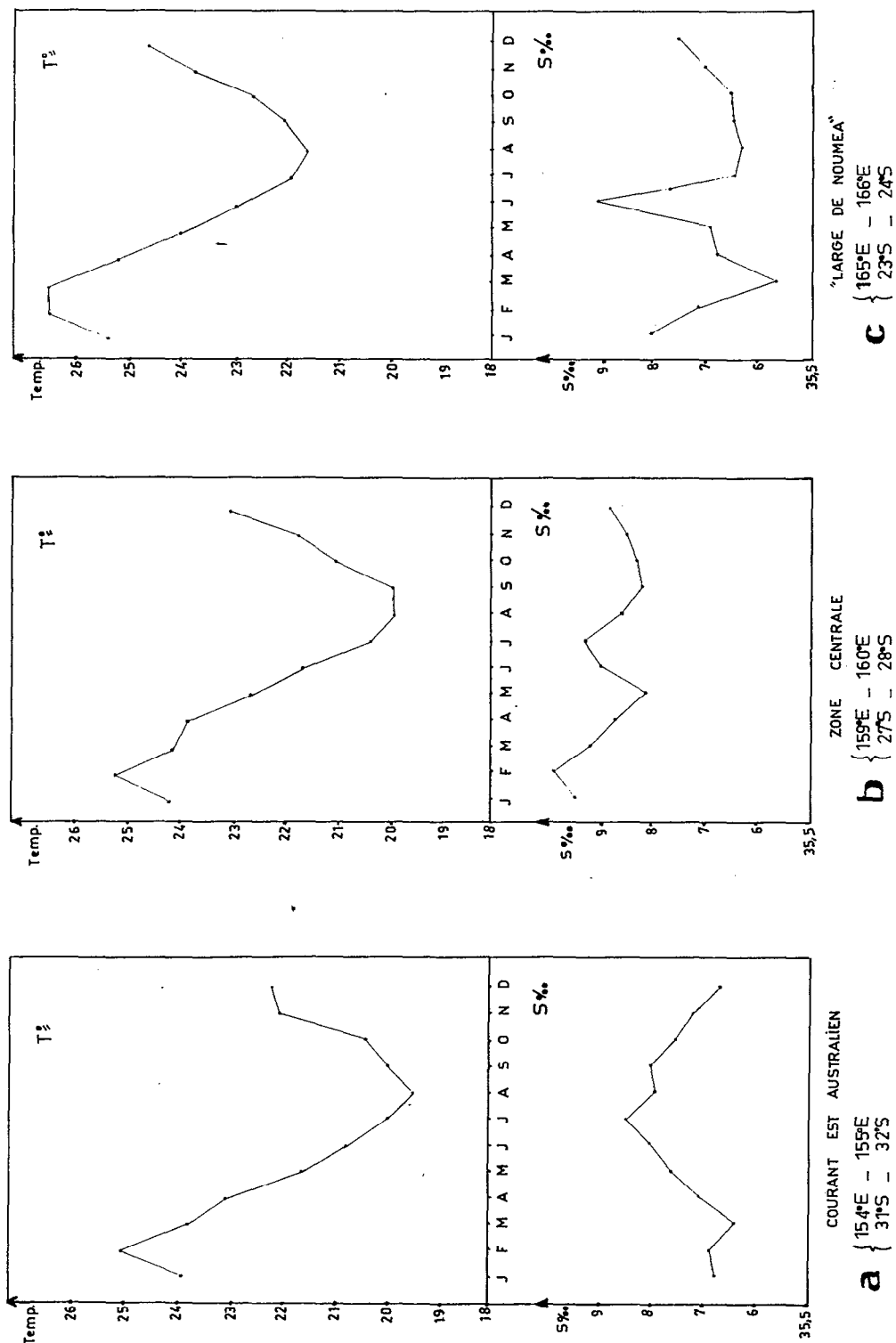


PLANCHE 14

Diagramme T_s de surface
entre
l'Australie sud et la Nlle Calédonie nord

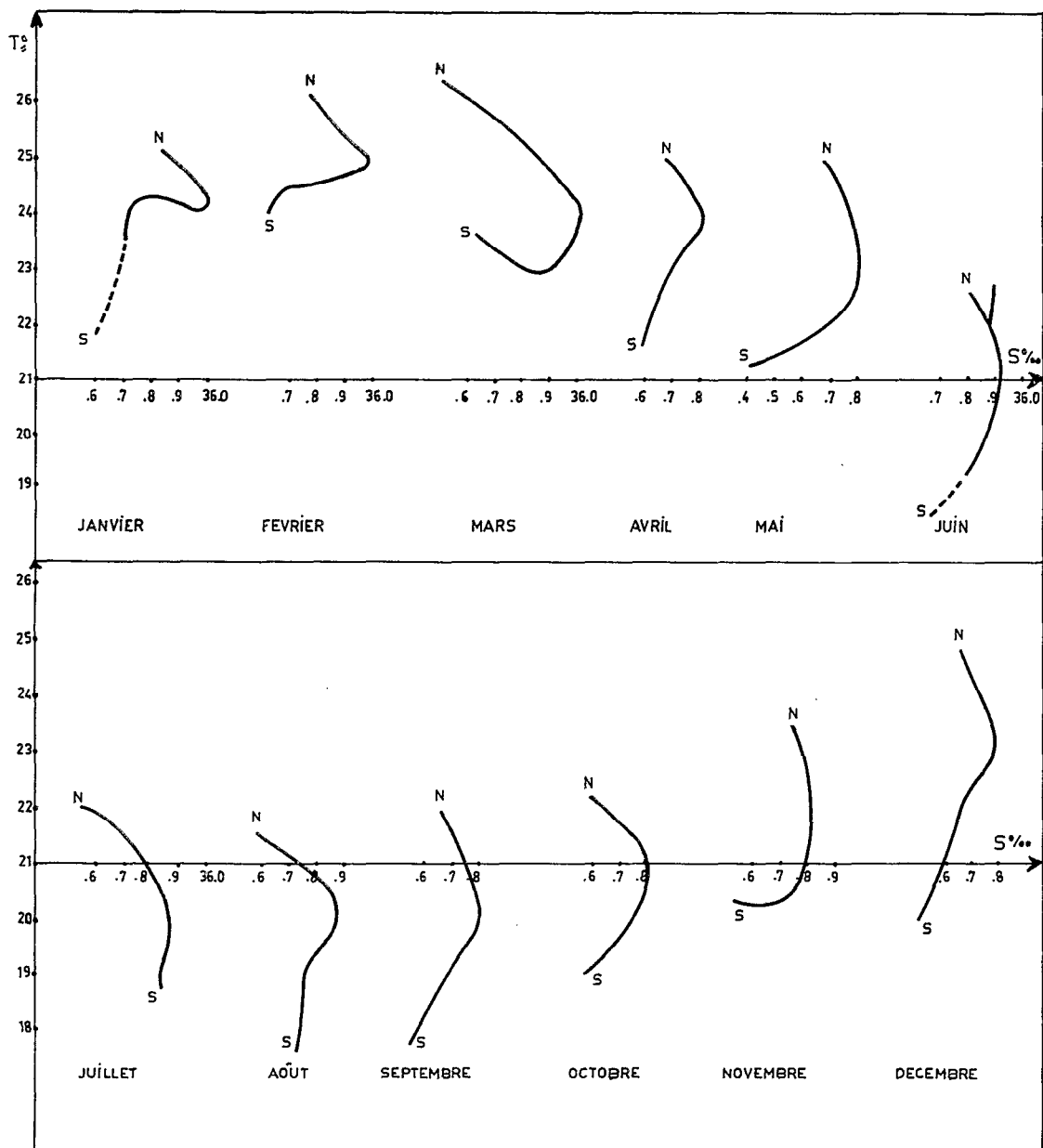


PLANCHE 15

Proportions d'eaux primaires externes (en%)
entre
la Nouvelle Calédonie et l'Australie

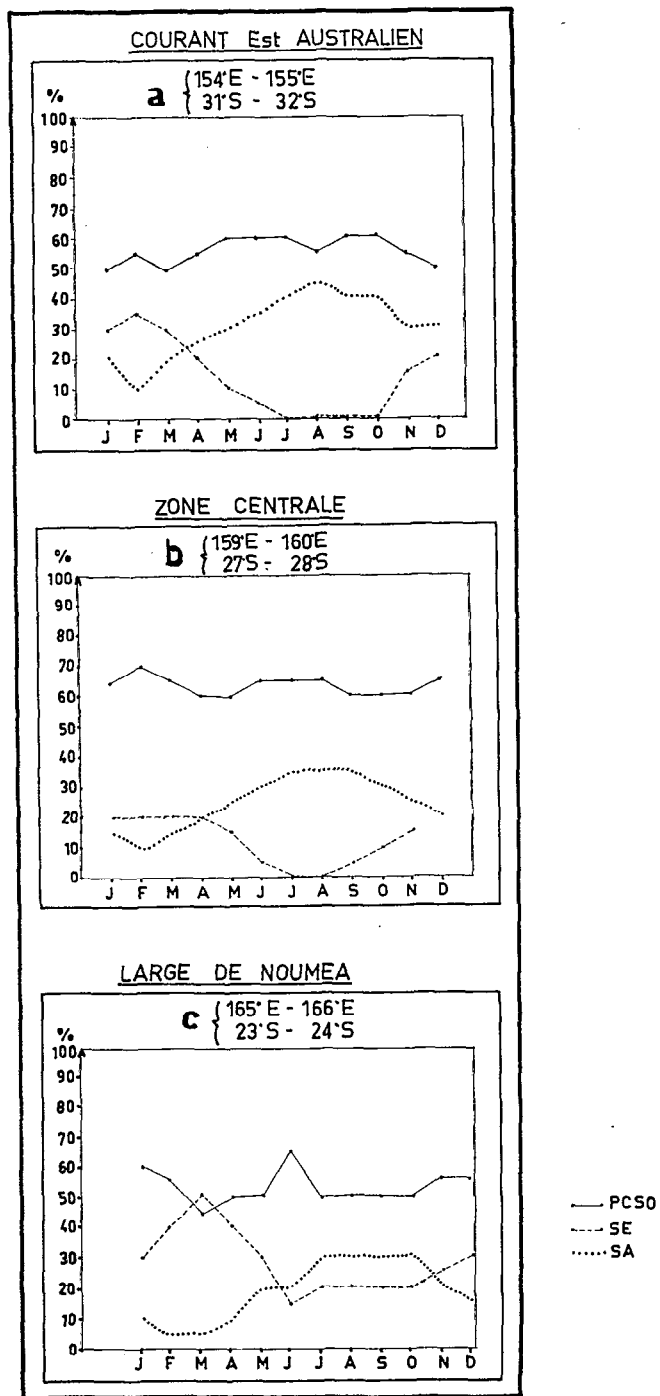
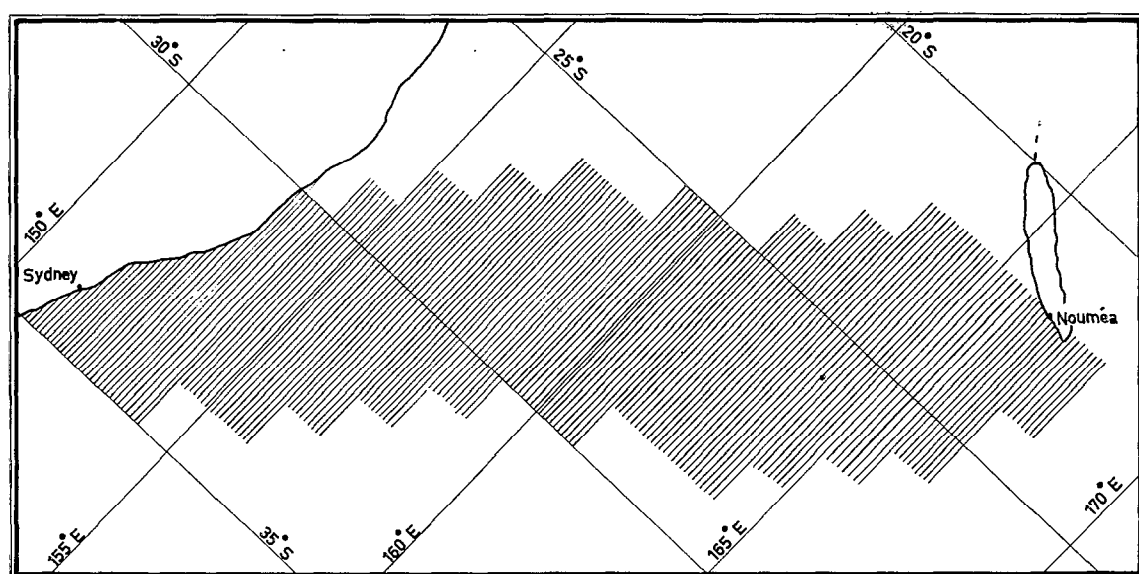


PLANCHE 16



/// ZONE DANS LAQUELLE LES PRELEVEMENTS D'EAU DE MER ET LES MESURES DE TEMPERATURE ONT ETE EFFECTUES