

CONTRIBUTION À LA CONNAISSANCE HYDROLOGIQUE

DE L'OCEAN INDIEN

entre Madagascar et La Réunion

(Janvier-Février 1952)

par Marc EYRIES, Ingénieur hydrographe principal de la Marine
& Maurice MENACHE, Océanographe-physicien à l'Institut de
Recherche Scientifique de Madagascar.

Dans une synthèse des connaissances hydrologiques sur l'Océan Indien (1) J. LE FLOCH rapproche les observations effectuées par P. TCHERNIA, en 1949 et 1950, à bord du "COMMANDANT CHARGOT", des mesures anciennes et discute la cohérence de l'ensemble.

Depuis cette étude, le bâtiment hydrographe "LAPEROUSE" de la Mission hydrographique de Madagascar a effectué, en Janvier et Février 1952, deux coupes hydrologiques dans l'Océan Indien : l'une entre Diego-Suarez et Port des Galets à La Réunion, l'autre entre Port des Galets et Tamatave.

Douze stations ont été faites. Le matériel réduit dont disposait alors la Mission n'a pas permis de dépasser l'immersion de 500 mètres et d'installer plusieurs bouteilles sur le fil. Les observations ont été effectuées par beau temps sous la direction de M. MENACHE, océanographe-physicien, attaché à l'INSTITUT DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE DE MADAGASCAR, et de l'Ingénieur hydrographe principal EYRIES, Directeur technique de la Mission hydrographique.

Les travaux du "LAPEROUSE" limités à un domaine restreint et à l'immersion 500 m n'apportent pas de complément à cette vue d'ensemble, si ce n'est la confirmation de l'hypothèse de P. TCHERNIA sur l'existence d'un front presque vertical entre les eaux du Nord-Indien et celles du Sud-Indien, front bien morcelé dans cette partie Ouest et dont quelques éléments s'observent encore à la latitude 17° Sud.

(1) Bulletin d'Information du C.O.E.C. III, 10 (décembre 1951), p.414

La densité des stations permet en revanche d'avoir une représentation plus précise de la structure hydrologique de ce domaine dont la situation aux abords de la barrière du continent malgache est d'un intérêt manifeste. Le mouvement général des eaux EST-OUEST et sa division sur la grande Ile a été reconnu, mais il faut y ajouter la découverte d'un courant inverse au N.W. de la Réunion et de l'influence des terres sur les caractères hydrologiques des mers qui les baignent.

Détermination des positions

Les points des stations ont été fournis par les officiers de quart du "LAPEROUSE", après compensation par l'officier de navigation. Les observations astronomiques ont toujours été possibles de sorte que l'on peut admettre la précision d'une navigation soignée, soit 1 à 2 milles.

Détermination des densités

Les chlorinités ont été déterminées au laboratoire de l'INSTITUT DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE DE MADAGASCAR par la méthode de Knudsen. H. MENACHE a exécuté lui-même ce travail.

Calculs

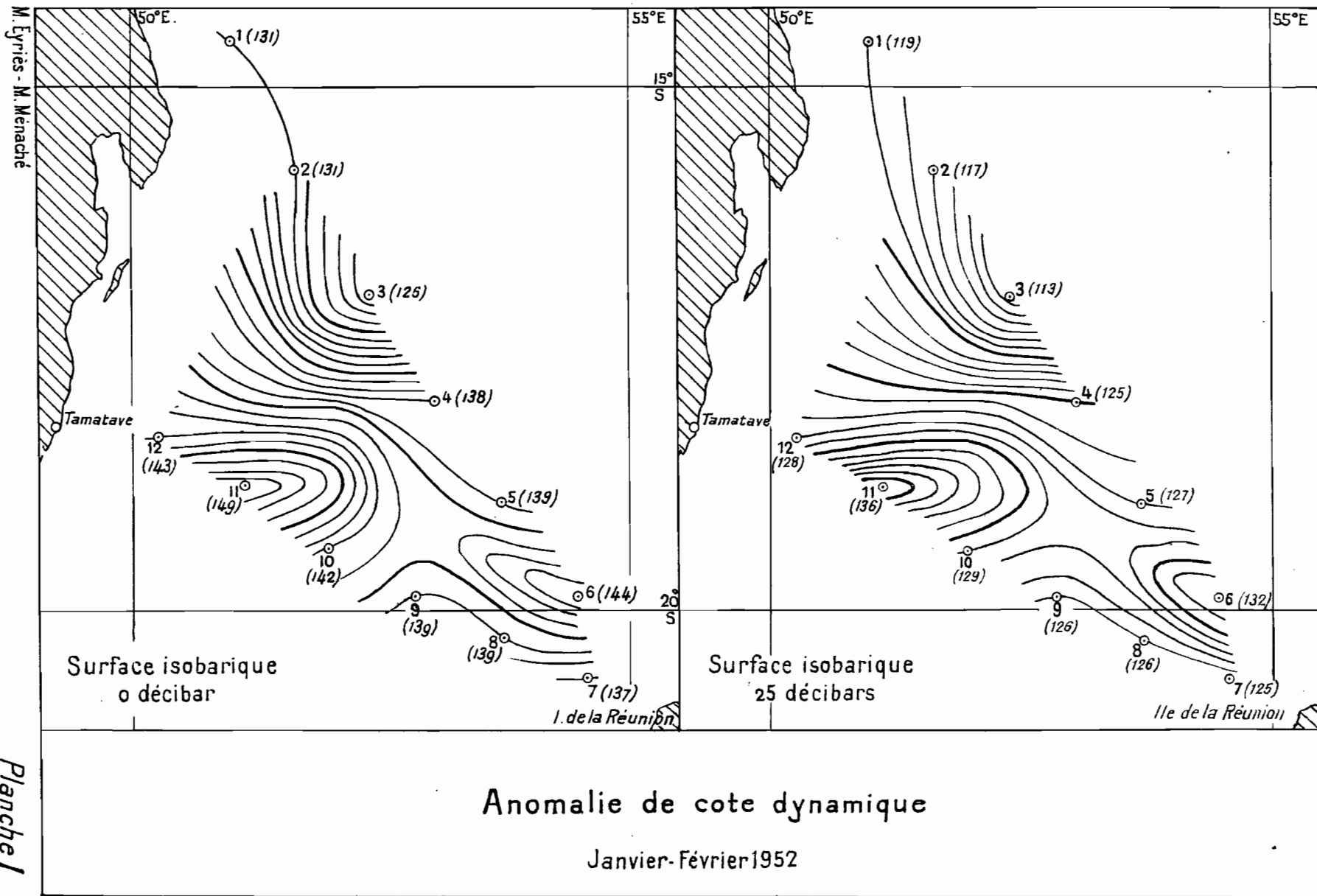
Les calculs ont été effectués à l'aide des tables de Knudsen et de Matthews et les valeurs obtenues de l'anomalie dynamique ont été rapportées à la surface 500 dbs.

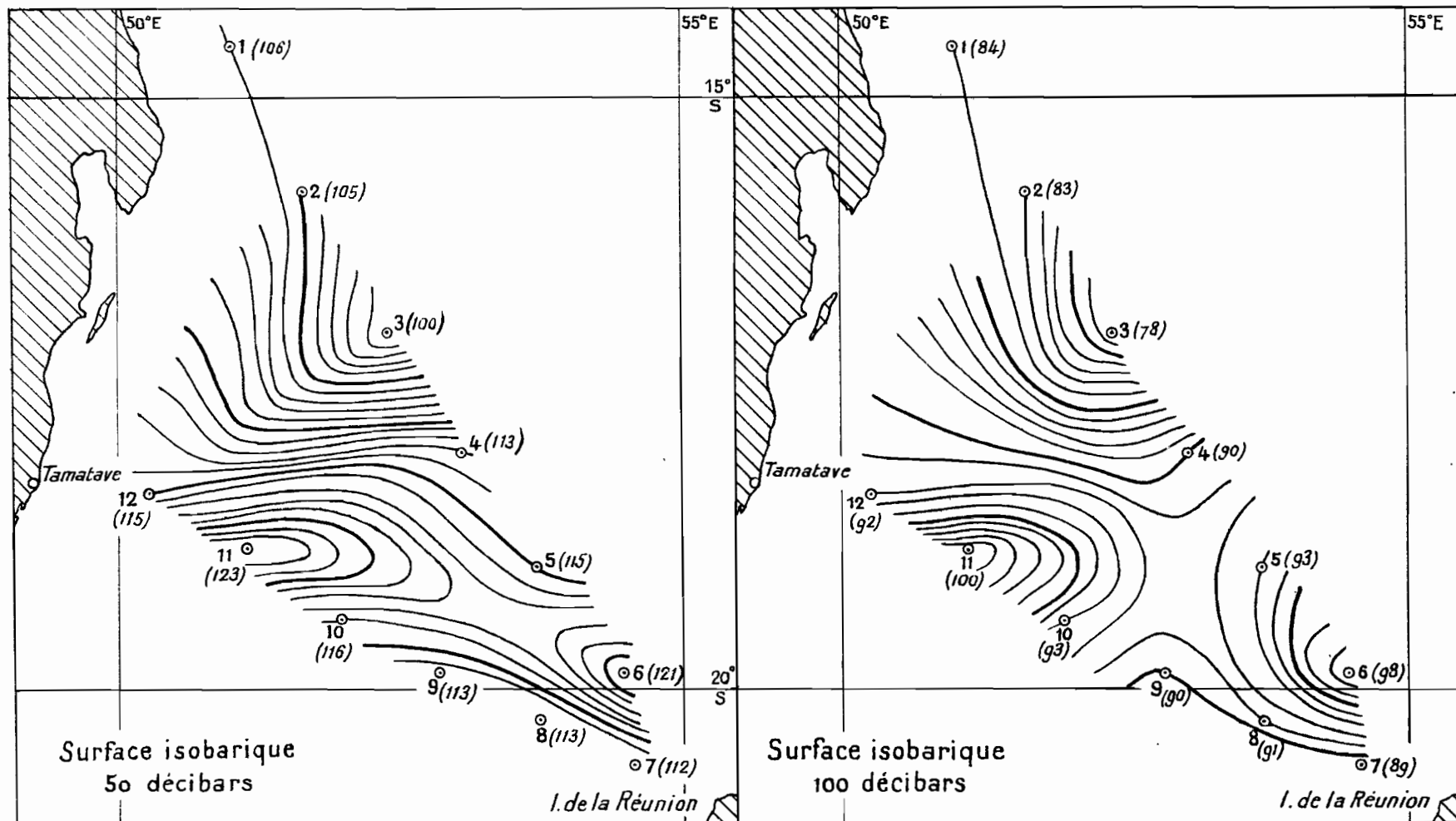
Détermination de l'immersion

Deux moyens ont été employés concurremment :

- Mesures de la longueur du fil l et de l'inclinaison i de sa partie aérienne
- Usage de thermomètres non protégés

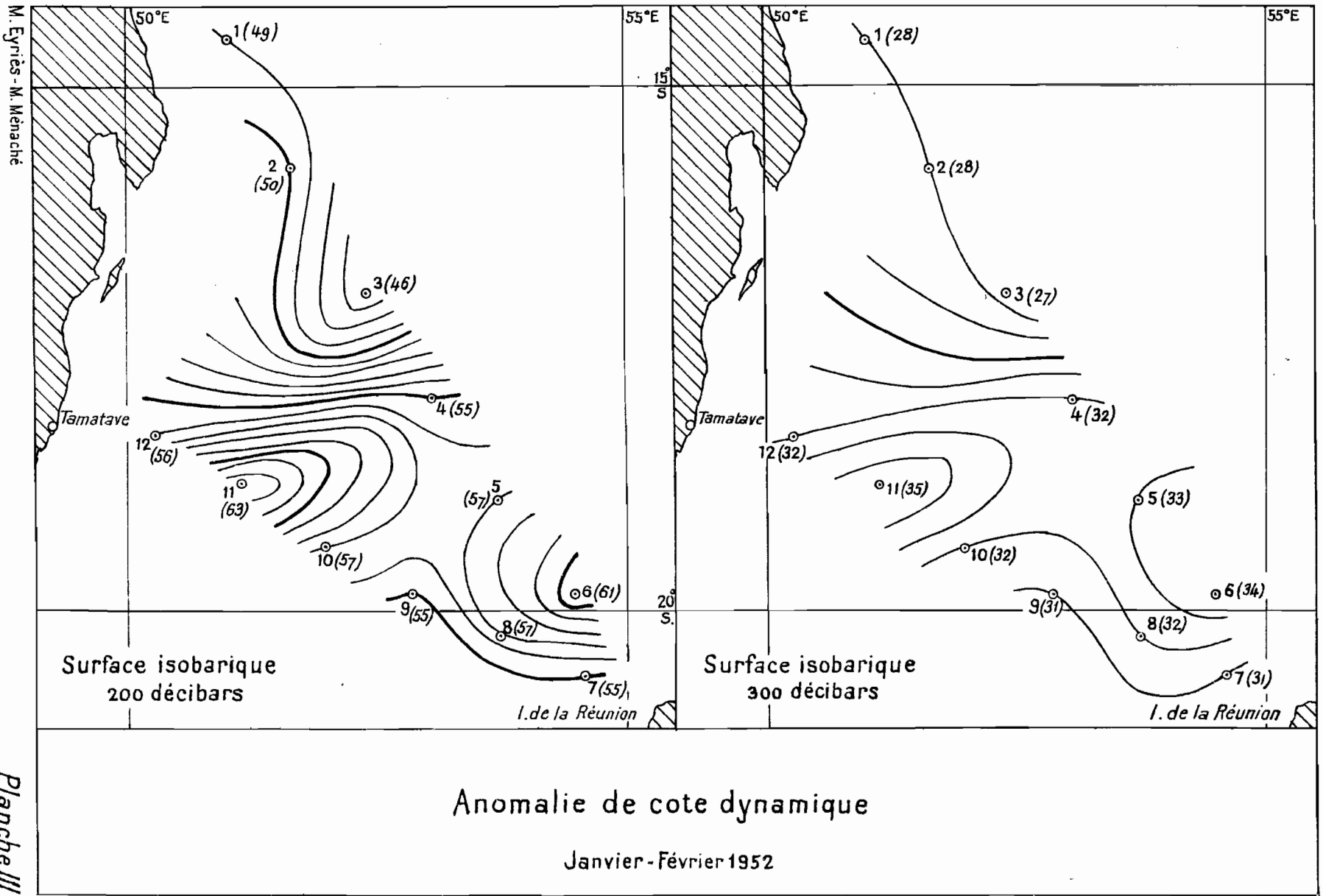
La longueur du fil était connue par la lecture d'une poulie compteuse prêtée par l'IRSM; l'inclinaison était lue sur une équerre fabriquée par l'arsenal de Diego-Suarez et dont le schéma figure à la planche IX fig. 1. Cet appareil s'est révélé utile, et surtout seul utilisable de nuit. La branche horizontale de l'équerre était graduée de 5 en 5 degrés, de sorte que l'inclinaison pouvait être appréciée à 2 degrés près.

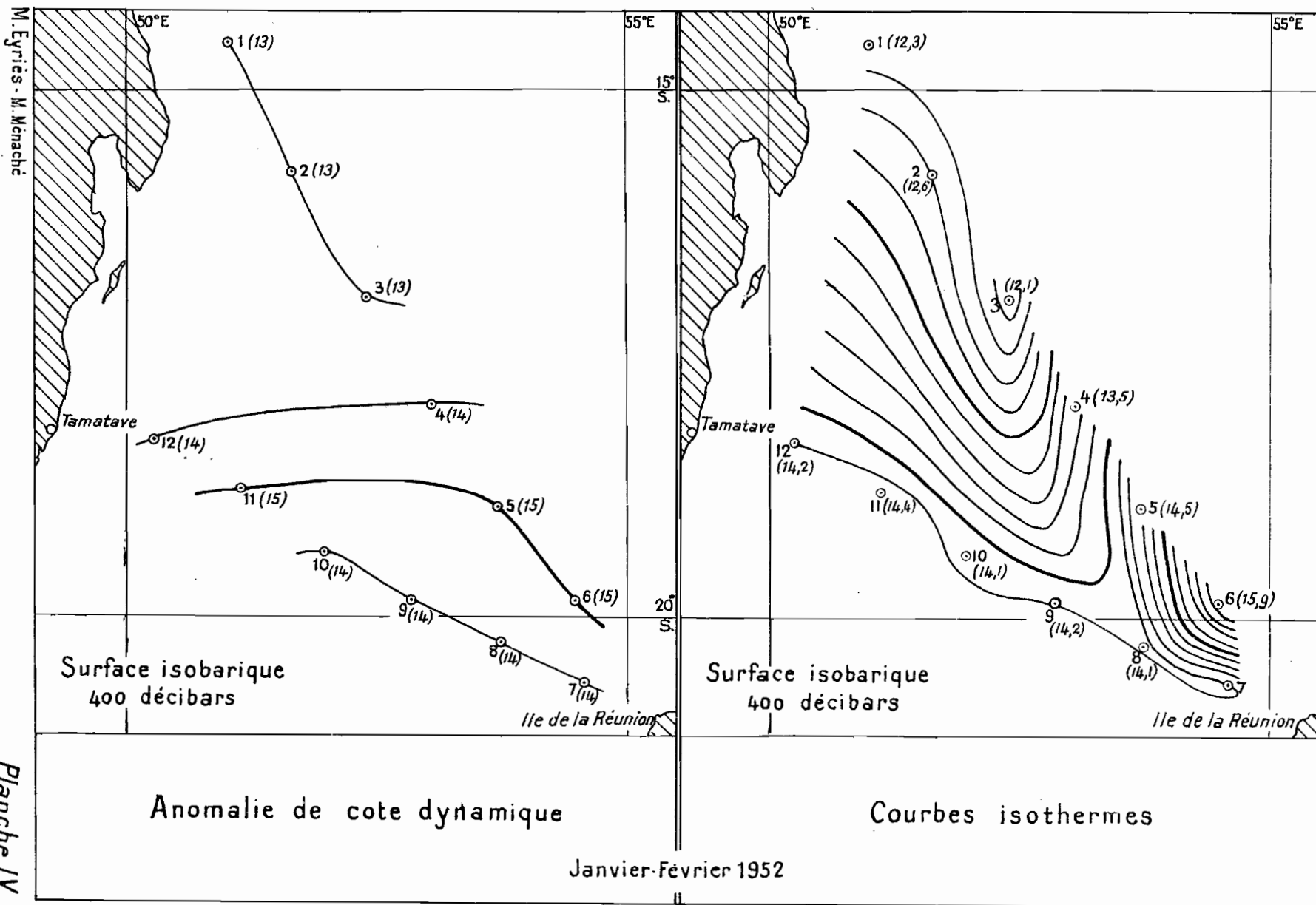




Anomalie de cote dynamique

Janvier - Février 1952





Les thermomètres non protégés ont souvent donné des résultats aberrants, vraisemblablement à cause d'une mauvaise rupture de la colonne mercurielle au moment du renversement.

Les éléments fournis par ces appareils ont été utilisés de la façon suivante :

On a admis qu'une indication du thermomètre non protégé était ou bien correcte ou bien totalement erronée. Après élimination des résultats manifestement faux, on a comparé les valeurs des immersions H_T données par le reste des lectures, aux immersions H_f déduites de l'inclinaison i et de la longueur l du fil par la relation :

$$H_f = l \cos i$$

Cette dernière relation correspond au cas de première approximation où le fil est sans poids et sans résistance à l'eau. On a étudié le rapport $n = \frac{H_T}{H_f}$, i étant un angle défini par

$H_T = l \cos i$. La représentation de n en fonction de i est une courbe présentant un asymptote pour $n = 0,75$ (voir planche IX fig.2) et décèle un "écart à la verticale" de 4° environ de l'équerre dû à l'excès du contrepoids.

L'hypothèse $H = l \cos i$ comme première approximation est raisonnable si l'on remarque :

que le poids du fil en l'absence de résistance donnerait une courbe à concavité vers le haut,

que la résistance du fil en l'absence de poids donnerait une courbe à concavité vers le bas.

La correction empirique montre que le deuxième effet l'emporte pour l'équipage utilisé (1).

Résultats

a) L'anomalie dynamique a été calculée par rapport à la surface de référence 500 dbS et les lignes de niveau tracées tous les centimètres dynamiques (planches I - II - III - IV).

(1) fil de sonde Warluzel de 1,8 m/m, une bouteille Knudsen de 4 kg et un plomb olive de 5 kg.

Le courant, qui suit les lignes de niveau de cette surface topographique, marque très nettement l'afflux EST-OUEST vers Madagascar, qui se divise au niveau de l'île Sainte-Marie en deux bras, l'un contournant la grande île vers le Nord, l'autre vers le Sud, le courant relatif en surface est de l'ordre de 0,4 nd. Il se découvre un courant OUEST-EST au NW de la Réunion qui s'amplifie à mesure que l'immersion décroît et qui résulte d'une anomalie de densité par défaut des eaux entourant la Réunion. La présence de cette terre semble en être la cause, soit qu'elle modifie les conditions de mélange des eaux chaudes et lourdes du Nord Indien avec les eaux plus froides et plus légères du Sud, soit qu'elle intervienne plus directement par un apport d'eau douce; cette terre est en effet haute et très arrosée pendant l'été austral.

b) Le tracé des isothermes et surtout des courbes de niveau des surfaces isothermes (planches IV - V - VI) montre que :

- Dans la partie EST et pour les températures inférieures à 25° les eaux chaudes remontent en se déplaçant vers le SW. Pour 25° ce mouvement ascendant est devenu très faible. Pour 27° il est inversé.

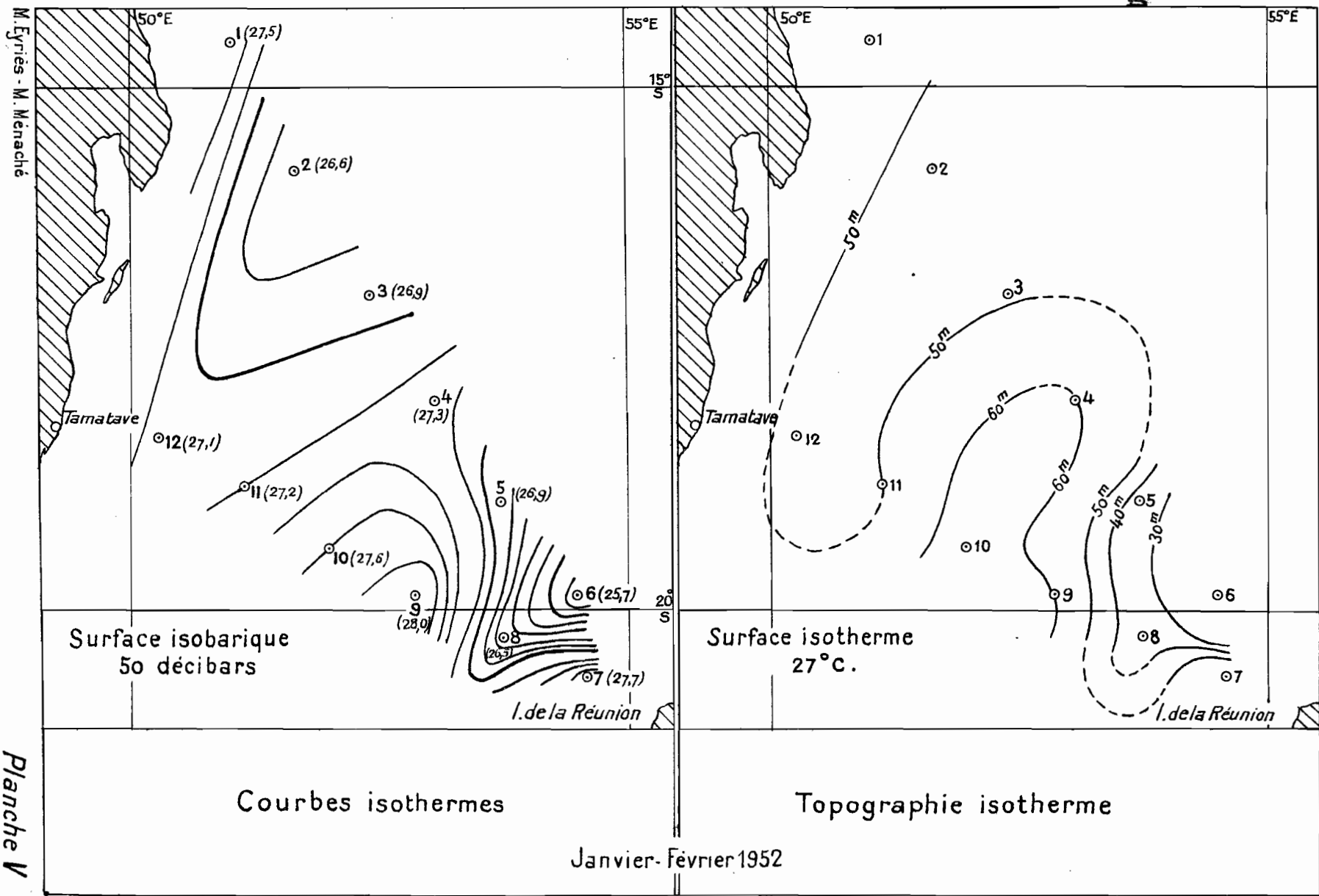
- Dans la partie médiane il n'y a pas de mouvement vertical (stations 4, 5, 8, 9, 10), sauf au bord Est pour les basses températures.

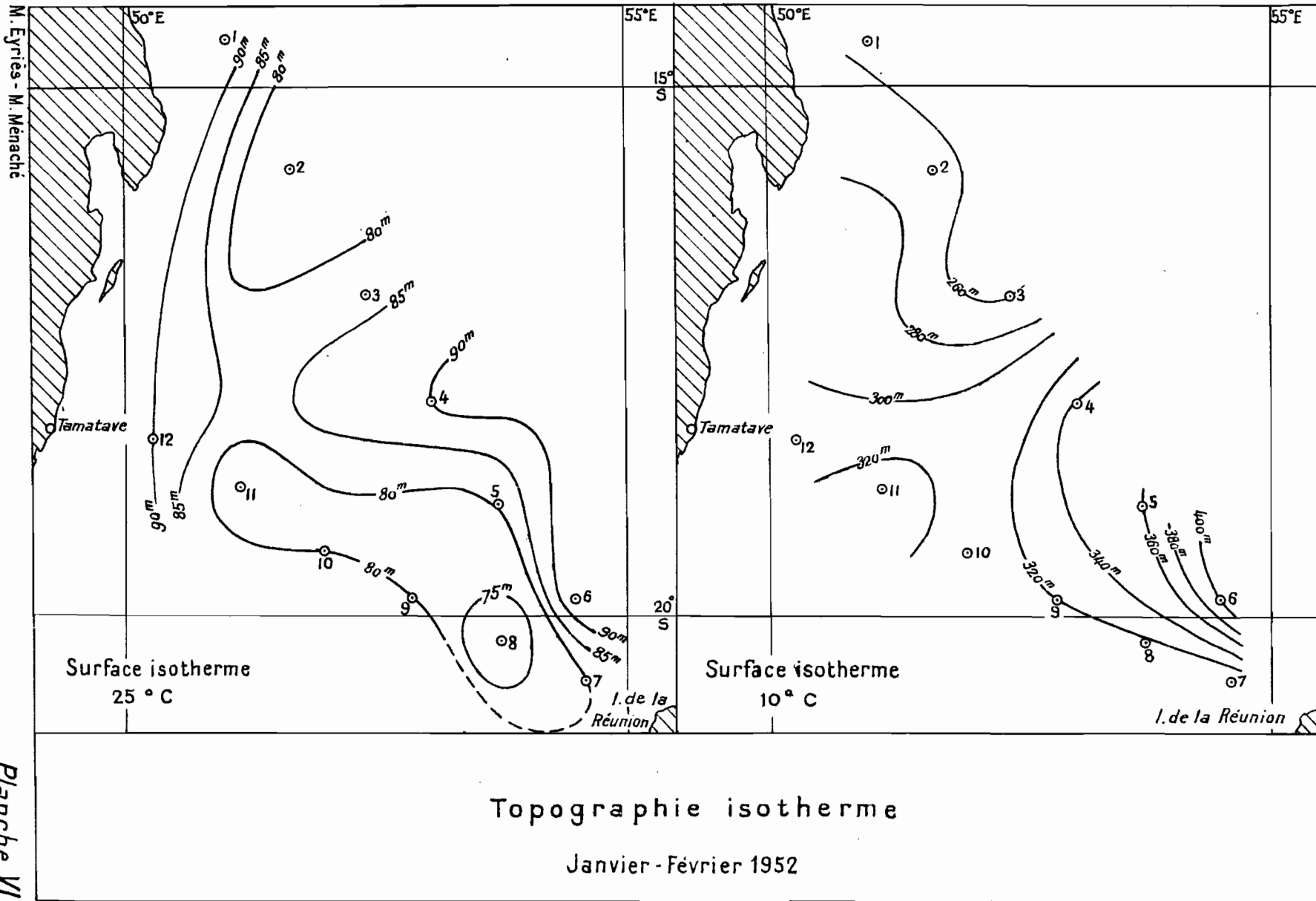
- Dans la partie Ouest les eaux chaudes descendent en se déplaçant vers le SW, le mouvement est surtout accusé pour les basses températures, il est très faible pour 25° et se marque pour 27° seulement dans la partie extrême Ouest.

c) La répartition des salinités (planche VII) montre que les eaux les plus salées se situent au niveau de la surface 300 dbs environ. Deux couples de maxima se correspondent dans les deux coupes : au maximum de la station 12 est associé celui qui se trouve entre les stations 3-4; au maximum de la station 9 correspond celui de la station 6.

La première correspondance indique un déplacement W-SW et une plongée des eaux salées dans ce sens (l'immersion moyenne des eaux à 35,50 ‰ passe de 240 m à 300 m).

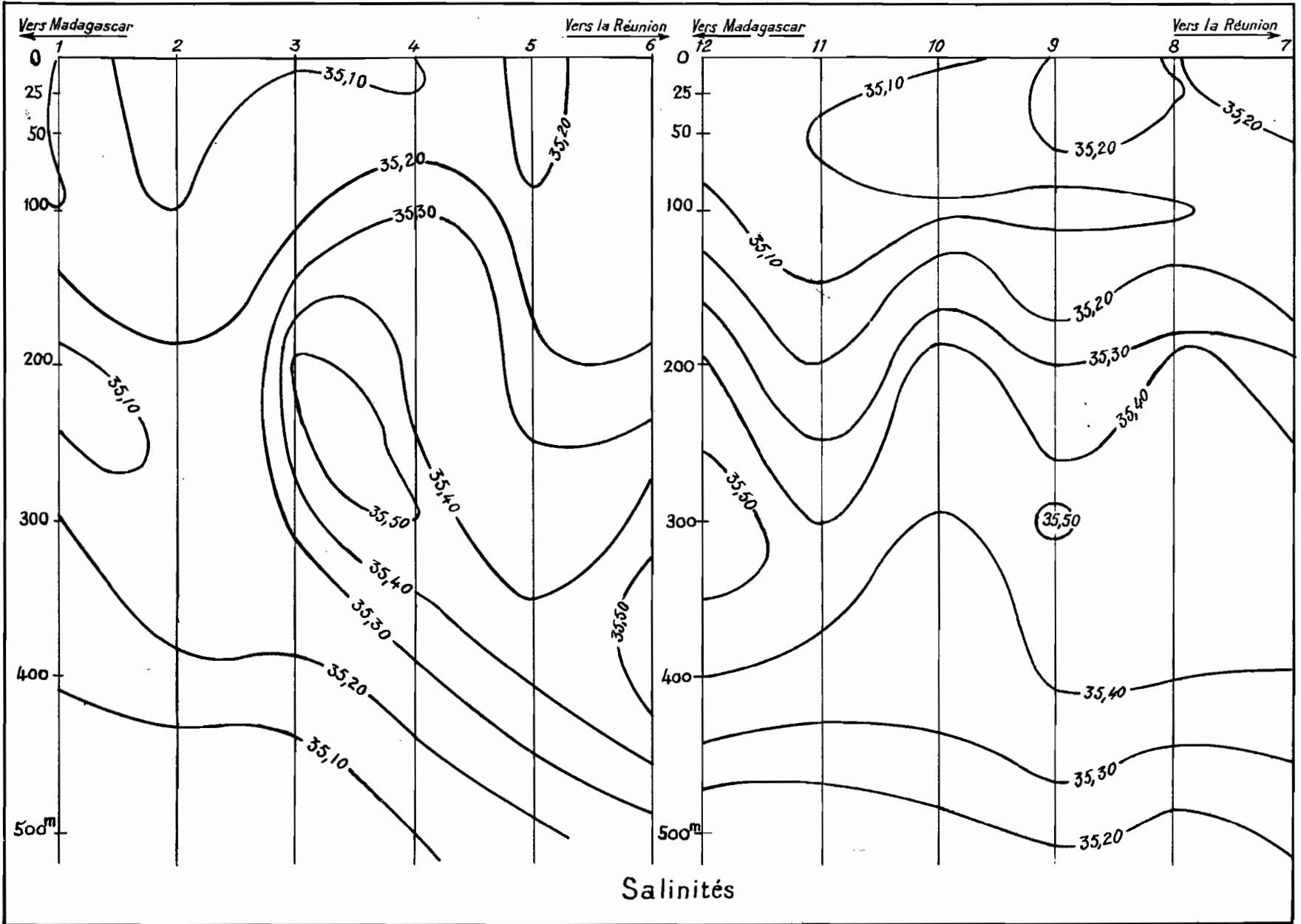
Le deuxième correspondance indique un déplacement W et une remontée dans ce sens (l'immersion moyenne des eaux à 35,50 ‰ passe de 360 m à 300 m).





M. Eyries - M. Ménaché

Planche VII



Salinités

Il faut ajouter l'existence en surface de deux zones de salinité minima (35,100/00) qui font correspondre les stations 2-3 avec 11-12.

Ces mouvements s'accordent bien avec ceux que l'on a déduits de la répartition des températures.

- d) La planche VIII indique sur chaque coupe les immersions des points de changement de pente des courbes T-S. On peut y remarquer pour la section Sud la constance de l'immersion (100 m) de ces points caractéristiques.

Les résultats numériques sont donnés dans le tableau de la page suivante.

RESULTATS NUMERIQUES DES OBSERVATIONS

N°	Heure TU Date 1952	Latitude S Longitude E	0 m	25 m	50 m	100 m	200 m	300 m	400 m	500 m
1	11 h 17 Janv.	14°34' 51°05'	28°31 22.55 1.31	27°72 22.75 1.19	27°47 22.85 1.06	25°26 23.51 0.84	18°64 25.16 0.49	14°30 26.29 0.28	12°33 26.63 0.13	10°81 26.78 0.00
2	15 h 17 Janv.	15°43' 51°42'	28°52 22.13 1.31	27°74 22.40 1.17	26°63 22.99 1.05	23°78 23.80 0.83	18°70 25.28 0.50	14°68 26.27 0.28	12°58 26.64 0.13	10°73 26.81 0.00
3	01 h 18 Janv.	16°46' 52°23'	28°22 22.40 1.26	27°85 22.60 1.13	26°92 22.88 1.00	24°01 23.80 0.78	18°85 25.47 0.46	14°22 26.42 0.27	12°12 26.70 0.13	10°90 26.80 0.00
4	09 h 18 Janv.	17°59' 53°02'	28°31 22.39 1.38	27°51 22.65 1.25	27°26 22.76 1.13	24°81 23.64 0.90	19°60 25.15 0.55	16°70 25.99 0.32	13°47 26.52 0.14	11°82 26.72 0.00
5	15 h 18 Janv.	18°58' 53°42'	27°73 22.67 1.39	27°14 22.88 1.27	26°86 22.98 1.15	24°37 23.69 0.93	19°90 24.97 0.57	16°53 25.93 0.33	14°47 26.43 0.15	12°24 26.70 0.00
6	02 h 19 Janv.	19°56' 54°28'	27°11 22.75 1.44	25°83 23.16 1.32	25°70 23.21 1.21	25°11 23.41 0.98	21°40 24.58 0.61	18°26 25.59 0.34	15°93 26.23 0.15	12°87 26.64 0.00
7	09 h 5 Fév.	20°36' 54°35'	27°73 22.67 1.37	27°72 22.67 1.25	27°72 22.68 1.12	24°17 23.72 0.89	20°28 24.95 0.55	17°17 25.86 0.31	13°90 26.52 0.14	12°27 26.72 0.00
8	15 h 5 Fév.	20°15' 53°47'	27°91 22.59 1.39	27°91 22.62 1.26	26°46 23.02 1.13	23°80 23.80 0.91	20°33 25.03 0.57	16°72 25.97 0.32	14°09 26.50 0.14	12°16 26.72 0.00
9	23 h 5 Fév.	19°53' 52°57'	28°22 22.50 1.39	28°13 22.54 1.26	27°95 22.59 1.13	24°26 23.66 0.90	19°87 25.02 0.55	16°43 26.05 0.31	14°22 26.49 0.14	12°65 26.66 0.00
10	05 h 6 Fév.	19°25' 52°06'	28°12 22.40 1.42	28°20 22.53 1.29	27°59 22.75 1.16	24°25 23.64 0.93	21°02 24.86 0.57	16°23 26.01 0.32	14°09 26.48 0.14	12°11 26.72 0.00
11	13 h 6 Fév.	18°50' 51°12'	28°62 22.33 1.49	27°52 22.58 1.36	27°18 22.80 1.23	24°39 23.56 1.00	21°41 24.54 0.63	17°21 25.78 0.35	14°39 26.45 0.15	11°91 26.73 0.00
12	19 h 6 Fév.	18°21' 50°22'	28°93 21.98 1.43	28°90 21.99 1.28	27°09 22.70 1.15	24°61 23.57 0.92	20°84 24.89 0.56	18°04 25.76 0.32	14°22 26.46 0.14	11°80 26.74 0.00

Nota - Dans les colonnes relatives aux immersions figurent :
à la première ligne de chaque case : la température, en degrés centigrades,
à la deuxième ligne de chaque case : la quantité σ_t ,
à la troisième ligne de chaque case : l'anomalie dynamique, en mètres dynamiques.

