

# HYDROLOGIE DE LA RÉGION DE NOSY-BE :

MARS - AVRIL - MAI - JUIN 1963

par

M. ANGOT<sup>1</sup> et R. GERARD<sup>2</sup>

Le texte qui suit résume les données hydrologiques observées en mars, avril, mai et juin 1963 autour de Nosy-Bé - Les observations ont été recueillies lors de quatre croisières de l'"Ambariaka", navire de recherche du C.O.P.N., codées respectivement : AM 1 (15 à 17 mars), AM 2 (17 à 20 avril), AM 3 (16 à 18 mai) et AM 4 (19 à 21 et 27 à 28 juin). Au cours de ces quatre croisières, les stations, numérotées de 1 à 10, ont été faites aux mêmes points; ceux-ci sont portés sur la carte de la figure 1.

Les observations ont porté sur :

- 1° - La température : mesurée à l'aide de thermomètres à renversement Richter et d'un bathy-thermographe. Mesures effectuées de la surface au fond lors des sept stations côtières. Lors des trois stations du large, nous avons été contraints de nous limiter à la profondeur de 75 m après la station 6 de mars en raison d'une avarie au câble. A partir de la croisière de mai, les prélèvements ont été faits jusqu'à 100 m.
- 2° - La salinité : prélèvements à l'aide de bouteilles à renversement Charlottenlund; analyse au laboratoire, à terre, par la méthode de Mohr-Knudsen.
- 3° - L'oxygène dissous (à partir d'avril) : prélèvements à l'aide de bouteilles Charlottenlund; introduction des réactifs de la méthode de Winkler à bord et titration au laboratoire, à terre.

## Résultats généraux —

Les résultats bruts par mois et par station sont donnés dans les tableaux placés en annexe.

Les symboles sont les suivants :

|       |   |                                 |
|-------|---|---------------------------------|
| Heure | : | heure locale                    |
| P     | : | profondeur en mètres            |
| T     | : | température en degré centigrade |
| Cl    | : | Chlorinité o/oo                 |
| S     | : | Salinité o/oo                   |

Ces résultats sont représentés graphiquement dans les figures 1 à 4 où chaque caractéristique physique ou chimique d'une station est illustrée par une courbe dessinée en fonction de la profondeur et à partir de la valeur de surface (mentionnée sur les graphiques).

(1) océanographe biologiste de l'O.R.S.T.O.M. au C.O.P.N.

(2) technicien en océanographie physique au C.O.P.N.

### Températures —

Les courbes de températures montrent tout d'abord que, en fonction de la profondeur (fig. 2 à 5), la température s'est stabilisée de mars à juin. Si l'on n'étudie que les stations profondes, on note en effet que la couche stable n'est profonde que de 25 m environ en mars, alors qu'elle atteint les 40 m en mai et qu'elle est voisine de 75 m en juin. Au niveau des stations "du large" (4 - 5 - 6 - 7), la thermocline s'est donc approfondie avec l'approche de l'hiver austral.

L'étude des seules températures de surface montre une évolution distincte de cette caractéristique physique de l'eau selon les stations. C'est ce qui apparaît dans la figure 6 ou l'on constate un groupement très net des stations 4 - 5 - 6 - 7 qui est sensible dès le mois de mai et devient évident en juin. Les courbes de ces quatre stations sont tracées en pointillé sur la figure 6.

Il est intéressant de constater que ces quatre stations sont les plus éloignées des côtes et celles où la profondeur de la masse aquatique dépasse 50 m (53 m à la station 4 et plus de 1.000 m aux autres). Nous pouvons donc, semble-t-il, considérer les résultats de ces stations comme typiques de l'eau du chenal situé au large de Nosy-Bé. Au contraire, toutes les autres stations sont purement littorales et, par là, leurs résultats sont largement influencés par la proximité des terres.

D'une manière générale, l'évolution des deux groupes est le suivant. Pour les stations dites "du large" (4 - 5 - 6 - 7), la température de l'eau de mer décroît fortement à partir d'avril, mois où elle atteint sa valeur maxima. Cette variation est d'autant plus accentuée que les eaux étudiées sont très franchement situées dans le chenal compris entre les deux isobathes de 100 m au large de Nosy-Bé (rappelons que la profondeur de ce chenal est de l'ordre de 1.000 m). En effet, alors que l'amplitude de la variation est de près de 4,5°C pour la station 7 et de 3,5°C pour les stations 5 et 6, elle n'est que de 2,5°C pour la station 4. Cette répartition correspond à celle des distances horizontales séparant les stations des isobathes de 100 m.

Pour les stations dites "côtières", on constate que la température de surface n'a pas augmenté au mois d'avril, mais qu'elle est telle dès le mois de mars. Par la suite, la décroissance de sa valeur s'effectue selon une courbe dont la pente est voisine de celle illustrant l'évolution de la station 4, c'est à dire inférieure à celles des stations du large (amplitude de la variation de l'ordre de 2,5°C).

Tout se passe donc comme si la proximité des terres au niveau d'une station quelconque parmi celles qui ont été étudiées, réduisait la variation de la température de surface pendant la période de temps allant d'avril à juin. On peut encore l'exprimer en disant que, par rapport à la température de l'eau, la terre fait office de tampon. Ceci apparaît clairement encore sur les figures 7 à 10 ou est illustrée la répartition géographique de la température de surface lors de chacune des croisières.

### Salinité —

Pour une observation se rapportant à une aussi faible profondeur que les 100 m qui ont été étudiés, la variation de la salinité en fonction de la profondeur ne peut pas être importante; du moins en est-il ainsi si aucun phénomène extérieur à la stratification propre de l'eau n'intervient. On peut cependant s'attendre à ce que la proximité des débouchés de cours d'eau terrestres entraîne une perturbation de la salinité dans les couches superficielles de la surface marine étudiée.

La figure 11 montre en effet que les valeurs de la salinité de surface sont fonction, elles aussi, de la proximité des terres. On distingue en fait trois groupes de stations.

D'une part, les stations 4 - 5 - 6 - 7, c'est à dire toutes celles qui ont été appelées précédemment stations du large. Les valeurs de leur salinité sont identiques, ou presque, en mai et juin. Par contre les valeurs caractérisant les stations 5 et surtout 4, sont nettement plus faibles en avril et surtout mai, que celles des stations 6 et 7. A ces dernières stations, il n'y a d'ailleurs presque pas eu de variation au cours de cette période de quatre mois.

Un deuxième groupe de stations comprend toutes les autres sauf la station 9. Les salinités de ce groupe sont toujours inférieures à celles du groupe précédent. Elles ont de très larges variations en mars et avril, alors qu'en mai et juin, les valeurs restent voisines.

La station 9 enfin doit-être mise à part en raison de la déssalure considérable qui caractérise la couche d'eau superficielle. Celle-ci est particulièrement nette en avril, constatation qui se retrouve après l'examen de la plupart des courbes du groupe précédent.

Si l'on se reporte maintenant aux figures 12 à 15 qui illustrent la répartition géographique de la salinité de surface lors de chacune des croisières, on note que la chute de la salinité est proche des débouchés de trois grands cours d'eau : le Sambirano au voisinage de la station 9; la Mahavavy et l'Ifasy près de la station 3. La station 9 est beaucoup plus influencée que les autres par cette proximité en raison de l'allure très fermée de la baie d'Ampasindava au milieu de laquelle elle est située. Il est cependant intéressant de constater que l'ensemble de la zone marine côtière comprise entre le rivage de Madagascar et une limite située au-dessus de l'isobathe de 100 m reste sous l'influence de l'apport d'eau douce de ces trois rivières.

#### Oxygène dissous —

La variation de la teneur en oxygène dissous en fonction de la profondeur peut se caractériser comme celle de la température; en effet, il apparait que la couche stable s'approfondit d'avril à juin. Il semble d'autre part, au moins au niveau des stations du large, qu'un minimum puisse être décelé à une profondeur d'une trentaine de mètres au cours du mois d'avril (fig. 3).

Les seules valeurs de surface ont permis les tracés de la figure 16. Leur examen fait apparaître des évolutions différentes selon trois groupes de stations. D'une part les stations 4 - 7 - 8 - 10 ou les teneurs en  $O_2$  dissous décroissent très fortement en mai par rapport à avril pour rejoindre en juin des valeurs proches d'une teneur commune à toutes les stations (sauf la station 1). D'autre part les stations 1 - 2 - 3 - 6 - 9 dont les évolutions sont parallèles avec accroissement régulier de la teneur en  $O_2$  dissous d'avril à juin. A noter cependant que les valeurs de la station 1 sont toutes très nettement inférieures à celles des autres stations du même groupe. Enfin la station 5 paraît évoluer très différemment des autres avec un accroissement subit et très fort de la teneur en  $O_2$  dissous en mai pour retomber ensuite au niveau moyen en juin.

Il est aussi important de constater que les stations "du large" (en pointillé sur la fig. 13) évoluent différemment les unes des autres : 4 et 7 sont à peu de chose près identiques entre elles mais très différentes de 6 qui l'est aussi de 5.

En tout cas, une remarque s'impose : en juin, toutes les valeurs sont très proches les unes des autres, tandis que les valeurs d'avril - et aussi celles de mai - sont très dispersées.

#### Aperçu sur les relations entre l'hydrologie et la climatologie —

Il nous a semblé utile de rapprocher les résultats hydrologiques des renseignements fournis par la climatologie. Nous avons tenu compte de deux observations météorologiques : d'une part la température de l'air, d'autre part la pluviométrie (renseignements fournis pour les deux premiers mois par la station météorologique de Fascène-Nosy-Bé).

Les moyennes mensuelles de la température de l'air sont les suivantes :

|       |   |         |
|-------|---|---------|
| Mars  | : | 27°35 C |
| Avril | : | 27°00 C |
| Mai   | : | 25°95 C |
| Juin  | : | 25°10 C |

Les quantités totales de pluie tombées au cours de chaque mois sont les suivantes :

|       |   |   |
|-------|---|---|
| Mars  | : | 169,2 mm dont 44,6 mm le 23 mars  |
| Avril | : | 51,3 mm dont 18,3 mm le 27 avril<br>(plus de 26 mm pendant la 1ère quinzaine) |
| Mai   | : | 66,9 mm   |
| Juin  | : | 15,6 mm   |

Les graphiques de la figure 17 illustrent ces deux variations.

La comparaison des figures 6 et 17 (températures de l'eau de surface et de l'air) montre un remarquable parallélisme des graphiques. La mer est toujours plus chaude que l'air (différence de l'ordre de 2°C) mais en fonction du temps, les températures des deux milieux varient dans le même sens.

La comparaison des figures 11 et 17 (salinités de l'eau de surface et quantités de pluie) indique qu'il existe un étroit rapport entre la pluie et la salinité superficielle, mais que l'action de la première caractéristique sur la seconde semble n'intervenir qu'avec un certain retard. C'est ainsi que le maximum de pluie se trouve en mars, tandis que la salinité minima se rencontre en avril. Il faut cependant noter que la période s'écoulant entre le 23 mars et le 15 avril a été très fortement pluvieuse (voir détail ci-dessus) : les chutes de pluies y ont été au moins aussi abondantes que pendant le mois de mars. Cette observation explique en partie le décalage observé.

Par ailleurs, il est très net que toute la zone côtière est très influencée par les abondantes pluies tropicales qui caractérisent la saison chaude et humide de Nosy-Bé (octobre à mars). Les bassins versants des trois rivières Sambirano, Mahavavy et Ifasy sont suffisants pour que celles-ci drainent à la mer une quantité d'eau douce telle que son action se fasse sentir sur l'eau de mer de surface jusqu'à plus de 25 milles du rivage. Une preuve en est donnée par le regroupement des valeurs de salinité à partir de mai, c'est-à-dire dès que la saison sèche apparaît.

Cette dépendance stricte du milieu marin au régime des pluies est une des principales caractéristiques du milieu physico-chimique ici étudié et doit nécessairement avoir de très importantes conséquences sur le milieu biologique qui est contraint de subir de telles variations hydrologiques.

MARS 1963 : croisière AM 1

STATION 1 - 15.3.63

| Heure | P  | T     | C1    | S     | Densité |
|-------|----|-------|-------|-------|---------|
| 09.10 | 0  | 29.74 | 17.95 | 32.43 | 19.91   |
|       | 10 | 29.21 | 18.45 | 33.33 | 20.76   |
|       | 18 | 28.33 | 18.93 | 34.20 | 21.70   |

STATION 2 - 15.3.63

| Heure | P  | T     | C1    | S     | Densité |
|-------|----|-------|-------|-------|---------|
| 11.30 | 0  | 28.70 | 18.22 | 32.92 | 20.62   |
|       | 10 | 28.68 | 18.25 | 32.97 | 20.67   |
|       | 20 | 28.58 | 18.62 | 33.64 | 21.21   |
|       | 28 | 27.90 | 18.94 | 34.22 | 21.86   |

STATION 3 - 15.3.63

| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|
| 14.45 | 0  | 28.89 | 18.33  | 33.12 | 20.72   |
|       | 12 | 28.58 | 18.935 | 34.21 | 21.63   |

STATION 4 - 15.3.63

| Heure | P  | T     | C1    | S     | Densité |
|-------|----|-------|-------|-------|---------|
| 16.30 | 0  | 28.46 | 18.60 | 33.60 | 21.22   |
|       | 10 | 28.49 | 18.60 | 33.60 | 21.21   |
|       | 20 | 28.51 | 18.70 | 33.78 | 21.33   |
|       | 30 | 27.53 | 19.03 | 34.38 | 22.11   |
|       | 50 | 25.43 | 19.28 | 34.83 | 23.10   |

STATION 5 - 15.3.63

| Heure | P   | T     | C1     | S     | Densité |
|-------|-----|-------|--------|-------|---------|
| 21.30 | 0   | 28.69 | 18.785 | 33.94 | 21.39   |
|       | 10  | 29.12 | 18.99  | 34.31 | 21.53   |
|       | 20  | 29.01 | 19.31  | 34.88 | 22.00   |
|       | 30  | 27.37 | 19.355 | 34.97 | 22.60   |
|       | 50  | 26.56 | 19.355 | 34.97 | 22.86   |
| 22.15 | 75  | 24.32 | 19.385 | 35.02 | 23.58   |
|       | 100 | 23.76 | 19.405 | 35.06 | 23.77   |
|       | 150 | 21.39 | 19.465 | 35.17 | 24.53   |
|       | 200 | 18.65 | 19.54  | 35.30 | 25.36   |

STATION 6 - 16.3.63

| Heure | P   | T     | C1     | S     | Densité |
|-------|-----|-------|--------|-------|---------|
| 02.35 | 0   | 28.78 | 19.22  | 34.72 | 21.94   |
|       | 10  | 28.76 | 19.22  | 34.72 | 21.95   |
|       | 20  | 28.79 | 19.22  | 34.72 | 21.94   |
|       | 30  | 28.64 | 19.25  | 34.78 | 22.04   |
|       | 50  | 28.20 | 19.30  | 34.87 | 22.25   |
| 03.20 | 75  | 26.42 | 19.33  | 34.92 | 22.86   |
|       | 100 | 25.09 | 19.355 | 34.97 | 23.31   |
|       | 150 | 21.48 | 19.52  | 35.26 | 24.59   |
|       | 200 | 18.29 | 19.51  | 35.25 | 25.41   |

STATION 7 - 16.3.63

| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|
| 06.50 | 0  | 29.10 | 19.20  | 34.69 | 21.82   |
|       | 10 | 29.10 | 19.20  | 34.69 | 21.82   |
|       | 20 | 29.09 | 19.21  | 34.70 | 21.82   |
|       | 30 | 28.10 | 19.27  | 34.81 | 22.24   |
|       | 50 | 26.92 | 19.355 | 34.97 | 22.74   |
|       | 75 | 25.46 | 19.365 | 34.98 | 23.21   |

STATION 8 - 16.3.63

| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|
| 13.20 | 0  | 29.29 | 18.57  | 33.55 | 20.90   |
|       | 10 | 28.36 | 18.66  | 33.71 | 21.33   |
|       | 20 | 27.87 | 18.905 | 34.15 | 21.82   |

STATION 9 - 16.3.63

| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|
| 15.45 | 0  | 30.44 | 17.22  | 31.11 | 18.68   |
|       | 10 | 29.27 | 18.775 | 33.92 | 21.19   |
|       | 20 | 28.42 | 19.185 | 34.66 | 22.01   |
|       | 25 | 28.35 | 19.21  | 34.70 | 22.06   |

STATION 10 - 16.3.63

| Heure | P  | T     | C1    | S     | Densité |
|-------|----|-------|-------|-------|---------|
| 18.00 | 0  | 28.90 | 18.56 | 33.53 | 21.01   |
|       | 10 | 28.58 | 18.65 | 33.69 | 21.24   |

AVRIL 1963 : croisière AM 2

STATION 1 - 17.4.63

| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité | O <sup>2</sup> m1/1 |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|---------------------|
| 09.40 | 0  | 29.77 | 18.78  | 33.93 | 21.02   | 4.30                |
|       | 10 | 29.46 | 18.805 | 33.97 | 21.16   | 4.52                |
|       | 20 | 29.49 | 18.93  | 34.20 | 21.31   | 4.39                |

STATION 2 - 17.4.63

| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité | O <sup>2</sup> m1/1 |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|---------------------|
| 11.40 | 0  | 29.47 | 18.38  | 33.21 | 20.58   | 4.41                |
|       | 10 | 29.33 | 18.79  | 33.95 | 21.19   | 4.82                |
|       | 20 | 28.18 | 19.08  | 34.47 | 21.96   | 4.39                |
|       | 30 | 27.88 | 19.125 | 34.55 | 22.11   | 4.26                |

STATION 3 - 17.4.63

| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité | O <sup>2</sup> m1/1 |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|---------------------|
| 14.15 | 0  | 30.20 | 17.60  | 31.80 | 19.28   | 4.50                |
|       | 10 | 29.17 | 18.70  | 33.78 | 21.11   | 4.64                |
|       | 20 | 28.69 | 18.885 | 34.12 | 21.53   | 4.18                |

STATION 4 - 18.4.63

| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité | O <sup>2</sup> m1/1 |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|---------------------|
| 08.10 | 0  | 28.71 | 18.96  | 34.25 | 21.62   | 4.67                |
|       | 10 | 28.81 | 19.035 | 34.39 | 21.69   | 4.21                |
|       | 20 | 28.73 | 19.19  | 34.67 | 21.92   | 4.75                |
|       | 30 | 28.50 | 19.205 | 34.70 | 22.02   | 4.85                |
|       | 40 | 27.75 | 19.265 | 34.80 | 22.35   | 4.44                |

STATION 5 - 18.4.63

| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité | O <sup>2</sup> m1/1 |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|---------------------|
| 10.15 | 0  | 29.55 | 19.145 | 34.59 | 21.59   | 4.36                |
|       | 10 | 29.46 | 19.175 | 34.64 | 21.66   | 4.37                |
|       | 20 | 29.03 | 19.26  | 34.79 | 21.92   | 4.21                |
|       | 30 | 28.49 | 19.29  | 34.85 | 22.15   | 4.59                |
|       | 50 | 27.48 | 19.315 | 34.89 | 22.50   | 4.90                |
|       | 75 | 26.82 | 19.295 | 34.86 | 22.69   | 4.05                |

STATION 6 - 18.4.63

| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité | O <sup>2</sup> m1/1 |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|---------------------|
| 14.10 | 0  | 29.59 | 19.225 | 34.73 | 21.69   | 4.40                |
|       | 10 | 29.11 | 19.24  | 34.76 | 21.86   | 4.57                |
|       | 20 | 29.03 | 19.25  | 34.78 | 21.91   | 4.47                |
|       | 30 | 28.98 | 19.255 | 34.79 | 21.94   | 4.32                |
|       | 50 | 27.95 | 19.325 | 34.91 | 22.36   | 4.85                |
| 14.40 | 75 | 25.54 | 19.385 | 35.02 | 23.21   | 4.93                |

STATION 7 - 18.4.63

| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité | O <sup>2</sup> m1/1 |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|---------------------|
| 17.00 | 0  | 30.58 | 19.165 | 34.62 | 21.26   | 4.73                |
|       | 10 | 29.54 | 19.16  | 34.61 | 21.60   | 4.58                |
|       | 20 | 29.54 | 19.17  | 34.63 | 21.63   | 4.53                |
|       | 30 | 29.31 | 19.29  | 34.85 | 21.87   | 4.66                |
|       | 50 | 27.61 | 19.35  | 34.96 | 22.51   | 4.88                |
| 17.15 | 75 | 24.91 | 19.385 | 35.02 | 23.41   | 4.72                |

STATION 8 - 18.4.63

| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité | O <sup>2</sup> m1/1 |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|---------------------|
| 19.55 | 0  | 29.36 | 18.395 | 33.23 | 20.64   | 4.78                |
|       | 10 | 28.88 | 19.07  | 34.45 | 21.71   | 4.62                |
|       | 20 | 28.90 | 19.12  | 34.54 | 21.77   | 4.57                |
|       | 30 | 27.77 | 19.155 | 34.61 | 22.20   | 4.69                |

STATION 9 - 19.4.63

| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité | O <sup>2</sup> m1/1 |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|---------------------|
| 10.55 | 0  | 30.24 | 16.50  | 29.81 | 17.79   | 4.39                |
|       | 10 | 29.08 | 19.03  | 34.38 | 21.60   | 4.25                |
|       | 20 | 28.46 | 19.145 | 34.59 | 21.96   | 4.12                |
|       | 30 | 28.15 | 19.135 | 34.57 | 22.04   | 3.54                |

STATION 10 - 19.4.63

| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité | O <sup>2</sup> m1/1 |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|---------------------|
| 13.00 | 0  | 29.49 | 17.985 | 32.44 | 19.99   | 4.72                |
|       | 10 | 29.15 | 18.655 | 33.70 | 21.06   | 4.64                |
|       | 20 | 28.70 | 19.08  | 34.47 | 21.79   | 4.45                |



MAI 1963 : croisière AM 3

STATION 1 - 15. 5. 63

| Heure  | P  | T      | C1      | S      | Densité | O <sup>2</sup> m1/1 |
|--------|----|--------|---------|--------|---------|---------------------|
| 09. 55 | 0  | 28. 61 | 19. 075 | 34. 46 | 21. 81  | 4. 37               |
|        | 10 | 28. 41 | 19. 075 | 34. 46 | 21. 87  | 4. 32               |
|        | 20 | 28. 37 | 19. 08  | 34. 47 | 21. 90  | 4. 31               |

STATION 2 - 15. 5. 63

| Heure  | P  | T      | C1       | S      | Densité | O <sup>2</sup> m1/1 |
|--------|----|--------|----------|--------|---------|---------------------|
| 12. 15 | 0  | 28. 52 | 19. 095. | 34. 50 | 21. 87  | 4. 47               |
|        | 10 | 28. 33 | 19. 09   | 34. 49 | 21. 93  | 4. 45               |
|        | 20 | 27. 91 | 19. 16   | 34. 61 | 22. 15  | 4. 42               |
|        | 28 | 27. 71 | 19. 235  | 34. 75 | 22. 32  | 4. 31               |

STATION 3 - 15. 5. 63

| Heure  | P  | T      | C1      | S      | Densité | O <sup>2</sup> m1/1 |
|--------|----|--------|---------|--------|---------|---------------------|
| 14. 45 | 0  | 28. 76 | 19. 075 | 34. 46 | 21. 76  | 4. 59               |
|        | 10 | 28. 22 | 19. 11  | 34. 52 | 21. 99  | 4. 49               |
|        | 20 | 28. 18 | 19. 15  | 34. 60 | 22. 05  | 4. 00               |

STATION 4 - 16. 5. 63

| Heure  | P  | T      | C1      | S      | Densité | O <sup>2</sup> m1/1 |
|--------|----|--------|---------|--------|---------|---------------------|
| 19. 20 | 0  | 27. 52 | 19. 26  | 34. 79 | 22. 41  | 4. 48               |
|        | 10 | 27. 45 | 19. 275 | 34. 82 | 22. 46  | 4. 55               |
|        | 20 | 27. 42 | 19. 285 | 34. 84 | 22. 49  | 4. 52               |
|        | 30 | 27. 41 | 19. 285 | 34. 84 | 22. 49  | 4. 60               |
|        | 40 | 27. 22 | 19. 295 | 34. 86 | 22. 56  | 4. 50               |
|        | 46 | 26. 73 | 19. 325 | 34. 91 | 22. 75  | 4. 59               |

STATION 5 - 16. 5. 63

| Heure  | P   | T      | C1      | S      | Densité | O <sup>2</sup> m1/1 |
|--------|-----|--------|---------|--------|---------|---------------------|
| 23. 00 | 0   | 27. 73 | 19. 285 | 34. 84 | 22. 39  | 4. 85               |
|        | 10  | 27. 73 | 19. 29  | 34. 85 | 22. 40  | 4. 51               |
|        | 20  | 27. 60 | 19. 295 | 34. 86 | 22. 44  | 4. 52               |
|        | 30  | 27. 35 | 19. 295 | 34. 86 | 22. 52  | 4. 55               |
|        | 50  | 27. 11 | 19. 31  | 34. 88 | 22. 61  | 4. 53               |
| 23. 35 | 75  | 24. 62 | 19. 405 | 35. 06 | 23. 51  | 4. 53               |
|        | 100 | 22. 71 | 19. 485 | 35. 20 | 24. 19  | 4. 38               |

STATION 6 - 17.5.63

| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité | O <sup>2</sup> m1/1 |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|---------------------|
| 04.25 | 0  | 27.99 | 19.265 | 34.80 | 22.27   | 4.49                |
|       | 10 | 28.03 | 19.265 | 34.80 | 22.26   | 4.49                |
|       | 20 | 28.01 | 19.27  | 34.81 | 22.27   | 4.52                |
|       | 30 | 28.01 | 19.265 | 34.80 | 22.27   | 4.53                |
|       | 50 | 27.02 | 19.31  | 34.88 | 22.64   | -                   |
| 04.55 | 70 | 24.98 | 19.385 | 35.02 | 23.39   | 4.49                |
|       | 95 | 23.85 | 19.41  | 35.07 | 23.75   | 4.17                |

STATION 7 - 17.5.63

| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité | O <sup>2</sup> m1/1 |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|---------------------|
| 08.25 | 0  | 28.11 | 19.27  | 34.81 | 22.23   | 4.45                |
|       | 10 | 28.11 | 19.265 | 34.80 | 22.23   | 4.52                |
|       | 20 | 28.11 | 19.265 | 34.80 | 22.23   | 4.49                |
|       | 30 | 27.73 | 19.28  | 34.83 | 22.38   | 4.49                |
|       | 50 | 25.93 | 19.36  | 34.97 | 23.05   | 4.61                |
| 08.55 | 70 | 25.05 | 19.375 | 35.00 | 23.35   | 4.47                |
|       | 95 | 23.21 | 19.425 | 35.09 | 23.96   | 4.05                |

STATION 8 - 17.5.63

| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité | O <sup>2</sup> m1/1 |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|---------------------|
| 13.15 | 0  | 28.23 | 19.22  | 34.72 | 22.12   | 4.49                |
|       | 10 | 27.93 | 19.24  | 34.76 | 22.25   | 4.48                |
|       | 20 | 27.84 | 19.26  | 34.79 | 22.31   | 4.49                |
|       | 30 | 27.75 | 19.275 | 34.82 | 22.36   | 4.50                |
|       | 40 | 27.46 | 19.295 | 34.86 | 22.48   | 4.50                |

STATION 9 - 17.5.63

| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité | O <sup>2</sup> m1/1 |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|---------------------|
| 16.45 | 0  | 28.45 | 18.405 | 33.25 | 20.96   | 4.46                |
|       | 10 | 28.05 | 19.23  | 34.74 | 22.20   | -                   |
|       | 20 | 27.58 | 19.285 | 34.84 | 22.43   | 4.31                |
|       | 27 | 27.53 | 19.29  | 34.85 | 22.46   | 3.82                |

STATION 10 - 17.5.63

| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité | O <sup>2</sup> m1/1 |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|---------------------|
| 19.30 | 0  | 28.26 | 19.12  | 34.54 | 21.98   | 4.40                |
|       | 10 | 28.16 | 19.215 | 34.71 | 22.14   | 4.45                |
|       | 14 | 27.86 | 19.26  | 34.79 | 22.30   | 4.53                |

————— JUIN 1963 : croisière AM 4 —————

STATION 1 - 19.6.63

| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité | 0 <sup>2</sup> m1/1 |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|---------------------|
| 10.15 | 0  | 27.69 | 19.275 | 34.82 | 22.38   | 4.47                |
|       | 10 | 27.56 | 19.265 | 34.80 | 22.41   | 4.50                |
|       | 20 | 27.50 | 19.265 | 34.80 | 22.43   | 4.46                |

STATION 2 - 19.6.63

| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité | 0 <sup>2</sup> m1/1 |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|---------------------|
| 12.50 | 0  | 27.65 | 19.26  | 34.79 | 22.37   | 4.58                |
|       | 10 | 26.96 | 19.315 | 34.89 | 22.67   | 4.62                |
|       | 20 | 26.63 | 19.325 | 34.91 | 22.78   | 4.49                |
|       | 30 | 26.55 | 19.32  | 34.90 | 22.81   | 4.48                |
|       | 35 | 26.55 | 19.325 | 34.91 | 22.81   | -                   |

STATION 3 - 19.6.63

| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité | 0 <sup>2</sup> m1/1 |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|---------------------|
| 15.40 | 0  | 27.32 | 19.215 | 34.71 | 22.41   | 4.64                |
|       | 10 | 27.30 | 19.22  | 34.72 | 22.43   | 4.62                |
|       | 15 | 27.26 | 19.23  | 34.74 | 22.46   | 4.56                |

STATION 4 - 27.6.63

| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité | 0 <sup>2</sup> m1/1 |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|---------------------|
| 18.25 | 0  | 26.27 | 19.39  | 35.03 | 22.99   | 4.64                |
|       | 10 | 26.21 | 19.39  | 35.03 | 23.00   | 4.68                |
|       | 20 | 26.18 | 19.39  | 35.03 | 23.01   | 4.67                |
|       | 30 | 26.12 | 19.39  | 35.03 | 23.03   | 4.69                |
|       | 50 | 25.70 | 19.395 | 35.04 | 23.17   | 4.62                |

STATION 5 - 27.6.63

| Heure | P   | T     | C1     | S     | Densité | 0 <sup>2</sup> m1/1 |
|-------|-----|-------|--------|-------|---------|---------------------|
| 21.55 | 0   | 26.11 | 19.385 | 35.02 | 23.04   | 4.63                |
|       | 10  | 26.01 | 19.385 | 35.02 | 23.07   | 4.61                |
|       | 20  | 26.00 | 19.40  | 35.05 | 23.09   | 4.65                |
|       | 30  | 25.94 | 19.405 | 35.06 | 23.11   | 4.66                |
|       | 45  | 25.90 | 19.40  | 35.05 | 23.12   | 4.65                |
| 22.30 | 75  | 24.91 | 19.43  | 35.10 | 23.47   | 4.49                |
|       | 100 | 23.31 | 19.48  | 35.19 | 24.04   | 4.42                |

STATION 6 - 28.6.63

| Heure | P   | T     | C1     | S     | Densité | O <sup>2</sup> m1/1 |
|-------|-----|-------|--------|-------|---------|---------------------|
| 03.10 | 0   | 26.22 | 19.40  | 35.05 | 23.02   | 4.59                |
|       | 10  | 26.21 | 19.40  | 35.05 | 23.02   | 4.60                |
|       | 20  | 26.17 | 19.40  | 35.05 | 23.04   | 4.60                |
|       | 30  | 26.14 | 19.395 | 35.04 | 23.04   | 4.64                |
|       | 50  | 25.97 | 19.395 | 35.04 | 23.09   | 4.60                |
| 03.45 | 75  | 25.22 | 19.415 | 35.08 | 23.35   | 4.50                |
|       | 100 | 22.52 | 19.50  | 35.23 | 24.26   | 4.24                |

STATION 7 - 28.6.63

| Heure | P   | T     | C1     | S     | Densité | O <sup>2</sup> m1/1 |
|-------|-----|-------|--------|-------|---------|---------------------|
| 07.00 | 0   | 26.05 | 19.395 | 35.04 | 23.06   | 4.61                |
|       | 10  | 26.06 | 19.395 | 35.04 | 23.06   | 4.59                |
|       | 20  | 26.06 | 19.395 | 35.04 | 23.06   | 4.63                |
|       | 30  | 26.05 | 19.395 | 35.04 | 23.06   | 4.62                |
|       | 50  | 26.01 | 19.395 | 35.04 | 23.08   | 4.61                |
| 07.35 | 75  | 25.93 | 19.39  | 35.03 | 23.09   | 4.63                |
|       | 100 | 23.52 | 19.465 | 35.17 | 23.93   | 4.39                |

STATION 8 - 21.6.63

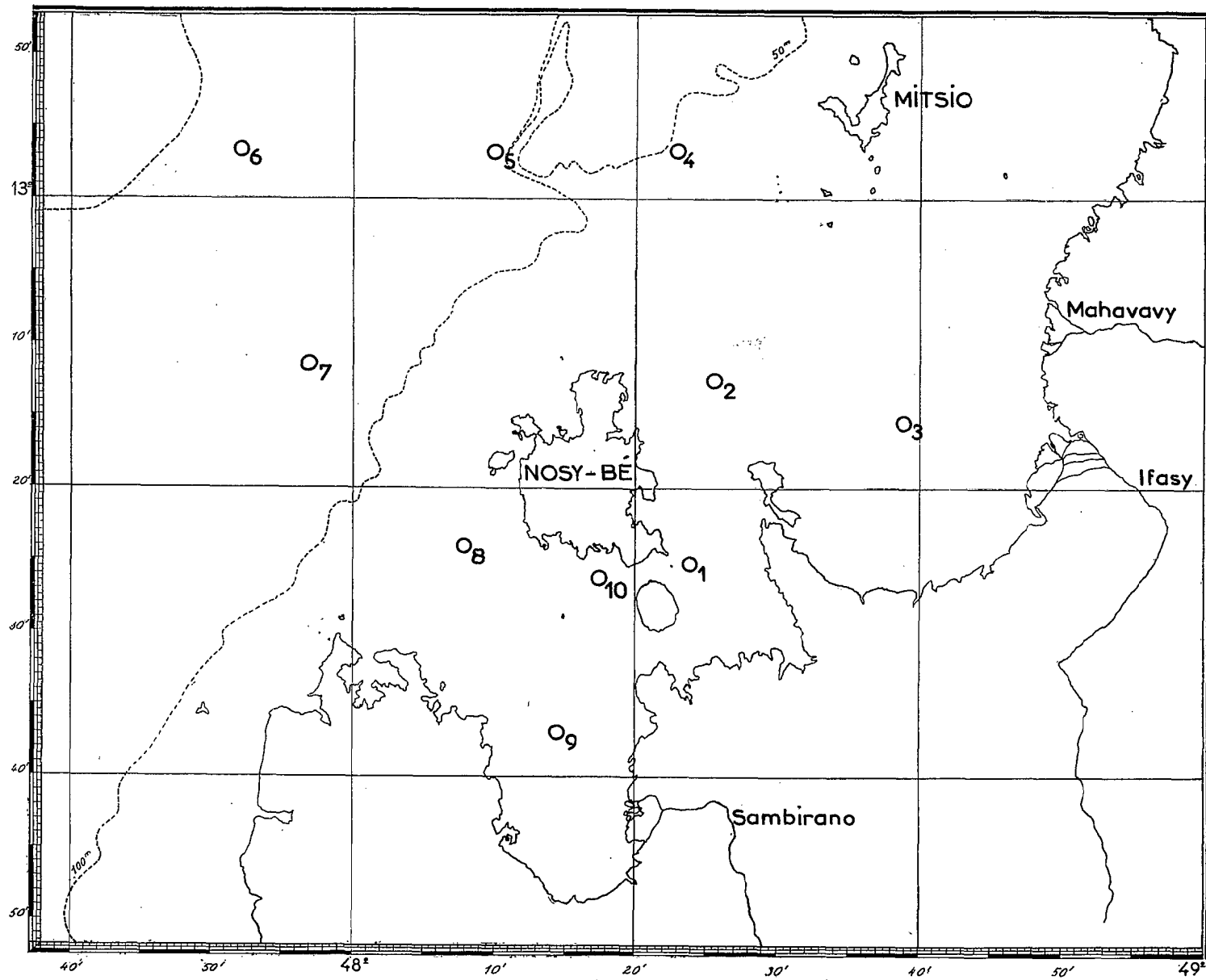
| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité | O <sup>2</sup> m1/1 |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|---------------------|
| 11.10 | 0  | 26.91 | 19.29  | 34.85 | 22.66   | 4.59                |
|       | 10 | 26.75 | 19.31  | 34.88 | 22.73   | 4.57                |
|       | 20 | 26.74 | 19.305 | 34.88 | 22.73   | 4.57                |
|       | 30 | 26.59 | 19.325 | 34.91 | 22.80   | 4.53                |
|       | 38 | 26.28 | 19.34  | 34.94 | 22.92   | 4.35                |

STATION 9 - 21.6.63

| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité | O <sup>2</sup> m1/1 |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|---------------------|
| 14.05 | 0  | 27.61 | 18.655 | 33.70 | 21.56   | 4.58                |
|       | 10 | 26.85 | 19.31  | 34.88 | 22.70   | 4.58                |
|       | 20 | 26.65 | 19.33  | 34.92 | 22.79   | 4.31                |
|       | 30 | 26.61 | 19.33  | 34.92 | 22.80   | 4.15                |

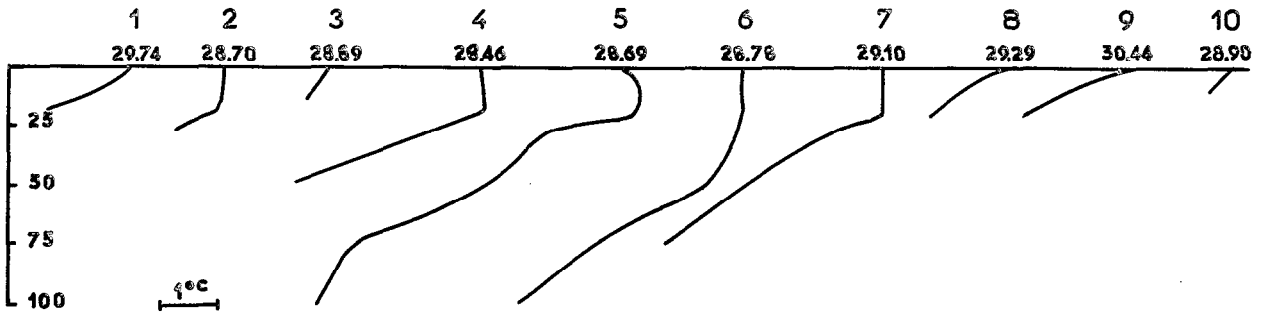
STATION 10 - 21.6.63

| Heure | P  | T     | C1     | S     | Densité | O <sup>2</sup> m1/1 |
|-------|----|-------|--------|-------|---------|---------------------|
| 16.50 | 0  | 27.11 | 19.17  | 34.63 | 22.43   | 4.60                |
|       | 10 | 27.02 | 19.295 | 34.86 | 22.62   | 4.54                |
|       | 20 | 27.03 | 19.305 | 34.88 | 22.64   | 4.52                |

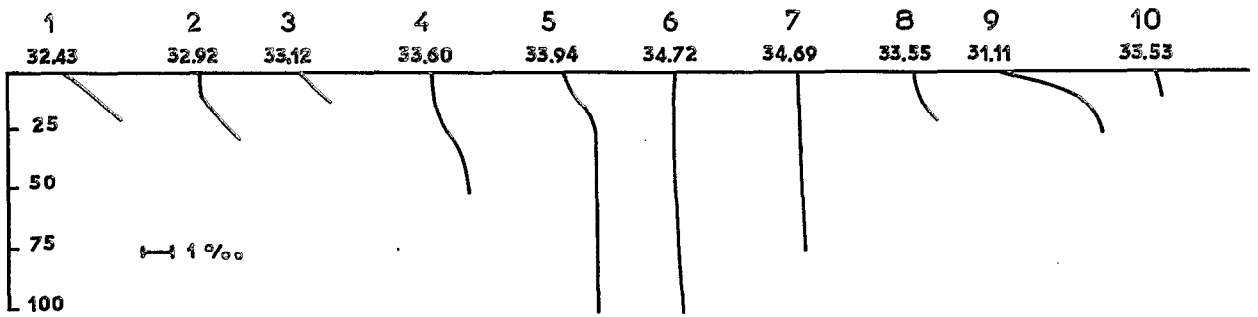


Mars

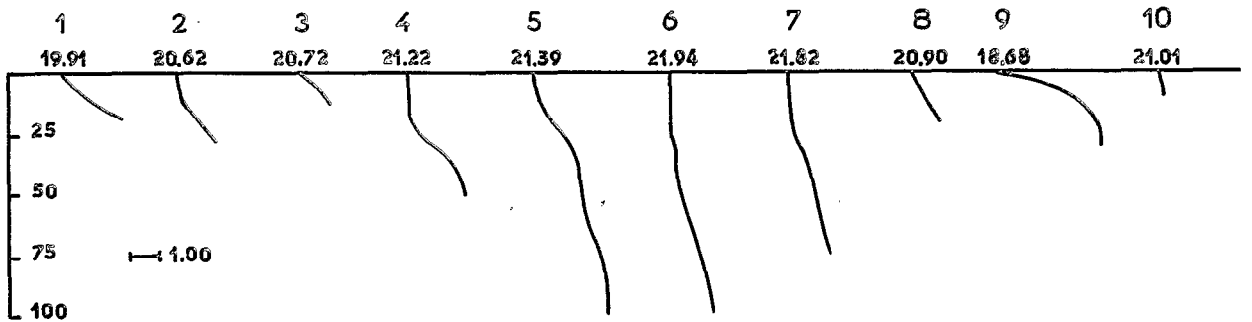
Températures



Salinités

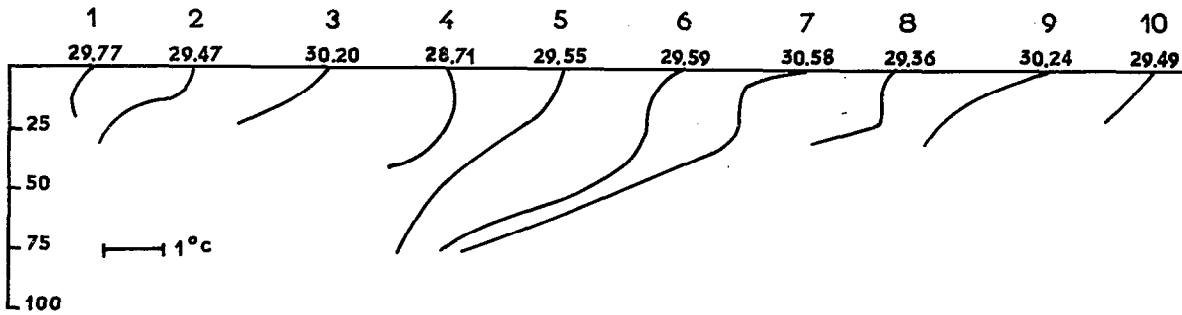


Densités

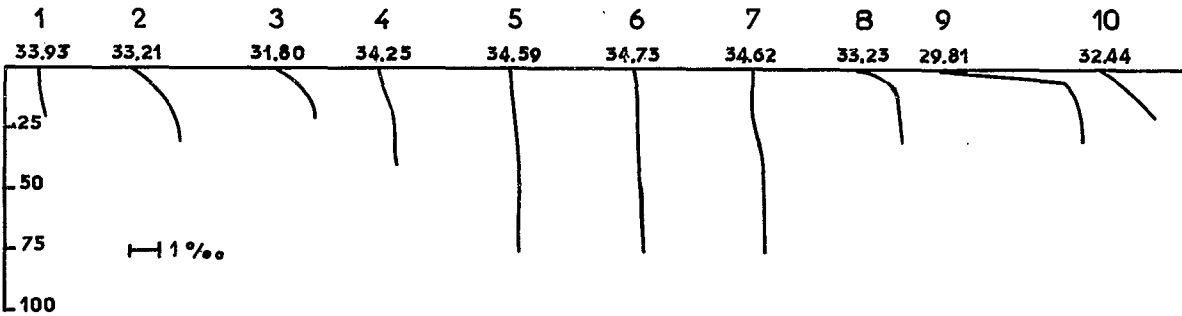


Avril

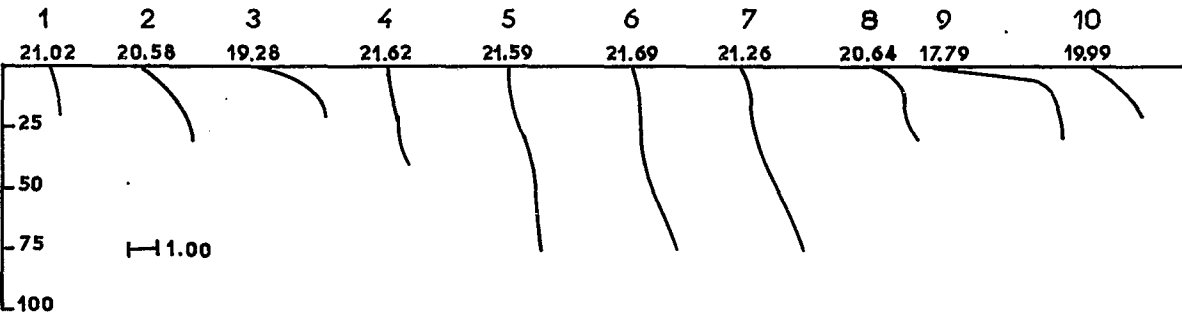
Températures



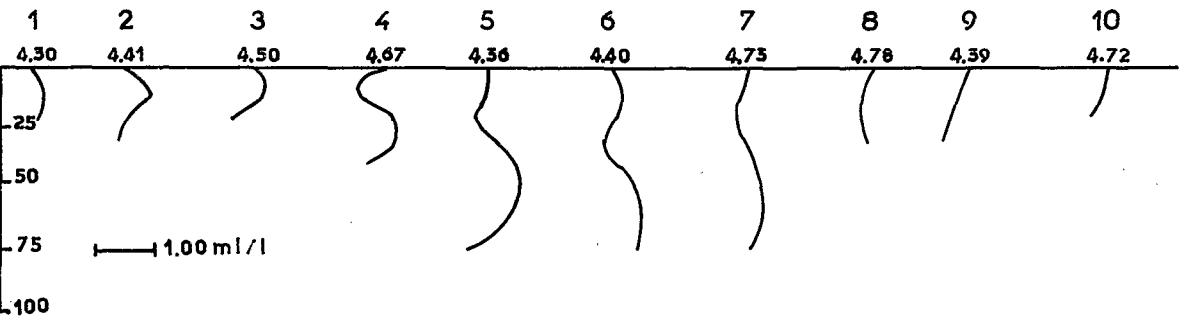
Salinités



Densités

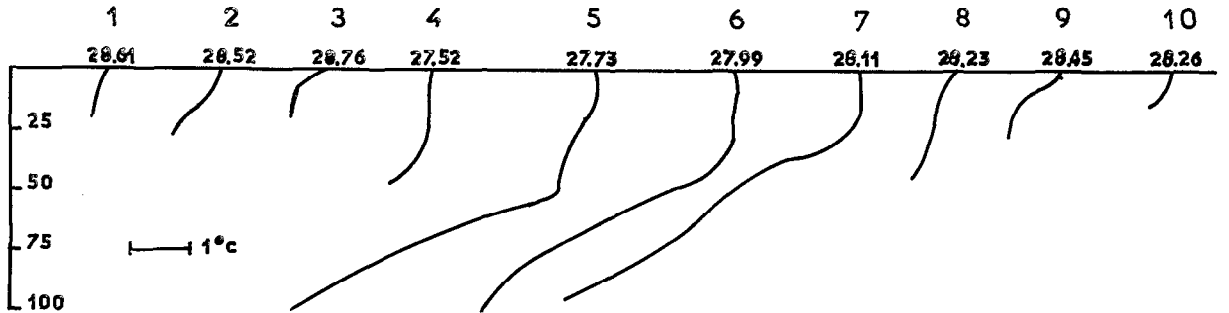


Oxygène

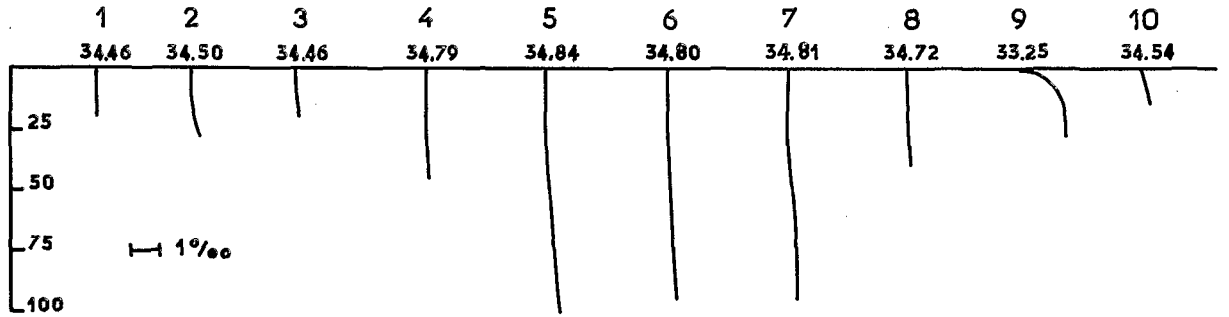


Mai

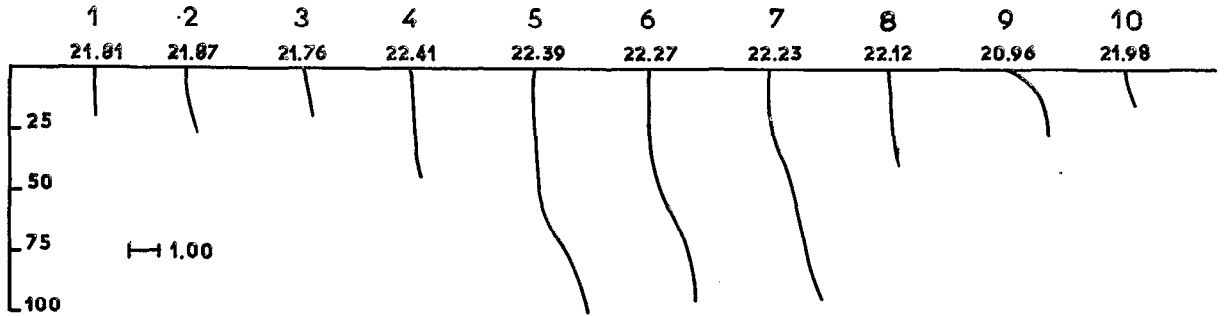
Températures



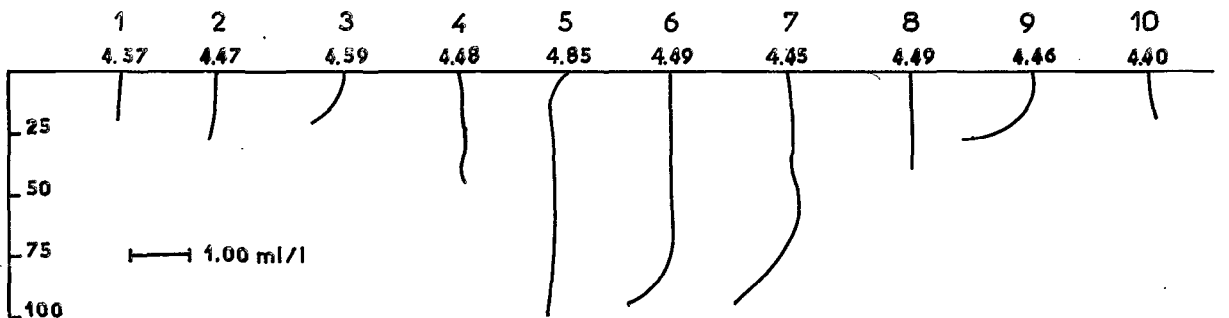
Salinités



Densités



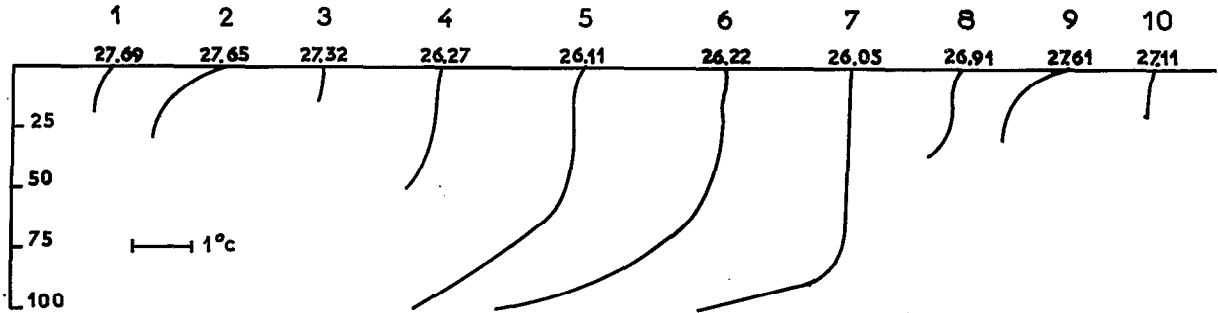
Oxygène



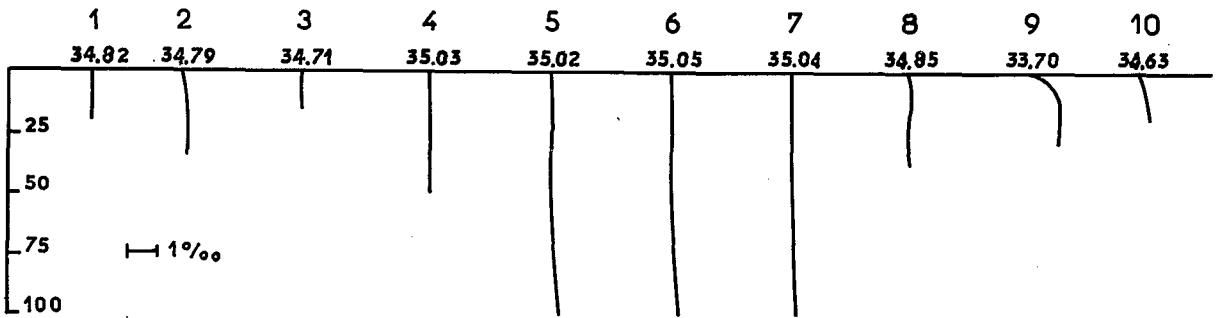


Juin

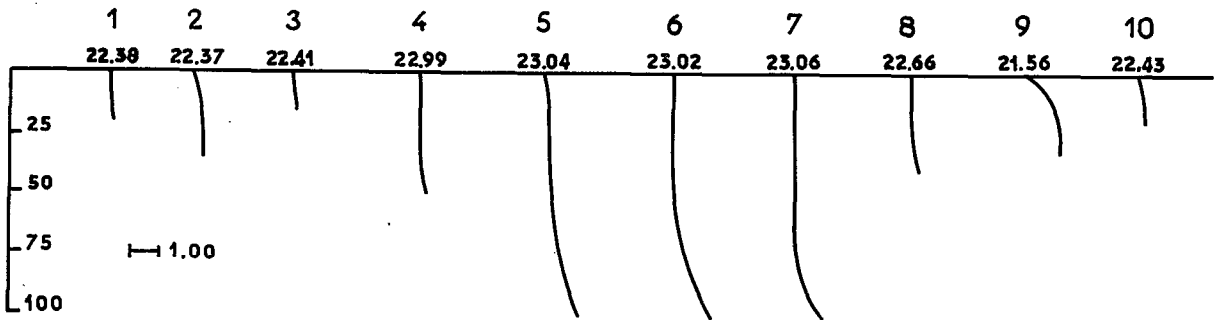
Températures



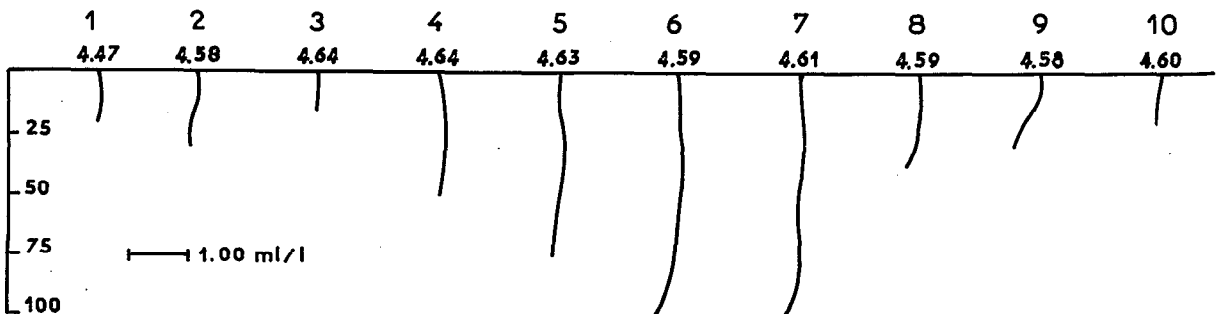
Salinités

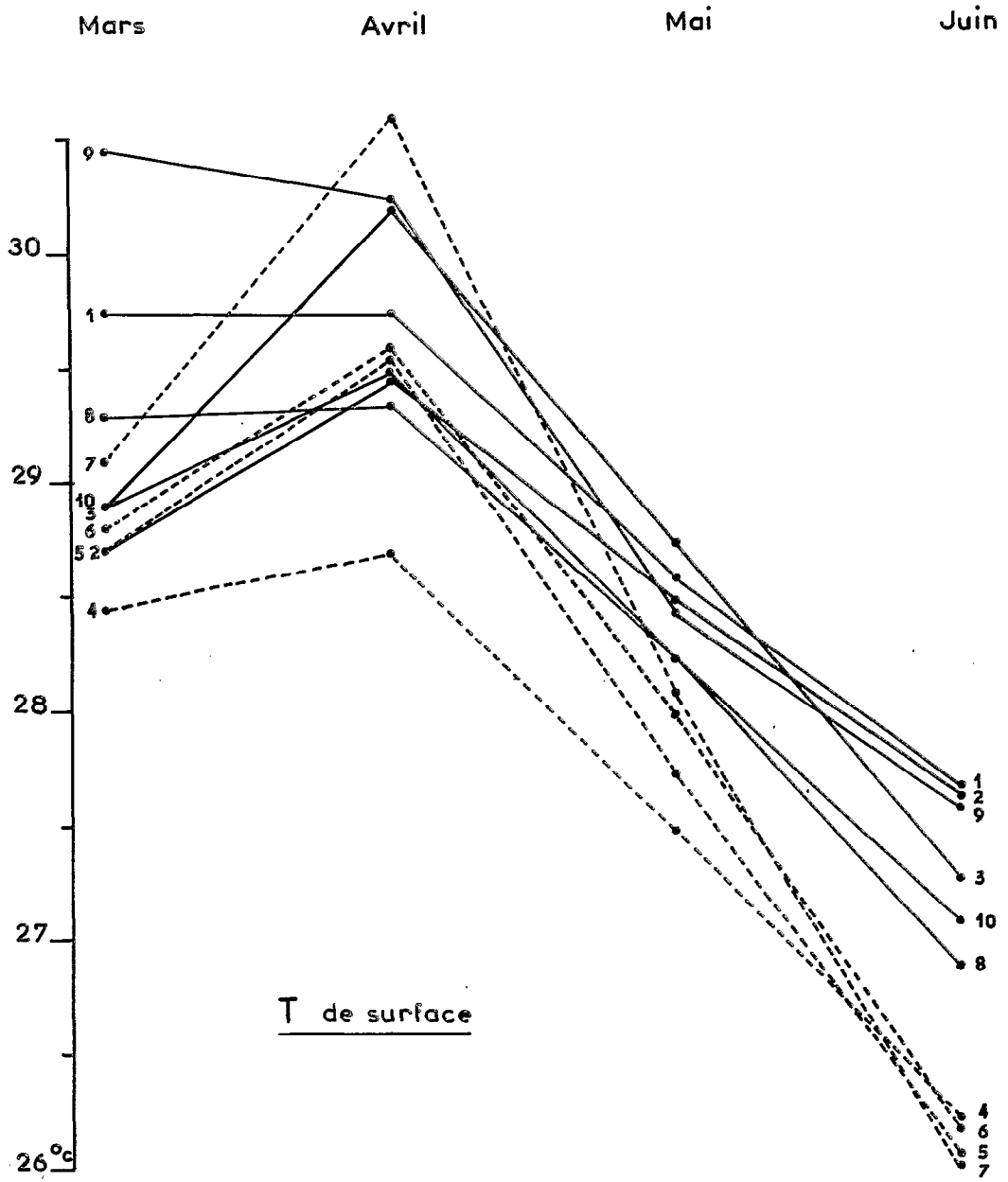


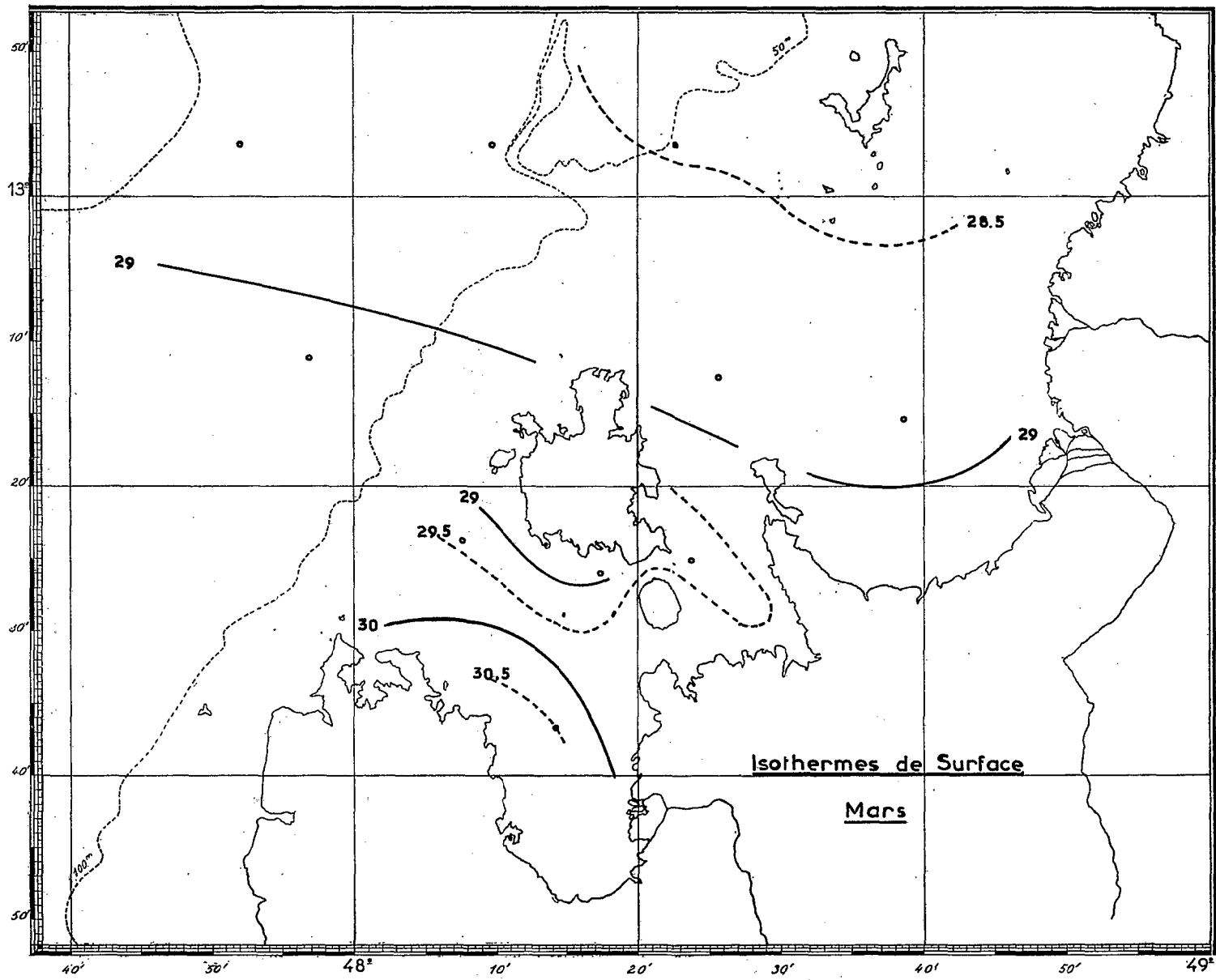
Densités

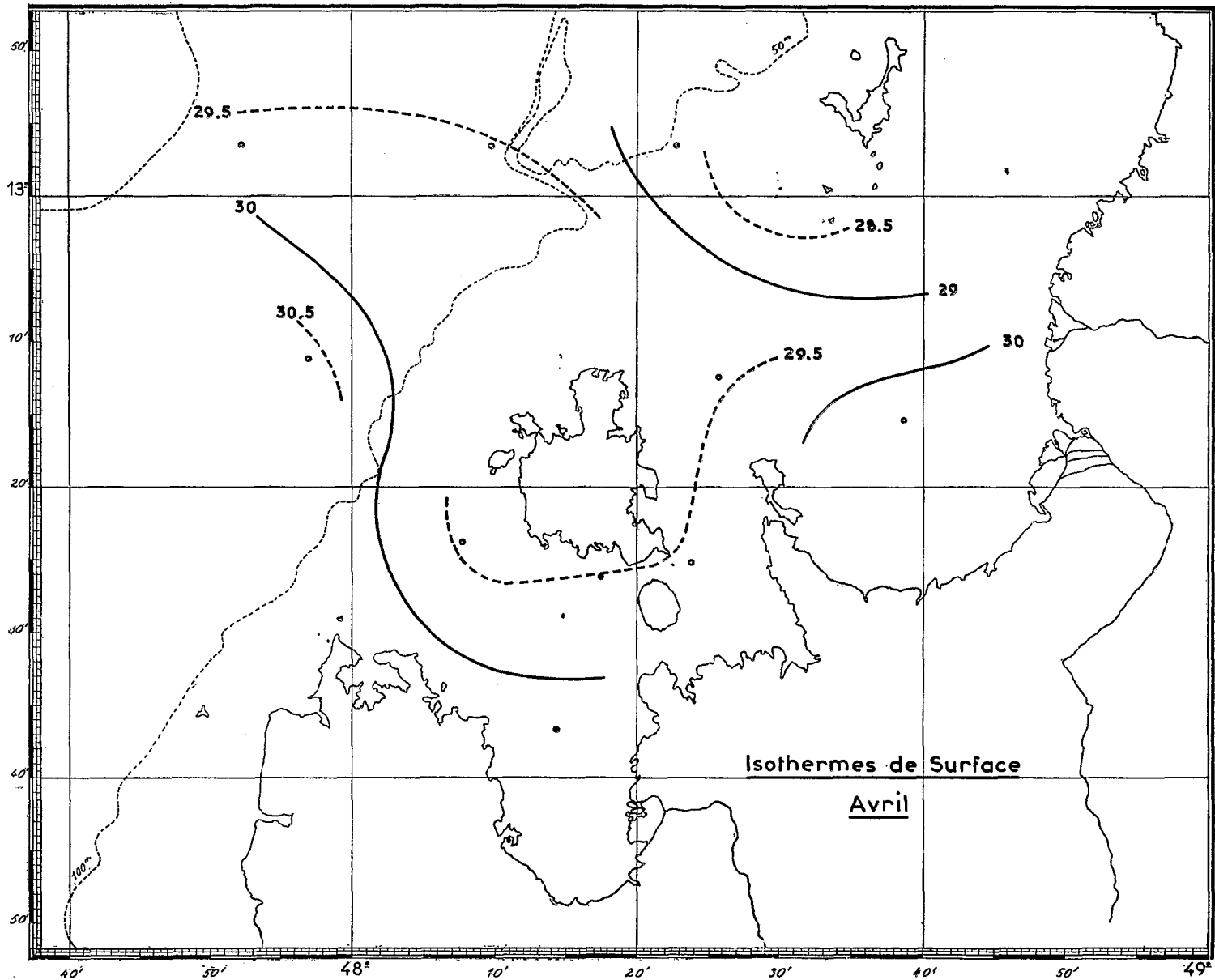


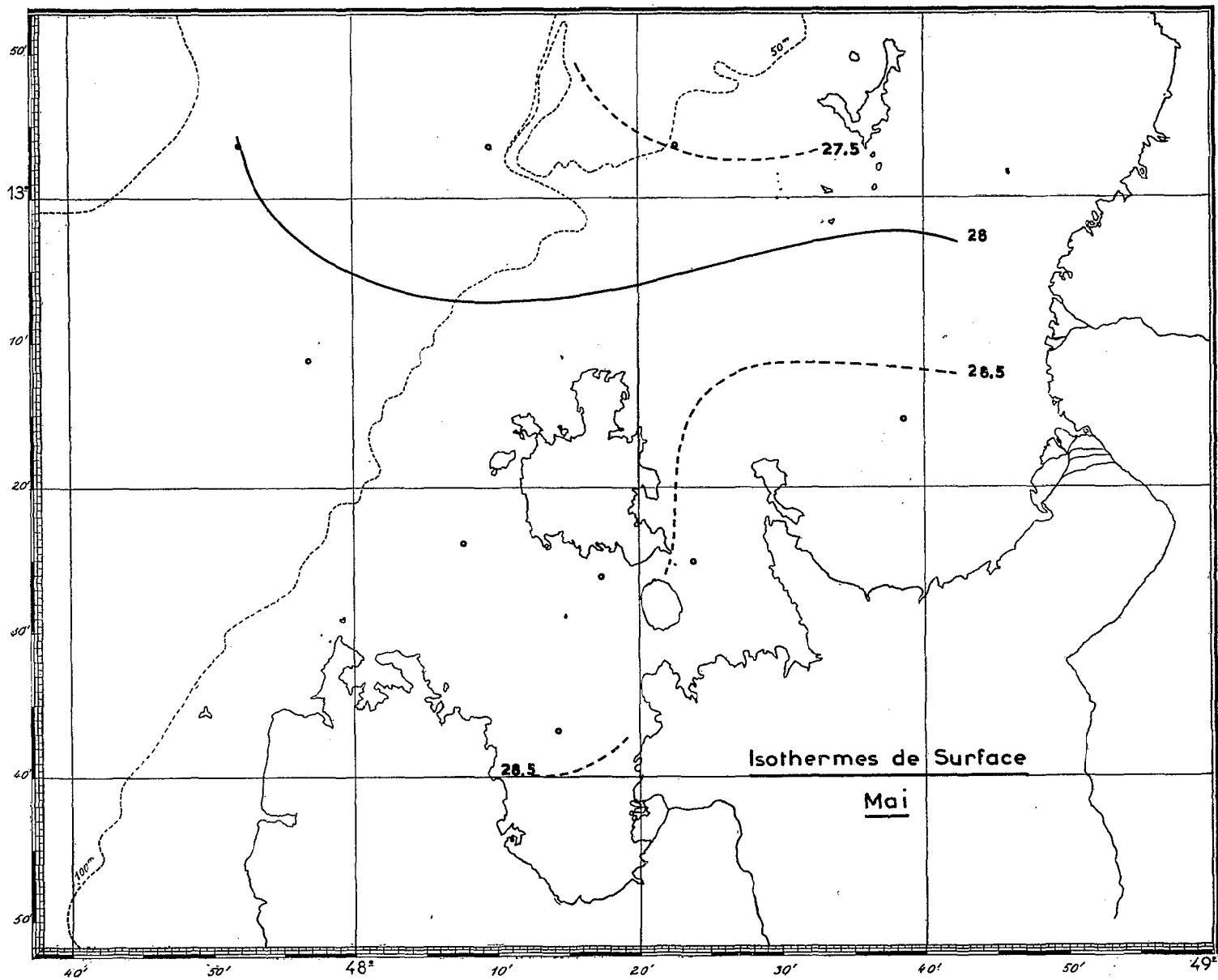
Oxygène

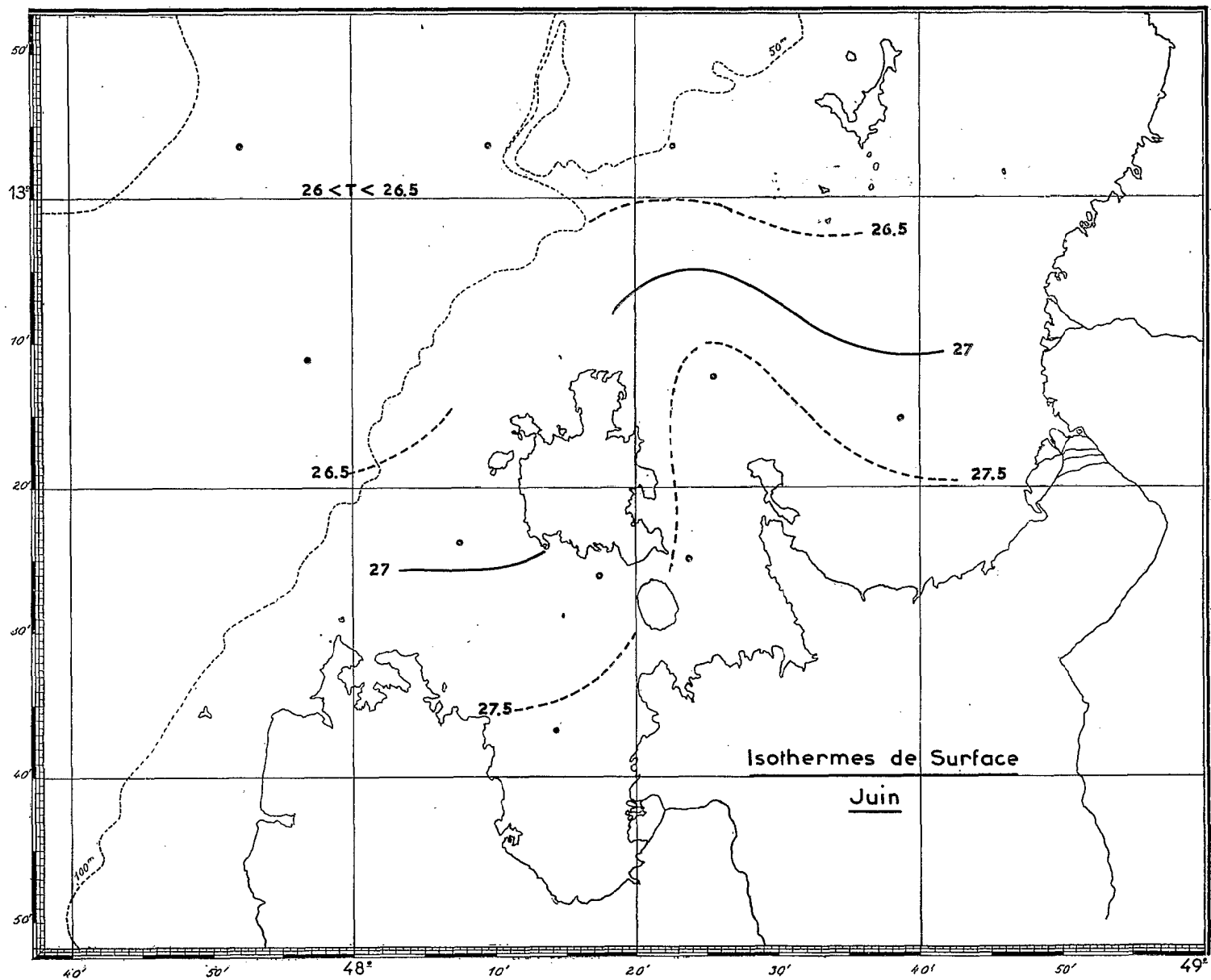


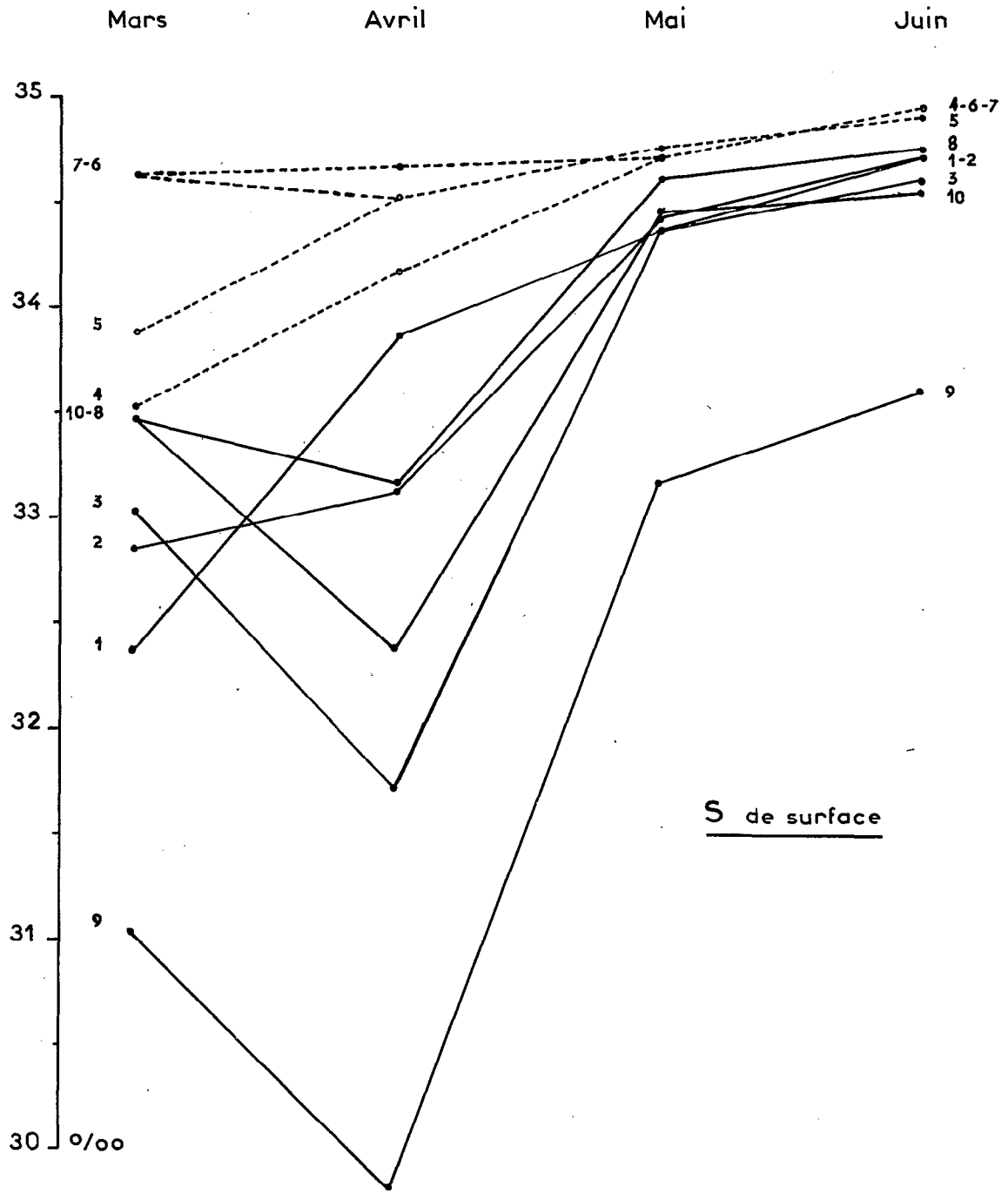


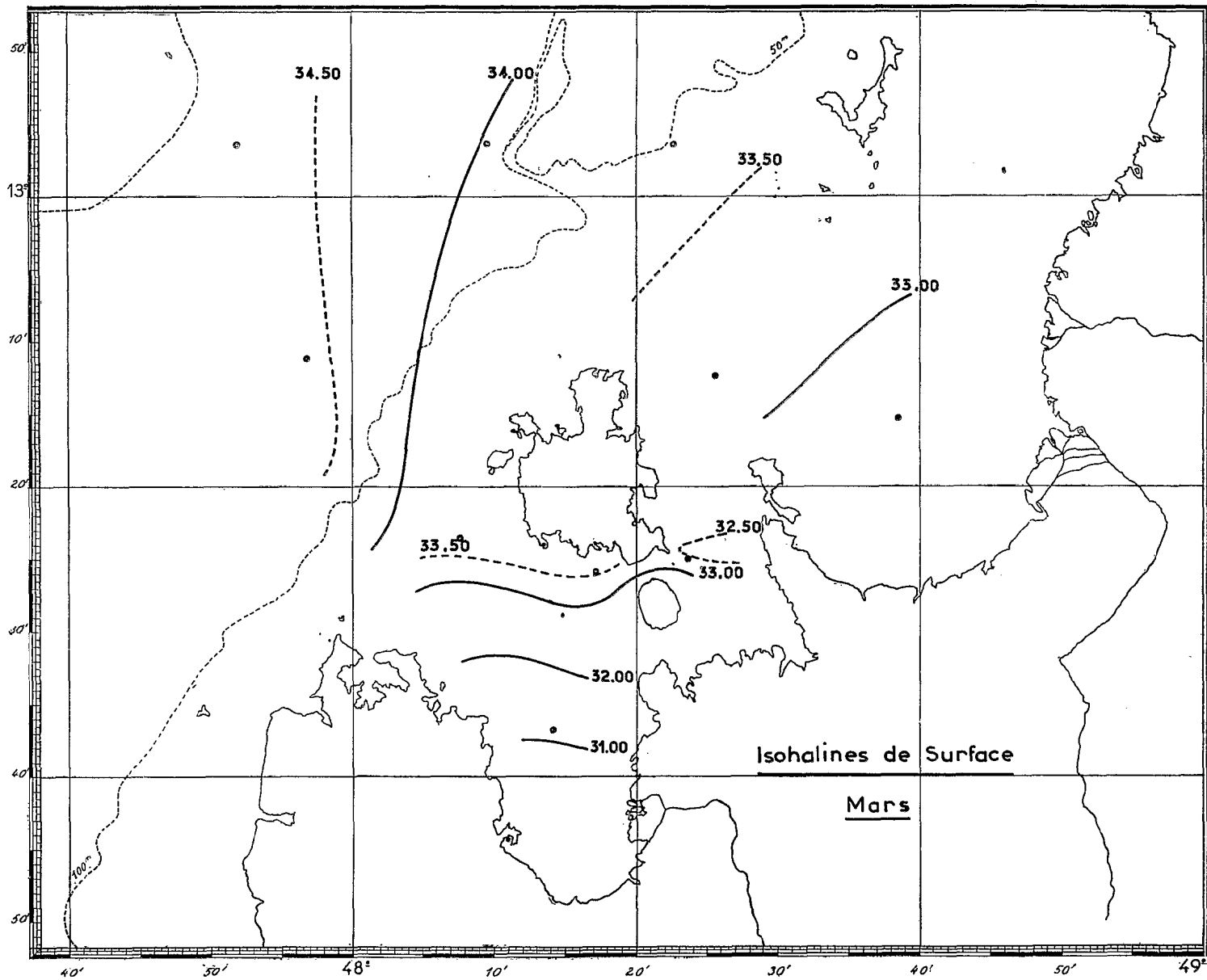




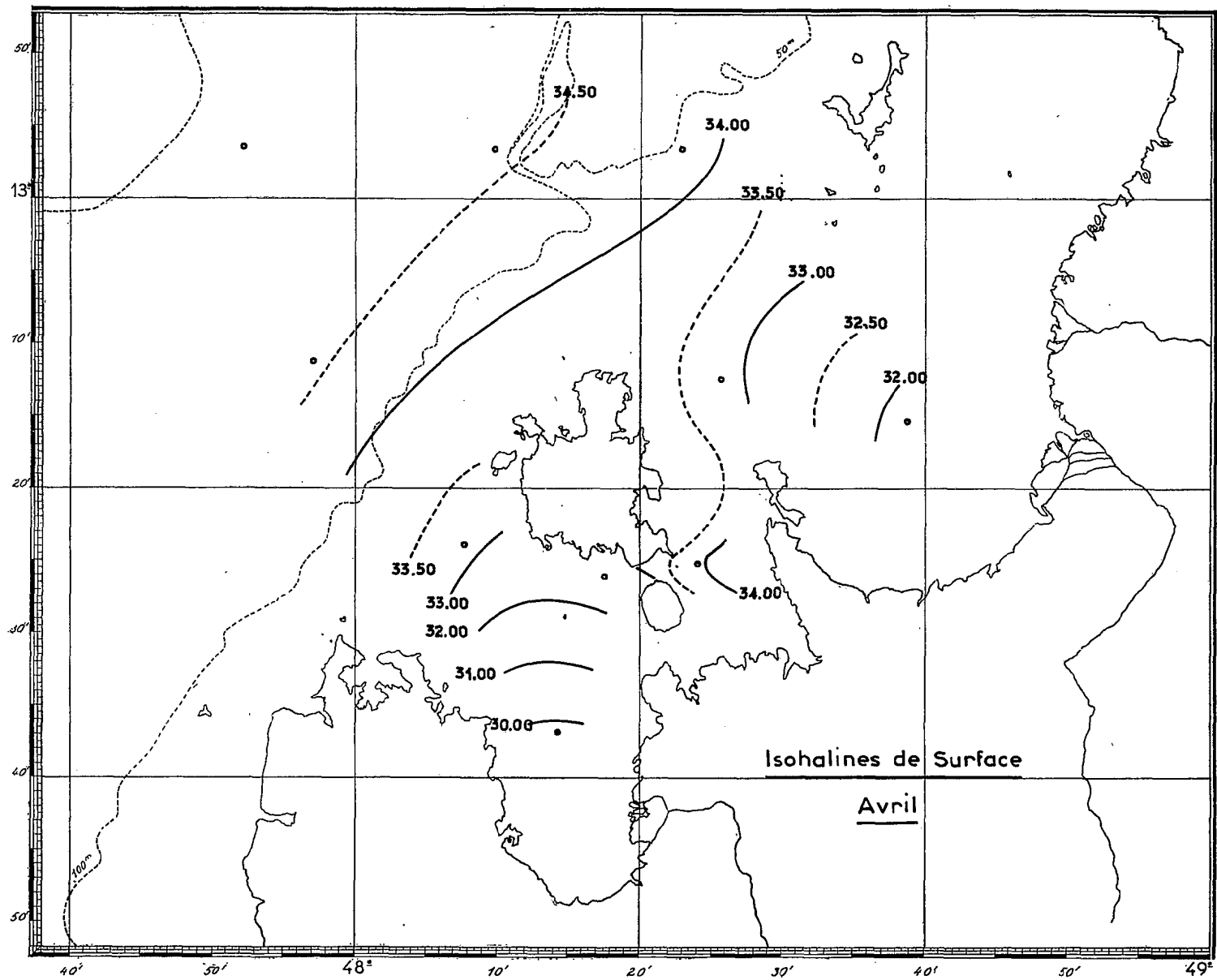


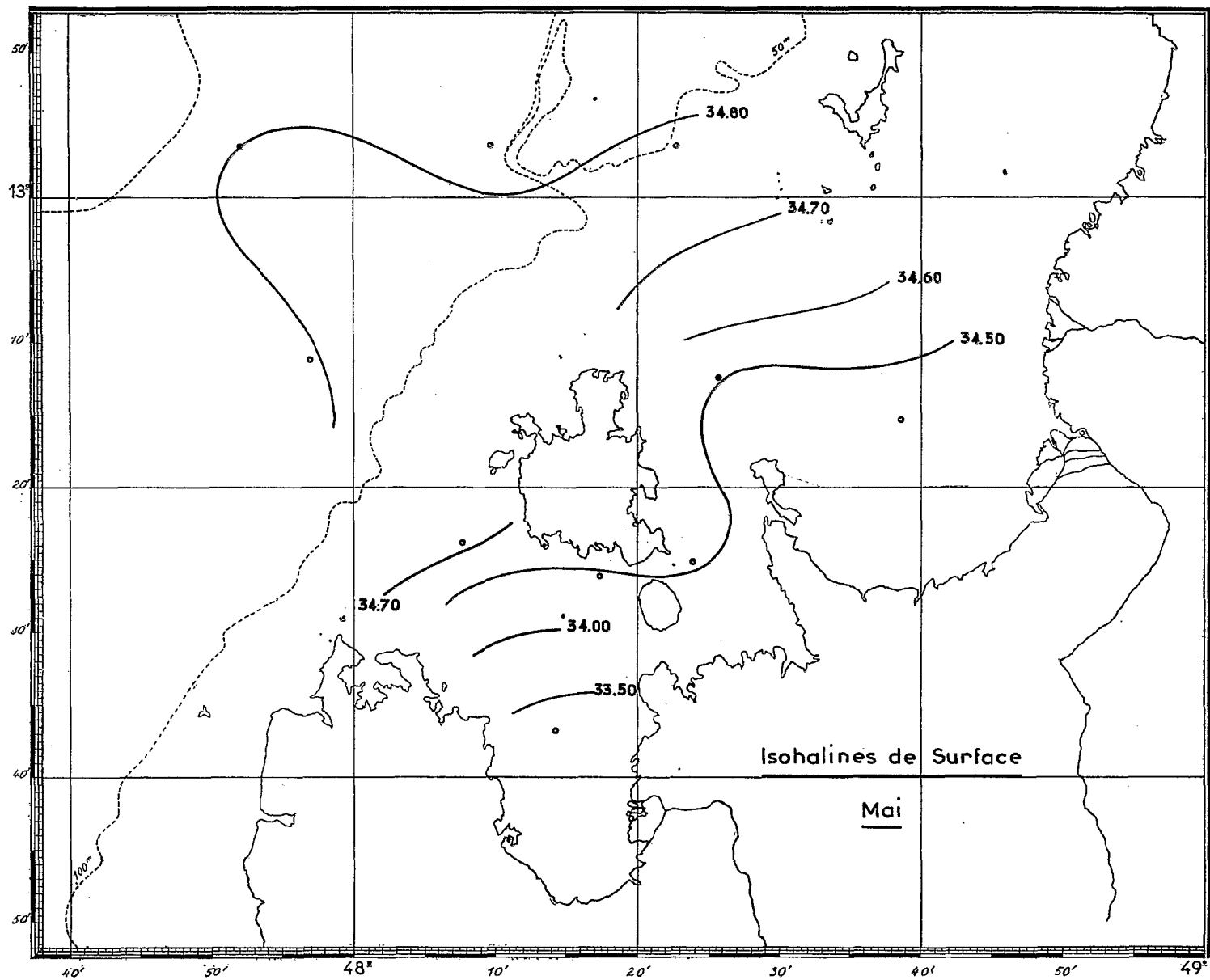


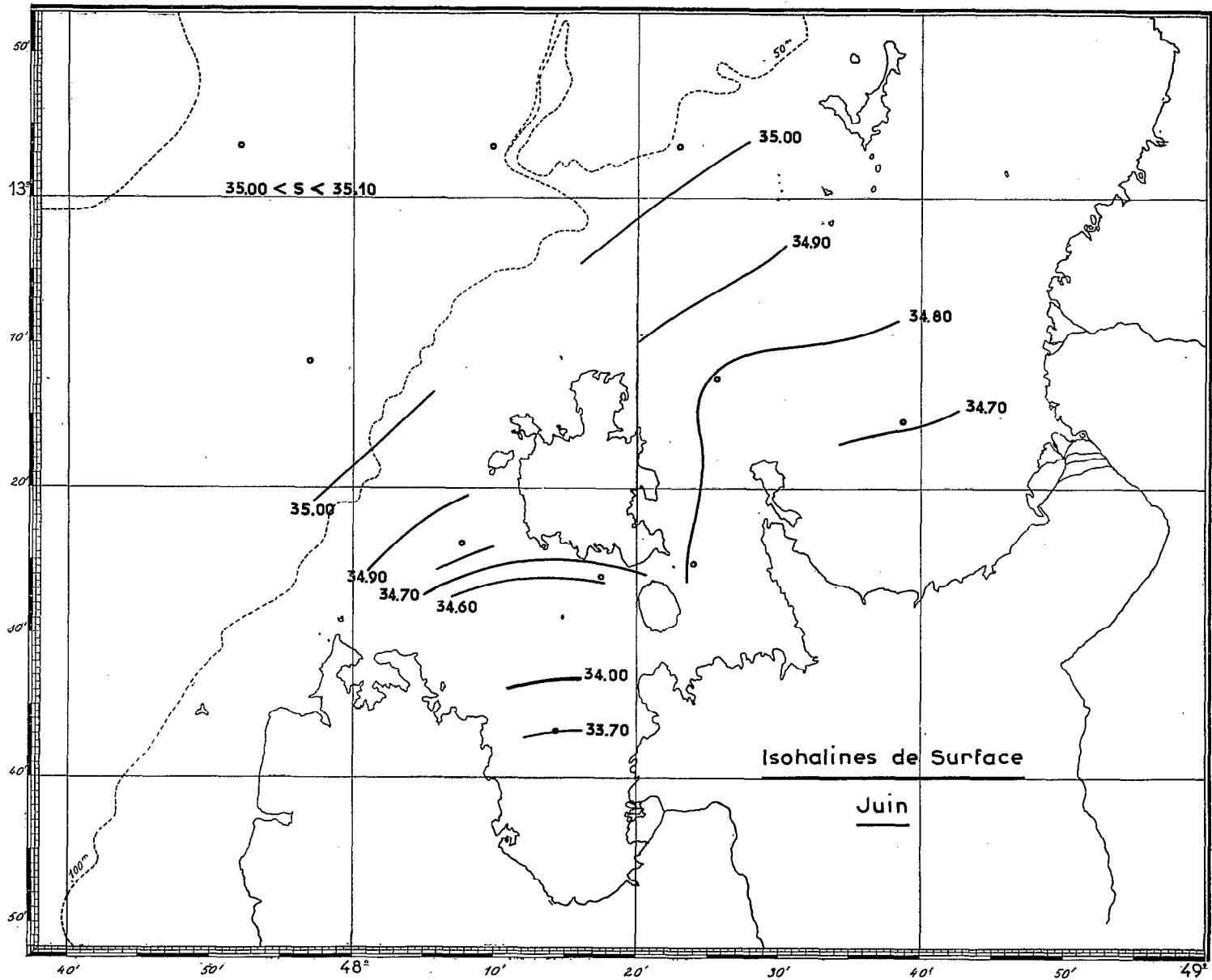


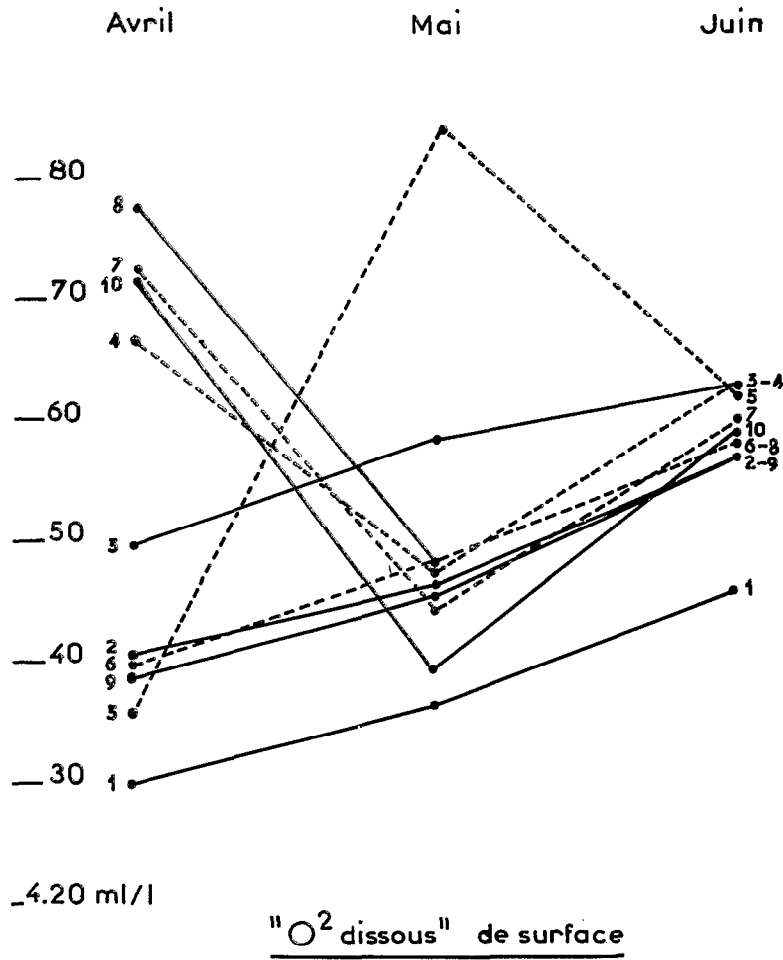












Mars                      Avril                      Mai                      Juin

28 °c  
27  
26  
25

Air

180 mm  
160  
140  
120  
100  
80  
60  
40  
20  
0

Pluie

