

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

20, rue Monsieur

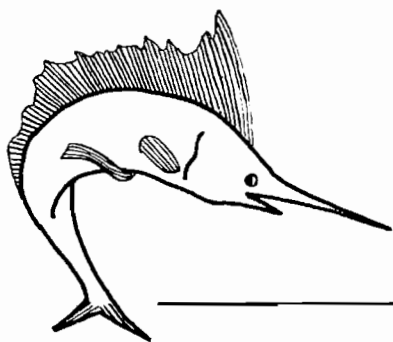
PARIS 7^e



ORSOM III

Croisière "*Astrolabe*"

Chimie, Productivité, Zooplancton



INSTITUT FRANÇAIS D'OCÉANIE - CENTRE D'OCÉANOGRAPHIE

NOUMÉA, NOUVELLE-CALÉDONIE

Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer

INSTITUT FRANÇAIS D'Océanie

CENTRE D'Océanographie

O R S O M III

RÉSULTATS DE LA CROISIÈRE "ASTROLABE"

2ème partie

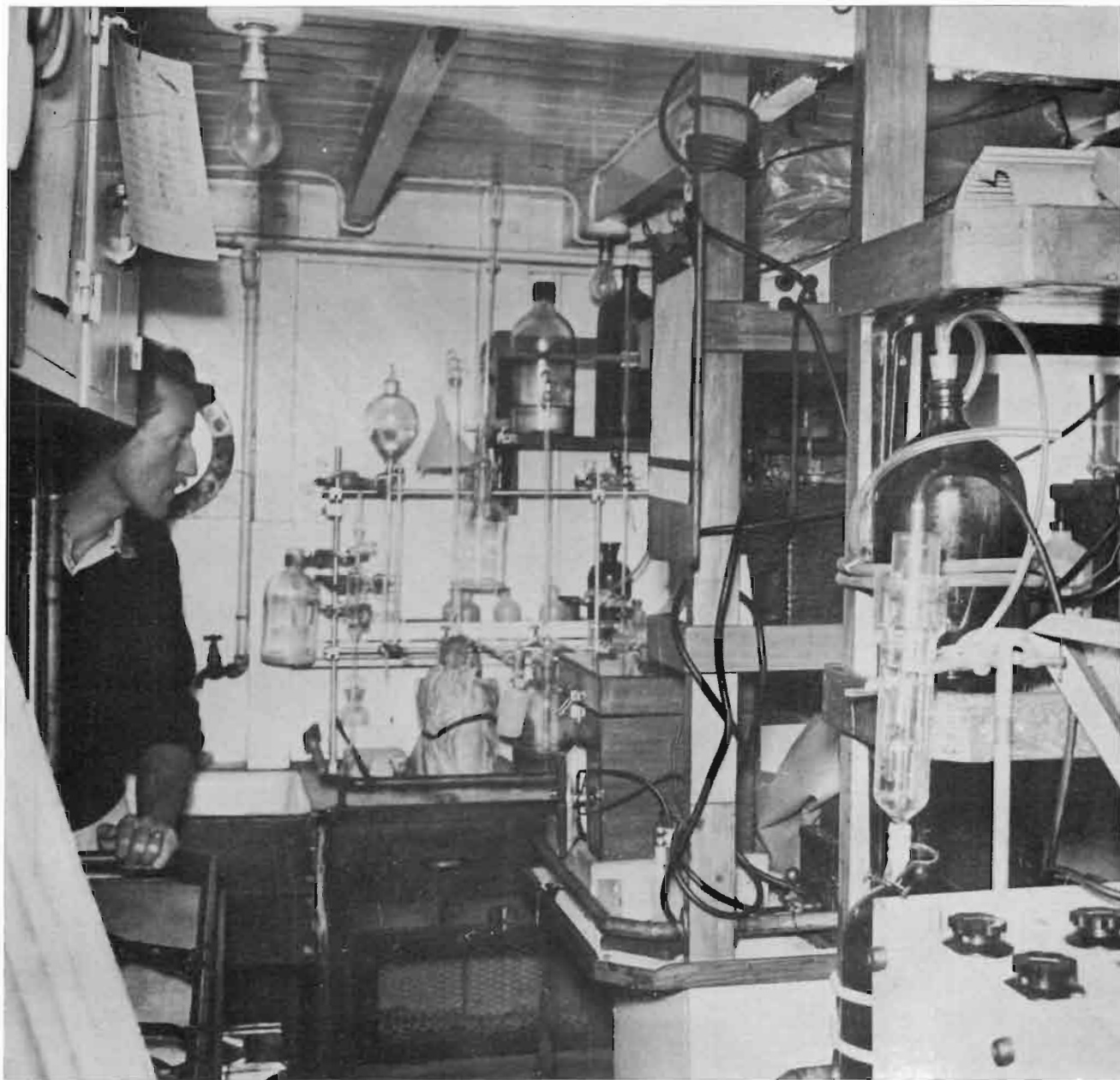
CHIMIE, PRODUCTIVITÉ ET ZOOPLANCTON

par

Henri ROTSCHI, Michel ANGOT et Michel LEGAND

Rapport scientifique n° 9

Nouméa, Juin 1959



Le laboratoire de l' "ORSOM III" équipé pour une croisière de recherches.

TABLE DES MATIERES

	Pages
<u>CHIMIE</u>	
I Méthodes analytiques	4
Oxygène dissous	
Phosphore minéral dissous	
pH	
alcalinité	
II Distributions superficielles	5
III Résultats numériques	10
IV Coupes verticales	35
Oxygène dissous	
Phosphore minéral dissous	
pH	
teneur en gaz carbonique total	
V Bibliographie	61
<u>PRODUCTIVITE</u>	
I Définition	63
II Teneur en pigments planctoniques :	65
Résultats	
Méthode	
Examen critique de la méthode	
Discussion des résultats	
III Taux de fixation du carbone :	72
Résultats	
Méthode	
Examen critique de la méthode	
Discussion des résultats	
IV Rapport entre les deux séries de mesures effectuées	79
V Bibliographie	80
<u>ZOOPLANCTON ET LARVES DE POISSONS</u>	
I Zooplancton	82
Méthodes de prélèvement et d'analyse	
Méthode de correction des résultats	
Principe de la méthode	
Mode de calcul de b	
Signification biologique du coefficient de correction b - Rapport nuit/jour	
Distribution du zooplancton dans la région prospectée	

II Larves de poissons	89
Possibilité de correction des données brutes	
Distribution des larves de poissons dans la région prospectée	
III Conclusions et résumé	92
IV Tableaux de résultats	93
V Bibliographie	97

En citant ce rapport, utiliser les abréviations suivantes :

When citing this report, abbreviate as follows :

O.R.S.T.O.M., I.F.O., Rapp. Sc. n° 9

C H I M I E

par

Henri ROTSCHI

METHODES ANALYTIQUES

Les méthodes analytiques employées sont les méthodes classiques de WINKLER pour l'oxygène dissous, de WOOSTER et RAKESTRAW pour le phosphore minéral dissous, de ANDERSON et ROBINSON pour l'alcalinité totale avec quelques aménagements pour leur adaptation au travail à bord puisque toutes les analyses sont faites pendant la croisière. Les méthodes de travail en mer ont été décrites ailleurs. (ROTSCH 1954)

a) Oxygène dissous

Les réactifs, chlorure de manganèse et potasse iodurée, sont ajoutés immédiatement après le remplissage des flacons qui sont ensuite stockés en caisse noire. L'acide sulfurique est ajouté au moment de l'analyse. Les analyses des stations d'une même journée sont faites le soir afin de bénéficier de conditions identiques d'éclairage. La solution d'hyposulfite N/100 conservée en flacons de deux litres est étalonnée à l'ouverture à mi-bouteille et en fin de bouteille. L'indicateur utilisé est l'amidon.

b) Phosphore minéral dissous

Les échantillons de 100 cc. conservés en flacons polyéthylène sont analysés deux à trois heures après le drainage, afin de permettre la mise en équilibre de température avec l'air ambiant. L'addition des réactifs se fait avec des microburettes automatiques.

Les courbes d'étalonnage pour différentes températures et pour les réactifs employés pendant la croisière sont construites au laboratoire avant le départ.

c) pH

Le pH est mesuré sur des échantillons conservés en flacons de polyéthylène remplis jusqu'à débordement et après mise en équilibre de température avec l'air ambiant. Le pH mètre est étalonné avec une solution tampon Beckman de pH 7,00 à 25° C, les électrodes utilisées étant un couple électrode de verre, électrode au calomel.

d) Alcalinité

La méthode utilisée est celle d'ANDERSON et ROBINSON (1946). Mais du fait que l'alcalinité des eaux de cette région est relativement élevée, le pH obtenu par addition à 100 cc. d'eau de mer de 25 cc. d'HCl 0,01 N est trop élevé et instable pour être facilement mesuré. Il devient donc indispensable soit d'utiliser un acide légèrement plus fort que 0,01 N et c'est ce qu'ont fait BRUNEAU, JERLOV et KOCZY (1953) soit d'ajouter une quantité d'acide supérieure à 25 cc., 30 cc. par exemple ; c'est ce

que préconise STRICKLAND (1957) et ce qui fut fait durant la croisière "ASTROLABE". Le pHmètre Beckman équipé des mêmes électrodes que pour le pH est étalonné avec une solution tampon Beckman 4,01 à 25° C.

Le calcul de l'alcalinité totale, de l'alcalinité des carbonates, de la teneur en gaz carbonique total en carbonate et en bicarbonate et de la pression partielle du gaz carbonique libre se fait selon la méthode préconisée par ROTSCHI (1954) en utilisant les simplifications introduites par HARVEY (1955) et reprises par STRICKLAND.

DISTRIBUTIONS SUPERFICIELLES

On trouvera dans les figures 1, 2, 3 et 4 la distribution superficielle des teneurs en oxygène dissous, en phosphore minéral dissous, du pH et de la concentration en gaz carbonique total. L'espacement des isolignes est de 0,10 cc/l pour l'oxygène dans la figure 1, 0,05 microat-g/l de phosphore sous forme de phosphate dans la figure 2, 0,01 pH pour la figure 3 et 0,01 millimole/l pour le gaz carbonique total dans la figure 4.

La caractéristique la plus frappante de ces quatre distributions est la présence de zones se correspondant par la valeur extrême atteinte par chaque variable, c'est ainsi que dans la figure 1, existent deux zones à forte teneur en oxygène dissous, l'une dans le nord-ouest de la Nouvelle-Calédonie où la teneur est supérieure à 4,80 cc/l, l'autre entre cette île et les Nouvelles-Hébrides, où la teneur est supérieure à 4,75 cc/l ; à l'ouest et au nord de la Nouvelle-Calédonie, on trouve par contre des teneurs relativement basses, de l'ordre de 4,30 cc/l. La carte de la distribution superficielle du phosphore minéral dissous, figure 2, présente les mêmes caractères : deux zones à teneur relativement élevée, supérieure à 0,20 microatome-g/l dans le nord-ouest de la Nouvelle-Calédonie, alors qu'à l'ouest et dans le nord-est, la teneur est très faible inférieure à 0,10 microat-g/l. En ce qui concerne le pH, figure 3, l'image est pratiquement la même, mais inversée ; à l'ouest et dans le nord-nord-est de la Nouvelle-Calédonie, le pH superficiel est relativement élevé, supérieur à 8,25, alors qu'à l'est et dans le nord-ouest le pH est bas. Une remarque identique s'applique à la distribution superficielle du gaz carbonique total dont la concentration est exprimée en millimoles/l, figure 4. Les teneurs les plus élevées se rencontrent dans le nord-ouest et à l'est de la Nouvelle-Calédonie, alors qu'à l'ouest et au nord se rencontre une zone à faible teneur.

En conclusion, l'on peut dire qu'en surface, à une forte teneur en oxygène dissous, correspond une forte teneur en phosphore minéral dissous, un pH relativement bas et une forte teneur en gaz carbonique total.

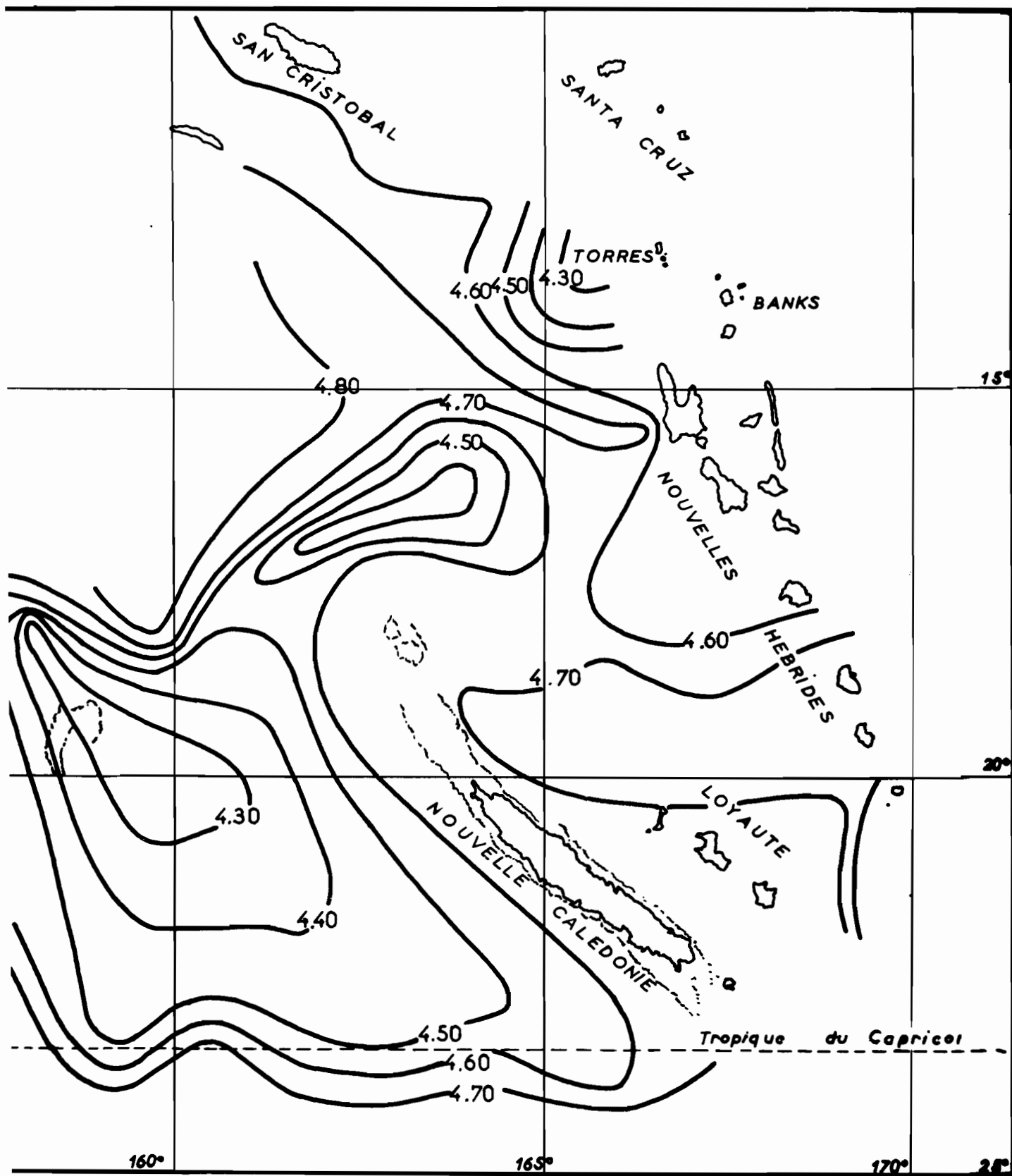


Figure 1. ORSOM III, Croisière "ASTROLABE". Distribution superficielle de l'oxygène dissous. Espacement des isolignes : 0,10 cc/l.

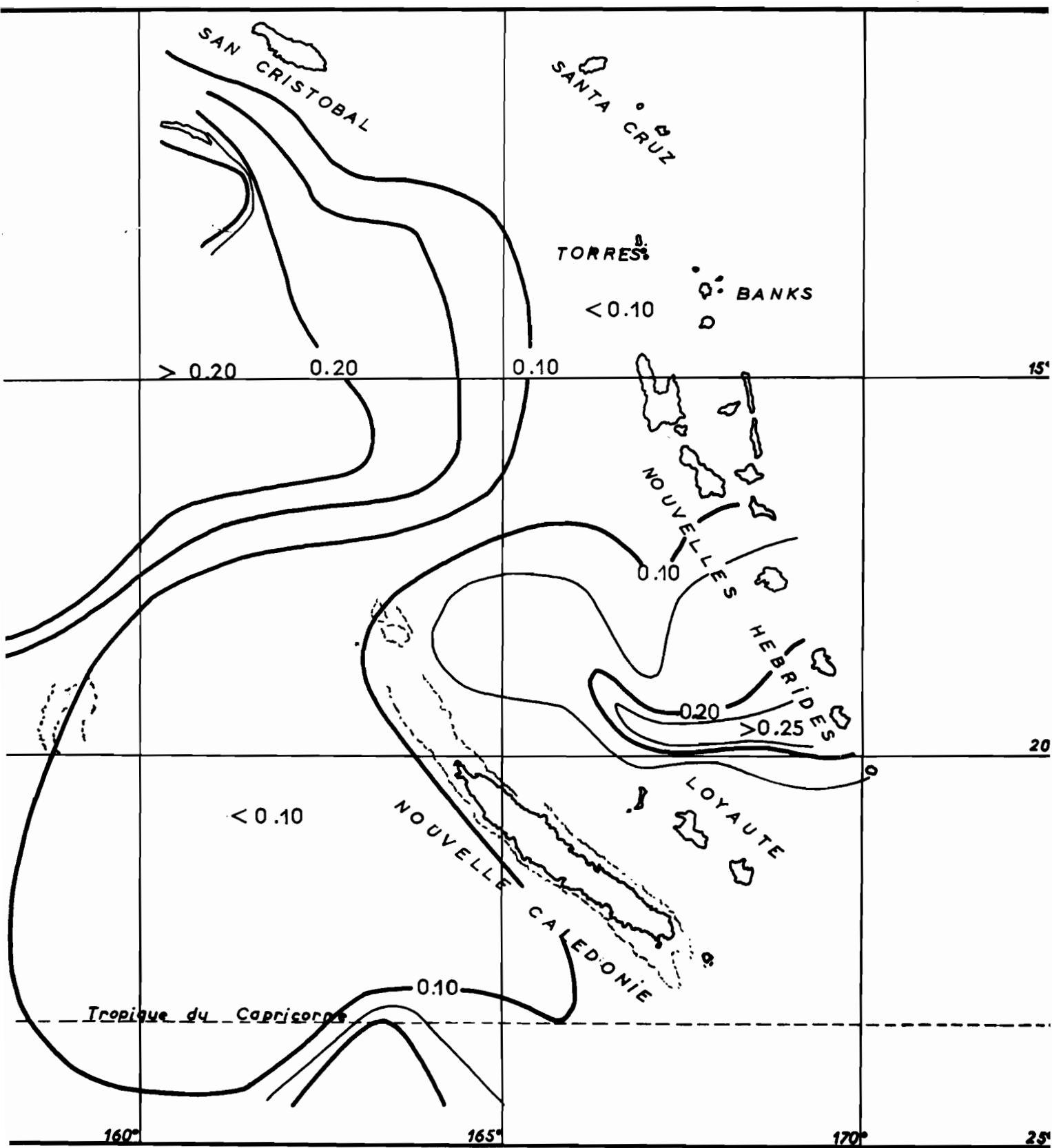


Figure 2. ORSOM III, Croisière "ASTROLABE". Distribution superficielle du phosphore minéral dissous. Espacement des isolignes : 0,05 microat. g/l

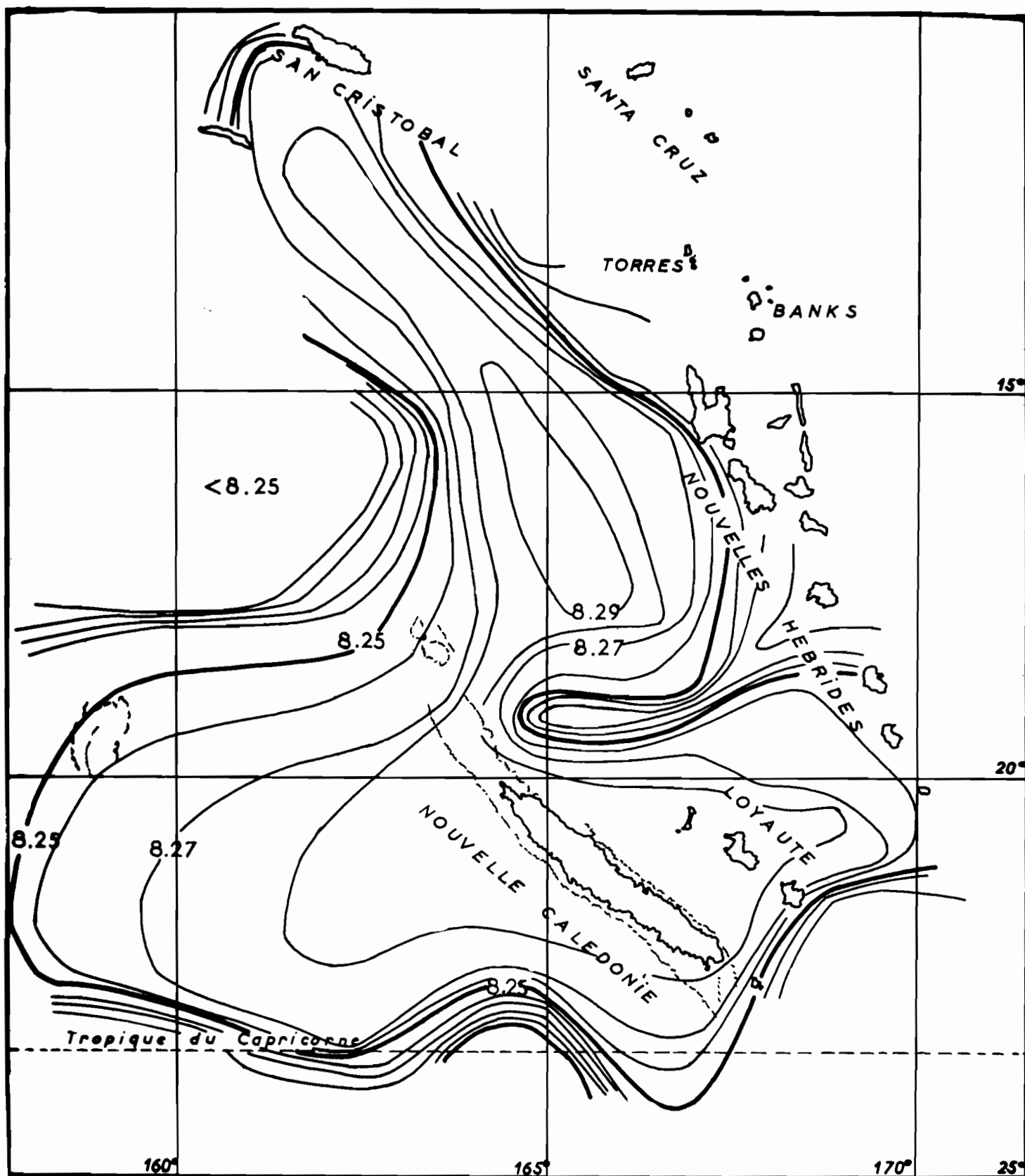


Figure 3. ORSOM III, Croisière "ASTROLABE". Distribution superficielle du pH. Espacement des isolignes : 0,01 pH.

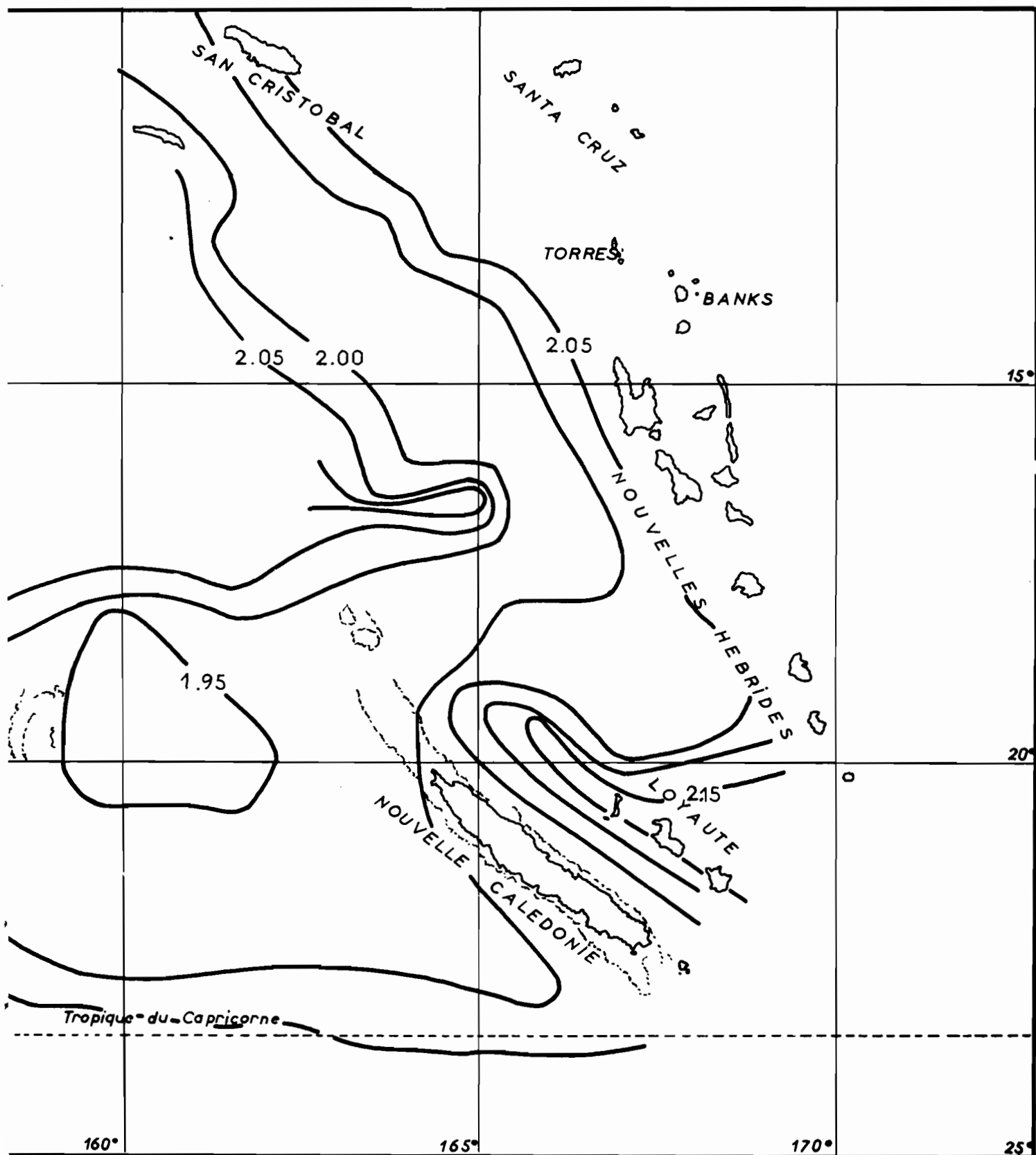


Figure 4. ORSOM III, Croisière "ASTROLABE". Distribution superficielle du gaz carbonique total. Espacement des isolignes : 0,05 millimole/l.

RESULTATS NUMERIQUES

L'on trouvera dans les pages suivantes les résultats numériques des analyses faites à bord de l'"ORSOM III". Il n'a pas semblé utile de donner les valeurs de la température et de la salinité aux niveaux d'observation puisqu'elles ont fait l'objet de la première partie du rapport sur les résultats de la croisière "ASTROLABE" (ROTSCHI 1958); les détails techniques sur les stations ont été également omis. L'on trouvera donc seulement les profondeurs d'observation exprimées en mètres, la teneur en oxygène dissous exprimée en cc/l, la teneur en phosphore minéral dissous exprimée en microatome-g/l, le pH, l'alcalinité totale exprimée en milliéquivalent/l, la teneur en gaz carbonique total exprimée en millimole/l, la teneur en ion bicarbonate exprimée en millimole/l, la teneur en ion carbonate exprimée en millimole/l.

STATION I

11.

Prof. m	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A méquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,68	0,11	8,27				
25	4,48	0,06	8,28	2,488	2,04	1,66	0,35
55	4,41	0,08	8,30	2,471	2,02	1,62	0,36
111	4,33	0,22	8,26	2,467	2,07	1,71	0,32
167	4,22	0,22	8,24	2,478	2,08	1,77	0,30
222	4,20	0,22	8,19	2,483	2,12	1,83	0,28
283	4,10	1,37	8,19	2,466	2,11	1,85	0,26
333	4,13	0,44	8,19	2,473	2,14	1,87	0,26
449	4,12	0,62	8,15	2,480	2,21	1,95	0,22
561	4,29	0,92	8,11	2,466	2,23	2,03	0,20
883	4,08	1,29	8,02	2,472	2,30	2,12	0,15
1304	3,49	1,64	8,09	2,487	2,28	2,11	0,16

STATION 2

Prof. m	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A méquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,59	0,10	8,25	2,482	2,04	1,69	0,34
25	4,63	0,06	8,28	2,458	2,01	1,64	0,35
55	4,60	0,09	8,28	2,461	2,01	1,64	0,35
111	4,39	0,23	8,24	2,458	2,04	1,73	0,31
167	4,36	0,26	8,24	2,458	2,08	1,76	0,30
222	4,39	0,32	8,24	2,460	2,08	1,77	0,29
283	4,33	0,39	8,21	2,469	2,12	1,83	0,27
333	4,22	0,50	8,20	2,450	2,12	1,84	0,26
449	4,10	0,84	8,13	2,444	2,17	1,93	0,21
561	4,15	1,65		2,434			
889	4,17	1,55	8,06	2,455	2,25	2,07	0,16
1313	3,56	1,99	8,01	2,472	2,30	2,14	0,14

STATION 3

Prof. m	O ₂ cc/l	PO ₄ -P uat-g/l	pH	A méquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,64	0,12	8,11				
25	4,52	0,07	8,27				
55	4,63	0,05	8,27				
110	4,58	0,11	8,27				
165	4,17	0,15	8,27				
220	4,42	0,27	8,19				
280	4,28	0,42	8,19				
330	4,26	0,48	8,18				
445	4,17	0,79	8,11				

STATION 4

Prof. m	O ₂ cc/l	PO ₄ -P uat-g/l	pH	A méquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,50	0,22	8,23	2,450	2,04	1,69	0,32
25	4,40	0,06	8,24	2,450	2,04	1,68	0,33
55	4,60	0,06	8,25	2,455	2,04	1,69	0,33
111	4,54	0,16	8,23	2,451	2,06	1,73	0,30
167	4,32	0,27	8,20	2,451	2,09	1,79	0,28
222	4,30	0,31	8,18	2,453	2,10	1,83	0,26
283	4,26	0,37	8,18	2,453	2,10	1,85	0,26
333	4,19	0,56	8,16	2,449	2,15	1,87	0,24
449	4,24	0,75	8,11	2,439	2,20	1,96	0,21
560	4,28	0,94	8,07	2,437	2,20	2,01	0,18
889	4,25	1,89	7,98	2,439	2,27	2,12	0,13
1313	3,58	1,95	7,96	2,466	2,32	2,17	0,13

STATION 5

Prof. m	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A méquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,58	0,09	8,27	2,491	2,06	1,68	0,34
24	4,72	0,05	8,27	2,476	2,05	1,68	0,34
53	4,75	0,06	8,27	2,459	2,04	1,66	0,34
107	4,72	0,13	8,24	2,451	2,04	1,72	0,32
161	4,36	0,28	8,23	2,447	2,07	1,77	0,29
216	4,41	0,32	8,21	2,447	2,10	1,81	0,28
275	4,29	0,45	8,20	2,451	2,10	1,83	0,27
324	4,27	0,49	8,18	2,443	2,12	1,85	0,25
437	4,30	0,75	8,14	2,444	2,15	1,92	0,22
545	4,36	1,12	8,09	2,433	2,19	2,01	0,18
866	4,36	1,79	8,00	2,437	2,27	2,11	0,14
1285	3,67	2,07	7,97	2,471	2,32	2,16	0,13

STATION 6

Prof. m	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A méquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,73	0,09	8,23	2,494	2,07	1,73	0,32
22	4,72	0,05	8,23	2,419	2,00	1,67	0,31
48	4,73	0,05	8,26	2,405	2,00	1,64	0,30
97	4,77	0,06	8,25	2,405	2,00	1,66	0,32
147	4,50	0,17	8,22	2,377	2,03	1,70	0,29
196	4,34	0,25	8,20	2,377	2,03	1,74	0,27
250	4,43	0,40	8,20				
294	4,38	0,32	8,19	2,377	2,04	1,78	0,26
399	4,23	0,49	8,16	2,377	2,09	1,83	0,23
501	4,26	0,76	8,10	2,362	2,11	1,90	0,19
811	4,38	1,26	8,04	2,361	2,12	2,03	0,16
1220	3,65	1,63	7,99	2,419	2,24	2,10	0,13

STATION 7

Prof. m	O ₂ cc/l	PO ₄ -P uat-g/l	pH	A méquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,51	0,09	8,18	2,458	2,07	1,76	0,30
22	4,70	0,06	8,25	2,405	2,00	1,64	0,33
50	4,66	0,06	8,29	2,418	1,97	1,61	0,34
101	4,40	0,14	8,25	2,391	1,99	1,65	0,32
153	4,26	0,26	8,23	2,405	2,03	1,71	0,30
203	4,29	0,32	8,23	2,405	2,03	1,74	0,28
259	4,17	0,35	8,22	2,418	2,07	1,78	0,27
305	4,22	0,47	8,21	2,405	2,06	1,78	0,26
413	4,14	0,66	8,16	2,377	2,09	1,84	0,23
515	4,20	0,95	8,12	2,377	2,12	1,91	0,20
645	4,26	1,18	8,13	2,377	2,14	1,93	0,19
1202	3,61	1,93	8,15	2,432	2,21	2,00	0,18

STATION 8

Prof. m	O ₂ cc/l	PO ₄ -P uat-g/l	pH	A méquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,71	0,10	8,22	2,418	2,04	1,69	0,31
25	4,71	0,07	8,28	2,391	1,95	1,60	0,34
54	4,76	0,08	8,30	2,391	1,95	1,58	0,35
109	4,22	0,25	8,24	2,377	1,97	1,65	0,31
165	3,84	0,39	0,20	2,377	2,03	1,72	0,28
220	4,03	0,42	8,20	2,377	2,03	1,75	0,27
279	4,11	0,48	8,20	2,377	2,04	1,77	0,26
328	4,17	0,52	8,18	2,361	2,04	1,78	0,24
443	4,28	0,80	8,13	2,348	2,07	1,85	0,21
554	4,28	1,02	8,10	2,333	2,10	1,90	0,18
878	4,19	1,65	8,01	2,348	2,18	2,01	0,14
1287	3,57	2,08	7,96	2,418	2,27	2,12	0,12

STATION 9

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P uat-g/l	pH	A méquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,27	0,25	8,24	2,418	2,01	1,64	0,33
17	4,42	0,05	8,30	2,391	1,93	1,55	0,36
39	4,14	0,23	8,31	2,351	1,93	1,54	0,37
81	4,37	0,08	8,27	2,391	1,99	1,61	0,34
123	4,25	0,15	8,25	2,391	1,99	1,65	0,32
162	3,92	0,25	8,24	2,377	1,97	1,66	0,30
205	3,73	0,31	8,24	2,431	2,05	1,73	0,30
243	3,81	0,37	8,21	2,418	2,06	1,77	0,27
327	3,98	0,50	8,21	2,418	2,09	1,80	0,26
409	3,98	0,72	8,15	2,405	2,12	1,88	0,22
648	4,25	1,27	8,14	2,391	2,16	1,94	0,19
983	3,79	1,76	8,04	2,418	2,25	2,02	0,16

STATION 10

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P uat-g/l	pH	A méquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,88	0,10	8,24	2,392	1,92	1,62	0,33
24	4,14	0,05	8,29	2,364	1,91	1,54	0,35
52	4,52	0,05	8,29	2,392	1,93	1,56	0,35
104	4,41	0,10	8,28	2,392	1,93	1,57	0,35
156	4,00	0,22	8,25	2,418	2,01	1,64	0,33
208	3,98	0,23	8,25	2,392	1,99	1,65	0,32
265	3,94	0,27	8,24	2,418	2,04	1,70	0,31
312	3,98	0,40	8,22	2,392	2,05	1,75	0,28
420	3,82	0,72	8,17	2,392	2,10	1,81	0,25
523	3,97	1,06	8,14	2,364	2,11	1,86	0,22
829	4,12	1,60	8,09	2,378	2,18	1,94	0,19
1235	3,59	1,89	8,03	2,443	2,27	2,10	0,14

STATION 11

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A méquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,54	0,07	8,21	2,350	1,98	1,63	0,31
18	4,41	0,03	8,26	2,335	1,90	1,56	0,33
41	4,47	0,05	8,26	2,378	1,95	1,59	0,34
84	4,49	0,06	8,25	2,378	1,95	1,60	0,33
127	4,30	0,12	8,24	2,405	2,03	1,66	0,32
169	3,86	0,21	8,21	2,418	2,04	1,72	0,30
218	3,93	0,26	8,21	2,418	2,04	1,74	0,29
255	3,84	0,33	8,17	2,432	2,11	1,82	0,26
348	4,08	0,51	8,16	2,418	2,13	1,86	0,24
433	3,99	0,75	8,13	2,391	2,14	1,91	0,21

STATION 12

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A méquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,53	0,06	8,22	2,418	2,04	1,67	0,32
22	4,53	0,04	8,26	2,377	1,95	1,59	0,34
47	4,49	0,04	8,26	2,391	1,96	1,61	0,34
92	4,52	0,05	8,25	2,391	1,96	1,62	0,33
139	4,13	0,18	8,22	2,391	2,01	1,68	0,31
183	3,93	0,29	8,19	2,391	2,01	1,73	0,28
232	3,90	0,40	8,16	2,391	2,07	1,80	0,25
273	4,01	0,37	8,16	2,350	2,04	1,77	0,24
368	3,90	0,61	8,14	2,362	2,08	1,83	0,22
458	4,05	0,83	8,12	2,349	2,10	1,87	0,21
724	4,16	1,37	8,04	2,363	2,20	2,01	0,15
1085	3,71	1,64	7,98	2,418	2,25	2,11	0,13

STATION 13

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P uat-g/l	pH	A néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,62	0,07	8,24	2,418	2,01	1,65	0,33
25	4,49	0,03	8,27	2,376	1,95	1,59	0,34
55	4,53	0,03	8,29	2,404	1,94	1,57	0,39
111	4,55	0,14	8,27	2,432	2,02	1,64	0,34
167	4,41	0,29	8,24	2,418	2,01	1,69	0,31
222	4,03	-	8,20	2,405	2,05	1,75	0,28
283	4,04	0,43	8,19	2,418	2,07	1,79	0,27
333	4,13	0,55	8,18	2,405	2,08	1,81	0,25
448	4,18	0,94	8,12	2,376	2,12	1,90	0,20
558	4,28	1,15	8,07	2,362	2,13	1,93	0,17
880	4,06	1,48	8,03	2,404	2,23	2,07	0,14
1300	3,77	1,61	7,99	2,432	2,29	2,13	0,13

STATION 14

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P uat-g/l	pH	A néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,61	0,09	8,26	2,444	2,00	1,63	0,35
25	4,56	0,05	8,29	2,404	1,94	1,58	0,35
55	4,53	0,05	8,28	2,391	1,93	1,58	0,34
111	4,36	0,07	8,27	2,404	1,97	1,62	0,34
167	4,10	0,11	8,24	2,418	2,01	1,69	0,32
222	3,96	0,26	8,23	2,404	2,03	1,72	0,29
283	3,96	0,86	8,17	2,404	2,08	1,81	0,25
332	4,10	0,58	8,15	2,377	2,09	1,83	0,23
447	4,11	0,91	8,12	2,332	2,08	1,87	0,20
558	4,31	1,19	8,04	2,348	2,16	1,98	0,16
880	3,92	1,50	7,98	2,418	2,25	2,10	0,13
1300	3,54	1,68	7,97	2,444	2,30	2,15	0,12

STATION 15

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,53	0,09	8,13	2,481	2,10	1,81	0,28
25	4,59	0,08	8,28	2,432	1,97	1,60	0,35
55	4,54	0,10	8,29	2,432	1,97	1,60	0,35
111	3,97	0,21	8,23	2,432	2,02	1,69	0,32
167	3,70	0,39	8,20	2,432	2,05	1,75	0,29
222	3,99	0,39	8,20	2,418	2,06	1,76	0,28
283	3,80	0,60	8,18	2,418	2,10	1,82	0,26
333	3,86	0,71	8,16	2,377	2,08	1,82	0,23
449	4,03	1,03	8,07	2,363	2,11	1,94	0,17
561	4,15	1,19	8,05	2,363	2,17	2,00	0,15
672	4,06	1,41	8,00	2,377	2,21	2,05	0,14
1313	3,48	1,61	7,97	2,432	2,29	2,14	0,12

STATION 16

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,64	0,06	8,28	2,432	1,96	1,60	0,35
24	4,63	0,04	8,29	2,378	1,91	1,62	0,34
52	4,56	0,11	8,29	2,418	1,94	1,58	0,35
103	3,96	0,23	8,24	2,404	2,00	1,64	0,33
156	3,86	0,34	8,24	2,404	2,00	1,69	0,30
206	3,73	0,40	8,20	2,378	2,05	1,73	0,27
310	3,97	0,63	8,17	2,378	2,09	1,81	0,24
417	3,82	0,89	8,10	2,348	2,09	1,90	0,19
521	4,09	1,06	8,06	2,348	2,15	1,96	0,16
823	3,92	1,40	8,01	2,378	2,21	2,05	0,13

STATION 17

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,73	0,07	8,27	2,432	2,03	1,65	0,36
23	4,56	0,04	8,29	2,432	1,97	1,59	0,36
49	4,63	0,05	8,29	2,458	1,98	1,61	0,36
99	4,33	0,14	8,24	2,458	2,04	1,70	0,32
148	3,77	0,27	8,23	2,458	2,04	1,72	0,31
195	3,84	0,32	8,20	2,458	2,07	1,77	0,29
250	3,69	0,39	8,20	2,361	2,04	1,72	0,27
294	3,80	0,58	8,19	2,458	2,13	1,83	0,26
397	3,87	0,89	8,12	2,432	2,19	1,97	0,21
498	3,97	1,08	8,06	2,432	2,23	2,03	0,17
800	3,92	1,44	8,01	2,452	2,30	2,13	0,14
1200	3,54	1,61	8,00	2,482	2,33	2,17	0,13

STATION 18

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,59	0,08	8,24	2,444	2,00	1,64	0,34
22	4,56	0,06	8,26	2,332	1,90	1,54	0,33
47	4,53	0,07	8,27	2,378	1,94	1,56	0,35
95	4,03	0,19	8,21	2,268	1,91	1,59	0,29
143	3,70	0,31	8,17	2,458	2,10	1,79	0,29
190	3,64	0,38	8,17	2,444	2,12	1,81	0,28
242	3,88	0,43	8,17	2,444	2,12	1,83	0,26
284	3,80	0,58	8,13	2,432	2,14	1,89	0,23
383	3,79	0,98	8,03	2,405	2,18	2,01	0,16
477	3,86	1,08	8,01	2,405	2,24	2,05	0,15
759	3,98	1,34	7,99	2,405	2,24	2,09	0,13
1136	3,56	1,55	7,91	2,432	2,32	2,17	0,11

STATION 19

Prof. m	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A méquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,31	0,09	8,23	2,457	2,01	1,67	0,34
24	4,25	0,03	8,29	2,444	1,97	1,58	0,37
52	4,63	0,06	8,30	2,444	1,98	1,58	0,37
105	4,24	0,13	8,26	2,432	2,02	1,65	0,34
158	4,53	0,13	8,26	2,432	2,02	1,66	0,33
210	3,74	0,34	8,20	2,432	2,10	1,75	0,29
265	3,84	0,39	8,20	2,432	2,11	1,79	0,28
309	3,96	0,52	8,16	2,432	2,13	1,86	0,24
414	3,84	0,92	8,04	2,311	2,20	2,01	0,16
508	4,01	1,05	8,01	2,311	2,23	2,05	0,14
793	3,80	1,18	8,00	2,432	2,26	2,11	0,13
Fond	3,48	1,06	--	-	-	-	-

STATION 20

Prof. m	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A méquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,57	0,11	8,22	2,457	2,04	1,68	0,33
21	4,54	0,07	8,28	2,432	1,95	1,58	0,36
47	4,53	0,08	8,28	2,432	1,95	1,58	0,36
94	4,62	0,10	8,27	2,432	1,99	1,61	0,35
142	3,96	0,24	8,24	2,444	2,03	1,67	0,33
189	3,73	0,35	8,21	2,444	2,06	1,75	0,30
240	3,81	0,43	8,18	2,444	2,12	1,81	0,27
282	3,88	0,55	8,15	2,404	2,11	1,85	0,24
382	3,65	0,93	8,08	2,391	2,16	1,95	0,18
475	4,04	1,11	8,02	2,378	2,21	2,03	0,15
759	3,86	1,27	8,01	2,418	2,25	2,10	0,13
1146	3,31	1,24	7,96	2,494	2,35	2,20	0,12

STATION 21

Prof. m	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A méquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,66	0,14	8,25	2,444	2,00	1,63	0,35
24	4,58	0,09	8,29	2,418	1,94	1,56	0,36
53	4,51	0,10	8,29	2,418	1,94	1,56	0,36
106	4,27	0,17	8,25	2,444	2,03	1,66	0,34
159	3,79	0,33	8,22	2,444	2,06	1,73	0,31
211	3,86	0,38	8,21	2,418	2,06	1,75	0,28
269	3,95	0,52	8,20	2,418	2,09	1,82	0,26
316	3,72	0,73	8,11	2,378	2,12	1,91	0,20
425	3,69	0,95	8,02	2,378	2,18	2,01	0,15
532	3,82	0,97	8,01	2,378	2,21	2,04	0,14
845	3,64	1,29	7,99	2,418	2,25	2,10	0,13
1250	3,32	0,94	7,95	2,457	2,31	2,17	0,12

STATION 22

Prof. m	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A méquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,60	0,08	8,26	2,444	2,00	1,63	0,35
25	4,57	0,08	8,29	2,418	1,94	1,55	0,36
54	4,60	0,09	8,29	2,418	1,94	1,55	0,36
108	4,12	0,24	8,24	2,418	2,00	1,66	0,32
164	3,70	0,38	8,18	2,444	2,09	1,78	0,28
218	3,61	0,51	8,17	2,432	2,11	1,82	0,26
278	3,38	0,68	8,12	2,432	2,16	1,89	0,22
327	3,41	0,81	8,07	2,377	2,15	1,93	0,19
439	3,75	1,05	8,04	2,362	2,16	1,98	0,16
551	3,68	1,16	7,99	2,362	2,20	2,04	0,14
874	3,55	1,16	7,98	2,418	2,25	2,11	0,13
1295	3,27	1,06	7,95	2,444	2,30	2,16	0,12

STATION 23

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	Λ néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,63	0,13	8,28	2,458	1,98	1,61	0,37
24	4,67	0,05	8,29	2,432	1,96	1,58	0,36
52	4,59	0,06	8,37	2,432	1,96	1,57	0,36
103	4,19	0,19	8,25	2,444	2,03	1,67	0,34
156	3,72	0,32	8,22	2,444	2,06	1,73	0,30
206	3,92	0,40	8,20	2,432	2,08	1,79	0,28
262	3,69	0,66	8,14	2,418	2,12	1,88	0,23
308	3,29	0,87	8,08	2,418	2,16	1,96	0,19
416	3,40	1,07	8,00	2,405	2,21	2,05	0,15
520	3,77	1,12	8,01	2,405	2,23	2,06	0,15
827	3,70	1,14	7,99	2,418	2,25	2,10	0,13
1224	3,37	1,09	7,93	2,665	2,54	2,38	0,12

STATION 24

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	Λ néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,59	0,09	8,27	2,432	1,97	1,61	0,35
24	4,58	0,06	8,27	2,391	2,02	1,65	0,36
53	4,59	0,06	8,29	2,418	1,94	1,57	0,36
108	4,19	0,18	8,24	2,470	2,05	1,68	0,34
163	3,58	0,47	8,19	2,458	2,10	1,78	0,29
217	3,21	0,68	8,12	2,432	2,14	1,84	0,23
276	3,24	0,78	8,10	2,418	2,16	1,94	0,20
325	3,36	0,94	8,05	2,418	2,19	2,00	0,18
438	3,81	1,12	8,01	2,418	2,25	2,07	0,15
548	4,08	1,16	8,01	2,405	2,24	2,07	0,14
870	3,81	1,10	7,99	2,418	2,25	2,10	0,13
1290	3,50	1,16	7,94	2,432	2,30	2,15	0,11

STATION 25

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,62	0,09	8,23	2,405	1,96	1,63	0,33
25	4,54	0,06	8,28	2,348	1,88	1,53	0,34
55	4,59	0,06	8,28	2,348	1,88	1,53	0,34
111	3,92	0,29	8,21	2,432	2,03	1,70	0,32
167	3,32	0,53	8,12	2,418	2,13	1,84	0,25
222	3,25	0,63	8,11	2,405	2,12	1,87	0,23
283	3,27	0,77	8,07	2,405	2,17	1,95	0,19
333	3,33	0,91	8,04	2,348	2,12	1,94	0,17
449	3,84	1,06	7,97	2,348	2,18	2,03	0,13
561	4,13	1,08	7,98	2,348	2,18	2,03	0,13
569	3,81	1,02	7,96	2,391	2,25	2,10	0,12
1310	3,37	1,07	7,93	2,432	2,29	2,16	0,11

STATION 26

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,71	0,30	8,28	2,458	2,01	1,61	0,36
22	4,50	0,15	8,30	2,418	1,94	1,56	0,36
48	4,52	0,14	8,30	2,432	1,96	1,57	0,36
97	4,03	0,30	8,24	2,432	2,00	1,67	0,32
146	3,74	0,39	8,21	2,444	2,06	1,74	0,30
194	3,80	0,42	8,19	2,444	2,09	1,78	0,28
247	3,61	0,65	8,17	2,432	2,10	1,83	0,25
291	3,73	0,79	8,15	2,418	2,13	1,87	0,23
392	3,85	1,09	8,09	2,405	2,17	1,96	0,19
488	3,99	1,32	8,04	2,405	2,21	2,03	0,16
780	3,92	1,75	7,99	2,418	2,25	2,10	0,13
1171	3,51	1,97	7,96	2,444	2,30	-	-

STATION 27

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,79		8,27	2,378	1,94	1,57	0,35
23	4,71		8,29	2,378	1,91	1,59	0,35
51	4,58		8,28	2,378	1,91	1,55	0,35
104	4,52		8,25	2,405	2,00	1,63	0,33
158	3,73		8,18	2,432	2,05	1,76	0,28
209	3,97		8,18	2,391	2,05	1,77	0,27
267	3,44		8,12	2,391	2,12	1,87	0,22
313	3,29		8,03	2,362	2,11	1,90	0,19
423	3,79		8,03	2,348	2,15	1,98	0,15
527	3,93		8,02	2,348	2,18	2,01	0,14
836	3,65		7,96	2,378	2,23	2,09	0,12

STATION 28

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,78	0,20	8,26	2,432	1,99	1,61	0,35
18	4,95	0,11	8,30	2,418	1,94	1,55	0,37
38	4,65	0,12	8,31	2,418	1,94	1,54	0,37
78	4,77	0,12	8,29	2,418	1,95	1,59	0,36
118	4,22	0,27	8,23	2,432	2,02	1,68	0,32
157	-	0,36	8,20	2,432	2,05	1,73	0,30
200	3,84	0,40	8,23	2,432	2,05	1,73	0,30
236	3,90	0,41	8,20	2,432	2,08	1,77	0,28
318	3,78	0,72	8,16	2,418	2,12	1,84	0,24
396	4,02	0,95	8,13	2,391	2,12	1,89	0,21
638	4,01	1,66	8,00	2,405	2,24	2,08	0,14
994	3,73	1,74	7,98	2,432	2,28	2,13	0,13

STATION 29

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	Λ néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,79		8,23	2,444	2,03	1,67	0,33
20	4,57		8,29	2,587	2,09	1,68	0,38
43	4,59		8,29	2,391	1,92	1,55	0,35
85	4,65		8,29	2,405	1,93	1,56	0,36
127	3,97		8,21	2,418	2,04	1,70	0,31
168	3,45		8,17	2,418	2,07	1,75	0,29
215	3,64		8,18	2,418	2,06	1,76	0,28
251	3,81		8,19	2,405	2,05	1,76	0,27
344	3,95		8,13	2,362	2,08	1,85	0,21
432	3,97		8,07	2,362	2,13	1,95	0,17
794	3,94		7,99	2,362	2,19	2,05	0,13
1166	3,60		7,96	2,418	-	2,03	0,12

STATION 30

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	Λ néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,33	0,17	8,28	2,432	1,99	1,61	0,35
16	4,16	0,11	8,29	2,405	1,94	1,59	0,35
36	4,18	0,11	8,30	2,377	1,92	1,55	0,35
73	3,90	0,20	8,24	2,391	1,99	1,65	0,32
114	3,71	0,40	8,21	2,391	2,02	1,69	0,30
152	3,71	0,35	8,22	2,391	2,02	1,58	0,28
193	3,19	0,40	8,20	2,391	2,04	1,73	0,28
228	3,25	0,39	8,20	2,377	2,03	1,74	0,27
377	4,05	1,19	8,14	2,349	2,06	1,77	0,21
452	3,81	1,22	8,08	2,349	2,12	1,84	0,17
675	4,00	1,66	8,07	2,349	2,15	1,89	0,15
1023	3,54	1,98	7,98	2,405	2,25	1,92	0,12

STATION 31

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,64	0,17	8,29	2,432	1,97	1,60	0,36
24	4,56	0,09	8,30	2,418	1,95	1,58	0,36
52	4,56	0,09	8,30	2,418	1,95	1,58	0,36
106	4,17	0,17	8,25	2,377	1,97	1,64	0,31
158	3,86	0,39	8,22	2,391	2,02	1,70	0,29
210	3,91	0,34	8,22	2,377	2,00	1,70	0,28
267	3,99	0,38	8,23	2,418	2,06	1,75	0,29
313	4,12	0,45	8,20	2,391	2,05	1,77	0,26
421	3,89	1,01	8,11	2,348	2,09	1,89	0,19
525	4,16	1,30	8,07	2,348	2,15	1,96	0,16
834	3,89	1,82	8,00	2,377	2,11	1,97	0,13
1239	3,61	1,99	7,97	2,432	2,29	2,14	0,12

STATION 32

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,56		8,28	2,432	1,98	1,61	0,35
21	4,42		8,29	2,391	1,93	1,57	0,35
47	4,42		8,30	2,405	1,94	1,57	0,36
97	4,19		8,25	2,391	1,93	1,54	0,32
146	3,83		8,22	2,405	2,01	1,90	0,30
194	3,92		8,21	2,405	2,05	1,73	0,28
246	3,96		8,21	2,405	2,06	1,76	0,28
289	4,09		8,20	2,405	2,06	1,78	0,27
389	4,14		8,15	2,362	2,08	1,84	0,22
485	4,24		8,09	2,348	2,12	1,92	0,18
776	3,86		8,00	2,362	2,20	2,05	0,13
1185	3,59		7,97	2,418	2,27	2,12	0,12

STATION 33

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,56	0,15	8,24	2,444	2,02	1,67	0,34
24	4,50	0,15	8,28	2,391	1,96	1,58	0,35
53	4,40	0,14	8,30	2,391	1,93	1,56	0,36
106	4,01	0,21	8,24	2,418	2,01	1,66	0,32
160	3,72	0,39	8,18	2,405	2,06	1,76	0,27
211	3,71	0,46	8,18	2,405	2,07	1,77	0,27
269	3,93	0,46	8,19	2,405	2,07	1,78	0,26
316	4,03	0,50	8,18	2,362	2,05	1,77	0,25
425	3,90	0,83	8,12	2,348	2,09	1,87	0,20
531	3,97	1,20	8,07	2,348	2,18	1,96	0,17
851	4,03	1,73	7,98	2,362	2,19	2,06	0,13
1262	3,57	1,92	7,94	2,432	2,30	2,16	0,11

STATION 34

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,59		8,22	2,458	2,05	1,70	0,33
20	4,60		8,27	2,432	1,99	1,63	0,35
45	4,58		8,28	2,432	1,98	1,61	0,35
91	4,17		8,23	2,432	2,02	1,68	0,32
139	3,84		8,21	2,432	2,05	1,72	0,31
185	3,81		8,18	2,444	2,08	1,78	0,29
235	3,89		8,18	2,432	2,10	1,82	0,26
277	4,04		8,13	2,432	2,14	1,89	0,23
357	4,04		8,11	2,391	2,13	1,91	0,21
448	3,94		8,06	2,391	2,16	1,97	0,17
712	4,04		7,96	2,391	2,25	2,09	0,12
1090	3,78		7,93	2,418	2,28	2,15	0,11

STATION 35

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,75	0,17	8,26	2,432	2,01	1,65	0,35
23	4,68	0,10	8,28	2,391	1,95	1,58	0,35
51	4,67	0,11	8,28	2,391	1,93	1,57	0,35
103	4,65	0,11	8,27	2,391	1,96	1,61	0,34
155	4,10	0,31	8,21	2,391	2,02	1,70	0,30
206	4,00	0,31	8,22	2,391	2,02	1,71	0,29
264	4,02	0,36	8,18	2,362	2,02	1,76	0,26
311	4,17	0,47	8,18	2,362	2,05	1,77	0,25
421	4,23	0,90	8,11	2,333	2,08	1,87	0,19
528	4,41	1,22	8,07	2,333	2,10	1,93	0,17
843	4,02	1,60	7,99	2,348	2,18	2,04	0,13

STATION 36

Prof. n	CO ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,64	0,14	8,25	2,432	2,01	1,65	0,34
25	4,71	0,09	8,27	2,377	1,95	1,59	0,34
54	4,65	0,10	8,28	2,405	1,96	1,60	0,34
110	4,44	0,15	8,25	2,362	1,96	1,62	0,32
166	4,03	0,32	8,21	2,362	1,99	1,69	0,29
220	3,84	0,36	8,19	2,391	2,04	1,75	0,27
281	4,13	0,40	8,19	2,362	2,02	1,76	0,26
331	4,16	0,52	8,17	2,348	2,05	1,78	0,24
447	4,23	0,85	8,12	2,318	2,07	1,85	0,20
559	4,31	1,24	8,04	2,318	2,12	1,95	0,16
885	4,00	1,86	7,95	2,348	2,21	2,03	0,11
1308	3,61	2,00	7,94	2,418	2,19	2,11	0,11

STATION 37

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P μat-g/l	pH	A néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,75	0,19	8,26	2,432	2,00	1,64	0,34
25	4,68	0,08	8,29	2,333	1,89	1,54	0,34
55	4,72	0,06	8,29	2,418	1,96	1,60	0,35
111	4,36	0,18	8,25	2,405	1,99	1,66	0,32
167	4,33	0,26	8,22	2,405	2,01	1,71	0,30
222	4,08	0,37	8,20	2,405	2,05	1,75	0,28
283	4,17	0,40	8,19	2,405	2,06	1,78	0,27
333	4,16	0,52	8,17	2,377	2,06	1,80	0,24
449	4,22	0,94	8,11	2,362	2,11	1,91	0,20
561	4,36	1,27	8,07	2,348	2,13	1,94	0,17
888	4,02	1,81	7,97	2,362	2,22	2,06	0,12
1313	3,68	1,99	7,95	2,432	2,29	2,15	0,12

STATION 38

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P μat-g/l	pH	A néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,66	0,18	8,26	-	-	-	-
24	4,64	0,08	8,28	2,418	1,93	1,61	0,35
43	4,58	0,06	8,29	2,391	1,93	1,58	0,35
97	4,65	0,07	8,29	2,391	1,93	1,58	0,35
145	4,06	0,25	8,22	2,362	1,97	1,67	0,30
194	3,93	0,30	8,20	2,391	2,03	1,73	0,28
242	3,95	0,33	8,21	2,405	2,05	1,74	0,28
291	4,00	0,41	8,17	2,318	2,00	1,73	0,25
389	3,97	0,81	8,13	2,348	2,06	1,84	0,21
486	3,94	1,17	8,08	2,348	2,12	1,92	0,18
779	4,19	1,82	7,99	2,348	2,18	2,04	0,13
1167	3,94	1,94	7,94	2,377	2,24	2,11	0,11

STATION 39

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A méquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,71	0,14	8,27	2,418	1,13	1,62	0,34
25	4,68	0,07	8,28	2,405	1,97	1,60	0,34
49	4,70	0,06	8,28	2,418	1,98	1,61	0,35
99	4,65	0,10	8,28	2,418	1,98	1,61	0,36
149	4,04	0,29	8,18	2,405	2,04	1,72	0,29
200	4,01	0,32	8,20	2,405	2,05	1,74	0,28
250	4,05	0,36	8,18	2,405	2,06	1,79	0,26
300	4,27	0,42	8,18	2,391	2,07	1,79	0,26
400	4,15	0,74	8,13	2,377	2,09	1,86	0,22
501	4,05	1,14	8,06	2,348	2,12	1,94	0,17
1200	3,77	2,00	7,92	2,418	2,30	2,15	0,11

STATION 40

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A méquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,71	0,15	8,23	2,418	2,01	1,67	0,32
25	4,75	0,05	8,28	2,418	1,97	1,61	0,35
49	4,69	0,05	8,28	2,405	1,96	1,60	0,34
99	4,71	0,06	8,28	2,405	1,96	1,60	0,34
147	4,03	0,25	8,19	2,548	2,15	1,84	0,30
196	4,05	0,30	8,15	2,548	2,20	1,90	0,28
245	3,90	0,36	8,21	2,548	2,18	1,84	0,30
295	4,13	0,39	8,18	2,548	2,19	1,90	0,28
392	4,24	0,61	8,16	2,548	2,16	1,92	0,23
490	4,09	1,03	8,09	2,348	2,10	1,91	0,19
784	4,33	1,72	7,98	2,548	2,18	2,03	0,13
1175	3,77	1,96	7,95	2,418	2,28	2,14	0,12

STATION 41

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat.g/l	pH	A néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,75	0,12	8,24	2,559	2,22	1,84	0,36
24	4,77	0,09	8,23	2,523	2,07	1,69	0,36
53	4,73	0,07	8,23	2,520	2,07	1,69	0,36
106	4,66	0,07	8,26	2,516	2,09	1,72	0,34
153	4,43	0,17	8,23	2,424	2,09	1,75	0,32
210	4,12	0,25	8,23	2,494	2,10	1,77	0,31
269	4,06	0,40	8,21	2,516	2,15	1,84	0,29
316	4,06	0,49	8,18	2,494	2,16	1,87	0,27
425	4,16	0,83	8,12	2,432	2,22	1,93	0,22
529	4,11	1,29	8,05	2,470	2,27	2,07	0,17
806	4,10	1,32	7,98	2,432	2,31	2,16	0,13
1245	3,72	2,00	7,96	2,548	2,40	2,25	0,12

STATION 42

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat.g/l	pH	A néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,78	0,29	8,27	2,415	2,06	1,69	0,35
24	4,65	0,06	8,28	2,494	2,04	1,67	0,36
53	4,63	0,05	8,28	2,494	2,04	1,67	0,36
107	4,40	0,09	8,27	2,494	2,05	1,69	0,35
161	4,16	,25	8,22	2,494	2,09	1,77	0,31
214	4,03	0,32	8,21	2,494	2,13	1,81	0,30
273	4,12	0,38	8,18	2,494	2,05	1,73	0,26
321	4,13	0,44	8,17	2,431	2,15	1,87	0,26
453	4,21	0,44	8,10	2,469	2,20	1,93	0,21
540	4,21	0,77	8,09	2,469	2,23	2,04	0,19
800	4,27	1,09	7,98	2,469	2,29	2,14	0,13
1275	3,59	1,76	7,93	2,538	2,41	2,26	0,12

STATION 43

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P uat-g/l	pH	A néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,73	0,14	8,27	2,567	2,11	1,73	0,36
20	4,67	0,06	8,29	2,516	2,15	1,74	0,38
45	4,64	0,08	8,30	2,538	2,07	1,68	0,37
90	4,49	0,11	8,26	2,516	2,09	1,72	0,34
136	4,01	0,26	8,21	2,506	2,12	1,78	0,31
183	3,94	0,30	8,21	2,516	2,13	1,81	0,30
228	3,85	0,36	8,20	2,516	2,15	1,84	0,29
268	3,96	0,46	8,16	2,494	2,17	1,89	0,26
361	4,10	0,64	8,16	2,482	2,36	2,07	0,26
449	4,12	0,96	8,11	2,470	2,21	1,98	0,20
728	4,61	1,55	8,05	2,458	2,25	2,08	0,16

STATION 44

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P uat-g/l	pH	A néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,67	0,15	8,28	2,548	2,09	1,70	0,37
21	4,51	0,09	8,29	2,538	2,07	1,68	0,37
47	4,68	0,09	8,30	2,558	2,05	1,67	0,37
92	4,60	0,09	8,27	2,538	2,10	1,71	0,35
137	4,23	0,22	8,22	2,527	2,12	1,79	0,32
183	4,01	0,31	8,21	2,527	2,15	1,82	0,30
233	3,97	0,36	8,21	-	-	-	-
273	4,14	0,40	8,18	-	-	-	-
365	4,23	0,57	8,17	-	-	-	-
453	4,25	0,88	8,12	-	-	-	-
720	4,55	1,52	8,04	-	-	-	-
1109	3,70	1,84	7,97	-	-	-	-

STATION 45

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,68	0,14	8,26				
15	4,65	0,08	8,28				
25	4,67	0,08	8,28				
58	4,62	0,09	8,28				
86	4,52	0,09	8,27				
112	4,36	0,15	8,24				
192	3,02	0,29	8,19				
227	3,93	0,34	8,19				
272	4,17	0,36					
326	4,21	0,40					
488	4,17	1,08	8,14				
760	4,44	1,46	8,01				

STATION 46

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,80	0,11	8,27				
21	4,79	0,07	8,30				
47	4,68	0,10	8,30				
92	4,73	0,07	8,30				
137	4,65	0,12	8,29				
183	4,08	0,24	8,23				
233	3,95	0,30	8,23				
273	4,05	0,33	8,23				
365	4,26	0,50	8,23				
457	4,27	0,76	8,21				
724	4,66	1,29	8,06				
1085	4,20	1,57	8,00				

STATION 47

Prof. n	O ₂ cc/l	PO ₄ -P µat-g/l	pH	A néquiv/l	CO ₂ total mmole/l	CO ₃ H ⁻ mmole/l	CO ₃ ⁻⁻ mmole/l
0	4,69	0,44	8,22				
21	4,64	0,03	8,30				
47	4,55	0,09	8,30				
92	4,55	0,09	8,29				
137	4,52	0,09	8,29				
183	3,96	0,26	8,23				
233	4,03	0,31	8,23				
273	4,06	0,31	8,22				
832	4,34	1,12	7,99				

COUPES VERTICALES

OXYGENE

Les figures 5 à 10 donnent la distribution de l'oxygène dissous en fonction de la profondeur le long des sections faites.

Une première remarque s'impose : la distance considérable qui sépare les surfaces "isooxygène" 4,00 et 4,5 cc/l dans presque toutes les coupes sauf les figures 7 et 8. Cela traduit le fait que presque partout, la teneur en oxygène dissous dans les mille premiers mètres de l'Océan est comprise entre ces deux valeurs. La coupe des stations 9 - 16 figure 6 révèle pourtant l'existence, entre 200 et 400 m. d'une couche à faible teneur inférieure à 4,00 cc/l, insérée dans la masse des valeurs supérieures à 4,00 cc/l.

Les coupes des stations 17 -25 et 26-31 révèlent une distribution toute différente. D'une part la surface "isooxygène" 4,00 cc/l se situe entre 100 et 200 m. de profondeur alors que celle de 3,50 cc/l se rencontre vers 1 000m. ; la teneur en oxygène dissous se trouve donc comprise pour la plus grande partie de la coupe entre 4,00 et 3,50 cc/l. D'autre part, entre 150 et 400 m. au nord de la Mer de Corail, l'on rencontre un noyau à faible teneur s'étendant du nord au sud jusqu'au voisinage de la station 21 dans la coupe de la figure 7 et jusqu'au voisinage de la station 30 dans la coupe de la figure 8.

PHOSPHORE MINERAL DISSOUS

Les figures 11 à 16 donnent la distribution verticale du phosphore minéral dissous le long des sections exécutées.

La profondeur de la surface "isophosphate" 0,5 microatome -g/l qui oscille autour de 350 m. dans la coupe de la figure 11 décroît jusqu'à 250 m. vers l'est dans la coupe de la figure 12, station 6-16 ; elle varie de 300 m. à moins de 200 m. du sud au nord des stations 17 à 25 ; l'on retrouve le même phénomène des stations 31 à 26 ; les autres coupes indiquent une stabilisation de cette surface vers 300 m. sauf entre les stations 41 et 43 où l'on assiste à une plongée jusqu'à 500 m. de cette surface.

Les surfaces "isophosphate" 1,0 et 1,50 microatome-g/l suivent en général la même évolution qui traduit le fait qu'à une profondeur donnée la teneur en phosphore minéral dissous est plus élevée à l'est et au nord qu'à l'ouest et au sud de la zone étudiée. Cette règle pourrait être la traduction d'une tendance à l'upwelling à l'ouest des nombreuses dorsales sous-marines qui existent dans la région.

Une remarque finale cependant : alors que dans la coupe de la figure 13, l'on pourrait attendre la présence d'une isoligne 1,50 microatome-g/l fortement inclinée vers le bas du nord au sud, l'on trouve au contraire

une masse importante d'eau à teneur en phosphore minéral relativement faible, inférieure à 1,50 microatome-g/l repoussant vers le bas et vers le sud l'isoligne 1,50.

Un examen rapide ne semble indiquer aucune relation évidente entre les teneurs en oxygène dissous et en phosphore minéral.

pH

On trouvera dans les figures 17 à 22 la répartition verticale du pH le long des sections faites.

De la surface à 1 200 m. de profondeur le pH varie de 8,25 à 8,00 la surface "iso pH" 8,00 se rencontrant à proximité du niveau 1 000 m.

L'on peut noter cependant que la surface à pH 8,05 se rapproche de la surface de la mer du sud au nord et que son inclinaison vers le bas est également dans la direction du sud-ouest, comme dans la répartition du phosphore minéral. On retrouve donc avec le pH, la même indication d'une tendance à l'upwelling.

Dans la coupe de la figure 17, on peut noter, dans les couches superficielles l'indication d'une tendance à une turbulence verticale, phénomène que l'on retrouve dans la distribution de l'oxygène.

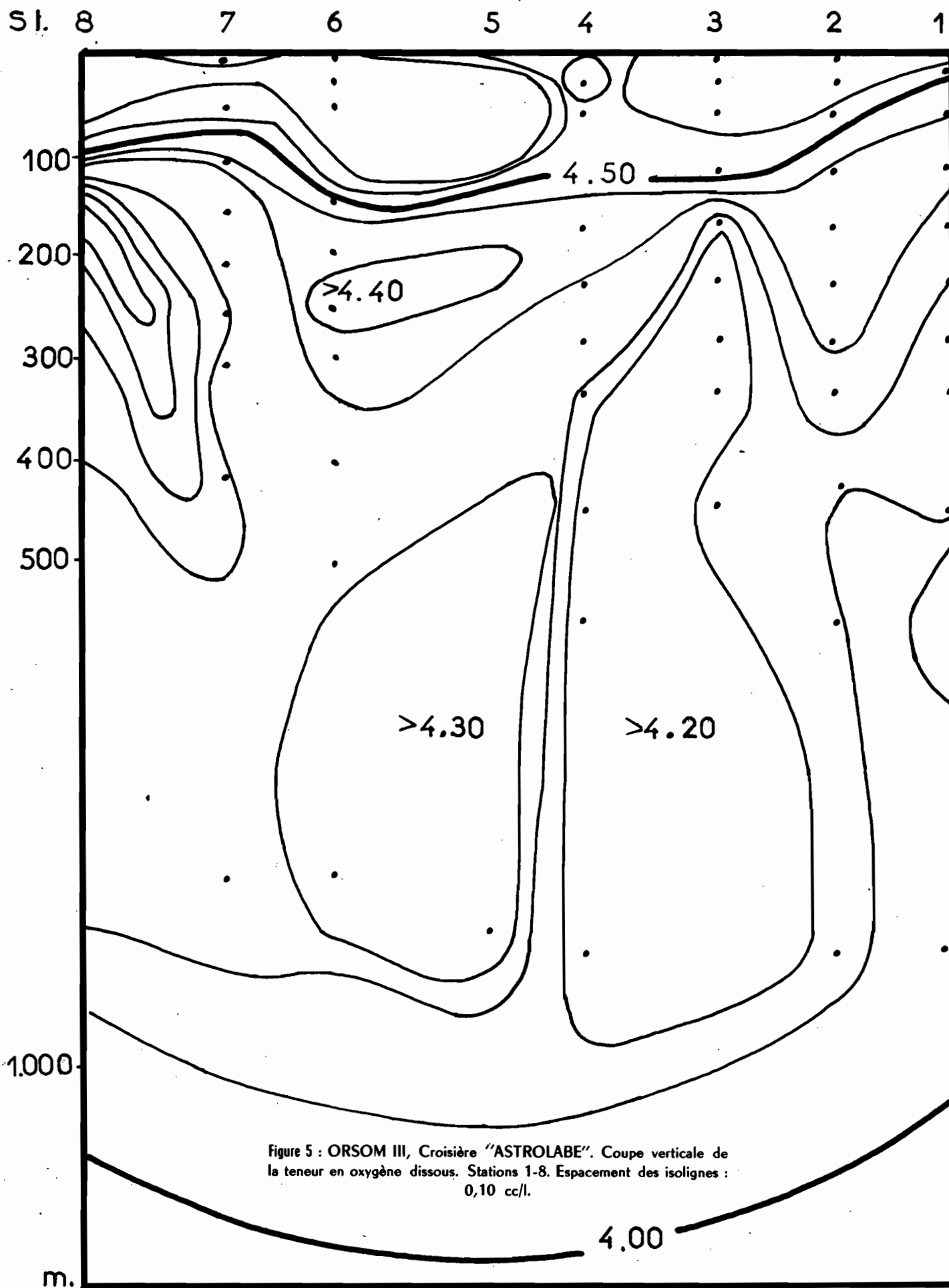
GAZ CARBONIQUE TOTAL

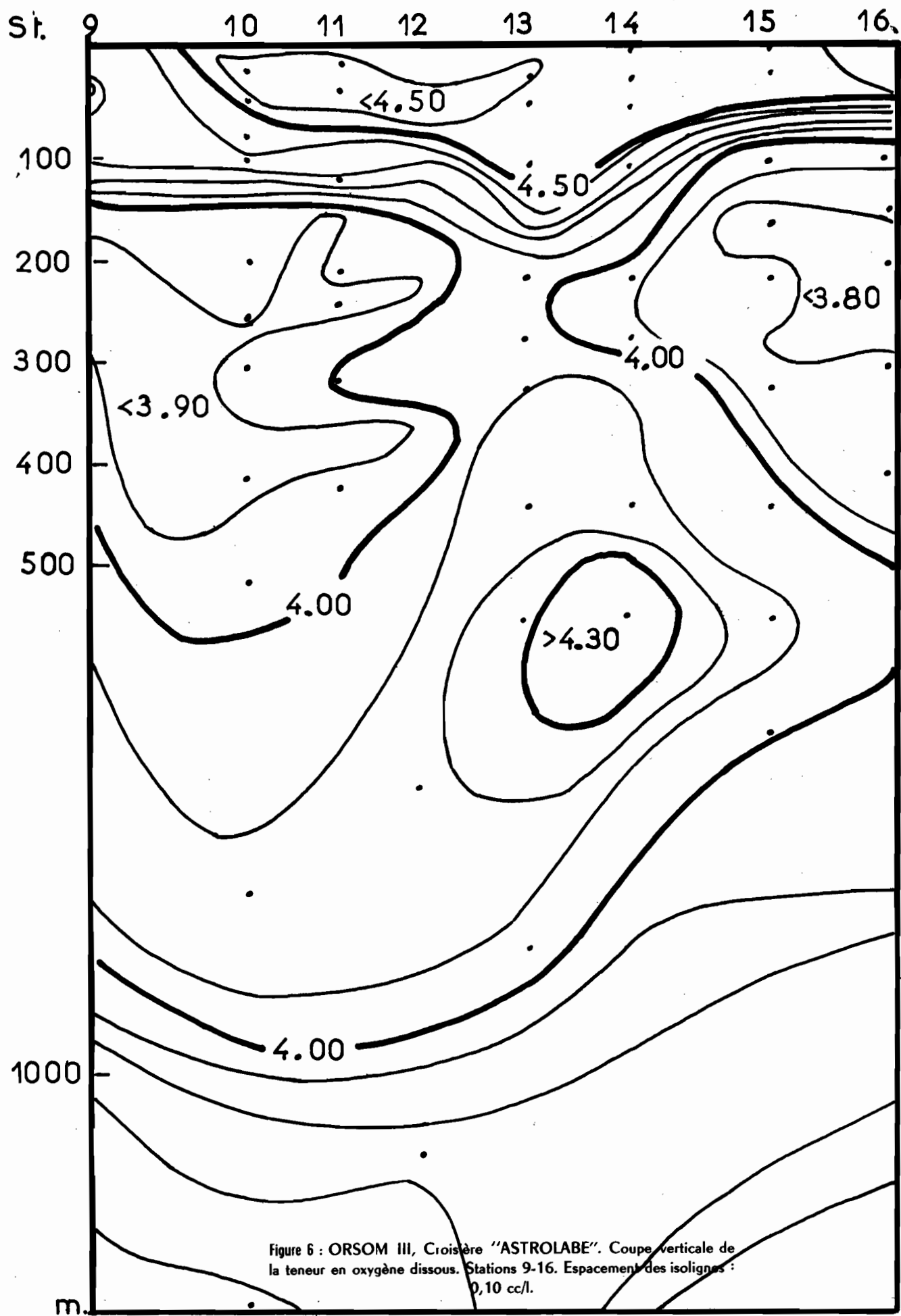
La distribution verticale de la teneur en gaz carbonique totale le long des sections exécutées est donnée dans les figures 23-28.

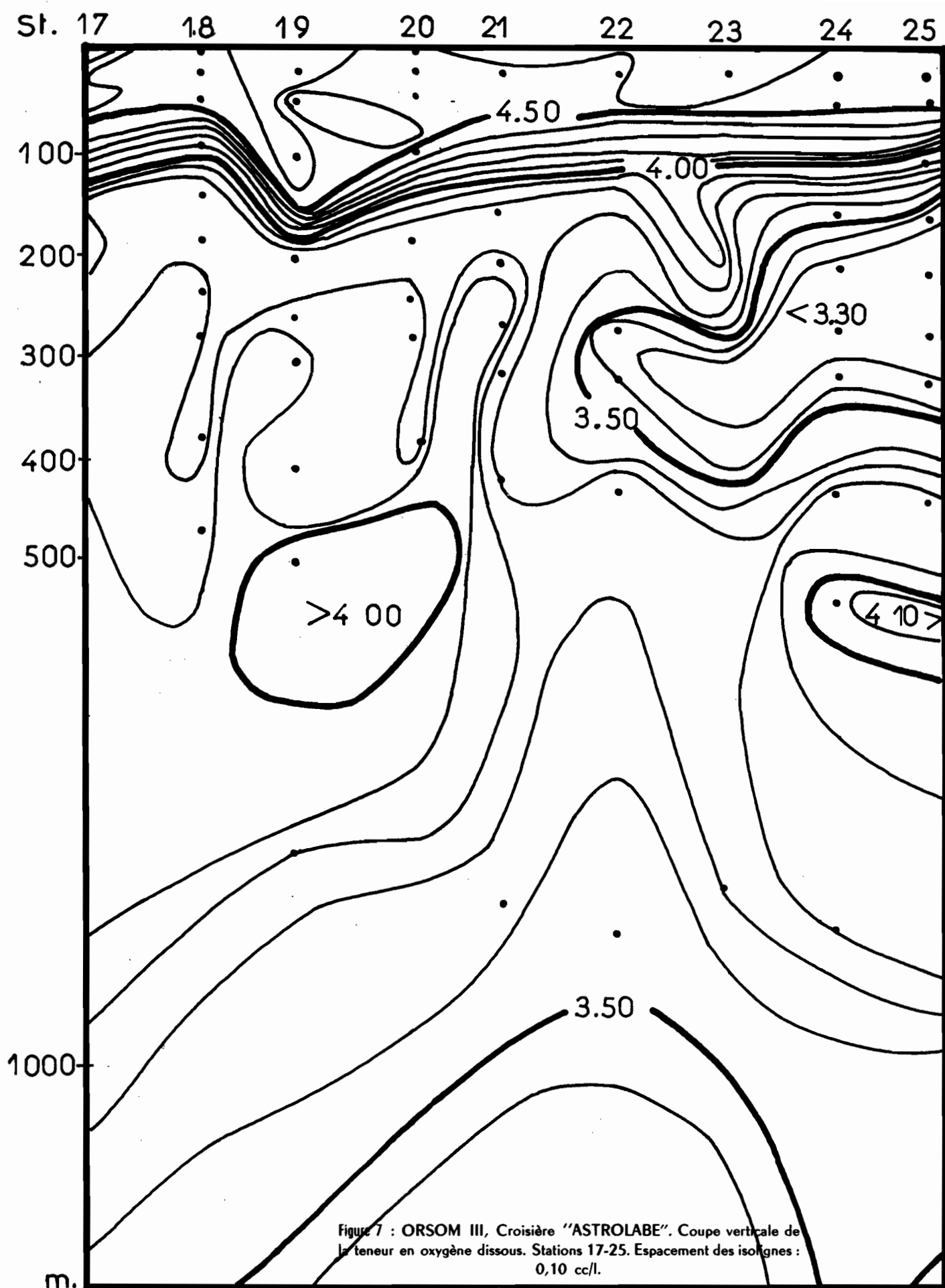
Les teneurs varient dans l'ensemble entre 2,00 et 2,25 millimoles/l, la couche des cent premiers mètres constituant, sauf pour les coupes des figures 25 et 28, une zone de pauvreté relative à teneur inférieure à 2,00 millimole/l.

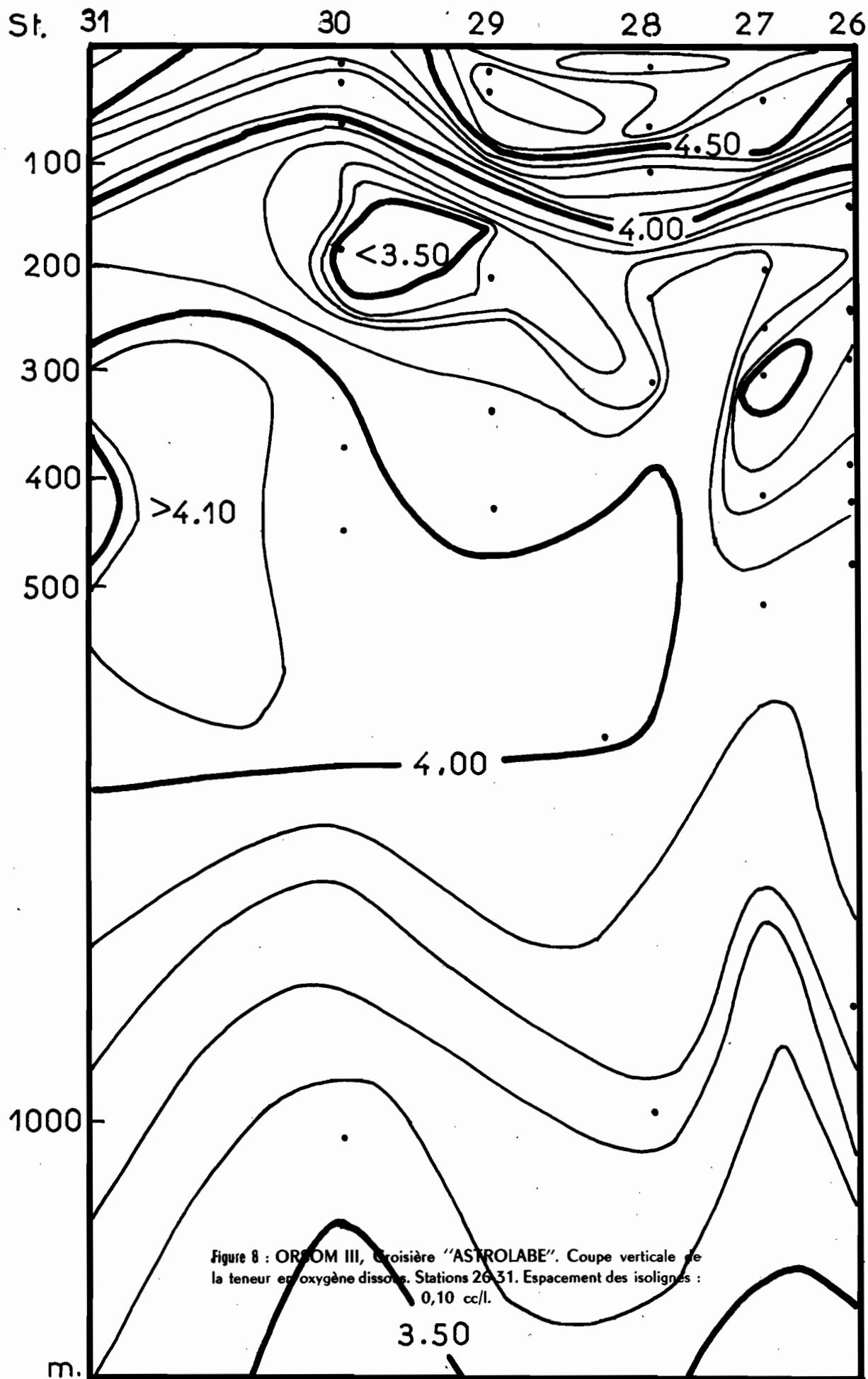
L'inclinaison des isolignes indique toujours une pente vers le bas dans la direction du sud-ouest.

On observe enfin une certaine similarité entre la distribution du gaz carbonique et celle du phosphore minéral dissous.









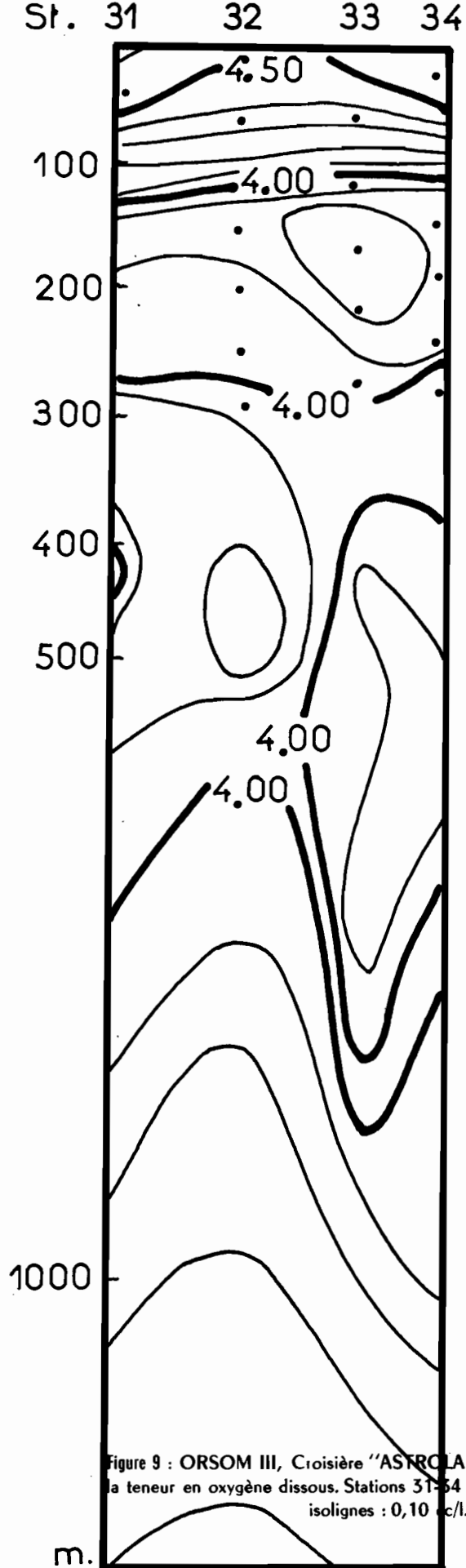
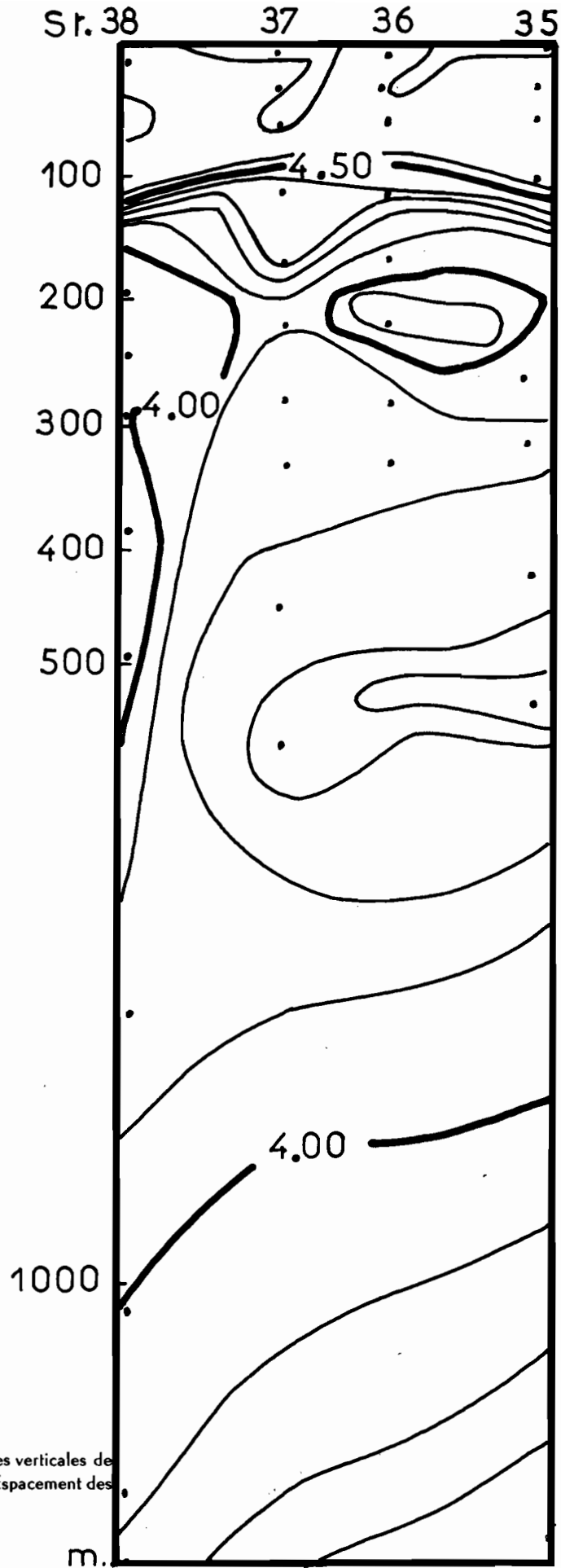
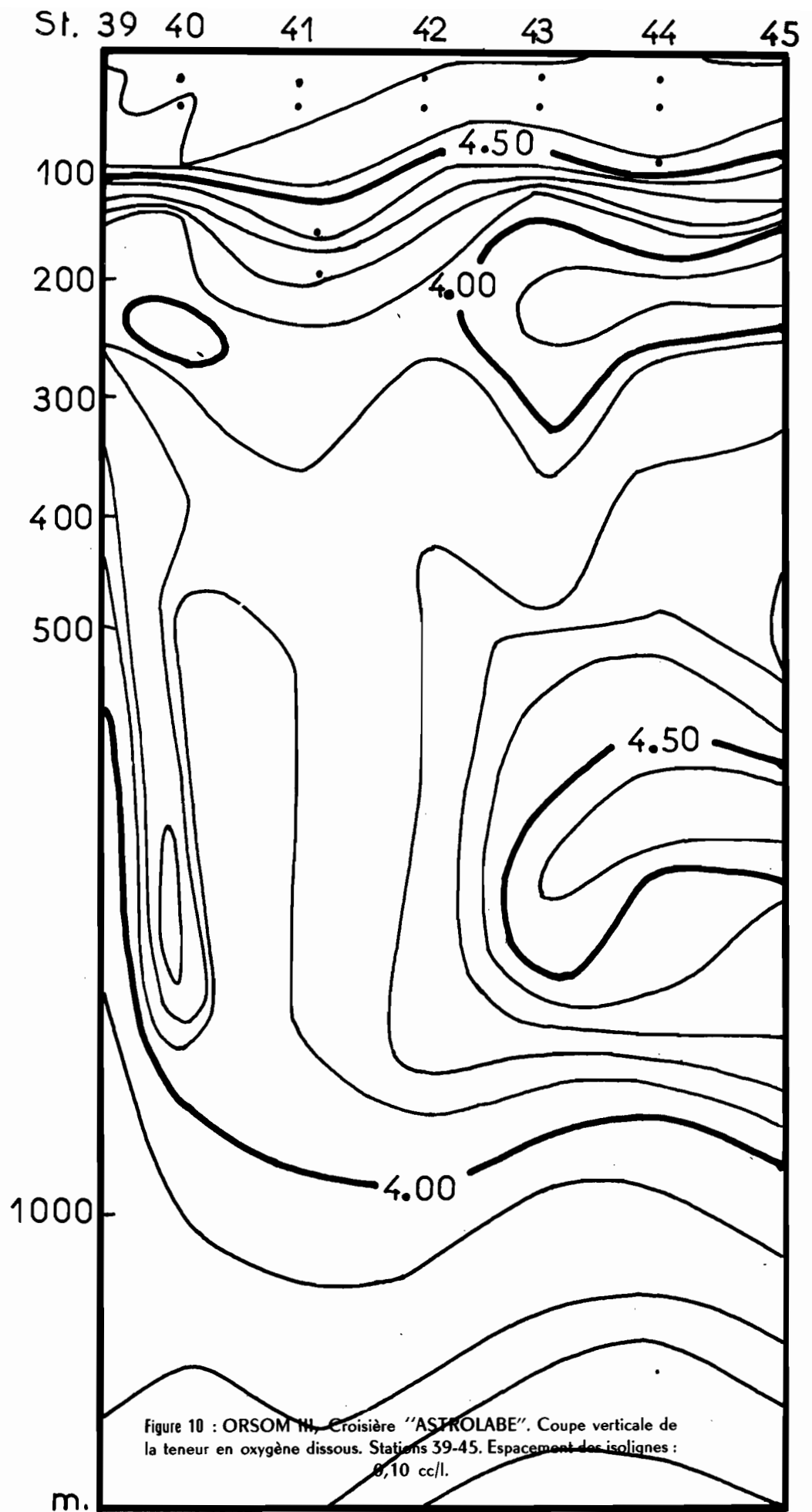
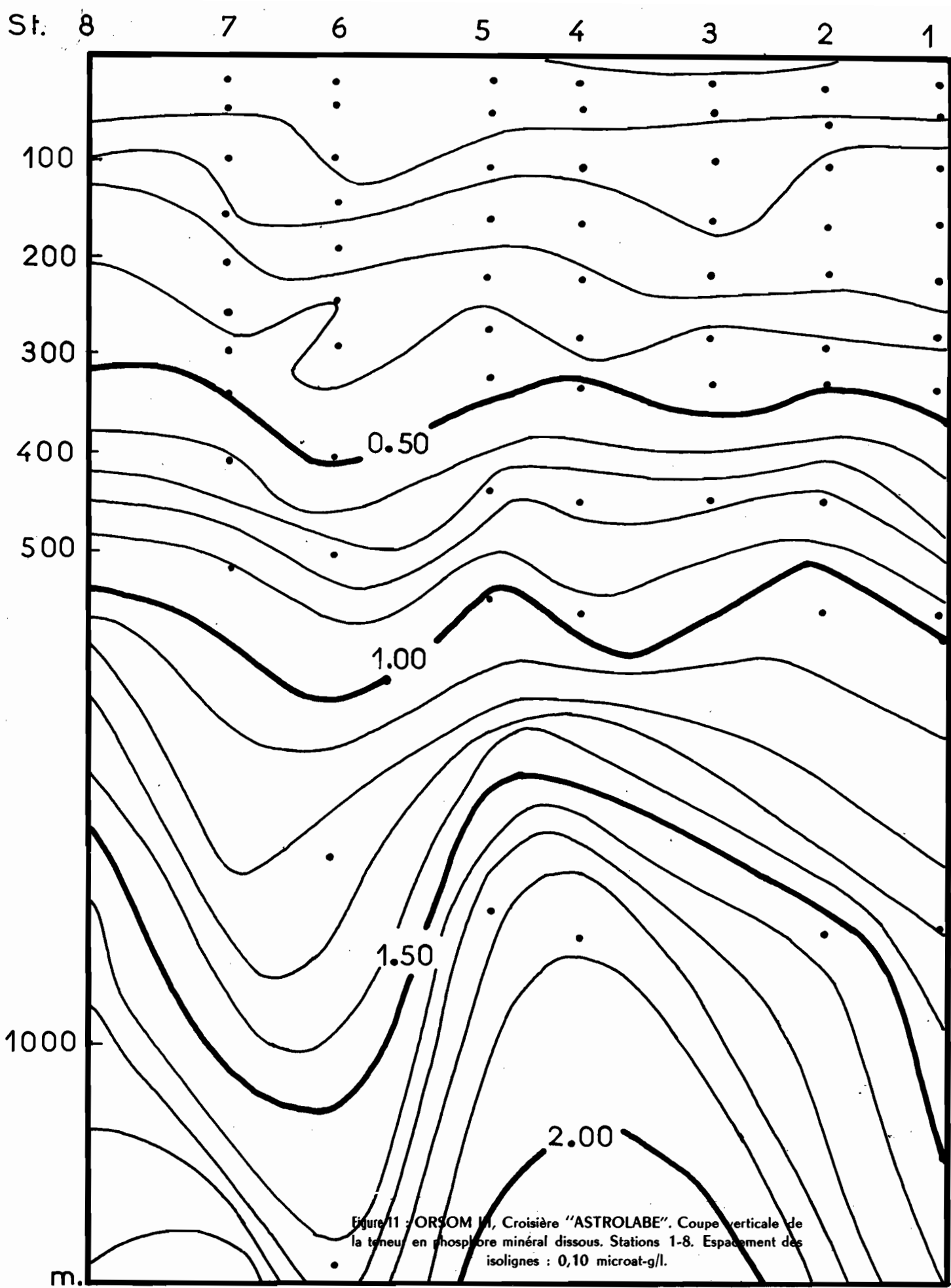
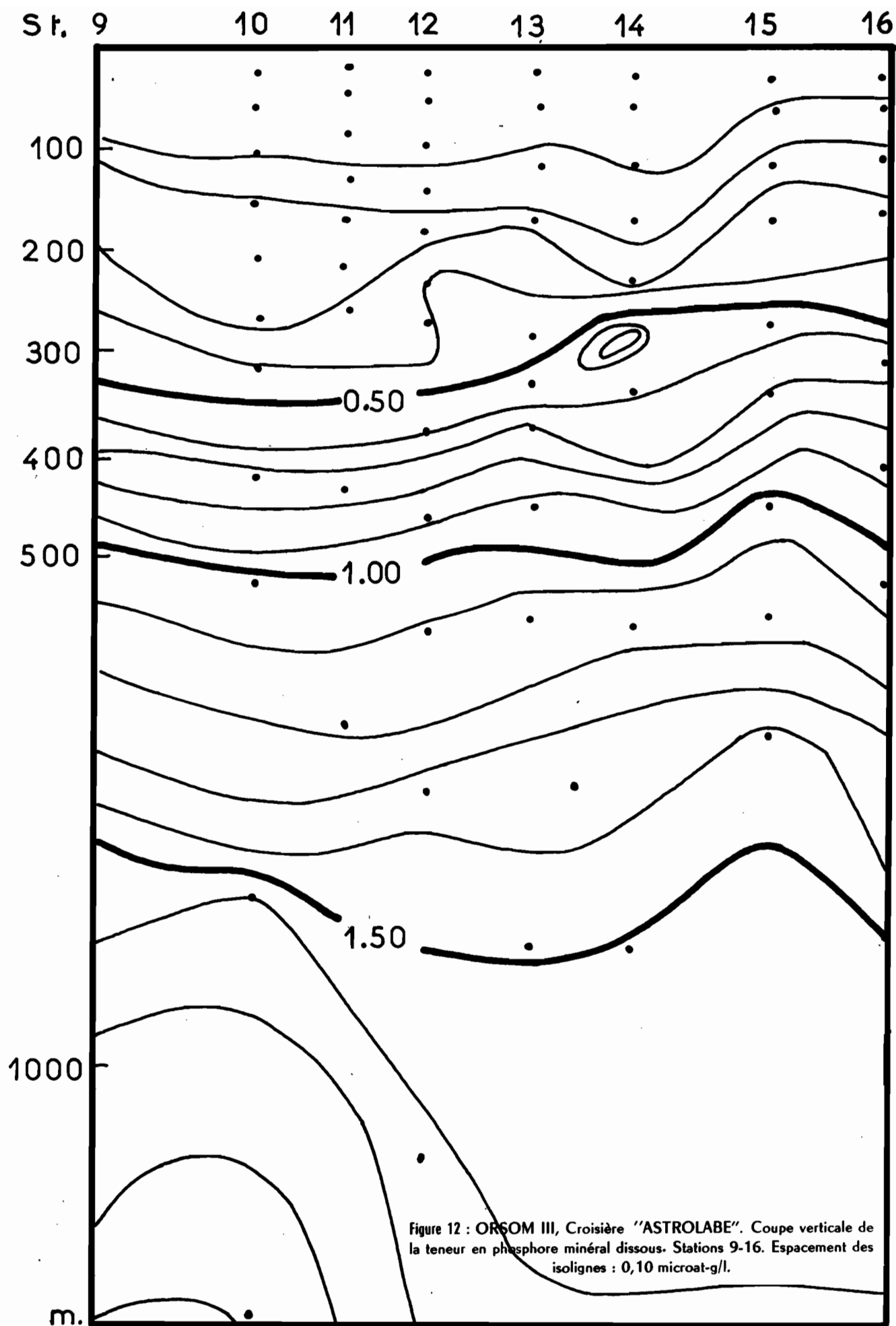


Figure 9 : ORSOM III, Croisière "ASTROLABE". Coupes verticales de la teneur en oxygène dissous. Stations 31-34 et 35-38. Espacement des isolignes : 0,10 cc/l.









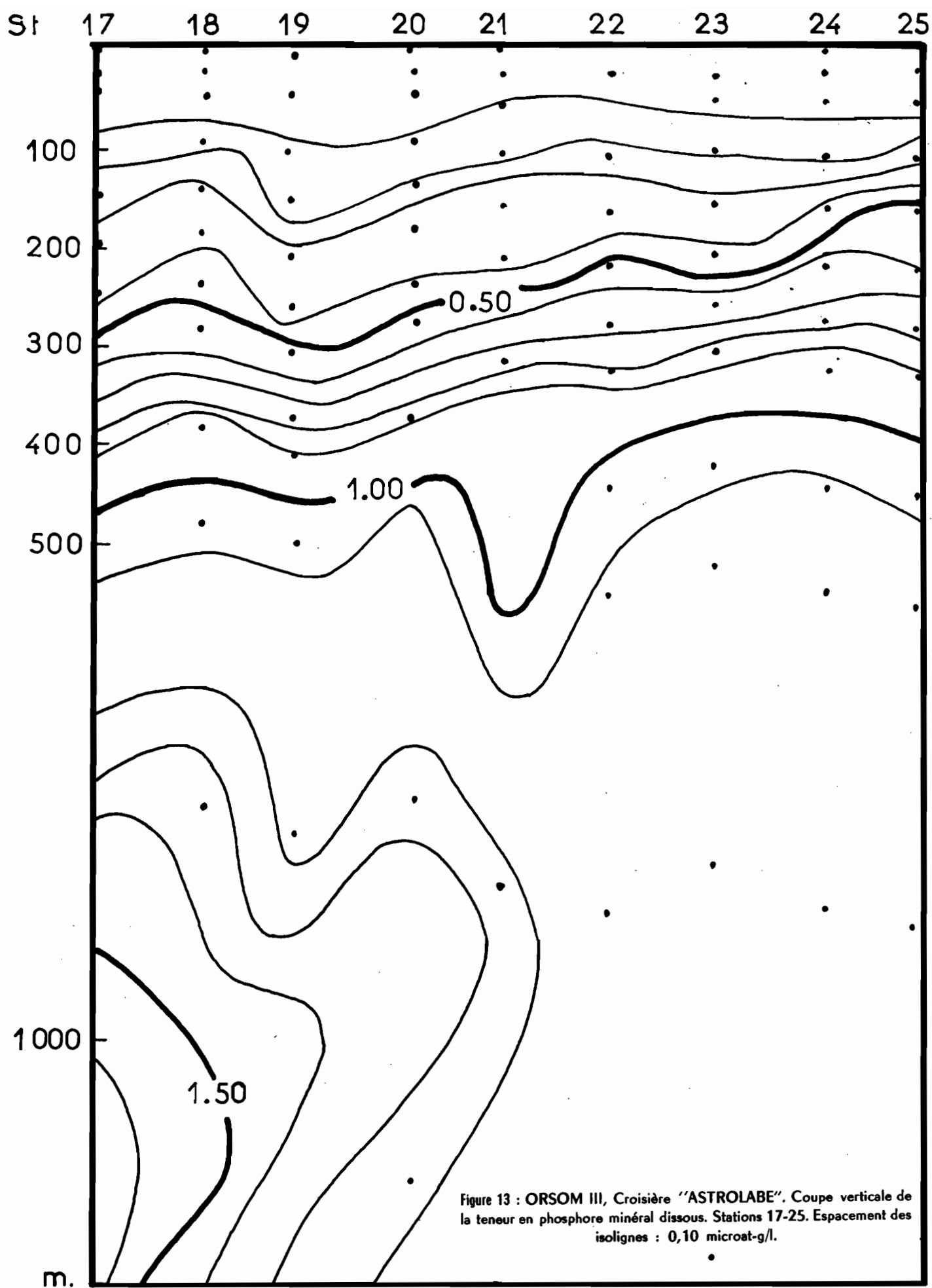
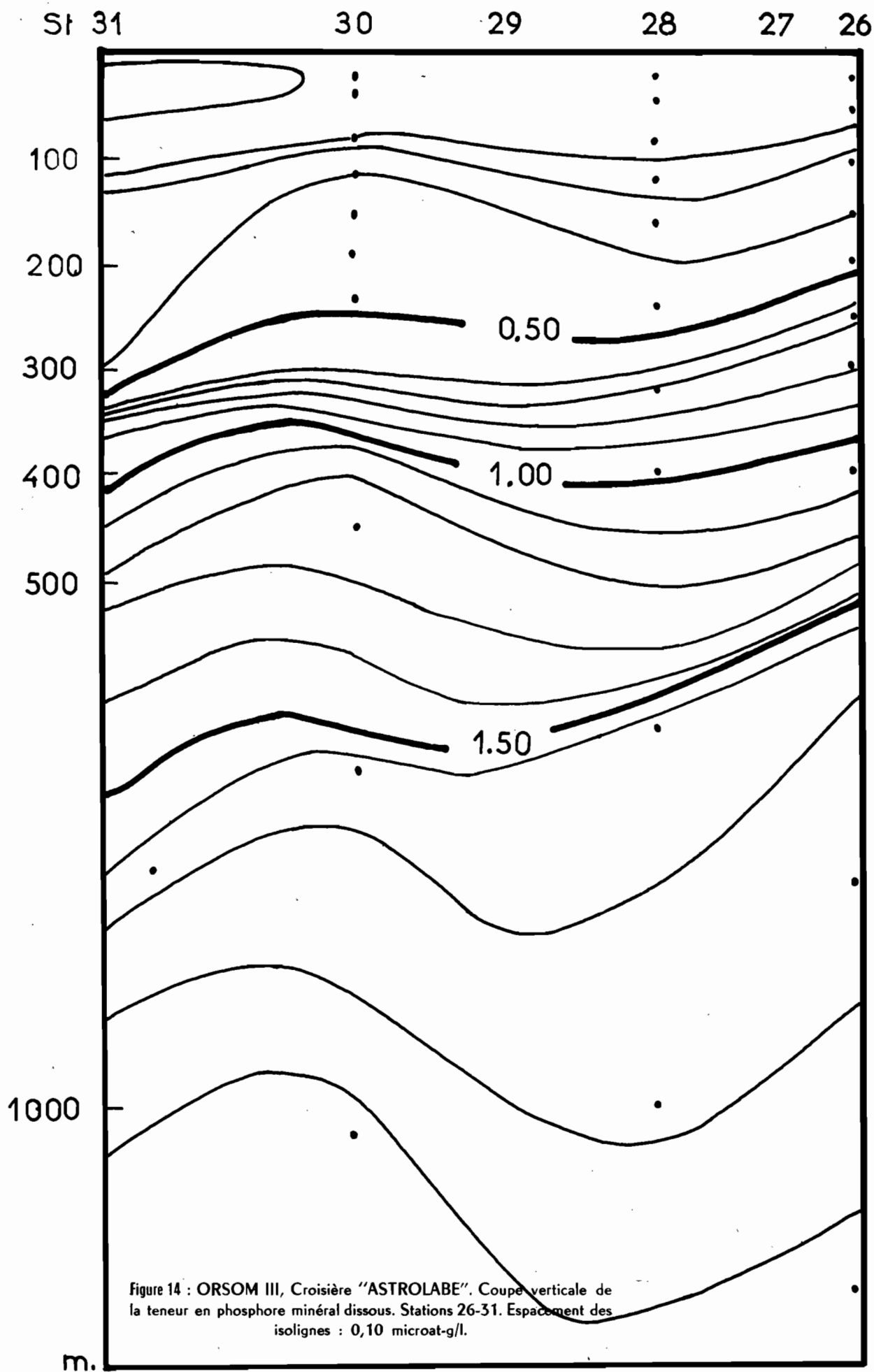
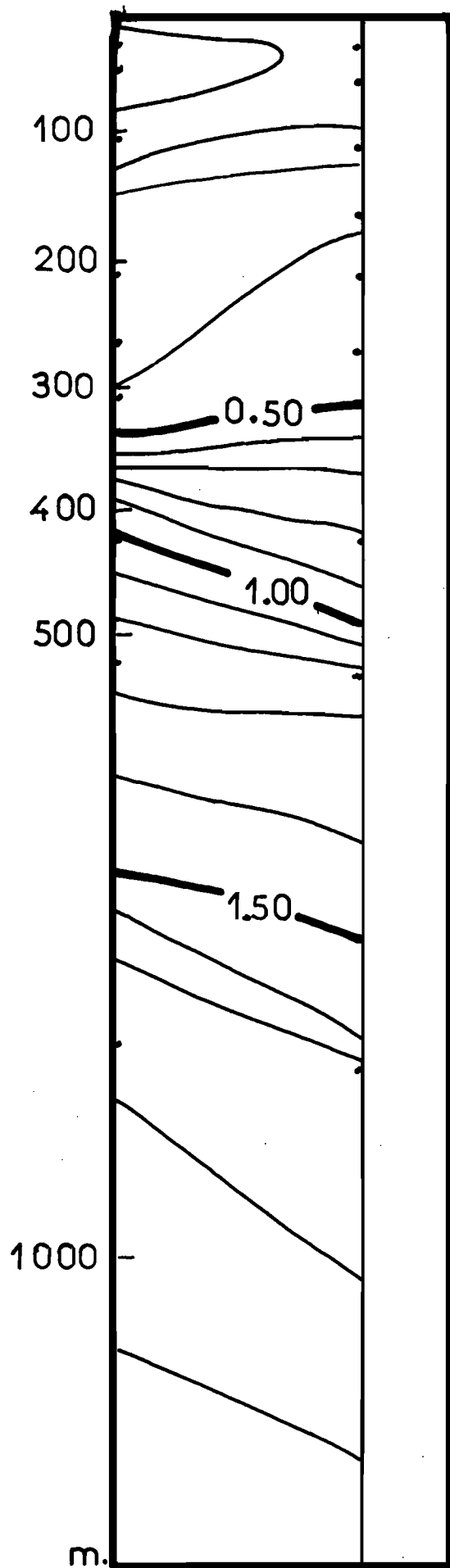


Figure 13 : ORSOM III, Croisière "ASTROLABE". Coupe verticale de la teneur en phosphore minéral dissous. Stations 17-25. Espacement des isolignes : 0,10 microst-g/l.



St 31 32 33 34



St. 38 37 36 35

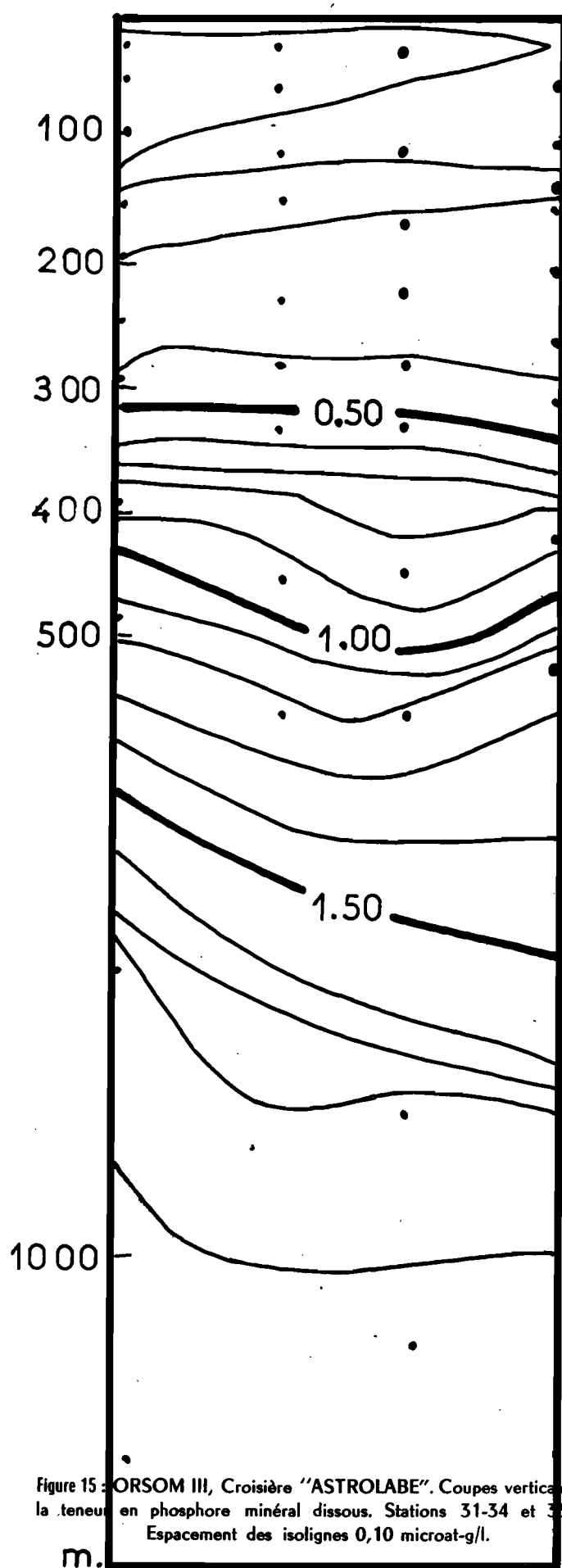


Figure 15 : ORSOM III, Croisière "ASTROLABE". Coupes verticales de la teneur en phosphore minéral dissous. Stations 31-34 et 35-38. Espacement des isolignes 0,10 microat-g/l.

St. 39 40 41 42 43 44 45

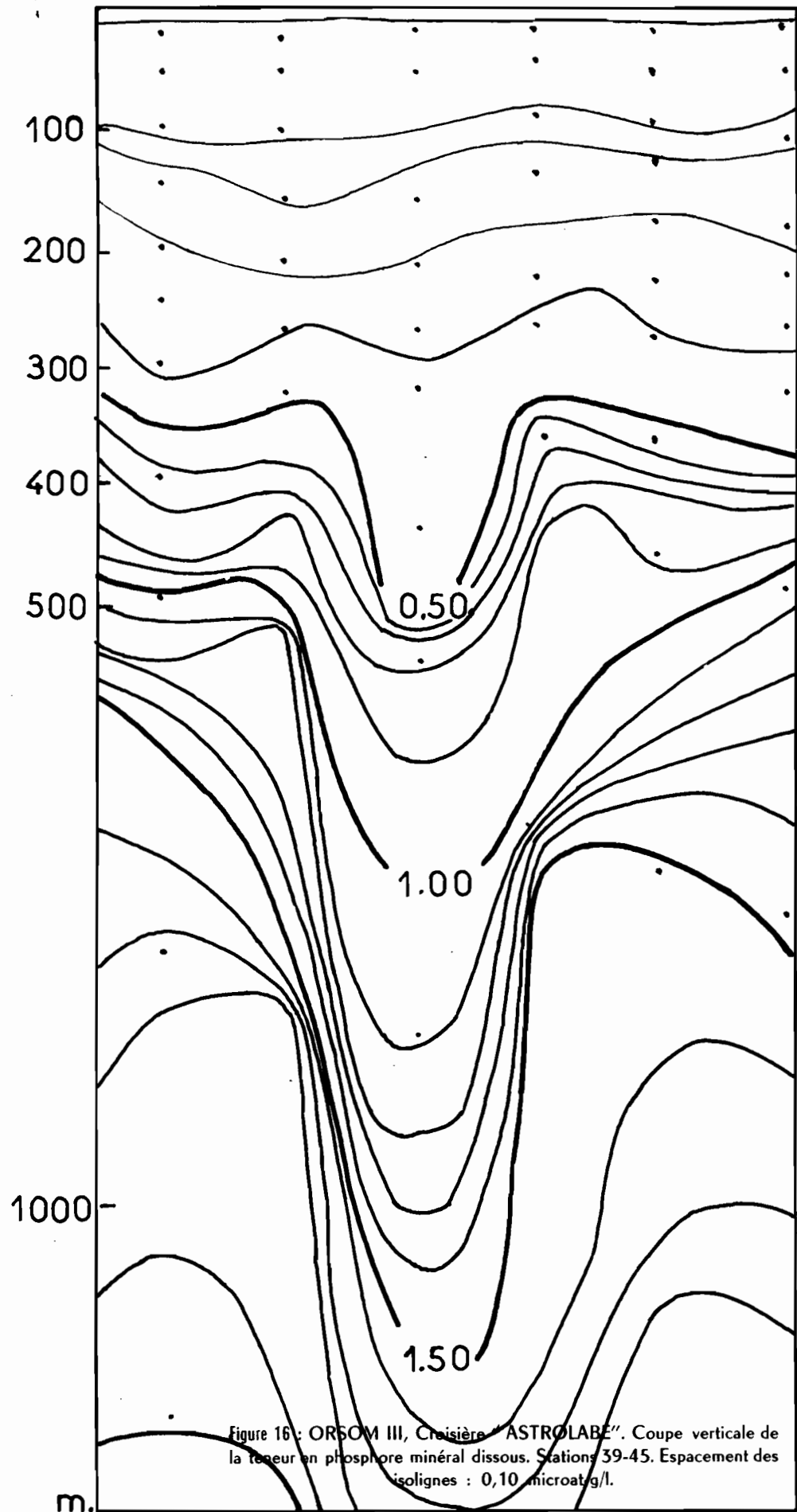
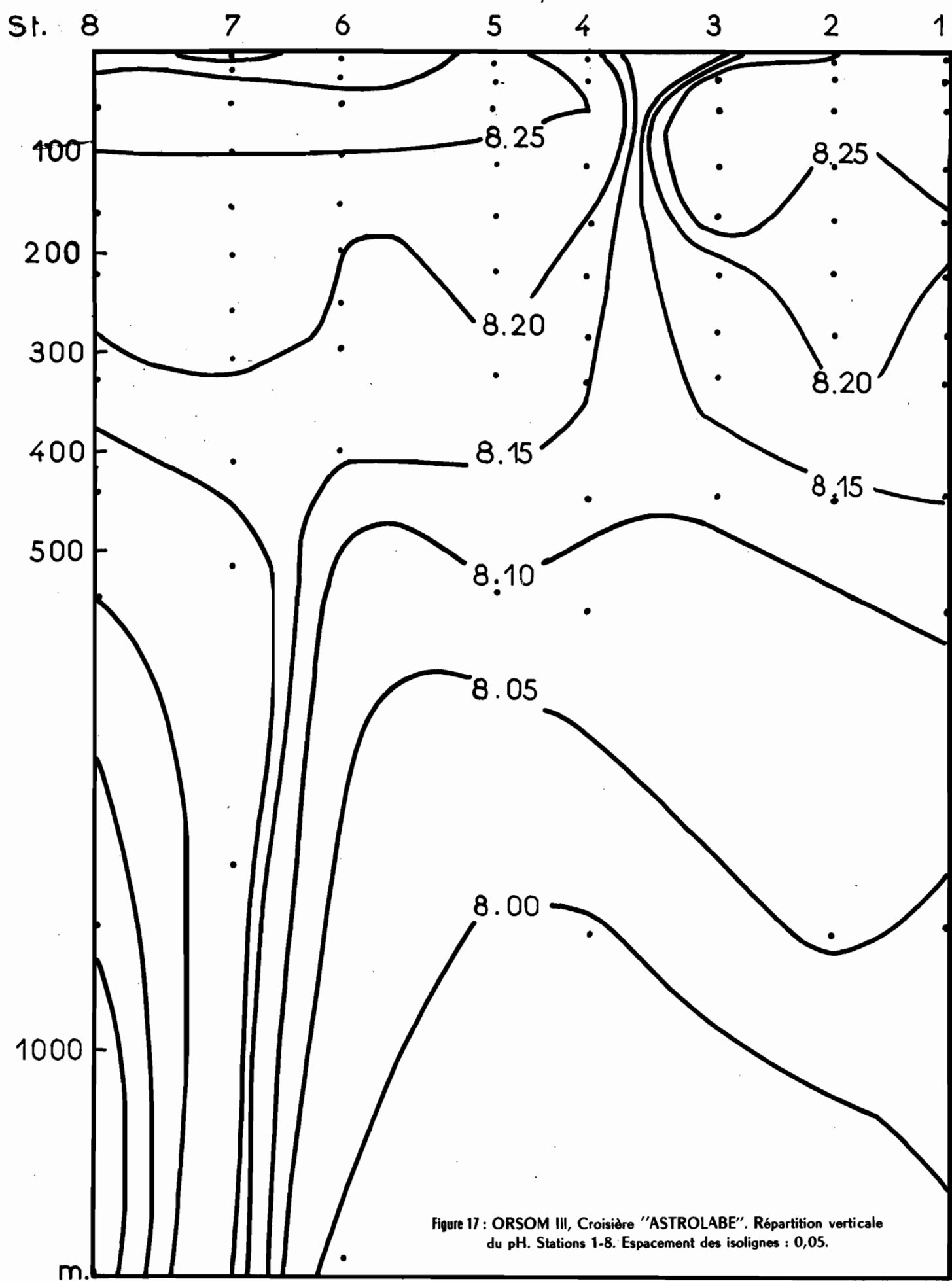
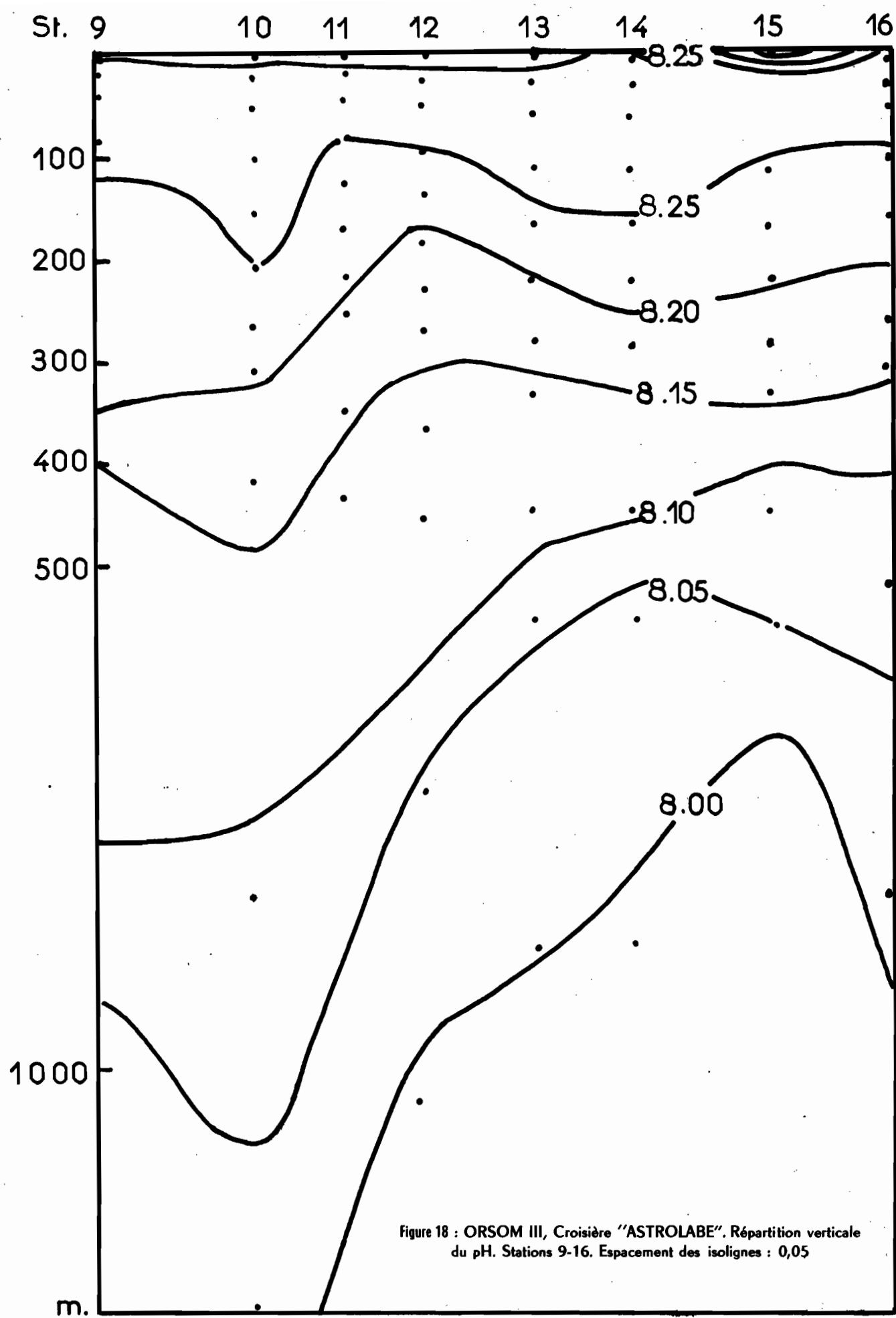
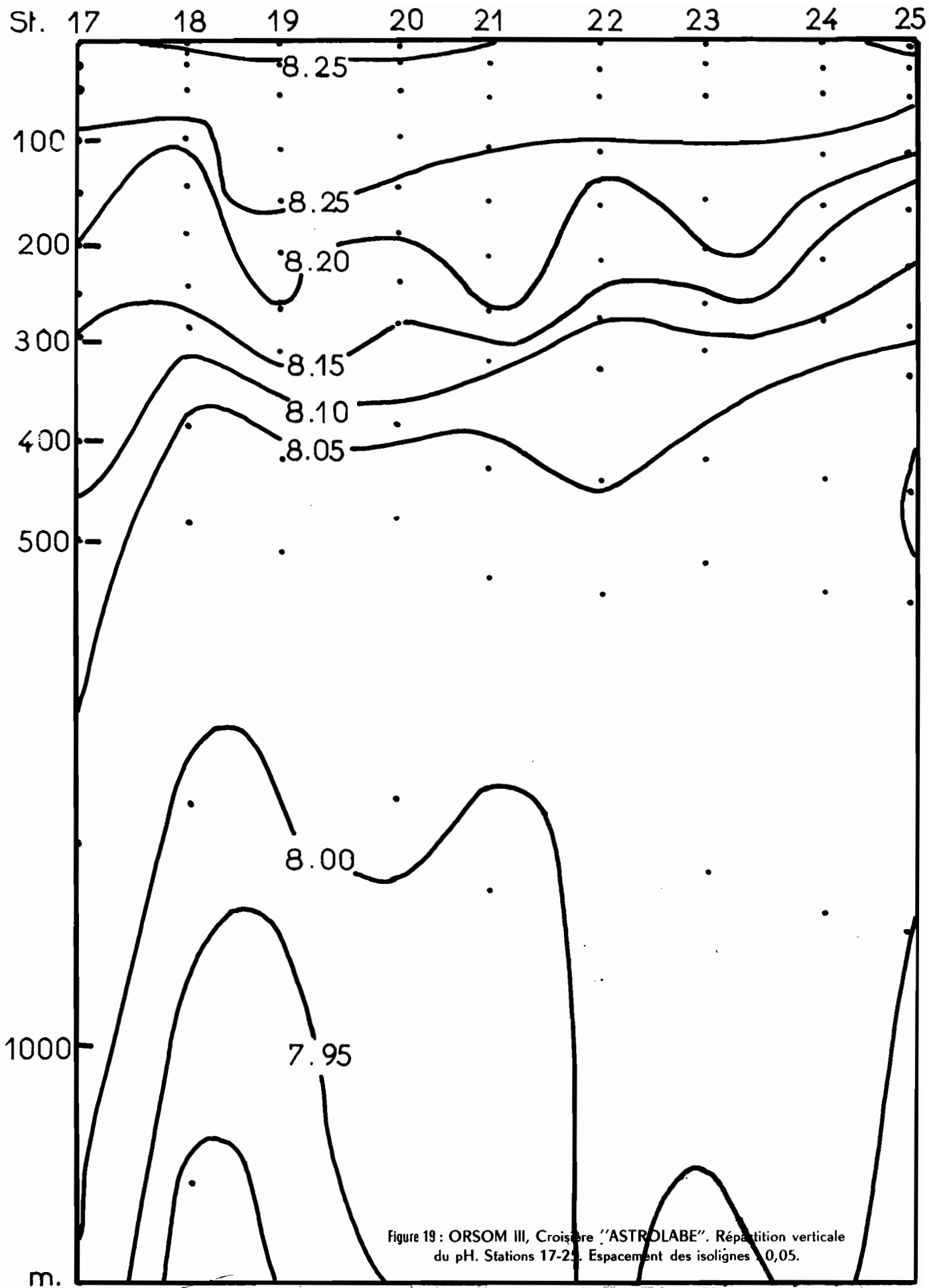


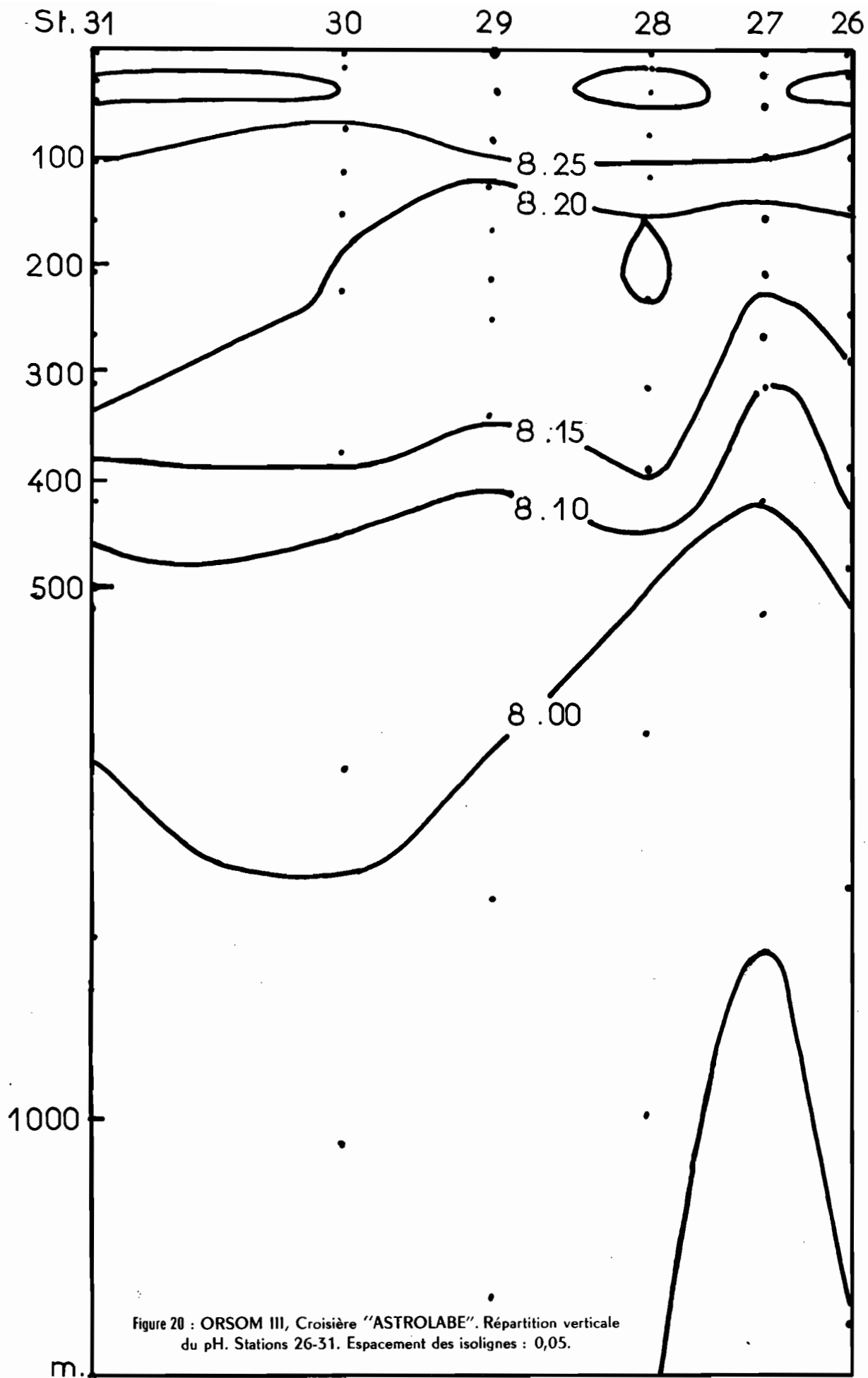
Figure 16: ORSOM III, Croisière "ASTROLABE". Coupe verticale de la teneur en phosphore minéral dissous. Stations 39-45. Espacement des isolignes : 0,10 microatg/l.

m.

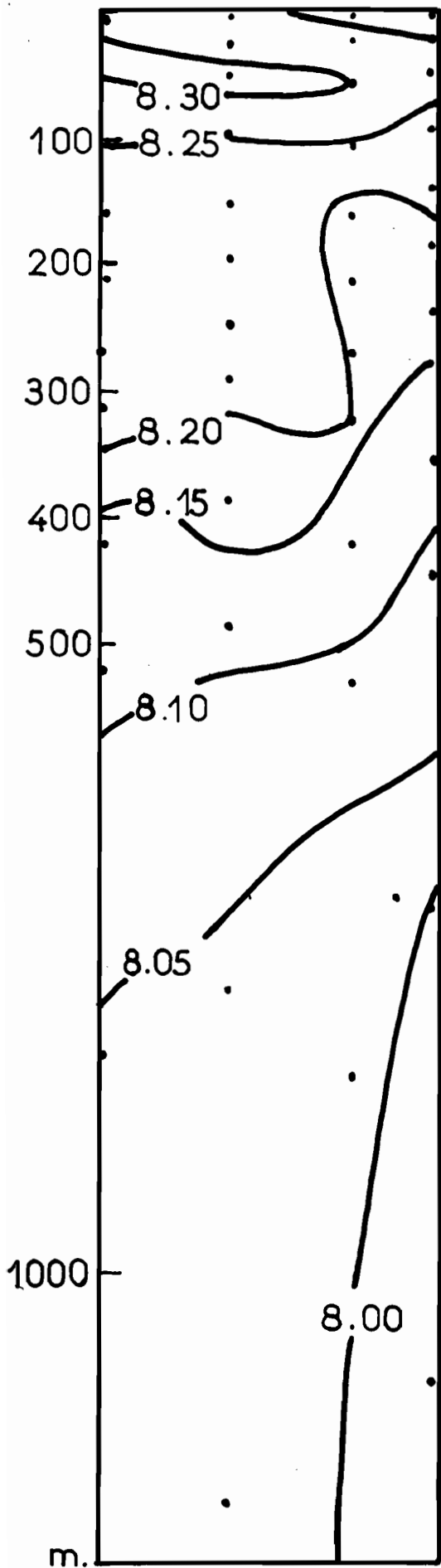








St. 31 32 33 34



St. 38 37 36 35

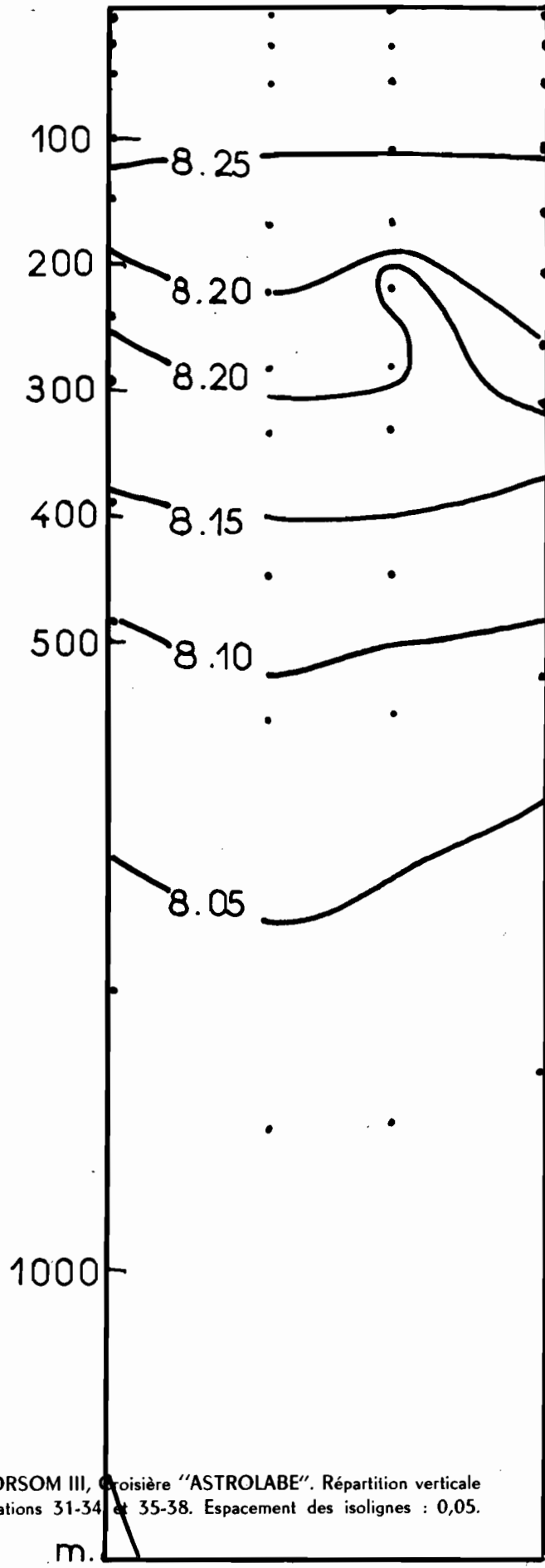
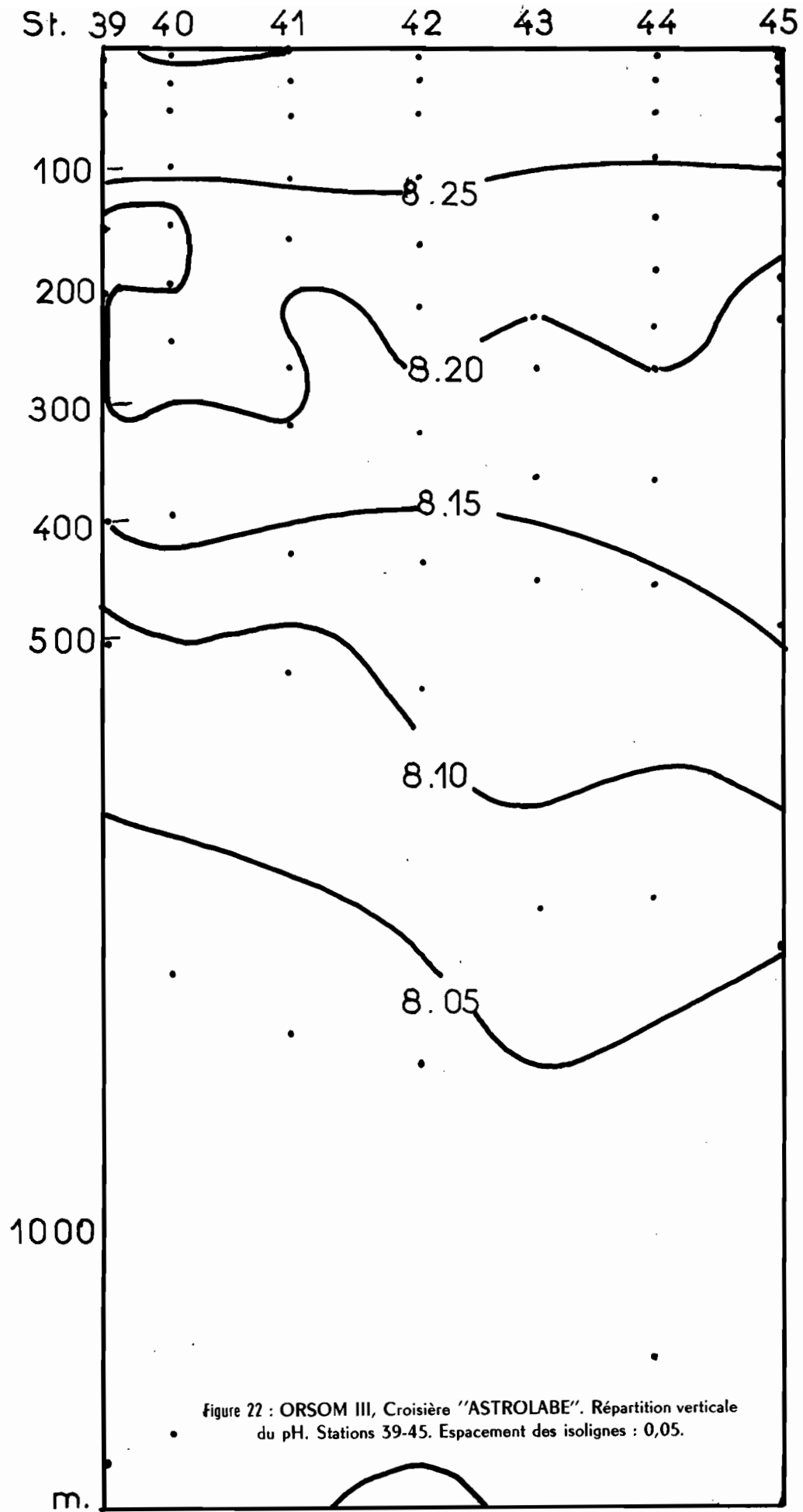


Figure 21: ORSOM III, Croisière "ASTROLABE". Répartition verticale du pH. Stations 31-34 et 35-38. Espacement des isolignes : 0,05.



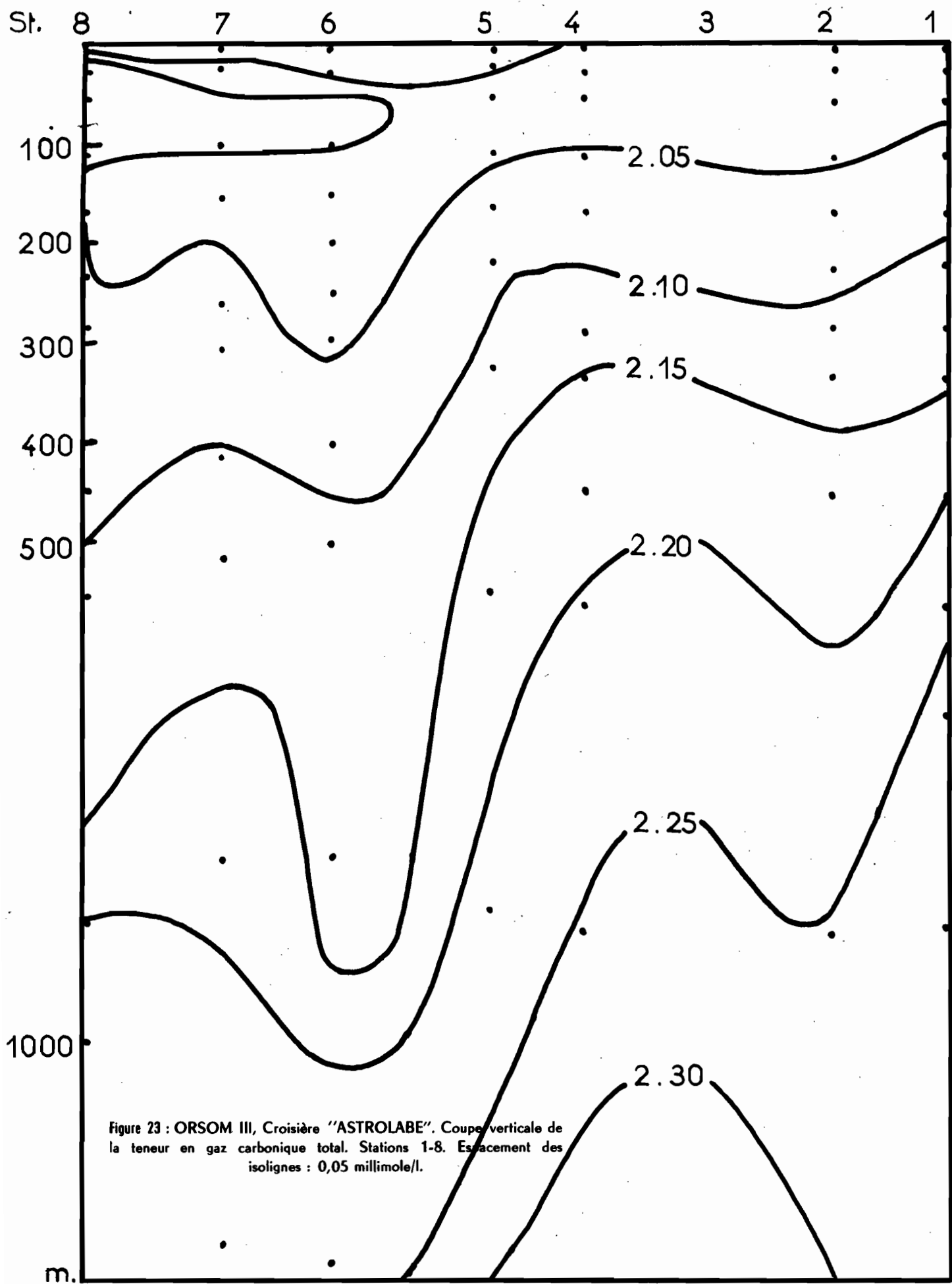
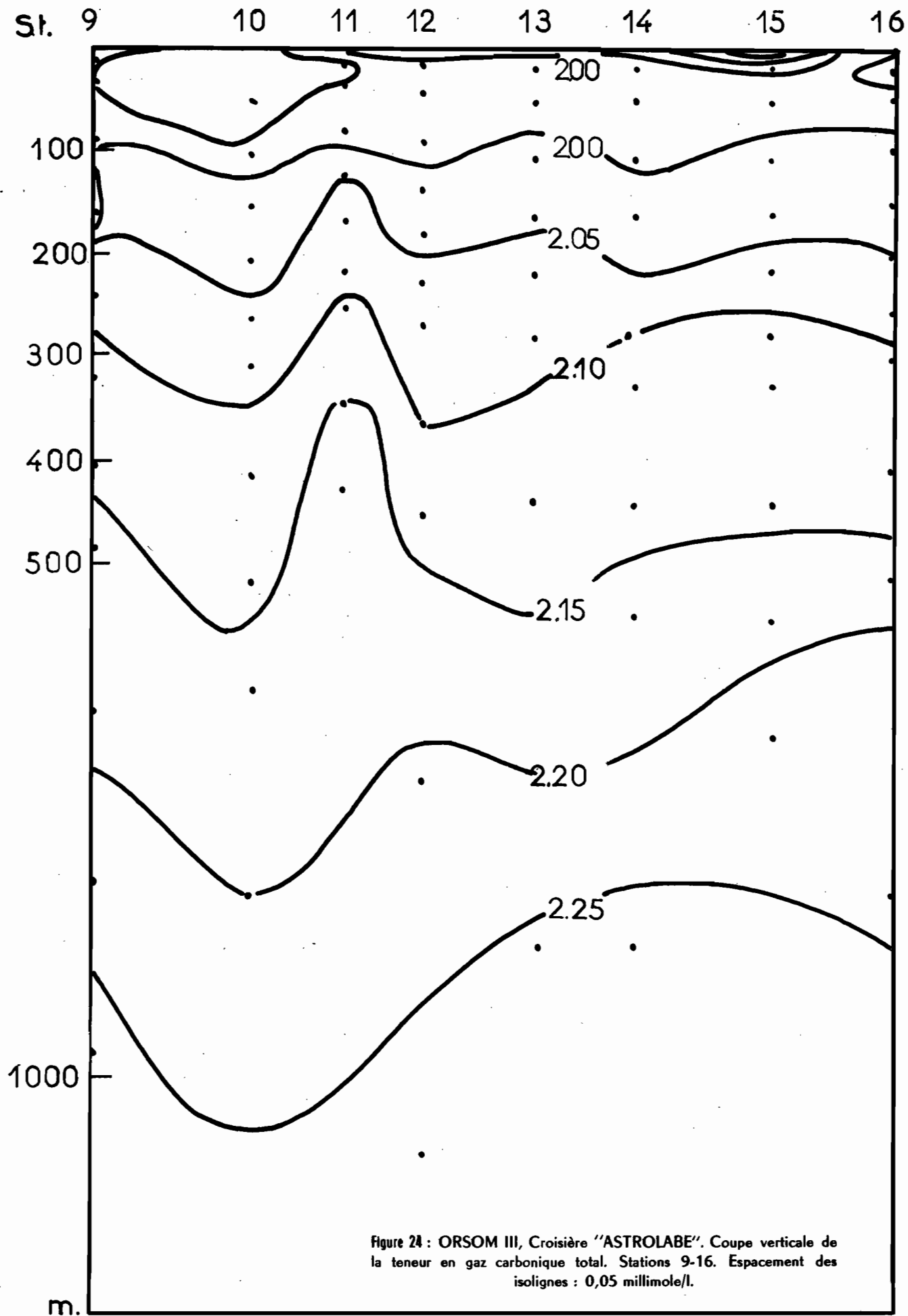


Figure 23 : ORSOM III, Croisière "ASTROLABE". Coupe verticale de la teneur en gaz carbonique total. Stations 1-8. Espacement des isolignes : 0,05 millimole/l.



St. 17 18 19 20 21 22 23 24 25

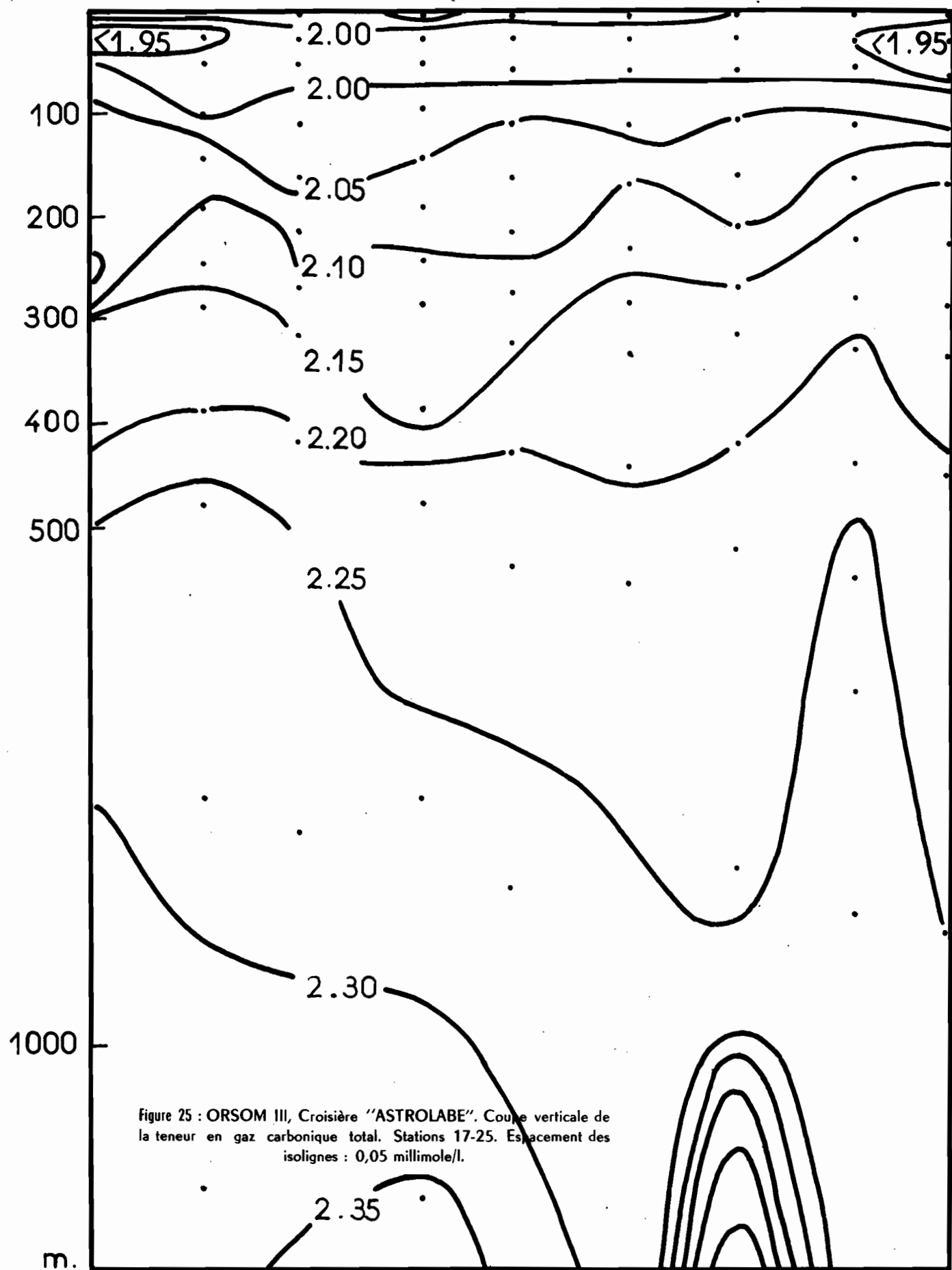
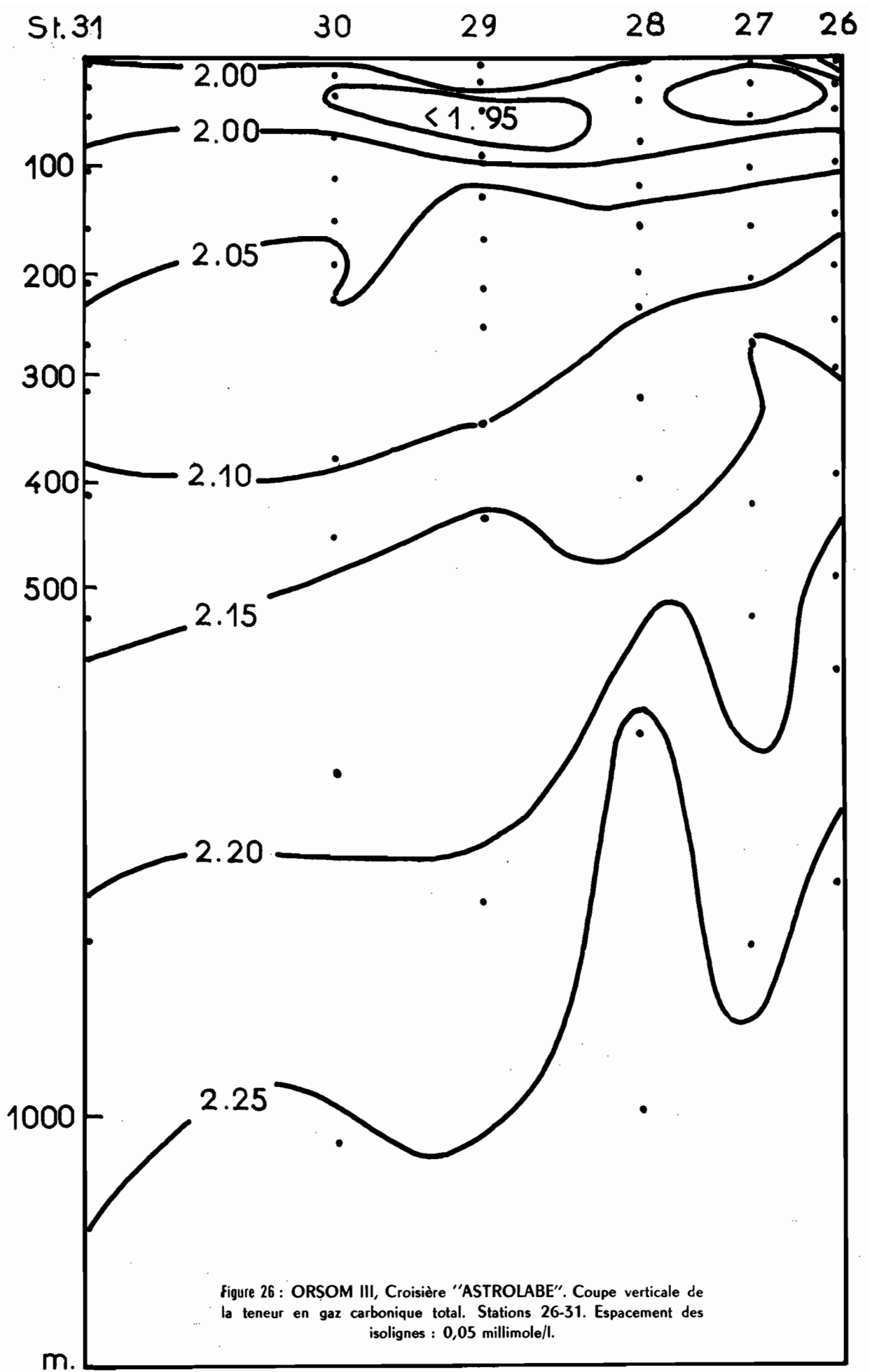


Figure 25 : ORSOM III, Croisière "ASTROLABE". Coupe verticale de la teneur en gaz carbonique total. Stations 17-25. Espacement des isolignes : 0,05 millimole/l.



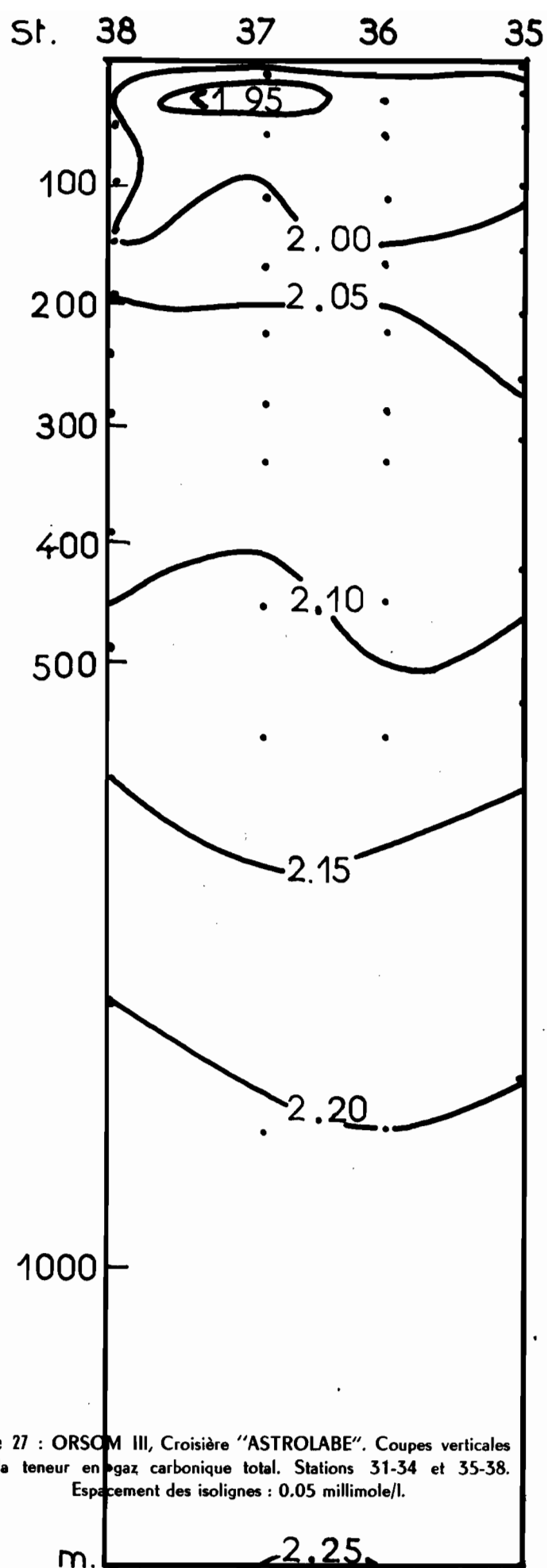
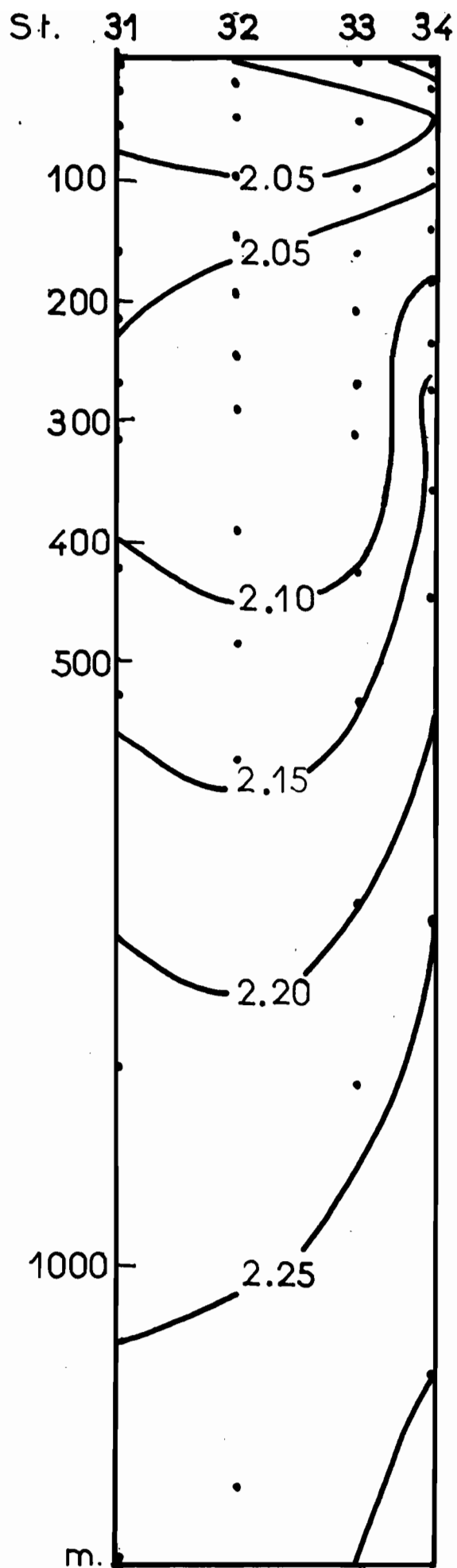


Figure 27 : ORSOM III, Croisière "ASTROLABE". Coupes verticales de la teneur en gaz carbonique total. Stations 31-34 et 35-38. Espacement des isolignes : 0.05 millimole/l.

St. 39 40 41 42 43 44 45

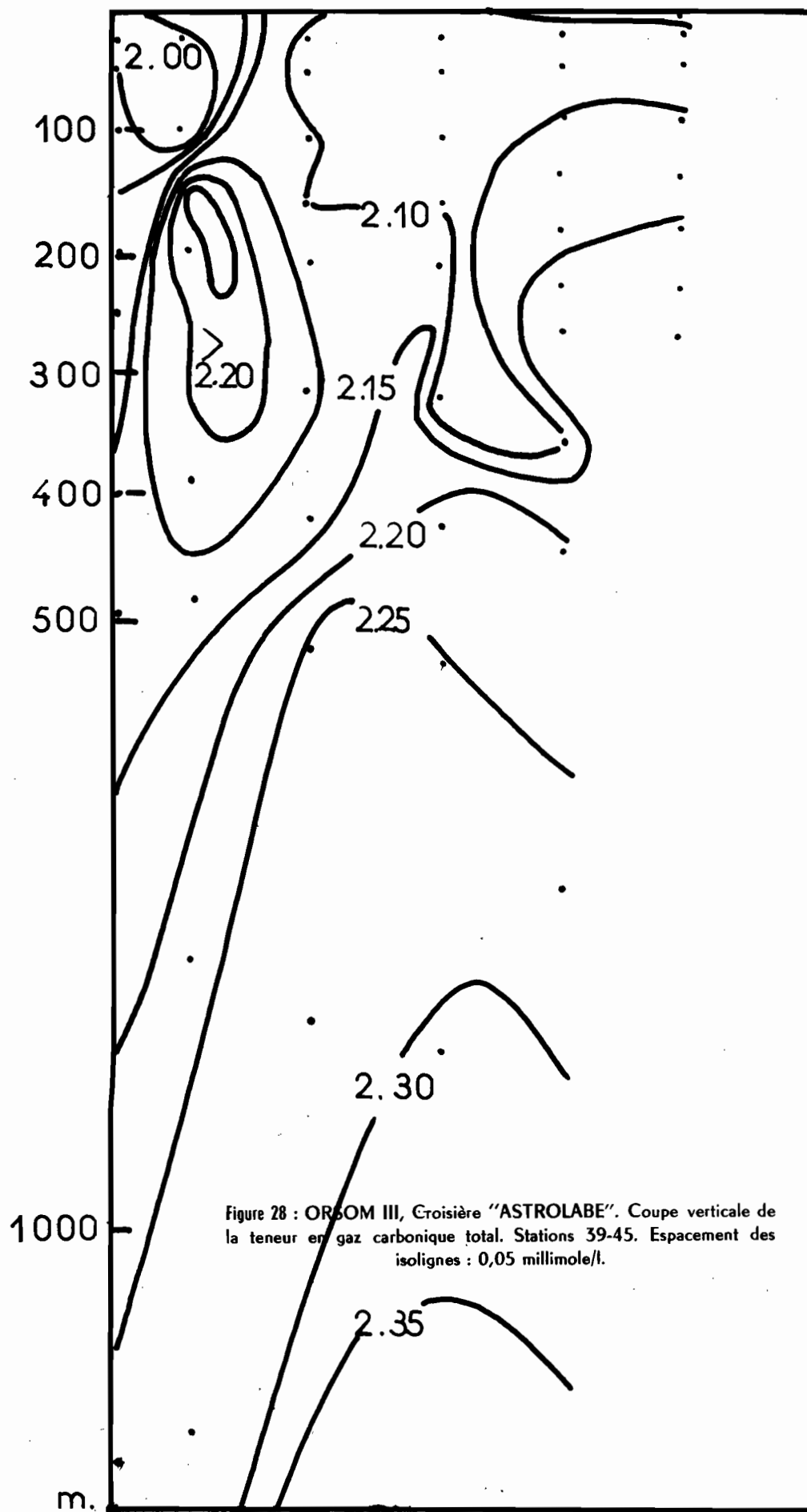


Figure 28 : ORSOM III, Croisière "ASTROLABE". Coupe verticale de la teneur en gaz carbonique total. Stations 39-45. Espacement des isolignes : 0,05 millimole/l.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON D.H. et ROBINSON R.J. (1956)
Rapid electrometric determination of the alkalinity of seawater. Ind. Eng. Chem., Anal. Ed., V. 18, p 767.
- BRUNEAU L., JERLOV N.G., KOCZY F.F. (1953)
Physical and chemical methods
Rep. of the Swedish Deep-Sea Exped., V.3, fasc. 2
- ROTSCHI H. (1954) - Méthodes chimiques d'analyse en mer
Travaux C.R.E.O. V. 1, N°8
- ROTSCHI H. (1954) - Méthode pratique pour l'étude du système gaz carbonique dans l'eau de mer.
Travaux C.R.E.O. V.1, N°6
- ROTSCHI H. (1958) - Résultats de la croisière "ASTROLABE" ; 1ère partie, Océanographie physique.
C.R.S.T.O.M., I.F.O., Rapp. Sc. N°8
- STRICKLAND J.D.H. (1957) - Standard Methods of sea-water analyses
Volume 1.
Fish. Res. Board of Canada, Joint Com. on Ocean.

PRODUCTIVITE

par

Michel LANGOT

DEFINITION

Au cours de la croisière "ASTROLABE", des mesures de la productivité des masses d'eau traversées ont été systématiquement effectuées. Nous groupons sous le terme productivité toutes les études qui cherchent à préciser les transformations premières de matière inorganique en matière organique, c'est-à-dire l'ensemble des recherches intéressant le phyto-plancton. Les études de productivité comprennent donc des mesures de :

- 1°) la teneur en pigments planctoniques au premier rang desquels la chlorophylle ;
- 2°) le taux de fixation du carbone par la technique du C 14 (dite aussi mesure de la productivité primaire) ;
- 3°) la pénétration de la lumière dans les couches océaniques superficielles ;
- 4°) l'abondance qualitative et quantitative des espèces phytoplanctoniques.

Durant la croisière "ASTROLABE", seuls les deux premiers points de ces études ont été abordés. La répartition des stations correspondantes est indiquée dans la figure 29.

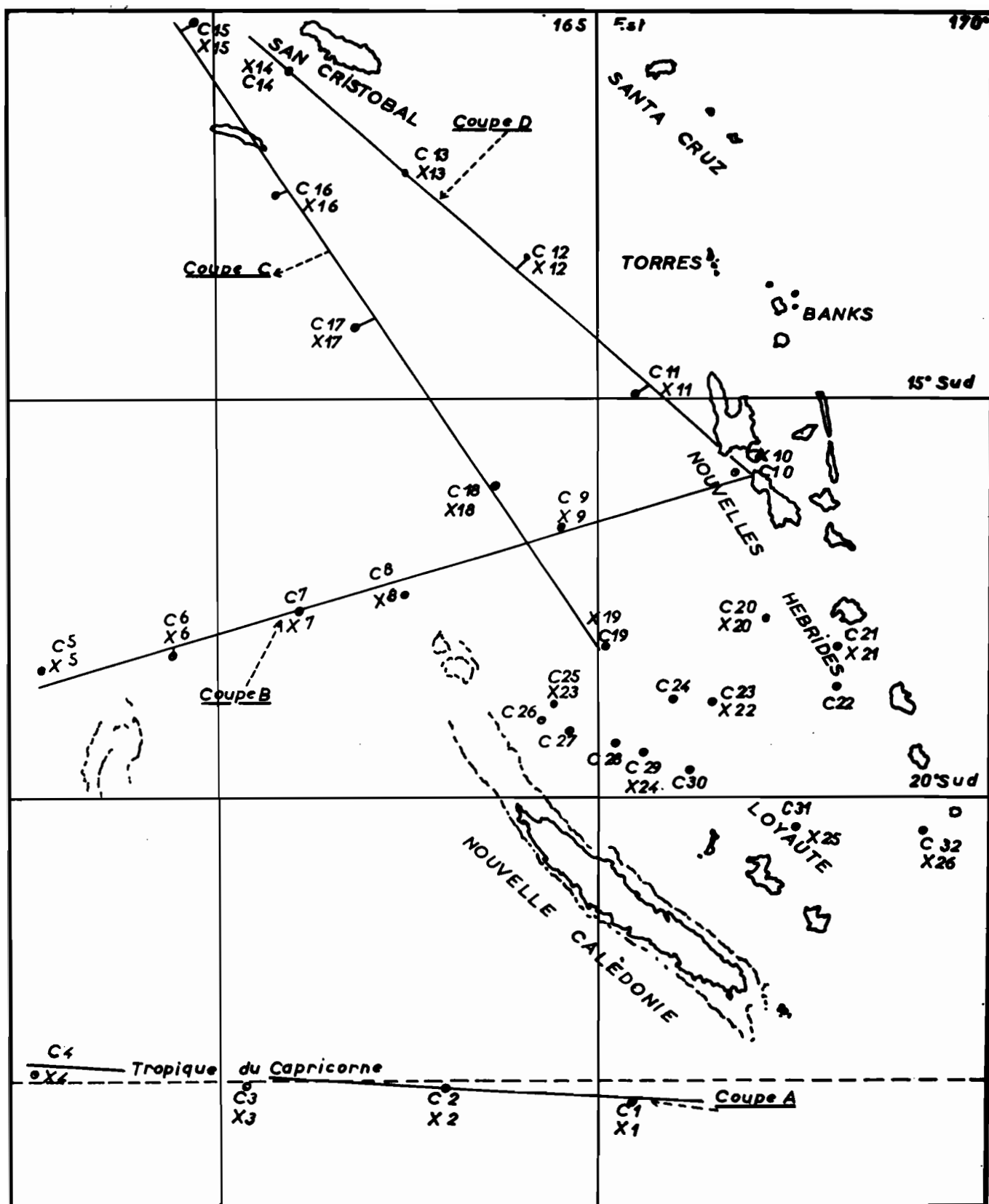


Figure 29 : ORSOM III, Croisière "ASTROLABE" ; positions et numéros d'ordre des stations "productivité"

C : mesure du taux de fixation du carbone
X : mesure de la teneur en pigments planctoniques

TENEUR EN PIGMENTS PLANCTONIQUES

RESULTATS

La mesure de la teneur en pigments planctoniques a été effectuée à 26 stations. Cinq catégories de pigments ont été étudiées : les chlorophylles a, b et c ainsi que les caroténoïdes du type astacyne et du type non-astacyne. L'heure de prélèvement des échantillons a toujours été voisine de 08.00 heure locale. Le tableau I exprime les résultats bruts aux deux profondeurs d'échantillonnage (0 et 25 m.) à l'exception des valeurs intéressant les caroténoïdes du type non-astacyne.

METHODE

La méthode de travail que nous avons utilisée peut se résumer par la succession des opérations suivantes :

- 1°) - récolte de 4 litres d'eau à l'aide des échantillonneurs de plastique décrit par DAVIS (1957) ;
- 2°) - transvasement immédiat dans des jerricanes en matière plastique opaque ;
- 3°) - filtration sous vide sur des filtres Millipore HA ;
- 4°) - dissolution du filtre dans 20cc. environ d'acétone à 90 % ;
- 5°) - transvasement de la solution obtenue dans une cellule de 10 cm du spectrophotocolorimètre, cellule dont on termine le remplissage avec de l'acétone à 90 % (contenance voisine de 27 cc.) ;
- 6°) - lecture des extinctions à 5 longueurs d'onde différentes (665, 645, 630, 510, 480 mμ) sur un spectrophotocolorimètre Beckman modèle DU.

Le calcul des teneurs en pigments planctoniques (chlorophylles a et b en mg/m³ ; chlorophylle c et caroténoïdes des deux types en MUSEP/m³) a été fait selon les formules développées par RICHARDS et THOMPSON (1952).

TABLEAU I

N° station	Date	Position		Chloro.a		Chloro.b		Chloro.c		Carot. astac	
		Long.E	Lat.S	0 m.	25 m.	0 m.	25 m.	0 m.	25 m.	0 m.	25 m.
1	6/5	165°25	23°35	2,153	2,772	1,746	2,251	12,268	15,074	1,635	1,868
2	7/5	162°56	23°30	1,835	1,472	1,449	1,181	8,121	8,732	1,118	1,162
3	8/5	160°26	23°30	2,367	2,125	2,084	1,960	13,000	9,649	1,787	1,597
4	9/5	157°58	23°00	1,339	1,459	1,125	1,366	8,494	8,323	0,980	1,201
5	12/5	158°08	18°20	0,800	3,257	0,628	2,803	4,361	18,263	0,676	2,634
6	13/5	159°45	18°04	2,677	1,795	2,418	1,426	15,756	9,636	2,153	2,251
7	14/5	161°22	17°40	3,175	2,892	2,806	2,483	18,866	16,429	2,355	2,376
8	15/5	162°25	17°33	2,173	2,204	1,904	1,782	11,992	11,563	1,622	1,637
9	18/5	164°40	16°31	2,008	2,125	1,684	1,525	12,047	11,385	1,594	1,610
10	19/5	166°49	15°53	3,057	2,739	2,532	2,145	16,739	14,606	2,070	1,874
11	23/5	165°33	14°46	2,436	2,528	2,008	2,132	13,669	13,603	1,760	1,835
12	24/5	164°12	13°11	2,774	2,317	2,167	1,888	15,463	13,200	1,918	1,696
13	25/5	162°29	12°04	3,671	1,729	3,050	1,313	20,024	9,095	2,774	1,366
14	26/5	160°45	10°40	2,042	1,835	1,684	1,518	11,564	9,854	1,684	1,386
15	30/5	159°45	10°23	2,484	3,245	2,015	2,673	15,125	16,519	2,208	2,434
16	4/6	161°07	12°20	3,077	3,378	2,636	2,846	16,450	17,569	2,374	2,594
17	5/6	161°46	14°07	3,353	3,431	2,898	3,564	19,637	9,882	2,553	2,181
18	7/6	163°42	16°14	4,292	3,844	3,712	3,338	26,151	18,593	2,746	3,006
19	9/6	165°13	17°57	3,257	3,485	2,884	2,740	19,513	18,833	2,650	2,727
20	10/6	167°14	17°49	4,209	3,804	3,519	3,285	24,357	20,974	3,119	3,006
21	14/6	168°11	18°00	3,809	3,631	3,243	2,926	22,522	19,086	3,008	2,766
22	15/6	166°41	18°47	3,560	3,046	2,981	2,633	21,404	15,521	2,870	2,394
23	16/6	164°30	18°45	3,933	3,564	3,381	2,926	23,143	19,897	3,174	2,846
24	17/6	165°39	19°28	3,892	2,939	3,353	2,620	22,301	14,909	3,036	2,327
25	18/6	167°34	20°06	2,746	2,859	2,374	2,474	16,105	15,415	2,277	2,474
26	19/6	169°17	20°27	3,961	3,578	3,422	3,032	22,273	19,631	3,091	2,886

- Chloro.a et chloro.b en mg/m³- Chloro.c et carot. astac en MUSP/m³

EXAMEN CRITIQUE DE LA METHODE

A partir des données recueillies au cours d'"ASTROLABE", deux graves défauts de la méthode ont été mis en évidence : d'une part la solution de pigments dans l'acétone est instable, d'autre part les chiffres concernant les pigments caroténoïdes du type non astacyne sont certainement inexploitablement puisque négatifs.

En ce qui concerne ce deuxième point, rien n'a pu être tenté pour y remédier au cours de la croisière parce que ce fait est apparu après les calculs.

Par contre, on a cherché à parer à l'instabilité de la solution : l'évidence était manifeste au cours de plusieurs séries de mesures réparties dans le temps.

C'est ainsi que, le 9 mai 1958, 4 litres d'eau de mer ont été filtrés après avoir été récoltés : en surface pour le premier échantillon et à 25 mètres pour le second. Les filtres furent dissous dans l'acétone à 90 % à 0940 heures soit 1 $\frac{1}{2}$ heure après le prélèvement. Les lectures des extinctions vraies se répartissent selon le tableau suivant, les délais étant ceux séparant l'heure de dissolution, de l'heure de lecture au spectrophotocolorimètre. Dans tous les cas, les cellules contenant la solution de pigments furent conservées à l'obscurité dans l'intervalle des lectures.

	Echantillon - surface						Echantillon - 25 mètres				
longueurs	665	168	154	130	101	85	157	175	158	142	112
	645	171	161	133	100	81	170	187	156	136	105
d'onde	630	173	173	132	102	84	172	183	157	130	103
	510	284	252	232	184	153	283	297	269	232	184
	480	342	340	278	267	192	318	337	318	244	215
Délai après solution		2h.	4h.	9h.	14h.	22h.	2h.	4h.	9h.	14h.	22h.

L'examen du tableau ci-dessus montre qu'il est vain de faire confiance à des mesures obtenues plus de 2 heures après la dissolution des filtres.

Les chiffres qui suivent, vérifient cette observation. Ils furent obtenus le 24 mai à partir de deux échantillons de 4 litres chacun.

		Echantillon - surface					Echantillon - 25 mètres				
longueurs	665	314	265	248	227	157	275	245	241	212	166
	645	309	265	250	227	167	277	250	238	218	167
d'ondes	630	323	273	257	214	170	288	249	234	220	163
	510	458	409	282	347	267	430	402	370	362	287
	480	516	463	432	399	322	512	455	422	400	337
Délai après solution		10'	40'	1h05	2h15	5h.	15'	50'	1h10	2h20	5h05

Ce dernier tableau semble indiquer, d'autre part, une relative stabilité des mesures lorsque le délai entre la solution et la lecture est voisin de 1 heure. Pour nous en assurer, des séries de lectures furent faites le 25 mai pendant une période suivant immédiatement l'heure de la dissolution des filtres jusqu'à un délai de deux heures. Par ailleurs, les quantités d'eau filtrée furent modifiées de la manière suivante : 2 litres pour l'échantillon de surface et 4 litres pour celui de 25 mètres. Les extinctions vraies obtenues sont indiquées dans le tableau suivant :

Echantillon - surface (2 litres filtrés)										
longueurs	665	272	237	232	223	210	208	202	200	184
	645	267	232	227	218	209	209	207	205	184
d'ondes	630	262	238	228	215	211	212	204	205	183
	510	394	362	344	332	331	328	318	320	296
	480	436	395	385	369	369	367	357	355	329
Délai après solution		15'	25'	31'	40'	46'	55'	1h03	1h20	2h05

Echantillon - 25 mètres (4 litres filtrés)										
longueurs	665	230	195	208	215	213	203	201	195	191
	645	237	194	204	207	208	195	193	190	183
d'ondes	630	235	191	221	212	212	201	201	190	183
	510	377	318	342	342	342	340	334	320	322
	480	431	390	396	400	394	394	390	391	379
Délai après solution		20'	28'	35'	43'	50'	59'	1h08	1h24	2h08

Pour l'un et l'autre de ces deux échantillons, les extinctions sont restées voisines pour des lectures échelonnées entre 50 minutes à 1h15' après que la solution dans l'acétone ait été obtenue.

Un fait remarquable se dégage encore du tableau précédent. Bien que les quantités d'eau filtrée varient du simple au double entre les deux échantillons, les lectures à chaque longueur d'onde restent très voisines l'une de l'autre. Théoriquement, la concentration en pigments devrait pourtant être environ deux fois plus forte dans la solution de l'échantillon - 25 mètres que dans celle du prélèvement de surface. Les extinctions devraient donc varier proportionnellement.

A la suite de cette observation, il fut décidé d'agiter le flacon plastique contenant l'eau à filtrer au fur et à mesure que cette opération était en cours. Ceci afin de parer à une éventuelle décantation du plancton dont une partie pourrait se concentrer au fond du récipient et, par là, échapper à la filtration en restant dans le résidu non filtré de l'échantillon prélevé.

Le 26 mai, 2 litres de l'échantillon-surface et 4 litres de l'échantillon - 25 mètres furent ainsi traités. Les lectures obtenues sont celles du tableau qui suit :

		Echantillon-surface (2 l.)				Echantillon - 25n. (4 l.)			
longueurs	665	116	117	117	118	217	234	232	219
	645	117	118	118	118	217	230	228	219
d'onde	630	121	121	120	122	219	239	236	219
	510	201	199	202	199	348	370	368	350
	480	236	233	234	230	409	421	412	407
Délai après solution		1h02'	1h10'	1h19'	1h35'	1h05'	1h15'	1h25'	1h39'

Tout d'abord, on constate que les chiffres lus à chaque longueur d'onde pour les deux échantillons varient à peu près comme 1 et 2, ce qu'il était souhaitable d'obtenir.

D'autre part, on remarque que les lectures de l'échantillon de surface (soit 2 litres filtrés) sont beaucoup plus stables que celles obtenues à partir de la solution des pigments contenus dans 4 litres d'eau.

Dans ces conditions, la méthode que nous avons finalement adoptée est la suivante :

1°) - filtration de 2 litres d'eau seulement sur les 4 litres prélevés à chaque niveau en ayant soin d'agiter le flacon de plastique opaque contenant l'ensemble du prélèvement pendant tout le temps nécessaire à la filtration.

2°) - lecture des extinctions dans un délai de 1 heure à 1 h. 1/4 après la dissolution du filtre dans l'acétone.

Cela décidé, des contrôles fréquents ont été réalisés au cours des journées ultérieures de la croisière "ASTROLABE". Dans tous les cas, la stabilité de la solution fut jugée bonne, compte-tenu des inévitables erreurs de lectures dues à l'usage du spectrophotocolorimètre à bord d'un petit navire sujet à des mouvements vifs et saccadés.

Sans aucun doute, la méthode réclame encore des perfectionnements. L'un des plus essentiels est de parer définitivement à l'instabilité de la solution de pigments dans l'acétone à 90 %, instabilité qui peut être la cause évidente d'importantes erreurs dans les résultats. Certes, ceux-ci sont relativement comparables si les lectures sont toutes faites dans les mêmes conditions par rapport au temps ; mais il paraît beaucoup plus illusoire de les convertir en unités spécifiques de pigments, quelles qu'elles soient, si on

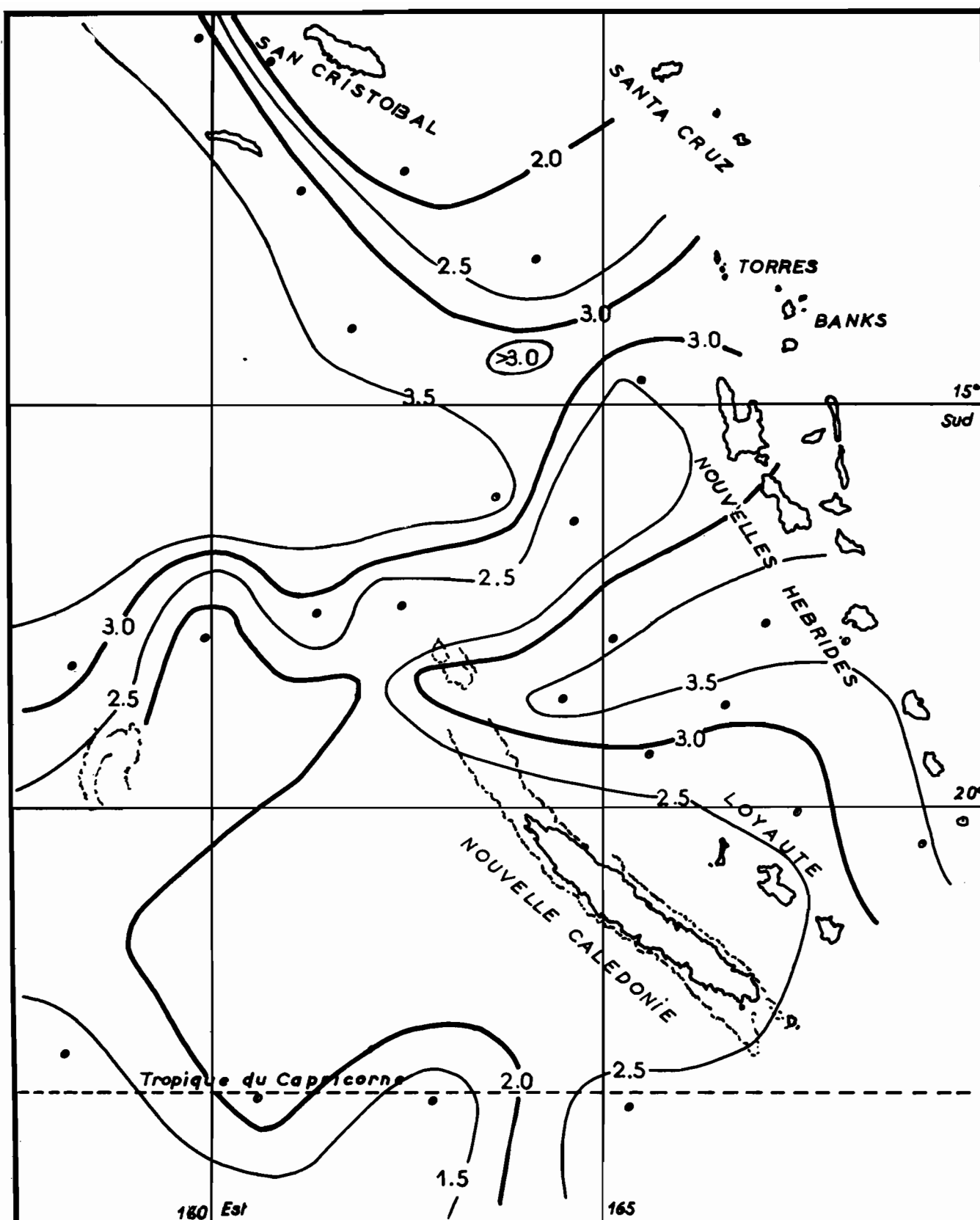


Figure 30 : ORSOM III, Croisière "ASTROLABE" ; carte des variations de la teneur en chlorophylle *a* au niveau de 25 mètres, des eaux traversées par l' "ORSOM III" entre le 6 Mai et le 19 Juin 1958

o : emplacements des stations

ne les a pas comparés au préalable avec ceux fournis par les mesures d'une solution-étalon de caractéristique constante.

L'un de nos problèmes immédiats reste donc la recherche d'une solution méthodologique apte à conduire à des résultats moins suspects.

DISCUSSION DES RESULTATS :

Sous réserve de ce qui vient d'être dit, on a dressé les cartes des résultats auxquels les mesures de la teneur en chlorophylle a nous ont conduits, l'espacement des isolignes étant 0,5 mg/m³ tel que calculé. Seule la carte intéressant le niveau de 25 mètres est ici jointe (figure 30).

On constate, et ceci est encore vrai en surface, qu'il existe deux zones riches en chlorophylle a : l'une se tient dans la partie de la Mer de Corail que nous avons étudiée, l'autre dessine une langue prenant naissance dans le sud des Nouvelles-Hébrides et atteignant les îles récifales du nord de la Nouvelle-Calédonie. Ces deux masses d'eau sont séparées par un couloir étroit et relativement pauvre qui va des îles Banks aux îles Chesterfield.

TAUX DE FIXATION DU CARBONE

RESULTATS

32 stations "productivité primaire" ont été réalisées au cours de la croisière "ASTROLABE" (voir figure 29). Chaque station a compris le traitement de 8 échantillons d'eau, 2 à chacune des 4 profondeurs (0, 25, 50 et 100 mètres).

Les résultats auxquels nous sommes parvenus sont mentionnés dans le tableau II où les chiffres représentent la quantité de carbone fixé en milligramme par heure et par mètre cube après traitement des échantillons en incubateurs.

TABLEAU II

Date (1958)	Heure (locale)	Position		CO ² total (ng CO ² /l)				Fixation carbone (ng C/h/n ³)			
		long.E	lat.S	0 m.	25 m.	50 m.	100 m.	0 m.	25 m.	50 m.	100 m.
6/5	08.25	165°25	23°35	89,8	88,4	88,4	89,3	0,075	0,417	0,227	0,305
7/5	08.25	162°56	23°30	89,8	89,8	89,8	90,0	0,187	0,164	0,178	0,061
8/5	08.00	160°26	23°30	91,1	88,0	88,0	88,0	0,195	0,156	0,198	0,134
9/5	08.15	157°58	23°00	90,6	86,7	86,7	87,6	0,342	0,315	0,251	0,029
12/5	09.30	158°08	18°20	89,3	85,8	86,2	88,0	0,269	0,299	0,344	0,078
13/5	08.20	159°45	18°04	85,4	84,9	85,8	85,8	0,328	-0,941	-1,335	0,209
14/5	07.45	161°22	17°40	90,6	86,7	87,1	87,6	0,395	0,460	0,433	0,610
15/5	06.50	162°25	17°33	89,3	86,7	86,2	89,3	0,376	0,362	0,359	0,338
18/5	08.00	164°40	16°31	92,8	87,1	87,1	89,3	0,728	0,633	0,774	0,147
19/5	07.10	166°49	15°53	90,2	87,1	88,0	90,6	0,616	0,587	0,728	0,866
23/5	07.40	165°33	14°46	88,9	84,5	86,2	85,8	1,175	0,568	0,716	0,217
24/5	08.15	164°12	13°11	90,6	87,1	87,1	88,4	0,522	0,442	0,401	0,333
25/5	07.50	162°29	12°04	88,9	86,2	86,2	88,4	0,765	0,857	0,967	0,017
26/5	08.20	160°45	10°40	87,1	85,8	86,2	90,2	0,683	0,715	0,533	0,301
30/5	07.55	159°45	10°23	87,1	84,0	84,0	88,9	0,770	0,416	0,102	0,117
4/6	08.20	161°07	12°20	89,3	86,7	87,1	88,9		1,571	0,556	0,169
5/6	08.10	161°46	14°07	88,4	86,2	86,2	88,4	-0,147	0,479	0,501	0,336
7/6	08.15	163°42	16°14	88,4	85,8	86,7	89,3	-0,624	0,567	0,578	0,092
9/6	08.00	165°13	17°57	88,0	86,7	86,7	89,3	0,727	0,464	0,621	0,936
10/6	08.00	167°14	17°49	89,8	87,1	85,8	89,3	0,842	0,689	0,852	0,158
14/6	08.20	168°11	18°00	91,0	88,4	88,0	89,8	0,411	0,801	0,786	0,271
"	14.05	168°09	18°35	88,9	86,7	85,8	87,1	-0,110	0,380	0,379	0,579
15/6	08.10	166°41	18°47	89,3	86,7	87,1	87,1	0,907	0,826	0,605	0,665
"	14.00	166°00	18°46	88,4	84,0	87,1	88,4	0,246	0,590	0,591	0,109
16/6	08.00	164°30	18°45	88,0	90,2	90,2	89,8	0,401	0,486	0,481	0,585
"	14.10	164°03	19°05	88,0	87,6	88,0	88,0	0,695	0,600	0,683	0,793
"	20.00	164°36	19°14	89,3	87,6	87,1	87,1	-0,239	0,114	-0,116	0,274
17/6	02.05	165°15	19°22	94,6	92,0	92,0	92,8	-0,021	0,046	0,113	0,353
"	08.00	165°39	19°28	94,6	92,0	92,0	92,8	0,808	0,607	0,595	0,509
"	14.05	166°14	19°36	91,5	90,6	90,6	91,1	0,834	0,945	0,740	0,182
18/6	08.10	167°34	20°06	93,7	91,5	91,5	93,3	0,595	0,504	0,895	-1,942
19/6	08.10	169°17	20°27	90,6	90,6	90,6	90,6	0,449	0,901	0,407	3,602

METHODE :

En l'absence du matériel que nous avons décrit (ANGOT, DOTY et OGURI - 1958), nous avons utilisé l'équipement mis au point en Australie par Mr. H. JITTS (1957). Toutes les mesures ont été faites à partir de cette méthode dont on peut résumer ainsi les opérations :

1°) - récolte des échantillons d'eau à l'aide des bouteilles d'échantillonnage décrites par JITTS (1957). Remarquons que ce dernier a apporté une notable amélioration aux bouteilles opaques en enfermant celles-ci à l'intérieur d'un cylindre métallique ce qui exclut toute possibilité

d'entrée de la lumière une fois l'échantillon prélevé

Dans la mesure où ce nous fut possible - compte-tenu des impératifs découlant de la navigation et des autres opérations scientifiques effectuées au cours d'"ASTROLABE" (stations hydrologiques, prélèvements de zooplancton) - nos échantillons furent récoltés à une heure locale la plus proche possible de 08.00 durant chaque journée où l'"ORSOM III" était en mer. Des stations plus fréquentes ont été faites au nord de la Nouvelle-Calédonie pendant les 16 et 17 juin (6 stations successives espacées de 6 heures).

2°) - ensemencement des échantillons d'eau en C 14. Dans chacun des 400 cc. d'eau prélevés était ajouté le contenu d'une ampoule stérilisée portant du C 14 sous forme de solution de bicarbonate.

3°) - incubation des échantillons - Les échantillons étaient alors incubés dans deux bacs, l'un illuminé pour les bouteilles claires, l'autre obscur pour les bouteilles opaques. L'illumination du premier était assurée par 12 tubes fluorescents de 20 Watts du type "blanc brillant de luxe" marque Phillips donnent une lumière globale voisine de 16.000 bougies/m². Les deux bacs possédaient une circulation continue d'eau de mer puisée à la surface des eaux traversées par le navire, ce qui assurait l'incubation à température constante avec une marge de sécurité de 1° C. L'opération a toujours duré aux environs de 4 heures.

4°) - filtration sous vide sur Millipore HA.- Nous avons utilisé l'appareil à filtration mis au point par JITS et permettant la filtration simultanée de 4 bouteilles de 400 cc. Après passage de l'eau, les filtres étaient rincés avec 10 cc. d'HCl 0,001 N dans NaCl à 3%.

5°) - stockage des filtres en dessiccateur - Les Millipores radioactifs étaient stockés en dessiccateur sur gel de silice. Nous avons utilisé des planchettes-supports en carton dans lesquelles avaient été percés au préalable des trous numérotés.

6°) - comptage de la radioactivité des filtres - L'opération a été conduite par le C.S.I.R.O. à Cronulla (Australie) sous la direction de Mr. JITS.

Le calcul du taux de fixation du carbone dû à la photosynthèse a été calculé d'après la formule classique :

$$\frac{\text{Activité nette}}{\text{Activité ajoutée}} \times \frac{\text{CO}_2 \text{ total}}{\text{heures d'incubation}} \times \frac{12}{44} = \text{ngC/h/m}^3$$

L'activité nette est l'activité du filtre de la bouteille claire diminuée de celle du filtre de la bouteille opaque. L'activité ajoutée est celle de la solution de bicarbonate radioactif ajouté à l'échantillon, soit, dans notre cas : $6,17 \times 10^6$ impulsions/minute pour le stock n°3

$4,34 \times 10^6$ impulsions/minute pour le stock n°4

La moitié de nos échantillons furent ensemencés en ampoules du stock n°3, le reste en ampoules du stock n°4. Les données concernant le CO₂ total, exprimé

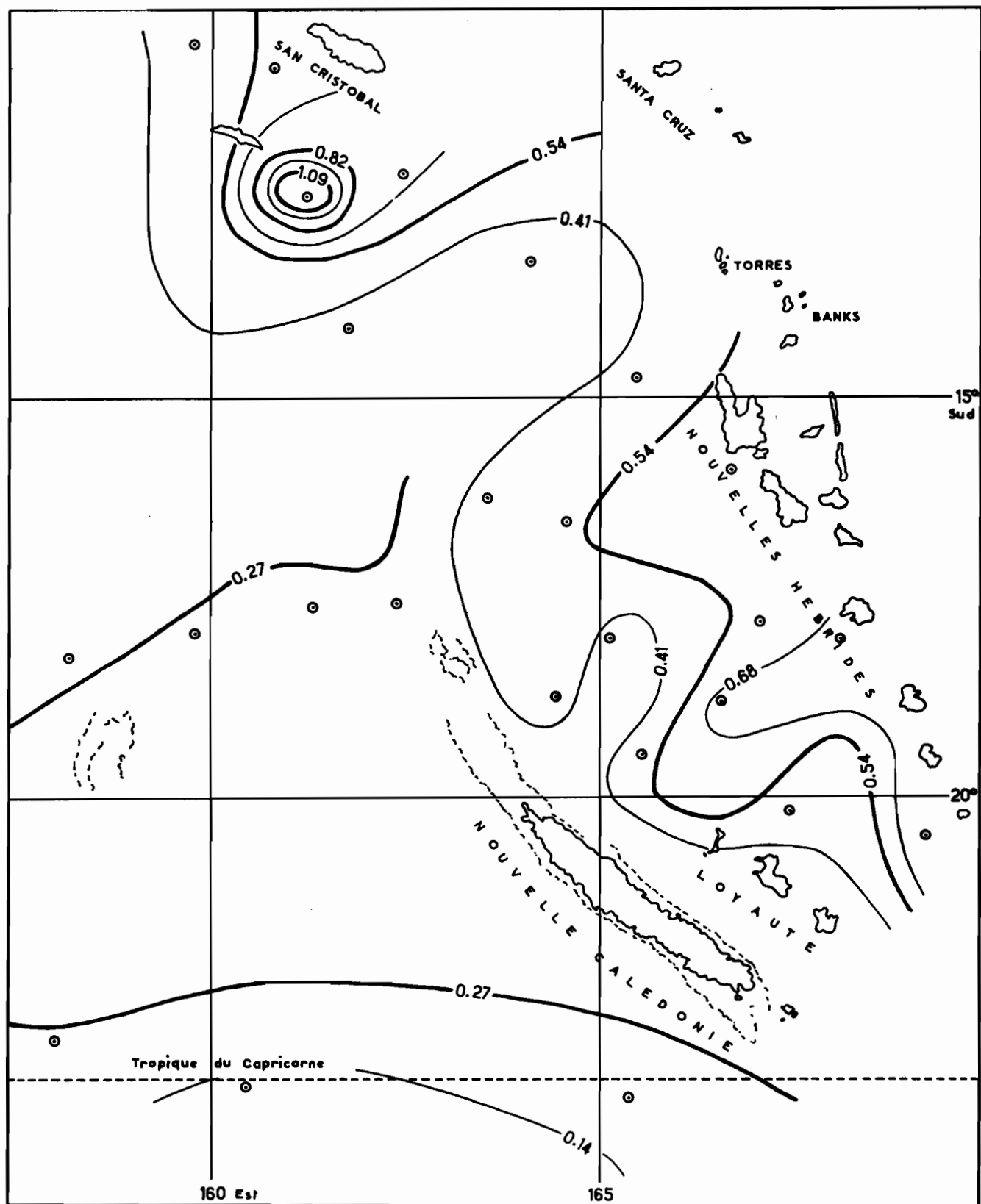


Figure 31 : ORSOM III, Croisière "ASTROLABE" ; carte des variations du taux de fixation du carbone, au niveau de 25 mètres, des eaux traversées par l' "ORSOM III" entre le 6 Mai et le 19 Juin 1958.

o : emplacements des stations

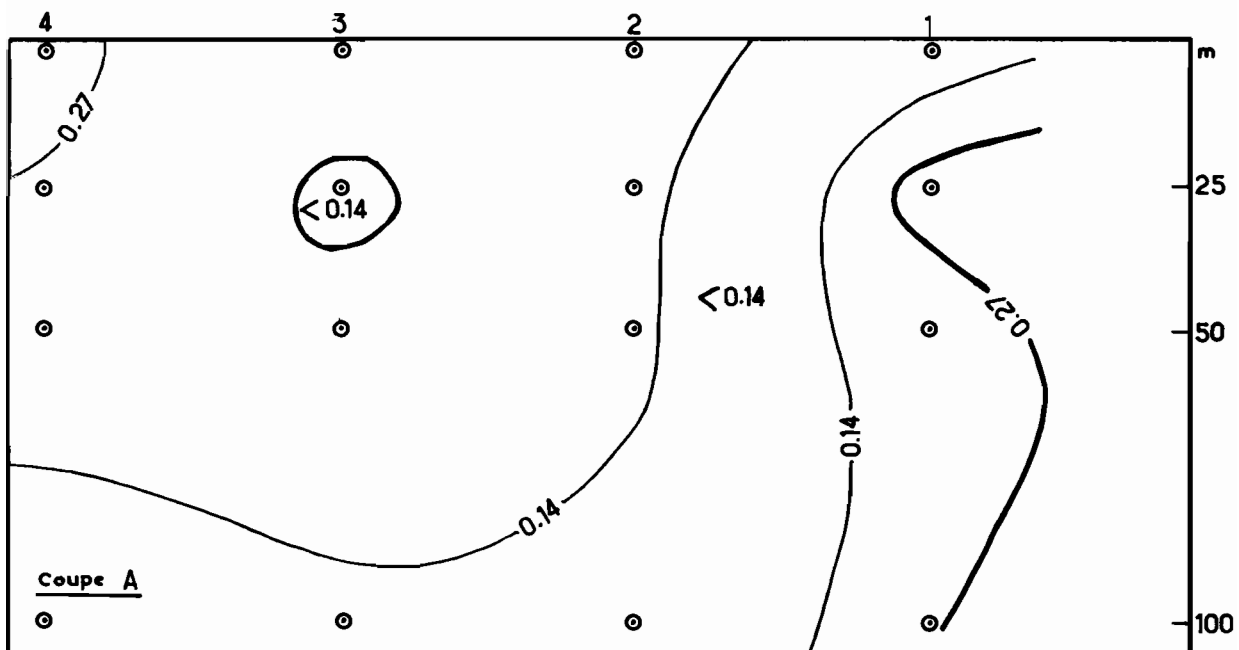
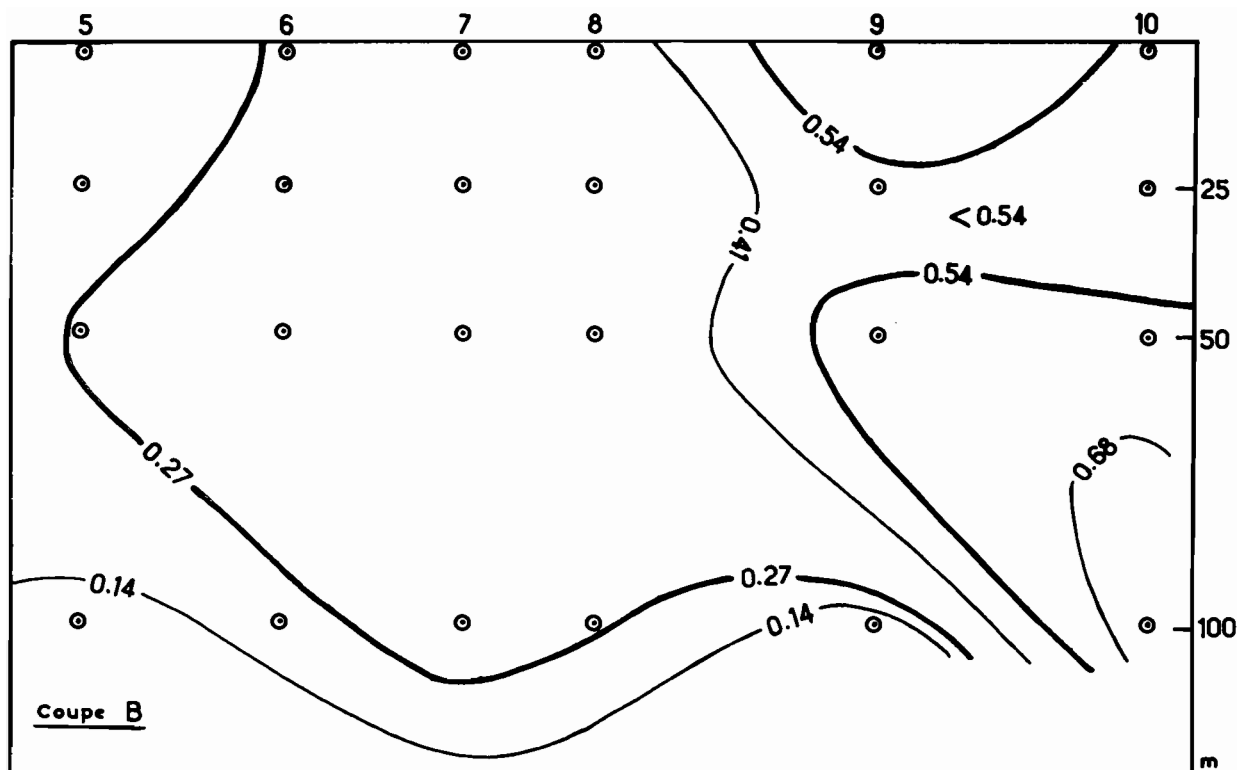


Figure 32 : ORSOM III, Croisière "ASTROLABE" ; variations verticales du taux de fixation du carbone entre 0 et 100 mètres le long des coupes A et B telles que précisées dans la figure 29.

o : emplacements des échantillons d'eau étudiés pour chacune des stations dont le numéro d'ordre apparaît au-dessus.

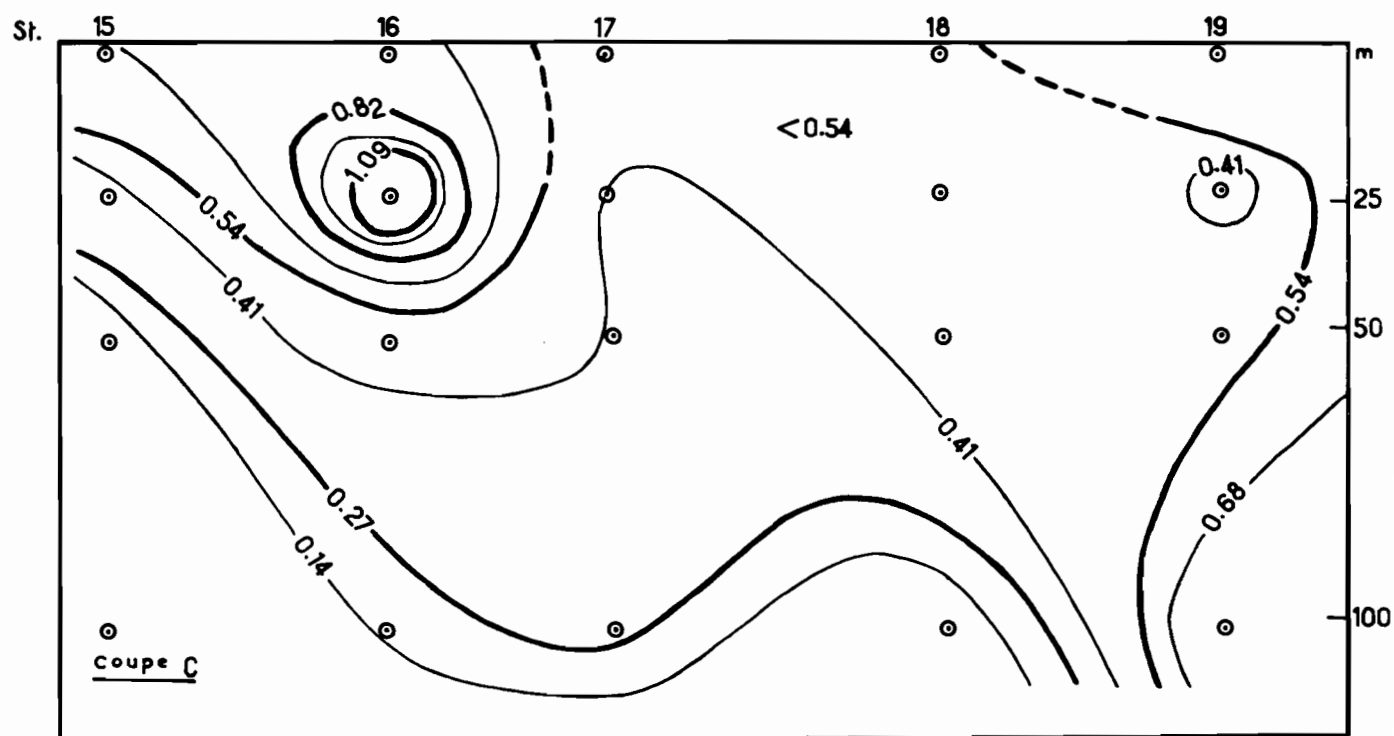
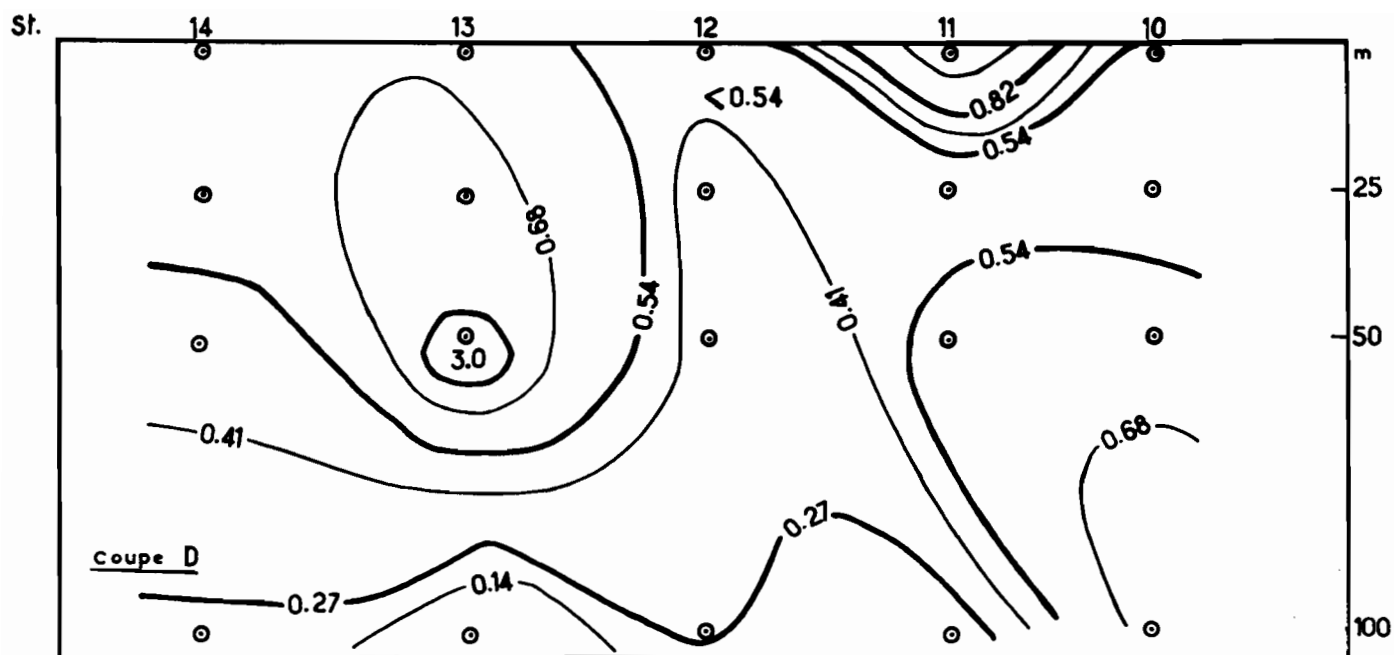


Figure 33 : ORSOM III, Croisière "ASTROLABE" ; variations verticales du taux de fixation du carbone entre 0 et 100 mètres le long des coupes C et D telles que précisées dans la figure 29.

o : emplacements des échantillons d'eau étudiés pour chacune des stations dont le numéro d'ordre apparaît au-dessus.

en $\text{mg CO}_2/\text{l}$ nous ont été fournies par le laboratoire d'océanographie physique après analyses des échantillons d'eau récoltés aux stations hydrologiques.

EXAMEN CRITIQUE DE LA METHODE

La méthode de travail mise au point par JITS et nécessitant l'emploi d'un matériel approprié s'est révélée d'emploi satisfaisant à bord d'un navire.

Par rapport à celle utilisée par DOTY et que nous avons décrite, elle possède l'avantage de limiter au maximum l'agitation des échantillons d'eau. Par contre le nettoyage des bouteilles à l'acide chlorhydrique est beaucoup plus difficile; enfin, la taille des échantillonneurs oblige à utiliser des incubateurs de proportions relativement grandes ce qui revient à dire que la multiplication des échantillons est limitée par rapport à ce qui est possible avec l'emploi de la méthode DOTY.

DISCUSSION DES RESULTATS

On constate qu'un certain nombre de nos résultats est négatif, conséquence du fait que, dans de tels cas, l'activité des échantillons en provenance des bouteilles opaques était très élevée. Aucune explication de ce phénomène n'est encore possible.

Les valeurs exploitables des taux de fixation du carbone montrent une très forte variabilité tant entre les stations qu'au sein d'une même station selon les profondeurs d'échantillonnage.

Nous avons dressé des "cartes de productivité primaire" pour chacune des quatre profondeurs étudiées; seule celle ayant trait aux données obtenues à 25 mètres pour les stations voisines de 08.00 heure locale est ici présentée (figure 31).

On constate, et ceci se retrouve pour les autres profondeurs, qu'il existe deux zones de productivité élevée : l'une se tient au sud de l'île San Cristobal; l'autre se manifeste au sud des Nouvelles-Hébrides jusqu'au voisinage des îles Loyauté. Ces deux masses d'eau sont séparées par une zone peu productive qui va du nord des îles Chesterfield aux îles Torrès.

Les figures 32-33 illustrent les variations de la productivité primaire dans la zone superficielle océanique (de la surface à 100 mètres) le long des quatre coupes portées dans la figure 30. Chacune de ces deux figures est construite de telle manière que se correspondent les longitudes des coupes hydrologiques qui se superposent.

Les coupes A et B montrent la présence d'eaux essentiellement peu productives. Les coupes C et D précisent les contours profonds des deux masses d'eaux fortement productives déjà signalées.

RAPPORT ENTRE LES DEUX SERIES DE MESURES EFFECTUEES

La teneur en pigments planctoniques et le taux de fixation du carbone ont certainement un rapport entre eux puisque le phytoplancton est le siège de la photosynthèse.

Il est cependant remarquable que, d'après les figures 30 et 31, la zone de la Mer de Corail riche en chlorophylle a est, dans son ensemble, peu productive ; par contre la portion riche en chlorophylle a du chenal Nouvelles-Hébrides-Loyauté possède en partie une productivité primaire relativement élevée.

Cette contradiction apparente pourrait s'expliquer par des variations du milieu. Un phytoplancton abondant peut en effet ne pas être très productif s'il ne profite pas de conditions telles que sa croissance puisse être favorisée. Une forte productivité potentielle ne conduit à une production élevée qu'en présence de facteurs extérieurs favorables à l'exubérance nécessaire des organismes intéressés. D'où la nécessité de conduire en même temps que les études de productivité celles concernant la fertilité des eaux : caractéristiques physiques et chimiques, pénétration de la lumière.

BIBLIOGRAPHIE

- ANGOT M. , DOTY M.S. et OGURI M. (1958)
 Mesure de la productivité primaire en eau de mer par la technique du C-14 ; O.R.S.T.O.M., Institut Français d'Océanie, Rap. Sc. N°4
- DAVIS P.S. (1957) - A method for the determination of Chlorophyll in seawater ; C.S.I.R.O., Aust. Div. Fish. Oceanogr. , Rep. N°7
- JITTS H.R. (1957) - The ^{14}C method for measuring CO_2 uptake in marine productivity studies ; C.S.I.R.O. Aust. Div. Fish. Oceanogr. Rep. N° 8
- JITTS H.R. et ROTHSCH H. (1957) -
 Mesure par la méthode au C-14 de l'activité photosynthétique de quelques masses d'eau du Pacifique sud-ouest en relation avec l'étude de la fertilité de ces mêmes eaux ; U.N.E.S.C.O., N.S., R.I.C., 139.
- RICHARDS F.A. et THOMPSON T.G. (1952)
 The estimation and characterization of plankton populations by pigments analyses ; Journ. Mar. Res. vol. XI, N° 2, pp. 156-172.

ZOOPLANCTON ET LARVES DE POISSON

par

M. LEGAND

I- ZOOPLANCTONA - METHODE DE PRELEVEMENT ET D'ANALYSE

Le matériel de prélèvement a déjà été décrit (LEGAND 1957 R.S. N°1). La méthode employée découle d'observations exposées précédemment (LEGAND 1958 R.S. N°6).

Il a été procédé à chaque station à deux traits obliques consécutifs à partir du niveau moyen de 300 m. jusqu'à la surface, avec un filet standard de 0,50 m. de diamètre et de maille N° 2, muni d'un courantomètre et d'un collecteur Atlas. Les échantillons des 2 traits ont été étudiés ensemble. Les volumes de plancton ont été mesurés par déplacement après élimination des organismes plus longs que 5 cm. et avant fixation. Les organismes compris entre 2 et 5 cm. et toutes les larves de poissons ont été comptés et mesurés séparément. Les teneurs observées ont été rapportées à 1 000 m³ d'eau filtrée. Les heures de prélèvement utilisées sont les moyennes des heures de mise à l'eau et de relevage, exprimées en temps local, non du fuseau horaire mais du méridien le plus proche. 55 stations ont été exécutées au total : 47 étaient liées aux stations hydrologiques et répertoriées avec les mêmes numéros ; les 8 autres, presque toutes reliées à des BT, portaient le numéro de la station précédente affecté d'une lettre. Presque toutes les stations ont été faites soit entre 05 et 06 heures le matin, soit entre 18 et 20 heures le soir.

B - METHODE DE CORRECTION DES RESULTATSa) Principe de la méthode

Dans le rapport précité (R.S. N°6), l'auteur a attiré l'attention sur l'importance de la variation quantitative diurne du zooplancton et la validité de la méthode suggérée par KING et HIDA pour en corriger l'effet, dès que l'on se préoccupe d'obtenir des résultats quantitatifs comparables. Rappelons brièvement le principe de la méthode. Si l'on effectue en un point donné une série de prélèvements pendant une période de 24 heures avec un procédé tel que celui que nous avons utilisé ou des traits horizontaux de surface, on constate que les logarithmes des volumes récoltés se répartissent en fonction de l'heure à peu près le long d'une sinusoïde. Ceci conduit à une loi de correction exprimée sous la forme :

$$\log V = \log a + b \cos T$$

où : V est le volume de zooplancton observé, rapporté à 1000 m³ d'eau filtrée

b est le coefficient de régression de $\log V$ sur $\cos T$ ou coefficient de correction

$\cos T$ est le cosinus de l'angle $T = \frac{360}{24} \cdot t$ (t étant l'heure de prélèvement en temps local (1))

a , valeur indépendante de l'heure de prélèvement et caractéristique de la station, constitue le chiffre recherché, (teneur à 06 et 18 heures, où $\cos T = 0$)

b) Le mode de calcul de b

Rappelons ici les principes généraux du calcul de b déjà exposés dans le R.S. N° 6 précité.

Si la teneur en zooplancton a relativement peu varié dans l'ensemble de la région prospectée, en d'autres termes si a a gardé une valeur à peu près constante, on peut obtenir b par un seul calcul de régression englobant tous les résultats de la croisière.

Ce cas simple n'est pas le plus général ; souvent plusieurs catégories bien différenciées apparaîtront parmi les données : certaines régions par exemple seront à la même heure du jour, 3 ou 4 fois plus riches que d'autres. Si on reporte de tels résultats sur un graphique figurant les logarithmes des volumes récoltés en fonction des valeurs de $\cos T$, on obtiendra une distribution des points, non plus le long d'une seule droite, mais suivant une série de droites plus ou moins nombreuses, plus ou moins étalées et à peu près parallèles dans le cas où b reste constant. On devra donc revenir à la première hypothèse étudiée, en subdivisant les résultats pour obtenir plusieurs groupes dont chacun ne contiendra que des stations à peu près également riches en zooplancton (Valeurs de a identiques ou voisines).

Cette opération nous a amené à supposé connu le résultat recherché ce qui est théoriquement une situation insoluble. Cependant en pratique, on pourra obtenir une connaissance suffisante de ce résultat par l'emploi d'un coefficient de correction provisoire b_1 qui peut avoir été tiré comme nous l'avons fait ici de stations de 24 heures faites dans la même région ou dans une région océanographiquement comparable. Nous verrons plus loin un autre moyen aisé d'obtenir un coefficient approché. Les valeurs a_1 obtenues au moyen de b_1 seront la base d'un premier classement des données.

A ce stade, nous devons faire intervenir une autre notion : celle des variations possibles de b d'une région à l'autre. (Il est bien entendu que nous ne considérons ici que des variations suffisamment importantes pour modifier sensiblement la répartition des résultats). Autrement dit : les points représentant les données brutes en fonction du temps, pourront ne pas être reportés sur le diagramme autour de droites parallèles. Nous aurons l'occasion de revenir également sur ce sujet à propos de la signification biologique du coefficient de correction. Nous devons donc déterminer des

(1) Pour être rigoureux, on aurait dû utiliser pour calculer l'heure moyenne de prélèvement, non la moyenne des heures elles-mêmes, mais la moyenne de la fonction $\cos T$ dans l'intervalle heure de mise à l'eau-heure de relevage et en déduire l'heure moyenne ; la différence est toutefois peu importante.

sous-groupes en prenant comme critères cette fois le maintien d'une certaine homogénéité des conditions physicochimiques de l'environnement ou plus simplement, la proximité géographique. Les calculs de régression effectués pour chacun de ces sous-groupes donneront des valeurs appelées b_2 , que nous comparerons entre elles ; cette comparaison permettra de regrouper tous les sous-groupes qui paraîtront pouvoir l'être, c'est-à-dire ceux qui auront fourni des valeurs de b_2 très voisines, car outre la nécessité de simplifier les opérations par l'emploi d'un nombre minimum de coefficients pour corriger les résultats d'une même croisière, les calculs faits pour chacun des sous-groupes comportent généralement trop peu d'éléments et donnent des résultats insuffisamment précis (1).

Cependant, l'examen de la répartition des b_2 obtenus quelle que soit leur variabilité, n'est pas sans intérêt. Nous avons donc reporté sur un même tableau tous les éléments de ce calcul. Une seule différence de signification admissible au seuil de 3 % ($t = 2,19$) est à noter entre les valeurs des zones Ouest et Nord-Est de la croisière. Malgré cette différence nous avons finalement regroupé tous les b_2 en un seul. En effet, nous pouvons constater que si nous nous plaçons dans les deux cas extrêmes : $b_2 = 0,1388$ et $b_2 = 0,2350$ pour une valeur moyenne de a_2 voisine de 24 cc., le calcul de a à partir des volumes correspondants à $\cos T = +1$ et de $\cos T = -1$, en utilisant cette fois la valeur globale de $b = 0,1811$, donnera des valeurs $a = 21$ et $a = 27$. Or la presque totalité des observations a été faite à l'aube ou au crépuscule et ce n'est qu'exceptionnellement que $\cos T$ a dépassé en valeur absolue 0,500. L'emploi de $b = 0,1811$ n'amènera pas finalement une variation beaucoup plus forte que 1 cc., ce qui, comparé aux influences probables du mode de prélèvement, des conditions de travail et de l'irrégularité de la distribution du plancton, n'est pas gênant. D'ailleurs, on peut constater que pour chacun des groupes de stations considérées, le rapport nuit/jour des volumes corrigés est resté presque égal à 1, ce qui n'aurait pas été le cas si le coefficient de correction employé avait été nettement trop fort ou trop faible. Après élimination de 22 stations trop proches du lever ou du coucher du soleil, le rapport nuit/jour pour l'ensemble des résultats passe de 1,57 pour les chiffres non corrigés à 1,05 pour les chiffres corrigés, ce qui indique l'efficacité de la correction faite. Les résultats des prélèvements rendus ainsi comparables figurent dans la dernière colonne du Tableau I.

(1) Un développement simple montre que l'on peut obtenir aisément de tels regroupements en supposant les moyennes des deux variables constantes et en additionnant purement et simplement les sommes des carrés et les produits des déviations, plutôt que de refaire un calcul de régression à partir de tous les éléments des divers tableaux de correction à regrouper. Le b global ainsi calculé $(Sdx_1dy_1 + Sdx_2dy_2 \dots)$ ne tiendra compte que de la dis-

$$\frac{Sd^2_{x1} + Sd^2_{x2}}{2}$$

persion des points autour de chacune des droites supposées parallèles et amenées en coïncidence, et sera la valeur moyenne convenant le mieux aux résultats des sous-groupes à rassembler.

Calcul de b pour les stations zooplancton de la croisière "ASTROLABE"
($b_1 = 0,158$)

(N.B. : 4 stations donnant des valeurs de a nettement différentes de celles des groupements choisis pour leur région ont été éliminées des calculs).

Valeurs moyennes de a_1	$30 < a_1 < 37$	$20 < a_1 < 25$	Regroupements	$a_1 \approx 10$
Zone Ouest (St. 1 à 13)	11 Stations $b_2=0,1835$ $a_2=36,4$	5 Stations $b_2=0,2350$ $a_2=24,0$	16 Stations $b_2=0,2167$	
Zone Sud-Est (St. 31 à 47)	8 Stations $b_2=0,2035$ $a_2=30,2$	9 Stations $b_2=0,1761$ $a_2=20,3$	17 Stations $b_2=0,1804$	
Zone Nord-Est (St. 14 à 30b)	6 Stations $b_2=0,1454$ $a_2=34,2$	6 Stations $b_2=0,1388$ $a_2=24,3$	12 Stations $b_2=0,1443$	6 Stations $b_2=0,2044$ $a_2=12,6$
Regroupements	25 Stations $b_2=0,1674$	20 Stations $b_2=0,1854$	51 Stations Valeur globale de b $b=0,1811 \pm 0,0170$	6 Stations $b_2=0,2044$

c) Sierification biologique du coefficient de correction b - Rapport nuit/jour

Il paraît intéressant d'un point de vue plus général de considérer b autrement que comme un simple coefficient de correction. Sa valeur est en effet essentiellement reliée à l'importance plus ou moins grande de l'apport nocturne, en surface d'éléments provenant de populations plus profondes. Si nous écrivons le rapport nuit/jour en admettant que les moyennes arithmétiques des observations de nuit et des observations de jour se trouvent sur la droite $\log V = \log a + b \cos T$ définie précédemment nous obtiendrons le développement suivant :

$\frac{V_n}{V_j} = K$ où V_n est la moyenne arithmétique des volumes récoltés pendant les observations de nuit ($\cos T_n$ étant la moyenne des $\cos T$ correspondants),

V_j est la moyenne arithmétique des volumes récoltés pendant les observations de jour ($\cos T_j$ étant la moyenne des $\cos T$ correspondants),

K la valeur du rapport nuit/jour.

$$\log V_n - \log V_j = \log K$$

$$(\log a_n + b \cos T_n) - (\log a_j + b \cos T_j) = \log K$$

Dans cette équation, si les stations ont été assez nombreuses et assez également réparties, on peut admettre que $\log a_n = \log a_j$ (ce qui correspond au rapport nuit/jour des valeurs corrigées égal à 1,0).

$$\begin{aligned} \text{On a donc :} \quad & b(\cos I_n - \cos I_j) = \log K \\ \text{ou (1)} \quad & b = \frac{\log K}{(\cos I_n - \cos I_j)} \end{aligned}$$

Remarquons que cette valeur approchée de b peut être utilisée comme valeur de b_1 pour réaliser le premier groupement des données dont nous avons parlé précédemment. Remarquons également que, dans beaucoup de cas où les observations auront été assez denses, $(\cos I_n - \cos I_j)$ sera voisin de 1,000. b a donc souvent une valeur très voisine du logarithme du rapport nuit/jour, (ici $\log K = 0,196$, effectivement peu éloigné de $b = 0,1811$). Sa signification se trouve ainsi plus directement sensible. Finalement b exprime l'importance relative du plancton qui, dans la journée se trouve au-dessous de la zone prospectée et y monte la nuit. Il peut être relié à la profondeur maxima atteinte par les espèces prédominantes de la population considérée, ou exprimer du moins l'importance quantitative des formes vivant dans la journée plus profondément que la zone prospectée. Il dépend donc à la fois de la constitution faunistique du zooplancton et des caractéristiques océanographiques de l'environnement.

(1) En fait ceci n'est théoriquement vrai que pour les moyennes géométriques des volumes récoltés. L'emploi des moyennes arithmétiques, plus aisé, paraît suffisant dans la plupart des cas pour l'obtention d'une valeur approchée, puisque celles-ci, par définition, ne sauraient se trouver très éloignées du centre de l'aire de dispersion des points sur le graphique.

C. DISTRIBUTION DU ZOOPLANCTON DANS LA REGION PROSPECTEE

La répartition des volumes corrigés est indiquée par la carte de la figure 34. Elle peut se commenter de la manière suivante :

- On peut diviser les stations en 3 groupes.
 - riches à volumes compris entre 30 et 50 cc.
 - moyennes avec des volumes de 20 à 30 cc.
 - pauvres avec des volumes inférieurs à 20 cc. (en fait de 8 à 17 cc.)
- A l'exception des deux premières stations, la 1ère radiale (st. 1 à 8) est riche avec une répartition très homogène (35 à 40 cc.) et il en va de même à quelques exceptions près pour la 2ème (station 9-16, des Chesterfield à Santo).
- Au Nord de la 2c radiale on note une zone centrale pauvre encadrée de zones moyennes ou riches (stations 17 à 30).
- Entre la Nouvelle-Calédonie et les Nouvelles-Hébrides, on trouve un noyau central riche adossé à la partie Nord de l'axe des Loyauté et entouré d'une zone moyenne devenant pauvre au Sud.

L'interpolation réalisée sur la carte dans la partie Nord en particulier ne vise qu'à grouper ensemble des données similaires. On peut par exemple tout aussi bien concevoir entre les parties pauvres des deux radiales Sud-Est-Nord-Ouest une avancée de la zone moyenne et riche vers le Nord-Ouest, qui rappellerait celle obtenue pour les températures de surface par exemple. On ne peut donc parler d'interprétation dans le sens précis que l'on donne à ce terme à propos de résultats physicochimiques par exemple.

Mais telle quelle cette distribution est un argument intéressant pour justifier la méthode de correction employée, puisque tout en admettant l'éventualité de quelques points aberrants sur le graphique, la cohésion des données a autorisé leur groupement.

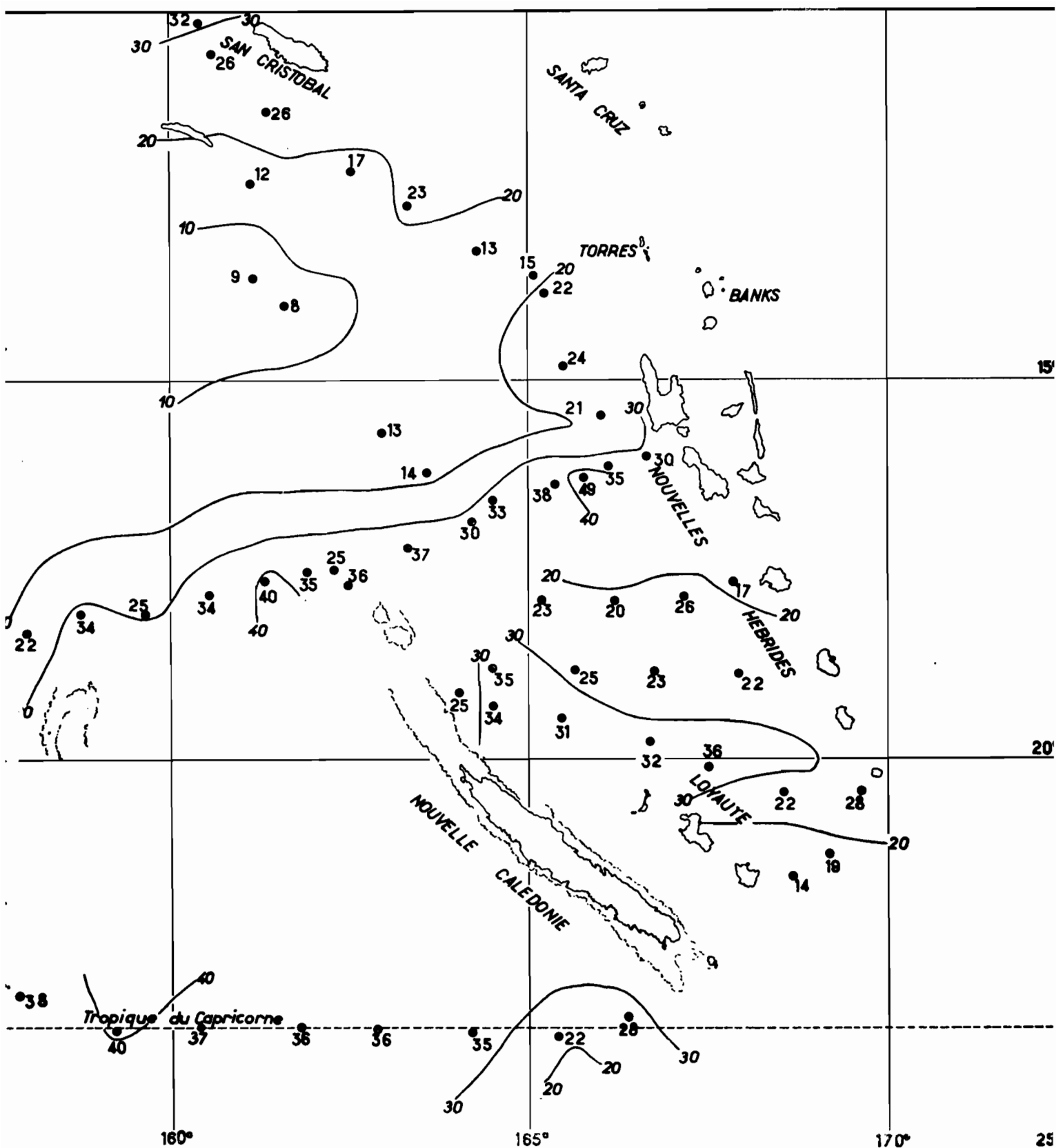


Figure 34 : ORSOM III, Croisière "ASTROLABE" ; répartition des volumes de zooplancton par 1.000 m³ d'eau filtrée (les résultats ont été arrondis au cc et représentent les volumes humides corrigés).

II. LARVES DE POISSONS

A- POSSIBILITE D'UNE CORRECTION DES DONNEES BRUTES

Le problème de la variation diurne du nombre des larves de poissons avait déjà été examiné dans le R.S. N°6 précité. En reprenant ces résultats on peut voir que les teneurs en larves de poissons pour les traits obliques de 0 à 300 n. des séries XIV et XVII, les seuls comportant des traits de cette nature, ont différé sensiblement des volumes de zooplancton dans leurs variations. Jusqu'à des valeurs de cost légèrement supérieures à 0, les points se distribuent avec une forte dispersion, dont l'aire paraît avoir une pente relativement faible ou nulle, alors qu'ils s'ordonnent mieux autour d'une droite pour les cost plus élevés. La grande variabilité des résultats, notablement plus forte que pour le zooplancton, ne permet guère de citer des chiffres autrement qu'à titre indicatif : les droites de régression trouvées ont pour pente $\underline{b} = -0,143$ (valeurs observées de jour) et $\underline{b} = +0,551$ (valeurs observées de nuit). Ceci nous donne tout de même l'indication d'une possibilité de correction approchée des données brutes en utilisant des lois de la forme :

$$\log L_p = \log a + b \text{cost}$$

En appliquant les mêmes règles de groupement et de calcul de \underline{b} que pour le zooplancton, nous avons donc tenté de calculer le coefficient de régression de $\log L_p =$ nombre de larves de poissons par 1000 m³ d'eau filtrée, sur cost . Cependant au vu de la répartition des résultats bruts et compte-tenu de l'indication donnée précédemment, les données correspondant à $\text{cost} < 0$, ne permettant aucun calcul vu leur petit nombre et leur dispersion, n'ont pas subi de correction. Il est à noter que pour 5 des 13 stations placées dans ce cas, la correction de temps aurait été de toute façon peu importante, cost étant proche de 0 (st. 2, 8, 9, 26, 30). Pour les valeurs telles que $\text{cost} > 0$, on peut définir par ordre de grandeur de \underline{a} , 4 groupes de valeurs pour lesquels, les calculs de régression donnent comme valeur de \underline{b} , 0,444 - 0,499 - 0,434 - 0,404, soit une valeur moyenne de 0,4511 pour 33 stations, valeur qui a été finalement utilisée. On peut noter que l'ordre de grandeur de ces paramètres est sensiblement le même, et voisin de 0,50 comme celui établi plus haut pour les séries XIV et XVII. On obtient avec ce coefficient $\underline{b} = 0,4511$ les valeurs corrigées de L_p , qu'on trouvera dans le tableau II.

Le rapport nuit/jour établi sur 31 observations (valeurs nulles ou proches de 06 et 18 heures éliminées des calculs) est de 3,05 pour les chiffres non corrigés et de 1,71 pour les chiffres corrigés. La différence entre ces deux valeurs rend compte de l'amélioration apportée en faisant la correction ; cependant le rapport corrigé est encore très éloigné de 1, mais ce peut être dû simplement au fait que les données de jour n'ont pas été modifiées. Rappelons que le rapport non corrigé établi pour les séries de 24 heures était de 3,67. Le quotient des rapports nuit/jour pour les larves de

poissons et pour le zooplancton qui était de 2,20 dans ses séries est passé, à 1,94 pour les données actuelles. Au total, il n'y a pas de différence notable avec les résultats précédents et les conclusions données antérieurement paraissent confirmées. Il est toutefois possible que la migration diurne des larves de poissons n'aie ni la même amplitude verticale, ni le même rythme que celle du zooplancton et qu'une part plus grande encore que prévue de la variation diurne soit due à l'action de l'illumination sur le pouvoir capturant du filet, qui d'après le dernier chiffre cité serait environ 2 fois plus grand la nuit.

B- DISTRIBUTION DES LARVES DE POISSONS DANS LA REGION PROSPECTEE

Plus encore que pour le zooplancton, nous devons d'abord faire remarquer que les contours de la carte de la figure 35 n'ont pour objet que de regrouper d'une manière graphiquement commode des données de même ordre de grandeur et nous défendre de toute exagération dans l'interprétation.

-Pour la 1ère radiale (St. 1-8), les valeurs de Lp sont assez basses avec des maxima relatifs aux stations 4 et 7 ;

-La 2e radiale (St. 9 à 16c et 30b) a donné au contraire des valeurs fortes avec des minima aux stations 9, 10, 12, 30b et des maxima relatifs pour 11, 12c, 15b à 16c.

-Au Nord de cette radiale (St. 17-30b) Lp a une distribution rappelant celle du zooplancton, avec une zone centrale très pauvre s'étendant jusqu'aux Salomon et vers les Santa-Cruz, bordée de stations plus riches ; on doit faire ici encore toutes réserves pour la partie non prospectée de cette zone centrale entre les deux radiales les plus septentrionales, et à l'Ouest de celles-ci.

-La région Sud-Est (St. 31-47) montre un noyau central riche ou très riche, rappelant celui observé dans la distribution du zooplancton, (stations 33, 37, 38, 40, 41, 43, bordé de zones plus pauvres.

On a indiqué dans les tables de résultats le nombre par 1000 m³ d'eau filtrée de poissons adultes plus longs que 2 cm. pour les stations du soir. Il s'agissait en fait de Myctophidés et Steniatidés le plus souvent. On peut simplement remarquer que les chiffres les plus élevés coïncident généralement avec les plus hautes teneurs en plancton et larves de poissons.

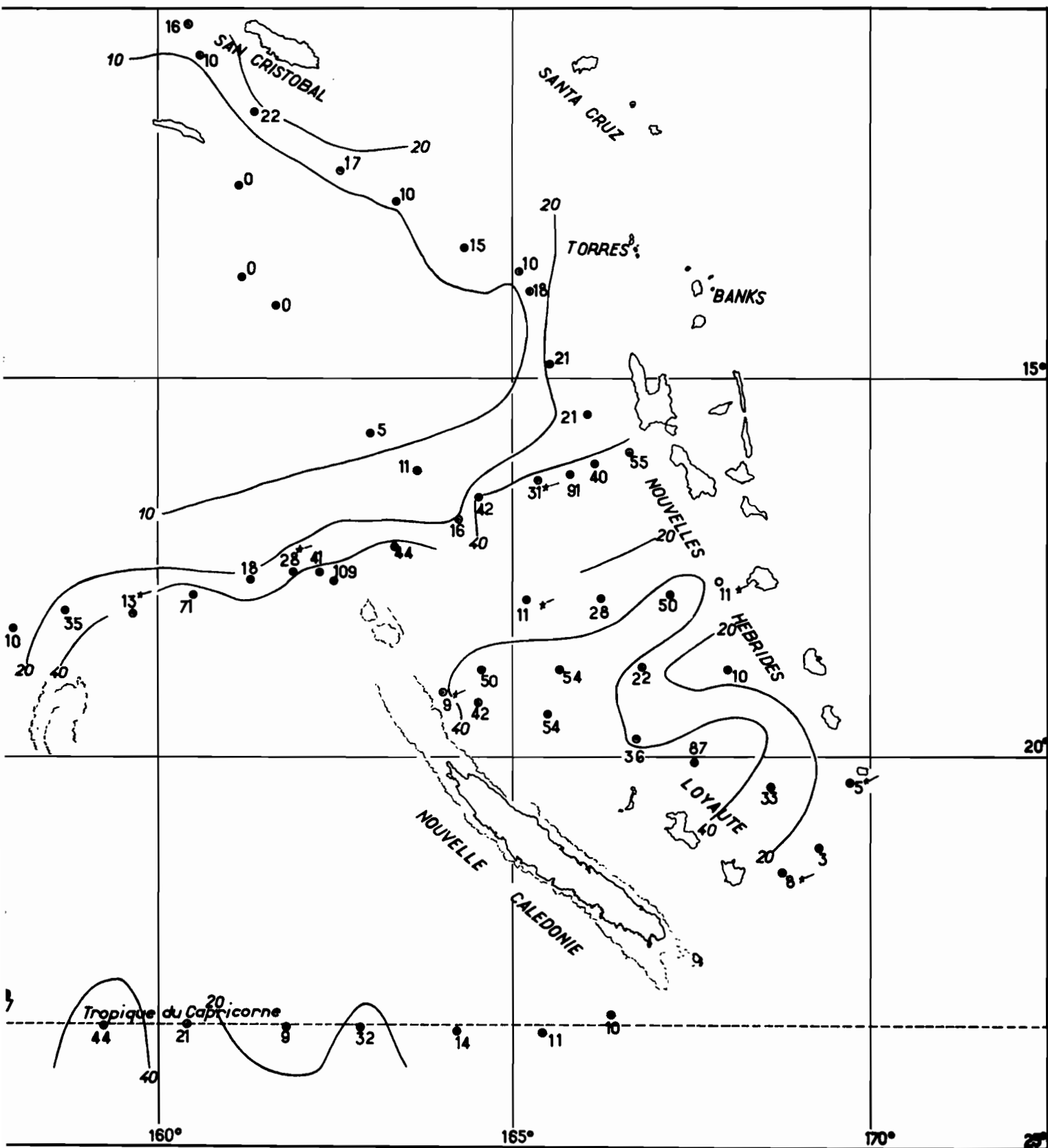


Figure 35 : ORSOM III, Croisière "ASTROLABE" ; répartition des nombres de larves de poissons par 1.000 m³ d'eau filtrée (valeurs corrigées, sauf celles suivies d'une *).

III. CONCLUSIONS ET RESUME

Nous n'insisterons pas ici sur les relations des divers éléments entre eux, qui feront l'objet d'un rapport spécial. Rappelons simplement les principaux faits notés :

1°) - la correction de la migration diurne proposée pour le zooplancton d'après la méthode de KING et HIDA s'est révélée efficace et on a tenté d'effectuer une correction du même genre pour les teneurs en larves de poissons. Les faits précédemment observés à ce sujet ont été confirmés dans leur ensemble.

2°) - la distribution du zooplancton fait apparaître des zones de concentration maximum pour les stations 3 à 8, 9b à 16c 38 à 43. Un minimum très marqué a été rencontré dans la région comprise entre la Nouvelle-Calédonie, les Nouvelles-Hébrides du Nord et les Salomon.

3°) - la distribution des larves de poissons montre une zone généralement pauvre sur presque toute la 1ère radiale et une autre très pauvre entre la Nouvelle-Calédonie, les Nouvelles-Hébrides et les Salomon ; les récoltes les plus abondantes ont été faites spécialement aux stations 12b, à 16c et 33, 37, 38, 40, 41, 43.

TABLEAU I

Volumes de zooplancton récoltés par double trait oblique de 0 à 300 m.
pendant la croisière "ASTROLABE" (1)

Station N°	Position		Date	Heure moyenne (temps local)	Profond. moyenne atteinte	Eau filtrée en m ³	Volumes de zooplancton en cc/1000m ³ d'eau non corrigés	Volumes de zooplancton en cc/1000. m ³ d'eau corrigés
	Lat. S	Long. E						
1	23°18	166°24	5/5/58	2134	330	790	39,3	28,1
2	23°35	165°25	6/5/58	0619	330	820	21,4	22,2
3	23°32	164°15	6/5/58	1913	330	794	39,6	34,8
4	23°30	162°56	7/5/58	0550	330	647	36,8	36,2
5	23°28	161°56	7/5/58	1927	340	464	42,0	36,0
6	23°30	160°26	8/5/58	0534	320	409	38,4	36,6
7	23°28	159°23	8/5/58	1835	320	687	42,9	40,3
8	23°01	158°05	9/5/58	0608	330	637	37,5	38,0
9	18°21	158°05	12/5/58	0653	280	395	20,3	22,3*
9b	18°10	158°50	12/5/58	1846	290	329	37,4	34,4
10	18°04	159°45	13/5/58	0731	280	381	21,5	25,3
11	17°55	160°37	13/5/58	1859	310	400	37,7	33,9
12	17°40	161°22	14/5/58	0546	310	313	40,8	39,8*
12b	17°31	162°00	14/5/58	1552	310	231	28,1	35,0*
12c	17°35	162°18	14/5/58	2011	320	370	30,8	24,6
13	17°34	162°23	15/5/58	0502	340	304	40,2	36,2
14	17°13	163°26	17/5/58	1858	330	599	40,9	36,9
15	16°33	164°33	18/5/58	0524	330	512	35,6	33,4
15b	16°22	165°23	18/5/58	1418	330	457	27,1	38,2
16	16°17	165°47	18/5/58	1837	330	380	52,6	49,2
16b	16°10	166°10	18/5/58	2251	330	383	51,9	34,9
16c	15°55	166°42	19/6/58	0506	330	372	32,9	29,9

(1) - Les résultats marqués d'une * sont incertains : échantillons perdus en partie, filet avarié, etc.....

TABLEAU I (suite)

94.

Station N°	Position		Date	Heure moyenne (temps local)	Profond. moyenne atteinte	Eau filtrée en m ³	Volumen de zooplancton en cc/1000m ³ d'eau non corrigés	Volumen de zooplancton en cc/1000 m ³ d'eau corrigés
	Lat. S	Long. E						
17	15°22	166°00	22/5/58	2020	300	421	26,8	21,2
18	14°48	165°32	23/5/58	0547	300	405	24,7	24,1
19	13°49	165°13	23/5/58	1828	330	687	23,0	21,9
19b	13°40	165°03	23/5/58	2250	370	644	22,5	15,3*
20	13°13	164°15	24/5/58	0545	310	435	13,8	13,4
21	12°30	163°20	24/5/58	2001	300	445	28,3	22,9
22	12°04	162°29	25/5/58	0517	370	560	17,9	16,6
23	11°28	161°25	25/5/58	2013	340	570	32,1	25,5
24	10°40	160°45	26/5/58	0546	360	661	26,8	26,1
25	10°15	160°00	26/5/58	1825	280	393	33,1	31,6
26	12°21	161°07	4/6/58	0612	330	479	12,1	12,4
27	13°16	161°22	4/6/58	1938	310	468	11,1	9,4
28	14°03	161°45	5/6/58	0556	360	588	8,5	8,4
29	15°40	163°00	6/6/58	2020	340	565	16,8	13,2
30	16°10	163°40	7/6/58	0617	340	468	13,9	14,3
30b	17°00	164°00	7/6/58	1959	310	479	36,3	29,5
31	17°57	165°13	9/6/58	0924	310	476	16,9	23,4
32	17°53	166°11	9/6/58	1955	330	791	24,0	19,6
33	17°50	167°11	10/6/58	0543	320	560	27,0	26,2
34	17°48	167°50	10/6/58	1532	340	646	13,2	17,0
35	18°50	167°54	14/6/58	2000	340	515	27,4	22,2
36	18°47	166°47	15/6/58	0540	330	636	23,9	23,0
37	18°47	165°37	15/6/58	1946	360	745	29,5	24,5
38	18°48	164°32	16/6/58	0534	340	576	36,5	34,8
39	19°05	164°03	16/6/58	1333	330	535	16,8	24,6

TABLEAU I (suite)

Station N°	Position		Date	Heure moyenne (temps local)	Profond. moyenne atteinte	Eau filtrée en m ³	Volumen de zooplancton en cc/100 mm ³ d'eau non corrigés	Volumen de zooplancton en cc/1000 m ³ d'eau corrigés
	Lat. S	Long. E						
40	19°14	164°36	16/6/58	1925	330	472	39,2	33,7
41	19°27	165°32	17/6/58	0530	360	371	32,9	31,2
42	19°44	166°43	17/6/58	1935	300	280	37,5	31,7
43	20°04	167°30	18/6/58	0539	340	313	37,3	35,9
44	20°26	168°30	18/6/58	2216	280	273	32,2	22,1
45	20°23	169°38	19/6/58	1531	290	210	21,4	27,6
46	21°06	169°13	19/6/58	2306	330	333	27,9	18,6
47	21°30	168°37	20/6/58	0703	310	359	12,5	14,0

TABLEAU II

Nombre de larves de poissons récoltés dans les
Stations plancton de la croisière "ASTROLABE" (1)

(Pour les positions, date, heures, profondeurs et volumes filtrés se reporter au tableau I)

Sta- tion N°	Larves de pois- sons-Nb pour 1000 m ³ d'eau (Lp), non cor- rigé	Lp corrigé	Poissons non larvaires > 2 cm Nb pour 1000 m ³ d'eau (stations de nuit)	Sta- tion N°	Larves de pois- sons-Nb pour 1000 m ³ d'eau (Lp), non cor- rigé	Lp corrigé	Poissons non larvaires > 2 cm Nb pour 1000 m ³ d'eau (stations de nuit)
1	22	10	6	22	21	17	-
2	11	11	-	23	39	22	2
3	20	14	13	24	11	10	-
4	34	32	-	25	18	16	0
5	13	9	11	26	0	0*	-
6	24	21	-	27	0	0	2
7	52	44	12	28	0	0	-
8	27	27*	-	29	9	5	2
9	10	10*	-	30	11	11*	-
9b	43	35	3	30b	27	16	2
10	13	13*	-	31	11	11*	-
11	93	71	8	32	47	28	9
12	19**	18**	-	33	54	50	-
12b	28	28	-	34	11	11*	-
12c	78	41	16	35	16	10	6
13	141	109	-	36	24	22	-
14	57	44	7	37	86	54	4
15	49	42	-	38	56	50	-
15b	31	31*	-	39	9	9*	-
16	108	91	18	40	61	42	17
16b	107	40	10	41	62	54	-
16c	170	55	-	42	54	36	14
17	38	21	7	43	96	87	-
18	22	21	-	44	84	33	11
19	20	18	4	45	5	5*	-
19b	26**	10**	6	46	9	3	12
20	16	15	-	47	8	8*	-
21	16	10	4				

(1) Les résultats marqués d'une * correspondent à des stations de jour et n'ont pas été corrigés. Les résultats marqués d'une ** correspondent à des résultats plancton incertains (échantillon perdu en partie, filet avarié, etc....)

BIBLIOGRAPHIE

KING J.E. et HIDA T.S. (1954)

Variations in zooplankton abundance in Hawaiian waters 1950-52
Sp. Scient. Rep. Fisheries N° 118 - Wash.-

LEGAND M. (1957)

ORSOM III. Résultats biologiques de l'expédition "Equapac".
Rap. Sc. : N° 1 I.F.O. - Section Océanographie Nounéa

LEGAND M. (1958)

Etude sommaire des variations quantitatives diurnes du zooplankton autour de la Nouvelle-Calédonie.
Rap. Sc. : N° 6 I.F.O. Section Océanographie - Nounéa

SIMPSON G.G. et ROE A. (1939)

Quantitative zoology. Mc Graw Hill Book comp. New-York