

P O L Y N E S I E F R A N C A I S E

O.R.S.T.O.M.

QUELQUES CARACTÉRISTIQUES DE LA
MATIÈRE ORGANIQUE PARTICULAIRE DU LAGON

Loïc CHARPY

- . Océanographe biologiste de l'O.R.S.T.O.M.
- . Centre O.R.S.T.O.M. de TAHITI - B.P. 529 - Papeete
Polynésie Française

CHARPY (L.), 1984 - Quelques caractéristiques de matière organique
particulaire du lagon - in "L'atoll de Tikehau (archipel
des Tuamotu, Polynésie Française) premiers résultats".
O.R.S.T.O.M. Tahiti, Notes et Doc. Océanogr., 22 :
13, 34.

RESUME

La matière organique particulaire (MOP) du lagon de l'atoll de Tikehau (Tuamotu, Polynésie Française) a été étudiée en octobre-novembre 1982 et mars 1983.

La biomasse phytoplanctonique estimée par la chlorophylle est faible ($0,13 \text{ mg/m}^3$) et ne représente que 1 à 2 % du carbone particulaire. Nous avons pu cependant observer une association phytoplancton - détritus probablement due à la présence de bactéries reminéralisantes sur la MOP.

Le phytoplancton est constitué essentiellement par de l'ultraplancton ($< 5 \mu\text{m}$) ce qui nous laisse présager des rapports Production/Biomasse très élevés.

ABSTRACT

Particulate Organic Matter were studied in october-november 1982 and march 1983 in the Tikehau lagoon (Tuamotu, French Polynesia).

Phytoplankton biomass (Chlorophyll) was low ($0,13 \text{ mg/m}^3$) and represented only 1 - 2 % of particulate carbon. We could observe an association phytoplankton - detritus, probably in relation with the presence of bacteria on the MOP.

Ultraplankton represented the greatest part of phytoplankton assemblage so we can expect a high Production/Biomass ratio.

INTRODUCTION

La matière organique particulaire (MOP) des eaux lagunaires représente une importante part dans l'alimentation des producteurs secondaires. Elle reflète par sa qualité et sa quantité les différentes productions qui sont à son origine et dont les estimations s'avèrent très difficiles.

Les objectifs de notre étude qui doit s'étendre sur quatre années de prélèvements sont :

- Evolution temporelle et spatiale de la MOP
- Origine de la MOP
- Cycles de l'azote et du phosphore
- Utilisation de la MOP par les producteurs secondaires.

Le travail présenté rend compte des premiers résultats obtenus en 1982 et 1983.

1 - MATERIEL ET METHODES

Deux missions ont été réalisées en octobre-novembre 1982 et mars 1983. Durant la première, une radiale de 5 stations allant du village de Tuherahera jusqu'à 1 km au large de la passe a été réalisée 10 fois, et 14 stations du lagon ont été visitées une fois (fig. 1). Les prélèvements d'eaux et mesures ont été effectués en surface, au fond et à un niveau intermédiaire en ce qui concerne le lagon, et en surface, à - 10 m et à - 30 m, à l'extérieur. Durant la deuxième mission, 23 stations ont été réalisées dont deux à l'extérieur de la passe aux mêmes niveaux que précédemment, excepté dans le lagon où la profondeur intermédiaire a été remplacée par un prélèvement à - 10 m. La température, salinité, pourcentage de transmission de la lumière ont été mesurés avec des sondes. La chlorophylle-a et la phéophytine-a ont été dosées par fluorimétrie (YENTSCH et MENZEL, 1963). Des préfiltrations ont été effectuées sur toile de polyamide de maille de taille 100 μ , 40 μ et 5 μ . La composition en carbone, azote et phosphore de la MOP a été estimée après filtration de 600 ml à 800 ml d'eau sur filtre GFC. Le phosphore est minéralisé par

l'action du persulfate de potassium à 110° C (MENZEL et CORWIN, 1965). Les teneurs en Cp et Np ont été déterminées après combustion dans un analyseur CHN (GORDON et SUTCLIFFE, 1973).

2 - RESULTATS

Les intervalles de confiance des moyennes des différents paramètres étudiés sont reportés dans les tableaux 1 et 2.

2.1. Paramètres physiques

La mission d'octobre-novembre s'est déroulée à la fin de la saison sèche qui correspond à une période de réchauffement des eaux (ROUGERIE et al., 1982) ; leur température s'établissait entre 28° et 29° C. Durant la mission de mars, les températures observées sont alors nettement plus élevées, atteignant 30° - 31° C dans le lagon et 28,4° - 30° C à l'extérieur.

En octobre-novembre les moyennes des salinités étaient identiques pour les eaux de l'intérieur et de l'extérieur du lagon (36, 35 ‰). Au contraire, en mars, les eaux du lagon étaient très nettement dessalées par rapport aux eaux extérieures.

Le pourcentage moyen de transmission de la lumière est du même ordre de grandeur en octobre-novembre et en mars. Il est surtout fonction de l'état de la mer et il est particulièrement élevé dans la cuvette profonde du lagon.

2.2. Chlorophylle-a

Les résultats d'octobre-novembre montrent que la chlorophylle reste relativement constante dans le lagon (fig. 2), les variations observées à la station 1 étant dues au sens du courant. Les valeurs observées dans le lagon sont en moyenne trois fois plus élevées que celles des eaux du large (fig. 3).

Ces teneurs sont trois fois plus faibles que celles rencontrées par SOURNIA et RICARD (1976) en août dans le lagon de Takapoto, mais se rapprochent de celles observées par GUEREDRAT et ROUGERIE (1978), en août 1977 et mars 1978, dans la partie nord-est de ce même lagon. Dans l'atoll de Mururoa (Tuamotu) les teneurs en chlorophylle rencontrées par ROUGERIE et al., (1980) sont nettement plus élevées ($\approx 0,40 \text{ mg/m}^3$) ; GROS et al., (1980) observent des valeurs du même ordre que celles rencontrées à Tikehau ($0,13 \text{ mg/m}^3$) dans les zones les plus pauvres de la partie nord-ouest du lagon de Rangiroa.

Le pourcentage de chlorophylle active est remarquablement constant (fig. 4).

2.3. Seston

Les teneurs en carbone particulaire (Cp) et azote particulaire (Np) sont très élevées et présentent des variations considérables dans le temps (fig. 5 et 6) et l'espace (fig. 7 et 8). Elles sont particulièrement fortes à la fin du mois d'octobre. Les teneurs en phosphore particulaire (Pp) sont relativement beaucoup plus faibles surtout en mars 1983.

3 - INTERPRETATION

Durant les deux missions, nous avons pu observer que le lagon se remplissait au niveau des "Hoa" (chenaux nord et nord-est qui relient l'océan au lagon), et se vidait par les "Hoa" sud-ouest et, surtout, par la passe située à l'ouest.

Bien que l'on n'observe pas à cette époque de notables différences de salinité entre l'extérieur et le lagon, le temps de transit lagonaire est suffisant pour que les caractéristiques biologiques de l'eau soient modifiées.

Les rapports (C : N : P) moyen du seston sont différents en octobre et en mars et sont tous les deux différents de ceux donnés par REDFIELD (1942) ; cependant, les valeurs de Cp sont surestimées par la

présence de carbonate de calcium sur les filtres ; on peut estimer cette augmentation à l'aide de l'ordonnée à l'origine de la droite de régression de Cp en Np (tableaux 3 et 4), ce qui nous donne en moyenne 22 % en octobre-novembre et 35 % en mars. La pente de la droite représente alors le rapport C/N.

Malgré l'incertitude portant sur les teneurs en carbone particulaire, on peut estimer à partir de la relation de RYTHER et MENZEL (1965) : Carbone phytoplanctonique = 50 x chlorophylle-a et en utilisant les rapports moyens Cp/Chlorophylle observés que 0,4 % du Cp est d'origine phytoplanctonique en octobre-novembre, soit 0,5 % du COP et 1,3 % du Cp en mars, soit 2 % du COP (on obtient le COP en enlevant au Cp la part dûe au carbonate de calcium).

On note donc la très faible participation du phytoplancton dans la MOP du lagon ; cependant si on observe les corrélations Cp x chlorophylle et Np x chlorophylle en mars, on s'aperçoit qu'elles sont très hautement significatives ($R = 0,34$ et $0,36$), que la pente est très élevée et que seul 15 % du Cp n'est statistiquement pas associé à la chlorophylle (ordonnée à l'origine de la droite de régression de Cp en chlorophylle/moyenne de Cp ; BANSE, 1977). Ceci signifierait que les organismes chlorophylliens sont associés aux détritiques, soit parce qu'il existe une relation phytoplancton-détritus (qui peut-être une association algues-bactéries présentes sur la MOP), soit parce que leur distribution spatiale est la même. FUHRMAN et al., (1980) ont observé des rapports Cp/chlorophylle très élevés en présence de bactérioplancton. Des mesures d'ATP devraient nous permettre de compléter nos connaissances sur la biomasse microbienne.

L'examen de la répartition par classe de taille des organismes chlorophylliens (tableau 5) montre l'importance de l'ultra-plancton (taille $< 5 \mu$), qui représente de 47 % à 100 % de la biomasse avec une moyenne de 78 %. De tels résultats ont déjà été observés par de nombreux auteurs dans l'Atlantique équatorial par HERBLAND et LE BOUTEILLER (1981) qui ont trouvé que 40 à 60 % de la chlorophylle passaient à travers 1μ ; Mc CARTHY et al., (1974) observent que 81,3 % de la biomasse phytoplanctonique de "Chesapeake Bay" a une taille inférieure à 10μ ;

dans les eaux du lagon de la Grande Barrière de Corail, REVELANTE et GILMARTIN (1982) observent que le nano-plancton ($< 20 \mu\text{m}$) représente de 49 à 73 % de la biomasse phytoplanctonique ; WAUTHY et al., (1968), à partir d'une méthode indirecte, avaient présumé l'importance de l'ultra-plancton dans le Pacifique central. REID (1982) par comptage, démontre l'importance du nano-plancton et du pico-plancton ($< 2 \mu\text{m}$) dans des aires très différentes ; YENTSCH (1983) a observé que de petits organismes chlorophylliens passent en quantité non négligeable à travers les filtres GFC.

La petitesse du phytoplancton du lagon nous montre que seule une technique globale d'estimation de la biomasse est utilisable ; en effet les sédimentations classiques d'UTERMÖHL ne considèrent que le micro-plancton et les adaptations proposés par DESROSIERES (1971), REID (1983), HEWES et HOLM-HANSEN (1983) demandent trop de temps et de plus l'identification très difficile des organismes diminue l'intérêt de ces techniques. Le suivi de la répartition des classes de tailles du phytoplancton par préfiltration reste cependant très important, car de nombreux auteurs ont constaté qu'il existait une corrélation inverse entre la taille et le rapport production sur biomasse ; CHRETIENNOT-DINET (1982) a observé ceci en baie de Concarneau et elle recommande l'utilisation de filtre à pore pour les préfiltrations, car les mailles des toiles de polyamide étant extensibles laissent passer des organismes dont la taille est supérieure à celle indiquée par le fabricant.

CONCLUSION

Ces premiers résultats nous montrent la pauvreté du phytoplancton lagonaire et la petite taille des organismes qui le compose. L'origine des importantes teneurs en carbone et azote particulières doit donc être recherchée dans d'autres types de production primaire (benthique ou symbiotique). L'estimation de l'activité hétérotrophe dans le lagon sera probablement primordiale pour établir les cycles de l'azote et du phosphore ; les échanges d'eaux au niveau de la passe et des "Hoa" devront être étudiés pour déterminer le temps de transit lagonaire et estimer l'enrichissement en MOP des eaux océaniques entourant l'atoll.

Un problème apparaît : l'importance de la MOP dans le lagon reflète-t-elle une forte production primaire donc un besoin considérable en azote et phosphore minéral, que les eaux océaniques superficielles oligotrophes entourant l'atoll ne peuvent assurer, ou est-elle le résultat d'une accumulation ?

TABLEAU 1 - Intervalles de confiance de la moyenne des différents paramètres (coefficient de sécurité = 95 %) étudiés à TIKEHAU du 9/10/82 au 3/11/82.

Paramètre	Lagon		Extérieur (# 1)	
	Observations	Intervalle de confiance	Observations	Intervalle de confiance
Température (°C)	133	28,5 ± 0,1	30	28,4 ± 0,1
Salinité (‰)	133	36,37 ± 0,06	30	36,29 ± 0,06
% Transmission lumière	104	79 ± 2	26	97 ± 1
Chlorophylle-a (mg/m ³)	134	0,13 ± 0,01	30	0,05 ± 0,01
Pheophytine-a (mg/m ³)	134	0,05 ± 0,004	30	0,03 ± 0,01
% Chlorophylle-a	134	75 ± 2	35	70 ± 6
Pp (mg/l)	86	5,4 · 10 ⁻³ ± 0,8 · 10 ⁻³	17	2,7 · 10 ⁻³ ± 0,4 · 10 ⁻³
Np (mg/l)	122	0,18 ± 0,04	31	0,17 ± 0,10
Cp (mg/l)	122	1,18 ± 0,18	31	1,12 ± 0,50
Cp/Np (poids)	122	7,02 ± 0,56	31	8,13 ± 2,2
Cp/Pp (poids)	85	305 ± 60	18	616 ± 424
Np/P (poids)	85	49 ± 12	18	85 ± 74
Cp/Chlorophylle-a	119	9948 ± 1734	30	31883 ± 15532

TABLEAU 2 - Intervalles de confiance des moyennes des différents paramètres (coefficient de sécurité = 95 %) étudiés à TIKEHAU du 28/03/83 au 31/03/83.

Paramètre	Observations	Intervalle de confiance
Température (°C)	63	30,1 ± 0,2
Salinité (‰)	63	35,80 ± 0,10
% Transmission lumière	54	78,6 ± 2
Chlorophylle-a (mg/m ³)	63	0,13 ± 0,02
Pheophytine-a (mg/m ³)	63	0,04 ± 0,01
% Chlorophylle-a	63	78,0 ± 0,02
Pp Phosphore particulaire (mg/l)	39	0,006 ± 0,002
Cp Carbone particulaire (mg/l)	62	0,337 ± 0,092
Np Azote particulaire (mg/l)	62	0,033 ± 0,014
Cp/Np (poids)	62	15,3 ± 4,9
Cp/Pp (poids)	39	117,7 ± 28
Np/Pp (poids)	39	11,7 ± 3,6
Pp/Chlorophylle-a	40	64 ± 38
Cp/Chlorophylle-a	62	3727 ± 1873
Np/Chlorophylle-a	62	298 ± 98

TABLEAU 3 - Paramètres des droites de régression entre les différents constituants du seston à TIKEHAU du 9/11/82 au 3/11/82 (***) = très hautement significatif).

REGRESSION	Nombre d'observations	Coefficient de corrélation	Pente de la droite	Ordonnée à l'origine	Erreur moyenne de l'estimation
Carbone / azote	153	0,92***	5,104	0,257	0,425
Carbone / phosphore	103	0,33***	104,3	0,82	1,0
Azote / phosphore	103	0,25***	13,8	0,13	0,18
Carbone / (Chlorophylle.10 ³)	149	0,11	1,827	0,926	0,999
Azote / (Chlorophylle.10 ³)	149	0,07	0,200	0,147	0,170
Phosphore / (Chlorophylle.10 ³)	103	0,18***	0,010	0,0038	0,0033
Chlorophylle / Pheophytine	164	0,40	0,696	0,084	0,053

TABLEAU 4 - Paramètres des droites de régression entre les différents constituants du seston à TIKEHAU du 28/03/83 au 31/03/83 (***) = très hautement significatif).

REGRESSION	Nombre d'observations	Coefficient de corrélation	Pente de la droite	Ordonnée à l'origine	Erreur moyenne de l'estimation
Carbone / azote	62	0,93***	6,57	0,117	0,136
Carbone / phosphore	39	0,83***	44,97	0,140	0,252
Azote / phosphore	39	0,86***	6,700	0,002	0,033
Carbone / (Chlorophylle.10 ³)	62	0,34***	2,261	0,052	0,347
Azote / (Chlorophylle.10 ³)	62	0,36	0,341	- 0,009	0,049
Phosphore / (Chlorophylle.10 ³)	40	0,16***	0,025	0,003	0,008
Chlorophylle / Pheophytine	63	0,34	0,573	0,105	0,051

TABLEAU 5 : Concentrations en chlorophylle-a et pheophytine-a dues aux différentes classes de taille des phytoplanctontes des eaux du lagon de l'atoll de TIKEHAU, le 28/03/83.

Station	Profondeur	Chlorophylle-a				Pheophytine-a			
		> 100μ	100-40μ	40-5μ	< 5μ	> 100μ	100-40μ	40-5μ	< 5μ
1	0	0	0,006	0,016	<u>0,022</u>	0	0,004	0	<u>0,024</u>
1	10	0	0,012	0	<u>0,014</u>	0	0,002	0	<u>0,010</u>
1	30	0,002	0,00	0	<u>0,014</u>	0	0	0	<u>0,010</u>
2	0	0,014	0,004	0	<u>0,068</u>	0,004	0,002	0	<u>0,024</u>
2	10	0,020	0	0,002	<u>0,062</u>	0	0,004	0	<u>0,026</u>
2	22	0	0	0	<u>0,110</u>	0	0	0	<u>0,056</u>
3	0	0	0,018	0	<u>0,114</u>	0,002	0	0,008	<u>0,038</u>
3	10	0	0,022	0	<u>0,120</u>	0	0,006	0	<u>0,038</u>
3	21	0,018	0,018	0	<u>0,250</u>	<u>0,054</u>	0,018	0,018	<u>0,054</u>
4	0	0	0,002	<u>0,040</u>	<u>0,038</u>	0	0,016	<u>0,020</u>	<u>0,018</u>
4	10	0	0,004	<u>0,014</u>	<u>0,066</u>	0	0,006	0	<u>0,052</u>
4	22	0	0	0,018	<u>0,268</u>	0	0	0	<u>0,056</u>
5	0	0	0,002	0	<u>0,076</u>	0	0,002	0,004	<u>0,018</u>

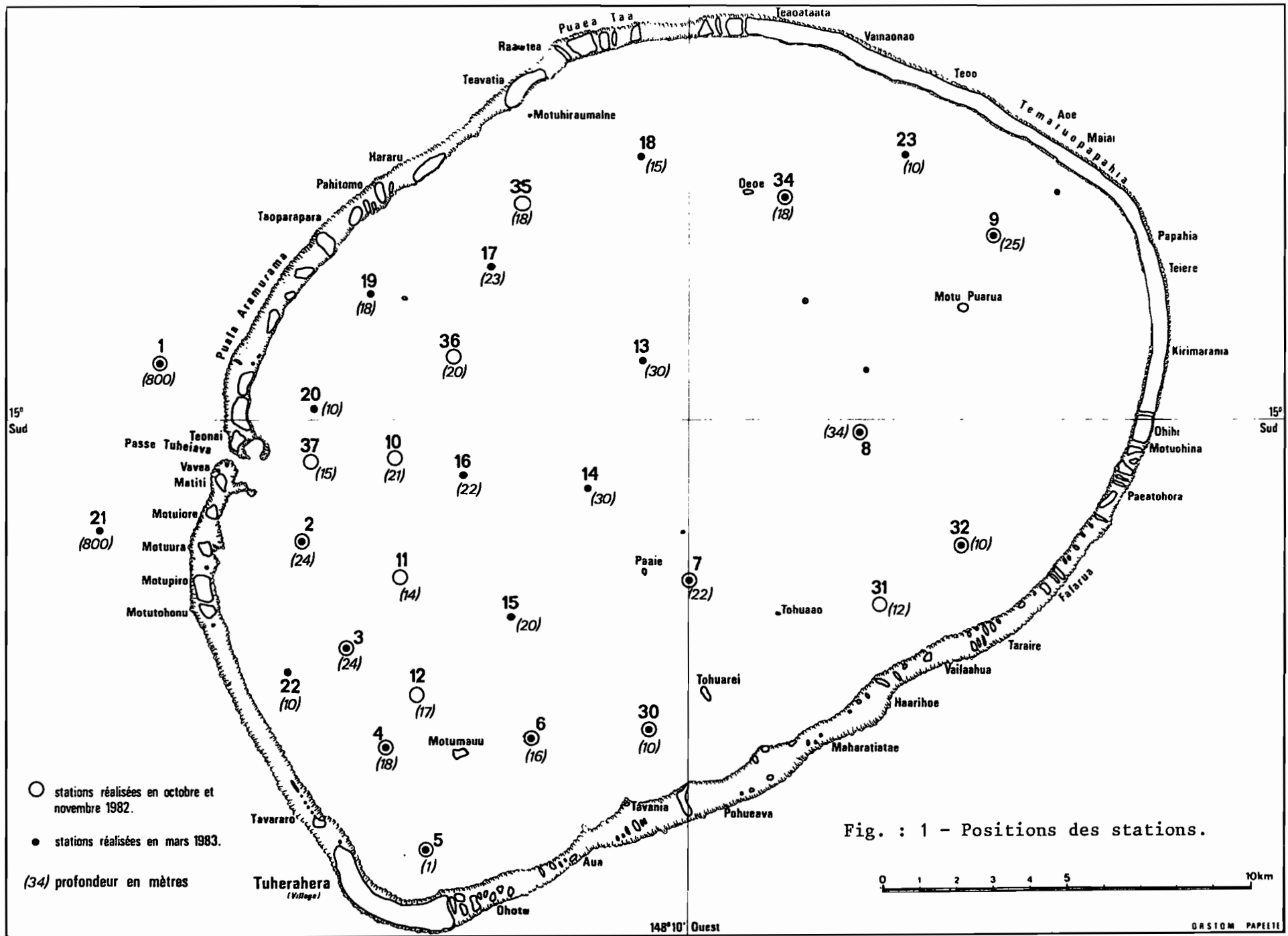


Fig. : 1 - Positions des stations.

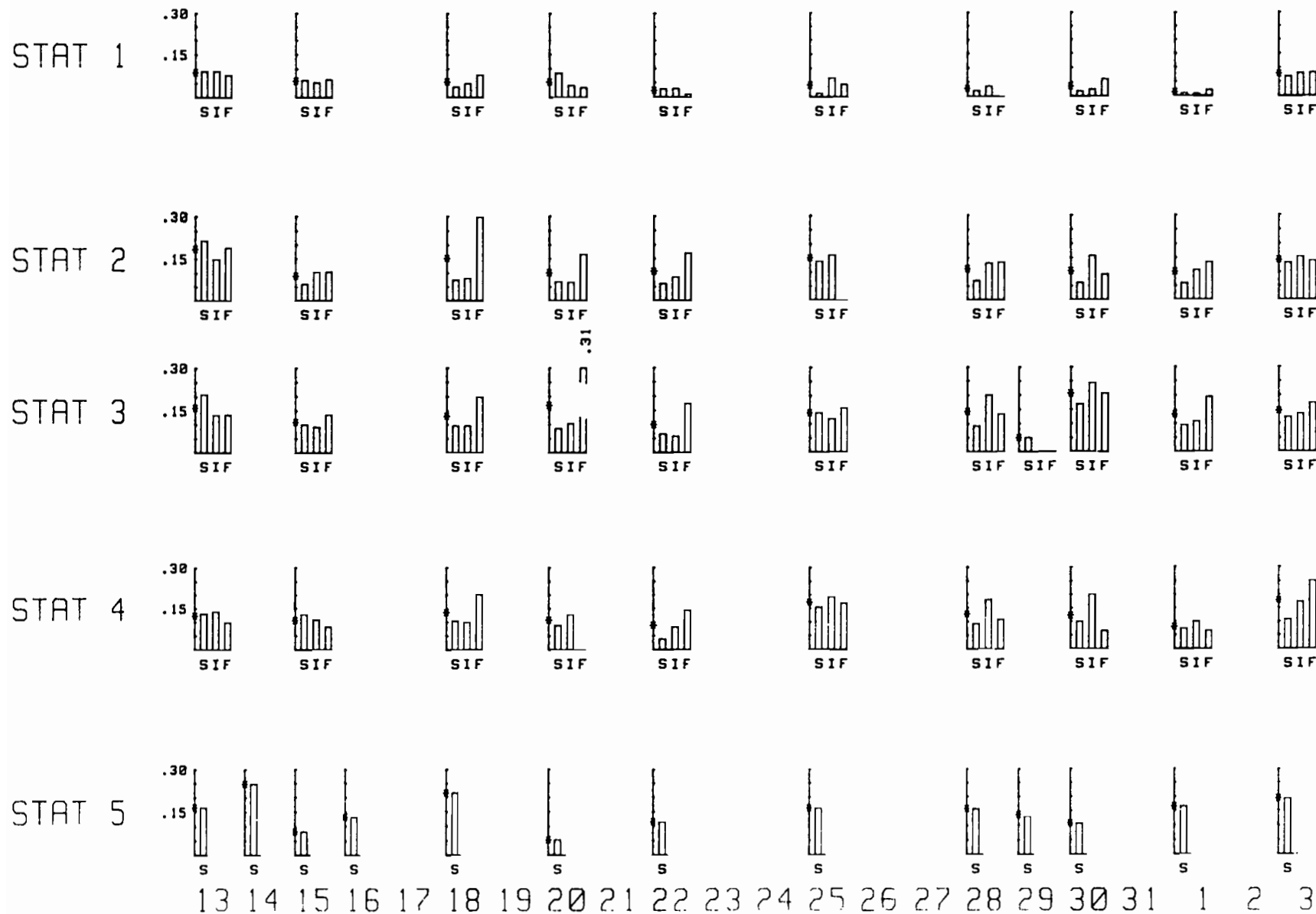
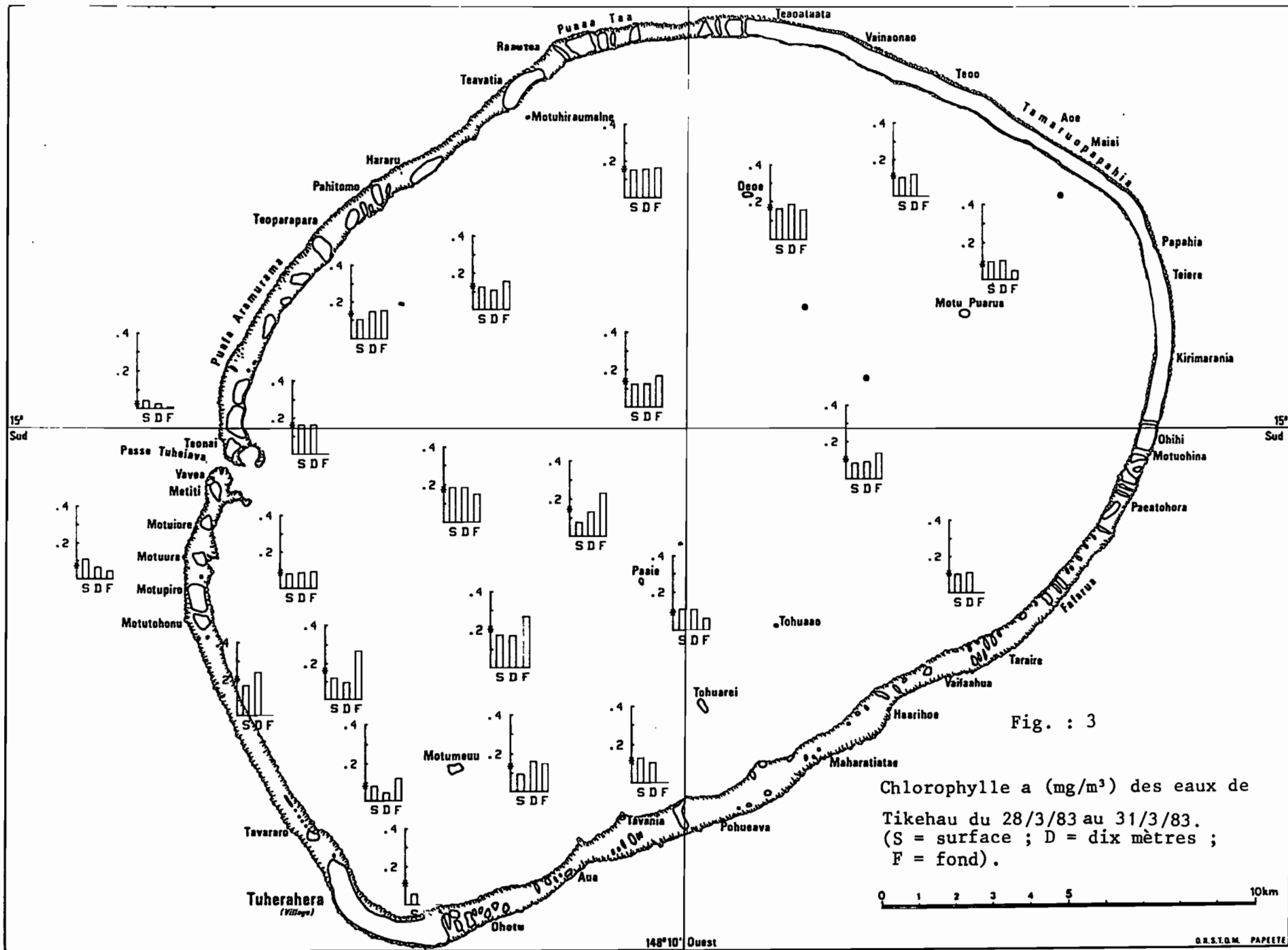


Fig. : 2 - Chlorophylle a (mg/m³) des eaux de Tikehau du 13/10/82 au 3/11/82. (S = surface ; I = demi-profondeur ; F = fond)



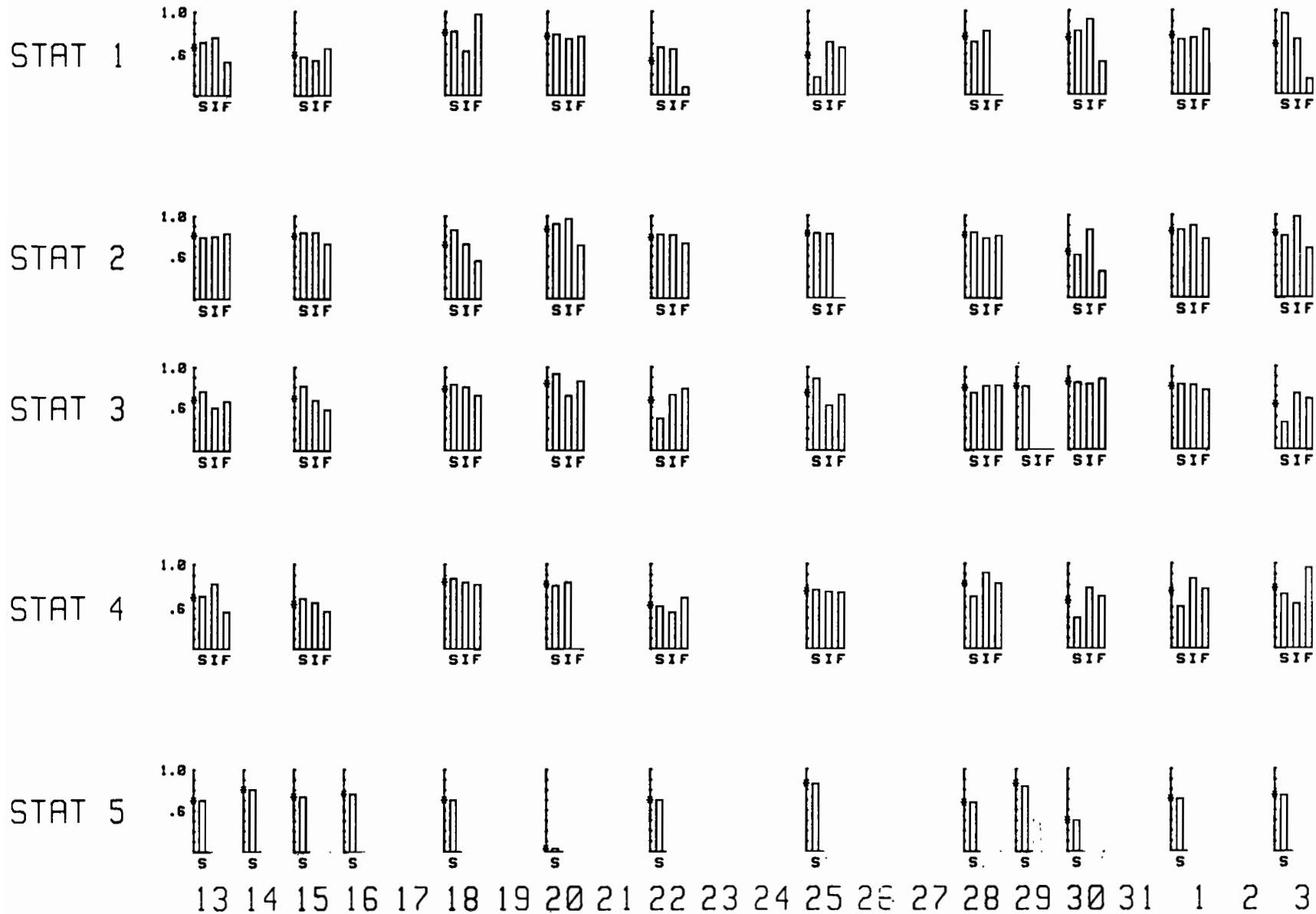


Fig. : 4 - Pourcentage de chlorophylle a dans les eaux de Tikehau du 13/10/82 au 3/11/82.

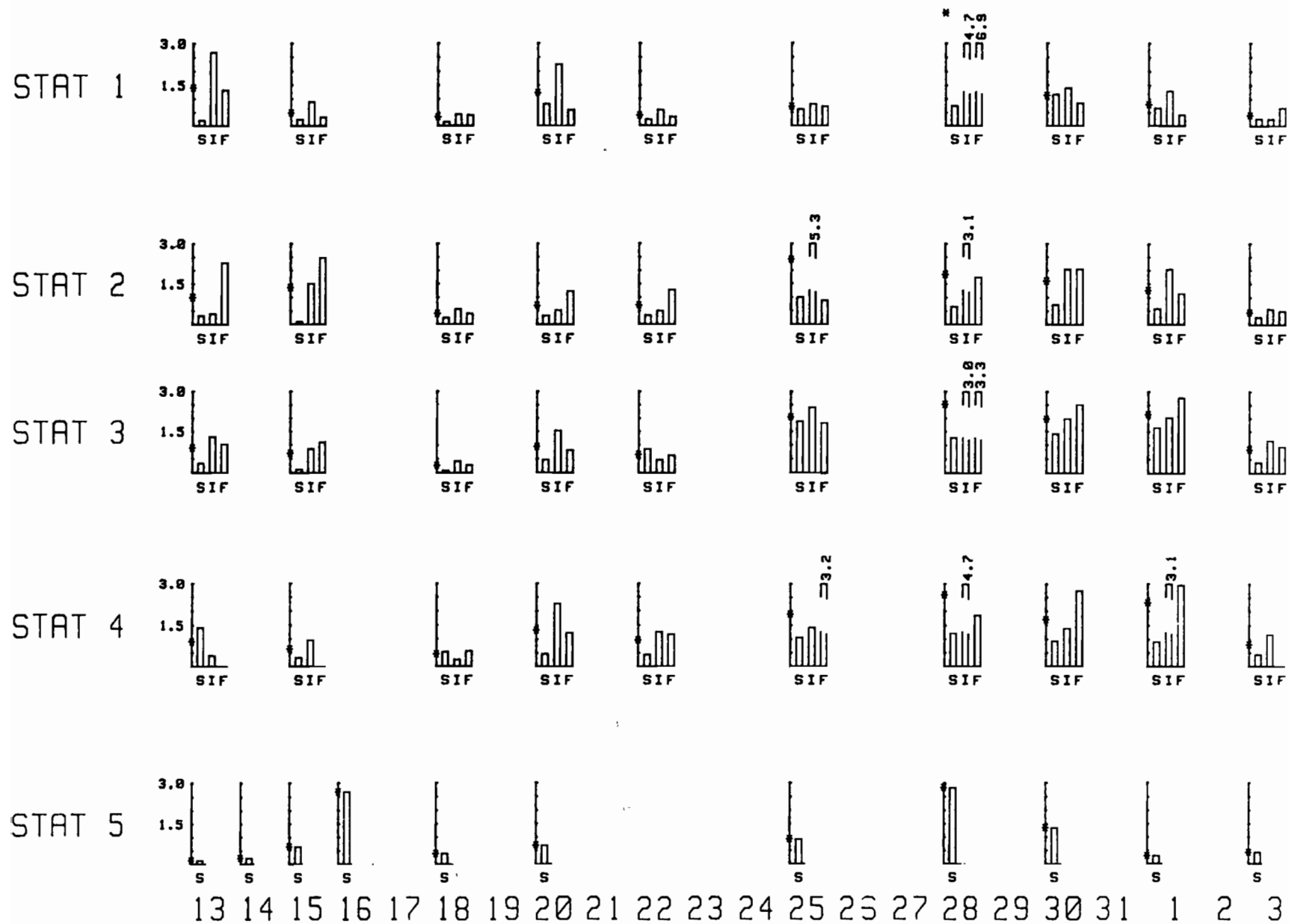


Fig. : 5 - Carbone particulaire (mg/l) des eaux de Tikehau du 13/10/82 au 3/11/82.

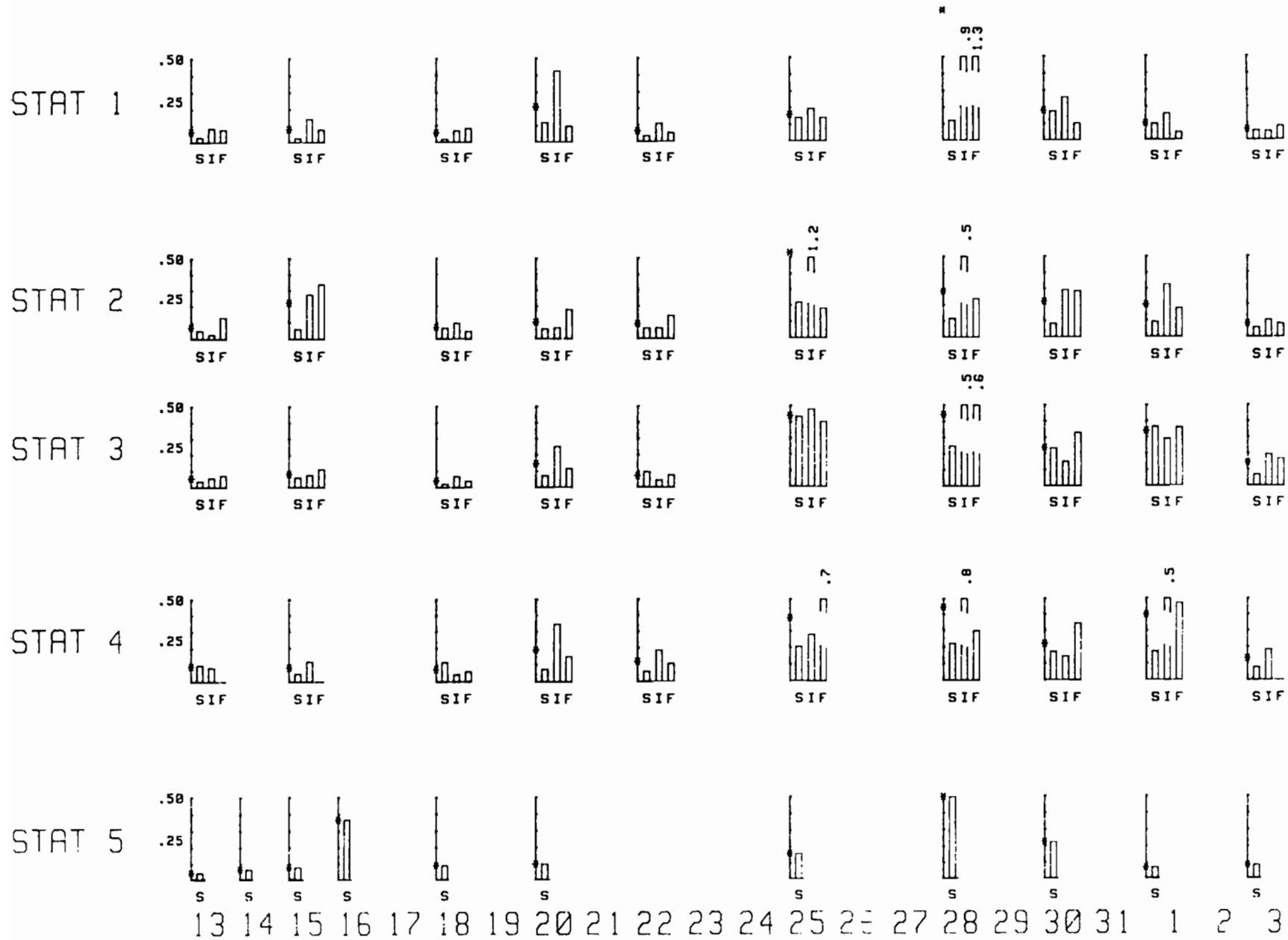
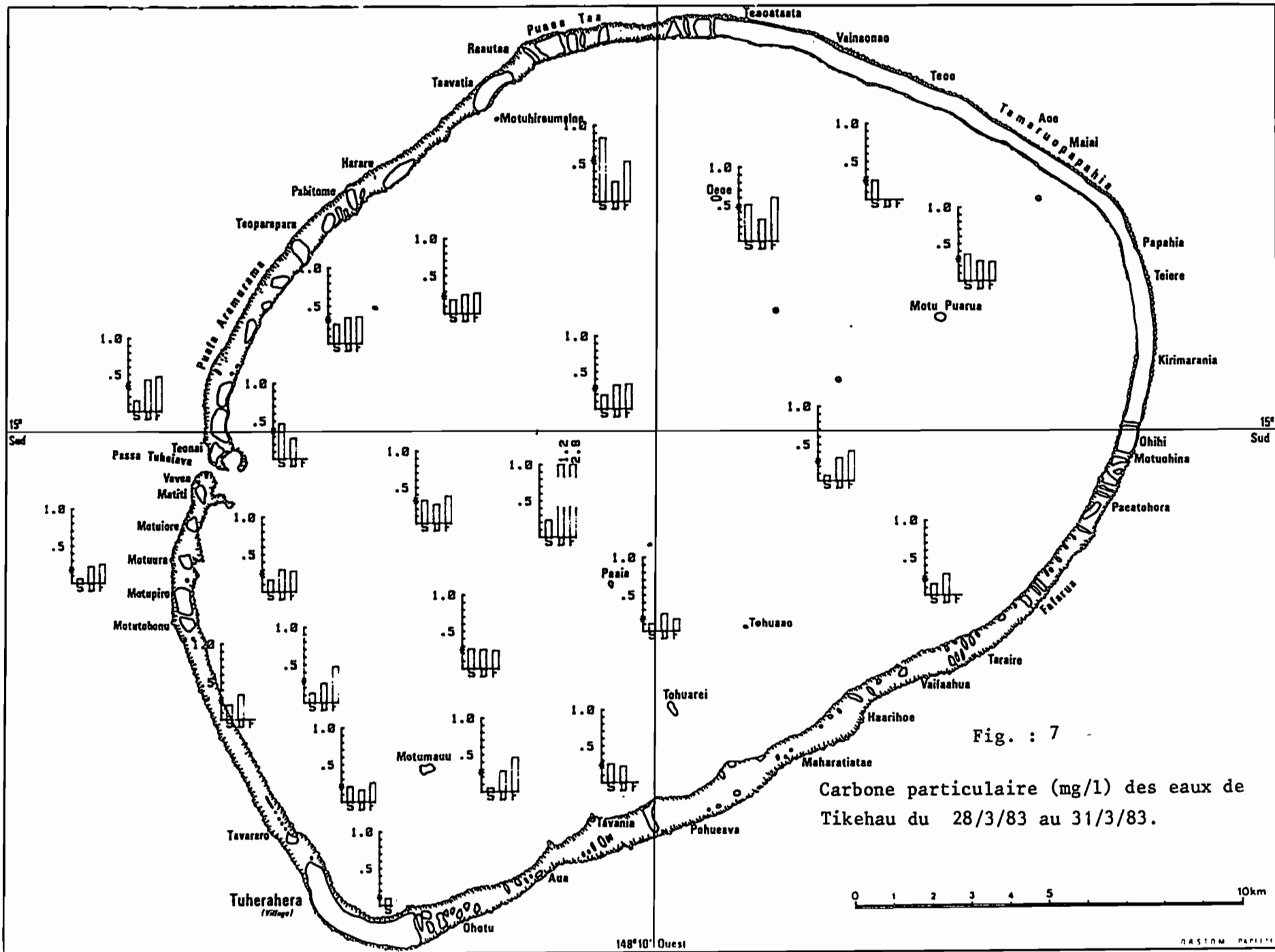


Fig. : 6 - Azote particulaire (mg/l) des eaux de Tikehau du 13/10/82 au 3/11/82.



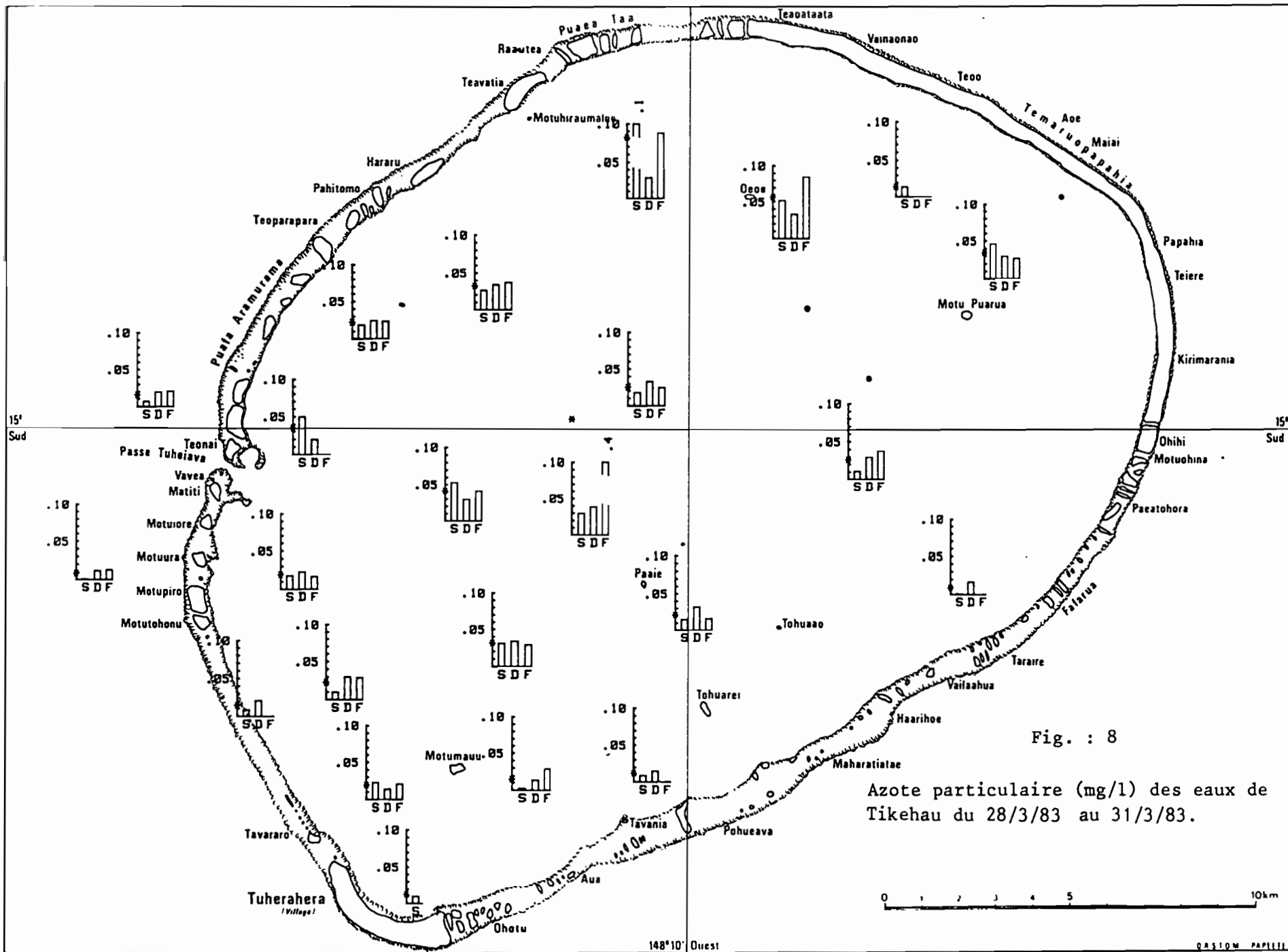


Fig. : 8

Azote particulaire (mg/l) des eaux de Tikehau du 28/3/83 au 31/3/83.

BIBLIOGRAPHIE

- BANSE (K.), 1977.- Determining the Carbon to Chlorophyll Ratio of Natural Phytoplankton. *Mar. Biol.*, 41 : 199-212.
- CHRETIENNOT-DINET (M.J.), 1982.- Production primaire en baie de Concarneau. Relations algues-bactéries et filtration différentielle. *Journal of Plankton Research*, 4 (3) : 463-479.
- DESROSIERES (R.), 1971.- Quelques stations de phytoplancton entre les îles Tuamotu et les îles Marquises (Océan Pacifique Central). *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, IX (2) : 119-124.
- FUHRMAN (J.A.), AMMERMAN (J.W.) et AZAM (F.), 1980.- Bacterioplankton in the Coastal Euphotic Zone : Distribution, Activity and Possible Relationships with Phytoplankton. *Marine Biology*, 60 : 201-207.
- GORDON (D.C.) jr. et SUTCLIFFE (W.H.) jr., 1973.- A new dry combustion method for the simultaneous determination of total organic carbon and nitrogen in sea-water. *Mar. Chem.*, 1 : 231-244.
- GROS (R.), JARRIGE (F.) et FRAIZIER (A.), 1980.- Hydrologie de la zone nord-ouest du lagon de Rangiroa. *Rapport C.E.A. - R - 5028* : 11 p + annexes.
- GUEREDRAT (J.A.) et ROUGERIE (F.), 1978.- Etude physico-chimique et planctologique du lagon de l'atoll de Takapoto. *Notes et Documents de l'ORSTOM Série Océanographie*, TAHITI, vol. 1. p.
- HERBLAND (A.) et LE BOUTEILLER (A.), 1981.- The size distribution of phytoplankton and particulate organic matter in equatorial Atlantic Ocean : Importance of ultraston and consequences. *Journal of Plankton Research*, 4 (3) : 659-672.
- HEWES (C.D.) et HOLM-HANSEN (O.), 1983.- A method for quantitatively recovering nanoplankton from filters for identification with the microscope : the filter - transfer - freeze (FTF) technique. *Limnol. Oceanogr.*, 28 (2) : 389-394.

.../...

- Mc CARTHY (J.J.), TAYLOR (W.R.) et LOFTUS (M.E.), 1974.- Significance of nanoplankton in the Chesapeake Bay Estuary and problems associated with the measurements of nanoplankton productivity. *Mar. Biol.*, 24 : 7-16.
- MENZEL (D.) et CORWIN (J.), 1965.- The measurement of total phosphorus in sea water based on the liberation of organically bound fraction by persulfate oxydation. *Limnol. Oceanogr.*, 10, 2 : 280-282.
- REDFIELD (A.C.), 1942.- The processes determining the concentration of oxygen, phosphate and other organic derivatives within the depths of the Atlantic Ocean. *Pap. Phys. Oceanogr. Meteor.*, 9 : 22 pp.
- REID (F.M.H.), 1983.- Biomass estimation of components of the marine nanoplankton and picoplankton by the Utermöhl settling technique. *Journal of Plankton Research*, 5 (2) : 235-252.
- REVELANTE (N.), et GILMARTIN (M.), 1982.- Dynamics of phytoplankton in the Great Barrier Reef Lagoon. *Journal of Plankton Research*, 4 (1) : 47-76.
- ROUGERIE (F.), GROS (R.) et BERNADAC (M.), 1980.- Le lagon de Mururoa (Archipel des Tuamotu). Esquisse des caractéristiques hydrologiques et échanges avec l'océan. *Notes et Documents d'Océanographie*, ORSTOM-TAHITI, N° 80/16.
- ROUGERIE (F.), MAREC (L.) et PICARD (E-P), 1982.- Caractéristiques hydroclimatiques de la zone marine polynésienne pendant l'année 1981. *Notes et Documents de l'ORSTOM, série Océanographie*, TAHITI, 18 : 73 p.
- RYTHER (J.H.) et MENZEL (D.W.), 1965.- On the production, composition and distribution of organic matter in the western Arabian sea ; *Deep - Sea Res.*, 12 : 199-209.
- SOURNIA (A.) et RICARD (M.), 1976.- Données sur l'hydrologie et la productivité du lagon d'un atoll fermé (Takapoto, îles Tuamotu). *Vie Milieu*, XXVI (2) B : 243-279.

.../...

STRICKLAND (J.D.H.) et PARSONS (T.R.), 1972.- A practical handbook of sea-water analysis. *Fish. Res. Board of Canada*, 167 : 310 p.

YENTSCH (C.S.), 1983.- A note on the fluorescence characteristics of particles that pass through glass - fiber filters. *Limnol. Oceanogr.*, 28 (3) : 597-599.

YENTSCH (C.S.) et MENZEL (D.W.), 1963.- A method for the determination of phytoplankton chlorophyll and pheophytin by fluorescence. *Deep-Sea Res.*, 10 : 221-231.