

**RAPPORTS DE MISSIONS**  
**SCIENCES DE LA MER**  
**OCEANOGRAPHIE**

1988

Rapport de la campagne  
PROPPAC 03 du N.O. "CORIOLIS"  
11 septembre — 11 octobre 1988

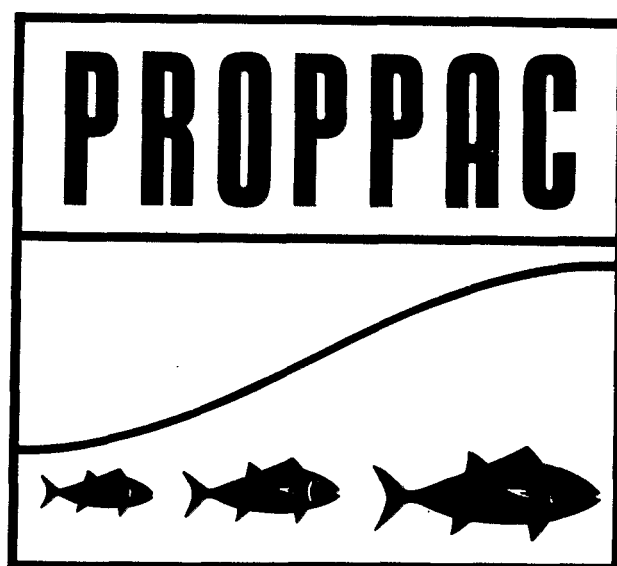
Jean BLANCHOT

Robert LE BORGNE

Aubert LE BOUTEILLER

Marie-Hélène RADENAC

Martine RODIER



INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

**ORSTOM**

**CENTRE DE NOUMEA**

# RAPPORT DE LA CAMPAGNE PROPPAC 03 DU N.O. CORIOLIS

(11 septembre - 11 octobre 1988)

---

J. BLANCHOT, R. LE BORGNE, A. LE BOUTEILLER,  
M.H. RADENAC & M. RODIER  
Centre ORSTOM de Nouméa B.P. A5 Nouméa cédex -  
Nouvelle-Calédonie

\*\*\*\*\*

## I OBJECTIF DES CAMPAGNES PROPPAC.

La campagne PROPPAC 03 du N.O. CORIOLIS est la troisième des quatre campagnes prévues dans le programme PROPPAC, dont le thème général est l'étude des relations liant l'hydrologie et la biomasse/production planctonique dans le Pacifique occidental. PROPPAC comprend deux types de campagnes à la mer : une participation aux deux campagnes annuelles SURTROPAC (du Groupe SURTROPAC de l'ORSTOM/Nouméa) avec des stations de courte durée, d'une part et la réalisation de campagnes PROPPAC, d'autre part, consistant en une radiale et un point fixe. La position de ce dernier est choisie à la fin de la radiale, chaque point fixe représentant une situation "type" et permettant les mesures de paramètres qui ne peuvent être faites au cours des stations de 3 h des radiales. Les thèmes suivants sont considérés aux points fixes :

- étude de la variabilité à court-terme des paramètres hydrologiques et biologiques, du type ondes internes ou migrations nycthémerales du zooplancton.
- description de la distribution verticale de ces mêmes paramètres et étude de leurs relations. Un cas particulier de cette rubrique est celui de la relation existant entre les valeurs de surface et les valeurs intégrées.
- mesures ou évaluations des productions primaire et zooplanctonique, nécessitant l'immobilisation du navire et l'acquisition de nombreux paramètres. L'objectif est de déterminer les rapport P/B et de déterminer leurs facteurs

de variation, en particulier d'origine hydrologique (advection, mélanges).

- description de la structure dimensionnelle des réseaux trophiques pélagiques, qui conditionne à la fois la valeur des taux de production et le rendement écologique du système.

## II PLAN DE LA CAMPAGNE PROPPAC 03 (fig. 1)

La campagne a comporté trois phases :

1. La radiale préliminaire (12 - 22 septembre) a permis de décrire la situation océanographique le long du méridien 165° E, de 20° S à 6° N, à une période intermédiaire, entre celles de juillet 1988 (SURTROPAC 10) et janvier 1989 (SURTROPAC 11). Elle a permis aussi de choisir la position de la station de 8 jours, représentative d'une structure hydrologique caractéristique. A PROPPAC 3, il s'est agi d'une situation en bordure de l'upwelling équatorial (4° N) avec des concentrations très faibles de nitrate dans la couche euphotique et un gradient thermique à 140-150 m. Les stations de la radiale comprenaient les opérations suivantes :

- météo complète
- un profil de courant 0-600 m avec un profileur mis au point par l'Université de Kiel et construit par l'Université de Bretagne Occidentale (UBO) et deux courantomètres Aanderaa
- un trait de sonde CTDO 0-1000 m
- des prélèvements à la rosette à 12 niveaux, avec mesures de : nitrate et nitrite (haute-sensibilité), phosphate, oxygène (pour calibration de la sonde), azote et phosphore organique dissous, examens du pico- et du nanoplancton autotrophes, (cyanobactéries et microalgues) et du nanoplancton hétérotrophe (Ciliés, Flagellés) à certaines stations seulement, chlorophylle a, b et c (de différentes classes de taille), carbone, azote et phosphore particulaires. La distribution par taille du phytoplancton a été étudiée en détail à 3 stations (12° S, 2° S et 5° N). A chacun des 12 niveaux d'échantillonnage, la teneur en chlorophylle et le nombre de cellules procaryotes et eucaryotes ont été déterminés dans les fractions < 1 µm, > 1 µm et totale. De plus, des réplicats ont été récoltés et expédiés pour analyse pigmentaire détaillée sur spectrofluorimètre à J. Neveux à Banyuls.
- un profil de pénétration de la lumière (aux stations ayant lieu de jour)
- des mesures de production primaire en "in-situ" simulé
- des mesures de poids sec, matière organique, carbone, azote et phosphore zooplanctoniques, prélèvements pour identifications, à partir de traits de filet WP-2 (0-500 m) et 35 µm (0-200 m).

2. La station en dérive de 8 jours (26/9 au 3/10) a débuté à 4° N sur 165° E et a consisté en un suivi de la bouée de la chaîne à thermistances. Ces dernières espacées de 5 m étaient placées le long d'une ligne de 250 m de long, entre 147 m de profondeur et 192 m, donc dans la partie supérieure de la thermocline. Les mesures étaient enregistrées toutes les 2 mn et n'ont porté que sur les quatre premiers jours. En effet, la deuxième série de mesures, consécutive au changement des piles, n'a pas marché en raison, semble-t-il, de piles défectueuses. Le trajet suivi par le mouillage de la chaîne à thermistances est représenté Fig. 15.

Chaque jour, les opérations suivantes étaient faites à proximité du mouillage de la chaîne à thermistances (à moins de 3 milles environ) :

- météo, toutes les 3 h.
- sonde 0-1000 m et profil de courants de 0 à 600 m toutes les 4 h.
- prélèvements à la rosette de bouteilles de 5 l. à 5.30 h, 12.30 h et 16.30 h (heure locale) pour les mesures de nitrate et nitrite (haute sensibilité), phosphate, carbone et azote particulaires\*, ATP\*, chlorophylle a, prélèvements\* pour comptages de cyanobactéries et microalgues en microscopie en épifluorescence. Prélèvements de bactéries hétérotrophes à quelques stations le matin et tous les jours à midi.  
(\* matin, seulement)
- mise à l'eau de deux lignes de production primaire, vers 6.30 h, l'une étant relevée à midi, la seconde à 17.30 h avec mesures d'incorporation de  $^{14}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ , variations des concentrations en pigments chlorophylliens et des effectifs de microalgues et cyanobactéries.
- un profil vertical de particules ( $<35\ \mu\text{m}$ ) et de zooplancton ( $35\text{-}200\ \mu\text{m}$  et  $> 200\ \mu\text{m}$ ) avec deux bouteilles Niskin de 30 l, associées. Ces prélèvements ont eu lieu le matin de 6.00 h à 8.00 h et le soir entre 21.30 h et 23.00 h. L'ATP était mesuré un matin sur deux sur les trois classes de taille, le phosphore l'étant en alternance également le matin et systématiquement la nuit. Carbone et azote particulaires n'ont été analysés que le matin.
- un profil d'atténuation de la lumière, en milieu de journée, avec enregistrement quotidien de la lumière incidente.
- des prélèvements de zooplancton le matin et la nuit dans les couches 0-500, 0-200, 0-150 et 0-100 m pour les fractions de tailles  $200\text{-}500\ \mu\text{m}$ , et  $500\text{-}2000$  et dans les couches 0-200 et 0-100 m pour la classe  $35\text{-}200\ \mu\text{m}$ . Mesures de poids sec, poids sec sans cendre, composition élémentaire, respiration, excrétion ( $\text{NH}_4$ ,  $\text{PO}_4$ , azote et phosphore totaux).

3. Le retour (3-9 octobre) Tirs de XBT, chlorophylle, température, salinité de surface toutes les trois heures de 5° N à 5° S, puis toutes les 6 heures jusqu'à Nouméa. Intervention sur la bouée de 5° S, le 6 octobre (anémomètre remplacé).

Le tableau 1 récapitule le nombre d'analyses et de mesures effectuées sur la radiale et au point fixe.

### III - METHODES

#### 1. Hydrologie-courantologie.

Une sonde CTDO Seabird est utilisée pour mesurer la température, salinité et oxygène dissous. La sonde effectue 24 cycles de mesure par seconde. Les résultats enregistrés correspondent à une moyenne de chaque paramètre sur 24 cycles. La vitesse de descente est un paramètre important pour la qualité des mesures. Elle doit être la plus constante possible et comprise entre 80 cm s<sup>-1</sup> et 1 m s<sup>-1</sup>.

Les profils de courant (0-600 m) sont déduits des mesures d'un courantomètre Aanderaa gréé sur un profileur glissant librement le long d'un câble fixé sous une bouée dérivante. Il est lesté de façon à descendre à 6 m.mn<sup>-1</sup>. Un cycle de mesure (direction + vitesse) est enregistré toutes les 30 secondes. La vitesse de référence à 600 m est déterminée à chaque cycle grâce à un courantomètre Aanderaa dit "de fond".

#### 2. Sels nutritifs (nitrate, nitrite, phosphate), matière organique dissoute et particulaire.

2.1. L'analyse des sels nutritifs a été réalisée, à bord, à l'aide d'un Autoanalyseur II Technicon. Pour le nitrate de concentrations > 2 µmoles l<sup>-1</sup> et le phosphate, le dosage est réalisé selon les méthodes classiques (STRICKLAND et PARSONS, 1972) modifiées et décrites dans le manuel d'analyses chimiques BARRIER/ORSTOM. Pour des concentrations en nitrate < 2 µmoles l<sup>-1</sup> et pour le nitrite la méthode d'analyse "haute sensibilité" récemment décrite par OUDOT et MONTEL (1988) est utilisée.

2.2 L'azote et le phosphore organique total sont mesurés sous forme de nitrate et de phosphate (voir sels nutritifs), après irradiation UV et oxydation selon la méthode d'ARMSTRONG et TIBBITTS (1968). Les dosages sont effectués à bord.

2.3. Les échantillons pour la mesure du carbone et de l'azote particuliers (filtration sur filtres Whatman GF/F, 25 mm, prébrulés à 400° C pendant 12 h) ont été ramenés congelés au laboratoire, et seront analysés ultérieurement sur un analyseur élémentaire Perkin Elmer CHN 2400. Le volume filtré est de 1 l pour les échantillons prélevés à la rosette et de 2 l pour ceux des bouteilles de 30 l.

2.4. Le phosphore particulaire est analysé à bord sous forme de phosphate par la méthode de MENZEL et CORWIN (1965), après filtration de 2 l sur filtres Whatman GF/F (25 mm) grillés à 400° C ou de 54 l sur des soies de 35 et 200 µm pour le zooplancton.

3. Oxygène dissous L'oxygène dissous est déterminé par la méthode de titration de Winkler (STRICKLAND et PARSONS, 1972), utilisant le système de détection automatique suivant : titroprocesseur 686 connecté à une burette automatique de type Dosimat 665 (Metrohm).

#### 4. Chlorophylle a

Méthode décrite par HERBLAND et al. (1985). Echantillons de 100 ml filtrés sur GF/F, extraits dans le méthanol à 95% pendant 15 à 90 minutes et analysés sur fluorimètre Turner modèle 112. Etalonnage avec de la chlorophylle a pure Sigma.

#### 5. Production primaire (<sup>14</sup> C)

Prélèvements à la rosette. Flacons en verre de 300 ml enrichis avec 1 ml de carbonate <sup>14</sup> C d'activité 8 microcuries. Solution de <sup>14</sup> C préparée dans de l'eau déminéralisée et bidistillée contenant 300 mg l<sup>-1</sup> de carbonate de sodium. Deux lignes d'incubation in situ sur 9 niveaux mises à l'eau vers 6 h 30, l'une relevée à midi, l'autre à 17 h 30. Filtrations sur GF/F rincés à l'eau de mer filtrée et aussitôt congelés. Au laboratoire, décongélation, addition immédiate de 250 µl de HCl 0,5 N, puis étuve à 60° C pendant 24 heures, et addition de 4,5 ml de liquide scintillant Packard. Comptages sur compteur en scintillation liquide Packard. Flacons d'incubation lavés tous les jours avec HCl 1 N et rincés deux fois à l'eau bidistillée.

#### 6. Production azotée

Même protocole que pour la production primaire, mais flacons en verre de 1000 ml enrichis de 0,2 µmole (surface) à 2 µmoles (bas de la couche photique) de nitrate <sup>15</sup> N. Echantillons filtrés sur filtres GF/F grillés à 400° C et immédiatement congelés jusqu'à analyse.

#### 7. Lumière

Profils de pénétration de la lumière obtenus à l'aide d'un quantamètre LI-COR monté sur le câble de la sonde STD0. Rayonnement global incident mesuré avec un pyranomètre Kipp and Zonen relié à un enregistreur et un intégrateur TSM. Lumière visible incidente mesurée avec un quantamètre LI-COR et un intégrateur LI-COR.

#### 8. Traitement des échantillons destinés aux observations en épifluorescence

- Filtration : 50 à 100 ml d'eau de mer sont filtrés sur NUCLEOPORE de 25 mm, 0,2 µm, colorés au noir d'Irgalan, avec une dépression de filtration inférieure à 125 mm de mercure; Conservation à -20° C

jusqu'au retour à terre.

- Observations avec un microscope WILD-LEITZ DIALUX 20 muni d'un dispositif PLOEMOPAK 2.4 pour la fluorescence. Brûleur HBO 50 et filtre I<sub>2</sub> (bande passante : 450 à 490 nm). Objectif ZEISS 100-125 à immersion.

- Nombre de cellules comptées : 200 à 800. Nombre de champs observés : 20 (C.V. = 8% pour n= 3, avec un même filtre et 12% avec deux filtres différents).

Le nombre des organismes par unité de volume est déterminé par la formule :

$$N = \frac{n \times ncf}{ncc \times v}$$

n = nombre d'organismes

ncf = nombre de champs sur la surface efficace du filtre

ncc = nombre de champs observés

v = volume d'eau filtré.

Les comptages sont faits dans les minutes qui suivent la décongélation et les filtres montés, entre lame et lamelle. Le liquide de montage est de marque SIGMA.

#### 9. Protocole opératoire concernant les échantillons des bactéries hétérotrophes

Ces échantillons sont destinés à Harry HIGGINS du CSIRO (Hobart, Australie). Prélevés à 12 niveaux à la rosette, ils ont un volume de 10 ml et sont stockés dans des tubes à essai stériles de 12 ml, à 4° C à l'obscurité. Ils sont fixés au formol (1 ml dilué dans 10 ml d'eau filtrée sur 0.2 µm).

#### 10. Zooplancton

- Prélèvements en traits verticaux avec des filets coniques de 35 µm (section d'ouverture : 0.09 m<sup>2</sup>, longueur : 2.61 m) ou cylindro-coniques de 200 µm (filets WP-2, UNESCO, 1968). A la station de 8 jours, utilisation de deux bouteilles Niskin de 30 l accouplées, pour description de la distribution verticale.

- Biomasse, exprimée en poids sec, obtenue sur des échantillons récoltés par un, deux ou trois filets tamisés sur 200 ou 2000 µm selon le filet utilisé, rincés à l'eau douce et séchés à 60° C. Conservation à -20° C jusqu'au retour à terre; étuve 24 h à 60° C, dessiccateur et pesée (± 0.1 mg).

- Le poids sec sans cendre est obtenu par combustion à 550° C pendant 1 h ½, des échantillons pesés précédemment pour la mesure du poids sec.

- La composition élémentaire (C, N, P) est analysée sur des broyats de plancton réalisés à bord. Dilués dans de l'eau distillée, ces broyats sont mis dans des nacelles, séchés à 60° C, puis conservés à -20° C.

La teneur du poids sec en phosphore est déterminée à terre par la méthode de MENZEL et CORWIN (1965), celle du carbone et de l'azote, avec un analyseur "CHN".

- Les échantillons destinés à l'identification des principales entités taxonomiques sont fixés au formol à 10% neutralisé au borax.

- L'ATP (adénosine tri-phosphate) du plancton des bouteilles Niskin est extrait à bord et dosé à terre, avec un luminomètre LKB, les échantillons ayant été conservés à -20° C jusqu'au moment de l'analyse.

- La respiration et l'excrétion ont été déterminées sur des animaux mis en incubation pendant environ 20 heures, dans de l'eau tamisée sur 35 µm.

#### IV EQUIPE SCIENTIFIQUE

10 scientifiques de l'ORSTOM embarquaient :

##### - océanographie physique :

Philippe ARROYAS, électronicien  
Yves DANDONNEAU, Chercheur  
Jean-Yves PANCHE, électronicien

##### - chimie :

Sylvain BONNET, technicien  
Philippe GERARD, technicien  
Martine RODIER, Chercheur

##### - production primaire - matériel particulière :

Jean BLANCHOT, chercheur  
Aubert LE BOUTEILLER, chercheur

##### - production secondaire :

Robert LE BORGNE, chercheur, Chef de mission.  
Gwenaëlle MONTCOIFFE, stagiaire

##### - Collaborations nationales et internationales :

Alain DESSIER (ORSTOM/BREST : écologie des copépodes)  
Harry HIGGINS (CSIRO/AUSTRALIE) : bactéries hétérotrophes  
B. LAMBERT (CFP/BORDEAUX) coccolithophorides  
Jaques NEVEUX (CNRS/BREST) : chlorophylle au spectrofluorimètre

#### V RESULTATS PRELIMINAIRES

Rédigé un mois et demi après le retour de campagne, ce rapport ne présente qu'une partie des résultats qui ont pu être



obtenus rapidement. De ce fait, certains peuvent apparaître sous-représentés, ce qui est le cas des mesures de production au point fixe.

## 1. RESULTATS DE LA RADIALE (12 - 22 septembre 1988)

### 1.1. Paramètres météorologiques (fig. 2, 3 et 4)

Nous présentons ici les relevés météorologiques effectués le long du méridien 165°E pendant la radiale (12 au 22 septembre 1988) et au retour (3 au 9 octobre 1988).

Les paramètres, autres que le vent, relevés à la passerelle toutes les 3 heures sont présentés figure 3 et 4.

Les vents (fig. 2) ont soufflé en moyenne de 10 à 15 noeuds pendant la radiale avec des pointes à 25 noeuds en début de campagne, ce qui explique l'absence de données sonde-rosette aux latitudes 17, 16 et 15°S. Au retour, ils ont légèrement faibli (environ 10 noeuds). Au cours de la radiale, on note la présence d'une bande de vent zonal d'est (10 à 18 noeuds) de 7°S à 3°N.

### 1.2. Hydrologie

#### 1.2. 1. Températures (fig. 5)

La coupe est caractérisée par des eaux chaudes de surface (>29° C) peu abondantes. Elles ne sont présentes sur une épaisseur de 80 m que de 7S à 5S.

L'upwelling est resté intense depuis la campagne d'avril 1988. Les eaux de surface atteignent moins de 28° C de 1S à 2N.

#### 1.2.2. Salinité (fig. 6)

L'upwelling est très bien marqué par la salinité dès 5S et jusqu'à 2N. La salinité est de 35.3 o/oo au voisinage de l'équateur. Cette valeur, comme celle de la campagne PROPPAC 2, est la plus élevée depuis que les radiales SURTROPAC et PROPPAC sont effectuées (janvier 1984). En effet, seules les mesures du mois d'août 1984 permettent de déceler un upwelling assez peu marqué. La salinité observée à PROPPAC 3 est par contre tout à fait comparable aux valeurs obtenues lors des campagnes BORA (1965-1966) et CYCLONE (1966-1968) décrivant presque toutes des situations d'upwelling à 170°E.

Notons enfin la présence quasi permanente d'eaux peu salées (<34.5o/oo) de 13°S à 8°S, liées au contre courant sud équatorial.

### 1.3. Courantométrie

#### 1.3.1. Composante zonale (Fig. 7)

##### En surface :

De 20 S à 6 N, on trouve :

- Un courant portant à l'ouest assez souvent rencontré lors des campagnes précédentes. Il ne fait pas partie du courant sud équatorial;
- Un courant est qui peut correspondre à la branche sud de la grande circulation anticyclonique et que Merle, Rotschi et Voituriez (1969) préfèrent définir (à 170 E) comme le contre courant sud tropical;
- Une alternance de courants ouest et est de 14 S à 9 S, le courant ouest représentant la branche sud du courant sud équatorial et le courant est, le contre-courant sud équatorial. Leurs vitesses restent faibles ( $|u| < 10 \text{ cm s}^{-1}$ );
- De 9 S à 5 N s'étend le courant sud équatorial qui est très large et puissant depuis la fin du dernier El Niño. Sa vitesse atteint  $70 \text{ cm s}^{-1}$  en surface;
- La limite sud du contre courant nord équatorial est juste atteinte vers 6 N. C'est la position la plus au nord depuis le début des campagnes SURTROPAC et PROPPAC. Elle oscille en général entre 1 S et 4 N.

##### En subsurface :

Le noyau du sous courant équatorial est situé vers 160 m et sa vitesse est assez élevée ( $u \approx 60 \text{ cm s}^{-1}$ );  
Sa branche nord, centrée à 3N de 250 à 320 m, a une vitesse faible ( $u < 10 \text{ cm s}^{-1}$ ). La branche sud est probablement centrée à 3S de façon symétrique, par rapport à l'équateur.

#### 1.3.2. Composante méridienne (Fig. 8)

Le long de la radiale, la circulation méridienne reste faible ( $|v| < 20 \text{ cm s}^{-1}$ ), à l'exception d'une forte composante nord ( $v \approx 60 \text{ cm s}^{-1}$ ) à 120 m de 3N à 5N.

### 1.4. Sels nutritifs

La distribution du nitrate (Fig. 9) le long de la radiale révèle dans ses grands traits une situation relativement semblable à celle rencontrée à PROPPAC 2 (avril 1988) et SURTROPAC 10 (juin 1988).

Elle montre, tout d'abord, un enrichissement superficiel en nitrate consécutif à l'upwelling équatorial entre 5° S et 2° N (soit sur une distance de 800 km), caractérisé par des concentrations en

surface supérieures à  $0,1 \mu\text{mole l}^{-1}$  et dépassant  $2 \mu\text{moles l}^{-1}$  entre  $2^{\circ}\text{S}$  et  $1^{\circ}\text{N}$ . L'upwelling est décentré par rapport à l'équateur, le maximum de nitrate ( $2,29 \mu\text{moles l}^{-1}$ ) se situant à  $1^{\circ}\text{S}$ .

L'enrichissement de la couche équatoriale superficielle lié à l'upwelling, signalé dans le rapport précédent pour la période comprise entre novembre 65 et août 76, puis absente pour la période allant de janvier 85 (radiales SURTROPAC) à septembre 87 (PROPPAC 1) est donc redevenu permanent depuis avril 88 (PROPPAC 2). On notera toutefois que les valeurs de nitrate signalées en surface ainsi que l'étendue de la zone d'enrichissement varient au cours de l'année 1988 : elles sont plus faibles à PROPPAC 3 (septembre) que celles rencontrées lors de la radiale de PROPPAC 2 d'avril (l'isoline  $3 \mu\text{moles l}^{-1}$  atteignant alors la surface, enrichissement superficiel sur 8 degrés de latitude), mais plus fortes au contraire que celles mesurées lors de la radiale SURTROPAC 10 en juin ( $1,5 \mu\text{mole l}^{-1}$  en surface, enrichissement sur 6 degrés de latitude).

L'autre trait caractéristique de la radiale est l'enrichissement subsuperficiel consécutif à l'existence d'un dôme au voisinage de  $9^{\circ}\text{S}$ , la remontée de l'isoplethe  $0,1 \mu\text{mole l}^{-1}$  se situant à 50 m. La position en latitude de ce dôme n'est pas fixe; elle a varié de  $8^{\circ}\text{S}$  lors de la campagne EPONITE, à  $10^{\circ}\text{S}$  lors des campagnes MINEPO et PROPPAC 1, à  $12^{\circ}\text{S}$  au cours de la radiale SURTROPAC 10, les variations étant liées à la position respective du contre courant sud équatorial et de la branche sud du courant sud équatorial.

Enfin on signalera entre  $4^{\circ}\text{N}$  et  $6^{\circ}\text{N}$  la présence d'eaux riches en nitrate ( $10$  à  $17 \mu\text{moles l}^{-1}$  mesurées) en dessous de 150 m.

La distribution verticale du nitrite (Fig. 10) et du phosphate (Fig. 11) est dans ses grandes lignes similaire à celle du nitrate; l'upwelling équatorial est caractérisé par des valeurs de surface supérieures à  $0,3 \mu\text{mole l}^{-1}$  pour ces deux sels. Dans le cas des nitrites, on signalera, par ailleurs, l'existence de zones d'accumulation situées de part et d'autre de l'upwelling, entre  $2^{\circ}\text{N}$  et  $6^{\circ}\text{N}$ , d'une part et  $8^{\circ}\text{S}$  et  $3^{\circ}\text{S}$ , d'autre part. Déjà signalées par OUDOT et WAUTHY (1976), ces zones d'accumulation, ou "poches à nitrites", renferment des concentrations (jusqu'à  $0,8 \mu\text{mole l}^{-1}$ ) plus faibles que celles rapportées par ces auteurs (jusqu'à  $2 \mu\text{moles l}^{-1}$  lors de la campagne MINEPO).

### 1.5. Oxygène (Fig. 12)

La distribution de l'oxygène en profondeur en dessous de la couche homogène) suit de façon fidèle la répartition des sels nutritifs.

Dans la couche de surface, on notera l'existence d'un gradient négatif sud-nord des teneurs d'oxygène ( $4,7 \text{ m}10_2 \text{ l}^{-1}$  à  $19^{\circ}\text{S}$ ;  $4,3 \text{ m}10_2 \text{ l}^{-1}$  à  $6^{\circ}\text{S}$ ), ainsi que la présence de maxima relatifs d'oxygène au niveau des zones frontales et de la zone centrale de l'upwelling, qu'il sera intéressant d'étudier en détail en relation avec les paramètres biologiques.

## 1.6. Distribution de la chlorophylle a (Fig. 13)

La distribution de la chlorophylle a le long de la radiale 165° E est exactement du même type que celle des deux missions précédentes, PROPPAC 2 (avril 1988) et SURTROPAC 10 (juin 1988). L'enrichissement lié à l'upwelling équatorial est évident de 5° S à 2° N (Fig. 13). La seule différence importante est l'absence de prolifération d'*Oscillatoria* en surface comme observé de manière plus ou moins continue de 8° S à 20° S lors des deux radiales précédentes.

La structure de taille de la chlorophylle a été trouvée rigoureusement identique aux résultats précédents (voir rapport PROPPAC 1). La relation chlorophylle/nombre de cellules montre une nouvelle fois un résultat paradoxal déjà obtenu à PROPPAC 1 et PROPPAC 2 : dans la couche de surface, les comptages indiquent que dans la fraction < 1 µm qui contient près de 90% des cyanobactéries et très peu de microalgues, la teneur en chlorophylle des cyanobactéries varierait de 100 fg par cellule dans les eaux les plus pauvres à 12 fg par cellule environ dans les eaux d'upwelling. Une variation dans le même sens et du même ordre de grandeur s'observe pour les microalgues dans la fraction > 1 µm. Comme ces mêmes tendances se retrouvent du haut en bas de la couche euphotique, il semble que les communautés phytoplanctoniques des eaux riches de type upwelling se distinguent très nettement de celles des eaux oligotrophes de type situation tropicale typique. Cette différence serait donc beaucoup plus importante qu'un simple changement de la taille moyenne des cellules mis en évidence par les mesures de chlorophylle.

## 1.7. Zooplancton Fig. 14)

L'enrichissement dû à l'upwelling équatorial apparaît bien établi depuis avril 88 (PROPPAC 02) et les biomasses élevées concordent avec la présence en surface des sels nutritifs, entre 5° S et 2° N. Ainsi, contrairement à PROPPAC 02, l'upwelling n'apparaît pas axé sur l'équateur. La seconde zone de biomasse élevée est située à 11° S, comme d'habitude et correspond au dôme des nitrates à 9° S.

Le poids sec moyen par mètre-carré est de 828 mg, légèrement plus faible qu'à PROPPAC 02 (875 mg) et très inférieur à la valeur de 1159 mg de la radiale SURTROPAC 10 de juillet 88. Il se confirme d'ailleurs que les poids secs de zooplancton sont systématiquement plus élevés en juillet qu'en janvier, et peut-être aussi septembre et avril : les cinq valeurs les plus importantes des 13 radiales sont celles de juillet 87, 88, 85, 86 et 84.

## 2. STATION EN DERIVE (du 26 septembre au 3 octobre 1988)

### 2.1. Trajectoire

Les routes suivies par la chaîne à thermistances et le bateau sont présentées sur la figure 15. La chaîne à thermistances a été lâchée le 26 septembre à 3.56 HL (HL = TU + 11) par 4.00N et 165.24E,

relevée le 29 septembre à 15.30 HL par 4.22N et 164.21E puis remise à l'eau, pour être finalement récupérée le 3 octobre à 2.33 HL à 5.15N et 163.39E.

## 2.2. Paramètres météorologiques (Fig. 16 et 17)

La direction générale du vent est de sud est, soufflant en moyenne à 12 noeuds avec des maxima à 20 noeuds.

## 2.3. Hydrologie

### 2.3.1. Température (Fig. 18)

L'isotherme 28° C s'approfondit au cours de la station en dérive. Ceci est à relier au trajet suivi par la bouée dérivante (voir la coupe de température de la radiale) qui parcourt 1° vers le nord entre 4N et 5N.

### 2.3.2. Salinité (Fig. 19)

En surface, les valeurs rencontrées sont plus élevées que celles de la radiale à 4N.

## 2.4. Courantométrie

### 2.4.1. Composante zonale (Fig. 20)

Au début de la station, on retrouve bien les vitesses de 30 cm s<sup>-1</sup> à 40 cm s<sup>-1</sup> rencontrées au nord du courant sud équatorial au cours de la radiale. En fin de station, des vitesses faiblement positives sont mesurées ce qui indiquerait l'approche de la limite sud du contre-courant nord équatorial. On note le 4ème jour l'apparition vers 210 m d'une composante est ( $u < 20$  cm s<sup>-1</sup>) pendant une trentaine d'heures.

### 2.4.2. Composante méridienne (Fig. 21)

La composante nord, encore présente en surface, est plus forte qu'en fin de radiale. La forte composante nord qui était présente à 120 m n'apparaît jamais au cours de la station en dérive. Des vitesses négatives sont mesurées de 200 à 250 m après 100 heures de dérive.

## 2.5. Chaîne à thermistances (Fig. 22)

Seule la première partie (du 26/9/88 à 3.25 HL au 29/9/88 à 15.30 HL) des mesures de la chaîne sont exploitables, l'enregistreur de données étant tombé en panne après la remise à l'eau.

Le capteur de pression préalablement placé sur l'enregistreur de données (192 m) n'indique qu'une faible variation de la profondeur ( $\pm 2$  m).

L'enregistrement des données met en évidence une très grande variabilité de la température à des échelles de temps inférieures à l'heure. Des ondes d'une amplitude voisine de 15 m sont présentes.

## 2.6. Sels nutritifs

Seule la distribution du nitrate (Fig. 23) au cours de la station en dérive a été représentée, les autres sels nutritifs suivant sensiblement la même évolution temporelle.

En huit jours d'observation, la distribution du nitrate a évolué de façon significative dans la couche 0-150 m avec un enfoncement du sommet de la nitracline (isoplèthe  $0,1 \mu\text{mole l}^{-1}$ ) et des isoplèthes  $0,5$  à  $2 \mu\text{moles l}^{-1}$ . En profondeur, on note par contre une relative stabilité des valeurs de nitrate. Dans le détail, il faut distinguer, au niveau de l'évolution des structures, deux phases :

- une première phase correspondant aux 5 premiers jours de station (stations 28 à 56) pour laquelle l'enfoncement des isolignes est faible et les valeurs de nitrate relativement stables au cours du temps. Cette relative stabilité temporelle permet de mettre en évidence l'existence de variations journalières, déjà mentionnées dans le rapport de mission PROPPAC 02, et dont l'amplitude verticale peut atteindre 25 m.

- une seconde phase (station 56 à 73) correspondant aux 3 derniers jours de station, caractérisée par une diminution brutale des concentrations en nitrate dans la couche 50-140 m avec un enfoncement marqué du sommet de la nitracline qui passe de 45 m à 125 m en moins de 70 h. On notera par contre une remontée brutale en surface de l'isoplèthe  $0,02 \mu\text{mole l}^{-1}$  dès la station 56.

## 2.7. Oxygène (Fig. 24)

L'évolution temporelle de l'oxygène présente dans ses grandes lignes une similitude avec celle du nitrate. Au cours des 5 premiers jours on observe en dessous de la couche homogène une relative stabilité des valeurs, bien que "parasitée" par de fortes variations diurnes. Au delà du 5ème jour, les isoplèthes de subsurface s'enfoncent de façon significative.

Le tracé de l'isoligne  $4,45 \text{ ml l}^{-1}$  révèle dans la couche de surface l'existence de zones de maximum d'oxygène. Ces maxima très nets au cours des 3 premiers jours de station et répartis selon un cycle diurne, perdent de leur périodicité et s'étendent dans le sens vertical au fur et à mesure de l'approfondissement de la couche homogène.

## 2.8. Production primaire et chlorophylle

La biomasse chlorophyllienne est plutôt élevée : 37 mg. m<sup>-2</sup> en moyenne et 0,16 à 0,20 mg m<sup>-3</sup> en surface. Le maximum de chlorophylle est bien marqué à 50 ou 60 m les 5 premiers jours puis s'affaiblit et s'enfonce vers 80, 100 et même 120 m les 3 jours suivants (Fig. 25).

Des variations diurnes très nettes de la chlorophylle sont mises en évidence grâce à 3 profils par jour. Ces variations sont donc observées pour la 4ème fois de manière statistiquement significative : 13 jours en Atlantique équatorial (CIPREA 4) et 3 fois 8 jours en Pacifique équatorial (PROPPAC 1, 2 et 3). Elle doivent donc désormais être considérées comme une propriété spécifique importante de la chlorophylle en milieu océanique équatorial. En outre, la comparaison des différentes croisières montre dans le tableau présenté à la fin de ce paragraphe, que l'amplitude des variations nyctémérales est directement reliée à la productivité des masses d'eau.

La production primaire totale moyenne s'élève à 836 mg C m<sup>-2</sup> jour<sup>-1</sup>. La gamme de valeurs s'étend de 580 (3ème jour très nuageux) à 1060 mg C m<sup>-2</sup> jour<sup>-1</sup> (4ème jour très ensoleillé). Un premier pic de production apparait systématiquement à 20 m. Un second pic se forme au niveau du maximum de chlorophylle si celui-ci est bien marqué et peu profond (Fig. 30).

Pour déterminer quel type de relation existe entre production et biomasse, on considère les valeurs correspondant à des échantillons ayant tous reçu quasiment le même éclaircissement au cours de l'incubation in situ; La gamme de 28 à 44 μE. m<sup>-2</sup>. s<sup>-1</sup> a été choisie de manière à regrouper la gamme la plus large possible de concentrations de chlorophylle (Fig. 31). Ces échantillons ont été prélevés et incubés soit à 30 m,, soit à 50 m. On montre ainsi une relation linéaire parfaite entre production photosynthétique et biomasse chlorophyllienne, puisque 83 % de la variance de la production est expliquée par la seule chlorophylle.

Les points qui correspondent à des échantillons dépourvus de nitrate ne se distinguent pas sur la droite de la Fig. 31 de ceux qui en contiennent.

La production par unité de chlorophylle présente un maximum à 20 ou 30 m et décroît ensuite régulièrement vers le bas (Fig. 30). Les courbes sont toutes identiques quelle que soit la profondeur du maximum de chlorophylle ou du sommet de la nitracline. L'équation de la courbe a donc été calculée en fonction de la quantité de lumière reçue par les échantillons.

$$P/B = 0,80 \overline{PAR}^{0,673} \quad (n=47, r = 0,979)$$

P = mg C. m<sup>-3</sup>. h<sup>-1</sup> entre 6 h et 17 h.

B = mg Chla. m<sup>-3</sup> mesuré à 6 h

$\overline{PAR}$  = μE. m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> entre 6 h et 17 h ( $\overline{PAR} < 150 \mu E. m^{-2}. s^{-1}$  de manière à éviter l'excès de lumière observé à 5 et 10 m).

La production a d'autre part été mesurée en terme de chlorophylle, entre 6 h et midi d'abord, entre 6 h et 17 h (flacons clairs et flacons sombres) ensuite. La chlorophylle augmente de 14 % le matin (couche 0-150 m) et de 25 % du matin au soir dans les flacons clairs tandis qu'elle baisse de 7 % en moyenne dans les flacons incubés in situ à l'obscurité. Le tableau ci-dessous permet une comparaison rapide de la production primaire en différentes situations de la zone équatoriale :

- Production primaire et chlorophylle en 4 stations de longue durée.

Croisière	Latitude	Chla (to)	Chla milieu	Chla flacons	Production primaire
CIPREA 4 *	0°	23,0	+ 46 %	+ 77 %	148
PROPPAC 1	3° N	17,9	+ 21 %	+ 36 %	59
PROPPAC 2	0°	22,6	+ 38 %	+ 79 %	150
PROPPAC 3	4°-5° N	24,7	+ 14 %	+ 25 %	77

\* Point fixe à 4° W (Atlantique).

Avec :

Chla (to) = chlorophylle a ( $\text{mg. m}^{-2}$ ). Moyenne entre 0 et 100 m à 6 h (to).

Chla milieu = variations moyennes de la chlorophylle dans le milieu naturel entre 6 h et 13 h (couche 0-100 m).

Chla flacons = synthèse de chlorophylle dans les flacons d'incubation entre 6 h et 18 h (couche 0-100 m).

Production primaire = fixation moyenne de carbone ( $\text{mg.m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ ) mesurée in situ de 6 h à 18 h (couche 0-100 m).

Conclusions sommaires :

- PROPPAC 1 : situation la plus pauvre en chlorophylle et en production.
- PROPPAC 2 et CIPREA 4 : situations les plus productives, variations nyctémérales les plus amples, production primaire et synthèse de chlorophylle les plus élevées.
- PROPPAC 3 : situation assez riche en chlorophylle mais la moins productive (faible synthèse de chlorophylle et faible production par unité de chlorophylle).



2.9. Distribution verticale du picoplancton et du nanoplancton autotrophes des sels nutritifs et de la chlorophylle "a" aux stations 34 et 52. (Fig. 26 et 27).

Les deux profils présentent les caractéristiques suivantes :

- des effectifs importants de cyanobactéries, ( $10^7$  cellules  $l^{-1}$ ), dans la zone 0-600 m.
- des effectifs importants de microalgues ( $3.10^6$  cellules  $l^{-1}$ ) dans la zone 50-100 m.
- un nombre faible de cyanobactéries ( $<10^5$  cellules  $l^{-1}$ ) en dessous de 100 m.
- une diminution plus lente du nombre des microalgues avec la profondeur.
- le nombre des cyanobactéries dans les 150 premiers mètres varie d'un facteur 100, celui des microalgues d'un facteur 5 à 10.
- l'augmentation du nombre des microalgues se situe aux profondeurs où les nitrates et nitrites ont une concentration de 0,1 à 0,5  $\mu\text{mole } l^{-1}$ .
- les profils de la concentration de la chlorophylle ont la même allure que ceux des effectifs de microalgues.

L'abondance des cyanobactéries dans les couches superficielles et leur aspect (grosses, rondes, lumineuses) rappellent les résultats obtenus à PROPPAC 2 à l'équateur et à PROPPAC 1 entre  $11^\circ$  S et  $7^\circ$  S. Ces deux informations-abondance et aspect - suggèrent que, malgré l'absence de sels nutritifs en surface, les cyanobactéries ne sont pas carencées en azote et phosphore.

2.10 Evolution des effectifs des cyanobactéries et des microalgues au cours des incubations in situ.

Les différents profils (Fig. 28 et 29) correspondent aux dénombrements effectués aux temps d'incubation suivants :

- .  $T_0$  = début d'incubation
- .  $T_1$  =  $T_0 + 5$  h en présence de lumière
- .  $T_2$ ,  $T_2$  obscur =  $T_0 + 10$  h en présence et en absence de lumière

Aucune tendance nette ne se dégage des comptages alors que les concentrations de chlorophylle mesurées varient en fonction des conditions expérimentales :  $(T_2 \text{ obscur}) < (T_0) < (T_1) < (T_2)$ . Ces résultats sont en contradiction avec ceux obtenus à PROPPAC 2 où les augmentations des effectifs étaient concomitantes des augmentations de pigments.

2.11 Zooplancton (Fig 30).

Le schéma présentant les variations des biomasses lors de la station en dérive, montre une tendance à l'augmentation du mésozooplancton entre le début et la fin, pour les couches 0-200 et 0-500 m, et des variations nycthémerales modestes. Le rapport entre les poids secs de mésozooplancton de jour et ceux de nuit est de 0.9 pour

les couches 0-100, 0-150 et 0-200 m et il est possible que cela soit, comme dans le cas de la station en dérive de PROPPAC 02, une caractéristique de zone riche. L'autre explication a trait à l'hétérogénéité spatiale importante, qui n'est pas due à un échantillonnage défectueux comme c'était le cas à PROPPAC 02 avec le cisaillement de courants équatoriaux.

La biomasse de mésozooplancton se situe entre celles des stations en dérive des deux premières campagnes PROPPAC, ainsi que l'atteste le tableau ci-dessous.

- Valeurs de poids secs par mètre-carré aux stations en dérive de PROLIGO (15° S, 173° E), PROPPAC 1, 2 et 3.

CAMPAGNE	0-100 m	0-200 m	0-500 m
CIPREA 1 *	4249	-	5341
PROPPAC 2	1110	1384	1600
PROPPAC 3	733	1017	1296
PROPPAC 1	530	708	938
PROLIGO	339	584	680

\* 4° W - 2° 30 S (Atlantique)

D'autres caractéristiques situent cette station entre les deux autres. Ainsi en est-il de la distribution verticale :

- Pourcentages du poids sec sans cendre présent dans les différentes couches par rapport à 0-500 m (filet WP-2) ou 0-200 m (35 µm).

WP-2	P1	P3	P2	35 µm	P1	P3	P2
0-100 m	56.5	60.5	69.8		62.5	66.3	93.5
0-150 m	-	69.2	-		-	-	-
0-200 m	75.5	80.8	88.4		-	-	-

La double bouteille de 30 l permet de préciser la distribution verticale des particules, du micro et du mésozooplancton (tableau ci-dessous), qui sont régulièrement répartis et encore présents de façon très significative jusqu'à 120 m au moins.

- Pourcentages moyens des biomasses, exprimées en phosphore, présentes dans les différentes couches de la colonne 0-100 m lors de PROPPAC 03.

Taille	0-35 $\mu$ m	35-200 $\mu$ m	> 200 $\mu$ m	n
0-20 m	16.2	15.6	17.2	8
0-40 m	38.3	36.8	41.5	8
0-50 m	50.5	46.4	54.9	4
0-60 m	61.2	60.3	64.2	8
0-80 m	82.1	82.3	85.3	8
100-120 m*	15.8	16.4	15.9	3

\* par rapport à 0-100 m

La répartition des différentes classes de tailles observée à PROPPAC 3 est, elle aussi, intermédiaire entre les deux précédentes (Fig. 31). On peut calculer l'équation de la relation inverse liant le pourcentage de microzooplancton (Y) au poids sec par mètre carré de la couche 0-100 m pour les quatre stations de 8 jours de la Fig. 31 :

$$Y = - 0.030 x + 50 \quad r = - 0.994 \quad n = 4$$

Des relations analogues existent aussi lorsque X concerne la couche 0-200 ou 0-500 m. Cette relation inverse entre l'importance des organismes de petite taille et la richesse de la zone explique peut-être l'absence d'enrichissement équatorial que l'on note pour le microzooplancton le long de la radiale.

## VI CONCLUSIONS

PROPPAC 03 est la sixième des sept campagnes trimestrielles menées pendant la période 1987-1989, par les programmes SURTROPAC et PROPPAC du Centre ORSTOM de Nouméa. Les résultats de la radiale confirment l'existence de l'upwelling équatorial observé depuis avril 1988 (PROPPAC 2) seulement, mais son extension en latitude et les valeurs des paramètres de surface fluctuent d'une campagne à l'autre.

L'upwelling et le dôme de 10°S (environ) représentent les traits majeurs de la radiale de 165° E et leurs sont associées des augmentations des biomasses phyto et zooplanctoniques. Il apparaît aussi des différences qualitatives entre le phytoplancton des eaux riches (avec du nitrate en surface) et celui des eaux pauvres (sans nitrate) au niveau de la structure dimensionnelle et de la teneur en chlorophylle des cellules (cyanobactéries et microalgues).

La position de la station en dérive avait été choisie initialement à 4° N car présentant une nitracline profonde (85 m) et marquée, lors de la radiale. Or, cinq jours plus tard, la salinité de surface avait augmenté à 4° N et l'on observait du nitrate dans la couche euphotique, indices montrant un déplacement du bord nord de l'upwelling équatorial vers le nord d'au moins 1 degré de sa position antérieure (radiale). En dépit du changement de structure, la décision a été prise de rester à 4° N et d'étudier un système avec traces de nitrate. La question suivante est de considérer la signification des 8 jours de station, la structure hydrologique (température, salinité, nitrate, oxygène dissous, position du maximum de chlorophylle) étant restée stable les cinq premiers jours puis s'étant approfondie ensuite. Si l'on se trouvait bien dans le courant sud-équatorial au début, il n'est pas démontré pour autant que l'on soit passé dans le contre-courant équatorial nord, à la fin, au vu de la salinité de surface et des nitrates à 160-180 m, malgré une modification du courant. Dans ces conditions, l'évolution observée vers la fin, correspond vraisemblablement à la sortie de l'upwelling équatorial.

Les données de production primaire collectées lors des 3 premières missions PROPPAC montrent que les distributions verticales de l'indice de productivité ( $\text{mg C. mg Chla}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ) ont toutes la même allure caractéristique, avec un maximum situé vers 20 m et une décroissance exponentielle vers le bas de la couche euphotique, que le nitrate apparaisse en surface, à 50 m ou même à 100 m. Lors de chaque station en dérive, les profils sont tous exactement superposables pourvu que l'ensoleillement soit proche de la moyenne et ceci même à PROPPAC 03 où le sommet de la nitracline a varié de 50 à plus de 100 m (Fig. 23). En revanche, d'un point fixe à l'autre, les profils diffèrent nettement pour de mêmes quantités de lumière reçues par les échantillons. L'indice de productivité est par exemple significativement plus élevé à PROPPAC 2 qu'à PROPPAC 3, et cette différence ne peut être attribuée ni à la lumière ni aux méthodes mises en oeuvre qui sont rigoureusement identiques. Le point important sur lequel il faut insister, c'est que cette productivité est plus forte à PROPPAC 2 du haut en bas de la couche euphotique. Par conséquent, les propriétés hydrologiques et chimiques passées ou présentes d'une masse d'eau peuvent entraîner des modifications de la distribution non seulement, bien sûr, de la chlorophylle, mais encore de la production et surtout de la productivité, et ces modifications affecteraient toute la colonne d'eau, sans qu'il soit possible à ce jour d'avancer une interprétation satisfaisante.

Il est clair cependant que seules les mesures répétitives réalisées lors de stations en dérive d'au moins 8 jours permettent d'obtenir des lots de données suffisants pour montrer que la production primaire dans une situation hydrologique précise ne varie finalement que dans une gamme très étroite. Des lois empiriques simples devraient dès lors pouvoir être établies pour chaque situation type de manière à calculer la production primaire potentielle de toute une région océanique.

Enfin, il se confirme que les caractéristiques de distribution verticale et, de structure de tailles observés aux trois "points fixes" sont fonction de la biomasse du zooplancton. Mais celle-ci apparaît beaucoup moins élevée (4 fois moins) dans le Pacifique ouest que dans l'Atlantique est, pour des valeurs intégrées de chlorophylle voisines au contraire.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES CITEES

- ARMSTRONG F.A.J. et TIBBITTS S., 1968 -Photochemical combustion of organic matter in sea-water, for nitrogen, phosphorus and carbon determination. Journal Marine Biological Association of United Kingdom. 48 : 143-152.
- HERBLAND A., LE BOUTELLER A. et RAIMBAULT P., 1985 - Size distribution of phytoplankton biomass in the Equatorial Atlantic Ocean. Deep-Sea Research 32 : 819-836.
- MENZEL D.W. et CORWIN N., 1965 - The measurement of total phosphorus in sea-water based on the liberation of organically bound fractions by persulfate oxidation. Limnology and Oceanography, 10 : 280-282.
- MERLE J., ROTSCI H. et VOITURIEZ B., 1969 - Zonal circulation in the tropical western south Pacific. Perspectives in Fisheries Oceanography, Jap. Soc. Oceanogr . : 91-98.
- OUDOT C. et WAUTHY B., 1976 - Upwelling et dôme dans le Pacifique tropical occidental : distributions physico-chimiques et biomasse végétale. Cah. ORSTOM,; sér. Océanogr., 14 (1) : 27-48.
- OUDOT C. et MONTEL Y., 1988 - A high sensitivity method for the determination of nanomolar concentrations of nitrate and nitrite in sea-water with a Technicon Autoanalyzer II. Marine Chemistry, 24 : 239-252.
- STRICKLAND J. et PARSONS T., 1972 - A practical handbook of seawater analysis. Fisheries Research Board Canada Bulletin 167 : 310 pp.
- UNESCO, 1968 - Zooplankton sampling. Monographs on oceanographic methodology 2 : 174 pp.

---

Sonde 0-1000 m (Salinité, Température, Oxygène) .....	69
Tirs de sondes XBT (0 - 450 m) .....	46
Température et salinité de surface .....	46
Chlorophylle de surface .....	46
Profils de courant 0-600 m (profileur UBO et courantomètre Aanderaa) .....	72
Chaîne à thermistances (10 niveaux) .....	4j
Oxygène (méthode de Winkler) .....	648
NO <sub>3</sub> (Haute sensibilité) .....	552
NO <sub>2</sub> (Haute sensibilité) .....	552
PO <sub>4</sub> .....	552
Carbone particulaire .....	157
Azote particulaire .....	157
Phosphore particulaire .....	234
Adénosine tri-phosphate (ATP) .....	113
Echantillons pour comptages de cyanobactéries et microalgues .....	625
Echantillons pour comptages de bactéries hétérotrophes .....	150
Chlorophylle <u>a</u> .....	1045
Mesures de production primaire (variations de chlorophylle <u>a</u> ) .....	250
Mesures de production primaire (méthode au <sup>14</sup> C) .....	310
Mesures de production primaire (méthode à <sup>15</sup> N) .....	94
Profils d'atténuation de la lumière .....	9
Poids sec de zooplancton (35-200 µm) .....	54
Teneur en matière organique du plancton (35-200 µm) .....	54
Teneur en carbone, azote, phosphore " (35-200 µm) .....	19
Echantillons pour identification " (35-200 µm) .....	35
Taux de respiration et d'excrétion (NH <sub>4</sub> , PO <sub>4</sub> , N et P total) .....	32
Poids secs de zooplancton (> 200 µm) .....	84
Teneur en matière organique du zooplancton (> 200 µm) .....	84
Teneur en carbone, azote, phosphore " ( " ) .....	48
Echantillons pour identification " ( " ) .....	43
Taux de respiration et d'excrétion (NH <sub>4</sub> , PO <sub>4</sub> , N et P total) .....	42
Comptages et biomasse (phosphore) par niveau (plancton > 35 µm) ..	55
Comptages et biomasse (phosphore) par niveau (plancton >200 µm) ..	55
Biomasse (ATP) par niveau (plancton > 35 µm) .....	30
Biomasse (ATP) par niveau (plancton >200 µm) .....	30

---

Tableau 1 - Récapitulatif du nombre de mesures réalisées lors de la campagne PROPPAC 03 du N.O. CORIOLIS.

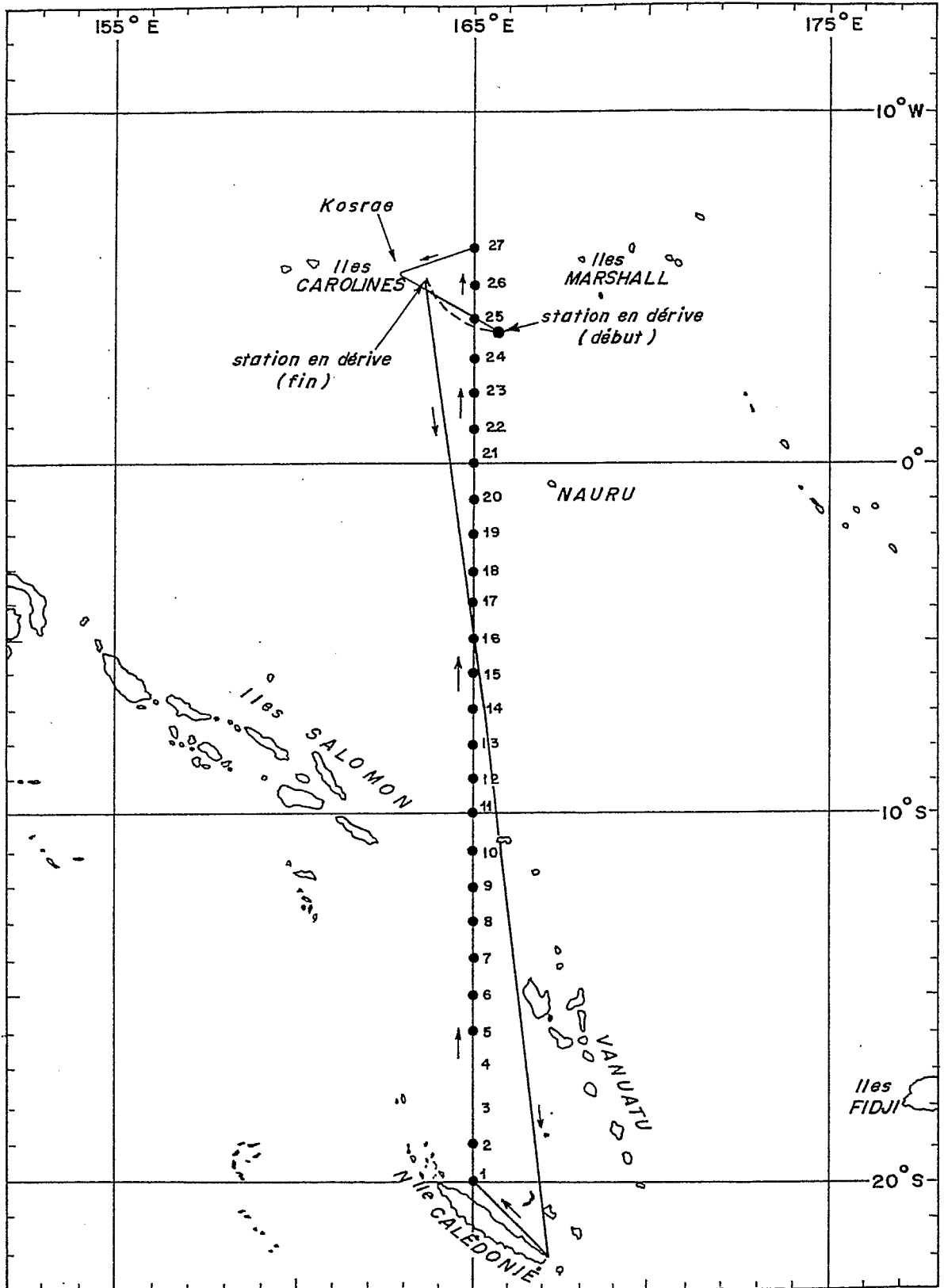


Fig. 1 - Plan de la campagne PROPPAC 3 (11 septembre-11 octobre 1988)



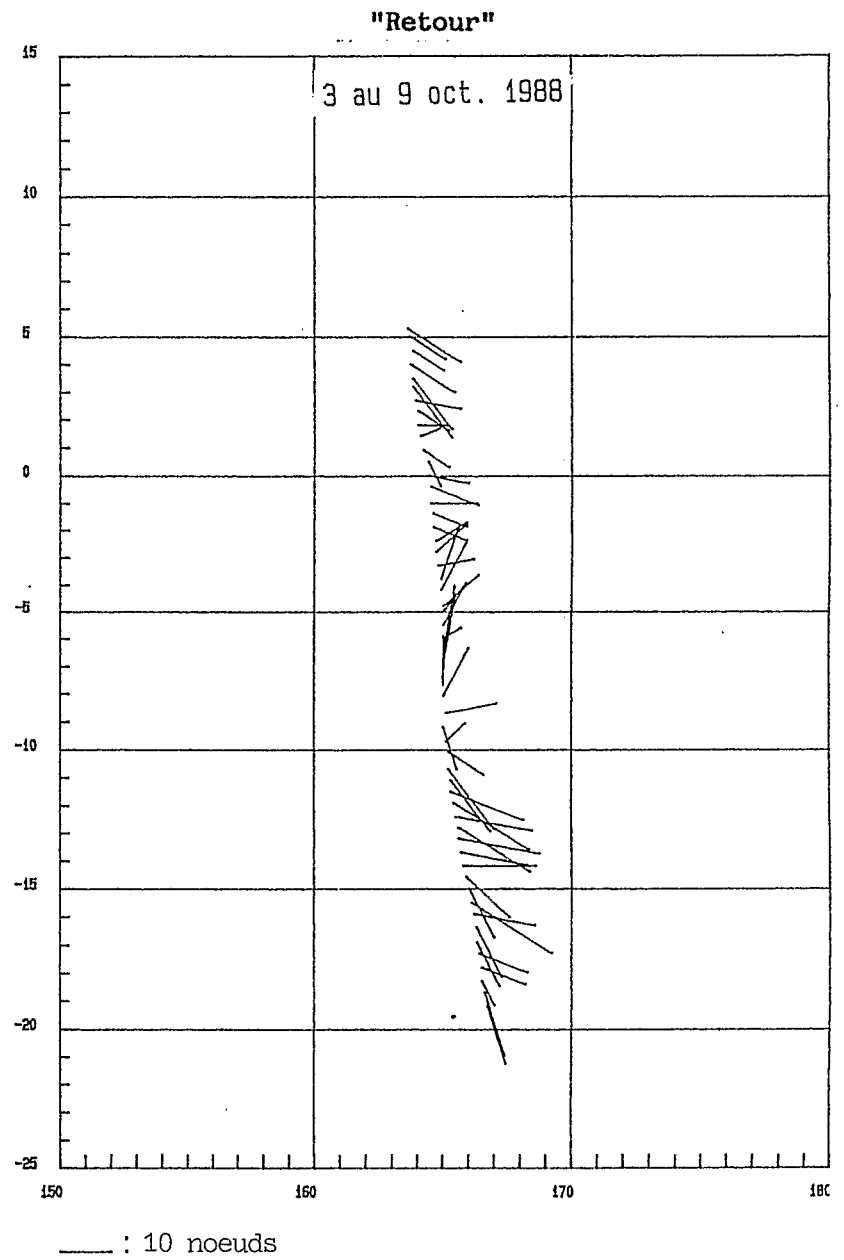
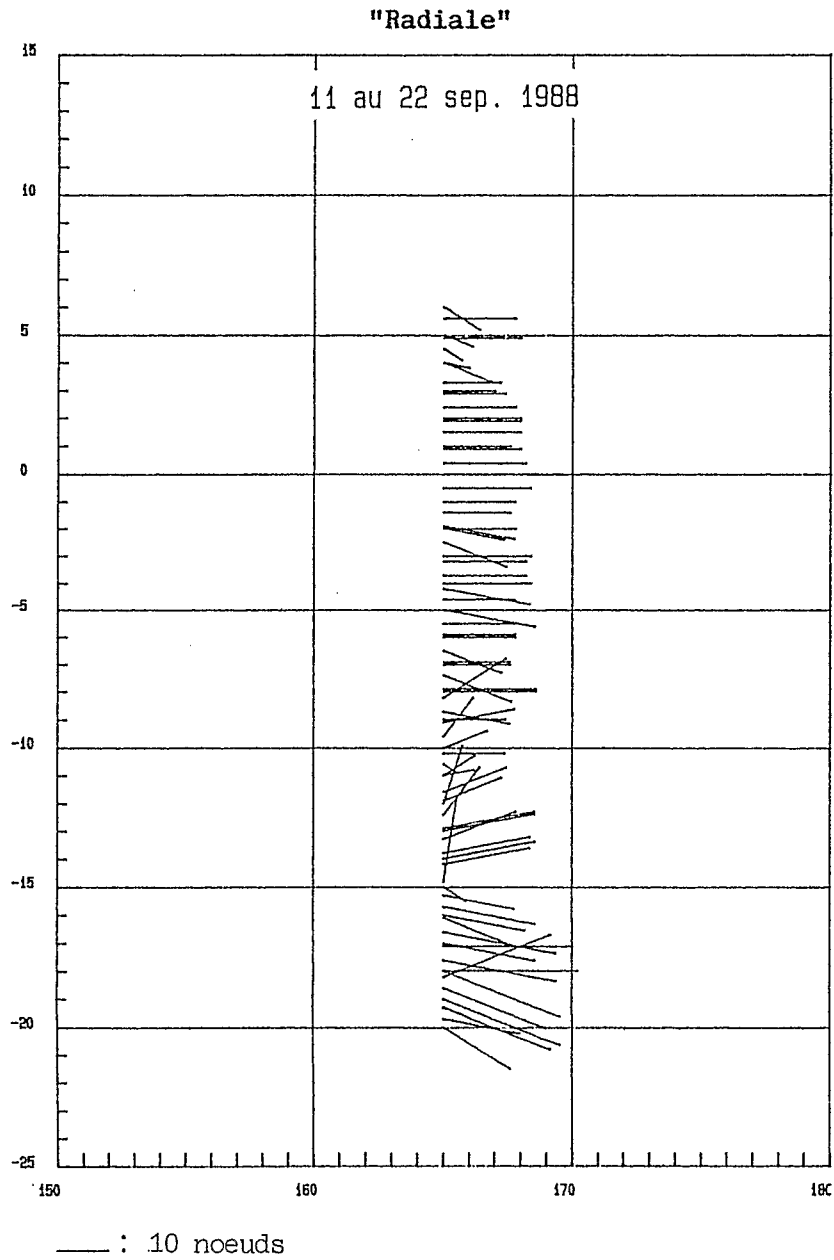


Fig. 2 - PROPPAC 3 : vents lors de la radiale et au retour de 5°N

Fig. 3 - METEO proppac 3  
 radiale - 11 au 22 sep. 88

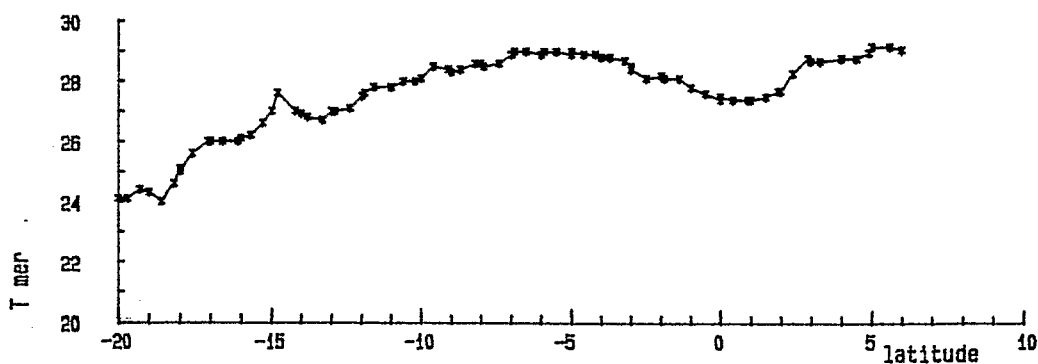
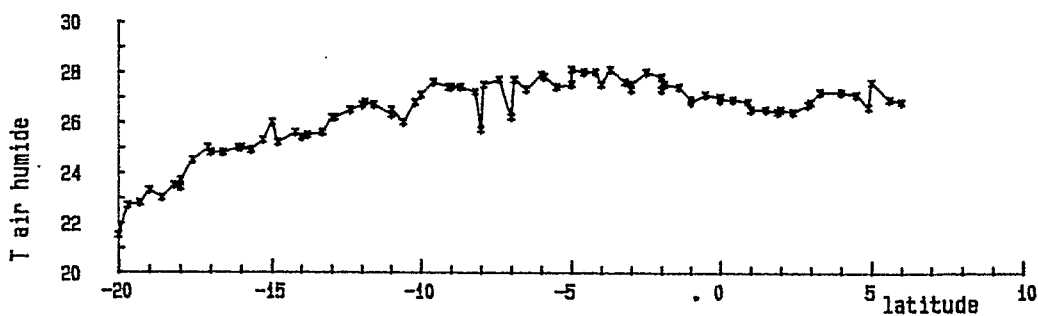
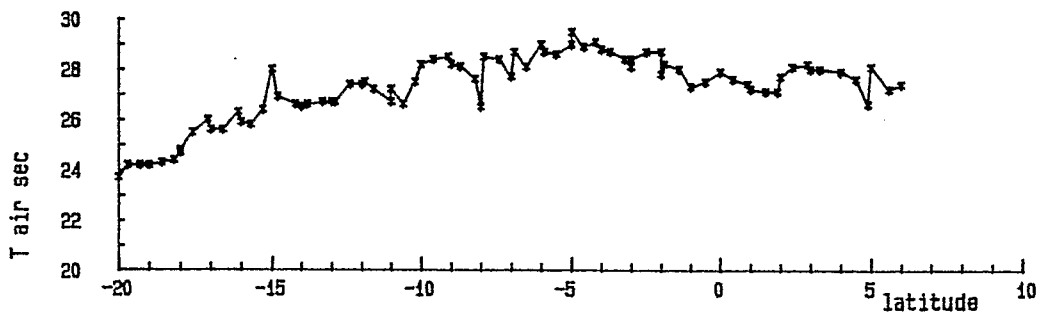
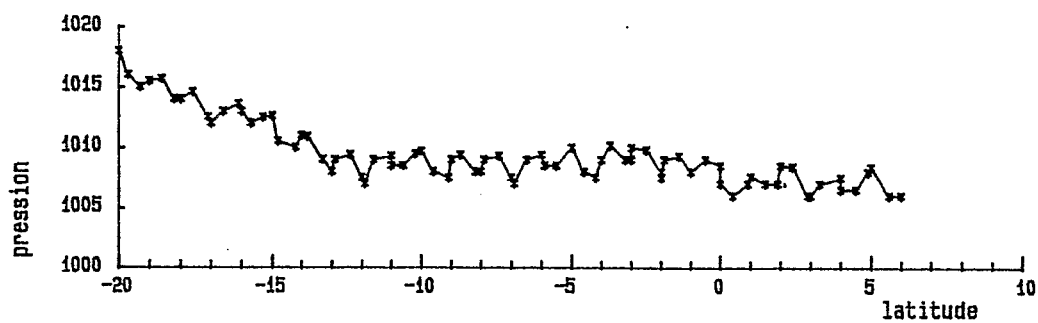
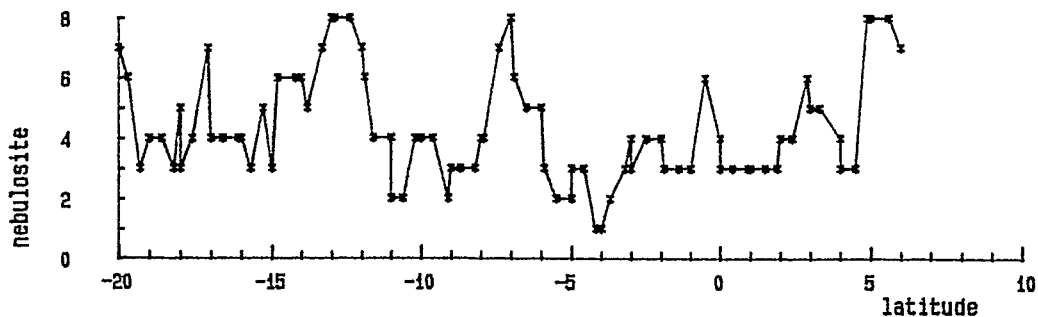
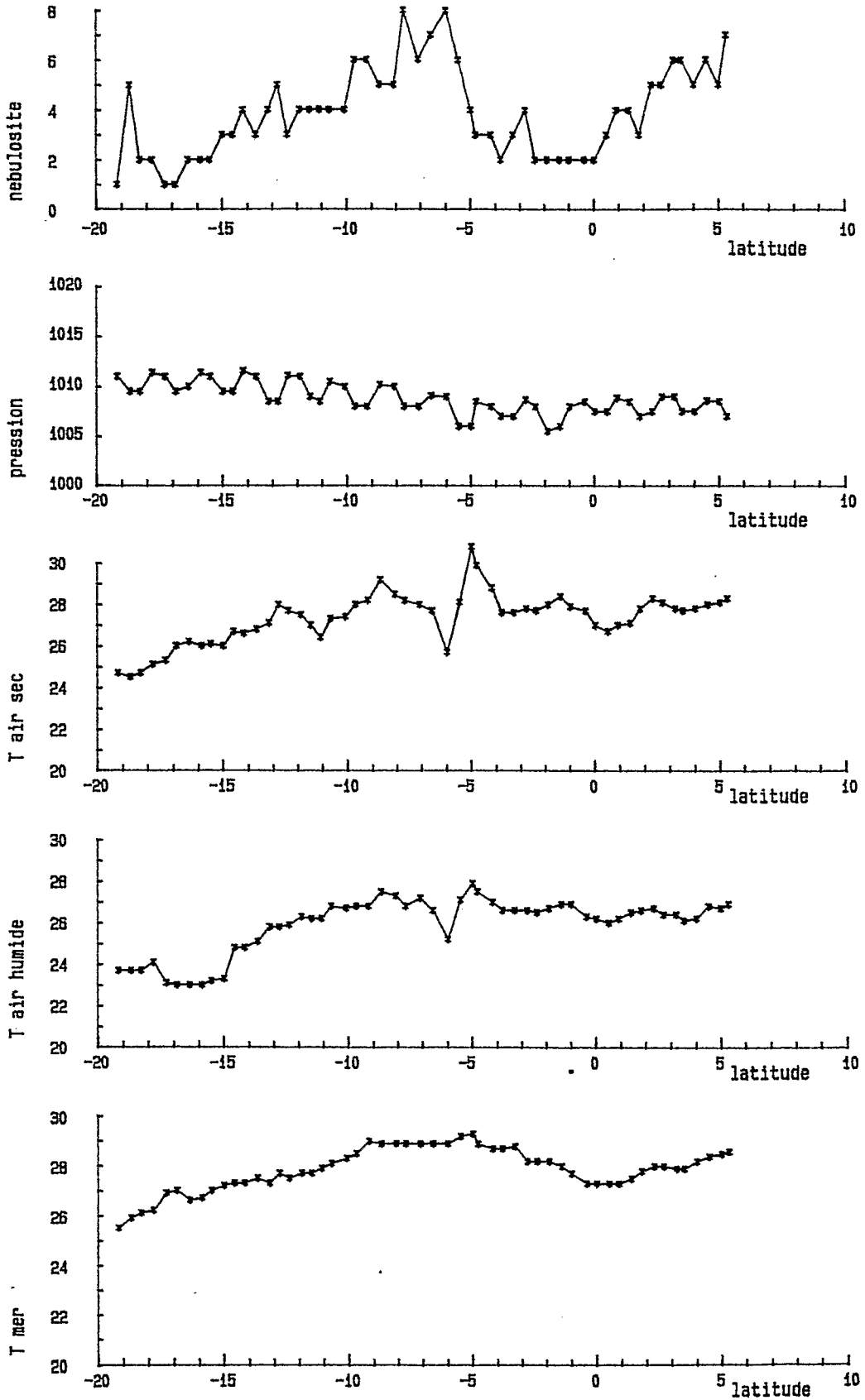


Fig. 4 - METEO proppac 3  
 retour - 3 au 9 oct. 88



- PROPPAC3 165E 11-22/9/1988 . Temperature (C)

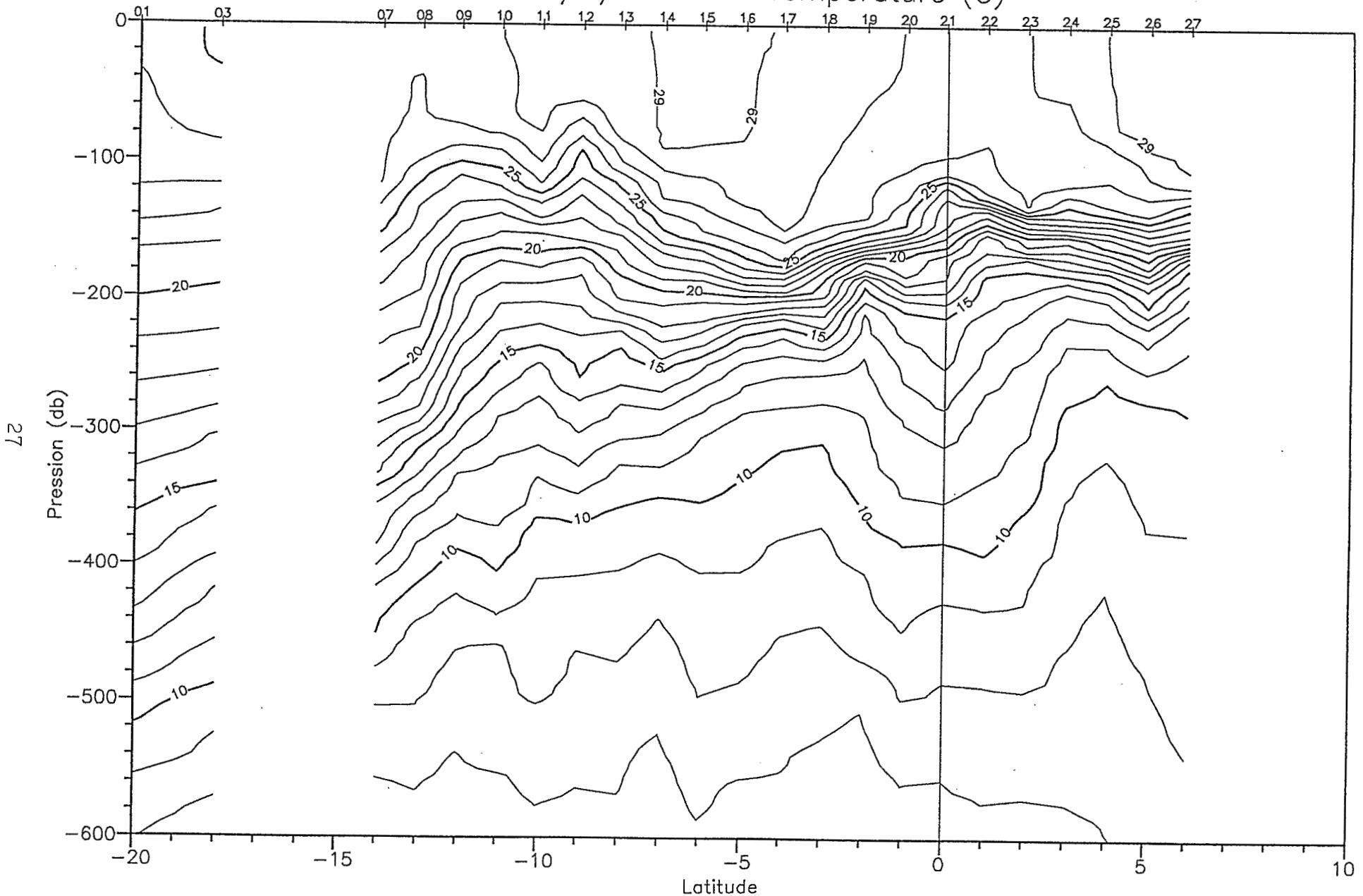
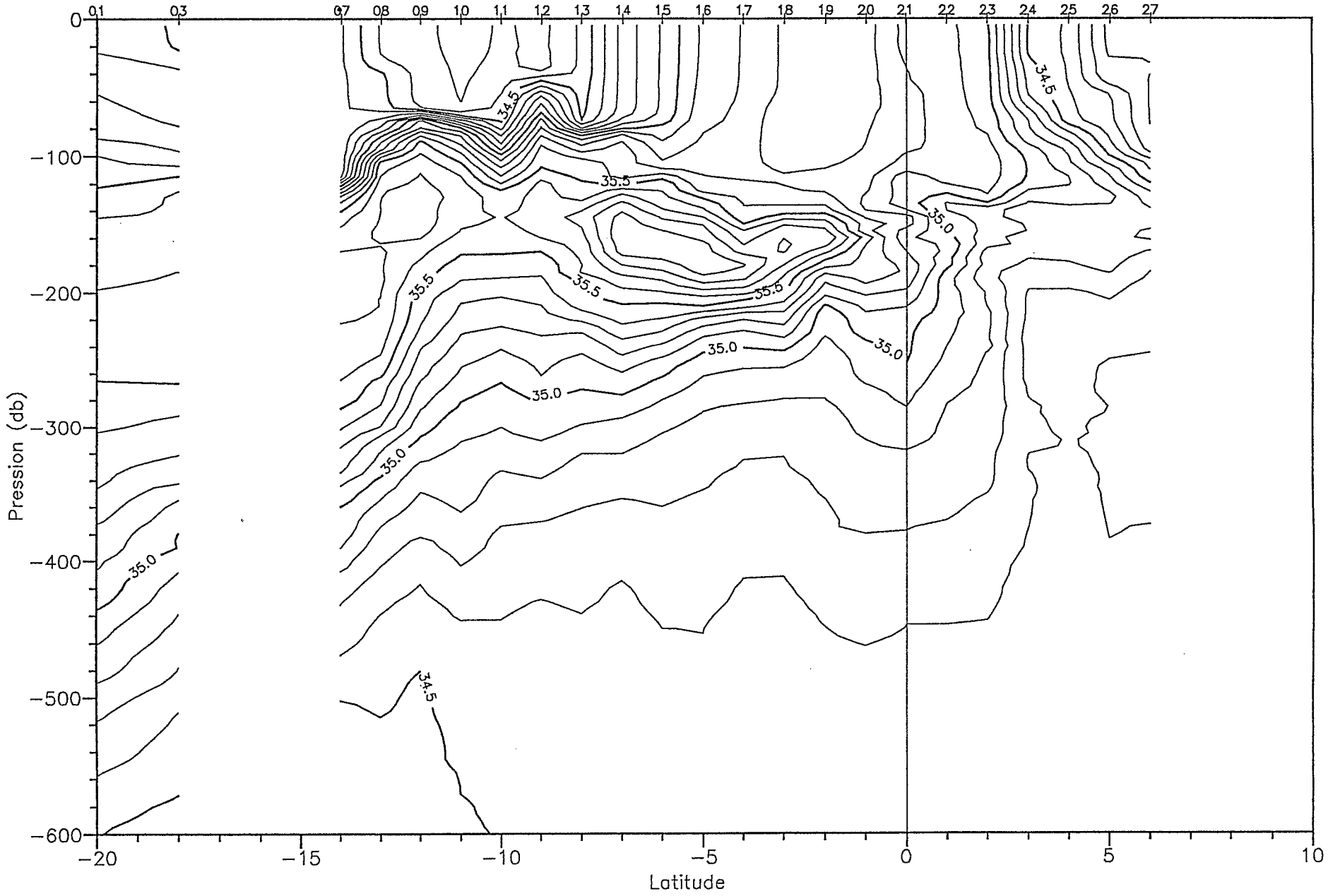


Fig. 5 - Profil de température le long de la radiale

PROPPAC3 165E 11-22/9/1988 Salinite (o/oo)



28

Fig. 6 - Profil de salinité le long de la radiale

PROPPAC3 165E 11-22/9/1988

Composante zonale (cm/s)

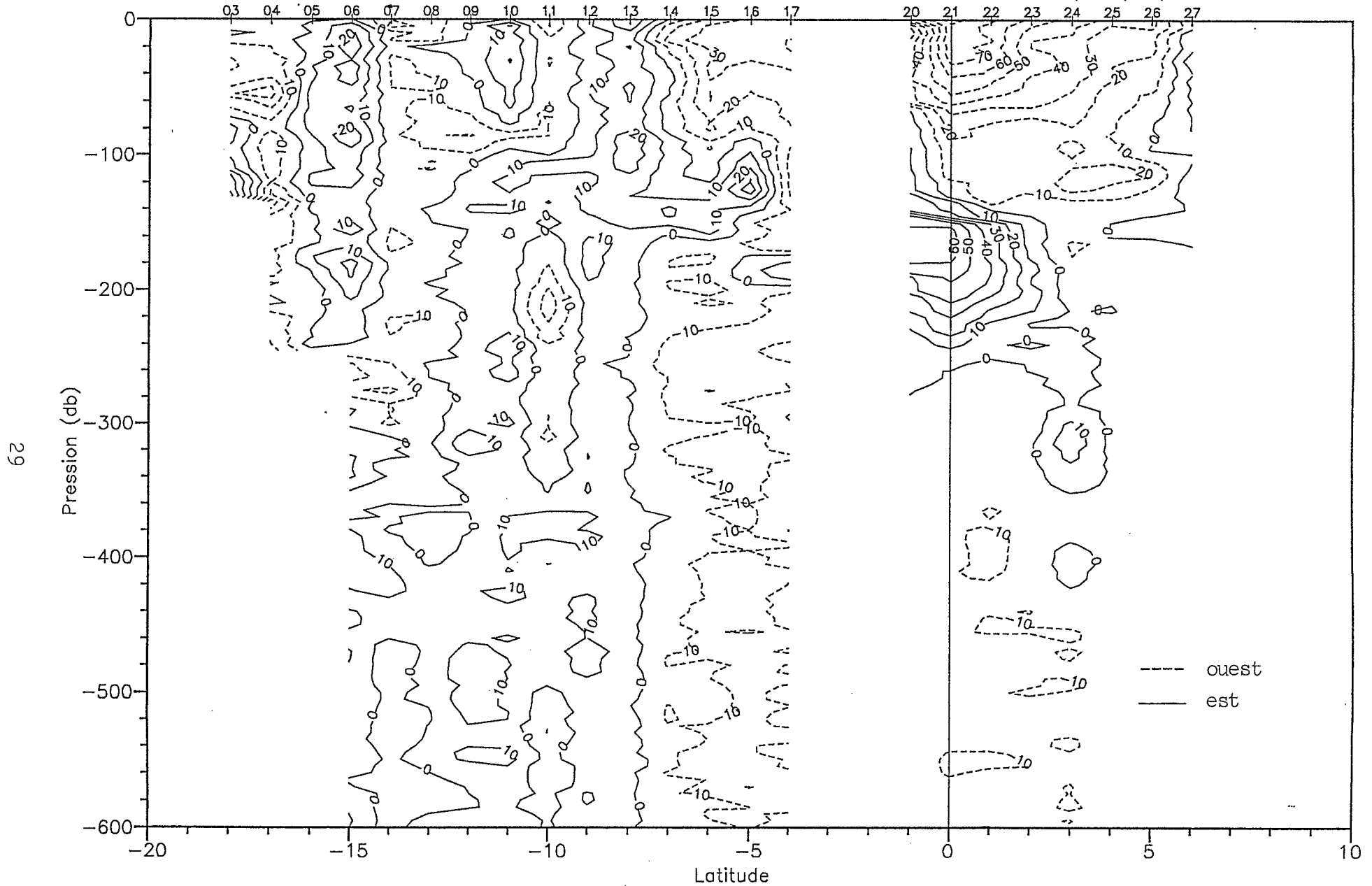


Fig. 7 - Composante zonale de courants le long de la radiale

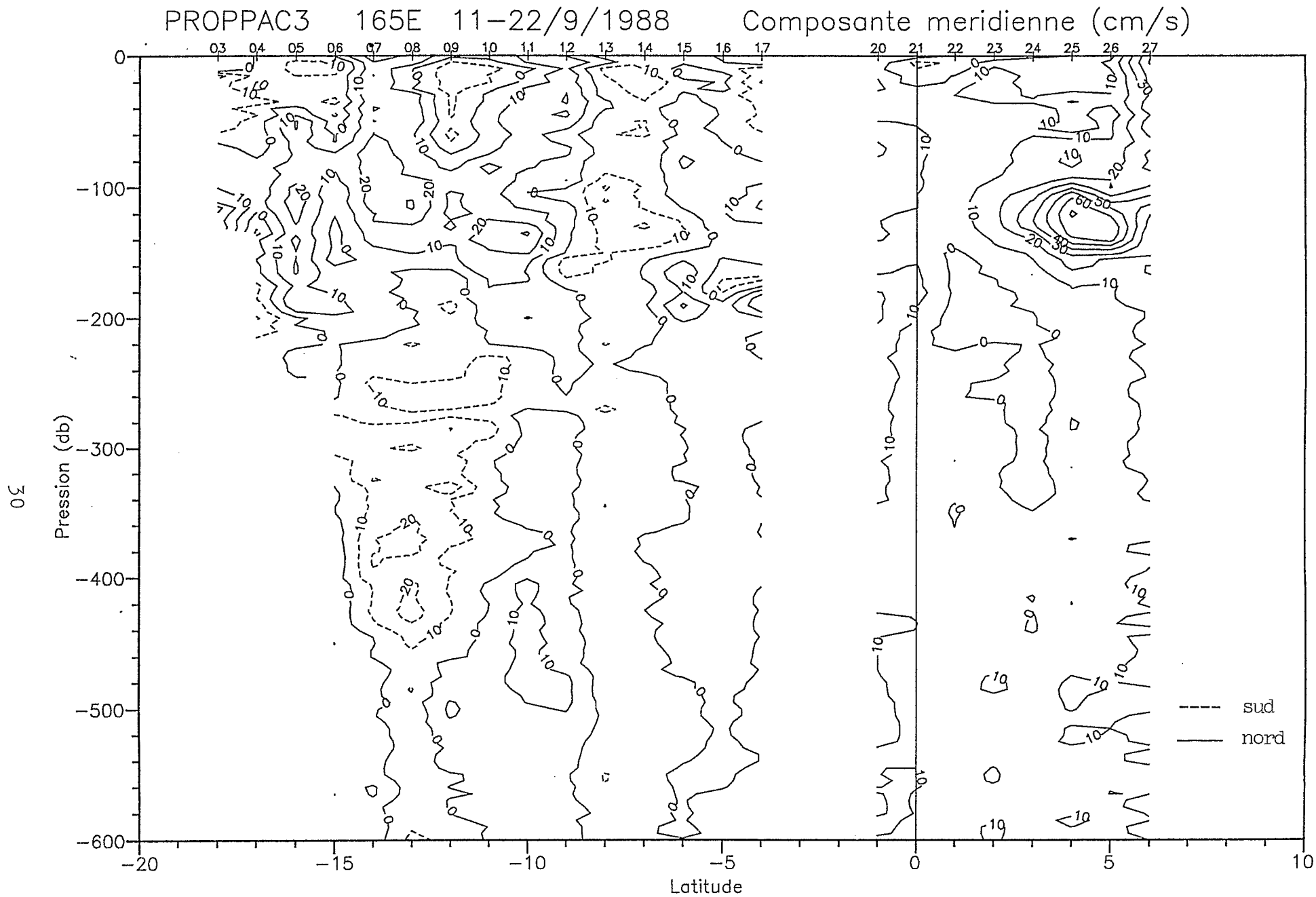


Fig. 8 - Composante méridienne des courants le long de la radiale

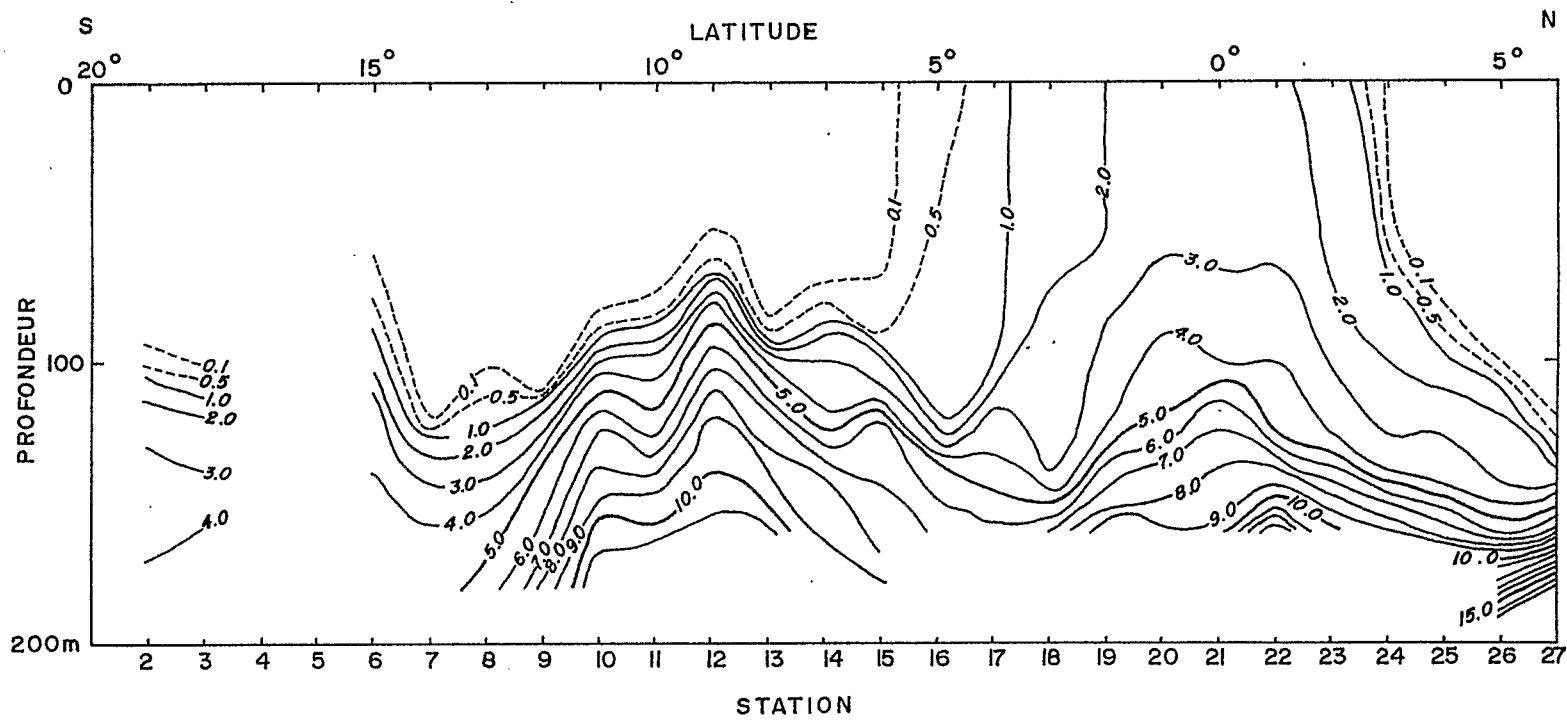


Fig. 9 - Profil de concentration en N-NO<sub>3</sub> et N-NO<sub>2</sub> ( $\mu\text{mole.l}^{-1}$ ) le long de la radiale de PROPPAC 3 (165°E)



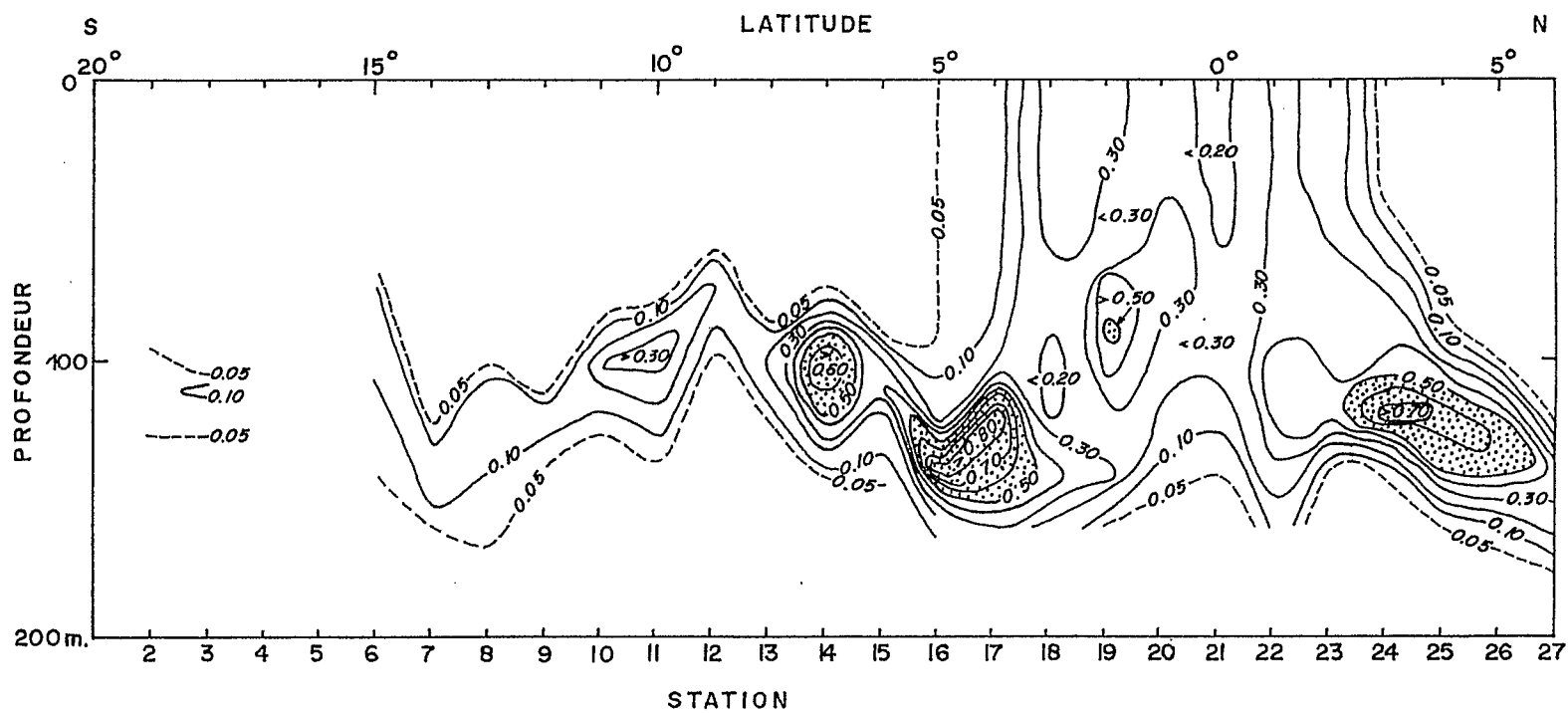


Fig. 10 - Profil de concentration en N-NO<sub>2</sub> ( $\mu\text{mole.l}^{-1}$ ) le long de la radiale de PROPPAC 3 (165°E)

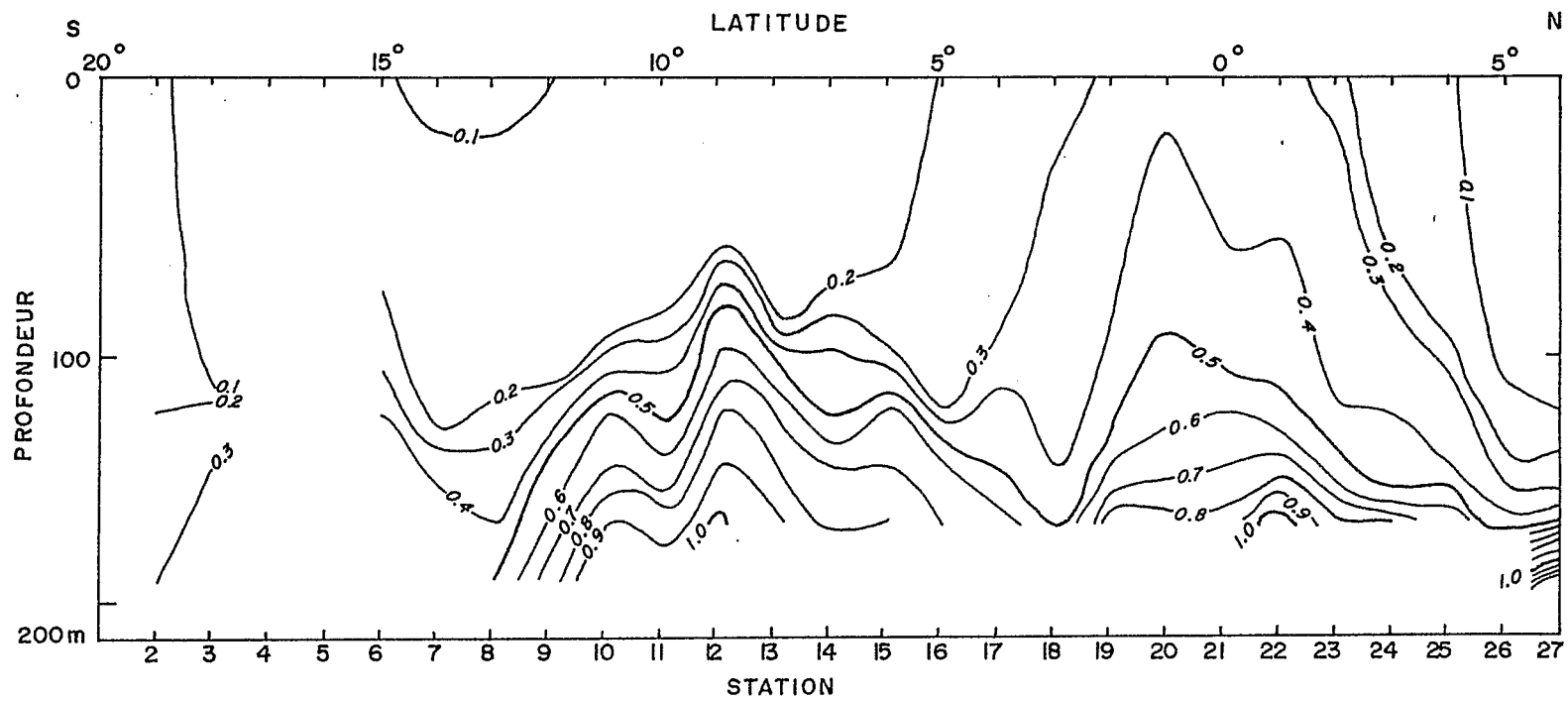


Fig. 11 - Profil de concentration en  $\text{P-PO}_4$  ( $\mu\text{mole.l}^{-1}$ ) le long de la radiale de PROPPAC 3 ( $165^\circ\text{E}$ )

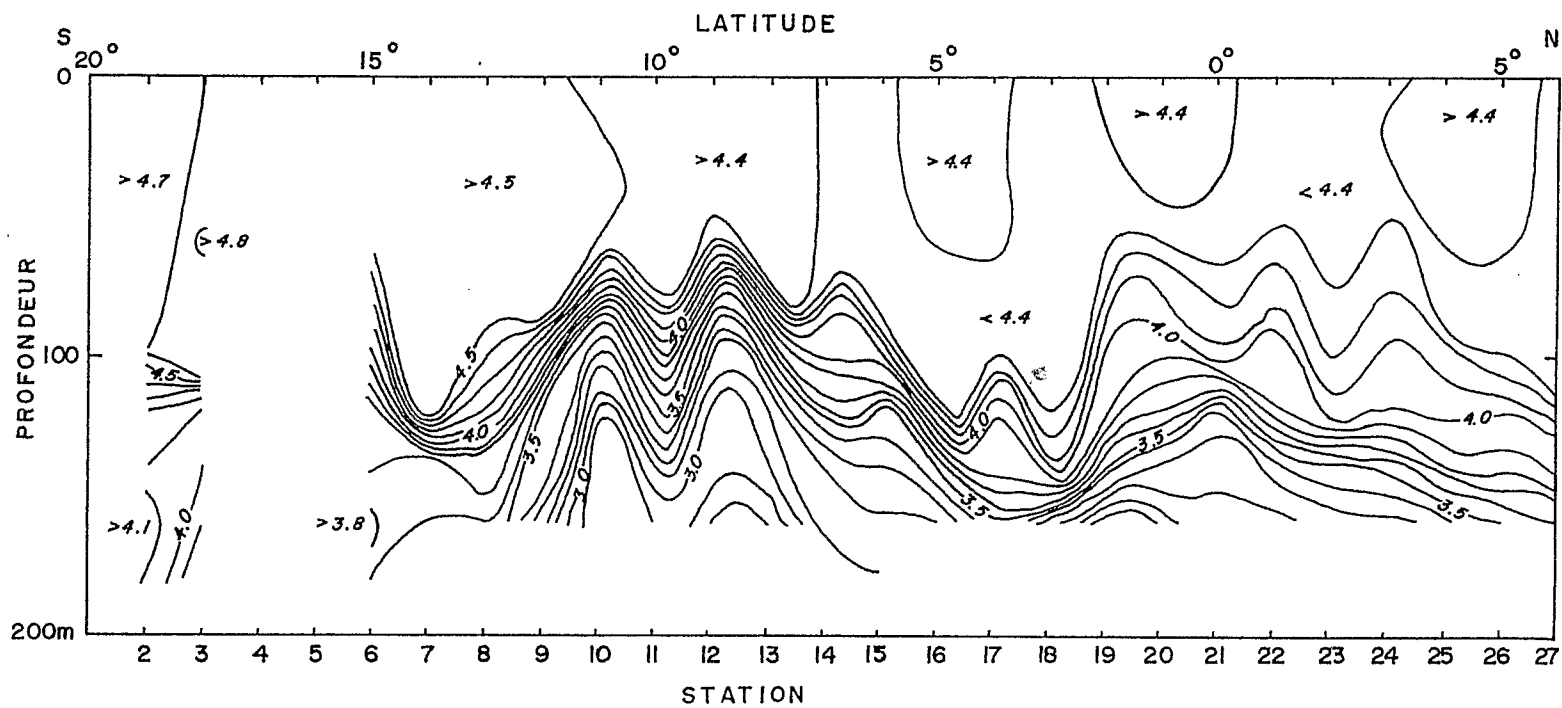


Fig. 12 - Profil de concentration en oxygène dissous ( $\text{ml O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ ) le long de la radiale de PROPPAC 3 ( $165^\circ\text{E}$ )

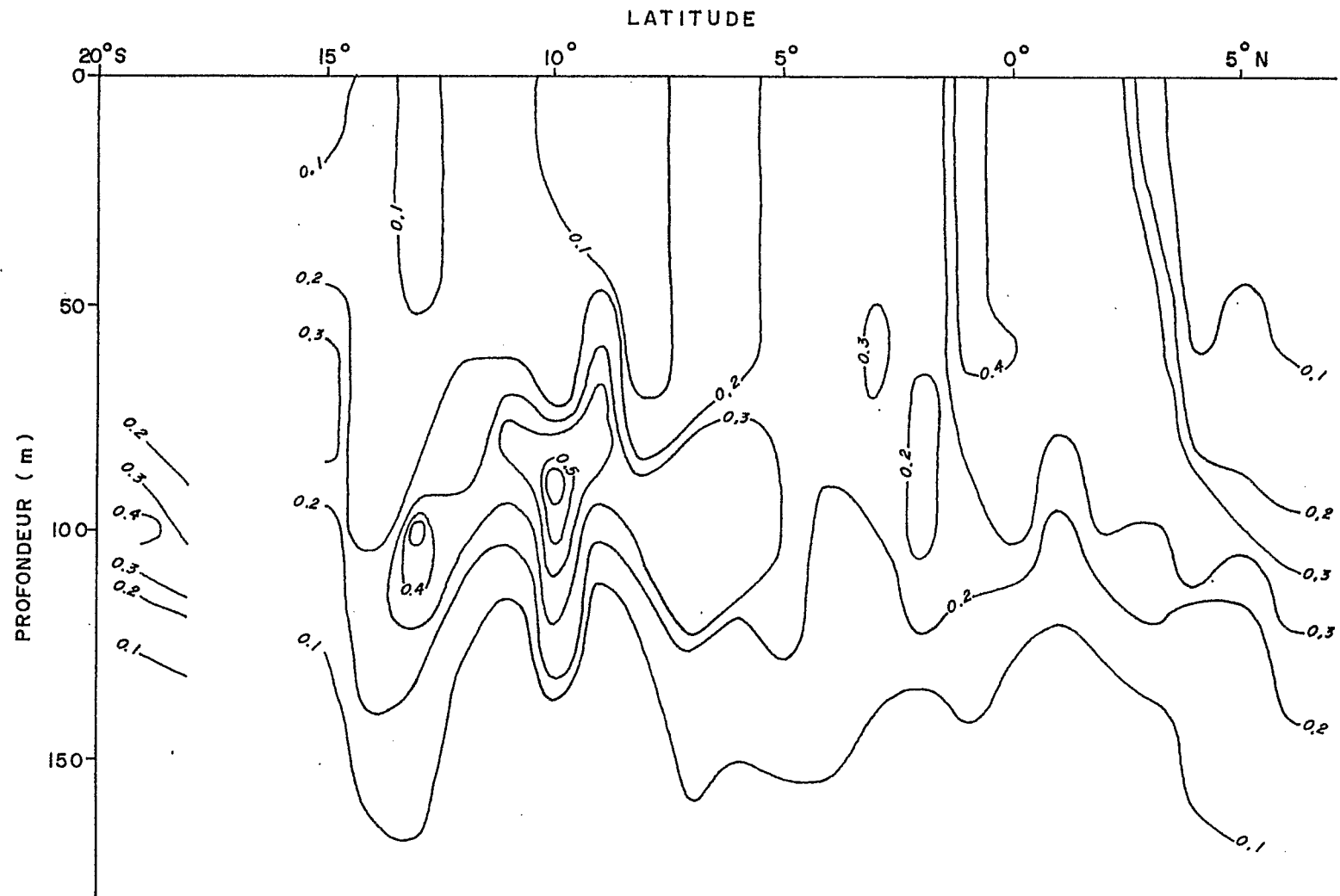


Fig. 13 - Profil de concentration en chlorophylle "a" ( $\mu\text{g.l}^{-1}$ ) le long de la radiale de PROPPAC 3 ( $165^{\circ}\text{E}$ )

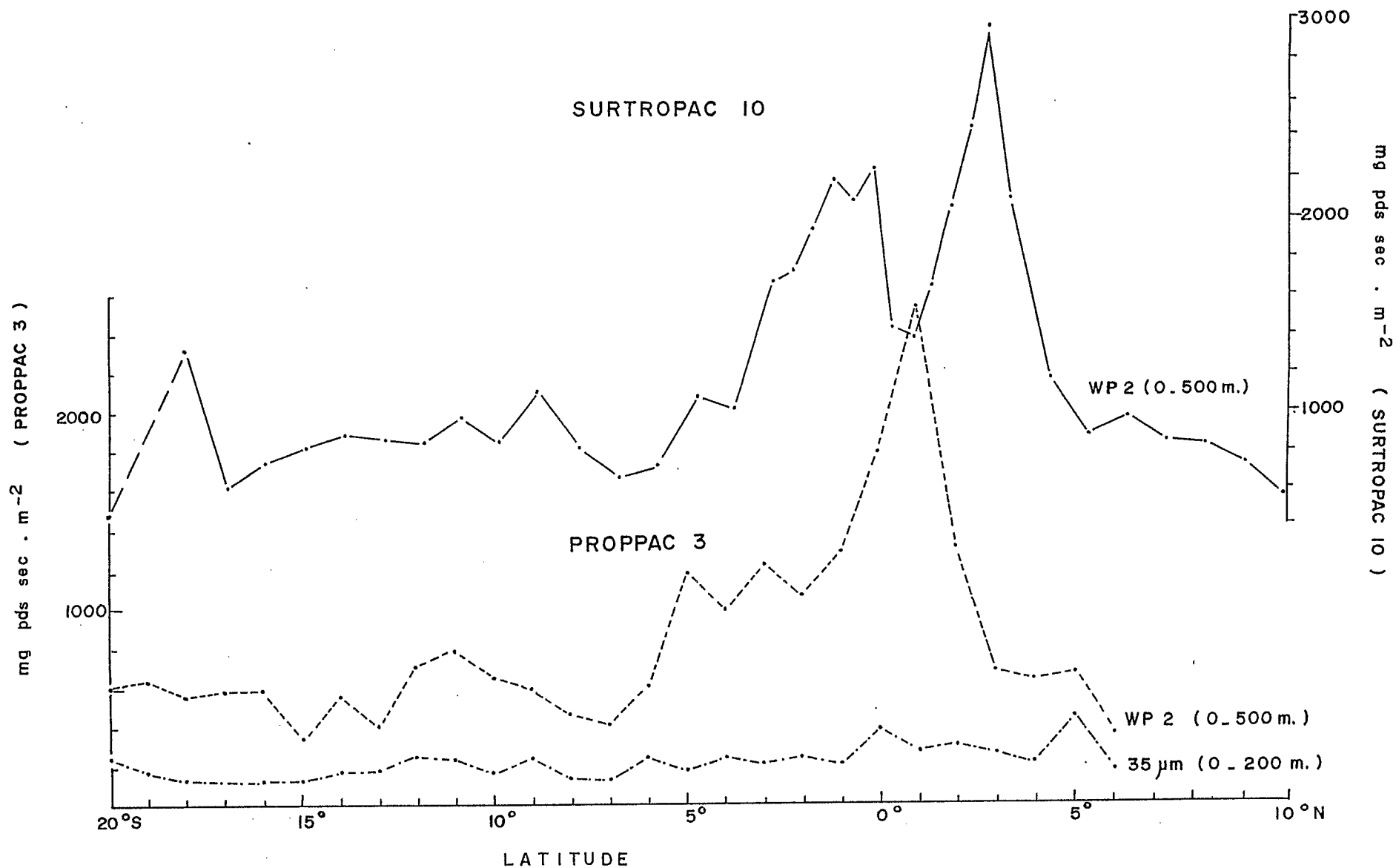


Fig. 14 - Profils des poids secs de zooplancton ( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) lors des radiales de juillet (SURTROPAC 10) et septembre 1988 (PROPPAC 3). (WP-2 : plancton de la classe 200-2000 $\mu\text{m}$ . 35 $\mu\text{m}$  : classe 35-200 $\mu\text{m}$ )

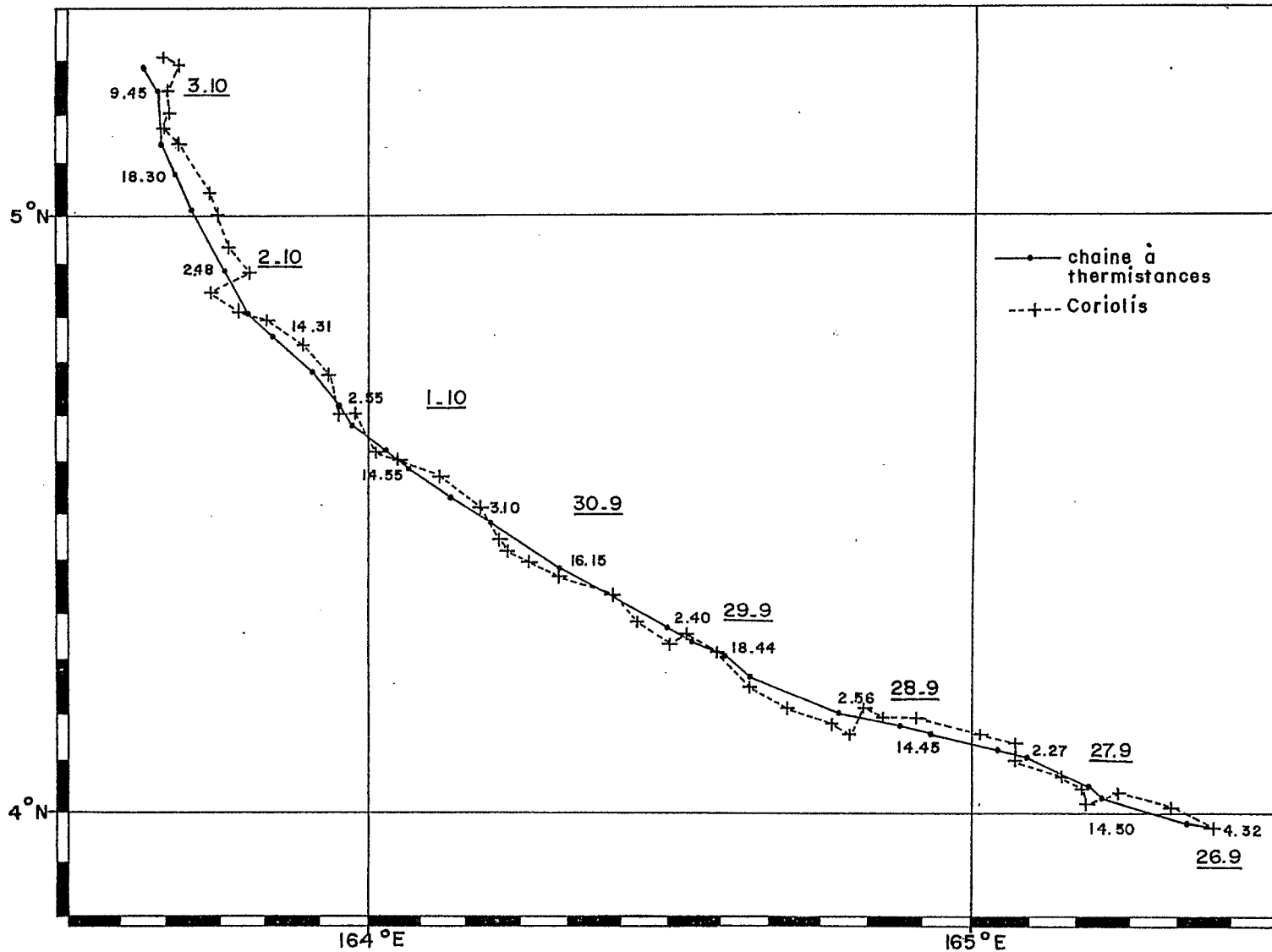


Fig. 15 - Trajectoires du N.O. Coriolis et du mouillage de la chaîne à thermistances pendant la station en dérive (heures et jour en temps local)

# VENTS proppac 3

station en derive - 25 sep. au 3 oct. 1988

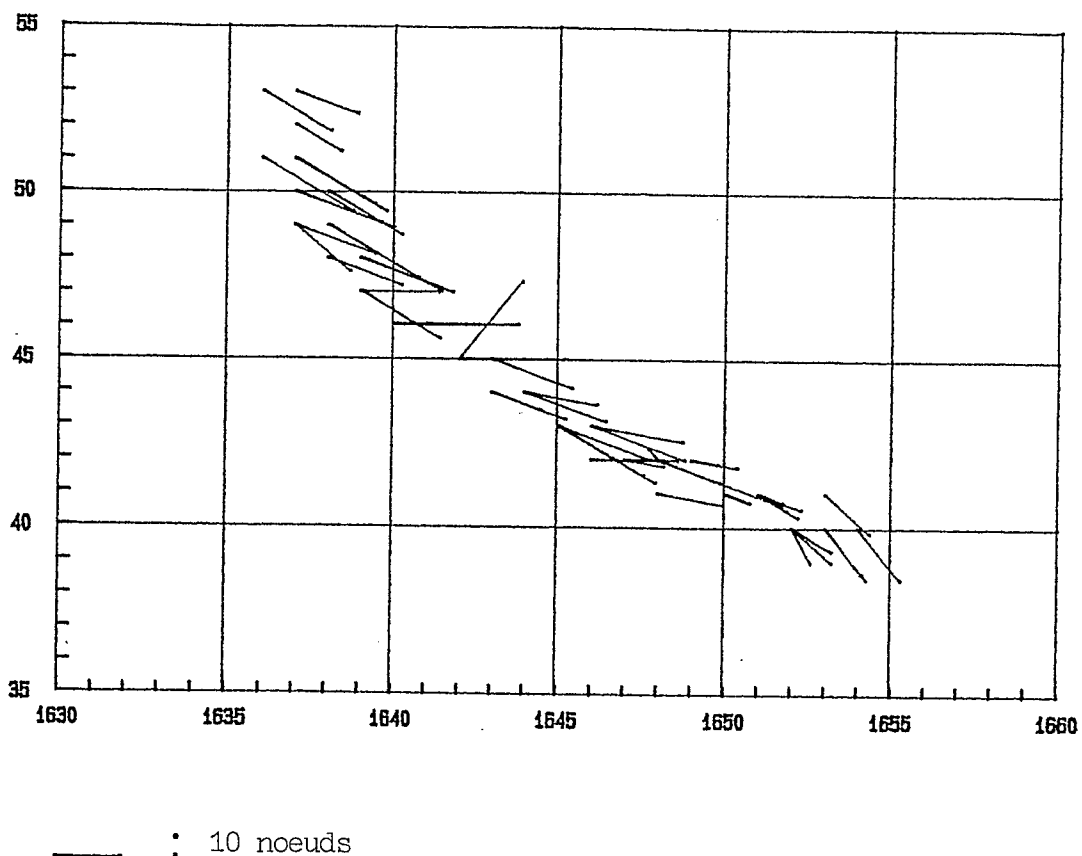


Fig. 16a - Vecteur vent au cours de la dérive

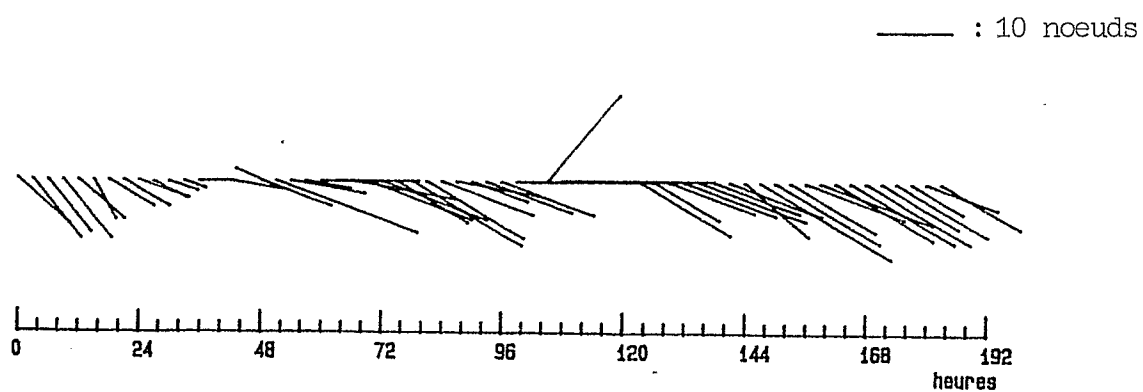
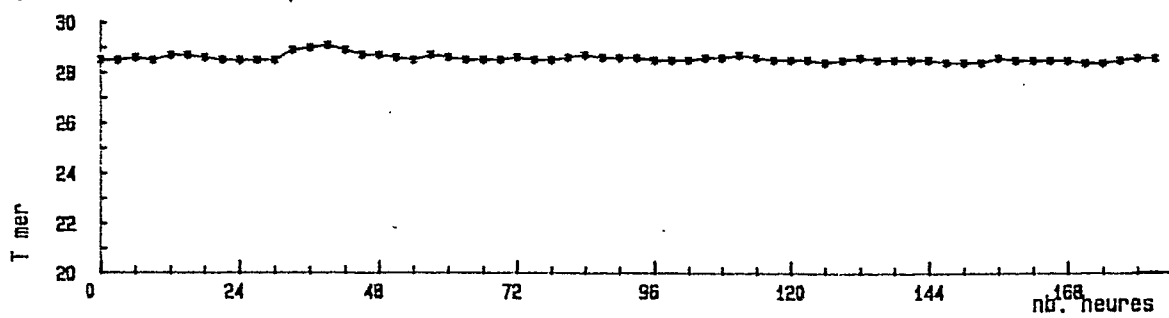
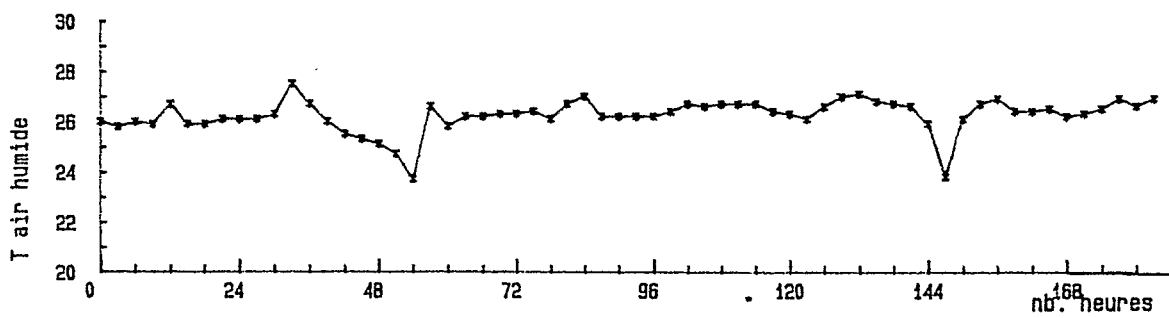
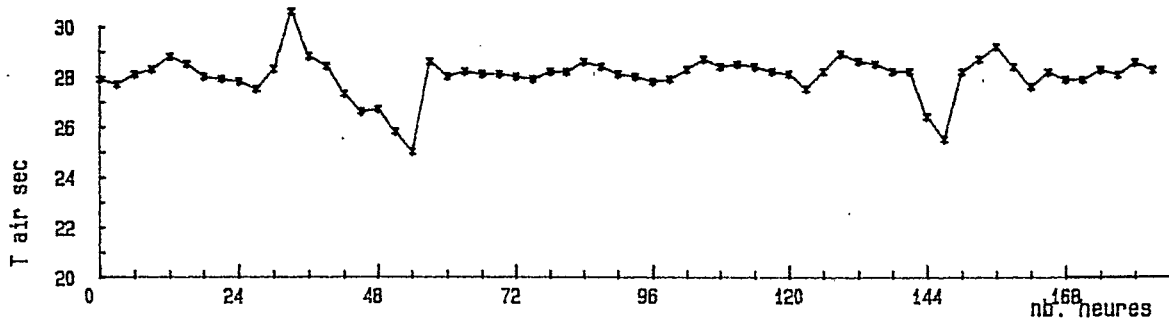
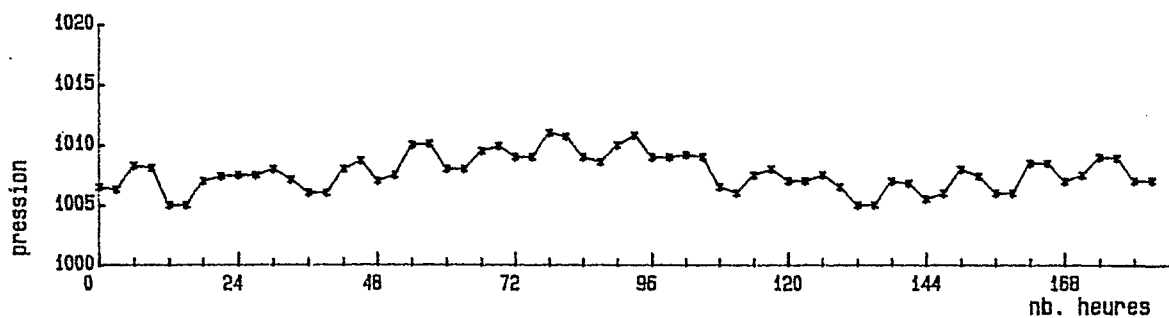
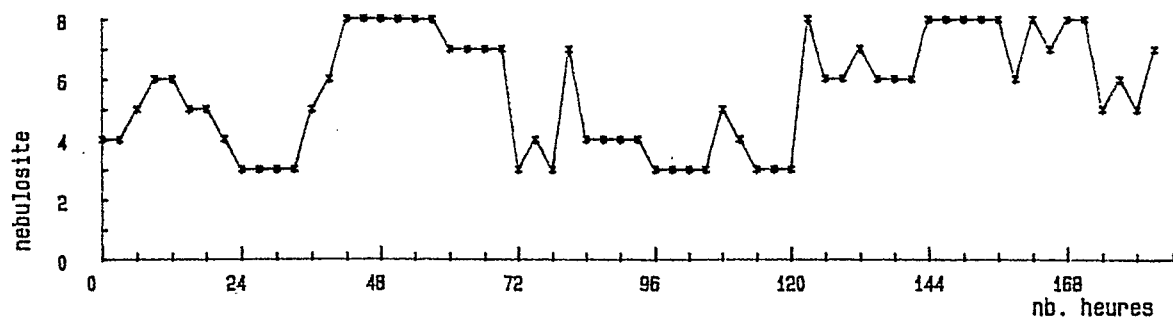


Fig. 16b - Vecteur vent en fonction du temps

Fig. 17 - METEO proppac 3  
 24 sep. au 3 oct. 1988





PROPPAC3 25/9- 3/10/1988

Temperature (C)

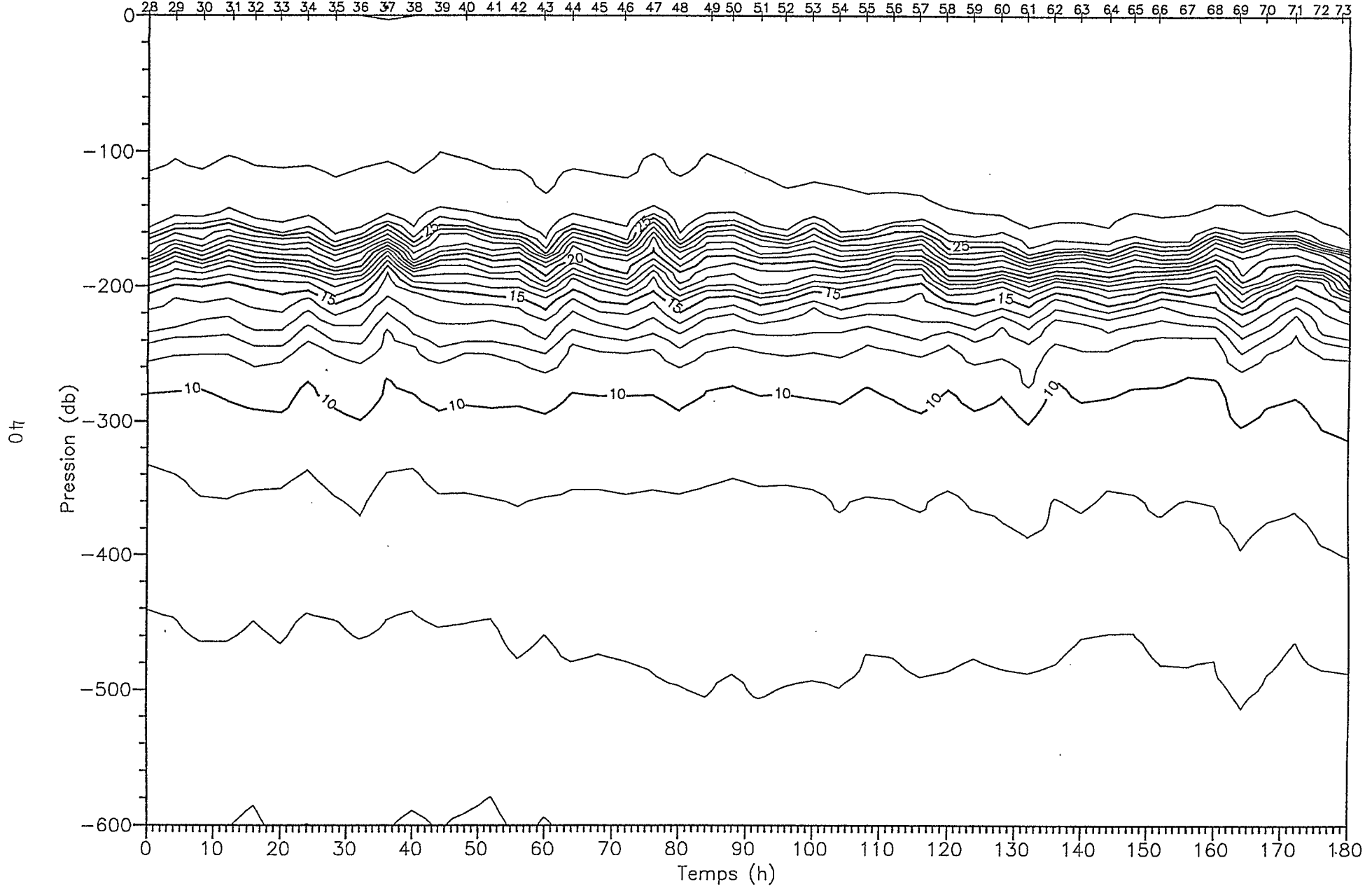


Fig. 18 - Evolution de la température lors de la station en dérive.

PROPPAC3 25/9- 3/10/1988

Salinite (o/oo)

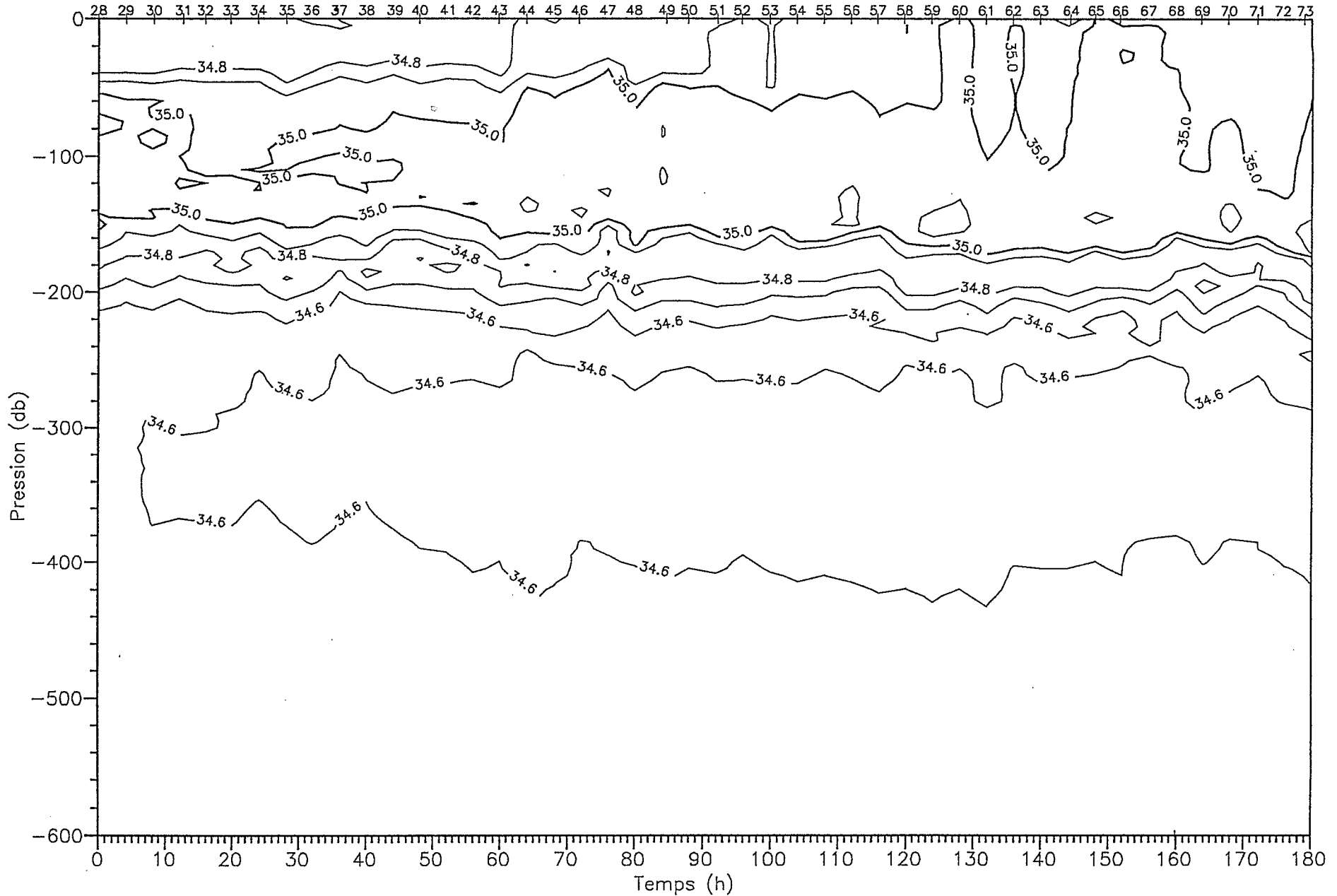


Fig. 19 - Evolution de la salinité lors de la station en dérive.

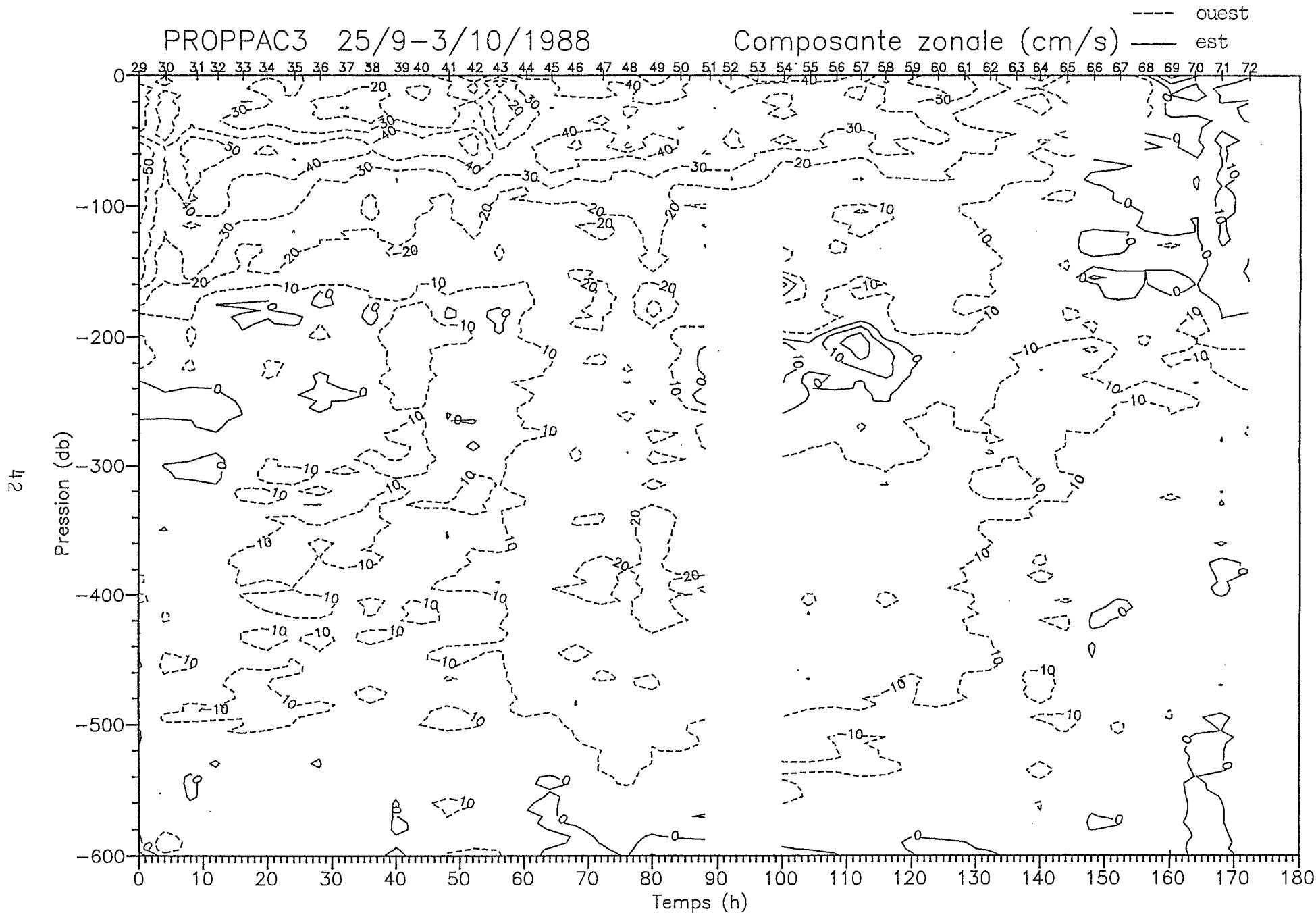


Fig. 20 - Evolution de la composante zonale du courant lors de la station en dérive.

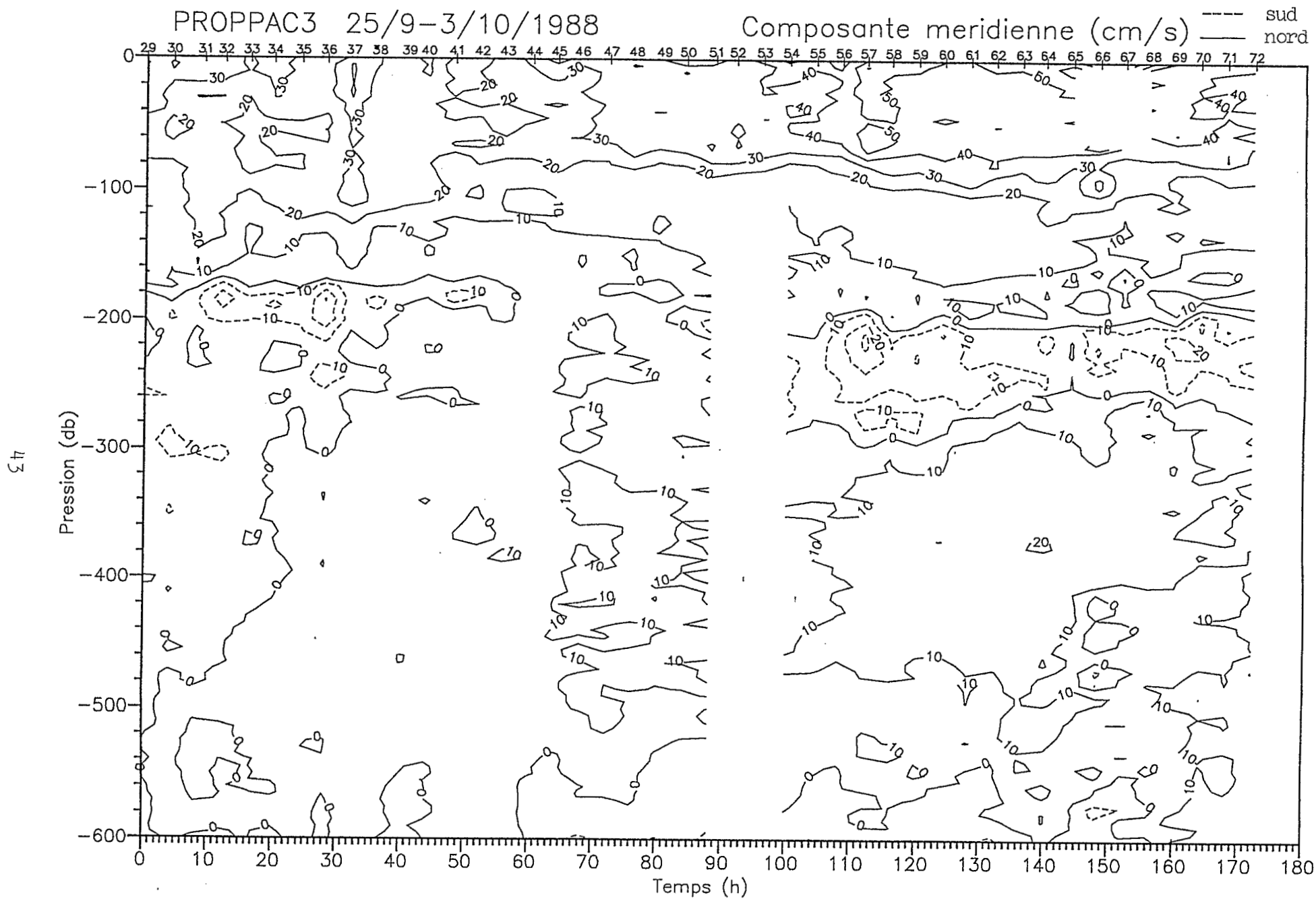
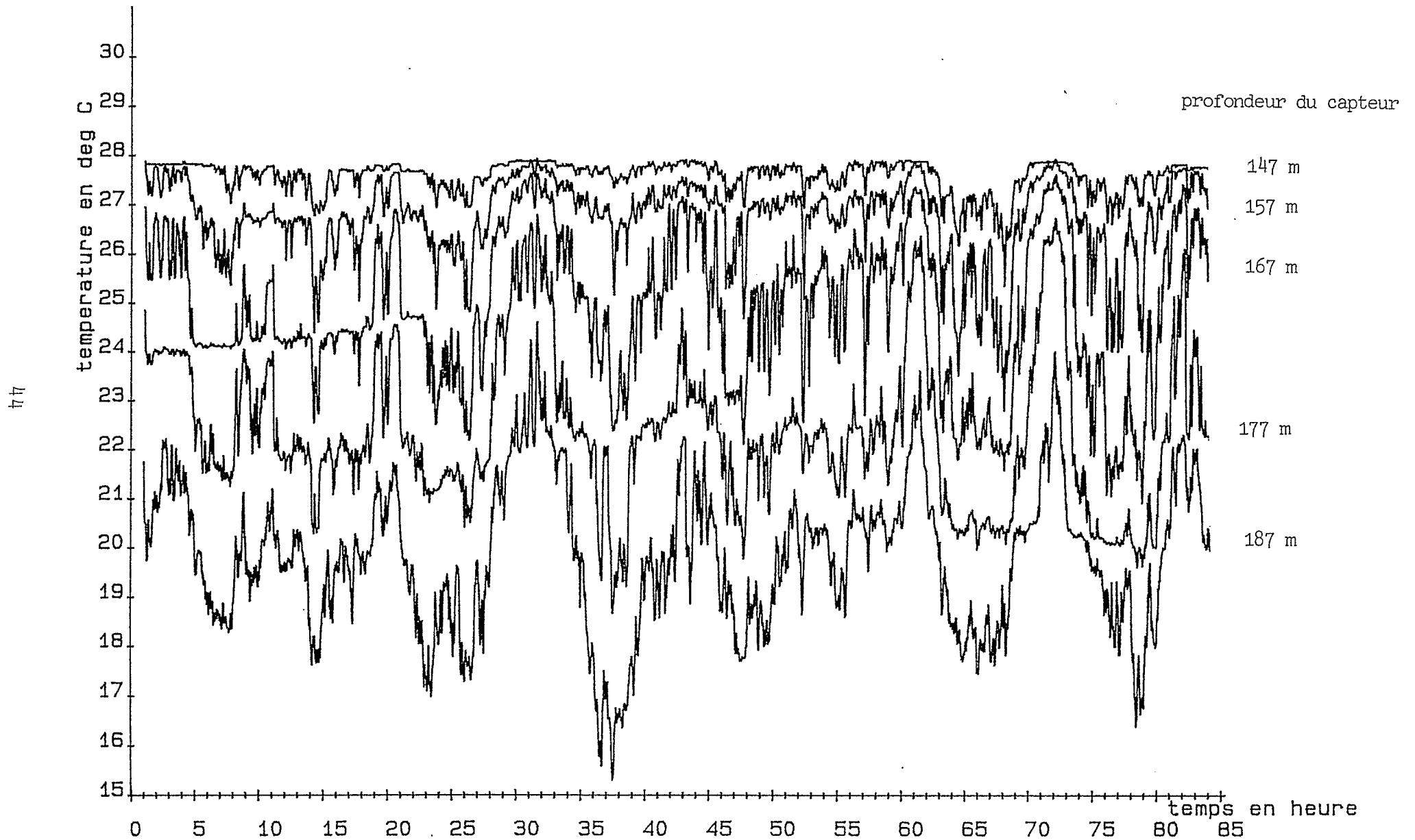


Fig. 21 - Evolution de la composante méridienne du courant lors de la station en dérive.

Fig. 22 - CHAÎNE à THERMISTANCES : du 26 - 9 - 1988 à 4h00 (H.L.)  
au 29 - 9 - 1988 à 15h30 (H.L.)



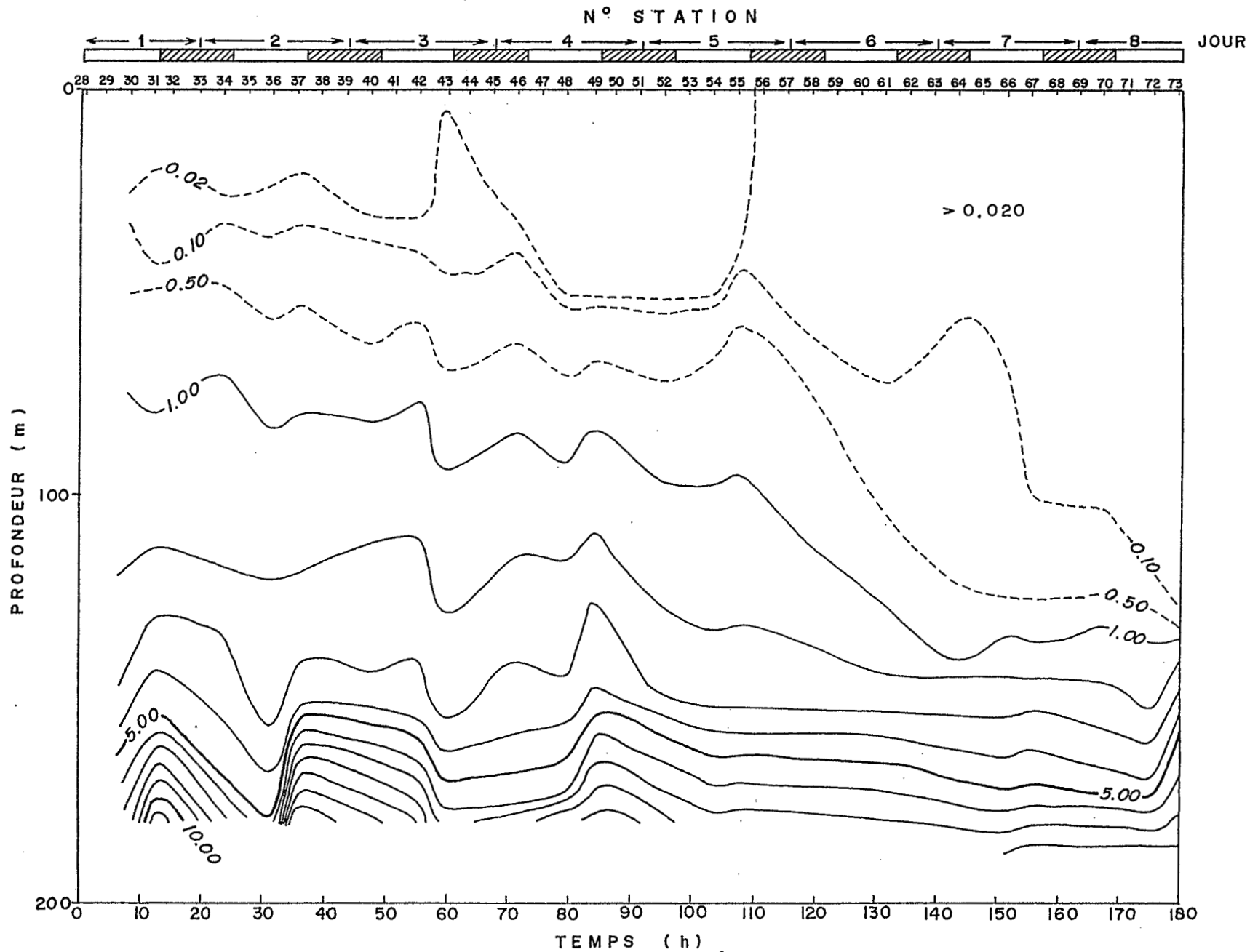


Fig. 23 - Evolution de la concentration en nitrate ( $\mu\text{mole.l}^{-1}$ ) lors de la station en dérive de PROPPAC 3.

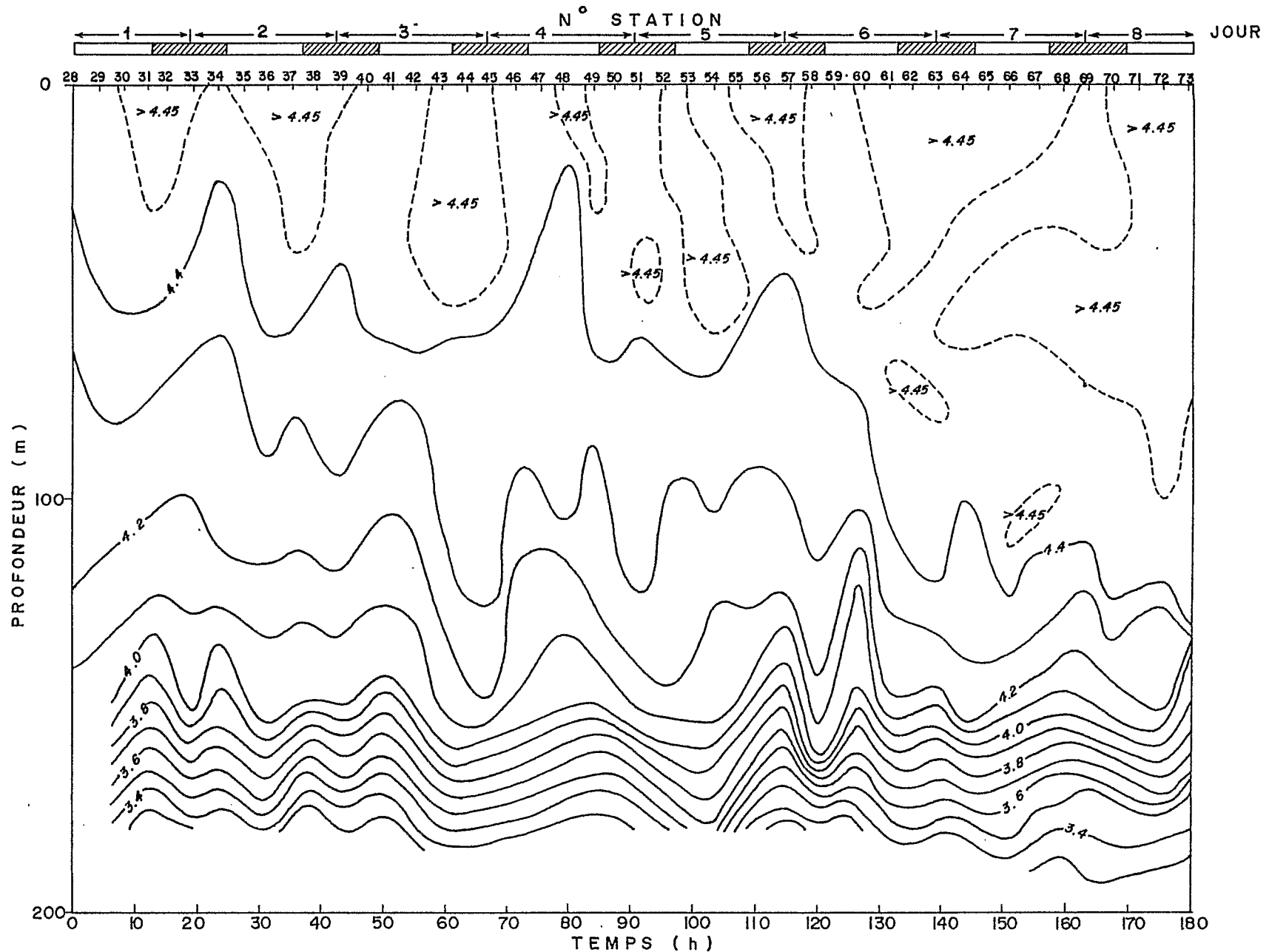


Fig. 24 - Evolution de la concentration en oxygène ( $\text{ml.l}^{-1}$ ) lors de la station en dérive de PROPPAC 3.

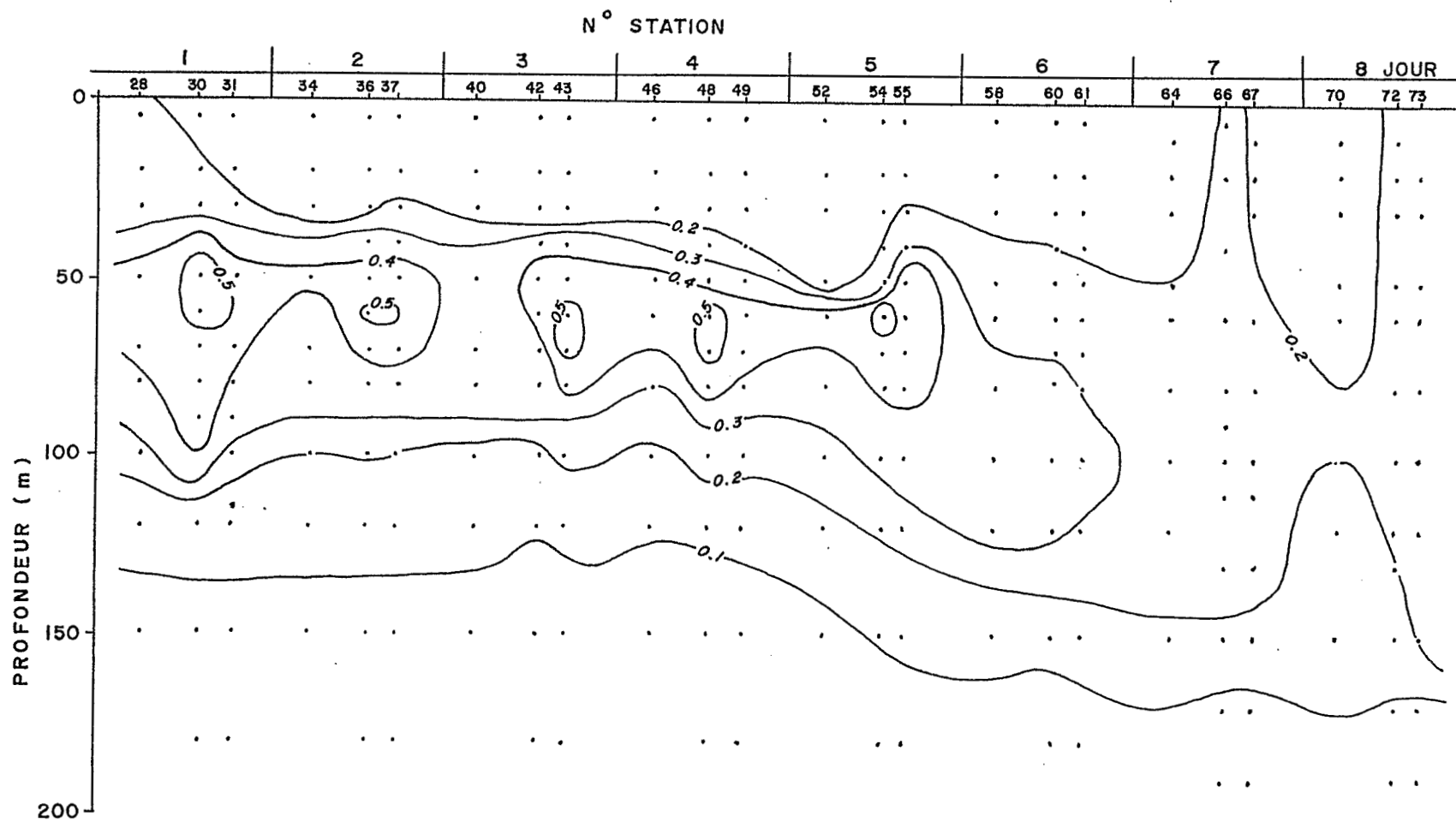


Fig. 25 - Evolution de la concentration en chlorophylle "a" ( $\mu\text{g.l}^{-1}$ ) lors de la station en dérive de PROPPAC 3.



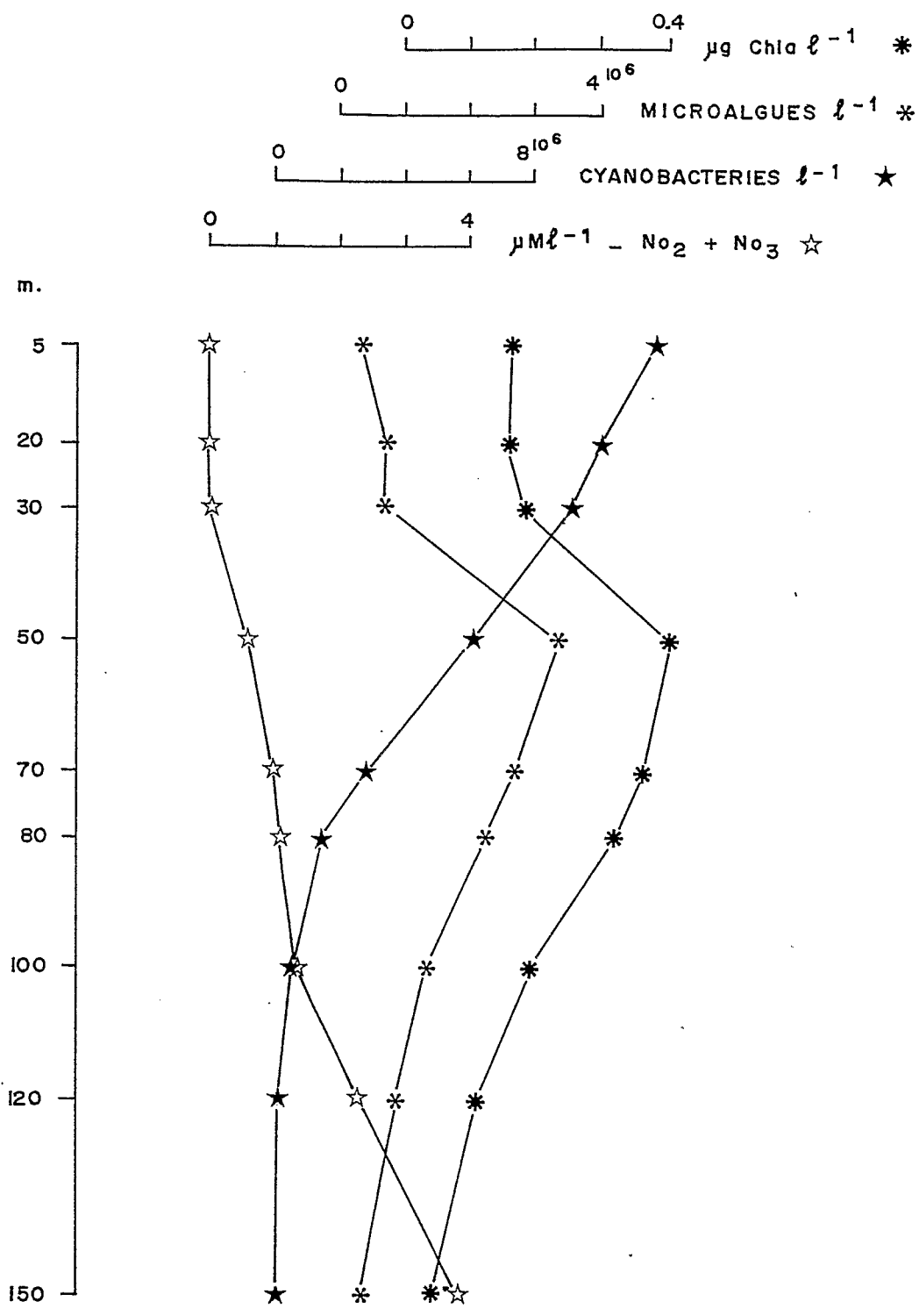


Fig. 26 - Profils verticaux à la station 34  
(2ème jour de la station en dérive de PROPPAC 3)

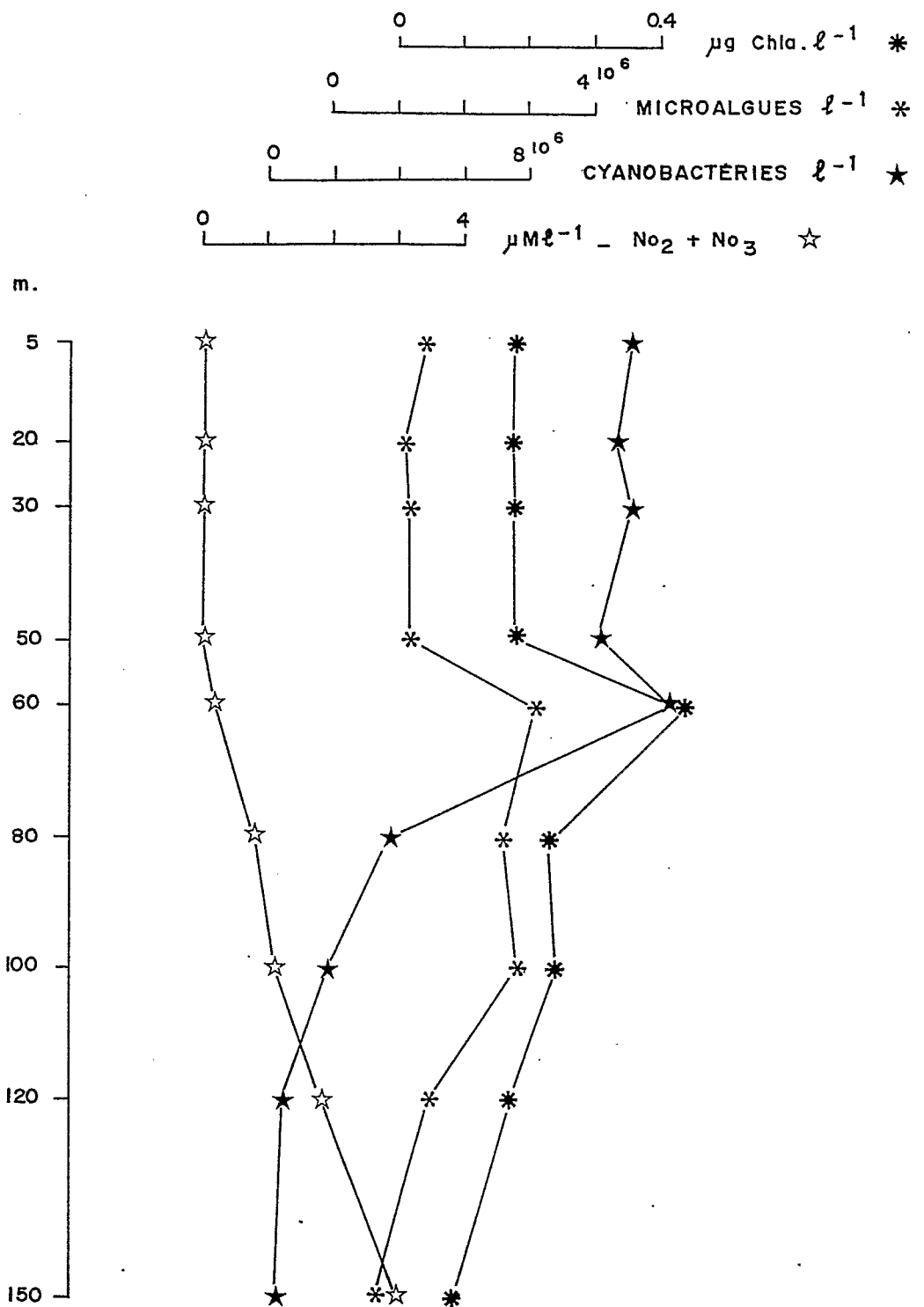


Fig. 27 - Profils verticaux à la station 52  
(5ème jour de la station en dérive de PROPPAC 3)

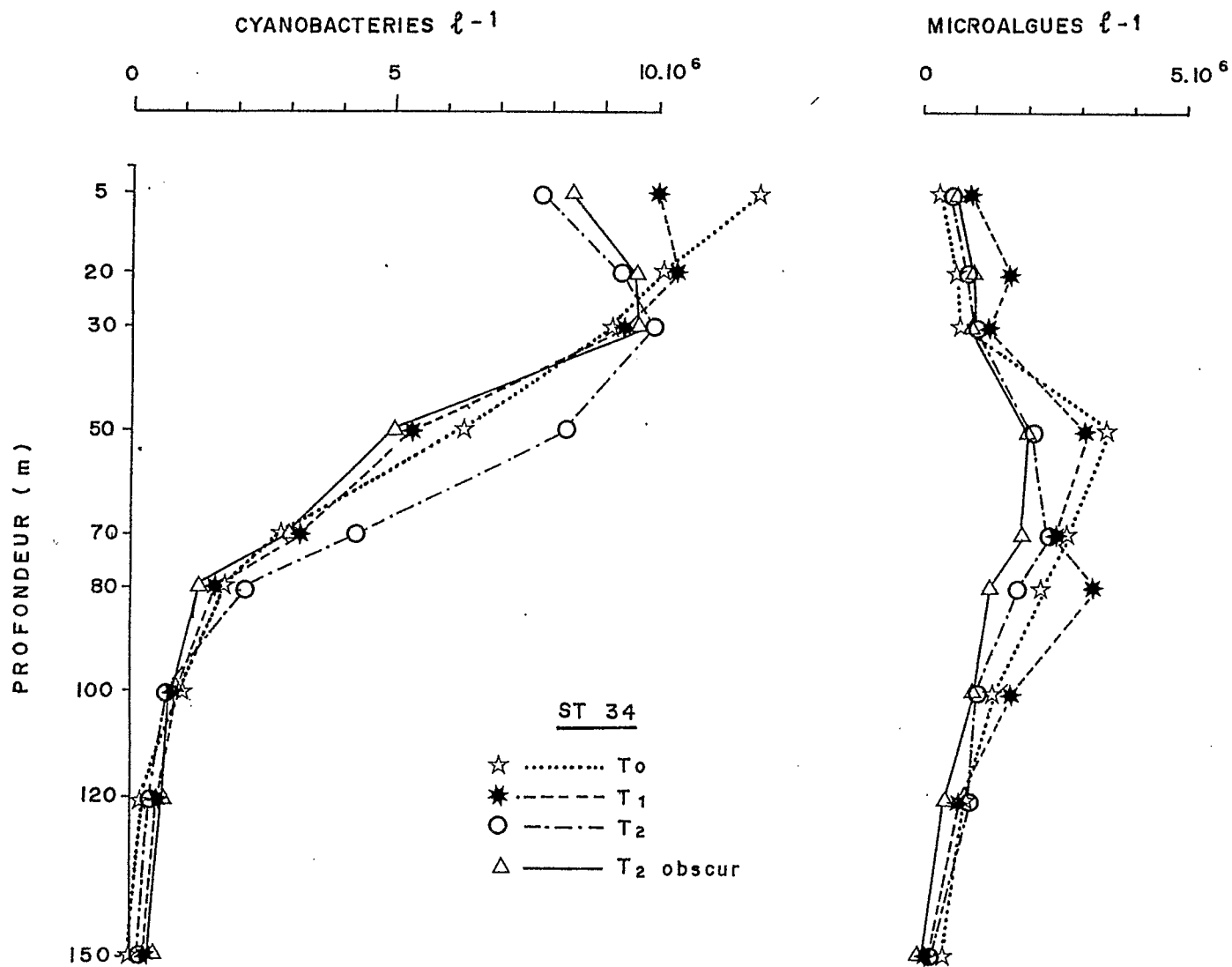


Fig. 28 - Profils verticaux des effectifs de phytoplancton en fonction des conditions expérimentales (durée et profondeurs) à la station 34.

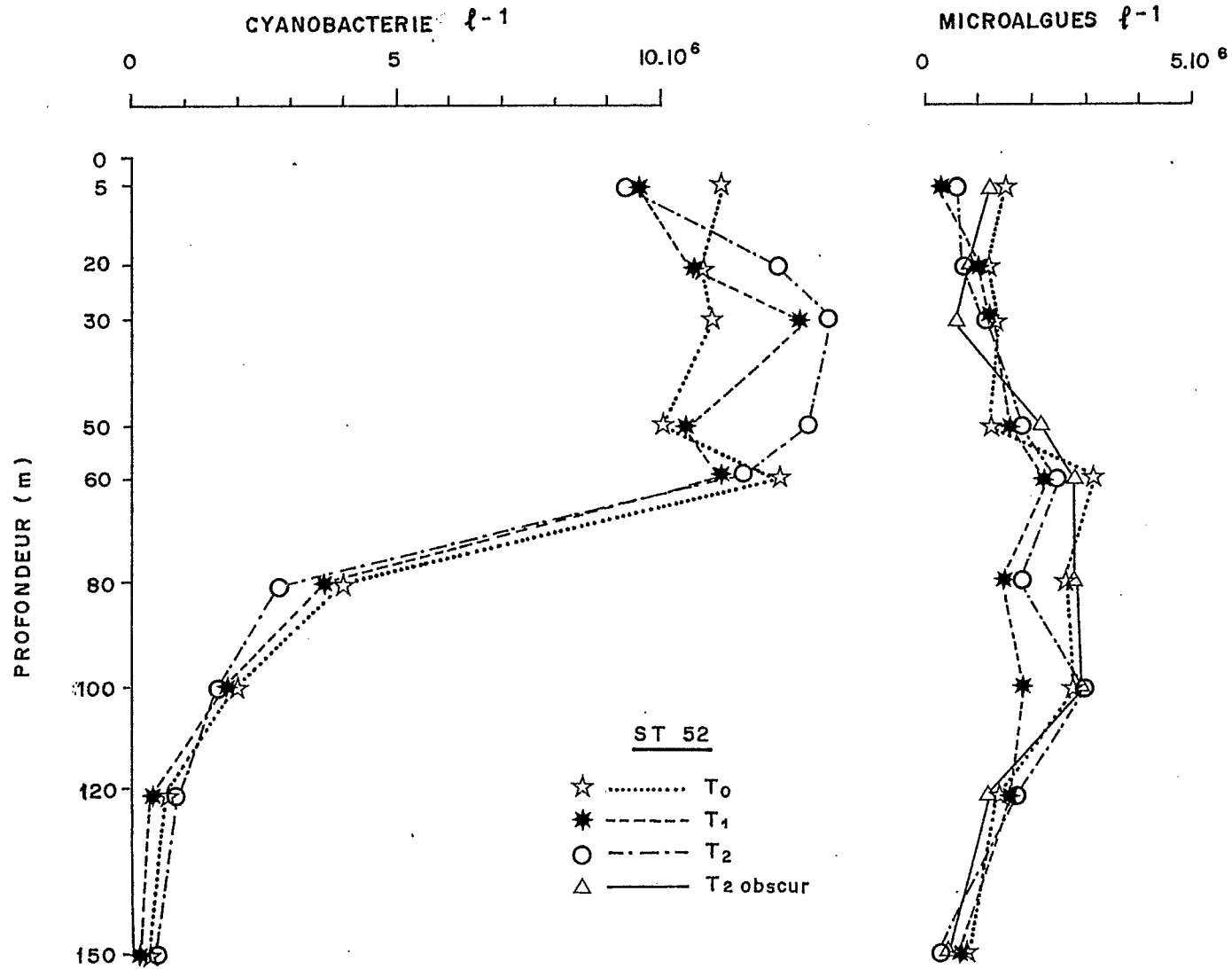


Fig. 29 - Profils verticaux des effectifs de phytoplancton en fonction des conditions expérimentales (durée et profondeurs) à la station 52.

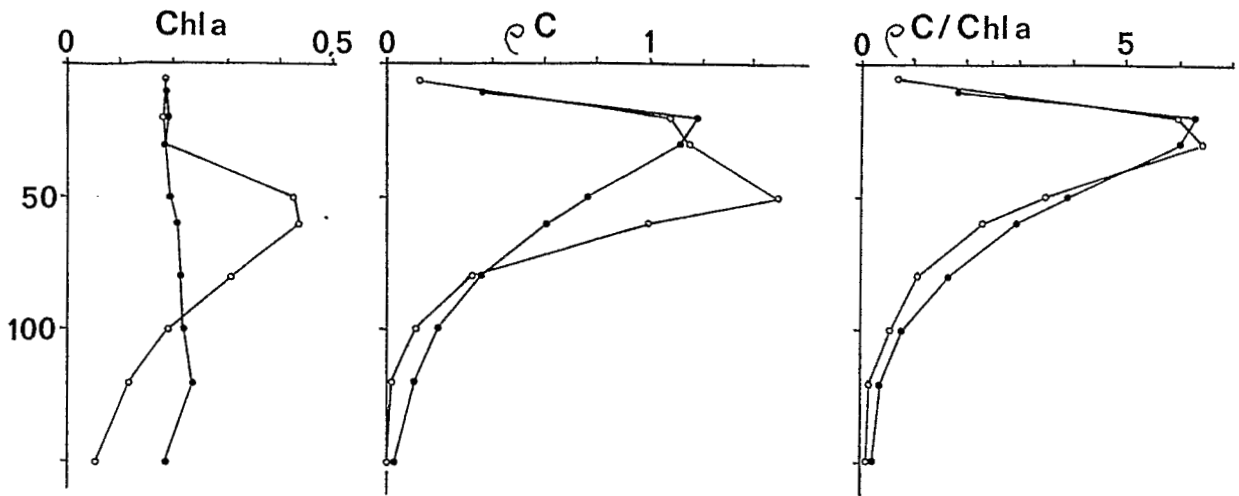


Fig. 30 - Chla = chlorophylle a ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) à 6h.  
 Cercles vides : jour 4. Cercles pleins : jour 7.  
 -  $pC$  = production primaire ( $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ ) de 6h. à midi.  
 lumière incidente : jour 4 = 1170 et jour 7 = 920  $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$   
 -  $pC/\text{Chla}$  = indice de productivité ( $\text{mgC}\cdot\text{mgChla}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ).

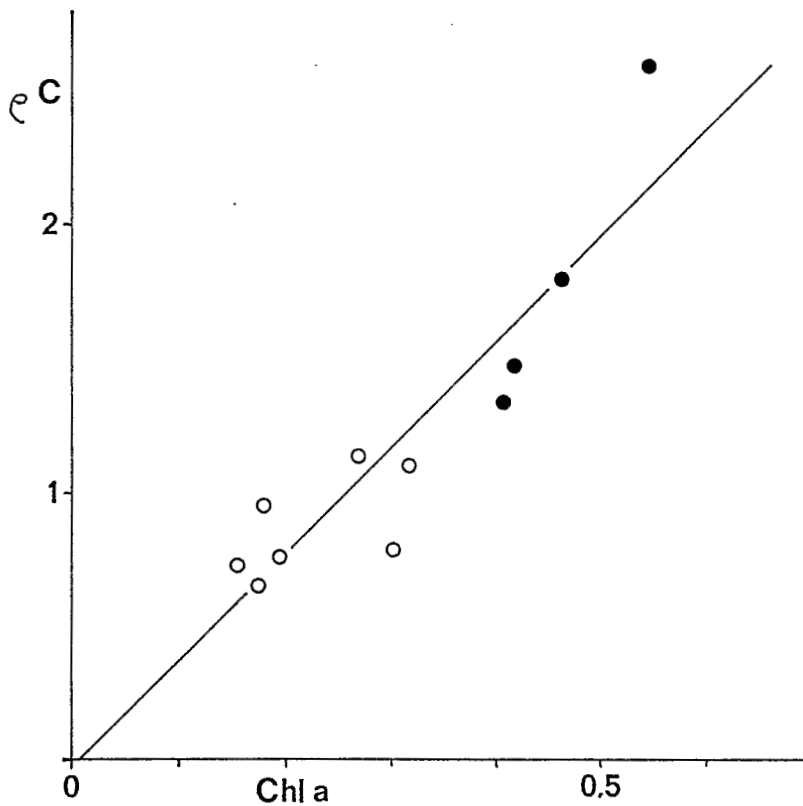


Fig. 31 - Production primaire ( $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ ) en fonction de la chlorophylle présente en début d'incubation ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Données provenant de mesures du 2<sup>e</sup> au 8<sup>e</sup> jour. Cercles vides :  $\text{NO}_3 < 0,1 \mu\text{mole}$ . Cercles pleins :  $\text{NO}_3 > 0,1 \mu\text{mole}$ . Lumière disponible : 28 à 44  $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

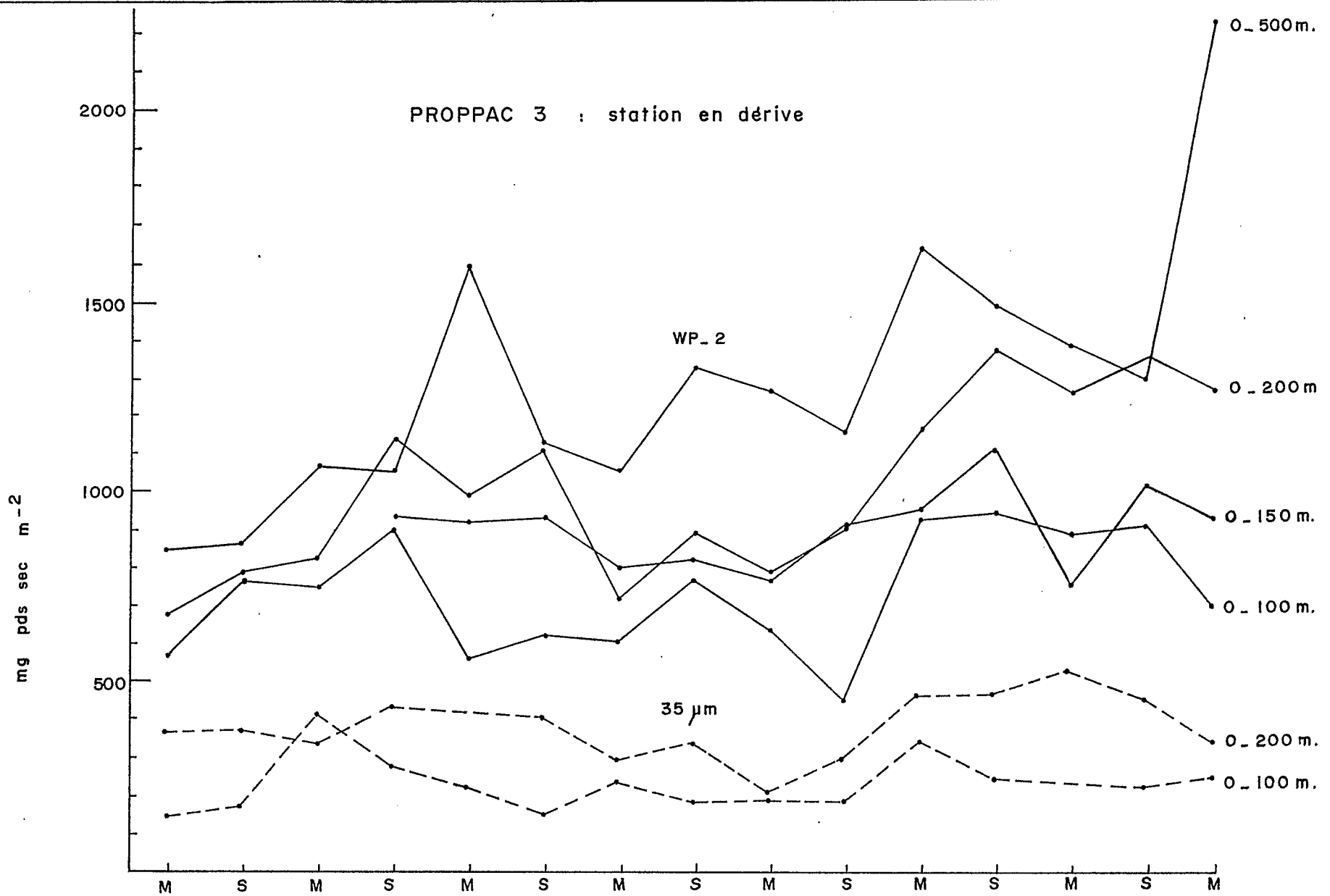


Fig. 32 - Evolution des poids secs de zooplancton ( $\text{mg.m}^{-2}$ ) des fractions 35-200 $\mu\text{m}$  et 200-2000 $\mu\text{m}$  (WP-2) lors de la station en dérive de PROPPAC 3

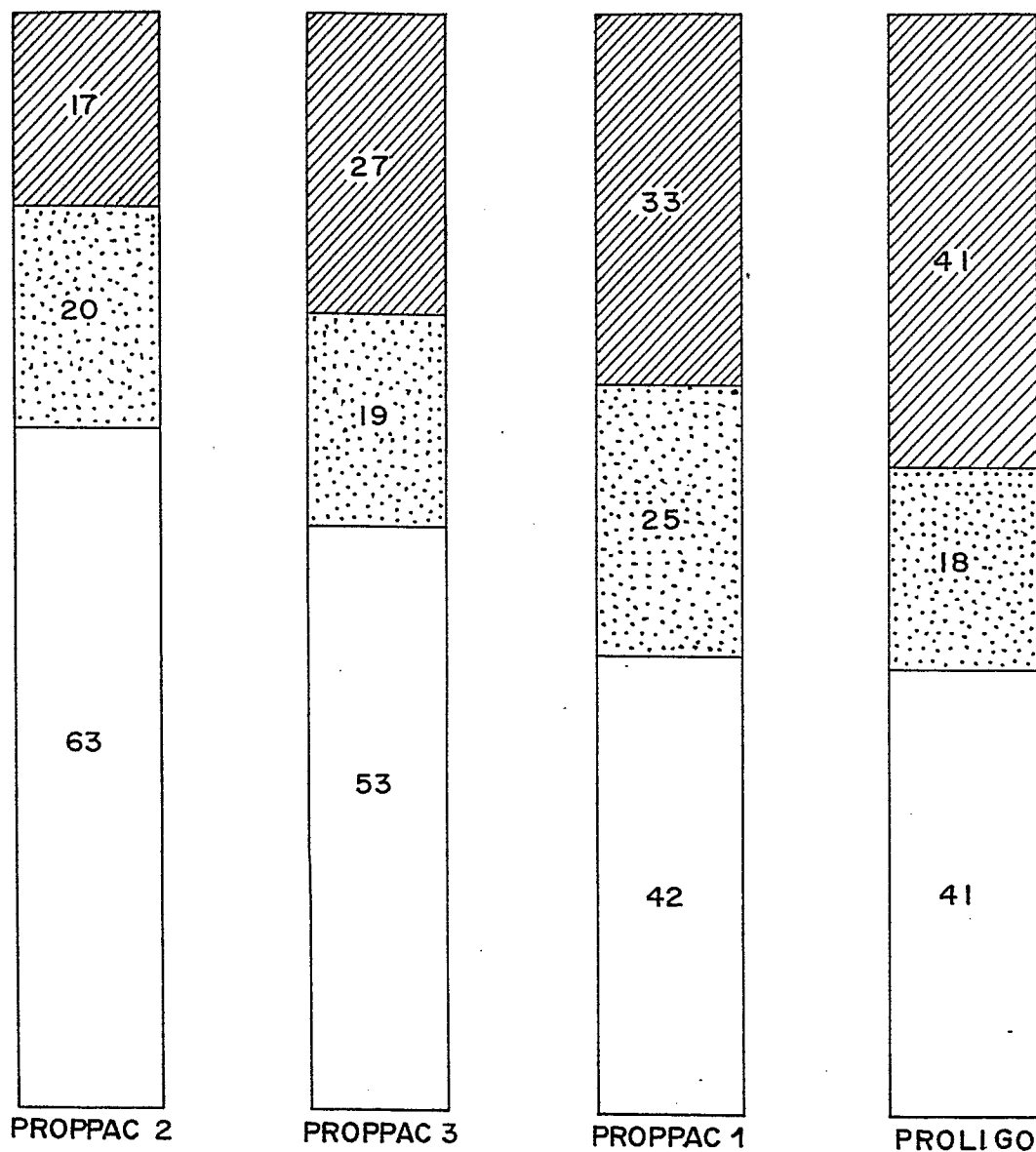
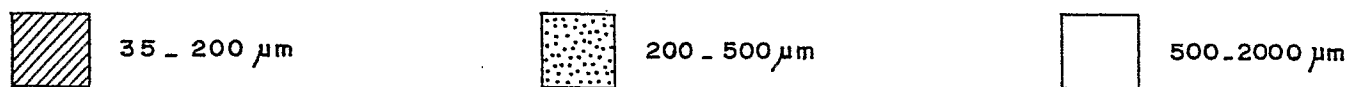


Fig. 33 - Importances respectives (en %) des différentes classes de tailles de zooplancton lors des points fixes de PROLIGO et PROPPAC 1, 2 et 3.