

# Direction de l'Environnement et des Recherches Océaniques

## HYDROLOGIE ET DISTRIBUTION DE DINOPHYSIS EN JUIN 1988, DANS LA FRANGE COTIERE NORD GASCOGNE

par Patrick LASSUS, Philippe TRUQUET, Loïc LE DEAN, et Michèle BARDOUIL



DERO-89-08-MR

# INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE POUR L'EXPLOITATION DE LA MER



<b>AUTEUR (S) :</b> LASSUS P., TRUQUET P., LE DEAN L., BARDOUIL M.		<b>CODE :</b> N° <u>DERO-89-08-MR</u>
<b>TITRE</b> HYDROLOGIE ET DISTRIBUTION DE DINOPHYSIS EN JUIN 1988, DANS LA FRANGE COTIERE NORD-GASCOGNE		date : juin 1989 tirage nb : 30 Nb pages : 69 Nb figures : Nb photos :
<b>CONTRAT</b> (intitulé) N° _____	<b>DIFFUSION</b> libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte <input type="checkbox"/> confidentielle <input type="checkbox"/>	

## RÉSUMÉ

Une campagne de prélèvements phytoplanctoniques et de mesures hydrologiques a été réalisée du 14 au 24 juin 1988 dans la frange côtière comprise entre Camaret et l'île d'Oléron. 62 stations ont été échantillonnées jusqu'à 30 m de profondeur à l'intérieur de la zone limitée par la sonde 50 m. Une attention particulière a été portée à deux dinoflagellés toxiques : Dinophysis spp et Gyrodinium aureolum. Dinophysis spp est davantage représenté dans le secteur Loire/Vilaine, qui se singularise par des teneurs plus élevées en Nitrates en surface et en Phosphates à - 30 m, tandis que les taux de chlorophylle a sont également plus abondants qu'ailleurs. Cette configuration particulière est à mettre en relation avec les apports de la Loire et de la Vilaine. Dinophysis est le plus abondant en baie de Vilaine (teneurs très élevées en Phosphates) et en baie de Douarnenez (pas de configuration hydrologique particulière), ainsi qu'à l'ouest de Belle-Ile, où les eaux sont pauvres en nutriments et en phytoplancton mais présentent une stratification superficielle très marquée. G. aureolum est présent uniquement à l'extrême ouest de la Bretagne, les densités maximales étant extérieures à la baie de Douarnenez et localisées à - 10 m. Aucune corrélation significative directe n'a pu être mise en évidence entre les sels nutritifs et les abondances respectives de Dinophysis et Gyrodinium. En revanche, ces deux espèces semblent corrélées au gradient thermique entre 20 et 30 m, plus précisément à la discontinuité entre les eaux froides et plus riches en nutriments du fond et les eaux superficielles plus chaudes.

mots-clés :

Phytoplancton, Dinophysis, Gyrodinium aureolum, Hydrologie, sels nutritifs, campagne côtière, Nord Gascogne.

© IFREMER - Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, 1985.



ABSTRACT :

During the oceanographic cruise of June 1988, phytoplankton and correlated hydrological parameters were studied in the coastal area between Camaret and Ile d'Oléron. 62 stations were sampled in the 0-30 m layer within the 50 m depth limited coastal area. Observations focused on two toxic dinoflagellate species : Dinophysis spp and Gyrodinium aureolum. Dinophysis spp is more abundant in the Loire/Vilaine area, which is characterized by high surface Nitrate levels, high 30 m depth Phosphate levels and Chlorophyll a amounts higher than elsewhere during the survey. This particular pattern can be related to the Nutrient outputs of Loire and Vilaine Rivers. Max. Dinophysis concentrations were observed in Vilaine bay (very high Phosphate levels) and in Douarnenez bay (no special hydrological pattern) as well as in the west of Belle-Ile, with low phytoplankton amounts and poor nutrient levels but with as strong surface stratification. G. aureolum was observed only in far-west of Brittany, with max. concentrations outside of Douarnenez bay, at - 10 m depth. No direct significative correlation was found between nutrients and either Dinophysis or Gyrodinium concentrations. On the other hand, both species are correlated with 20-30 m thermal gradient, more precisely, the enriched cold bottom waters and warmer surface waters : discontinuity.

Key words : Phytoplankton, Dinophysis, Gyrodinium aureolum, Hydrology, Nutrients, coastal cruise, Northern Biscaye.

**HYDROLOGIE ET DISTRIBUTION  
DE DINOPHYSIS EN JUIN 1988  
DANS LA FRANGE COTIERE NORD-GASCOGNE**

**LASSUS P., TRUQUET P., LE DEAN L., BARDOUIL M.**

## I - INTRODUCTION

En 1986 et 1987, la distribution superficielle de Dinophysis dans le secteur sud breton avait déjà été étudiée en relation avec quelques paramètres hydrologiques simples : température, salinité, densité, chlorophylle a (rapports DERO-86-11-MR et DERO-88-02-MR). Il avait été clairement établi que la distribution estivale du dinoflagellé Dinophysis n'était pas limitée à une zone côtière restreinte aux baies et estuaires, mais s'étendait à plus de 30 miles des côtes selon un gradient croissant du large vers le littoral. De plus, en 1986, une zone stratifiée située au sud d'une ligne Noirmoutier/Belle Ile, avait été déterminée comme site potentiel d'accumulation de Dinophysis au large. Cette stratification, liée à une thermocline superficielle importante, a été cependant moins marquée en 1987 qu'en 1986, tandis que - par voie de conséquence ? - les concentrations côtières de Dinophysis étaient globalement plus faibles en 1987. Par ailleurs, l'étude d'un autre dinoflagellé toxique : Gyrodinium aureolum, avait montré en 1987 une certaine extension sud de cette espèce, avec un niveau préférentiel d'accumulation en subsurface (- 10 m), alors que Dinophysis était plus abondant dans les niveaux très superficiels (1 m - 3 m).

Cependant, ces deux campagnes n'avaient permis de démontrer ni une relation entre les densités de Dinophysis et les teneurs en sels nutritifs, ni un accroissement réel des densités cellulaires au large avant une hypothétique contamination de zones côtières semi fermées (baies de Vilaine et de Douarnenez par exemple). De ce fait, et également en raison de la contamination des pertuis charentais en mai 1987, la zone d'étude a été élargie en 1988 à une bande côtière allant de Camaret jusqu'à l'île d'Oléron, limitée au large par la sonde 50 m. En effet, les campagnes précédentes et le suivi pendant 4 ans des populations en baie de Vilaine, avaient montré que le maximum saisonnier de Dinophysis est observable en juin en Bretagne sud et que les densités cellulaires superficielles diminuent rapidement sur le plateau continental à l'ouest de la zone correspondant à la sonde 50 m. De plus, les sels nutritifs (nitrates et phosphates) ont été analysés au cours de cette campagne.

## II - METHODES

Les prélèvements d'eau pour analyse de phytoplancton ont été réalisés au moyen de bouteilles à renversement "Tsurumi", à - 1 m, - 3 m, - 5 m, - 10 m, - 20 m et - 30 m sur 57 stations dont les coordonnées sont consignées dans l'annexe 1. Cet échantillonnage a été réalisé entre le 12 et le 23 juin 1988 et les prélèvements ont été répartis en flacons de 250 ml fixés au Lugol acétique, puis au formol à 2 pour mille et examinés au grossissement x 100 ou x 250 sur microscope inversé selon la méthode Uthermöl (1958). Les différentes espèces de Dinophysis ont été dénombrées, de même que les cellules en division, à partir de sous-échantillons de 25 ml en cuve à sédimentation. Parallèlement, compte tenu de la présence d'un autre dinoflagellé toxique : Gyrodinium aureolum, dans les échantillons, cette espèce a également été dénombrée. Les températures ont été enregistrées pour chaque prélèvement par thermomètres à renversement, et les salinités mesurées sur salinomètre conductimètre BECKMAN. Enfin, l'estimation des pigments, sous

forme de chlorophylle a, a été faite à chaque prélèvement selon le méthode de YENTSCH et MENZEL (1963) et calculée d'après les équations de LORENZEN (1966).  
 La chlorophylle active : 
$$\frac{\text{chlorophylle a}}{\text{chloro. a + phaeopigments}} \times 100$$
 (taux de chlorophylle active).

a également été calculée.

Les Nitrates et Phosphates ont été analysés sur autoanalyseur TECHNICON (TREGUER et LECORRE, 1975) après filtration des échantillons sur microfibrilles de verre WHATMANN GF/C de 25 mm de diamètre. Les échantillons étaient ensuite conservés au congélateur à - 30°C jusqu'à l'analyse. Les méthodes utilisées pour Nitrates et Phosphate étaient respectivement celles de WOOD et al. (1967) et MURPHY et RILEY (1962). L'ensemble des prélèvements a été réalisé sur le N.O. GWEN-DREZ et la sonde était vérifiée à chaque station. Le traitement des données au laboratoire a pu être réalisé grâce aux moyens informatiques existants (Microordinateur GOUPIL G5 et table traçante HEWLETT-PACKARD).

### III - RESULTATS

#### III.1 - Cartographie

La localisation des radiales et des stations est représentée sur les annexes 2 et 3. Dans un premier temps, et afin d'avoir une vue d'ensemble des résultats de la campagne, nous avons cartographié les données quantitatives marquantes en divisant la zone d'étude en trois sous-zones : ouest-Bretagne, ensemble Loire-Vilaine/baie de Quiberon, et secteur des Pertuis charentais. Des résultats d'analyse hydrologique et des prélèvements phytoplanctoniques provenant du pertuis breton, pendant la même période d'étude, nous ont aimablement été communiqués par M. SOULARD, de la cellule antipollution du littoral Vendée. Ces données ont été également représentées ici en cartographiant à plus petite échelle le secteur "Pertuis breton". En ce qui concerne Gyrodinium aureolum (fig. 1) seul le secteur ouest-Bretagne a été représenté, cette espèce n'ayant pas été détectée plus au sud, à la différence de 1987. Tous les niveaux échantillonnés ont été moyennés et il est remarquable de constater une forte accumulation de Gyrodinium à la station 6, soit dans la partie externe de l'ensemble baie de Douarnenez/rade de Brest. La distribution verticale de Gyrodinium sera étudiée plus loin, mais les niveaux révélant les plus fortes densités cellulaires se situent globalement à - 10 m pour les stations 1 à 6, ce qui corrobore les observations de 1987.

Le même type de représentation a été utilisé pour Dinophysis et les cartes correspondantes se réfèrent aux fig. 2 à 5. Le secteur ouest-Bretagne, échantillonné en début de campagne, présente une différence marquée entre la zone côtière, pauvre en Dinophysis, et la partie interne de la baie de Douarnenez où les plus fortes densités cellulaires de la campagne sont observées aux stations 4 et 5. Comparativement, l'ensemble Loire/Vilaine-baie de Quiberon apparaît globalement mieux colonisé par Dinophysis, avec des densités moyennes plus importantes en zone côtière. Des secteurs particuliers comme le nord et l'ouest de Belle-Ile et surtout la baie de Vilaine (stations 24 et 57) présentent des densités importantes pour l'espèce, soit des maximums de 2 000 cellules.l<sup>-1</sup>. En revanche, la côte charentaise est très peu colonisée par Dinophysis y compris le Pertuis breton. Afin de replacer cette

distribution moyenne de Dinophysis et Gyrodinium en zone côtière par rapport au reste du phytoplancton, nous avons déterminé qualitativement pour chaque échantillon les espèces présentes, qu'elles appartiennent à la classe des dinoflagellés ou des diatomées (annexe 4). On remarque ainsi que D. sacculus est présent dans 98 % des stations échantillonnées, alors que des espèces produisant des blooms comme Rhizosolenia shrubsolei ne sont dénombrées que dans 76 % des stations. La distribution de Dinophysis est donc très large, plus encore que d'autres dinoflagellés également très représentés par rapport au diatomées, comme D. rotundata, Prorocentrum micans, Noctiluca scintillans, Ceratium furca et C. fusus.

Nous avons représenté sur les figures 6 à 8, les valeurs en chlorophylle a, en  $\text{mg/m}^3$ , à tous les niveaux échantillonnés. De même que les années précédentes, il était en effet intéressant de comparer les développements phytoplanctoniques observés aux teneurs en chlorophylle. Pour ce qui est du secteur ouest-Bretagne (fig. 6) ces valeurs sont faibles (inférieures à  $1 \text{ mg/m}^3$ ) y compris aux stations 4, 5 et 6 qui sont marquées soit par des développements superficiels de Dinophysis, soit par un bloom de Gyrodinium. Dans ce dernier cas, le pic de chlorophylle à - 10 m (st. 6) correspond en effet au maximum de concentration de cette espèce. Il a été nécessaire de changer d'échelle dans le secteur Loire-Vilaine, dans la mesure où les stations 19, 24 et 57 étaient très chargées en chlorophylle. Pour ces trois stations, un bloom à Rhizosolenia shrubsolei a pu être mis en évidence, tandis que Dinophysis est représenté en baie de Vilaine (plus de 1 000 cellules/litre) aux stations 24 et 57. D'autres pics superficiels en chlorophylle peuvent également être reliés à la dominance d'une espèce. C'est le cas pour Rhizosolenia shrubsolei aux niveaux 1 m et 3 m de la station 34. Aux autres stations, ces concordances sont moins évidentes mais ne peuvent pas être reliées aux développements de Dinophysis (par exemple stations 21 et 23). Globalement néanmoins, tout le secteur Loire-Vilaine Quiberon-Belle Ile présente des teneurs en chlorophylle plus élevées que dans le secteur précédent, ce qui peut être mis en parallèle avec les apports nutritifs de la Loire et de la Vilaine. Les stations les plus éloignées de la côte (21 - 27 - 30 - 33) sont aussi les plus pauvres en phytoplancton, que ce soit à l'examen microscopique ou à l'analyse des chlorophylles. Enfin, pour le secteur Vendée-Charentes, les teneurs sont basses, excepté dans la frange littorale (stations 43 - 56 et 54). Il est néanmoins curieux de remarquer à deux stations la présence d'un bloom à Prorocentrum balticum. Cette efflorescence, localisée uniquement au niveau 20 m de la station 46 et 20 m de la 53, correspond respectivement à des concentrations cellulaires de 173 000 et 160 000 cellules. $\cdot\text{l}^{-1}$ . Néanmoins, ces deux stations sont pauvres en espèce et présentent des teneurs basses en chlorophylles, illustrant vraisemblablement la petite taille des cellules (10-12  $\mu$ ) de P. balticum.

Ces différentes observations sont à relier aux teneurs en sels nutritifs, nitrates et phosphates, mesurées au même moment, et parallèlement, à la stratification des eaux côtières engendrée par un gradient thermique, lorsqu'il est présent.

Pour ce qui est des nitrates, leurs teneurs sont représentées à - 1 m et - 30 m sur les figures 9 à 11 pour les trois secteurs considérés. Les valeurs observées sont globalement plus élevées à - 30 m qu'en surface, en particulier en zone côtière. Cependant en Bretagne ouest (stations 1 à 11), les teneurs sont relativement plus faibles que dans tout le reste des zones prospectées. En fait, tout le secteur compris entre le rivage et la sonde 50 m, depuis l'estuaire du Belon jusqu'à l'ouest de l'Ile d'Oléron, présente à

- 30 m des concentrations non négligeables en nitrates, comprises entre 0,9 et 11,6  $\mu\text{moles.l}^{-1}$ . Si l'on considère seulement les concentrations en surface, elles sont maximales aux stations 25, 28, 31, 54 et 56 soit à proximité de zones soumises aux apports respectifs de la Loire et de la Charente. Il n'est cependant pas possible d'établir une quelconque corrélation entre ces teneurs et les densités phytoplanctoniques dénombrées ou estimées globalement par la chlorophylle a. Nous analyserons plus en détail certaines stations par l'étude des profils verticaux.

La distribution des phosphates a été représentée comme pour les nitrates, sur les figures 12 à 14 et pour les 3 secteurs considérés. D'une façon générale et très classiquement, les valeurs en phosphates sont plus élevées à - 30 m qu'à - 1 m et davantage dans la frange côtière limitée par la sonde - 50 m qu'à l'extérieur de cette zone. Pour les sondes inférieures à - 30 m, la valeur de phosphate au fond a été relevée et ceci se traduit par des valeurs plus élevées dans le secteur Loire-Vilaine, avec un pic surface-fond en baie de Vilaine (station 57). Les teneurs à - 30 m sont faibles dans le secteur Vendée-Charentes et on ne peut, compte tenu de la pauvreté globale en surface, qu'essayer de mettre en parallèle les apports de la Loire et de la Vilaine avec l'augmentation relative (0,02 à 0,51  $\mu\text{moles/l}^{-1}$ ) des phosphates à -30 m dans la zone soumise à ces apports. Si on considère, cette fois, les plus fortes concentrations moyennes en Dinophysis enregistrées pendant la campagne, seule la station 57 affiche une éventuelle relation avec des teneurs élevées en phosphates. Ce n'est cependant pas le cas en baie de Douarnenez (stations 4 et 5). Une analyse plus détaillée sera également réalisée plus loin.

Enfin, un dernier élément a été pris en considération, au même titre que les précédentes campagnes de 1986 et 1987. Il s'agit du gradient thermique traduit ici par le différentiel de température entre - 1 m et - 10 m, soit la tranche d'eau dans laquelle Dinophysis semble s'accumuler lorsque la thermocline est peu profonde (comme ce fut le cas en 1986).

Par ailleurs, et dans la mesure où les augmentations de la concentration verticale de Dinophysis ont été décelées au cours de cette campagne à des niveaux plus profonds (- 20 m et - 30 m) le différentiel de température entre - 10 m et - 30 m a également été représenté (figures 15 à 17).

L'analyse des 3 secteurs étudiés pour ce qui concerne uniquement la tranche d'eau 0-10 m fait apparaître des gradients thermiques supérieurs à 2°C uniquement dans les secteurs les plus sud (Loire/Vilaine et Charentes/Vendée) ce qui traduit sans doute également une augmentation sensible de la température de l'air au moment des prélèvements dans ces deux zones d'études. Néanmoins, dans le secteur Loire/Vilaine, les stations 21, 26, 31 et 35 présentent un dT supérieur à 2°C, voire à 4°C (st. 35) et les deux zones considérées (ouest de Belle-Ile et ouest Noirmoutier) correspondent à des concentrations moyennes en Dinophysis dans la colonne d'eau plus importante.

En revanche, et malgré des gradients supérieurs à 2°C aux stations 43, 49, 52, 53 et 56, il n'est pas possible d'associer sur le littoral Charentes/ Vendée le dT de la tranche 0-10 m avec des concentrations élevées de Dinophysis, ces dernières restant assez faibles. Cependant, là encore, un examen plus détaillé de la répartition verticale de ce dinoflagellé est nécessaire pour confirmer ces observations. Enfin, comme on pouvait s'y



attendre, les eaux de profondeur supérieures à - 10 m sont globalement nettement plus froides qu'en surface et cet écart est d'autant plus net que l'on assiste à un réchauffement des eaux superficielles. A ce titre, les stations d'ouest-Bretagne (1 à 11) sont thermiquement plus homogènes que les stations plus sud.

### III.2 - Profils verticaux

L'ensemble des profils verticaux se référant aux mesures hydrologiques a été mis en annexe tandis que les concentrations cellulaires de Dinophysis sont représentées sur deux figures et par ordre croissant de numéro de radiale.

Les profils verticaux des densités de Dinophysis ont été représentés sur les figures 18 et 19. Quelques radiales sont particulièrement intéressantes et nous nous référerons dans ce cas aux annexes correspondantes pour les profils de température, salinité, densité, chlorophylle a, chlorophylle active, nitrates et phosphates (annexes 5 à 36). C'est le cas de la radiale n° 2 (stations 4 à 6) où, pour une profondeur allant de 28 à 60 m, des densités importantes (640 à 2 700 cellules.l<sup>-1</sup>) sont détectées près de la surface (0-5 m) en baie de Douarnenez et à - 10 m à la station 6. Aux stations 4 et 5, entre 2 et 8 % des cellules comprises entre 0 et 5 m sont en divisions, ce qui indique une population physiologiquement active.

Cette radiale ne présente, à aucune station, une stratification thermique ou saline, il n'y a donc pas de pycnocline décelable. On note en revanche un pic de chlorophylle a et de chlorophylle active à - 10 m, le plus élevé étant à la station 6 et correspondant probablement au pic de Gyrodinium aureolum observé à ce niveau (11 800 cellules.l<sup>-1</sup>). Les profils de nitrates et phosphates ne présentent pas de teneurs significatives avant 20 m pour les nitrates (figure 20).

A la station 21 (radiale 7), soit à l'ouest de Belle Ile, une forte concentration superficielle de Dinophysis est décelable à - 1 m (3 600 cellules.l<sup>-1</sup>) correspondant à un gradient thermique et une dessalure marqués entre 0 et 5 m, soit une pycnocline également marquée.

Cette station est pauvre en espèce, ce qui est confirmé par l'examen du profil en chlorophylle a et les valeurs en nitrates et phosphates sur le profil ne présentent pas de variations significatives.

La radiale 9 est particulière en ce sens qu'elle commence dans une zone critique, la baie de Vilaine (station 57) pour finir au sud de Belle-Ile, au delà de la sonde des 50 m. Il est difficile de comparer les différentes stations de cette radiale qui n'ont pas été échantillonnées aux mêmes dates. Néanmoins, on peut noter une accumulation superficielle de Dinophysis aux stations 27 et 57, alors qu'aux stations 24 et 26 les plus fortes densités ne sont décelées qu'à 20 ou 30 m. Les gradients thermiques sont peu marqués, mais une halocline de niveau variable est observée entre 0 et 10 m aux stations 57 et 24 à 26. Les valeurs de chlorophylle a sont particulièrement élevées à la station 24, en surface et à - 10 m, ce qui correspond à un bloom de diatomées (Rhizosolenia shrubsolei). Les valeurs de nitrates sont élevées à partir de - 10 m aux stations 24 à 26, de même que les phosphates à la station 24. Les phosphates n'ont pas été représentés à la station 57 pour des raisons d'échelle, leurs valeurs étant particulièrement importantes (2.03 à

3.44  $\mu\text{moles/l}^{-1}$ ). Dans l'ensemble et à l'exception de la station 27, plus au large et pauvre en phytoplancton, les stations étudiées sur cette radiale semblent bénéficier des apports d'eaux dessalées riches en nutriments, la station 57 (baie de Vilaine) se singularisant par ses valeurs élevées en phosphates, déjà représentées sur la figure 13 et de fortes concentrations en Dinophysis sur une hauteur d'eau faible (fig. 3).

Une dernière radiale présentant des profils de Dinophysis plus importants en surface est la radiale 11 (stations 31 à 33). Le gradient thermique superficiel est d'autant plus marqué que l'on se rapproche de la côte et une forte dessalure est sensible à la station 31 se traduisant par une forte pycnocline et des teneurs superficielles très élevées en chlorophylle a ( $21 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$  et bloom à Chaetoceros). Les valeurs de nitrates sont élevées à cette station, ainsi qu'à la 32 et les phosphates sont croissants à partir de - 3 m et à partir de - 10 m respectivement aux stations 31 et 32 et en allant vers le fond. On peut également évoquer dans ce cas un enrichissement dû aux apports de la Loire, bien qu'une relation plus nette semble exister entre l'augmentation de l'abondance des Dinophysis et la pycnocline (fig. 21).

Globalement, et en dehors de ces radiales particulières, les profils de concentration en Dinophysis figurent des densités superficielles faibles tendant généralement à une légère augmentation vers - 20 m à - 30 m aux stations 9, 12, 13, 15, 23, 28, 29, 39, 43, 49, 53 et 56, soit le plus souvent les stations les plus côtières. Cette tendance semble également décelable à l'intérieur du Pertuis breton (stations 58 à 62).

Néanmoins, afin de ne pas limiter cette approche aux seules observations hydrologiques, nous avons essayé d'analyser ces différents paramètres en vue de trouver des corrélations significatives.

### III.3 - Analyse des corrélations

Un certain nombre de paramètres ont été sélectionnés et les coefficients de corrélation partiels ont été calculés et représentés sur les matrices de corrélations des tableaux 1 et 2. Dans le premier tableau, toutes les concentrations de Dinophysis mesurées in situ ont été utilisées et corrélées (sous forme du logarithme décimal) aux paramètres hydrologiques correspondants ou calculés (indice de stabilité E = écart densité/écart profondeur x 1 000). Aucune corrélation significative n'est décelable dans ce cas pour les dinoflagellés. Cependant, des coefficients significatifs sont trouvés entre les nitrates et la température et la salinité, traduisant ici l'affinité apparente sur les cartes, entre les eaux froides de fond et l'augmentation des teneurs en nitrates. Le deuxième tableau reprend les mêmes paramètres ainsi que quelques indices calculés (indice de stabilité 1-10 m, écart thermique 1-10 m et 1-30 m), mais cette fois les concentrations de Dinophysis ont été sélectionnées pour correspondre à des valeurs supérieures ou égales à 200 cellules. $\text{l}^{-1}$ , soit des concentrations pouvant contaminer les coquillages. Dans ce cas non plus, il n'est pas possible de détecter une corrélation significative entre le log de la concentration de Dinophysis (ou Gyrodinium) et l'un quelconque des paramètres testés.

	Salinité	Température	Densité	Chloro. a	Phaeopig.	NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub>	Log Gyro.	Log Dino.	E 10	E 30
Salinité	1.00										
Température	0.99	1.00									
Densité	0.99	- 0.99	1.00								
Chloro. a	- 0.08	0.08	0.08	1.00							
Phaeopig.	0.018	- 0.03	- 0.02	- 0.14	1.00						
NO <sub>3</sub>	0.41	- 0.43	- 0.41	- 0.03	- 0.05	1.00					
PO <sub>4</sub>	0.02	- 0.01	- 0.01	0.01	0.04	0.14	1.00				
Log Gyro.	0.08	- 0.10	- 0.08	- 0.04	- 0.06	- 0.14	0.08	1.00			
Log Dino.	0.05	- 0.07	- 0.05	0.09	0.00	0.12	0.00	- 0.04	1.00		
E10	0.06	- 0.08	- 0.06	- 0.10	- 0.26	- 0.10	- 0.007	- 0.11	- 0.04	1.00	
E30	0.33	- 0.31	0.33	0.13	0.00	0.17	- 0.08	- 0.25	- 0.13	- 0.06	1.00

Tableau 1. Coefficients de corrélation partiels (r).

E10 et E30 = indices de stabilité entre 1 et 10 m et entre 1 et 30 m.

n échantillon = 215

k = 14

Significativité testée par  $t = r/\sqrt{1 - r^2} (\sqrt{n - k})$ .

	Salinité	Tempéra.	Densité	E10	Chloro.a	Phaeopig	NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub>	Log Dino	DTTP	D30	Log Gyro
Salinité	-1.00000											
Température	<del>0.99569</del>	-1.00000										
Densité	<del>0.99967</del>	<del>0.99669</del>	-1.00000									
E10	-0.07328	0.05443	0.07350	-1.00000								
Chloro. a	-0.15162	0.12200	0.13873	-0.15831	-1.00000							
Phaeopig.	0.06708	-0.08366	-0.07050	-0.36136	-0.35344	-1.00000						
NO <sub>3</sub>	0.08401	-0.12171	-0.09305	-0.09745	-0.22518	-0.17730	-1.00000					
PO <sub>4</sub>	0.22430	-0.21874	-0.21919	0.06248	0.17391	0.14134	<del>0.63882</del>	-1.00000				
Log Dino.	-0.05420	0.04775	0.05822	-0.07076	0.07447	0.13434	-0.21243	0.26210	-1.00000			
DTTP	-0.02809	0.02040	0.02778	-0.28849	-0.33423	-0.35768	-0.00652	0.03879	-0.03884	-1.00000		
D30	0.20418	-0.18193	-0.21034	0.07842	0.10048	0.03392	0.28450	-0.13052	0.19627	<del>0.47997</del>	-1.00000	
Log Gyro.	-0.12394	0.08909	0.11927	-0.18597	-0.11896	-0.02782	-0.17997	0.10745	0.00140	0.07420	-0.22269	-1.00000

Tableau 2. Coefficients de corrélation partiels. E10 = indice de stabilité 1-10 m, D30 = différence de température 1-30 m, DTTP : différence de température 1-10 m). Pour log Dino une sélection a été faite pour les concentrations cellulaires > 200 cellules.l<sup>-1</sup>.

nombre de couples de données : n = 68.

	E1-10	E1-30	E10-30		T1-10	T1-20	T1-30	T10-30
Log Dino $\Sigma$	0.34	- 0.13	0.00	Log Dino $\Sigma$	- 0.01	- 0.10	- 0.20	- 0.24
Log Dino 1	- 0.08	- 0.19	0.04	Log Dino 1	- 0.09	- 0.19	- 0.26	- 0.30
Log Dino 3	0.09	- 0.03	0.03	Log Dino 3	- 0.16	- 0.36	- 0.44	- 0.41
Log Dino 5	0.03	0.00	0.24	Log Dino 5	- 0.12	- 0.28	- 0.46	- 0.42
Log Dino 10	- 0.06	0.09	0.20	Log Dino 10	0.10	- 0.24	- 0.46	- 0.54
Log Dino 20	0.05	- 0.18	- 0.12	Log Dino 20	0.30	0.27	0.14	0.00
Log Dino 30	- 0.25	- 0.45	- 0.39	Log Dino 30	0.34	0.38	0.40	0.29
Log Gyro $\Sigma$	0.05	0.38	0.32	Log Gyro $\Sigma$	- 0.24	- 0.29	- 0.47	- 0.41
Log Gyro 1	0.11	- 0.54	- 0.45	Log Gyro 1	- 0.39	- 0.39	- 0.59	- 0.45
Log Gyro 3	- 0.016	0.07	0.22	Log Gyro 3	- 0.04	- 0.10	- 0.30	- 0.37
Log Gyro 5	0.07	- 0.49	- 0.43	Log Gyro 5	- 0.30	- 0.35	- 0.62	- 0.56
Log Gyro 10	0.10	- 0.57	- 0.41	Log Gyro 10	- 0.30	- 0.37	- 0.64	- 0.57
Log Gyro 20	0.01	0.32	0.34	Log Gyro 20	- 0.19	- 0.27	- 0.39	- 0.36
Log Gyro 30	0.11	0.13	0.09	Log Gyro 30	- 0.18	- 0.17	- 0.06	- 0.05

Tableau 3. Coefficients de corrélation entre les concentrations en Dinophysis et Gyrodinium (log) et les indices de stabilités et écarts thermiques à différents niveaux, ou à tous les niveaux ( $\Sigma$ ).

En revanche, et pour ce qui concerne spécifiquement les facteurs physiques, nous avons calculé les coefficients de corrélation reliant le log de la concentration de Dinophysis (ou Gyrodinium) à différents niveaux avec l'indice de stabilité et l'écart thermique (tabl. 3). La même démarche avait été réalisée en 1986 et 1987. Dans le premier cas (indices de stabilité) des coefficients significatifs ne sont observés pour Dinophysis qu'à 30 m et pour les indices 1-30 m et 10-30 m, ce qui paraît correspondre aux augmentations de concentrations observées antérieurement sur les profils. Pour ce qui est de Gyrodinium, les coefficients sont significatifs à 1 m, 5 m et 10 m pour les indices 1-30 m et 10-30 m, ce qui est à rapprocher des observations sur les profils ouest Bretagne. Ces résultats sont corroborés par les corrélations trouvées entre écarts thermiques 1-30 m et 10-30 m et log de la concentration cellulaire. En effet là aussi, des coefficients significatifs sont décelables à 3,5 et 10 m pour Dinophysis et à 1,5 et 10 m pour Gyrodinium.

Néanmoins, compte tenu de l'absence de stratification thermique superficielle dans le secteur ouest Bretagne, pour ce qui est de Gyrodinium et de l'absence générale, ailleurs, de thermocline marquée pour expliquer les plus fortes densités superficielles observées de Dinophysis, on ne peut que supposer une relation entre les augmentations d'abondance cellulaire à - 20 ou - 30 m et la discontinuité entre les eaux superficielles plus chaudes et les eaux froides (plus riches en éléments nutritifs) de fond dans cette frange côtière limitée par la sonde - 50 m.

Il n'y a cependant aucune corrélation montrant un coefficient significatif entre les concentrations cellulaires en Dinophysis et les teneurs en nitrates et phosphates. Il est vrai que ces approximations mathématiques simples ne peuvent rendre compte à elles seules de phénomènes qui sont certainement plus complexes.

#### IV - CONCLUSIONS

Cette campagne, qui a été volontairement élargie à d'autres secteurs côtiers par rapport aux campagnes similaires de 1986 et 1987, permet de reconsidérer le problème du déterminisme d'apparition et d'expansion de Dinophysis sous un nouvel angle. En effet, un certain nombre d'observations sont à retenir, aussi bien au niveau hydrologique que biologique. Globalement, sur les trois secteurs étudiés : ouest-Bretagne, Loire-Vilaine et Charentes-Vendée, le secteur Loire-Vilaine se caractérise par des teneurs en nitrates et phosphates plus élevées qu'ailleurs, en particulier pour les phosphates en baie de Vilaine. Corrélativement, les concentrations en chlorophylle a sont plus élevées dans ce secteur où les apports de la Loire sont sensibles au niveau de la dessalure superficielle de certaines stations. Cependant, et globalement pour les trois secteurs considérés, les nitrates sont plus élevés à partir de - 30 m, ce qui est tout à fait classique pour la répartition verticale de ce nutriment. Ce sont les phosphates à - 30 m qui accentuent la différence pour le secteur Loire-Vilaine. Il n'est pourtant pas évident de corréler les variations d'abondances de Dinophysis en fonction de ces apports. En effet, si certaines zones, riches en sels nutritifs, comme la baie de Vilaine, présentent des concentrations moyennes élevées pour ce dinoflagellé, les mêmes observations sont également réalisables en baie de Douarnenez pour des teneurs basses en nutriment et une absence notable de stratification thermique ou haline.

Le facteur stratification thermique superficielle (0-10 m) ne paraît pas aussi prépondérant qu'en 1986 puisqu'il peut soit être lié à une augmentation d'abondance de Dinophysis (secteur Loire/Vilaine) soit à des concentrations faibles de cette même espèce (secteur Charentes-Vendée). Un seul cas de relation intéressante a été noté entre une pycnocline superficielle liée à des apports d'eaux chaudes dessalées et un bloom de Dinophysis (station 21). La pauvreté de cette station aussi bien en nutriments qu'en chlorophylle a et diversité spécifique du phytoplancton permet de supposer ici soit un rôle direct des facteurs physiques, soit un transport superficiel d'une population qui se serait développée ailleurs. Dans d'autres secteurs (radiales 9 et 11) les développements de Dinophysis semblent liés à des apports d'eaux dessalées enrichies en nutriments. D'une façon plus générale, et comme cela tend à être montré par les analyses de corrélations, il est possible d'établir un lien entre l'augmentation générale des concentrations en Dinophysis à partir de - 20 m, - 30 m (sur des profils où cette espèce est peu représentée) et la discontinuité entre des eaux superficielles plus chaudes et des eaux de fonds froides et riches en sels nutritifs.

Pour ce qui est de Gyrodinium aureolum, il n'est détecté que dans le secteur ouest-Bretagne, les concentrations cellulaires les plus importantes étant plutôt localisées à - 10 m et à l'extérieur des baies dans des zones où les apports en nutriments sont faibles. Dans ce cas, le pic de Gyrodinium et le pic de Chlorophylle a sont confondus.

En résumé, il n'a pas été possible de définir, comme en 1986, des secteurs "d'accumulation de Dinophysis sur une thermocline superficielle". En revanche, une certaine corrélation entre l'augmentation de densité cellulaire en profondeur et la proximité d'eaux plus froides, plus denses et le plus souvent plus riches en nitrates et phosphates, peut être évoquée. Néanmoins, aucune corrélation simple et directe entre nutriments et abondance de cette espèce - de même que pour G. aureolum - ne peut être montrée.

Ceci nécessite une approche particulière plus complexe, les variations d'abondance de Dinophysis le long d'un profil vertical pouvant être observées aussi bien pour une pauvreté phytoplanctonique marquée qu'en coïncidence avec un bloom important à diatomées.

#### Remerciements

Nous remercions l'équipage du Gwen-Drez pour son concours et pour leur participation à la campagne Mmes BARDOUIL, BOHEC et M. GALGANI.

#### Bibliographie

- LASSUS (P.), LE DEAN (L.), BOCQUENE (G.), BARDOUIL (M.), TRUQUET (P.), TRUQUET (I.) et LARRAZABAL (M.E.). 1986. Juin 1986 : distribution de Dinophysis au large de la Bretagne sud. Rapport IFREMER DERO-86-11-MR.
- LASSUS (P.), TRUQUET (P.), LE DEAN (L.), BARDOUIL (M.), TRUQUET (I.). 1988. Juin 1987 : distribution de Dinophysis au large de la Bretagne sud (II). Rapport IFREMER DERO-88-02-MR.

LORENZEN (C.J.). 1966. Method for the continuous measurement of in vivo chlorophyll concentrations. Deep Sea Research. 13 : 223-227.

MURPHY (J.) et RILEY (J.P.). 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chim. Acta. 27 : 31-36.

UTHERMOL (M.). 1958. Zur vervollkommung der quantitativen phytoplankton methodick. Mitt. Int. Verein. Theos. Angew. Limnol. 9 : 1-38.

WOOD (E.D.), ARMSTRONG (F.A.J.), RICHARDS (F.A.). 1967. Determination of nitrate in sea water by cadmium in copper reduction to nitrite. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 47, 23-31.

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



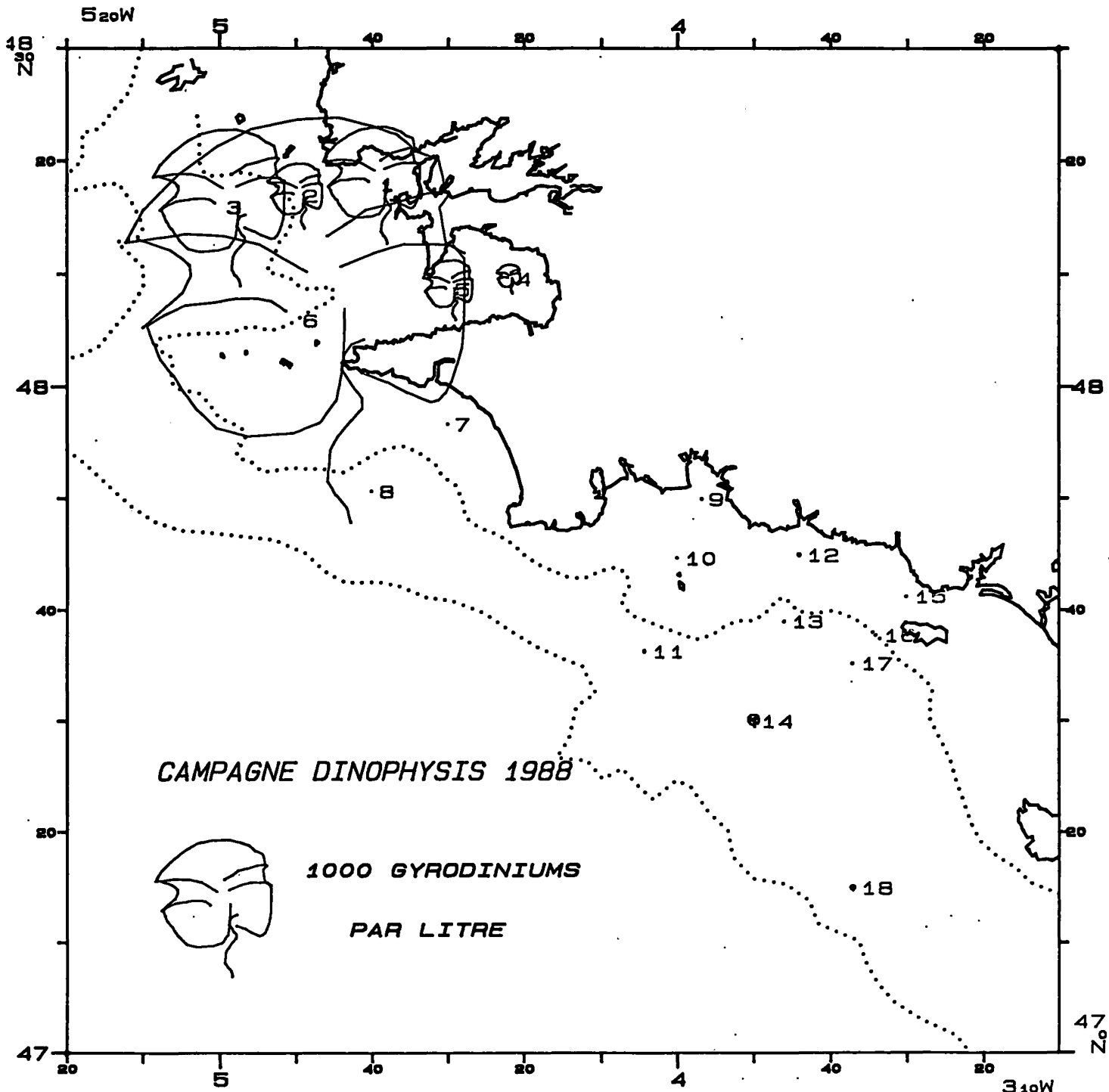


Fig. 1. Distribution moyenne des concentrations en *Gyrodinium aureolum* dans le secteur ouest-Bretagne.

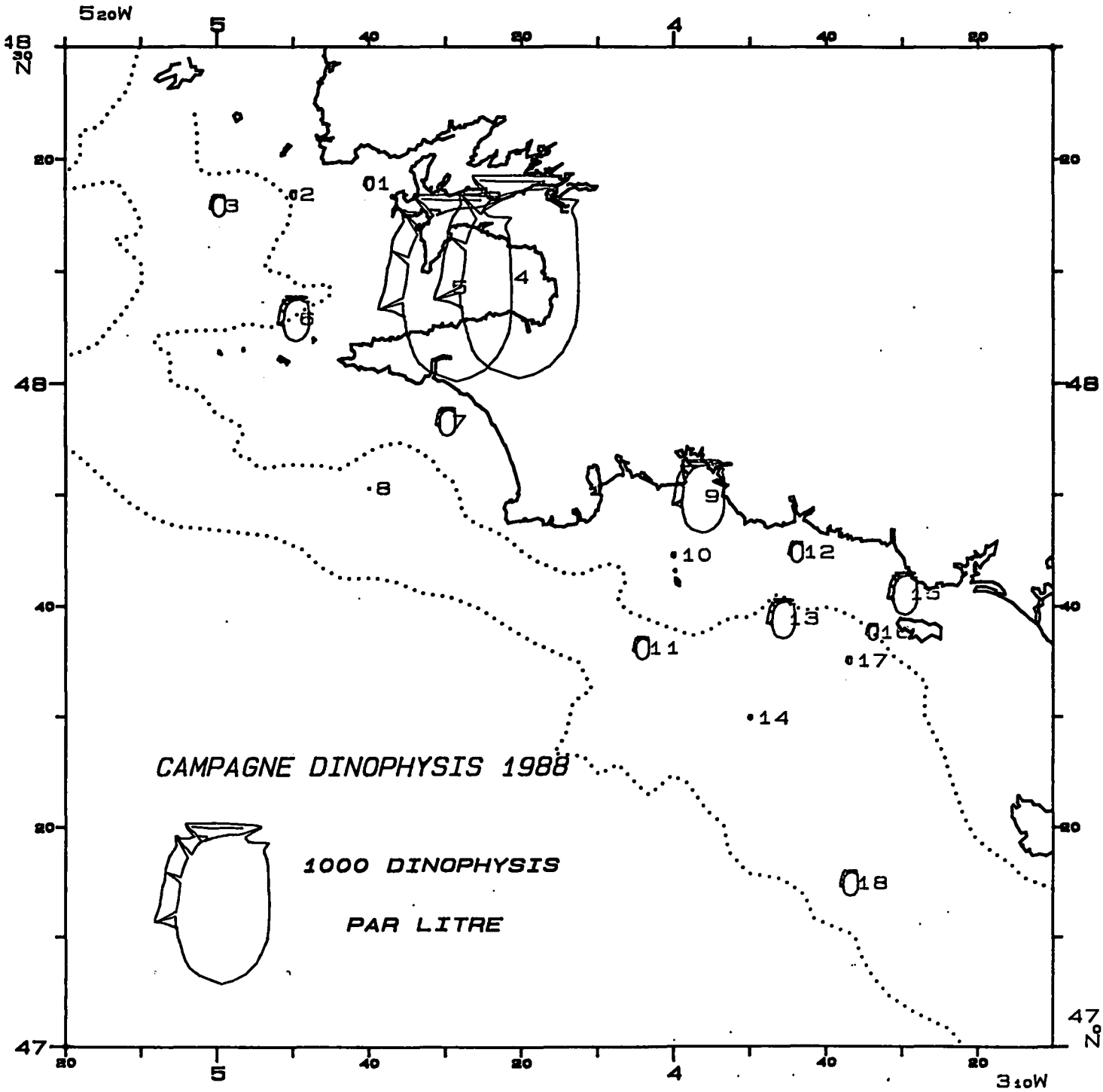


Fig. 2. Distribution moyenne des concentrations en *Dynophysis* spp. dans le secteur ouest-Bretagne.

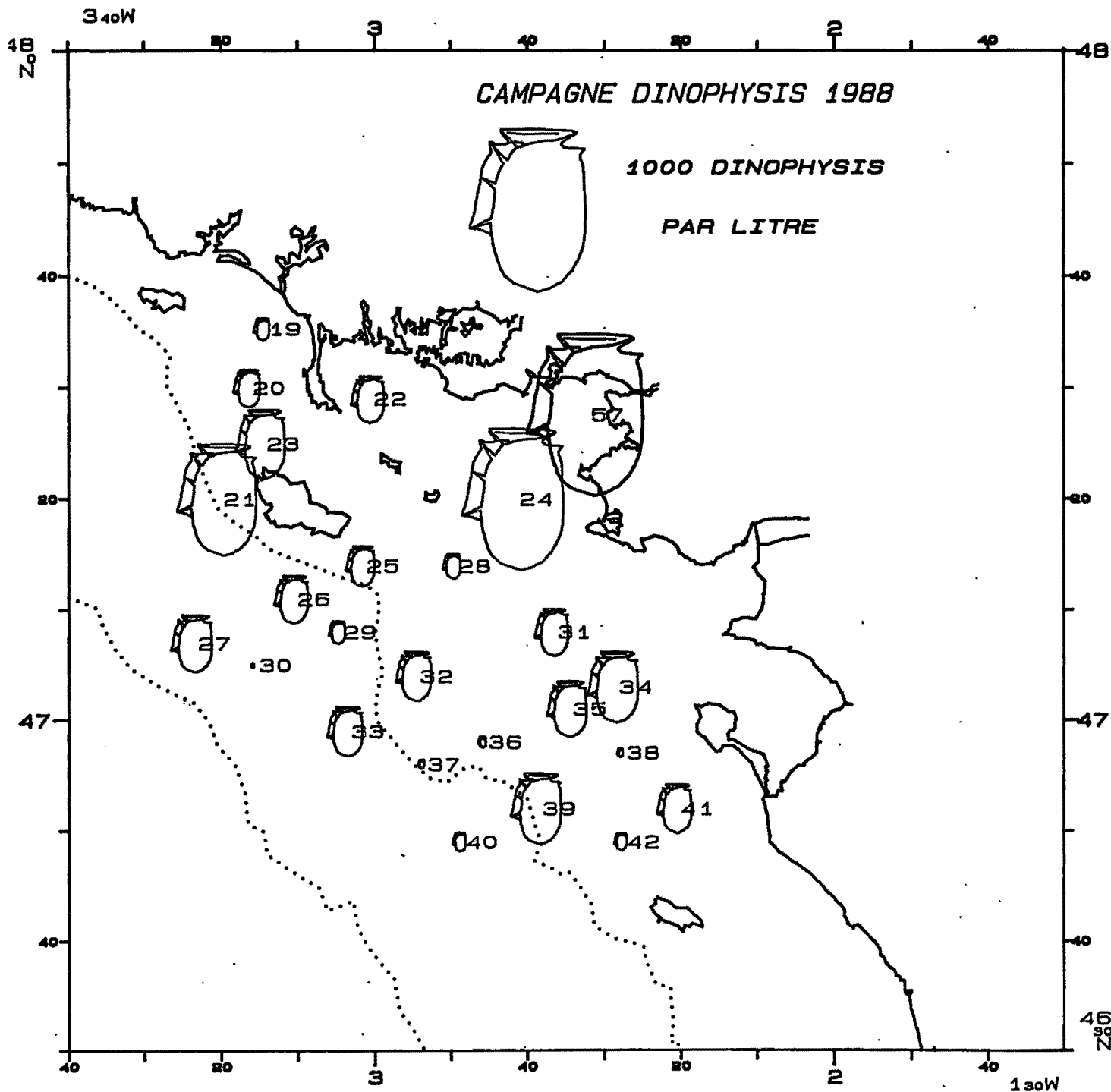


Fig. 3. Distribution moyenne des concentrations en *Dinophysis* spp. dans le secteur Loire-Vilaine.

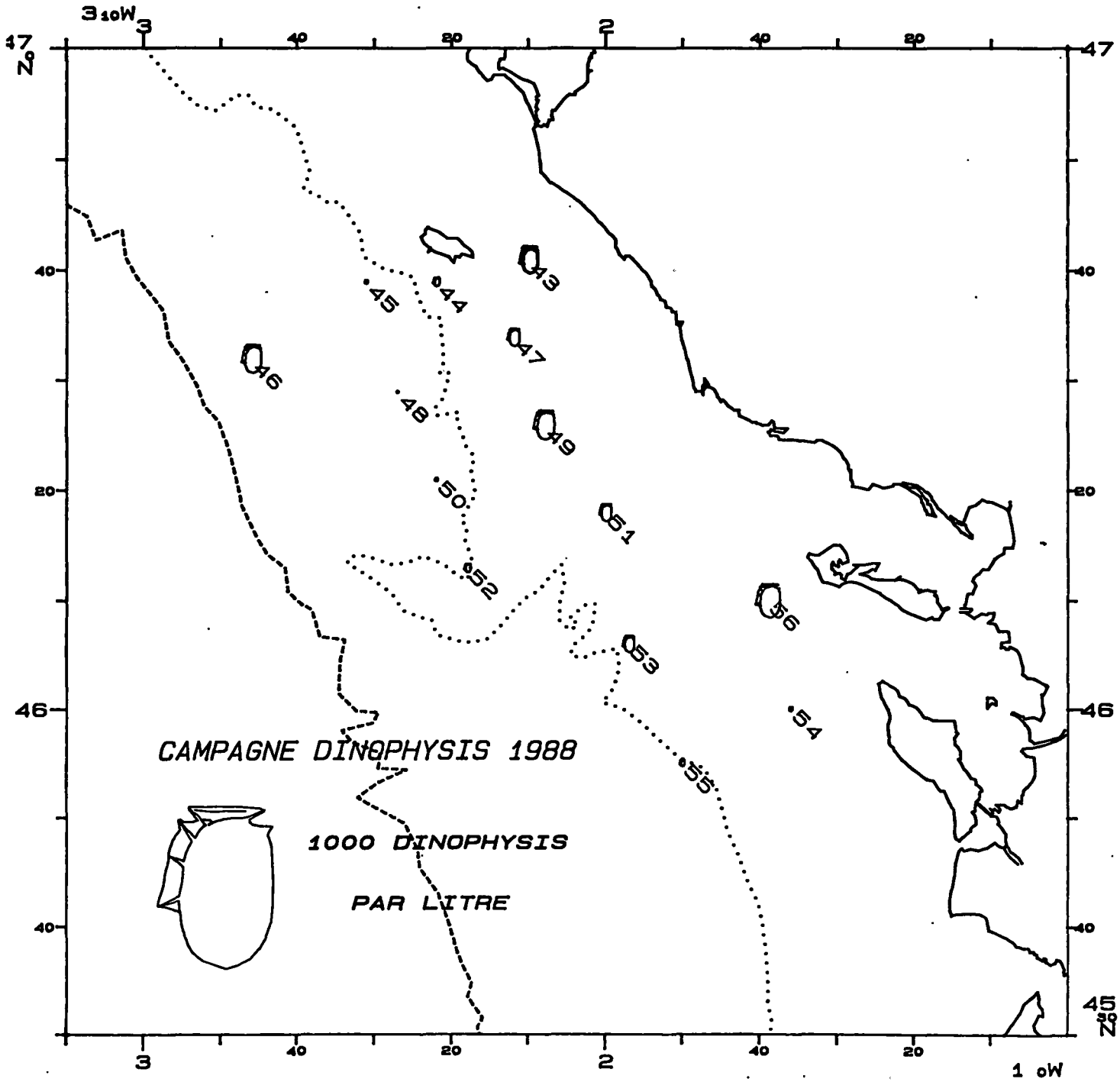


Fig. 4. Distribution moyenne des concentrations en *Dinophysis* spp. dans le secteur Charentes-Vendée.

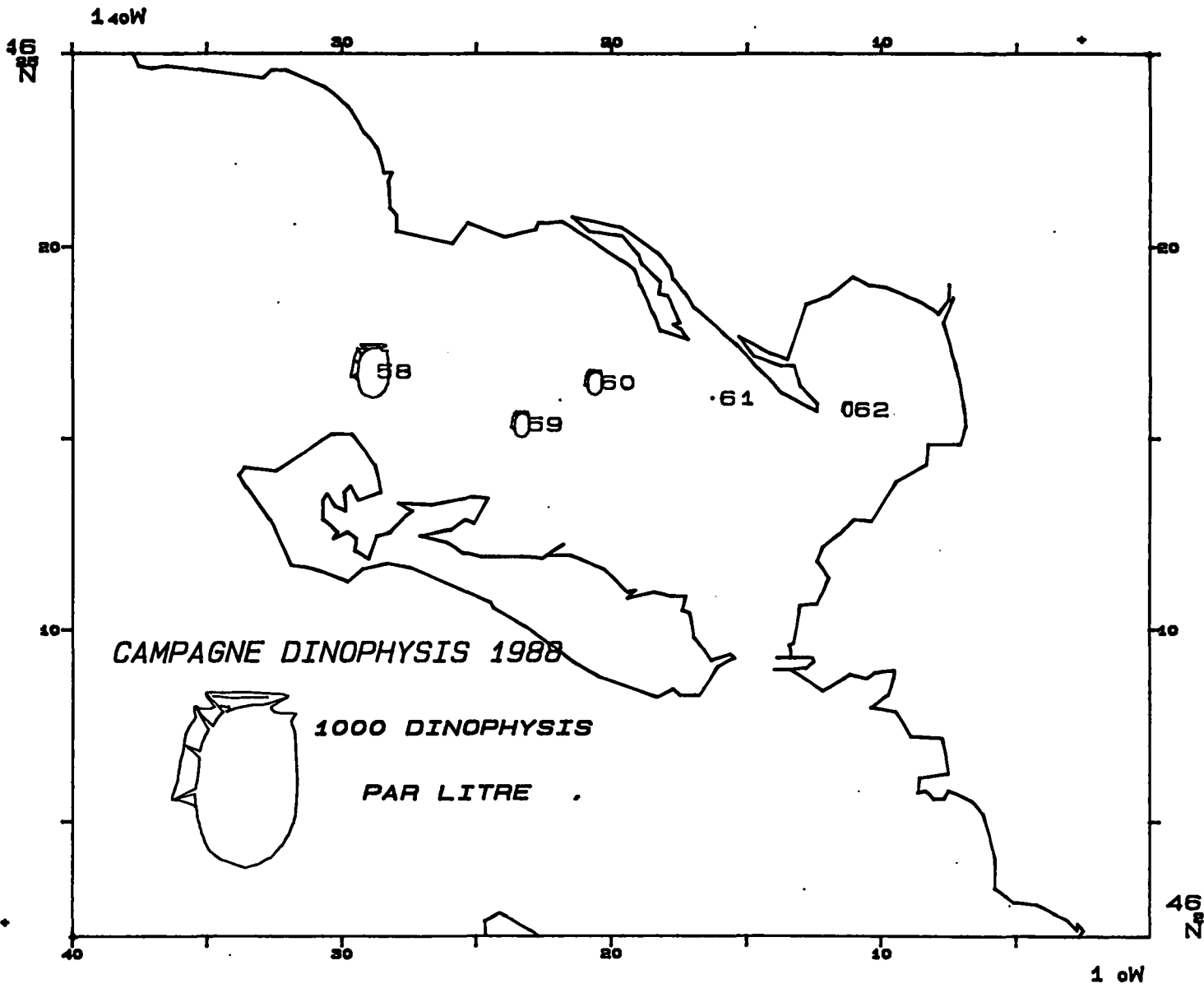


Fig. 5. Distribution moyenne des concentrations en *Dinophysis* spp. dans le pertuis Breton.

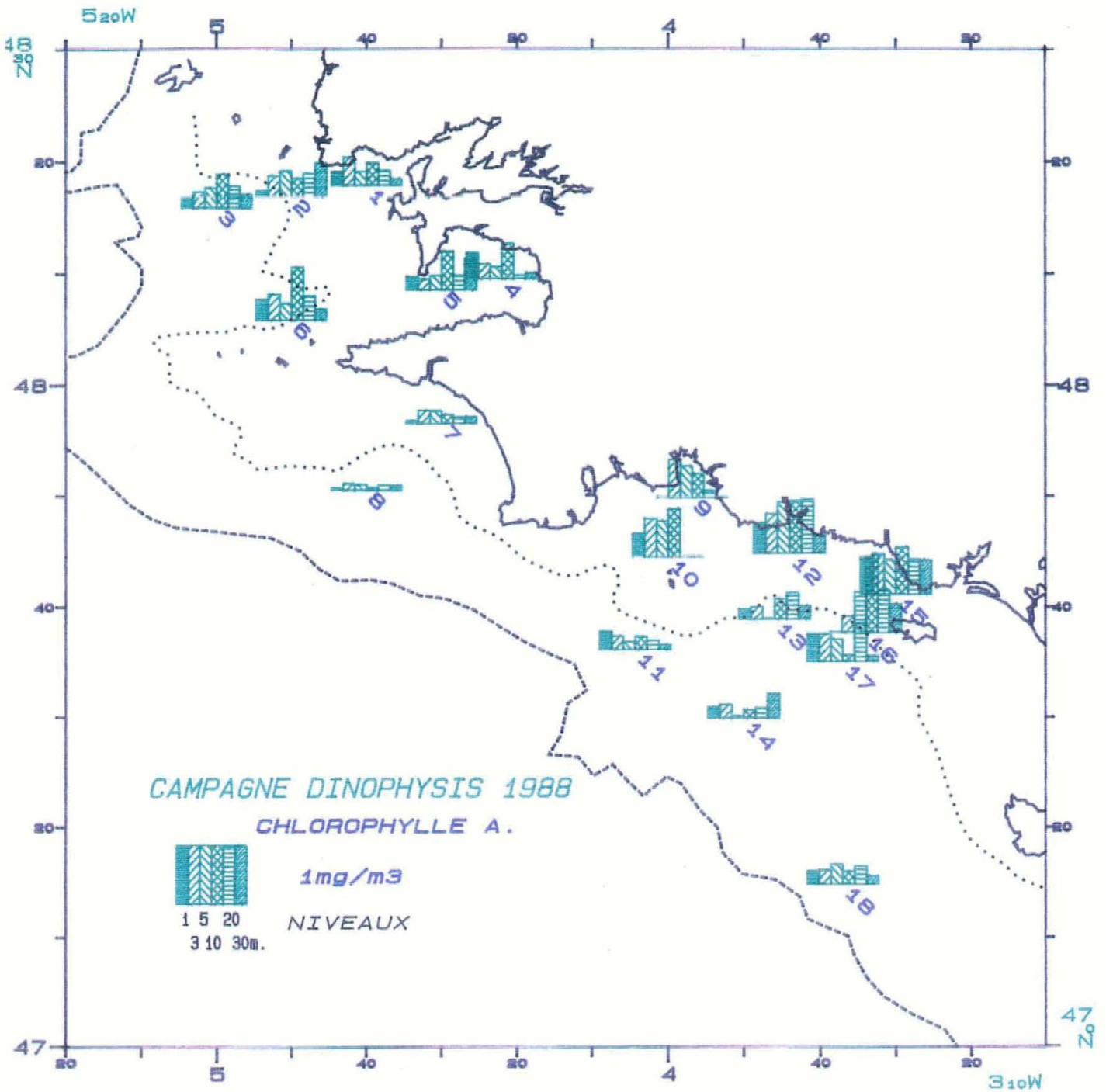


Fig. 6. Teneurs en chlorophylles a à tous les niveaux échantillonnés dans le secteur ouest-Bretagne.

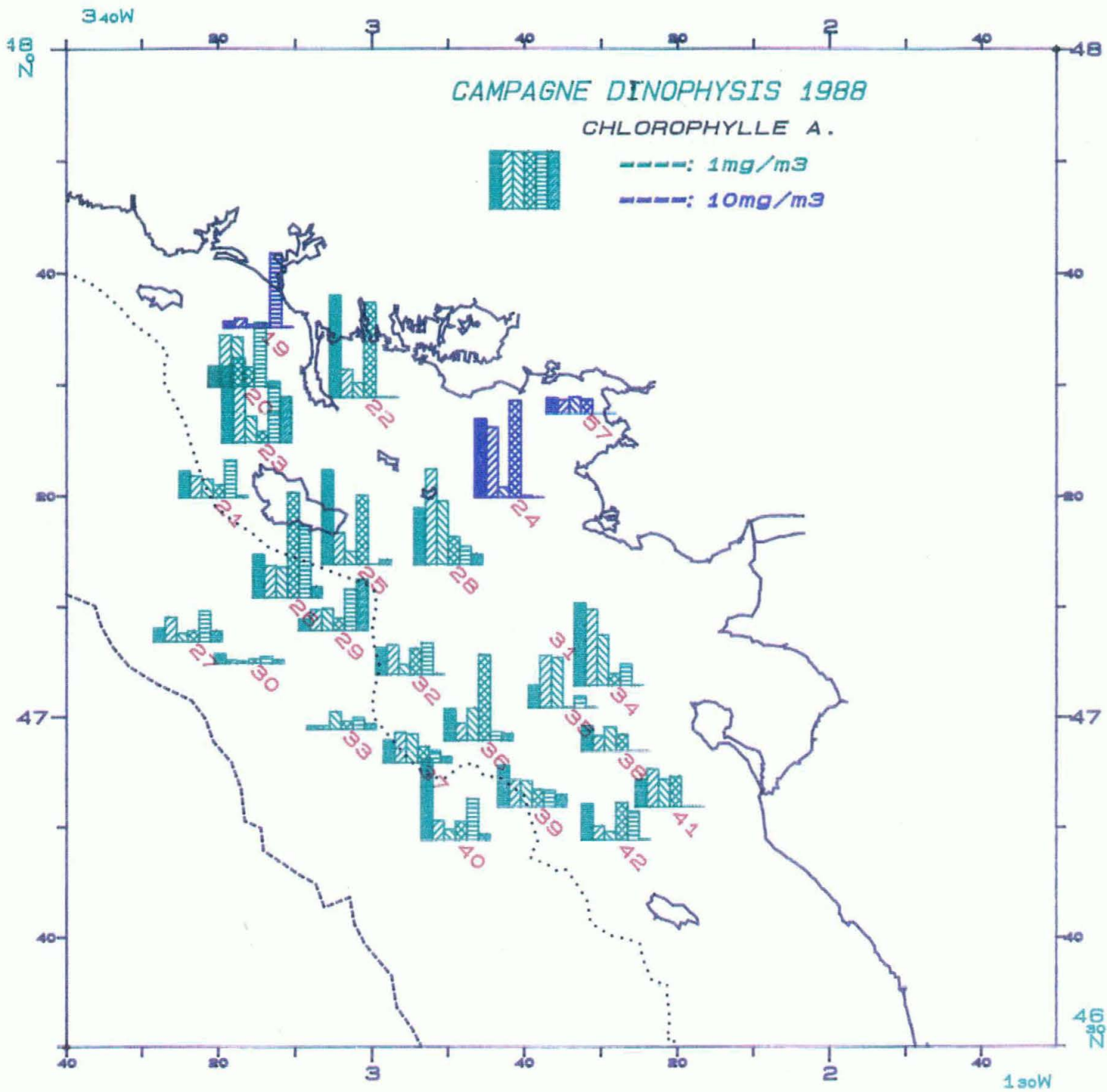


Fig. 7. Teneurs en chlorophylle a (changement d'échelle aux stations 19, 24 et 57) à tous les niveaux échantillonnés dans le secteur Loire-Vilaine.

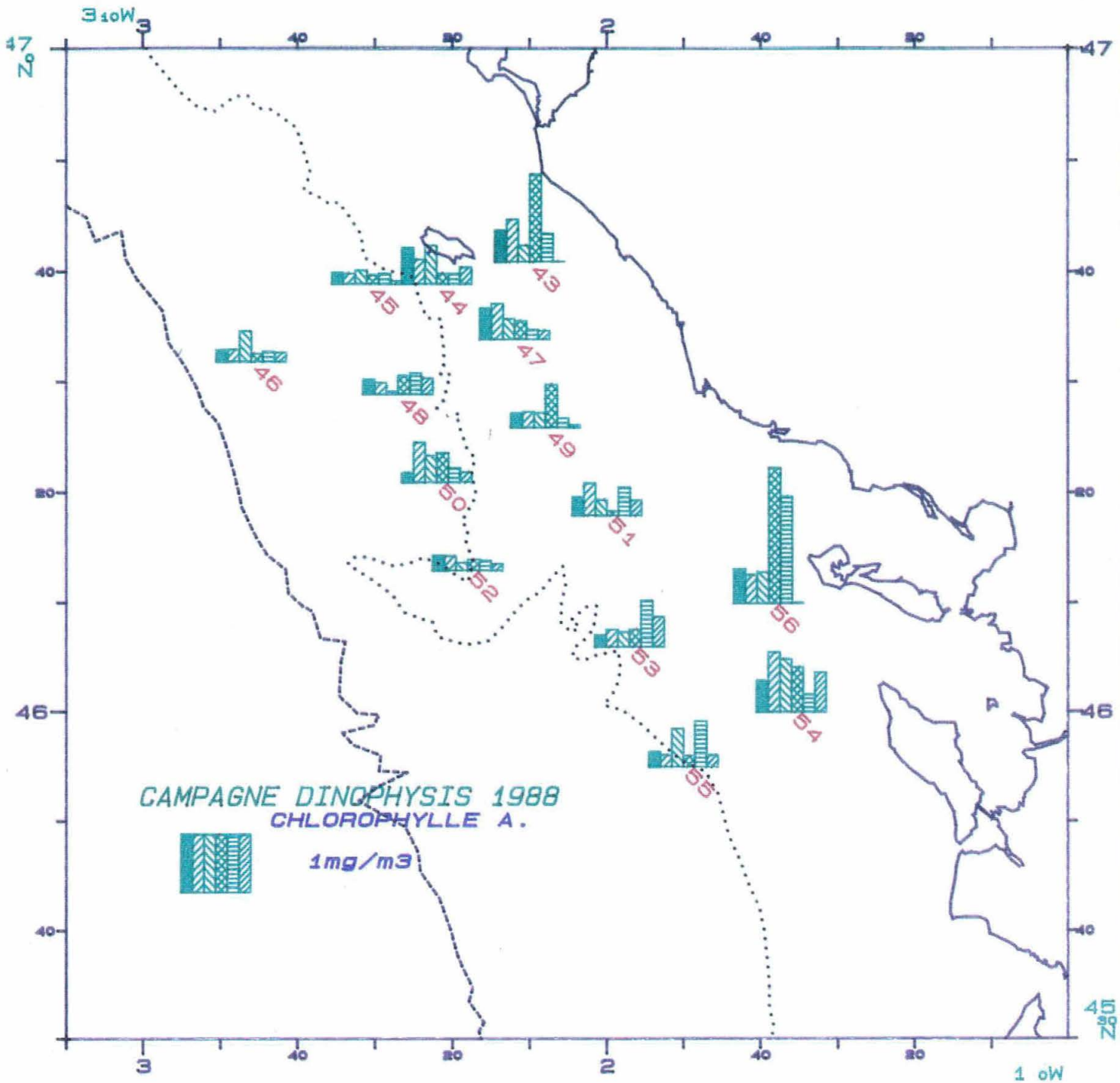


Fig. 8. Teneurs en chlorophylles a à tous les niveaux échantillonnés dans le secteur Charentes-Vendée.



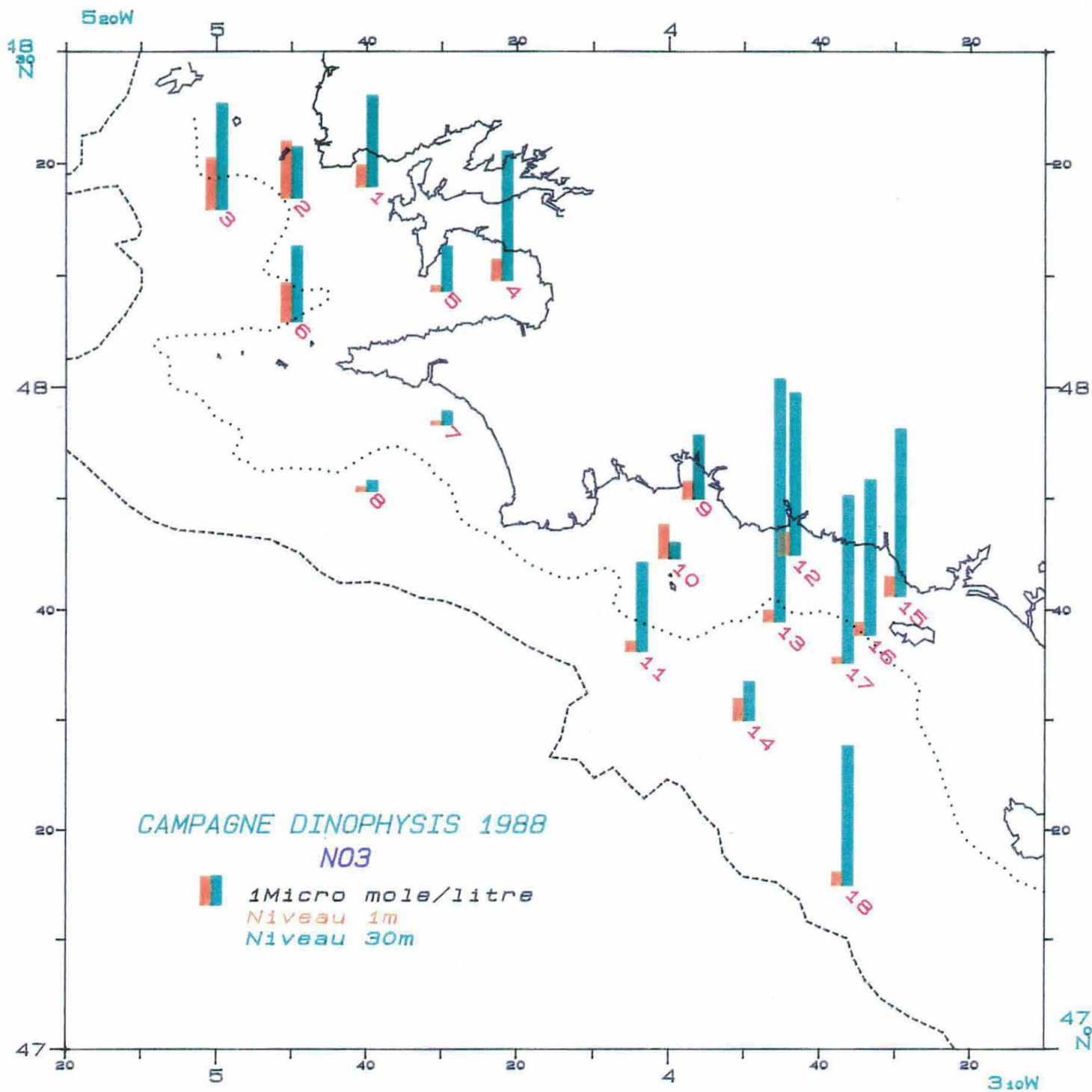


Fig. 9. Teneurs en Nitrates à - 1 m et - 30 m dans le secteur ouest-Bretagne.

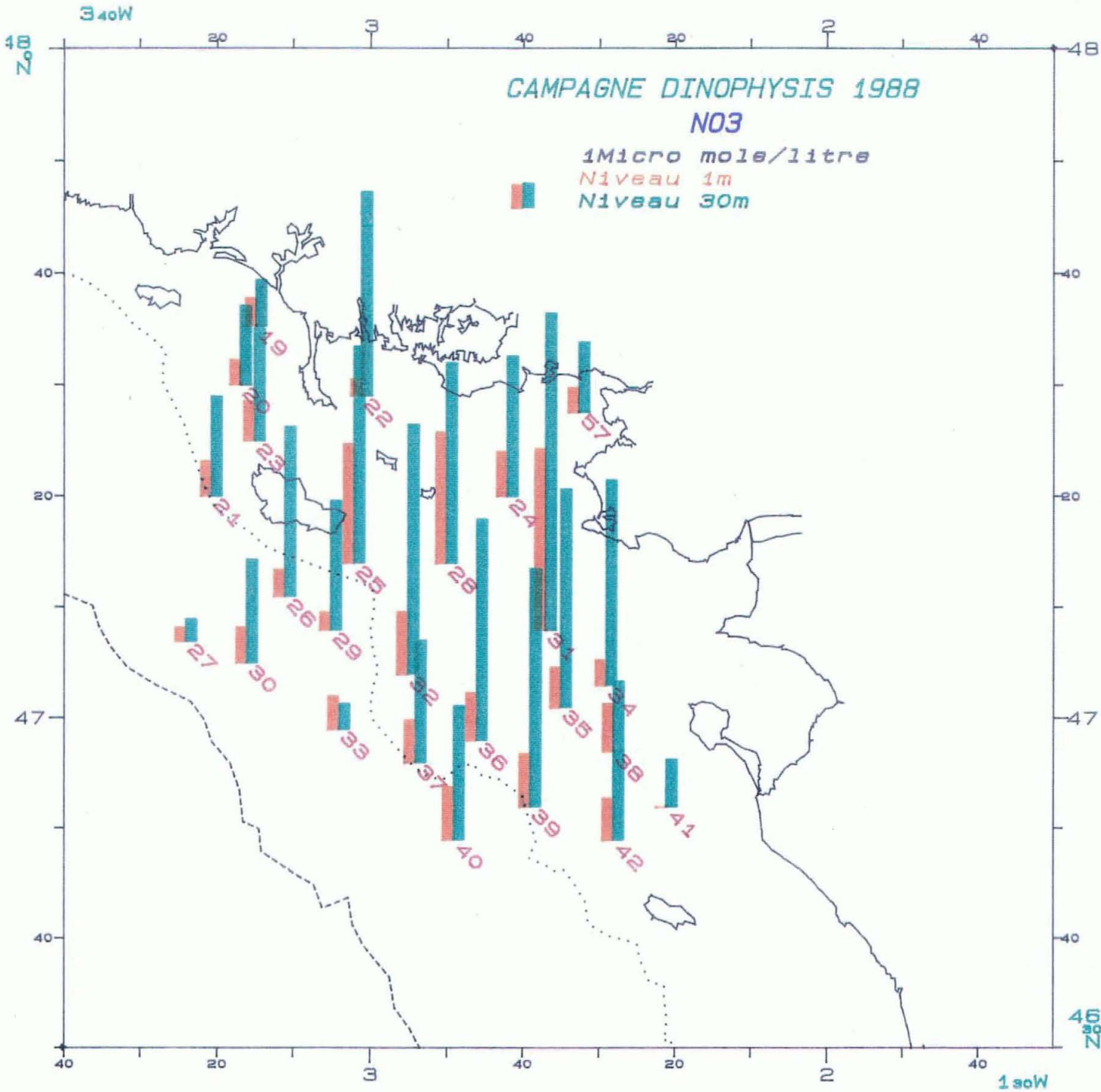


Fig. 10. Teneurs en Nitrates à - 1 m et - 30 m dans le secteur Loire-Vilaine.

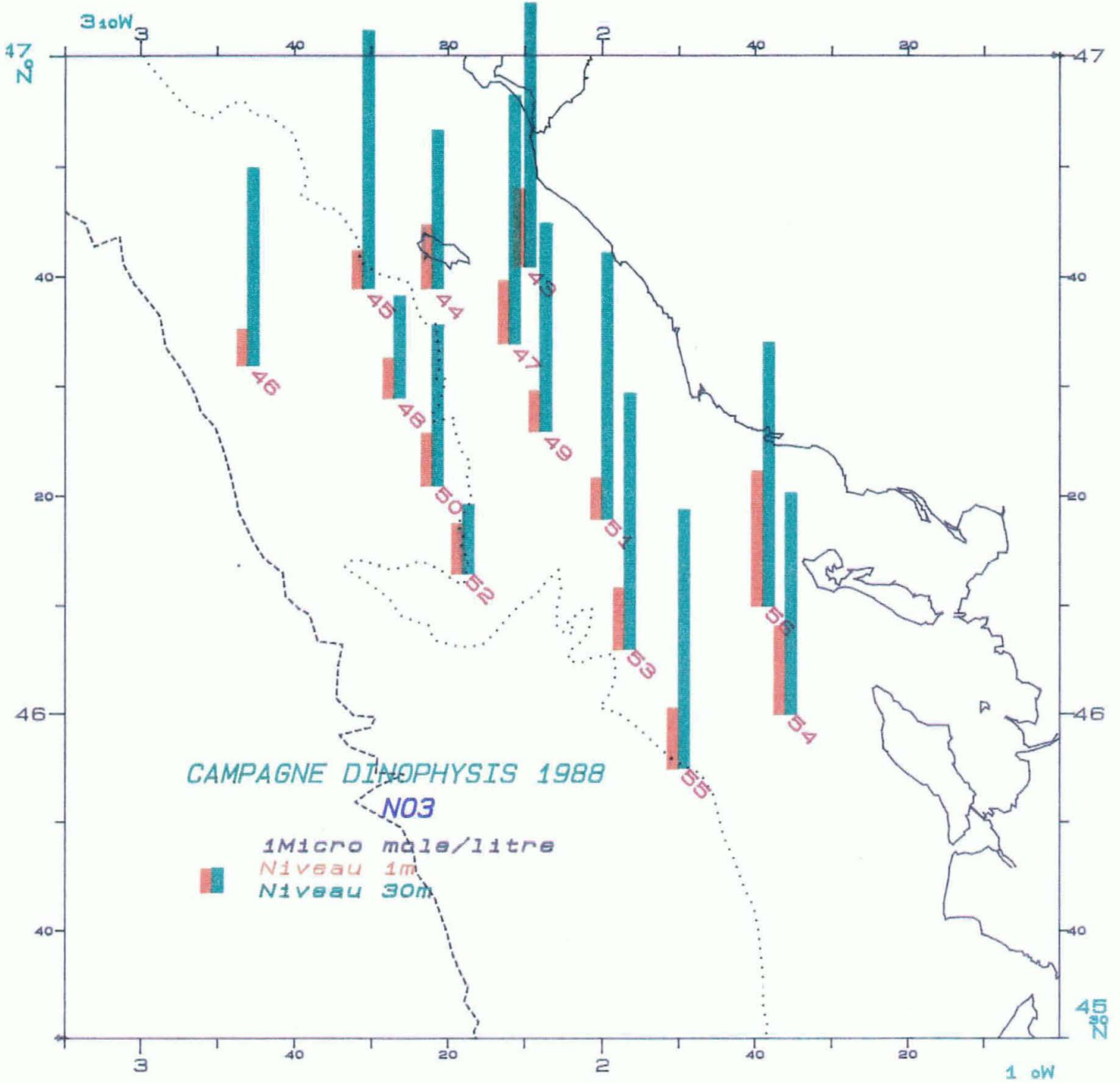


Fig. 11. Teneurs en Nitrates à - 1 m et - 30 m dans le secteur Charentes-Vendée.

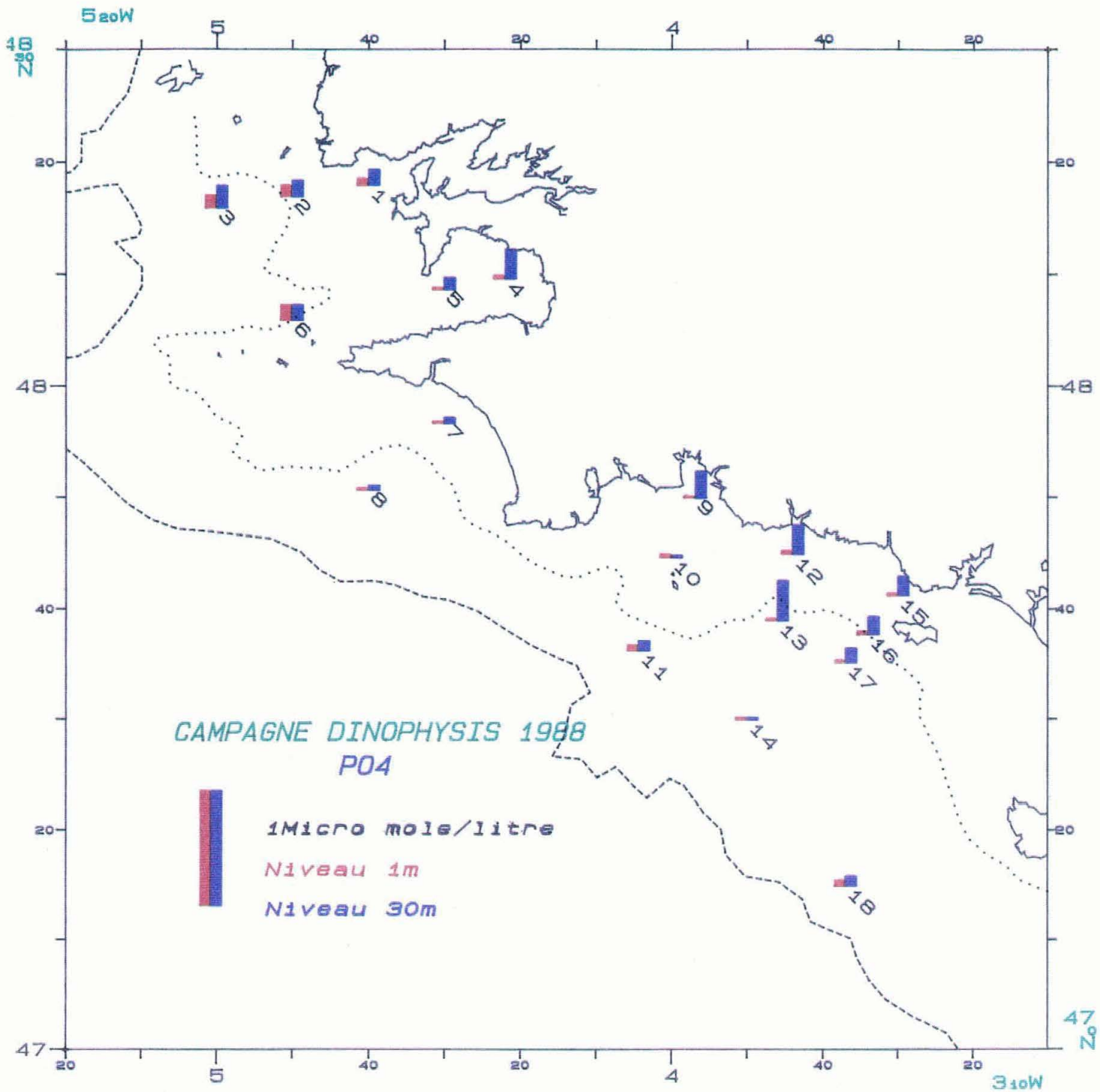


Fig. 12. Teneurs en Phosphates à - 1 m et - 30 m dans le secteur ouest-Bretagne.

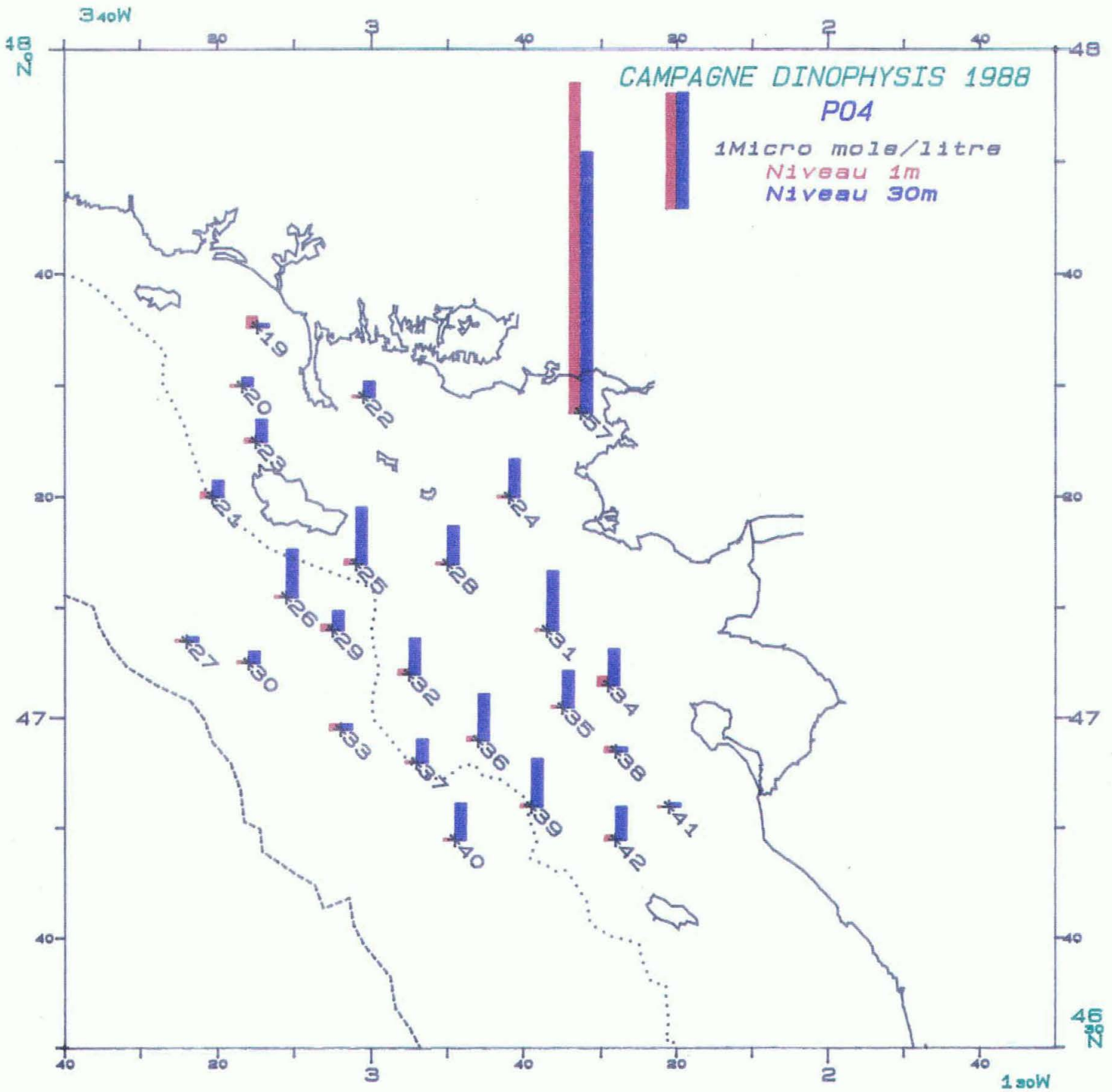


Fig. 13. Teneurs en phosphates à - 1 m et - 30 m dans le secteur Loire-Vilaine.

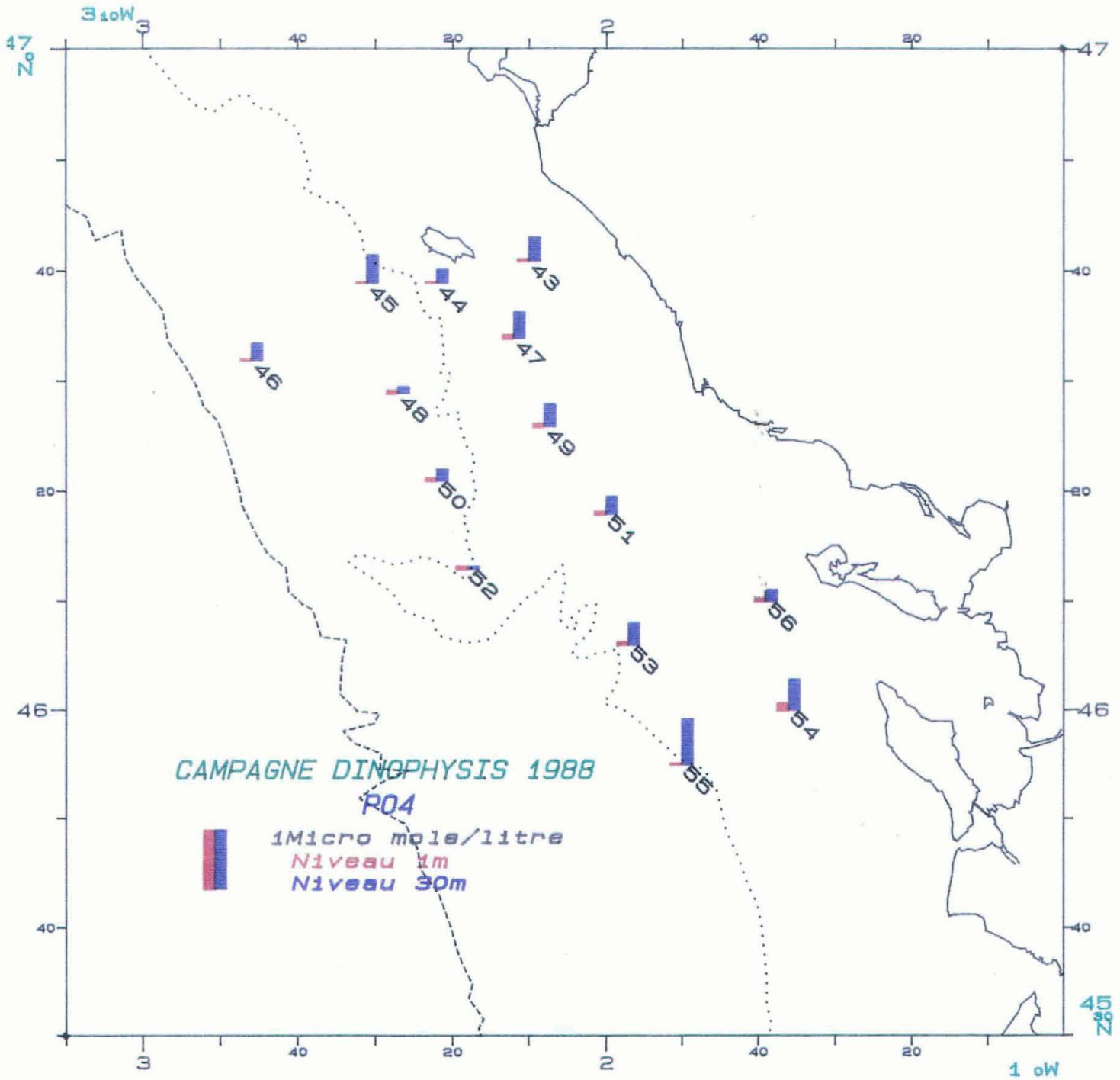


Fig. 14. Teneurs en Phosphates à - 1 m et - 30 m dans le secteur Charentes-Vendée.

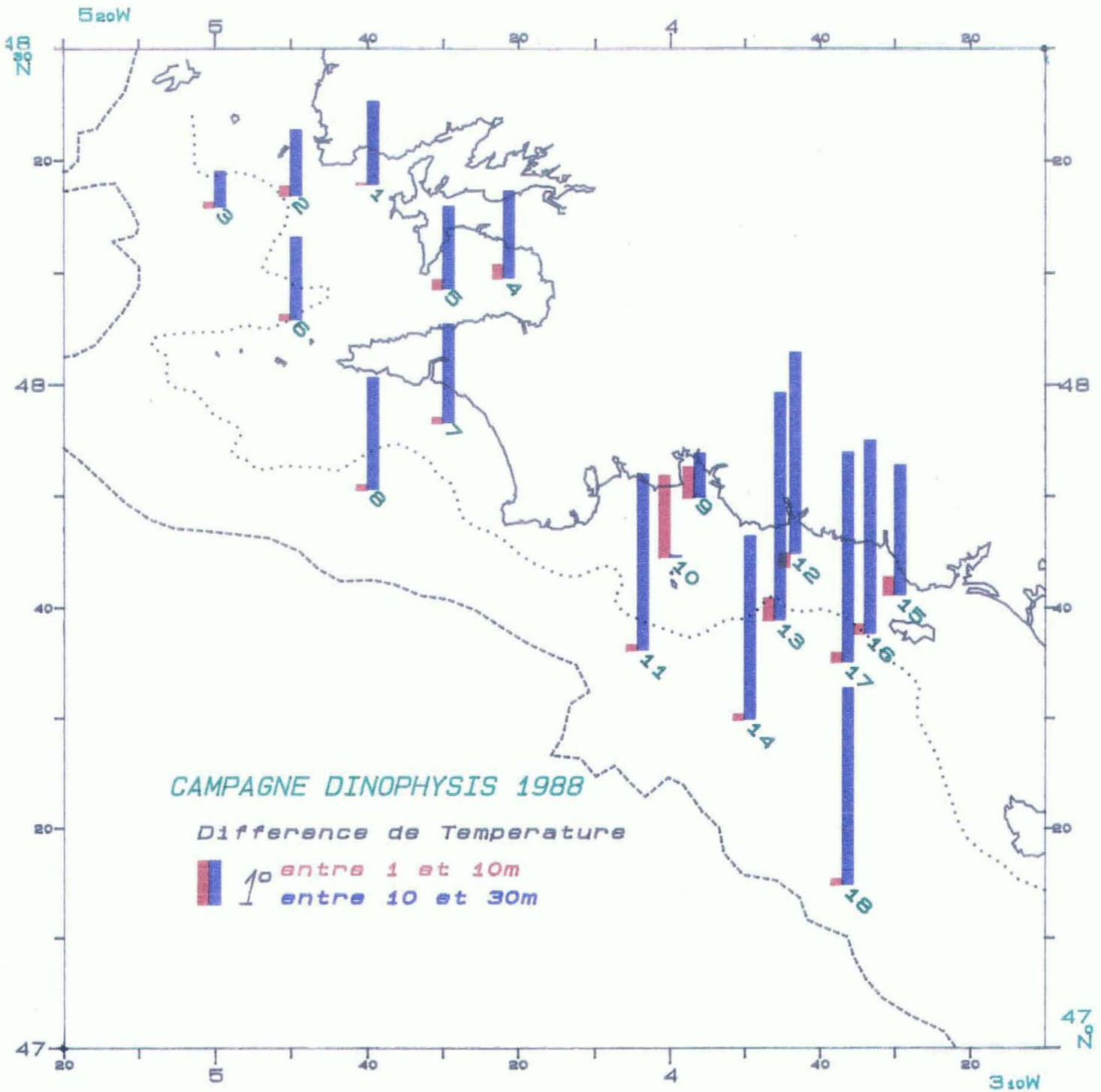


Fig. 15. Ecart thermique entre 1 et 10 m et entre 10 et 30 m dans le secteur ouest-Bretagne.

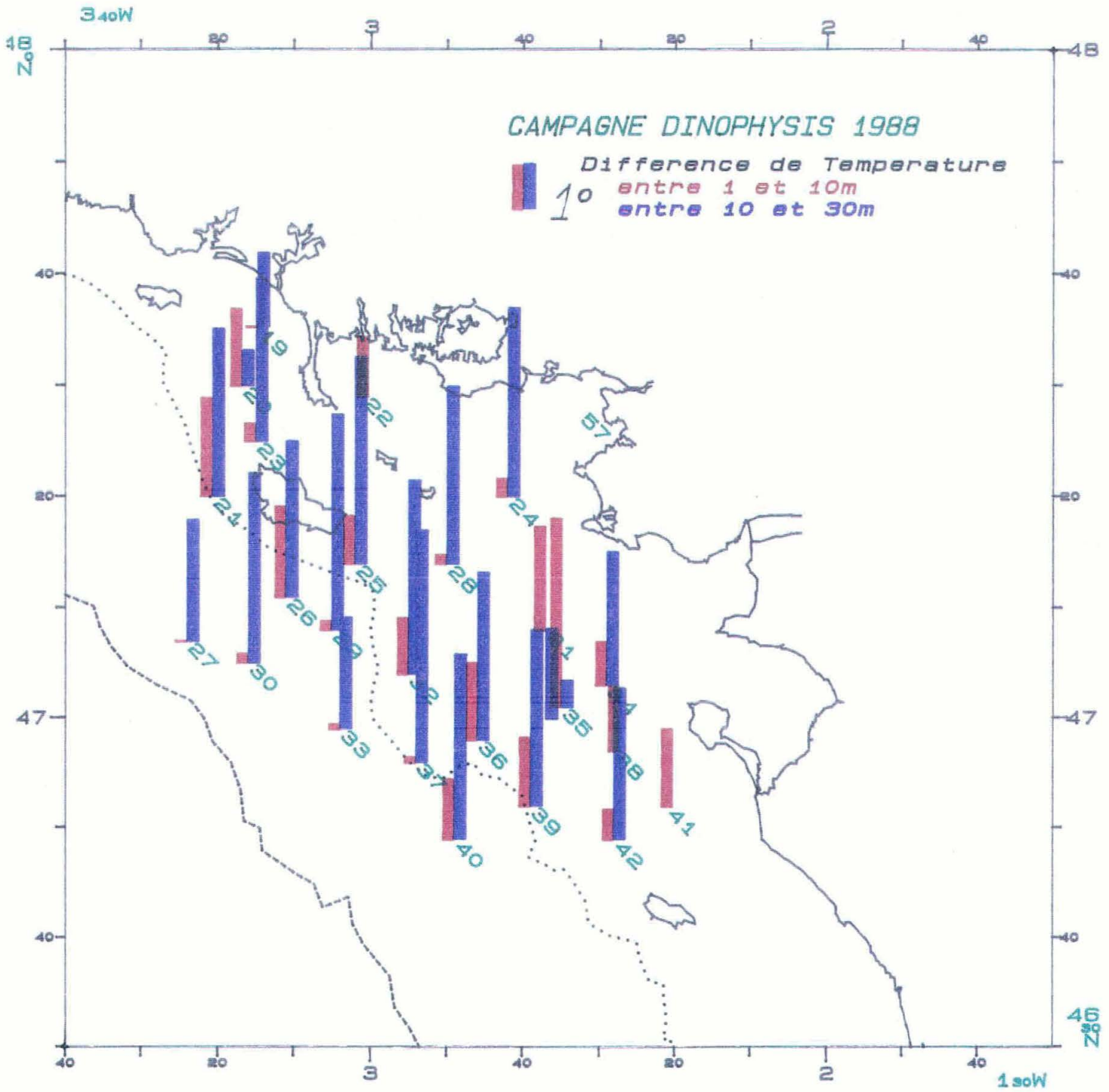


Fig. 16. Ecartes thermiques entre 1 et 10 m et entre 10 et 30 m dans le secteur Loire-Vilaine.



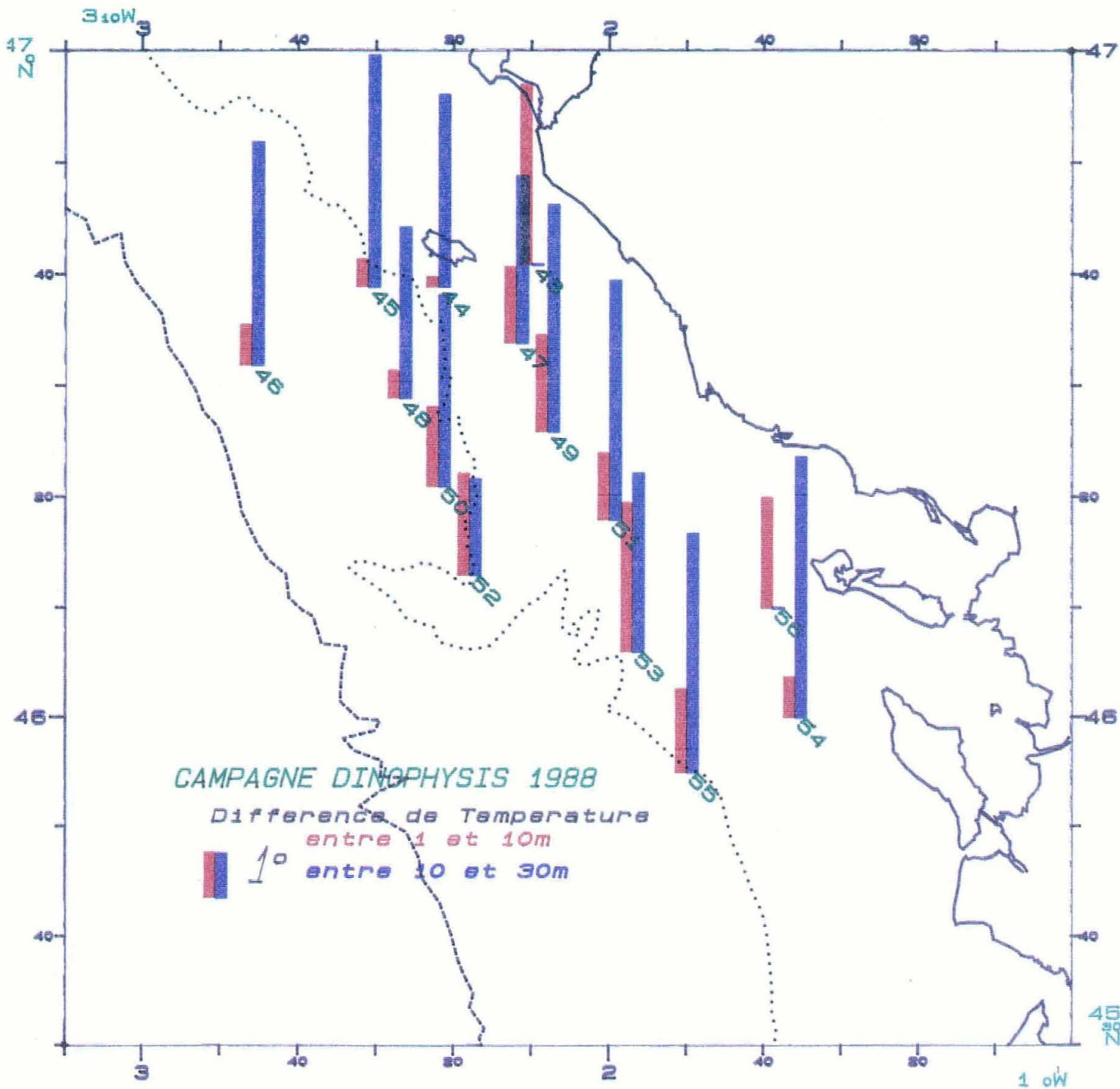


Fig. 17. Ecart thermique entre 1 et 10 m et entre 10 et 30 m dans le secteur Charentes-Vendée.

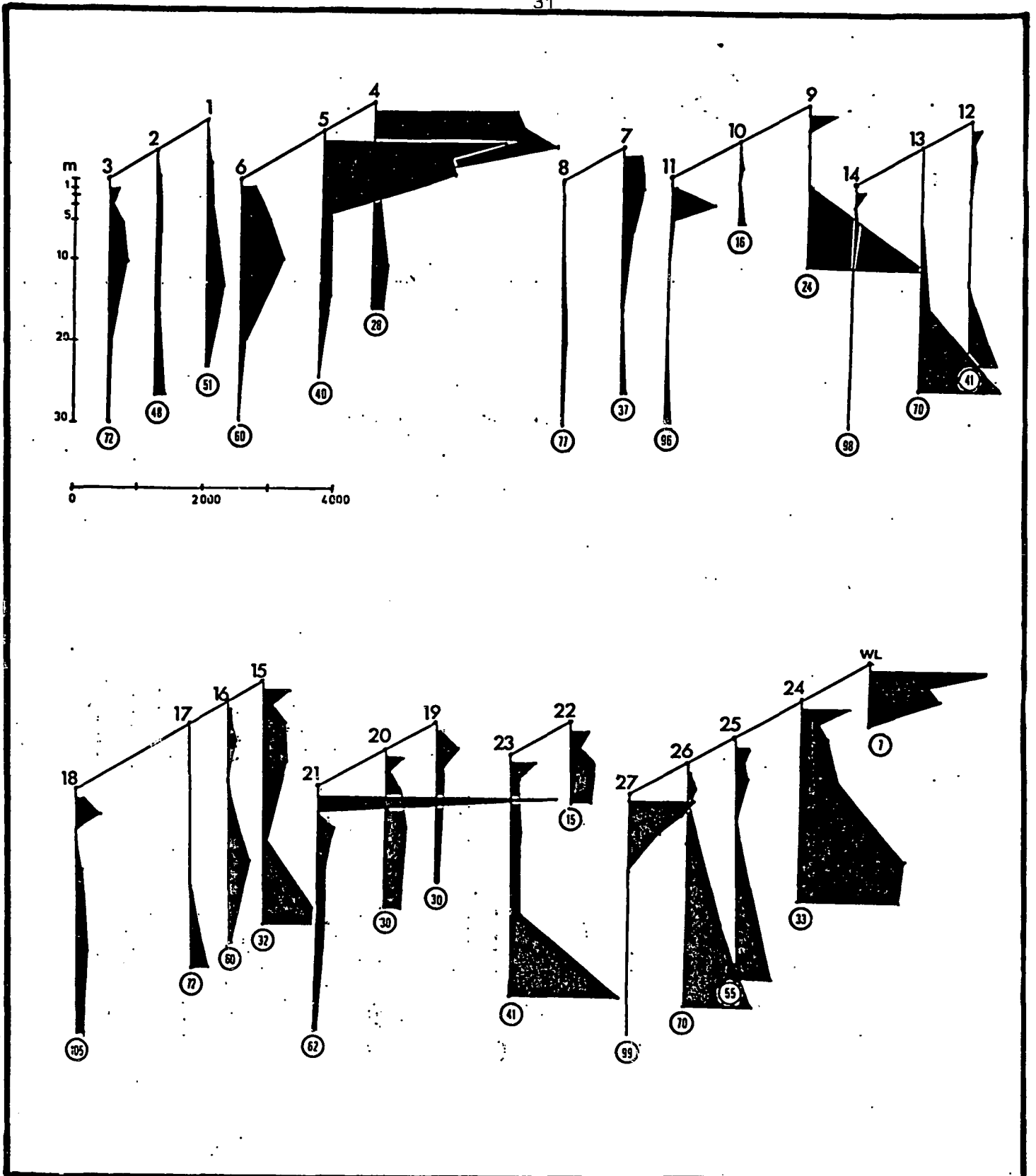


Fig. 18. Profils verticaux des concentrations en *Dinophysis* (Nbr. Cellules.l<sup>-1</sup>) aux stations 1 à 27. La sonde est indiquée à chaque profil par un chiffre cerclé.

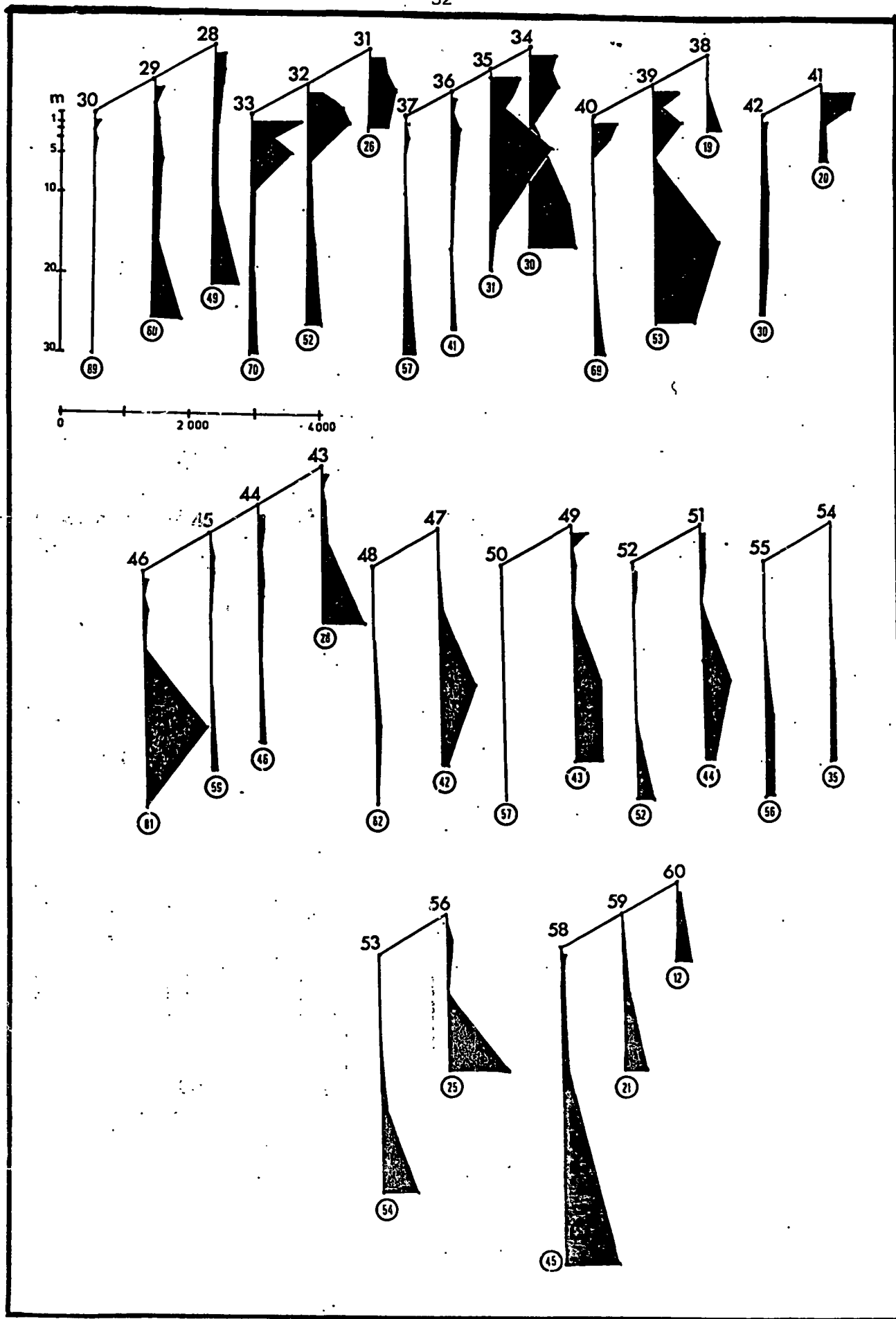


Fig. 19. Profils verticaux des concentrations en *Dinophysis* aux stations 28 à 60.

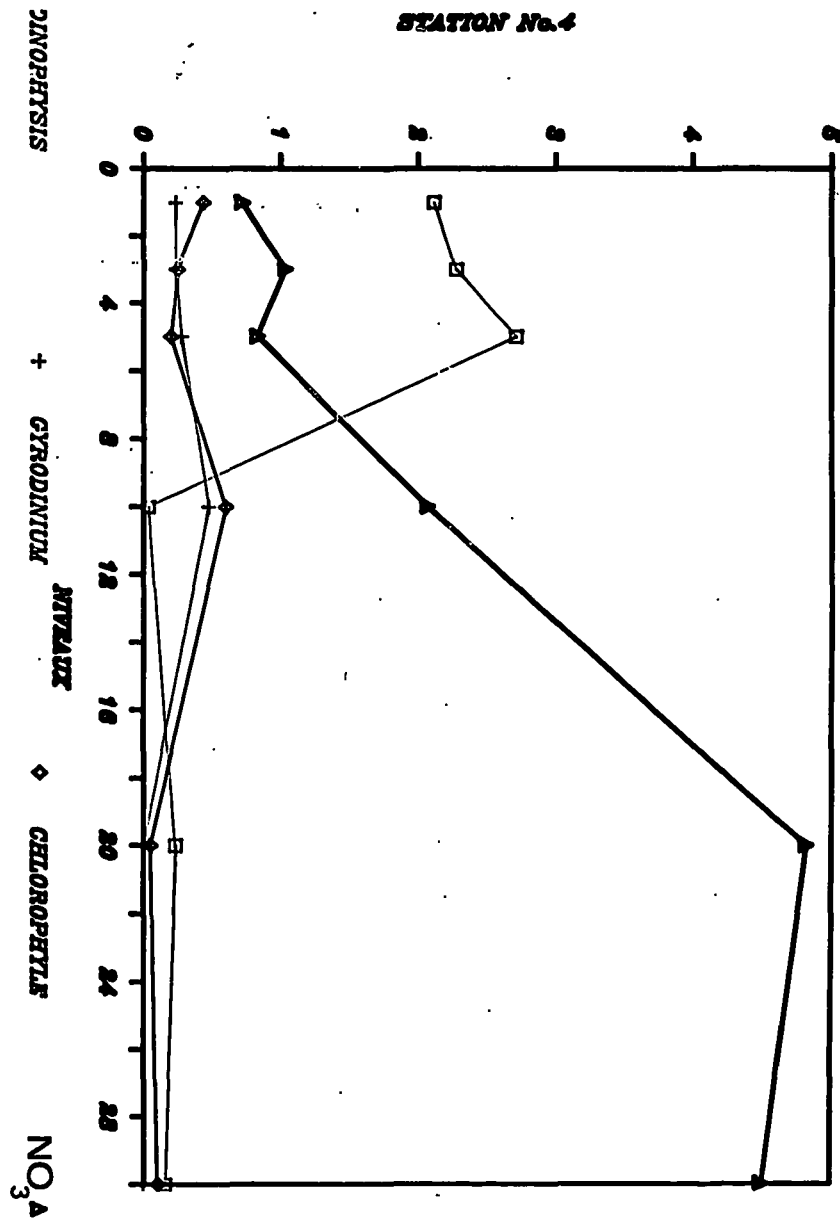
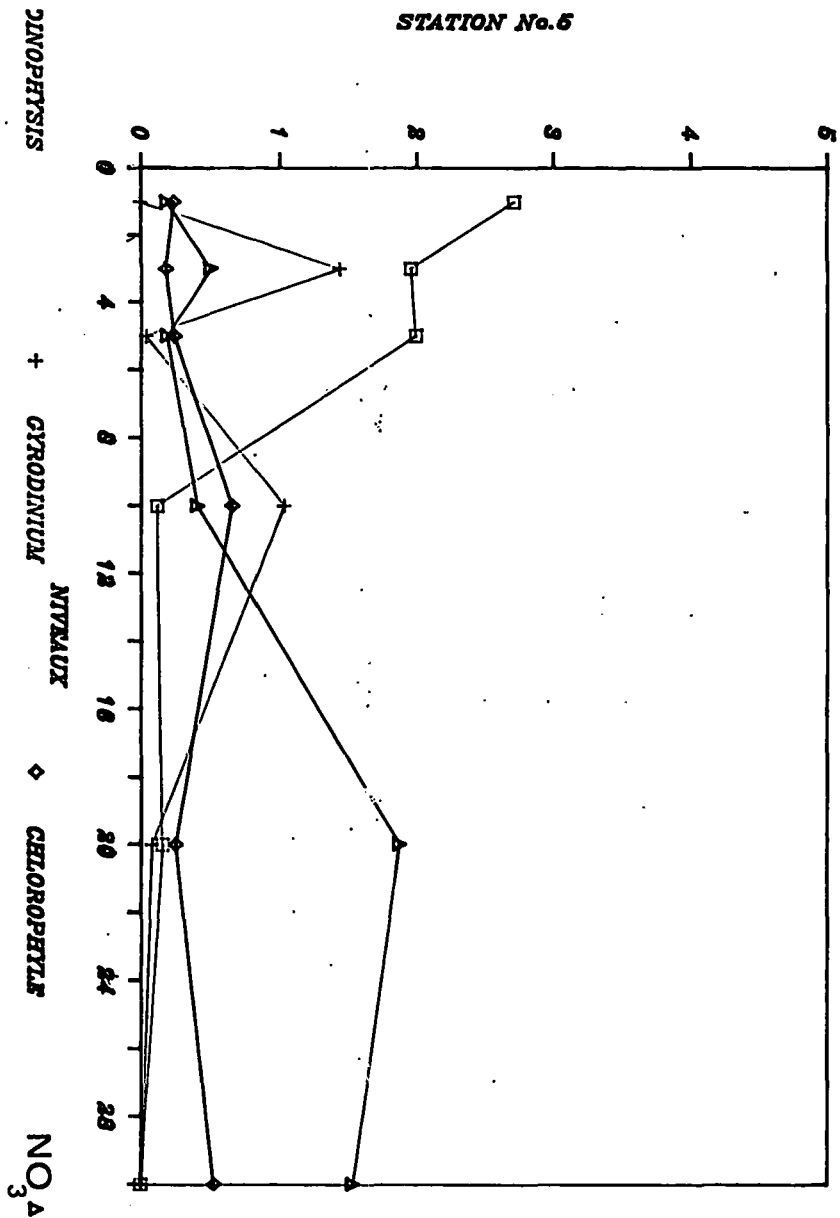
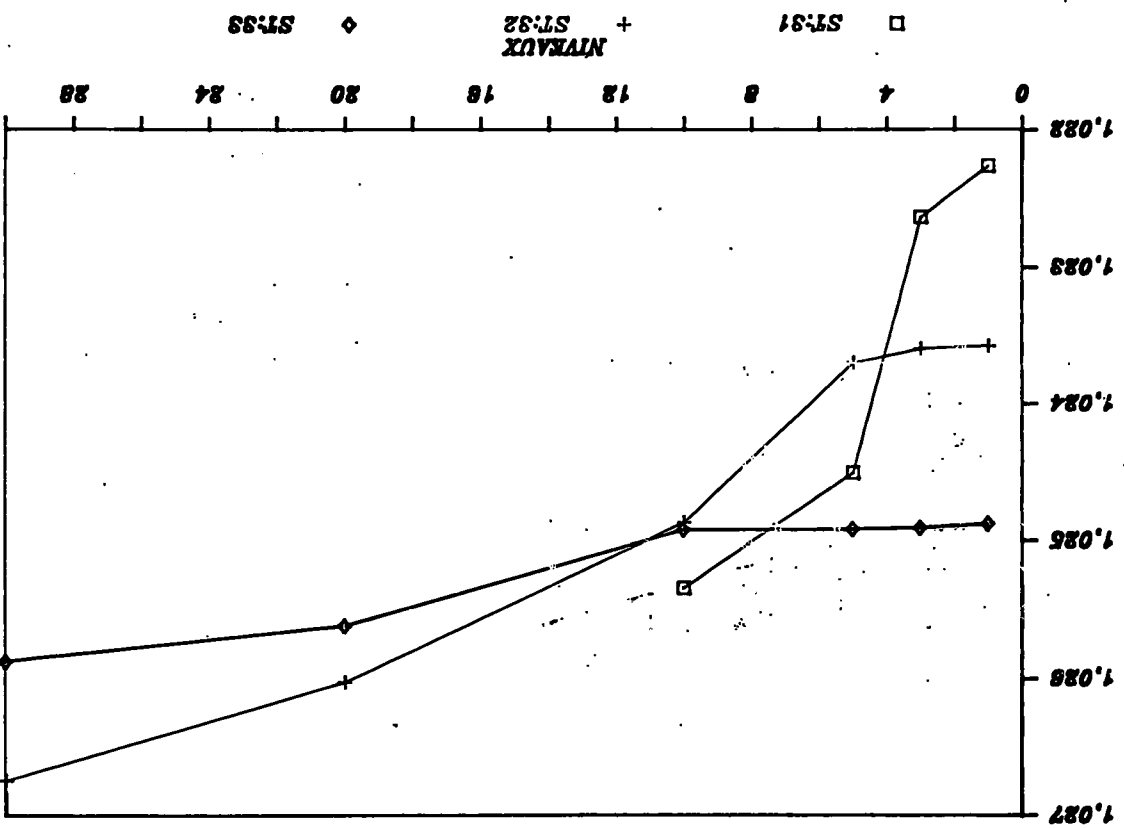


Fig. 20. Profils verticaux aux stations 4 et 5 des densités cellulaires en Dinophysis et Gyrodinium et des teneurs en chlorophylle a et Nitrates. Echelles: concentrations cell; x1000, Nitrates:  $\mu$ moles.l<sup>-1</sup>, Chlorophylles: mg/m<sup>3</sup>

PROFIL DENSITE R.11



PROFIL DINOPHYTIS R.11

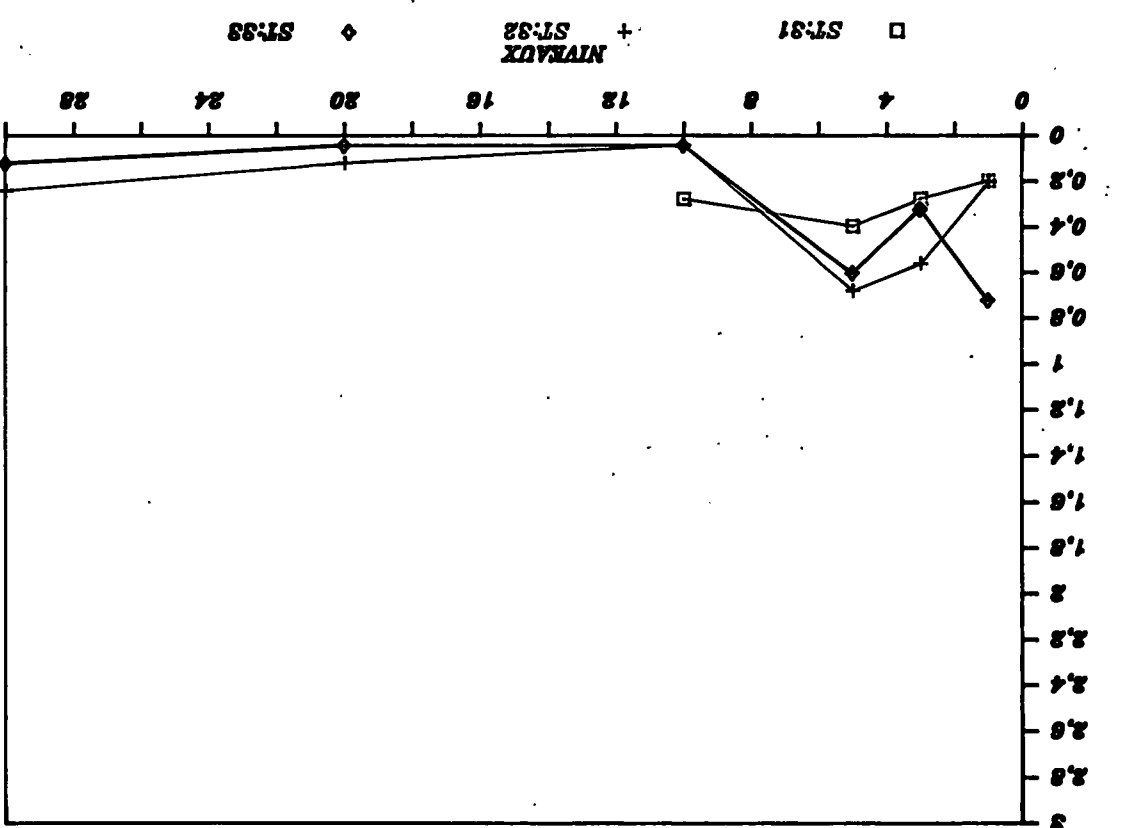


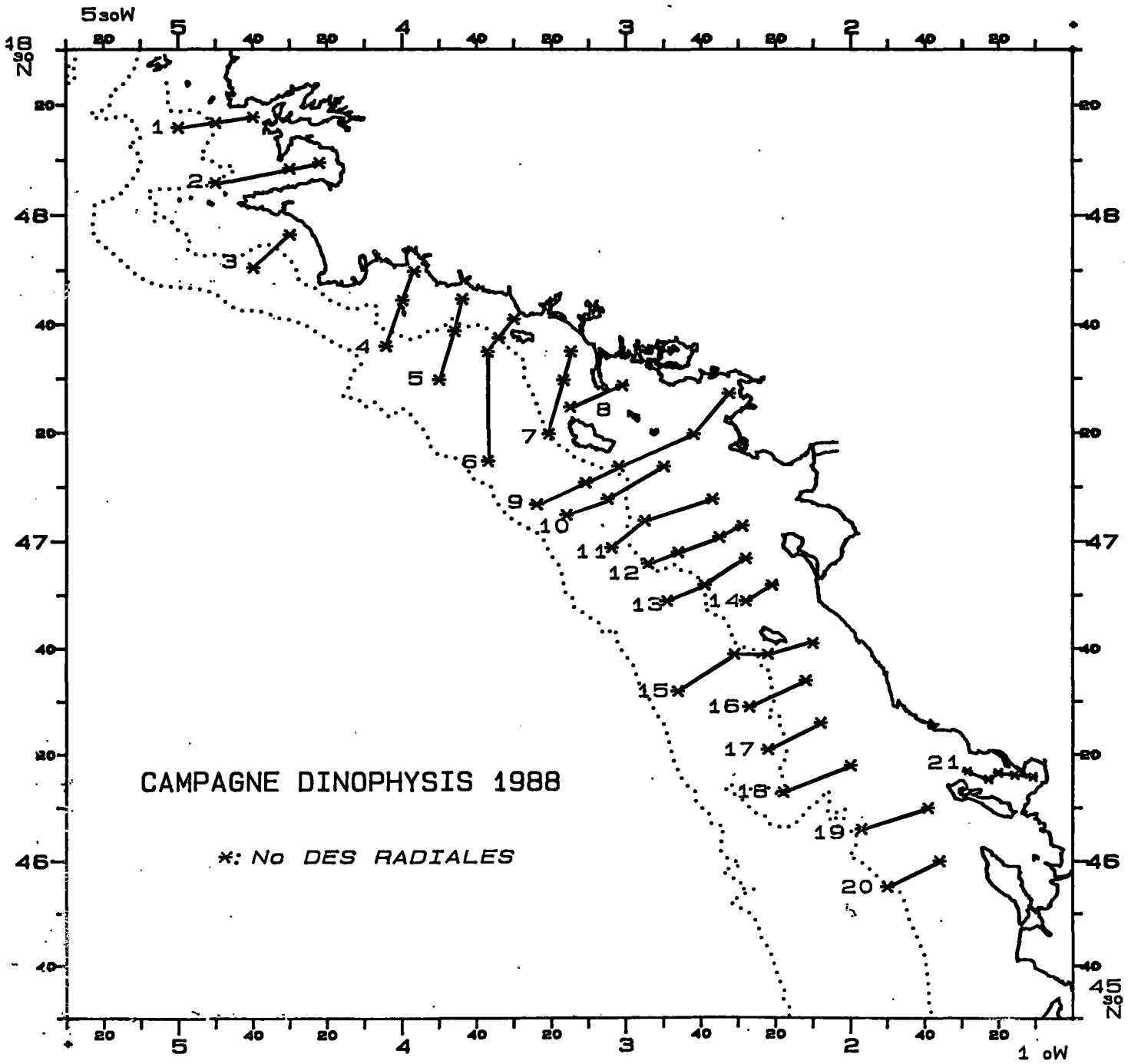
Fig. 21. Profils verticaux des densités de l'eau et des concentrations en Dinophysis aux différentes stations de la radiale 11.

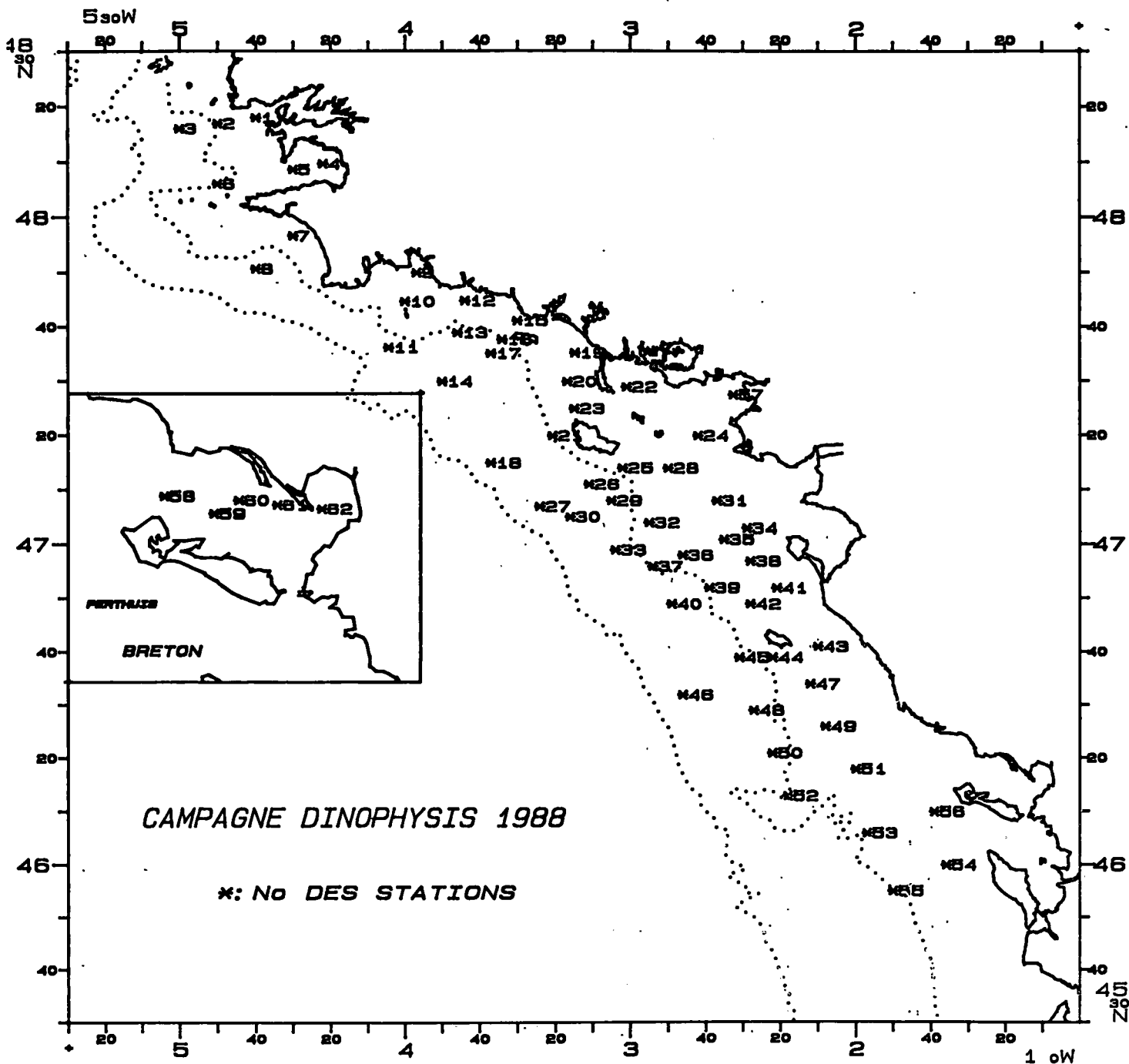
Page 1

NOSTAT	LAT	LG
1	48°18'00	4°40'00
2	48°17'00	4°50'00
3	48°16'00	5°00'00
4	48°10'00	4°22'00
5	48°09'00	4°30'00
6	48°06'00	4°50'00
7	47°57'00	4°30'00
8	47°51'00	4°40'00
9	47°50'00	3°57'00
10	47°45'00	4°00'00
11	47°36'00	4°04'00
12	47°45'00	3°44'00
13	47°39'00	3°46'00
14	47°30'00	3°50'00
15	47°41'00	3°30'00
16	47°38'00	3°34'00
17	47°35'00	3°37'00
18	47°15'00	3°37'00
19	47°35'00	3°15'00
20	47°30'00	3°17'00
21	47°20'00	3°21'00
22	47°29'00	3°01'00
23	47°25'00	3°15'00
24	47°20'00	2°42'00
25	47°14'00	3°02'00
26	47°11'00	3°11'00
27	47°07'00	3°24'00
28	47°14'00	2°50'00

Page 2

NOSTAT	LAT	LG
29	47°08'00	3°05'00
30	47°05'00	3°16'00
31	47°08'00	2°37'00
32	47°04'00	2°55'00
33	46°59'00	3°04'00
34	47°03'00	2°29'00
35	47°01'00	2°35'00
36	46°58'00	2°46'00
37	46°56'00	2°54'00
38	46°57'00	2°28'00
39	46°52'00	2°39'00
40	46°49'00	2°49'00
41	46°52'00	2°21'00
42	46°49'00	2°28'00
43	46°41'00	2°10'00
44	46°39'00	2°22'00
45	46°39'00	2°31'00
46	46°32'00	2°46'00
47	46°34'00	2°12'00
48	46°29'00	2°27'00
49	46°26'00	2°08'00
50	46°21'00	2°22'00
51	46°18'00	2°00'00
52	46°13'00	2°18'00
53	46°06'00	1°57'00
54	46°00'00	1°36'00
55	45°55'00	1°50'00



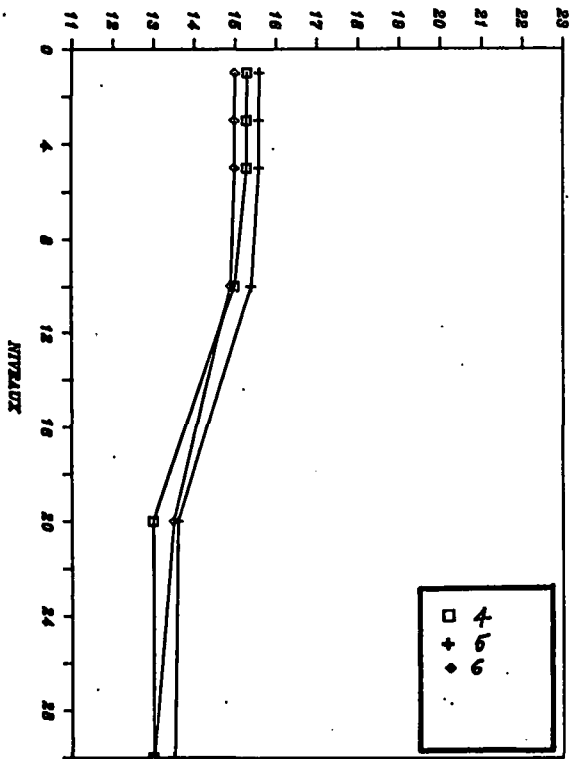




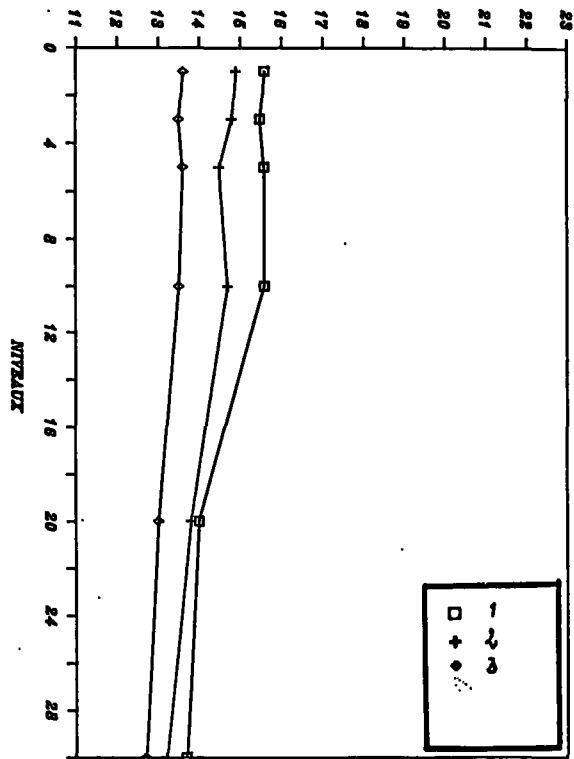
Liste floristique et nombre de stations où l'espèce est dénombrée.

Diatomées	N° station	% station
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	1	1
<i>Chaetoceros</i> spp	5	8
<i>Guinardia flaccida</i>	15	26
<i>Leptocylindrus minimus</i>	15	26
<i>Nitzschia seriata</i>	9	16
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	43	76
<i>R. shrubsolei</i>	2	3
<i>R. stoltherfortii</i>	5	8
<i>Thalassiosira rotula</i>	2	3
<b>Dinoflagellés</b>		
<i>Ceratium furca</i>	36	64
<i>C. fusus</i>	34	60
<i>C. lineatum</i>	10	17
<i>C. macroceros</i>	1	1
<i>C. minutum</i>	6	10
<i>Cochlodinium</i> sp.	3	5
<i>Dinophysis sacculus</i>	3	5
<i>D. rotundata</i>	18	32
<i>D. tripos</i>	55	98
<i>Gonyaulax diegensis</i>	30	53
<i>Gyrodinium aureolum</i>	7	12
<i>Noctiluca scintillans</i>	32	57
<i>Polykrikos schwartzii</i>	17	30
<i>Prorocentrum balticum</i>	2	3
<i>P. micans</i>	30	53
<i>Protoperidinium conicum</i>	2	3
<i>P. depressum</i>	9	16
<i>P. oblongum</i>	4	7
<i>P. punctulatum</i>	1	1
<i>P. steinii</i>	1	1
<i>Scrippsiella</i> sp.	8	14
<b>Silicoflagellés</b>		
<i>Distephanus speculum</i>	1	1

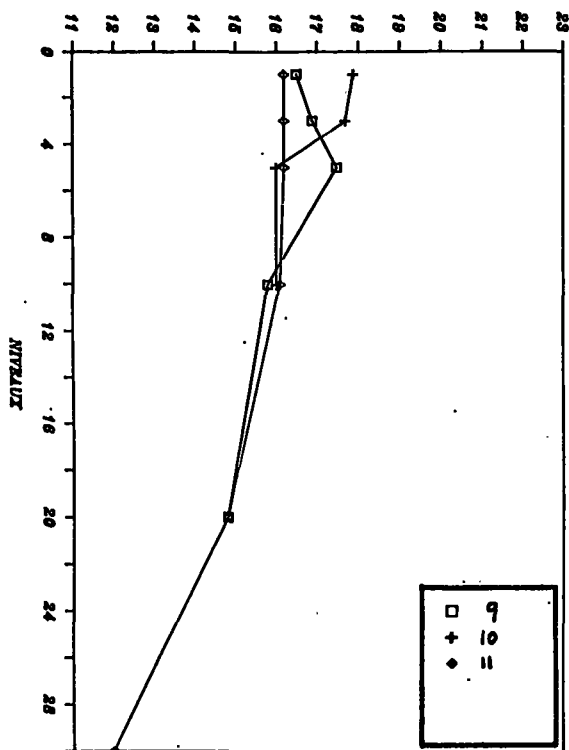
PROFIL DES TEMPERATURES R.2



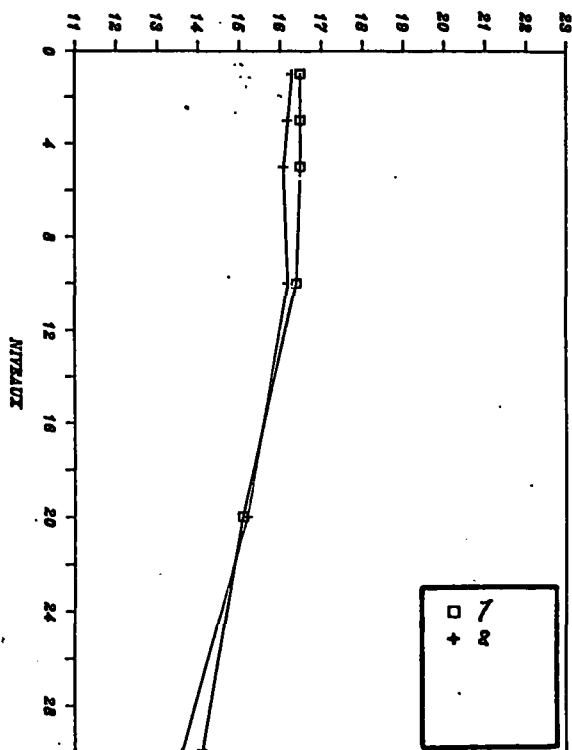
PROFIL DES TEMPERATURES R.1



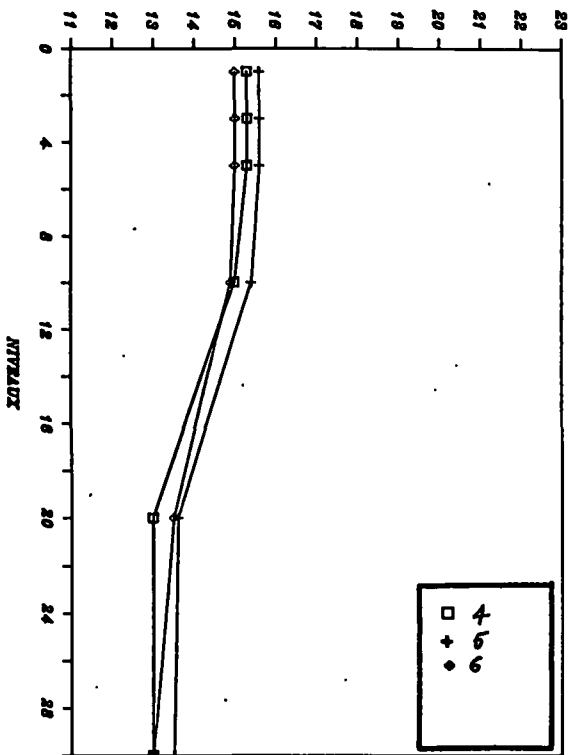
PROFIL DES TEMPERATURES R.4



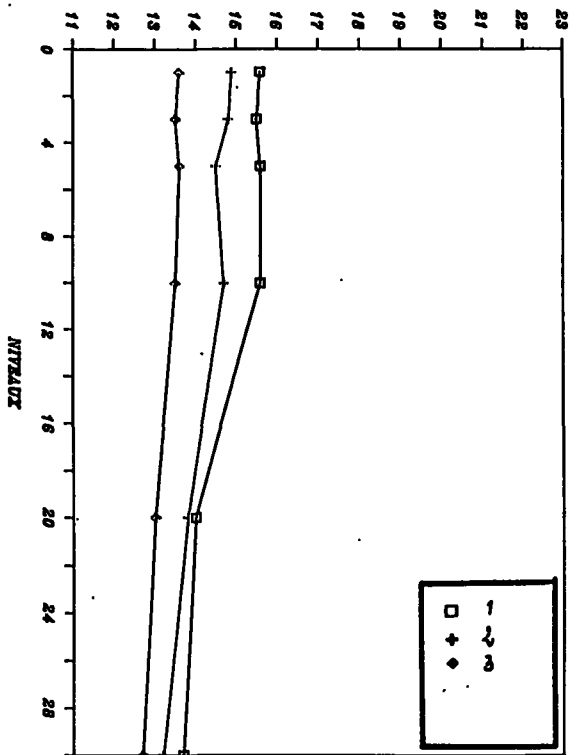
PROFIL DES TEMPERATURES R.3



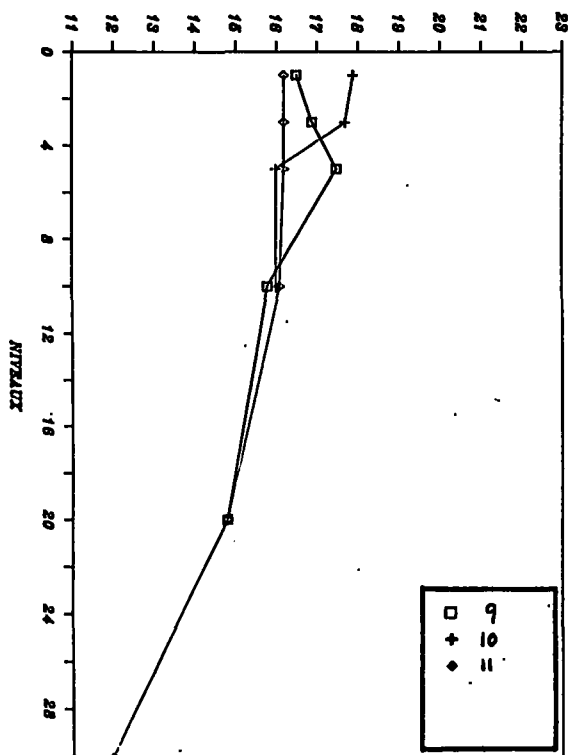
PROFIL DES TEMPERATURES R.2



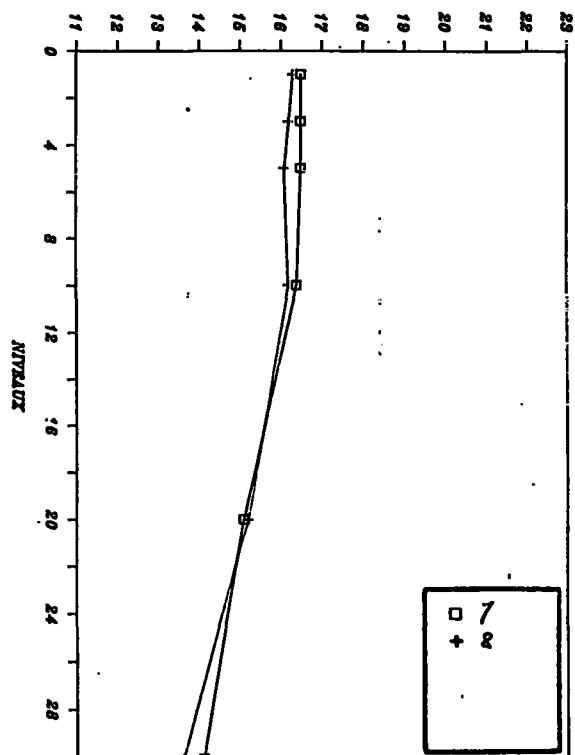
PROFIL DES TEMPERATURES R.1



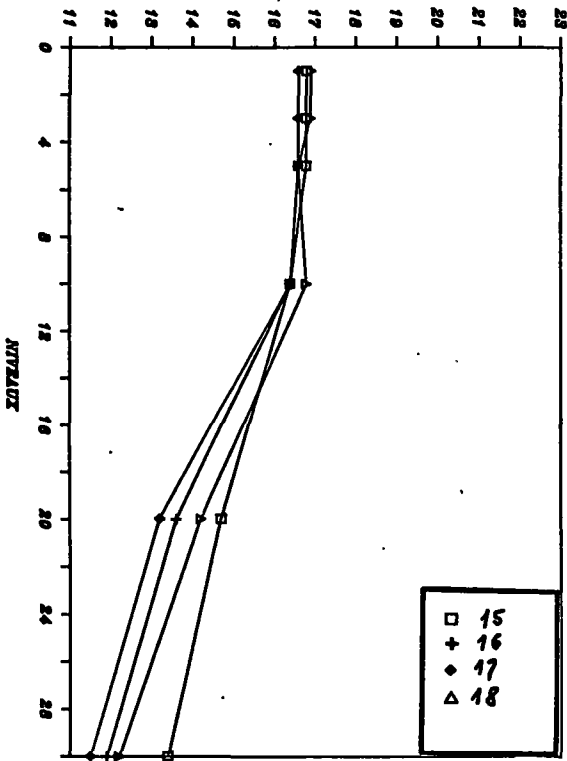
PROFIL DES TEMPERATURES R.4



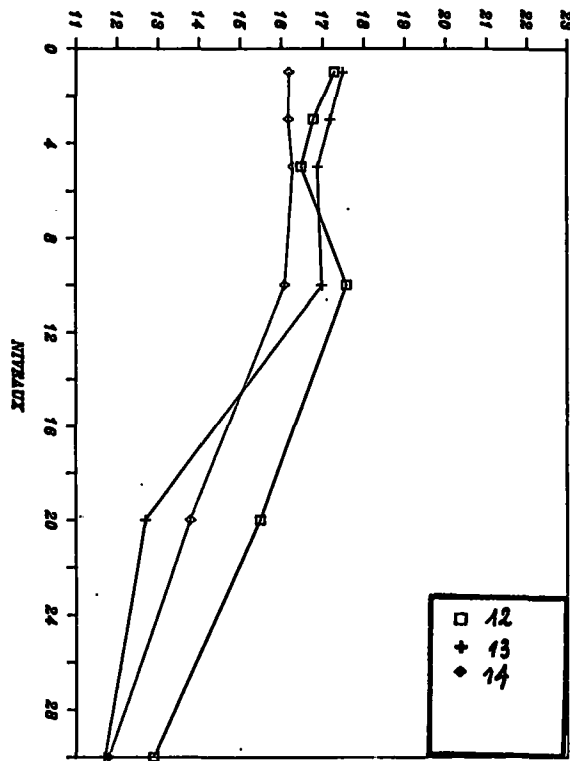
PROFIL DES TEMPERATURES R.3



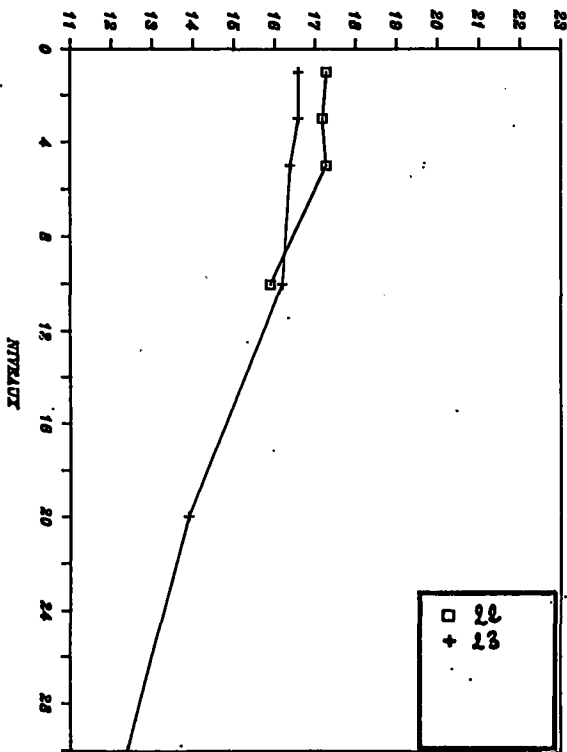
PROFIL DES TEMPERATURES R.6



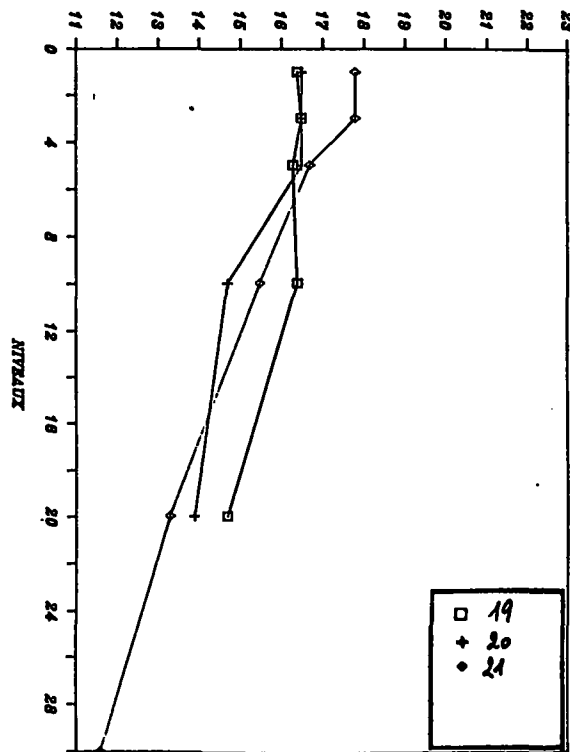
PROFIL DES TEMPERATURES R.6



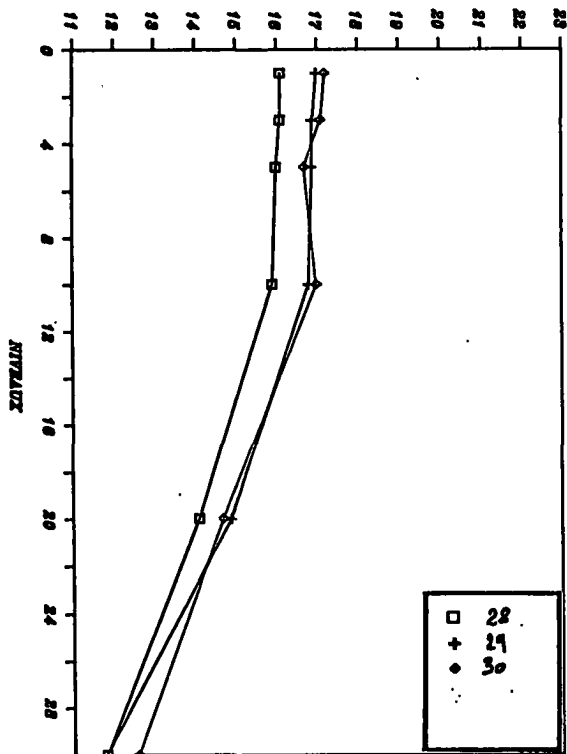
PROFIL DES TEMPERATURES R.8



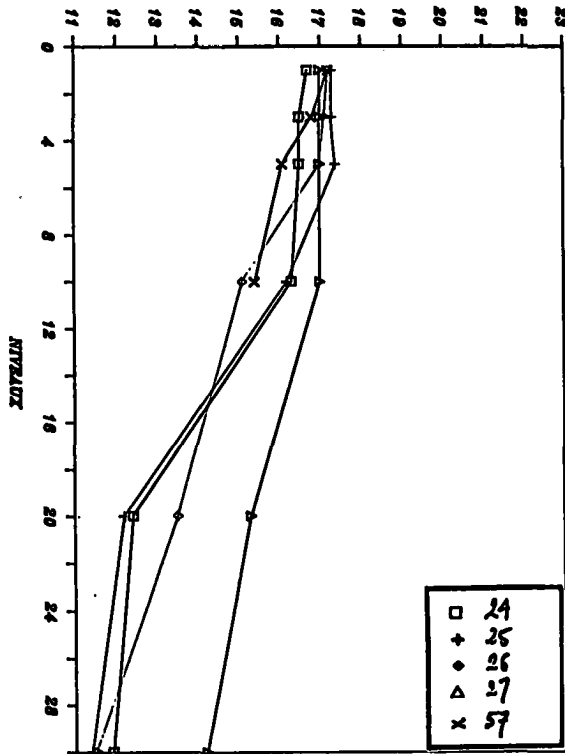
PROFIL DES TEMPERATURES R.7



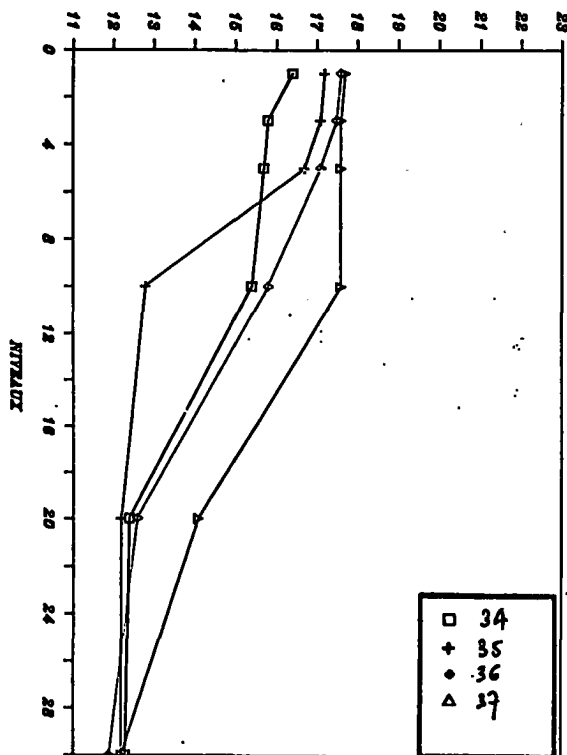
PROFIL DES TEMPERATURES R.10



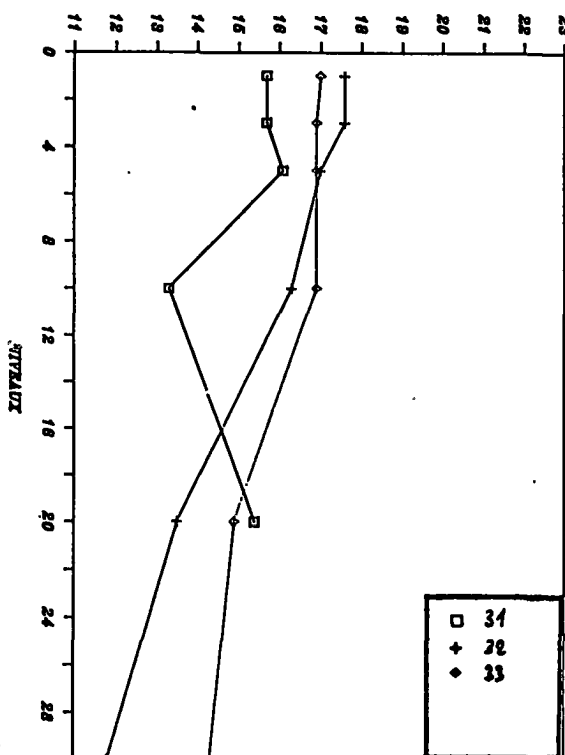
PROFIL DES TEMPERATURES R.9



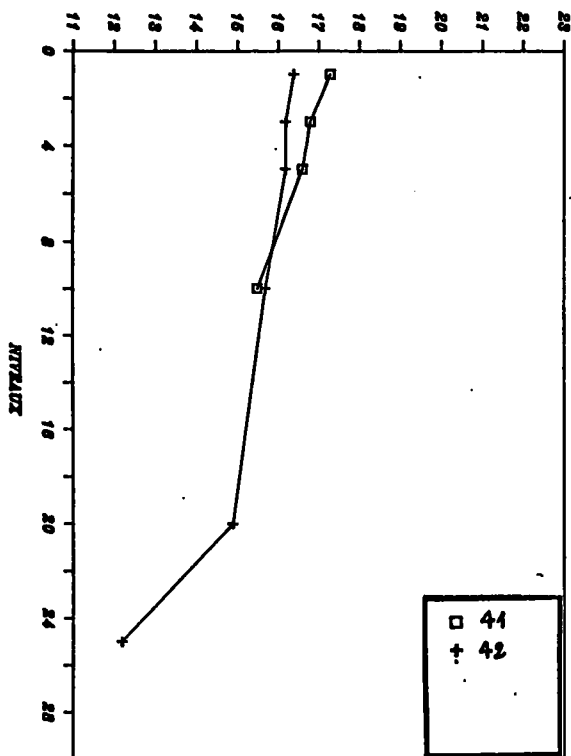
PROFIL DES TEMPERATURES R.12



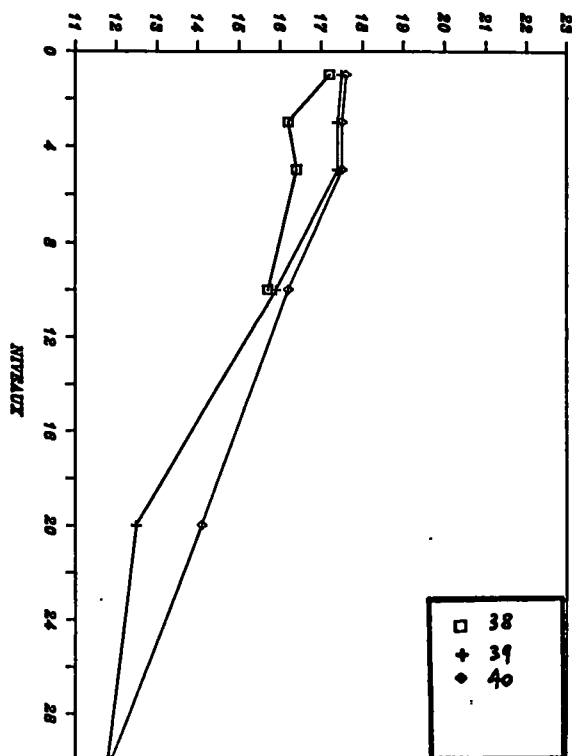
PROFIL DES TEMPERATURES R.11



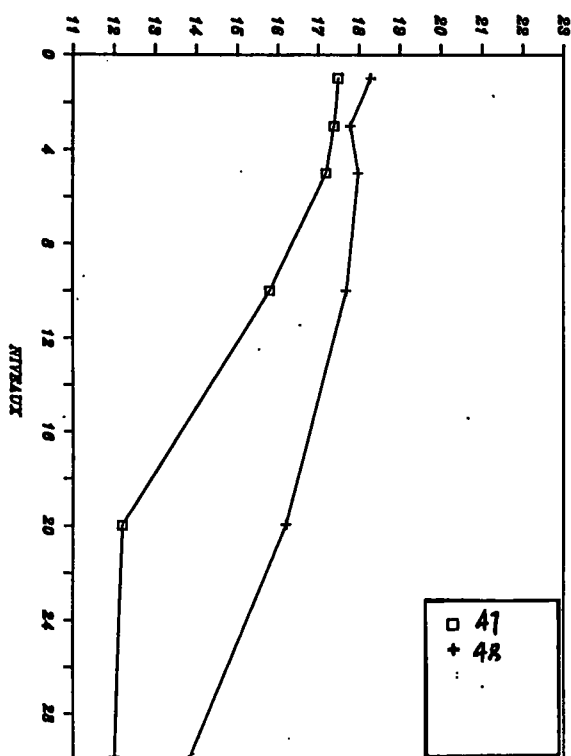
PROFIL DES TEMPERATURES R.14



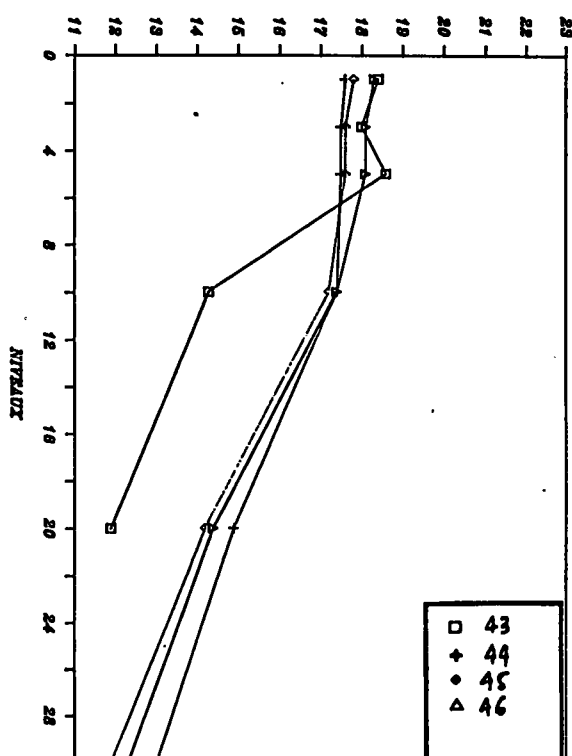
PROFIL DES TEMPERATURES R.13



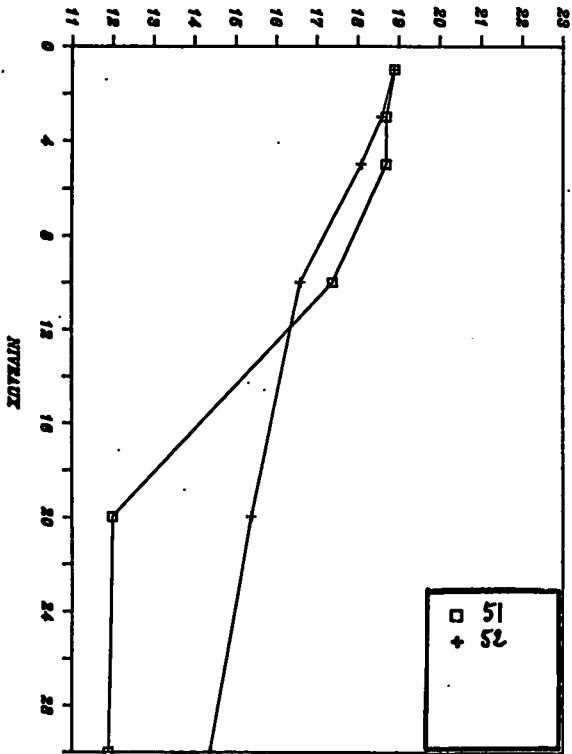
PROFIL DES TEMPERATURES R.16



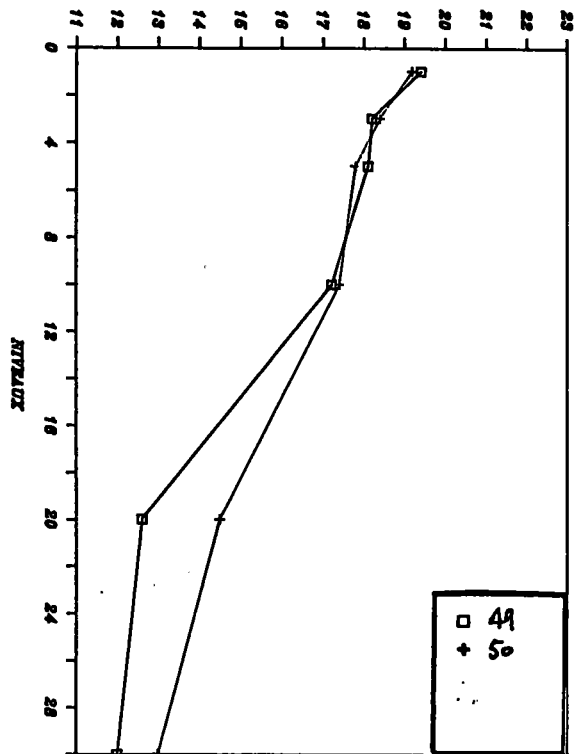
PROFIL DES TEMPERATURES R.15



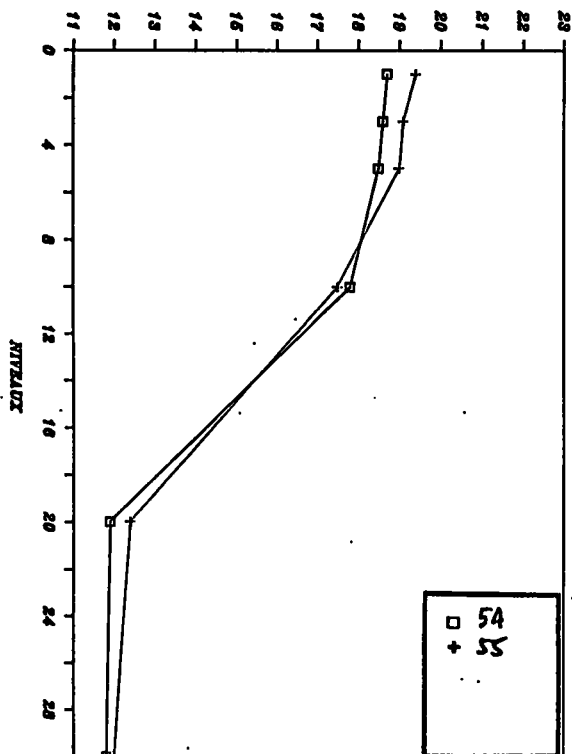
PROFIL DES TEMPERATURES R.18



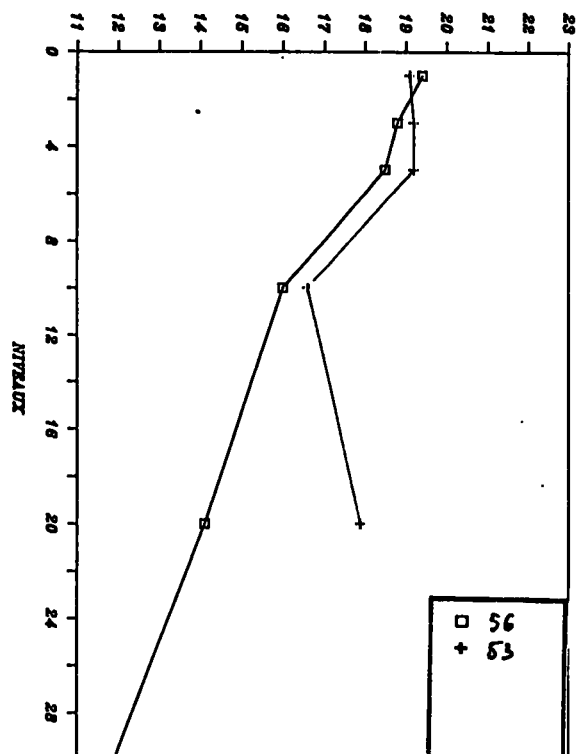
PROFIL DES TEMPERATURES R.17



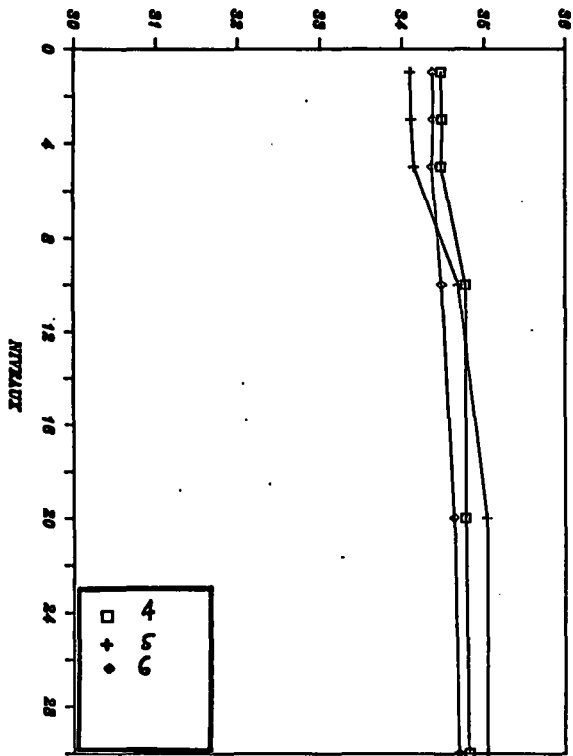
PROFIL DES TEMPERATURES R.20



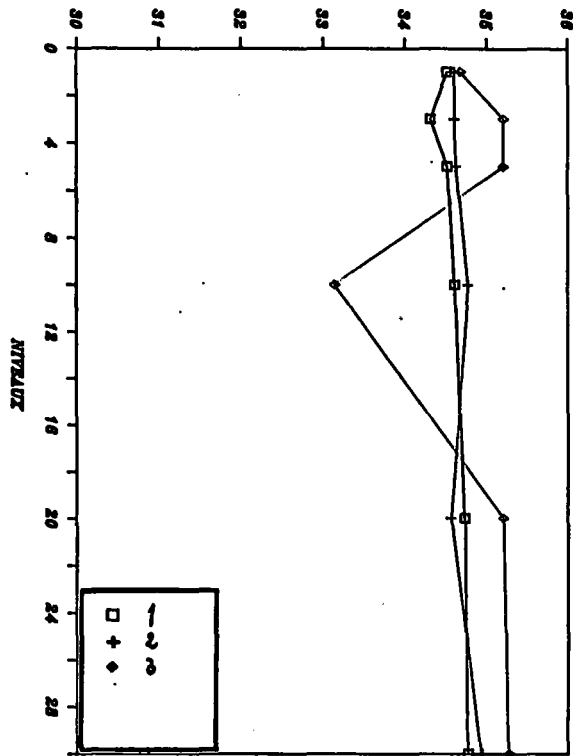
PROFIL DES TEMPERATURES R.19



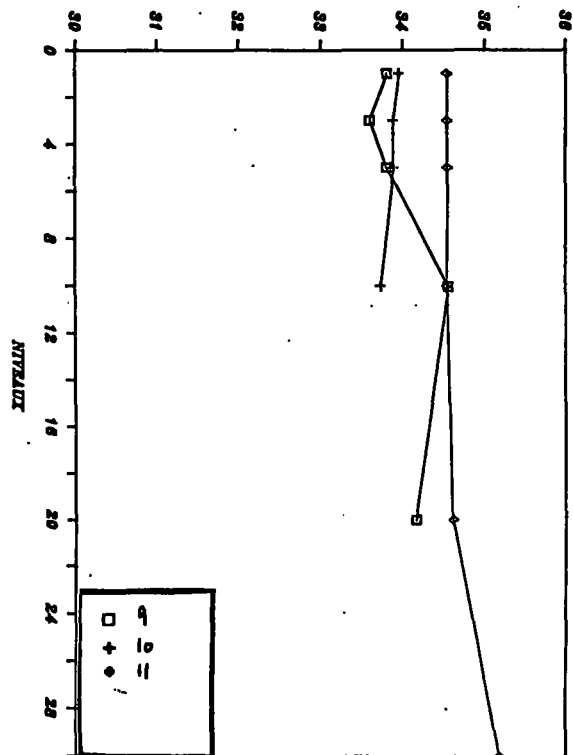
PROFIL DES SALINITES R.2



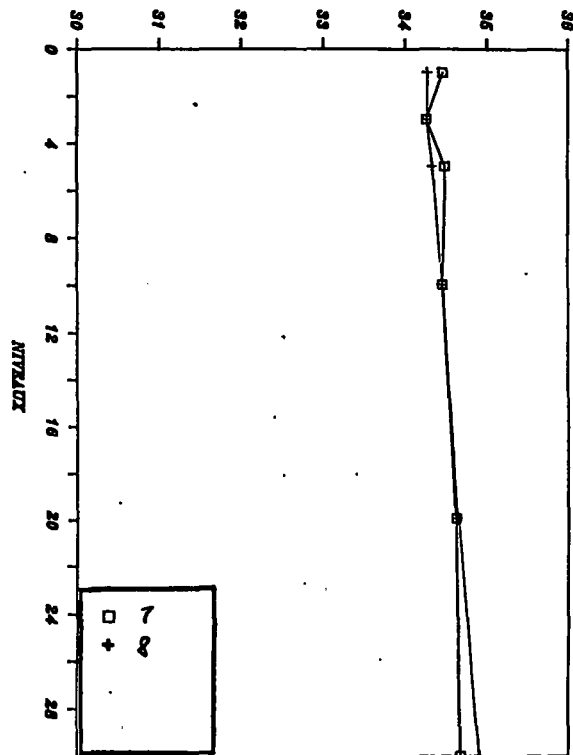
PROFIL DES SALINITES R.1



PROFIL DES SALINITES R.4

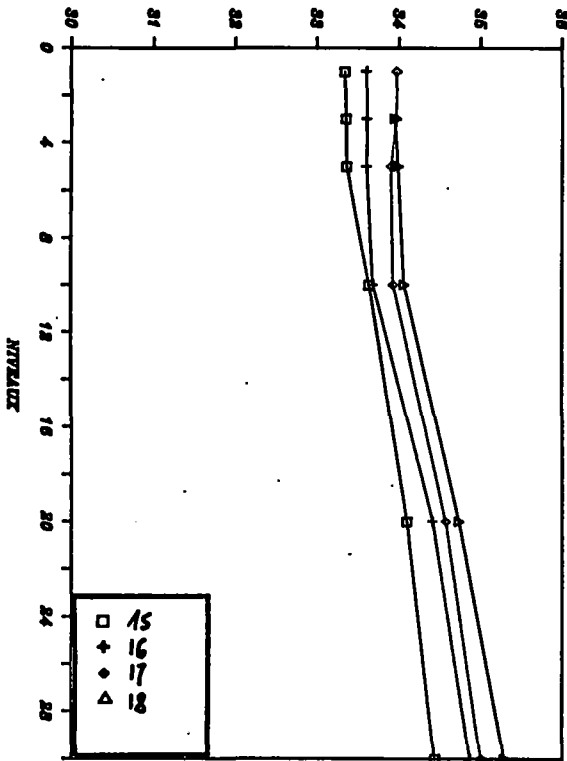


PROFIL DES SALINITES R.3

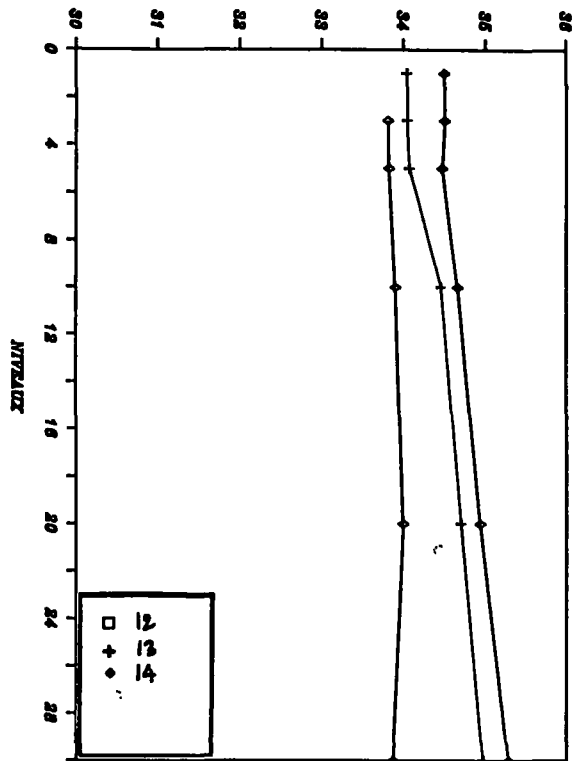




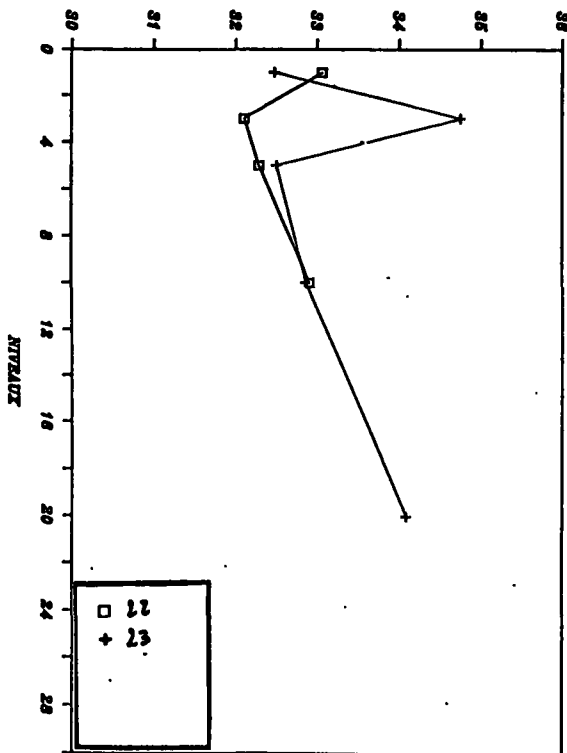
PROFIL DES SALINITES R.6



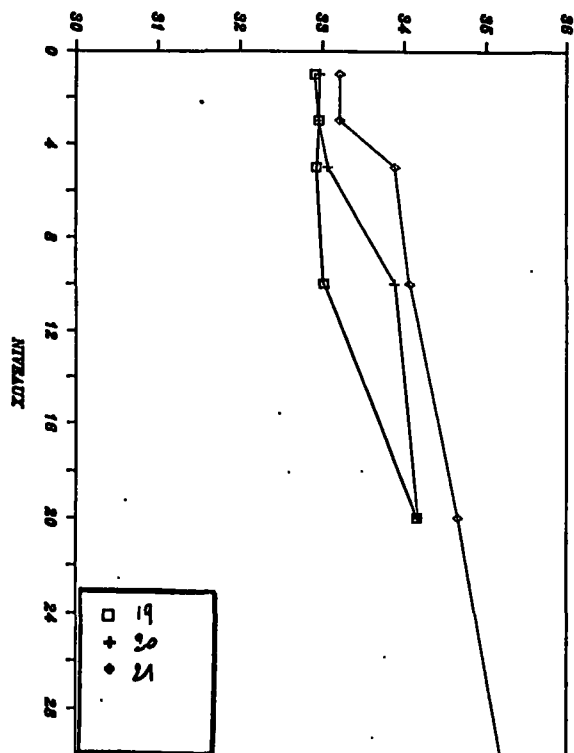
PROFIL DES SALINITES R.6



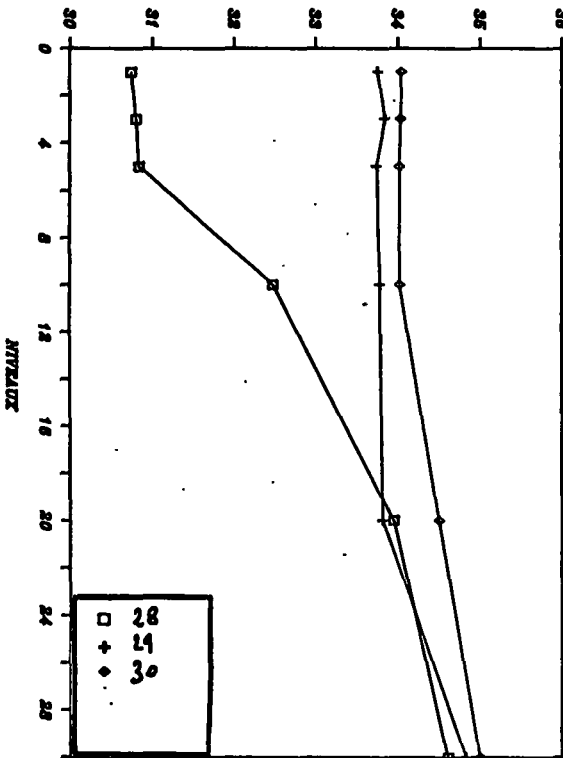
PROFIL DES SALINITES R.6



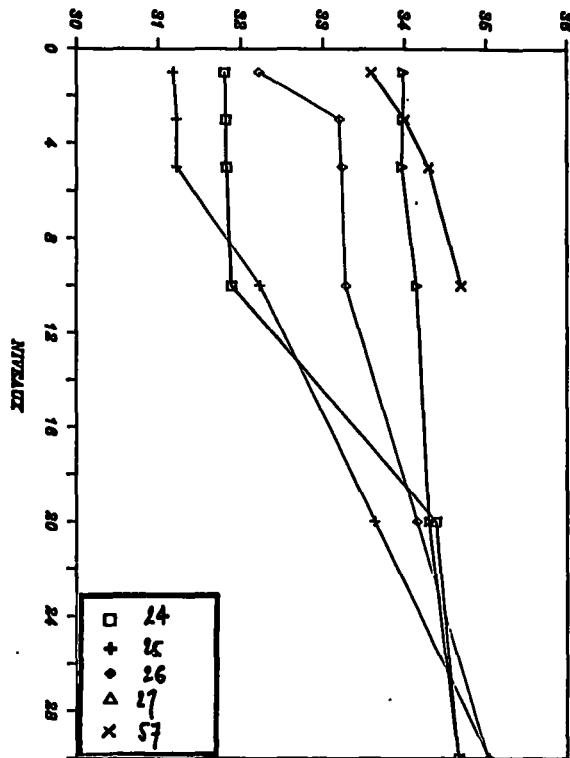
PROFIL DES SALINITES R.7



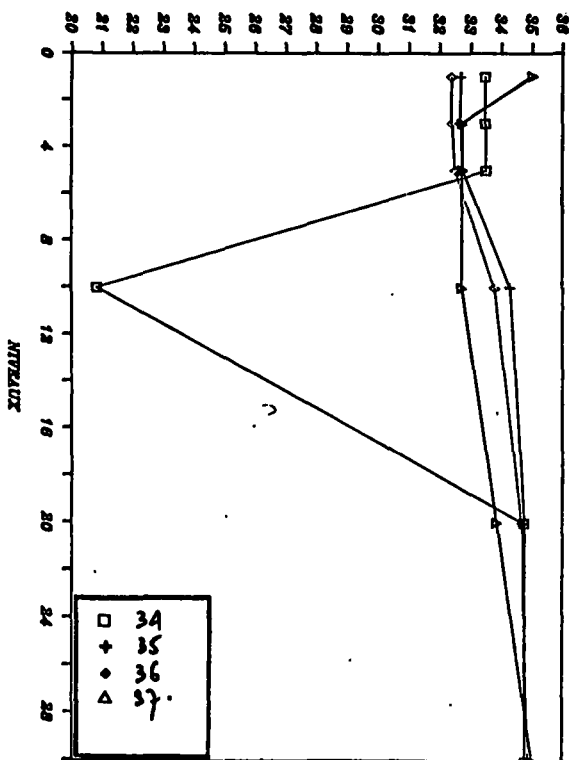
PROFIL DES SALINITES R.10



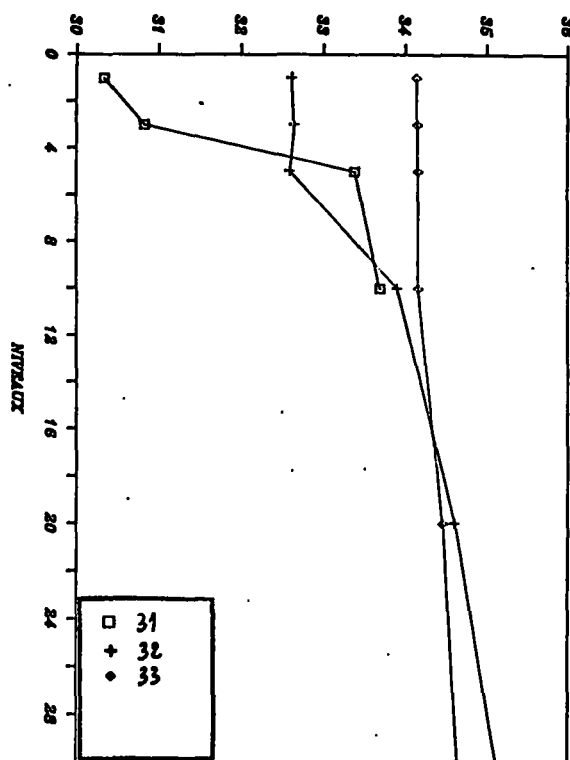
PROFIL DES SALINITES R.9



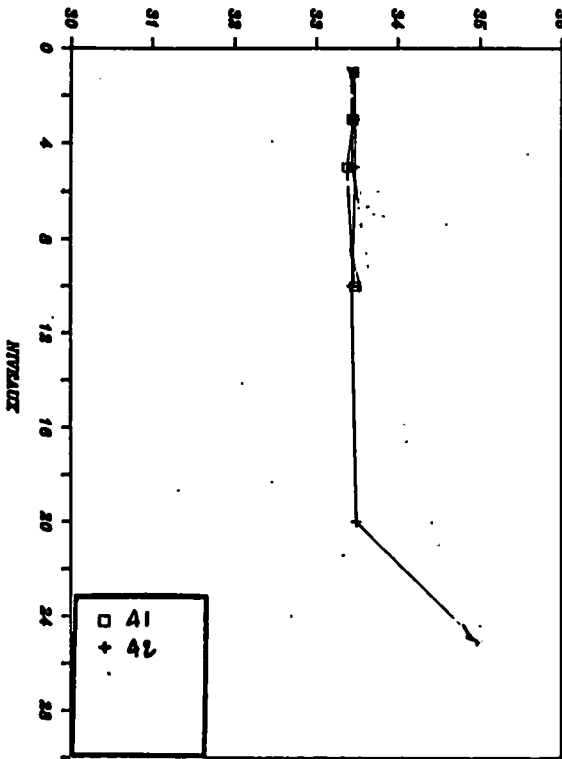
PROFIL DES SALINITES R.12



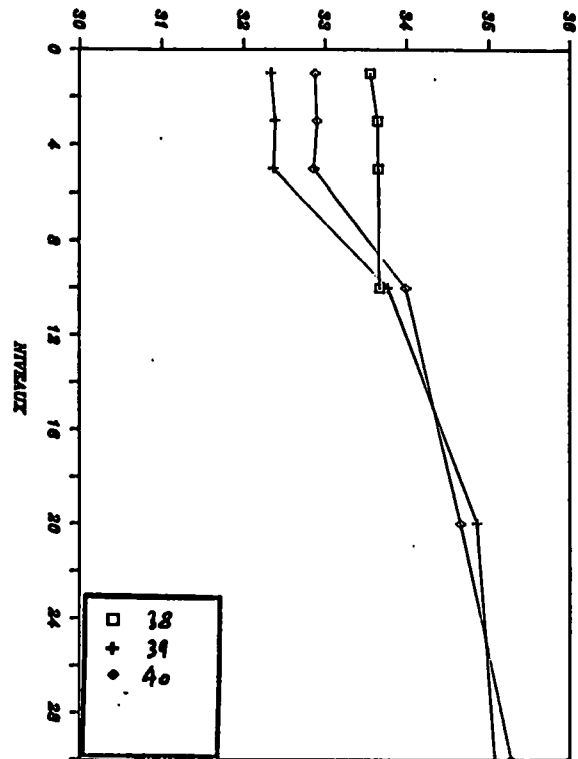
PROFIL DES SALINITES R.11



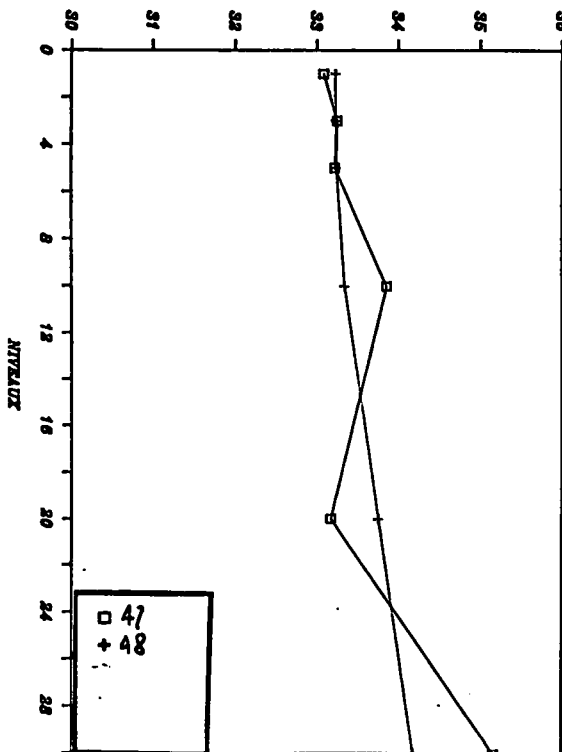
PROFIL DES SALINITES R.14



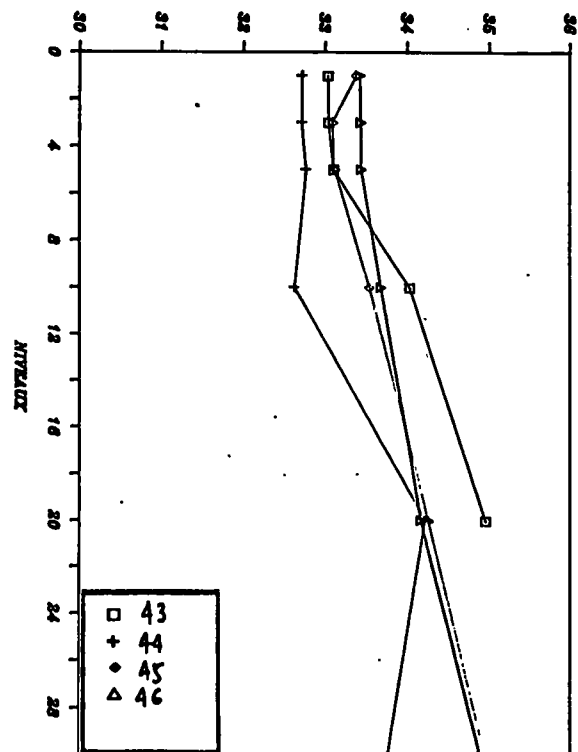
PROFIL DES SALINITES R.13



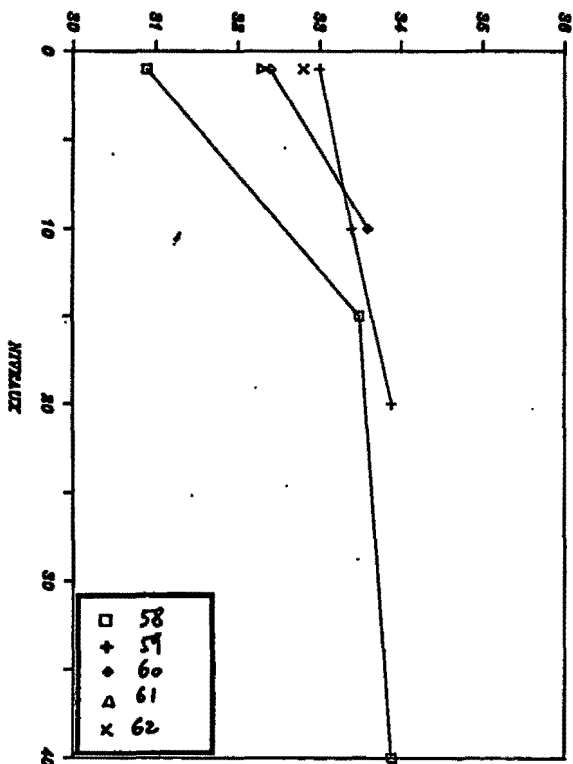
PROFIL DES SALINITES R.16



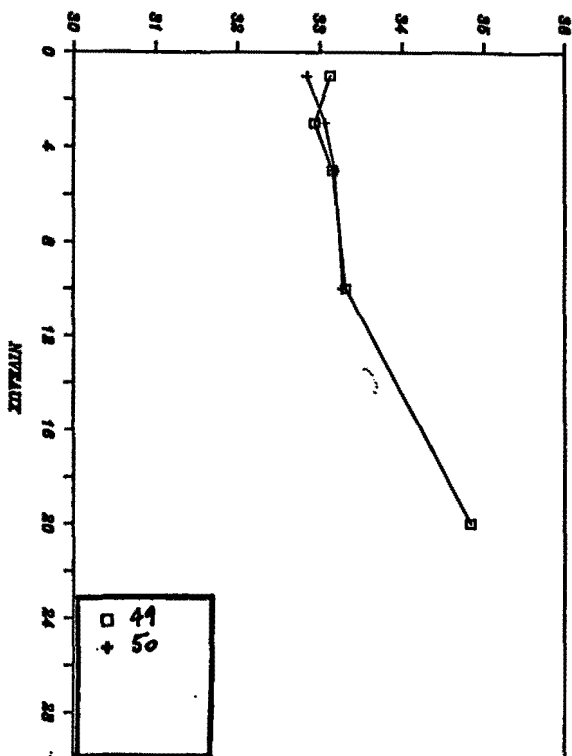
PROFIL DES SALINITES R.15



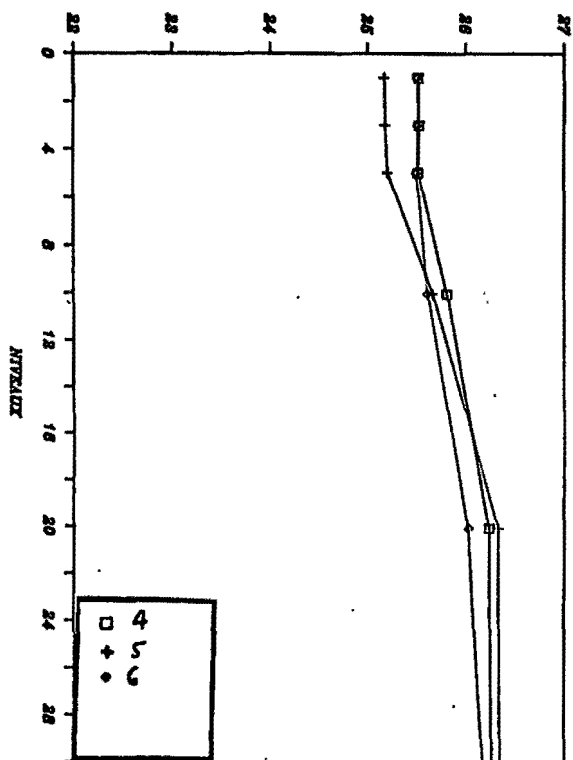
PROFIL DES SALINITES R.11



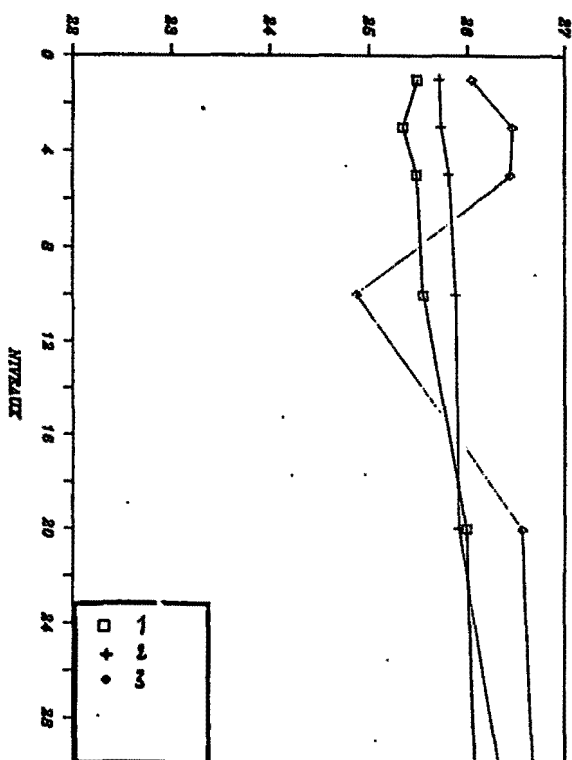
PROFIL DES SALINITES R.17



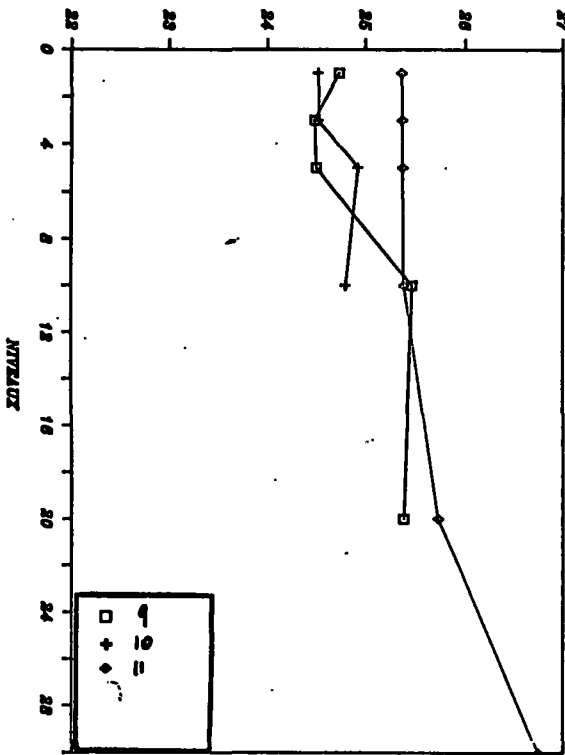
PROFIL DES DENSITES R.2



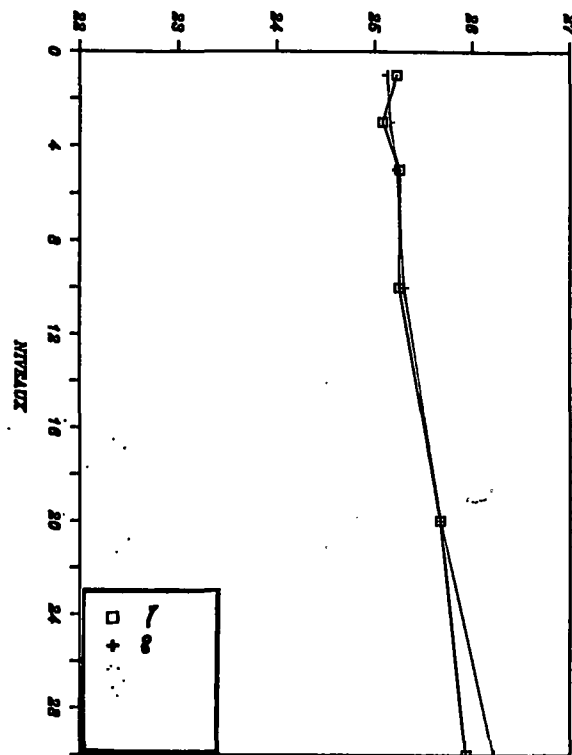
PROFIL DES DENSITES R.1



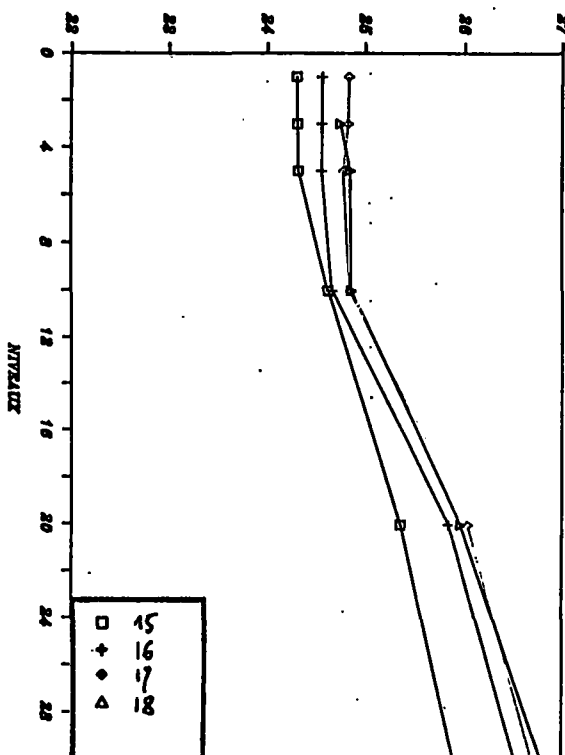
PROFIL DES DENSITES R.4



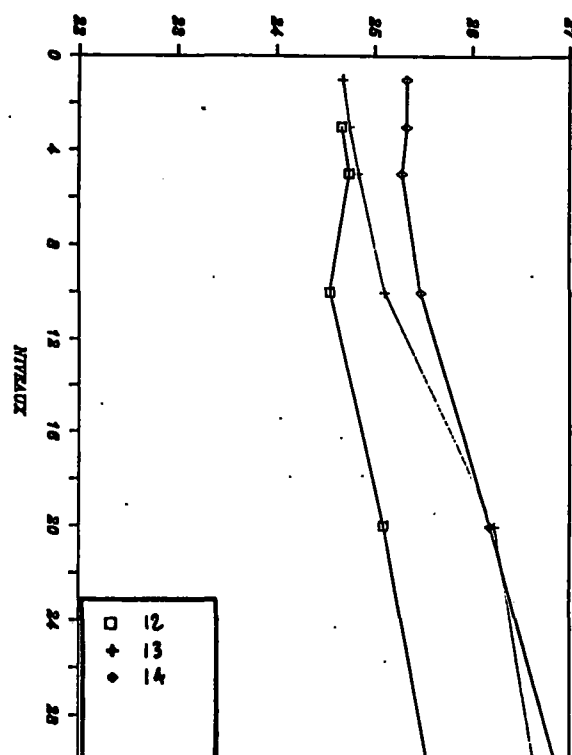
PROFIL DES DENSITES R.3



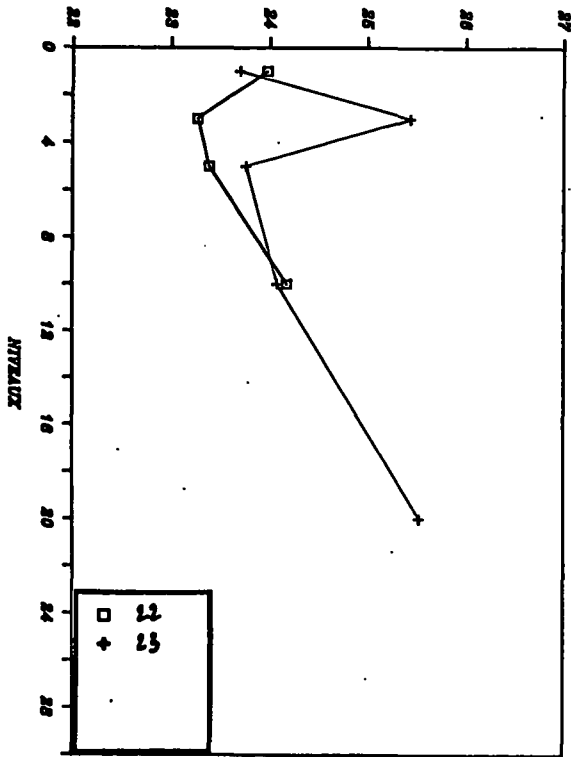
PROFIL DES DENSITES R.6



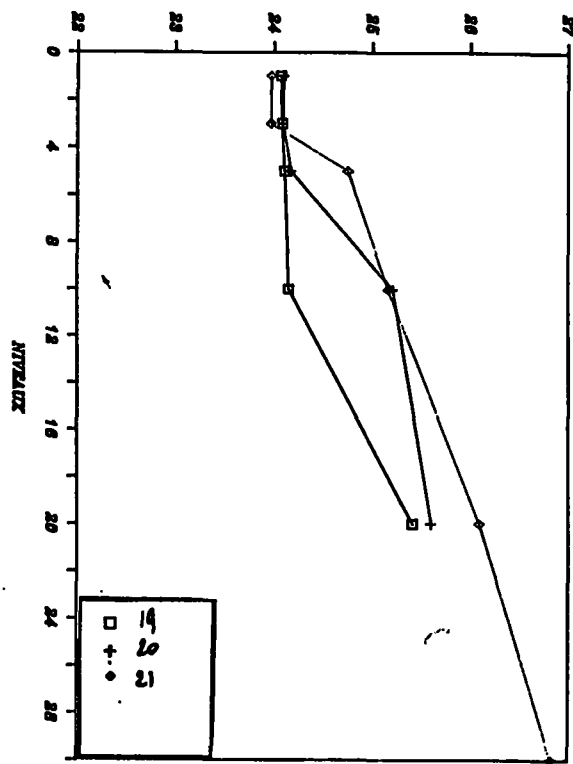
PROFIL DES DENSITES R.5



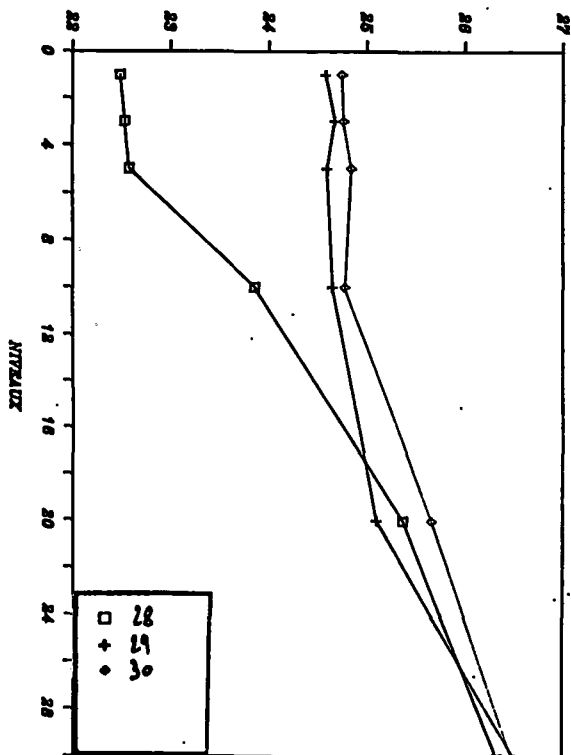
PROFIL DES DENSITES R.8



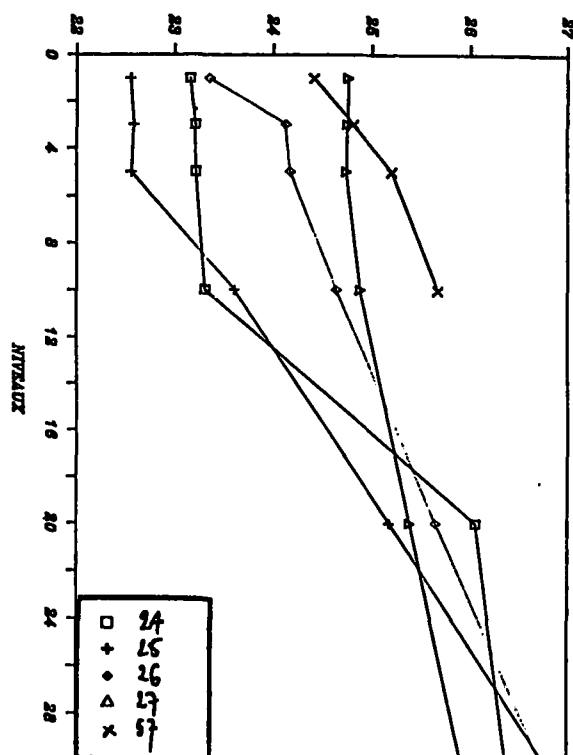
PROFIL DES DENSITES R.7



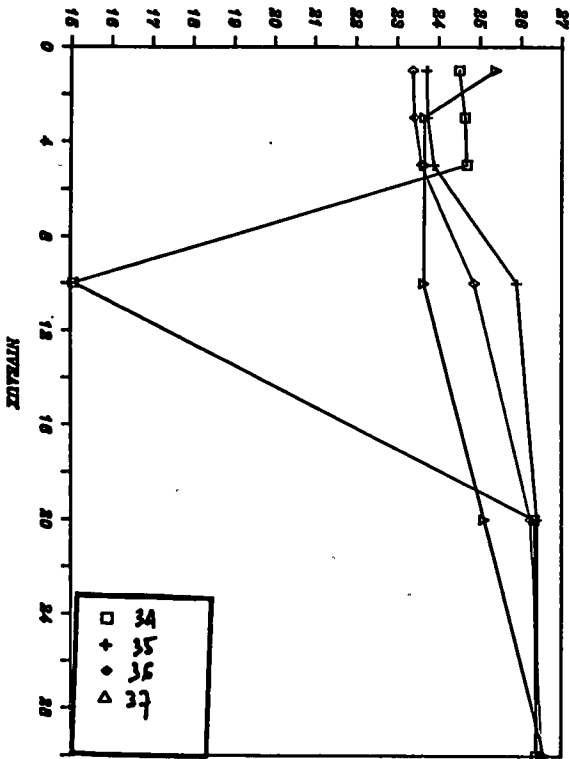
PROFIL DES DENSITES R.10



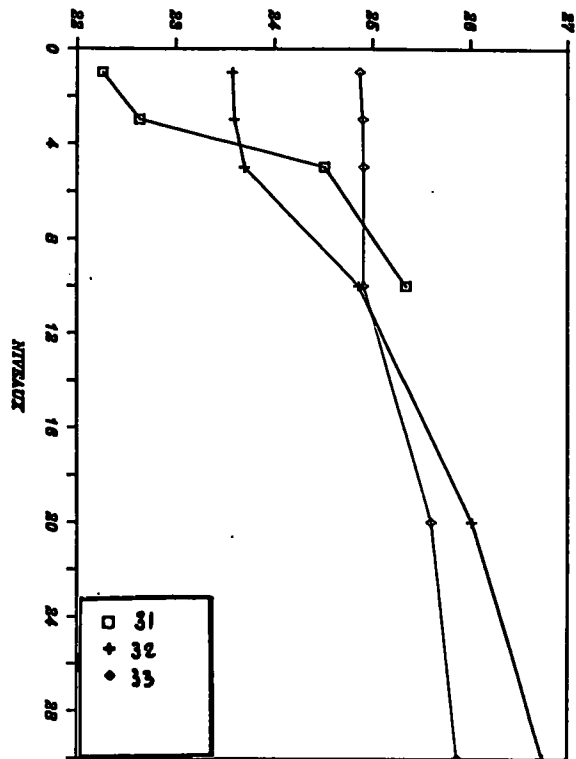
PROFIL DES DENSITES R.9



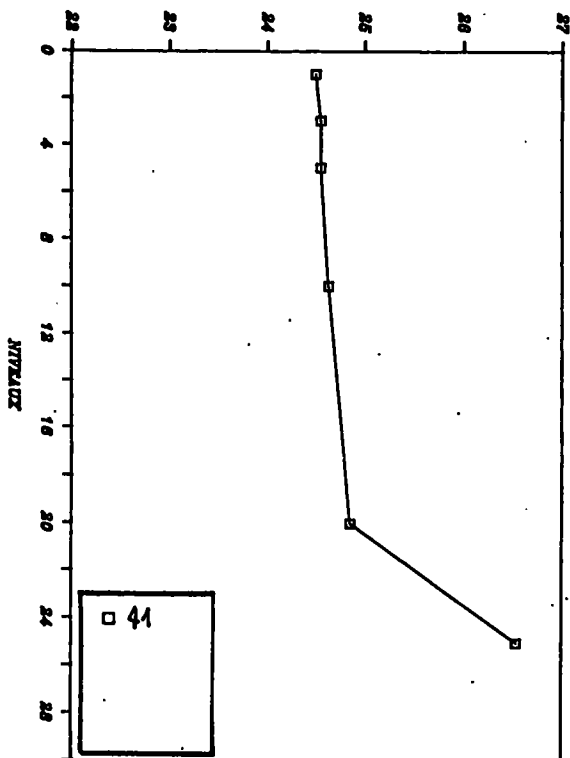
PROFIL DES DENSITES R.12



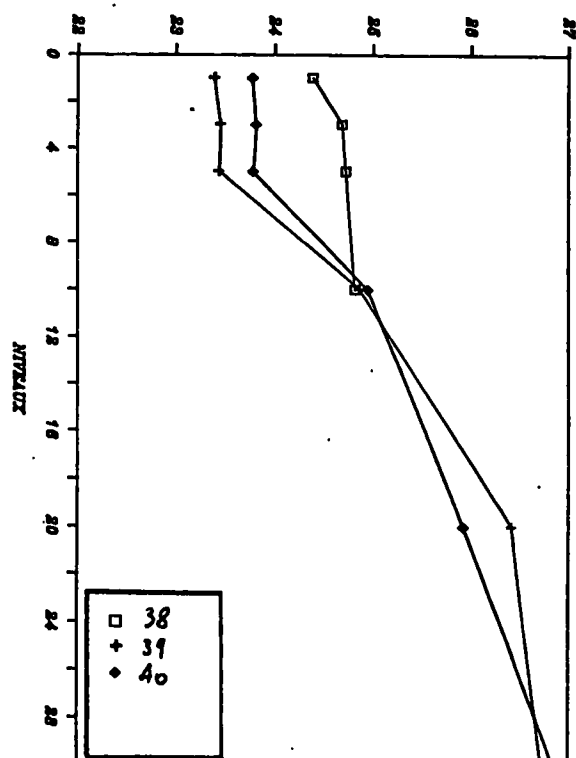
PROFIL DES DENSITES R.11



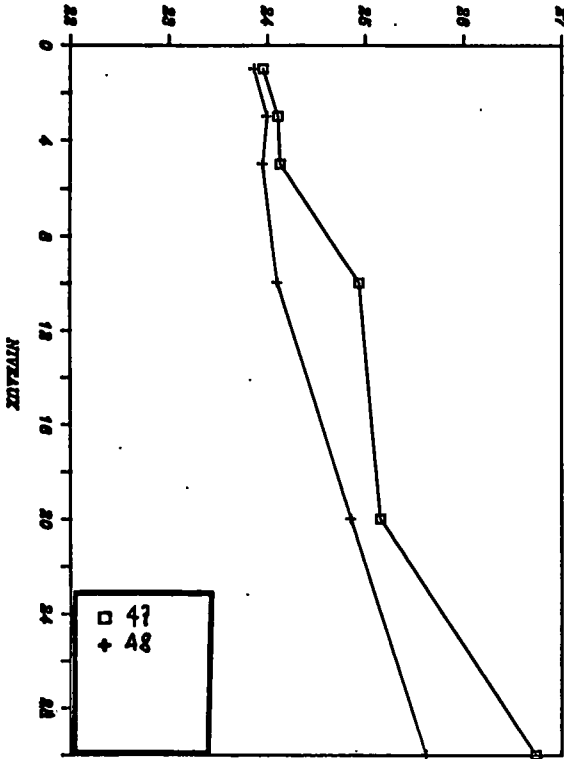
PROFIL DES DENSITES R.14



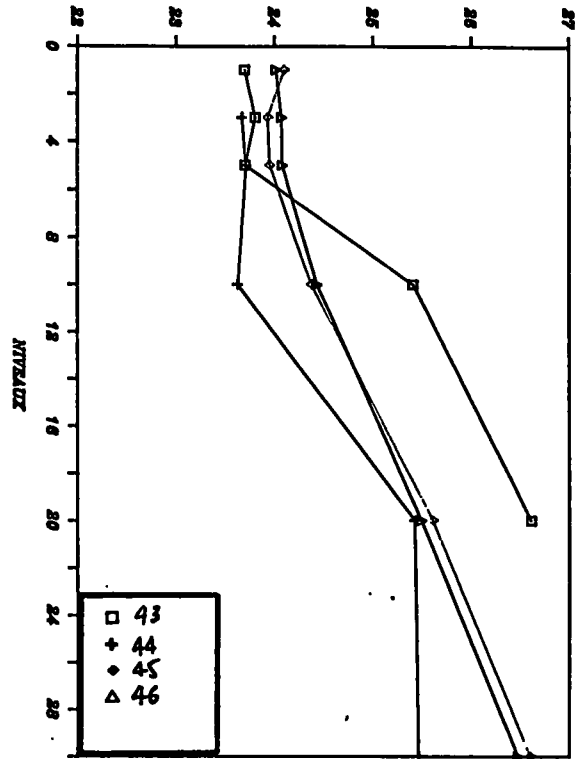
PROFIL DES DENSITES R.13



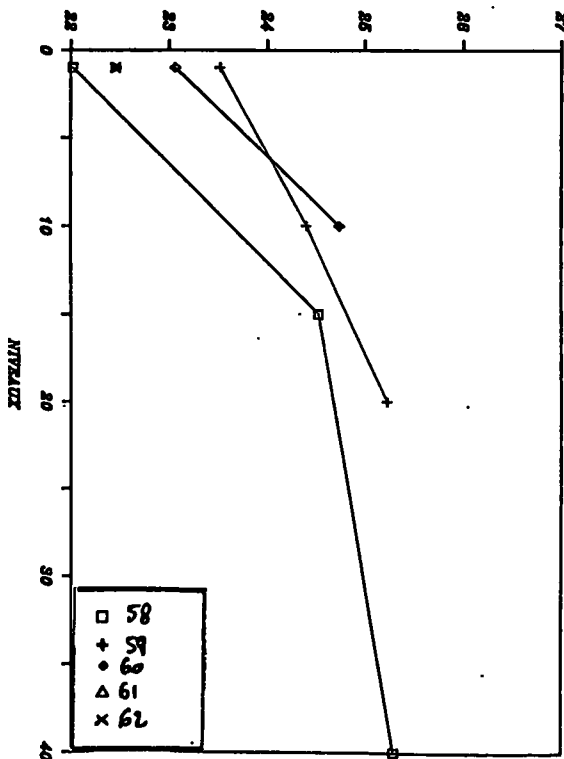
PROFIL DES DENSITES R.16



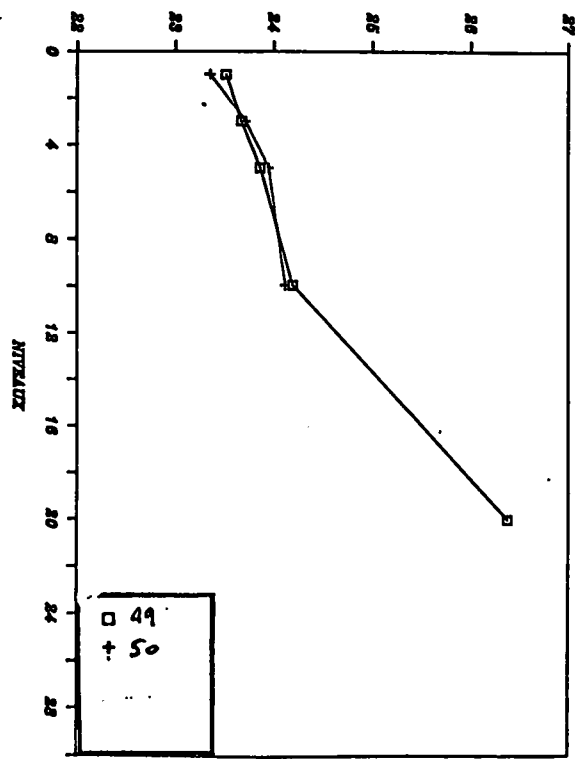
PROFIL DES DENSITES R.16



PROFIL DES DENSITES R.21

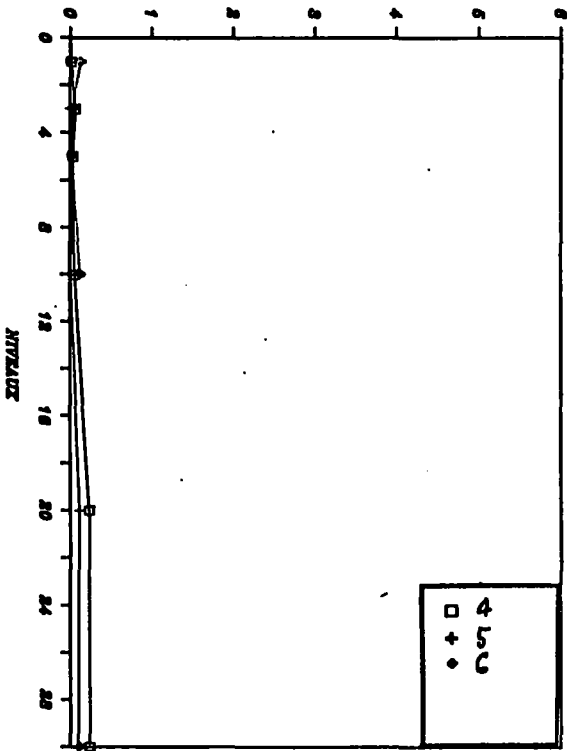


PROFIL DES DENSITES R.17

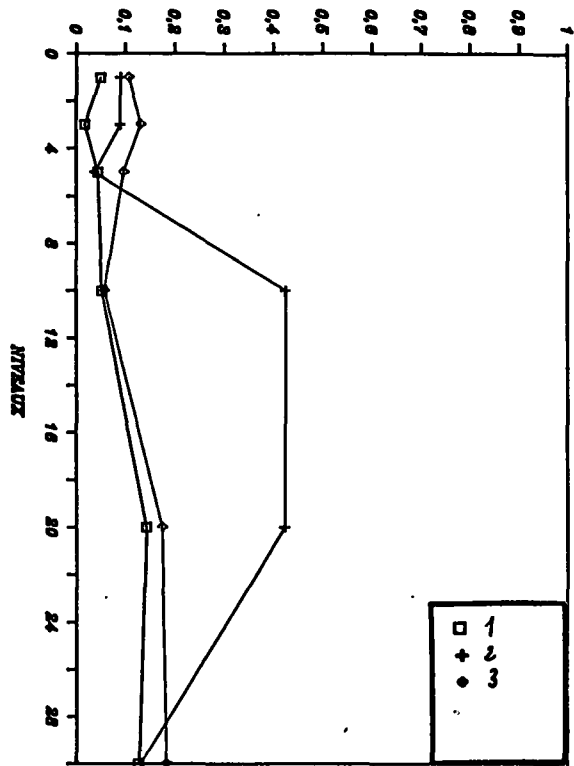




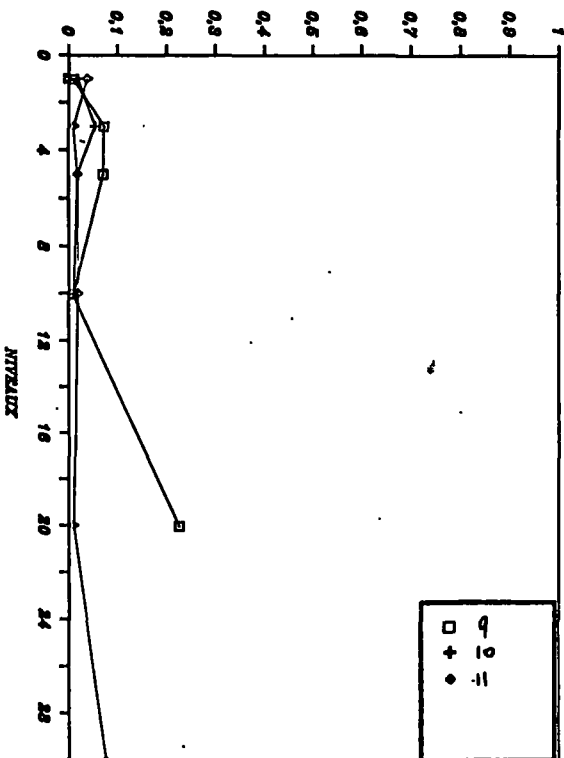
PROFIL P04 R.2



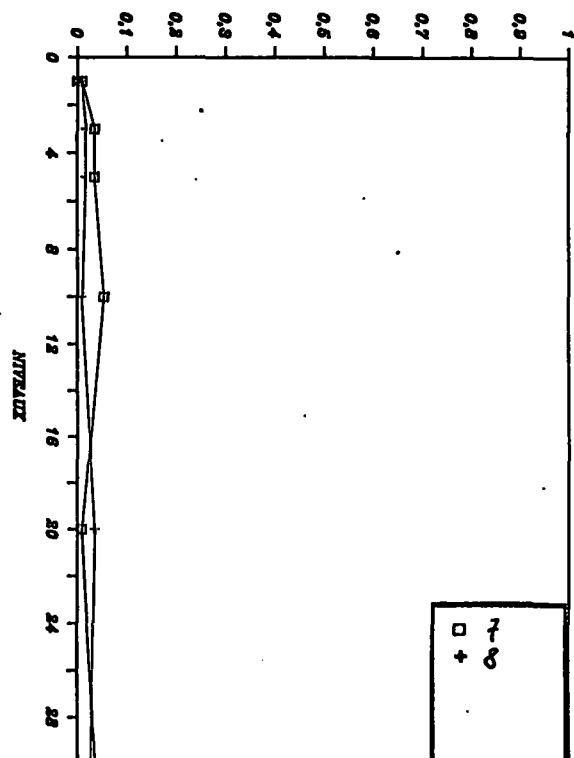
PROFIL P04 R.1



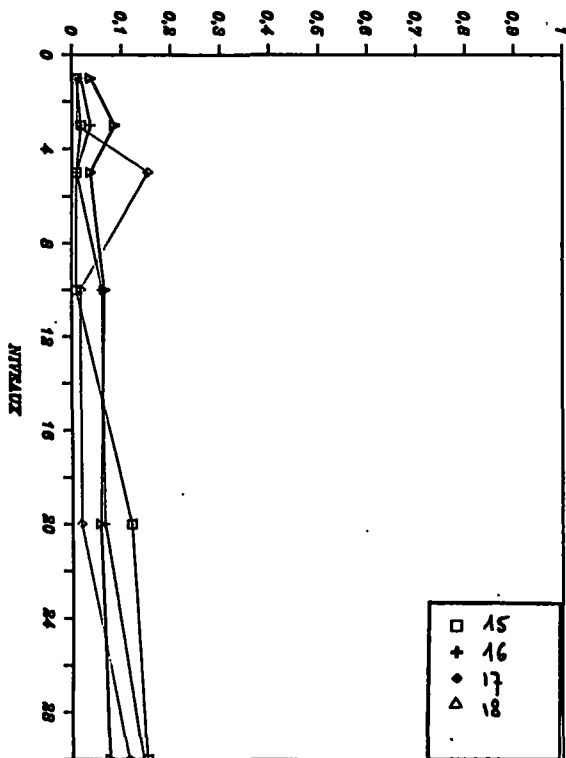
PROFIL P04 R.4



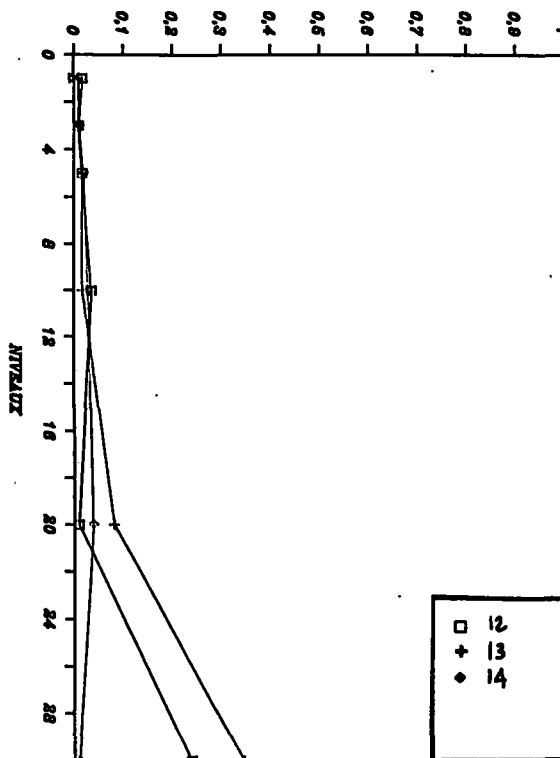
PROFIL P04 R.3



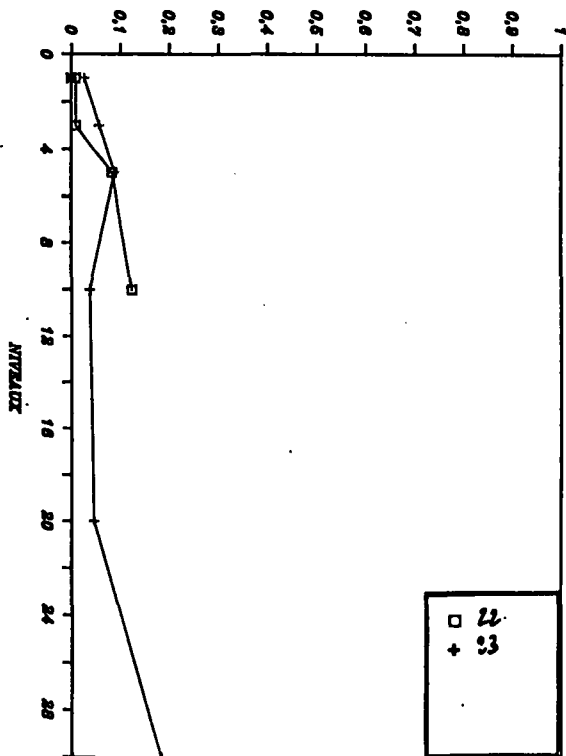
PROFIL PO4 R.6



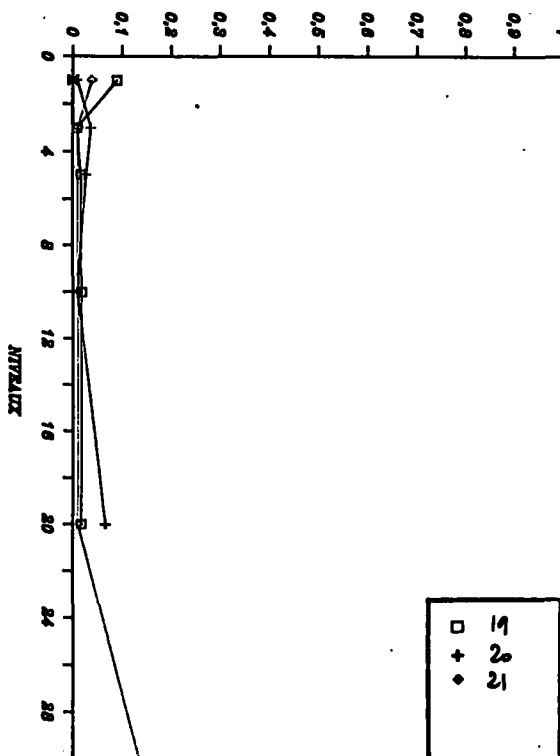
PROFIL PO4 R.6



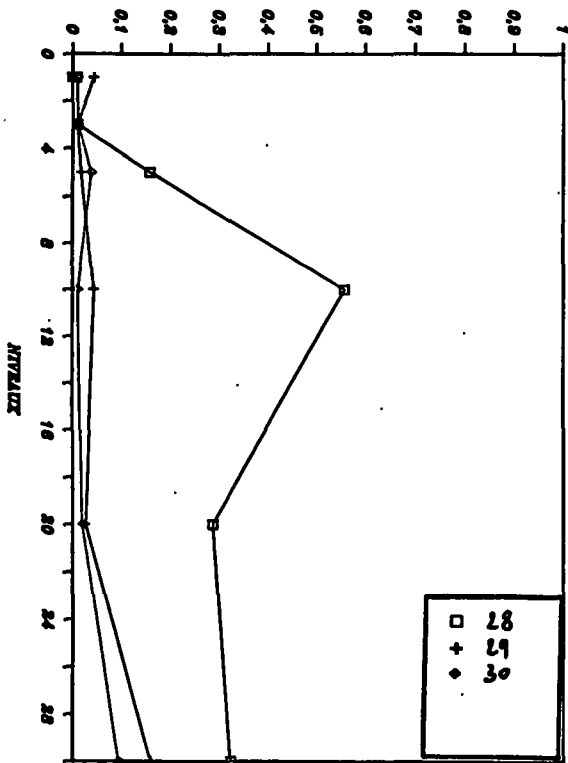
PROFIL PO4 R.8



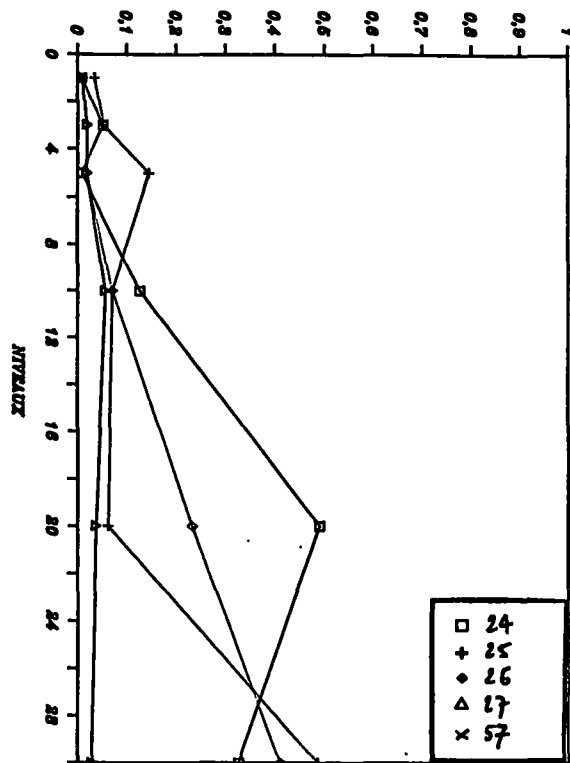
PROFIL PO4 R.7



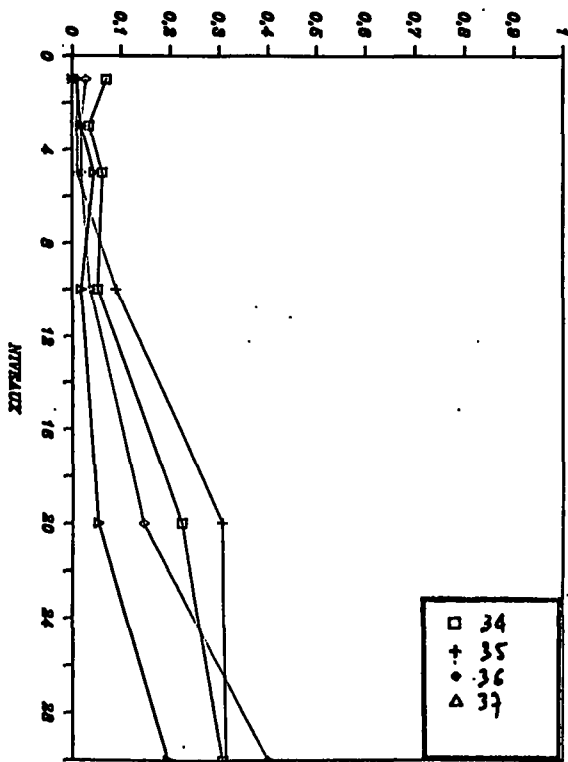
PROFIL P04 R.10



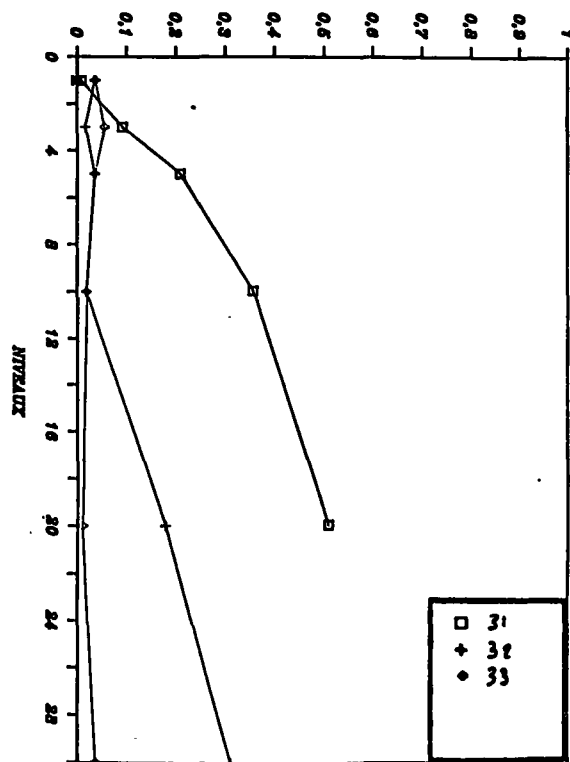
PROFIL P04 R.9



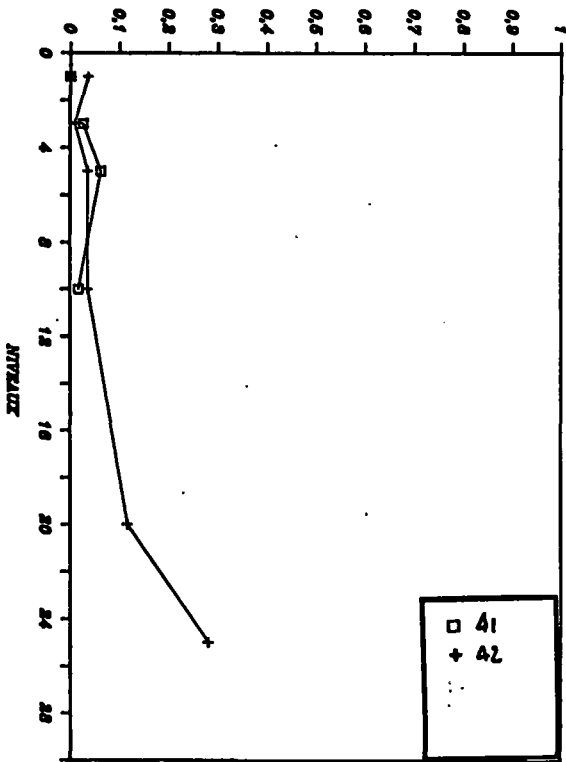
PROFIL P04 R.12



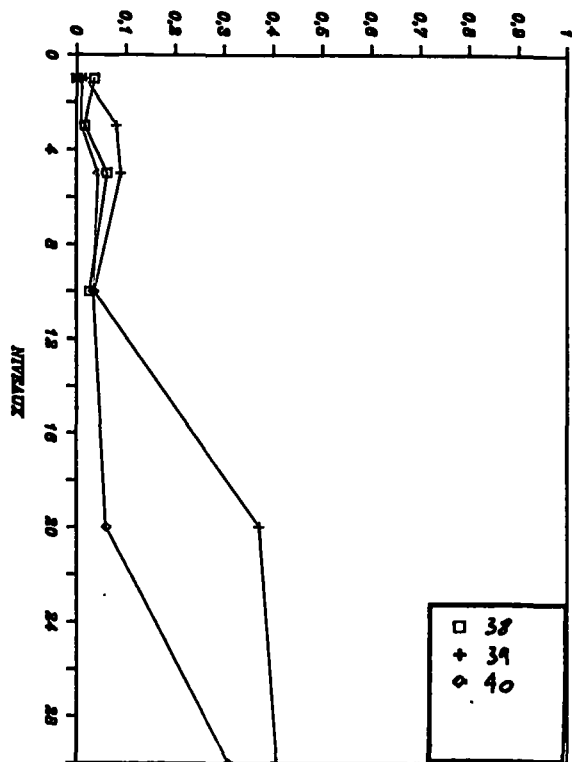
PROFIL P04 R.11



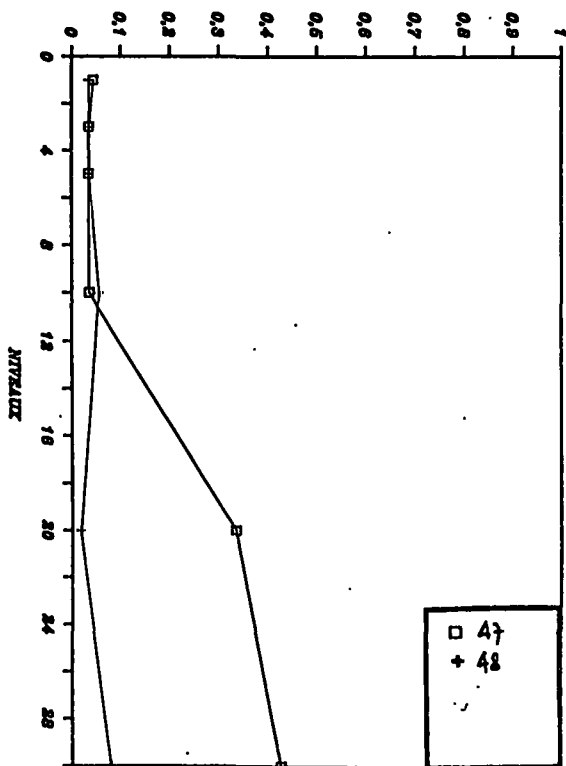
PROFIL PO4 R.14



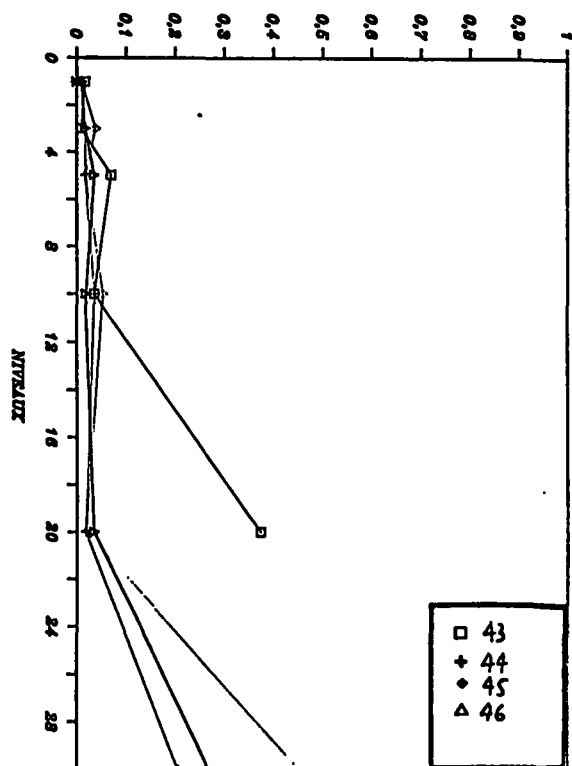
PROFIL PO4 R.18



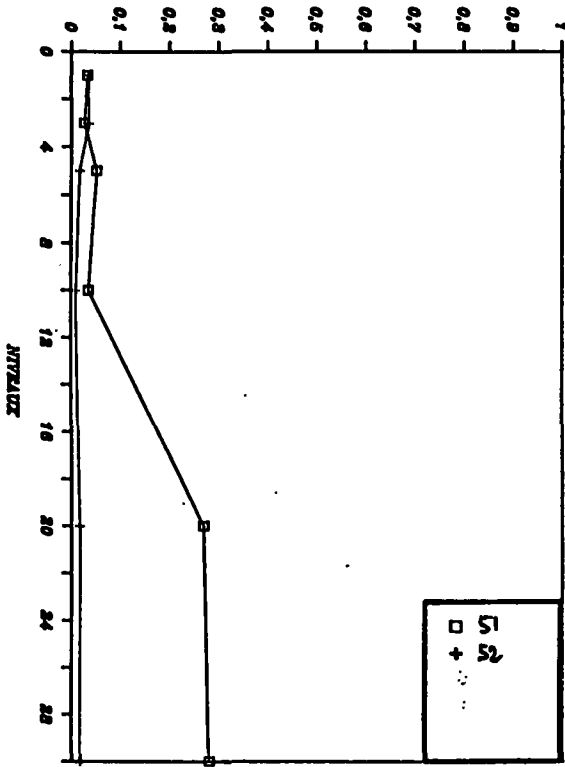
PROFIL PO4 R.18



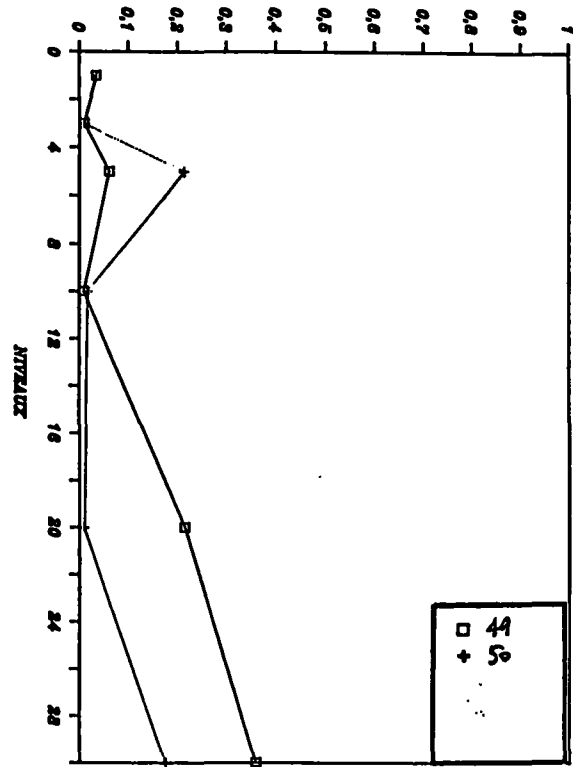
PROFIL PO4 R.18



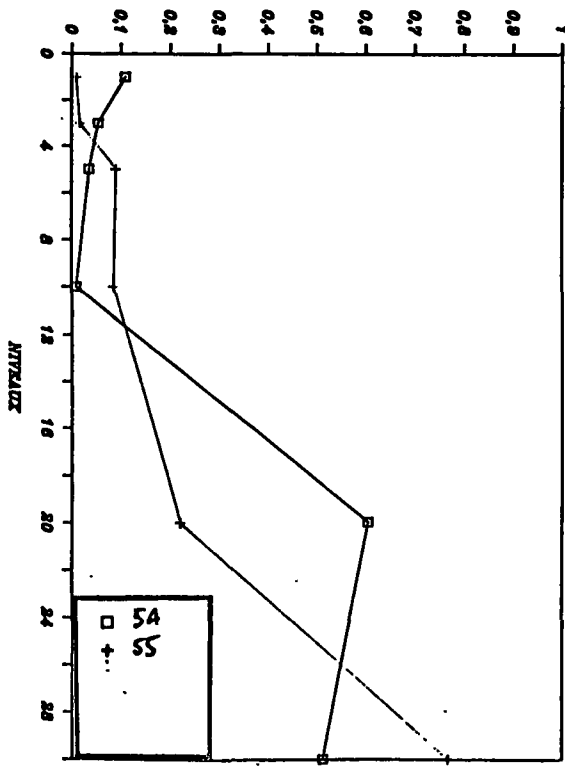
PROFIL P04 R.16



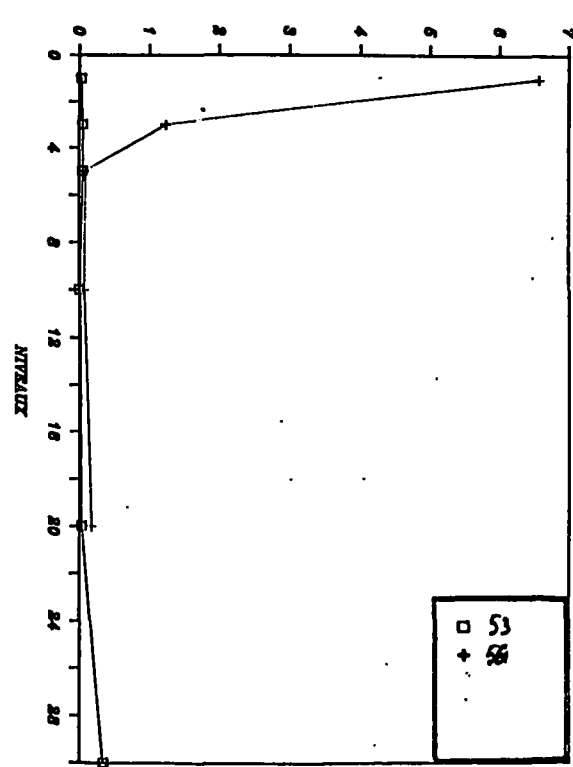
PROFIL P04 R.17

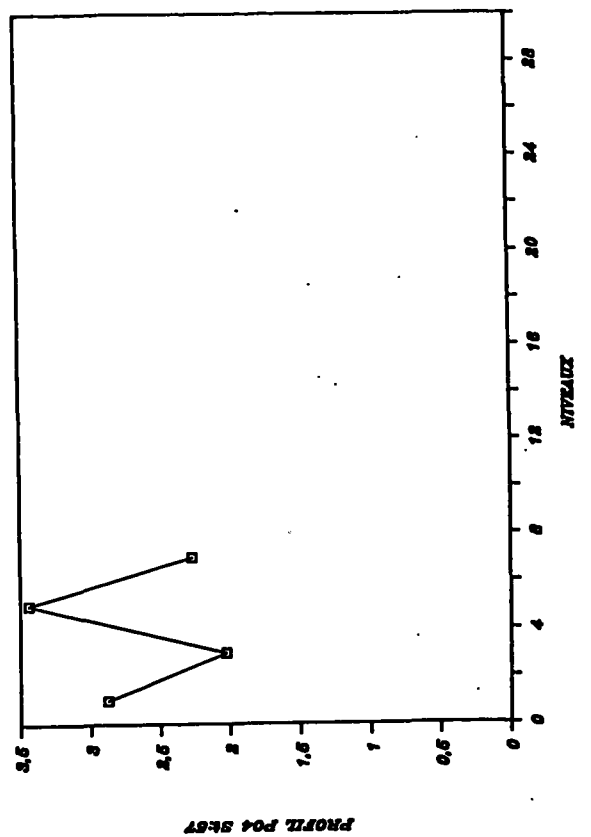
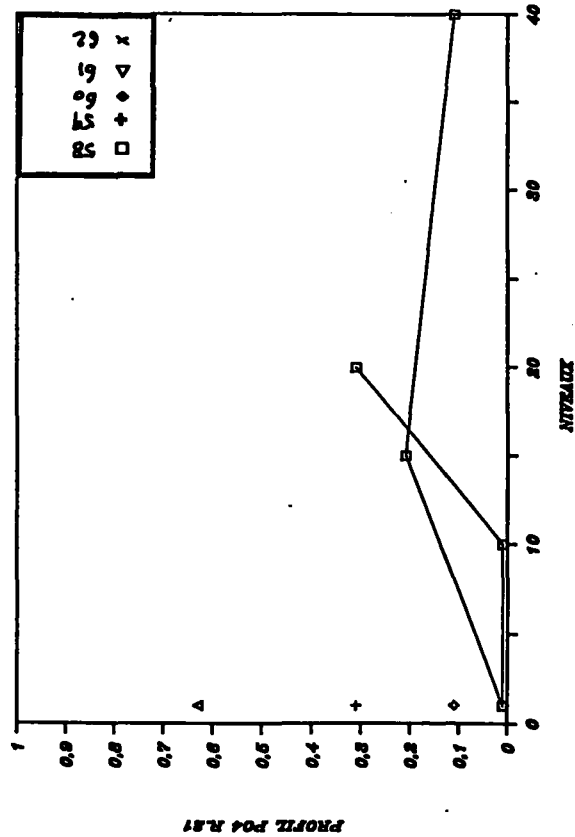
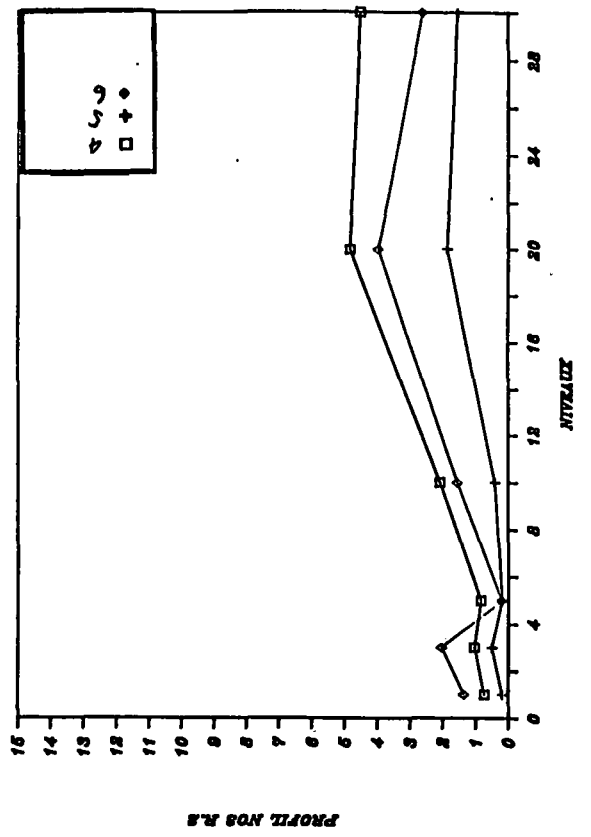
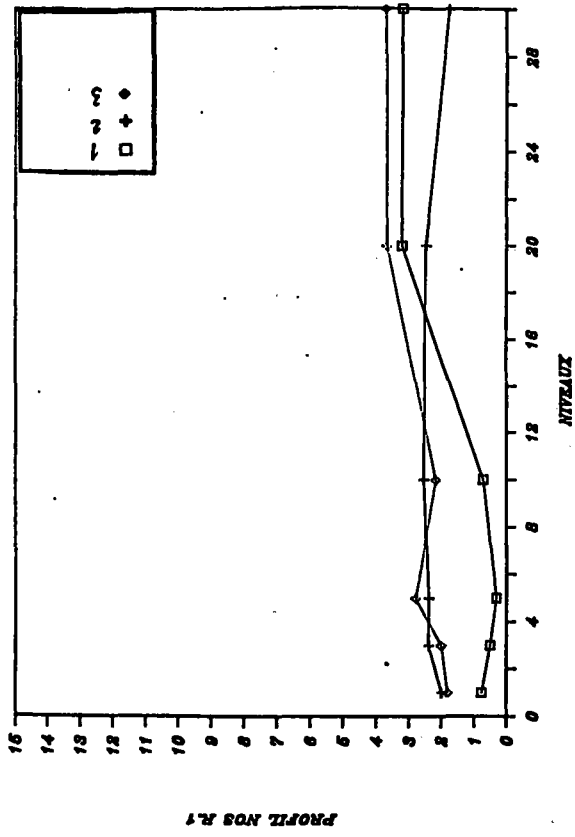


PROFIL P04 R.20

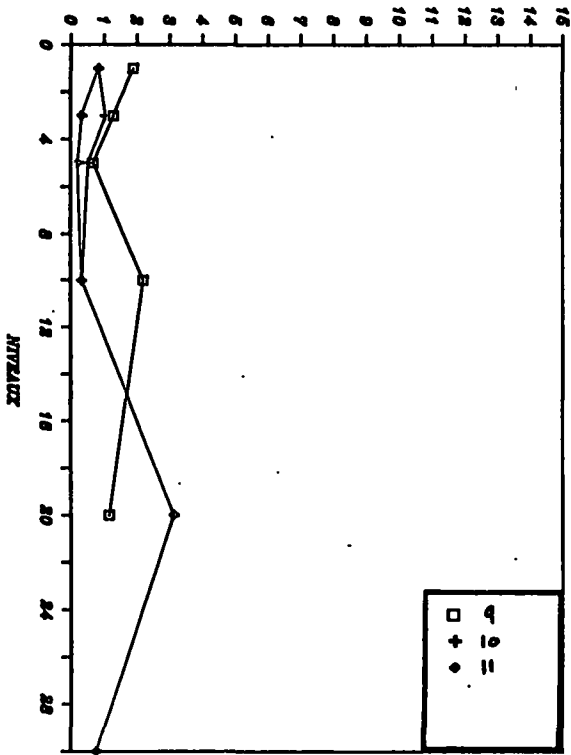


PROFIL P04 R.19

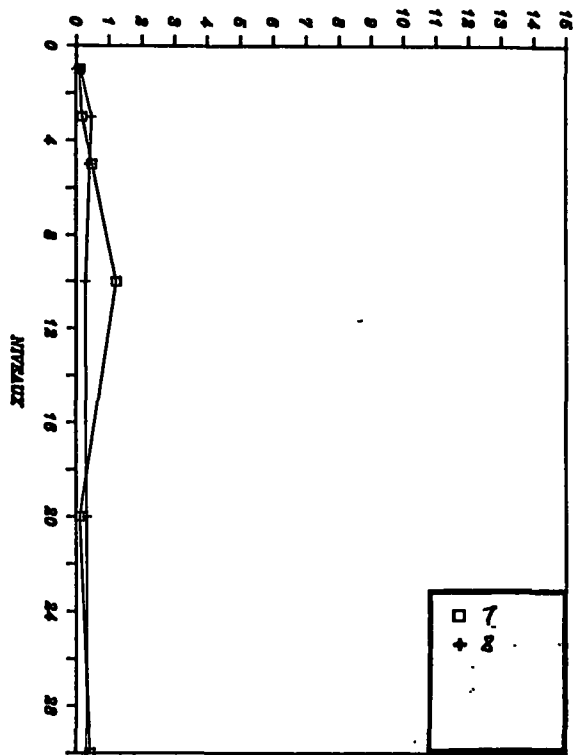




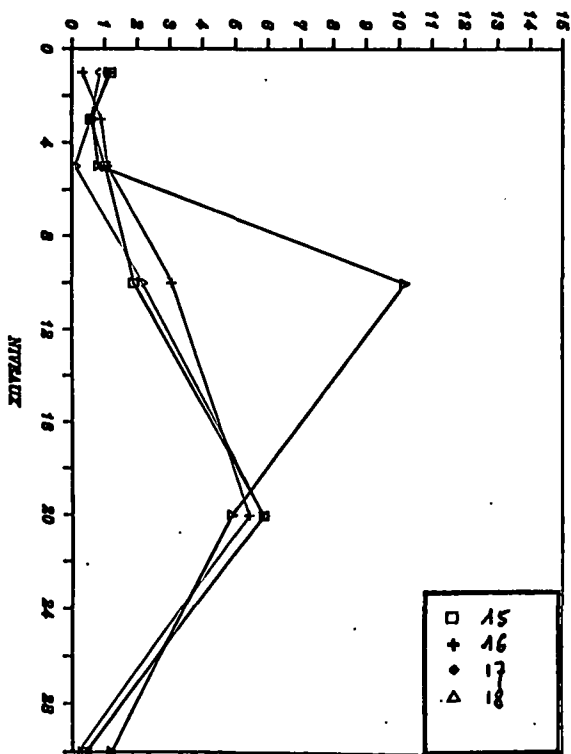
PROFIL NOS R.4



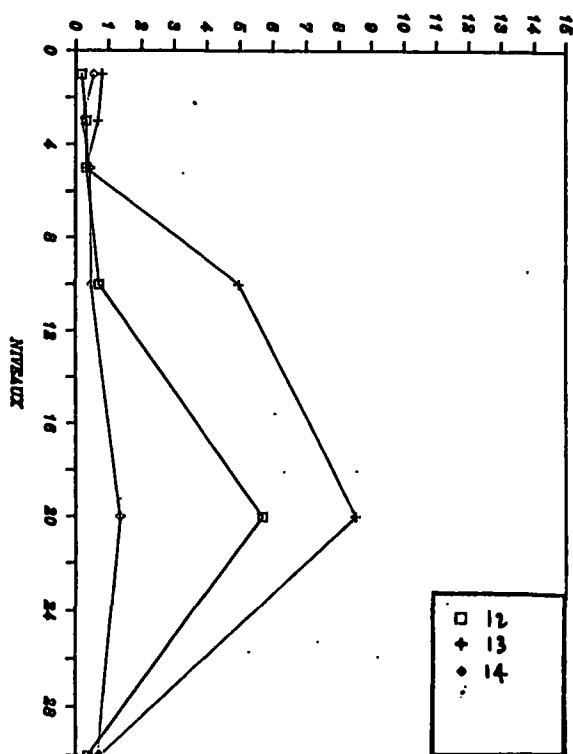
PROFIL NOS R.3



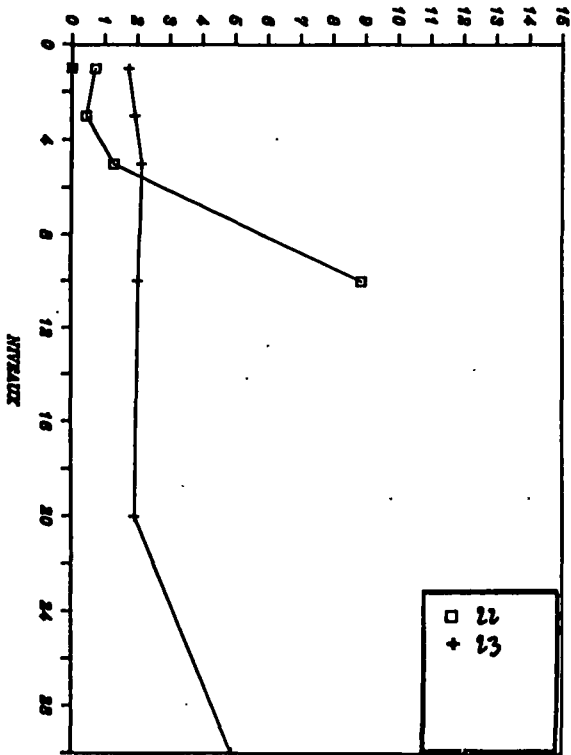
PROFIL NOS R.6



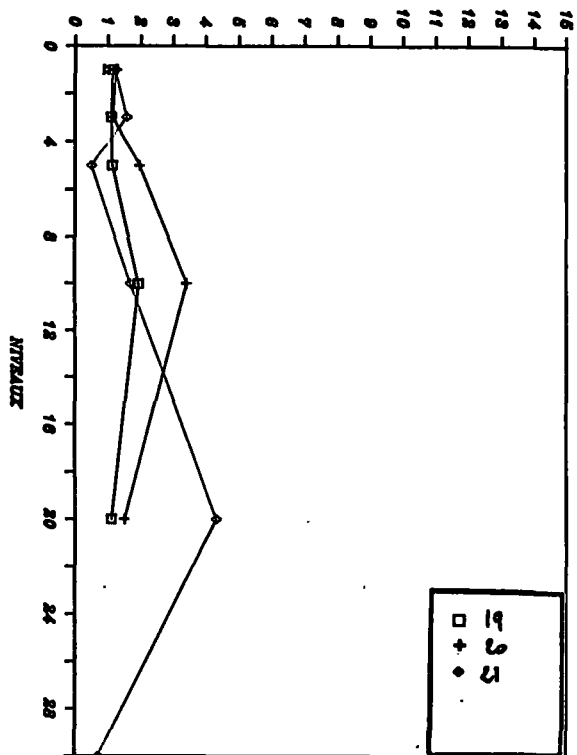
PROFIL NOS R.5



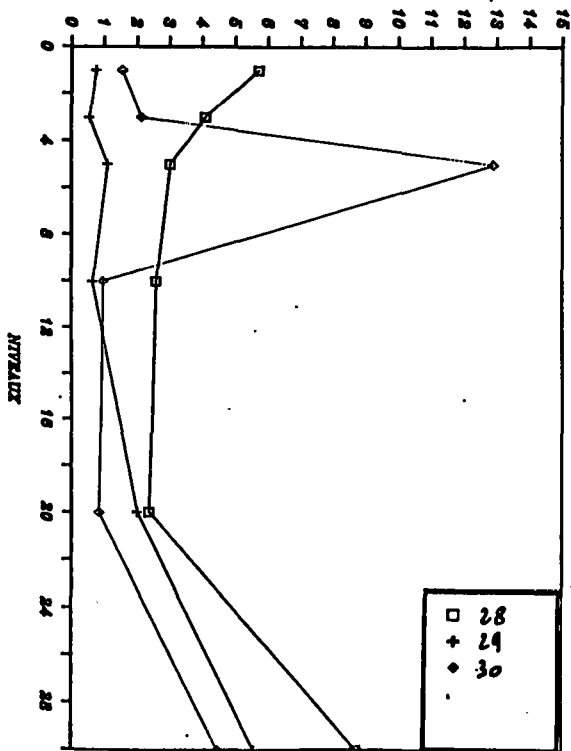
PROFIL NOS R.6



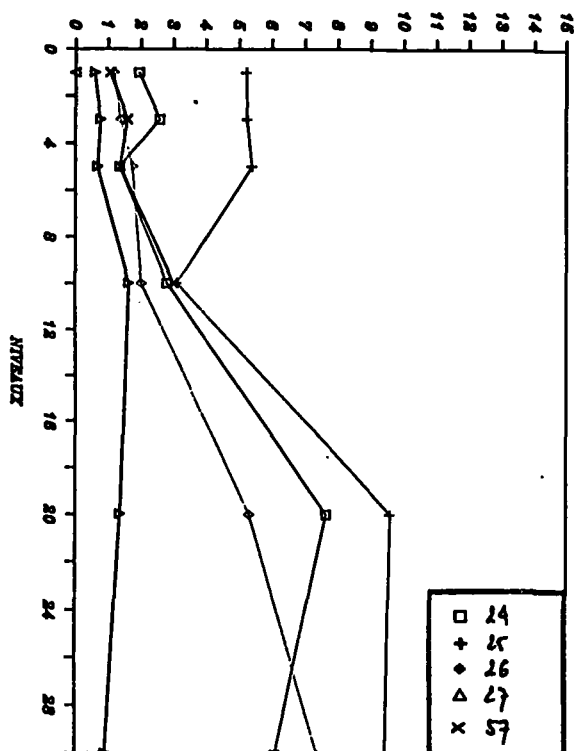
PROFIL NOS R.7



PROFIL NOS R.10

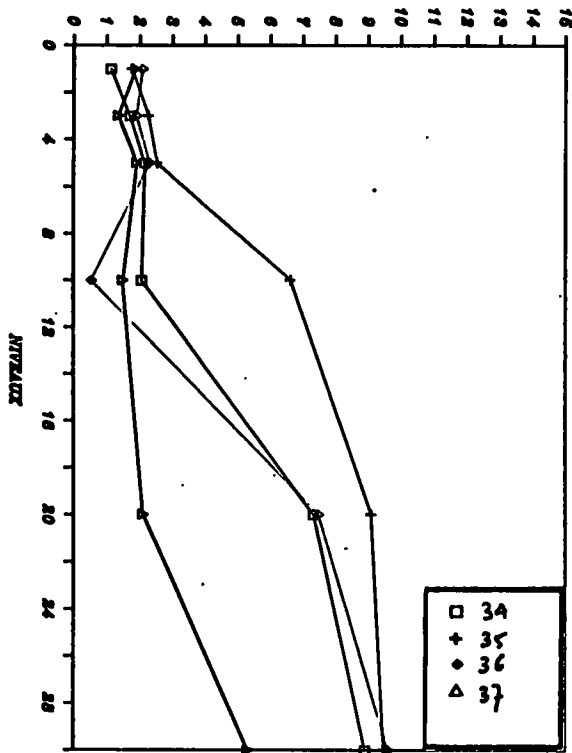


PROFIL NOS R.9

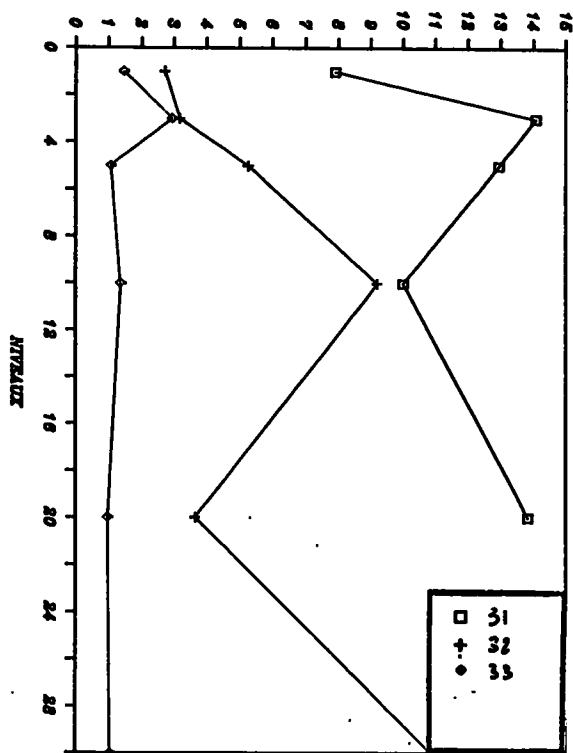




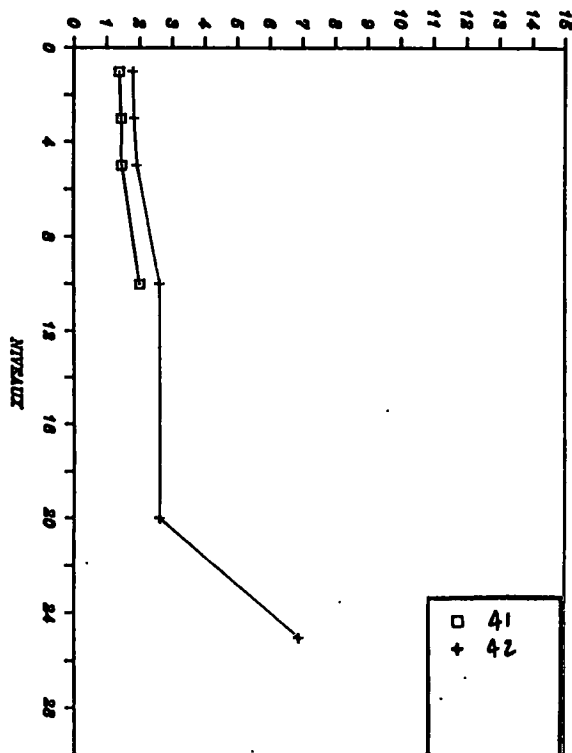
PROFIL NOS R.12



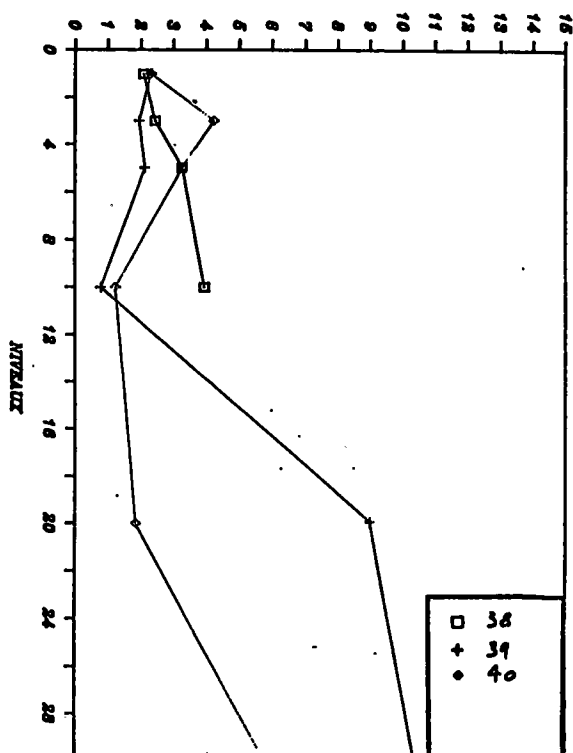
PROFIL NOS R.11



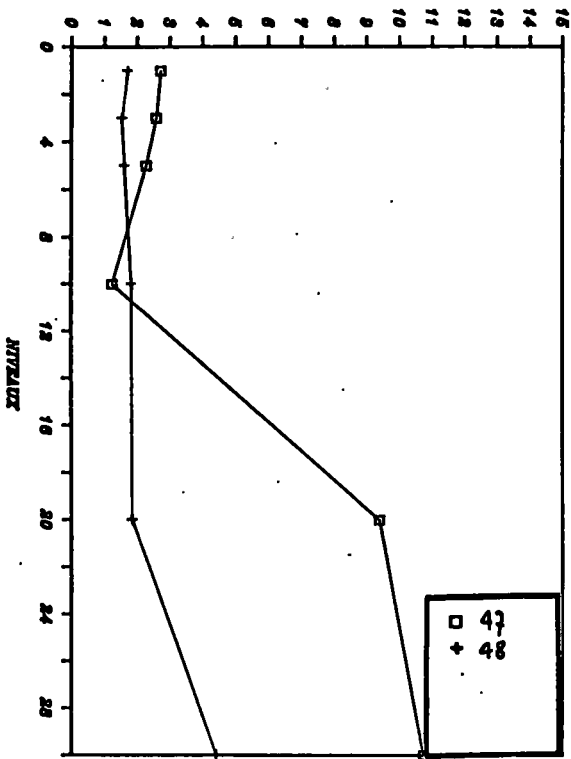
PROFIL NOS R.14



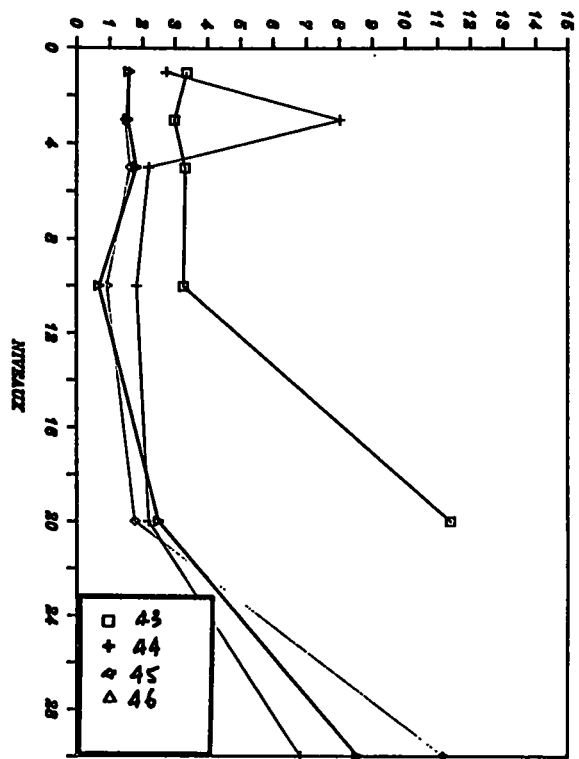
PROFIL NOS R.13



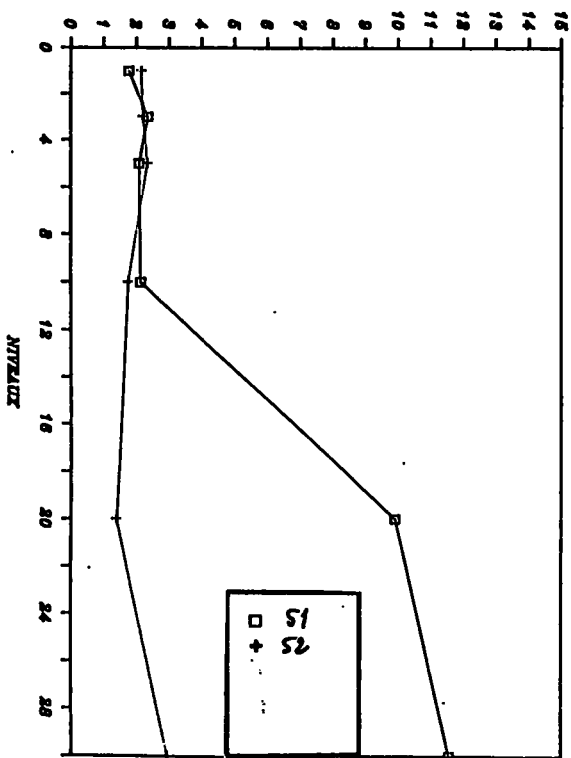
PROFIL NOS R.16



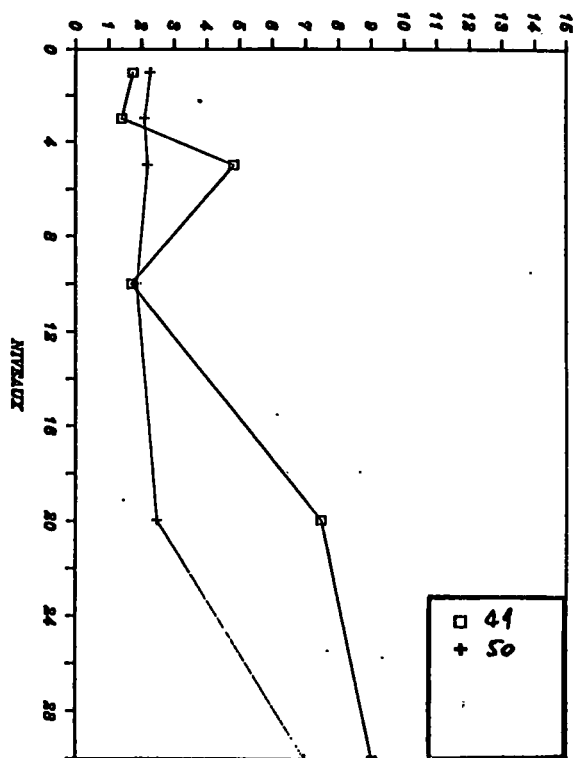
PROFIL NOS R.16



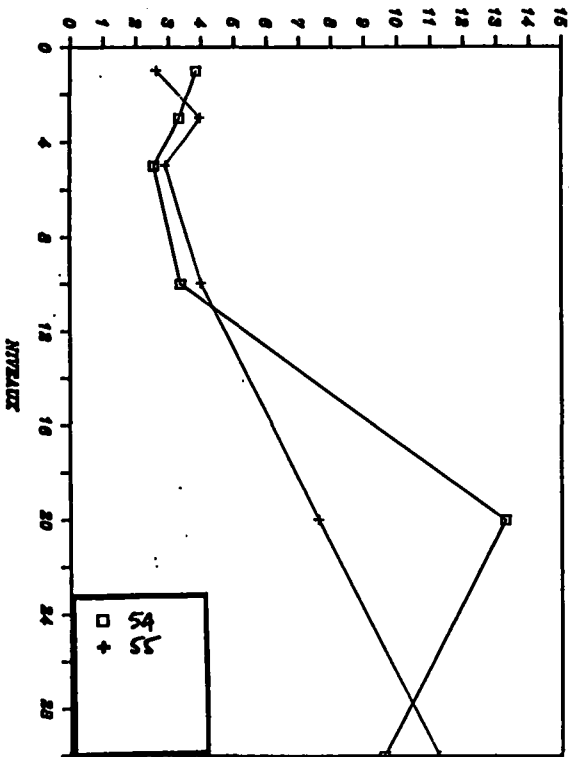
PROFIL NOS R.16



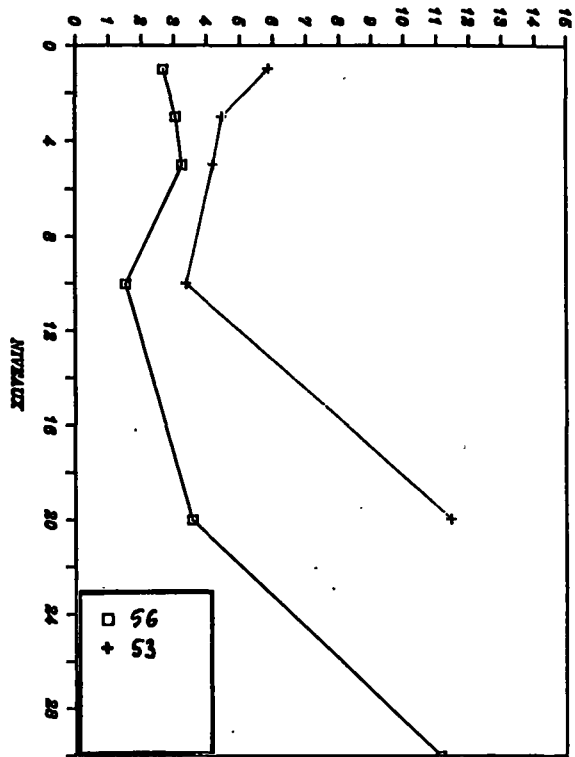
PROFIL NOS R.17



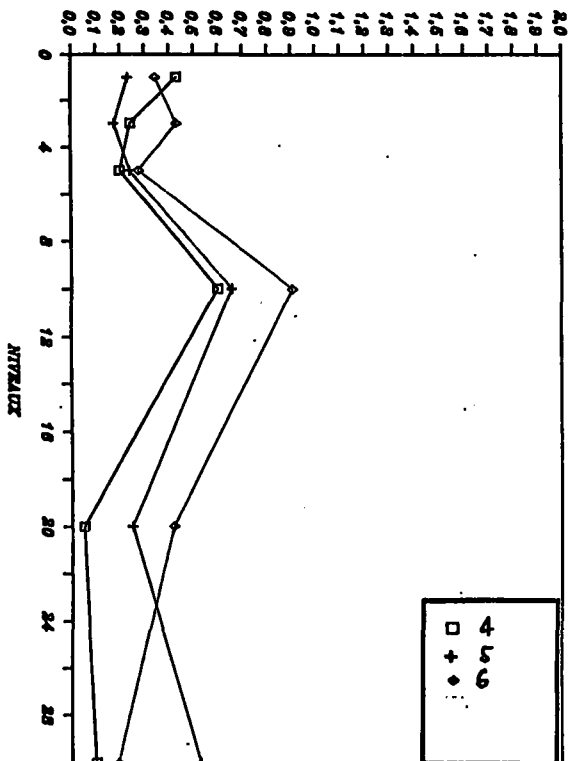
PROFIL NOS R.20



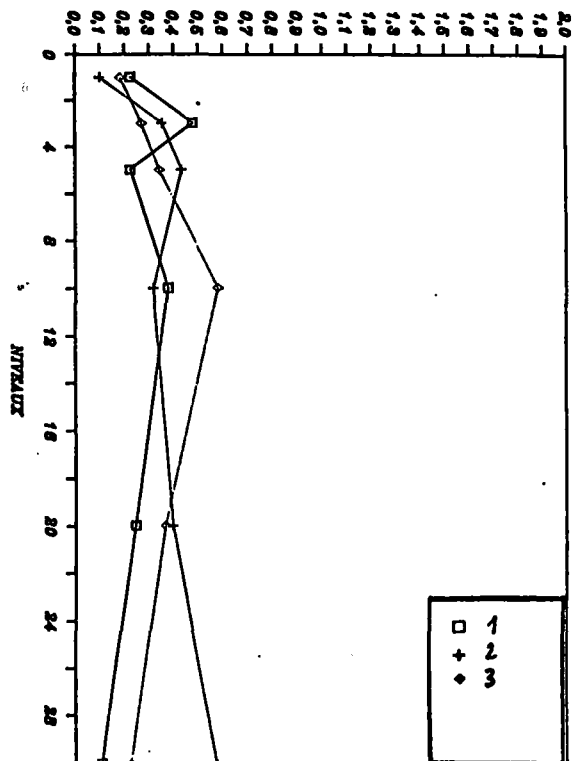
PROFIL NOS R.19

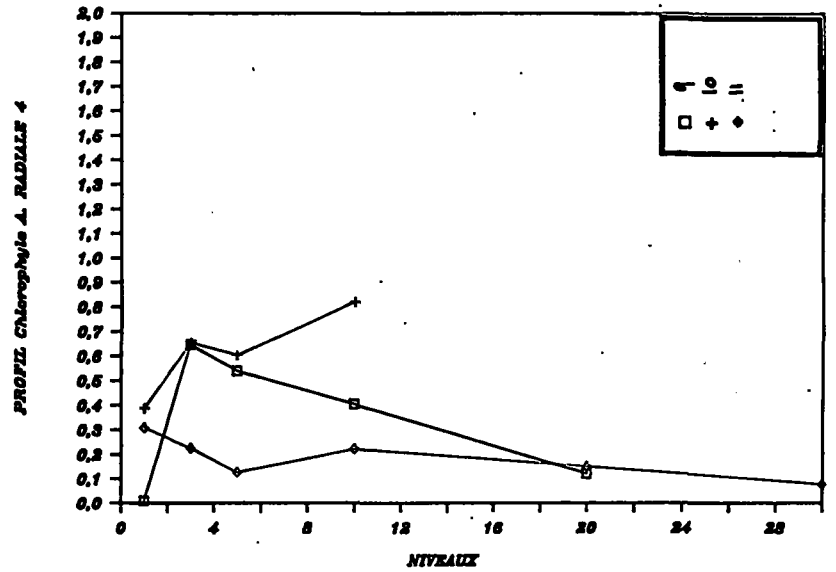
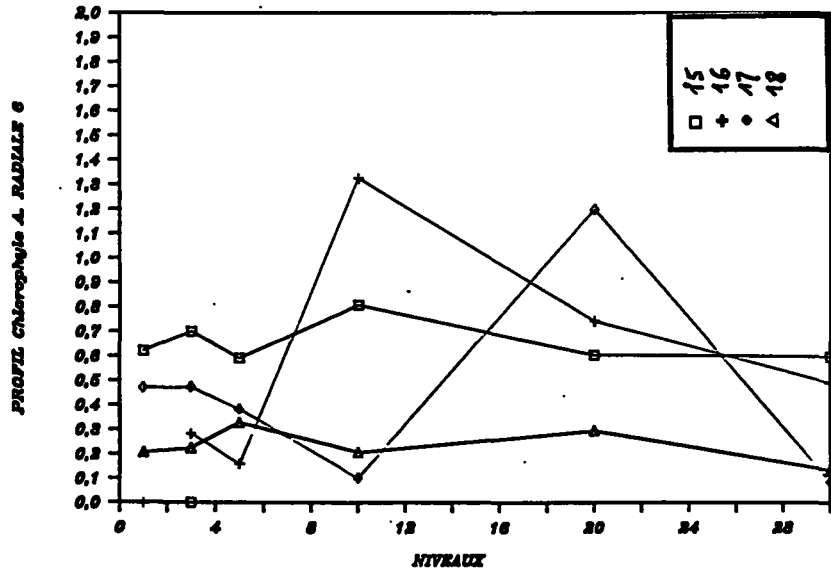
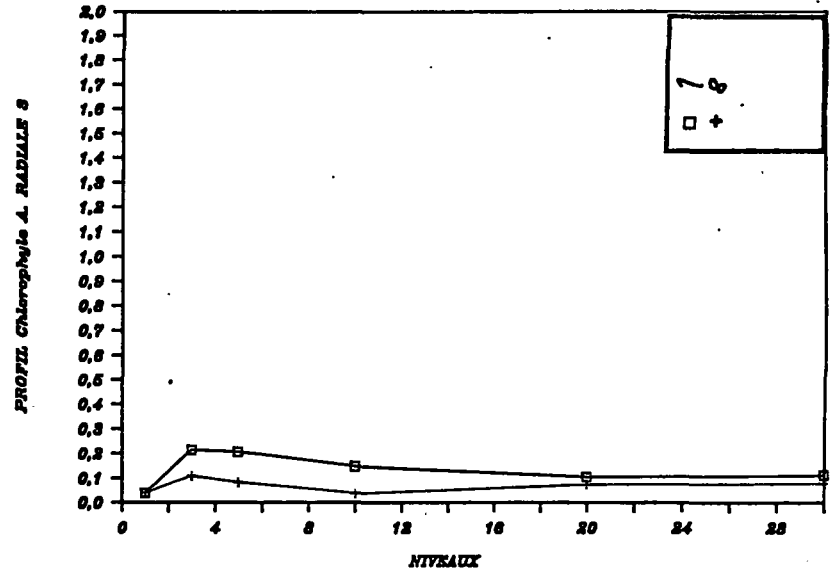
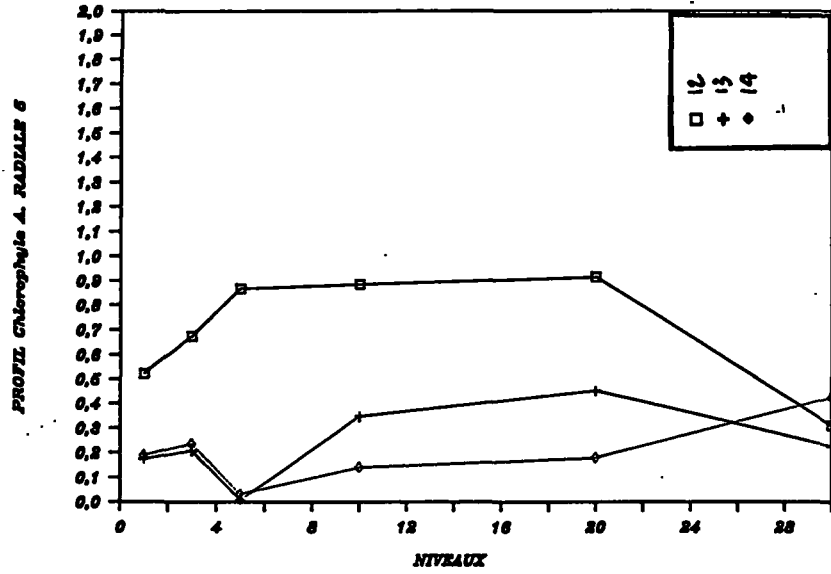


PROFIL Chlorophylle A. RADIALE 2

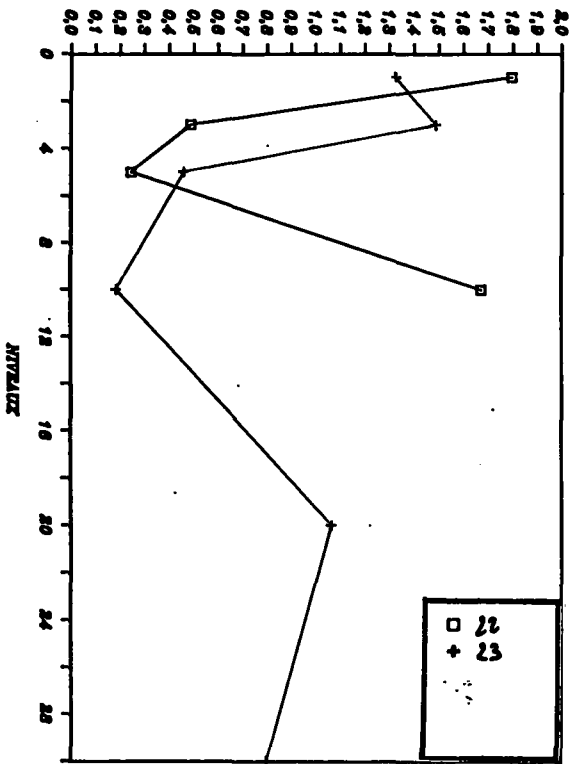


PROFIL Chlorophylle A. RADIALE 1

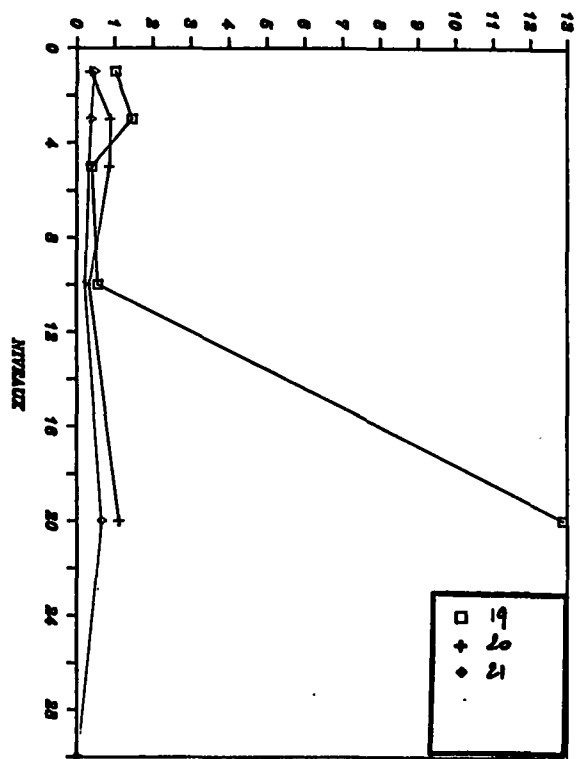




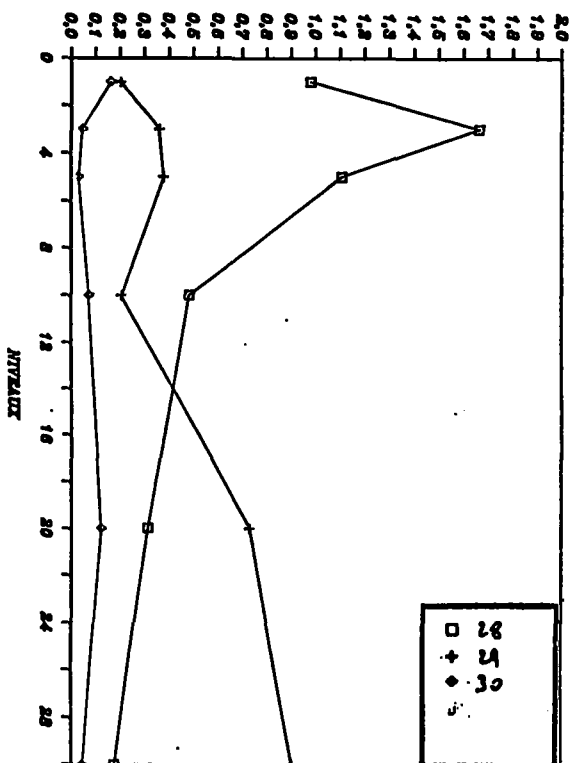
PROFIL Chlorophylle A. RADIALE 6



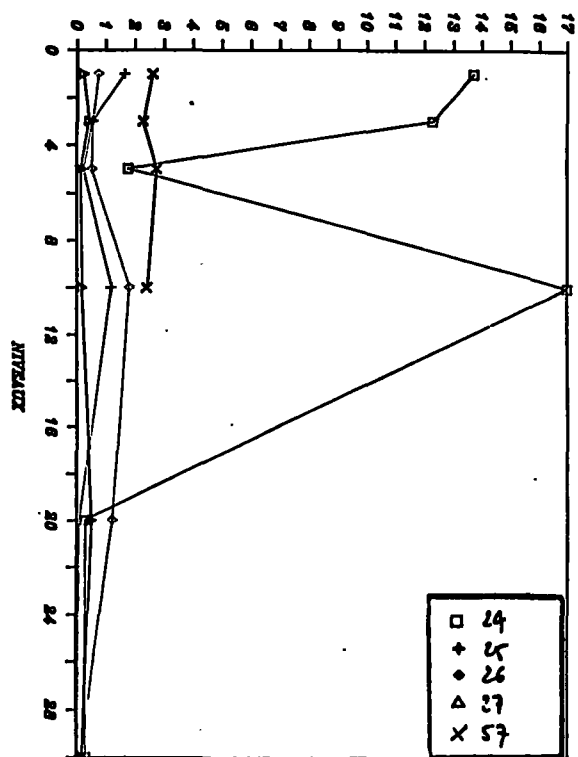
PROFIL Chlorophylle A. RADIALE 7



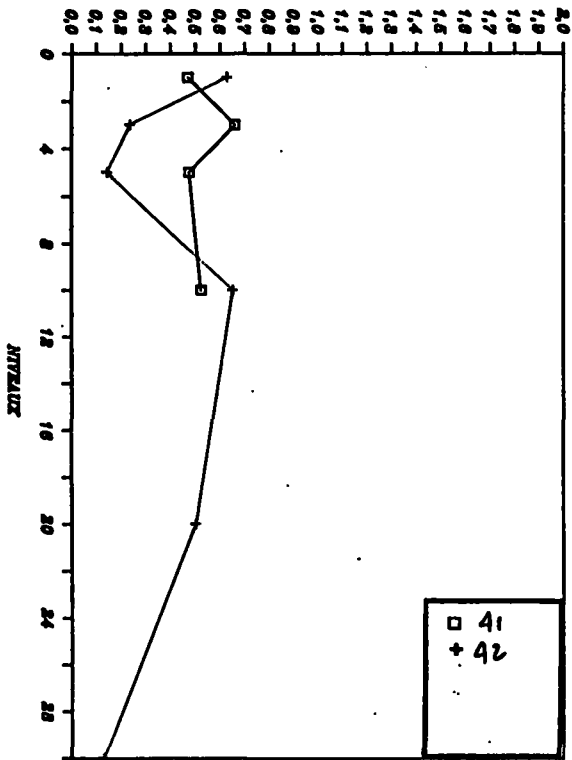
PROFIL Chlorophylle A. RADIALE 10



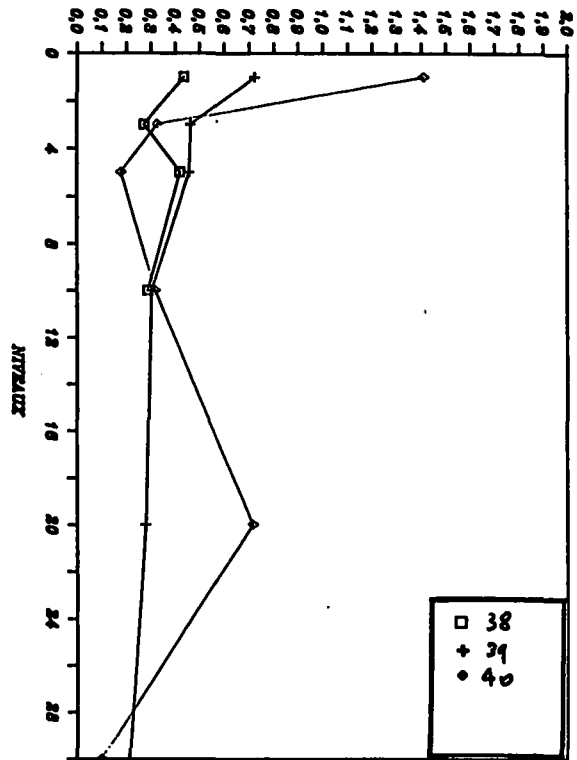
PROFIL Chlorophylle A. RADIALE 9



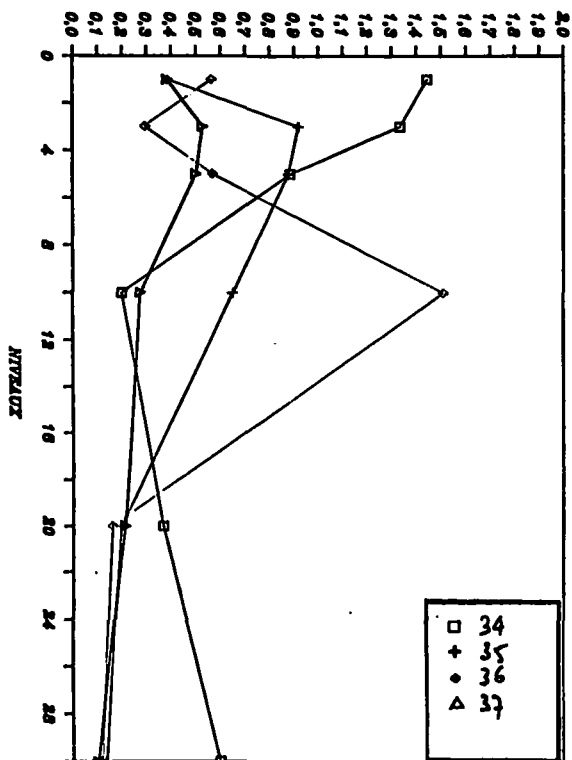
PROFIL Chlorophylle A. RADIALE 14



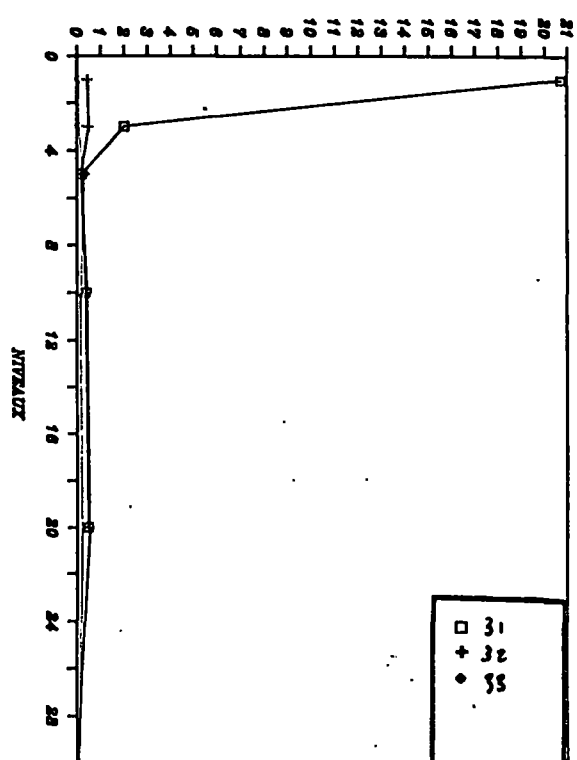
PROFIL Chlorophylle A. RADIALE 13



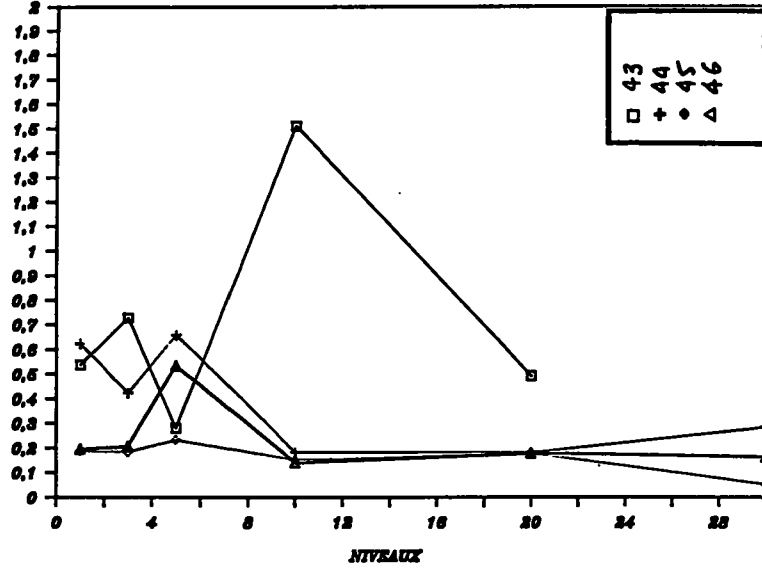
PROFIL Chlorophylle A. RADIALE 12



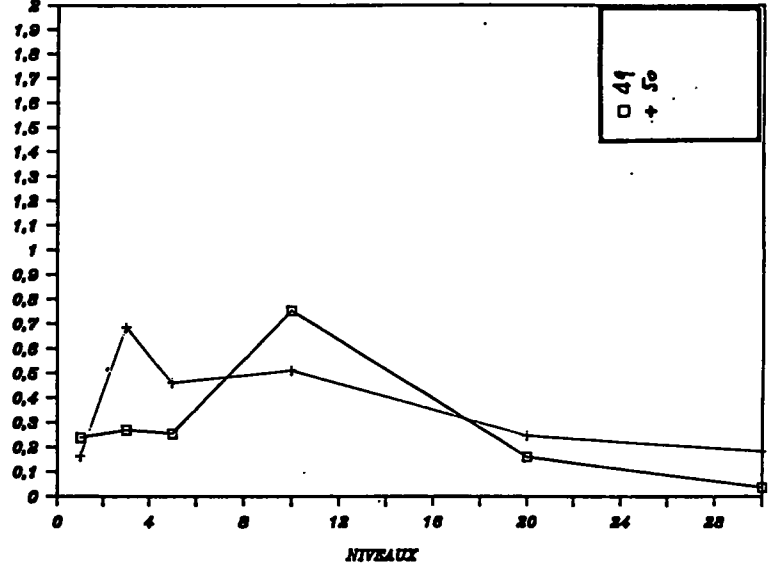
PROFIL Chlorophylle A. RADIALE 11



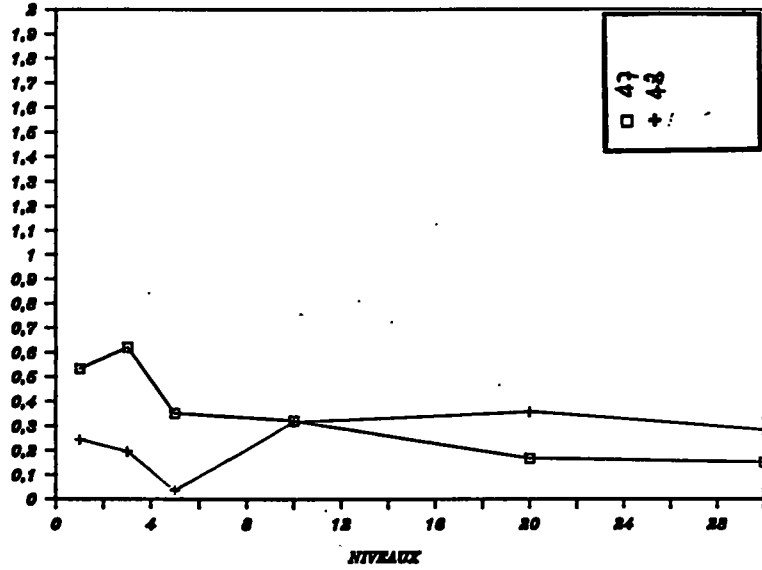
PROFIL Chlorophylle A. RADIALE 15



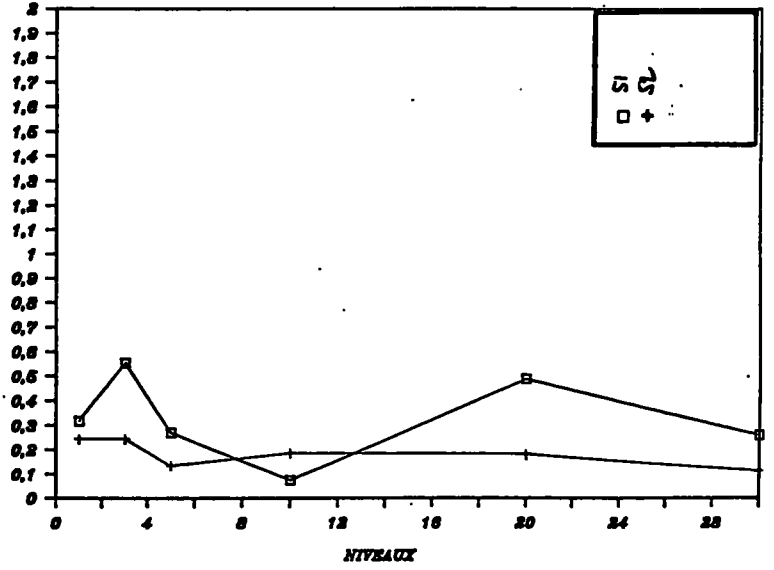
PROFIL Chlorophylle A. RADIALE 17



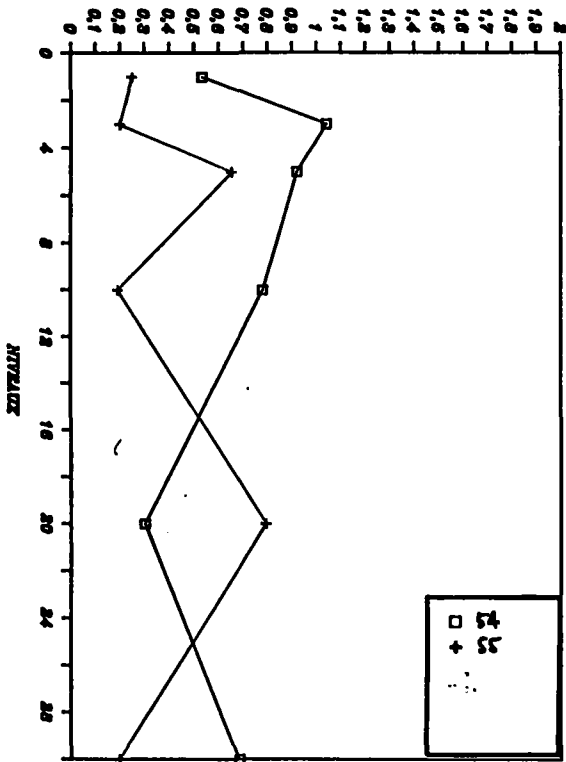
PROFIL Chlorophylle A. RADIALE 18



PROFIL Chlorophylle A. RADIALE 19



PROFIL Chlorophylle A. RADIALE 20



PROFIL Chlorophylle A. RADIALE 19

