



Centre de Nantes

**INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE
ET DE LA SALINITE SUR LES
PERTURBATIONS PHYTOPLANCTONIQUES
OBSERVEES DANS LE MOR BRAS
EN 1983 ET 1984**

par

I. TRUQUET, P. LASSUS, P. TRUQUET, P. MAGGI

DERO 85 - / MR

INFLUENCE DE LA TEMPERATURE ET DE LA SALINITE
SUR LES PERTURBATIONS PHYTOPLANCTONIQUES
OBSERVEES DANS LE MOR BRAS EN 1983 ET 1984

par I. TRUQUET, P. LASSUS, P. TRUQUET, P. MAGGI

<u>INTRODUCTION</u>	1
<u>I - METHODES</u>	5
<u>II - PHENOMENES D'EAUX COLOREES EN BRETAGNE SUD 1983 - 1984 ..</u>	7
a) <i>Eaux colorées en baie de Vilaine</i>	7
b) <i>Extension du Dinophysis</i>	15
<u>III - ANALYSE DES TEMPERATURES ET SALINITES DE LA BAIE DE VILAINE</u>	25
a) <i>Températures en 1983 et 1984</i>	25
b) <i>Salinités en 1983 et 1984</i>	25
<u>IV - ANALYSE DES TEMPERATURES DE SURFACE PAR NOAA 7</u>	42
<u>V - CONCLUSIONS</u>	46
<u>VI - BIBLIOGRAPHIE</u>	47

INFLUENCE DE LA TEMPERATURE ET DE LA SALINITE
SUR LES PERTURBATIONS PHYTOPLANCTONIQUES
OBSERVEES DANS LE MOR BRAS EN 1983 ET 1984

par I. TRUQUET, P. LASSUS, P. TRUQUET, P. MAGGI

INTRODUCTION

L'équilibre des écosystèmes phytoplanctoniques sur le littoral sud breton a été modifié à deux reprises, en 1983 et 1984, et selon une chronologie apparemment identique, à savoir : des eaux colorées (plus de 10^6 cellules par litre) à diatomées apparaissant soit en mars-avril (Skeletonema costatum) soit en juin (Nitzschia, Rhizosolenia et Chaetoceros) et suivies dans le second cas par des concentrations inhabituelles de certaines espèces de dinoflagellés.

Parmi les dinoflagellés incriminés Dinophysis acuminata semble lié à des problèmes d'intoxications : après consommation de moules de culture ayant concentré cette espèce, plusieurs centaines de personnes ont souffert de troubles diarrhéiques (ALZIEU et al., 1983 - LASSUS et al., 1984 - MARCAILLOU-LE BAUT et al., 1984 - MAGGI et SOULARD, 1983).

La responsabilité de D. acuminata en tant qu'agent toxique est étayée par plusieurs faits :

- Une espèce voisine : D. fortii est la cause d'intoxications diarrhéiques par des pectinidés sur les côtes japonaises depuis 1978. Le test "souris" permettant d'évaluer la concentration en toxine diarrhéique dans les coquillages a d'ailleurs été mis au point à cette occasion (YASUMOTO et al., 1978 - 1980 ; MURATA et al., 1982) ;

- En Hollande, KAT (1979, 1982, 1983) a montré la relation entre les proliférations de D. acuminata et les intoxications diarrhéiques par les moules de Wadden See depuis 1976.

Le test "rat" utilisé rend bien compte d'un effet diarrhéique mais n'est pas aussi précis que le test décrit par YASUMOTO ;

../..

- Les intoxications de 1983 et 1984 sur les côtes françaises (Normandie et sud Bretagne) ont été confirmées par l'utilisation du test souris (MARCAILLOU-LE BAUT et al. 1984, PAULMIER et JOLY 1984) qui s'est révélé positif chaque fois que D. acuminata était présent dans l'eau et les contenus stomacaux des bivalves ;

- Enfin, les analyses pratiquées par YASUMOTO sur les moules d'Antifer contaminées en juillet 1984 par D. acuminata ont révélé des teneurs importantes d'acide okadaïque, toxine responsable des intoxications diarrhéiques

Cependant, le déterminisme du développement de cette espèce n'est pas aujourd'hui clairement élucidé, d'autant que les concentrations "critiques" restent faibles : entre 200 et 1 000 cellules par litre.

Notons qu'un certain nombre de facteurs ont pu être observés tant en 1983 qu'en 1984 sur les côtes normandes ou bretonnes :

- précipitations abondantes en période printanière,
- étés particulièrement chauds avec début de stratification des masses d'eaux côtières (MAGGI et SOULARD, 1983 - 1984),
- presque toujours une eau colorée à diatomées précédant l'apparition des Dinophysis.

Parmi les hypothèses avancées on peut retenir :

- l'installation de cette espèce de façon endémique dans certains sites (Antifer, Barfleur, Baie de Douarnenez, Baie de Vilaine) par le biais de formes végétatives ou enkystées liées au sédiment,

- l'action de substances stimulantes produites après le déclin du bloom à diatomées,

- l'intervention de facteurs de croissance spécifiques à D. acuminata ou à d'autres espèces (Vitamine B 12, fer soluble, acides humiques, etc.),

- la configuration courantologique au moment de ces développements, puisqu'il semble - tout au moins au Japon et en Hollande - que les concentrations de Dinophysis à la côte soient le résultat d'apports du large.

De fait un certain nombre de questions restent posées en ce qui concerne strictement l'écologie de D. acuminata :

- Fait-il partie de successions cycliques (Prorocentrum micans, Dinophysis spp., Gymnodinium spp.) aisément identifiables dans le milieu ?
- Quelle est sa répartition bathymétrique en fonction des cycles de marée ?
- A quel moment la population va-t-elle se trouver en phase de division active ?
- Des formes de résistances hivernales existent-elles ?
- L'espèce est-elle strictement photosynthétique ou de type mixotrophique ?

En ce qui concerne l'action de substances stimulantes, il est possible que le milieu - par exemple la baie de Vilaine - ait subi une modification qui, après avoir atteint un niveau d'équilibre, masque aujourd'hui les facteurs antérieurement responsables.

Dans cette hypothèse, seuls des paramètres secondaires plus simples intervenant isolément (discriminants) ou conjointement pourraient être utilisés dans des modèles prédictifs (température, salinité, nitrates, phosphates, carbone organique particulaire).

Actuellement, deux modèles prédictifs des apparitions de D. fortii sur les côtes japonaises sont à l'étude (LASSUS, 1984). Le premier intègre températures et salinités de surface, ainsi que le taux de contamination par le DSP (1) des coquillages. Le second tente d'établir la corrélation entre niveau de contamination des pectinidés et distance à la côte d'un courant froid dont l'extension estivale paraît liée aux concentrations côtières en Dinophysis.

../..

(1) DSP : Diarrhetic Shellfish Poison

Pour ces raisons, parmi tous les paramètres étudiés en 1983, mais surtout en 1984, en baie de Vilaine, nous nous sommes ici plus particulièrement attachés à la température et à la salinité afin de tenter d'élucider si l'un de ces deux facteurs pouvait avoir un rôle discriminant.

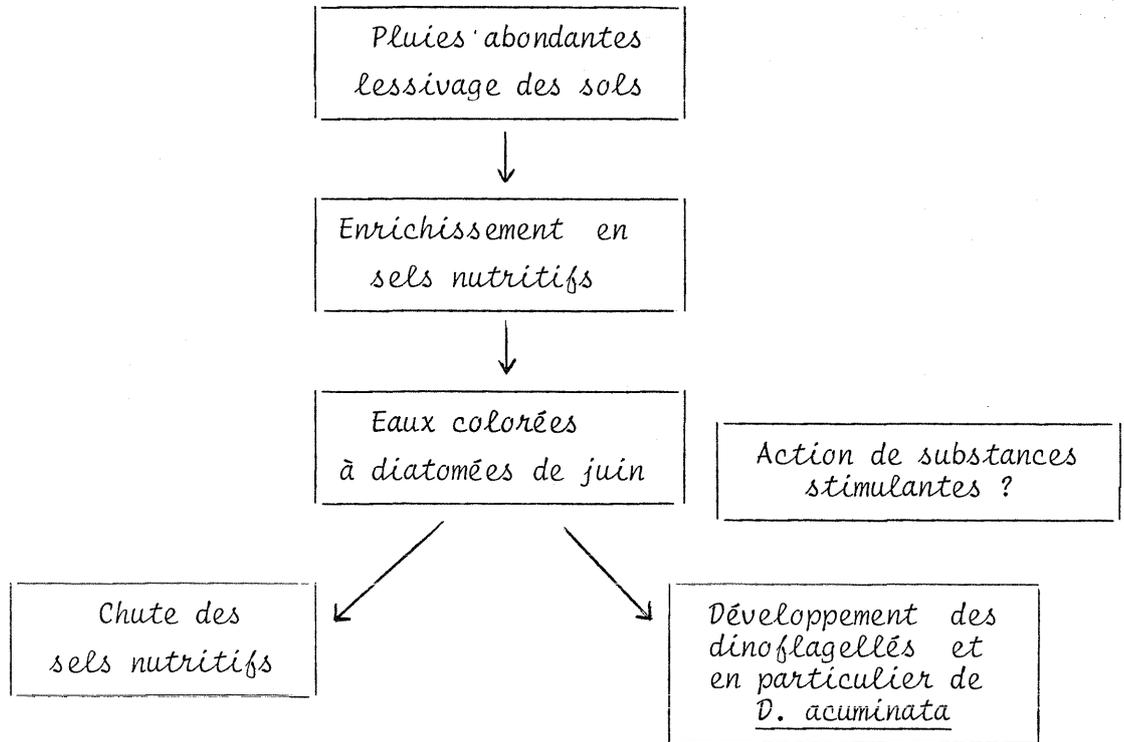


Tableau 1 : Successions possibles d'évènements conduisant au développement de D. acuminata en baie de Vilaine.

Par ailleurs, si la succession décrite dans le tableau 1 est vérifiée et implique la nécessité d'une eau colorée à diatomées pour obtenir des concentrations ultérieurement plus élevées de D. acuminata, le problème est simplifié en ce sens qu'il suffit d'étudier les facteurs intervenant dans la formation d'un milieu eutrophique propice à la multiplication des petites diatomées. Il s'agit essentiellement dans ce cas des sels nutritifs et du couple température / salinité.

I - METHODES

Les stations échantillonnées sont représentées sur la carte de la figure 1 pour 1983 - 1984, que ce soit en zones de bouchots ou dans la baie elle-même.

Les prélèvements phytoplanctoniques ont toujours été réalisés en surface au moyen de bouteilles plastiques d'un litre. Après fixation au Lugol et au formol ces échantillons étaient examinés au microscope inversé selon la méthode Uthermol. Les cuves à sédimentation utilisées ont été généralement de 10 ml et les comptages d'espèces étaient totaux. Dans les cas exceptionnels d'eaux colorées (plus de 10^6 cellules/litre) un sous-échantillonnage sur deux diamètres de la cuve (1/10e de la surface) était effectué.

En 1983, toutes les stations étaient échantillonnées lors des sorties I.S.T.P.M., de même qu'en 1984 pour les stations du réseau "Hydro". Seules les cinq stations en zone de bouchots (80, 82, 83, 85 et 93) ont été échantillonnées en 1984 par des mytiliculteurs.

Les paramètres hydrologiques étudiés ici : température, salinité, chlorophylle a et phaeopigments, ont été analysés soit pendant les sorties (températures), soit quelques jours après sur salinomètre GUIDLINE pour les salinités, et avec un spectrofluorimètre Turner pour les chlorophylles (étalonnage par méthode SCOR-UNESCO).

Enfin, en ce qui concerne les clichés satellites (golfe de Gascogne) obtenus par NOAA 7, ils ont été transmis par le CMS Lannion au Laboratoire E.B.N. sous délai de 24 à 48 heures en format REDRES avec une grille de correspondance et un listing des températures. Le tracé des isothermes de surface (microns supérieurs) était ensuite réalisé d'après ces données.

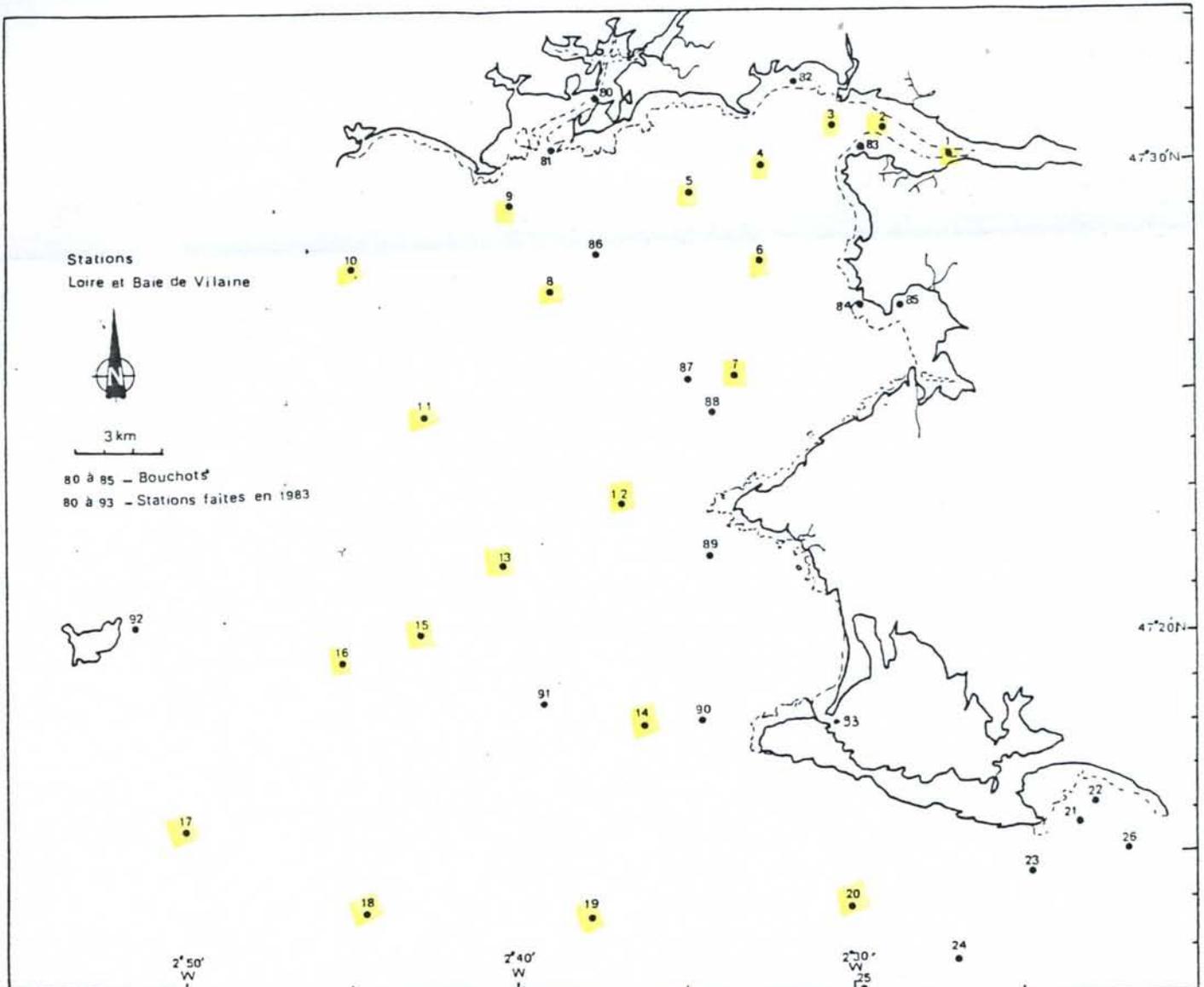


Figure 1 : Carte des stations échantillonnées en 1983-1984 en baie de Vilaine.

II - PHENOMENES D'EAUX COLOREES EN BRETAGNE SUD 1983 - 1984

a) Eaux colorées en baie de Vilaine

Jusqu'en 1982 il était rare que des phénomènes d'eaux colorées soient mentionnés par les pêcheurs ou les mytiliculteurs en baie de Vilaine. Quelques "taches" restreintes étaient notées en 1978 aussi bien aux abords de Pénestin qu'en estuaire de Loire pendant les mois de juillet - août (LASSUS, 1982). En juillet 1982 des nappes brunes auraient été observées par les pêcheurs avant les mortalités massives de poissons consécutives à une anoxie des couches profondes (MAGGI, 1982). Ce n'est qu'en 1983 qu'une première eau colorée de grande ampleur est observée dans la partie nord de la baie avec $6,5 - 10^6$ cellules par litre. Il s'agit d'un "bloom" pluri-spécifique composé essentiellement de plusieurs espèces formant des chaînes de cellules (Nitzschia, Rhizosolenia et Chaetoceros).

L'extension de cette eau colorée d'après une surveillance aérienne (ROMANA, 1983) semble correspondre au panache de la Vilaine et contraste avec les eaux colorées de 1984 (fig. 2) moins denses en cellules ($1.2.10^6$ cellules/litre) et se distribuant dans la partie est de la baie ainsi qu'au sud du Croisic et de La Baule. Cependant, en 1983 et 1984, les espèces dominantes sont identiques, la formation de "mousses" en surface est toujours reliée à de fortes densités de Rhizosolenia delicatula et la période d'apparition coïncide avec la première ou la deuxième quinzaine de juin. Ces eaux colorées sont grandes consommatrices de sels nutritifs, ce qui ne semble pas le cas des blooms éphémères et quasi monospécifiques à Skeletonema costatum de mars ou avril.

Ces deux efflorescences phytoplanctoniques : printanière ou estivale, apparaissent très bien en 1983 dans le suivi opéré sur quatre stations, situées en zone de bouchots (81, 6, 83, 84). Par contre, il est impossible de les déceler en 1984 lors d'un suivi identique effectué à partir de prélèvements opérés par des mytiliculteurs (fig. 3)

../..

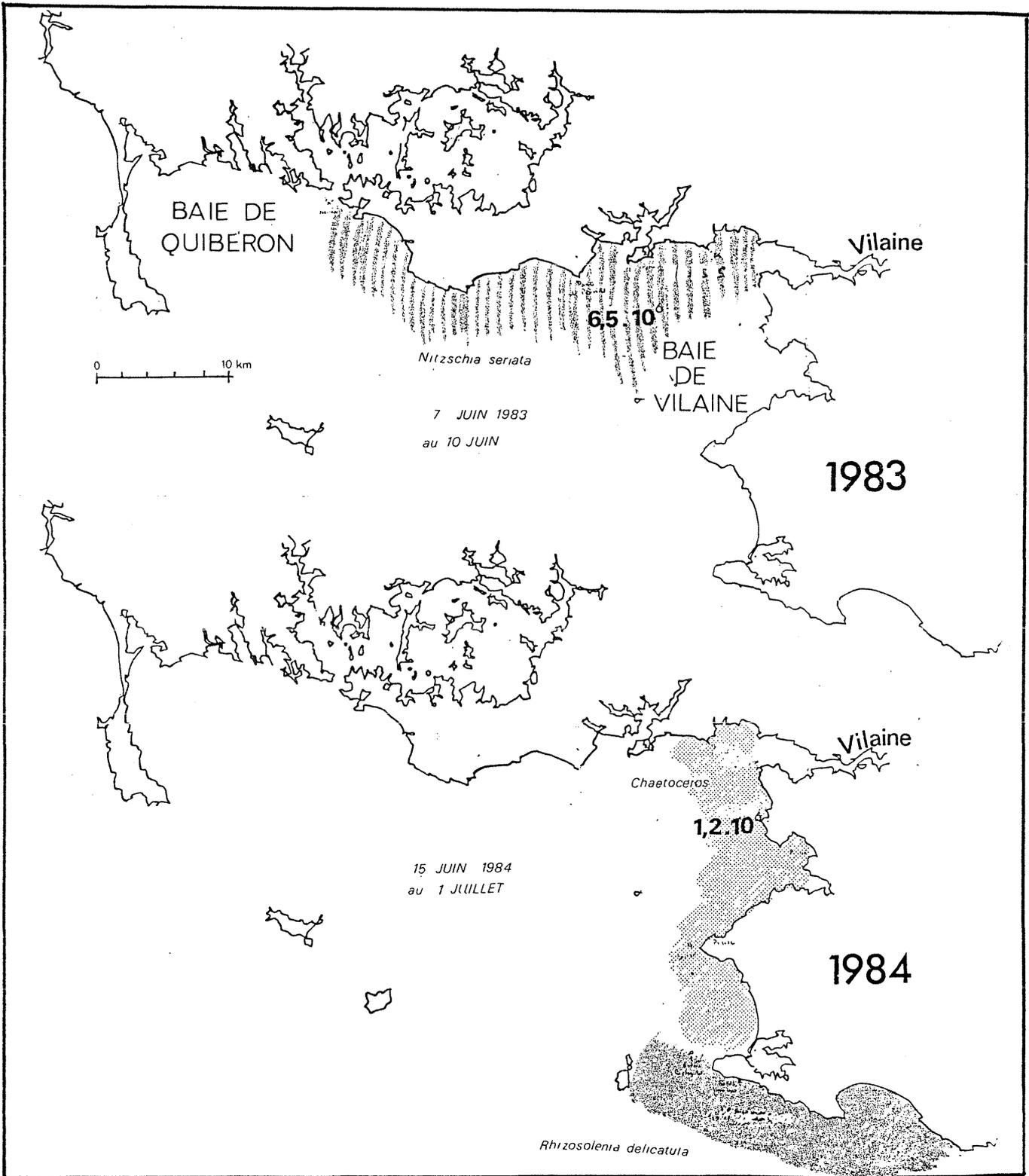


Figure 2 : Extension et espèces dominantes des eaux colorées de juin 1983 et 1984 en Baie de Vilaine. Chiffres gras : concentrations cellulaires maximales.

Stations échantillonnées en 1983 et 1984.

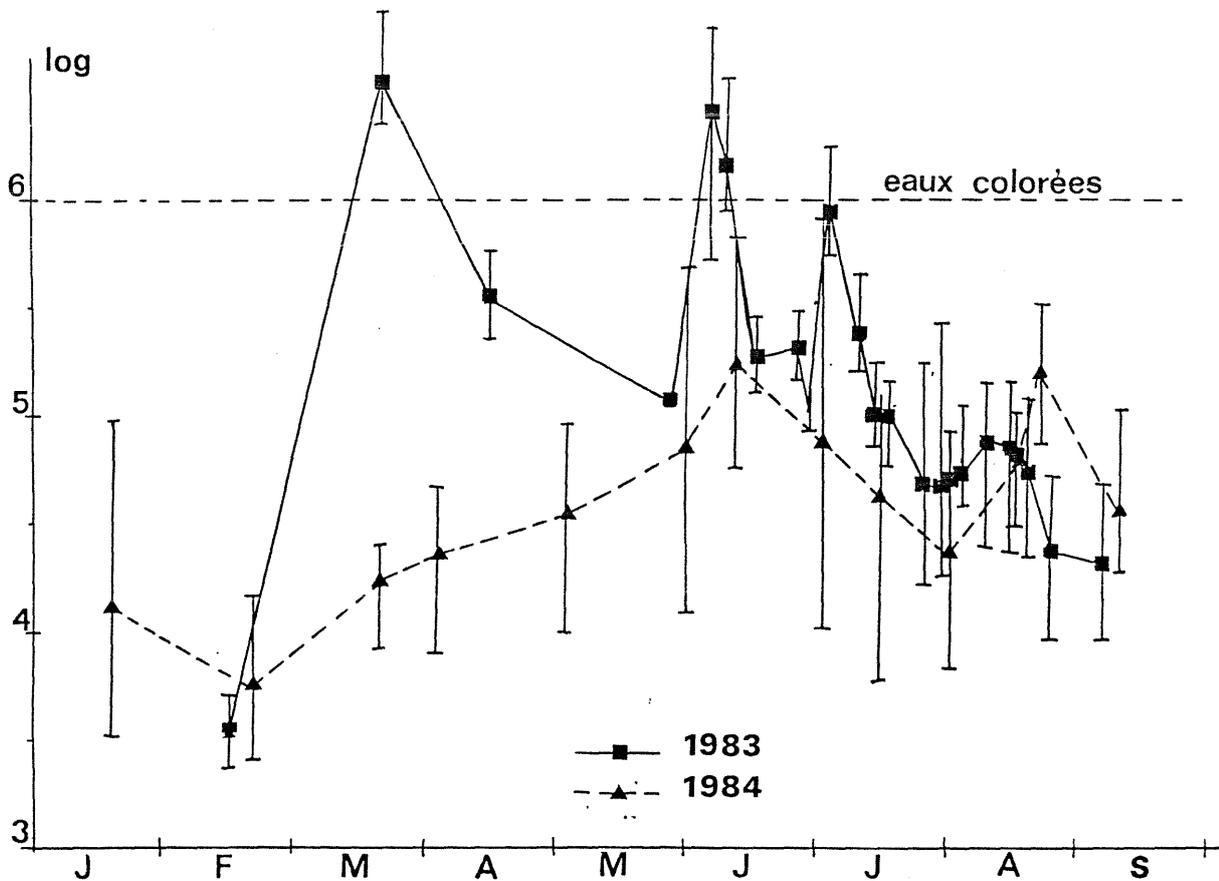
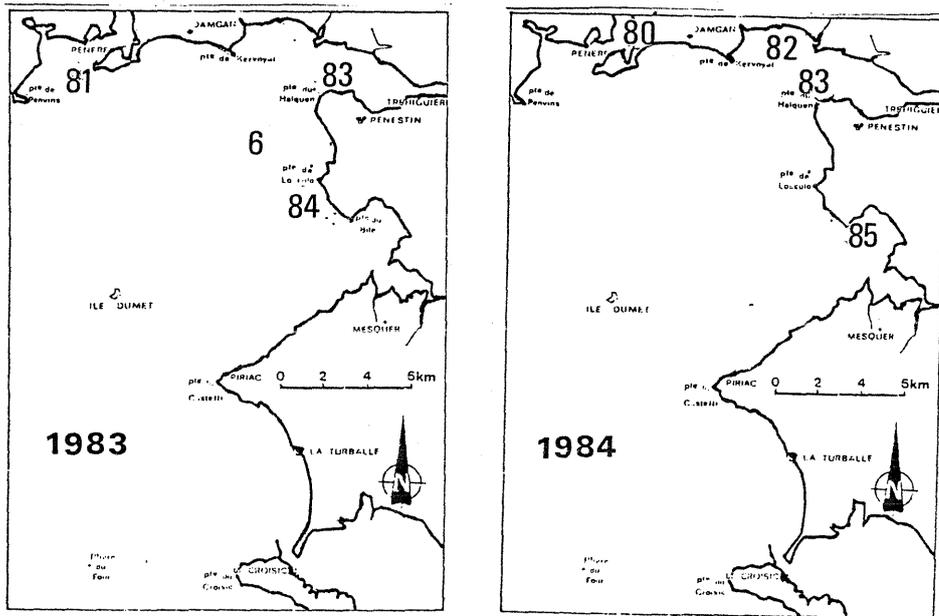


Figure 3 : Concentration cellulaires moyennes et limites (exprimées en log) du phytoplancton total en Baie de Vilaine pour 4 stations et de janvier à septembre 1983 et 1984.

En fait, l'examen de la figure 3 appelle plusieurs commentaires :

- * les stations surveillées en 1984 (80, 82, 83, 85) si elles sont bien en zone de bouchots, sont légèrement déplacées par rapport à 1983 vers des zones plus côtières et plus soumises à l'influence de rivières. C'est le cas des stations 80 et 85 par exemple ;

- * la variabilité dans les concentrations cellulaires totales en 1984 est plus forte qu'en 1983 comme en témoignent les écarts autour de la moyenne.

Cette première approche sur deux ans tendrait donc à conseiller vivement une surveillance phytoplanctonique des zones de cultures mytilicoles dans un périmètre compris entre Pénerf et le Bile avec quelques stations plus centrales et moins confinées aux zones de bouchots.

En 1984, un suivi des concentrations en chlorophylles a et phaeopigments a été réalisé sur 16 à 20 stations réparties sur l'ensemble de la baie et jusqu'en estuaire de Loire.

Les prélèvements étaient réalisés en surface et fond et sur plusieurs niveaux (- 3, - 5, - 10, - 20, - 30 m) pour des profondeurs de 10 à 45 m.

Nous nous sommes limités ici à la représentation des chlorophylles a en surface et au fond de juin à octobre 1984, soit pendant la période critique. L'examen des figures 4 à 7 permet de noter les points suivants :

- * en juin la répartition des maxima de chlorophylle a (5 à 10 mg/m^3 et plus de 10 mg/m^3 selon les estimations de plusieurs auteurs sur les biomasses assimilables à des "blooms" en zone côtière) correspond bien aux observations d'eaux colorées de surface et à leur distribution,

- * la distribution au fond est curieusement importante et largement liée aux apports de la Vilaine avec quelques taches résiduelles sur la partie est,

- * l'appauvrissement général en chlorophylle (moins de $0,5 \text{ mg/m}^3$) en août et septembre confirme également le déclin des populations et les faibles densités correspondants à la dominance des dinoflagellés pendant cette période.

../..

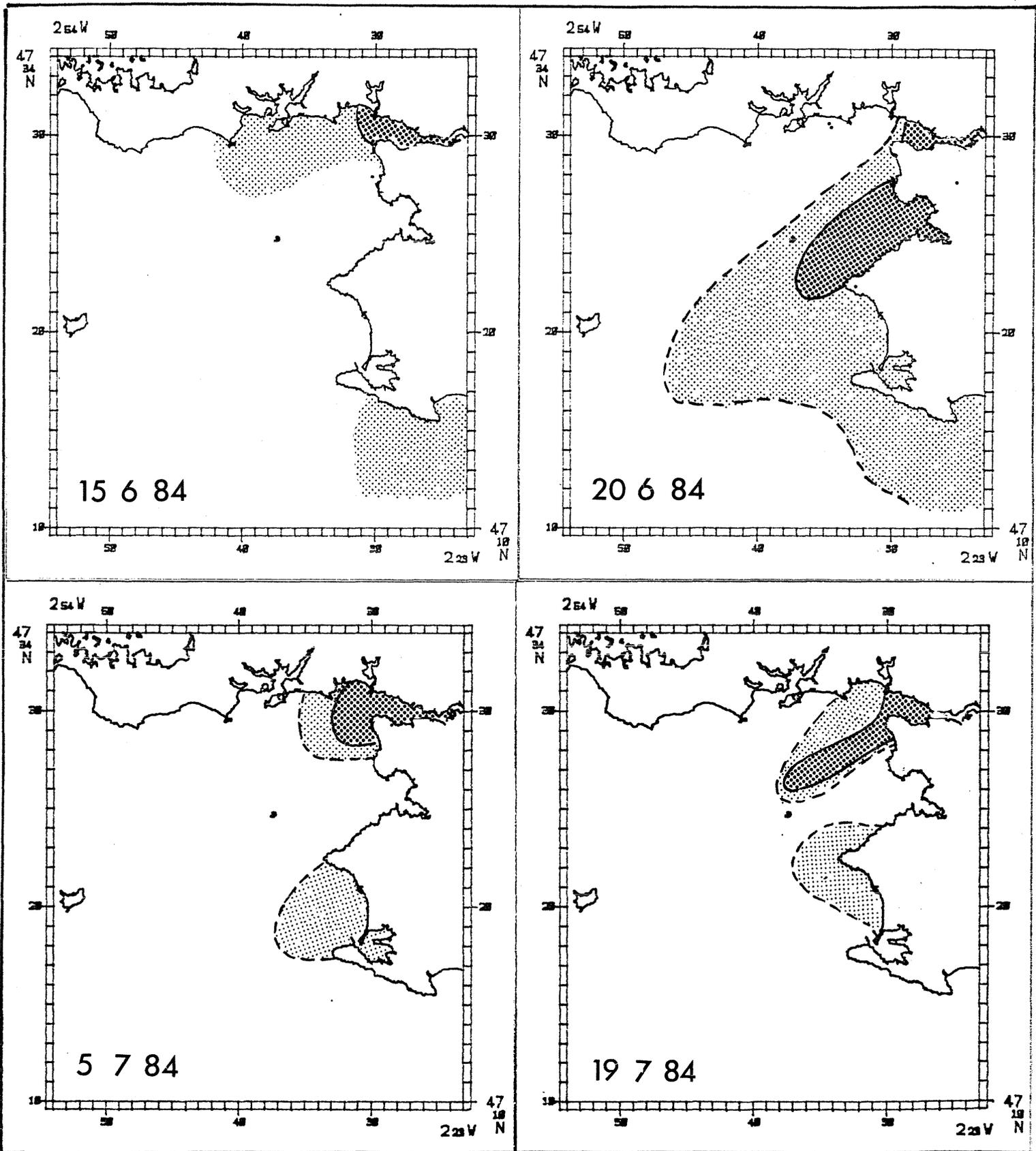


Figure 4 : Chlorophylles a de surface en baie de Vilaine, juin à juillet 1984.
 zone foncée : plus de 10 mg/m³
 zone claire : entre 5 et 10 mg/m³

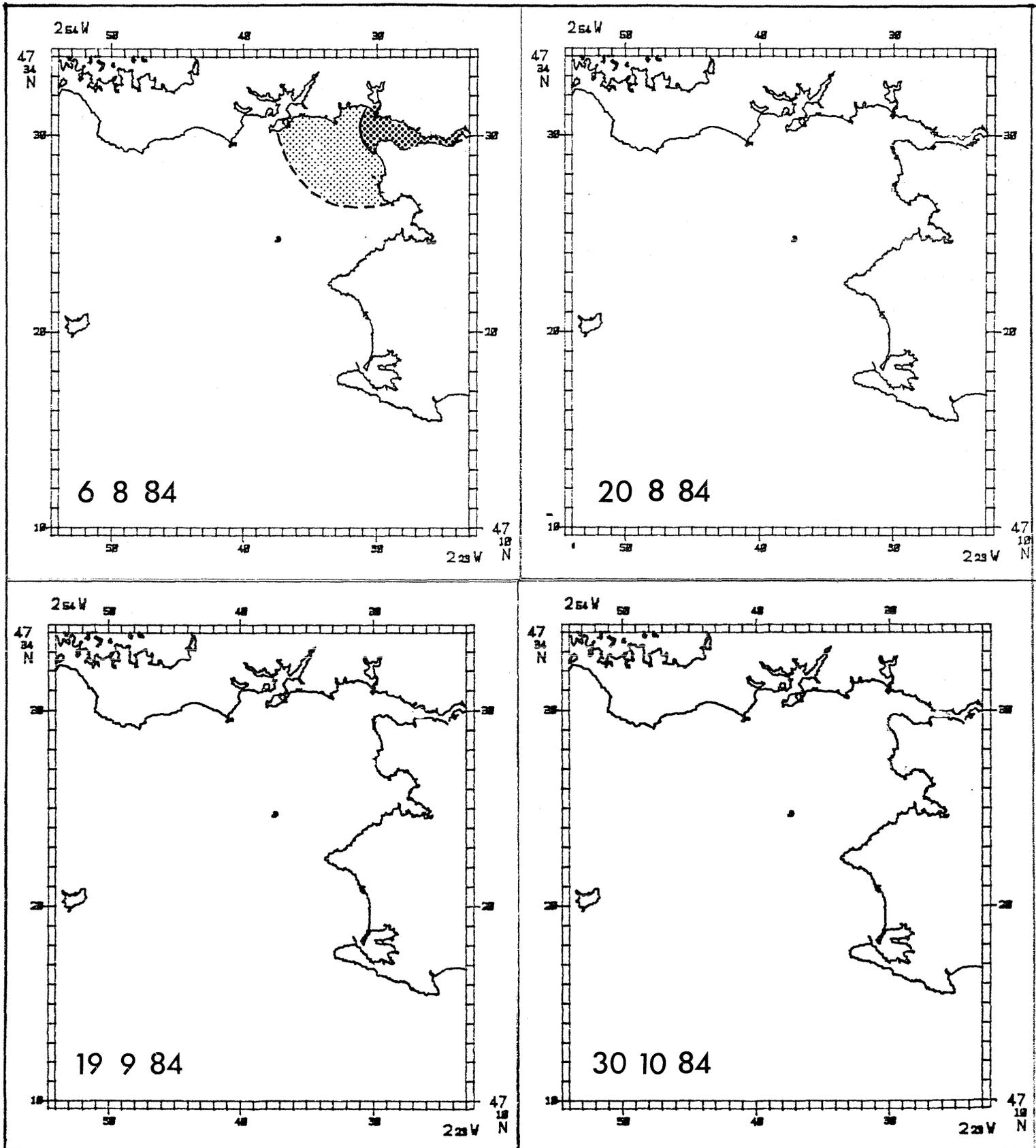


Figure 5 : Chlorophylles a de surface en baie de Vilaine, août à octobre 1984.
 zone foncée : plus de 10 mg/m³
 zone claire : entre 5 et 10 mg/m³

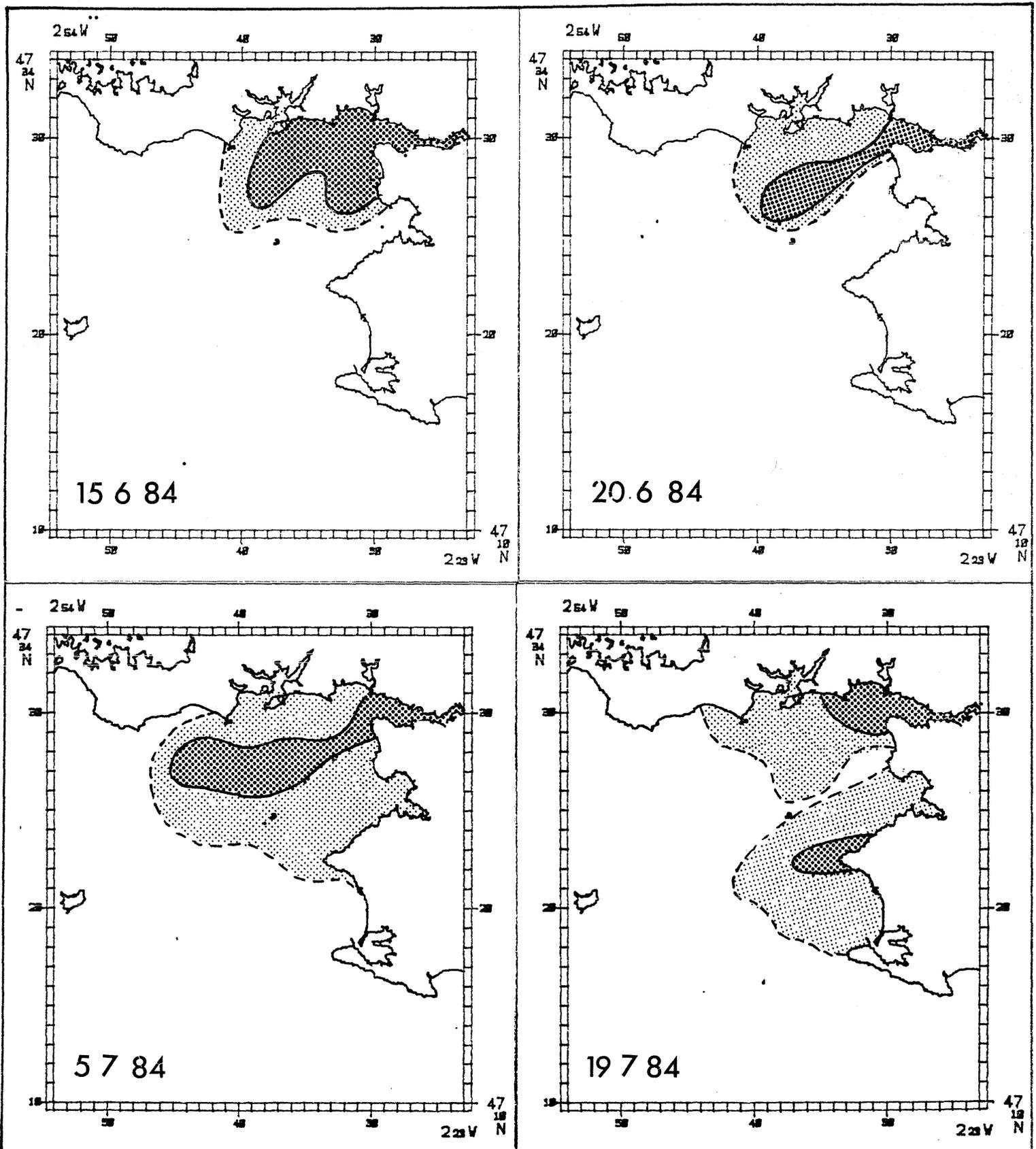


Figure 6 : Chlorophylles a de fond en baie de Vilaine, juin à juillet 1984.
 zone foncée : plus de 10 mg/m³
 zone claire : entre 5 et 10 mg/m³

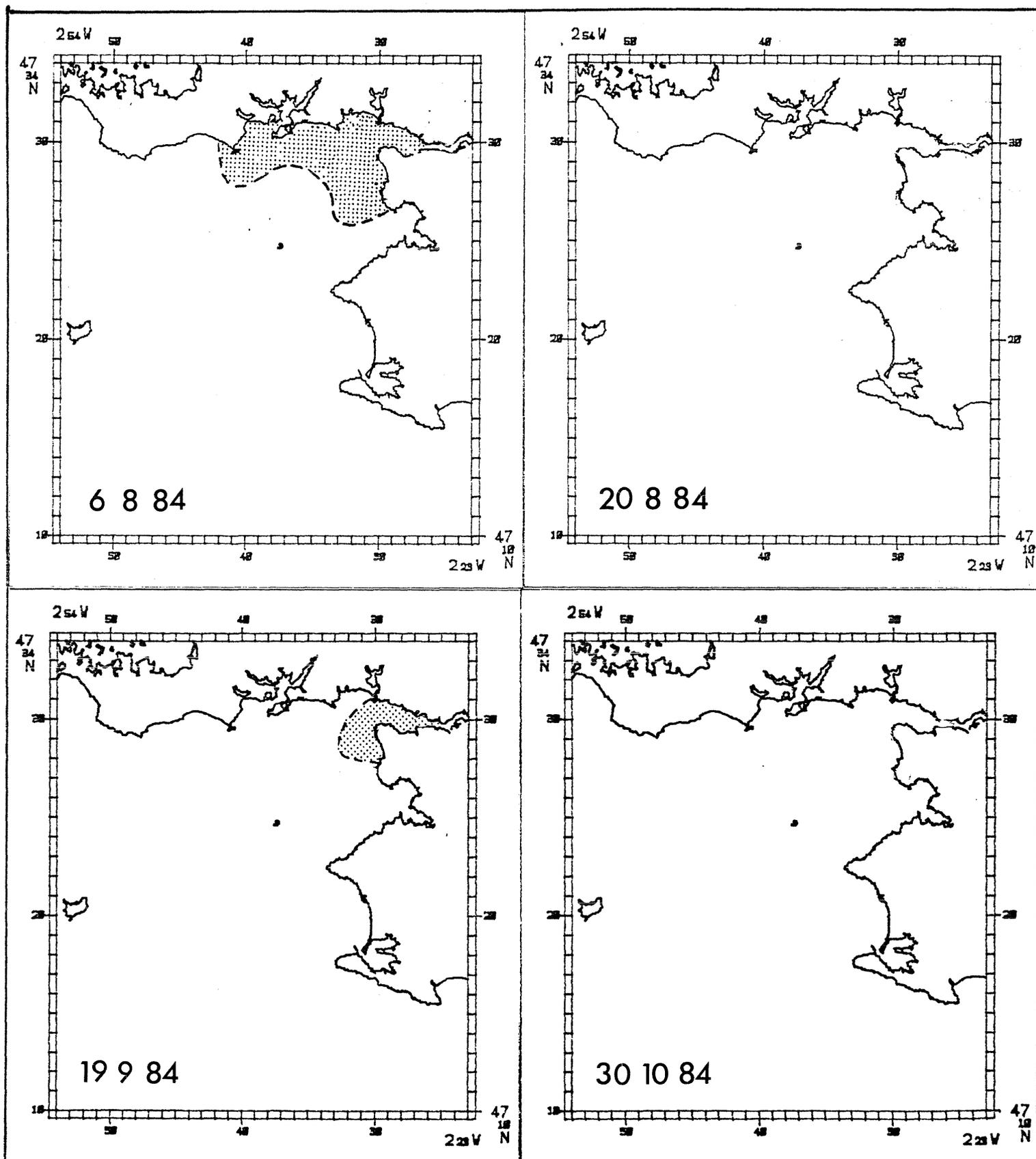


Figure 7 : Chlorophylles a de fond en baie de Vilaine, août à octobre 1984.
 zone foncée : plus de 10 mg/m^3
 zone claire : entre 5 et 10 mg/m^3

Afin de tenter d'expliquer l'origine des teneurs plus élevées en chlorophylles sur le fond en juin et juillet, nous avons relevé (fig. 8 et 9) les concentrations en phaeopigments à la même période, en surface et fond.

Il en résulte une concentration évidente (plus de 10 mg/m³) des phaeopigments dans l'estuaire, en surface comme au fond. Celle-ci semble être maximale dans l'espace le 19 juillet, soit après les eaux colorées de juin et au moment du déclin des Dinophysis. La situation du 20 juin montre une extension de surface des concentrations 5 - 10 mg/m³ correspondant à la distribution du bloom à diatomées, ce qui pourrait indiquer un déclin très rapide de telles eaux colorées.

b) Extension du Dinophysis

De juillet à août 1983 les concentrations de surface en Dinophysis acuminata ont été relevées de façon discontinue en Bretagne sud et selon un rythme plus suivi en baie de Vilaine du fait d'une surveillance pré-existante dans cette zone.

Si l'on considère néanmoins deux situations (fig. 10) correspondant soit au début de l'extension de cette espèce en Bretagne sud (début juillet 1983) soit à sa régression (mi-août 1983) on peut remarquer :

- * de fortes concentrations (plusieurs milliers de cellules/litre) début juillet localisées dans les zones estuariennes (rivières de Vilaine, d'Auray, d'Etel) et progressant apparemment vers le nord ouest,

- * une diminution notable (quelques centaines de cellules/litre) à la mi-août - voire une disparition - de cette espèce entre Le Croisic et Les Glénans .

Entre ces deux situations il semble, d'après les données propres aux mesures administratives d'interdiction de pêche (ALZIEU et al., 1984) que la propagation de l'espèce et la contamination des coquillages aient été extrêmement rapides : moins de trois semaines pour toute la zone considérée.

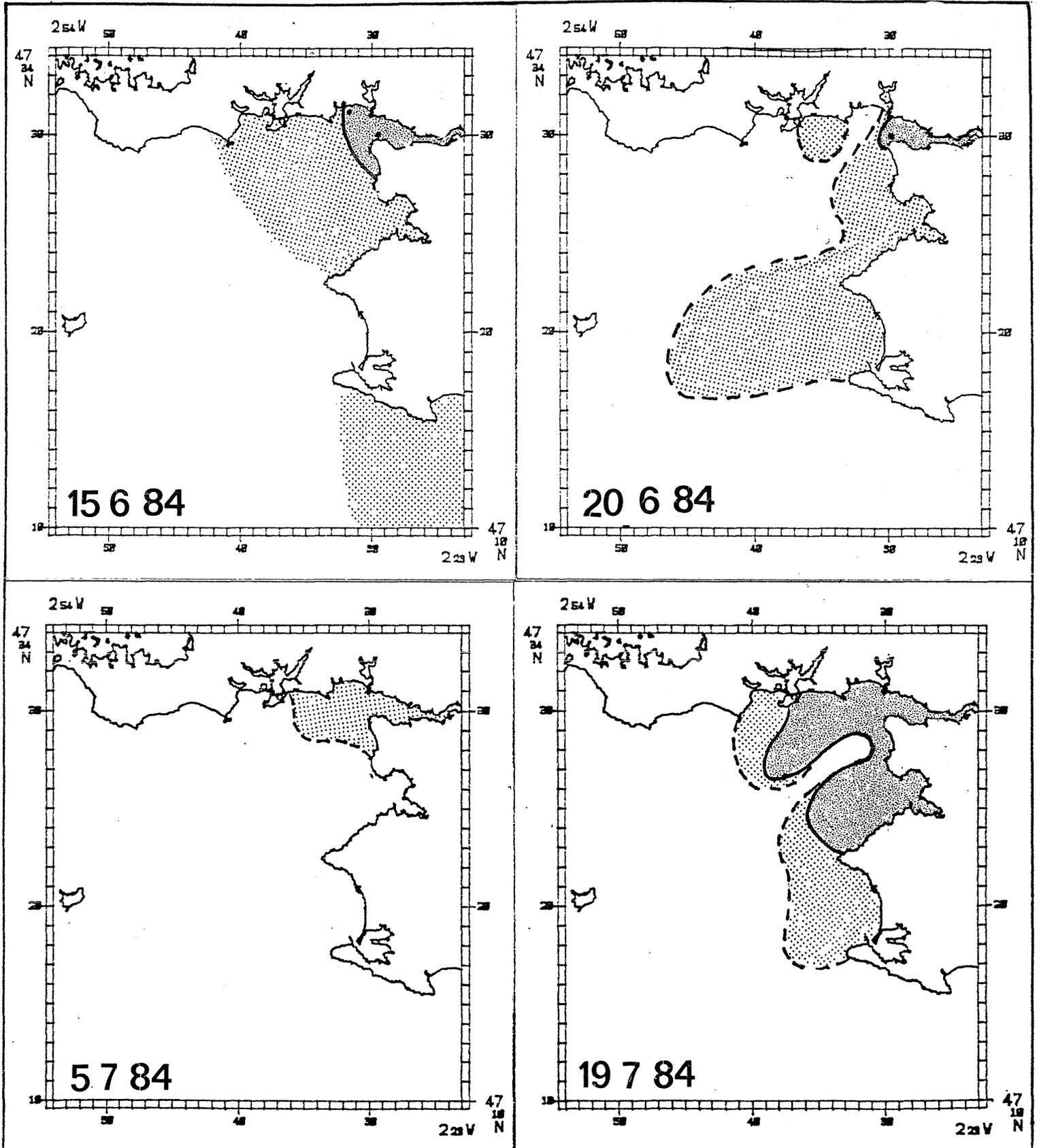


Figure 8 : Phaeopigments de surface en baie de Vilaine, juin à juillet 1984.
 zone foncée : plus de 10 mg/m^3
 zone claire : entre 5 et 10 mg/m^3

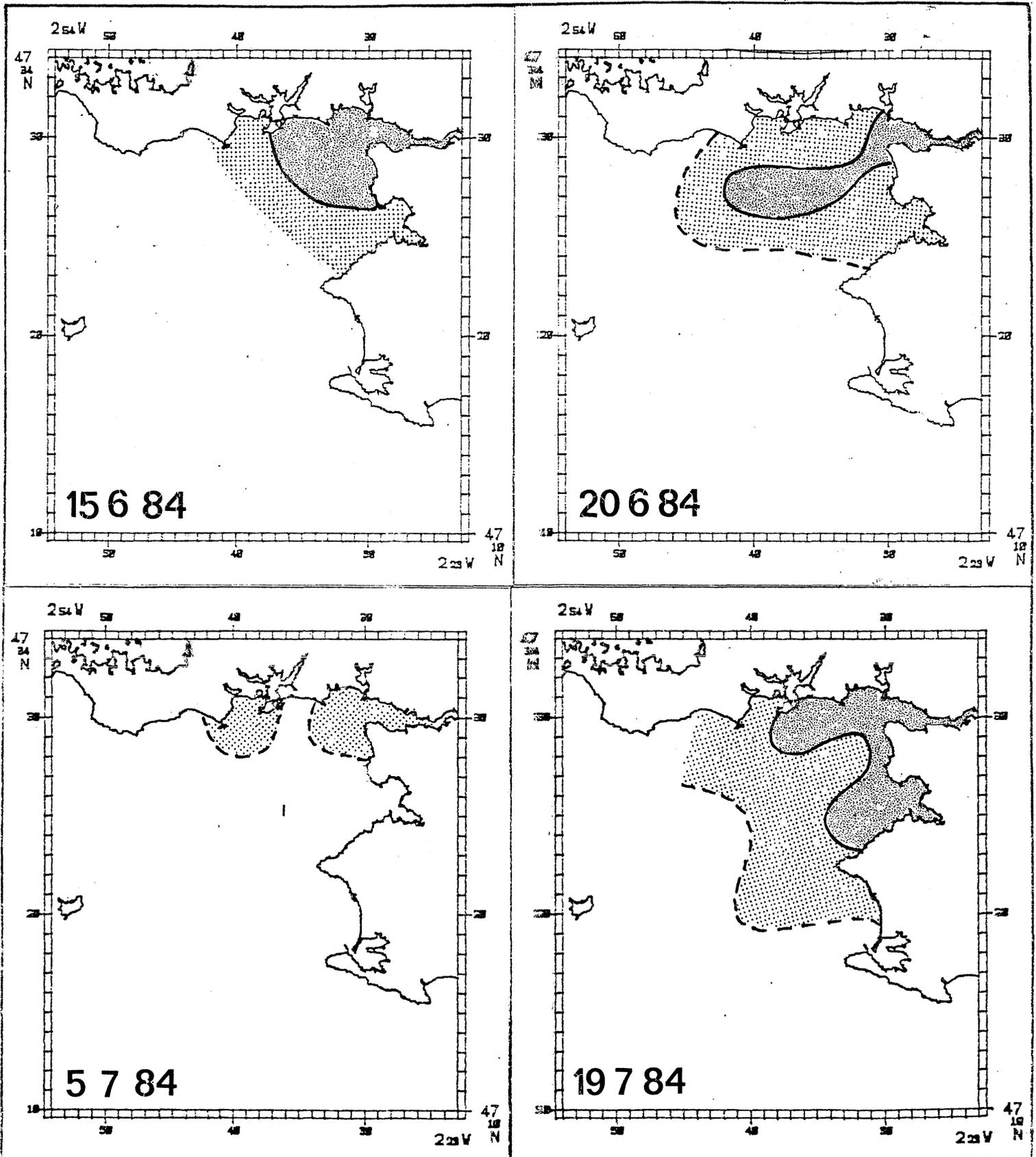


Figure 9 : Phaeopigments de fond en baie de Vilaine, juin à juillet 1984
 zone foncée : plus de 10 mg/m³
 zone claire : entre 5 et 10 mg/m³

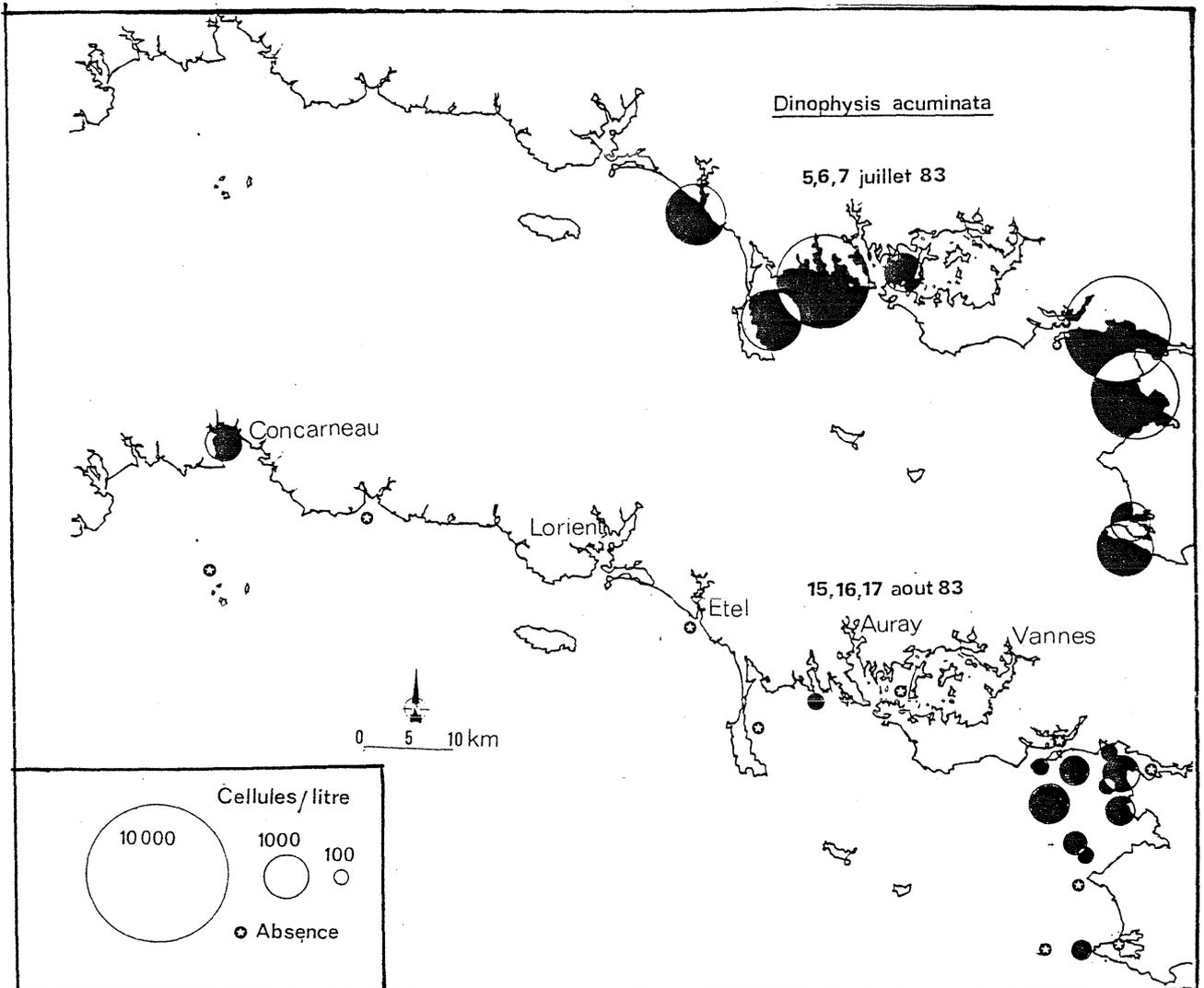


Figure 10 : Extension de *Dinophysis acuminata* sur la côte sud-bretonne en juillet et août 1983.

Une analyse plus précise des concentrations en baie de Vilaine a été réalisée en 1983 et en 1984 (fig. 11 à 14).

Elle montre qu'en début de phénomène (17 juin 1983 et premier juillet 1984) les concentrations les plus élevées en surface (10 000 cellules par litre ou plus) sont presque toujours incluses dans la partie interne de la baie, soit à l'est d'une ligne Pénerf - Piriac. Lorsque le "phénomène" est en régression on assisterait à la fois à une diminution des concentrations et à une distribution plus large (15 août 1983 et 20 août 1984).

Ces considérations devraient être corrélées ou non à une étude courantologique de la baie et surtout aux variations bathymétriques et spatiales de Dinophysis acuminata en fonction des courants de marée.

Cependant, une première tentative pour corréler les concentrations de D. acuminata en surface, pendant les étés 83 et 84, avec les températures et salinités enregistrées au moment du prélèvement (fig. 15), permet d'énoncer les remarques suivantes :

- le même nuage de points correspondant au couple 34‰ / 18-19° C se retrouve en 83 et 84,

- une forte concentration de Dinophysis (19 000 cellules/l) apparaît en 1983 pour le couple 31 ‰ / 15° C soit une température basse, ce qui laisserait supposer une multiplication des organismes dans des conditions différentes de leur propagation dans les couches chaudes superficielles,

- des nuages de points correspondants à des couples : températures élevées (> 20° C) et salinités basses (< 30 ‰) soit des conditions accidentelles se traduisant par une dessalure momentanée des eaux de surface.

../..

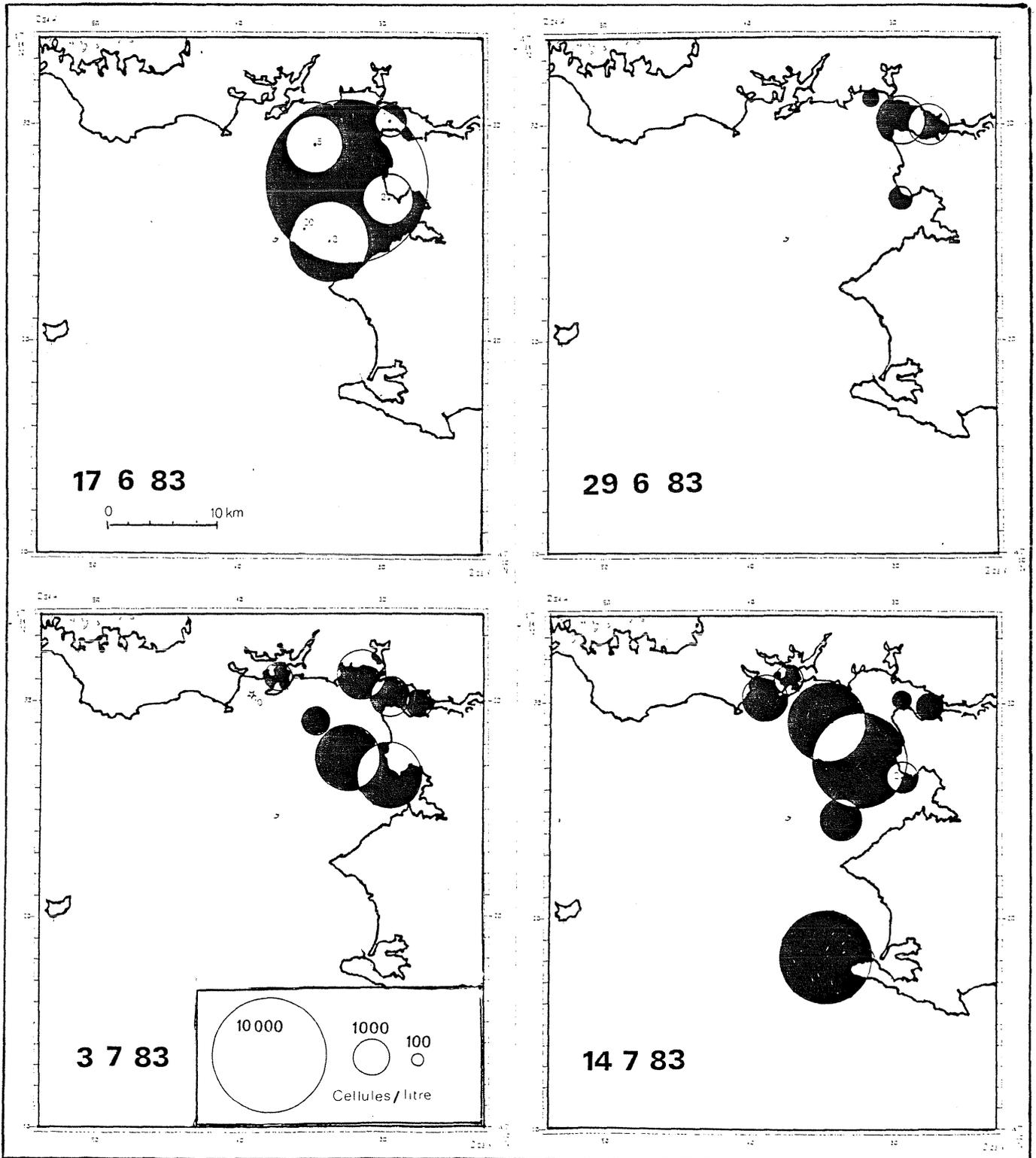


Figure 11 : Evolution des concentrations de surface en *Dinophysis acuminata* en Baie de Vilaine, de juin à juillet 1983.

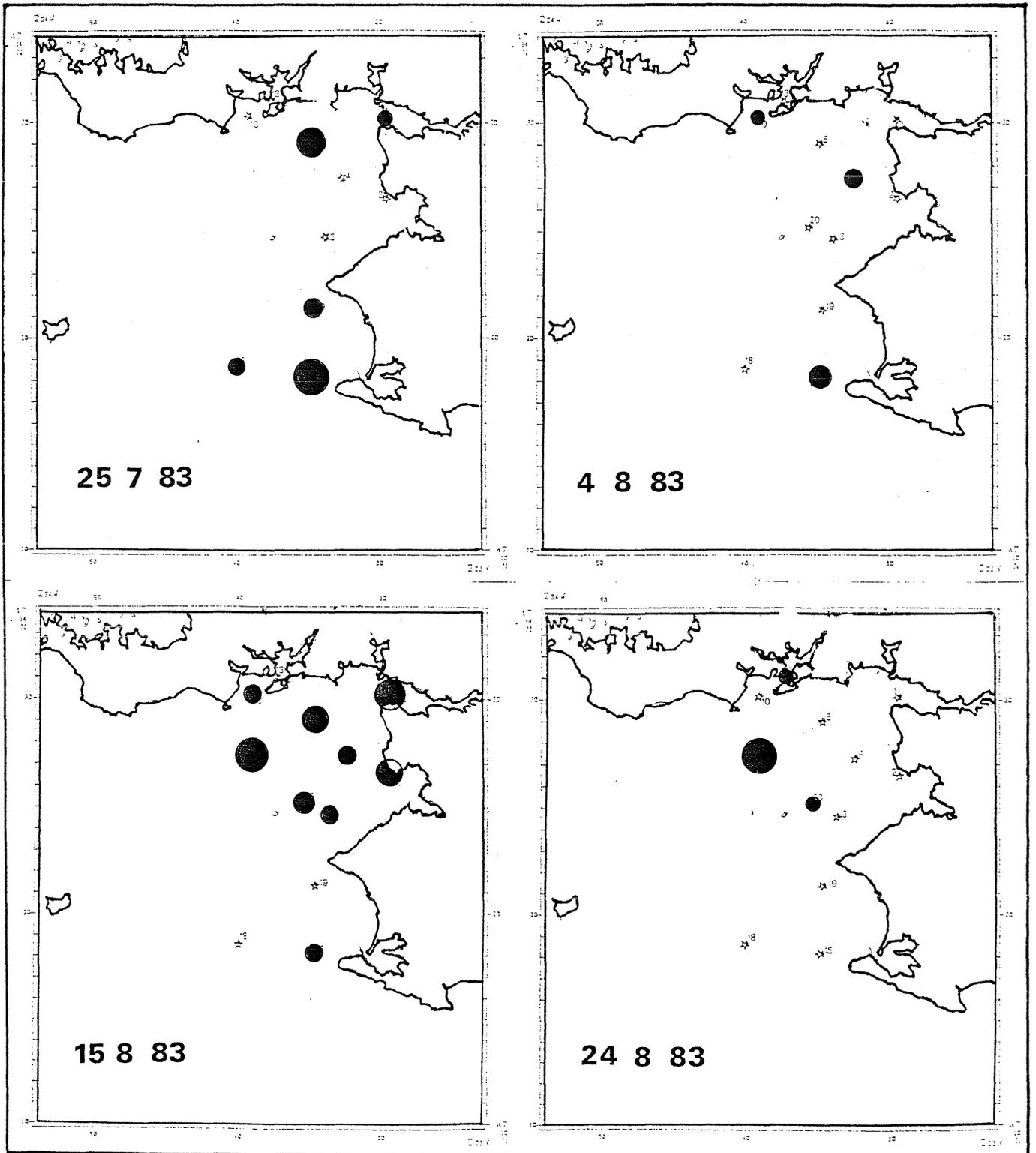


Figure 12 : Evolution des concentrations de surface en *Dinophysis acuminata* en Baie de Vilaine, de juillet à août 1983.

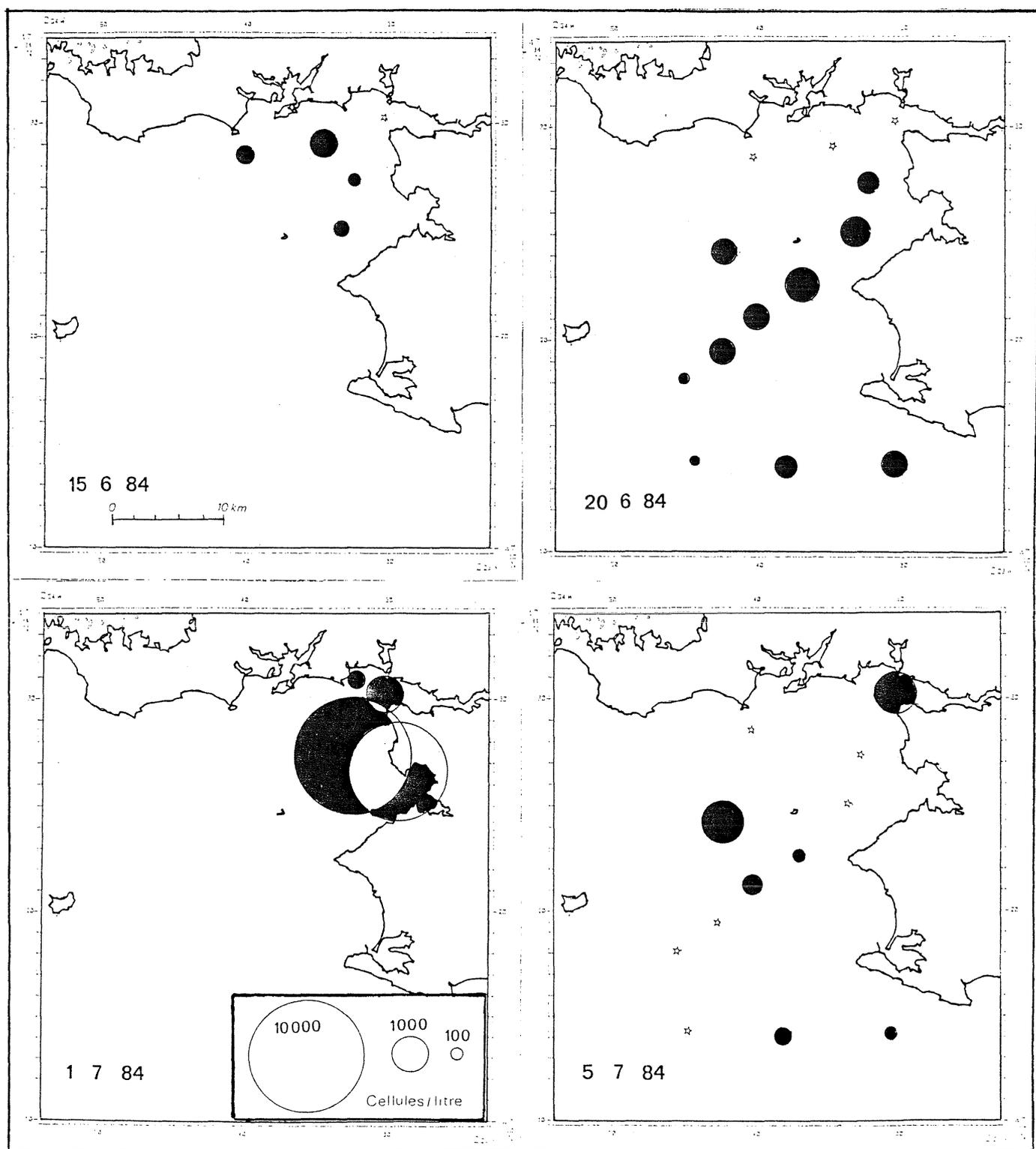


Figure 13 : Evolution des concentrations de surface en *Dinophysis acuminata* en Baie de Vilaine de juin à juillet 1984.

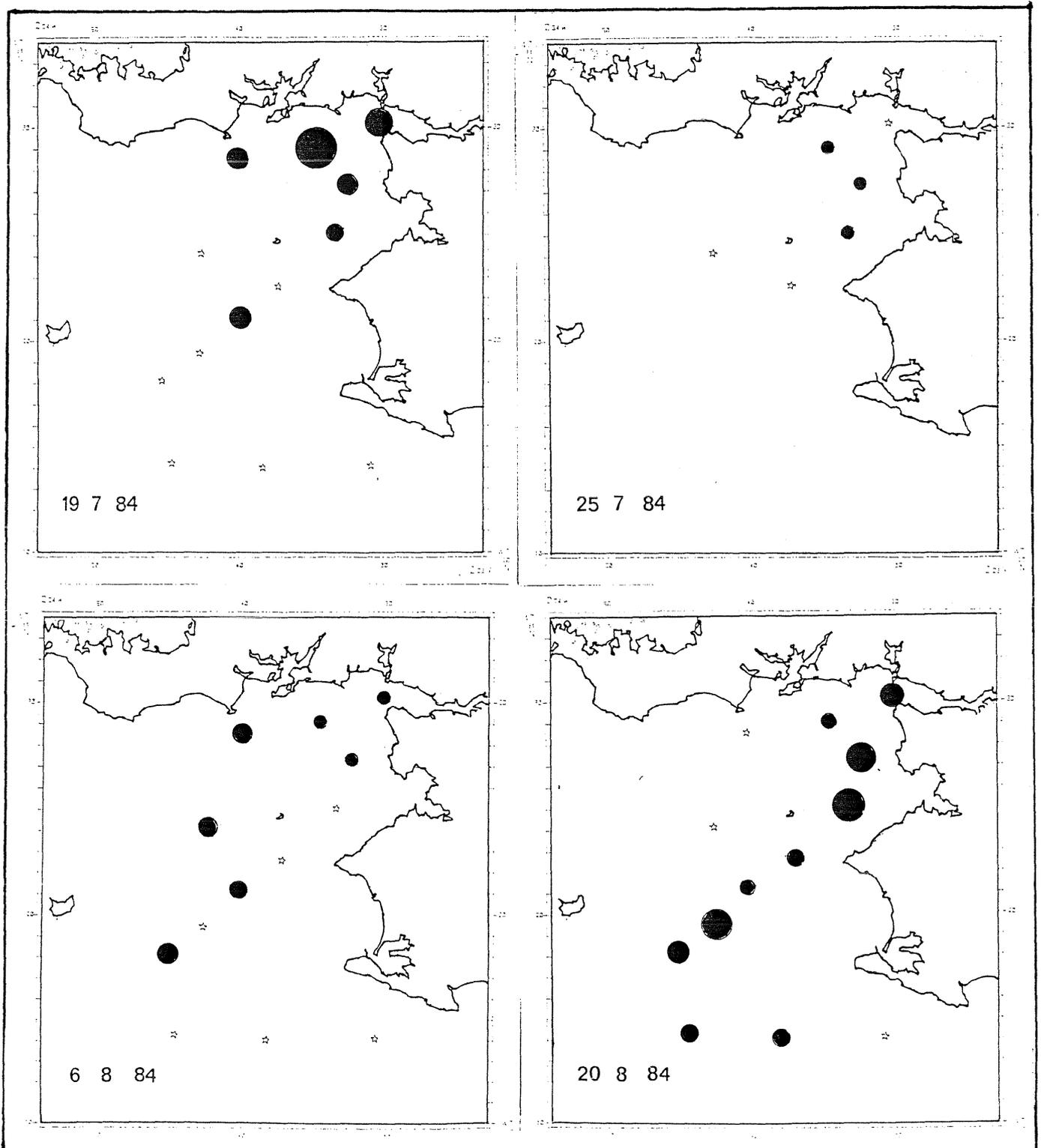


Figure 14 : Evolution des concentrations de surface en *Dinophysis acuminata* en Baie de Vilaine de juillet à août 1984.

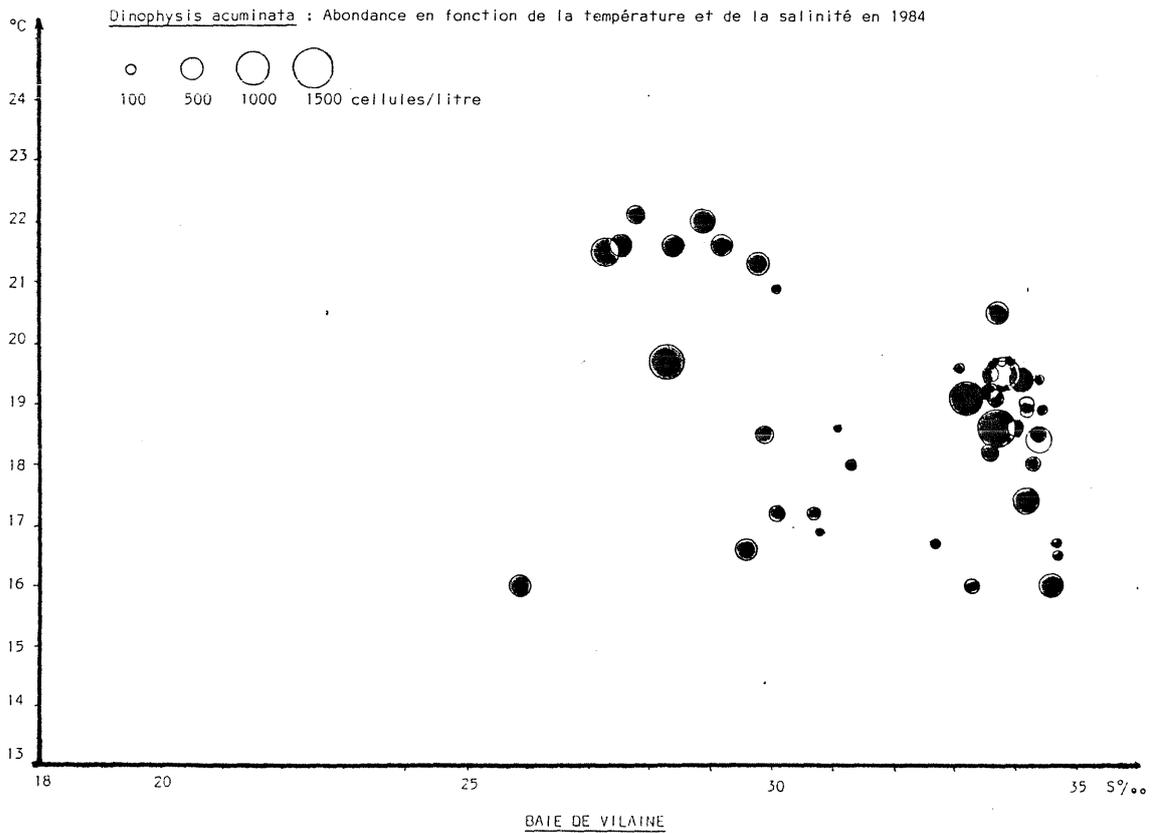
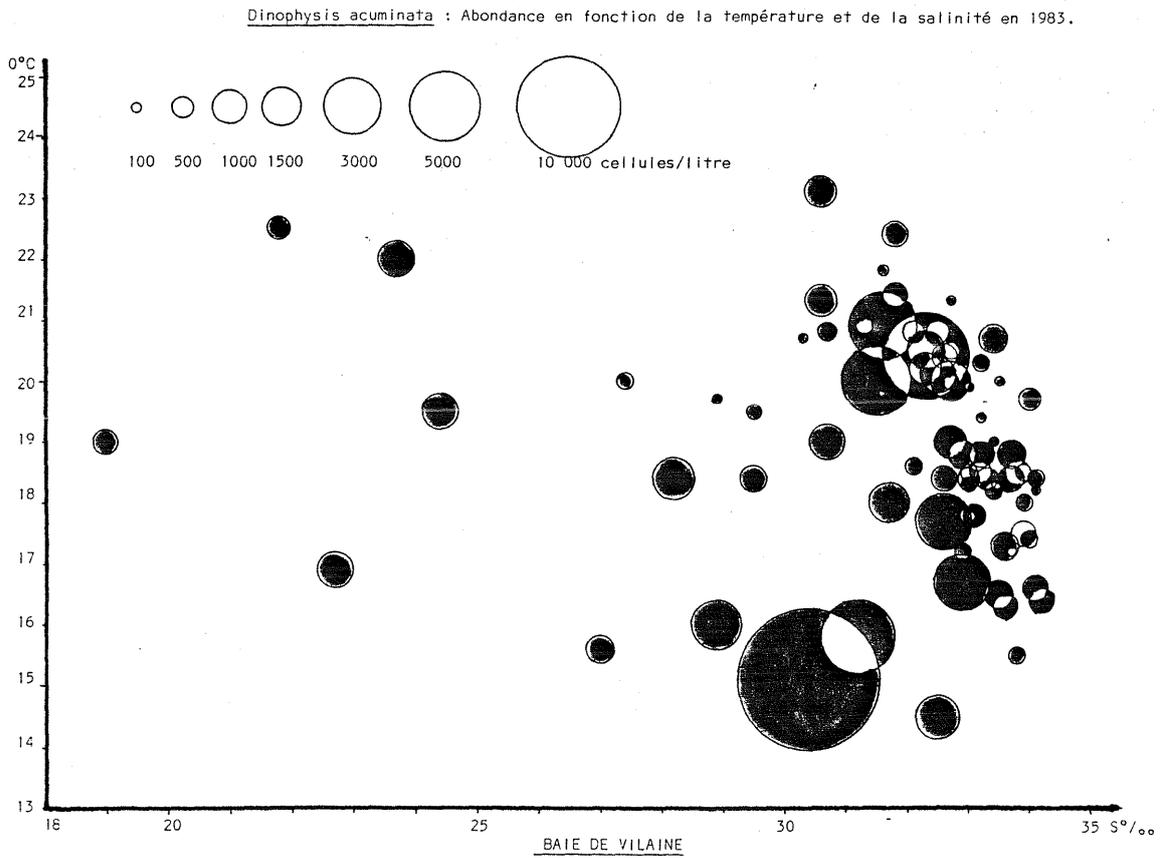


Figure 15 : Concentrations de *Dinophysis acuminata* selon la température et la salinité pour toutes les stations suivies en Baie de Vilaine de 1983 à 1984.

III - ANALYSE DES TEMPERATURES ET SALINITES DE LA BAIE DE VILAINE

a) Températures en 1983 et 1984

En 1983, les températures de surface sont relativement froides du 17 juin au 3 juillet (15,0 à 19,0° C) et ne dénotent un réel réchauffement (20° C et plus) qu'à partir du 14 juillet et jusqu'au 4 août où un léger refroidissement est sensible (température entre 18 et 19° C en moyenne (fig. 16 et 17). Les températures de fond sont basses (entre 13.0 et 18.0 en moyenne) pendant tout l'été et en particulier à l'extérieur de la baie, soit pour des stations supérieures à - 10 m, ce qui confirme une stratification importante dès juillet (st. 90 : 20° C en surface et 14.2° C au fond, et st 89 : 13.7° C au fond et 20.5° C en surface) (fig. 18 et 19).

L'analyse des températures en 1984 permet de tracer quelques isothermes, le nombre de stations échantillonnées étant plus grand.

On remarque en particulier :

- * un "front" thermique chaud le 20 juin 1984 en surface avec une lentille à 22° C devant l'estuaire (fig. 20),

- * un réchauffement estival plus tardif qu'en 1983, toujours pour les températures de surface, puisqu'on n'atteint 20° C que début août (fig. 21),

- * une stratification également importante dès le mois de juin (fig. 22 et 23) puisque les isothermes surface/fond le 20 juin dénotent un écart d'environ 7° C entre Pénerf et Piriac.

b) Salinités en 1983 et 1984

En 1983 les salinités de surface de la baie sont comprises entre 31 et 34 ‰ de fin juin à fin août. Une dessalure pendant les eaux colorées à Diatomées était détectable le 7 juin (18 - 19 ‰) et se prolonge jusqu'au 17 juin : 28,8 ‰ (fig. 24 et 25).

Les salinités de fond varient peu autour de 32 - 34 ‰ pendant toute la période estivale (fig. 26 et 27). De même qu'en 1983, une dessalure, plus modérée, est décelable pendant les eaux colorées à Diatomées du 20 juin 1984 (fig. 28). Elle est de l'ordre de 28 ‰ à moins en surface et se situe dans la partie est de la baie. Cependant, du 5 juillet au 19 septembre ces salinités sont relativement stables (32 - 34 ‰) et on peut dire la même chose des températures de fond (33 - 34 ‰) (fig. 29, 30, 31).

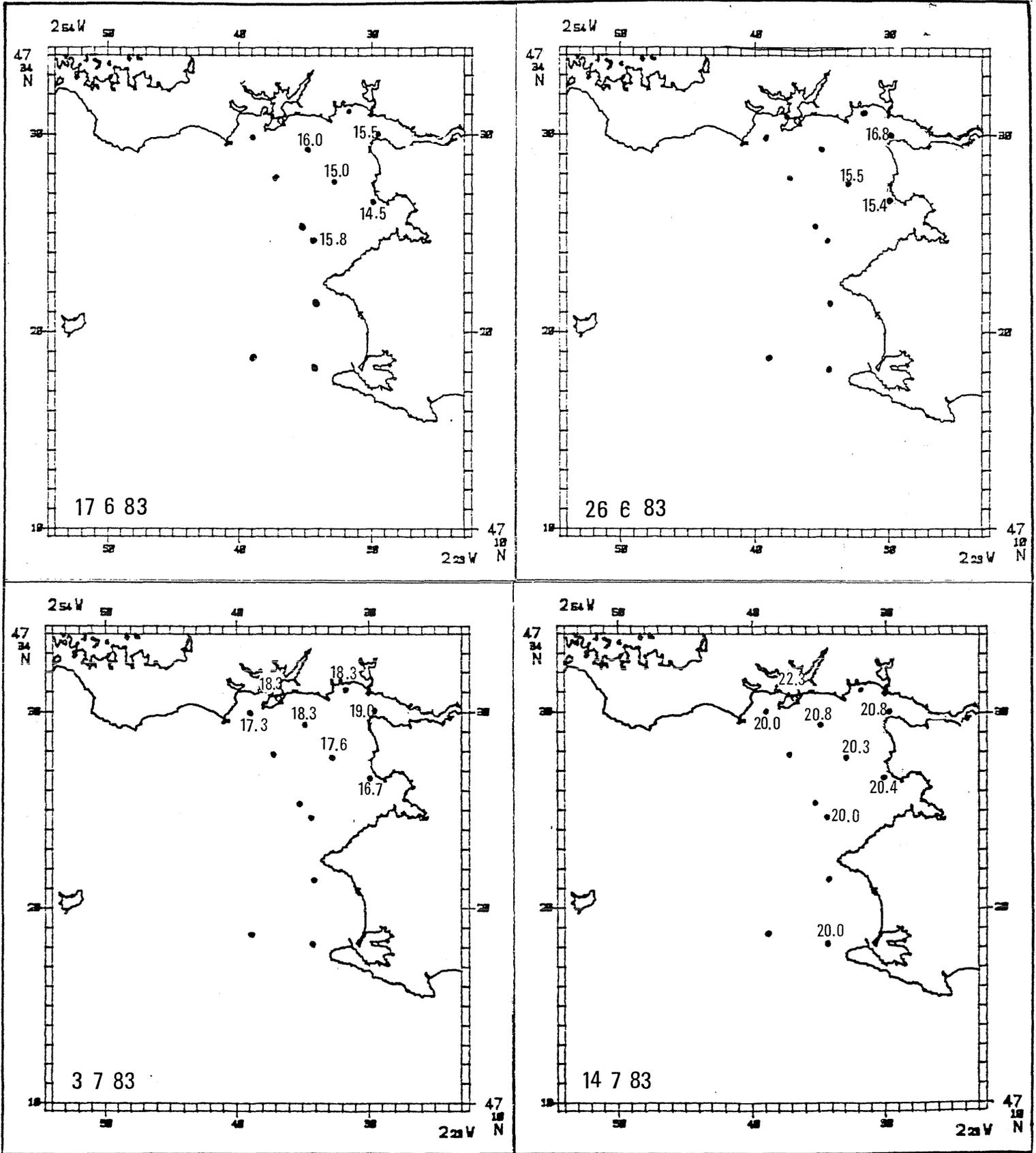


Figure 16 : Températures de surface en baie de Vilaine, juin à juillet 1983.

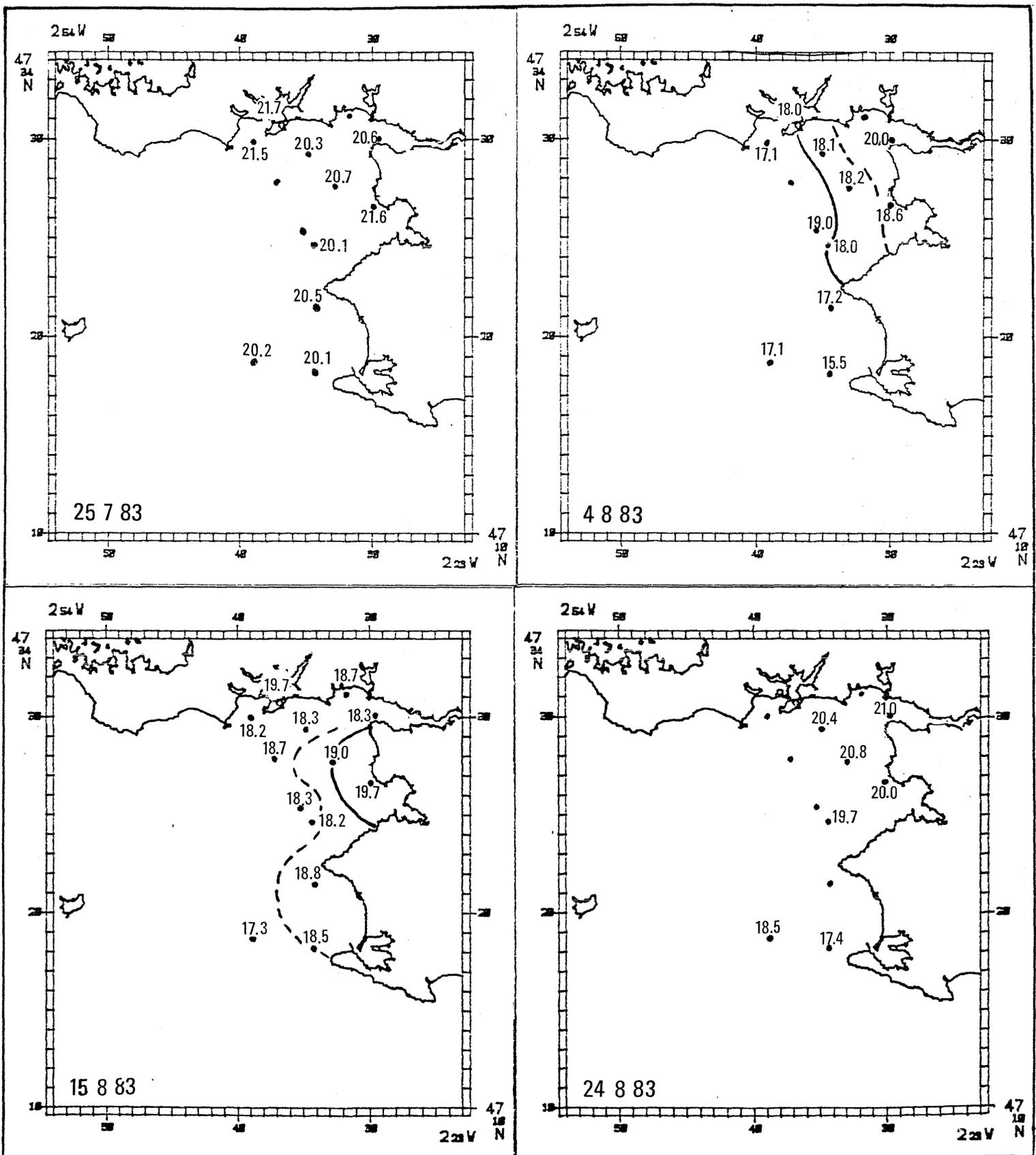


Figure 17 : Températures de surface en baie de Vilaine, juillet à août 1983.

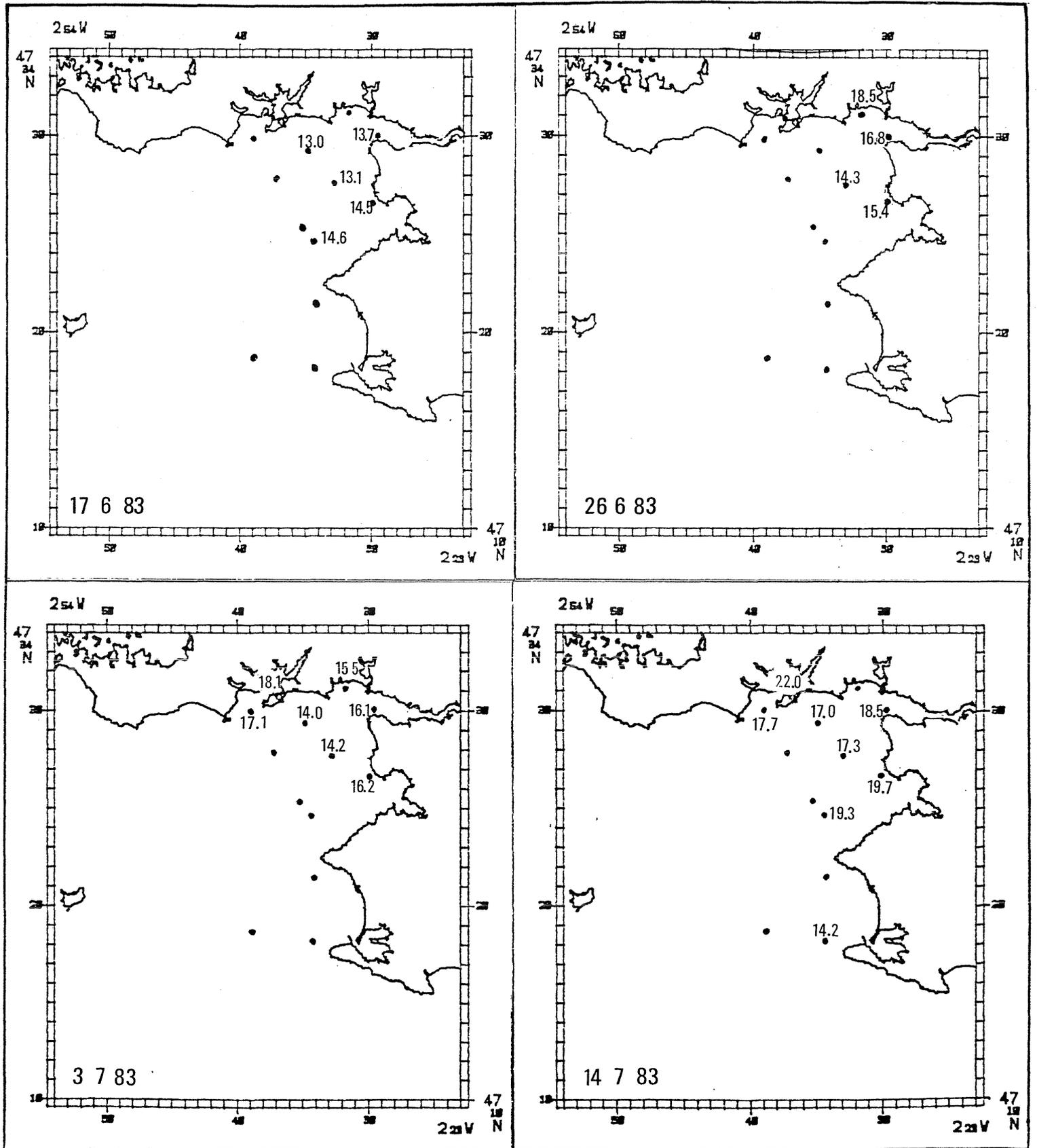


Figure 18 : Températures de fond en baie de Vilaine, juin à juillet 1983.

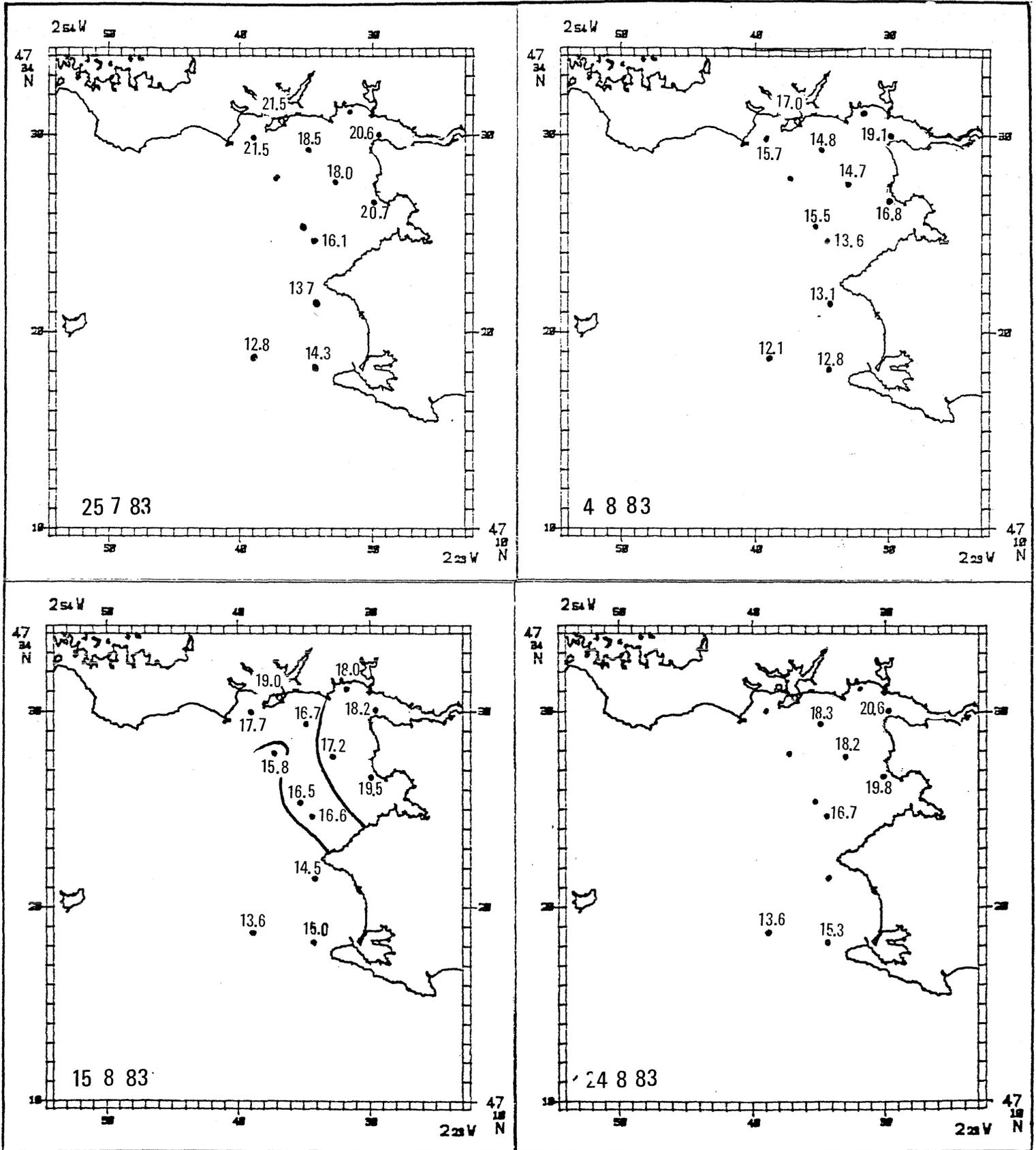


Figure 19 : Températures de fond en baie de Vilaine, juillet à août 1983.

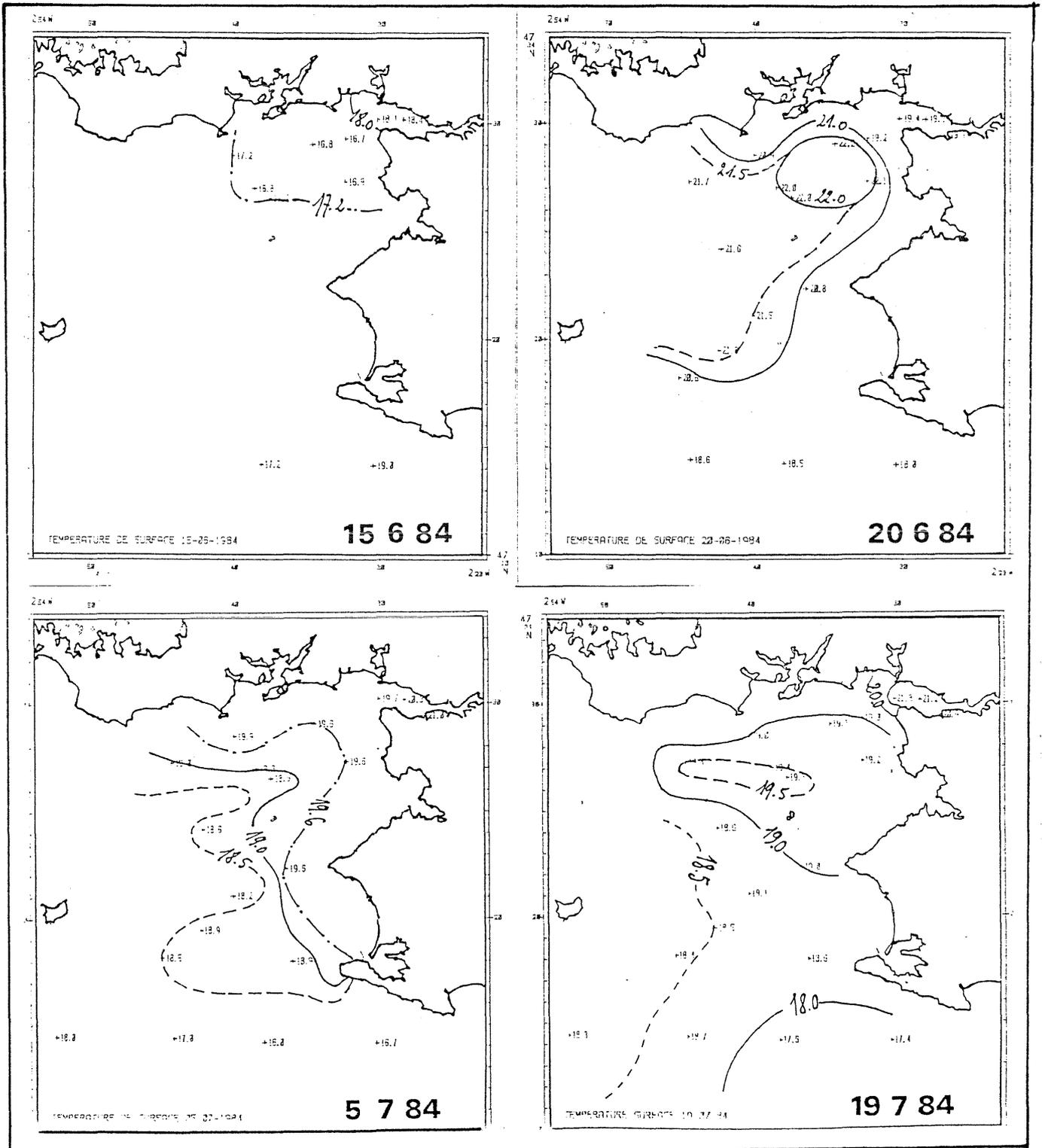


Figure 20 : Températures de surface en baie de Vilaine, de juin à juillet 1984.

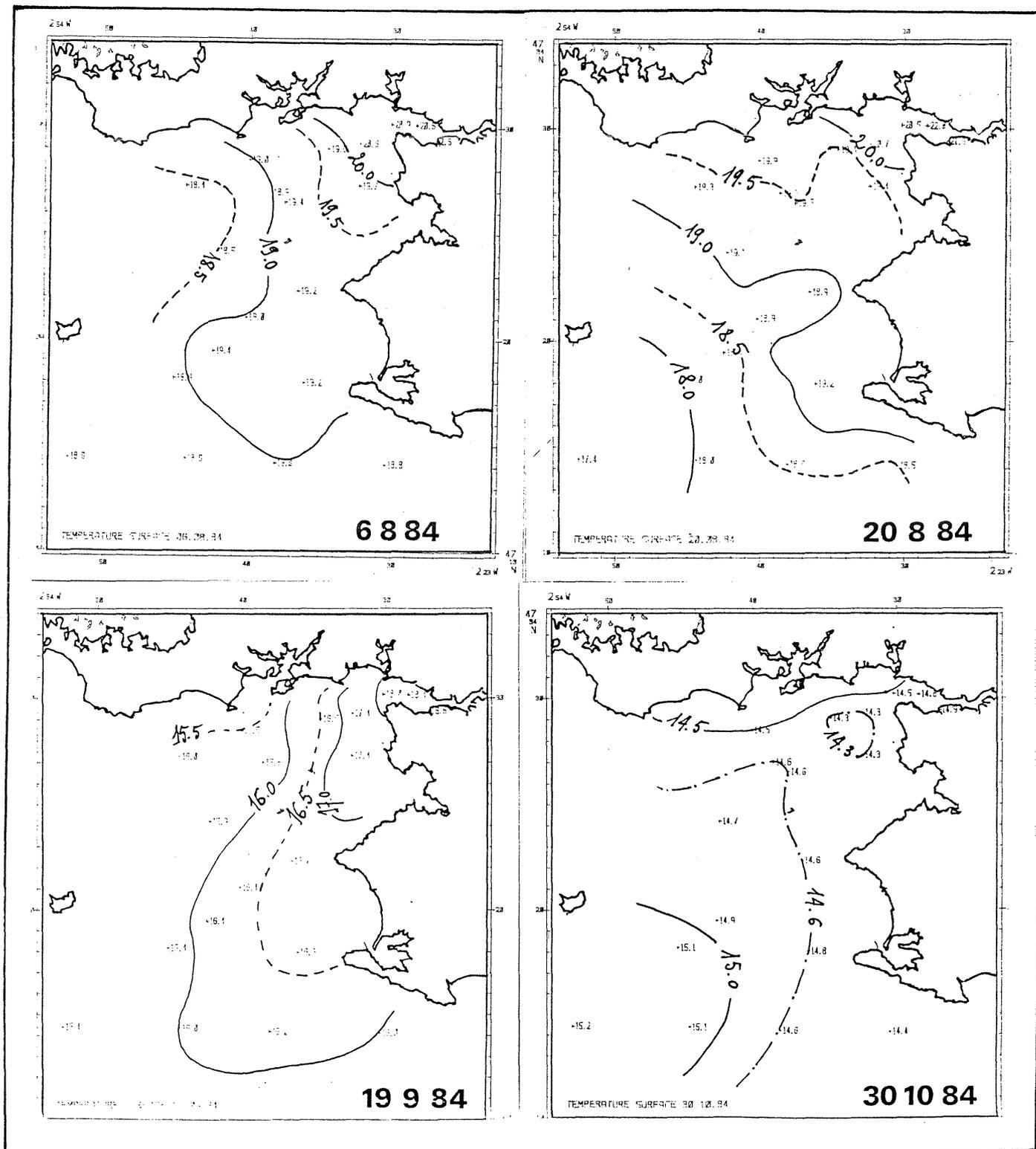


Figure 21 : Températures de surface, en baie de Vilaine, de août à octobre 1984.

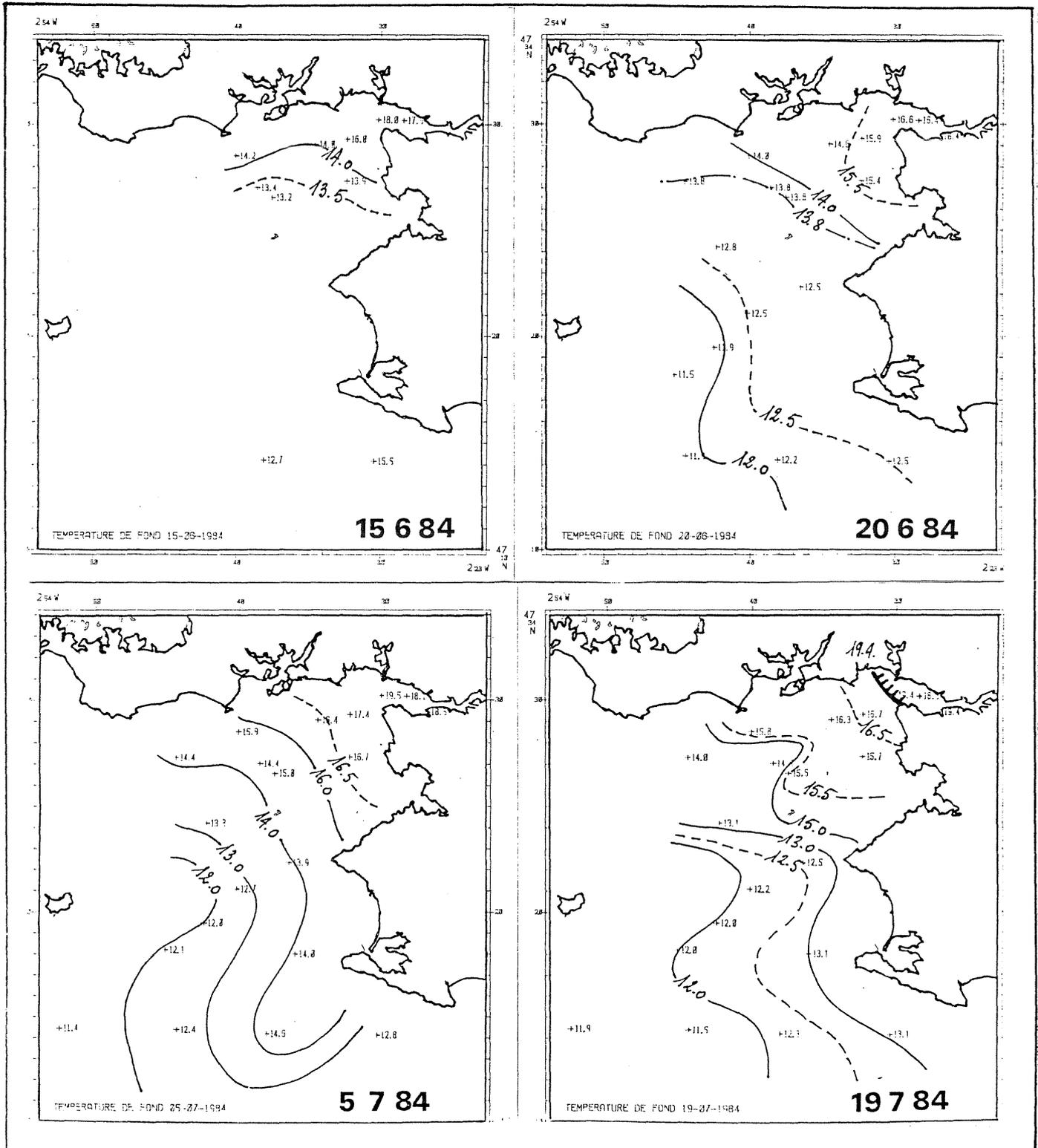


Figure 22 : Températures de fond, en baie de Vilaine, de juin à juillet 1984.

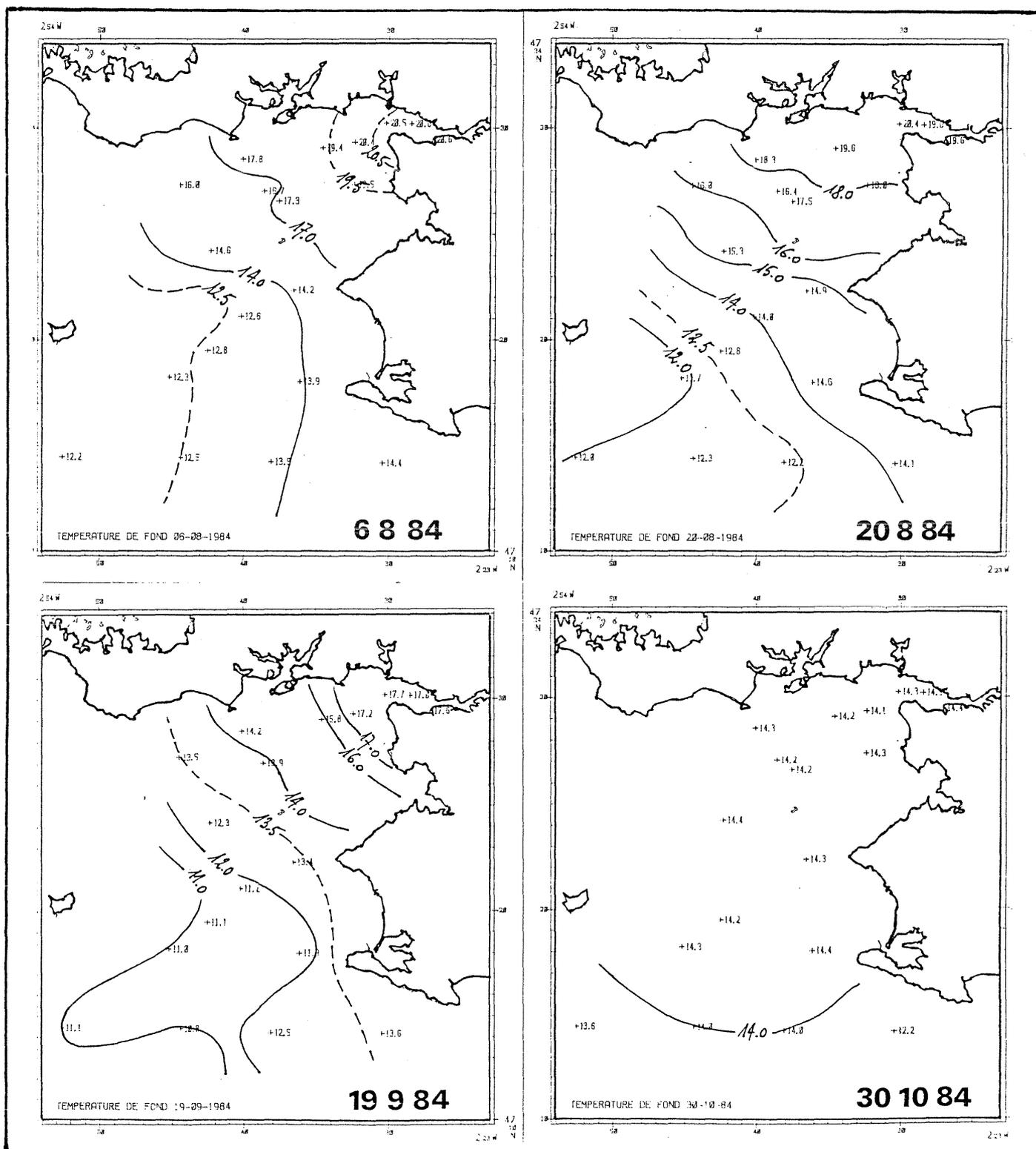


Figure 23 : Températures de fond, en baie de Vilaine, d'août à octobre 1984.

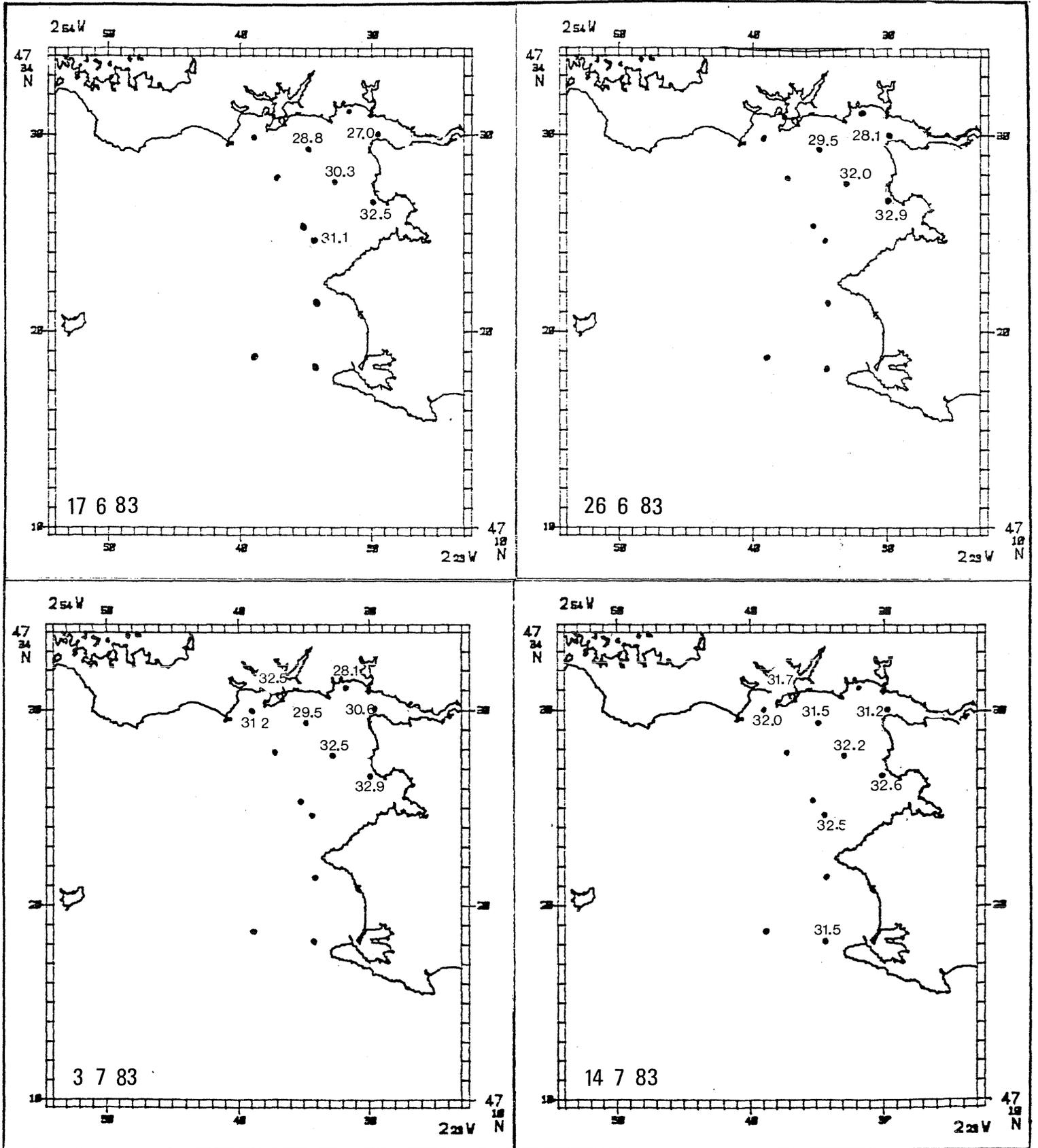


Figure 24 : Salinités de surface, en baie de Vilaine de juin à juillet 1983.

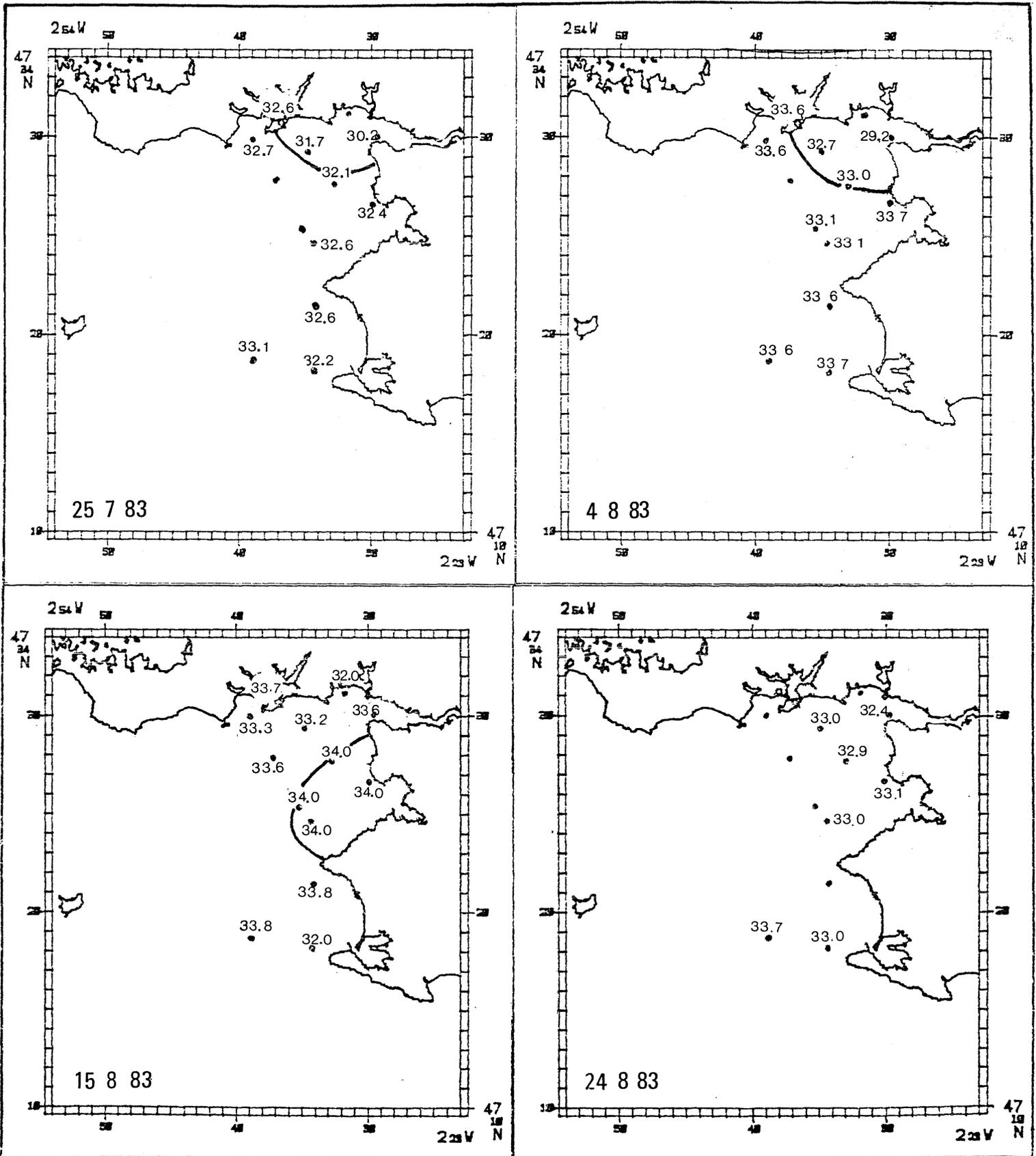


Figure 25 : Salinités de surface, en baie de Vilaine, de juillet à août 1983.

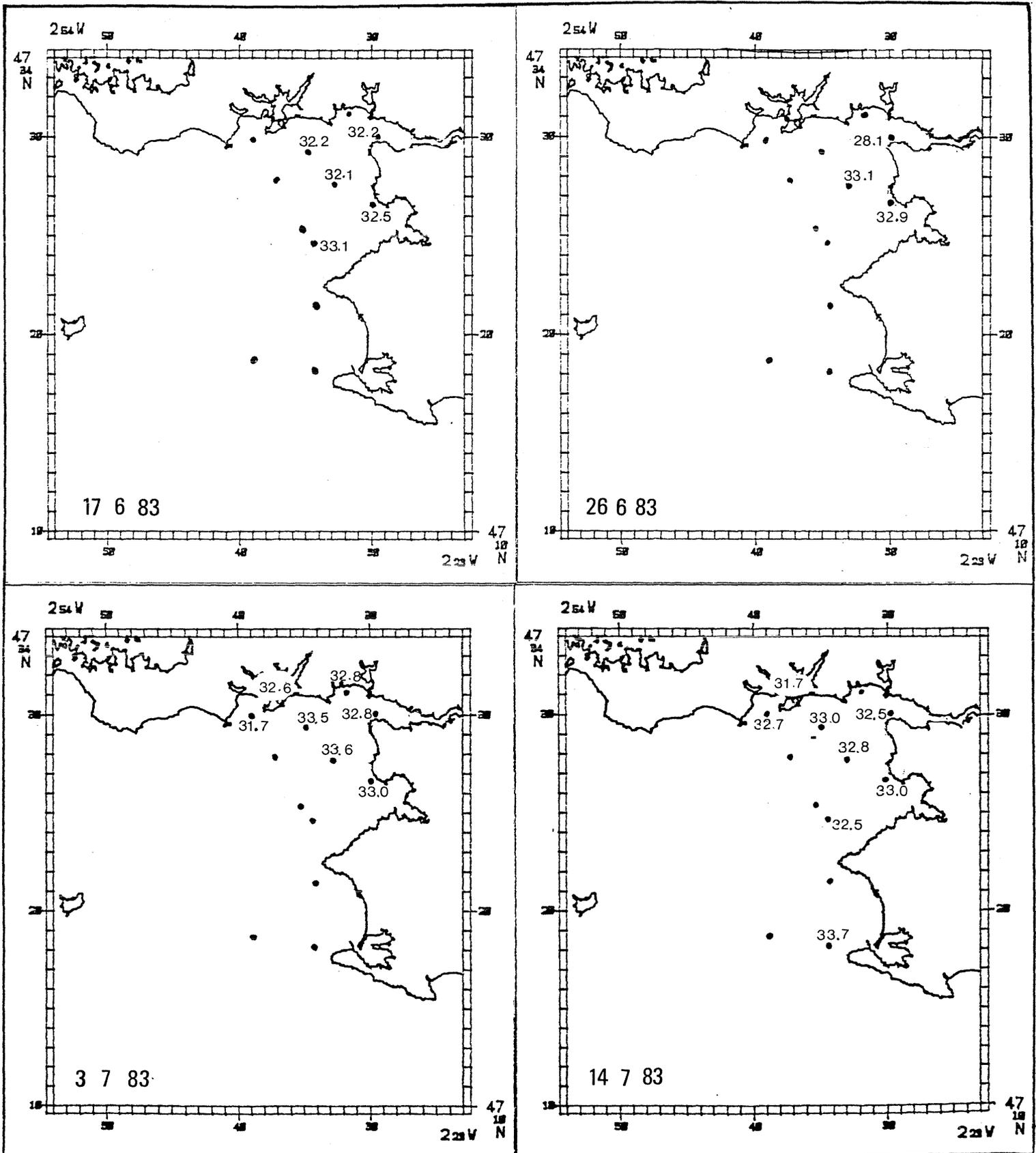


Figure 26 : Salinités de fond, en baie de Vilaine, de juin à juillet 1983.

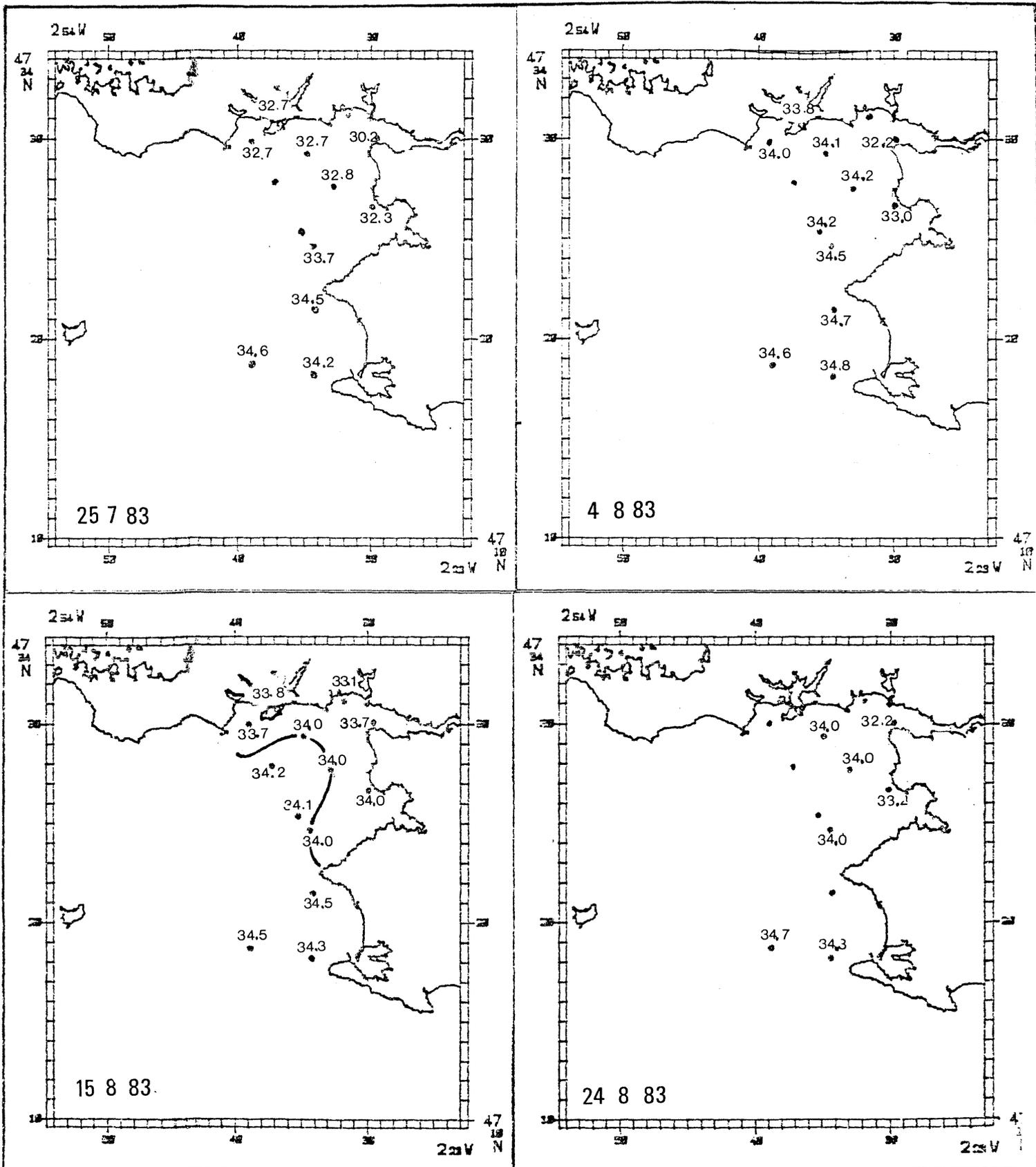


Figure 27 : Salinités de fond, en baie de Vilaine, de juillet à août 1983.

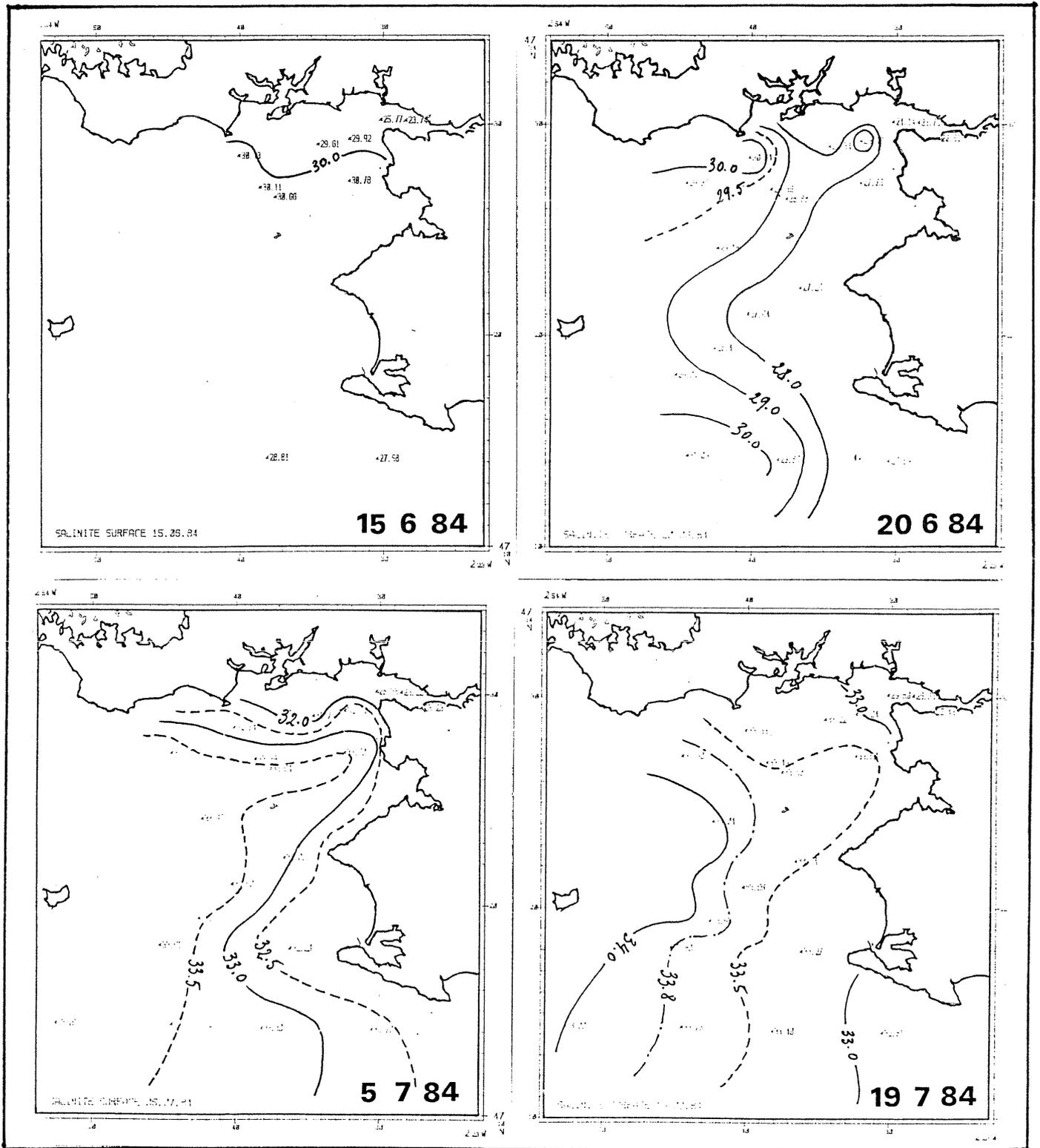


Figure 28 : Salinités de surface en Baie de Vilaine de juin à juillet 1984.

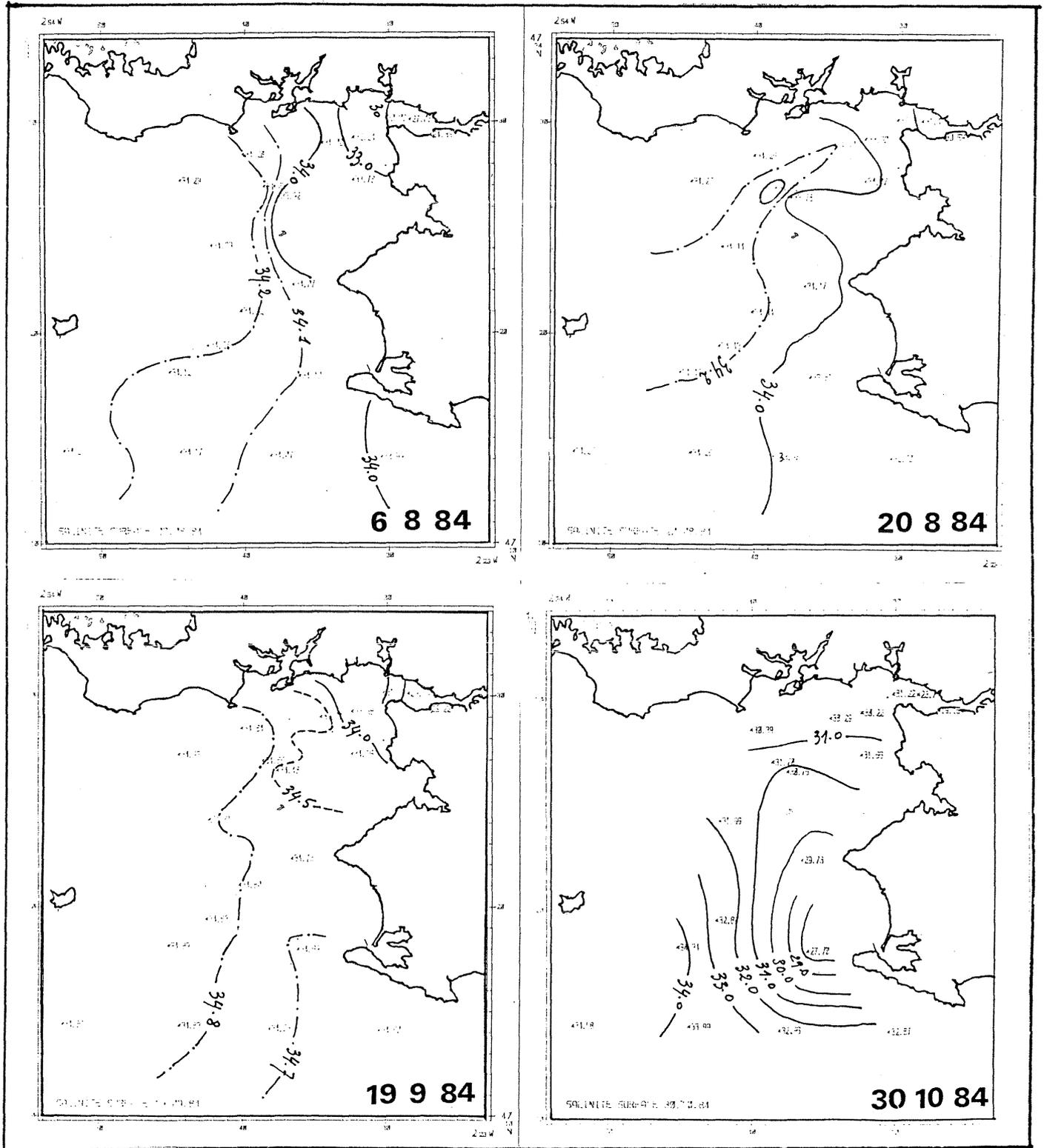


Figure 29 : Salinités de surface en Baie de Vilaine d'août à octobre 1984.

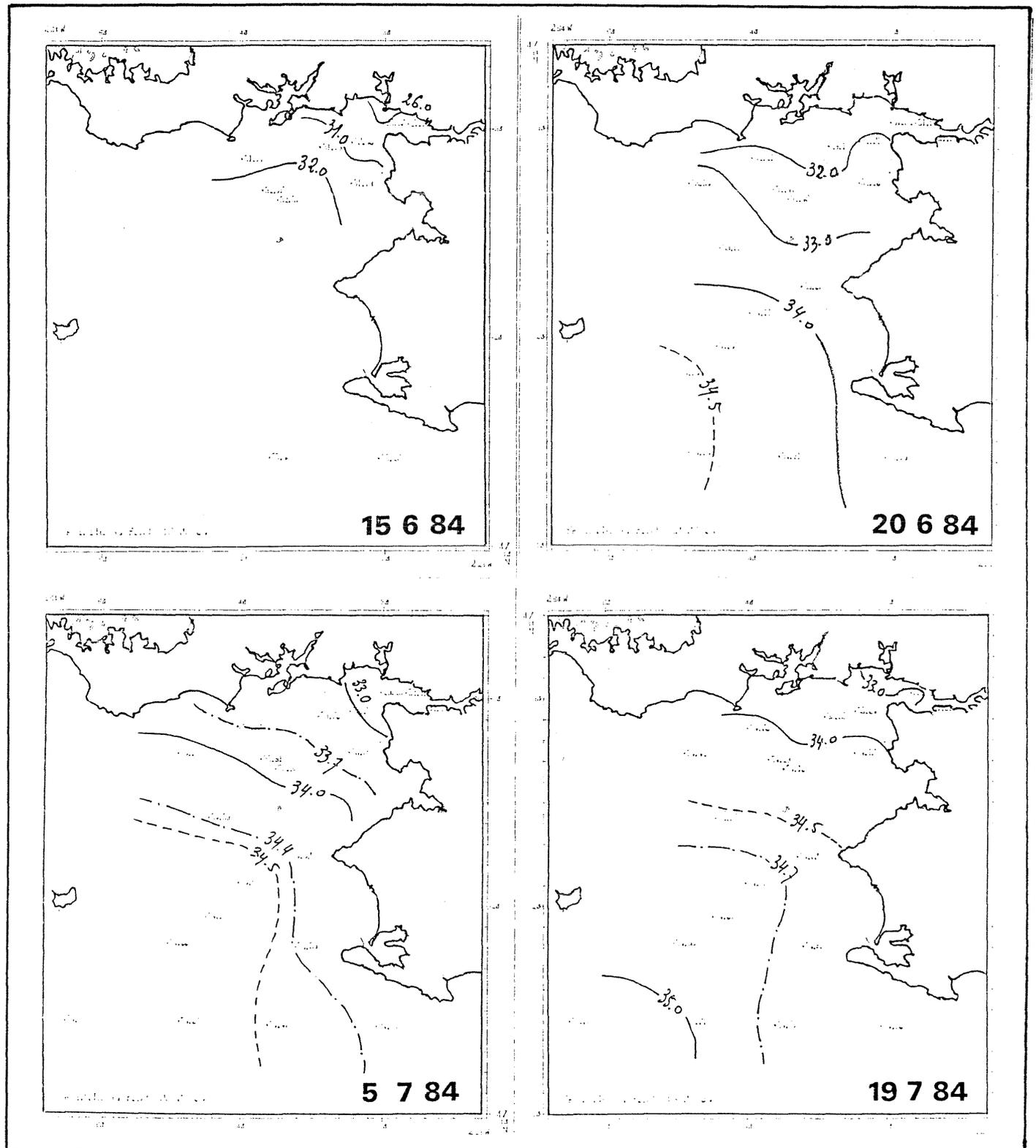


Figure 30 : Salinité de fond en Baie de Vilaine de juin à juillet 1984.

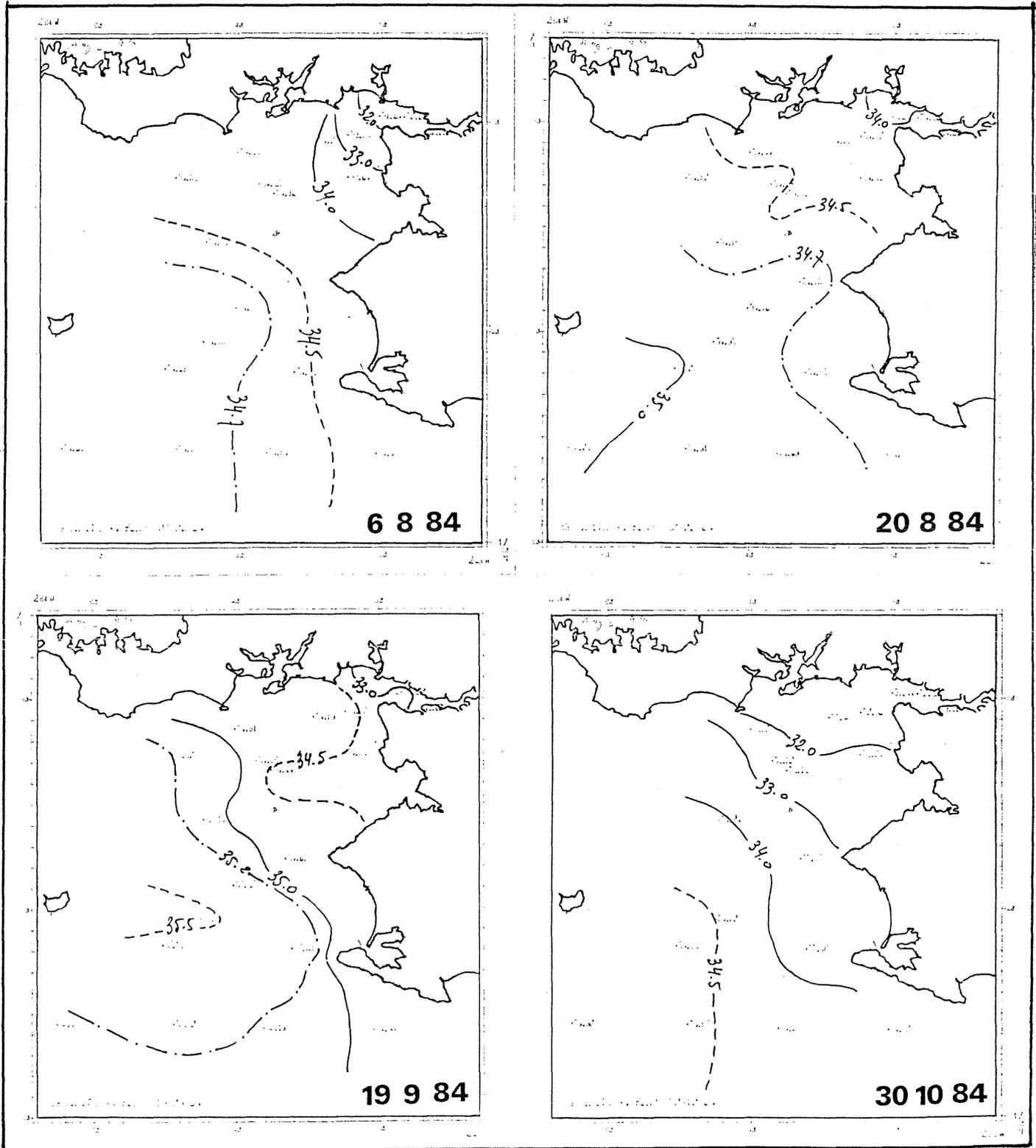


Figure 31 : Salinité de fond en Baie de Vilaine d'août à octobre 1984.

En résumé, on peut retenir que les eaux colorées à diatomées de 1983 et 1984 semblent correspondre à une période de dessalure superficielle pendant un réchauffement important des températures estivales. En 1983, l'influence de la Vilaine serait prépondérante alors qu'en 1984 il s'agirait plus vraisemblablement de l'influence de la Loire.

IV - ANALYSE DES TEMPERATURES DE SURFACE PAR NOAA 7

a) Situation en 1983

L'examen des thermographies par satellite fournies par le CMS LANNION fait apparaître un brusque et important réchauffement des eaux de surface en juillet 1983. Les images du 18 juin et du 3 juillet 1983 (fig. 32) montrent la persistance d'une bande côtière relativement froide de 15 à 16° C, la température des eaux du large étant beaucoup plus élevée, de 17° à 18° C.

L'évolution de la température de surface (centimètre superficiel) la première quinzaine de juillet est très rapide, amenant la formation d'une tache d'eau chaude supérieure à 24° C au large de Noirmoutier (fig. 32 et fig. 33). Cette lentille d'eau chaude va remonter le long de la côte sud Bretagne du 11 au 29 juillet. Début août, nous constatons un retour à des températures plus normales au niveau de la bande côtière : 18 à 19° C.

b) Situation en 1984

L'évolution des températures de surface au cours des mois de juin et juillet 1984 nous permet de constater un réchauffement des eaux de la baie de Vilaine du 17 au 19 juin (plus de 19° C) suivi d'un net refroidissement le 25 juin : 16° C (fig. 34). Début juillet on notera l'apparition d'une tache chaude au large, sans incidence sur les températures côtières.

Les situations postérieures n'ont pu être analysées du fait des modifications météorologiques profondes rendant impossible une observation par temps clair. Néanmoins, l'examen des températures de surface en baie de Vilaine montre (fig. 20 et fig. 21) des valeurs modérées et persistantes (18° - 19° C) entre fin juillet et fin août.

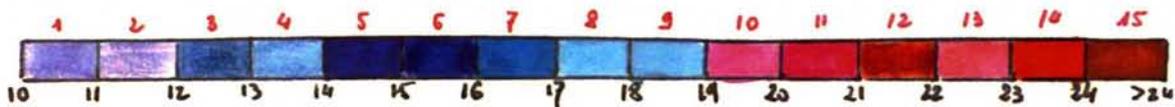
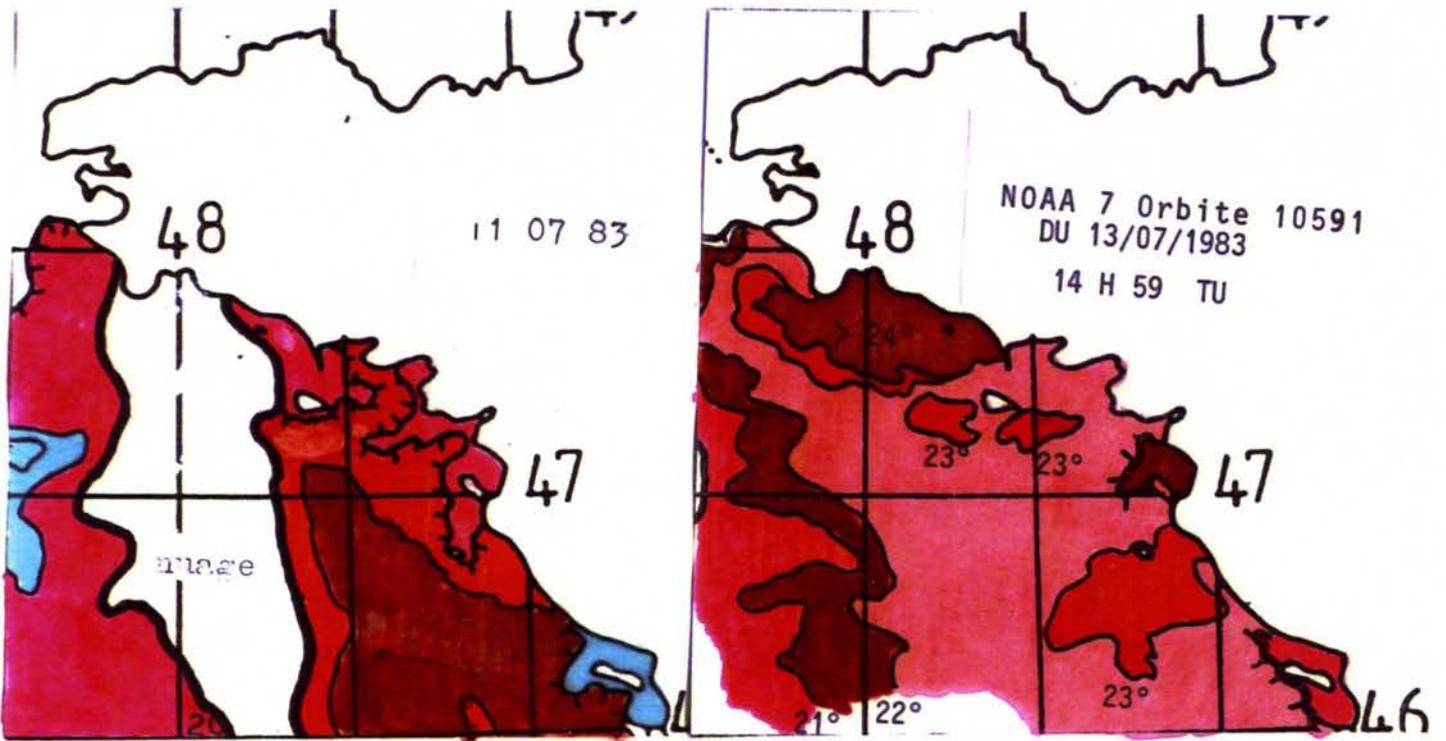
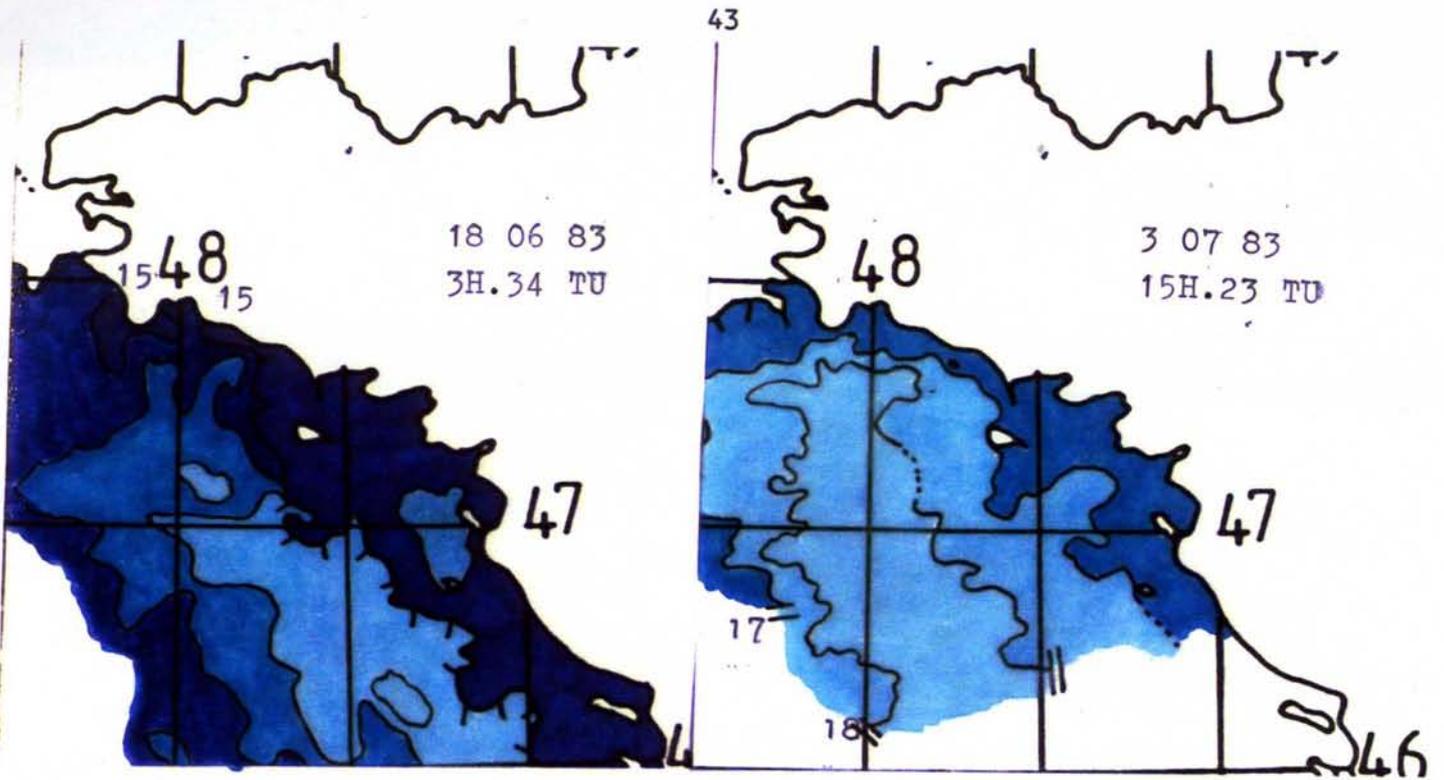


Figure 32 : Températures de surface retransmises par satellite (clichés CMS Lannion) entre le 18 juin et le 13 juillet 1983.

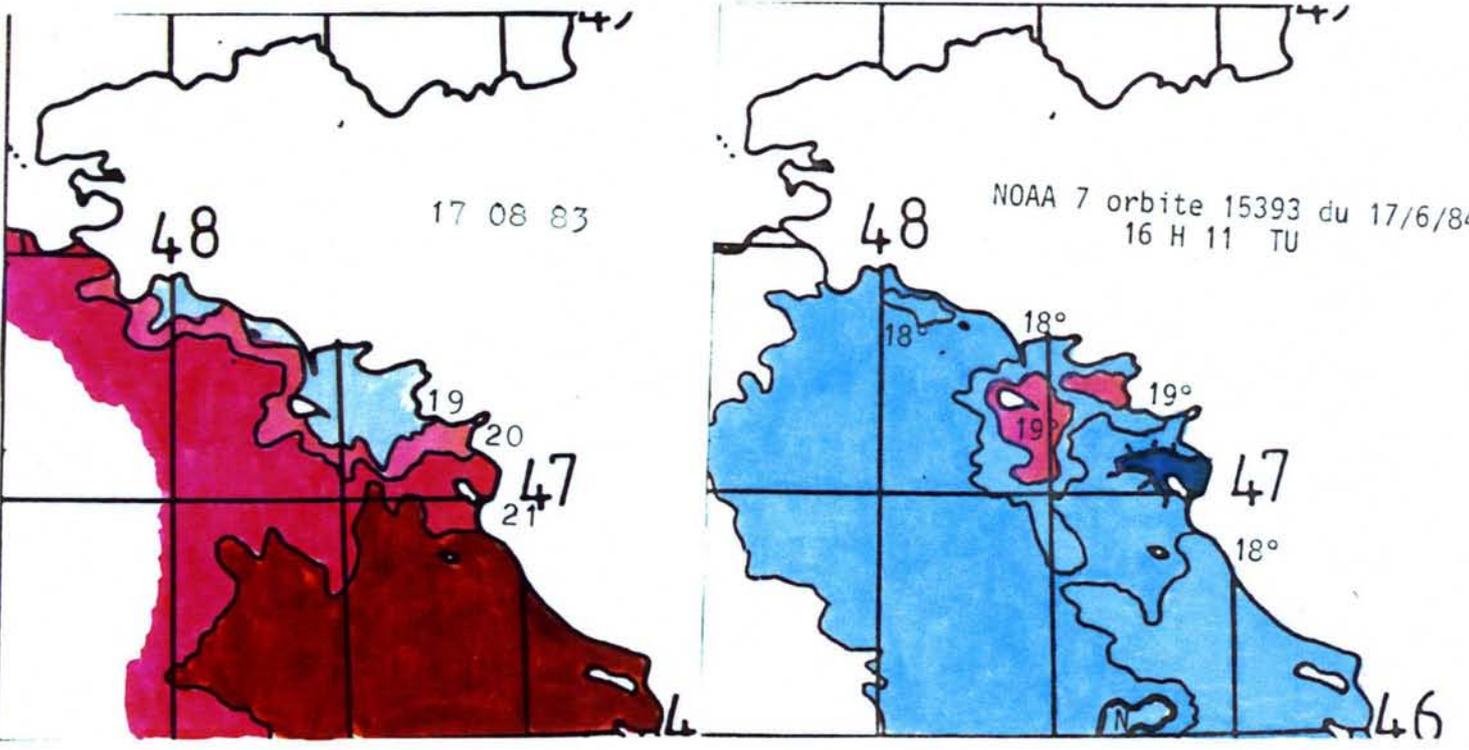
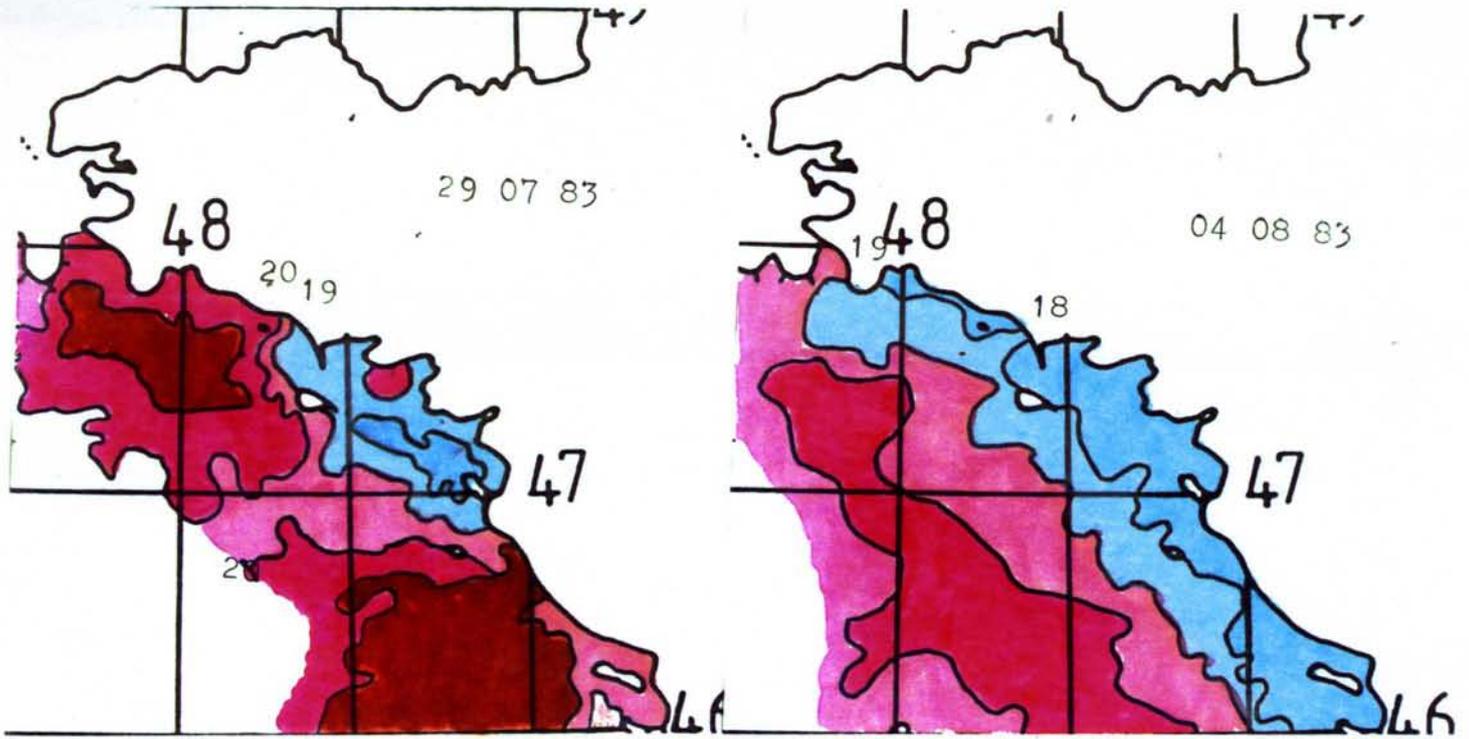


Figure 33 : Températures de surface retransmises par satellite (clichés CMS Lannion) du 29 juillet au 17 août 1983 et le 17 juin 1984.

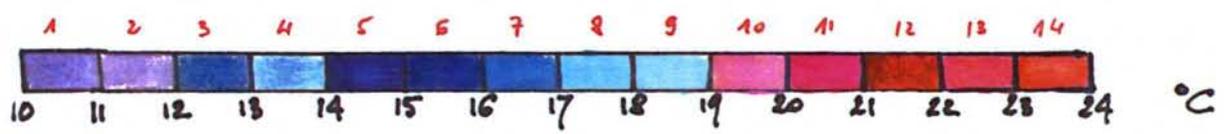
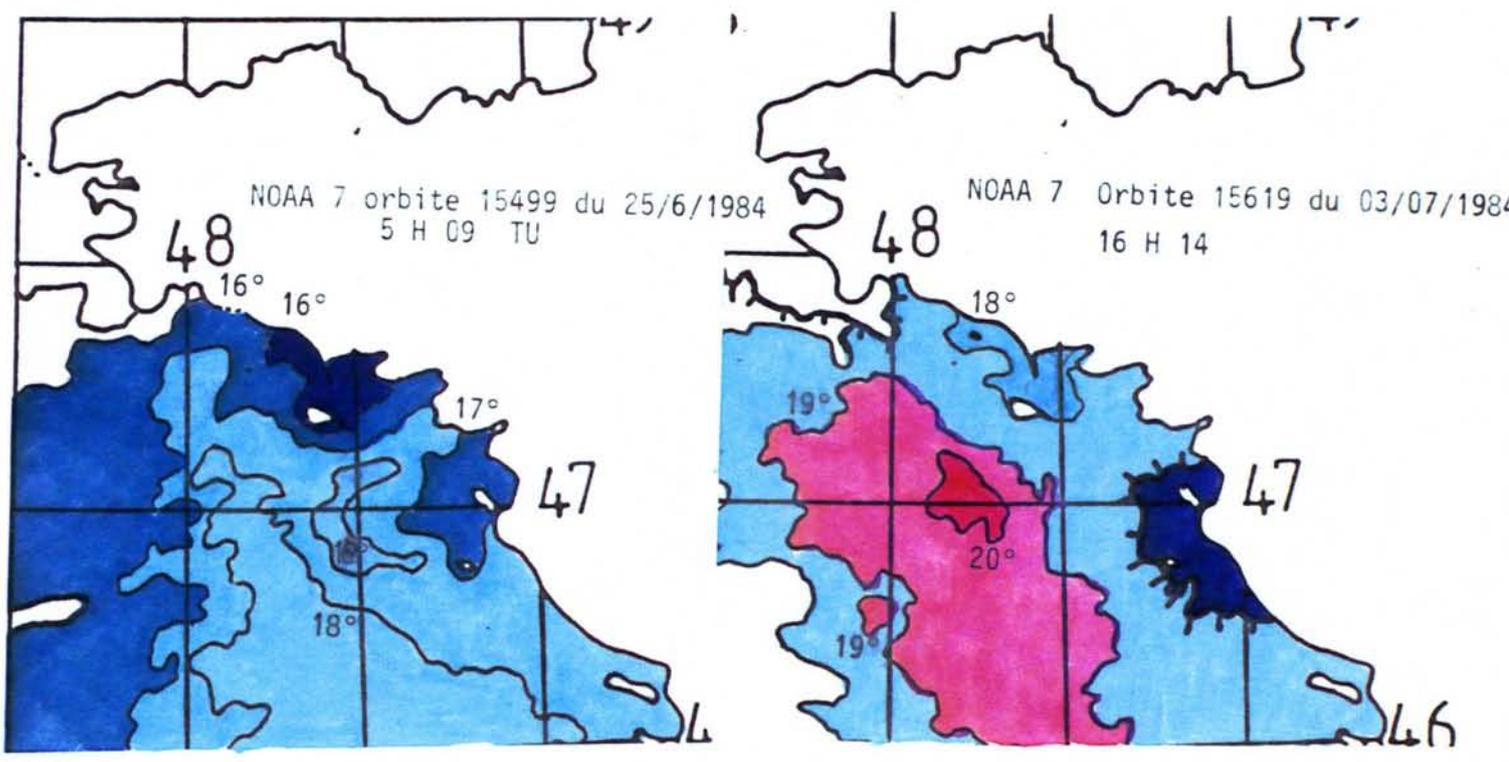
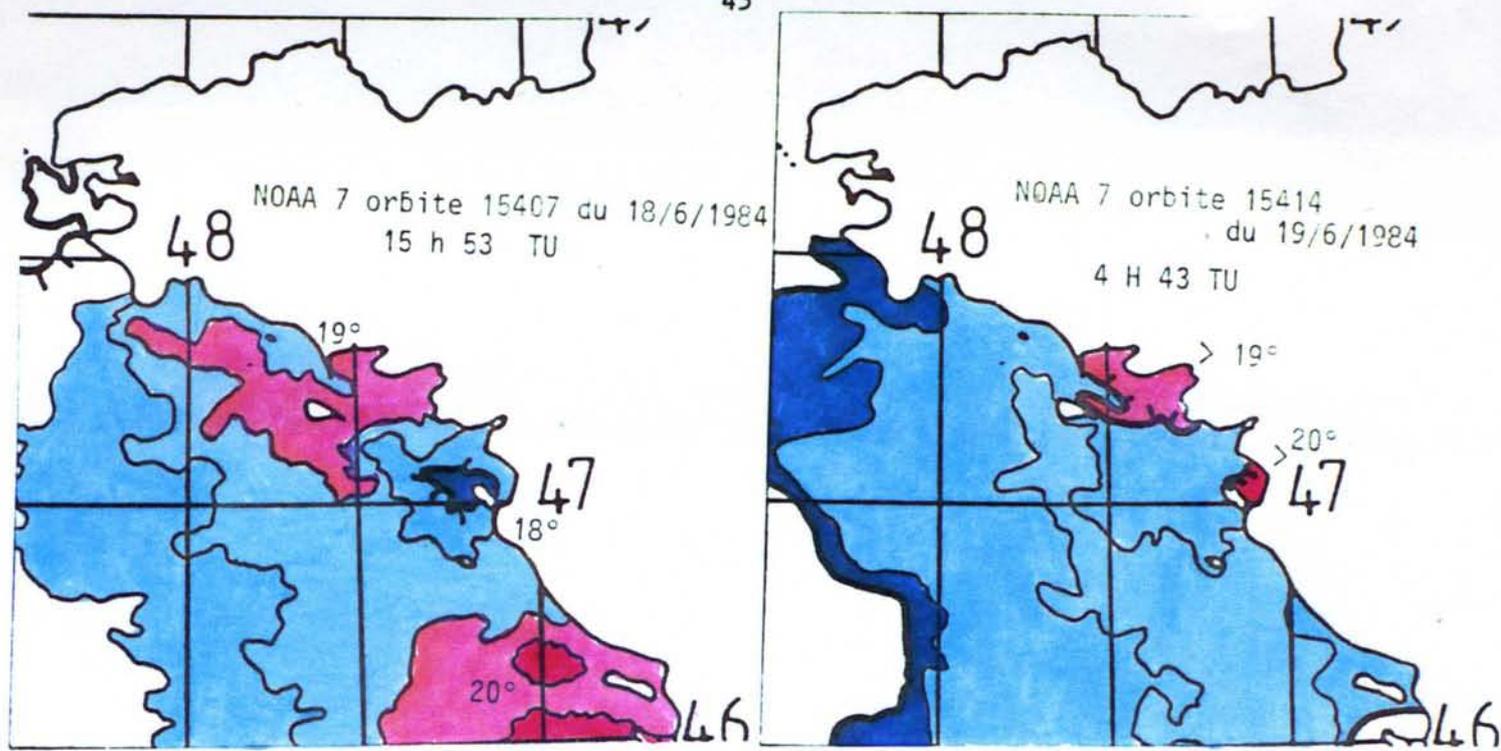


Figure 34 : Températures de surface retransmises par satellite (clichés CMS Lannion) du 18 juin 1984 au 3 juillet 1984.

V - CONCLUSIONS

La comparaison des situations hydrologiques et biologiques spécifiques des étés 1983 et 1984 fait apparaître en première analyse une très nette ressemblance quant aux successions d'évènements : mêmes eaux colorées à diatomées en juin, avec une composition floristique identique, et même processus d'apparition de Dinophysis acuminata à la fin de ces eaux colorées. L'importance de ces phénomènes, mesurée en densités cellulaires, accuse une certaine proportionnalité entre les maxima de diatomées et les concentrations moyennes en Dinophysis.

De ce fait, l'été 1984 a été marqué par des eaux colorées de plus faible ampleur ($1,2 \cdot 10^6$ cellules par litre), se traduisant par des concentrations chlorophylliennes modérément élevées (supérieures à 5 mg/m^3 mais exceptionnellement supérieures à 10 mg/m^3) et un phénomène Dinophysis de plus courte durée correspondant à une période d'intoxication plus brève.

Par ailleurs, l'étude des concentrations en D. acuminata en surface en fonction des températures et salinités ne permet que difficilement de trouver une corrélation nette avec la densité. Retenons néanmoins que les concentrations les plus élevées en 1983 se rencontraient à des températures plutôt basses ($15-16^\circ \text{C}$), soit en début de phénomène, avant le réchauffement des eaux superficielles. Cette période pourrait correspondre à la phase de division active des cellules (début juin), la concentration dans les eaux superficielles étant favorisée par la stratification.

Enfin, l'examen des températures et salinités en baie de Vilaine pendant les étés 1983 et 1984 démontre l'existence d'une dessalure couvrant à chaque fois la zone occupée par les eaux colorées à diatomées, tandis que des lentilles d'eau chaude interne à la baie peuvent être décelées aux mêmes époques.

L'utilisation des images satellitaires retransmises par NOAA 7 peut être un moyen de prédire l'extension du phénomène au nord de la baie de Vilaine si l'on considère que des eaux très chaudes superficielles remontant le long de la côte sud bretonne peuvent transporter les cellules

"contaminantes". Seul l'exemple de 1983 permet d'envisager cette hypothèse puisqu'une telle configuration ne s'est pas retrouvée en 1984.

Dans la mesure où la culture de D. acuminata n'a été réalisée par aucun laboratoire et que, dans ces conditions, il est difficile d'apprécier ses conditions de croissance, il reste à espérer que les études "in situ" pourront éclairer son comportement thermique : eurytherme ou stenotherme froid ? ce qui serait évidemment avantageux en vue de prévoir son extension. Enfin, bien que cette espèce fasse partie des communautés phytoplanctoniques "normales" pour l'écosystème considéré, il semble que son développement estival soit plus ou moins exagéré en fonction des proliférations de diatomées en chaîne de juin. Il semble dès lors possible de considérer toute étude prédictive des phénomènes d'eaux colorées en juin, comme utile pour la prédiction a posteriori des blooms à Dinophysis. Un facteur discriminant intéressant semble être la salinité.

VI - BIBLIOGRAPHIE

- ALZIEU (Cl.), 1983. - Contamination des coquillages des côtes bretonnes et normandes par une algue unicellulaire toxique (Dinophysis acuminata). Rapport technique, I.S.T.P.M., n° 4.
- KAT (M.), 1979. - The occurrence of Prorocentrum species and coincident gastrointestinal illness of mussel consumers. Toxic Dinoflagellate Blooms - Taylor/Seliger Eds. Elsevier North Holland : 215 - 220.
- KAT (M.), 1982. - The sequence of the principal phytoplankton Blooms in the dutch coastal Area (1973 - 1981) - C.M. 1982/L : 22 Biological Oceanography Committee. Ref. : Marine Environmental Quality Committee : 16 pp.
- KAT (M.), SPEUR (J.) et OTTE (P.F.), 1982. - Diarrhetic mussel poisoning in the Netherlands related to the occurrence of Dinophysis acuminata, September - October 1981 - C. M. 1982/E : 24. Marine Environmental Quality Committee : 12 pp.
- KAT (M.), 1983. - Dinophysis acuminata Blooms in the Dutch coastal Area related to diarrhetic mussel poisoning in the Dutch Waddensea. Sarsia : 81-84.
- LASSUS (P.), 1980. - Bilan des eaux colorées observées sur le littoral français entre 1975 et 1982. - CIEM CM 1983/L : 29.
- LASSUS (P.), MARCAILLOU-LE BAUT (C.), MAGGI (P.), 1984. - Analyse des conditions ayant provoqué une efflorescence de Dinophysis acuminata en baie de Vilaine (été 1983 - France). CIEM/C4 Special meeting.
- LASSUS (P.), MARTIN (A.G.), MAGGI (P.), BERTHOME (J.P.), LANGLADE (A.), BACHERE (E.), 1984. - Extension du Dinophysis acuminata en Bretagne sud et conséquences pour les cultures marines de juin à août 1983. Rev. Trav. Inst. Pêches marit. à paraître.
- LASSUS (P.), 1984. - Dinoflagellés toxiques et phénomènes d'eaux colorées. Mission au Japon 1984. Rapport n° 40, décembre 1984.
- LEITAO (M.P.), LASSUS (P.), MAGGI (P.), LE BAUT (C.), CHAUVIN (J.), TRUQUET (P.), 1982 - 1983. - Phytoplancton des zones mytilicoles de la baie de Vilaine et intoxication par les coquillages. - Rev. Trav. Inst. Pêches marit. 46 (3) : 233 - 266.
- MAGGI (P.) et SOULARD (L.), 1983. - Rôle des facteurs climatiques dans l'apparition d'eaux colorées, en baie de Vilaine, durant l'année 1983. Commission Météorologique Départementale de Loire Atlantique. Annales 1983, n° 3, p. : 9 - 18.
- MAGGI (P.), SOULARD (L.) et MASTOURI (A.), 1984. - Suivi des facteurs climatiques, susceptibles de jouer un rôle dans les apparitions d'eaux colorées en baie de Vilaine, durant l'année 1984. Rapport n° 36, décembre 1984.

- MARCAILLOU-LE BAUT (C.), LE DEAN (L.), TRUQUET (P.), 1984. - Validité du test souris pour le contrôle routinier de secteurs mytilicoles contaminés par la Dinophysistoxine. Cas particulier de la Vilaine. Rev. Trav. Inst. Pêches marit. à paraître.
- MURATA (M.), SHIMATANI (M.), SUGITANI (H.), OSHIMA (Y.), YASUMOTO (T.), 1982. - Isolation and structural elucidation of the causative toxin of the Diarrhetic Shellfish Poisoning. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 48 (4) : 549 - 552.
- PAULMIER (G.), JOLY (J.P.), ETOURNEAU (C.), THILLAYE DU BOULLAY (H.), 1984. - Manifestations de Dinophysis acuminata sur le littoral haut et bas normand pendant l'été 1983. - Rev. Trav. Inst. Pêches marit. à paraître.
- YASUMOTO (T.), OSHIMA (Y.), YAMAGUCHI (M.), 1978. - Occurrence of a new type of shellfish Poisoning in the Tohoku District. - Bull. of Japan Soc. Sci. Fish 44 (11) : 1249 -1255.
- YASUMOTO (T.), OSHIMA (Y.), SUGAWARA (W.), FUKUYO (Y.), OGURI (H.), IGARASHI (T.), FUJITA (N.), 1980. - Identification of Dinophysis fortii as the causative organism of diarrhetic shellfish poisoning. Bull. Japan, Soc. Sci. Fish. 46 (11) : 1045 - 1411.