

**DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT  
ET DES RECHERCHES OCEANIQUES**

**LE MAXIMUM SAISONNIER DE**

***Dinophysis cf acuminata* A ANTIFER**

**(Normandie, France)**

**LASSUS P., MAGGI P., PRONIEWSKI F.,**

**TRUQUET P., BARDOUIL M.**



**DERO-90-03-MR**

IFREMER  
 Centre de Nantes  
 B. P. n° 1049  
 44037 NANTES CEDEX 01

DIRECTION DES RECHERCHES OCEANIQUES  
 Département MILIEU et RESSOURCES

AUTEUR (S) :		CODE :
LASSUS P., MAGGI P., PRONIEWSKI F., TRUQUET P. et BARDOUIL M.		N° <u>90 - 03 MR</u>
TITRE		date : mai 1990
LE MAXIMUM SAISONNIER DE <u>Dinophysis cf acuminata</u> A ANTIFER (NORMANDIE, FRANCE)		tirage nb : 30
		Nb pages : 5
		Nb figures : 11
		Nb photos :
CONTRAT (intitulé)		DIFFUSION
N° _____		libre <input checked="" type="checkbox"/>
		restreinte <input type="checkbox"/>
		confidentielle <input type="checkbox"/>

RÉSUMÉ	
<p>Le terminal pétrolier d'Antifer (Normandie, France) est connu depuis 1987 comme une zone préférentielle d'accumulation estivale de <u>Dinophysis cf. acuminata</u>, dinoflagellé toxique. Trois campagnes ont été réalisées en août 1989, avant, pendant et après le maximum saisonnier de concentration de cette espèce. Les résultats de ces campagnes (paramètres hydrologiques et phytoplancton) aussi bien que le suivi journalier de <u>Dinophysis</u> en un point de référence, confirment le rôle prépondérant de la remontée côtière des eaux estuariennes de la Seine confinées par un vent dominant de S - SW, sur l'intensité et la durée du bloom de <u>Dinophysis</u>. Ces observations corroborent les résultats obtenus par le suivi journalier de 1987.</p>	
ABSTRACT	
<p>Since 1987 Antifer oil tanker terminal (Normandy, France) was well known, as a preferential area for summer highest blooms of <u>Dinophysis cf acuminata</u>, a toxic dinoflagellate. Three oceanographic cruises were made in August 1989, before, in the course of and after the seasonal max. of this species. Results obtained from these cruises (hydrological parameters and phytoplankton) as well as from a daily survey at a reference station in Antifer harbour, corroborate the prevailing role of coastal up flowing of Seine estuarine waters, pushed to the coast by a dominant S - SW wind, on intensity and duration of <u>Dinophysis</u> bloom. Such observations are in agreement with those of Summer 1987 at reference station.</p>	
mots-clés	: Antifer, <u>Dinophysis</u> , Hydrologie, Phytoplancton
key words	: Antifer, <u>Dinophysis</u> , Hydrology, Phytoplankton

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



**LE MAXIMUM SAISONNIER DE *Dinophysis cf. acuminata* A ANTIFER  
(NORMANDIE, FRANCE)**

P. LASSUS (\*), P. MAGGI (\*), F. PRONIEWSKI (\*\*), P. TRUQUET (\*) et M. BARDOUIL (\*)

(\*) IFREMER, Centre de Nantes, B. P. 1049, 44037 Nantes Cedex 01

(\*\*) Laboratoire Municipal, 5 rue Raymond Guénot, 76600 Le Havre

Depuis 1984 les manifestations estivales de *Dinophysis spp.* en zone côtière se sont traduites en France et ailleurs par des épidémies d'intoxications diarrhéiques chez les consommateurs de coquillages. La toxine responsable, l'acide okadaïque, est accumulée dans l'hépatopancréas des bivalves filtreurs les plus répandus, en particulier les moules. D'autres toxines diarrhéiques peuvent être associées à l'acide okadaïque. Leur structure, leurs effets, les relations entre la toxicité des coquillages et les concentrations en *Dinophysis spp.* dans l'eau ont fait l'objet de nombreux travaux, tant en France (MARCAILLOU – LE BAUT *et al.*, 1985 ; 1990) qu'en Europe (KAT, 1989 ; DAHL et YNDESTAD, 1985 ; TANGEN, 1983) et au Japon (YASUMOTO *et al.*, 1980 ; MURATA *et al.*, 1982 ; FUJIKI *et al.*, 1988 ; HAMANO *et al.*, 1986). Le déterminisme d'apparition de ces espèces a été moins étudié et se limite le plus souvent à un constat saisonnier qui permet une prédiction empirique liée à la période du maximum estival (KAT, 1985 ; LASSUS *et al.*, 1988 ; IWASAKI, 1986). Deux tentatives de modélisation des blooms ont été réalisées, l'une au Japon sur *D. fortii* (IGARASHI, 1986) et l'autre en France sur *Dinophysis sp.* (MENESGUEN *et al.*, 1990). Dans le premier cas une corrélation significative avec des valeurs seuils : température/salinité permet d'utiliser un modèle simple semi-prédictif. Le modèle descriptif utilisé en France afin de comprendre le mécanisme d'apparition de *Dinophysis sp.* (*D. sacculus* ?) en baie de Vilaine permet seulement de simuler les pics estivaux en intégrant les variables classiques des modèles de production primaire ainsi que la migration verticale des cellules. Les facteurs objectifs qui pouvaient être testés par ce modèle (corrélations avec l'indice de stabilité, limitation par l'azote, introduction de populations du large) n'ont pas permis de simuler les accroissements importants de densité cellulaire observés en juin.

C'est pourquoi une étude plus approfondie du comportement de *Dinophysis cf. acuminata* à Antifer a été développée. Plusieurs paramètres ont en effet été déterminés comme favorisant lors des efflorescences importantes dans cette zone ( $10^5$  à  $10^6$  cellules.l<sup>-1</sup> en 1983 et 1984). Il s'agit principalement de la salinité, du sens et de l'intensité des vents dominants, des nitrates et de la stabilité de la masse d'eau (PIGEON et VERET, 1988).

En vue d'essais ultérieurs de modélisation, une série de campagnes a été réalisée en août 1989, avant, pendant et après le maximum saisonnier de *D. cf. acuminata* à Antifer, en prenant en compte son extension horizontale et verticale. Nous ne réaliserons ici qu'une approche graphique préliminaire des résultats obtenus.

## METHODES

Treize stations ont été échantillonnées au nord et au sud ainsi que dans la partie interne du terminal pétrolier d'Antifer (fig. 1). Des prélèvements d'eau ont pu être réalisés à 1, 5, 10 et 20 m, pour analyser les concentrations cellulaires de *Dinophysis* (méthode Utermöhl, 1958), la température, la salinité, la chlorophylle a et les sels nutritifs ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_4$ , NOD,  $\text{PO}_4$ , urée, silicates) par les méthodes standards telles que le salinomètre à induction Beckman pour les salinités, l'autoanalyseur Technicon pour les sels nutritifs, la méthode de Yentsch et Menzel (1963) et les équations de Lorenzen (1966) pour les chlorophylles. Les prélèvements étaient réalisés simultanément au moyen de deux embarcations afin de conserver une certaine unité de temps, soit dans la mesure du possible au moment de la pleine mer. Les trois campagnes centrées sur le maximum saisonnier de *Dinophysis* n'auraient pu être faites sans un suivi journalier des concentrations cellulaires en un point de référence situé au bout de l'appontement des pétroliers, dans l'enceinte portuaire (fig. 1). Ces données, ainsi que les valeurs quotidiennes de température, salinité, nitrates et phosphates, ont été recueillies grâce à un préleveur automatique et aux analyses réalisées par le Laboratoire Municipal du Havre.

Les données des campagnes des 3, 18 et 30 août ont été stockées sur fichier KMAN et traitées à Nantes (logiciel LOTUS et COREL-DRAW) tandis que les données journalières du point de référence ont été exploitées au Havre sur logiciel EXCEL. Compte tenu de l'aspect aléatoire du bloom, 8 sorties ont été nécessaires pour en réussir 3.

## RESULTATS

En premier lieu nous avons cherché à caractériser l'été 1989 par rapport aux observations des années précédentes obtenues par le Laboratoire Municipal du Havre. La figure 2 représente donc l'intensité des maximums saisonniers de *Dinophysis* à Antifer en 1987, 1988 et 1989. Il est facile de constater : 1) la présence de trois pics saisonniers d'intensité croissante en juin, juillet et août 1987 et 1988 et 2) un seul pic d'intensité beaucoup plus forte ( $10^5 \text{ Cellules.l}^{-1}$ ) en août 1989. Nous sommes donc bien en présence d'un été exceptionnel pour ce qui concerne les proliférations de *Dinophysis* dans le secteur d'Antifer.

Deuxième argument : le terminal d'Antifer joue-t-il par sa configuration un rôle particulier sur l'hydrodynamique locale et cela se traduit-il par une surconcentration de *Dinophysis* dans ce secteur particulier ? Les observations de 1987 (de CREMOUX, 1988) tendent à prouver qu'il y a effectivement des densités cellulaires plus élevées à Antifer (fig. 3) qu'au nord et au sud de cette zone. La grille de stations échantillonnées a donc été conçue de façon à préciser la nature de ce processus d'accumulation pendant l'été 1989.

De même qu'en 1988, le point de référence journalier a permis de définir les conditions hydrologiques et climatologiques générales de la période d'étude. Nous n'avons retenu que les facteurs montrant clairement soit une anti-corrélation avec le pic de *Dinophysis* (nitrates, phosphates, chlorophylle) soit une corrélation (direction des vents dominants). Ces résultats sont représentés sur les fig. 4 et 5.

Ils corroborent des observations déjà réalisées à Antifer en 1988 (PIGEON et VERET, 1988) à savoir : influence (ou association) d'une dessalure superficielle accompagnée d'une augmentation des teneurs en nitrates et phosphates. De plus, les fortes densités de *Dinophysis* sont nettement corrélées à des vents de secteur S - SW (180 - 225) qui poussent vers la côte les masses d'eaux superficielles. Manifestement, compte tenu des conditions météorologiques stables de début août 1989, la dessalure observée ne peut avoir pour origine que les eaux du panache de la Seine. Ces dernières, plus riches en nitrates et phosphates, ont été confinées à la côte par les vents dominants de S - SW.

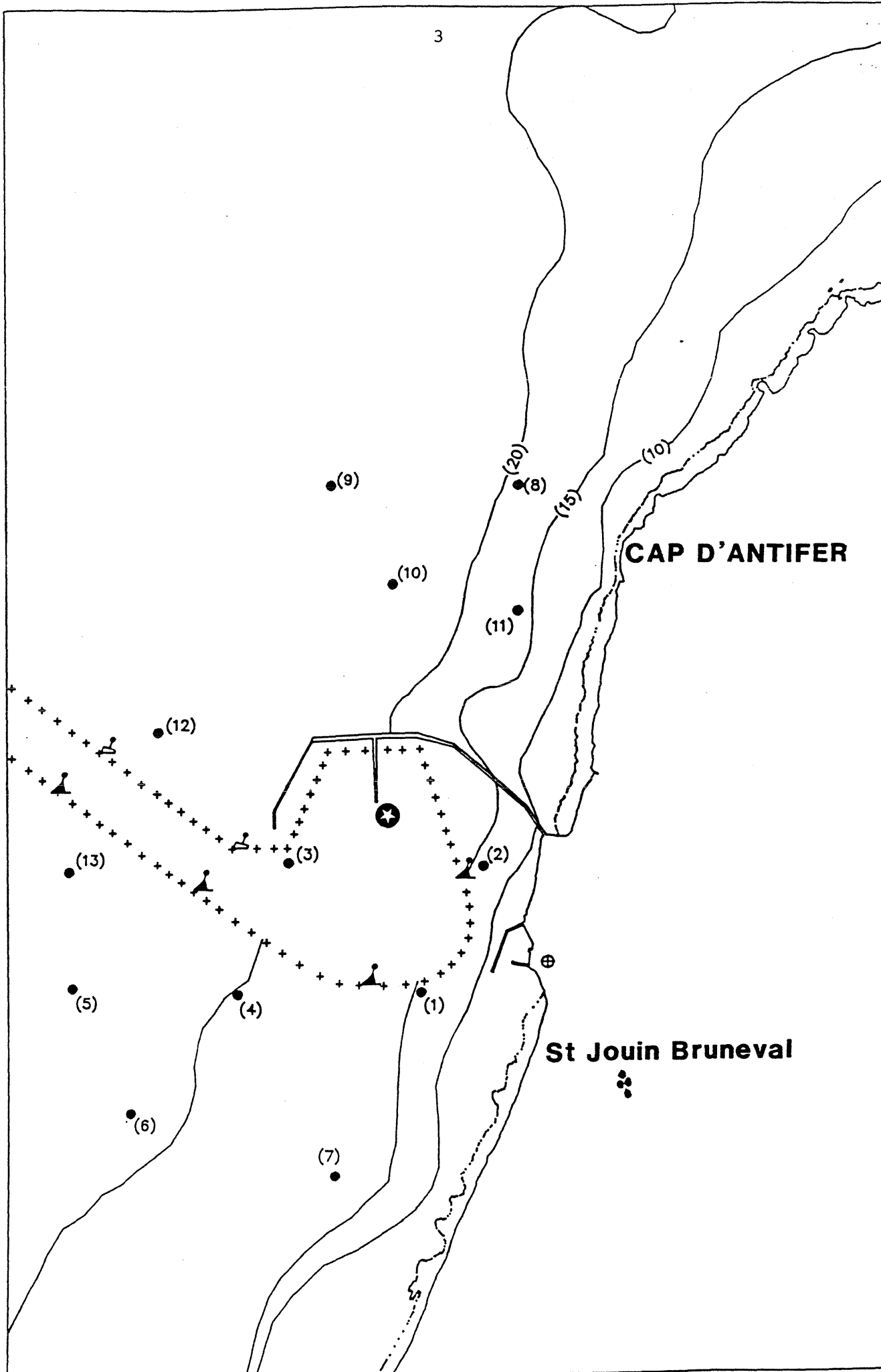


Fig. 1 : Campagnes du 4, 18 et 30 août : localisation des stations de prélèvements autour du terminal pétrolier d'Antifer.  
 \* : station de référence pour les mesures quotidiennes par préleveur automatique.

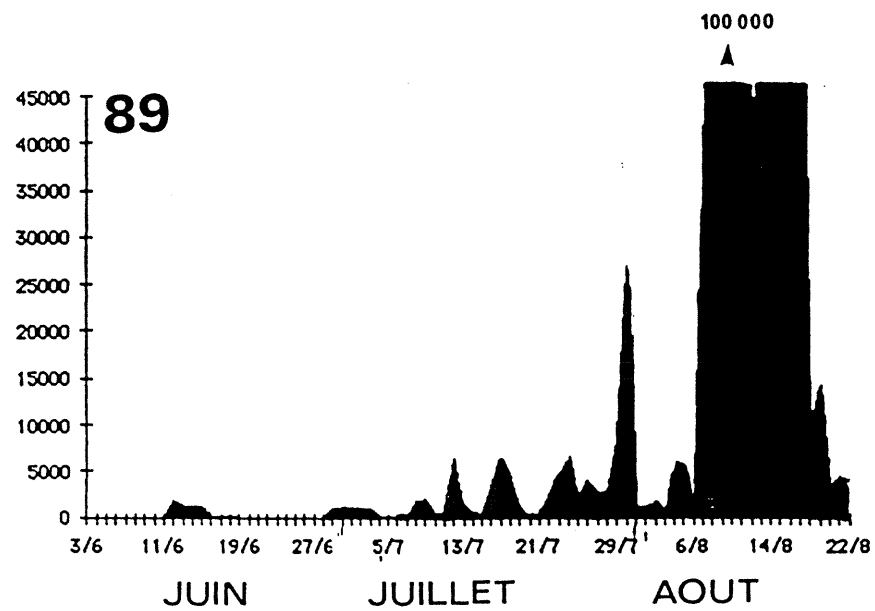
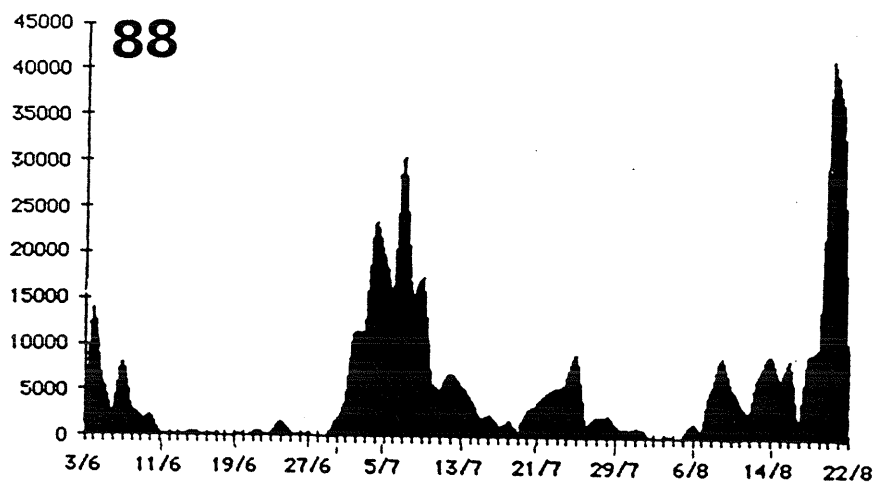
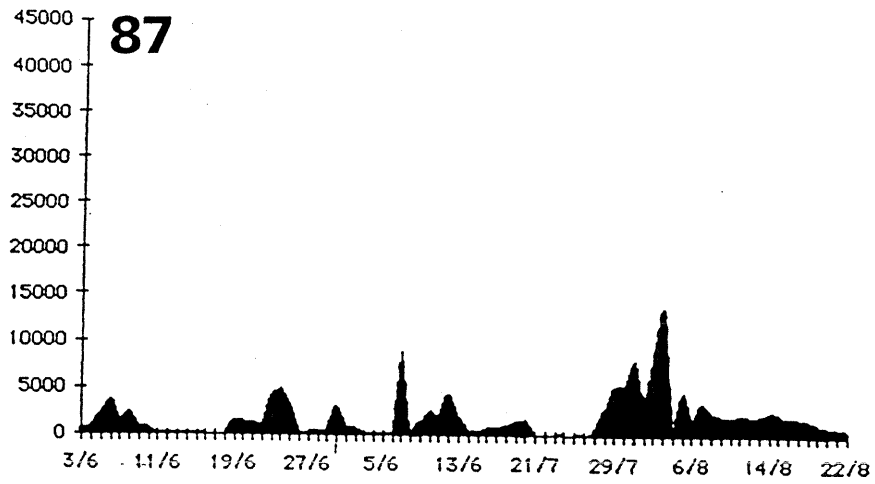


Fig. 2 : Densités journalières de *Dinophysis* spp. (*Dinophysis totaux*) en 1987, 1988 et 1989, de juin à août, à la station de référence du port d'Antifer. Concentrations en Cellules par litre d'eau.

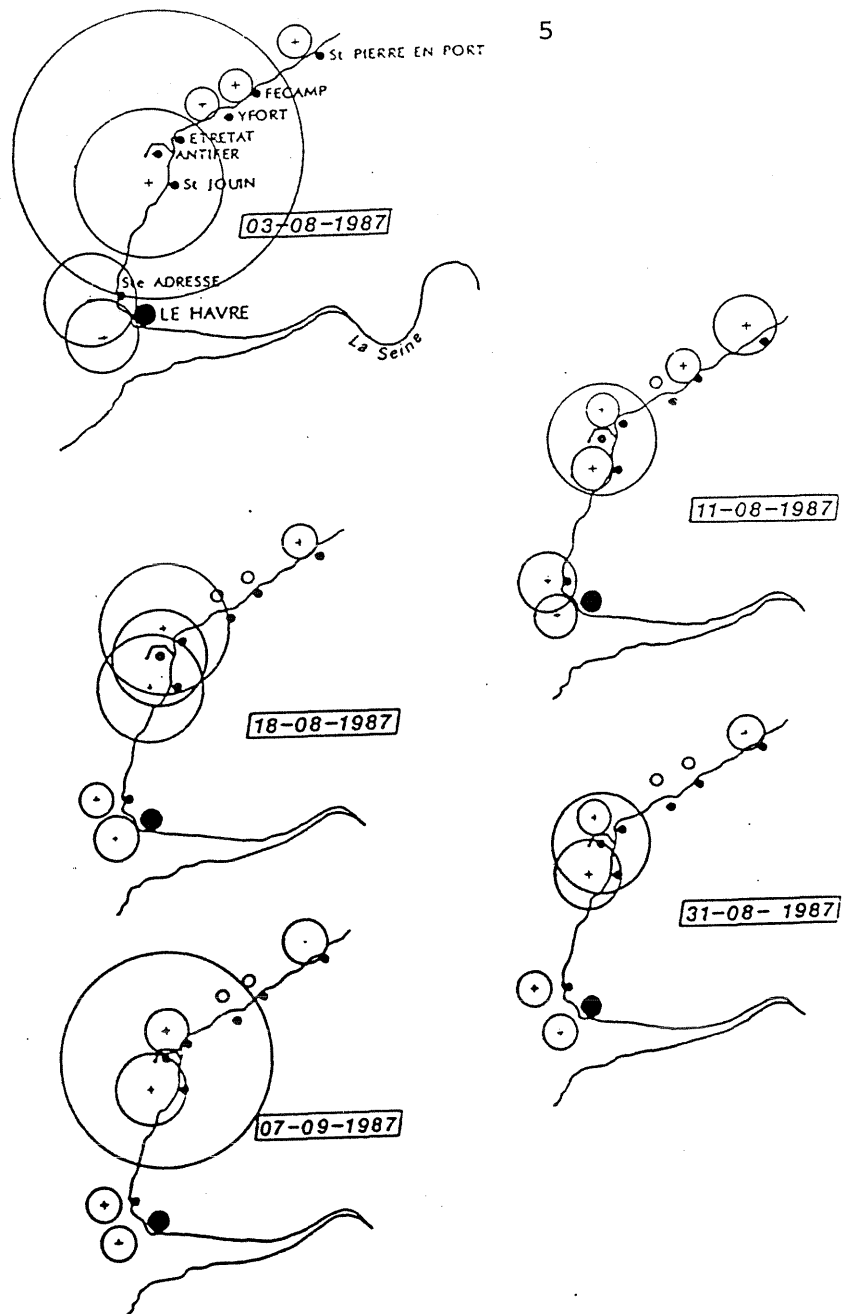


Fig. 3 : Evolution des densités de *Dinophysis* spp. entre le Havre et St Pierre en Port en août et septembre 1987. Le diamètre des cercles est proportionnel à la densité cellulaire entre les valeurs limites de 50 et 13 600 Cellules.  $l^{-1}$ .

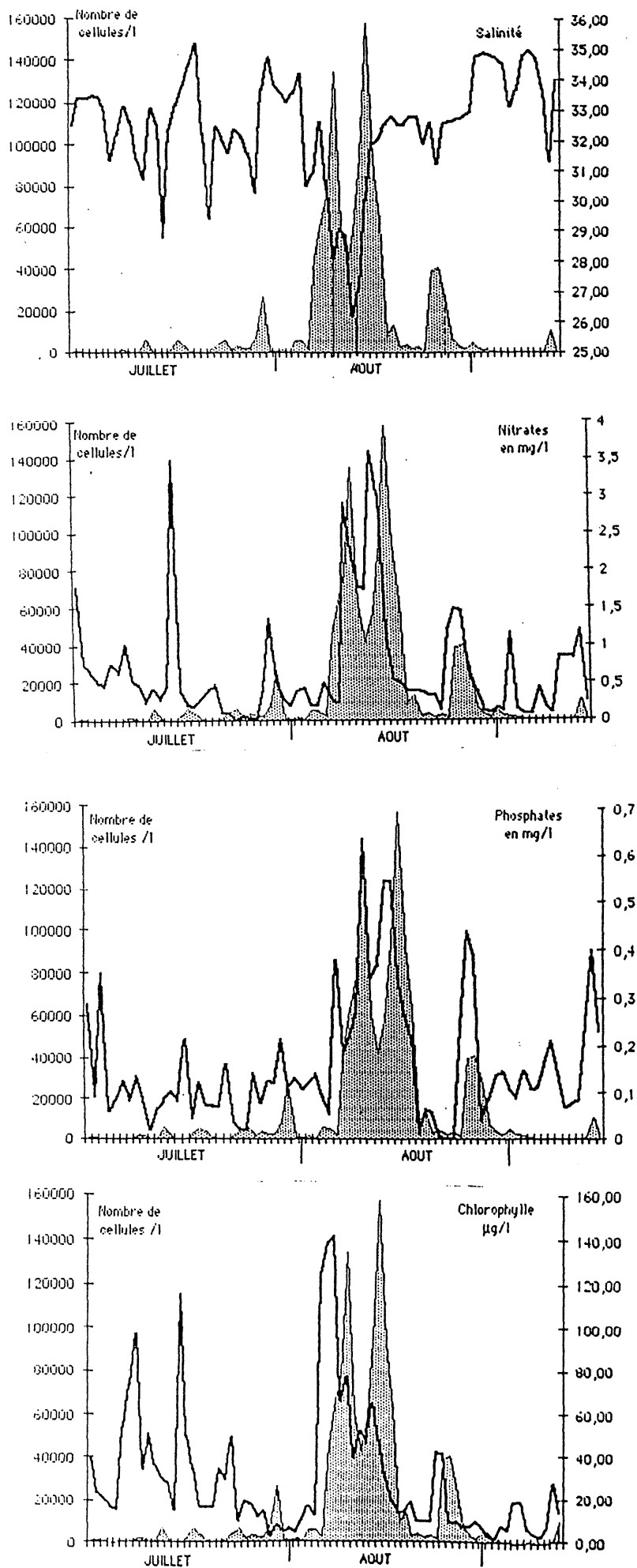


Fig. 4 : Evolutions comparées des salinités, nitrates, phosphates et chlorophylle de juillet à septembre 1989 à la station de référence du port d'Antifer. Données journalières comparées à l'évolution de la concentration de *Dinophysis spp.* (courbe grise).



## FEVRIER - SEPTEMBRE 1989

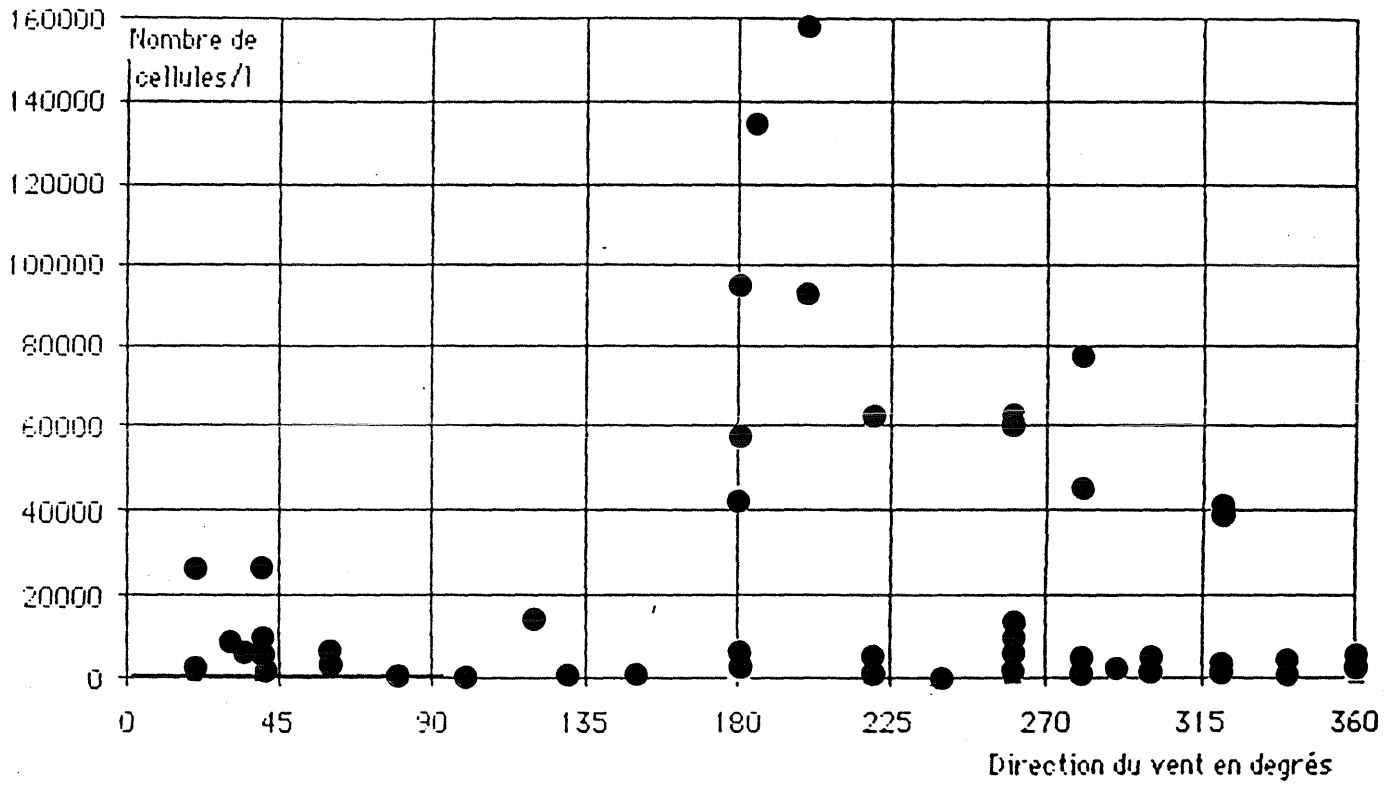


Fig. 5 : Corrélation entre la direction du vent en degrés et les densités cellulaires correspondantes de *Dinophysis spp* pour la période juillet/septembre 1989 au point de référence du port d'Antifer.

On note également que le pic de *Dinophysis* correspond à une chute des teneurs en chlorophylle a. Qualitativement, cette observation est à rapprocher de la pauvreté spécifique des échantillons de phytoplancton analysés les 18 et 30 août. Les premières analyses ayant montré une homogénéité apparente des mesures hydrologiques pour l'ensemble des trois campagnes entre 1 et 30 m, nous avons tout d'abord représenté les variations horizontales des principaux paramètres en surface. Bien que le 18 août les prélèvements soient dans la phase descendante du pic de *Dinophysis*, (le trafic portuaire n'avait pas permis de faire des sorties auparavant), il est facile de constater (fig. 6) l'accroissement superficiel net de la densité cellulaire de *Dinophysis* par rapport aux sorties des 4 et 30 août. Ceci est valable pour toute la zone considérée mais avec des concentrations maximales aux stations 3, 5 et 6, soit à la limite entre la zone nord et la zone sud du terminal. Les salinités sont globalement plus basses à toutes les stations au même moment. Les espèces observées à la station 6 le 18 août sont au moins de trois types (fig. 7) : *Dinophysis cf. acuminata*, est dominante et correspond à l'espèce décrite par BALECH en 1986 et 1989, quelques cellules attribuées à *D. sacculus* sont présentes mais peu abondantes. En revanche, *D. skagii* est présent à presque toutes les stations le 18 août alors qu'il est absent ou rare le 4 août. Ces trois espèces ont été cumulées pour l'expression des comptages de *Dinophysis*, sachant que *Dinophysis cf. acuminata* représente l'espèce dominante à 80 – 90 % lors des trois campagnes.

Il est intéressant de considérer (fig. 8) la répartition du différentiel de température pour chaque station entre le 4 et le 30 août. En effet, avant le pic de *Dinophysis* on constate le 4 août un gradient élevé entre 1 m et 20 m à toutes les stations au nord du terminal (2 à 3° C) alors que la masse d'eau est homogène au sud. Dans la mesure où les valeurs de chlorophylle ne font que confirmer le 18 août la chute déjà observable sur la station de référence, nous nous sommes attachés à décrire les profils pour les principaux paramètres étudiés en différenciant les stations nord (8 à 13) des stations sud (1 à 7). Ces résultats sont synthétisés sur la fig. 9. On remarque de ce fait plus facilement qu'au nord du terminal les eaux comprises entre 10 et 20 m sont plus froides le 4 août, se réchauffent et s'homogénéisent à la même température (20° C) que les eaux au sud, et que cette homogénéisation surface-fond demeure mais avec un début de refroidissement (19°C) le 30 août. Tout se passe en fait comme si les eaux dessalées et plus chaudes de l'estuaire gagnaient entre le 4 et le 8 août le nord du terminal en le contournant. L'examen des salinités confirme cette hypothèse : les eaux au nord du terminal sont légèrement plus salées le 4 août, elles sont homogénéisées avec les eaux du sud le 18 août avec une chute de salinité de plus de 1,2 ‰. En revanche, le 30 août les salinités remontent à 34,4 ‰ en même temps que les températures s'abaissent. Les profils de nitrates et phosphates sont moins directement interprétables si ce n'est que leurs valeurs augmentent globalement entre 0 et 20 m le 18 août d'un facteur X 3 et que si les taux de phosphates ont tendance à décroître à nouveau le 30 août il n'en est pas de même des nitrates. Les profils sont très réguliers le 4 août alors que, pour les nitrates, des variations importantes en surface peuvent être constatées les 18 et 30 août. Pour ce qui est des silicates, ils suivent globalement l'évolution des nitrates au cours des trois campagnes, avec, là encore, le 4 août, des valeurs plus faibles au nord du terminal, soit avant le bloom de *Dinophysis*. Les valeurs de chlorophylle sont peu élevées ( $\leq 1 \text{ mg/m}^3$ ) et peu interprétables.

Ces résultats se retrouvent à l'examen des niveaux 1 m en nitrates et phosphates (fig. 10). Les représentations graphiques des valeurs en  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_2$  et urée n'ont pas été retenues ici dans la mesure où elles n'apportent pas d'indications supplémentaires.

Enfin, en ce qui concerne les profils de concentration de *Dinophysis spp.*, nous les avons représentés sur la figure 11, selon le même procédé que la figure 9. On peut remarquer que les concentrations sont faibles avant le pic, particulièrement au nord du port à 5 m et 10 m, et qu'il n'y a pas de différence frappante entre 1 m et 20 m. En revanche, le 18 août, non seulement l'ensemble des concentrations est plus élevé mais on retrouve de façon accentuée la différence entre les stations au nord et au sud du terminal pétrolier. De plus, le pic de *Dinophysis* se traduit globalement par des concentrations plus élevées en surface (1 m) pour 8 stations sur 13, malgré l'homogénéisation des masses d'eaux et l'absence de gradient thermique. Bien que la diminution de salinité affecte toute la colonne d'eau le 18 août on peut

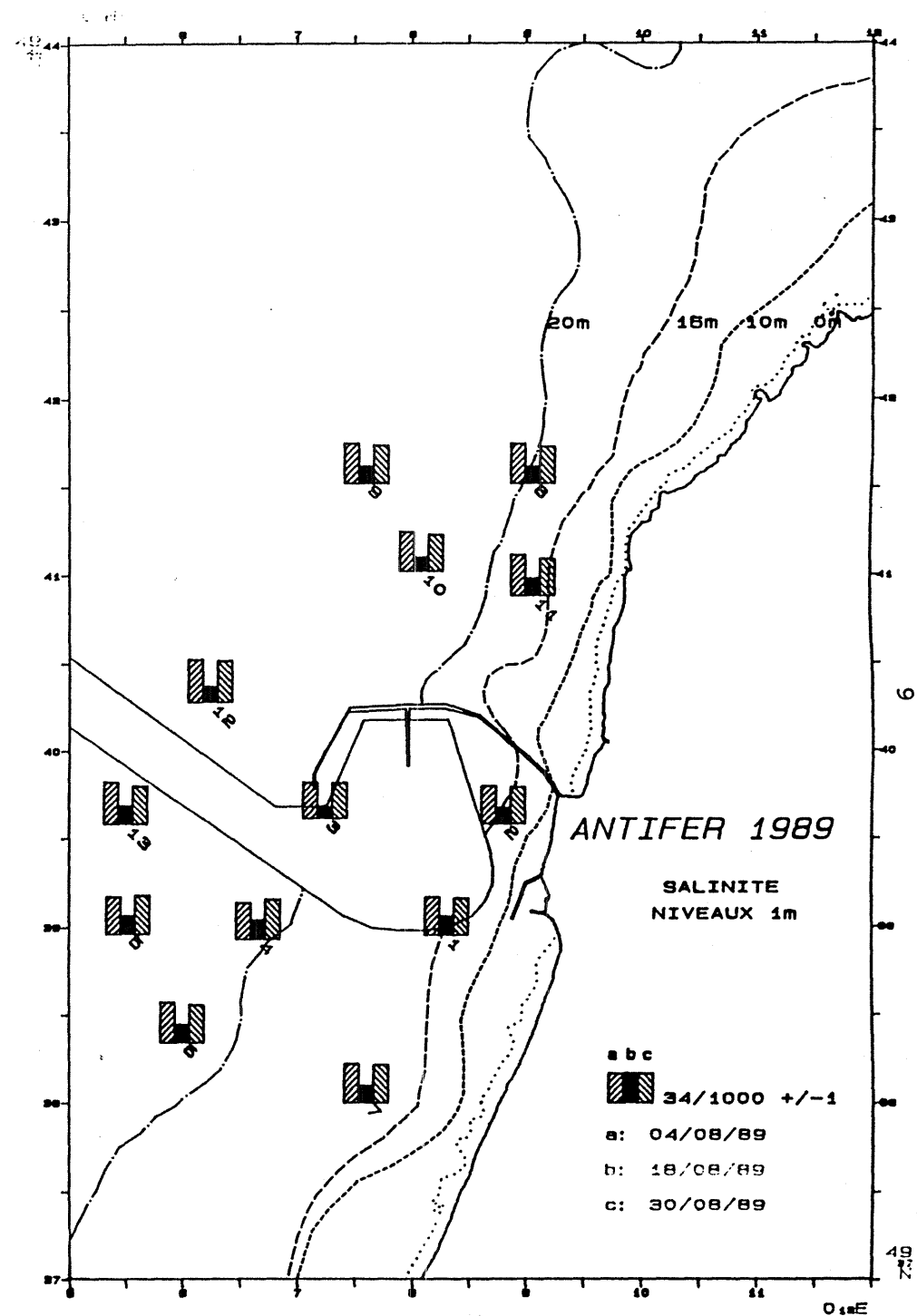
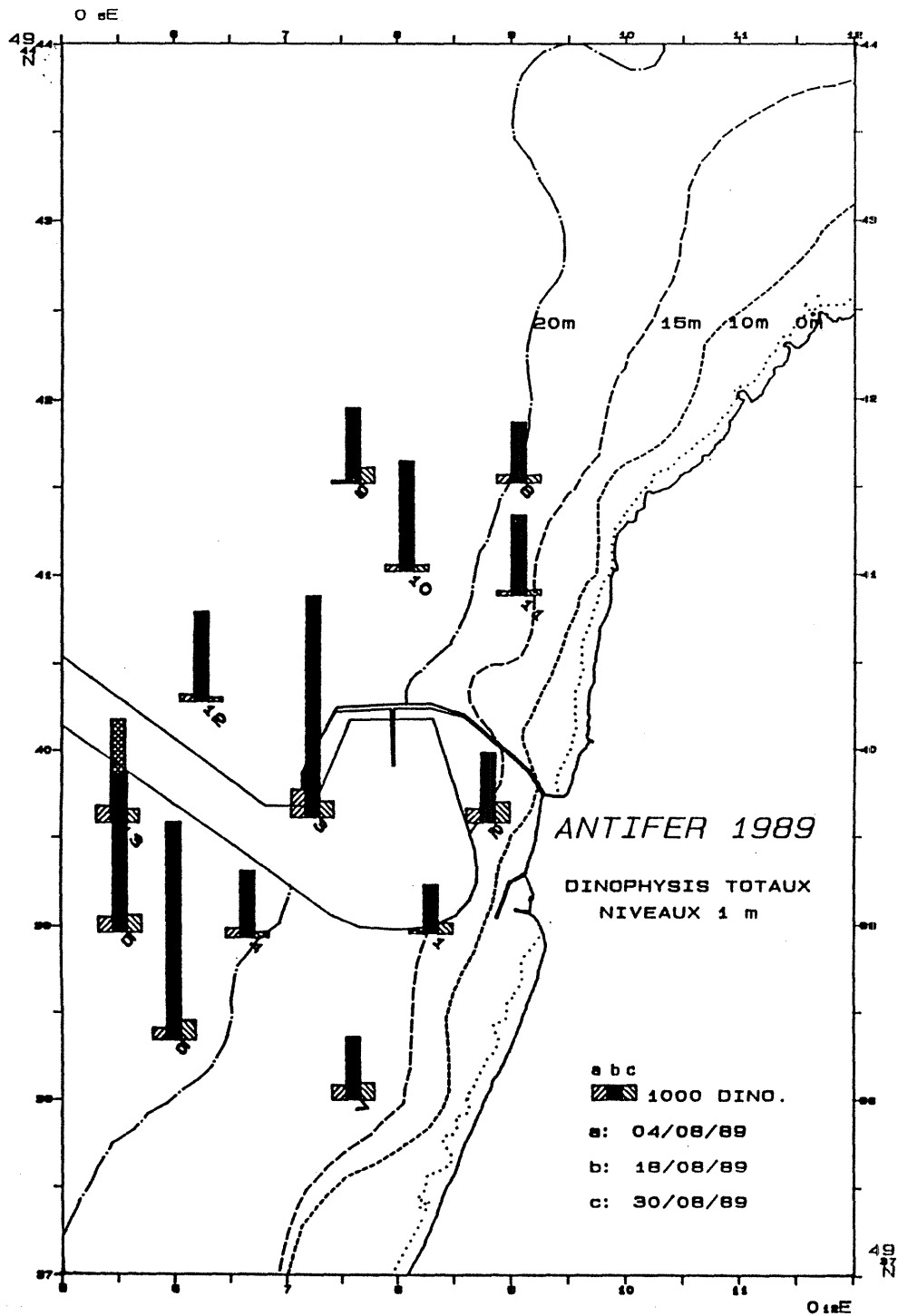


Fig. 6 : Densités cellulaires de *Dinophysis* spp. et salinités à 1 m au cours des trois campagnes d'août 1989.

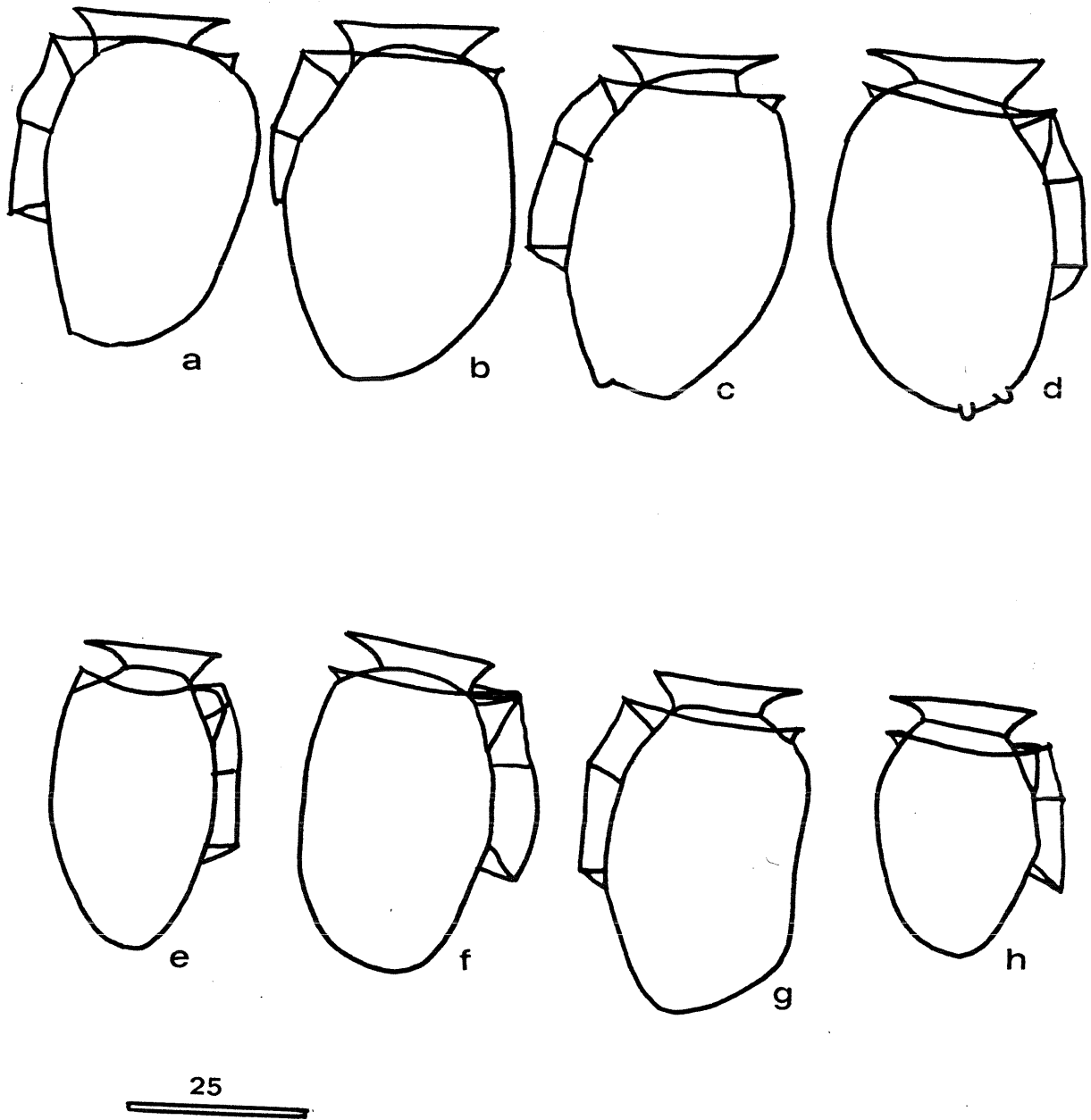


Fig. 7 : Morphologie des trois espèces de *Dinophysis* rencontrées le 18 août 1989. a - d : *D. cf. acuminata* (plus de 90 %), e - g : *D. sacculus?*, h : *D. skagii*. Echelle : barre de 25  $\mu\text{m}$ .

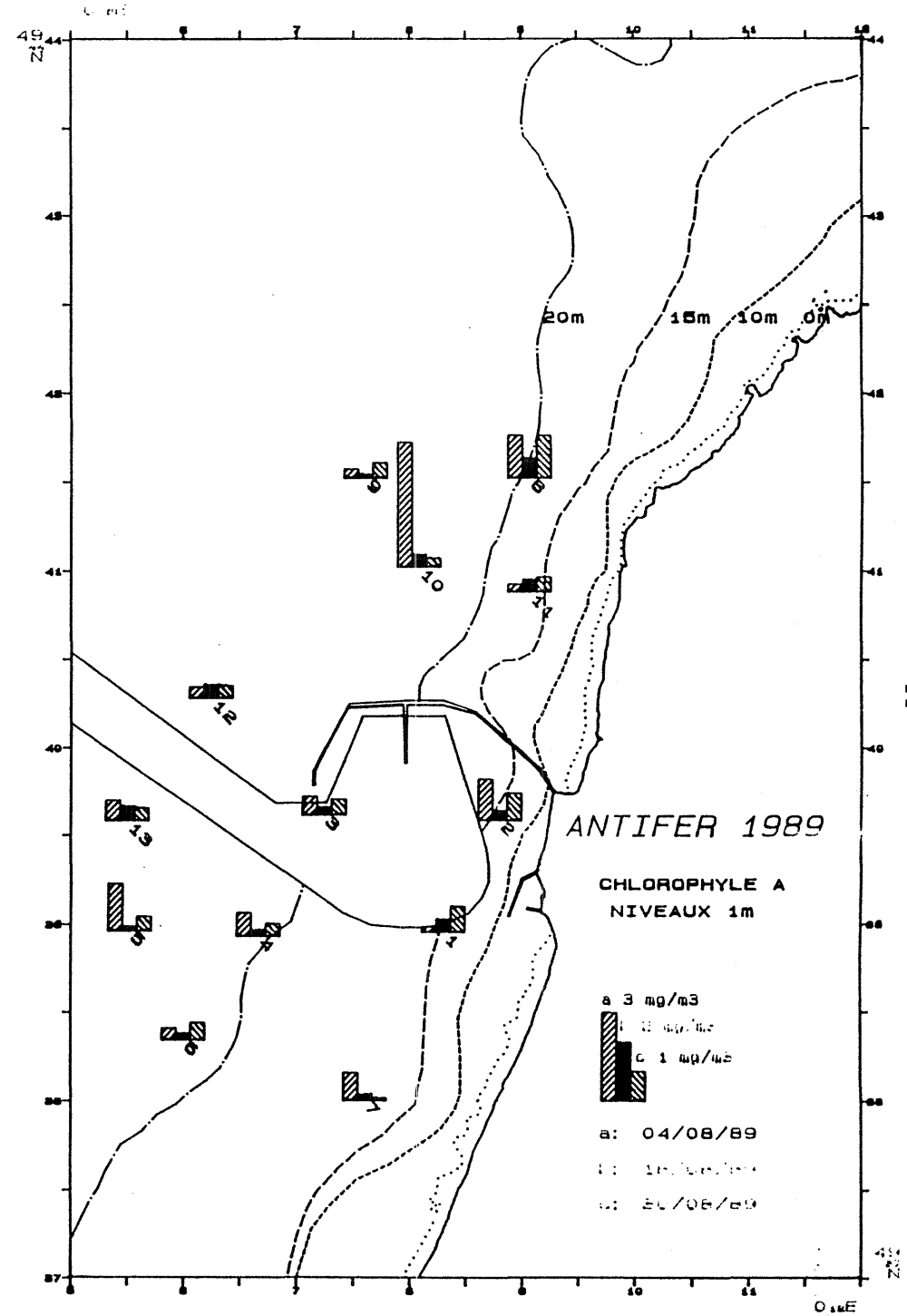
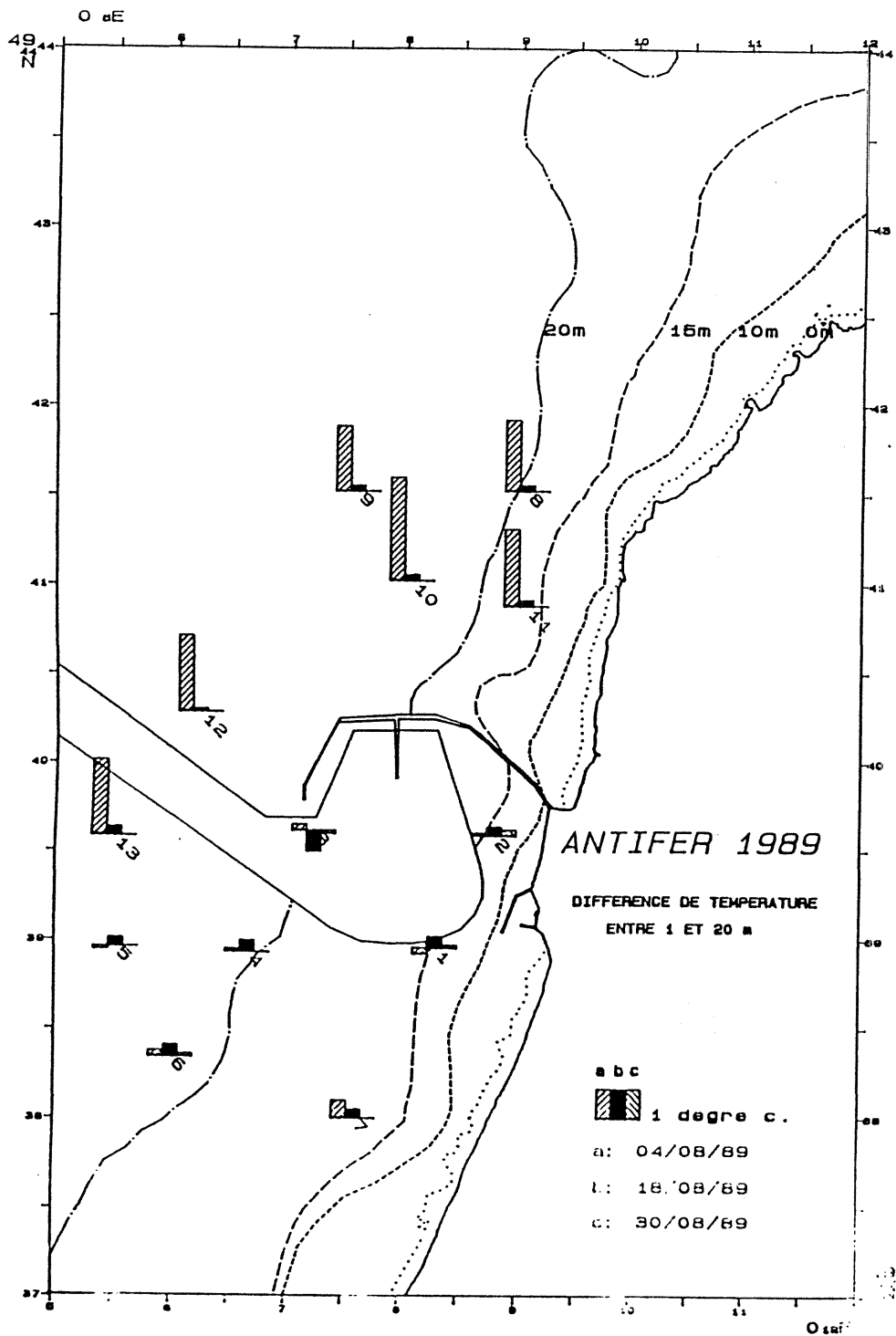
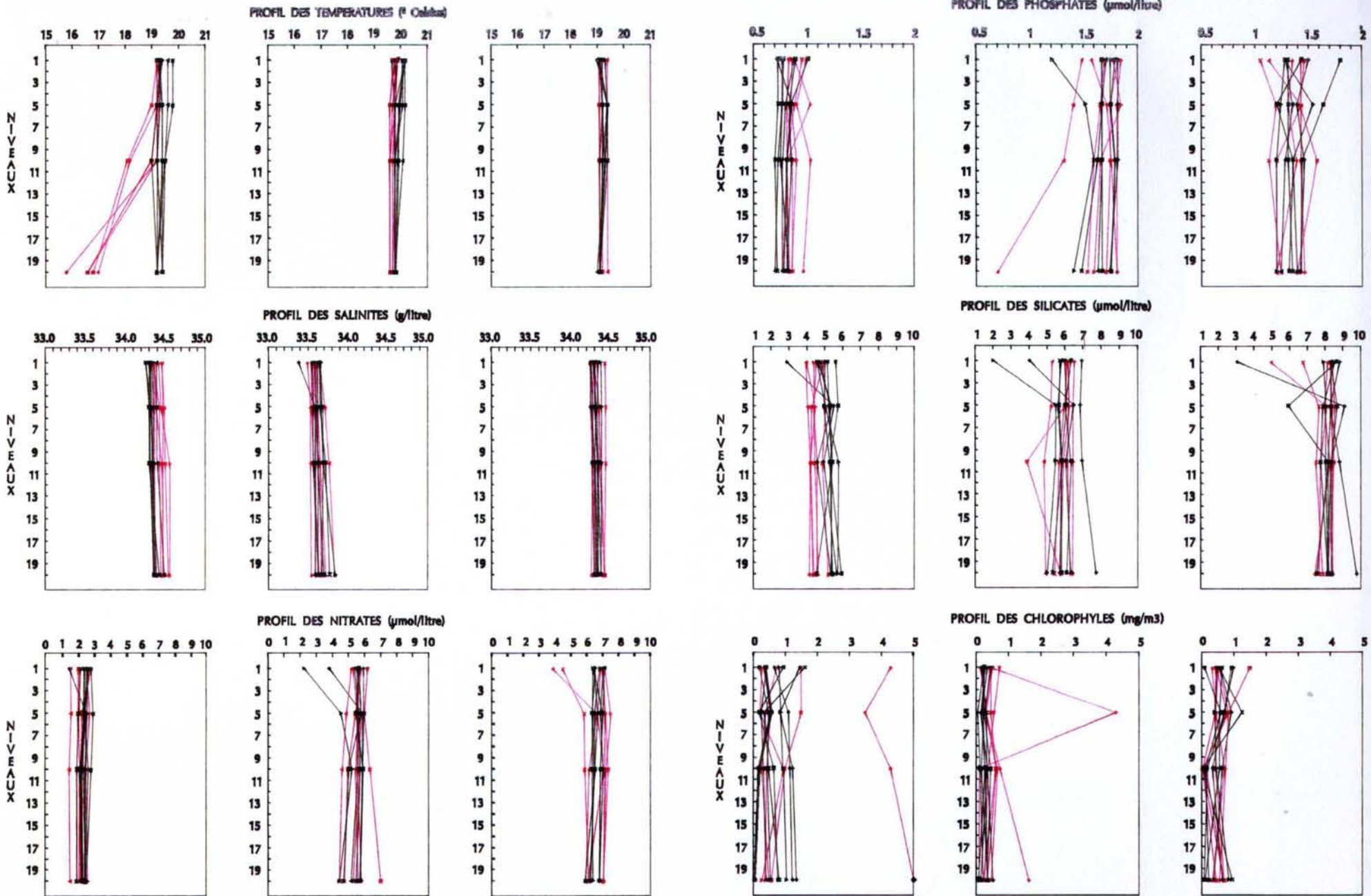


Fig. 8 : Différentiels de température 1 m/20 m et chlorophylles a (1 m) au cours des trois campagnes d'août 1989.

Fig. 9 : Profils des températures, salinités, nitrates, phosphates, silicates et chlorophylles au cours des trois campagnes d'août 1989. De gauche à droite : 4 août, 18 août et 30 août. Stations nord (8 à 12) en rouge et stations sud (1 à 7) en noir.

→ →



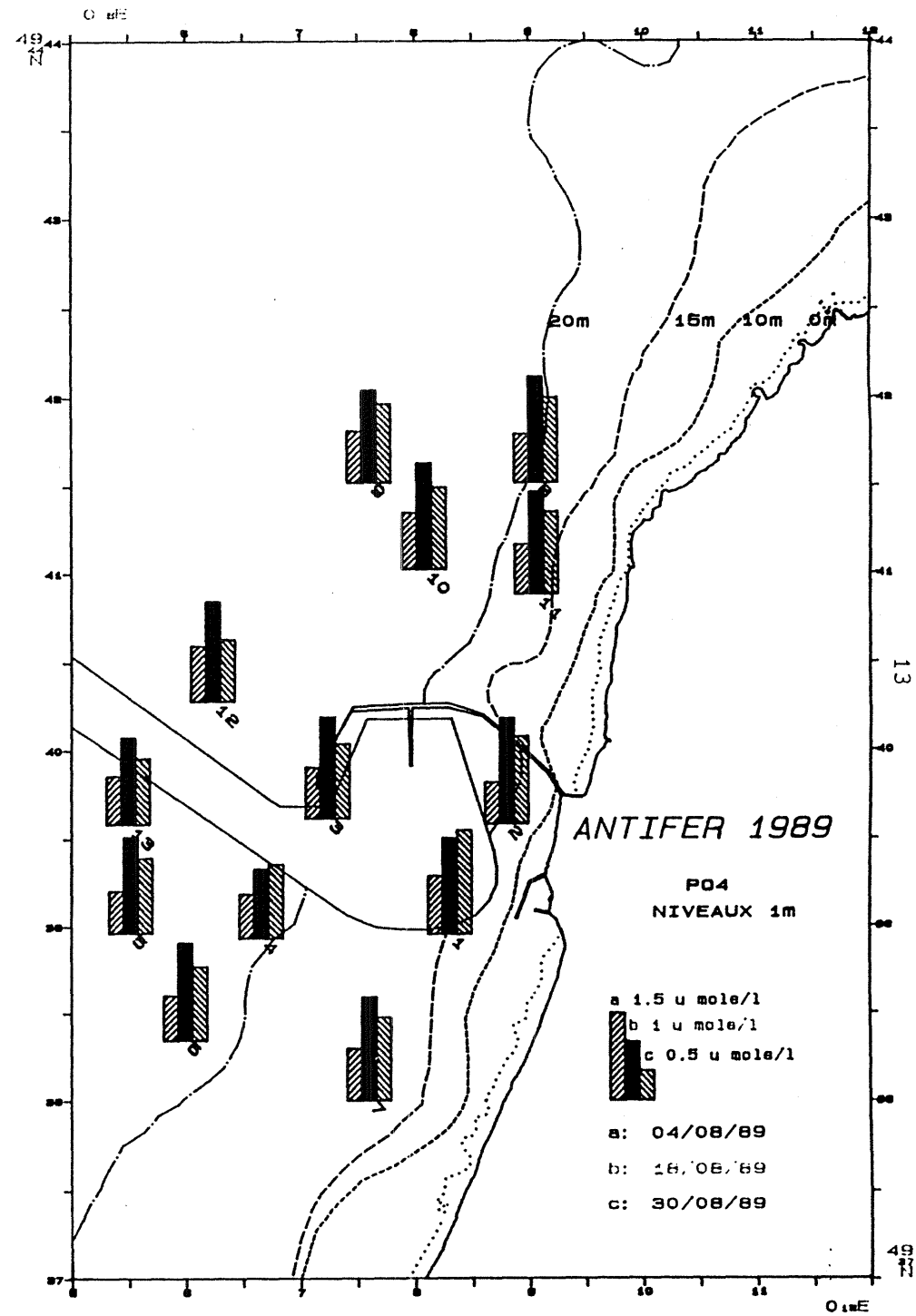
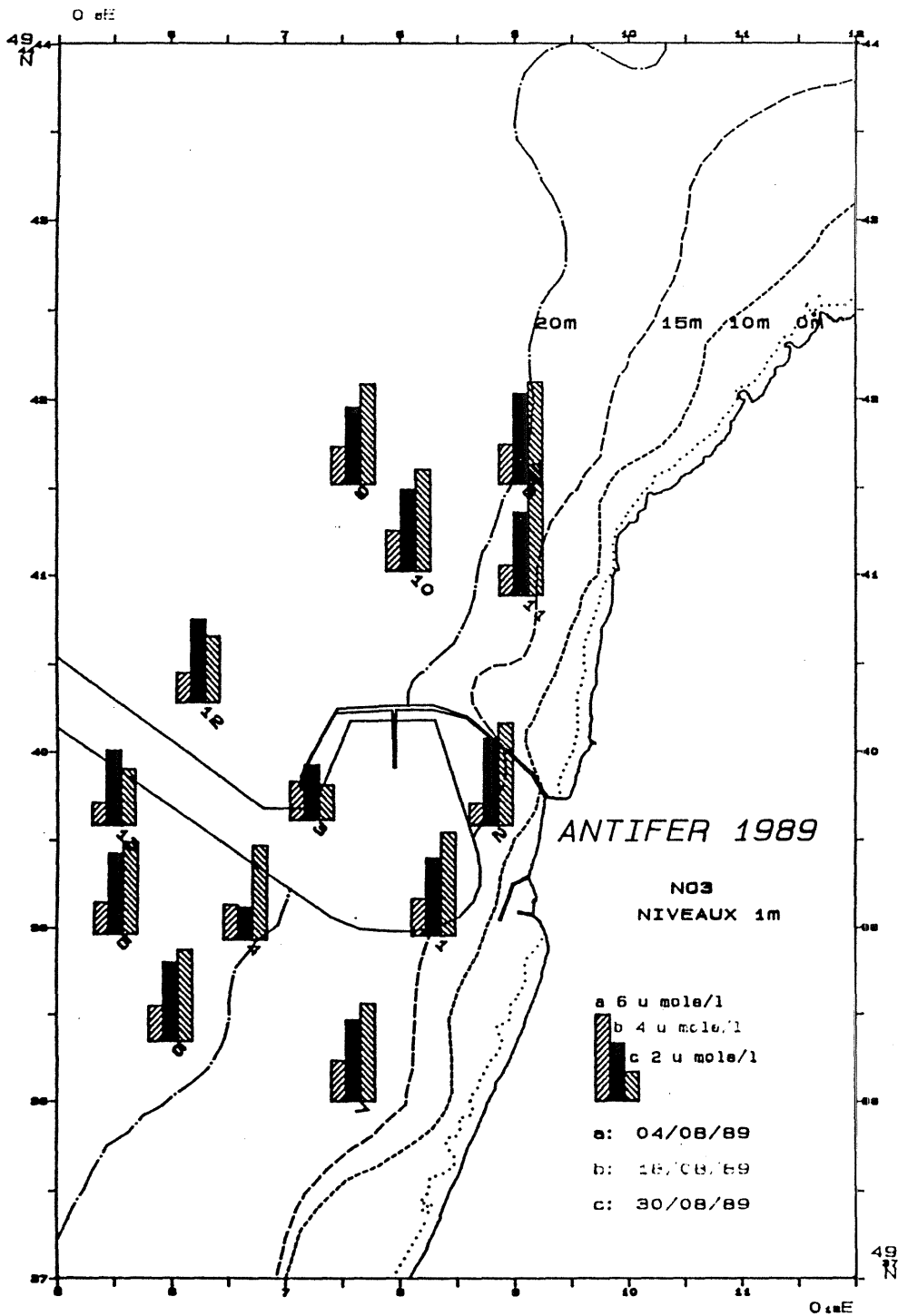


Fig. 10 : Valeurs de nitrates et phosphates à 1 m au cours des trois campagnes d'août 1989.

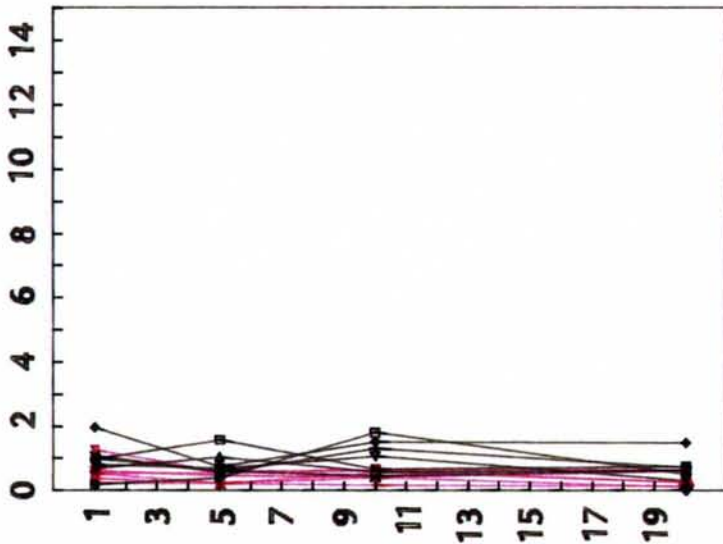
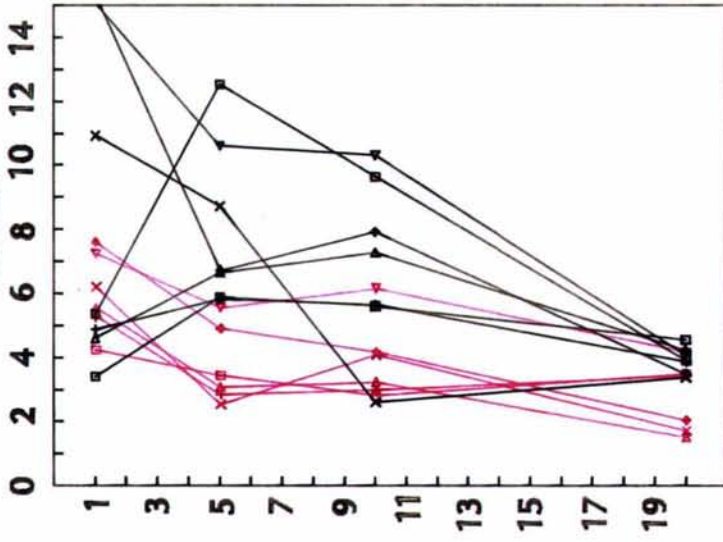
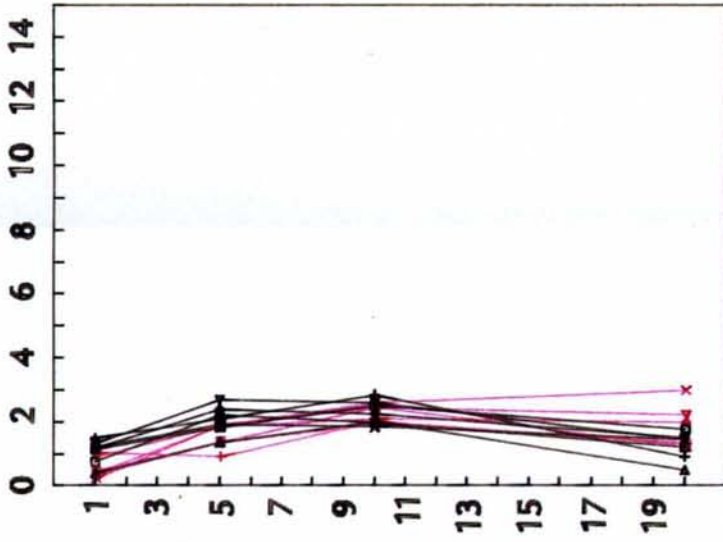


Fig. 11 : Profils des concentrations de *Dinophysis spp.* aux 13 stations, au cours des campagnes des 4, 18 et 30 août 1989 (de gauche à droite). Stations nord en rouge et sud en noir.

→ →

PROFIL DES DINOPHYSIS

Milliers.



NIVEAUX

néanmoins supposer que la valeur maximale du pic obtenue quelques jours avant le 18 août correspondait à une intrusion d'eaux estuariennes superficielles, moins salées et moins denses, ayant favorisée la concentration superficielle de *Dinophysis*. Le 30 août, la situation ne revient pas à celle décrite avant le pic puisque les concentrations restent plus élevées que le 4 août (près de 2 000 Cellules.l<sup>-1</sup> contre moins de 1 000 Cellules.l<sup>-1</sup> le 4 août) et légèrement plus fortes à 5 m et 10 m.

## CONCLUSIONS

Les observations effectuées en 1988 dans le terminal d'Antifer (PIGEON et VERET, 1988) malgré des concentrations nettement plus faibles de *Dinophysis cf. acuminata* en août, concluaient sur une nette dépendance des accumulations de cette espèce vis-à-vis du vent, en particulier pour les régimes de vent de S - SW. Il semble qu'en août 1989 cette observation soit confirmée : entre le 4 et le 20 août des vents de secteur S - SW ont confiné sur la côte les eaux estuariennes de la Seine qui ont progressivement colonisé le sud puis le nord du terminal. Ces eaux étaient caractérisées par leur salinité plus faibles et des teneurs en nitrates, phosphates et silicates plus élevées. En revanche, cette même masse d'eau accuse des teneurs en chlorophylle plus faibles que début août, mais pour lesquelles *Dinophysis cf. acuminata* serait sinon l'espèce dominante, du moins un des dinoflagellés les mieux représenté avec *Prorocentrum micans* (*P. micans* : 63 %, *D. cf. acuminata* : 25 %, *Protoperidinium steinii* : 12 % des dinoflagellés présents). On peut donc considérer que *D. cf. acuminata*, présent depuis début juillet dans le port d'Antifer, a été concentré début août dans une masse d'eau côtière d'origine estuarienne. Rien ne prouve que l'azote et le phosphore soient liés à cette augmentation de concentration cellulaire. Les teneurs en NO<sub>3</sub> et PO<sub>4</sub> sont davantage des "marqueurs" de cette masse d'eau. De plus, à la différence des années précédentes, les concentrations de *Dinophysis* montrent peu de différence entre 1 m et 20 m avant et après le pic. Cependant, bien que la campagne "maximum de *Dinophysis*" ait été décalée dans le temps, les concentrations souvent plus élevées à 1 m laissent supposer que les très fortes densités observées au point fixe (150 000 Cellules.l<sup>-1</sup>) étaient liées à une dessalure superficielle due à l'intrusion des eaux estuariennes. En fait, la situation thermique et halyme tendait déjà vers l'homogénéité de la colonne d'eau le 18 août 1990.

Une étude plus approfondie de la situation hydrologique et courantologique locale devrait permettre de vérifier le rôle du vent dans le phénomène observé et de mieux comprendre le mécanisme par lequel *Dinophysis cf. acuminata* et *D. skagii* se concentrent en surface sous la double action d'un vent d'ouest et d'un confinement des eaux estuariennes à la côte. S'agit-il d'un préférendum saumâtre propre à ces dinoflagellés, de gradients de salinité au moment du bloom, d'un rôle des sels minéraux présents dans les eaux estuariennes ? Une modélisation biologique devrait au moins faire la part entre les facteurs physiques et chimiques dans la sélection des paramètres "déclenchants".

## BIBLIOGRAPHIE

- DAHL E, YNDESTAD, M. 1985. Diarrhetic shellfish poisoning (DSP) in Norway in the autumn 1984 related to the occurrence of *Dinophysis sp.* In : Toxic Dinoflagellates, (Anderson, White and Baden, Eds.) Elsevier North Holland : 495 - 500.
- FUJIKI H., SUGANUMA M., SUGURI M., YOSHIZAWA S., TAKAGI K., 1988. Diarrhetic Shellfish Toxin, Dinophysistoxin 1, is a potent Tumor promoter on mouse skin. Jpn. J. Cancer Res. 79 : 1089 - 1093.
- HAMANO Y., KINOSHITA Y., YASUMOTO T., 1986. Enteropathogenicity of diarrhetic shellfish toxins in intestinal models. J. food Hyg. Soc. Jpn 27 (4) : 375 - 379.

- IGARASHI T., 1986. Occurrence of *Dinophysis fortii*, a dinoflagellate responsible for diarrhetic shellfish poisoning at Kesenuma bay. Bull. Tohoku. Reg. Fish. Res. Lab. Tohokusuiken Kenpo, 48 : 137 - 144.
- IWASAKI J., 1986. The mechanism of mass occurrence of *Dinophysis fortii* along the coast of Ibaraki Prefecture. Tohokusuiken kempo. 48 : 125 - 136.
- KAT M., 1985. *Dinophysis acuminata* blooms , the distinct cause of Dutch mussel poisoning. In : Toxic Dinoflagellates (Anderson, White and Baden, Eds). Elsevier North Holland : 73 - 76.
- KAT M., 1989. Toxic and non toxic dinoflagellate blooms on the Dutch coast. In :Red Tides, Biology, Environmental Science and Toxicology (Okaichi, Anderson and Nemoto, Eds.) Elsevier : 73 - 76.
- LASSUS P., BARDOUIL M., BERTHOME J.P., MAGGI P., TRUQUET P., LE DEAN L., 1988. Seasonal occurrence of *Dinophysis sp.* along the French coast between 1983 and 1987. Aquat. living Resour. 1 : 155 - 164.
- MARCAILLOU-LE BAUT C., LUCAS D., LE DEAN L., 1985. *Dinophysis acuminata* toxin : status of toxicity bioassays in France. In : Toxic Dinoflagellates (Anderson, White and Baden, Eds) Elsevier North Holland : 485 - 488.
- MARCAILLOU-LE BAUT C., MASSELIN P., 1990. Recent data on diarrhetic shellfish poisoning in France. In : Toxic marine phytoplankton (Graneli, Sundstrom, Edler and Anderson Eds) Elsevier. N. Y. : 487 - 491.
- MENESGUEN A., LASSUS P., de CREMOUX F., BOUTIBONNES L., 1990. Modelling *Dinophysis* blooms : a first approach. In : Toxic marine phytoplankton (Graneli, Sundstrom, Edler, Anderson Eds) Elsevier : 195 - 199.
- MURATA M., SHIMATANI M., SUGITANI H., OSHIMA T., YASUMOTO T., 1982. Isolation and structural elucidation of the causative toxin of the Diarrhetic Shellfish Poisoning. Bull. Jap. Soc. Sci. fish. 48 : 549 - 552.
- PIGEON C., VERET L., 1988. L'algue unicellulaire toxique *Dinophysis acuminata* sur le site d'Antifer. Rapport MST. Laboratoire Municipal du Havre, 51 pp.
- TANGEN K., 1983. Shellfish poisoning and the occurrence of potentially toxic dinoflagellates in norwegian waters. Sarsia. 68 : 1 - 7.
- YASUMOTO T., OSHIMA Y., SUGANARA W., FUKUYO H., OGURI T., IGARASHI N., FUJITA N. 1980. Identification of *Dinophysis fortii* as the causative organism of diarrhetic shellfish poisoning. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 44 : 1249 - 1255.